

---

# 石川県衛生公害研究所年報

第 2 2 号

(昭和59年度)

---



1 9 8 5

石川県衛生公害研究所



---

---

# 石川県衛生公害研究所年報

第 2 2 号

(昭和 59 年度)

---

---



1 9 8 5

石川県衛生公害研究所

## は し が き

石川県衛生公害研究所の年報第22号をお届けいたします。これは当研究所の昭和59年度の事業概況、調査研究の結果をとりまとめたもので、いわば私共のこの一年間のすべてです。改めて通覧してみても、十分満足できるとは決して申せませんが、その時その時にはそれなりに苦労もしてきた事が思い出されます。

御一覽いただき、忌たんのない御意見、御批判を賜ればまことに幸いです。

御承知のように、職員の定数管理、予算のシーリング等の行政改革が、当面の最も重要な課題として推進されています。しかし私共の行っている調査研究、試験検査、研修指導及び情報の解析提供等の業務を停滞させるわけには参りません。変化の激しい時代と言われますが、この変化に追従し、またこれを予見しながら、新しい分野への取り組みやこのため必要な新しい技術の導入開発が求められます。この観点から、これまで行ってきました業務の内容や方法の見直し、再点検、新規事業への転換等を進めるよう努力して参りました。もちろん、長期的な視野の中で、継続して行う事に意義のある業務も多いので、一挙にすべてが更新されるという性質のものではありません。そのことから遅々とした歩みと映るかも知りませんが、こういうものも含めて、その業務が石川県の現在及び将来にとって必要かどうかを考えながら気持を新たにしていきたいと思います。

石川県にとって必要かという意味は、一つは石川県の施策の策定・展開・運用にとって私共の業務やその結果が欠かせないものかという事であり、もう一つはそれを県の負担で行わなければならないのかという事で、行財政環境の厳しさは、正にこの二つの間に答えられるかにかかってきます。これは研究所費として予算化される事業や、他の部課で所要経費が計上され私共が実施する事業に止らず、国等から委託を受けて行う事業についても同様です。当面の問題の解決のためだけでなく、出来るだけ中長期的な展望の中で考えていきたいと思っております。

これらに加えて、さらに基本的でより重要なもう一つの視点があると思います。それは私共の業務と県民の生活とのかかわりです。世界一の長寿国となり、価値観の多元化が進む中で、県民の保健・環境事情も生活様式も変化し、ニーズも多様化していますが、それにこたえることが出来ているかについてどの程度の確信を持てるかを考えなければならないと思います。県民生活の向上に寄与しているかを暗黙のうちの了解とするのではなくて、明示された評価軸としていく必要があると思います。これからを豊かな長寿時代として切り開いていくために解決しなければならない課題は沢山ありますが、その中で私共の守備範囲として期待されている分野で、何か大事な事を見逃していないのかから、私共の得た結果は県民の生活や健康にどのような影響を持つものなのかまで、これから検討考察しなければならない事も多いわけです。

この様な気持でこれからも職員一同努力していくつもりです。これまでもいろいろ御指導・御援助いただきました各位に厚く御礼申し上げますと共に、これからも一層の御鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

昭和 60 年 12 月

石川県衛生公害研究所長 石 田 宗 治

## 歴代所長

国重 正 敬 (昭和 24. 1. 1 ~ 26. 9. 24)  
(衛生部長兼務)

杉野 為 治 (昭和 26. 9. 25 ~ 27. 2. 8)  
(衛生部長兼務)

伊藤 利 一 (昭和 27. 2. 9 ~ 29. 4. 30)

河原 勲 (昭和 29. 5. 1 ~ 30. 1. 25)

杉野 為 治 (昭和 30. 1. 26 ~ 30. 3. 11)  
(衛生部長兼務)

森上 勤 造 (昭和 30. 3. 12 ~ 30. 8. 31)  
(衛生部長兼務)

野口 俊 介 (昭和 30. 9. 1 ~ 30. 12. 31)

森上 勤 造 (昭和 31. 1. 1 ~ 31. 1. 31)  
(衛生部長兼務)

村本 潔 (昭和 31. 2. 1 ~ 35. 3. 31)

森上 勤 造 (昭和 35. 4. 1 ~ 36. 6. 19)  
(厚生部長兼務)

大島 喜久男 (昭和 36. 6. 20 ~ 37. 3. 31)

三根 晴 雄 (昭和 37. 4. 1 ~ 52. 12. 15)

酒井 義 昭 (昭和 52. 12. 16 ~ 53. 3. 31)  
(厚生部長兼務)

河野 俊 一 (昭和 53. 4. 1 ~ 54. 3. 31)

酒井 義 昭 (昭和 54. 4. 1 ~ 54. 11. 9)  
(厚生部長兼務)

石田 宗 治 (昭和 54. 11. 10 ~ 56. 3. 31)  
(厚生部長兼務)

石田 宗 治 (昭和 56. 4. 1 ~ )  
(県参事兼務)

## 沿 革

- 1 もと石川県衛生試験所と称し県庁構内にあり、県警察部ついで内政部に属し、薬品試験、細菌検査の業務を行う。
- 2 昭和23年1月、県衛生部設置に伴う機構改革により、衛生試験所は薬務課、細菌検査所は予防課所管となる。
- 3 昭和24年1月、衛生試験所を衛生研究所と改称し、医務課の所管、細菌検査所は公衆保健課の所管となる。
- 4 昭和27年4月、細菌検査所を衛生研究所に統合、衛生課の所管となり、衛生技術に関する細菌学的、化学的調査研究、試験検査、指導訓練を総合的に行うこととなる。
- 5 昭和32年2月、県厚生部設置に伴う機構改革により厚生部衛生課の所管となる。
- 6 昭和38年6月、機構改革により医務薬務課の所管となり、同時に内部組織として、庶務課、微生物課、理化学課の3課をおく。
- 7 昭和38年7月、金沢市芳斉2丁目に新庁舎落成、移転する。
- 8 昭和41年4月、環境衛生、公害など生活環境面における業務範囲の拡大と業務量の増加のため内部組織を改組、生活環境課を新設、庶務、微生物、化学、生活環境課の4課制となる。
- 9 昭和45年8月、公害、食品関係等業務増大に対する執行体制強化のため内部組織を改組、総務課、公害部、微生物部、食品薬品部の1課3部制となる。
- 10 昭和45年12月、増大した公害、食品関係業務の処理と設備近代化のため、金沢市三馬2丁目に新庁舎を建築、移転開所する。
- 11 昭和46年10月、公害関係業務の増大により名称を衛生公害研究所と改称する。
- 12 昭和48年3月、日本育英会貸与金の返還を免除される職をおく研究所としての指定を受ける。
- 13 昭和48年12月、大気監視センター設置に伴い、大気汚染、騒音、振動及び悪臭に関する業務を同センターに移管する。
- 14 昭和49年4月、内部組織の公害部を環境部と改称する。
- 15 昭和51年4月、大気監視センターを合併し、内部組織を管理部(庶務課)、環境部(企画調査科、大気科、水質科、生活環境科)、微生物部(細菌科、臨床病理科)、食品薬品部(食品科、薬品科)の4部1課8科制となる。
- 16 昭和53年4月、内部組織の微生物部の臨床病理科をウイルス科と改称し、食品薬品部の食品科、薬品科の2科を食品第一科、食品第二科及び薬品科の3科制として、4部1課9科制となる。
- 17 昭和57年4月、内部組織の一部を改組、環境部の企画調査科を部外に情報室とし、大気科を大気科と監視科として、4部1課1室9科制となる。
- 18 昭和58年4月、内部組織の一部を改組、科制を廃止し、4部1課1室制となる。

# 目 次

## (概 要)

関 係 法 規	.....	(1)
組 織	.....	(2)
施 設	.....	(5)
行 事 記 録	.....	(7)
情 報 室 事 業 概 況	.....	(17)
環 境 部 事 業 概 況	.....	(19)
微 生 物 部 事 業 概 況	.....	(27)
食 品 薬 品 部 事 業 概 況	.....	(39)

## (報 文)

### 地球観測衛星ランドサット画像データを利用した土地利用適性評価手法の開発(第4報)

—ランドサットTMデータを用いた「土地被覆類型区分図」及び 「住・工混在影響度評価図」の試作—	..... 竹野 裕治ほか	..... (45)
--	---------------	------------

### 都市の生活環境に係る快適概念の提起(第2報)

—有識者の意識に基づく快適概念モデル構築の試み—	..... 田嶋 隆俊ほか	..... (58)
--------------------------	---------------	------------

### 都市の生活環境に係る快適概念の提起(第3報)

—有識者の意識に基づく環境の量と質との相互関連性の検討—	..... 田嶋 隆俊ほか	..... (68)
------------------------------	---------------	------------

### 都市の生活環境に係る快適概念の提起(第4報)

—快適環境構成要素の“住み良さ”表現に対する指標性について—	..... 酒井 道則ほか	..... (78)
--------------------------------	---------------	------------

### 石川県における酸性雨調査(第2報)

—1週間降水成分の統計解析—	..... 北村 守次ほか	..... (98)
----------------	---------------	------------

### 閉鎖性水域における水質汚濁機構(第6報)

—柴山潟の水質変動と底質汚染について—	..... 石田 喜朝ほか	..... (114)
---------------------	---------------	-------------

### 能登地域における河川の自浄作用(第2報)

—若山川を例として—	..... 北野 肇一ほか	..... (130)
------------	---------------	-------------

### 閉鎖性水域における水質シミュレーションについて

—河北潟のCOD—	..... 澤田 道和ほか	..... (141)
-----------	---------------	-------------

### 水質環境測定分析におけるクロスチェック分析

—COD・DO・BODについて—	..... 東 浩一ほか	..... (148)
------------------	--------------	-------------

ダム湖における濁水の流入、動態機構の解明（第2報）

一犀川を例とした洪水時水質のパターン化—	道下 博之ほか	… (161)
悪臭評価手法に関する研究	砺波 信一ほか	… (169)

環境放射能の挙動に関する調査研究（第6報）

一石川県における陸上試料中の <sup>210</sup> Pbの濃度レベルについて—	小森 正樹ほか	… (178)
低沸点有機塩素化合物による用水・河川水の汚染について	矢田 峯子ほか	… (183)
小児上気道疾患からのウイルス分離（1984年の成績）	木村 晋亮ほか	… (187)
弱毒風疹生ワクチン接種後における血清中IgM及びIgG抗体の推移	木村 晋亮ほか	… (196)
通気蒸留法による食品中の微量亜硫酸分析の検討について	泉 広栄ほか	… (205)
塩素化ベンゼンの分析法の改良について	四月朔日富司子ほか	… (209)
有機塩素系残留農薬分析法の改良について		

一ダイコン中のイソチオシアネートの除去—	玉井 徹ほか	… (220)
漢方製剤の品質評価に関する研究（第6報）		

一柴胡桂枝湯製剤中の黄芩成分の定量—	小川 清ほか	… (230)
--------------------	--------	---------

（資 料）

土地利用選好度に関する住民意識調査結果	竹野 裕治ほか	… (238)
石川県におけるベンゾ（a）ピレン調査結果	織田 敏郎ほか	… (256)
石川県におけるインフルエンザの流行（昭和59年度）	木村 晋亮ほか	… (262)
石川県におけるインフルエンザの流行予測・定点観測調査の成績（昭和59年度）	梶 哲夫ほか	… (267)
石川県における河川でのコレラ菌定点観測（昭和59年度成績）	芹川 俊彦ほか	… (270)
カドミウム汚染地域住民の甲状腺機能障害について	松田 晴夫ほか	… (273)
20歳成人の血色素量とヘマトクリット	松田 晴夫ほか	… (276)
石川県産豚の血中日本脳炎HI抗体保有状況（昭和59年度成績）	梶 哲夫ほか	… (281)
本邦初と思われるコクサッキーA群11型ウイルスの流行（1983年）とその背景	木村 晋亮ほか	… (285)
風疹IgM検出用EIAキットの試用とその特異性の検討	木村 晋亮ほか	… (292)
石川県におけるフォールアウト調査結果（昭和59年度）	中谷 光ほか	… (296)
農薬散布による散布者の農薬ばく露について	西川 孝蔵	… (308)

（短 報）

セマンティック・ディファレンシャル法による用水景観評価の試み	英 俊彦ほか	… (310)
尿中食塩排泄量測定におけるメルトペーパーの使用経験	松田 晴夫	… (316)

# 関 係 法 規

## 地方衛生研究所設置要綱 (厚生省発衛第173号) 昭和51年9月10日

### 1 設置の目的

地方衛生研究所は、公衆衛生の向上を図るため、都道府県又は指定都市における衛生行政の科学、技術の中核として、関係行政部局と緊密な連携のもとに、調査研究、試験検査、研修指導及び公衆衛生情報の解析、提供を行うことを目的とする。

### 2 業 務

地方衛生研究所は、次の業務を行うものとする。

#### 1 調査研究

- (1) 疾病予防に関する調査研究
- (2) 環境保健に関する調査研究
- (3) 生活環境施設に関する調査研究
- (4) 食品・医薬品等・家庭用品及び栄養に関する調査研究
- (5) 健康事象に関する疫学的調査研究
- (6) 試験検査方法に関する研究
- (7) その他必要な調査研究

なお、これらの業務のうちで、広域的に調査研究を行う必要のあるものについては、地方衛生研究所相互間及び関連する試験研究機関との協力を強化し積極的に推進するものとする。

#### 2 試験検査

- (1) 衛生微生物に関する試験検査
- (2) 衛生動物に関する試験検査
- (3) 水・空気等に関する試験検査
- (4) 廃棄物に関する試験検査
- (5) 食品・食品添加物等に関する試験検査
- (6) 毒物・劇物及び医薬品等に関する試験検査
- (7) 家庭用品に関する試験検査
- (8) 温泉に関する試験検査

- (9) 放射能に関する試験検査
- (10) 病理学的検査
- (11) 生理学的検査
- (12) 生化学的検査
- (13) 毒性学的検査
- (14) その他必要な試験検査

### 3 研修指導

- (1) 保健所の職員、市町村の衛生関係職員等の技術面における研修指導
- (2) 衛生に関する試験検査機関等に対する技術的指導

### 4 公衆衛生情報の解析提供

- (1) 試験検査に関する情報の収集、解析
- (2) 公衆衛生に関する文献、資料の収集、解析
- (3) 衛生関係部局等への公衆衛生情報の提供

### 3 行政各部局との関係

- 1 地方衛生研究所の運営にあたっては、必要に応じて、関係各部局と協議し、相互に密接な連携を保つものとする。
- 2 地方衛生研究所は、かい(麻)とし、その人事、予算等に関する総括的事項についての連絡調整は衛生主管部局において行うものとする。

### 4 業務推進の方策

- 1 地方衛生研究所には、2に掲げる業務の実施に必要な人員及び施設、設備を備えるものとする。
- 2 地方衛生研究所は、その目的にかんがみ、国内留学、海外留学に配慮するなど、職員の知識技能向上を図るとともに科学技術の進歩に即応した施設・設備を備えるものとする。

## 石 川 県 組 織 規 則 (抜萃) (昭和39年4月1日規則第23号公布) 昭和58年4月1日規則第23号改正

機関の名称	位 置	内 部 組 織	分 掌 事 務	
石川県衛生 公害研究所	金沢市三馬 2丁目251 番地	管理部	庶務課	所内の事務の連絡調整に関すること。
		情 報 室		保健環境情報の調査、検討及び収集整備に関すること。
		環 境 部		1 環境汚染の防止に関する監視、調査、研究、試験及び指導に関すること。 2 生活環境に関する衛生上の調査、研究、試験及び指導に関すること。
		微 生 物 部		1 病原微生物に関する衛生上の研究、検査及び指導に関すること。 2 臨床生化学及び医動物に関する衛生上の研究、検査及び指導に関すること。
		食 品 薬 品 部	1 食品類に関する衛生上の研究、試験及び指導に関すること。 2 医薬品類に関する衛生上の研究、試験及び指導に関すること。	

## 機 構 ・ 組 織



## 職 員 の 配 置

(昭和59.4.1)

職 名	現員	管理部		環 境 部					微 生 物 部		食 品 薬 品 部					
		管理職	庶務課	情報室	大気担当	監視担当	水質担当	生活環境担当	計	細菌担当	ウイルス担当	計	食品第1担当	食品第2担当	薬品担当	計
所次長	1	1														
部長	2	2														
部長	4(2)	4(2)														
主任	1			1												
研究員	2					1	1	2								
主幹	1			1				1								
専門研究員	1	1								1	1	1	1	1	1	3
研究員・主査	8															
主事	9	1		2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	
技師	3	3														
“(運)”	18			2	2	2	4	3	11	1	1	2	1	2	3	
“(技)”	3															
計	5					1	2	1	4	1	1	1				
小嘱	58(2)	7(2)	8	5	4	4	10	7	25	3	2	5	3	3	2	8
臨時	1		1													
計	60(2)	7(2)	10	5	4	4	10	7	25	3	2	5	3	3	2	8

註 ( ) 内は兼務職員数で内書である。

事 務 分 掌

(昭和59.4.1)

職 名	氏 名	担 当 事 務
所 長 (県参事兼務)	石 田 宗 治	所 統 括
次 長 (事 務)	直 地 純 夫	所 長 補 佐
" (技 術)	大 場 邦 弘	"
管 理 部 部 長	(兼)直 地 純 夫	部 の 総 括
庶 務 課 課 長	荒 木 宏	課 の 総 括
主 査	宅 崎 仁 芳	予 算 経 理、財 産 管 理
主 事	野 本 貴 美 子	会 計 事 務、諸 給 与
"	長 谷 川 紀 美 枝	収 入、旅 費、窓 口 事 務
"	林 谷 新 市	予 算 経 理、物 品 の 出 納
技 師	水 野 吉 浩	公 用 車 の 運 転
"	橋 本 政 春	"
"	清 水 豊 登	"
嘱 託 員	吉 村 恭 子	庁 務
臨 時 職 員	戸 田 早 苗	事 務 補 助
情 報 室 室 長	田 嶋 隆 俊	室 の 総 括
研 究 員	竹 野 裕 治	環 境・保 健 情 報 の 収 集、
"	酒 井 道 依 乃	解 析、提 供 及 び 利 用 技 術
技 師	水 上 依 彦	の 開 発
"	英 俊	"
環 境 部 部 長	(兼)大 場 邦 弘	部 の 総 括
大 気 担 当 主 幹	桐 元 俊 武	大 気 担 当 の 総 括
研 究 員	北 村 守 次	大 気 汚 染 の 測 定 と 監 視
技 師	密 田 淳 夫	"
"	織 田 敏 郎	"
監 視 担 当 専 門 研 究 員	前 川 龍 介	監 視 担 当 の 総 括
技 師 (技 能 員)	平 山 湯 浅 道	大 気 汚 染 監 視 制 御 シ ス テ ム 及 び 測 定 局 並 び に 測 定 機 器 の 整 備 管 理
水 質 担 当 主 任 研 究 員	矢 鋪 満 雄	環 境 放 射 能 常 時 監 視
専 門 研 究 員	北 野 肇 一	水 質 担 当 の 総 括
"	東 堀 浩 秀	水 質、土 壌、悪 臭 試 験
研 究 員	澤 田 道 信	"
技 師	砥 石 田 道 一	"
"	道 下 博 朗	"
"	本 田 和 子	"
技 師 (技 能 員)	西 登 志 美	"
"		"
生 活 環 境 担 当 主 任 研 究 員	加 藤 充 哉	生 活 環 境 担 当 の 総 括
専 門 研 究 員	小 矢 森 田 正 樹	放 射 能 に 係 る 調 査 研 究
研 究 員	西 川 孝 子	環 境 試 験
技 師	龜 井 蔵 し	"
"	中 井 谷 光	"
技 師 (技 能 員)	河 端 芳 美	"

職 名	氏 名	担 当 事 務
微生物部 部長 細菌担当 技師 (技能員) ウイルス担当 技師	木村 晋亮	部の総括
	芹川 俊彦	細菌担当の総括
	松田 晴夫	臨床検査準備
	南 久子	検査準備
食品薬品部 部長 食品第1担当 技師 食品第2担当 技師 薬品担当 技師	梶 哲夫	ウイルス担当の総括
	尾 西 一	血清、ウイルス検査
	細 坪 久 人	部の総括
	岸 原 聡	食品第1担当の総括
	泉 広 栄	栄養分析試験
	下 川 千 賀 子	食品試験
	塚 林 裕	食品第2担当の総括
	四月 朔日 富 司 子	有害性金属汚染試験
	玉 井 徹	残留農薬試験
	小 川 清 恵	薬品担当の総括
	勝 田 幸 恵	毒・劇物、PCB試験

職 員 の 異 動

(昭和59. 4. 1 ~ 60. 3. 31)

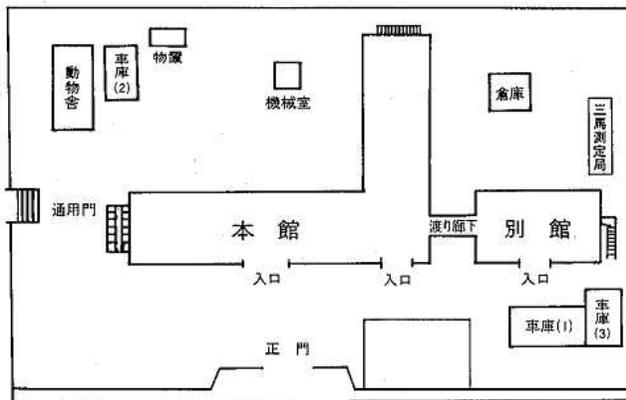
年 月 日	氏 名	新	旧	備 考
59. 4. 1	吉 田 弘	環境管理課環境管理専門員	衛生公害研究所 技師	転 出
"	三 井 信 晴	山代保健所衛生課長	" 技師	"
"	安 江 実	環境管理課技師	" 技師	"
"	南 孝 子	民生課主事	" 主事	"
"	直 地 純 夫	衛生公害研究所次長兼管理部長	厚生部参事	転 入
"	北 野 肇 一	" 専門研究員	環境管理課環境管理専門員	"
"	酒 井 道 則	" 研究員	山代保健所技師	"
"	澤 田 道 和	" 技師	環境管理課技師	"
"	英 俊 彦	" 技師	松任保健所技師	"
"	織 田 敏 郎	" 技師	手取川水道事務所技師	"
"	野 本 貴 美 子	" 主事	伏見高橋川治水工事事務所主事	"
"	中 谷 光	" 技師		新 採
"	道 下 博 之	" 技師		"
60. 3. 31	南 久 子		衛生公害研究所技師 (技能員)	退 職

# 施 設

## 庁 舎 概 要

竣 工	昭和45年11月30日		
所 在 地	金沢市三馬2丁目251番地		
敷地面積	7,695.19 m <sup>2</sup>		
建物概要	本 館	鉄筋コンクリート造陸屋根3階建(塔屋付)	延 3,400.27 m <sup>2</sup>
	内 訳	1階	1,406.76 m <sup>2</sup>
		2階	1,405.06 m <sup>2</sup>
		3階	555.10 m <sup>2</sup>
	塔屋	33.35 m <sup>2</sup>	
附属建物			延 308.74 m <sup>2</sup>
	動物舎(コンクリートブロック造陸屋根平屋建)	59.11 m <sup>2</sup>	
	物 置(コンクリートブロック造スレート葺平屋建)	4.86 m <sup>2</sup>	
	機械室(コンクリートブロック造陸屋根平屋建)	8.73 m <sup>2</sup>	
	倉 庫(軽量鉄骨プレハブ造鉄板葺平屋建)	79.38 m <sup>2</sup>	
	車 庫(1)(鉄骨造スレート葺平屋建)	61.56 m <sup>2</sup>	
	車 庫(2)(鉄骨造鉄板葺平屋建)	32.40 m <sup>2</sup>	
	車 庫(3)(鉄骨造鉄板葺平屋建)	62.70 m <sup>2</sup>	
合 計			延 3,709.01 m <sup>2</sup>

### 構 内 配 置 図



庁舎外<sup>土地</sup>建物

敷地面積	七尾測定局	35.00 m <sup>2</sup>
建物概要	測定局(大聖寺測定局ほか15局、宝達中継局ほか1局)	延 325.83 m <sup>2</sup>
	環境放射能測定局(辰口測定局ほか1局)	延 30.00 m <sup>2</sup>



## 行 事 記 録

## 〔誌上发表〕

Kishichiro WATANABE, Jungi TANAKA, Motoichi HATANO, Isao NAKANISHI, MiKio MUKAI, Jiro NISHIKAWA, Shigeru HAYASHI, and Nobuaki KIMURA: Generalized Neonatal Herpes Virus Infection ( Cytomegalovirus or Herpes Simplex Virus Type 1 ) - Comparative Examination of Loci Attacked by Two Viruses. Acta Patol. Jpn., 34 (4), 847-858 (1984)

矢鋪満雄, 石田喜朗, 砺波信一: 海跡湖の水質汚濁機構に関する研究, 全国公害研会誌, 9 (2), 29-38 (1984)

## 〔学会発表〕

腎におけるリン及び $\beta_2$  microglobulinの再吸収率について: 松田晴夫, 石田宗治, 河野俊一, 能川浩二, 西正美, 橋本和夫 (第54回日本衛生学会, 昭和59年4月4日, 米子市)

新しい簡便な統計学的手法に基づく単一血清での血清学的診断基準の設定: 木村晋亮, 石田宗治 (第58回日本感染症学会総会, 昭和59年4月21日, 東京都)

石川県におけるウイルス感染症対策について: 木村晋亮 (第17回北陸信越薬剤師学術大会, 昭和59年9月8日, 福井市)

漢方製剤の品質評価に関する研究—小青竜湯製剤について: 小川清, 勝田幸恵, 北山信明 (第17回北陸信越薬剤師学術大会, 昭和59年9月8日, 福井市)

風疹生ワクチン接種後の風疹 IgM 抗体の検討: 尾西一, 梶哲夫, 木村晋亮, 杉浦幸一, 波田野基一 (第6回北陸ウイルス病研究会, 昭和59年10月6日, 金沢市)

モノクローナル抗体を用いた風疹 IgM・EIA 検査法: 佐藤俊則, 中島実, 長道雄, 木村晋亮, 尾西一 (第21回日本細菌学会中部支部総会, 昭和59年11月8日, 名古屋市)

石川県における放射能調査: 西川孝蔵, 加藤充哉, 小森正樹 (第26回環境放射能調査研究発表会, 昭和59年12月5日, 千葉市)

ランドサット衛星 MSS データを用いた宅地開発適性地評価図及び水資源保全評価図の試作: 田嶋隆俊, 吉田弘 (第11回環境保全・公害防止研究発表会, 昭和59年12月6日, 東京都)

閉鎖性水域の水質について—木場潟: 矢鋪満雄, 砺波信一, 石田喜朗 (第11回環境保全・公害防止研究発表会, 昭和59年12月6日, 東京都)

## 〔報告書〕

石川県: 昭和58年度科学技術庁委託調査研究成果報告書, 地形情報に関する研究—土地利用状況調査法(土地利用適性評価の検討), 99ページ, 昭和59年6月(情報室)

石川県環境部: 昭和58年度石川県水質測定結果報告書, 226ページ, 昭和59年7月(環境部水質担当)

石川県: 昭和58年度人造湖環境保全調査報告書, 111ページ, 昭和59年7月(環境部水質担当)

石川県環境部: 昭和58年度環境放射能調査報告書, 46ページ, 昭和59年8月(環境部生活環境担当)

石川県環境部環境管理課・石川県衛生公害研究所: 昭和58年度環境大気調査報告書, 300ページ, 昭和59年10月(環境部監視・大気担当)

石川県環境部環境管理課: 昭和59年度生物指標環境汚染測定調査報告書, 58ページ, 昭和60年1月(食品薬品部食品第2・薬品担当)

石川県: 昭和59年度環境庁委託業務結果報告書—トリクロロエチレン等汚染実態点検調査, 13ページ, 昭和60年2月(環境部生活環境担当)

石川県環境部: 閉鎖性水域水質保全調査報告書—木場潟, 80ページ, 昭和60年3月(環境部水質担当)

石川県環境部: 親しまれる川づくり調査報告書—浅野川を親しまれる川とするために, 38ページ, 昭和60年3月(環境部水質担当)

石川県: 生物指標環境汚染測定調査結果報告書, 51ページ, 昭和60年3月(環境部水質担当)

石川県: GC/MSを用いた水質・底質モニタリング準備調査結果—中間報告書, 79ページ, 昭和60年3

月（環境部水質担当）  
 環境庁環境保健部保健調査室：昭和59年度化学物質  
 分析法開発調査報告書，274 ページ，昭和60年3月（環  
 境部水質担当）

石川県環境部：水質管理計画調査報告書—地下水保  
 全対策調査，10ページ，昭和60年3月（環境部生活環  
 境担当）

石川県厚生部公衆衛生課・石川県衛生公害研究所：  
 昭和59年度日本脳炎流行予測調査報告—屠畜場ブタ血  
 中日本脳炎 HI 抗体保有調査成績，12ページ，昭和60  
 年3月（微生物部ウイルス担当）

石川県環境部環境管理課：環境中の油汚染に関する  
 調査結果報告書，6 ページ，昭和60年3月（食品薬品  
 部食品第2担当）

講師派遣

59/ 4~10 金沢大学薬学部（公害）  
 石田所長，田嶋室長  
 59/ 4 石川県立金沢女子専門学校（食品化学）  
 60/ 3 大場次長  
 59/ 4~10 石川県総合看護専門学校（微生物学）  
 木村部長  
 59/ 4~ 7 石川県総合看護専門学校（細菌及び消  
 毒法）  
 梶専門研究員，尾西技師  
 59/ 4~ 6 石川県総合看護専門学校（保健統計）  
 前川専門研究員  
 59/ 7. 5 産業廃棄物処理業者講習会（環境科学  
 概論）  
 田嶋室長  
 59/ 7. 6 産業廃棄物処理業者講習会（産業廃棄  
 物の分析法）  
 加藤主任研究員

59/10  
 60/ 3  
 60/ 2.20  
 59/ 4  
 60/ 3  
 59/ 4  
 60/ 3  
 59/ 6.27  
 59/ 6.29  
 60/ 2.25  
 60/ 2.27

北陸学院短期大学（応用微生物学）  
 芹川研究員  
 衛生検査担当者研修会（公衆衛生にお  
 ける食塩濃度測定の意義）  
 松田技師

研修受入

財団法人 東洋医学臨床研究所  
 （漢方薬物の成分分析） 技師1名  
 石川県警察本部刑事部鑑識課  
 （農薬，医薬品，食品添加物の分析技術  
 修得） 技師1名  
 関大和環境分析センター  
 （ふん便性大腸菌試験研究） 技師2名  
 金沢市泉野保健所  
 （低沸点有機塩素化合物の分析）  
 主査1名

見学

小松市矢沢町婦人会 35名  
 輪島市婦人会 30名  
 石川県立盲学校 20名  
 石川県総合看護専門学校 40名  
 金沢工業高等専門学校 36名  
 石川県総合看護専門学校 30名  
 金沢大学医療技術短期大学 39名  
 私立東星学園 5名  
 小松市稚松，芦城校下婦人会 50名  
 石川県立金沢女子専門学校 33名

# 予 算 ・ 決 算

## 昭 和 5 9 年 度 予 算 概 要

経費 区分	事 業 名	予算額	財 源 内 訳				事 業 内 容	
			国庫支出金		特定財源			一般財源
			補助率	金額	負担率	金額		
千円	千円	千円	千円	千円	千円			
	(衛生公害研究所)							
	衛生公害研究所費	394,916		21,163	15,231 (手数料)	358,522		
職員	1 衛生公害研究所職員費	292,955	10/10	14,930	2,726	275,299	防疫職員 4人 衛生公害研究所職員 52人	
職員 一般	2 運 営 費	50,693			(雑入) 2,907	47,786	非常勤職員 2人 管理運営費 47,894千円	
一般	3 調 査 研 究 費	5,815				5,815	ウイルス性呼吸器疾患病因研究費 493千円 水系の総合的管理モデル開発調査費 1,038千円 生薬及び漢方製剤の品質評価方法に関する研究費 185千円 水質汚濁機構のモデル化に関する研究費 162千円 生活排水の処理法に関する研究費 319千円 農薬等新化学物質による水系及び食品汚染に関する研究費 588千円 新型食中毒菌に関する研究費 203千円 山中塗及び輪島塗合成樹脂製食器等に関する研究費 194千円 都市環境総合評価手法開発調査費 1,052千円 保健情報管理利用手法の電算化モデル設計調査費 142千円 環境放射性物質の挙動に関する調査費 465千円 食品(麦類)の赤カビ汚染調査費 391千円 大気中未規制有害物質基礎調査費 213千円 水道水中における有機塩素化合物調査費 370千円	
"	4 試 験 検 査 費	9,433			(手数料) 9,433		臨床病理学的検査 10,681件 食品、医薬品試験 185件 環境試験 1,771件 科学技術庁受託調査	
国補	5 放 射 能 調 査 費	3,073	10/10	3,073	(受託事業収入) 165		建設省受託調査	
一般	6 受 託 調 査 費	165				1,997	技術職員研修、技術情報の整備	
"	7 技術職員研修指導対策費	1,997					高周波プラズマ発光分光分析装置ほか9点	
単独 一般	8 設 備 整 備 費	22,248				22,248	本館屋上防水補修工事等	
単独	9 施 設 整 備 費	5,377				5,377		
国補	10 人工衛星データの 利用手法等調査費	3,160	10/10	3,160			科学技術庁受託研究	
不特定	(不特定収入)				(使用料) 1,164	△ 1,164	庁舎使用料 1,164円	

昭和 59 年 度 歳 入

款	項	目	節	予算額又は 目標額	収 入 額	予 算 対 比 増 減
使用料及び 手数料	使 用 料	総務使用料	総 務 管 理 料 使 用 料	1,231,560	1,242,509	10,949
				1,164,060	1,164,060	—
				1,164,060	1,164,060	—
				1,164,060	1,164,060	—
	手 数 料	衛生手数料	公 衆 衛 生 料 手 数 料	67,500	78,449	10,949
				67,500	78,449	10,949
				67,500	78,449	10,949
	財 産 収 入	財産売払収入	不 用 品	37,000	167,379	130,379
				37,000	167,379	130,379
				37,000	167,379	130,379
37,000				167,379	130,379	
諸 収 入	受託事業収入	環 境 調 査 受 託 事 業 収 入	環 境 調 査 事 業 受 託 事 業	3,087,800	2,660,736	△ 427,064
				164,800	164,800	—
	雑 入	雑 入	保 險 料 被 保 險 者 負 担 金 雑 入	164,800	164,800	—
				2,923,000	2,495,936	△ 427,064
				2,923,000	2,495,936	△ 427,064
				16,000	19,337	3,337
				2,907,000	2,476,599	△ 430,401
計				4,356,360	4,070,624	△ 285,736
〔証紙収入調〕						
使用料及び 手数料	手 数 料	衛生手数料	公 衆 衛 生 料 手 数 料	12,091,600	13,155,860	1,064,260
				12,091,600	13,155,860	1,064,260
				12,091,600	13,155,860	1,064,260
				12,091,600	13,155,860	1,064,260
計				12,091,600	13,155,860	1,064,260
合	計			16,447,960	17,226,484	778,524

昭和59年度歳出

款	項	目	節	予算額 (配当額) 円	執行額 円	残額 円
衛生費	公衆衛生費	衛生研究所費	報酬	2,554,000	2,479,500	74,500
			報給料	157,097,608	157,097,608	0
			職員手当等	100,124,030	100,124,030	0
			共済費	37,106,022	37,089,283	16,739
			賃金	1,727,000	1,727,000	0
			報償費	862,000	837,600	24,400
			旅費	6,582,000	6,530,703	51,297
			需用費	49,222,000	48,766,564	455,436
			役務費	2,354,000	2,326,890	27,110
			委託料	6,719,000	6,717,800	1,200
			使用材料及び 賃借料	1,714,000	1,712,140	1,860
			工事請負費	5,362,000	5,362,000	0
			備品購入費	24,239,000	24,138,780	100,220
			負担金補助 金交付金	297,000	272,350	24,650
			公課費	84,000	83,100	900
計				396,043,660	395,265,348	778,312
款	項	目	節	転配当額	執行額	残額
総務費	総務管理費	一般管理費	賃金	1,968,820	1,968,820	0
			賃金	1,897,820	1,897,820	0
			賃金	1,106,270	1,106,270	0
			賃金	1,106,270	1,106,270	0
			旅費	154,600	154,600	0
			旅費	154,600	154,600	0
			諸費	636,950	636,950	0
			報償費	360,000	360,000	0
			旅費	36,950	36,950	0
			交際費	240,000	240,000	0
			交際費	71,000	71,000	0
			消費者対策 推進費	71,000	71,000	0
			需用費	71,000	71,000	0
			需用費	304,236,111	304,236,111	0
			衛生費	公衆衛生費	公衆衛生費	賃金
賃金	2,616,420	2,616,420				0
賃金	204,000	204,000				0
旅費	30,520	30,520				0
需用費	2,381,900	2,381,900				0
需用費	1,769,600	1,769,600				0

款	項	目	節	転配当額	執行額	残額
			賃金	250,000 <sup>円</sup>	250,000 <sup>円</sup>	0 <sup>円</sup>
			報償費	55,900	55,900	0
			旅費	215,700	215,700	0
			需用費	1,240,000	1,240,000	0
			役務費	8,000	8,000	0
		老人保健費	需用費	20,000	20,000	0
			需用費	20,000	20,000	0
		健康づくり推進費		47,120	47,120	0
			旅費	47,120	47,120	0
	環境衛生費			6,184,380	6,184,380	0
		食品衛生指導費		5,671,580	5,671,580	0
			賃金	135,000	135,000	0
			旅費	81,580	81,580	0
			需用費	5,455,000	5,455,000	0
		環境衛生指導費		512,800	512,800	0
			旅費	67,500	67,500	0
			需用費	445,300	445,300	0
	医薬費			651,140	651,140	0
		医薬総務費		233,000	233,000	0
			旅費	233,000	233,000	0
		薬務費		368,140	368,140	0
			旅費	68,140	68,140	0
			需用費	300,000	300,000	0
		総合看護専門学校費		50,000	50,000	0
			使用材料及び借料	50,000	50,000	0
	公害環境費			292,947,451	292,947,451	0
		環境管理費		9,366,261	9,366,261	0
			賃金	538,000	538,000	0
			報償費	106,800	106,800	0
			旅費	651,000	651,000	0
			需用費	4,125,000	4,125,000	0
			役務費	678,000	678,000	0
			委託料	1,961,000	1,961,000	0
			使用材料及び借料	1,229,500	1,229,500	0
			備品購入費	46,000	46,000	0
			各種負担金	30,961	30,961	0
	公害防止費			283,581,190	283,581,190	0
			賃金	1,747,100	1,747,100	0
			報償費	147,700	147,700	0
			旅費	3,105,000	3,105,000	0
			需用費	47,016,000	47,016,000	0

款	項	目	節	転配当額	執行額	残高	
農林水産業費	農地費	土地改良費	役務費	1,582,690 <sup>円</sup>	1,582,690 <sup>円</sup>	0 <sup>円</sup>	
			委託料	55,799,000	55,799,000	0	
			使用料及び賃借料	39,162,000	39,162,000	0	
			工事請負費	15,111,700	15,111,700	0	
			備品購入費	119,847,000	119,847,000	0	
			公課費	63,000	63,000	0	
				1,651,580	1,651,580	0	
				1,299,480	1,299,480	0	
				1,299,480	1,299,480	0	
				賃金	189,000	189,000	0
				旅用費	106,680	106,680	0
				需用費	1,003,800	1,003,800	0
					352,100	352,100	0
			土木費	林業費	造林費		352,100
	賃金	128,000				128,000	0
	需用費	224,100				224,100	0
		2,512,600				2,512,600	0
	河川海岸費	210,000				210,000	0
	河川総合開発事業費	210,000				210,000	0
	旅用費	19,000				19,000	0
	需用費	191,000				191,000	0
	港湾費	148,600				148,600	0
	港湾管理費	148,600				148,600	0
	需用費	148,600				148,600	0
	都市計画費	100,000				100,000	0
	街路事業費	100,000				100,000	0
	需要費	100,000				100,000	0
	特別河川等整備費	2,054,000	2,054,000	0			
	特別河川等整備費	2,054,000	2,054,000	0			
		賃金	225,000	225,000	0		
		需用費	1,801,000	1,801,000	0		
		役務費	28,000	28,000	0		
計				310,369,111	310,369,111	0	
合計				706,412,771	705,634,459	778,312	

昭和59年度主要購入備品(500,000円以上)

物 品 名	規 格	数量	取得価格	備 考
大 気 降 下 物 採 取 器	小笠原計器製 R - 500 型	1 台	1,080,000 <sup>円</sup>	
オ ー ト ド ロ ッ パ ー	富士レビオ製ファステック105型	1 台	1,720,000	
オ ー ト ス テ ー ル	ヤマト製 WA - 72	1 台	1,100,000	
テ レ メ ー タ 制 御 装 置	富士通製	1 式	16,687,000	
操 作 卓	"	1 式	11,850,000	
有 線 テ レ メ ー タ 親 局 装 置	"	1 式	10,092,000	
無 線 テ レ メ ー タ 親 局 装 置	"	1 式	14,371,000	
二 酸 化 硫 黄 自 動 測 定 機	電気化学計器製 GRH - 72 M	2 台	2,600,000	
窒 素 酸 化 物 自 動 測 定 機	" GPH - 74 M	1 台	2,350,000	
オ キ シ ダ ン ト 自 動 測 定 機	" GXH - 72 M	1 台	2,250,000	
二 酸 化 硫 黄 自 動 測 定 機 (β線式浮遊粒子状物 質測定機組込み型)	" GRH - 76 M	2 台	5,580,000	
大 気 測 定 車 塔 載 用 β 線 吸 収 式 浮 遊 粒 子 状 物 質 測 定 機	" DVB - 12 型	1 台	1,900,000	
浮 遊 粒 子 状 物 質 測 定 機	アロカ製 RTG - 102 U	1 台	1,980,000	
一 酸 化 炭 素 自 動 測 定 機	堀場製作所製 APMA-3000 型	3 台	13,200,000	
有 線 テ レ メ ー タ 子 局 装 置	富士通製	6 式	33,900,000	
高 周 波 プ ラ ズ マ 発 光 分 光 分 析 装 置	日本ジャーレルアッシュ製	1 式	16,700,000	
試 料 粉 碎 機	東洋科学産業製 TI - 300 型	1 台	1,320,000	
小 型 貨 物 自 動 車	ニッサングロリアバン	1 台	1,911,000	
合 計			140,591,000	

昭和59年度施設整備

事 業 名	事業費	備 考
ド ラ フ ト 装 置 ( A 系 統 ) 改 修 工 事	1,580,000 <sup>円</sup>	
照 明 器 具 取 替 工 事	1,782,000	
本 館 屋 上 防 水 改 修 工 事	2,000,000	
合 計	5,362,000	

## 試 験 検 査 件 数

1 昭和59年中 種類別依頼者別検体件数 (厚生省報告例第13)

種 別	区 分	依 頼 に よ る も の					自 ら 行 う も の
		保 健 所 (検 査 室)	保 健 所 以 外 の 行 政 機 関	医 療 施 設	学 校 及 び 事 業 所	そ の 他	
細 菌 検 査 (1)		130	—	23	8	57	704
ウイルス・リケッチア等検査 (2)		1,271	—	11,138	—	—	11,164
病原微生物の動物試験 (3)		—	—	—	—	—	54
原 虫 ・ 寄 生 虫 等 (4)		—	—	—	—	—	—
結 核 (5)		—	—	77	—	—	—
性 病 (6)		1	—	—	—	—	—
食 中 毒 (7)		41	—	—	—	—	12
臨 床 検 査 (8)		—	655	—	—	—	1,740
食 品 検 査 (9)		10	—	—	6	38	1,381
水 質 検 査 (10)		1	88	1	455	4	141
廃 棄 物 関 係 検 査 (11)		—	1	1	4	—	105
公 害 関 係 検 査 (12)		1	29	—	3	240	42,404
一 般 環 境 (13)		—	—	—	38	7	—
放 射 能 (14)		—	—	—	—	—	787
温 泉 ( 鉱 泉 ) 泉 質 検 査 (15)		—	3	—	4	8	—
家 庭 用 品 検 査 (16)		41	40	—	5	5	69
薬 品 (17)		—	—	6	3	6	62
米 養 (18)		—	—	—	1	1	1
そ の 他 (19)		—	—	—	—	16	—
計		1,443	161	11,246	526	320	58,624

2 昭和59年中試験検査項目別件数

(厚生省報告例第14)

項 目		件 数	項 目		件 数				
細菌検査	分離同定 { 腸管系病原菌 (1)	552	質 用 水 検査	飲水 { 水道水 { 細菌学的検査 (38)	1				
	{ その他の細菌 (2)	297			{ 理化学的検査 (39)	62			
	血清検査 (3)	16			{ 井戸水 { 細菌学的検査 (40)	7			
	化学療法剤に対する耐性検査 (4)	—			{ 理化学的検査 (41)	91			
ウレクチスア等検査	分離同定 { インフルエンザ (5)	1,607			{ その他 { 細菌学的検査 (42)	1			
		{ その他のウイルス (6)			6,654	{ 理化学的検査 (43)	1		
	血清検査 { リケッチアその他 (7)	—			利用水 { 細菌学的検査 (44)	37			
		{ インフルエンザ (8)				2,594	{ 理化学的検査 (45)	248	
		{ その他のウイルス (9)				12,718	{ 生物学検査 (46)	—	
		{ リケッチアその他 (10)				—	{ 細菌学的検査 (47)	109	
病原微生物の動物試験 (11)	54	下水 { 理化学的検査 (48)	199						
			{ 生物学検査 (49)	—					
原寄生虫等	原 虫 (12)	—	廃棄物検査	し尿 { 細菌学的検査 (50)	2				
	寄 生 虫 (13)	—			{ 理化学的検査 (51)	14			
	そ 族 ・ 節 足 動物 (14)	—			{ 生物学検査 (52)	—			
	真 菌 ・ そ の 他 (15)	—			{ その他 (53)	97			
結核	培 養 (16)	77	公害関係検査	大 気 { SO <sub>2</sub> ・NO・NO <sub>2</sub> ・O <sub>x</sub> ・CO (54)	25,259				
	化学療法剤に対する耐性検査 (17)	—			{ 浮遊粒子状物質 (55)	8,734			
性病	梅 毒 (18)	1			降 下 ば い じ ん (56)	2,053			
	ん 病 (19)	—				{ その 他 (57)	4,369		
	そ の 他 (20)	—				{ 河川 { 理化学的検査 (58)	3,657		
食中毒	病原微生物検査 (21)	12			騒 音 ・ 振 動 (60)	—			
	理化学的検査 (22)	—				{ その他 (61)	246		
臨床検査	血 液 型 (23)	—			一般環境	一 般 室 内 環 境 (62)	21		
		血 液 一 般 検 査 (24)					274	浴 場 水 ・ プ ー ル 水 (63)	24
	生 化 学 検 査 (25)	953					{ その他 (64)		—
	先 天 性 代 謝 異 常 検 査 (26)	—					放射能		雨 水 ・ 陸 水 (65)
	そ の 他 (27)	277	空 気 中 (66)	451					
		尿 (28)		787	食 品 (67)	89			
	便 (29)	—	そ の 他 (68)	58					
	病理組織学的検査 (30)	—		温 泉 ( 鉱 泉 ) 泉 質 検 査 (69)	15				
	食品検査	病原微生物検査 (32)	263	家 庭 用 品 検 査 (70)	155				
		理化学的検査 (33)	804	薬 品 { 医 薬 品 (71)	77				
そ の 他 (34)		349	{ その他 (72)		15				
水	水道原水 { 細菌学的検査 (35)	13	栄 養 (73)	2					
		{ 理化学的検査 (36)		50					
		{ 生物学検査 (37)		—					
			そ の 他 (74)	16					

## 情報室事業概況

情報室は、環境行政や衛生行政のニーズに応じて、政策課題の発見や地域問題の解決に情報面から効率的かつ適正に対処するため、環境情報や公衆衛生情報の収集・整備、解析、提供等の日常業務を遂行すると同時に、これらの諸情報の体系化手法や加工手法、総合利用手法の開発など、情報整備・利用技術の高度化、実用化に関する調査研究を実施してきた。

また、行政計画の策定や各種施策の実施・評価等に必要な情報を誰でもが、何時でも、どこでも、簡便な方法で活用できる情報システムづくりに関して、研究会やプロジェクトチームに参加し、あるいは具体的事例について指導するなど、関連行政部門に協力してきた。

今日、情報化社会あるいは情報社会へと移行する中で、行政システムにおける各種の情報・通信機器の多面的な活用が様々な分野、角度から検討され、一部では実用化されつつある。行政システムにおける今後の情報管理・利用の多様化、高度化の方向をみると、1研究機関の1部門とは言え、当情報室が今後において果たしていくべき役割には増々大なるものがあり、その負託に応えるには、体制の強化、技術レベルの向上により一層の努力が必要である。

本年度実施した事業としては、調査研究では「水系の総合的管理モデル開発調査」(継続)、「都市環境総合評価手法開発調査」(継続)、「保健情報管理・利用手法の電算化モデル設計調査」(継続)を実施した。

また、行政部門からの依頼事業では、老人保健調査事業に係る「機能訓練に関するアンケート調査」など、各種保健関連データの統計解析とその結果の提供を行った。

国から受託した事業では、科学技術庁(研究調整局宇宙開発課)から「リモートセンシング技術の利用実証に関する研究」の1研究題目である「土地利用状況調査法—土地利用適性評価の検討」を受託し、実施した(本年度は第Ⅱ期初年度)。

また、関係各機関への文献情報等の提供として、当研究所で収集・整備した学術雑誌、報告書等の収集状況、それらの目次等を掲載した「衛生公害研究所情報月報」を日常業務の一環として定期刊行(月1回、第24号~35号)し、関係各機関に配布した。

更に環境部環境管理課が主催する部内勉強会「PD

研究会」のメンバーとして参加し、環境情報の体系化、プログラム開発等に対し技術提供等を行った。また、厚生部公衆衛生課が主管する「老人保健調査事業委員会」に幹事及びオブザーバーとして参加し、老人保健調査事業に係る諸データの解析に対して、事業の企画段階からその内容等を把握することによって、より効率的な情報解析・提供の運用に努めた。

以下に事業ごとの実施状況を述べる。

(室長：田嶋)

### 1 調査研究

#### 1・1 「水系の総合的管理モデル開発調査」(継続)

都市河川とその流域を対象として、河川の治水・利水・保水・親水機能に着目しながら、河川環境の適正な利用と保全を図るための手法のモデルを開発することを目的として、次の内容を実施した。

##### (1) 調査河川

金沢市の犀川、浅野川及び都市内の各用水

##### (2) 実施した内容

ア 流域土地利用の変遷状況及び堤外地の土地利用状況の把握

イ 都市的土地利用と河川災害との関連性の検討

ウ 河川空間のもつ諸機能の分類の検討

エ 都市内用水の景観の計量的評価手法の検討

(別項記載) (担当：英、竹野)

#### 1・2 「都市環境総合評価手法開発調査」(継続)

都市における生活環境の快適さの諸構成条件を客観的に表現し、しかも住民に分かりやすい形で指標を設定するとともに、この指標を用いて特性づけた地域の環境状況と住民意識との相互関連性を分析することによって、地域環境整備の達成度及び地域の住み良さ・住みにくさを明らかにすることを目的として、次の内容を実施した。

##### (1) 調査地域

金沢市

##### (2) 実施した内容

ア 生活環境指標選好度調査(住民意識調査)

(別項記載)

イ 生活環境指標の具体化の検討

ウ 物的環境条件の現況に関する諸データ・資料

の収集・整備とその地図化

なお、本調査研究を実施するに当たって、次の学識者等で構成する「都市環境研究懇談会」を設置し、それぞれの専門的立場から助言を得た（年2回開催）。

金沢工業大学学長	木羽 敏泰
金沢大学教育学部教授	矢ヶ崎孝雄
金沢大学経済学部教授	山村 勝郎
金沢大学医学部教授	岡田 晃
金沢工業大学教授	水野 一郎
金沢工業大学教授	島村 昇
金沢経済同友会常任幹事	清水 忠
金沢大学理学部講師	里見 信生
金沢美術工芸大学教授	山岸 政雄
金沢大学工学部助教授	川上 光彦

（担当：酒井，水上）

1・3 「保健情報管理・利用手法の電算化モデル設計調査」（継続）

保健情報システム検討（厚生部衛生総務課主管）の一環として、保健関連業務の効率化、迅速化、自動化の具体例をモデルとして提示するとともに、その実用化を図ることを目的として、次の内容を実施した。

- (1) 成年健康調査データの電算処理手法の標準化
- (2) 看護婦・準看護婦・保健婦・助産婦届出データの電算処理プログラムの開発
- (3) 人口動態統計データの高度利用手法の検討

（担当：田嶋，酒井，英）

2 行政依頼事業

本年度において、行政部門から依頼され、実施した情報処理・提供業務の主なものは次のとおりである。データ件数としては前年度の1.2倍であった。データ処理の内容は、主として単純集計及びクロス集計であった。

- (1) 機能訓練に関するアンケート調査（公衆衛生課）
- (2) 歯科疾患の実態調査（公衆衛生課）
- (3) 成年健康調査（公衆衛生課）
- (4) 人口動態統計（衛生総務課）
- (5) 在宅高齢者こころの健康調査（精神衛生センター）
- (6) 飲酒実態調査（精神衛生センター）
- (7) 20歳の食生活調査（津幡保健所・羽咋保健所）
- (8) 青年期における体格の15年間推移調査（津幡保健所）

3 受託事業

3・1 「リモートセンシング技術の利用実証に関する研究：土地利用状況調査法—土地利用適性評価の検討」（継続，科学技術庁研究調整局）

ランドサット5号のTMデータから作成した土地被覆分類データ（建設省国土地理院作成）を基本にして、地域開発・保全基礎図を作成する手法を開発するとともに、その発展的利用として、土地利用計画策定手法のモデルを検討することを目的として、次の内容を実施した（別項記載）。

(1) 地域開発・保全基礎図作成手法の検討

ア 土地被覆多様度の概念及びその数学的モデルの設定と土地被覆多様度分布図の試作

イ 土地被覆類型区分概念の設定と土地被覆類型区分図の試作

ウ 土地利用選好度調査（住民意識調査）の実施及びその結果に基づく、住宅地にとって好ましくない土地利用用途の分析

エ 住工混在影響度評価図の試作

(2) 土地利用計画策定手法のモデルの検討

土地利用計画策定に係る基礎調査の内容と人工衛星データの利用可能性の検討など。

なお、建設省国土地理院が実施した本県域の土地被覆分類データの作成に対して、クランドトルースデータの収集の面で協力した。

また、本受託研究を実施するに当たって 次の学識者等で構成する「人工衛星データの地域計画適用検討会」を設置し、それぞれの専門的立場から助言を得た（年2回開催）。

金沢工業大学学長	木羽 敏泰
金沢工業大学教授	上野 季夫
金沢大学教育学部教授	矢ヶ崎孝雄
(社)日本林業技術協会主任研究員	中島 巖
金沢工業大学教授	川田 剛之
富士通株式会社金沢支店長	北郷 健司
環境部環境管理課長	斉藤 晴彦
環境部自然保護課長	板坂 三郎
企画開発部企画課長	河 幹夫
企画開発部土地対策課長	杉原 憲二
土木部都市計画課長	松田 正
農業試験場長	脇坂 雄
林業試験場長	島田 幸男
白山自然保護センター所長	浅井 孝雄

## 環境部事業概況

近年、都市型公害が問題とされ、一般住民の関心も年々深まってきている。環境開発と都市化が進み、都市的生活様式が入り込むにつれ、交通公害・水環境の悪化・近隣騒音・ごみ公害等々問題は多くなるばかり、身近な自然が減少し、“うるおい”や“やすらぎ”のある快適環境が次第に失われつつある。一方、水銀電池・ダイオキシンなど生活に必要な生産物によるものやそれらの副産物による環境汚染が重要視され、公害も次第に生活に密着したものとなってきた。

生活様式の変化に伴う環境の様々な問題に取り組み、安全でより良い環境の実現と安全で安心の出来る環境の確保に向けて進まねばならない。

当部では、放射能関係業務が増大し実験室等の改築にせまられ、三馬測定局の移転・放射能実験室の増設等があった。

以下、調査研究等事業内容については各担当ごとに記述する。(部長：大場)

### 1 大気担当

最近問題視されるようになった一般廃棄物焼却炉からの水銀やダイオキシン、自動車走行・中古ビル解体等に伴って発生するアスベスト粉じんの環境汚染が、国の重点施策の中で未規制物質対策として取り上げられているが、本県にとっても無関係ではなく、今後、これら未規制物質の問題に目を向ける必要がある。また最近の報告では、粒子状物質と呼吸器疾患との関係が指摘されており、スパイクタイヤ問題、自動車排ガスとのかかわりからも粒子状物質の調査研究は非常に重要であると考えられる。

本担当で昭和59年度に実施した行政試験の内訳を表1に示す。継続事業のうち、当初の目的を達成したことにより、「スパイクタイヤによる道路粉じん調査」は本年度で調査を終えた。「酸性雨調査」については、「昭和58年度環境庁委託調査：酸性雨成分分析調査」の参加経験を踏まえ、継続調査として本年度から実施することとなった。

常時監視結果によれば、本県の大気汚染状況はここ数年大きな変化もなく、ほぼ横ばい状態である。また測定技術の向上、調査研究の推進を期して、二酸化鉛法の測定に関して、「 $\text{PbO}_2\text{-SO}_2\text{-NO}_2$ 系反応機構」の検討：空気中の水分及びpHによるガス成分の吸収

及び二酸化鉛への吸着に対する影響について」の課題について、金沢大学に技術協力を依頼し、いくつかの知見を得て業務に活用した。(担当：桐元)

#### 1・1 調査研究

「大気中未規制有害物質基礎調査」を継続し、大気中のベンゾ(a)ピレン(別項掲載)、バナジウムにつき調査を実施した。

#### 1・2 行政試験

「フッ素化合物汚染調査」は、志賀町の瓦工場では今後発生負荷量の増加が見込まれないことから、石灰懸濁液法による調査を中止した。ただ自動測定機によるモニタリングは継続している。羽咋市のホーロー釉薬製造工場では、石灰懸濁液法による環境調査を12地点で継続中で、年平均最高値、月間最高値はそれぞれ、 $126, 284 \mu\text{g}/100\text{cm}^2\text{LTP}/\text{月}$ であった。また発生源であるロータリー炉につき処理後の排ガス中のガス状フッ素化合物の排出量と粒子状フッ素化合物との比を求めるため分別測定を実施した。

昭和56年度から実施の「スパイクタイヤによる道路粉じん調査」は本年度で終了とした。過去4年間のデータを統計解析したところ、装着中ではスパイクピンの使用が道路堆積物、浮遊粉じんの結果に大きな影響を与えていることが判明した。

「酸性雨調査」は、本年度から新規事業として実施し新たに整備した雨水自動採取機を用い、1mm降雨ごとの採取により初期降雨とpHとの関係等を調査した(別項掲載)。

環境監視を目的として、簡易測定法による硫黄酸化物の測定(二酸化鉛法)を県下51地点で、羽咋市内の苦情対象工場周辺12地点では簡易測定法(石灰懸濁液法)によるフッ素化合物調査を、大気中重金属等については、金沢市内3地点において調査を継続した。調査結果は前年度と大差なかった。

移動測定車による環境調査は、住宅団地建設に係る事前調査として津幡町1地点、光化学スモッグ調査の一環として吉野谷村1地点2回、測定局未設置地域の現状把握として能都町1地点、ダム建設に係るアセスメントの基礎資料として金沢市内1地点、計4地点5回実施した。

大気汚染防止法に基づく固定発生源監視を目的に、行政依頼試験として、前年度改善勧告したもの、変更

表 1 行政試験の内容

事業名	対象	件数	項目数	試験内容	
大気汚染防止環境調査	硫黄酸化物(二酸化鉛法)	県下全域	612	612	環境大気中の硫黄酸化物
	フッ素化合物(石灰懸濁ろ紙法)	羽咋市	144	144	環境大気中のフッ素化合物
	浮遊粉じん(重金属)	金沢市内	72	720	環境大気中の重金属調査
大気特定施設監視調査	ばい煙検査	県下全域	対象25施設	75	固定発生源排ガス中の硫黄酸化物、窒素酸化物、ばいじん等
	燃料油試験		20	20	硫黄分含有率
スパイクタイヤによる道路粉じん調査		金沢市内	139	1,632	スパイクタイヤ装着による道路摩耗に由来する浮遊粉じん影響調査
酸性雨調査		吉野谷村 金沢市内	426	4,686	清浄地域を対象に降水中のpH、EC、各種項目を調査し、県内の酸性雨発生機構を解明

届けのあったもの及びC重油使用の小型ボイラー等25施設を対象に、排ガス中の硫黄酸化物、窒素酸化物、ばいじん、また立入時に採取した重油中の硫黄分についても検査を実施し、排出基準適合状況を確認した。

## 2 監視担当

昭和59年度の主要事業としては、昭和48年度に導入した大気汚染監視制御システムの更新3か年事業の2年目に当たり、オンラインコンピュータ、テレメータ装置等のハードを更新するとともに、昨年度に引続きプログラム開発を実施し、昭和60年2月1日から新しい環境監視制御システムの運用を開始した。また、例年通り、監視網整備計画に基づく測定機器の整備を実施した。

そのほか、庁舎内に設置されていた三馬測定局及びシステム電源装置を新たに別棟とし、昭和60年2月1日から正式運用を開始した。(担当：前川)

### 2・1 大気汚染常時監視及び常時監視網の整備

昭和59年度現在の本県の大気汚染測定局及び測定機器の設置状況(市設置分を含む。)を表2に示す。

本年度の測定機器整備では、二酸化硫黄-β線式浮遊粒子状物質自動測定機2台(広坂、津幡)、β線式浮遊粒子状物質自動測定機2台(六枚、移動測定車)を新設し、二酸化硫黄自動測定機2台(三馬、七尾)窒素酸化物自動測定機1台(大聖寺)、オキシダント自動測定機1台(三馬)、一酸化炭素自動測定機3台(六枚、橋場、移動測定車)を更新した。

なお、香林坊測定局は、再開発事業関連で、昭和60

年度に取り壊しとなるため、昭和59年11月から非テレメータ局扱いとして運用することとなった。今後は、再開発事業の完了する昭和61年度に改めて設置の予定である。(担当：山原)

### 2・2 大気汚染測定結果の概要

表3に過去3か年の長期的評価による環境基準適合状況を示した。ここ数年本県の大気汚染状況は横ばい傾向が続いている。本年度の測定結果では、光化学オキシダントの全局、七尾測定局の浮遊粒子状物質、市設置の片町測定局の二酸化窒素がそれぞれ長期的評価で環境基準不適合であった。また、短期的評価では、米泉、石崎の二酸化硫黄、大気総合、美川、七尾の浮遊粒子状物質で環境基準を超える値が出現している。

なお、光化学オキシダントの緊急時発令はなかった。

(担当：山原、湯浅)

### 2・3 石川県環境監視制御システム整備

システム更新3か年事業の一環として、本年度は、システムの主要なハード機器であるオンラインコンピュータ、テレメータ制御装置、操作卓、有線及び無線テレメータ親局装置、有線テレメータ子局装置6式(三馬、金沢港、米泉、広坂、六枚、橋場)を更新整備した。また、プログラム開発では、表示サブシステム及び図形処理プログラムの開発と、昨年度開発のサブシステムを含めた結合・運用デバッグを実施した。

新システムの主な特徴は次のとおりである。

(1) 監視用オンラインコンピュータ(クラスタ：FACOM M310)と集計解析用コンピュータ(ホスト：FACOM M340R)を結合したことにより、

表 2 県内における測定局及び機器設置状況 (昭和60年3月31日現在)

種別	設置主体	測定局名	設置機器		二酸化硫黄	浮遊粉じん	浮遊粒子状物質	窒素酸化物	オキシダント	一酸化炭素	炭化水素	フッ素化合物	風向・風速	気温・湿度	日射量	降水量	テレメータ化局		
環境大気測定局	石川県	穴七鳥志羽	水尾屋賀	◎	○	○	○	○					○	○	○	○	○	○	
			松幡灘	○	○	●	○	○					○	○	○	○	○	○	○
		三米広大金沢	馬泉坂樋港	◎	○	○	○	◎	○	○	○	○		○	○	○	○	○	◎
			任川上松寺代	○	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○
			聖	○	○	○	○	◎	○	○				○	○	○	○	○	○
	県計	19	17	16	6	14	13	1	2	1	17	3	3	3	15				
	金沢市	大氣総合 大瓢大西 西南額立 小野	算浦部	○	○	○	○	○						○	○	○	○	○	
			部	○	○	○	○	◎	◎					○	○	○	○	○	
			野	○	○	○	○	◎	◎					○	○	○	○	○	
	七尾市	石	崎	○	○	○	○						○						
	市計	8	8	8	1	6	5	-	-	-	8	1	1	1	7				
	計	27	25	24	7	20	18	1	2	1	25	4	4	4	22				
	自動車排出ガス測定局	石川県	香林坊 六橋枚 野野々 小大聖	市松寺		○	●	○		○	○			○				◎	
				聖				○		○	○								◎
		県計	6	-	1	1	3	-	6	1	-	-	1	-	-	2			
金沢市		武蔵総合 鳴片野	和町				○		○									○	
	野					◎		○									○		
市計	4	-	-	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-	-	4				
計	10	-	1	1	7	-	10	1	-	-	1	-	-	6					
移動局	石川県	大気測定車		○	●	○	○	◎	○			○							
総計	38	26	25	9	28	19	12	4	1	26	5	4	4	28					

注) ●印は昭和59年度に新規整備したもの、◎印は昭和59年度に更新整備したものである。

表 3 環 境 基 準 適 合 状 況 (長期的評価による)

測定局種別	市町村	項目 測定局年度	二酸化硫黄			二酸化窒素			一酸化炭素			光化学オキシダント			浮遊粒子状物質			設置主体	
			57	58	59	57	58	59	57	58	59	57	58	59	57	58	59		
			環 境 大 気 測 定 局	金 沢	三 馬	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●		○
*金沢港	(○)	(○)			(○)	(○)	(○)	(○)				(●)	(●)	(●)				A	
大 樋	○	○			○													A	
広 坂	○	○			○	○	○	○				●	●	●			□	A	
米 泉	○	○			○	○	○	○				●	●	●				A	
大気総合	○	○			○	○	○	○				●	●	●	○	○	○	B	
瓢 箪	○	○			○	○	○	○				●	●	●				B	
大 浦	○	○			○													B	
西 部	○	○			○	○	○	○				●	●	●				B	
西 南 部	○	○			○	○	○	○				○	●	●				B	
額	○	○			○													B	
小立野	○	○		○	○	○	○				●	●	●				B		
七 尾	七 尾	○		○	○	○	○	○				●	●	●	○	○	●	A	
	石 崎	○		○	○	○	○	○										C	
小 松	小 松	○		○	○	○	○	○				●	●	●	□	○	○	A	
	加 賀	大 聖 寺		○	○	○	○	○	○				●	●	●				A
定 局		山 代		○	○	○		□	○										A
	羽 咋	羽 咋		○	○	○	○	○	○					●	●				A
	松 任	松 任		○	○	○	○	○	○				●	●	●				A
	根 上	根 上		○	○	○	○	○	○				●	●	●				A
	美 川	美 川	○	○	○	○	○	○				●	●	●	○	○	○	A	
	津 幡	津 幡	○	○	○	□	○	○				○	●	●			□	A	
	高 松	高 松	○	○	○													A	
	内 灘	内 灘	□	○	○	○	○	○				●	●	●				A	
	鳥 屋	鳥 屋	○	○	○													A	
	自 動 車 排 出 ガ ス 測 定 局	金 沢	香 林 坊				◎	◎	◎	○	○	○							A
六 枚						△	◎	◎	○	○	○						□	A	
橋 場						□	○	○	○	○	○							A	
武蔵総合						◎	◎	◎	○	○	○							B	
鳴 和						○	○	○	○	○	○							B	
片 町						◎	◎	●	○	○	○							B	
野 町						◎	◎	◎	○	○	○							B	
小 松		小 松							○	○	○							A	
加 賀		大 聖 寺							○	○	○							A	
野々市		野々市							○	○	○							A	

注) 1. 記号は下記のとおりである。(ただし、光化学オキシダントは測定時間による区別はしない。)  
 ○: 環境基準適合 (測定時間 6,000 時間以上)    □: 環境基準適合 (測定時間 6,000 時間未満)  
 ●: " 不適合    ◎: " 不適合  
 2. \*印の金沢港測定局は、環境基準の適合されない工業専用地域に所在するので( )で示した。  
 3. 二酸化窒素の環境基準 0.04 ppm~0.06 ppmのゾーン内にあるものを◎及び△印で示した。

オンライン収集データは自動スケジュール管理の下で、データベースに格納される。

(2) クラスタでは、AIMオンラインデータベースシステムを採用し、制御テーブル管理、時報検索表示、高濃度監視等のメニュー処理や経時変化図、風の流れ図、濃度状況図などのイメージ情報の表示出力等が可能となった。

(3) ホストでは、モニタリング情報、発生源情報、メッシュ情報などの環境情報をリレーショナルデータベースを中心に構築中であり、情報の一括管理と多目的利用、集中処理と分散処理といった情報システムとしてのより高度な利用が期待できる。(担当：平)

### 3 水 質 担 当

分担業務のうち、とりわけ多元化が進み変貌が著しいとされている水質汚濁については、水需要の増大に伴う適正な水利用の検討とともに、重要課題となっている。

また、都市生活型の公害が次第にその比重を高め、生活排水による水質汚濁などの諸問題を顕在化させ、さらに人々の価値感の変化と生活水準の向上はより豊かで潤いのある快適な環境への希求性を高めている。鉱業に始まった水質汚濁防止の歴史は、工業、農・水産業、生活、未知要素の多い先端技術産業へと進み、そして、トリハロメタンやダイオキシン等非意図的に生成される有害物質としての化学物質による環境汚染という新しい局面に至り、正に多角化の時代に入ったといえよう。

昭和59年度における環境庁の水質保全に係る施策としては、昭和59年4月1日から、悪臭物質の測定方法の一部が改正され、また湖沼水質保全特別措置法が昭和59年7月に制定されたことなどがあげられる。

また、カワゲラ、トビケラ等河川に生息する生物を指標とした水質調査「水生生物による水質の簡易調査」の実施があり、一般市民が調査に参画できることから、

広く水質保全、河川愛護思想の普及を促すこととなった。本県では、七尾市立御萩中学校の科学クラブ員27人が参加して、同市御萩川の水質を調査した。

そのほか、全国各地に存在する名水を広く国民に紹介することを目的とした「名水百選の選定」があり、石川県からも全国でも珍しい甌穴湧水である鳥越村の弘法池、霊水伝説で知られている田鶴浜町の御手洗池、門前町の古和秀水の3カ所が名水に指定されている。

また、これらのほか、小松市で某メッキ工場廃液の浸透に伴う6価クロムによる地下水汚染の実態調査や富来町養豚団地排水の問題化を契機に派生した能登半島沿岸海域上乘せ排水基準設定調査、そして大野川流域下水道整備計画の見直し及び辰巳ダム建設に係る水質シミュレーション業務などが依頼された。

設備については、年来の願望であった高周波プラズマ発光分析装置(ICP)の整備が叶ったので、今後、金属元素の分析精度の向上と迅速化などの特徴を生かし、大いに活用したい。(担当：矢鋪)

#### 3・1 調査研究

前年に引きつづき「水質汚濁機構のモデル化に関する研究」、「生活排水の処理法に関する研究」、「農業等新化学物質による水系及び食品汚染に関する研究」を継続して行ったほか、行政試験の内容に付加し「手取川ダムにおける水質汚濁機構」、「閉鎖性水域における水質汚濁機構」、「河川の自浄作用」、「河北潟を対象とした現況及び将来水質予測」、「多層型非定常水理・水質シミュレーションモデルの一例」、「水質環境測定における分析精度」、「悪臭評価法」(以上別項掲載)等について研究を進めた。

#### 3・2 試験検査

昭和59年度に実施した試験検査総数は3,581検体、40,159項目、前年度比は検体で6.7%減、項目で11.1%減であった。

これを行政、受託、依頼試験別にみると、行政試験

表 4 試 験 検 査 件 数

種 別	行政試験		受託試験		一般依頼試験		計	
	検体数	項目数	検体数	項目数	検体数	項目数	検体数	項目数
水 質 汚 濁	3,288	35,857	8	120	20	60	3,316	36,037
土 壌 汚 染	180	3,390	0	0	9	72	189	3,462
悪 臭	70	625	0	0	6	35	76	660
計	3,538	39,872	8	120	35	167	3,581	40,159

表 5 行政試験の内訳

事業名		対象	検体数	項目数	試験内容	依頼者	
水質	水質常時監視調査	環境調査	県下 11 水域	877	4,271	一般項目, 健康項目, 特殊項目	環境管理課
		排水調査	特定事業場	319	2,001	"	"
		苦情調査	県下全域	183	957	"	"
		カドミウム排出源調査	梯川, 手取川流域	129	774	"	"
	上乗せ排水基準設定調査	珠洲市, 若山川	205	4,280	"	"	
	能登半島沿岸海域上乗せ排水基準設定調査	能登半島沿岸海域	162	1,563	"	"	
	閉鎖性水域水質保全調査	柴山潟	241	7,482	一般項目, 特殊項目	"	
	人造湖環境保全対策調査	手取川水系	470	8,742	"	"	
	親しまれる川づくり水質調査	浅野川	48	436	一般項目, 健康項目, 特殊項目	"	
	電源立地環境調査	七尾南湾	91	636	"	"	
汚濁	化学物質環境汚染実態調査	犀川	123	1,881	特殊項目	"	
	犀川ダム等貯水池水質調査	犀川ダム, 内川ダム, 赤瀬ダム, 我谷ダム	307	1,971	一般項目, 特殊項目	河川課	
	水質広域管理計画調査	農業用水(根上町, 辰口町, 小松市)	20	200	"	耕地建設課	
	農業用排水路等利用調整特別対策事業調査	市の瀬用水	77	462	"	"	
	松くい虫防除安全確認調査	中島町, 穴水町	21	21	特殊項目	造林課	
	水質環境測定分析業統一精度管理事業		15	180	健康項目, 特殊項目	環境管理課	
	小計		3,288	35,857			
	土壌汚染	常時監視調査	小松市, 松任市, 七尾市	32	105	一般項目, 健康項目, 特殊項目	環境管理課
		カドミウム排出源調査	梯川, 手取川流域	6	42	"	"
		上乗せ排水基準設定調査	珠洲市若山川	6	36	一般項目, 特殊項目	"
閉鎖性水域水質保全調査		柴山潟	71	1,746	一般項目, 健康項目, 特殊項目	"	
人造湖環境保全調査		手取川水系	51	534	"	"	
化学物質環境汚染実態調査		犀川	12	910	特殊項目	"	
金沢港単港湾維持修繕工事(浚渫)		金沢港	1	11	健康項目, 特殊項目	港湾課	
宇出津港都市再開発用地造成工事		宇出津港	1	6	"	"	
小計		180	3,390				
悪臭	悪臭基準設定調査	山中町, 辰口町, 川北町, 内浦町	7	112	悪臭防止法既規制対象 8 物質	環境管理課	
	悪臭防止対策調査	加賀市, 小松市, 根上町, 寺井町, 美川町, 松任市, 宇ノ気町, 志雄町, 羽咋市, 鹿西町, 鳥屋町, 鹿島町, 七尾市, 志賀町, 富来町, 珠洲市	41	489	"	"	
	悪臭評価試験調査	加賀市, 小松市, 寺井町, 根上町, 美川町, 羽咋市, 鳥屋町, 七尾市, 珠洲市	20	20	三点比較式臭袋法	"	
	室内環境の臭気試験	金沢市	2	4	アンモニア, トルエン	生活科学センター	
小計		70	625				
合計		3,538	39,872				

が3,538検体(98.8%),受託試験8検体(0.2%),  
依頼試験35検体(1.0%)と、例年どおりそのほとん  
どが行政試験であった(表4)。

3・2・1 行政試験

行政試験の内訳は表5に示した。このうち、新規事  
業は、富来町養豚団地の公害問題が表面化したことか  
ら調査が始まった「能登半島沿岸海域上乘せ排水基準  
設定調査」と快適環境づくり推進の一環としての水辺  
環境の自然性の維持・回復や創出の重要性に鑑み、浅  
野川を対象にゴリをシンボルフィッシュとした「親し  
まれる川づくり水質調査」、前述の「化学物質環境汚  
染実態調査」、及び加賀市の御水道用水路と市ノ瀬用  
水路についての「農業用排水路等利用調整特別対策  
事業調査」である。

3・2・2 受託試験

昭和59年度委託契約締結による「手取川流域地下水  
水質試験」(建設省:北陸地方建設局金沢工事事務所)  
を実施した(表6)。本事業は昭和51年度から継続さ  
れており、松任市寄新保地内設置の観測井においての  
水質監視である。

なお、環境庁からの「化学物質環境汚染実態調査」  
としての分析法開発調査とGC/MS水質・底質モニ  
タリング準備調査に参加し、化学物質の環境安全性の  
総点検のための基礎的資料提供にいささかなりとも寄  
与することができた。

表 6 受託試験の内訳

事業名	検体数	項目数	試験内容	委託者
手取川流域地下水 水質試験	8	120	一般項目, 特殊項目	建設省
計	8	120		

表 7 一般依頼試験の内訳

試験の種類	検体数	項目数	試験内容
水質汚濁	環境水	0	0
	事業場排水	17	45 一般項目,特殊 項目
	その他	3	15 "
土 壌 試 験	9	72	一般項目,健康 項目,特殊項目
悪 臭 試 験	6	35	アンモニア,S化 合物,プロパン
計	35	167	

3・2・3 依頼試験

一般依頼試験は検体数35と前年度比で47.0%の減少  
で、ここ数年間は経年的に漸減傾向にある(表7)。

4 生活環境担当

昭和59年8月22日「トリクロロエチレン等の排出に  
係る暫定指導指針の設定について」(環境庁水質保全  
局長通知)により事業場からの排水に含まれる低沸  
点有機塩素化合物(3物質)の暫定基準が設定された。  
これは近年、これら化学物質による広範な地下水汚染  
が判明したことから、トリクロロエチレン等を含む水  
の地下浸透に起因する地下水汚染を防止し、併せて公  
共有水域への排出を抑制するために定められたもので  
ある。一方、厚生省や環境庁が全国の「おいしい水」,  
「名水」を選定し関心を集めたが本県でも幾つかの名  
水が誕生した。そのほか、小松市の井戸水から六価クロ  
ムが検出されるなど、飲料水に関する話題が多かった。  
放射能関係では、設備の充実と事業の拡大に伴い  
試験室が手狭になったので、情報室業務室を実験室に  
改造し、昭和59年12月から供用した。(担当:加藤)

4・1 調査研究

「農業等新化学物質による水系及び食品汚染に関す  
る研究」では地下水及び表流水を取水源とする地域の  
水道水についての現況調査、土壌中の除草剤の分析法  
の検討を継続し、「環境放射能の挙動に関する調査研  
究」では昭和59年度から低エネルギー線放出核種の  
1つである<sup>210</sup>Pbを対象として、陸上試料を中心とし  
た測定を行い本県におけるレベルや実態等について知  
見を得た(別項掲載)。また「低沸点有機塩素化合物  
による用水、河川水の汚染について」では金沢市内地  
下水にテトラクロロエチレンによる汚染が高濃度、広

表 8 昭和59年度試験検査件数

種 別	行政試験	依頼試験	計
飲 料 水	180 <sup>件</sup>	230 <sup>件</sup>	410 <sup>件</sup>
一 般 廃 棄 物	61	196	257
産 業 廃 棄 物	25	6	31
温 泉	—	19	19
空 気	17	15	32
プ ール 水	—	24	24
生 体 影 響	437	—	437
家 庭 用 品	56	47	103
放 射 能	735	—	735
計	1,511	537	2,048

表 9 行政試験の内訳

事業名	対象	検体数	試験内容	依頼先
既設水道水源水質実態調査	ダム湖水	16 <sup>件</sup>	BOD, N, P ほか	環境衛生課
飲料水への農薬汚染影響調査	表流水, 地下水等	6	有機リン剤ほか	"
飲料水水質分析の精度管理	水道原水	6	一部項目試験ほか	"
地下水汚染調査	地下水, 公共用水等	146	低沸点有機塩素化合物ほか	環境管理課
ダム湖周辺における汚泥の堆積に伴う水質調査	ダム湖水等	5	pH, BOD, P, Nほか	"
給水施設改良工事に伴う水質試験	簡易水道	1	全項目試験	金沢 林業事務所
適正処理困難物処理対策に伴う作業環境測定	気中水銀	17	作業環境中水銀濃度	環境管理課
産業廃棄物処理業者実態調査	排水, 焼却灰	8	Cd, Pb, CNほか	"
一般廃棄物処理施設排水等調査	排水, 焼却灰	50	pH, BOD, P, Nほか	"
公共下水道終末処理場の維持管理状況調査	放流水, 汚泥	11	pH, BOD, P, Nほか	"
有害物質に係る産業廃棄物排出事業所実態調査	汚泥	17	Cd, Pb, CNほか	"
小松市梯川流域住民健康調査	尿, 血液	437	Cd, Pb, Ca ほか	公衆衛生課
家庭用品収去試験	衣類, 洗剤	56	HCHO ほか	環境管理課
石川県における環境放射能調査	食品, 雨水	242	全β線, 全γ線, 核種分析	"
昭和59年度放射能測定調査	指標植物等	493	"	科学技術庁
計		1,511		

範囲にあることが判明したので、これら化合物による地下水汚染機構解明のため用水、河川水の汚染状況と汚染物質使用事業場の排水調査を行い、汚染との因果関係を検討した（別項掲載）。

4・2 試験検査

昭和59年度に実施した試験検査は表8に示すように、行政試験1,511件（73.8%）、依頼試験537件（26.2%）、総数2,048件であった。飲料水試験410件のうち194件（47.3%）がトリハロメタンや低沸点有機塩素化合物に係るもので、この問題の重大さがうかがえる。

4・2・1 行政試験

行政試験の内訳は表9に示すとおりである。新たに実施した「適正処理困難物処理対策に伴う作業環境測定」は水銀による環境汚染が指摘されている蛍光灯を破碎保管する装置周辺の気中水銀濃度を測定したものである。その他の事業は規模、内容とも例年と同じであった。

4・2・2 依頼試験

一般依頼試験の内訳は表10に示すようにほぼ昨年度と同じであったが、内容的には温泉試験の増加が目立った。

表 10 一般依頼試験の内訳

試験項目	試験内容	検体数	
水質試験	飲料水	全項目試験	28 <sup>件</sup>
		低沸点有機塩素化合物	48
		その他*	154
	生活廃水		196
	温泉	小分析	5
		中分析	11
その他		3	
環境試験	空気試験	15	
	プール水試験	24	
産業廃棄物	汚泥中重金属溶出試験	6	
家庭用品	衣料品中ホルムアルデヒド, デイルドリン等	47	
計		537	

\* ナトリウム, カルシウム等

## 微生物部事業概況

疾病構造が大きく変わって、行政の力点も感染症よりはむしろ慢性疾患へと移ってきている。また、感染症そのものを取り上げてみても、いわゆる伝染病は国内在住者の発生が極端に減少している一方で、海外からの持ち込みが増加している。伝染病予防法の見直しが言い出されて久しいが、その中間答申が出た時代の背景すら今日大きく変容している。伝染病の発生は、環境衛生の改善、及び抗生物質やワクチンの発達、衛生思想の普及、更には病原体自身の病原性や毒素原性の低下等により激減したが、感染症全体としては決して減ってはいない。このような背景の中にあつて、従来みられた典型的な症状を示さないための確な診断が困難な例が増加しているのも事実で、夏かぜが往々にして伝染病であったり食中毒であったりする。また下痢症の集団発生1つを取り上げてみても、その病因が微生物であるのかどうか、微生物でも細菌なのかウイルスなのか、伝染病なのか食中毒なのか、近年は赤痢やコレラそっくりの症状を示す大腸菌の存在や、同一菌でも時に伝染病時に単なる下痢症という2面をもっていたりする例もあり、対応に苦慮することはしばしばである。感染症は未知の病原体によるものはもとより、旧来の病原体でも多彩な表現が見出されてきており、適切な対応が望まれる。

微生物部は部長のほか、細菌担当3人、ウイルス担当2人の限られた力で、調査研究、行政検査、依頼検査に対処し、得られた新しい知見や成果を学会等で発表してきている。

調査研究としては、細菌関係では、「新型食中毒菌に関する研究」で毒素原性大腸菌の自然界における分布を金沢市元町保健所と共同で取り組み、臨床関係では、本年度初めて地研東海北陸支部が厚生省科学研究費補助金を受けて実施した「痛風及び高尿酸血症に関する調査研究」(主任研究者:松田 漸福井県衛生研究所長)に参加し成果を上げ(日本公衆衛生学会で発表の予定)、またソルトペーパーの試用でその簡便性・有用性を確認した。ウイルス関係では、昭和47年から継続して実施している「小児上気道疾患の病因ウイルスの研究」を本年も金沢赤十字病院と共同で取り組んだ。この調査の途次、コクサッキーA群ウイルス11型(予研で同定)が見つかったが、これは恐らく日本初と言われており、その経緯は予研から連名で衛生微生物

物技術協議会研究会で発表された。またその後の成果も日本ウイルス学会で発表の予定である。ほかにもデンカ生研理化学研究所で試作されたIgM抗体捕捉法に基づく風疹IgM抗体検出用キットの特異性と鋭敏性をクロスチェックし、その結果を日本細菌学会中部支部総会で発表した。更にこのキットを用い、金沢医科大学、石川県立中央病院とタイアップし、ワクチン接種後におけるIgM抗体の推移を明確にし、その成果を日本感染症学会で発表した。また、神経細胞での風疹ウイルスの増殖にも興味を持ち、研究を行っている。

行政調査としては、公衆衛生課事業の感染症サーベイランス調査、日本脳炎やインフルエンザの流行予測調査(以上厚生省委託)のほか、河川におけるコレラ菌定点観測や梯川流域住民健康調査、B型肝炎予防対策調査(HBs抗原抗体スクリーニングのほか、本年度からはHBe抗原抗体検査も行う)を実施したほか、伝染病発生時における細菌学的・ウイルス学的・血清学的検査を行った。また公衆衛生課が行う各種調査の基礎データを基に、正常値の設定や食塩摂取量の実態の把握を情報室の協力を得て実施したほか、県立中央病院と共同でCd汚染地域住民の甲状腺機能障害にも目を向けた。環境衛生課事業としては、食品の一斉取締り、輸入食品、全国高校総体を控えての試作弁当等の細菌検査、養殖かき貝の衛生確保、畜・水産食品中の残留抗生物質等の調査を担当したほか、食中毒事例から分離された起因菌の精査等を行った。また環境部関係では、河川水、海水、排水、ダム湖水、放流水等の細菌検査を実施したが、今ではこれら検査は細菌検査全体の4割を占めるに至っており、その数も昨年度に比べ1.6倍にも増加している。

依頼検査については、総じて民間検査センターでは実施が困難な検査や公的証明が必要な検査以外の依頼は次第に少なくなりつつある。また本年度は、過去の依頼検査で行ったウイルス血清反応試験成績を新しい観点から見直し、単一血清でもほぼ確実に感染を疑える血清学的診断基準の設定を行い、これを日本感染症学会で発表した。

本年度微生物部が取り扱った試験検査件数を表1に示した。総計は16,607件で、前年度比2%の増となったが、これは依頼検査の増加によるもので、行政検査はむしろ減少している。

最後に、当部の南久子技師が本年度末をもって退職されたが、昭和34年11月から25年5カ月の永きにわたって、一貫して微生物検査の準備に当たってこられた。事業の円滑な推進も彼女に負うところが大きく、蔭の功労者と言っても過言ではない。ここに部を代表して、永年の御苦勞に対して謝意を表したい。

(部長：木村)

1 細菌担当

細菌担当では、伝染病や食中毒に係る病原細菌に関する調査・研究・検査のほか、食品、医薬品、水、空気等に係る細菌検査を行っている一方、臨床生化学的な調査・研究も実施している。

本年度実施した行政・依頼試験件数は表1に示したとおりで、うち細菌検査は前年度比5%増の2,040件、臨床検査は64%減の437件であった。

調査研究や試験検査の内容については後述するが、そのほかに当担当では、昭和57年度から県内の医療機関の協力を得て病原細菌の情報を収集している。本年度も県内6病院、4検査センターで検出された情報を収集し、病原微生物検出情報として国立予防衛生研究所へ提供するとともに、関係機関へも配布した。月別検出状況を表2に示した。

(担当：芹川)

1・1 調査研究

(1) 「新型食中毒菌に関する研究」(新規)

昭和58年度本県において初めて4事例の発生をみた毒素原性大腸菌について、県内における分布調査を実施している。本年度は本菌の感染源や感染経路を追求するため、金沢市元町保健所食肉検査室との共同研究で、ヒト、家畜における保菌調査を実施した。その結果、金沢食肉流通センターへ搬入され、屠殺解体された健康な豚97頭及び牛129頭の盲腸内容物から分離さ

れた大腸菌(豚97株、牛129株)について易熱性エンテロトキシン産生能を検討したが、すべて陰性であった。また健康なヒト50人から分離した50株の大腸菌も陰性であった。今後、これらの分離菌株について耐熱性エンテロトキシン産生能を検討するとともに、ベットにおける保菌調査や河川水や井戸水等の環境における分布調査も併せて実施する予定である。

(担当：芹川)

(2) 「痛風及び高尿酸血症に関する調査研究」

(新規)

石川県における成年健康調査時の20歳男子247人及び女子425人を対象に、血清尿酸値を測定した結果、男子は $6.21 \pm 1.13 \text{mg/dl}$ 、女子は $4.52 \pm 0.87 \text{mg/dl}$ の値を得た。また、昭和59年度石川県国民健康保険団体連合会の資料から、国民健康保険者に対する痛風患者の受療率は0.042%で、その95%は男子であり、30歳未満の患者も4例みられたこと、女子の患者は50歳以上であったことなどが分かった。以上の結果及び血清尿酸の飽和濃度が $6.4 \text{mg/dl}$ であることを考慮すると、県内には痛風とは診断されないまでも、高尿酸血症とみなされる人が多数存在する可能性が示唆された。

(担当：松田)

(3) 「尿中食塩排泄量の測定」(新規)

人での食塩摂取量はほぼ尿中排泄量に相当すると考えられているので、これを知る目的で、炎光法、イオンクロマトグラフ法及び試験紙法(ソルトペーパー法)を用い、時間尿44件、24時間尿24件について食塩濃度を測定した。その結果、3法のうち炎光法は食塩濃度測定を行う場合に有用であり、また試験紙法は現場での利用に便利であることが分かった。なお、尿の食塩濃度と、1日排泄量は必ずしも一致しないので、24時間蓄尿による調査が必要と考えられる。詳細は別項に

表1 微生物部試験検査件数

担当	検査名	行政検査	依頼検査	計
細菌	細菌検査	1,692 (+ 4%)	348 (+ 14%)	2,040 (+ 5%)
	臨床検査	437 (- 64%)	-	437 (- 64%)
	小計	2,129 (- 25%)	348 (+ 14%)	2,477 (- 21%)
ウイルス	ウイルス検査	2,966 (- 19%)	11,160 (+ 17%)	14,126 (+ 7%)
	血清検査	4 (新)	0	4 (新)
	小計	2,970 (- 19%)	11,160 (+ 17%)	14,130 (+ 7%)
微生物部	計	5,099 (- 22%)	11,508 (+ 17%)	16,607 (+ 2%)

( )内は対前年度比増減

表2 医療機関での病原菌検出状況

病 原 細 菌	昭和59年				昭和60年								計
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
<i>Escherichia coli</i> *	11	32	22	21	29	10	21	17	12	18	20	17	230
<i>Shigella flexneri</i> 2a										1			1
"    2b					1								1
<i>Shigella sonnei</i>		1											1
<i>Salmonella typhi</i>			1										1
<i>Salmonella paratyphi</i> B				1	1	1							3
Other salmonella B	10	7	6	8	15	1	1	2		3	1	1	55
"    C1			3	1	9	3	2			2	1	1	22
"    C2	4	2	4	5	3		2	4	1			1	26
"    D1			7	2		1		2					12
"    D2									1				1
<i>Yersinia enterocolitica</i>		1		1	2	1	1	2	1			1	10
<i>Vibrio cholerae</i> non O-1				1	1		1						3
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>			1	3	32	16	1						53
<i>Campylobacter jejuni/coli</i>	13	11	13	10	11	8	10	11	11	12	11	13	134
<i>Staphylococcus aureus</i> *	39	38	40	59	40	48	36	37	50	43	41	51	522
<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	9	12	9	14	16	12	10	22	8	13	12	12	149
<i>Streptococcus</i> A	122	128	106	97	55	52	100	153	190	178	175	189	1,545
"    B	53	71	112	74	84	71	83	76	96	126	131	117	1,094
"    C		1	2	1		1	1		1	1	4		12
"    G	1	4	4	1	4	2	2	3	1	4		3	29
"    unknown	3	5	6	5	4	1	3	3	5	2	6	6	49
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	267	323	378	220	122	86	141	221	181	176	183	191	2,489
<i>Plesiomonas shigelloides</i>					1								1
<i>Vibrio fluvialis</i>					6	2		1					9
<i>Vibrio mimicus</i>						1							1
<i>Vibrio alginolyticus</i>					1								1
<i>Vibrio vulnificus</i>					1								1
<i>Aeromonas hydrophila/sobria</i>			1	5	7	10	2	2	2				29
<i>Haemophilus influenzae</i>	134	210	142	112	62	148	57	77	99	65	91	155	1,352
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	101	136	207	218	243	178	185	135	114	110	205	201	2,033
<i>Klebsiella oxytoca</i>	13	21	16	29	24	19	20	22	14	19	33	35	265
計	780	1,003	1,080	888	774	672	679	790	787	773	914	994	10,134

\* 下痢症由来

医療機関：病院6カ所，検査センター4カ所

掲載した。

(担当：松田)

水の細菌検査が747件(44%)であった。なお、水の細菌検査は前年度に比べ42%も増加した。

1・2 細菌検査

〔伝染病〕

1・2・1 行政検査

行政検査1,692件の内訳を表3に示した。このうち、病原細菌検査が181件(11%)、食品の細菌検査が206件(12%)、食肉、鶏卵等の残留抗生物質検査が324件(19%)、コレラ菌定点観測が234件(14%)、

腸チフス・パラチフス：本年度石川県で発生した腸チフス患者は3人、パラチフス患者は2人で、これらの患者からの分離菌株は性状などを担当で精査した後、国立予防衛生研究所へ送付しファーヅ型別を依頼

表3 細菌行政検査の内訳

事業名	検査内容	件数	依頼先
伝染病発生時検査	伝染病病原菌分離・同定	90	公衆衛生課, 保健所
食中毒発生時検査	食中毒起因菌分離・同定	62	環境衛生課, 保健所
食品一斉取締り	規格試験(細菌検査)	126	環境衛生課
輸入食品一斉取締り	コレラ菌・食中毒起因菌分離	15	"
食肉等の残留抗生物質検査	生物学的検定	324	"
かき貝の衛生確保	貝の細菌数, 大腸菌数	27	"
"	養殖海水の大腸菌群数	34	"
全国高等学校総合体育大会に係る検査	試作弁当の細菌検査	38	"
コレラ菌定点観測	コレラ菌, NAG ビブリオ, 腸炎ビブリオ, サルモネラの分離・同定	234	公衆衛生課
感染症サーベイランス	感染症起因菌の分離・同定	29	"
河川水, 海水, 排水等検査	大腸菌群数	486	環境管理課, 保健所
ダム湖水検査	"	220	環境管理課, 河川課
放流水検査	"	7	環境管理課
計		1,692	

した。その結果、チフス菌はC5型, E1型, UVS1型各1株であり, パラチフスB菌(D-酒石酸利用性陽性株)は1型1株, 型別不能1株であった。

赤痢: 本年度石川県で発生した赤痢患者7人のうちの1人から分離した菌株が当担当に送付され, 精査した結果, 菌型は*Sh.flexneri* 2aであった。

コレラ: 東南アジアからの帰航者で検疫所から健康監視の通報があった5人について, コレラ菌のほか, 赤痢菌, チフス菌などの伝染病病原菌, 及び食中毒起因菌について検索を行った結果, 1人の糞便から病原

大腸菌(O114:K90)を多数分離した。他の4人はいずれも分離陰性であった。

表5 食品一斉取締り(細菌検査)の内訳

事業名	内容食品	件数(不適合件数)	不適項目
魚肉ねり製品等一斉取締り	魚肉ねり製品	17 (1)	大腸菌群
	食肉製品	4 (1)	大腸菌群
清涼飲料水等一斉取締り	清涼飲料水	4	—
	乳酸菌飲料	4	—
	ラクトアイス	3	—
	氷菓	2	—
	はっ酵乳飲料	1	—
夏期食品一斉取締り	魚肉ねり製品	14 (2)	大腸菌群
	食肉製品	8	—
	清涼飲料水	8	—
	冷凍食品	6	—
	レトルト食品	2	—
年末食品一斉取締り	牛乳	1	—
	魚肉ねり製品	19 (1)	大腸菌群
	食肉製品	11 (1)	大腸菌群
	冷凍食品	7 (1)	大腸菌
	生かき	7 (1)	細菌数
	レトルト食品	5	—
清涼飲料水	2	—	
計		126 (8)	

表4 食中毒検体から分離された腸炎ビブリオの型別成績

事例	菌株数	血清型, 株数(由来)	神奈川県
1	2	O8:K22 2株(便)	+
2	2	O2:K3 2株(便)	+
3	4	O4:K8 1株(便)	+
		O1:K37 3株(便, 食品) (ふきとり)	-
4	1	O4:K8 1株(便)	+
5	2	O11:K51 1株(便)	+
		O1:K型別不能 1株(ふきとり)	-
6	1	O4:K12 1株(便)	+
7	7	O3:K7 1株(便)	+
		O3:K54 1株(便)	+
		O4:K4 1株(便)	+
		O4:K8 3株(便)	+
		O4:K63 1株(便)	+

表6 感染症サーベイランス細菌検査の内訳

対象疾患	検査件数	起因菌分離件数	菌種
溶連菌感染症	24	21	溶連菌A群21(T12:8株, T4:6株, T3:3株, T13:1株, T型別不能:3株)
異型肺炎	3	0	
その他の感染性下痢症	2	1	カンピロバクター 1
計	29	22	

## 〔食中毒〕

本年度石川県で発生し届け出された食中毒は19件(患者数444人, 死亡なし)で, そのうち18件が細菌性食中毒と推定されている(1件はふぐ毒による中毒)。保健所で行われた起因菌の検索では, 腸炎ビブリオによるもの13件, 黄色ブドウ球菌によるもの2件, サルモネラによるもの1件, 病因不明のもの2件であった。担当には食中毒及びその疑いのある事例の糞便, 保健所で分離された菌株など62検体が送付された。これらについて分離・同定並びに血清型別, エンテロトキシン産生試験などを実施した。その結果, 1事例の食中毒から分離された黄色ブドウ球菌2株は, コアグラゼ型VII型, エンテロトキシン型A型であり, また他の事例から分離されたサルモネラ6株はすべて*S.typhimurium*であった。また, 腸炎ビブリオについての型別成績は表4に示した。

## 〔食品一斉取締り〕

環境衛生課事業の食品一斉取締りのうち, 担当で実施した細菌検査の内訳は表5に示したとおりである。これら126検体のうち, 不適とされた食品は8検体あり, 魚肉ねり製品4検体と食肉製品2検体が大腸菌群, 冷凍食品1検体が大腸菌, 生食用かき1検体が細菌数でそれぞれ規格に不適であった。

## 〔輸入食品一斉取締り〕

主として東南アジア産のエビ11件, 韓国産のウニ1件及びサヨリ1件, アラスカ産のギンダラ1件, アフリカ産のイカ1件の計15件について, 細菌数, 大腸菌群数, コレラ菌, NAGビブリオ, 腸炎ビブリオ, サルモネラ, 病原大腸菌, 黄色ブドウ球菌の検索を実施した。その結果, すべての検体が細菌数は $10^6/g$ 以下, 大腸菌群数 $10^2/g$ 以下であった。また, 冷凍エビ3検体から黄色ブドウ球菌が分離されたほかは, 病原菌は検出されなかった。

## 〔食肉等の残留抗生物質検査〕

食肉50件(牛肉15, 豚肉28, 鶏肉7), 鶏卵20件, 養殖ウナギ7件, 養殖ハマチ4件の計81件について,

ペニシリン, カナマイシン, ストレプトマイシン, クロラムフェニコールの4抗生物質のバイオアッセイによる定量を行った。その結果, いずれの検体からも残留抗生物質は検出されなかった。検査方法は厚生省環境衛生局乳肉衛生課編の畜水産物中の残留抗生物質検査法によった。

## 〔コレラ菌定点観測〕

公衆衛生課事業として, 1月, 2月を除いた毎月1回, 県内12定点の河川水及び海水について, コレラ菌, NAGビブリオ, 腸炎ビブリオ, サルモネラの検索を実施した。その結果, コレラ菌はすべて陰性であったが, NAGビブリオはすべての定点から冬期を除いて高率に分離され, また腸炎ビブリオは夏期~秋期に多く分離された。サルモネラは計9回検出され, そのうち*S.braenderup*, *S.typhimurium*が各2回分離された。詳細は別項に記載した。

## 〔感染症サーベイランス〕

公衆衛生課事業として昭和56年から実施しており, 本年度担当に送付された検体29件(鼻咽頭ぬぐい液10件, 糞便2件, 菌株17件)について細菌検査を行った。対象疾患, 検査成績等は表6のとおりで, 溶連菌感染症から溶血レンサ球菌21株(すべてA群), その他の感染性下痢症からカンピロバクター1株を分離した。なお, 溶連菌感染症の検査成績の詳細は表7に示したとおりで, 分離されたA群レンサ球菌のT型別は, 12型8株, 4型6株, 3型3株, 13型1株, 型別不能3株であった。

## 1・2・1 依頼検査

依頼検査348件の内訳を表8に示した。依頼検査の51%にあたる179件は市町村や企業などからの水の細菌検査依頼で, これらにつき一般細菌数, 大腸菌群の検査を実施した。ほかには, 医療機関等からの依頼により, 結核菌培養, 細菌の分離同定, 食品や医薬品の細菌検査, 空中細菌の測定等を行った。

## 1・3 臨床検査

臨床検査437件はすべて公衆衛生課の行政検査で,

表7 溶連菌感染症の細菌検査成績

月	性別	年齢	細菌検査	
			咽頭ぬぐい液	
5月	男	5	—	
"	"	7	A群 (T-4)	
"	"	6	A群 (T型別不能)	
"	女	5	A群 (T-12)	
"	"	11	A群 (T-12)	
6月	男	2	肺炎球菌	
7月	女	2	A群 (T-3)	
"	"	2	A群 (T-4)	
8月	男	5	A群 (T-12)	
10月	"	8	A群 (T-13)	
"	"	7	A群 (T型別不能)	
11月	"	9	A群 (T型別不能)	
12月	"	2	A群 (T-4)	
"	女	2	A群 (T-12)	
"	"	3	A群 (T-4)	
"	"	8	A群 (T-3)	
"	"	9	A群 (T-12)	
1月	"	4	A群 (T-4)	
2月	"	5	—	
"	"	4	A群 (T-12)	
"	"	5	A群 (T-4)	
3月	"	4	A群 (T-12)	
"	"	8	A群 (T-3)	
"	"	10	A群 (T-12)	

依頼による検査はなかった。

〔梯川流域住民健康調査〕

小松市梯川流域のカドミウム汚染地域住民への生体影響を調べるために行われており、昭和49、50年度のスクリーニング調査及び昭和51年度環境庁委託調査で腎尿細管機能に障害が認められた人について、毎年その経過観察のための調査（継続管理検診）を実施している。本年度は従来からの継続管理者53人に加え、昭和56年度から3カ年計画で実施された再スクリーニング調査の結果、新たに継続管理が必要と判定された154人に加え、計207人を対象に調査を実施した。また、再調査時に、スクリーニング調査あるいは2次検診で異常が発見されたが、3次検診を受診しないまま判定が保留されている99人についても合わせて調査を実施したので、対象者は対照地区を含め27地区306人となった（表9）。本年度はこのうち125人（40.8%）が受診した。また24時間尿のみを提出した人が62

表8 細菌依頼検査の内訳

検査内容	件数	備考
結核菌培養検査	97	喀痰 97
細菌分離・同定	22	血液 19, 鼻咽頭ぬぐい液 3
食品・薬品の細菌検査	43	乳酸菌飲料 6, 小麦粉 6, パン粉 2, 豆腐 2, 健康食品 2, 牛乳 1, 殺菌効果試験 12, 無菌試験（保存血液） 6, 漢方薬 6
水の細菌検査	179	放流水 114, 飲料水 41, プール水 24
空気中の微生物測定	7	落下細菌 7
計	348	

人（20.3%）あった。

本年度実施した検査項目を表10に示したが、当担当では、24時間尿検査15項目中9項目、2時間尿検査13項目中7項目、血液検査16項目中9項目の検査を担当した。また、1分間尿量、体表面積、クレアチニンクリアランス値、リンクリアランス値、 $\beta_2$ ミクログロブリンクリアランス値、リン再吸収率、 $\beta_2$ ミクログロブリン再吸収率、各成分のクレアチニン補正值、各成分の1日の排泄量についての計算も併せて行った。%TRP80未満の人が2時間尿で54人（43.2%）、24時間尿で97人（77.6%）いた。

なお、これらの調査方法、検査方法は、昭和51年度環境庁委託調査の基準に準じて行った。本年度実施した件数は、尿312検体、血液125検体、延べ3,602項目である。

2 ウイルス担当

ウイルス担当では、感染症病原体のうち、ウイルス、クラミジア、リケッチアに関する調査・研究・検査並びに細菌の血清反応検査を実施している。

昭和59年度に実施した試験検査件数は表1に示すとおりで、前年度比7%増の14,130件で、件数増は依頼検査の増（前年度比17%増）によるものである。また血清検査の4件（新）は、津幡保健所依頼のウイゲール反応である。

調査研究、行政検査、依頼検査の内容については後述するが、本年度新たに行ったものとして、弱毒麻疹ワクチン接種後の抗体、中でもIgM抗体の推移の調

表9 昭和59年度梯川流域住民健康調査 (管理検診) 受診状況

地区 番号	町 名	対象者数 (男・女)	受診者数 (男・女)	24時間尿提出者	%TRP 80 未満	
					2時間尿	24時間尿
01	金 平	33 (16・17)	14 (7・7)	22 (9・13)	12	13
02	金 野	16 (4・12)	7 (2・5)	11 (3・8)	3	6
03	五 国 寺	7 (2・5)	1 (1・0)	4 (1・3)	1	1
04	軽 海	25 (13・12)	13 (6・7)	17 (8・9)	2	8
05	白 江	39 (13・26)	19 (7・12)	24 (8・16)	8	14
06	若 杉	17 (7・10)	7 (3・4)	9 (5・4)	2	6
07	正 蓮 寺	1 (1・0)	1 (1・0)	1 (1・0)	0	0
08	花 坂	7 (1・6)	4 (1・3)	5 (1・4)	3	4
09	中 海	17 (10・7)	8 (4・4)	15 (8・7)	1	4
10	荒 木 田	14 (1・13)	9 (1・8)	11 (1・10)	2	4
11	佐々木	10 (4・6)	2 (1・1)	6 (2・4)	2	2
12	八 幡	16 (5・11)	7 (4・3)	9 (4・5)	3	7
13	漆	10 (3・7)	7 (2・5)	7 (2・5)	2	5
14	打 越	12 (6・6)	2 (2・0)	5 (3・2)	1	1
15	吉 竹	15 (4・11)	8 (1・7)	11 (3・8)	4	8
16	清 六	2 (0・2)	0	0	—	—
17	園	9 (5・4)	4 (0・4)	4 (0・4)	2	4
18	上小松	7 (1・6)	2 (0・2)	2 (0・2)	0	2
19	下牧,丸ノ内	3 (1・2)	1 (1・0)	1 (1・0)	1	1
21	鶴ヶ島	1 (0・1)	0	0	—	—
22	沖	8 (6・2)	1 (0・1)	3 (2・1)	0	1
23	金 屋	2 (0・2)	1 (0・1)	1 (0・1)	1	1
31	沢	8 (5・3)	3 (2・1)	6 (4・2)	2	2
32	不動島	5 (2・3)	1 (0・1)	1 (0・1)	1	1
33	北浅井	13 (4・9)	0	9 (2・7)	—	—
汚 染 地 区 計		297 (114・183)	122 (46・76)	184 (68・116)	53	95
51	波佐谷	4 (3・1)	2 (2・0)	2 (2・0)	1	2
52	二ツ梨	5 (3・2)	1 (1・0)	1 (1・0)	0	0
対 象 地 区 計		9 (6・3)	3 (3・0)	3 (3・0)	1	2
計		306 (120・186)	125 (49・76)	187 (71・116)	54	97

査や、B型肝炎予防の一環としての血清中HBe抗原・抗体の検査がある。(担当：梶)

2・1 調査研究

(1) 「小児のウイルス性呼吸器疾患の病因研究」  
(継続)

小児のいわゆる「かぜ」の病因ウイルスを検出し、その流行状況を把握する目的で、昭和47年度から金沢赤十字病院小児科と共同で継続して実施している。本年度得られたかぜ患児咽頭ぬぐい液は526件で、うち144件から153株のウイルスを分離した(分離率27.4

%)。分離ウイルス株の内訳は、インフルエンザB型32株、パラインフルエンザ(1・3型)34株、アデノ(1~5・10・13型)25株、アデノ12(?)型12株、ポリオ(1・2型)7株、コクサッキーA(9・16型)14株、コクサッキーB(3・5型)10株、エコー(3・9・14・22型)4株、エンテロ71型3株、未同定2株であった。月に5株以上分離され、流行があったと推定されたのは、パラインフルエンザ3型(6月)、アデノ12(?)型(7・8月)、パラインフルエンザ1型(11月)、インフルエンザB型(1・2月)の計4種類のウイルスであった。また、6月から8月にかけて

表10 梯川流域住民健康調査（管理検診）の内訳

検 体	検 体 数	検 査 項 目
24時間尿	187	尿量 <sup>1)</sup> 、比重、糖、蛋白、クレアチニン、無機リン、総アミノ窒素、低分子蛋白（RBP、 $\beta_2$ ミクログロブリン、リゾチーム）、重金属（Cd、Pb、Cu、Zn） <sup>2)</sup> 、カルシウム <sup>2)</sup>
2時間尿	125	尿量 <sup>1)</sup> 、比重、糖、蛋白、クレアチニン、無機リン、総アミノ窒素、カルシウム <sup>2)</sup> 、電解質（Na、K、Cl） <sup>3)</sup> 、細菌培養 <sup>1)</sup> （菌数 $10^5$ /ml 以上の場合は同定を行う） 〔追加項目〕 $\beta_2$ ミクログロブリン（EIA法）、
血 液	125	ヘマトクリット <sup>1)</sup> 、ヘモグロビン <sup>1)</sup> 、赤血球数 <sup>1)</sup> 、（血清）糖、蛋白、アルブミン、クレアチニン、無機リン、尿素窒素、アルカリホスファターゼ、カルシウム <sup>2)</sup> 、電解質（Na、K、Cl） <sup>3)</sup> 〔追加項目〕 $\beta_2$ ミクログロブリン（EIA法）、 $\alpha_1$ ミクログロブリン（EIA法）
計	437	〔計算項目〕 1分間尿量、体表面積、クリアランス値（Ccr、Cp、 $C\beta_2m$ ）、再吸収率（%TRP、%TR $\beta_2m$ ）、各成分のクレアチニン補正值、各成分1日の排泄量

- 1) 小松保健所で実施した。
- 2) 環境部生活環境担当で測定した。
- 3) 金沢医科大学で測定した。

9株分離されたコクサッキーA9型ウイルスも小規模流行があったことが示唆された。なお、アデノ12(?)型ウイルスは、市販の外国製抗血清により同定したが、国立予防衛生研究所での再同定の結果では、我が国では報告のないコクサッキーA11型ウイルス類似株とのことである。詳細は別項に掲載した。

(担当：木村・梶・尾西)

(2) 「風疹ワクチン接種後におけるIgM抗体の消長」(新規)

風疹ウイルスに対する抗体測定法としては、HI抗体測定法が繁用されているが、この方法は風疹ウイルスに対し免疫状態であるかどうかを知る目的には簡便で感度も良好であるが、妊婦が高HI抗体価を保有していた場合、これが最近の感染によるものかを判定する方法としては若干の問題がある。そこで、近年開発された酵素抗体法によるIgG・IgM分別測定法を用い、ワクチン接種者の血清を材料として、各抗体の消長を検討した。その結果、新鮮感染指標抗体であるIgM抗体の消長の概要を把握することができた。詳細は別項に掲載した。(担当：尾西・木村)

(3) 「日本脳炎流行予測調査」(厚生省委託事業) (継続)

昭和60年7月から9月の3カ月間、各旬ごとに計8回の調査を行った。検査対象は、輪島保健所管内の奥能登牛肉処理場で屠殺された県産豚160頭で、その血中日本脳炎HI抗体価を測定し、HI抗体保有状況を

調査した。HI抗体保有率の推移では、7月中旬に30%の保有率を示した後にいったん0%になり、本格的な保有率の上昇がみられたのは8月中旬以後であった(45~100%)。新鮮感染と推定される2ME感受性抗体を保有する豚の出現は、7月中旬と8月中旬から9月上旬の計4旬であった。これらのことから、石川県に日本脳炎ウイルスの侵入があったのは7月中旬頃、本格的に流行が拡大したのは8月中旬以後と考えられる。なお、本年も8月下旬以降はHI抗体保有率が50%以上となり、日本脳炎汚染推定地区の指定を受けたが、疑似を含めて1例も患者発生の届け出はなかった。

(担当：梶)

(4) 「インフルエンザ流行予測調査」(厚生省委託事業)・「インフルエンザ定点観測調査」(公衆衛生課事業)(継続)

本年度は、小松と金沢の2地区3医療機関を受診したインフルエンザ様患者を対象に、咽頭ぬぐい液からのウイルス分離(188人)と対血清のHI抗体価測定(20人)を行った。ウイルスの初分離は12月中旬で、B型ウイルスによる流行が予知できた。ウイルスが分離されたのはそれから3月までの4カ月間で、分離された32株のウイルスはすべてB型であり、この期間にB型ウイルスによる流行があったことを確認した。対血清でも2月にB型ウイルスによる患者の発生を確認したが、同時に1例のA(H1)型及びB型の両HA抗原に対する有意上昇例を見だし、A(H1)型ウ

ウイルスによる小規模流行が存在した可能性も示唆された。詳細は別項に掲載した。

(担当: 梶・尾西・木村)

2・2 ウイルス検査

2・2・1 行政検査

行政検査件数は2,966件で前年度比19.3%減であった。その理由は、「風疹HI抗体保有調査」の中止及び、集団かぜ以外の伝染病等の集団発生がなく、その分が減少したためである。内訳を表11に示した。

〔感染症サーベイランス〕

厚生省委託の事業で、昭和56年度から始められ、対象疾患は18、うちウイルス調査対象は9疾患である。これら対象疾患の患者が、検査定点の医療機関(16定点)に受診した際に採取されたウイルス分離用検体について、病因ウイルスの検索を行うことになっている。本年度検査した検体の疾患別内訳は、検査成績とともに表12に示したが、検査疾患数も7と昨年度(9疾患)より減となった上、検体数も20件(患者数

表11 ウイルス行政検査の内訳

事業名	検査内容	件数	依頼先
日本脳炎流行予測(感染源)調査	豚血中日本脳炎HI抗体価測定	250	厚生省・公衆衛生課
感染症サーベイランス	ウイルス分離	20	" "
	ロタウイルス抗原検出(RPHA)	2	
インフルエンザ流行予測(感染源)調査	ウイルス分離	72	" "
	インフルエンザHI抗体価測定	308	
インフルエンザ定点観測(感染源)調査	ウイルス分離 インフルエンザHI抗体価測定	116 0	公衆衛生課
伝染病発生時検査 集団かぜ	ウイルス分離	64	" 保健所
	ウイルス抗体価測定	476	
血清肝炎予防対策調査	HBs抗原・抗体定性試験	1,320	" "
	" 定量確認試験	174	
	HBe抗原・抗体検出試験	164	
計		2,966	

表12 感染症サーベイランスのウイルス検査成績

(昭和59年4月~昭和60年3月)

疾病番号	対象疾患名(採取月)	検査人数(陽性者数)	検体数(陽性数)	分離株数(型)
8	乳児嘔吐下痢症(2月)	1 (1)	1 (1)	1(ロタ)
9	その他の感染性下痢症(3月)	1 (0)	1 (0)	0
13	ヘルパンギーナ(6月)	1 (0)	2 (0)	0
14	咽頭結膜熱(7月)	1 (1)	2 (1)	1(アデノ3型)
15	流行性角結膜炎(8月)	2 (1)	2 (1)	1(アデノ3型)
17	無菌性髄膜炎(6,9月)	2 (0)	3 (0)	0
19	その他(水頭症)(4月)	1 (0)	2 (0)	0
"	"(不明熱)(6月)	1 (0)	1 (0)	0
"	"(急性脳症)(11月)	1 (0)	4 (0)	0
"	"(上気道炎)(1月)	1 (0)	2 (0)	0
計	7疾患	12 (3)	20 (3)	3

表13 HBs 抗原・抗体検査成績 (津幡保健所管内分)

対 象 者	検査者数	HBs 抗体陽性者数 (陽性率)	HBs 抗原陽性者数 (陽性率)
妊 婦	497 人	45 人 (9.1%)	9 人 (1.8%)
成年健康調査受診者	男	369 人	16 人 (4.3%)
	女	454 人	23 人 (5.1%)
計	1,320 人	84 人 (6.4%)	22 人 (1.7%)

表14 HBs 抗原陽性者の HBe 抗原・抗体検査成績

検査課保健所	検査対象人数	HBe抗体陽性者数	HBe抗原陽性者数	HBs抗原陰性者数 <sup>1)</sup>	判定保留者数 <sup>2)</sup>
小 松	99 人	60 人	32 人	5 人	2 人
七 尾	29	16 (1)	10	3	1 (1) <sup>3)</sup>
輪 島	24	14	9	1	0
(衛生公害研究所)	22	13	9	0	0
計	174 人	103 (1)人	60 人	9 人	3 (1)人

- 1) HBs 抗原確認試験で陰性となった人数
- 2) EIA 法で HBe 抗原・抗体が共に陰性もしくは疑陽性・陽性的人数で RIA 法で再確認
- 3) EIA 法で HBe 抗原疑陽性, HBe 抗体陽性の例で, RIA 法により再確認 (再掲)

12人)と昨年度の53件(41人)の半分にも満たなかった。ウイルス分離には、2代アフリカミドリザル腎、VERO, MDCK, HEp-2 の4細胞系を主分離系とし、BHK-21/WI-2, CMK-S 1, AK 1 D の3細胞系及び孵化鶏卵を必要に応じて併用した。乳児嘔吐下痢症の検査には、RPHA法(ロタセル, 日水製薬)による検査も併せ行った。分離に用いた検体の材料別内訳は、糞便5件, 尿4件, 咽頭ぬぐい液4件, 髄液2件, 眼結膜ぬぐい液2件, 血液2件, 羊水1件であった。ウイルスが分離又は検出されたのは、乳児嘔吐下痢症1件(糞便)からロタウイルス, 咽頭結膜熱1件(咽頭ぬぐい液)と流行性角結膜炎1件(眼結膜ぬぐい液)とから共にアデノ3型ウイルスの計3件である。ちなみに昨年度の成績と比較すると、陽性例は、患者数で13人から3人, 検体数で14件から3件, 分離株数で14株から3株, ウイルスの種類でも6種類から2種類といずれも大幅な減となっている。この最大の原因は検体数が著しく減少しているため、今後これを高めるため感染症サーベイランス事業の運営に工夫と努力が必要であろう。

〔集団かぜ〕

本年度の集団かぜは、1月中旬に金沢市で起きたのを初発に、3月中旬まで延べ167施設で発生した。これらの施設のうち、金沢市を含む県下12保健所管内の

12施設から、62人の咽頭ぬぐい液と59人の対血清の送付があった。検査の結果、5株のインフルエンザB型ウイルスの分離と40人の対血清でのB型HA抗原に対する有意な抗体価上昇があり、12施設中の10施設の集

表15 HBe 抗原判定保留例の RIA 法試験成績

EIA 試験成績				RIA 確認試験成績			
HBe 抗原(-)		HBe 抗体(-)		HBe 抗原(-)		HBe 抗体(±)	
"	(±)	"	(±)	"	(+)	"	(±)
"	(±)	"	(+)	"	(-)	"	(+)

表16 ウイルス分離検査の検体別依頼件数とその成績

検 体 名	検体数	ウイルス分離 (陽性)
膾 ぬ ぐ い 液	16	13 (単純ヘルペス2型)
脊 髄 液	9	
血 清	6	
水 泡 ぬ ぐ い 液	2	
咽 頭 ぬ ぐ い 液	1	
糞 便	1	2 (単純ヘルペス2型)
尿	1	
計	36	16

表17 ウイルス血清反応の月別・項目別依頼件数

検査項目	昭和59年									昭和60年			計
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
インフルエンザA(HI)*	28	33	27	32	33	29	27	31	37	81	72	37	467
"    B( )	25	32	26	32	29	26	27	30	35	81	69	37	449
パラインフルエンザ1( )	13	25	23	31	26	23	25	21	27	44	35	32	325
"    2( )	13	24	22	31	26	23	25	19	24	42	35	29	313
"    3( )	13	24	22	31	26	23	25	19	24	42	35	29	313
"    4( )	13	22	22	31	26	23	25	19	24	42	35	28	310
ム    ン    ブ    ス( )	16	24	28	26	21	23	20	18	21	30	36	26	289
麻    疹( )	12	26	22	14	17	21	15	15	15	29	32	26	244
"    (CF)*	10	19	14	15	16	16	13	9	10	24	26	17	189
風    疹(HI)	114	152	158	142	122	120	132	125	119	137	147	129	1,597
"    (CF)	33	38	32	26	28	25	22	17	17	32	35	26	331
日    本    脳    炎(HI)	11	12	6	17	19	14	11	9	8	20	14	15	156
ア    デ    ノ    3(CF)	14	17	18	22	29	25	23	20	30	33	23	29	289
単    純    疱    疹( )	25	37	37	35	43	28	28	26	36	49	36	35	415
水    痘    ・    帯    状    疱    疹( )	15	29	24	28	39	22	24	25	24	38	38	25	331
サイ    ト    メ    ガ    ロ( )	59	75	69	77	75	67	89	69	87	102	101	119	989
R    S( )	10	13	11	12	16	16	23	19	20	23	22	27	212
ポ    リ    オ    1( )	8	12	7	14	14	13	14	12	9	16	21	20	160
"    2( )	8	11	7	14	14	13	14	11	7	16	21	19	155
"    3( )	8	11	7	14	14	13	14	11	7	16	21	19	155
コ    ク    サ    ッ    キ    ー    A    4( )	19	27	30	34	40	28	23	20	27	41	32	29	350
"    A    9( )	18	25	29	31	37	28	22	19	25	41	32	29	336
"    B    2( )	18	26	32	33	39	29	22	20	29	41	33	30	352
"    B    3( )	18	25	31	32	37	26	22	19	27	41	33	28	339
"    B    4( )	18	25	32	32	36	25	22	19	27	41	32	27	336
"    B    5( )	18	25	30	32	37	25	22	19	27	41	32	27	335
エ    コ    ー    3( )	16	22	27	33	31	27	23	22	27	38	28	29	323
"    6( )	16	20	25	29	28	23	22	20	25	38	28	27	301
"    9( )	16	20	25	28	29	23	22	19	25	38	28	27	300
マイ    コ    プ    ラ    ズ    マ( )	27	34	80	43	49	33	23	22	27	40	34	25	437
そ    の    他**	0	16	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
計	632	901	927	971	996	830	819	724	847	1,297	1,166	1,002	11,112

\*, \*\* 本文参照

団かぜがB型インフルエンザであることが確認された。なお、2施設はインフルエンザウイルス以外の原因(不明)によるものと思われる。また、分離株は抗血清による分析から、ワクチン株とは抗原的にずれることが示唆された。詳細は別項に掲載した。

[B型肝炎予防対策調査]

昭和56年度からの継続事業で、垂直感染による新生児のHBウイルスキャリア化防止を目的として実施している。検査はHBs抗原・抗体のスクリーニング検査を当所(津幡保健所管内分)及び検査課保健所で行

い、更にHBs抗原陽性者についてのHBe抗原・抗体検査をEIA法により当所で実施した。なお、HBe抗原・抗体検査で判定保留となった検体は、国立金沢病院に送付し、RIA法による確認を依頼した。HBs抗原・抗体検査の成績は表13に示したとおりで、HBs抗体陽性者は84人（陽性率6.4%）、HBs抗原陽性者は22人（同1.7%）であった。また、検査課保健所検査分を含め、本事業でのHBs抗原陽性者（疑似を含む）数は174人で、HBe抗原・抗体検査（EIA法）の結果（表14）、HBe抗体陽性者103人（検査数に対する陽性率59.2%）、HBe抗原陽性者60人（同34.5%）、HBs抗原陰性者9人、判定保留3人であった。この判定保留3人のうち1人はEIA法でHBe抗体（+）、HBe抗原（±）、残り2人はHBe抗原・抗体が共に（-）と共に（±）であった。これら判定保留例のRIA法による確認試験成績は表15に示した。

#### 2・2・2 依頼検査

依頼検査は、ウイルス分離36件（前年度比200%増）、ウイルス血清反応11,112件（同16.5%増）のほか、特殊検査の殺菌灯効果測定が1組12件（ウイルス3種類、4点測定）の計11,160件あり、前年度より17%増という大幅な増加となった。

##### 〔ウイルス分離〕

ウイルス分離依頼の検体別内訳は、検査成績と併せて表16に示した。依頼の大部分を占めたのは、1病院産婦人科からの性器ヘルペスが疑われる患者の検体（陰ぬぐい液）で、16件あり、うち13件から単純ヘルペス2型ウイルスが分離された（分離率81%）。それ以外で、ウイルスが分離されたのは、水疱ぬぐい液2件及び尿1件で、いずれも単純ヘルペス2型ウイルスが分離されている。陰ぬぐい液からの高い分離率は、検体の採取や保存、輸送方法が正しければ、ウイルス

が分離される可能性の高まることを示唆している。

##### 〔ウイルス血清反応〕

ウイルス血清反応の項目別・月別依頼件数を表17に示した。検査総数は11,112件であり、赤血球凝集抑制（HI）試験（10項目）4,463件、補体結合（CF）試験（24項目）6,633件、逆受身赤血球凝集反応（RPHA）（1項目）16件であった。常時実施のHI試験（10項目）中で最も多かったのは、風疹（1,597件）、次いでインフルエンザA型（467件）、同B型（449件）の順であった。常時実施CF試験（20項目）中で最も多かったのは、サイトメガロの989件、次いでマイコプラズマ（437件）、単純疱疹（415件）の順であった。なお、表17でその他として示した常時実施項目以外の項目は、CF試験では、コクサッキーA7型（1件）、コクサッキーB1型（1件）、エコー1型（1件）、ロタ（1件）の4項目4件、RPHA試験はHBs抗原検査1項目16件、計5項目20件である。

##### 〔殺菌灯効果の測定〕

殺菌灯効果の測定依頼があり、水疱性口内炎ウイルス、インフルエンザB型ウイルス、ポリオ1型ウイルスの計3種類のウイルス株を用い、照射高50cm、照射時間0分、1分、2分、3分（水疱性口内炎、インフルエンザB型）及び0分、2分、5分、10分（ポリオ1型）における生存ウイルス量をブラック法で測定し、効果の判定を行ったところ、前2者は照射3分後、後者は照射10分後に生存ウイルスが0となった。

#### 2・3 血清検査

本年度実施した細菌の血清反応は、腸チフス患者発生に伴う行政検査で、患者家族4人につき延べ16件のウィダール反応検査を行った。結果はいずれも陰性であった。

## 食品薬品部事業概況

情報・通信技術の高度化によるニューメディアの進展、エレクトロニクス利用の普遍化、バイオテクノロジーの進歩によるバイオ植物や新薬などの開発、ニューセラミックスなど新素材の登場等々、現代は正に大きな技術革新、新産業革命の時代を迎えており、また、人の交流、モノ・カネ・技術・情報の流通も国際化時代に入っていて、これらが社会構造、社会的意識の変化や複雑化に与えている影響は著しいものがある。

医薬品の分野においても、抗生物質、ワクチン、ガンや高血圧・脳出血などの成人病治療剤などの優れた医薬品の開発普及は医療技術の進歩と相まって、疾病の治療と寿命の延長をもたらしている。また、ガンや老化のメカニズム解明は、ガン制圧、老化防止への期待を増幅させている。更に、経口避妊剤や人工流産剤の開発も社会的意識の変革に影響を与えており、その歴史的意義が評価されている。

このような時代の動きの中で、疾病に対する考え方も治療主体から予防へと変わり、更にはより積極的に健康の維持増進を図ろうとする健康志向性を強めている。

現在、1兆円産業に成長した健康食品は、その安全性や品質などに問題のあるものもあり、我々に不安を抱かせてきたところであるが、最近の健康・美容志向ブームは健康食品に対する消費者の期待を高めている。

行政側としてはこの期待に応えるため、健康食品についての医学的、栄養学的調査研究を進め、また実態把握に努めて正当な評価を行い、消費者が適切な選択をすることができるように、情報を提供し粗悪なものは排除しその安全性を確保する体制の整備が必要である。

我々は、飽食の時代にあり豊かな食生活を享受しているが、健康志向の波は成人病予防など健康維持の立場から食生活の見直しを迫っている。加工食品栄養成分表示やできるだけ多種多様の食品を摂取し、栄養のバランスをとり身体の機能を高め健康を維持しようとするのがこれである。食品の中に、ミニ化や簡便化とともに、低塩・低甘味・低カロリー食品や低アルコール飲料にみられるようなライト化を志向するものが増え、消費者ニーズに答えている現状でもあり、加工食品の成分等の量的表示制の早期実施が待望されている。

食品に使用されている添加物については、化学的合成品である食品添加物に対する不安感を反映して、法

規制がほとんどなく消費者に抵抗感の少ない天然添加物（このうちの着色料は生鮮食品に使用禁止）への切り替えが進んでいるが、その安全性評価は不十分であり、また、規格基準も未設定であるので早急な行政対応が必要である。

国際間における食料品、農水産物の流通増大に伴ない、各国間の食品添加物、農薬等の衛生規制の相違による輸出入障害は、貿易摩擦・非関税障壁として問題化しているが、食品の安全性確保並びに貿易摩擦解消のうえから国際的なルールのもとに行おうとの動きがあり、その進展に期待したい。

農薬、畜水産医薬品、工業薬品などの化学物質による生物汚染、食品残留については食品の安全確保を図るため、これら食品汚染物質の汚染実態及び摂取量に関する調査研究を強化し、人の健康被害及び健康影響を回避しなければならない。

食品用プラスチック容器包装については、プラスチック用添加剤の溶出など安全性に対する不安が懸念されており、現行規制では不十分であることから、厚生省は更に厳しい「日本食品用プラスチック容器包装等規格」案を提示し指導の徹底を図ってきているところであり、近い将来この規格基準化が行われるものと考えられる。

麦類の赤カビ病の病原菌であるフザリウム属が産生するトリコセシン系カビ毒は食品衛生上問題となっており、米国、カナダなど暫定的規制値により規制している国もあり、我が国でも行政レベルで規制の必要性が論ぜられ調査研究が活発に行われている。

医薬品については、品質及び有効性並びに安全性の確保が必要不可欠であるが、行政試験機関としては流通医薬品の品質及び有効性を確保し向上させるための調査研究をより一層進めなければならない。

このような現状を踏まえて、当部は様々な調査研究、試験検査を行っている。

調査研究として、地方衛生研究所全国協議会の共同研究である「日本国民の栄養摂取量の地域差に関する研究」、「合成樹脂製食品容器の材質に関する研究」、「農薬等新化学物質による水系及び食品汚染に関する研究」、「麦類の赤カビ汚染に関する調査研究」並びに「生薬及び漢方製剤の品質評価方法に関する研究」などを前年度に引き続き実施した。また、今年度新たに

始めた調査研究として「通気蒸留法による食品中の微量亜硫酸分析の検討」及び厚生科学研究費による特別研究として「フザリウム属が産生するトリコテセン系カビ毒についての毒性学的作用等に関する研究」を実施した。

行政試験としては、食品衛生や医薬品などの一斉取締りに伴う「収去試験」、「畜産食品の残留抗菌性物質試験」、「麻ひ性及び下痢性貝毒調査」、食品中の「残留農薬、水銀、PCB、カドミウム試験」、水産生物等の石油汚染モニタリング及び重金属、農薬などによる汚染実態等に関する「化学物質環境汚染調査」、環境庁委託の「化学物質環境汚染実態調査（生物モニタリング調査）」並びに食品添加物である合成保存料のソルビン酸についての「ソルビン酸1日摂取量調査」などを実施した。

一般依頼試験件数は食品関係試験17件、医薬品3件の計20件であり、昨年比では食品関係がやや減少した。

研究発表については、「漢方製剤の品質評価に関する研究（小青竜湯製剤について）」を第17回北陸信越薬剤師学術大会において発表した。

なお、調査研究、行政試験並びに一般依頼試験の詳細は各担当ごとに後述する。（部長：細坪）

## 1 食品第1担当

本担当では食品、食品添加物、食品の器具及び容器包装、畜産食品中の残留抗菌性物質並びに麻ひ性、下痢性貝毒関係の調査研究、試験検査を実施している。

調査研究では食品添加物の亜硫酸の定量法の検討に取り組んだほか、昭和57年から継続している地方衛生研究所全国協議会の調査研究「日本国民の栄養摂取量の地域差に関する研究」に参加し、日常食事中のコレステロール含量並びに脂肪酸組成を調査した。

試験検査関係ではそのほとんどが行政試験であり、これは例年どおり、各種食品及び製造業一斉取締り等に係る収去検査や七尾湾におけるカキ養殖に係る麻ひ性、下痢性貝毒調査及び畜産食品中の残留抗菌性物質検査が主体であった。そのほか不良食品の試験として、干梅中の甘味料検査やハム中のヒスタミン及び亜硝酸検査を行った。一般依頼検査は前年と比べて件数で少し減少した。（担当：岸原）

### 1・1 調査研究

#### (1) 「通気蒸留法による食品中の微量亜硫酸分析の検討」

食品中の亜硫酸の分析法に関しては、改良ランキン法が一般的に採用されており、その中で微量亜硫酸は

パラオザニリンを用いた比色法により定量されている。しかし、この方法で添加回収試験を試みたところ、回収率が低く、バラツキが認められた。そこで、その原因を種々検討したところ、それはアセトアルデヒド等の妨害を除くために添加するジメドンによることが判明し、更に検討を加えた結果、ジメドン試液の保存条件が回収率に影響していることが明らかとなった。（別項記載）（担当：泉，岸原）

#### (2) 「日本国民の栄養摂取量の地域差に関する研究」（地方衛生研究所全国協議会受託）

地域ごとに栄養成分の摂取量を明らかにするとともに成人病との関係も検討し、今後の栄養指導の参考に供する目的で昭和57年度から継続して実施している。今年度は国民栄養調査に示されている食品群別1日摂取量を基礎資料とし、マーケットバスケット方式で食品を購入し、この中のコレステロール含量及び脂肪酸組成について分析し、これらの日常食事からの1日摂取量を推定した。（担当：下川，泉，岸原）

#### (3) 「合成樹脂製食品容器の材質に関する研究」（継続）

前年に引き続き、山中塗ABS樹脂製食品容器について、厚生省告示第20号による材質試験のほか、メタアクリル酸メチル、BHA、BHT及びアクリロニトリルの含有量並びに食品疑似溶媒への移行量を調査した。（担当：下川，泉，岸原）

### 1・2 試験検査

#### 1・2・1 行政試験

行政試験675件（1,881項目）の内訳は表1のとおりであり、前年度同様すべて環境衛生課事業に基づくものである。

#### 〔食品衛生一斉取締りに伴う試験〕

例年どおり、厚生省通知に基づく全国一斉食品衛生取締りによる食品の試験は、夏期（7～8月）及び年末（12月）の2回実施した。この件数266件のうち、違反件数はみそのソルビン酸の過量使用が1件、なま麩へのソルビン酸の不正使用が2件の計3件で前年度同様少なかった。また、春秋2回の観光行楽地を対象とした土産食品の試験や各種食品製造業を対象とした一斉取締り試験、更には合成樹脂製山中塗漆器類や九谷焼陶磁器を対象とした規格試験等を実施した。その結果、違反件数はABS樹脂製食品容器の材質中のカドミウム含量の規格基準違反が1件及び食品添加物についてはきゅうりのしょう油漬のソルビン酸の過量使用が1件あった。そのほか、輸入食品については、オレンジ、レモンなど柑橘類、チーズ、菓子等について、

各種添加物の試験を実施したが、違反例はなかった。

〔畜産食品中の残留抗菌性物質試験〕

県内の食肉処理業者、食肉販売店から収去した鶏肉 20件、鶏卵10件の計30件についてクロピドールの残留分析を実施した。その結果、いずれの検体にも残留を

認めなかった。

〔麻ひ性及び下痢性貝毒調査〕

麻ひ性貝毒調査は前年同様、七尾西湾のカキ貝 (25件) 及びムラサキガイ (3件) について、下痢性貝毒調査は七尾西湾のカキ貝 (16件)、ムラサキガイ

表 1 食品第 1 担当行政試験の内訳

事業名	対象	試験内容	検体数 (項目数)	不適件数 及び内容
夏期食品一斉取締り	生めん、つくだ煮、みそ等	保、漂、甘、発 着、酸、品	160 (408)	1 みそ、ソルビン酸の 過量使用
年末食品一斉取締り	つけ物、菓子、つくだ煮等	保、漂、甘、発 着、酸、品	106 (319)	2 生麩、ソルビン酸の 不正使用
春、秋の観光行楽地の食品 衛生一斉取締り	菓子、魚肉ねり製品等	保、漂、甘、発 着、酸、品	114 (361)	1 つけ物、ソルビン酸 の過量使用
魚肉ねり製品、食肉製品製 造業の一斉取締り	かまぼこ、ハム等	保、着、甘、発	46 (129)	
清涼飲料水製造業の一斉取 締り	オレンジジュース、ヨーグ ルト等	保、着、甘	11 (17)	
輸入食品収去試験	チーズ、レモン等	保、漂、発、着 酸、防	31 (74)	
陶磁器等の収去試験	九谷焼食器等	規格試験、日陶 連試験	25 (125)	
合成樹脂製食品用器具・容 器包装の収去試験	山中塗食器等	規格試験	36 (200)	1 食品容器の材質中の カドミウム含量の規 格基準違反
おもちゃ、折り紙の収去試 験	折り紙等	規格試験	60 (155)	
畜産食品中の残留抗菌性物 質試験	鶏肉、鶏卵	クロピドール	30 (30)	
麻ひ性貝毒調査	カキ貝、ムラサキガイ	毒性試験	28 (28)	
下痢性貝毒調査	カキ貝、ムラサキガイ	毒性試験	17 (17)	
その他の行政試験	健康食品	ビタミンE	1 (4)	
	干梅	ズルチン、サイ クラミン酸、サ ッカリン	2 (6)	2 ズルチン、サイクラ ミン酸の不正使用及 びサッカリンの過量 使用
	ハム	ヒスタミン	2 (2)	
	ベーコン等	亜硝酸	6 (6)	1 ベーコン、亜硝酸の 過量使用
	計		675 (1881)	8

保：保存料 漂：漂白料 甘：甘味料 発：発色剤 着：着色料 酸：酸化防止剤 品：品質改良剤  
防：防ばい剤

(1件)について、それぞれマウスを用いる毒性試験を実施した。その結果、双方の試験とも、年間を通じて、いずれの検体からも毒性は認められなかった。

〔その他の行政試験〕

食品衛生苦情相談に伴う有症苦情食品及び不良食品の試験として、ハムのヒスタミン定量、ベーコンの亜硝酸定量、健康食品のビタミンE定量及び干梅のサッカリン、ズルチン、サイクラミン酸定量を実施した。その結果、亜硝酸の過剰使用及びズルチン、サイクラミン酸、サッカリンの不正使用の違反例があった。

1・2・2 依頼試験

一般からの依頼試験は13件54項目で、前年度と比べ件数では減少したが、項目数は増えた。内訳は前年度まで、かなりの割合を占めていた食品衛生法の規格試験が全く無く、乳酸菌飲料や果汁ジュースなどの成分分析及び乾燥果実の亜硫酸分析試験が主なものであった。

2 食品第2担当

本担当は、主として環境汚染物質の食品への影響について調査研究を行っている。野菜や米についての農薬や重金属の残留状況調査と、人為活動に伴って排出され環境中で残留する恐れのある種々の化学物質についての分析法の研究や生物モニタリングがその主なものである。また除草剤や自然毒の1つである赤カビ産生のマイコトキシンについても調査研究を行っている。マイコトキシンでは今年から始まった厚生科学研究費による特別研究事業「フザリウム属が産生するトリコテセン系カビ毒についての毒性学的作用等に関する研究」の研究協力機関としても活動した。そのほか昭和54年度から参加している「FAO/WHO合同食品飼料モニタリング計画」事業には、59年度に当所で行った548件に及ぶ食品汚染物質の分析値の集計カードを作成して国立衛生試験所に提出した。なお、依頼試験は今年度は残留農薬試験について4件あった。

(担当：塚林)

2・1 調査研究

(1)「農薬等新化学物質による水系及び食品汚染に関する研究」(継続)

有機リン系及び有機塩素系殺虫剤等の農薬については食品衛生法で規格基準が設けられており、食品や環境中の残留調査も広く行われているが、除草剤については低毒性・速分解性を特長としているため環境中での挙動については未解明の部分も多い。しかし水田除草を目的として、4、5月に集中的に多量に散布され、

この時期の魚類弊死とも無関係と言えないと推察される。そこで58年度から除草剤について調査を始め、今年度はベンチオカブ・シメトリンの魚介、土壌、水についての分析法を検討した。土壌ではシメトリン分析時に硫黄化合物の妨害が現われる場合が多く、今後も継続してその除去方法を追求したい。CNPとそのアミノ体についての系統分析法も検討した。今後はそれぞれの除草剤の環境中での挙動、生体への影響についても調査を進めてゆきたい。

(担当：塚林，四月朔日，玉井)

(2)「麦類の赤カビ汚染に関する調査研究」

(継続)

赤カビ(フザリウム属)は広く土壌に分布し、時には麦類やとうもろこし等の穀類に病変を及ぼすことがあるがこの菌の産生するマイコトキシン類の中には、家畜や人間が摂取すると下痢や嘔吐等食中毒を起すものがある。これらのマイコトキシンについて分析法の検討と大麦の汚染実態について調査を行った。

(担当：塚林，四月朔日，玉井)

(3)「フザリウム属が産生するトリコテセン系カビ毒についての毒性学的作用等に関する研究」

(新規)

今年度から厚生科学研究費による特別研究として上記事業が計画され、トリコテセンについて、統一分析法を作り各種食品及び食品原料中の含有量の実態調査を行った。

当担当も協力研究機関として参加し、小麦粉、うどん、とうもろこし等市販食品30件の分析を行った。

(担当：塚林，四月朔日)

2・2 試験検査

2・2・1 行政試験

行政試験89件(769項目)の内訳は表2に示すとおりである。すべて環境管理課依頼のものであった。

〔食品中の残留農薬〕：果実、野菜等農作物の残留農薬調査については、食品及び環境の汚染防止の一環として昭和44年度から継続して実施されているが、今年度は、果実・野菜を対象に28品目33検体306項目について行った。結果は規格基準を超えたものは皆無で、各試験項目とも基準を大きく下回った。中でも「たまねぎ」、「まくわうり」、「くり」、「にんじん」、「ねぎ」、「はくさい」の6品目については農薬は検出されなかった。

〔米のカドミウム〕：小松市梯川流域の一部については「農用地の土壌汚染防止等に関する法律」に基づき、昭和50年以降農用地土壌汚染対策地域に指定され、

表 2 食品第2担当行政試験の内訳

事業名	対象	試験内容	検体数	試験項目数	依頼先	
果実、野菜等の残留農薬調査	野菜、果実	残留農薬に係る規格試験	33	306	環境管理課	
化学物質環境汚染実態調査	ムラサキイガイ	BHC, DDT, 塩素化ベンゼン, その他	5	100	"	
化学物質環境汚染調査	石油汚染	海水、貝、海藻底質土	パラフィン類, ピレン類, その他	12	264	"
	生活関連物質	水、魚介、底質土	重金属, CNP	15	75	"
梯川流域産米カドミウム濃度調査	昭和59年産農協倉庫収納米	Cdに係る米の規格試験	24	24	"	
計			89	769		

順次水田への排土・客土等の公害防除特別土地改良事業が実施されてきた。当該地域の産米については、食品としての安全性を確保するため毎年食品衛生法に基づくカドミウム規格試験を行ってきたが、昭和59年度は土地改良事業が完了した「完了地域」9件、今後予定の「対策対象地域」12件、完了後のカドミウム濃度の経過観察を行っている「動向調査地域」3件の24件の産米について行った。最高値は対策地域での0.51ppm、最低値は完了地域、動向調査地域での0.01ppm以下であった。食品衛生法の規格基準であるカドミウム濃度1.0ppmを上回ったものについては企業が補償することになっているが昨年に引き続き今年も該当がなかった。

〔化学物質環境汚染調査〕：この事業は環境中に排出される化学物質について分析法と環境における濃度レベルを調査し、問題視される化学物質による環境汚染を未然に防止することを目的としている。昭和56年度から昭和58年度にかけては石油由来物質を対象として石油汚染の調査方法を検討し、県内の各水域の水産生物について汚染状況を調べた。今年度はこの結果をもとに富来、七尾西湾、柴垣をモニタリング地点と定め、ホンダワラ・カキ貝・海水・海底土について石油汚染の状態を調べた。また今年度から新たに生活関連物質に関する調査として、各種電気製品等の使用・廃棄によって環境中に排出される恐れのある重金属（鉛・ニッケル・カドミウム・クロム）と除草剤のうち比較的分解が遅いと言われているCNPについて、検討を始めた。調査対象物は、魚介類及びそれが生息する水、底質土壌とした。重金属は常在値の範囲内にあり、特に調査目的を原因とする汚染はないと考えられた。CNPは施用時期である春期と対照とした秋期を比較

すると、春期でやや高い値が検出された。

〔化学物質環境汚染実態調査（生物モニタリング調査）〕：化学物質の環境における安全性点検調査の一環として、魚介類を指標に化学物質の環境濃度の推移、汚染レベルの把握等を行う調査が環境庁保健調査室で企画され、昭和53年度から開始された。当所では昭和57年度から珠洲沖で採取のムラサキイガイを対象に食品第2担当と薬品担当とで分析を分担しているが、食品第2担当ではムラサキイガイ5件について農薬、塩素化ベンゼン類、リン酸トリブチルを延べ100項目分析した。

その結果BHC、DDTについては共に最高値で0.002ppm検出されたが、ドリソリン類、塩素化ベンゼン類、リン酸トリブチルは検出されなかった。

### 3 薬品担当

本担当では主として、医薬品・医薬部外品等の医薬品関係及び毒劇物・特定化学物質等の化学物質関係の試験、研究を実施している。

本年度の事業としては、調査研究では前年度から開始した「生薬及び漢方製剤の品質評価方法に関する研究」を引き続き行い、化学的品質評価がまだ立ち遅れている漢方製剤について品質の評価方法の開発、品質の実態調査を行った。行政試験では前年度の事業に加えて、単年度事業として食品添加物として多用されている合成保存料のソルビン酸を対象として、消費者への正しい添加物知識の普及を目的とした「ソルビン酸1日摂取量調査」を実施した。

以下に本年度実施した試験・研究等の概要を記す。

(担当：小川)

表 3 薬品担当行政試験の内訳

事業名	対象	試験内容	検体数	項目数	依頼先
市販医薬品等一斉取締り	感冒剤、漢方製剤 外用剤等	崩壊試験 定量試験等	62	197	衛生総務課
食品中水銀汚染調査	魚介類	総水銀	18	18	環境管理課
食品中PCB汚染調査	〃	PCB	18	18	〃
化学物質環境汚染実態調査	ムラサキイガイ	PCB, PCN等	5	55	〃
ソルビン酸1日摂取量調査	食肉製品、魚肉ねり 製品等	ソルビン酸	207	207	環境衛生課
計			310	495	

