

石川県保健環境センター研究報告書

第 37 号
(平成11年度)

RESEARCH REPORT FROM ISHIKAWA PREFECTURAL INSTITUTE
OF PUBLIC HEALTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCE



2000

石川県保健環境センター



は し が き

当センターが平成11年度に取り組みました県民の健康の維持増進、環境保全及び安全の確保に関する調査研究や試験検査の成果をとりまとめることが出来ました。その内訳は、調査研究や試験検査の結果が得られた報文10編、内容の記録やデータの保存を中心とした資料20編、結論はまだ得られないものの途中経過を紹介した短報2編となっていますが、これらのうち平成11年度における調査研究内容の特徴といたしましては、健康危機管理に関するものとして、迅速且つ確実な分析結果を得ることを目的とした毒物が混入したとして想定される食物からの毒物検出法の検討が挙げられます。実際、これらの手法がすぐに役立つ事件の発生が無いことを祈りつつ万が一のための準備として、これらの問題に関する対処技術を蓄積していくことが大切と思われまます。

本研究報告書のうち1編でも皆様のお目に止まれば幸いです。

平成 12 年 12 月

石川県保健環境センター所長 庄 田 丈 夫

目 次

(報 文)

- 毒物等混入食品に係る迅速分析法
— イオンクロマトグラフィーによるアジ化ナトリウムの分析 — …… 澤田 道和ほか … (1—9)
- 食品中に混入したパラコート及びジクワットの迅速分析法について …… 砺波 和子 …… (10—16)
- 毒物等混入食品に係る迅速分析法
— 有機リン系・カーバメイト系農薬について — …… 中村 朋子ほか … (17—20)
- 肥満による健康リスクと生活習慣との関係に関する調査 …… 新 広昭 …… (21—29)
- 地域における健康・栄養状況等の評価に関する調査 …… 新 広昭ほか … (30—38)
- 日常生活習慣を自己管理するための移動ミニジムを利用した健康学習 …… 柴田 裕行ほか … (39—45)
- イガイ類の多環芳香族炭化水素 …… 大西 道代ほか … (46—49)
- 空間放射線の地理的分布に関する研究 (第4報)
— 環境放射線観測局における空間線量率の分布についての考察 — …… 吉田 弘ほか … (50—56)
- 降下物中のベリリウム-7とカリウム-40について …… 橋本 桂輔ほか … (57—68)
- 種々の検出手法による環境水中における
溶存有機化合物のゲルクロマトグラフィー …… 小森 正樹 …… (69—74)

(資 料)

- 毒物等混入食品に係る迅速分析法
— ICP発光分光法によるヒ素の分析 — …… 中村 能則ほか … (75—78)
- 石川県におけるがん罹患率と生存率の動向について …… 新 広昭ほか … (79—83)
- 長寿要因に関する調査結果 …… 塚林 裕ほか … (84—90)
- 県民環境講座事業の展開と今後の課題 (1997~1999) …… 北村 守次 …… (91—95)
- 環境マネジメントシステム (ISO14001) の取組みと効果
— 環境目標の設定とその運用結果について (第1報) — …… 竹野 裕治ほか … (96—104)
- 石川県における腸管出血性大腸菌感染症の発生状況と分離菌株の菌学的特性
— 平成10年・11年の成績 — …… 芹川 俊彦ほか … (105—109)
- 食中毒におけるSRSVを中心としたウイルス検出状況 …… 大矢 英紀ほか … (110—112)
- 健康食品中の成分に関する研究 (その6)
— ビタミンE含有植物油 — …… 大西 道代ほか … (113—115)
- 健康食品中の成分に関する研究 (その7)
— 牡蛎加工食品及びしじみ加工食品 — …… 砺波 和子ほか … (116—118)
- 石川特産食品の高品質化に関する調査 …… 中村 能則ほか … (119—122)

食品苦情事例(その2)	澤田 道和ほか	…(123—129)
平成11年度水道水等水質検査精度管理調査結果について	初瀬 裕ほか	…(130—132)
温泉データベースについて	初瀬 裕ほか	…(133—135)
環境汚染事件における緊急時対応事例		
— 漂着ポリ容器内容物の検査体制について —	牛島 茂	…(136—139)
石川県沿岸海域(能登地域)における有機スズ化合物等の影響調査結果	坂本 藤夫ほか	…(140—141)
特殊化学物質分析棟の整備について	北野 肇一	…(142—147)
河北潟周辺における環境大気中のメタン濃度	桐元 俊武ほか	…(148—152)
環境保全に関する県内企業意識調査結果	太田 聡ほか	…(153—155)
環境放射線バックグラウンド調査結果(平成11年度)	山岸 喜信ほか	…(156—163)
石川県におけるフォールアウト調査結果(平成11年度)	堀 秀朗ほか	…(164—166)
 (短 報)		
石川県における集団かぜの流行状況と分離ウイルス (1999/2000年インフルエンザシーズン)	尾西 一ほか	…(167—169)
食品摂取比率と食品中放射能による放射能摂取量算定の改善策	堀 秀朗ほか	…(170—171)
石川県保健環境センター研究報告書投稿規定		(172—175)

表 1 NaN₃ 添加試料

事 例	標準物質添加量 (μg)	試料の液量 (ml)	試験液中の濃度 (μg/ml)	備 考 (試料100ml を経口摂取した場合)
CASE 1	0	100	0.0	無添加
CASE 2	50	100	0.5	経口最小中毒量の 1/100倍量
CASE 3	500	100	5.0	経口最小中毒量の 1/10倍量
CASE 4	5,000	100	50	経口最小中毒量 (最小摂死量の 1/140)
CASE 5	10,000	100	100	経口最小中毒量の 2 倍量

(注) ヒト経口中毒量 5~10mg
ヒト経口最小致死量 700mg (13mg/kg)

イ NaN₃ 添加試料

NaN₃ 添加原液を T, J 及び M でそれぞれ希釈し, 0.5~100 μg/ml の CASE 2~5 の試料 (以下, 添加試料と略す。) を調製した (表 1)。

2・3 分析操作

(1) 塩化第二鉄溶液 (FeCl₃sol) による簡易定性試験法

試料 0.5ml をそれぞれ直接白磁製の滴板に取り, 1% FeCl₃sol を 3 滴加え, 呈色の状態を観察した。

(2) 前処理法

ア 遠心分離-加圧限外ゲルろ過処理 (以下, CG 処理と略す。)

(イ) 茶, ジュース

T 及び J の試料を直接 10,000rpm で 10 分間遠心分離後, 上澄み液を加圧限外ゲル濾過 (ADVANTEC 社製, USY-20, 分画分子量 200,000MW) し, 得られた濾液を測定液とした (所用時間: 約 30 分)。

(ロ) 牛 乳

M の試料 8 ml に 12% ZnSO₄sol の除蛋白剤 2 ml を加え, 上記(イ)と同じ操作をし, 得られた濾液を測定液とした (所用時間: 約 60 分)。

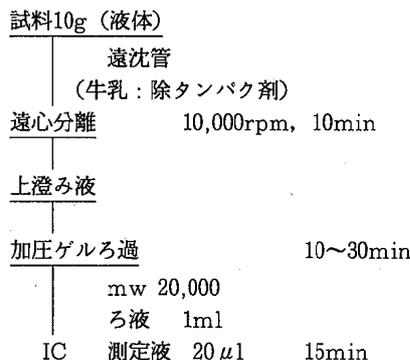


図 1 分析フロー I (以下CG-IC 法と略す。)

イ 通気蒸留処理

(イ) 加熱処理 (以下, HP 処理と略す。)

試料 5g を消泡のため連結管をトラップ球付きに改良した加熱通気蒸留装置⁶⁾に入れ, 蒸留水 10ml と (1+3) リン酸 10ml を加え, 窒素ガスを通気しながら 10 分間加熱蒸留した。発生したアジ化水素 (HN₃) を 0.05 mol/l NaOH 5 ml 入り受器 2 連で捕集し, 測定液とした。

(ロ) 無加熱処理 (以下, P 処理と略す。)

上記(イ)の方法で, 加熱を省略し同様に操作した。



図 2 分析フロー II (以下, HP-IC 法と略す。)

(3) IC による測定

2・3(2)の測定液を IC により測定した。使用した機器及び測定条件は表 2 のとおりである。

表 2 IC の使用機器及び測定条件

機 器 名:	イオンクロマトグラフ
製 造 元:	ダイオネックス社
型 式:	DX-AQ
ガードカラム:	AG12A 4×50mm
分離カラム:	AS12A 4×200mm
カラムオープン温度:	35°C
検 出 器:	EC 検出器 : UV 検出器 (220,250nm)
溶 離 液:	2.7mmol/l Na ₂ CO ₃ /0.3mmol/ NaHCO ₃
流 量:	1.5ml/min
注 入 量:	20 μl

〔報 文〕

毒物等混入食品に係る迅速分析法

—— イオンクロマトグラフィーによるアジ化ナトリウムの分析 ——

石川県保健環境センター食品薬品科学部 澤田 道和・大西 道代・中村 能則

キーワード：毒物 poisons, アジ化ナトリウム sodium azide, 牛乳 milk, お茶 tea, ジュース juice, イオンクロマトグラフィー ion chromatography, UV 検出器 UV detector

1 はじめに

平成10年にはヒ素入りカレー事件、アジ化ナトリウム(NaN_3)入りお茶事件やこれらを模倣した事件が全国的に多発し、これを契機として、健康危機管理の大切さが認識され、健康被害の発生防止、拡大防止、適切な治療の確保を目的として、施設や組織体制が整備されつつある。

当センターにおいても、平成11年度から毒物等の化学物質等による原因不明の食中毒事件・事故の発生等に備えて、正確で信頼性の高い迅速な試験方法を検討し、その中で NaN_3 について取り組んだ。

NaN_3 については、塩化第二鉄による吸光度法¹⁾、通気-イオンクロマトグラフィー²⁾、水蒸気蒸留-イオンクロマトグラフィー³⁾、誘導体化によるガスクロマトグラフ質量分析法⁴⁾等種々の分析法が報告されている。

今回、緊急時の試験検査手順として、まず試薬を用いて毒物を絞り込む簡易な定性試験と妨害となる物質を取り除く前処理を施し、その後、適切な試験機器を使用して迅速に定量する本格的な定量試験の二段構えの方法とした。

前処理等については、一度に持ち込まれる対象食品の性状や種類、それらの量などに応じて適切に対処する必要があり、更に時間的にも特殊な器具器材を調達することなく、日常業務で使用している器具器材等の活用という面を考慮した。簡易な定性試験として塩化第二鉄溶液による呈色試験、前処理として遠心分離後加圧ゲルろ過処理とやや複雑な二酸化硫黄等の試験に利用している改良ランキン法による通気蒸留装置による処理を、また、

本格的な定量試験としてECとUV検出器を併用したイオンクロマトグラフ(以下、ICと略す。)を用いてそれぞれ試験を実施したので、これらの検討結果について報告する。

2 実験方法

2.1 試薬

NaN_3 標準原液(1,000 $\mu\text{g}/\text{ml}$, N_3^- として646 $\mu\text{g}/\text{ml}$):和光純薬(株)製特級100mgを0.05mol/lNaOHで溶かし、100mlにした。

NaN_3 標準液:標準原液の適当量を0.05mol/lNaOHで希釈し、低濃度検量線用に0.5, 1, 5 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 、高濃度検量線用に20, 50, 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ の標準液を調製した。

2.2 試料

(1) 試料の選定

毒物等混入事件の発生状況⁵⁾によると混入食品の大部分は茶、清涼飲料水等の液状食品が多かったので、透明な茶(T)、混濁物を含むオレンジジュース(J)及び蛋白質、脂肪分等の有機物質が多い牛乳(M)の3品目を選んだ。

(2) NaN_3 添加試料の調製

ア NaN_3 添加試料原液(1,000 $\mu\text{g}/\text{ml}$, N_3^- として646 $\mu\text{g}/\text{ml}$):標準原液と同様に、 NaN_3 100mgをそれぞれの試料で溶かし、100mlに調製した。

なお、T、J及びMの試料のpHは、それぞれ5.9、3.7、6.7で、JのpHが低かった。そこで、予めNaOHでpH7.5に処理したJとpH3.7の無処理のJをそれぞれ用い、 NaN_3 添加試料原液を調製し、前者をJ-1、後者をJ-2とした。

Rapid Determination Method of Poisons in Food by Ion Chromatography — Sodium Azide—. by SAWADA Michikazu, OHNISHI Michiyo and NAKAMURA Yoshinori (Food and Drug Science Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

3 試験結果及び考察

3・1 FeCl₃solによる呈色試験

NaN₃の簡易定性試験としては、試料の入ったバイアル瓶中に酸を入れ、発生したHN₃をFeCl₃solで浸した濾紙の呈色度により判定する試験法⁴⁾が報告されている。

しかし、今回は簡便性と迅速性という点から、試料に直接FeCl₃solを加え、呈色の状態を観察する方法を検討した。

その結果、Tの全ての試料で黒褐色の沈殿を形成したが、NaN₃が50 µg/g以上あれば濃褐色を呈し、明瞭に判別でき、定性下限は50 µg/g付近と推定された。

Jの場合、緑褐色を呈し、いずれの試料でも褐色の程度を判別できなかった。

Mの場合、Tと同様に判別でき、定量下限は50 µg/g付近と推定された。

試料に直接FeCl₃solを滴下して呈色の状態を観察する簡易試験では、食品試料によって定性が可能なものと、そうでないものがあった。

3・2 CG処理

(1) 遠心分離器の回転数

T、J及びMの測定液を得るために、遠心分離器の回転数を3,000と10,000rpmに変え検討した。

TとJの試料については、特に回転数の違いによって固液分離の状態に著しい差はみられず、測定液が得られた。

Mについては、いずれの回転数でも遠心分離すると凝固してしまい上澄み液が得られなかった。そこでTとJについては、できるだけ固形物を除去するために回転数を10,000rpmで行うことにした。

(2) 除蛋白剤

Mの試料を、直接遠心分離すると凝固してしまい上澄み液が得られないので、表3の除蛋白剤をそれぞれ加えて検討した。ZnSO₄sol等の酸性の除蛋白剤では、透明な上澄み液が得られたがHN₃として揮散する恐れがあった。このためアルカリ性であるNaOHが、Mの除蛋白剤として好ましいと考えたが、CG処理による固液分離

が不十分で透明な上澄み液が得られなかった。そこで、除蛋白剤の中でZnSO₄solのpHは6.5(処理後の測定液pH4.5)で高いので、これをMの除蛋白剤として用いることにした。なお、ZnSO₄を使用した場合、N₃⁻のICによる測定時に、SO₄²⁻が妨害したり、またカラムの劣化が促進されることが危惧されたので、除蛋白後の測定液をBa(OH)₂solで処理しSO₄²⁻を除くことにした。

(3) 加圧限外ゲルろ過膜

濾液中の固形物を除去するには分画分子量(Mw)の小さい限外ゲルろ過膜を利用の方が機器分析には好ましいが、Mwの小さい限外ゲルろ過膜では濾過が長時間となり迅速性に欠けるという相反する面がある。

限外ゲルろ過膜としてMw10,000及び200,000について検討したところ、Tの場合はMwにさほど影響されず、約5分で測定液が得られた。JとMの場合はMw10,000の限外ゲルろ過膜でろ過すると、極少量のろ液しか得られず、ICの測定液として十分ではなかった。一方、Mw200,000ではろ過に30分以上かかったものの、ICによる測定のためのろ液が得られたので、以後の試験にはMw200,000の加圧ゲル濾過膜を用いることにした。

3・3 HP処理

NaN₃は酸性条件下では、HN₃を発生する⁴⁾という化学的特質を利用して、試料中の妨害物質を分離することとし、標準液及びMを用いて検討した。

(1) 捕集液及び通気量

標準液(20 µg/ml)5mlにリン酸(1+3)10mlを加え、窒素ガスの通気量を0.3、0.5又は0.7l/minに変えて標準液を加熱しながら10分間通気し、NaCO₃sol(ICの溶離液:pH10.5)又は0.05mol/lNaOH(pH11.0)5mlで発生ガスをトラップして、通気量と捕集液についてそれぞれ検討した。

その結果、捕集液がNaCO₃solの場合の捕集効率は、通気量の順に87.4、102、105%、NaOH溶液の場合は104、97.0、108%で大差がなかった(図3)。これらの結果から、捕集液は0.05mol/lNaOH5mlを用いることにした。

また、Mの場合、通気量が多くなると泡が多量に発生

表 3 除 蛋 白 剤

除 蛋 白 剤	除蛋白剤のpH	除蛋白後の牛乳のpH	遠 心 分 離 後 の 液 相			適 否
			上 層	中 層	下 層	
12%硫酸亜鉛溶液	6.5	4.5	透 明	—	白 い 塊	適
10%トリクロロ酢酸溶液	1	1	透 明	—	白 い 塊	やや適
1 mol/l 塩酸	1以下	1以下	半 透 明	—	白 い 塊	不 適
1 mol/l 水酸化ナトリウム	14	14	白 い 塊	半 透 明	白 い 塊	不 適

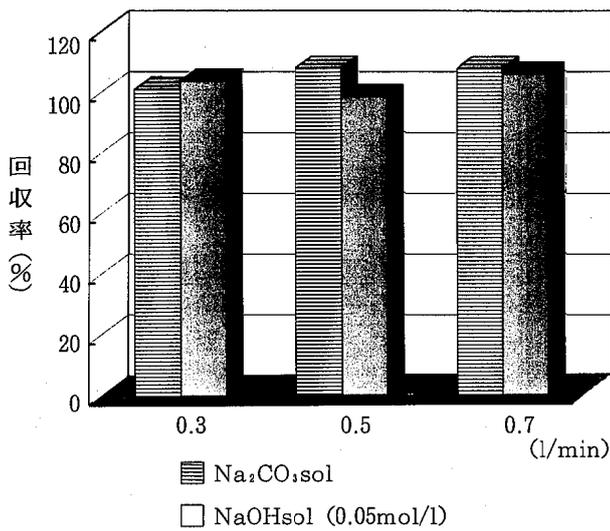


図3 通気ガス速度

し、捕集液に検液が流入する恐れがあったので、通気量は0.3l/minとし、装置の連結管をトラップ球付きのものに改良した。

(2) 酸の種類と濃度

Mの添加試料 (50 μg/ml) 5 ml に加える酸をリン酸 (1+3) 2 ml, リン酸 (1+3) 10ml, リン酸 (1+1) 10ml 又は硫酸 (1+1) 10ml にして、試料を加熱しながら0.3l/min で10分間加熱蒸留し、試料に加える酸の種類と濃度についてそれぞれ検討した。

リン酸 (1+3) 2 ml, リン酸 (1+3) 10ml, リン酸 (1+1) 10ml 及び硫酸 (1+1) 10ml を用いてそれぞれ試験したところ、回収率は、それぞれ88.8, 87.2, 89.8, 63.8%であった。

その結果、試料に加える酸は、亜硫酸塩類の試験に日常使用しているリン酸 (1+3) 10ml を用いることにした。

(3) 通気状態及び通気時間

Mの添加試料 (50 μg/ml) 5 ml にリン酸 (1+3) 10ml 加え、試料を加熱した場合と加熱しない場合について通気量を0.3 l/min で10分間又は20分間通気し、0.05mol/lNaOH (pH11.0) 5 ml で発生ガスをトラップし、試料の加熱の有無及び通気時間の長短についてそれぞれ検討した。

加熱しないで窒素ガスを10分間又は20分間通気して試験すると、回収率はそれぞれ31.3, 41.2%であった。

加熱しながら、同様に5,10又は20分間通気して試験すると、回収率はそれぞれ42.9, 87.2, 91.6%であった。

試料を加熱した場合、また窒素ガスの通気時間が長い場合に回収率が高くなった。

この結果、迅速性という面から、試料を加熱しながら

10分間通気蒸留することにした。

(4) 受器の数

Mの添加試料 (0.5~100 μg/ml : CASE 2 ~ 5) 5 ml に、リン酸 (1+3) 10ml を加え、試料を加熱しながら0.3l/min で10分間通気蒸留し、0.05mol/lNaOH (pH 11.0) 5 ml の入った受器を2個直列につないで、発生ガスの捕集について検討した。発生ガスを最初にトラップする受器をNO.1, 2個目の受器をNO.2とした。

CASE 2~4 の場合、受器 NO.1 の回収率は、6.0, 80.6, 90.2%, 受器 NO.2 は全て0.0%であった。CASE 2 の捕集率が低かったが、これはNaN₃ の添加が少量であったためと考えられた。

CASE 5 の場合、NO.1 受器の捕集率は、81.9%, NO.2 では0.6%であった。

この結果、試料中にNaN₃ が500 μg (100 μg/g, 5g) 以下で含まれる場合は、発生するHN₃ を捕集する受器は1個でよいが、それ以上含まれることもあるので、受器を2個連ねた。

3・4 CG-IC 法

(1) 回収率及び定量下限と上限

T と J の添加試料 (0.5~100 μg/ml : CASE-2 ~ 5) 5 ml を用い、CG-IC 法で測定し、EC と UV 検出器による定量下限と上限を検討した。

なお、Mについては、除蛋白の操作が複雑で時間がかかり、また以下で述べるように保持時間 (R.T) の再現性に問題があったので今回は検討しなかった。

EC と UV 検出器で測定した T と J の測定結果を表 4 に示した。

検出器を EC で測定した場合、T と J の試料では共に R.T 7 分付近に NaN₃ に相当する小さなピークが検出された。

回収率については、T の CASE 2 ~ 5 がそれぞれ78.9, 102, 104, 102%であった。T の定量下限はバックグラウンドの3倍の面積とし約2 μg/g, 定量上限はピークのテーリング状態から約100 μg/g とした (図4)。

J については、pH をアルカリ性にした J-1 の CASE 2 ~ 5 の回収率は、それぞれ10.4, 118, 99.4, 90.7%, 酸性試料の J-2 がそれぞれ17.3, 2.7, 6.5, 5.8%であった。J-1 の CASE-2 の回収率が低かったのは添加量が2.5 μg と少量であったためで、J-2 の場合は、試料が酸性のため NaN₃ が揮散したと考えられた。酸性の検体はアルカリ性にして保管する必要があると思われた。また、J の定量下限は、J-2 の CASE-2 の測定結果から約5 μg/g, 定量上限は T の場合と同様に約100 μg/g であった (図5)。

検出器を UV 波長220nm で測定した場合、T について

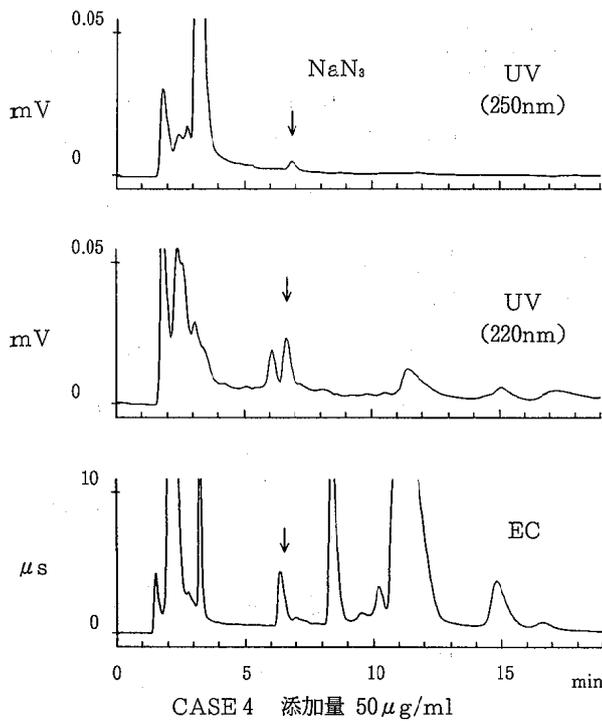


図6 ジュース (CG法)

は、ベースラインはEC検出器で測定した場合より平坦で、NaN₃を妨害するピークは検出されなかった。CASE 2～5の添加試料の回収率はそれぞれ100, 105, 91.2, 101%であった。また、Tの定量下限は約0.5 μg/g、定量上限は約100 μg/gであった。

Jについては、NaN₃の近傍に妨害ピークがみられ、CASE 2～5の添加試料の回収率は、J-1がそれぞれ50.4, 80.9, 85.0, 84.7%、J-2が全て0.0%であった。J-2の回収率が低かったのは、EC検出器の場合と同様の理由であった。J-1のCASE-2の回収率が異常に高かったのは、NaN₃の近傍の妨害ピークの影響と考えられた(図6)。Jの定量下限は、J-1のCASE-2の測定結果から約5 μg/g、定量上限はTの場合と同様に約100 μg/gであった。

UV検出器を波長250nmで測定した場合、TとJのベースラインは220nmにおける測定よりも更に平坦で、NaN₃の妨害ピークがなかったが、感度が悪く、そのため検出限界が高くなり、TとJ共にCASE 2の添加試料を定量できなかった。

回収率は、TについてCASE 3～5がそれぞれ122, 96.4, 92.2%、J-1については同様に89.2, 86.8, 77.5%、J-2については全て0.0%であった。

UV250nmにおけるTとJの定量下限は約5 μg/g、定量上限は約100 μg/gであった(図7)。

(2) 保持時間の再現性

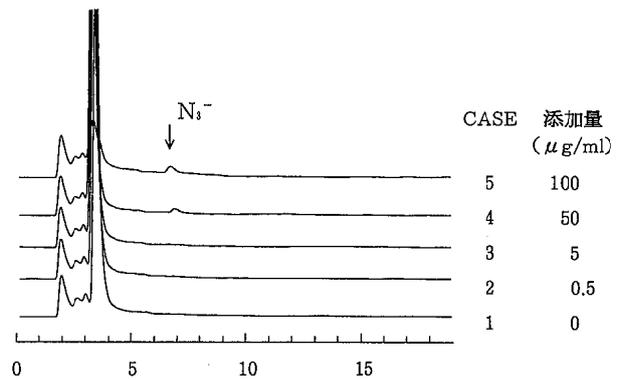


図7 ジュース pH 7.5 (CG法: UV250nm)

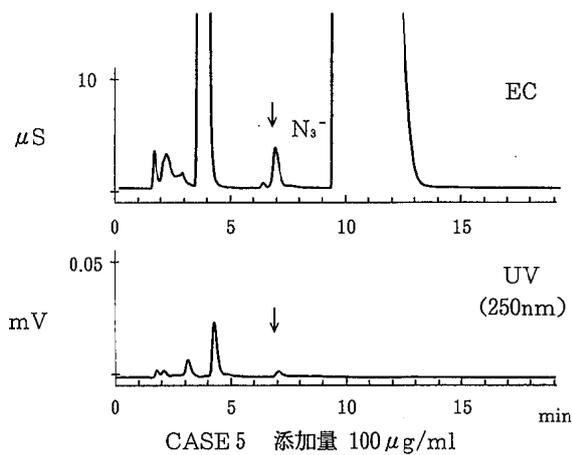


図8 牛乳 (CG法: EC&UV(250nm))

ICにより連続的に測定しているとR.Tが短くなり再現性が悪くなった。これは試料がTの場合はほとんど見られなかったが、Jの場合はR.Tが0.21～0.73min速まり、Mの場合も同様であった(表5, 図5)。

このため、N₃⁻のR.Tと似ているNO₃⁻をN₃⁻と誤認する恐れが生じた(図4, 5, 8)。そこで、EC及びUV 220nmと250nmにおけるN₃⁻とNO₃⁻の感度を測定したところ、ピーク面積が表6に示したように大きく異なることから、ECとUV検出器による併行測定により、これらのピーク面積比を求めることにより、検出されたピークがN₃⁻か確認でき、データの信頼性が高められると考えられた。

3・5 HP-IC法

(1) 定量下限及び上限

CG-IC法で測定が困難であったMの添加試料(0.5～100 μg/ml: CASE-2～5) 5mlを用い、ECとUV検出器による定量下限と上限をまず検討した。

これらの測定結果を表7に示した。

EC検出器により測定すると、図7に示したCG-IC法

表 4 NaNO₂ の定量下限及び上限 (CG-IC 法)

測定法	試料名	NaNO ₂ 添加量	CASE-1 (0 μg/ml)	CASE-2 (0.5 μg/ml)	CASE-3 (5 μg/ml)	CASE-4 (50 μg/ml)	CASE-5 (100 μg/ml)	
EC	茶 (T)	ピーク面積	661,000	1,016,000	5,912,000	63,520,000	122,725,000	
		ピーク面積 (ブランク差し引き後)	0	355,000	5,250,000	62,858,000	122,063,000	
		回収率	—	79.1%	102.3%	103.7%	102.0%	
	ジュース J-1 (pH 7.5)	ピーク面積	502,000	549,000	6,549,000	60,742,000	108,957,000	
		ピーク面積 (ブランク差し引き後)	0	47,000	6,047,000	60,239,000	108,454,000	
		回収率	—	10.5%	117.9%	99.4%	90.7%	
	ジュース J-2 (pH 3.7)	ピーク面積	307,000	385,000	443,000	4,241,000	7,198,000	
		ピーク面積 (ブランク差し引き後)	—	78,000	136,000	3,934,000	6,891,000	
		回収率	—	17.4%	2.7%	6.5%	5.8%	
	標準液	ピーク面積	—	449,000	5,131,000	60,590,000	119,638,000	
	UV-220nm	茶 (T)	ピーク面積	—	2,500	35,800	364,500	797,500
			回収率	—	100.0%	105.3%	91.2%	100.7%
ジュース J-1 (pH 7.5)		ピーク面積	—	12,600	27,500	339,500	670,900	
		回収率	—	504.0%	80.9%	85.0%	84.7%	
ジュース J-2 (pH 3.7)		ピーク面積	—	—	—	—	—	
		回収率	—	—	—	—	—	
標準液		ピーク面積	—	2,500	34,000	399,600	791,700	
UV-250nm		茶 (T)	ピーク面積	—	—	7,900	66,500	125,700
	回収率		—	—	121.5%	96.4%	92.2%	
	ジュース J-1 (pH 7.5)	ピーク面積	—	—	5,800	59,900	105,700	
		回収率	—	—	89.2%	86.8%	77.5%	
	ジュース J-2 (pH 3.7)	ピーク面積	—	—	—	—	—	
		回収率	—	—	—	—	—	
	標準液	ピーク面積	—	—	6,500	69,000	136,400	

(注) 一印はピークが検出されなかったことを示す。

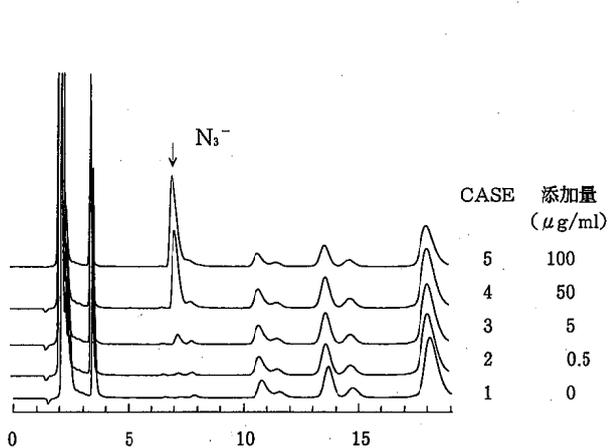


図4 茶 (CG法: EC)

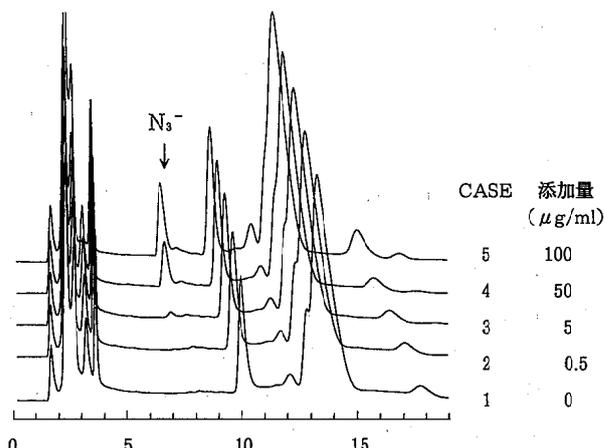


図5 ジュース pH 7.5 (CG法: EC)

表 5 NaN_3 の保持時間 (CG-IC 法)

測定法	試料名	CASE-1 (0 $\mu\text{g/ml}$)	CASE-2 (0.5 $\mu\text{g/ml}$)	CASE-3 (5 $\mu\text{g/ml}$)	CASE-4 (50 $\mu\text{g/ml}$)	CASE-5 (100 $\mu\text{g/ml}$)
EC	茶 (T)	7.27	7.30	7.27	7.13	7.02
	標準液の R.T との差	—	0.12	0.10	0.03	-0.06
	ジュース J-1 (pH7.5)	7.17	6.97	6.82	6.55	6.35
	標準液の R.T との差	—	-0.21	-0.35	-0.55	-0.73
	ジュース J-2 (pH3.7)	7.20	7.03	6.83	6.70	6.55
	標準液の R.T との差	—	-0.15	-0.34	-0.40	-0.53
	標準液	—	7.18	7.17	7.10	7.08
UV220nm	茶 (T)	—	7.43	7.40	7.28	7.22
	標準液の R.T との差	—	0.02	-0.05	-0.19	-0.13
	ジュース J-1 (pH7.5)	—	7.57	6.88	6.63	6.40
	標準液の R.T との差	—	0.16	-0.57	-0.84	-0.95
	ジュース J-2 (pH3.7)	—	—	—	—	—
	標準液の R.T との差	—	—	—	—	—
	標準液	—	7.41	7.45	7.47	7.35
UV250nm	茶 (T)	—	—	7.50	7.42	7.32
	標準液の R.T との差	—	—	0.03	0.02	-0.06
	ジュース J-1 (pH7.5)	—	—	7.08	6.83	6.63
	標準液の R.T との差	—	—	-0.39	-0.57	-0.75
	ジュース J-2 (pH3.7)	—	—	—	—	—
	標準液の R.T との差	—	—	—	—	—
	標準液	—	—	7.47	7.40	7.38

(注) 一印はピークが検出されなかったことを示す。

表 6 測定波長によるピーク面積 ($\times 10^3$)

検出器	NaN_3	NO_3^-	$\text{NaN}_3/\text{NO}_3^-$
EC (A)	61,170	206,200	0.297
UV(220nm : B)	413	4,190	0.099
UV(250nm : C)	61.5	26	2.37
比 (A/C)	995	7,930	—
比 (B/C)	6.72	161	—

(注) 濃度 : 50 $\mu\text{g/ml}$

によるイオンクロマトグラムの場合のような Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- 等の妨害ピークも検出されず、ほとんど N_3^- のピークだけの平坦なベースラインであった (図9)。CASE 2 ~ 5 の M の添加試料の回収率は、それぞれ46.0,

80.6, 90.3, 81.9%であった。

これらの結果、EC 検出器による M の定量下限は、約 5 $\mu\text{g/g}$ 、定量上限は約 100 $\mu\text{g/g}$ であった。

検出器を UV 波長 250nm で測定した場合、EC 検出器で測定したイオンクロマトグラムと同様、ほとんど N_3^- ピークだけの平坦なベースラインであった (図10)。CASE 3 ~ 5 の M の添加試料の回収率は、それぞれ49.4, 95.2, 84.3%であった。CASE 2 の 0.5 $\mu\text{g/g}$ の添加試料はこの波長では感度が悪く定量できなかった。

これらの結果から、UV250nm における M の定量下限は、約 10 $\mu\text{g/g}$ 、定量上限は約 100 $\mu\text{g/g}$ であった。

なお、T と J の添加試料 (50 $\mu\text{g/ml}$: CASE-4) 5 ml についても測定したが、ほとんど N_3^- のピークだけの M の場合と同様のイオンクロマトグラムであり、検出

器がECの場合の回収率は、87.4、91.7%であった。TとJの定量下限と上限はMの場合と同様と考えられた。

検出器をUV波長220nmで測定した場合については、今回検討しなかった。しかし、EC検出器の測定結果からもHP処理の測定液中には N_3^- のピークを妨害する物質がみられないことから、UV220nmにおける定量下限は、3・4(1)におけるTの定量下限約0.5 $\mu\text{g/g}$ と同程度

と推定された。

(2) 保持時間の再現性

HP-IC法で測定液を連続的に試験しても、R.Tの再現性がよく、また分析時間は約30分であった(表8、図9、10)。

これらの結果から、HP-IC法は、CG-IC法よりデータの信頼性と迅速性の両面から優れていることが分かった。

表 7 NaN_3 の定量下限及び上限 (HP-IC法)

測定法	試料名	NaN_3 添加量	CASE-1 (0 $\mu\text{g/ml}$)	CASE-2 (0.5 $\mu\text{g/ml}$)	CASE-3 (5 $\mu\text{g/ml}$)	CASE-4 (50 $\mu\text{g/ml}$)	CASE-5 (100 $\mu\text{g/ml}$)
EC	牛乳 (M)	ピーク面積	981,000	1,229,000	5,464,000	55,857,000	102,345,000
		ピーク面積 (ブランク差し引き後)	—	248,000	4,483,000	54,876,000	101,364,000
		回収率	—	46.0%	80.6%	90.3%	81.9%
	標準液	ピーク面積	—	539,000	5,565,000	60,804,000	123,764,000
UV 250 nm	牛乳 (M)	ピーク面積	—	—	3,000	60,000	107,000
		ピーク面積 (ブランク差し引き後)	—	—	3,000	60,000	107,000
		回収率	—	—	49.4%	95.2%	84.3%
	標準液	ピーク面積	—	—	6,070	63,000	127,000

(注) —印はピークが検出されなかったことを示す。

表 8 NaN_3 の保持時間 (HP-IC法)

測定法	試料名	CASE-1 (0 $\mu\text{g/ml}$)	CASE-2 (0.5 $\mu\text{g/ml}$)	CASE-3 (5 $\mu\text{g/ml}$)	CASE-4 (50 $\mu\text{g/ml}$)	CASE-5 (100 $\mu\text{g/ml}$)
EC	牛乳 (M)	7.17	7.23	7.17	7.07	7.03
	標準液の R.Tとの差	—	0.06	-0.03	0.04	0.10
	標準液	—	7.17	7.20	7.03	6.93
UV 250 nm	牛乳 (M)	—	—	7.50	7.38	7.33
	標準液の R.Tとの差	—	—	0.05	0.06	0.11
	標準液	—	—	7.45	7.32	7.22

(注) —印はピークが検出されなかったことを示す。

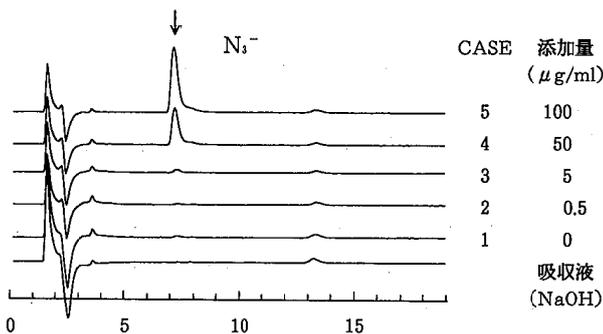


図9 牛乳 (HP法: EC)

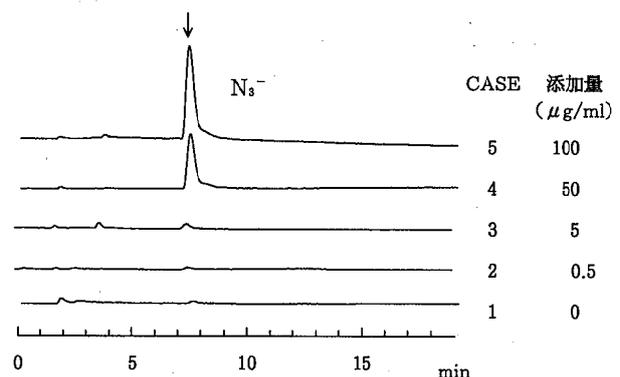


図10 牛乳 (HP法: UV250nm)

また、この方法は固形状食品中の NaN_3 の試験にも適用できると考えられた。

(3) 酸性条件下での揮散

pHを調整しなかった J-2 の NaN_3 添加試料を、CG-IC法で試験すると CASE 2~5 のいずれから NaN_3 がほとんど回収されず、添加試料が酸性のため NaN_3 が HN_3 として揮散したと考えられた。

そこで、Mの添加試料(50 $\mu\text{g}/\text{ml}$: CASE-4) 5 ml を用いて、リン酸(1+3)を10ml加え、加えた直後、実験室内(5~20°C)に3時間放置後及び19時間放置後に、それぞれHP-IC法のEC検出器により測定した。これらの回収率はそれぞれ87.2, 68.9, 53.8%であった。

その結果、 NaN_3 は酸性液中で HN_3 として直ちに揮散するのではなく、時間が経つにつれて徐々に揮散し減少することが分かった。

4 ま と め

(1) 試料に直接 FeCl_3 sol を加える簡易定性試験では、T(茶)とM(牛乳)中の NaN_3 の定性下限は約50 $\mu\text{g}/\text{g}$ であった。

J(ジュース)では、緑褐色を呈し NaN_3 の判別が困難であった。

食品によっては、この方法で定性が可能なものと、そうでないものがあった。

(2) CG-IC法(遠心分離加圧ゲルろ過-イオンクロマトグラフィー)では、TについてはR.T(保持時間)が再現性良く試験できた。一方、JやMについては、他のイオンにより NaN_3 のR.Tが変化し再現性が悪く、ECとUV検出器(220nm, 250nm)による併行試験により測定されたそれぞれのピーク面積比から NaN_3 を同定する必要があった。

(3) CG-IC法による定量下限は、食品の種類や測定機器により若干異なった。

Tの定量下限は、EC検出器では約2 $\mu\text{g}/\text{g}$ 、UV検出

器の220nmでは約0.5 $\mu\text{g}/\text{g}$ 、250nmでは約5 $\mu\text{g}/\text{g}$ であった。

Jの定量下限はいずれの検出器でも、約5 $\mu\text{g}/\text{g}$ であった。

TとJの定量上限は、共に検出器にかかわらず約100 $\mu\text{g}/\text{g}$ であった。

(4) HP-IC法(加熱通気蒸留-イオンクロマトグラフィー)では、CG-IC法の場合のような Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 等ピークが検出されず、ほとんど N_3^- ピークだけの平坦なベースラインであり、また分析時間の迅速性という面からもCG-IC法より優れていた。

(5) HP-IC法によるMの測定では、ECとUV検出器共に定量下限は約5 $\mu\text{g}/\text{g}$ 、定量上限は約100 $\mu\text{g}/\text{g}$ であった。

(6) NaN_3 は酸性液中で HN_3 として直ちに揮散するのではなく、試料液中の NaN_3 は時間が経つにつれて徐々に揮散し減少した。

文 献

- 1) 金並和重, 局 伸男, 後藤成一, 藤井幹久, 神田尚徳: 大分県衛生環境研究センター年報, 26, 60-62 (1998)
- 2) 大島晴美, 上野英二, 斉藤 薫, 加賀美忠明: 日本食品衛生学会第77回学術講演要旨集, p28 (1999)
- 3) 藤田久雄, 毛利孝明, 西岡千鶴, 吉田明美, 砂古口博文, 黒田弘之: 第36回全国衛生化学技術協議会年会講演集, p82 (1999)
- 4) 日本薬学会衛生薬学委員会: 日本薬学会第120年会公衆衛生協議会資料, 14-17 (2000)
- 5) 植村隆元, 後藤良三: 混入毒劇物の迅速測定法と人体中毒症状, p6, (株)サイエンスフォーラム, 東京 (1999)
- 6) 厚生省生活衛生監修: 食品衛生検査指針, (株)日本食品衛生協会 (1989)

〔報 文〕

食品中に混入したパラコート及びジクワットの迅速分析法について

石川県保健環境センター食品薬品科学部 砺波 和子

キーワード：食品混入，パラコート，ジクワット，迅速分析

1 はじめに

1998年7月に発生した和歌山毒物混入カレー事件を発端として、社会的不安をかき立てるような毒物混入事件が多発した。このような突発的に発生する毒物等混入事件の被害拡大防止や適切な初期治療、県民の不安の解消のためには、原因物質を迅速かつ正確に解明することが重要であり、日頃から、事故・事件の発生の可能性を想定しての迅速分析法を確立しておくことが大切である。そこで、今年度より、過去の中毒事例を参考に分析対象物質を選定し、食品中に混入した毒物等の分析法の検討を行い、緊急時に対応できる分析体制を整備することとした。

本報で対象としたパラコート、ジクワットは農薬の中でも致死率は高く、普及し始めた1980年代に比べると事故件数は減少しつつあるとはいえるものの、依然として重要な農薬中毒原因物質の一つにあげられている¹⁾。

パラコート、ジクワットはアルキルジピリジウム塩系の非ホルモン型の接触性除草剤である。パラコートは単剤として広く使用されてきたが、その毒性の強さから、1987年以降、ジクワットとの混合製剤に切り替えられた²⁾。したがって、食品に混入された場合、両者が同時に検出される可能性が高い。

パラコート、ジクワットの分析方法としては尿、血液等の生体試料を対象としたガスクロマトグラフ法、高速液体クロマトグラフ法、比色法等^{3)~6)}が報告されている。そこで、これらの方法を応用し、食品に混入したパラコート、ジクワットのスクリーニング試験及び高速液体クロマトグラフ法による同時定量のための測定条件、検液調製方法の検討を行った。また、角田ら⁷⁾はGC-MSによる混合製剤中のパラコート、ジクワットの同時分析

を報告しているため、その方法が食品中に混入したパラコート、ジクワットの同定方法として応用可能かどうか、さらに迅速化を図るための操作時間の短縮化を検討した。

2 実験方法

2・1 標準品及び試薬

(1) 標準品

パラコート、ジクワットはジーエルサイエンス社製農薬標準品を用いた。

(2) 試薬

過塩素酸は有害金属測定用、1-ヘキサンスルホン酸ナトリウムはイオンペアクロマトグラフ用、テトラヒドロほう酸ナトリウムは化学用、アセトニトリル、メタノールは高速液体クロマトグラフ用、酢酸エチルは残留農薬測定用、ヒドロサルファイトナトリウム、トリエチルアミン、炭酸カリウム(無水)、リン酸は試薬特級、塩化ニッケル(Ⅱ)は試薬一級を用いた。

2・2 標準原液等の調製

(1) 標準原液及び標準溶液

パラコート40mg、ジクワット80mgを精秤し、水に溶かして20.0mlとし、標準原液とした。この標準原液を適宜分取し、過塩素酸及び水により希釈し標準溶液を調製した。

(2) 試液

1%ヒドロサルファイトナトリウム液：ヒドロサルファイトナトリウム1gを0.1N-水酸化ナトリウム溶液に溶かして100mlとした。

2・3 使用食品

液状食品(市販の茶、オレンジジュース、牛乳)

2・4 添加試料の調製

パラコート、ジクワットの一日内摂取許容量(ADI)は

Rapid Analysis of Paraquat and Diquat in Food Products. by TONAMI Kazuko (Food and Drug Science Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

表 1 試験試料の調製

試験試料	濃 度	調 製 方 法	備 考
A	パラコート200ppm ジクワット400ppm	標準原液1.0mlを食品に加え10.0mlとした。	食品100mlに最大無作容量が混入したことを想定
B	パラコート20ppm ジクワット40ppm	標準原液を水で10倍希釈し、その1.0mlを食品に加え10.0mlとした。	食品100mlに最大無作用量の1/10量が混入したことを想定

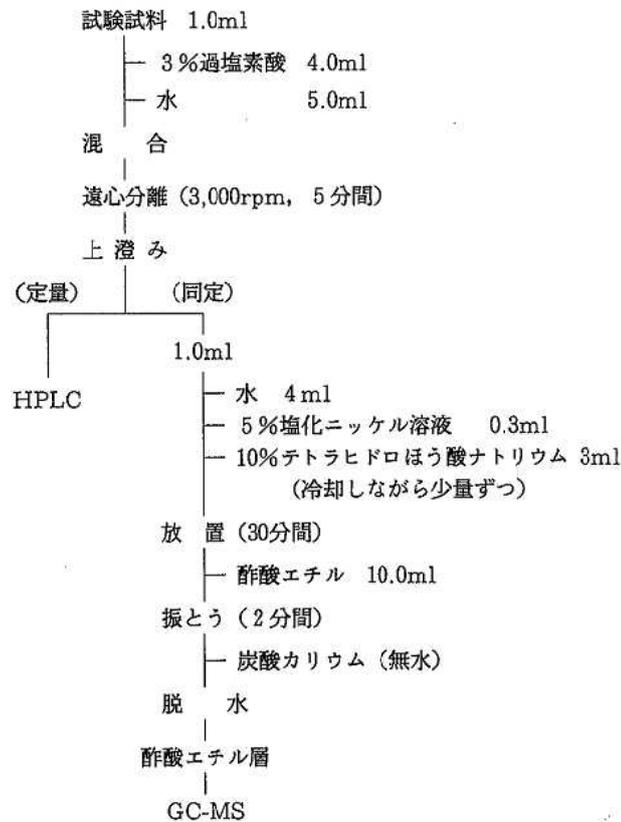


図1 分析方法のフロー

それぞれ0.004mg/kg/日, 0.008mg/kg/日であり⁸⁾, 成人(体重 50kg)のADIは, パラコート0.2mg/日, ジクワット0.4mg/日となる。一般的に, ADIは最大無作用量の1/10とされているので, パラコート, ジクワットの最大無作用量は成人で20mg, 40mgとなる。

今回, 最大無作用量及びその1/10の量を一度に摂取することを想定し, 表1に示す2種類の濃度の試験試料(A, B)を調製した。

2・5 試験方法

(1) 定性試験

2.4で調製した試験試料1mlを試験管にとり, 水を加えて10mlとし, 次に1%ヒドロサルファイトナトリウム液1mlを加え試験溶液とした。1%ヒドロサルファイトナトリウム液の代わりに0.1N-水酸化ナトリウム溶液を加えたものを対照液とし, 液の色を観察した。

(2) 定量及び同定試験

2・4で調製した試験試料を1.0mlずつ分取し, これに3%過塩素酸溶液4.0ml, 水5.0mlを加えてよく混和し, 遠心分離(3,000rpm, 5分間)後, 上澄みをHPLC測定用検液とした。ただし, 茶については混濁しなかったため遠心分離操作は省略した。

また, HPLC測定用検液1.0mlに水4mlを加え, これに5%塩化ニッケル溶液0.3mlを加えた。次に, 水冷しながら10%テトラヒドロほう酸ナトリウム3mlを少しづつ加え, 30分間放置した。これに酢酸エチル10.0mlを加え, 2分間振とうし, 酢酸エチル層を炭酸カリウム(無水)少量で脱水しGC-MS測定用検液とした(図1)。

2・6 装置及び測定条件

表2及び表3に示したとおりである。

表2 HPLC装置及び測定条件

機種	島津 LC-9A
カラム	L-column ODS 4.6mm φ×25cm
移動相	トリエチルアミン・リン酸試液: アセトニトリル (95:5) トリエチルアミン・リン酸試液 トリエチルアミン4.5mlを水425mlに加え, リン酸でpHを2.5に調整し, 1-ヘキサンスルホン酸ナトリウム1.4gを加え溶解し, 水で500mlとする。
測定波長	290nm
流速	0.5ml/min
カラム温度	40°C
注入量	10μl

表3 GC-MS装置及び測定条件

機種	島津 GC-17A PARVUM QP5000
カラム	DB-1(0.32mm φ×30m, 膜厚0.25μm)
カラム温度	60°C(2min)→4°C/min→140°C→20°C/min→280°C(3min)
注入口温度	280°C
インターフェース温度	250°C
キャリアーガス	ヘリウム
カラムヘッド圧	50kPa
イオン化法	EI
イオン化電圧	70eV
測定モード	Scan
注入量	1μl
注入方法	スプリットレス

表 4 ハイドロサルファイトによる呈色

試験試料	食 品		茶		ジ ュ ー ス		牛 乳	
	I	II	I	II	I	II	I	II
試験試料A	濃赤褐色	非常に濃い青緑色	非常に濃い青緑色	非常に濃い青緑色	黄色がかかった濃青色	濃青色		
試験試料Aを10倍希釈	黄 色	青緑色	黄色(放置後青緑色)	青緑色	黄 色	青緑色		
試験試料B	赤褐色	青緑色	黄緑色	黄緑色	青 色	青 色		
試験試料Bを10倍希釈	淡褐色	薄い青緑色	淡黄色	薄い青緑色	やや黄味を帯びる	薄い青緑色		

注) I : 0.1N-水酸化ナトリウム液 1 ml を添加
 II : 1%ハイドロサルファイトナトリウム液 1 ml を添加

表 5 検 液 調 製 方 法

方法①	試験試料1.0ml に水を加え10ml に定容→メンブランフィルターろ過
方法②	試験試料1.0ml に3%過塩素酸4.0ml, 水5.0ml を加え混和→遠心分離→上澄み
方法③	試験試料1.0ml に3%過塩素酸4.0ml, 水5.0ml, ジクロロメタン5 ml を加え振とう→遠心分離→上層
方法④	試験試料0.5ml に水2 ml を加え、10%炭酸ナトリウム溶液でpH11に調整→Sep-Pak plus C ₁₈ (水5 ml, メタノール5 ml, 水10ml でコンディショニング) に負荷→洗浄 (水3 ml, メタノール3 ml, 水5 ml) →溶出(0.1N-塩酸5 ml)→水で10ml 定容

3 結果及び考察

3・1 ハイドロサルファイト反応による定性試験

アルカリ性でハイドロサルファイトを加えると還元され、パラコートは青色、ジクワットは緑色を呈する³⁾。

この原理を利用して、尿中パラコートの緊急検査法が報告されている⁶⁾。そこで、この方法が食品中のパラコート、ジクワットの定性試験に適用できないかを検討した。その結果、表4に示すように、茶については適用可能であったが、オレンジジュースについては試験試料Aで試験溶液、対照液ともに濃い青緑色、試験試料Bで黄緑色、茶は試験試料Bで両液とも青色を呈し判別が難しかった。しかし、水で10倍希釈することにより、いずれの食品も、また、試験試料A、Bともに判別が可能となった。

3・2 HPLC による定量の検討

(1) HPLC 条件の検討

カラムと移動相については、パラコート、ジクワットが第4級アンモニウム塩であるため、イオン対クロマトグラフィーを用いることとし、表2に示す移動相でTSK-GEL ODS 80T_M及びL-column ODSの2種類のカラムにおけるピーク出現状況を調べた。その結果、後者のカラムでパラコート、ジクワットのピークが完全に分離したので、L-column ODSを用いることとした。

また、測定波長については、パラコートは257nm付近

に、ジクワットは313nm付近に最大吸収を有するが⁹⁾、同時分析を行うために、両者ともに同程度の感度を得られる290nmを測定波長とした。標準溶液及びHPLC測定用検液のクロマトグラムを図2に示す。

(2) HPLC 用検液調製方法の検討

食品に含まれる物質の分析では、食品中の妨害成分の除去が重要である。しかも、緊急時には短時間での検液の調製が要求される。そこで、表5に示す4通りの方法で検液を調製し、妨害物質の除去及び回収率を調べた。妨害物質の除去については、方法①を用いた牛乳の検液(不透明)を除いては、クロマトグラム上妨害ピークもなく良好であった。また、回収率は、方法①を用いた茶(試験試料B)ではパラコート11%、ジクワット0%と低かったが、他の3方法についてはいずれの食品も55~117%の範囲であった(表6)。したがって、今回使用した食品では、方法②、③、④いずれの方法も適用可能と思われたが、処理時間が10分程度と短く、操作も簡便な方法②及び③のうち、脂溶性成分除去の必要性のない方法②を用いることとした。方法②による繰返し試験における回収率は、パラコート93.1~103.3% (標準偏差0.3~3.7)、ジクワット89.9~102.9% (0.6~6.3)と良好であった(表7)。

なお、図3に検量線を示したが、水溶液と過塩素酸溶液(HPLC測定用検液と同濃度)では、過塩素酸溶液の方が水溶液より2倍程度感度が高かったので、定量に用いる標準溶液は過塩素酸溶液を用いることとした。

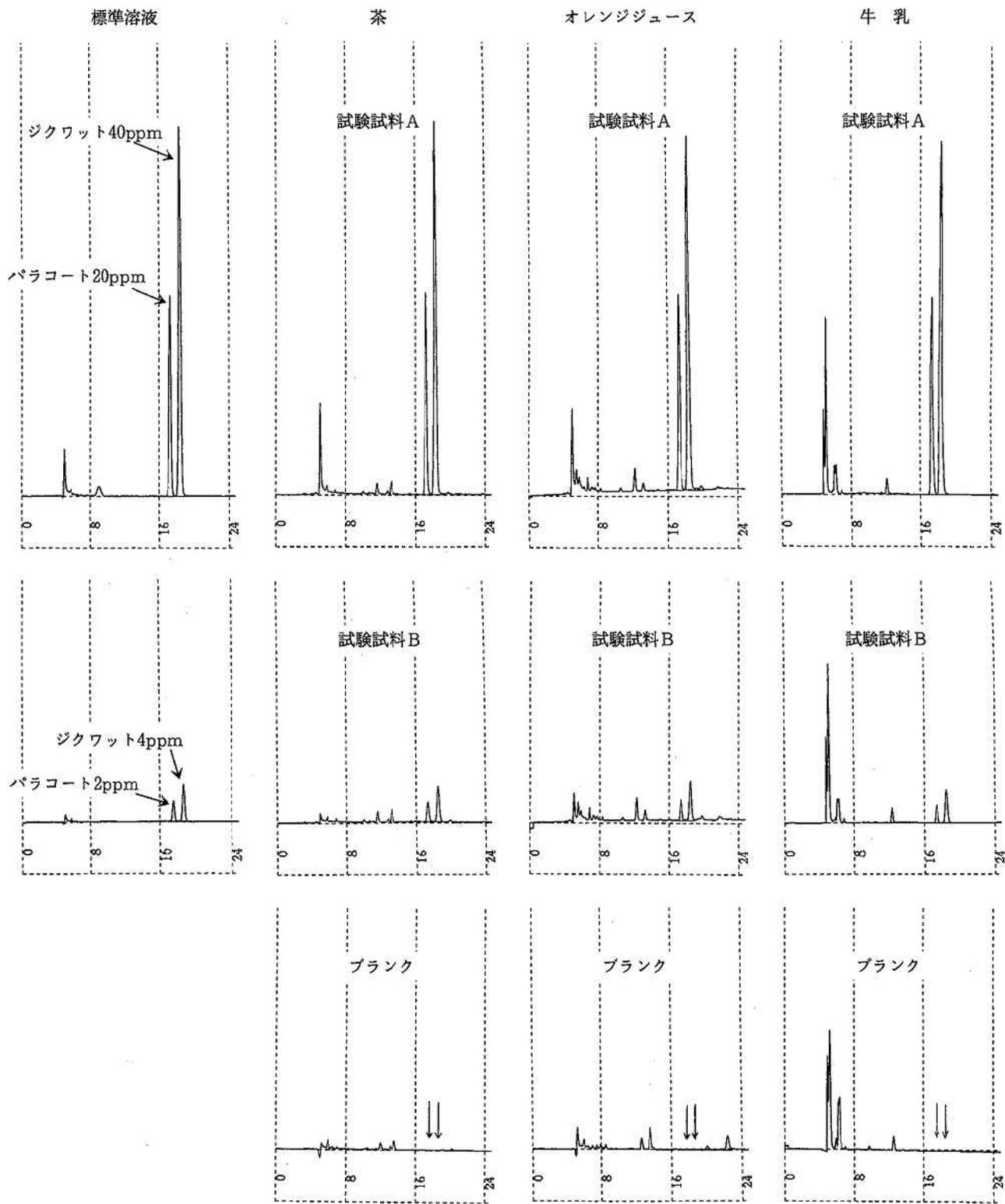


図 2 標準溶液及び検液の HPLC クロマトグラム

3・3 同定方法の検討

角田ら⁷⁾は、バラコート、ジクワットを揮発性の還元体とするための還元処理時間を 1 時間、還元体の抽出をジェチルエーテル 5 ml で 4 回行い、溶媒留去後酢酸エ

チルに溶解して GC-MS 測定を行っている。そこで、必要な還元処理時間と抽出方法の簡便化について検討を行った。

まず、バラコート、ジクワットの還元体生成のための

表6 検液調製方法別回収率

食品	調整方法	試験試料	回収率 (%)	
			パラコート	ジクワット
茶	①	A	75.9	89.2
		B	11.3	0.0
	②	A	97.1	99.5
		B	90.0	97.4
	③	A	97.5	100.4
		B	90.1	95.3
	④	A	92.0	68.9
		B	70.8	54.5
ジュース	①	A	75.6	125.3
		B	116.5	119.2
	②	A	97.8	100.0
		B	94.7	103.1
	③	A	98.5	100.3
		B	90.5	98.2
	④	A	90.4	92.0
		B	78.0	78.8
牛乳	①	A	測定不可	測定不可
		B	測定不可	測定不可
	②	A	98.2	99.5
		B	92.5	98.8
	③	A	97.2	99.5
		B	92.7	97.5
	④	A	92.8	96.4
		B	65.0	69.0

表7 検液調製方法②による平均回収率 (n=5)

食品	試験試料	パラコート		ジクワット	
		回収率 (%)	S.D.	回収率 (%)	S.D.
茶	A	100.6	0.29	100.7	0.55
	B	97.7	1.41	99.0	2.01
ジュース	A	103.3	3.49	102.9	2.43
	B	99.0	3.27	101.6	2.29
牛乳	A	98.0	3.67	95.7	6.32
	B	93.1	3.03	89.9	5.58

必要時間を検討したところ、パラコートの還元率は10分で41%、20分で70%、30分で80%、40分で95%、ジクワットのそれは10分で42%、20分で100%であった。また、還元体の抽出については、酢酸エチル10.0mlの1回抽出でパラコート、ジクワットともに80%以上を回収できた。そこで、試験試料A及びBを用いて、30分間還元を行い、酢酸エチル10.0mlで1回抽出しGC-MS測定を行ったところ、図4（試験試料Aのみ掲載）に示すようにいずれの食品についても同定が可能であったので、同定方法として図1に示す方法を用いることとした。

4 ま と め

茶、オレンジジュース、牛乳を用いてパラコート、ジクワットが混入した場合を想定した迅速分析法の検討を行ったところ、次のような結果が得られた。

(1) ハイドロサルファイトによる定性試験は、食品の色や成分等の影響を除くため、添加試料を水で10倍希釈

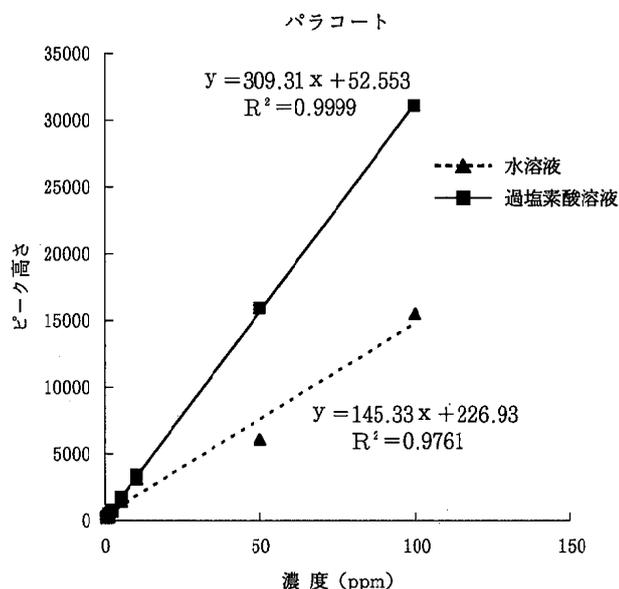
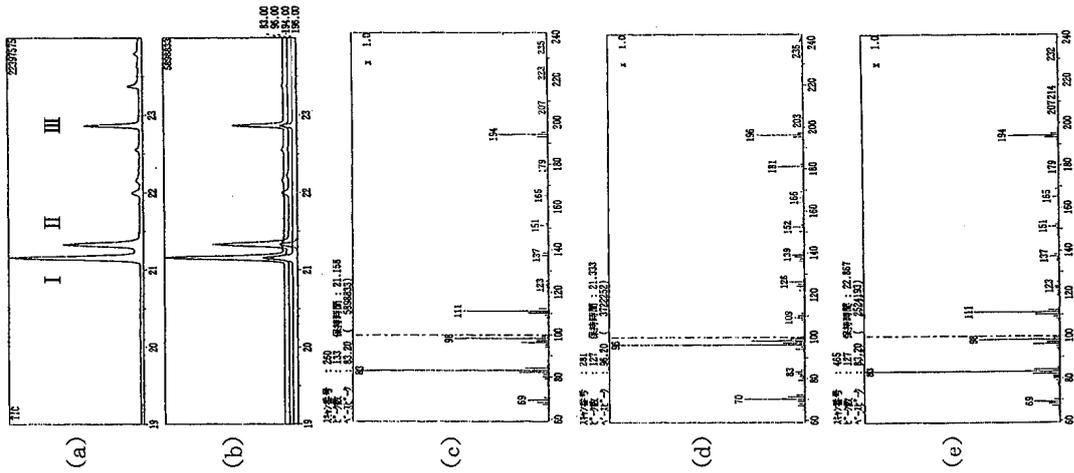
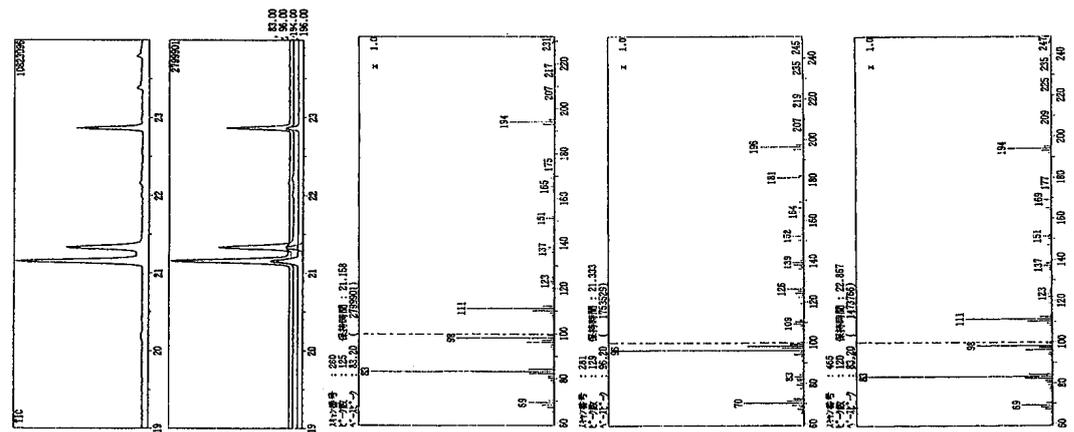


図3 パラコート、ジクワット検量線 (HPLC)

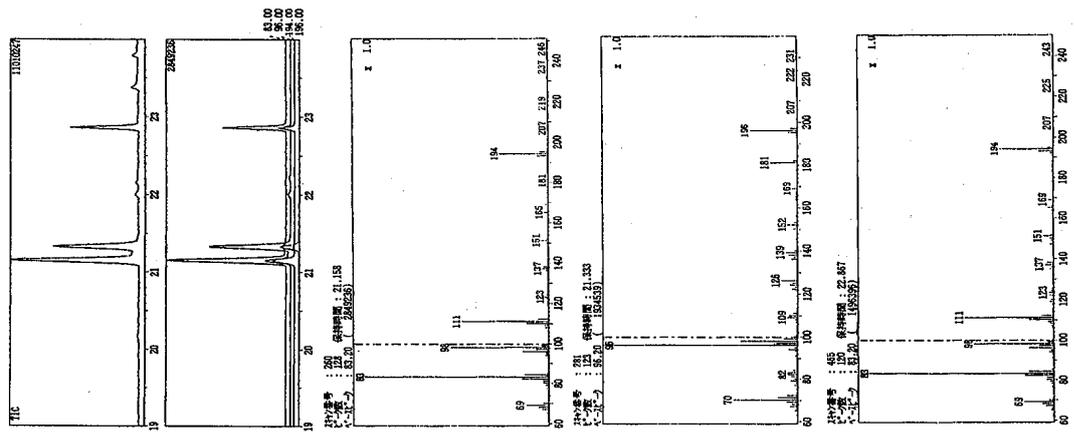
標準溶液
(バラコート 2ppm, ジクワット 4ppm)



茶
(試験試料 A)



オレンジユース
(試験試料 A)



牛乳
(試験試料 A)

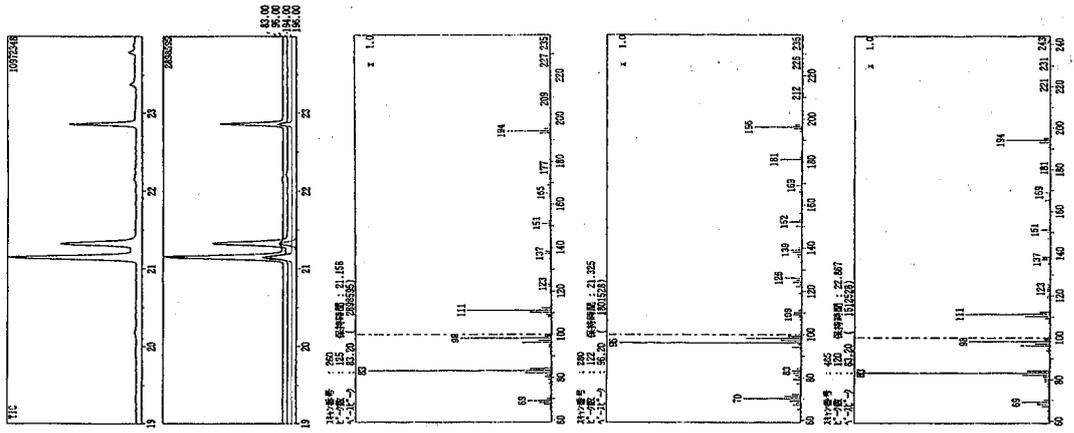


図 4 標準溶液及び検液の TIC, MC, MS

II : パラコート選元体 I, III : ジクワット選元体
 (a) : TIC (b) : MC (c) : IのMS (d) : IIのMS (e) : IIIのMS

することにより、パラコート20ppm、ジクワット40ppmの濃度で判別可能であり、所要時間も5分間程度と短く、緊急時のパラコート、ジクワットの有無の判定には有用である。

(2) 定量及び同定方法として図1に示す方法を確立した。この方法による回収率はパラコート93.1~103.3%、ジクワット89.9~102.9%と良好で、GC-MSによる同定も可能であり、十分緊急事態に対応できると考える。

(3) 定性試験、HPLCによる定量、GC-MSによる同定までの全行程にかかる時間は4~5時間程度であった。

今回は液状食品として茶、オレンジジュース、牛乳を用いて検討したが、今後、固形食品や油脂含量の多い食品等を使って、本法が適用できるか否か、適用できない場合にはどんな改良が必要なのかを検討し、種々の食品に適用できる方法を確立していきたいと考えている。また、今回は農薬標準品を用いたが、市販の製剤を混入したときについても検討し、より実情に即した方法の確立を目指したい。

文 献

- 1) 角田紀子：Journal of Health Science, 45(6), 356—366 (1999)
- 2) 農薬ハンドブック編集委員会編集：農薬ハンドブック1998年版，社団法人日本植物防疫協会
- 3) 日本薬学会編集：薬毒物化学試験法と注解，南山堂
- 4) 鶴飼茂夫，広瀬一雄，河瀬章司：衛生化学，23(1)，32—38 (1977)
- 5) 細井要一，神津 公：衛生化学，31(4)，251—255 (1985)
- 6) 吉村正一郎，早田道治，山崎 太，森 博美：急性中毒情報ファイル第3版，廣川書店
- 7) 角田紀子，大津留修：衛生化学，35(1)，73—79 (1989)
- 8) 上杉康彦，上路雅子，腰岡政二：最新農薬データブック，ソフトサイエンス社
- 9) 農薬残留分析法研究班編集：最新農薬の残留分析法，中央法規出版

〔報 文〕

毒物等混入食品に係る迅速分析法

— 有機リン系・カーバメイト系農薬について —

石川県保健環境センター食品薬品科学部 中村 朋子・砺波 和子・泉 広栄

キーワード：毒物，迅速分析，有機リン系農薬，カーバメイト系農薬

1 はじめに

平成10年に和歌山でのカレー毒物混入事件以降，食品への毒物等混入事件が多数発生した。このような，毒物等の化学物質による食中毒事件では，患者の初期治療・住民の不安解消のため，迅速に中毒原因物質を特定することが大切である。

農薬は，現在，国内で約300種類以上が農作物に使用されているが¹⁾，そのうち食品衛生法で規制されているものは199種類あり²⁾，中毒事故例において，一酸化炭素中毒を除くと中毒原因物質の一位を占めている。その中で，有機リン系・カーバメイト系農薬はパラコート・ジクワットに次いで，その原因の約4割を占め，また近年，その有機リン系農薬の中でマラチオン，フェニトロチオン，ジクロロボスによる事故が増加し，これら3農薬は有機リン系農薬事故の主要原因となっている。一方，カーバメイト系農薬では，中毒事故の約80%はメソミルによるものであり，1995年では農薬中毒事故の原因物質において第2位であった。³⁾

そこで，これらマラチオン，フェニトロチオン，ジクロロボス及びメソミルにダイアジノンを加えた5種類の

農薬について，市販の茶・ジュース・牛乳を対象食品として，農産物中の残留農薬分析の処理方法の一部で用いられるn-ヘキサン抽出法やケイソウ土カラム抽出法を応用し，操作が簡便な迅速分析法を検討したのでその結果を報告する。

2 試料と方法

2・1 試料

市販の500ml ペットボトル入り茶，ジュース及び250ml紙パック入り牛乳を用いた。

2・2 試薬及び標準品

塩化ナトリウム，n-ヘキサン，ジクロロメタン，酢酸エチル，アセトン：和光純薬工業(株)製残留農薬試験用試薬

蒸留水，アセトニトリル：和光純薬工業(株)製 HPLC 用試薬

リン酸2水素ナトリウム：和光純薬工業(株)製試薬特級農薬標準品：林純薬工業(株)又は和光純薬工業(株)製農薬分析用標準品

ケイソウ土カラム：(株)ジーエルサイエンス製

ChemElut™ 20ml

2・3 対象農薬

有機リン系農薬：ジクロロボス

ダイアジノン

フェニトロチオン

マラチオン

カーバメイト系農薬：メソミル

2・4 試験試料の調製

試料に各農薬を，1日摂取許容量(ADI)を参考に添加し，試験試料とした。

表1 試験試料濃度

農薬名	ADI(mg/Kg体重/day) ⁽¹⁾⁽²⁾	試験試料濃度(μg/ml)	
		A	B
ジクロロボス	0.0033	165	16.5
ダイアジノン	0.002	100	10
フェニトロチオン	0.005	250	25
マラチオン	0.02	1,000	100
メソミル	0.03	1,500	150