### 3・1 調査研究

「生薬及び漢方製剤の品質評価方法に関する研究」前年度に引き続き柴胡桂枝湯エキス製剤を対象として、今回は黄芩について、その主成分のbaicalinをはじめ3種のグルクロナイド成分について定量法を確立した。また、種々の黄芩配合エキス製剤中の含量についても測定を行った。その結果、エキス製剤は全般的に湯液に比べ希薄であることが明らかとなった。

漢方エキス製剤の品質については、従来から余り検討されておらず、不明確な部分が多い。しかし、最近では化学的にも生物学的にも湯液との同等性が要求されるようになってきており、今後、ますます、科学的な手法を用いた医薬品としての均一性、有効性、安全性を実証する研究が要求されるものと考えられる。(別項掲載) (担当：小川，勝田)

### 3・2 試験検査

#### 3・2・1 行政試験

本年度実施した行政試験の内訳は表3に示したとおりである。

#### 〔市販医薬品等一斉取締り〕

本年度は局方品、配置薬品、医療用医薬品等62件につき、製造承認書等に基づく規格試験を行った。その結果、崩壊試験で3件、重量偏差試験で1件、定量試験で1件の計5件の不良品が発見された。このうち1件は前年度の収去で不良品と判定されたものであった。最近、偽造医薬品の存在が明るみに出て問題となったこともあり、直接、人命にかかわるものだけに今後も十分に監視する必要がある。

#### 〔食品中の水銀汚染調査〕

魚介類を対象とし、12種18検体(県内産16検体、県外産2検体)について実施した。その結果、すべて暫定的規制値(0.4ppm)を下回り、18検体中15検体が0.1ppm以下であった。

#### 〔食品中のPCB汚染調査〕

上記水銀汚染調査と同一の18検体について試験を実施した。その結果、すべて暫定的規制値(遠洋沖合魚:0.5ppm、内海内湾魚:3.0ppm)を大きく下回っており、18検体中8検体が0.1ppm未満であった。

〔化学物質環境汚染実態調査(生物モニタリング調査)〕

本年度で3年目の環境庁委託事業で、食品第2担当と分担して実施している。検体は当県産のムラサキイガイで、当担当では前年と同じPCB、PCN、クロロデン類等11項目につき試験を行った。

#### 〔ソルビン酸1日摂取量調査〕

単年度事業で、代表的な食品添加物である合成保存料のソルビン酸について、1日当たりどの程度県民が摂取しているかを明らかにするために行った調査である。夏季と冬季の2回にわけ、県内各地域から購入した207件の食品についてソルビン酸含量を測定した。その結果、県民栄養調査結果から算出した県民のソルビン酸1日摂取量は比較的少く、安全性については問題がないと考えられた。

#### 3・2・2 依頼試験

医薬品3件7項目で、いずれも製造承認書に基づく規格試験であった。

〔報 文〕

## 地球観測衛星ランドサット画像データを利用した 土地利用適性評価手法の開発 (第4報)

— ランドサットTMデータを用いた「土地被覆類型区分図」及び  
「住・工混在影響度評価図」の試作 —

石川県衛生公害研究所情報室

竹野 裕治・英 俊彦・酒井 道則  
水上 依乃・田嶋 隆俊

### 1 はじめに

限りある国土の有効適切な利用を図っていく上での課題は、地域の自然的、社会的条件と人間活動との調和が保たれ、安定した土地利用を実現させていくことである。

そのためには、土地をとりまく様々な自然的、社会的な特性を明らかにすると同時に、土地利用の自然的特性との適合性や、土地利用間の相互適応性など土地利用適性を客観的に評価し、判断できる手法を確立することが必要であり、またその行政実利用を図っていくことが重要である。

こうした要請に応えるための情報の1つとして、人工衛星データを挙げるができる。人工衛星データは、それが有する広域性、同時性、時系列性等の諸特性からみて、合理的な土地利用を推進していく場合の利用性の高い情報と考えられ、その実利用面での実証が今日的課題となっている。

このことを背景に、本研究は、科学技術庁が科学技術振興調整費の一貫として推進している「リモートセンシング技術の利用実証に関する研究」の1研究題目として、昭和56年度から石川県が科学技術庁の委託を受けて実施してきたものである。

まず第Ⅰ期(昭和56年度～58年度)においては、ランドサットのMSSデータから作成した土地被覆分類データを基本データとして、地域の諸環境特性や都市化過程を解析・評価し、その結果に基づいて様々な土地利用に対する可能性・制約条件を見い出すなど、将来の土地利用の、主として土地被覆・自然条件に対する適合性に着目した土地利用適性評価手法の開発を試みた。そのケーススタディとして、宅地開発適性地評価図と水質源保全評価図を試作した<sup>1)</sup>。

そこで第Ⅱ期(昭和59年度～60年度)においては、土地利用適性評価の考え方・手法を更に発展させ、その行政上の利用性をより高めることを目標として、ランドサット5号のTMデータから作成した判別精度の更に高い土地被覆分類データを基本データにして、住・工混在の評価など、主として土地利用相互間の適応性に着目した土地利用適性評価手法の展開を試みるとともに、そこで得た結果と先の第Ⅰ期の結果とを総合化し、地域開発・保全基礎図を試作することとした。また、これらの結果の行政実利用を図るために、都市における土地利用計画策定手法のモデルを設計することを併せて検討することとした。

本報告は、第Ⅱ期の59年度において検討し、得られた結果のうち、ランドサットTMデータによる土地被

Studies on the Assessment of Suitability for Land Use in Ishikawa Prefecture Using LANDSAT DATA. 4. Trial Drawing the Division Map of Land-covering Pattern and the Evaluating Map of Agreeable Mixed Land-use of House and Factory Using TM-data of LANDSAT. by Yuhji TAKENO, Toshihiko HANABUSA, Michinori SAKAI, Yorino MIZUKAMI and Takatoshi TAJIMA (Department of Information, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

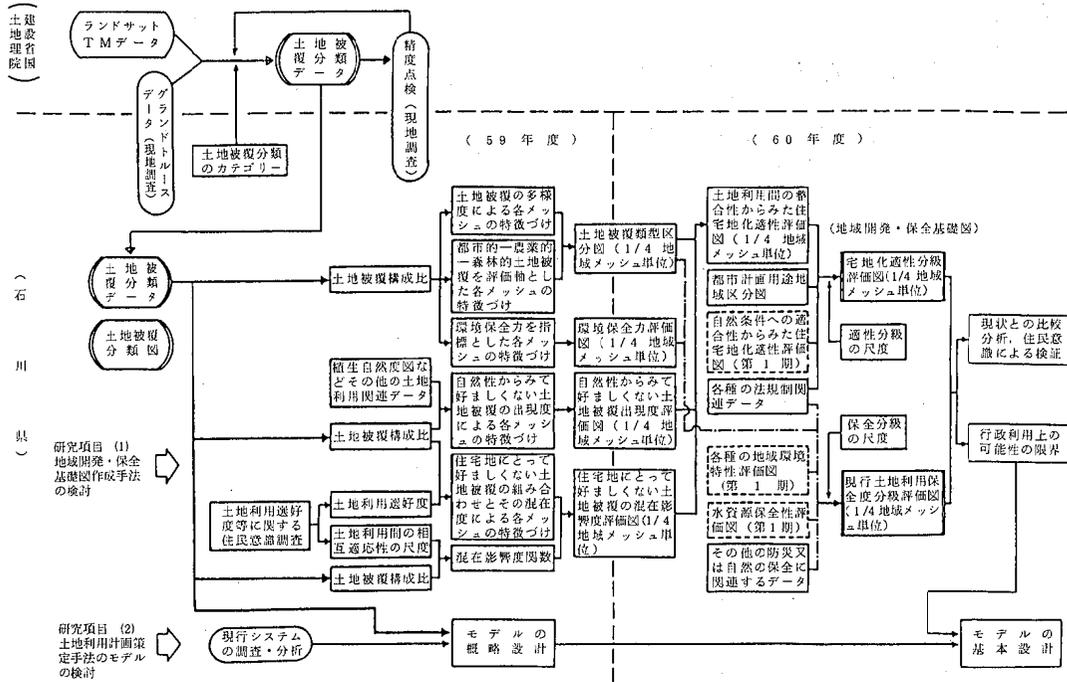


図 1 研究全体のフロー

覆分類データを用いて行った“土地被覆多様度”，“土地被覆類型区分”及び“住・工混在影響度”の解析，評価結果を述べたものである。

## 2 研究の内容及びその方法

### 2.1 研究全体のフロー

第Ⅱ期における研究全体のフローを図1に示した。本研究は、石川県と建設省国土地理院が協力して実施するもので、石川県は、前述の目的を達成するために、建設省国土地理院が作成する土地被覆分類データを用いて、以下の研究項目を実施するものである。

#### (1) 地域開発・保全基礎図作成手法の検討

ランドサット5号のTMデータから作成した土地被覆分類データとその他の土地利用関連データを用いて、土地被覆の多様度，土地利用の目的からみて好ましくない土地被覆の出現度とその混在影響度，自然性からみて好ましくない土地被覆の出現度などを解析・評価し，更にこれらを集約して，土地利用間の相互適応性からみた土地利用適性の評価を計量的に行う。

ここで得られた結果と第Ⅰ期の土地被覆・自然条件への適合性からみた土地利用適性評価結果とを総合化し，その結果を地域開発・保全基礎図としてまとめる。

#### (2) 土地利用計画策定手法のモデルの検討

(1)で得られた土地被覆分類データや地域開発・保全基礎図などを活用した土地利用計画策定手法のモデルを検討するとともに，その実用化に必要なデータベース化技術等を併せて検討する。

### 2.2 実施に当たって前提とした条件

#### (1) 対象地域の選定

本研究で解析・評価の対象とする地域として，TMデータの処理・加工量，土地利用変化の態様などを判断条件に，5万分の1・地形図「金沢」（建設省国土地理院発行）の範囲を選定した。この地域は，石川県のほぼ中央に位置し，県庁所在都市である金沢を中心に，松任市，野々市町，津幡町及び内灘町の2市3町にまたがる範囲で，その陸域面積は約270km<sup>2</sup>である。この地域では，近年，都市化の進展が著しく，住・工混在や土地の無秩序な改変などがみられ，良好な生活環境を確保していくためには，土地利用の適正化を図っていくことが行政課題となっている。

#### (2) 人工衛星データなど、諸データの収集

##### ア 人工衛星データ

本研究を実施するために，次に掲げたランドサット5号のTMデータを収集した。

- 1984年10月1日  
飛騨(宇宙開発事業団の第一次試験提供)
- 1984年8月14日  
飛騨(宇宙開発事業団の第二次試験提供)

#### イ 土地被覆分類データ

建設省国土地理院が上記のTMデータを用いて作成した4種類の土地被覆分類データ(分類図及びその磁気テープ)を収集した。

なお、これらの分類データを収集する前段階として、分類データ作成に必要なグランドトランスデータの収集及び土地被覆分類カテゴリーの設定を行った。

グランドトランスデータの収集は、金沢市を中心とした県南地域を対象に現地調査を行ったほか、住宅明細図、空中写真等も基礎資料として用いた。

また、土地被覆分類カテゴリーの設定は、TMデータの地上解像力及びバンド数などの特性と、都市計画やその他の土地利用関連行政において関心の高い土地被覆項目などを考慮して行った。この場合に、得られた土地被覆分類データの判別精度や分類カテゴリーの類似性などを検討しながら、作業の中間段階においても分類カテゴリーの見直しを行った。

#### ウ その他のデータの収集

本研究に必要なその他のデータとして、都市計画用途地域や地価に関するデータを収集し、それぞれをメッシュデータ化した。

### (3) メッシュデータの基本的な処理方法

#### ア 解析・評価のメッシュの大きさ

建設省国土地理院で作成された土地被覆分類データは25m区画単位で分類カテゴリーがそれぞれ割り当てられているが、本研究では、種々の解析・評価作業を250m区画単位で集約して行った。その他の土地利用関連データについても同様の区画単位で取り扱った。

250m区画単位で解析・評価を行ったことについては、以下に述べるような判断があったことによる。

1つは、一定の地域の土地被覆特性に基づいて、広域的な観点から当該地域の土地利用のあり方を探るといふ、本研究での人工衛星データの行政利用目標からみて、250m区画単位でも十分に評価に耐えうると考えられる。また、人工衛星データには、本来的にその観測方法から来る精度の限界があるほか、土地被覆判別手法自体による精度の限界もあり、これらの精度をあまり意識せずに取り扱っていくためには、土地被覆分類データの各区画を一定の大きさの区画単位で集約した方が取り扱いやすい。もちろんこの場合でも、分類データの判別精度が高ければ高い程好ましいことは言

うまでもない。更に、一定の区画単位で集約化する場合には、統計学的に意味のあるデータ群である必要もある。本研究では、その用途を100個のデータとした。したがって、25m区画単位のを250m区画単位に集約しても、一応統計学的な処理に耐えうると考えた。

#### イ データの平滑化

土地利用に関する諸データは、機械的に定められたメッシュ界の影響を取り除いて処理・加工を施す方が望ましい性質を持つデータである。そのために、本研究では、次のようなデータの平滑化を行った。

例えば、いま着目しているメッシュの値を $X(i, j)$ とし、そのまわりのデータを使って平滑化したデータの値を $\bar{X}(i, j)$ とすれば、

$$\bar{X}(i, j) = \frac{1}{5} \{ X(i, j) + X(i-1, j) + X(i+1, j) + X(i, j-1) + X(i, j+1) \}$$

#### ウ メッシュ間の距離の算出

任意の2メッシュ間の距離を算出する必要がある場合には、次の方法によった。

Xメッシュの座標を $(X_i, X_j)$ とし、Yメッシュのそれを $(Y_i, Y_j)$ とすると、X, Yメッシュ間の距離は一般に

$$dx_{xy}^{(n)} = \{ (X_i - Y_i)^n + (X_j - Y_j)^n \}^{1/n}$$

で表わされる。

本研究では、 $n=1$ の場合(マンハッタンディスタンス)<sup>2)</sup>、すなわち2メッシュ間を移動する場合には、メッシュ辺に沿った移動距離をとった。

#### (4) 解析・評価結果の地図上への表示

解析・評価結果を地図上に表示する場合には、5万分の1・地形図をベースマップとして、250m区画単位で行った。

### 2・3 土地被覆の多様性によるメッシュの特徴づけ

#### (1) 多様性の概念と数学的モデル

都市における土地利用がその整合性からみて好ましい状態にあるか否かを判断するには、都市内の各地域において、土地利用の実態が互いに環境上の影響を及ぼし合うという視点からみた場合に、どの程度単純な用途に供されているか、あるいはどの程度複雑な利用実態にあるかを把握する必要がある。

そこで本研究では、まず第一の試みとして、土地被覆の複雑さの程度を計量的に表わす指標として、次に述べるような「土地被覆の多様度」の概念を設定した。

いま、土地被覆分類Uがn個のカテゴリーからなるとして、これを次のように表わす。

$$U = \{U_1, U_2, U_3, \dots, U_n\}$$

次に、各土地被覆分類カテゴリーの250m区画内における構成比をPとする。

$$P = \{P(U_1), P(U_2), P(U_3), \dots, P(U_n)\} \\ = \{P_1, P_2, P_3, \dots, P_n\}$$

以上から、土地被覆の多様度をHとし、Uという分類における多様度H(U)を次のように定義した。

$$H(U) = f(P_1, P_2, P_3, \dots, P_n)$$

このような概念規定に最も適合する尺度として、生態学で用いられている種多様性の概念とその数学的モデルがある。数学的モデルとしては、McIntosh, Simpson, Hurlbert, Shannon, Whittaker など、さまざまな多様度関数が知られているが、本研究では、このうち“all-purpose expression”と評価されている Shannon関数（又はShannon-Weaver関数）<sup>3)</sup>を応用することとし、次式で土地被覆の多様度を表わした。

$$\text{多様度: } H' = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i$$

ただし、 $P_i$  : 分類カテゴリー*i*の構成比  
 $n$  : 分類カテゴリー数

多様度は土地被覆の複雑さの度合を示すものであって、必ずしも環境上の影響の大きさを示すものではないが、土地利用の実態を把握する1つの目安となる。上の式で表わした多様度は、一般的に、土地被覆分類Uのカテゴリー数が多い程増大し、また各カテゴリーの構成比( $P_i$ )が均等であればある程大きくなる。つまり、カテゴリー数*n*を一定とすると、 $P_i = 1/n$ の時、最大となる。このように、土地被覆が複雑化すればする程、多様度は高くなることになる。

#### (2) 多様度指数 (多様度の規準化)

多様度は、土地被覆分類のカテゴリー数及び構成比の関数であるから、メッシュレベルによって影響を受ける。そこで、この影響を除くために、次のような規準化を行い、多様度指数とした。

$$\text{多様度指数: } V = H' / H'_{\max}$$

ただし、 $H'_{\max}$  : 理論上の最大値

この多様度指数を用いてメッシュの特徴づけを行い、その結果を土地被覆多様度分布図としてまとめることを試みた。

#### 2・4 土地被覆類型区分によるメッシュの特徴づけ

適正な土地利用を図っていく場合に、土地被覆の多様性とは別に、人間活動と自然環境とのかかわりの程度とその特性に着目することも重要である。

そこでまず、都市のそれぞれの地域における土地被

覆の態様に着目し、次の3つの環境区分概念を設定した。

- 人工系環境：高密度市街地など、主として都市的な土地被覆がみられる環境
- 半自然系環境：水田、畑など、主として農業的な土地被覆がみられる環境
- 自然系環境：杉林、広葉樹林、寺社林など、主として森林的な土地被覆がみられ、自然性の高い環境

次に、この環境区分と先の土地被覆多様度とを計量的に組み合わせて、10項目のカテゴリーからなる「土地被覆類型区分」を設定し、これを用いて「土地被覆類型区分図」を試作した。

10項目のカテゴリーの概念は、次のように設定した。

U1 : 都市的な土地被覆に特化した地域

R1 : 農業的な土地被覆に特化した地域

F1 : 森林的な土地被覆に特化した地域

U2 : 都市的な土地被覆を主とするが、多少の農業的又は森林的な土地被覆が混在する地域

UR : 都市的な土地被覆と農業的なそれとが同程度混在し、これに多少の森林的な土地被覆が混在する地域

R2 : 農業的な土地被覆を主とするが、多少の都市的又は森林的な土地被覆が混在する地域

RF : 農業的な土地被覆と森林的なそれとが同程度混在し、これに多少の都市的な土地被覆が混在する地域

F2 : 森林的な土地被覆を主とするが、多少の都市的又は農業的な土地被覆が混在する地域

FU : 都市的な土地被覆と森林的なそれとが同程度混在し、これに多少の農業的な土地被覆が混在する地域

M : 都市的、農業的、森林的な土地被覆がそれぞれ同程度混在している地域

#### 2・5 土地利用目的からみて好ましくない土地被覆の組み合わせとその混在度によるメッシュの特徴づけ

土地利用間の相互適応性を評価するための主たる尺度として、“土地利用目的からみて好ましくない土地被覆の組み合わせとその混在度”、“自然性からみて好ましくない土地被覆の組み合わせとその出現度”を設定した。このうち、前者について、土地利用選好度に関する住民意識等を基に、その具体化作業を実施した。

##### (1) 土地利用選好度に関する住民意識の調査

土地利用目的からみて好ましくない土地被覆の組み

合わせや、土地利用間の相互影響を評価する規範的な基準を設定する基礎資料を得るために、住民意識調査を実施した。(住民意識調査票、および調査結果については、本号に〔資料〕「土地利用選好度に関する住民意識調査結果」として別途記載した。)

次に、アンケート調査の集計・解析結果を用いて、下に掲げたいくつかの手法について検討を行い、それらの結果を住・工混在状況図、住・工混在影響度評価図などとしてまとめることを試みた。

- ・ 住宅地と隣接又は混在していると好ましくない土地被覆を土地被覆分類データから抽出し、その出現度でメッシュを特徴づける手法
- ・ 土地利用間の相互適応性を判断する尺度の設定とその基準化のための計量的な手法(例えば、住・工混在の影響係数の算出や住・工混在影響度指数の算出のための数学的モデル)

(2) 住・工混在度、住・工混在影響度の数学的モデル

住民意識調査から得られた、土地利用目的からみて好ましくない土地利用の組み合わせのうち、住宅地—工場をケーススタディの対象として、その混在度や混在影響度を解析・評価する手法を検討した。

まず、住・工混在度は、土地被覆分類データから250mメッシュ単位で求めた住宅地構成比と工場構成比を用いて、次式により算出することとした。

$$\text{住・工混在度} : M = P_j \times (P_i + P_j) \quad 0 \leq M \leq 1.0$$

ただし、 $P_i$  : 住宅地構成比

$P_j$  : 工場構成比

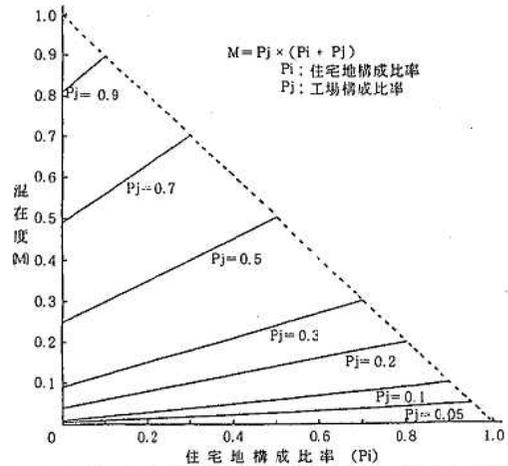
ここでの住宅地は、土地被覆分類カテゴリーのうち高密、中密、低密市街地をとった。この数学的モデルを図で表わせれば、図2に示したようになる。

また住・工混在影響度は、次式により算出することとした。

$$\text{住・工混在影響度} : MI = M_{(0,0)} \cdot R_{(0,0)} + \sum_m \sum_n M_{(m,n)} \cdot R_{(m,n)}$$

ただし、 $M$  : 住・工混在度で、 $M_{(0,0)}$ は当該メッシュの、 $M_{(m,n)}$ は当該メッシュに影響を及ぼす周辺メッシュの住・工混在度

$R$  : 住民意識から求める影響係数で、 $R_{(0,0)}$ は当該メッシュの、 $R_{(m,n)}$ は当該メッシュに影響を及ぼす周辺メッシュの影響係数。 $0 \leq R \leq 1.0$



注) 住宅地: 高密市街地, 中密市街地および低密市街地  
図2 住・工混在度に関する数学的モデルのあてはめ

(3) 住・工混在影響度指数(混在影響度の規準化)

各メッシュごとに算出された混在影響度は、本来的に相対的なものであるから、メッシュ間の比較や地理的分布をよりわかりやすいものにするために、全メッシュの中の最大値で規準化することとした。

$$\text{住・工混在影響度指数} : MIP = MI / MI_{max}$$

表1 二次土地被覆分類カテゴリー

分類カテゴリー	分類カテゴリー	分類カテゴリー
高密市街地	グ	ミ 林
中密市街地	荒	地
低密市街地	竹	林
工場	ニ セ ア カ シ ア	林
コンクリート建造物	杉	林
温室	黒	松 林
鉄製建造物	赤	松 林
トタン屋根建造物	ハ	イ 松 林
大きな道路, 駐車場	ブ	ナ 林
鉄道	ア オ モ リ ト ド	松 林
水田	ダ ケ カ	ン バ 林
畑	広	葉 樹 林
果樹園	針	葉 樹 林
ハウス園芸地	混交林	(寺社林等をふくむ)
裸地	伐	採 跡 地
砂地	崩	壊 地
砂れき地	海	域
ゴルフ場, 草地, 芝地	海	域 以 外 の 水 域
公園緑地		

### 3 研究 成果

#### 3・1 実施に当たって前提とした条件に関する成果

##### (1) 土地被覆分類データの収集

###### ア 土地被覆分類カテゴリー

まず、第一次の分類カテゴリーとして、48項目を設定し（表2）、建設省国土地理院で土地

被覆分類データを試作してもらった。次に、この試作された土地被覆分類データの判別精度を大まかに点検するとともに、名カテゴリー間の形態等にもみられる類似性を検討し、表1に示したような37項目からなる第二次の分類カテゴリーを設定した。

###### イ グランドトルースデータ

表 2 グランドトルースデータの収集状況

分類カテゴリー	カ所数	分類カテゴリー	カ所数
高密度市街地	22	ゴルフ場	2
中密度市街地	24	公園緑地	11
低密度市街地	11	グミ林地	1
一般住宅地	6	草地	15
工場	22	芝地	3
コンクリート建造物	7	荒地	9
中・高層コンクリート建造物	29	貯木場	3
その他建造物	6	寺社	4
大きな道路(4車線以上)	11	ニセアカシア	5
高速道路	2	杉植林	6
鉄道	2	杉林地	※
駐車場	5	黒松林地	5
防波堤	3	赤松林地	7
水田	16	ハイマツ	※
客土水田	3	ブナ	※
麦畑	2	アオモリトド	※
その他の畑地	12	ダケカンバ	※
果樹園	9	その他の広葉樹	10
ハウス果樹園	2	その他の針葉樹	2
竹林	7	混交林	14
グラウンド(運動場)	11	伐採跡	4
造成地	3	崩壊	※
砂地	2	海域	1
砂れき	3	海域以外の水域	11

※：第1期におけるものを使用

表 3 収集した土地被覆分類データの概要

	ランドサットの データ撮影の日	使用バンド数	トレーニングデータの エリアあつかい方	分類カテゴリー ※ 類数
分類図 I	1984.10.1	7	カテゴリー別	33
分類図 II	1984.8.14	7	トレーニングエリア別	35
分類図 III	1984.8.14	7	カテゴリー別	35
分類図 IV	1984.8.14	6	トレーニングエリア別	35

※：対象地域において出現したカテゴリー数



の多くが伐採跡地に、草地の一部や樹林地の一部が果樹園として判別されている。また市街地以外の地域で荒地が多く出現しているほか、工場、裸地、公園緑地などが現状と比較して多く出現している。分類Ⅳでは草地の一部や樹林地の一部が果樹園として判別されているのが目立つ。

(2) その他のデータの収集

メッシュデータ化することによって得られた都市計画用途地域区分図を写真2に、地価分布図を写真3にそれぞれ示した。

3・2 土地被覆多様度分布図の試作

土地被覆分類Ⅰ(1984年10月1日)から多様度指数を用いて試作した土地被覆多様度分布図を写真4に示した。

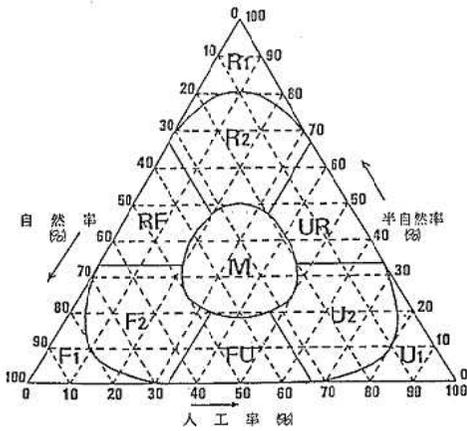
多様度指数は便宜的に5段階に区分して表示したが、指数が相対的に高いところは、土地被覆の種類が多く、またその出現率にもあまり差がみられないところであり、指数が相対的に低いところは、特定の土地被覆が優占的に出現しているところである。

3・3 土地被覆類型区分図の試作

土地被覆多様度指数と、人工系—半自然系—自然系環境を評価軸として得られた環境区分とを組み合わせ、表4に示した10項目のカテゴリーからなる土地被覆類

表 4 土地被覆類型区分の基準

分級の 類 型	略 式 名 称	特 性	多様度 指 数 (V)	3 軸のとりうる範囲(%)		
				人工率(X)	半自然率(Y)	自然率(Z)
U <sub>1</sub>	高密都市地区	都市的な土地被覆に特化した地域	$V \leq 0.58$	$66 < X$		
R <sub>1</sub>	純農村農地	農業的な土地被覆に特化した地域	$V \leq 0.58$		$66 < Y$	
F <sub>1</sub>	森林地区	森林的な土地被覆に特化した地域	$V \leq 0.58$			$66 < Z$
U <sub>2</sub>	低密都市地区	都市的な土地被覆を主とするが、多少の農業的な土地被覆又は、森林的な土地被覆が混在する地域	$0.58 < V \leq 0.95$		$Y \leq 33$	$Z \leq 33$
UR	近郊農村地区	都市的な土地被覆と農業的な土地被覆が同程度混在し、これに多少の森林的な土地被覆が混在する地域	$V \leq 0.95$	$34 \leq X$	$34 \leq Y$	
R <sub>2</sub>	農村地区	農業的な土地被覆を主とするが、多少の都市的な土地被覆又は、農業的な土地被覆が混在する地域	$0.58 < V \leq 0.95$	$X \leq 33$		$Z \leq 33$
RF	農山村地区	農業的な土地被覆と森林的な土地被覆が同程度混在し、これに多少の都市的な土地被覆が混在する地域	$V \leq 0.95$		$34 \leq Y$	$34 \leq Z$
F <sub>2</sub>	山村地区	森林的な土地被覆を主とするが、多少の都市的な土地被覆又は、農業的な土地被覆が混在する地域	$0.58 < V \leq 0.95$	$X \leq 33$	$Y \leq 33$	
FU	森林都市地区	都市的な土地被覆と森林的な土地被覆が同程度混在し、これに多少の農業的な土地被覆が混在する地域	$V \leq 0.95$	$34 \leq X$		$34 \leq Z$
M	田園都市地区	都市的な土地被覆、農業的な土地被覆及び森林的な土地被覆それぞれ同程度に混在する地域	$0.95 < V$			



注：人工，半自然，自然の3つを軸として三角図を作成。まず，多様度曲線2線で3ランクに分割。1つは3軸の33.3%を始点，および終点とする曲線（多様度指数：0.579）であり，他の1つは三角図内の50%ラインに内接する曲線（多様度指数：0.946）である。それに3軸の33.3%ライン分割を加えてU<sub>1</sub>～Mの計10ランクに分類。

図3 土地被覆類型区分の領域を示す三角分級図

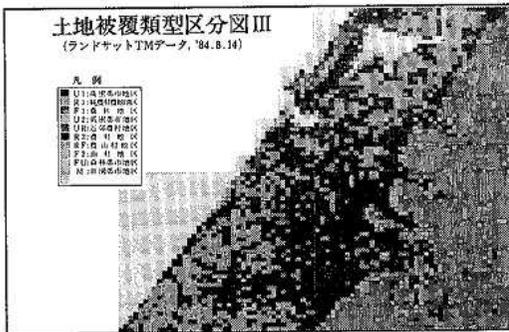


写真5

型区分とその区分基準を設定した。またそれぞれの区分の領域を図3に三角分級図として示した。

この類型区分基準に基づいて，土地被覆分類図Ⅳから試作した土地被覆類型区分図を写真5に示した。この場合に，人工系環境，半自然系環境，自然系環境のそれぞれに割り当てた土地被覆分類カテゴリー（表1）は表5に示したとおりである。

ここで得られた区分図は，空中写真や住宅明細図，その他の土地利用関連資料を参考として現況と対比してみると，この地域における人間の諸活動と自然環境

表5 土地被覆分類カテゴリーの，人工系，半自然系及び自然系環境へのあてはめ

人工系環境項目	
高密市街地	
中密市街地	
低密市街地	
工場	
コンクリート建造物	
温室	
鉄製建造物	
トタン屋根建造物	
大きな道路（4車線以上），駐車場	
鉄道	
半自然系環境項目	
水田	
畑地	
果樹園	
ハウス園芸地	
裸地	
砂地	
砂れき地	
ゴルフ場，草地，芝地	
公園緑地	
グミ林	
自然系環境項目	
荒地	
竹林	
ニセアカシア林	
杉林	
黒松林	
赤松林	
ハイ松林	
ブナ林	
アオモリトド松林	
ダケカンバ林	
広葉樹林	
針葉樹林	
混交林（屋敷林，寺社林をふくむ）	
伐採跡地	
崩壊地	
海域	
海域以外の水域	

\*：「雲」および「未判別」は半自然系環境項目とした。

表 6 市街化区域・市街化調整区域別にみた土地被覆類型区分の出現率

(単位:%)

	都市的土地被覆系				農地的土地被覆系				森林的土地被覆系				M	合計				
	U1	U2	UR	小計	R1	R2	RF	小計	F1	F2	FU	小計						
都市計画区域	市街化区域				29.8	13.3	29.4	72.5	7.0	10.5	2.2	19.7	1.3	1.5	0.7	3.5	4.3	100.0
					( 91.0)	( 82.9)	( 71.1)	( 80.4)	( 12.5)	( 29.5)	( 10.4)	( 17.5)	( 2.1)	( 15.9)	( 66.7)	( 4.8)	( 50.0)	( 35.2)
都市計画区域	市街化調整区域				1.9	1.8	7.6	11.3	29.3	14.4	9.1	52.8	28.7	4.2	0.2	33.1	2.8	100.0
					( 9.0)	( 17.1)	( 28.8)	( 19.5)	( 81.4)	( 63.0)	( 68.8)	( 73.2)	( 72.3)	( 68.3)	( 33.3)	( 71.2)	( 47.8)	( 54.9)
都市計画区域外		0.0	0.0	0.2	0.2	12.3	9.5	15.3	37.1	56.5	5.3	0.0	61.8	0.9			100.0	
		( 0.0)	( 0.0)	( 0.1)	( 0.1)	( 6.1)	( 7.5)	( 20.8)	( 9.3)	( 25.6)	( 15.8)	( 0.0)	( 24.0)	( 2.2)			( 9.9)	
合 計		(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)			(100.0)	
		[ 11.5]	[ 5.6]	[ 14.6]	[ 31.7]	[ 19.8]	[ 12.6]	[ 7.3]	[ 39.7]	[ 21.8]	[ 3.3]	[ 0.3]	[ 25.4]	[ 3.2]			[ 100.0]	

市街化区域：すでに市街地を形成している区域  
 及びおおむね10年以内に優先的かつ計画的に市街化を図るべき区域  
 市街化調整区域：市街化を抑制すべき区域

とのかかわりの特性をかなり精度良く表現していると言える。

更に、この区分図と前出の都市計画用途地域区分図(写真2)とを照らし合わせて、市街化区域・市街化調整区域別に、各類型区分の出現率をみると、表6に示したようになった。ここに示したようなデータが時系列的に蓄積され、それをを用いて、都市化の進展という視点から、土地被覆類型区分間の遷移パターンが明らかにされれば、都市における合理的な土地利用の配分等に関する将来見通しの手がかりを得ることができる。次にTMデータから得られた土地被覆類型区分図の精度とMSSデータによるそれとを比較する意

味で、写真6にMSSデータによるものを示した。TMデータによるものには、MSSデータによるものよりも土地被覆類型区分の出現パターンがモザイク状に現況と良く合って表現されており、TMデータとMSSデータの地上解像力の差やそれらのデータを用いて作成された土地被覆分類図自体の判別精度の差が明らかに示されていると言える。

3・4 住・工混在影響度評価図の試作

(1) 住宅地にとって好ましくない土地利用用途の分析  
 住民意識調査結果から、住宅地にとって好ましくない土地利用用途を分析し、それを選好度指数及び選好度指数評価ランクで表わすと表7のようになった。

(2) 住・工混在影響係数(R)の算出

住宅地にとって好ましくない土地利用用途のうち、「大きな工場」と「小さな工場」をまとめて「工場」とし、これを例として、好ましさの否定的な選好度の度数分布を、住民からの望ましくない距離別に図4に示した。

住・工混在影響係数(R)は、図4の度数分布における累積比率を用いて、次式により算出することとした。

A法 影響係数(R<sub>a</sub>) = 1.0 - 累積比率  
 (近距離から累積)

B法 影響係数(R<sub>b</sub>) = 累積比率  
 (遠距離から累積)

上の式によって算出した、工場及びその他の土地利



写真6

(全図縮尺、見出しスケール: 200m)

表 7 住宅地にとって好ましくない土地利用用途とその選好度指数

対象人員 785~848人

	選好度指数			選好度指数の 評価ランク
	(+)	(-)	計(S)	
大きな工場	0.1	1.6	-1.5	-2
小さな工場	0.1	1.2	-1.1	-1
中・高層建造物	0.1	0.9	-0.8	-1
大きな道路	0.5	0.6	-0.1	0
鉄道	0.4	0.8	-0.4	0
娯楽施設	0.1	1.3	-1.2	-2
飲食店	0.3	0.6	-0.3	0
危険施設	0.1	1.1	-1.0	-1
山林や防風林など	0.3	0.4	-0.1	0
水田	0.3	0.6	-0.3	0
畑地	0.3	0.5	-0.2	0
造成地	0.1	0.6	-0.5	-1
し尿処理場など	0.0	1.8	-1.8	-2
河川や湖沼	0.4	0.5	-0.1	0
海	0.2	0.8	-0.6	-1

選好度指数の評価ランク

選好度指数(S)	評価ランク
$-2.0 \leq S < -1.2$	-2
$-1.2 \leq S < -0.4$	-1
$-0.4 \leq S < 0.4$	0
$0.4 \leq S < 1.2$	+1
$1.2 \leq S < 2.0$	+2

用途に関する影響係数の値を表8に示した。

(3) 住・工混在状況図の試作

住宅地構成比(土地被覆分類カテゴリーのうち、高密度、中密、低密市街地)と工場構成比との組み合わせを用いて、土地被覆分類図Ⅳから試作した住・工混在状況図を図5に示した。

ここでの住宅地構成比と工場構成比との組み合わせは、表9のように設定した。区分Ⅰ、Ⅱは、工場構成比が相対的に低く、工場の混在があまり意識されないような領域であり、逆に、区分Ⅳ、Ⅴは、工場構成比が相対的に高く、工場の混在が意識されやすい領域であると考えられる。

(4) 住・工混在影響度評価図の試作

住・工混在影響度指数を用いて、土地被覆分類図Ⅳから試作した住・工混在影響度評価図を写真7及び写

注) 選好度指数: 「好ましい」を+2, 「やや好ましい」を+1, 「どちらでもない」を±0, 「やや好ましくない」を-1, 「好ましくない」を-2として、その平均値を求め規準化したもの。

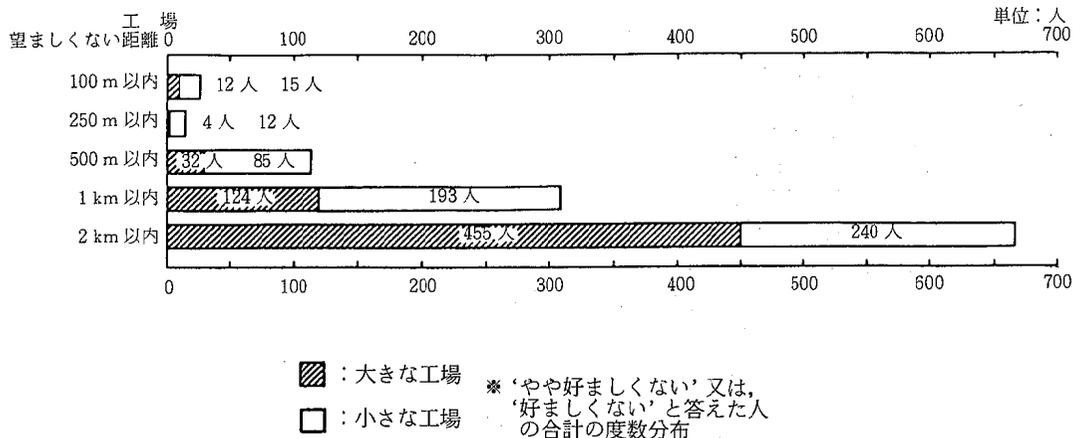


図 4 距離別にみた「工場」の選好度合

表 8 住・工混在等の影響係数 (R) の値

望ましくない距離 (対応メッシュ)	工場 ※		中・高層 建築物		娯楽施設		危険施設		造成地		し尿処理場		海	
	(Ra)	(Rb)	(Ra)	(Rb)	(Ra)	(Rb)	(Ra)	(Rb)	(Ra)	(Rb)	(Ra)	(Rb)	(Ra)	(Rb)
100 m以内 (当該メッシュ)	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
250 m以内 (1隣接メッシュ以内)	1.0	1.0	0.8	0.9	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
500 m以内 (2隣接メッシュ以内)	0.9	1.0	0.6	0.8	0.9	1.0	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1 km以内 (4隣接メッシュ以内)	0.6	0.9	0.3	0.6	0.6	0.9	0.5	0.8	0.6	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0
2 km以内 (8隣接メッシュ以内)	0.1	0.6	0.1	0.3	0.1	0.6	0.1	0.5	0.1	0.6	0.1	0.9	0.1	0.9

※：工場に関する影響係数は、図5から下表のように算出した。他の土地利用用途についても同様である。

望ましくない距離	A 法			B 法		
	累積人数	累積比率	影響係数 (Ra)	累積人数	累積比率	影響係数 (Rb)
100 m以内	27	0.02	1.0	1,172	1.00	1.0
250 m以内	43	0.04	1.0	1,145	0.98	1.0
500 m以内	160	0.14	0.9	1,129	0.96	1.0
1 km以内	477	0.41	0.6	1,012	0.86	0.9
2 km以内	1,172	1.00	0.1	695	0.58	0.6

A法 影響係数 (Ra) = 1.0 - 累積比率 (近距離から累積)  
 B法 影響係数 (Rb) = 累積比率 (遠距離から累積)

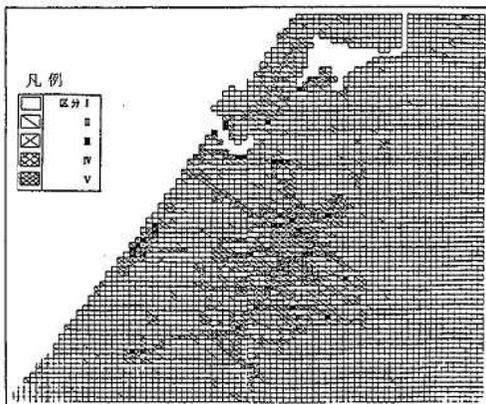


図 5 住・工混在状況図

表 9 住・工混在の区分基準

住宅地 工場	0~30%	30~50%	50~70%	70~100%
0~5%	I	I	I	I
5~10%	I	II	II	II
10~20%	II	III	III	III
20~30%	III	IV	IV	—
30~100%	V	V	—	—

によるもの (Ra) を用いた場合の結果であり、写真8の評価図Ⅲの方はB法によるもの (Rb) を用いた場合の結果である。

混在影響度指数は便宜的に5段階区分して示したが、この指数が相対的に高い地域ほど、住宅地と工場という土地利用用途間において、何らかの環境上の影響が

真8にそれぞれ示した。

写真7の評価図Ⅱは住・工混在影響係数としてA法

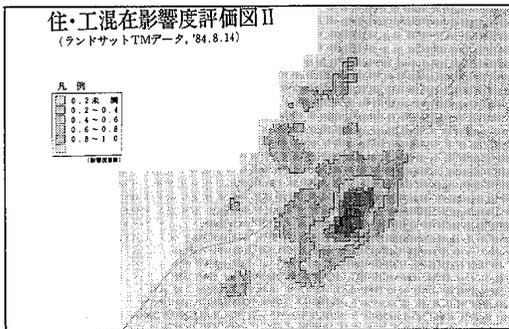


写真7

(会沢地域、50mメッシュ、250m)

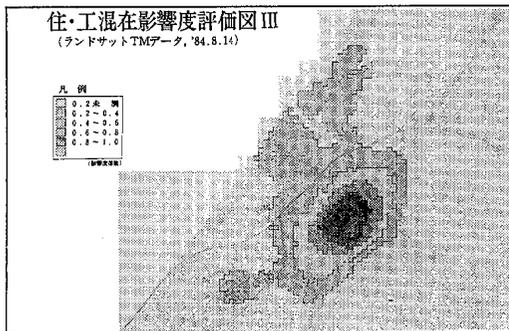


写真8

(会沢地域、50mメッシュ、250m)

意識されやすい地域であり、また土地利用用途間の相互適応性が低い地域であると言える。ただ、土地被覆分類データで判別された工場は規模の比較的大きなものが多いので、今後、小さな規模の工場をも含めた実態を背景とした住民意識データを用いて、それぞれの指数区分の地理的広がり等を検証しておく必要がある。

#### 4 ま と め

第Ⅱ期(昭和59年度～60年度)の初年度は、2つの研究項目のうち主に地域開発・保全基礎図作成手法の検討を実施し、次に述べるような成果を得た。

(1) ランドサット5号のTMデータから作成された、MSSデータによるものよりも判別精度の高い土地被覆分類図を建設省国土地理院から収集した。

(2) 土地被覆の複雑さの程度を計量的に表わす指標として「多様度」の概念とその数学的モデルを設定することによって、土地被覆分類データから「土地被覆

多様度分布図」を試作した。

(3) 土地被覆多様度と、人工系—半自然系—自然系環境を評価軸とした環境類型とを計量的に組み合わせ、人間活動と自然環境とのかかわりの程度とその特性を10項目からなる土地被覆類型区分として設定することによって、「土地被覆類型区分図」を試作した。

(4) 土地利用選好度に関する住民意識調査を実施することによって、土地利用間の相互適応性を計量的に解析・評価できる基礎資料を得た。

(5) 住民意識調査の結果と土地被覆分類データを用いて、住・工混在度や住・工混在影響度を計量的に把握する数学的モデルを設定することによって、「住・工混在影響度評価図」を試作した。

またこれらの成果が得られた過程において、次に述べるような問題点と課題が明らかになった。

- 土地被覆分類データについては、山の陰の部分の土地被覆の判別精度を更に高める必要がある。そのための1つの方法として、同一の土地被覆について、陰の部分と日当りの部分のグランドトゥースデータを収集し、これを利用することを検討する必要がある。
- 土地被覆分類カテゴリーについては、土地被覆分類データの判別精度やその利用目的などを勘案しながら、分類カテゴリーの統合化、あるいは細分化を行っていくなど、フィードバック作業が必要である。
- 住・工混在影響度評価図については、評価の基礎となっている数学的モデルの中の影響係数(R)の意味づけを明確にするとともに、その値の妥当性を検証する必要がある。そのためには、評価図上の影響度指数が相対的に高いゾーン内とそれ以外のゾーン内の住民を対象にして、検証のための意識調査等を行う必要がある。

#### 文 献

- 1) 田嶋隆俊, 吉田 弘, 平 哲宣: 石川衛公害研年報, 21, 51-93 (1984)
- 2) 国土庁計画・調整局編: メッシュデータの利用方法と事例研究, p19, 大蔵省印刷局, 東京 (1978)
- 3) 田畑貞寿, 井手久登, 興水 肇, 田代順孝: 緑と居住環境, p7-9, 古今書院, 東京 (1984)

〔報 文〕

## 都市の生活環境に係る快適概念の提起 (第2報)

— 有識者の意識に基づく、快適概念モデル構築の試み —

石川県衛生公害研究所情報室 田嶋 隆俊・平 哲宣\*

\* 現 石川県衛生公害研究所環境部監視担当

## 1 はじめに

都市の生活環境にかかわる「快適さ(アメニティ)」の概念モデルを構築するために、即報<sup>1)</sup>では、アメニティ概念の母国とも言われるイギリスの都市計画制度を通して、また、我が国でのこれまでのアメニティに関する諸議論をレビューして、「快適さ」の概念を帰納的に推察すると同時に、我が国の都市計画制度における地区計画、再開発基本方針の2つの制度の意義をアメニティの観点から考察した。

このことによって、我々は、「環境の快適さとは何か」について幾つかの仮説を立てることができた。その仮説とは、①「環境の快適さ」は安全、衛生、利便といった条件に加えて、ゆとり、美しさ、うるおい、やすらぎ、歴史的な連続、創造といったような諸条件をも含めた包括的な概念であり、「環境の質」にかかわる非選択的な条件から選択的な条件までが多次元的、多重的な構造になっている複合的な概念であること、②これらの諸条件それぞれに対する“重み”は固定的なものではなく、社会経済の変化に対応して変わりうるものであり、また、これらの条件の中には、特に社会的選好の影響を受けやすいものが多いこと、③「環境の快適さ」は、環境の主体である住民と生活環境との作用-反作用を前提として成り立つものであり、常に“人間-環境系”の中でとらえるべき概念であること、などである。

また、「環境の快適さ」は「環境の質」、「生活の質」

に関して住民が共有している認識あるいは価値観であり、それが故に定義しにくいものであること、更に、「環境の快適さ」を分かりやすく、客観的に証明するためには、それを構成する諸要素が個々人の主観に依存し、測定が困難な部分が多いことから、主観量の計測手法や客観化手法を準備しておく必要があること、などが明らかとなった。

最近になって、様々なキャッチフレーズの下に、行政あるいは住民が主体となり「快適な環境づくり」が全国的に推進されている<sup>2)</sup>。その多くの事例をみても、今日なお、「環境の快適さとは具体的に何か」について必ずしも明確ではないし、その意味するところについても共通の理解が成立しているとは言えない状況である。

「環境の快適さ」を一言で言えば、「生活環境の物的な側面、心理的・情緒的な側面、歴史的・文化的な側面等々を含めた、住み良さ」と言えようが、この「住み良さ」を構成する具体的な条件・視点、素材、あるいはその維持・増進に当たって配慮すべき側面等を明らかにしておく必要があると考えられる。と同時に、「環境の快適さ」を構成する具体的な条件・視点、素材の中で、まず「基本的に重要な要素は何か」(基本的重要条件)、次に「その要素があれば快適さは上がり、なければ下がるものは何か」(重要な条件)、「その要素があっても快適さはそれ程上らないが、なければ下がるものは何か」(やや重要な条件)、「その要素があれば快適さは上がるが、なくてもあまり下

Institution of the Concept of Amenity Concerning with Living Environment in Cities. 2. A Trial Concerning with Construction of an Amenity-Concept Model Based on the Intellectuals' Consciousness. by Takatoshi TAJIMA and Tetunori HIRA (Department of Information, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

表 1 快適概念に関する意識調査票

〔金沢の魅力・反魅力について〕

問1 快適環境についてお考えいただく前に、まず、「金沢」の良さ・魅力や悪さ・反魅力は、どのようなところにあると思われますか。

(1) 「金沢」の良さ・魅力(次の項目から、5つ選んで下さい)

- 1 災害が少ない
- 2 治安や風紀の状態が良い
- 3 医療施設が多く病気のとき安心である
- 4 公害が少ない
- 5 気候が良い
- 6 通勤・通学や買物など日常生活の便が良い
- 7 交通が便利
- 8 自然との触れあいに恵まれている
- 9 ゆとりがあり落ちついている
- 10 歴史的伝統的環境に恵まれている
- 11 文化の恩恵を受ける機会が多い
- 12 物価が比較的安い
- 13 人情が厚い
- 14 人間関係がわずらわしくない
- 15 公園・道路・下水道などの都市施設が整っている
- 16 地場産業がある
- 17 いろいろな情報が手に入りやすい
- 18 教育上便利で、良い教育が受けられる
- 19 物が豊富で、豊かな消費生活ができる
- 20 いろいろな仕事や職場に恵まれている

(2) 「金沢」の悪さ・反魅力(次の項目から、5つ選んで下さい)

- 1 災害が多い
- 2 治安や風紀の状態が悪い
- 3 医療施設が少なく病気のとき不安である
- 4 公害が多い
- 5 気候が悪い
- 6 通勤・通学や買物など日常生活の便が悪い
- 7 交通が不便
- 8 自然との触れあいに恵まれていない
- 9 ゆとりがなく、せわしない
- 10 歴史的伝統的環境に恵まれていない
- 11 文化の恩恵を受ける機会が少ない
- 12 物価が比較的高い
- 13 人情が薄い
- 14 人間関係がわずらわしい
- 15 公園・道路・下水道などの都市施設が不十分である
- 16 地場産業がない
- 17 いろいろな情報が手に入りにくい
- 18 教育上不便で、良い教育が受けられない
- 19 物が豊富でなく、豊かな消費生活ができない
- 20 いろいろな仕事や職場に恵まれていない

〔快適環境の条件について〕

問2 快適環境には幾つかの視点・条件があるとされていますが、あなたが重要だと思う条件を、次にあげる項目の中から5つ選んで下さい。

- 1 自然災害や人為災害の発生のおそれなく、人間の生命に対する危険がない環境であること(安全性)
- 2 人間の生理的・肉体的健康が維持され、社会の保健衛生が確保されている環境であること(保健性)
- 3 人間の心理的・精神的健康が維持され、社会の健全さが確保されている環境であること(健全性)
- 4 人間の社会的・生活的行動に伴う公的・私的な費用負担が少なく、経済的であること(経済性)
- 5 通勤・通学や買物など人間の行動に要する時間及びエネルギーが少なく、便利であること(利便性)
- 6 物質的に豊かであること(豊富さ)
- 7 楽しく、心地よい環境であること(楽しさ)
- 8 時間的にも空間的にもゆとりや余裕があること(ゆとり)
- 9 人間関係がわずらわしくなく、プライバシーも保たれ自由があること(自由さ)
- 10 誇りづき合い、郷土愛、コミュニティ活動などがおう盛で、地域の連帯意識が高い環境であること(地域連帯性)
- 11 伝統や定住性、「……らしさ」といった歴史的連続性や安定性がある環境であること(歴史的連続性・安定性)
- 12 不公正さや不平等さがない環境であること(公正性・平等性)
- 13 周辺全体と調和がとれていて秩序が整っていること。また、美をそこめるものあるいは醜いものがない環境であること(調和秩序)
- 14 画一的であったり単調であったりということがなく、質的に豊かな環境であること(多様性)
- 15 芸術活動や文化活動、大学教育や生涯教育の受けやすさなど、人間の創造的活動をうながすような環境であること(創造性)

〔快適環境の構成素材について〕

問3 次に、快適環境を構成する具体的な素材として、あなたが重要だと思うものを、次にあげる項目の中から5つ選んでください。

- 1 空気のさわやかさ
- 2 静けさ
- 3 緑との触れあい
- 4 水辺との触れあい
- 5 町並の美しさ
- 6 歴史的建造物・文化財
- 7 のびのび歩く空間
- 8 レクリエーション施設
- 9 公害がないこと
- 10 交通の便利さ
- 11 人柄・風紀の良さ
- 12 買物の便利さ
- 13 文化の恩恵を受ける機会
- 14 住環境(日当たり、通風、広さなど)
- 15 豊かな自然
- 16 季節感
- 17 整った生活環境施設
- 18 いろいろな大衆娯楽
- 19 教育上の便利さ
- 20 情報伝達の速さ、豊かさ
- 21 災害のないこと
- 22 地域的な連帯感、町内会活動
- 23 祭り、伝統的催物
- 24 地場産業
- 25 働きぐちが多いこと

(表1のつづき)

〔快適環境の側面について〕

問4 快適環境を考える場合に、配慮すべき幾つかの側面がありますが、あなたが重要だと思われるものを、次にあげる項目の中から5つ選んでください。

- 1 人間の生存にかかわる条件を最も重要視する
- 2 地域全体の活力を高めるための配慮が必要である
- 3 致仕化できないような環境の質の低下に注目する
- 4 望ましい環境の概念や目標の前提条件を明確にする
- 5 私的空間であっても、その公共的な性格を明確にする
- 6 住民が町に愛着を持ち、積極的に環境づくりの原動力になることが必要である
- 7 自然に対し愛情を持ち、自然や他の生物群と共生していくことが最も望ましいという視点が大切である
- 8 公共の福祉を支えるものは、住民の環境に対する実意識である
- 9 「計画なきところ開発なし」との理念が必要である
- 10 都市生活のルール作りが必要である
- 11 地域の成員(住民・行政・企業・各種団体)のコンセンサスの形成を図る努力が必要である
- 12 都市は周辺農村との連携が大切である
- 13 公害対策と快適環境実現のための必要不可欠な前提条件である
- 14 シンプル・ミニマムの視点だけでなく、他地域にないプラス面を伸ばし、発展させる視点が大切である
- 15 何よりもそこに住んでいる人々の側からみた都市の魅力が必要である
- 16 人間を中心に据えた環境の質的向上が大切である
- 17 民間部門の創意工夫・活力が生かされる必要がある
- 18 諸施設の整備に当たっては、住民が十二分に利用できるように管理・運営面を含むソフトウェアが大切である
- 19 都市全体とともに、地区ごとの環境個性性と住民要求との関連性に注目する
- 20 環境づくりにかかわる行政には、実意識やデザイン意識が必要である

問5 時代の流れ、人々の考え方の違いなどから、よく「開発が健全か」、「便利な都市がよいか、空気がきれいな方がよいか」など、どちらを選ぶかについて比較される問題が生じることがあります。

次のような場合、あなたはどうらを選ばれますか(A欄とB欄とをくらべて、あなたのお気持ちに近い番号を○で囲んでください)。

	①	②	③	④	
A 欄	A の 方 が よ い	ほど A の 方 が よ い	ほど B の 方 が よ い	B の 方 が よ い	B 欄

① いろんな面で生活の不便さはあっても、空気がきれいで静かな方がいい  
 ② 多少空気が悪くても、雨かについて便利な都会の方がよい

② 収入が多少減っても、自由にすごせる気ままな時間(余暇)が増えた方がいい  
 ③ 労働時間は多少長くても収入が増えた方がいい

③ 地域開発も必要だが、美しい自然や文化財はかけがえのないものだから、開発より自然の保護・保存を優先させるべきだ  
 ④ 自然の保護も大切だが、生活の便利性、経済の豊かさ、地域全体の息気を高めるためには、道路や港湾をつくったり、住宅用地、工業用地を造成したりする開発もすすめるべきだ

④ 少しでも公害が発生するのは困るから、工場は誘致しない方がいい  
 ⑤ 地域の発展や住民の所得を増やすためには、最小限の程度の公害であれば、工場は誘致した方がいい

〔環境行政の基本的方向について〕

問6 環境の快適さを維持し、更に、その向上を図っていく場合に、今後の環境行政の基本的方向としてあなたが適切だと思うものを、次にあげる項目の中から5つ選んでください。

- 1 環境づくり施策には、環境の快適さを増進するという明確な意志を加味する
- 2 地域すべての成員との適切な合意形成システムを確立する
- 3 環境づくりに対する住民や民間の創意・工夫を支援する
- 4 環境影響評価制度を確立する
- 5 都市の中の自然の保全と活用を積極的に図る
- 6 土地利用に対する公共的コントロールを強化する
- 7 公的サービスの供給に当たっては適正な受益者負担を適用する
- 8 良質な公共空間を先行的に確保していく
- 9 地元大学・シンクタンク・一般の学識経験者との機能的な協力体制を確立する
- 10 歴史的伝統的遺産を街づくりに積極的に生かしていく
- 11 自律的な都市生活のルールを確立するためのソフト面からの取組みを行う
- 12 人間味を感じられる生き生きとした街づくりを行う
- 13 地区レベルでのきめ細かな土地利用計画を策定する
- 14 環境経営という広い立場から、その都市にふさわしいビジョンを提案する
- 15 都市を構成するあらゆる要素を段階的・面から見直し、都市の美しさの創造及び保全を図る
- 16 都市の歴史的文化的資産に対する的確な評価の体系を確立する
- 17 環境づくりの手法や情報は、住民にわかりやすいものを提供する
- 18 地域環境を総合的・体系的にチェックできるような環境管理システムを確立する
- 19 高齢化社会に対応したきめ細かな都市づくりを行う
- 20 環境教育を積極的に推進する

がらないものは何か」(あまり重要でない条件), そして「その要素があっても快適さはそれ程上がらないし, また, なくてもそれ程下がらないものは何か」(重要でない条件)を明らかにする必要がある。

我々は以上のことを念頭に置いて, 我々が立てた仮説のうち, “環境の快適さ” の概念の多次元的, 多重的構造を検証することを主たる目的として, 今回, 有識者・オピニオンリーダーを対象に「快適概念に関する意識調査」を実施した。この調査結果に基づいて, 「快適さ」(アメニティ) の概念モデルの構築を試みた。ここではその結果について報告する。

## 2 意識調査の方法

### 2.1 対象者の選定

今回の対象者としては, 石川県における80年代県勢の長期ビジョン(「80年代ビジョン」)を策定するために実施された「石川県の将来展望に関するアンケート調査」(昭和55年7月～8月実施)の対象者であった, 産業・文化・福祉・教育の4つの分野における有識者・オピニオンリーダー400人(各分野100人づつ)の中から, 金沢市在住者を各分野から40人づつ計160人を抽出したほか, これにその他の有識者として18人を加え, 合計178人を選定した。

### 2.2 調査票の設計

設計した意識調査票を表1に示した。

問1は導入質問で, 金沢の良さ・魅力, 悪さ・反魅力を問うものである。

問2は快適環境の条件とその重要度を問うもので, 掲げた諸条件は環境を特性づけ, 快適さを評価する場合の基本的な指標となりうるものである。

問3は快適環境を構成する具体的な素材とその重要度を問うもので, 掲げた素材は, 多くの素材の中から問2の条件との関連性を検討し, 整理したものである。

問4は快適環境を考える場合に配慮すべき側面とその重要度を問うものである。

問5は異なる環境の質や環境利用について二者択一を問うものである。

問6は環境の快適さを維持・増進していく場合の, 環境行政の今後の基本的方向とその重要度を問うものである。

### 2.3 回答方式

調査票には回答用紙を別に用意した。質問のうち問5を除いて, 各質問で掲げた項目から5項目を順位を付けて選択してもらった方式をとった。

### 2.4 実施時期と実施方法

昭和58年1月～2月に郵送調査法で行った。

## 3 集計・解析の方法

問5を除いて, 各質問とも選択された項目とその順位について, 第1順位項目に5点, 第2順位項目に4点, 以下同様にして, 第5順位項目に1点の仮得点を与え, これらを各項目の選択度数(回答数)に乗じるといった加重得点方式で集計した。

## 4 結果と考察

### 4.1 アンケートの有効回答率

アンケート対象者178人のうち回答者数は112人で, 無効回答はなく, 有効回答率は全体で62.9%であった。

分野別の有効回答率は, 産業部門51.4%, 文化部門48.6%, 教育部門62.9%, 福祉部門68.6%, その他が81.6%であった。

### 4.2 意識調査結果

#### (1) 金沢の魅力、反魅力(問1)

金沢の良さ・魅力, 悪さ・反魅力に関する集計結果を図1に示した。

金沢の良さ・魅力として, 最高得点項目から順に5項目を列挙すると, 「災害が少ない」, 「自然との触れあいに恵まれている」, 「歴史的伝統的環境に恵まれている」, 「公害が少ない」, 「医療施設が多く病気のとき安心である」であった。

逆に, 金沢の悪さ・反魅力としての項目を同様に列挙すると, 「気候が悪い」, 「物価が比較的高い」, 「人間関係がわずらわしい」, 「公園・道路・下水道などの都市施設が不十分である」, 「交通が不便」であった。

魅力としての得点と反魅力としての得点を相互に差し引いても, 上記の項目とその順位は同じであった。また, 「通勤・通学, 買い物の便」や「文化の恩恵を受ける機会」については, 魅力としてある程度評価されている一方で, 反魅力としてもある程度評価されていた。

“金沢”は安全や衛生が確保され, 自然や歴史との触れあいに恵まれた都市という魅力を持っている反面, 冬期間の天候が生活・生産上, 物的にも心理的にも影響及ぼし, また, 伝統的環境が多い都市の側面としての人間関係のわずらわしさのほか, 物価の高さ, 生活基盤施設整備の不十分さなどが住みにくさの要因となっていることを窺い知ることができた。

#### (2) 快適環境の条件(問2)

快適環境の条件に関する集計結果を図2に示した。

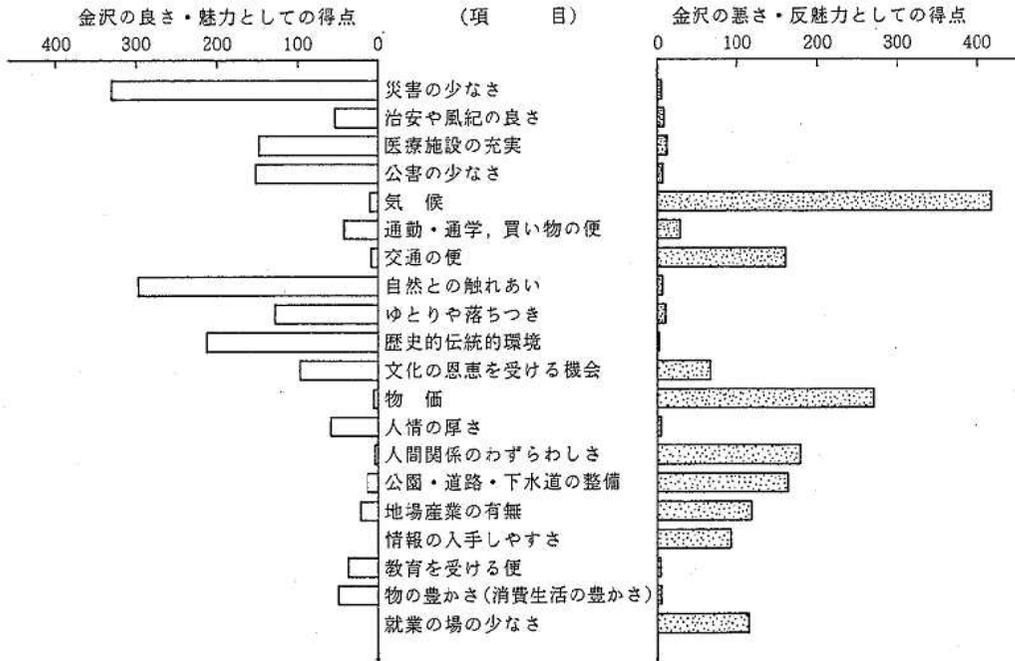


図 1 金沢の良さ・魅力 悪さ・反魅力 (問1)



図 2 快適環境の条件に関する選好度 (問2)

快適環境の条件として、最高得点項目から順に5項目を列挙すると、「自然災害や人為災害の発生のおそれなく、人間の生命に対する危険がない環境であること(安全性)」、「人間の心理的・精神的健康が維持され、社会の健全さが確保されている環境であること(健全性)」、「人間の生理的・肉体的健康が維持され、社会の保健衛生が確保されている環境であること(保健性)」、「人間の社会的・肉体的行動に伴う公的・私的な費用負担が少なく、経済的であること(経済性)」、「芸術活動や文化活動、大学教育や生涯教育の受けやすさなど、人間の創造的活動をうながすような環境であること(創造性)」であった。

逆に、最低得点項目から順に5項目を列挙すると、「画一的であったり単調であったりということがなく、質的に豊かな環境であること(多様性)」、「不公正さや不平等さがない環境であること(公正性・平等性)」、「周辺全体と調和がとれていて秩序が整っていること、また、美を損ねるものあるいは醜いものがない環境であること(調和・秩序)」、「物質的に豊かであること(豊富さ)」、「伝統や定住性、「・・・らしさ」といった

すさなど、人間の創造的活動をうながすような環境であること(創造性)」であった。

逆に、最低得点項目から順に5項目を列挙すると、「画一的であったり単調であったりということがなく、質的に豊かな環境であること(多様性)」、「不公正さや不平等さがない環境であること(公正性・平等性)」、「周辺全体と調和がとれていて秩序が整っていること、また、美を損ねるものあるいは醜いものがない環境であること(調和・秩序)」、「物質的に豊かであること(豊富さ)」、「伝統や定住性、「・・・らしさ」といった

歴史的連続性や安定性がある環境であること（歴史的連続性・安定性）」であった。

総得点の高さをみると、安全性、健全性、保健性といった、人間の生存や諸活動にとって非選択的な条件が群を抜いて高得点であり、一方、これら以外の諸条件は、得点の高さに少しずつの差がみられる程度で、その大部分が選択的な条件であることから、価値観の多様化がこれらの条件の得点やその順位に現われていると考えられる。

ここで掲げた15の条件を、仮に第1次元として人間の生存にかかわる条件（安全性、保健性、健全性）、第2次元として人間の社会的活動にかかわる条件（経済性、利便性、豊富さ、ゆとり、自由さ、地域連帯性、公正性・平等性）、第3次元として主に人間の感性にかかわる条件（楽しさ、歴史的連続性・安定性、調和・秩序、多様性、創造性）の3つに大別し、各次元ごとに平均得点を求めてみると、第1次元は303.0点、第2次元が68.4点、第3次元が58.2点となり、3つの次元間に多重構造を推察することができる。

次に、第1順位項目として選択された割合が最も大きかった「安全性」に着目して、回答者の各条件に対する選択の順位構造を示したのが図3である。また、同様にして、第4・5順位項目として選択された割合が最も大きかった「創造性」に着目して、順位構造を示したのが図4である。

以上のことを総括すると、環境の快適さを構成する諸条件は図5に示したように、人間の生存や諸活動にかかわる非選択的な条件群を基盤として、その上位に、人間の社会活動にかかわる条件群、そしてより選択的な、人間の主として感性にかかわる条件群が多層的、多重的に位置するといった構造を持った概念であると言える。また、より上位の条件ほど、人間の多様な価値観や要求の経時的な変化に影響されやすいことが推察される。こうした多層的、多重的な構造の中において、それぞれの次元や条件は独立的なものではなく、各次元内あるいは次元間の相互において、また、各条件相互において調和的に、補完的に、あるいは促進的に作用しているものと考えられる。

このような快適概念の構造をみると、快適環境づくりの具体化の際に、都市の特性に応じ、より付加価値の高い環境とするには、どの次元に、あるいはどの次元のいかなる条件に着目していくかが重要となる。

(3) 快適環境の構成素材 (問3)

快適環境を構成する具体的素材に関する集計結果を図6に示した。

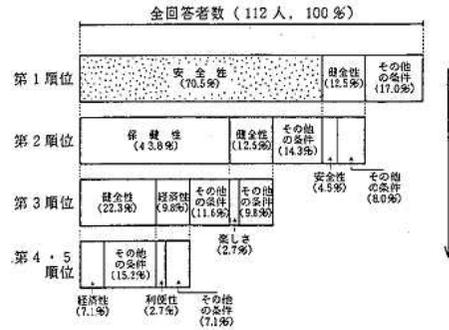


図3 第1順位の安全性に着目した場合の快適環境条件の順位構造(問2関連)

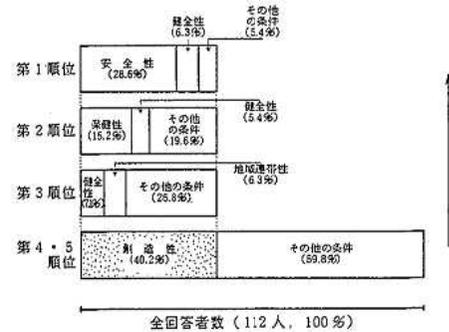


図4 第4・5順位の創造性に着目した場合の快適環境条件の順位構造(問2関連)

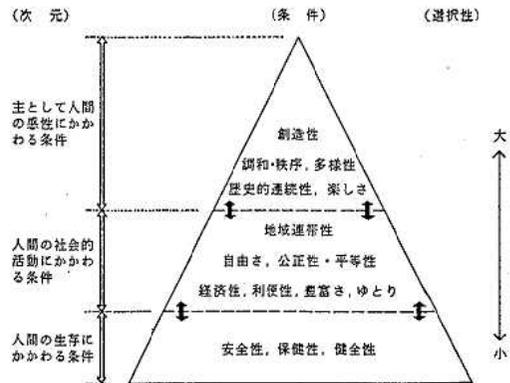


図5 快適環境の条件の多次元・多重構造(問2関連)

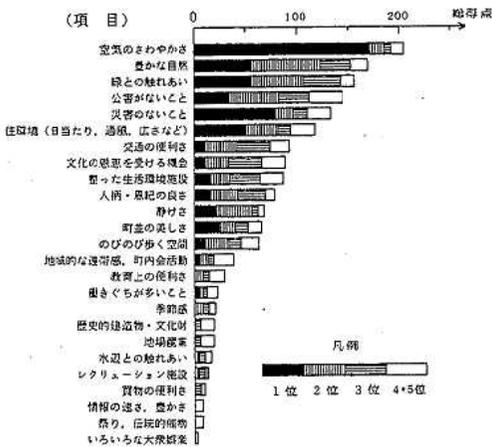


図 6 快適環境を構成する素材の選好度(問3)

構成素材として、最高得点項目から順に5項目を列挙すると、「空気のさわやかさ」、「豊かな自然」、「緑との触れあい」、「公害がないこと」、「災害がないこと」で、公害や災害がなく自然の豊かさに触れあうことのできる状況に関する素材が指摘されている。一方、得点の低かった素材は、「いろいろな大衆娯楽」、「祭り、伝統的催し物」、「情報の速さ、豊かさ」、「買物の便利さ」、「レクリエーション施設」などであった。

都市において基本的に存在しなければならない素材がより高得点で指摘されているのは当然と考えられるが、金沢という都市の規模、歴史、風土等の現状に左右されている選択の面もないではないと思われる。

(4) 快適環境の側面(問4)

快適環境を考える場合に、配慮すべき側面に関する集計結果を図7に示した。

配慮すべき側面として、最高得点項目から順に5項目を列挙すると、「人間の生存にかかわる条件を最も重要視する」、「住民が町に愛着を持ち、積極的に環境づくりの原動力になることが必要である」、「自然に対し愛情を持ち、自然や他の生物群と共生していくことが最も望ましいという視点が大切である」、「人間を中心に据えた環境の質的向上が大切である」で、「公害対策こそ快適環境実現のための必要不可欠な前提条件である」で、災害や公害のない、人間の生存のための条件を最重視し、生物の一員として他の生物群との共生を基本に、住民が主体となって、自然の豊かさを享受できる、ヒューマンスケールの環境づくりに配慮すべきことが指摘されている。

これは、金沢市が実施した「市民意識調査」(昭和57年)のなかの「金沢市の望ましい未来像」に関する集計結果<sup>3)</sup>が、第1位「災害や公害、交通事故のない安全都市」、第2位「自然と人情、町並みが調和する居住環境都市」となっていることと符合するものである。

(5) 質の異なる環境又は環境利用に関する選好度(問5)

質の異なる(あるいは対照的な)環境又は環境利用に関する選好度の集計結果を図8に示した。

まず設問(1)では、A欄の「いろんな面で生活の不便さはあっても、空気がきれいで静かななかの方がよ

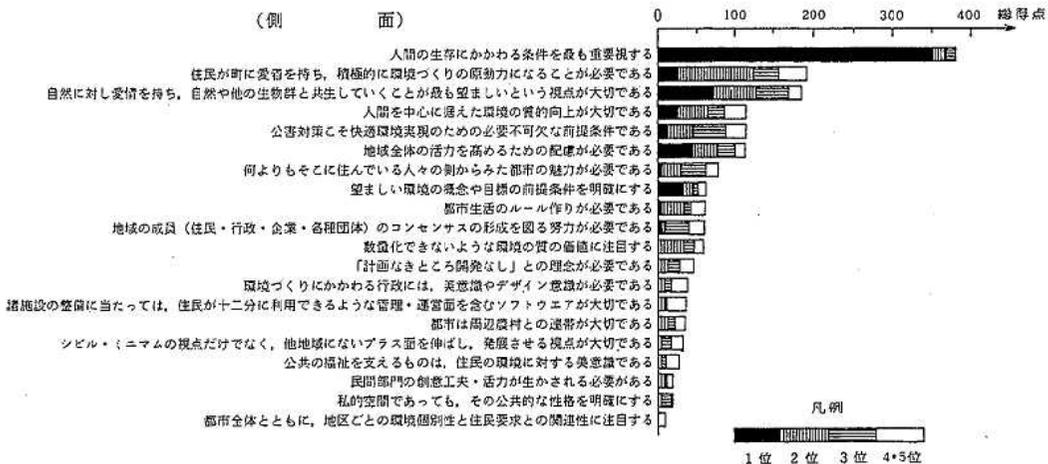


図 7 快適環境を考える場合に配慮すべき側面の選好度(問4)

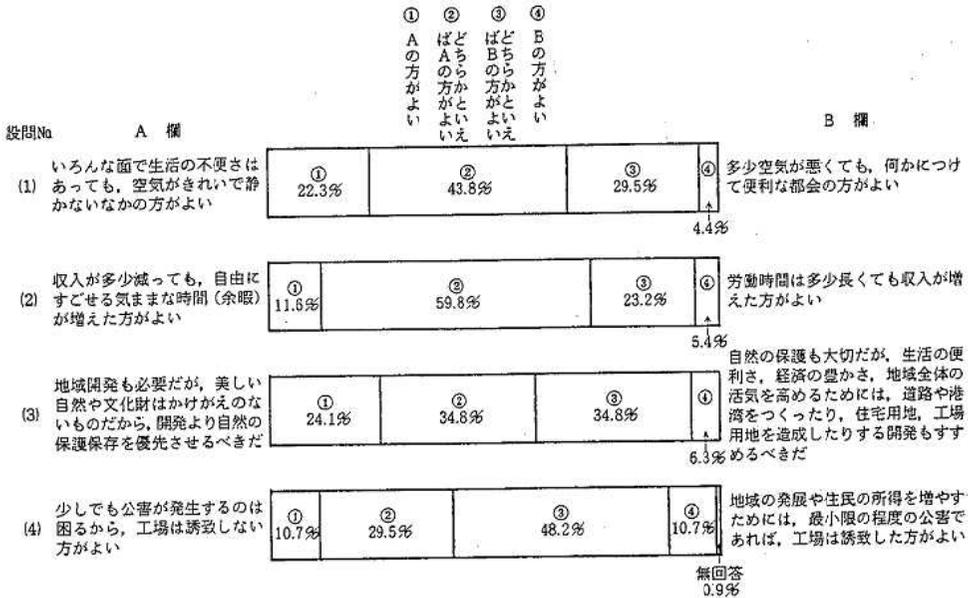


図 8 質の異なった環境又は環境利用に関する選好度 (問5)

い」の方がB欄よりも選択率が高く、66.1%であった。

設問(2)では、A欄の「収入が減っても、自由にすごせる気ままな時間(余暇)が増えた方がよい」の方がB欄よりも選択率が高く、71.4%であった。

設問(3)では、A欄の「地域開発も必要だが、美しい自然や文化財はかけがえのないものだから、開発よりも自然保護・保存を優先させるべきだ」の方がB欄よりも選択率がやや高く、58.9%であった。

設問(4)では、B欄の「地域の発展や住民の所得を増やすためには、最小限の程度の公害であれば、工場は誘致した方がよい」の方がA欄よりも選択率がやや高く、58.9%であった。

次に、各設問間のクロス集計結果を表2に示した。設問間における選択の関連性の高さを $\chi^2$ 検定した結果、設問(1)と設問(2)では1%有意で(クラマーの関連係数、0.295)、設問(1)と設問(3)では5%有意で(同、0.249)、設問(1)と設問(4)では1%有意で(同、0.321)それぞれ相関がみられた。設問(2)と設問(3)又は設問(4)とでは相関はみられなかった。また、設問(3)と設問(4)では1%有意で(同、0.421)相関がみられた。

これらの結果から、個々人をとりまく身近な環境としては、利便さや収入の大きさよりも、空氣がきれいで静かな環境と余暇のある生活を選好しており、また、地域全体としての環境の利用と保全については、自然保護・保存を求める選好と、積極的な開発を求め

る選好とが同じ割合の37.5%で(表2)、開発と保全の調和を求めていると考えられる選好が21.4%(表2)であった。また、積極的な開発を求める選択をした回答者の大部分は公害防止に配慮した上での工場誘致を求めているが、自然保護・保存を求める選択をした回答者の中でも、その36.4%の人は工場誘致を選択している。

以上を総括すれば、「公害の防止に十分配慮しながら、開発と保全の調和を求める」という選好が高いと言える。

(6) 環境行政の基本的方向(問6)

環境の快適さの維持・増進を図っていく場合に、今後求められる環境行政の基本的方向に関する集計結果を図9に示した。

基本的方向として、最高得点項目から順に5項目を列挙すれば、「都市の中の自然の保全と活用を積極的に図る」、「環境づくり施策には、環境の快適さを増進するという明確な意志を加味する」、「人間味の感じられる生き生きした街づくりを行う」、「歴史的伝統的遺産を街づくりに積極的に生かしていく」、「環境づくりに対する住民や民間の創意・工夫を支援する」であった。

全体としては、今後の環境行政の基本的方向について、「快適環境実現の行政目的を明確にすること(行政目的の明確化)、身近な自然や歴史的伝統的遺産

表 2 質の異なった環境又は環境利用の選好度に関する設問間のクロス集計表 (問 5 関連) (単位: %)

設問	設問に対する 選択率(%)	設問 (1)		設問 (2)		設問 (3)		設問 (4)		
		A	B	A	B	A	B	A	B	
設問 (1)	A	66.1			53.6	12.5	44.6	21.4	33.9	32.1
	B	33.9			17.9	16.1	14.3	19.6	6.3	26.8
設問 (2)	A	71.4	53.6	17.9			46.4	25.0	33.0	38.4
	B	28.6	12.5	16.1			12.5	16.1	7.1	20.5
設問 (3)	A	58.9	44.6	14.3	46.4	12.5			37.5*	21.4***
	B	41.1	21.4	19.6	25.0	16.1			2.7	37.5**
設問 (4)	A	40.2	33.9	6.3	33.0	7.1	37.5	2.7		
	B	58.9	32.1	26.8	38.4	20.5	21.4	37.5		

注) \* ; 自然保護を重視する選択率, \*\* ; 積極的な開発を求める選択率, \*\*\* ; 開発と保全の調和を求める選択率

設問 (1) ; A = いろんな面で生活の不便さはあっても、空気がきれいでも静かでないなかの方がよい。

B = 多少空気が悪くても、何かにつけて便利な都会の方がよい。

設問 (2) ; A = 収入が多少減っても、自由にすごせる気ままな時間(余暇)が増えた方がよい

B = 労働時間は多少長くても収入が増えた方がよい。

設問 (3) ; A = 地域開発も必要だが、美しい自然や文化財はかけがえのないものだから、開発より自然の保護・保存を優先させるべきだ。

B = 自然の保護も大切だが、生活の便利さ、経済の豊かさ、地域全体の活気を高めるためには、道路や港湾をつくったり、住宅用地、工場用地を造成したりする開発もすすめるべきだ。

設問 (4) ; A = 少しでも公害が発生するのは困るから、工場は誘致しない方がよい。

B = 地域の発展や住民の所得を増やすためには、最小限の程度の公害であれば、工場は誘致した方がよい。

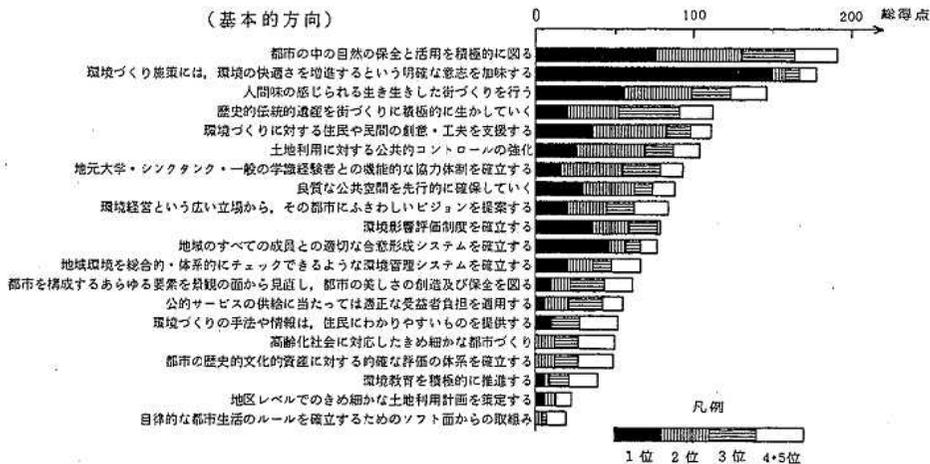


図 9 快適環境づくりのための環境行政の基本的方向に関する選好度 (問 6)

を生かすこと(自然との調和、歴史的連続性の確保)などに加えて、住民や民間の創意・工夫が生かされる仕組み(住民参加・住民との合意形成、民間活力の導入)が必要であり、これらを含めた計画づくりが必

要である」ことが指摘されていると言える。

### 5 ま と め

「環境の快適さとは具体的に何か」について必ずし

も明確にはされていないし、その意味するところについても共通の理解が成立していないことから、都市における生活環境に係る快適概念のモデルを構築するために、今回、有識者・オピニオンリーダーを対象として、快適概念に関する意識調査を実施した。

意識調査の結果には、回答者の観念的な考え方や、回答者が居住する地域の歴史、風土、生活環境等々の現況に影響されている点も窺えるが、全体としては、快適概念のモデルを構築する上での条件・視点、側面等がそれぞれの“重み”で評価されていると考えられる。この調査結果の概要を述べれば以下のとおりであった。

(1) 金沢の良さ・魅力としては、「災害が少ない」、「自然との触れあいに恵まれている」、「歴史的伝統的環境に恵まれている」、「公害が少ない」、「医療施設が多く病気のとき安心である」など、また逆に、金沢の悪さ・反魅力は、「気候が悪い」、「物価が比較的高い」、「人間関係がわずらわしい」、「公園・道路・下水道などの都市施設が不十分である」、「交通が不便」などが指摘された。

(2) 環境の快適さを構成する条件とその重みについては、「安全性」、「保健性」、「健全性」といった人間の生存にかかわる基本的な条件が最重視され、これを基盤として、その上位に「経済性」、「利便性」、「豊かさ」、「ゆとり」などの人間の社会的諸活動にかかわる条件が位置づけられ、便にその上位に「楽しさ」、「歴史的連続性」、「調和・秩序」、「多様性」、「創造性」などの人間の主として感性にかかわる、選択性の高い条件が位置づけられることが示された。

このように、快適概念は全体として、人間の生活・生産を通じて、「環境の質」や「生活の質」に関する共有的な価値を深層の土台にし、表層により根源的な、非選択的な条件から人間の感性にかかわる選択的な条件までを含んだ幅の広い、包括的な概念であると同時に、これらの諸条件が多次元的、多重的な構造を成している概念でもあることが明確になった。

(3) 快適環境の具体的な構成素材としては、「空気のさわやかさ」、「豊かな自然」、「緑との触れあい」、「公害がないこと」、「災害がないこと」などが挙げられ、主として、安全で衛生が確保され、自然の豊かさや触れあえるような環境のための素材が指摘された。

(4) 質が対照的な環境又は環境利用の二者択一に関しては、個人をとりまく身近な環境としては「利便さや収入の大きさよりも、空気がきれいで静かな環

境、余暇のある生活」の選好度が高く、地域環境の利用と保全に関しては「自然の保護を求める傾向」と「積極的な開発を求める傾向」とが同じ割合で選択され、「開発と保全の調和を求めていると考えられる傾向」はこれらよりやや低い割合で選択された。

しかし、選択の構造をより細かく分析し、それを全体としてみると、「公害の防止に十分配慮しながら、開発と保全の調和を求めている」と言える。

(5) 環境の快適さの維持・増進を図っていく場合に、今後求められる環境行政の基本的方向としては、「快適環境実現の行政目的を明確にし、自然との調和や歴史的連続性を確保することに加えて、住民の創意や工夫が生かされる仕組みが必要であり、これらを包括した計画づくりが必要である」ことが指摘された。

以上のことから、具体的な快適環境づくりに当たっては、それぞれの地域の特性に応じて、快適さを構成する諸条件のうち、どの条件に着目していくのが最も有効適切かを見極め、基本的に重要な条件を満たすと同時に、選択的な条件を含めた、より付加価値の高い環境へとその質を高めていくことが重要であると考えられる。

おわりに、本意識調査に御協力いただいた有識者・オピニオンリーダーの方々にお礼申しあげるとともに、本調査の結果の評価等について多くの御意見・御助言をいただいた下記の方々に感謝の意を表します。

岡田 晃	金沢大学医学部教授
川上 光彦	金沢大学工学部助教授
木羽 敏泰	金沢工業大学学長
里見 信生	金沢大学理学部講師
島村 昇	金沢工業大学教授
清水 忠	金沢経済同友会常任幹事
水野 一郎	金沢工業大学教授
矢ヶ崎孝雄	金沢大学教育学部教授
山岸 政雄	金沢美術工芸大学教授
山村 勝郎	金沢大学経済学部教授

(五十音順)

## 文 献

- 1) 田嶋隆俊：石川衛公害研年報，19，51-59 (1982)
- 2) 環境庁監修：快適環境へのみちしるべ，296p，有朋社，東京 (1983)
- 3) 北陸中日新聞：昭和57年10月19日付朝刊，市政週報 (金沢市広報，10月第3週)

〔報 文〕

## 都市の生活環境に係る快適概念の提起 (第3報)

— 有識者の意識に基づく、環境の量と質との相互関連性の検討 —

石川県衛生公害研究所情報室 田嶋 隆俊・平 哲宣\*

\* 現 石川県衛生公害研究所環境部監視担当

## 1 はじめに

我々はこれまでに、都市の生活環境にかかわる「快適さ (アメニティ)」の概念モデルを構築するため、まず、イギリスの都市計画制度や我が国でのアメニティに関する諸議論をレビューし、その概念の一般的考察を行い<sup>1)</sup>、次に、有識者を対象とした“快適概念に関する意識調査”を実施し、環境の「快適さ」は、人間の生存や諸活動にとって非選択的な条件から選択的な条件までを包括したものであり、またそれぞれの条件の相互間には相応な重みがあるなど、多次的、多重的な構造を有していることを明らかにした<sup>2)</sup>。

これまでに考察し、また明らかにした「快適さ」の概念の内容が、地域住民が実際のかつ具体的に環境を認識したり評価したりする場合においても、正にその通りであることを証明するためには、「快適さ」を構成する条件には個々人の主観に依存するものが多く、選択的な環境の質にかかわる部分が大きいという側面を有していることから、“場”と“時間”を共有しているという条件の下で、環境条件の構成要素に対する主観量を客観化できる手段を確立しておくことが原則的に必要である。

そこで我々は手始めに、環境事象の状況をより具体的に表わす要素を指標として、“その要素の物理的な量と環境の望ましさの程度との相互関連性”について検討するため、有識者・オピニオンリーダーを対象に“環境指標に関する意識調査”を実施し、その結果に

基づいて、環境の量と質との相互関連性を“評価関数 (価値関数)”として設定することを試みた。ここではその結果について報告する。

## 2 意識調査の方法

## 2・1 対象者の選定

意識調査の対象者としては、既報<sup>2)</sup>と同じく、石川県における80年代県勢の長期ビジョン (「80年代ビジョン」) を策定するために実施された「石川県の将来展望に関するアンケート調査」(昭和55年7月～8月実施) の対象者であった、産業・文化・福祉・教育の4つの分野における有識者・オピニオンリーダー400人 (各分野100人ずつ) の中から、金沢市在住者を各分野から40人ずつ計160人を抽出したほか、これにその他の有識者として18人を加え、合計178人を選定した。

## 2・2 調査票の設計

設計した意識調査票を表1に示した。

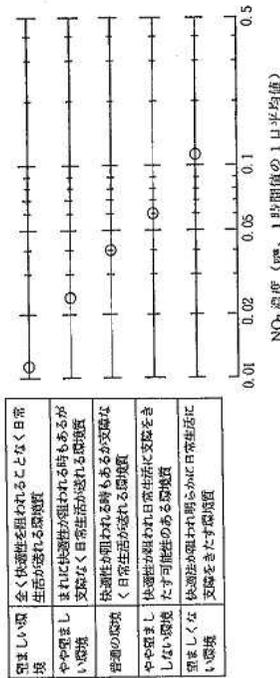
まず、環境の望ましさを5段階尺度に相対区分し、各区分の環境の質を定義づけした。調査の指標項目は緑被率、積雪深、騒音、水質 (BOD) 及び通勤時間の5項目とした。

各質問は、縦軸を5段階尺度の環境の望ましさとし、横軸を各指標項目の物理量として、例題にならって、環境の望ましさの尺度ごとに該当すると考えられる物理量の位置に○印を記入してもらうものである。この場合に、判断の参考資料として、各指標項目に関する環境基準や金沢市における環境事象の現況などを例示

Institution of the Concept of Amenity Concerning with Living Environment in Cities. 3. A Study of Correlation between Quantity and Quality in Environment Based on the Intellectuals' Consciousness. by Takatoshi TAJIMA and Tetunori HIRA (Department of Information, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

表 1 環境指標に関する意識調査票

例題 大気汚染 (NO<sub>2</sub>) — 大気汚染から見た健康な環境

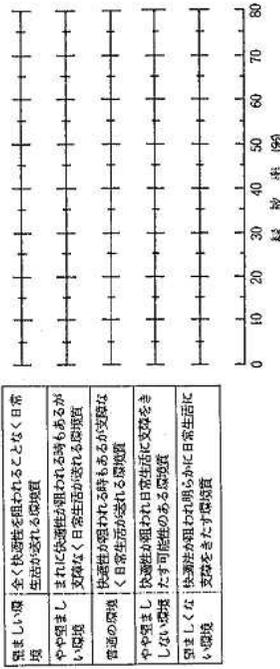


(参考資料)

○ 大気中NO<sub>2</sub>濃度とその健康被害など

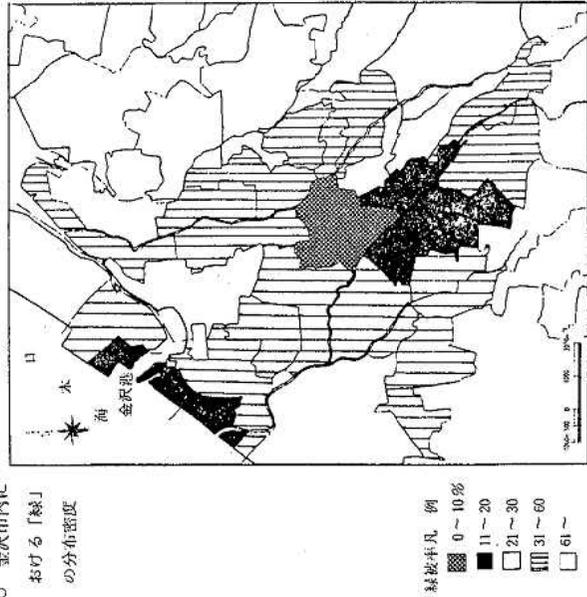
NO <sub>2</sub> 濃度(ppm)	健康被害など
0.01 ~ 0.02	清浄な高原地帯の濃度
0.02	旧環境基準値
0.02 ~ 0.06	慢性気管支炎有症率が都市近郊の田園都市並み
0.04 ~ 0.06	新環境基準値
0.06 ~ 0.1	慢性気管支炎有症率が大都市並み
0.12	人間呼吸の感知濃値
0.2 ~ 0.5	曝露時間15分程度ならば健康への影響はない

問 1 緑被率 — 緑の分布から見た快適な環境



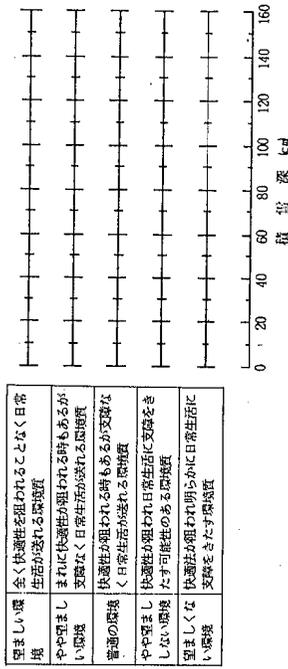
(参考資料)

○ 金沢市内における「緑」の分布密度



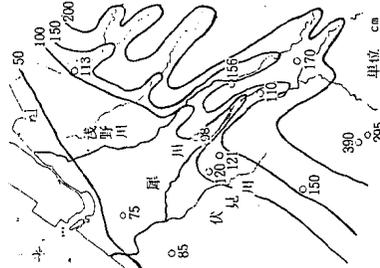
(表1のつづき)

問2 積雪深 — 積雪の深さから見た快適な環境

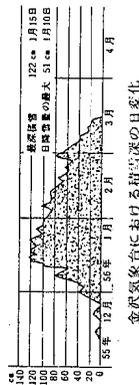


(参考資料)

○ 金沢市の積雪深とその分布

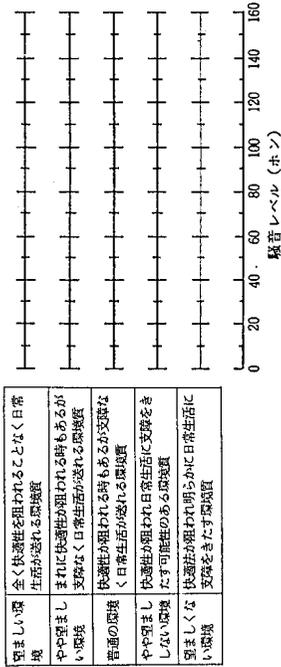


最表積雪 (56年1月18日)



金沢気象台における積雪深の日変化

問3 騒音 — 騒音レベルから見た快適な環境



(参考資料)

○ 騒音の発生源レベルとその影響

音の種類	音の大きさ (ホン)
飛行機のエンジン近く	120
自動車の警笛 (前方2m)	110
電車が通るときガード下	100
騒々しい工場の中 大戸による独唱	90
国鉄の車内	80
電話のベル 騒々しい事務所の中 静かな乗用車 普通の会話	70
静かな事務所	60
静かな事務所	50
市内の深夜・図書館	40
郊外の深夜・ささやき声	30
木の葉のふれあう音	20



表 2 環境の望ましさをの尺度区分と環境指標の物理量との関係

環境の望ましさをの尺度区分			緑被率 (%)		積雪深 (cm)		騒音 (ホン)		水質(BOD) (ppm)		通勤時間 (分)	
区分	定義	区分のレベル値*	平均値	標準偏差								
望ましい環境	全く快適性を阻まれることなく日常生活が送れる環境質	5	51.6	13.7	16.7	16.8	28.7	13.1	1.3	0.8	17.8	6.9
やや望ましい環境	まれに快適性が阻まれる時もあるが支障なく日常生活が送れる環境質	4	39.9	11.5	31.1	18.5	42.9	12.3	2.7	1.1	29.9	9.9
普通の環境	快適性が阻まれる時もあるが支障なく日常生活が送れる環境質	3	29.2	9.2	46.4	23.1	55.6	11.6	4.2	1.5	41.1	12.6
やや望ましくない環境	快適性が阻まれ日常生活に支障をきたす可能性のある環境質	2	19.5	8.5	67.4	26.9	70.1	13.0	6.2	2.0	58.0	15.6
望ましくない環境	快適性が阻まれ明らかに日常生活に支障をきたす環境質	1	10.2	9.2	92.9	34.0	86.2	16.8	8.6	2.4	78.0	21.9
環境の望ましさをの区分レベル値と指標項目の物理量との関係を直線近似させた場合の回帰式(注)			$Y = 0.10X + 0.09$		$Y = -0.05X + 5.7$		$Y = -0.07X + 7.0$		$Y = -0.55X + 5.5$		$Y = -0.07X + 6.0$	

注) Y; 環境の望ましさをの区分レベル値, X; 指標項目の物理量

\* 区分のレベル値はここでは等間隔と仮定している。

した。

### 2.3 実施時期と実施方法

昭和58年1月～2月に郵送調査法で行い、回答用紙のみを送付してもらった。

### 3 集計・解析の方法

各指標項目とも環境の望ましさをの尺度区分ごとに回答値の平均値と標準偏差を算出し、その平均値を用いて評価関数を求めた。

また 尺度区分間の評価値の分布を直線近似させ、回帰式を求めた。

### 4 結果と考察

#### 4.1 アンケートの有効回答率

アンケート対象者178人のうち回答者数は112人で、無効回答はなく、有効回答率は全体で62.9%であった。

分野別の有効回答率は、産業部門51.4%, 文化部門48.6%, 教育部門62.9%, 福祉部門68.6%, その他が81.6%であった。

#### 4.2 意識調査結果

各指標項目について、環境の望ましさをの尺度区分と

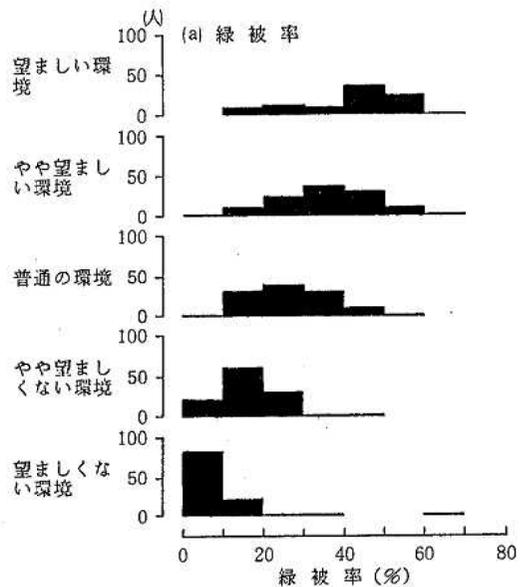
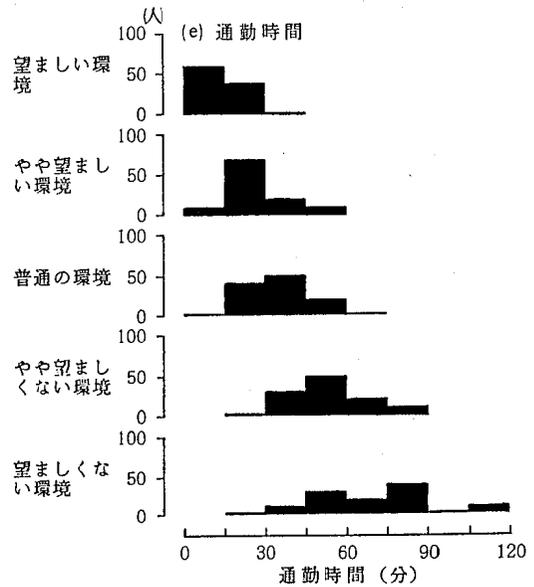
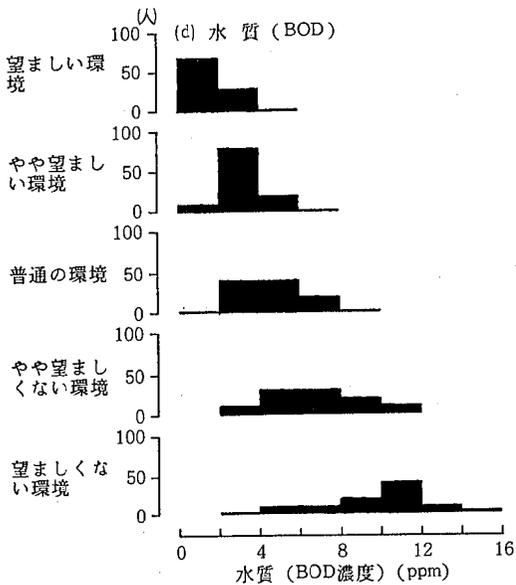
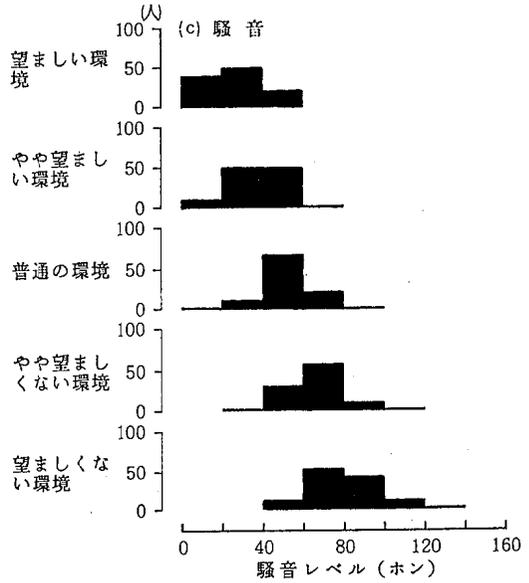
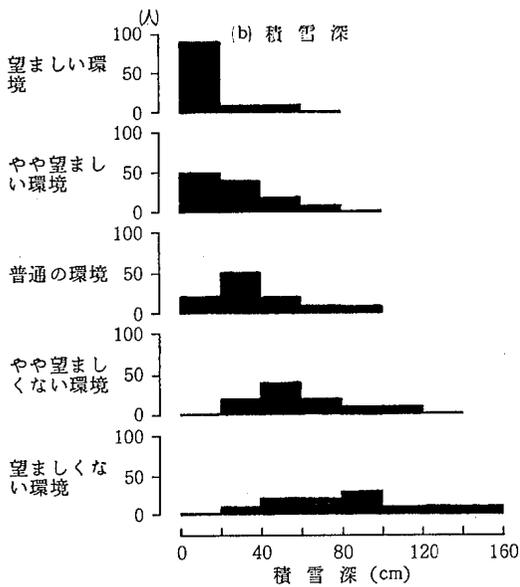


図 1 環境の望ましさをの尺度区分ごとの評価値の度数分布



(図1のつづき)

指標の評価値 (物理量) との関係が平均値とその標準偏差で表2に示した。

また、環境の望みさの尺度区分ごとの、評価値の度数分布を図1に示した。

更に、表2に示した平均値を用いて、各指標項目の

評価関数 (価値関数、環境の質と量との関係を示す関数) を図2に示した。

以下に指標項目ごとの結果を述べる。

(1) 緑被率

評価値の度数分布の分散度は、“望ましくない環境”

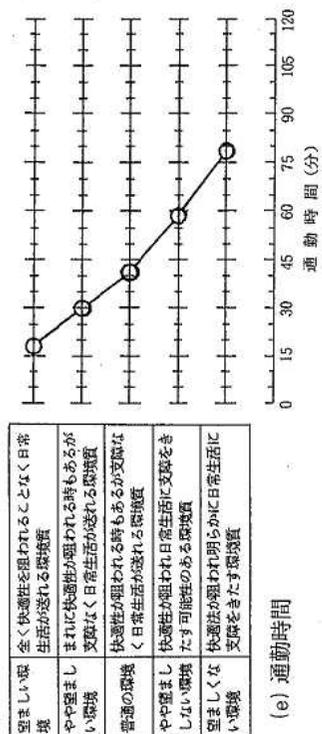
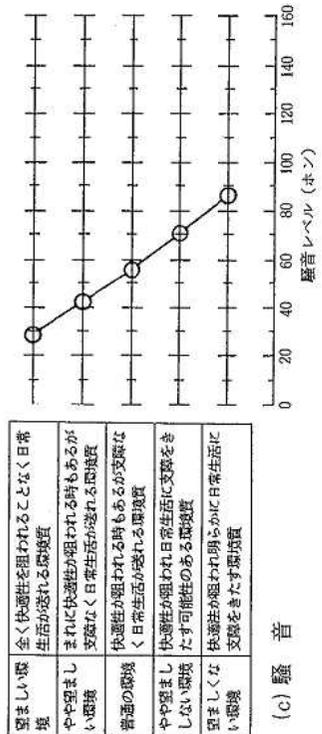
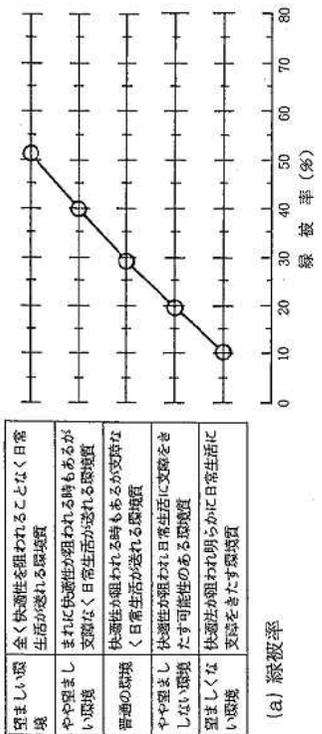
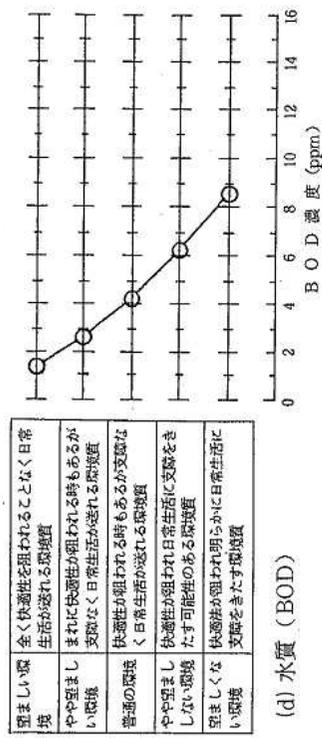
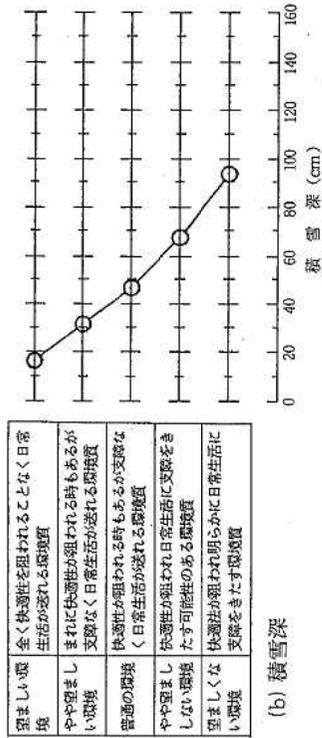


図 2 各指標項目の評価関数

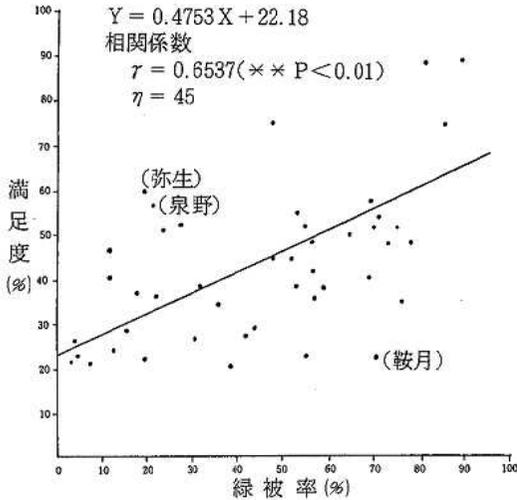
区分から“望ましい環境”区分へ移行するに従ってやや大きくなる傾向にあった。

緑被率からみた望ましい環境の質のレベル(ここでは、“やや望ましい環境”区分と“望ましい環境”区分とを合わせて、望ましい環境の質のレベルとする。以下同様)は緑被率で約40%以上であり、望ましくない環境の質のレベル(ここでは、“やや望ましくない環境”区分と“望ましくない環境”区分とを合わせて、望ましくない環境の質のレベルとする。以下同様)のそれは約20%以下であった。

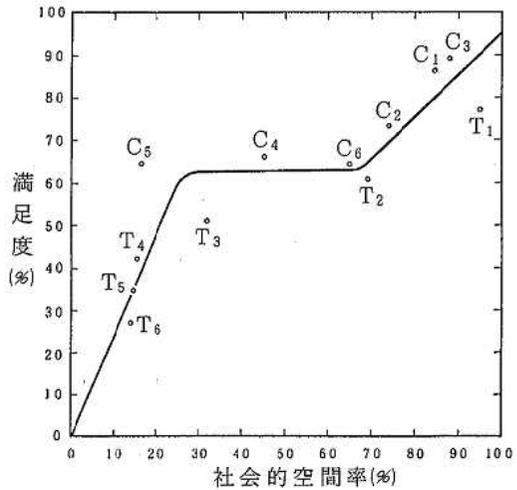
ちなみに、緑被率と住民の環境満足度との関係に関する既存データを図3に示した。一般的に、緑被率が高くなるに従って環境満足度も高くなる傾向にあり、

金沢市では、緑被率約10%では約70%以上の人々が不満であり、緑被率約60%で約半数の人々が満足する<sup>3)</sup>。千葉県では、緑被率30~70%の範囲で約60%の人々が満足し、緑被率が約30%以下になると急速に人々の不満が高まっていく傾向にある<sup>4)</sup>。宮崎県では、緑被率約10%で約50%の人々が不満で、緑被率が約30%になると約70%の人々が満足する状況にあり、このことから、宮崎県では緑の適正配置を考える場合のグリーンミニマムとして、緑被率40%前後が望ましいとしている<sup>5)</sup>。

緑被率と住民の環境満足度との関係は、それぞれの地域の緑の量と質によって差が生ずると考えられるが、図2に示した緑被率の評価関数から読みとれる、望ま

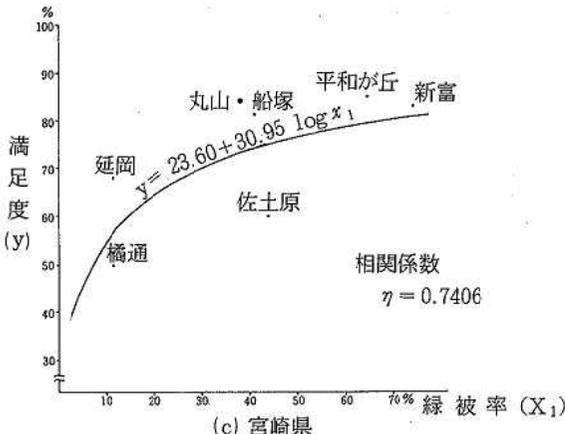


(a) 石川県(金沢市)



- (b) 千葉県 注) T<sub>1</sub>: 八王子 C<sub>1</sub>: 国吉  
 T<sub>2</sub>: 日野 C<sub>2</sub>: 荻谷  
 T<sub>3</sub>: 三鷹 C<sub>3</sub>: 杉戸  
 T<sub>4</sub>: 港 C<sub>4</sub>: 勝浦  
 T<sub>5</sub>: 江戸川 C<sub>5</sub>: 北松戸  
 T<sub>6</sub>: 中央 C<sub>6</sub>: 佐津間

注) 社会的空間率; 水田+畑+樹林地+荒地+水面+公園+グラウンド



(c) 宮崎県

図3 緑被率と住民の環境満足度との関係

しい環境の質のレベルとしての評価値は、上述の既存データからみて妥当な値になっていると言える。

### (2) 積雪深

評価値の度数分布の分散度は、“望ましい環境”区分から“望ましくない環境”区分へ移行するに従ってかなり大きくなる傾向にあった。

積雪深からみた望ましい環境の質のレベルは積雪深で約30cm以下であり、望ましくない環境の質のレベルは約70cm以上であった。

石川県は積雪地域であり、金沢市の積雪状況を平年値でみると、積雪日数95.1日のうち、積雪量20cm未満の日数の割合は63.4%、50cm未満では87.8%である<sup>3)</sup>。このことから、望ましい環境の質のレベルとしての評価値約30cm以下は、日常生活上許される値の範囲内として評価されたものと考えられる。

### (3) 騒音

評価値の度数分布の分散度は、全体として他の指標項目ほど大きくはないが、“普通の環境”区分から“望ましい環境”区分へ、及び“望ましくない環境”区分へ移行するに従ってやや大きくなる傾向にあった。

騒音からみた望ましい環境の質のレベルは、騒音レベルで約40ホン（例えば、図書館や市内の深夜の静かさ）以下であり、望ましくない環境の質のレベルは約70ホン（例えば、騒々しい事務所の中）以上であった。

この評価値を、騒音に係る環境基準のうち道路に面する地域以外の地域のA類型（主として住居の用に供される地域）の基準、昼間で50ホン以下、朝・夕で45ホン以下、夜間で40ホン以下、に照らしてみると、望ましい環境の質のレベルとしての評価値はやや厳しい値となっている。

### (4) 水質（BOD）

評価値の度数分布の分散度は、“望ましい環境”区分から“望ましくない環境”区分へ移行するに従ってかなり大きくなる傾向にあった。

水質からみた望ましい環境の質のレベルはBOD値で約3ppm以下であり、望ましくない環境の質のレベルは約6ppm以上であった。

この評価値を、河川の水質汚濁に係る環境基準のうち生活環境に係る環境基準に照らしてみると（但しBODのみ）、望ましい環境の質のレベルとしての評価値はAA～B類型（例えば、金沢市の犀川ではおよそ伏見川合流点より上流の、また、浅野川ではおよそ国鉄鉄橋（応化橋）より上流の水質）に該当し、望ましくない環境の質のレベルはD～E類型に該当する。

### (5) 通勤時間

評価値の度数分布の分散度は、“望ましい環境”区分から“望ましくない環境”区分へ移行するに従ってかなり大きくなる傾向にあった。

通勤時間からみた望ましい環境の質のレベルは通勤時間で約30分以下であり、望ましくない環境の質のレベルは約60分以上であった。

通勤時間の約30分は徒歩で約2km、バスでは約10kmの距離に該当すると考えられる。

## 5 ま と め

環境の「快適さ」の概念を地域住民の現実的な意識に照らして実証するためには、「快適さ」を構成する条件には個々人の主観に依存するものが多く、選択的な環境の質にかかわる部分が大いという側面からみて、環境条件の構成要素に対する主観量を客観化できる手段を確立しておくことが必要である。

その手始めとして、今回、有識者・オピニオンリーダーを対象に「環境指標に関する意識調査」を実施し、環境事象の状況を具体的に表わす環境要素を指標として、その量的側面と質的側面を住民の意識に基づいて計量的に関連づけ、望ましい環境の質のレベル又は望ましくない環境の質のレベルを明らかにできる手法の構築を試みた。

意識調査票に例示した参考資料の内容、形態などに適切さを欠く点もなくはなかったが、得られた結果は全体として、環境の量的側面と質的側面との関連性を計量化するための手掛かりに十分なと考えられる。この調査結果の概要を述べれば以下のとおりである。

(1) 緑被率からみた望ましい環境の質のレベルは緑被率で約40%以上であり、望ましくない環境の質のそれは約20%以下であると評価された。

(2) 積雪深からみた望ましい環境の質のレベルは積雪深で約30cm以下であり、望ましくない環境の質のそれは約70cm以上であると評価された。

(3) 騒音からみた望ましい環境の質のレベルは騒音レベルで約40ホン以下であり、望ましくない環境の質のそれは約70ホン以上であると評価された。

(4) 水質からみた望ましい環境の質のレベルはBOD値で約3ppm以下であり、望ましくない環境の質のそれは約6ppm以上であると評価された。

(5) 通勤時間でみた望ましい環境の質のレベルは通勤時間で約30分以下であり、望ましくない環境の質のそれは約60分以上であると評価された。

以上のそれぞれの評価値は、金沢市における諸環境事象の現況、あるいは環境基準などに関する諸データ

を勘案しても妥当な値であると考えられる。

おわりに、本意識調査に御協力いただいた有識者・オピニオンリーダーの方々にお礼申し上げるとともに、本調査の結果の評価等について多くの御意見・御助言をいただいた下記の方々に感謝の意を表します。

岡田 晃	金沢大学医学部教授
川上 光彦	金沢大学工学部助教授
木羽 敏泰	金沢工業大学学長
里見 信生	金沢大学理学部講師
島村 昇	金沢工業大学教授
清水 忠	金沢経済同友会常任幹事
水野 一郎	金沢工業大学教授
矢ヶ崎孝雄	金沢大学教育学部教授
山岸 政雄	金沢美術工芸大学教授

山村 勝郎 金沢大学経済学部教授  
(五十音順)

## 文 献

- 1) 田嶋隆俊：石川衛公害研年報，19，51—59（1982）
- 2) 田嶋隆俊，平 哲宣：石川衛公害研年報，22，58—67（1985）
- 3) 戸田修史郎，田嶋隆俊：石川衛公害研年報，18，65—94（1981）
- 4) 千葉県環境部：昭和54年度環境保全水準調査報告書，281p（昭和55年）
- 5) 宮崎県：みどりの基準，163p（昭和53年）
- 6) 金沢地方气象台：石川県気象年報，12p，日本気象協会北陸センター（1984）

〔報 文〕

## 都市の生活環境に係る快適概念の提起（第4報）

— 快適環境構成要素の，“住み良さ”表現に対する指標性について —

石川県衛生公害研究所情報室 酒井道則・水上依乃・竹野裕治  
英 俊彦・田嶋隆俊

## 1 はじめに

近年の経済社会情勢の変化，環境に対する県民意識の変化などを背景に，環境行政は益々複雑化，多様化してきており，従来からの公害防止対策，自然環境保全対策に加えて，より望ましい環境の質の確保を目指した諸施策を長期的視点に立って総合的，計画的に進めていく必要に迫られている。

今日，「快適な環境づくり」は，より望ましい環境の質の維持・増進を目標とした環境政策の主要な課題として，その具体化，実現化が全国的に展開されている。しかしながら，このような状況の中で，「環境の快適さとは具体的に何を意味するのか」，また，「環境の快適さをどのような内容の指標で表現し，また，評価するのか」と言った問題については明確にされていないし，方法論としても確立されたものはない。

我々は既に，有識者・オピニオンリーダーを対象とした快適概念に関する意識調査の結果，「環境の快適さ」とは，安全性，保健性，健全性と言った人間の生存にかかわる領域に加えて，利便性，物質的な豊かさ，公正・平等などの人間の社会的活動にかかわる領域，更には，ゆとりや美しさ，多様性，伝統・歴史，創造性などの人間の主として感性にかかわる領域までも含む包括的な概念であり，しかもこれらの領域が多重的構造をなしていること，また，快適さの総合的な表現や評価に当たっては主観量の客観化が必要である側面を持ち合わせていること，などを明らかにした<sup>1)</sup>。

より望ましい環境の質の確保を目標とした今日の環境行政にあつては，上述のような包括的，多次元的，かつ多重的構造を有する「環境の快適さ」を，様々な環境構成要素のうちどの要素を用いて，あるいはどの要素とどの要素を組み合わせで表現し，評価していくか，すなわち環境の質に関する物差しの確立が，今後の環境行政の戦略，シナリオづくりの上で重要な課題である。

そこで我々は，既に明らかにした快適概念構造のモデルを基本として，これを構成する様々な領域・条件について，環境の質の特性を的確に表現し，計測できる指標として，また，住民にも分かりやすい指標として具体化することを目標に，今回，それらの領域・条件の重要度，指標性等に関する住民意識調査を実施した。併せて，先の有識者の快適概念構造を一般住民の意識で確認することを行ってみた。以下に，その方法及び得られた結果について述べる。

## 2 住民意識調査の方法

## 2・1 調査地域

調査対象地域は金沢市全体とした。調査結果を国勢統計区別に集計・解析することも試みたので，この地域における国勢統計区（以下，単に「地区」とする）の地理的位置を図1に，また，各地区の人口等の概況を表1に示した。

## 2・2 調査対象者

調査対象者としては，居住区単位的生活環境の現状

Institution of the Concept of Amenity Concerning with Living Environment in Cities. 4. On the Indicatability of Amenity-Constituents for Representation of “Well-Being”. by Michinori SAKAI, Yorino MIZUKAMI, Yuji TAKENO, Toshihiko HANABUSA and Takatoshi TAJIMA (Department of Information, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)



図1 調査地域の国勢統計区位置図

と問題点を熟知していると考えられる金沢市内の全町会長を主体にし、そのほかに石川県生活環境モニター・有識者(以下、単に「有識者等」とする)220人、計1,502人を選定した。地区別対象者数は表2に示したとおりである。

2・3 意識調査票の設計

設計した調査票を表3に掲げた。

質問数は全部で8問で、問1は導入質問であり、「アメニティ」と言う言葉の見聞の経験を問うもので、この言葉の社会的な定着度を一側面から把握することを意図したものである。

問2はこの調査のメインとなる質問で、生活環境の「住み良さ」を13の領域に大別し、各領域についてこれを構成していると考えられる様々な条件の中から5項目を掲げ、その条件の指標性を問うもので、各条件の指標としての選好度、重み、順位構造などを把握することを意図したものである。ここで設定した13の領域は、先に有識者を対象として実施した快適概念に関する意識調査の結果<sup>1)</sup>に基づいて再整理したものであ

表1 地区の概況

地区項目	中央地区	東部地区	南部地区	南部近郊地区	西部地区	港周辺地区	駅西地区	北部近郊地区	北部地区	山間地区	備考
人口	33,658	70,026	60,413	60,118	44,789	47,328	21,633	35,549	25,248	18,922	昭和55年国勢調査のデータ(人数)
面積	3.5	16.5	9.9	27.1	20.3	25.1	7.0	45.9	5.2	307.6	同上(単位:km <sup>2</sup> )
人口密度	9616.6	4244.0	6102.3	2218.4	2206.4	1885.6	3090.4	774.5	4855.4	61.5	同上(1km <sup>2</sup> 当たり)
世帯数	12,137	24,443	20,645	19,395	13,450	13,540	7,383	9,744	8,603	4,927	同上(世帯)
事業所数	8,629	3,566	3,908	2,531	2,792	2,987	2,182	1,744	2,303	626	昭和56年7月1日現在

表2 地区別調査対象者数

町会長(金沢市)										全体		計
中央	東部	南部	南部近郊	西部	港周辺	駅西	北部近郊	北部	山間	町会長	有識者	
205人	202人	159人	114人	128人	106人	49人	72人	99人	148人	1,282人	220人	1,502人

表 3 住 民 意 識 調 査 票

問 1 あなたはこれまでに「アメニティ」という言葉をどこかでお聞きになったり、新聞などで見たりされたことがありますか。

- (1) ある (2) ない

問 2 さて、生活環境の「住みよさ」の内容を大きく13の領域に分類し、それぞれの領域を更に具体的に明らかにするための条件を以下に掲げてみました。あなたはどの条件がわかりやすく、適切だとお考えになりますか。各領域ごとに、該当する条件にいくつでも○印を付けてください。

- (1) 伝統や歴史性があること
  - 1 歴史的建造物、史跡、文化財などが保存されていること
  - 2 伝統的な祭や行事が継承されていること
  - 3 まわりの環境が極端に変化しないこと
  - 4 昔から親しまれた鎮守の森や、古くからの美しい街並みが残っていること
  - 5 伝統産業が保存されていること
- (2) 人間の心の健康や社会の健全さが確保されること
  - 1 プライバシーが侵害されないこと
  - 2 女の人が、夜、安心して道を歩けること
  - 3 犯罪が少なく、風紀が乱れていないこと
  - 4 イライラやストレスなど精神的緊張が少ないこと
  - 5 失業の不安がなく働けること
- (3) 物質的に豊かなこと
  - 1 幼稚園・学校・図書館などの教育文化施設が整っていること
  - 2 遊技施設、スポーツ施設などが整っていること
  - 3 さまざまな娯楽施設が整っていること
  - 4 働き口が多いこと
  - 5 商店などの数が多く、また、品物の種類・数が豊富であること
- (4) 不公正や不平等がないこと
  - 1 就業の機会が均等であること
  - 2 教育を受ける機会が均等であること
  - 3 税負担が公平であること
  - 4 行政サービスが公平に受けられること
  - 5 警察署や裁判所が信頼できること
- (5) 美しさを損ねるものがないこと
  - 1 色やデザインがまわりと調和しない建造物がないこと
  - 2 街なか、道路沿いにポスター等広告物が氾濫していないこと、また、電柱が林立していないこと
  - 3 ゴミや空カンなどが道路や空地に散乱していないこと
  - 4 住宅と工場が混在していないこと
  - 5 川や用水の水が汚れていないこと
- (6) 自然災害や人為災害の発生の恐れがなく、安全であること
  - 1 子供や老人でも車に脅かされずに道を歩けること
  - 2 危険な工場や施設に対する管理が十分であること
  - 3 地震、台風、水害、崖崩れ、火災などの災害に対する対策がしっかりしていること
  - 4 避難路や避難場所があること
  - 5 食品や薬品など商品の安全性が高いこと
- (7) あたたかさや連帯感があること

(表3のつづき)

- 1 町内の行事が盛んで、住民も積極的に参加すること
- 2 公民館・集会所などのコミュニティ施設が整っていて、利用しやすいこと
- 3 老人や障害者のための福祉サービスが行き届いていること
- 4 隣近所の人づきあいが良いこと
- 5 ひとり暮らしの老人や母子家庭の人たちなどが明るく生活できること
- (8) 自然とふれあえること
  - 1 気軽に自然を楽しむような散策路や公園があること
  - 2 水田や畑などの田園風景を近くで目にすることができること
  - 3 小鳥がさえずるような林や森が近くにあること
  - 4 生け垣や街路樹など身近かに緑が多いこと
  - 5 水遊びなどができるような水辺が近くにあること
- (9) 人間の体の健康や社会の保健衛生が確保されること
  - 1 医療体制が整っていて、診断や治療がいつでも受けられること
  - 2 ゴミなどが衛生的に処理され、また、上下水道が整備されていること
  - 3 病気の予防や健康の相談・指導が容易に受けられること
  - 4 空気や水の汚れ、悪臭などの公害がなく、また、静かな環境であること
  - 5 日あたりや風通しが良いこと
- (10) 空間的にゆとりや余裕があること
  - 1 住居が世帯人数に応じた広さであること
  - 2 子供が安心して遊べる場所が住居のまわりにあること
  - 3 庭などがあり、住居が密集していないこと
  - 4 中・高層建築物が住居のまわりに多くないこと
  - 5 狭い道路が多くないこと、また、歩道と車道が区別されていること
- (11) 便利であること
  - 1 通勤・通学、買い物などの交通の便が良いこと
  - 2 自動販売機やキャッシュサービスなど自動化が進んでいること
  - 3 道路の整備が行き届いており、また、冬期の融雪や除雪が行き届いていること
  - 4 旅行や催し物などに関する情報がいつでも得られること
  - 5 幼稚園・保育所、商店、銀行・郵便局、公園などが近くにあること
- (12) 人間の知的、創造的な活動が促されること
  - 1 技術や資格が得られる各種の学校が整っていること
  - 2 能力が生かせる働き口があること
  - 3 図書館、博物館、文化会館などの文化施設が整っていて、利用しやすいこと
  - 4 美術、音楽、演劇などを楽しむ機会が多いこと
  - 5 生涯を通じて、教養を高め、趣味を広げられる機会が多いこと
- (13) 活気や活力があること
  - 1 町内人口が減少しないこと
  - 2 若い世代の人(青壮年)が定住していること
  - 3 商店などがあり、にぎやかな場所があること
  - 4 町のなかで自由に意見交換できる場や雰囲気があること
  - 5 祭や運動会など町内の行事や趣味のサークル活動などが盛んであること

問 3 次に、「住みよさ」に関する13の領域のそれぞれについて、あなたは一般的にどの程度重要だとお考えになりますか。右側に示した重要さの程度の該当する番号に1つだけ○印を付けてください。

(表3のつづき)

	非 常 に 重 要	か な り 重 要	や や 重 要	そ れ は ほ ど 重 要 で は な い	わ か ら な い
(1) 伝統や歴史性があること .....	1	2	3	4	5
(2) 人間の心の健康や社会の健全さが確保されること .....	1	2	3	4	5
(3) 物質的に豊かなこと .....	1	2	3	4	5
(4) 不公正や不平等がないこと .....	1	2	3	4	5
(5) 美しさを損ねるものがないこと .....	1	2	3	4	5
(6) 自然災害や人為災害の発生の恐れがなく、安全であること .....	1	2	3	4	5
(7) あたたかさや連帯感があること .....	1	2	3	4	5
(8) 自然とふれあえること .....	1	2	3	4	5
(9) 人間の体の健康や社会の保健衛生が確保されること .....	1	2	3	4	5
(10) 空間的にゆとりや余裕があること .....	1	2	3	4	5
(11) 便利であること .....	1	2	3	4	5
(12) 人間の知的、創造的な活動が促されること .....	1	2	3	4	5
(13) 活気や活力があること .....	1	2	3	4	5

**問 4** ところで、あなたの町会及びその周辺的生活環境を「住みよさ」の各領域ごとに見た場合に、以前（およそ5年前）と比べて、良くなっていると思いますか、それとも悪くなっていると思いますか。各領域ごとに、該当する番号に1つだけ○印を付けてください。

- (1) 「伝統や歴史性があること」については  
 1 良くなっている      2 変わらない      3 悪くなっている      4 わからない
- (2) 「人間の心の健康や社会の健全さが確保されること」については  
 1 良くなっている      2 変わらない      3 悪くなっている      4 わからない
- (3) 「物質的に豊かなこと」については  
 1 良くなっている      2 変わらない      3 悪くなっている      4 わからない
- (4) 「不公正や不平等がないこと」については  
 1 良くなっている      2 変わらない      3 悪くなっている      4 わからない
- (5) 「美しさを損ねるものがないこと」については  
 1 良くなっている      2 変わらない      3 悪くなっている      4 わからない
- (6) 「自然災害や人為災害の発生の恐れがなく、安全であること」については  
 1 良くなっている      2 変わらない      3 悪くなっている      4 わからない
- (7) 「あたたかさや連帯感があること」については  
 1 良くなっている      2 変わらない      3 悪くなっている      4 わからない
- (8) 「自然とふれあえること」については  
 1 良くなっている      2 変わらない      3 悪くなっている      4 わからない
- (9) 「人間の体の健康や社会の保健衛生が確保されること」については  
 1 良くなっている      2 変わらない      3 悪くなっている      4 わからない
- (10) 「空間的にゆとりや余裕があること」については  
 1 良くなっている      2 変わらない      3 悪くなっている      4 わからない
- (11) 「便利であること」については  
 1 良くなっている      2 変わらない      3 悪くなっている      4 わからない
- (12) 「人間の知的、創造的な活動が促されること」については  
 1 良くなっている      2 変わらない      3 悪くなっている      4 わからない
- (13) 「活気や活力があること」については

(表3のつづき)

- 1 良くなっている      2 変わらない      3 悪くなっている      4 わからない
- 問 5** 最後に、あなたの町会及びその周辺の生活環境を全体としてみた場合に、「住みよさ」は、以前（およそ5年前）と比べて、良くなっていると思いますか、それとも悪くなっていると思いますか。該当する番号に1つだけ○印を付けてください。
- (1) 良くなっている      (2) 変わらない      (3) 悪くなっている      (4) わからない
- 問 6** あなたの年齢は、
- 1 20歳未満      2 20～29歳      3 30～39歳      4 40～49歳
- 5 50～59歳      6 60～69歳      7 70歳以上
- 問 7** あなたの性別は、
- 1 男      2 女
- 問 8** あなたの現在の職業をおきかせください（主として従事しておられる業種で結構です）。
- 1 農林漁業に従事  
（農業、林業、養鶏業、造園業、漁業、養殖業、獣医など）
- 2 鉱業に従事  
（金属鉱業・石油・天然ガス鉱業・土石採取業など）
- 3 建設業に従事  
（大工・左官工事・電気配線工事・鉄筋工事など）
- 4 製造業に従事  
（化学製品・金属・機械製品・ガラス・土石製品・食料品・繊維製品・紙・木材・木製品・ゴム製品などの製造業、出版・印刷業など）
- 5 卸売業に従事  
（総合商社、貿易商社、各種製品卸売業、各種原材料卸売業、代理商、仲立業など）
- 6 小売業に従事  
（各種商品小売業、自転車・自動車小売業、家具・什器小売業、飲食店、百貨店など）
- 7 金融・保険・不動産業に従事  
（銀行・信託業、金融業、証券業、保険業、不動産業など）
- 8 運輸・通信業に従事  
（鉄道業、運送業、通信業（郵便局を含む）、倉庫業など）
- 9 電気・ガス・水道供給業に従事  
（電力供給業、ガス供給業、熱供給業など）
- 10 サービス業  
（旅館・洗濯・理容・浴場業、娯楽業、自動車修理業、リース業、情報サービス業、清掃業、文化団体、建設設計監理業、協同組合、弁護士事務所、病院、コンサルタント業、著述家、芸術家、大学、学校、幼稚園、学術研究機関、法律・会計・設計事務所など）
- 11 公務に従事  
（国家事務、地方事務、警察・消防署など）
- 12 無職・その他

り、また、各領域の5条件は、上記の快適概念に関する意識調査のほか、国民生活選好度調査<sup>2) 3)</sup>や生活環境に関する各種の世論調査<sup>4)</sup>を参考にして網羅的な項目メニューを準備し、それらの項目間の相互関連性、

表現形式等を検討した上で、この中から最も適切と考えられる条件を取捨選択したものである。

問3は「住み良さ」を構成する13領域の重要度を問うもので、「住み良さ」を総合的に表現する場合の各

領域の重みとその順位構造を明らかにすることを意図したものである。併せて、既に明らかにしている快適概念構造のモデルの確認を行うことも意図している。

問4及び問5は、環境の良否の動向を「住み良さ」の13領域それぞれについてみた場合に、あるいは「住み良さ」を全体としてみた場合について、5年前と比較して問うもので、問2や問3の結果の背景を一側面から説明することを意図したものである。また客観的データで表現した環境の変化と住民意識との相互関連性を分析するための今後の基礎資料とすることも意図している。

問6以下の質問は、回答者の属性に関するもので、回答に偏りが無いかを後にみるためのものである。

2・4 実施時期と実施方法

昭和59年11月～12月に郵送調査法で行った。

3 意識調査の結果と考察

3・1 回収率と回答者の属性

(1) 回収率

アンケートの回収率は表4に示したとおりで、全体としては、対象者数1,502人中回答者数902人で60.1

%であった。地区別では、最高が南部近郊地区の66.7%、最低が駅西地区の51.0%で、地区間で大きな差はみられなかった。また、町会長と有識者等との間でもほとんど差がなかった。

(2) 回答者の属性

回答者の属性を表5に示したが、年齢別では50歳代が36.1%と最も多く、次いで60歳代の28.6%で、50歳以上で73.3%を占めていた。職業別ではサービス業従事者が17.3%で最も多く、次いで無職・その他の16.0%であり、鉱業従事者が0.7%で最も少なかった。なお、男女別では圧倒的に男性が多かった。年齢別や性別の属性に偏りがみられるのは選定した対象者のキャラクターからみて予測されたことであり、以下に述べる各種の集計結果にもそのような意味で偏りがあることを念頭に入れておかねばならない。

3・2 意識調査の集計・解析結果

(1) “アメニティ”の社会的定着度(問1)

“アメニティ”と言う言葉を見たり聞いたりした経験が「ある」と答えた人の割合は、全体では28.8%であった。地区別にみると、「ある」の回答割合が最も高かったのは東部地区の34.4%、次いで南部地区の

表4 アンケート回収率

町 会 長 (金 沢 市)										全 体		
中央	東 部	南 部	南 部 近 郊	西 部	港 周 辺	駅 西	北 部 近 郊	北 部	山 間	町 会 長	有 識 者	平 均
62.4%	63.9%	61.6%	66.7%	56.3%	62.3%	51.0%	52.8%	60.6%	52.7%	60.3%	58.6%	60.1%

表5 対象者の属性

	農 林 業	鉱 業	建設業	製造業	卸売業	小売業	金融・保険	運輸・通信	電気・ガス	サービス業	公務員	無職・その他	不明	合計
20歳未満	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	2
20～29歳	-	-	-	1	1	-	-	1	-	1	1	5	1	11
30～39歳	-	1	10	7	8	3	1	2	-	11	5	5	-	53
40～49歳	16	1	16	27	20	24	3	13	5	24	20	5	1	175
50～59歳	29	2	34	43	18	41	11	23	3	63	35	22	2	326
60～69歳	14	2	14	27	16	25	9	3	5	49	14	76	4	258
70歳以上	6	-	1	-	1	3	1	1	-	8	-	30	-	51
不 明	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	25	26
合 計	65	6	75	105	64	98	25	43	13	156	75	144	33	902

30.8%であり、最も低かったのは港周辺地区の14.1%で、地区間に定着度の差がみられた。また、町会長と有識者等との間では、「ある」の回答割合が前者で26.7%、後者で40.5%と明らかに差がみられた。

(2) “住み良さ”構成条件に対する指標性としての選好度(問2)

“住み良さ”の各領域ごとに提示した5つの条件に対する、環境表現の指標性としての選好度(調査地域全域についての集計結果)を表6の左欄及び図2に示した。この表及び図に掲げた選好度は、領域別の選好度で、回答者総数に対する各条件の回答者数の割合で示したものであり、また、図では選好度が50%以上の条件と50%未満の条件とを区分して示した。更に、表6の中欄には、右欄に掲げた各領域の平均選好度で各条件の選好度を基準化した値、すなわち、領域内での各条件の指標性としての相対的な重みを「領域内での指標性指数」として掲げた。この指数は、各条件を集約化、総合化して環境の質を表現する場合に用いる重み係数である。

選好度が50%以上の条件(回答者の半数以上が選好した条件)をここでは仮に指標性が相対的に高いとして、これらの条件を領域別に、また、選好度の高い順に列挙すれば以下に述べるとおりで、全体で65条件中29条件(44.6%)であった。

まず、“伝統や歴史性があること”の領域では、「歴史的建造物、史跡、文化財などが保存されていること」及び「昔から親しまれた鎮守の森や、古くからの美しい街並みが残っていること」の2条件であった。

“人の心の健康や社会の健全さが確保されること”の領域では「犯罪が少なく、風紀が乱れていないこと」の1条件で、しかもこれが飛び抜けて高い選好度であった。

“物質的に豊かなこと”の領域では「幼稚園・学校・図書館などの教育文化施設が整っていること」の1条件で、これが飛び抜けて高い選好度であった。

“不公正や不平等がないこと”の領域では「税負担が公平であること」及び「行政サービスが公平に受けられること」の2条件であった。

“美しさを損ねるものがないこと”の領域では「ゴミや空カンなどが道路や空地に散乱していないこと」、「川や用水の水が汚れていないこと」及び「街なが、道路沿いにポスター等広告物が氾濫していないこと、また、電柱が林立していないこと」の3条件であった。

“自然災害や人為災害の発生の恐れがなく、安全であること”の領域では「子供や老人でも車に脅かされ

ずに道を歩けること」及び「地震、台風、水害、崖崩れ、火災などの災害に対する対策がしっかりしていること」の2条件であった。

“あたたかさや連帯感があること”の領域では「隣近所の人づきあいが良いこと」、「町内の行事が盛んで、住民も積極的に参加すること」及び「公民館・集会所などのコミュニティ施設が整っていて、利用しやすいこと」の3条件であった。

“自然とふれあえること”の領域では「気軽に自然を楽しめるような散策路や公園があること」及び「小鳥がさえずるような林や森が近くにあること」の2条件であった。

“人間の体の健康や社会の保健衛生が確保されること”の領域では「医療体制が整っていて、診断や治療がいつでも受けられること」、「空気や水の汚れ、悪臭などの公害がなく、また、静かな環境であること」、「ゴミなどが衛生的に処理され、また、上下水道が整備されていること」及び「日あたりや風通しが良いこと」の4条件であった。

“空間的にゆとりや余裕があること”の領域では「子供が安心して遊べる場所が住居のまわりにあること」及び「庭などがあり、住居が密集していないこと」の2条件であった。

“便利であること”の領域では「通勤・通学、買い物などの交通の便が良いこと」、「道路の整備が行き届いており、また、冬期の融雪や除雪が行き届いていること」及び「幼稚園・保育所、商店、銀行・郵便局、公園などが近くにあること」の3条件であった。

“人間の知的、創造的な活動が促されること”の領域では「生涯を通じて、教養を高め、趣味を広げられる機会が多いこと」及び「図書館、博物館、文化会館などの文化施設が整っていて、利用しやすいこと」の2条件であった。

“活気や活力があること”の領域では「若い世代の人(青壮年)が定住していること」及び「祭や運動会など町内の行事や趣味のサークル活動などが盛んであること」の2条件であった。

以上の結果の中で、緑と水に恵まれた都市金沢において、“自然とふれあえること”の領域の「水遊びなどができるような水辺が近くにあること」が19.5%とかなり低い選好度であったことは、予想外であった。

次に、それぞれの領域について、地区別にみた選好度順位構造を表7に示した。各条件の選好度順位には、“人間の知的、創造的な活動が促されること”の領域にみられるように地区間のバラツキが小さい領域があ

表 6 “住み良さ”を構成する条件の選好度及び指標性指数(全域)

住みよさの領域	条 件	指標性として の選好度(%)	領域別指標性 指 数	備 考 (領域別選好度 の平均値(%))
(1) 伝統や歴史性 があること	歴史的建造物、史跡、文化財などが保存されていること	66.2	1.42	
	伝統的な祭や行事が継承されていること	47.4	1.02	
	まわりの環境が極端に変化しないこと	34.7	0.74	
	昔から親しまれた鎮守の森や、古くからの美しい街並みが残っていること	50.3	1.08	
	伝統産業が保存されていること	34.2	0.73	(46.6)
(2) 人間の心の健 康や社会の健 全さが確保さ れること	プライバシーが侵害されないこと	46.3	0.96	
	女の人が、夜、安心して道を歩けること	43.8	0.90	
	犯罪が少なく、風紀が乱れていないこと	77.3	1.60	
	イライラやストレスなど精神的緊張が少ないこと	34.6	0.71	
	失業の不安がなく働けること	39.9	0.82	(48.4)
(3) 物質的に豊か なこと	幼稚園・学校・図書館などの教育文化施設が整っていること	77.5	1.81	
	遊技施設、スポーツ施設などが整っていること	41.4	0.97	
	さまざまな娯楽施設が整っていること	12.9	0.30	
	働き口が多いこと	32.8	0.77	
	商店などの数が多く、また、品物の種類・数が豊富であること	49.3	1.15	(42.8)
(4) 不公正や不平 等がないこと	就業の機会が均等であること	31.3	0.64	
	教育を受ける機会が均等であること	38.6	0.79	
	税負担が公平であること	65.2	1.33	
	行政サービスが公平に受けられること	62.0	1.27	
	警察署や裁判所が信頼できること	47.9	0.98	(49.0)
(5) 美しさを損ね るものがない こと	色やデザインがまわりと調和しない建造物がないこと	46.8	0.86	
	街なか、道路沿いにポスター等広告物が乱雑してないこと、また、電柱が林立していないこと	51.1	0.94	
	ゴミや空き缶などが道路や空地に散乱してないこと	68.6	1.27	
	住宅と工場が混在していないこと	38.2	0.70	
	川や用水の水が汚れていないこと	66.5	1.23	(54.2)
(6) 自然災害や人 為災害の発生 の恐れがなく、 安全であるこ と	子供や老人でも車に脅かされずに道を歩けること	71.8	1.33	
	危険な工場や施設に対する管理が十分であること	49.4	0.91	
	地震、台風、水害、崖崩れ、火災などの災害に対する対策がしっかりしていること	68.3	1.26	
	避難路や避難場所があること	39.9	0.74	
	食品や薬品など商品の安全性が高いこと	40.8	0.76	(54.0)
(7) あたたかさや 連帯感がある こと	町内の行事が盛んで、住民も積極的に参加すること	55.3	1.08	
	公民館・集会所などのコミュニティ施設が揃っていて、利用しやすいこと	50.5	0.98	
	老人や障害者のための福祉サービスが行き届いていること	41.7	0.81	
	隣近所の人づきあいが良いこと	63.5	1.24	
	ひとり暮らしの老人や母子家庭の人たちなどが明るく生活できること	46.0	0.89	(51.4)
(8) 自然とふれあ えること	気軽に自然を楽しめるような散策路や公園があること	79.4	1.73	
	水田や畑などの田園風景を近くで目にする事ができること	32.3	0.70	
	小鳥がさえずるような林や森が近くにあること	53.3	1.16	
	生け垣や街路樹など身近に緑が多いこと	45.3	0.98	
	水遊びなどができるような水辺が近くにあること	19.5	0.42	(46.0)
(9) 人間の体の健 康や社会の保 健衛生が確保 されること	医療体制が整っていて、診断や治療がいつでも受けられること	66.9	1.17	
	ゴミなどが衛生的に処理され、また、上下水道が整備されていること	62.6	1.10	
	病気の予防や健康の相談・指導が容易に受けられること	38.8	0.68	
	空気や水の汚れ、悪臭などの公害がなく、また、静かな環境であること	66.2	1.16	
	日あたりや風通しが良いこと	50.3	0.88	(57.0)
(10) 空間的にゆと りや余裕があ ること	住居が世帯人数に応じた広さであること	48.5	0.93	
	子供が安心して遊べる場所が住居のまわりにあること	66.9	1.28	
	庭などがあり、住居が密集していないこと	57.8	1.10	
	中・高層建築物が住居のまわりに多くないこと	43.7	0.83	
	狭い道路が多くないこと、また、歩道と車道が区別されていること	45.3	0.86	(52.4)
(11) 便利であるこ と	通勤・通学、買い物などの交通の便が良いこと	76.5	1.58	
	自動販売機やキャッシュサービスなど自動化が進んでいること	13.6	0.28	
	道路の整備が行き届いており、また、冬期の積雪や除雪が行き届いていること	70.2	1.45	
	旅行や催し物などに關する情報がいつでも得られること	13.8	0.29	
	幼稚園・保育所、商店、銀行・郵便局、公園などが近くにあること	68.1	1.41	(48.4)
(12) 人間の知的、 創造的な活動 が促されるこ と	技術や資格が得られる各種の学校が整っていること	32.7	0.70	
	能力が生かせる働き口があること	42.9	0.92	
	図書館、博物館、文化会館などの文化施設が揃っていて、利用しやすいこと	58.0	1.25	
	芸術、音楽、演劇などを楽しむ機会が多いこと	31.3	0.67	
	生涯を通じて、教養を高め、趣味を広げられる機会が多いこと	67.2	1.45	(46.4)
(13) 活気や活力が あること	町内人口が減少しないこと	44.8	1.00	
	若い世代の人(若壮年)が定住していること	62.4	1.39	
	商店などがあり、にぎやかな場所があること	24.4	0.54	
	町なかで自由に意見交換できる場や雰囲気があること	40.2	0.90	
	祭や運動会など町内の行事や趣味のサークル活動などが盛んであること	52.4	1.17	(44.8)