Rapid Determination Method of Poisons in Food —Organophosphorus and Carbamate pesticide—. by NAKAMURA Tomoko, TONAMI Kazuko and IZUMI Hiroe (Food and Drug Science Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

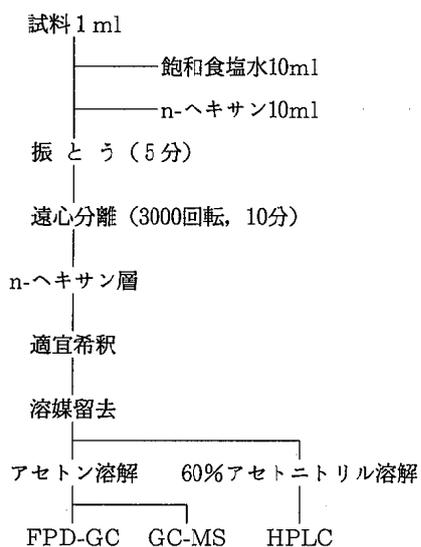


図1 n-ヘキサン抽出法フローシート

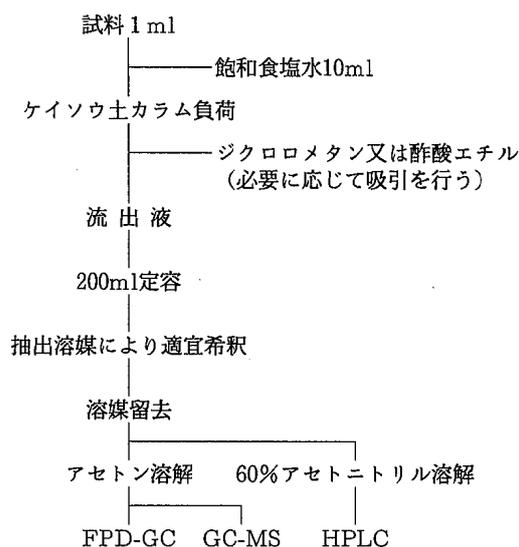


図2 ケイソウ土カラム抽出法フローシート

表2-1 FPD-GC 測定条件

機 器	島津 GC-17A
カ ラ ム	DB-1701(0.53mm φ×30m, 膜厚 1 μm)
カ ラ ム 温 度	60°C(2 min)-20°C/min-180°C-8°C/min-270°C(14min)
注 入 口 温 度	280°C
検 出 器 温 度	300°C
キャリアーガス	ヘリウム
メイクアップガス	ヘリウム
カラムヘッド圧	40kPa
注 入 量	2 μl
注 入 方 法	スプリットレス

表2-2 HPLC (UV) 測定条件

カ ラ ム	TSK gel ODS-80TM 4.6mm φ×15cm
移 動 相	アセトニトリル:0.03Mリン酸2水素ナトリウム(10:90)
検 出 波 長	239nm
流 速	1 ml/min
カ ラ ム 温 度	50°C
注 入 量	10 μl

表2-3 GC-MS 測定条件

機 器	島津 GC-17A, PARVUM QP5000
カ ラ ム	DB-1 (0.32mm φ×30m, 膜厚0.25 μm)
カ ラ ム 温 度	60°C(2 min)-10°C/min-280°C(10min)
注 入 口 温 度	280°C
インターフェース温度	250°C
キャリアーガス	ヘリウム
カラムヘッド圧	50kPa
イオン化法	EI法
イオン化電圧	70eV
測定モード	SCAN
注 入 量	1 μl
注 入 方 法	スプリットレス

試験試料Aの添加量は、体重50kgの人が試料を100ml 飲用した場合、各農薬をADIの100倍量摂取する濃度とした。また、試験試料Bの添加量は、Aの1/10濃度とした。

各試験試料の濃度を表1に示した。

2・5 試験方法

2・5(1) n-ヘキサン抽出法

各試験試料 1 ml に飽和食塩水 10 ml を加え攪拌した後、n-ヘキサン 10 ml を加え 5 分間振とうし、遠心分離 (3000回転, 10分) を行った。n-ヘキサン層を適宜希釈し、溶媒留去後、残留物をアセトンまたは60%アセトニトリルに溶解し、それぞれGC測定用、HPLC (UV) 測定用検液とした。(図1)

2・5(2) ケイソウ土カラム抽出法

各試験試料 1 ml に飽和食塩水 10 ml を加え攪拌した後、ケイソウ土カラムに約10分間保持させた。ジクロロメタンまたは酢酸エチルを、ケイソウ土カラムに注入し流出液を200mlに定容した。このとき、必要に応じて吸引を行った。流出液を各溶媒で適宜希釈し溶媒留去後、残留物をアセトンまたは60%アセトニトリルに溶解し、それぞれGC測定用、HPLC (UV) 測定用検液とした。(図2)

2・6 測定条件

GC, HPLC (UV) 及び GC-MS の測定条件を表2-1~3に示す。

3 結 果

3・1 n-ヘキサン抽出法

抽出液の分離については、茶及びジュースについて、遠心分離によりn-ヘキサン層がきれいに分離したが、牛乳ではn-ヘキサン層と水層の間にエマルジョン層が形成された。

回収率は図3に示すとおり、カーバメイト系農薬メソミルは試験試料3種全てについて、回収率1.7%~2.0%と低く、ほとんど回収されなかった。有機リン系農薬は茶、ジュースとも75.8~94.1%と良好な回収率が得られたが、牛乳ではダイアジノンの回収率が48.4~51.5%程

度であった。

また、3試料とも添加濃度の違いによる回収率の差はみられなかった。

3・2 ケイソウ土カラムを用いたジクロロメタン抽出

ケイソウ土カラムを用いた方法では3試料とも、エマルジョンを形成せず容易に抽出を行うことができた。

回収率は図4に示すとおり、ジュースは有機リン系農薬で農薬の種類により31.4~65.8%と約2倍の幅があり、試料AとBの添加濃度の違いによる回収率にも差がみられた。特に低濃度添加した試料Bでは、31.4~41.1%と回収率は低かった。カーバメイト系農薬メソミルの回収率は添加試料AとBでそれぞれ74.2%、68.1%であった。

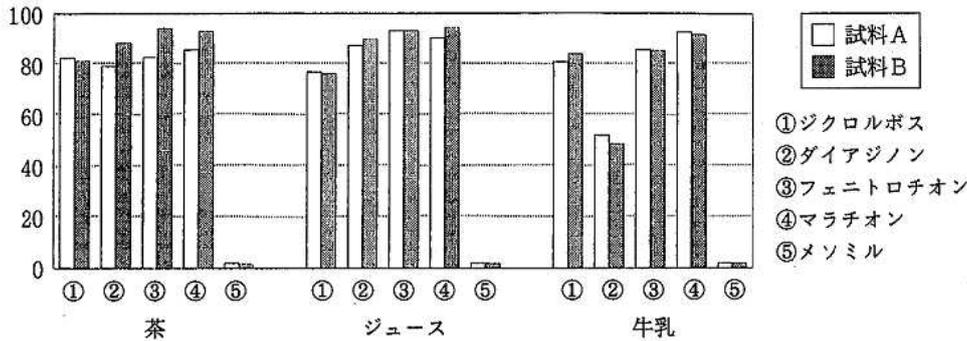


図3 n-ヘキサン抽出法による回収率 (%)

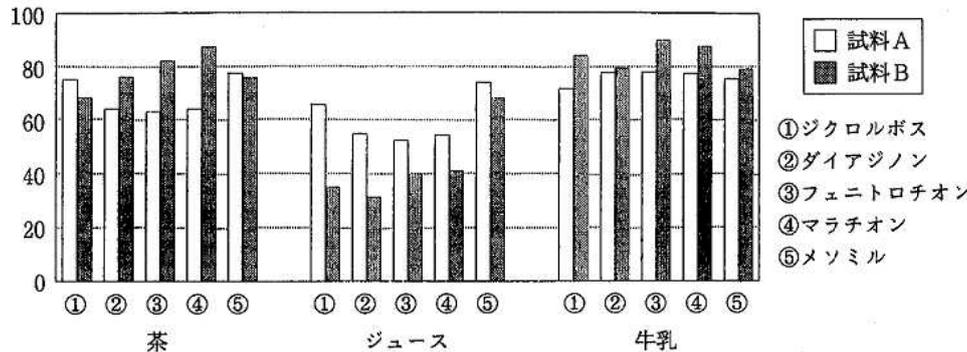


図4 ケイソウ土カラムを用いたジクロロメタン抽出による回収率 (%)

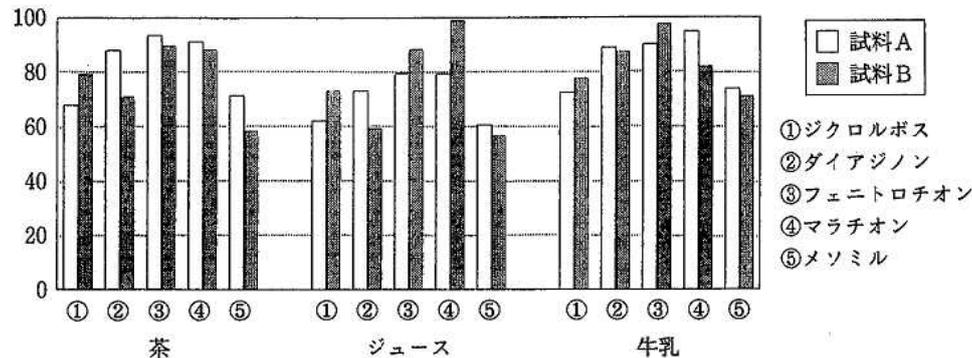


図5 ケイソウ土カラムを用いた酢酸エチル抽出による回収率 (%)

一方、茶、牛乳については、回収率が茶63.0~87.2%、牛乳71.7~90.0%と良好であった。また、試料AとBの添加濃度の違いによる回収率には、茶の有機リン系農薬フェニトロチオンとマラチオンで少し差がみられたが、メソミルを含め他の農薬ではほとんど差はみられなかった。

3・3 ケイソウ土カラムを用いた酢酸エチル抽出

抽出操作については、ジクロロメタンを用いた場合と同様にエマルジョンを形成せず、抽出を容易に行うことができた。

回収率については図5に示すとおり、どの試料も添加した5種類の農薬全て約60%以上の回収率(56.5%~98.8%)が得られた。

また、試料溶液AとBの添加濃度の違いによる回収率の差はジュースのマラチオン(添加試料A 79.3, B98.8%)でみられたものの、その他はほとんど差はなかった。

3・4 GC-MSによる確認

対象農薬5種類は全ての抽出方法で、抽出液を用いることによりGC-MSで確認を行うことができた。

4 考 察

4・1 n-ヘキサン抽出法

n-ヘキサン抽出法では、牛乳でエマルジョンが形成した。一般に、牛乳では有機溶媒を用いて液-液抽出を行う場合、その前に除蛋白などの操作を行う必要があるが、迅速分析では前処理を短時間で行うことが求められている。これに加え、カーバメイト系農薬メソミルの回収率が低かったことから、n-ヘキサン抽出法は迅速分析法に不適であると考えた。

4・2 ケイソウ土カラム抽出法

厚生省通知による残留農薬迅速分析⁹⁾の処理法の一部であるケイソウ土カラム抽出法を応用し、検討した。ケイソウ土カラム抽出法は、カラム内で液-液分配を行い、さらに振とう・遠心分離・溶媒分取の操作が不要なため、迅速分析法としては有用であり、これを用いジクロロメタンと酢酸エチルの2種類の溶媒抽出を検討した。

まず、ジクロロメタンによる抽出では、添加試料によっては回収率に差がみられたが、酢酸エチルによる抽出は3種全ての試料について約60%以上の回収率が得られた。

毒物等混入事件では、患者の初期治療等の観点から、原因物質の特定が優先される。そのため、今回の迅速分析法の検討では、回収率について60%程度であっても本分析法の適応が有用であると考えた。

以上より、今回の対象農薬5種ではケイソウ土カラム

を用い酢酸エチルで抽出を行った方法が、迅速分析法として適当であると考えられた。

5 ま と め

今回、食品中に有機リン系・カーバメイト系農薬が混入されたことを想定し、迅速分析法を検討した。分析対象に茶、ジュース、牛乳を用い、n-ヘキサン抽出又はケイソウ土カラム抽出法による前処理後、HPLC、FPD-GCによる測定と、GC-MSによる同定を検討した。その結果、ケイソウ土カラム抽出法の酢酸エチルによる抽出で約60%以上の回収率が得られ、機器分析までの前処理にかかる時間を1時間以内にする事ができた。また、この方法では比較的前処理が困難な牛乳についても、簡便かつ短時間で前処理を行うことができた。

文 献

- 1) 「今月の農薬」編集室編：改訂3版農薬登録保留基準ハンドブック—作物・水質残留基準と試験法—(1998)
- 2) 井上陽一郎：食品衛生研究, 50 1, 9—17 (2000)
- 3) 角田紀子：Journal of Health Science, 45, 356—366 (1999)
- 4) 食品衛生学雑誌, 41 1, J71—73 (2000)
- 5) 農薬残留分析法研究班編：最新農薬の残留分析法(1995)
- 6) 厚生省生活衛生局長通知：“残留農薬迅速分析法の利用について”平成9年4月8日，衛化第43号(1997)

〔報 文〕

肥満による健康リスクと生活習慣との 関係に関する調査

石川県保健環境センター情報・教育研修室 新 広 昭

キーワード：肥満, BMI, 生活習慣病

1 はじめに

生活習慣を健康リスクの観点からみた場合、肥満はきわめて重要な危険因子であり、代謝系・循環器系疾患のみならず、一部のがんや整形外科的障害の主要な原因のひとつであることが多くの研究で示されている。肥満が原因となる疾病には死亡率が高く、また、要介護状態となるリスクの高いものが多いことから、その予防施策を公共政策として捉えてみても、県民の健康水準やQOL(生活の質)の向上、医療費や介護費用の低減の観点からもその意義は大きい。しかし、Evidence Based Health Policy Making(証拠に基づいた健康政策策定)という考え方が今日の潮流となってきたなかであって、これまで市町村を中心に実施されてきた肥満予防プログラムは地域レベルでの十分なEvidence(証拠)が明らかになっていないといえない。

本調査は、生活習慣等に関するアンケート調査から肥満による健康リスク、肥満に関連する栄養摂取状況や食習慣等の把握等を通じて、市町村が実施する肥満予防プログラムにEvidenceを提供し、肥満のハイリスクグループを把握するための手法を検討することを目的とするものである。

2 調査内容及び方法

2・1 調査地域及び調査対象

(1) 調査地域

川北町, 鶴来町, 鳥屋町, 内浦町の4町

(2) 調査対象

調査地域に在住する40歳以上の基本健康診査受診対象者から1町700人, 計2,800人を基本健康診査受診対象者名簿から等間隔抽出法により抽出し, 調査客体とした。

2・2 調査内容

調査項目は、①身体状況、②食習慣、③食物摂取頻度、④その他の生活習慣等で、調査票は表1のとおりである。なお、調査項目のうち食物摂取頻度に関する設問については、精度を高めるため、食事記録法によって行った平成9年度、10年度の県民栄養調査の結果をもとに、過体重、肥満の者の摂取量が多い食品に関して設問化した。

2・3 調査方法

調査票による自記式質問紙法で、調査票の送付、回収は郵送方式とした。

3 回答者の属性

3・1 回収率

回答者数は1,575人で回収率は56.3%であった。

3・2 男女比, 年齢構成, 職業

回答者の性別、年齢構成及び職業は表2に示した。性別では女性がやや多く、年齢別では50歳代、60歳代が多く、職業別では会社勤務者、無職の人が多い(表2)。

3・3 回答者の健康診査受診状況

老人保健法に基づく基本健康診査及び職域の検診を含めた健康診査の受診率は、全体として6割強であった。調査地域別では、川北町、鳥屋町で「毎年受ける」が7割を超えていた(表5)。

4 結 果

4・1 肥満状況

肥満度を表す指標として成人の肥満の判定に国際的にも広く用いられるBMI(Body Mass Index, 体格指数)を用いた。

※BMIの算出式; $BMI = \text{体重(Kg)} / (\text{身長(m)})^2$

なお、BMIの判定基準は日本肥満学会による肥満の

The Investigation on the Relationship between Health Risk of the Obesity and Life-style.
by SHIN Hiroaki (Information Science, Epidemiology & Education Department, Ishikawa
Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

表2 回答者の属性

	全体	川北町	鶴来町	鳥屋町	内浦町
対象者数	2,800	700	700	700	700
回答者数	1,575	416	392	400	367
回収率(%)	56.3	59.4	56.0	57.1	52.4
男比率(%)	43.7	45.5	34.8	47.3	46.9
女比率(%)	56.3	54.5	65.2	52.7	53.1
年齢構成(%)					
40～44歳	7.1	6.1	7.9	8.2	6.1
45～49歳	12.5	14.1	9.5	16.6	9.6
50～54歳	15.2	11.7	16.1	17.6	15.7
55～59歳	14.1	14.3	14.1	16.6	11.0
60～64歳	13.4	12.9	13.8	14.0	12.7
65～69歳	14.7	14.1	15.1	16.8	12.7
70～74歳	12.1	12.9	14.3	9.2	11.8
75～79歳	7.1	9.5	9.0	0.0	9.9
80～84歳	4.0	4.6	0.3	1.0	6.0
職業					
会社等勤め	31.3	34.6	14.7	45.7	28.9
自営業	14.9	11.3	20.6	17.1	10.6
農林水産業	9.0	11.0	4.2	6.7	14.3
主婦	18.3	16.7	29.1	13.9	13.7
無職	26.5	26.4	31.4	16.6	32.5

表3 肥満度判定基準

	やせ	ふつう	過体重	肥満
BMI	19.8以下	19.8以上 24.2以下	24.2以上 26.4以下	26.4以上

表4 肥満度構成割合

	全体	内浦	鳥屋	鶴来	川北
やせ	13.7	11.0	9.3	19.5	14.6
ふつう	54.2	48.4	55.8	53.2	59.0
過体重	20.2	23.4	22.6	17.5	17.6
肥満	11.9	17.2	12.3	9.8	8.8

判定基準(平成11年10月以前のもの)によった(表3)。

BMIの判定基準に基づくそれぞれの出現率は、「ふつう」が54.2%と5割強をしめ、次いで「過体重」の約2割、「肥満」と「やせ」がそれぞれ1割強であった。調査地域別には「過体重」及び「肥満」は、川北町や鶴来町に比して鳥屋町や内浦町の方が高い傾向がみられた(表4)。

4・2 肥満による健康リスクの程度

(1) 疾病指数

内科的疾病のうち循環器系、内分泌・代謝系の疾患を中心に既往症の有無から既往疾病ごとに“有”を1ポイ

ントとして、その合計数を有効回答者数で除した値を「疾病指数」と定義し、これとBMIとの関係を分析した。

疾病指数は全体では0.53、男では0.60、女では0.44であり、女の方が低かった。

年齢別では、加齢とともに疾病指数は上昇し、40～44歳で0.18、50～54歳で0.32、60～64歳で0.65、75歳以上で0.85であった(図1)。

また、基本健康診査の受診頻度別では、基本健康診査を毎年受診する者で0.52、時々受診する者も0.52、受けない者で0.58で、これらの間には有意な差はなかった(図2)。

(2) 疾病指数とBMIとの関係

階級幅を1.0として、BMI階級ごとに疾病指数を算出した結果、BMIと疾病指数の間には全体としても、また、男女別にみても強い正の相関が認められた(図3～5)(全体 $r=0.895$ 、男 $r=0.751$ 、女 $r=0.841$)。

(3) 町別のBMI判定カテゴリーと疾病指数との関係

調査地域別にBMIの判定カテゴリーと疾病指数との関係をみた。その結果、すべての町で「やせ」、「ふつう」より「過体重」、「肥満」の方が平均疾病指数は高い傾向がみられた(図6)。

(3) BMIと年齢との関係

図1のように、加齢に伴い疾病指数は上昇する。したがってBMIと疾病の罹患状況との関係を論じる際、交絡因子として年齢を考慮しておく必要がある。そこで、年齢階級別の平均BMIをみると、年齢の上昇とともにBMIが上昇する傾向はみられず、全体としては年齢の上昇とともにBMIが減少する有意な傾向($r=-0.879$, $p<0.01$)がみられた(図7)。

(4) 疾病の合併度と肥満との関係

肥満と疾病の合併状況との関係を検討した。その結果、「疾病なし」に占める過体重者と肥満者の割合は27.2%であるが、“1疾病”、“2疾病以上”と疾病数の増加に伴って過体重者と肥満者の割合は、それぞれ37.7%、43.3%と顕著に増加した(図8)。

(5) 血圧とBMIとの関係

次に、BMI(階級幅1.0)と最高血圧および最低血圧との関係をみると、最高血圧とは $r=0.911$ 、最低血圧とは $r=0.970$ で、それぞれ強い正の相関がみられた。

4・3 肥満に関連する食習慣や食物摂取状況等の把握

(1) BMIと食習慣との関係

摂取量、欠食、食事時間、間食の4項目について表1に示したように順序尺度の選択肢にそれぞれポイントを与え、設問ごとに平均値を指数とした。BMI階級と各設問の指数との間の単相関分析を行った結果、昼食時間($r=0.830$, $p<0.01$)、食事量($r=0.912$, $p<0.01$)が

強い正の相関を示した(表6)。

(2) BMIと食品摂取頻度との関係

BMIと11項目の食品の摂取頻度との関係を分析した。食習慣の場合と同様に、各設問の選択肢にそれぞれ1～3のポイントを与え、その平均値を指数とした。BMI階級と各設問の指数との間の単相関分析を行った。

その結果、朝ごはんの量 ($r=0.566, p<0.05$)、マーガリン摂取頻度 ($r=0.534, p<0.05$)、果物摂取頻度 ($r=0.590, p<0.05$) が比較的強い正の相関を、野菜摂取頻度が ($r=-0.642, p<0.01$) 負の相関を示した(表6, 図14～17)。

食習慣レベルと食品摂取頻度レベルを比較すると、食習慣レベルの方が全体として強い相関がみられた。

(3) BMIと食習慣、食品摂取頻度の総合指数との関係

BMIと相関の強かった食習慣2項目及び食品摂取頻度4項目の総合計値を指数化し、BMIとの関係を検討した。

昼食時間、食事量、朝ご飯、マーガリン、果物、野菜の選択肢ポイントを合計したものを食習慣総合指数パターン1とし、パターン1に昼ご飯、夕ご飯の選択肢ポイントを加えたものを食習慣総合指数パターン2としてBMI階級ごとに平均し、BMIとの単相関をとった(図18, 19)。

その結果、パターン1では $r=0.903 (p<0.01)$ の、パターン2では $r=0.878 (p<0.01)$ の強い相関を得た。

(4) BMIと生活強度との関係

BMIと生活強度との関係を検討した。

設問の選択肢にそれぞれポイント(1～5ポイント)を与え、それをBMI階級ごとに合算、平均して指数化する。次に、BMI階級と各設問の選択肢指数との間の単相関分析を行ったが、BMIと生活強度との相関はなかった(図9)。

4 考 察

(1) 肥満と疾病の罹患状況

徳永らは検診成績をもとにした各種疾患異常の有無を点数化し、その点数とBMIとの間に一定の関係があることを明らかにしている¹⁾。この手法を参考にして循環器系、内分泌・代謝系の疾病の既往状況から「疾病指数」を算出し、BMIとの関係をみたところ、両者の間には有意な相関が認められた。また、疾病指数はBMI判定区分の「ふつう」(BMI=22.0)で0.51、「肥満」(BMI=26.4)で0.64であり、後者が有意に大きく、肥満による相対リスクの程度を定量的に把握することができた(疾病指数の値は近似線から外挿)。

同様の手法で調査地域別、肥満の判定区分別に疾病指

数との関係を見ると、いずれの地域においても「過体重・肥満」の方が「やせ・ふつう」よりも疾病にかかるリスクが相対的に高いという傾向を示しているが、その変化のパターンやリスクの程度は地域によって異なった。例えば、「やせ・ふつう」の疾病指数と「過体重・肥満」

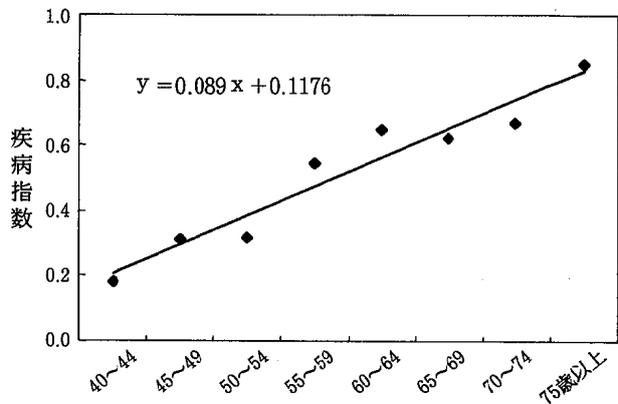


図1 年齢階級別疾病指数

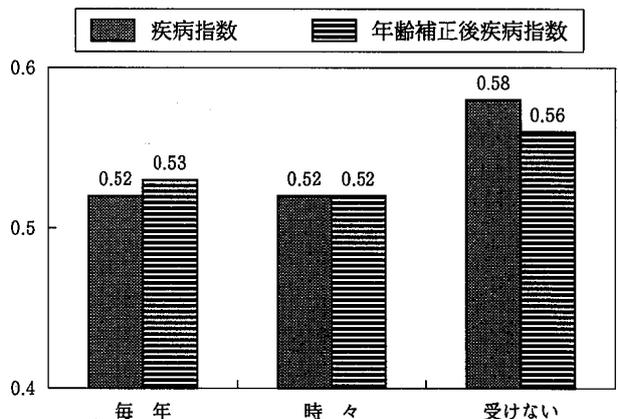


図2 受診頻度別疾病指数

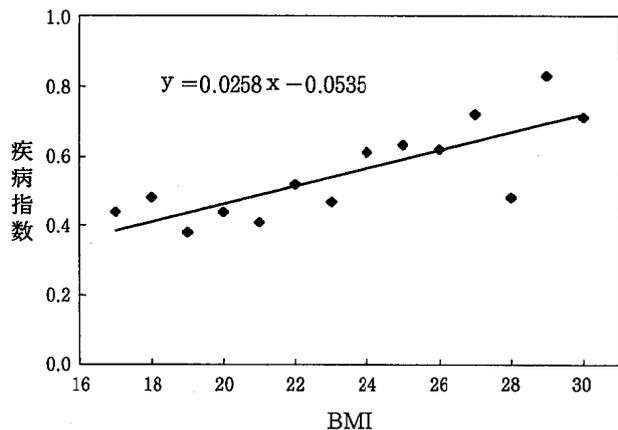


図3 BMIと疾病指数の相関(男女計)

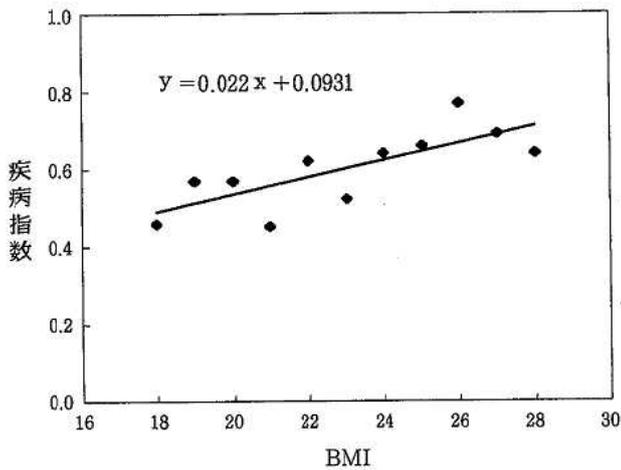


図4 BMIと疾病指数との関係(男)

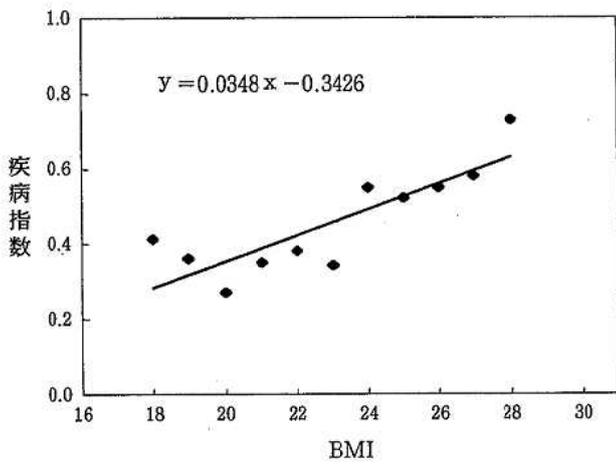


図5 BMIと疾病指数との関係(女)

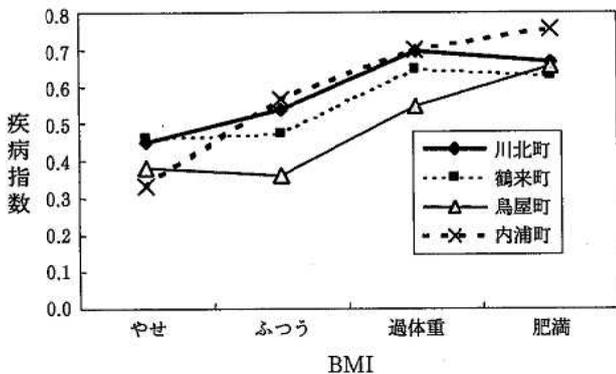


図6 町別、肥満判定区分別疾病指数の変化

の疾病指数の比をとった場合、川北町、鶴来町で約1.4倍、鳥屋町、内浦町で約1.6倍と差がみられた。

基本健康診査や職域の健康診断などの受診が日常の健康管理に結びつき、結果として疾病リスクを低減するのではないかという仮説に基づいて行った受診者群と非受

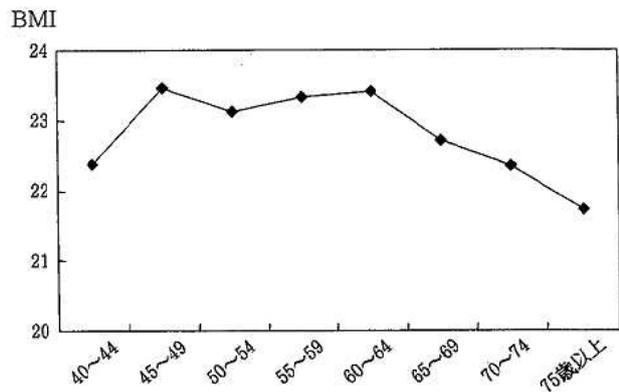


図7 年歳階級別BMI平均

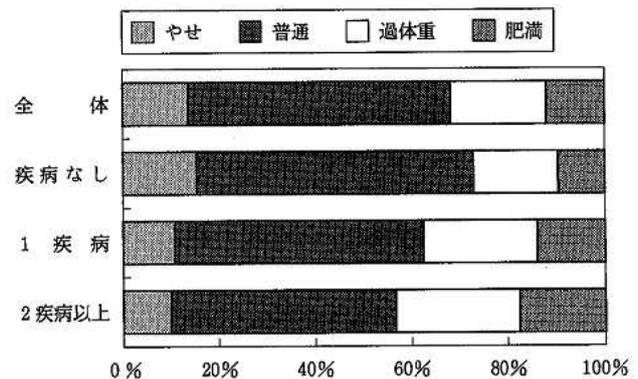


図8 既往症の数とBMI区分との関係

診者群との疾病リスクの比較では差はみられなかった。

(2) 肥満と血圧

血圧と肥満との関係については、すでに多くの研究が示されている²⁾。本調査においても、BMIと最高血圧及び最低血圧との間に、それぞれ有意な相関が認められた。また、最高血圧(r=0.911)よりも最低血圧(r=0.970)の方がより強い相関が得られた。BMI判定区分の「ふつう」である22.0と「肥満」の26.4とで血圧の比をとると、最高血圧で約5%、最低血圧で約7%、それぞれ後者の方が高かった。なお、BMI値と血圧値そのもの間で相関をみたところ、いずれもp<0.01ではあったものの、最高血圧はr=0.227、最低血圧はr=0.303と強い相関は得られなかった。

(3) 食習慣及び食品摂取頻度調査によるハイリスクグループの把握

食習慣及び食物摂取頻度の項目中、BMIとの相関が強かった昼食時間、食事量、ご飯摂取量、マーガリン摂取量、果物摂取量、野菜摂取量について順序尺度の選択肢を点数化し、その平均値を指数としてBMIとの関係をみたところ、強い相関を得た。ご飯の摂取量について朝食のみを算入したパターン1と1日の全食事を算入し

表5 町別健康診査受診状況

	全体	川北町	鶴来町	鳥屋町	内浦町
毎年受ける	62.5	72.1	50.4	73.4	52.2
時々受ける	22.7	17.6	27.5	16.3	30.6
受けない	14.8	10.3	22.1	10.3	17.1

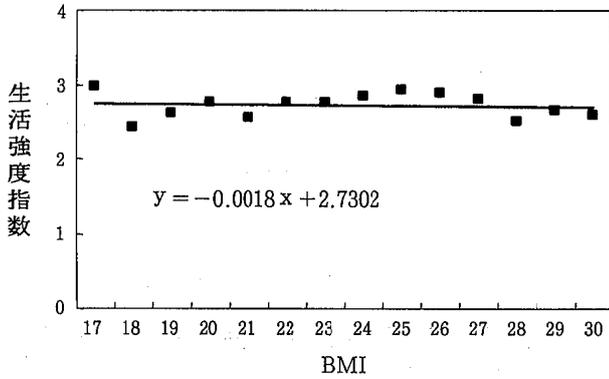


図9 BMIと生活強度との関係

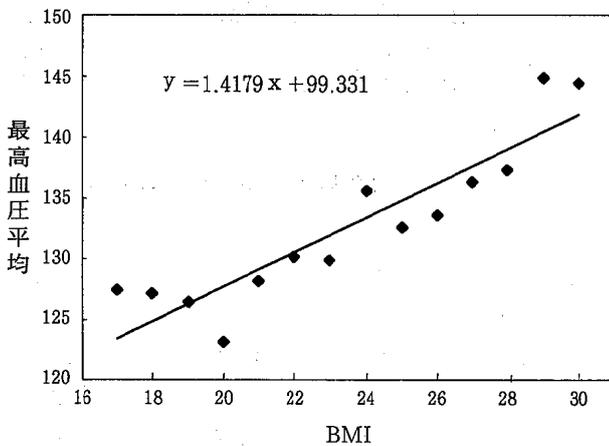


図10 BMI階級と最高血圧との関係

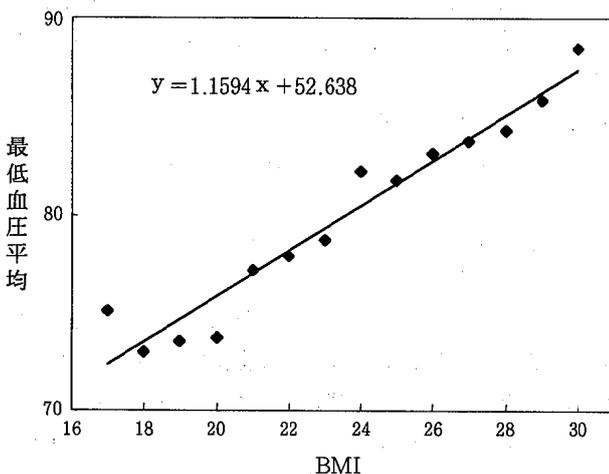


図11 BMI階級と最低血圧との関係

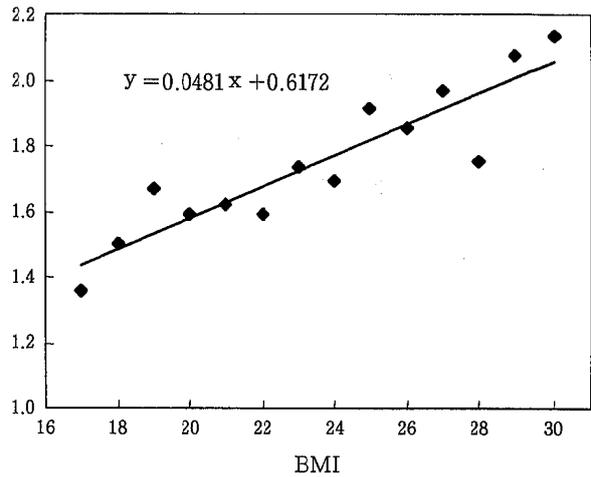


図12 BMIと食事量との関係

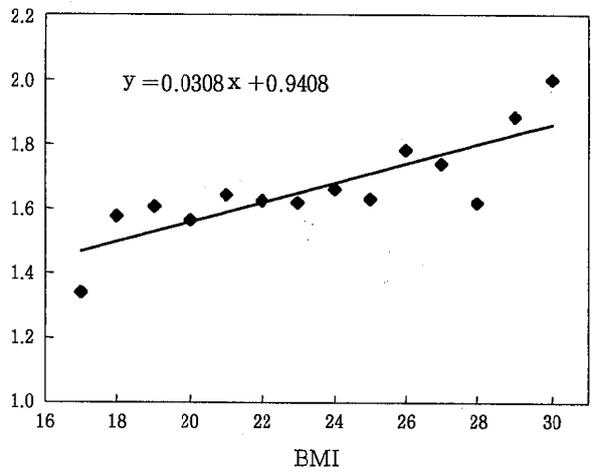


図13 BMIと昼食時間との関係

たパターン2を比較するとパターン1の方がより強い相関を示したが、あまり大きな差はなく、朝食を欠食する人がいることを考慮すれば、むしろパターン2の方がヘルスアセスメントに利用しやすいと考えられる。

表5に川北町におけるBMI階級別、指数別の人数の一覧表(パターン2)を示したが、この表で指数16以上の者を肥満のハイリスクグループとすれば、現在BMI25未満の者の中のハイリスクグループは破線で囲った部分ということになる。このように本調査での手法を用いれば、肥満に結びつきやすいと思われる食生活パターンをとる人を抽出できる可能性が示唆された。

なお、この結果は肥満との因果関係までを明らかにできるものではないことを断っておきたい。

(4) 肥満と生活強度

BMIと生活強度の間には相関はみられなかった。この結果の解釈としては、生活強度が同じでも肥満者は体

表 6 BMI と食習慣及び食品摂取頻度との関係

食習慣				
項目	食事量	朝食欠食	昼食時間	間食
r 値	0.912	0.270	0.830	0.297
検定結果	**		**	

食品摂取頻度											
項目	清涼飲料水等	しょうゆ	夜ごはん	朝ごはん	昼ごはん	みそ汁	漬け物	マーガリン	果物	フライ	野菜
r 値	0.365	0.372	0.412	0.566	0.467	0.374	0.268	0.534	0.590	0.158	-0.642
検定結果				*				*	*		*

** : p<0.01 * : p<0.05

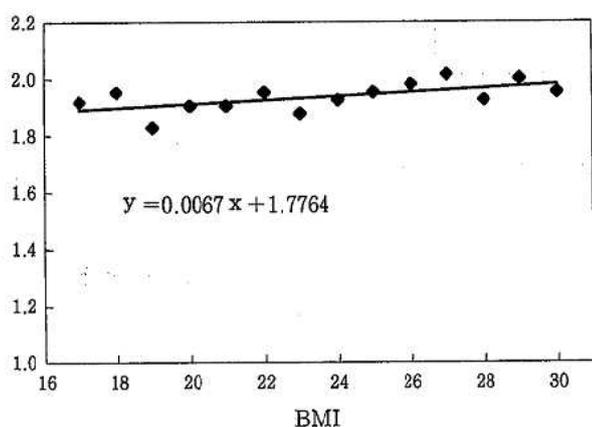


図14 BMI と朝ご飯摂取頻度との関係

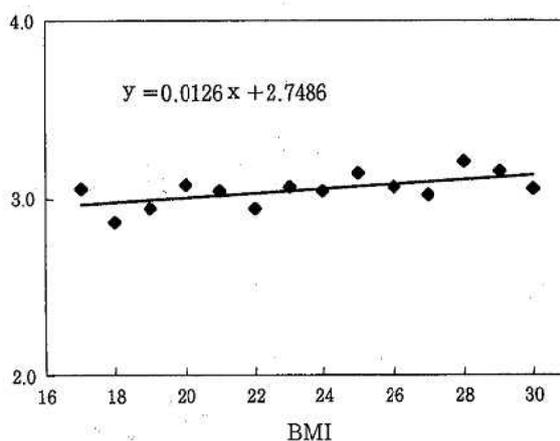


図16 BMI と果物との関係

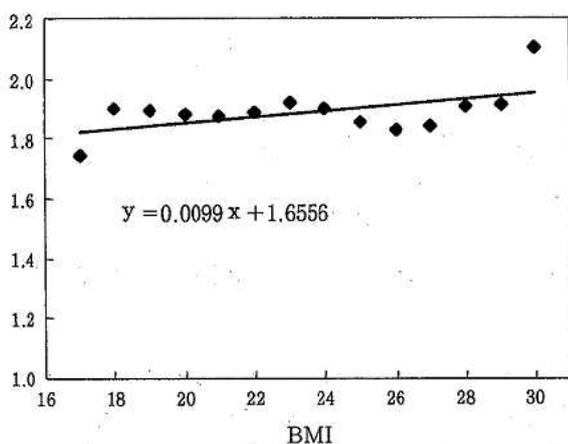


図15 BMI とマーガリンとの関係

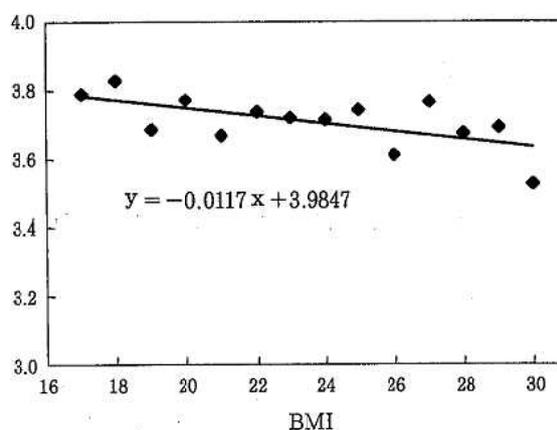


図17 BMI と野菜との関係

重の重い分だけエネルギーを使うから、より多くのエネルギーを摂取しているという仮説がたてられる。この仮説の検証については生活強度と BMI の変化に関する縦断的な調査が必要である。

5 ま と め

21世紀に向けたわが国の健康政策の基本指針である

「健康日本21」では、ヘルスアセスメントの実施とリスク度に応じたアプローチの重要性を強調している。そして、ヘルスアセスメントの実施と評価は Evidence に基づくことを求めている³⁾。また、健康日本21と整合するかたちで平成12年3月に策定された「いしかわ健康づくり21」においても石川県のデータにもとづいた Evidence の必要性がうたわれている⁴⁾。

表 7 川北町における BMI 階級別、食習慣総括指数別人数

指数	BMI													総計	
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		30
9			1		1		1	1			1				5
10				2		1									3
11	1		1				2	3	1		1				9
12		1	2	2	1	4	3	2			2			1	18
13	4	4	2	4	3	5	7	5	3	1	1	2			41
14	1	4	4	7	5	8	11	8	6	7	2			3	66
15		6	5	6	14	13	11	12	6	4	2	5	1		85
16		3	5	7	11	15	6	6	5	2	2	1		1	64
17		1	3	6	8	11	6	7	4	4	2	1	1	1	55
18				4	4	3	3	3	5	2	1	1			26
19		1	1	1	1	1	1	1					1		8
20						1				1					2
21									2						2
22										1	1				2
総計	6	20	24	39	48	62	51	48	32	22	15	10	6	3	386

破線で囲った部分が、「現在は BMI がふつうであるが、肥満になりやすい食生活パターンをとるハイリスクグループである」と考えることができる。

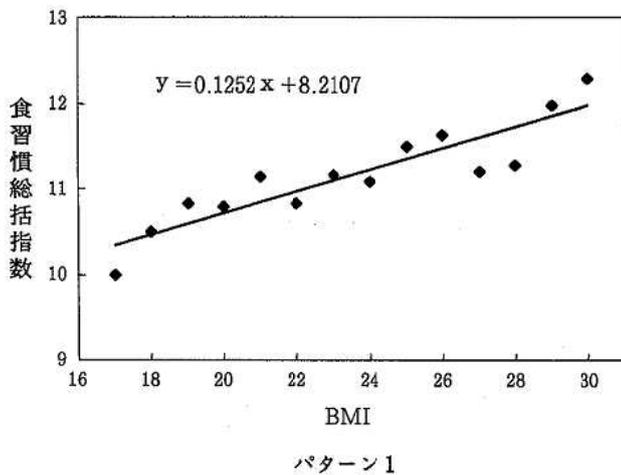


図18 BMI と相関のある食習慣と BMI との関係

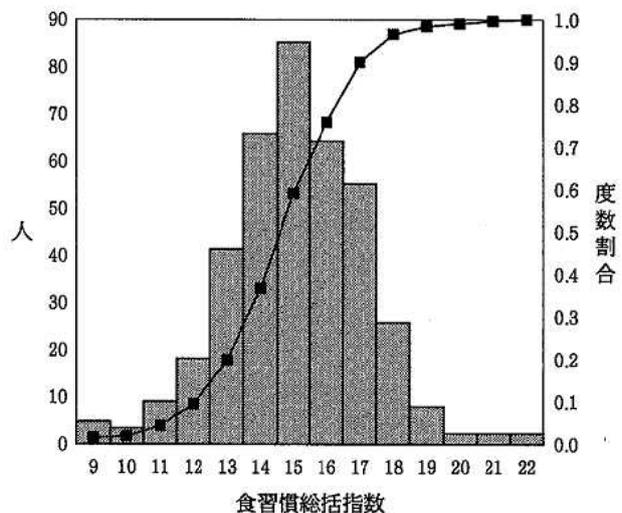


図20 川北町における食習慣総括指数の度数分布

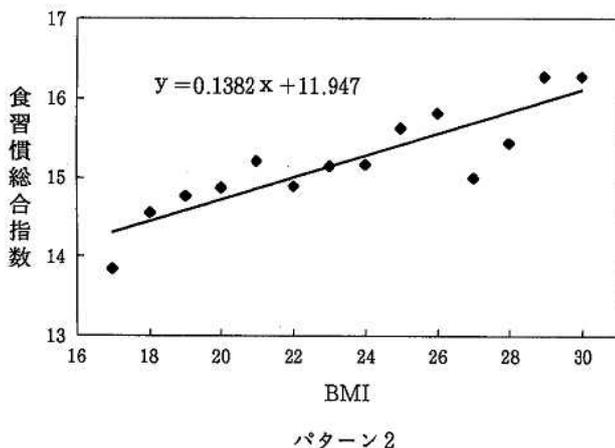


図19 BMI と相関のある食習慣と BMI との関係

こういった背景のもとに、市町村がヘルスアセスメントを実施するにあたってなるべく簡易にしかも定量的に地域の健康リスク度を把握し、さらに、ハイリスクグループを抽出するための統計的手法を検討し、Evidenceをつくるのが本調査事業の目的であった。

その結果、肥満と生活習慣病との関係をアンケート調査し、そこでの主観量を客観化する数量的な方法で、いくつかの Evidence を見出すことができ、また、市町村が利用しやすい、ハイリスクグループ抽出のための統計的手法を示すことができた。

ただし、これらの結果は、十分な検証が加えられているわけではなく、今後、BMI の変化と生活習慣の変化

との関係を分析する縦断的な調査の実施を視野に入れ、今回の結果を検証し、方法の熟度を高めていきたい。

文 献

1) Tokunaga K, Matuzawa Y, Ishikawa K, et al :

Int J Obesity, 15, 1—5 (1991)

2) 葭川明義, 西尾一郎 : 日本臨床, 271—275 (1995)

3) 厚生省 : 健康日本21 (2000)

4) 石川県 : いしかわ健康づくり21 石川県健康づくり計画 (2000)

〔報 文〕

地域における健康・栄養状況等の評価に関する調査

石川県保健環境センター情報・教育研修室	新 広 昭・塚 林 裕
石川県保健環境センター食品薬品科学部	宮 川 茂 樹・田 嶋 隆 俊
石川県保健環境センター水質科学部	砺 波 和 子・大 西 道 代
石川県保健環境センター化学物質・大気科学部	安 田 能 生 弘
石川県保健環境センター環境放射線部	岡 秀 雄
富 山 県 衛 生 研 究 所	堀 秀 朗・橋 本 桂 輔
	田 中 朋 子・西 野 治 身

キーワード：栄養摂取，肥満，BMI，生活習慣

1 はじめに

本調査は、栄養摂取状況と生化学的指標値との関連性に関する調査を通じて、健康と栄養との関連を評価する方法を検討することを目的とし、肥満の代表的指標であるBMI (Body Mass Index, 体格指数) 及びいくつかの骨代謝指標と栄養摂取状況や食習慣及び生化学検査値等との関連について検討した。また、平成10年度の前報¹⁾に引き続き、秤量法と陰膳法との比較を通じた栄養調査の精度向上についても検討した。

※ BMIの算出式；BMI = 体重(kg)/身長(m)²

2 調査方法

2・1 調査対象者及び属性 (図1～3, 表1)

(1) 年齢, 性, 数

地方衛生研究所全国協議会東海・北陸支部に属する地方衛生研究所の女性職員の協力を得て、30～59歳 (平均年齢43.9歳) の女性であって、生活習慣病 (高脂血症, 高血圧, 糖尿病等) の治療中でない27人を対象とした。

(2) BMI分布

肥満の判定基準は日本肥満学会の平成10年10月以前のものをを用いた。その基準に照らすと、やせ (19.8未満) 5人 (18.5%), 普通 (19.8以上24.2未満) 18人 (66.7%), 過体重 (24.2以上26.4未満) 2人 (7.4%), 肥満 (26.4以上) 2人 (7.4%) であった。

(3) BMI増加率

BMIの時系列の変化と健康・栄養状況との関連について検討するため、20歳の時点からのBMI増加率に着

表1 身体状況等

	平均	SD
年 齢 (歳)	43.9	8.6
身 長 (cm)	156.8	5.7
体 重 (kg)	53.1	6.2
B M I	21.6	2.5
最高血圧 (mmHg)	110.4	11.3
最低血圧 (mmHg)	69.5	7.1
歩 行 数 (歩)	10,029	2,229

Investigation on Relationship between Degree of Obesity, Nutritional Intake, Life-style, and Index of Biological Examination. by SHIN Hiroaki*, TSUKABAYASHI Hiro*, MIYAKAWA Shigeki*, TAJIMA Takatoshi*, TONAMI Kazuko^{2*}, OHNISHI Michiyo^{2*}, YASUDA Nobuhiro^{3*}, OKA Hideo^{4*}, HORI Syuhroh^{5*}, HASHIMOTO Keisuke^{5*}, TANAKA Tomoko^{6*} and NISHINO Harumi^{6*} (*Information Science, Epidemiology & Education Department, ^{2*}Food & Drug Science Department, ^{3*}Water Quality Science Department, ^{4*}Chemicals & Air Quality Science Department, ^{5*}Environmental Radiation Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science; and ^{6*}Toyama Institute of Health)

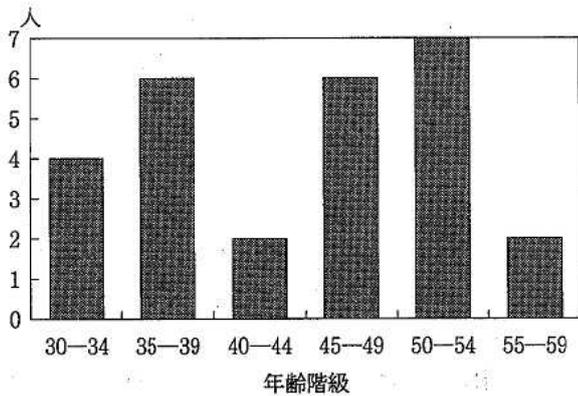


図 1 調査対象者の年齢分布

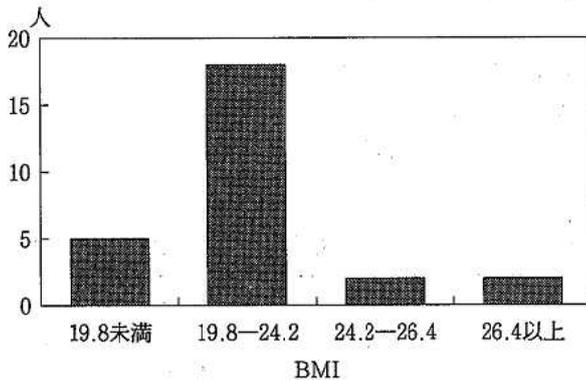


図 2 調査対象者の BMI 分布

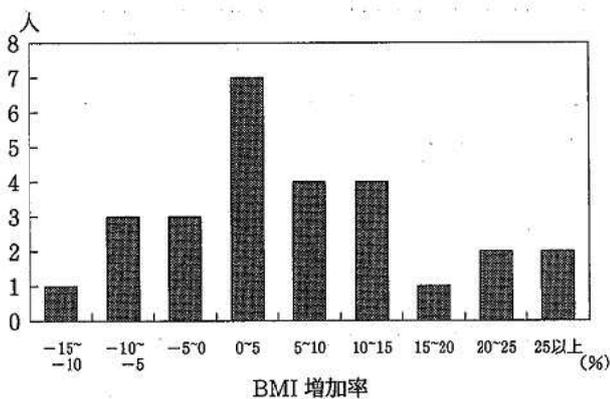


図 3 調査対象者の BMI 増加率の分布

目し、増加率10%を基準として2グループに分けた。10%を基準としたのは、BMIの判定基準が22を標準として±10%ごとに区分設定されていることを根拠とした。内訳は、10%未満が18人(67%)、10%以上が9人(33%)であった。

(4) 血圧分布

全員が収縮期血圧(最高血圧)140mmHg以下かつ拡張期血圧(最低血圧)90mmHg以下の正常血圧者であった。

表 2 測定項目及び測定方法

項 目		方 法
血 液 検 査	総たんぱく T-P	Biuret 法
	アルブミン Alb	bromocresol 法
	総コレステロール Tchol	酵素法
	HDLコレステロール HDLchol	ektran sulfate 一 Mg 分画酵素法
	中性脂肪 TG	酵素法
	尿素窒素 BUN	酵素法
	尿酸 UA	uricase EHSPT 法
	クレアチニン Cre	Jaffe 法
	総アルカリフォスファターゼ T-ALP	Bessey-Lowry 法
	骨型アルカリフォスファターゼ B-ALP	レクチン分画自動分析法
	尿 検 査	ナトリウム
カリウム		ISE 法
カルシウム		O-CPC 法
マグネシウム		原子吸光法
無機リン I-P		モリブデンブルー法
尿素窒素 UN		酵素法
クレアチニン Cre		Jaffe 法
ヒドロキシプロリン Hyp		Ehrlich 法
ビリジノリン Pyr		HPLC 法
デオキシビリジノリン Dpyr		HPLC 法
たんぱく		試験紙
糖	試験紙	

2・2 調査内容・方法

(1) 栄養摂取状況調査

調査は1日間とし、厚生省が実施する国民栄養調査の手法に準じた。

(2) 身体状況、運動状況、食習慣状況調査

日記式質問紙法によって調査した。なお、歩行数は栄養摂取状況調査日を含む3日間についてオムロンヘルスカウンターHJ-001で測定した。骨密度測定は栄養摂取状況調査日の翌日にアキレス社製骨密度測定装置 A1000 PULSで測定した。

(3) 生化学的検査

血液、尿の検査項目及び測定方法は表2のとおりであり、分析は富山県衛生研究所の協力を得た。

血液はバイエルメディカ社製自動分析装置 OPERAで測定した。採血は栄養摂取状況調査日翌日の昼食前に実施した。採尿は採血と同日の早朝尿を試料とした。

(4) 陰膳法による栄養調査

栄養摂取状況調査日に実施した。ICP-AES法により、ナトリウム、カリウム、カルシウム、リン、マグネシウム、鉄を測定した。

2・3 統計解析

相関分析(単相関)と数量化Ⅲ類による分析を行った。

3 調査結果

3.1 栄養摂取状況

食品群別摂取量, 栄養素別摂取量, 動物性たんぱく質, 脂質の割合, 栄養素充足率, 無機成分摂取量を表3~表7にとりまとめた。秤量法による栄養素充足率はエネルギー, たんぱく質は100%を超えていたが, カルシウム, 鉄は100%を下回っていた。この傾向は, 平成10年国民栄養調査結果とほぼ同様であった(調査対象者の

表3 食品群別摂取量 (秤量法)

		平均	SD
穀類	(g)	320.8	93.0
種実類	(g)	2.5	5.3
いも類	(g)	29.6	34.6
砂糖類	(g)	5.7	6.3
油脂類	(g)	11.3	10.2
豆類	(g)	62.4	46.5
果実類	(g)	123.6	91.8
緑黄色野菜	(g)	119.7	111.8
その他の野菜	(g)	129.0	103.0
海藻類	(g)	2.3	3.6
調味嗜好品	(g)	86.9	123.9
魚介類	(g)	54.7	58.8
肉類	(g)	50.8	41.5
卵類	(g)	40.6	30.2
乳類	(g)	148.2	137.3
食塩	(g)	10.3	5.5

表4 栄養素別摂取量 (秤量法)

		平均	SD
エネルギー	(kcal)	2009.4	540.7
水分	(g)	762.0	230.9
たんぱく質	(g)	71.7	20.9
動物性たんぱく質	(g)	32.0	15.8
植物性たんぱく質	(g)	39.7	13.0
脂質	(g)	45.2	16.8
動物油脂	(g)	21.2	9.2
植物油脂	(g)	24.0	11.7
糖類	(g)	315.2	91.4
繊維	(g)	4.2	1.8
灰分	(g)	18.7	7.8
食物繊維	(g)	13.7	4.9
Na	(g)	4.0	2.1
K	(g)	2.4	0.8
Fe	(mg)	9.9	3.5
Ca	(g)	0.5	0.2
P	(g)	1.2	0.3
Mg	(g)	0.3	0.1
Zn	(mg)	8.0	2.9

平均年齢である43.9歳が含まれる40~49歳の女の結果と比較)。食塩摂取量は10.3gであり, 平成10年国民栄養調査結果(12.6g)よりも少なく, 厚生省の目標摂取量である「1日10g以下」をほぼ満足するものであった。

3.2 血液, 尿分析結果

血液中の総コレステロール値を除いて, いずれの項目においても正常参考値を大きくはずれた者はいなかった(表8, 表9)。

3.3 栄養摂取状況, 血液検査値等とBMIとの関係

BMIに関しては, 現在のBMI値及び20歳時点からのBMI増加率を用いて栄養摂取状況, 血液検査値等との単相関をとった(表10, 表11)。

(1) BMI値との相関

栄養摂取状況項目では, エネルギー摂取量, 植物性たんぱく, 動物油脂, 植物油脂, 食物繊維, その他の野菜の各項目との間に有意な負の相関が認められた。

表5 動物性たんぱく質, 脂質の割合 (秤量法)

	平均	SD
動物性たんぱく割合 (%)	43.2	12.4
動物性油脂割合 (%)	47.0	13.0

表6 栄養素充足率 (秤量法)

	平均	SD	H10国民栄養調査結果(40~49歳女)
エネルギー (%)	103.6	28.0	99
たんぱく質 (%)	118.5	36.8	122
Ca (%)	87.9	38.6	88
Fe (%)	82.6	31.2	91
K (%)	121.5	42.5	
Mg (%)	91.7	38.1	
Zn (%)	53.4	19.3	

注) エネルギー, たんぱく質, Ca, Feは栄養所要量に対する充足率

K, Mg, Znは目標摂取量 (K:2g, Mg:300mg, Zn:15mg)に対する充足率

表7 陰膳法による無機成分摂取量

		平均	SD
Na	(g)	2.9	0.9
K	(g)	1.6	0.5
Fe	(mg)	6.5	2.7
Ca	(g)	0.6	0.4
Mg	(g)	0.2	0.1
P	(g)	1.2	0.4
Zn	(mg)	6.9	1.8

表8 血液生化学検査成績

項目	平均	SD	正常参考値
T-P (g/dl)	7.1	0.4	6.7~8.3
Alb (g/dl)	4.3	0.2	3.8~5.3
Tchol (mg/dl)	202.7	24.7	200未満
HDL-chol (mg/dl)	60.5	10.5	40~71
TG (mg/dl)	66.6	27.2	30~150
BUN (mg/dl)	13.1	3.3	8~20
UA (mg/dl)	4.1	0.7	3.0~5.5
Cre (mg/dl)	1.0	0.1	0.9~1.3
T-ALP (B.L.U)	1.5	0.3	0.7~2.1
B-ALP (B.L.U)	1.2	0.3	1.6未満

表9 尿検査成績

項目	平均	SD	正常参考値
Na (mg/dl)	90.0	35.6	
K (mg/dl)	29.2	15.4	
Ca (mg/dl)	10.3	6.2	
Mg (mg/l)	72.6	41.4	
I-P (mg/dl)	70.2	38.6	
UN (mg/dl)	690.8	319.8	
Cre (mg/dl)	91.1	53.0	
Hyp (mg/gCr) #	33.8	1.7	55未満
Pyr (nmol/mmolCr) #	21.8	1.3	37未満
Dpyr (nmol/mmolCr) #	4.5	1.6	8未満

: 幾何平均値, 幾何標準偏差

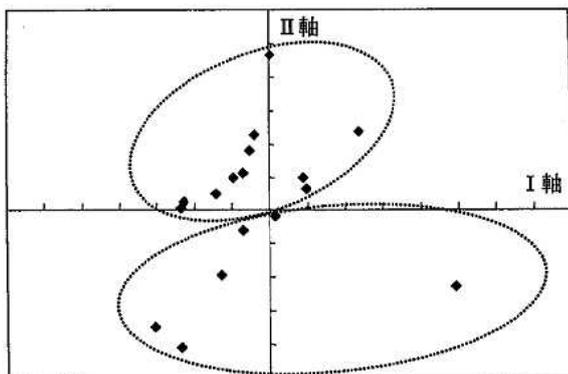


図4 BMI変化率10%未満のグループ

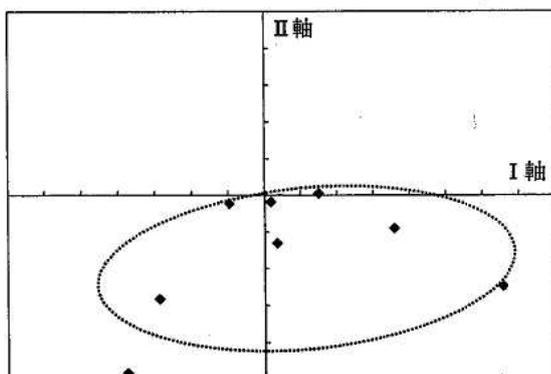


図5 変化率10%以上のグループ

表10 BMI及びBMI増加率と栄養摂取状況等との相関

項目	BMI	BMI増加率
平均歩行数	0.034	0.060
歩行時間	0.287	0.171
立位時間	0.260	0.139
総たんぱく	-0.196	-0.051
アルブミン	-0.115	-0.081
総コレステロール	-0.170	0.045
HDLコレステロール	-0.007	0.201
中性脂肪	-0.075	-0.060
尿素窒素	-0.036	-0.015
尿酸	0.173	0.096
クレアチニン	0.135	*0.469
摂取量	-0.293	-0.104
エネルギー	*-0.459	-0.342
動物性たんぱく	-0.041	-0.116
植物性たんぱく	*-0.411	-0.293
動物油	*-0.426	*-0.426
植物油	**0.341	-0.331
糖類	-0.323	-0.247
繊維	-0.349	-0.145
灰	-0.223	-0.197
Na	-0.185	-0.181
K	-0.262	-0.194
Ca	-0.291	-0.102
Mg	-0.302	-0.295
P	-0.320	-0.238
Fe	-0.295	-0.241
Zn	-0.376	-0.295
ビタレチノール	-0.206	*-0.467
ベータカロチン	0.036	0.076
ビタミンA	-0.076	-0.164
ビタミンB ₁	-0.204	-0.054
ビタミンB ₂	-0.269	-0.194
ビタナイアシン	0.052	-0.038
ビタミンC	-0.302	0.008
ビタミンD	0.063	-0.174
食物繊維	*-0.426	-0.229
穀類	-0.353	-0.337
実類	-0.149	-0.230
いも類	-0.215	-0.269
砂糖類	-0.113	-0.114
油脂類	**0.586	*0.428
豆類	-0.044	-0.151
果実類	-0.074	-0.081
緑黄色の野菜	-0.016	-0.025
その他の野菜	*-0.415	-0.114
海藻類	0.219	-0.042
調味嗜好品	0.235	0.356
魚介類	0.239	0.069
肉類	-0.168	-0.147
卵乳類	-0.156	-0.226
乳類	0.089	0.178

表 11 秤量法による栄養摂取量と血液検査項目との相関

	総たんぱく	アルブミン	総コレステロール	HDLコレステロール	中性脂肪	尿素窒素	尿酸	クレアチニン
エネルギー	-0.306	*-0.471	-0.010	0.114	0.356	-0.284	-0.285	-0.015
水分	-0.035	-0.193	0.209	0.210	0.009	-0.049	-0.374	0.226
動物性たんぱく	0.115	0.068	0.383	0.193	0.083	-0.147	-0.070	0.010
植物性たんぱく	-0.263	-0.385	-0.102	0.089	0.338	-0.225	*-0.428	-0.030
動物油脂	0.290	0.084	0.265	*0.451	-0.048	-0.326	-0.233	-0.024
植物油脂	*-0.391	*-0.404	0.031	0.021	0.260	-0.134	0.121	0.191
糖類	-0.354	*-0.515	-0.143	0.007	0.358	-0.216	-0.290	-0.081
繊維	-0.187	-0.251	-0.124	0.068	*0.397	-0.028	-0.344	0.054
灰分	-0.189	-0.256	-0.100	-0.015	**0.500	-0.161	-0.371	-0.057
Ca	-0.115	-0.281	0.418	0.239	-0.131	0.083	-0.055	0.264
P	-0.180	-0.344	0.206	0.185	0.201	-0.203	-0.323	0.045
Fe	-0.202	-0.271	0.065	0.049	0.340	-0.029	-0.274	0.011
Na	-0.210	-0.241	-0.218	-0.075	**0.587	-0.206	-0.337	-0.122
K	-0.056	-0.155	0.056	0.073	0.284	0.002	-0.386	-0.002
Mg	-0.294	-0.118	-0.084	-0.041	-0.075	-0.041	-0.031	0.070
Zn	*-0.399	-0.362	-0.068	-0.023	0.355	-0.157	-0.175	-0.137
ビタレチノール	0.244	0.193	-0.134	0.277	-0.110	-0.268	-0.171	**0.543
ベータカロチン	0.127	0.167	0.089	0.052	0.020	0.269	-0.020	0.003
ビタミンA	0.248	0.256	0.025	0.194	-0.041	0.109	-0.107	-0.261
ビタミンB ₁	0.200	-0.101	0.174	*0.405	0.005	-0.118	-0.195	0.100
ビタミンB ₂	-0.002	-0.233	0.232	*0.427	-0.045	-0.065	*-0.395	0.016
ピタナイアシン	-0.108	-0.126	0.223	0.232	0.206	-0.212	-0.297	-0.078
ビタミンC	0.026	-0.150	0.152	0.175	0.076	0.264	-0.099	0.183
ビタミンD	-0.050	0.042	0.154	0.173	-0.005	-0.020	0.071	-0.216
食物繊維	-0.147	-0.199	-0.212	0.044	0.289	0.011	*-0.386	0.128
穀類	-0.179	-0.346	-0.239	0.056	0.146	-0.268	-0.367	-0.165
実類	-0.126	0.272	0.520	-0.164	-0.513	-0.189	0.084	0.014
いも類	-0.154	-0.172	0.139	-0.131	-0.066	0.088	-0.085	0.015
砂糖類	-0.233	*-0.453	-0.072	0.300	0.033	-0.136	-0.292	0.240
油脂類	-0.013	0.088	-0.064	-0.084	0.107	-0.183	0.134	0.033
豆類	*-0.355	-0.320	-0.330	-0.147	-0.055	-0.016	0.285	-0.128
果実類	0.200	0.198	0.004	0.133	-0.219	0.064	-0.060	-0.250
緑黄色野菜	0.219	0.091	0.008	0.020	0.044	0.140	-0.295	0.076
その他の野菜	-0.192	-0.237	-0.146	0.154	0.271	-0.056	-0.093	-0.006
海藻類	-0.160	-0.040	-0.306	-0.506	0.034	0.423	0.366	-0.005
調味嗜好品	-0.010	-0.107	0.015	0.292	0.044	-0.218	**0.545	0.128
魚介類	0.126	0.113	-0.039	0.077	-0.028	-0.020	-0.114	-0.135
肉類	0.121	0.088	0.211	0.253	0.027	-0.198	0.114	0.247
卵類	-0.080	0.002	-0.157	0.244	0.127	0.096	-0.076	-0.214
乳類	0.148	-0.100	*0.462	-0.058	-0.206	-0.206	*-0.465	0.358

無相関の検定 * : 5% ** : 1%

血液検査, 尿検査, 歩行数の各項目とはいずれも有意な相関は認められなかった。

(2) BMI 増加率との相関

栄養摂取状況項目では, 動物油脂, ビタレチノール, 油脂類の各項目との間に有意な負の相関が認められた。血液検査項目では, クレアチニンとの間に正の有意な相関が認められた。尿検査, 歩行数の各項目とはいずれも有意な相関は認められなかった。

3・4 骨代謝指標と無機塩類の摂取状況との関係

女性の骨代謝について検討する際, 閉経が大きく影響すると考えられるので未閉経 (n=20) と閉経 (n=6) の2群に分け比較した。その結果, 閉経者は未閉経者に比べ, 骨型アルカリフォスファターゼが有意に高く, ハイドロキシプロリン/クレアチニン値も高い傾向を示した。無機成分の摂取量は秤量法, 陰膳法のいずれの方法においても閉経者, 未閉経者の間に差はなかった。また,

表 12 閉経、未閉経群の身体状況、骨代謝指標、無機成分摂取量

		未閉経群(n=20)		閉経群(n=6)		t-test
		平均値	SD	平均値	SD	**
年	齢(歳)	40.8	7.40	52.8	5.23	◇
身	長(cm)	157.6	5.23	153.2	6.13	
体	重(kg)	53.6	6.60	51.3	5.16	
B	M I	21.6	2.47	22.0	2.92	
骨代謝指標	B-ALP(B.L.U)	1.1	0.24	1.5	0.42	*
	Hyp/Cr(mg/gCr)#	30.8	1.50	46.0	2.02	◇
	Pyr/Cr(mmol/nmolCr)#	20.6	1.26	26.0	1.53	
	Dyr/Cr(mmol/nmolCr)#	4.2	1.47	5.7	1.82	
秤量法による無機成分摂取量	Ca(mg/day)	525	227	531	244	
	Mg(mg/day)	285	118	250	96	
	P(mg/day)	1,198	324	1,107	424	
	Ca/Mg	2.02	0.92	2.16	0.75	
陰膳法による無機成分摂取量	Ca(mg/day)	543	202	726	341	
	Mg(mg/day)	208	54	197	96	
	P(mg/day)	1,239	259	1,224	744	
	Ca/Mg	2.77	1.26	3.16	1.92	

: 幾何平均値, 幾何標準偏差

** : P<0.01, * : p<0.05, ◇ : p<0.1

表13 骨代謝指標と無機成分摂取量 (n=26)

		B-ALP	Hyp/Cr	Pyr/Cr	Dpyr/Cr
秤量法による無機成分摂取量	Ca	-0.054	-0.019	-0.092	-0.017
	Mg	0.116	-0.097	-0.058	0.006
	P	-0.051	0.057	-0.028	0.024
	Ca/Mg	-0.146	-0.080	-0.078	-0.041
陰膳法による無機成分摂取量	Ca	-0.110	-0.170	-0.259	-0.184
	Mg	-0.107	-0.005	-0.198	-0.094
	P	-0.146	-0.133	-0.197	-0.102
	Ca/Mg	-0.111	-0.208	-0.257	-0.208

表14 BMI増加率とダイエット経験の有無の関係

		ダイエット経験		計
		ある	ない	
BMI増加率	10%未満	2	16	18
	10%以上	7	2	9
計		9	18	27

χ^2 値=9.19 p=0.0024

骨量維持に重要なCaは閉経の有無に関わらず、いずれの方法によっても所要量600mgに達していないことが明らかとなった(表12)。

今回対象とした健康女性の骨代謝指標値は無機成分の摂取量(秤量法、陰膳法)と有意な関連は認められなかった(表13)。

3・5 無機質成分摂取量の秤量法と陰膳法の比較

無機質成分摂取量の秤量法と陰膳法による比較については、ナトリウム、カリウム、カルシウム、リン、マグネシウム、鉄、亜鉛の7項目すべてで有意な正の相関が得られた。

また、ナトリウムと鉄については2件、カルシウム、リン及びマグネシウムについては1件の「はずれ値」があり、これを除くとより強い相関が得られた(図6~11, 表15)。

4 考 察

4・1 栄養摂取状況等とBMIとの関係

(1) 栄養素との関係

BMIとエネルギー摂取、油脂類摂取など一般にその

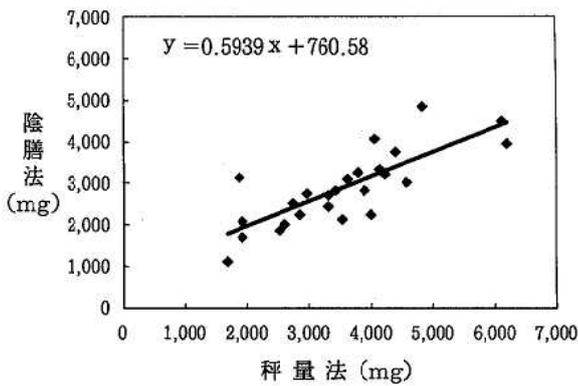


図6 Na (はずれ値除く)