注1) 選好度(%) =  $\frac{\text{各条件に対する回答者数}}{\text{回答者総数}} \times 100$       注2) 指標性指数 =  $\frac{\text{条件の選好度(%)}}{\text{領域別選好度の平均値(%)}}$



表 7 “住み良さ”を構成する条件に対する選好度の領域別，地区別順位構造

住み良さの領域	条 件	中	東	南	南	西	港	駅	北	北	山	全
		央	部	部	部	部	周	西	部	部	間	
		地	地	地	地	地	地	地	地	地	地	域
		区	区	区	区	区	区	区	区	区	区	
(1) 伝統や歴史性があること	歴史的建造物、史跡、文化財などが保存されていること	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1
	伝統的な祭や行事が継承されていること	3	3	2	3	1	2	2	3	3	3	3
	まわりの環境が極端に変化しないこと	2	4	4	4	4	5	3	4	5	4	4
	昔から親しまれた鎮守の森や、古くからの美しい街並みが残っていること	4	2	2	3	2	3	1	2	2	1	2
(2) 人間の心の健康や社会の健全さが確保されること	伝統産業が保存されていること	5	5	5	5	5	4	4	3	4	5	5
	プライバシーが侵害されないこと	2	2	2	2	5	2	3	3	3	4	2
	女の人が、夜、安心して道を歩けること	3	2	3	3	2	3	4	4	3	2	3
	犯罪が少なく、風紀が乱れていないこと	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
(3) 物質的に豊かなこと	イライラやストレスなど精神的緊張が少ないこと	4	4	5	4	3	4	5	4	4	5	5
	失業の不安がなく働けること	5	3	4	5	4	2	2	2	2	3	4
	幼稚園・学校・図書館などの教育文化施設が整っていること	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	遊技施設、スポーツ施設などが整っていること	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3
(4) 不公正や不平等がないこと	さまざまな商業施設が整っていること	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5
	働き口が多いこと	4	4	4	4	4	4	3	3	4	2	4
	商店などの数が多く、また、品物の種類・数が豊富であること	2	2	2	2	2	3	2	4	2	4	2
	就業の機会が均等であること	5	5	5	5	4	5	4	4	5	4	5
(5) 美しさを損ねるものがないこと	教育を受ける機会が均等であること	4	4	4	4	5	4	3	2	4	3	4
	税金負担が公平であること	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1
	行政サービスが公平に受けられること	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2
	警察署や裁判所が信頼できること	3	3	3	3	3	3	2	3	3	4	3
(6) 自然災害や人為災害の発生のおそれなく、安全であること	色やデザインがまわりと調和しない建造物がないこと	3	3	4	5	5	5	2	4	5	5	4
	街なか、道路沿いにポスター等広告物が氾濫していないこと、また、電柱が林立していないこと	2	4	3	3	3	4	4	3	4	3	3
	ゴミや空カンなどが道路や空地に散乱していないこと	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1
	住宅と工場が混在していないこと	4	5	5	4	4	3	3	4	3	4	5
(7) あたたかさや連帯感があること	川や用水の水が汚れていないこと	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2
	子供や老人でも車に荷かされずに道を歩けること	1	1	1	2	2	2	3	2	2	1	1
	危険な工場や施設に対する管理が十分であること	3	4	4	3	3	3	2	3	3	3	3
	地震、台風、水害、崖崩れ、火災などの災害に対する対策がしっかりしていること	2	2	2	1	1	2	1	2	1	1	2
(8) 自然とふれあえること	避難路や避難場所があること	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5
	食品や薬品など商品の安全性が高いこと	4	3	3	4	4	4	1	5	4	4	4
	市内の行事が盛んで、住民も積極的に参加すること	2	2	2	2	1	1	2	3	3	2	2
	公民館・集会所などのコミュニティ施設が整っていて、利用しやすいこと	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3
(9) 人間の体の健康や社会の保健衛生が確保されること	老人や障害者のための福祉サービスが行き届いていること	3	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5
	隣近所の人づきあいが良いこと	1	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1
	ひとり暮らしの老人や母子家庭の人たちなどが明るく生活できること	4	4	5	4	4	4	3	2	5	4	4
	気軽に自然を楽しめるような散策路や公園があること	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1
(10) 空間的にゆとりや余裕があること	水田や畑などの田園風景を近くで目にするができること	5	4	4	4	2	4	4	3	4	2	4
	小鳥がさえずるような林や森が近くにあること	2	2	2	2	3	2	2	2	2	1	2
	生け垣や街路樹など身近に緑が多いこと	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	3
	水遊びなどができるような水辺が近くにあること	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
(11) 便利であること	医療体制が整っていて、診断や治療がいつでも受けられること	1	1	1	2	2	3	1	1	1	2	1
	ゴミなどが論理的に処理され、また、上下水道が整備されていること	2	3	2	3	3	2	3	1	2	3	3
	病気の予防や健康の相談・指導が容易に受けられること	5	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5
	空気や水の汚れ、悪臭などの公害がなく、また、静かな環境であること	3	2	1	1	1	1	2	3	2	1	2
(12) 人間の知的、創造的な活動が促されること	日あたりや風通しが良いこと	4	4	3	4	4	4	3	2	3	4	4
	住居が世帯人数に応じた広さであること	4	4	2	3	4	3	3	4	5	3	3
	子供が安心して遊べる場所が住居のまわりにあること	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
	庭などがあり、住居が密集していないこと	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2
(13) 活気や活力があること	中・高層建築物が住居のまわりに多くないこと	5	3	3	5	5	5	3	3	3	5	5
	狭い道路が多くないこと、また、歩道と車道が区別されていること	3	5	4	4	3	4	4	4	4	4	4
	通勤・通学、買い物などの交通の便が良いこと	2	1	1	1	2	1	3	3	2	1	2
	自動販売機やキャッシュサービスなど自動化が進んでいること	5	4	4	3	4	4	4	5	4	5	5
(14) 活気や活力があること	道路の整備が行き届いており、また、冬期の融雪や除雪が行き届いていること	3	3	2	2	3	3	2	1	2	1	2
	旅行や離し物などに関する情報がいつでも得られること	4	5	5	4	5	5	3	4	4	4	4
	幼稚園・保育所、商店、銀行・郵便局、公園などが近くにあること	1	2	3	1	2	1	2	1	2	3	3
	技術や資格が得られる各種の学校が整っていること	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
(15) 活気や活力があること	能力が活かせる働き口があること	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
	図書館、博物館、文化会館などの文化施設が整っていて、利用しやすいこと	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2
	美術、音楽、演劇などを楽しむ機会が多いこと	5	4	4	5	4	5	3	5	5	5	5
	生涯を通じて、教養を高め、趣味を広げられる機会が多いこと	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
(16) 活気や活力があること	町内人口が減少しないこと	2	3	4	4	4	3	4	4	3	2	3
	若い世代の人(若社年)が定住していること	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1
	商店などがあり、にぎやかな場所があること	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	町のなかで自由に意見交換できる場や雰囲気があること	4	4	3	3	3	4	3	3	4	4	4
(17) 活気や活力があること	祭や運動会など町内の行事や趣味のサークル活動などが盛んであること	3	2	2	1	2	2	1	2	2	3	2

表8 領域別条件数の選択率

住み良さの領域	領域ごとの条件数の選択率					回答なし	合計
	1条件	2条件	3条件	4条件	5条件		
(1) 伝統や歴史性があること	33.6%	25.9%	16.3%	9.6%	9.8%	4.8%	100.0%
(2) 人間の心の健康や社会の健全さが確保されること	32.5	24.9	17.8	6.4	14.0	4.3	100.0
(3) 物質的に豊かなこと	37.6	27.2	15.0	7.8	6.8	5.8	100.0
(4) 不公正や不平等がないこと	33.3	23.2	15.4	6.1	16.0	6.1	100.0
(5) 美しさを損ねるものがないこと	28.3	18.4	20.2	10.9	17.8	4.4	100.0
(6) 自然災害や人為災害の発生の恐れがなく、安全であること	30.3	18.1	17.6	6.9	22.2	5.0	100.0
(7) あたたかさや連帯感があること	31.8	22.4	15.6	6.2	19.4	4.5	100.0
(8) 自然とふれあえること	35.5	24.9	16.2	7.0	11.2	5.2	100.0
(9) 人間の体の健康や社会の保健衛生が確保されること	26.2	20.3	17.0	6.5	25.7	4.3	100.0
(10) 空間的にゆとりや余裕があること	30.2	22.8	14.5	7.4	20.0	5.1	100.0
(11) 便利であること	27.9	21.0	31.7	6.4	7.8	5.2	100.0
(12) 人間の知的、創造的な活動が促されること	36.4	23.6	13.7	4.3	14.5	7.4	100.0
(13) 活気や活力があること	37.6	24.1	14.5	7.8	10.1	6.0	100.0

る一方で、“あたたかさや連帯感があること”、“人間の体の健康や社会の保健衛生が確保されること”、“便利であること”などの領域にみられるように、地区間のバラツキが大きい領域もみられ、各地区の生活環境の特性の違いが選好度の順位構造に反映しているものと考えられる。

また、各領域ごとに提示した5つの条件の中から、回答者がいくつの条件を選択したかを全域で集計した結果を表8に示した。条件数の選択率を全領域での平均値でみると、選択条件数が1つの場合が32.4%と最も高く、次いで2つの場合の22.8%、3つの場合の17.4%、5つの場合の15.0%の順で、4つの場合が7.2%で最も低かった。それぞれの選択条件数の、領域間での選択率のバラツキをみると5つの場合が最も大きく、また、“自然災害や人為災害の発生の恐れがなく、安全であること”や“人間の体の健康や社会の保健衛生が確保されること”の、人間の生存にかかわる領域においては、1つの場合に次いで5つの場合の選択率が高かった。

### (3) “住み良さ”を構成する領域の重要度(問3) ア 領域の重要度とその順位構造

“住み良さ”を構成する13領域の重要度の集計結果のうち、全域についてのものを表9に示した。重要度の尺度のうち、「非常に重要」又は「かなり重要」の尺度に回答した人のそれぞれの割合の合計を便宜的に80%以上、70%以上80%未満、60%以上70%未満、50%以上60%未満、及び50%未満の5段階に区分し、重要度の選好度からみた領域間の順位構造を概括すると以下のとおりであった。

80%以上の領域は、“自然災害や人為災害の発生の恐れがなく、安全であること”(89.8%)、“人間の心の健康や社会の健全さが確保されること”(87.8%)及び“人間の体の健康や社会の保健衛生が確保されること”(83.6%)の3領域であった。

70%以上80%未満の領域は、“不公正や不平等がないこと”(75.7%)及び“あたたかさや連帯感があること”(72.0%)の2領域であった。

60%以上70%未満の領域は、“活気や活力があるこ

と”(63.5%)であった。

50%以上60%未満の領域は、“自然とふれあえること”(59.3%)、“美しさを損ねるものがないこと”(57.8%)及び“便利であること”(53.1%)の3領域であった。

50%未満の領域は、“物質的に豊かなこと”(49.5%)、“空間的にゆとりや余裕があること”(49.3%)、“人間の知的、創造的な活動が促されること”(44.2%)及び“伝統や歴史性があること”(40.0%)の4領域であった。

そこで次に、上記の大まかな順位構造をより詳細に検討するとともに、“住み良さ”をこれら13の領域で総合的に表現する場合の各領域の相対的な重みを明らかにするために、まず、重要度の尺度の「非常に重要」に4点、「かなり重要」に3点、「やや重要」に2点、「それほど重要ではない」に1点、「わからない」に0点の仮得点を与え、これに各尺度に対する選択率を乗じて各領域の重要度を数量化した。この数量化を全域及び地区別に行い、全領域を通じた全域又は地区の

平均得点で各領域の得点を基準化して得られた値を「領域の重要度指数」とした。

全域について得られた各領域の得点を図3に、また、領域の重要度指数を表10に示した。表10には( )書きで、この重要度指数でみた全域又は各地区内の領域間の順位を併せて掲げた。

前述の各領域の重要度に対する選好度や、ここに示した重要度指数に着目して、“住み良さ”を構成する領域相互間における順位構造を総合的にみると、安全、保健、健全と言った人間の生存にかかわる、言わば非選択的な領域が最も重要度が高く、構造的には高位(ここではむしろ基盤となる位置)を占め、人間の社会的諸活動にかかわる領域がほぼ中位で、人間の主として感性にかかわる、言わばより選択的な領域が中位から低位を占め、“住み良さ”の諸領域が多重的構造をなしていることが明らかとなり、今回の調査においても、我々が既に構築した快適概念構造のモデル<sup>1)</sup>を確認する結果となった。また、領域の重要度の順位構造を地区間でみると、“物質的に豊かなこと”、“美し

表 9 “住み良さ”を構成する領域の重要度に対する選好度

住み良さの領域	重要度の尺度					合計
	非常に重要	かなり重要	やや重要	それほど重要でない	わからない	
(1)伝統や歴史性があること	12.4%	27.6%	34.8%	21.8%	3.4%	100.0%
(2)人間の心の健康や社会の健全さが確保されること	58.7	29.0	10.1	1.3	0.9	100.0
(3)物質的に豊かなこと	19.6	29.9	35.9	13.9	0.7	100.0
(4)不公正や不平等がないこと	45.5	30.2	19.5	4.0	0.7	100.0
(5)美しさを損ねるものがないこと	21.7	36.1	34.0	6.9	1.3	100.0
(6)自然災害や人為災害の発生の恐れがなく、安全であること	64.9	24.9	8.8	1.2	0.2	100.0
(7)あたたかさや連帯感があること	30.2	41.8	25.0	2.4	0.7	100.0
(8)自然とふれあえること	26.2	33.1	33.5	6.4	0.8	100.0
(9)人間の体の健康や社会の保健衛生が確保されること	49.7	33.9	14.4	1.3	0.7	100.0
(10)空間的にゆとりや余裕があること	14.4	34.9	39.5	10.0	1.2	100.0
(11)便利であること	18.6	34.5	34.9	11.4	0.6	100.0
(12)人間の知的、創造的な活動が促されること	15.6	28.6	40.5	12.8	2.5	100.0
(13)活気や活力があること	25.9	37.6	29.9	5.7	0.8	100.0

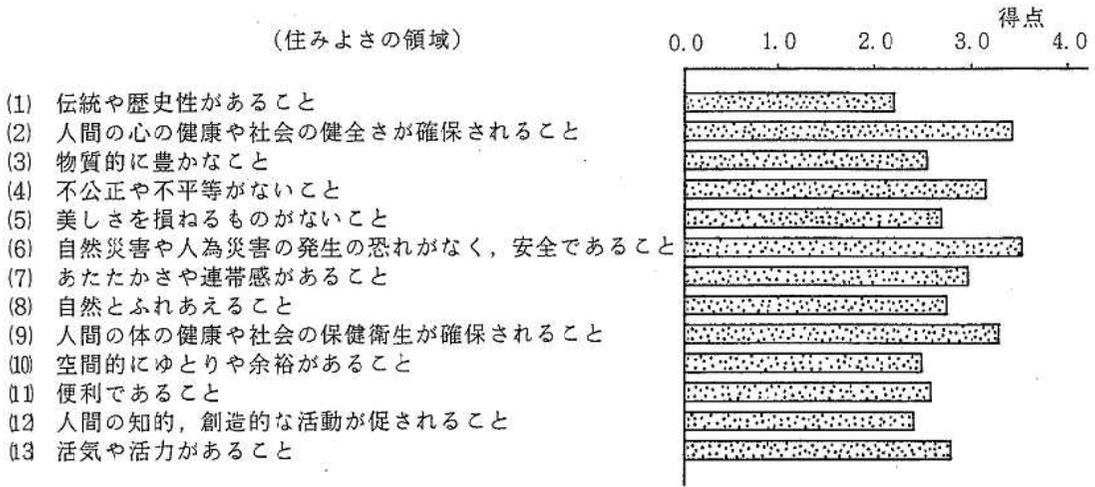


図3 “住み良さ”を構成する各領域の得点図

表10 “住み良さ”を構成する各領域の重要度指数と全域又は地区内順位構造

住みよさの領域	全域	中央地区	東部地区	南部地区	南部近郊地区	西部地区	港周辺地区	駅西地区	北部近郊地区	北部地区	山間地区
(1)伝統や歴史性があること	0.79 (13)	0.81 (13)	0.81 (13)	0.77 (13)	0.80 (13)	0.80 (13)	0.82 (13)	0.75 (12)	0.74 (13)	0.77 (13)	0.76 (13)
(2)人間の心の健康や社会の健全さが確保されること	1.21 (2)	1.19 (2)	1.21 (1)	1.21 (2)	1.22 (2)	1.22 (2)	1.18 (2)	1.32 (2)	1.21 (2)	1.22 (2)	1.12 (3)
(3)物質的に豊かなこと	0.89 (10)	0.88 (10)	0.91 (10)	0.92 (10)	0.92 (9)	0.85 (10)	0.82 (12)	0.82 (9)	0.90 (9)	0.88 (11)	1.00 (7)
(4)不公正や不平等がないこと	1.11 (4)	1.07 (4)	1.12 (4)	1.08 (4)	1.14 (4)	1.15 (4)	1.09 (4)	1.18 (4)	1.10 (5)	1.09 (4)	1.12 (4)
(5)美しさを損ねるものがないこと	0.95 (8)	0.96 (8)	0.96 (7)	0.96 (7)	0.93 (8)	0.83 (11)	0.93 (8)	1.02 (7)	0.90 (8)	0.96 (7)	0.91 (10)
(6)自然災害や人為災害の発生の恐れがなく、安全であること	1.24 (1)	1.24 (1)	1.21 (2)	1.25 (1)	1.22 (1)	1.25 (1)	1.29 (1)	1.33 (1)	1.23 (1)	1.29 (1)	1.20 (1)
(7)あたたかさや連帯感があること	1.05 (5)	1.04 (5)	1.05 (5)	1.03 (5)	1.03 (5)	1.07 (5)	1.08 (5)	1.15 (5)	1.11 (4)	1.02 (6)	1.06 (5)
(8)自然とふれあえること	0.97 (7)	0.97 (7)	0.94 (8)	1.01 (6)	0.98 (7)	0.98 (7)	1.02 (6)	1.04 (6)	0.95 (7)	0.93 (9)	0.93 (9)
(9)人間の体の健康や社会の保健衛生が確保されること	1.16 (3)	1.17 (3)	1.13 (3)	1.16 (3)	1.19 (3)	1.19 (3)	1.13 (3)	1.19 (3)	1.18 (3)	1.18 (3)	1.14 (2)
(10)空間的にゆとりや余裕があること	0.88 (11)	0.88 (11)	0.91 (11)	0.90 (11)	0.86 (11)	0.91 (8)	0.91 (9)	0.78 (10)	0.80 (12)	0.90 (10)	0.85 (12)
(11)便利であること	0.91 (9)	0.91 (9)	0.94 (9)	0.94 (8)	0.87 (10)	0.87 (9)	0.89 (10)	0.76 (11)	0.88 (11)	0.94 (8)	0.99 (8)
(12)人間の知的、創造的な活動が促されること	0.85 (12)	0.88 (12)	0.83 (12)	0.84 (12)	0.85 (12)	0.82 (12)	0.84 (11)	0.73 (13)	0.89 (10)	0.81 (12)	0.88 (11)
(13)活気や活力があること	0.99 (6)	1.00 (6)	0.98 (6)	0.94 (9)	0.99 (6)	1.05 (6)	1.00 (7)	0.93 (8)	1.10 (6)	1.03 (5)	1.03 (6)
地区の平均得点の指数	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

注) ( )内の数字は、各領域の地区内順位

さを損ねるものがないこと”，“自然とふれあえること”，“空間的にゆとりや余裕があること”，“活気や活力があること”などの領域に関して，その順位に地区間のバラツキが少しみられるが，“住み良さ”を構成する領域の順位構造は基本的には何ら変わりがないと言える。

上で述べた順位構造には，人間の生存にかかわる領域は別にして，社会的諸活動や感性にかかわる領域については，社会経済の変化や環境の変化などを背景とした価値観の多様化が表われていることがうかがわれる。また，伝統や歴史に恵まれた金沢市にあって，“伝統や歴史性があること”の領域の重要度が最も低かったが，これなどは現に実現度が高い環境要素に対する住民の満足度，あるいは恵まれた環境要素に対する「なれ」と言ったものが，領域の順位構造に反映しているとも考えられる。

イ 重要度の地区間での評価順位

各領域について地区別に数量化した得点を全域について得た平均得点で基準化し，それを「領域の地区間

評価指数」とした。表11にこの評価指数の大きさでみた地区間の順位を示した。表中の（ ）書きは評価指数の値である。

全体的にみて，東部地区での評価指数の順位がこれらの領域についても他の地区より相対的に上位クラスの順位になっているのが特徴であった。

ウ 領域間の相互関連性

“住み良さ”を構成する諸領域は，多次元的，多重的構造の中で各々が独立的にあるのではなく，互いに補完的，調和的あるいは促進的に関連し合っていると考えられる。

そこで，各領域の重要度を数量化した値（図3に示した得点）を使って相関分析を試みた。領域相互間で得られた相関係数から判断して，相互関連性が高いもの（相関係数が0.35以上），やや高いもの（同，0.25以上0.35未満），低いもの（同，0.25未満）に大別し，それを図4に示した。また，これらの相互関連性を模式的に図5に示した。

相互関連性の高いものに着目しその係数をみると，

表 11 “住み良さ”を構成する各領域の地区間評価指数の順位

住み良さの領域	中央地区	東部地区	南部地区	南部近郊地区	西部地区	港周辺地区	駅西地区	北部近郊地区	北部地区	山間地区	全域
(1)伝統や歴史性があること	2 (1.03)	1 (1.06)	4 (1.00)	5 (1.00)	7 (0.98)	3 (1.01)	10 (0.89)	9 (0.95)	8 (0.95)	6 (0.99)	(1.00)
(2)人間の心の健康や社会の健全さが確保されること	6 (0.99)	1 (1.04)	3 (1.02)	5 (0.99)	8 (0.97)	10 (0.95)	2 (1.03)	4 (1.01)	7 (0.98)	9 (0.96)	(1.00)
(3)物質的に豊かなこと	6 (0.99)	2 (1.05)	3 (1.04)	5 (1.01)	8 (0.92)	9 (0.89)	10 (0.87)	4 (1.02)	7 (0.95)	1 (1.15)	(1.00)
(4)不公正や不平等がないこと	8 (0.97)	1 (1.05)	7 (0.99)	3 (1.01)	6 (1.00)	9 (0.96)	4 (1.00)	5 (1.00)	10 (0.94)	2 (1.04)	(1.00)
(5)美しさを損ねるものがないこと	4 (1.01)	1 (1.05)	2 (1.04)	7 (0.96)	10 (0.84)	9 (0.95)	3 (1.02)	8 (0.96)	6 (0.98)	5 (0.99)	(1.00)
(6)自然災害や人為災害の発生の恐れがなく，安全であること	7 (1.00)	3 (1.01)	1 (1.02)	9 (0.97)	10 (0.97)	4 (1.01)	2 (1.01)	6 (1.00)	5 (1.00)	8 (1.00)	(1.00)
(7)あたたかさや連帯感があること	7 (0.99)	3 (1.04)	5 (1.00)	9 (0.97)	8 (0.99)	6 (1.00)	4 (1.03)	1 (1.06)	10 (0.94)	2 (1.04)	(1.00)
(8)自然とふれあえること	5 (1.00)	3 (1.00)	1 (1.05)	6 (0.99)	9 (0.96)	2 (1.02)	4 (1.00)	7 (0.99)	10 (0.92)	8 (0.98)	(1.00)
(9)人間の体の健康や社会の保健衛生が確保されること	4 (1.01)	3 (1.01)	2 (1.02)	6 (1.00)	7 (0.99)	10 (0.95)	9 (0.97)	1 (1.02)	8 (0.98)	5 (1.01)	(1.00)
(10)空間的にゆとりや余裕があること	4 (1.00)	1 (1.07)	2 (1.04)	8 (0.95)	5 (1.00)	3 (1.00)	10 (0.83)	9 (0.91)	7 (0.98)	6 (0.99)	(1.00)
(11)便利であること	4 (1.00)	2 (1.07)	3 (1.05)	8 (0.94)	9 (0.92)	7 (0.95)	10 (0.79)	6 (0.98)	5 (0.99)	1 (1.12)	(1.00)
(12)人間の知的，創造的な活動が促されること	3 (1.03)	4 (1.01)	5 (1.01)	6 (0.98)	8 (0.93)	7 (0.96)	10 (0.81)	2 (1.06)	9 (0.91)	1 (1.07)	(1.00)
(13)活気や活力があること	5 (1.01)	3 (1.03)	9 (0.96)	7 (0.99)	4 (1.02)	8 (0.98)	10 (0.89)	1 (1.12)	6 (1.00)	2 (1.07)	(1.00)

注) ( )内の数値は，地区間評価指数で，各領域の全域についての平均得点を基準にして，各地区の得点を指数化したもの。

住みよさの領域	① 伝統や歴史性があること	② 人間の心の健康や社会の健全さが確保されること	③ 物質的に豊かなこと	④ 不公正や不平等がないこと	⑤ 美しさを損ねるものがないこと	⑥ 自然とのふれあいがあること	⑦ 空間的にゆとりや余裕があること	⑧ 質的に豊かなこと	⑨ 健康であること	⑩ 健全であること	⑪ 安全であること	⑫ 活気や活力があること
① 伝統や歴史性があること	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
② 人間の心の健康や社会の健全さが確保されること	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
③ 物質的に豊かなこと	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
④ 不公正や不平等がないこと	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○
⑤ 美しさを損ねるものがないこと	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○
⑥ 自然とのふれあいがあること	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○
⑦ 空間的にゆとりや余裕があること	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
⑧ 質的に豊かなこと	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○
⑨ 健康であること	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○
⑩ 健全であること	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○
⑪ 安全であること	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○
⑫ 活気や活力があること	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●

注) ● 相互関連性が高いもの (相関係数 0.35 以上)  
 ○ 相互関連性がやや高いもの (相関係数 0.25 以上 0.34 未満)  
 ○ 相互関連性が低いもの (相関係数 0.25 未満)

図 4 “住みよさ”を構成する領域の相互関連性

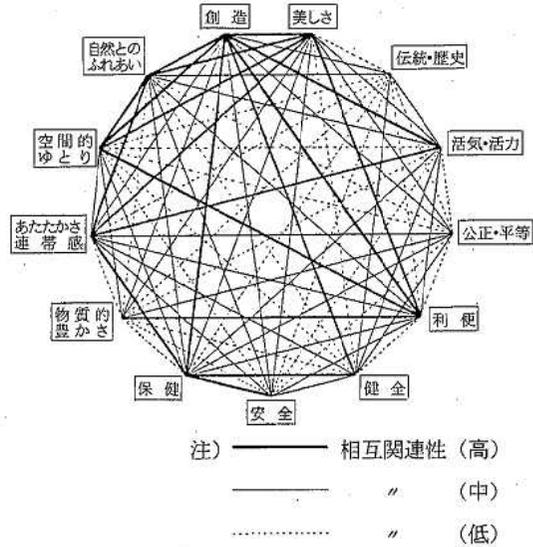


図 5 “住みよさ”を構成する諸領域の相互関連性模式図

人間の生存にかかわる領域が平均で 2, 人間の社会的諸活動にかかわる領域が平均で 2.5, 人間の主として感性にかかわる領域が平均で 3.8 であることから, 多重構造の上位次元の領域ほど, これを支えていると考えられる下位次元, 基盤の次元とより多く, より密接に関連していることが明らかとなった。

また, 相互関連性を有する領域間の内容でみても, 例えば, 「保健」が「伝統・歴史」や「物質的豊かさ」を除いた他のすべての領域と高い関連性を有し, 人間の諸活動にとって「健康であること」の維持・増進が第一義的であることや, 「創造」が「自然とのふれあい」, 「美しさ」, 「空間的ゆとり」, 「活気・活力」, 「保健」, 「健全」と言った領域によって, 促進的に, 調和的により豊かにされるものであることなど, 相互関連性を無理なく説明することができる。

ただし, ここでは, 領域間に存在する相互作用の方向とその強さまで明らかにすることはできなかった。

(4) 環境の質の良否の動向 (問 4 及び問 5)

ア “住みよさ”の領域別にみた動向 (問 4)

各領域からみた環境の質の良否の動向について, 5 年前と比べて「悪くなっている」の回答率が「良くなっている」の回答率よりも高く, その差が 5% 以上の場合を「区分Ⅰ」, 同じくその差が 5% 未満の場合を「区分Ⅱ」, また, 「良くなっている」の回答率が

「悪くなっている」の回答率よりも高い場合を「区分Ⅲ」とし, その結果を全域及び地区別に表 12 に示した。同表の ( ) 書きの値は「変わらない」の回答率である。

全域で見ると, いずれの領域においても「変わらない」の回答率が最も高く, また, 区分Ⅰの領域は「自然とふれあえること」及び「空間的にゆとりや余裕があること」の 2 領域, 区分Ⅱの領域は「伝統や歴史性があること」, 「人間の心の健康や社会の健全さが確保されること」, 「不公正や不平等がないこと」及び「美しさを損ねるものがないこと」の 4 領域であり, その他の領域は区分Ⅲであった。

次に地区別で見ると, 「物質的に豊かなこと」の領域では東部地区, 港周辺地区, 駅西地区及び北部地区において, また, 「便利であること」の領域では南部近郊地区, 西部地区及び港周辺地区において, それぞれ「変わらない」の回答率よりも「良くなっている」の回答率が高かったことのほかに, いずれの領域いづれの地区においても「変わらない」の回答率が最も高かった。

区分Ⅰの領域の数を地区別にみると, 中央地区が 9 領域 (全体の 69.2%) で最も多く, 次いで南部近郊地区, 西部地区及び港周辺地区の 3 領域 (23.1%) の順であり, 一方, 区分Ⅲの領域の数では, 北部近郊地区

が13領域（100%）で最も多く、次いで山間地区の11領域（84.6%）、港周辺地区の10領域（76.9%）の順であった。

イ 環境全体としてみた場合の良否の動向（問5）  
環境を全体としてみた場合のその質の良否の動向を

表12の最下行に示した。

全域では、「変わらない」の回答率が47.5%、「良くなっている」が39.6%、「悪くなっている」が12.1%、「わからない」が0.8%であった。地区別では、「変わらない」が60%以上の地区はなく、50%以上の

表 12 “住み良さ”の良否の動向（領域別，全体）

住み良さの領域	全域	中央地区	東部地区	南部地区	南部近郊地区	西部地区	港周辺地区	西部地区	北部近郊地区	北部地区	山間地区
(1)伝統や歴史性があること	● (68.6)	● (56.7)	● (73.2)	○ (74.5)	● (63.0)	● (74.6)	○ (63.6)	○ (70.8)	○ (52.9)	● (66.7)	● (75.3)
(2)人間の心の健康や社会の健全さが確保されること	● (61.3)	● (58.3)	● (55.9)	○ (69.1)	○ (52.1)	○ (57.4)	○ (53.0)	● (66.7)	○ (71.4)	○ (63.8)	○ (66.2)
(3)物質的に豊かなこと	○ (48.4)	○ (53.3)	○ (41.7)	○ (54.3)	○ (60.3)	○ (49.3)	○ (34.8)	○ (37.5)	○ (51.4)	○ (41.4)	○ (49.3)
(4)不公正や不平等がないこと	● (68.1)	● (68.3)	○ (66.9)	○ (71.3)	● (63.0)	● (56.7)	○ (75.8)	● (54.2)	○ (71.4)	● (66.7)	○ (74.0)
(5)美しさを損ねるものがないこと	● (58.9)	● (48.3)	● (57.5)	● (53.2)	○ (63.0)	○ (64.2)	● (56.1)	● (45.8)	○ (60.0)	○ (69.0)	○ (76.4)
(6)自然災害や人為災害の発生の恐れがなく、安全であること	○ (64.3)	● (64.7)	○ (64.3)	○ (69.1)	○ (61.6)	○ (57.6)	○ (54.5)	● (75.0)	○ (65.7)	○ (67.2)	○ (58.3)
(7)あたたかさや連帯感があること	○ (57.6)	● (62.2)	● (51.2)	○ (62.8)	○ (43.8)	○ (52.9)	○ (53.0)	○ (62.5)	○ (54.3)	○ (56.9)	● (65.3)
(8)自然とふれあえること	● (65.2)	● (59.2)	● (66.9)	● (68.1)	● (56.2)	● (75.8)	● (63.6)	○ (50.0)	○ (71.4)	● (64.9)	○ (72.2)
(9)人間の体の健康や社会の保健衛生が確保されること	○ (56.9)	○ (64.2)	○ (55.9)	○ (53.7)	○ (57.5)	○ (62.7)	○ (50.0)	○ (54.2)	○ (54.3)	○ (48.3)	○ (50.7)
(10)空間的にゆとりや余裕があること	● (63.7)	● (52.1)	● (63.0)	● (68.1)	● (55.6)	● (65.7)	● (59.1)	○ (79.2)	○ (80.0)	● (66.7)	○ (80.8)
(11)便利であること	○ (51.6)	○ (56.7)	○ (49.6)	○ (50.0)	○ (37.0)	○ (46.3)	○ (47.0)	○ (58.3)	○ (54.3)	○ (60.3)	○ (52.8)
(12)人間の知的、創造的な活動が促されること	○ (66.9)	○ (63.3)	○ (60.3)	○ (72.3)	○ (72.6)	○ (70.1)	○ (66.2)	○ (41.7)	○ (65.7)	○ (72.4)	○ (69.9)
(13)活気や活力があること	○ (60.4)	● (58.0)	○ (56.3)	○ (77.7)	○ (68.5)	○ (62.1)	○ (52.3)	○ (50.0)	○ (54.3)	● (51.7)	○ (63.9)
全 体*	○ (47.5)	● (53.3)	○ (50.4)	○ (57.4)	○ (38.4)	○ (45.5)	○ (48.5)	○ (25.0)	○ (37.1)	○ (45.8)	○ (43.8)

\*各領域の平均ではなく、問5の回答から出したもの。

注) ● 「悪くなっている」の回答率が「良くなっている」のそれよりも高く、その差が5%以上の場合。(区分Ⅰ)

● 「悪くなっている」の回答率が「良くなっている」のそれよりも高く、その差が5%未満の場合。(区分Ⅱ)

○ 「良くなっている」の回答率が「悪くなっている」のそれよりも高い場合。(区分Ⅲ)

( )内の数値は、「変わらない」の回答率(%)

地区は中央地区、東部地区及び南部地区の3地区であった。「良くなっている」が60%以上の地区は駅西地区で、50%以上の地区は南部近郊地区及び北部近郊地区の2地区であった。「悪くなっている」が50%以上の地区はなかったが、他の地区と比べて高かったのは中央地区(30.8%)、次いで東部地区(13.4%)の順で、このうち中央地区のみが「悪くなっている」の割合が「良くなっている」の割合よりも高く、その差も5%以上あった。

次に、問5で環境全体として「良くなっている」と答えた人が問4のどの領域で「良くなっている」と答えているかをクロス集計してみた結果、問4で回答率の高かった領域は、全域でみた場合に、「便利であること」(68.8%)、次いで「物質的に豊かなこと」(64.2%)、「人間の体の健康や社会の保健衛生が確保されること」(52.7%)であり、しかもその割合は他の領域に比べて飛び抜けて高い値であった。同様にして、「悪くなっている」に着目してクロス集計してみると、問4で回答率の高かった領域は、「人間の心の健康や社会の健全さが確保されること」(56.5%)、「美しさを損ねるものがないこと」(56.5%)、「あたたかさや連帯感があること」(56.5%)「空間的にゆとりや余裕があること」(52.9%)、「活気や活力があること」(47.1%)、「自然とふれあえること」(45.9%)などの領域であった。

このように、環境全体として「良くなっている」と評価された場合の具体的内容は、主として物的環境にかかわる要素が多く、「悪くなっている」と評価された場合のそれは、主として心的・精神的、あるいは感性にかかわる環境要素が多かった。

### 3.3 “住み良さ”を構成する領域・条件の、環境表現のための指標性に関する総合的考察

このように、我々は“住み良さ”を構成する領域として13の領域を設定し、更に各々の領域を具体的に明らかにする条件を提示し、住民意識を通じて、各領域の重要度に対する選好度、領域間の順位構造や相互関連性、並びに各領域内における条件の指標性に対する選好度、条件間の順位構造等々を明らかにした。

しかし、環境の“住み良さ”を総合的に表現し、かつ、客観的に評価するには、まず、住民意識に合わせて、環境表現のための指標を体系化することが必要である。そこで、このための手掛かりを得るために、ここで得られた結果を再整理し、総合的に考察することを以下で試みた。

まず、表6に掲げた各条件の選好度を、その値が60

%以上のもの(領域内での指標性が高い条件)、40%以上60%未満のもの(指標性が中程度の条件)及び40%未満のもの(指標性が低い条件)に3区分した。次に、同じく表6に掲げた「領域内での各条件の指標性指数」と表10に掲げた「領域の重要度指数」を用いて、次式により、基準化した「全領域でみた場合の各条件の指標性指数」を求めた。

$$IP = \frac{A \times B}{M}$$

ここで、IPは基準化された、全領域でみた場合の条件の指標性指数、Aは領域内での各条件の指標性指数、Bは領域の重要度指数、Mは(A×B)の値の全領域での平均値である。

また、IPは“住み良さ”を構成する諸条件を計測・計量化し、尺度化し、集約化・総合化していく際の各条件にかかる重み係数を意味するものである。

更に、提示した諸条件の客観データによる計測・計量化の可能性(単に「計量性」とする)や地区環境特性の代表性・表現性(単に「地区性」とする)についても検討した。

以上の結果をまとめて表13に掲げた。

各条件のIPの値とその順位に着目すると、提示した65の条件のうち、IPが1.0を超えた条件は次の15の条件であった(○内の数字は順位)。

- ① 犯罪が少なく、風紀が乱れていないこと
- ② 気軽に自然を楽しめるような散策路や公園があること
- ③ 子供や老人でも車に脅かされずに道を歩けること
- ④ 幼稚園・学校・図書館などの教育文化施設が整っていること
- ⑤ 地震、台風、水害、崖崩れ、火災などの災害に対する対策がしっかりしていること
- ⑥ 税負担が公平であること
- ⑦ 通勤・通学、買い物などの交通の便が良いこと
- ⑧ 行政サービスが公平に受けられること
- ⑨ 若い世代の人(青壮年)が定住していること
- ⑩ 医療体制が整っていて、診断や治療がいつでも受けられること
- ⑪ 空気や水の汚れ、悪臭などの公害がなく、また静かな環境であること
- ⑫ 道路の整備が行き届いており、また、冬期の融雪や除雪が行き届いていること
- ⑬ 隣近所の人づきあいが良いこと

表 13 “住み良さ”を構成する条件の指標性、計量性及び地区性

住み良さの領域	条 件	領域別にみた条件の指標性 ランク	全領域でみた指標性		計量性	地区性
			指標性指数 (IP)	順位		
(1) 伝統や歴史性があること	歴史的建築物、史跡、文化財などが保存されていること	●	0.91	25	●	○
	伝統的な祭や行事が継承されていること	○	0.66	48	●	●
	まわりの環境が極端に変化しないこと		0.47	58	●	●
	昔から親しまれた鎮守の森や、古くからの美しい街並みが残っていること	○	0.69	44	●	●
	伝統産業が保存されていること		0.47	59		
(2) 人間の心の健康や社会の健全さが確保されること	プライバシーが侵害されないこと	○	0.94	20		○
	女の人が、夜、安心して道を歩けること	○	0.89	26	○	●
	犯罪が少なく、風紀が乱れていないこと	●	1.58	1	●	●
	イライラやストレスなど精神的緊張が少ないこと		0.70	43		
	失業の不安がなく働けること		0.80	32	○	
(3) 物質的に豊かなこと	幼稚園・学校・図書館などの教育文化施設が整っていること	●	1.31	4	●	●
	遊技施設、スポーツ施設などが整っていること	○	0.70	42	●	●
	さまざまな娯楽施設が整っていること		0.22	63	●	○
	働き口が多いこと		0.56	54	○	
	商店などの数が多く、また、品物の種類・数が豊富であること	○	0.83	30	●	●
(4) 不公正や不平等がないこと	就業の機会が均等であること		0.58	53		
	教育を受ける機会が均等であること		0.72	41		
	税負担が公平であること	●	1.20	6		
	行政サービスが公平に受けられること	●	1.15	8		○
	警察署や裁判所が信頼できること	○	0.89	27		
(5) 美しさを損ねるものがないこと	色やデザインがまわりと調和しない建築物がないこと	○	0.67	47	○	●
	街なか、道路沿いにポスター等広告物が氾濫していないこと、また、電柱が林立していないこと	○	0.72	39	○	●
	ゴミや空き缶などが道路や空地に散乱していないこと	●	0.98	17	○	●
	住宅と工場が混在していないこと		0.54	56	●	●
	川や用水の水が汚れていないこと	●	0.95	18	●	●
(6) 自然災害や人為災害の発生恐れがなく、安全であること	子供や老人でも車に脅かされずに道を歩けること	●	1.34	3	●	●
	危険な工場や施設に対する管理が十分であること	○	0.92	22	●	●
	地震、台風、水害、土崩れ、火災などの災害に対する対策がしっかりしていること	●	1.27	5	○	●
	避難路や避難場所があること		0.75	38	●	●
	食品や薬品など商品の安全性が高いこと	○	0.76	36		
(7) あたかかさや連帯感があること	町内の行事が盛んで、住民も積極的に参加すること	○	0.92	21	○	●
	公民館・集会所などのコミュニティ施設が整っていて、利用しやすいこと	○	0.84	29	○	●
	老人や障害者のための福祉サービスが行き届いていること	○	0.69	45	○	
	隣近所の人づきあいが良いこと	●	1.06	13		●
	ひとり暮らしの老人や母子家庭の人たちなどが明るく生活できること	○	0.76	37		○
(8) 自然とふれあえること	気軽に自然を楽しめるような散策路や公園があること	●	1.37	2	●	●
	水田や畑などの田園風景を近くで目にするこができること	○	0.55	55	●	●
	小島がさえるような林や森が近くにあること	○	0.92	24	●	●
	生け垣や街路樹など身近かに緑が多いこと	○	0.77	35	●	●
	水遊びなどができそうな水辺が近くにあること		0.38	62	●	●
(9) 人間の体の健康や社会の保健衛生が確保されること	医療体制が整っていて、診療や治療がいつでも受けられること		1.11	10	●	○
	ゴミなどが衛生的に処理され、また、上下水道が整備されていること	●	1.04	15	●	●
	病気の予防や健康の相談・指導が容易に受けられること		0.64	49		
	空気や水の汚れ、悪臭などの公害がなく、また、静かな環境であること	●	1.10	11	●	●
	日あたりや風通しが良いこと	○	0.83	31		
(10) 空間的にゆとりや余裕があること	住居が世帯人数に応じた広さであること	○	0.67	46	●	●
	子供が安心して遊べる場所が住居のまわりにあること	●	0.92	23	●	●
	庭などがあり、住居が密集していないこと	○	0.79	34	●	●
	中・高層建築物が住居のまわりに多くないこと	○	0.59	52	○	●
	狭い道路が多くないこと、また、歩道と車道が区別されていること	○	0.62	51	●	●
(11) 便利であること	通勤・通学、買い物などの交通の便が良いこと	●	1.17	7	●	○
	自動販売機やキャッシュサービスなど自動化が進んでいること		0.20	65		
	道路の整備が行き届いており、また、冬の除雪や除氷が行き届いていること	●	1.07	12	●	●
	旅行や産物などに関する情報がいつでも得られること		0.21	64		
	幼稚園・保育所、商店、銀行・郵便局、公園などが近くにあること	●	1.04	14	●	●
(12) 人間の知的、創造的な活動が促されること	技術や資格が得られる各種の学校が整っていること		0.49	57		
	能力を生かせる働き口があること	○	0.63	50		
	図書館、博物館、文化会館などの文化施設が整っていて、利用しやすいこと	○	0.86	28	●	○
	美術、音楽、演劇などを楽しむ機会があること		0.45	60		
	生涯を通じて、教養を高め、趣味を広げられる機会が多いこと	●	1.00	16		
(13) 活気や活力があること	町内人口が減少しないこと	○	0.85	33	●	●
	若い世代の人(若壮年)が定住していること	●	1.12	9	●	●
	商店などがあり、にぎやかな場所があること		0.43	61		●
	町のなかで自由に意見交換できる場や雰囲気があること	○	0.72	40		●
	祭や運動会など町内の行事や趣味のサークル活動などが盛んであること	○	0.94	19	○	●

注1) 領域別にみた条件の指標性ランク  
 ●; 指標性が高いもの(選好度60%以上)  
 ○; 指標性が中程度のもの(選好度40%以上60%未満)  
 空白; 指標性が低いもの(選好度40%未満)

注3) 地区性(地区環境特性の代表性・表現性)  
 ●; 地区性が高いもの  
 ○; 地区性がやや高いもの  
 空白; 地区性がないもの

注2) 計量性(計測・計量化の可能性)  
 ●; 計量化が可能なもの  
 ○; 計量化がやや可能なもの  
 空白; 計量化が困難なもの

⑭ 幼稚園・保育所、商店、銀行・郵便局、公園などが近くにあること

⑮ ゴミなどが衛生的に処理され、また、上下水道が整備されていること

これらの条件を集約あるいは総合して環境を表現すれば、環境の質としての“住み良さ”を評価できることが期待される。これらの条件でカバーされていない領域は、13の領域のうち、“伝統や歴史性があること”、“美しさを損ねるものがないこと”、“空間的にゆとりや余裕があること”及び“人間の知的、創造的な活動が促されること”の4領域であった。また、これらの条件のうち、「計量性」と「地区性」を合わせ持っている条件は①、②、③、④、⑨、⑩、⑬、⑭及び⑮の9条件と考えられる。

一方、65条件のうちIPの値が0.5未満の条件は次の9条件であった(○内の数字は順位)。

- ① 技術や資格が得られる各種の学校が整っていること
- ② まわりの環境が極端に変化しないこと
- ③ 伝統産業が保存されていること
- ④ 美術、音楽、演劇などを楽しむ機会が多いこと
- ⑤ 商店などがあり、にぎやかな場所があること
- ⑥ 水遊びなどができそうな水辺が近くにあること
- ⑦ さまざまな娯楽施設が整っていること
- ⑧ 旅行や催し物などに関する情報がいつでも得られること
- ⑨ 自動販売機やキャッシュサービスなど自動化が進んでいること

#### 4 ま と め

我々が既に明らかにしている快適概念構造のモデルを基本にして、それを構成する諸領域・条件が環境の質としての“住み良さ”を表現する指標性をどの程度有しているかを住民意識を通じて明らかにすることを試みた。

その結果、“住み良さ”を構成する諸領域の重要度に対する選好度から、快適概念の多重的構造を再確認できたほか、領域間の補完的、調和的、促進的な相互関連性を新たに明らかにすることができた。また、領域をより具体化するために提示した条件の指標性に対

する選好度から、領域を代表して表現する条件を見出すことができたとともに、“住み良さ”を包括的に表現する場合に、指標性の高い15の条件を明らかにすることができた。

意識調査の対象者を主として町会長としたことから、性別、年齢別の面で回答者の属性に偏りが生じ、得られた諸結果については、このことを念頭において評価する必要があるが、我々が当初に予期した内容に極めて近いものであった。

今回の調査で得られた諸結果は、環境の質を表現し、また、評価していく場合の「物差し」を作成する基礎資料となるものであり、今後、ここで掲げた条件群を指標として体系化すると同時に、その計測化、尺度化、総合化等に関する手法の確立を進めていく必要がある。

おわりに、意識調査に御協力いただいた回答者の皆様に御礼申し上げるとともに、調査結果の評価等について多くの御意見・御助言をいただいた下記の方々に感謝の意を表します。

岡田 晃	金沢大学医学部教授
川上 光彦	金沢大学工学部助教授
木羽 敏泰	金沢工業大学学長
里見 信生	金沢大学理学部講師
島村 昇	金沢工業大学教授
清水 忠	金沢経済同友会常任幹事
水野 一郎	金沢工業大学教授
矢ヶ崎孝雄	金沢大学教育学部教授
山岸 政雄	金沢美術工芸大学教授
山村 勝郎	金沢大学経済学部教授

(五十音順)

#### 文 献

- 1) 田嶋隆俊、平 哲宣：石川衛公署研年報，22，58—72，(1985)
- 2) 経済企画庁国民生活局国民生活調査課：国民生活選好度調査—人々の求めているものは何か—，382p，大蔵省印刷局，東京(昭和51年)
- 3) 経済企画庁国民生活局：第4回国民生活選好度調査，332p，大蔵省印刷局，東京(昭和59年)
- 4) 内閣総理大臣官房広報室：昭和58年版世論調査年鑑—全国世論調査の現況—，646p，大蔵省印刷局，東京(昭和59年)

〔報 文〕

## 石川県における酸性雨調査（第2報）

— 1 週間降水成分の統計解析 —

石川県衛生公害研究所環境部 北村 守次・織田 敏郎・桐元 俊武

### 1 はじめに

酸性雨に関する調査は、近年全国各地で実施されており<sup>1) 2)</sup>、降水の全成分に関する統計解析結果もいくつか報告されている<sup>3) 4)</sup>。一方、日本海側における降水成分に関しては、正通らの報告<sup>5) 6)</sup>があるが、降水の全イオン成分について調査した例は少ない。しかるに、日本海側における降水の成分は、冬季の北西季節風に伴う海塩粒子による影響が著しいため、降水の性状を明らかにするには降水の全イオン成分について調査することが重要であると考えられる。そこで、本県における降水成分の特性を明らかにするため、昭和58年度の秋、冬季調査に引き続き、59年度は通年調査を実施した。

本年度における調査は、1週間分の降水を1試料としたものと、1降雨を降水量1mmごとに5mmまで分割採取したものについて実施したが、ここでは1週間降水についての調査結果と統計解析により得られた知見とを報告する。

### 2 調査方法

#### 2・1 調査地点

下記の2地点を調査地点とした。

##### (1) 三馬測定点

都市郊外部で、海岸線から8km内陸部に位置する。

(設置場所：金沢市三馬2丁目，石川県衛生公害研究所屋上)

##### (2) 鳥越測定点

白山麓の山間部で、海岸線から18km内陸部に位置す

る。(設置場所：石川郡吉野谷村字吉野，松任石川広域事務組合消防署白山分署内，鳥越地域気象観測所露場)

#### 2・2 降水採取方法

昭和58年度調査<sup>7)</sup>と同じ。

表 1 調査項目及び測定方法

区 分	測定項目	測 定 方 法
河 過 式 採 取 器 及 び 雪採取器	pH	ガラス電極法
	EC	導電率法
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	イオンクロマトグラフ法
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	〃
	Cl <sup>-</sup>	〃
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	インドフェノール法
	Ca <sup>2+</sup>	原子吸光法
	Mg <sup>2+</sup>	〃
	K <sup>+</sup>	炎光光度法
	Na <sup>+</sup>	〃
Fe <sup>3+</sup>	フレームレス原子吸光法	
乾 性 降下物	降下物量	重 量 法
	Ca <sup>2+</sup>	原子吸光法
	Mg <sup>2+</sup>	〃
	K <sup>+</sup>	炎光光度法
	Na <sup>+</sup>	〃
	Fe <sup>3+</sup>	原子吸光法
	Mn <sup>2+</sup>	〃
	Al <sup>3+</sup>	〃

Acid Precipitation Survey in Ishikawa Prefecture. 2. Statistical Analysis of Ionic Components in Rain Waters gathered Every Week from September, 1983 to March, 1985. by Moritsugu KITAMURA, Toshirou ODA, and Toshitake KIRIMOTO (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

2・3 調査項目及び測定方法

降水は1週間分を1試料として、乾性降下物は1か月分を1試料として、表1に示す項目及び方法で調査を行った。

2・4 統計解析方法

富士通製統計データ処理パッケージANALYST V10を用い、FACOM M-340Rを使用して統計解析を行った。結果の判定に際しては、奥野らの多変量解析法<sup>9)</sup>を参照した。

2・5 調査期間

昭和59年3月26日から昭和60年4月2日まで。ただし、統計解析には、本報告及び既報<sup>7)</sup>を併せて、昭和58年9月5日から昭和60年4月2日までの測定結果を用いた。

3 調査結果

3・1 pH及び降水成分濃度

階級別pH出現頻度ヒストグラムを図1に示した。pHの最頻階級は、三馬、鳥越のいずれにおいても4.5～5.0であり、分布形態はほぼ同じであった。

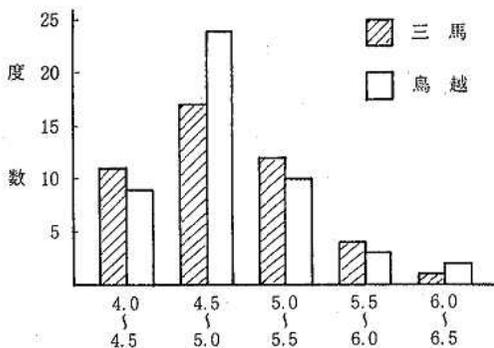


図 1 pH出現頻度ヒストグラム

次に、降水成分分析結果を表2-1と表2-2に、降水成分濃度変化グラフを図2-1と図2-2に示した。このうち、硫酸イオン及びカルシウムイオンについては、海塩寄与によるものと、それ以外の寄与によるもの(以下、本報の図表ではそれぞれ $\text{ExSO}_4^{2-}$ 、 $\text{ExCa}^{2+}$ と表記する)とに分けて考察する必要があるため、表2の脚注に示す式により海塩以外の寄与による、いわゆる過剰量を算出した。

グラフの変化パターンをみると、塩素、ナトリウム、

マグネシウムイオン等、専ら海塩寄与と推定される成分の濃度が10月から2月にかけて顕著に上昇している。

3・2 降水成分のイオンバランス

降水成分のイオンバランス及び各イオンの当量百分率を表3-1と表3-2に、当量百分率の変化グラフを図3-1と図3-2に示した。塩素、ナトリウム、マグネシウムイオンの割合については、濃度変化と同じ傾向を示し、また、カルシウムイオンは3月～6月にかけてその割合が高くなっている。後者の原因としては、春先の土壌の舞い上がりや黄砂の飛来により、土壌中のカルシウムが取り込まれることなども考えられるが、はっきりしたことは不明である。

3・3 乾性降下物測定結果

乾性降下物の降下量及び乾性降下物中の各物質の組成割合を表4に示した。

4 統計解析及び考察

本県は前述のように北西季節風の影響を強く受けるため、10～11月から2～3月にかけての降水水中の溶解性成分量は、上記以外の月の3～10倍にも達し、その成分比が著しく異なることが分かっている<sup>9)</sup>。このため、降水成分の統計解析には、北西季節風の影響を受ける時期と受けない時期の2群に分けることが必要である。今回は、種々の分割方法を検討した結果、連続して降水中ナトリウムイオン濃度が $2 \mu\text{g/ml}$ を超え、かつ、海塩寄与の硫酸イオンが総硫酸イオンの20%を超える期間を北西季節風の影響を受ける時期(以下、冬季という)とし、それ以外の期間を影響を受けない時期(以下、春～秋季という)とした。また、十分なデータ数を確保するため、以下の解析には58、59両年度の測定値を一括して用いた。58及び59年度における時期の区分を表5に示した。

4・1 降水成分濃度の季節間及び地点間の差

季節間及び地点間に降水成分濃度の差があるかどうか、また、季節の分割方法が妥当かどうかをみるため、季節及び地点別に平均値を算出し、その差の検定を行った。表6に季節別、地点別の降水成分濃度平均値を、表7に濃度比を、また、表8にこれらの平均値の差に関する有意差検定(検定)の結果を示した。

季節別の平均値の差については、2地点とも、大部分が海塩寄与と推定される塩素、ナトリウム、マグネシウムの各イオンが冬季に春～秋季の6～8倍、カリウムイオン及び電導度が同じく2～3倍、硫酸イオンが1.6～1.7倍となり、それぞれ有意差がみられ、この他三馬ではpHにも有意差がみられたが、人為汚染寄

表 2-1 降水成分分析結果(三馬)

試料番号	採取年月日	1) 降水量			pH	EC (25°C/S/cm)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (μg/ml)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (μg/ml)	Cl <sup>-</sup> (μg/ml)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (μg/ml)	Ca <sup>2+</sup> (μg/ml)	Mg <sup>2+</sup> (μg/ml)	K <sup>+</sup> (μg/ml)	Na <sup>+</sup> (μg/ml)	Fe <sup>3+</sup> (μg/ml)	H <sup>+</sup> (μg/ml)	3) 4)			
		(mm)	採取 雨量 (ml)	取 水 量 (ml)													ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (μg/ml)	ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /Na <sup>+</sup> (%)	ExCa <sup>2+</sup> (μg/ml)	ExCa <sup>2+</sup> /Ca <sup>2+</sup> (%)
1	4.3 ~ 4.3	13.0	280	5.8	38.5	7.74	3.75	2.61	1.23	1.88	0.25	0.18	1.22	0.038	1.66×10 <sup>5</sup>	7.43	96	1.83	97	
2	4.3 ~ 4.9	25.5	430	5.4	19.2	2.03	1.14	2.15	0.30	0.90	0.15	0.10	0.94	0.010	3.63	1.79	88	0.86	96	
3	4.9 ~ 4.17	11.0	220	5.3	49.0	8.87	4.73	4.07	1.55	1.96	0.40	0.23	1.93	0.057	4.79	8.39	95	1.89	96	
4	4.17 ~ 4.23	59.0	1,110	5.5	7.8	0.85	0.55	0.40	0.14	0.31	0.052	0.03	0.22	0.017	3.16	0.79	93	0.30	96	
5	4.23 ~ 5.1	15.0	340	5.2	17.5	2.20	1.54	0.76	0.39	0.57	0.10	0.09	0.54	0.006	5.75	2.06	94	0.55	97	
6	5.1 ~ 5.7	60.0	1,240	5.6	13.8	1.26	0.33	1.91	0.32	0.27	0.13	0.05	0.94	0.008	2.57	1.02	81	0.23	85	
7	5.7 ~ 5.14	16.5	340	4.9	28.7	3.66	3.27	1.10	0.73	1.20	0.18	0.14	0.77	0.024	12.0	3.47	95	1.17	98	
8	5.14 ~ 5.21	2.5	57	4.0	102	11.9	7.84	4.58	2.90	1.55	0.37	0.41	1.96	0.151	97.7	11.4	96	1.48	95	
9	5.21 ~ 5.28	0.0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
10	5.28 ~ 6.4	25.5	590	4.4	35.6	4.21	2.55	0.43	1.09	0.46	0.057	0.10	0.18	0.022	43.7	4.16	99	0.45	98	
11	6.4 ~ 6.11	25.5	580	5.5	9.2	1.16	0.57	0.28	0.26	0.24	0.031	0.04	0.11	ND	3.39	1.13	97	0.24	100	
12	6.11 ~ 6.18	13.0	270	5.2	14.9	1.66	1.35	0.47	0.45	0.49	0.054	0.09	0.25	ND	6.46	1.60	96	0.48	98	
13	6.18 ~ 6.25	111.0	2,330	4.6	17.9	1.88	0.83	0.22	0.30	0.10	0.025	0.03	0.11	ND	27.5	1.85	96	0.10	100	
14	6.25 ~ 7.2	104.0	1,940	4.8	10.7	1.07	0.63	0.07	0.21	0.03	0.008	0.03	0.05	ND	17.8	1.06	96	0.03	100	
15	7.2 ~ 7.9	128.0	2,600	4.8	11.2	1.10	0.47	0.13	0.19	0.06	0.014	0.02	0.07	ND	16.6	1.08	98	0.06	100	
16	7.9 ~ 7.16	36.5	850	4.9	9.7	1.03	0.51	0.12	0.20	0.13	0.025	0.03	0.11	ND	11.8	1.00	97	0.13	100	
17	7.16 ~ 7.23	11.5	180	4.2	40.0	4.06	3.09	0.56	0.76	0.50	0.070	0.17	0.40	0.042	57.5	3.96	98	0.48	96	
18	7.23 ~ 7.30	49.0	970	4.6	16.0	1.50	0.91	0.25	0.21	0.20	0.021	0.04	0.16	0.006	25.7	1.46	97	0.19	95	
19	7.30 ~ 8.6	0.0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
20	8.6 ~ 8.13	0.0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
21	8.13 ~ 8.20	0.0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
22	8.20 ~ 8.27	14.5	260	5.2	37.6	3.03	2.62	5.31	0.25	1.05	0.41	0.27	3.27	0.015	6.17	2.21	73	0.93	89	
23	8.27 ~ 9.3	92.0	1,540	5.0	8.5	0.95	0.26	0.32	0.07	0.14	0.032	0.03	0.20	ND	11.0	0.90	95	0.13	93	
24	9.3 ~ 9.10	108.5	2,100	4.7	12.4	1.17	0.50	0.51	0.11	0.16	0.038	0.03	0.30	0.007	20.0	1.09	93	0.15	94	
25	9.10 ~ 9.17	6.5	150	4.3	65.6	5.88	3.94	5.70	0.76	0.65	0.51	0.23	3.44	0.050	52.5	5.02	85	0.52	80	
26	9.17 ~ 9.24	0.0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
27	9.24 ~ 10.1	5.5	120	4.9	39.3	4.44	3.95	3.55	0.58	1.55	0.32	0.25	1.95	0.015	12.9	3.95	89	1.48	96	
28	10.1 ~ 10.8	54.5	440	4.9	13.0	1.39	0.59	0.53	0.21	0.19	0.047	0.07	0.36	ND	13.5	1.30	94	0.18	95	
29	10.8 ~ 10.15	5.5	80	5.6	66.6	5.40	2.77	12.2	0.60	1.31	1.02	0.36	5.88	0.006	2.40	3.67	68	1.05	80	
30	10.15 ~ 10.22	38.5	370	4.7	90.3	4.75	0.91	18.7	0.37	1.00	1.41	0.41	10.0	0.006	21.9	2.24	47	0.62	62	
31	10.22 ~ 10.29	11.5	200	4.4	94.8	7.53	3.54	14.4	0.92	0.97	0.99	0.47	7.67	0.034	44.7	5.60	74	0.68	70	
32	10.29 ~ 11.5	57.0	810	4.4	39.8	3.30	1.45	3.42	0.58	0.23	0.23	0.16	1.85	0.009	40.7	2.84	86	0.16	70	
33	11.5 ~ 11.12	52.0	840	4.2	36.2	4.12	0.85	0.44	0.54	0.34	0.060	0.09	0.30	0.015	57.5	4.04	98	0.33	97	
34	11.12 ~ 11.19	56.0	910	5.0	7.1	0.62	0.33	0.24	0.12	0.09	0.015	0.01	0.11	ND	9.33	0.59	95	0.09	100	
35	11.19 ~ 11.26	33.5	630	4.4	32.5	2.98	1.48	1.72	0.33	0.23	0.12	0.06	0.95	0.011	42.7	2.74	92	0.19	83	
36	11.26 ~ 12.3	50.5	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	
37	12.3 ~ 12.10	25.0	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	
38	12.10 ~ 12.17	71.0	1,610	4.6	25.8	1.63	0.87	2.99	0.18	0.19	0.17	0.08	1.47	ND	24.6	1.26	77	0.13	68	
39	12.17 ~ 12.24	103.0	1,760	5.4	72.0	4.22	0.51	16.0	0.16	0.78	1.23	0.34	8.40	0.018	4.07	2.11	50	0.46	59	
40	12.24 ~ 1.7	219.0	5,650	4.7	36.0	2.14	0.45	5.57	0.14	0.36	0.39	0.15	3.01	0.018	18.2	1.38	64	0.25	69	
41	1.7 ~ 1.14	39.0	1,750	4.5	106	5.35	1.67	15.2	0.69	1.08	1.40	0.51	10.6	0.036	34.7	2.69	50	0.68	63	
42	1.14 ~ 1.21	46.0	2,320	4.3	103	6.36	1.99	18.7	0.51	0.80	1.37	0.48	10.4	0.028	47.9	3.75	59	0.40	50	
43	1.21 ~ 1.28	10.0	540	4.5	163	12.7	3.84	30.1	1.09	2.31	2.46	0.82	17.1	0.062	28.8	8.41	66	1.66	72	
44	1.28 ~ 2.4	58.5	2,990	4.4	74.0	5.51	1.93	9.89	0.85	0.77	0.78	0.38	5.40	0.033	39.8	4.15	75	0.56	73	
45	2.4 ~ 2.12	26.5	1,460	5.2	34.4	2.62	0.96	5.05	0.27	0.83	0.39	0.15	2.74	0.020	6.61	1.93	74	0.73	88	
46	2.12 ~ 2.18	34.5	1,030	4.6	73.1	6.43	1.77	9.90	0.85	1.07	0.92	0.31	5.67	0.046	25.7	5.01	78	0.85	79	
47	2.18 ~ 2.25	63.5	1,820	4.8	73.1	4.16	0.67	14.5	0.31	0.71	1.19	0.35	7.96	0.020	15.9	2.16	52	0.41	58	
48	2.25 ~ 3.4	35.5	2,340	6.1	23.0	2.16	0.95	2.78	0.17	0.88	0.24	0.16	1.70	0.022	0.74	1.73	80	0.82	93	
49	3.4 ~ 3.11	49.5	1,050	5.4	22.1	2.42	0.83	2.53	0.32	0.67	0.20	0.09	1.38	0.012	3.80	2.07	86	0.62	93	
50	3.11 ~ 3.18	38.5	730	5.4	9.8	1.11	0.55	0.47	0.19	0.37	0.048	0.03	0.31	0.008	4.17	1.03	93	0.36	97	
51	3.18 ~ 3.25	22.5	490	4.6	20.9	2.22	1.51	0.39	0.35	0.52	0.063	0.05	0.19	0.005	22.9	2.17	98	0.51	98	
52	3.25 ~ 4.2	63.5	1,320	5.0	26.0	2.35	0.59	1.91	0.30	0.71	0.20	0.10	1.47	ND	10.0	1.98	84	0.65	92	
最高値		219.0	5,650	6.1	163	12.7	7.84	30.1	2.90	2.31	2.46	0.82	17.1	0.151	97.7×10 <sup>5</sup>	11.4	99	1.89	100	
最低値		0.0	0	4.0	7.1	0.62	0.26	0.07	0.07	0.03	0.008	0.01	0.05	ND	0.74	0.59	47	0.03	50	
平均値		42.3	1,100	4.9	41.1	3.62	1.70	4.97	0.51	0.68	0.40	0.18	2.78	0.019	21.4	2.93	82	0.58	87	

1) 降水量は金沢地方気象台調べのデータを集計した。  
 2) 採取雨量は18cm口径当たり換算値である。また、採取雨量0は平均から除外した。  
 3) ExSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>: 海塩寄りのSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>を除いた過剰SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>量, すなわち [ExSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>] = [SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>] - 0.251 [Na<sup>+</sup>] (海塩中のSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/Na<sup>+</sup> = 0.2519)  
 4) ExCa<sup>2+</sup>: 海塩寄りのCa<sup>2+</sup>を除いた過剰Ca<sup>2+</sup>量, すなわち [ExCa<sup>2+</sup>] = [Ca<sup>2+</sup>] - 0.038 [Na<sup>+</sup>] (海塩中のCa<sup>2+</sup>/Na<sup>+</sup> = 0.0389)  
 5) ND: Fe<sup>3+</sup> 0.005 μg/ml. —: 試料なし. 欠: 欠測.

表 2-2 降水成分分析結果(鳥越)

試料番号	採取年月日	降水量 (mm)	採取 雨水位 (ml)	pH	EC (25°CμS/cm)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (μg/ml)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (μg/ml)	Cl <sup>-</sup> (μg/ml)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (μg/ml)	Ca <sup>2+</sup> (μg/ml)	Mg <sup>2+</sup> (μg/ml)	K <sup>+</sup> (μg/ml)	Na <sup>+</sup> (μg/ml)	Fe <sup>3+</sup> (μg/ml)	H <sup>+</sup> (μg/ml)	3) ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		4) ExCa <sup>2+</sup>	
																(μg/ml)	ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (%)	(μg/ml)	ExCa <sup>2+</sup> (%)
1	3.26 ~ 4.3	10.0	230	5.3	52.9	10.2	6.63	2.86	1.68	2.79	0.33	0.32	1.50	0.077	5.25×10	0.82	96	2.73	98
2	4.3 ~ 4.9	33.0	730	5.3	19.0	1.77	1.00	2.39	0.28	0.59	0.14	0.08	0.96	0.011	5.50	1.53	86	0.55	93
3	4.9 ~ 4.17	15.0	320	5.7	29.9	5.34	2.39	2.71	0.79	1.11	0.29	0.18	1.39	0.023	2.04	4.99	93	1.06	95
4	4.17 ~ 4.23	47.0	1,040	5.4	9.5	0.94	0.75	0.53	0.20	0.33	0.074	0.05	0.30	0.012	4.07	0.86	91	0.32	97
5	4.23 ~ 5.1	14.0	370	5.2	11.1	0.81	0.81	0.43	0.20	0.33	0.069	0.09	0.27	ND	6.46	0.74	91	0.32	97
6	5.1 ~ 5.7	89.0	2,060	5.6	4.8	0.47	0.18	0.30	0.07	0.07	0.023	0.03	0.16	0.012	2.29	0.43	91	0.06	86
7	5.7 ~ 5.14	12.0	300	5.1	18.6	1.54	1.41	0.52	0.09	0.57	0.17	0.84	0.41	0.031	7.76	1.44	94	0.55	96
8	5.14 ~ 5.21	16.0	390	4.2	38.6	3.66	2.70	0.53	0.63	0.40	0.099	0.20	0.12	0.019	57.5	3.63	99	0.40	100
9	5.21 ~ 5.28	0.0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	5.28 ~ 6.4	26.0	600	4.4	27.6	3.23	1.86	0.29	0.68	0.28	0.048	0.13	0.17	0.011	36.3	3.19	99	0.27	96
11	6.4 ~ 6.11	19.0	450	4.6	20.9	2.22	1.36	0.17	0.47	0.20	0.035	0.09	0.14	0.016	26.9	2.18	98	0.19	95
12	6.11 ~ 6.18	11.0	280	5.5	7.5	0.79	0.78	0.16	0.37	0.19	0.031	0.08	0.12	ND	3.31	0.76	96	0.19	100
13	6.18 ~ 6.25	131.0	3,050	4.8	10.8	1.14	0.54	0.10	0.17	0.08	0.016	0.04	0.07	ND	15.9	1.12	98	0.08	100
14	6.25 ~ 7.2	161.0	3,610	5.1	4.9	0.41	0.28	0.03	0.04	ND	ND	0.02	0.02	ND	7.41	0.40	98	ND	—
15	7.2 ~ 7.9	194.0	4,420	4.8	10.7	1.28	0.41	0.11	0.27	0.04	0.016	0.06	0.08	ND	15.1	1.26	98	0.04	100
16	7.9 ~ 7.16	27.0	630	4.7	15.5	1.57	0.80	0.39	0.23	0.14	0.056	0.07	0.34	ND	19.5	1.48	94	0.13	93
17	7.16 ~ 7.23	31.0	760	4.4	22.4	1.54	1.50	0.19	0.22	0.15	0.025	0.05	0.16	ND	38.0	1.50	97	0.14	93
18	7.23 ~ 7.30	48.0	1,080	4.7	11.1	0.90	0.73	0.14	0.17	0.08	0.009	0.05	0.08	0.005	19.5	0.88	98	0.08	100
19	7.30 ~ 8.6	0.0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	8.6 ~ 8.13	0.0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	8.13 ~ 8.20	7.0	140	4.9	17.9	1.69	2.14	0.69	0.34	0.34	0.053	0.28	0.63	0.014	13.8	1.53	91	0.32	94
22	8.20 ~ 8.27	10.0	290	5.0	19.4	1.60	0.98	2.29	0.25	0.28	0.11	0.16	1.41	0.009	11.0	1.25	78	0.23	82
23	8.27 ~ 9.3	61.0	970	5.5	3.8	0.43	0.14	0.17	0.02	0.11	0.022	0.03	0.11	ND	3.31	0.40	93	0.11	100
24	9.3 ~ 9.10	74.0	1,600	4.9	8.0	0.71	0.38	0.26	0.09	0.10	0.023	0.03	0.17	ND	12.3	0.67	94	0.09	90
25	9.10 ~ 9.17	13.0	310	4.4	36.0	3.42	1.74	1.89	0.54	0.24	0.16	0.15	1.16	0.015	38.0	3.13	92	0.20	83
26	9.17 ~ 9.24	1.0	37	4.3	38.8	3.67	2.76	1.11	0.60	0.33	0.063	0.29	0.55	0.024	56.2	3.53	96	0.31	94
27	9.24 ~ 10.1	7.0	150	5.1	17.5	1.90	1.49	1.14	0.55	0.33	0.11	0.31	0.63	0.007	7.24	1.74	92	0.31	94
28	10.1 ~ 10.8	64.0	1,400	4.7	17.5	1.67	0.40	1.24	0.17	0.11	0.086	0.06	0.69	0.010	20.4	1.50	90	0.08	73
29	10.8 ~ 10.15	5.0	120	4.7	50.4	3.49	1.36	8.04	0.32	0.66	0.62	0.29	4.76	0.010	18.2	2.30	66	0.48	73
30	10.15 ~ 10.22	21.0	500	4.6	64.6	3.65	0.70	11.7	0.05	0.41	0.82	1.71	6.19	0.009	22.9	2.10	58	0.17	41
31	10.22 ~ 10.29	16.0	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠
32	10.29 ~ 11.5	45.0	550	4.6	31.0	2.76	0.68	3.08	0.23	0.24	0.22	0.23	1.78	ND	27.5	2.31	84	0.17	71
33	11.5 ~ 11.12	36.0	740	4.4	23.3	2.57	0.32	0.19	0.16	0.18	0.035	0.06	0.13	0.007	42.7	2.54	99	0.18	100
34	11.12 ~ 11.19	38.0	840	5.4	5.7	0.37	0.07	0.63	0.02	0.20	0.053	0.07	0.23	ND	3.63	0.31	84	0.19	95
35	11.19 ~ 11.26	28.0	620	4.5	24.9	2.30	0.90	1.01	0.07	0.23	0.11	0.14	0.66	0.011	33.9	2.13	93	0.20	87
36	11.26 ~ 12.3	61.0	1,400	4.8	60.8	4.13	0.89	10.7	0.50	0.61	0.85	0.29	5.87	0.017	17.0	2.66	64	0.39	64
37	12.3 ~ 12.10	22.0	480	4.4	32.5	2.38	1.61	2.03	0.31	0.21	0.15	0.13	1.17	0.016	38.9	2.09	88	0.17	81
38	12.10 ~ 12.17	53.0	1,190	4.7	19.8	1.35	0.70	1.60	0.13	0.18	0.12	0.06	0.97	0.009	19.1	1.11	82	0.14	78
39	12.17 ~ 12.24	162.0	6,180	6.1	46.1	3.08	0.60	9.27	0.15	0.93	0.71	0.23	5.03	0.008	0.85	1.82	59	0.74	80
40	12.24 ~ 1.7	284.0	6,500	4.9	29.6	1.67	0.32	5.08	0.13	0.22	0.34	0.15	2.74	0.007	13.5	0.98	59	0.12	55
41	1.7 ~ 1.14	64.0	2,310	4.7	60.8	4.21	1.09	10.3	0.36	0.75	0.83	0.30	5.57	0.023	19.5	2.81	67	0.54	72
42	1.14 ~ 1.21	63.0	2,070	4.5	81.8	4.98	0.92	14.6	0.36	0.58	1.16	0.38	7.92	0.023	34.7	2.99	60	0.28	48
43	1.21 ~ 1.28	13.0	770	4.7	64.6	5.44	2.01	9.76	0.54	1.15	0.80	0.42	5.20	0.033	20.4	4.13	76	0.95	83
44	1.28 ~ 2.4	52.0	2,240	4.6	49.3	3.75	1.19	6.90	0.57	0.48	0.52	0.28	3.75	0.014	25.7	2.81	75	0.34	71
45	2.4 ~ 2.12	53.0	2,330	4.8	32.6	1.93	0.54	4.48	0.14	0.38	0.34	0.15	2.67	0.009	17.4	1.26	65	0.28	74
46	2.12 ~ 2.18	31.0	1,210	4.5	58.5	4.49	1.16	8.60	0.49	0.68	0.71	0.26	4.77	0.021	29.5	3.29	73	0.50	74
47	2.18 ~ 2.25	87.0	3,440	4.7	55.0	3.12	0.41	9.87	0.23	0.36	0.74	0.26	5.43	0.009	21.9	1.76	56	0.15	42
48	2.25 ~ 3.4	36.0	1,910	6.5	14.5	1.19	0.57	1.05	0.11	0.82	0.12	0.11	0.78	0.008	0.33	0.99	83	0.79	96
49	3.4 ~ 3.11	42.0	1,600	5.8	21.0	2.20	0.85	2.43	0.31	0.70	0.20	0.11	1.38	0.007	1.48	1.85	84	0.65	93
50	3.11 ~ 3.18	45.0	1,040	4.9	10.8	0.83	0.52	0.32	0.14	0.22	0.032	0.03	0.22	0.013	11.5	0.77	93	0.21	95
51	3.18 ~ 3.25	23.0	530	4.6	14.7	1.15	0.81	0.13	0.16	0.26	0.025	0.03	0.06	ND	22.9	1.13	98	0.26	100
52	3.25 ~ 4.2	69.0	1,660	5.0	23.2	2.78	0.78	2.01	0.38	0.58	0.17	0.11	1.11	ND	10.5	2.50	90	0.54	93
最高値		284.0	6,500	6.5	81.8	10.2	6.63	14.6	1.68	2.79	1.15	1.71	7.92	0.077	57.5×10	9.82	99	2.73	100
最低値		0.0	0	4.2	3.8	0.37	0.07	0.03	0.02	ND	ND	0.02	0.02	ND	0.33	0.31	56	ND	41
平均値		47.5	1,360	4.9	28.1	2.43	1.11	3.01	0.31	0.42	0.24	0.20	1.67	0.011	18.5	2.01	85	0.36	85

1) 降水量は鳥越地域気象観測所のデータを集計した。  
 2) 採取雨量は18cmφ口後当たり換算値である。また、採取雨量0は平均から除外した。  
 3) ExSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>: 海塩寄与のSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>を除いた過剰SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>量、すなわち [ExSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>] = [SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>] - 0.251 [Na<sup>+</sup>] (海塩中のSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/Na<sup>+</sup> = 0.251<sup>92)</sup>)  
 4) ExCa<sup>2+</sup>: 海塩寄与のCa<sup>2+</sup>を除いた過剰Ca<sup>2+</sup>量、すなわち [ExCa<sup>2+</sup>] = [Ca<sup>2+</sup>] - 0.038 [Na<sup>+</sup>] (海塩中のCa<sup>2+</sup>/Na<sup>+</sup> = 0.038<sup>93)</sup>)  
 5) ND: Ca<sup>2+</sup> 0.01 μg/ml, Mg<sup>2+</sup> 0.005 μg/ml, Fe<sup>3+</sup> 0.005 μg/ml。 —: 試料なし。 欠: 欠測。

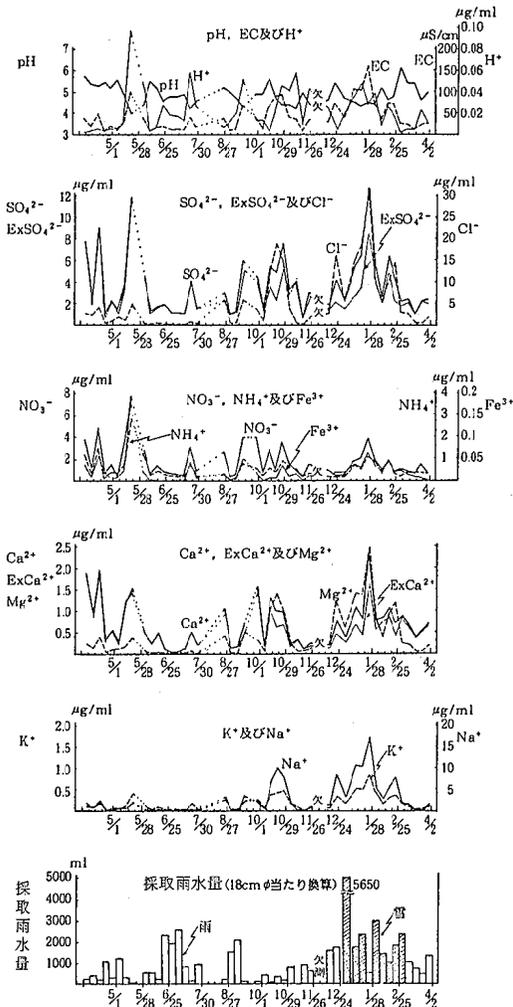


図 2-1 降水成分濃度変化グラフ (三馬)

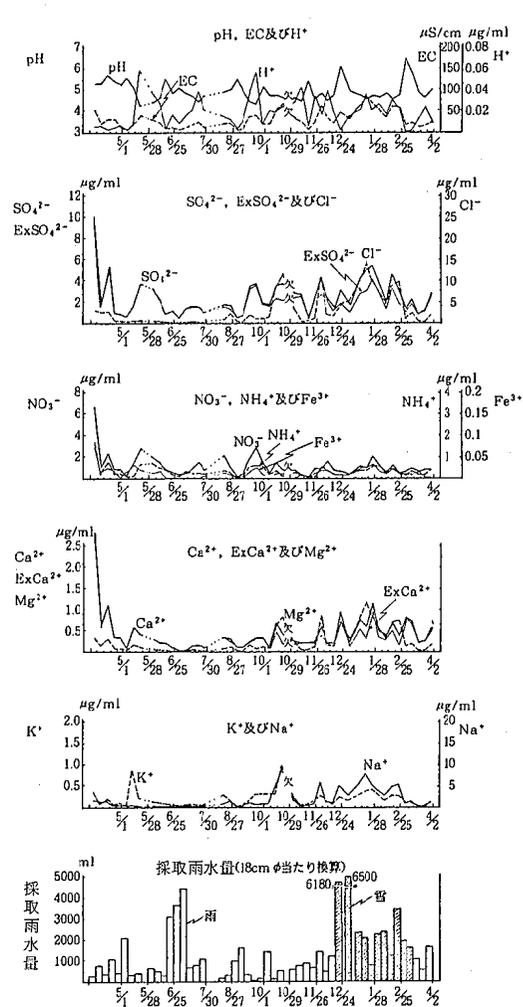


図 2-2 降水成分濃度変化グラフ (鳥越)

与が大きいと推定される過剰硫酸，硝酸及びアンモニウムの各イオンには有意差がみられなかった。

一方，地点別の平均値の差をみると，春～秋季には大部分の項目で三馬が鳥越の1.4～1.8倍，冬季には同じく1.5～1.6倍となっているが，統計的有意差のあるものは，表6に示すように季節により異なっている。しかし，三馬と鳥越とでは降水量が異なるため，降水成分イオン濃度に採取雨量を乗じた降下量でみると，表9に示すように，春～秋季には海塩寄与と推定される成分が1.3倍程度，その他の成分が1.1～1.2倍程度と三馬が若干多いが，冬季にはほぼ1対1となり，有意差はみられない。このことから，海塩寄与成分の差

については海岸からの距離で説明できるが，人為汚染寄与成分については，金沢を中心とする比較的狭い範囲の降水に都市部の大気汚染の影響が現れているのか，あるいは降水の汚染度には差はないが，山間部では降水量が多いために希釈されているのかについては不明である。

#### 4.2 項目間濃度相関

個々の降水成分濃度間の相互関係をみるため，各測定地点における季節別の項目間濃度相関を計算した。これらの結果を表10-1～4に，また，各季節及び地点ごとの傾向の総括を表11に示した。これらから次のことが言える。すなわち，①水素イオン濃度と強い相

表3-1 降水成分のイオンバランス及び各イオンの当量百分率 (三馬)

(単位:  $\mu\text{eq/L}$ ; ( ) 内は%)

試料No.	採取年月日	項目	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	H <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	アニオン合計	カチオン合計	合計
1	昭59. 3.26~4. 3		161 (30)	60 (11)	74 (14)	1.7 (0.3)	68 (13)	94 (17)	21 (3.8)	4.6 (0.9)	53 (9.8)	2.0 (0.4)	295 (55)	244 (46)	539 (100)
2	4. 3~4. 9		42 (17)	18 (7.6)	61 (25)	3.6 (1.5)	17 (6.8)	45 (19)	12 (5.1)	2.6 (1.1)	41 (17)	0.5 (0.2)	121 (50)	122 (50)	243 (100)
3	4. 9~4.17		185 (27)	76 (11)	115 (17)	4.8 (0.7)	86 (13)	98 (14)	33 (4.8)	5.9 (0.9)	84 (12)	3.1 (0.4)	376 (54)	314 (46)	690 (100)
4	4.17~4.23		8.9 (22)	8.9 (11)	11 (14)	3.1 (3.9)	7.8 (9.7)	15 (19)	4.3 (5.4)	0.8 (1.0)	9.6 (12)	0.9 (1.1)	38 (47)	42 (53)	80 (100)
5	4.23~5. 1		46 (25)	25 (14)	21 (12)	5.7 (3.1)	22 (12)	28 (16)	4.2 (2.3)	2.3 (1.3)	23 (13)	0.3 (0.2)	91 (51)	90 (49)	182 (100)
6	5. 1~5. 7		26 (15)	5.3 (3.1)	54 (31)	2.6 (1.5)	18 (10)	13 (7.8)	11 (6.2)	1.3 (0.7)	41 (24)	0.4 (0.2)	85 (50)	87 (50)	173 (100)
7	5. 7~5.14		76 (23)	53 (16)	31 (9.5)	12 (3.7)	40 (12)	60 (18)	15 (4.6)	3.6 (1.1)	33 (10)	1.3 (0.4)	160 (49)	166 (51)	325 (100)
8	5.14~5.21		248 (26)	126 (13)	129 (13)	3.7 (6.0)	161 (17)	80 (3.1)	30 (8.8)	10 (1.1)	85 (8.8)	8.1 (0.8)	503 (52)	469 (48)	973 (100)
10	5.26~6. 4		88 (31)	41 (15)	12 (4.3)	4.3 (1.5)	60 (21)	23 (8.1)	4.7 (1.7)	2.6 (0.9)	7.8 (2.8)	1.2 (0.4)	141 (50)	143 (50)	284 (100)
11	6. 4~6.11		35 (24)	9.2 (12)	7.9 (10)	3.4 (4.2)	14 (18)	15 (2.6)	2.6 (3.2)	2.0 (1.6)	4.8 (6.0)	0 ( )	41 (52)	38 (46)	79 (100)
12	6.11~6.18		35 (24)	22 (15)	13 (9.3)	6.4 (4.5)	25 (17)	24 (17)	4.4 (3.1)	2.3 (1.6)	11 (7.6)	0 ( )	70 (49)	73 (51)	143 (100)
13	6.18~6.25		39 (34)	13 (12)	6.2 (5.4)	2.7 (2.4)	17 (14)	5.0 (4.3)	2.1 (1.8)	0.8 (0.7)	4.8 (4.1)	0 ( )	59 (51)	57 (49)	115 (100)
14	6.25~7. 2		22 (32)	10 (15)	2.0 (2.9)	18 (26)	12 (17)	1.5 (2.2)	0.7 (1.0)	0.8 (1.1)	2.2 (3.2)	0 ( )	34 (50)	34 (50)	69 (100)
15	7. 2~7. 9		23 (33)	7.6 (11)	3.7 (5.3)	16 (24)	11 (15)	3.0 (4.3)	1.2 (1.7)	0.5 (0.7)	3.0 (4.4)	0 ( )	35 (50)	35 (50)	69 (100)
16	7. 9~7.16		21 (31)	8.2 (12)	3.4 (4.8)	12 (17)	11 (16)	6.5 (9.3)	2.1 (2.9)	0.8 (1.1)	4.8 (6.8)	0 ( )	33 (47)	37 (53)	70 (100)
17	7.16~7.23		85 (28)	50 (16)	19 (6.1)	5.7 (19)	42 (14)	25 (8.1)	5.8 (1.9)	4.4 (1.4)	17 (5.7)	2.3 (0.7)	153 (50)	154 (50)	307 (100)
18	7.23~7.30		31 (28)	15 (13)	7.1 (6.4)	26 (23)	12 (11)	10 (9.1)	1.7 (1.6)	1.0 (0.9)	7.0 (6.3)	0.3 (0.3)	53 (48)	57 (52)	110 (100)
22	8.20~8.27		63 (12)	42 (8.0)	164 (31)	6.1 (1.2)	14 (2.5)	52 (10)	34 (6.4)	6.9 (1.3)	142 (27)	0.8 (0.2)	269 (51)	256 (49)	525 (100)
23	8.27~9. 3		20 (30)	4.2 (6.3)	9.0 (14)	11 (16)	3.9 (5.8)	7.0 (11)	2.6 (3.9)	0.8 (1.2)	8.7 (13)	0 ( )	33 (49)	34 (51)	67 (100)
24	9. 3~9.10		24 (25)	8.1 (8.2)	14 (15)	20 (20)	6.1 (6.2)	8.0 (8.1)	3.1 (3.2)	0.8 (0.8)	13 (13)	0.4 (0.4)	47 (48)	51 (52)	98 (100)
25	9.10~9.17		122 (18)	64 (9.4)	161 (24)	5.2 (7.7)	42 (6.3)	32 (4.8)	42 (6.2)	5.9 (0.9)	150 (22)	2.7 (0.4)	347 (51)	327 (48)	674 (100)
27	9.24~10. 1		92 (19)	64 (13)	100 (20)	13 (2.6)	32 (6.5)	17 (1.6)	26 (5.3)	6.4 (1.3)	85 (17)	0.8 (0.2)	256 (52)	241 (48)	497 (100)
28	10. 1~10. 8		29 (26)	9.5 (8.5)	18 (16)	13 (12)	12 (10)	9.5 (8.5)	3.9 (3.4)	1.8 (1.6)	16 (14)	0 ( )	56 (50)	56 (50)	112 (100)
29	10. 8~10.15		112 (11)	45 (4.5)	344 (35)	2.4 (0.2)	33 (3.3)	65 (6.6)	84 (8.4)	9.2 (0.9)	299 (30)	0.3 (0.0)	501 (50)	494 (50)	995 (100)
30	10.15~10.22		99 (7.6)	15 (1.1)	528 (41)	22 (1.7)	21 (1.6)	50 (3.9)	116 (9.0)	10 (0.8)	435 (34)	0.3 (0.0)	641 (50)	654 (50)	1,295 (100)
31	10.22~10.29		157 (13)	57 (4.8)	406 (34)	44 (3.7)	51 (4.3)	48 (4.1)	81 (6.8)	12 (1.0)	334 (28)	1.8 (0.2)	620 (52)	573 (48)	1,193 (100)
32	10.29~11. 5		69 (18)	24 (6.2)	96 (26)	40 (11)	32 (8.5)	12 (3.0)	19 (5.0)	4.1 (1.1)	80 (21)	0.5 (0.1)	189 (50)	188 (50)	377 (100)
33	11. 5~11.12		86 (36)	14 (5.8)	12 (5.2)	57 (24)	30 (13)	17 (7.2)	4.9 (2.1)	2.3 (1.0)	13 (5.5)	0.8 (0.3)	112 (47)	125 (53)	237 (100)
34	11.12~11.19		13 (25)	5.3 (10)	6.8 (13)	9.3 (18)	6.7 (13)	4.5 (8.7)	1.2 (2.4)	0.3 (0.5)	4.8 (9.2)	0 ( )	25 (48)	27 (52)	52 (100)
35	11.19~11.26		62 (24)	24 (9.2)	49 (19)	42 (16)	18 (7.0)	11 (4.4)	9.9 (3.8)	1.5 (0.6)	41 (16)	0.6 (0.2)	134 (52)	126 (48)	260 (100)
38	12.10~12.17		34 (14)	14 (5.7)	76 (31)	24 (9.8)	10 (4.0)	9.5 (3.8)	14 (5.6)	2.1 (0.8)	64 (26)	0 ( )	124 (50)	124 (50)	248 (100)
39	12.17~12.24		88 (8.2)	8.2 (0.8)	451 (42)	40 (0.4)	8.9 (0.8)	39 (3.6)	101 (9.4)	8.7 (0.8)	365 (34)	1.0 (0.1)	547 (51)	528 (49)	1,076 (100)
40	12.24~昭60. 1. 7		45 (11)	7.3 (1.7)	160 (38)	18 (4.3)	7.8 (1.8)	18 (4.2)	32 (7.6)	3.8 (0.9)	131 (31)	1.0 (0.2)	212 (50)	212 (50)	423 (100)
41	昭60. 1. 7~1.14		111 (8.7)	27 (2.1)	429 (33)	34 (2.7)	38 (3.0)	54 (4.2)	115 (9.0)	13 (1.0)	461 (36)	1.9 (0.2)	567 (44)	718 (56)	1,285 (100)
42	1.14~1.21		132 (9.5)	32 (2.3)	528 (38)	48 (3.4)	28 (2.0)	40 (2.9)	113 (8.1)	13 (0.9)	452 (33)	1.5 (0.1)	682 (50)	695 (50)	1,387 (100)
43	1.21~1.28		264 (11)	62 (2.6)	849 (36)	29 (1.2)	60 (1.5)	115 (4.9)	202 (8.6)	21 (0.9)	744 (32)	3.3 (0.1)	1,175 (50)	1,175 (50)	2,350 (100)
44	1.28~2. 4		115 (13)	31 (3.6)	279 (32)	40 (4.6)	47 (5.5)	38 (4.5)	64 (7.5)	9.7 (1.1)	235 (27)	1.8 (0.2)	425 (48)	436 (51)	861 (100)
45	2. 4~2.12		55 (15)	15 (3.6)	142 (33)	6.6 (1.5)	15 (3.5)	41 (9.6)	32 (7.4)	3.8 (0.9)	119 (28)	1.1 (0.2)	213 (49)	219 (51)	432 (100)
46	2.12~2.18		134 (15)	29 (3.2)	279 (31)	26 (2.8)	47 (5.2)	53 (5.9)	76 (8.4)	7.9 (0.9)	247 (27)	2.5 (0.3)	442 (49)	459 (51)	901 (100)
47	2.18~2.25		87 (8.4)	11 (1.1)	409 (40)	16 (1.5)	17 (1.7)	35 (3.4)	98 (9.5)	9.0 (0.9)	346 (34)	1.1 (0.1)	507 (49)	523 (51)	1,029 (100)
48	2.25~3. 4		45 (15)	15 (5.3)	78 (27)	0.7 (0.3)	9.4 (3.2)	44 (15)	20 (6.8)	4.1 (1.4)	74 (25)	1.2 (0.4)	139 (48)	153 (52)	292 (100)
49	3. 4~3.11		50 (19)	13 (4.9)	74 (27)	3.8 (1.4)	18 (6.5)	33 (12)	16 (6.0)	2.3 (0.8)	60 (22)	0.6 (0.2)	138 (51)	134 (49)	272 (100)
50	3.11~3.18		23 (24)	8.9 (9.1)	13 (14)	4.1 (4.3)	11 (11)	18 (19)	4.0 (4.1)	0.8 (0.8)	13 (14)	0.4 (0.4)	45 (47)	52 (53)	97 (100)
51	3.18~3.25		46 (28)	24 (15)	11 (6.7)	23 (14)	19 (12)	26 (16)	5.2 (3.2)	1.3 (0.8)	8.3 (5.0)	0.3 (0.2)	82 (50)	83 (50)	165 (100)
52	3.25~4. 2		49 (19)	9.5 (3.7)	54 (21)	9.9 (3.9)	17 (6.5)	35 (14)	16 (6.4)	2.6 (1.0)	64 (25)	0 ( )	112 (44)	145 (56)	257 (100)

表 3-2 降水成分のイオンバランス及び各イオンの当量百分率 (鳥越)

試料地	採取年月日	項目												合計
		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	H <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	アニオン合計	カチオン合計	
1	昭59.3.26~4.3	212 (29)	107 (14)	81 (11)	5.2 (0.7)	93 (13)	139 (19)	27 (3.7)	8.2 (1.1)	65 (8.8)	4.1 (0.6)	400 (54)	342 (46)	742 (100)
2	4.3~4.9	37 (16)	16 (7.1)	67 (30)	5.5 (2.4)	16 (6.8)	29 (13)	12 (5.1)	2.1 (0.9)	42 (18)	0.6 (0.3)	120 (53)	106 (47)	227 (100)
3	4.9~4.23	111 (27)	39 (9.2)	76 (18)	2.0 (0.5)	44 (11)	55 (13)	24 (5.7)	4.5 (1.1)	60 (15)	1.2 (0.3)	226 (54)	191 (46)	418 (100)
4	4.17~4.23	20 (20)	12 (12)	15 (15)	4.1 (4.1)	11 (11)	16 (17)	6.1 (6.1)	1.3 (1.3)	13 (13)	0.5 (0.6)	47 (47)	53 (53)	99 (100)
5	4.23~5.1	17 (18)	13 (14)	12 (13)	6.4 (6.7)	11 (12)	16 (17)	5.7 (5.9)	2.3 (2.4)	12 (12)	0 (0)	42 (44)	54 (56)	96 (100)
6	5.1~5.7	9.8 (24)	2.9 (7.1)	8.5 (20)	2.3 (5.6)	3.9 (9.4)	3.5 (8.5)	1.9 (4.6)	0.8 (1.9)	7.0 (17)	0.6 (1.6)	21 (52)	20 (48)	41 (100)
7	5.7~5.14	32 (19)	23 (14)	15 (8.9)	7.7 (4.7)	5.0 (3.0)	28 (17)	14 (8.4)	21 (13)	18 (11)	1.7 (1.0)	69 (42)	96 (58)	166 (100)
8	5.14~5.21	67 (29)	44 (16)	15 (5.6)	5.7 (22)	35 (13)	20 (7.5)	8.2 (3.1)	5.3 (2.0)	132 (49)	1.32 (0.4)	135 (51)	132 (49)	268 (100)
10	5.28~6.4	76 (32)	30 (14)	8.2 (3.9)	3.6 (1.7)	38 (18)	14 (6.7)	4.0 (1.9)	3.1 (1.6)	7.4 (3.5)	0.6 (0.3)	105 (51)	103 (49)	208 (100)
11	6.4~6.11	46 (31)	22 (15)	4.8 (3.2)	2.1 (1.8)	26 (18)	10 (6.8)	2.9 (1.9)	2.3 (1.6)	6.1 (4.2)	0.9 (0.6)	73 (49)	75 (51)	148 (100)
12	6.11~6.18	16 (22)	13 (16)	4.5 (5.9)	3.3 (4.1)	21 (27)	9.5 (12)	2.6 (3.3)	2.1 (2.7)	5.2 (6.8)	0 (0)	34 (44)	34 (44)	77 (100)
13	6.18~6.25	24 (34)	8.7 (13)	2.8 (4.0)	1.6 (2.3)	9.4 (14)	4.0 (5.7)	1.3 (1.9)	1.0 (1.5)	3.0 (4.4)	0 (0)	35 (51)	35 (49)	70 (100)
14	6.25~7.2	8.5 (34)	4.5 (18)	0.9 (3.4)	7.4 (30)	2.2 (8.9)	0 (0)	0 (0)	0.5 (2.1)	0.9 (3.5)	0 (0)	14 (56)	11 (44)	25 (100)
15	7.2~7.9	27 (36)	6.6 (8.8)	3.1 (4.2)	1.5 (2.0)	15 (20)	2.0 (2.7)	1.3 (1.8)	1.5 (2.0)	3.5 (4.7)	0 (0)	36 (49)	38 (51)	75 (100)
16	7.9~7.16	33 (28)	13 (11)	11 (9.5)	1.9 (1.7)	13 (11)	7.0 (6.0)	4.1 (3.5)	1.8 (1.5)	15 (13)	0 (0)	57 (49)	60 (51)	116 (100)
17	7.16~7.23	32 (25)	24 (19)	5.4 (4.1)	3.8 (2.9)	12 (9.4)	7.5 (5.8)	2.1 (1.6)	1.3 (1.0)	7.0 (5.4)	0 (0)	62 (48)	68 (52)	129 (100)
18	7.23~7.30	19 (26)	12 (16)	4.0 (5.4)	1.9 (2.7)	9.4 (13)	4.0 (5.5)	0.7 (1.0)	1.3 (1.8)	3.5 (4.8)	0.3 (0.4)	34 (47)	39 (53)	73 (100)
21	8.13~8.20	35 (20)	35 (19)	19 (11)	14 (7.7)	19 (11)	17 (9.5)	4.4 (2.4)	7.2 (4.0)	27 (15)	0.8 (0.4)	89 (50)	89 (50)	178 (100)
22	8.20~8.27	33 (15)	16 (7.0)	65 (28)	11 (4.8)	14 (6.1)	14 (6.1)	9.1 (4.0)	4.1 (1.8)	61 (27)	0.5 (0.2)	114 (50)	114 (50)	227 (100)
23	8.27~9.3	9.0 (27)	2.3 (6.8)	4.8 (14)	3.3 (9.9)	1.1 (3.3)	5.5 (17)	1.8 (5.4)	0.8 (2.3)	4.8 (14)	0 (0)	16 (48)	17 (52)	33 (100)
24	9.3~9.10	15 (24)	6.1 (10)	7.3 (12)	1.2 (2.0)	5.0 (8.3)	5.0 (8.3)	1.9 (3.1)	0.8 (1.3)	7.4 (12)	0 (0)	28 (47)	32 (53)	60 (100)
25	9.10~9.17	71 (24)	28 (9.3)	53 (18)	3.8 (1.3)	30 (10)	12 (4.0)	13 (4.4)	3.8 (1.3)	50 (17)	0.8 (0.3)	153 (51)	148 (49)	301 (100)
26	9.17~9.24	76 (26)	45 (15)	31 (11)	5.6 (1.9)	33 (11)	16 (5.6)	5.2 (1.8)	7.4 (2.5)	24 (8.1)	1.3 (0.4)	152 (51)	143 (49)	296 (100)
27	9.24~10.1	40 (20)	24 (12)	32 (17)	7.2 (3.7)	30 (16)	16 (8.5)	9.1 (4.6)	7.9 (4.1)	27 (14)	0.4 (0.2)	96 (49)	99 (51)	195 (100)
28	10.1~10.8	35 (23)	6.5 (4.3)	35 (23)	20 (14)	9.4 (6.3)	5.5 (3.7)	7.1 (4.7)	1.5 (1.0)	30 (20)	次	76 (51)	74 (49)	150 (100)
29	10.8~10.15	73 (11)	22 (3.3)	227 (35)	18 (2.8)	18 (2.7)	33 (5.0)	51 (7.8)	7.4 (1.1)	207 (32)	0.5 (0.1)	321 (49)	335 (51)	656 (100)
30	10.15~10.22	76 (9.0)	11 (1.3)	330 (39)	23 (2.7)	2.8 (0.3)	20 (2.4)	6.7 (8.0)	4.4 (5.2)	269 (32)	0.5 (0.1)	417 (49)	427 (51)	844 (100)
32	10.23~11.5	57 (19)	11 (3.6)	87 (28)	27 (8.9)	13 (4.1)	12 (3.9)	18 (5.9)	5.9 (1.9)	77 (25)	0 (0)	155 (50)	154 (50)	309 (100)
33	11.5~11.12	54 (40)	5.2 (3.8)	5.4 (4.0)	4.2 (3.2)	8.9 (6.6)	9.0 (6.7)	2.9 (2.1)	1.5 (1.1)	5.7 (4.2)	0.4 (0.3)	64 (48)	71 (52)	135 (100)
34	11.12~11.19	7.7 (13)	1.1 (2.0)	18 (31)	3.6 (6.3)	1.1 (1.9)	10 (17)	4.4 (7.6)	1.8 (3.1)	10 (17)	0 (0)	27 (46)	31 (54)	57 (100)
35	11.19~11.26	48 (26)	15 (8.0)	28 (16)	34 (19)	3.9 (2.1)	11 (6.3)	9.1 (5.0)	3.6 (2.0)	29 (15)	0.6 (0.3)	91 (50)	91 (50)	182 (100)
36	11.26~12.3	86 (11)	14 (1.8)	302 (37)	17 (2.1)	28 (3.4)	30 (3.8)	70 (8.6)	7.4 (0.9)	255 (32)	0.9 (0.1)	402 (50)	409 (50)	811 (100)
37	12.3~12.10	50 (19)	26 (9.7)	57 (22)	3.8 (1.5)	17 (6.4)	10 (3.9)	12 (4.6)	3.3 (1.2)	51 (19)	0.9 (0.3)	133 (50)	134 (50)	267 (100)
38	12.10~12.17	28 (16)	11 (6.5)	45 (26)	1.9 (1.1)	7.2 (4.2)	9.0 (5.2)	9.9 (5.7)	1.5 (0.9)	42 (24)	0.5 (0.3)	85 (49)	89 (51)	174 (100)
39	12.17~12.24	64 (9.5)	9.7 (1.4)	262 (39)	0.8 (0.1)	8.3 (1.2)	4.6 (6.9)	5.8 (8.7)	5.9 (0.9)	219 (32)	0.4 (0.1)	335 (50)	339 (50)	674 (100)
40	12.24~昭60.1.7	35 (9.5)	5.2 (1.4)	143 (39)	13 (3.7)	7.2 (2.0)	11 (3.0)	28 (7.6)	3.8 (1.0)	119 (33)	0.4 (0.1)	183 (50)	183 (50)	366 (100)
41	昭60.1.7~1.14	88 (11)	16 (2.2)	291 (37)	19 (2.4)	20 (2.5)	37 (4.7)	68 (8.6)	7.7 (1.0)	242 (31)	1.2 (0.2)	396 (50)	396 (50)	792 (100)
42	1.14~1.21	104 (9.7)	11 (1.4)	412 (39)	34 (3.2)	20 (1.9)	29 (2.7)	95 (9.0)	9.7 (0.9)	345 (32)	1.2 (0.1)	530 (50)	534 (50)	1,065 (100)
43	1.21~1.28	113 (14)	32 (3.9)	275 (35)	20 (2.4)	30 (3.6)	57 (6.9)	66 (7.9)	11 (1.3)	226 (27)	1.8 (0.2)	421 (51)	412 (49)	833 (100)
44	1.28~2.4	78 (13)	19 (3.3)	195 (33)	26 (4.3)	32 (5.4)	24 (4.1)	43 (7.3)	7.2 (1.2)	163 (28)	0.8 (0.1)	292 (50)	295 (50)	587 (100)
45	2.4~2.18	8.7 (2.4)	126 (34)	17 (4.7)	7.8 (2.1)	19 (5.2)	28 (7.6)	3.8 (1.0)	116 (32)	0.5 (0.1)	175 (48)	192 (52)	368 (100)	
46	2.12~2.18	93 (13)	19 (2.6)	243 (34)	29 (4.1)	27 (3.8)	34 (4.7)	58 (8.1)	6.7 (0.9)	207 (29)	1.1 (0.2)	355 (49)	364 (51)	719 (100)
47	2.18~2.25	65 (9.0)	6.5 (0.9)	278 (39)	22 (3.1)	13 (1.8)	18 (2.5)	61 (8.6)	6.7 (0.9)	236 (33)	0.5 (0.1)	350 (50)	357 (50)	707 (100)
48	2.25~3.4	25 (16)	9.2 (5.8)	30 (19)	0.3 (0.2)	6.1 (3.9)	41 (26)	9.9 (6.3)	2.8 (1.8)	34 (22)	0.4 (0.3)	64 (40)	94 (60)	158 (100)
49	3.4~3.11	46 (18)	14 (5.2)	69 (28)	1.5 (0.6)	17 (6.6)	35 (13)	16 (6.3)	2.8 (1.1)	60 (23)	0.4 (0.1)	128 (49)	133 (51)	261 (100)
50	3.11~3.18	17 (22)	8.4 (11)	9.0 (12)	11 (15)	7.8 (9.9)	11 (14)	2.6 (3.3)	0.7 (0.9)	35 (44)	0 (0)	44 (56)	44 (56)	79 (100)
51	3.18~3.25	24 (26)	13 (14)	3.7 (4.0)	23 (25)	8.9 (9.8)	13 (14)	2.1 (2.3)	0.8 (0.8)	2.6 (2.9)	0 (0)	41 (45)	50 (55)	91 (100)
52	3.25~4.2	58 (22)	13 (5.0)	57 (22)	10 (4.1)	21 (8.3)	29 (12)	14 (5.5)	2.8 (1.0)	48 (19)	0 (0)	127 (50)	126 (50)	253 (100)

(単位:  $\mu\text{eq./l}$ ; ( ) 内は%)

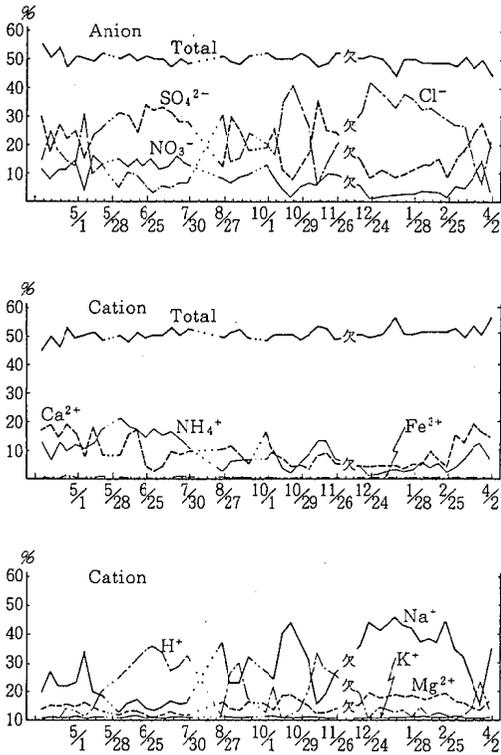


図3-1 降水成分の当量百分率変化グラフ (三馬)

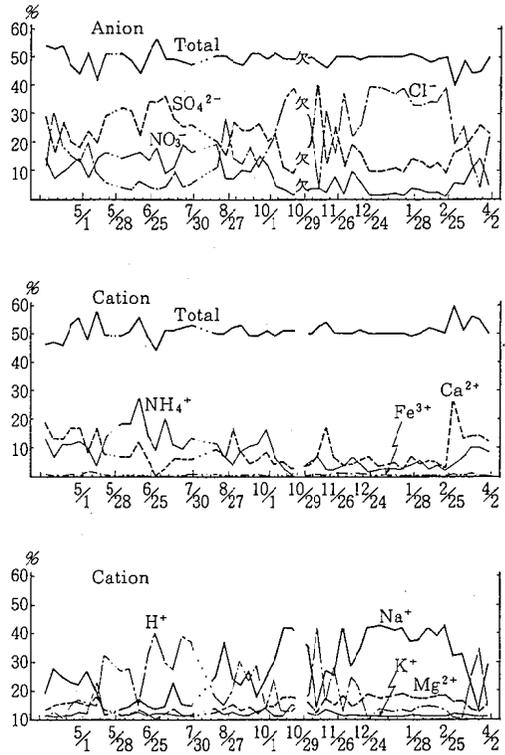


図3-2 降水成分の当量百分率変化グラフ (鳥越)

関のあるものは、いずれの季節、地点にも認められず、春～秋季の三馬では主に人為汚染寄与と推定される5成分及び電導度と弱い相関が認められるに過ぎない。  
 ②海塩寄与と推定される塩素、ナトリウム、マグネシウムの各イオンは、年間を通じて相互間で強い相関がある。  
 ③人為汚染寄与と推定される硫酸、硝酸、アンモニウムの各イオンは、春～秋季に相互間で強い相関があり、カルシウムイオンもこのグループに入ると考えられる。  
 ④電導度は、春～秋季には人為汚染寄与成分に、冬季は海塩寄与成分に支配される。

また、降水成分の当量百分率とpHとの関係は、いずれの地点及び季節においても、前年度の調査<sup>7)</sup>と同じく、有意水準1%ではカルシウムイオンと正の相関があった。

#### 4.3 雨水成分の主成分分析

降水成分濃度の相関関係を用い、雨水の特性を明確にするために主成分分析を適用した例としては、仙台における北村らの報告<sup>3)</sup>及び奈良における松本らの報告<sup>4)</sup>がある。ここでは、石川県における降水成分濃度

について主成分分析を適用し、その特性を明確にすることを試みた。なお、硫酸及びカルシウムイオンについては、その特性を一層明確にするため、海塩寄与を除いた過剰量を用いて解析した。三馬、鳥越両地点における昭和58、59年度の春～秋季及び冬季の測定値を用いて主成分分析を行った結果を表12に示した。これから次のことが言える。すなわち、①固有値1以上の主成分を抽出すると第3主成分までとなり、約90%の情報が3つの主成分に集められている。②第1主成分Z<sub>1</sub>の係数(固有ベクトル)はすべて正であり、これは雨水の総合的な汚染度を示す因子と言える。③第2主成分Z<sub>2</sub>の係数は正、負が混じっており、正の大きいものから順にナトリウム、塩素、マグネシウム、カリウムイオン、負の大きいものから順に硝酸、アンモニウム、過剰硫酸、鉄、カルシウム、水素イオンであり、海塩寄与と考えられるものは正、人為汚染寄与と推定されるものは負となっている。従って、Z<sub>2</sub>は発生源寄与を示す因子と言える。④第3主成分Z<sub>3</sub>の係数は大部分が零に近いが、水素イオンが正で大きく、カルシウ

表4 乾性降水物降下量及び乾性降水物中の各物質の相対濃度 (単位: mg/m<sup>2</sup>・月; ( ) 内は%)

地点	項目		降下物	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>
	年	月								
三馬	昭59	4	1,970	7.5 (0.38)	13.3 (0.67)	12.8 (0.65)	2.1 (0.11)	62 (3.2)	1.02 (0.052)	65 (3.3)
		5	960	3.2 (0.33)	4.9 (0.51)	5.8 (0.61)	0.13 (0.01)	29 (3.1)	0.35 (0.037)	30 (3.1)
		6	430	2.1 (0.48)	3.2 (0.73)	3.7 (0.85)	0 (0)	23 (5.3)	0.30 (0.068)	21 (4.9)
	7	610	2.2 (0.36)	1.7 (0.29)	2.4 (0.39)	0 (0)	17 (2.8)	0.22 (0.036)	13 (2.2)	
	8	730	2.9 (0.40)	2.4 (0.32)	3.3 (0.46)	0.25 (0.03)	21 (2.8)	0.47 (0.065)	18 (2.4)	
	9	760	3.1 (0.40)	2.3 (0.31)	3.2 (0.43)	0.29 (0.04)	32 (4.2)	0.40 (0.053)	19 (2.5)	
	10	700	2.6 (0.38)	2.9 (0.41)	4.1 (0.58)	1.8 (0.25)	25 (3.6)	0.40 (0.057)	21 (3.0)	
	11	480	1.1 (0.22)	2.7 (0.55)	4.0 (0.82)	0 (0)	20 (4.2)	0.40 (0.083)	19 (3.9)	
	12	940	9.6 (1.01)	10.5 (1.12)	9.6 (1.01)	0.60 (0.06)	31 (3.3)	0.44 (0.047)	32 (3.4)	
	昭60	1	2,990	7.1 (0.24)	16.8 (0.56)	23.3 (0.78)	2.2 (0.07)	97 (3.2)	1.09 (0.037)	111 (3.7)
	2	3,400	6.4 (0.26)	20.1 (0.59)	24.1 (0.71)	2.6 (0.08)	92 (2.7)	1.29 (0.038)	108 (3.2)	
	3	2,820	12.6 (0.45)	15.8 (0.56)	18.7 (0.66)	1.1 (0.04)	72 (2.6)	1.37 (0.049)	74 (2.6)	
平均値	1,400	5.0 (0.41)	8.0 (0.55)	9.6 (0.66)	0.91 (0.06)	44 (3.4)	0.65 (0.052)	45 (2.9)		
鳥越	昭59	4	2,090	7.2 (0.34)	13.3 (0.63)	14.9 (0.71)	2.1 (0.10)	61 (2.9)	0.85 (0.040)	70 (3.4)
		5	920	2.6 (0.28)	3.3 (0.36)	5.1 (0.55)	0.36 (0.04)	23 (2.5)	0.16 (0.018)	22 (2.4)
		6	820	4.1 (0.50)	2.5 (0.30)	3.9 (0.47)	0 (0)	16 (2.0)	0.33 (0.041)	17 (2.0)
	7	900	2.2 (0.25)	2.0 (0.22)	3.6 (0.39)	1.1 (0.12)	16 (1.8)	0.16 (0.018)	17 (1.8)	
	8	720	3.0 (0.42)	1.7 (0.24)	2.3 (0.32)	0.05 (0.008)	11 (1.6)	0.12 (0.016)	13 (1.8)	
	9	750	1.9 (0.25)	1.7 (0.22)	3.0 (0.40)	0.05 (0.007)	13 (1.7)	0.28 (0.037)	13 (1.8)	
	10	570	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	
	11	600	1.9 (0.32)	1.7 (0.29)	2.8 (0.46)	0 (0)	40 (6.8)	0.36 (0.060)	12 (2.0)	
	12	4,660	26.8 (0.58)	48.3 (1.06)	20.2 (0.43)	3.7 (0.08)	167 (3.6)	2.10 (0.045)	192 (4.1)	
	昭60	1	2,780	10.1 (0.36)	12.8 (0.46)	14.4 (0.52)	2.1 (0.08)	60 (2.2)	0.94 (0.034)	71 (2.6)
	2	2,150	4.6 (0.21)	13.1 (0.61)	17.9 (0.83)	1.3 (0.06)	60 (2.8)	0.73 (0.034)	72 (3.3)	
3	3,130	11.4 (0.36)	20.4 (0.65)	20.3 (0.65)	1.5 (0.05)	74 (2.4)	1.01 (0.032)	75 (2.4)		
平均値	1,670	6.9 (0.35)	11.0 (0.46)	9.8 (0.52)	1.1 (0.05)	49 (2.7)	0.64 (0.034)	52 (2.5)		

表 5 北西季節風の影響を受ける時期と受けない時期の区分

年度	区分	影響を受けない時期 (春～秋季)	影響を受ける時期 (冬季)
昭和 58 年度		58 年 9 月 5 日～10 月 24 日	58 年 10 月 24 日～59 年 3 月 26 日
昭和 59 年度		59 年 3 月 26 日～10 月 8 日 60 年 2 月 25 日～4 月 2 日	59 年 10 月 8 日～60 年 2 月 25 日

表 6 地点及び季節別降水成分平均値

地点区分	項目 データ 数	pH	EC	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ExCa <sup>2+</sup>	採取 雨量 (ml)	
			(μS/cm)	(μg/ml)	(μg/ml)	(μg/ml)	(μg/ml)	(μg/ml)	(μg/ml)	(μg/ml)	(μg/ml)	(μg/ml)	(μg/ml)	(μg/ml)	(μg/ml)	(μg/ml)	(μg/ml)
三馬	春～秋季	35	5.0	24.9	2.82	1.64	1.49	0.46	0.55	1.41	0.10	0.92	0.016	17.5×10 <sup>-3</sup>	2.59	0.52	1,030
	冬 季	38	4.7	67.4	4.89	1.39	11.0	0.45	0.85	8.15	0.33	6.21	0.024	24.4 "	3.33	0.62	1,430
鳥越	春～秋季	37	5.0	17.6	1.90	1.13	0.86	0.30	0.34	0.80	0.12	0.52	0.012	16.0×10 <sup>-3</sup>	1.77	0.32	1,200
	冬 季	39	4.9	44.2	3.11	0.87	6.92	0.35	0.55	4.99	0.29	3.98	0.015	18.8 "	2.11	0.40	2,040

表 7 季節別及び地点別降水成分濃度比

項目	比 区分	冬季 / 春～秋季		三馬 / 鳥越	
		三馬	鳥越	春～秋季	冬季
EC		2.1	2.5	1.4	1.5
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		1.7	1.6	1.5	1.6
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		0.85	0.77	1.5	1.6
Cl <sup>-</sup>		7.4	8.0	1.7	1.6
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		0.93	0.97	1.5	1.5
Ca <sup>2+</sup>		1.5	1.6	1.6	1.6
Mg <sup>2+</sup>		5.8	6.2	1.8	1.6
K <sup>+</sup>		3.3	2.4	0.83	1.1
Na <sup>+</sup>		6.8	7.7	1.8	1.6
Fe <sup>3+</sup>		1.5	1.3	1.3	1.6
H <sup>+</sup>		1.4	1.2	1.1	1.3
ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		1.3	1.2	1.5	1.6
ExCa <sup>2+</sup>		1.2	1.3	1.6	1.6

表 8 季節別及び地点別降水成分濃度平均値の差の検定結果

項目	検定の 対象 区分	春～秋と冬との差		三馬と鳥越との差	
		三馬	鳥越	春～秋	冬
pH		○			
EC		○	○		○
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		○	○		○
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>					○
Cl <sup>-</sup>		○	○	○	○
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>					○
Ca <sup>2+</sup>					○
Mg <sup>2+</sup>		○	○	○	○
K <sup>+</sup>		○	○		
Na <sup>+</sup>		○	○	○	○
Fe <sup>3+</sup>					○
H <sup>+</sup>					
ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>					○
ExCa <sup>2+</sup>					

注) ○ : 有意水準 5% で有意差あり  
空欄 : " 有意差なし

表 9 地点及び季節別降水成分降下量

(単位: mg/m<sup>2</sup>・週)

季節	地点	項目	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ExCa <sup>2+</sup>
春～秋季	三馬	三馬	66.3	32.0	35.4	9.35	12.2	3.26	2.25	21.7	0.25	0.54	60.8	11.4
		鳥越	59.1	28.8	27.4	8.15	10.5	2.49	2.82	17.4	0.30	0.57	54.7	9.88
		(三馬 / 鳥越比)	(1.1)	(1.1)	(1.3)	(1.1)	(1.2)	(1.3)	(0.80)	(1.3)	(0.83)	(0.94)	(1.1)	(1.2)
冬 季	三馬	三馬	232	61.1	570	20.2	38.9	41.9	16.8	324	1.19	1.33	151	26.5
		鳥越	231	56.1	610	20.7	40.6	42.7	21.7	346	1.03	1.29	144	27.7
		(三馬 / 鳥越比)	(1.0)	(1.1)	(0.93)	(0.97)	(0.96)	(0.98)	(0.77)	(0.94)	(1.2)	(1.0)	(1.0)	(0.96)

表10-1 降水成分の項目間濃度相関 (春~秋季; 三馬)

	H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	ExCa <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.58*											
ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.59*	-										
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.63*	0.95*	0.95*									
Cl <sup>-</sup>	0.24	0.68*	0.62*	0.68*								
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.67*	0.94*	0.96*	0.92*	0.51*							
Ca <sup>2+</sup>	0.10	0.81*	0.80*	0.80*	0.71*	0.70*						
ExCa <sup>2+</sup>	0.09	0.80*	0.79*	0.79*	0.67*	0.70*	-					
Mg <sup>2+</sup>	0.25	0.73*	0.67*	0.70*	0.91*	0.54*	0.72*	0.67*				
K <sup>+</sup>	0.50*	0.87*	0.84*	0.91*	0.84*	0.79*	0.80*	0.78*	0.86*			
Na <sup>+</sup>	0.18	0.58*	0.51*	0.55*	0.88*	0.37	0.56*	0.50*	0.96*	0.79*		
Fe <sup>3+</sup>	0.72*	0.91*	0.90*	0.89*	0.60*	0.93*	0.63*	0.62*	0.64*	0.84*	0.51*	
EC	0.73*	0.93*	0.91*	0.93*	0.75*	0.88*	0.67*	0.64*	0.80*	0.92*	0.70*	0.92*

n = 35, \*有意水準1%で有意

表10-2 降水成分の項目間濃度相関 (春~秋季; 鳥越)

	H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	ExCa <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.21											
ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.23	-										
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.26	0.94*	0.94*									
Cl <sup>-</sup>	-0.12	0.63*	0.59*	0.48*								
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.20	0.95*	0.95*	0.93*	0.53*							
Ca <sup>2+</sup>	-0.21	0.86*	0.86*	0.83*	0.63*	0.81*						
ExCa <sup>2+</sup>	-0.21	0.86*	0.85*	0.83*	0.61*	0.81*	-					
Mg <sup>2+</sup>	-0.16	0.79*	0.76*	0.66*	0.87*	0.69*	0.84*	0.82*				
K <sup>+</sup>	0.05	0.37	0.37	0.49*	0.23	0.35	0.40	0.40	0.49*			
Na <sup>+</sup>	-0.16	0.57*	0.53*	0.43*	0.96*	0.45*	0.58*	0.55*	0.82*	0.24		
Fe <sup>3+</sup>	0.13	0.76*	0.76*	0.77*	0.55*	0.64*	0.72*	0.71*	0.65*	0.46*	0.53*	
EC	0.54*	0.90*	0.89*	0.87*	0.62*	0.84*	0.66*	0.65*	0.70*	0.43*	0.55*	0.69*

n = 37, \*有意水準1%で有意

表10-3 降水成分の項目間濃度相関 (冬季; 三馬)

	H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	ExCa <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-0.03											
ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-0.06	-										
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.18	0.77*	0.77*									
Cl <sup>-</sup>	0.01	0.65*	0.38	0.40								
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.32	0.76*	0.77*	0.91*	0.37							
Ca <sup>2+</sup>	-0.32	0.87*	0.87*	0.60*	0.43*	0.57*						
ExCa <sup>2+</sup>	-0.35	0.80*	0.86*	0.56*	0.26	0.53*	-					
Mg <sup>2+</sup>	-0.01	0.70*	0.42*	0.46*	0.96*	0.46*	0.52*	0.35				
K <sup>+</sup>	0.12	0.72*	0.46*	0.53*	0.93*	0.53*	0.52*	0.36	0.95*			
Na <sup>+</sup>	0.04	0.65*	0.36	0.40	0.97*	0.39	0.46*	0.29	0.99*	0.97*		
Fe <sup>3+</sup>	-0.05	0.82*	0.84*	0.64*	0.33	0.67*	0.87*	0.86*	0.43*	0.49*	0.38	
EC	0.18	0.77*	0.51*	0.57*	0.93*	0.58*	0.55*	0.39	0.96*	0.98*	0.97*	0.53

n = 38, \*有意水準1%で有意

表10-4 降水成分の項目間濃度相関 (冬季; 鳥越)

	H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	ExCa <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.15											
ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.17	-										
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.34	0.69*	0.78*									
Cl <sup>-</sup>	-0.04	0.60*	0.24	0.08								
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.14	0.85*	0.84*	0.81*	0.34							
Ca <sup>2+</sup>	-0.45*	0.72*	0.74*	0.40	0.29	0.61*						
ExCa <sup>2+</sup>	-0.47*	0.65*	0.73*	0.39	0.14	0.57*	-					
Mg <sup>2+</sup>	-0.03	0.68*	0.34	0.15	0.96*	0.41	0.38	0.23				
K <sup>+</sup>	0.11	0.35	0.16	0.11	0.54*	0.06	0.09	0.00	0.52*			
Na <sup>+</sup>	0.03	0.56*	0.15	0.09	0.94*	0.34	0.24	0.07	0.91*	0.51*		
Fe <sup>3+</sup>	-0.20	0.69*	0.74*	0.56*	0.23	0.68*	0.80*	0.80*	0.31	0.07	0.17	
EC	0.21	0.82*	0.52*	0.38	0.91*	0.57*	0.40	0.26	0.94*	0.55*	0.89*	0.39

n = 39, \*有意水準1%で有意

表11 項目間濃度相関のまとめ

季節	地点	〔H <sup>+</sup> 〕と相関のある項目 (有意水準1%)	相関の高い項目 (r = 0.8以上)		
			海塩寄与と推定されるもの	人為汚染寄与と推定されるもの	その他
春~秋季	三馬	(Ex)SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , EC	(Cl <sup>-</sup> , Na <sup>+</sup> , Mg <sup>2+</sup> ) 相互間	((Ex)SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , EC) 相互間	K <sup>+</sup> -(Ex)SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , EC
	鳥越	EC	(Cl <sup>-</sup> , Na <sup>+</sup> , Mg <sup>2+</sup> ) 相互間	((Ex)SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , (Ex)Ca <sup>2+</sup> , EC) 相互間	
冬季	三馬	なし	(Cl <sup>-</sup> , Na <sup>+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , K <sup>+</sup> , EC) 相互間	((Ex)SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , (Ex)Ca <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> ) 相互間 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	
	鳥越	Ca <sup>2+</sup> (負)	(Cl <sup>-</sup> , Na <sup>+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , EC) 相互間	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -(Ex)SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	(Ex)Ca <sup>2+</sup> -FeSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -EC

ムイオンが負で大きい。従ってZ<sub>3</sub>は、雨水の汚染度、発生源寄与を一定とした場合にpHを支配する因子とすることができる。なお、第1主成分が総合的汚染度、第2主成分が発生源寄与を示す因子という結果は、北村ら及び松本らの報告<sup>3) 4)</sup>とよく一致している。

次に、10項目の降水成分が各主成分にどのような重みで寄与しているかをみて各成分の分類をするため、各主成分に対する因子負荷量をプロットしたものを図4に示す。Z<sub>1</sub>-Z<sub>2</sub>に対しては、降水成分は大きく2つの群に分かれる。第1群はナトリウム、塩素、マグネ

シウム、カリウムで海塩寄与成分、第2群は硝酸、アンモニウム、過剰硫酸、鉄の各イオンで主として人為汚染寄与成分であり、カルシウムイオンもこの群に比較的近い。水素イオンはこの2群のいずれにも属さない。そして、水素、カルシウムとカリウムイオンを除いた各成分は半径1の円周に極めて近い位置にプロットされることから、Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub>でその変動の持つ情報のほとんどすべてが説明できる。一方、Z<sub>1</sub>-Z<sub>3</sub>, Z<sub>2</sub>-Z<sub>3</sub>に対しては、水素とカルシウムイオン以外の各成分はそれぞれZ<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub>軸付近に集まり、水素イオンとカルシウ

表12 降水成分の主成分分析結果

	固有ベクトル			因子負荷量			各変数に対する寄与率 $\nu_i (Z_1 \sim Z_3)$
	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	
ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.38	-0.24	-0.09	0.88	-0.39	-0.09	93.3%
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.33	-0.35	0.09	0.75	-0.56	0.10	88.7%
Cl <sup>-</sup>	0.31	0.42	-0.00	0.71	0.68	-0.00	96.1%
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.34	-0.33	0.12	0.78	-0.53	0.13	90.4%
ExCa <sup>2+</sup>	0.30	-0.21	-0.54	0.70	-0.33	-0.58	93.7%
Mg <sup>2+</sup>	0.33	0.39	-0.03	0.75	0.63	-0.04	96.7%
K <sup>+</sup>	0.29	0.30	0.07	0.68	0.48	0.07	69.3%
Na <sup>+</sup>	0.30	0.43	0.01	0.70	0.69	0.01	96.7%
Fe <sup>3+</sup>	0.36	-0.23	-0.05	0.83	-0.37	-0.05	82.7%
H <sup>+</sup>	0.16	-0.09	0.82	0.37	-0.15	0.89	94.9%
固有値				5.28	2.57	1.18	
寄与率				52.8%	25.7%	11.8%	
累積寄与率				52.8%	78.5%	90.2%	

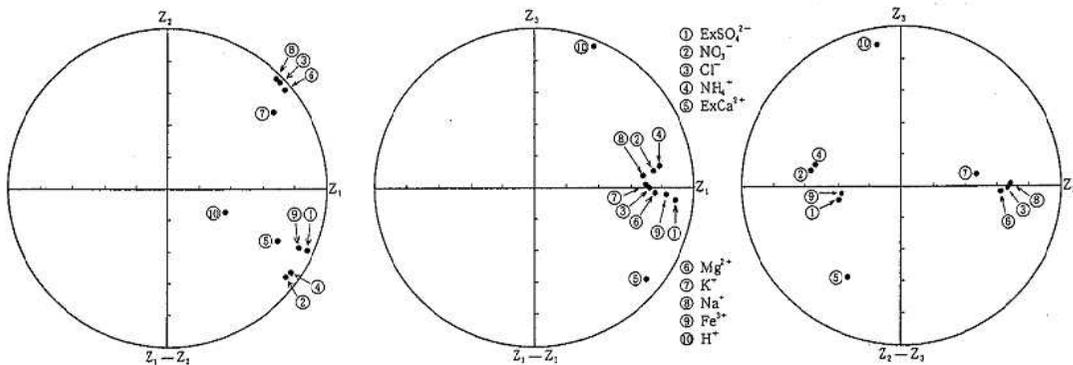


図4 因子負荷量プロット

ムイオンのみが3軸について相対的な位置を占めていることが分かる。

以上の結果については、三馬、鳥越両地点について個別に計算した場合にも同一の結果が得られ、再現性が確認された。

次に、雨水の各サンプルの分類を行うため、第1、第2主成分のスコアの散布図を図5に示した。季節、地点別に各サンプルを群別すると、季節別では冬季に総合的汚染度が高く、海塩寄与の度合いが高くなり、春～秋季には総合的汚染度が低く、人為汚染寄与の度合いが高くなっている。地点別では、年間を通じて三馬の総合的汚染度がやや高く、春～秋季の人為汚染寄与及

び冬季の海塩寄与の度合いも三馬の方が鳥越よりも高い。なお、第3主成分に関しては、季節、地点による傾向の違いは全くみられなかった。

4・4 雨水成分の重回帰分析

雨水中の水素イオン濃度と各イオン成分との関係から、雨水のpHを低下させる原因物質を推定するため、重回帰分析を行った。従属変数に水素イオンを、説明変数には表2の硫酸イオンから鉄イオンまでの9項目を用い、硫酸及びカルシウムイオンについては全量と過剰量の両方について計算した。変数選択は次の方法によった。すなわち、①原則として変数減増法で変数を選択する。②偏回帰係数の検定を行い、5%有意水

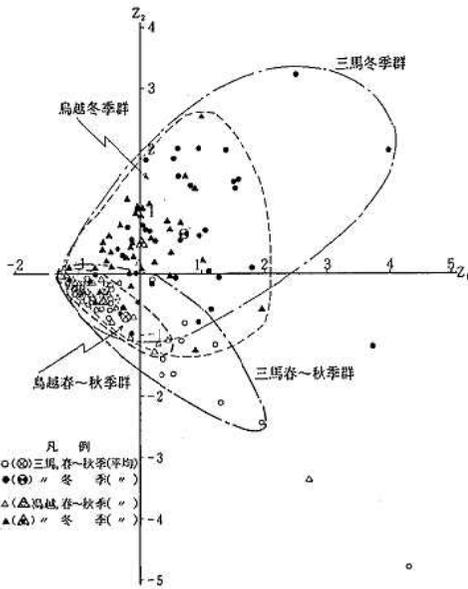


図5 各サンプルのスコアの散布図 (Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub>について)

準で有意でないものがあれば、1変数ずつ順次これを除いて再計算する。③なるべく寄与率が高く、残差に片寄りがなく、重回帰式に取り込まれる変数の数ができるだけ少ない組合せを選ぶ。

以上より求められた重回帰式を表13に、また、各変数の説明量の大小を知るために標準偏回帰係数を表14に示した。なお、硫酸及びカルシウムイオンの全量と過剰量を用いた場合には、取り込まれる変数及び重回帰係数等に大差はみられなかった。結果には全量を用いたものを示した。

これらから推定されることは、以下のとおりである。すなわち、①春～秋季においては、三馬では専ら硝酸イオンが、鳥越では硫酸と硝酸イオンがpHを低下させる因子となり、また、三馬ではカルシウムイオンが、鳥越ではカルシウムとアンモニウムイオンがpHを上昇させる因子となっている。②冬季には鳥越では硫酸イオンがpHを低下させ、カルシウムとアンモニウムイオンがpHを上昇させる因子となっている。③春～秋季には両地点とも、また、冬季には鳥越測定点で、それぞれ重回帰係数が0.85～0.93と高く、得られた重

表13 季節及び地点別の重回帰式

季節	地点	データ数 (n)	重回帰式	自由度調整済重回帰係数(R <sup>2</sup> )	寄与率(R <sup>2</sup> )
春～秋季	三馬	35	$[H^+] = 1.36 \times 10^{-2} [NO_3^-] - 3.81 \times 10^{-2} [Ca^{2+}] + 2.37 \times 10^{-1} [Fe^{3+}] + 1.238 \times 10^{-2}$	0.91	0.84
	鳥越	37	$[H^+] = 9.96 \times 10^{-3} [SO_4^{2-}] + 1.41 \times 10^{-2} [NO_3^-] - 3.23 \times 10^{-2} [NH_4^+] - 4.99 \times 10^{-2} [Ca^{2+}] + 7.97 \times 10^{-3}$	0.85	0.72
冬季	三馬	38	$[H^+] = 4.56 \times 10^{-2} [NH_4^+] - 1.19 \times 10^{-2} [Ca^{2+}] - 5.79 \times 10^{-2} [Mg^{2+}] + 7.62 \times 10^{-3} [Na^+] + 1.463 \times 10^{-2}$	0.73	0.54
	鳥越	39	$[H^+] = 1.52 \times 10^{-2} [SO_4^{2-}] - 1.84 \times 10^{-3} [Cl^-] - 2.24 \times 10^{-2} [NH_4^+] - 3.08 \times 10^{-2} [Ca^{2+}] + 7.79 \times 10^{-3}$	0.93	0.86

注) 各成分の濃度単位は  $\mu\text{g/ml}$  である。

表14 得られた重回帰式の標準偏回帰係数

季節	地点	標準偏回帰係数							
		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>
春～秋季	三馬		1.13			-1.02			0.34
	鳥越	1.22	1.13		-0.69	-1.64			
冬季	三馬				0.87	-0.67	-2.27	2.25	
	鳥越	1.84		-0.61	-0.38	-1.37			

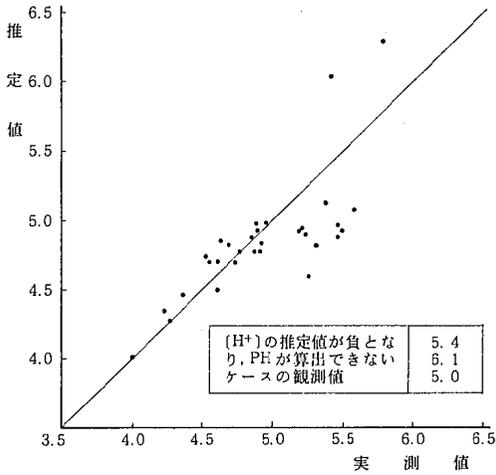


図 6-1 重回帰分析による推定値と実測値（春～秋季；三馬）

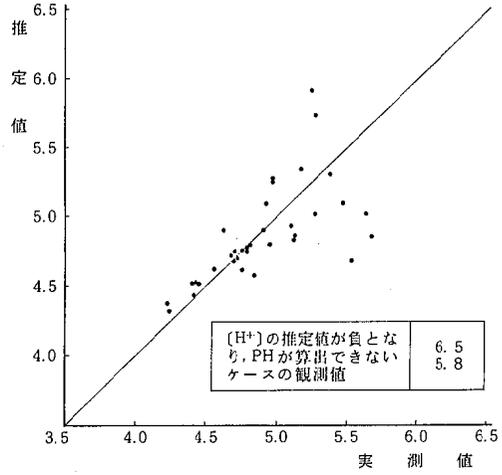


図 6-2 重回帰分析による推定値と実測値（春～秋季；鳥越）

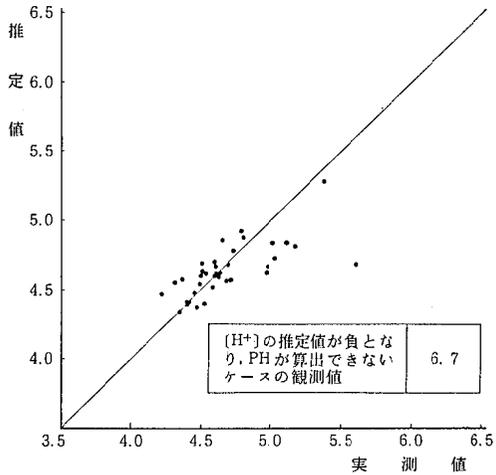


図 6-3 重回帰分析による推定値と実測値（冬季；三馬）

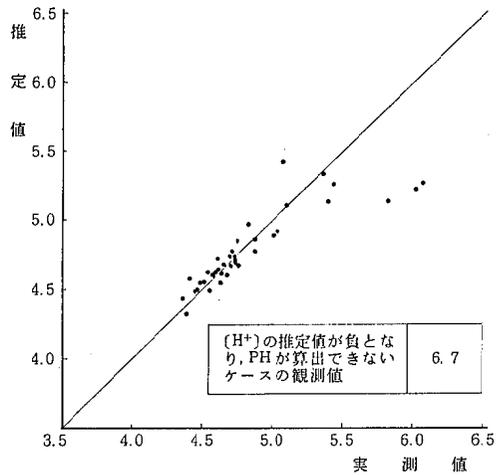


図 6-4 重回帰分析による推定値と実測値（冬季；鳥越）

回帰式で水素イオン濃度の変動のほぼ72~86%を説明できる。④冬季の三馬では寄与率が54%と低く、十分に説明のつく重回帰式は得られなかった。⑤y切片は、pHに換算すると、いずれの場合も4.8~5.1に相当する。

次に、水素イオン濃度推定値からpHを算出し、実測値との関係をプロットしたものを図6-1~4に示した。pHの定義上やむを得ないことであるが、pH 5以上ではばらつきが大きいけれども、pH 5以下で

は実測値と推定値は良く一致しており、得られた重回帰式は酸性雨解析に適用できると考えられる。

なお、重回帰分析の結果、pHを左右する因子として、硝酸、硫酸、アンモニウム、カルシウムイオンが得られたことは、奈良における松本らの報告<sup>4)</sup>と良く一致している。

#### 4・5 本県の降水の特性

以上のことから、本県における降水の特性は次のとおりであると言える。すなわち、①季節風の強まる10

～11月から2～3月にかけて、海塩成分による影響が非常に強く、塩素、ナトリウム、マグネシウムイオンの濃度が数倍に高くなる。②重回帰分析によると、pHを低下させる因子は、春～秋季には硝酸イオンと硫酸イオン、冬季には硫酸イオンであり、一方これを打ち消す因子はカルシウムとアンモニウムイオンであるが、特にカルシウムの影響が強いと推定される。③主成分分析で降水の総合特性をみると、硫酸及びカルシウムイオンから海塩寄与分を除くと内陸県における報告とはほぼ同様の結果が得られる。④イオンの当量百分率の変化、当量百分率とpHとの関係、主成分分析、重回帰分析のいずれにおいても、カルシウムイオンの挙動が他の成分イオンと異なる傾向が浮かび上がったが、発生源については未だ明らかではなく、今後更に詳しい調査が必要と考えられる。

## 5 ま と め

石川県における降水について、昭和59年4月から60年3月にかけて、通年にわたり成分調査を行い、更に昭和58年9月から1年7か月分の測定値について統計解析を行った結果、以下のことが判明した。

(1) pHの平均値は4.9、範囲は4.0～6.5、階級別最頻値は4.5～5.0の区間であり、4.0未満の酸性の強い雨はなかった。

(2) 北西季節風の影響がほとんどない春～秋季と影響が強い冬季とに分けると、後者では塩素、ナトリウム、マグネシウムイオンの濃度が著しく上昇し、硫酸とカルシウムイオンの海塩寄与の割合も著しく上昇した。また、pHは冬季が若干低かった。

(3) 都市部(三馬)と山間部(鳥越)では、降水成分濃度は大部分の項目で約1.5倍と都市部が高く、有意差があった。しかし、降水量では有意差はなかった。

(4) 単相関では、海塩寄与成分相互間及び人為汚染寄与成分相互間にそれぞれ強い相関があったが、水素イオン濃度との間に強い相関のある成分はなかった。

(5) 主成分分析の結果、10項目の降水成分は、総合的汚染度を示す因子、発生源寄与を示す因子、pHに関する因子の3主成分に総合され、10項目の降水成分

が持つ情報の約90%を説明できた。総合的汚染度が高いのは冬季であり、また、冬季は海塩寄与が大きく、春～秋季は人為汚染寄与が大きい。

(6) 重回帰分析の結果、pHを低下させる因子は春～秋季には硝酸と硫酸イオン、冬季には硫酸イオンであり、これを打ち消す因子はカルシウムとアンモニウムイオンで特に前者の影響が強いことが明らかになった。

(7) カルシウムイオンについては、その挙動が他の成分と異なり注目されるが、その発生源は未だ不明である。

おわりに、本調査の実施に当たって便宜を図っていただいた金沢地方気象台の関係各位に、記して感謝の意を表す。

## 文 献

- 1) 酸性雨対策検討会：酸性雨に係る情報収集整理結果報告書(1983)
- 2) 第25回大気汚染学会酸性雨討論会準備事務局：酸性雨に関する調査研究(1984)
- 3) 北村洋子、小泉俊一、加藤愛子、安倍睦夫、森泰明、幕田豊二郎、加賀谷秀樹：宮城県公害技術センター報告、8、40-64(1979)
- 4) 松本光弘、板野龍光：大気汚染学会誌、20、12-22(1985)
- 5) 正通寛治、田中博義、前川勉、安井 新：福井県公害センター年報、7、135-154(1977)
- 6) 正通寛治、安井 新、田中博義：第19回大気汚染学会講演要旨集、133(1978)
- 7) 北村守次、桐元俊武、三井信晴：石川衛公研年報、21、94-109(1984)
- 8) 奥野忠一、久米 均、芳賀敏郎、吉沢 正：多変量解析法、日科技連、東京(1976)
- 9) 日本海洋学会：海洋観測指針(気象庁編)、p145、日本海洋学会、東京(1970)
- 10) 石川県環境部：昭和49年度環境大気調査報告書、118-125(1975)

〔報 文〕

## 閉鎖性水域における水質汚濁機構（第6報）

— 柴山潟の水質変動と底質汚染について —

石田 喜朗・砺波 信一・西 登志美  
 石川県衛生公害研究所環境部 本田 和子・道下 博之・澤田 道和  
 東 浩一・北野 肇一・矢鋪 満雄

## 1 はじめに

石川県では、閉鎖性水域で顕在化しつつある富栄養化現象等による水質の汚濁機構を解明するため、昭和55年度以降、県内の代表的な天然湖である木場潟、柴山潟、河北潟の3湖沼を対象に、毎年1湖沼ずつ順次、流域の自然形態調査、社会経済的動態調査、汚濁負荷量の流出入調査、湖水質・底質等の理化学的調査を実施してきた。

本調査は経年約な調査として実施しているが、これまでの調査結果を補完し、適切な水質保全対策に資するため、昭和59年度は柴山潟を対象として流出入水の水質調査、湖内の水質・底質調査を行った。

また、柴山潟は、西岸に著名な片山津温泉が隣接し、その風致観光資源としての価値が大い上に、県内の湖沼中唯一の内水面漁業権が設定され、コイ、フナ、セイゴなどの淡水魚が漁獲されていることもあって、その水質保全が各方面から強く要請されている。

昭和59年度の調査では、調査回数を昭和56年度の年4回から年8回とし、季節変化をより詳細に把握するとともに、56年度の調査で明らかとなった内部生産について、その生産速度の測定、また、湖沼内水質の汚濁の要因の1つである底泥による汚染状況についてもより詳細に把握することとした。

## 2 調査方法

## 2・1 調査地点

湖内の調査地点は、湖盆図と河川の流入・流出点を考慮に入れ、A～Kまでのアルファベット順に10地点（J地点を除く）を、流入河川は動橋川、御橋川、八日市川、新川、尾中川、浄化センター排水路、1号幹線排水路の7河川・水路、流出河川には新堀川をそれぞれ選定した（図1）。なお、昭和56年度の調査結果から、排水路1、2、3、4の4水路については、汚濁負荷量が全体の流入汚濁負荷量のわずか0.3%以下と少ないことが分ったので、昭和59年度の調査では対象から除外した。

## 2・2 調査時期及び内容

## (1) 水質調査

湖水質及び流入河川水質の季節変化を明確にするため、年8回（5月から12月まで毎月1回）調査することとし、偶数月には湖内の全地点で水深1mごとに採水、河川は動橋川、御橋川、八日市川、新川、尾中川、浄化センター排水路、1号幹線排水路、新堀川の8河川を、また奇数月においては、湖内はA、E、I地点の表層水のみ採水、河川は動橋川、御橋川、八日市川、浄化センター排水路、1号幹線排水路の5河川をそれぞれ調査対象とした。

調査項目は、水温、pH、EC、SS、濁度、アルカリ

---

Water Pollution Mechanism in Closed Water Area. 6. Seasonal Change of Water Quality and Pollution of Sediment in Lake, SIBAYAMA-GATA. by Yoshiaki ISHIDA, Shin-ichi TONAMI, Toshimi NISHI, Kazuko HONDA, Hiroyuki MICHISHITA, Michikazu SAWADA, Koh-ichi HIGASHI, Kei-ichi KITANO, and Michio YASHIKI (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