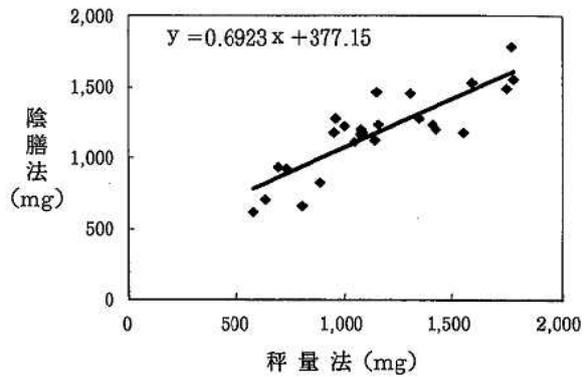


図9 P (はずれ値除く)

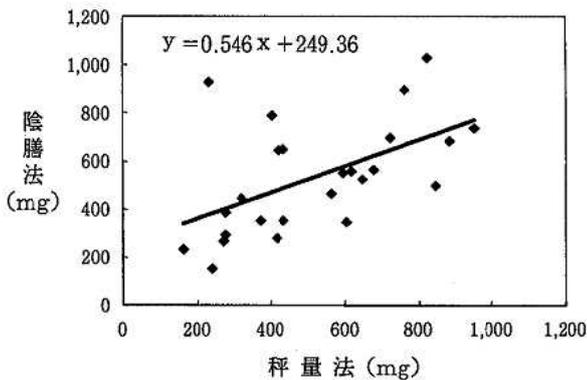


図7 Ca (はずれ値除く)

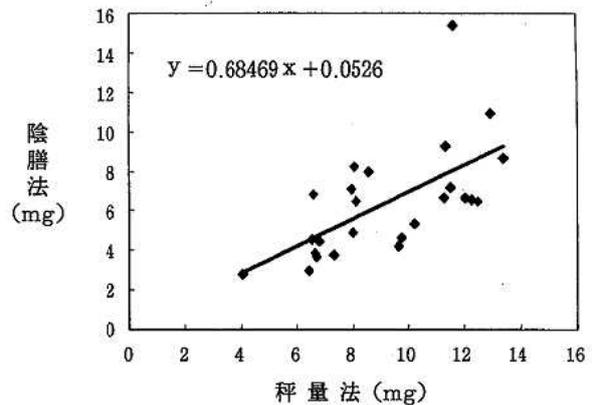


図10 Fe (はずれ値除く)

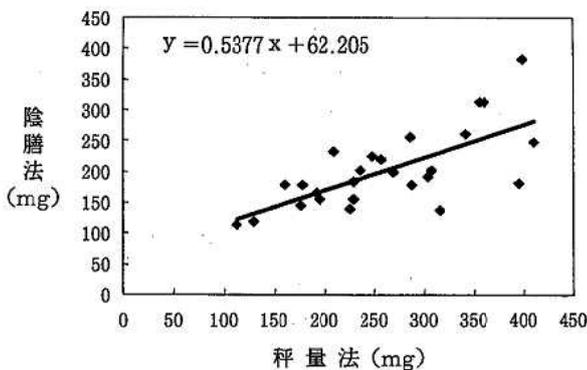


図8 Mg (はずれ値除く)

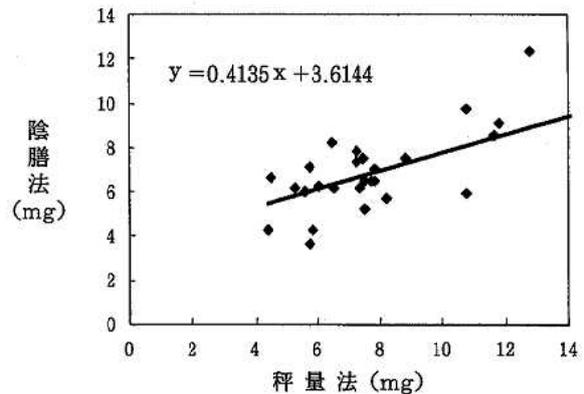


図11 Zn

過剰摂取が肥満の要因になるとされる項目について相関分析を行った結果、BMIとエネルギー摂取量、植物性たんぱく、動物油脂、植物油脂といった項目とは有意な負の相関を示した。これは、「肥満傾向を意識している人は肥満の原因と思われる食物の摂取を避ける」という要素が大きく影響したものと考えられる。

その証左のひとつとして、「これまでにダイエットを行った経験があるか」という質問の回答をBMI増加率に

着目した2つのグループごとに集計すると、「ある」と回答した者はBMI増加率10%以上のグループに有意に多くなっている(表14)。この結果は、対象者が自身の肥満傾向を正確に認識したうえで、そのことに対する改善行動をとっている結果ととらえるべきであろう。

すなわち、今回の調査結果は肥満傾向の原因というよりも、肥満傾向になったことの結果をより反映しているものと考えられ、栄養素レベルでは被験者の肥満に対す

表 15 秤量法と陰膳法との相関のまとめ

	r 値	r 値 (はずれ値除く)	はずれ値数	検定	H10 調査結果	はずれ値の状況	はずれ値の原因推測
Na	0.515	0.805	2	**	0.570	秤量法の値が陰膳法の値を大きく上回る	灰分重量における秤量法と陰膳法の大きい乖離
K	0.762	—	—	**	0.626		
Ca	0.500	0.540	1	**	0.132	陰膳法の値が秤量法の値を大きく上回る	陰膳に、喫食しない骨を入れた
Mg	0.634	0.704	1	**	0.626	秤量法の値が陰膳法の値を大きく上回る	
P	0.713	0.852	1	**	0.076	陰膳法の値が秤量法の値を大きく上回る	陰膳に、喫食しない骨を入れた
Fe	0.579	0.629	2	**	0.861	秤量法の値が陰膳法の値を大きく上回る	灰分重量における秤量法と陰膳法の大きい乖離
Zn	0.716	—	—	**	0.660		

・検定の**はP<0.01を示す
 ・はずれ値のCaとPは同一検体, NaとFeも同一検体

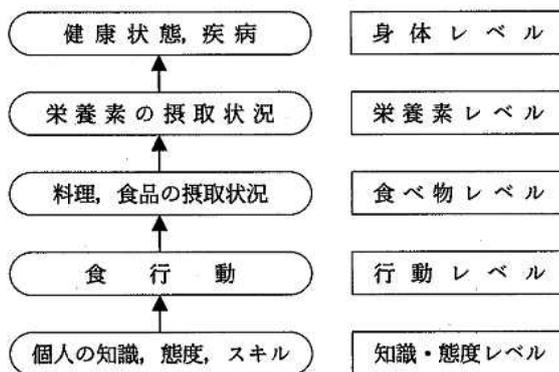


図12 栄養・食生活と健康などの関係

る意識によって栄養摂取状況がかなり変動することを示唆していると思われる。ことに、本調査の対象者は地方衛生研究所という健康情報や衛生情報に接する機会の多い職場に勤める者であるため、このような傾向が強くなったものと考えられる。

(2) 食習慣との関係

BMI 増加率に着目して分けたグループごとに食習慣のパターンに特徴がみられるかどうかを検討した。食習慣に関する10項目の質問の回答を用いて、それを数量化Ⅲ類によってパターン化を試みた。その結果、BMI 増加率が10%以上のグループはⅡ軸(縦軸)がマイナスの特徴的なパターンを示すことがわかった。また、BMI 増加率が10%以下のグループはⅡ軸がプラスのパターンを示す者が多かった(図4, 5)。

BMI 増加率10%以上のグループの食習慣はかなり特徴的なものであったが、これは「果物をよく摂取する」と「小魚を食べない」という項目の影響が大きいと考えられる。BMI 増加率10%未満のグループはⅡ軸がプラスの者が中心であるがマイナスの者も含んでいる。このことは、現在BMI 増加率が10%未満のグループの中に10%以上のグループと似かよった食習慣パターンの者がいることを示す。

質問項目をもっとBMIに着目したものにし、調査に縦断的要素を加味することによってBMIが増加しやすい食生活パターンをより明確に把握することができると考えられる。

4・2 骨代謝指標と無機塩類の摂取状況との関係

30歳以上の中高年女性では骨量が次第に低下するが、骨代謝指標と骨密度との間に負の相関関係を有し、骨代謝指標が高いほど低骨密度であることが判っている。

骨密度低下の危険因子には運動不足とともにCa摂取量不足があげられており、CaやMgなどの無機成分の摂取量調査は骨粗鬆症予防の観点から重要である。今回、一般に行われている秤量法の他に、陰膳法による摂取量調査を実施したが、いずれの方法でも所要量に達していないことがわかった。

Ca 摂取量と骨代謝指標との間に閉経の有無を問わず明らかな関係は認められなかった。このような結果に対し、問題点としてCaの腸管からの吸収や体外への喪失あるいは現在の摂取量が正確に評価されていたとしても習慣化されたものか否かなどが考えられる(継続的な調査が必要)。これまでの断面的調査での摂取量は骨量や骨代謝指標と関連性は低い、あるいは逆にCa摂取の多い人で骨量が低くなっている場合も経験している。

4・3 無機質成分摂取量の陰膳法と秤量法の比較

陰膳法、秤量法は食品摂取状況を把握するために通常用いられる調査方法である。成分摂取量の測定精度は陰膳法の方が優れているが、調査の経費や簡便性、被調査者の負担という点では秤量法の方が優れている。

そこで、陰膳法と秤量法の成分摂取量測定値を比較し、その関係を把握することによって秤量法の精度を高めることができる。

無機質成分摂取量の秤量法と陰膳法による比較については全成分でよい相関が得られた。平成10年度の調査では、カルシウム、リンについては全く相関がみられなかったことと比較すると本年度の調査は平成10年度より精度よく摂取状況を把握できていると考えられる。この理由

としては、今回は自ら調理をする女性を対象としたため、被験者自身が調理と喫食の状況を十分把握していたためと考えられる。(平成10年度は40～50歳代の男性を対象)

ただし、いくつかの成分ではずれ値となった検体が若干生じた。1例をあげると、秤量法で算出した灰分が飛び抜けて多い(約40g以上)検体において、ナトリウムと鉄の項目で秤量法の値が陰膳法の値を大きく上回っていた。こういった留意事項を積み重ねることが秤量法あるいは陰膳法の精度を向上させることにつながっていくものと考えられる。

5 む す び

今回の調査結果からはBMIと栄養状況との関連について栄養素レベルでは対象集団の特性、意識による栄養・食物の摂取状況の変動が大きいことが示唆され、食習慣レベルでは肥満傾向のグループに特徴的な食生活パターンが統計的に把握できる可能性が得られた。骨代謝と栄養状況との関連については今回の調査では十分な関連を把握することはできなかった。また、栄養調査法としての秤量法と陰膳法との比較では、調査対象者が自らの食生活に十分な意識を持っている場合にはいくつかの事項に留意すればよい精度が得られることが推察された。

肥満は、糖尿病、高血圧等種々の疾病の危険因子である。厚生省の「健康日本21」²⁾では、わが国の最近20年間の動向として男性の肥満者や過体重者の増加傾向が著しくなっていると指摘する一方で、20～40代の成人女性

を中心に肥満度の低下が見られ、過度のスリム指向によるやせの問題も懸念される状況であるとして、「適正体重」の維持が今後の重要な課題であると結論づけている。そのうえで、栄養素レベルに加え、食習慣、食行動、食へのアクセス環境等を総合的に勘案した“ハイリスク集団”を抽出し、その特性にあわせたアプローチが必要としている(図12)。

したがって、BMIの増加あるいは減少に影響を与える要因を栄養素レベル、食習慣レベル、食行動レベルで把握していくことは今後必要な調査研究テーマであろう。その際には今回のような横断的調査に縦断的要素を加味した調査デザインを組んでいくことが必要であると考えられる。

本研究は、平成11年度厚生科学研究費(健康科学総合事業)「地方衛生研究所の機能強化に関する総合研究」の一部として実施されたものである。検体の提供、アンケート調査への回答等にご尽力いただいた地方衛生研究所全国協議会東海・北陸支部の地方衛生研究所の関係者各位に感謝いたします。

文 献

- 1) 地方衛生研究所の機能強化に関する総合研究「地域における健康・栄養状況等の評価に関する研究」報告書(1999)
- 2) 厚生省：健康日本21(2000)

〔報 文〕

日常生活習慣を自己管理するための 移動ミニジムを利用した健康学習

石川県保健環境センター 柴田 裕行・田嶋 隆俊

キーワード：自己管理，健康学習，食生活，身体活動

1 はじめに

石川県では、すでに、成人の50%に食生活、あるいは身体活動習慣に問題がある(60歳未満では食べ過ぎと運動不足、60歳以上では運動不足)と考えられている^{2),4)}。食生活などの日常生活習慣は、本来、住民が健康を維持するために自己管理を行うべきものである。健康への関心が高くなり、人間ドック、住民健診など何らかの健診を毎年受ける住民は60%を超えているが、積極的に生活習慣改善に取り組む住民は極めて少ない⁴⁾。また、専門家の指導を受けないと改善できないと考える者も多い。

しかし、財政上の理由から保健担当スタッフの数は制限され、とりあえず生活習慣の問題点を指摘し、食生活の改善指針や歩行習慣のすすめを記載したパンフレットを渡すことが指導の中心となっている。つまり、現状では、住民全体を対象に生活習慣を詳細に分析し、継続的に管理することは、ほとんど不可能である。

血液検査など健診を機会に、食生活を変え、運動を定期的に行う者を増やすためには、1)これまでの保健担当者に依存する受身の姿勢から、自ら努力し、生活習慣を改善する方向に住民意識を変える。2)生活習慣を自己管理するために必要な知識や具体的でかつ実践しやすいスキルを住民に習得させるための健康学習方法を開発する。3)住民自身による生活習慣自己管理を支援するために保健指導システムを整備する。ことが必要である。

我々は、平成8年から生活習慣の自己管理とその支援方法について研究・開発してきた^{5),6)}。食生活と身体活動量の分析・改善のためのスキル、ストレッチ・筋力トレーニングなど日常生活習慣の自己管理を目的とする移動ミニジムを利用した健康学習の詳細について報告する。また、健康学習を利用した住民の生活習慣改善支援の事

例についても報告する。

2 材料と方法

(1) 移動ミニジムの開設

移動ミニジムは公民館に数週間にわたり開設し、ダンベルセット(1~5Kg)、バーベルセット(5~40Kg)、ベンチプレス台(レッグエクステンションを含む)、シットアップ台、姿見1台、ステッパー、自動血圧計(オムロンデジタル自動血圧計HEM-722C)、ハートレイトモニター(ポーターハートレイトモニター:ビート;キャノントレーディング株式会社)などを用意する。

(2) 移動ミニジムでの食生活改善学習

移動ミニジム参加者には、食生活分析シート(表1)を渡し、シートの使い方を教えた後に、過去数日の食事と生活活動を記録させ、その記録から食生活の問題を自覚できることを教える。

食生活分析シートでは、食事を、主食、主菜、副菜、汁物、間食の5つに大きく分け、更に、主食は、ごはん、めん、パンの3種類に、主菜は、なま物、いため物、あげ物、焼き物、むし物、煮物、なべ物の7種類に、副菜は、なま物、いため物、煮物、ひたし、あえ物、酢の物・つけ物の6種類と汁物に分けてある。また、間食は、乳製品、果物、菓子(菓子パン)、ジュース、アルコールの5種類に分けてある(表1)。分類に沿って、食べた献立を食材名による料理名、その量を記録させる、例えば、豚肉とキャベツの炒め物、一皿。更にその料理に使われた食材の食品を1-6群の食品分類に分けて簡単に分析する。例えば、豚肉とキャベツの炒め物は、献立のいため物の行で、豚肉だから1群の肉の列に○を一個、キャベツは4群の淡黄色野菜の列に○を一個、油脂類の列に○を一個つける。ただし、料理名や食品分析は可能

表 2 日常生活活動分析シート

名前

日常生活活動の分析

日常生活活動を分析し一日の活動スコアを計算しましょう。
個々の活動の活動スコア＝活動係数×活動時間
一日の活動スコア合計は40以上をめざしましょう。

日常生活活動の種類	活動係数	日常生活活動と運動の種類	活動係数
非常に軽い運動	0.9	睡眠	6.1
座って話す	1.7	布団を干す、とりこむ	3.7
座って読む、書く、見る	1.4	ボウリング	3.7
食事	1.6	ソフトボール	3.9
身支度、洗面、脱所	1.7	野球	4.2
裁縫	1.7	キャッチボール	4.2
生け花、茶の湯、マージャン、楽器演奏	1.7	ゴルフ	4.2
自動車の運転	1.7	ダンス(軽い)	6.2
机上事務、記帳、ワープロ、そろばん	1.8	ダンス(活発)	6.2
		サイケリング(時速10km)	4.7
		ラジオ・テレビ体操	4.7
		エアロビクスダンス	5.2
		ハイキング(平地)	4.2
		ピンポン	6.2
		ボート	6.2
軽い運動	2.2	テニス	7.2
乗り物の中で立つ	2.7	スキー(滑走)	7.2
ゆつくりとした歩行	2.4	スキー(クロスカントリイ)	10.2
電気洗濯機での洗濯	2.4	水上スキー	7.2
手洗い、干す、とりこむ	3.4	バレーボール	7.2
炊事(準備、片付け)	2.8	バドミントン	7.2
電気掃除機での掃除	2.9	登山	7.2
掃く	3.4	柔道・剣道	7.2
家庭菜園、草むしり	3.2	水泳(遠泳)	9.2
運動や買い物での歩行	3.3	水泳(横泳ぎ)	9.2
入浴	3.5	平泳ぎ	11.2
子供を背負って歩く	3.2	クロール	21.2
ゲートボール	3.3	縄跳び(60-70回)	9.2
バレーボール(9人制)	3.3	ジョギング(120m/分)	7.2
日本舞踊	3.3	ジョギング(160m/分)	9.7
		筋力トレーニング	10.8
		ランニング(200メートル/分)	13.2
中等度の運動	3.8	自転車(普通速の速さ)	
階段を降りる	4.2		
階段を昇る	5.8		
掃除、雑巾がけ	4.7		
急いで歩く(運動、買い物)	4.7		
布団のあげおろし	4.7		

- 一日の活動スコア合計の計算方法
1. 仕事で朝7時から夕方7時まで出掛けました。家の中に12時間、家の外に12時間いたことになりました。
 2. 家の中では、睡眠8時間、残りの4時間は食事、身支度、便所、テレビ、読書などにかきました。睡眠の活動スコアは $8 \times 0.9 = 7.2$ 、食事、身支度、便所、テレビ、読書などのスコアは、座っての活動とみなして、 $4 \times 1.7 = 6.8$ 。
 3. 家の中の活動スコアは、 $7.2 + 6.8 = 14$ です。
 4. 職場までの合計1時間歩いたので、運動の活動スコアは $1 \times 3.3 = 3.3$ です。
 5. 昼ご飯も職場でとり、合計11時間も座ってデスクワークしました。職場での活動スコアは $1.8 \times 11 = 19.8$ です。
 6. 家での活動スコアは $3.3 + 19.8 = 23.1$ です。
 7. 一日の活動スコア合計は $14 + 23.1 = 37.1$ です。

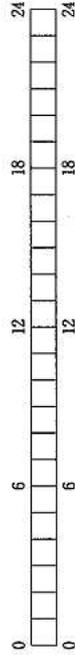
運動を20分の活動スコアは ストレッチ20分 1.5 急ぎ足 20分 1.5 ダンベルウォーキング20分 2.0
ダンベル20分 3.0 ジョギング20分 4.0 ランニング20分 4.0

平成10年度厚生科学研究費補助金(健康科学総合研究事業)助成番号10150202(徳田清行)より作成

A. 家の中

活動	時	分	時間	スコア
運動	6	12	18	24
歩く	6	12	18	24
×3.3				
立つ				
×2.2				
すわる	6	12	18	24
×1.7				
ねる	6	12	18	24
×0.9				

活動スコア



B. 家の外 (仕事・外出)

活動	時	分	時間	スコア
運動	6	12	18	24
歩く	6	12	18	24
×3.3				
立つ				
×2.2				
すわる	6	12	18	24
×1.7				
ねる	6	12	18	24
×0.9				

活動スコア

一日の活動スコア合計 (A+B)

な限り記録させるが、無理はさせない。

食品の表につけられた○の個数を朝食、昼食、夕食ごとに合計し、食品群別に○の数を各食品群で比べると、ある日（あるいは数日）に3群の緑黄色野菜が少なかったか、1群の肉や6群の油脂類が多かったかなどが一目瞭然に理解できる。食生活分析シートに食事を記録すると、緑黄色野菜を毎日必ず取る、脂肪や油脂類を控える、甘い物は控えるなどの食生活改善の指針を守っているか否かを自分で判断することができる。

更に、市販の料理栄養評価データベース、[目で見える食品カロリー辞典 おかず・素材編、市販食品&外食編：1999、上村泰子監修；学習研究社]などを貸し与え、それらを参考に自分の食べた食事にどのくらいのエネルギーが含まれているかを分析させる。例えば、目で見える食品カロリー辞典には、日常頻繁に摂取される料理（約1800種類）のエネルギー、塩分含有量を記載しており、データを参考に、およそ自分の食べた食事のエネルギー（塩分含有量）を推定することは十分可能である。もちろん、正確な分析には食材の正確な重さが必要になるが、1回の食事エネルギーは、体重（Kg）に10を乗じたカロリーを目安とするように（例えば50Kgの者は500Kcal、ただし、1日3食は必ず取る）指導すれば、食べ過ぎや欠食習慣を直すことは可能である。

食事に含まれるカルシウム、コレステロール、食物繊維の分析は食生活分析シートの記録があれば、専門の栄養士がそれぞれの摂取量を計算することは可能である。しかし、一般的な食生活の自己管理には、食事のエネルギーや塩分摂取量を定性的に分析することができれば良い。食生活分析シートを使って自分の食事を記録する習慣形成を目標に学習させ、適正な体重を維持することを目指して食事エネルギーを自己管理させる。

(3) 移動ミニジムでの健康運動学習

まず、健康維持に必要な日常の身体活動量はどのくらいが適切であるかを説明する。1日の生活活動強度が中等度以上であれば、生活の自立に必要な最大酸素摂取量（体重1Kg当たりの最大酸素摂取量、男37ml、女31ml）を60歳以上でも保持できる⁷⁾。また、健康老人の調査からも、生活活動強度を中等度以上に維持することが老後の健康維持には重要である¹⁾ことを強調する。

自分の日常生活の活動を表2に示す生活活動分析シートにより分析させ、運動不足か否かを判断させる。RMR（安静時代謝）に1.2を加えた値を活動係数と名づけ、各種の活動の活動係数の一覧表からそれぞれの活動の時間に係数を乗じ、1日の活動スコアの合計を計算し、合計が40以上であれば、生活活動強度が0.5以上に相当する。

まず、家の中、家の外での寝る、座る、立つ、歩く、運動した時間を1時間単位（小数点1桁まで、例えば、1.5時間）で記載させ、それらの時間に活動係数（例えば、寝る場合は0.9）を乗じ1日の活動スコアを計算する。40以上になれば、特に運動不足はないとする。活動スコアが40未満であれば、先ず、家の中で座らず立つ、買い物には歩く、庭仕事をする、散歩をするなど、日常生活のなかで身体活動を増やす。

それでも、スコアの合計が40未満ならば、スコアの合計が40以上になるように歩行時間を増やすことを奨める。歩く習慣が必要な場合には、ハートレートモニターを携帯させ、最大の心拍数が120～140を維持するように歩行を指導する。手首や頸部で脈拍数を測ることも教え、モニターに頼らなくても心拍数を測定できる訓練も行う。ただし、歩く前には、自動血圧計を使い、必ず血圧を測定し、最高血圧が180mmHg、最低血圧が110mmHg以下であることを必ず確認する。

参加者には、必ず腰・膝、肩関節の障害を予防、あるいは改善するために、活動スコアの値に関わらず、ストレッチ・筋力トレーニングを教える（図1）。ストレッチトレーニングは、肩、腹、背部、大腿前面、後面、側面を中心に行う。筋力トレーニングは主として徒手筋力トレーニングを指導し、腹筋と大腿四頭筋を中心に3種類（シットアップ、レッグレイズ、スクワット）を教える。また、器具を使つてのダンベルトレーニングは、1～2Kgのダンベルに制限し、上腕と肩の周囲の強化を中心とする（図1）。

ストレッチは、スタティックストレッチ（反動をつけない）を基本とし、腹式呼吸をゆっくりとおこないながら、背筋（背部）を伸ばすことに留意させる。10～20秒の間、ゆっくりと伸ばし、決して無理はさせない。3週間の練習の後ならば、反動をつけるパリスティックストレッチによる可動域の拡大を目指しても良い。ともかく、可動域の拡大にこだわらず、ストレッチトレーニングを習慣化することを目標とする。

筋力トレーニングの反復回数は10～30回とし、各人の筋力に合わせて指導する。シットアップでは首を挙げ過ぎないように注意する。レッグレイズは、背中が床から浮き上がらないように、背部が反り返ったら中止するように指導する。背部が反り返る場合には、しばらく休んでから再開させる。可能であれば、シットアップとレッグレイズは2分間連続しておこなえる（100回程度）ことを目指す。

ストレッチやダンベルトレーニングの際には、適切な姿勢を保っているかどうか、特に背中がしっかりと伸びているか、姿見などを利用して自分自身で注意する習慣

表 3 押水町での生活習慣病予防教室に参加した者の健診データの変化

BMI			最高血圧(mmHg)			最低血圧(mmHg)			総コレステロール(mg/dl)			中性脂肪(mg/dl)			HDL(mg/dl)		
H10	H11	差	H10	H11	差	H10	H11	差	H10	H11	差	H10	H11	差	H10	H11	差
23.77	23.31	-0.46	118.0	123.7	5.7	77.7	77.3	-0.4	231.9	216.3	-15.6	111.2	107.9	-3.3	69.2	68.8	-0.4
±1.98	±2.28	±1.22	±12.2	±15.6	±9.2	±10.3	±11.7	±11.7	±31.5	±32.0	±29.7	±76.6	±86.6	±28.7	±14.8	±13.7	±7.7
n=25		平均値±標準偏差		※: P<0.05		※※: P<0.01				※		H10: 平成10年			H11: 平成11年		

を身に付けさせる。また、トレーニング中には必ず腹式呼吸をおこなっていることを意識させる。

バーベルやステッパーなどミニジムの運動機器の適用条件や使用の際のケガや事故防止のための注意を説明する。老化に伴う筋力の低下を防ぐには器具を使った筋力トレーニングが重要であることを理解させる。しかし、一般には、徒手筋力トレーニングとストレッチトレーニングで日常生活に必要な体の柔軟性と筋力を維持することが十分に可能であり、家庭でのそれらのトレーニングを習慣化することが重要であることを繰り返し説明する。

(4) 移動ミニジムでの健康学習を利用した住民の生活習慣改善支援

押水町において、平成10年の健診で血中コレステロールが200mg/dl以上と高い住民に、移動ミニジムでの健康学習を組み入れた生活習慣病予防教室を開催した。公民館に移動ミニジムを設置し、週に1回（昼と夜間）、4週間にわたって（昼、夜間それぞれ4回）教室を開催した。健康学習に加え、コレステロール摂取を制限するための食事指導と医師による健康相談などをおこなった。

教室の1回目に、上述した食生活と身体活動分析方法、食生活分析シート、料理栄養評価データベース、生活活動分析シートを渡し、各自が食事と身体活動の分析・記録を行い、毎回その記録から、栄養士や保健婦が生活習慣の改善状況を分析し、必要なアドバイスを行うことが教室の趣旨であることを説明した。つまり、教室の参加者には、3週間にわたって食生活と身体活動の両者の分析を毎日おこなうことを義務づけた。教室では、食事と運動指導（学習）の両方を毎回必ず受けるように時間配分した。教室2回目には、各自の食生活と身体活動の問題とその具体的な改善方法を提示した。3、4回目は改善状況を確認し、改善している場合にはその継続を、改善していない場合には繰り返し、具体的な改善方法とその努力を奨励した。栄養バランスや適切なエネルギー摂取に加え、血中コレステロールを低下させるために、食生活分析シートの記録からコレステロールの少ない食事を探る（例えば、卵を使った料理を避ける）ように食事の指導をおこなった。教室の4回目には、これまでの食事と運動指導内容を踏まえ、内科医師が治療を含めた高脂血症予防の生活習慣についての個別に相談し、今後の

改善努力を励ました。また、運動指導は、毎回、30～40分のストレッチ・筋力トレーニング（3～10人の集団）を、繰り返し、参加者が指導者に頼らず独力でトレーニングを行えるように習熟させた。また、散歩中の心拍を測定するために心拍モニターを貸し出した。運動指導の前には必ず血圧の測定をおこなわせ、血圧の自己測定を練習させた。

予防教室終了時には、参加者のほとんどは、生活習慣の自己管理に必要なスキルを習得した。教室終了後も、自己管理を支援するために、温水プールを利用した運動教室を定期的で開催し（月に数回）、参加者の生活習慣の自己管理を支援した。温水プールでは、水中歩行や、温水プールを利用したストレッチ・筋力トレーニングを指導した。

予防教室の修了者の中で、翌年の健診を受診した者の血中総コレステロールは、約16mg/dl低下した（表3）。

3 結果と考察

食事や身体活動などの生活習慣は、個々人の嗜好やその人の生き方が反映される。したがって、生活習慣は本来プライベートなものであり、疾病の予防の為とはいえ安易に介入すべきではない。まず、住民自身が生活習慣の十分な管理を行い、自分では解決できない場合に、依頼や要請があって初めて指導や介入を行うべきである。

ここに報告した移動ミニジムを利用した健康学習の特徴は、まず食生活と身体活動の問題を簡単に自己分析するため、また、問題を自分で解決するために必要な基本的なスキルを8～10時間の講習から習得させる点にある。保健指導スタッフは、改善へのモチベーション強化、専門的な分析・改善方法のアドバイスなどから自己管理を支援することになる。

健診のデータを改善するには、継続的な生活習慣の改善、つまり、行動変容が必要である。押水町での生活習慣病予防教室の参加者が翌年の健診では血中コレステロールが16mg/dlも低下していたことから、移動ミニジムを利用した予防教室と定期的な運動教室による支援は、対象者の行動を変容し生活習慣を改善したものと考えられる。押水町では高脂血症予防を目的にしたが、高血圧症や糖尿病の予防教室には、分析シートの記録からそれらの疾

病予防のために専門的な分析と保健担当者(医師を含む)からの指導を加えれば良い。つまり、押水町で行った教室の中のコレステロール改善を高血圧(高血糖)に差し替えれば良い。

一般に、生活習慣病の予防のため、あるいは、生活習慣を改善する目的で健康教室が開かれている。教室の終了後に血液データが改善することで、教室が評価されることが多いが、ほとんどの場合、データの改善は数ヶ月も続かない。教室の終了とともに、生活習慣が元に戻ってしまう(この点について反論できる保健担当者はまずいない)。これは、生活習慣は自己管理が基本であるとの住民への意識改革の徹底が不足していることや、具体的・実践的な自己管理スキルの習得を目指さない保健指導方法に原因がある。保健関係者は、住民の自主的な管理よりも、あくまでも担当者自身が指導を行うことを固守する傾向にある。しかし、今後は、住民の自主性を尊重し、住民の自己管理を促す方向に保健活動を転換してゆくべきである。また、押水町のケースでは、定期的な運動教室開催により自己管理の継続性を支援したが、このような継続的な支援も住民の生活習慣の自己管理を効果的に行うには必要で不可欠なものと考えている。

我々は、一般健康教育として移動ミニジムでの健康学習を行い、生活習慣の自己管理を住民に普及させることを考えている。読み、書き、そろばんのように必ず身に付けておくべきものと健康学習を住民に普及させることを目指している⁵⁾。ここに説明した学習内容を教えるためには、特別な資格は必要ない。内容に習熟した者であれば誰でも可能である。市町の保健センター、トレーニングジム、あるいは体育館を会場に、保健・医療・体育関係者と連携を図って普及させることを計画している。

住民に生活習慣の自己管理が定着すれば、医療・保健担当者にはより専門的な知識やスキルが要求される。また、実際の支援が保健担当者からの直接的なものではなく、ジムなどの体育関係者を介することも考えられる。インターネットを利用した効率的な支援システムの構築が必要になるかもしれない。また、保健担当者は住民の自己管理がどのくらいうまくいっているか、つまり、血液などの検査データを指標に、管理状況を正確に評価しなければならない。例えば、押水町の予防教室では参加者の血中コレステロール値が16mg/dl低下したが、自己管理を徹底すれば更に下げることができるのか、あるいはその値が改善効果の限界なのか、正確に自己管理を評価し、適切な支援をおこなうことが必要である。いずれにせよ、これまでの住民への一方的な指導から、住民の自主的な管理を支援する(評価も含めて)方向に保健活動システムを転換してゆく必要があると考えている。

運動を指導する際に、移動ミニジムを設置し、バーベル、ステッパーなどの運動器具を揃えた理由は、それらの運動器具を設置することが、運動やトレーニングへの興味とモチベーション強化に有効だからである。また、筋力が弱く、徒手筋力トレーニングよりも器具を使った筋力トレーニングが適している者もおり、運動指導を行うためにはトレーニング機器が必要不可欠である。高齢者の健康維持に筋力トレーニングの重要性が指摘されており、運動指導を担当する者は、ダンベル、バーベルなどの筋力トレーニング器機の使い方とその適用に習熟しておくことが必要である。

4 ま と め

食生活と身体活動を自己管理するために、日常生活習慣を分析・改善するスキルを簡単に習得する健康学習法を開発した。この学習法により、保健担当者は、生活習慣の自己管理を継続的に支援し、対象者の生活習慣を効果的に改善させることが可能である。今後、この健康学習を一般般健康教育として普及させ、住民に生活習慣の自己管理の定着とその機能的な支援システム構築を図る予定である。

参 考 文 献

- 1) 柴田裕行, 浜野正子: 健康な老人の健康行動調査 日本公衆衛生雑誌, 10, 1206-1207 (1994)
- 2) 琴坂真由美, 原田範子, 中島美香子, 大森せつ, 竹島ゆり, 柴田裕行: 住民の健康調査による管内保健活動評価 日本公衆衛生雑誌, 43(10), 402-403 (1996)
- 3) 石原雅子, 原田範子, 中島美香子, 大森せつ, 柴田裕行: 住民モニター制による管内保健活動の評価 日本公衆衛生雑誌, 43(10), 403-404 (1996)
- 4) 細川淳二, 原田範子, 大森せつ, 石原雅子, 柴田裕行: アンケート調査による管内住民の検診受診率 日本公衆衛生雑誌, 44(10), 537-538 (1997)
- 5) 波木砂代栄, 原田範子, 柴田裕行: 生活習慣日記による日常生活習慣の改善 日本公衆衛生雑誌, 45(10), 200-201 (1998)
- 6) 松沢フサ子, 柴田裕行, 田島隆俊: 移動ミニジムによる健康運動指導 日本公衆衛生雑誌, 46(10), 197-198 (1999)
- 7) 新藤宗洋, 橋本勲: 健康のための運動所要量O&A, 17-19, 新企画出版(1989)
- 8) 厚生省大臣官房老人保健福祉部老人保健課: 生活習慣改善指導マニュアル, 58-59 (1991)

〔報 文〕

イガイ類の多環芳香族炭化水素

石川県保健環境センター食品薬品科学部 大西 道代・澤田 道和・中村 能則

キーワード：多環芳香族炭化水素，イガイ類

1 はじめに

平成9年1月2日島根県隠岐島沖で発生したロシア船籍タンカー「ナホトカ号」の破損、沈没による油流出事故に伴い、本県では沿岸における水質、底質、海生生物等への影響調査を平成8年度から実施している¹⁾。

我々は、この調査において、多環芳香族炭化水素 (PAH) を油汚染指標成分としてイガイ類、ホンダワラ類及び付着油の残留調査を行い、油汚染試料に特徴的な PAH 成分を検出し、汚染の判定に有効であることを報告²⁾ (以下「既報」という。) した。今回はイガイ類の汚染後2年半の PAH 調査から、油汚染試料に特徴的な PAH 成分の消長と水質汚染との関連、イガイ類の PAH 濃度の特徴等について検討したので報告する。

2 試料と方法

2.1 調査試料

試料は汚染地域 (4 沿岸：加賀，金沢，富来，珠洲) と非汚染地域 (2 沿岸：能都，能登島) において、平成9年3，5，7，9，12月，10年2，6，9月，11年2月及び6月採取されたイガイ類53検体である (表1)。

2.2 測定物質

PAHのうち5環のベンゾ (a) ピレン (B(a)P)，ベンゾ (k) フルオランテン (B(k)F)，7-メチルベンゾ (a) ピレン (7-MeB(a)P) と9-メチルベンゾ (a) ピレン (9-MeB(a)P) 及び6環のベンゾ (ghi) ペリレン (B(ghi)P) の5物質である。

2.3 方法

試薬，標準物質，試験溶液の調製，HPLC装置及び測定条件については既報のとおりである。定量下限は0.1ng/g湿重とした。

3 結 果

3.1 汚染地域のイガイ類

(1) 加賀沿岸，富来沿岸及び珠洲沿岸のイガイ類

図1に示すように、加賀沿岸のイガイ類の B(a)P，B(k)F，B(ghi)P の濃度範囲は、2.2~39，1.9~10，1.0~13ng/g湿重であった。富来沿岸のイガイ類ではそれぞれ0.2~10，0.4~4.9，0.5~5.8ng/g湿重であり、珠洲沿岸のイガイ類では、それぞれ0.3~11，0.4~4.8，0.7~4.8ng/g湿重であった。加賀沿岸の平成9年3月の濃度がいずれの PAH ともに特に高かった。

季節的にみると B(a)P，B(k)F 及び B(ghi)P はどの

表 1 試料採取地点と時期

地 点	平成9.3	9.5	9.7	9.9	9.12	10.2	10.6	10.9	11.2	11.6
加賀沿岸 (橋立港内)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—
金沢沿岸 (金石港堤防)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—
富来沿岸 (福浦港内)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
珠洲沿岸 (高屋港内)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
能都沿岸 (越坂)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—
能登島沿岸 (曲養殖筏)	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—

注) ○印は採取あり，—印は採取なし

Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Mussel. by OHNISHI Michiyo, SAWADA Michikazu and NAKAMURA Yoshinori (Food and Drug Science Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

地域のイガイ類においても冬期又は初春期(平成9年3月, 10年2月及び11年2月)に高く, 夏期(平成10年6月及び9月)に低い傾向がみられた。

B(a)Pの濃度は, 平成10年2月には平成9年3月の1/7~1/3に減少し, 平成11年2月もほぼ同レベルであった。

B(k)Fの濃度は, 平成9年3月を除いた加賀沿岸や, 富来沿岸, 珠洲沿岸では, 季節変動が顕著にみられた。

B(ghi)Pの濃度は, 加賀沿岸が高めに推移したが, 3沿岸とも季節変動が顕著であった。

B(a)PとB(k)Fの濃度を比較すると, 平成9年12月までB(a)P>B(k)Fであったが, その後は概ねB(k)F>B(a)Pであり, 3物質の濃度は, B(k)F又はB(ghi)P>B(a)Pの順となっていた。

7-MeB(a)Pは加賀沿岸では平成9年12月まで, 富来沿岸と珠洲沿岸では平成10年2月まで検出され, その濃度は, 0.1~4.7ng/g湿重であった。

9-MeB(a)Pは加賀沿岸と珠洲沿岸では平成11年2月まで, 富来沿岸では平成10年2月まで検出された。濃度は, 0.1~12.9ng/g湿重であった。

7-MeB(a)Pと9-MeB(a)PのPAH5物質中の組成比は, いずれの地点でも経時的に減少していた。富来沿岸のPAH5物質の組成比の推移を図2に示した。

(2) 金沢沿岸のイガイ類

(1)の3沿岸に比べ比較的油漂着量の少なかった金沢沿岸のB(a)P, B(k)F, B(ghi)Pの濃度範囲は, 0.6~3.0, 0.9~3.4, 0.5~4.5ng/g湿重であり(図1), 非汚染地域のイガイ類のレベルと同等であった。

季節的にみると, B(a)P, B(k)F及びB(ghi)Pは, 冬期又は初春期に高く, 夏期に低い傾向がみられ, 他の汚染地域と同様の傾向を示した。

B(a)PとB(k)Fの濃度を比較すると, ほとんどの調査時点でB(k)Fの方が高かった。3物質の濃度は, B(ghi)P>B(k)F>B(a)Pの順であった。

7-MeB(a)Pは全期間検出されなかった。

9-MeB(a)Pは, 平成9年3月, 12月及び10年2月に検出され, その濃度は0.2~0.3ng/g湿重であった。

3・2 非汚染地域のイガイ類

能都沿岸及び能登島沿岸のイガイ類のB(a)P, B(k)F, B(ghi)Pの濃度範囲は, 0.1~4.3, 0.2~9.7, 0.3~5.7ng/g湿重であった(図1)。

B(a)P, B(k)F及びB(ghi)Pの濃度には, 冬期又は初春期に高く, 夏期に低いという前述の汚染地域4沿岸の場合と同様な季節変動がみられた。

B(a)PとB(k)Fの濃度を比較すると, B(k)Fの方が高かった。3物質の濃度は, B(k)F又はB(ghi)P>B(a)

Pの順であった(図2)。

7-MeB(a)Pと9-MeB(a)Pは検出されなかった。

4 考 察

4・1 流出油によるイガイ類の汚染と水質汚染

環境庁の生物モニタリングマニュアル³⁾によると, ムラサキイガイは, 付着性のため生活圏が限られ, 寿命が短く化学物質の体中濃度の平衡がかなり短期間で達成されることから, 特定水域の汚染レベルの推移の監視や, 水域間の汚染レベルの比較に有用であるといわれている。

一方, ナホトカ号由来の付着油は, B(a)P, B(k)F, B(ghi)Pの濃度比が13:1:6とB(a)Pの濃度が高いこと, 7-MeB(a)Pと9-MeB(a)Pが特徴的成分として検出されることを既報で報告した。そこで, B(a)P濃度, 7-MeB(a)Pと9-MeB(a)Pの有無及びPAH組成に注目し, 非汚染地域と比較して, 汚染地域のイガイ類の油汚染を推定してみた。

加賀沿岸, 富来沿岸及び珠洲沿岸のイガイ類は油漂着後の平成9年3月には7-MeB(a)Pと9-MeB(a)Pが検出され, 油汚染がはっきりみられた。その後は, これらメチル体の減少とB(a)PとB(k)Fの濃度比の変化から, 汚染の影響が減少していったと思われた。油漂着約1年半後の平成10年6月のこの3沿岸の試料には, ほとんど油汚染の影響がみられなくなったと推定された。

金沢沿岸では, 漂着後の平成9年3月には9-MeB(a)Pが検出され油汚染をうかがわせるものの, その後は非汚染地域試料と変わらないPAHレベルであり, 日常生活において排出される微量のPAHの影響を受けているのではないかと推察された。

本県の水質環境調査では, 油関連物質であるn-ヘキサン抽出物質が漂着直後の平成9年1月に検出され, n-パラフィン類と油分(四塩化炭素抽出物質)が平成9年1月から10年3月に数地点の水質から検出されたが, 平成10年6月以降これらは検出されなかった¹⁾と報告されている。

今回のイガイ類のPAH調査からは, 流出油による汚染は平成10年6月にはほとんど回復していると思われ, 水質環境調査と同様な結果となった。これは, ボランテニア等住民による油漂着後の早期の回収作業の成果といえる。

4・2 イガイ類のPAHと油汚染調査

イガイ類のPAH濃度の季節変動に関して, 「ブレア号」の原油流出に伴う長期モニタリング調査結果の中で, ヨーロッパイガイについて, 春から初夏の産卵期に備え脂肪を蓄積するため, 脂溶性であるPAHは冬から春に高く夏に低くなる季節変動を示す⁴⁾と報告されている。

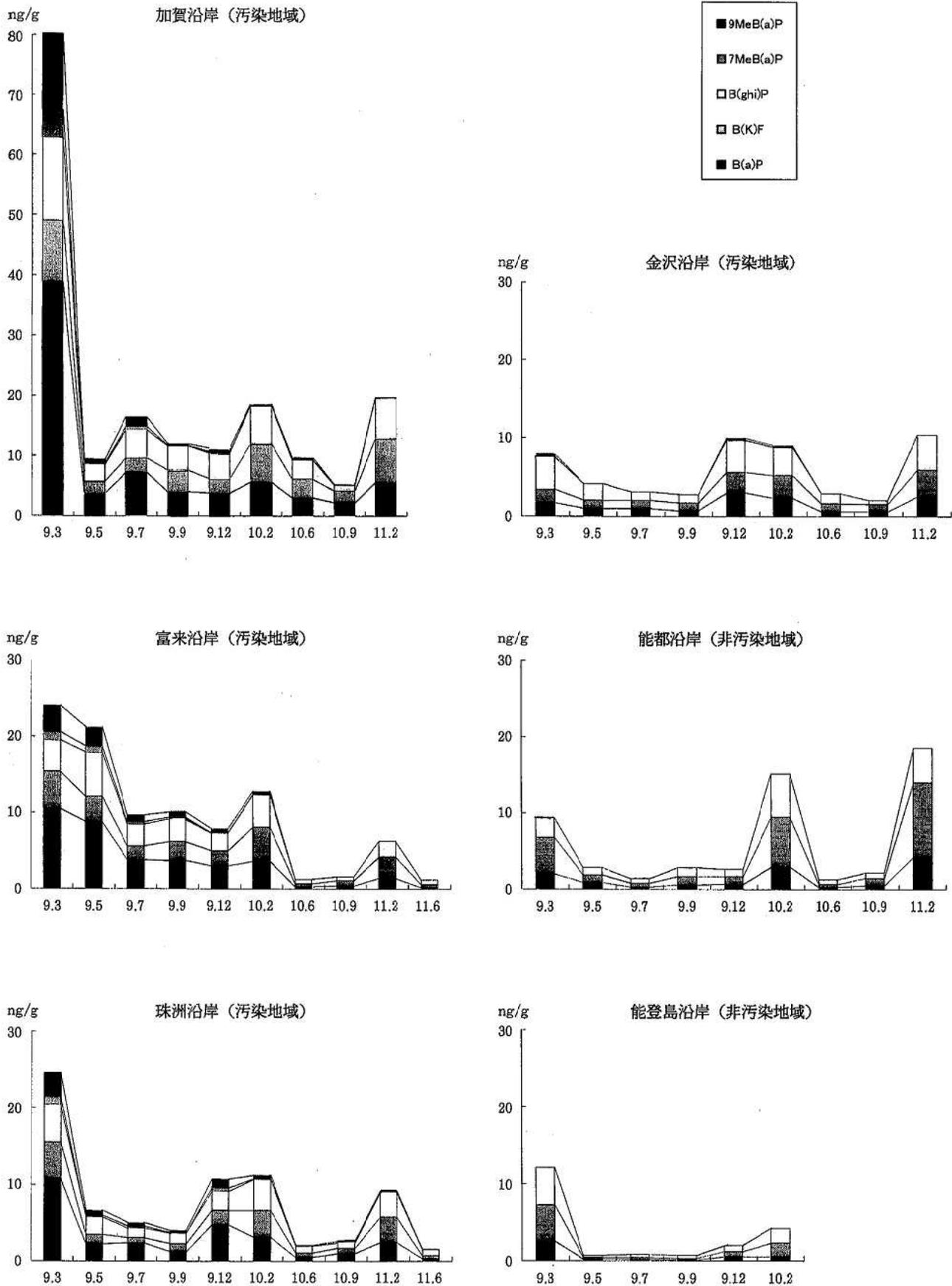


図 1 イガイ類のPAH濃度

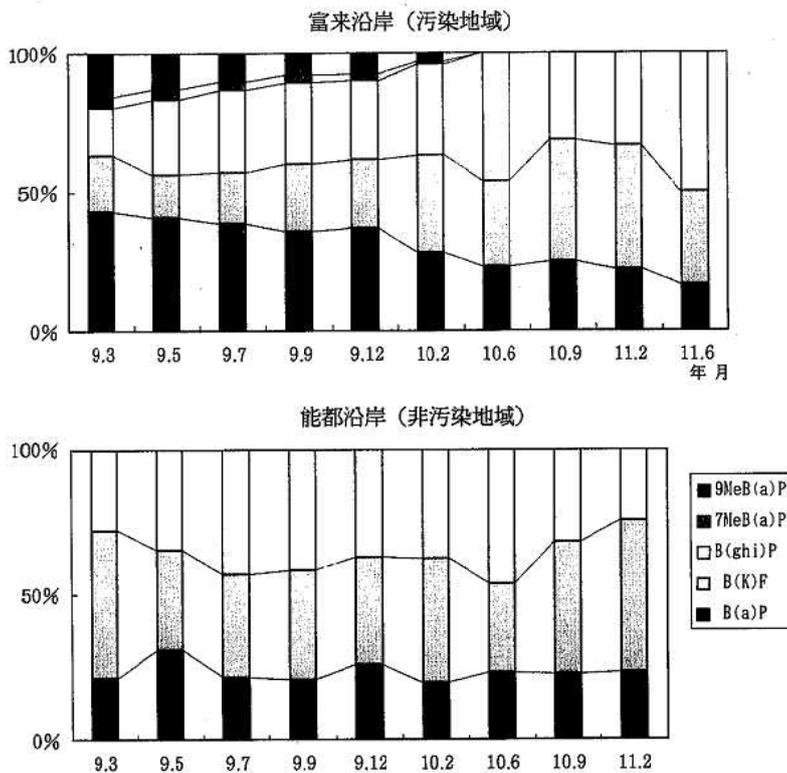


図 2 イガイ類のPAH組成比

一方、日本のムラサキイガイの産卵期については、若狭湾では2～5月とされている³⁾。これらのことから、今回のイガイ類のPAHが冬期又は初春期に高く、夏期に低いという季節変動は、特定の汚染や地域にかかわらず、産卵に伴う生理現象の結果と推定された。

油汚染を化学成分PAHで調査する場合には、濃度レベルの把握とともに、組成比(濃度比)や特徴的な成分の有無を手がかりとすると有効であることが分かった。しかし、PAHの発生源は石油製品の他、燃焼過程での生成など種々あることから、日頃から地域のデータを蓄積しておくか、油汚染を受けていない環境の似た地域の

試料と比較するなどして汚染調査を進めることの必要性が示唆された。

また、イガイ類を指標生物とする場合は、季節変動も踏まえて判断する必要があった。

5 ま と め

(1) 今回のイガイ類の調査から、ナホトカ号流出油に特徴的な7-MeB(a)Pと9-MeB(a)Pの濃度は経時的に減少し、油漂着の1年半後にはほとんど検出されなくなったことから、環境汚染が回復していることが分かった。

(2) イガイ類のB(a)P, B(k)F及びB(ghi)Pの濃度は冬期又は初春期が他の季節より高く、平常時にはB(k)F>B(a)Pの傾向であった。

(3) イガイ類のPAHによる油汚染調査を実施する場合、汚染試料に特徴的なPAH成分の把握が汚染の判定に有効であり、濃度レベルの変動には季節を考慮する必要があった。

文 献

- 1) 石川県：平成11年度石川県ロシアタンカー油流出環境影響調査報告書(2000)
- 2) 大西道代, 澤田道和, 笹木千春, 水野和明：石川保環年報, 35, 31-34(1998)
- 3) 環境庁環境保健部保健調査室：生物モニタリング調査マニュアル(1988)
- 4) Webster, L., Angus, L., Topping, G., Dalgarno, E. J., Moffat, C.F. : Analyst 122, 1491-1495(1997)

〔報 文〕

空間放射線の地理的分布に関する研究 (第4報)

— 環境放射線観測局における空間線量率の分布についての考察 —

石川県保健環境センター環境放射線部 吉田 弘・梶田 武史・泉 善博

キーワード：可搬型NaI測定装置，ピーリングオフ法，K-40

1 はじめに

志賀原子力発電所周辺の環境放射線観測局は図1に示すように配置され、常時監視結果から、それぞれの観測局の線量率の高さは、通常、直海局>赤住局>志賀局>熊野局>福浦局の順になっている。

これらの観測局における線量率レベルの高低については地域住民の関心も高く、これまでこれらの差が何に起因するものか検討されてきたが、その原因は明確にはなっていない。

空間放射線の地理的分布に関する研究として、これまで可搬型Ge半導体検出器を用いた県内各地のガンマ線の成分別の線量率と表層地質及び近傍の構造物等との関連についての調査¹⁾、並びにモニタリングカー（NaI測定装置搭載）の走行測定結果と地形・地質及び道路周辺の構造物との関連についての調査²⁾を行ってきた。

線量の成分特定が可能な可搬型Ge半導体検出器を用いた調査では、観測局当たり1地点の測定値ではあるが、これらの観測局の線量率レベルの高低について常時監視結果と同様の結果が得られており、直海局が他の4局と比較して高い線量率を示したのは、土壌由来のK-40に加えて、観測局近傍のコンクリート建造物（JA志賀上熊野支店）からのK-40の影響が上乘せされたものと考えている。³⁾

今回の調査では、短時間に多くの測定データと線量成分情報を得ることができる可搬型NaI測定装置を用いて、観測局の露場（測定装置の検出部等が設置してある屋外の場所）や建屋屋上（測定装置の検出部を設置する場合あり）の線量率及び放射性核種の成分別の線量率の分布状況を測定し、観測局建屋や周辺の構造物等の影響

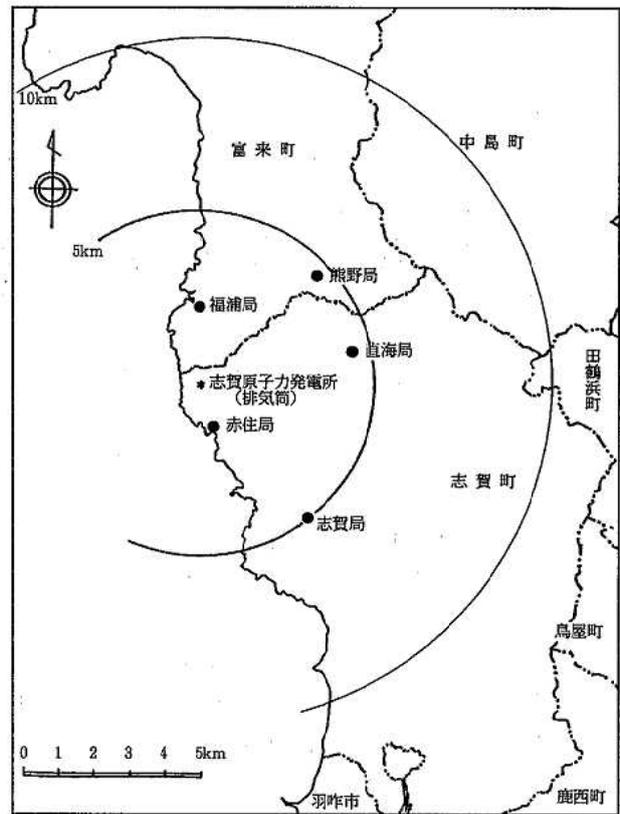


図1 観測局の配置

について考察した。

2 調査方法

2.1 測定装置等の仕様

可搬型NaI測定装置は、可搬型Ge半導体検出器に比べ、若干精度が落ちるが、5～10分程度の比較的短時間でデータが得られ（可搬型Ge半導体検出器での測定時

Study on Geographical Distribution of Environmental Gamma Radiation. 4. Survey of Gamma Radiation at Monitoring Station Site. by YOSHIDA Hiroshi, MASUTA Takeshi and IZUMI Yoshihiro (Environmental Radiation Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

間は、通常1時間程度)、検出部の冷却も必要もなく、比較的操作が容易な野外用の放射線測定装置である。

今回の調査で用いた可搬型 NaI 測定装置の仕様は下記のとおりである。

- 検出部：3インチφ球形 NaI (T1) シンチレーション検出器 (Scinti Pack Model 296)
- ポータブルスペクトロコピシステム : NOMAD-Plus
- データ処理装置 : EPSON PC-586 NOTE AT

2・2 測定方法

測定点は、原則として、観測局の建屋屋上(地上高さ310cm)の4隅(屋根の端から100cm内側の地点)及び中心部、並びに露場の4隅(敷地の境界から100cm内側の地点)、中心部及び観測局設置 NaI 測定装置検出部の周囲の数地点とした。なお、直海局では露場に隣接した駐車場の2地点も測定点に加えた。

しかし、露場内には観測局により、大型水盤、電離箱式放射線測定装置及び気象観測機器の検出部等が設置しており、これらが障害物となる場合や測定点が近接する場合には、適宜、一部の測定点での測定を省略した。

測定に際しては、可搬型 NaI 測定装置の検出部は地上又は屋上から1mの高さに設置し、1測定点あたり10分間のスペクトルデータ収集を行った。

2・3 測定条件

各観測局の露場及び屋上の平面的な線量率分布状況図を作成するには、測定期間中の時系列の線量率がほぼ一定である必要があり、このため気象が安定した、降水がなく、風が弱い、穏やかな日を選んだ。

また、使用した可搬型 NaI 測定装置は温度補償型でないため、測定条件が可能な限り同一になるように、最高気温が20℃前後で、気温変化が少なくなると思われる日を選んで測定した。

各観測局での可搬型 NaI 測定装置の測定期間中における、観測局設置 NaI 測定装置(常時監視用)及び参考として観測

局に隣接して測定したモニタリングカー搭載の NaI 測定装置の線量率を表1に示した。

観測局設置 NaI 測定装置及びモニタリングカー搭載 NaI 測定装置の線量率の変動は、最大で直海局の2.4 nGy/hであり、これは両測定装置での測定値(34.8~54.3nGy/h)の10%以下であることから、可搬型 NaI 測定装置の測定期間中の各観測局の線量率は、時系列的にほぼ一定とみなした。

これにより、今回の測定結果から、自然条件の変動を考慮せずに、観測局の露場及び屋上の線量率分布を評価することが可能と思われる。

2・4 解析方法等

科学技術庁放射能測定法シリーズ「空間γ線スペクトル測定法(平成2年度)」に準拠した線量評価プログラム⁴⁾を使用し、収集したスペクトルデータから、線量率及び天然放射性物質であるK-40、U系列、Th系列の成分別の線量率を求めた。

なお、K-40等のエネルギー領域は下記のとおりである。

- 〔 K-40 : 1.34~1.60 MeV 〕
- 〔 U-系列 : 1.61~2.30 MeV 〕
- 〔 Th-系列 : 2.31~2.99 MeV 〕

表 1 可搬型 NaI 測定装置の測定期間中における観測局設置 NaI 測定装置及びモニタリングカー搭載 NaI 測定装置の線量率

観 測 局 〔可搬型 NaI 測定装置〕 の測定年月日 測定開始~終了時間〕	観測局設置 NaI 測定装置 の線量率 (nGy/h)		モニタリングカー搭載 NaI 測定装置の線量率 (nGy/h)	
	範 囲 (測定開始~終了時間)	平均値	範 囲 (測定開始~終了時間)	平均値
志 賀 局 〔11年10月25日 11時32分~15時26分〕	48.4~49.7 (11時30分~15時30分)	49.1	40.8~42.2 (11時40分~15時30分)	41.4
赤 住 局 〔12年4月25日 11時28分~15時20分〕	47.1~48.0 (11時20分~15時20分)	47.6	41.5~43.0 (11時50分~15時10分)	42.2
直 海 局 〔11年11月11日 12時03分~15時26分〕	51.9~54.3 (12時0分~15時30分)	52.6	43.0~43.8 (12時20分~15時30分)	43.4
福 浦 局 〔12年5月9日 12時33分~16時25分〕	41.0~43.0 (12時30分~16時30分)	41.9	—	—
熊 野 局 〔12年5月17日 11時18分~15時37分〕	44.1~45.0 (11時10分~15時40分)	44.6	34.8~36.0 (11時20分~15時30分)	35.4

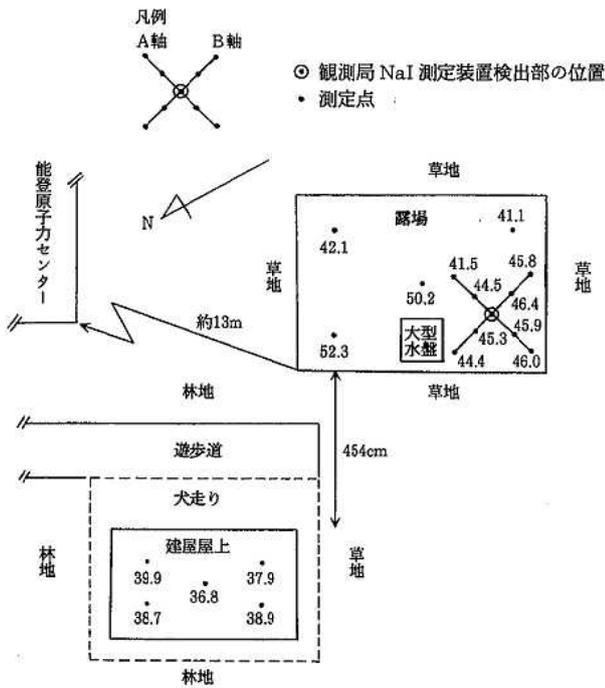


図 2-1 志賀局の線量率分布図 (nGy/h)

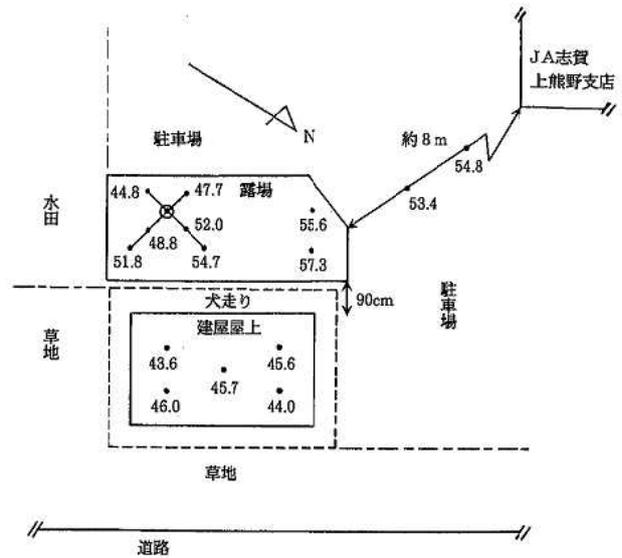


図 2-3 直海局の線量率分布図 (nGy/h)

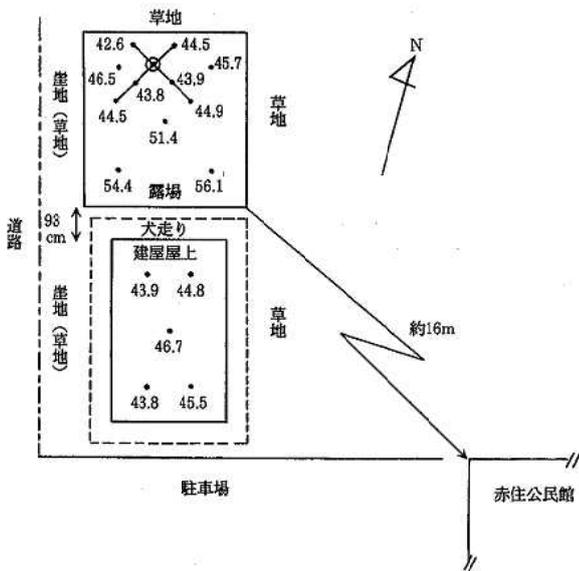


図 2-2 赤住局の線量率分布図 (nGy/h)

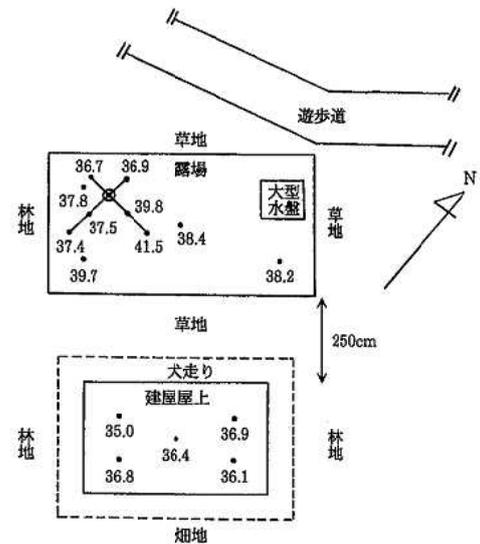


図 2-4 福浦局の線量率分布図 (nGy/h)

3 結果及び考察

3-1 観測局の線量率分布状況

各観測局における線量率の測定結果を図2-1～図2-5に示した。これらの図は観測局建屋、露場、測定点等の寸法や距離等を実測し、作成した。

また、観測局別の線量率及び天然放射性物質の成分別線量率を表2に示した。最も高い線量率を示した直海局及び最も低い線量率を示した福浦局の測定点毎の線量率及び成分別線量率をそれぞれ表3、表4に示した。

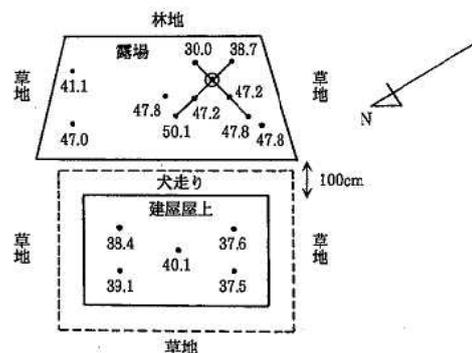


図 2-5 熊野局の線量率分布図 (nGy/h)

表 2 測定場所別の線量率及び放射性核種の成分別線量率

測定場所			線量率 (nGy/h)	K-40 (nGy/h)	U-系列 (nGy/h)	Th-系列 (nGy/h)
志賀局	屋上	5地点	36.8~39.9	19.5~20.2	4.9~ 5.5	12.3~14.2
	露場内	12地点	41.3~52.3	23.0~25.0	4.3~ 9.9	14.3~19.5
赤住局	屋上	5地点	43.9~46.7	20.4~22.6	6.4~10.6	11.6~13.8
	露場内	11地点	42.6~56.1	23.0~35.4	3.5~ 7.8	13.2~20.3
直海局	屋上	5地点	43.6~46.0	18.5~23.0	6.4~ 9.5	11.5~14.5
	露場内	8地点	44.8~57.3	25.8~35.6	5.0~ 9.1	13.2~18.2
	駐車場	2地点	53.4~54.8	32.6~33.3	5.5~ 8.1	16.6~17.5
福浦局	屋上	5地点	35.0~36.9	16.3~18.4	4.8~ 7.8	9.3~12.1
	露場内	10地点	36.7~41.5	16.4~21.5	3.0~ 7.0	10.5~14.4
熊野局	屋上	5地点	37.5~40.1	19.1~20.7	4.3~ 5.9	10.7~12.9
	露場内	11地点	30.1~50.1	16.7~32.4	2.8~ 7.2	7.8~17.1

表 3 直海局の放射性核種の成分別線量率

測定点	線量率 (nGy/h)	成分別線量率 (nGy/h)				成分別線量率 (%)			
		K-40	U-系列	Th-系列	計	K-40	U-系列	Th-系列	
屋上	左上隅	43.6	18.5	9.5	11.5	39.5	46.8	24.1	29.1
	右上隅	45.6	22.9	8.9	11.5	43.4	52.9	20.6	26.5
	左下隅	46.0	20.7	8.1	12.9	41.6	49.8	19.4	30.8
	右下隅	44.0	23.0	9.3	11.5	43.7	52.6	21.2	26.2
	中心部	45.7	20.5	6.4	14.5	41.4	49.5	15.5	35.0
露場	右上隅	55.6	33.0	6.8	16.4	56.2	58.6	12.2	29.2
	右下隅	57.3	35.6	5.2	18.2	59.0	60.4	8.8	30.8
	A軸1	44.8	25.8	5.0	13.5	44.3	58.2	11.3	30.5
	" 2	52.0	29.0	8.2	14.6	51.8	56.0	15.9	28.1
	" 3	54.7	30.9	9.1	14.2	54.2	57.0	16.7	26.3
	B軸1	47.7	27.6	6.0	14.1	47.6	57.9	12.5	29.6
	" 2	48.8	28.5	7.3	13.2	49.0	58.2	14.9	26.9
	" 3	51.8	29.8	6.7	14.6	51.2	58.3	13.1	28.6
	駐車場	近点	53.4	33.3	5.6	17.5	56.3	59.1	9.8
遠点	54.7	32.6	8.1	16.6	57.2	56.9	14.1	29.0	

注) A軸及びB軸の測定点は、両軸とも線量率分布図の上方から1, 2, 3の順に番号付けする。
駐車場の測定点は、露場に近い測定点を近点、遠い測定点を遠点とする。

表 4 福浦局の放射性核種の成分別線量率

測定点	線量率 (nGy/h)	成分別線量率 (nGy/h)				成分別線量率 (%)			
		K-40	U-系列	Th-系列	計	K-40	U-系列	Th-系列	
屋上	左上隅	35.0	18.3	4.8	10.4	33.6	54.5	14.4	31.1
	右上隅	36.9	18.4	5.1	12.0	35.5	51.9	14.3	33.8
	左下隅	36.8	16.8	7.1	11.5	35.4	47.4	20.1	32.5
	右下隅	36.1	16.3	6.1	12.1	34.6	47.2	17.8	35.0
	中心部	36.4	18.3	7.8	9.3	35.3	51.7	22.0	26.3
露場	左下隅	39.7	21.2	3.0	13.9	38.2	55.6	7.9	36.5
	右下隅	38.2	21.3	5.3	12.9	39.5	54.0	13.4	32.6
	中心部	38.4	19.9	6.0	12.4	38.3	52.1	15.5	32.4
	A軸1	36.7	17.0	7.0	11.0	34.9	48.6	20.0	31.4
	" 2	39.8	20.9	5.4	12.7	38.9	53.6	13.9	32.5
	" 3	41.5	21.5	5.0	14.4	40.8	52.6	12.2	35.2
	B軸1	36.9	17.5	3.7	12.4	33.6	52.0	11.1	36.9
	" 2	37.5	17.4	6.9	10.7	35.0	49.6	19.7	30.7
	" 3	37.4	16.4	6.1	10.5	33.1	49.6	18.6	31.8

(1) 露場の線量率分布状況
各観測局の露場の線量率分布状況については以下のとおりであった。

ア 直海局

直海局は、観測局建屋(コンクリート建造物:露場から約90cm)、駐車場(コンクリート舗装:露場に隣接)及びJA志賀上熊野支店建屋(コンクリート建造物:露場から約8m)に近い測定点(右上隅, 右下隅)の線量率がそれぞれ55.6, 57.3nGy/hと高く、K-40の線量率も33.0, 35.6nGy/hと高かった。

また、駐車場に近いが、両建屋から比較的離れた測定点(A軸1)の線量率は44.8nGy/hと低く、K-40の線量率も25.8nGy/hと低かった。

なお、観測局建屋に近いが、JA志賀上熊野支店建屋から離れている測定点(B軸3)の線量率は51.8nGy/hと比較的高い値を示し、K-40の線量率も29.8nGy/hであった。

駐車場の測定点(近点:露場から約2m, 遠点:露場から約4m)については、53.4, 54.8nGy/hであり、K-40の線量率も33.3, 32.6nGy/hと高い値を示した。

イ 福浦局

福浦局は、露場が観測局建屋から比較的離れており(約250cm)、かつ観測局の近傍にコンクリート構造物がないため、露場内の全測定点の線量率は、36.7~41.5nGy/hの範囲にあり、それらの線量率の差は3.8nGy/hと小さかった。

またK-40の線量率は16.3~21.5nGy/hの範囲にあった。

なお、右上隅の測定点につ

いては、大型水盤が設置されているため、測定できなかったが、仮に測定したならば、近くをコンクリート舗装の遊歩道が通っていることから、他の露場内の測定点より高い線量率を示すものと思われる。

ウ 志賀局

志賀局は、コンクリート舗装の遊歩道及び観測局建屋に近い測定点（左下隅）の線量率が52.3nGy/hと高かった。その他の測定点でも、観測局建屋に近い測定点の線量率が遠い測定点より高くなる傾向がみられた。また露場から約13m離れている能登原子力センター建屋（コンクリート建造物）の影響はあまりみられなかった。

エ 赤住局及び熊野局

赤住局及び熊野局については、志賀局と同様に、観測局建屋に近い測定点の線量率が遠い測定点より高くなる傾向がみられた。なお、赤住局については、露場から約16m離れている赤住公民館（コンクリート建造物）の影響はあまりみられなかった。

これらの線量率分布状況から、露場内の測定点は観測局建屋や駐車場等のコンクリート構造物からの距離に対応した線量率分布状況を示し、線量率の高低は露場内の土壤に含まれる放射性物質より、コンクリート構造物に含まれるK-40の寄与に大きく左右されているものと思われる。

また、Th-系列についてもK-40ほどではないが、線量率分布状況への寄与が認められた。

なお、U-系列については線量率分布に対して、特に目立った傾向はみられなかった。

露場内に設置してある、放射線測定装置及び気象観測機器の検出部、気象観測機器の取り付け支柱、大型水盤等が線量率に与える影響については、今回の測定結果からはわからなかった。

(2) 観測局屋上の線量率分布状況

各観測局の屋上の5測定点（4隅、中心部）の線量率の差は、最大でも志賀局の3.1nGy/hであり、それぞれの観測局の屋上はほぼ均一の線量レベルにあった。

これは各観測局の屋根が共通の仕様で、コンクリートの上にアスファルト防水がされており、これらの屋根の材質に含まれる放射性物質の影響が、周囲の表層地質等の影響より、線量率に大きく寄与しているものと思われる。

3・2 観測局間の線量率分布状況の比較

観測局間の線量率分布状況を比較するため、各観測局の可搬型NaI測定装置の測定値を、平成12年5月17日11時10分～15時40分の期間（熊野局における可搬型NaI測定装置の測定期間であり、以下「熊野局での測定期間中」という。）における、当該観測局に設置のNaI測定

装置の線量率の平均値に換算した。（換算は表8の脚注を参照）

各観測局の観測局設置NaI測定装置の検出部設置地点における、可搬型NaI測定装置の推定線量率は、検出部からの距離と線量率をプロットした図から求めた。⁵⁾

志賀局におけるA軸及びB軸方向の線量率プロット図を図3-1及び図3-2に例示し、各観測局における推定線量率を表5に示した。

次に、熊野局での測定期間中における、当該観測局設置NaI測定装置の線量率と、当該観測局及び熊野局の観測局設置NaI測定装置の線量率の平均値の比を表6に示した。また、同様に、平成11年度の各観測局における線量率と、当該観測局及び熊野局の線量率の平均値の比を表7に示した。

各観測局の線量率の高さは、表6及び表7とも、直海局>赤住局>志賀局>熊野局>福浦局の順であり、かつ線量率の平均値の比もほぼ同程度であることから、可搬型NaI測定装置の線量率を換算し、各観測局における線量率分布状況を比較、評価することは妥当と考えた。

換算後の線量率を表8に示した。

(1) 露場の線量率分布状況の比較

各観測局の露場の線量率分布状況を全般的にみると、常時監視結果と同様に、直海局が最も高く、次いで赤住局、志賀局、熊野局、福浦局の順であった。

(2) 建屋屋上の線量率分布状況の比較

建屋屋上の線量率分布状況は、各観測局ともほぼ均一の線量レベルであり、線量率の平均値をみると、直海局及び赤住局はそれぞれ49.4、48.4nGy/hと高かったが、その他の3局は約40nGy/hと両局より10nGy/h程度低かった。

各観測局屋上の線量率と観測局周辺の構造物等との関係については以下のとおりである。

ア 直海局

直海局については、観測局建屋の周囲4面のうち、一面は駐車場に隣接しており、他の2面はそれぞれ露場又は草地を挟んで駐車場と道路であり、3面がコンクリート舗装の影響を受けており、更に近傍にコンクリート建造物もあることから、線量率が高い値を示したものと思われる。

イ 赤住局

赤住局については、建屋の周囲の一面が駐車場となっており、また、もう一面は崖地（擁壁はコンクリート）であるが、崖下は駐車場から北方向に下がる道路となっており、これら2面のコンクリート舗装が線量率に寄与しているものと思われる。

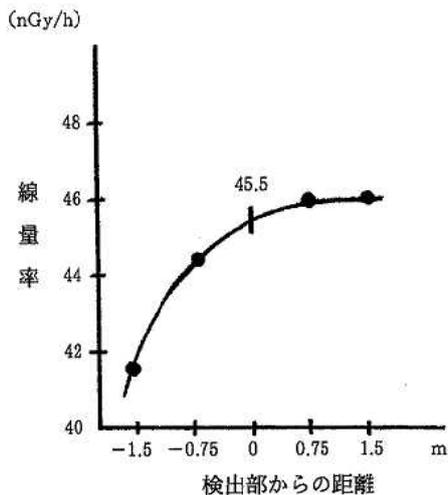


図3-1 A軸方向の線量率プロット図

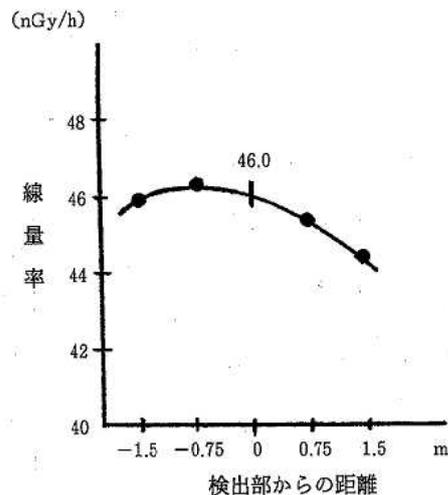


図3-2 B軸方向の線量率プロット図

表5 観測局設置 NaI 測定装置検出部の設置地点における可搬型 NaI 測定装置の推定線量率

観測局	A軸方向の距離と線量率から求めた推定線量率 (nGy/h)	B軸方向の距離と線量率から求めた推定線量率 (nGy/h)	推定線量率 (nGy/h)
志賀局	45.5	46.0	45.8
赤住局	43.2	43.7	43.5
直海局	48.5	48.0	48.3
福浦局	38.0	37.6	37.8
熊野局	42.8	43.2	43.0

ウ 志賀局, 熊野局及び福浦局

志賀局, 熊野局及び福浦局は, 建屋の周囲がほぼ草地又は林地であるため, 他の2局より低い線量率を示したものである。

4 ま と め

可搬型 NaI 測定装置を用いて, 観測局の露場, 建屋

表6 熊野局での可搬型 NaI 測定装置の測定期間中における観測局設置 NaI 測定装置の線量率 (測定期間:平成12年5月17日11時10分~15時40分)

観測局	線量率 (nGy/h)		当該局の線量率の平均値 熊野局の線量率の平均値
	範囲	平均値	
志賀局	47.9~48.8	48.5	1.09
赤住局	47.6~48.3	47.9	1.07
直海局	51.3~52.3	51.9	1.16
福浦局	40.8~41.3	41.0	0.92
熊野局	44.1~45.0	44.6	1.00

屋上等の線量率及び放射性核種の成分別の線量率の分布状況を測定した。

(1) 露場内の線量率分布は, コンクリート建造物である観測局建屋に近い測定点ほど高い値を示し, その距離が近いほど高い傾向を示した。

(2) 露場内の測定点の線量率は, 観測局建屋だけでなく, 近傍のコンクリート建造物等の影響も受けており, 線量率はこれらの構造物からの距離に対応した分布状況を示した。

(3) 天然放射性核種の成分別 (K-40, U-系列, Th-系列) の線量率については, コンクリート構造物に近い測定点ではK-40及びTh-系列の線量率が高い傾向を示したが, U-系列については, 特に目立った傾向はみられなかった。

(4) 観測局建屋屋上の線量率は, 各観測局ともほぼ均一の線量レベルにあった。また, 建屋の周囲にコンクリート構造物がある直海局及び赤住局の線量率は約50nGy/hであり, 他の3局より10nGy/h程度高かった。

表7 平成11年度の環境放射線観測局における観測局設置 NaI 測定装置の線量率 (常時監視結果)

観測局	線量率 (nGy/h)		当該局の線量率の平均値 熊野局の線量率の平均値
	範囲	平均値	
志賀局	42.2~110.6	50.2	1.09
赤住局	42.5~ 89.7	49.2	1.06
直海局	43.9~103.1	54.3	1.18
福浦局	36.9~ 91.3	42.6	0.92
熊野局	39.4~ 86.6	46.2	1.00

表 8 測定場所別の可搬型 NaI 測定装置の線量率及び換算後の線量率

測定場所		線量率 (nGy/h)		換算*1後の線量率 (nGy/h)	
		範囲等	平均値	範囲等	平均値
志賀局	屋上〔4隅, 中心部〕	36.8~39.9	38.4	39.0~42.3	40.7
	露場	41.3~52.3	—	43.7~55.4	—
	〔4隅, 中心部〕	〔41.3~52.3〕	—	〔43.7~55.4〕	—
	A軸	41.5~46.0	—	43.9~48.7	—
	B軸	44.4~46.4	—	47.0~49.1	—
	検出部の推定線量率	45.8*2	—	48.5	—
赤住局	屋上〔4隅, 中心部〕	43.9~46.7	44.9	48.3~51.4	49.4
	露場	42.6~56.1	—	46.9~61.8	—
	〔4隅, 中心部〕	〔46.6~56.1〕	—	〔51.3~61.8〕	—
	A軸	42.6~44.9	—	46.9~49.4	—
	B軸	43.8~44.5	—	48.2~49.0	—
	検出部の推定線量率	43.5*2	—	47.9	—
直海局	屋上〔4隅, 中心部〕	43.6~46.0	45.0	46.8~49.4	48.4
	露場	44.8~57.3	—	48.1~61.6	—
	〔4隅, 中心部〕	〔55.6~57.3〕	—	〔59.7~61.6〕	—
	A軸	47.7~51.8	—	51.3~55.7	—
	B軸	44.8~54.7	—	48.1~58.8	—
	検出部の推定線量率	48.3*2	—	51.9	—
	駐車場	53.4~54.8	53.2	57.3~58.9	58.3
福浦局	屋上〔4隅, 中心部〕	35.0~36.9	36.2	37.9~40.0	39.3
	露場	36.7~41.4	—	39.8~44.9	—
	〔4隅, 中心部〕	〔37.8~39.7〕	—	〔41.0~43.1〕	—
	A軸	36.9~37.5	—	40.0~40.7	—
	B軸	36.7~41.4	—	39.8~44.9	—
	検出部の推定線量率	37.8*2	—	41.0	—
熊野局	屋上〔4隅, 中心部〕	37.5~40.1	38.5	38.9~41.6	39.9
	露場	30.0~50.1	—	31.1~52.0	—
	〔4隅, 中心部〕	〔36.5~47.8〕	—	〔37.9~49.6〕	—
	A軸	38.7~50.1	—	40.1~52.0	—
	B軸	30.0~49.8	—	31.1~51.7	—
	検出部の推定線量率	43.0*2	—	44.6	—

注)

* 1 : 換算計数 = $\left(\frac{*3}{*2}\right) \times \left(\frac{*4}{*3}\right) = \left(\frac{*4}{*2}\right)$

* 2 : 観測局設置 NaI 測定装置検出部設置地点における可搬型 NaI 測定装置の推定線量率 (表 5 参照)

* 3 : 当該観測局での可搬型 NaI 測定装置の測定期間中における, 観測局設置 NaI 測定装置の線量率の平均値 (表 1 参照)

* 4 : 熊野局での可搬型 NaI 測定装置の測定期間中 (平成12年 5月17日11時10分~15時40分) における当該観測局設置 NaI 測定装置の線量率の平均値 (表 6 参照)

(5) 今回の調査結果から, 観測局を新設する場合は, 可能な限り, 周囲にコンクリート構造物がない場所を選定する必要があり, また, 露場に検出部を設置する場合には, 観測局建屋から最も遠く離れた地点に設置する必要があると考えられる。

文 献

1)3) 中谷 光, 玉井 徹, 酒井道則, 矢鋪満雄: 石川

県保健環境センター年報, 32, 184—190 (1995)

2) 深山 敏明, 橋田哲郎, 竹野祐治, 泉 善博, 矢鋪満雄, 中谷 光: 石川県保健環境センター年報, 34, 133—141 (1997)

4) SEIKO EG&G(株): ピーリングオフ法による空間線量評価プログラム

5) (財)日本分析センター: 平成10年度放射能分析確認調査技術検討会資料, P68, 千葉 (1999)

〔報 文〕

降下物中のベリリウム-7とカリウム-40について

石川県保健環境センター環境放射線部 橋本 桂輔・堀 秀 朗・山岸 喜信
中山 哲彦・榊田 武史・泉 善 博

キーワード：降下物，ベリリウム-7，カリウム-40，太陽活動

1 はじめに

平成4年11月から試験運転が開始された志賀原子力発電所に対し、本県は平成2年7月から同発電所周辺環境放射線監視の事前調査を実施している。環境試料中の放射能測定の一つである陸上試料の降下物（雨水ちり）は、同発電所周辺の環境放射線観測局のうち、志賀町の志賀局、富来町の福浦局及び比較対照地点として金沢市の県保健環境センターで採取したものであり、上空から降り注ぐ雨水やちり等が捕集され、同発電所から放射性物質などの放出の有無を調査することができる。

しかしながら、今日まで同発電所を起因とした人工放射性核種は検出されておらず、過去の核実験等によって自然界に広く存在している人工放射性核種のセシウム-137 (Cs-137) が極まれにバックグラウンドレベルで検出されているが、主に自然界における環境中の天然放射性核種であるベリリウム-7 (Be-7) [半減期53.3日] 及びカリウム-40 (K-40) [半減期12億8千万年] が検出されている。これらの天然放射性核種の濃度は、採取地点周辺の環境はもとより、地球規模の環境影響による変動が大きい。

そこで、本県の平成2年7月から12年3月までの約10年間のベリリウム-7及びカリウム-40の測定結果（比較対照地点である保健環境センターは平成4年4月からの約8年間）に基づいて、経年的な変動について検討を進め、特に主にベ

リリウム-7については、月間降下量の経年変化と太陽（黒点）活動周期の相関、季節変動の本県と太平洋側に位置する県との相違、降水量との関係、また、降下量の変動要因のうちウォッシュアウトについて、海（海塩）由来や降雪の影響、土壌の舞い上がり等の影響について、集計・解析を行ったので報告する。

2 調査方法

図1に各採取地点を示す。志賀局及び福浦局は、志賀原子力発電所周辺の沿岸部に同発電所周辺環境放射線監視として設置され、保健環境センターは、その比較対照地点として金沢市郊外の山間部に設置している。

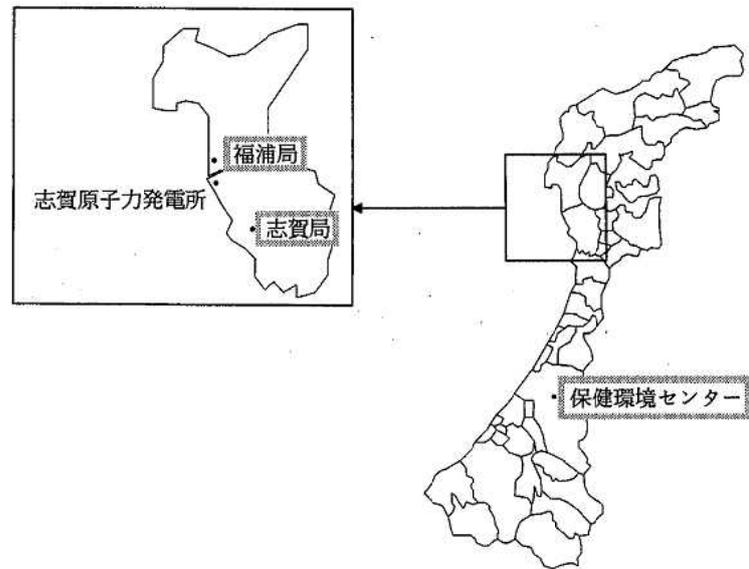


図1 採取地点図

Be-7 and K-40 of Monthly deposit in Ishikawa Prefecture for 10 Years. by HASHIMOTO Keisuke, HORI Syuhroh, YAMAGISHI Yoshinobu, NAKAYAMA Tetsuhiko, MASUTA Takeshi and IZUMI Yoshihiro (Environmental Radiation Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

降下物については、各採取地点に設置している大型水盤（受水面積約5,024cm²）を用いて約1ヶ月毎に採取し、保健環境センターにおいて、蒸発皿で蒸発乾固し、残渣をU8容器を用い、ゲルマニウム半導体検出器付核種分析装置でγ線放射核種の測定（測定時間80,000秒）を行った。測定方法については、科学技術庁放射能測定法シリーズ「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」（平成4年改訂）に基づいて行った。

なお、測定値は30日換算値(Bq/m²・月)とし、有効数字は原則として2桁、カリウム-40の放射能濃度が1.0 Bq/m²・月未満の場合はND（検出下限値未満）とした。

3 調査結果

3・1 石川県における月間ベリリウム-7、カリウム-40降下量の経年変化

志賀局、福浦局及び保健環境センターのそれぞれの採

取地点における平成2年7月から12年3月までの平均値並びに期間中での最高、最低値を表1に示し、その期間の経年変化を図2に示した。

また、日本で測定されている例として、宮城県、茨城県及び愛媛県での測定結果¹⁾²⁾³⁾を表2及び図3に示した。

ベリリウム-7は、志賀局で32.7～1,040Bq/m²・月（平均値302Bq/m²・月）、福浦局で44.3～793Bq/m²・月（平均値296Bq/m²・月）、保健環境センターで71.3～1,780Bq/m²・月（平均値526Bq/m²・月）の範囲の測定結果であり、カリウム-40は、志賀局でND～10.8Bq/m²・月（平均値2.2Bq/m²・月）、福浦局でND～8.0Bq/m²・月（平均値2.6Bq/m²・月）、保健環境センターでND～8.4Bq/m²・月（平均値2.9Bq/m²・月）の範囲の測定結果であった。その他の県（表2及び図3）と比較すると、本県の測定結果の方が比較的高い値を示している。また、ベリリウム-7とカリウム-40両方とも季節変

表1-1 降下物の測定結果 (Be-7)

単位：Bq/m²・月

	志賀局	福浦局	保健環境センター
最低値	32.7	44.3	71.3
最高値	1,040	793	1,780
平均値	302	296	526

〔平成2年7月～12年3月〕

表1-2 降下物の測定結果 (K-40)

単位：Bq/m²・月

	志賀局	福浦局	保健環境センター
最低値	ND	ND	ND
最高値	10.8	8.0	8.4
平均値	2.2	2.6	2.9

〔平成2年7月～12年3月〕

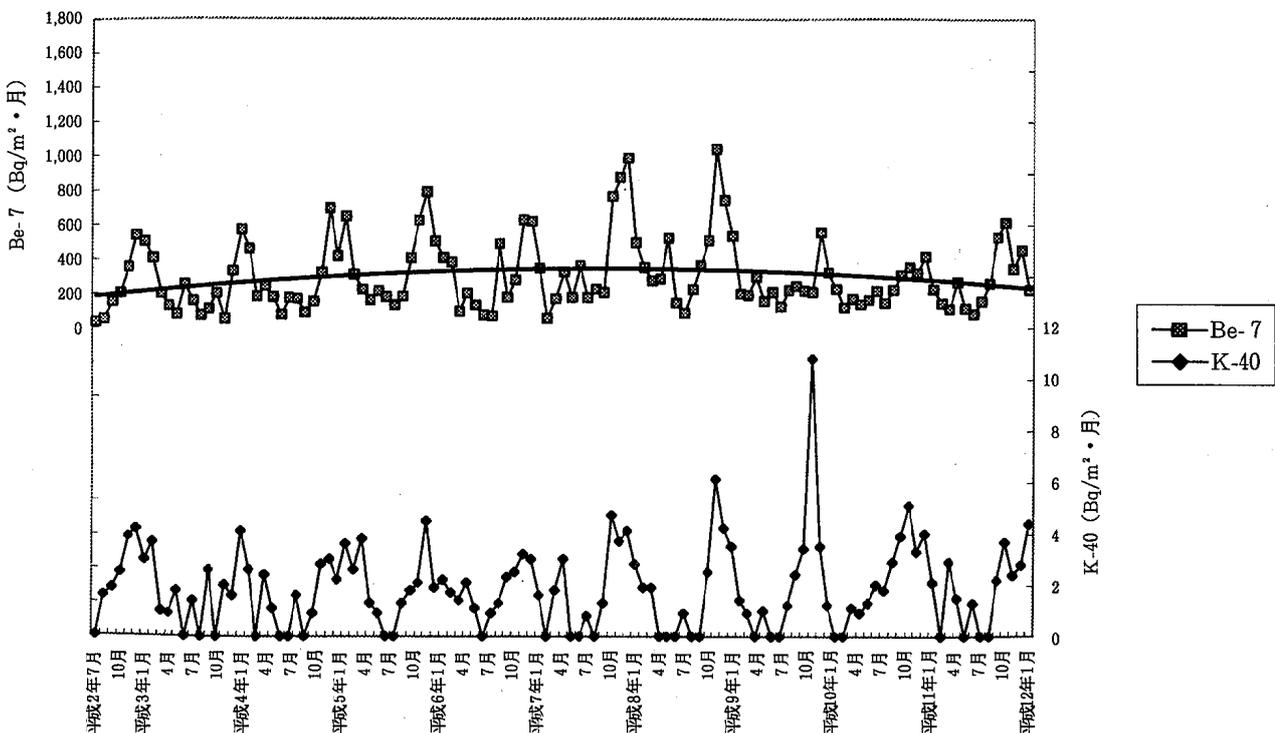


図2-1 降下物中のBe-7とK-40濃度（志賀局）

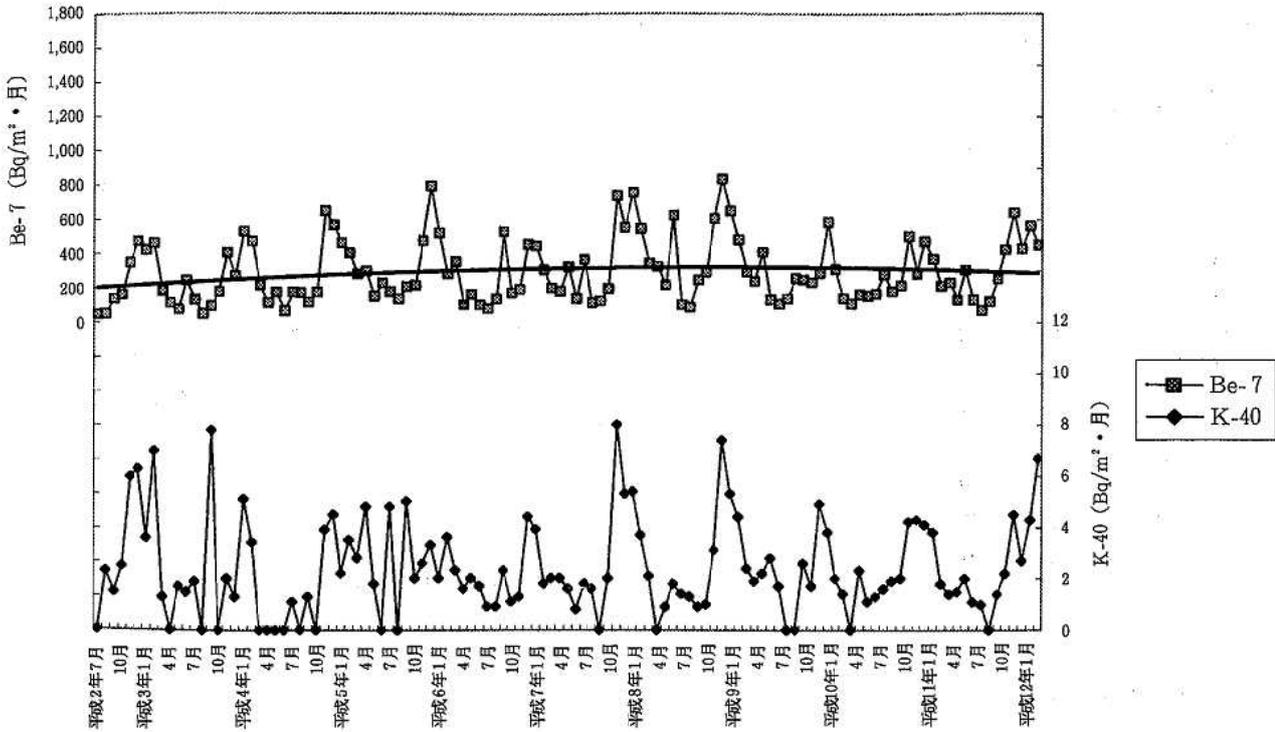


図2-2 降下物中の Be-7 と K-40 濃度 (福浦局)

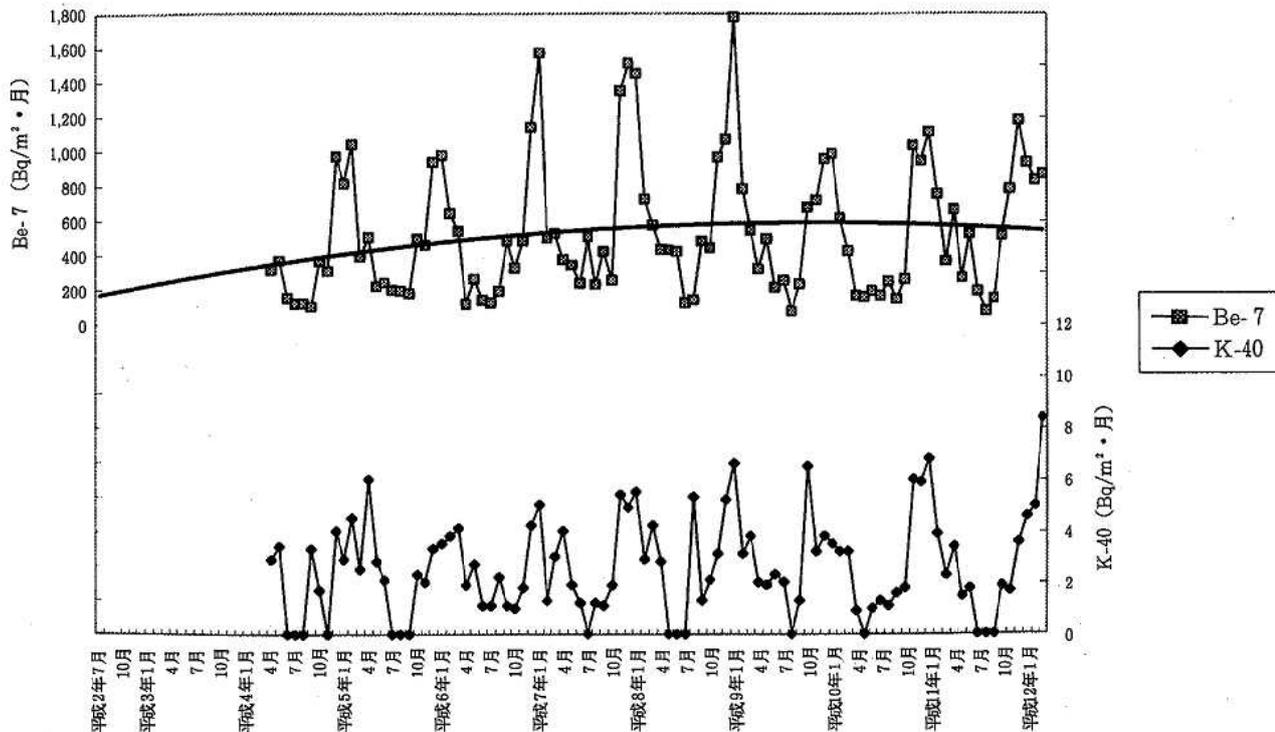


図2-3 降下物中の Be-7 と K-40 濃度 (保健環境センター)

動を繰り返していることが分かった。

ベリリウム-7は、成層圏内で大気中の酸素や窒素の空気分子と宇宙線との核反応(核破碎反応)で生成される核種の1つである。太陽活動が盛んな時は黒点が増加

し、宇宙線強度が減少することにより、宇宙線生成核種であるベリリウム-7の生成に影響を及ぼし、ベリリウム-7と太陽(黒点)活動(周期:約11年、近年の推定極大期:平成2年頃、推定極小期:平成9年頃)は逆相

表 2-1 他県(太平洋側)の降下物の月別濃度(Be-7)
単位: Bq/m²・月

	宮城県	茨城県	愛媛県
1月	83.6	12	41.1
2月	95.9	67	56.0
3月	62.0	160	54.0
4月	96.5	210	126
5月	172	170	114
6月	292	150	119
7月	70.2	140	55.8
8月	29.0	150	21.3
9月	227	150	61.3
10月	60.7	120	109
11月	200	19	52.0
12月	61.7	36	21.1
平均値	121	115	69.2

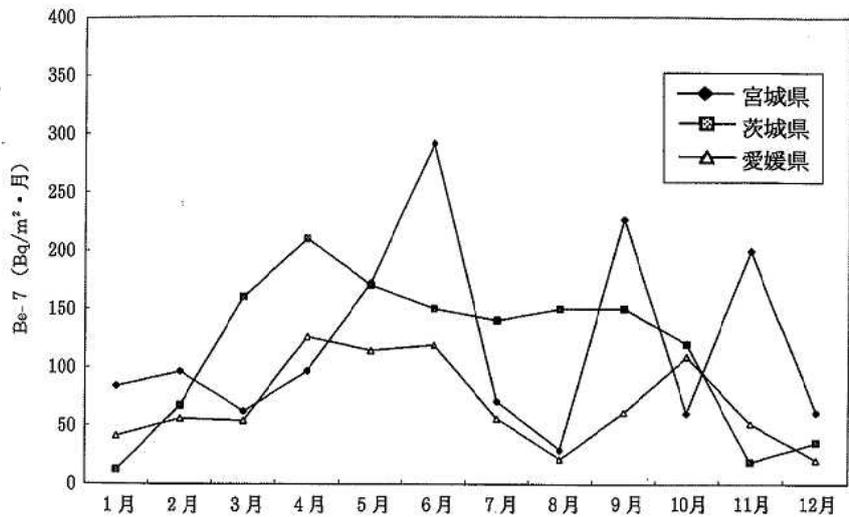


図 3-1 他県の降下物の月別濃度(Be-7)

表 2-2 他県(太平洋側)の降下物の月別濃度(K-40)
単位: Bq/m²・月

	宮城県	茨城県	愛媛県
1月	1.6	ND	2.2
2月	0.79	ND	1.9
3月	2.0	2.8	0.81
4月	0.98	2.7	1.4
5月	1.3	2.1	0.94
6月	1.4	ND	1.2
7月	ND	1.1	ND
8月	1.0	ND	ND
9月	0.73	1.1	1.5
10月	0.81	ND	ND
11月	ND	ND	1.7
12月	0.84	ND	2.1
平均値	1.1	2.0	1.5

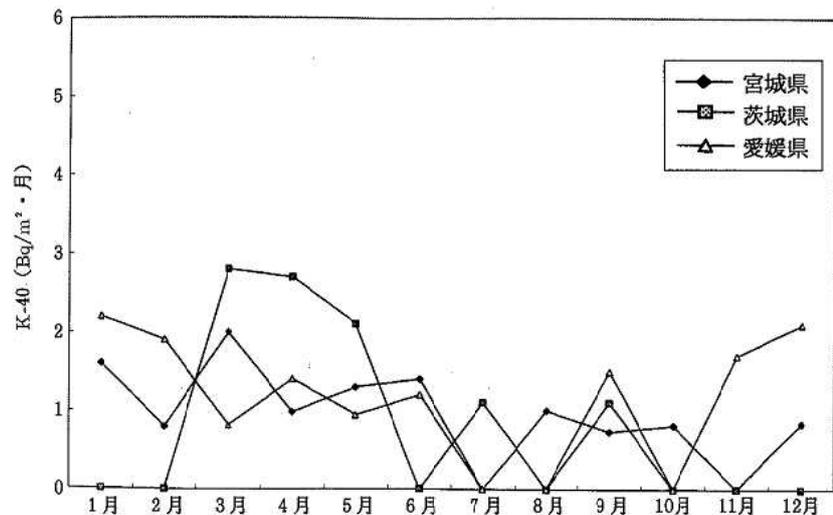


図 3-2 他県の降下物の月別濃度(K-40)

(注) ND: 検出下限値以下

関すると言われている⁴⁾。

ちなみに、本結果と太陽(黒点)活動周期と比較すると、平成8~9年頃までは年々ベースが若干ながら上がり、平成8~9年頃から測定値の高いピークが低くなり、年々ベースが若干ながら下がっており、太陽(黒点)活動周期と逆相関している。

3・2 月間ベリリウム-7、カリウム-40降下量の季節的変動

志賀局、福浦局及び保健環境センターで採取した月間降下量の月別平均値を表3及び図4に示した。

採取地点別に見ると、カリウム-40は、各採取地点の

差はあまり認められなかった。しかしながら、ベリリウム-7は、保健環境センターの値が志賀局及び福浦局の2倍程度の値を示した。

月別に見てみると、11~3月の間(冬季)で値が高く、その他の月では、大きな変動は認められなかった。この測定結果を太平洋側に位置する他県の測定結果(表2及び図3)と比較すると、本県の測定結果と異なり、春季から秋季に高く、冬季に低い傾向を示す。同じ日本海側である福井県では、春と秋に高い値を示す6カ月周期と、1月に高い値を示す12カ月周期が認められている⁵⁾。なお、日本の太平洋側においては、春と秋の成層圏と対流

表3-1 降下物の月別濃度 (Be-7)
単位: Bq/m²・月

	志賀局	福浦局	保健環境センター
1月	562	537	1,204
2月	453	413	736
3月	238	275	528
4月	181	198	360
5月	215	214	317
6月	209	216	264
7月	174	158	208
8月	124	129	158
9月	203	206	273
10月	247	214	416
11月	399	468	762
12月	615	518	1,089
平均	302	296	526

[平成2年7月~12年3月]

表3-2 降下物の月別濃度 (K-40)
単位: Bq/m²・月

	志賀局	福浦局	保健環境センター
1月	3.2	3.8	4.8
2月	2.7	3.4	3.5
3月	2.4	2.7	3.9
4月	2.0	2.3	3.0
5月	1.9	1.8	2.4
6月	1.1	1.7	1.6
7月	1.4	1.8	1.5
8月	1.3	1.3	2.5
9月	1.6	3.2	1.6
10月	1.9	1.7	2.4
11月	2.9	3.2	3.3
12月	4.6	4.4	4.4
平均	2.2	2.6	2.9

[平成2年7月~12年3月]

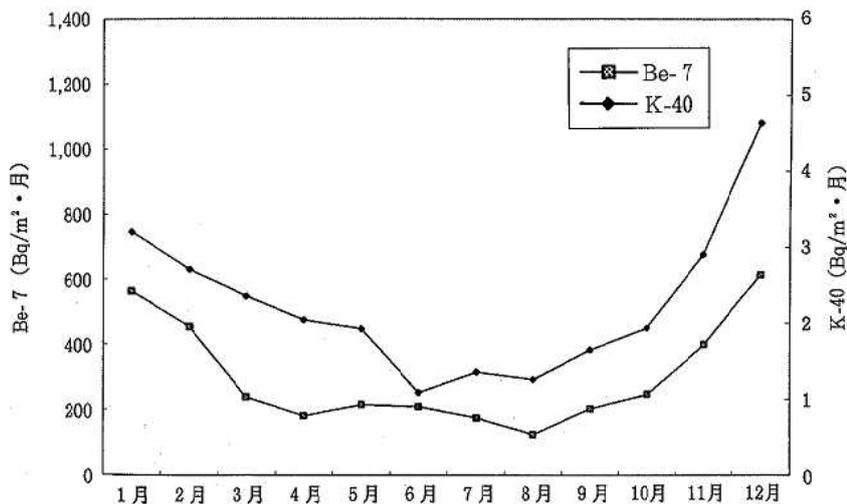


図4-1 月別濃度 (志賀局)

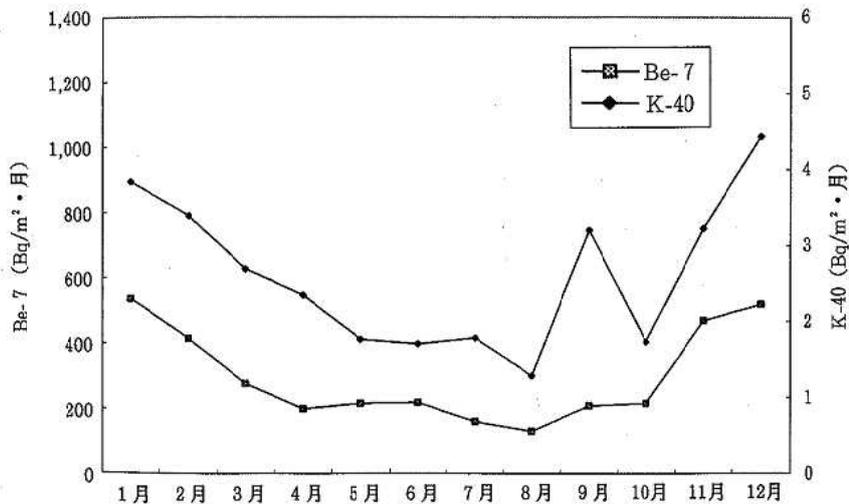


図4-2 月別濃度 (福浦局)

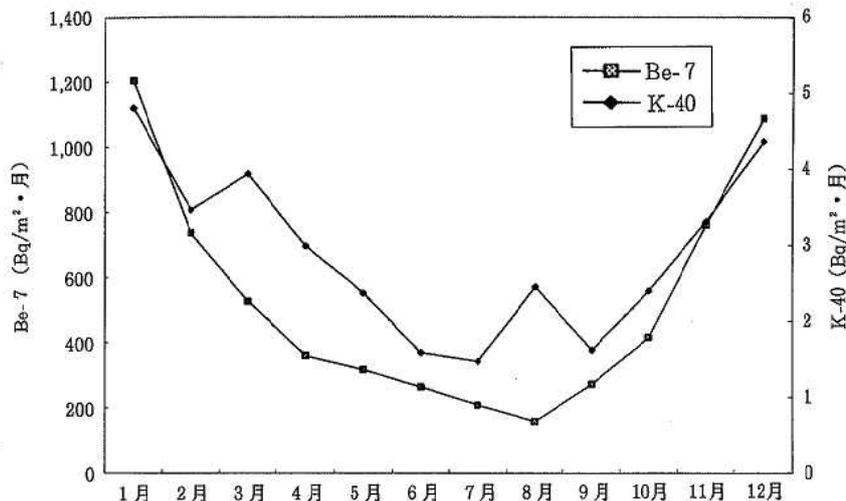


図4-3 月別濃度 (保健環境センター)

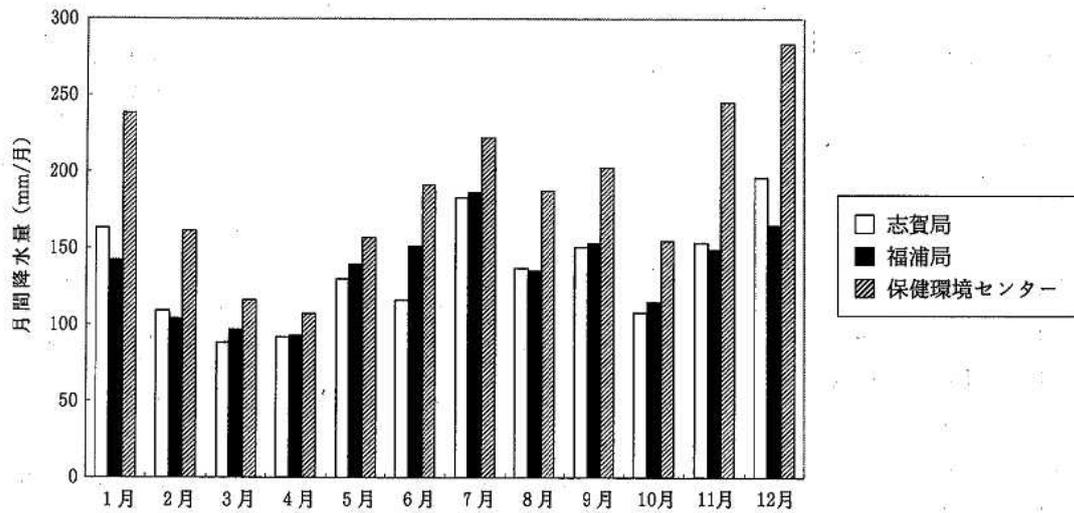


図5 月間降水量

圏の混合により、春と秋にベリリウム-7が高い値を示すと言われている。

太平洋側と日本海側の気象要因で大きな違いとして、日本海側は冬季に降雪があり、月別の降水量の違いがある。なお、本県の月間降水量を図5に示すが、本県は冬季に降水量が多い。降下物は、降水やドライフォールによって大型水盤に捕集されるため、通常、降水量の多少による影響が大きいと考えられる。しかしながら、月別

に測定結果を降水量で割った値（単位体積当たりの濃度）（表4及び図6に示す。）では、どの採取地点においても冬季に高い濃度を示しており、特にベリリウム-7において、保健環境センターでは他の地点よりも2倍近い高い濃度を示していることから、成因は不明ながら、冬季では濃度が高いベリリウム-7を含む降水の存在が示唆され、単に降水量と降下物量が相関していないことが分かった。

表4-1 降下物の月別単位体積当たりの濃度 (Be-7)

単位: Bq/L

	志賀局	福浦局	保健環境センター
1月	3.62	3.77	6.38
2月	4.50	4.38	6.63
3月	3.00	3.20	9.69
4月	2.72	2.43	4.57
5月	2.14	1.82	2.39
6月	1.83	1.46	1.39
7月	1.25	1.68	1.18
8月	1.32	1.47	1.12
9月	1.67	1.58	1.73
10月	2.34	2.03	2.81
11月	2.73	3.19	3.34
12月	3.10	3.10	4.14
平均	2.52	2.51	3.78

[平成2年7月～12年3月]

表4-2 降下物の月別単位体積当たりの濃度 (K-40)

単位: Bq/L

	志賀局	福浦局	保健環境センター
1月	0.021	0.027	0.027
2月	0.026	0.036	0.029
3月	0.028	0.031	0.067
4月	0.029	0.026	0.035
5月	0.020	0.014	0.018
6月	0.010	0.013	0.009
7月	0.008	0.016	0.009
8月	0.018	0.016	0.019
9月	0.009	0.021	0.014
10月	0.018	0.016	0.016
11月	0.021	0.022	0.012
12月	0.028	0.029	0.018
平均	0.020	0.022	0.023

[平成2年7月～12年3月]

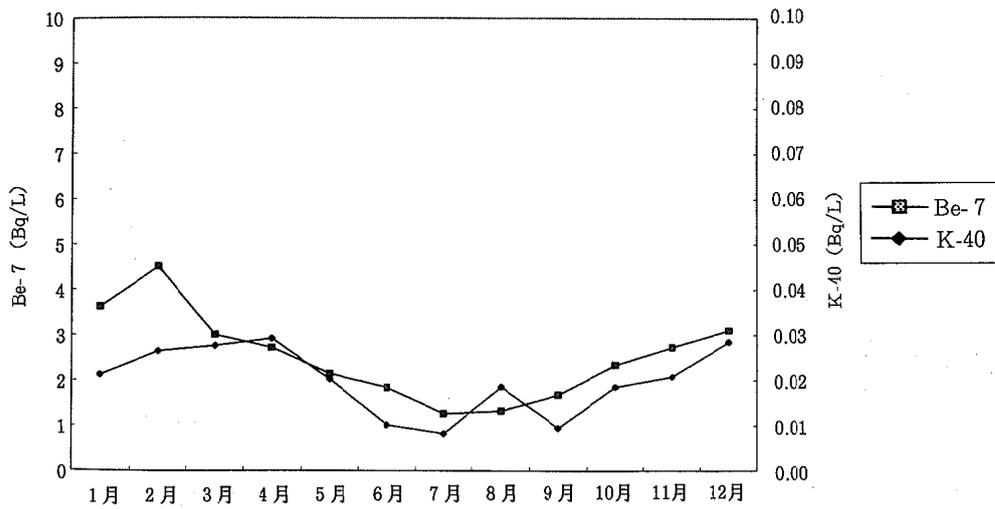


図6-1 月別単位体積当たりの濃度(志賀局)

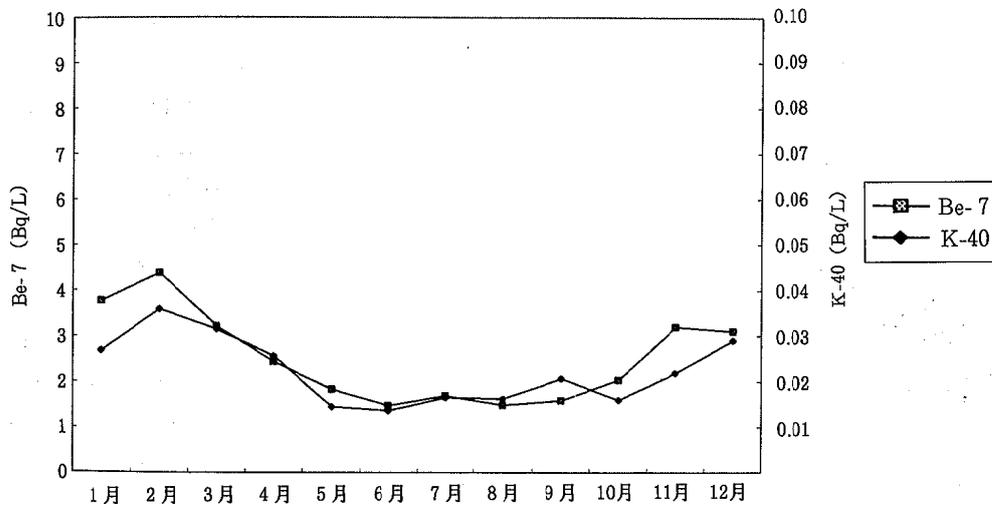


図6-2 月別単位体積当たりの濃度(福浦局)

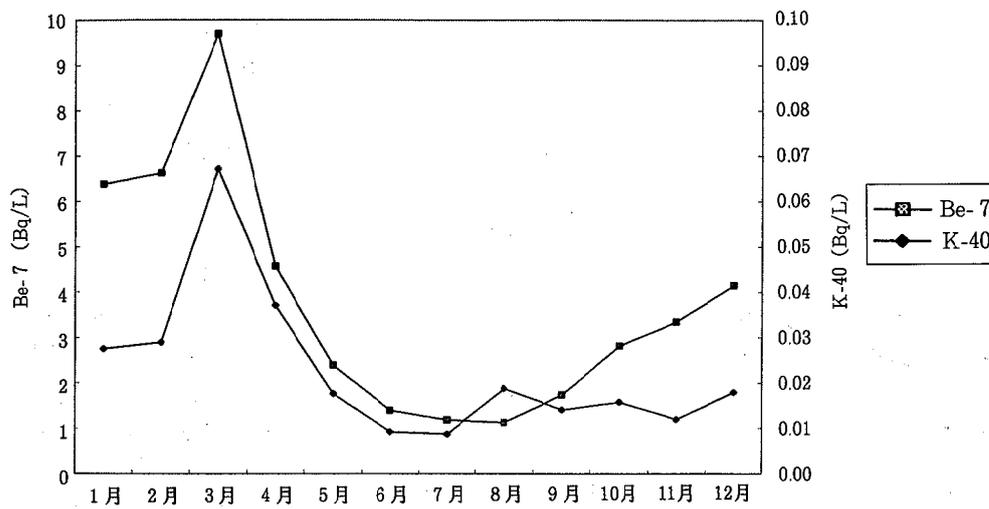


図6-3 月別単位体積当たりの濃度(保健環境センター)

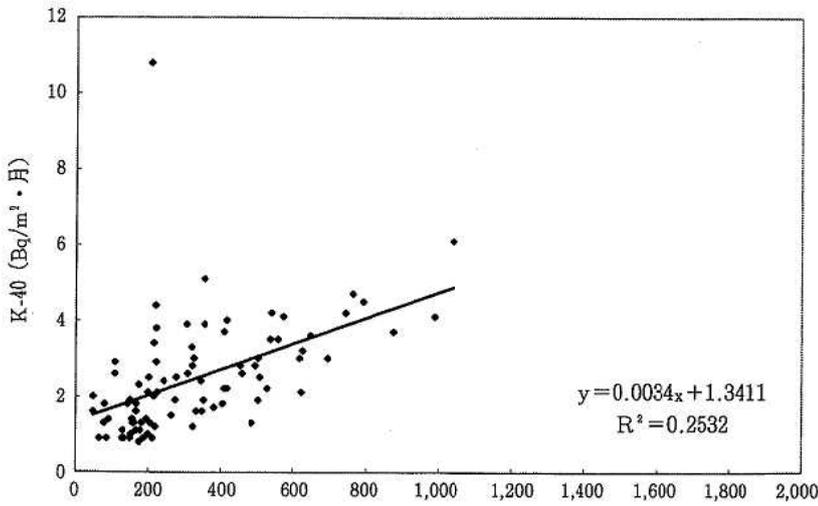


図7-1 Be-7とK-40の回帰分析(志賀局)

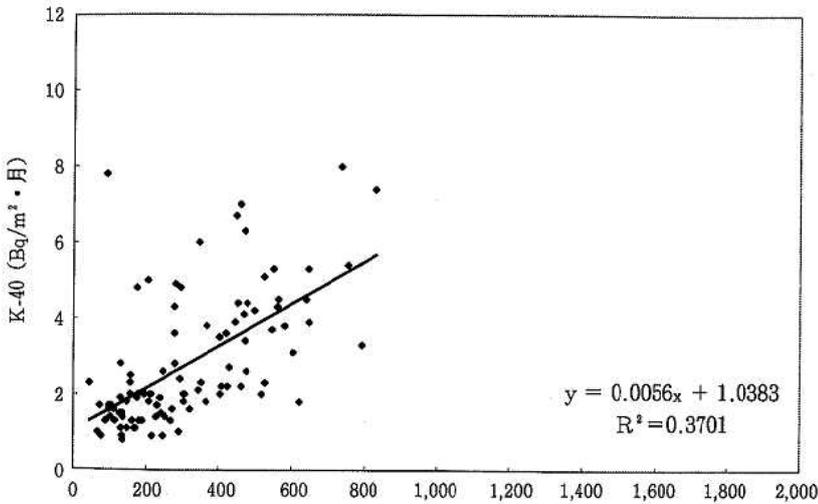


図7-2 Be-7とK-40の回帰分析(福浦局)

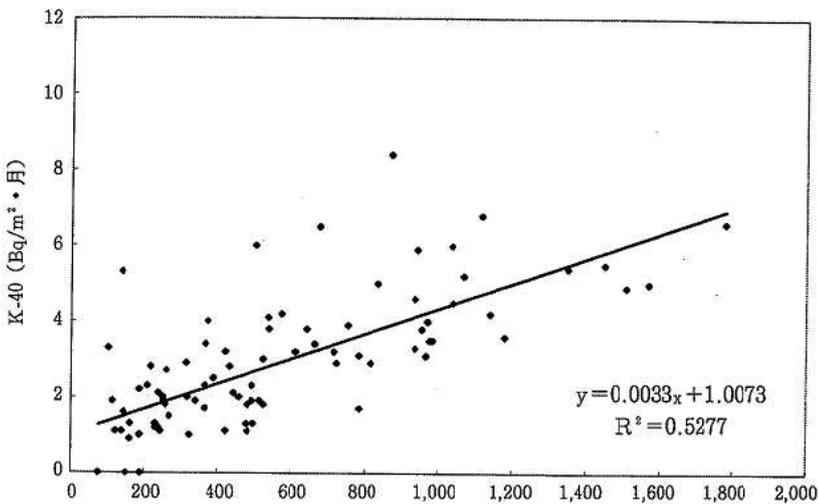


図7-3 Be-7とK-40の回帰分析(保健環境センター)

3・3 月間ベリリウム-7、カリウム-40降下量の変動要因について

ここで、降下物の測定結果の変動要因を考えると、

- (1) 上空において雨雲及び雨滴が生成させるときに放射性核種が取り込まれ雨となって地上に降りてくるレインアウト
- (2) 雨滴が落ちてくる際に放射性核種が取り込まれるウォッシュアウト
- (3) 舞い上がり等の採取地点の周辺環境からの影響

が考えられる。

降下物の変動要因で(1)のレインアウトについては、生成過程がほぼ同様なら、レインアウトが測定結果を大きく変動させる要因となることは少ないと考えられるため、本報告では、降下物量の変動を大きく左右すると思われるレインアウト以外の要因について検討することとした。

(2)のウォッシュアウトによる放射性核種の取り込みについては、空気中の埃や塵、エアロゾル状のもの、さらに、中国大陸からの黄砂等によるものが考えられる。

季節変動で冬季に値が高くなることについては、まず第一に中国大陸からの影響が考えられる。冬季には季節風(北西風)が強いことから、その季節風に乗って黄砂等の埃等が運ばれ、その際に降水により洗い流されることが考えられる。

中国大陸由来以外の塵や埃等について考えるために、各採取地点のベリリウム-7とカリウム-40の回帰分析(相関)を図7に示す。それぞれ相関係数は、0.50~0.73と各採取地点ともある程度の相関を示していることにより、採取地点によりベリリウム-7とカリウム-40の比はある程度一定していることが分かった。また、採取地点別に見てみると、志賀局と保健環境センターは、相関の傾

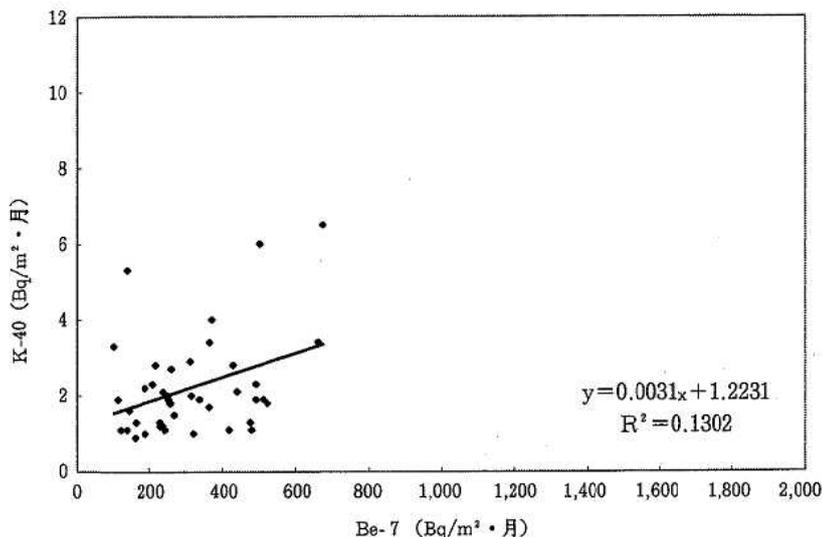


図8-1 Be-7とK-40の回帰分析(4~10月-保健環境センター)

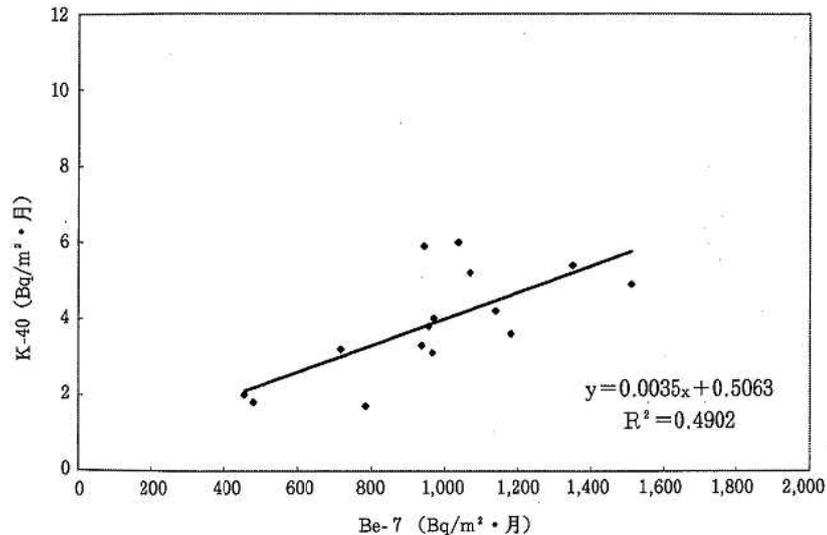


図8-2 Be-7とK-40の回帰分析(11~12月-保健環境センター)

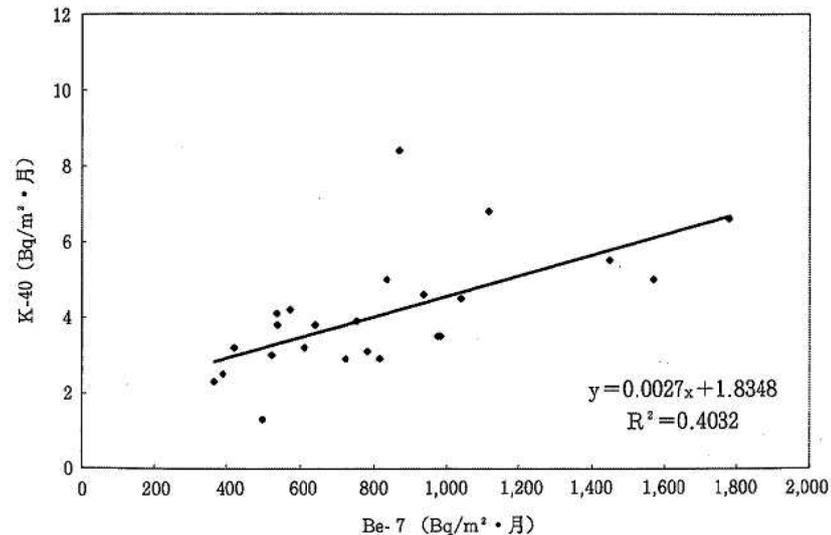


図8-3 Be-7とK-40の回帰分析(1~3月-保健環境センター)

きがほぼ同じ(0.0033~0.0034)であるのに、福浦局の傾き(0.0056)が他の地点よりカリウム-40側に傾いていることが分かった。ここで、個々の採取地点の場所について述べると、福浦局が1番海に近く、海からの直線距離で約150mと海岸部にあり、次いで、志賀局が約2km、さらに保健環境センターは約13kmと内陸部にある。このことから、1番海に近い福浦局では海(海塩)由来のエアロゾル状のカリウム-40が影響していると考えられる。定性的には、冬季の降水の測定結果、海塩由来のカリウムイオン等により、電気伝導率が高くなる報告⁹⁾とも一致している。

次に、日本海側の冬季の特徴として、降雪が考えられる。降雪については、エアロゾルの粒が大きいため、捕集効果が大きく、降下物量が増えることが言われている⁷⁾。このことについては、本県で降雪のある1~3月については言えるが、降雪がほとんどない11~12月についても測定結果が高いことが言えない。そこで、保健環境センターにおける比較的測定結果が低い時期の4~10月、降雪がほとんどなく測定結果が高い時期11~12月、降雪があり測定結果が高い時期1~3月について、それぞれベリリウム-7とカリウム-40の回帰分析を行ったものを図8に示す。11~12月の傾きがその他の時期よりも傾きが若干大きい。このことから、11~12月に海(海塩)由来のエアロゾル状の影響によるものも一因と考えられる。

(3)の舞い上がり等については、主に土壌の舞い上がりと考えられるため、各採取地点における月別平均風速と静穏率(風速0.5m/s未満)を図9に、志賀局及び福浦局の月別平均湿度を図10に示す。各採取地点とも冬季に平均風速が大きく、静穏率が低かった。また、平均湿度について

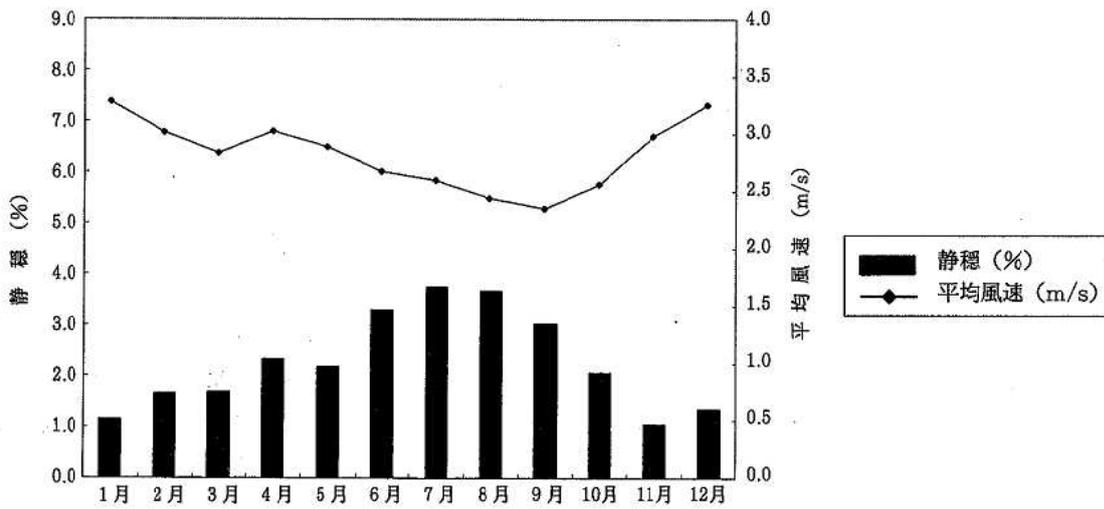


図9-1 月別平均風速と静穏率 (志賀局)

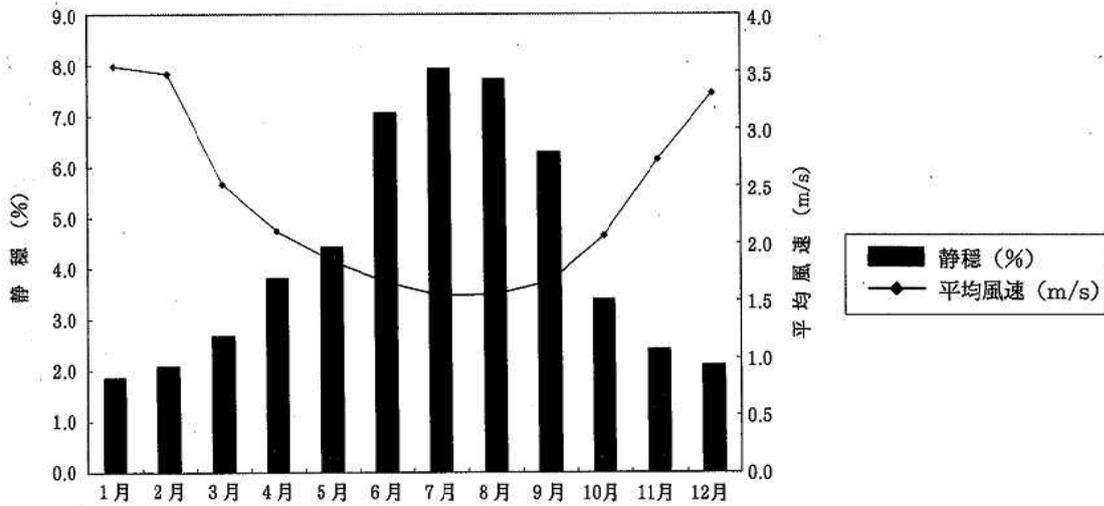


図9-2 月別平均風速と静穏率 (福浦局)

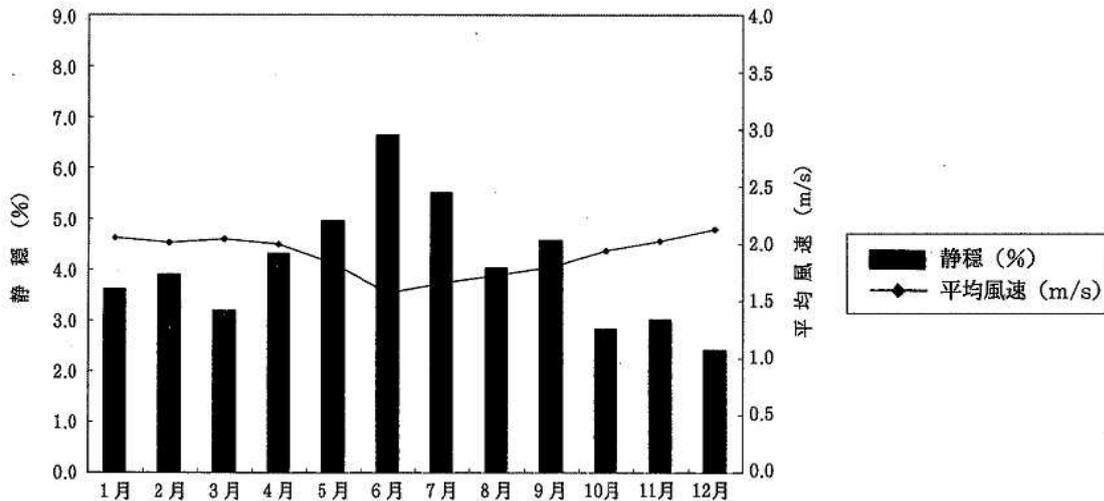


図9-3 月別平均風速と静穏率 (保健環境センター)

ては、夏季に高く、3～4月頃及び11月頃に低い値を示した。このことから、夏季には土壌等の舞い上がりが少なく、降下物の測定結果への影響は少ないものと推測でき、降下物の測定結果が夏季に低いことと一致することが分かった。なお、冬季の降下物の高い測定結果と土壌

等の舞い上がりについては、11月に湿度が低いわりに風が強いことにより、土壌等の舞い上がりが降下物の高い測定結果に影響しているかもしれないと考えられる以外は、特に大きな関係は認められなかった。

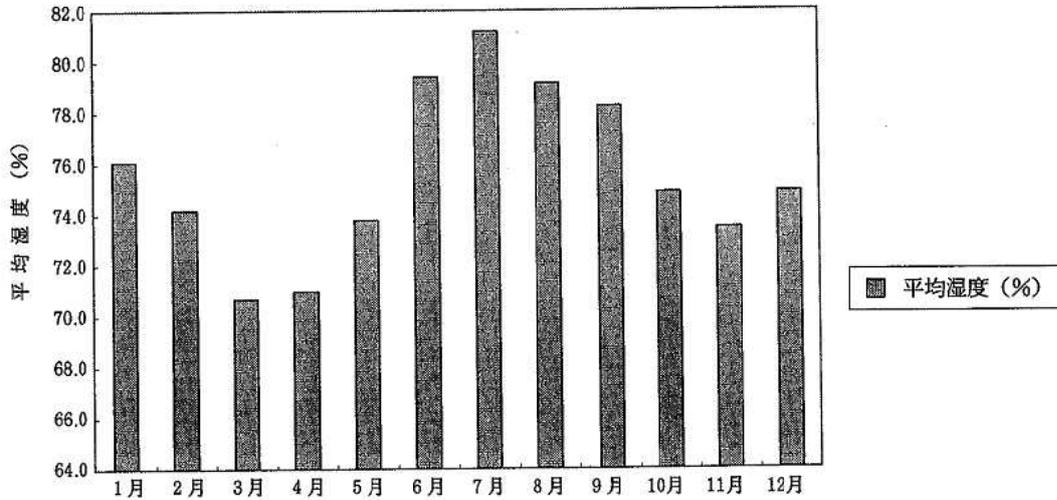


図10-1 月別平均湿度 (志賀局)

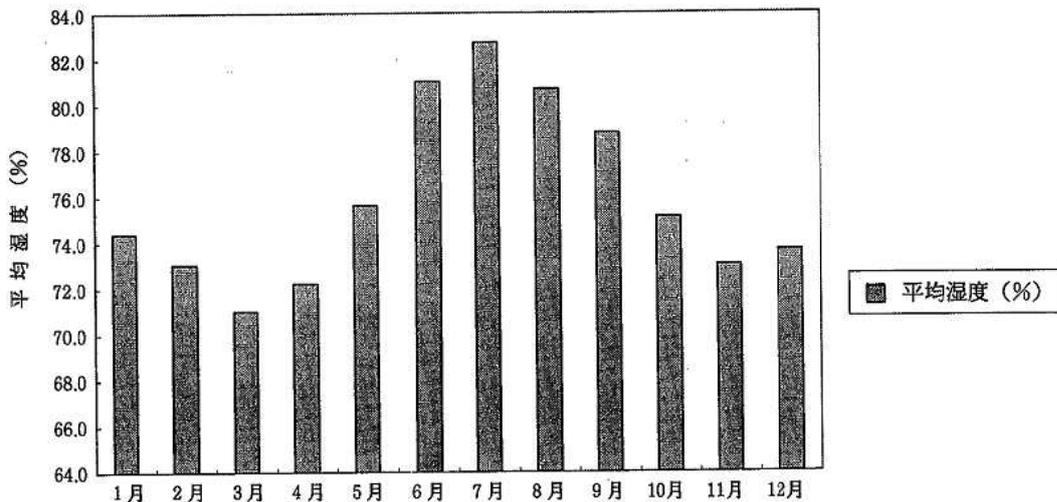


図10-2 月別平均湿度 (福浦局)

4 ま と め

平成2年7月からの志賀原子力発電所周辺環境放射線監視での約10年間にわたる降下物中のベリリウム-7とカリウム-40の測定結果により、以下の結果が得られた。

- (1) 経年変化については、ベリリウム-7及びカリウム-40ともに、大きな季節変動を繰り返している。また、ベリリウム-7については、太陽(黒点)の

活動周期と逆相関となっていた。

- (2) 季節変動については、ベリリウム-7及びカリウム-40ともに、冬季に高い測定結果を示しており、太平洋側と違う季節変動をしていた。また、単位体積当たりの濃度についても冬季に高い値を示していた。
- (3) 変動要因のうち、ウオッシュアウトについては、
 - ① 中国大陸からの黄砂等の埃等が季節風に乗って

運ばれ、降水等により洗い流されること

② 海（海塩）由来のエアロゾルが影響していると考えられること

③ 降雪による捕集効果は1～3月の測定結果には認められたが、11～12月の測定結果については、海（海塩）由来の影響等の別の要因が働いていること

が推測された。

(4) 変動要因のうち、土壌等の舞い上がり等については、夏季に土壌等の舞い上がりが少ないために、降下物の測定結果への影響は少ないものと推測した。

今回は、約10年間の調査結果についてまとめたが、1月当たりの測定結果は約10個であり、詳細な解析をする際には数が少なく、自然変動による差が大きいため、様々な要因を解析するには今後のさらなる調査の積み上げが必要であり、また、土壌水分の測定や空間線量率のスペクトロメータ等、別な角度や項目との比較も必要である。

文 献

- 1) 宮城県：平成9年女川原子力発電所環境放射能調査結果，平成10年9月
- 2) 茨城県：茨城県における放射能調査（第43報），2000年3月
- 3) 愛媛県：平成10年度伊方原子力発電所周辺環境放射線等監視結果，平成11年8月
- 4) 松波忠男，恵 和子：Radioisotopes, 43, 334—340 (1994)
- 5) 五十嵐修一，早川博信：福井県原子力環境監視センター所報, 2, 31—36 (1995)
- 6) 小向信明，北村守次，山岸善久，柿澤隆一，角田豊麿，若林数夫：石川保環年報, 32, 251—265 (1995)
- 7) 宮城県：宮城県原子力センター年報, 9, 15—23 (1990)

〔報 文〕

種々の検出手法による環境水中における 溶存有機化合物のゲルクロマトグラフィー

石川県保健環境センター水質科学部 小森 正樹

キーワード: gel-chromatography, dissolved organic carbon, dissolved organic nitrogen, lagoonal water

1 はじめに

石川県での環境水の実態としては、浄水利用の手取ダム湖水や親水空間をめざして富栄養化対策が進められている木場潟、河北潟の潟水等様々な環境水質があって、その利用形態も年々高度化を目指すものとなっている。しかしながら、従来行っている水質監視測定項目のうち総量をあらわす項目では変化の要因特定が容易でなく¹⁾、複雑な水質成分を個々に特定して観察することも困難で、水質が今後改善されていく傾向があるのかどうか当該水質データだけでは把握しにくい状況にある。しかし、水質項目で異なる項目間が1つの物差しを介して共通に比較することが可能であれば、水質の特性や変化の動向が把握しやすいものとなる。例えば分子の大きさ(分子量)の分布を軸とし、その対比として従来の測定項目を並べれば複雑な構成成分をおおまかに整理することが出来、また従来の測定項目と比較することによって、値の大小から理解される性質により水質全体の分解性や反応性が予想しうる。このことは水質改善や水質保全施策を講じる場合、重要な示唆を与える情報となる。このような手法として考えられるものはゲル濾過法であり、種々の検出手法を適用して得られる環境水のゲルクロマトグラムを解析していく手段は、新しい水質特性を理解し評価して行く上で有力な方法であると思われる。この手法としては、丹保等が下水処理の特性評価で溶存有機物(DOC)や紫外吸収を検出手段として用いたものが代表的である²⁾。その後、底泥間隙水質評価の検出手法で用いられたり³⁾、停滞水域や河川水の水質比較⁴⁾で検討されたり、ヨシを用いた水処理効果の比較検討⁵⁾で詳細に検討されている。

本報告では、同手法を用いて石川県内の手取ダム湖水や木場潟、河北潟の潟水に適用させ本法の有効性を調べ、どのような水質特性や情報が得られるのかを検討し、さらにそれぞれ各環境水の水質特性を明らかにした。

2 材料と方法

2.1 材 料

検水は、潟水として木場潟(10月13日, 12月8日, 2月23日採取), 河北潟(8月4日採取)から、湖水として手取ダム湖(10月27日採取)からそれぞれ採取し分析に供した。

2.2 方 法

ゲルクロマトグラフィーによる本分析は、以下の方法で行った。①前処理として検水を1 μ mガラス繊維濾紙でろ過した後、②エバポレーターにより38°Cで析出物を出させない濃縮倍数(濃縮倍数約10倍から15倍の範囲)で濃縮した。③この濃縮液10mlを長さ1mの内径2.16cmのガラス管に93cmの高さに予め十分蒸留水で膨潤させたセファデックスG15(Pharmacia Biotech Sephadex G-15)を充填したカラムに添加した。④自然流下の方法で超純水を展開させ、フラクションコレクターにて約6mlづつ分取して分画した。⑤分取したフラクション毎にTOC(DOC)(島津製TOC-500)、紫外領域の吸光度(220nm, 260nm)や全窒素(T-N)、全リン(T-P)、硝酸態窒素(NO₃)を測定してそれぞれの検出手段によるクロマトグラムを得た。

また、分子量とゲルクロマトグラムの分配係数Kd値⁶⁾との関係は、分子量の標準品としてジーエルサイエンス社製の分子量400,1080,4126のポリエチレングリコール、無水ぶどう糖(分子量180)、イソアミルアルコール

ル (分子量88) を用いて実測される溶離量を(1)式にあてはめて求められる Kd 値とそれぞれの分子量とから求めた。

$$Kd = (Ve - V0) / Vi \dots \dots \dots (1)$$

ここで、Vi = a · Wr であり、a : 乾燥セファデックスの g 数、Wr : water regain⁶⁾ (セファデックスが保有する水の g 数/乾燥セファデックスの g 数)、Ve : 溶質が溶出してくる溶離量、V0 : ゲルの容積である。なお、本実験では V0 はブルーデキストラン (Pharmacia Biotech BLUE Dextran 2000) にて実測し、使用した G15 の Water regain は実測の結果 1.0 であったのでこの値を用いた。

また、T-N、T-P、硝酸態窒素 (NO₃) の分析について、T-N、T-P はアルカリ性ペルオキシ二硫酸カリウムを加えオートクレーブ (165°C、30分) にて分解し、窒素成分は Cu-Cd カラム還元-吸光光度法、リン成分はモリブデン青吸光光度法を原理とするブランベール社の TRAACS800 によってそれぞれ自動分析を行った。

3 結果と考察

3.1 分子量と Kd 値との関係

Fig. 1 に水溶液中の分子の広がり (大きさ) を表すと考えられる分子量の大きさと分子量が示すゲルクロマト

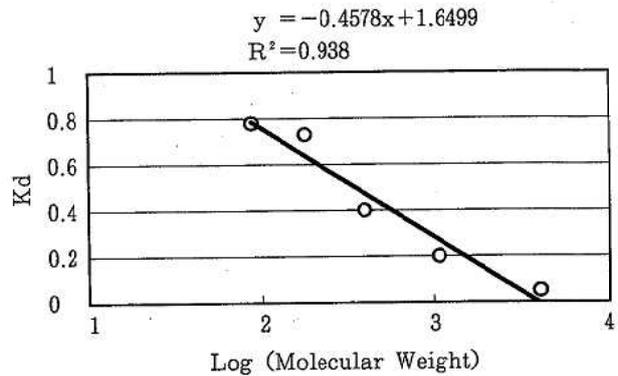


Fig. 1 Relationship between Molecular Weight and Kd

グラムの分配係数 Kd 値の関係を示した。対数表示で示したが良好な直線が得られた。クロマトグラムのピークの分子量はピークの溶離量から算出される Kd 値により Fig. 1 の関係から推定可能である。