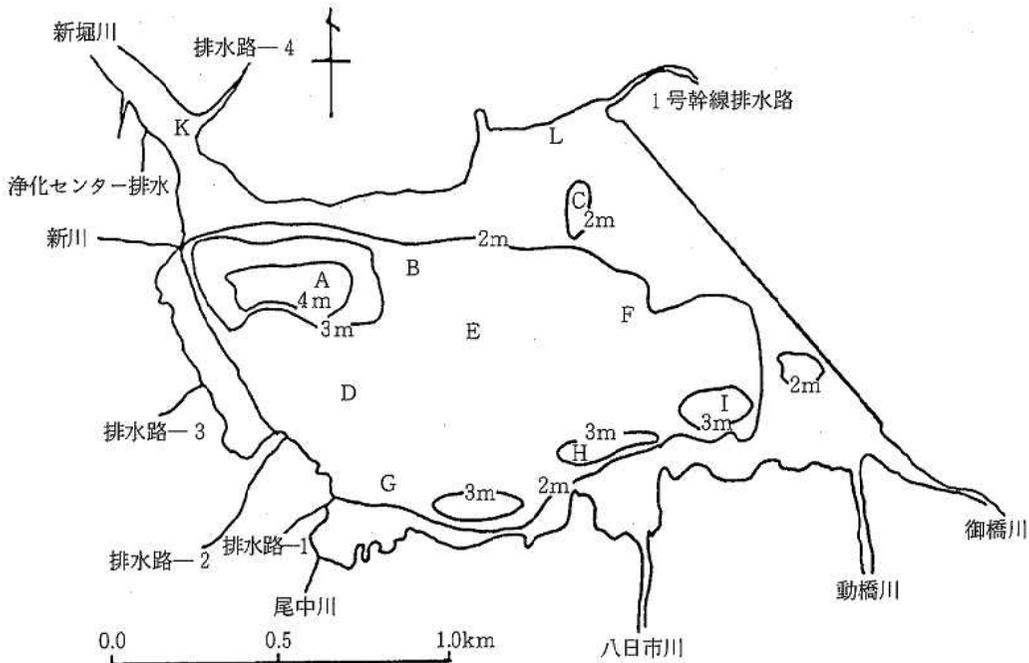


図1 柴山湖調査地点及び等深線図

度, DO, COD, 溶存態 COD (D-COD), BOD, TOC,  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ , T-N, 溶存態 T-N (DTN),  $\text{PO}_4\text{-P}$ , T-P, 溶存態 T-P (DTP), Na, K, Ca, Mg, Cl,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{SiO}_2$ , Fe, Mn, クロロフィル a, b, c の31項目である。

(2) 底質調査

底質汚染の実態と堆積物の年代を把握するため、湖底内に内径20mmのステンレス製パイプを差し込み、底質を柱状に採取 (昭和59年10月4日) し、これを外観と密度から分画した。調査項目は底質の各層別に相対年度に併せて含水率、強熱減量, Cd, Pb, Cu, Zn, Ti を測定した。



図2 明暗びん法による生産速度実験装置

(3) 生産量調査

湖内における生産速度及び生産量の季節変化を把握するため、前述の偶数月にこれらについて年4回の調査をした<sup>2)</sup>。調査方法は、湖内E地点の表層水を採水し、L地点で図2の装置に明暗びんを取り付け、現場で0, 24, 48時間放置後1次生産量とpH, EC, COD, D-COD, BOD,  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$ , T-N, DTN,  $\text{PO}_4\text{-P}$ , T-P, DTP, クロロフィル a, b, c, アルカリ度を測定した。

3 調査結果及び考察

3.1 流入河川の水質と汚濁負荷量

(1) 流量

8回の流入流量平均値を見ると、柴山湖への流入量は、動橋川が全体の43%を占めて最も大きく、以下1号幹線排水路25%, 八日市川23%, 御橋川6%の順となり、この4河川で全体の97%を占める (表1)。また、56年度調査時の流量平均値927.4  $\text{km}^3/\text{日}$  に比較すると、59年度調査時の平均流入量は約5割程度となっている。これは、調査日までの降雨量の差と考えられる。

昭和59年度の動橋川における、水位・流量統計量か

表1 流入流量 (単位:千m<sup>3</sup>/日)

流入河川	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
御橋川	49.2	50.0	59.6	13.9	19.0	23.0	24.4	23.2	32.8 (46.7)
動橋川	258.7	56.0	156.5	59.6	191.0	208.1	140.1	608.3	209.8 (426.2)
八日市川	129.4	113.4	124.7	187.8	61.2	76.4	65.8	166.1	115.6 (197.0)
尾中川	—	3.2	—	1.4	—	6.0	—	6.3	4.2 (24.5)
新川	—	2.3	—	3.2	—	1.8	—	2.7	2.5 (8.3)
浄化センター排水	5.9	6.1	6.7	6.9	6.7	6.4	7.2	6.7	6.6 (8.0)
1号幹線排水路	143.8	124.9	116.6	123.1	148.3	164.4	54.2	91.8	120.9 (216.7)
計	587.0	355.9	464.1	395.9	426.2	486.1	291.7	905.1	492.4 (927.4)
m <sup>3</sup> /s	6.794	4.119	5.372	4.582	4.933	5.626	3.376	10.476	5.699

( )は56年度調査時データ

表2 動橋川における流量調査結果

調査時	流量(m <sup>3</sup> /s)	水位
5月	2.99	低水位～平水位
6月	0.65	濁水位
7月	1.81	濁水位～低水位
8月	0.69	濁水位
9月	2.21	低水位～平水位
10月	2.41	低水位～平水位
11月	1.62	濁水位～低水位
12月	7.04	豊水位

ら濁水位, 低水位, 平水位, 豊水位の流量 (m<sup>3</sup>/s) は, それぞれ0.94, 2.18, 3.16, 6.82で, これを各調査時の動橋川の実測流量に対応させると, 5, 9, 10月が低水位～平水位, 8月は濁水位, 12月は豊水位となる(表2)。

(2) 水質

河川のCOD, BOD, SS, T-N, T-Pの測定濃度及び汚濁負荷量並びに各月の流量を重みとした各項目の加重平均濃度を表3～表7に示した。

COD, BODについてみると(表3, 表4), 河川別には御橋川, 尾中川で濃度が高く特に御橋川では9, 10月にCODが11.6mg/lであった。これは御橋川支川に流入する畜産排水に起因するものと考えられる。逆に動橋川(COD 4.0 mg/l, BOD 1.2 mg/l), 1号幹線排水路は比較的低値である。流入河川の加重平均濃度を時期別に見ると, 最高が6月調査時のCOD7.4 mg/l, 最低は12月調査時のCOD3.9mg/lであった。6月調査時が最高となったのは, 柴山瀉に流入する河

川群の中で, 最も低濃度である動橋川の流量が濁水位流量となったためであろう。年平均値ではCOD5.5 mg/l, BOD2.2mg/lで56年度調査時COD5.3mg/l, BOD3.4mg/lに比べて, CODは変化なし, BODが若干減少傾向である。

SSについては(表5), 1号幹線排水路が年平均値で20.5mg/lと最も高く, 以下, 尾中川20.2mg/l, 御橋川15.4mg/lの順で, 動橋川が3.9mg/lと最も低い。調査時別では, 6月調査時の1号幹線排水路が45.0mg/lと高く, 全流入河川の加重平均濃度も26.5 mg/lと高いが, その他の調査時には, 7.0mg/l(9月)～13.1mg/l(11月)の範囲であった。また全流入河川の年平均値は11.3mg/lであり, 56年度の調査結果29.2 mg/lに比べて半分以下と小さい。SSは, 気象条件とりわけ降雨に伴う河川流量の増加による影響を受けやすいことから, 59年度の各調査日前の降水量が少なく, 気象条件が比較的良好で安定していたとみることができ

る。栄養塩としてのT-N(表6), T-P(表7)の全調査時の加重平均濃度はそれぞれ1.507, 0.104mg/lである。河川別には浄化センター排水路の濃度が高く, 年平均値でT-N8.463, T-P0.333mg/lであり, また動橋川のT-N0.721, T-P0.044mg/lが極端に低い。そして, これら2河川以外の他の河川では, T-Nが1.888～3.046mg/l, T-Pが0.096～0.273mg/lの範囲である。また56年度調査時の全流入河川の加重平均濃度T-N1.442, T-P0.153mg/lに対応させると, 59年度の調査結果はT-Nが増加, T-Pが減少傾向である。そして, T-PがSSと相関が高いことを考慮に入れると, 59年度の流入河川のT-Pの低下は前述のSS濃度

表3 流入河川の水質と負荷量(COD)

流入河川		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
御橋川	mg/l	8.0	10.3	6.2	4.6	11.6	11.6	10.3	6.2	8.6
	kg/日	394	515	370	64	220	267	251	144	278
動橋川	mg/l	3.1	4.5	4.0	4.0	3.6	5.9	3.7	3.0	4.0
	kg/日	802	252	626	238	688	1,228	518	1,825	772
八日市川	mg/l	7.1	7.6	5.0	5.3	6.5	9.3	6.1	6.0	6.6
	kg/日	919	862	624	995	398	711	401	997	738
尾中川	mg/l	—	9.1	—	9.8	—	8.0	—	6.7	8.4
	kg/日	—	29	—	14	—	48	—	42	33
新川	mg/l	—	8.9	—	4.6	—	6.2	—	4.5	6.1
	kg/日	—	20	—	15	—	11	—	12	15
浄化センター	mg/l	6.6	8.6	5.4	6.2	10.8	5.1	5.7	7.8	7.0
	kg/日	39	52	36	43	72	33	41	52	46
1号幹線排水路	mg/l	6.0	7.3	5.5	5.3	6.1	5.5	5.8	4.8	5.8
	kg/日	863	912	641	652	905	904	314	441	704
加重平均値(mg/l)		5.1	7.4	5.0	5.1	5.4	6.6	5.2	3.9	5.5(5.3)
計(kg/日)		3,017	2,642	2,297	2,021	2,283	3,202	1,525	3,513	2,563

( )は56年度データ

表4 流入河川の水質の負荷量(BOD)

流入河川		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
御橋川	mg/l	5.0	3.8	4.1	1.8	11.4	9.5	10.9	3.0	6.2
	kg/日	246	190	244	25	217	219	266	70	185
動橋川	mg/l	1.3	1.8	1.1	1.3	0.7	1.4	1.3	0.5	1.2
	kg/日	336	101	172	78	134	291	182	304	200
八日市川	mg/l	3.3	3.3	2.4	2.7	1.6	4.3	3.5	2.2	2.9
	kg/日	427	374	299	507	98	329	230	365	329
尾中川	mg/l	—	8.5	—	8.0	—	9.2	—	6.6	8.1
	kg/日	—	27	—	11	—	55	—	42	34
新川	mg/l	—	4.5	—	1.4	—	2.0	—	4.8	3.2
	kg/日	—	10	—	4	—	4	—	13	8
浄化センター	mg/l	2.5	6.8	3.1	3.3	11.6	1.0	1.2	5.3	4.4
	kg/日	15	41	21	23	78	6	9	36	29
1号幹線排水路	mg/l	2.1	2.2	2.4	1.8	1.8	1.6	2.3	1.6	2.0
	kg/日	302	275	280	222	267	263	125	147	235
加重平均値(mg/l)		2.3	2.9	2.2	2.2	1.9	2.4	2.8	1.1	2.2(3.4)
計(kg/日)		1,326	1,018	1,016	870	794	1,167	812	977	998

( )は56年度データ

表5 流入河川の水質と負荷量(SS)

流入河川		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
御橋川	mg/l	31.1	34.6	10.7	7.6	5.8	10.9	11.1	11.6	15.4
	kg/日	1,530	1,730	638	106	110	251	271	269	613
動橋川	mg/l	2.6	5.6	4.8	4.6	3.4	3.6	3.4	3.4	3.9
	kg/日	673	314	751	274	649	749	476	2,068	744
八日市川	mg/l	15.0	14.6	8.6	9.2	5.6	9.8	14.2	17.0	11.8
	kg/日	1,941	1,655	1,072	1,728	343	749	934	2,824	1,406
尾中川	mg/l	—	21.0	—	9.4	—	10.8	—	39.4	20.2
	kg/日	—	67	—	13	—	65	—	248	98
新川	mg/l	—	14.6	—	2.4	—	3.4	—	6.2	6.7
	kg/日	—	34	—	8	—	6	—	17	16
浄化センター	mg/l	5.0	4.4	1.8	2.2	17.0	0.8	10.6	2.8	5.6
	kg/日	30	27	12	15	114	5	76	19	37
1号幹線排水路	mg/l	11.6	45.0	13.2	8.8	12.0	13.8	38.2	21.6	20.5
	kg/日	1,668	5,621	1,539	1,083	1,730	2,269	2,070	1,983	2,252
加重平均値 (mg/l)		10.0	26.5	8.7	8.2	7.0	8.4	13.1	8.2	11.3 (29.2)
計 (kg/日)		5,842	9,449	4,012	3,227	2,996	4,094	3,827	7,428	5,109

( ) は56年度データ

表6 流入河川の水質と負荷量(T-N)

流入河川		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
御橋川	mg/l	1.764	1.541	1.668	0.839	2.683	3.011	3.009	1.993	2.064
	kg/日	86.8	77.1	99.4	11.7	51.0	69.3	73.4	46.2	64.6
動橋川	mg/l	0.472	0.722	0.580	0.671	0.712	1.308	0.680	0.626	0.721
	kg/日	122.1	40.4	90.8	40.0	136.0	272.2	95.3	380.8	147.2
八日市川	mg/l	1.579	1.625	1.449	1.002	1.898	3.150	2.868	1.989	1.945
	kg/日	204.3	184.3	180.7	188.2	116.2	240.7	188.7	330.4	204.2
尾中川	mg/l	—	3.393	—	2.088	—	3.403	—	3.299	3.046
	kg/日	—	10.9	—	2.9	—	20.4	—	20.8	13.8
新川	mg/l	—	1.671	—	1.259	—	3.567	—	1.727	2.056
	kg/日	—	3.8	—	4.0	—	6.4	—	4.7	4.7
浄化センター	mg/l	5.446	8.669	4.193	12.432	10.265	7.322	11.876	7.501	8.463
	kg/日	32.1	52.9	28.1	85.8	68.8	46.9	85.5	50.3	56.3
1号幹線排水路	mg/l	1.568	1.538	1.571	1.946	1.398	2.082	3.314	1.686	1.888
	kg/日	225.5	192.1	183.2	239.6	207.3	342.3	179.6	154.8	215.6
加重平均値 (mg/l)		1.143	1.578	1.255	1.445	1.360	2.053	2.133	1.091	1.507 (1.442)
計 (kg/日)		670.8	561.5	582.2	572.2	579.3	998.2	622.5	988.0	696.8

( ) は56年度データ

表7 流入河川の水質と負荷量(T-P)

流入河川		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
御橋川	mg/l	0.281	0.251	0.201	0.083	0.528	0.317	0.347	0.179	0.273
	kg/日	13.83	12.55	11.98	1.15	10.03	7.29	8.47	4.15	8.68
動橋川	mg/l	0.053	0.064	0.046	0.049	0.038	0.042	0.035	0.028	0.044
	kg/日	13.71	3.58	7.20	2.92	7.26	8.74	4.90	17.03	8.17
八日市川	mg/l	0.189	0.187	0.121	0.166	0.119	0.092	0.154	0.166	0.149
	kg/日	24.46	21.21	15.09	31.17	7.28	7.03	10.13	27.57	17.99
尾中川	mg/l	—	0.261	—	0.190	—	0.067	—	0.252	0.193
	kg/日	—	0.84	—	0.27	—	0.40	—	1.59	0.78
新川	mg/l	—	0.114	—	0.041	—	0.013	—	0.059	0.057
	kg/日	—	0.26	—	0.13	—	0.02	—	0.16	0.14
浄化センター	mg/l	0.416	0.446	0.081	0.208	0.565	0.315	0.524	0.110	0.333
	kg/日	2.45	2.72	0.54	1.44	3.79	2.02	3.77	0.74	2.18
1号幹線排水路	mg/l	0.118	0.105	0.105	0.071	0.027	0.075	0.141	0.124	0.096
	kg/日	16.97	13.11	12.24	8.74	4.00	12.33	7.64	11.38	10.80
加重平均値(mg/l)		0.122	0.153	0.101	0.116	0.076	0.078	0.120	0.069	0.104(0.15)
計(kg/日)		71.42	54.27	47.05	45.82	32.36	37.83	34.91	62.62	48.29

( )は56年度データ

表8 流入河川の水質(溶解性成分)及び利用可能態リンの濃度

加重平均値

月	COD	D COD	T-N	D TN	T-P	D TP	利用可能態リン
5月	5.1mg/l	4.0mg/l	1.143mg/l	1.070mg/l	0.122mg/l	0.046mg/l	0.083mg/l
6月	7.4	6.6	1.578	1.492	0.153	0.072	0.118
7月	5.0	3.5	1.255	1.166	0.101	0.041	0.071
8月	6.1	4.2	1.451	1.190	0.121	0.067	0.103
9月	5.4	3.9	1.360	1.270	0.076	0.024	0.047
10月	6.6	5.3	2.053	1.556	0.078	0.038	0.061
11月	5.2	4.0	2.133	1.842	0.120	0.058	0.094
12月	3.9	3.2	1.091	1.031	0.069	0.033	0.054
平均	5.6	4.2	1.508	1.327	0.105	0.047	

の低下に連動したものであると推測できる。また、柴山瀉に流入する全河川水の溶存態COD(D-COD)、T-N(DTN)、T-P(DTP)の調査時別の加重平均濃度を表8に示したが、全量に対して溶存態が占める割合は、それぞれCOD75%、T-N88%、T-P45%と相当高い。また、W.F.Cowenら<sup>3)</sup>が藻類の培養実験を通して、藻類の利用可能態リンの濃度が

[利用可能態リン]=[溶存態リン]+0.3×[粒子性全リン]であることを実証しているが、これにより利用可能態リン濃度は6、8月にはそれぞれ0.118、0.103mg/lと他の調査時に比べて高くなっているのが注目される(表8)。

(3) 負荷量

COD、BODの総流入負荷量の全調査期間平均値

表9 湖 沼 水 質

項目	調査日	最小	最大	平均	標準偏差	CV(%)	項目	調査日	最小	最大	平均	標準偏差	CV(%)
水 温 (°C)	6	18.5	25.2	23.0	1.7	7	PO <sub>4</sub> -P	6	0.018	0.062	0.025	0.008	32
	8	26.9	32.0	31.1	1.0	3		8	0.009	0.047	0.018	0.009	550
	10	20.0	21.3	20.9	0.3	1		10	0.008	0.073	0.021	0.012	57
	12	7.1	8.3	7.7	0.3	4		12	0.021	0.080	0.037	0.013	35
pH	6	7.3	9.2	8.3	0.6	7	Org-P	6	0.034	0.139	0.061	0.020	33
	8	7.0	9.7	9.1	0.8	9		8	0.088	0.134	0.107	0.009	8
	10	6.8	8.0	7.3	0.2	3		10	0.042	0.100	0.072	0.014	19
	12	6.8	7.1	6.9	0.1	1		12	0.027	0.072	0.048	0.011	23
SS	6	5.2	19.2	7.9	2.9	36	T-P	6	0.052	0.161	0.086	0.025	29
	8	9.6	22.0	17.5	2.1	12		8	0.108	0.181	0.126	0.014	11
	10	9.0	18.4	12.2	2.3	19		10	0.060	0.125	0.093	0.016	17
	12	9.4	26.4	13.6	4.1	30		12	0.067	0.152	0.086	0.019	22
DO	6	1.3	14.0	9.4	3.4	36	TOC	6	2.4	5.1	3.1	0.6	19
	8	1.2	12.4	9.6	3.0	31		8	0.5	3.7	2.4	0.5	21
	10	5.4	9.0	7.2	0.8	11		10	2.3	3.5	3.0	0.3	10
	12	10.0	11.8	10.9	0.4	4		12	1.5	3.0	2.1	0.3	14
DO飽和率	6	14.0	171.0	113.4	42.3	37	Na	6	10.3	17.6	12.5	1.2	10
	8	15.0	169.0	130.1	41.4	32		8	15.9	99.8	28.6	17.0	59
	10	62.0	104.0	82.9	9.5	11		10	29.7	493.0	58.3	74.0	127
	12	87.0	103.0	94.1	3.8	4		12	8.5	25.2	19.1	4.3	23
COD	6	6.6	11.6	8.8	1.3	15	K	6	1.7	2.2	1.9	0.1	5
	8	8.4	18.1	14.5	2.2	15		8	2.0	5.0	2.6	0.6	23
	10	6.0	8.3	6.8	0.5	7		10	2.8	19.2	4.3	2.5	58
	12	4.1	6.6	4.9	0.6	12		12	1.3	2.3	2.0	0.3	15
BOD	6	2.2	14.0	7.2	3.0	42	Ca	6	9.6	14.7	10.5	0.9	9
	8	3.1	11.7	8.7	1.9	22		8	11.4	20.8	13.2	2.0	15
	10	1.5	4.8	3.3	0.7	21		10	10.2	30.6	14.2	4.2	30
	12	1.3	3.7	2.7	0.6	22		12	1.8	12.7	5.3	2.5	47
NH <sub>4</sub> -N	6	0.005	0.252	0.055	0.050	91	Mg	6	2.1	2.8	2.4	0.1	4
	8	0.003	1.237	0.083	0.214	258		8	3.2	18.9	4.7	3.0	64
	10	0.162	0.466	0.264	0.067	25		10	4.0	30.2	6.6	4.1	62
	12	0.073	0.298	0.154	0.054	35		12	1.6	4.0	3.0	0.6	20
NO <sub>2</sub> -N	6	0.005	0.023	0.008	0.003	38	SO <sub>4</sub>	6	9.7	12.1	10.5	0.5	5
	8	0.001	0.017	0.003	0.003	100		8	13.4	39.2	16.2	4.8	30
	10	0.019	0.041	0.023	0.004	17		10	17.1	130.2	24.6	18.0	73
	12	0.017	0.049	0.025	0.007	28		12	8.7	23.1	16.0	2.9	18
NO <sub>3</sub> -N	6	0.005	0.254	0.063	0.063	100	SiO <sub>2</sub>	6	3.7	11.2	8.4	1.6	19
	8	0.001	0.173	0.021	0.028	133		8	3.9	13.4	10.5	1.7	16
	10	0.169	1.137	0.325	0.182	56		10	8.4	12.9	10.2	1.1	11
	12	0.514	0.951	0.669	0.098	15		12	7.2	9.7	8.7	0.7	8
Org-N	6	0.710	1.445	0.992	0.198	20	Fe	6	0.31	1.31	0.53	0.21	40
	8	0.309	1.420	0.994	0.161	16		8	0.18	1.32	0.52	0.27	52
	10	0.407	0.725	0.549	0.086	16		10	0.35	0.96	0.58	0.16	28
	12	0.109	0.448	0.259	0.078	30		12	0.63	1.47	0.90	0.19	21
T-N	6	0.839	1.667	1.117	0.199	18	Mn	6	0.05	0.47	0.10	0.08	80
	8	0.951	1.579	1.101	0.145	13		8	0.06	1.22	0.18	0.21	117
	10	0.881	2.101	1.160	0.236	20		10	0.08	0.19	0.11	0.02	18
	12	0.751	1.746	1.107	0.204	18		12	0.04	0.10	0.08	0.02	25

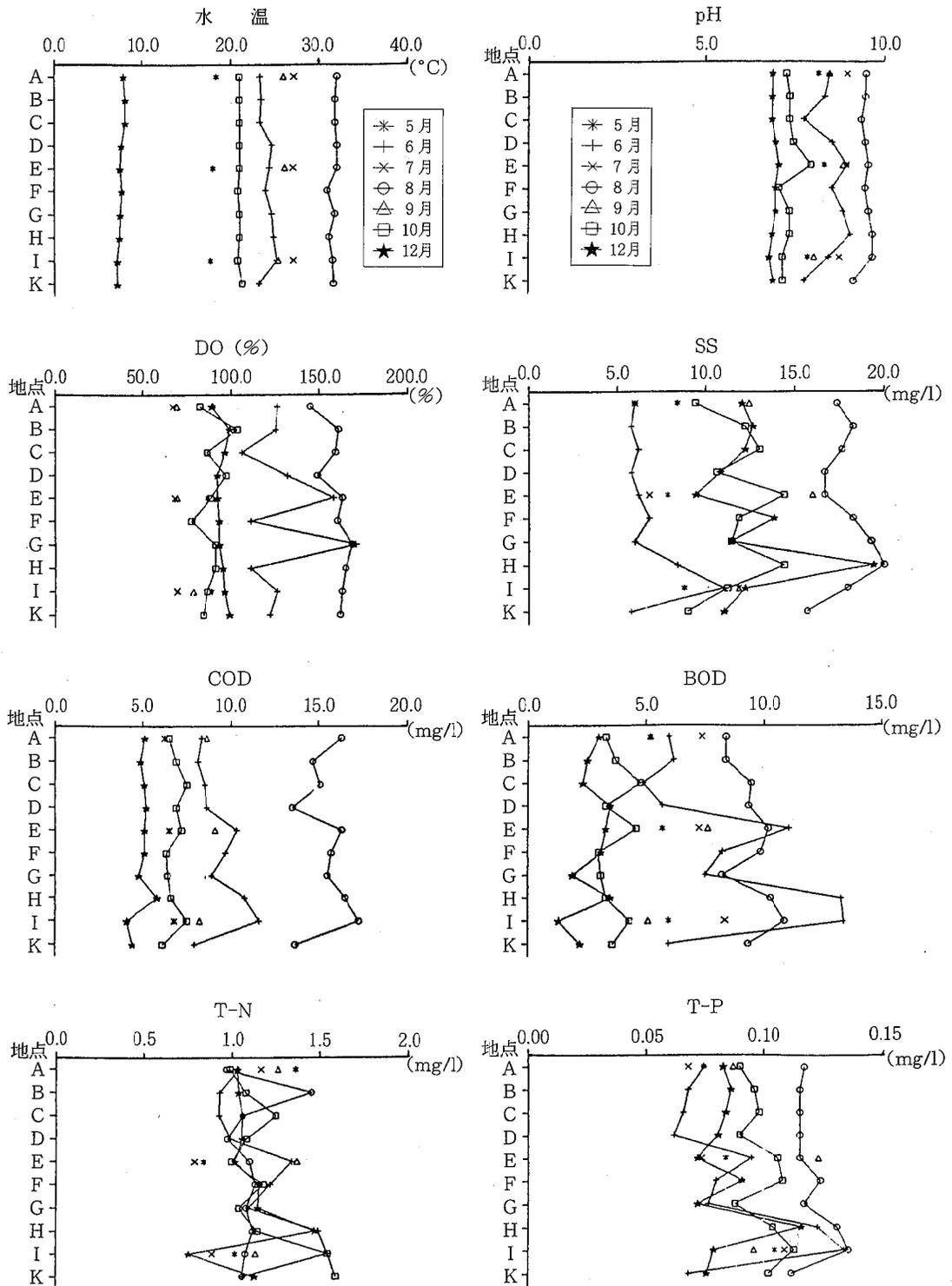
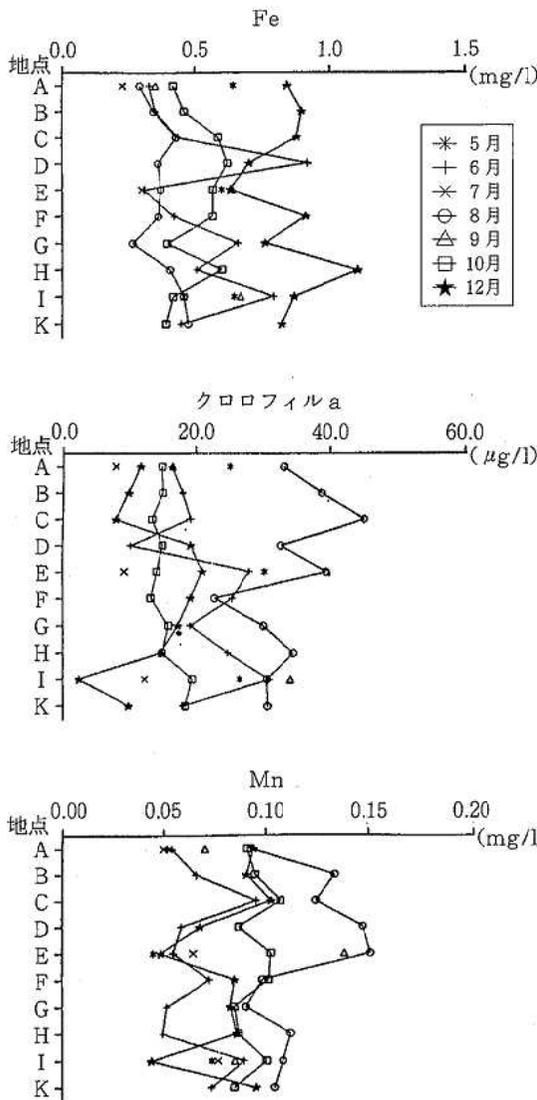


图3 湖沼水质(表层水)一地点别



(図3のつづき)

はそれぞれ2,563kg/日, 998kg/日で, 昭和56年度調査時の平均値の5,057kg/日, 3,172kg/日に比べてCODが約½, BODが約⅓程度の負荷量となっている。これは前述したように, 流入流量の全調査平均値が56年度に比べて半減したこと, COD濃度は横バイであるが, BODは減少傾向であったことによる(表3, 表4)。

SSの全調査平均値は5,109kg/日で, 時期別には6月に1号幹線排水路, 12月には動橋川の負荷量が大き

いため, それぞれの流入負荷量が9,449kg/日, 7,428kg/日と極端に大きい。河川別には, 1号幹線排水路 > 八日市川 > 動橋川の傾向である(表5)。

T-N, T-Pの総流入負荷量の全調査期間平均値はそれぞれ697kg/日, 48kg/日で56年度調査時のT-N 1,355kg/日, T-P142kg/日との対比は前述のCOD, BODの場合と同様である(表6, 表7)。

### 3・2 湖沼内水質

湖沼内水質の各測定項目ごとの最小値, 最大値, 平均値, 標準偏差, 変動係数を表9に示した。また, 調査時期別, 地点別の表層水の濃度変化を図3に, 湖心部(A地点)での深度別濃度変化を図4に示した。

調査時期別に見ると, 水温, pH, DO飽和率, CODなどの項目については図4からも明らかなように明確な差が認められる。すなわち, 8月調査時のCODは湖内の活発な光合成を反映して平均値で最高の14.5mg/lであったほか, 6月は8.8mg/l, 10月は6.8mg/lと若干高め, 12月は4.9mg/lと低くなっている。56年度調査時のCODは8月に7.0mg/l, 12月に3.3mg/lであったが, これと比較すると, 59年度は8月には約2倍, 12月でも約1.5倍汚濁は進行しているようである。pH, DO飽和率もCODと連動した動きを示している。SSは8月調査時が他の調査時に比べて高く, 平均値で17.5mg/lであった。T-Pは8月のみがやや高く, 平均濃度は0.126mg/lであったが, T-Nは各調査時ともそれほど明確な差はみられない。T-N, T-Pについては56年度の年平均値が1.186, 0.108mg/lであったのに対して, 59年度は1.121, 0.098mg/lとなっており, ほとんど変化がない。

地点別にみると, 御橋川, 動橋川の河口近くのI地点が, 他の地点に比べて, COD, BOD, SS, T-Pで若干高いほか目立った変化はない。

次に水温, pH, DO飽和率の水深別変化から, 夏期停滞期に特異な化学成層についてみると, 6月調査時に現われ, 8月に最も鮮明化し, 10月には消滅することが確認された。特に8月調査時には, 光合成に伴う有機性汚濁が著しく進行し, A地点の表層0.1mでpH9.5, p-アルカリ度11.7mg/l, DO飽和率145%, COD16.3mg/lと際立って高くなっており, 一方底層ではNH<sub>4</sub>-N, Fe, Mnの増加が見られ, 典型的な化学成層状態が創出されていることが分る。

なお, 湖心部表層(A地点)の水質は調査平均値で, COD9.1mg/l, T-N1.00mg/l, T-P0.091mg/l, クロロフィルa19.1µg/l, 透明度0.67mで湖沼C類型及びV類型に相当の水準である。

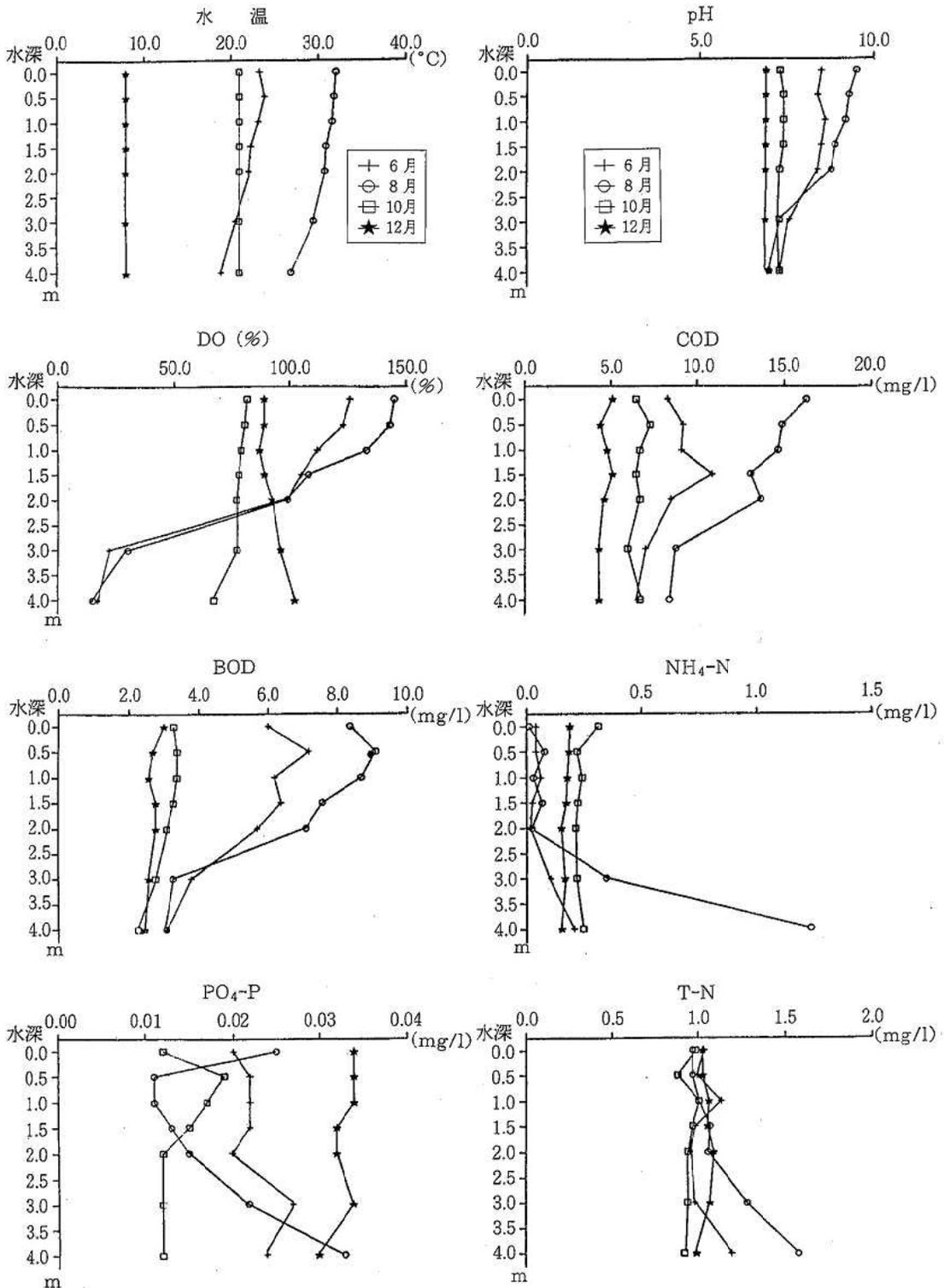
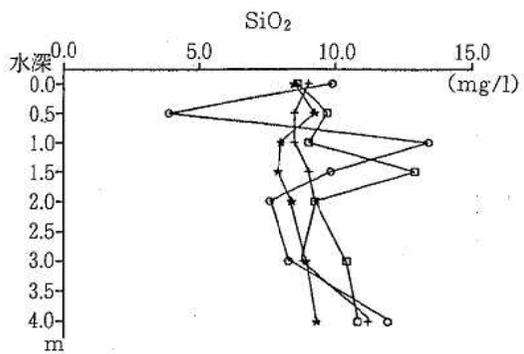
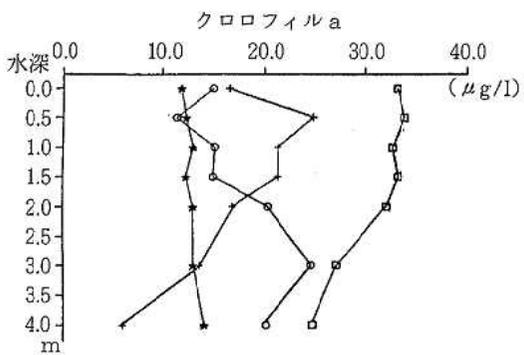
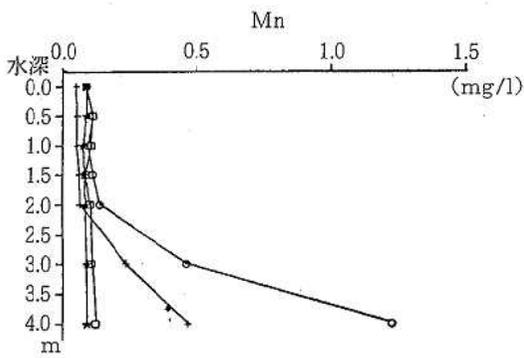
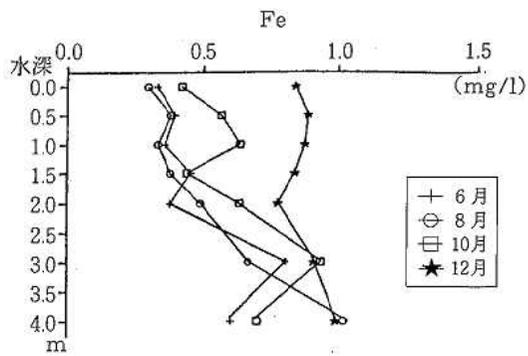
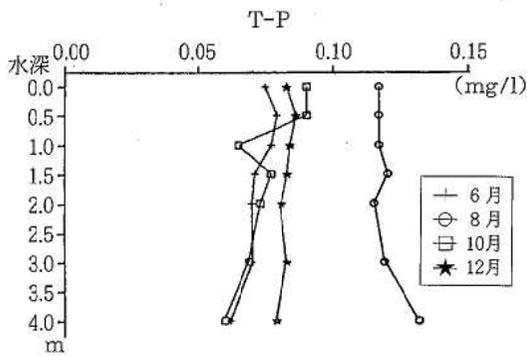


图4 湖沼水質 (A 地点) - 水深別



(図4のつづき)

昭和55年～57年の県内3湖沼(木場潟, 柴山潟, 河北潟)の調査によるCODの年平均値は, 柴山潟5.3 mg/l, 河北潟7.7mg/l, 木場潟8.9mg/lの順であったが, 59年度の柴山潟のCODは9.1mg/lと先のいずれの値をも上回っている<sup>4)</sup>。

湖水質は流入河川水の水質に大きな影響を受ける。このような視点からすると, 柴山潟の場合には, 流入河川の中でも他を圧倒して流量が大きく且つ比較的清澄な動橋川の負荷影響力によって湖水質が成り立っているとと言っても過言ではない。例えば59年8月には動橋川の流量が潟水位相当であったため富栄養度の高い湖水に対する希釈効果が弱まり特に8月の湖水質を劣悪化させた。

### 3・3 生産調査

明暗びん法により, 湖におけるプランクトン等による生産分解過程に伴う, 水質の動的変化を把握するため, pH, COD, BOD, NH<sub>4</sub>-N, クロロフィルa等を測定し, その調査結果を表10に, また, 6月と8月の各項目の経時変化を図5に示した。これによればpH, CODは8月は明暗びんとも48時間まではほぼ横バイ, 6月は減少傾向である。NH<sub>4</sub>-Nは8月に明暗びんとも24時間後に濃度が0となり, これに呼応して明びん中でのクロロフィルaが高くなっているが, これは植物性プランクトンの増殖に伴うNH<sub>4</sub>-Nの消費によるもので, 設置後24時間までの間の減少が著しいことが分かる。PO<sub>4</sub>-Pは8月の明びん中でクロロフィルaの変化に並行して変化しているがこれは, 明びん中のDTP(溶存態リン)がほとんど変化しないこと, 湖水の富栄養化については, リンが制限因子となる場合が多いこと, 明びん中にリンが過剰に存在することから, プランクトン由来の有機態リンが無機態リンに分解されたためと推測される。

また, 6月のCODは明暗びん共に減少傾向を呈し

表10 生産量調査結果

項目	6 月						8 月						10 月						12 月					
	0hr E地点 0 m		24 hr		48 hr		0hr E地点 0 m		24 hr		48 hr		0hr E地点 0 m		24 hr		48 hr		0hr E地点 0 m		24 hr		48 hr	
	明	暗	明	暗	明	暗	明	暗	明	暗	明	暗	明	暗	明	暗	明	暗	明	暗	明	暗		
pH	9.0	8.0	8.6	7.5	9.6	9.4	9.8	9.4	9.9	9.1	8.0	8.4	7.2	9.2	7.2	7.4	7.1	7.2	7.1	7.4	7.1	7.6	7.0	
EC ( $\mu$ S/cm)	148	146	146	148	282	279	286	279	294	277	430	430	433	432	435	164	216	435	164	216	213	214	213	
COD (mg/l)	10.8	9.5	8.3	7.8	16.3	17.1	17.1	15.3	17.7	15.7	7.2	8.8	7.3	9.4	7.0	5.1	6.0	9.4	5.1	6.0	5.3	6.0	5.2	
Sol-COD (mg/l)	7.2	5.6	5.9	4.8	6.5	7.0	6.3	7.6	6.8	6.8	4.1	5.0	4.5	4.8	4.8	3.4	3.8	4.8	3.4	3.8	3.8	4.0	3.5	
BOD (mg/l)	11.1	8.6	8.7	3.9	10.2	10.7	10.7	7.6	11.3	5.4	4.6	5.7	3.9	5.9	3.4	3.3	3.7	5.9	3.3	3.7	2.7	5.3	3.1	
NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	0.006	0.004	0.006	0.005	0.002	0.002	0.002	0.000	0.002	0.004	0.020	0.019	0.019	0.018	0.019	0.017	0.023	0.019	0.017	0.023	0.024	0.014	0.014	
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	0.015	0.014	0.014	0.009	0.019	0.016	0.016	0.000	0.005	0.000	0.169	0.151	0.171	0.043	0.174	0.615	0.579	0.174	0.615	0.579	0.590	0.600	0.638	
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	0.070	0.083	0.118	0.118	0.254	0.038	0.000	0.000	0.007	0.026	0.162	0.031	0.257	0.030	0.296	0.074	0.093	0.030	0.074	0.093	0.104	0.111	0.151	
T-N (mg/l)	1.342	1.283	1.283	1.200	1.101	1.000	0.983	1.053	1.079	1.079	0.996	1.130	1.113	1.015	1.145	1.015	1.086	1.145	1.015	1.086	1.131	1.124	1.104	
PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	0.024	0.025	0.024	0.031	0.011	0.040	0.018	0.047	0.015	0.015	0.015	0.008	0.012	0.006	1.033	0.021	0.023	1.033	0.021	0.023	0.023	0.023	0.023	
T-P (mg/l)	0.095	0.086	0.089	0.086	0.115	0.112	0.110	0.112	0.120	0.120	0.106	0.106	0.100	0.094	0.102	0.072	0.083	0.094	0.072	0.083	0.114	0.071	0.074	
Sol-T-N (mg/l)	0.585	0.502	0.645	0.650	0.423	0.303	0.281	0.307	0.306	0.306	0.503	0.376	0.517	0.362	0.679	0.830	0.783	0.679	0.830	0.783	0.838	0.782	0.837	
Sol-T-P (mg/l)	0.049	0.022	0.027	0.011	0.017	0.015	0.014	0.014	0.012	0.012	0.013	0.013	0.006	0.008	0.037	0.021	0.019	0.008	0.021	0.019	0.024	0.021	0.019	
クロロフィル (mg/l)	39.5	23.6	34.9	17.3	49.2	75.9	51.7	83.1	45.9	45.9	15.3	13.4	15.9	9.0	21.5	26.1	22.8	9.0	26.1	22.8	19.2	29.4	26.3	
アルカリ度 (mg/l)	24.5	22.2	21.2	19.1	30.0	30.4	30.7	30.5	30.2	30.2	33.4	33.1	33.7	35.8	34.7	21.0	21.1	35.8	21.0	21.1	21.4	22.1	21.1	
" P (mg/l)	3.4	3.4	0.0	0.0	12.4	9.6	3.5	11.2	2.0	2.0	0.0	0.5	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
生産量 DO (mg/l)	8.6	7.7	5.4	5.4	3.2	8.8	9.3	5.3	10.6	3.1	6.5	7.3	5.1	9.0	4.3	8.1	8.5	9.0	8.1	8.5	7.7	9.2	7.4	
粗生産量 (ppm/日)		2.3		3.8		4.0		7.5		2.2		4.7			0.8					0.8		1.8		
消費量 (ppm/日)		3.2		5.4		3.5		5.7		1.4		2.2		2.2						0.4		0.7		

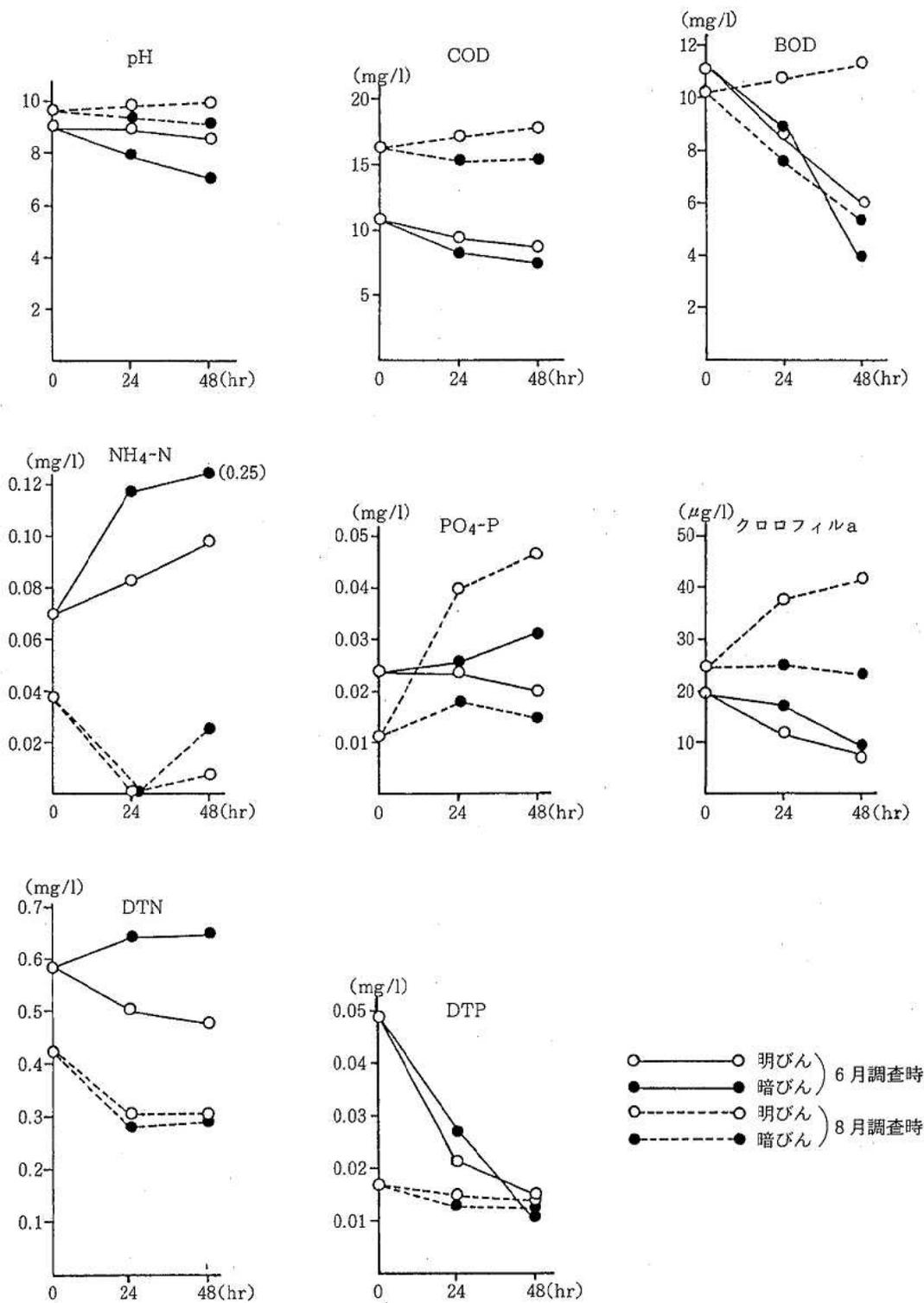


図5 各測定項目の経時変化

ているが、これは有機物が過マンガン酸カリウムに分解されにくい形に遷移したことを示している。

更に、6月の明けぼ中のクロロフィルaが減少していることから、以下の過程が推測できる。湖内の生物生産は春先に発生した植物性プランクトンが6月頃に死滅分解し、8月には、水温の上昇、日照条件の変化などにより、急激に生産が行われるようになり、1年の中でも、生産が頂点に達することになる。柴山瀉のように湖盆容積が小さく滞留時間がわずか10日前後の湖では、8月など生物生産の旺盛な時期に動橋川のように流域の広い河川からの水の供給量が少なくなると、湖内での植物性プランクトン主導型の水質変動が支配的となる。

3・4 底質調査

昭和56年度の調査で、柴山瀉のように平均水深が2m程度と浅い湖沼では底泥由来の汚濁がかなりの割合を占めていること、湖内10地点の表層泥中でT-N、900(F地点)~4,580mg/kg(A地点)、T-P350(F地点)~2,730mg/kg(H地点)の濃度範囲であること、またT-N溶出率がかかなり高いことなどを明らかにした。

59年度の調査では、汚染泥(還元硫化した黒色土壌：黒色泥という)の堆積状況を把握するため、各層の底泥中の化学成分を測定した。表11に各層の深さ、各項目の測定結果と表層泥の相対年度の測定結果、また図6に表層泥(黒色泥)の水平分布図、更に図7にT-N、T-P、Zn、Tiの鉛直分布図を示した。

黒色泥の厚さは全調査地点の平均で43.5cmまたは地点別ではH地点の70cmが最大、C地点の20cmが最小であった。ちなみに、H地点は八日市川の河口付近で、汚濁物質が堆積しやすい地点である。

底質各層の構成成分は、それが堆積した時期の水質汚濁状況を的確に反映していると考えられ、その化学成分を測定することによって、柴山瀉の水質汚濁の歴史をとらえることができる。E地点の底質が堆積した

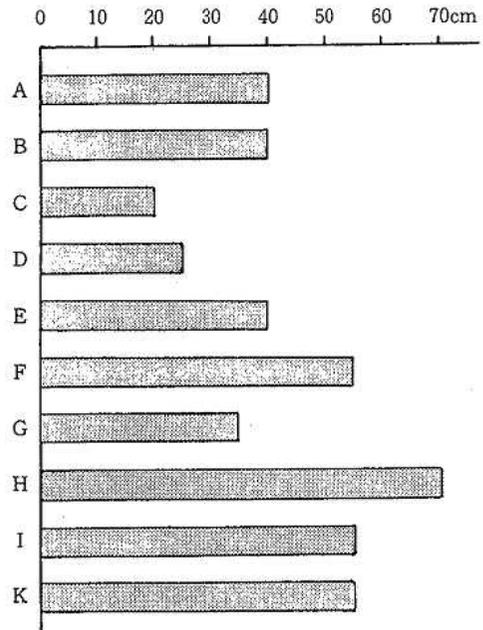


図6 黒色泥の水平分布図

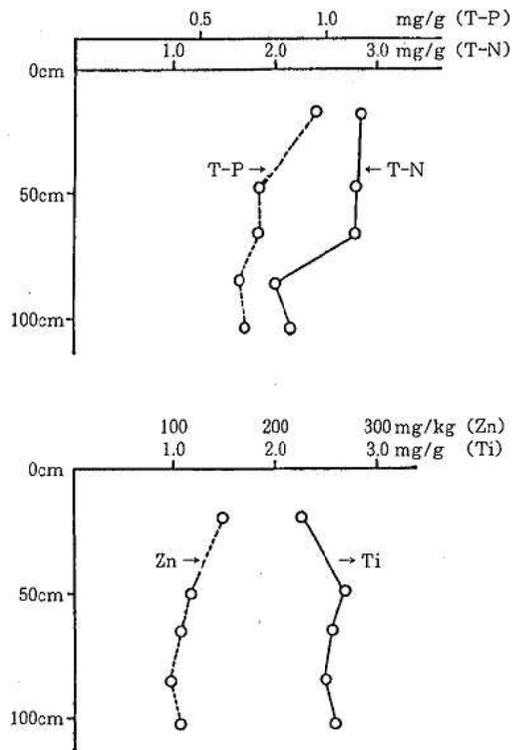


図7 底泥各項目の鉛直分布図 (E地点)

表11 底泥の測定結果 mg/kg

泥 深	Pb	Cu	Zu	Ti	T-N	T-P	相対年度
0~40cm	79.7	31.5	147.6	2,164	2,852	958	0年
40~60cm	74.1	25.2	112.4	2,648	2,824	733	18年
60~75cm	65.9	24.3	104.7	2,516	2,799	722	28年
75~95cm	62.6	20.8	94.2	2,453	1,990	649	38年
95~110cm	67.0	23.8	102.4	2,541	2,121	663	50年

年代（現在を0年とする）を<sup>210</sup>Pb法を用い推定したところ、泥深95~110cmの層は今からおよそ50年前に堆積したもので、1年間におよそ2cmずつ堆積していたことになる。また1960年の核実験に伴い初めて地上に降下した<sup>137</sup>Csを検出できたのは泥深0~60cmまでで、この層が生成したのは1960年以降であり、<sup>210</sup>Pb法で求めた相対年度とほぼ一致している。

E地点のT-N、T-Pの鉛直分布から、T-Nは泥深70cmあたりまでほとんど変化はないが、T-Pは表層泥で特に高い。リンは、最近ではその使用を制限する対策が講じられているが、以前は野放しの状態であったため、かなりの量が堆積したと思われる。次に、Zn、Tiについて鉛直方向の濃度分布を見た。Znは塗料、乾電池、ゴム、染料等の日常生活用品、自動車、電気通信器材等の機械類に広く用いられていることから<sup>5)</sup>、生活排水による負荷が大きい場合に、堆積物中のZn濃度が高くなると考えられる。またTiは、通常底質については数千mg/kgのオーダーで、植物性プランクトンやその死骸などにはほとんど含まれていないと言われている。そこで堆積物中のTiの濃度変化を見ることにより、各層が堆積した年代における水質汚濁現象を推定することができる。図7に示すように、表層泥ではZn濃度は高く、逆にTi濃度は低くなっており、約20年前に生成したと思われる40~60cm層との差が歴然としている。このことから、柴山湖での水質汚濁現象は約20年前の1965年あたりから急激に進行したことをうかがい知ることができる。

#### 4 湖盆内の水塊構造

柴山湖の水質を周年的にみると、春から夏にかけては富栄養化現象が顕在化し、秋から冬にかけては潜在化するという具合である。このような変動は、COD、BODなど測定項目個別の濃度変化からのみでは説明しきれない複雑な要因を含んでいる。つまり、多数の測定項目が相互に複雑に影響し合ったと考えるのが理である。そこで、得られた測定結果に基づいて、因子分析法により変動の要因を解析した<sup>6)</sup>。

因子分析には、春から冬にかけての湖水148試料18項目の測定結果を用いた。表12中の各項目の因子負荷量と主成分ごとの固有値と累積寄与率をみると、第3主成分までの累積寄与率が79.3%となり、約80%の情報がかこれら3つの因子に集約されることが分かる。次に、各因子に項目を振り分けると以下ようになる。

第1因子……pH、BOD、D-COD、DO飽和率、COD、Fe

表12 因子負荷量及び寄与率

項目	主成分	1	2	3
pH		0.945	-0.202	-0.067
SS		0.070	0.023	0.056
DO (%)		0.702	-0.031	-0.093
COD		0.887	-0.203	-0.030
D-COD		0.903	0.040	-0.054
BOD		0.939	0.087	-0.112
NH <sub>4</sub> -N		-0.463	0.146	0.234
T-N		0.096	0.689	0.075
DTN		-0.574	0.687	-0.015
PO <sub>4</sub> -P		-0.390	0.713	-0.162
T-P		0.461	0.200	0.025
DTP		0.228	0.592	-0.212
Na		-0.105	-0.123	0.973
Ca		0.367	-0.252	0.536
SO <sub>4</sub>		-0.193	-0.054	0.958
SiO <sub>2</sub>		0.133	-0.400	0.100
Fe		-0.594	0.428	-0.010
Mn		-0.063	-0.054	0.078
固有値		5.93	3.27	2.69
寄与率(%)		39.5%	21.8%	18.0%
累積寄与率		39.5%	61.3%	79.3%

第2因子……DTN、PO<sub>4</sub>-P、T-N、DTP

第3因子……Na、SO<sub>4</sub>、Ca

第1因子は、生物生産の結果現出する現象に関係した因子であり、第2因子は生物生産を助長する因子、そして、第3因子は、塩類成分の挙動に関係した因子と言える。

このようにして抽出された各因子のもつ影響力に各々の試料がどの程度強く依存しているかを見るのが因子得点であるが、図8に因子1及び2についての因子得点の分布図を示した。生物生産の結果現出する現象に関する因子1の因子得点を見ると、表層、底層とも8月、6月、10月、12月の順になっており、8月の生物生産の盛んなことが見てとれる。また、6、8月の表層水と底層水の差が大きいことから、この時期の停滞期の様相が歴然と見てとれる。これに対して10月ごろから湖は循環期に入るため、表層、底層の差は少なくなっている。

因子2は、窒素、リンの挙動つまり生物生産を助長する因子であるが、6月の表層及び12月の表層、底層が8、10月におけるそれらとかけはなれた因子得点と

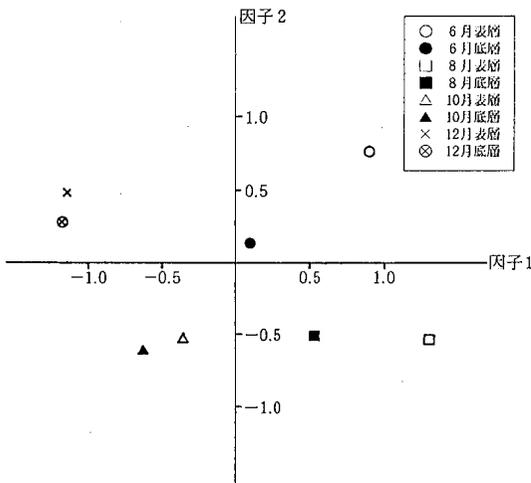


図8 調査時別因子得点平均値 (表層, 底層)

なっている。因子2が窒素、リンの供給に関する因子であることから、12月は流入河川の流量の増加に伴い、河川からの負荷が増加し湖水に及ぼす影響力を強めた結果と推測することができる。更に6月の表層水については、春先の生物生産に伴う水塊構造の急激な変化による窒素、リンの形態変化としてとらえることができる。

### 5 ま と め

(1) 季節別に見ると、8月のCODは14.5mg/l、12月で4.9mg/lとなっており、56年度同期の調査結果との比較では、8月で約2倍、12月で約1.5倍となっている。これは8月に各流入河川の流量が濁水位流量となり滞留時間が長くなったことに加え、湖内における

植物性プランクトンの生産活動が活発になったことによると考えられる。

(2) 生産量調査の結果から、6月には生産に比べて分解が卓越したが、8月には生産が活発化し、1年の周期の中で頂点に達することを確認した。

(3) 柴山瀉における黒色還元硫化泥の層厚は、平均43.5cmで、1mの泥が堆積するのに約50年かかると推定された。また堆積泥中のZn、Tiの測定結果から、約20年前の1965年あたりから底質汚染が急激に進行したことが分かった。

(4) 因子分析により、柴山瀉の年間を通した湖水質の変動の要因を解析した結果、第1主成分には生物生産の結果現出する現象に関係した因子が、第2主成分には生物生産を助長する因子が検出され、因子得点の分布から、季節変化をはっきりとらえることができた。

### 文 献

- 1) 矢鋪満雄, 矢田峰子, 東 浩一, 竹野裕治, 堀秀朗, 平 哲宣, 石田喜朗, 本田和子, 西登志美: 石川衛公害研年報, 19, 145-159 (1982)
- 2) 前川 勉, 堀川武夫, 加藤賢二, 田川専照, 塩谷勝夫: 福井県公害センター年報, 9, 231-240 (1979)
- 3) 森田引昭, 山田幸男, 安中徳二: 水質汚濁研究, 8, (4)41-46 (1985)
- 4) 砺波信一, 石田喜朗, 西登志美, 本田和子, 安江実, 堀 秀朗, 竹野裕治, 東 浩一, 矢鋪満雄: 石川県衛公害研年報, 21, 134-152 (1984)
- 5) 千葉県水質保全研究所: 手賀沼の底質報告書 (1984)
- 6) 田中 豊: 多変量統計解析法, p180-197, 現代数学社, 京都 (1983)

〔報 文〕

## 能登地域における河川の自浄作用（第2報）

— 若山川を例として —

石川県衛生公害研究所環境部

北野 肇一・矢 銷 満雄・東 浩 一  
堀 秀 朗・澤田 道和・砺波 信一  
石田 喜朗・道下 博之・本田 和子  
西 登志美

### 1 はじめに

能登地域の河川水質は、比較的良好な状況であるが、今後当地域においては種々の開発が予想され、それに伴う水質保全対策は益々重要なものになると考えられる。そこで、能登地域の主要河川である町野川を前年度調査したのに引き続き、今回は若山川について、その水質保全対策の充実強化に資することを目的に、河川の汚濁の特性及び自浄作用の解析を試みた。

なお、解析は「上乗せ排水基準設定調査」のデータを利用して行った。

### 2 対象水域の概要

若山川は奥能登の珠洲市を流下する2級河川（延長13.5km、流域面積52km<sup>2</sup>）である。標高468mの宝立山を水源とし、輪島市との境界から東方へ流れ、約10km流下した鈴内地点で向きを南南東に変え、更に約3.5km下流の飯田港に注いでいる。上流部には農業用貯水池の若山ダム（貯水量427×10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>）があり、中・下流域での農業用水確保に重要な役割を担っている。流域の大部分は山間地で山林が多いが、河岸には集落及び農地が散在している。下流部は飯田町の市街地が形成され、人口が集積している。水質汚濁源としての特定施設は、珠洲市内浦町衛生センターと珠洲市総合病院があるのみである。

### 3 調査方法

#### 3-1 調査地点

調査地点は、上流の谷坪橋から下流の柳橋に至る流路（順流部）内で、本川8地点、流入支川14地点、流出用水路3地点、事業場排水2地点の計27地点とした（図1）。

#### 3-2 調査期日及び調査日の気象

調査は、昭和59年6月1日、7月23日、9月21日、11月21日の4回である。なお、調査日の気象は表1のとおりである。

#### 3-3 流量観測

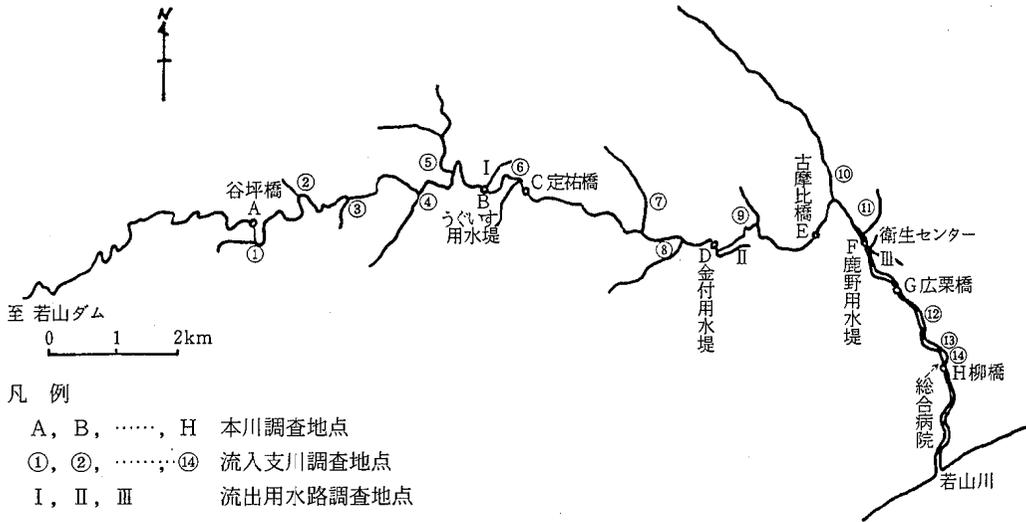
流量は、流速と横断面積との積で求めた。流速測定には広井式電流流速計を用いた。

表1 調査日

調査日	平均気温 (°C)	降水量 (mm/日)		天気概況
		前日	当日	
6月1日	17.1	5	0	曇のち晴
7月23日	25.5	1	0	晴
9月21日	18.0	0	0	晴
11月21日	7.4	1	0	曇のち晴

注) 昭和59年石川県気象月報（珠洲観測所測定値）による

Self-Purification in Wakayama River Noto Area, Ishikawa Prefecture. by Kei-ichi KITANO, Michio YASHIKI, Koh-ichi HIGASHI, Syuhroh HORI, Michikazu SAWADA, Shin-ichi TONAMI, Yoshiaki ISHIDA, Hiroyuki MICHISHITA, Kazuko HONDA, and Toshimi NISHI (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)



- 凡 例
- A, B, …… , H 本川調査地点
  - ①, ②, …… , ⑭ 流入支川調査地点
  - I, II, III 流出用水路調査地点

図1 調査地点図

表2 分析項目と方法

項 目	分 析 方 法
水 温	JIS K 0102
透 視 度	"
pH	" (ガラス電極法)
EC	"
SS	"
DO	" (ウィンクラー法)
COD	"
BOD	"
大腸菌群数	"

3・4 採水及び水質分析項目

採水は、調査日の13時から19時までの時間帯に、本川での水塊の流下時間を考慮して、上流側から下流へと順次行った。

水質分析の項目と方法は表2に示した。

4 調査結果及び考察

4・1 流 量

本川における流量を流下方向に図2及び表3 (p137~p140) に示した。6月、7月及び9月の調査日において、谷坪橋から古摩比橋 (図2のA~E) の流量には大きな変化がみられなく、古摩比橋ではそれぞれ0.228, 0.495, 0.430m<sup>3</sup>/secとなっている。しかし、

これより下流の鹿野用水堤においては6月及び7月のかんがい期に農業用水取水のため流量が0.034, 0.107m<sup>3</sup>/secと著しく減少し、古摩比橋での流量のわずか15%, 22%となっている。

4・2 水 質

各調査地点の水質を表3に、また、本川の上流から下流までの水質変化を図2に示した。

6月と7月の調査日における本川のBODは、上流の谷坪橋から下流の鹿野用水堤まで2mg/l以下で環境基準A類型に相当し、良好な水質を維持している。また、CODは6.2mg/l以下、SSは10mg/l以下と両調査日共に農業用水としての基準 (6mg/l, 100mg/l以下) にはほぼ適合している。これに対して、下流の広栗橋では、SS, COD, BODは共に急激に高くなり、鹿野用水堤での値に比して1.5~7倍となっている。これは、鹿野用水堤の下流に位置している珠州市内浦町衛生センターの排水の混入に因るとと思われる。

9月と11月には若山川からの農業用水の取水はなく、本川の各堰堤において河川水の滞留がなかった。9月の鹿野用水堤でのSSは79.2mg/lと高い値であるが、これは流入支川10の河川工事に因る汚濁水が流入したためであり、また、11月の谷坪橋での高いSSの原因も上流地点での河川工事によるものである。11月の広栗橋におけるCOD, BODは、鹿野用水堤の値よりも低値となっているが、この原因としては、調査時間帯に衛生センターからの排水がなかったことや前日

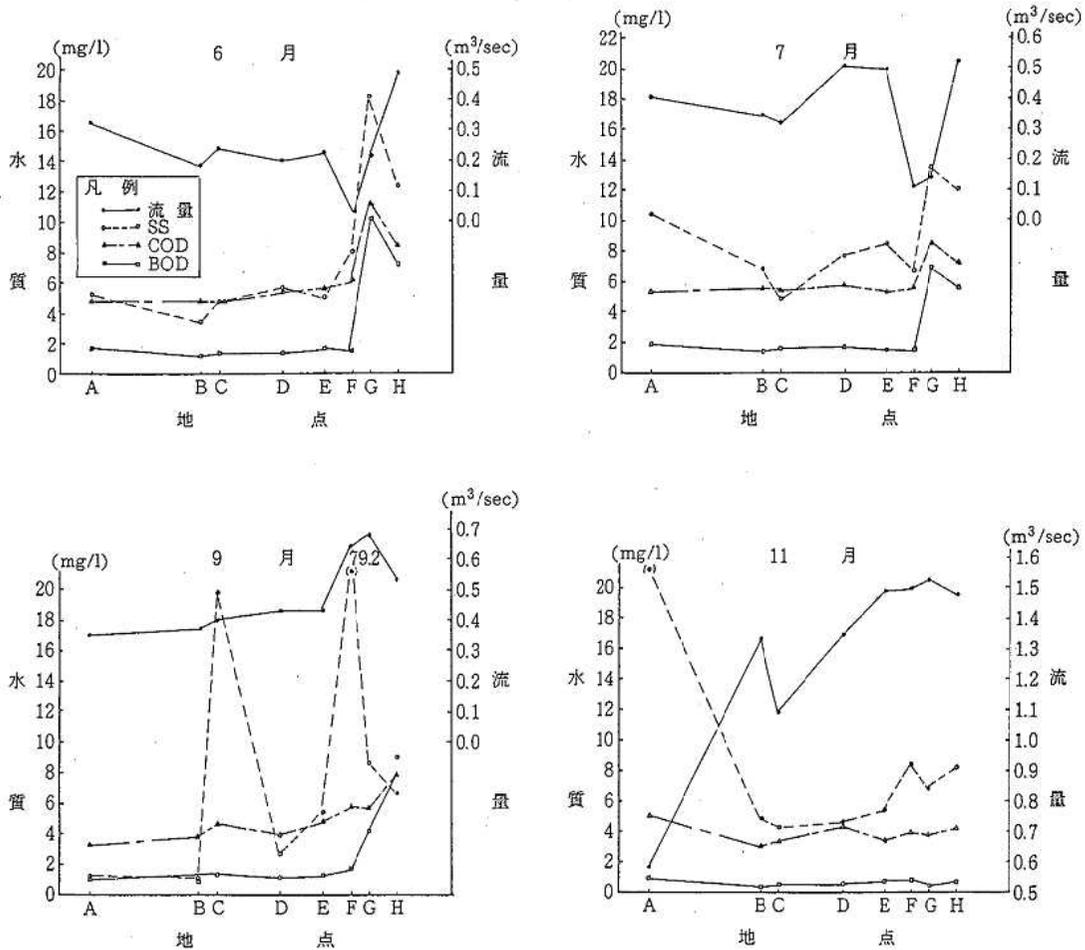


図2 流量及び水質

の雨による流量の増加があげられる。

4・3 汚濁残存量と負荷量

本川における汚濁残存量と流出入支川等からの汚濁負荷量を表4に示した。また、図3には本川の各調査地点における汚濁残存量の調査時期別及び項目別変化を示した。

6月と7月には前述の流量変化量の結果を反映して古摩比橋での残存量が鹿野用水堤までの流程において急激に減少し、SSで76%（6月）、83%（7月）、CODで84%（6月）、77%（7月）、BODで88%（6月）、78%（7月）の減となっており、農業用水路への流出が目立った。このように減少した残存量も更に流下するに従って漸増し、広栗橋では古摩比橋を上回

っている。

また、9月と11月には本川のSS残存量が大きい値を示している。9月のそれは流入支川の河川工事の影響とみられ、11月のそれは前日の降雨に伴う流量の増加と河川工事の影響が重なったことによるものと思われる。

流入支川のCOD及びBODの負荷量をみると、9月及び11月では支川5、7、8、10が他の支川に比べて負荷量が多い。これは流域面積の大きさの違いを反映した結果と考えられる。なお、支川13には学校の排水が流入しているため、負荷量に大ききバラツキがみられるものと思われる。6月及び7月では、9月及び11月に比べ支川9、11、12の流入負荷量が多いが、

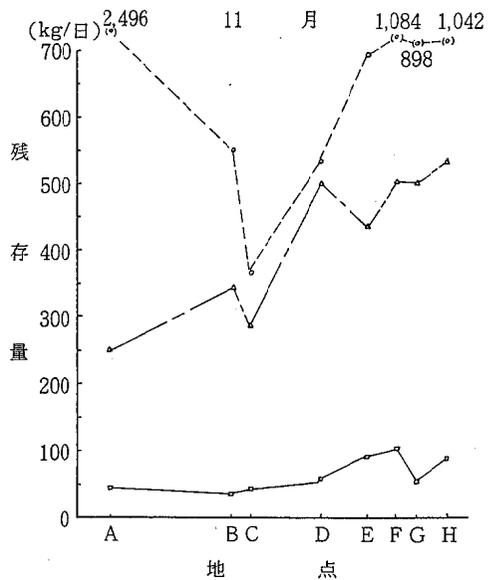
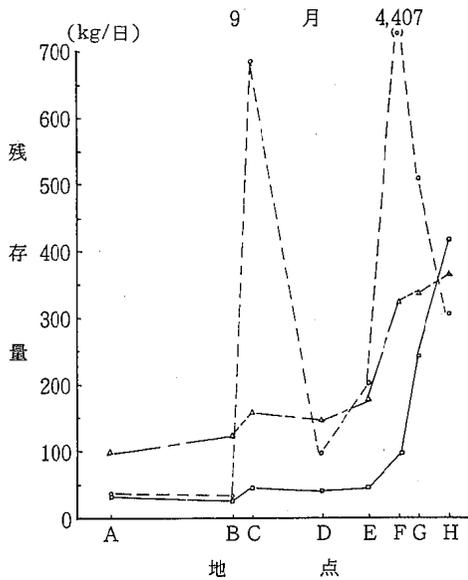
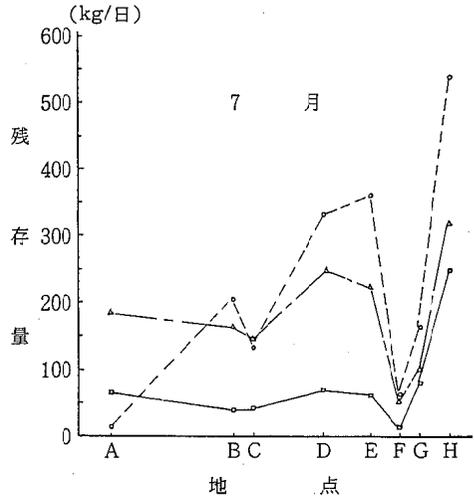
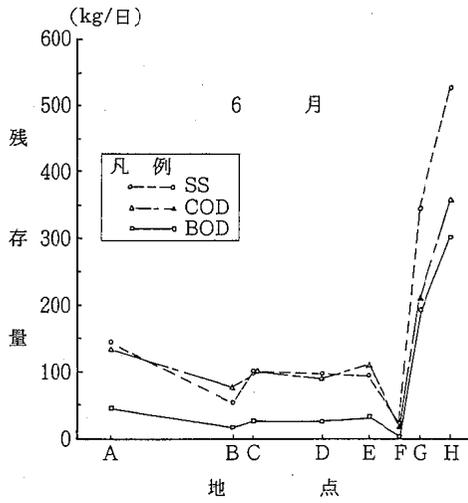


図3 残

存 量

これはかんがい用水として使用された水が再度これらの支川に流入したためと考えられる。

4・4 自浄係数の算定

河川での汚濁物質の自浄作用は、前報と同様の考えに基づき、Streeter—Phelpsの言う1次反応式で近似できるものとして仮定し、図4に示したモデルを表わす次式で取扱った。

$$L_j = \sum_{i=1}^{n(j)} l_i e^{-K(T_j - t_i)}$$

ここで $n(j)$ は $T_j - t_i > 0$ に適合する $i$ の個数である。上式の分解係数 $K$ 値(10を底としたものを自浄係数 $k$ 値、 $k = 0.4343K$ という。以下においては $k$ 値を用いる。)は、汚濁物質の生物化学的分解作用によるものばかりでなく、汚濁物質の河床への吸着、沈殿など

表4 残存量, 負荷量

単位: kg/day

採水月日 調査地点		6月1日			7月23日			9月21日			11月21日		
		SS	COD	BOD	SS	COD	BOD	SS	COD	BOD	SS	COD	BOD
本 川	A 谷 坪 橋	146.0	134.8	47.7	14.1	186.8	67.0	36.3	99.8	33.3	2,495.6	250.6	45.1
	B うぐいす用水堤	54.6	77.1	19.3	203.3	164.4	38.9	32.4	123.1	25.9	552.8	345.5	34.6
	C 定 祐 橋	100.8	100.8	29.4	132.3	146.1	41.3	684.3	159.0	44.9	366.1	287.7	43.6
	D 金付用水堤	98.7	95.2	24.7	331.6	248.7	69.8	96.6	144.9	40.9	534.6	499.7	58.1
	E 古 摩 比 橋	98.5	110.3	33.5	359.3	222.4	59.9	200.6	178.3	44.6	693.8	436.8	89.9
	F 鹿野用水堤	23.5	18.2	4.4	61.0	50.8	12.9	4,406.8	322.7	94.6	1,083.6	503.1	103.2
	G 広 栗 橋	342.8	211.0	192.1	161.0	98.0	79.3	508.2	336.9	242.3	897.7	501.7	52.8
	H 柳 橋	526.0	356.3	301.2	537.1	317.8	246.2	305.1	365.2	416.0	1,042.2	533.8	89.0
流 入	支 川 1	7.3	8.2	1.5	14.1	11.5	1.6	2.6	7.4	2.2	12.4	20.2	2.3
	2	0.3	0.4	0.1	3.7	3.2	0.4	1.2	1.6	0.2	8.0	5.1	1.2
	3	3.1	2.2	0.4	5.5	5.7	1.2	0.9	3.8	0.6	2.8	8.3	1.7
	4	0.1	0.6	0.1	24.5	3.8	0.4	0.9	2.1	0.3	6.8	6.0	2.9
	5	0.5	2.7	0.4	15.0	14.7	3.2	22.0	35.4	5.5	34.8	46.9	17.4
	6	0.0	0.0	0.0	1.9	2.6	0.4	0.1	0.6	0.1	1.3	3.4	0.9
	7	9.1	5.4	1.2	104.4	55.2	13.8	14.4	13.8	2.3	36.5	28.5	4.0
	8	48.7	16.6	9.6	68.4	25.1	9.1	16.4	11.9	5.4	36.8	28.2	21.0
	9	12.9	5.3	1.1	89.2	31.1	6.0	0.8	0.6	0.1	46.5	5.6	1.0
	10	63.0	38.6	7.9	264.5	53.8	9.2	4,875.6	103.9	12.3	779.8	140.4	34.3
	11	19.5	13.5	4.3	6.1	3.5	1.2	7.3	5.1	1.3	5.7	4.4	0.9
	12	238.5	217.0	45.3	71.9	51.2	12.6	—	—	—	4.5	1.9	0.3
	13	123.7	69.9	132.4	0.7	0.6	0.2	29.3	49.5	91.8	4.6	1.4	0.3
	14	—	—	—	31.2	9.7	2.4	—	—	—	—	—	—
流 出	珠洲市内浦町 衛生センター	136.7	131.8	172.4	42.8	66.7	41.9	7.9	39.1	14.1	0.0	0.0	0.0
	珠洲市総合病院	10.1	27.0	56.2	16.2	24.6	54.7	8.9	18.1	28.5	6.4	13.1	27.2
	用 水 路 I	67.9	84.0	12.9	99.9	80.8	19.1	—	—	—	—	—	—
II	80.4	65.8	12.2	68.9	51.7	14.5	—	—	—	—	—	—	
III	196.2	163.5	41.6	209.3	174.4	44.4	—	—	—	—	—	—	

注) 本川は残存量, 流入支川及び流出用水路は負荷量とする。

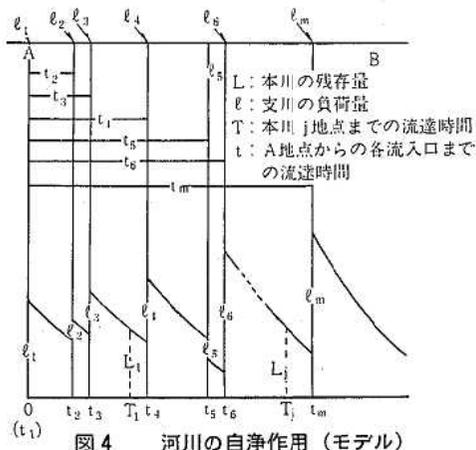


図4 河川の自浄作用 (モデル)

の作用も含めた見掛け上の自浄作用能を表わす。自浄係数 $k$ 値は、上式を $L_j$ に関する誤差方程式に変換し、逐次近似法により求めた。なお、到達時間は、マンングの式から地点間の平均流速を推計し、その値で地点間距離を除して求めた。到達時間には堰堤での滞留時間を加算したが、この滞留時間は堰堤の貯水容量を流出量で除したものをを用いた。谷坪橋を基点とした河床勾配は図5、到達時間は表5、図6のとおりである。

谷坪橋から柳橋間の順流部における自浄係数 $k$ 値を求めたのが表6である。なお、鹿野用水堤から柳橋間において水質及び残存量が急激に変化する時期もあるが河川全体を代表するものとしての $k$ 値を求めた。CODの $k$ 値は6月のマイナス値 $-0.29$ を除いて $0.02$

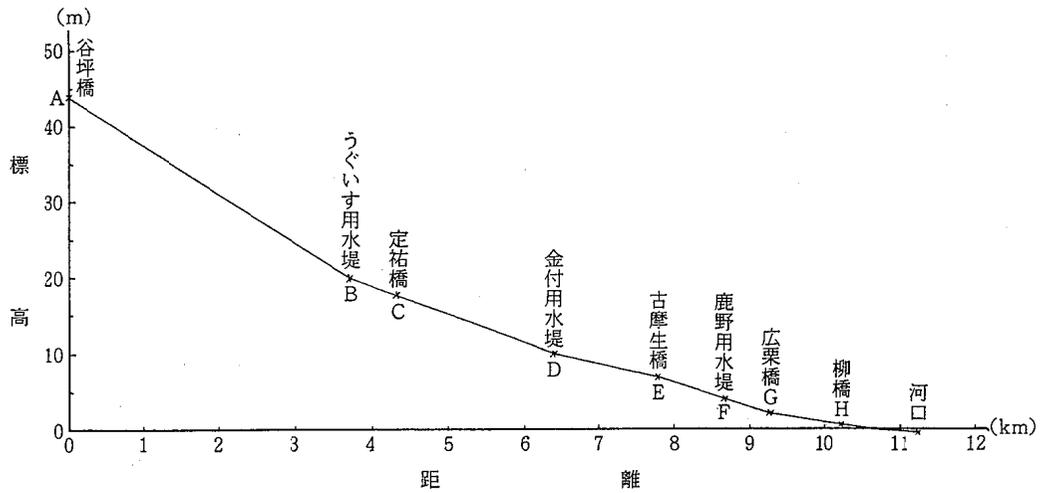


図5 若山川河床勾配

表5 流達時間

地点	流下距離 m	流達時間 min			
		6月1日	7月23日	9月21日	11月21日
A 谷坪橋	0	0	0	0	0
流入支川 1	156	5	9	12	8
2	1,081	37	63	79	56
3	1,806	61	105	133	94
4	2,617	88	152	192	136
5	3,179	107	185	233	166
B うぐいす用水堤	3,713	313	352	273	193
流入支川 6	4,204	330	380	309	219
C 定祐橋	4,332	334	388	318	226
流入支川 7	5,672	389	439	395	274
8	6,139	407	457	422	291
D 金付用水堤	6,411	603	572	438	301
流入支川 9	7,018	627	595	473	323
E 古摩比橋	7,791	658	625	518	351
流入支川 10	8,200	681	646	538	362
11	8,627	704	667	560	373
F 鹿野用水堤	8,696	1,431	1,248	564	375
衛生センター	8,710	1,432	1,249	565	—
G 広栗橋	9,281	1,463	1,273	594	390
流入支川 12	9,510	1,476	1,290	—	396
13	10,000	1,504	1,317	622	408
総合病院	10,141	1,512	1,326	626	412
流入支川 14	10,215	—	1,329	—	—
H 柳橋	10,221	1,516	1,330	631	414

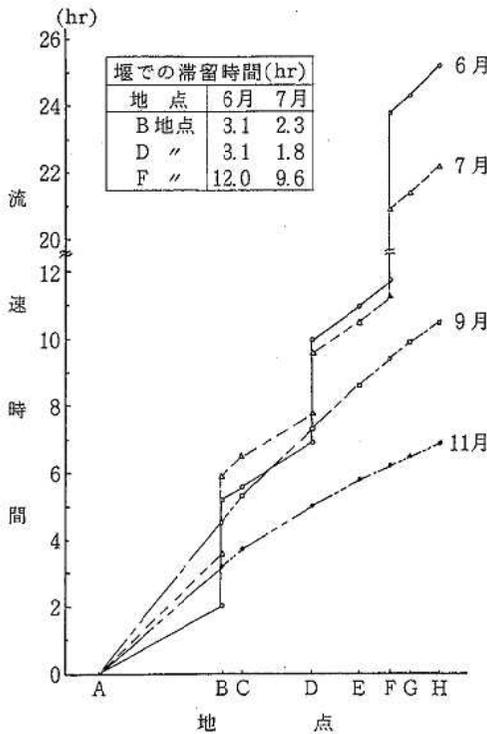


図6 流達時間

表6 若山川の自浄係数, k値

月日	項目	COD	BOD	SS
6月1日		-0.29	0.54	-0.23
7月23日		0.03	-0.06	0.06
9月21日		0.02	-1.34	13.2
11月21日		0.04	1.79	3.99

~0.04の範囲にあり、その変化は小さい。BODのk値は-1.34~1.79と零を境にして±2の間にあり、幾分の変化が認められた。それに対して、SSのk値は時期によるバラツキが大きく、その範囲も-0.23~13.2の間であった。特に9月のk値は13.2と大きく、これは流入支川からの濁水によるSSが本川で急激に

浄化されたためと考えられる。一般に我が国の河川において、BODのk値は0.05~10の範囲とされているが、今回の調査のk値は比較的小さい値となっている。これは、流域に汚濁源が少なく、河川の上流・下流間の水質変化が余りない河川の特色を示しているものと考えられる。

### 5 ま と め

比較的良好な水質を維持している能登地域の河川である若山川の自浄作用の解析を試みた結果、以下のことが分かった。

(1) 本川の流量について、農業用水夏季稲作期間中(6月, 7月)とそれ以外の期間(9月, 11月)とでは堰堤の上下流において大差が認められた。例えば、6月の鹿野用水堤下流の流量はそれより上流地点の流量のわずか15%であった。

(2) 本川の水質は、谷坪橋から鹿野用水堤まではBOD2mg/l以下で、環境基準値A類型に相当し良好な状況にあるが、鹿野用水堤より下流では珠洲市内浦町衛生センターなどの排水が流入するため汚濁の悪化が認められた。

(3) 本川の汚濁物質残存量は、6月及び7月には、農業用水路へ負荷量が流出するため、各堰堤を境として下流側で急激な減少が認められた。

(4) 本川順流部における自浄係数(k値)は、CODで-0.29~0.04, BODで-1.34~1.79, SSで-0.23~13.2の範囲にあり、SS>>BOD>CODの傾向であった。

以上のことが明らかとなったが、若山川には堰堤が幾つか設置されていることから、堰直上部での流量の変化、汚濁物質の停滞、沈降などによる水質への影響を考慮した調査・解析が今後の課題としてあげられる。

### 文 献

- 1) 矢鋪満雄, 桐元俊武, 角田豊磨, 矢田峯子, 竹野裕治, 東 浩一, 西村康喜, 石田喜朗, 志茂たみ : 石川衛公害研年報, 17, 220-236 (1980)
- 2) 竹野裕治, 矢鋪満雄, 東 浩一, 堀 秀朗, 安江実, 砺波信一, 石田喜朗, 本田和子, 西 登志美 : 同上誌, 21, 153-164 (1984)
- 3) 金沢气象台 : 石川県気象月報 (1984)

採水年月日：59年6月1日

表 3-1 水質調査結果

試料	項目	採水時刻		水温 °C	透視度 cm	pH	EC μS/cm	流量 m <sup>3</sup> /sec	SS mg/l	DO mg/l	COD mg/l	BOD mg/l	大腸菌群数 MPN/100ml
		時	分										
本川 A	谷坪橋	13:10		20.1	>30	8.9	173	0.325	5.2	12.0	4.8	1.7	3.3×10 <sup>3</sup>
B	うぐいす用水堤	14:20		22.6	>30	9.1	166	0.186	3.4	10.6	4.8	1.2	7.8×10 <sup>2</sup>
C	定祐橋	14:30		23.4	>30	9.0	172	0.243	4.8	10.7	4.8	1.4	9.3×10 <sup>2</sup>
D	金付用水堤	15:10		22.9	>30	7.7	184	0.204	5.6	9.6	5.4	1.4	2.4×10 <sup>4</sup>
E	古摩比橋	15:30		23.9	>30	8.7	187	0.228	5.0	12.0	5.6	1.7	3.3×10 <sup>3</sup>
F	鹿野用水堤	—		20.8	>30	7.5	195	0.034	8.0	10.3	6.2	1.5	1.2×10 <sup>4</sup>
G	広栗橋	—		25.4	>30	7.9	312	0.218	18.2	9.5	11.2	10.2	1.1×10 <sup>4</sup>
H	柳橋	—		22.8	>30	7.4	233	0.491	12.4	9.9	8.4	7.1	1.6×10 <sup>5</sup>
流入支川	1	13:30		18.0	>30	7.1	119	0.025	3.4	9.4	3.8	0.7	—
	2	13:40		18.4	>30	7.1	123	0.001	3.2	9.4	4.8	1.7	—
	3	13:45		17.8	>30	7.0	163	0.007	5.2	9.4	3.7	0.7	—
	4	13:50		16.8	>30	7.1	113	0.003	0.4	10.4	2.5	0.2	—
	5	14:00		19.0	>30	7.2	186	0.006	1.0	9.5	5.2	0.7	—
	6	14:45		20.3	>30	9.1	161	—	5.4	9.9	5.2	1.4	—
	7	14:55		21.9	>30	7.7	177	0.011	9.6	8.8	5.7	1.3	—
	8	15:00		20.2	30	7.2	279	0.030	18.8	6.1	6.4	3.7	—
	9	15:20		21.6	>30	7.1	187	0.007	21.4	7.4	8.7	1.9	—
	10	15:34		22.0	>30	7.2	191	0.048	15.2	8.2	9.3	1.9	—
	11	15:07		25.6	>30	7.6	222	0.013	17.4	8.5	12.0	3.8	—
	12	—		20.9	>30	7.4	198	0.276	10.0	9.6	9.1	1.9	—
	13	—		20.5	>30	6.8	260	0.077	18.6	8.7	10.5	19.9	—
流出水路	I	14:15		—	—	—	—	0.187	—	—	—	—	—
	II	15:05		—	—	—	—	0.141	—	—	—	—	—
	III	—		—	—	—	—	0.344	—	—	—	—	—
珠洲市内浦町衛生センター		15:45		22.2	2.5	8.1	3,470	0.007	226	0.4	218	285	0/ml
珠洲総合病院		14:30		21.6	>30	5.6	488	0.003	39.0	1.8	104	217	2.4×10 <sup>4</sup> /ml

表3-2

採水年月日：59年7月23日

項目	採水時刻	水温	透明度	pH	EC	流量	SS	DO	COD	BOD	大腸菌群数	試料
本川	13:05	25.8	>30	7.9	153	0.408	10.4	10.0	5.3	1.9	7.9×10 <sup>3</sup>	A 谷坪橋
B	14:52	27.5	>30	8.6	151	0.346	6.8	10.1	5.5	1.3	3.3×10 <sup>3</sup>	うぐいす用水堤
C	15:17	27.5	>30	8.6	154	0.319	4.8	10.3	5.3	1.5	2.2×10 <sup>4</sup>	定祐橋
D	15:56	28.5	>30	8.2	163	0.505	7.6	10.4	5.7	1.6	7.8×10 <sup>3</sup>	金付用水堤
E	16:47	28.0	>30	7.9	170	0.495	8.4	9.4	5.2	1.4	7.9×10 <sup>3</sup>	古摩比橋
F	17:50	28.5	>30	7.8	169	0.107	6.6	11.7	5.5	1.4	1.3×10 <sup>3</sup>	鹿野用水堤
G	17:58	28.0	>30	7.3	259	0.135	13.8	8.9	8.4	6.8	2.2×10 <sup>3</sup>	広栗橋
H	18:10	28.2	>30	6.8	206	0.518	12.0	6.2	7.1	5.5	1.6×10 <sup>6</sup>	柳橋
流入支川	13:24	22.5	>30	7.5	281	0.037	4.4	8.9	3.6	0.5	—	1
	13:31	24.5	>30	7.3	123	0.007	6.2	8.5	5.3	0.6	—	2
	13:37	20.0	>30	7.2	156	0.020	3.2	10.5	3.3	0.7	—	3
	13:43	18.5	>30	7.1	104	0.011	25.8	9.6	4.0	0.4	—	4
	13:50	25.0	>30	7.4	177	0.031	5.6	8.7	5.5	1.2	—	5
	15:15	22.5	>30	7.2	136	0.009	2.4	8.9	3.4	0.5	—	6
	15:40	26.5	>30	7.7	158	0.114	10.6	8.8	5.6	1.4	—	7
	15:48	21.5	>30	7.1	223	0.066	12.0	7.5	4.4	1.6	—	8
	16:13	26.0	>30	7.2	162	0.058	17.8	7.0	6.2	1.2	—	9
	16:20	28.5	18.0	7.3	184	0.089	34.4	7.7	7.0	1.2	—	10
	16:36	28.7	>30	7.2	203	0.004	17.6	10.9	10.0	3.5	—	11
	18:07	27.5	>30	7.7	172	0.104	8.0	10.7	5.7	1.4	—	12
	18:10	27.5	>30	7.5	173	0.001	8.6	9.6	6.5	1.8	—	13
	18:20	28.5	>30	7.1	169	0.014	25.8	7.1	8.0	2.0	—	14
流出水路	15:00	—	—	—	—	0.170	—	—	—	—	—	I
	16:05	—	—	—	—	0.105	—	—	—	—	—	II
	17:55	—	—	—	—	0.367	—	—	—	—	—	III
珠洲市内浦町衛生センター	16:30	25.7	6.0	7.7	1,910	0.009	55.0	3.3	85.8	53.9	0/ml	—
珠洲総合病院	18:20	26.0	9.0	6.8	364	0.003	62.5	2.0	94.8	211	5.7×10 <sup>4</sup> /ml	—

表3-3 採水年月日：59年9月21日

試料	項目	採水時刻 時：分	水温 °C	透明度 cm	pH	EC μS/cm	流量 m <sup>3</sup> /sec	SS mg/l	DO mg/l	COD mg/l	BOD mg/l	大腸菌群数 MPN/100ml	
本川	A 谷坪橋	13:10	20.0	>30	8.1	179	0.350	1.2	10.6	3.3	1.1	1.3×10 <sup>4</sup>	
	B うぐいす用水堤	14:08	21.2	>30	8.5	167	0.375	1.0	10.4	3.8	0.8	7.9×10 <sup>3</sup>	
	C 定祐橋	14:30	21.8	>30	8.5	169	0.400	19.8	10.8	4.6	1.3	1.1×10 <sup>4</sup>	
	D 金付用水堤	14:56	—	>30	8.3	178	0.430	2.6	10.2	3.9	1.1	1.3×10 <sup>4</sup>	
	E 古摩比橋	12:44	22.4	>30	8.6	183	0.430	5.4	12.5	4.8	1.2	1.3×10 <sup>4</sup>	
	F 鹿野用水堤	14:45	22.5	8.0	8.9	162	0.644	79.2	12.0	5.8	1.7	7.9×10 <sup>3</sup>	
	G 広栗橋	14:23	23.0	>30	8.8	201	0.684	8.6	12.2	5.7	4.1	1.1×10 <sup>3</sup>	
	H 柳橋	13:53	24.4	>30	8.0	268	0.535	6.6	10.1	7.9	9.0	4.6×10 <sup>4</sup>	
	流入支川	1	13:21	17.3	>30	7.8	124	0.037	0.8	9.2	2.3	0.7	—
		2	13:28	18.4	>30	7.6	107	0.004	3.6	9.5	4.5	0.7	—
		3	13:32	16.9	>30	7.3	174	0.017	0.6	9.4	2.6	0.4	—
		4	13:40	16.6	>30	7.3	115	0.010	1.0	9.6	2.4	0.3	—
		5	13:48	19.1	>30	7.9	170	0.091	2.8	9.6	4.5	0.7	—
6		14:18	17.9	>30	7.2	164	0.003	0.4	9.2	2.3	0.3	—	
7		14:40	18.9	>30	7.5	166	0.038	4.4	9.3	4.2	0.7	—	
8		14:50	18.2	>30	7.1	278	0.025	7.6	6.4	5.5	2.5	—	
9		15:08	19.3	>30	7.1	182	0.001	8.8	8.1	6.5	1.3	—	
10		15:20	23.0	1.0	7.3	168	0.057	990.0	7.4	21.1	2.5	—	
11		15:12	22.5	>30	7.9	166	0.009	9.4	10.4	6.5	1.7	—	
13		14:15	23.6	12.0	6.5	509	0.006	56.5	3.4	95.5	177.0	—	
流出水路		I	14:10	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
	II	15:00	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—	
	III	14:50	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—	
珠洲市内浦町衛生センター 珠洲総合病院		15:28	21.4	17.0	7.9	2,210	0.007	13.0	—	64.7	23.3	7.3×10	
		12:55	26.0	17.0	7.2	1,910	0.003	34.5	—	69.7	110	1.2×10 <sup>4</sup>	

表3-3

採水年月日：59年11月21日

表3-4 水質調査結果

試料	項目	採水時刻 時：分	水温 °C	透視度 cm	pH	EC μS/cm	流量 m <sup>3</sup> /sec	SS mg/l	DO mg/l	COD mg/l	BOD mg/l	大腸菌群数 MPN/100ml
本川	A 谷坪橋	13:03	10.3	17.0	7.1	154	0.580	49.8	11.1	5.0	0.9	4.5×10 <sup>2</sup>
	B うぐいす用水堤	14:00	10.7	>30	7.1	146	1.333	4.8	11.3	3.0	0.3	6.8×10 <sup>2</sup>
	C 定祐橋	14:17	10.7	>30	7.0	147	1.009	4.2	11.2	3.3	0.5	7.8×10 <sup>2</sup>
	D 金付用水堤	14:57	10.8	>30	6.9	174	1.345	4.6	11.0	4.3	0.5	4.5×10 <sup>2</sup>
	E 古摩比橋	15:12	11.0	>30	7.0	156	1.487	5.4	10.9	3.4	0.7	2.2×10 <sup>3</sup>
	F 鹿野用水堤	15:40	10.4	>30	7.0	155	1.493	8.4	11.2	3.9	0.8	1.7×10 <sup>3</sup>
	G 広栗橋	15:35	10.7	>30	7.1	160	1.528	6.8	11.1	3.8	0.4	1.3×10 <sup>2</sup>
	H 柳橋	15:10	10.8	>30	7.0	163	1.471	8.2	10.8	4.2	0.7	3.3×10 <sup>2</sup>
流入支川	1	13:10	10.5	>30	7.1	124	0.090	1.6	11.0	2.6	0.3	—
	2	13:27	11.3	>30	6.7	111	0.015	6.2	10.9	3.9	0.9	—
	3	13:32	10.9	>30	6.9	160	0.040	0.8	10.8	2.4	0.5	—
	4	13:40	11.0	>30	6.8	113	0.028	2.8	11.2	2.5	1.2	—
	5	13:50	10.7	>30	7.1	145	0.155	2.6	11.5	3.5	1.3	—
	6	14:24	10.5	>30	6.9	147	0.013	1.2	11.4	3.0	0.8	—
	7	14:40	10.6	>30	7.0	150	0.066	6.4	11.0	5.0	0.7	—
	8	14:46	11.1	>30	7.0	257	0.076	5.6	9.7	4.3	3.2	—
	9	15:10	11.6	15.0	6.5	137	0.013	41.4	10.6	5.0	0.9	—
	10	15:22	11.2	22.0	7.0	138	0.361	25.0	10.9	4.5	1.1	—
	11	15:35	11.2	>30	6.8	150	0.011	6.0	11.5	4.6	0.9	—
	12	15:30	11.7	>30	6.8	197	0.003	17.4	10.9	7.5	1.3	—
	13	15:20	11.7	>30	5.5	381	0.004	13.2	9.2	4.1	0.9	—
流出水路	I	14:10	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
	II	15:05	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
	III	15:50	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
珠洲市内浦町衛生センター 珠洲総合病院		15:29	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
		14:55	16.5	18.0	7.0	1,070	0.003	24.7	—	50.7	105	2.3×10 <sup>3</sup> /ml

〔報 文〕

## 閉鎖性水域における水質シミュレーションについて

— 河北潟のCOD —

石川県衛生公害研究所環境部 澤田 道和・矢鋪 満雄

## 1 はじめに

河北潟は砂丘の内側に生成した海跡湖であるが、昭和38年から46年までの干拓事業により約 $\frac{2}{3}$ が干陸化され、残存湖水表面積約6km<sup>2</sup>、湖容積約1340万m<sup>3</sup>、平均水深約2mの浅い湖沼となった。洪水調節のための大根布放水路、農業用水としての利水のため大野川(感潮河川)との連結部に、塩水化防止の防潮水門がそれぞれ設置されている。流入汚濁源としては、CODでみると、農業排水を含めた自然負荷が全体の約65%、生活系の負荷が約28%<sup>1)</sup>で、自然負荷の占める割合が非常に大きい。

近年、全国的に閉鎖性水域における富栄養化の進行に伴う水質の悪化が問題となっている。河北潟も例外ではなく、湖水中の全窒素、全磷濃度はそれぞれ1.2mg/l、0.12mg/lであり、環境基準V類型(前者1mg/l以下、後0.1mg/l以下)を、またCODは7.7mg/lで湖沼B類型(5mg/l以下)をそれぞれ超えている<sup>1)</sup>。このまま放置すると農業用水としての利水も危うくなると懸念されている。

このような背景の下、河北潟や各流入河川を含む大野川水系の水質保全対策として、昭和48年度に大野川流域下水道整備総合計画(流総計画と略す)が策定され、59年度にこの計画の見直し作業が実施された。

水質シミュレーションは、この計画の一環としての水質保全計画を進めるうえでの根幹をなすものであり、昭和80年度における下水道整備を想定しながら水質予測を行ったものである。この報告ではその予測結果を述べ、また今後の課題についても言及する。

## 2 シミュレーションモデル

湖の水深は浅いので、水深方向に平均化した非定常平面流2次元モデルを用いることとした。河北潟を1辺100mの正方形でメッシュ化し、東西方向47(x方向)、南北方向80(y方向)の計588メッシュに区画した。

モデルの特徴は、流況予測のための運動方程式の粘性項にManningの式、連続方程式に単位面積流入項、拡散方程式には自己減衰項と単位面積流入負荷項をそれぞれ新たに加えたことである。そして、これらの3つの基礎方程式を陽解法中心差分により、距離 $x$ 、 $y$ と時間 $t$ について差分化し、水深・流量・成分・濃度を未知量として数値解を求めた<sup>2)3)</sup>。

## 3 解析手法

人口・産業動態及び環境水質等の最新データが公表されている昭和56年度を基準年度(現況)として設定し、昭和80年度の水質(COD)を予測した。

## 3・1 BODとCODの関係式について

湖水質のシミュレーション実施に当たって、湖沼への流入河川水と湖水の現況水質が必要となる。しかし、湖沼の水質監視項目はCOD、河川はBODと異なっており、そのままではシミュレーションすることができない。そこで、同一地点でBODとCODの両方の項目が測定されている調査結果から両項目の回帰式を求め、この式から換算値を得ることにより湖水と河川水の測定項目間に連続性をもたすこととした。

湖沼のCODをシミュレーションする方法として図1の3通りが考えられるが、今回のシミュレーション

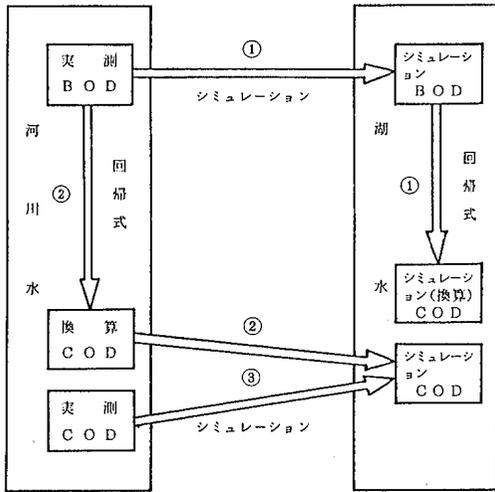


図1 シミュレーション方法

においては、

- (ア) 河川水の測定データがBODであり回帰式による換算が必要である。
- (イ) 回帰式は昭和57年度閉鎖性水域水質調査報告書—河北潟<sup>3)</sup>(閉鎖性水域報告書と略す)の結果を用いて求めることとするが、本報告書によると、湖水質は冬季とそれ以外の季節で変動が大きく、物質動態が複雑なことが障害となるので、季節変動が割に少ない河川水のデータから得られた回帰式を採用する方が妥当性が高い。

表1 湖への流入河川群のCODとBODの回帰直線関係式

回 帰 式	$[COD] = 1.676 \times [BOD]$
-------	------------------------------

表2-1 湖への流入COD負荷量

流入河川	昭和56年度 (現況)			昭和80年度(将来)								
				下水道未整備			下水道整備					
							ケースI			ケースII		
低水位 流量 (m <sup>3</sup> /s)	水質 (mg/l)	負荷量 (g/s)	低水位 流量 (m <sup>3</sup> /s)	水質 (mg/l)	負荷量 (g/s)	低水位 流量 (m <sup>3</sup> /s)	水質 (mg/l)	負荷量 (g/s)	低水位 流量 (m <sup>3</sup> /s)	水質 (mg/l)	負荷量 (g/s)	
金 腐 川	0.400	9.1	3.640	0.400	26.8	10.720	0.400	2.0	0.800	0.400	2.0	0.800
森 下 川	1.700	3.0	5.100	1.700	3.2	5.440	1.700	2.2	3.740	1.700	2.2	3.740
津 幡 川	2.440	4.7	11.468	2.440	8.0	19.520	2.440	2.0	4.880	2.440	2.0	4.880
宇ノ気川	0.840	6.9	5.796	0.840	13.6	11.424	0.840	2.7	2.268	0.840	2.7	2.268
その他 (河川, 排水機場)	3.321	6.0	19.938	3.321	9.8	32.596	3.437	3.2	10.943	3.427	3.9	13.208
合 計	8.701	#5.3	45.942	8.701	#9.2	79.700	8.817	#2.6	22.631	8.807	#2.8	24.896

(注) #印は加重平均値を示す。ケースIは非市街地を含む場合。ケースIIは非市街地を含まない場合。

表2-2 湖からの流出COD負荷量

流出河川	昭和56年度 (現況)			昭和80年度(将来)								
				下水道未整備			下水道整備					
							ケースI			ケースII		
流 量 (m <sup>3</sup> /s)	水 質 (mg/l)	負荷量 (g/s)	流 量 (m <sup>3</sup> /s)	水 質 (mg/l)	負荷量 (g/s)	流 量 (m <sup>3</sup> /s)	水 質 (mg/l)	負荷量 (g/s)	流 量 (m <sup>3</sup> /s)	水 質 (mg/l)	負荷量 (g/s)	
大 野 川	6.922	7.5	51.515	6.922	12.9	89.294	7.038	3.6	25.337	7.028	4.0	28.112
その他 (揚水機場)	1.779	7.3	12.987	1.779	12.6	22.415	1.779	3.6	6.404	1.779	3.9	6.938
合 計	8.701	#7.4	64.502	8.701	#12.8	111.709	8.817	#3.6	31.741	8.807	#4.0	35.050

(注) #印は加重平均値を示す。ケースIは非市街地を含む場合。ケースIIは非市街地を含まない場合。

と判断されたので図中②の方法を選択した。なお、回帰式は流入河川についての64個の測定データ中、増山の棄却検定法<sup>4)</sup>によりBOD10mg/l以上のものを棄却し、最小2乗法により求めた(表1)。

3・2 流入河川データ

(1) 流量：現況流量は水位流量統計値の低水位流量とした。また将来の流量は現況の低水位流量が変わらないものと仮定して、下水道整備後の放流水をこれに加算した(表2-1)。

(2) 水質：流量が継続的に観測されている金腐川、森下川、津幡川及び字ノ気川については、現況及び将来水質は人口と産業等の推計値に流総計画における河川モデル<sup>5)</sup>を適用して算出した。他の河川については、現況は閉鎖性水域報告書のデータを採用、将来の水質は人口・産業の動態等の推移を外挿した発生負荷量に現況流達率を加味して流達負荷量(BOD)を得、これを流量で除して算出した。そして表1の関係式によりBODをCODに換算し入力データとした。

3・3 流出河川データ

(1) 流量：揚水機場の流量は、現況のポンプ稼働時間より求め、将来についてもこれは変わらないものとした。大野川の流量は、現況及び将来とも流入水量から揚水機場より排出される量を差し引いた流量と仮定

した(表2-2)。

(2) 水質：流出河川等の水質は、それらが位置するメッシュの湖水が流出するので、その地点のシミュレーション値とした。

3・4 湖水質の現況再現と演算パラメータ

現況再現の検証は、瀧中央、大根布放水路前と森下川河口の3地点の実測値(昭和56年度水質測定結果における水質の75%タイル値、表3)とシミュレーションモデルによる予測値の比較法によった。検定方法は最小2乗法とパターン類似率<sup>6)</sup>(図2)を併用し、その結果、距離  $r=0.098$ 、パターン類似率  $\cos\theta=0.999$  を得た。この現況再現結果から、環境監視3地点の実測値と予測値がよく一致していることが分かり、非定常平面流2次元メッシュモデルは、将来水質の予測に十分適用できるものと思われる。なお、現況再現の結果得られた演算パラメータを表4に示した。

4 結果及び考察

4・1 流入・流出河川

(1) 現況：河北潟への流入水は加重平均水質5.3mg/l(COD値)、総流量約 $750 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{日}$ 、COD汚濁負荷量約4ton/日、流出水は水質7.4mg/l(COD値)、COD汚濁負荷量約5.6ton/日で、流入汚濁負荷量の約1.4倍も流出している。このことは、湖内での難分解性流入物質の分解、藻類等水生生物の活動(増殖・排泄・死亡・分解)や底泥からの溶出等によりCOD

表3 昭和56年度(現況)COD測定結果  
(単位 mg/l)

測定地点	環境基準		平均値	75% タイル値
	類型	基準値		
a 大根布放水路前	湖沼B	≤5	5.5	6.0
b 瀧中央	"	"	6.0	7.2
c 森下川河口	"	"	5.6	7.2

(注) 昭和56年度石川県水質測定結果報告書より抜粋した。

表4 演算パラメータ

メッシュサイズ	$\Delta x = 100 \text{ m}$ $\Delta y = 100 \text{ m}$
粗度係数	0.025
渦動粘性係数	$4.642 \text{ m}^2/\text{s}$
拡散係数 ( $K_x$ )	$100 \text{ m}^2/\text{s}$
拡散係数 ( $K_y$ )	$100 \text{ m}^2/\text{s}$
自己減衰係数	$-2.0 \times 10^{-7}/\text{s}$

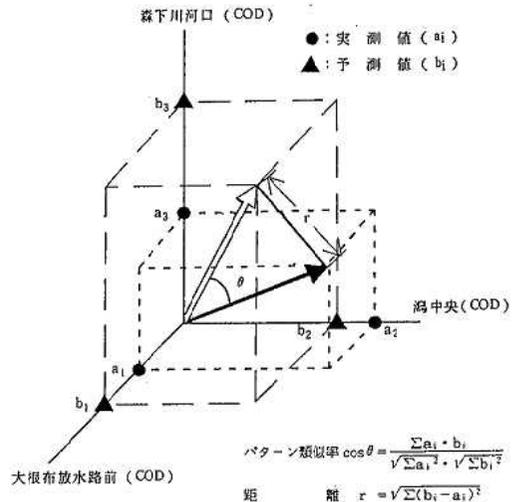


図2 実測値と予測値の類似性

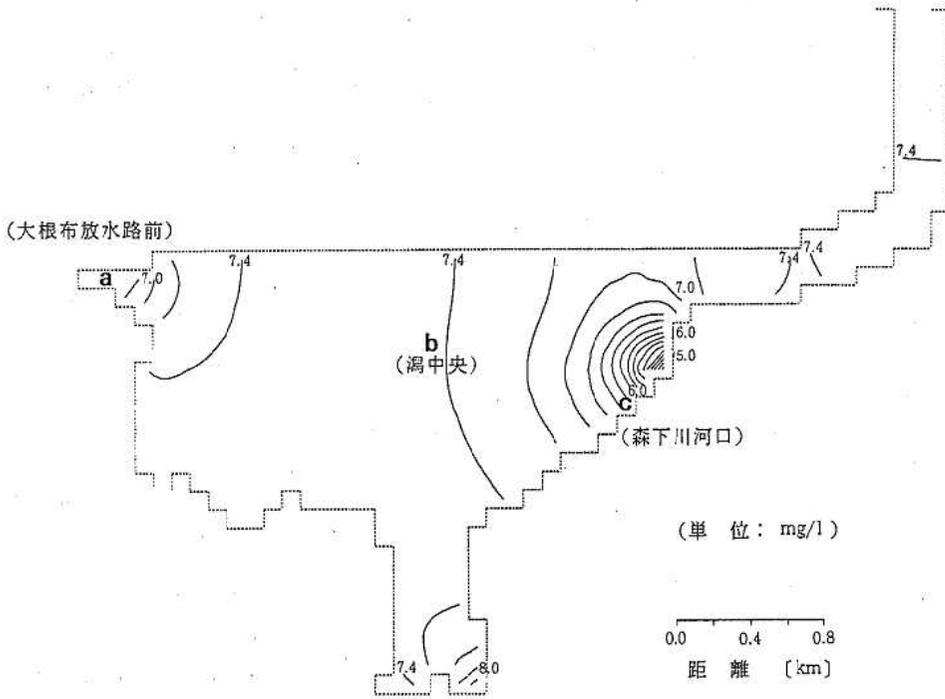


図3-1 シミュレーション結果 (昭和56年現況)

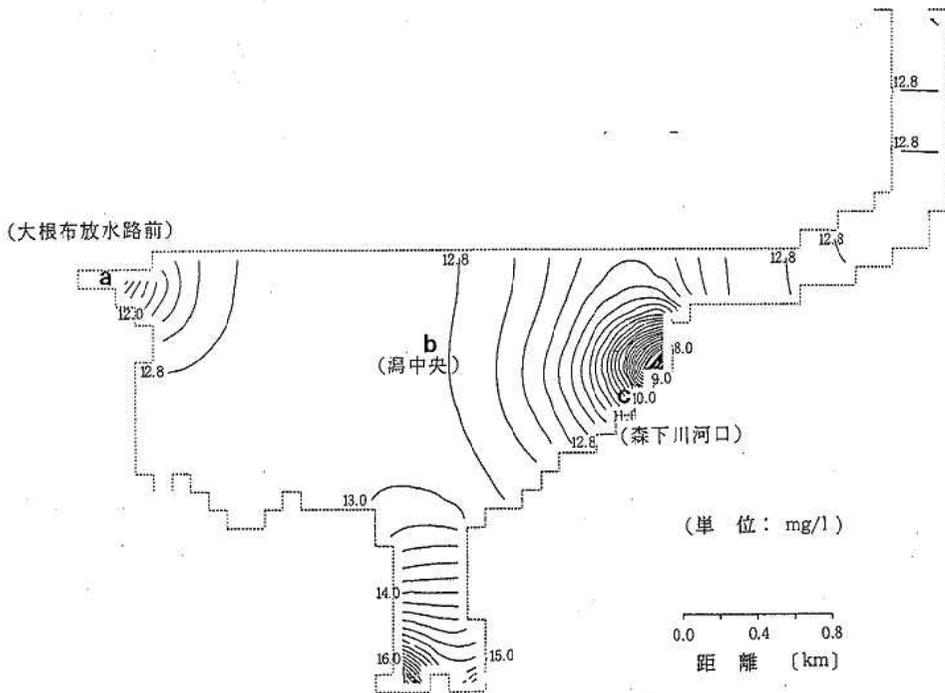


図3-2 シミュレーション結果 (昭和80年下水道未整備時)

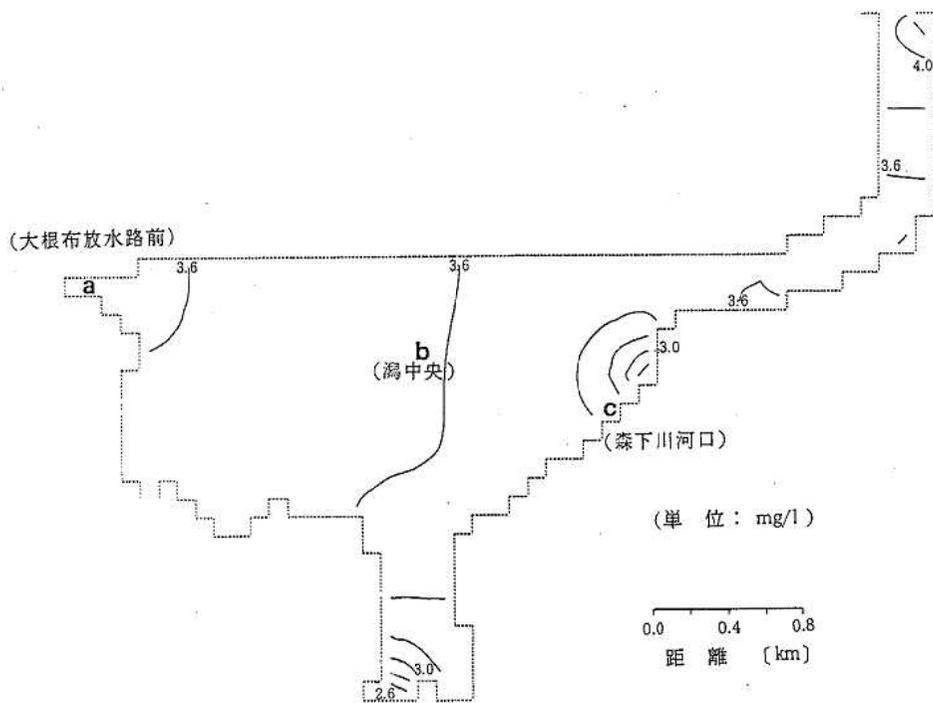


図3-3 シミュレーション結果 (昭和80年下水道整備ケース I)

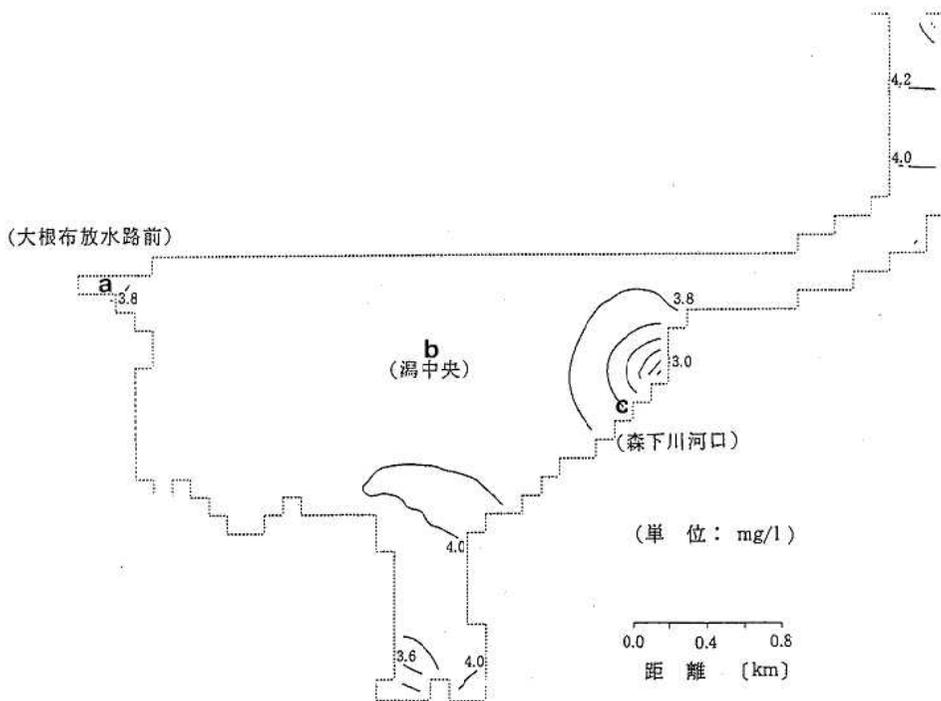


図3-4 シミュレーション結果 (昭和80年下水道整備ケース II)

様物質が生産されていることを示唆しており、その生産量は約1.6ton/日と見込まれる。流入水はこの生産によって湖の中で約0.12mg/l/日の割合で汚染され、17.8日間滞留後湖から流出することになる。

(2) 将来：水質浄化の抜本的な対策としての下水道整備が遅滞すると、特に市街地を流下して河北潟へ流入している金腐川・津幡川・宇ノ気川の水質は、現況の2～3倍にも汚濁が進むこと、また非市街地を流れる森下川は、ほぼ現状で推移することが予想される。これに対して下水道が整備されると、各流入河川水質はほぼ2mg/l（未整備の $\frac{1}{10}$ ～ $\frac{1}{5}$ ）と飛躍的に改善される見通しである。

#### 4・2 湖

シミュレーションの結果は表5及び図3-1～3-4に示すとおりである。

湖の代表水質を環境監視3地点の平均値とすると、現況6.6mg/l、将来11.1mg/l、非市街地を含む下水道整備時（ケースⅠと略す）3.4mg/l、含めない場合（ケースⅡと略す）3.7mg/lと予測される。浄化対策が行われないと、湖の将来水質は現況の約1.7倍にも汚濁が進むが、着実に対策がなされると半減すると見込まれる。そしてこの結果から、湖や流入河川の水質浄化に果たす下水道の役割が極めて大きいことがうかがえる。また下水道処理区域に非市街地を含めなくても、含めた場合と水質にさほど大差はなく、環境基準を達成できると予想される。

なお、湖内での蓄積汚濁量は、現況約90ton、将来約150ton、ケースⅠ約45ton、ケースⅡ約50tonである。現況の場合、この蓄積汚濁量を維持するため湖内で約1.6ton/日の生産がおこなわれ、これは流入COD負荷量の約40%にも相当し、河北潟の生産能力の大きさをうかがい知ることができる。

### 5 今後の課題

閉鎖性水域の水質シミュレーションは、水質保全計

画を進める上で、今以上に重要性が増し、ますますその必要性が高まると思われる。このニーズにこたえるためには、水質シミュレーションの精度と信頼性を高めることが必要と考えている。以下に今回採用した水質シミュレーションモデルの問題点を掲げ、今後の課題としたい。

(1) 生産項の付加：今回用いたモデルには、自己減衰項を付設しており、生産も一応考慮してはいるが、将来の湖固有の生産能力の推移については、このモデルに組み込まれていない。例えば、湖水の栄養度と生産量との関係を実験や文献調査<sup>7)</sup>を通して求めておくと、将来の生物生産量を窒素とリンの将来予測値から推定することが可能である。このように、栄養度・生物生産の関連性を、従来の流入水質と流量の入力データに加え、これらの動態を連動させてシミュレーションを行えば、実際の現象により密着した形で将来の水質予測結果が得られるものと期待される。

(2) CODとBODの関係式：水質監視項目は、湖沼と河川で異なり、シミュレーションを行う際に項目間の回帰式を求めることが不可欠となる。しかし、同一地点で両項目が測定されている調査は少なく、閉鎖性水域報告書など特定年度の、しかも短期間の少ない調査データを用いて回帰式を求めることを余儀なくされている。シミュレーションの入力データや結果は、この回帰式によると言って過言ではなく、これにより信頼性と精度は大きく左右される。そこで、河川と湖沼の水質の連続性といった面からも、水質測定項目に湖沼にはBOD、流入河川にはCODを加えることが望まれる。

(3) 季節変化による水質変動予測：1年間を単位とする光、温度の変動により、湖の状態は循環期～停滞期～循環期へと変わる。これに伴い湖水質も、例えば潟中央では3.7mg/l（3月）～8.2mg/l（9月）<sup>8)</sup>と約2倍にも変動する。このように季節変化による水質変動をシミュレーションするため、演算パラメータの

表5 シミュレーション結果（COD） (単位 mg/l)

測定地点		昭和56年度		昭和80年度(将来予測値)			環境基準
		実測値	現況再現値	下水道未整備	下水道整備		
					ケースⅠ	ケースⅡ	
a	大根布放水路前	6.0	5.96	9.66	3.37	3.62	≤5
b	潟中央	7.2	7.44	12.90	3.62	3.99	≤5
c	森下川河口	7.2	6.51	10.86	3.32	3.62	≤5

工夫なども必要となると考える。

## 6 ま と め

河北潟を対象とする大野川流域下水道整備総合計画に基づき、昭和56年度を現況とし、昭和80年度の将来水質シミュレーションを行い、以下の結果を得た。

(1) 湖水質は、下水道整備が行われないと、将来水質は現況の約1.7倍にも汚濁が進み、CODは約11mg/lとなるが、下水道整備が完了すると、湖のCODは3~4mg/lとなることが予測される。このように、下水道整備は、湖や河川水質の浄化に果たす役割が極めて大きく、水質保全のため早急に整備されることが望まれる。

(2) 下水道整備区域には非市街地を含めても含めなくても湖水質には大差がなく、このことは含めなくてもよいことを示唆している。

(3) 湖の生産活動による汚濁負荷量は、流入河川由来の約40%にも相当し、無視できない。

(4) シミュレーションモデルに、将来の生物生産能力を予測できる生産項を付加したり、データに連続性を持たすための回帰式に工夫をこらせば、水質シミュ

レーションの精度と信頼性をより高めることができる。

## 文 献

- 1) 石川県環境部：昭和57年度閉鎖性水域水質保全調査報告書—河北潟(1983)
- 2) 矢鋪満雄，桐元俊武，隅谷 護，角田豊麿，竹野裕治，酒井道則，西村康喜，石田喜朗，志茂たみ：石川衛公害研年報，15，90—100(1978)
- 3) 矢鋪満雄，桐元俊武，矢田峰子，竹野裕治，東浩一，石田喜朗，志茂たみ：同上誌，16，116—129(1979)
- 4) 岸根卓郎：理論応用統計学，p397—399，養賢堂，東京(1977)
- 5) 社日本下水道協会：流域別下水道整備総合計画調査「指針と解説」(1983)
- 6) 中村幸四郎，金野 正：初等線型代数学，p52，学術図書，東京(1965)
- 7) 環境庁水質保全局：湖沼の窒素及び磷に係る水質予測マニュアル(1985)
- 8) 石川県環境部：昭和56年度石川県水質測定結果報告書，p203(1982)

〔報 文〕

## 水質環境測定分析におけるクロスチェック分析

— COD・DO・BODについて —

石川県衛生公害研究所環境部

東 浩一・堀 秀朗・矢 鋪 満雄  
北野 肇一・澤田 道和・砺波 信一  
石田 喜朗・道下 博之・本田 和子  
西 登志美

### 1 はじめに

環境汚染に係る測定分析結果は、発生源の状況や各種の基準、規制値に対する適合状況を把握するにはもちろん、環境汚染の機構の解明や将来予測など汚染防止計画策定にも不可欠なものである。従って、その結果は常に正確で信頼がおけるものであることは当然である。また、近年科学技術の進歩に伴う生活様式の変化や住民ニーズの多様化により環境問題もますます複雑化、多様化し、環境測定にはますます高度な技術が要求されているばかりでなく、限られた時間内で数多くの検体を処理し得る能力も要求されている。

このような状況の中で、公的試験機関のみならず、次第に民間試験機関で環境試料の測定分析は実施される状況が生じ、また、事業所の、自社測定も増加している。ところで、複数の試験機関が分担し測定分析を行うと、ある機関が測定し合格としても、別の機関では不合格と認定される場合が生じることもあり、各試験機関での測定精度の管理が環境保全行政、公害防止技術上重要となってきている。

このような環境測定分析に係る体制や技術の実態を考え、分析方法上の問題点を明らかにし、測定精度の向上、分析結果の信頼性を確保する目的で、昭和57年度から「水質環境測定分析統一精度管理調査」を実施

している。

本報告は昭和57年度と昭和58年度に実施した化学的酸素要求量 (COD)、溶存酸素 (DO)、生物化学的酸素要求量 (BOD) についてのクロスチェックの結果を取りまとめたものである。

### 2 参加試験機関

クロスチェック分析に参加した試験機関は県内の水質環境分析を分担している16機関で、内訳は県立の試験機関4、市立3、民間9である。

### 3 調査の内容

#### 3・1 分析項目

COD, DO, BODについて検討した。

#### 3・2 試料の調製

クロスチェック分析に使用した試料の概要を表1に示した。

##### (1) COD

グルコース標準溶液に妨害物質として塩化ナトリウムを最終濃度が2,000Cl<sup>-</sup>mg/lとなるように添加して調製した。なお、溶液の保存性を高めるため、硫酸でpH3に調整した。

##### (2) DO

ア DO-1

Interlaboratory Comparison of Its COD, DO, BOD Measurements in Water and Statistical analysis. by Koh-ichi HIGASHI, Syuhroh HORI, Michio YASHIKI, Kei-ichi KITANO, Michikazu SAWADA, Shin-ichi TONAMI, Yoshiaki ISHIDA, Hiroyuki MICHISHITA, Kazuko HONDA, and Toshimi NISHI (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

蒸留水中のDOをウインクラー・アジ化ナトリウム変法<sup>1)</sup>により固定したものを試料とし、これにより定量操作におけるチオ硫酸ナトリウムの力価と滴定誤差の点検をねらいとした。

イ DO-2

蒸留水を暗所、20°Cで72時間以上放置し、DOを飽和させたものを試料とし、これにより試料の採取も含めた分析精度の検討をねらいとした。

(3) BOD

ア BOD-1

BODが5~10mg/lと分析に手頃な河川水(実試料)を試料とした。

イ BOD-2

BOD分析の全操作過程点検用の標準溶液として通常用いられるグルコース-グルタミン酸混合溶液を試料とした。

3・3 分析方法

分析方法は、環境庁告示<sup>2)</sup>に規定されている方法(以下指定法と呼ぶ)に準拠し、CODは硫酸酸性、100°C、30分間法<sup>1)</sup>により、3個の平行分析を行った。

表 1 試料の概要

調査項目	試料	期待濃度 (mg/l)
COD	グルコース 150 mg/l	100
DO	DO-1 蒸留水中のDOを固定	—
	DO-2 蒸留水	8.84
BOD	BOD-1 河川水	—
	BOD-2 (グルコース75mg+グルタミン酸75mg)/l	110

DOはウインクラー・アジ化ナトリウム変法<sup>1)</sup>によりCODと同様3個の平行分析を行った。BODは一般希釈法<sup>1)</sup>により、平行分析は行わなかったが、試料の希釈段階を4段階とし、BOD-2については植種を行うこととした。各調査項目の分析フローシートを図1に示した。

3・4 濃度の経日変化

調査項目はいずれも保存時間に伴い濃度の低下などの変化が著しい項目と言われており、試料の調製から

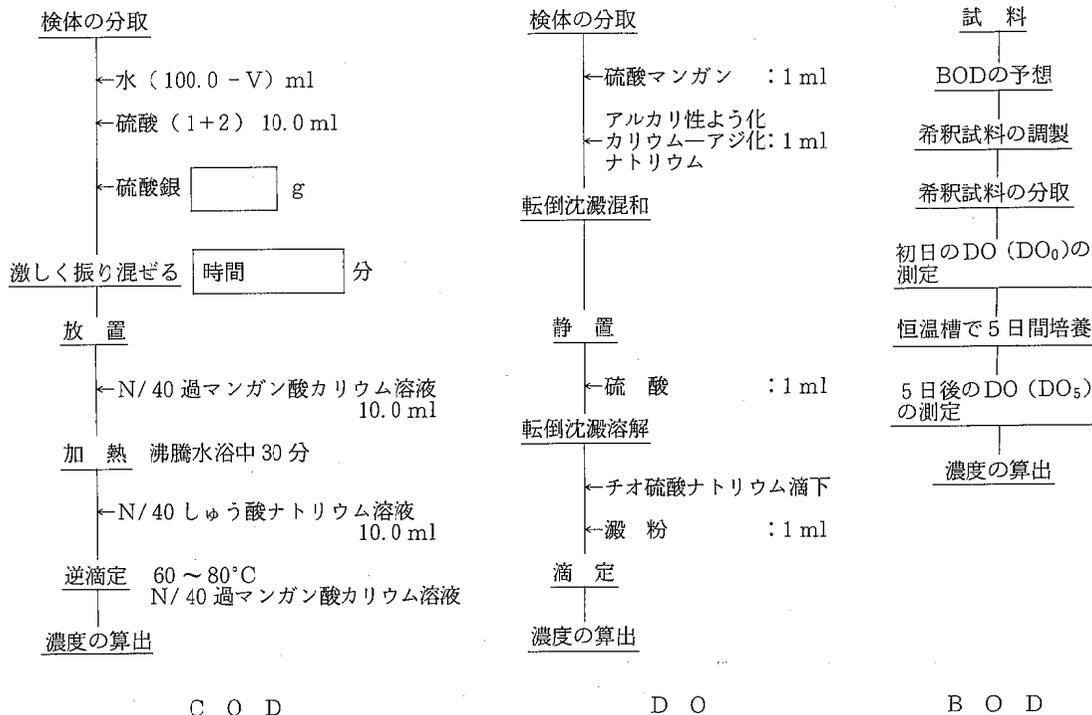


図 1 分析のフローシート

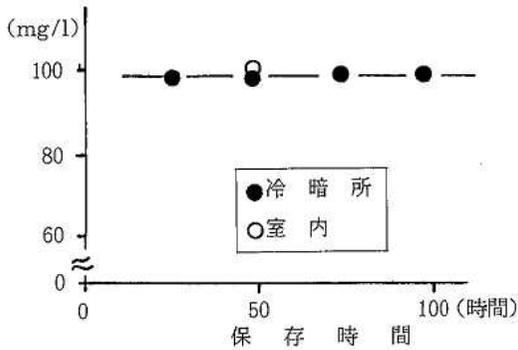


図 2-1 試料の経時変化 (COD)

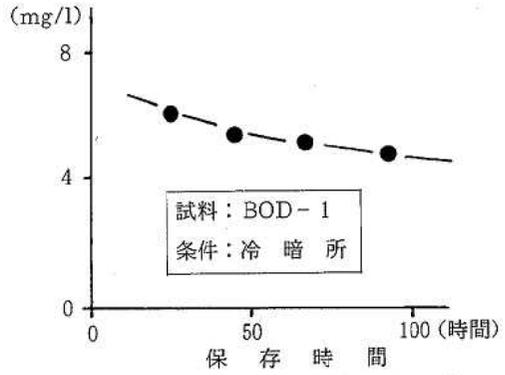


図 2-4 試料の経時変化 (BOD)

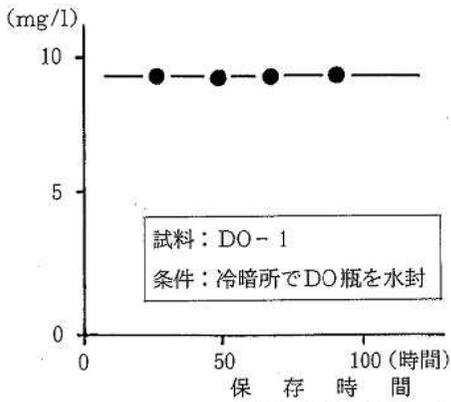


図 2-2 試料の経時変化 (DO)

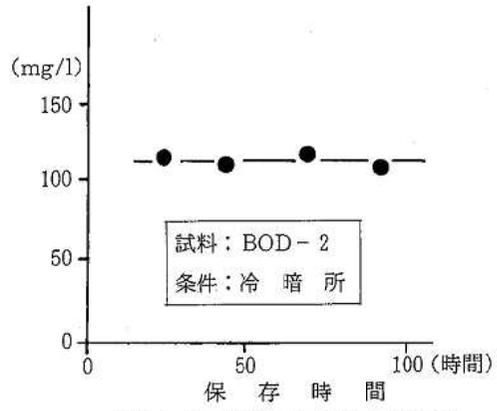


図 2-5 試料の経時変化 (BOD)

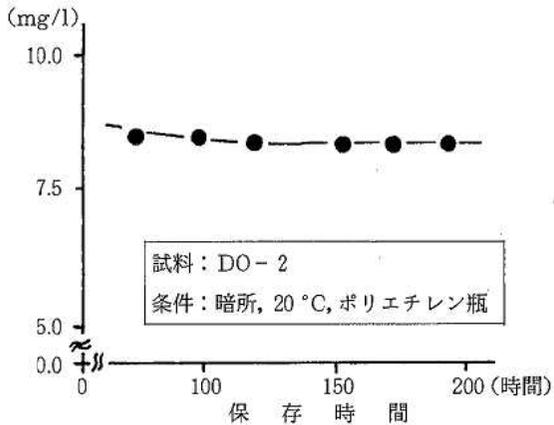


図 2-3 試料の経時変化 (DO)

分析実施日までの経過時間の違いが測定値に影響を与え、試料濃度が同一というクロスチェック分析上の前提を満たさない恐れがある。このため、当所で配布試料について決められた保存、放置条件下での濃度の経日変化を点検した(図2)。COD, DO-1, BOD-2では濃度に変化は見られず、分析実施日の違いによる分析値の変動は無視できる。しかしDO-2では、放置後72時間でも濃度は低下傾向にあり、120時間では濃度はほぼ一定となった。また、BOD-1では保存時間の経過に伴い濃度は漸次減少傾向を示した。

そこで、DO-2, BOD-1については、分析実施日ごとに分析値を検討することとした。

#### 4 結果と考察

##### 4.1 分析結果と分布

各機関の分析結果と度数分布を表2, 図3に示した。

##### (1) COD

参加15機関のうち、平行分析を行っていない機関及び指定法の分析条件を順守していない(分解瓶中の有機物が規定量を越えている)機関の分析値は除外値とし、以下の解析から除外した。

平均値95.2mg/l, 標準偏差6.45mg/lの結果から分析値の有効桁数は最大2桁目となろう。また、変動係数の6.8%は昭和53年度に環境庁が実施した環境測定分析統一精度管理調査<sup>3)</sup>での5.8%に比べて若干高い

表2 クロスチェック分析結果

No.	COD (mg/l)	DO-1 (mg/l)	DO-2 (DO%)		BOD-1 (mg/l)			BOD-2 (mg/l)
			72時間 放置	120時間 以上放置	保存0日	保存1日	保存2日	
1	97.6	9.27	104.4		6.2			116.8
2	106.4	8.94	105.7		5.5			108.1
3	*	9.02		99.8	5.7			112.2
4	92.9	9.05		102.4	5.5			120.1
5	—	9.36	105.4		6.3			119.5
6	90.7	9.14	103.7		6.6			118.1
7	89.9	9.25	*		*			*
8	92.6	9.30	101.5		6.4			113.2
9	90.0	9.29	105.3		6.7			*
10	102.2	9.27		99.8		5.5		105.2
11	101.6	9.31	102.3		6.6			123.4
12	*	9.29		100.9	6.7			117.9
13	104.8	9.35		100.5	7.1			118.6
14	90.4	9.25	104.5		7.7			97.5
15	86.6	9.28		99.8			4.4	107.5
16	91.5	9.28		100.2		7.7		106.8
最大	108.3	9.61	106.6	103.5	7.7	7.7		123.4
最小	85.5	8.92	101.4	99.4	5.5	5.5		97.5
平均	95.2	9.23	104.1	100.5	6.4	6.6	4.4	113.2
標準偏差	6.45	0.141	1.51	0.99	0.65	1.56		7.29
変動係数(%)	6.8	1.5	1.4	1.0	10.1	23.6		6.4

注) COD, DOの機関別の値は3個の平均値

注) \*印は除外値

注) DO%: 分析結果と水温により, DO飽和率に変換した値

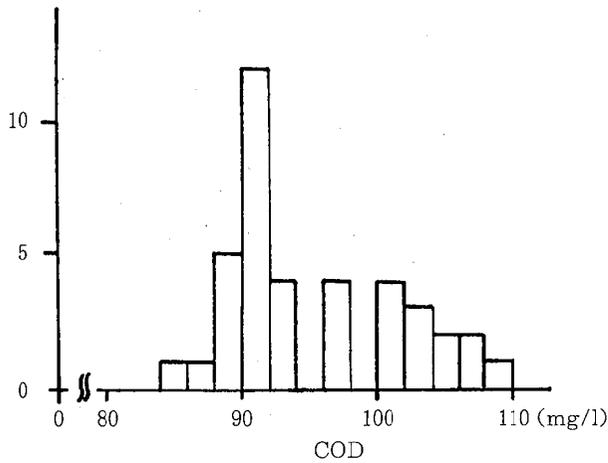


図3-1 度数分布 (COD)

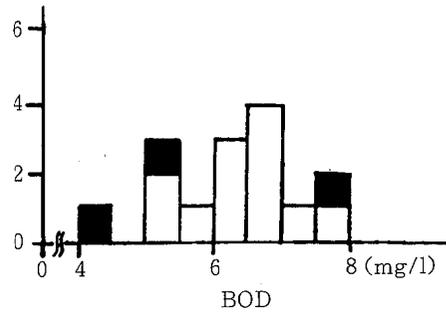


図3-4 度数分布 (BOD-1)

注) 黒は試料配布後1日以上経過した分析値

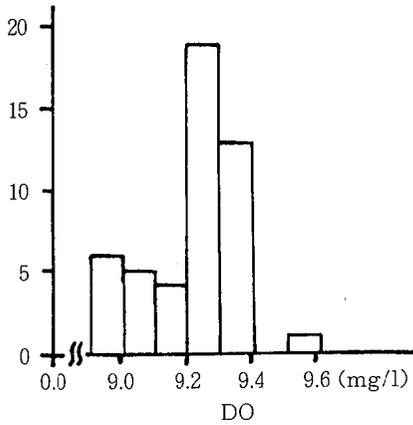


図3-2 度数分布 (DO-1)

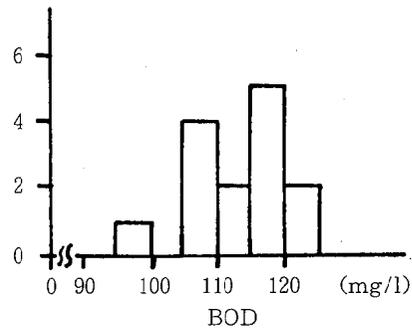


図3-5 度数分布 (BOD-2)

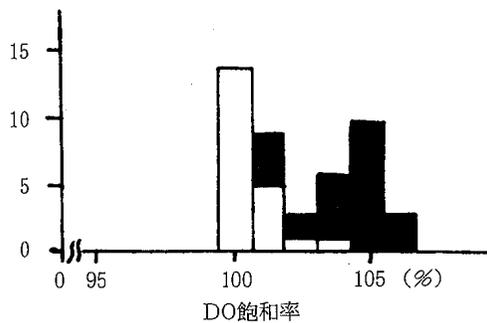


図3-3 度数分布 (DO-2)

注) 黒は試料の放置時間72時間

もののCODとしてはまずまずの値といえよう。度数分布からは、分析値が高値側へやや偏る傾向が見られる(中央値は92.5mg/l)。高値側へ偏っている機関(No. 2, 10, 11, 13)については、試料の分取量が他の機関の9~11mlに対して2.5~5mlと少ないことが共通の特徴であり、CODの分解特性(有機物量が少ないと分解速度が早くなり、測定値は高値となる)を反映した結果と思われる。

## (2) DO

### ア DO-1

参加16機関の平均値9.23mg/l, 標準偏差0.141mg/l, 変動係数1.5%からして測定精度はかなり高く, 分析値の有効桁数は最大3桁となろう。これは, 測定操作や試料のマトリックスが単純なこと, DOが多量に存在し滴定誤差が小さい範囲で測定できたことによるものと思われる。度数分布については, 低値側に正規分布から逸脱した分析値が少数見られた(No. 2, 3, 4)。

### イ DO-2

DOの飽和濃度は大気圧, 大気中の酸素量, 水温, 水中の塩類濃度等により変化する。参加機関の試料の放置条件のうち, 大気圧, 大気中の酸素量及び塩類濃度は同一と見なしうるが, 水温は恒温槽の性能の違いのため若干バラツキがある。このため, 分析に際し水温を並行して測定し, 分析値を水温補正した値の飽和率を用いて評価することとした。水温が欠測の1機関を除いた度数分布では(図3-3), 試料の放置時間が72時間(以下72・DO-2と呼ぶ)の機関と120時間以上(以下120・DO-2と呼ぶ)の機関とでは分析結果に明らかな差が認められ, 72時間の値の方が高い。このことは当所における濃度の経時追跡実験で既に確認されており, 72・DO-2と120・DO-2のデータを別々に検討することにした。

72時間放置後のDO飽和率は101.4~106.6%, 平均値104.1%で全測定結果が過飽和であるのに対し, 120時間以上放置の場合には, 99.4~103.5%, 平均値100.5%と試料のDOがほぼ飽和状態である。また, 標準偏差, 変動係数とも120・DO-2の方が低値で, 分析結果のバラツキも少ないようである(表2)。DO飽和率を濃度に再変換し, 測定精度を推定するとDO-1と同様, 有効数字2桁の低値まで測定可能と思われる, 指定法の定量限界(0.1mg/l)<sup>1)</sup>にはほぼ合致した結果となった。

## (3) BOD

### ア BOD-1

参加16機関中, 指定法の分析条件としてのDOの適正な消費率が40~70%に合致していない機関の分析値は除外値扱いとした(表2)。また, 試料での濃度の経時低下が著しいため(図2-4)測定日別に解析することとした(表2)。例数は少ないが保存時間が長い程分析値の変動係数が大きく(試料配布日より1日後測定), かつ, 値が低い(試料配布日より2日後測定)。試料配布当日測定したものは変動係数が10.1%と, 分析操作が比較的単純であるにもかかわらず若干高めである。この原因としては, BODには生物反応特有のバラツキがあることのほか, 分析値の算出方法, 実試料を用いたための保存, サンプルの均一性の欠陥などが考えられる。

### イ BOD-2

参加16機関中, アと同様指定法に合致していない2機関の分析値を除外値扱いとした(表2)。平均値113.2mg/l, 標準偏差7.29mg/lから分析値の有効桁数は最大2桁となろう。またBOD濃度の期待値,  $110 \pm 5$  mg/l(表1)に対して, 若干高めではあるが, クロスチェック分析結果としてはまずまずの値である。変動係数が6.4%とBOD-1の場合と比べて低値となったのは試料濃度が高いこと, 有機成分が溶解して均一であるためサンプルに伴う誤差が小さいことなどによるものであろう。

## 4・2 各機関内における分析値の変動

COD, DOの機関別の分析値の変動を調べるため, 3個の平行分析を行った。これら分析値の範囲と全機関の範囲の平均値との偏りが標準偏差の3倍を越えるかどうかを基準として(3シグマ法)<sup>4)</sup>変動の大きさを評価した(図4)。

CODでは, No. 4の測定値のバラツキが大きい(図4-1)。この原因としては, 試料の分取量が少ないことによる滴定精度の低下(試料の分取量が5ml以下である5機関中4機関が範囲の平均を越えている)や分解瓶の蓋がないことによる外部からの汚染等が考えられる(表3)。

DOでは, No. 7, 13(図4-2), No. 2(図4-3), No. 4(図4-4)の分析値のバラツキが大きい。分析値の変動要因として, サンプル時の酸素の混入, DO瓶の容量把握, DO固定時の反応時間や空気の混入, 滴定操作等が考えられるが, 分析, 実験条件(表4)からはバラツキの原因は見当たらない。