3.2 湧水、湖水のゲルクロマトグラム

Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4 に手取ダム湖 (10/27採取)、河北瀉 (8/4 採取)、木場瀉 (10/13 採取) のゲルクロマトグラムを示した。それらのクロマトグラムは上段に従来の検出方法である TOC、UV 法による結果を、下段に本報で新たに試みた T-N、T-P、NO₃ 検出による結果

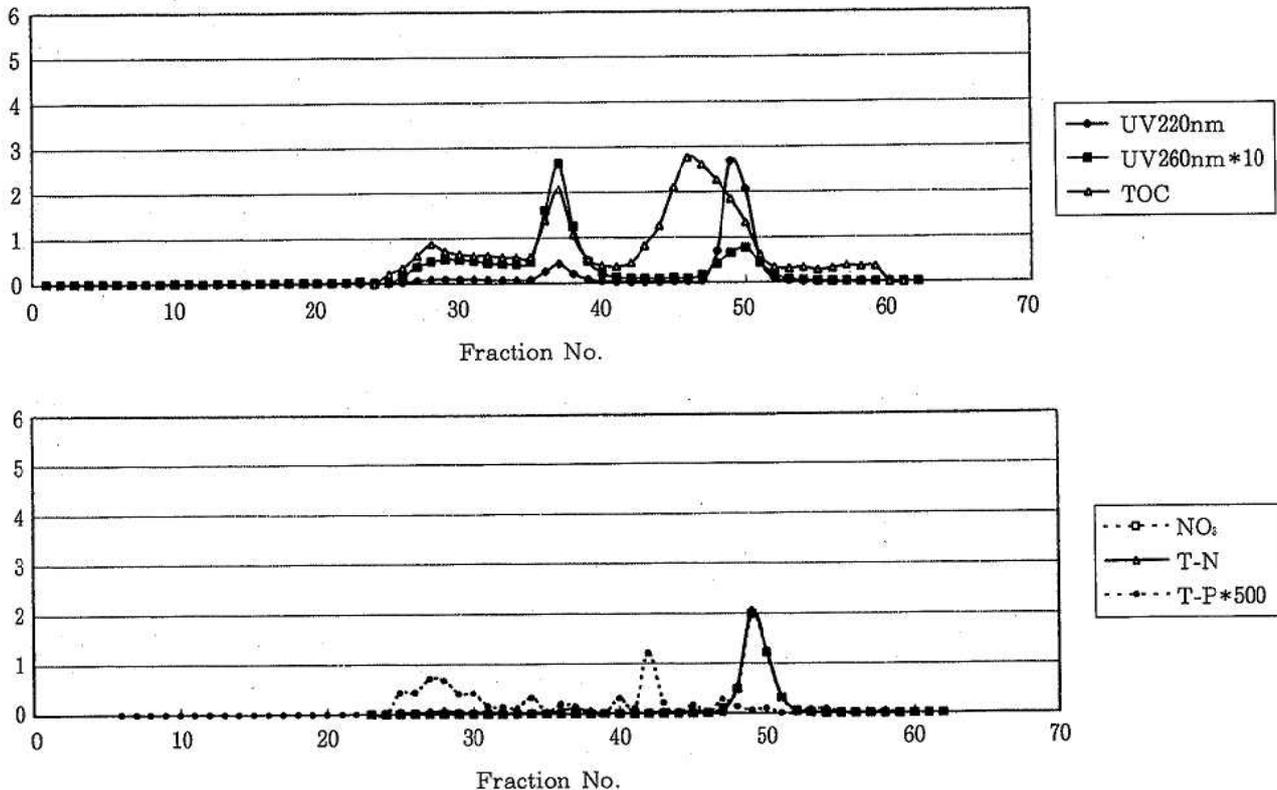


Fig. 2 Gel-chromatography of Tedori lake water

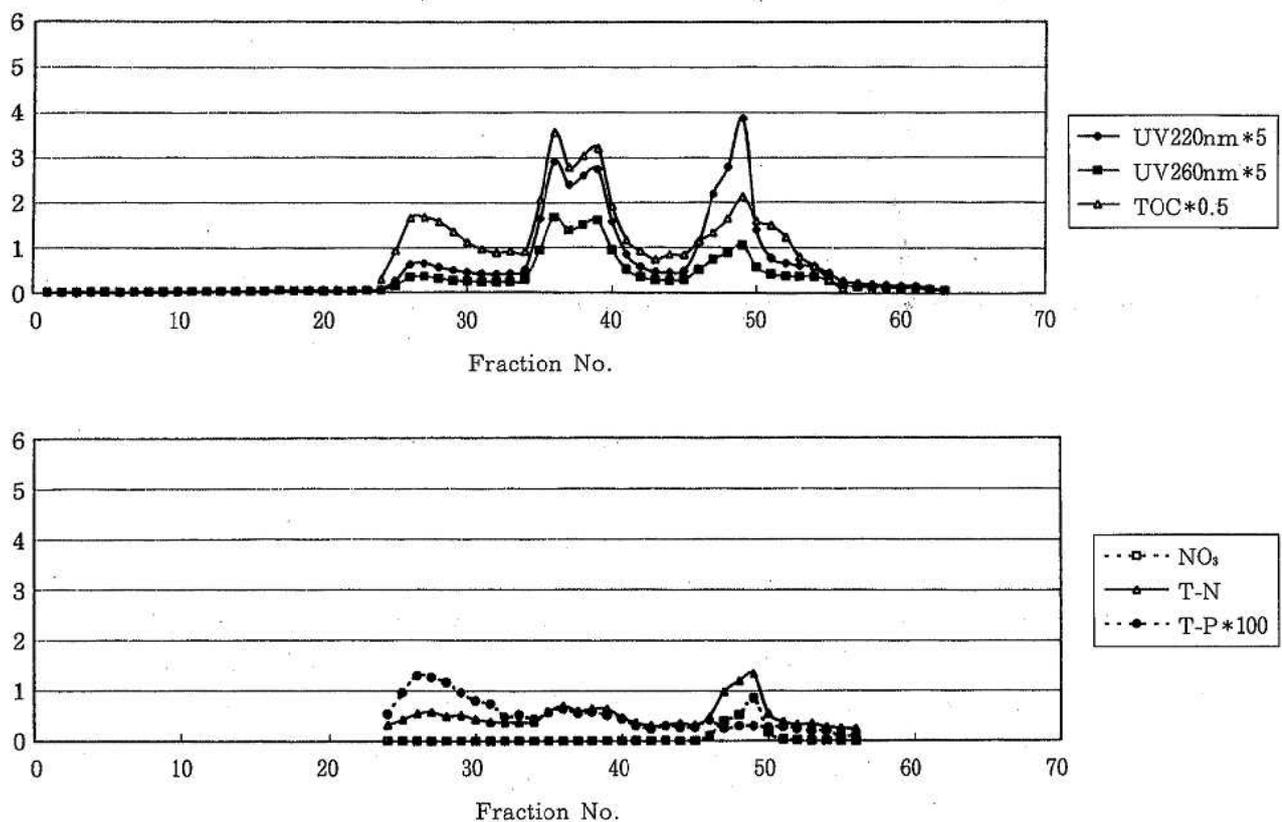


Fig. 3 Gel-chromatography of Kahokugata lagoonal water

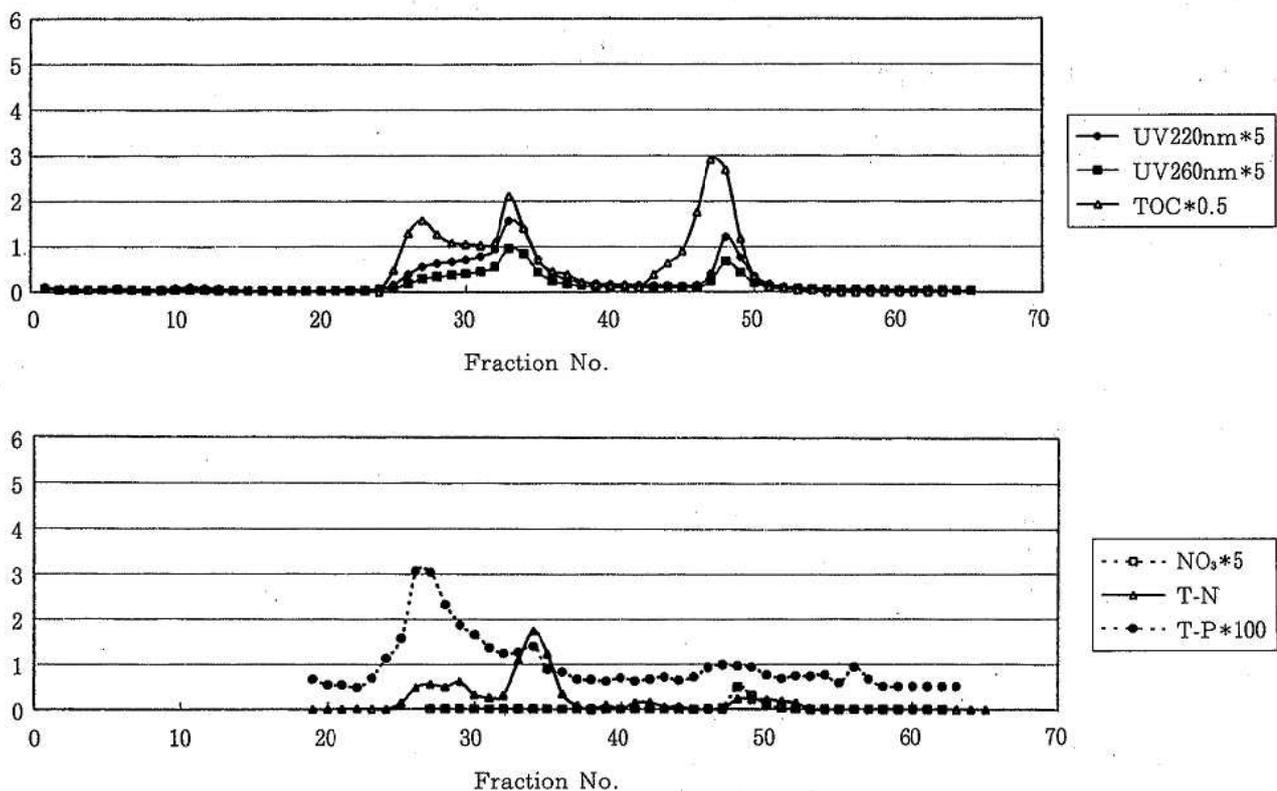


Fig. 4 Gel-chromatography of Kibagata lagoonal water

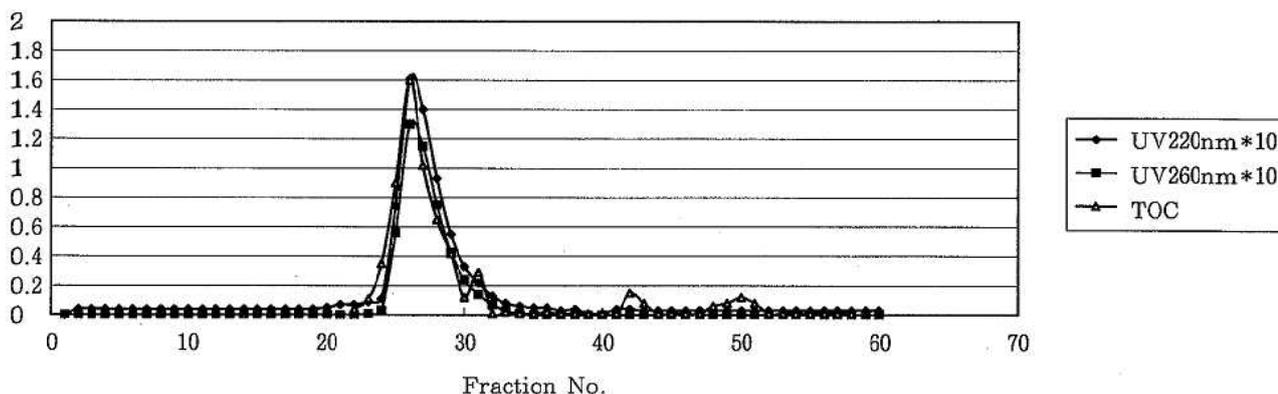


Fig. 5 Gel-chromatography of Fuminic acid

をそれぞれ比較するために分けて表示した。クロマトグラムは横軸をフラクシオン数で表したが縦軸は同軸表現をする場合、単位が吸光度や濃度 (mg/l) であったり、レベル範囲が0.01~10まで広いことから比較するために適宜な倍率を掛けて表現したので無次元として表すこととした。手取ダム湖 (湖水面積5.25km²) は手取川を堰き止めて白山山系に建設された人造湖である。従って、水質として想定されるものは比較的汚染が少ない河川水の一時的な滞水域として見なされるものであり、本報告でも停滞水質間比較の対照水質として選定したものである。木場潟や河北潟は潟水域の大きさに差はあるものの周辺の河川の最終的な集水先である。河北潟の面積は5.96km²であり、木場潟は1.14km²である。木場潟は主に農村地域を流下する河川の集水先であり、一方河北潟は農村の他に都市域を通過する河川を含む集水先でもある。このような地理的特徴をもつ湖沼のゲルクロマトグラムの比較はこのような背景を念頭に置いて検討する必要がある。

3者に共通するクロマト的特徴は、検出手法別に見るとTOC, UV220nm, 260nmの各々の場合、大筋で3分画のフラクシオン領域があるということである。すなわちフラクシオン数 (以下Fr. と略記) 24~33 (第1分画), Fr. 34~44 (第2分画), Fr. 45~54 (第3分画) にほぼ分画された。硝酸態窒素 (NO₃) の場合、ピークは第3分画のFr. 49~51に現れ、それ以外では全くピークは観測されない。T-N, T-P の場合はTOCでほぼ分画されるフラクシオン領域にピークが観測されるものとそうでないものが見受けられた。TOCによって分別された3領域の平均分子量は、ピークの溶離量 (フラクシオン数から求める) から(1)式によって算出されるKd値とFig. 1の関係から求めることができる。第1分画, 第2分画, 第3分画の平均分子量はそれぞれ2200, 370, 80であった。

木場潟と河北潟のクロマトグラムは、それぞれ3分画されている。手取ダム湖の分画はやや2分画に近く、第1番目のピークが他者よりきわめて低いことが特徴である。しかしながら、採取時期が異なるので条件を同一視するわけにはいかないものの水質的な特性比較が可能である。木場潟のクロマトグラムの分画成分比で見ると、河北潟より分画1が大きい。すなわち、高分子側の溶存有機体の割合が大きいことを示している。一方、手取ダム湖では、高分子状の溶存有機物量がすくないことを意味しており、両潟水とは異なっている。この理由として、汚染が少ないことに加えて高分子溶存有機物を形成する水質要因が少ないことによると考えられる。例えば、Fig. 5に示したようにフミン質は第1分画領域にピークを示すが、このフミン質は植物等の分解物が長年土壌に堆積して生成されるもので、手取ダム湖ではこういったフミン質の流入が比較的少ないと思われることや後述する理由で環境微生物が少ないことによる生物代謝産物量が低いことも関係すると考えられた。すなわち、T-N, T-PのクロマトグラムとTOCのクロマトグラムを重ね合わせると、共有領域は有機物でしかも窒素やリンを含有する有機物であるので、共有する成分領域を生体からの代謝物もしくは分解物とみなすことがそれほど不適切ではないと考えられる。また、この共有領域である第1分画が手取ダム湖で少なく木場潟や河北潟に多くあることは、生物による代謝生産性が終末集水域では大きく、このことが水質組成に大きく影響していることを意味していると考えられた。このような水質組成や形成過程をイメージさせる手法はこれまで余りなかったが、ゲルクロマトグラフィーを導入することにより可能となるものと思われた。

その他の分画の特徴としては、第3分画領域に硝酸態窒素 (NO₃) が含有されており、その割合においてピークの相対高さや他の分画ピーク大きさの比から見て手取

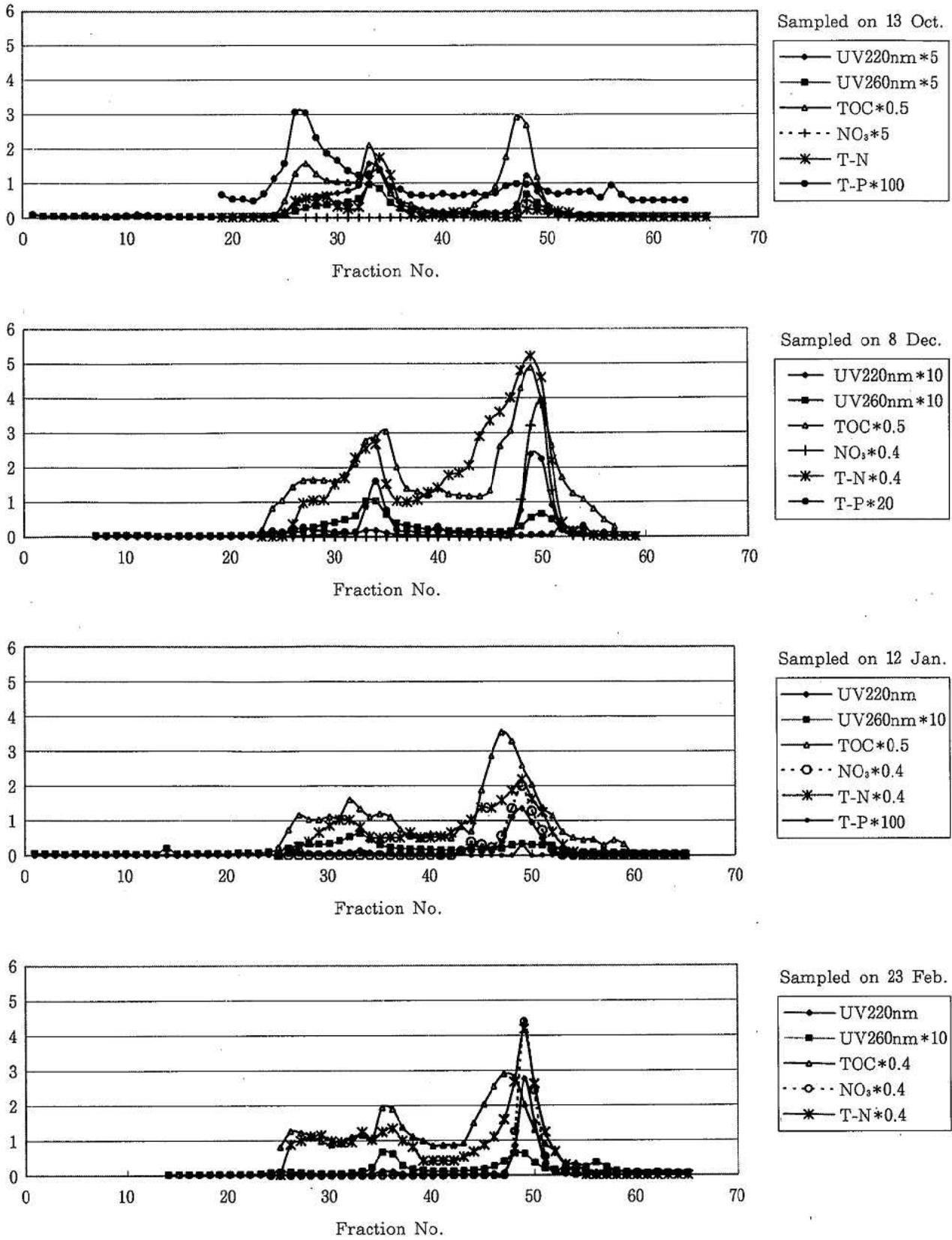


Fig. 6 Seasonal changes of gel-chromatogram of Kibagata lagoon water

ダム湖の第3分画は大きく、T-N分とNO₃分とがほとんど重なり合っていることから、手取ダム湖の窒素分はほとんど硝酸イオンと見なすことができる。その割合も溶存有機体の存在量より多い傾向も考えられるほどである。手取ダム湖の窒素分形態がほとんど無機態であることは、富栄養化が懸念される他の湖沼における有機態窒素分が大きいことを考慮すると、現在の状況では未だ進行に余裕があるのではないかと見なせる。河北潟と木場潟では、木場潟の方が炭素分、窒素分、リン分で見ただのクロマトグラムでも高分子構成比が大きい傾向を示しているのが特徴的である。これらの組成の特徴がどのような変動を示すか関心のあるところであるが、これについて木場潟の2月までゲルクロマトグラフィーを時系列的に検討した。結果をFig. 6に示した。これによると水温が低下し生物活性が減少すると思われる季節になるに連れて第3ピークはそれほど低く成らないが、第1分画のピークが低下することが分かる。これらの状況は先述したように水質状態に生物の代謝生産性が深く関わっていることを証明していると思われる。これらの生分解性や浄化の難易性については今後検討する課題と考えられる。

4 ま と め

石川県を代表する湖水、潟水のゲルクロマトグラフィーを用いて水質組成の特性を評価した。この際、余り検討例のない窒素分、リン分含有値によるゲルクロマトグラムも測定し、成分組成評価を加えた。その結果、従来の水質項目では窺いしれない水質組成や形成過程がイメー

ジされ、新しい評価法として役立つことが判明した。また、県内の環境水における測定結果では、手取ダム湖では高分子の溶存有機物は極めて少なく、窒素成分もほとんどが無機態のものである水質性状を示していることが判明した。一方、河北潟、木場潟は高分子様の溶存有機物が多い組成となっており、しかも高分子様の窒素、リン含有有機化合物の存在が多いことが分かった。このことからこれらの水質形態は生物の代謝生産性が深く関わっているのではないかと考えられた。

文 献

- 1) 滋賀県：琵琶湖の有機汚濁に関する検討委員会資料 (1996)
- 2) Tambo, N., and T.Kamei: Treatability Evaluation of General Organic Matter. Matrix Conception and Its Application for A Regional Water and Waste Water System. *Wat. Res.*, 12, 931—950 (1978)
- 3) 茂庭竹生：底泥間隙水水質のゲルクロマトグラフィーによる評価、*水質汚濁研究*, 8, 367—372 (1985)
- 4) 笠原伸介, 石川宗孝, 中西弘：ゲルクロマトグラフィーによる淀川表流水および停滞水域に含有する有機成分の特性評価、*環境技術研究協会第6回シンポジウム講演集*, pp111—114 (1999)
- 5) 小森正樹, 中村嘉利, 澤田達郎：分画法によるヨシを用いた潟水浄化の検討、*環境化学投稿中*
- 6) 守屋寛：ゲル濾過法の原理、「ゲル濾過法」、*広川書店*, pp3—7 東京 (1970)

[資料]

毒物等混入食品に係る迅速分析法

— ICP 発光分光法によるヒ素の分析 —

石川県保健環境センター食品薬品科学部 中村 能則・澤田 道和・大西 道代

キーワード：迅速分析, 毒物, ヒ素, ICP

1 はじめに

一昨年7月に和歌山市で発生したカレー毒物混入事件に端を発した一連の食品への毒物混入事件等を背景として、事故発生時における対応策の強化の一つとして、地域における危機管理体制の整備が求められている。

毒物等による事故・事件発生時においては、地域住民に対し早期に安全を確保し、不安を解消するとともに、被害者に対する迅速かつ適切な初期治療の提供や被害の拡大防止を図るため、原因物質の迅速な特定が極めて重要である。

そこで、お茶、ジュース、牛乳にヒ素が混入された場合を想定し、ICP法による迅速分析法について検討したので、その結果を報告する。

2 試料と方法

2.1 試料及び試料液の調製

市販の茶、ジュース、牛乳にヒ素化合物のうち最も毒性が強い三酸化二砒素の標準溶液を添加した。添加量は、ヒ素の水道水質基準(0.01mg/l)に水の一人一日摂取量(2リットル^{*1})を乗じた量、ヒ素として0.02mg(低濃度試料)を基準として、その10倍量(中濃度試料)、100倍量(高濃度試料)をそれぞれ試料100mlに添加し試料液とした。(表1)

ヒ素の毒性は、その化学形によって大きく異なることが知られているが、今回調製した高濃度試料100ml中に含まれる三酸化二砒素の量は半数致死量(ヒト経

口LD₅₀: 1.43mg/kg 60~120mg/body^{**2})の約25分の1から50分の1に相当する。

2.2 標準溶液の調製

三酸化二砒素0.132gに水酸化ナトリウム(1→5)を加えて溶かした後、硝酸(1→20)で中和し、0.1mol/l硝酸で100mlとして標準原液とした(ヒ素として1000μg/ml)。次に標準原液を0.1mol/l硝酸で用時希釈し標準溶液を調製した。

2.3 試験溶液の調製及びICPによる測定

(1) 直接導入

前処理せずそのままの試料液及び蒸留水で2倍、10倍にそれぞれ希釈した試験溶液を調製し、ICPにより測定した。

ア. 無希釈

各濃度の試料液をそのまま試験溶液とし、ICPで測定した。

イ. 2倍希釈

各濃度の試料液を10ml採取し、蒸留水で20mlとした後、ICPで測定した。

試料液10ml--->20ml定容--->ICP測定

ウ. 10倍希釈

各濃度の試料液を2ml採取し、蒸留水で20mlとした後、ICPで測定した。

表1 標準物質添加量と濃度系列

	濃度(μg/ml)	試料量(ml)	添加量(mg)	備考
低濃度試料	0.2	100	0.02	水道水質基準の一日摂取量
中濃度試料	2.0	100	0.20	低濃度×10
高濃度試料	20.0	100	2.00	低濃度×100

Rapid Determination Method of Poisons in Food. Determination of Arsenic by ICP Emission Spectrometry. by NAKAMURA Yoshinori, SAWADA Michikazu and OHNISHI Michiyo (Food and Drug Science Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

表2 測定機器

機器名	ICP 発光分光分析装置
製造元	パーキンエルマー
型式	Optima3300XL

表3 測定条件

測定波長	188.979nm
測定回数	3回
測定時間	自動(最小1秒 最大5秒)
プラズマガス流量	15L/min
補助ガス流量	0.5L/min
キャリアガス流量	0.80L/min
RF出力	1300W
サンプル導入量	1.0ml/min

試料液2ml--->20ml 定容--->ICP 測定

(2) 除タンパク

各濃度の試料液 9 ml に (1 + 1) 塩酸 1 ml を添加した後, 3,000回転で10分間遠心分離した。その後, 上澄みをろ過し, ろ液を蒸留水で18ml とした後, ICP で測定した。

試料液 9 ml --->(1 + 1) 塩酸 1 ml --->遠心分離

--->ろ過--->洗浄--->18ml 定容--->ICP 測定

2・4 測定機器及び測定条件

測定機器及び測定条件を表2及び表3に示した。

2・5 検量線

各濃度範囲における検量線を図1-1~1-3に示した。

3 結果及び考察

回収率の結果を表4に, 各濃度における発光スペクトル及び除タンパク後の発光スペクトルをそれぞれ図2-1~2-3, 図3-1, 3-2に示した。

表4 回収率

		直接導入			除タンパク
		10倍希釈	2倍希釈	無希釈	
茶	高濃度	108%	105%	111%	—
	中濃度	96.4%	104%	113%	97.1%
	低濃度	—	106%	107%	86.7%
ジュース	高濃度	113%	116%	117%	114%
	中濃度	103%	103%	104%	105%
	低濃度	—	70.0%	32.0%	51.0%
牛乳	高濃度	109%	107%	97.4%	79.5%
	中濃度	90.8%	91.8%	71.4%	49.0%
	低濃度	—	測定不能	測定不能	51.0%

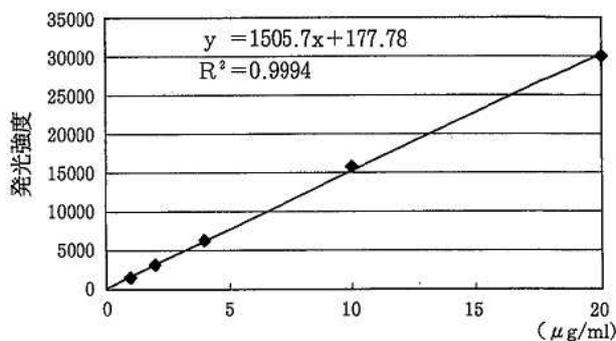


図1-1 高濃度検量線

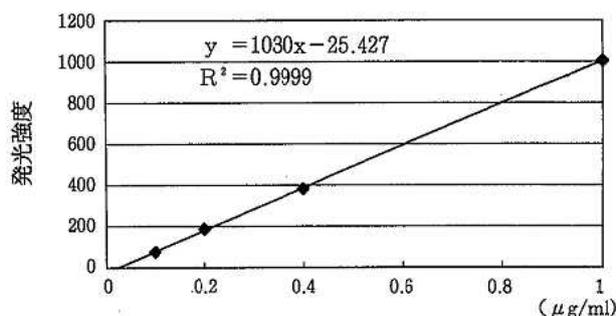


図1-2 中濃度検量線

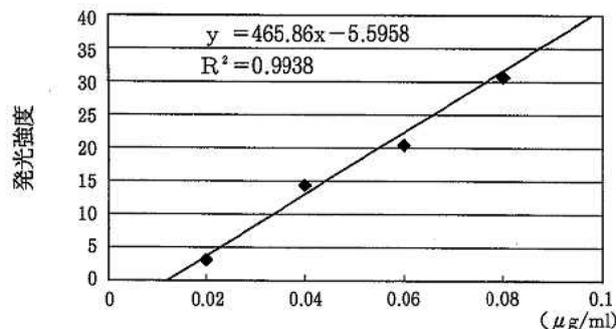


図1-3 低濃度検量線

3・1 茶

高濃度, 中濃度, 低濃度試料すべてにおいて無希釈, 希釈及び除タンパク処理したいずれの試験溶液も良好な回収率(86.7~113%)が得られた。発光スペクトルをみても, 干渉は見られず, 標準溶液と同様なスペクトル線を描いていることから, 茶については, 全ての濃度試料において, いずれの方法でも測定可能であった。

3・2 ジュース

高濃度試料についてはスペクトル干渉は見られず, いずれの試験溶液も良好な回収率(113~117%)が得られた。また, 中濃度試料については干渉が見られたが, 測定結果に大きく影響を及ぼさず, 回収率は103~105%と高濃度試料同様にいずれの試験溶液も良好な結果であった。しかし, 低濃度試料では干渉の影響が大きいため,

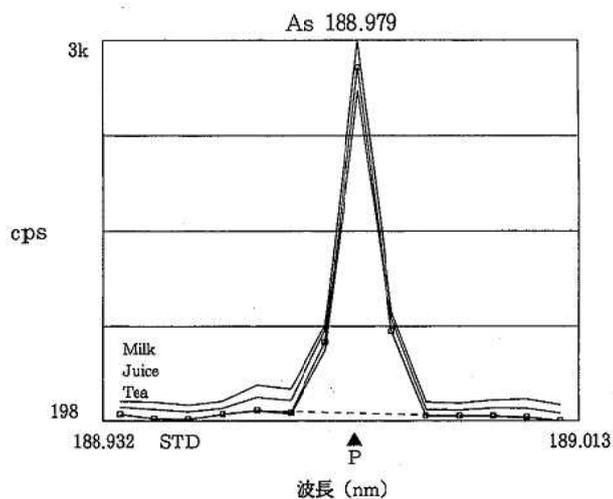


図2-1 高濃度試料(10倍希釈)の発光スペクトル

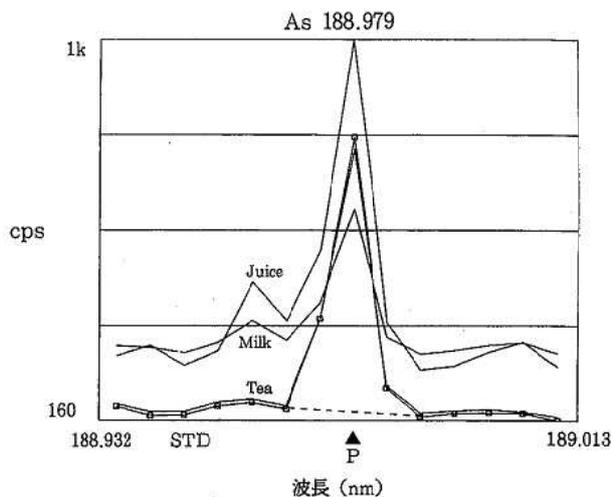


図3-1 除タンパク処理後の発光スペクトル

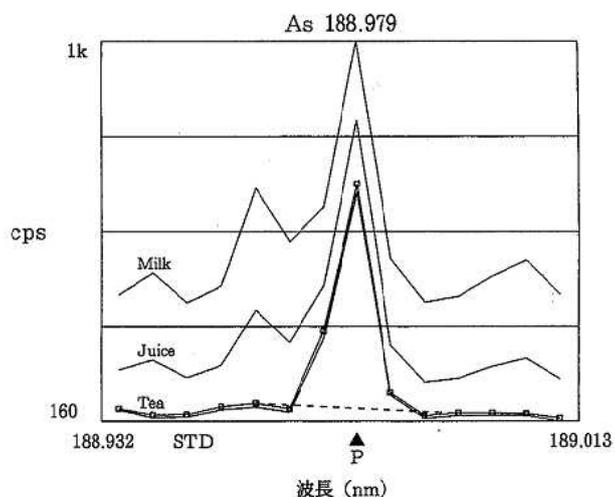


図2-2 中濃度試料(2倍希釈)の発光スペクトル

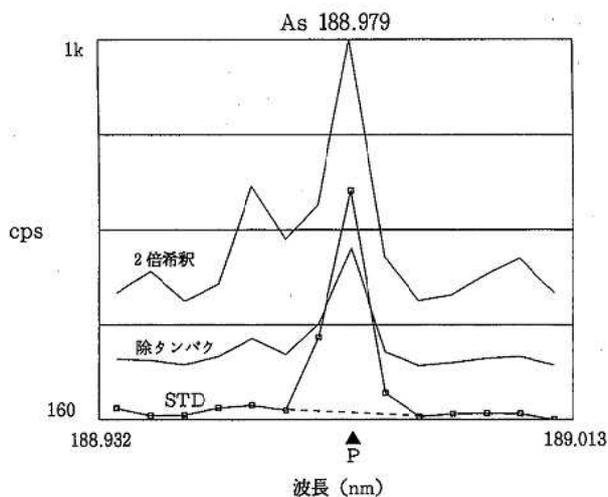


図3-2 牛乳の2倍希釈及び除タンパク処理後の発光スペクトル

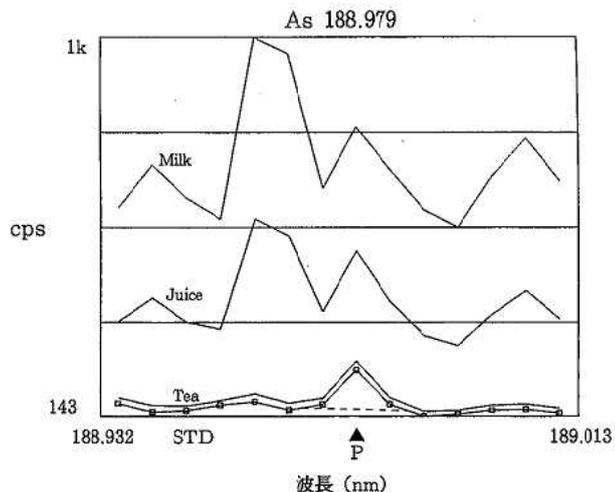


図2-3 低濃度試料(無希釈)の発光スペクトル

無希釈の場合、回収率は32.0%と著しく悪く、また(1+1)塩酸による除タンパクを行っても干渉は軽減されず、回収率は51.0%にとどまった。ただし、2倍希釈の場合の回収率は70.0%と概ね良好であった。

3.3 牛乳

高濃度試料についてはスペクトル干渉は見られず、いずれの試験溶液も良好な回収率(79.5~109%)が得られた。中濃度試料はジュースよりその干渉の影響は大きく、無希釈、2倍希釈、10倍希釈した試験溶液の回収率はそれぞれ71.4、91.8、90.8%と高濃度試料よりわずかに低下したが良好な結果を得られた。なお、除タンパクを行った試料は、干渉は軽減されたものの回収率は49.0%と著しく低下した。また低濃度試料においては、無希

積，2倍希釈した試験溶液は，干渉により測定不能であり，除タンパクを行った試料では，回収率は51.0%であった。

すべての濃度の試料液で無希釈のものが，希釈したものに比べて回収率が悪かった。この原因は牛乳が有する粘性によって機器への試験溶液の導入効率が低下したものと推定されるが，希釈することによってその影響は改善できた。また，(1+1)塩酸による除タンパク後の試料溶液は，干渉の影響は軽減するものの，沈殿した牛乳成分にヒ素が吸着したためか，逆に回収率を悪くする結果となった。

4 ま と め

食品衛生法の規格基準に定める清涼飲料水のヒ素分析法は，グットツァイト法又はジェチルジチオカルバミン酸銀法とされている。また，原子吸光光度法も一般的に用いられているが，いずれの分析法も湿式分解が必要であり，分析にはかなりの時間を要する。

一方，ICP発光分光分析法は，検量線の直線範囲が広く，また共存成分による干渉も少ないため，希釈や分離操作なく多元素同時分析が可能であり，混入する未知の金属を特定する場合，同法は非常に有効である。

今回，茶，ジュース，牛乳にヒ素が混入した場合を想定し，前述した特性を有するICP法によって，前処理を無処理，希釈処理，除タンパク処理し迅速分析法の検討

を行い，次のような結果が得られた。

(1) 茶については，全ての濃度試料において，いずれの方法でも測定可能であった。

(2) ジュースについては，高濃度試料，中濃度試料ではいずれの方法でも測定可能であったが，低濃度試料の場合は2倍希釈することが最も適当であった。

(3) 牛乳については，高濃度試料，中濃度試料では希釈することによって最も良好な回収率で測定可能であったが，除タンパク処理は回収率の低下を招いた。また，低濃度試料では干渉が大きく測定は困難であった。

(4) 以上のことから，茶，ジュース，牛乳などの液体試料であれば，三酸化二砒素の成人に対する中毒量(5~50mg^{*3})を下回る量であってもICP発光分光分析法を用いることにより無処理のまま，あるいは必要に応じ希釈のみによって定量分析は可能であった。また，前処理を含む分析に要する時間は1時間あまりであり，迅速化が図れた。

文 献

- 1) 生活環境審議会水道部会水質専門委員会報告「水道水質に関する基準のあり方について」(平成4年12月)
- 2) 吉村正一郎他：急性中毒情報ファイル第3版，廣川書店
- 3) 日本薬学会編 衛生試験法・注解(2000)

〔資料〕

石川県におけるがん罹患率と生存率の動向について

石川県保健環境センター情報・教育研修室 新 広 昭・蔵本 和夫
 石 川 県 健 康 推 進 課 宮川 茂樹・田嶋 隆俊
 林 正 男・南 睦 男

キーワード：がん登録，がん罹患率，がん生存率

1 はじめに

がん(悪性新生物)は、石川県の死亡原因の第1位を占めており、その対策を有効適切に推進することは、県民の健康の保持・増進を図る上で極めて重要な課題である。また、がんによる死亡率の推移は、がんの部位により特徴があり、その特徴に即したきめ細かい対策が必要である。そのためには「がん登録」によってがん罹患や生存の状況を的確に把握し、がんに関する課題の大きさ、動向、地域性等を踏まえて、がん対策を展開することが必要不可欠である。

石川県地域がん情報管理事業(以下、「当事業」という。)では、県内で発生したがんについて、その発病から治癒または死亡に至るまでの全経過に関する医療情報を多方面から集め、個々の悪性新生物ごとに集約し、これらの情報を使用してがん対策を進めることとしている。

今回、事業開始後5年分の標準集計データが蓄積され、はじめて5年生存率を算出することができたので、その結果を報告する。

2 対象と方法

2.1 対象

(1) 登録対象者

登録対象者は、県内に住み、平成4年から8年までの5年間に医療施設において登録対象がん罹患したと診断された者及びそれによる死亡者である。

(2) 対象となる悪性新生物

届出対象となる悪性新生物の範囲は、「疾病及び関連

保健問題の国際統計分類第10回修正(ICD-10)」のうち原発部位が表1に記載した男性8部位、女性10部位である(表1)。

2.2 登録方法

当事業は、平成3年(1月から試行、10月から本格実施)から、石川県が実施主体となり社団法人石川県医師会、県内全医療施設及び金沢市保健所の協力を得て実施しているものである。

地域がん情報には大きく分けて①がん罹患・受療情報、②がん死亡情報の2種類がある。これらのうち、がん罹患・受療情報の収集は県医師会に委託している。県医師会は、県内医療施設の医師から届出のある「石川県悪性新生物届出票」を検査、補足し届出票の内容を入力する。一方、がん死亡情報は、県保健所及び金沢市保健所が人

表1 届出対象部位

国際基本分類 (ICD-10)	種 別
C16	胃の悪性新生物
C18	結腸の悪性新生物
C20, C19, C21	直腸, 直腸S字結腸移行部及び肛門の悪性新生物
C22	肝及び肝内胆管の悪性新生物
C23, C24	胆のう(嚢)及び肝外胆管の悪性新生物
C25	膵の悪性新生物
C33, C34	気管, 気管支及び肺の悪性新生物
C50, D05	女性乳房の悪性新生物
C55, C53, C54, D06	子宮の悪性新生物
C73	甲状腺の悪性新生物

The Trend of Cancer Incidence and Cancer Survival in Ishikawa Prefecture. by SHIN Hiroaki*, KURAMOTO Kazuo*, MIYAKAWA Shigeki*, TAJIMA Takatoshi*, HAYASHI Masao** and MINAMI Mutuo** (*Information Science, Epidemiology & Education Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science; and ** Health Promotion Division, Department of Health and welfare, Ishikawa Prefecture)

口動態調査死亡票の内容を入力し、県がん対策室がそれを取りまとめ、県医師会に送付する。県医師会は、罹患情報と死亡情報との照合、同定を行い、当事業の対象情報を登録する。登録情報は、県保健環境センターに送付され、そこで罹患数（率）、受療状況、生存率等について集計、解析される。

なお、がん情報の収集・集計・解析等にかかる方法については「地域がん登録の手引き 改訂第4版」¹⁾によった。

2・3 5年生存率集計の対象と計算方法

(1) 集計対象

平成4年（1992年）に登録された患者を対象とした。

なお、生存率はDCO（罹患患者の中で、死亡票のみで登録された者）を除いた患者を対象として算定した。また、がんの中には上皮内がんを含んでいる。

(2) 生存率の計算方法

Kaplan-Meier（Kaplan-Meier）法を用いて、全ての死因による死亡を死亡として、5年累積生存率を計算した。また、がん以外の死因による死亡確率は、患者の性・年齢及び暦年により異なり、累積生存率はこれらの要因により影響を受けるため、対象者の性・年齢と等しい一般住民から得た期待生存率で累積生存率を除いて得られる相対生存率を併せて計算した。

(3) 予後調査の方法

死亡の把握は、罹患届出票と人口動態調査死亡票との照合により行っている。ただし、がん登録患者のうち罹患届出票で登録され、かつ死亡票がない患者を対象とした個々の生存確認調査は行っていない。

3 結 果

3・1 登録精度の状況

(1) 届出精度

死亡票のみによる登録の割合 = DCO 割合（Death Certificate Only）¹⁾については30%台で推移していたが、平成8年標準集計では40%台となっている。DCO 割合は20%がひとつの目標となるため、今後この値の低減化が大きな課題である。

罹患数とがん死亡数との比 = I/D 値（Incidence/Death）¹⁾については、1.5から2.0の間で推移している。I/D 値は、1.5から2.0の間にあることが望ましいとされることから、この基準は満足している。

(2) 診断精度

組織診で確かめられた者の割合¹⁾は40%前後で推移している。また、罹患数のうちDCOを除いたものを分母とした、組織診で確かめられた者の割合は60%台で推移している。

なお、平成4年標準集計から平成8年標準集計までの登録精度を表2にまとめた。

3・2 罹患状況の経年変化（平成4年～平成8年）

(1) 罹患率

男性では胃が減少傾向にあるが、肺をはじめとするその他の部位では横這いに推移している。女性では全ての部位において横這いに推移している（図1）。

(2) 年齢調整罹患率

男性では、胃が減少傾向、肺、肝、直腸がやや減少傾向にあり、その他の部位についてはほぼ横這いに推移している。女性では、胃、女性乳房、肺がやや減少傾向にあり、その他の部位についてはほぼ横這いに推移している（図2）。

3・3 生存率の状況（平成4年罹患患者）

(1) 部位別累積生存率、相対生存率

表 2 石川県における登録精度総括表（平成4年～8年）

	罹 患 数		組織診実施数 (H)	死 亡 数 (D)	届 出 精 度		診 断 精 度	
	(I)	死亡票のみで登録された数 (DCO)			DCO 割合 (DCO/I) (%)	I/D 値 (I/D)	組織診で確かめられた者の割合 (H/I) (%)	DCOを除いたものを分母とした組織診で確かめられた者の割合 (H/R) (%)
H8	3,189	1,343	1,222	2,078	42.1	1.53	38.3	66.2
7	3,290	1,295	1,292	1,994	39.4	1.65	39.3	64.8
6	3,337	1,056	1,504	1,885	31.6	1.77	45.1	65.9
5	3,274	1,136	1,432	1,847	34.7	1.77	43.7	67.1
4	3,263	1,206	1,311	1,793	37.0	1.82	40.2	63.7

I=罹患数 DCO=罹患数中死亡票のみで登録されているもの

H=組織診実施数 D=死亡数

R=罹患数中届出票で登録されているもの ((I) - (DCO))

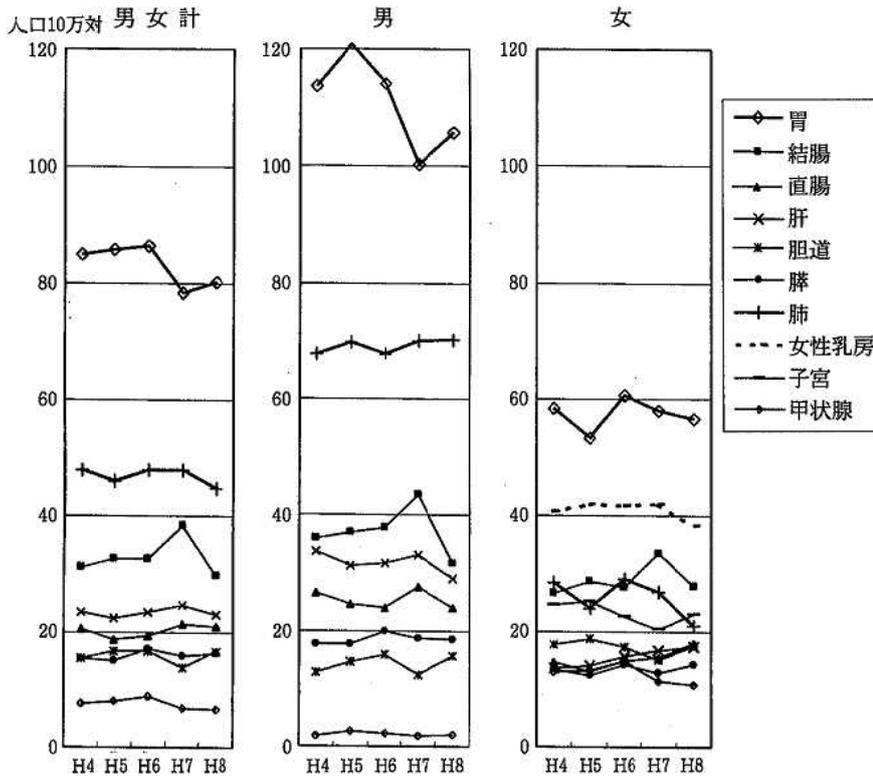


図1 部位別罹患率の経年変化

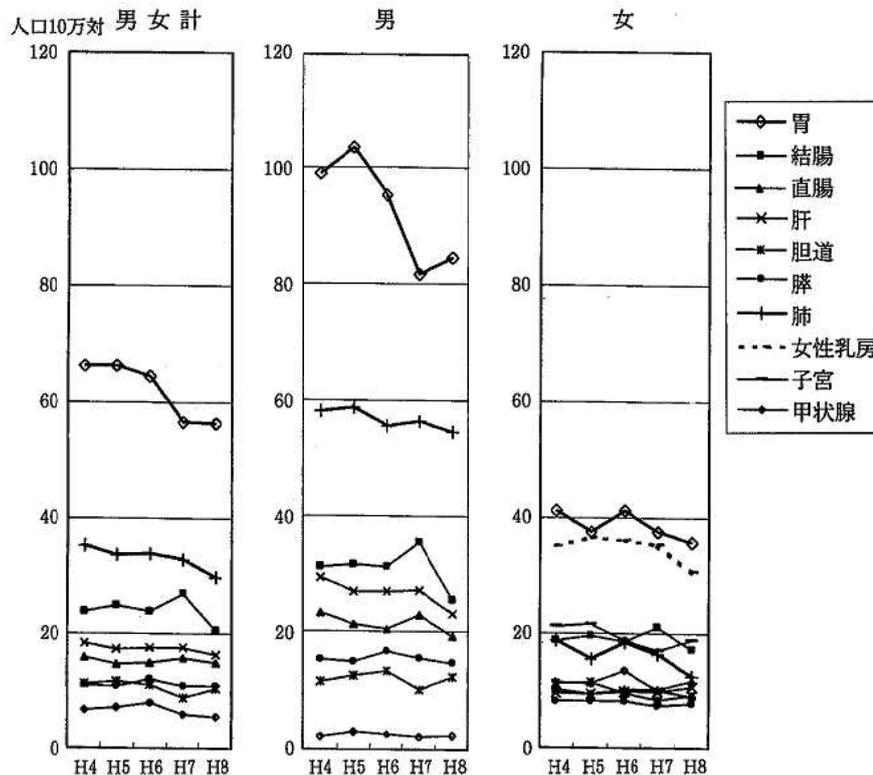


図2 部位別年齢調整罹患率の経年変化

部位別に累積生存率をみると、男女計で消化管(胃, 結腸, 直腸)での5年生存率は50%台であるが、実質臓器(肝, 胆道, 膵)及び肺は2.3~22.1%と生存率は低くなっている。男女別にみると、消化管(胃, 結腸, 直腸)については男女差はないが、肺では女性の方の生存率が高い。また、女性に関係の深いがん(女性乳房, 子宮, 甲状腺)は79.5~90.0%と他の部位に比べ生存率は相対的に高い(表3, 図3~図6)。

相対生存率をみると、がん以外の死因による死亡確率の影響を除いているため、全体的に累積生存率より高くなっている。

(2) 病巣の広がり別の生存率比較

早期がんと進行がんととの5年累積生存率を比較すると、いずれの部位も早期がんの生存率が進行がんのそれを上回っている(表4)。

(3) がん検診受診群と外来群における生存率

検診群(施設検診+集団検診+健康診断(ドック含)のがん発見群)と外来群(検診以外の外来診療(直接受診+他院からの紹介)のがん発見群)との間で5年累積生存率をみると、いずれの部位も検診群の生存率が外来群のそれを上回っていた(表5)。特に肺がんは4倍近く高い生存率を示した。なお、検診群の患者数は罹患者全体1,782人のうち、165人と約1割であった。

4 考察とまとめ

石川県地域がん情報管理事業によって把握されたがん罹患率の5年間の動向をとりまとめた。胃がんの罹患率は、男性は減少傾向にあり、女性は横ばいであるが、男性の方が女性の2倍程度と高くなっている。肺がんの罹患率は男女と

表 3 部 位 別 5 年 生 存 率

		胃	結腸	直腸	肝	胆道	膵	肺	乳房	子宮	甲状腺
累積	男女計	51.6	55.3	53.9	14.2	22.1	2.3	18.4			88.3
	男	51.0	58.8	52.7	12.6	26.6	2.0	14.8			71.4
	女	53.4	52.3	56.6	17.6	20.2	3.0	26.6	84.5	79.5	90.0
相対	男女計	58.9	65.0	61.0	15.9	26.7	3.8	20.5			91.3
	男	59.0	72.3	58.6	14.5	34.1	3.1	16.6			72.6
	女	58.9	57.2	65.1	18.7	23.0	5.5	29.7	89.6	82.5	93.2

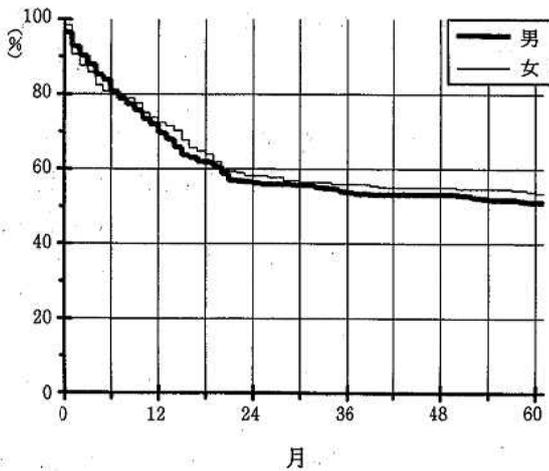


図 3 胃がん生存率曲線

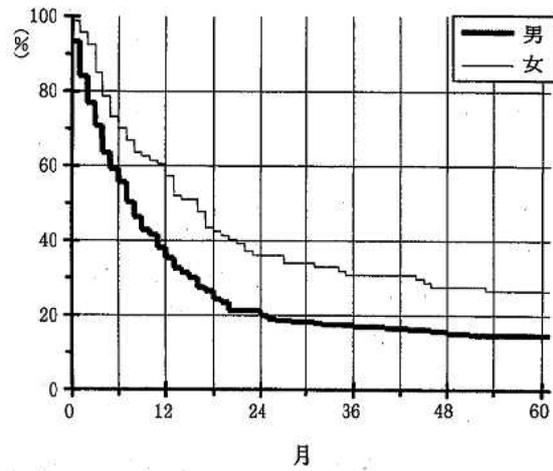


図 5 肺がん生存率曲線

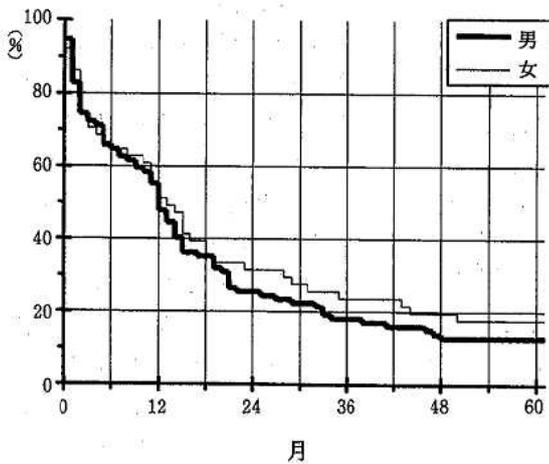


図 4 肝がん生存率曲線

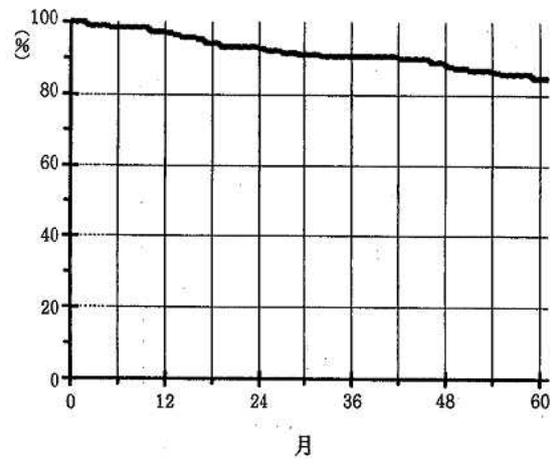


図 6 女性乳房生存率曲線

も横ばいであり、男性の方が女性の2～3倍以上高くなっている。胃がんを比較した場合、死亡率は肺がんが胃がんを上回っているが、罹患率では胃がんが肺がんの2倍近くとなっており、がん治療の観点からは、依然として胃がんは重要性を持っているといえる。ただし、自治体単位のがん登録事業では単年度ごとの変動が大きく、複数年の平均値の推移あるいは移動平均の推移を観

察することが必要である。

生存率に関しては、早期がんの生存率が進行がんのそれをいずれの部位でも上回っており、早期発見、早期治療の有効性を示唆している。また、がん検診によってがんが発見された群の方が外来診療によってがんが発見された群よりも生存率が高い傾向がみられ、一応がん検診の効果を示唆しているが、外来群に比して検診群の数が

表4 部位別、病巣の広がり別5年生存率

	胃	結腸	直腸	肝	胆道	膵	肺	乳房	子宮	甲状腺
早期	83.4	87.5	81.3	100.0	66.7	—	75.0	100.0	98.0	100.0
進行	31.0	51.7	47.2	16.3	21.2	1.5	19.7	82.1	60.0	88.7

表5 部位別、検診群・外来群別5年生存率

	胃	結腸	直腸	肺	乳房	子宮
検診群	86.7	74.1	85.7	60.0	100.0	100.0
外来群	48.0	53.4	52.6	15.8	83.8	76.1

少ないことや両群の年齢構成の相違など考慮すべき要素があり、今後、登録患者のがん情報の集積により、一層の精度向上が図られるべきである。

さて、地域がん登録事業は、集められたがん情報をがんの予防や医療活動の企画と評価などに幅広く活用を図っていくことが目的である。そのひとつとして、がん予防活動の普及・啓発への活用がある。

平成11年度に保健環境センターで行った「地域がん情

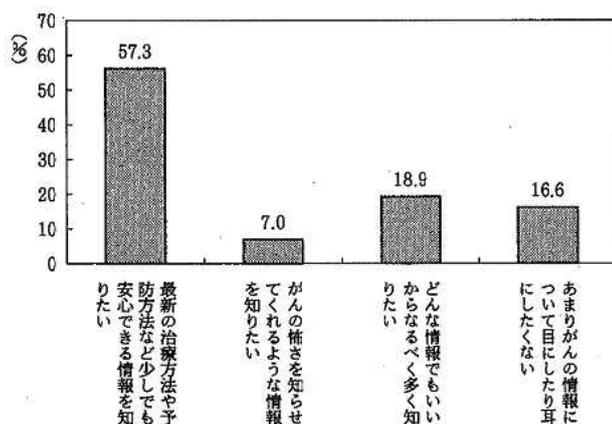


図7 知りたいがん情報の内容

報の有効利用に関する調査」によれば、がんに関して一般県民が求めている情報としては、「少しでも安心できる情報を知りたい」が57.3%と最も多く、地域がん登録事業によって得られた「がん検診によって発見されたがん患者の生存率は自覚症状によって見つかったがん患者の生存率よりも高い」といった情報を中心に提供していくことが必要と考えられる(図7)。

また、がんに関して知りたい具体的な情報としては、「がん予防によい食べ物の情報」60.7%、「がん予防によい生活習慣の情報」57.6%、「がんの治療方法に関する情報」30.0%、「がん検診の効果に関する情報」21.0%、「がんの症状に関する情報」34.4%、「がんの生存率に関する情報」20.1%などとなっている。

このなかにはがん登録事業によって既に得られている情報もあり、今後得られる可能性がある情報も多く含まれている。一般県民へのがん情報の還元という観点から、こういったがん登録事業による成果の活用が重要であると考えられる。

〔地域がん情報の有効利用に関する調査〕

調査対象者：市町村が実施するがん検診受診対象者

対象者数：2,800人 回収数：1,575人(56.3%)

方法：がん検診受診対象者名簿から無作為抽出、郵送法によるアンケート方式

文 献

- 1) 「地域がん登録の精度向上と活用に関する研究」班：地域がん登録の手引き改訂第4版(1999)

〔資 料〕

長寿要因に関する調査結果

石川県保健環境センター情報・教育研修室 塚林 裕・宮川 茂樹・田嶋 隆俊
 石川県保健環境センター食品薬品科学部 砺波 和子

キーワード：長寿，健康寿命

1 はじめに

我が国の平均寿命は、いまや世界一となり、21世紀においては少子化とも相俟ってかつて経験したことのない高齢化社会に入ることが指摘されている。

石川県においてもこの傾向は変わらない。

高齢になっても生き生きと暮らし、健康で質の高い生活を過ごすことができる、いわゆる健康寿命¹⁾を延長し、全うすることが、今後県民の希求するものの1つとなつてゆくと考えられ、これを実現し、支えるためのさまざまな方策が必要とされる。

そこで、現在県内に在住する95歳以上の長寿者を対象に健康長寿に繋がる共通要因を見出すことを目的として、これまでの生活環境や健康状態等を包括的に調査した。

2 調査方法

平成9年に県内在住の95歳（平成9年9月15日現在）以上の長寿者（ただし、平成10年3月31日までに死去した人を除く）を対象として1次調査を行い、平成11年に新たに95歳となった長寿者（平成10年9月15日現在までの1年間の該当者）について2次調査を行った。

2・1 調査方法

標準化自記式質問紙法による郵送方式

2・2 調査内容

長寿者の基本属性，健康状態，健康配慮，生活習慣，生活満足度等34項目

2・3 調査時期

1次調査：平成10年4月

2次調査：平成12年1月

3 回答者の属性等

3・1 回収状況（表1）

1次調査，2次調査を合わせて970人に調査票を配布し，有効回答者数は539人，回収率は54.6%であった。

3・2 回答者の属性

(1) 性別及び年齢構成（表2）（図1）

1次調査の有効回答者415人のうち，男性は93人，22.4%，女性は322人，77.6%であった。

年齢構成は95歳が最も多いが，加齢とともに減少し最高年齢者は調査時105歳の男性であった。

2次調査では回答者124人のうち，男性は20人，16.1%，女性は104人，83.8%であった。

有効回答者総数は539人で男性は113人，21.0%，女性は426人，79.0%であった。

(2) 現在の生活の場所（図2，3）

生活場所は，在宅が最も多く61.2%，老人ホームに入居が19.9%，入院中が18.0%であった。

また，在宅の長寿者330人との同居者は「子供とその家族」が85.5%であったが，「配偶者のみ」10.6%，「独り暮らし」2.4%と長寿者だけの世帯も13%あった。

同居者数（本人を除く）については「3人」が26.7%，

表1 回収状況

	1次調査	2次調査
調査票配布数	736 人	234 人
総回収数	439 人	124 人
有効回答数	415 人	124 人
有効回収率	56.4 %	53.0 %

Research on Long-lived Factors. by TSUKABAYASHI Hiro *, MIYAKAWA Sigeki *, TAJIMA Takatoshi * and TONAMI Kazuko ** (* Information Science, Epidemiology & Education Departmennt, ** Food & Drug Science Departmennt, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

表2 回答者の年齢別、性別構成

	合計	2次調査	1次調査											計
		(95歳)	95歳	96歳	97歳	98歳	99歳	100歳	101歳	102歳	103歳	104歳	105歳	
男	113	20	37	16	17	9	4	1	4	3	0	1	1	93
女	426	104	127	69	44	31	24	12	5	4	3	3	0	322
合計	539	124	164	85	61	40	28	13	9	7	3	4	1	415

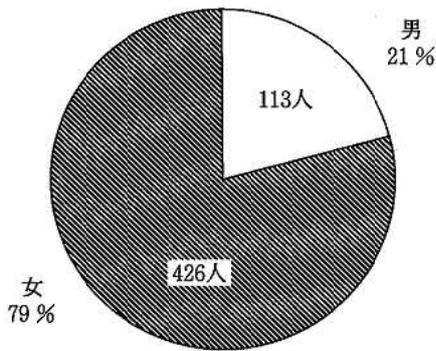


図1 回答者の性別 (N=539)

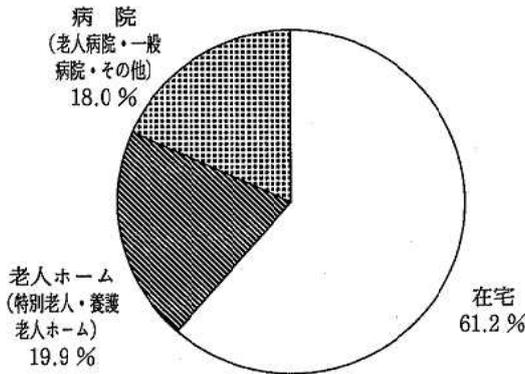


図2 現在の生活の場所 (N=539)

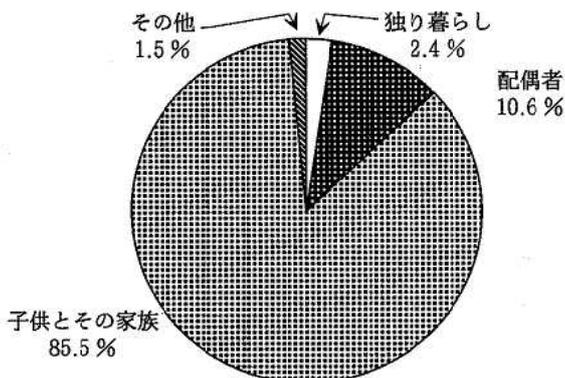


図3 同居の家族状況 (N=330)

「6人以上」が26.1%、「2人」が11.5%となっていた。

(3) 現在に至るまでの居住環境 (複数回答)

これまでに暮らしたことのある居住環境としては、「農村」53.1%及び「市街地」37.5%が多く、「市街地の近郊」17.6%、「山村」15.0%、「漁村」10.4%であった。

(4) 学歴

最終学歴については、「小学校」が全体の58.8%と最も多く、次いで「尋常高等科」の24.1%で、両者を合わせると82.9%を占めた。

性別では、男性は「小学校」、「尋常高等科」がそれぞれ38.9%に対し、女性は「小学校」が64.5%、「尋常高等科」が20.3%と女性の方が小学校卒が多く、また、「旧制中学」「旧制大学」「専門学校・師範学校」を卒業した人の率は男性の方が高く、女性に比べ男性の方が高学歴の傾向にあった。

(5) 兵役及び海外からの引き上げの経験

兵役の経験 (男性のみ) については、「あり」と答えた人が33.6%であった。

海外からの引き上げの経験については、「あり」と答えた人は5.6%と少人数であった。

(6) 職業

50歳までの青・壮年期の職業は、「農業」が42.6%と多く、「無職」18.0%、「卸売り・小売り」8.4%、「その他」16.3%であった。

50歳からの職業も同様に、「農業」が39.3%と多く、「無職」26.5%、「卸売り・小売り」6.7%、「その他」14.6%であるが、無職の割合が青・壮年期より高くなっていた。

(7) 結婚年齢

結婚した年代については、「20代」で全体の66.0%の人が結婚しており、「10代」では20.3%、「30代」では9.1%であった。

性別では、男女とも「20代」で結婚した人が70.6%、64.7%と大半を占めている。なお、「10代」で結婚した人は男性が皆無だったのに対し、女性は25.7%と高く、逆に「30代」での結婚は女性5.1%に対し、男性23.9%と男性が高かった。

(8) 子供の数

子供の数については、「5人以上」が全体の40.5%と最も高く、次いで「3人」、「4人」が14.2%、「2人」が12.7%と続いている。多産多子の社会的状況を反映して、4人以上の子供を持っている人が全体の過半数を占めていた。

4 長寿要因に関する結果

4・1 健康状態

(1) 現在の健康状態 (図4)

現在の健康状態(自己評価)については、「大変元気である」が12.2%、「まあまあ元気である」が50.8%、「あまり元気でない」が31.1%、「回答なし」が5.8%であった。「大変元気である」と「まあまあ元気である」を合わせると63.0%となり、健康状態がほぼ良好な人が6割以上を占めている。

性別には、女性の方が「大変元気である」とする割合がわずかに高く、逆に「あまり元気ではない」とする割合は男性の方がわずかに高いが、顕著な差は見られない。

(2) 病歴

ア 既往歴 (図5)

既往歴については、「既往歴あり」が全体の75.9%を占め、7割以上の方が病歴を持っていた。

また、既往歴について、現在の健康状態が「大変元気である」と答えた人と「あまり元気ではない」と答えた人との比較では、前者の「既往歴あり」が70.3%であったのに対し、後者では81.9%と、「あまり元気ではない」とする人の方が過去に病気をしたことのある割合が高かった。

イ 現在の病気の種類 (図6)

現在、持病が「ある」と答えた人は265人で、全体の63.9%を占めている。

病名としては、「関節炎・神経痛」24.8%、「白内障」23.7%、「心臓病」、「高血圧」それぞれ22.1%が多く、高齢期の特徴的な疾病があげられている。

性別でみると、「心臓病」については男性、「高血圧」は女性の方の割合がやや高い傾向にある。

また、自分の健康状態が「大変元気である」とする人の「持病あり」は24.6%であるのに対し、「あまり元気ではない」とする人の「持病あり」は69.6%と高かった。

(3) 歯、耳、目の状態 (図7)

ア 歯について

「不自由していない」が33.2%、「不自由している」が39.6%であったが、「回答なし」も27.2%あった。

健康状態が「大変元気である」という人では、「不自由である」が14.3%「不自由していない」が46.0%であり、また「あまり元気ではない」という人では、「不自由である」が56.1%、「不自由していない」が21.9%であり、「あまり元気ではない」とする人に歯の不自由さを訴える人が多かった。

イ 耳について

「不自由なく聞こえている」が13.4%、「少し聞きにくい」が27.1%、「聞きにくい」が52.8%であり、半数以上の方が耳の不自由さをあげており、歯・目に比べ不自由さを感じている人が多い。

自分の健康状態が「大変元気である」という人の中では、「不自由なく聞こえる」が15.4%、「少し聞きにくい」が38.5%、「聞きにくい」が33.8%であり、また「あまり元気ではない」とする人の中では、「不自由なく聞こえる」が11.6%、「少し聞きにくい」が22.0%、「聞きにくい」が61.0%であり、「あまり元気ではない」とする人に耳の不自由さを訴える人が多かった。

ウ 目について

「不自由なく見える」が22.9%、「少し見にくい」が37.8%、「見えにくい」が26.9%であった。

自分の健康状態が「大変元気である」という人では、「不自由なく見える」が40.6%、「少し見にくい」が25.0%、「見えにくい」が7.8%であり、また「あまり元気ではない」とする人では、「不自由なく見える」が13.1%、「少し見にくい」が37.5%、「見えにくい」が43.1%であり、「あまり元気ではない」とする人に目の不自由さを訴える人が多かった。

4・2 健康の考え方と、健康維持のための心がけ

(1) 健康の考え方 (図8)

健康という概念については「元気で長生きできること」が30.5%と最も高く、次いで「心身に不都合がなく、日常生活が支障なく過ごせる状態」23.5%、「心身に多少の不都合があっても、日常生活が支障なく過ごせる状態」22.2%、「病気やけがをしない状態」13.6%の順であった。身体的な老化をある程度受け入れ、長命そのものを目的化している様子が見える。

(2) 健康に気をつけ始めた時期 (図9)

健康に気をつけ始めた時期については、「若いときから」が20.4%、「40歳代から」が4.5%、「60歳代から」が14.0%、「80歳代から」が14.6%である。一方「これまで気をつけたことがない」が40.3%と高く、健康のために特に意識して何かを心がけたことがない人も多かった。

(3) 健康のための心がけ

自分の健康のために現在心がけていることとしては、「睡眠や休養を十分とる」が42.2%と最も高く、次いで「規則正しい生活をする」36.8%、「くよくよしない」30.2%、「栄養や食事などの食生活に気をつける」29.8

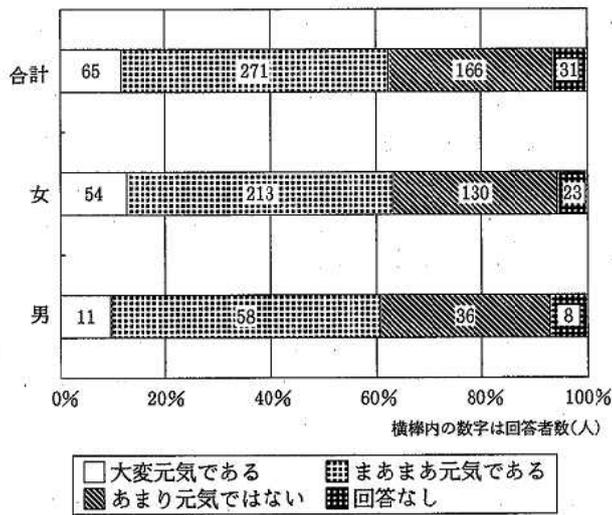


図4 現在の健康状態

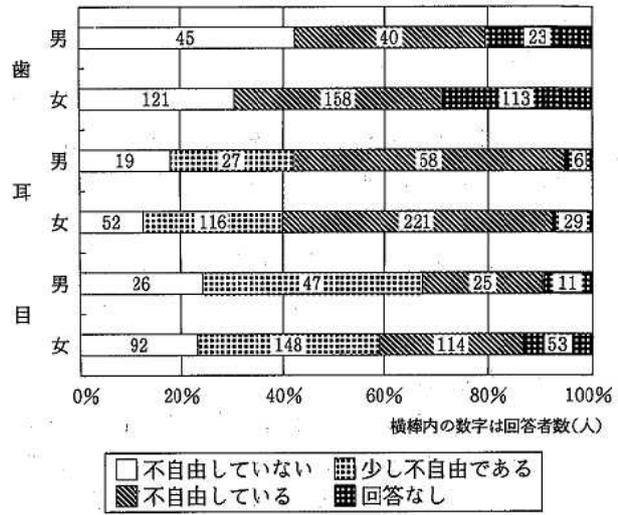


図7 歯・耳・目の状態

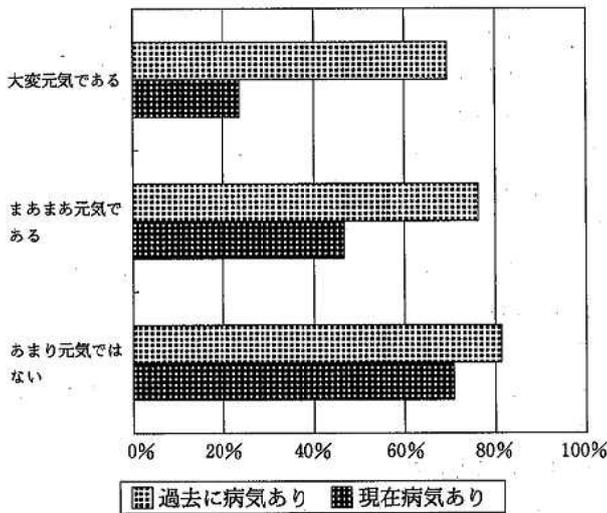


図5 元気さと病歴 (N=507)