## 4・3 機関間における分析値の変動

### (1) 異常値の検定

各機関の分析結果(COD, DOは平均値)を, 分

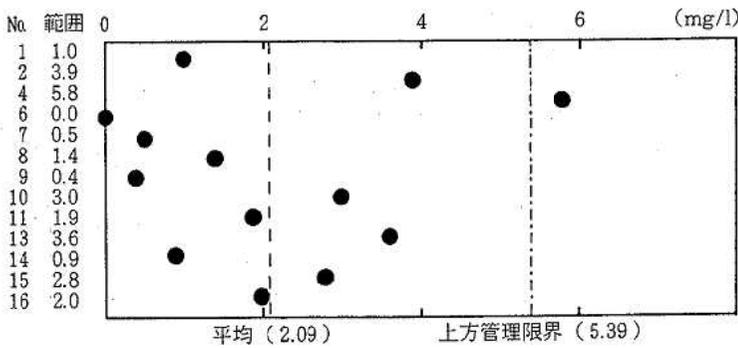


図 4-1 機関別分析値の変動 (COD)

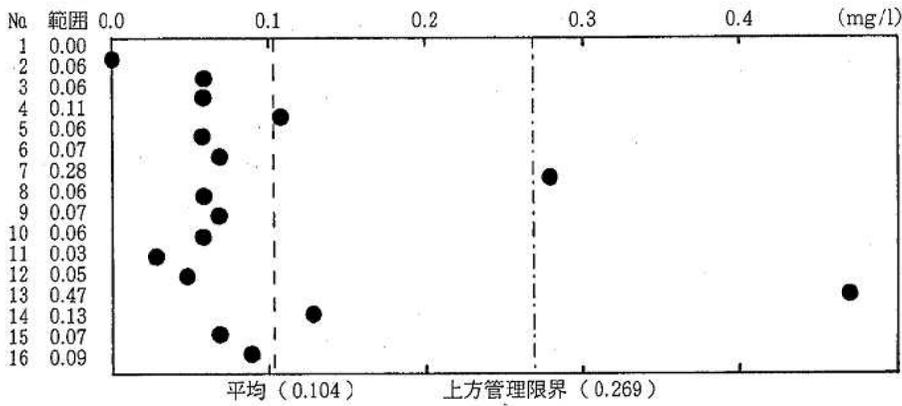


図 4-2 機関別分析値の変動 (DO-1)

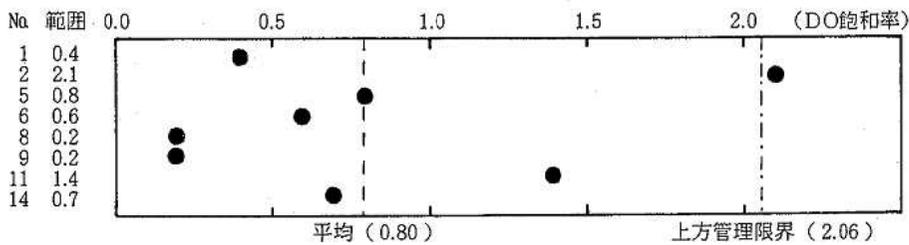


図 4-3 機関別分析値の変動 (72・DO-2)

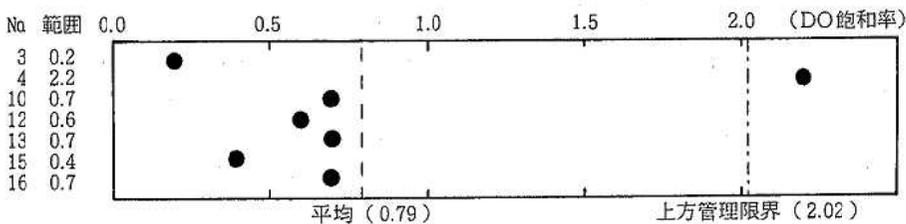


図 4-4 機関別分析値の変動 (120・DO-2)

表 3 CODにおける分析・実験条件

No.	試料の 分取量 (ml)	硫酸銀		使用水	分解装置の 蓋の有無	分解瓶の 蓋の有無
		添加量 (g)	攪拌時間 (分)			
1	10	2	10	蒸留水	有	有
2	5	2	30	"	有	無
3	5, 10, 15	1	20	脱イオン蒸留水	有	無
4	5	1	10	"	有	無
6	10	1	5	"	有	有
7	10	1	15	"	有	無
8	10	1	10	蒸留水	有	有
9	10	1	5	脱イオン蒸留水	無	無
10	2.5	1	20	イオン交換水	有	無
11	5	1	10	脱イオン蒸留水	有	無
12	15	0.92	2.5	イオン交換水	無	有
13	5	1	2	脱イオン蒸留水	有	無
14	9	1	20	"	有	無
15	11	1	2	蒸留水	有	無
16	10	1	3	脱イオン蒸留水	有	無

表 4 DOにおける分析・実験条件

No.	試料の 分取方法	DO瓶		転倒混合		静置時間 (分)	でんぶん (%)	チオ硫酸ナトリウム	
		容量 (ml)	栓	時間	繰り返し回			規	定度
1	サイホン	100	共栓	30回	1	10	2.5		1/60
2	サイホン	102	共通スリ栓	10回	1	5	2		1/60
3	?	102	"	20回	1	20	1		1/40
4	その他	102	"	30回	1	5	1		1/40
5	その他	100	共栓	2分	1	10	0.9		1/60
6	その他	100	"	2分	1	10	1		1/60
7	?	100	"	5分	1	15	1		1/40
8	サイホン	100	"	20回	1	10	1		1/40
9	サイホン	100	"	8秒	2	10	1		1/40
10	サイホン	100	"	10回	1	10	1		1/60
11	サイホン	100	"	1分	2	10	1		1/40
12	その他	100	"	1分	1	10	0.5		1/40
13	サイホン	100	"	40回	1	10	1		1/40
14	その他	100	"	10回	1	5	1		1/100
15	サイホン	100	"	2回	1	5	0.9		1/40
16	サイホン	200	"	1分	2	4	1		1/40

析・試験の許容差通則<sup>5)</sup>に規定されている異常値の検定方法 (Grubbsの方法) に従い、それぞれ有意水準5%で異常値を検定したが異常値は検出されなかった。

(2) 機関間の分析値の変動

ア COD, DO

平行分析を行ったCODとDO (DO-1, 72・DO-

2, 120・DO-2を別々に)の分析値について1元配置の分散分析を行った。その結果、いずれの試料でも機関内の変動に対し、有意水準を0.01としても、機関間の変動が大きいと判定された。そこで、各機関の分析値がどれくらい異っているのか、あるいは、どの機関と機関との分析値が似かよっているかを「2組の母平均の差の検定」を適用し、その原因が分析・実験条件といかなるかわかりを持っているのかを検討した。この場合の有意水準は0.01(++)とした。

CODについては、試料の分取量が9~11mlの機関のうち(表3), No. 1の高値と、No.15の低値が目立ち、2.5ml~5mlの機関ではNo. 4が低値である(表5-1)。No. 4はブランク値が大き(1.15ml), 機関内の分析値のバラツキも大きい(図4-1)ことから、分解瓶の汚染が考えられる。No. 1, 15の原因は明確ではない。

DO-1については、No. 2, 3, 4の分析結果が低値である(表2, 表5-2)。

DO-2については、72時間放置ではNo. 8, 11が低値、120時間放置ではNo. 4が高値である(表2, 表5-3, 表5-4)。

DO測定における機関間の分析値のバラツキの原因については、特定するまでには至らなかった。

イ BOD

BODは平行分析を行わなかったため、機関間の分析値がどれくらい異っているのかの評価方法として、極値(最大値又は最小値)と他の分析値との差に有意差があれば極値を棄却する方法(増山の棄却検定<sup>6)</sup>)を採用した。この検定もAで採用した「2組の母平均の差の検定」であり、有意水準として0.05を採用した。

BOD-1(測定個数の多い、試料配布当日の分析値を採用)では、No.14が高値側で、また、BOD-2では、同じくNo.14が低値側で、他の分析結果と有意差があると判定された(表2)。有意差の発生要因としては、希釈水に井戸水を使用していること(BODの計算はブランクを0と仮定している)、BOD濃度の高い下水を植種液として使用したため有機物の少ないDO瓶中の環境に適応するのに時間がかかり、結果として低BOD値となったこと等が考えられる(表6)。

4・4 分析精度

各項目について、分析・試験の許容差通則<sup>5)</sup>に準拠し、1元配置の分散分析を行い、表7の各精度を得た。ここで室内精度は、同一機関内の精度、室間精度は、各機関の最終値間の精度、室間準精度は、異なる機関間における各機関の精度で室内精度を含まない精度である。

表5-1 田平均の差の検定 (COD) (単位: mg/l)

No.	1	2	4	6	7	8	9	10
1	0.0							
2	8.80+++	0.0						
4	4.67+++	13.47+++	0.0					
6	6.87+++	15.67+++	2.20	0.0				
7	7.70+++	16.50+++	3.03+	0.83	0.0			
8	5.00+++	13.80+++	0.33	1.87	2.70+	0.0		
9	7.57+++	16.37+++	2.90+	0.70	0.13	2.57+	0.0	
10	4.67+++	4.13+++	9.33+++	11.53+++	12.37+++	9.67+++	12.23+++	0.0
11	4.03++	4.77+++	8.70+++	10.90+++	11.73+++	9.03+++	11.60+++	0.63
13	7.27+++	1.53	11.93+++	14.13+++	14.97+++	12.27+++	14.83+++	2.60+
14	7.13+++	15.93+++	2.47+	0.27	0.57	2.13	0.43	11.80+++
15	10.93+++	19.73+++	6.27+++	4.07++	3.23++	5.93+++	3.37++	15.60+++
16	6.03+++	14.83+++	1.37	0.83	1.67	1.03	1.53	10.70+++

No.	11	13	14	15	16
11	0.0				
13	3.23++	0.0			
14	11.17+++	14.40+++	0.0		
15	14.97+++	18.20+++	3.80++	0.0	
16	10.07+++	13.30+++	1.10	4.90+++	0.0

注) +: t0.05で有意差あり。 ++: t0.01で有意差あり。 +++: t0.001で有意差あり。

表 5—2 田平均の差の検定 ( DO - 1 )

( 単位 : mg/l )

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.0							
2	0.33+++	0.0						
3	0.25++++	0.07	0.0					
4	0.22++	0.11	0.03	0.0				
5	0.09	0.42+++	0.34+++	0.31+++	0.0			
6	0.13+	0.19++	0.12	0.09	0.22++	0.0		
7	0.02	0.31+++	0.23+++	0.20++	0.11	0.11	0.0	
8	0.03	0.36+++	0.28+++	0.25+++	0.06	0.16+	0.05	0.0
9	0.02	0.35+++	0.28+++	0.24+++	0.07	0.16+	0.04	0.01
10	0.00	0.33+++	0.26+++	0.22++	0.09	0.14+	0.02	0.03
11	0.04	0.37+++	0.29+++	0.26+++	0.05	0.17+	0.06	0.01
12	0.02	0.35+++	0.27+++	0.24+++	0.07	0.15+	0.04	0.01
13	0.08	0.41+++	0.33+++	0.30+++	0.01	0.21++	0.10	0.05
14	0.02	0.31+++	0.23+++	0.20++	0.11	0.11	0.00	0.05
15	0.01	0.34+++	0.26+++	0.23++	0.08	0.14+	0.03	0.02
16	0.01	0.34+++	0.26+++	0.23++	0.08	0.14+	0.03	0.02

No.	9	10	11	12	13	14	15	16
9	0.0							
10	0.02	0.0						
11	0.02	0.04	0.0					
12	0.00	0.02	0.02	0.0				
13	0.06	0.08	0.04	0.06	0.0			
14	0.04	0.02	0.06	0.04	0.10	0.0		
15	0.01	0.01	0.03	0.01	0.07	0.03	0.0	
16	0.01	0.01	0.03	0.01	0.07	0.03	0.00	0.0

注) + : t0.05 で有意差あり。 ++ : t0.01 で有意差あり。 +++ : t0.001 で有意差あり。

表 5—3 田平均の差の検定 ( 72 · DO - 2 )

( 単位 : % )

No.	1	2	5	6	8	9	11	14
1	0.0							
2	1.23+	0.0						
5	0.93+	0.30	0.0					
6	0.73	1.97+++	1.67++	0.0				
8	2.90+++	4.13+++	3.83+++	2.17+++	0.0			
9	0.87	0.37	0.07	1.60++	3.77+++	0.0		
11	2.17+++	3.40+++	3.10+++	1.43++	0.73	3.03+++	0.0	
14	0.10	1.13+	0.83	0.83	3.00+++	0.77	2.27+++	0.0

注) + : t0.05 で有意差あり。 ++ : t0.01 で有意差あり。 +++ : t0.001 で有意差あり。

表 5—4 田平均の差の検定 ( 120 · DO - 2 )

( 単位 : % )

No.	3	4	10	12	13	15	16
3	0.0						
4	2.57+++	0.0					
10	0.07	2.63+++	0.0				
12	1.10+	1.47++	1.17+	0.0			
13	0.67	1.90+++	0.73	0.43	0.0		
15	0.00	2.57+++	0.07	1.10+	0.67	0.0	
16	0.33	2.23+++	0.40	0.77	0.33	0.33	0.0

注) + : t0.05 で有意差あり。 ++ : t0.01 で有意差あり。 +++ : t0.001 で有意差あり。

表 6 BODにおける分析・実験条件

No.	濃度推定の手法	希 積 水		植 種		
				種 類	濃度 (mg/l)	植種濃度 (mg/l)
1	COD	蒸 留 水	河 川 水	13.0	0.54 ~ 0.57	
2	COD+透視度	蒸 留 水	河 川 水	1.5	0.48 ~ 0.49	
3	COD	蒸 留 水	河 川 水	5.5	0.10 ~ 0.11	
4	COD	蒸 留 水	河 川 水	2.1	0.08 ~ 0.10	
5	COD	蒸 留 水	河 川 水	2.8	0.63 ~ 0.68	
6	COD	蒸 留 水	河 川 水	4.8	0.45 ~ 0.48	
7	COD	蒸 留 水	河 川 水	10.6	0.53	
8	COD	蒸 留 水	河 川 水	2.6	0.68 ~ 0.77	
9	透 視 度	井 戸 水	浄化槽放流水	169	1.35 ~ 1.66	
10	COD	イオン交換水	培 養 液	3.0	0.60	
11	COD+透視度	蒸 留 水	河 川 水	5.0	0.71 ~ 0.74	
12	COD+透視度	蒸 留 水	河 川 水	29.8	1.42 ~ 1.47	
13	COD+透視度	蒸 留 水	河 川 水	0.8	0.01 ~ 0.01	
14	COD+透視度	井 戸 水	下 水	74.5	0.67 ~ 0.74	
15	COD	蒸 留 水	下 水	0.8	0.08	
16	COD	蒸 留 水	河 川 水	1.0	0.03 ~ 0.04	

表 7 分析精度

試 料		室 内	室 間	室 間
		精 度	準 精 度	精 度
COD	濃度(mg/l)	1.35	6.48	6.53
	CV(%)	1.4	6.8	6.9
DO-1	濃度(%)	0.07	0.11	0.12
	CV(%)	0.8	1.2	1.3
72・DO-2	飽和率(%)	0.53	1.48	1.51
	濃度(mg/l)	0.05	0.13	0.13
	CV(%)	0.5	1.4	1.5
120・DO-2	飽和率(%)	0.50	0.90	0.94
	濃度(mg/l)	0.04	0.08	0.08
	CV(%)	0.5	0.9	0.9
BOD-1	濃度(mg/l)	—	—	0.65
	CV(%)	—	—	10.1
BOD-2	濃度(mg/l)	—	—	7.29
	CV(%)	—	—	6.4

注) 72・DO-2 : 試料DO-2を72時間放置  
 120・DO-2 : 試料DO-2を120時間以上放置  
 BOD-1 : 試料配布当日に分析を行ったものによる。

CODの室間準精度は室内精度の約5倍と高く、各機関の分析・実験条件の細部の違いが分析値に敏感に反映することを示唆している。

DOの室間準精度は室内精度の1.5~3倍となった。なお、試料の違い(DO-1とDO-2)による差は小さい。

室間精度でCOD, DO, BODの比較も行うと、CODとBODの変動係数はそれぞれ6.9%, 6.4~10.1%と同程度となった。また、DOの変動係数は0.9~1.5%と低値となり、前者よりも高精度である。

4・5 反応瓶中の有機物量とCOD・BOD

(1) COD

CODは式(1)で算出されるものと定義されている<sup>1)</sup>。

$$\text{COD(mg/l)} = (a - b) \times f \times \frac{1000}{V} \times 0.2 \dots \dots \dots (1)$$

- a : 滴定に要した  $\frac{1}{10}$  KMnO<sub>4</sub> の ml
- b : 空試験に要した  $\frac{1}{10}$  KMnO<sub>4</sub> の ml
- f :  $\frac{1}{10}$  KMnO<sub>4</sub> の力価
- v : 試料の分取量 (ml)

式(1)は (a-b) × f (酸化系) と V (還元系) との関係係を直線関係と仮定しているがこれには問題があり、

Vが小さい場合のCOD値は経験的に高値となることが知られている<sup>1)</sup>。そこでVとCOD値との関係を検討するため、各機関のVと分析結果の平均を全平均で指数化した値との関係を見ると(図5)、Vの増加に伴って指数値は減少しており、反応瓶中の還元系(グルコース)の量が多くなるに従って、酸化分解率が低下することを示唆する結果となった。

一方、Vと $\%K_2O$ の平均消費量 $(Y=(a-b)\times f)$ との関係を直線、片対数直線、両対数直線の回帰式に近似し、この中で実測値と最も整合性のある(相関係数が0.989)両対数直線関係式を両者の関係と仮定すると式(2)を得る。

$$Y = 10^{-0.197 \times V^{0.848}} \dots\dots\dots(2)$$

式(2)中でVの係数が1でないことは、CODが平衡濃度ではなく、分析・実験条件に影響を受けやすいものであることを示しており、また試料の種類によってもこの係数が変わると考えられる。このため、指定法では便法として、Yの値が5 ml以下(清浄な試料)や4.5~6 mlとなる分析値を採用することになっている。

表 8 分析精度 (COD)

	室内精度	室間準精度	室間精度
濃度(mg/l)	0.92	3.96	4.00
CV(%)	1.0	4.3	4.4

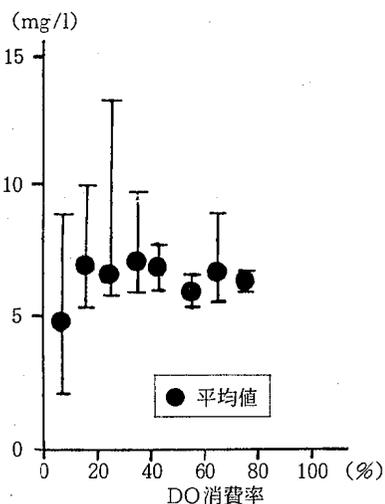


図6-1 DO消費率とBOD (BOD-1)  
注) 試料配布当日に分析を行ったものによる。

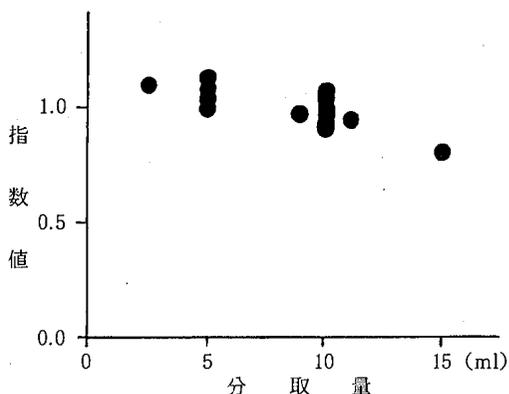


図 5 試料の分取量とCOD指数値  
注) 各機関の平均値を全平均で指数化した。

この便法に従って、Yの値が4.5~6 mlの5機関の分析結果から精度を算出すると(表8)、表7の結果と比べて各精度とも3~4割高い精度が得られる。

(2) BOD

BODとは水中の好気性微生物によって消費されるDOの量と定義されており<sup>1)</sup>、DO瓶中の有機物量とDO消費率は直線関係にあることが前提となっている。しかし、BODでも、CODの酸化、分解反応と同様、有機物量が多いと(試料の希釈倍率が低い)、生息微生物の活性は低下し、有機物量に対しDO消費率は低

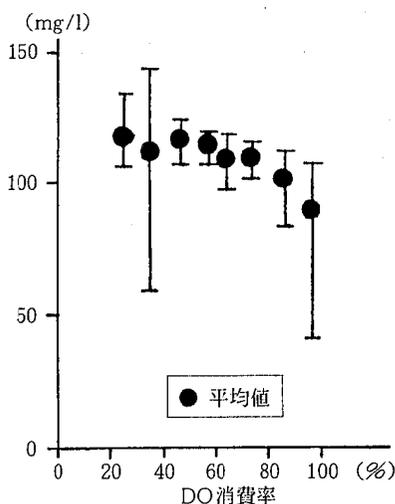


図6-2 DO消費率とBOD (BOD-2)

下し、低BOD値となることが知られている<sup>7)</sup>。このため、指定法では、測定結果のうちDO消費率が40～70%の範囲という条件を規定し、BODを算出することとなっている。しかし、BODは試料濃度の漸次低下が著しくやり直しが出来ないことや、正確な濃度の推定が難しいこと等から、多試料測定を行う日常分析においてDO消費率が規定の範囲外の測定結果しか得られない場合も生じてくる。そこで、本調査でのDO消費率が何%の範囲まで再現性ある測定値が得られるかを検討するため、試料の希釈段階に4段階の多段階希釈方式を採用した。得られた測定結果をDO消費率10%ごとに平均し範囲について図示したのが図6である。

BOD-1（試料配布当日の全測定結果を採用）については、DO消費率10～80%の範囲で平均値の差は小さい。また、測定結果の範囲ではDO消費率40%未満が大きい。一方、BOD-2（全参加機関の測定結果を採用）については、DO消費率が増加するにつれて、平均値は減少する傾向が見られるが、試料の期待濃度 $110 \pm 5 \text{ mg/l}$ （表1）と比較すると、20～80%の平均値と対応が良い。また、各DO消費率区分内の測定値の変動を見ると、40%未満ではバラツキが大きくなる。

## 5 ま と め

県内の水質環境分析を分担している16機関が協力して、COD、DO、BODのクロスチェック分析を行った結果の概要は以下のとおりである。

(1) CODの分析精度を変動係数でみると、室内精度1.4%、室間準精度6.8%、室間精度6.9%で、測定結果の保証値は有効数字1～2桁となる。また、分析値の変動要因としては分解瓶中の有機物量が最も大きな影響力を持つことが示唆されたので、過マンガン酸カリウム消費量が4.5～6 mlになるよう試料の分取量を調節する必要がある。他の要因としてはブランク値に関連した、使用水の純度や分解瓶の汚染が考えられ

る。

(2) DOの分析精度の変動係数は、室内精度0.5～0.8%、室間準精度0.9～1.2%、室間精度0.9～1.5%で、分析結果の保証値は有効数字2桁を確保できる。DO測定における試料の分取による誤差は、DO飽和率がほぼ100%であったためか確認されなかった。なお、付带的にBOD分析の際の希釈水など有機物がないDO飽和水の合理的な調製方法としては、恒温槽で120時間（5日間）以上放置すればよいことが分かった。

(3) BODの分析精度の変動係数は、室内精度6.4～10.1%とCODの同程度であり、また、標準試料に比べて実試料の精度が低くとらえられた。有機物量とBODとの直線近似範囲は指定法ではDO消費率40～70%と規定されているが、本調査結果からは消費率40～80%の範囲までと高率側へ広がった。

(4) 実試料のCOD、BODの経時変化を見ると、冷暗所に保存しても著しく濃度が低下した。このことから、COD、BODの測定はできるだけ、速やかに行う必要があることが確認された。

## 文 献

- 1) 日本規格協会：工場排水試験方法（JIS K 0102），1981
- 2) 水質汚濁に係る環境基準について（環境庁告示第59号），昭和46年12月28日
- 3) 環境庁企画調整局：昭和53年度環境測定分析統一精度管理調査結果について，p16，昭和54年3月
- 4) 日本規格協会：管理図法（JIS Z 9021），1954
- 5) 日本規格協会：分析・試験の許容差通則（JIS Z 8402），1974
- 6) 岸根卓郎：理論・応用統計学，p397～399，養賢堂，1981
- 7) 日本薬学会：衛生試験法・注解，p822，金原出版，1980

〔報 文〕

## ダム湖における濁水の流入，動態機構の解明 (第2報)

— 犀川を例とした洪水時水質のパターン化 —

石川県衛生公害研究所環境部 道下 博之・矢 鋪 満雄

### 1 はじめに

河川における水質保全計画を策定するに当たって、まず第一に水理、水質の連続的かつ通年的変動の把握が必要となる。

しかし、この水理、水質特性は降水量、気温、日射量などの気象因子や地質、地形、土地利用形態などの流域特性の複合により成立するものであるため、その変化態様の完全捕捉は極めて困難である。また、一般に水質調査は平水時や低水時に実施されることが多いため、洪水時あるいは降水に随伴した濁水時における水質の時系列観測例は少なく、その変化態様には不明な点が多い<sup>1) 2)</sup>。

一方、近年、ダム建設により河川上流域は流水系から止水系に変化し、水量の制御では有効なダムも、水質面では洪水時における高濁水の滞留とこれによる下流域の長期濁水化によって直視的な形での水質汚濁を露呈するなど多目的利水に対する障害が顕在化し、社会問題化してきた。

本報では、こうしたダム貯水池における長期濁水化現象に着目し、ダム貯水池への濁水の流入機構の解明が肝要であることに鑑み、犀川をダム流入河川と想定して洪水時の水質データを基に、降水に随伴した水質変化をパターン化し、水質シミュレーションを試みた。

### 2 犀川の概要と調査地点

犀川 (図1) は奈良岳 (標高1644m) に源を発し、金沢市の市街地を流下して日本海へ注いでいる総流路延長38km<sup>3)</sup>の2級河川である。流域の年間降水量は約

3,000mm、総降雪量は3m以上である<sup>4)</sup>。

また、最上流部には総貯水容量1430万トンを有する犀川ダムがあり、洪水調節や発電のほか、かんがい、上水道、工業用水の供給など、多目的に機能している<sup>3)</sup> (図2)。

水質の調査地点は犀川ダムから10km下流の相合谷橋である。この地点より上流部にはほとんど人家はなく、地域からの自然負荷と犀川ダム貯留水由来の負荷以外には大きな汚染源のない代表的な山地河川となっている。

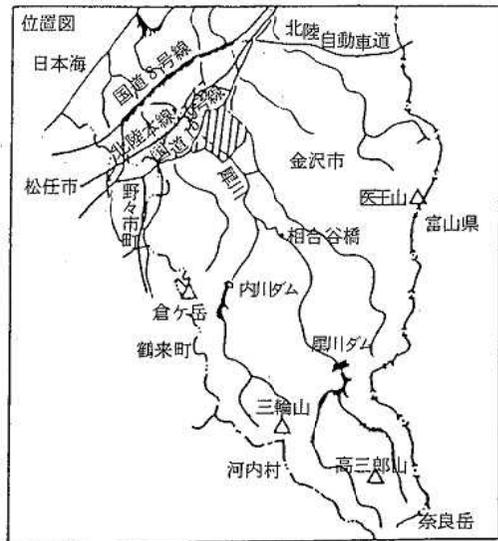


図1 犀川水系図

Inflow and Movement Mechanism of Muddy Water in Dammed Lake. 2. Patterning of Water Quality in Floods in Sai River. by Hiroyuki MICHISHITA, and Michio YASHIKI (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

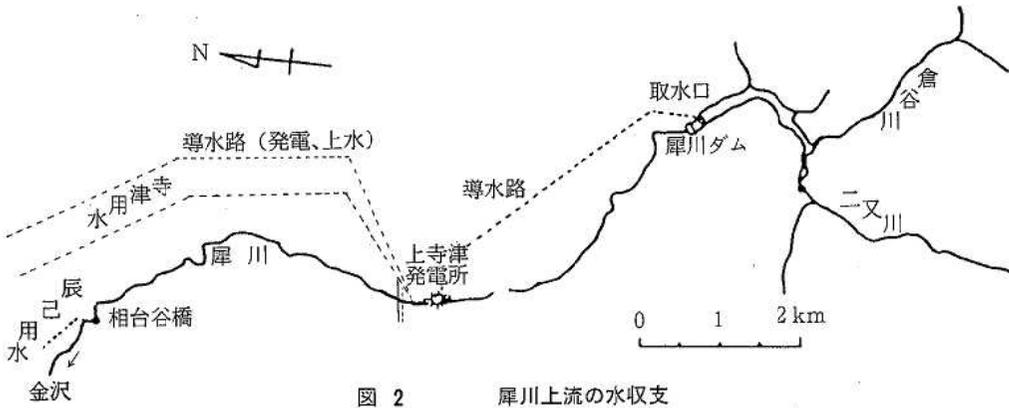


図 2 犀川上流の水収支

### 3 解析方法

山地河川のように自然汚濁負荷量が圧倒的に大きい場合の河川水質は、一般にその流量変動に伴った現象として捉えられ、流量データから水質が予測されている<sup>5)</sup>。しかし、この河川流量の計算には降水の流出解析や水位-流量曲線モデルが用いられるため、非常に複雑なモデルの熟知と演算過程が不可避の要件となる<sup>1) 2)</sup>。そこで流量<sup>6)</sup>に比べて時間降水量データ<sup>7)</sup>が圧倒的に多いという理由も加味して、河川流量を介さずに時間降水量データから直接的かつ簡潔に水質を予測する手法を試みた。

解析に用いた降水時(洪水時)の水質データ<sup>6)</sup>は昭和58年に相台谷橋地点で5回の降水時に比較的連続的

に測定されたそれぞれのデータであり、時間降水量データについては犀川ダムサイトにおける観測値である。

#### 3・1 入力データの補間と平滑化

降水量と水質データ(COD, SS, 濁度, T-N, T-P)は、毎時の実測値の使用を原則とした。

しかし、河川管理上の必要性から常時測定されている降水量や流量のデータに比べて水質データは1洪水例当たりわずか8~10組のデータとかなり不足していたので以下の方法により内挿値を得て補間することとした。

つまり図3に示すように実測値をA, B, C, Dの4点を求めたとする。まず、点A, B, Cより2次曲線①を求め、次に点B, C, Dより2次曲線②を求める。そして、これら2本の曲線が通る区間BCの任意の時間xにおける補間値f(x)は下記の式により計算される。

$$f(x) = \frac{1}{x_c - x_b} \{ (x_c - x) \times f_1(x) + (x - x_b) \times f_2(x) \}$$

但し、 $x_b < x < x_c$

$$f_1(x) = a_1x^2 + b_1x + c_1 \dots\dots\dots ①$$

$$f_2(x) = a_2x^2 + b_2x + c_2 \dots\dots\dots ②$$

f(x) : x時における補間値

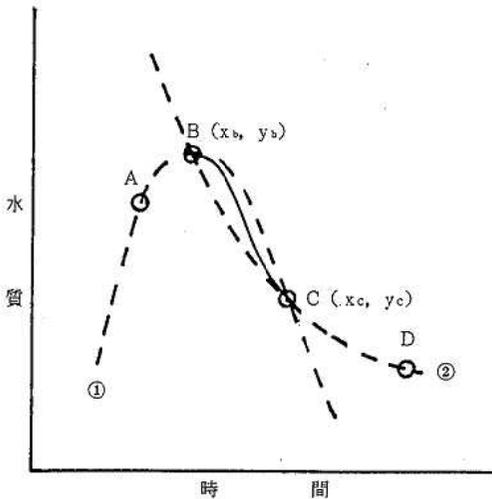


図 3 補間の方法

また、犀川ダムサイトの時間降水量データについては、時系列変化が大き過ぎる様相であったが、これは、集水域が山間部であり、地形が複雑であることから必ずしも集水域全体の平均的な降水量を表わしていないと思われる。また、このような場合、一般に変化をより単純化・平滑化して用いられることが多く<sup>8)</sup>、ここでも、それらの計算法により平滑化を行って解析に供することとした。

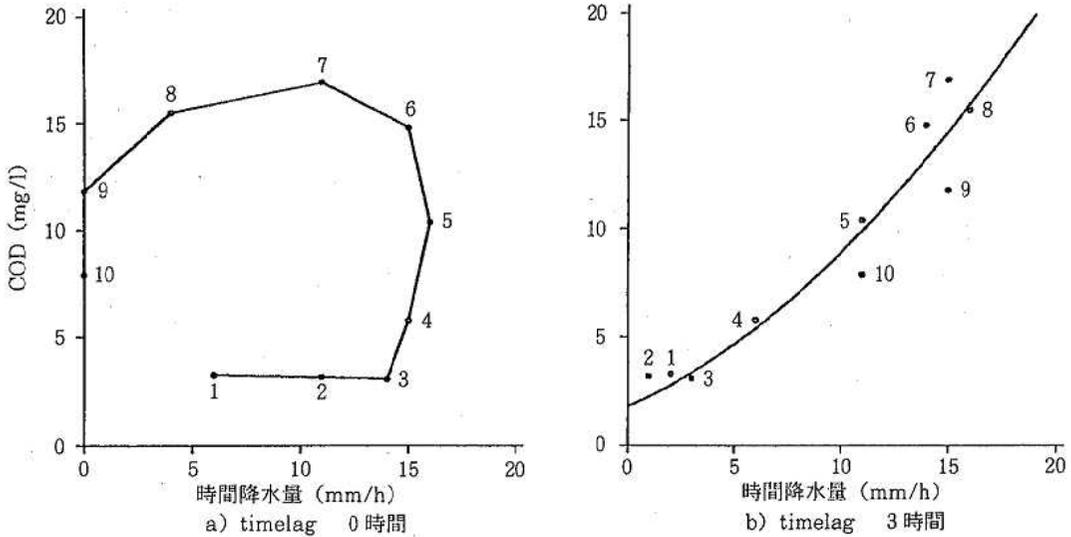


図 4 timelag フィッティングの1例

$$R'_a = \frac{R_{a-1} + 2 \times R_a + R_{a+1}}{4}$$

- R<sub>a-1</sub> : a-1時の時間降水量
- R<sub>a</sub> : a時の時間降水量
- R<sub>a+1</sub> : a+1時の時間降水量
- R'<sub>a</sub> : 平滑化した時間降水量

3・2 回帰分析

時間降水量ピークと水質ピークとの間には、項目によっても異なるが数時間のtime lagが存在する。このtime lagを試行錯誤的に変化させながら時間降水量と水質についての回帰分析(2次)を行い、得られた2次曲線に対してデータ系列の適合性が最も高くなるようにtime lagを決定し、回帰定数を求めることとした。図4にその1例としてCODにおけるtime lagフィッティングを示した。a)はtime lagを考慮しない場合の時間降水量とCODの関係である。双方のピークの間time lagがあるため、CODに対して時間降水量は数字の順に環状的に時系列変動することとなる。これに対してb)は、CODに対する時間降水量のtime lagを3時間とした場合の2次回帰曲線であり、このようにtime lagを考慮することで回帰曲線上を時系列変動することとなる。

なお、無降水時の水質としては、平水時の水質値<sup>6)</sup>を用いた。

3・3 降水条件による洪水例のパターン化

洪水時の水質挙動に関わる主要因としては、時間降水量のほかに、降雨継続時間、先行降雨量、降雨強度、積雪量、気温などが考えられる。

ここでは、犀川の相合谷橋地点で実測された洪水時における調査結果に上述の気象状況を勘案して、図5に示した条件で3種の降水パターンに分類した。パター

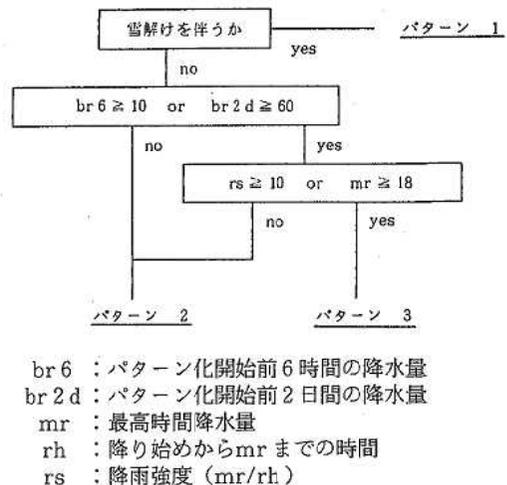


図 5 降水データのパターン化フロー

ン1は融雪期の降雨としと位置づけ、パターン3は降雨が連続しており、かつ降雨強度が10mm/h以上、最大時間降水量は18mm/h以上と梅雨期の集中豪雨を想定したものである。パターン2については、パターン1、3以外を対応させることとした。

3・4 水質シミュレーション

昭和56年の時間降水量データを上述の各降雨パターンに分類した後、58年の水理・水質調査結果にtime lagを考慮して得られた回帰定数を用いて毎時ごとの水質を推計し、昭和56年を現況とした現況再現値を算定した。

昭和56年を現況とした理由は犀川の相合谷橋地点における流量データが豊富であったためである。

4 結果と考察

4・1 洪水時の降雨状況と水質挙動

各々の降水パターンに対応した2次回帰曲線の適合性が最も高くなるように決定したtime lagの値を表1に、また、各パターンの降水量と水質の経時変化及びtime lagを考慮した回帰曲線を図6、図7、図8に示す。

(1) パターン1 (融雪期の降雨, 昭和58年3月1日～4日)

図6に示したように、3月2日18時の降水開始時か

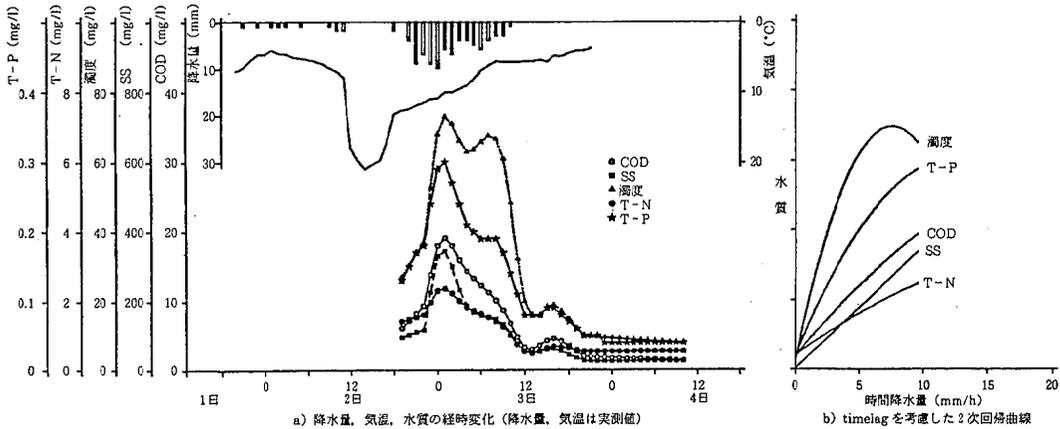
ら3月3日の終了時までの総降水量は84mm、最大時間降水量は10mm/hであった。前日の3月1日からの暖い南国の吹き込み(春一番)により気温が上昇し、翌2日には金沢で最高気温20.5℃と5月上旬並みの気温となった<sup>9)</sup>。この時点での積雪量は、山間部で1mを超え多い所では2m以上であったが、この春一番を伴った降雨により、雪解けがかなり進化したものとみられる。

その結果、COD、SS、濁度、T-N、T-Pは共に降水量の増加に伴って、ほぼ類似した挙動を示した。このパターンの特徴としては、他のパターンに比べて降水規模の割に水質増加が大きく、またtime lagがほぼ2時間と短いことである(図6 b)・表1)。

(2) パターン2 (梅雨期の降雨, 昭和58年7月20日～22日)

表1 降水パターンごとの水質のtimelag (単位: 時間)

	COD	S S	濁度	T-N	T-P
パターン 1	2	2	3	2	2
パターン 2	3	3	3	3	3
パターン 3	3	3	3	3	3



$$\begin{aligned}
 \text{COD} : E &= -0.13 \times R^2 + 4.14 \times R + 1.8 \\
 \text{SS} : E &= -2.73 \times R^2 + 81.7 \times R + 1.5 \\
 \text{濁度} : E &= -0.28 \times R^2 + 8.11 \times R + 1.4 \\
 \text{T-N} : E &= -0.017 \times R^2 + 0.53 \times R + 0.4 \\
 \text{T-P} : E &= -0.001 \times R^2 + 0.031 \times R + 0.016 \\
 E : \text{濃度 (mg/l)}, R : \text{時間降水量 (mm/h)}
 \end{aligned}$$

図6 パターン1 (昭和58年3月1日～4日)

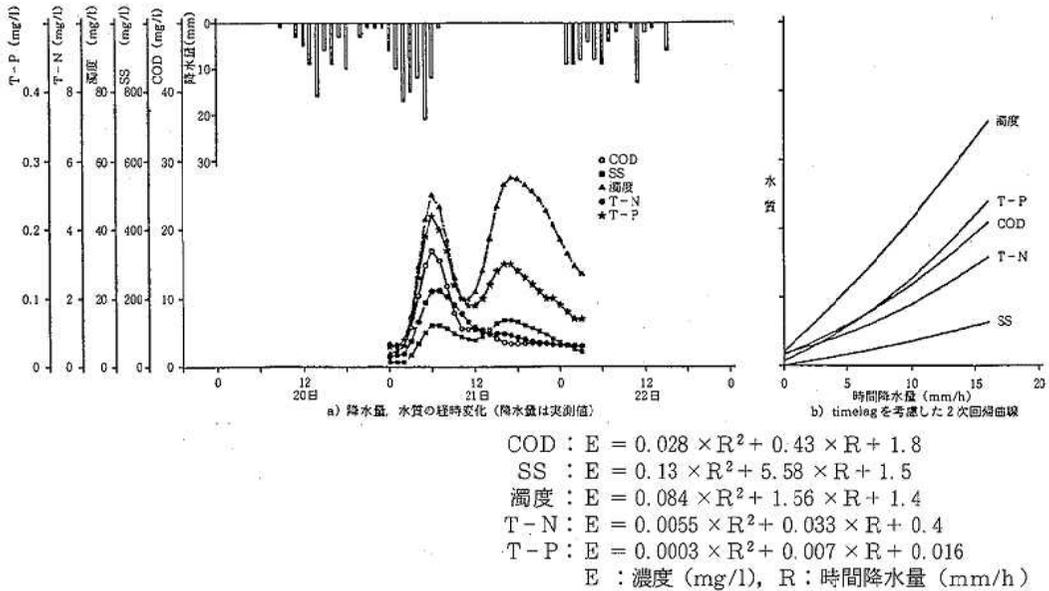


図 7 パターン 2 (昭和58年7月20日~22日)

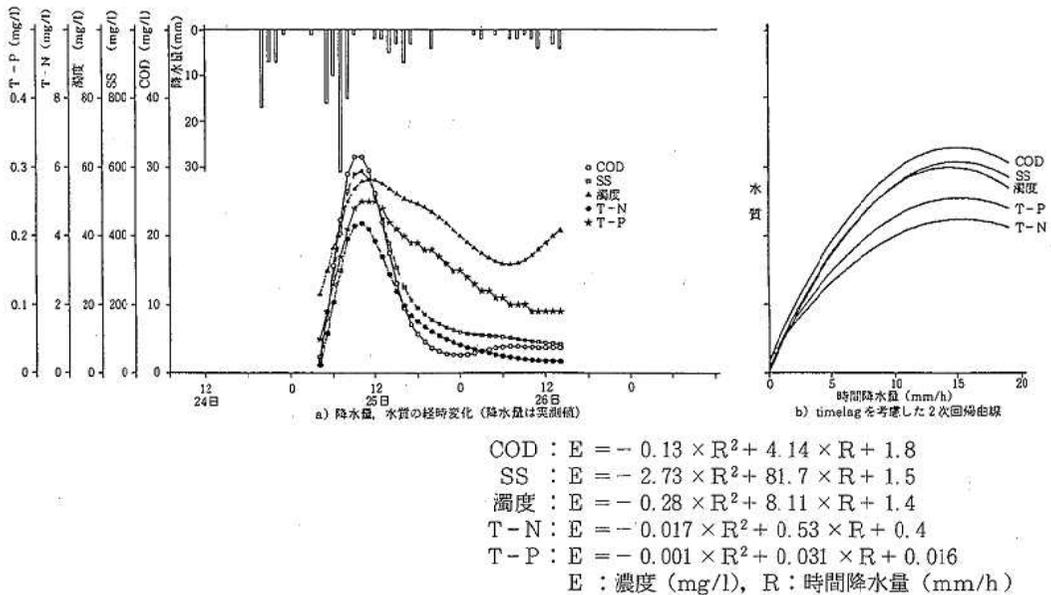


図 8 パターン 3 (昭和58年7月24日~26日)

パターン 2 の場合の降雨とこれに伴う水質変化を図 7 に示した。昭和58年は7月中旬過ぎから梅雨前線が活発となり、梅雨明けの7月28日までほとんど連日雨が降り続いた。7月20日9時から降り始めた雨は、

いったん小降りになった後、翌21日から再び大雨となった<sup>9)</sup>。水質測定を開始したのは7月21日からである(21日12時~22日3時)。このパターンで注目されるのは、一担降雨の終わった後、濁度及びSSが激増して

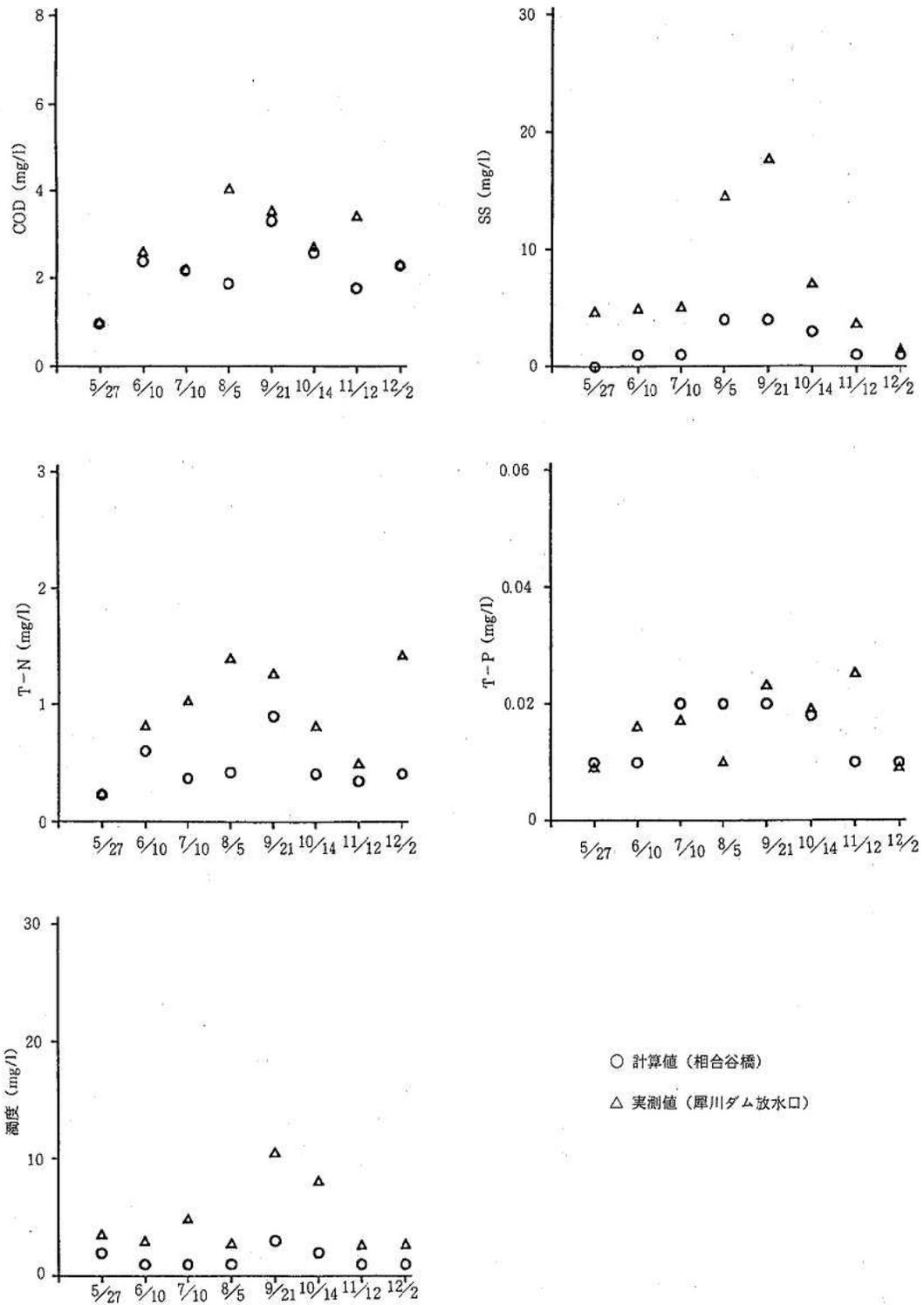


図 9 水質シミュレーション結果

いる点である(図7 a)。そして、この激増開始時期は、たまたま治水のため降雨時に放流していなかったダムが降雨の終了とともに徐々に放流を開始した時期<sup>7)</sup>とよく符合しており、濁度などの激増は犀川ダムの越流水の影響を反映したものと推定できよう。しかし、COD、T-Nが上昇しなかった理由については不明であり、詳細は今後の検討を待たねばならない。

また、回帰分析の結果は、各項目とも回帰曲線が下に凸形となっている(図7 b)。この原因の一つには、連日の降雨により地表面の掃流がすでに進んでいて、前日の降雨と同程度の降雨では土壌等の流出が促進されなかったことが考えられる。

### (3) パターン3 (梅雨期の集中豪雨, 昭和58年7月24日~26日)

パターン3の場合の降雨とこれに伴う水質変化を図8に示した。7月25日未明から降り始めた梅雨期の雨は、最大時間降水量30mm/hを超える梅雨期の集中豪雨となった<sup>9)</sup>。このパターンの特徴としては、時間降水量の増大に伴って水質が大きく増加したことである。また、濁度、SSのピークのテーリングが他の項目に比べて長期にわたった。(図8 a)。

回帰曲線は、上に凸形になっており、時間降水量に対して水質の立ち上がりが大きく、集中豪雨によって土壌等の流出が一気に促進されたものの、以後降水規模の縮小によって頭打ちになったことを裏づけている(図8 b)。

### 4・2 水質シミュレーション

相合谷橋における水質シミュレーションによって得られた計算値と犀川ダム放水口における実測値<sup>10)</sup>の比較を図9に示した。計算値は、犀川ダム放水口での採水時刻と同一時刻におけるシミュレーション値である。

本来ならシミュレーションの検証には、同一地点での実測値を用いることが原則であるが、ここでは相合谷橋地点における平水時の実測データがなかったため、犀川ダム放流水質を代用実測値とした。

各項目とも冬期及び春期に、ほぼ類似した値を示したが、ほとんどの項目についておおむね夏期から秋期かけて実測値は計算値に比べて高い傾向となった。この原因としては、特に夏期の犀川ダム湖内での富栄養化に伴う生産と濁水の長期滞留の影響による水質の悪化が挙げられる。このことは、今回のシミュレーションにおいては、このダム放流水による影響を考慮しなかったことから当然の結果と見られようが、今後シミュレーションの精度の向上を図るには、犀川ダムにおける濁水の動態機構の解明とダム湖における生産量の把

握が不可欠であることを示唆している。

## 5 ま と め

本報では、ダム貯水池における長期濁水化現象解明の一環として貯水池への濁水の流入に着目し、犀川をダム流入河川と仮定して、降雨に連動した水質変化をパターン化し、水質予測シミュレーションを行った。

(1) 降水パターンの類型化においてtime lagを考慮することで、与えられたデータ系列に対する2次回帰式の適合性が高まった。しかし洪水例がわずか5例と少ないうえに、水質分析した時間間隔が3~6時間と長いなど、データ不足による現況再現度の低下は否めえず、洪水時の濁水ピークを正確に捉えるには、1~2時間程度の間隔での連続採水が必要であることが分った。

(2) 測定地点(相合谷橋)より上流にある犀川ダムからの放流は、ダム下流域の濁水化に対してかなりのウェイトを占めていることが分かった。従って水質シミュレーションの精度の向上を図るには、ダム下流域での濁水の予測精度を高めるとともに、犀川ダム放流水による影響を考慮する必要がある。

(3) 雨天時の水質は、項目や降水パターンによっても異なるが、平水時の10倍以上とかなり悪化することが分かった。

(4) ダム湖における長期濁水化現象を解明するにはダム流入河川からの流入汚濁負荷量の把握が必要となるが、水質の連続測定が難しいので、降水のパターン化と回帰式モデルといった簡単なシミュレーションモデルを用いて水質を得て比較的高精度に負荷量を算出する目処が分った。

(5) しかし、さらに高精度の濁水発生機構を解明するには、降雨パターンの的確な把握と流出特性としての降雨と地表面の状態との関係をより詳細に究明することが必要であることは言うまでもない。

## 文 献

- 1) 矢鋪満雄, 矢田峰子, 竹野裕治, 東 浩一, 小川 清, 平 哲宣, 石田喜朗, 本田和子, 西登志美: 石川衛公署研年報, 18, 257-261 (1981)
- 2) 海老瀬潜一: 水質汚濁研究, 8, 499-504 (1985)
- 3) 石川県土木部: 石川のダムp19-20, 昭和47年4月
- 4) 金沢地方気象台: 石川県気象年報(昭和58年)

- (1983)
- 5) 海老瀬潜一：環境技術，9，277—285 (1980)
  - 6) 石川県：辰巳ダム水文調査委託業務報告書（昭和58年3月，12月）(1983)
  - 7) 石川県土木部河川課：総合監視テレメータ観測記録（昭和56年，58年）(1981，1983)
  - 8) 海老瀬潜一，宗官 功，平野良雄：用水と廃水，21，1422—1432 (1979)
  - 9) 金沢地方気象台：石川県気象月報（昭和58年3月，7月）(1983)
  - 10) 石川県土木部河川課：犀川ダム水質報告書（昭和56年11月）(1981)

〔報 文〕

## 悪臭評価手法に関する研究

石川県衛生公害研究所環境部 砺波 信一・堀 秀 朗

## 1 はじめに

全国的な傾向として、公害関係苦情のうち、悪臭に関する苦情の占める割合は高く、本県もその例外ではない。悪臭に対する対策が講じられているにもかかわらず、一向に苦情減少の気配がないのは、悪臭発生源の多様性等の原因が挙げられる。現行の悪臭防止法では、敷地境界上での悪臭物質（現行8物質）のいずれか1物質が規制基準（臭気強度2.5～3.5、表1）を超えるものを、悪臭公害としているが、現実に悪臭苦情のある事業場で、悪臭物質濃度が規制基準を超えている例は余りない。このことは現実の悪臭が未規制物質を含む多様な成分で構成され、不快感、嫌悪感等により苦情が発生していることを示唆している。

悪臭防止法が官能測定を排除したのは、制定当時、官能測定が定性的評価はできても、定量的測定には不向きとされたためで、その理由は嗅覚感受性の個人差、嗅覚の疲労や順馳、心理的、精神的、生理的条件による影響から、測定結果の信頼性、再現性が、極めて低いとされたためである。しかし、近年官能測定に対する研究が進み、測定手法の統一、適正な判断基準が確立され、定量的評価での、再現性、信頼性も実用域に近づいてきている。いずれにしても、現実の悪臭苦情に起因する紛争の解決は、被害者のもつ嗅覚感受性をも包含した嗅覚に基づく測定と評価並びにその結果を踏まえた適切な対応措置の実行が説得性と実質効果の上からも大事であろう<sup>1)</sup>。

環境庁では、悪臭評価法として、官能測定の本格的採用を前に、当面の活用法を以下のように例示している。

- ① 機器測定に先立ったスクリーニング
- ② 機器測定を実施しても規制物質が検出されない

場合に行政指導を行うための根拠資料

## ③ 施設の改善等の効果判定

このような情勢の中で、本県でも昭和62年度の官能測定条例もしくは要綱による適用を目指して、昭和59年度から3点比較式臭袋法を含めた官能試験を実施するとともに機器分析をも併せて実施し、機器分析結果と官能試験結果の対応又は接点を探り、悪臭の数値化（指標化）に向けての評価方法の検討に着手している。以下に得られた知見を報告する。

表1 6段階臭気強度表示法

臭気強度	内 容
0	無 臭
1	やっと感知できるにおい（検知閾値濃度）
2	何のにおいであるか判る弱いにおい（認知閾値濃度）
3	楽に感知できるにおい
4	強いにおい
5	強烈なにおい

## 2 材料と方法

調査対象とした事業場の業種は、県内での悪臭苦情が最も多い畜産業とし、その中から9事業場を選び、1事業場につき、敷地境界上と悪臭発生源近傍の2カ所で臭気を採取し、計18カ所について、機器分析と官能試験を実施した。官能試験用の検体は、20ℓ容臭気採取バッグ（ポリエステル製）にシロッコ型ポンプを用いて吸引採取した。機器分析では以下の6物質を対象とし、アンモニアは0.5%ホウ酸溶液40mlに吸収捕集したものを、トリチメルアミンはシュウ酸ろ紙に捕

Study on the Estimation for Intensity of Offensive Odor. by Shin-ichi TONAMI and Syuhroh HORI (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

表2 選定基準臭と選定基準

基準臭液	選定基準濃度 (w/w)	に お い の 質
$\beta$ -フェニルエチルアルコール	10 <sup>-4.0</sup>	花のにおい ばらの花びらのようなにおい
メチルシクロペンテノロン	10 <sup>-4.5</sup>	あまいこげ臭 菓子プリン(こげ茶色部)のようないにおい
イソ吉草酸	10 <sup>-5.0</sup>	汗くさいにおい むれたくつ下のにおい
$\gamma$ -ウンデカラクトン	10 <sup>-4.5</sup>	熟した果実臭 桃の罐詰のようないにおい
スカトール	10 <sup>-5.0</sup>	かび臭いにおい 糞の中にも含まれているにおい

集したものを、S化合物(硫化水素、メチルメルカプタン、硫化メチル、二硫化メチルの4成分)は官能試験の臭気採取バッグ内の検体を用いた。

また、官能試験実施にあたり、事前にパネル選定のため嗅覚テストを行った。

2・1 パネル選定

官能試験には「この目的のために選ばれた人の集り」つまりパネルが必需である。ここでは、パネル選定試験の手順<sup>2)</sup>に従って、嗅力について選定基準以上の者をパネルとして選定した。選定基準臭及び選定基準濃度を表2に示す。

2・2 機器分析

(1) アンモニア

捕集液を水で50mlにメスアップ後、インドフェノール青の吸光度をオートアナライザー(日本テクニコン社、II型)で分析した。

(2) トリメチルアミン

捕集ろ紙を水酸化ナトリウムによる直接分解方式によって、トリメチルアミンをガスクロマトグラフ分析装置に導入し、測定(FID)した。

(3) S化合物

採取臭気を一定量、超低温(-200°C以下)で濃縮捕集した後、加温により被検ガスをガスクロマトグラフ分析装置に導入し、測定(FPD)した。

2・3 官能試験

午前中に採取した臭気検体は、当日の午後対象事業

表3 パネル選定試験結果

	被 験 者			合 格 者			不 合 格 者			実施年月日
	男	女	計	男	女	計	男	女	計	
加 賀 市	4	8	12	2	7	9	2	1	3	59.7.17
小 松 市	14	7	21	9	4	13	5	3	8	59.7.9
寺 井 町	10	5	15	5	5	10	5	0	5	59.7.18
根 上 町	13	6	19	9	4	13	4	2	6	59.7.17
美 川 町	6	10	16	4	7	11	2	3	5	59.7.18
羽 咋 市	14	5	19	13	5	18	1	0	1	59.7.19
鳥 屋 町	1	20	21	0	12	12	1	8	9	59.7.23
七 尾 市	10	8	18	6	8	14	4	0	4	59.8.28
珠 洲 市	11	8	19	7	8	15	4	0	4	59.7.23
衛 公 研	38	16	54	28	16	44	10	0	10	59.7.24
合 計	121	93	214	83	76	159	38	17	55	59.6.19~21

表4 閾値結果

(10 <sup>-n</sup> )の n 値	β-フェニル エチルアルコール	メチルシクロ ペンテノロン	イソ吉草酸	γ- ウンデカラクトン	スカトール
	人数(%)	人数(%)	人数(%)	人数(%)	人数(%)
2.5	2 (1.0)	0	1 (0.5)	0	0
3.0	0	0	0	0	0
3.5	10 (5.0)	2 (1.0)	0	1 (0.5)	3 (1.4)
4.0	41 (20.6)	3 (1.5)	2 (1.0)	11 (5.5)	13 (6.2)
4.5	46 (23.1)	7 (3.4)	4 (1.9)	26 (12.9)	26 (12.4)
5.0	100 (50.3)	57 (27.9)	83 (39.9)	63 (31.3)	67 (31.9)
5.5		77 (37.7)	57 (27.4)	100 (49.8)	36 (17.1)
6.0		41 (20.1)	35 (16.8)		47 (22.5)
6.5		13 (6.4)	18 (8.6)		17 (8.1)
7.0		3 (1.5)	6 (2.9)		1 (0.5)
7.5		0	2 (1.0)		0
8.0		0	0		
8.5		1 (0.5)			
9.0		0			
計	199	204	208	201	210
不合格者	12 (6.0)	5 (2.5)	7 (3.4)	12 (6.0)	42 (20)

場所在地の市町村のパネル登録者から6人を選び、3点比較式臭気採点法<sup>3)</sup>及び3点比較式臭袋法<sup>4)</sup>により官能試験に付した後、同日中更に衛生公害研究所職員6人のパネルにより、再度同様の官能試験を実施した。

官能試験における無臭空気製造及び原臭の希釈臭気の調製は、近江オドエア社、オダーステップOS-81型を使用した。また、臭気濃度の算出法は、環境庁マニュアル<sup>2)</sup>の環境測定の場合の評価法に因った。

### 3 結 果

#### 3・1 パネル選定試験

石川県の5市4町の住民160人、衛公研54、計214人について選定試験を実施した結果を表3、表4に示す。5基準臭とも選定基準に達した者(合格者)は159人、不合格者は55人で、不合格率は25.7%であった。男女別不合格率は、男31.4%、女18.3%と男が高かった。

通常パネル選定試験で不合格率は10%以内といわれており<sup>4)</sup>これからすると今回の試験での不合格率は異常に高いと思われる。不合格者の大半は基準臭スカトールによるものであった。

#### 3・2 臭気強度と不快感出現率

表5 臭気強度と不快感出現率

検 体	原 臭		原臭の10倍希釈臭気	
	臭気強度	不快感出現率	臭気強度	不快感出現率
A 1	3.4	92%	2.0	33%
2	4.3	92	2.1	25
B 1	2.9	58	0.4	0
2	3.9	100	0.6	0
C 1	3.1	75	0.4	0
2	2.8	58	0.7	0
D 1	2.2	42	0.9	25
2	4.2	100	1.1	0
E 1	2.7	58	0.9	8
2	4.6	92	1.9	25
F 1	2.5	58	0.2	0
2	4.8	100	3.6	92
G 1	2.1	50	0.5	0
2	3.0	58	0.7	0
H 1	3.0	67	0.5	0
2	4.7	100	4.1	83
J 1	3.3	92	2.1	17
2	4.0	100	2.5	67

表6 不快感表示

採 点	程 度
1	不快でない
2	やや不快
3	不 快
4	非常に不快
5	極端に不快

3点比較臭気採点法により得られた臭気強度と不快感出現率を表5に示した。不快感出現率は、不快感表示(表6)で3(不快)以上の採点をしたパネルの割合である。「住民の大多数が不快感をもたない臭気強度」を悪臭か否かの判断基準とし、その大多数を70%<sup>3)</sup>と置くと、不快感出現率30%における臭気強度が判定基準に相当する。パネルが感じた臭気強度(Z)と不快感出現率(P)は正の相関が見られ( $r=0.94$ , 図1), 得られた回帰式 $P=27.1Z-19.2$ において、臭気強度1.8のところの不快感出現率約30%であった。

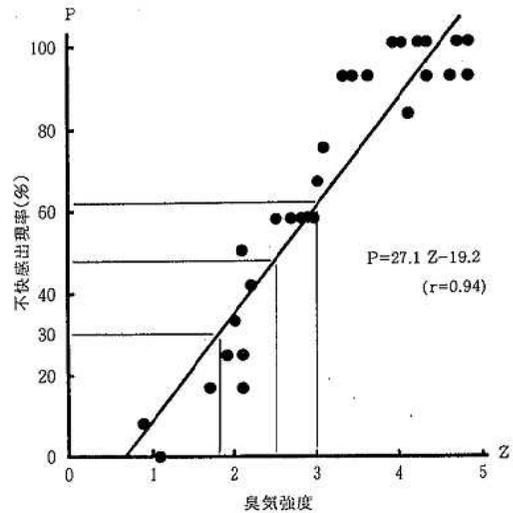


図1 臭気強度と不快感出現率との関係

また臭気強度2.5, 及び3.0の不快感出現率は、それぞれ49%, 62%で、一般住民が臭気強度2.5と評価した複合臭(現場臭気)では半数が不快感をもつと推測

表7 官能試験結果及び機器分析結果

検体	官能試験		機 器 分 析 結 果											
	臭気強度	臭気濃度	アンモニア C <sub>1</sub> C <sub>1</sub> /Th <sub>1</sub>		メチルメルカプタン C <sub>2</sub> C <sub>2</sub> /Th <sub>2</sub>		硫化水素 C <sub>3</sub> C <sub>3</sub> /Th <sub>3</sub>		硫化メチル C <sub>4</sub> C <sub>4</sub> /Th <sub>4</sub>		二硫化メチル C <sub>5</sub> C <sub>5</sub> /Th <sub>5</sub>		トリメチルアミン C <sub>6</sub> C <sub>6</sub> /Th <sub>6</sub>	
A 1	3.4	66	2.87	19.1*	<0.3		2.9	5.8	0.5	4.2	<0.2		<0.1	10.9
2	4.3	222	20.1	134*	7.2	60	29.5	59	1.3	10.8	<0.2		<0.1	
B 1	2.9	<10	0.60	4.0	<0.3		2.2	4.4*	<0.2		<0.2		<0.1	
2	3.9	32	1.81	12.1*	<0.3		1.1	2.2	<0.2		<0.2		1.2	10.9
C 1	3.1	<10	0.55	3.7*	<0.3		1.4	2.8	<0.2		<0.2		<0.1	
2	2.8	<10	0.66	4.4*	<0.3		0.9	1.8	<0.2		<0.2		<0.1	
D 1	2.2	<10	0.47	3.1	<0.3		4.4	8.8*	0.5	4.2	<0.2		<0.1	
2	4.2	13	1.03	6.9	0.6	5.0	1.4	2.8	2.3	19.2*	0.8	2.9	0.5	4.5
E 1	2.7	40	0.18	1.2	0.3	2.5	2.9	5.8*	<0.2		<0.2		<0.1	
2	4.6	33	0.52	3.5	0.6	5.0	4.1	8.2	0.3	2.5	<0.2		2.4	21.8*
F 1	2.5	<10	0.54	3.6*	<0.3		<0.6		<0.2		<0.2		0.2	1.8
2	4.8	89	0.33	2.2	<0.3		1.5	3.0*	0.3	2.5	<0.2		0.1	
G 1	2.1	<10	0.11	0.7	<0.3		0.9	1.8	<0.2		<0.2		<0.1	
2	3.0	17	0.21	1.4	<0.3		1.0	2.0	<0.2		<0.2		0.3	2.7*
H 1	3.0	<10	0.54	3.6	<0.3		0.7	1.4	0.4	3.3	<0.2		0.8	7.3*
2	4.7	52	11.7	78	3.6	30	1.8	3.6	14.9	124*	2.0	7.1	<0.1	
J 1	3.3	18	0.44	2.9	<0.3		1.0	2.0	0.2	1.7	<0.2		1.1	10.0*
2	4.0	<10	1.78	11.9*	<0.3		1.0	2.0	<0.2		<0.2		<0.1	

注) 機器分析結果の物質濃度の単位はアンモニアがppm, その他はppbである。

表8 閾値濃度(日本環境衛生センターの測定データ)

成分	アンモニア	メチルメルカプタン	硫化水素	硫化メチル	二硫化メチル	トリメチルアミン
検知閾値濃度	0.15	0.12	0.5	0.12	0.28	0.11

注) 単位はアンモニアがppm, その他はppbである。

される。

3・3 臭気濃度と規制物質濃度

官能試験によって得られた臭気濃度とパネルの感じた臭気強度及び原臭中の6物質の機器分析結果を表7に示す。臭気物質の臭気強度1に相当する物質濃度が、検知閾値濃度(Thi)と考えられ、臭気物質濃度(Ci)が既知であれば、Ci/Thiとして、検知閾値希釈倍数(推定臭気濃度Xi)が計算される。各物質の検知閾値濃度はパネルや測定条件でいろいろな値となると思われるが、ここでは日本環境衛生センターが測定した値(表8)を用いた。

臭気濃度(Y)と推定臭気濃度は、単一物質による臭気ではlog Y=log Xの関係にあるが、現実の臭気は複合臭であるので、臭気濃度は、濃度未知の物質の影響を受け、log Y=log Xi + αの形で切片をもつと考えられる。測定物質中の推定臭気濃度の最大値と官能試験による臭気濃度の関係(図2)では、相関の有無は疑いが、一応

$$\log Y = 0.46 \log X + 0.98 \dots\dots\dots(1)$$

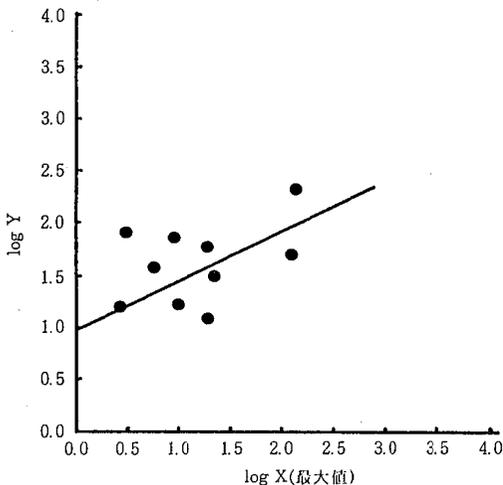


図2 臭気濃度と推定臭気濃度との関係

の回帰式が得られた。データの数を増やせば、相関の有無や回帰式の精度が上がるものと思われる。

4 考 察

4・1 パネル選定基準

5基準臭のうち、メチルシクロペンテノロン、イソ吉草酸、スカトールの3基準臭の閾値について、東京都公害研究所等3機関が東京で実施した同様の試験結果と比較したのが、図3、表9である。一般に人間の嗅覚の分布は、嗅覚正常者に対し、正規分布が期待され、低感受性側の嗅覚異常者が、正規分布の高閾値側に若干分布する図4のようになる。東京の閾値分布は、いずれの基準臭についても正規分布に近い形状であるのに対し、石川のそれは、メチルシクロペンテノロンだけが正規分布を容易に想像させるが、イソ吉草酸、スカトールでは正規分布が崩れている様である。このことは、東京と石川での試験に何らかの違いがあることを予想させる。仮に石川の閾値分布も東京と同じ正規母集団からの標本集団として、両者の有意差検定をすると、5%の有意水準でスカトールは分散に差があり、メチルシクロペンテノロン、イソ吉草酸は平均値に差があった。これらの差は被検者の地域性、集団属性の違いに起因する被検者側の臭気に対する感受性の差と、試験室の無臭程度等の試験環境の違いや基準臭液の変質等の試験方法上の差の合成と考えられる。パネル選定試験は元来どの集団でも共通の母集団から抽出された集団であるとの想定で、平均値から1.5σ高い閾値濃度で画一的な濃度基準を設定している。交通機関、情報網が発達した今日の狭い日本では、嗅覚環境の地域性は薄れていると考えられ、また年齢や性別による感受性の差はこれらの集団属性を同程度にしてやれば問題はないので、その想定自体は妥当であると思われる。しかし実際には、試験方法上の差異が加味されているのであろうが、集団属性に余り差がないと考えられる場合でも、見かけ上地域差として臭気に対する感受性の差が現われる。そして、その地域差は平均値の差として現われることが多いと思われる(スカ

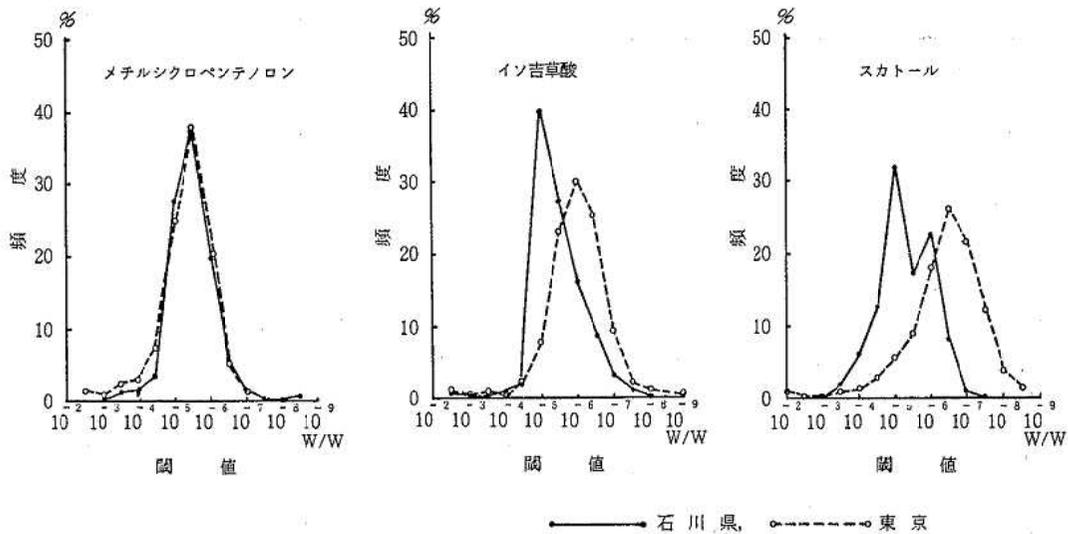


図3 3基準臭の閾値分布

表9 閾値分布の統計量と検定結果

項目	成分	メチルシクロペンテノロン		イソ吉草酸		スカトール	
		石川	東京	石川	東京	石川	東京
標本数		204	656	208	656	210	656
平均値		5.49	5.36	5.49	6.01	5.30	6.40
標準偏差		0.61	0.66	0.65	0.73	0.71	0.96
分散		0.372	0.436	0.423	0.533	0.504	0.922
F検定*		分散に差なし		分散に差なし		分散に差がある	
t検定*		平均値に差がある		平均値に差がある		—	

\*有意水準は5%とした。

トールで分散に有意差が検出されたのは、試験方法上の差が強く影響したものと思われる)。すなわち、地域により正規分布が左右にシフトする。そのため、画一的な濃度基準では本試験のスカトールのように20%もの不合格を出す結果になり、本来の嗅覚異常者の排除の上の一部の正常者も排除していると考えられる。官能試験では嗅覚異常者を除けば、できるだけ広汎な範囲からパネルが選ばれることが望ましく、そのため片側1.5σ(棄却域7%)基準と判断できる。そこで地域差の現われ方が正規分布を損なわないと仮定すれば、地域の試験結果を基に、地域ごとに、平均値より1.5σ高い閾値濃度を判定基準として用いても良いのではないか。悪臭公害は地域性の強い公害であること

と考えると、地域の特性にあった判定基準の方が妥当と思われる。

#### 4・2 臭気濃度と臭気強度の対応

一般住民のパネルが感じた臭気強度と臭気濃度の関係を図5に示したが、良い対応が得られていない。それは表1の6段階臭気強度が嗅覚の鋭い、訓練された調香師の場合に各強度間の等間隔性が保証されているのであって、訓練を受けていない普通のパネルでは各人の同じ臭気に対する感度の違いや基準の不安定さのため、臭気強度の等間隔性や統一性に保証がなく、図5の関係もこのことに起因していると思われる。

我々が基準との対応で臭気強度が2.5とか3.5とか言うのは、6段階臭気強度によっているが、これは、

表10 指定8悪臭物質における臭気強度と物質濃度との関係

指定8悪臭物質	臭気強度(Z)と物質濃度(C)との関係
アンモニア	$Z = 1.67 \log C + 2.38$
メチルメルカプタン	$Z = 1.25 \log C + 5.99$
硫化水素	$Z = 0.950 \log C + 4.14$
硫化メチル	$Z = 0.784 \log C + 4.06$
二硫化メチル	$Z = 0.985 \log C + 4.51$
トリメチルアミン	$Z = 0.901 \log C + 4.56$
アセトアルデヒド	$Z = 1.01 \log C + 3.85$
スチレン	$Z = 1.42 \log C + 3.10$

一般住民の感覚ではなく、調香師の感覚尺度を基準としたもので、普遍性の立場からすれば、調香師の感じる臭気強度と官能試験結果の臭気濃度とを対応させることに意味がある。

悪臭6物質における臭気強度と物質濃度との関係式は、表10のように提示されている<sup>5)</sup>。これらの式を推定臭気濃度 $X_i$ を用いて変形すると一般式として

$$Z = a_i \log X_i + 1 \dots \dots \dots (2)$$

( $i$ : 各物質の種類に対応)

式が得られる。 $a_i$ は表10における各式の $\log C_i$ 係数である。(2)式を各物質についてグラフで示したのは図6である。複合臭(原臭)であっても、3点比較式臭袋法における臭気濃度算定のための希釈過程で、構成臭成分が順次閾値以下となり、最終的には単一物

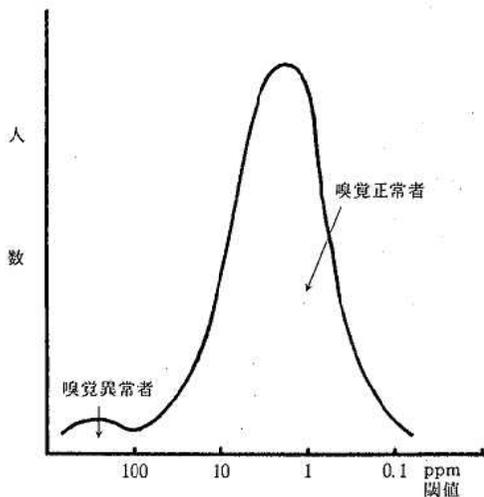


図4 集団における閾値の分布

質の閾値を検出すると仮定すると、臭気濃度は複合臭の相互作用とは無関係で、閾値濃度近傍で(2)式が適用されるし、更に原臭においても複合臭の相互作用を無視すれば、広範囲に(2)式が適用できる。現行規制基準は相互作用を無視し、単一物質の臭気強度による規制であるので、この点で臭気濃度は現行規制方式と対応が得られる。3点比較式臭袋法では最終的に閾値濃度に達した物質が何であるかは分からないので、臭気濃度の個々の臭成分に対する関係を明示することは不可能である。そこで、多少の誤差を含むが6物質の寄与を定率化した平均複合臭というものを仮想した。この平均複合臭の推定臭気濃度( $X_c$ )と臭気強度との間には、理論上(2)式が成立し、係数 $a_i$ を $a_c$ と表現すると、 $a_c$ は1.67~0.784の間の値をとるものと考えられる。 $a_c$ の値を設定する方法には、複合臭の大部分は6物質で構成されると仮定し、6物質中で、推定臭気濃度の最大値を示した物質の出現頻度を荷重とし、各物質の(2)式の係数 $a_i$ の平均値をもって $a_c$ の値とした。すなわち

$$a_c = \frac{n_1 a_1 + n_2 a_2 + \dots + n_6 a_6}{n_1 + n_2 + \dots + n_6} \dots \dots \dots (3)$$

( $n_i$ : 物質 $i$ の頻度)

である。しかし、 $a_c$ はケースによって不安定なものである。その決定には慎重を要するし、適用についても限界があるのは当然である。

そこで、石川県の畜産業の複合臭気の評価ということで $a_c$ を求める。昭和54~59年度における畜産業に対する悪臭調査結果から、最大推定臭気濃度を示した物

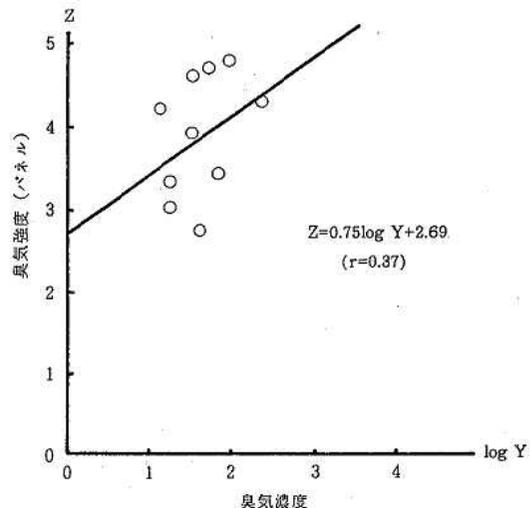


図5 臭気強度(パネル)と臭気濃度との関係

表11 最大推定臭気濃度の成分別出現頻度

成分 年度	アンモニア	メチルメルカプタン	硫化水素	硫化メチル	二硫化メチル	トリメチルアミン	年度計
昭和53年度	1	0	0	0	0	1	2
54	5	0	0	2	0	1	8
55	3	1	3	4	0	7	18
56	24.5	0	2.5	0	0	12	39
57	12	4	6	1	0	13	36
58	8	1	5	0	0	15	29
59	8	0	11	1	0	11	31
計 (%)	61.5 (37.7)	6 (3.7)	27.5 (16.9)	8 (4.9)	0 (0)	60 (36.8)	163

注) 最大推定臭気濃度が2成分ある場合は0.5ずつ振り分けた。

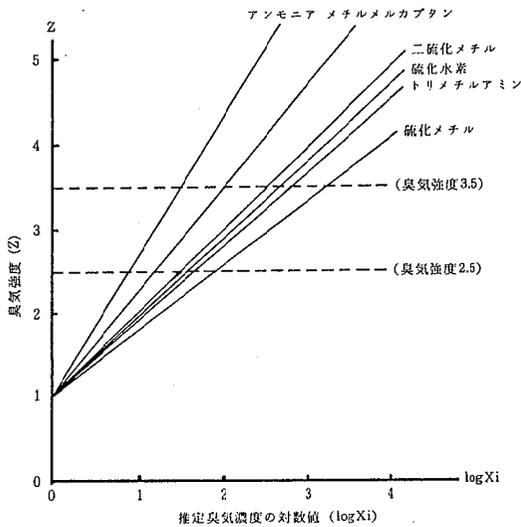


図6 臭気強度と推定臭気濃度の関係

質の出現頻度は表11のとおりとなり、 $a_c = 1.21$ が得られる。すなわち、石川県の畜産業における複合臭の臭気強度と推定臭気濃度 ( $X_c$ ) との関係は、仮想的には

$$Z = 1.21 \log X_c + 1 \dots \dots \dots (4)$$

となる。

ところで現実の複合臭に対する官能試験による臭気濃度 ( $Y$ ) と推定臭気濃度 ( $X$ ) との関係は(1)式で得られているので、 $\log X = \log X_c$ として、(1)式を(4)式に代入すると、

$$Z = 2.63 \log Y - 1.59 \dots \dots \dots (5)$$

となり、この(5)式が臭気強度とパネルによる臭気濃度の関係を示す式となる。

試みに(5)式から、石川県畜産業の悪臭に対し、住民パネルを用いた場合の臭気強度2.5, 3.0, 3.5に対応する臭気濃度を求めると、それぞれ36, 56, 86となる。

### 5 ま と め

(1) パネル選定試験の合格基準を、一律の基準臭濃度レベルに置くことは、試験実施の条件の相違や地域差から適当でなく、むしろ分布の形状を検討し、正規分布母集団からの標本とみなせる場合は、平均値から1.5σ高い濃度に対応する基準臭濃度を合格基準にした方が良いと思われる。

(2) 住民パネルの臭気強度と不快感出現率との間には、良い相関がみられ、回帰式から「大多数が不快感をもたない臭気強度」は1.8以下という結果が得られた。また、臭気強度2.5と評価した複合臭に対しては、住民の半数が不快感をもつと推測された。

(3) 石川県の畜産業の悪臭について、臭気強度と官能試験による臭気強度との間には、 $Z = 2.63 \log Y - 1.59$ という式が仮想的に成立し、これから臭気強度2.5, 3.0, 3.5に対応する臭気濃度を求めると、それぞれ36, 56, 86となった。

### 文 献

- 1) 西田耕之助, 本多常夫: 悪臭の研究, 8 (36), p17-30 (1979)
- 2) 環境庁大気保全局特殊公害課: 昭和52年度官能試験法調査報告書, p63-68 (1978)
- 3) 須藤幸蔵, 佐藤 哲: 宮城県公害技術センター報

- 告, 6, p59—64 (1977)
- 4) 石黒辰吉, 岩崎好陽: 悪臭と官能試験—三点比較式臭袋法の理論と実際, p193—240, 悪臭公害研究会, 東京 (1980)
  - 5) 重田芳廣: 悪臭と官能試験—官能試験方法の概要, p97—192, 悪臭公害研究会, 東京 (1980)
  - 6) 日本環境衛生センター: 悪臭規制基準設定に関する研究, (1973)

〔報 文〕

## 環境放射能の挙動に関する調査研究（第6報）

— 石川県における陸上試料中の  $^{210}\text{Pb}$  の濃度レベルについて —

石川県衛生公害研究所環境部 小森 正樹・中谷 光

### 1 はじめに

$^{210}\text{Pb}$  は遠く  $^{238}\text{U}$  を先祖として、途中  $^{222}\text{Rn}$  を經由し、 $4n+2$  系列（ウラン系列）崩壊して生成されるウラン子孫核種である。その特徴は軟  $\beta$  放射体で、 $^{222}\text{Rn}$  以降の娘核種のうち最も長い半減期（22.3年）を持ち、体内被曝線量上重要な  $^{210}\text{Po}$  を生成する核種として知られている。また、最近の目覚しい Ge 半導体検出器の進歩に伴って  $^{210}\text{Pb}$  が放出する 46.5 KeV の低エネルギー  $\gamma$  線を利用する測定例も多くなり、その半減期が比較的長いことを利用する環境中の汚染質の進捗状況を表わす時間尺度としての適用や、生成元の  $^{222}\text{Rn}$  気体であるために起こる環境試料間の分配や分布の特性を利用して他の核種の動態的予察を得る指標性等が検討され関心が寄せられている。

石川県でも低エネルギー  $\gamma$  線が検出可能な Ge 半導体検出器の設置により  $^{210}\text{Pb}$  の測定が可能となったことから、本県における気圏・地圏を中心とした陸上試料の  $^{210}\text{Pb}$  濃度レベルや試料間における挙動を把握するためこの調査を実施した。

### 2 調査方法

#### 2・1 調査地点と試料

調査は昭和59年4月から昭和60年5月にかけて、浮遊じん、降水、松葉、野菜、穀類、土壌については羽咋郡志賀町赤住において、浮遊じん、降水については金沢市三馬においてそれぞれ実施した。

#### 2・2 測定機器

- (1) Ge 検出器 オルテック社製 GMX  
効率25%, 118 cc
- (2) 多重波高分析器 ナイグ社製 SO 2型, 4K
- (3) データ解析 富士通社製 FACOM 9450-II

#### 2・3 測定方法

採取した試料は表1で示す方法によって前処理後、測定に供した。検出方法は、 $^{210}\text{Pb}$  の  $\gamma$  線が 46.5 KeV の低エネルギーであるため、試料自身による自己吸収が大きいので、本調査では金沢大学低レベル放射能実験施設より借用した厚みの異なる数種の disk 状（直径 5 cm; 既知濃度のウラン鉱物よりプレス器により生成したもの）面線源を標準として、厚みとピーク効率と

表1 試料の前処理

測定飲料	測定試料形態	試料量	備考
降下物	蒸発濃縮物	全量	酸を加える
浮遊じん	ろ紙	吸引量 5000 m <sup>3</sup> 以上	ガラスろ紙
陸土	乾燥ふるい 2mm以下	50 g	ペレット成型
農産物	乾燥, 灰化	生 1 kg 以上	ペレット成型
	生 液状化	生 1 kg 以上	マリネリ容器
指標植物 (松葉)	灰化	生 500 g 以上	ペレット成型

Behaviour of Environmental Radioactivity. 6. Survey  $^{210}\text{Pb}$  of Land Field Samples in Ishikawa Prefecture. by Masaki KOMORI and Mitsuru NAKATANI (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

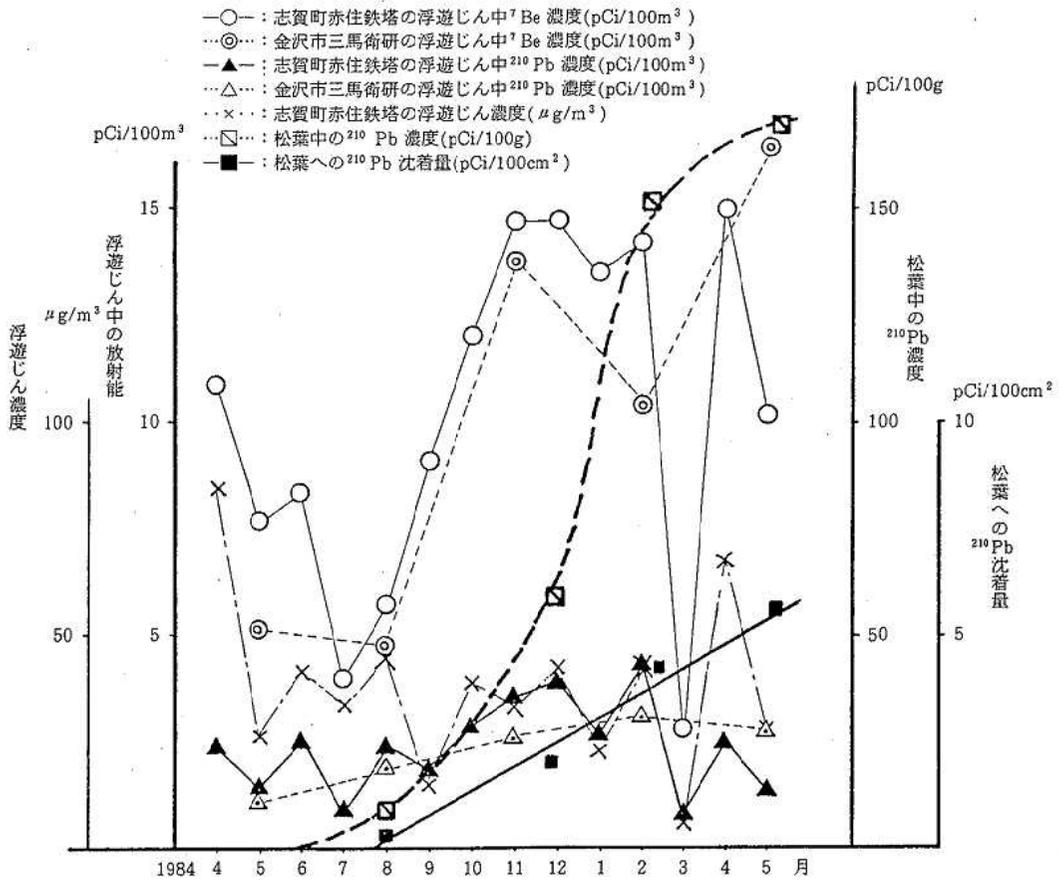


図 1 浮遊じん中の  $^7\text{Be}$ ,  $^{210}\text{Pb}$  濃度月別変化並びに松葉中の  $^{210}\text{Pb}$  濃度変化

の関係から定量を行った。検出に用いたピークの検査用プログラムは、同施設の小村助教の開発した<sup>1)</sup>ものを当所データ解析機用に翻訳して用いた。

### 3 結果と考察

#### 3・1 大気中の $^{210}\text{Pb}$ 濃度

$^{210}\text{Pb}$  の大気中濃度レベル並びに降下量レベルを把握するため、浮遊じん中の濃度並びに降水中の濃度を測定した。図 1 に浮遊じん中の月別  $^{210}\text{Pb}$  濃度変化を示した。また、参考に  $^7\text{Be}$  濃度変化と浮遊じん濃度の変化も併せて示した。

志賀町赤住における大気中の  $^{210}\text{Pb}$  平均濃度は  $2.42 \pm 1.05 \text{ pCi} / 100 \text{ m}^3$  であり、金沢市三馬は  $2.18 \pm 0.92 \text{ pCi} / 100 \text{ m}^3$  で地域的にそれほど大きな差はなかった。測定地点が北緯約 37 度に相当する両者の値は、阿部らが示した緯度別大気中  $^{210}\text{Pb}$  濃度分布結果<sup>2)</sup> から読取

れる同緯度の値  $20 \sim 30 \text{ fCi} / \text{m}^3$  の値と同程度であった。 $^{210}\text{Pb}$  濃度の月別変化は、先に報告<sup>3)</sup>した  $^7\text{Be}$  の春や秋～冬にかけてピークを示すものと異なり、小刻みに上下変化しながらも秋から冬にかけて、最大値となる傾向が見受けられた。また、月別の  $^{210}\text{Pb}$  と  $^7\text{Be}$  の濃度変動はやや似ており、図 2 に両者の関係を示したが、両者間には多少バラツキがあるものの大体正の相関関係にあった。図 3 に  $^{210}\text{Pb}$  の存在量と付着媒体である浮遊じん量との関係を示した。都市地域では浮遊じん量と  $^{210}\text{Pb}$  の存在量に一定の傾向はなく、志賀町赤住鉄塔においては、空気の大気清澄度が高いとされる 9 月から 3 月にかけて部分的に浮遊じん量と  $^{210}\text{Pb}$  濃度とに正の相関関係がみられた。

一方、1 か月捕集した降水中の濃度より求めた月別の降下量変化を図 4 に示したが、浮遊じん中の  $^{210}\text{Pb}$  と  $^7\text{Be}$  濃度の月別変化と同様の傾向が両地域で観測さ

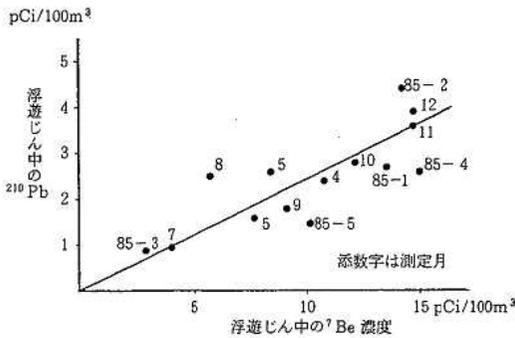


図2 浮遊じん中の<sup>210</sup>Pbと<sup>7</sup>Be濃度との関係

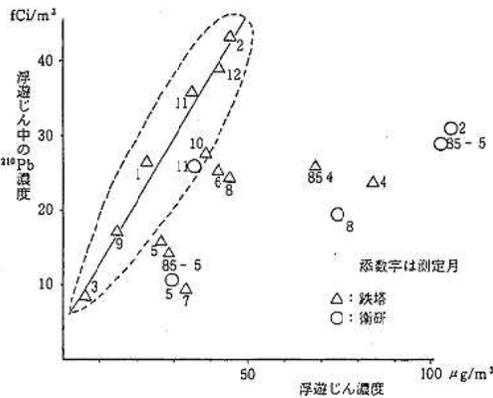


図3 浮遊じん濃度と<sup>210</sup>Pb濃度との関係

れた。各核種の降下量は月間降水量との関連性は小さく、図5に示したように、むしろ浮遊じん中の濃度と正の相関が認められた。また<sup>210</sup>Pbと<sup>7</sup>Beの降下量の比は図6に示したようにほぼ一定であることが分かった。このように降水水中の比が一定であること、また、浮遊じん中の濃度比に正の相関があることは、本来大気中に存在する<sup>210</sup>Pbや<sup>7</sup>Beはほぼ一定の割合で付着媒体に存在していることを窺わせ、地表面が雪に覆われている季節や空気が澄んでいる期間での浮遊じん量と<sup>210</sup>Pb濃度との部分的正の相関はこのことを示唆している。阿部らは高層帯までの<sup>210</sup>Pb濃度分布を示しているが<sup>2)</sup>、それによれば、高度12kmまでは<sup>210</sup>Pb濃度は減少するものの、それを越えるあたりから逆に濃度が高くなっている。この逆転現象の環境条件は、<sup>7</sup>Beが宇宙線と上層大気と反応して生成し、降下する環境条件と類似しており、<sup>210</sup>Pbや<sup>7</sup>Beの地表大気中濃度レベルに地域差が余りないという本結果とこれま

で示した結果とを結び付けて考え合わせると、<sup>210</sup>Pbの変動については地域における微気象的視野での問題というより、高層気象的な現象変化と見做せる。また、<sup>210</sup>Pbの発生についても、地域の寄与は余り大きくなく、高層に供給される<sup>210</sup>Pb量から推論すれば、地表

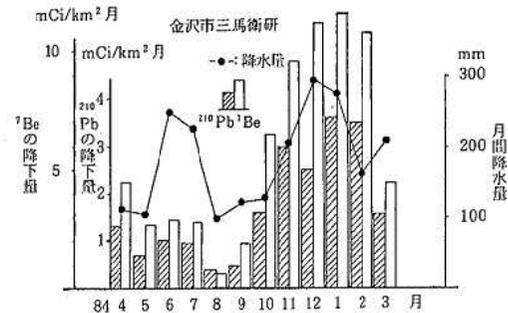
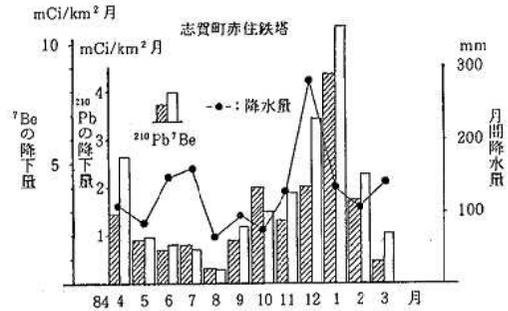


図4 <sup>210</sup>Pb、<sup>7</sup>Beの降下量

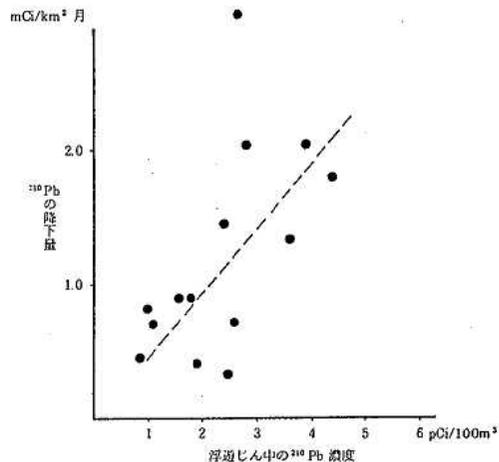


図5 浮遊じん中<sup>210</sup>Pb濃度と降下量との関係

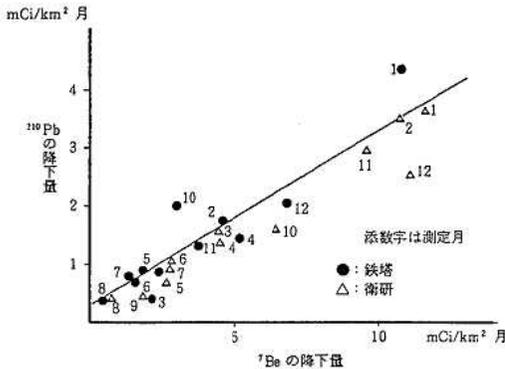


図 6  $^{210}\text{Pb}$  と  $^7\text{Be}$  の降下量の関係

面積の大きい大陸起源の  $^{222}\text{Rn}$  によるものが、大きいと思われる。

### 3・2 土壌中の $^{210}\text{Pb}$ 濃度

土壌中における  $^{210}\text{Pb}$  濃度を表 2 に示した。また、参考までに同時に測定された核種の濃度を示した。なお、表中の U 系列、Th 系列濃度は、U 系列では  $^{214}\text{Pb}$ 、 $^{214}\text{Bi}$  のエネルギーピーク面積を、Th 系列では  $^{208}\text{Tl}$ 、 $^{228}\text{Ac}$  の同ピーク面積を用い、放射平衡を仮定して、それぞれ求めた。 $^{210}\text{Pb}$  濃度は深度別にみると表層 (0~5 cm) の濃度が深層 (5~25 cm) よりも高い。 $^{210}\text{Pb}$  は  $^{238}\text{U}$  を親として崩壊生成する娘核種であり、土壌の系が乱れていない場合は U 系列核種間と放射平衡にある。表中に示す深層土壌の U 系列濃度と  $^{238}\text{U}$  が  $\alpha$  崩壊して生成する  $^{234}\text{Th}$  濃度並びに  $^{210}\text{Pb}$  濃度がほとんど等しく、これらの間には放射平衡が成立していることが分かる。表層土壌では U 系列と  $^{234}\text{Th}$  の濃度が等しく、これらは放射平衡の関係にあるが、 $^{210}\text{Pb}$  濃度については放射平衡から計算される  $1.1 \text{ pCi/g}$  乾土を引いた残りの  $16 \text{ pCi/g}$  乾土が過剰の  $^{210}\text{Pb}$  濃度であって、その大部分は大気から供給されたものであると思われる。

大気中の  $^{210}\text{Pb}$  濃度には、このような土壌表層に蓄積された  $^{210}\text{Pb}$  が舞上りによる再浮遊が、寄与しているとも考えられたので、その割合を求めた。浮遊じんと地表土壌が同一の成分構成と仮定すると、志賀町赤住鉄塔の平均浮遊じん濃度は  $38.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  であるので大気中の  $^{210}\text{Pb}$  濃度は  $0.07 \text{ pCi}/100 \text{ m}^3$  となっており、その寄与が約 3% 程度であった。このように土壌の舞上りによる寄与は小さい。

また、この結果は 3・1 項の  $^{210}\text{Pb}$  起源推定について地域的な発生寄与を、表層土壌における  $^{210}\text{Pb}$  蓄積の再浮遊化を考慮しても極めて小さいことを示しており、間接的ながら大陸起源推定を裏付けている。

### 3・3 陸上産物の $^{210}\text{Pb}$ 濃度

大気中の  $^{210}\text{Pb}$  が陸上生物に直接移行する過程としては沈着が考えられる。このことを検討するために陸上試料として、松葉、穀類、野菜について調査した。結果を表 3 に示した。 $^{210}\text{Pb}$  の濃度は部位により差がみられ、また、時間経過により変化がみられた。部位別では大根の根茎と葉との間に差がみられ、時間的なものとして四半期ごとに採取した松葉に濃度変化が認められた。大根では、大気と直接接している葉の  $^{210}\text{Pb}$  濃度は根茎と比較しておよそ 10 倍高かった。穀類では大麦は籾で、米は精白したものを測定したが、両者種類は異なるものの、大気と接している大麦は米と比較して大根葉の場合と同様  $^{210}\text{Pb}$  濃度が高かった。しかし濃度の地域的な違いは余りないようである。大麦、大根葉のいずれも  $^7\text{Be}$  を検出しているが、 $^{210}\text{Pb}$  との濃度比 ( $^{210}\text{Pb}/^7\text{Be}$ ) はおよそ 0.5 で浮遊じんの濃度比 0.25 と異なっており、 $^{210}\text{Pb}$  の方が  $^7\text{Be}$  より沈着されやすいのではないかとと思われる。一方、松葉は先に環境放射能のレベルや蓄積傾向を手軽に知ることができる指標的植物として報告したが<sup>4)</sup>、 $^{210}\text{Pb}$  濃度は葉齢とともに濃度が増加する傾向を示し、沈着の時間変化を示す有力な植物であることが分かる。蓄積の様子は図 1 に大気中の  $^{210}\text{Pb}$  濃度変化とともに示した。また、(1)式で求めた単位面積当たりの濃度変化も示した。

表 2 土 壌 中 の 放 射 能 測 定 結 果 単位 ;  $\text{pCi/g}$  - 乾土

地区	試料採取地点	採取月日	種類 (cm)	$^{137}\text{Cs}$	$^{40}\text{K}$	U 系列	Th 系列	$^{210}\text{Pb}$	$^{234}\text{Th}$	備 考
志賀町	赤住 (鉄塔)	59. 9. 12	0~5	$3.26 \pm 0.04$	$10.3 \pm 0.3$	$1.1 \pm 0.3$	$1.35 \pm 0.04$	$17.1 \pm 0.4$	$1.1 \pm 0.2$	地質 更新世海成 段丘層 火砕岩類
	松林地赤黄土		5~25	$0.25 \pm 0.02$	$11.6 \pm 0.3$	$1.1 \pm 0.3$	$1.49 \pm 0.04$	$1.9 \pm 0.3$	$1.7 \pm 0.2$	

表3 松葉、農産物中の<sup>210</sup>Pb, <sup>7</sup>Be 分析結果

単位: pCi/新鮮重量 100 g

試料名	採取地点名	採取月日	核種濃度		備考
			<sup>210</sup> Pb	<sup>7</sup> Be	
松葉1年葉(8月)	志賀町 赤住 鉄塔	59. 8. 1	8.6 ± 1.0	17.9 ± 0.7	葉表面積(3024) cm <sup>2</sup> /新鮮(2944) 重量100g(3514) (3000)
松葉1年葉(11月)		59. 11. 30	59 ± 1	120 ± 1	
松葉1年葉(2月)		60. 2. 6	151 ± 3	118 ± 2	
松葉2年葉(5月)		60. 5. 10	168 ± 4	166 ± 2	
大麦	志賀町安部屋	59. 7. 16	3.8 ± 1.0	7.0 ± 0.7	
大麦	富来町大西	59. 6. 29	3.1 ± 1.2	8.2 ± 0.7	
大根	志賀町倉垣	59. 11. 27	0.6 ± 0.4	0.59 ± 0.09	
大根葉	志賀町倉垣	59. 11. 27	7.8 ± 1.0	15.6 ± 1.0	
精米	志賀町倉垣	59. 9. 15	—	—	
精米	富来町大西	59. 10. 5	—	—	

注一; 検出されず

$$S = \Sigma (\pi r_i Li + 2 r_i Li) \dots\dots\dots (1)$$

ここで S; 単位重量当りの面積 cm<sup>2</sup>/g

Li; 1本ごとの長さ cm

r<sub>i</sub>; Liにおける松葉を半円筒形状と仮定したときの半径 cm

新鮮重量当りの<sup>210</sup>Pb濃度は8月葉を過ぎる頃から急激に増加するが、単位面積当りでは時間とともにほぼ正比例の関係にあった。そこで、<sup>210</sup>Pbの松葉への沈着速度(cm/sec)を、接触時間とその期間で増加した沈着量(pCi/cm<sup>2</sup>・sec)と期間内平均大気中<sup>210</sup>Pb(pCi/cm<sup>3</sup>)とから求めた結果0.11~0.062cm/secであった。同様に<sup>7</sup>Beでは減衰補正して0.064cm/secが得られたが、以前に推定した0.052~0.027cm/sec<sup>4)</sup>よりはやや高い値を示し、<sup>210</sup>Pbと<sup>7</sup>Beの沈着速度の値を比較すると<sup>210</sup>Pbの方が大きく、大麦や大根葉でみられたように<sup>210</sup>Pbの方が<sup>7</sup>Beより沈着しやすい傾向にあることが分かった。

#### 4 ま と め

石川県における大気中の<sup>210</sup>Pb濃度レベルは約23fCi/m<sup>3</sup>であり、世界の緯度別濃度分布における測定地点相当緯度の値と同程度であった。<sup>210</sup>Pbの由来は<sup>7</sup>Beの挙動と同じく地域的な寄与よりはむしろ大陸で発生したものが運ばれ降下する寄与の方が大きいと推定され<sup>210</sup>Pbの降下状況は秋から冬にかけて日本海側に吹

き寄せる大陸からの季節風の強い時期にピークとなっている。

土壌中の<sup>210</sup>Pb濃度は表層の方が深層より高く、また深層ではU系列濃度と等しい(放射平衡に達している)。一方、表層の<sup>210</sup>Pb濃度の過剰分は、その大半が大気中から降下沈着したものである。

陸上で採取された植物では、大気と接触している部位の<sup>210</sup>Pb濃度が高く、大気から移行して沈着する速度は、松葉では0.11~0.062cm/secであり、同時に検出される<sup>7</sup>Beより沈着されやすいことが分かった。

この稿を終えるにあたり、本測定に多大な御支援、御配慮をいただいた金沢大学低レベル実験施設阪上正信教授並びに小村和久助教授に深く感謝の意を表します。

#### 文 献

- 1) KOMURA, K. : University of Tokyo, Institute for Nuclear Study Report, No. INS-TCH 9 (1974)
- 2) 阿部史朗, 阿部道子: 環境放射能(佐伯誠道編) p 20-27, ソフトサイエンス社, 東京(1984)
- 3) 小森正樹, 折谷禎一: 石川衛公研年報, 19, 199-206 (1982)
- 4) 石川県: 環境放射能調査(1981)

〔報 文〕

## 低沸点有機塩素化合物による用水・河川水の汚染について

石川県衛生公害研究所環境部

矢田 峯子・加藤 充哉  
西川 孝蔵・亀井 とし

## 1 はじめに

昭和57年度に環境庁が全国15都市で実施した地下水汚染実態調査の結果、金沢市においても低沸点有機塩素化合物（トリクロロエチレン・テトラクロロエチレン（PCE）・1,1,1-トリクロロエタン）による汚染が指摘された<sup>1)</sup>。そして追跡調査を進めるうちに、金沢市内の地下水には3物質の中でもPCEが高濃度で、汚染も広範囲に及んでいることが判明した<sup>2)</sup>。

これらの低沸点化合物はこれを使用する作業者に健康阻害の影響を与えるので、有機溶剤中毒予防規則ではそれらの毒性に応じてトリクロロエチレンとPCEは第1種に、1,1,1-トリクロロエタンは第2種に分類されている。

また、世界保健機構（WHO）では飲料水の水質ガイドラインを設定し、発がん性の疑いのある物質に係る暫定ガイドラインとして、1983年、トリクロロエチレンは30  $\mu\text{g/l}$ 、PCEは10  $\mu\text{g/l}$ を設定している。

一方、これらの化学物質による環境汚染については、1973年、Murrayら<sup>3)</sup>が、これらの溶剤が広く大気中に拡散された環境汚染物質であることを明らかにしている。また、1974年森田ら<sup>4)</sup>は都内の大気・雨水・多摩川河川水・水道水・下水についてクロロホルム・トリクロロエチレン・テトラクロロエチレンの測定を行い報告している。

しかしながら、これらの化学物質については、これを使用する工場・事業所からの排出と環境汚染との関係が明らかにされた例は少ない。

今回、これらの化合物による地下水汚染の機構を解明するために、金沢市内の用水・河川水の汚染実態調

査並びにその流域の使用事業所の排水調査を併せて行い、これらの相互関連性を検討した。

## 2 調査対象

PCEは全国で年間5万3千トン（昭和57年）出荷され、その44%がドライクリーニング用である。そこで調査対象には、図1に示した金沢市内犀川と浅野川には含まれた市街地域の用水と用水路に排水していると思われるドライクリーニング事業所の排水を選んだ。一方、図2に示した犀川以南の伏見川水系で、下水道未整備地域に位置する比較的大規模なクリーニング事業所で河川へ直接排水している例があったので、流下に伴いどのような濃度変化が見られるかも調査した。

## 3 調査方法

調査は昭和59年2月から延べ10回にわたって実施した。用水・河川水については、気温・水温・pH・電気伝導率と3物質の測定を、また、60年5月には流量測定（流速計法）を実施した。ドライクリーニング事業所の排水については、使用実態等に関する聞き取り調査と3物質の測定を行った。

3物質の測定方法は、昭和59年2月18日付環水第15号別表「総トリハロメタン・トリクロロエチレン・テトラクロロエチレン・1,1,1-トリクロロエタンの検査方法」に準じた。

## 4 結果と考察

## 4・1 用水調査

調査地域内の高濃度検出井（PCE10  $\mu\text{g/l}$ 以上検出）9カ所を井の印で図示した（図1）。これらの井

Water Pollution with Volatile Chlorinated Organic Compounds in Channels and Rivers in Kanazawa City. by Mineko YATA, Mitsuya KATO, Kouzou NISHIKAWA, and Toshi KAMEI (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

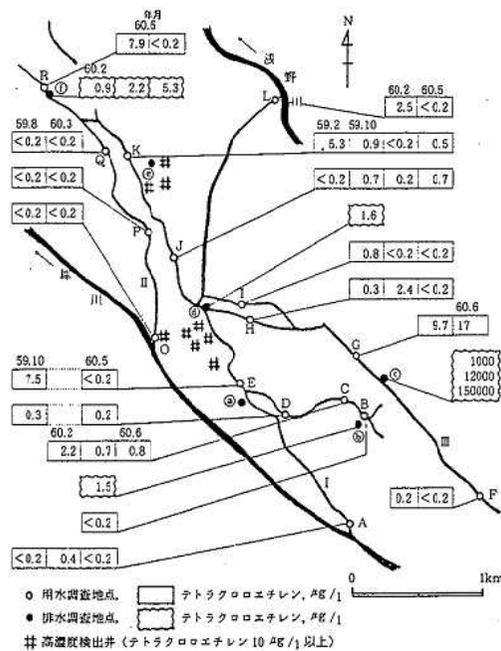
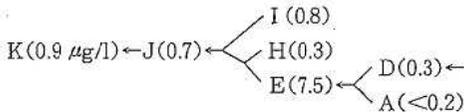


図 1 用水調査結果

戸では昭和58年度にPCE14~135 µg/lを検出している。また、図1に示した調査地点のうち、R、①を除くすべての地点が下水道整備地域に入っている。

昭和59年2月の調査において、用水K点でPCE5.3 µg/lを検出したが、同日のJ点では0.2 µg/l未満（検出限界とする）であったことから、J、K間に排出源があること、また、排水が用水に放流されていることが予想された。59年10月の調査では、



の結果が得られた。Aは2級河川犀川からの取水地点で、PCEは検出されていない。Dでは0.3 µg/l検出されたので上流域の調査が必要となった。Eで7.5 µg/l検出されたことは、A、D後に何らかの形でPCEの流入があったと予想された。H、I、J、Kでは0.3~0.9 µg/lの範囲で検出された。これらの結果から、2月の調査結果と異なり、Jより上流域から既に汚染されていると考えられた。

60年2月の調査で、PCEはAで0.4、Cで2.2、Hで2.4、Lで2.5 µg/l検出された。これらの数値は同一地

点の他の時期の濃度の2~10倍程度高い。これは、積雪時は用水路の流量が少ないから希釈倍率が下がるためと考えられる。排出源の濃度自体バラツキがあり（後述）、用水路の流れは合流や分流が複雑多岐なため同一地点の測定値と言えども必ずしも同じ傾向を示していない。前回検出した地点で検出しない例（I）、高濃度（5.3 µg/l）で検出したところでも検出しない場合（K）もある。しかし、1度でも高い値が検出された地点はその上流域に排出源があると判断すべきであろう。

一方、O点で犀川から取水している用水路IIのO、P、Qでは2回の調査を通じ検出された例がなく、この流域に大規模なクリーニング業が位置していないことを考え併せると、用水路Iとは対症的である。

60年5月の調査は流量も把握することを目的として実施した。調査日は降雨の後でどの地点も水量が多く、この時の濃度は2月の数値と良い対比となった。つまり、2月は低温・渇水期で水中の濃度としては高いレベル、5月の数値は低いレベルと見ることができるからである。

次に④~⑥のクリーニング事業所の排水調査を行った。

④はPCEを年間6,000kg使用していた大規模なクリーニング事業所であったが、60年2月に移転した。その排水を①下水道、②用水路、③地下浸透のどの方法で処理していたのか確認することが出来なくなってしまった。しかし、Eで59年10月には7.5 µg/l検出され、60年5月には検出されなかった。この結果から判断するならば、用水路に排出されていたと考えられるが、この事業所の位置から地下水流の下方方向と推定される位置に高濃度検出井が点在することは、PCEの使用量が多かっただけに、用水路以外に地下浸透の可能性も考えられる。

⑤ではPCEを年間1,800kg使用している。排水の測定結果は1.5 µg/lと低かったが、ここは側溝がなく大部分は地下浸透している。降雨や雪解けで地表面部分が洗い流され、水路に流れ込み、C、Dで低濃度に検出されたものと考えられる。

⑥では年間1,800kg使用している。わずか数分間に続けて採った3本の検水から1.0、12、150mg/lと100倍以上の濃度差のある結果が得られた。ドライクリーニングの全工程（1次洗浄—脱溶剤—2次洗浄—脱溶剤—乾燥—脱臭—仕上げ）の中で、使用された溶剤・PCEは回収され、蒸留、冷却後、水と分離されて再使用されるが、この水分離器内の上層すなわち水

層がPCEを含む排水の出どころである。しかし、この水分離器内の上層の水は本来洗たくものや溶剤等に混入していた水分のみであり、少量で、ほとんどの場合冷却水等で希釈されて排出される。㉑における150 mg/lという値は、PCEの水に対する溶解度そのものであり、試験後冷蔵庫に保存していたこの試料瓶の底には溶剤が分離していた。ドライクリーニング機の構造による違いはあると考えられるが、ドライクリーニングの工程の各時点での排水は、ある時は冷却水そのものであったり、あるいはこの水分離器内の上層が希釈不十分で排出される結果、PCEの濃度に大きな開きが現われるものと解釈される。このような高濃度のものが排出されていた事実は重大であり、今後ドライクリーニング機の構造あるいは取り扱いの改善が検討されなければならないと考える。㉑から200m余り下流のGのPCEは9.7と17 μg/lであったが、両者共用水調査結果の中では最高値であった。これは、この用水路がほとんど取水していないこと、下水道整備地域のため降雨以外の大量の流入水がないことから、このような高い値を示すことになったと考えられる。

㉒の年間使用量は180kgと少なく、排水中に1.6 μg/l 検出された。

㉓では年間使用量3,600kgと多く、高濃度検出井に近いことからその排水の処理方法が危惧されたが、59年秋頃に移転したので、調査はできなかった。㉑と同様、移転に伴い高濃度検出井付近の排出源の1つが断たれたことになるとすれば、このことが今後の高濃度検出井継続調査の結果にどのように反映されるのか興味深い。

㉔は年間使用量360kg、下水道未整備地域なので用水路に直接排水している。排水中に2.2 μg/l、その後採水した排出先下流Rで7.9 μg/l 検出された。これは数百倍にも希釈されているはずの用水路の濃度の方が反対に高かったという結果であるが、このことは、㉑の例と同様、1時点の濃度が排水の代表的な値となり得ないことを示している。従って、排水の測定結果が1回きりの㉕や㉖の排水が暫定排水基準に常に適合していると断定することはできない。また、㉑における採水は偶然に非常に高い濃度のものをとらえたに過ぎないかも知れないが、ドライクリーニング事業所の排水が用水のPCEの主要な汚染源であることは間違いない。

4・2 河川調査

60年3月の調査では、㉑の排出先下流3で130 μg/l、1 km程下流した4で2.9、さらに2 km余り下流した9

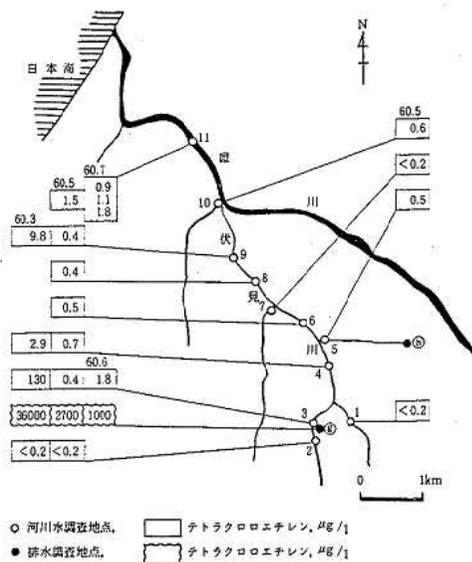


図 2 河川水調査結果

で9.8 μg/lを検出した。河川流量は前述の用水路の流量とは比較にならない程多い。これらの地点でこのように高濃度に検出されたことは予想を上回った。流入小河川についてもその合流前に調査地点5, 7, 10を設定し、流量も含めて5月に再調査した。再調査時は降雨後で流量が多く、3月の数値とは大きく隔たりがあるが、これら2回の調査結果はこの河川におけるPCEのほぼ上限と下限濃度と見なしてよいと思われる。

犀川に合流後の11において、5月調査時には1.5 μg/lを検出した。1つの大きな排出源から近い3や4における濃度は、時々刻々に変化する排出源の濃度に左右されるが、11はこの流域全体の排水が寄り集った箇所であるから急激な変動はないと見なされる。また、この地点におけるPCEはほとんどそのまま日本海に流入すると考えられるので、海域汚染の1例として負荷量を試算してみた。その際、河川におけるPCE濃度はこれを使用する工場、事業所の排水に由来するものであるから、工場、事業所の稼働時間が河川におけるPCE濃度の日内変動にどのように影響しているかを知る必要がある。これを目的に実施した7月の調査では、9時30分には0.9、14時30分は1.1、16時30分は1.8 μg/lと、工場、事業所の稼働による相加傾向が顕著であった。この日の11における流量は8.9 m<sup>3</sup>/secであった。

負荷量計算例①：

$$1.8 \mu\text{g}/\ell \times (8.9 \times 10^3) \ell \times 60 \text{sec} \times 60 \text{min} \times 8 \text{hr} \times 10^{-6}$$

$$= 460 \text{g}$$

$$0.9 \mu\text{g}/\ell \times (8.9 \times 10^3) \ell \times 60 \text{sec} \times 60 \text{min} \times 16 \text{hr} \times 10^{-6}$$

$$= 460 \text{g}$$

$$460 \text{g} + 460 \text{g} = 920 \text{g}/\text{day}$$

負荷量計算例②：

$$\frac{0.9 + 1.1 + 1.8}{3} = 1.3 \mu\text{g}/\ell \quad (\text{平均濃度})$$

$$1.3 \mu\text{g}/\ell \times (8.9 \times 10^3) \ell \times 60 \text{sec} \times 60 \text{min} \times 24 \text{hr} \times 10^{-6}$$

$$= 1,000 \text{g}/\text{day}$$

いずれにしても1日当り900gから1kg程度のPCEが犀川から日本海へ流出しているという結果が得られた。

㊸はPCEを年間4,500kg使用する大規模なクリーニング事業所である。排水の36, 2.7, 1.0mg/lの3回の結果は、㊹の同一日の複数の採水結果と同様に大きく変動している。㊺は機械金属工業である。金属表面処理にはトリクロロエチレンを使用し、従業員の作業服・軍手等の洗浄にPCEを㊸以上に多量使用している。

PCE等による地下水汚染の問題が提起された当初、ドライクリーニング事業所においてはほとんど排水はなく、むしろ大気への揮散が大きいとされていた。従って大気中へ揮散したものが降雨と共に地下に浸透したものでなかろうか等の議論もあった。しかしながら、今回の用水・河川水調査から、PCEによる水環境汚染が局所的に高濃度であることが明らかになり、用水・河川水中のPCEはその上流域で排出されたものに由来すると結論せざるを得ない。また、ドライクリーニ

ング事業所の中には、側溝の不備や排水管の破損から明らかに地下に浸透している例も見うけられた。

## 5 ま と め

低沸点有機塩素化合物による地下水汚染機構解明の一環として、金沢市内の用水・河川水水質調査とこれに流入するクリーニング事業所の排水調査を実施した結果、次のことが明らかになった。

(1) 金沢市内の用水からテトラクロロエチレン0.2未満～17 $\mu\text{g}/\text{l}$ 、河川水から0.2未満～130 $\mu\text{g}/\text{l}$ を検出した。

(2) クリーニング事業所の排水中に0.9～1.5 $\times 10^6$  $\mu\text{g}/\text{l}$ のテトラクロロエチレンを検出した。

(3) 同一事業所の排水において1.0～36mg/l、同一事業所の同一日の採水でも1.0～150mg/lと開きがある。従って、ドライクリーニング事業所排水の代表的な濃度を得るためには、作業工程を確認し、一工程の間で複数の採水を、またそれを繰り返す等より多くの測定が要求される。

(4) 犀川の河口に近い地点において1 $\mu\text{g}/\text{l}$ 以上のテトラクロロエチレンを検出した。1日当りの負荷量を試算してみると、1kg近いテトラクロロエチレンが日本海へ放出されていると考えられる。

## 文 献

- 1) 環境庁水質保全局水質管理課：昭和57年度地下水汚染実態調査結果(1983)
- 2) 環境庁水質保全局水質管理課：昭和58年度水質管理計画調査(地下水質保全対策調査)結果(1984)
- 3) Murray, A. J. and Riley, J. B.: Nature, 242, 37-38 (1973)
- 4) 森田昌敏, 中村 弘, 三村秀一：東京都衛研年報, 25, 399-403 (1974)

〔報 文〕

## 小児上気道疾患からのウイルス分離

— 1984年の成績 —

石川県衛生公害研究所微生物部 木村 晋亮・梶 哲夫・尾西 一  
金沢赤十字病院小児科 中村 英夫

## 1 ま え が き

「かぜ」、それは余りにも呼び馴らされた言葉である。1人平均年に数回はかかるという割には、大概是軽く経過することもあって、風邪などにはかまっていられないというのが本音である。しかし風邪にもいろいろ種類があるようで、猛威を振るう流感の季節以外にもやはりかぜがあって、単なる発熱と上気道炎だけでなく、おなかをこわすとか、ふしぶしが痛むとか、声がかれ易いとか、せきが出るとか、鼻水が出るとかの症状を伴うことがあるのは巻間よく耳にすることである。そしてある時期での流行は、決まって付随した症状がよく似ている。おそらくこういう時には、ある1つの病因ウイルスがまん延しているものと思われる。しかし一方で、軽い発熱や下痢などは、何んでも風邪のせいにしてまわることが多く、後でこのかぜ様疾患が実は赤痢であったり食中毒であったりすることは間々あることである。もっともこのようなかぜ様疾患は別として、いわゆる「かぜ」の病因の9割以上はウイルスによっている<sup>1)</sup>。年に数回ひくと言われる「かぜ」の病原は、同一のものが数回感染するのではなく、おそらく異種のウイルスの侵襲によるものと思われる。現在まで、かぜの病因となるウイルスは、個々の型まで入れると200以上に上るであろう<sup>1)</sup>。

我々は、1972年に、これらいわゆるかぜの病因ウイルスを知る目的でこの調査を始めたが、以来13年間に、かぜ患児の咽頭スワブから分離されたウイルスは多彩であるが、その年単位の、あるいは季節的な動向を幾分知ることが出来た。昨年などは、恐らく日本で初と言ええるコクサッキーA群ウイルス11型の流行に遭遇し

た<sup>2)</sup>。1978年のエコーウイルス30型の時も初めての確認ではなかったかと思う。CA-11については、当所で初めから同定できたわけではなく、当初はアデノウイルス12型と誤同定したものである。Ad-12は腫瘍原性をもっていることで知られているが、無菌性髄膜炎患者からも分離されたことで国立予防衛生研究所から分与を依頼され送付したもので、免疫血清を作製しての交差中和試験の結果から、CA-11とその類似株と同定されたものである<sup>2)</sup>。もっとも、これらウイルスが分離されたところで治療に即役立つことはないが、疫学的にはかなり重要な意味を有している。

本来なら、これら限られた貴重な検体から、恐らくしつこく追跡すれば100%に病因ウイルスを追究出来るはずだが、残念ながら物理的制約のため、その追跡をあきらめざるを得ない状態にある。しかし何んとか追究したいウイルスの1つにコクサッキーA群ウイルスがある。このウイルスは乳呑みマウスを用いなければならぬあい路があって仲々分離系に加えられず、代わりに有用な細胞株をと我々も探索してきたが、このほど愛知県衛生研究所でRD細胞からクローン化されたRD-18Sという株が、フィールドでも充分使用に耐えることが実証され、方々で用いられ始めている。このRD-18S細胞は、コクサッキーA群ウイルスでは乳呑みマウスでの60%に、アデノやエコーウイルスも、他の併用細胞での80%に分離が可能ということである<sup>3)</sup>。試用に価する細胞系である。

ともあれ、本年も継続して、金沢赤十字病院小児科と協同で、かぜ患児からのウイルス分離を行った。本年はトピックスとなるような結果は得られていないが、以下に1984年に得られた成績について記述する。

Virus Isolation from Children Suffering from Respiratory Diseases in Ishikawa Prefecture, 1984. by Nobuaki KIMURA, Tetsuo KAJI, Hajime ONISHI, and Hideo NAKAMURA\* (Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment, and Pediatric Department, Kanazawa Red Cross Hospital\*)

表1 かせ患児の年齢別・性別内訳とウイルス分離状況 (1984年)

年齢	患児数(男・女)	分離陽性者数	陽性率%	分離株数	分離率%
0	90 (49・41)	21 (11・10)	23 (22・24)	23 (12・11)	26 (24・27)
1	129 (68・61)	39 (17・22)	30 (25・36)	41 (19・22)	32 (28・36)
2	74 (44・30)	22 (13・9)	30 (30・30)	26 (15・11)	35 (34・37)
3	40 (27・13)	11 (7・4)	28 (26・31)	11 (7・4)	28 (26・31)
4	60 (35・25)	13 (9・4)	22 (26・16)	13 (9・4)	22 (26・16)
5	36 (21・15)	10 (6・4)	28 (29・27)	11 (6・5)	31 (29・33)
6	27 (13・14)	8 (3・5)	30 (23・36)	9 (4・5)	33 (31・36)
7	19 (8・11)	4 (2・2)	21 (25・18)	4 (2・2)	21 (25・18)
8	9 (4・5)	2 (1・1)	22 (25・20)	2 (1・1)	22 (25・20)
9	16 (7・9)	3 (1・2)	19 (14・22)	3 (1・2)	19 (14・22)
10	7 (2・5)	1 (1・0)	14 (50・0)	1 (1・0)	14 (50・0)
11	4 (3・1)	1 (0・1)	25 (0・100)	1 (0・1)	25 (0・100)
12	2 (2・0)	0	0	0	0
13	2 (1・1)	0	0	0	0
14	1 (0・1)	1 (0・1)	100 (←・100)	1 (0・1)	100 (←・100)
15	0				
0～6	456 (257・199)	124 (66・58)	27.2 (25.7・29.1)	134 (72・62)	29.4 (28.0・31.1)
7～12	57 (26・31)	11 (5・6)	19.3 (19.2・19.4)	11 (5・6)	19.3 (19.2・19.4)
13～15	3 (1・2)	1 (0・1)	33 (0・50)	1 (0・1)	33 (0・50)
計	516 (284・232)	136 (71・65)	26.4 (25.0・28.0)	146 (77・69)	28.3 (27.1・29.7)

## 2 材料と方法

ウイルス分離に供された咽頭スワブは、1984年1月～12月にかけ、金沢赤十字病院小児科外来に受診したかせ症状を示す患児から採取されたもので、採取は毎週ほぼ火曜日で、週当たりの対象人数は10人前後である。採取された検体は既述の方法によって前処理し<sup>4)</sup>、分離に供するまで-80℃に凍結保存した。本年は延べ52回にわたり、対象者は516人に上った。

ウイルス分離には、例年用いる2代アフリカミドリザル腎 (AGMK) 細胞に加え、継代細胞のVERO, MDCK, Hep-2の3細胞系と9日卵の5分離系を常用したほか、必要に応じてCMK-S1細胞を用いた。この継代細胞は手足口病の病因ウイルスであるコクサッキーA群ウイルス16型やエンテロウイルス71型の分離に有用な細胞である。これら各細胞の増殖や維持の条件、観察日数、分離確認の方法、分離ウイルスの力価測定、同定の方法は既述の方法によった<sup>5) 6)</sup>。同定に用いた抗血清は、予研分与のシュミットプール血清のほか、市販のエンテロプール血清及び単味血清である。

## 3 ウイルス分離成績と考察

本年、咽頭スワブを採取したかせ患児516人の年齢

別、性別内訳を表1に示した。年齢別では1歳児が最も多く129人と全体の25%、次いで0歳児の90人、17%、2歳児の74人、14%で、以下ほぼ加齢とともに減少する傾向を示した。就学前の乳幼児0～6歳の占める割合は456人、88.4%、小学生7～12歳は57人11%、中学生13～15歳はわずか3人、0.6%であった。性別では、男284人、55.0%、女子232人、45.0%であった。

### 3・1 年齢別ウイルス分離状況

かせ患児516人のうち136人 (男71人、女65人) から、146株のウイルスを分離した。分離陽性者数の割合 (陽性率) は26.4%、分離株数の検体に占める割合 (分離率) は28.1%であった (表1)。対象人員10人以上の年齢について分離陽性者数、分離株数をみると、1歳の39人、41株が最も多く、次いで0歳の21人、22株が多く、3歳、4歳、5歳では、11人11株、13人13株、10人11株であった。陽性率では、1歳、2歳、6歳で30%、3歳、5歳で28%、0歳23%、4歳22%であった。年齢層別では、0～6歳が陽性者136人中124人とその91%を占めており、分離株数でも145株中133株と92%を占めた。7～12歳では12人、12株、13～15歳ではわずか1人1株であった。

年齢別の分離ウイルスを表2に示した。

ウイルス146株の内訳は、アデノウイルス (Ad-1, 2, 3, 4, 5, 10, 11) が7型30株, パラインフルエンザウイルス (PI-1, 3) が2型34株, RSウイルスが1株, インフルエンザウイルスはI-A (H1) 15株, I-B 1株, ポリオウイルス (P-1, 2) は2型10株, コクサッキーA群ウイルス (CA-9, 16) は2型13株, エンテロウイルスはE-71が3株, コクサッキーB群ウイルス (CB-3, 5) は2型7株, エコーウイルス (E-3, 11, 14, 22) は4型16株, 単純ヘルペスウイルス (HS-1, 2) は2型13株, 未同定ウイルス2株で, 同定出来たもの25型, 未同定1型である。これら26型すべてのウイルスは0~6歳で分離されており, 7歳以上ではわずか4型12株が分

離されたに過ぎない。この12株の内訳をみると, 8株はI-A (H1), 2株がHS-1, 残りはAd-3とPI-3であった。そして由来は, I-Aは小・中学校での流行例, HS-1は再発例, Ad-3は初感染例, PI-3は初感染もしくは再感染例と思われる。このように, これら分離されたウイルスの大部分は乳幼児由来であり, このことはこの年齢層でこれらウイルスの洗礼を受けることを示しており, 常在型ウイルスではほぼ100%に, 流行型でも約80%が感染を受けることが予想される。従って, その後の年齢では, 罹患を免れた個体の初感染か, もしくは再感染あるいは再発に際してウイルスが分離されるものと思われる<sup>1)</sup>。なお, 性別分離株数は男から77株, 女から68株であった。

3・2 月別ウイルス分離状況

表2 分離ウイルスとかぜ患児の年齢

分離ウイルス	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	14	計(男・女)
Ad-1	2	4												6(3・3)
2	1	3		1	1	1								7(4・3)
3	1	1				2	1		1					6(1・5)
4					1	2								3(3・0)
5	2	1	1	1										5(2・3)
10	1													1(1・0)
11	1				1									2(1・1)
PI-1	1	7	6	1	2	2	1							20(10・10)
3	1	5	4	2	1					1				14(4・10)
RS			1											1(0・1)
I-A(H1)	1		1	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	15(7・8)
I-B				1										1(1・0)
P-1		2	1				1							4(3・1)
2	2	2	2											6(4・2)
CA-9	1	1	3	1	3									9(6・3)
16	2		2		1									5(2・3)
E-71		1	1		1									3(0・3)
CB-3				1		1								2(1・1)
5	1	3					1							5(4・1)
E-3	1	1	2	1	1		3							9(7・2)
11	2	1	1			1								5(3・2)
14	1													1(0・1)
22		1												1(0・1)
HS-1		3	2			1		1		1				8(6・2)
2		1	4											5(3・2)
未同定	1					1								2(1・1)
分離株数	23	41	26	11	13	11	9	4	2	3	1	1	1	146(77・69)

表3 かぜ患児からの月別ウイルス分離状況 (1984年)

月	検体数	分離陽性数	陽性率	分離株数	分離率
1月	44	12	27%	13	30%
2月	39	9	23	9	23
3月	41	12	29	14	34
4月	41	9	22	10	24
5月	41	10	24	10	24
6月	44	14	32	14	32
7月	51	12	24	13	25
8月	31	11	35	13	42
9月	41	10	24	10	24
10月	41	7	17	9	22
11月	50	17	34	18	36
12月	52	13	25	13	25
計	516	136	26.4%	146	28.3%

月別のウイルス分離状況を表3に示した。月当たりの検体数は31~52検体で、平均43.0検体、分離陽性検体数は7~17で、平均11.3検体、分離ウイルス株数は9~18で、平均12.2株であった。また陽性率は17~35%、分離率は22~42%に分布し、多い月と少ない月とでは2倍程度の開きがみられている。このことは、ウイルスによっては、ある季節に集中して流行したり、常在型でも季節的消長があることを反映しているためと思われる。

これらかぜの患児から分離されたウイルスの月別内訳を表4に示した。

アデノウイルスはここ数年、Ad-4も含めてAd-1~6は毎年もしくは隔年流行する常在型で、本年もAd1~5が余り季節差なく分離された。Ad-10, 11については分離株数が少なくその様相不明であるが、Ad-10が4月に1株、Ad-11が1月と3月に分離され

表4 かぜ患児から分離されたウイルスの月別内訳 (1984年)

分離ウイルス	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
Ad-1	1		2			1		1			1		6
2			1	1	1	1				1	1	1	7
3			1		1	1				1		2	6
4	1				1							1	3
5					1			1			2	1	5
10				1									1
11	1		1										2
PI-1				1	1			1	3	1	10*	3	20
3		1		2	1	7*	3						14
RS											1		1
I-A(H1)	8*	7*											15
I-B												1	1
P-1			4										4
2			3	3									6
CA-9						3	3	3					9
16								1	4				5
E-71										1	1	1	3
CB-3									2				2
5										3	1	1	5
E-3						1	5*	3					9
11							2	3					5
14					1								1
22										1			1
HS-1	2	1	2		1						1	1	8
2				2	2							1	5
未同定									1	1			2
分離株数	13	9	14	10	10	14	13	13	10	9	18	13	146

\* 1カ月に5株以上分離され、流行があったことが示唆される。

た。ちなみにAd-10は、この調査が始まって以来昨年初めて分離されたものである。

バラインフルエンザウイルスも常在型で、しかも季節変動があることが知られており、年により流行の波はあるものの、本年もPI-1は9~12月に、PI-3は4~7月に多く分離された。一方では昨年よく分離されたPI-2は本年は分離されなかった。RSウイルスも常在型で、好発季節は冬期であるが、本年は11月に1株分離されている。インフルエンザウイルスは1~2月にI-A(H1)が流行した。昨年の型はA(H3)型で、やはり1、2月に流行している。一方12月にはB型が1株分離されているが、これは翌年の流行の前ぶれであり、1985年1~3月にはB型インフルエンザが流行した。

腸内ウイルスでは、ポリオウイルスがポリオ生ワクチン接種時期の3月、4月に合わせて分離されている。

コクサッキーA群ウイルスについては、その大部分が我々の分離系では分離され難いために、その動向は不明であるが、低番号のCA-1~6、10はヘルパンギーナの原因ウイルスとして、年毎の波はあるものの毎年のように分離されるようで、常在タイプと考えられる<sup>7)</sup>。またCA-16やE-71は手足口病の病因ウイルスとして流行時に分離され、その主流型は年によって異なる<sup>7)</sup>。これらコクサッキーA群ウイルスは主として夏期に流行し、夏かぜなどの原因になっているが<sup>1)</sup>、本年はCA-9が6~8月に、CA-16が8~9月に、E-71が10~12月に分離された。コクサッキーB群ウイルスは隔年流行することが多いが、本年はCB-3が昨年に引き続き2株、CB-5が10~12月に3年閉期中で5株分離された。エコーウイルスも閉期のある型が多く、中にはかなり長い閉期の後に流行する型も少なくない。本年はE-3、11、14、22の4型が5~10

表5 かせ患児から分離されたウイルスの分離系別感受性

分離ウイルス	VERO細胞	MDCK細胞	HEp-2細胞	AGMK細胞	9日卵	分離株数 (1分離系のみ)	感受性率
Ad-1	4 67%		6(2) 100%			6(2)	100%
2	5 71		7(1) "			7(1)	"
3	5 83		6(1) "			6(1)	"
4	2 67		3(1) "			3(1)	"
5	4 80		5(1) "			5(1)	"
10	1 100		1 "			1	"
11	2 100		2 "			2	"
PI-1	18(11) 90			9(2) 45		20(13)	100%
3	14(11) 100	3 21				14(11)	"
RS	1(1) 100					1(1)	"
I-A(H1)	5(1) 33	7(2) 47		4(2) 27	10(3) 67	15(8)	"
I-B	1 100	1 100		1 100		1	"
P-1	3 75		3 75	3(1) 75		4(1)	100%
2	4 67		6(2) 100	4 67		6(2)	"
CA-9				9(9) 100		9(9)	"
16						0(5)*	0%
E-71						0(3)*	"
CB-3	2 100		2 100	1 50		2	100%
5	3 60		3(1) 60	3(1) 60		5(2)	"
E-3			9(9) 100			9	"
11			5(5) 100			5	"
14				1(1) 100		1	"
22						0(1)*	0%
HS-1			8(2) 100	6 75		8(2)	100%
2	2 40		4(1) 80	4(1) 80		5(2)	"
未同定				2(2) 100		2(2)	100%
計	76(24) 55.5%	11(2) 8.0%	70(26) 51.1%	47(19) 34.3%	10(3) 7.3%	137(76)	93.8%

\*CMK-S1細胞で分離された。

月に分離されているが、E-3とE-11は7月8日に集中して分離された。

単純ヘルペスウイルスは常在タイプで、新生児では出産時の産道感染、乳幼児では水平感染によることが多く、本年分離のHS-1は初感染時、HS-2は0歳児の例であるので母親由来である可能性が高い。

以上のうち、月に5株以上分離されて流行があったことが示唆されるウイルスと分離月を上げると、1～2月にはI-A(H1)、6月にPI-3、7月にE-3、11月にはPI-1ということになる。

### 3・3 分離によるウイルス感受性

常用しているVERO, MDCK, HEp-2, AGMKの4細胞系と孵化鶏卵5系での分離状況を表5に示した。それぞれの分離系で分離された株数は、順に76, 11, 70, 47, 10株で、全分離株数に対する比は、56%, 8%, 51%, 34%, 7%であった。分離株146株のうち、これら分離系のうち1系のみで分離された株が76株、52.0%にあった。その内訳は、VERO細胞24株、MDCK細胞2株、HEp-2細胞26株、AGMK細胞19株、9日卵3株である。このほか手足口病症状のあった患児を中心に、併用したCMK-S1細胞で9株分離されており、これら9株は常用5系では分離されなかった。

ウイルス別に分離系の感受性をみると、アデノウイルスはVERO, HEp-2両細胞でよく分離され、とりわけHEp-2細胞では7型30株全部が分離され高い感受性を示した。VERO細胞でも7型23株77%が分離されている。パラインフルエンザウイルスは、PI-1, 3の2型がVERO細胞で34株中32株、94%に分離されて高い感受性を示した一方で、AGMK細胞ではPI-1のみ20株中9株分離された。RSウイルスは1株VERO細胞で分離された。インフルエンザウイルスはHEp-2細胞を除く4系でA(H1)型が15株分離されたが、個々の分離系では9日卵が最も多い10株67%、次いでMDCK細胞が7株47%、VERO細胞で5株33%、AGMK細胞で4株27%が分離された。また1系のみで分離された株が半数を超える8株あり、9日卵で3株、MDCK, AGMKの各細胞で各2株、VERO細胞に1株あった。これからすると、孵化鶏卵、MDCK細胞とて、インフルエンザウイルスの分離には万能でなく、他の分離系も併用する必要があると思われる。またB型が1株分離され、VERO, MDCK, AGMKの各細胞で分離された。腸内ウイルスでは、ポリオウイルスの10株中9株がHEp-2細胞で分離され高い感受性を示したが、VERO, AGMK

の両細胞では各7株が分離されたにとどまった。コクサッキーA群ウイルスでは、CA-9がAGMK細胞のみで9株、大部分が手足口病由来であるCA-16とE-71は、CMK-S1細胞でのみ5株と3株分離された。この両ウイルス株は常用の4細胞系には全く感受性を示さなかった。コクサッキーB群ウイルスはCB-3, 5が2株、5株の計7株分離されたが、VEROとHEp-2細胞で各5株、AGMK細胞で4株分離されたにとどまった。エコーウイルスはE-3(9株)、E-11(5株)のすべてがHEp-2細胞のみで分離された。E-11については予研分与のシュミットプール血清で同定出来ず、予研腸内ウイルス部でE-11と同定されたものである。ほかにE-14(1株)がAGMK細胞のみで、E-22(1株)がCMK-S1細胞のみで分離された。単純ヘルペスウイルスは本年1型8株、2型5株分離されているが、HEp-2細胞が12株92%と高い感受性を示し、次いでAGMK細胞が10株77%、VERO細胞ではわずかにHS-2のみ2株が分離されたにとどまった。

ウイルス感受性を分離系別に、その75%以上が分離されたウイルスを上げると、VERO細胞では、Ad-3, 5, 10, 11, PI-1, 3, RS, I-B, P-1, 2, CB-3の11型、MDCK細胞ではI-Bのみ、HEp-2細胞では、Ad-1～5, 10, 11, P-1, 2, CB-3, E-3, 11, HS-1, 2の14型、AGMK細胞ではI-B, P-1, CA-9, E-14, HS-1, 2の6型、9日卵はなく、9月から試用したCMK-S1細胞では、この細胞系のみで分離されたCA-16, E-71, E-22のほか、CB-3, HS-1, 2にも高い感受性を示した。

### 3・4 ウイルスが分離されたかぜ患児の臨床症状

分離ウイルス別の患児の臨床症状を表6に示した。主に急性上気道炎を主対象としているため、上気道炎が最も多く146例中139例95.2%にみられた。次いで37.0°C以上の発熱が134例91.8%に、その平均最高体温は38.5°Cであった。ウイルス別で平均体温が39°C以上と高かったのはAd-3である。その他の症状では、胃腸炎がAd-4, 5, I-A(H1), P-1, 2, CA-9, 16, HS-1の14例9.6%に、発疹がCA-9, 16, E-71, E-14, HS-2の9例6.2%に、口内炎がE-3, HS-1, 2の7例4.8%に、関節痛筋肉痛がI-A(H1)に2例1.4%、結膜炎がAd-3, 4に各1例1.4%にみられた。

### 3・5 同一検体から2種のウイルスが分離された例 同一検体から2種のウイルスが分離された重感染例

表6 かせ患児から分離されたウイルスと患児の臨床症状

分ウイルス	分離数	上気道炎	発熱	平均体温	最高体温	胃腸炎	発疹	口内炎	関節炎	結膜痛
Ad-1	6	6	6	38.9						
2	7	7	7	38.8						
3	6	6	6	39.0						1
4	3	3	3	38.8	1					1
5	5	5	5	38.4	2					
10	1	1	1	39.2						
11	2	2	2	38.6						
PI-1	20	20	20	38.4						
3	14	14	13	38.2						
RS	1	1	0							
I-A(H1)	15	15	13	38.6	3				2	
I-B	1	1	1	37.8						
P-1	4	3	4	38.3	1					
2	6	6	6	38.5	2					
CA-9	9	9	9	38.2	3	1				
16	5	2	2	38.2	1	3				
E-71	3	0	0				3			
CB-3	2	2	2	38.4						
5	5	5	5	38.3						
E-3	9	9	9	38.4				1		
11	5	5	5	38.9						
14	1	1	0				1			
22	1	1	1	39.0						
HS-1	8	8	8	38.4	1				2	
2	5	5	4	38.1			1		4	
未同定	2	2	2	38.8						
計	146	139	134	38.5	14	9	7	2	2	

表7 同一検体から2株のウイルスが分離された例

分離月	性別	年(月)齢	分離ウイルス
1月	男	0(3)	I-A(H1)* Ad-11
3月	"	1	P-1 P-2
"	"	2	P-1 P-2
4月	女	2	PI-1 P-2
7月	"	2	PI-3* CA-9
8月	男	2	E-11 CA-9
"	女	0(9)	Ad-5 CA-16
10月	"	5	Ad-2 未同定
"	男	6	PI-1 CB-5
11月	"	1	Ad-1 CB-5

\* 1カ月に5株以上分離されたウイルス

が10例あった(表7)。ウイルス別では、P-2が3株、PI-1、P-1、CA-9、CB-5が各2株、Ad-1、2、5、11、PI-3、I-A(H1) CA-16、E-11、未同定が各1株と14型にも及んでおり多彩である。このうちP-1、2は生ワクチン由来、I-A、PI-3は流行時期のもの、CA-9、16、CB-5、E-11もこの時期に集中して分離されていることから小さな流行があったと思われるそれに由来するもの、Ad-1、2は常在タイプと目される。このように由来も多彩でしかも型も多いことは、特に重感染を起こし易いウイルスなどなく、広く流行時には重感染を起こしていることが予想され、分離に際して同一細胞に対して感受性の高いウイルスの組合せでは、一方が増殖し他方は干渉されることもあり、実際の例数はもっと多いかも知れない。ともあれ、これら重感染例でどちらのウイルスが主でどちらが従であるかを知るには血清学的に判断する必要があり、このデータからのみではこの点は不明である。またこれら重感染例の臨床症状をみても平均的の域を出ておらず、全例上気道炎、発熱(平均38.5°C)のほか、せき、下痢を伴ったのが0歳児に2例あったにとどまった。