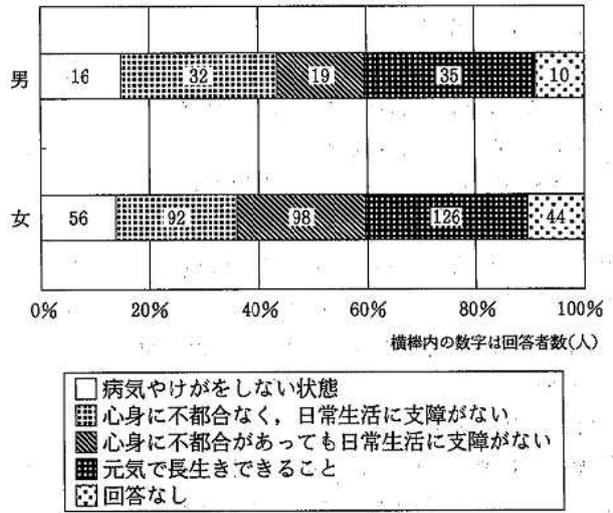


図8 健康概念

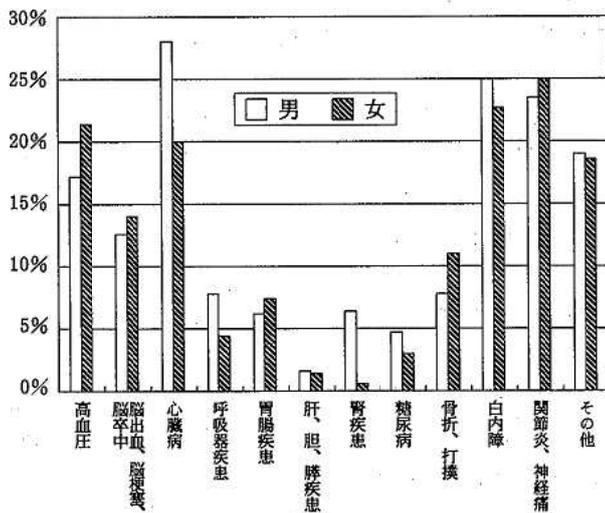


図6 現在の病気の種類 (N=265)

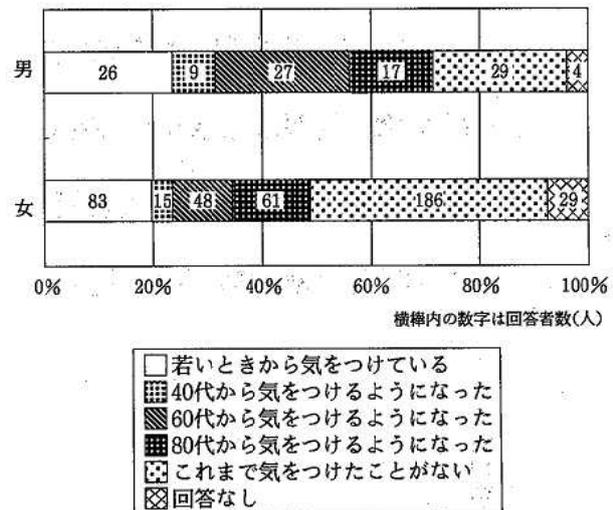


図9 健康配慮の時期

％の順であった。しかし、「特に心がけていることはない」とする人も31.3%いた。

男性の方が女性より割合が高かった心がけは「栄養や食事等の食生活に気をつける」「睡眠や休養を十分とる」「体操や散歩などの運動やスポーツをする」「規則正しい生活をする」「酒・煙草をひかえる」「くよくよしない」であり、男性の方が女性より健康のための心がけをしている割合が高く、逆に「特に心がけていることはない」が女性の割合が高かった。

(4) 食事生活での心がけ

40歳頃から現在に至るまで食事の摂り方で心がけていることとして、「毎日規則正しく食事をする」が70.3%と最も高く、次いで「野菜類はほとんど毎日食べる」50.3%、「魚をよく食べる」42.5%、「食事はいつも腹八分目に食べる」39.9%と続いていた。

4・3 飲酒・喫煙等の習慣 (図10)

(1) 飲酒の習慣

飲酒の習慣については、全体の54.8%が「飲む習慣がない」とし、「以前は飲んでいたが今は飲んでいない」人が9.4%で、両者を合わせると64.2%となり、6割余りの人が現在は酒を飲むことを習慣としていなかった。

また、男性では「今も飲んでいる」が23.1%、「以前飲んでいたが今は止めている」が22.2%、「飲む習慣がない」とした人が43.5%、女性では「今も飲んでいる」が2.3%、「以前飲んでいたが今はやめた」が5.7%、「飲む習慣がない」が58.0%であった。

(2) 喫煙の習慣

喫煙の習慣については、全体の54.5%が「吸う習慣がない」とし、「以前は吸っていたが今はやめている」人が10.0%、「今も吸っている」が3.1%であり、「吸う習

慣がない」「以前吸っていたが今はやめている」を合わせると64.5%となった。

また、男性では「吸う習慣がない」が47.7%、「以前は吸っていたが今は吸っていない」が30.8%、「今も吸っている」が8.4%、女性では「吸う習慣がない」が56.4%、「以前は吸っていたが今は吸っていない」が4.2%、「今も吸っている」が1.6%であった。

(3) コーヒー・紅茶の飲用習慣

コーヒー・紅茶の飲用については、「飲む習慣がない」が37.6%で「必ず飲む」の9.5%より多く、男女共に同様の傾向にあった。

(4) 茶の飲用習慣

茶については、「必ず飲む」が51.5%で「飲む習慣がない」の15.4%より多く、男女とも同様の傾向にありお茶に対する飲用習慣の定着度が高いようである。

4・4 自由時間の過ごし方

自由時間の過ごし方については、「テレビを見る」が59.4%、「何もしないでんびりしている」が57.7%と多かった。その他の過ごし方で比較的多いのは「近所の人、親しい人とのつきあい」17.3%、「家庭園芸・家庭菜園等」15.4%、「読書」10.0%である。

性別にみると、「テレビを見る」「家庭園芸・家庭菜園等」「読書」については男性がそれぞれ87.1%、21.2%、31.0%であるのに対し、女性は56.1%、13.8%、11.2%で男性の方に多く、「近所の人、親しい人とのつきあい」については女性の方が18.6%に対し、男性は15.1%で女性に多かった。

4・5 情報関心度

(1) 新聞を読む習慣と時間

新聞を読む時間については、「新聞を読まない」が全体の45.8%であり、「読む」の41.6%よりやや多い傾向にある。読む時間としては「10分未満」12.7%、「10～29分」27.6%、「30分～1時間」25.0%、「1時間以上」19.5%であった。

性別には、女性に「新聞を読まない」とする人が多く、読む時間も男性に比べて短い傾向であった。

(2) 読む新聞の内容

読む内容は、「社会面の記事(事件・街の話題等)」が32.5%と最も高く、次いで「慶弔案内」の18.0%、「政治記事」の15.1%、「ラジオ・テレビ欄」の12.7%であった。

性別には、男性は「社会面の記事」51.9%、「政治記事」45.4%で半数近くを占め、「慶弔案内」25.9%、「経済記事」23.1%を読む人も2割以上いる。これに対し、女性は「社会面の記事」が26.7%と最も多く、次いで「慶弔案内」の15.7%であり、「政治記事」「経済記事」

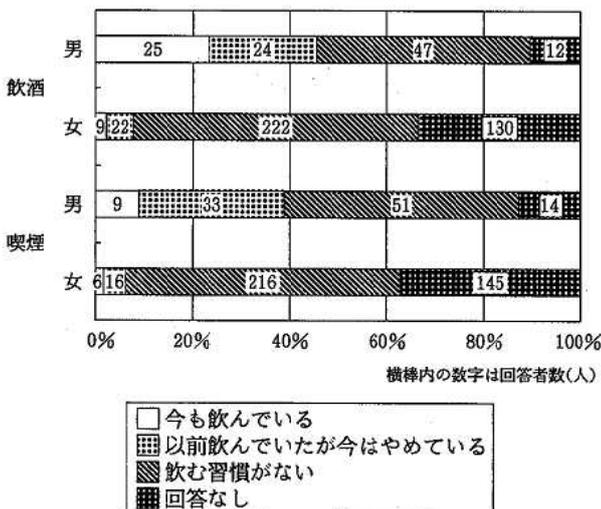


図10 飲酒・喫煙の習慣

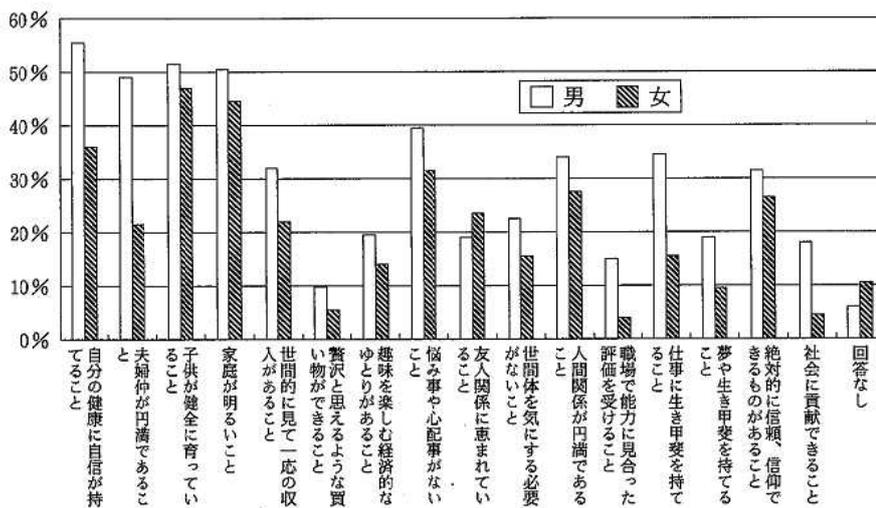


図11 人生を送るうえで大切なこと

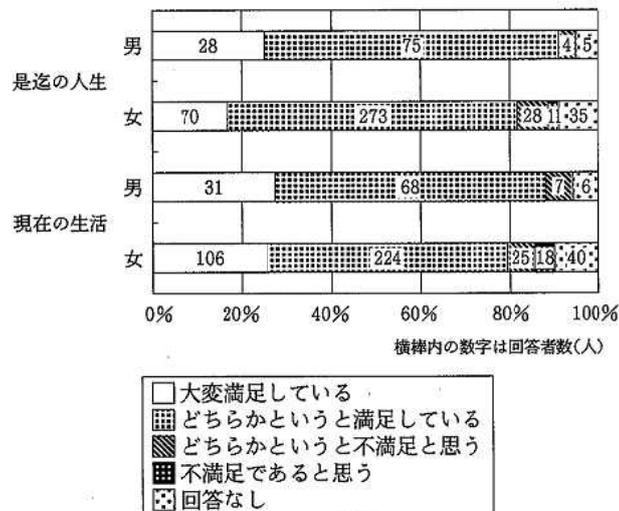


図12 人生と生活に関する満足度

を読む人は3~6%とかなり低かった。

4・6 60歳以降の社会的活動

地域活動に参加しての充実感については、「感じたことがない」が55.1%、「感じたことがある」が23.5%である。活動内容としては、「町内活動等」、「老人クラブ活動」への参加の割合が高かった。

性別には女性に地域活動での喜びを感じたことがないとする人が過半数を占めたのに対し、男性では逆に喜びを感じたことがある人が半数近くいた。

4・7 人生の中で大切に感じたこと (図11)

長い人生を送ってきて大切に感じたことについては、「子供が健全に育っていること」47.9%、「家庭が明るいこと」45.4%、「自分の健康に自信がもてること」39.9%、「悩み事や心配事がない」32.7%、「人間関係が円満である」28.5%が上位を占めていた。

性別に見ると、女性は上記5項目が上位を占めていたが、男性では上記5項目の他に「夫婦仲が円満である」ことも約半数の人が大切に感じていた。

4・8 人生観とその満足度 (図12)

これまでの人生の感想については、「その日その日を自由に楽しく過ごしてきた」37.3%、「身近な人たちと和やかな毎日を送ってきた」35.8%と感じている人が多い。

また、これまでの人生に、「大変満足している」が18.5%、「どちらかという満足している」が65.8%で、両者を合わせると84.3%の人が人生に満足していると答えていた。

4・9 現在の生活に対する満足度 (図12)

現在の生活に対して、「大変満足している」が26.1%、「どちらかという満足している」が55.6%であり、両者合わせると81.7%が現在の生活に満足しており、不満足と感じている人は僅かである。

4・10 若い時の性格

若いときの性格については、「自分のしたいことを中心にしてきた」36.6%、「自分の信条・信念を持っていた」33.2%、「几帳面な性格であった」31.1%、「自分の目的を持って努力するタイプであった」30.3%の順で高率であった。

4・11 現在の生活についての気がかりなこと

現在の生活の中での気がかりについて、「特にない」と答えた人が43.0%と半数近くを占めた。

また、気がかりがある人の内容は、「健康のこと」31.9%、「家族のこと」20.5%が比較的割合が高かった。

4・12 北陸の風土感

北陸の風土については、「食べ物がおいしい、いいところである」が67.1%と最も多く、次いで、「四季がはっきりしていて好ましい」の34.4%、「人情が豊かである」の30.8%、「冬期の降雪が嫌いだ」の27.2%と続いている。北陸に対してのマイナスのイメージを表す「閉鎖的でじめじめして暗いイメージ」「健康に暮らすには厳しい環境」「長生きするには厳しい環境」であると感じている人は4~6%と非常に少なかった。

5 ま と め

平成9年9月15日現在で95歳以上の県内在住の長寿者

736人と、平成9年9月15日から平成10年9月15日までに95歳となった234人の、合わせて970人を対象に健康状態、健康配慮、生活習慣、生活満足度等34項目を内容とした標準化自記式質問紙法によるアンケート調査を実施した。

有効回答者は539人で、最高年齢者は105歳の男性であった。

今回の調査から長寿者の多くに共通している長寿の要因を考察すると次のようにまとめられる。

① 家族と同居し同居人数が多いこと

頼れる人がそばにいて安心した生活が送れることや、古きよき伝統を孫・曾孫達に教えること、尊敬され年長者としての威厳・誇りを持つことで生き甲斐を保つことが関与していると思われる

② 健康的な生活習慣が身に付いていること

規則正しい生活リズム、食事は腹8分目、野菜、魚を多く摂り、適度な飲酒、たばこは吸わない等、健康のために良いと言われていることが習慣となっているようである

③ 近所の人や親しい人とのつきあいをしたり、趣味を持つこと

気分転換を図ったり、生き甲斐を見つけることができるためと思われる

④ 自分の生き方に信念あるいは目的を持つこと

⑤ くよくよしないこと

⑥ 物事をよい方に考えること

身体的健康のみではなく、生き甲斐を持ち、くよくよせず悩みのない精神的健康や、人とのつきあいが円満であるなどの社会的健康が成り立つことが元気で長生きにつながるものと推察される

この調査は、95歳以上の県民を対象として行ったが、在宅者が多いこと、健康に望ましい食習慣等はこれまでの高齢者調査^{2), 3)}の結果と一致するものであった。

本調査は、厚生省地域保健推進特別事業として行ったものであるが、アンケート調査の中で、訪問可と回答した長寿者のうち32名についてはさらに面接調査をして、健やかで自立した長寿者の共通要因について再確認している。アンケート調査結果に付加する共通要因として、第2次大戦の影響下に過ごした青・壮年期における厳しい生活体験が挙げられていた^{4), 5)}。

文 献

- 1) 21世紀における国民健康づくり運動（健康日本21）の推進に関する通知：平成12年3月31日厚生省発健医第115号
- 2) 長寿のあしあと：沖縄県，1995
- 3) 荻原隆二，前田 清，辻林嘉平，苫米地孝之助，太田壽城，岩淵久美，眞野喜洋：日本公衛誌，47，275—283（2000）
- 4) 長寿のあゆみ：石川県保健環境センター，1998
- 5) 長寿のあゆみ：石川県保健環境センター，1999

〔資料〕

県民環境講座事業の展開と今後の課題

(1997~1999)

石川県保健環境センター情報・教育研修室 北村 守次

キーワード：環境教育，環境保全リーダー

1 はじめに

石川県では、自然と人との共生を図りながら持続的に発展する社会の構築を目指して、1995年10月に「石川県環境基本条例」を制定した¹⁾。そして1997年2月には、この条例に基づき、環境保全に関する施策を総合的、かつ、計画的に展開するために「石川県環境基本計画」を策定した¹⁾。この中では、「環境教育及び環境学習の推進」や「事業者、県民、民間団体の自発的な環境保全活動の促進」が謳われており、保健環境センターは県の環境に関する試験研究機関として、これらの施策に対して積極的に関与し、支援活動を行うことが期待されている。

そこで、当センターでは1997年度から、県民を対象とした「県民環境講座」と「環境保全リーダー研修会」を実施することとした。ここでは、1997~1999年度の3年間に実施した上記講座と研修会の内容を概括し、参加者の状況及びそれらに対して行ったアンケート調査の結果を報告する。

2 実施状況

2.1 県民環境講座

県民環境講座（以下、「講座」と言う。）は、環境問題に関心のある県民や環境保全活動に参加している県民を対象に、様々な環境問題について理解を深めることを目的に実施した。年度毎に主題を定め、4回シリーズで毎回環境関連分野の第一線で活躍されている専門家の講演を中心とし、講師を囲んでのフリートーキングや施設見学を付随させたものとした。

年度毎の主題、講演演題と講師を表1に示す。なお、内容の詳細は各年度毎に作成した『県民環境講座の記

録』^{2~4)}を参照されたい。

2.2 環境保全リーダー研修会

環境保全リーダー研修会（以下、「研修会」と言う。）は、地域の環境保全活動のリーダー的役割を担っている人や、環境問題に関心がありリーダーとして活動しようと考えている人を対象に、地域住民の環境保全活動をリーダーとして支えるために必要な知識・技能を持った人を養成することを目的に実施した。初年度は野外研修を主体としたが、2年目以降は主題を決めて、参加者がグループ討議をすることによって自分達自身で改善案を作成し、それらを発表し、討議する形式の研修とした。

年度毎の主題、研修内容等を表2に示す。なお、内容の詳細は各年度毎に作成した『環境保全リーダー研修の記録』^{5, 6)}を参照されたい。

3 参加状況

講座及び研修会の参加人数の推移を図1, 2に、男女構成及び年齢構成を図3, 4に、受講者の受講経験構成を図5, 6にそれぞれ示す。3か年を通算してみると、講座、研修会とも男性の参加者が女性よりやや多かった（概ね6対4）。年齢構成では男性の40~60代、女性の40~50代の関心が高く、これらの年代で参加者の2/3を占めた。

受講経験の有無をみると、講座では3年目の参加者のうち、3年連続の受講者と2回の受講者がそれぞれ15%、初めての受講者が70%であり、研修会では3年連続が8%、2回が32%、初めての60%で、研修会の受講者にリピーターがやや多かった。講座と研修会の両方を受講した非常に熱心な固定的な受講者がいる一方で、毎年2/3以上は新たな参加者であり、環境教育事業を実施してい

Outline of Environmental Lecture Course for Prefectural Citizens and Trainings for Leaders on Environmental Conservation. by KITAMURA Moritsugu (Information Science, Epidemiology & Education Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

表 1 県民環境講座の主題、講演演題及び講師

年度	主 題	回次	参加人数	講 演 演 題	講 師 (所 属)
1997	学ぼう、見直そう、われらの暮らし	1	62人	環境への負荷の少ないリサイクルとは	後藤典弘 (国立環境研究所社会環境システム部)
		2	63人	水のきもち — 水循環を考える —	中村幸子 (環境コーディネーター)
		3	63人	日本海の自然環境と重油汚染	矢島孝昭 (金沢大学理学部)
		4	89人	地球環境問題と21世紀の社会	内藤正明 (京都大学大学院工学研究科)
1998	みらいのいしかわ・未来の地球を守るために	1	51人	それでいいのですか、あなたのライフスタイル — 滋賀県環境生協活動から学ぶこと —	藤井絢子 (滋賀県環境生活協同組合)
		2	56人	地球温暖化を防ぐために — 環境科学から環境社会システム科学へ —	井村 秀文 (九州大学工学部環境システム工学研究センター)
		3	60人	検証・環境ホルモン — 次世代のために今なすべきこと —	香山不二雄 (自治医科大学)
		4	52人	環境を創造する — エコロジー・アメニティ・ルーラルランドスケープ —	進士五十八 (東京農業大学地域環境科学部)
1999	21世紀への歩みは身近な環境から ～社会・経済的視点から環境を考える～	1	63人	環境を考えたライフスタイルに変えてみませんか — 21世紀の環境と文明を考える —	藤村コノエ (環境文明21・働エコ企画)
		2	61人	環境倫理学のすすめ — 自然と人間の共生を求めて —	加藤尚武 (京都大学大学院文学研究科)
		3	61人	環境と経済を考える	植田和弘 (京都大学大学院経済学研究科)
		4	47人	地域の子供たちとともに学ぶ — 環境教育の実践と課題 —	市川智史 (滋賀大学教育学部附属環境教育湖沼実習センター)

表 2 環境保全リーダー研修会の主題及び内容

年度	主 題	実施日	参加人数	内 容
1997	〔第1回〕 自然と人との共生	1 日目	21人	基調講演〔演題〕環境教育の海外との比較による今後の展開 〔講師〕稲本 正 (オークグループ代表) 施設見学 (保健環境センター)
		2 日目	21人	野外学習「海岸林観察」〔講師〕高木政喜, 小野ふみゑ (石川植物の会) 〃 「海の生き物観察」〔講師〕坂井恵一 (のと海洋ふれあいセンター)
1997	〔第2回〕 環境保全に関連する市民活動の強化	1 日	30人	基調講演〔演題〕NGO 活動について〔講師〕羽仁カンタ (環境 NGO) 体験学習「NGO 活動の運営について— 市民に開かれた自主運営の仕組みについて—」〔講師〕河崎悦子 (地球っ子倶楽部) 〃 「グループ内外の対立をいかに解決するか」〔講師〕三国千秋 (石川環境ネットワーク)
		1 日	5人	国際環境文化都市会議 in 京都 (京都市)
1998	環境 NGO 会議参加	1 日	6人	地球温暖化防止 NGO フォーラム (京都市)
		1 日目	42人	湖沼環境の実地見学 (木場潟・柴山潟)
1998	住民活動の視点からの環境改善プログラム実践研修	2 日目	37人	グループワーク実習 (環境改善プログラム作成) 実習成果の発表 講演〔演題〕生態工学を活用した環境修復 〔講師〕稲森悠平 (国立環境研究所地域環境研究グループ)
		1 日目	34人	説明会 (石川県の廃棄物行政ほか) 班別討議 (実習テーマに関する討議ほか)
1999	ごみ問題を考える	2 日目	33人	施設見学 (松任石川環境クリーンセンター・南砺リサイクルセンター)
		3 日目	32人	グループワーク実習 (ごみ問題改善プログラム作成)・実習成果の発表 講演〔演題〕ごみ問題を考える〔講師〕吉村哲彦 (金蘭短期大学生生活経営専攻)
		3 日目	32人	グループワーク実習 (ごみ問題改善プログラム作成)・実習成果の発表 講演〔演題〕ごみ問題を考える〔講師〕吉村哲彦 (金蘭短期大学生生活経営専攻)

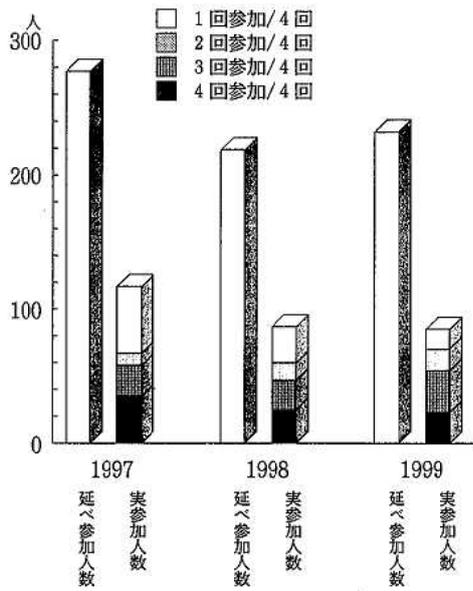


図1 県民環境講座参加人数の推移

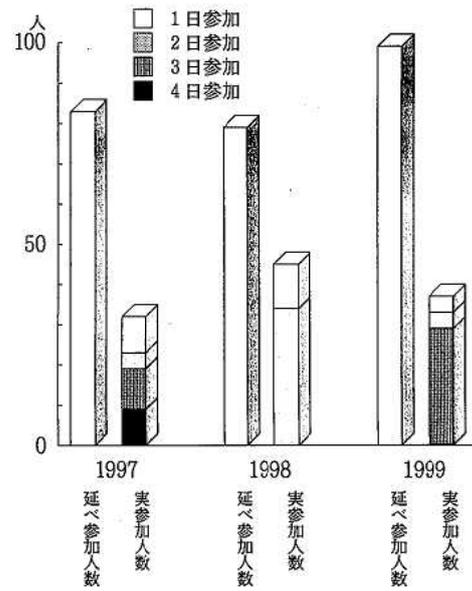


図2 環境保全リーダー研修会参加人数の推移

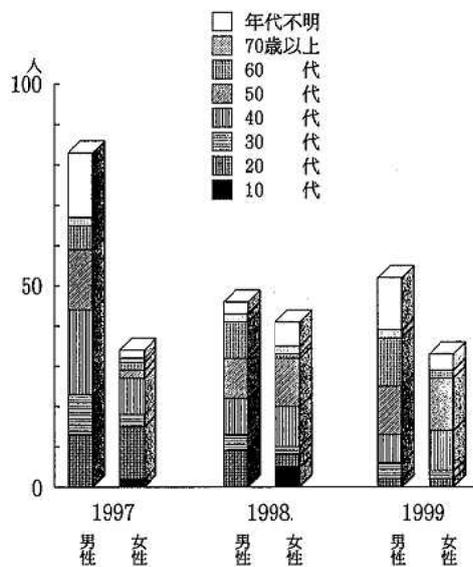


図3 県民環境講座参加者の男女及び年齢構成

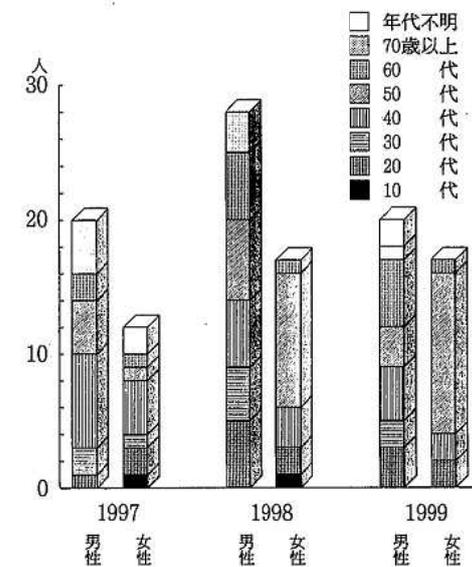


図4 環境保全リーダー研修会参加者の男女及び年齢構成

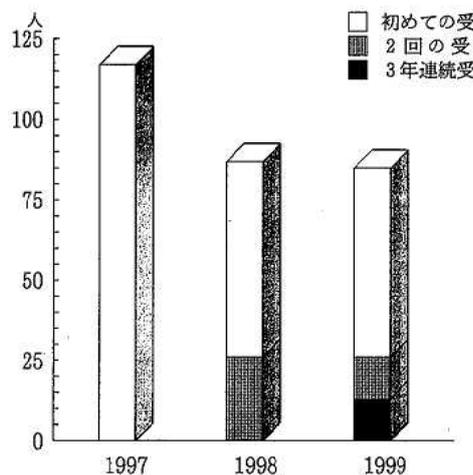


図5 県民環境講座参加者の受講経験構成

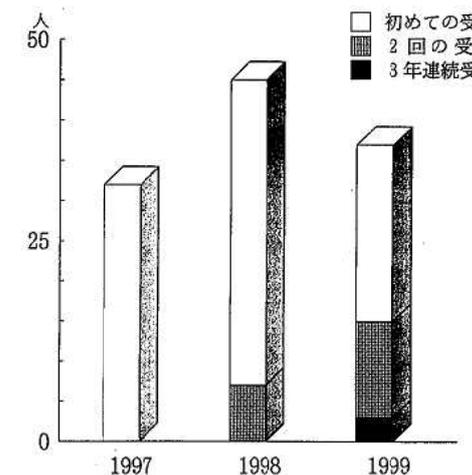


図6 環境保全リーダー研修会参加者の受講経験構成

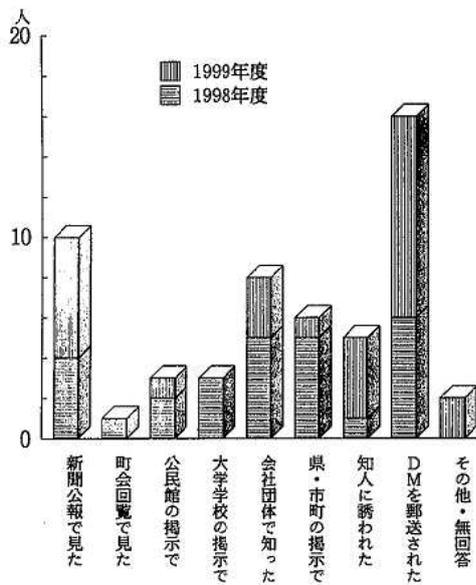


図7 県民環境講座開催情報の入手方法

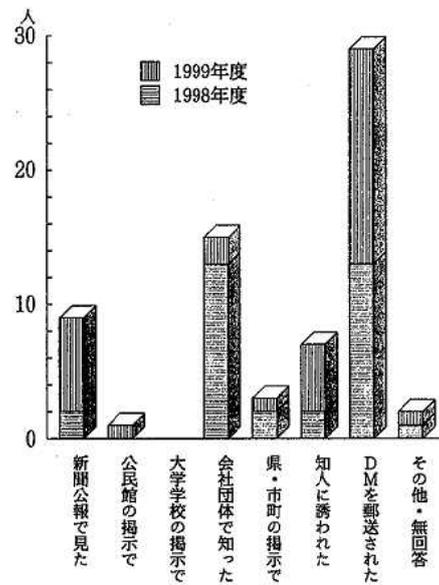


図8 環境保全リーダー研修会開催情報の入手方法

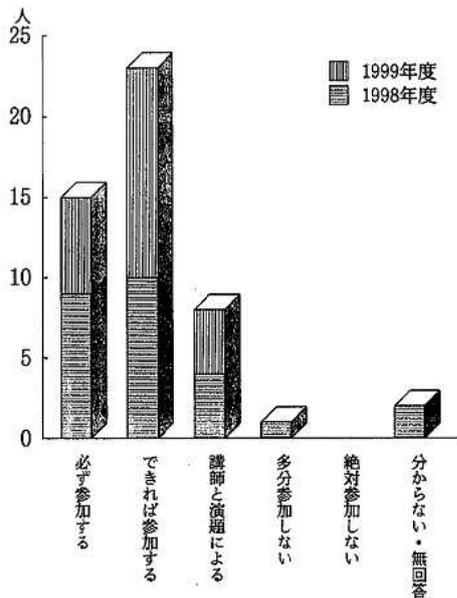


図9 次年度以降の県民環境講座への参加希望

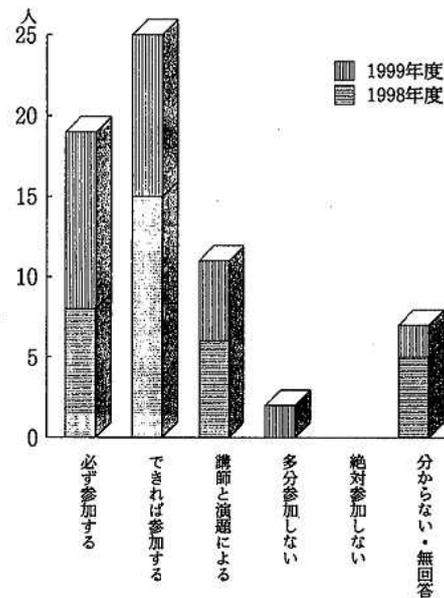


図10 次年度以降の環境保全リーダー研修会への参加希望

る側としては非常に心強い限りであった。

なお、個々の講座及び研修会への参加人数は表1、2に示した。

4 参加者アンケート調査結果

4.1 アンケート集計結果

1998、1999の両年度について、講座及び研修会の受講者に対して実施内容や方法等に関する10数項目のアンケート調査を実施した。結果の詳細は前述の記録^{2)・6)}に委ね、ここでは情報入手方法及び次年度以降の参加希望の結果について述べる。

講座及び研修会の開催情報の入手方法を図7、8に示す。講座、研修会とも最も多かったのは前年度までの受講者へのダイレクトメール(DM)による参加で、アンケート回答者の38%を占めた。次いで「会社・団体で知った」(同19%)、「新聞の公報で知った」(同16%)、「知人に誘われた」(10%)の順で、公民館、大学・学校や県・市町村での掲示や町会での回覧等よりもDMや口コミなど個人への直接的な働きかけの方が効果が高かった。

講座、研修会への次年度以降の参加希望を図9、10に示す。「必ず参加する」、「できれば参加する」が7割以上で、「講師と演題による」(17%)を大きく上回ってお

り、受講者がテーマや講師によらず様々な環境問題について広く学ぼうとする志向がうかがわれた。

4・2 アンケートでの自由意見及び感想文

アンケートでは、講座・研修会の主題に関すること、講座・研修会の運営に関すること等について多くの自由意見が寄せられた。また、講座では各講演毎に感想文を提出してもらった。内容は非常に多岐にわたっており、これらは全文を前述の記録^{2)~6)}に掲載したので、ここでは今後の講座・研修会の運営に直接関係することのみを取り上げる。

開催の周知方法については、時代を反映して、「私の学校の環境では、通信手段はインターネットが中心なので早くこのセンターのホームページを作って欲しい」という意見があった。

講座・研修会の内容については、「内容・用語が難しかった」、「リーダー」と付いていない方が気軽に参加できると思う」という意見がある一方で、リピーターの参加者からは「導入に時間を取り過ぎ」、「一般的な解説ばかりで先生自身の研究者としての知見の話がなかった」や「リーダー研修だったのに、リーダーを育成するという意味ではなかったのかと疑問に思った」という意見もあった。「環境講座を聞いていた感じでは、受講者の要求するレベルがまちまちで、講師の方もどのようなレベルを想定して話せばよいか、迷われたのではないかと思う。環境問題に関心はあってもあまり情報や体験を持たない人々に対する入門講座と、かなり知識、体験のある人々への講座と2つの段階が必要かと思う」、「初級、中級等と分けてほしい。差があり過ぎてこのままでは一部の者しか参加できなくなる。今から始めようと思う者は育たない」という指摘に代表されるように、受講者の知識レベルの違いにどう対処していくか、という課題が残された。

また、「研修の終わったリーダーを有効に活用してほしい。報酬のある、活動できる場、学習を広める場を提

供してほしい」、「県の主催のリーダー研修であり、参加者の名簿を各市町村の主務担当課に発信をし、活動の場を調整する必要があると思慮する」の意見のように、県民環境講座に何度も参加した人や環境保全リーダー研修会に参加した人は、社会で何らかの環境保全活動に積極的に参加したいという意欲が大きい。講座等の主催者として活動の場を用意して、それらの意欲に応える体制や環境を整えることが必要であろう。

5 まとめと今後の課題

当センターでは、事業者、県民、民間団体の自発的な環境保全活動の促進を支援するため、1997年度から県民環境講座と環境保全リーダー研修会を実施し、予想を大幅に上回る参加者があった。また、参加者に対して実施したアンケート調査では、実施内容等に関して概ね高い評価を得た。

今後の課題としては、①受講者の環境問題に関する理解・経験レベルと講座内容との乖離の解消、②参加者の環境保全リーダーとしての活躍の場の提供、及び③情報化時代に対応した開催情報の発信、等が挙げられる。

文 献

- 1) 石川県：石川県環境基本計画（1997）
- 2) 石川県保健環境センター：平成9年度県民環境講座の記録（1998）
- 3) 石川県保健環境センター：平成10年度県民環境講座の記録（1999）
- 4) 石川県保健環境センター：平成11年度県民環境講座の記録（2000）
- 5) 石川県保健環境センター：平成10年度環境保全リーダー研修の記録（1999）
- 6) 石川県保健環境センター：平成11年度環境保全リーダー研修の記録（2000）

〔資 料〕

環境マネジメントシステム (ISO14001) の取組みと効果

—— 環境目標の設定とその運用結果について (第1報) ——

石川県保健環境センター精度管理室 竹野 裕治・加藤 充哉

キーワード：ISO14001, 環境マネジメントシステム, 環境目標

1 はじめに

今日、地球温暖化をはじめ、オゾン層の破壊、酸性雨、熱帯林の減少、砂漠化、野生生物の減少などが、地球規模での環境問題としてクローズアップされている。この問題の解決にあたっては、従来の法規制による地域的な対応のみでは困難であり、各事業者が自主的に環境負荷の削減に取り組むことが重要である。

このようなことを背景として、1992年のリオデジャネイロでの環境サミットの開催に併せて「持続可能な開発のための経済人会議」が開催され、環境に関する国際規格の制定を、ISO (International Organization for Standardization: 国際標準化機構) に要請することとした¹⁾。

これを受けて1996年9月に、ISOはISO14000シリーズの中核的な規格であるISO14001を発行した (JIS Q 14001²⁾は1996年10月に制定)。それからほぼ4年が経過し、日本国内におけるISO14001の認証取得は、2000年3月現在で3,000件を超えている。その大半は企業が占めているが、自治体及びその関係機関に限ってみても90件にのぼっており、取得を計画している自治体も数多い。

自治体におけるシステムの導入の目的は「地域全体を望ましい環境状態に維持し、改善するか、あるいはその状態に導くための適切な施策を行うこと」にある。当センターも県の一機関として、ISO14001の認証を取得することにより、県民や企業に対しての波及効果が期待できるとして、1999年12月に全国環境関連の公立試験研究機関としては、静岡県環境衛生科学研究所³⁾に次いで2番目、県内の自治体としては最初にISO14001の認証

を取得した。具体的な取組みを始めてから約1年間の経過したので、主な環境目標の設定方法及びその達成に向けた取組み結果や問題点等について報告する。

2 ISO14001のPDCAサイクル

ISO14001に基づく環境マネジメントシステムは、企業や自治体の組織が活動の一環として、環境保全に関する組織の方針や目標を定め (Plan)、それを実行し (Do)、結果の確認と分析を行い (Check)、必要に応じて是正措置 (Action) をとるプロセスを繰り返し、継続的にシステムの改善を図る仕組みである (PDCAサイクルと呼ばれている。図1)。ISO14001は、システムの実施及びシステムを改善することが環境パフォーマンスの改善につながることを意図したものである。

3 当センターのISO14001の概要

3・1 用語の説明

本報告のなかで使用する専門用語について、以下に概説する⁴⁾。

(1) 環境側面：環境に影響を与える活動又は業務にともなう工程、装置類あるいは作業などで、環境影響の原因となるもの

(2) 環境目的：環境方針や環境影響評価の結果等を考慮して、センターが設定した3年目の環境面の達成到達点

(3) 環境目標：環境目的を達成するために設定された1年間の到達目標 (以下「目標」と略す。)

(4) 環境マネジメントプログラム：環境目的・目標を達成するために具体的に達成手段、日程及び責任者を決

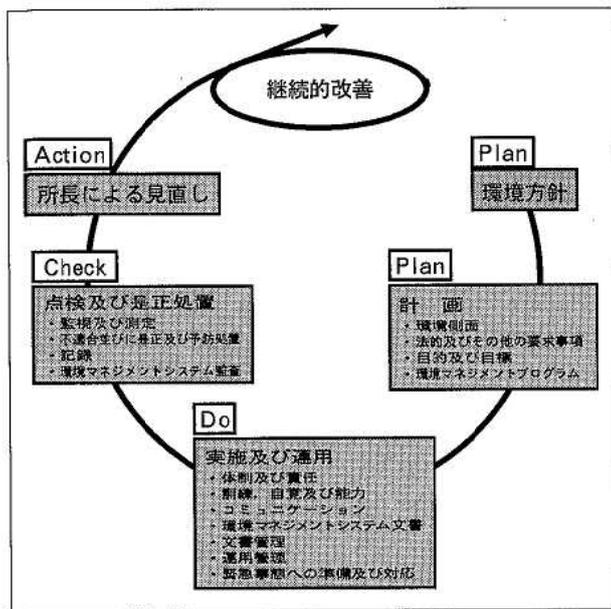


図 1 環境マネジメントシステムの枠組み (PDCAサイクル)

めたもの (以下「プログラム」と略す。)

(5) 規程：システムを有効に機能させるための手続きを具体的に記述したもので、取組み項目ごとにそれぞれの規程が必要

3・2 取組みの経緯

県は、1997年に「石川県環境基本計画」を策定し、環境保全のための重要施策の一つとして ISO14001 の認証取得など、事業者の自主的取組の推進を掲げている。このため、県は事業者であり消費者であるという立場から、率先垂範して環境保全活動に取り組む必要があるとの認識から、まず、環境問題に係わる業務を行っている保健環境センターにおいて認証を取得することにより、事業者、市町村等の認証取得の支援・普及の推進を図るとの考えに基づき環境 ISO の認証を取得したものである。

取得に向けての取組みは、1998年6月にスタートし、7月に所長の認証取得宣言 (キックオフ) を行った。認証取得までの主なスケジュールを図2に示した。取組み開始から認証取得までに約1年半の期間を要した。

3・3 環境方針

システムの運用にあたって、まず、当センターの環境に対する基本的な姿勢を「環境方針」として1999年5月に決定し、所長によるシステムの見直し等を行い、8月に改訂した (図3)。

3・4 環境目的・目標・プログラム

センターの事業活動にともなう全ての環境側面を洗い出してその影響度合を評価し、著しい環境影響度を持つと予想される環境側面を特定して、7項目に整理・集約

年 月	保健環境センターの取組み
1998年6月	・ISOへの取組み開始
7月	・取組み宣言 (7月16日) ・環境マネジメント構築委員会設置
1999年2月	・部分運用開始 (省エネ、コピー用紙削減、廃棄物計量) (2月10日)
3月	・内部環境監査 (3月8~10日)
5月	・環境方針の決定、目的・目標の設定、体制の制定、マニュアル・規程の制定、運用開始 (5月17日)
6月	・内部環境監査 (6月15, 16日)
7月	・予行審査 (7月1, 2日)
8月	・所長による見直し (8月20日) ・見直しに基づく、環境方針や規程類の改訂 (8月27日)
9月	・書類審査 (9月3日) ・内部環境監査 (9月17~21日)
10月	・初動審査 (10月7, 8日)
11月	・本審査 (11月11, 12日)
12月	・認証取得 (12月2日)

図 2 ISO 14001の取組み経緯

し、項目別に環境目的・目標、プログラムを設定した。

環境目的・目標は、センターの全体及び組織部門ごとの2階層で設定しているが、ここではセンター全体の取組みについて取り扱うこととした。図4に環境目的・目標を、また、目標の具体的な取組みを示す項目別のプログラムの各手段については以下に示した。

(1) 環境教育等の推進

センターニュース等の発行、施設開放、県民環境講座の開催、ホームページの検討・試作、海外研修生の受け入れ及び放射線測定教室などの実施

(2) エネルギー (電力と灯油) 使用量の削減

昼休みの消灯、パソコンの節電設定・昼休み電源断、水曜日の定時退庁、エレベータの利用を控える、電熱機器の使用自粛、人の不在場所の消灯、節電仕様機器の導入、集中管理空調設備の温度管理

(3) コピー用紙使用量の削減

両面コピー化 (両面コピー率60%)、コピー資料の最少化、失敗用紙や使用済み用紙の裏面利用、会議回数を減らす、回覧の積極利用

(4) グリーン購入の推進

事務用品の購入手順の検討・運用、グリーン製品項目の周知徹底、納入業者への伝達・協力要請

(5) 毒劇物等の適正管理の推進

危険物保管庫の適正使用、緊急時対応用品の整備、毒劇物等の在庫管理

(6) 一般廃棄物量の削減

環 境 方 針

石川県保健環境センターは、県民の健康の維持・増進、環境保全及び安全の確保に関する試験研究機関としての業務を実施するなかで、業務がもたらす環境影響を踏まえ、地域の環境と地球環境の保全が最重要課題の一つであることを認識するとともに、石川県環境基本計画に掲げられた長期的な目標実現を目指して、全職員の参画による環境保全活動を推進する。

- (1) ISO14001規格に適合する環境マネジメントシステムを構築し、全職員の参加により運用するとともに、システムの継続的な改善を図る。
- (2) 環境関連の法規制及びセンターが同意するその他の要求事項を遵守するとともに、技術的、経済的に可能な範囲で自主管理基準を設定し、環境への影響を考慮した継続的な環境改善と環境汚染の予防を図る。
- (3) 保健環境センターの役割を認識し、広く環境教育の推進、環境情報の発信及び環境国際協力を図る。
- (4) 環境保全のために、以下の事項について優先的に取り組む。
 - ① 資源・エネルギーの有効活用と廃棄物の削減、リサイクルを推進する。
 - ② 資材等は、環境負荷の低減に配慮したものを優先的に使用する。
 - ③ 化学薬品の適正管理を図る。
- (5) この環境方針を具体的に推進するために、環境目的と目標を設定し、定期的あるいは必要に応じて見直しを行うとともに、全職員に周知し、意識の向上を図り、その達成に努める。

この環境方針は外部にも開示する

1999年8月27日

石川県保健環境センター

所長 庄田 丈夫

石川県環境基本計画の長期的な目標

- (1) 環境への負荷が少ない循環を基調とする持続的発展が可能な社会の構築
- (2) 自然と人が共生する豊かでうまいのある地域づくり
- (3) 地球環境の保全と自主的取組の推進

図 3 環 境 方 針

[項目1：環境教育等の推進]

環境目的 環境教育、環境情報の発信及び環境国際協力に関し、2001年度まで毎年15万ポイント以上実施するとともに、関係機関との連携強化を図る。

環境目標 1999年度に、環境教育、環境情報の発信及び環境国際協力に関し、15万ポイント実施する。

[項目2：エネルギー使用量の削減]

環境目的 電気及び灯油の使用量を2001年度までに1997年度実績(1,920千kWh/年, 78.4kリットル/年)を基準として、それぞれ2%(47千kWh), 3%(2.4kリットル)削減する。

環境目標 1999年度に、電気と灯油の使用量をそれぞれ0.9%(18千kWh), 3%(2.4kリットル)削減する。

[項目3：コピー用紙使用量の削減]

環境目的 コピー用紙の使用量を2001年度までに1997年度実績(572,000枚/年)を基準として、13%(75,000枚)削減する。

環境目標 1999年度に、コピー用紙の使用量を8%(47,000枚)削減する。

[項目4：グリーン購入の推進]

環境目的 事務用品のグリーン購入率を2001年度までに60%以上とする。

環境目標 1999年度のグリーン購入率を50%とする。

[項目5：毒劇物等の適正管理の推進]

環境目的 毒劇物等の適正管理システムを2001年度までに整備する。

環境目標 1999年度に、毒劇物等の使用、保管、廃棄の適正化を進める。

[項目6：一般廃棄物量の削減]

環境目的 一般廃棄物を2001年度までに1997年度実績(6.5t/年)を基準として30%削減する。

環境目標 1999年度に、一般廃棄物を20%削減する。

[項目7：リサイクルの推進]

環境目的 2001年度までに溶剤空容器と廃溶剤のリサイクル化を検討するとともに、古紙のリサイクル率を60%とする。

環境目標 1999年度に、ガロン瓶のリサイクル化を検討するとともに、古紙のリサイクル率を50%とする。

図 4 環 境 目 的 と 環 境 目 標 (セ ン タ ー 全 体)

古紙の分別・リサイクルの徹底、排出ゴミの組成調査及び秤量、生ゴミのコンポスト化の検討

(7) リサイクルの推進

古紙の分別・リサイクル化

4 環境目標及びプログラム等の設定根拠と取組み結果

4.1 環境教育等の推進

(1) 過去の状況及び基準値の設定

1997年度における状況を、ア.講演会・研修・セミナー、イ.施設の開放、ウ.技術相談・技術指導、エ.広報、オ.センター研究報告書等の複写提供、及びカ.国際協力に係る研修員の受け入れ・技術者の派遣の6区分に分けて、その内容別にポイントを与え、それらの合計ポイントを求めた結果、19万ポイントとなった。

また、その値を参考として1999年度の目標値を15万ポイント以上と設定した。

(2) 取組み結果

取組みは、「環境教育・情報提供・国際協力推進規程」を作成し、計画、実施及び記録して、達成状況等を毎月、確認・評価しながら行った。

センター全体の取組み結果は、40万ポイントを超えた。プログラムにおける6区分の中では、エ.の広報（業務年報・センターニュースの発行、各種フェアの開催・出展等）が最も大きく13.5万ポイント（34%）であった（図5）。

4.2 エネルギー使用量の削減

(1) 過去の使用量内訳の推定

センターにおける電力及び灯油の使用量を把握できるメータはそれぞれ1台しかないため、1995年度から1997年度における用途区分別の使用量（電力使用用途4区分：ア.単独24時間空調、冷蔵庫等年中稼働している設備によるもの、イ.測定器・蛍光灯等平日業務にともなうもの、ウ.集中管理冷房によるもの、エ.集中管理暖房によるもの）、（灯油使用用途4区分：ア.給湯に使用、イ.集中管理冷房に使用、ウ.集中管理暖房に使用、エ.非常用自家発電機に使用）の推定を行った。

電力使用量の推定は、平日の受電記録と集中管理空調設備の運転記録のデータを基に行った。すなわち、各用途の組合せによる1日の使用量のパターンを、通年でみると12パターンに分類できることが分かったので、そのパターンごとに回帰式を作り、重回帰分析を行った（図6）。年間使用量は約200万kWhで、ア.単独24時間空調、冷蔵庫等年中稼働している設備による使用量が80%を、次いでイ.測定器・蛍光灯等平日業務にともなうものが13%となった。

灯油使用量についても、使用用途4区分の使用量を推定し、図7に示した。年間使用量は約88klで、ウ.の集

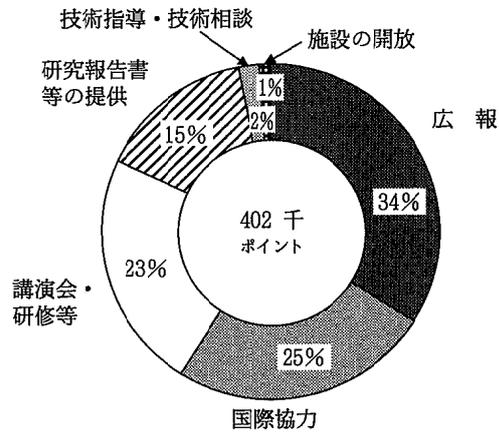


図5 「環境教育等の推進」の取組み実績 (1999年度)

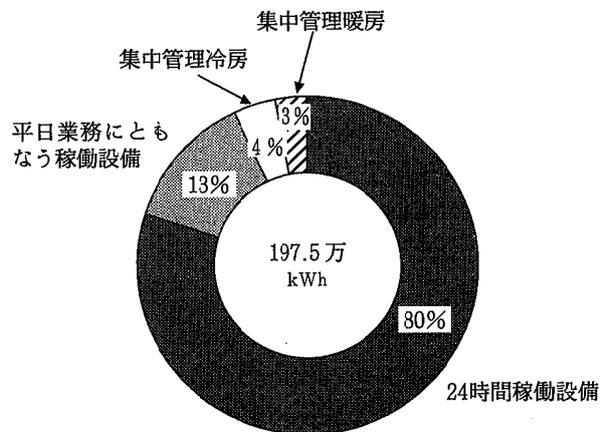


図6 電力使用量の内訳 (1995～1997年度の年平均)

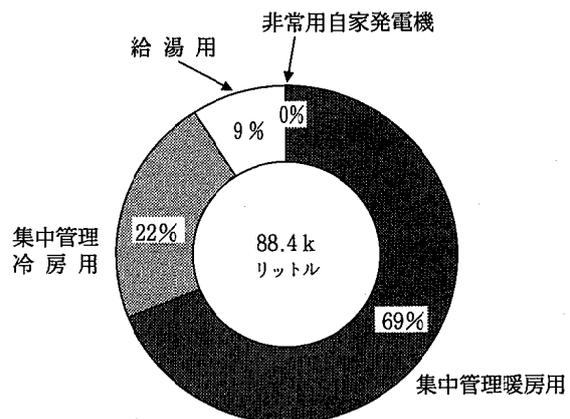


図7 灯油使用量の内訳 (1995～1997年度の年平均)

中管理暖房用が約70%，次いでイ.冷房用が22%を占めた。

(2) 過去の状況及び基準値の設定

過去（1993年度から1998年度）の電力使用量及び灯油使用量の経年変化を図8に示した。基準年を1997年度としてみると、電力使用量については、削減率0.9%（1.8万kWh），すなわち1997年度の実績値に99.1%を乗じた値を、灯油使用量については、削減率3%（2.4kl），すなわち1997年度の実績値に97%を乗じた値を、それぞれの目標値とした。

(3) 取組み結果

「省エネ・省資源推進規程」を作成し、実施、記録して、達成状況等を毎月、確認・評価しながら取組んだ。

1999年度の取組み実績（図8）は、基準年を1997年度としてみると、電力使用量は、9.0%（17.2万kWh）削減となり、灯油使用量は17%（13.5kl）削減となった。

具体的なプログラムの手段としては、集中管理空調の送流水温を、夏期は9°Cから13°C前後に、冬期は50°Cから40°C前後とし、各部屋における室温の適正管理、昼休みの消灯（消灯率：100%）、個別空調の節電（297日）、除湿機の節電（366日）等の実施があげられる。

4・3 コピー用紙購入量の削減

(1) 過去の状況及び基準値の設定

過去（1997, 1998年度）の購入状況を参考に、両面コピーの徹底（両面コピー率：60%）等を実行プログラムとして、1997年度の実績をもとにコピー用紙購入量の8%（47千枚）の削減目標値を設定した。

(2) 取組み結果

「省エネ・省資源推進規程」を作成し、実施、記録して、達成状況等を毎月、確認・評価しながら取組んだ。

1999年度の取組み実績を図9に示した。基準年を1997年度としてみると、38%（216千枚）の削減となった。

参考までに、コピー機2台の内蔵カウンターによれば、1999年度の総カウント数は469,040カウントとなっており、同期間のコピー機使用記録をもとに算出した428,931カウントとの間で1割程度の差（表1）がみられ、記録漏れが指摘された。

4・4 グリーン購入の推進

(1) 過去の状況及び基準値の設定

当センターが購入する事務用品及び作業服を、ア.県の推奨リスト製品、イ.エコマーク等表示製品、ウ.その他リサイクル製品、エ.リサイクル製品以外の4つに区分した。これらのうち、ア.イ.ウ.がグリーン製品である。グリーン購入率は、全ての事務用品及び作業服の購入額に占めるグリーン製品購入額の割合とし、過去

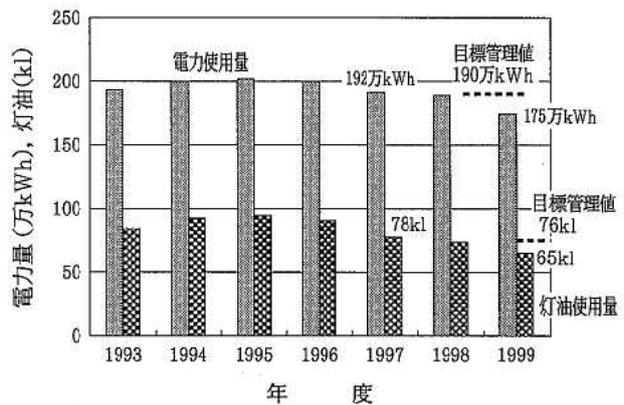


図8 電力と灯油使用量の経年変化

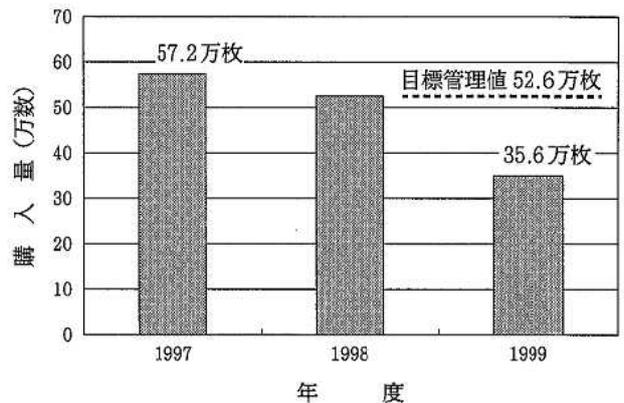


図9 コピー用紙購入量の経年変化

（1997, 1998年度）の35%に対して、1999年度の目標値を50%に設定した。

(2) 取組み結果

「グリーン購入推進規程」を作成し、実施、記録して、達成状況等を毎月、確認・評価しながら取組んだ。

1999年度のグリーン購入率の取組み実績（図10）は、55%になった。

4・5 毒劇物等の適正管理の推進

(1) 過去の状況及び基準値の設定

当センターにおいては、以前から試験検査等に使用する化学薬品のうち、「毒別及び劇物取締法」及び「消防

表1 コピー機と使用記録簿のコピーカウント比較（1999年度）

コピー機によるカウント [A]	469,040	カウント
コピー機使用記録より算出したコピーカウント [B]	428,931	カウント
[A] - [B]	40,109	カウント
([A] - [B]) / [A]	9.6	%

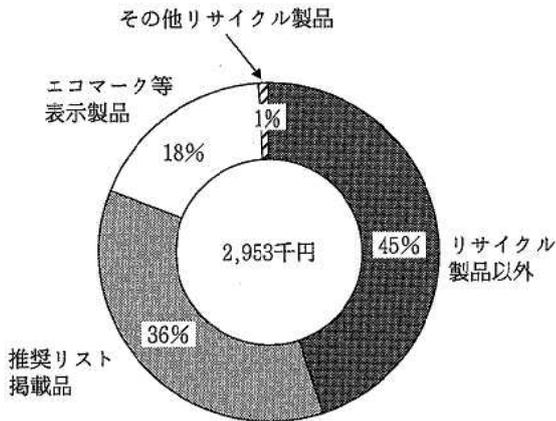


図10 事務用品のグリーン購入割合 (1999年度)

法」で指定されている毒物・劇物・特定毒物、危険物を毒劇物等と定義して、管理してきた。今回の、ISO14001の取組みを行うに当たって、この管理方式をほぼ踏襲して、環境目的・目標を掲げ、そのプログラムとして、ア. 危険物保管庫の保管量監視、イ. 毒劇物等の在庫管理、ウ. 緊急対応用品の整備、エ. 化学物質安全性データシート (MSDS) の整備、オ. 毒劇物等の落下防止対策に区分して設定した。

(2) 取組み結果

「毒劇物等管理規程」を作成し、12種の集計・報告書等によって、その進捗状況を3カ月ごとに確認・評価しながら毒劇物等の適正管理を進めた。

1999年度の取組み結果は、前出のプログラム、ア. における危険物指定倍数 (1.11) は年間をとおして守られ、管理台帳の記載・照合等も適正であった。イ. では、43個の毒劇物保管庫が該当したが、施錠・表示、管理台帳の記載等が適正に行われた。ウ. の緊急対応用品の整備では、土嚢、マスク、防護メガネ、ゴム長靴など11品目の整備を行った。エ. のMSDSの整備では、該当部の5部門において、それぞれ691品目のMSDSの整備を行った。オ. の落下防止対策では、全ての保管庫について何らかの対策を行った。また、転倒防止対策についても該当する保管庫の全てについて対策を施した。

参考までに、1999年12月に報告された結果を基にセンター全体の在庫量を集計すると、毒物 (アジ化ナトリウム、水銀、亜ヒ酸ナトリウム等) は約40種類で3.7kg、劇物 (メタノール、アセトニトリル、四塩化炭素等) は約240種類で410kg、危険物 (n-ヘキサン、メタノール、アセトニトリル等) は約200種類で570kg、そして「労働安全衛生法」に係る薬品類 (n-ヘキサン、メタノール、アセトン等) は約50種類、440kgであった。

4・6 一般廃棄物の削減

(1) 過去の状況及び基準値の設定

ここでいう一般廃棄物とは、ア. 可燃物、イ. 生ゴミ、ウ. ガラス、エ. 埋立て廃棄物、オ. 空き缶、カ. 木くずなどそして、キ. 公文書の7区分のものを指し、回収古紙 (新聞紙、段ボール、上質紙及びコピー用紙・雑誌等) は除いた。

過去 (1997, 1998年度) の一般廃棄物の排出状況を調べた。

1997年度の実績をもとに一般廃棄物の分別を徹底することによってリサイクル化を推進し、一般廃棄物の減量を図るとして、20% (1.3t) の削減目標値を設定した。

(2) 取組み結果

「廃棄物管理規程」を作成し、実施、記録して、達成状況等を毎月、確認・評価しながら取組んだ。実績 (図11) は、基準年を1997年度としてみると、57% (3.7t) の削減となった。

また、一般廃棄物の区分の排出割合 (図12) をみると、可燃物が最も多く5割を占めており、生ゴミは3割弱で

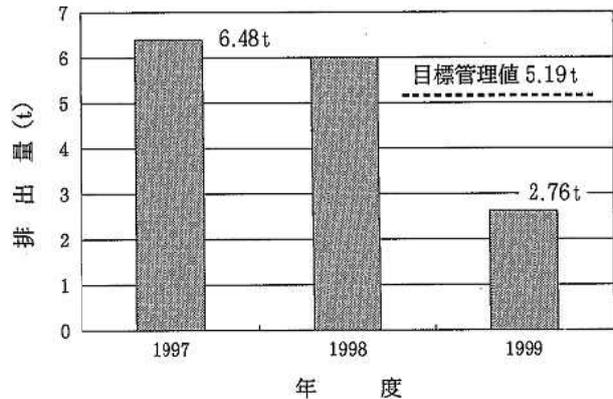


図11 一般廃棄物排出量の経年変化

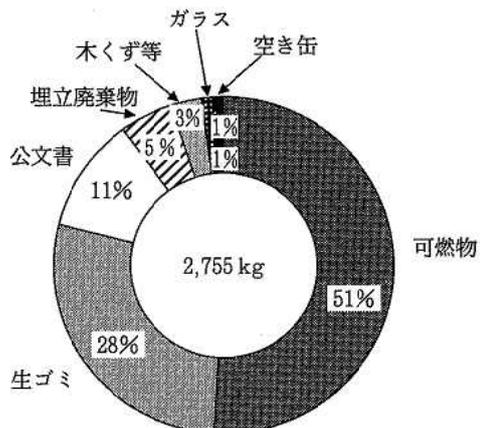


図12 一般廃棄物の排出割合 (1999年度)

あった。次年度以降に生ゴミの堆肥化が実施されれば、約800kgの減量が期待される。

4・7 リサイクルの推進

(1) 過去の状況及び基準値の設定

古紙リサイクル率は、A（回収古紙：新聞紙＋段ボール＋上質紙＋コピー用紙・雑誌等）／B（回収古紙＋公文書＋可燃物）で表した。

過去の正確なデータがないため、当面、古紙のリサイクル率50%を目標値とした。

(2) 取組み結果

「廃棄物管理規程」を作成し、実施、記録して、達成状況等を毎月、確認・評価しながら取組んだ。

古紙リサイクル率は60%を達成した（表2）。

参考までに、回収古紙の搬出が年1回（7月）で2,680kgであったため、月割に換算（前回の搬出は1998年10月）して年間の搬出量を算出すると3,573kgとなり、リサイクル率は67%となる。

リサイクルする古紙の構成を図13に示した。総量2,680kgのうち、コピー用紙類（雑誌を含む）が最も多く1,644kgと6割を占めた。

また、産業廃棄物の排出割合を図14に示した。ここでいう産業廃棄物とは、特別管理産業廃棄物を除くものを

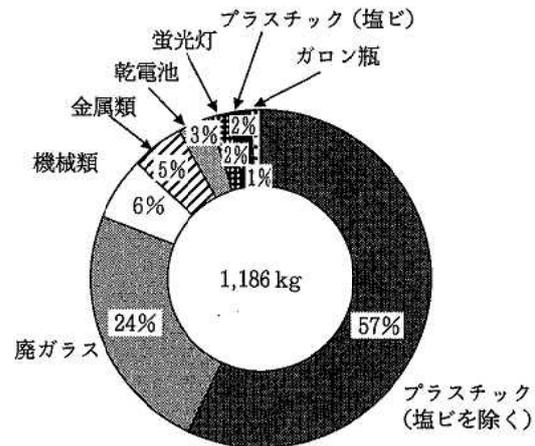


図14 産業廃棄物の排出割合 (1999年度)

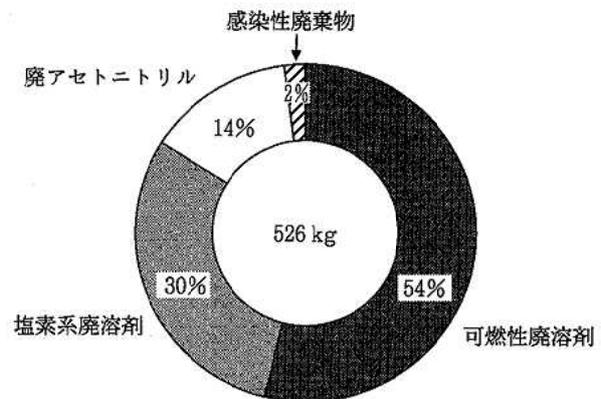


図15 特別管理産業廃棄物の排出割合 (1999年度)

表2 古紙のリサイクル率 (1999年度)

回収古紙(古紙リサイクル量) [A]*	2,680 kg
古紙排出量 [B]**	4,419 kg
リサイクル率 [A] / [B]	60.6 %

* : A = 新聞紙 + 段ボール + 上質紙 + コピー用紙・雑誌等
 ** : B = A + 公文書 + 可燃物

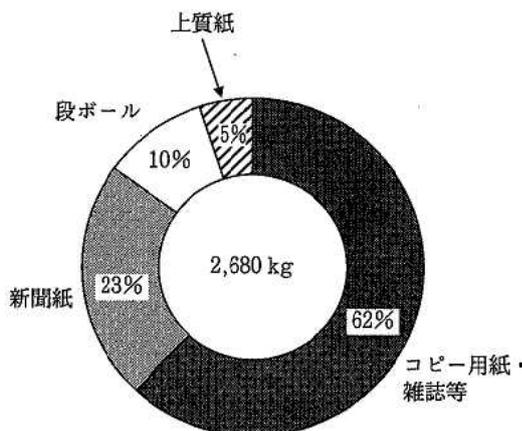


図13 リサイクル古紙の排出割合 (1999年度)

指し、それを8区分（ア.プラスチック（塩化ビニル製品は除く）、イ.廃ガラス、ウ.機械類、エ.金属類、オ.乾電池、カ.蛍光灯、キ.塩ビ製プラスチックそして、ク.ガロン瓶）に分類した。総量1,186kgのうち、ア.プラスチック（塩ビを除く）は688kgと6割弱を占めた。その大部分が検体等の保管に使用したポリ容器であった。

参考までに、産業廃棄物の搬出が年1回（6月）であったため、月割に換算（前回の搬出は1998年10月）して年間の排出量を算出すると1,779kgとなる。

特別管理産業廃棄物の排出割合を図15に示した。当センターで排出する特別管理産業廃棄物は、廃溶剤及び感染性廃棄物で、それを4区分（ア.可燃性廃溶剤（廃アセトニトリルは除く）、イ.廃アセトニトリル、ウ.塩素系廃溶剤そして、エ.感染性廃棄物）に分類した。総量は526kgで、そのうちア.可燃性廃溶剤は287kgと5割強を占めた。主なものはヘキサン、アセトン、酢酸エチル等であった。次いで、塩素系廃溶剤（ジクロロメタン、

表3 危険物溶剤と塩素系溶剤の回収率 [年平均]
(1996~1999年度)

溶 剤	購入量 (kg)	回収量 (kg)	回収率 (%)
危険物溶剤 (可燃性溶剤+アセトニトリル)	1,487	400	27
塩素系溶剤	274	305	111

四塩化炭素等)が156kgと3割を占めた。

参考までに、有機溶剤の回収率を試算した。特別管理産業廃棄物のうちア.とイ.を合わせたものをa.危険物廃溶剤とし、ウ.の塩素系廃溶剤はそのままb.塩素系廃溶剤として、1996年度から1999年度の4年間の平均排出量と、同期間の溶剤の購入量の関係を表3に示した。なお、回収量は、特別管理産業廃棄物の搬出が年1~2回であるため、月割りに換算し、年間回収量に補正した値である。

その結果、危険物溶剤の回収率は27%、塩素系溶剤のそれは111%となった。危険物溶剤の回収率が低い主な理由として、①溶剤の水に対する溶解度が高いため、結果として排水に溶け込み、回収されにくい、②溶剤の沸点が低いため、大気への揮散量が多い等が考えられる。

5 エネルギー使用量と気温に関する調査結果

一般的に電力及び灯油の使用量は、気象条件をはじめ、業務量、測定装置の稼働状況など種々の要因を反映したものであると考えられる。そこで、当センターの1993年度から1998年度における電力及び灯油の月平均使用量と金沢気象台において観測した気温の月平均値を図16、17に示した。

電力使用量をみると、ピークは夏期と冬期にみられ、夏期の使用量が多い。夏期は冷房、冬期は暖房によるものと考えられる。また、2月期の使用量が1、3月期に比較して少ないが、これは、2月期が28日と他の月に比較して少ないため、これを補正すると2月期のヘコミは消えた。

次に、灯油使用量をみると、電気使用量と同様にピークは夏期と冬期にみられるが、冬期の使用量が多い。灯油の用途は4・2(1)でも述べたが70%が集中管理の暖房である。

6 ま と め

ISO14001に基づく環境マネジメントシステムを運用して、約1年間が経過したので、当センターの主な環境

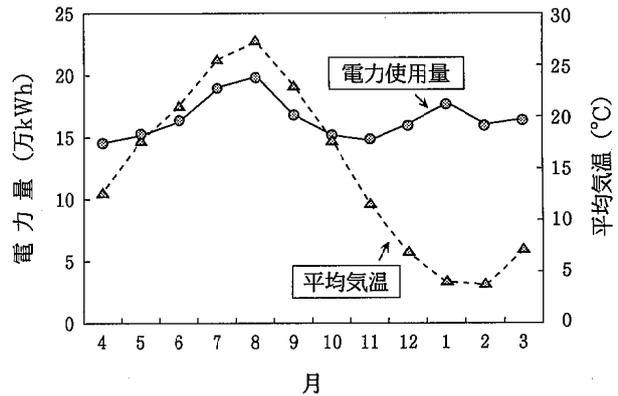


図16 電力使用量と気温の経月変化

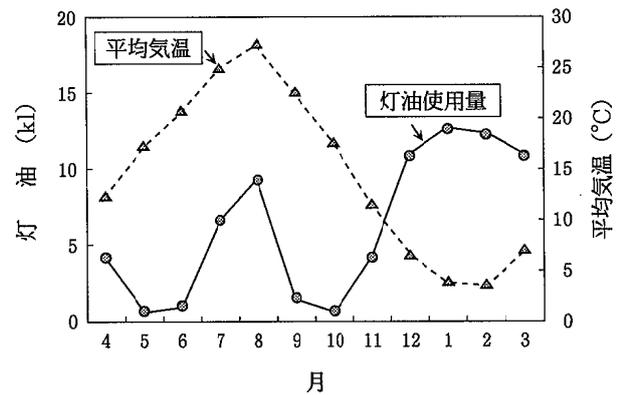


図17 灯油使用量と気温の経月変化

目標値の設定の考え方と実施結果等を報告した。

(1) 環境教育等の推進：目標値15万ポイント以上に対して、実績は40万ポイントを超えた。

(2) エネルギー使用量の削減：①電力使用量の削減目標値の0.9% (18千 kWh) に対して、削減実績は9.0% (172千 kWh) を達成した。②灯油使用量の削減目標値の3% (2.4kl) に対して、削減実績は17% (13.5kl) を達成した。

(3) コピー用紙購入量の削減：購入枚数の削減目標値の8% (47千枚) に対して、削減実績は38% (216千枚) を達成した。

(4) グリーン購入の推進：グリーン購入率の目標値の50%に対して、実績は55%を達成した。

(5) 毒劇物等の適正管理の推進：毒劇物等の適正管理(ア.危険物保管庫の保管量監視、イ.毒劇物等の在庫管理、ウ.緊急対応用品の整備、エ.化学物質安全性データシート(MSDS)の整備、オ.毒劇物等の落下防止対策)を目標に掲げ、全て達成できた。

(6) 一般廃棄物の削減：一般廃棄物の削減目標値の20% (1.3t) に対して、削減実績は57% (3.7t) を達成し

た。

(7) リサイクルの推進：古紙のリサイクル率目標値の50%に対して、実績は60%を達成した。

(8) 電力使用量と灯油使用量：電力と灯油の使用量は、気温に大きく影響（冷暖房装置の稼働）されていると考えられる。

最後に、ISO14001の具体的な取組みを始めてからの1年間を振り返ってみると、環境マネジメントシステムの導入の効果は大きく、職員の環境保全意識の向上、法的要求事項の認識、試薬等の管理、経費の節減等に有効に機能したと捉えている。

また、システム構築のノウハウを活かして、県内の企業、市町村等のISO14001の認証取得を積極的に支援していくため相談窓口を設置したので、今後の利用拡大を

期待したい。今後もISO14001をより多くの組織が理解して、認証を取得し、それぞれの組織が環境方針に沿って環境への負荷が少ない活動を行うことが、持続可能な発展を目指す循環型社会を実現するための優れた方法の一つであると認識しつつ、業務に邁進したい。

文 献

- 1) 藤森敬三：ISO14001認証取得への早道，p12—14，東京（1997）
- 2) 財団法人規格協会：JIS Q 14001：1996 環境マネジメントシステム—仕様及び利用の手引，東京（1996）
- 3) 池谷静雄：全国公害研究会誌，24，p213—219（1999）
- 4) 石川県保健環境センター編：環境マネジメントマニュアル（第4版），（1999）

〔資 料〕

石川県における腸管出血性大腸菌感染症の 発生状況と分離菌株の菌学的特性

— 平成10年・11年の成績 —

石川県保健環境センター感染症部 芹川 俊彦・倉本 早苗・米澤 由美子
黒崎 直子・川島 栄吉

キーワード : Epidemiological Investigation, Enterohemorrhagic *Escherichia coli*
Infection, Characteristics, Isolated Strains