3・6 昭和59年に小児から分離されたウイルス

これらかせ患児から分離されたウイルス146株に加えて、対象者が15歳以下の小児から分離された12株を加え、年齢層別に示したのが表8である。加えられたウイルスの由来は、Ad-3とRotaが感染症サーベイランスの咽頭結膜熱と乳児嘔吐下痢症由来、I-Aは集団かせ由来、HS-1、2は依頼試験の口内炎と新生児局所潰瘍、全身発疹由来である。

3・7 過去4年間にかせ患児から分離されたウイルスの消長

1981年から1984年にかけて、かせ患児から分離されたアデノ(9型)、パラインフルエンザ(4型)、ムンプス、RS、インフルエンザ(3型)、コクサッキーA群(4型)、エンテロ71、コクサッキーB群(4型)、エコー(11型)単純ヘルペス(2型)、の計43型のウイルスの分離状況を表9に示した。

4年間の推移をみると、Ad-1、2、5は毎年分離されているのに対し、Ad-3、4、6、11では隔年流行の様相がみられ、Ad-8、10では長い流行閑期があるようである。PI-1、3は毎年分離されているが、PI-2は隔年流行、PI-4は比較的長い閑期をもってサイクル流行しているようである。ムンプス、RSは常在タイプと思われるが、かせ患児からの分離数は少なく、この数によってその動向を推測することは出

表8 小児から分離されたウイルスの年齢層別内訳

分離ウイルス	0~6歳	7~12歳	13~15歳	計
Ad-1	6			6
2	7			7
3	6(1)	1		7(1)
4	3			3
5	5			5
10	1			1
11	2			2
PI-1	20			20
3	13	1		14
RS	1			1
I-A(H1)	8(1)	10(3)	1	19(4)
I-B	1			1
P-1	4			4
2	6			6
CA-9	9			9
16	5			5
E-71	3			3
CB-3	2			2
5	5			5
E-3	9			9
11	5			5
14	1			1
22	1			1
HS-1	6	3(1)		9(1)
2	8(3)			8(3)
Rota	3(3)			3(3)
未同定	2			2
計	142(8)	15(4)	1	158(12)

来ない。I-A, Bは隔年流行の様相が強く、現在は主流行型がA(H1), A(H3), Bの3型で占められており、各々2~3年の間隔でサイクル流行している様相を呈している。P-1~3は生ワクチン投与時には付随して分離されたものである、CAについては、CA-4は常在と思われるが、通常この株も培養細胞で分離されることが極めて少ないため実数を表しているものではない。CA-9も隔年流行するようであるが例数が少なく様相は不明である。CA-11は手許の記録をたどる限りでは、1963年以来日本で初めての分離である<sup>7) 8)</sup>。手足口病の病因となるCA-16とE-71は交互に主流行型となって流行するようである。CBは各型とも隔年流行するようであるが、CB-3, 4は比較的短い閑期で、CB-2, 5は比較的長い閑期をもって流行するとされているが、明らかに流行が

表9 過去4年間にかせ患児から分離されたウイルスの消長

分離ウイルス	1981	1982	1983	1984
Ad-1	2	3	1	6
2	2	9	9	7
3	14*		13	6
4	15*			3
5	15*	4	4	5
6	14	3		
8	1			
10			1	1
11	1		6	2
PI-1	3	9	4	20**
2	8		22**	
3	12*	10*	21*	14*
4		5		
Mumps		2		
RS		1		1
I-A(H1)	8*			15*
A(H3)	2	9*	22**	
B	1	13*		1
P-1	3	3	3	4
2	6	5	7	6
3	2	2	2	
CA-4			1	
9		1		9
11			10*	
16		6*		5
E-71				3
CB-2	7			
3		15**	2	2
4	1		14*	
5				5
E-3				9*
9			2	
11	14*			5
12		1		
14	1			1
15	10			
16			2	
19		2		
22			7	1
23			1	
25			1	
HS-1		8	9*	8
2	3			5
計	145	111	164	144

\* 1カ月に5株以上分離された。

\*\* 1カ月に10株以上分離された。

あって多数株分離された型についてはその消長を推測することは出来るが、年に1株しか分離されない型についてはその動向は定かではない。2株以上分離された型についてその閉期をみると、E-3は3年、E-11が2年、E-15は9年以上、E-16が3年、E-19は10年以上、E-22も10年以上ということになり、長い閉期をもつ型が多い。

#### 4 ま と め

昭和59年1月から12月の1年間、金沢赤十字病院小児科外来に受診したかぜ患児516人の咽頭スワブからウイルス分離を行い、136人(26.4%)から146株(28.3%)のウイルスを分離した。

(1) 年齢層別では、0～6歳の乳幼児456人のうち124人から134株、7～12歳の小学生57人中11人から11株、13～15歳の中学生3人中1人から1株のウイルスを分離した。

(2) 分離ウイルスは未同定1型を含め26型あった。各ウイルスの内訳は、アデノ(Ad-1～5, 10, 11) 30株、パラインフルエンザ(PI-1, 3) 34株、RS 1株、インフルエンザ(I-A(H1), B) 16株、ポリオ(P-1, 2) 10株、コクサッキーA群(CA-9, 16) 14株、エンテロ(E-71) 3株、コクサッキーB群(CB-3, 5) 7株、エコー(E-3, 11, 14, 22) 16株、単純ヘルペス(HS-1, 2) 13株、未同定2株であった。

(3) 月平均2株以上分離されたウイルスとその分離月を上げると、Ad-1(3月)、Ad-3(12月)、Ad-5(11月)、PI-1(9～12月)、PI-3(4～9月)、I-A(H1)(1, 2月)、P-1(3月)、P-2(3, 4月)、CA-9(6～8月)、CA-16(9月)、CB-3(9月)、CB-5(10月)、E-3(7, 8)、E-11(7, 8月)、HS-1(1, 3月)、HS-2(4, 5月)で、このうち1カ月に5株以上分離され流行が示唆されたウイルスにはPI-1(11月)、PI-3(6月)、I-A(H1)(1, 2月)、E-3(7月)がある。

(4) 分離系別では、VERO細胞で76株(55.5%)、MDCK細胞で11株(8.0%)、HEp-2細胞で70株(51.5%)、AGMK細胞で47株(34.3%)、9日卵で10株(7.3%)分離された。このうち分離系別に75%以上の株が分離されたウイルスを上げると、VERO細胞ではAd-3, 5, 10, 11, PI-1, 3, RS, I-B, P-1, CB-3の10型、MDCK細胞ではI-Bのみ、HEp-2細胞では、Ad-1～5, 10, 11,

P-1, 2, CB-3, E-3, 11, HS-1, 2の14型、AGMK細胞では、I-B, P-1, CA-9, E-14, HS-1, 2の6型であった。ウイルス群別に75%以上に分離された分離系をみると、アデノはHEp-2, VERO細胞で、パラインフルエンザはVERO細胞、インフルエンザは最も多かったのが9日卵(63%)、ポリオはHEp-2細胞、コクサッキーA群では、CA-9がAGMK細胞、CA-16とE-71はCMK-S1細胞で、エコーはHEp-2細胞でよく分離された。

(5) ウイルスが分離された患者の臨床症状をみると、上気道炎が最も多く95.2%に、発熱が91.8%(平均体温38.5°C)にみられた。そのほかには、胃腸炎が9.6%、発疹6.2%、口内炎4.8%、関節痛筋肉痛と結膜炎が各1.4%にみられた。また1検体から2種のウイルスが分離された重感染例が10例あった。

(6) 過去4年間にかぜ患児から分離されたウイルスは計43型あり、本年はうち25型が分離された。

稿を終えるにあたり、エコーウイルス11型の同定をしていただいた国立予防衛生研究所の萩原昭夫、吉井孝男両主任研究官の御好意に深甚の謝意を表する。

#### 文 献

- 1) 南谷幹夫：微生物検査必携 ウイルス・リケッチア検査(第2版)(厚生省監修) p119-137, 日本公衆衛生協会, 東京(1978)
- 2) 木村晋亮, 梶 哲夫, 尾西 一, 中村英夫, 高田満彦, 桑原正樹, 山田 燦: 石川衛公害研年報, 22, (印刷中)(1985)
- 3) 愛知県衛生研究所: 第19回地研東北陸支部ウイルス部会資料(1985)
- 4) 木村晋亮, 梶 哲夫, 尾西 一: 石川衛公害研年報, 16, 209-215(1979)
- 5) 梶 哲夫, 尾西 一, 木村晋亮: 同上誌, 13, 160-170(1976)
- 6) 木村晋亮, 梶 哲夫, 尾西 一: 同上誌, 15, 122-129(1978)
- 7) 国立予防衛生研究所・厚生省健康医療局感染症対策課編: 病原微生物検出情報月報, No. 1～No. 63(1980-1985)
- 8) 多ヶ谷 勇, 原 稔: ウイルス実験学各論(改訂2版)(国立予防衛生研究所学友会編) p127-154, 丸善, 東京(1982)

〔報 文〕

## 弱毒風疹生ワクチン接種後における血清中 IgM 及び IgG 抗体の推移

石川県衛生公害研究所微生物部 木村 晋亮・尾西 一・梶 哲夫  
金沢医科大学産婦人科学教室 杉浦 幸一  
石川県立中央病院産婦人科 干場 勉・朝本 明弘・矢吹 朗彦

(本報告の要旨は、第59回日本感染症学会総会講演会において発表した。昭和60年5月11日、那覇市)

### 1 ま え が き

風疹は小児にとっては極めてpopularでminorな感染症であるにもかかわらず、妊娠初期に罹患すると、その時期が早ければ早い程、先天性風疹症候群の患児出生の頻度が高いことは良く知られた事実である<sup>1)</sup>。そこで妊娠適齢期前に風疹ウイルスに対する免疫抗体を獲得出来るように弱毒風疹生ワクチンの開発が急がれたが、昭和52年度から中学生女子を対象に定期予防接種が行われることとなった<sup>2) 3)</sup>。生ワクチン接種が始った昭和52年から56年にかけての、金沢市を除く石川県での20歳女子の風疹HI抗体保有率は66.7~81.5%を推移していたが、最初のワクチン接種者が20歳となった昭和57年、58年には、この陽性率は93.8%、97.3%と急上昇している。しかし生ワクチンの普及によっても、なおかつ数%の陰性者がいるのが実情である。もっとも任意接種で妊娠前に生ワクチン接種をすることによって免疫を獲得する方法も推奨されているが、青年女子では軽度の発熱、発疹、リンパ節腫脹、関節痛などの副作用が現われ易いとされており<sup>3)</sup>、なるべく小児期に免疫を獲得することが望ましい訳である。現行の制度はとりあえず妊娠予備群ということで中学生女子を対象としているが、将来は麻疹やムンプスとの3

種混合ワクチン(MRM)を投与する計画が進行中である<sup>4)</sup>。もっともこのMRMワクチンは欧米では既に実用化されている。

風疹に罹患すると、発疹が出てほぼ1週間位でHI価はピークに達する。このような急激かつ多量の抗体産生は他の感染症では例がなく、通常は急性期採血後2週を経て回復期血清を採り、その間の抗体価上昇が4倍以上を目安に血清学的な診断を下すわけであるが、風疹の場合には発疹後3日目には抗体上昇があるため、他の疾病と時のように発病後5日位で採血すると既に高い抗体価を示すことも稀ではない<sup>5)</sup>。このようにHI抗体価の上昇は急であっても、CF抗体価はむしろ他の疾病より遅く推移し、ようやく10日頃から上昇し20日頃にピークに達するため、CF試験による診断も行われている。

しかし、弱毒風疹生ワクチン接種の場合には自然感染とはかなり異なった様相を呈する。以前、接種例における抗体獲得の有無を2週後採血の血清でチェックしたことがあるが、往々にしてHI価が<8の例があり、接種当初にはよく再度接種を行ったことも少なくなかった。そこで生ワクチン投与後の血中HI抗体価の動きをみるべく、1977年に18~21歳の健康な看護学院女子学生のうち、あらかじめ行ったHI試験でHI価

Transition of Anti-Rubella IgM and IgG in Young Adult Women Sera after Inoculation of Live Attenuated Rubella Vaccines. by Nobuaki KIMURA, Hajime ONISHI, Tetsuo KAJI, Koichi SUGIURA\*<sup>1</sup>, Tsutomu HOSHIBA\*<sup>2</sup>, Akihiro ASAMOTO\*<sup>2</sup>, and Yoshihiko YABUKI\*<sup>2</sup> (Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment; Department of Obstetrics and Gynecology, Kanazawa Medical University\*<sup>1</sup>; and Gynecological Department, Ishikawa Prefectural Central Hospital\*<sup>2</sup>)

<8の抗体陰性者を対象に生ワクチンを投与し、そのHI価の推移をみたところ、弱毒生ワクチン投与の場合、3週後に95%、4週後に100%陽転の成績が得られた<sup>6)</sup>。そこで以後生ワクチン投与後の免疫獲得の有無の判定は1カ月後にHI試験で行うこととした。しかしHI価による推移からは各Igの動態を知ることは出来ない。

この度デンカ生研で風疹IgM及びIgGをELISA法で測定出来るキットが開発され試用する機会を得たが、極めて特異性が高く、かつ鋭敏度も高かったので<sup>7)</sup>、1977年に行った抗体陰性者に対するワクチン接種後経時的に採取した血清を用い、風疹IgM及びIgG抗体の分別測定を行った。また1983年に行った看護学院女子学生(大部分は抗体陽性者)についても、現行の無差別ワクチン接種のモデルとして、同じようにIgMとIgG抗体の推移をみた。

## 2 材料と方法

### 2.1 被検血清

A, B 2群から得られた血清を用いた。

A群: 18~21歳の能登地区の看護学院女子学生64人のうち、風疹HI価<8の抗体陰性者22人を対象に(このグループの抗体陰性率は34.4%)、風疹弱毒生ワクチンが初めて実用化された1977年に、北里研究所製のKRTワクチン(高橋株)を指示に従い0.5ml皮下に接種した。採血は1カ月までは毎週1回、以後半年までは毎月1回、更に1年後にも採血した。採取した血清はHI価測定後、今回の測定時まで-20°Cに保存してあった。

B群: 金沢地区の看護学院女子学生28人のグループで、HI価の測定では26人が陽性(平均HI価128)、2人が陰性(HI価<8)であった。1983年に大阪大学微生物病研究所製のMEQ<sub>11</sub>ワクチン(松浦株)を指示に従って接種した。採血は1週間隔で5回、以後は1カ月間隔で5回行い、使用時まで-20°Cに保存した。

### 2.2 検査方法

#### (1) HI試験法

風疹HI抗体価の測定は予研法に準じた<sup>8)</sup>。血清中のインヒビター除去は冷アセトン2回抽出法、測定はマイクロタイター法、血球には1日ニワトリひな赤血球、HA抗原はデンカ生研製(Baylor株)を用いた。

#### (2) 風疹IgG抗体の測定

デンカ生研で試作されたルベラIgG-EIAキットを用いて測定した。測定法の原理はFig. 1に示すよ

うに抗原固相化による間接法<sup>9)</sup>である。本法ではBHK 21細胞で増殖させた風疹ウイルス抗原と対照抗原とを平型マイクロプレートに固相化し、各々にリン酸緩衝液で希釈したヒト血清を加え、血清中の風疹抗体と反応させ、次にペルオキシダーゼで標識した抗ヒトIgG( $\gamma$ 鎖)抗体(ヤギ)を反応させる系を採っている。固相に結合する酵素量は被検血清中の風疹IgG抗体量と比例するので、同一血清のウイルス抗原プレートと対照抗原プレートの酵素活性の差から風疹IgG抗体の量を求めるものである。この酵素は過酸化物の存在下で種々の化合物を酸化する。このキットでは水素受容体に過酸化水素、水素供与体に芳香族アミン類のo-phenylenediamine(OPD)を用いている。この反応でOPDは酸化されて2,3-diaminophenazine(DAP)になる。一定時間後のDAPの濃度を分光光度計(波長490nm)で測定し、吸光度差を求める。なお実際の操作はキットに添付された指示書に従った。

#### (3) 風疹IgG抗体の測定

他社から市販の製品が抗原固相化法によっているのに対して、我々が使用したデンカ生研製のは抗体固相化法によるIgM抗体捕捉方式を採っている。この方法は技術的には難点もあるが、非特異反応は極めて少ないとされている。試作されたルベラIgM-EIAキットは、抗ヒトIgM( $\mu$ 鎖)を平底マイクロプレートに固相化してあり、先ずヒト血清中のIgM型抗体を捕捉する。次に風疹ウイルス抗原並びに対照抗原を反応させ、更にペルオキシダーゼ標識の抗風疹IgG(モルモット)を反応させる系を採っている。この方法で固相に結合する酵素量は被検血清中の風疹IgM量と比例するので、ウイルス抗原と対照抗原の酵素活性の差から風疹IgM抗体の量を求めるものである(Fig. 1)。酵素量の測定に用いる基質は(2)と同様で、操作は添付の指示書に従って実施した。なお血清希釈に用いるリン酸緩衝液には、リウマチ因子による影響を考慮して、モルモットグロブリンを至適濃度に添加してあるが、これは抗原固相化法によるIgM抗体検出には必須とされている。

## 3 成績と考察

### 3.1 カットオフ値の設定

前述したように、風疹では自然感染に比べ、予防接種では抗体産生時期の遅れや抗体産生量が少ないことが予想され、使用キットの弱陽性対照血清の平均吸光度差を目安にしたカットオフ値の設定では、HI抗体は産生されているのに、EIA法ではIgM、IgG共

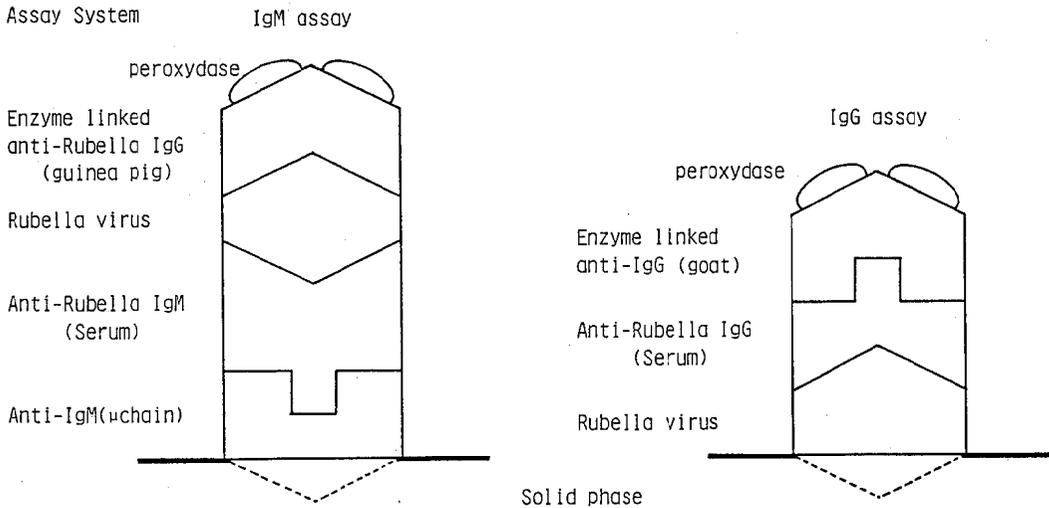


Fig. 1 Assay systems of anti rubella IgM and IgG in human sera in Rubella IgM and IgG-EIA kits(Denka)

に(−)ケースが多くみられる。このようなケースは、自然感染では充分量の抗体が産生されてくるため、ないと言ってよい。そこで風疹HI抗体が<8の陰性血清60例について、風疹IgM及びIgG抗体を測定し、陰性血清における各Igの平均吸光度差を求めた。

その結果、IgG抗体の吸光度差は最少0.010から最大0.308に分布しており、その平均( $\bar{x}$ )は0.144、標準偏差(SD)は0.067となった。上限を $\bar{x} + 3SD$ とすると、その値は0.345となり、この値は陰性血清では極めて頻度の低い値と考えられることから、一応陰性血清におけるカットオフ値を直近上位の0.40に設定した。一方、IgM抗体の吸光度差は0.012~0.145に分布しており、平均は0.057、標準偏差は0.026であった。 $\bar{x} + 3SD$ は0.135となったのでIgM抗体のカットオフ値を直近上位の0.20に設定した。

以上のカットオフ値を参考に、この値を超える吸光度差が示された場合には、キットの参考血清の吸光度差によることなく、何らかの免疫応答があったと考え抗体陽性とした。

### 3・2 風疹HI抗体陰性群(A群)のワクチン接種後における抗体の推移

風疹HI抗体陰性群(HI価<8)の22人に北研KRTワクチンを接種し、接種後1年までの経過を追った。

#### (1) 風疹HI抗体価の推移

HI抗体価の推移をFig. 2に示した。HI抗体陽性

を示すHI価16以上の人は、接種2週後に22人中5人に(陽性率23%、陽性者の平均HI抗体価 $2^{5.2}$ )、3週には21人、95%にみられ、4週後には全員が陽性となった。全体の平均HI抗体価は、2週で $2^{2.9}$ 、3週で $2^{6.0}$ 、4週で $2^{6.5}$ で、3カ月以降は $2^{6.9-7.0}$ 、1年後も $2^{6.9}$ を維持した。すなわち、ワクチン接種後1カ月で100%に陽転し、抗体価もこの時期にプラトーに達し、1年は持続する経過をたどった。

#### (2) 風疹IgM抗体の推移

EIA法によるワクチン接種後のIgM抗体の消長をみたのがFig. 3である。IgM抗体は接種後2週まではカットオフ値に達せず0%であったが、3週には20人中16人、80%にみられ、4週後には全員からIgM抗体が検出された。しかし接種3カ月後には22人中8人が陰転、4カ月後には更に5人が陰転した。このように1カ月後に100%であった陽性率は4カ月後に41%と半数を割り、1年後には11%となった。しかし1年後でもIgM抗体が検出される例は、他の追試者の成績にもみられている<sup>10)</sup>。平均吸光度差は、出現した3週後で0.370、4週後には0.392とピークを示し、以後3カ月で0.230、4カ月で0.240、5カ月以降はカットオフ値以下となった。

#### (3) 風疹IgG抗体の推移

同じくワクチン接種後のIgG抗体の推移をみたのがFig. 4である。風疹IgG抗体の出現は、IgM

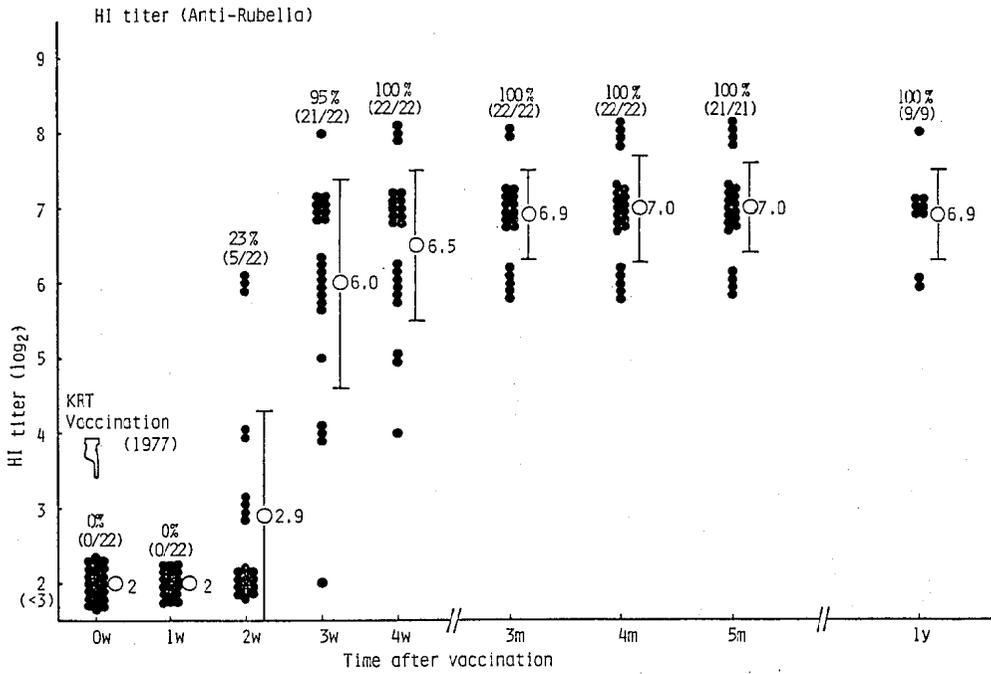


Fig. 2 Production and persistence of rubella HI antibodies in young adult women after inoculation of KRT vaccine

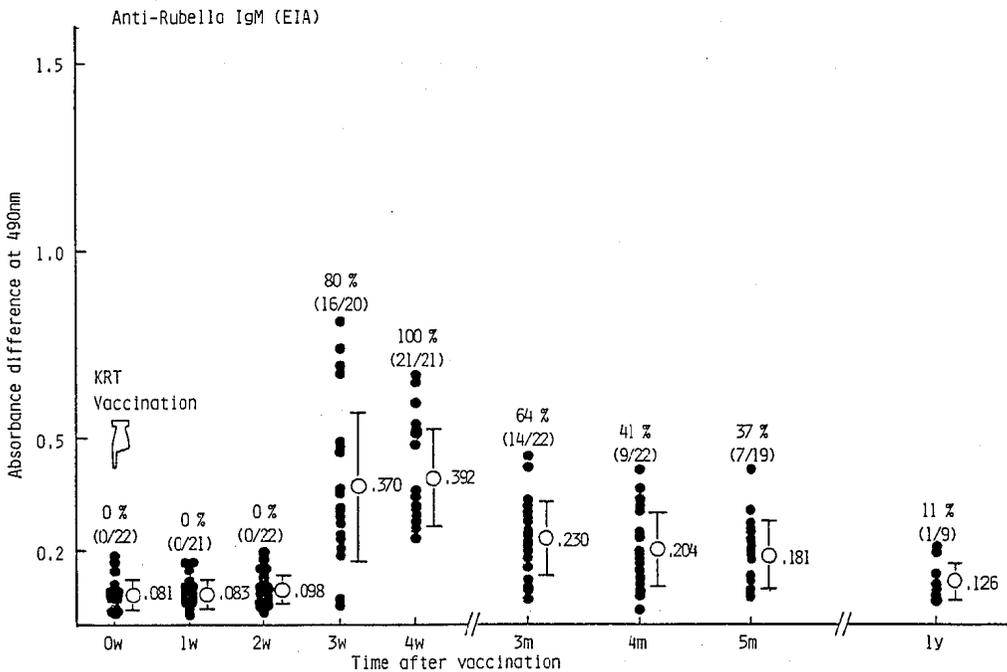


Fig. 3 Production and disappearance of rubella IgM antibodies in young adult women after inoculation of KRT vaccine

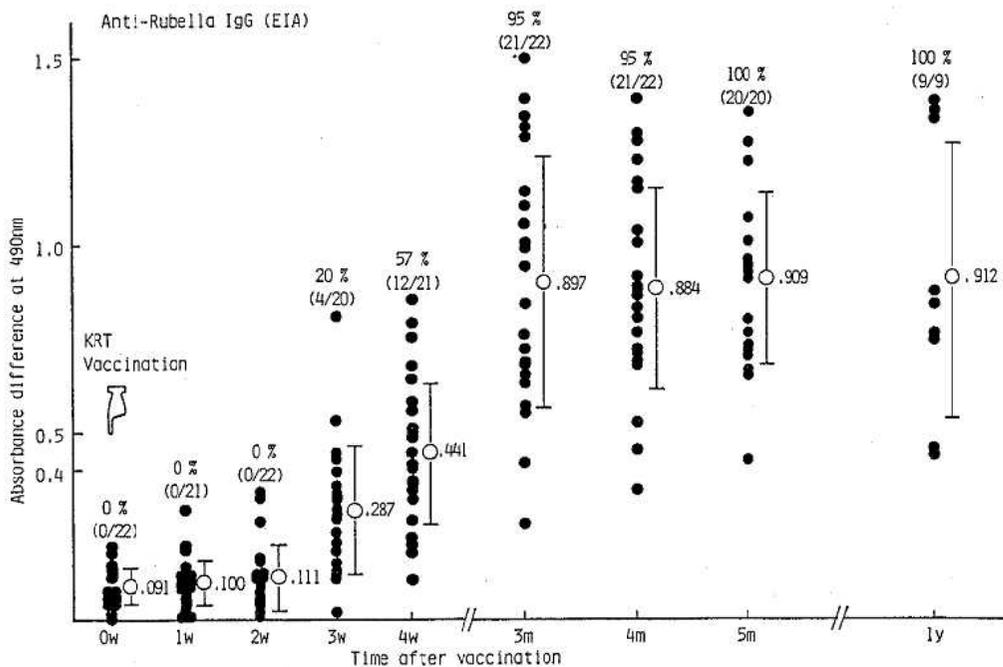


Fig. 4 Production and persistence of rubella IgG antibodies in young adult women after inoculation of KRT vaccine

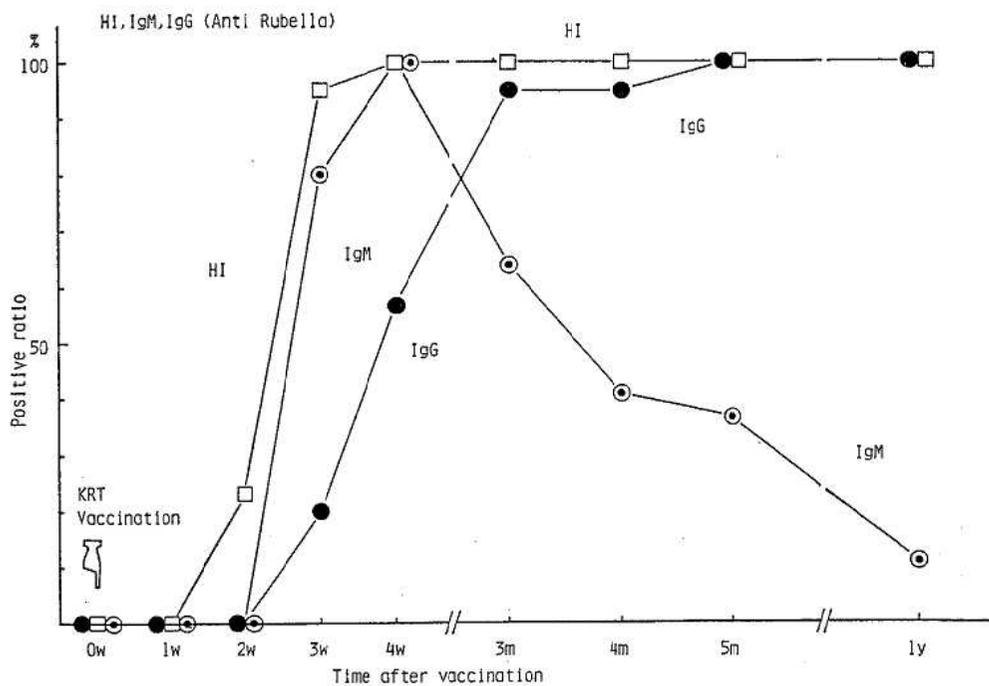


Fig. 5 Rise and fall of rubella antibody positive ratios in young adult women after inoculation of KRT vaccine

抗体の出現と同じ接種 3 週後にみられた。しかし陽性率の上昇は IgM 抗体に比し緩慢で、3 週後に 20%、4 週後に 57%、3 カ月後に 95%、5 カ月後によく 100% になった。平均吸光度差でみると、IgG 抗体の出現がみられた 3 週では、未だ 0.287 とカットオフ値に達しておらず、4 週後に初めて 0.441 となった。4 カ月まで 1 人の陰性者がいたものの、平均吸光度差は 3 カ月には 0.897 と既にプラトーに達している。2 カ月後の血清が棄却されているため詳細は不明であるが、以前に行った成績では 3 カ月後と全く同じ平均 HI 抗体価を示していたことからすると、おそらく 2 カ月後にはプラトーに達していると思われる。なお 5 カ月後によくカットオフ値を越えた人の IgM 抗体の推移は、4 週後に現われ 5 カ月まで継続した経過をたどった。なお 1 年後も抗体陽性率は 100% を維持したことから、抗体獲得者で陰転した人はなかったと思われる。

(4) HI 抗体、IgM 抗体、IgG 抗体陽性率の比較以上、風疹 HI、IgM、IgG 抗体の推移をみたが、これら 3 抗体の消長を陽性率で比較したのが Fig. 5 である。HI 抗体については 4 倍以上の上昇を目安と

したが、2 週で既に陽性例がみられたことは、他の 2 法に比して感度が高い検出方法であることがうかがわれ、この HI 抗体は初期抗体であることから IgM 抗体と思われるが、我々の方法ではこの時期 IgM 抗体は検出されておらず、この差は 3 週目でも 15% の差として現われている。しかし 4 週目には HI、IgM とも 100% となった。一方 IgG 抗体は、出現こそ IgM 抗体と同じく 3 週にみられたものの、陽性率は IgM に比し低く、かつ遅れて産生されるようで、IgM より約 1 カ月遅れて陽転が完了するようである。HI 及び IgG 抗体は、獲得後は少なくとも 1 年間は高い陽性率を保持したが、IgM 抗体はピーク後 2~3 カ月後には半数が陰転し、1 年後には大部分が陰転した。

### 3・3 風疹 HI 抗体陽性群 (B 群) のワクチン接種後における抗体の推移

現行の風疹弱毒生ワクチン定期接種は、予め抗体保有の有無を調査することなく接種を行っている。このようなケースにおける抗体の推移をみるため、28 人のグループ (HI 抗体価の測定で 26 人が陽性、2 人が陰性、陰性率 7.1%) に、阪大微研製の MEQ<sub>11</sub> ワクチンを投与し、接種後の経過を 5 カ月まで追った。

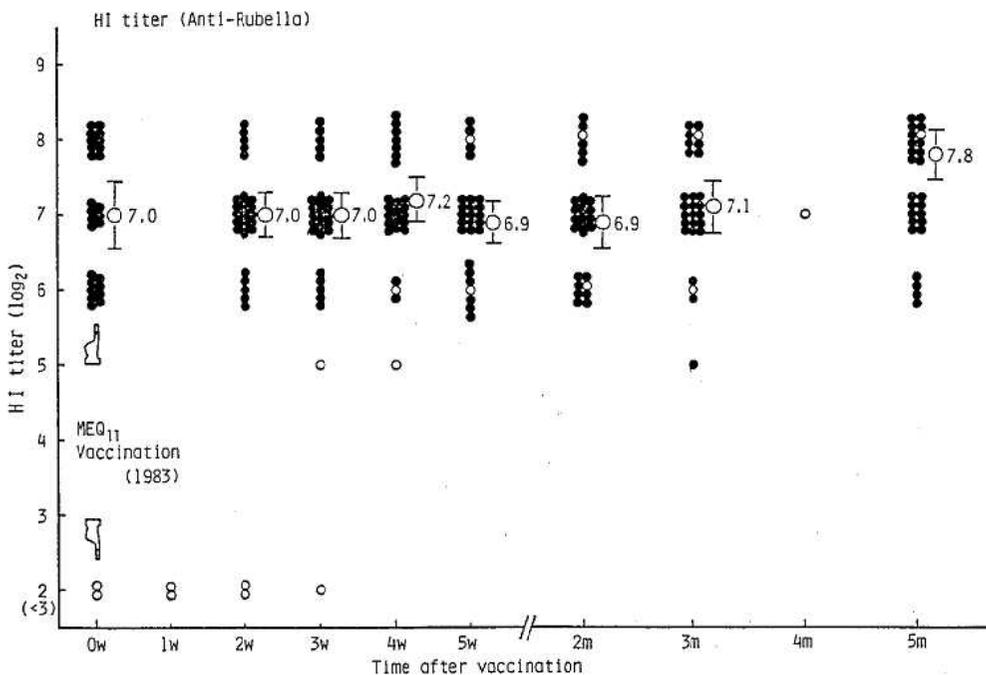


Fig. 6 Persistence of rubella antibodies in young adult seropositive women after inoculation of MEQ<sub>11</sub> vaccine

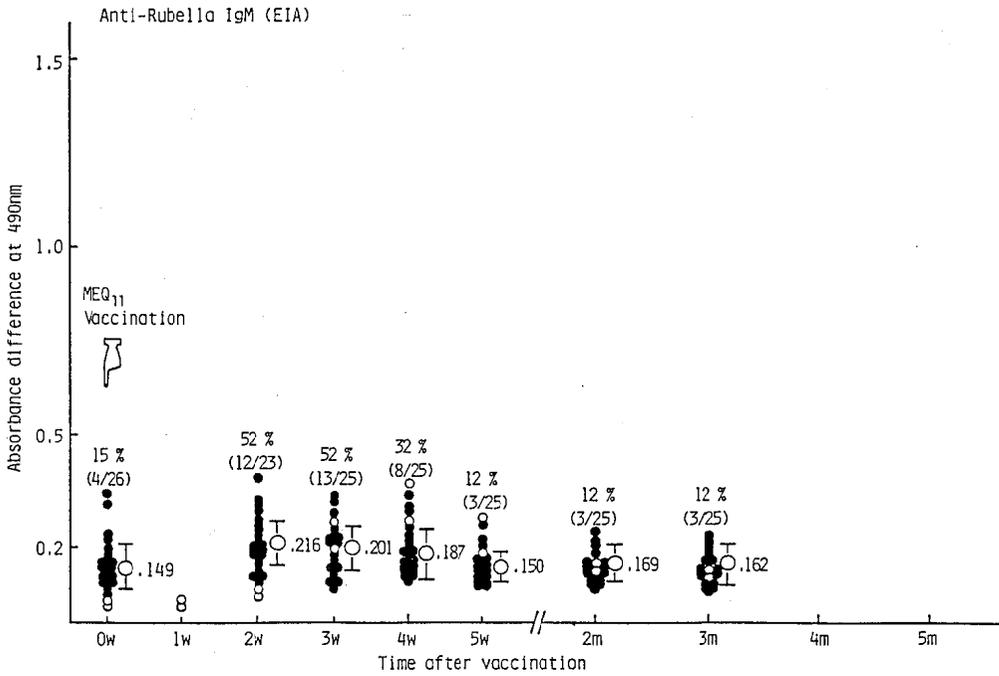


Fig. 7 Transition of rubella IgM antibodies in young adult seropositive women after inoculation of MEQ<sub>11</sub> vaccine

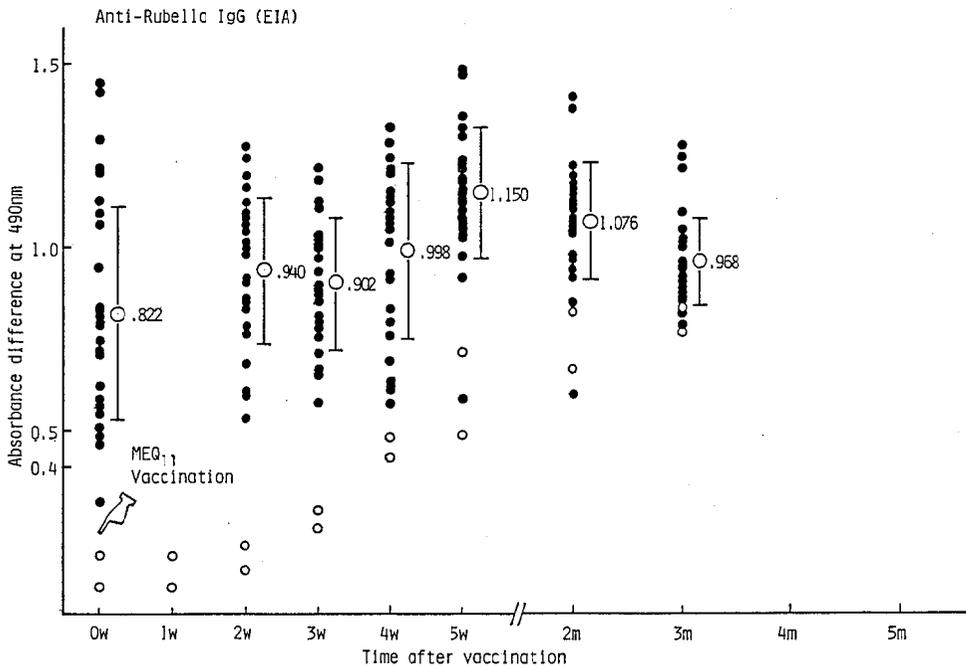


Fig. 8 Persistence of rubella IgG antibodies in young adult seropositive women after inoculation of MEQ<sub>11</sub> vaccine

## (1) 風疹HI抗体価の推移

ワクチン接種後のHI抗体価の動きをFig. 6に示した。陰性者2人の経過をみると、3週後に1人、4週後に更に1人が陽転し、その後は前述のA群と同じような推移をした。一方26人の陽性者のHI価は64~256に分布しており、その平均HI価は $2^{7.0}$ であった。ワクチン接種後も平均HI抗体価でみる限りほとんど変化はなく、3カ月まで $2^{6.9-7.1}$ を維持した。ただ5カ月後の値は $2^{7.8}$ とやや高い傾向を示した。しかし個々の例の経緯をみると、ワクチン接種時と2週後の比較では、HI価256の10人のうち5人がHI価128に、HI価64の9人のうち4人がHI価128にと、高抗体価では低下が、低抗体価では上昇の傾向がみられた。

## (2) 風疹IgM抗体価の推移

ワクチン接種後のIgMの動きをFig. 7に示した。抗体陰性者2人中の1人は3週後、今1人は4週後に陽転したが、2カ月後には両人とも陰転した。一方陽性者についてみると、ワクチン接種時に既に抗体陰性者を対象としたカットオフ値の0.20を越える人が4人、15%にみられた。ワクチン接種後このIgM保有率は2週後52%、3週後52%と高まり、4週後には32%と減少、5週後には12%と接種開始時より更に低下した。平均吸光度差は、接種時0.149から2週後0.216と高まり、以後漸減した、しかしA群と比較するとその値は低く、カットオフ値の0.20を越えたのも2週と3週のみであったが、ただ立ち上がりは1週早く2次応答の様相を示した。ところで自然感染時における新鮮感染の目安は、このキット使用の場合0.34を越える値となるが、これからすると2週目に1例のみ現われたことになる。いずれにせよ、抗体陽性者の場合、例えIgMが産生されたとしても、その数も半数程度にしかがみられず、しかもその産生量は抗体陰性者に比して遥かに少ないと予想される。

## (3) 風疹IgG抗体の推移

ワクチン接種後の3カ月までのIgGの動きをFig. 8に示した。2人の抗体陰性者はいずれも4週後にIgG抗体を獲得した。一方抗体陽性者26人のうち1人が接種時カットオフ値未満であったものの、平均吸光度差は0.822と高い値を示した。測定した2週以降にはカットオフ値以下の者はなく以後3カ月に至るまで0.902~1.150を維持し、傾向としては5週目まで高まり以後漸減する傾向を示した。ただ個々の例でみた場合、HI抗体の推移の傾向と同じく、接種時と2週後の比較では、高い値の人では減少が、低い人では

増加がみられた。

## 4 ま と め

我々は風疹弱毒生ワクチン接種後の血清中風疹IgM及びIgG抗体の推移を知るため、18~21歳の健康な看護学院女子学生の同意を得てワクチン接種を行い、デンカ生研で試作されたルベラIgM-EIA及びルベラIgG-EIAキットを用い、両抗体を分別測定した。対象2群のうち、A群は抗体陰性(HI価<8)者22人、B群は抗体陽性(平均HI価128)者26人、陰性(HI価<8)者2人のグループで、採血はほぼ1カ月までは毎週1回、以後半年までは毎月1回行った。

A群の抗体陰性群では、HI抗体有意上昇者は接種後2週に5人(23%)、3週で21人(95%)、4週で22人(100%)となった。平均HI抗体価は2週で $2^{2.9}$ 、3週で $2^{6.0}$ 、4週で $2^{6.5}$ 、2カ月以降は $2^{6.9-7.0}$ となり、1年後も $2^{6.9}$ を維持した。風疹IgM抗体は、2週までは0%であったが、3週で80%、4週には全例が陽性となった。平均吸光度差でみると、3週後に出現、4週でピークとなり、以後漸減し、4カ月以降はカットオフ値以下となった。一方、風疹IgG抗体はIgM抗体と同じく3週後に出現し(20%)、4週で57%、3カ月で95%と漸増し、5カ月で100%となった。平均吸光度差では、1カ月後に出現し、3カ月以降はプラトーとなり、1年後もこの値を維持した。

B群の抗体陽性群では、平均HI抗体価でみた限りでは、ワクチン接種による変化は認められなかったが、個々の例では、接種直後に高HI価の人では低下が、低HI価の人では上昇の傾向がみられた。風疹IgM抗体は2~3週後に52%の人に認められたもののその平均吸光度差の値は低く、わずかにカットオフ値を越える程度であった。また風疹IgG抗体はHI抗体と同じような傾向を示し、高い値の人では減少が、低い人では上昇がみられた。ただ平均吸光度差の推移からは、5週まで漸増し、以後漸減する傾向を示した。なお、抗体陰性者の経過は、A群のグループの範囲内で推移した。

稿を終るにあたり、試作されたルベラIgM-EIA並びにルベラIgG-EIAキットの使用を快諾され提供していただいた、デンカ生研生物化学研究所の佐藤俊則、中島 実、長 道雄の3氏に、記して深甚なる謝意を表す。

文 献

- 1) 永山徳郎, 植田浩司: 麻疹・風疹 (奥野良臣・高橋理明編) p161—186, 朝倉書店, 東京 (1969)
- 2) 奥野良臣, 峯川好一: 同上書, p187—205
- 3) 穴戸 亮: 日本のワクチン (改訂2版) (国立予防衛生研究所学友会編) p225—236, 丸善, 東京 (1982)
- 4) 厚生省予防接種副反応研究班・予防接種リサーチセンター編: 予防接種副反応の軽減化と後遺症患者の社会復帰に関する研究資料, p83—87 (1985)
- 5) 穴戸 亮, 松野哲也: ウイルス実験学各論 (改訂2版) (国立予防衛生研究所学友会編) p225—236, 丸善, 東京 (1982)
- 6) 杉浦幸一: 第31回日本産婦人科学会北日本連合地方部会総会学術講演会特別講演要旨, p53—58 (1983)
- 7) 木村晋亮, 尾西 一, 梶 哲夫, 佐藤俊則, 中島 実, 長 道雄, 干場 勉, 朝本明弘, 矢吹朗彦: 石川衛公害研年報, 22, 292—295 (1985)
- 8) 穴戸 亮: 微生物検査必携 ウイルス・リケッチア検査 (第2版) (厚生省監修) p347—356, 日本公衆衛生協会, 東京 (1978)
- 9) 南嶋洋一: 臨床検査, 25, 966—974 (1981)
- 10) 木内哲也, 丸山典彦, 伊藤 実, 内山秀和, 戸根慶子, 等々力達也, 桜井清治: 感染症学雑誌, 59, 臨時増刊号, 142—143 (1985)

〔報 文〕

## 通気蒸留法による食品中の微量亜硫酸分析の検討について

石川県衛生公害研究所食品薬品部 泉 広栄・岸原 聡

## 1 はじめに

亜硫酸、次亜硫酸及びこれらの塩類は、漂白作用をはじめ酸化防止効果、保存効果などを有するほか、食品成分との結合による呈味性もあり、最も広範囲に使用されている食品添加物の一つである。現在、ゴマ、豆類及び野菜以外の食品に使用が認められ、その使用基準は食品別に亜硫酸の残存量として5~0.03g/kg(二酸化イオウに換算して)の範囲で定められている。

食品中の残留亜硫酸の分析法には、酸化法(モニアウイリアムス法)<sup>1)</sup>、蒸留ヨウ素法<sup>2)</sup>、ガスクロマトグラフィー法<sup>3)</sup>等数多くの報告があるが<sup>2) 4)</sup>、食品中のカルボニル化合物と結合した亜硫酸を正確に測定できないものや、揮発性有機化合物の妨害により利用できる食品が限定されるもの、あるいは操作が複雑なものなどが多い。その中で、藤田らが報告した通気蒸留法(ランキン改良法)<sup>5) 6)</sup>は、褐変反応物により回収率が低くなる<sup>6)</sup>等の問題点はあるが、応用範囲も広く、操作も簡易であるため現在一般に広く採用されている。

しかし、この通気蒸留法の中の微量亜硫酸の分析に用いられる比色法により種々の食品中の微量亜硫酸を分析したところ、再現性に問題点が認められた。そこで我々はその原因について検討したので報告する。

## 2 実験方法

## 2.1 試薬及び標準溶液

- (1) 5%ジメドン・エタノール液:ジメドン5gをとりエタノールを加えて溶かし、100mlとする。
- (2) 塩酸・酢酸ナトリウム緩衝液:1N塩酸600mlに1M酢酸ナトリウム溶液500mlを加える。
- (3) パラロザニリン溶液:塩酸パラロザニリン0.2gを水100mlに溶解し、1夜放置後ろ過する。ろ液

20mlに塩酸6ml及び水を加えて100mlとする。

- (4) パラロザニリン・ホルムアルデヒド溶液:パラロザニリン溶液と常法により0.1Nヨウ素溶液にて標定し希釈した0.2%ホルムアルデヒド水溶液を等量づつ混合する。
- (5) パラロザニリン・ホルムアルデヒド溶液-塩酸・酢酸ナトリウム緩衝液:パラロザニリン・ホルムアルデヒド溶液と塩酸・酢酸ナトリウム緩衝液を4:1に混合する。
- (6) トリエタノールアミン吸収液:トリエタノールアミン20g及びアジ化ナトリウム0.05gに水を加え1000mlとする。
- (7) 亜硫酸標準溶液:亜硫酸水素ナトリウム0.5gに水を加えて100mlとし、これを常法により0.1Nヨウ素溶液にて標定した後、吸収液にて希釈し亜硫酸0.4~2.0mg/mlの標準溶液を調製した。

以上の試液調製に用いた試薬及びその他の試薬は市販特級品を用いた。

## 2.2 装置

- (1) 分光光度計:日本分光(株)製UVIDEC-505型
- (2) 通気蒸留装置:改良ランキン法装置(図1)<sup>7)</sup>

## 2.3 実験操作

小川らの方法<sup>7)</sup>に準じた。つまり図1のフラスコ(A)に吸収液として0.1N水酸化ナトリウム溶液8ml、フラスコ(B)に5%ジメドン・エタノール液1ml、アジ化ナトリウム溶液(1→100)1ml、エタノール2ml、消泡用シリコン2滴、及びリン酸(1→4)10mlを加え、窒素ガスを0.5~0.6 l/minの速度で5分間通気して試薬及び装置内の酸素を除去する。次にフラスコ(B)に試料及び水20mlを入れ、再び窒素ガスを流しながらマイクロバーナーでフラスコ(B)を10分間

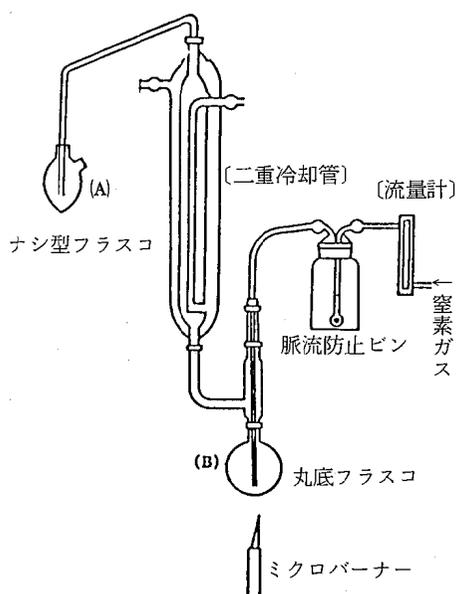


図 1 通気蒸留装置

加熱し、発生した二酸化イオウをフラスコ (A) の吸収液に吸収させる。吸収液に0.1N水酸化ナトリウム溶液を加えて全量を15mlとし、試験溶液とした。試験溶液 5 mlを取りパラオザニン・ホルムアルデヒド溶液一塩酸・酢酸ナトリウム緩衝液 5 mlを加え、よく振り混ぜた後、室温で35分間放置後、波長560nmの吸光度を測定し、亜硫酸標準溶液により作製した検量線から試料中の亜硫酸を定量する。

### 3 実験結果及び考察

#### 3・1 比色法による回収率とその再現性

通気蒸留法では、食品中の残留亜硫酸が二酸化イオウとして約0.1g/kg以上の場合には滴定法、それ以下の場合には感度の良い比色法を用いることになっている。今回、我々はこれを種々の食品の残留亜硫酸分析に応用したところ、同一試料にもかかわらず比色法の分析

表 1 亜硫酸標準溶液の回収率

SO <sub>2</sub> の添加量 (μg)	回 収 率 (%)			
10	25.0	35.1	63.0	94.3
50	48.1	71.1	80.6	85.8

値にかなりの変動が認められた。そのため、比色法の再現性を検討することとし、まず亜硫酸標準溶液を用いて回収率とその再現性を調べた。その結果は表 1 に示すように、二酸化イオウとして10 μg添加の場合は25.0%~94.3%、50 μg添加の場合は48.1~85.8%であり、回収率は低くその値も変動した。このことから食品中の残留亜硫酸の比色定量値の変動は、食品成分の妨害等に由来するものではないと考えられたので、以下の実験では標準亜硫酸溶液を用いて検討した。

#### 3・2 実験の操作条件等の検討

回収率に影響を及ぼす要因は種々考えられるが、まず蒸留時間等の操作条件などを検討した。

##### 3・2・1 蒸留時間

蒸留時間は10分となっているが、これでは二酸化イオウが100%蒸留されないこともあり得ると考え、蒸留時間を変えて検討した。つまり蒸留時間10分を、20分、30分と長くしてその回収率の変化を調べた。その結果は、10分では83.3%、20分では71.3%、30分では40.1%であり、蒸留時間が長くなっても回収率が改善されず、逆に低くなる傾向を示した。このことから蒸留時間10分で充分であると考えられた。

##### 3・2・2 吸収液

薬学会協定衛生試験法記載の環境試験法<sup>8)</sup>では、吸収液として0.1N水酸化ナトリウム溶液のほかトリエタノールアミン吸収液も採用している。トリエタノールアミンは二酸化イオウを定量的に吸収し、吸収されて生成したSO<sub>3</sub><sup>2-</sup>を空気酸化に対して安定化する性質を有するため、我々もこれを用いて検討した。その結果、水酸化ナトリウム溶液を用いた場合と同様、回収率は30.6%及び35.2%と低い値を示した。このことから、吸収液は回収率に大きな影響を及ぼしていないことが推察できた。

##### 3・2・3 試薬

蒸留時間及び吸収液の関係では、回収率及びその再現性が改善されなかったため、次に食品中の亜硝酸の妨害を防ぐために試料に添加するアジ化ナトリウムや、同様にアセトアルデヒドの妨害を防ぐため添加するジメドン等の試薬についてその影響を検討した。

まず5%ジメドン・エタノール液、アジ化ナトリウム溶液、及びエタノールを加えない場合の回収率を調べた。その結果は回収率99.1%と良好な値を示した。このことから、これら試薬が回収率に影響を及ぼしていることが推察できたので、次にこれら試薬を個々に除いて添加回収実験を行い検討した。その結果は表 2 に示すとおり、ジメドンを添加した場合は回収率が

表 2 試薬の添加による回収率の変化

条 件 No.	ジメドン液	アジ化ナトリウム液	エタノール	回収率 (%)
1	+	+	+	50.4
2	-	+	+	98.7
3	-	+	-	105.2
4	+	-	+	72.7
5	-	-	-	99.1

50.4%及び72.7%で、それを除いた時の回収率98.7%~105.2%に比べて非常に低い値を示した。このことからジメドンが回収率に大きな影響を及ぼしていると考えられた。

3・3 ジメドン溶液の保存条件の検討

3・3・1 ジメドンの品質

3・2からジメドンにより回収率が低下することが示唆されたが、これはジメドン試薬のメーカーの品質の相違により生じた可能性も考えられたので、次に国外メーカー1社及び国内メーカー2社のジメドンを用

いて比較検討を行った。その結果、回収率はどのメーカーのものでも低く、また再現性にも問題があった。このことから回収率の低下はジメドン固有の性質によるものであると推察された。

3・2・2 ジメドン試薬の保存条件

ジメドンは光と酸素に対して不安定であるという性質を有している。従って、ジメドン試薬が保存中に分解して生じた分解産物が亜硫酸に影響を及ぼしたり、亜硫酸から発生した二酸化イオウと結合したり、あるいはパラロザニリンによる発色を妨害したりする可能性もあると考えられた。そのため保存条件等を変えたジメドン液を用いて、光や酸素、温度等に対する安定性について経時的に検討した。つまりジメドン液を調製した後それをこれまでどおり透明ガラス容器に入れ室温、又は水中で放置したもの、褐色ガラス容器に入れ室温又は冷所に放置したもの、並びに試液調整時に酸素を除去するため、窒素ガスを吹き込み透明ガラス容器に入れ室温で放置したものの計5種類の保存溶液を用いて調製直後、1時間、3時間、5時間、7時間及び24時間後に添加回収率を調べた。その結果は、図2に示すように透明容器に入れたものは、保存温度等にかかわらず回収率はすべて経時的に減少し24時間後では11%以下となった。また、褐色容器に入れ遮光したものは、いずれも回収率は24時間後でもほとんど変化がなく、良好な値を示した。このことから、ジメドン液が光により変化し、それによって回収率に影響を及ぼしていることが推察された。このため通気蒸留法の比色法による残留亜硫酸定量試験に用いるジメドン液は調製直後のものを用いるか、もしくは遮光容器に保存する必要があると考えられた。

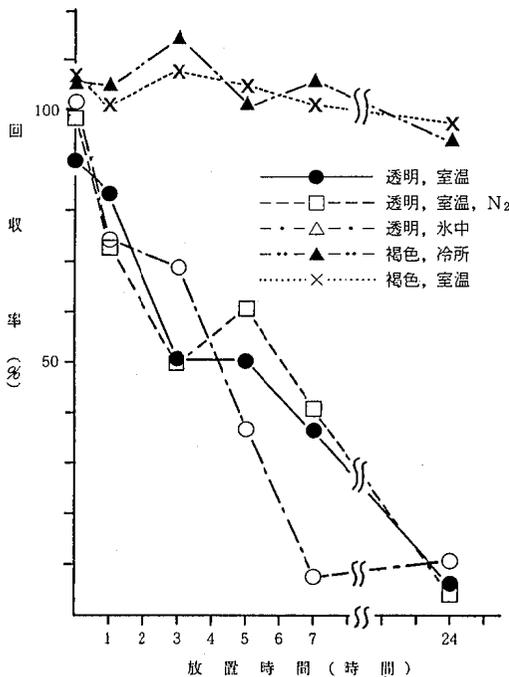


図 2 ジメドン液の保存条件による回収率の経時変化

4 ま と め

食品中の残留微量亜硫酸の通気蒸留法(比色法)による分析時に、同一試料の分析値に大きな差異を認め

たので検討した。

- (1) 亜硫酸標準溶液を用いて添加回収実験を実施したところ回収率は25.0~94.3%と低く、その再現性にも問題があった。
- (2) 蒸留時間等の操作条件、及びアジ化ナトリウム等の試薬を検討した結果、食品中のアセトアルデヒドなどの妨害を防ぐ目的で添加するジメドン液が回収率及びその再現性に影響を及ぼしていることが分かった。
- (3) 温度や光等に対する条件を変えて保存したジメドン液を用いて検討したところ、光がジメドン液に影響を及ぼしており、遮光保存したジメドン液を用いた場合、回収率及び再現性は良好であった。これらの結果、本法による食品中の残留亜硫酸の微量分析においてジメドン液を使用に当たっては、遮光保存等の十分な注意が必要であると考えられる。

#### 文 献

- 1) 松本 茂：衛生化学, 22, 105—107 (1976)
- 2) 日本薬学会編：衛生試験法注解, p186—189 金原出版, 東京 (1973)
- 3) 浜野 孝, 三ッ橋幸正, 松本幸夫：食衛誌, 19, 56—61 (1978)
- 4) 中村昌道, 岸奈保子, 中岡正吉, 和田 裕, 河端俊治：食衛誌, 14, 629—630 (1973)
- 5) Fujita, K, et. al. : Z. Lebensm. Unters. Forsch. 168, 206—211 (1979)
- 6) 日本薬学会編：衛生試験法注解, p313—316, 金原出版, 東京 (1980)
- 7) Ogawa, S., et. al. : Z. Lebensm. Unters. Forsch., 168, 293—298 (1979)
- 8) 日本薬学会編：衛生試験法注解, p1080—1081 金原出版, 東京 (1980)

〔報 文〕

## 塩素化ベンゼンの分析法の改良について

石川県衛生公害研究所食品薬品部 四月朔日富司子・塚林 裕・玉井 徹

## 1 はじめに

塩素化ベンゼンは、米国有害規制法(TSCA)第4条e項で勧告物質となっており、発癌性、催奇性、その他の慢性的影響が指摘され、環境に及ぼす影響及び疫学研究の実施を勧告されている。更に、米国の水質浄法第64条により水質クライテリア(案)が提案され、例えば、ペンタクロロベンゼンでは、淡水水生生物を保護するためのクライテリアは、上限で36ppb、海水水生生物を保護するためのクライテリアは、上限で2.9ppb、人の健康を保護するためのクライテリアは、0.5ppbとされている<sup>1)</sup>。

塩素化ベンゼンは、電子産業の廃棄物として、また、溶剤、農薬、伝導熱媒体、各種化合物の塩素化工程での化学中間体などに使用され、その結果、環境中に入り込み、その脂溶性と難分解のゆえに、食物連鎖の過程で生体に蓄積されるものと考えられている<sup>2)</sup>。

我々も、昭和57年度から環境庁の委託研究事業「生物指標環境汚染測定調査(生物モニタリング)」に参加し、その一環として塩素化ベンゼンについて、ムラサキイガイを用いて汚染実態を調査してきた。その生物モニタリングの分析方法<sup>3)</sup>を用いて添加回収実験を行ったところ、10種類の塩素化ベンゼンすべてについて、50%以下という著しい低回収率であった。そこで、我々は、その原因について検討し若干の知見を得たので報告する。

分析した塩素化ベンゼンは、p-ジクロロベンゼン(p-DCB)、m-ジクロロベンゼン(m-DCB)、o-ジクロロベンゼン(o-DCB)の3種のジクロロベンゼン(DCB類)、並びに、1,2,3-トリクロロベンゼン(1,2,3-TCB)、1,2,4-トリクロロベンゼン(1,2,4-TCB)、1,3,5-トリクロロベンゼン(1,3,5-TCB)、

1,2,3,4-テトラクロロベンゼン(1,2,3,4-TeCB)、1,2,3,5-テトラクロロベンゼン(1,2,3,5-TeCB)、1,2,4,5-テトラクロロベンゼン(1,2,4,5-TeCB)、ペンタクロロベンゼン(PeCB)の7種類のクロロベンゼン(その他のCB類)の計10種で、それらの構造式、分子量、融点、沸点、用途を表1に示した。

## 2 実験方法

## 2・1 試料

魚は、フナ、クロダイ、マイワシの可食部を細かく粉碎したもの50g、貝は、シジミ、カキガイ、ムラサキイガイのむき身全体をホモジナイズしたもの50g、鳥は、チュウサギ、アオサギの胸肉を細かく粉碎したもの20g、底質土は、水分含有67%のもの20g、水は、100mlをそれぞれ1回の分析に用いた。試料の保存は、冷凍庫と冷蔵庫を用いた。

## 2・2 試薬

塩素化ベンゼンの標準品は、東京化成工業(株)製標準品を用い、各々ヘキサンに溶解して、DCB類は、0.1~0.5ppm、その他のCB類は0.01~0.05ppmの濃度の10種混合標準溶液とした。

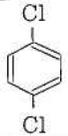
濃硫酸は精密分析用、水酸化カリウムは試薬特級、n-ヘキサンは残留農薬試験用で、いずれも和光純薬工業(株)製を用いた。

## 2・3 装置と測定条件

ガスクロマトグラフ(GC)：(株)島津製作所製GC-5A(ECD付き)を用い、試料は、3 $\mu$ l注入し定量した。測定条件は、次のとおりである。

カラム：内径3mm、長さ2mガラスカラム  
カラム充てん剤：①5% Bentone34 + 5% DC200/  
Gas ChromQ 60~80mesh  
②15% DEGS/ChromosorbW

表1 塩素化ベンゼンの構造式とその性質及び用途

分析項目	構造式	分子量	融点(°C)	沸点(°C)	用途
p-DCB		147	53	174	染料中間物 殺虫剤 防腐剤 農薬
m-DCB		147	-24.7	173	有機溶剤 農薬, 染料 顔料
o-DCB		147	-1.7	180	有機溶剤 殺虫剤 消毒剤 伝導熱媒体
1,2,3-TCB		181	52.6	221	染料, 顔料 中間物, トランス油 潤滑油
1,2,4-TCB		181	17	213	染料 顔料中間物 トランス油 潤滑油
1,3,5-TCB		181	63.4	208	染料 顔料中間物 トランス油 潤滑油
1,2,3,4-TeCB		216	45 46	254	
1,2,3,5-TeCB		216	51	246	
1,2,4,5-TeCB		216	139.5 140.5	240	
PeCB		250	85 86	276	

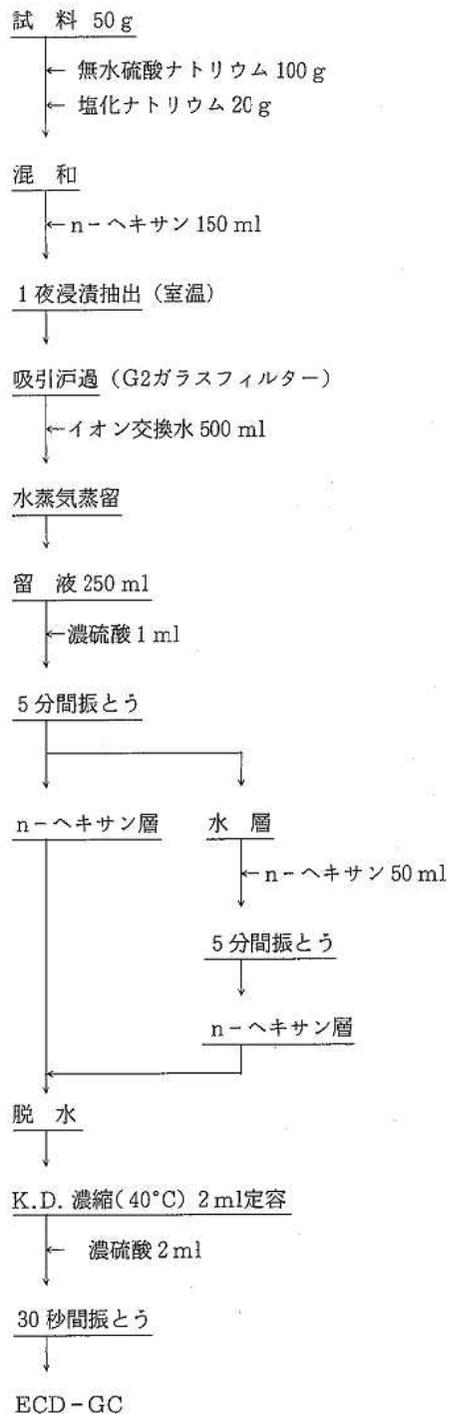


図1 塩素化ベンゼン分析法(生物モニタリング)

(AW-DMCS) 60 ~ 80 mesh

温度：カラム部 130°C

注入口部 200°C

検出部 220°C

キャリアガスと流量：窒素ガス ①1.6Kg/cm<sup>2</sup>

②1.2Kg/cm<sup>2</sup>

### 2・4 試験溶液の調整

試料からの塩素化ベンゼンの抽出・精製は、生物モニタリングの分析方法(図1)を改良した図2-1, 図2-2による方法で行った。すなわち、300mlの丸底フラスコに試料(魚介類50g, 水100ml, 鳥(サギ)20g), イオン交換水100ml, 濃硫酸10mlを入れよく混和し、突沸を防ぐために1夜放置する。また、底質土の場合は、濃硫酸の代わりに水酸化カリウム 5g を入れてよく混和して1夜放置する。改良型精油定量装置には、あらかじめイオン交換水を入れておき、その上

にn-ヘキサン3ml積層し、冷却水を流した状態でマントルヒーター上で3時間還流抽出を行う。還流抽出後、n-ヘキサン層を取り正確に10mlにメスアップし、濃硫酸10mlで2回硫酸処理を行い、n-ヘキサン層を分取し1夜放置しこれを試験溶液とした。

### 3 結果及び考察

#### 3・1 標準溶液のガスクロマトグラフと検量線

塩素化ベンゼン10種混合標準ヘキサン溶液(DCB類各0.2ppm, その他のCB類各0.02ppm(5% Bentone 34+ 5% DC200), DCB類各0.4ppm, その他のCB類各0.04ppm(15% DEGS)含有)を3μl, ECD付きGCに注入した場合のガスクロマトグラムを図3に示した。5% Bentone34+ 5% DC200のカラムでは、p-DCB, m-DCB+1.3.5-TCB, 1.2.4-TCB, o-DCB, 1.2.3.5-TeCB, 1.2.4.5-TeCB,

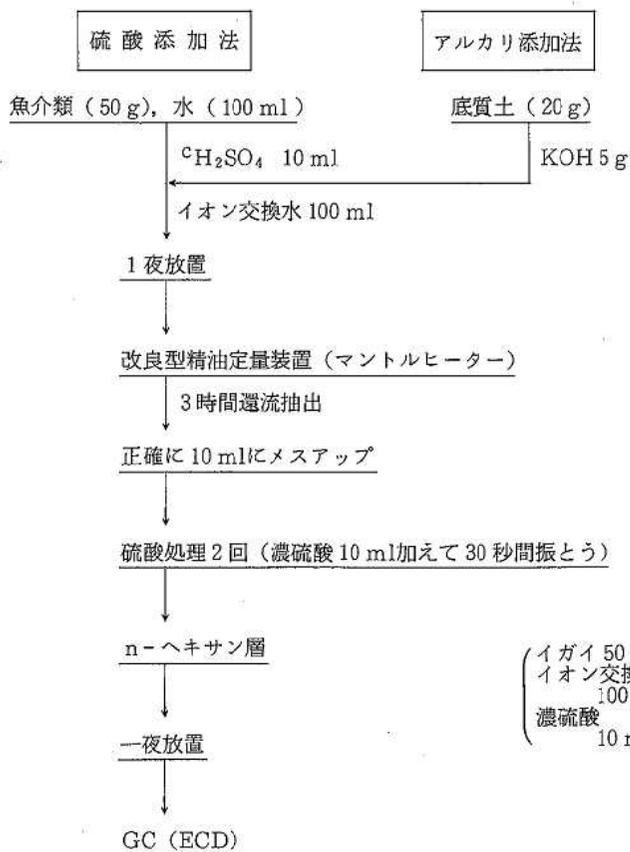


図 2-1 塩素化ベンゼンの改良分析法

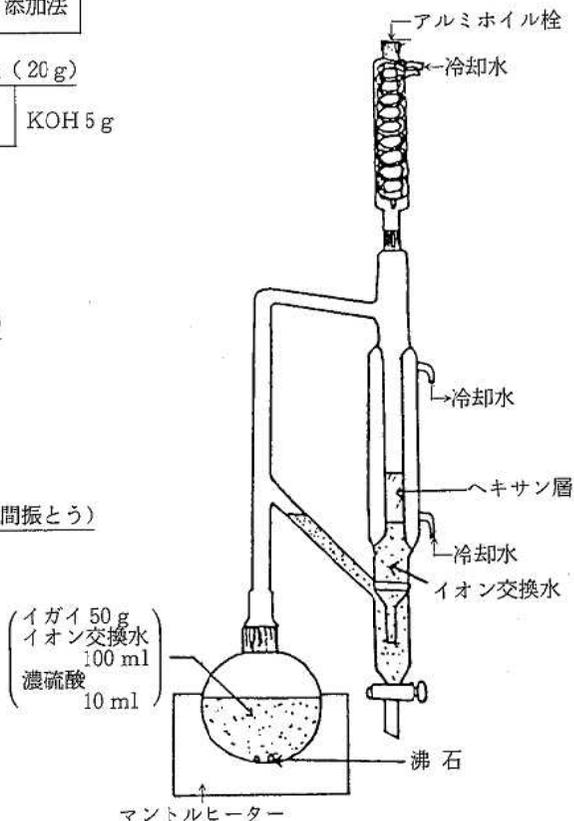


図 2-2 改良型精油定量装置

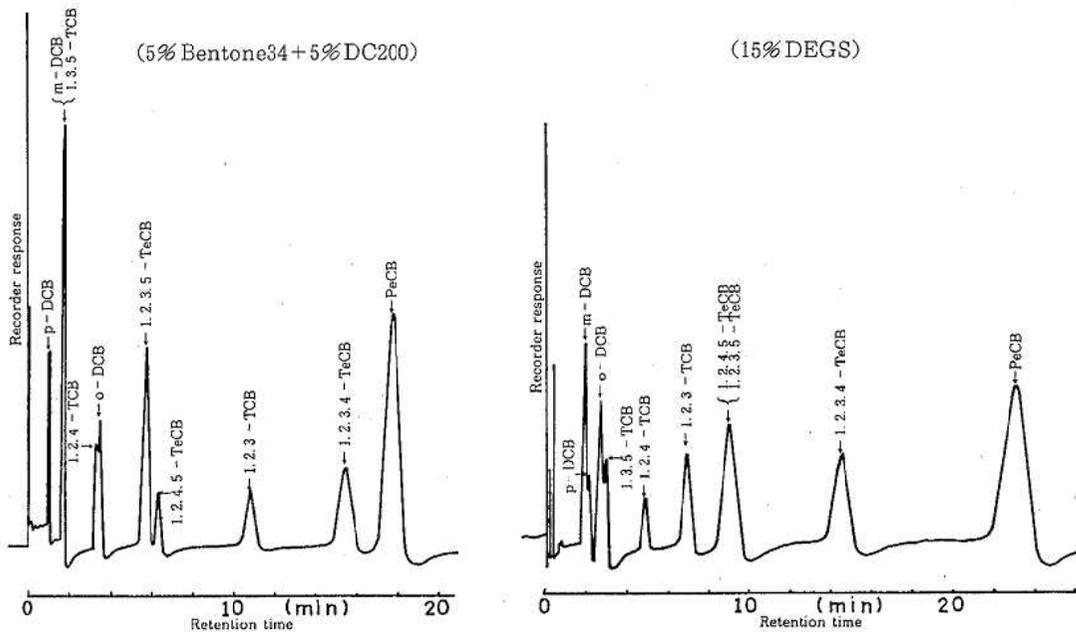


図3 標準溶液のガスクロマトグラム

1.2.3-TCB, 1.2.3.4-TeCB, PeCBの順に、また15%DEGSのカラムではm-DCB, p-DCB, o-DCB, 1.3.5-TCB, 1.2.4-TCB, 1.2.3-TCB, 1.2.4.5-TeCB + 1.2.3.5-TeCB, 1.2.3.4-TeCB, PeCBの順のピークが検出された。

検量線は、図4に示したように、DCB類では、0.1~0.4ppm, その他のCB類では、0.01~0.04ppmの範囲で直線性を示している。この場合、各々の検出限界は、DCB類は0.01ppm, その他のCB類は0.001ppmであった。但し、15%DEGSのカラムでは、p-DCBは、0.02ppm, 1.2.4-TCBは0.002ppmであった。

### 3・2 添加回収実験

ムラサキイガイ50g(むき身全体を均一にホモジナイズしたもの)に、塩素化ベンゼン10種混合標準ヘキササン溶液5ml(DCB類各5μg, その他のCB類各0.5μg含有), 試料と標準溶液をよくなじませるために倍量のアセトン溶液を加えよく混和し1時間放置後、生物モニタリングの分析法(図1)を用いて抽出・精製を行い、その回収率を調べた。結果は、表2のようになり、いずれの塩素化ベンゼンも50%以下の低回収率率であり、特に、p-DCBは12%と著しく低かった。

この原因について検討した結果、可能性のある事項として次の4点が考えられた。

- (1) 水蒸気蒸留による損失
- (2) 硫酸処理による損失
- (3) 抽出法の問題
- (4) 濃縮操作による損失

以下、この4項目について検討実験を行った。

#### 3・2・1 水蒸気蒸留による標準品の回収実験

塩素化ベンゼン10種混合標準ヘキササン溶液(DCB類各250μg, その他のCB類各25μg含有)250mlにイオン交換水500ml, 濃硫酸1ml加えて水蒸気蒸留を行い、その留液250mlをとり濃縮しないでGC測定をした。結果はすべて約100%の回収であった。すなわち、水蒸気蒸留による塩素化ベンゼンの損失はなかった。

#### 3・2・2 硫酸処理による標準品の回収実験

塩素化ベンゼン10種混合標準ヘキササン溶液10mlを同量の濃硫酸で2回30秒間振とう後GC測定を行った。結果は、塩素化ベンゼンが約100%の回収率を示し硫酸処理による損失はなかった。

#### 3・2・3 抽出法の問題

1夜のn-ヘキササン浸漬抽出では、抽出が不十分なこ

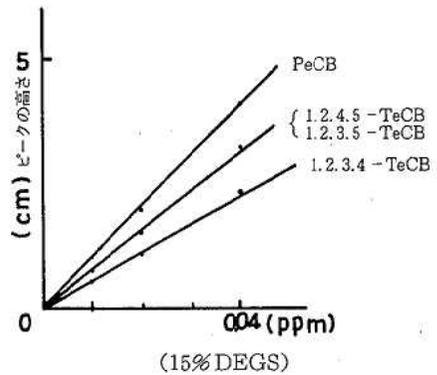
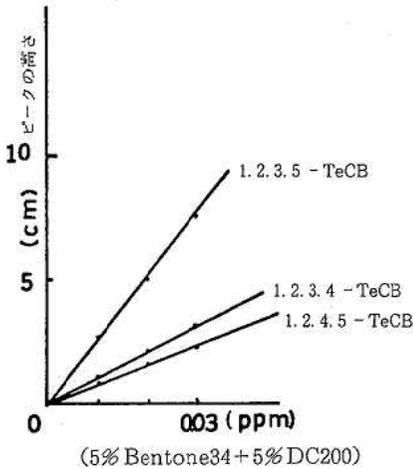
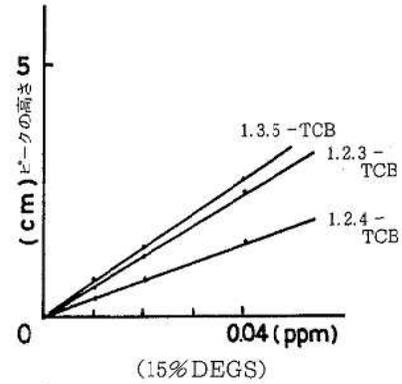
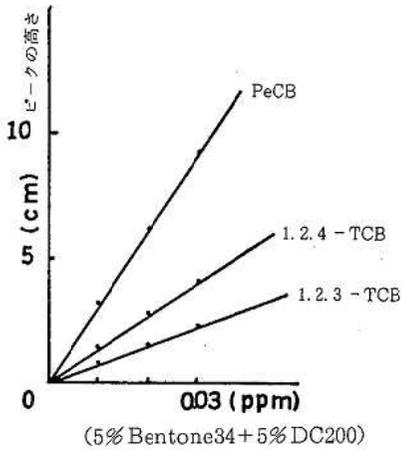
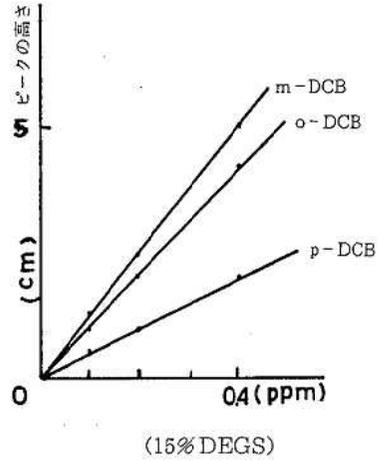
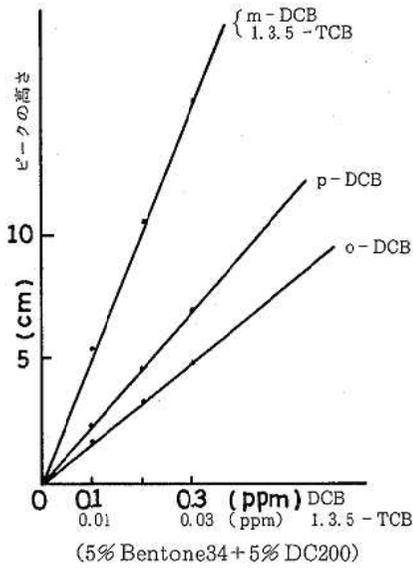


図4 塩素化ベンゼンの検量線

表2 生物モニタリングの分析法による添加回収実験

分析項目	回収率 (%)
p-DCB	12
m-DCB	*
o-DCB	30
1.2.3-TCB	41
1.2.4-TCB	34
1.3.5-TCB	*
1.2.3.4-TeCB	34
1.2.3.5-TeCB	28
1.2.4.5-TeCB	43
PeCB	28

(\*は妨害があり測定不能であった)

表3 振とう抽出・水蒸気蒸留による添加回収実験

分析項目	回収率 (%)
p-DCB	18
m-DCB	*
o-DCB	36
1.2.3-TCB	49
1.2.4-TCB	47
1.3.5-TCB	*
1.2.3.4-TeCB	47
1.2.3.5-TeCB	43
1.2.4.5-TeCB	69
PeCB	41

(\*は妨害があり測定不能であった)

とを考慮して、ムラサキガイに塩素化ベンゼン10種混合標準ヘキサン溶液 5ml (DCB類各 5 μg, その他のCB類各0.5 μg含有), 倍量のアセトン溶液を加えて振とう抽出 (15分間 3回抽出) を行った。結果は表3のとおりで回収率はわずかに上昇したが, おおむね50%以下であった。

3・2・4 濃縮法の問題について

p-DCBが特に回収率が低いことから, 昇華性の影響が考えられたので, 濃縮法による塩素化ベンゼン標準品の回収を調べた。塩素化ベンゼン10種混合標準ヘキサン溶液10ml, 5ml (DCB類各 5 μg, 各 2.5 μg, その他のCB類各0.5 μg, 各0.25 μg含有) をn-ヘキサン200mlに加えてよく混和後, (1)ケデルナ・ダニッシュ (K.D.) 濃縮, (2)ロータリーエバポレーターによる減圧濃縮, 減圧乾固, (3)常圧濃縮の3濃縮法を用いて 5 mlに濃縮し回収率を調べた。結果は, 表4のとおりであった。

(1) K.D.濃縮では, 1回の濃縮操作でDCB類約20~30%, その他のCB類約10~20%の損失があった。

(2) ロータリーエバポレーター濃縮では, 減圧濃縮すると20~50%の損失があり, 減圧乾固すると70~90%の大きな損失があった。

(3) 常圧濃縮では, (1), (2)の濃縮法より回収率は高くなっているが, DCB類で約15%の損失があり, 特にp-DCBの位置に妨害ピークが存在し測定できなかった。

すなわち, 塩素化ベンゼンの分析上, 濃縮過程にお

表4 濃縮法による標準品の回収率 (%)

濃縮法 添加量 (μg)	(1) K.D. 濃縮法		(2) ロータリーエバポレーター 濃 縮 法		(3) 常 圧 濃縮法					
	DCB,その他CB (5.0, 0.5)	DCB,その他CB (2.5, 0.25)	DCB,その他CB (5.0, 0.5)	DCB,その他CB (2.5, 0.25)	DCB,その他CB (2.5, 0.25)	DCB,その他CB (2.5, 0.25)				
p-DCB	77	77	90	92	51	23	56	16	*	*
m-DCB	72	65	73	74	52	27	50	15	86	89
o-DCB	72	65	70	72	52	28	48	15	84	88
1.2.3-TCB	83	76	80	72	67	33	59	23	91	94
1.2.4-TCB	79	71	78	82	61	30	56	15	87	92
1.3.5-TCB	72	65	73	74	52	27	50	15	86	89
1.2.3.4-TeCB	84	79	87	84	73	37	63	26	92	100
1.2.3.5-TeCB	83	79	86	84	70	35	62	21	91	96
1.2.4.5-TeCB	84	77	87	85	70	35	60	23	89	94
PeCB	86	83	88	84	80	41	63	32	92	98

(\*は妨害があり測定不能であった)

ける損失が添加回収率に大きく影響していたが分かった。また、この原因により3・2・3で抽出法を振とう抽出に変えても回収率が50%以下になったものと思われる。そこで、我々は、濃縮操作のない抽出法を検討した結果、図2-2に示した改良型精油定量装置による還流抽出法を採用することにした。

3・3 還流抽出時間について

ムラサキイガイ50gに塩素化ベンゼン10種混合標準ヘキサン溶液5ml (DCB類各5 μg, その他のCB類各0.5 μg含有), 倍量のアセトン溶液を加えてよく混和し, 1時間放置後, イオン交換水100ml加えて図2-2の装置で還流抽出を行い標準品の回収を調べた。ほぼ100%の回収をするには, 7~8時間の長時間の還流抽出が必要であったが, より短時間でかつ効率よく抽出するため, 濃硫酸10ml加えてみたところ,

約半分の時間でよいことが分かった。(硫酸添加法)以下, 還流抽出時間について検討実験を行った。

3個の300mlの丸底フラスコに各々ムラサキイガイ50g, 塩素化ベンゼン10種混合標準ヘキサン溶液5ml (DCB類各5 μg, その他のCB類各0.5 μg含有), 倍量のアセトン溶液を加えてよく混和し, 1時間放置後, 図2-2の装置で還流抽出時間を2時間, 3時間, 4時間とし図2-1の分析法を用いて標準品の回収率を調べた。結果は表5に示したように, DCB類は2時間>3時間>4時間, その他のCB類のうちのTCB類は2時間=3時間>4時間, その他のCB類のうちのTeCB類は, 3時間>2時間>4時間, PeCBは3時間>4時間>2時間の順に回収率が高かった。すなわち10種類の塩素化ベンゼンについて良好な回収率を得るためには, 還流抽出時間3時間が適当である

表 5 還流抽出時間の違いによる添加回収率 (%)

抽出時間 分析項目	2 時 間			3 時 間			4 時 間		
	p-DCB	70	89	54	68	74	65	53	65
m-DCB	97	95	77	98	84	93	79	73	77
o-DCB	93	100	77	91	79	86	74	75	72
1.2.3-TCB	104	102	84	102	90	93	85	81	77
1.2.4-TCB	101	100	82	102	90	94	82	78	78
1.3.5-TCB	97	95	77	98	84	93	79	73	77
1.2.3.4-TeCB	99	96	84	106	99	104	92	85	88
1.2.3.5-TeCB	95	87	91	106	94	102	89	82	86
1.2.4.5-TeCB	99	86	84	106	100	100	92	89	89
PeCB	80	69	66	95	93	90	90	81	84

表 6 改良後の添加回収実験

(単位%)

抽出時間 分析項目	クロダイ	フナ	シジミ	ムラサキイガイ	底質土	水
	p-DCB	70	73	60	74	78
m-DCB	100	94	95	88	91	96
o-DCB	98	90	96	91	99	93
1.2.3-TCB	100	92	102	100	93	98
1.2.4-TCB	106	94	101	88	98	95
1.3.5-TCB	100	94	95	88	91	96
1.2.3.4-TeCB	104	101	100	100	102	100
1.2.3.5-TeCB	106	103	107	92	102	101
1.2.4.5-TeCB	104	101	103	94	102	97
PeCB	109	103	94	90	101	101

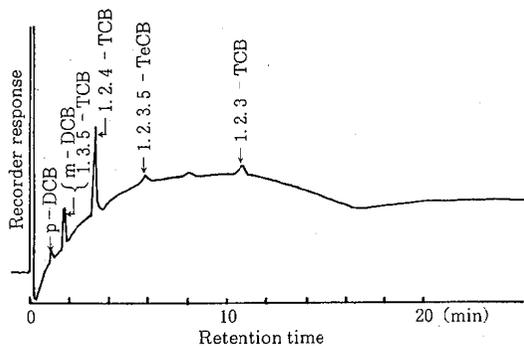


図 5-1 底質土中の塩素化ベンゼン (濃硫酸)  
(5% Bentone 34 + 5% DC 200)

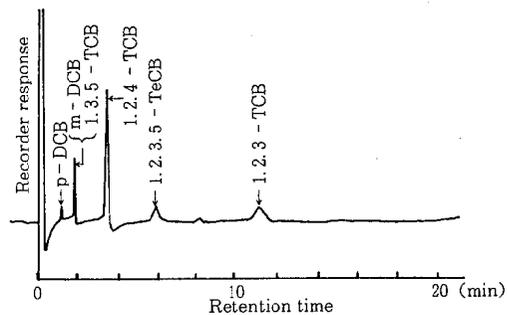


図 5-2 底質土中の塩素化ベンゼン  
(水酸化カリウム)  
(5% Bentone 34 + 5% DC 200)

ことが分かった。

### 3・4 改良後の添加回収実験

試料にイオン交換水100mlと濃硫酸10mlを加え3時間の還流抽出を行う改良法(図2-1)を用いて、魚介類、底質土、水についての添加回収実験を行った。

#### (1) 魚介類について

魚(クロダイ、フナ)、貝(シジミ、ムラサキガイ)各々50gに塩素化ベンゼン10種混合標準ヘキサン溶液5ml(DCB類各5μg、その他のCB類各0.5μg含有)、倍量のアセトン溶液を加え、各々よく混和し、1時間放置後、図2-1に従い、抽出・精製を行い定量した。結果は、表6のとおりでp-DCBは60~74%、m-DCBは88~100%、o-DCBは90~98%、1.2.3-TCBは92~102%、1.2.4-TCBは88~106%、1.3.5-TCBは88~100%、1.2.3.4-TeCBは100~104%、1.2.3.5-TeCBは92~107%、1.2.4.5-TeCBは94~104%、PeCBは90~109%となり、回収率は表2に比べて大幅に上昇した。

#### (2) 底質土について

底質土20gを図2-1の硫酸添加法に従い抽出・精製を行い定量したところ、図5-1のガスクロマトグラムに見られるように、5%Bentone34+5%DC200のカラムでは、ベースが全体に高くなる妨害が現われ、また、15%DEGSのカラムでは、分析時間が非常に長くなることが分かった。そこで、濃硫酸の代わりに水酸化カリウムを加えたアルカリ添加法により定量したところ、還流抽出中に発泡が見られたが、図5-2のガスクロマトグラムから分かるように妨害は完全になくなった。すなわち、底質土中の塩素化ベンゼンの分析には、濃硫酸の代わりに水酸化カリウムを加えるアルカリ添加法により良好な結果が得られることが判

明した。

底質土20gに塩素化ベンゼン10種混合標準ヘキサン溶液3ml(DCB類各3μg、その他のCB類各0.3μg含有)、倍量のアセトン溶液を加えてよく混和し、1時間放置後、イオン交換水100ml、水酸化カリウム5g加えて図2-1に従い抽出・精製を行い定量した。結果は、表6に示したように、p-DCBのみは78%であったが、その他はすべて90%以上の良好な回収率であった。

#### (3) 水について

水100mlに塩素化ベンゼン10種混合標準ヘキサン溶液5ml(DCB類各0.5μg、その他のCB類各0.5μg含有)、倍量のアセトン溶液を加えてよく混和し、1時間放置後、イオン交換水100ml、濃硫酸10ml加えて図2-1に従い抽出・精製を行い定量した。結果は、表6に示したように、p-DCBのみは85%、その他はすべて93%以上と良好であった。

以上のことより、我々が考案した塩素化ベンゼンの改良分析法(図2-1)は、魚介類、底質土、水等について良好な分析法といえる、但し、水の場合は、1lの丸底フラスコを用いて採用試料をより多くした方が、検出限界が低くなりより良好な結果が得られるものと思われる。

### 3・5 魚、貝、鳥、底質土、水、中の塩素化ベンゼンについて

魚(フナ、クロダイ、マイワシ)可食部50g、貝(シジミ、ムラサキガイ、カキガイ)むき身全体50g、鳥(チュウサギ、アオサギ)胸肉20g、底質土、20g、水100ml中の塩素化ベンゼンを図2-1の方法を用いて分析したところ、図6、図7、図8、図9、図10のようなガスクロマトグラムが得られた。図6か

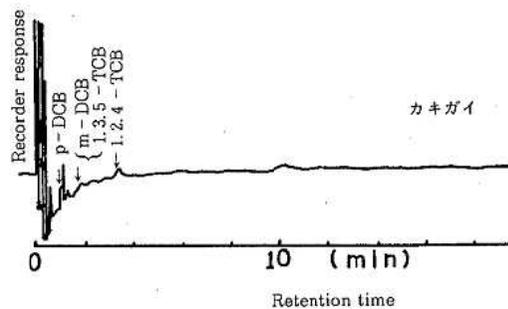
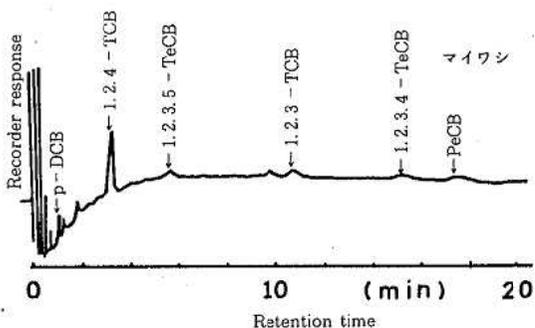
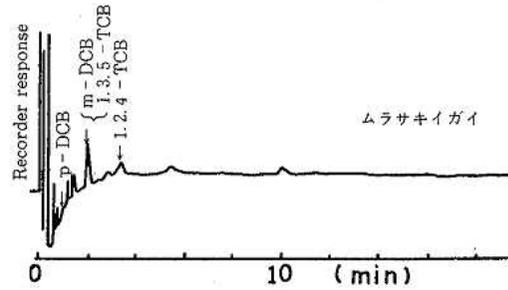
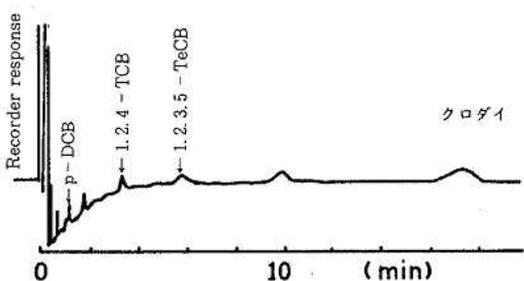
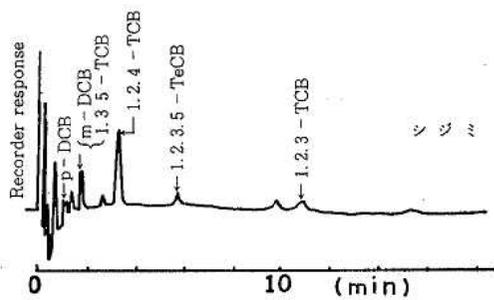
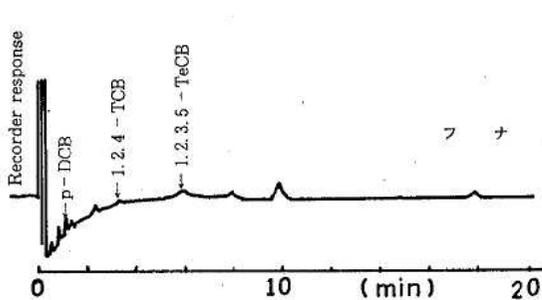


図 6 魚中の塩素化ベンゼンのガスクロマトグラム (5% Bentone 34 + 5% DC 200)

図 7 貝中の塩素化ベンゼンのガスクロマトグラム (5% Bentone 34 + 5% DC 200)

ら、フナ、クロダイでは、p-DCB, 1.2.4-TCB, 1.2.3.5-TeCBが痕跡程度、マイワシでは、p-DCB, 1.2.3.5-TeCB, 1.2.3-TCB, 1.2.3.4-TeCB, PeCBが痕跡程度、1.2.4-TCBが0.001ppm、図7から、ムラサキガイ、カキガイでは、p-DCB, m-DCB+1.3.5-TCB, 1.2.4-TCBが痕跡程度、シジミでは、p-DCB, m-DCB+1.3.5-TCB, 1.2.3.5-TeCB, 1.2.3-TCBが痕跡程度、1.2.4-TCBが0.002ppm、図8から底質土(水分含量67%)では、p-DCB, m-DCB+1.3.5-TCB, 1.2.3.5-TeCBが痕跡程度、1.2.4-TCBが0.004ppm検出された。

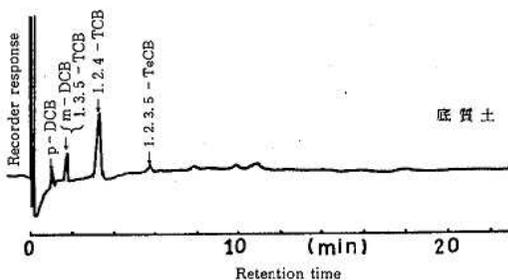


図 8 底質土中の塩素化ベンゼンのガスクロマトグラム (5% Bentone 34 + 5% DC 200)

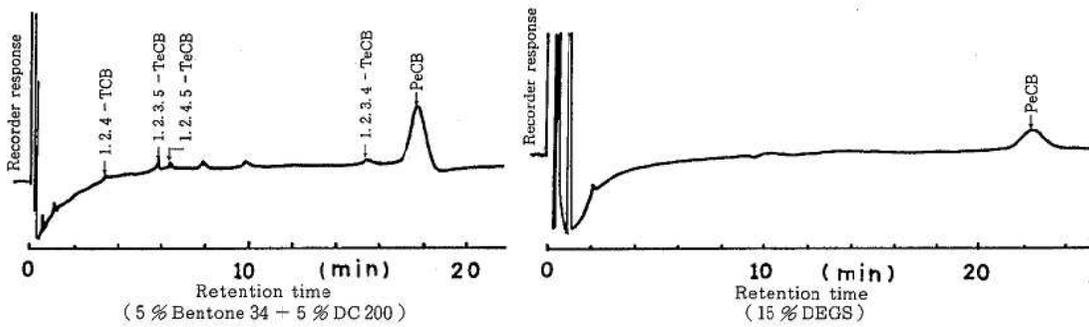


図 9 チュウサギ (胸肉) 中の塩素化ベンゼンのガスクロマトグラム

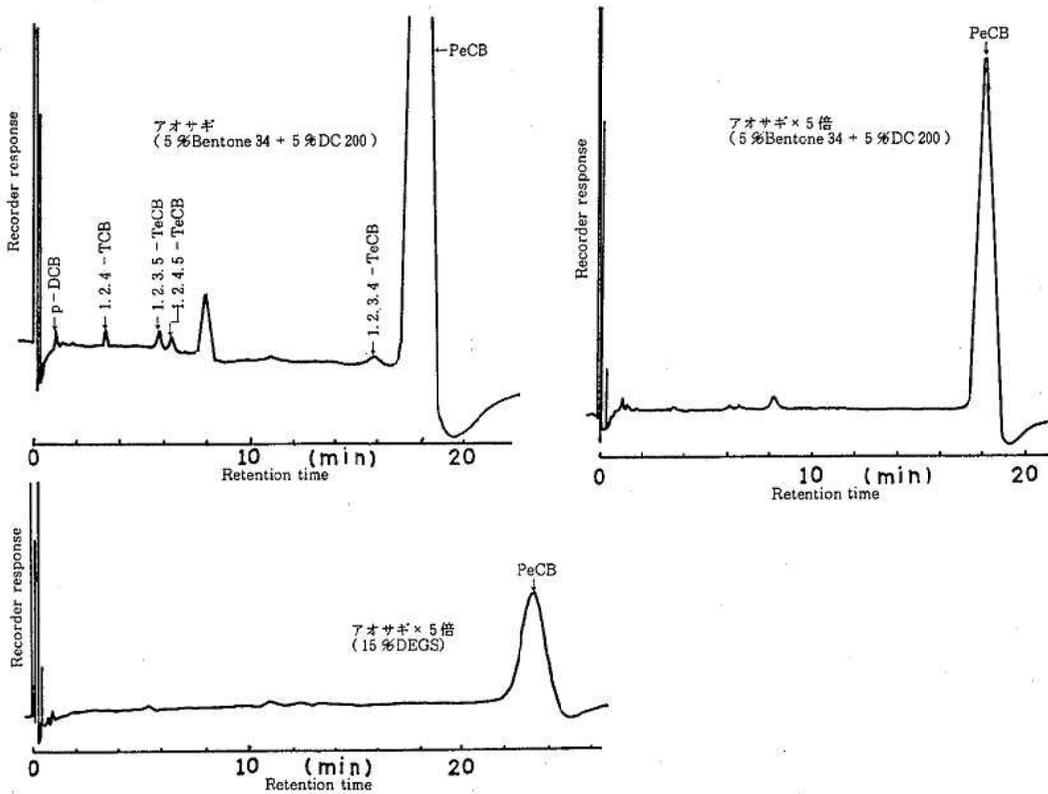


図 10 アオサギ (胸肉) 中の塩素化ベンゼンのガスクロマトグラム

また図9からチュウサギでは1,2,4-TCB, 1,2,3,5-TeCB, 1,2,4,5-TeCB, 1,2,3,4-TeCBが痕跡程度, PeCBが0.001 ppm, 図10から, アオサギでは, p-DCB, 1,2,4-TCB, 1,2,3,5-TeCB, 1,2,4,5-

TeCB, 1,2,3,4-TeCBが痕跡程度, PeCBが0.061 ppm検出された。アオサギでは, PeCBのピークが大きく検出され, 15%DEGSのカラムで同定確認を行い, PeCBが特異的に濃縮残留していることが分かっ

た。また、水からは塩素化ベンゼンは検出されなかった。

#### 4 ま と め

我々は、「生物指標汚染測定調査」の一環として塩素化ベンゼンの分析について生物モニタリングの方法を検討したところ、濃縮操作による損失が回収率に大きく影響を及ぼしていることが分かった。そこで、濃縮操作のない抽出法として、改良型精油定量装置を採用し、また、より短時間でかつ効率よく抽出ができ、しかも、妨害をなくするために、試料に、魚介類・水の場合は、濃硫酸を加える硫酸添加法、底質土の場合は、水酸化カリウムを加えるアルカリ添加法を用い、かつ3時間の還流抽出を行う方法を考察した。この改良法は、生物モニタリングの分析方法<sup>3)</sup>に比べて、実験操作が短く簡易になり、使用する試薬も少なく、また、改良型精油定量装置は密閉系であるため昇華性のあるものに適し、添加回収率も大幅な上昇がみられた。

この改良法を用いて分析を行ったところ、魚介類、鳥類、底質土中に塩素化ベンゼンの存在を確認するこ

とができた。中でも、マイワシ、シジミ、底質土からは、1,2,4-TCBがそれぞれ0.001ppm, 0.002ppm, 0.004ppm検出された。また、チュウサギ、アオサギでは、PeCBが各々0.001ppm, 0.061ppm検出され、15%DEGSのカラムで同定、確認を行った。

なお、試料のチュウサギ、アオサギは、石川県野鳥園から提供を受けたもので、これは、同園に傷病鳥として持ち込まれた後、死亡したものである。

#### 文 献

- 1) 環境庁、環境保健部、保健調査室編：昭和55年度ケミカルアセスメント・マニュアルレポート、化学物質と環境、p81-89、東京(1980)
- 2) Jan J. and Malnersic. S.: Bull. Environm. Contam. Toxicol. 24, 824-827 (1980)
- 3) 日本分析センター編：昭和58年度環境庁公害防止等調査研究委託費による報告書、難分解性化学物質検索調査研究、p41-47、東京(1983)

〔報 文〕

## 有機塩素系残留農薬分析法の改良について

— ダイコン中のイソチオシアネートの除去 —

石川県衛生公害研究所食品薬品部 玉井 徹・塚林 裕・四月朔日富司子

## 1 はじめに

野菜、果実等の有機塩素系農薬の分析法は、試料を有機溶媒で抽出し、クリーンアップ後、電子捕獲型検出器付きガスクロマトグラフ（以下ECD-GCと略す）で測定するのが一般的であるが、ECD-GCは比較的選択性に乏しいため、親電子性物質による妨害を受けやすい。

特にダイコン中に含まれる香気・辛味成分のイソチオシアネート化合物（以下イソチオシアネートと略す）は<sup>1)</sup>親電子性が強く、公定法によるクリーンアップでは除去できないため、多くの場合有機塩素系農薬分析を妨害する。またイソチオシアネートは、有機リン系農薬の分析も妨害するが、これは炎光光度検出器付きガスクロマトグラフ（以下FPD-GCと略す）の測定条件を変えることで充分定量することができる<sup>2)</sup>。しかし有機塩素系農薬の分析では、妨害の程度が大きいためECD-GCの条件を変えるだけでは充分な測定結果が得られず、従って何らかの方法で試料中からイソチオシアネートを除去する必要がある。それには、従来は均一化した試料を一カ月程度低温保存することにより試料中の水分で加水分解させていたが、この方法は時間がかかるうえに農薬成分の分解消失の可能性もあり、問題となっていた。

そこで我々は、より効率のよいイソチオシアネートの除去法を検討した結果、アミン反応による簡易な除去法を考案したので報告する。

## 2 実験方法

## 2・1 試料及び試薬

(1) 試料：市販の源助ダイコン及び総太りダイコンを均一化し、1:1の割合で混合したものを使用した。

(2) 試薬：アセトン、ベンゼン、ジエチルエーテル、酢酸エチル、n-ヘキサン、無水硫酸ナトリウムは和光純薬(株)製の残留農薬試験用、塩化ナトリウムは同社製の特級を使用し、また、水は蒸留水を約1/5量のベンゼンで2回洗浄したものを使用した。

フロリジルは、フロリジルPR（フロリジン社製）を130°Cで16時間活性化したもの、活性炭はダルコG-60（アトラスパウダー社製）を、微結晶セルロースはカラム用アビセル（旭化成(株)製）を使用した。

農薬標準液は、 $\alpha$ -BHC、 $\gamma$ -BHC、 $\delta$ -BHCをそれぞれ0.005ppm、 $\beta$ -BHC、ディルドリン、エンドリン、pp'-DDT、pp'-DDD、pp'-DDEをそれぞれ0.025ppm、カプタホールを0.5ppm含むアセトン溶液及びn-ヘキサン溶液を調製し、使用した。農薬はいずれも、和光純薬(株)製農薬標準品を用いた。

アミンはエチレンジアミン、n-ヘキシルアミン、アニリン、3,5-ジクロルアニリンの4種を、カルボン酸は、プロピオン酸、酢酸、ギ酸、トリクロル酢酸の4種を、それぞれ使用した（いずれも和光純薬(株)製の特級）。

## 2・2 装置及び測定条件

(1) FPD-GC：島津GC-5 A型、Sフィルター使用（イソチオシアネート測定に使用）

Improvement of Organo-Cl Pesticides Residue Analysis by Removing of Isothiocyanates in Japanese Radish. by Tohru TAMAI, Hiro TSUKABAYASHI and Fujiko WATANUGI (Department of Food and Drug, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

(2) ECD-GC: 島津GC-7 A型, データ処理装置 (クロマトパックC-R2 AX) 付き (有機塩素系農薬測定に使用)

(3) 測定条件: ガスクロマトグラフの操作条件は表1に示した。

2・3 実験操作

食品衛生法に定められた公定法<sup>3)</sup>を図1に示す。また図1中のカラムクロマトグラフィーの条件を表2に示す。実験はダイコンよりの抽出操作 (図1中の④) までを, 公定法どおり行ない, 以下の操作について, イソチオシアネートを除去するために次の検討を行なった。すなわち(1)フロリジルカラムクロマトグラフィークリーンアップ (以下クリーンアップと略す) における溶出条件の検討, (2)クリーンアップ前におけるダイコン試料抽出液 (図1の④に相当, 以下抽出液と略す) とカルボン酸との反応, (3)抽出液とアミンとの反応の

3点である。また, 農薬標準液 (n-ヘキサン溶液) または, ダイコン試料中に農薬標準液 (アセトン溶液) を20ml添加し, 公定法による抽出操作を行ったものについて, 上記の3条件による回収実験を行った。

3 結果と考察

3・1 公定法分析におけるイソチオシアネートの影響

ダイコンについて公定法の実験操作を行った場合の図1中のフラクション1 (以下Fr 1と略す) のFPD-GC及びECD-GCのチャートを図2及び図3に示した。図2におけるA, B 2本のピークが, ダイコン中の主なイソチオシアネートであるが<sup>2)</sup>, これらは図3のECD-GCでは, 溶媒に近接する大きなテーリングとして表われ, 農薬標準液のチャート, 図4と比較して分かるように有機塩素系農薬の測定を妨害している。しかし図1におけるフラクション2 (以下

表 1 ガスクロマトグラフ操作条件

	FPD-GC	ECD-GC
充てん剤液相	5% Silicone DC QF-1	2% Silicone OV-17 *
担体	Gas Chrom Q (Mesh 80~100)	Chromosorb W (Mesh 60~80) **
カラム材質	ガラス製	ガラス製
カラムサイズ	長さ2m, 内径3.2mm	長さ2m, 内径3.2mm
カラム槽温度	115°C	210°C
注入部温度	230°C	250°C
検出器温度	250°C	250°C
キャリアガス及び流量	N <sub>2</sub> (99.99%), 60 ml/min	N <sub>2</sub> (99.999%), 60 ml/min
燃焼ガス及び流量	H <sub>2</sub> , 45 ml/min	—————
助燃ガス及び流量	空気, 45 ml/min	—————
検出器イオン電流	—————	1nA
試料注入量	5 µl	3 µl

\* カプタホール測定は, 2%シリコーンOV-210を使用

\*\* カプタホール測定はMesh 80~100を使用

表 2 カラムクロマトグラフィー条件

	フロリジルカラム	ダルコアビセルカラム
充てん剤	フロリジル 20 g *	活性炭及び, 微結晶セルロースを1:10の割合に混合したもの, 5 g *
カラム材質	ガラス製	ガラス製
カラム内径	20 mm	15 mm
充てん方法	n-ヘキサン湿式充てん	n-ヘキサン湿式充てん
洗浄溶媒	n-ヘキサン 100 ml	n-ヘキサン 100 ml

\* 上下に高さ2cm層の無水硫酸ナトリウムを入れる。

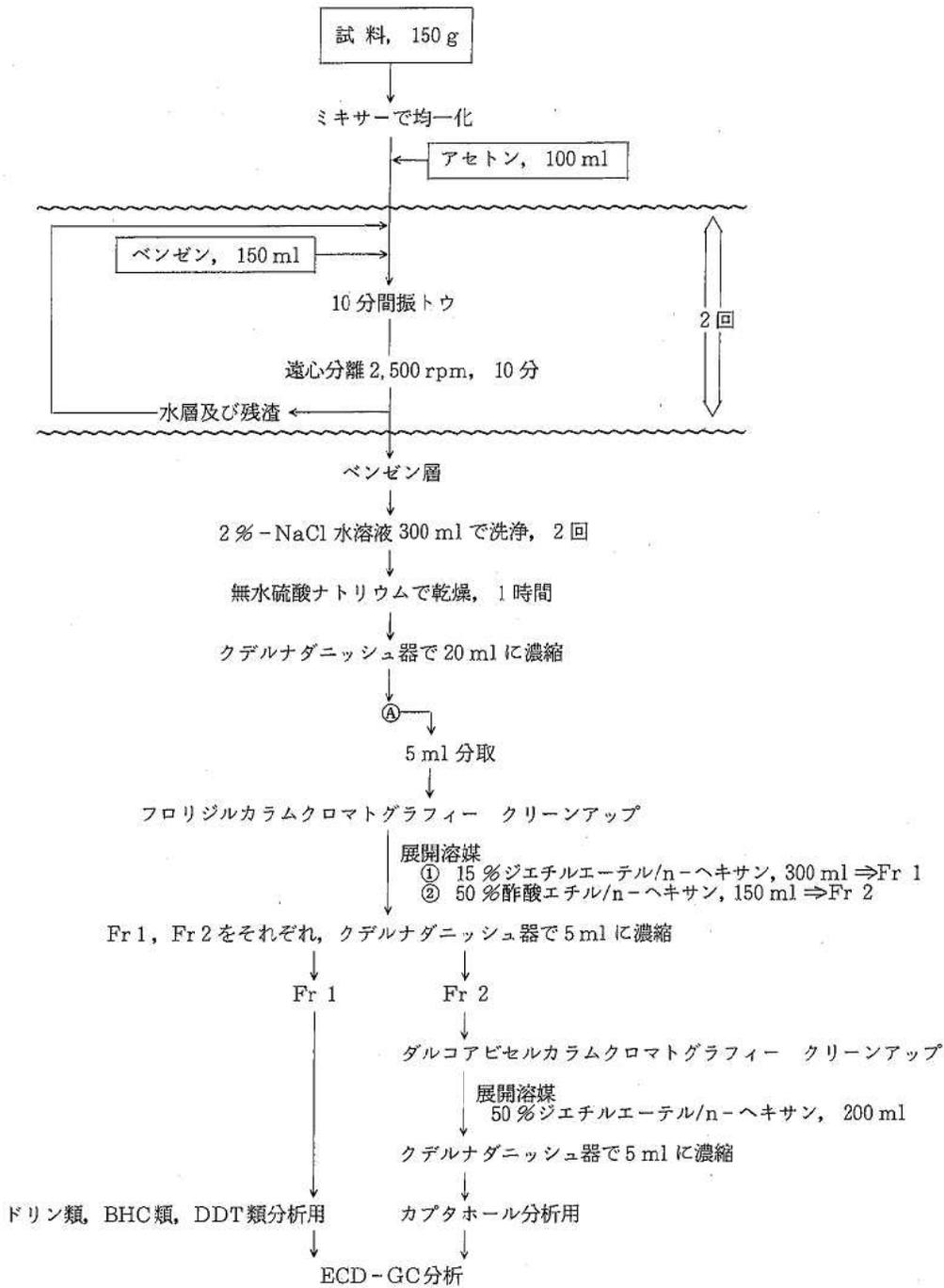


図 1 有機塩素系残留農薬分析法 (公定法)

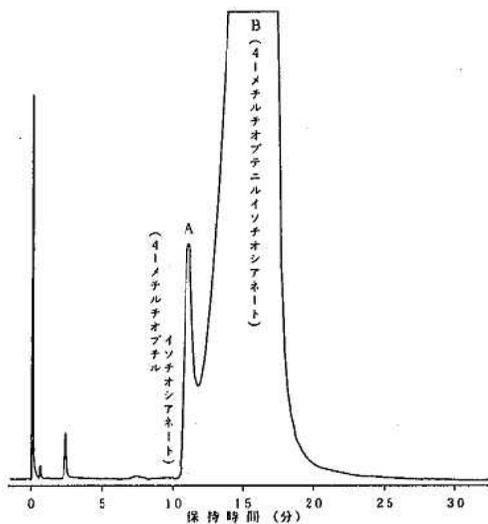


図 2 ダイコン抽出液の FPD-GC によるクロマトグラム

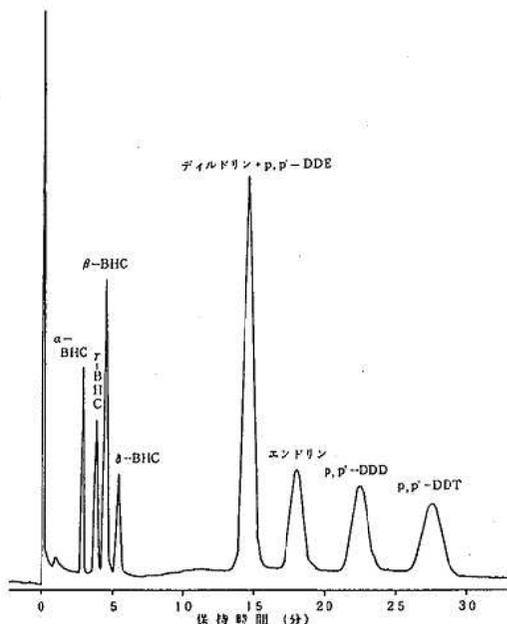


図 4 有機塩素系農薬の ECD-GC によるクロマトグラム

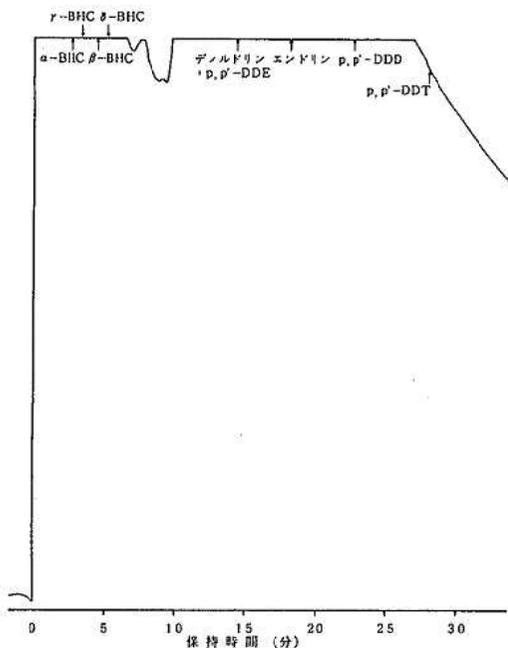


図 3 ダイコン抽出液の ECD-GC によるクロマトグラム

ネートは比較的揮発性が大きく、濃縮操作の際、ある程度揮散するが、完全消失することはない。また水中では比較的不安定で約 1 カ月で消失するが、n-ヘキサン中及びベンゼン中では非常に安定で、日光照射のもとで 1 カ月放置しても変化しなかった。

### 3・2 クリーンアップ条件の検討

抽出液は公定法どおりのクリーンアップを行ってもイソチオシアネートを除くことができないため、ジエチルエーテル濃度を薄めて展開溶媒の極性を低くし、溶出速度を遅くすることによりイソチオシアネートを分別除去できないかどうかを検討した。

抽出液及び農薬標準液 (n-ヘキサン溶液) について、15%、8%、4%、2%、1%、0.5% の各濃度のジエチルエーテルでそれぞれ溶出させ、50ml とに分別した。次いで抽出液についての各フラクションを 5ml に濃縮後 FPD-GC で測定し、イソチオシアネートのピークが認められたものについて同一溶出位置に相当する農薬標準液の溶出フラクションを 5ml に濃縮後 ECD-GC で定量した。結果を表 3 に示す。

表から分かるように、4% 以上のジエチルエーテルでは、 $\alpha$ -BHC、 $\beta$ -BHC、 $\gamma$ -BHC 及び pp'-DDE がイソチオシアネートと同一のフラクションに溶出した。2% 以下では大部分の農薬との分別が可能であるが、

Fr 2 と略す) にはこのピークは認められず、カプタホルの分析には影響はみられない。よって改良の検討はまず、Fr 1 を対象に行った。このイソチオシア

表 3 フロリジルカラムクロマトグラフィーにおける、イソチオシアネート溶出分布

ジエチルエーテル濃度, %	イソチオシアネート溶出フラクション, ml	同一フラクションにおける溶出農薬
15	50 ~ 100	$\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ -BHC, p, p'-DDE (それぞれ 100%)
8	50 ~ 100	"
4	50 ~ 150	"
2	100 ~ 150	$\beta$ -BHC (4%), $\gamma$ -BHC (30%)
1	150 ~ 200	$\gamma$ -BHC (27%)
0.5	200 ~ 300	$\gamma$ -BHC (12%)

$\gamma$ -BHCの一部はやはり溶出している。

以上のように、イソチオシアネートの溶出位置は $\gamma$ -BHCと似ており、カラムクロマトグラフィーによるクリーンアップは困難である。

3・3 イソチオシアネートとカルボン酸との反応

一般に、イソチオシアネートは水、アルコールなどの活性な水素をもつ化合物と付加反応を起こすが、その多くは速度が遅く可逆的である。しかしカルボン酸及びアミンとの反応は、不可逆的であると言われている<sup>4)</sup>。そこで、抽出液とカルボン酸の反応を試みた。

4種のカルボン酸のうちプロピオン酸及び酢酸はn-ヘキサンで希釈して1%とし、ギ酸及びトリクロル酢酸は、ジエチルエーテルで希釈して10%とした後n-ヘキサンを加えて1%に調製した。次いで各希釈液を5mlずつ同量の抽出液と混合し、24時間室温で密栓放置後、公定法のクリーンアップを行い、FPD-GCでイソチオシアネートを測定した。

結果は表4に示したように、いずれのカルボン酸とも反応せず、FPD-GCにおけるイソチオシアネート

表 4 カルボン酸とイソチオシアネートとの反応

カルボン酸	反応時間(時間)	イソチオシアネート消長
トリクロル酢酸	24	未反応
ギ酸	"	"
酢酸	"	"
プロピオン酸	"	"

カルボン酸濃度各1% (n-ヘキサン溶液)

のピークは、消失しなかった。

3・4 イソチオシアネートとアミンとの反応

次に、イソチオシアネートとアミンとの反応を試み

た。アミン溶液はn-ヘキサン希釈液としたが、n-ヘキシルアミン及びエチレンジアミンは、10%のジエチルエーテル溶液とした後n-ヘキサンで希釈した。

最初に4種のアミンについて0.5%溶液を5mlずつ同量の抽出液と混合し、24時間室温で密栓放置後、公定法のクリーンアップを行い、FPD-GCで測定した。

表 5 各種アミンとイソチオシアネートとの反応

アミン	反応時間(時間)	イソチオシアネート消長
エチレンジアミン	24	消失
n-ヘキシルアミン	"	"
アニリン	"	未反応
3, 5-ジクロルアニリン	"	"

アミン濃度 0.5% (n-ヘキサン溶液)

結果は表5に示したように、アニリン及び3, 5-ジクロルアニリンとは未反応であった。しかし塩基性の強いn-ヘキシルアミン及びエチレンジアミンとは反応しFPD-GCにおけるイソチオシアネートのピークは、図5に示すとおり消失することがわかった。また、ECD-GCの測定も行ったが、図6に示すとおり図3に見られるようなイソチオシアネートによる妨害はなくなった。なおn-ヘキシルアミン及びエチレンジアミンについては、反応開始後約10分で混合液が白濁し始め、24時間後にはこれが濁色タール状沈殿となるので反応進行の目安とすることができる。

この反応は、アミンの塩基性が強いほど早く進行することが予想されたので、以下最も塩基性が強く安価なエチレンジアミンについて検討を加えた。以下の実験においてクリーンアップ以後の操作は公定法どおりである。

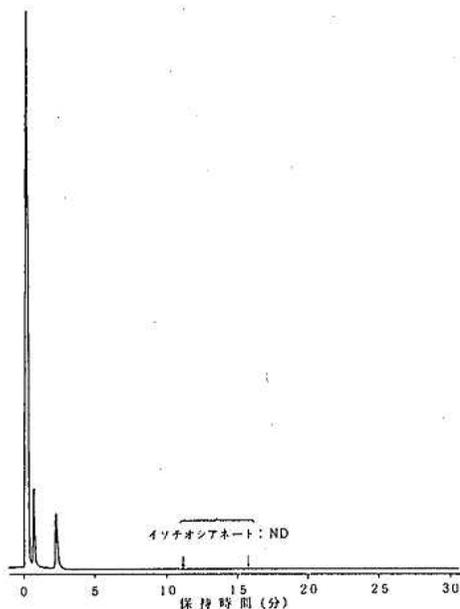


図5 ダイコン抽出液のFPD-GCによるクロマトグラム  
エチレンジアミン反応(24時間  
0.5%) 後クリーンアップ

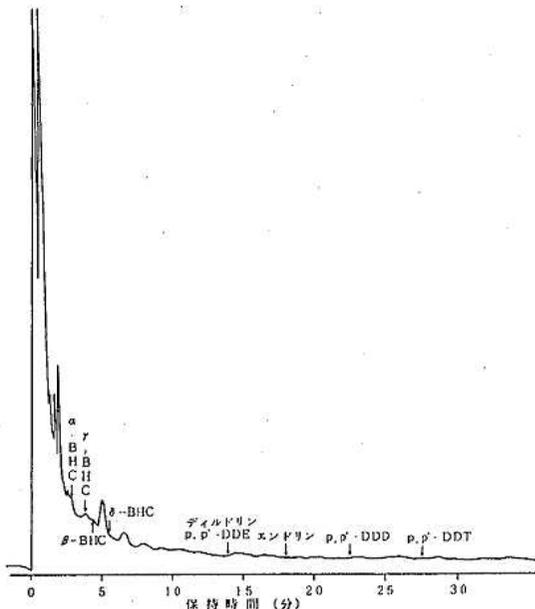


図6 ダイコン抽出液のECD-GCによるクロマトグラム  
エチレンジアミン反応(24時間  
0.5%) 後クリーンアップ

表6 エチレンジアミン、イソチオシアネート  
反応I (濃度変化)

エチレンジアミン濃度 %, n-ヘキサン溶液	イソチオシアネート消長
0.5	消 失
0.05	"
0.005	未 反 応
0.0005	"

反応時間 24 時間

表7 エチレンジアミン、イソチオシアネート  
反応II (経時変化)

反 応 時 間	イソチオシアネート消長
5 分	未 反 応
20 分	痕 跡 量
75 分	消 失
24 時間	"

エチレンジアミン濃度 0.5% (n-ヘキサン溶液)

エチレンジアミン濃度による反応の変化を反応時間24時間でみたのが表6である。表から0.05%以上の濃度ではイソチオシアネートが消失することが分かった。しかしダイコンの種類によってはイソチオシアネートの含量に差があり、青首ダイコン等の辛味の強いものではこの濃度で100%消失しない可能性もあるため、以上の実験は主に0.5%濃度で行った。表7の経時変化の検討では、ほぼ20分後から急速に反応が進行し始め、75分でイソチオシアネートは消失した。

次に、農業標準液及びこれをダイコンに添加し抽出したのものについて同じ条件の反応を行いFr1に溶出

する農薬成分について回収率を調べた。

まず各反応時間による回収率の違いを調べてみたが、いずれの時間においても $\delta$ -BHCの回収率が極めて低く、 $\alpha$ -BHCもやや低くなっている(表8及び図7)。これはエチレンジアミンによって分解したとも考えられるが、アミンを負荷させることによりフロリジルの活性が変化したためとも思われる。そこでエチレンジアミンの影響を除くべく、いくつかの改良を加えてみた。表9の条件がそれで、いずれの条件でも $\alpha$ -及び $\delta$ -BHCの回収率が上昇した(図8)。

表9の条件Aはアミン濃度を $\frac{1}{10}$ の0.05%としたものであるが、前述したようにイソチオシアネート含量が

表 8 エチレンジアミン存在下における有機塩素系農薬の回収率 I (経時変化)

(%)

農 薬	反 応 時 間			
	20分*	75分*	75分**	24時間*
$\alpha$ -BHC	70	62	83	64
$\gamma$ -BHC	92	80	93	85
$\beta$ -BHC	98	92	93	96
$\delta$ -BHC	13	10	36	10
ディルドリン+p, p'-DDE (総和)	97	98	96	99
エンドリン	110	104	112	112
p, p'-DDD	97	94	100	101
p, p'-DDT	97	98	105	103

\* 農薬のみカラム回収      \*\* ダイコンへの添加回収  
 エチレンジアミン濃度 0.5% (n-ヘキサン溶液)  
 農薬濃度  $\alpha, \gamma, \delta$ -BHC, 0.005 ppm, その他 0.025 ppm

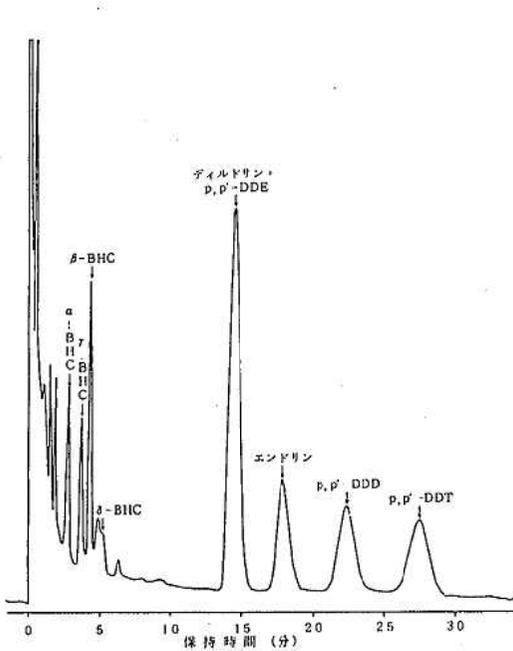


図 7 有機塩素系農薬, ダイコン中より添加回収 ECD-GCによるクロマトグラム エチレンジアミン反応 (75分, 0.5%) 後 クリーンアップ, 水洗せず

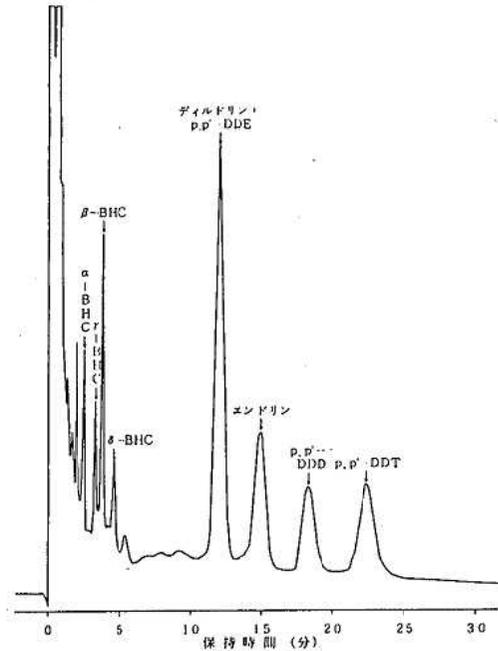


図 8 有機塩素系農薬, ダイコン中より添加回収 ECD-GCによるクロマトグラム エチレンジアミン反応 (24時間, 0.5%) 後水洗してクリーンアップ

多い場合は, 完全に消失しないこともあり得る。また条件Bはクリーンアップを省略したものであるが, 検出器を汚染するため実際の分析には使えない。条件Cはクリーンアップ前に反応液を水洗する方法であり,

3条件中最も適当といえる。実際には水洗操作の際に液が懸濁することが多いため, 抽出液を多めに取って (7ml程度) 反応させ, 水洗後に一定量を計り取ってクリーンアップを行なった。

表 9 エチレンジアミン存在下における有機塩素系農薬の回収率Ⅱ (各改良条件下)

(%)

農 薬	条件A *	条件B *	条件C *	条件C **
α-BHC	88	100	86	94
γ-BHC	98	121	93	92
β-BHC	93	82	98	99
δ-BHC	101	85	97	86
ディルドリン+p, p'-DDE (総和)	100	82	100	101
エンドリン	107	81	101	109
p, p'-DDD	99	84	97	99
p, p'-DDT	98	44	100	102

A: エチレンジアミン濃度 0.05% (他は 0.5%)  
 B: フロリジルカラムクリーンアップ省略  
 C: 反応後, 同量の水で3回洗浄後, 無水硫酸ナトリウムで30分乾燥  
 \* 農薬のみ回収 \*\* 農薬のダイコンへの添加回収  
 農薬濃度 α, γ, δ-BHC 0.005 ppm, その他は 0.025 ppm  
 反応時間 24 時間

表 10 エチレンジアミン存在下における有機塩素系農薬の回収率Ⅲ (農薬濃度変化)

(%)

農 薬	濃度A	濃度B	濃度C
α-BHC	86	78	77
γ-BHC	93	83	84
β-BHC	98	101	115
δ-BHC	97	78	76
ディルドリン+p, p'-DDE (総和)	100	91	90
エンドリン	101	93	89
p, p'-DDD	97	87	94
p, p'-DDT	100	85	87

A: α, γ, δ-BHC 0.005 ppm, その他 0.025 ppm  
 B:  $A \times 1/2$   
 C:  $A \times 1/4$   
 農薬のみカラム回収, エチレンジアミン濃度 0.5%  
 24時間反応後, 水洗

この条件下での有機塩素剤濃度変化による回収率の検討結果を表10に示した。濃度の減少につれて δ-BHCの回収率がやや低くなっているが, これは δ-BHCの検出感度が比較的低いための誤差であると思われる。

3・5 カプタホールに対するアミンの影響

Fr 2 (カプタホール分析用) についても, エチレンジアミン反応に対する影響を調べた。

カプタホールの分析は, ECD-GCのカラムが OV-17では保持時間が長くなるのでOV-210で測定

した。結果は表11に示したように, 水洗を行ってもカプタホールは全く回収されなかった。

カプタホール等のフタルイミド系化合物はアルカリに不安定で, 抽出の際に酸性条件下にしないと試料中の植物成分により分解しやすく<sup>5)</sup>, 我々の実験でも抽出時に酢酸 5 mlを加え, さらにクリーンアップの際に 1%酢酸 (n-ヘキサン溶液) を 5 ml添加することにより, 回収率が上がることが確認されている。

このことから, 塩基性の強いエチレンジアミンを用いた改良法 (図9) は, カプタホール分析には不適当

表11 カブタホール回収率に対する各種条件の影響

条 件	カブタホール回収率 (%)
A **	0
B **	0
B *	5
C **	62
D *	83

A : エチレンジアミン反応, 0.5%, 24時間, 水洗  
 B : 公定法のみ  
 C : 酢酸々性下で抽出, クリーンアップ  
 D : 酢酸々性下でクリーンアップ  
 \* カブタホールのみカラム回収  
 \*\* ダイコンへの添加回収  
 カブタホール濃度 0.5 ppm

であるので, 図に示すように他の有機塩素系農薬とは別に抽出操作を行う必要がある。

4 ま と め

ダイコン中のイソチオシアネートが, 公定法による有機塩素系農薬の分析を妨害するので, この除去法を検討したところ, 塩基性の強いエチレンジアミンを添加することにより, 除去が可能であることが分かった。

すなわち, 抽出液をエチレンジアミンのn-ヘキサン溶液と反応させ, 水洗した後にクリーンアップを行うことで, イソチオシアネートは完全に消失した。

更に, この条件下では, 食品衛生法に残留基準が定められた有機塩素系農薬のうち, カブタホールを除くすべてのものの測定を妨げなかった, また, カブタホー

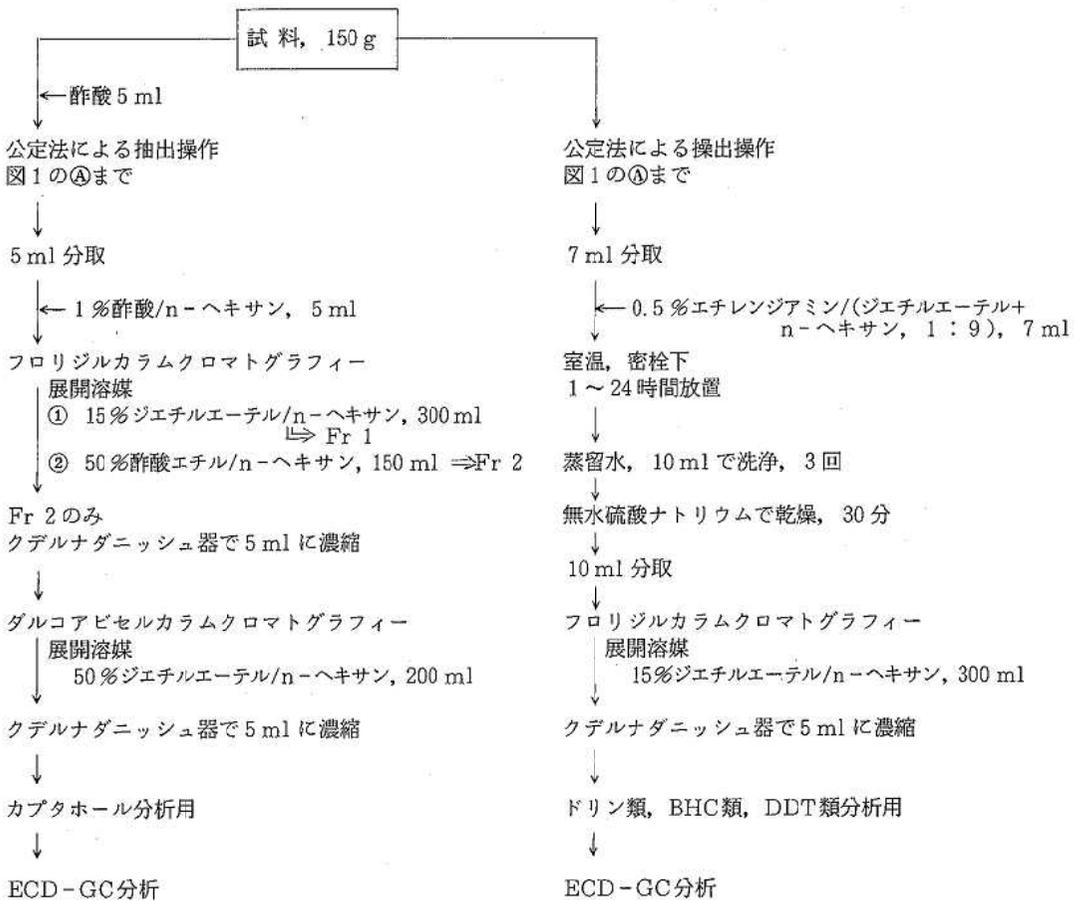


図 9 有機塩素系残留農薬分析改良法

ルは酢酸酸性下で抽出し、クリーンアップを行えば、イソチオシアネートと分別できるので、特に問題はない。

#### 文 献

- 1) 栄養学ハンドブック編集委員会編：栄養学ハンドブック, p1442, 技報堂(1974)
- 2) 松本比佐志：大阪府立公衆衛生研究所研究報告, 食品衛生編, 11, p99~102(1980)
- 3) 厚生省環境衛生局食品衛生課監：食品衛生小六法, p206~p229(1980)
- 4) 小竹無二雄監：大有機化学, 5, p453~p455, p484~p486, 朝倉書店(1967)
- 5) 加藤誠哉, 後藤真康：残留農薬分析法, p192~p193, ソフトサイエンス社(1980)

〔報 文〕

## 漢方製剤の品質評価に関する研究（第6報）

— 柴胡桂枝湯製剤中の黄芩成分の定量 —

石川県衛生公害研究所食品薬品部 小川 清・勝田 幸恵  
 (財) 東洋医学臨床研究所 北山 信明

### 1 はじめに

我々はこれまでに漢方エキス製剤の化学的品質評価方法を開発する目的で、柴胡桂枝湯エキス製剤を対象として、その構成生薬について順次、定量法を確立し、あわせて製剤中の含量実態調査を行ってきた<sup>1)~3)</sup>。今回は引き続き黄芩成分について検討を行ったので報告する。黄芩は厚生省指定漢方処方210品目中36品目に配合され、出現率17.1%と上位に位置する常用生薬で<sup>4)</sup>、含有成分としてはフラボノイド成分が主で現在までに20種以上が単離されている。そのうち量的に多いのはグルクロナイド成分のbaicalin (以下BG), wogonin glucuronide (以下WG) 及びoroxylin-A glucuronide (以下OXG) で、次いで、それらのア

グリコンのbaicalein (以下BL), wogonin (以下WO), oroxylin-A (以下OX) であり、中でも特にBGが10~20%と高い。また、それらのうち、BG, BL, WOの3種は標準品として市販されていることもあって、現在では黄芩はBGを中心に漢方製剤の品質評価には欠くことのできない対象生薬の一つとなっている。従って、定量方法に関しても最近では高速液体クロマトグラフ (HPLC) 法を用いた方法がいくつか報告されており、ほぼ一般化されつつある。しかし、黄芩自体の品質評価が主で、湯剤については若干検討はされているものの、漢方エキス製剤はほとんど調査されていない。また、従来の分析法に関しても、条件設定や操作にかなり問題がある。そこで、今回、我々はより簡易な方法の開発を目指して、まずBG, WG,

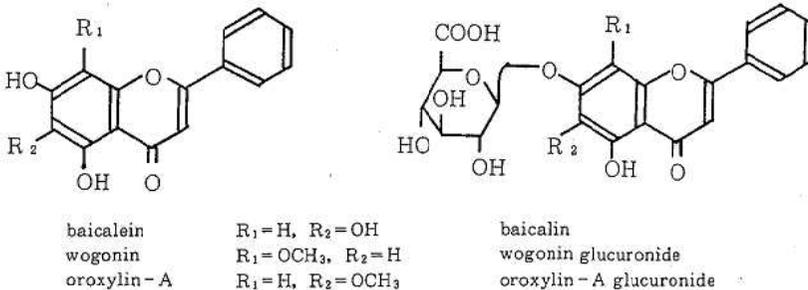


図 1 構造式

Studies on the Evaluation of Drugs in Sino-Japanese Medicine. 6. Determination of Scutellaria Root Constituents in "Saikokeishi-to" Preparations. by Kiyoshi OGAWA and Yukie KATSUTA (Department of Food and Drug, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment), and Nobuaki KITAYAMA (Clinical Research Institute for Oriental Medicine)

OXGのグルクロナイド3成分に絞って、柴胡桂枝湯エキス製剤中の定量法の検討、含量把握、湯剤との比較等を行った。更に柴胡桂枝湯以外の黄芩配合エキス製剤についても、同様の検討を行った。図1に各成分の構造式を示す。

## 2 実験の部

### 2.1 標準品

BG, WG, OXG: 黄芩から単離・精製した。

### 2.2 試料

エキス製剤: 黄芩配合医療用漢方エキス製剤各種  
生薬: すべて局方品カット生薬

### 2.3 試料溶液の調製

黄芩: 粉末化した黄芩200mgを精秤し、50%エタノール30mlで速やかに30分間加熱還流する。冷後、遠心分離を行い上澄液を分取する。残渣は室温で更に50%エタノール30mlで2回洗浄し、この洗液を先の抽出液に合わせ、50%エタノールを加え正確に100mlとし試料溶液とした。

エキス製剤: 粉末化した製剤200mg(黄連解毒湯、三黄瀉心湯、三物黄芩湯は100mg)を精秤し、50%エタノール5.0mlを加え、室温で30分間振とう抽出後、遠心分離して得られた上澄液を試料溶液とした。

自家湯剤: 黄芩は2.0gを、柴胡桂枝湯及び黄連解毒湯は処方1日量<sup>5)</sup>(表1)をビーカーにとり、水600mlを加え、ガスコンロで約半量になるまで加熱(約1時間)し、温時ガーゼろ過する。冷後、ろ液を遠心分離し、得られた上澄液をエキス含量測定用試料溶液とした。また、この液を50%エタノールで4倍に希釈したものを定量用の試料溶液とした。

酵素分解: 粉末化した黄芩200mgを精秤し、水30mlを加え、一定時間放置後、沸騰水浴上で30分間加熱す

る。冷後、遠心分離を行い、得られた上澄液を分取する。残渣は再び50%エタノール30mlで還流抽出し、先の抽出液に合わせ、100ml定容としたものを試料溶液とした。

### 2.4 標準溶液の調製

各標準品のメタノール溶液(BG: 0.4, WG・OXG: 0.2mg/ml)をメタノールで希釈してBG: 0.025~0.4mg/ml, WG・OXG: 0.0125~0.1mg/ml、の各種濃度の標準溶液を調製した。

### 2.5 エキス含量の測定

2.3で調製したエキス含量測定用試料溶液30.0mlを水浴上で蒸発乾固し、105°で4時間乾燥してデシケータ(シリカゲル)で放冷後、その重量を測定した。

### 2.6 HPLC条件

装置: 島津LC-4A

検出器: 島津紫外分光光度計検出器SPD-2 AS  
カラム: Analytical PAH (10 μm) (Perkin Elmer) 2.6mm φ × 25cm

カラム温度: 50°

移動相: アセトニトリル: 水: 酢酸 (15: 85: 1)

流速: 0.9ml/min

検出波長: 276nm

検出感度: 0.08AUFS

注入量: 5 μl

## 3 結果及び考察

### 3.1 標準品の単離・精製

今回の実験ではBG, WG, OXGの3種のグルクロナイド成分についてののみ定量を行ったが、それらのアグリコンであるBL, WO, OXについても単離した。方法としては各種文献<sup>6)-8)</sup>を参考にするとともに一部新手法も試みた。

#### 3.1.1 BG, WG, OXG

黄芩100gを水2lで1時間還流抽出し、熱時ろ過して得られた水抽出液を減圧下で約半量に濃縮した。これに濃塩酸5mlを加え、1夜放置後、析出した褐色の沈殿をろ取し、黄色の粉末状になるまでメタノールを加え加熱した。冷後、黄色粉末をろ取し、メタノール及び含水ジメチルホルムアミドで再結晶を繰り返し、融点226-228°(dec)の淡黄色針状晶としてBGを得た。

一方、黄色粉末を除いた母液は一旦減圧下で溶媒を留去した後、再び熱メタノールを加えて粉末化し、まだ大量に存在するBGを除き、この母液をポリアミド(和光純薬C-200)に吸着させてポリアミドカラムクロ

表1 自家湯剤処方 (g)

柴胡桂枝湯		黄連解毒湯	
黄芩	2.0	黄芩	3.0
柴胡	5	黄連	2
半夏	4	山梔子	2
桂皮	2	黄柏	1.5
芍薬	2		
人参	2		
大枣	2		
甘草	2		
生姜	1		

マトグラフィーを行い、メタノールで溶出させて、BGよりも早く溶出するWGとOXGの混合分画を分取した。次にこの混合物を少量の希水酸化ナトリウム液に溶かし、分取HPLCを行った。カラムはLiChrorep RP-18 (40~63 $\mu$ m) (Merck) 25mm $\phi$ ×310mmを用いアセトニトリル：水：酢酸 (27:73:1) で流速2ml/minで溶出させた。先に溶出したOXG分画は減圧下で溶媒を留去後、水を加え塩酸性にしてブタノールで抽出して単離した。これをメタノールで再結晶し、融点179°の黄色針状晶としてOXGを得た。一方、後に溶出したWG分画は同様に溶媒留去後、水を加え塩酸性にすると結晶が析出した。これをろ取し、メタノールで再結晶して融点197-198°の黄色針状晶としてWGを得た。

### 3・1・2 BL、WO、OX

これら3種のアグリコンは黄芩には通常0.1~1%程度しか含まれていないため<sup>9)10)</sup>、これらを得るには通常多量の黄芩が必要である。しかし一方で、黄芩自身にはグルクロナイドを分解して対応するアグリコンに変える酵素が含まれていることが知られている<sup>9)</sup>。そこで、この酵素を利用して多量に含まれているグルクロナイドをアグリコンに変換させ収率を上げる方法をとった、即ち、黄芩100gに水800mlを加え室温で1晩放置してグルクロナイドを分解させた後、ろ取した生薬残渣を風乾し、これをベンゼン1.5lで2回還流抽出した。熱時ろ過したベンゼン層から冷後、黄色結晶が析出した。これをろ取し含水メタノールで再結晶して融点271-274°の黄色針状晶としてBLを得た。一方、ろ液は減圧下で溶媒を留去後、シリカゲルカラムクロマトグラフィーを行い、クロロホルム：メタノール (100:1) 溶出部からOX分画及びWO分画を得た。WO分画はメタノールで再結晶を繰り返し融点194-196°の黄色針状晶としてWOを得た。また、OX分画はWOを含んでいたため、今度はシュウ酸処理したシリカゲルを用いてカラムクロマトグラフィーを行い、クロロホルム溶出部からOXを得た。メタノールで再結晶を繰り返し融点200-202°の黄色針状晶を得た。

### 3・2 HPLC条件の検討

グルクロナイド成分のHPLC法による分析はイオン抑制法<sup>8)10)</sup>とイオンペア法<sup>9)</sup>に大別される。このうちイオンペア法は最近発表されたもので、イオン対を形成させ、グルクロナイドの溶出時間をアグリコンとほぼ同じ時間まで遅らせ、同時定量しようとするものである。そこで、まず6成分の同時定量を目指して本法について条件の検討を行った、カラムはODS

系のLiChrosorb RP-18, Zorbax ODS, TSK-gel ODS, Analytical PAH. Nucleosil 5 C<sub>18</sub>を用い、カウンターイオンの種類、濃度、pH、移動相溶媒組成、塩類効果等について標準溶液及び黄芩と柴胡桂枝湯製剤の試料溶液を用いて分離条件を調べた。その結果、TSK-gel及びAnalytical PAHが比較的よい分離を示したが、BLがpH3~4以上ではテーリングが激しく、しかも、pHの変動によりグルクロナイド成分が大きくシフトすることが明らかとなった。また、試料溶液では6成分以外にもいくつかのピークが出現し、これらの妨害を避ける条件も設定する必要がある非常に困難であった。しかも、特にエキス製剤中ではアグリコン成分はグルクロナイド成分に比べて極端に少なく、同一感度でこれらを同時定量することは精度の面で問題が多く、本法は全体のパターンを知るうえでは有用ではあるが、むしろ定量には別々の条件を設定した方が正確だと考えられた。また、本実験で黄芩中にも製剤中にもアグリコンが非常に少ないことが明らかとなったので、以後、主成分のBGを中心としたグルクロナイド成分の定量に絞って検討することにした。その結果、2・6に示した条件によるイオン抑制法が簡易で、再現性もよく、図2~図4に示すように標準溶液及び試料溶液での分離も良好で、グルクロナイドの定量には適していることが明らかとなった。しかし、この方法の欠点は、黄連、黄柏配合処方では、ベルベリンがOXGの少し前に検出されるため、OXGの定量ができないことである。しかし、OXGはグルクロナイド3成分の中では最も含有量の少ない化合物であることを考慮して、以後、この方法で定量することとした。

### 3・3 検量線

BGは0.125~2 $\mu$ g、WG及びOXGは0.0625~0.5 $\mu$ gの範囲でピーク高さで良好な直線性を示した。

### 3・4 グルクロナイド成分の抽出条件の検討

前述のように、黄芩にはグルクロナイドをアグリコンに変換させる酵素を有するため、抽出過程やその後の操作時での組成変化が問題となる。そのため、相楽ら<sup>9)</sup>は黄芩からの抽出では抽出溶媒を加えた後、直ちに加熱処理して酵素を失活させている。しかし、エキス製剤はすでに熱処理されたものであり、酵素活性を考慮に入れなくてもよい可能性がある。そこで、黄芩とエキス製剤について、なるべく簡易な別々の抽出法を設定しようと考えた。

#### 3・4・1 黄芩からの抽出条件

抽出溶媒としては桂ら<sup>8)</sup>の70%メタノール及び我々

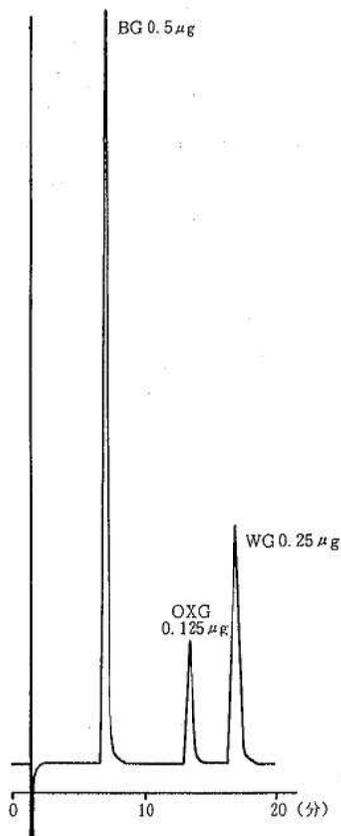


図2 標準溶液のクロマトグラム

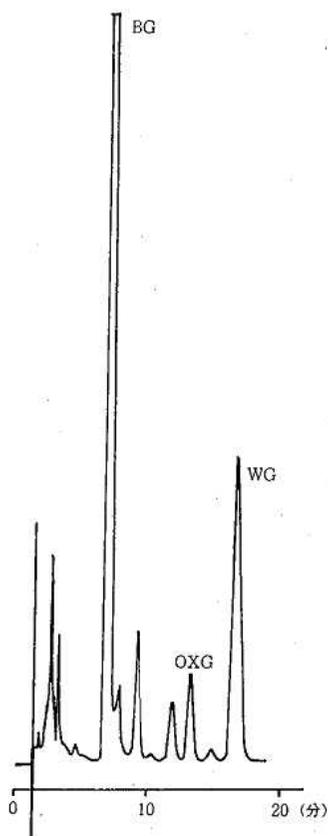


図3 黄芩抽出液のクロマトグラム

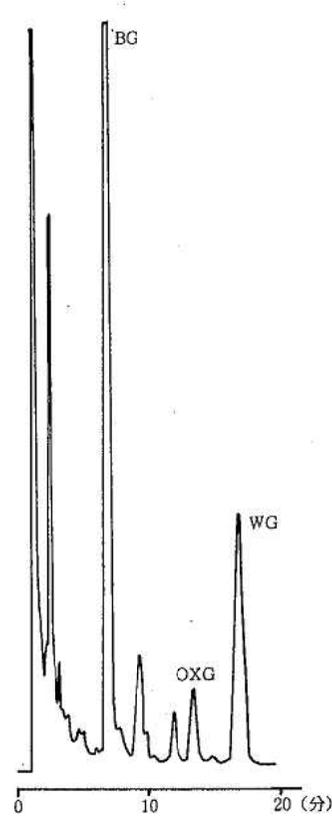


図4 柴胡桂枝湯試料溶液のクロマトグラム

がこれまで種々の成分抽出に用いてきた50%エタノールの2種につき検討した。方法としては、黄芩200mgにこれらの溶媒30mlを加え、直ちに沸騰水浴上で30分間加熱還流し、残渣を更に溶媒30mlで2回加熱還流抽出した。その結果、3成分の抽出量はいずれの溶媒も同値を示した。そこで次に50%エタノールを用いて抽出回数を変えてみたところ、表2に示すように、いずれの

成分も1回抽出で完全に抽出されることが明らかとなった。また、50%エタノール中での酵素活性を調べるため、溶媒を加えてから30分及び60分間放置後、加熱処理したところ、いずれも抽出量の低下は認められなかつ

表2 黄芩からの抽出回数別定量値

抽出回数	黄芩1g当りの抽出量 (mg)		
	BG	WG	OXG
1回	168.1	35.0	11.1
2回	167.7	34.7	10.9
3回	169.7	35.0	10.8

表3 黄芩の水中での酵素活性

水中での 放置時間	黄芩1g当りの含有量 (mg)		
	BG	WG	OXG
0分	173.7 (100)	34.7 (100)	11.0 (100)
30分	138.8 (79.9)	27.4 (79.0)	8.9 (81.1)
60分	114.7 (66.0)	21.7 (62.4)	7.6 (69.2)
3時間	43.8 (25.2)	7.9 (22.7)	3.5 (31.5)
24時間	2.0 (1.1)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)

( ) : 残存率

た。一方、2・3に示した酵素分解の条件、即ち、水中での酵素活性実験では表3に示したとおり、30分間で既に分解が起こっており、24時間後ではグルクロナイド成分はほとんど残存していなかった。また、黄芩を50%エタノールで室温振とう抽出した抽出液の経時変化実験では40時間後ではBGの約15%、WGの約5%、OXGの約10%が分解していた。以上のことから、50%エタノール中では酵素は失活しているのではなく活性が抑えられていることが明らかとなったので、黄芩からの抽出には加熱処理を行う2・3の条件を用いることとした。

3・4・2 エキス製剤からの抽出条件

先に述べたように、製剤では既に酵素が失活していることが予想されたので、50%エタノールを用いて、黄芩と同様の還流抽出（試料は2gを用いた）と、従来から種々の成分抽出に用いてきた室温振とう1回抽出とを比較した。その結果、両者はいずれの成分についても同一値を与え、経時変化も認められず、また、添加回収実験や製剤の分取量を変えて行った定量実験でも良好な結果を得たので、以後、加熱処理を行わない2・3の条件で抽出した。

3・5 柴胡桂枝湯エキス製剤中のグルクロナイド成分定量結果

A社5ロット、B社3ロット、C、D社各1ロットの計10検体の定量結果を表4に示す。1日服用中の含量についてはA社とB社の製剤は、いずれの成分もほぼ同値を示し、ロット間のバラツキも比較的少ない。

これに比べて、C社の製剤はいずれの成分もやや含量が多く、逆にD社製剤ではA、B社に比べ約半量しか含まれていない。一方、原料黄芩1gからの抽出量をみると、黄芩の一般的な含量<sup>8)-10)</sup>、既ちBG100~200mg/g、WG20~30mg/g、OXG10~30mg/gに比べ、製剤では、移行率を考慮に入れても、A、B、D社のBGの8~19mg、WGの2~5mg、OXGの1~1.6mgはあまりにも低すぎ、むしろC社製剤の値がより妥当性があるようにも思える。このようなことは今回の黄芩成分に限らず、これまで行ってきた柴胡桂枝湯製剤中の芍薬<sup>1)</sup>、柴胡<sup>2)</sup>、甘草<sup>3)</sup>成分についても同様で、これまでは主として原料生薬の品質の差に起因しているものと考えていた。しかし、今回の黄芩についても製剤中の含量が非常に少ないことから、これら4種の生薬が共に含量の低いものであったとは考えにくく、むしろ原因は別のところにあるのではないかと推定された。そこで、次に自家湯剤を調製してエキス製剤と比較し、その原因を解明しようと試みた。その結果は表5に示したとおりで、黄芩の水抽出では各成分ともほぼ80%以上の移行率であるのに、柴胡桂枝湯では約50%とかなり移行率が低下している。しかし、1日服用量中の含量は文献値とよく一致していることから、処方中では他成分との反応や残渣への吸着等が起こっているものと推定される。いずれにしても、今回原料に用いた黄芩の品質は特に高いものではなかったにもかかわらず、1日服用量中の含量はエキス製剤に比べて非常に高いことからみて、エキス製剤は古来からの

表 4 柴胡桂枝湯エキス製剤中の黄芩成分定量結果

試料	メーカー	1日服用量 (g)	1日服用量中のエキス量 (g) ⑦	1日服用量中の原料生薬量 (g)		1日服用量中の含量 (mg)			原料黄芩1gからの抽出量 (mg)			エキス収率 (%) ⑦/④
				黄芩	全生薬 ④	BG	WG	OXG	BG	WG	OXG	
柴胡桂枝湯エキス製剤	A	5	2.0	2.0	22.0	32.6	9.9	2.7	16.3	4.9	1.3	9.1
"	"	"	"	"	"	34.2	10.2	2.8	17.1	5.1	1.4	"
"	"	"	"	"	"	37.9	10.3	3.3	18.9	5.2	1.6	"
"	"	"	"	"	"	38.2	10.5	3.0	19.1	5.3	1.5	"
"	"	"	"	"	"	26.3	7.9	2.0	13.1	3.9	1.0	"
"	B	6	1.6	2.0	23.0	33.0	7.8	3.0	16.5	3.9	1.5	7.0
"	"	"	"	"	"	33.2	7.9	2.3	16.6	3.9	1.2	"
"	"	"	"	"	"	37.6	7.5	3.2	18.8	3.8	1.6	"
"	C	4.5	1.9	1.01	12.08	50.9	11.9	4.3	50.4	11.8	4.3	15.7
"	D	6	2.0	2.0	22.0	16.7	3.9	1.8	8.4	1.9	0.9	9.1

表 5 柴胡桂枝湯自家湯剤の黄芩成分定量結果

試料	1日服用量中の原料生薬量 (g)		1日服用量中の含量 (mg)			原料黄芩 1gからの抽出量 (mg)			エキス収率 (%)
	黄芩	全生薬	BG	WG	OXG	BG	WG	OXG	
黄芩						170.5	33.9	19.5	
黄芩 (水抽出)	2	2	270.8 (79.4)	54.6 (80.5)	30.9 (79.2)	135.4	27.3	15.4	40.0
”	”	”	310.1 (90.9)	57.5 (84.8)	29.6 (75.9)	155.0	28.8	14.8	41.3
”	”	”	311.8 (91.4)	61.1 (90.2)	37.5 (96.2)	155.9	30.6	18.8	42.7
柴胡桂枝湯自家湯剤	2	22	214.0 (62.8)	42.5 (62.6)	22.2 (56.9)	107.0	21.2	11.1	21.0
”	”	”	202.4 (59.4)	41.4 (61.0)	23.8 (61.1)	101.2	20.7	11.9	20.2
”	”	”	173.2 (50.7)	33.6 (49.5)	18.2 (46.6)	86.5	16.8	9.1	20.0
柴胡桂枝湯湯剤 <sup>11)</sup>	”	”	190.9 (57.9)						
” <sup>12)</sup>	”	22.5							24.0

( ): 移行率 (%)

製法の湯剤より含有成分量が少ないことは明らかである。また、各社製剤の処方内容は本質的にはほぼ同配合割合で製造されているにもかかわらず、エキス収率(1日服用量中のエキス量/全生薬量)は各成分の含量の最も多いC社が他社よりもかなり高い。エキス収率に関しては成川ら<sup>12)</sup>により詳しく検討されており、生薬のロット間ではほとんど差がなく、抽出条件によって多少の変動はあっても最大値が最少値の2倍を超えることはないと報告されている。また、彼等の実験によれば、漢方処方エキス量は2, 3の例外を除き、各々の単味の生薬のエキス量の和から求めた計算値とよく一致することが確かめられており、柴胡桂枝湯では実測値24.0%に対し計算値23%と報告している。一方、我々の自家湯剤でも約20%となり、この値に近く、少なくともA, B, D社のエキス収率は低過ぎることは明らかである。工場スケールでのエキス収率についての文献はないが、一般には還流抽出で、抽出時間も長く、しかもろ過効率がいよことから、少量の実験室的スケールよりは高くなると推定される。いずれにしても、エキス製剤と湯液で大幅に成分含量に差がある主原因は、エキス製剤のエキス添加量が少な過ぎることにあると考えられ、処方量が他社の半量のC社は別の問題もあるが、少くとも各社とも現在の数倍にエキス添加量を増やさなければ湯剤との化学的同等性はないことは明らかである。一方、昭和60年4月5日付で厚生省から出された昭和57-59年度厚生科学研究事業の「漢方エキス製剤の品質確保に関する研究」班の

研究報告では、医療用漢方エキス製剤の品質確保についての基本的な考え方として「処方分量等著名な成書(古典)に記載されている処方に従い調製された湯剤を指標とし、それとの比較検討を行い同等とみなしうるにより品質確保を図っていくことを基本とせざるを得ない」と報告しており、化学的検討としては「1日量中に含まれる測定可能な全成分の定量を行い化学的標準値を設定すること」及び「標準湯剤を調製し、最終濃縮エキス及び最終製品中の成分が標準湯剤で設定した全成分の範囲内にある場合に同等であると判定すること」と述べられている。この報告に基づいて、今後、医療用漢方エキス剤の品質確保に関する具体的な方策が決められることになるが、現在の柴胡桂枝湯エキス製剤はこの基準から大きくかけはなれている。ともかく柴胡桂枝湯エキス製剤では湯剤に比べ各成分含量が少ないことが明らかとなったので、次に他の黄芩配合エキス製剤についても実態を調査した。

### 3・6 黄芩配合漢方エキス製剤中のグルクロナイド成分の定量

表6に4社26処方のエキス製剤及び黄連解毒湯の自家湯剤の試験結果を示したが、いくつかの処方については文献値及び成川ら<sup>12)</sup>の方法を用いたエキス収率の計算値も記載した。その結果、原料黄芩 1gからの抽出量では各処方でおおむねBGは20mg弱、WGは4mg弱、OXGは1mgと、柴胡桂枝湯とほとんど同じであった。その中でも、黄連解毒湯が比較的高値を示し、他処方とは異なる溶出挙動を示していることが考えられ

表 6 黄芩配合漢方エキス製剤中の黄芩成分定量結果

\* 1、\* 2 ( ): 移行率(%) \* 3 ( ): 計算値

試料	メーカー	1日服用量(g)	1日服用量中の原料生薬量(g)			1日服用量中の含芩(mg) * 1			原料黄芩1gからの抽出量(mg) * 2			* 3 エキス 収率 ⑦/⑧
			1日 服用量 のエキス 量(g) ⑦	黄 芩	全生薬 ⑧	BG	WG	OXG	BG	WG	OXG	
乙字湯エキス製剤	A	5	2.0	3.0	17.5	70.9	18.5	5.5	23.6	6.2	1.8	11.4
"	"	"	"	"	"	53.7	17.1	4.4	17.9	5.7	1.5	"
"	B	5	1.8	3.0	18.5	64.2	15.3	4.6	21.4	5.1	1.5	9.7
"	"	"	"	"	"	68.9	16.0	4.9	23.0	5.3	1.6	"
乙字湯湯剤						230.02 (63.4)	45.68 (67.6)	23.37 (63.4)	162.4 (99.3)	43.5 (87.5)		(27.9)
大柴胡湯エキス製剤	A	5	2.0	3.0	23.0	30.2	9.6	2.1	10.1	3.2	0.7	8.7
"	B	6	1.8	3.0	27.0	49.2	11.1	3.3	16.4	3.7	1.1	6.7
小柴胡湯エキス製剤	A	5	2.0	3.0	24.0	29.6	9.1	2.0	9.9	3.0	0.7	8.3
"	"	"	"	"	"	42.8	11.1	3.1	14.3	3.7	1.0	"
"	B	6	1.4	3.0	18.5	40.4	8.8	3.6	13.5	2.9	1.2	7.6
"	"	"	"	"	"	47.3	8.8	3.8	15.8	2.9	1.3	"
小柴胡湯湯剤						310.18 (85.5)	57.46 (85.3)	29.33 (79.7)	153.9 (94.1)	52.7 (105.8)		26.2
柴胡桂枝乾姜湯エキス製剤	A	5	1.5	3.0	22.0	43.7	13.6	3.8	14.6	4.5	1.3	6.8
"	B	6	1.4	3.0	24.0	61.9	15.2	5.4	20.6	5.1	1.8	5.8
柴胡加竜骨牡蠣湯エキス製剤	A	5	2.0	2.5	28.5	30.0	10.9	2.8	12.0	4.4	1.1	7.0
"	B	5	1.2	2.5	31.0	24.0	7.5	2.3	9.6	3.0	0.9	3.9
半夏瀉心湯エキス製剤	A	5	1.5	2.5	18.5	28.4	8.3		11.4	3.3		8.1
"	B	6	1.8	2.5	21.0	40.4	9.8		16.2	3.9		8.6
"	"	"	"	"	"	46.3	11.0		18.5	4.4		"
半夏瀉心湯湯剤									158.1 (96.7)	40.7 (81.8)		(25.8)
黄連解毒湯エキス製剤	A	5	1.0	3.0	8.5	69.7	16.8		23.2	5.6		11.8
"	B	5	1.4	2.4	6.4	96.3	23.5		40.1	9.8		21.9
"	"	"	"	"	"	76.9	21.3		32.1	8.9		"
"	"	"	"	"	"	130.0	26.7		54.2	11.1		"
"	C	5	0.76	3.0	8.0	112.2	25.2		37.4	8.4		9.5
黄連解毒湯自家湯剤						226.7 (44.3)	66.8 (65.7)		75.6	22.3		23.9
"						268.2 (52.4)	69.9 (68.7)		89.4	23.3		24.6
"						273.9 (53.5)	70.9 (69.7)		91.3	23.6		25.8
黄連解毒湯湯剤						273.36 (75.4)	59.66 (88.4)		114.8 (70.2)	33.9 (68.1)		28.5
荆芥連翹湯エキス製剤	A	5	2.0	1.5	25.0	19.0	5.1		12.7	3.4		8.5
靉腸湯エキス製剤	A	5	2.0	2.0	24.5	28.8	8.1	2.1	14.4	4.1	1.1	8.2
五淋散エキス製剤	A	5	2.0	3.0	34.0	36.2	10.2	2.9	12.1	3.4	1.0	5.9
温清飲エキス製剤	A	5	2.0	1.5	18.0	25.2	6.1		16.8	4.1		11.1
温清飲湯剤						118.09 (65.1)	22.53 (66.7)	11.13 (69.2)				(35.9)
消上防風湯エキス製剤	A	5	2.0	2.5	22.5	21.8	6.7		8.7	2.7		8.9
防風通聖散エキス製剤	A	5	2.0	2.0	27.1	32.3	8.5	2.7	16.2	4.3	1.3	7.4
"	B	6	1.6	2.0	28.0	29.6	6.5	2.5	14.8	3.3	1.3	5.7
女神散エキス製剤	A	5	2.0	2.0	24.0	31.3	7.8	3.3	15.6	3.9	1.6	8.3
柴陷湯エキス製剤	A	5	2.0	3.0	25.0	32.8	10.1		10.9	3.4		8.0
"	B	6	1.8	3.0	27.0	48.5	11.3		16.2	3.8		6.7
竜胆瀉肝湯エキス製剤	A	5	2.0	3.0	27.0	25.7	8.5	2.2	8.6	2.8	0.7	7.4
"	B	5	2.2	3.0	28.5	34.4	9.4	3.2	11.5	3.1	1.1	7.7
柴胡瀉肝湯エキス製剤	A	5	2.0	1.5	23.0	16.1	4.8		10.8	3.2		8.7
"	B	6	2.0	1.5	23.0	23.3	5.9		15.5	4.0		8.7
二朮湯エキス製剤	A	5	2.5	2.5	29.0	39.0	9.3	3.1	15.6	3.7	1.2	8.6
清肺湯エキス製剤	A	5	3.0	2.0	32.0	27.0	6.7	2.2	13.5	3.4	1.1	9.4
辛夷清肺湯エキス製剤	A	5	2.5	3.0	27.0	48.9	12.9	4.0	16.3	4.3	1.3	9.3
"	B	6	2.4	3.0	27.0	35.7	9.8	3.4	11.9	3.3	1.1	8.9
小柴胡湯加桔梗石膏エキス製剤	A	5	2.5	3.0	37.0	38.7	9.8	3.4	12.9	3.3	1.1	6.8
清心蓮子飲エキス製剤	A	5	2.0	3.0	26.5	29.1	9.7	3.0	9.7	3.2	1.0	7.5
三黄瀉心湯エキス製剤	A	5	1.0	3.0	9.0	50.8	13.1		16.9	4.4		11.1
"	B	6	2.0	3.0	9.0	112.2	26.0		37.4	8.7		22.2
三黄瀉心湯湯剤									107.5 (69.7)			25.67
"									87.32 (72.2)	17.14 (76.0)		
"									108.3 (66.2)	38.3 (77.0)		
"												20.0
柴苓湯エキス製剤	A	5	2.5	3.0	40.0	25.6	8.0	2.0	8.5	2.7	0.7	6.3
三物黄芩湯エキス製剤	A	5	1.5	3.0	12.0	35.4	10.5	2.8	11.8	3.5	0.9	12.5
大柴胡湯加大黄エキス製剤	B	6	1.8	3.0	25.0	52.4	12.0	3.9	17.5	4.0	1.3	7.2

たので、自家湯剤を調製して調べてみたが、柴胡桂枝湯に比べ、若干WGの移行率は高いものの、ほぼ同様の溶出挙動を示し、処方特性は認められなかった。しかし、黄連解毒湯も柴胡桂枝湯同様、製剤中の含量は湯剤に比べかなり低いことは事実で、1日服用量中の含量では湯剤に比べA社製剤では約 $1/3.5$ 、B社(バラツキが大きすぎるが)及びC社製剤では約 $1/2$ 量しか含まれていない。一方、エキス収率では我々の実測値の約25%に対しA社は約 $1/2$ 、B社はほぼ同値、C社は約 $1/2.5$ で、C社製剤についてはその2.5倍値、即ち1日服用量中BG280mg、WG63mgが文献値や我々の実測値に近く、エキス添加量が少ないため1日服用量中の含量も少ないと説明がつく。しかし、A社及びB社製剤については、我々のエキス収率値を考慮して補正しても、まだ湯剤に比べかなり含有量が低く、湯剤と同レベルの含有量にするには実際のA、B社のエキス収率が約40%近くであったと仮定しなくてはならない。いずれにしても黄連解毒湯についても各社製剤とも、1日服用量中のエキス量が少ないことは明らかである。また、その他の処方についてもエキス収率はほぼ10%以下と、一部製剤を除き、文献値、計算値に比べ、やはり大幅に少なかった。その結果、成分含量も湯剤とはかけ離れたものになっており、一部の製剤だけに限った問題でないことは明らかである。しかし、今後、標準湯剤との同等性を示した製剤に切り替えれば、おのずとこれらの問題は解決され、品質も向上するものと思われるが、反面、現在の製品とは質的に異なるものになるため、今後の漢方製剤については品質の変化に加え、使用量、副作用等についてもその動向を注意深く見守る必要がある。

#### 4 ま と め

柴胡桂枝湯エキス製剤の品質評価方法の開発の一環として、黄芩中のBG、WG、OXGのグルクロナイド成分について、定量法の検討、含量把握、湯剤との比較等を行い、更に、その他の黄芩配合処方についてもその実態を調査し次の結果を得た。

(1) グルクロナイド3成分は黄連、黄柏配合処方中のOXGを除き、イオン抑制法を用いたHPLC法で精度よく定量できる。

(2) 黄芩からの抽出は50%エタノールを用いた還流1回抽出で充分で、50%エタノール中では酵素活性は

抑制されている。

(3) エキス製剤からの抽出は50%エタノール室温1回抽出で定量的に行われる。

(4) 柴胡桂枝湯エキス製剤中の含量は湯剤に比べ非常に低く、他の黄芩配合エキス製剤についても同様であった。

(5) (4)の主原因は製剤中のエキス量が湯剤に比べて少ないことにある。

本研究を行うにあたり、グルクロナイド成分及びアグリコン成分各種の同定用標準品を供与していただき、また標準品単離方法についても御指導いただいた北陸大学生薬学教室の諸先生方に感謝の意を表します。

#### 文 献

- 1) 小川 清, 勝田幸恵, 北山信明, 館 雪雄, 山崎正寿, 多留淳文: 石川衛公研年報, 20, 209-214 (1983)
- 2) 小川 清, 勝田幸恵, 北山信明, 館 雪雄, 多留淳文: 同上誌, 20, 215-222 (1983)
- 3) 小川 清, 勝田幸恵, 北山信明, 館 雪雄, 山崎正寿, 多留淳文: 同上誌, 21, 204-211 (1984)
- 4) 野口 衛: セミナー資料NO.26, p24, 奈良県製薬薬剤師会編, 奈良 (1979)
- 5) 日本薬剤師会編: 薬局製剤業務指針, 薬事日報社, 東京 (1981)
- 6) 滝戸道夫, 相見光郎, 高橋周七, 山内 盛, 鳥居 弘, 土肥 葉: 薬誌, 95, 108-113 (1975)
- 7) 熊崎平蔵: 岐阜医大紀要, 6, 94-111 (1958)
- 8) 桂 英二, 山崎 喬: 道衛研研報, 32, 17-20 (1982)
- 9) 相楽和彦, 伊藤裕二, 大島俊幸, 岬 哲夫: 第13回生薬分析討論会講演要旨集, 17-21 (1984)
- 10) 斉藤雄二, 白神光世, 弓岡栄三郎: 第11回生薬分析討論会講演要旨集, 42-46 (1982)
- 11) 赤堀 昭, 香川清水: 昭和50年度厚生科学研究報告, 51-71 (1976)
- 12) 成川一郎, 西本初博, 石田裕子, 中田るり子: 家庭薬研究, 3, 28-33 (1984)
- 13) 小城忠一, 林 輝明: 昭和51年度厚生科学研究報告, 51-70 (1977)

〔資料〕

## 土地利用選好度に関する住民意識調査結果

石川県衛生公害研究所情報室 竹野 裕治・英 俊彦・酒井 道則  
水上 依乃・田嶋 隆俊

### 1 はじめに

この調査は、科学技術庁の委託を受けて実施した「土地利用状況調査法—土地利用適性評価の検討」(本号に別項記載)の一環として、土地利用間の相互適応性を客観的に判断する尺度や、基準の設定に必要な基礎資料を得ることを目的として行ったものである。以下にその結果の概要を述べる。

### 2 調査方法

#### 2・1 調査対象

対象地域は図1に示した金沢市及びその周辺地域(2市2町:金沢市, 松任市, 野々市町, 内灘町)である。調査の対象者として、金沢市 1,282町会の町会長1,282人のほか、生活環境モニター、産業・文化・福祉・教育等の各部門の有識者 220人の計1,502人である。

#### 2・2 調査方式及び調査票

調査は、都市地域内で通常みられるさまざまな土地利用についての選好度を、表1に示した調査票を用いて、郵送自記方式によって行った。

### 3 調査結果の概要

#### 3・1 回答者の属性

有効回答数は902人で、回収率60.0%であった。回答者の属性をみると、年齢構成では50歳代が最も多く、次いで60歳代であり、40~70歳で全体の約85%を占めた(表2)。また、職業別では、サービス業従事者が最も多く、次いで無職、その他が多かった。

#### 3・2 住居周辺の土地利用イメージ(問1関連)

住宅地区であるとイメージしている人が6割強と、最も多く、次いで商業・サービス業地区としている人が多かった(表3)。

#### 3・3 住居周辺に存在する土地利用形態の意識(問2関連)

具体的な27項目の土地利用形態のうち、住宅は当然として、小売店、飲食店、森や林などが「あり」とする割合が高かった。また、大きな工場、鉄道、運動施設、及び空地の4項目に「あり」と回答した人は30%以下であった(表4)。

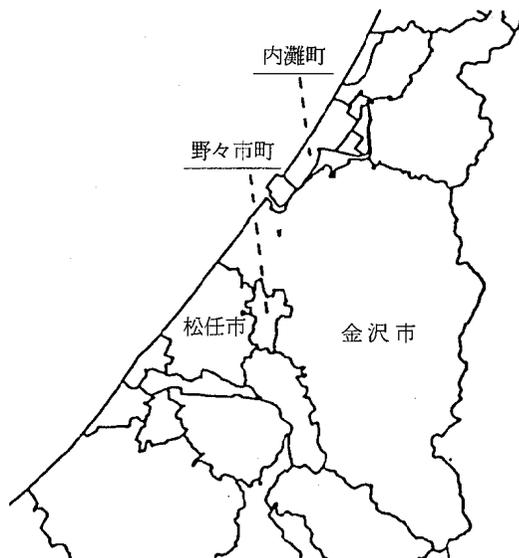


図1 アンケート調査対象地域

Results of the Inhabitant-Consciousness Survey Concerning Agreeable Land-Use. by Yuhji TAKENO, Toshihiko HANABUSA, Michinori SAKAI, Yorino MIZUKAMI, and Takatoshi TAJIMA (Department of Information, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

表 1 土地利用選好度に関する住民意識調査票

(まず、あなたが現在お住まいになっておられる住居周辺の生活環境の状況についておたずねします。)

- 問1 あなたが住んでおられる地区は、町単位でとらえた場合に、次に掲げた5つの中から選ぶとすれば、およそどのような地区に該当するとお考えになりますか。該当する項目の番号に1つだけ○を付けてください。
- 1 商業、サービス業を主とする地区      2 工業を主とする地区      3 農業を主とする地区  
4 林業を主とする地区      5 住宅地を主とする地区
- 問2 あなたの住居の周辺で(住居からおよそ500mの範囲、徒歩で6~7分の距離範囲とします)、現在みられる土地の利用用途や形態にはどのようなものがありますか。次に掲げた設問ごとに、該当する項目の番号に1つだけ○を付けてください。「ある」に○を付けられた方は、( )内の項目についても同様にしてお答えください。
- (1) 住宅がありますか。  
1 ある ( 1 全体に立て込んでいる      2 一部立て込んでいるところもある )  
          ( 3 それほど立て込んでいない      4 あるが少ない )  
2 ない
- (2) デパートやスーパーマーケットなどの大型商店がありますか。  
1 ある ( 1 1店      2 2~3店      3 4店以上 )  
2 ない
- (3) 小売店や個人商店がありますか。  
1 ある ( 1 5店以下      2 6~10店      3 11~20店      4 21店以上 )  
2 ない
- (4) 大きな工場がありますか。  
1 ある ( 1 工場      2 2~3工場      3 4工場以上 )  
2 ない
- (5) 小さな工場がありますか。  
1 ある ( 1 5工場以下      2 6~10工場      3 11~20工場      4 21工場以上 )  
2 ない
- (6) 中・高層建造物(4階以上のコンクリート建造物など)がありますか。  
1 ある ( 1 5棟以下      2 6~10棟      3 11~20棟      4 21棟以上 )  
2 ない
- (7) 大きな道路(片側2車線以上、高速道路も含む)がありますか。  
1 ある      2 ない
- (8) 国鉄・私鉄などの鉄道がありますか。  
1 ある      2 ない
- (9) 鉄道の駅やバス停留所がありますか。  
1 ある      2 ない
- (10) 病院、保健所、保育所などの医療・厚生・福祉施設がありますか。  
1 ある      2 ない
- (11) 図書館、公民館、集会場などの文化施設がありますか。  
1 ある      2 ない
- (12) 寺社、教会などの宗教施設がありますか。  
1 ある      2 ない
- (13) 幼稚園、学校、教習所などの教育施設がありますか。  
1 ある      2 ない
- (14) 消防署(分団も含む)や警察署(派出所も含む)がありますか。  
1 ある      2 ない
- (15) 郵便局や銀行がありますか。  
1 ある      2 ない
- (16) テニスコート、簡易野球場などのスポーツ施設がありますか。  
1 ある      2 ない
- (17) パチンコ店やゲームセンターなどの娯楽施設がありますか。  
1 ある      2 ない

- (18) 喫茶店やスナックなどの飲食店がありますか。  
1 ある      2 ない
- (19) ガソリンスタンドやプロパン貯蔵所などの危険施設がありますか。  
1 ある      2 ない
- (20) 比較的大きな駐車場（20台以上駐車可能と思われるもの）がありますか。  
1 ある      2 ない
- (21) 緑地や公園（児童公園も含む）がありますか。  
1 ある      2 ない
- (22) 樹木がかなり植わっている土地がありますか〔（ ）内はいくつでも○を付けていただいて結構です。〕  
1 ある（1 屋敷林, 寺社の森    2 街路樹, なん軒も続く生け垣    3 山林    4 防風林・砂防林）  
2 ない
- (23) 水田（休耕田も含む）がありますか。  
1 ある（1 まわりは大部分水田である      2 いずれかの方向にまとまってある）  
          （3 ところどころにある                4 あるが少ない）  
2 ない
- (24) 畑地がありますか。  
1 ある（1 まわりは大部分畑地である      2 いずれかの方向にまとまってある）  
          （3 ところどころにある                4 あるが少ない）
- (25) 造成地（住宅, 商店, 工場等のためのもの, 造成中も含む）がありますか。  
1 ある（1 多い                                2 あるがそれほど多くない）  
2 ない
- (26) ②0～②5に該当しない空地がありますか。  
1 ある      2 ない
- (27) 用水, 河川, 湖沼, 海などの水域がありますか〔（ ）内はいくつでも○を付けていただいて結構です。〕  
1 ある（1 用水      2 河川      3 湖沼      4 海）  
2 ない

（次に、住居周辺の生活環境のあり方について、あなたのお考えをおたずねします。）

問3 まず、土地のさまざまな利用用途や形態の生活環境としての「好ましさの程度」について、あなたのお考えをおきかせください。次に、「住居からの望ましい又は望ましくない距離」について、あなたのお考えをおきかせください。なお、回答は、下に掲げた「回答の例示」にならってお願いします。「好ましさの程度」で「3」に○を付けられた方は、距離についてお答えいただかなくても結構です。

<回答の例示>



\*\*\* 「1」又は「2」に○を付けられた方は、この欄にお答えください。

\*\*\* 「4」又は「5」に○を付けられた方は、この欄にお答えください。

生活環境としての 土地の用途・形態	※好ましさの程度※					***住居から近いと望ましい距離***					***住居から近いと望ましくない距離***				
	好ま しい	やや 好ま しい	ど ちら でも ない	や や 好 ま し く な い	好 ま し く な い	100 m } 徒歩で 1～2分	100 m } 徒歩で 3～4分	250 m } 徒歩で 5～7分	500 m } 徒歩で 8～15分	1 km } 徒歩で 15～30分 } バスで 2～3分	100 m } 徒歩で 2分以内	250 m } 徒歩で 4分以内	500 m } 徒歩で 7分以内	1 km } 徒歩で 15分以内	2 km } 徒歩で 30分以内 } バスで 3分以内
整備された河川敷	1	②	3	4	5	イ	㊦	ハ	ニ	ホ	A	B	C	D	E
⋮	1	2	3	4	5	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	A	B	C	D	E
火葬場, 変電所など	1	2	3	4	⑤	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	A	B	C	D	㊦
⋮	1	2	3	4	5	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	A	B	C	D	E
倉庫, 資材置場	1	2	③	4	5	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	A	B	C	D	E
⋮	1	2	3	4	5	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	A	B	C	D	E



※※ 「1」又は「2」に○を付けられた方は、この欄にお答えください。

※※ 「4」又は「5」に○を付けられた方は、この欄にお答えください。

生活環境としての 土地の用途・形態	※好ましさの程度※					※※住居から近いと望ましい距離※※					※※住居から近いと望ましくない距離※※				
	好ま まし い	やや 好ま しい	ど ち ら でも ない	やや 好ま しく ない	好 ま し く な い	100 m } 100 m 徒歩で 1~2 分	100 m } 250 m 徒歩で 3~4 分	250 m } 500 m 徒歩で 5~7 分	500 m } 1 km 徒歩で 8~15 分	1 km } 2 km 徒歩で 15~30 分 バスで 2~3 分	100 m 以内 徒歩で 2 分 以 内	250 m 以内 徒歩で 4 分 以 内	500 m 以内 徒歩で 7 分 以 内	1 km 以内 徒歩で 15 分 以 内	2 km 以内 徒歩で 30 分 バスで 3 分 以 内
	デパートやスーパー マーケットなどの 大型商店	1	2	3	4	5	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	A	B	C	D
小売店や個人商店	1	2	3	4	5	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	A	B	C	D	E
大きな工場	1	2	3	4	5	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	A	B	C	D	E
小さな工場	1	2	3	4	5	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	A	B	C	D	E
中・高層建築物 (4階以上)	1	2	3	4	5	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	A	B	C	D	E
大きな道路 (片側2車線以上) (高速道路も含む)	1	2	3	4	5	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	A	B	C	D	E
国鉄・私鉄などの 道 鉄	1	2	3	4	5	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	A	B	C	D	E
鉄道の駅や バス停留所	1	2	3	4	5	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	A	B	C	D	E
病院、保健所、保育 所などの医療・ 厚生・福祉施設	1	2	3	4	5	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	A	B	C	D	E
図書館、公民館・集 会場などの文化施設	1	2	3	4	5	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	A	B	C	D	E
寺社、教会などの 宗教施設	1	2	3	4	5	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	A	B	C	D	E
幼稚園、学校、教習 所などの教育施設	1	2	3	4	5	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	A	B	C	D	E
消防署(分団も 含む)や警察署 (派出所も含む)	1	2	3	4	5	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	A	B	C	D	E
郵便局や銀行	1	2	3	4	5	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	A	B	C	D	E
テニスコート、 簡易野球場などの スポーツ施設	1	2	3	4	5	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	A	B	C	D	E
パチンコ店や ゲームセンター などの娯楽施設	1	2	3	4	5	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	A	B	C	D	E
喫茶店やスナック などの飲食店	1	2	3	4	5	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	A	B	C	D	E



- 5 近所づきあいあまり気をつかわなくてもよいから
- 6 近所づきあいができ、なにかと便利だから
- 7 特にこれといった理由はない

問6 さて、市街地の拡大など都市化が進展するなかで、住宅地と工場の混在といったような状況が一部にみられますが、「活力ある町づくり」あるいは「魅力ある町づくり」を進めるためには、次に掲げた項目について、どのようなやり方が好ましいとあなたはお考えになりますか。各項目ごとに、あなたのお考えに該当するものの番号に1つだけ○を付けてください。

- (1) 住宅地と中・小規模の工場の混在について
  - 1 住宅地と工場をはっきりと分けた方がよい
  - 2 排水や騒音などの影響がなければ、混在していてもよい
  - 3 一概に言えない
  - 4 わからない
- (2) 住宅地と商店（スーパーマーケットや個人商店など）の混在について
  - 1 住宅地と商店をはっきりと分けた方がよい
  - 2 騒がしさなどの迷惑がなければ、混在していてもよい
  - 3 なんとと言っても便利だから、混在していた方がよい
  - 4 一概に言えない
  - 5 わからない
- (3) 住宅地と緑地・公園の混在について
  - 1 住宅地と緑地・公園をはっきりと分けた方がよい
  - 2 騒がしさやゴミの散乱などの迷惑がなければ、混在していてもよい
  - 3 散策や子供の遊び場となるから、混在していた方がよい
  - 4 一概に言えない
  - 5 わからない

問7 次に、都市化が進んでいるところに残っている農地（水田、畑地）について、あなたのお考えをおたずねします。

昔は、農地は人々の生活環境の一部でした。現在は、住宅地の増加により農地の減少が続いておりますが、次に掲げた項目の中から、あなたのお考えに該当するものの番号にいくつでも○を付けてください。

- 1 農地に囲まれた田園風景は心のふるさつであるから、残しておくべきである
- 2 貴重な「緑」の自然空間であるから、維持すべきである
- 3 貴重な食糧生産の場であるから、維持すべきである
- 4 市街地内に残っている農地は貴重な空間であるから、広場などに転換すべきである
- 5 冬期に排雪の場として利用できるから残しておくべきである
- 6 住宅地が不足しているから、宅地化を進めるべきである
- 7 どのようにすべきか、一概に言えない
- 8 わからない

(ご意見をおうかがいするのはこれで終りですが、統計的分析に必要なため、最後に、あなたご自身のことについておたずねします。)

問8 あなたの年齢は、

- |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|
| 1 20歳未満  | 2 20～29歳 | 3 30～39歳 | 4 40～49歳 |
| 5 50～59歳 | 6 60～69歳 | 7 70歳以上  |          |

問9 あなたの性別は、

- 1 男      2 女

問10 あなたの現在の職業をおきかせください（主として従事しておられる業種で結構です）。

- 1 農林漁業に従事  
（農業、林業、養鶏業、造園業、漁業、養殖業、獣医など）
- 2 鉱業に従事  
（金属鉱業・石油・天然ガス鉱業・土石採取業など）
- 3 建設業に従事  
（大工・左官工事・電気配線工事・鉄筋工事など）



表 3 土地利用区分のイメージ [問 1 関連]

対象人数 902 人

	合 計	商 業 サービス業地区	工業地区	農業地区	林業地区	住宅地区	不 明
住居環境の土地利用区分	100.0 %	16.0 %	1.4 %	13.3 %	0.9 %	66.5 %	1.9 %

表 4 具体的な土地利用用途の有無, 及びその程度 [問 2 関連]

対象人数 902 人

(a)	合 計	あ り	な し	不 明
(1) 住 宅	100 %	94.6 %	4.1 %	1.3 %
(2) 大 型 商 店	100	64.4	34.5	1.1
(3) 小 売 店	100	88.7	10.8	0.6
(4) 大 き な 工 場	100	18.4	79.5	2.1
(5) 小 さ な 工 場	100	43.7	55.5	0.8
(6) 中・高層建造物	100	62.6	36.1	1.2
(7) 大 き な 道 路	100	63.9	35.3	0.9
(8) 鉄 道	100	25.2	73.7	1.1
(9) 駅 や 停 留 所	100	83.8	15.1	1.1
(10) 病 院 な ど	100	73.5	25.3	1.2
(11) 文 化 施 設	100	67.1	31.9	1.0
(12) 宗 教 施 設	100	74.5	24.5	1.0
(13) 教 育 施 設	100	75.1	24.1	0.9
(14) 消 防 署 な ど	100	59.1	40.0	0.9
(15) 郵 便 局 な ど	100	74.2	25.2	0.7
(16) 運 動 施 設	100	22.0	77.2	0.9
(17) 娯 楽 施 設	100	30.4	69.0	0.7
(18) 飲 食 店	100	79.0	20.3	0.7
(19) 危 険 施 設	100	69.3	30.0	0.7
(20) 大 き な 駐 車 場	100	52.0	47.2	0.8
(21) 緑 地 や 公 園	100	67.0	32.3	0.8
(22) 森 や 林 な ど	100	76.8	22.2	1.0
(23) 水 田	100	54.4	44.9	0.7
(24) 畑 地	100	61.5	37.7	0.8
(25) 造 成 地	100	33.0	65.7	1.2
(26) 空 地	100	26.6	71.7	1.7
(27) 水 域	100	79.8	19.6	0.6

(b)

対象人数 853 人

	合 計	建て込んで いる	一部建て 込んでいる	それほど建て 込んでいない	あるが少ない	不 明
(1) 住 宅	100 %	38.6 %	28.5 %	22.6 %	8.1 %	2.2 %

(表4のつづき)

(c) 対象人数 581人

	合 計	1 店	2～3店	4店以上	不 明
(2) 大型商店	100%	36.7%	47.0%	13.9%	2.4%

(d) 対象人数 800人

	合 計	5店以下	6～10店	11～20店	21店以上	不 明
(3) 小売店	100%	34.0%	20.0%	16.1%	27.6%	2.3%

(e) 対象人数 166人

	合 計	1工場	2～3工場	4工場以上	不 明
(4) 大きな工場	100%	46.4%	41.0%	9.6%	3.0%

(f) 対象人数 394人

	合 計	5工場以下	6～10工場	11～20工場	21工場以上	不 明
(5) 小さな工場	100%	70.3%	21.1%	4.1%	2.3%	2.3%

(g) 対象人数 565人

	合 計	5棟以下	6～10棟	11～20棟	21棟以上	不 明
(6) 中・高層建造物	100%	54.2%	21.4%	9.2%	12.7%	2.5%

(h) 対象人数 692人

	屋敷林, 寺社の森	街路樹, 生け垣	山 林	防 風 林	不 明
(22) 森や林など*	62.0%	32.7%	18.6%	3.0%	10.1%

(i) 対象人数 491人

	合 計	大部分 水田である	一方にある	ところどころ にある	あるが少ない	不 明
(23) 水 田	100%	21.2%	24.0%	27.7%	24.4%	2.6%

(j) 対象人数 555人

	合 計	大部分 畑地である	一方にある	ところどころ にある	あるが少ない	不 明
(24) 畑 地	100%	5.0%	15.9%	35.5%	41.6%	2.0%

(k) 対象人数 298人

	合 計	多 い	それほ ど多く ない	不 明
(25) 造 成 地	100%	19.8%	72.1%	8.1%

(表4のつづき)

(1) 対象人数 721人

	用 水	河 川	湖 沼	海	不 明
水 域 *	67.4 %	49.9 %	1.9 %	3.7 %	5.1 %

\*：多重回答であるため、合計は100%をこえる

表 5 住宅地に隣接または混在する土地利用の選好度(問3関連)

対象人数 902人

	合 計	好ましい	やや好ましい	どちらでも ない	やや好ましく ない	好ましくない	不 明
大型商店	100%	35.9%	34.6%	14.7%	4.8%	4.0%	6.0%
小売店	100	47.7	27.5	15.6	1.2	0.9	7.1
大きな工場	100	1.9	2.9	10.0	8.9	66.2	10.2
小さな工場	100	1.7	4.9	18.2	24.7	40.9	9.6
中・高層建築物	100	2.8	3.9	29.7	23.6	31.0	9.0
大きな道路	100	11.8	20.0	21.5	20.0	18.8	8.0
鉄 道	100	11.1	14.7	22.0	16.2	26.1	10.0
駅や停留所	100	39.9	35.3	12.3	3.1	2.2	7.2
病院など	100	52.8	28.4	9.0	1.7	1.0	7.2
文化施設	100	51.4	27.3	12.4	0.8	1.2	6.9
宗教施設	100	15.4	24.5	44.9	4.4	3.1	7.6
教育施設	100	38.6	34.5	17.0	2.4	0.8	6.8
消防署など	100	34.0	32.2	21.8	3.5	1.1	7.3
郵便局など	100	40.5	36.3	15.0	0.9	0.2	7.2
運動施設	100	22.5	27.8	31.3	4.5	4.2	9.6
娯楽施設	100	1.3	2.9	17.1	17.7	52.0	9.0
飲食店	100	4.4	13.7	38.4	20.0	15.7	7.8
危険施設	100	2.7	6.5	20.8	25.9	36.4	7.6
大きな駐車場	100	9.5	15.1	39.8	14.7	12.7	8.1
緑地や公園	100	52.8	24.4	12.6	1.4	0.9	7.9
寺社の森など	100	34.3	23.8	30.2	2.0	1.4	8.3
山林や防風林など	100	9.0	9.6	47.5	6.3	15.9	11.8
水 田	100	6.5	9.1	44.2	11.2	19.0	10.0
畑 地	100	6.4	11.5	46.7	10.0	15.6	9.8
造成地	100	2.1	4.4	48.0	13.4	19.9	12.2
し尿処理場など	100	1.0	0.6	7.1	5.0	75.6	10.8
河川や湖沼	100	8.4	17.5	34.7	14.4	16.2	8.8
海	100	3.2	8.1	35.7	8.1	31.9	13.0

表6 土地利用の用途・形態別にみた選好度指数  
(問3 関連)  
対象人数 785~848人

	選好度指数		
	(+)	(-)	計(S)
大型商店	1.1	0.1	1.0
小売店	1.3	0.0	1.3
大きな工場	0.1	1.6	-1.5
小さな工場	0.1	1.2	-1.1
中・高層建造物	0.1	0.9	-0.8
大きな道路	0.5	0.6	-0.1
鉄 道	0.4	0.8	-0.4
駅や停留所	1.2	0.1	1.1
病院など	1.4	0.0	1.4
文化施設	1.4	0.0	1.4
宗教施設	0.6	0.1	0.5
教育施設	1.2	0.0	1.2
消防署など	1.1	0.1	1.0
郵便局など	1.3	0.0	1.3
運動施設	0.8	0.1	0.7
娯楽施設	0.1	1.3	-1.2
飲食店	0.3	0.6	-0.3
危険施設	0.1	1.1	-1.0
大きな駐車場	0.4	0.4	0.0
緑地や公園	1.4	0.0	1.4
寺社の森など	1.0	0.1	0.9
山林や防風林など	0.3	0.4	-0.1
水 田	0.3	0.6	-0.3
畑 地	0.3	0.5	-0.2
造成地	0.1	0.6	-0.5
し尿処理場など	0.0	1.8	-1.8
河川や湖沼	0.4	0.5	-0.1
海	0.2	0.8	-0.6

注) 選好度指数: 「好ましい」を+2, 「やや好ましい」を+1, 「どちらでもない」を±0, 「やや好ましくない」を-1, 「好ましくない」を-2として, その平均値を求め規準化したもの。

3・4 土地利用の選好度 (問3 関連)

28項目の土地利用の選好度集計結果の各項目別に, 「好ましい」に+2, 「やや好ましい」に+1, 「どちらでもない」に±0, 「やや好ましくない」に-1, 「好ましくない」に-2をそれぞれの出現率に乗じて合計したものを選好度指数とした。ちなみに, 選好度指数は-2.0~+2.0の値をとりうるものである(表5, 表6)。その結果, 選好度指数が+1.0以上の土地利用項目としては, デパートやスーパーマーケットなどの大型商店, 小売店や個人商店, 鉄道の駅やバス停留所, 病院・保健所・保育所などの医療・厚生・福祉施設, 図書館・公民館・集会場などの文化施設, 幼稚園・学校・教習所などの教育施設, 消防署や警察署, 郵便局や銀行, 及び緑地や公園の9項目, -1.0以下の土地利用項目としては, 大きな工場, 小さな工場, パチンコ店やゲームセンターなどの娯楽施設, ガソリンスタンドやプロパン貯蔵所などの危険施設, 及びし尿処理場やゴミ処理場の5項目であった。また, 選好度の「好ましい」と「やや好ましい」を『好ましい』, 「好ましくない」と「やや好ましくない」を『好ましくない』と大きく分類しなおして, 距離区分ごとの度数分布を項目別に図2に示した。住宅地に隣接又は混在している場合の「好ましき」の種類と程度に応じて, それぞれの土地利用形態の距離パターンに特徴が現われている。

3・5 住居の立て込み具合の選好度 (問4, 5 関連)

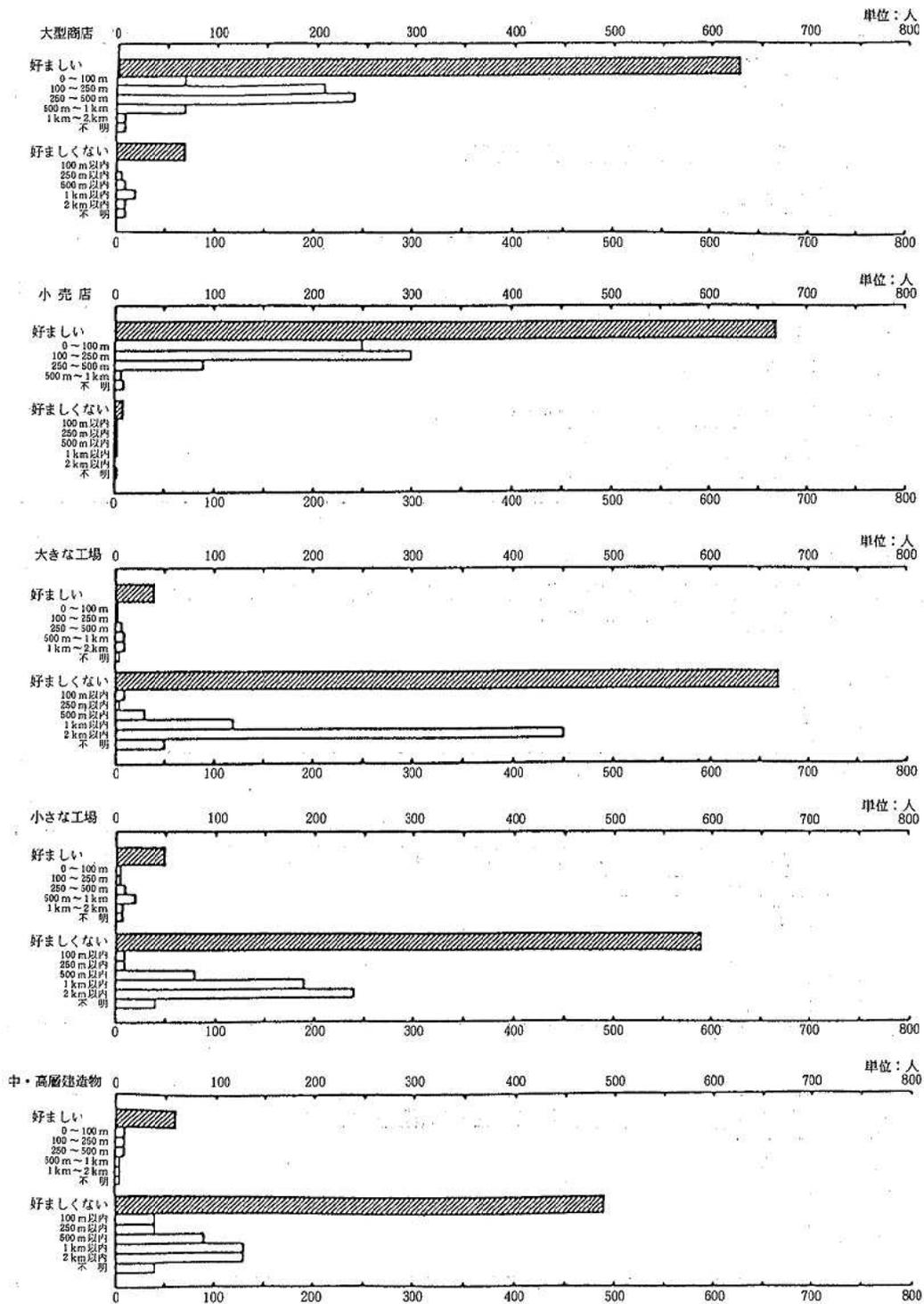
住居の建て込み具合に対する選好度, 及びその理由を表7に示したが, 住居を構える場合に, 空間的なゆとりが求められていることがうかがわれる。

3・6 土地利用混在度の選好度 (問6 関連)

「住宅地と工場」では, 「はっきり分ける」が68%, 「住宅地と商店」及び「住宅地と緑地・公園」では, 「混在していてもよい」, 「混在していた方がよい」を合わせると, それぞれ73%, 81%を占めた(表8)。

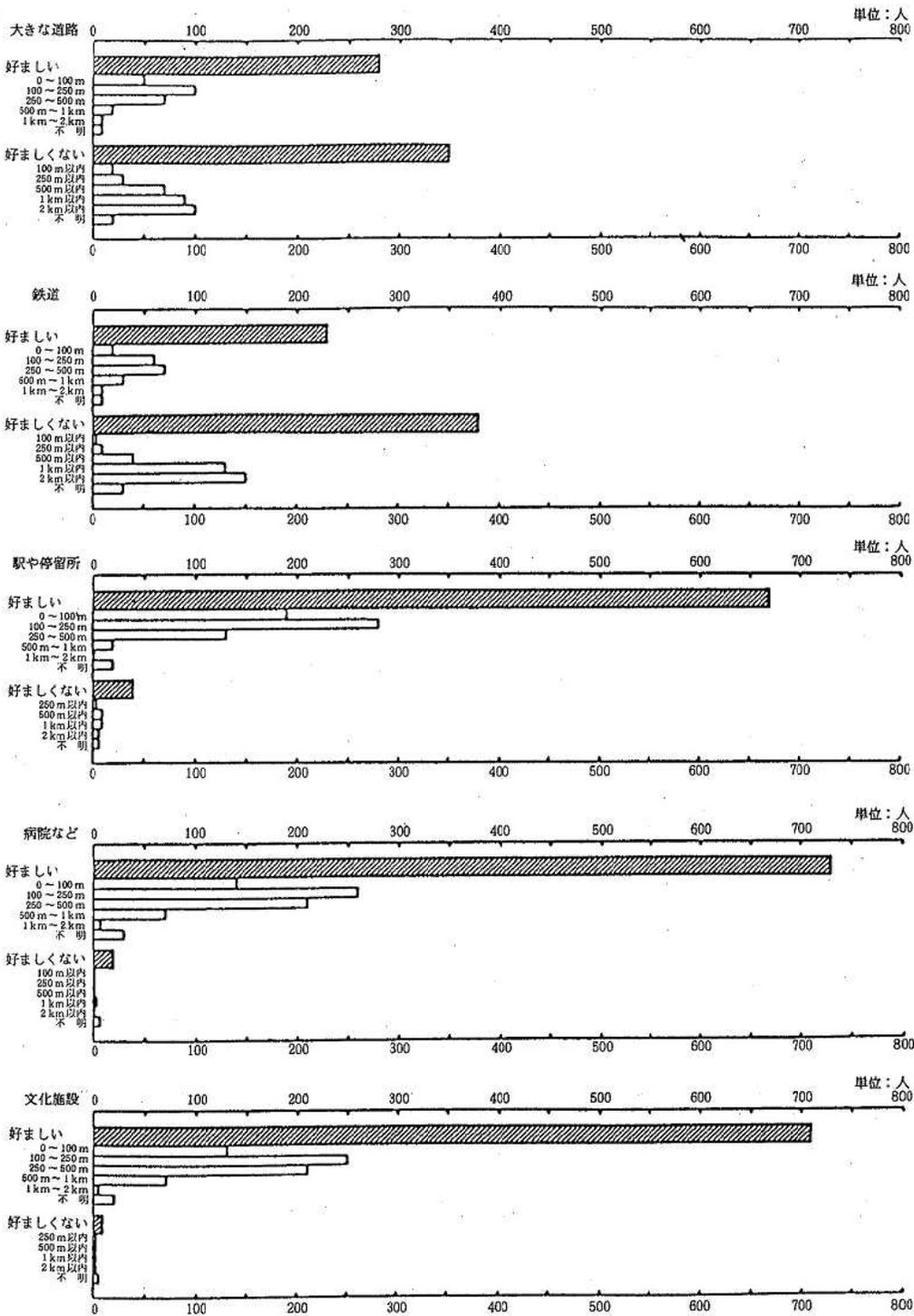
3・7 都市部の農地 (問7 関連)

都市化が進んでいるところに残っている農地について「何らかの形で残しておく」は66%もあり, 農地の効用を認める意識が強く現われていた。「宅地化を進める」は僅か5%であった(表9)。

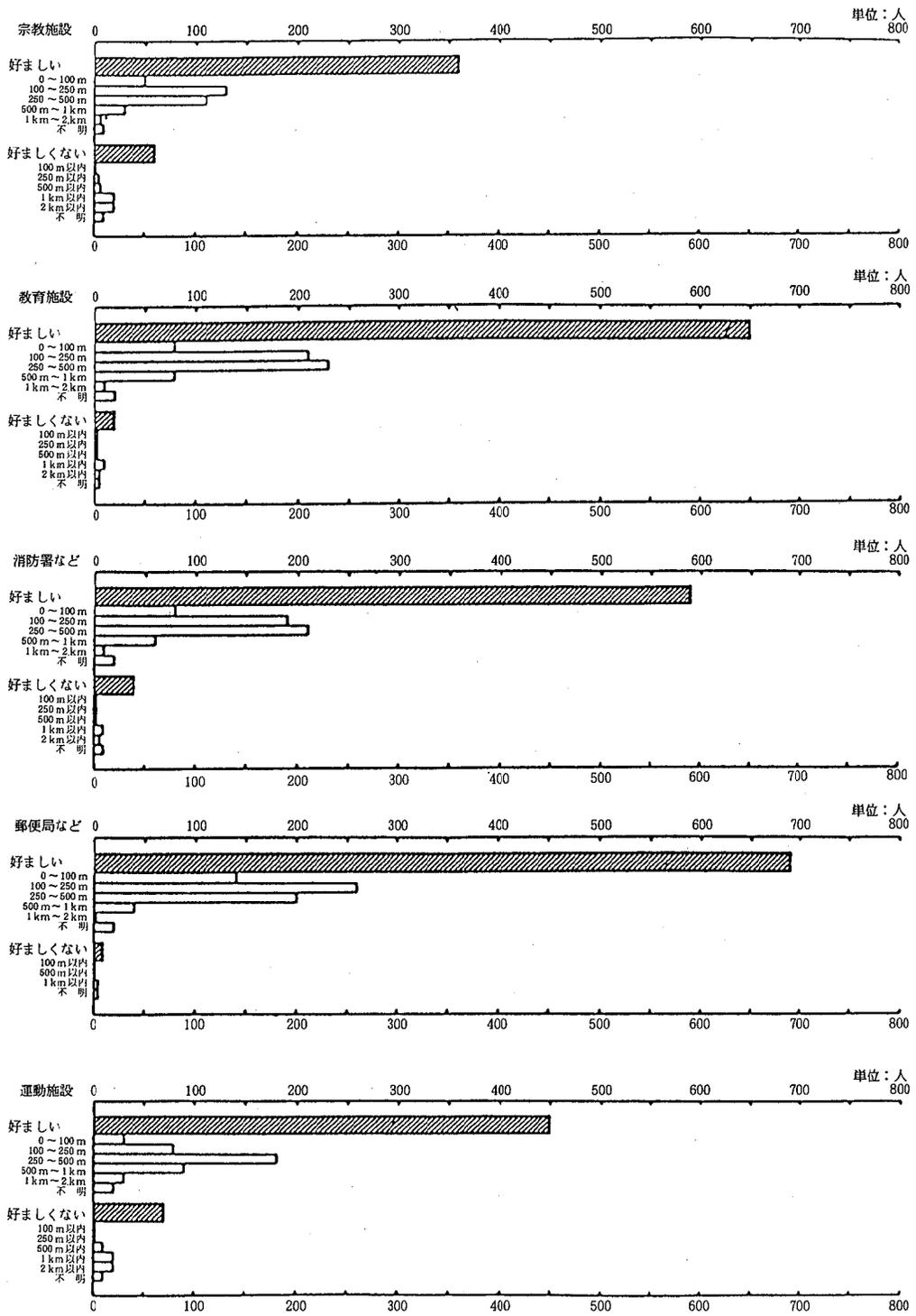


\* “好ましい”又は、“やや好ましい”と答えた人を「好ましい」とし、“やや好ましくない”又は、“好ましくない”と答えた人を「好ましくない」としたそれぞれの合計の度数分布

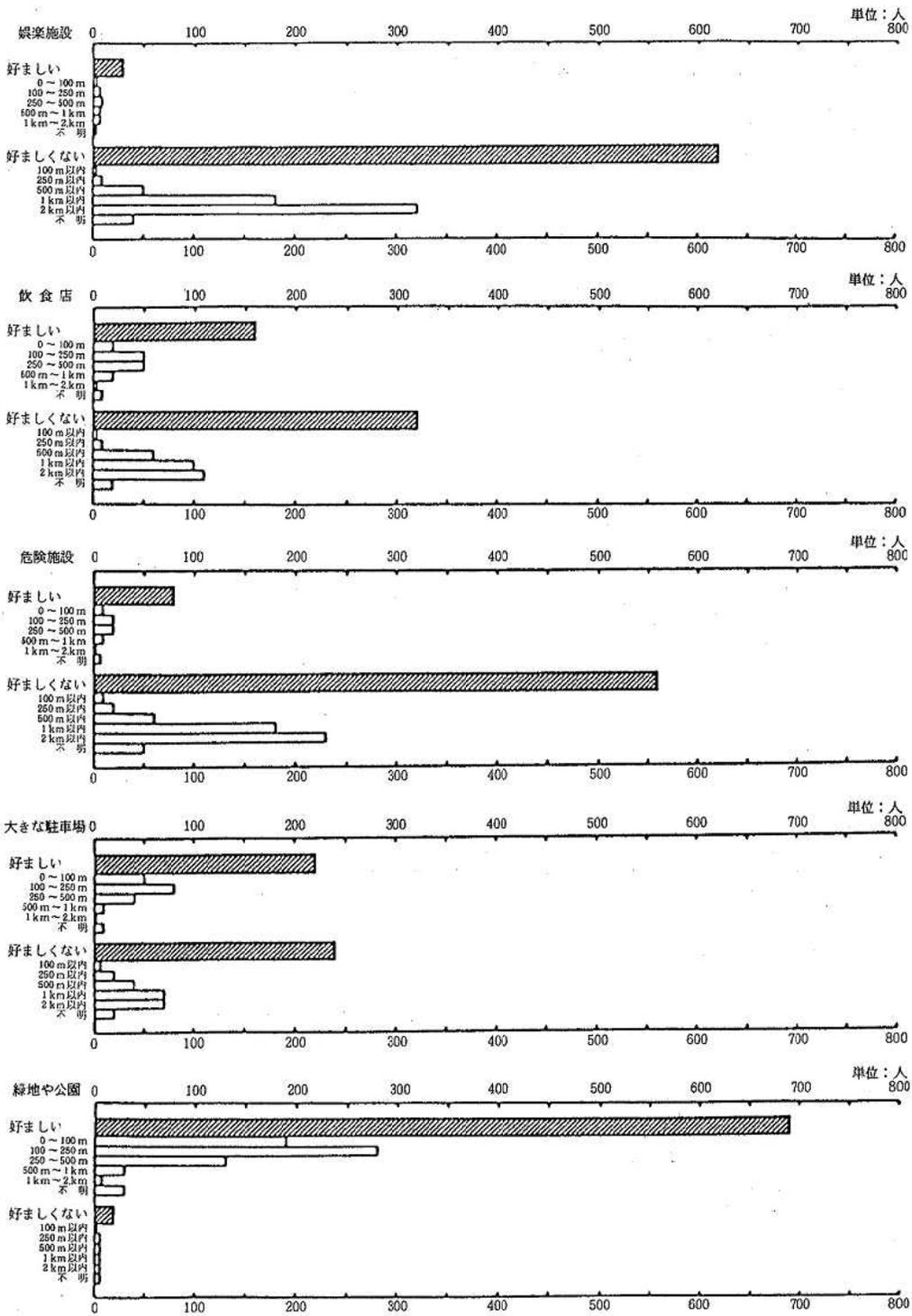
図 2 土地利用選好度別の望ましい又は望ましくない距離 [問 3 関連]



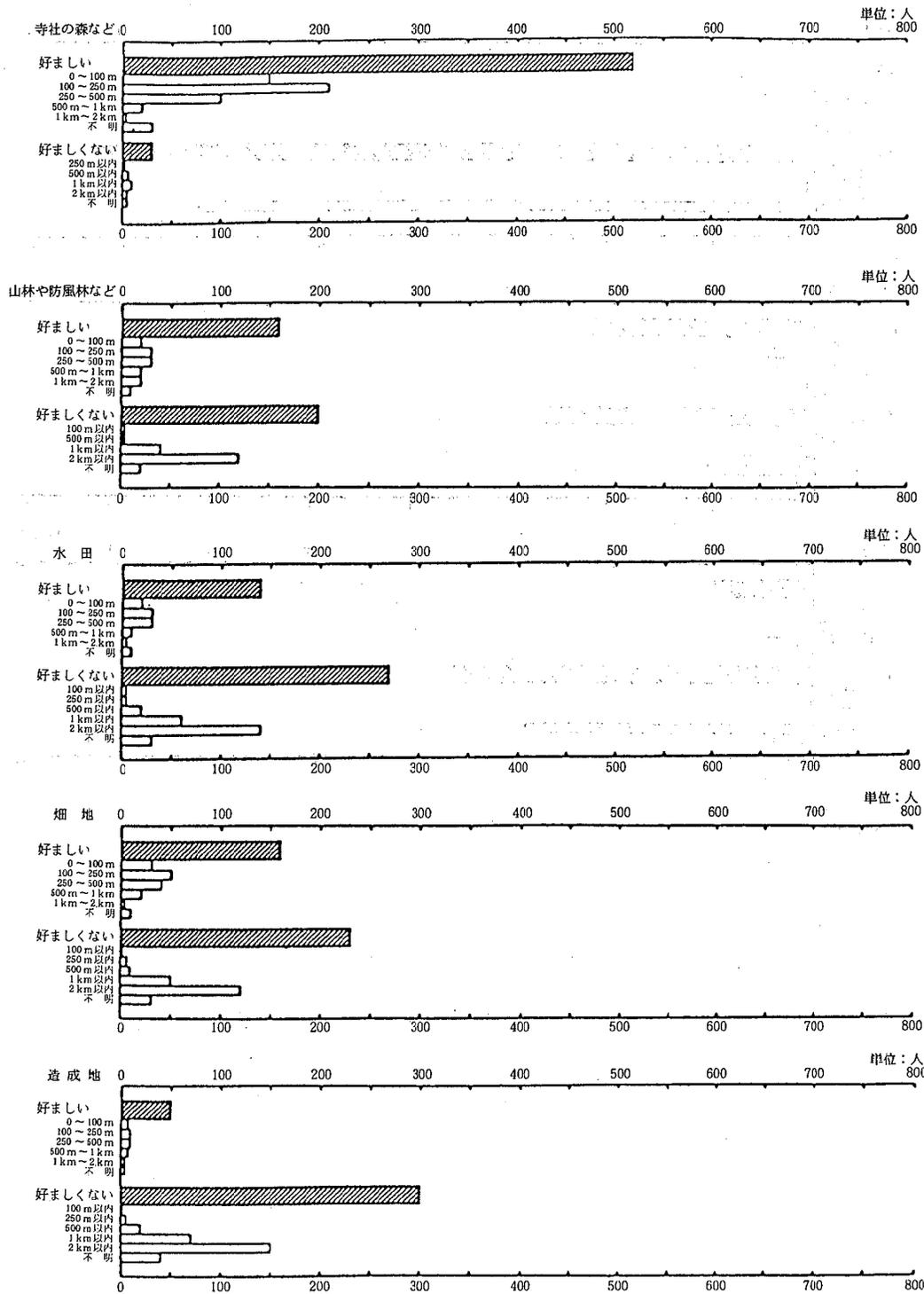
(図2のつづき)



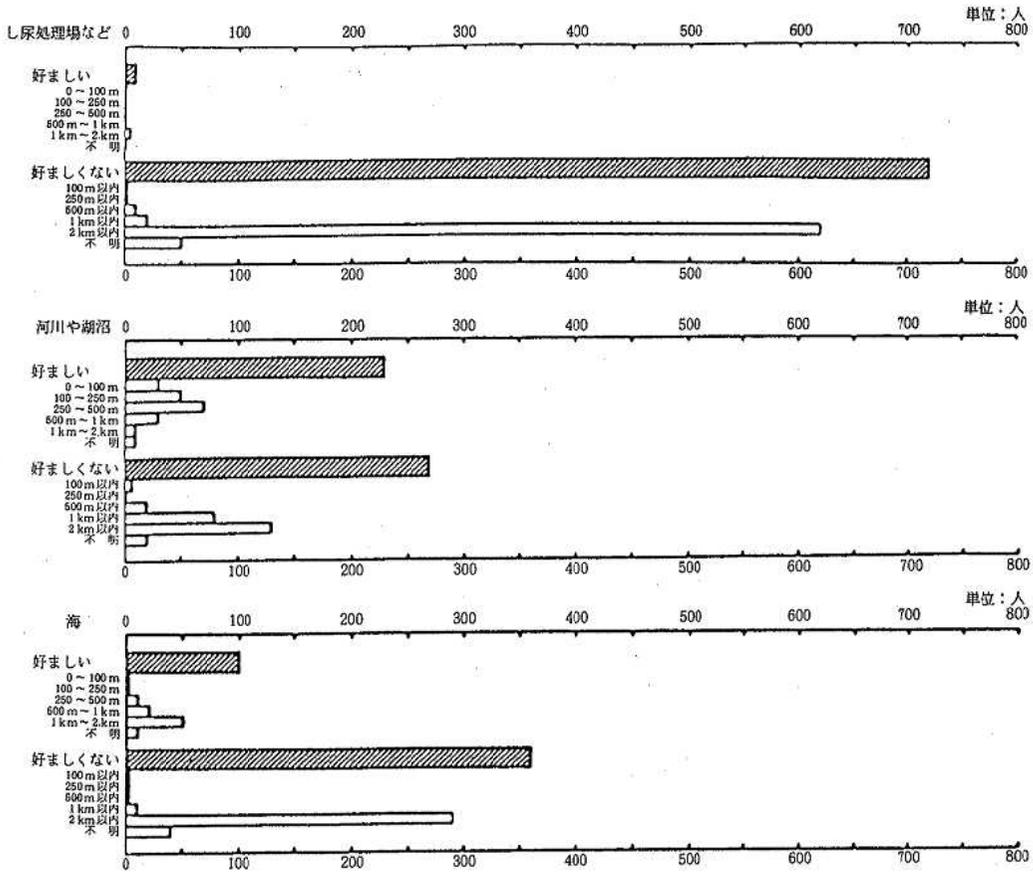
(図2のつづき)



(図2のつづき)



(図2のつづき)



(図2のつづき)

表 7 住居のたてこみ具合 [問 4, 5 関連]

対象人数 902 人

	合 計	好ましい	やや好ましい	どちらでもない	やや好ましくない	好ましくない	不 明
閑散とした住宅地	100%	6.2%	19.8%	35.4%	7.8%	26.7%	4.1%
余裕のある住宅地	100	67.3	21.8	6.4	0.3	0.6	3.5
余裕がない住宅地	100	1.0	3.4	18.1	7.6	65.6	4.2

	合 計	うるさくないから	ゆったりしているから	迷惑がかからないから	にぎやかだから	気を使わなくてよいから	便 利 だ け だ	理 由 は い な い	不 明
好ましい理由	100%	13.0%	30.0%	28.8%	9.3%	5.0%	8.6%	1.2%	4.1%

表 8 「活力ある町づくり」にとっての土地利用混在度の選好度 [問 6 関連]

住宅地と工場

対象人数 902 人

	合 計	はっきり分ける	混在していてもよい	一概にいいない	分からない	不 明
混 在 程 度 (工場)	100%	67.7%	16.6%	10.2%	2.0%	3.4%

住宅地と商店

	合 計	はっきり分ける	混在していてもよい	混在していた方がよい	一概にいいない	分からない	不 明
混 在 程 度 (商店)	100%	15.3%	42.1%	30.8%	7.2%	1.1%	3.4%

住宅地と緑地・公園

	合 計	はっきり分ける	混在していてもよい	混在していた方がよい	一概にいいない	分からない	不 明
混 在 程 度 (緑地, 公園)	100%	12.0%	21.0%	60.0%	2.8%	0.7%	3.7%

表 9 都市化が進んでいるところに残っている農地について [問 7 関連]

対象人数 902 人

	合 計	残しておく(心の故郷)	維持する(緑の自然空間)	維持する(食糧生産の場)	転換する(広場など)	残しておく(排雪の場)	進める(宅地化)	一概にいいない	分からない	不 明
残っている農地	100%	14.9%	22.8%	14.0%	16.8%	14.4%	4.9%	9.5%	1.0%	1.7%

〔資料〕

## 石川県におけるベンゾ (a) ピレン調査結果

石川県衛生公書研究所環境部

織田 敏郎・北村 守次  
三井 信晴\*・桐元 俊武

\*現 石川県山代保健所

### 1 はじめに

強力な発癌性を有する多環芳香族炭化水素 (以下 PAH) が大気浮遊粉じん中から検出され、肺癌発生の一因と言われて以来、全国的に PAH (特に大気浮遊粉じんではベンゾ (a) ピレン (以下 B(a)P) が多い) による大気汚染状況が調査されている。大気中の PAH はそのほとんどが物質の燃焼に由来しており、都市部における B(a)P 濃度は、昭和 45~50 年を境に減少傾向にある<sup>1)~3)</sup>。しかし一般的に大気汚染物質の発生源は、特定の大規模な固定発生源から自動車を中心とする移動発生源及びその他不特定多数の発生源へと移行しており、PAH についてもこの例外ではないと予想される。本県では、昭和 56 年度からスパイクタイヤによる道路粉じん調査の一環として、B(a)P による汚染状況を調査 (昭和 59 年度には環境大気粉じん調査も含む) している<sup>4)</sup>。今回は、昭和 57・58・59 年度の調査結果から、B(a)P 汚染の現状を報告する。

### 2 調査方法

#### 2・1 調査地点及び調査年度

三馬測定点 (昭和 57・59 年度)、三社道路端測定点 (昭和 57・58・59 年度) は、既報<sup>4)</sup> と同一地点である。

##### (1) 環境大気

ア 三社屋上測定点 (昭和 58・59 年度)

金沢市中心部で商業地域に位置する。

(金沢市三社町、石川県婦人会館屋上、地上 20m)

イ 米泉測定点 (昭和 59 年度)

金沢市西部で住宅地域に位置する。

(金沢市米泉 5 丁目、石川県米泉一般環境測定局屋上、地上 3m)

##### (2) 道路近傍

ア 高岡町測定点 (昭和 58・59 年度)

金沢市中心部で商業地域に位置する。

(金沢市高岡町、野村証券金沢支店駐車場前、道路端から 2m)

#### 2・2 試料採取及び測定方法

既報<sup>4)</sup> と同一方法による。

### 3 調査結果

調査結果を表 1 に、その経年経月変化を図 1、図 2 に示した。なお図 1、図 2 には、既報<sup>4)</sup> の結果も併示した。図 1 中の折線は、国設環境大気測定所 (8 地点)、国設大気汚染測定所 (15 地点) の月別平均値を示している<sup>5)~7)</sup>。粉じん濃度、B(a)P 濃度とも同一月内での連続したデータ間でも変動が大きいが、これは日曜日に低くなる週変化と気象状況 (主として降雨の有無) に起因していると考えられる。粉じんは、2~3 月期に高く、その他の時期はほぼ一定であり、B(a)P 濃度は、春~夏に低く、秋~冬に高い傾向がみられる。年度間、地点間比較のため、各年度を前期 (4 月~9 月) と後期 (10 月~3 月) に分けて求めた平均値を表 2 に示す。

経年的には、国設測定所と同様に減少傾向にあり、特に 58 年度の後期が急激に減少 (前年比 45~55%) している。これは 2 月期の大幅な減少が主因となっており、この激減が長期減少傾向につながるかどうかは今後の調査にまたなければならない。次に、地点別比較

Survey Data of Benzo (a) pyrene in Air in Ishikawa Prefecture. by Toshirou ODA, Moritsugu KITAMURA, Nobuharu MITSUI, and Toshitake KIRIMOTO (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

表 1 ベンゾ (a) ピレン測定結果 (1)

三馬 (昭和57年度)

採取月日	天候	ベンゾ (a) ピレン 濃度 (μg/m <sup>3</sup> )	ベンゾ (a) ピレン 含量 (μg/g・粉じん)	
8/17-18	火 雨降曇	13	0.05	3.8
18-19	水 曇一時雨	27	0.11	4.1
19-20	水 曇後雨	24	0.07	2.9
11/15-16	月 曇	55	0.87	15.8
16-17	火 曇一時雨	53	0.34	6.4
17-18	水 曇後雨	57	0.47	8.2
2/1-2	火 曇時々晴	69	0.58	8.4
2-3	水 雨	12	0.20	16.7
3-4	水 曇時々曇	44	0.20	4.5
16-17	水 曇	59	0.38	6.4
17-18	水 曇後雨	23	0.41	17.8
18-19	金 晴後雪	11	0.12	10.9
最高値		69	0.87	17.8
最低値		11	0.05	2.9
平均値		37	0.32	8.8

三馬 (昭和59年度)

採取月日	天候	ベンゾ (a) ピレン 濃度 (μg/m <sup>3</sup> )	ベンゾ (a) ピレン 含量 (μg/g・粉じん)	
5/14-15	月 曇時々雨	20	0.08	3.9
15-16	火 曇	33	0.10	3.0
16-17	水 曇時々雨	19	0.07	3.8
17-18	水 曇時々雨	25	0.04	1.5
18-19	金 曇後晴	41	0.21	5.1
19-20	土 晴	36	0.26	7.1
20-21	日 晴時々曇	44	0.17	3.8
7/17-18	火 曇一時雨	33	0.15	4.5
18-19	水 曇後雨	34	0.16	4.8
19-20	木 曇時々曇	39	0.10	2.6
20-21	金 曇時々雨	38	0.08	2.2
21-22	土 曇一時雨	28	0.12	4.1
22-23	日 晴一時雨	33	0.09	2.8
23-24	月 晴後曇	41	0.14	3.6
10/15-16	月 晴	31	0.28	9.1
17-18	水 雨降曇	26	0.41	15.9
18-19	木 晴後曇	35	0.16	4.5
19-20	金 曇	31	0.30	9.8
20-21	土 曇後雨	26	0.14	5.4
21-22	日 曇時々雨	23	0.16	7.1
22-23	月 曇後晴	29	0.19	6.4
12/11-12	火 雨	21	0.57	27.5
12-13	水 雨降曇	29	0.31	10.4
13-14	木 晴	37	0.38	10.4
14-15	金 雨	36	0.26	7.3
15-16	土 曇一時雨	21	0.27	12.9
16-17	日 曇後雨	13	0.18	13.6
17-18	月 晴後雨	35	0.32	8.9
最高値		44	0.57	27.5
最低値		13	0.04	1.5
平均値		31	0.20	7.2

米泉 (昭和59年度)

採取月日	天候	ベンゾ (a) ピレン 濃度 (μg/m <sup>3</sup> )	ベンゾ (a) ピレン 含量 (μg/g・粉じん)	
5/14-15	月 曇時々雨	26	0.07	2.9
15-16	火 曇	37	0.08	2.3
16-17	水 曇時々雨	25	0.07	2.6
17-18	木 曇時々雨	27	0.05	1.8
18-19	金 曇後晴	47	0.17	3.5
19-20	土 晴	53	0.19	3.8
20-21	日 晴時々曇	47	0.10	2.1
7/17-18	火 曇一時雨	38	0.14	3.7
18-19	水 曇後雨	43	0.19	4.3
19-20	木 曇時々曇	47	0.09	2.0
20-21	金 曇時々雨	44	0.08	1.8
21-22	土 曇一時雨	32	0.08	2.5
22-23	日 晴一時雨	41	0.09	2.3
23-24	月 晴後曇	51	0.28	5.5
10/15-16	月 晴	44	0.45	10.1
16-17	火 曇時々晴	43	0.52	12.2
17-18	水 雨降曇	36	0.47	12.8
18-19	木 晴後曇	60	0.77	12.8
19-20	金 曇	42	0.46	10.9
20-21	土 曇後雨	30	0.23	7.6
21-22	日 曇時々雨	26	0.10	3.9
22-23	月 曇後晴	40	0.53	13.4
12/11-12	火 雨	23	0.68	29.9
12-13	水 雨降曇	39	0.50	12.6
14-15	金 雨	27	0.31	11.3
15-16	土 曇一時雨	26	0.35	13.6
16-17	日 曇後雨	16	0.22	13.8
17-18	月 晴後雨	33	0.26	8.0
最高値		60	0.77	29.9
最低値		16	0.05	1.8
平均値		37	0.27	7.6

表 1 ベンゾ (a) ピレン測定結果 (2)  
三社屋上 (昭和58年度)

採取月日	曜日	天気	粉じん濃度 (μg/m <sup>3</sup> )	ベンゾ (a) ピレン濃度 (ng/m <sup>3</sup> )	ベンゾ (a) ピレン含有率 (μg/g・粉じん)
8/19-20	金	雨後曇	26	0.09	3.4
20-21	土	曇時々雨	35	0.17	4.9
21-22	日	曇時々雨	30	0.05	2.7
22-23	月	曇	42	0.14	4.3
23-24	火	晴時々曇	38	0.34	8.9
24-25	水	曇時々雨	38	0.96	25.5
25-26	木	曇時々雨	36	0.29	8.0
11/9-10	水	晴	39	0.63	16.1
10-11	木	晴時々曇	44	0.77	17.6
11-12	金	曇時々雨	38	0.28	7.4
12-13	土	雨	35	0.18	5.3
13-14	日	雨	27	0.24	8.8
14-15	月	曇時々雨	27	0.46	16.5
15-16	火	晴	48	1.01	21.1
2/20-21	月	曇時々雨	163	2.03	12.5
21-22	火	晴	217	1.18	5.5
22-23	水	曇時々雨	97	1.42	14.6
23-24	木	雨	56	1.16	20.7
24-25	金	曇時々晴	174	2.82	16.2
25-26	土	曇時々晴	96	0.71	7.5
26-27	日	雨	88	0.62	7.0
最高値			217	2.82	25.5
最低値			20	0.05	2.7
平均値			65	0.74	11.2

三社屋上 (昭和59年度)

採取月日	曜日	天気	粉じん濃度 (μg/m <sup>3</sup> )	ベンゾ (a) ピレン濃度 (ng/m <sup>3</sup> )	ベンゾ (a) ピレン含有率 (μg/g・粉じん)
5/14-15	月	曇時々雨	27	0.08	3.1
15-16	火	曇	40	0.13	3.1
16-17	水	曇時々雨	25	0.08	3.0
17-18	木	曇時々雨	37	0.09	2.3
18-19	金	曇後晴	46	0.29	6.3
19-20	土	晴	50	0.24	4.9
20-21	日	晴時々曇	51	0.23	4.5
6/11-12	月	曇後晴	58	0.26	4.4
12-13	火	晴	62	0.32	5.1
13-14	水	晴時々曇	75	0.26	3.5
14-15	木	晴時々曇	62	0.28	4.3
15-16	金	晴時々曇	52	0.31	5.9
16-17	土	晴後雨	54	0.49	9.1
17-18	日	曇時々雨	23	0.12	5.0
7/17-18	火	曇時々雨	37	0.22	6.2
18-19	水	曇後雨	39	0.24	6.1
19-20	木	晴時々曇	41	0.13	3.2
20-21	金	曇時々雨	40	0.21	5.4
21-22	土	曇時々雨	32	0.18	5.6
22-23	日	晴時々雨	39	0.14	3.5
23-24	月	晴後曇	47	0.22	4.6
8/20-21	月	晴	50	0.14	2.8
21-22	火	曇時々晴	63	0.21	3.3
22-23	水	曇時々雨	38	0.09	2.5
23-24	木	晴時々雨	41	0.09	2.3
24-25	金	晴	42	0.17	4.1
25-26	土	晴	52	0.20	3.9
9/1-2	土	晴時々曇	69	0.34	4.9
最高値			198	1.37	42.5
最低値			12	0.08	2.3
平均値			47	0.37	9.7

三社道路端 (昭和57年度)

採取月日	曜日	天気	粉じん濃度 (μg/m <sup>3</sup> )	ベンゾ (a) ピレン濃度 (ng/m <sup>3</sup> )	ベンゾ (a) ピレン含有率 (μg/g・粉じん)
8/17-18	火	雨後曇	45	0.27	6.0
18-19	水	曇時々雨	73	1.48	20.3
19-20	木	曇後雨	71	0.71	10.0
11/15-16	月	曇	116	1.13	9.7
16-17	火	曇時々雨	92	1.29	14.0
17-18	水	曇後雨	108	1.55	14.4
2/1-2	火	曇時々晴	351	2.46	7.0
2-3	水	前	25	0.68	27.2
3-4	木	曇時々曇	348	1.12	3.2
16-17	水	曇	318	1.59	5.0
17-18	木	曇後雨	61	1.76	28.9
18-19	金	雨後曇	21	0.35	16.7
最高値			351	2.46	28.9
最低値			21	0.27	3.2
平均値			136	1.20	13.5

表 1 ベンゾ (a) ピレン測定結果 (3)  
三社道路端 (昭和58年度)

採取月日	天候	粉じん濃度 (μg/m <sup>3</sup> )	ベンゾ (a) ピレン濃度 (ng/m <sup>3</sup> )	含 量 (μg/g・粉じん)
8/19-20	雨後曇	65	0.43	6.7
20-21	曇時々雨	67	0.45	6.7
21-22	曇時々雨	45	0.21	4.7
22-23	曇一時曇	59	0.25	4.3
23-24	曇時々曇	43	0.43	10.1
24-25	水 曇時々雨	47	1.25	26.5
25-26	水 曇時々雨	64	0.54	8.5
11/ 9-10	水 晴	92	0.98	10.7
10-11	水 晴一時曇	73	1.28	17.0
11-12	金 曇時々雨	50	0.48	9.6
12-13	土 雨	52	0.46	8.9
13-14	日 雨	37	0.45	12.2
14-15	月 曇時々雨	56	0.89	15.9
15-16	火 晴	88	1.76	20.2
2/20-21	月 曇時々雨	469	3.20	6.8
21-22	火 晴	568	2.19	3.9
22-23	水 曇時々雨	159	1.35	8.5
23-24	木 雨	122	1.82	15.0
24-25	金 曇時々晴	612	4.14	6.8
25-26	土 曇時々晴	186	0.95	5.1
26-27	日 雨	249	0.97	3.9
最高値		612	4.14	26.5
最低値		37	0.21	3.9
平均値		153	1.17	10.1

三社道路端 (昭和59年度)

採取月日	天候	粉じん濃度 (μg/m <sup>3</sup> )	ベンゾ (a) ピレン濃度 (ng/m <sup>3</sup> )	含 量 (μg/g・粉じん)
5/11-12	月 曇後晴	118	0.58	4.9
12-13	火 晴	104	0.46	4.4
13-14	水 曇時々曇	132	0.56	4.2
14-15	木 晴一時曇	113	0.45	4.0
15-16	金 曇時々曇	90	0.51	5.7
16-17	土 晴後雨	95	0.95	10.0
17-18	日 曇時々雨	54	0.29	5.4
8/20-21	月 晴	72	0.27	3.8
21-22	火 曇一時晴	99	0.43	4.4
23-24	木 晴一時雨	56	0.21	3.7
24-25	金 晴	55	0.28	5.1
25-26	土 晴	73	0.35	4.7
26-27	日 曇後雨	47	0.36	7.6
9/ 1- 2	土 晴一時曇	103	0.56	5.5
11/12-13	月 曇時々雨	51	0.57	11.1
13-14	火 曇時々雨	53	1.57	29.9
14-15	水 曇	35	1.26	36.5
15-16	木 雨	17	0.33	19.9
16-17	金 晴一時曇	45	0.97	21.6
17-18	土 曇時々晴	82	1.23	14.9
18-19	日 曇一時雨	37	0.59	16.1
19-20	月 晴後雨	31	0.42	13.6
2/18-19	月 曇	129	0.65	5.0
19-20	火 曇後雨	43	0.86	19.8
20-21	水 曇時々雨	251	0.92	3.7
21-22	木 曇後曇	300	0.61	2.0
22-23	金 曇	437	0.69	1.6
23-24	土 曇	38	0.53	13.9
24-25	日 曇時々曇	32	0.34	10.6
最高値		437	1.57	36.5
最低値		17	0.21	1.6
平均値		96	0.61	10.1

高岡町 (昭和58年度)

採取月日	天候	粉じん濃度 (μg/m <sup>3</sup> )	ベンゾ (a) ピレン濃度 (ng/m <sup>3</sup> )	含 量 (μg/g・粉じん)
8/19-20	金 雨後曇	90	0.88	9.7
20-21	土 曇時々雨	57	0.40	6.9
22-23	水 曇一時雨	86	0.53	6.1
23-24	木 晴一時曇	96	0.64	6.7
24-25	金 曇時々雨	100	1.09	10.9
25-26	土 曇時々雨	103	0.92	8.9
11/ 9-10	水 晴	128	1.83	14.3
10-11	水 晴一時曇	138	1.98	14.3
11-12	金 曇時々雨	85	0.76	8.9
12-13	土 雨	47	0.37	7.8
13-14	日 雨	40	0.92	23.1
14-15	月 曇時々雨	92	1.77	19.4
15-16	火 晴	151	2.34	15.5
2/20-21	月 曇時々雨	772	2.76	3.6
21-22	火 晴	1586	2.83	1.8
22-23	水 曇時々雨	890	2.11	2.5
23-24	木 雨	433	2.73	6.3
24-25	金 曇時々晴	1366	3.31	2.4
25-26	土 曇時々晴	870	2.09	2.4
26-27	日 晴	146	0.76	5.2
最高値		1586	3.31	23.1
最低値		40	0.37	1.8
平均値		382	1.55	8.8

高岡町 (昭和59年度)

採取月日	天候	粉じん濃度 (μg/m <sup>3</sup> )	ベンゾ (a) ピレン濃度 (ng/m <sup>3</sup> )	含 量 (μg/g・粉じん)
6/11-12	月 曇後晴	151	0.47	3.1
12-13	火 晴	165	1.05	6.8
13-14	水 曇時々曇	159	0.53	3.3
14-15	木 晴一時曇	144	0.49	3.4
15-16	金 曇時々曇	288	0.51	1.8
16-17	土 晴後雨	150	0.76	5.1
17-18	日 曇時々雨	82	0.36	4.4
8/20-21	月 晴	99	0.38	3.8
21-22	火 曇一時晴	102	0.45	4.5
22-23	水 曇時々雨	59	0.16	2.7
23-24	木 晴一時雨	87	0.29	3.4
24-25	金 晴	90	0.40	4.5
25-26	土 晴	64	0.51	8.1
26-27	日 曇後雨	69	0.48	6.9
9/ 1- 2	土 晴一時曇	101	0.42	4.2
11/12-13	月 曇時々雨	124	1.38	11.1
13-14	火 曇時々雨	87	0.82	9.4
14-15	水 曇	82	1.35	16.5
15-16	木 雨	42	0.53	12.7
16-17	金 晴一時曇	114	1.39	12.2
18-19	日 曇一時雨	71	0.58	8.3
19-20	月 晴後雨	69	0.68	9.9
2/18-19	月 曇	1237	1.92	1.5
19-20	火 曇後雨	180	1.94	7.5
20-21	水 曇時々雨	150	0.62	4.1
21-22	木 曇後曇	108	0.18	1.6
22-23	金 曇	140	0.46	3.3
23-24	土 曇	30	0.22	7.3
24-25	日 曇時々曇	40	0.58	14.4
最高値		1237	1.92	16.5
最低値		30	0.16	1.5
平均値		147	0.67	6.4

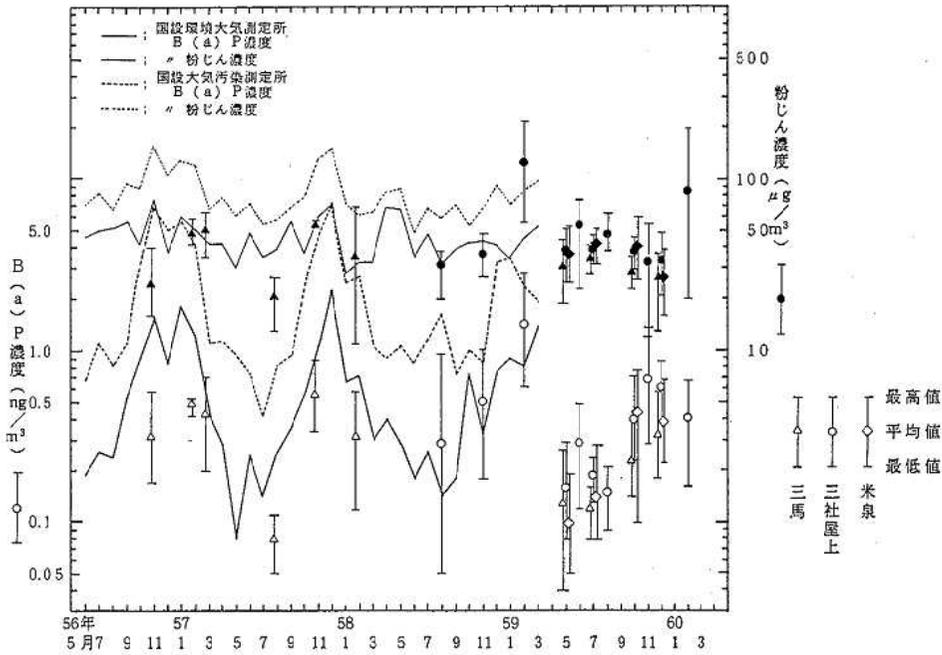


図 1 環境大気中 B (a) P, 粉じん濃度月別変化

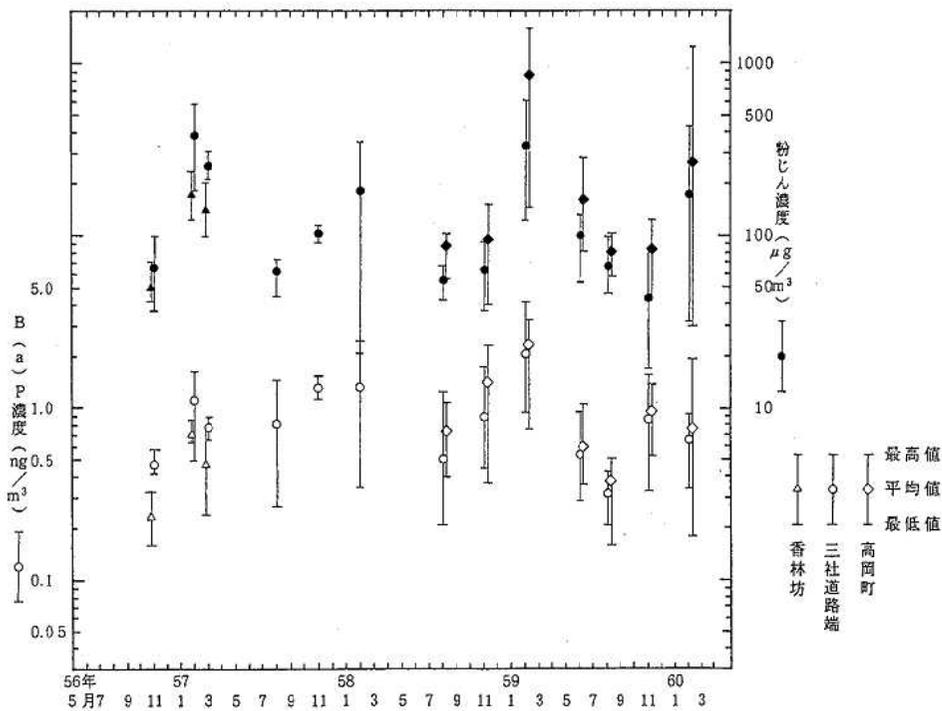


図 2 道路近傍大気中 B (a) P, 粉じん濃度月別変化

表 2 B(a)P濃度前・後期及び期別地点比較表

区分	調査地点	年度	B(a)P濃度 (ng/m <sup>3</sup> )		期別地点比 基(三社道路端)	
			前期*	後期*	前期	後期
環境 大 気	三馬	57	0.08	0.40	0.10	0.30
		59	0.13	0.28	0.29	0.36
	三社屋上	58	0.29	0.96	0.57	0.64
		59	0.21	0.53	0.47	0.69
	米泉	59	0.12	0.42	0.27	0.55
道 路 近 傍	三社道路端	57	0.82	1.33	1.00	1.00
		58	0.51	1.49	1.00	1.00
		59	0.45	0.77	1.00	1.00
	高岡町	58	0.74	1.90	1.45	1.28
		59	0.48	0.86	1.07	1.12
国設環境大気測定所 <sup>5)-7)</sup>	56	0.34	1.15			
	57	0.23	0.92			
	58	0.24	0.82			

\* 前期：4～9月  
\* 後期：10～3月

を行うと、三馬：米泉：三社屋上：三社道路端：高岡町がおよそ3：4：6：10：11(59年度データ)となり、市街地に近づくほど、また、環境大気より道路近傍が高くなっている。また、三社での2地点の比較から、地上20mのB(a)P濃度は地上の6割である。以上の地点別比較から、金沢市でのB(a)P汚染の中心は市街地幹線道路にあると考えられ、自動車排ガスに

よる影響が大きいと予想される。最後に、環境大気中B(a)P濃度を国設環境大気測定所と比較すると、同レベルか、それ以下にあり、金沢市ではB(a)Pによる大気汚染はさほど進行していないと考えられる。

#### 4 ま と め

石川県における大気浮遊粉じん中のB(a)P濃度について調査を行った結果、以下のことが判明した。

(1) 石川県におけるB(a)P汚染状況は、全国と比較して低レベルにあり、減少傾向にある。

(2) B(a)P濃度は、春～夏に低く、秋～冬に高い季節変化を示すことが確認された。

(3) B(a)P濃度は、三馬<米泉<三社屋上<三社道路端<高岡町の順に、市街地に近いほど、また、環境大気より道路近傍が高くなっている。これより、B(a)P汚染の中心は市街地幹線道路であり、自動車排ガスの影響が大きいと予想される。

#### 文 献

- 1) 児玉 泰, 石西 伸: 大気汚染研究, 10, 732-741 (1976)
- 2) 富田絹子: 大気汚染研究, 10, 742-744 (1976)
- 3) 松本 寛: 第25回大気汚染学会講演要旨集, 173-174 (1984)
- 4) 三井信晴, 桐元俊武: 石川衛公害研年報, 19, 134-144 (1982)
- 5) 環境庁: 昭和56年度国設大気測定網(NASN)測定結果, 385-407 (1983)
- 6) 環境庁: 昭和57年度同上結果, 257-279 (1984)
- 7) 環境庁: 昭和58年度同上結果, 260-282 (1985)

〔資料〕

## 石川県におけるインフルエンザの流行

(昭和59年度)

石川県衛生公害研究所微生物部 木村 晋亮・梶 哲夫・尾西 一  
 石川県厚生部公衆衛生課 酒井 玉吉・会津 善宏

## 1 昭和60年1月～3月の集団かぜ

前年の昭和59年の同期には、A(H1)型のいわゆるソ連かぜの流行があり、1月10日から3月9日の2カ月間に、延べ160校で、在籍78,655人中29,065人の患者発生があり、うち5,694人が欠席した。罹患率は37.0%、欠席率は19.6%であった。そしてこの間、13校で休校、32校で学年閉鎖、35校で学級閉鎖、55校で授業打切が行われた。25校では措置が行われなかった。

昭和60年1月16日、松任保健所管内の鶴来町鶴来中学校において、在籍557人中32人に、せき、上気道炎、頭痛を訴える集団かぜが発生し、患者数が多かったクラスでは、当日授業打切、翌日は学級閉鎖が行われた。また同日、金沢市泉野保健所管内の金沢市犀川小学校と新神田小学校でも発生をみた。主症状は38°台の発熱、上気道炎、頭痛、せきであった。そして1月16日には犀川小学校で、翌17日には鶴来中学校で、各校5人から咽頭スワブ及び血液が採取された。

これら初発2校10人の咽頭スワブについてウイルス分離を試みた結果、犀川小学校の5人中3人から、鶴来中学校5人中1人からB型インフルエンザウイルスが分離された。一方、10人の対血清についてのワクチン株を用いてのHI抗体価測定の成績から、犀川小学校の5人中4人、鶴来中学校の5人中2人がB型インフルエンザワクチン株に対して有意な抗体価上昇を示した。また犀川小学校の児童から分離されたB/石川/1/85株を用いて再度HI抗体価の測定を行ったところ、

鶴来中学校の1人が有意上昇を示し、B型インフルエンザウイルスによる罹患が追加確認された。こうして1月16日初発の2校の集団かぜは、いずれもB型インフルエンザウイルスによるものであることが判明した。

その後この集団かぜは、ほぼ石川県下全域で発生をみることとなり、3月15日、七尾保健所管内の鹿島町滝尾小学校での終発まで、県下では、昨年より4%多い167施設で、在籍94,879人中、昨年より10%多い31,861人が罹患し、5,364人(昨年の94%)が欠席した。罹患率は33.6%、欠席率は16.8%で、昨年同期が37.0%、19.6%であったのに比し、いずれも下回った。またこれら発生校の措置の内訳は、休校2校(昨年13校)、学年閉鎖31校(昨年32校)、学級閉鎖46校(昨年35校)、授業打切73校(昨年55校)、措置なし15校(昨年25校)であった。昨年と比較すると、休校と措置なし校が減って、学級閉鎖や授業打切りが増加した。

1月16日から3月15日の2カ月間における日別及び週別発生数を表1に示した。発生は第3週から第11週の9週間にわたり、発生のピークは施設数・患者数とも1月28日であった。1日千人台の患者数の発生がみられた週は、1月下旬から2月上旬にかけての第4週～6週と2月中・下旬の第8週であった。経過を週別発生数で見ると、第3週に発生し、次の第4週から第5週にかけては週1万人を越える大きな山があった後減少し、第7週には1千人を下回る谷となり、第8週には再び2千人台の小さな山を形成し、第9週以降は再び減少し、第11週には終息した。発生校の推移も同

A Prevalence of Influenza in Ishikawa Prefecture from January to March, 1985. by  
 Nobuaki KIMURA, Tetsuo KAJI, Hajime ONISHI, Tamakichi SAKAI\*, and Yoshihiro  
 AIZU\* (Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health  
 and Environment, and Section of Public Health, Department of Health and Welfare,  
 Ishikawa Prefecture\*)

表1 昭和59年1月～3月に発生した  
集団かぜの日別発生状況

月日	発 生 設 施	累 計	患 者 数	累 計	週 間 発 生 数*
1.16	3	3	412	412	9: 1,090 (198)
1.17	2	5	154	566	
1.18	3	8	270	836	
1.19	1	9	254	1,090	
1.21	9	18	2,059	3,149	45: 10,444 (1,542)
1.22	9	27	1,406	4,555	
1.23	8	35	3,428	7,983	
1.24	7	42	1,163	9,146	
1.25	7	49	1,376	10,522	
1.26	5	54	1,012	11,534	
1.28	18	72	3,679	15,213	
1.29	12	84	3,021	18,234	
1.30	10	94	2,051	20,285	
1.31	3	97	1,064	21,349	
2. 1	4	101	1,057	22,406	
2. 2	3	104	244	22,650	
2. 4	5	109	1,071	23,721	26: 4,640 (837)
2. 5	2	111	725	24,446	
2. 6	4	115	632	25,078	
2. 7	7	122	1,147	26,225	
2. 8	7	129	796	27,021	
2. 9	1	130	269	27,290	
2.12	4	134	288	27,578	
2.14	1	135	378	27,958	
2.18	2	137	247	28,203	15: 2,775 (438)
2.19	3	140	533	28,736	
2.20	1	141	253	28,989	
2.21	5	146	1,079	30,063	
2.22	4	150	663	30,731	
2.25	4	154	473	31,204	8: 719 (151)
2.26	1	155	52	31,256	
3. 1	3	158	194	31,450	
3. 5	1	159	77	31,527	6: 274 (84)
3. 7	1	160	50	31,577	
3. 8	2	162	129	31,706	
3. 9	2	164	18	31,724	
3.12	1	165	48	31,772	3: 137 (48)
3.14	1	166	24	31,796	
3.15	1	167	65	31,861	

\*施設数：患者数(欠席者数)で示す。

様であった。

本年度における集団かぜの発生規模は昨年とほぼ同じ中規模で、県下の小・中学校の38.7%で発生をみており、全在籍数に対する罹患率は18.6%であった。県下8市27町6村のうち、集団かぜがなかった自治体は、鳳至郡柳田村、羽咋郡富来町、志賀町、河北郡七塚町、能美郡川北町、根上町、石川郡河内村、吉野谷村、尾口村、白峰村の5町5村で、このうち能登地区の富来、柳田の1町1村と加賀地区の七塚、川北、根上の3町と白山麓4村は昨年も発生がなかった。

集団かぜが発生した167校のうち、富来保健所管内を除く県下12保健所管内の初発12校で、1月16日から2月2日にかけて、62人から咽頭スワブが、59人から対血清が採取された。その状況を表2に示した。

ウイルス分離は、孵化鶏卵とMDCK、AGMK両細胞を主にしてインフルエンザウイルスの分離を行った。その結果、3校の5人から、卵で1株、MDCK細胞で4株、AGMK細胞で3株のB型インフルエンザウイルスを分離した。分離率は8.1%と極めて低かった。一方、昭和59年度のワクチン株であるA/Bangkok/10/83(H1N1)、A/Philippines/2/82(H3N2)、B/Singapore/222/79と分離株のB/石川/1/85の計4株をHA抗原として、対血清のHI抗体価測定を行ったところ、12校59人中、B型ワクチン株で10校31人、分離株で10校40人がB型ウイルス株に有意な上昇をしていることが確認された。このように2校ではインフルエンザの流行が確認出来なかったにもかかわらず、血清学的には67.8%がB型インフルエンザウイルスに罹患したことが判明した。ウイルス分離陽性の5人はもちろん有意上昇がみられた。このように血清学的に確認された40人のうち5人のみからしかウイルスが分離出来なかったことの原因については種々考えられるが、同時期我々が行っているかぜ患児からのインフルエンザウイルスの分離率が32.6%(29/89)であることから考慮すると、検体の採取とその後の取扱いに問題があるように思われる。

表3に、送付のあった12校の対血清のA/Bangkok, A/Philippines, B/Singaporeの3ワクチン株と分離株B/石川に対する急性期と回復期の平均HI抗体価を2の指数で示した。インフルエンザの罹患が確認されなかった2校を除き、集団としての罹患状況を平均HI抗体価の上昇でみると、上昇が2.5以上の(+)はB型ワクチン株と分離株で共に6校、1.5以上2.5未満の(±)がワクチン株で2校、分離株で3校、1.5未満の(-)がワクチン株で2校、分離株で1校みら

表 2 昭和59年1月～3月に発生した集団かぜのウイルス学的・血清学的検査成績

管轄保健所	発生施設	発生月日	検体採取月日	ウイルス分離(型)	対血清抗体価測定(型)	確認数
金沢泉野	金沢市 犀川小	1.16	1.16	3/5 (B)	4/5 (B)	4/5
松任	鶴来町 鶴来中	"	1.17	1/5 (B)	3/5 (B)	3/5
金沢元町	金沢市 芳斉小	1.17	"	1/5 (B)	5/5 (B)	5/5
輪島	輪島市 鳳至小	1.18	1.18	0/5	0/4	0/5
山代	加賀市 勅使小	1.21	1.21	0/5	5/5 (B)	5/5
七尾	七尾市 山王小	"	"	0/6	2/6 (B)	2/6
珠洲	内浦町 小木小	"	1.22	0/6	5/6 (B)	5/6
小松	小松市 串小	1.22	1.23	0/5	5/5 (B)	5/5
津幡	津幡町 津幡小	1.23	1.25	0/6	0/5	0/6
宇出津	能都町 真脇小	1.26	1.28	0/5	4/5 (B)	4/5
羽咋	志雄町 志雄中	1.28	1.29	0/5	3/4 (B)	3/5
門前	門前町 浦上小	2.2	2.2	0/4	4/4 (B)	4/4
計	12校			5/62 (8.1%)	40/59 (67.8%)	40/62 (64.5%)

表 3 昭和59年1月～3月に発生した集団かぜ患者対血清の平均HI抗体価 (2<sup>n</sup>)

発生施設 人数	ワクチン株A (H1N1)	ワクチン株A (H3N2)	ワクチン株B	分離株B	判定*
	A/Bangkok/10/83 急一回(上昇)	A/Philippines/2/82 急一回(上昇)	B/Singapore/222/79 急一回(上昇)	B/石川/1/85 急一回(上昇)	
犀川小 5	8.6—8.6 (0)	9.4—9.4 (0)	6.6—10.0 (3.4)	5.2—9.2 (4.0)	+B
鶴来中 5	10.0—10.0 (0)	7.4—7.4 (0)	7.4—9.4 (2.0)	7.8—10.2 (2.4)	±B
芳斉小 5	9.0—9.0 (0)	8.8—9.2 (0.4)	7.6—10.6 (3.0)	5.6—10.8 (5.2)	+B
鳳至小 4	9.8—9.8 (0)	10.0—9.5 (<0)	7.8—7.5 (<0)	5.5—5.5 (0)	—
勅使小 5	8.6—8.6 (0)	10.2—10.0 (<0)	8.4—10.2 (1.8)	7.6—10.0 (2.4)	±B
山王小 6	9.5—9.5 (0)	8.0—8.0 (0)	8.0—8.7 (0.7)	6.7—8.0 (1.3)	—
小木小 6	9.2—9.2 (0)	8.8—8.8 (0)	7.0—10.5 (3.5)	4.7—9.0 (4.3)	+B
串小 5	9.8—9.8 (0)	9.0—9.0 (0)	8.6—11.2 (2.6)	5.2—9.2 (4.0)	+B
津幡小 5	9.0—9.0 (0)	8.8—8.8 (0)	8.4—8.4 (0)	7.8—7.8 (0)	—
真脇小 5	7.8—7.8 (0)	7.6—7.6 (0)	7.2—10.6 (3.4)	6.2—9.6 (3.4)	+B
志雄中 4	9.3—9.0 (<0)	8.8—8.0 (<0)	8.5—9.8 (1.3)	7.0—9.3 (2.3)	±B
浦上小 4	9.5—9.5 (0)	8.8—8.5 (<0)	7.0—11.0 (4.0)	3.0—9.8 (6.8)	+B
平均HI抗体価 (急回)	9.2 ± 0.6 9.1 ± 0.6 (<0)	8.8 ± 0.8 8.7 ± 0.8 (<0)	7.7 ± 0.6 9.8 ± 1.1 (2.1)	6.0 ± 1.3 9.1 ± 1.3 (3.1)	+B

\* 平均HI抗体価の上昇が2.5以上を+, 2.5未満1.5以上を±, 1.5未満を-とした。

れた。このワクチン株と分離株による差は、流行株がワクチン株と多少抗原的にずれを生じていることを示唆すると思われる。12校での急性期の平均HI抗体価をみると、A (H1) 型ワクチン株では7.8—10.0に分布し、平均9.2±0.6、A (H3) 型ワクチン株では7.4—10.2で平均8.8±0.8、B型ワクチン株では6.6—8.6、平均7.7±0.6、B型分離株では<4—7.8

で平均6.0±1.3と、A型ワクチン株に対する平均HI抗体価はすべて集団防禦に必要と言われる7を超えており、全体の平均にしても9.2と8.8と極めて高いレベルを維持していた。これに対しB型では平均HI抗体価7未満がワクチン株で1校、分離株では8校にみられ、B型流行の素地は充分あったと考えられる。また急性期における全体の平均HI抗体価をワクチン株と

表 4 昭和59年 1 月～ 3 月に発生した集団かぜ検体採取者の臨床症状

発生施設	人数	ワクチン接種者	せき	上気道炎	関節痛 筋肉痛	発熱(平均最高 体温°C)	嘔吐	下痢	頭痛	腹痛	症状の 持続日数	家族内 感染
犀川小	5	5	4	5	2	5 (38.6)	2	2	5	2		2
鶴来小	5	2	3	3					2	2	10.8	1
芳斉小	5	4	5			4 (38.5)	1		4		3.0	1
鳳至小	5	4	4							2		1
勅使小	5	5	4	2		3 (37.5)	1		1		11.2	4
山王小	6	2	5	6	1	4 (37.3)			2	1	11.2	2
小木小	6	6	5	6		3 (37.8)	1		3	1	12.0	3
串小	5	5	4			5 (37.5)	1		2	1		2
津幡小	6	6	6						1	1		3
真脇小	5	5	2	2	1	5 (38.1)			1		7.8	0
志雄中	5	4	4	1		1 (37.2)			2			1
浦上小	4	4	4			2 (38.8)			3			2
計	62	52	50	25	4	32 (38.0±0.5)	6	2	26	10	平均 9.9±2.7	22
(%)		(83.9)	(80.6)	(40.3)	(6.5)	(51.6)	(9.7)	(3.2)	(41.9)	(16.1)		(35.5)

分離株とで比較すると、平均値の差の検定でも両者の間に抗原的なずれがあることが示唆された。

次に検体提出のあった62人について、各校別のワクチン接種状況、臨床症状、症状の持続日数、家族内感染の有無の状況を表4に示した。ワクチン接種は52人83.9%がしている。ちなみに昭和59年度秋におけるインフルエンザ臨時予防接種率は、小学校で86.5%、中学校で79.5%、地域別では、金沢市を含む石川中央が7割弱と低く、加賀・能登で高い傾向を示している。主症状では、せきが最も多く50人80.6%に、37.0°C以上の発熱(平均38.0±0.5°C)が32人51.6%に、頭痛が26人41.9%に、上気道炎症状が25人40.3%にみられた。しかし、関節痛・筋肉痛などの典型的な症状はわずか4人6.5%にみられたにすぎず、症状は比較的軽かったように見受けられる。症状の持続日数が記載さ

れていた6校での日数は3.0-12.0日に分布しており、平均は9.9±2.7日であった。また家族内感染は11校22人、35.5%にみられた。

集団かぜ患児から分離されたB型インフルエンザウイルスのうち、MDCK細胞で分離された4株について、日本インフルエンザセンター(国立予防衛生研究所内)から分与された抗血清を用いて、交差HI試験を行った(表5)。用いた抗血清は、抗B/神奈川/3/76ニワトリ免疫血清、抗B/Singapore/222/79フェレット感染血清、抗B/Norway/1/84フェレット感染血清の3種である。その結果、ワクチン株のB/Singapore/222/79株の3抗血清に対するHI価よりもすべて3管低いHI価が分離株で得られた。分離株間に相違は見られなかった。このことは、分離株の抗原性とワクチン株の抗原性との間にかんがいのずれが生じて

表 5 昭和60年 1 月に MDCK 細胞で集団かぜから分離された B 型インフルエンザの HI 試験

抗 原	抗 血 清			備 考
	B/神奈川/3/76 (ニワトリ)	B/Singapore/222/79 (フェレット)	B/Norway/1/84 (フェレット)	
B/Singapore/222/79	256	512	1024	ワクチン株
B/石川/1/85	32	64	128	分離株(犀川小)
B/石川/1/85	32	64	128	“(芳斉小)
B/石川/4/85	32	64	128	“(犀川小)
B/石川/5/85	32	64	128	“( ” )

表 6 Hemagglutination inhibition reactions of influenza B egg strains (1984-1985)

Antigens	Ferret sera			
	B/Singapore/222/79	B/USSR/100/83	B/Norway/1/84	B/Aomori/2/84
B/Singapore/222/79	256	1024	1024	128
B/USSR/100/83	32	128	128	128
B/Norway/1/84	128	512	512	32
B/Aomori/2/84	256	1024	1024	1024
B/Ishikawa/1/85	128	256	256	128
B/ " 3/85	128	512	512	256
B/ " 7/85	128	1024	512	256
B/ " 11/85	256	1024	1024	512
B/ " 12/85	64	512	512	128
B/ " 13/85	128	512	512	128
B/ " 27/85	128	512	512	256
B/ " 28/85	128	512	512	256
B/ " 30/85	512	1024	1024	1024
B/ " 32/85	128	512	512	128

(国立予防衛生研究所日本インフルエンザセンター資料)

いることが予想される。これらの分離株については、他の分離株も含めて、更に詳しい抗原分析のため国立予防衛生研究所へ送付した。その卵分離・継代株の抗原分析結果を表6に示した。国立予防衛生研究所からの情報によれば、今冬のインフルエンザは一部散発例からA(H1)型やA(H3)型が数例分離されたものの、流行型はB型で、抗原分析の結果からは、大部分の分離株は今季ワクチン株のB/Singaporeの抗血清にはやや低い反応性を示すB/Norway/1/84あるいはB/USSR/100/83に代表される株が主流で、B/青森/2/84、B/香川/1/85タイプがこれに加わっているとのことで、中にはワクチン株類似株も分離されている。また来季のB型ワクチン株は、WHO推奨のB/USSR/100/83株となった。なお、その後の情報によれば、4月から5月にかけての集団かぜからはA(H3)型が分離されており、来季の主流型となることが予想されている。

## 2 ま と め

昭和59年度における石川県での集団かぜの発生は、初発が昭和60年1月16日、終発が3月15日の60日間にわたり、167施設(在籍94,879人)で31,861人の患者発生があり、142施設で措置がとられた。罹患率は33.6%であった。発生施設数、患者数のピークはいずれも1月28日にあり、1月下旬の発生数が最も多かった。1月中旬から2月上旬にかけて、12校62人の咽頭スワブ及び対血清の送付がありウイルス分離とHI抗体価測定を行ったところ、5株のB型インフルエンザウイルス(3校)と10校40人のB型インフルエンザ罹患を確認した。そして分離株の抗血清を用いての交差HI試験及び患者急性期血清のワクチン株及び分離株による平均HI抗体価から、これら流行株はワクチン株とは抗原性に差異があることが示された。

〔資料〕

## 石川県におけるインフルエンザの流行予測・ 定点観測調査の成績 (昭和59年度)

石川県衛生公害研究所微生物部 梶 哲夫・尾西 一・木村 晋亮

### 1 はじめに

インフルエンザは毎年のように、規模の違いこそあれ世界的な流行を繰り返している。これはウイルスの抗原変異によるもので<sup>1) 2)</sup>、この予防には事前に流行株を予知し、その株をワクチン株とすることが最良とされ、WHOでも推奨している。ちなみに来年度の推奨株は、A/Philippines/2/82(H3N3)類似株、A/Chile/1/83(H1N1)類似株、B/USSR/100/83類似株である<sup>3)</sup>。

このような観点に立って、本年度も厚生省委託の「インフルエンザ流行予測感染源調査」を土台に、県公衆衛生課事業の「インフルエンザ定点観測」を上乗せし、保健所並びに医療機関の協力を得て調査を実施した。

### 2 調査方法

調査は年間を通じ、表1に示す県下3地区4医療機関に受診するインフルエンザ様患者を対象とした。調

査事項は咽頭スワブからのウイルス分離と対血清のHI抗体価測定である<sup>4)</sup>。分離系には、卵、AGMK、VERO、MDCKの4系を用いた<sup>5)</sup>。HI試験の抗原にはワクチン株のA/Bangkok/10/83(H1N1)、A/Philippines/2/82(H3N2)、B/Singapore/222/79と分離株のB/石川/1/85を用いた。

### 3 調査成績と考察

#### 3・1 ウイルス分離

本年度採取した咽頭スワブは188件、月平均15.7件で、大部分は金沢地区(183件、97%)で、残り5件が小松地区からであった。本年度の月別ウイルス分離状況を表2に示した。分離されたのは12月から3月の4カ月間で、12月1株、1月11株、2月18株、3月2株の32株が分離された。これらはすべてB型で、集団かぜがすべてB型によっていた事実とよく符合している。この調査から、本県におけるインフルエンザの流行期間は、12月中旬から3月中旬までで、1月から2月にピークがあったと推測された。一方で、この調査

表1 インフルエンザ流行予測・定点観測調査地区と検体予定数

調査地区	実施協力医療機関	咽頭ぬぐい液(ウイルス分離)	対血清 HI 抗体価測定	計
金 沢	鳴 和 総 合 病 院	45 件	150 延件	195 件
	金 沢 赤 十 字 病 院	130	0	130
七 尾	薫 仙 会 恵 寿 病 院	45	100	145
小 松	市 立 小 松 総 合 病 院	30	100	130
計		250	350	600

Epidemiological Survey for Influenza in Ishikawa Prefecture from April 1984 to March 1985. by Tetsuo KAJI, Hajime ONISHI, and Nobuaki KIMURA (Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

表2 インフルエンザ流行予測・定点観測調査成績

採取時期	ウイルス分離		HI 抗体価測定	
	検体数	陽性数	対血清 件数	陽性数
昭和59年 4月	10	0	0	
5月	10	0	0	
6月	10	0	0	
7月	10	0	0	
8月	11	0	0	
9月	10	0	0	
10月	12	0	1	0
11月	11	0	1	0
12月	13	1(B)	1	0
昭和60年 1月	27	11(B)	6	0
2月	48	18(B)	11	6 <sup>(A(H1)1*</sup> B 6
3月	16	2(B)	0	
計	188	32(B)	20	6 <sup>(A(H1)1*</sup> B 6

\* A(H1)型陽性 1例はB型にも陽性

初期の患者を検出することができれば、充分その役割を果たすとも考えられるが、本年度の最初の検出例は2月上旬と集団かぜ発生より約半月遅れであったこと、また陽性例が全部で6人(すべてB型)と少なかったことは、流行予測の資料としては十分な役割を果たしているとは言えない。なお、陽性6人中1人はA(H1)型にも有意上昇しており、これは両方の型のウイルスによる感染を示しているものと断定はできないものの、A(H1)型ウイルスの小規模流行があった可能性も示唆される。

なお、20件の急性期血清の各ウイルス抗原別HI抗体分布状況を、回復期血清の得られなかった患者血清37件と併せて参考までに表3に示した。1024以上の罹患を疑わせる高いHI抗体価を示した例は、A/Bangkok/10/83(H1N1)株に5例、B/石川/1/85株に2例あった。

#### 4 ま と め

昭和59年4月から昭和60年3月まで、県下2地区で採取されたインフルエンザ様患者の咽頭ぬぐい液と対血清について、ウイルス分離とHI抗体価測定を行い、次の成績を得た。

(1) 患者咽頭ぬぐい液188件から32株のインフルエンザB型ウイルスを分離した。初分離が12月11日採取検体からであったこと及び分離株数から、流行は12月中旬から3月中旬にかけて、ピークは1月から2月で、流行ウイルスはB型と推測された。

(2) 患者対血清20件のHI抗体価測定を、本年度のワクチン株3株、分離株1株を抗原として実施し、2月に6人がB型ウイルスに罹患したことを確認した。また、6人中1人はA(H1)型にも有意上昇を示し、A(H1)型ウイルスによる罹患も示唆された。

おわりに、本年度の調査成績をまとめるにあたって、御協力をいただいた小松保健所、市立小松総合病院、

の側面的な意味の1つに集団かぜ発生前にウイルスを分離して流行を予知することがある。本年度この調査での初分離は12月21日(12月11日採取)で、集団かぜの初発が1月16日であったことを考え合わせると、その役割をも充分果たしていると言える。しかし、この調査では、集団かぜ発生対象の小・中学生の検体が少ない(21件、11%)上、地区的偏りがあり、流行予測には必ずしも適した検体対象とはなっていない。このことについては昨年も指摘したが、なかなか改善されない。

#### 3・2 HI抗体価の測定

対血清が得られた期間は10月から2月の5カ月間のみ、件数は昨年度よりは多いものの20件と少なく、流行予測調査の価値を著しく低めている。しかし、流行

表3 急性期血清(単一血清を含む)のインフルエンザ各型に対するHI抗体の分布

抗 原	HI 抗 体 価									
	≤ 16	32	64	128	256	512	1024	2048	4096	
A/Bangkok/10/83(H1N1)	14	5	10	11	11	7	4	1		
A/Philippines/2/82(H3N2)	24	11	7	5	5	1				
B/Singapore/222/79	22	8	9	13	13	3				
B/石川/1/85	11	10	19	5	5	2		1	1	

鳴和総合病院，金沢赤十字病院の関係各位に，記して感謝の意を表する。

文 献

- 1) 乗木秀夫：インフルエンザ研究の進歩（加地正郎編），p30—48，近代出版，東京（1976）
- 2) 福見秀雄：インフルエンザ，新宿書房，東京（1979）
- 3) 国立予防衛生研究所・厚生省保健医療局感染症対策課：病原微生物検出情報月報，6(3)，17(1985)
- 4) 厚生省公衆衛生局保健情報課：伝染病流行予測調査検査術式，32—56（昭和53年5月）
- 5) 梶 哲夫，尾西 一，木村晋亮：石川衛公害研年報14，110—116（1977），16，223—230（1979）

[資料]

## 石川県における河川でのコレラ菌定点観測

(昭和59年度成績)

石川県衛生公害研究所微生物部 芹川 俊彦・木村 晋亮

### 1 はじめに

本県では、昭和55年度以降公衆衛生課事業としてコレラ菌定点観測を実施している。本事業の目的は、コレラ菌による汚染状況を監視することにより、コレラの潜在流行の把握及び汚染源の探求を行い、食品、飲料水等への汚染を防止することにある。本年度も例年通り、コレラ菌、NAGビブリオ（コレラ菌非O1型及びビブリオ・ミキス）、腸炎ビブリオ、サルモネラを検査対象に、県下12カ所の河川及び港湾に設けた定点で、4月から翌年3月にかけて延べ10回採水し検索を行った。以下にその結果を述べる。

### 2 検査方法

検水からのコレラ菌、NAGビブリオ、腸炎ビブリオの分離及び同定は、「コレラ菌検査の手引き<sup>1)2)</sup>」に準じて行い、検水900mlについて検索した。詳細は前報<sup>3)</sup>に記載したとおりである。

サルモネラの検索には、SBGスルファ培地を用い、検水200mlを増菌した後、DHL寒天培地で分離培養を行った。

### 3 検査結果及び考察

本年度は12定点から10回、延べ120検体について検

表1 定点からのNAGビブリオ検出状況

定点	採水場所	採水時期 (月)									
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	3
1	大聖寺川(塩屋大橋)	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
2	新堀川(汐見橋)	+	-	+	-	-	+	+	+	+	-
3	梯川(往吉橋)	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
4	倉部川(倉部大橋)	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+
5	犀川(普正寺橋)	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-
6	金沢港(水産埠頭)	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+
7	大野川(機具橋)	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-
8	浅野川(松寺橋)	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
9	伏見川(伏見川橋)	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-
10	津幡川(水門下)	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-
11	御苅川(慶応橋)	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-
12	輪島川(いろは橋)	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-

Epidemiological Survey of *Vibrio cholerae* at Some Fixed Points of Rivers in Ishikawa Prefecture, from April 1984 to March 1985. by Toshihiko SERIKAWA and Nobuaki KIMURA (Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

表2 定点からの腸炎ビブリオ検出状況 ( ) 抗原型

定 点	採水場所	採 水 時 期 (月)										
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	3	
1	大聖寺川	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-
2	新堀川	-	-	(O1:K不能)	-	(O4:K34)	(O11:K不能)	(O4:K37)	-	-	-	-
3	梯川	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	
4	倉部川	-	-	-	(O1:K不能)	-	-	(O6:K不能)	(O5:K不能)	-	-	
5	犀川	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	
6	金沢港	-	+	-	(O1:K不能)	(O5:K17)	(O11:K不能)	(O1:K不能)	+	+	-	
7	大野川	(O1:K不能)	-	-	(O5:K30)	(O4:K不能)	(O5:K30)	(O4:K29)	(O1:K不能)	(O10:K不能)	-	
8	浅野川	-	-	-	-	(O2:K不能)	(O5:K30)	(O2:K28)	(O5:K60)	(O3:K不能)	-	
9	伏見川	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	津幡川	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	御被川	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	
12	輪島川	-	-	(O3:K不能)	(O11:K不能)	(O4:K34)	(O5:K不能)	+	+	-	-	
						(O4:K55)	(O1:K不能)	(O5:K不能)				

K 不能 : K 抗原型別不能

表3 定点からのサルモネラ検出状況 ( ) 菌型

定 点	採水場所	採 水 時 期 (月)										
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	3	
1	大聖寺川	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	
2	新堀川	-	-	-	-	-	-	-	-	(S.blockley)	-	
3	梯川	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
4	倉部川	(S.paratyphi B)	-	-	(S.typhimurium)	-	-	-	-	-	-	
5	犀川	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	金沢港	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	大野川	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	
8	浅野川	-	+	-	+	+	(S.braenderup)	-	-	-	-	
9	伏見川	-	(S.concord)	(S.typhimurium)	(S.bareilly)	-	-	-	-	-	-	
10	津幡川	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	
11	御被川	(S.braenderup)	+	-	-	-	-	-	-	(S.give)	-	
12	輪島川	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

索を行ったが、コレラ菌はいずれの地点からも検出されなかった。しかし、コレラ菌と培養性状、生化学性状が全く同一であるNAGビブリオは、すべての定点

から検出され (表1)、しかも冬期以外は高率に分離されることから、県内の河川、港湾にはNAGビブリオが定着しているものと考えられる。NAGビブリオ

の存在する場所にコレラ菌がいても不思議ではないといわれている<sup>4)</sup>ことから、今後も河川のコレラ菌汚染状況を監視することは重要であると思われる。また、NAGビブリオは新たに食中毒菌として取り扱われるようになり<sup>5)</sup>、食品衛生の面でも充分注目する必要がある。

腸炎ビブリオは、12定点のうち河口に近く海水の混入がある7定点から、夏期～秋期に多く検出された(表2)。定点別では、金沢港で10回のうち7回、大野川で5回、大聖寺川、犀川、御抜川で4回、本菌が検出された。分離菌株の血清型については各定点1菌株しか分離していないため、その傾向をみることは非常に困難であるが、分離した30株中で特に多数を占める血清型はなかった。なお、食中毒由来株と異なり、分離菌株の半数以上がK抗原型別不能であった。

サルモネラは、120検体中9検体(7.5%)から分離され(表3)、前年度の検出率<sup>6)</sup>8%とほとんど変わらない値を示した。分離された菌株の菌型は、*S. braenderup*, *S. typhimurium* が各2株で、*S. paratyphi B* (D-酒石酸利用性陽性)も1株分離さ

れた。定点別では、浅野川から10回中3回、本菌が分離された。

おわりに、本調査成績をまとめるにあたって、検体の採取に御協力いただいた県公衆衛生課、輪島保健所の関係各位に記して深く感謝の意を表する。

## 文 献

- 1) 昭和54年2月19日衛情第8号 厚生省公衆衛生局保健情報課長通知、「コレラ菌検査の手引」(I)
- 2) 昭和54年4月20日衛情第22号 同上課長通知、「コレラ菌検査の手引」(II), (III)
- 3) 芹川俊彦, 木村晋亮: 石川衛公研年報, 18, 413—415 (1981)
- 4) 坂崎利一: 総合臨床, 28, 1336—1337 (1979)
- 5) 昭和57年3月11日環食第59号 厚生省環境衛生局食品衛生課長通知, 「ナグビブリオ, カンピロバクター等の食品衛生上の取扱いについて」
- 6) 芹川俊彦, 石畑雅英, 木村晋亮: 石川衛公研年報, 21, 269—271 (1984)

## 〔資料〕

## カドミウム汚染地域住民の甲状腺機能障害について

石川県衛生公害研究所微生物部  
石川県立中央病院中央放射線部

松田 晴夫  
細口 慶子・大森 恵

## 1 はじめに

我々は、昭和49年度以降に石川県が行ったカドミウム(以下Cd)汚染地域住民健康調査で、尿中低分子蛋白陽性者を多数検出しており<sup>1)</sup>、これらの人々の尿ディスク電気泳動像が富山県婦中町のイタイイタイ病(以下イ病)患者とほぼ同じパターンであることを既に報告した<sup>2)</sup>。

石崎らによるCd汚染地域住民の各臓器中のCd濃度の報告によると、甲状腺のCd濃度が腎臓や肝臓以上に高い例があり<sup>3)4)</sup>、従来考えられていた標的臓器のほかには甲状腺も標的臓器となること、その場合には何らかの甲状腺機能の異常が起きることが強く示唆される。また、Cdによる腎尿細管障害で多量に出る尿中低分子蛋白のビタミンA結合蛋白RBPの分子量は21,000であるのに対し、甲状腺刺激ホルモンTSHは分子量28,000の糖蛋白ホルモンであり、イ病患者尿から検出される<sup>5)</sup>ビタミンD結合グロブリンGCの分子量が50,800に対し、サイロキシン結合グロブリンTBGの分子量は54,000と、これら患者尿中から検出される低分子蛋白と非常によく似た分子量の蛋白が甲状腺に関与していることから、何らかのかかわりがある可能性が高いと考えた。

## 2 対象と方法

汚染地区検体としては、昭和58年度第3次検診及び継続管理検診受診者196人の、対照地区検体としては昭和51年度環境庁委託調査<sup>3)</sup>時の第2次検診対照者群42人の凍結保存血清を用いた。測定は、甲状腺ホルモンのサイロキシンT<sub>4</sub>には第一RIのスバックT<sub>4</sub>を、

3,5,3'トリヨードサイロニンT<sub>3</sub>には日本トラベノールのガンマコートT<sub>3</sub>を、サイロキシン結合蛋白飽和度T<sub>3</sub>RU(%)には中外製薬のサイロテストT<sub>3</sub>を、甲状腺刺激ホルモンTSHには第一RIのTSH第一の各キットを使用した。Free T<sub>4</sub> Indexは $FT_4I = T_3RU \times T_4 \div 100$ , Free T<sub>3</sub> Indexは $FT_3I = T_3RU \times T_3 \div 100$ で計算した。各群の平均値は対数変換の後算術平均し、その逆対数を求めた。平均値の差の検定は、対数変換したままで、等分散の時はStudentのt-testを、異分散の時はWelchのt-testを用いた。加齢による影響は50歳台を基準に、また汚染地区と対照地区とは各群間で行った。

## 3 結 果

汚染地区住民196人、対照地区住民42人の成績を表1に示した。男女の合計で、対照地区と汚染地区との差を検定すると、T<sub>3</sub>、FT<sub>3</sub>I、TSHに $p < 0.05$ の有意な差が認められた。また、男女合わせた年齢区分別に、汚染地区住民と対照地区住民との間に有意な差が認められたのは、T<sub>3</sub>の50台と80台、T<sub>3</sub>RUの60台、FT<sub>3</sub>Iの50台、70台と80台、TSHの70台であった。加齢による差が認められたのはT<sub>3</sub>とFT<sub>3</sub>Iであったが、対照地区に比べ汚染地区の方の低下が大きかった。また、TSHは汚染地区では上昇傾向を示したが、有意な差とはなっていない。

## 4 考 察

石川県のCd汚染地域では、昭和51年度に環境庁委託による住民の健康影響調査が行われているが<sup>6)</sup>、その結果、平均尿中Cd濃度も高く、かつ尿中低分子蛋

Thyrosis Found in Inhabitants in a Cadmium-Polluted Area, Ishikawa. by Haruo MATSUDA (Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment); Keiko HOSOGUCHI and Megumi OHMORI (Department of Radiology, Ishikawa Prefectural Central Hospital)

表 1 甲状腺機能検査関連項目検査結果

区分	例 数		T <sub>4</sub> μg/dl		T <sub>3</sub> ng/dl		T <sub>3</sub> RU%		FT <sub>4</sub> I	
	対照地区	汚染地区	対照地区	汚染地区	対照地区	汚染地区	対照地区	汚染地区	対照地区	汚染地区
全体	42	196	8.47	8.58	117.4 *	103.3	36.5 *	35.6	3.10	3.05
50歳台	12	30	8.27	8.60	$\left. \begin{matrix} 133.3 * \\ 112.0 * \\ 107.7 * \\ 122.5 * \end{matrix} \right\} \begin{matrix} 114.4 * \\ 115.5 * \\ 96.4 * \\ 83.6 * \end{matrix}$	36.0	36.2	2.98	3.11	
60歳台	17	65	8.39	8.73		37.1 *	34.8	3.11	3.03	
70歳台	10	77	8.04	8.42		36.9	35.7	2.98	3.01	
80歳台	3	24	11.73	8.62		122.5	83.6	33.8	36.6	4.00

区分	FT <sub>3</sub> I		TSH μU/ml	
	対照地区	汚染地区	対照地区	汚染地区
全体	42.8 *	36.7	4.59 *	6.04
50歳台	$\left. \begin{matrix} 48.0 * \\ 41.6 * \\ 39.8 * \\ 41.4 * \end{matrix} \right\} \begin{matrix} 41.4 * \\ 40.2 * \\ 34.4 * \\ 30.6 * \end{matrix}$	41.4	5.17	5.08
60歳台		40.2	4.04	5.72
70歳台		34.4	4.62	6.71
80歳台		30.6	5.42	6.07

注 1. 各群の平均値は、対数変換の後算術平均により求め、その逆対数をとったものである。

注 2. 群間の平均値の差の検定は、対数変換した値のテーブルで、等分散の時にはStudentのt-testを、異分散の時はWelchのt-testを用い、p<0.05で有意な差が認められたものに\*を付した。

白陽性の例には、尿細管再吸収障害を強く疑わせる患者が多数発見され、長崎県や秋田県のCd汚染による要観察地域に劣らないCd汚染があると推測された<sup>7)8)</sup>。その後、国立公害研究所の斉藤らが行ったCd汚染地域住民との比較調査においても、Cdによる腎尿細管障害を強く疑わせる患者が存在することを報告している<sup>9)</sup>。本県でのCd汚染地域住民の腎機能検査の経年変化を調べてみると、血液クレアチニンや血液尿素は特に上昇を認めないが、リン再吸収率(%TRP)や、クレアチンクリアランス(Ccr)は、年々低下の傾向が認められている<sup>10)~12)</sup>。能川らは、Ccrと%TRPの関係について、非汚染地域住民ではCcrが低下しても%TRPがほとんど低下しないが、Cd汚染地域住民ではCcrが50ml/min以下になると%TRPの低下が大きくなることを認めている<sup>13)</sup>。斉藤らはCd汚染地域住民のβ<sub>2</sub>ミクログロブリン(β<sub>2</sub>m)の再吸収障害を証明し、その尿中β<sub>2</sub>m排泄量が生理的範囲の10倍から100倍以上にも及ぶ増加を認めており、また、健康者のβ<sub>2</sub>m再吸収率は99.9%であるとしている<sup>9)</sup>。健康者においては、アルブミン(分子量61,000)に対して糸球体基底膜がほぼ完全なバリアとなり、尿中への排泄は総蛋白濃度で10mg/dlを超えることはなく、排泄量も1日100~150mgが上限と考えられている。Cd腎症においては、尿中に低分子蛋白が多量に検出されており、その分子量はβ<sub>2</sub>m 11,800, リゾチム 14,300,

RBP 21,000 などであり、ネフローゼ症候群に比べアルブミン量は少ないとされてきた。しかし、寺西らはイ病患者尿からビタミンD結合グロブリンGC(分子量50,800)を検出しており<sup>5)</sup>、Cd腎症における蛋白尿ではかなりの高分子蛋白までが多量に漏出していることが分かった。プレアルブミン(分子量55,000)、サイロキシン結合プレアルブミンTBPA(分子量61,000)、TBG(分子量54,000)が尿中に失われる結果、血中甲状腺ホルモンの低下が起きることは想像されるが、Cd腎症の場合、尿蛋白量がネフローゼ症候群ほど多くなく、甲状腺ホルモンの低下も軽微であると考えられた。今回の測定結果からは、対照地区住民よりも汚染地区住民にT<sub>3</sub>の低下があり、一方ではTSHの上昇が認められた。加齢によるT<sub>3</sub>減少傾向は対照地区住民、汚染地区住民に共に認められ、汚染地区住民のT<sub>3</sub>の方が対照地区住民よりも著明に減少した。TSHの加齢による有意な上昇は認められなかったが、10μU/mlを越える例が24例みられた。吉田らは、長崎県のCd汚染地域住民のT<sub>4</sub>、T<sub>3</sub>、T<sub>3</sub>RUを測定し、対照群に対するT<sub>3</sub>の低下を認め、甲状腺ホルモンの生成及び脱ヨード反応の両者に異常が引き起こされている可能性があることを示唆している<sup>14)</sup>。稲田は、加齢による甲状腺T<sub>4</sub>分泌量の低下は末梢組織でのT<sub>4</sub>需要量の低下により代償され、T<sub>4</sub>の中間代謝産物であるT<sub>3</sub>が加齢と共に有意に低下するのは、T<sub>4</sub>の主な代謝過程である脱

ヨード代謝が全体として低下するため、血中 $T_4$ は加齢による有意な変化を示さず、結果として $T_4$ 産生と消費のバランスが取れていることが示唆されるとしており、またTSHが31例中2例 $10\mu\text{U/ml}$ 以上になったのは、下垂体内での $T_3$ 産生の低下も一因としている<sup>15)</sup>。一方、黒川は、長期慢性透析患者に起こる腎性骨異常養症では、2次性副甲状腺機能亢進症が起きていること<sup>16)</sup>、能川らは我々と同一対象地域住民から2例の血清副甲状腺ホルモン(PTH)高値の症例があったこと<sup>17)</sup>を報告している。我々は今回の調査で、対照地区住民である長期腎透析患者の1人及び汚染地区住民3人の検査所見から、甲状腺機能低下が疑われる症例を発見した。汚染地区の第1例(女)はX線写真により骨軟化と骨粗鬆の両所見が認められており、 $T_4$  4.2,  $T_3$  25以下, TSH 104, カルチトニン(CT)  $64\text{pg/ml}$ , PTH(C末端)  $2.1\text{ng/ml}$ で、昭和57年度調査時の血清でも、 $T_4$  5.8,  $T_3$  69, TSH 34, CT 49, PTH 1.9と、甲状腺機能低下を示す検査所見が認められ、同時にPTHが異常高値を示していた。第2例(女)は、骨粗鬆所見があり、 $T_4$  2以下,  $T_3$  25以下, TSH 320以上, CT 10以下, PTH 0.5, 第3例(男)は、骨所見がなく、 $T_4$  3.2,  $T_3$  100, TSH 320以上, CT 27, PTH 0.1以下であった。また対照地区住民の腎透析患者(女)は、 $T_4$  2以下,  $T_3$  25以下, TSH 320以上であった。対照地区住民の透析患者とCd汚染地区住民の甲状腺機能低下例及び汚染地区住民の $T_3$ の低下傾向を示す成績は、腎障害における甲状腺機能への影響を共に反映したものと考える。

## 5 ま と め

汚染地区住民196人、対照地区住民42人の $T_4$ ,  $T_3$ ,  $T_3\text{RU}$ , TSHを測定し、 $\text{FT}_4\text{I}$ ,  $\text{FT}_3\text{I}$ を計算した。Cd汚染地区住民の $T_3$ と $\text{FT}_3\text{I}$ が対照地区住民に比べ有意に低下している一方で、TSHにおいては有意な上昇が認められた。また、 $T_3$ と $\text{FT}_3\text{I}$ とは加齢による低下も認められ、それは汚染地区住民でより顕著であった。

稿を終えるにあたり、試薬の提供をいただいた第一ラジオアイソトープ研究所、日本トラベノール株式会社、中外製薬株式会社に感謝します。

## 文 献

- 1) 河野俊一, 酒井義昭, 飯田成美, 西 正美, 東野重孝, 稲木公彦, 松田晴夫, 加藤充哉: 環境保健レポート, 38, 104-117 (1976)
- 2) 松田晴夫, 河野俊一, 西 正美: 石川衛公害研年報, 21, 190-203 (1984)
- 3) 石崎有信, 能川浩二, 柴田市子, 萩野 昇: 環境保健レポート, 31, 23-28 (1974)
- 4) 小林悦子, 能川浩二, 石崎有信, 渡辺正男, 城石和子, 加藤孝之: 同上誌, 44, 139-140 (1978)
- 5) 寺西秀豊, 窪田裕子, 青島恵子, 西条旨子, 加藤輝隆, 加須屋 実: 日衛誌, 40, 514 (1985)
- 6) 石川県厚生部: カドミウム環境汚染地域住民健康影響実態調査報告書(環境庁委託事業)(昭和52年)
- 7) イタイイタイ病および慢性カドミウム中毒に関する総合的研究班研究総括委員会: カドミウムによる環境汚染地域住民健康調査成績の解析および結果報告書(昭和54年11月)
- 8) Tsuchiya, K., Iwao, S., Sugita, M., and Sakurai, H.: 環境保健レポート, 45, 195-207 (1979)
- 9) 斉藤 寛, 薮 幸三, 中野篤浩: 国立公害研研究報告, 67, 153-176 (1984)
- 10) 松田晴夫: 衛生検査, 31, 656 (1982)
- 11) 松田晴夫: 同上誌, 32, 342 (1983)
- 12) 松田晴夫: 北陸公衛誌, 10, 18-19 (1983)
- 13) Nogawa, K., Kobayashi, E., Honda, R., Ishizaki, A., Kawano, S., and Matsuda, H.: Environmental Reserch, 23, 13-23 (1980)
- 14) 吉田克己, 鈴木道子, 桜田俊郎, 中野篤浩, 杉平直子, 斉藤 寛: 日衛誌, 39, 486 (1984)
- 15) 稲田満夫: 老年医学, 21, 79-83 (1984)
- 16) 黒川 清: Medicina, 22, 737-743 (1985)
- 17) 能川浩二, 小林悦子, 山田裕一, 本多隆文, 釣谷伊希子: 日衛誌, 38, 462 (1983)

〔資料〕

20歳成人の血色素量とヘマトクリット

石川県衛生公害研究所微生物部 松田 晴夫  
石川県衛生公害研究所情報室 英 俊彦

1 はじめに

最近、健康づくりや健康増進のための保健活動が盛んに行われるようになり、その中でも栄養のバランスと貧血に関する調査がかなりのウェイトで行われている。

貧血検査として、血色素量 (Hb) とヘマトクリット (Ht) が、ほとんどの保健所で検査されるようになってきた。HbとHtには、性や年齢による差が認められており、栄養摂取やその他の環境要因によっても違いが出ることが知られている。また、HbとHtは、18~20歳をピークに、加齢によりわずかに下がる傾向があることが知られている<sup>1) 2)</sup>。