1 はじめに

平成8年5月に岡山県邑久町で発生した腸管出血性大腸菌(EHEC) O157の集団発生を皮切りに、EHEC感染症は全国的に頻発し多数の患者が発生した。最近では大規模な集団発生は減少しているものの、家族内感染を中心とした小規模な発生事例は依然として多数報告されている。

そこで、県内におけるEHEC感染症の発生動向を分析するため、平成10年～11年のEHEC感染症の発生状況について調査するとともに、患者及び保菌者から分離した菌株について血清型、毒素(VT)型、遺伝子型及び薬剤感受性の菌学的特性を調べた。

また、EHEC感染症の感染源調査の一環として、県内の河川についてEHECの汚染調査を実施した。

2 材料及び方法

平成10年1月～11年12月の2年間に県内で分離・収集した菌株83株について菌学的特性を調べ、集団発生例及び家族内・施設内発生例と散发例に分けて検討した。

薬剤感受性の検査は、ミューラーヒントンII寒天培地(BBL)を用い、12薬剤(ABPC; アンピシリン, SM; ストレプトマイシン, TC; テトラサイクリン, CPM; シプロフロキサシン, KM; カナマイシン, CTX; セフトキシム, CP; クロラムフェニコール, ST; トリメト

プリム/スルファメトキサゾール, TMP; トリメトプリム, GM; ゲンタマイシン, NA; ナリジクス酸, FOM; ホスホマイシン)についてディスク法で実施した。

河川水からのEHECの分離は、厚生省生活衛生局食品保健課長通知、乳肉衛生課長通知(平成9年7月4日衛食第207号、衛乳第199号)を準用した。

3 調査結果

3・1 EHEC感染症の発生状況

石川県における平成10年～11年の2年間のEHEC感染者数(患者、保菌者の合計)は83人で、うち散发例の感染者数は51人であった(表1)。なお、平成11年は10年と比べ感染者数で54%の減となった。

3・2 集団発生例及び家族内・施設内発生例の検討

平成10年～11年に、集団発生例(感染者数が10人以上の事例)が1件(感染者数23人)と家族内・施設内発生例(感染者数が2～9人)が3件(感染者数9人)発生しており、感染者数は計32人(患者数18人、保菌者数14人)であった(表2)。発生施設は保育園が2件と家庭が2件で、いずれも感染源や感染経路については特定されていない。なお、集団発生例は、平成10年12月に金沢市内の保育園で発生したO26:H11(VT1)による事例で、患者14人(園児12人、家族1人、職員1人)と症状のない園児ら9人から菌が分離された。

4事例から分離された菌株の血清型及び毒素型は、O

Epidemiological Investigation on Enterohemorrhagic *Escherichia coli* Infection and Some Characteristics of the Isolated Strains in Ishikawa Prefecture in 1998—1999. by SERIKAWA Toshihiko, KURAMOTO Sanae, YONEZAWA Yumiko, KUROSAKI Naoko and KAWASHIMA Eikichi (Infectious Diseases Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

表 1 腸管出血性大腸菌感染症の発生状況

発 生 月	感 染 者 数 ※		合 計
	平成10年	平成11年	
1	1		1
2	4 (4)*	4	8 (4)
3		1	1
4			
5	4	5	9
6	4		4
7	7	1	8
8	2	3 (3)	5 (3)
9	3	5	8
10	5	6 (2)	11 (2)
11	2		2
12	25 (23)	1	26 (23)
合 計	57 (27)	26 (5)	83 (32)

※：患者，保菌者の合計。

*：() 内は集団発生例及び家族内・施設内発生例の感染者数で再掲。

157：H7 (VT2) 型が2件，O26：H11 (VT1) 型が2件で，すべての株が12薬剤に対して感受性であった。

3・3 散発例の検討

散発例（患者21人，保菌者30人）における患者数に関しては，男女差はみられなかったが，0～9歳が52%を占めた（表3）。また，保菌者数に関しては，女性の数が多かった。

散発例から分離したEHEC51株のO血清型は，O157；18株（35%），O91；11株（22%），O26；9株（18%），O128；3株（6%），OR；2株（4%）で，他にO18，O55，O74，O121，O144，O146，O160，OUTが各1株であった（表4）。うち，患者から分離された21株については，O157；16株（76%），O26；4株（19%），O121；1株（5%）であった。また，散発例から分離した株の血清型及び毒素型については，O157：H7 (VT1+VT2) 型；12株（24%），O26：H11 (VT1)

表 2 腸管出血性大腸菌感染症の集団発生例及び家族内・施設内発生例

No.	発 生 月 日	発 生 地	施 設	患 者 数	保 菌 者 数	血 清 型	毒 素 型	薬 剤 耐 性 パ タ ー ン ※	PFGE 型 *	備 考 §
1	平成10年 2月26日	石川県津幡町	保育園	3	1	O157:H7	VT2	Sens.	ND,ND,ND	P(児2,職1),C(職1)
2	12月21日	石川県金沢市	保育園	14	9	O26:H11	VT1	Sens.		P(児12,家1,職1), C(児他9)
3	平成11年 8月22日	石川県金沢市	家庭	1	2	O26:H11	VT1	Sens.		P(8歳男1),C(家2)
4	10月7日	石川県七尾市	家庭	0	2	O157:H7	VT2	Sens.	II n, ND, ND	C(家2)

合 計：感染者数32人（患者数18人，保菌者数14人）

※：測定薬剤は，ABPC，SM，TC，CPFX，KM，CTX，CP，ST，TMP，GM，NA，FOMの12剤である。Sens.は感受性を示す。

*：国立感染症研究所で実施した検査成績。

§：P；患者，C；保菌者，児；園児，家；家族，職；職員。数字は各々の人数を示す。

表 3 散発例の性・年齢分布

年 齢	患 者			保 菌 者			合 計
	男	女	計	男	女	計	
0～4	2	4	6	1		1	7
5～9	2	3	5				5
10～14		2	2				2
15～19	1	2	3		2	2	5
20～24	2	1	3	1	1	2	5
25～29				1	2	3	3
30～34	1		1		5	5	6
35～39				1	1	2	2
40～44				1	3	4	4
45～49		1	1	1	4	5	6
50～54					2	2	2
54～59					2	2	2
60～64					2	2	2
65～							
合 計	8	13	21	6	24	30	51

型；9株（18%），O91：H14 (VT1)型；8株（16%），O157：H7 (VT2) 型；6株（12%）などが多かった。

一方，薬剤感受性については51株中感受性株が31株（61%），耐性株が20株（39%）で，最も多かった耐性パターンはSM，TC耐性であった。なお，由来別では患者由来株の76%及び保菌者由来株の50%が感受性株で，患者由来株に感受性株が多かった。また，O157型菌の薬剤感受性については，家族内・施設内発生例から分離した株はすべて感受性株であったが，散発例から分離した18株中感受性株が13株（72%），耐性株が5株（28%）であった（表5）。

分離したEHECは，国立感染症研究所の依頼で全株送付しているが，うちO157型菌24株について，国立感染症研究所でPFGE（パルスフィールド電気泳動）によ

表4 散発例由来株の血清型、毒素型及び薬剤耐性パターン

分離年	血清型/毒素型	耐性パターン※	菌株数
平成10年 (30株)	O157 : H7 / VT 1 + VT 2	SM, KM	4 (3) *
		Sens.	5 (5)
	O157 : H7 / VT 2	Sens.	2 (1)
	O 26 : H11 / VT 1	SM	1 (1)
		Sens.	5 (2)
	O 91 : H14 / VT 1	SM, TC	4 (0)
		Sens.	1 (0)
	O 91 : H15 / VT 1	SM, TC	1 (0)
		SM	1 (0)
	O 91 : HNM / VT 1	ABPC, SM, TC	1 (0)
	O128 : H 2 / VT 1 + VT 2	Sens.	1 (0)
	O128 : H 2 / VT 1	Sens.	1 (0)
	O144 : HNM / VT 2	Sens.	1 (0)
O146 : H21 / VT 1	ABPC, SM	1 (0)	
OUT : HUT / VT 1	SM, TC	1 (0)	
平成11年 (21株)	O157 : H 7 / VT 1 + VT 2	ABPC, SM, TC	1 (1)
		Sens.	2 (2)
	O157 : H 7 / VT 2	Sens.	4 (4)
	O 18 : HNM / VT 1	Sens.	1 (0)
	O 26 : H11 / VT 1	Sens.	3 (1)
	O 55 : HNM / VT 1	SM	1 (0)
	O 74 : HUT / VT 1	SM	1 (0)
	O 91 : H14 / VT 1	SM, TC	2 (0)
		Sens.	1 (0)
	O121 : HAag. / VT 2	Sens.	1 (1)
	O128 : H 2 / VT 1 + VT 2	Sens.	1 (0)
	O160 : HNM / VT 2	Sens.	1 (0)
	OR : HNM / VT 1	SM, TC	1 (0)
	Sens.	1 (0)	

合計：散発例由来株 51株；感受性 31株 (61%)，耐性 20株
 (患者由来株 21株；感受性 16株 (76%)，耐性 5株)
 (保菌者由来株 30株；感受性 15株 (50%)，耐性 15株)

※：測定薬剤は，ABPC，SM，TC，CPFX，KM，CTX，CP，ST，
 TMP，GM，NA，FOMの12剤である。Sens. は感受性を示す。

*：() 内は，患者由来の菌株数で再掲。

表5 腸管出血性大腸菌 O157の薬剤耐性パターン

由来	血清型	毒素型	耐性パターン※	菌株数
家族内・施設内 発 生 例	O157 : H 7	VT 2	Sens.	6 (3) *
散 発 例	O157 : H 7	VT 1 + VT 2	ABPC, SM, TC	1 (1)
			SM, KM	4 (3)
			Sens.	7 (7)
	O157 : H 7	VT 2	Sens.	6 (5)

合計：家族内・施設内発生例由来 6株；感受性 6株
 散 発 例 由 来 18株；感受性 13株 (72%)，耐性 5株

※：測定薬剤は，ABPC，SM，TC，CPFX，KM，CTX，CP，ST，
 TMP，GM，NA，FOMの12剤である。Sens. は感受性を示す。

*：() 内は，患者由来の菌株数で再掲。

表6 腸管出血性大腸菌 O157の
 PFGE型分布

PFGE型※	菌株数	
	平成10年	平成11年
IIa IIb I	1	3
IIa IIb ND	1	
IIa ND I		1
IIa ND ND		1
II n ND ND		2(2)
III a' ND ND	2	
III c ND ND	1	
ND IV IV		1
ND ND III		1
ND ND ND	7(4) *	
Deg. Deg. Deg.	3	
	15(4)	9(2)

※：国立感染症研究所で実施した検査成績。

*：() 内は，家族内・施設内発生例由来の菌株数で再掲。

るDNA解析を行った結果，PFGE型は11以上の型に分散し，特異的に多い型はみられなかった(表6)。

3・4 健常者のEHEC保菌状況調査
 (表7)

学校や保育園の給食調理職員及び食品製造業者等の定期検便検査で，EHECを分離した事例について調査を行った。

石川県予防医学協会で行った検便検査において，糞便128,286検体中20検体(0.016%)からEHECを分離した。分離株のO血清型は，O91；9株，O26；3株，O157；2株，O128；2株で，他にO55，O146，O160，OUTが各1株であった。なお，検査方法は分離培地上の大腸菌を数株釣菌し，Beutin培地に穿刺して培養した後，溶血を示す菌についてVT産生試験を行う方法によった。

3・5 河川のEHEC汚染調査(表8)

EHEC感染症の感染源調査の一環として，県内の4河川(浅野川，犀川，手取川及び梯川)より採取した河川水，延べ32検体からEHECの分離を行った。

その結果，平成10年11月に梯川下流より採取した河川水からO157：H7(VT2)を分離した。

表 7 健康者の腸管出血性大腸菌保菌状況調査結果

検査年	検体数 (※)	EHEC 陽性 検体数 (*)	分離株の内訳		
			血清型/毒素型	分離数	性別, 年齢
平成10年	61,528	13	O 26 : H11/VT 1	1	女 : 50代
			O 91 : H14/VT 1	4	女 : 30代, 40代(2), 60代
			O 91 : H15/VT 1	2	女 : 20代(2)
			O128 : H 2 /VT 1, 2	1	女 : 50代
			O128 : H 2 /VT 1	1	女 : 30代
			O146 : H21/VT 1	1	女 : 30代
			O157 : H 7 /VT 1, 2	1	男 : 20代
			O157 : H 7 /VT 2	1	女 : 50代
			OUT : HUT/VT 1	1	女 : 40代
平成11年	66,758	7	O 26 : H11/VT 1	2	男 : 30代, 40代
			O 55 : HNM/VT 1	1	女 : 10代
			O 91 : H14/VT 1	3	女 : 20代, 30代(2)
			O160 : HNM/VT 2	1	男 : 20代
合計	128,286	20 (0.016%)			

※ : 石川県予防医学協会にて検査した給食調理職員, 食品製造業者等の検便数。

* : 検査方法 ; 分離培地上の大腸菌を数株鉤菌し, Beutin 培地に穿刺し培養した後, 溶血 (+) のものについて VT 産生試験を行った。

表 8 河川の腸管出血性大腸菌汚染調査結果

検体採取年月日	河川名	検体数	陽性数	血清型/毒素型	備考
平成10年 9月8日 11月9日	浅野川, 犀川, 手取川, 梯川	8	0		梯川下流
	〃	8	1	O157 : H 7 /VT 2	
平成11年 9月20日 10月18日	浅野川, 犀川, 手取川, 梯川	8	0		
	〃	8	0		
合計		32	1		

4 考 察

最近, 全国的に EHEC 感染症の大規模な集団発生は減少したが, これは学校や保育所等の給食施設が整備されたことと, 給食調理職員等に対する啓発や食品衛生監視が効果をあげたためと思われる。しかし, 家庭や施設内における小規模の発生は依然として多く, 減少の気配がない。因みに, 県内では平成10年に保育園で2件(感染者数27人)及び11年に家庭で2件(感染者数5人)の発生例がみられた。今後, 給食調理職員や食品製造業者等に対する啓発や食品衛生監視指導とともに, 一般家庭の主婦を対象とした啓発や衛生指導が必要であろう。

散発例の患者数に関しては, 男女で大きな差はみられなかったが, 保菌者数に関しては女性の方が多かった。これは給食調理職員(ほとんど女性)等の検便検査から分離された事例をも合わせて集計しているためである。

散発例から分離した株のO血清型については, 13種の

血清型がみられたが, うち患者から分離されたのは3種のみであった。このことから, 検便検査等で健康者(保菌者)から多く分離されるO91型菌等, 患者からほとんど分離されない血清型の菌については, 今後病原性について詳細に検討を行う必要がある。

薬剤感受性については, 多くの分離株が耐性を獲得していることが判った。耐性菌の動向を把握することは, EHEC 感染症の適切な治療という観点から重要であると考えられ, 今後も継続して調査する必要がある。

平成10年, 全国の数カ所でO157型菌の患者が集団発生した「イクラ事件」で, PFGEによるDNA解析により, 本事件は散発型集団発生であることが確認された。この事例のように, PFGEによるDNA

解析は感染源や感染経路の究明並びに散発型集団発生の察知に有用な手段であるが, 各地方衛生研究所で実施しているDNA解析手法の微妙な差異によってPFGE型が異なり, 地研間のデータの比較が困難な場合がある。そのため, 方法の統一化, 精度管理及び技術研修について, 国立感染症研究所等での検討が必要と思われる。

平成10年11月, 梯川の下流より採取した河川水からO157型菌を分離した。梯川上流域に何らかの汚染源があったことは間違いないが, 河川の遡り調査は非常に困難で, その汚染源を究明することはできなかった。

5 ま と め

石川県におけるEHEC感染症の発生動向を分析するために, 平成10年~11年のEHEC感染症の発生状況について調査するとともに, 分離株の菌学的特性について検討を加えた。

(1) EHECの感染者数は, 患者, 保菌者を合わせると

83人(集団発生例1件;23人, 家族内・施設内発生例3件;9人及び散发例51人)であった。

(2) 散发例から分離した51株のO血清型は, O157(35%), O91(22%), O26(18%)等13種の血清型がみられたが, うち患者由来株については, O157(76%), O26(19%), O121(5%)の3種のみであった。

薬剤感受性については, 散发例から分離した株の39%が耐性株で, うちO157型菌については28%が耐性株であった。なお, 最も多かった耐性パターンはSM, TC耐性であった。

EHEC感染者から分離したO157型菌24株のPFGE型は11以上の型に分散し, 特異的に多い型はみられなかつ

た。

(3) 健常者のEHEC保菌状況調査で, 給食調理職員等の検便の0.016%から分離されたEHECのO血清型は, O91(45%), O26(15%), O157(10%), O128(10%)など8種がみられた。

(4) 県内の4河川について, EHEC汚染調査を実施した結果, 平成10年11月に梯川下流より採取した河川水からO157:H7(VT2)を分離した。

終わりに, 本調査に際して菌株並びにデータの提供をいただいた石川県予防医学協会木村晋亮部長に深謝いたします。

〔資 料〕

食中毒における SRSV を中心としたウイルス検出状況

石川県保健環境センター感染症部 大矢 英紀・尾 西 一

キーワード：SRSV, RT-PCR 法

1 はじめに

小型球形ウイルス (SRSV) は、主に冬季に多発する食中毒の原因ウイルスであり、その発生件数も多いことから近年大きな問題となっている。

また、SRSV は組織培養等により増殖させることができないため、ウイルスの分離培養も未だ不可能な状況である。そこで現状では、電子顕微鏡を用いた検体中のウイルス粒子の検索と、分子生物学的手法によりウイルス遺伝子を検出する方法 (RT-PCR 法) の 2 法がその検査法として多くの機関で用いられている。

我々も、平成10年度～11年度に石川県内で発生した集団食中毒事例等を対象に、上記の 2 法による検査を実施したので、その概要を報告する。

2 検査方法

電子顕微鏡によるウイルス粒子の検索は、検体 (糞便など) の 10% 乳剤の遠心 (3,000 回転/分) 上清をフロン代用剤で処理後、超高速遠心 (40,000 回転/分) し、その沈渣を試料としてネガティブ染色し実施した。

また、RT-PCR 法は、検体が糞便の場合はその 10% 乳剤を、食品の場合は 10% 乳剤の超高速遠心沈渣を試料として、SV Total RNA Isolation Kit (プロメガ社) によりウイルス RNA を抽出し、M-MLVRT (GIBOCO 社) を用いて逆転写反応を行った後、PCR を行った。

PCR 用のプライマーは 1st には 35/36 を、2nd には NV81, 82/SM82 を使用した。なお、PCR 産物の存在は、1.5% アガロースゲル電気泳動法により確認 (330 bp のバンドの出現) した。

更に、PCR 産物の特異性をみるための確認試験は、SRSV 遺伝子特異プローブ (G1, G2 : 国立公衆衛生院 西尾博士より分与) によるマイクロプレートハイブ

リダイゼーション法により実施した。

3 食中毒発生状況と SRSV 検査結果

平成11年 3 月 4 日に小松市内の飲食店で食中毒が発生した。患者数は 9 名で、主な症状は下痢、腹痛、吐気であった。また、患者は全員生ガキを喫食していた。

このうち 5 人の患者の糞便を検体として上記の方法により SRSV 検査を実施したところ、電子顕微鏡法ではどの検体からもウイルス粒子は確認されなかったが、RT-PCR 法では、5 人中 4 人から SRSV 遺伝子が検出された。更に、この 4 検体の PCR 産物について確認試験を行ったところ、G1 プローブと G2 プローブにそれぞれ 1 検体が反応した。しかし、他の 2 検体は、どのプローブとも反応しなかった (表 1)。

平成12年 2 月 18 日には田鶴浜町内の小学校で食中毒が発生した。患者数は 84 人で、主な症状は吐気、嘔吐、下痢、発熱、腹痛であったが、嘔吐が最も多く全体の 88% にみられた。また、患者の共通食は学校給食以外になく、原因として前日の給食が疑われた。

SRSV の検査は、患者糞便 11 検体、調理従事者の糞便 9 検体、食品 5 検体について実施した。その結果、陽性は患者糞便だけにみられ、その他の検体にはみられなかった。患者糞便の検査結果を検査法別にみると、電子顕微鏡法では 2 検体が、また、RT-PCR 法では 11 検体のすべてが陽性となった。なお、RT-PCR 法で陽性となった 11 検体は、確認試験ですべて G1 プローブと反応した。(表 2)。

一方、上述した 2 つの集団食中毒事例のほかにも、有症苦情や他県で発生した食中毒の関連調査のために、患者糞便 23 検体、調理従事者糞便 10 検体、食品 6 検体の計 39 検体についても SRSV 検査を実施した。その結果は表 3 に示したが、調理従事者糞便 1 検体と食品 (生ガキ)

Detection of Small Round Structured Virus (SRSV) in Food Poisoning. by OHYA Hideki and OHNISHI Hajime (Microbiology Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environment Science)

表1 SRSV 検査結果 (平成11年3月の事例)

検体番号	採取年月日	電子顕微鏡法	RT-PCR 法	確認試験	検体
1	11. 3. 5	—	+	※	患者糞便
2	11. 3. 5	—	+	G1	〃
3	11. 3. 5	—	+	G2	〃
4	11. 3. 5	—	—		〃
5	11. 3. 5	—	+	※	〃
計		0	4	G1:1 G2:1	

※ G1, G2とも反応しなかった。

表2 SRSV 検査結果 (平成12年2月の事例)

検体番号	採取年月日	電子顕微鏡法	RT-PCR 法	確認試験	検体
1	12. 2. 22	+	+	G1	患者糞便
2	12. 2. 22	+	+	G1	〃
3	12. 2. 22	—	+	G1	〃
4	12. 2. 22	—	+	G1	〃
5	12. 2. 22	—	+	G1	〃
6	12. 2. 22	—	+	G1	〃
7	12. 2. 22	—	+	G1	〃
8	12. 2. 22	—	+	G1	〃
9	12. 2. 22	—	+	G1	〃
10	12. 2. 22	—	+	G1	〃
11	12. 2. 22	—	+	G1	〃
12~21	12. 2. 27	—	—		調理従事者糞便
22~26	12. 2. 19	—	—		食品
計		2	11	G1:11	

表3 SRSV 検査結果 (有症苦情事例等)

検体採取年月日	検体	検体数	陽性数	確認試験
10. 12. 3	食品(アサリ)	4	0	
11. 2. 22	患者糞便	3	0	
11. 5. 28	〃	5	0	
12. 1. 4	〃	10	0	
12. 1. 31	調理人糞便	5	0	
12. 3. 13	食品(カキ)	1	1	G2
12. 3. 17	調理人糞便	2	1	G2
12. 3. 17	食品(カキ)	1	0	
12. 3. 29	患者糞便	5	0	
12. 3. 29	調理人糞便	3	0	
計		39	2	G2:2

1検体の計2検体からRT-PCR法によりSRSV遺伝子が検出された。なお、これらの2検体は、確認試験とともにG2プローブと反応した。

4 考 察

平成10年度~11年度に石川県内で発生したSRSVによる集団中毒のうち、平成11年3月の事例では、2人の患者糞便からG1とG2の複数の遺伝子型が検出された。カキは海水中で複数の型のウイルスを中腸腺に取り込むことが知られているが、本事例ではカキを生食していることから、このような汚染ガキを同時は食べたためと考えられる。しかし、G1, G2プローブに反応しないものもみられ、今後、これらのPCR産物の遺伝子配列など詳細な分析が必要である。

平成12年2月の事例では、検査した患者糞便すべてからG1の遺伝子型が検出されたが、一般にこのようなケースでは共通の汚染源からの感染の可能性が高いと考えられている。しかしながら、食品や調理従事者の糞便からはSRSV遺伝子は検出されなかった。類似の事例は全国的にも多くみられているが、やはり原因となる汚染源が特定できない場合が多い。その理由は検体中に含まれるウイルス量が極めて少ないため、と考えられている。このよう

なことから検出感度の高い検査法が今後の課題となっている。

また、上述の事例において、RT-PCR法に使用したプライマーは、他機関でも一般的に用いられているものであるが、SRSVは遺伝子的に多様であるため、使用するプライマーによってSRSV遺伝子が検出できない場合もあり、今後は複数のプライマーの使用や幅広い遺伝子型を検出するプライマーの開発が望まれる。我々も、より広範な遺伝子型の検出を目指し、使用プライマーの種類を追加したり、増幅領域を変えるなど、様々な検討を行っているところである。

なお、従来から食中毒事例等については、SRSV以外の胃腸炎起因ウイルス(A群ロタ, C群ロタ, アデノ, アストロなど)の検査も実施しているが、現在のところ食中毒事例で、これらのウイルスの陽性例はみられない。しかし、このようなウイルスの出現も十分考えられるため、今後とも検査対象として取り組んでいきたいと考えている。

5 ま と め

平成10年度～11年度に石川県内で発生した SRSV による集団食中毒は計 2 件であった。平成11年 3 月の事例はカキに関連したもので、検出された SRSV 遺伝子の確認試験による遺伝子型は G1 と G2 であった。また、

平成12年 2 月の事例では学校給食が原因と推定されたもので、G1 の単一の遺伝子型によるものであった。一方、これら集団食中毒以外の事例においても、調理従事者の糞便や食品から SRSV は 2 例検出されたが、いずれも G2 の遺伝子型であった。

〔資 料〕

健康食品中の成分に関する研究(その6)

— ビタミンE含有植物油 —

石川県保健環境センター食品薬品科学部 大西 道代・澤田 道和・中村 能則
 石川県保健環境センター感染症部 泉 広 栄・中村 朋子・砺波 和子
 芹川 俊彦・倉本 早苗・黒崎 直子

キーワード: 健康食品, ビタミンE含有植物油

1 はじめに

いわゆる健康食品については、現在、人々の健康志向の高まりに伴い、多種多様なものが販売されていることから、平成8年度から、ビタミンC含有食品、クロレラ食品等のいわゆる健康食品や健康茶、ミネラルウォーター等に関する調査を順次実施してきた^{1)~7)}。

今回、ビタミンEを含有する植物油加工食品を対象に主成分や有害成分等の実態調査を行った。ビタミンEは、主として植物油に多く含まれ、抗酸化作用があることから、近年、老化との関連⁸⁾が注目されており、目標摂取量にかえて新たに栄養所要量と許容上限摂取量が設定⁹⁾されたものである。

2 調査方法

2・1 調査対象食品

調査対象食品5検体(No1~4はビタミンE含有植物油, No5はビタミンE含有食用小麦胚芽油)は、平成11年11月~12年2月に金沢市内の小売店から購入したもので、いずれもカプセル入であった。

2・2 調査項目

主成分のビタミンE, 有害成分の金属類(ヒ素, 鉛), 細菌検査(一般細菌数), 農薬類(有機塩素系, 有機リン系, 臭素)及び被包材比率について試験を行った。

2・3 試験方法

(1) ビタミンE(d- α -, d- β -, d- γ -及びd- δ -トコ

フェロールを分別定量し、d- α -トコフェロール当量として表す。): 高速液体クロマトグラフ法

(2) 金属類: ICP発光分光分析法及び電気加熱原子吸光度法

(3) 一般細菌数: 食品衛生検査指針

(4) 農薬類: ガスクロマトグラフ法

(5) 被包材比率: カプセル剤重量に対するカプセル容器重量の割合(カプセル容器の重量は、カプセルを切り開き、エーテルで内容油液を取り除き、室温でエーテルを揮発させた後の重量である。)

3 結果及び考察

3・1 ビタミンE

試験結果を表1に示した。併せて食品に表示されている値(表示値)を掲げた。

食品に含まれるビタミンEは、主として α -トコフェロール, β -トコフェロール, γ -トコフェロール及び δ -トコフェロールの4種で、天然に存在するものはd体である。

それぞれビタミンE効力の生理活性が異なり、日本食品標準成分表では $\alpha : \beta : \gamma : \delta = 100 : 25 : 5 : 0.1$ が示されており⁸⁾, 米国の栄養所要量や(財)日本健康・栄養食品協会(以下「協会」という。)では $\alpha : \beta : \gamma : \delta = 100 : 50 : 10 : 1$ が提示されている⁹⁾。ここでは、協会と同じ $\alpha : \beta : \gamma : \delta = 100 : 50 : 10 : 1$ として α -トコフェ

Investigation of Ingredient in Health Foods. 6. Vitamin E of Plants oil. by OHNISHI Michiyo, SAWADA Michikazu, NAKAMURA Yoshinori, IZUMI Hiroe, NAKAMURA Tomoko, TONAMI Kazuko, SERIKAWA Toshihiko*, KURAMOTO Sanae* and KUROSAKI Naoko* (Food and Drug Science Department and Infectious Diseases Department*, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

表 1 ビタミンEの測定結果と表示

No	種 類	検 出 値 (mg/粒)					ビタミンE 表示値 (mg/粒)	ビタミンE 検出値/表示値 (%)	備考
		d- α -トコ フェロール	d- β -トコ フェロール	d- γ -トコ フェロール	d- δ -トコ フェロール	ビタミンE (d- α - トコフェロール当量)			
1	ビタミンE含有植物油	48.8	0.4	0.4	0.1	49.0	50	98.0	
2	ビタミンE含有植物油	52.8	0.6	0.8	0.4	53.2	50	106	○
3	ビタミンE含有植物油	95.1	0.4	1.8	0.2	95.5	100	95.5	
4	ビタミンE含有植物油	45.0	1.8	81.4	2.1	54.0	40	135	○
5	ビタミンE含有食用小 麦胚芽油	49.5	2.1	49.4	26.9	55.7	50	111	
協会規格						3~100mg/粒, No5 は10~100mg/粒			

注) ビタミンEはd- α -トコフェロール当量として算出した。

d- α -トコフェロール当量として: $\alpha=1, \beta=0.5, \gamma=0.1, \delta=0.01$ の係数を用いた。

備考欄の○印は(財)日本健康・栄養食品協会認定食品である。

表 2 表 示 内 容

No	原 材 料 関 係 の 表 示	ビ タ ミ ン E 関 係 の 表 示	摂取目安の表示/日
1	小麦胚芽油, 植物類胚芽油, 米胚芽油	V.E 100mg/2粒	1~2粒
2	サフラワー油, ビタミンE含有植物油(大豆油)	d- α -トコフェロール当量 50mg/粒	2~4粒
3	大豆油, 小麦胚芽油	ビタミンE 100mg/粒	3粒
4	ビタミンE含有植物油(大豆油), レシチン, サフ ラワー油, 小麦胚芽油, とうもろこし胚芽油	d- α -トコフェロール当量 40mg/粒, 総トコフェロ ール 112mg/粒	1~7粒
5	小麦胚芽油, 植物油脂(抽出物)	天然トコフェロール 1.12g/8粒, α -トコフェロ ール 0.4g/8粒	4~8粒

ロール当量に換算し、ビタミンE検出値とした。それによ
ると、検体1粒あたりのビタミンE検出値は49.0~
95.5mgであった。

各検体の α -体、 β -体、 γ -体及び δ -体の検出値に違
いがあったが、これは原材料のうち小麦胚芽には α -体
と β -体が多く、サフラワー油には α -体が多く、大豆油
には γ -体と δ -体が多いといわれており⁸⁾、原材料の違
いによるものであろう。

表示内容を表2に示した。各食品のビタミンE表示は
ビタミンE (No1とNo3)、 α -トコフェロール当量
(No2とNo4)、 α -トコフェロール (No5) として表
示されており、購入者にとって紛らわしい表示となっ
ていた。検出値のこれら表示値に対する割合は95~
135 (平均109)%であり、栄養表示基準⁹⁾にはビ
タミンEの基準はないが、ビタミンAやビタミン
Dの表示栄養成分の量の許容範囲が+50%~-20
%となっていることから考えると、各検体の表示
値は適正と思われた。

第6次改定日本人の栄養所要量⁹⁾では、12歳~
70歳以上の男子で10mg α -トコフェロール当量
/日、女子で8mg/日が示されている。また、許
容上限摂取量は、600mg/日と示されている。表

2に示した各食品に表示されている摂取目安量を食す
ると仮定すると、49~445mg/日の摂取量となり、許容上
限を上回ることにはなかった。

協会はいわゆる健康食品に対する規格基準を設定し、
この基準に適合するものに認定マークを添付しており、
ビタミンEについては5検体ともその規格を満たしてい
た。なお、協会認定品は5検体中2検体 (No2とNo4)
であった。

3・2 有害成分

有害金属として、ヒ素、鉛を調査したが、いずれも検
出限界未満であった(表3)。なお、協会の規格では、
ヒ素2ppm以下、重金属鉛として20ppm以下となってい

表 3 金属等の有害成分の測定結果

No	ヒ素	鉛	一般細菌数 (個/g)	被包材比率 (%)
1	0.2 μ g/g未満	2 μ g/g未満	300以下	33.2
2	0.2 μ g/g未満	2 μ g/g未満	300以下	36.0
3	0.2 μ g/g未満	2 μ g/g未満	300以下	34.2
4	0.2 μ g/g未満	2 μ g/g未満	300以下	41.1
5	0.2 μ g/g未満	2 μ g/g未満	300以下	34.8
協会規格	2ppm以下	20ppm以下	3000以下	50%未満

表 4 農 薬 の 測 定 結 果

No	エンドリン, デイルドリン (アルドリン含)	BHC DDT	パラチオン	マラチオン	フェニトロチオン	臭 素
1	0.01 $\mu\text{g/g}$ 未満	0.01 $\mu\text{g/g}$ 未満	0.01 $\mu\text{g/g}$ 未満	0.01 $\mu\text{g/g}$ 未満	0.01 $\mu\text{g/g}$ 未満	1.0 $\mu\text{g/g}$ 未満
2	0.01 $\mu\text{g/g}$ 未満	0.01 $\mu\text{g/g}$ 未満	0.01 $\mu\text{g/g}$ 未満	0.01 $\mu\text{g/g}$ 未満	0.01 $\mu\text{g/g}$ 未満	1.0 $\mu\text{g/g}$ 未満
3	0.01 $\mu\text{g/g}$ 未満	0.01 $\mu\text{g/g}$ 未満	0.01 $\mu\text{g/g}$ 未満	0.10 $\mu\text{g/g}$	0.01 $\mu\text{g/g}$ 未満	1.0 $\mu\text{g/g}$ 未満
4	0.01 $\mu\text{g/g}$ 未満	0.01 $\mu\text{g/g}$ 未満	0.01 $\mu\text{g/g}$ 未満	0.01 $\mu\text{g/g}$ 未満	0.01 $\mu\text{g/g}$ 未満	1.0 $\mu\text{g/g}$ 未満
5	0.01 $\mu\text{g/g}$ 未満	0.01 $\mu\text{g/g}$ 未満	0.01 $\mu\text{g/g}$ 未満	0.01 $\mu\text{g/g}$ 未満	0.01 $\mu\text{g/g}$ 未満	1.0 $\mu\text{g/g}$ 未満
協会規格	検出せず	0.2ppm以下	0.3ppm以下	小麦胚芽油20%以上使用の場合0.2ppm以下	No5は0.2, 小麦胚芽油20%以上使用の場合0.3ppm以下	No5のみ 50ppm以下

る。

細菌検査では、一般細菌数が300個/g以下で、これは協会の規格である一般細菌数が 3×10^3 個/g以下に適合していた。

農薬類では、表4に示す有機塩素系4農薬、有機リン系3農薬及び臭素の計8農薬を調査したところ、No3でマラチオンが0.10 $\mu\text{g/g}$ 検出された以外は不検出であり、協会の規格に適合していた。検出されたマラチオンは原材料由来と推定された。

また、有害成分ではないが、被包材比率については33~41(平均35.8)%で、協会の規格50%未満に適合していた。

4 ま と め

ビタミンE含有植物油加工食品5検体について調査した。

(1) 栄養成分ビタミンEの表示値は適正で、表示されている摂取目安を食しても許容上限摂取量を上回ることにはなかった。

(2) 有害金属として、ヒ素、鉛を調査したが、いずれも検出限界未満であった。

(3) 細菌検査及び被包材比率は、協会の規格に適合していた。

(4) 農薬類として、8農薬を調査したが、協会の規格に適合していた。

文 献

- 1) 大西道代, 戸田修史郎, 泉 広栄, 芹川俊彦, 本庄峰夫: 石川保環年報, 34, 169-171 (1997)
- 2) 砺波和子, 笹木千春: 石川保環年報, 34, 187-191 (1997)
- 3) 桐元俊武, 藤澤明子, 甕幹夫: 石川保環年報, 34, 192-194 (1997)
- 4) 澤田道和, 大西道代, 笹木千春, 芹川俊彦, 本庄峰夫: 石川保環年報, 35, 23-30 (1998)
- 5) 藤澤明子, 甕 幹夫, 柴野 昭: 石川保環年報, 35, 79-81 (1998)
- 6) 大西道代, 澤田道和, 中村能則, 芹川俊彦, 米澤由美子: 石川保環年報, 36, 30-31 (1999)
- 7) 泉 広栄, 米林潤一郎: 石川保環年報, 36, 32-34 (1999)
- 8) 科学技術庁資源調査会編: 日本食品脂溶性成分表 (1989)
- 9) 公衛審第13号: 平成11年6月28日 (1999)
- 10) 厚生省告示第146号: 平成8年5月20日 (1996)

[資 料]

健康食品中の成分に関する研究 (その7)

—— 牡蠣加工食品及びしじみ加工食品 ——

石川県保健環境センター食品薬品科学部

砺波 和子・中村 能則・澤田 道和

大西 道代・中村 朋子・泉 広 栄

石川県保健環境センター感染症部

芹川 俊彦・米澤 由美子・黒崎 直子

キーワード：健康食品，牡蠣加工食品，しじみ加工食品

1 はじめに

健康志向の高まりの中で，健康の維持・増進や栄養の補給などを目的として多種多様のいわゆる健康食品が販売され，それを利用する消費者も少なくない。そこで，県民の安全確保と利用する際の情報提供を目的として，平成8年度から市販の健康食品の品質，安全性について実態調査を実施している。前報までは，対象を植物性食品を中心に実施したが，今回は，動物性食品のうち，食用としての歴史が古い牡蠣やしじみを原料とした健康食品を対象に栄養成分や汚染物質についての実態調査を行った。

2 調査方法

2・1 調査対象食品

牡蠣加工食品 3 検体

しじみ加工食品 2 検体

2・2 調査項目及び試験方法

- (1) タウリン：オンカラム蛍光誘導体化高速液体クロマトグラフ法¹⁾
- (2) グリコーゲン：(財)日本健康・栄養食品協会「牡蠣加工食品規格基準及びしじみ加工食品規格基準」²⁾に準拠
- (3) 金属類：ICP 発光分光分析法又は電気加熱原子吸光法
- (4) 残留農薬：乳鉢ですりつぶした後，2.5g を精秤

し，既報³⁾に準拠

- (5) 一般細菌数，大腸菌群：食品衛生検査指針に準拠

3 調査結果

3・1 栄養成分について

結果は表1のとおりである。

タウリンの含量は牡蠣加工食品では0.9～3.4%，しじみ加工食品では0.4～1.6%であった。(財)健康・栄養食品協会の規格基準（以下「自主基準」という。）では，牡蠣加工食品についてのみ基準値が設定されており，被包材を除いて1.0%以上となっている。今回調査した牡蠣加工食品は3検体とも糖衣錠であったので，糖衣を水で溶かし乾燥後糖衣の重量を測定し，その値を用いて被包材を除いた含量に換算したところ1.7～5.7%となり，自主基準を満たしていた。

グリコーゲンの含量は，牡蠣加工食品10.8～21.3%，しじみ加工食品3.5～11.3%であり，牡蠣加工食品の方が高い傾向にあった。自主基準では，牡蠣加工食品8.0%以上（除被包材），しじみ加工食品3%以上となっており，5検体いずれも自主基準を満たしていた。牡蠣加工食品は3検体とも一定値による表示がなされていたが，測定値の表示値に対する割合は64～120%であった。また，しじみ加工食品のうち1検体は範囲表示であったが，測定値は表示の範囲内であった。

亜鉛の含量は，牡蠣加工食品で0.12～0.16mg/g，しじみ加工食品で0.004～0.02mg/gであった。自主基準値

Investigation of Ingredient in Health Foods. 7. Processed Food of Oysters and Corb Shell. by TONAMI Kazuko, NAKAMURA Yoshinori, SAWADA Michikazu, OHNISHI Michiyo, NAKAMURA Tomoko, IZUMI Hiroe, SERIKAWA Toshihiko*, YONEZAWA Yumiko* and KUROSAKI Naoko* (Food and Drug Science Department and Infectious Diseases Department*, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

表 1 栄 養 成 分 結 果 表

No	名称	形状	タウリン (%)	グリコーゲン		亜鉛		カルシウム		鉄		備考
				測定値 (%)	表示値	測定値 (mg/g)	表示値	測定値 (mg/g)	表示値	測定値 (mg/g)	表示値	
1	牡蠣加工食品	糖衣錠	0.9(1.7)	10.8(20.2)	58mg/粒 (1粒450mg)	0.13	0.064mg/粒 (1粒450mg)	2.3	—	0.02	—	○
2		糖衣錠	1.6(3.1)	11.0(21.1)	230mg/5粒 (2.25g)	0.12	0.17mg/5粒 (2.25g)	0.4	—	0.01	—	
3		糖衣錠	3.4(5.7)	21.3(35.9)	400mg/5粒 (1粒450mg)	0.16	0.15mg/5粒 (1粒450mg)	49.1	—	0.02	—	○
4	しじみ加工食品	錠剤	0.4	3.5	275mg/20粒 (5g)	0.004	—	0.6	—	0.02	—	
5	しじみ加工食品	丸剤	1.6	11.3	10.0~55.0 g/100g	0.02	2.0~5.0 mg/100g	4.4	100~800 mg/100g	0.15	8.0~20.0 mg/100g	

注) タウリン、グリコーゲンの()内数値は被包材を除去したものに換算した値

○: (株)日本健康・栄養食品協会認定マークあり

表 2 汚 染 物 質 結 果 表

No	種類	As (ppm)	Pb (ppm)	Cd (ppm)	残留農薬 (ppm)					一般細菌数 (個/g)	大腸菌群	備考
					BHC	DDT	エンドリン	ディルドリン (含アルドリン)	CNP			
1	牡蠣加工食品	2.1	ND	0.1	ND	ND	ND	ND	ND	300以下	陰性	○
2		2.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	300以下	陰性	
3		2.2	ND	0.1	ND	ND	ND	ND	ND	300以下	陰性	○
4	しじみ加工食品	0.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	300以下	陰性	
5	しじみ加工食品	1.8	ND	0.6	ND	ND	ND	ND	ND	630	陰性	

注) ○: (株)日本健康・栄養食品協会認定マークあり

ND: As 0.1ppm未満 Pb 1ppm未満 Cd 0.1ppm未満 農薬 0.01ppm未満

は牡蠣加工食品についてのみ設定されているが(60ppm以上)、3検体とも基準を満たしていた。含量表示(一定値)のあった牡蠣加工食品の表示量に対する割合は91~240%であった。また、範囲表示のあったしじみ加工食品1検体については表示の範囲内であった。

その他、カルシウム含量は、牡蠣加工食品0.4~49.1mg/g、しじみ加工食品0.6~4.4mg/g、鉄含量は、牡蠣加工食品0.01~0.02mg/g、しじみ加工食品0.02~0.15mg/gであった。カルシウム及び鉄は栄養表示基準の対象となっており、含量を上限値及び下限値で表示した場合、測定値はその範囲内になければならない。今回調査した中で1検体に表示(上限値及び下限値)がなされていたが、両成分とも表示の範囲内で問題はなかった。

3・2 汚染物質について

結果は表2のとおりである。

有害金属としてヒ素、鉛、カドミウムを測定した。鉛については全て検出されなかった。ヒ素については0.7~2.4ppmの範囲で検出されたが、自主基準値(牡蠣加

工食品15ppm以下、しじみ加工食品10ppm以下)を満たしていた。カドミウムについては、ND~0.6ppmの範囲で検出された。カドミウムについては自主基準値は設けられていないが、貝類のカドミウム含量として牡蠣0.23~0.32ppm、あさり0.03~0.23ppm⁴⁾というデータがあり、今回の結果が特に高い値とは考えられない。

残留農薬については、有機塩素系農薬3種類、ドリ剤3種類について調べたが、いずれも検出されず、自主基準(BHC及びDDT:0.2ppm以下、エンドリン、ディルドリン及びCNP(しじみ加工食品のみ):検出せず)を満たしていた。

細菌検査については、一般細菌数は300以下~630個/g、大腸菌群はすべて陰性で自主基準(一般細菌数:1×10⁴個/g、大腸菌群:陰性)を満たしていた。

4 ま と め

牡蠣加工食品及びしじみ加工食品5検体について調査した。結果は次のとおりである。

(1) 自主基準の設定されている栄養成分（タウリン、グリコーゲン、亜鉛）の含量はすべて自主基準に適合していた。

(2) 栄養表示基準の対象となっているカルシウム、鉄については、1検体に上限値及び下限値で含量表示してあったが、測定含量はその範囲内に入り問題なかった。

(3) 有害金属では、鉛はいずれの検体からも検出されなかった。ヒ素及びカドミウムは、検出されたものもあったが、量的には問題なかった。

(4) 残留農薬については、残留性の高い有機塩素系農薬及びドリ剤について検査したが、検出されたものな

く、自主基準に適合していた。

(5) 細菌検査については、すべて自主基準を満たしていた。

文 献

- 1) 齊藤貢一，堀江正一，徳丸雅一，中澤裕之：食衛誌，38(6)，400—405 (1997)
- 2) 財団法人日本健康・栄養食品協会：健康食品規格基準集（その2），1987
- 3) 砺波和子，小川 清：石川保環年報，32，135—142 (1995)
- 4) 日本薬学会編：衛生試験法注解2000，金原出版

〔資 料〕

石川特産食品の高品質化に関する調査

石川県保健環境センター食品薬品科学部 中村 能則・澤田 道和・大西 道代
 泉 広 栄・中村 朋子

キーワード：特産食品，栄養成分，有害金属，残留農薬

1 はじめに

本県では、加賀野菜に代表される伝統野菜など地域色の強い農産物について、そのブランドの育成、継承、拡大が大きな課題となっている。

我々は昨年度より、その一助とするため本県の特産農産物について、その栄養学的特質、有害金属による汚染及び農薬の残留実態を調査している。

昨年度は、根菜類を対象に、五郎島金時(さつまいも)、源助大根、加賀丸いもについて、その栄養価を明らかにするとともに、安全性を確認したが、本年度は対象食品を果菜類とし、栄養成分等について調査したので、その結果を報告する。

2 試料と方法

2.1 対象試料

対象試料として本県の特産品のうち、果菜類の金沢太きゅうり1試料、産地が異なるかぼちゃ2試料及びすいか3試料の計6試料とした。

金沢太きゅうりは、金沢の伝統的野菜で、「加賀野菜」ブランドの一つとして全国的に知られている。かぼちゃについては、本県の能登北部に位置する珠洲市及び志賀町で収穫された2試料とした。すいかについては本県で幅広く栽培されているが、栽培土質が異なる3試料を選んだ。金沢市、河北郡などで栽培される砂丘地すいか、本県のほぼ中央部に位置する河北潟干拓地で栽培されるすいか、更に能登地域には赤黄色土が広く分布するが、その丘陵地で栽培される、いわゆる赤土すいかを選んだ。

2.2 調製方法

各試料の調製方法は、試料を入手した当日に、土砂等

を取り除くため水道水で水洗し、金沢太きゅうり、かぼちゃについては、わた及びへたを、すいかについては果皮、種子を除去した。その後、ホモジナイザーで均質化した後、 -20°C で凍結保存した。

なお、水分、 β -カロチン及びビタミンCについては、入手した当日分析に供した。

2.3 分析項目及び分析方法

分析項目は、栄養成分として水分、灰分、タンパク質、カルシウム、リン、鉄、ナトリウム、カリウム、マグネシウム、銅、亜鉛、 β -カロチン、ビタミンC及び食物繊維とし、更に安全性を確認するため有害金属のカドミウム、鉛、ヒ素及び残留農薬とした。

分析方法は、「日本食品標準成分表」(以下、「成分表」とする。)¹⁾に記載の分析方法を参考として表1に示す方法で行った。

表1 分析項目及び分析方法

項 目	分 析 方 法
水 分	60°C 常圧加熱乾燥法(きゅうり、かぼちゃ)、蒸留法(すいか)
灰 分	450°C 乾式灰化法
タンパク質	ケルダール分解窒素定量法
食物繊維	Prosky-AOAC 標準法
無 機 質	乾式灰化→塩酸溶解→硝酸・過塩素酸分解→ICP 法
ビタミンC	メタリン酸抽出→HPLC 法
β -カロチン	けん化→石油エーテル抽出→HPLC 法
カドミウム、鉛	乾式灰化→硝酸・過塩素酸分解→ICP 法
ヒ 素	乾式灰化→硝酸・過塩素酸分解→塩酸溶解→還元気化原子吸光度法
農 薬	既報の方法を準用 ²⁾⁻⁴⁾

Study on Nutritive Value of Special Agricultural Products in Ishikawa Prefecture. by NAKAMURA Yoshinori, SAWADA Michikazu, OHNISHI Michiyo, IZUMI Hiroe and NAKAMURA Tomoko (Food and Drug Science Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

表 2 栄養成分の分析結果

	可食部 100g 当たり													
	水 分 g	灰 分 g	タ ン パ ク 質 g	無 機 質								ビタミン		食 物 繊 維 g
				カル シ ウ ム mg	リ ン g	鉄 mg	ナ ト リ ウ ム mg	カ リ ウ ム mg	マ グ ネ シ ウ ム mg	銅 μg	亜 鉛 μg	β カ ロ チ ン μg	C mg	
1 太きゅうり	96.1	0.7	0.9	17	55	0.2	3	124	11	25	195	44	8.4	1.2
成分表(きゅうり)	96.2	0.6	1.0	24	37	0.4	2	210	13	55	230	150	13	0.8
2 かぼちゃ(珠洲市)	80.1	1.1	1.8	13	60	0.3	2	243	17	27	187	—	—	—
3 " (志賀町)	73.5	1.1	2.1	11	78	0.4	3	259	29	74	405	1,430	30	3.0
成分表(西洋かぼちゃ)	78.5	0.9	1.7	24	37	0.6	1	370	22	55	380	850	39	2.8
4 すいか(砂丘地)	89.2	0.2	0.7	5	27	0.3	4	91	14	35	87	900	6.6	0.2
5 " (干拓地)	91.8	0.3	0.7	5	20	0.2	4	92	12	100	98	950	6.8	0.3
6 " (赤土)	91.4	0.4	0.6	7	38	0.2	3	112	16	13	114	460	10	0.2
成分表(すいか)	91	0.3	0.7	6	9	0.2	4	120	9	38	85	380	6	0.3

表 3 有害金属及び残留農薬の分析結果

		太きゅうり (金沢市)	かぼちゃ (珠洲市)	かぼちゃ (志賀町)	すいか (砂丘地)	すいか (干拓地)	すいか (赤土)
可食部 1g 当たり	有害金属						
	カドミウム	μg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	鉛	μg	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	ヒ素	μg	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	イプロジオン	μg	<0.1	—	—	<0.1	<0.1
	クロタロニル	μg	—	—	—	<0.005	<0.005
	ジクロルボス	μg	—	—	—	<0.005	<0.005
	ダイアジノン	μg	—	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	チオファネメートメチル	μg	—	—	—	<1.0	<1.0
	テブフェンピラド	μg	—	—	—	<0.01	<0.01
	トリクロルホン	μg	—	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	ピリダベン	μg	—	—	—	<0.1	<0.1
	メソミル	μg	—	—	—	<0.02	<0.02
	BHC	μg	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	DDT	μg	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	ディルドリン	μg	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	エンドリン	μg	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	ジコホール	μg	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	ジクロフルアニド	μg	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	ピリフェノックス	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
エンドスルファン	μg	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	
エトフェンプロックス	μg	<0.1	—	—	—	—	
フルジオキソニル	μg	<0.02	—	—	—	—	

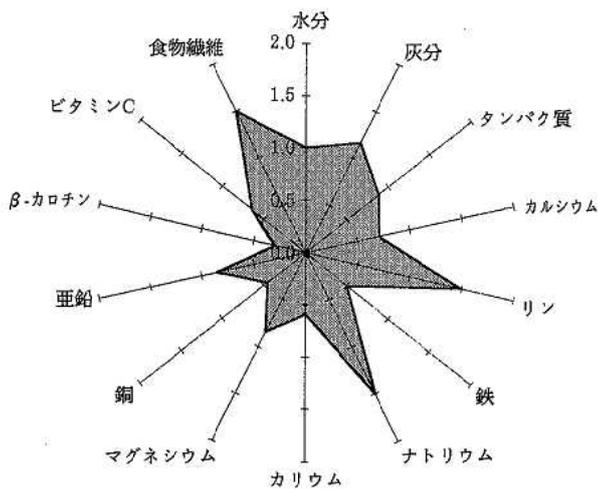


図1 太きゅうり

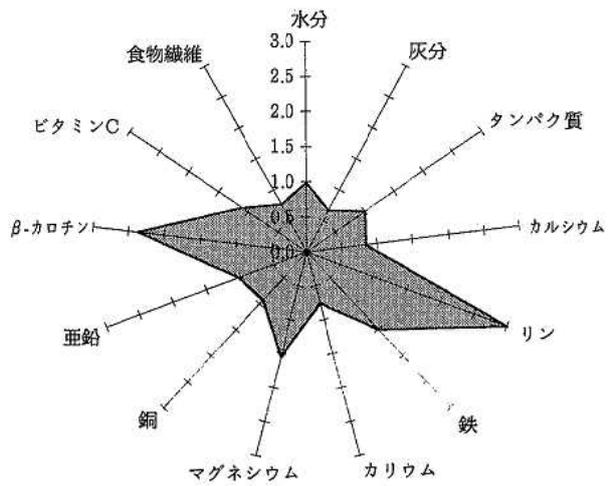


図4 すいか(砂丘地)

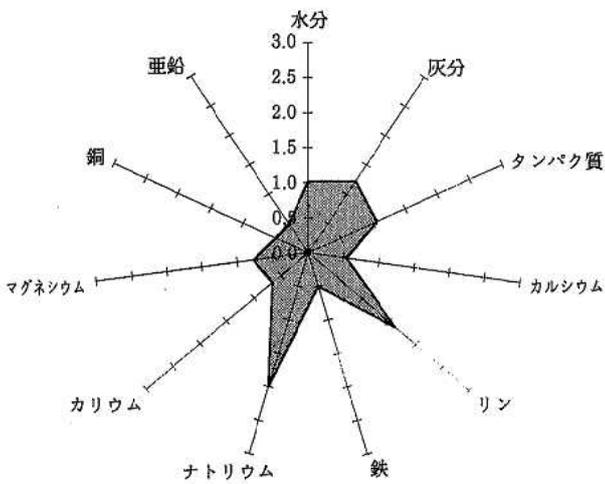


図2 かぼちゃ(珠洲市)

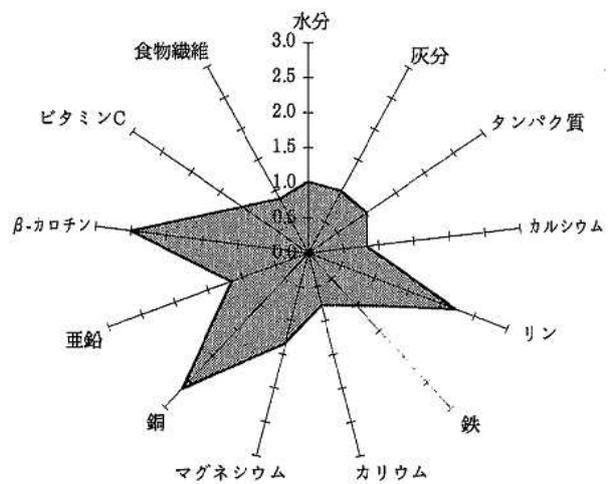


図5 すいか(干拓地)

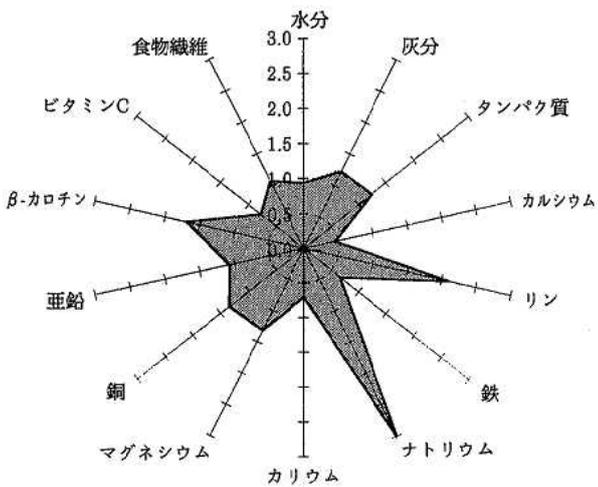


図3 かぼちゃ(志賀町)

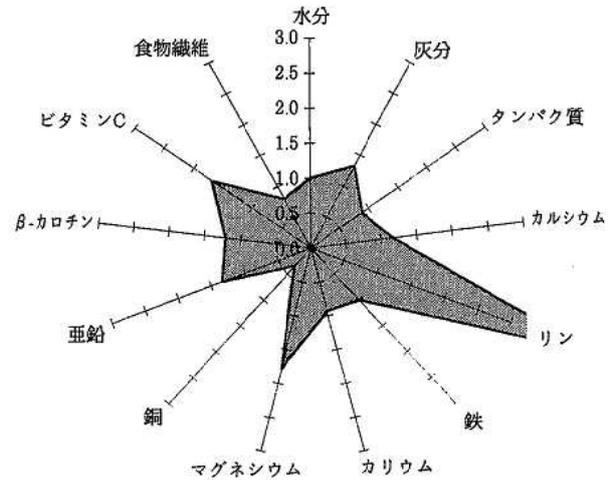


図6 すいか(赤土町)

3 結果及び考察

6 試料の栄養成分の分析結果を表 2, 有害金属及び残留農薬の分析結果を表 3 に示した。また, 成分表の値に対する比を求め図 1~6 に示した。

3.1 金沢太きゅうり

金沢太きゅうりは, ずん胴な形で果肉が厚く肉質がしまっているのが特徴で, 煮込み料理によく使われる。

栄養成分のうち水分, 灰分, タンパク質などの主要成分は, 成分表の値の 0.9~1.2 倍で概ね近似していた。β-カロチンの含有量は, そのずん胴な形状のためか 44 μg/100g で成分表の値 (150 μg/100g) の 0.3 倍, またビタミン C も 8 mg/100g (成分表 13 mg/100g) で 0.6 倍と少なかった。逆に, 食物繊維は 1.2 g/100g (成分表 0.8 g/100g) で 1.5 倍であった。

一方, 無機質成分では, リン, ナトリウムが多く, 共に 1.5 倍であったが, カルシウム, 鉄, カリウム, マグネシウム, 銅及び亜鉛は少なく 0.5~0.8 倍であった。

なお, 有害金属は検出されず, 農薬の残留も見られなかった。

3.2 かぼちゃ

かぼちゃは有色野菜として β-カロチンなどのビタミンに富み, 特に重要なビタミン A 供給源である。

志賀町産のかぼちゃについては, 水分, 灰分, タンパク質及び食物繊維は, 概ね成分表と近似していた。β-カロチンの含有量は, 1,430 μg/100g で成分表の値 (850 μg/100g) の 1.7 倍と豊富であった他, 無機質成分では, リン, ナトリウムが, それぞれ 2.1 倍, 3.0 倍を有していた。逆にビタミン C の含有量は, 30 μg/100g で 0.8 倍と少なく, カルシウムも 0.5 倍であった。

珠洲産のかぼちゃも, ほぼ同様な傾向を示したが, 志賀町産に比べ無機質成分が少なかった。

なお, いずれのかぼちゃも, 有害金属は検出されず, また農薬の残留も見られなかった。

3.3 すいか

今回用いた試料はいずれも大玉すいかであるが, 赤土すいかの果肉の赤味の強さが, ひときわ際だっていた。

いずれの試料も水分, 灰分, タンパク質, 食物繊維の含有量は概ね成分表と近似しており, 3 試料で大きな差

はみられなかった。

しかし, その他の成分については, それぞれに特徴が見られた。とりわけ, β-カロチンについては, 砂丘地, 干拓地のすいかは, それぞれ 900 μg/100g, 950 μg/100g で成分表の値の 2.4 倍, 2.5 倍と豊富であり, ビタミン C では, 逆に赤土すいか成分表の値 (6 μg/100g) の 1.7 倍で, 砂丘地, 干拓地すいかの 1.1 倍より豊富であった。

一方, 無機質成分ではリンの含有量が成分表の値 (9 mg/100g) に対し 2.2~4.2 倍と, いずれのすいかも多く, 銅については, 干拓地のすいか成分表の値の 2.6 倍と多かったのに対し, 赤土すいかでは 0.3 倍と少なかった。

なお, 太きゅうり, かぼちゃ同様, 有害金属の検出及び農薬の残留は見られなかった。

4 ま と め

今回は, 特産農産物の中でも果菜類であって瓜科に属するきゅうり, かぼちゃ及びすいかについて栄養調査等を実施した。

(1) 栄養成分のうち, 水分, 灰分, タンパク質等の主要成分は, いずれの試料も成分表の値と概ね近似していたが, 無機質, β-カロチン, ビタミン C で差が見られた。

(2) とりわけ β-カロチンは, 志賀町のかぼちゃ, 砂丘地, 干拓地のすいか, 成分表の値の約 1.7~2.5 倍であった。

(3) また, 干拓地のすいかで銅が多く成分表の値の約 2.6 倍であった。

(4) 有害金属, 農薬は, いずれの試料からも検出されず, その安全性が確認できた。

文 献

- 1) 科学技術庁資源調査会編：日本食品標準成分表
- 2) 砺波和子, 瀬戸映子, 小川 清：石川保環年報, 31, 112—119 (1994)
- 3) 砺波和子, 小川 清：石川保環年報, 32, 135—142 (1995)
- 4) 農薬残留分析法研究班編：最新農薬の残留分析法, 629—631 (1995)

〔資料〕

食品苦情事例(その2)

石川県保健環境センター食品薬品科学部 澤田 道和・大西 道代・中村 能則

キーワード：食中毒事例 food poisoning cases, 苦情食品 consumer-dissatisfied foods, 異味異臭 unusual smell and taste, 牛乳 milk, 缶詰 can

1 はじめに

平成10年度末には、学校給食用牛乳に溶剤混入の異臭味事故が発生(既報¹⁾)したが、平成11年度にも類似した牛乳の異臭味苦情が2例とその他缶詰の異味苦情が1例寄せられた。

2例の牛乳苦情は、いずれも隣県で発生したものであったが、製造工場が当県に所在しており、同一ロットの製品に対する追加苦情の有無を確認するとともに、苦情品と保管品の検査を当県で実施した。

近年、食品の流通が広域的になっており、複数の県にまたがる食品苦情を処理するには、関係する機関と密接に連携を図り、情報交換を密にして、臨機応変に対応することが肝要と考えられる。

本年度発生した苦情事例を紹介すると共に、今回の事例により、試験検査する上で試料の前処理の工夫や試験時に留意しなければならないと思われる事項等について報告する。

2 消毒剤混入牛乳

2・1 苦情の概要

- (1) 発生年月日：平成11年4月21日
- (2) 発生場所：T県
- (3) 品名：コーヒー牛乳
- (4) 包装形態：ゲブルパック(ポリエチレン樹脂によるラミネート)
- (5) 申立人：T県人1人。
(届出経路：申立人—販売店—製造工場—保健所)
(T 県) (当 県)
- (6) 申立内容：「おかしい味と臭いがする」
- (7) 被申立人：H社

(8) 受理保健所名：能登中部保健所

(9) 保健所の処置：

- ・牛乳を充填する機械の消毒に次亜塩素酸ナトリウム(NaClO)が使用されていた。

- ・牛乳の臭気について官能試験を実施し、塩素臭を確認した。

- ・オルトトリジン法²⁾により残留塩素の簡易試験を実施したが、コーヒー牛乳それ自身が混濁茶褐色をしており、呈色を確認できなかった。

- ・苦情品の精密検査を当センターに依頼した。

- ・申し出人以外に異臭味の苦情を訴える人はいなかった。

- ・保健所は製造工場を3日間の営業停止処分にした。

- ・製造会社は、石川県、T県及びF県で販売した牛乳等5種類約11,000本を自主回収した。

(10) 発生要因の推定：充填機をNaClO消毒した後の洗浄が不十分であったため、残留していたNaClOが牛乳に混入したと推察された。

2・2 試料

試験に用いた試料は、H社の苦情品のコーヒー牛乳やそれと同一ロット品等6検体及び対照としたY社のコーヒー牛乳1検体であった(表1)。

苦情品等No.1~3の3検体は、開封された状態で、回収品のNo.4~6の3検体は、未開封の状態で当所に搬入された。

2・3 原因物質の検索試験

(1) 試験項目

試験項目は、消毒剤として使われているNaClOとした。

(2) 前処理

コーヒー牛乳は、茶褐色を呈し、カゼイン、脂肪分を

表 1 検 体 名

検 体 番 号	種 類	製 造 者	搬 入 年 月 日	品 質 保 持 期 限	搬 入 状 態 (量 : ml)	備 考
No. 1	中 間 品	N乳業(株)	平成11年 4月22日	平成11年 4月28日	開封 (1,000)	一日製造総本数の中間あたりの品
No. 2	サ ン プ ル 品	"	"	"	開封 (500)	製造開始後13本目の保管品
No. 3	苦 情 品	"	"	"	開封 (300)	苦情申立人から回収した品
No. 4	回 収 品 (1)	"	"	平成11年 4月29日	開封 (1,000)	回収された市販品
No. 5	回 収 品 (2)	"	"	平成11年 4月30日	密封 (1,000)	回収された市販品
No. 6	回 収 品 (3)	"	平成11年 4月23日	平成11年 4月28日	"	回収された市販品
No. 7	対 照 品	Y乳業(株)	"	"	"	他社の市販品
No. 8	添 加 品	"	"	平成11年 4月29日	"	No. 4 に標準物質を添加した品

含むためそのまま試験に供することができないので、前処理として除蛋白処理と透析抽出処理を施した。

ア 除蛋白処理

牛乳 8 ml に12%の硫酸亜鉛溶液 2 ml を加え、遠心分離 (3,000rpm, 10分間) により除蛋白後、加圧ゲルろ過 (ADVANTEC 社製, USY-20, 分画分子量 200,000 MW) し、ろ液を測定液とした (所用時間: 約30分)。

イ 透析抽出処理

牛乳50mlを透析用セルロースチューブ (三光純業 (株) 製 UC36-32-100 (分画分子量12,000~14,000)) に密封後メスシリンダーに吊し、膜内の液面と外液の液面がほぼ同じ高さになるように蒸留水で全量を150mlとし、マグネチックスターラーで攪拌しながら3時間透析した。その透析外液をろ過し、測定液とした (所用時間: 約3時間)。

(3) 試験方法

NaClO は、オルトトリジン法及びイオンクロマトグラフ法 (以下、IC法と略す) で試験した (所用時間: 前者約10分, 後者約20分)。

ア 標準液の調製

標準原液: NaClO 溶液 (5~12%含有: 以下, 含有濃度は10%として計算した) 和光純業工業 (株) 化学用を用いた。

標準液: 原液を、超純水で1千~10万倍に希釈した (NaClO として1.0~100 µg/ml)。

イ 測定機器及び測定条件

機器名: イオンクロマトグラフ

製造元: ダイオネックス社

型 式: DX-AQ

ICの測定条件を表2に示した。

2・4 結果及び考察

(1) オルトトリジン法

除蛋白処理及び透析抽出した測定液は、共に淡茶色を呈しており、オルトトリジンを加えても色調に変化なかつ

た。今回のような着色した測定液の場合、微量のNaClOの残存を判定することが困難であり、後述の比較的高感度IC法の結果からも明らかのように、苦情品等に混入したNaClOが元々微量であったか、開封した状態で持ち込まれたため、揮散してしまったと考えられた。

(2) IC法

NaClOと亜塩素酸ナトリウムの標準物質を用いた分別分析法として、合田等はノンサプレッサー方式による電気化学検出器付きIC法を報告している^{3), 4)}。しかし、NaClOは中性-酸性条件で容易に分解し、また室温中では温度が上昇すると塩化物と塩素酸塩に不均化⁵⁾するため、今回は次亜塩素酸イオン(ClO⁻)を塩素酸イオン(ClO₂⁻)として間接的に測定するサプレッサー方式による電気伝導度検出器付きIC法を用いることにした。

NaClOの標準液のイオンクロマトグラム及び検量線を図1, 2に示した。

除蛋白-遠心分離処理したNo.1~7の試料からは、いずれからもClO₂⁻が検出されなかった。

透析抽出処理したNo.1~7の試料からも、除タンパク遠心分離処理した場合と同様に検出されなかった (図1)。

透析時間によってはNaClOが揮散する恐れが考えら

表 2 IC の 測 定 条 件

ガードカラム	DIONEX AG 4 A 4×50mm
分離カラム	DIONEX AS 4 A 4×250mm
カラムオープン温度	35°C
検 出 器	電気電動率 (DIONEX CDM) 以下 EC と略す。
溶 離 液	1.8mmol/l Na ₂ CO ₃ 1.7mmol/l NaHCO ₃
流 量	1.5ml/min

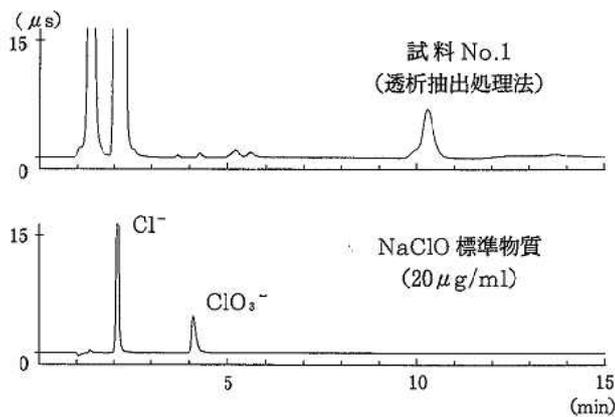


図1 イオンクロマトグラム

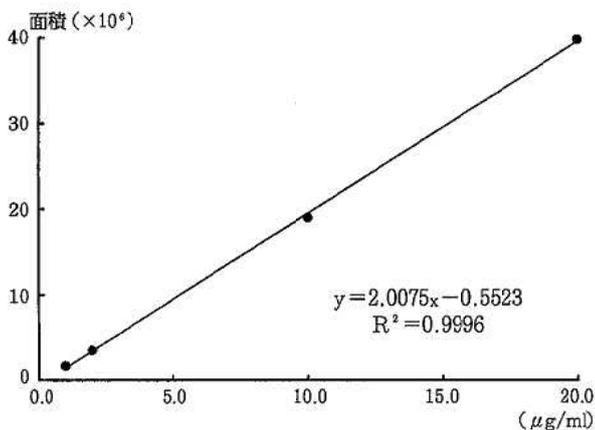


図2 NaClOの検量線

れたので、No. 4の試料50mlにNaClOを10mg添加し、透析外液を試験したところ、回収率は116%であった。2・3(2)イに示した透析条件では、NaClOは揮散することなく牛乳中のカゼイン等と分離できた。

2・5 まとめ

(1) 混入したNaClOの測定の前処理として、除蛋白処理及び透析抽出処理を適用したが、測定液は共に薄茶色を呈しており、オルトリジン法では判別が困難であった。

(2) NaClOをClO₃⁻として間接的に測定するIC法により、牛乳に添加したNaClOを試験できた。

(3) 苦情品、回収品等のコーヒー牛乳からはNaClOが検出されなかった。苦情品中のNaClO含有量が極微量であったか、搬入中に揮散した可能性も考えられた。

3 溶剤混入による異臭牛乳

3・1 苦情の概要

(1) 発生年月日：平成11年4月23日

- (2) 発生場所：F県
- (3) 品名：成分無調製牛乳
- (4) 包装形態：ゲブルパック（ポリエチレン樹脂によるラミネート）
- (5) 申立人：主婦（1人）
- (6) 申立内容：
 - ・4月17日にY社の成分無調製牛乳を3本購入した。
 - ・そのうち1本を異臭がしたが飲んだ。
 - ・4月22日に上記の消毒剤混入事故報道を見て、心配になりK保健所に連絡した。
- (7) 被申立人：Y社
- (8) 受理保健所：F県K保健所及び石川県石川中央保健所

(9) 保健所の対応：

K保健所の対応

- ・臭気の官能試験を実施し、申立人宅で保管されていた当該品の残品2本共に、薬品臭を確認した。

- ・製造工場の所在地を管轄する石川中央保健所に、F県衛生指導課を通じて連絡した。

- ・苦情申立者には健康被害の症状はみられなかった。

石川中央保健所の対応

- ・製造工場に立ち入り検査を実施した。

- ・臭気と味覚の官能試験を実施し、苦情品からかなり強いシンナー臭と異味を確認した。しかし、同一ロットの工場保管品には異常がなかった。

- ・申立人以外の人からは苦情がなかった。

- ・原料乳の受け入れから製品を保管する冷蔵庫までの全工程を調査したが、薬品が製造工場内で混入する要因は認められなかった。

(10) 発生要因の推定

苦情申立人は、塗装業を自宅で営んでおり、購入した牛乳を自宅で保管中に同一場所にあった塗装の溶剤が紙パックを透過し、牛乳を汚染したと推察された。

3・2 試料

試験に用いた試料は表3に示した。対照品は、品質保持期限が苦情品より約1週間後に製造されたY社の同一製品とした。

3・3 原因物質の検索試験

(1) 簡易試験

試料を共栓付き三角フラスコに入れ、加熱せず直接臭いを嗅ぐ臭気の官能試験を実施した。

(2) 定性試験

定性試験法として、ヘッドスペースガスクロマトグラフ質量分析法（以下H-GC/MS法と略す）を用いた。スキャンモードで測定されたマスプロトグラムをNISTのライブラリーで照合し、試料中に含まれている

表 3 検 体 名

検体番号	種 類	製 造 者	搬入年月日	品質保持期限	搬入状態	収去場所
No. 1	苦情品	Y乳業(株)	1999年4月23日	1999年4月23日	開封	K保健所
No. 2	保管品	“	“	“	密封	北陸工場試験室
No. 3	対照品	“	“	1999年4月30日	“	“