今回、20歳成人を対象に石川県が毎年実施している成年健康調査<sup>3)</sup>に本年度受診した対象者 (受診率60%) について測定されたHbとHtを基に、その分布、散布図、正常値<sup>4)</sup>を求め、同時に、5%棄却隋円<sup>5) 6)</sup>を描いて、保健所間の差についても検定した。

2 対象及び方法

対象は、昭和59年度石川県成年健康調査受診者のうち、血液検査のHbとHtを測定した、男2,168人、女2,130人である。Hbはシアンメトヘモグロビン法 (g/dl) で、Htはミクロヘマトクリット法 (%) によって測定し、これを基に、Wintrobeの血液指数<sup>7)</sup>

のうち、平均赤血球血色素濃度 ( $MCHC = \frac{Hb}{Ht} \times 100g/dl$ ) を求めた。また、5%棄却隋円を計算し、図示した。正常値の計算は、5%棄却隋円内のデータから平均値 ( $\bar{x}$ ) と標準偏差 ( $s_D$ ) を求め、その範囲を  $\bar{x} \pm 2s_D$

とした。保健所間の差の検定には、ダンカンの多範囲検定を用いた。

3 結 果

原データによるHtとHbの集計結果は表1のとおりで、 $\bar{x} \pm s_D$ は、男がHt46.35  $\pm$  2.90, Hb15.44  $\pm$  1.02, MCHC33.3  $\pm$  1.42, 女はHt40.03  $\pm$  2.85, Hb12.97  $\pm$  1.07, MCHC32.4  $\pm$  1.48となった。各項目別の分布を図1に、男女別HtとHbの散布図及び5%棄却隋円を図2に示した。男は中心(46.35, 15.44)、長径7.37, 短径1.46, 傾き16°9'37", 女は中心(40.03, 12.97)、長径7.33, 短径1.35, 傾き18°14'9"で描かれ、男女共ほぼ同じ大きさの隋円となった。図2の隋円内のデータから、その $\bar{x} \pm s_D$ を計算すると、男のHt46.45  $\pm$  2.52, Hb15.46  $\pm$  1.02, 女がHt40.15  $\pm$  2.42, Hb13.04  $\pm$  0.88となり、女のHbのみが有意に上昇した ( $p < 0.05$ )。この結果から  $\bar{x} \pm 2s_D$  とした正常値を求めてみると、平均値は男がHt46.45 (下限値41.41—上限値51.49), Hb15.46 (13.72—17.20), 女はHt40.15 (35.31—44.99), Hb13.04 (11.28—14.80),  $\bar{x} \pm 3s_D$ では、男はHt38.39—54.01, Hb12.85—18.07, 女はHt32.89—47.41 Hb10.40—15.68となった。

保健所ごとの5%棄却隋円は図3に示すとおりで、女に比べ男の方の変動が大きかった。これは表1の1元配置分散分析の結果からも推定される。各変量の保健所間の差は表1, 表2に示すとおり、統計的に有意差が認められる結果となった。図3の大きな隋円は、例数が比較的少なく変動の特に大きな保健所のものである。

Normal Value of Hemoglobin Content and Hematocrit in 20 Year-old Adults. by Haruo MATSUDA and Toshihiko HANABUSA\* (Department of Microbiology, and Department of Information\*, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

表1 Ht, Hb, MCHCの平均値, 標準偏差と1元配置分散分析結果

性	項目	保健所	件数	平均	標準偏差	分散分析
男	ヘマトクリット (Ht)	51	760	46.64	2.614	分散比 31.115 確率 0.01%
		52	200	45.90	2.403	
		53	265	46.91	2.939	
		54	495	47.09	2.808	
		56	216	44.24	2.496	
		58	121	45.02	3.338	
		60	28	45.18	4.792	
			83	46.52	3.006	
			<b>2,168</b>	<b>46.35</b>	<b>2,899</b>	
	血色素量 (Hb)	51	760	15.15	0.923	分散比 28.470 確率 0.01%
		52	200	15.31	0.858	
		53	265	15.78	1.111	
54		495	15.70	0.947		
56		216	15.34	0.964		
58		121	15.41	1.055		
60		28	15.03	1.308		
		83	16.24	1.158		
		<b>2,168</b>	<b>15.44</b>	<b>1,017</b>		
平均赤血球血色素濃度 (MCHC)	51	760	32.5	1.10	分散比 127.319 確率 0.01%	
	52	200	33.4	1.03		
	53	265	33.6	1.27		
	54	495	33.4	1.12		
	56	216	34.7	1.24		
	58	121	34.3	1.56		
	60	28	33.4	1.64		
		83	34.9	1.62		
		<b>2,168</b>	<b>33.3</b>	<b>1.42</b>		
女	ヘマトクリット (Ht)	51	726	40.18	2.717	分散比 30.690 確率 0.01%
		52	165	39.62	2.502	
		53	318	40.74	2.769	
		54	505	40.61	2.660	
		56	234	38.09	2.656	
		58	92	38.43	3.346	
		60	25	42.08	2.957	
			65	39.89	2.739	
			<b>2,130</b>	<b>40.03</b>	<b>2,852</b>	
	血色素量 (Hb)	51	726	12.78	1.013	分散比 21.377 確率 0.01%
		52	165	12.82	0.987	
		53	318	13.33	1.041	
54		505	13.11	1.032		
56		234	12.62	1.159		
58		92	12.83	1.097		
60		25	14.05	0.909		
		65	13.54	1.038		
		<b>2,130</b>	<b>12.97</b>	<b>1,074</b>		
平均赤血球血色素濃度 (MCHC)	51	726	31.8	1.48	分散比 52.120 確率 0.01%	
	52	165	32.3	1.14		
	53	318	32.7	1.32		
	54	505	32.3	1.12		
	56	234	33.1	1.58		
	58	92	33.4	1.47		
	60	25	33.4	1.12		
		65	34.0	1.60		
		<b>2,130</b>	<b>32.4</b>	<b>1.48</b>		

表2 ダンカンの多範囲検定表

保健所	Ht							Hb							MCHC								
	51	52	53	54	56	58	60	61	51	52	53	54	56	58	60	61	51	52	53	54	56	58	60
51		***	**	***	***	***	**				***	***	**	**		***	***	***	***	***	***	***	***
52	*		***	***	***	**				***	***				***	***	*		***	***		***	
53	**	***		***	***	**		***	***		***	***	***		***	**			***	***	***	***	
54	**	***		***	***	***		***	**	**	***	**	***		***				***	***	***	***	
56	***	***	***	***		*	***	*		***	***				***	***	***	*	***	***		***	
58	***	***	***	***			***			***					***	***	***	***	***			***	
60	***	***	*	**	***	***		*	***	***	***	***	***		***	***	***		***			***	
61		*		***	***	***			***	***	**	***	***		***	***	***	***	***			***	

注1 保健所間で代表値に差があるかどうかを検定した。

注2 男は右上, 女は左下に示した。\*は  $P < 0.1$ , \*\*は  $P < 0.05$ , \*\*\*は  $P < 0.01$

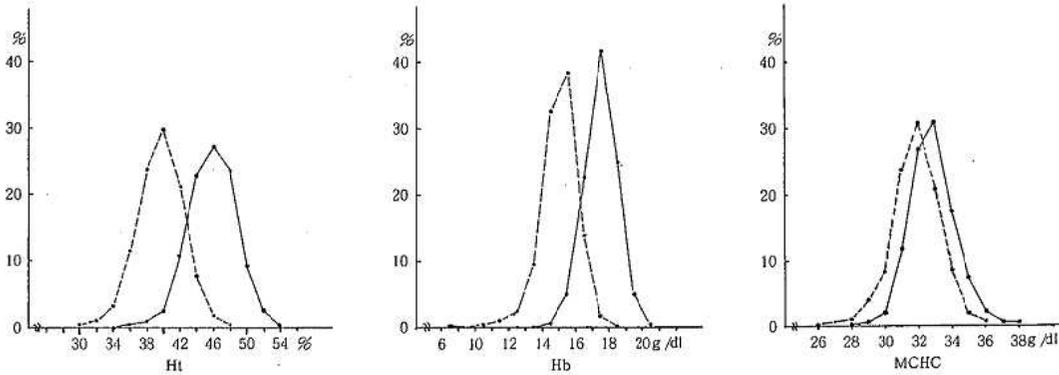


図1 Ht, Hb, MCHCの分布図 (成年健康調査1984)

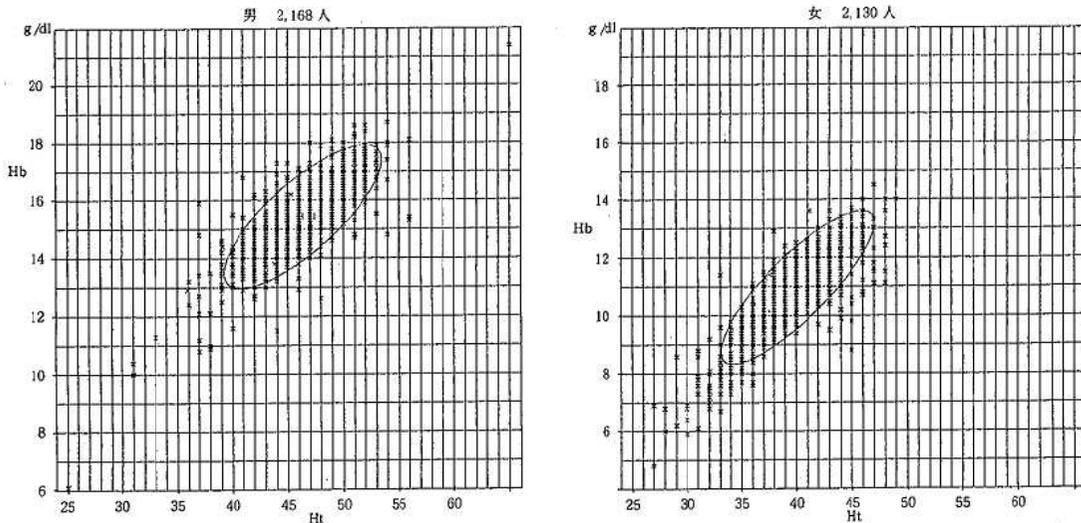


図2 HtとHbの散布図と5%棄却楕円

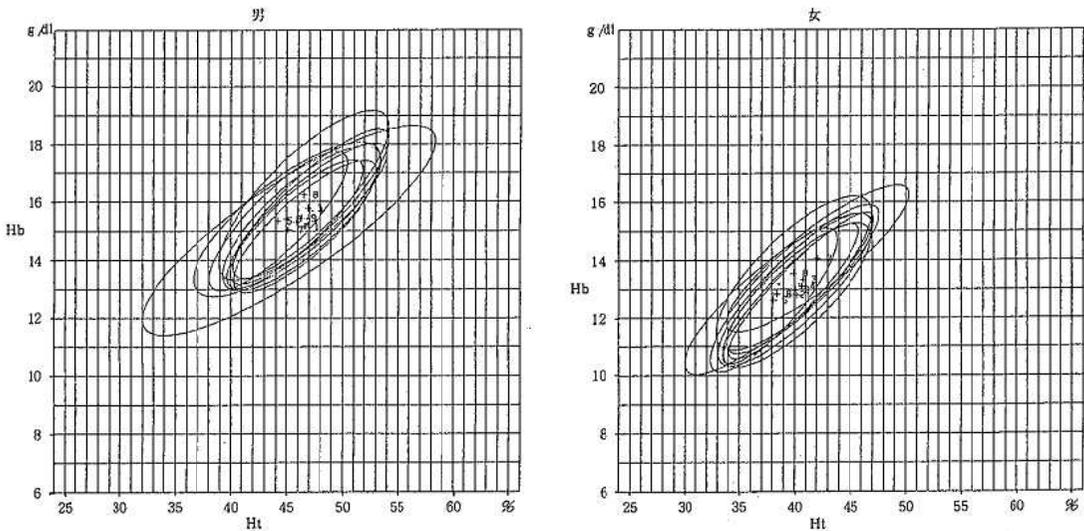


図 3 Ht と Hb の保健所別棄却隋円

#### 4 考 察

今回、20歳と年齢が固定された調査対象におけるHbとHtの正常値を求めてみたが、最近の全国的な調査結果<sup>8)</sup>の20歳台の値と極めてよく一致した結果となった。

WHOでは、Hbが男13g/dl、女12(妊婦11)g/dl以下を貧血の傾向とみる提案をしているが、同時に最小許容基準はそれぞれの国において決定すべきであるとしている<sup>1)</sup>。また、臨床における貧血の判断でも、日野はHbが男11g/dl、女10g/dl未満ならば貧血と判断してよく、男11~13、女10~12は貧血との境界値としている<sup>9)</sup>。加えてHbとHtのほか赤血球を測定し、Wintrobeの提称した血液指数による貧血の分類<sup>7)</sup>を、日本人のデータを基に再提案している。また、測定上の注意点としてMCHCが37以上になった時は、計算の誤りか、Ht又はHbの測定上に誤りがあったと考えねばならないとしている<sup>9)</sup>。今回の集計結果でも、MCHCが37以上となる例が男で23人(1.1%)、女で3人(0.1%)あり、十分な注意が必要と考えられた。

今回の結果をWHOの貧血の基準と比較すると、石川県の20歳の場合の正常下限値が、男で少し高く、女は低い値となった。成年健康調査の貧血区分は、男12未満、女10.5未満、境界域を男12.0~13.4、女10.5~11.9としているが、女で12未満の者が受診者の13%に

も及ぶ結果<sup>3)</sup>となっている。この原因究明のために必要な追加検査や、栄養調査等が行われ、それらとの関連についても解析する必要がある。

また、保健所別5%棄却隋円(図3)に描かれた変動の原因が、地域的・社会的要因によるものか、測定上の誤差によるものかは、現時点では不明である。もし測定上の問題ならば、機器の整備や精度管理の充実により改善が望める。また、地域的・社会的要因によるという結果となれば、その原因追求のためのアプローチが必要となろう。

#### 5 ま と め

成年健康調査のHbとHtとから求めた $\bar{x} \pm 2SD$ は、最新の全国的な調査による正常値とよく一致していた。またWHOの基準に当てはめると、石川県の20歳成人女子には13%もの貧血傾向を示す人が出る結果となり、また男女とも、保健所間での差も認められた。今後これらの原因の究明が急がれる。

最後に、本稿をまとめるに当たり、御助言いただいた県厚生部技監西 正美先生及び御協力いただいた公衆衛生課並びに保健所関係各位に感謝いたします。

#### 文 献

- 1) 野村茂監訳：栄養性貧血 IAEA/USAID/WHO 合同会議報告書，p30-32，日本公衆衛生協会，

- 東京 (1978)
- 2) 小酒井望, 阿部正和編: 正常値 (第3版), p34—49, 医学書院, 東京 (1982)
  - 3) 石川県厚生部公衆衛生課: 昭和59年度成年健康調査結果 (1984)
  - 4) 小酒井望, 阿部正和編: 正常値 (第3版), p373—379, 医学書院, 東京 (1982)
  - 5) 鳥居敏雄, 高橋暁正, 土肥一郎: 医学・生物学のための推計学, 東京大学出版会, 東京 (1962)
  - 6) 脇本和晶, 後藤晶司, 松原義弘: 多変量グラフ解析法, 朝倉書店, 東京 (1979)
  - 7) Wintrobe, M.M.: Clinical Hematology, 6th Ed., p85—103, Igaku-shoin, Tokyo (1967)
  - 8) 日本臨床衛生検査技師会血液正常値設定委員会編: 全国の健康な臨床検査技師を中心とした血液正常値の現状, p62—82, 同委員会, 東京 (1985)
  - 9) 日野志郎: Medicina, 21, 2160—2165 (1984)

## 〔資料〕

## 石川県産豚の血中日本脳炎 HI 抗体保有状況

(昭和59年度成績)

石川県衛生公害研究所微生物部 梶 哲夫・尾西 一・木村 晋亮

## 1 ま え が き

伝染病流行の発生を未然に予測し、その予防対策実施の重点を知ることは、伝染病予防事業を効果的に運用する上で極めて重要なことである。

日本脳炎の場合、このウイルスの増幅動物であるブタとベクターであるコガタアカイエカとの間には、吸血を介して生ずる感染増殖サイクルがあること、ヒトにはコガタアカイエカからヒトへの一方通行的感染経路があること、またブタでの日本脳炎の流行は、ヒトでの流行に先行し、かつ規模も大きいことが知られている。そこで、ある地区のブタの日本脳炎ウイルス感染率、すなわち血中の日本脳炎 HI 抗体保有率を調査することによって、その地区の感染源濃度を知り、ヒトに対する感染の危険度とか流行の有無や規模を把握することが可能となる。

本調査はこのような観点に立って、昭和41年から厚生省の伝染病流行予測事業として実施しているものである。以下に本年度石川県において得られた感染源調査(屠畜場豚の血中日本脳炎 HI 抗体保有調査)の結果について述べる。

## 2 調 査 方 法

調査要領は、厚生省の昭和59年度伝染病流行予測事業実施要領によった。

## 2・1 調査時期

昭和59年7月から9月の3カ月間で、次の区分による計8回の調査を行った。

7月：中旬、下旬 (2回)

8月：上旬、中旬、下旬(3回)

9月：上旬、中旬、下旬(3回)

## 2・2 客体と地区の選定

石川県産豚が集まる屠畜場として、能登地区の奥能登広域圏牛肉処理場(輪島保健所管内)を選定し、採血予定頭数は1旬当たり20頭とし、屠畜場へ送られてくる豚を客体とした。客体の選定に当たっては、ブタの種類・性別は問わず、前年の流行期を経っていない生後5ないし8カ月の豚を対象とした。調査対象豚の頭数は160頭で、その飼育地別内訳を表1に示した。

表1 調査した屠畜場豚の飼育地別内訳

飼 育 地			調 査 頭 数
鳳	至	郡	77
珠	洲	郡	32
鹿	島	郡	30
羽	咋	郡	14
輪	島	市	7
計			160頭

## 2・3 調査事項

屠畜場豚の血清中の日本脳炎ウイルス(JaGAR #01株)に対するHI抗体価を測定し、HI抗体価1:40以上の検体については2-メルカプトエタノール(2ME)処理を行った。

検査方法は、厚生省の伝染病流行予測調査検査術式(日本脳炎)(1979)に準拠した。

Serological Survey of HI-Antibodies against Japanese Encephalitis Virus in Swine Bred in Ishikawa Prefecture, 1984. by Tetsuo KAJI, Hajime ONISHI, and Nobuaki KIMURA (Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

### 3 調査成績と考察

#### 3・1 豚の血中日本脳炎HI抗体保有状況

本年における屠畜場豚の血中日本脳炎HI抗体保有状況を表2に示した。HI抗体価1:10以上の日本脳炎感染陽性豚の頭数は160頭中90頭、調査期間を通じての陽性率56%で、昨年(78頭, 49%)より12頭多く、

一昨年(97頭, 61%)より7頭少なく、この3年間では中間の成績であった。このことは、日本脳炎の流行年であった昭和42年の平均陽性率(77%)よりは低いものの、最近8年間では次位に高い陽性率であり、日本脳炎ウイルスによる汚染度が比較的高いレベルにあったことを示している。また、陽性豚の出現旬は一昨年と同じく7月下旬で、昨年より2旬早く出現し、一昨

表2 屠畜場豚の血中日本脳炎 HI 抗体保有状況 (昭和59年7月~9月)

調査時期	採血月日	検査頭数	JaGAR # 01 株に対する HI 抗体価								陽性頭数 <sup>1)</sup> (%)	2ME感受性抗体保有頭数 <sup>2)</sup>		
			< 10	10	20	40	80	160	320	640			1280	
7月	中旬	7.20~23	20									0 (0)	—	
	下旬	7.30	20	14			1	1(1) <sup>3)</sup> 1(1)	2(1)	1(1)		6 (30)	4	
8月	上旬	8. 6	20	20								0 (0)	—	
	中旬	8.21	20	11				2(2)	1(1)	5(2)	1	9 (45)	5	
	下旬	8.31~9.3	20							13(1)	6	1	20 (100)	1
9月	上旬	9. 7	20	5				2	2	4(1)	6(2)	1(1)	15 (75)	4
	中旬	9.17	20				2		1	7	9	1	20 (100)	0
	下旬	9.25	20					2	5	9	3	1	20 (100)	0

- 1) HI 抗体価 1 : 10 以上の頭数
- 2) HI 抗体価 1 : 40 以上で、2 ME 処理により抗体価が 1/8 以下に低下した頭数
- 3) 各抗体価保有頭数中の 2 ME 感受性抗体保有頭数を ( ) 内に示した。

表3 屠畜場豚の血中日本脳炎 2 ME 感受性 HI 抗体の分布 (昭和59年7月~9月)

調査時期	検査頭数	2ME感受性検査頭数 <sup>1)</sup>	2 ME 処理低下希釈倍数					2ME感受性抗体保有頭数 <sup>2)</sup>	2 ME 感受性率(%) <sup>3)</sup>	
			(-)		(±)	( + )				
			1	2	4	8	16			32
7月	中旬	20	0						—	—
	下旬	20	6				2	2	4	67
8月	上旬	20	0						—	—
	中旬	20	9		1	3	2	3	5	56
	下旬	20	20	6	13				1	5
9月	上旬	20	15		9	2	4		4	27
	中旬	20	20	3	14	3			0	0
	下旬	20	20	9	11				0	0

- 1) HI 抗体価 1 : 40 以上の頭数
- 2) 表1参照
- 3) 2 ME 感受性抗体保有頭数 + 2 ME 感受性検査頭数 × 100

年が2頭であったのに対し6頭もいたことは、日本脳炎ウイルスが県内に侵入したと推定される7月下旬時点では、近年になく感染濃度が高かったことが予想される。

HI抗体保有率の推移をみると、7月下旬が30%で、8月上旬にいったん0%になった後、8月中旬で49%とほぼ汚染指標の50%ラインとなり、以後100%、75%、100%、100%と調査終了の9月下旬まで高いレベルを維持し、本年も石川県は8月下旬以降日本脳炎汚染推定地区となった。

HI抗体価の分布では、1:40が3頭、1:80が7頭、1:160が10頭、1:320が40頭、1:640が26頭、1:1280が4頭で、高抗体価(1:2560以上)が昨年同様なかったのみか低抗体価(1:20以下)もなかった。

3・2 2ME感受性抗体保有状況

新鮮感染の有無の指標である2ME感受性抗体を保有する豚の出現は、7月下旬に4頭、8月中旬5頭、8月下旬1頭、9月上旬4頭の4旬14頭であった。最初の出現旬の比較では、本年は昨年より2旬早く、一昨年と同時期であり、これは陽性豚の出現と同様の傾向であった。

HI抗体価1:40以上の豚90頭の2ME感受性試験の結果を2ME処理により低下した希釈倍数で表示し、表3に示した。その内訳は、低下なし20頭、 $\frac{1}{2}$ 低下48頭、 $\frac{1}{4}$ 低下8頭、 $\frac{1}{8}$ 低下8頭、 $\frac{1}{16}$ 低下5頭、 $\frac{1}{32}$ 低下1頭であった。これを2ME感受性の判定基準で区分すると、(-)68頭、(±)8頭、(+)14頭となる。

以上の成績を基にして、本年における日本脳炎ウイルスの県内への侵入並びに活動時期を推測すると、侵入は7月下旬には始まっており、活動していた期間は9月上旬頃までの約40日前後と推定される。また、抗体保有率が8月下旬以降ほとんど100%であったことからすると、豚の間ではかなり大きな流行があったと推定される。

3・3 豚の血中日本脳炎HI抗体保有率と患者発生

昭和53年以降は毎年HI抗体保有率が50%を超え、豚の間では日本脳炎ウイルスによる流行が確実にあり、しかも比較的高いレベルにあったことが示されている。本年も7月下旬には2ME感受性抗体保有豚が出現し、8月下旬には抗体保有率が50%ラインを突破し、抗体保有率も患者発生があった(推定も含む)昭和57、58年の両年と同じような推移パターンを示した(図1)。このことは、本年も患者発生の素地は充分あったと考えられる。しかし、昨年のような未届け患者が潜在している可能性を否定はできないものの、本年は幸いに

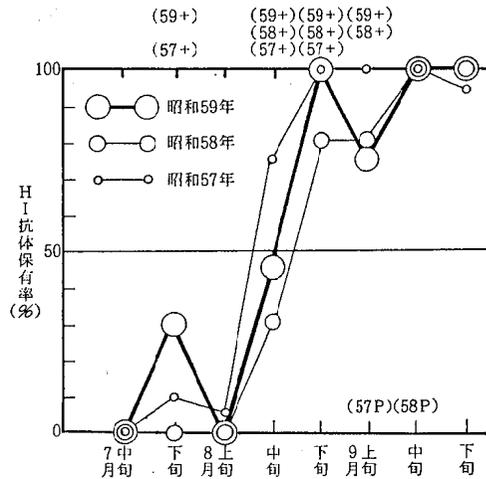


図1 屠畜場豚の血中日本脳炎HI抗体保有率の推移と2ME感受性抗体保有豚の出現(能登地区)及び日本脳炎患者発生

(57+)(58+)(59+):  
 当該年の2ME感受性抗体保有豚出現  
 (57P)(58P): 当該年の日本脳炎患者発生

も疑似を含め1人の患者の届出もなかった。ところでこの3年間、石川県で飼育された豚の間における日本脳炎ウイルスの感染濃度が比較的高いレベルであったことは、人には感染機会があることを示しており、過去のように患者が多発する可能性も否定はできない。日本脳炎患者発生の長期にわたる予測は困難であるが、少なくとも本調査によってその年の流行を予測することは可能であり、この点からしても調査を実施する意義は高い。

4 ま と め

石川県産豚の血中日本脳炎HI抗体の保有状況を能登地区の豚160頭を対象に、昭和59年7月中旬から9月下旬まで8回の調査を行い、次の成績を得た。

- (1) HI抗体保有豚は、調査期間中7月中旬と8月中旬から9月下旬の6旬に90頭、56%にみられ、そのHI抗体価は1:40から1:1280にまで分布していた。
- (2) 新鮮感染指標の2ME感受性抗体を保有する豚は、7月下旬に4頭、8月中旬に5頭、8月下旬に1頭、9月上旬に4頭と、4旬に14頭みられた。
- (3) HI抗体保有率の推移では、7月下旬に小ピーク、8月中旬に上昇が始まり、下旬には100%と50%

ラインを超え、その後はほぼ100%のプラトーとなるパターンをたどった。

(4) 本年は、日本脳炎患者（疑似を含む）の届出はなかった。

おわりに、本年の成績をまとめるに当たり、多大な御協力をいただいた県公衆衛生課並びに輪島保健所の関係各位に対し、記して感謝の意を表する。

〔資料〕

## 本邦初と思われるコクサッキーA群11型 ウイルスの流行(1983年)とその背景

石川県衛生公害研究所微生物部 木村 晋亮・梶 哲夫・尾西 一  
 金沢赤十字病院小児科 中村 英夫  
 薫仙会恵寿総合病院小児科 高田 満彦  
 薫仙会恵寿総合病院産婦人科 桑原 正樹  
 金沢医科大学小児科 山田 燦

### 1 ま え が き

1983年7月から9月にかけて、金沢赤十字病院小児科外来に受診したかぜ患児の咽頭スワブから、HEp-2細胞で7月に6株、8月に2株、9月に2株の計10株の同種で極めて特徴ある titration pattern を示すウイルス株が分離された。この株は国立予防衛生研究所から分与された Schmidt pool 血清では同定出来ず、単血清では Ismunit社から市販のアデノ12型ウイルス(Ad-12)に対する抗血清で中和された。その後このAd-12と目されるウイルスは、同年8月中旬から下旬にかけて、七尾市内の1病院産科新生児室での発熱後発疹を伴う疾患の流行に際して、新生児の直腸スワブからも5株分離された。この疾患との因果関係については、同時に分離されたエコー9型ウイルス(E-9)も含め、発疹に関連ある市販ウイルス抗原による補体結合(CF)抗体価やE-9分離株による中和抗体価の測定を行ったものの不明のままに終わった。一方感染症サーベイランス定点としての金沢医科大学病院小児科から、無菌性髄膜炎の患者の髄液が7月に2件、8月に7件、9月に3件送付された。ウイルス

分離の結果、Ad-12と目される株が2株、ほかにE-9とコクサッキーB群5型ウイルス(CB-5)が1株ずつ分離された。これらAd-12と目されたウイルス17株については、その後再確認のため1984年11月に国立予防衛生研究所ウイルス中央検査部へ送付した。ところがこれらウイルス株はエンテロウイルスであることが判明し、更に腸内ウイルス部で代表株3株の免疫抗血清を作製しての交差中和試験の結果、CA-11と同定出来る株(prototypeの標準抗血清と交差する)が5株、恐らくCA-11に間違いのないと思われる株(CA-11と同定される株の免疫抗血清と交差する)が12株との成績が得られた<sup>1)</sup>。発生事例別の内訳をみると、かぜ患児咽頭スワブ由来10株では、CA-11が3株、CA-11類似株が7株、新生児直腸スワブ由来5株はすべてCA-11類似株、無菌性髄膜炎小児の髄液由来2株はすべてCA-11であった(以下本文中ではCA-11類似株もCA-11と記載する)。

さて、この分離されたCA-11は、日本で分離ウイルスの情報収集が国立予防衛生研究所(WHO地域エンテロウイルスレファレンスセンター)で始められた1963年以来、流行の報告がないばかりでなく、分離さ

Probably First Isolation of Coxsackie A Virus Type 11 in Japan and Epidemiological Background in Ishikawa Prefecture, 1983. by Nobuaki KIMURA, Tetsuo KAJI, Hajime ONISHI, Hideo NAKAMURA \*<sup>1</sup>, Mitsuhiko TAKADA \*<sup>2</sup>, Masaki KUWABARA \*<sup>3</sup>, and Tsubara YAMADA \*<sup>4</sup> (Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment; Pediatric Department, Kanazawa Red Cross Hospital \*<sup>1</sup>; Pediatric Department \*<sup>2</sup>, and Gynecological Department \*<sup>3</sup>, Kunsenkai-Keiju General Hospital; and Department of Pediatrics, Kanazawa Medical University \*<sup>4</sup>)

れたという報告もないようである<sup>2)-4)</sup>。今のところ我々のウイルス分離成績からは、1983年7月～9月以外には、このウイルスが分離された形跡はなく、また全国各地で分離されて未だ未同定ウイルス株の中にこのウイルスがあるのかどうかについても今のところ不明である。また石川県以外でも流行したのかどうか、したとすればその規模や範囲はどうであったかについても、今後の血清疫学的調査に待つしかないが、とりあえず、

このCA-11が分離された背景と、唯一の流行例とも思われる1病院新生児室での状況について、得られた情報の範囲内で概述する。なお、CA-11の prototype である Belgium-1 株は、ベルギーで流行性筋痛症の患者の大便から初分離されているが、一般には無菌性髄膜炎を稀に起こすことが知られているに過ぎず、また我々が経験したような無菌性髄膜炎患者の髄液からの分離例は極度に少ないようである<sup>5)</sup>。

表1 1983年7月～9月におけるかせ患児からのウイルス分離状況

採取月日	検体数	分離株数	分離ウイルス									
			CA 11	Ad 2 3 11	PI 2 3 4	CB 9	E 16 22 25					
7. 5	11	8	3	1		2	2					
12	11	4	0			3	1					
19	5	4	1	1		2						
26	12	4	2		1		1					
計	39	20	6	0	2	0	1	7	3	1	0	0
8. 2	4	1	1									
9	9	1	0	1								
16	11	4	0		1	1	1		1			
23	9	4	1			2			1			
30	11	3	0							2	1	
計	44	13	2	0	1	1	1	3	0	1	1	2
9. 6	11	4	1			1	1					
13	7	6	1	1		2	1			1		
20	9	4	0	1		2	1					
27	11	6	0	1		3			1	1		
計	38	20	2	1	2	0	7	3	1	0	1	2

2 かせ患児からの分離例

金沢赤十字病院小児科外来に受診したかせ患児からCA-11が分離された1983年7月から9月にかけての、患児咽頭スワブからのウイルス分離状況を表1に示した。CA-11は7月上旬に3株、中旬に1株、下旬に2株の計6株分離され、39検体中6株と流行があったことが示唆された。続く8月には上・下旬に各1株、9月には上・中旬に各1株分離されている。この7～9月にかけては、ほかにもパラインフルエンザウイルス2型 (PI-2) が9月に、同3型 (PI-3) が7月に流行した形跡がみられている。その他の分離ウイルスとしては、アデノウイルス (Ad-2, 3, 11) が7株、コクサッキーB群4型ウイルス (CB-4) が4株、エコーウイルス (E-9, 16, 22, 25) が10株分離されている。

CA-11が分離された患児10人の性別、年齢、臨床症状を示したのが表2である。性別では男7人、女3人で、年齢は0歳(生後2～10カ月)が4人、1, 2, 4, 5, 6, 10歳が各1人であった。居住地は病院周辺の2市町である。臨床症状は上気道炎が全員に、発熱が9人、せきが3人、胃腸炎症状が2人、結膜炎が1人にみられたが、俗に言う夏かせ症状であった。発熱

表2 CA-11が分離された患児の内訳と臨床症状

分離月	性別	年(月) 齢	住 所	臨 床 症 状
7 月	男	(9)	金 沢 市	上気道炎
"	"	(6)	野々市町	" 発熱 38.4 結膜炎
"	"	2	金 沢 市	" せき " 38.2 嘔吐
"	"	6	"	" " " 38.0
"	"	(10)	野々市町	" " " 38.5
"	"	10	金 沢 市	" " " 38.9
8 月	女	4	野々市町	" " " 39.0
"	男	1	"	" " " 38.3
9 月	女	(2)	金 沢 市	" " " 39.0 下痢
"	"	5	"	" " " 37.8

者の最高体温は37.8~39.0°に分布しており、平均は38.5°Cであった。

3 無菌性髄膜炎患児からの分離例

CA-11が分離された1983年に、感染症サーベイランス検査定点の金沢医科大学病院小児科から無菌性髄

膜炎の疑いで髄液検体が送付された患児数は20人いた。月別内訳は、1月2人、2月1人、3月2人、4月1人、5月1人、6月1人、7月2人、8月7人、9月3人である。このうち、かぜ患者からCA-11が分離された7月から9月にかけての12人について、これら患児の性・年齢・住所と臨床症状を表3に掲げた。性

表3 1983年7月~9月に送付があった無菌性髄膜炎患児からのウイルス分離

採取月日	性別	年(月)齢	住 所	臨 床 症 状	ウイルス分離
7. 15	男	(6)	富 来 町	髄膜炎 発熱 37	CB-5
7. 18	"	13	内 灘 町	" " 37	-
8. 8	"	7	志 雄 町	" " 39	CA-11
8. 10	"	6	内 灘 町	" " 39.0	-
8. 11	"	5	"	" " 39	-
"	"	(1)	富 来 町	" " 39	-
8. 13	"	4	内 灘 町	" " 37.4	E-9
8. 24	"	7	"	" " 38	-
8. 29	女	1	七 尾 市	" " 39 発 疹	CA-11
9. 5	男	(11)	内 灘 町	" " 39.1 呕 吐	-
9. 8	"	7	富 来 町	" " 39.3	-
9. 19	"	9	内 灘 町	" " 38 上気道炎	-

表4 新生児室での発生状況

患児番号	8. 14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	検体採取
1 m	出生										F*	F	F	F				退院	○
2 m		出生					F	F	Ex**										◎***
3 m		"							退院			F	F	F•Ex	Ex	退院			
4 m											F	F							
5 f		双子 (出生										F	F	F					
6 m			出生								退院			F	F		Ex		◎
7 f				出生							退院		F	F					◎
8 m				"							退院				F		Ex	退院	◎
9 m				"							F	F		Ex					○
10 m				"								退院			F	F	F•Ex		◎
11 f					出生								F	F			退院		
12 m						出生						F	F	F				退院	○
13 m							出生							退院	F	F			
14 f								出生					F	F	F		退院		
15 m								"								F	Ex		◎
16 m												出生					F•Ex		◎
2 mの母	24歳女			F	Ex														○
職員 1	30歳女										F								○
職員 2	24歳女														F				○

\* F (発熱) \*\* Ex (発疹) \*\*\* ◎ (ウイルス分離陽性)

別は男11人女1人、年齢は0歳から13歳に分布していた。住所は病院所在地の内灘町7人、関連病院所在地の富来町3人、七尾市、志雄町が各1人であった。症状は髄膜炎症状のほか、発熱（37°台3人、38°台2人、39°台7人）が全員に、手足の発疹、嘔吐、上気道炎が各1人にみられた。髄液検体からのウイルス分離では、8月上旬に7歳男から、下旬には1歳女から、計2株のCA-11が分離されている。2人とも住所は能登地区であり、特に七尾市の1歳女児の例は発疹を伴った症例でもあり、次に紹介する新生児流行例との関連も示唆されて興味深い。ほかには7月にCB-5が、8月にE-9が各1株分離されている。

#### 4 病院新生児室での流行例からの分離例

##### 4・1 発生状況

1983年8月17日、七尾市内の1病院の産科で、8月15日に男児を出産した母親が最高38.8°Cの発熱をし、解熱した翌日に手足に発疹が出る症状を示した。発熱は解熱剤等を投与するまでもなく1日で解熱し、その後出た発疹もその日の内に消退した。その後、この母

親の生んだベビーが新生児室で20日から21日にかけて39.0°Cの発熱を出し、抗生剤の投与を受けた（血液培養で細菌が証明されたため）。ところが解熱した22日になり、顔面や腹部に発疹が現われた。しかしこの発疹も、その日の夕方には消退した。この時点で新生児室にはこの男児を含め、8月14日から22日にかけて出生した新生児15人（男11人、女4人）がいたが、その後25日に出生した男児も含め、16人のうち8人が発熱後発疹、後の8人が発熱のみの症状を呈した。新生児の初発は8月20日、終発は30日で、8月31日以降このような症状の発生はない。この間の発生状況は、24日3人、25日3人、26日3人、27日1人、28日3人、29日1人、30日1人である。新生児の出生は26日以降なく、母親とベビー外では、新生児室に出入りする助産婦、看護婦等の職員13人中2人が、この期間中に発熱した。これらの発生状況をまとめて表4に示した。

管轄の七尾保健所では、8月29日に病院から病因究明の検査依頼を受け、8月30日と31日の両日にわたって、咽頭スワブ、直腸スワブ、髄液等のウイルス分離用検体の採取と抗体価測定用に採血が行われた。検体

表5 患児等の臨床症状

患児番号	発熱			発疹				
	最高体温	月日	持続日数	有無	月日	持続日数	部位	発熱後発疹までの日数
1 m	38.2°C	8.24	4日	-				
2 m	39.0	8.20	2	+	8.22	1日	顔面・腹部	2日
3 m	39.0	8.25	3	+	8.27	2	肩・殿部・下肢	2
4 m	37.8	8.24	2	-				
5 f	37.9	8.25	3	-				
6 m	39.1	8.27	2	+	8.30	1	殿部・下肢	3
7 f	38.7	8.26	2	-				
8 m	39.3	8.28	1	+	8.30	1	殿部・下肢	2
9 m	39.0	8.24	2	+	8.27	1	顔面	3
10 m	37.5	8.28	3	+	8.30	1	殿部・下肢	2
11 f	38.3	8.26	2	-				
12 m	39.7	8.25	3	-				
13 m	37.9	8.28	2	-				
14 f	38.6	8.26	3	-				
15 m	38.1	8.29	1	+	8.30	1	殿部・下肢	1
16 m	37.8	8.30	1	+	8.30	1	下肢	0
2mの母	38.8	8.17	1	+	8.18	1	手・足	1
職員1	38.5	8.25	1	-				
職員2	37.6	8.29	1	-				
新生児16人	平均 38.5°C		平均 2.3日	50%		平均 1.1日	主に下肢・殿部	平均 1.9日

は採取後直ちに当所へ送付された。

4・2 患児の臨床症状

発症した新生児とその母及び職員 2 人の臨床症状を表 5 に一覧した。発熱は全員にみられ、最高体温は 37° 台 5 人, 38° 台 5 人, 39° 台 6 人で、平均は 38.5 ± 0.6 °C, その持続日数は 1 日 3 人, 2 日 7 人, 3 日 5 人, 4 日 1 人で、平均は 2.3 ± 0.9 日であった。発疹は 50 % の 8 人にみられているが、そのうち 7 人は 1 日以内に消退, 2 日にわたったのは 1 人のみで、その部位は下肢が 6 人と最も多く、次いで殿部 5 人, 顔面 2 人, 肩と腹部が各 1 人であった。発熱後発疹までの日数は 3 日後 2 人, 2 日後 4 人, 1 日後 1 人, 同日 1 人で、平均は 1.9 ± 1.0 日, 解熱後発疹までの日数は、同日が 3 人, 翌日が 2 人, 2 日後が 3 人で平均は 1.0 ± 0.9 日であった。また退院後発症した児が 6 人いて、内訳は 3 日後が 3 人, 1 日, 2 日, 4 日後が各 1 人で、このうち発熱のみが 2 人, 4 人は解熱後発疹が出た。これら新生児の発症が、新生児室での初発の 8 月 20 日の単一暴露と仮定して、出生後或いは退院後の発症までの日数から潜伏期間を推定すると、平均日数は 3.8 ± 1.9 日となった。いずれにしても、中に 1 例, 15m の例のように、軽い髄膜炎症状がみられたにせよ、総じて発熱も薬剤投与なしでも 2 日前後で解熱しており、またその後の発疹もほとんど 1 日以内に消失するなど、比較的軽い経過を示した。

4・3 ウイルス分離成績

新生児室の患児及びその母親と産科に勤務する助産婦や看護婦等の職員から、8 月 30 日と 31 日にウイルス

分離のための検体が採取された (表 6)。新生児については、8 月 30 日現在在院していた 9 人 (表 4 参照) から、咽頭スワブ (TS) と直腸スワブ (RS), 軽い髄膜炎症状があった 15m からは髄液 (CSF) が採取された。また初発の 2m の母と軽い発熱のあった (新生児室へは立入っていないので無関係とのこと) 4m と 5f の母からも TS が採取された。勤務職員については、翌 31 日に、13 人中発症者 2 人と健康者 8 人の計 10 人から TS を採取した。この両日で延べ 21 人 31 検体の送付を受けた。

ウイルス分離には、常用している 2 代アフリカミドリザル腎 (AGMK) 細胞, 継代細胞の VERO, HEp-2, MDCK, CMK-S 1 の計 6 種の細胞系を用いた。その結果、表 6 に示されるように、新生児の TS 1 検体と RS 5 検体及び健康な職員の TS 2 検体の計 8 人 8 検体からウイルスが分離された。同定の結果、TS 由来で分離されたウイルスはいずれも E-9, RS 由来で HEp-2 で分離された 5 株は CA-11, AGMK で分離の 1 株は E-9 であった。CA-11 については、分離当初誤って Ad-12 と同定したが、その後国立予防衛生研究所での精査によって CA-11 類似株とされた株であるが、ここでは CA-11 として記載した。新生児 6 人からのウイルス分離の内訳は (表 4 参照), 2m の TS から E-9, 6m, 8m, 10m, 15m, の RS から CA-11, 16m の RS から CA-11 と E-9 で、6 人はすべて発熱後発疹のあった患者であり、発熱のみであった 3 人からはウイルスを分離することは出来なかった。また、RS から CA-11 が分離された 5 人は、いずれも検体採取当日発疹がみられていた患児であった。

4・4 血清学的検査成績

ウイルス分離検体の採取に合わせて、8 月 30 日と 31 日に、新生児 8 人, 母親 2 人, 勤務職員 13 人 (全員) から急性期血清, また 9 月中旬から下旬にかけて、新生児 8 人と発症した職員 2 人の回復期血清と、対照としての健康な新生児 13 人の血清が採取された。これら急性期 23 検体, 回復期 10 検体, 対照血清 13 検体について、CF 試験と中和試験を行った。CF 試験では、発疹を目安として、風疹, RS, Ad-3, CA-5, 9, 10, 16, CB-4, 5, E-4, 9, 16, 25, エンテロ 71, マイコプラズマの 15 抗原について、中和試験では分離された E-9 を用いて、各抗体価の測定を行った。また CA-11 については、当初 Ad-12 と同定したため、アデノウイルスの群共通特異 (gs) 抗原による CF で充分把握出来ると判断し、中和試験は実施しなかった。

急性期採血の 23 血清の CF 試験の結果、我々が 1983

表 6 検体からのウイルス分離成績

区分	検体名	ウイルス分離			
		検体数	陽性数	分離株数	同定結果
新生児 (有症)	咽頭スワブ	9	1	1	E-9 (1)
	直腸スワブ	9	5	6	CA-11 (5)
	髄液	1	0		E-9 (1)
母親 (有症)	咽頭スワブ	2	0		
職員 (有症)	"	2	0		
職員 (無症)	"	2	2	2	E-9 (2)
計		31 (21 人)	8 (8 人)	9	E-9 (4) CA-11 (5)

E-9 は AGMK 細胞で、CA-11 は HEp-2 細胞で分離された。

年に設定した単一血清による診断基準<sup>6)</sup>からみて、感染がほぼ確実な(+)のCF抗体価を示したものとしては、新生児では風疹とRSに各1人、職員ではCA-9とCB-5に各1人の4例、感染が確実な(++)は、初発の2mの母のCA-9、CB-4、5、E-4にみられた。しかしベビーにはこのような高いCF価がないことは、出産後何らかの感染源があつたのと考えられるが、初感染以外では、エンテロウイルスのCF抗体価の上昇が、必ずしも当該ウイルスの感染を示すものでないことから特定は出来ず、確定には中和試験による必要があつた。一方、E-9に対する中和抗体価は、E-9が分離された新生児2人はいずれも<4、職員2人も<4と4であつた。E-9が分離されなかった他の新生児では、32が1人、16が1人、8が2人、<4が2人、母親は共に8、他の職員では、16が1人、8が3人、4が3人、<4が4人であつた。4以上のE-9中和抗体価を有していたのは、23人中14人で、新生児のは母親からの移行抗体であろうと思われる。母子が対となつた例の抗体価を表7に示した。

回復期血清については、有症の職員2人については急性期と同じ項目について検査を実施したが、各項目とも同一抗体価で抗体価の動きはなく、血清学的診断は不能であつた。また新生児分については、風疹、Ad-3、RS、CA-9、CB-5、E-9の各CF抗原に対する抗体価と、E-9に対する中和抗体価を測定したが、RS (CF) で<4→8が1人に、E-9 (NT) で<4→8が1人にみられたにとどまつた(中和抗体上昇例はE-9分離者ではない)。また急性期で(+)を示した例では、風疹 (CF) は8—8、RS (CF) は16→8であつた。一方対照の健康な新生児13人については、CF試験で判定基準の(+)がRSに1人あつたのみ、E-9の中和試験では、抗体価64、8、4が各1人、残りは<4であつた。以上の血清学的検査成績から、有意上昇例はみられたものの、この新生児室での流行の病因ウイルスとは考え難く、分離されたE-9も passenger virus と考えた方がよく、今後はAd-12

と誤同定したCA-11について中和試験を実施し、CA-11とこの疾患との因果関係を追及しなければならないと考えている。

### 5 ま と め

(1) 1983年7月から9月にかけて、金沢赤十字病院小児科外来に受診したかぜ患児121人から、7月に6株、8月に2株、9月に2株の計10株のkokosacki A群11型ウイルス及びその類似株が分離され、この時期流行があつたことが示唆された。

(2) 石川県感染症サーベイランス定点の金沢医科大学病院小児科から、1983年7月から9月にかけて12人の無菌性髄膜炎患児の髄液が送付されウイルス分離を行ったところ、kokosacki A群11型ウイルス2株、同B群5型、エコー9型ウイルス各1株が分離された。

(3) 七尾市の1病院産科新生児室で、1983年8月20日から30日にかけて、発熱後半数に発疹がみられる疾患の流行があり、新生児室にいたベビー16人全員が罹患した。発症最終日の8月30日に検体が採取出来た8人についてウイルス分離を行ったところ、直腸スワブ5検体からkokosacki A群11型ウイルス類似株5株とエコー9型ウイルス1株が、また咽頭スワブ1検体からエコー9型ウイルスが分離された。またこのエコー9型は健康な産科勤務の職員からも2株分離された。この疾患と分離ウイルスの関係については、血清学的検査から、少なくともエコー9型ウイルスは病因ではないと考えられる。

(4) 以上kokosacki A群11型とその類似ウイルスが分離された例について紹介したが、これら散发例、流行例からの分離は、日本で1963年に各機関から国立予防衛生研究所のWHOエンテロウイルス地域レファレンスセンターへ臨床材料からの分離ウイルスが報告されるようになって以来一度も報告がなく、恐らく日本で初めてのケースであろうと思われる。

稿を終えるにあたって、kokosacki A群11型ウイ

表7 初発の母児のCF及び中和抗体価

血清	CF 抗体価															中和抗体価		HI 抗体価			
	風疹	Ad-3	RS	CA-5	9	10	16	CB-4	5	E-4	9	16	25	E-71	E-9	PI-1	2	3	4		
母	<4	<4	4	8	128	4	4	256	256	64	<4	<4	<4	4	8	16	128	128	32		
児(急回)	<4	<4	16	<4	4	<4	<4	<4	4	4	4	<4	<4	<4	<4	16	128	128	16		
	<4	<4	8	—	<4	—	—	—	<4	—	<4	—	—	<4	<4	—	—	—	—		

ルスの同定に多大な御尽力をいただいた, 国立予防衛生研究所腸内ウイルス部の萩原昭夫, 天野浩子両主任研究官並びに同ウイルス中央検査部の吉井孝男, 松永泰子両主任研究官及び山崎修道部長に深甚の謝意を表するとともに, 流行例での情報収集や検体採取に御協力いただいた県公衆衛生課並びに七尾保健所の関係各位に深謝する。

#### 文 献

- 1) 萩原昭夫, 天野浩子, 吉井孝男, 清水泰子, 山崎修道, 尾西 一, 梶 哲夫, 木村晋亮: 衛生微生物技術協議会第 6 回研究会口演要旨集, p59 (1985)
- 2) 多ヶ谷 勇, 原 稔: ウイルス実験学各論 (改訂二版)(国立予防衛生研究所学友会編) p127—154, 丸善, 東京 (1982)
- 3) 国立予防衛生研究所: 厚生省健康医療局感染症対策課編: 病原微生物検出情報年報 (1979年—1982年) (1980—1983)
- 4) 同上編: 病原微生物検出情報月報, No. 1 ~ No. 63 (1980—1985)
- 5) 保坂康弘・川端茂実・松井千秋編: ウイルス図鑑, p289—291, 講談社, 東京 (1972)
- 6) 木村晋亮, 石田宗治: 石川衛公害研年報, 20, 188—197 (1983)

〔資料〕

## 風疹IgM検出用EIAキットの試用とその特異性の検討

石川県衛生公害研究所微生物部 木村 晋亮・尾西 一・梶 哲夫  
 デンカ生研生物化学研究所 佐藤 俊則・中島 実・長 道雄  
 石川県立中央病院産婦人科 干場 勉・朝本 明弘・矢吹 朗彦

(本報告の一部は、第21回日本細菌学会中部支部総会において発表した。昭和59年11月8日、名古屋市)

## 1 ま え が き

妊婦が妊娠初期に風疹に罹患すると、先天性風疹症候群の患児出生がかなり高頻度に起きることはよく知られた事実である<sup>1) 2)</sup>。しかし、妊娠初期に風疹に罹患したかどうかを確かめる実際となるといろいろな問題は多い。すなわち、発症して対血清が採取され血清学的に確認出来た場合はともかく、対でも急性期の抗体価が既に高かったり、対で採取が出来なかったりした場合、もし確認しなければならぬ場合には、どうしても新鮮感染の指標となる風疹特異性IgM抗体の検出が必須となる。IgMの検出法にはこれまで簡便な方法として2-メルカプトエタノール(2ME)によるIgMの解離やプロテインA(proA)によるIgGの吸収除去などがあり<sup>3)</sup>、いずれの方法も処理前と処理後の抗体価の動きを目安として罹患の有無の推測が行われているが、これとてIgMを直接に証明する訳でないため問題は残る。直接的な証明では、IgGとIgMとを超速心によって分画し、IgM分画の風疹抗体価を測定する方法が最も確実であるが、日常検査としては実用的でない。近年、エンザイムイムノッセイ(EIA)が開発され、中でも固相化法であるELISA(enzyme-linked immunosorbent assay)の実験室診断への進出には見張るものがあり<sup>4)</sup>、風疹IgMを直接、簡便かつ的確に、しかもラジオイムノ

アッセイ(RIA)に匹敵する感度で測定可能なキットが市販されるようになり、ある程度その目的を達することが出来るようになった。この度デンカ生研で風疹IgG及びIgM抗体を測定するキットが試作されたので、既に市販されている外国製品をも加え、特に後者を対象にその特異性並びに鋭敏度について検討を加えた。

## 2 材 料 と 方 法

## 2・1 被検血清

被検血清には、依頼検体のうち風疹抗体価測定に供された血清88検体、風疹患者対血清2検体、高い風疹抗体価を有する妊婦血清20検体及びリウマチ因子陽性血清20検体を用いた。

## 2・2 検査法

(HI及びCF抗体価測定法)

風疹HI抗体価測定は予研法<sup>5)</sup>、CF抗体価測定は100%溶血法<sup>5)</sup>により、いずれもマイクロタイター法によった。抗原はHA抗原、CF抗原ともデンカ生研製のものを用いた。

(プロテインA処理)

化血研から市販のAbsorbG(ブドウ球菌Cowan 1株使用)を使用書に従って用いた。

(ELISA法による風疹IgG及びIgM抗体の測定)

Examination of Specificity and Sensitivity of Tested Rubella-IgM-EIA (Denka) Kit. by Nobuaki KIMURA, Hajime ONISHI, Tetsuo KAJI, Toshinori SATO\*<sup>1</sup>, Minoru NAKAJIMA\*<sup>1</sup>, Michio Cho\*<sup>1</sup>, Tsutomu HOSHIBA\*<sup>2</sup>, Akihiro ASAMOTO\*<sup>2</sup>, and Yoshihiko YABUKI\*<sup>2</sup> (Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment; Denka Institute of Biological Science\*<sup>2</sup>; and Gynecological Department, Ishikawa Prefectural Central Hospital\*<sup>3</sup>)

EIA法にはアメリカ Whittaker 社製の Rubelisa (風疹IgG測定用)と Rubelisa M (風疹IgM測定用), Abbott 社製の Rubazyme M (風疹IgM測定用)及びデンカ生研製のルベラIgG-EIAとルベラIgM-EIAを用いた。

測定法の原理は, Rubelisa はIgG, IgM測定のいずれの方法とも平底マイクロプレートに風疹ウイルス抗原を固相化してあり, これに血清希釈液で希釈した血清を加え反応させた後, 酵素を結合させた各Igクラスの抗体を加え, 更に基質溶液を加え発色させるもので, 酵素にはアルカリフォスファターゼを, 基質にはp-ニトロフェニルリン酸ジシクロヘキシルアンモニウム塩を用いている。吸光度は405nmで遊離したp-ニトロフェノールを測定するものである。

Rubazyme Mも前者と同じく抗原固相化法によっているが, 風疹ウイルス抗原をビーズにコートしてある。希釈緩衝液で希釈した血清をビーズと接触させ, 血清中の風疹抗体を結合させた後, 酵素を標識した抗IgM抗体を加え, 更に基質溶液を加え発色させるもので, 標識酵素にはペルオキシダーゼを, 基質にはo-フェニレンジアミン2塩酸塩を用いる。吸光度は酸化によって生成される2,3-diaminophenazineの濃度を492nmで比色するものである。

デンカ生研のルベラIgG-EIAもやはり風疹ウイルス抗原を平底マイクロプレートに固相化してあり, 前2者と原理的には同じ方法を採用している。反応様式はペルオキシダーゼ・o-フェニレンジアミン系を用いており, 490nmで測光する。これに対しルベラIgM-EIAは, 風疹ウイルス抗原固相化法では, 血清希釈液中に変性IgGを入れておかないと, 特にリウマチ因子陽性血清では往々にして生物学的偽陽性が出ることから, 抗IgM抗体を固相化する方法を採用している。しかも基礎実験から固相化する抗体を抗ヒトIgMでなく, 抗ヒトIgM ( $\mu$ 鎖)にして, 非特異反応を最

少限にしている。この抗体固相化抗体補促法では反応段階も1段階増えて反応時間も長くなるが, 特異性は極めて高いとされている<sup>6)</sup>。測定法はまず抗ヒトIgM ( $\mu$ 鎖)を平底マイクロプレートに固相化し, これにモルモットグロブリンを至適濃度を含むリン酸緩衝液で希釈した血清を加え, 血清中のIgM抗体と反応させる。次に風疹ウイルス抗原及び対照抗原を反応させ, 更に酵素を標識した抗風疹IgG抗体を反応させた後, 基質溶液を加え発色させるもので, 酵素・基質系はIgG-EIAと同じである。

結果の標記はすべての方法とも風疹ウイルス抗原の吸光度から対照抗原の吸光度を引いた吸光度差で示し, カットオフ値は各キットに添付の陰性及び弱陽性対照血清の吸光度差を参考にして決定した。

### 3 結果と考察

#### 3.1 判定基準の設定

風疹IgG測定用の2キット及びIgM測定用の3キットについて, 各キットに添付の対照血清を用いて行った判定基準の1例をTable 1に示した。このうちRubazyme Mでは, 検体の吸光度差を弱陽性対照血清の平均値で除したRubazyme indexを用いることとなっているが, 表には吸光度差とindexとを併記した。この表で, Rubazyme Mでは低力価陽性対照血清の平均吸光度差の0.91~1.09を(±)とし, この値を越えるものを(+), 未満を(-), その他は平均吸光度差±1標準偏差値を越えるものを(+), 満たないものを(-)としてある。

#### 3.2 風疹IgM抗体検出の特異性の検討

まずデンカ生研で開発されたIgM-EIAキットの風疹IgM抗体検出の特異性をみるため, Table 2に示した5グループの血清について, Rubazyme Mを対照に, デンカ生研のルベラIgG-EIA, ルベラIgM-EIAを用い測定を行った。被検血清の内

Table 1 Tested Rubella-EIA kits and measured EIA value of rubella IgM in control sera

Test kit Measured Ig class	Rubelisa	Rubelisa M	Rubazyme M	Rubella IgG-EIA	Rubella IgM-EIA
	IgG	IgM	IgM	IgG	IgM
EIA value	Absorbance difference at 405nm		Absorbance difference at 492nm (Rubazyme index)	Absorbance difference at 490nm	
Judge					
Positive +	>0.17	>0.28	>0.40 (>1.09)	>0.40	>0.34
Doubtful ±	0.14-0.17	0.19-0.28	0.34-0.40(0.91-1.09)	0.36-0.40	0.28-0.34
Negative -	<0.14	<0.19	<0.34 (<0.91)	<0.36	<0.28

Table 2 Comparison of specificity and sensitivity of Rubella IgM-EIA (Denka) and Rubazyme M

Rubella serum	HI titer		No.	Positive cases and EIA value (min.-max.)		
	no tr.	pro.A tr.		Rubazyme M + (>1.09)	Rubella IgG-EIA + (>0.400)	Rubella IgM-EIA + (>0.340)
negative	< 8	-	16	0 (0.43-0.77)	0 (0.043-0.232)	0 (0.012-0.137)
convalescent (7-10 days after rash)	≥64	-	22	22 (1.56->3.64)	20 (0.368-1.190)	22 (0.720->1.50)
IgM positive doubted	≥64	≥16	16	16 (2.02->3.64)	16 (0.426->1.50)	16 (1.148->1.50)
IgM negative doubted	≥ 8	< 8	32	0 (0.20-0.51)	32 (0.491->1.50)	0 (0.018-0.189)
rheumatoid factor positive	-	-	20	0 (0.15-0.32)	17 (0.142->1.50)	0 (0.011-0.088)

訳は、(1)風疹HI抗体陰性血清 (HI価<8) 16例、(2)風疹感染回復期血清 (7~10病日) (HI価≥64) 22例、(3)proA処理後も風疹HI価があり、風疹IgMの存在が疑われる血清 (proA処理後のHI価≥16) 16例、(4)風疹HI抗体陽性血清で、風疹IgM抗体がないと思われる血清 (HI価≥8, proA処理後のHI価<8) 32例、(5)リウマチ因子陽性血清20例である。

3法による結果を Table 2 に示した。標記は

Rubazyme M は Rubazyme index で、他は吸光度差で示し、陽性の判定は Table 1 に準じた。その結果、(1)風疹HI抗体陰性血清では、IgG, IgMともすべて(-)であった。(2)風疹の回復期血清では、IgMは2法とも全例陽性、IgGは1例が(±)、1例が(-)で、この2例ではIgGはまだ充分量産生されていないと考えられた。(3)proA処理後も風疹HI価が比較的高く、最近風疹に感染したことが疑われる血

Table 3 Comparison of EIA value of various rubella EIA kits in the pregnant women sera with high anti-rubella HI titer

Serum	RF*	HI titer		CF titer no tr.	Rubelisa		Rubazyme IgM	Rubella EIA(denka)	
		no tr.	pro.A tr.**		IgG	IgM		IgG	IgM
1	+	2048	32	8	0.68 +	0.07 -	0.150 -	>1.50 +	0.173 -
2	-	1024	32	8	0.69 +	0.15 -	0.153 -	>1.50 +	0.192 -
3	+	1024	32	8	0.61 +	0.11 -	0.181 -	>1.50 +	0.201 -
4	-	1024	16	8	0.66 +	0.11 -	0.128 -	>1.50 +	0.060 -
5	-	1024	8	8	0.63 +	0.13 -	0.081 -	>1.50 +	0.161 -
6	-	1024	8	8	0.70 +	0.06 -	0.040 -	>1.50 +	0.073 -
7	-	1024	8	8	0.69 +	0.06 -	0.140 -	>1.50 +	0.082 -
8	+	1024	8	4	0.70 +	0.89 +	0.130 -	1.272 +	0.039 -
9	+	512	32	8	0.43 +	0.18 -	0.177 -	>1.50 +	0.102 -
10	+	512	32	4	0.23 +	0.27 ±	0.128 -	>1.50 +	0.173 -
11	-	512	16	4	0.26 +	0.18 -	0.186 -	1.104 +	0.086 -
12	+	512	16	4	0.54 +	0.24 ±	0.138 -	>1.50 +	0.095 -
13	+	512	16	<4	0.70 +	0.96 +	0.131 -	>1.50 +	0.042 -
14	-	512	8	8	0.38 +	0.16 -	0.062 -	>1.50 +	0.076 -
15	-	512	8	8	0.69 +	0.06 -	0.040 -	>1.50 +	0.093 -
16	-	512	8	4	0.71 +	0.13 -	0.043 -	>1.50 +	0.040 -
17	-	512	8	4	0.51 +	0.06 -	0.073 -	>1.50 +	0.159 -
18	-	512	<8	<4	0.57 +	0.14 -	0.076 -	>1.50 +	0.063 -
19	-	256	16	16	0.53 +	0.15 -	0.215 -	1.476 +	0.116 -
20	+	256	<8	<4	0.44 +	0.30 +	0.216 -	0.987 +	0.056 -
patient	-	< 8 512	<8 32	<4 <4	0.13 - 0.58 +	0.16 - 0.65 +	0.243 - 1.125 +	0.009 - 0.814 +	0.084 - 0.985 +

\* rheumatoid factor

\*\* protein A treated

清では、全例IgG, IgMとも(+)であった。このことはproA処理後のHI抗体価が16以上あれば、最近感染を疑わせるに充分な価であることを示している。(4)風疹感染がかなり古いと思われる血清では、IgGは全例に検出されたが、IgMは全例(-)であった。この成績はproA処理後のHI価が8未満であることとよく一致している。(5)リウマチ因子陽性血清中、風疹IgG陽性血清は17例あったが、IgM抗体が検出された例はなかった。このことは、Rubazyme M やルベラ IgM-EIA では、IgM 検出にあたって、懸念されている偽陽性パターンが出なかったことを示している。なお3例のIgG(-)例の風疹HI価はいずれも8未満であった。

次にここ数年間に依頼のあった妊婦血清の中から、特に問題の多かった風疹HI価512以上、CF抗体価が8以上、proA処理後のHI価が16以上、あるいはリウマチ因子陽性の血清20検体と対照の患者対血清1組の計22検体を選び、Rubelisa, Rubelisa M, Rubazyme M, ルベラ IgG-EIA, ルベラ IgM-EIA の5法を用いて、風疹特異IgG及びIgMの検出を行った(Table 3)。その結果、風疹HI価のある妊婦血清では風疹IgG抗体は2法ともすべて(+)であった。しかしIgM抗体はRubazyme M, ルベラ IgM-EIA では全例(-)であったが、Rubelisa M では3例で(+), 2例で(±)となった。妊婦血清中RF(+)血清は9例あったが、これらRubelisa M での(+)例(±)例はいずれもRF(+)の血清で、Rubelisa M では変性IgG抗体による偽陽性が他の2法に比し出易いことがうかがわれた。一方対照として風疹患者の対血清(間隔1カ月)についても同様に検出を試みた。その結果、急性期血清(HI価<8)では、IgG, IgMとも(-)回復期血清(HI価512, proA処理後HI価32, CF価<4)では、IgG, IgM共に(+)を示した。以上のことから、妊婦血清でHI価512以上の高抗体価を有し、かつproA処理後も16以上のHI価が残ったとしても、このテスト例からも分かるように必ずしも風疹特異IgMが検出されるとは限らず、特にRF(+)の血清などでは慎重な扱いが必要となり、確実な判断のためには、最終的にはEIA法によって風疹特異IgM抗体の存在の有無を確かめる必要があると思われた。

#### 4 ま と め

デンカ生研で試作された抗体固相化抗体捕促法によるルベラ IgM-EIA を用い、その特異性について

検討した。

(1) 風疹HI抗体陰性及び陽性血清、リウマチ因子陽性血清等を用い、対照に Rubazyme M とルベラ IgG-EIA をおき、IgM及びIgGの検出を行ったところ、Rubazyme M とルベラ IgM-EIA との成績は全く一致し、IgMがあることが疑われた血清では確実にIgMが検出され、IgMがないと思われる血清では全例IgMが検出されなかった。またリウマチ因子陽性血清でも偽陽性例は1例もなかった。一方風疹IgGの検出では、HI価8以上の血清ではすべて(+), 8未満ではすべて(-)で、HIの成績と完全に一致した。

(2) 高風疹抗体価やリウマチ因子陽性の妊婦血清を用いた風疹特異IgM抗体の検出でも、Rubazyme M とルベラ IgM-EIA の成績は、IgM不検出という一致した成績が得られ、偽陽性例は1例もなかったと思われる。しかし、Rubelisa M 使用例では3例がIgM(+)となったものの全例リウマチ因子陽性例であることから偽陽性であることが強く疑われた。いずれにせよ妊婦血清ではプロテインA処理後のHI価が16以上と高かった場合には、慎重を期して風疹特異IgM抗体の検出を行うべきである。

以上のことから、デンカ生研のルベラ IgM-EIA は、特異性が充分高く、且つ確実に風疹特異IgMを補促できることから鋭敏度も高いと考えられ、風疹特異IgM抗体の検出にあたっては、充分実用に供せられ得ると思われた。

#### 文 献

- 1) 永山徳郎, 植田浩司: 麻疹・風疹(奥野良臣・高橋理明編) p161-186, 朝倉書店, 東京(1969)
- 2) 穴戸 亮: 日本のワクチン(改訂2版)(国立予防衛生研究所学友会編) p105-124, 丸善, 東京(1977)
- 3) 穴戸 亮・松野哲也: ウイルス実験学各論(改訂2版)(国立予防衛生研究所学友会編) p225-236, 丸善, 東京(1982)
- 4) 南嶋洋一: 臨床検査, 25, 966-974(1981)
- 5) 穴戸 亮: 微生物検査必携 ウイルス・リケッチア検査(第2版)(厚生省監修) p347-356, 日本公衆衛生協会, 東京(1978)
- 6) Voller, A., Bidwell, D. E., and Bartlett, A.: Enzyme linked immunosorbent assay, The Zoological Society of London, London(1979)

〔資料〕

## 石川県におけるフォールアウト調査結果

(昭和59年度)

石川県衛生公害研究所環境部

中谷 光・西川 孝蔵・河端 芳美  
小森 正樹・加藤 充哉

### 1 はじめに

昭和59年度の科学技術庁委託放射能調査の概要について述べる。

### 2 調査方法

#### 2・1 調査試料

調査試料は定時採取の降水、大型水盤による降下物(1カ月ごと)、陸水、土壌、農畜産物、海産生物、日常食及び空間線量率である。

#### 2・2 測定方法

全 $\beta$ 測定は科学技術庁編「全ベータ放射能測定法」(1976)に基づき、測定器は低バックグラウンド自動測定装置LBC-452 U(アロカ製)を用いて行った。牛乳中ヨウ素131は3"  $\phi$  × 3" NaI(TI)検出器(バイクロン製)及び波高分析器(ナイグ製)並びにmark IIデータ処理解析システム(ソード製)を使用し、同編「放射性ヨウ素分析法」(1977)、「NaI(TI)シンチレーションスペクトロメータ機器分析法」(1974)に基づいて測定した。また、空間線量率の測定にはTCS-121型シンチレーションサーベイメータ(アロカ製)とモニタリングポスト(アロカ製)を使用した。

### 3 調査結果とまとめ

調査結果を対象品別、測定月別に表1～10に示した。

#### 3・1 雨水・ちり

表1に示すように調査期間(昭和59年4月1日～昭和60年3月31日)における定時試料採取回数は109回

で、放射能レベルは0.00～8.03 mCi/km<sup>2</sup>と平常値の範囲内であった。なお、年間降水量は2,180 mmと前年より342 mm少なく、年間降水量も102.6 mCi/km<sup>2</sup>と、これも前年より38.7 mCi/km<sup>2</sup>少なかった。また、表2に示すように年間降水量は冬季に高かった。

#### 3・2 陸水(上水)

上水は当所内の蛇口水を採取した。表3に示すように放射能濃度は0.0～0.7 pCi/lで平常値の範囲内であった。

#### 3・3 農畜産物

表4に示すように羽咋郡押水町で採取した牛乳は1.1～1.2 pCi/ml、金沢市三馬で採取した精米は0.8 pCi/g生、大根は1.7 pCi/g生、ハウレン草(群馬県産)は5.5 pCi/g生で、いずれも平常値の範囲内であった。

#### 3・4 海産生物

羽咋郡富来町で採取したワカメ、サザエ、フクラギは表5に示すように3.1～3.4 pCi/g生といずれも平常値の範囲内であった。

#### 3・5 土壌

金沢市末町で採取した土壌は表6に示すように表土(0～5 cm)は23.6 pCi/g乾土、深土(5～20 cm)は23.4 pCi/g乾土といずれも平常値の範囲内であった。

#### 3・6 日常食

金沢市及び石川郡野々市町で採取した日常食は表7に示すように0.83～0.98 pCi/g生で、例年とはほぼ同一の値であった。

#### 3・7 牛乳中のヨウ素131

押水町で年6回採取した牛乳中のヨウ素131は表8に

---

Survey Data of Fall-out in Ishikawa Prefecture, 1984. by Mitsuru NAKATANI, Kouzou NISHIKAWA, Yoshimi KAWABATA, Masaki KOMORI, and Mitsuya KATO (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

示すように1.8~5.9 pCi/l といずれも検出限界 (30 pCi/l) 以下であった。

3・8 空間線量率

当所構内のサーベイメータによる空間線量率は表9に示すように5.5~8.6 μR/h であり、年間の平均値は7.7 μR/h であった。月別にみると1月に最も低いのは積雪により大地からの放射線が遮られたためと考え

られる。また、モニタリングポストによる空間線量率は表10に示すように9.0~27.0 cps であり、年間の平均計数率は15.1 cps であった。月別にみると同じく1月が最も低い結果を示した。更に雨の日に高いのは大気中の放射性物質が雨滴と共に地上へ降下したためである。

表 1 雨 水 (1)

採水地：金沢市三馬 (石川県衛生公害研究所屋上)  
採水時刻：降水ごとに午前9時  
採水後測定までの時間：6時間

試料番号	採水期間 年.月.日 ~月.日	降 水 日 時 日.時.分~日.時.分	降 水 量 mm	供 試 量 ml	比較試料 計数率 (除バック グラウンド 計数率) cpm	バック グラウンド 計数率 cpm	試 料 計 数 率 (除バックグラウンド計数率)			降下量 (6時 間更 正值) mCi/ km <sup>2</sup>	
							cpm/l	6時間 更正值 cpm/l	72時間 更正值 cpm/l		6時間 更正值 pCi/l
R- 1	昭和59年 4. 4~ 4. 5	4.22:00~ 5. 9:00	9.5	100	10,407±72.1	10.1±0.7	11.0±10.3	11.0	- 1.5	14.3	0.14
R- 2	4. 5~ 4. 6	5. 9:00~ 6. 7:00	15.0	"	10,029±70.9	9.5±0.7	33.3±10.6	33.3	7.3	44.8	0.67
R- 3	4.14~ 4.16	16. 6:00~16. 9:00	3.5	"	10,625±72.9	9.5±0.7	96.3±12.0	96.3	26.3	122.4	0.43
R- 4	4.16~ 4.17	16. 9:00~16.19:00	5.5	"	10,564±72.7	10.5±0.7	98.3±12.4	98.3	32.0	125.7	0.69
R- 5	4.18~ 4.19	19. 4:00~19. 9:00	11.0	"	10,890±73.8	9.7±0.7	78.3±11.7	78.3	28.0	17.1	0.11
R- 6	4.19~ 4.20	19. 9:00~20. 9:00	47.5	"	10,719±73.2	9.5±0.7	9.3±10.0	9.3	1.5	11.7	0.56
R- 7	4.28~ 5. 1	30.11:00~30.20:00	15.0	"	10,614±72.9	9.9±0.7	4.0±10.0	4.0	20.5	5.1	0.08
R- 8	5. 1~ 5. 2	1. 9:00~ 2. 3:00	40.5	"	10,778±73.4	10.0±0.7	10.5±10.2	10.5	14.0	13.2	0.53
R- 9	5. 2~ 5. 4	2.13:00~ 3.11:00	19.5	"	10,794±73.5	8.9±0.7	15.8± 9.8	15.8	9.5	19.7	0.38
R-10	5.12~ 5.14	13.19:00~14. 9:00	16.5	"	10,627±72.9	9.2±0.7	59.3±11.0	59.3	23.3	75.3	1.24
R-11	5.28~ 5.29	29. 6:00~29. 9:00	12.5	"	10,708±73.2	8.7±0.7	222.8±14.1	222.8	16.3	281.1	3.51
R-12	5.31~ 6. 1	31.12:00~31.17:00	13.0	"	10,635±73.0	8.3±0.6	60.5±10.6	60.5	15.5	76.9	1.00
R-13	6. 7~ 6. 8	8. 2:00~ 8. 7:00	5.5	"	10,794±73.5	8.7±0.7	57.3±10.8	57.3	2.3	71.7	0.39
R-14	6. 9~ 6.11	10. 4:00~10.15:00	20.0	"	10,224±71.5	8.2±0.6	25.0± 9.7	25.0	- 1.0	33.0	0.66
R-15	6.16~ 6.18	17.10:00~18. 1:00	13.0	"	10,374±72.1	8.3±0.6	39.5±10.1	39.5	23.3	51.5	0.67
R-16	6.18~ 6.19	19. 8:00~19. 9:00	5.5	"	10,364±72.0	7.2±0.6	131.8±11.7	131.8	21.8	171.8	0.94
R-17	6.19~ 6.20	19. 9:00~20. 3:00	67.0	"	10,257±71.6	6.9±0.6	37.5± 9.4	37.5	24.3	49.4	3.31
R-18	6.22~ 6.23	22.17:00~23. 5:00	18.0	"	10,684±73.1	6.8±0.6	60.3± 9.9	60.3	9.8	76.2	1.37
R-19	6.23~ 6.25	25. 4:00~25. 9:00	19.5	"	10,546±72.6	8.4±0.6	8.8± 9.4	8.8	5.0	11.2	0.22
R-20	6.25~ 6.26	25. 9:00~26. 9:00	43.5	"	10,382±72.1	8.4±0.6	11.0± 9.4	11.0	4.5	14.3	0.62
R-21	6.26~ 6.27	26. 9:00~27. 4:00	50.5	"	10,641±73.0	8.2±0.6	18.8± 9.6	18.8	16.5	23.8	1.20
R-22	6.28~ 6.29	28.21:00~29. 4:00	5.0	"	10,154±71.3	7.6±0.6	148.0±12.2	148.0	39.3	197.0	0.99
R-23	7. 5~ 7. 6	5. 9:00~ 6. 6:00	32.0	"	10,521±72.6	7.9±0.6	35.3± 9.8	35.3	- 8.0	45.3	1.45
R-24	7. 7~ 7. 9	7.22:00~ 9. 9:00	94.0	"	10,872±73.8	8.0±0.6	0.8± 9.0	0.8	- 4.0	0.9	0.08

表 1 雨 水 (2)

試料番号	採水期間 年.月.日 ~ 月.日	降 水 日 時 日.時.分~日.時.分	降 水 量 mm	供 試 量 ml	比較試料 計 数 率 (除バック グラウンド 計 数 率) cpm	バック グラウンド 計 数 率 cpm	試 料 計 数 率 (除バックグラウンド計数率)				降下量 (6時 間更 正值) mCi/ km <sup>2</sup>
							cpm/l	6時間 更正值 cpm/l	72時間 更正值 cpm/l	6時間 更正值 pCi/l	
R- 25	昭和59 7.14~ 7.16	15. 3:00~16. 9:00	17.5	100	10,707±73.2	8.2±0.6	4.0± 9.1	4.0	-13.8	5.0	0.09
R- 26	7.16~ 7.17	16. 9:00~17. 8:00	18.5	"	10,805±73.5	6.4±0.6	18.5± 8.6	18.5	6.8	23.1	0.43
R- 27	7.20~ 7.21	20.16:00~20.20:00	5.5	"	10,291±71.8	7.5±0.6	80.5±10.7	80.5	19.0	105.7	0.58
R- 28	7.25~ 7.26	25.16:00~26. 4:00	44.0	"	10,317±71.9	7.8±0.6	18.3± 9.3	18.3	7.5	23.9	1.05
R- 29	8.22~ 8.23	22. 9:00~23. 9:00	10.0	"	10,595±72.8	8.9±0.7	62.0±10.9	62.0	16.3	79.1	0.79
R- 30	8.25~ 8.27	27. 4:00~27.15:00	4.0	"	10,594±72.8	6.8±0.6	43.3± 9.5	43.3	- 2.8	55.2	0.22
R- 31	8.27~ 8.28	27. 9:00~28. 9:00	58.0	"	10,792±73.5	8.2±0.6	22.0± 9.6	22.0	4.0	27.5	1.60
R- 32	8.29~ 8.30	29.12:00~30. 6:00	20.5	"	10,489±72.4	8.2±0.6	4.5± 9.2	4.5	5.0	5.8	0.12
R- 33	9. 3~ 9. 4	3.10:00~ 4. 8:00	27.5	"	10,380±72.1	8.6±0.7	161.0±12.9	161.0	2.0	210.0	5.78
R- 34	9. 4~ 9. 5	4.10:00~ 5. 5:00	46.5	"	10,859±73.7	8.5±0.7	10.5± 9.5	10.5	8.5	13.1	0.61
R- 35	9. 8~ 9.10	9. 2:00~10. 7:00	34.5	"	11,130±74.6	7.4±0.6	30.8± 9.5	30.8	- 3.5	37.3	1.29
R- 36	9.10~ 9.11	11. 3:00~11. 4:00	0.5	"	10,385±72.1	7.9±0.6	190.0±13.2	190.0	80.0	247.0	0.12
R- 37	9.13~ 9.14	14. 2:00~14. 8:00	4.5	"	10,185±71.4	8.9±0.7	34.0±10.3	34.0	19.3	45.1	0.20
R- 38	9.29~10. 1	29.17:00~29.20:00	5.5	"	10,939±74.0	10.0±0.7	33.5±10.8	33.5	6.3	41.4	0.23
R- 39	10. 2~10. 3	2.24:00~ 3. 9:00	24.0	"	11,049±74.4	9.4±0.7	38.0±10.6	38.0	1.5	46.5	1.12
R- 40	10. 3~10. 4	3.10:00~ 3.21:00	29.5	"	10,839±73.7	9.1±0.7	43.5±10.6	43.5	21.5	54.2	1.60
R- 41	10.13~10.15	13.15:00~14.11:00	5.5	"	10,898±73.8	7. 9±0.6	44.3±10.1	44.3	35.8	54.9	0.30
R- 42	10.16~10.17	17. 2:00~17. 8:00	3.5	"	10,889±73.8	8.2±0.6	35.3±10.0	35.3	8.5	43.7	0.15
R- 43	10.20~10.22	20.19:00~22. 4:00	35.5	"	10,781±73.5	8.6±0.7	53.5±10.6	53.5	9.8	67.1	2.35
R- 44	10.27~10.29	27.17:00~29. 6:00	11.5	"	10,876±73.8	10.2±0.7	131.0±12.9	131.0	55.0	162.8	1.87
R- 45	10.29~10.30	29.11:00~30. 9:00	3.5	"	10,648±73.0	8.9±0.7	79.8±11.3	79.8	11.0	101.2	0.35
R- 46	10.30~10.31	30. 9:00~31. 4:00	8.0	"	10,894±73.8	9.1±0.7	76.3±11.4	11.4	18.8	94.6	0.76
R- 47	11. 1~11. 2	1.15:00~ 2. 9:00	41.5	"	11,050±74.4	9.3±0.7	158.0±13.1	158.0	21.0	193.5	8.03
R- 48	11.10~11.12	10.22:00~11.19:00	52.0	"	11,023±74.3	8.5±0.7	56.0±10.6	56.0	30.8	68.7	3.57
R- 49	11.14~11.15	15. 6:00~15. 9:00	5.5	"	11,313±75.2	9.3±0.7	7.0± 9.8	7.0	4.8	8.4	0.05
R- 50	11.15~11.16	15. 9:00~16. 1:00	50.0	"	10,216±71.5	9.9±0.7	3.8±10.0	3.8	- 1.0	5.0	0.25
R- 51	11.19~11.20	20. 4:00~20. 9:00	4.0	"	10,871±73.8	9.3±0.7	224.0±14.3	224.0	46.3	277.0	1.11
R- 52	11.24~11.26	24. 9:00~24.22:00	25.0	"	10,683±73.1	9.8±0.7	10.0±10.1	10.0	8.0	12.6	0.32
R- 53	11.26~11.27	27. 5:00~27. 9:00	9.0	"	10,361±72.0	10.1±0.7	127.0±12.8	127.0	46.8	165.0	1.49
R- 54	11.27~11.28	27. 9:00~27.21:00	8.0	"	10,744±73.3	10.1±0.7	84.5±12.0	84.5	21.5	106.0	0.85
R- 55	12. 1~12. 3	1.17:00~ 2.21:00	33.5	"	10,538±72.6	9.8±0.7	42.8±10.9	42.8	27.0	54.8	1.84
R- 56	12. 5~12. 6	5.18:00~ 6. 5:00	25.0	"	10,668±73.1	9.3±0.7	81.0±11.5	81.0	27.3	103.0	2.58
R- 57	12.11~12.12	11. 9:00~12. 9:00	14.0	"	11,186±74.8	9.9±0.7	10.5±10.2	10.5	- 1.8	12.7	0.18

表 1 雨 水 (3)

試料番号	採水期間 年.月.日 ~月.日	降 水 日 時 日.時.分~日.時.分	降 水 量 mm	供 試 量 ml	比較試料率 (除バック グラウンド 計 数 率) cpm	バック グラウンド 計 数 率 cpm	試 料 計 数 率 (除バックグラウンド計数率)			降下量 (6時 間更 正値) mCi/ km <sup>2</sup>	
							cpm/l	6時間 更正值 cpm/l	72時間 更正值 cpm/l		6時間 更正值 pCi/l
R- 58	昭和59 12.14~12.15	14.11:00~15. 1:00	31.5	100	10,633±72.9	8.4±0.7	55.3±10.6	55.3	23.5	70.2	2.21
R- 59	12.15~12.17	16.18:00~17. 4:00	25.0	"	10,885±73.8	6.9±0.6	16.8± 8.8	16.8	- 8.0	20.8	0.52
R- 60	12.18~12.19	18. 9:00~19. 9:00	35.5	"	9,924±70.5	8.2±0.6	14.3± 9.4	14.3	21.5	19.4	0.69
R- 61	12.19~12.20	19. 9:00~19.19:00	6.5	"	10,334±71.9	8.8±0.7	21.3± 9.9	21.3	19.0	27.8	0.18
R- 62	12.20~12.21	20.20:00~21. 9:00	6.5	"	10,773±73.4	7.7±0.6	40.5± 9.9	40.5	13.5	50.8	0.33
R- 63	12.21~12.22	21. 9:00~22. 9:00	15.5	"	10,631±72.9	8.1±0.6	96.3±11.4	96.3	7.5	122.0	1.89
R- 64	12.22~12.24	22.11:00~24. 7:00	35.0	"	10,522±72.6	8.7±0.7	10.8± 9.6	10.8	6.8	13.8	0.48
R- 65	12.24~12.25	24. 9:00~25. 9:00	18.0	"	10,438±72.3	9.5±0.7	15.8±10.1	15.8	6.0	20.4	0.37
R- 66	12.25~12.26	25.10:00~26. 9:00	10.5	"	10,294±71.8	7.9±0.6	30.0± 9.7	30.0	1.0	39.4	0.41
R- 67	12.26~12.27	26. 9:00~27. 9:00	17.5	"	10,521±72.6	8.3±0.6	26.3± 9.8	26.3	5.0	33.7	0.59
R- 68	12.27~12.28	27. 9:00~28. 9:00	18.5	"	10,035±70.9	8.2±0.6	34.0±10.0	34.0	8.5	45.8	0.85
R- 69	昭和60 12.28~ 1. 4	28. 9:00~ 4. 2:00	108.0	"	10,645±73.0	9.3±0.7	5.5± 9.8	5.5	12.5	7.0	0.76
R- 70	1. 4~ 1. 5	4.15:00~ 5. 9:00	13.0	"	10,734±73.3	9.2±0.7	103.0±12.0	103.0	37.3	130.0	1.69
R- 71	1. 5~ 1. 7	5. 9:00~ 7. 8:00	29.5	"	10,906±73.9	7.4±0.6	41.5± 9.7	41.5	25.3	51.4	1.52
R- 72	1. 7~ 1. 8	7.10:00~ 7.16:00	2.0	"	10,484±72.4	8.8±0.7	17.8± 9.8	17.8	10.0	22.9	0.05
R- 73	1.10~ 1.11	10.11:00~11. 6:00	10.5	"	10,819±73.6	8.5±0.7	144.0±12.5	144.0	51.5	180.0	1.89
R- 74	1.12~ 1.14	12.15:00~14. 9:00	25.5	"	10,828±73.6	9.0±0.7	67.5±11.1	67.5	22.5	84.2	2.15
R- 75	1.14~ 1.16	14. 9:00~16. 5:00	25.5	"	10,934±74.0	9.3±0.7	67.0±11.2	67.0	45.5	82.8	2.11
R- 76	1.16~ 1.17	16.16:00~17. 4:00	4.0	"	10,847±73.7	9.6±0.7	32.0±10.6	32.0	53.8	39.9	0.16
R- 77	1.17~ 1.18	17. 9:00~17.17:00	6.5	"	10,575±72.8	10.1±0.7	25.3±10.6	25.3	19.0	32.3	0.21
R- 78	1.19~ 1.21	20. 6:00~21. 4:00	10.5	"	10,615±72.9	8.6±0.7	95.8±11.6	95.8	55.8	122.0	1.28
R- 79	1.26~ 1.28	28. 5:00~28. 9:00	4.5	"	10,766±73.4	9.6±0.7	188.0±13.8	188.0	39.3	236.0	1.06
R- 80	1.28~ 1.29	28.12:00~29. 2:00	5.5	"	10,963±74.1	9.8±0.7	63.0±11.4	63.0	42.8	77.7	0.43
R- 81	1.29~ 1.30	29.10:00~30. 6:00	15.0	"	10,652±73.0	9.7±0.7	28.3±10.5	28.3	124.0	35.8	0.54
R- 82	1.30~ 1.31	30. 9:00~31. 2:00	2.0	"	10,963±74.1	9.9±0.7	64.3±11.4	64.3	38.5	79.2	0.16
R- 83	1.31~ 2. 1	31.11:00~31.20:00	7.0	"	10,360±72.0	9.2±0.7	70.3±11.3	70.3	31.3	91.6	0.64
R- 84	2. 1~ 2. 2	1.12:00~ 2. 2:00	9.5	"	10,672±73.1	9.1±0.7	8.3± 9.7	8.3	20.8	10.4	0.10
R- 85	2. 2~ 2. 4	3. 2:00~ 3.21:00	19.0	"	11,024±74.3	9.1±0.7	61.5±11.0	61.5	25.3	75.4	1.43
R- 86	2. 8~ 2. 9	9. 3:00~ 9. 9:00	7.5	"	10,364±72.0	9.9±0.7	-0.3± 9.9	- 0.3	- 2.3	- 0.3	-0.02
R- 87	2. 9~ 2.12	9. 9:00~11. 6:00	19.0	"	10,267±71.7	9.9±0.7	7.8±10.1	7.8	15.3	10.2	0.19
R- 88	2.12~ 2.13	13. 1:00~13. 8:00	6.5	"	10,949±74.0	11.1±0.7	131.0±13.3	131.0	51.5	162.0	1.05
R- 89	2.13~ 2.14	13. 9:00~14. 7:00	17.0	"	10,298±71.8	9.6±0.7	47.8±11.0	47.8	44.8	62.7	1.07
R- 90	2.16~ 2.18	17. 1:00~17.20:00	10.0	"	10,769±73.4	9.4±0.7	26.8±10.4	26.8	5.3	33.6	0.34

表 1 雨 水 (4)

試料番号	採水期間 年.月.日 ~月.日	降 水 日 時 日.時.分~日.時.分	降 水 量 mm	供 試 量 ml	比較試料 計数率 (除バック グラウンド 計数率) cpm	バック グラウンド 計数率 cpm	試 料 計 数 率 (除バックグラウンド計数率)			降下量 (6間 間更 正值 mCi/ km <sup>2</sup> )	
							cpm/l	6時間 更正值 cpm/l	72時間 更正值 cpm/l		6時間 更正值 pCi/l
R- 91	昭和60 2.19~ 2.20	19.12:00~19.20:00	33.0	100	10,645±73.0	10.0±0.7	19.0±10.5	19.0	-13.5	24.1	0.80
R- 92	2.20~ 2.21	20.13:00~21. 9:00	6.0	"	10,536±72.6	10.3±0.7	134.0±13.0	134.0	38.0	172.0	1.03
R- 93	2.21~ 2.22	21.21:00~22. 9:00	2.5	"	10,048±70.9	10.4±0.7	127.0±12.9	127.0	38.3	171.0	0.43
R- 94	2.22~ 2.23	22.13:00~23. 9:00	4.0	"	10,368±72.0	10.9±0.7	123.0±13.1	123.0	27.5	161.0	0.64
R- 95	2.23~ 2.25	23. 9:00~25. 1:00	18.0	"	10,792±73.5	9.5±0.7	38.8±10.7	38.8	35.0	48.5	0.70
R- 96	2.28~ 3. 1	28. 9:00~ 1. 9:00	22.5	"	10,571±72.7	9.6±0.7	9.0±10.0	9.0	11.3	11.5	0.26
R- 97	3. 2~ 3. 4	2.13:00~ 3. 8:00	11.0	"	10,968±74.1	9.3±0.7	43.3±10.7	43.3	22.3	53.3	0.59
R- 98	3. 5~ 3. 6	5.15:00~ 5.21:00	2.5	"	10,909±73.9	10.2±0.7	161.0±13.5	161.0	103.0	199.0	0.50
R- 99	3. 8~ 3. 9	8.22:00~ 9. 9:00	35.5	"	10,848±73.7	10.5±0.7	-1.0±10.2	- 1.0	7.0	- 1.2	0.00
R-100	3. 9~ 3.11	9. 9:00~10. 8:00	6.5	"	11,618±76.3	9.5±0.7	60.8±11.2	60.8	45.0	70.7	0.46
R-101	3.11~ 3.12	11. 9:00~12. 1:00	16.0	"	10,458±72.3	10.0±0.7	21.8±10.5	21.8	4.3	28.1	0.45
R-102	3.16~ 3.18	17. 9:00~18. 8:00	25.5	"	10,888±73.8	9.7±0.7	4.0± 9.9	4.0	- 2.8	5.0	0.13
R-103	3.18~ 3.19	19. 6:00~19. 9:00	5.0	"	10,982±74.1	8.7±0.7	49.3±10.6	49.3	23.8	60.6	0.30
R-104	3.19~ 3.20	19. 9:00~19.16:00	12.0	"	10,408±72.2	9.0±0.7	6.8± 9.7	6.8	12.3	8.8	0.11
R-105	3.20~ 3.22	21. 3:00~21.11:00	5.5	"	11,007±74.2	10.0±0.7	31.3±10.7	31.3	28.0	38.4	0.21
R-106	3.25~ 3.26	25.23:00~26. 9:00	17.5	"	11,013±74.2	9.6±0.7	20.3±10.3	20.3	9.5	24.8	0.43
R-107	3.26~ 3.27	27. 6:00~27. 9:00	17.0	"	10,879±73.8	10.6±0.7	-5.3±10.2	- 5.3	9.5	- 6.5	0.00
R-108	3.27~ 3.28	27. 9:00~28. 5:00	20.0	"	10,496±72.5	9.0±0.7	15.5± 9.9	15.5	12.3	20.0	0.40
R-109	3.29~ 3.30	29.19:00~30. 2:00	30.0	"	11,538±76.0	9.7±0.7	134.0±12.8	134.0	42.3	157.0	4.71

表 2 雨 水 ・ ち り (大型水盤による1カ月ごと)

試料番号	採 取 期 間		降水量 mm	採 取 年月日	採取 後測定 までの 時間 hr	測 定 年月日	供 試 量 ml	比較試料計 数率(除バック グラウンド計 数率) cpm	バックグ ラウンド 計 数 率 cpm	試料計数率 (除バック グラウンド 計 数 率) cpm/l	月 間 降下量 mCi/ km <sup>2</sup>
	月日～月日	日数									
FR- 1	昭和59 4. 2～ 5. 1	29	110.5	昭和 59. 5. 1	6	昭和 59. 5. 1	100	10,614±72.9	9.9±0.7	5.5±10.0	0.60
FR- 2	5. 1～ 6. 1	31	104.5	59. 6. 1	"	59. 6. 1	"	10,635±73.0	8.3±0.6	30.8± 9.9	1.53
FR- 3	6. 1～ 7. 2	31	249.0	59. 7. 2	"	59. 7. 2	"	10,465±72.4	7.7±0.6	10.5± 9.1	2.67
FR- 4	7. 2～ 7.31	29	225.0	59. 7.31	"	59. 7.31	"	10,831±73.6	8.3±0.4	16.1± 9.6	2.55
FR- 5	7.31～ 8.31	31	99.0	59. 8.31	"	59. 8.31	"	10,489±72.4	7.9±0.6	1.5± 8.9	0.18
FR- 6	8.31～ 9.29	29	122.5	59. 9.29	"	59. 9.29	"	10,624±72.9	8.8±0.7	17.8± 9.9	0.87
FR- 7	9.29～10.31	32	127.5	59.10.31	"	59.10.31	"	10,894±73.8	9.1±0.7	37.8±12.8	3.76
FR- 8	10.31～11.30	30	204.0	59.11.30	"	59.11.30	"	10,586±72.8	9.2±0.7	47.2±13.4	10.4
FR- 9	11.30～12.28	28	294.0	59.12.28	"	59.12.28	"	10,035±70.9	8.2±0.6	25.6±12.9	10.3
FR-10	昭和60 12.28～ 1.31	34	275.0	60. 1.31	"	60. 1.31	"	10,963±74.1	9.9±0.7	20.7±12.8	6.58
FR-11	1.31～ 2.28	28	161.5	60. 2.28	"	60. 2.28	"	11,357±75.4	9.1±0.7	41.7±12.4	7.39
FR-12	2.28～ 4. 1	32	208.5	60. 4. 1	"	60. 4. 1	"	10,048±70.9	9.8±0.7	1.6± 1.0	0.35

表 3 陸 水

試料番号	試 料 名 (上水(原 水), 上水(蛇口水), 淡水の別)	採 取 年 月 日 時	採水 地点	水 温 °C	測 定 年月日	比較試料計 数率(除バック グラウンド計 数率) cpm	バック グラウンド 計 数 率 cpm	試料計数率 (除バック グラウンド 計 数 率) cpm/l	放射能 濃 度 pCi/l	蒸 発 残留物 mg/l
FG-2	"	59.12.13 14:00	金沢市三馬	15.9	59.12.18	50.5±3.2	6.9±0.6	0.8±0.7	0.7±0.6	81.7

表 4 農 畜 産 物

試料 番号	種類	採取 年月日	採取 地点	測定 年月日	新鮮物 重量	灰分 (新鮮重 あたり) %	比較試料 計数率(除 バックグラ ウンド計数 率) cpm	バックグ ラウンド 計数率 cpm	試料計数率 (除バック グラウンド 計数率)灰 分500mgあ たり cpm	放射能濃度(含K)	
										pCi/g灰	pCi/g生
FM-1	牛乳	昭和 59. 8.23	羽咋郡 押水町	昭和 59. 8.29	3,000ml	6.8g/l	150.3±2.9	8.2±0.6	59.7±2.0	159	1.1pCi/ml
FM-2	"	60. 2.15	"	60. 2.22	"	7.6g/l	150.3±2.9	10.4±0.7	57.8±2.0	154	1.2pCi/ml
FC-1	精米	59. 9.25	金沢市 三馬	59.10. 2	500 g	0.46 %	152.4±2.9	8.7±0.7	67.3±2.1	177	0.8pCi/g
FV-1	大根	59.11.26	"	59.12.18	5,040 g	0.57 %	142.5±2.8	8.1±0.6	108.7±2.5	305	1.7pCi/g
FV-2	ホウレン 草	59.12.12	"	59.12.22	5,160 g	1.59 %	136.4±2.8	8.1±0.6	117.1±2.6	343	5.5pCi/g

表 5 海 産 生 物

試料 番号	採取 年月日	採取 地点	種類及 び部位	採取 方法	灰分 (新鮮重 あたり) %	測定 年月日	比較試料 計数率(除 バックグラ ウンド計数 率) cpm	バックグ ラウンド 計数率 cpm	試料計数率 (除バック グラウンド 計数率)灰 分500mgあ たり cpm	放射能濃度(含K)	
										pCi/g灰	pCi/g生
FF-1	昭和 59. 4.17	羽咋郡 富米町	ワカメ	購入	1.67	昭和 59. 4.26	144.8±2.9	9.2±0.7	70.4±2.1	194	3.3
FF-2	59. 8. 3	"	サザエ	"	2.82	59. 8.13	152.2±2.9	7.2±0.6	45.5±1.7	119	3.4
FF-3	59.10. 9	"	フクラギ	"	1.71	59.10.15	142.2±2.7	7.9±0.6	64.4±2.0	181	3.1

表 6 土 壌

試料 番号	採取 年月日	採取場所			採取 方法	採取 面積 cm <sup>2</sup>	採取 全量 g	乾燥 細工 g	測定 年月日	比較試料 計数率(除 バックグラ ウンド計数 率) cpm	バックグ ラウンド 計数率 cpm	試料計数率 (除バック グラウンド 計数率)灰 分1gあ たりcpm	放射能濃度 (含K)	
		地名	種類	深さ									pCi/g 乾土	mCi/ km <sup>2</sup>
FS-1	昭和 59.7.23	金沢市 末町	砂壤土	0~5 cm	直線上 1m間 隔に8 地点	353	2,020	1,420	昭和 59.9.26	798.7±6.4	7.8±0.6	9.44±0.35	23.6	949
FS-2	"	"	"	5~20 cm	"	8,470	6,500	"	"	"	"	9.37±0.35	23.4	4,309

表 7 日 常 食

試料 番号	採取年月日	採取場所	生体 重量 kg	灰分 g/人目	測定 年月日	比較試料 計数率(除 バックグラ ウンド計数 率) cpm	バックグ ラウンド 計数率 cpm	試料計数率 (除バック グラウンド 計数率)灰 分500mg あたりcpm	放射能濃度 (含K)	
									pCi/g 灰	pCi/g 生
FD-1	昭和59. 6. 8~ 6.12	金沢市及 び石川 郡野々 市町	8.860	20.79	昭和 59. 6.25	137.6±2.8	8.4±0.6	28.8±1.5	83.7	0.98
FD-2	昭和59. 12.13~12.20	"	9.660	20.82	60. 2.22	150.3±2.9	10.4±0.7	85.7±4.9	77.2	0.83

表 8 牛 乳 中 の ヨ ウ 素 — 131

試料 番号	採 取 年月日	採 取 地 点	種 類	測 定 年月日	供試量 l	測定時間 min	バックグ ラウンド 計 数 率 cpm	試 料 全計数率 cpm	カリウ ム-40 計数率 cpm	ヨウ素-131	
										計数率 cpm/l	pCi/l
FMI-1	昭和 59. 5.11	羽咋郡 押水町	生牛乳	昭和 59. 5.11	1.7	1,000	194.0	41.9	7.59	0.64	4.3±1.6
FMI-2	59. 7.13	"	"	59. 7.13	"	"	194.4	40.8	7.43	0.39	2.7±1.6
FMI-3	59. 9.14	"	"	59. 9.14	"	"	197.4	36.0	7.75	0.26	1.8±1.6
FMI-4	59.11.14	"	"	59.11.14	"	"	195.1	37.9	7.33	0.58	3.9±1.6
FMI-5	60. 1.18	"	"	60. 1.18	"	"	194.1	35.6	6.92	0.36	2.5±1.6
FMI-6	60. 3.20	"	"	60. 3.20	"	"	194.0	41.7	5.03	0.87	5.9±1.6

表 9 サーベイメータによる空間線量率

測 定 番 号	測 定 年月日時	測 定 場 所	天 候	空 間 線 量 率 (μR/hr)				
				a (そのま まの値)	b (遮蔽体内)	c (鉛プロ ック内)	s (標準線源)	線量率 (μR/hr)
A- 1	昭和 59. 4. 11 13:15	金 沢 市 三 馬 当 所 構 内	曇	7.5	4.8	0.5	32.1	8.1
A- 2	5. 10 13:20	"	晴	6.3	3.8	0.5	30.4	7.1
A- 3	6. 7 13:10	"	"	5.0	4.0	0.5	29.8	7.4
A- 4	7. 11 13:30	"	"	5.3	4.1	0.5	33.1	7.0
A- 5	8. 14 16:45	"	"	7.4	4.8	0.5	29.7	8.6
A- 6	9. 11 13:35	"	曇	6.0	4.5	0.5	32.9	7.6
A- 7	10. 12 13:20	"	"	7.9	4.7	0.5	30.9	8.5
A- 8	11. 13 13:10	"	"	7.5	4.7	0.5	30.5	8.5
A- 9	12. 13 13:30	"	晴	6.8	4.3	0.5	29.9	8.0
A-10	1. 16 13:00	"	雪	4.1	2.3	0.5	28.2	5.5
A-11	2. 18 13:00	"	曇	7.0	4.3	0.5	29.6	8.1
A-12	3. 13 15:30	"	"	6.5	4.2	0.5	29.5	8.0
A-13	7. 23 10:00	金 沢 市 末 町 末 浄 水 場	晴	5.0	3.7	0.5	29.9	7.0

表 10 モニタリングポストによる空間線量率 (1)

昭和59年 4 月 分

5 月 分

6 月 分

日	曜日	天候	空間線量率		
			上値 cps	下値 cps	平均 cps
4. 1	日	曇	15.5	14.0	14.7
2	月	晴	15.0	14.0	14.5
3	火	曇	15.5	14.5	15.0
4	水	晴	16.0	14.5	15.1
5	木	雨	23.5	14.5	16.9
6	金	曇	15.5	14.5	14.8
7	土	薄曇	15.5	14.0	14.7
8	日	曇	15.5	14.0	14.9
9	月	晴	16.0	14.0	15.2
10	火	雨	16.0	14.0	15.2
11	水	曇	16.0	14.5	15.3
12	木	曇	16.0	14.0	14.9
13	金	薄曇	16.0	14.5	15.0
14	土	快晴	15.5	13.5	14.8
15	日	晴	16.0	14.5	15.3
16	月	雨	17.0	14.5	15.8
17	火	曇	16.0	14.5	15.2
18	水	曇	15.5	14.0	14.9
19	木	雨	20.5	14.5	16.5
20	金	雨	17.5	14.0	15.3
21	土	曇	15.5	14.5	14.9
22	日	曇	15.5	14.0	14.8
23	月	曇	15.5	14.5	15.0
24	火	快晴	15.5	14.5	15.0
25	水	薄曇	15.5	14.0	15.2
26	木	薄曇	15.5	14.5	15.1
27	金	晴	15.5	14.5	14.9
28	土	薄曇	15.5	14.0	14.9
29	日	快晴	16.0	14.0	14.9
30	月	曇	15.5	14.0	14.8

日	曜日	天候	空間線量率		
			上値 cps	下値 cps	平均 cps
5. 1	火	雨	17.5	14.5	15.1
2	水	晴	21.5	14.0	15.3
3	木	雨	15.0	13.5	14.3
4	金	薄曇	15.0	13.5	14.4
5	土	晴	15.5	14.0	14.6
6	日	快晴	16.0	14.5	15.1
7	月	快晴	16.0	14.5	15.0
8	火	快晴	15.5	14.0	14.8
9	水	快晴	15.5	13.5	14.6
10	木	快晴	15.5	14.0	14.7
11	金	晴	16.0	14.0	14.8
12	土	曇	15.5	14.5	14.8
13	日	曇	17.5	14.5	15.7
14	月	雨	18.5	14.0	15.8
15	火	曇	15.5	13.5	14.7
16	水	雨	15.5	14.0	14.7
17	木	雨	15.0	14.0	14.5
18	金	曇	15.5	14.0	14.6
19	土	快晴	15.5	14.5	15.0
20	日	薄曇	15.5	14.0	14.7
21	月	晴	15.0	14.0	14.5
22	火	曇	15.0	14.0	14.6
23	水	晴	15.5	14.0	14.6
24	木	快晴	15.5	13.5	14.6
25	金	晴	15.0	14.0	14.6
26	土	晴	16.0	14.5	15.2
27	日	薄曇	16.5	14.5	15.2
28	月	晴	16.0	14.5	15.3
29	火	曇	20.5	14.5	15.6
30	水	曇	16.0	14.5	14.8
31	木	曇	20.5	15.0	16.1

日	曜日	天候	空間線量率		
			上値 cps	下値 cps	平均 cps
6. 1	金	曇	16.0	14.5	15.2
2	土	晴	16.0	14.5	15.3
3	日	曇	16.5	14.0	15.4
4	月	曇	17.0	14.5	15.7
5	火	曇	16.5	14.5	15.4
6	水	晴	16.0	14.5	15.1
7	木	晴	15.5	14.0	14.9
8	金	雨	16.0	14.0	14.9
9	土	晴	16.0	14.5	14.9
10	日	雨	17.5	14.5	15.9
11	月	曇	16.0	14.5	15.0
12	火	快晴	16.0	14.5	15.3
13	水	晴	17.0	14.5	15.5
14	木	快晴	16.5	14.5	15.4
15	金	薄曇	17.0	14.5	15.4
16	土	晴	16.0	14.5	15.4
17	日	曇	16.0	14.5	15.3
18	月	曇	16.5	14.5	15.2
19	火	雨	19.0	14.0	15.8
20	水	雨	18.5	14.5	15.2
21	木	雨	15.5	14.0	14.7
22	金	曇	18.5	15.0	15.8
23	土	曇	17.5	14.0	15.2
24	日	薄曇	16.0	14.0	15.3
25	月	雨	19.0	15.5	17.2
26	火	雨	20.0	15.0	17.1
27	水	曇	19.5	14.5	15.5
28	木	曇	15.5	14.5	15.1
29	金	曇	18.0	14.5	15.4
30	土	晴	16.0	14.5	15.2

表 10 モニタリングポストによる空間線量率(2)

7 月 分

日	曜日	天候	空間線量率		
			上値 cps	下値 cps	平均 cps
7. 1	日	快晴	16.5	14.5	15.5
2	月	曇	16.0	14.0	15.2
3	火	曇	17.0	14.0	15.2
4	水	曇	16.0	14.5	15.2
5	木	雨	16.5	14.5	14.9
6	金	雨	17.0	14.0	15.2
7	土	晴	17.5	14.5	15.2
8	日	雨	19.0	14.0	15.8
9	月	雨	17.0	14.0	15.1
10	火	曇	15.0	14.5	14.8
11	水	薄曇	15.0	14.5	14.6
12	木	晴	16.0	15.0	15.4
13	金	曇	17.0	14.5	15.5
14	土	曇	17.0	15.0	15.6
15	日	曇	17.5	15.0	16.0
16	月	雨	22.5	15.0	16.6
17	火	曇	16.5	14.0	15.3
18	水	曇	16.5	14.5	15.4
19	木	薄曇	16.5	13.0	15.4
20	金	晴	18.0	14.5	15.4
21	土	曇	17.5	15.0	15.6
22	日	晴	16.5	14.5	15.5
23	月	晴	16.0	15.0	15.5
24	火	曇	16.5	14.5	15.3
25	水	曇	17.0	14.5	15.6
26	木	曇	16.5	14.5	15.5
27	金	晴	16.5	14.0	15.2
28	土	快晴	19.5	14.5	15.8
29	日	晴	16.5	14.5	15.3
30	月	快晴	16.0	14.5	15.3
31	火	晴	16.5	15.0	15.6

8 月 分

日	曜日	天候	空間線量率		
			上値 cps	下値 cps	平均 cps
8. 1	水	晴	17.0	15.0	15.8
2	木	快晴	17.0	14.5	15.8
3	金	晴	16.0	15.0	15.5
4	土	晴	16.0	14.0	15.2
5	日	快晴	16.0	15.0	15.5
6	月	快晴	16.5	15.0	15.6
7	火	晴	16.5	15.0	15.9
8	水	曇	16.5	14.5	15.5
9	木	晴	16.0	14.5	15.1
10	金	快晴	15.5	14.5	15.0
11	土	晴	16.5	14.5	15.5
12	日	快晴	17.0	14.5	15.7
13	月	快晴	17.0	15.0	15.5
14	火	快晴	17.0	14.5	15.5
15	水	曇	16.5	14.5	15.3
16	木	晴	16.0	14.5	15.2
17	金	晴	16.5	14.5	15.1
18	土	晴	16.5	14.5	15.1
19	日	快晴	16.5	14.5	15.3
20	月	快晴	17.0	14.5	15.8
21	火	薄曇	16.5	14.5	15.6
22	水	雨	18.0	14.5	15.4
23	木	曇	16.0	13.5	14.7
24	金	晴	16.0	14.5	14.9
25	土	快晴	16.5	15.0	15.7
26	日	曇	16.5	15.0	15.7
27	月	曇	17.5	14.5	15.1
28	火	晴	15.5	14.5	15.0
29	水	晴	16.0	14.0	15.0
30	木	雨	15.0	14.0	14.8
31	金	晴	15.5	14.0	14.8

9 月 分

日	曜日	天候	空間線量率		
			上値 cps	下値 cps	平均 cps
9. 1	土	晴	16.0	14.5	15.3
2	日	曇	16.5	14.5	15.2
3	月	曇	15.5	14.5	15.0
4	火	曇	18.5	14.5	15.7
5	水	快晴	16.0	14.5	14.9
6	木	快晴	15.5	14.5	14.8
7	金	曇	15.5	14.5	15.1
8	土	雨	16.0	14.5	15.3
9	日	雨	17.5	14.5	15.9
10	月	曇	19.5	14.5	15.6
11	火	曇	16.5	14.5	15.1
12	水	晴	15.5	14.5	14.9
13	木	曇	16.0	14.0	15.1
14	金	雨	17.0	14.0	15.3
15	土	薄曇	15.5	14.5	15.1
16	日	雨	16.5	14.5	15.3
17	月	晴	15.5	14.5	14.9
18	火	曇	15.5	14.5	15.2
19	水	曇	16.5	14.5	15.1
20	木	曇	16.0	14.5	15.1
21	金	晴	16.0	14.0	14.9
22	土	快晴	15.5	14.5	15.0
23	日	晴	16.0	15.0	15.2
24	月	快晴	16.0	14.5	15.1
25	火	曇	16.0	14.5	15.1
26	水	薄曇	15.5	14.5	15.0
27	木	薄曇	15.5	14.0	14.8
28	金	快晴	16.0	14.5	15.2
29	土	晴	16.5	14.5	15.2
30	日	晴	16.0	14.5	15.1

表 10 モニタリングポストによる空間線量率(3)

10 月 分

日	曜日	天候	空間線量率		
			上値 cps	下値 cps	平均 cps
10. 1	月	晴	15.5	14.5	15.3
2	火	晴	16.5	14.5	15.6
3	水	雨	22.5	15.0	18.0
4	木	曇	15.5	14.5	14.9
5	金	雨	16.5	14.0	15.0
6	土	薄曇	15.5	14.0	14.7
7	日	曇	15.0	14.0	14.6
8	月	快晴	15.5	14.0	14.6
9	火	曇	15.5	14.0	14.7
10	水	曇	15.5	14.0	14.8
11	木	薄曇	15.5	14.0	14.8
12	金	薄曇	15.5	14.5	14.9
13	土	曇	15.5	14.0	14.7
14	日	雨	16.0	14.0	14.9
15	月	晴	15.5	14.0	14.6
16	火	薄曇	15.5	14.5	14.9
17	水	曇	15.5	14.0	14.8
18	木	晴	15.0	14.0	14.7
19	金	曇	15.5	14.0	14.6
20	土	曇	20.5	14.0	15.7
21	日	雨	20.0	14.5	15.9
22	月	曇	15.5	14.5	14.7
23	火	快晴	15.5	14.5	14.8
24	水	快晴	15.5	14.5	15.0
25	木	曇	16.0	14.5	15.1
26	金	晴	16.0	14.5	15.0
27	土	快晴	16.0	15.0	15.3
28	日	晴	16.0	14.5	15.2
29	月	雨	20.5	14.0	15.6
30	火	雨	18.5	14.0	15.4
31	水	晴	15.5	14.0	14.7

11 月 分

日	曜日	天候	空間線量率		
			上値 cps	下値 cps	平均 cps
11. 1	木	曇	23.0	14.5	16.3
2	金	曇	24.5	14.0	16.9
3	土	快晴	15.5	14.0	14.6
4	日	快晴	15.5	14.0	14.7
5	月	曇	15.5	14.0	14.5
6	火	晴	15.5	14.0	14.7
7	水	晴	15.5	14.5	14.7
8	木	晴	15.5	14.0	14.9
9	金	晴	15.5	14.0	14.7
10	土	快晴	18.5	14.5	15.4
11	日	雨	26.0	14.5	19.0
12	月	雨	16.0	14.5	14.9
13	火	曇	16.5	14.0	14.9
14	水	曇	15.5	13.5	14.6
15	木	雨	18.5	15.0	16.5
16	金	晴	15.5	14.0	14.7
17	土	晴	15.5	14.0	14.6
18	日	雨	16.5	14.5	15.1
19	月	晴	15.5	14.0	14.3
20	火	雨	17.0	13.5	15.0
21	水	曇	15.0	13.5	14.4
22	木	晴	15.5	14.0	14.6
23	金	快晴	15.5	14.5	14.7
24	土	雨	17.5	14.5	15.9
25	日	曇	15.5	14.0	14.6
26	月	快晴	15.0	13.5	14.4
27	火	雨	26.5	13.5	16.9
28	水	曇	15.0	14.0	14.5
29	木	晴	15.0	14.0	14.6
30	金	快晴	15.0	14.5	14.7

12 月 分

日	曜日	天候	空間線量率		
			上値 cps	下値 cps	平均 cps
12. 1	土	快晴	21.5	14.5	15.8
2	日	雨	21.0	15.0	17.5
3	月	曇	15.5	14.5	14.9
4	火	快晴	15.5	14.5	15.1
5	水	晴	25.5	14.5	16.5
6	木	雨	18.0	14.5	15.1
7	金	晴	15.0	14.5	14.6
8	土	晴	15.5	14.0	14.7
9	日	晴	15.5	14.5	14.9
10	月	晴	16.5	14.5	15.4
11	火	雨	16.0	14.5	15.3
12	水	雨	16.5	14.0	15.1
13	木	快晴	16.0	14.5	15.0
14	金	雨	24.0	14.5	17.6
15	土	曇	17.5	14.0	14.8
16	日	曇	20.5	14.0	15.9
17	月	快晴	21.5	14.0	15.5
18	火	雨	27.0	14.5	18.7
19	水	雨	22.0	14.5	17.2
20	木	晴	21.0	14.5	15.6
21	金	雨	17.5	14.5	15.5
22	土	曇	21.5	15.5	18.0
23	日	雪	20.5	13.5	16.8
24	月	曇	18.5	13.5	15.6
25	火	曇	19.5	11.0	14.0
26	水	霰	16.5	11.5	13.5
27	木	曇	19.5	11.5	14.1
28	金	霰	17.5	12.0	14.3
29	土	雪	16.5	11.0	13.3
30	日	晴	14.5	9.5	11.7
31	月	曇	15.5	9.0	11.6

表 10 モニタリングポストによる空間線量率(4)

昭和60年 1 月 分

2 月 分

3 月 分

日	曜日	天候	空間線量率		
			上値 cps	下値 cps	平均 cps
1. 1	火	晴	15.5	9.5	10.6
2	水	曇	14.0	10.0	10.7
3	木	雨	15.0	10.5	11.9
4	金	曇	欠	欠	欠
5	土	雪	欠	欠	欠
6	日	曇	欠	欠	欠
7	月	雪	欠	欠	欠
8	火	晴	測	測	測
9	水	雨	測	測	測
10	木	曇	16.5	10.5	12.0
11	金	雨	13.0	10.5	11.9
12	土	晴	20.5	11.5	13.6
13	日	曇	16.5	12.0	14.2
14	月	霰	18.0	12.5	14.9
15	火	雪	16.5	11.0	12.5
16	水	雨	20.5	10.5	13.0
17	木	雪	18.5	11.0	13.2
18	金	曇	12.0	11.0	11.4
19	土	晴	12.5	11.5	12.1
20	日	曇	18.5	12.0	14.2
21	月	晴	13.5	12.0	12.8
22	火	曇	14.0	12.5	12.9
23	水	雨	14.5	13.0	13.5
24	木	雪	14.5	12.5	13.6
25	金	雪	15.0	12.5	13.6
26	土	雪	16.0	13.0	13.8
27	日	曇	15.0	13.0	13.8
28	月	雨	18.5	13.0	14.9
29	火	曇	18.5	13.0	14.2
30	水	霰	18.5	12.5	14.2
31	木	曇	17.0	12.0	13.8

日	曜日	天候	空間線量率		
			上値 cps	下値 cps	平均 cps
2. 1	金	晴	20.0	12.5	14.2
2	土	雪	15.0	13.5	14.3
3	日	雨	22.0	14.0	17.3
4	月	曇	14.5	13.5	14.2
5	火	曇	15.5	14.0	14.8
6	水	薄曇	15.0	14.0	14.6
7	木	快晴	15.5	14.0	14.6
8	金	快晴	16.0	14.5	14.9
9	土	雨	19.5	15.0	16.5
10	日	雨	19.5	15.5	16.4
11	月	雨	16.5	14.0	15.1
12	火	薄曇	16.5	14.5	15.4
13	水	雨	20.0	15.5	17.2
14	木	曇	18.0	14.0	15.6
15	金	薄曇	16.0	14.0	14.9
16	土	曇	16.0	13.5	15.2
17	日	曇	18.5	14.5	16.0
18	月	曇	16.0	14.0	15.2
19	火	曇	21.5	14.5	16.7
20	水	曇	19.5	15.0	15.9
21	木	霰	17.5	15.0	16.1
22	金	雪	19.0	15.0	17.3
23	土	雪	20.5	15.0	17.3
24	日	晴	18.5	13.5	15.3
25	月	雪	14.5	13.0	13.7
26	火	曇	15.5	14.0	14.7
27	水	曇	15.5	14.0	15.0
28	木	霰	17.5	14.5	16.2

日	曜日	天候	空間線量率		
			上値 cps	下値 cps	平均 cps
3. 1	金	雨	18.0	14.5	16.1
2	土	曇	17.0	14.5	15.7
3	日	曇	17.0	14.5	15.6
4	月	薄曇	16.0	14.5	15.0
5	火	曇	19.0	14.5	15.6
6	水	晴	16.0	14.5	15.2
7	木	曇	16.0	15.0	15.6
8	金	曇	17.5	14.5	15.7
9	土	雨	21.0	14.5	17.3
10	日	霰	17.5	14.5	15.3
11	月	雪	19.5	14.5	16.4
12	火	曇	16.0	14.5	15.1
13	水	曇	15.5	14.0	15.0
14	木	曇	16.5	14.5	15.3
15	金	薄曇	16.0	14.5	15.1
16	土	晴	16.5	14.5	15.6
17	日	雨	17.5	15.0	16.0
18	月	曇	17.0	14.5	15.3
19	火	雨	19.0	14.5	16.3
20	水	薄曇	16.0	14.5	15.4
21	木	雨	18.0	15.0	16.0
22	金	曇	16.0	14.5	15.3
23	土	薄曇	16.5	14.5	15.2
24	日	快晴	16.5	14.5	15.6
25	月	薄曇	16.5	14.5	15.3
26	火	雨	19.0	14.0	15.3
27	水	雨	欠	欠	欠
28	木	曇	欠	欠	欠
29	金	曇	欠	欠	欠
30	土	晴	測	測	測
31	日	雨	測	測	測

〔資料〕

## 農薬散布による散布者の農薬ばく露について

石川県衛生公害研究所環境部 西川 孝蔵

### 1 はじめに

現在の農業においては、農薬の使用は必要欠くべからざるものであるが、農薬散布に伴う作業者の安全の確保、すなわち農薬による中毒事故は未然に防止しなければならない。それにはまず農薬散布者の農薬ばく露の実態を把握する必要がある。今回の調査では、金沢市H地区の青壮年層による一斉防除を事例として、比較的長時間防除作業に従事する人を対象に農薬附着量を測定した。

### 2 調査方法

- 2・1 調査年月日：昭和58年7月31日（日）  
 2・2 散布農薬：バイミックスB粉剤（MPP 2%、ポリオキシン複合体B0.3%、EDDP1.5%含有）

#### 2・3 散布方法

積載型動力散粉機（丸山製作所カーベットダスター：CDM-1）を使用し、イモチ、カメムシ、ニカメイチュウ防除を目的として水田10アール当たり3kgの割合で、バイミックスB粉剤を散布した。1台の機械にはトラクターの運転手1人、薬剤散布量調節員1人、薬剤運搬1人、散布ホース持ち3人の計6人がつき1班を編成した。1班当たりの平均散布量は670kgであった。

#### 2・4 散布農薬の身体付着量

散布作業者の作業服の表と裏に木綿布（10cm角）を糸で縫いつけた。木綿布は上衣とズボンの表と裏に各2枚ずつ縫いつけ、表の布はばく露量の測定に、裏の布は身体付着量の測定に供するため、散布終了後取り外してビニール袋に入れ試験室に持ち帰った。防除マ

スク（ニチノースーパーマスク）の活性炭フィルター（ユニチカゼローネ201）は経口摂取量の測定に供するため同様にビニール袋に入れて試験室に持ち帰った。

#### 2・5 布及び活性炭フィルター中のMPP、EDDPの前処理

布はアセトン100mlとともに200ml容三角フラスコに入れ、時々軽く振とうしながら5時間抽出した。アセトン溶液はろ過し残留物をアセトン50mlで洗浄し、ロ液と洗液は合わせてKD濃縮器により減圧濃縮しアセトンで定容とした。活性炭フィルターはアセトン150mlとともに300ml容三角フラスコに入れ、布と同様に時々軽く振とうしながら5時間抽出し、ロ液と洗液100mlをKD濃縮器で減圧濃縮しアセトンで定容とした。

#### 2・6 ガスクロマトグラフィーの条件

ガスクロマトグラフィーの測定条件は次のとおりである。

装置：島津GC-5A（FPD付き）

カラム充填剤：2%QF-1/ガスクロムQ（80～100メッシュ）

カラム：内径3mm×長さ2mのガラスカラム

温度：カラム槽 200°C，注入口 230°C，検出器 240°C

ガス流量：N<sub>2</sub> 60ml/分，H<sub>2</sub> 200ml/分，Air 60ml/分

保持時間：MPP約2.6分，EDDP約10.3分

#### 2・7 検出限界

本法によるMPP、EDDPの最少検出量は各々0.1ng、2ngであり、最終液量を5ml、注入量を3mlとすれば、布（100cm<sup>2</sup>）1枚及び活性炭フィルター1個当たりの検出限界はMPPは0.2μg、EDDPは4μgとなる。

Exposure of Spray-operators to MPP and EDDP. by Kouzou NISHIKAWA (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

### 3 結 果

#### 3・1 散布時の気象条件

散布は午前5時から9時、午後4時から6時の2回、計6時間行われた。天候は曇り時々雨、降水量は0.5mm、平均気温は25.9°C、平均風速は4.3m/secだった。

#### 3・2 MPPの作業衣からの浸透量

MPPの上衣への付着量は0.44mg/100cm<sup>2</sup> (0.32~0.56)、上衣からの浸透量は0.31mg/100cm<sup>2</sup> (0.23~0.38)、ズボンへの付着量は2.8mg/100cm<sup>2</sup> (2.3~3.2)、ズボンからの浸透量は0.66mg/100cm<sup>2</sup> (0.50~0.81)であった。上衣からは付着量の70%、ズボンからは付着量の24%が浸透している。

#### 3・3 EDDPの作業衣からの浸透量

EDDPの上衣への付着量は0.60mg/100cm<sup>2</sup> (0.48~0.72)、上衣からの浸透量は0.38mg/100cm<sup>2</sup> (0.29~0.46)、ズボンへの付着量は3.0mg/100cm<sup>2</sup> (2.5~3.4)、ズボンからの浸透量は0.54mg/100cm<sup>2</sup> (0.50~0.57)であった。上衣からは付着量の63%、ズボンからは付着量の18%が浸透している。

#### 3・4 MPP, EDDPの身体付着量

MPPは上半身へ0.31mg/100cm<sup>2</sup>、下半身へ0.66mg/100cm<sup>2</sup>、EDDPは上半身へ0.38mg/100cm<sup>2</sup>、下半身へ0.54mg/100cm<sup>2</sup>浸透しており、平均して0.5mg/100cm<sup>2</sup>が作業衣を通して身体に付着したことになる。

藤本によれば、体表面積は身長と体重とから次式で推定される<sup>1)</sup>。

$$(\text{体表面積cm}^2) = (\text{体重kg})^{0.444} \times (\text{身長cm})^{0.663} \times 88.83$$

すなわち体重65kg、身長170cmの人の体表面積は17,100cm<sup>2</sup>と計算され、農薬の全身への付着量は86mgとなる。従って体重1kg当たり1.3mg/kgのMPP、EDDPが身体に付着したと推定される。

MPPの経皮毒性(ラットLD<sub>50</sub>値)は330mg/kg<sup>2)</sup>であり、数字のみの比較からは、ほぼ250分の1のばく露量である。EDDPの経皮毒性のデータは不明であるが、経口毒性のデータからMPPと同じレベルと

推定される。

#### 3・5 MPP, EDDPの活性炭フィルターへの吸着量

一連の防除作業を通しての活性炭フィルターへの農薬の吸着量は、MPPは0.21mg、EDDPは0.19mgであった。防除マスクをしなかった場合の経口摂取量は体重1kg当たり、0.003mg/kgと推定できる。経口毒性(ラットLD<sub>50</sub>値)はMPPが310mg/kg<sup>2)</sup>、EDDPは150mg/kg<sup>3)</sup>であり、今回の防除作業での経口摂取量はラットのLD<sub>50</sub>値の5万分の1から10万分の1であった。

### 4 ま と め

水田への動力散粉機による防除作業で、上半身に0.44~0.60mg/100cm<sup>2</sup>、下半身で2.8~3.0mg/100cm<sup>2</sup>の農薬が作業衣に付着した。作業衣を通して体表面への浸透量は上半身で0.31~0.38mg/100cm<sup>2</sup>、下半身で0.54~0.66mg/100cm<sup>2</sup>であった。推定体表面積及び体重から人体1kg当たりの農薬ばく露量を推定すると1.3mg/kgになり、ラットの経皮毒性(LD<sub>50</sub>値)のほぼ250分の1に相当した。経口摂取量は同じくラットの経口毒性(LD<sub>50</sub>値)と比較すると5万分の1から10万分の1であった。

今回の防除作業では、作業衣として長袖混紡シャツと長ズボン(トレンツァイツ)を着用していたが、身体ばく露量がラットの経皮毒性(LD<sub>50</sub>値)の250分の1程度と推定されることから、なお一層の安全のためには上衣下衣共防水加工をしたものの着用、加えてビニール手袋、ゴム長靴の着用が望まれる。

### 文 献

- 1) 栄養学ハンドブック編集委員会編：栄養学ハンドブック、p1262、技報堂、東京(1974)
- 2) 米国国立労働安全衛生研究所編：化学物質毒性データ総覧、p919、日本メディカルセンター、東京(1976)
- 3) 同上書、p910

〔短 報〕

## セマンティック・ディファレンシャル法 による用水景觀評価の試み

英 俊 彦・竹野 裕治・酒井 道則  
石川県衛生公害研究所情報室  
水上 依乃・田嶋 隆俊

近年、生活水準の向上に伴う地域住民の環境に対する価値観やニーズの変化により、いわゆる水辺環境についても、それが持つ親水機能が重視されてきている。金沢市の都市河川である犀川、浅野川においても、近年、より親しめる川を目指して整備、改修、保全が行われてきている。一方、これらの都市河川とは別に、金沢特有の水辺環境として、市内を網目のように流れる用水路の存在がある。金沢の用水は、藩政時代から治水、防衛、防火、排雪、灌漑などの機能的活用が図られてきたばかりでなく、景觀や風情の演出などの文化的活用も図られてきており、それぞれの時代の住民の生活と密接なかわりを持ちながら今日に至っている。

しかし、金沢の生活環境として用水の現在の姿は、必ずしも望ましいものであるとは言い難い。そのため、数多くの用水論が論じられたり、用水の修景・再生構想が検討されたりしている<sup>1)</sup>。そこで我々は、親しめる用水像を、その景觀に着目して把握するため、セマンティック・ディファレンシャル法(以後SD法と略す)を適用し、用水景觀の客観的評価を試みた。SD法については、既に住宅地を中心とした市街地の生活景觀について評価を試み、有用な方法であることを確認している<sup>2) 3)</sup>。

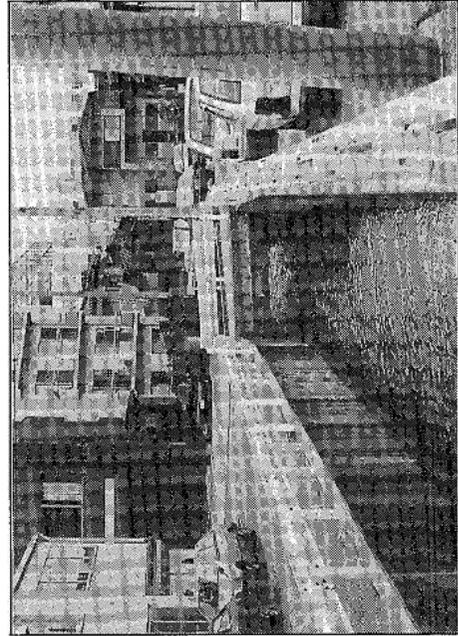
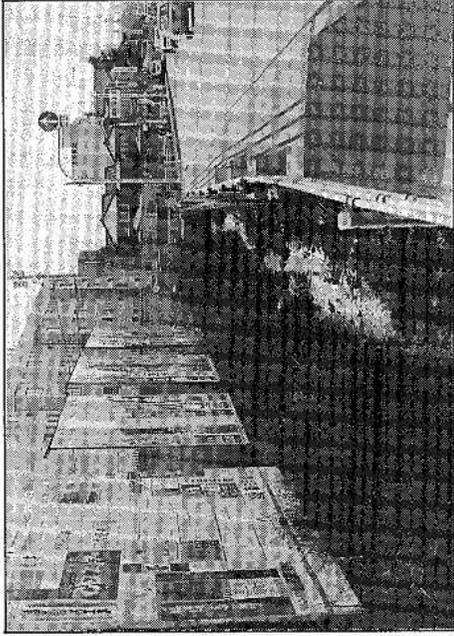
実施の方法は、当所職員46人を被験者とし、金沢市内23地点の用水景觀のキャビネ判カラー写真(図1)を被験者に提示し、まず表1の評定方式により写真10枚を選定後、その1枚1枚について表2の様式を用いてSD法による評価を行った。更に各評価尺度(反対形容詞対、5段階評価)が「かなり～」の評価を受けたものについて、それぞれ、その判定の理由を表3の中から選択するという方法を採用した。この中で、今回初めて行った試みは、各評価尺度の評定理由を問い、評価尺度と景觀構成要素との因果関係を求めたことで

ある。

実施結果として、まず評定写真を選定理由別に、①好ましい景觀として選ばれた写真、②好ましくない景觀として選ばれた写真、③どちらにも選ばれなかった写真、の3グループに分け、それぞれのセマンティックプロフィールを示したものが図2である。これによると好ましい景觀と好ましくない景觀との間に明確な評定の差のあった形容詞対としては、「親しみやすい—親しみにくい」、「落ちついた—落ちつかない」、「潤いのある—潤いのない」、「奥ゆかしい—奥ゆかしくない」、「調和がとれている—調和がとれていない」、「すっきりしている—ごてごてしている」があった。逆に、「広い—狭い」、「自然的—人工的」、「あたたかい—つめたい」等の形容詞対については差がほとんど認められず、むしろ各対象景觀による評価のパラツキの方が大きかった。

一方、「かなり～」のつけられた形容詞対ごとに、その判定理由の項目とその選択度を示したのが表4である。これらをまとめると、用水としての好ましい景觀とは、「緑の量が多く、樹木の形状が良く、水の流れがあり、情緒・雰囲気が良いこと」であり、逆に、好ましくない景觀とは、「衛生状態が悪く、電柱・広告物が乱雑だったり、周囲の建造物との調和がとれていないこと」であると言える。このことは、今後、具体的に景觀構成要素の操作を行うことによって、より好ましい用水景觀へと発展させていく手がかりを示している。

また、本手法については、各景觀構成要素(緑の量、樹木の形・種類、水量、水流、衛生状態、電柱・広告物等……)ごとの評価を加え、全体としての景觀との関連性を分析していくことによって、更に詳細な景觀分析へと展開することが可能となろう。更に、このSD法を住民に適用する場合には、今後、評価尺度(形容



用水景观写真实例

图 1

詞対)の標準化, 景観構成要素の分かりやすい表現などについて検討を加えていく必要がある。

文 献

1) 金沢経済同友会：金沢の用水, 金沢経済同友会都

市問題委員会, 金沢 (1979)

2) 戸田修史郎, 田嶋隆俊：石川衛公害研年報, 19, 60-77 (1982)

3) 平 哲宣, 田嶋隆俊, 吉田 弘：石川衛公害研年報, 19, 51-57 (1983)

- : 好ましい景観として選ばれた写真
- : どちらにも選ばれなかった写真
- △—△ : 好ましくない景観として選ばれた写真

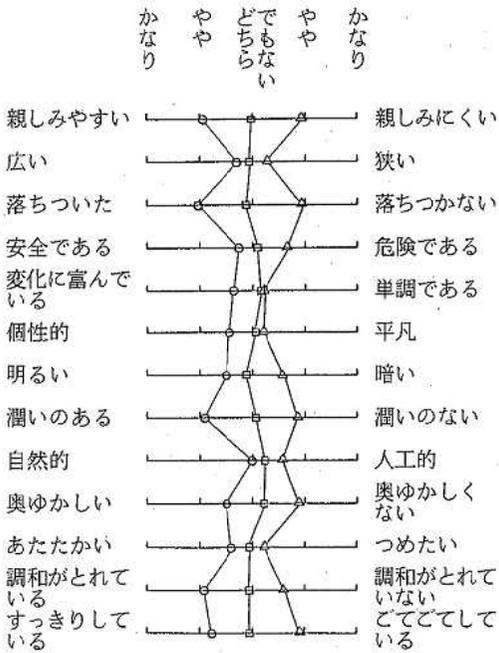


図2 グループ別のセマンティック・プロフィール

表 1 用水景観調査票 (その1)

用水景観調査

性別： 男・女

- 年齢： 1. 20～29 歳  
 2. 30～39 歳  
 3. 40～49 歳  
 4. 50 歳以上

(1) この写真群の中から, あなたが好ましい景観だと思うものを3枚選んでその番号を記入してください。

--	--	--

(2) この写真群の中から, あなたが好ましくない景観だと思うものを3枚選んでその番号を記入してください。

--	--	--

(3) 次に, いま選んでいただいた6枚の写真とこちらがお見せする4枚の写真の計10枚についてお尋ねしますので, あまり深く考えずに感じたままのお考えをお答えください。

表 2 用水景観調査票 (その2)

写真番号

	かなり	やや	ど	でも	やや	かなり
			ちら	らない		
1. 親しみにくい						親しみやすい
2. 広い						狭い
3. 落ちついた						落ちつかない
4. 危険である						安全である
5. 変化に富んでいる						単調である
6. 個性的						平凡
7. 暗い						明るい
8. 潤いのある						潤いのない
9. 人工的						自然的
10. 奥ゆかしい						奥ゆかしくない
11. つめたい						あたたかい
12. 調和がとれていない						調和がとれている
13. すっきりしている						ごてごてしている

(4) いま記入していただいた中で、「かなり～」と判定した項目がありましたら、項目ごとに判断した主たる理由を「別表」の中から2つ選んで番号を該当欄に記入して下さい。  
もし、その他の理由がありましたら具体的に記入して下さい。

番号欄：その他の理由欄(具体的に御記入下さい)

1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		

表 3 用水景観調査票 (別表)

[別表]

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| 1. 水量が豊かである (乏しい)                    | 9. 広告物, 看板, 電柱等が乱雑でない (乱雑である)          |
| 2. 水の流れが感じられる (感じられない)               | 10. ゴミ, ヘドロ, 雑草等があり衛生的でない (ないので衛生的である) |
| 3. 全体として緑の量が多い (少ない)                 | 11. 安全さが十分である (不十分である)                 |
| 4. 樹木の形, 種類がまわりと調和している (調和していない)     | 12. 周囲の建物, 土地の状況と調和している (調和していない)      |
| 5. 草本の形, 種類がまわりと調和している (調和していない)     | 13. 全体的な情緒, 雰囲気が良い (殺風景である)            |
| 6. 護岸の形, 材質, 色彩がまわりと調和している (調和していない) | 14. 人工的であるが, 美しさがある (人工的で美しさを感じない)     |
| 7. 橋の形, 材質, 色彩がまわりと調和している (調和していない)  | 15. 特異な構造物, 施設等がある (ない)                |
| 8. 塀の形, 材質, 色彩がまわりと調和している (調和していない)  | 16. 用水路, 道路等が直線的である (曲線的である)           |





〔短 報〕

尿中食塩排泄量測定におけるソルトペーパーの使用経験

石川県衛生公害研究所微生物部 松田 晴夫

食塩は生体維持に必要な不可欠な要素であるが、成人1人当たりの最低必要量は1g/日未満とされ、その過剰摂取が人体に及ぼす影響はかなり大きく、調査の必要性も強調されている<sup>1) 2)</sup>。

昭和54年、厚生省は日本人の食塩摂取量を当面10g/日以下に減らす目標を立てたが、昭和55年度の栄養調査では平均13g/日<sup>3)</sup>とまだ多いことが分かった。ところで、摂取した食塩の大部分は尿に排泄されることから<sup>4)</sup>、尿をサンプルとした食塩摂取量の調査がなされている<sup>5) - 9)</sup>。

この度、尿中食塩の簡易測定試験紙ソルトペーパー<sup>10)</sup>の使用を経験したので、他の測定方法と比較した成績について述べる。

24時間尿は松任保健所管内で集めたもので、2lポリ広口ビンに採取した。また、1時間尿は七尾保健所管内の検診会場で1度排尿した後、1時間の尿を600mlポリ広口ビンに採取した。これらの尿は、採取後尿量を測り、よく混和した後一部を試験管に分注し、密栓後-20°Cに凍結保存した。測定時に解冻し、よく混和後一部を脱イオン水で1,000倍に希釈し、Naイオンは炎光光度法(Jarrell Ash AA8200E, 85.9nm)で、Clイオンはイオンクロマト法(Dionexイオンクロマトグラフ202oi, AS4カラム)で測定した。また、解冻して残った尿について、ClイオンをNaCl換算して表示する尿中食塩濃度測定試験紙ソルトペーパーで測定した。

24時間尿25検体について、ソルトペーパー(x)と炎光光度法(y)で測定したところ、NaCl相当量で回帰式 $y = 0.827x + 0.188$  (相関係数 $r = 0.950$ )と、ソルトペーパーが少し高い濃度で読まれる傾向があった(図1)。しかしこれは、ソルトペーパーの判定条件(反応量が一定になるように濾紙などで余分な尿を取除く方法、反応時間60秒の測り方、尿検体の液温が一定になる様にする等)を整えることによって改善できるものと考えられる。

1時間尿44検体を炎光光度法とソルトペーパーで測

定し、またそのうちの24検体をイオンクロマト法で測定した。炎光光度法(x)とイオンクロマト法(y)は、NaCl相当量で回帰式 $y = 0.91x + 1.30$ で対応し、相関係数も $r = 0.987$ と高く、尿に排泄された水溶性Naは、食塩水として存在していると考えてよい結果が得られた(図2)。ソルトペーパーとイオンクロマト法の間には相関係数 $r = 0.857$  ( $p < 0.01$ )とかなり良い相関が得られた(図3)が、炎光光度法とソルトペーパーとでは、相関は $r = 0.685$ と少し低くなった。1時間尿において、炎光光度法とイオンクロマト法の相関が良いのに、ソルトペーパーとの相関が悪くなった原因は、ソルトペーパーでの尿中還元物質による妨害と、水利尿による電解質バランスの崩れがあったと考えている。この度の蓄尿における1分間当たりの尿量を計算してみると、1時間尿では $2.39 \pm 1.87$  (0.4~7.7) ml/分、24時間尿では $1.10 \pm 0.27$  (0.5~1.5) ml/分となり、時間尿において、かなりの例で水利尿が働いていたと考えられた。またソルトペーパーでは、6g/l未満及び16g/l以上の定量が出来ない点も見逃が

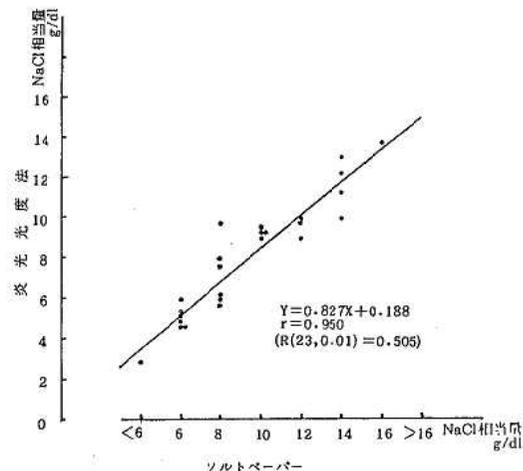


図1 ソルトペーパーと炎光法との相関 (24時間尿)

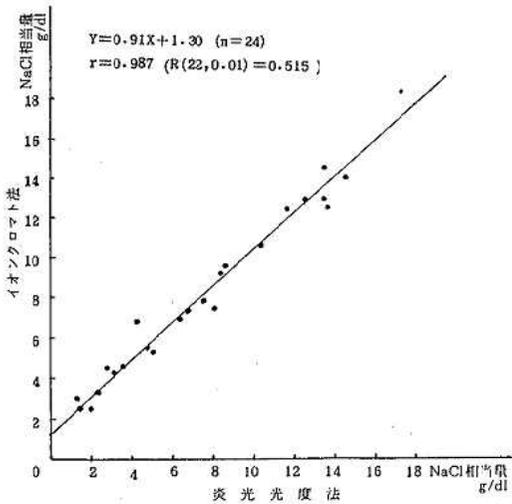


図2 蛍光光度法とイオンクロマト法との相関 (1時間尿)

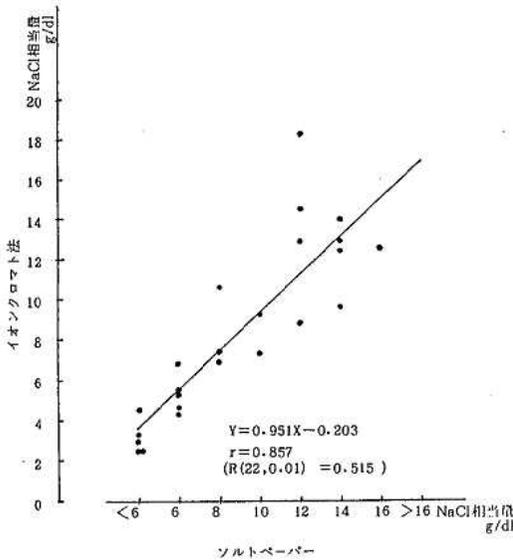


図3 ソルトペーパーとイオンクロマト法との相関 (1時間尿)

せない。

ソルトペーパーに比べて他の測定方法は、分析機器設備、脱イオン水、希釈操作等が必要となり、検診現場ですぐ実施できるものではない。その点ソルトペーパーは、24時間尿が正確に採取されれば、その場で結果が出せる現場検査としての有用性が非常に高い方法である。このソルトペーパーの開発に当たった栃久保ら<sup>10)</sup>は、この利用法として、第1に24時間尿による

尿量との積からの1日排泄量の推定、第2に早朝尿(夜間約8時間蓄尿)による1日排泄量の推定を挙げている。そして早朝尿中の食塩量が2g以下であれば、1日排泄量が約10g以下であることを、およそ80%の確率で判定できるとしている。また、早朝尿の尿量が測れない場合の、濃度による判定基準も考えている。

このソルトペーパー利用による減塩の教育効果は十分であると予想できるが、減塩目標値が10g/日から、米国のように5g/日と下がる可能性がある今日、尿量×濃度=排泄量という認識を定着させる必要がある。そして、その尿サンプルとしては、24時間尿又は早朝尿に限定すべきで、時間尿や随時尿では、現在のところ1日排泄量の推定は無理であると考えている。

終わりに、検体の採取に御協力いただいた松任・七尾両保健所の関係各位に謝意を表します。

### 文 献

- 1) 小林太刀夫, 秋山房雄, 重松逸造翻訳監修: 循環器調査法, p83-84, 日本公衆衛生協会, 東京 (1971)
- 2) 厚生省公衆衛生局結核成人病課監修: 減塩と食生活のハンドブック, p24-32, 社会保険出版社, 東京 (1981)
- 3) 菊地亮也, 石川真澄, 成田真樹子, 斉藤秀子, 富樫美和子: 秋田衛研所報, 26, 171-174 (1982)
- 4) 玄番昭夫: 日本臨床, 488, 344-346 (1982)
- 5) 家森幸男, 大島 章, 奈良安雄, 木原正博, 大高道也, 藤川 潤, 宗 泰成, 池 修, 五十部潤, 伊吹康良, 氏原久充, 采野真弓, 土井章一, 土井隆一郎, 内藤 泰, 西口芳伯, 西村治男, レヌーブインタサターン: 含硫アミノ酸, 3, 123-130 (1980)
- 6) 金沢治子, 武藤静子: 日本栄養, 37, 165-170 (1984)
- 7) 金子佳代子, 小池五郎: 日本栄養, 36, 43-46 (1983)
- 8) 竹森幸一: 病態生理, 2, 195-196 (1983)
- 9) 寺尾敦史, 中西範幸, 小西正光, 馬場正子, 秋山雅彦, 高山佳洋, 内藤義彦, 飯田 稔, 磯博康, 安井恵子, 土井光徳, 嶋本 喬, 小町喜男, 谷垣正人: 日衛誌, 38, 128 (1983)
- 10) 栃久保修, 金子好宏, 高坂勇造: 医学のあゆみ, 131, 545-550 (1984)

---

石川県衛生公害研究所年報（第22号）

昭和61年3月3日印刷

昭和61年3月10日発行

金沢市三馬2丁目251（〒921）

発行所 石川県衛生公害研究所  
☎（0762）47-0077代

金沢市浅野本町口141（〒920）

印刷所 徳野印刷株式会社  
☎（0762）51-5511代

---