表 4 GC-FID の 測 定 条 件

カラム	DB-5 0.53×30m, 膜厚1 μm
Col.Temp	40°C(5 min) → 5°C/min → 60°C (7 min) → 20°C → 230°C (5 min)
Inj.Temp	280°C
Det.Temp	280°C
注入方法	スプリットレス (2 min) スプリットレス比 1 : 5
Flow.Press	15 kPa
Flow	37ml/min

物質を特定した。

(3) 定量試験

定量試験法として、溶媒抽出ーガスクロマトグラフ法(以下S-GC法と略す)及びヘッドスペースーガスクロマトグラフ質量分析法(以下H-GC/MS法と略す)を用いた。

試験項目は、(2)の定性試験結果を踏まえて酢酸ブチル、トルエン、o-キシレン、m-キシレン、p-キシレン及びエチルベンゼンとした(以下、それぞれBA, To, o-Xy, m-Xy, p-Xy, EBと略す)。

BAとEBの混合標準液は、以下の標準物質をメタノールで1,000 μg/mlの標準原液に希釈後、さらにメタノールで希釈し、1, 10, 100 μg/mlの濃度のものを調製した。

BA : 和光純薬(株)製特級 (99.0%以上)

EB : 東京化成(株)製特級 (99.0%以上)

To, o-Xy, m-Xy及びp-Xyの混合標準液は、東京化成(株)製揮発性有機化合物混合標準液1,000 μg/mlを、メタノールで希釈して調製した。

ア S-GC法

(ア) 内部標準法

試料40mlにヘキササン8ml, 内部標準液(n-プロピルベンゼン10,000 μg/ml) 0.8mlを加え、振とう10分間、3,000rpmで遠心分離を10分間した後、上澄み液を測定液とし、GC-FIDで測定した。GC-FIDの測定条件を表4に示した。

イ H-GC/MS法

(ア) 内部標準法

希釈水として市販のナチュラルミネラルウォーターエビアン(原産国フランス、以下、エビアン水と略す。)を用いて、No.1の250, 500, 5,000倍希釈試験液、No.2及びNo.3の試験液それぞれ10mlに、

内部標準液のp-プロモフルオロベンゼン(以下、PFBと略す。)1,000 μg/mlを1 μl加え試験に供した。

また、No.1については、No.3の牛乳を用いて500倍に希釈し、同様に試験した。

(イ) 標準添加法⁶⁾

No.1の試料をエビアン水で5,000倍に希釈した希釈試験液10mlに、PFB1,000 μg/mlを1 μl及び混合標準液0~1,000 μg/ml(m-, p-Xyの場合0~2,000 μg/ml)を1 μlそれぞれ加え、内部標準法で試験した。

測定機器及び測定条件は、前報¹⁾と同じである。

なお、定量方法は、PFBの面積に対する各物質のピーク面積比(以下、ピーク面積比と略す。)を求め、このピーク面積比に近い標準物質を用いる1点検量とした。

3・4 結果及び考察

(1) 簡易試験

臭気の官能試験では、No.1から強い溶媒臭が確認された。

(2) 定性試験

No.1の試料には、BA, To, o-Xy, m-Xy, p-Xy, EBが含まれていた。

(3) 定量試験

S-GC法の試験に際して、抽出溶媒や内部標準物質を選定するために、これらの物質が試料に含まれていないこと、また試験対象物質の妨害にならないことを予めヘッドスペース法による定性試験で確かめた。

S-GC法とH-GC/MS法で試験したNo.1~3の試験結果を表5及び表6に示した。

対照としたNo.2及びNo.3にはTo等の物質は含まれていなかった。しかし、苦情品のNo.1には、S-GC法ではTo, BA, EB, Xyが55.4, 14.1, 17.8, 34.5 μg/g, 標準添加によるH-GC/MS法(No.1-5)では37.4, 12.5, 29.8, 32.9 μg/gが含まれ、測定方法によりTo等の含有量が若干異なるものの、これらの物質によって苦情牛乳は汚染されていた。

また、H-GC/MS法の試験では、標準添加法以外に内部標準法で苦情品のNo.1を試験した。

内部標準法に供する試験液は、No.1をエビアン水及び対照品のNo.3で250~5,000倍に希釈した。

表6に示したように、To及びBAでは希釈倍数により検量線の1次回帰式の範囲からはずれ、外挿しなければならぬ試験液もみられ、測定値に大きなバラツキがみられた。

このようなことから、内部標準法で試験する場合、試料中に含まれる各物質濃度がそれぞれ異なるので、各物質の検量線の内挿範囲に収まるように希釈試験液を調製し、定量することの必要性を感じた。

表5 S-GC法による測定結果

保 持 時 間				13.4 min	15.71 min	17.2 min	17.4 min	17.9 min	備 考
牛乳の 検体番号	測定方法	抽出液	濃縮倍数	トルエン ($\mu\text{g/g}$)	酢酸ブチル ($\mu\text{g/g}$)	エチルベンゼン ($\mu\text{g/g}$)	m, p-キシレン ($\mu\text{g/g}$)	o-キシレン ($\mu\text{g/g}$)	
No. 1	内部標準法	ヘキサソ	5倍	55.4	14.1	17.8	34.5		
No. 3	内部標準法	ヘキサソ	5倍	0.05未満	0.1未満	0.05未満	0.05未満		

表6 H-GC/MS法による測定結果

保 持 時 間				14.2 min	15.1 min	16.3 min	16.5 min	17.0 min	備 考
牛乳の 検体番号	測定方法	抽出液	濃縮倍数	トルエン ($\mu\text{g/g}$)	酢酸ブチル ($\mu\text{g/g}$)	エチルベンゼン ($\mu\text{g/g}$)	m, p-キシレン ($\mu\text{g/g}$)	o-キシレン ($\mu\text{g/g}$)	
No. 1-1	内部標準法	ヘキサソ	250倍	*73.2	15.6	32.8	41.4	9.62	苦情品 (1~1,000ng添加)
No. 1-2			500倍	*63.9	12.9	31.9	38.7	8.47	
No. 1-3			5,000倍	42.2	13.1	21.9	26.2	5.27	
No. 1-4		No.3の牛乳	500倍	*167	*136	45.3	44.2	10.50	
No. 1-5	標準添加法	エビアン水	5,000倍	37.4	12.5	29.8	27.3	5.61	
No. 1	内部標準法	なし	1倍	0.01未満	0.03未満	0.01未満	0.01未満	0.01未満	保管品(Y乳業株)
No. 3	内部標準法	なし	1倍	0.01未満	0.03未満	0.01未満	0.01未満	0.01未満	コントロール (Y乳業株)

注) *印は、外挿した検量線で計算したことを示す。

表7 ピーク面積 (H-GC/MS法)

測定物質 モニターイオン (m/e)		p-プロモフル オロベンゼン	トルニエン	酢酸ブチル	エチルベンゼン	m, p-キシレン	o-キシレン							
		95, 176	91, 92	56, 61	91, 106	91, 106	91, 106							
種類	検体番号	希釈液	希釈 倍数	ピーク 面積	ピーク 面積	ピーク 面積比								
牛	No. 1-1	エビアン水	250倍	697,400	4,420,800	6.34	27,800	0.040	2,293,900	3.29	2,403,600	3.45	501,800	0.72
	" -2	"	500倍	751,200	2,078,000	2.77	12,400	0.017	1,202,900	1.60	1,210,700	1.61	237,800	0.32
	" -3	"	5,000倍	827,200	185,100	0.22	1,380	0.002	123,800	0.15	114,800	0.14	24,100	0.03
	" -4	牛乳 (No.3)	500倍	27,200	196,400	7.21	4,750	0.174	61,900	2.28	50,100	1.84	10,600	0.39
乳	No. 2	—	1倍	30,400	2,800	0.09	480	0.016	7,200	0.24	3,960	0.13	1,570	0.05
	No. 3	—	1倍	28,000	4,800	0.17	530	0.019	5,560	0.20	2,960	0.11	560	0.02
No. 1-2 / No. 1-4 (500倍希釈)				27.6	10.6	0.4	2.6	0.1	19.4	0.7	24.2	0.9	22.4	0.8
標準液	STD-1 (100 $\mu\text{g/ml}$)	—	—	764,100	202,500	0.27	—	—	—	—	404,800	0.53	181,800	0.24
				761,400	—	—	4,830	0.006	259,900	0.34	—	—	—	—
	STD-2 (1,000 $\mu\text{g/ml}$)	—	—	903,900	1,955,800	2.16	—	—	—	—	3,765,400	4.17	1,689,700	1.87
				789,700	—	—	50,700	0.064	1,981,900	2.51	—	—	—	—

No. 1 の試料を牛乳及びエビアン水で希釈した場合に、含有物質の揮散量の違いについて調べた。

牛乳で希釈した試験液 (No. 1-4) に対するエビアン水で希釈した試験液 (No. 1-2) のピーク面積比は、PBFB, m, p-Xy, o-Xy, EB, To, BA がそれぞれ27.6, 24.2, 22.4, 19.4, 10.6, 2.6であった。これらの結果から、今回試験した物質は、エビアン水からよりも牛乳からは2~28倍揮散しにくく、中でもベンゼン環を有するPBFB等の物質は特に揮散しにくかった (表7)。

このため、試料の希釈液と標準液の調製用溶媒は、同一のものを使用し定量する必要があると考えられ、今回の場合、試料の希釈液と標準液の調製用溶媒として牛乳よりエビアン水の方が好ましいことが示唆された。

3・5 まとめ

(1) 苦情牛乳は、To, BA, EB, o-Xy, m-Xy及びp-Xyの溶剤によって汚染されていた。

(2) 牛乳をH-GC/MS法で試験する場合、試料の希釈液と標準液の調製用溶媒は同一のものを使う必要があり、希釈液として牛乳よりエビアン水を使用した方が、物質が揮散しやすく好ましかった。

(3) 試料中の物質が高濃度の場合、希釈倍数の異なる試験液を複数個用意し、検量線の範囲内に入る試験液の測定面積比で定量することが、正確で迅速な試験につながった。

4 金属臭を呈する黄桃缶詰

4・1 苦情の概要

- (1) 発生年月日：平成11年5月9日
- (2) 発生場所：石川県松任市
- (3) 品名：黄もも・シロップづけ
- (4) 包装形態：缶詰 (外国産 (C国))
- (5) 申立人：年輩の男性消費者 (1人)
- (6) 申立内容：
 - ・「にがいような味や金属臭」がする。
 - ・喫食中に異常を感じた。
 - ・缶詰は1年以上前に5缶もらい、3缶はすでに喫食済みであった。それらの喫食時は特に異常は感じなかった。
- (7) 受理保健所名：石川中央保健所

表8 検体の種類

番号	種類	産地国
No. 1	苦情品 缶詰	外国産
No. 2	苦情品と同一缶	"
No. 3	対照の缶詰	日本産

(8) 保健所の対応：

- ・味覚試験では、収斂味と金属臭を感じた。
- ・販売所の所在保健所に調査を依頼した。

(9) 発生要因の推定：

異味の原因は、金属缶から溶出した鉄等の重金属によるものと推察された。

4・2 試料

試験に用いた試料は表8に示した。対照試料は日本製黄桃缶詰とした。

4・3 原因物質の検索試験

(1) 試験項目

試験項目は、鉄、錫、亜鉛、鉛、アルミニウム、カドミウム、銅、マンガン、砒素の9項目とした。

(2) 試験方法

ア 含有量試験：シロップ及び桃の実各10gを硝酸・過塩素酸分解後、ICP法により試験した²⁾。

イ 溶出試験：缶詰の空容器に60°Cのクエン酸溶液を満し、30分間放置後、試料溶液として100ml分取し、含有試験と同様に酸分解後ICP法により測定した³⁾。

4・4 結果及び考察

試験結果を表9に示した。

3検体共、シロップのpHは3.7³⁾で、No. 1の苦情品のpHに異常はなかった。

シロップの含有試験では、鉄とアルミニウムは、No. 1が3.9, 1.6mg/kg, No. 2が3.8, 1.3mg/kg, No. 3が0.1未満, 0.3mg/kgで、苦情品が対照品より高濃度であった。

亜鉛は、No. 1, No. 2, No. 3が1.0, 0.5, 3.7mg/kgであった。

錫は45.1~57.3mg/kgで、特に苦情品が高濃度ということではなかった。その他の金属でも著しい差がみられなかった。

ももの実の含有試験では、No. 1については持ち込み量が十分でなかったので試験できなかった。

錫は、No. 2とNo. 3がそれぞれ28.5, 36.4mg/kgで、その他の金属でも著しい差がみられなかった。

缶の溶出試験では、鉄は、No. 1, No. 2及びNo. 3が2.58, 0.44, 0.05mg/l未満で、開封されていた苦情品のNo. 1が高濃度であった。

錫は、No. 1, No. 2及びNo. 3が25.5, 21.4, 19.5mg/lで著しい差がみられなかった。

亜鉛等のその他の金属についても同様であった。

4・5 まとめ

(1) 苦情品の缶詰のシロップ中の鉄とアルミニウム含有量が対照品より高濃度であった。これらは、缶詰容器の材質によると考えられた。

表 9 缶詰に係る重金属の測定結果

検体名	シロップ(液体)			水道水 質基準	ももの実(固体)			缶詰の缶			食品衛生法 に基づく 規格基準
	No.1	No.2	No.3		No.1	No.2	No.3	No.1	No.2	No.3	
試験項目	含有量試験(mg/kg)			(mg/l)	含有量試験(mg/kg)			溶出試験(mg/l)			(mg/l)
錫 (Sn)	45.1	57.3	50.0	—	—	28.5	36.4	25.5	21.4	19.5	—
鉄 (Fe)	3.9	3.8	0.1 未満	0.3	—	0.7	0.2 未満	2.58	0.44	0.05未満	—
亜鉛 (Zn)	1.0	0.5	3.7	1.0	—	0.4	3.0	0.05未満	0.05未満	0.05未満	—
鉛 (Pb)	0.3	0.2 未満	0.2	0.05	—	0.5 未満	0.5 未満	0.1 未満	0.1 未満	0.1 未満	0.4
アルミニウム (Al)	1.6	1.3	0.3	*0.2	—	0.6 未満	0.6 未満	0.2 未満	0.2 未満	0.2 未満	—
カドミウム (Cd)	0.10	0.05未満	0.05未満	0.01	—	0.1 未満	0.1 未満	0.03未満	0.03未満	0.03未満	0.1
銅 (Cu)	0.5	0.3	0.1 未満	1.0	—	0.2 未満	0.2 未満	0.05未満	0.05未満	0.05未満	—
マンガン (Mn)	0.29	0.14	0.14	0.05	—	0.11	0.10	0.01	0.01未満	0.01未満	—
ヒ素 (As)	1.0	0.4 未満	0.4 未満	0.01	—	1.0 未満	1.0 未満	0.2 未満	0.2 未満	0.2 未満	0.15
pH	3.7	3.7	3.7	5.8~8.6	—	—	—	—	—	—	—
備 考	開封された苦情品: C国産	未開封品: C国産	日本産	水道水質基準	開封された苦情品: C国産	未開封品: C国産	日本産	開封された苦情品: C国産	未開封品: C国産	日本産	

注) *印は快適水質項目を示す。

(2) 苦情品の金属缶からの鉄溶出量が多く、開封後、鉄が酸化、溶出されやすくなり、これが異味の原因となったのではないかと推察された。

文 献

1) 澤田道和, 大西道代, 中村能則: 石保環研究報告書, 36, 5-11 (1999)
 2) 日本薬学会編: 衛生試験法・注解, 金原出版(株), 東京 (1990)
 3) 武田由比子, 合田幸広, 川崎洋子, 神蔵美枝子, 義平邦利: 食衛誌, 32, 93-97, 1991
 4) 合田幸広, 鈴木淳子, 神蔵美枝子, 義平邦利: 衛生

試験所報告, 107, 105-108, 1989

5) 大木道則, 大沢利昭, 田中元治, 千原秀昭: 化学大事典, (株)東京化学同人, 東京 (1989)
 6) 植村洋子: 食衛誌, 40, 453-454, 1999
 7) 厚生省生活衛生局食品保健課, 乳肉衛生課, 食品化学課監修: 食品衛生法, 新日本法規出版(株), 1077-1079 東京 (1998)
 8) 池辺克彦, 田辺明子: 大阪府立公衛研所報, 食品衛生編第24号, 1-6, 1993
 9) 堀尾嘉友, 岩本喜伴, 小村祥子: 食衛誌, 11, 147-154, 1970

〔資 料〕

平成11年度水道水等水質検査精度管理調査結果について

石川県保健環境センター水質科学部 初瀬 裕・原田 由美子・柴野 昭
 石川県保健環境センター感染症部 芹川 俊彦

キーワード：飲料水，精度管理

1 はじめに

石川県では、厚生大臣指定機関、水道事業者、保健所等公的機関を対象に日常分析業務の点検、測定上の問題点の発見や改善及び測定技術の向上に役立てることを目的として、昭和58年度から飲料水の水質分析に関する精度管理を行ってきた。¹⁾²⁾³⁾また、平成5年11月策定の「石川県水道水質管理計画」に基づき検査精度管理を行っている。

平成11年度は機器分析の種類ごとに1項目以上を選定することとし、色度、ナトリウム、鉄、農薬2物質（シマジン、チオベンカルブ）及び糞便性大腸菌群数の6項目について、精度管理を行った。以下にその結果を述べる。

2 調査方法

2・1 対象機関

厚生大臣指定機関3機関、水道事業者3機関、公的機関5機関及び保健環境センターの計12機関を対象とした。

2・2 測定項目及び測定方法

色度、ナトリウム、鉄、農薬2物質（シマジン、チオベンカルブ）及び糞便性大腸菌群数の6項目を測定項目とした。測定方法を表1に示す。

2・3 試料

色度及び糞便性大腸菌群数の試料は環境水を用い、他の項目の試料は標準品を希釈して調整した。（表2）ナトリウム、鉄及び農薬2物質については、調整溶液を1,000倍に希釈して測定に供することと指定した。

3 結果及び考察

測定結果を表3、表4に示す。

疑わしい値についてはGrubbsの方法で検定を行い、危険率5%で異常値とし棄却した。

3・1 色度

平成10年度水道水等水質検査精度管理³⁾において、色度はばらつきが非常に大きい結果であった。そのため、今年度は遠心分離条件を遠心力1,500×g、遠沈管容量50ml、遠心時間10分と統一し測定を行った。変動係数は10%以下とばらつきが少なく、良好な結果となった。

3・2 鉄

Grubbsの方法で検定を行った結果、棄却データが2件あった。変動係数は10%以下と概ね良好な結果が得られた。

フレームレス-原子吸光光度法及びICP-MS法で棄却データが各々1件あった。

表1 測定項目及び測定方法

測定項目	測定方法
色度	透過光測定法
鉄	フレームレス-原子吸光光度法、ICP法、吸光光度法
ナトリウム	フレームレス-原子吸光光度法、ICP法、フレーム-原子吸光光度法
シマジン	固相抽出-ガスクロマトグラフ質量分析法
チオベンカルブ	固相抽出-ガスクロマトグラフ質量分析法
糞便性大腸菌群数	疎水性格子付きメンブランフィルター法

Interlaboratory Comparison of Water Quality Measurements. by HATSUSE Yuh, HARADA Yumiko, SHIBANO Akira and SERIKAWA Toshihiko* (Water Quality Science Department and Infectious Disease Department*, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

表 2 配 布 試 料

項 目	試 料 の 概 要
色 度	大日川の表層水
鉄, ナ ト リ ウ ム	鉄 200mg/L, ナトリウム90,000mg/L となるように, 1%硝酸に塩化ナトリウム及び鉄標準溶液を添加したもの(この溶液を1,000倍に希釈して測定に供することと指定した)
シマジン, チオベンカルブ	シマジン2.5mg/L, チオベンカルブ5.0mg/L となるようにアセトンに溶解したもの(この溶液を1,000倍に希釈して測定することと指定した)
糞便性大腸菌群数(試料1)	河川水に, 約350個/100mL となるように大腸菌培養液を添加したもの
糞便性大腸菌群数(試料2)	滅菌河川水に, 約1,500個/100mL となるように大腸菌培養液を添加したもの

表 3 理 化 学 試 験 項 目 の 測 定 結 果

	色 度	鉄	ナトリウム	シマジン	チオベンカルブ
測定実施機関	12機関	12機関	7機関	7機関	7機関
棄却データ数	なし	2件	2件	なし	なし
設定濃度(mg/L)	—	0.2	90	0.0025	0.0050
平均	5.2	0.20	88	0.0022	0.0034
標準偏差	0.5	0.01	3	0.0005	0.0008
変動係数(%)	9.6	5.0	3.4	22.7	23.5
最大値	6.2	0.22	92	0.0028	0.0046
最小値	4.6	0.18	83	0.0016	0.0025

表 4 糞便性大腸菌群数の測定結果

機 関	糞便性大腸菌群数(個/100mL)	
	試料 D	試料 E
1	6.2×10 ²	1.7×10 ³
2	4.4×10 ²	1.6×10 ³
3	—	—
4	6.3×10 ²	1.2×10 ³
5	5.6×10 ²	1.7×10 ³
6	6.5×10 ²	1.2×10 ³
7	4.5×10 ²	1.4×10 ³
8	6.6×10 ²	1.6×10 ³
9	5.1×10 ²	1.3×10 ³
10	5.6×10 ²	1.6×10 ³
11	9.0×10 ²	1.5×10 ³
12	6.2×10 ²	1.5×10 ³

フレームレス-原子吸光度法の棄却データについては、検量線や測定条件で特に問題が見られなかったため、希釈時点での誤差の可能性が考えられる。

ICP-MS法での測定結果については、設定濃度より低い値となっているが、これは共存するナトリウムの影響でイオン化効率が悪くなったためと考えられる。測定時に使用する内部標準物質を検討して測定にあたれば、改善されると思われる。

3・3 ナトリウム

Grubbsの方法で検定を行った結果、棄却データが2

件あった。変動係数は10%以下と概ね良好な結果が得られた。

ICP-発光分光分析法及びICP-MS法で棄却データが各々1件あった。

棄却されたデータのうちICP-発光分光分析法での測定結果と設定濃度との差は10%以内であることからさほど問題であるとは考えられない。ICP-MS法での測定結果について1件が棄却されたが、検量線及び測定条件に特に問題が見られなかったため、標準溶液が問題であるか、あるいは希釈時点で生じた誤差の可能性が考えられ、今後検討を要する。

3・4 シマジン, チオベンカルブ

測定結果、回収率、通水速度、脱水方法を表5に示す。結果はばらつきが大きく、特にチオベンカルブの回収率が悪い傾向にあった。

ばらつきが大きく回収率が悪くなる要因としては、以下のことが考えられる。

- (1) 水試料を固相抽出カラムに通す際の流速
 - (2) 溶出時に固相抽出カラム内に残存する水分の影響
- 流速は各機関とも5~20mL/minであり、特に問題があるとは考えにくい。(2)に関する固相カラムの水分を除去する方法は、吸引除去4機関、遠心分離2機関、窒素ページ1機関と機関によって様々であった。今回の結果においては、遠心分離を用いた方法は回収率が悪く、吸引除去の方法では回収率にばらつきが見られた。最も

表 5 シマジン・チオベンカルブの測定結果

機 関	シマジン (mg/L)	回 収 率 (%)	チオベンカルブ (mg/L)	回 収 率 (%)	通 水 速 度 (mL/min)	脱 水 方 法	
1	0.0026	104	0.0034	68	10	吸 引	2 hr
2	0.0024	96	0.0042	84	15	吸 引	15 min
3	—	—	—	—	—	—	—
4	0.0017	68	0.0028	56	10	遠 心	
5	0.0016	64	0.0027	54	20	吸 引	20 min
6	0.0023	92	0.0025	50	5	遠 心	
7	0.0028	112	0.0046	92	10	N ₂ パージ	
8	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—
12	0.0021	84	0.0038	76	10	吸 引	1 hr

回収率が良かったのが窒素パージによる脱水除去の方法であった。

固相抽出の条件（流速、通水量など）や水分除去方法については今後検討を要する。

3・5 糞便性大腸菌群数

結果は全機関とも良好であった。

なお、検査結果に僅かなばらつきがみられたが、検査を実施するまでの検体の保存状況の差異によるものと考えられる。

疎水性格子付きメンブランフィルター法の注意点は、正確な培養温度（恒温水層中で44.5°C±0.1°C、24±1時間培養）と集落の数え方（青色の集落を計測；薄い青色は数えるが、灰色がかった青色は数えない）である。今後とも上記のことに十分注意を払い検査を行う必要がある。

4 ま と め

(1) 色度の分析は、濁質除去のための前処理方法を遠心分離に統一し、条件を定めることにより良好な結果が得られた。

- (2) 鉄の分析は、概ね良好な結果が得られた。
- (3) ナトリウムの分析は、概ね良好な結果が得られた。
- (4) シマジン及びチオベンカルブの分析では、棄却データはなかったが、ばらつきが大きく、回収率も悪い傾向にあった。このため、固相抽出カラム内に残存する水分の除去方法をはじめとした諸条件を検討する必要がある。
- (5) 糞便性大腸菌群の計測は、事前に実施した実技演習の効果があり良好な結果が得られた。今後とも、正確な培養温度及び集落の数え方には十分な注意を払う必要がある。

文 献

- 1) 柿本 均・加藤充哉・矢田峯子・西川孝蔵・川端芳美：石川衛公研年報，26，307—319（1989）
- 2) 澤田道和・柴野 昭・大西道代：石川保環年報，31，226—237（1994）
- 3) 南由美子・初瀬 裕・柴野 昭・米沢由美子・芹川俊彦：石川保環年報，36，43—45（1999）

〔資 料〕

温泉データベースについて

石川県保健環境センター水質科学部

初瀬 裕・原田 由美子
翫 幹夫・柴野 昭

キーワード：温泉，データベース

1 はじめに

温泉データベースは、平成8年度地方衛生研究所機能強化モデル事業における情報の受・発信機能強化の一環として保健環境センター内の情報の共有化を図るためのデータベースのプロトタイプとして構築した。

以下にこのシステムの概要を記す。

2 システムの概要

本システムは、所内 LAN 上で動作し LAN の端末から使用でき、対話形式でデータの入力・検索・出力ができるようになっている。作製ソフトはマイクロソフト社の Access 95 を用いている。また、センター内の情報共有を促すデータベース作製の参考になるように、マクロなど内部構造を見ることができるようになっている。データベースの機能を表1に、システムの構成を図1に示す。

2.1 データ

データベースには、県内の温泉について昭和27年度からの約400件、約70項目が登録されており、新規及びおおむね10年ごとに行われる再分析のデータが格納されている。対話形式でデータ入力を行う仕組みと、Excel で入力したデータをマクロで Access へインポートする仕組みが組み込まれている。しかし、逆にデータを別のソフトウェアで使用できるようなファイルにエクスポートする機能はなく、この蓄積されたデータを用いての解析は簡単には行えない。

2.2 データベースの機能

本データベースには、「検索」、「詳細」、「入力」及び「マスターメンテナンス」のメニューを用意している。(図2)各機能の紹介を以下に記す。

(1) 「検索」機能

試験日、掘削地及び泉質をキーとして、温泉名、泉質、湧出地や試験日の一覧が検索表示できる(図3)。また、各温泉の分析書の印刷ができるようになっている。なお、温泉の分析は依頼試験であり、個人情報に当たるため、担当者以外がアクセスできないようにパスワードで保護している。

(2) 「詳細」機能

温泉名や温泉の成分により、昇順あるいは降順でデータを一覧表示(図4)でき、温泉分析書の印刷が行える。しかし、ここでも温泉分析書に記載してあるすべてのデータを一覧で見ることができると、担当者以外がアクセスできないようにパスワードで保護している。

(3) 「入力」機能

データの新規入力、更新、削除が行える。(図5)

(4) 「マスターメンテナンス」機能(図6)

和暦の登録、泉質の登録やパスワードの変更などができ、泉質名の変更などに対応できるようになっている。

「入力」及び「マスターメンテナンス」でも、勝手にデータを操作できないように、パスワードで保護している。

3 ま と め

登録されているデータが温泉のデータという特殊性から、保健環境センター内の情報の共有化を図るという目的には更に検討を要す。しかし、温泉分析担当部署においては、再分析の時の参考として過去のデータを検索したり、また、ある地域の水質の基礎データとして用いたりと有効に活用している。

このデータベースに対する問題点としては、以下のことがあげられる。第1には、Access 95により作製されていることにある。OSが新しくなった時にどこまで

Access 95がサポートされるのか。また、Access の最新バージョンは現在 Access 2000であり、Access は旧バージョンのファイル形式を新バージョンのファイル形式に強制的に書き換えてしまう。このとき、新バージョンが旧バージョンの機能をサポートしていないと使用できなくなる可能性がある。

第2には、SO₄²⁻などのイオンの添字（例えば、⁴⁻²⁻）

の表示を外字により行っている点にある。LAN 上の端末でも外字を登録していない端末では文字が正しく表示されない。

現在のシステムは内部向けのシステムであり、一般に公開できるものではないが、今後、一般の温泉利用に対する情報提供ができるシステムへ移行させたい。

表 1 データベースの機能

機 能 名	機 能 概 要
検 索	抽出条件に合致する温泉情報の一覧を表示する。
	分析書印刷
詳 細	登録されている温泉情報を任意の項目で昇順または降順で一覧に表示する。
	分析書印刷
	一覧表印刷
入 力	温泉情報を新規入力/更新/削除する。 新規入力/更新の場合は分析書の印刷も行える。
	温泉情報を登録する時に必要な基本情報を登録する。
マスタメンテナンス	和 暦
	市 区 町 村
	分 析 機 関
	泉 質
	泉 質 別 禁 忌 症
	泉 質 別 適 用 症
	パ ス ワ ー ド
パスワード入力	データ保護のため、パスワードを入力する。

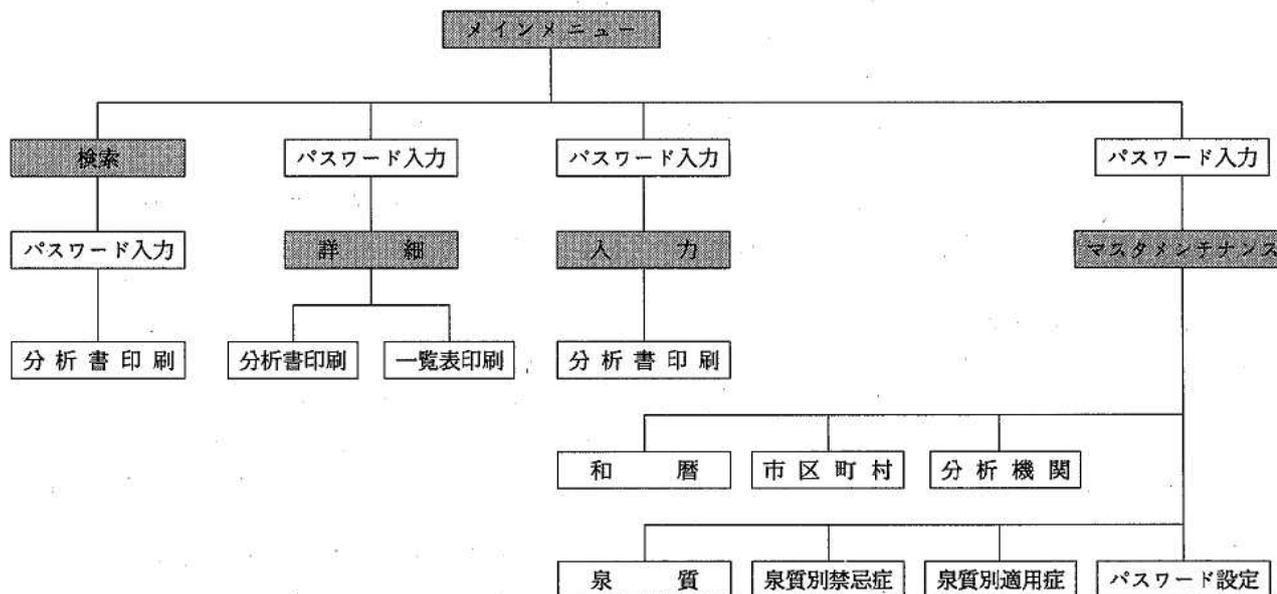


図 1 システム構成図

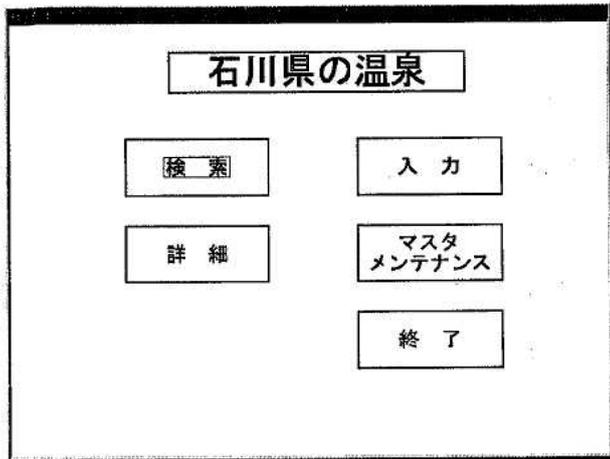


図2 メインメニュー

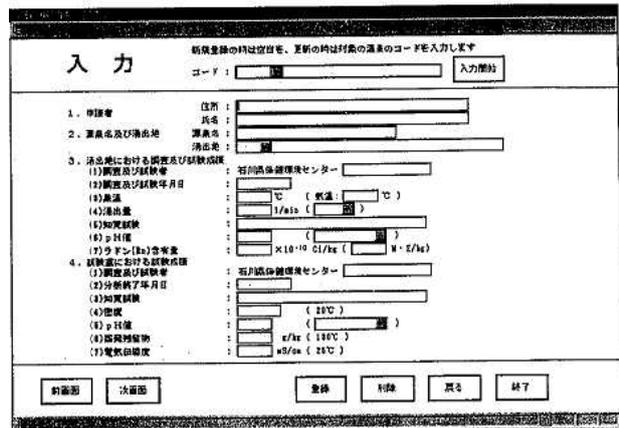


図5 データ入力画面

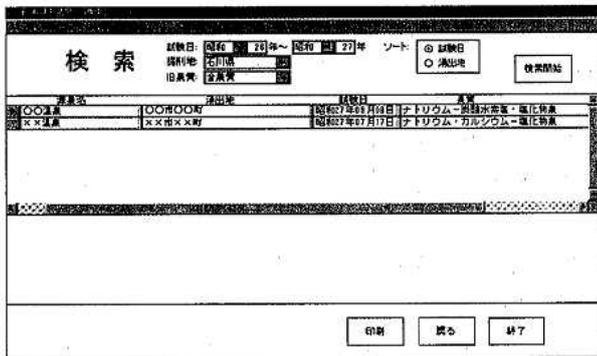


図3 検索結果の画面

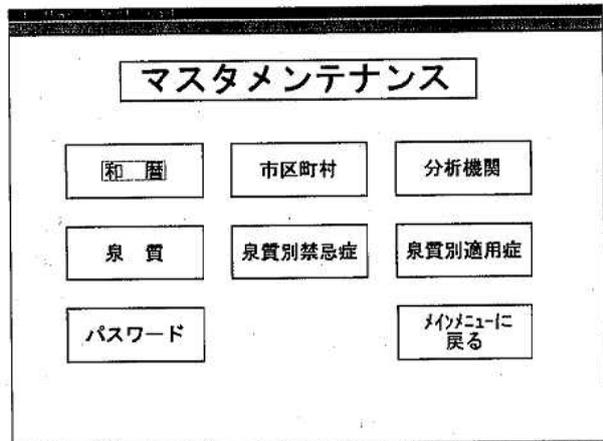


図6 マスターメンテナンスメニュー

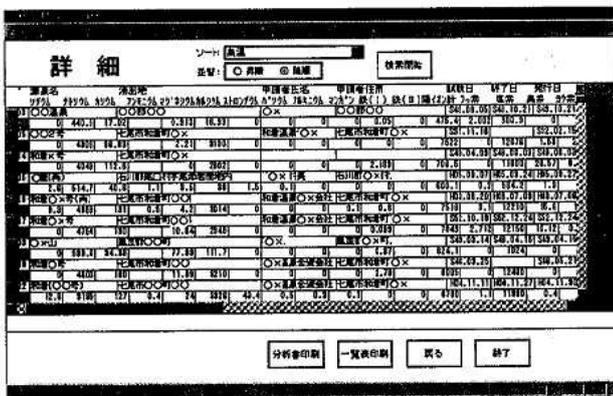


図4 詳細の検索結果

〔資 料〕

環境汚染事件における緊急時対応事例

—— 漂着ポリ容器内容物の検査体制について ——

石川県保健環境センター漂着ポリ容器内容物検査チーム，化学物質・大気科学部 牛島 茂

キーワード：緊急時，漂着物，環境汚染事故

1 はじめに

平成12年3月中旬，日本海側の島根県から新潟県の沿岸にかけて内容物が不明のポリ容器が多数漂着した。

本県でも3月18日以降，加賀市から輪島市に至る7市10町の海岸一帯にかけて，色や形の異なる多数のポリ容器が漂着し，海岸を散策している県民に大きな不安を与えた。

県民からの通報を受けた市町や消防本部では，住民に「ポリ容器を見つけても触らないよう，また，内容物を確認するため蓋やキャップを開けないように」注意を促すとともに海岸線を巡回し，ポリ容器の回収を行った。

その結果，3月18日～21日までの4日間で3,269個（海上保安部回収分49個を含む。）にも及ぶポリ容器が回収され，保健環境センター（以下，センターと略す。）が内容物の安全確認の検査を行うこととなった。

2 センターにおける緊急検査体制

センターに対して緊急検査の指示がなされたのは，祝日を含む3連休の初日（土曜日）の午後であったが，同日夕刻には所長以下約20名の職員が招集された。

緊急招集された職員は，平成9年の「ロシアタンカー油流出事故」において重油関係の検査に従事した職員，水質分析経験者及びイオンクロマトグラフ（IC），ガスクロマトグラフ（GC），高速液体クロマトグラフ（LC）等の機器操作に習熟した職員であった。

3 漂着ポリ容器の緊急検査

保健所からセンターに搬入された23個のポリ容器には

保健所により内容は異なるものの予備的な検査結果が付記されていた。

これに加えてセンターでも，内容物をビーカーに分取して目視した結果，水状試料と油状試料に大別されたので，以下の4グループに区分し検査チームを構成することとした。

- (1) 水状の試料を検査するチーム。
- (2) 水状の試料で塩素臭が著しい試料を検査するチーム。
- (3) 油状の試料を検査するチーム。
- (4) 水状の試料中の毒物を検査するチーム。

なお，このうちの(2)と(4)は同一チームで実施することとした。

4 検査チームの作業内容

検査にあたっては，迅速性を重視する観点から，検査の精度としては通常的环境分析での水準である ppm，ppb のオーダーを目指すのではなく，あくまで定性的なレベルを目標に以下のレベルで実施した。

(1) 水状試料の検査

- ・酸またはアルカリかどうか。
- ・海水の混入したものかどうか。
- ・過酸化水素が混入していないか（ポリ容器にそのような表示のあるものがあった。）。
- ・次亜塩素酸ナトリウムが混入していないか（保健所からの持ち込みにあたり，そのような記載があった。）。
- ・毒物混入の可能性がないか。

(2) 油状試料の検査

- ・重油，ガソリン，機械油のいずれなのか。

A Report of Urgent actions at an Accident of Environmental Pollution. — Special Examinations of Contents in Plastic Driftages —. by USHIJIMA Shigeru (A Temporary Examination Team of Contents in Plastic Driftages. Chemicals and Atmospheric Environmental Department)

・あるいは、別の種類のものか。

5 検査結果

検査方法を表-1, 検査結果を表-2に示す。

(1) 水状試料について

・各試料について海水の標準的な電気伝導度 (EC), pH, 塩化物イオン (Cl⁻), 硫酸イオン (SO₄²⁻), ナトリウムイオン (以下Na⁺), 硝酸イオン (以下NO₃⁻) 及び [Cl⁻/Na⁺] と比較を行った。

結果, 試料No.10は, 高濃度の塩酸, 試料No. 3は希硫酸と判定した。

他の多くは海水が容器に混入したものと判定した。

(2) 油状試料について

試料のパラフィン類のガスクロマトグラムのパターンを, 重油, 灯油, ガソリン, 機械油のパターンと比較した結果, 試料No. 8, 11, 14, 17, 22は廃重油, 試料No.12, 15, は廃機械油と判定した。

試料No. 4, 7はいずれのパターンとも類似性がなく詳細は不明であった。(容器に添付されていたラベルにはグリース除去剤と表示。)

6 まとめと今後の課題

本県は日本海側に突き出た長い海岸線を有することから, ロシアタンカー油流出事故や今回のような漂着物事

件が今後も繰り返して発生することが予想され, このような見地から, 今回の経験を有効に活用した体制作りが以下のような点で必要と考えられる。

(1) 緊急時の職員招集体制について

センターでは, 日頃から所長, 次長を中心に部室長から各職員への緊急連絡体制を構築しており, 今回の事例では3連休にもかかわらず, その機能を果たすことができた。

平素からこのような事例に迅速に対応するためは, 緊急呼集訓練等を定期的実施しておくことが有効と思われる。

(2) 検査の即応体制について

ア 保健所における検査等について

今回の事例では, 各保健所で予備的な検査(目視を含む。)が行われ, その結果を添付して試料が持ち込まれたが, 検査内容, 報告記載方法がまちまちであった。

今後は, 事例発生の際初動時においてもセンターとして関わることにより, 現場におけるスクリーニング事項や報告様式の一元化を図ることが, より合理的と考えられた。

イ センター内の体制について

今後も発生が予想される類似事例に対処するには, 未知物質検査に対する基本パターンをマニュアル化しておくことが有効と考えられる。

表 1 日本海沿岸漂着ポリ容器内容物の試験・検査方法

試料	水 状 試 料		油 状 試 料	水 状 試 料 毒 物 検 査
	酸・アルカリ検査	次亜塩素酸検査		
簡易検査	1. 内容物の量確認 2. 嗅覚による検査 3. 色, 濁りの目視	1. 内容物の量確認 2. 嗅覚による検査 3. 色, 濁りの目視 4. オルトトリジン溶液に対する呈色反応 5. 硝酸銀溶液に対する呈色反応	1. 内容物の量確認 2. 嗅覚による検査 3. 色, 濁りの目視 4. 燃焼検査 (可燃性, 引火性) 5. 溶解性検査 ・ヘキサン ・ジクロロメタン ・エタノール ・水	1. シアン化合物(簡易検査) ① ベルリンブルー法による呈色反応検査 ② ピクリン酸法による呈色反応検査 2. アジ化ナトリウム(機器分析) 加圧ゲル濾過後, イオンクロマトグラフィー(IC) 3. 砒素化合物(機器分析) 水素化物-ICP-AES法 4. 過酸化水素(簡易検査法) 酢酸エチル-重クロム酸カリによる呈色反応検査
機器分析	1. EC 2. pH 3. Cl (IC) 4. SO ₄ (IC) 5. Na (IC) 6. NO ₃ (IC)	1. EC 2. pH 3. Cl (IC) 4. SO ₄ (IC)	1. GC (FID) (ヘキサン抽出液)	
判定方法	塩素イオン, 硫酸イオン, Cl/Na, ECを平均的な海水と比較して判断	簡易検査の呈色反応の結果及びClO量で反応	重油, 灯油, ガソリン, 機械油の典型的なクロマトパターンと比較し判定	

表2 「沿岸漂着ポリ容器」内容物検査結果一覧

No.	外観	粘性	臭気	pH	電気伝導度	過酸化水素	アジ化トリウム	シアン	ヘキサセン	溶解性(ヤンフォルム)	エタノール	蒸留水	ホルトリジン	硝酸銀溶液	塩素イオン	硫酸イオン	Naイオン	判	定
						検出されず	検出されず	検出されず	検出されず	検出されず	検出されず	検出されず	検出されず	との反応	単位: ppm	単位: ppm	単位: ppm		
1				7.8	45.6	検出されず	検出されず	検出されず	検出されず						19,000	2,600			海水
2				7.5	47.0	検出されず	検出されず	検出されず	検出されず						19,000	2,500			海水
3				1.0	125.0	検出されず	検出されず	検出されず	検出されず						3,700	47,000			希硫酸
4	淡黄色	粘濁	アミン臭							溶解	底に分離	表面に分離							不明(グリシ除油剤表示ラベネ脱付)
5	濁り有り									僅かに白色	白色, 油状	白色							(砂のため, 検査せず)
6				7.8	46.5	検出されず	検出されず	検出されず	検出されず						19,000	2,600			海水
7	黄土色	粘濁	アミン臭							溶解, 微黄色	溶解, 微黄色	表面に分離							不明 (No.4 類似内容物)
8	黒色	油状, 粘濁	油臭							黒色で分散	黒色で分散	表面に分離							廃重油
9				7.7	47.8	検出されず	検出されず	検出されず	検出されず					陰性	19,000	2,600			海水
10	無色透明		刺激臭(塩酸臭)	1.6 (100倍希釈)		検出されず	検出されず	検出されず	検出されず					白濁	330,000	検出せず			濃塩酸
11	油状	粘性++	油臭							可溶(黒色)	溶解が黄色に	不溶							廃重油
12	油状	粘性++	油臭							可溶	不溶	不溶							廃機油
13	油が分散,			4.9	49.5					可溶(黒色)	溶解が黄色に	不溶			18,500	3,280	10,500		海水+希硫酸
14	油状	粘性++	油臭							可溶(黒色)	溶解が黄色に	不溶							廃重油
15	油状	粘性++	油臭							可溶(黄色)	溶解が黄色に	不溶							廃機油
16	油が分散,			8.1	41.3					可溶(黄色)	溶解が黄色に	不溶			14,500	1,900	8,550		海水
17	油状	粘性+++	油臭							可溶(褐色)	可溶	不溶							廃重油
18	水様, 黄色		微臭	6.6	10.1					可溶(褐色)	可溶	不溶			3,100		1,870		海水の混入
19	水様		腐敗臭	7.6	47.5					可溶	可溶	可溶			18,400		9,980		海水
20	油状	粘性なし	ガソリン臭							可溶	可溶	可溶							廃ガソリン
21	油状	粘性なし	ガソリン臭							可溶	可溶	可溶							廃ガソリン
22	油状	粘性+++	油臭							可溶(黒色)	不溶	不溶							廃重油
23	水様		樹脂臭	7.8	48.2										20,540		11,400		海水

平成10年度石川県沿岸海域で採取した海水試料の平均 pH, 電気伝導度 (EC) は EC = 47.8mS/cm (41.8~49.9) pH = 8.0 (7.9~8.4) ・海水中の塩素イオンの濃度: 19,000ppm, 硫酸イオンの濃度: 2,700ppm

ちなみに、今回実施した毒物関係検査については、厚生省補助事業で迅速分析方法の検討を進めていたことが極めて有効に機能したことから、環境汚染に対しても同様の検討を進めることが重要である。

その他の問題点としては、検査に使用する機器類は休

日であってもこのような事例に迅速に対応出来るよう汎用性の高いものについて各種ごとに最低1台は常時通電し、使用可能な状態を保つことも検討が必要と考えられた。

〔資 料〕

石川県沿岸海域（能登地域）における 有機スズ化合物等の影響調査結果

石川県保健環境センター化学物質・大気科学部
坂本 藤夫・岡 秀 雄
平尾 真規子・牛 島 茂

キーワード：イボニシ，有機スズ化合物，有機塩素系農薬

1 はじめに

船舶や漁網に防汚剤として広く使用されてきた有機スズ化合物が、日本では平成2年にビス（トリブチルスズ）オキシドが「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」の第1種指定化学物質に、トリブチルスズ化合物、トリフェニルスズ化合物が第2種指定化学物質にそれぞれ指定され、生産禁止、使用中止の措置が講じられた。

TBT（トリブチルスズ）化合物やTPT（トリフェニルスズ）化合物がごく低濃度でも腹足類にインボセックスを誘導し、産卵障害をもたらす場合があることから、国立環境研究所の堀口らは環境中に残留する有機スズ化合物によるイボニシ（腹足類の一種）の生態影響を全国的に調査し、その状況を報告している¹⁾。

本資料では、石川県沿岸海域における状況を調査することを目的として、堀口氏の指導のもと、能登地域3地点の巻き貝の一種であるイボニシのインボセックス調査、および周辺海水、底質中の化学物質調査を実施したので、その結果を報告する。

2 調査方法

2・1 調査の概要

検体採取の時期および採取場所は、イボニシが夏季に繁殖期を迎へ子宮が発達して雌雄の判別がつけ易いこと、および生息場所が岩場であることを考慮して、下記のとおりとした。（図1）

- ・平成11年7月6日 珠洲市鰐崎海岸
- ・平成11年7月6日 内浦町赤崎海岸

・平成11年7月7日 能登島町野崎海岸

2・2 調査方法

採取したイボニシおよび海水、底質は、下記の方法により調査した。

- 1) イボニシの生態影響調査（分担：水産総合センター）
堀口氏の方法による解剖および観察により、インボセックスの状況を調査した。
- 2) 海水、底質中の有機スズ化合物及び有機塩素系農

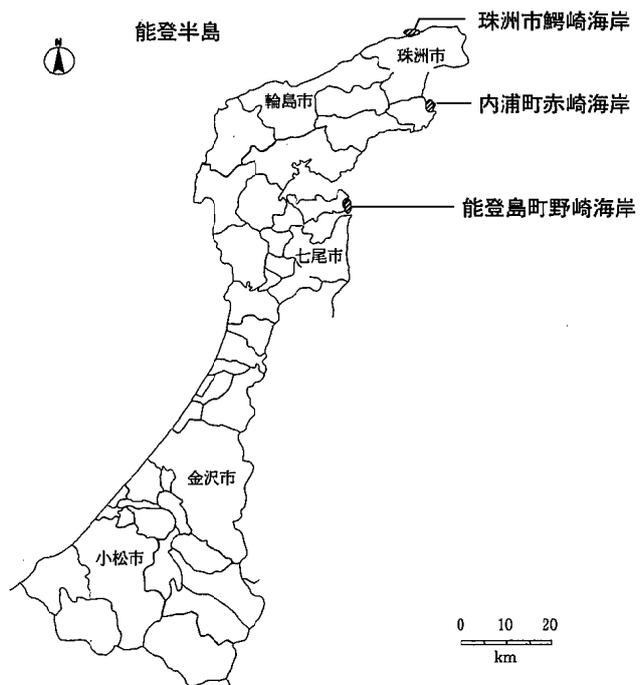


図1 試料採取地点

Effect of Organotin Compounds and Pesticides on Ishikawa(Noto) Prefectural Coast using *Thais clavigera*. by SAKAMOTO Fujio, OKA Hideo, HIRAO Makiko and USHIJIMA Shigeru (Chemicals and Atmospheric Environmental Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

表 イボニシの組織観察・環境調査結果表

区 分		珠洲市	内浦町	能登島町	計
組織 観察	総採集個体	100	50	100	250
	雄個体数	45	26	63	134
	雌個体数	55	24	37	116
	(内雌異常個体数)	1	0	1	2
環境 調査	海水・海砂	① 有機スズ化合物(トリブチルスズ化合物等6種類)はいずれも検出下限値未満であった。 ② 有機塩素系殺虫剤(HCH, DDT等15種類)はいずれも検出下限値未満であった。			

薬による汚染状況調査(分担:保健環境センター)

有機スズ化合物については、環境庁の平成元年度化学物質分析法開発調査報告書²⁾を参考にして、又、有機塩素系農薬については、環境庁の水質・底質モニタリングの方法³⁾を準用して調査を実施した。

3 結果及びまとめ

結果は、表のとおりであり、次のとおりまとめられる。

なお、イボニシ採取にあたっては、1地点100個体を目標にしたが、内浦町赤崎海岸は個体数が少なく、50個体しか採取できなかった。

(1) 能登沿岸の3地域で採集したイボニシ250個体を解剖し、雄雌の判定と雌の雄化について観察した結果は、表に示したとおり殆どの雌は正常であった。

(2) 雌116個体の内、2個体に雄化症状(1.7%)が認められたが、堀口らの調査結果¹⁾と比較すると、全国的にみてその出現率は低かった。

(3) イボニシ採集場所の海水、海砂中の有機スズ化合物(モノブチルスズ、ジブチルスズ、トリブチルスズ、

モノフェニルスズ、ジフェニルスズ、トリフェニルスズ、計6種類)、有機塩素系農薬(α -HCH, β -HCH, HCB, オキシクロルデン, trans-クロルデン, cis-クロルデン, trans-ノナクロル, cis-ノナクロル, デイルドリン, op'-DDE, pp'-DDE, op'-DDD, pp'-DDD, op'-DDT, pp'-DDT, 計15種類)について分析した結果、それらはいずれも検出下限値未満であった。

(4) 日本水産学会監修の「有機スズ汚染と水生生物影響」⁴⁾によると、巻き貝の雄化の

原因物質と疑われている有機スズ化合物、特にトリブチルスズ化合物は0.001 $\mu\text{g/L}$ のレベルでその症状を引き起こすと記載されているが、今回の調査水域ではその値未満であった。

(5) 雌116個体の内、2個体に異常が認められたが、今回の調査ではその原因は特定できなかった。

以上、インボセックスの状況及び水質等の状況から見ても、現在のところ調査した3海岸では有機スズ化合物等の影響がほとんどないと考えられる。

文 献

- 1) T. HORIGUCHI, H. SHIRAISHI, M. SHIMIZU AND M. MORITA : J. mar. biol. Ass. U. K. 74 651-669 (1994)
- 2) 環境庁環境保健部保健調査室:平成元年度分析法開発調査報告書 127-137 (1990)
- 3) 環境庁環境保健部環境安全課:平成11年度版 化学物質と環境 143-150 (1999)
- 4) 日本水産学会監修:有機スズ汚染と水生生物影響, 111, 恒星社厚生閣刊, 東京 (1992)

〔資 料〕

特殊化学物質分析棟の整備について

石川県保健環境センター化学物質・大気科学部 北野 肇一

キーワード：ケミカルハザード，ダイオキシン類，分析施設

1 はじめに

最近、ダイオキシン類問題は、環境行政の新たな課題として県民の関心を集めている。当保健環境センターでは、従来からこの問題を重要なこととして捉え、測定分析のあり方について調査を進めてきた。ダイオキシン類は青酸カリの一万倍以上の毒性があると言われており、微量でも人体や環境に有害である化学物質を取り扱うことは、既存の実験室で行うには危険性が高く、新たな分析施設の必要性が生じてきた。

本県では、平成11年度の当初予算にダイオキシン類の測定・分析に係る機器類と分析施設の整備費を充当したことから、環境安全部とともに当保健環境センターでは整備にあたっての作業を進めた。

分析施設を整備するにあたっては、次の基本的な考え方で進めた。

① 分析対象には、環境水や生体などの低濃度試料と土壌や焼却灰などの高濃度試料があり、相互の汚染防止上から前処理室を分離する必要がある。

② 県民が施設の使用状況を見学できるようにする。これらの条件を効果的にするため、他県の類似施設を参考として施設整備の検討を行い、平成12年3月に分析施設である特殊化学物質分析棟が完成した。本報告では、実施設計までの経緯と分析棟の概要と特徴を以下に記述する。

2 実施設計までの経緯

ダイオキシン類等の有害化学物質を測定分析する実験室の整備においては、従事する職員の健康確保と周辺環境への汚染防止が十分になされることが必要不可欠である。しかし、施設で取り扱う化学物質の種類や量などの作業内容により、規模、設備の構造等が大きく異なるこ

とから、今だ確立された基準が見当たらなかった。

そこで、本県としてはダイオキシン類等の有害な物質を取り扱う施設設備の基本方針を検討するための「ダイオキシン分析体制検討会」（以下「検討会」という。）を設けた。この検討会は、当保健環境センター所長、県厚生部次長、環境安全部技監をはじめ関係課長から構成された。検討会では、先進各県の既存施設の設備状況や費用などの項目を比較するとともに、国立環境研修所のダイオキシン分析研修施設の整備方針を参考として、本県の分析施設整備のあり方を検討した。

検討会では、ケミカルハザード施設を施工できる業者から、分析棟設計のコンセプトを求めることとした。対象となる業者には、県から分析棟設計の基本方針（分析棟の総面積、必要な実験室数と面積、設備類等）を提示した。業者からは、ケミカルハザード対策システム仕様書及び設計図等の資料を提出してもらい、検討会で比較検討、評価を行い入札可能な業者を絞り込んだ。

当保健環境センターとしては、検討会で提案された分析棟整備の考え方に基づいて発注仕様書(案)を作成し、検討会に諮った。分析棟のケミカルハザード対策設備は、上記の選定された業者で競争入札が行われ、また、建築工事は別途に宮籍課で競争入札のうえ業者が決定された。なお、分析棟の実施設計を作成するまでは、ケミカルハザード対策設備の業者と建築工事の業者との調整を十分に行うことが重要であった。

3 施設の概要

(1) 部屋のレイアウト

分析棟の総面積は170.14m²であり、前室、低濃度前処理室、高濃度前処理室、GC/MS測定室、標準試料調製室、データ解析室及び廃棄物保管庫の7部屋に区分されている。各部屋の配置にあたっては、作業動線、危険

On Planning and Designing for Hazardous Chemical Laboratory. by KITANO Keiichi
(Chemical & Air Quality Science Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

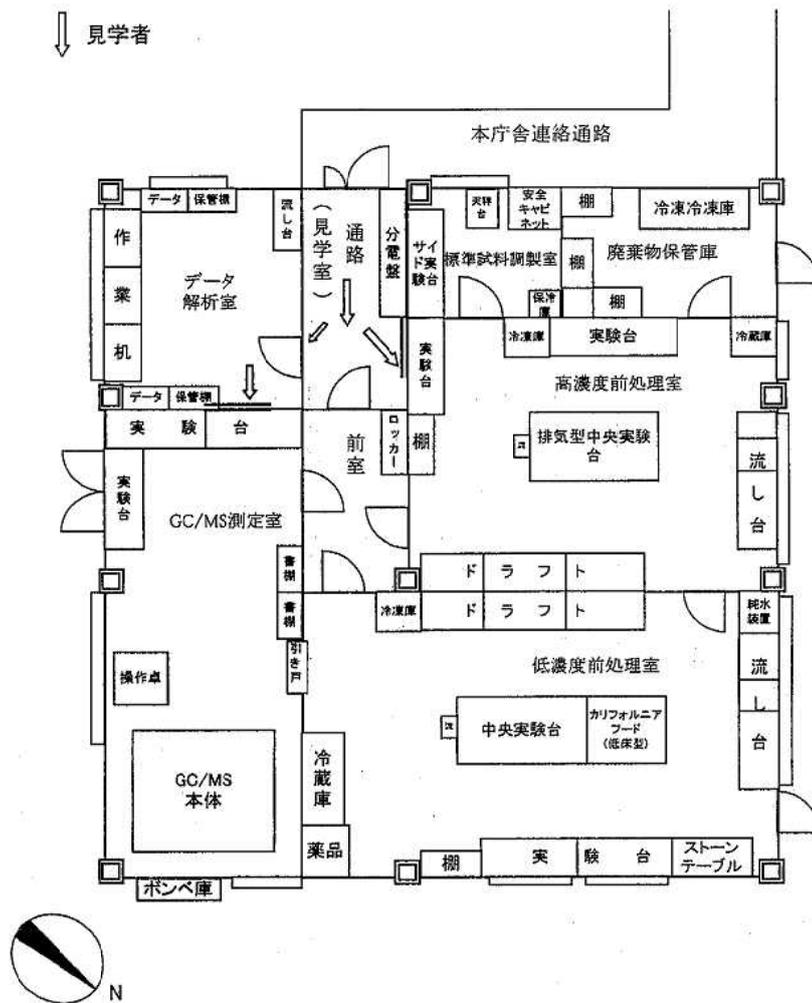


図1 部屋の配置図

気設備及び空調機器を屋内に設置した場合は面積占有率が高いことから、すべて建物屋上に設置するものとし、実験室の面積をできるだけ広く取るようにした。

(2) 給排気・空調設備

ア 給排気設備

給排気は、それぞれ2系統とした。1系統(EX-1)は、前室、高濃度前処理室、標準試料調整室、廃棄物保管庫の計58.2m²の面積に相当する空気を、他の1系統(EX-2)は、低濃度前処理室とGC/MS測定室の計73.5m²の面積の空気を給排気している。EX-1系統の通常排気量は70m³であり、そのうち60m³は高濃度前処理室の排気で、さらに、その22m³がドラフトチャンバーから排出量となっている。この系統は危険度の高い室を有していることから空気の換気回数を多く取ってある。EX-2系統の通常排気量は65m³であり、そのうち58m³は低濃度前処理室の排気で、換気回数も少なく、その排気量は面積に比して小さい。室内圧は汚染の受ける可能性の少ない部屋から多い部屋へと順次低くした。また、相互の排気系にはバイパスを設置してあり、いずれかの系統の排気ファンが故障して万一動かなくなった場合には、1系統の排気系で平均的な施設運用条件における排気量が確保できるようになっている。各部屋の換気等の室内基本条件は表1のとおりである。

給排気システムは、室内(風量)制御方式をとっている(図2)。すなわち、給気系では、ドラフトチャンバーの使用状況に影響されることのないように室圧を直接感知し、給気ファンをインバータにより可変させ室内を陰圧に保つよう制御している。実験室への給気は、外気を

度クラス及び室内の陰圧を考慮した。

- ① 濃度前処理室と高濃度前処理室が直接互いに入出りできること。
- ② 室内の陰圧が大なる順に空気の流れが作れること。
- ③ 施設の見学者が前室を通らずして前処理室及びGC/MS測定室における作業を観察できること。
- ④ 火災等の緊急時に職員が避難できるように各部屋に扉が2箇所以上設けること。

以上の4点を満足する部屋のレイアウトを作成した。各部屋の配置は図1に示したとおりである。なお、給排

表1 室内基本条件

室名	前室	低濃度前処理室	高濃度前処理室	標準試料調整室	GC/MS室	廃棄物保管庫	データ解析室
温度条件(°C)	成り行き	夏:約26, 冬約20			23±2	夏:約26, 冬約20	
湿度条件(%)	成り行き	30~60			50±10	30~60	成り行き
室圧(mmHg)	0~-1	-3	-4.5	-5	-3	-5	—
換気回数(回/時)	通常5	通常27 (20~37)	通常34 (19~35)	通常17 (17~35)	通常5	通常11	—

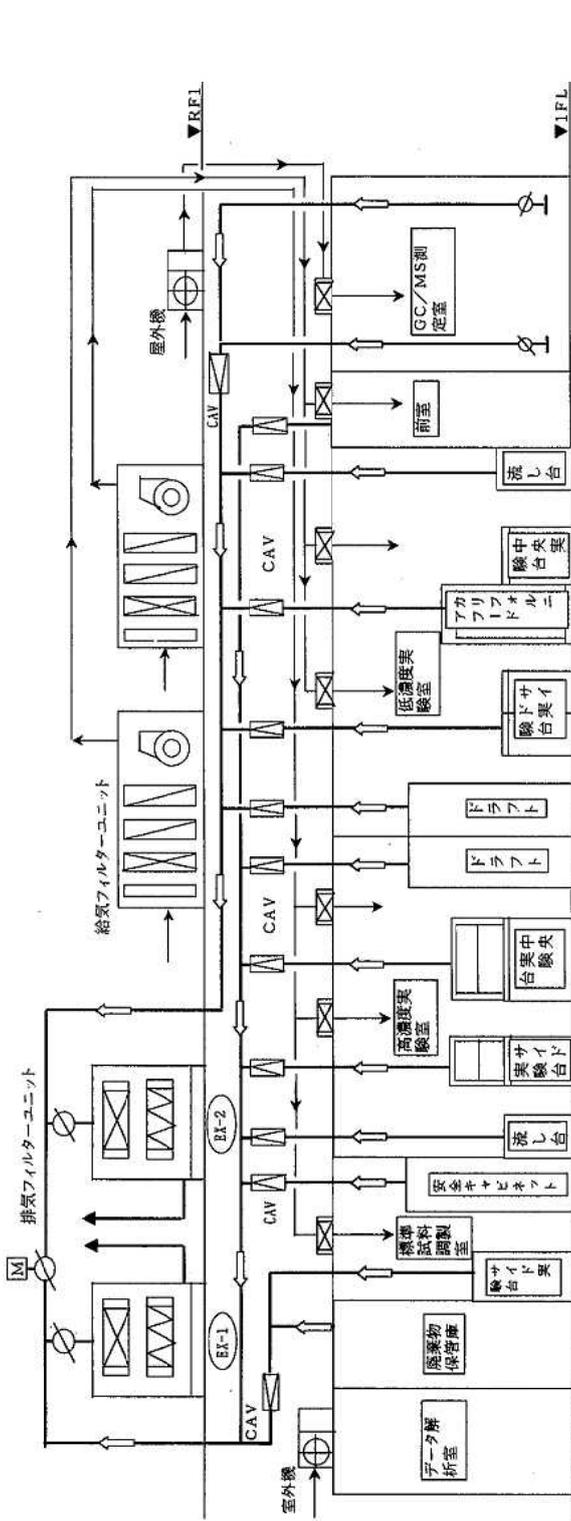


図 2 給 排 気 系 統

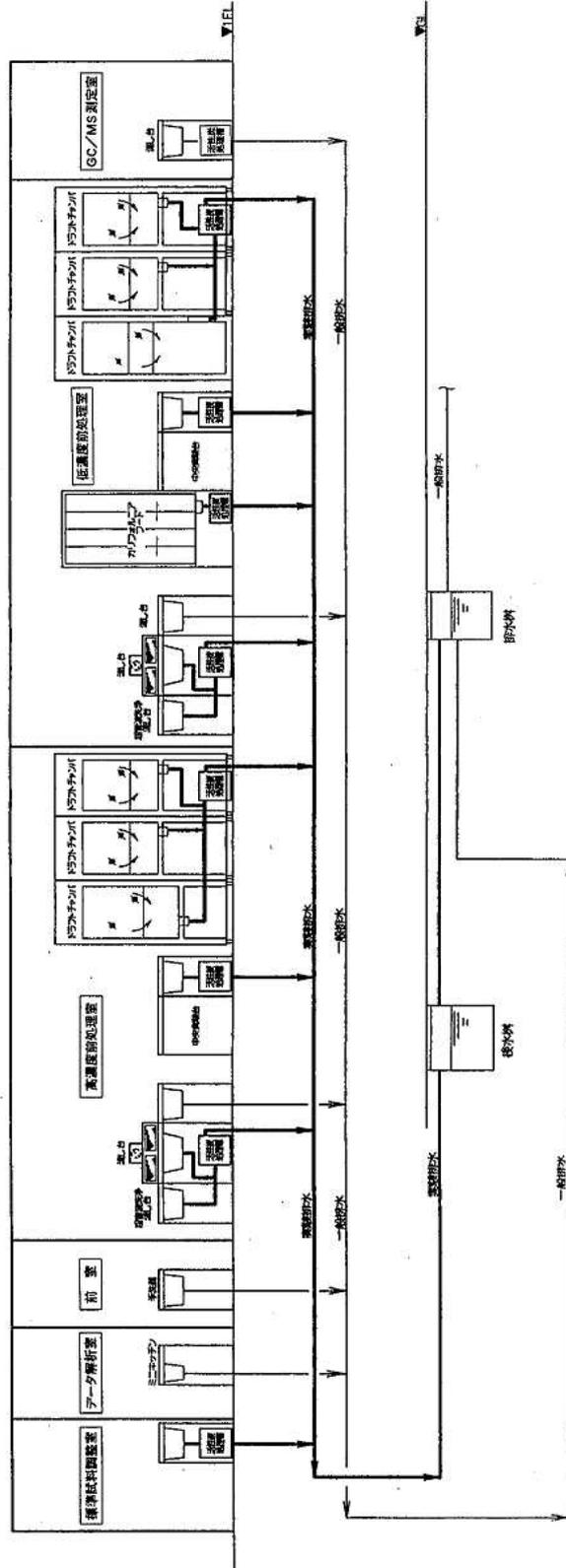


図 3 排 水 処 理 系 統

処理装置(プレフィルター及び中性能フィルターを装備)で1次処理し、空調された空気を導入する。なお、低濃度前処理室、高濃度前処理室、標準試料調製室及びGC/MS測定室の4室へは各室の給気口にHEPAフィルターを設置し、さらに清浄度を高めて給気する機能を有している。特に、GC/MS測定室においては、給気が直接測定機器にあたらないような給気口を設けた。

排気系では、各ドラフトチャンバー及び定風量弁装置(CAV)ごとに内臓の風速センサーにより風量を検出し、常に最適風量となるようにドラフトチャンバー上部及びCAV内のモーターダンパを開閉して調整している。部屋の排気は、溶媒等が滞留しないようにドラフトチャンバー、実験台、薬品保管庫などの個所から排気され、部屋に必要な陰圧を常時保持できるシステムになっている。しかも、各室の陰圧レベル順位が逆転しないように風量が調整されている。中央実験台とサイド実験台には、実験台の表面に溶媒等が滞留しないよう中央部平面に数百個の小さい穴をパンチングしたステンレス板を設け、そこから下方に有害な気流を排出できるようにした。また、排気型実験台及びカルフォルニアフードでは、上方だけでなく下方からも滞留する気体を排気できる方式を取っている。また、GC/MS測定室の分析装置からの排気ガスには、ガスクロマトグラフでパージされたものと真空ポンプを通してのものがあがるが、それぞれは活性炭フィルターで吸着させ、さらに、室内排気系配管を通してから施設の排気系統に導くようにしている。各部屋から排気された気流は、周辺環境への安全性を確保するためにHEPAフィルター、活性炭フィルターを通してから大気に放出する。なお、屋上に設置した排気処理ユニットからの騒音防止のために騒音の発生部にカバーや消音装置を取り付け、敷地境界で45dB以下になるようにした。

イ 空調設備

各部屋の温度、湿度の調整については、室内のセンサーにより表1に示した設定値になるよう自動制御システムを採用している。前処理室では、温度を夏に約26°C、冬に約20°Cに、湿度を露結の防止から60%以下になるよう調整を行っている。また、前処理室で作業を行わない夜間や休日における空調の制御は換気のみを設定して、省エネルギー対策を講じることにしている。GC/MS測定室では、温度変化がGC/MSの精度に影響するため、単独の空調設備を設けることにより温度を23±2°C、湿度を50±10%の範囲内に調整している。データ解析室も個別の空調設備を設けている。データ解析室を除く各部屋の空調はオールフレッシュ方式を取っている。

(3) 排水処理設備

分析棟から流出する排水を図3に示したように2系統

に分け、有害化学物質で汚染されている可能性のある実験排水の系統と、その可能性のない一般排水の系統にした。実験排水は、各流し台やドラフトチャンバーの下に設けた活性炭処理槽を通し有害化学物質を吸着除去した後、検水桝に流れるようにしている。一般排水は直接排水桝まで流れる。実験排水及び一般排水は当保健環境センターの排水処理施設へ導かれている。排出水の安全性確保のため検査を定期的実施することになっている。

(4) 施設の構造

ア 部屋の気密性

部屋の天井は、2700mmの高さとした。天井、壁面等はカラー鋼板断熱不燃材パネル、厚さは天井32mm、壁面42mmとして、シリコンコーキングとして気密性を確保してある。床は耐薬品性、耐熱性を考慮した塩化ビニル長尺仕上げとし、継ぎ目のないリノリウム張りとしている。

イ 扉、窓

前処理室等の部屋への立入りは、関係者に限定するため、前室の前の通路に入室管理用のカードキーで扉を開閉することとした。前室の扉はインターロック形式とし、2ヶ所は同時に解放できない構造になっている。各部屋の扉は透明ガラス付エアタイト扉とし、開閉はすべて手動式とした。また、各部屋には、緊急時のことを考えて2ヶ所以上の扉あるいは引き戸を設けた。窓は二重窓とし、内側の窓はエアタイトの透明ガラス構造、外側の窓は通常ガラス構造で開閉は外側のみとした。

ウ ドラフトチャンバー、カルフォルニアフード

大型ソックスレー用として、ウォークインフード1台を低濃度前処理室に、中型ソックスレー用として、低床型ドラフトチャンバー1台を高濃度前処理室に配置した。その他に各前処理室に標準型のドラフトチャンバーを2台設置し、カラムクロマトや窒素パージ用として使用することにした。各ドラフトチャンバーの前面ガラス扉は床面から約170cmまでの高さまで上げることができ、立ち作業をし易くなっている。また、前面扉より上部の前面パネル部分は、幅30cmの強化ガラスとして内部の作業を見やすくしている。作業面は耐薬品性を考えてセラミックタイトとし、後部壁面には組み立て架台用のスターチーフ取付座を設けた。各ドラフトチャンバーには、風量、風速のコントロールを行う操作盤が設けてある。カルフォルニアフードを低濃度前処理室中央の実験台横に設置した。四方に引き違いのガラス戸を設け作業の利便性を考えた。フード内に滞留する気体は、下方及び上方の両方に排気口のあるダクトより排出される。フード内には組み立て架台を設置し、蒸留管など大きめのガラス器具類を取り付けやすくしてある。

エ 実験台

各前処理室の中央実験台は、2400mm×1300mmとして抽出などの作業をしやすいようにできるだけ大きくした。サイド実験台は上部に乾燥器や濃縮器などを置き、下部に冷却器や溶媒回収装置を置くため、下部の引き出し、袋戸は必要最小限とし、キャスター付作業台を配置するようにした。中央実験台及びサイド実験台の上方に滞留する溶媒等を吸い込む個所として台の表面にパンチングしたステンレス板を設け、下方から排気できるようにした。高濃度前処理実験室の中央実験台は、四方に引き違い型のガラス戸を設け、排気は上方、下方のいずれからも行えるようにした。この引き違いガラス戸は、一面を4枚として開閉間隔に工夫できるようにした。

オ 特殊ガス、電気系統

必要なガスは、GC/MS分析計のヘリウムガスと試料濃縮用の窒素ガスの2種類とした。ヘリウムガスは超高純度を使い、配管がGC/MS分析計の精度に影響を及ぼさないようガスボンベ庫をGC/MS測定室に隣接して設けた。ガス類のボンベ圧を実験室内でモニターできるようにした。ガス類の配管及び調圧ゲージは、ノングリースの高純度使用のものを使った。ガラス器具等の加熱には電気を使用するものとし、プロパンガスを使用しないことにした。

分析棟への受電は、センター本館より専用の電源回路とCVCF電源回路(単相:100V/200V)とで行った。CVCF電源は、停電時の影響をなくすためにGC/MS分析計のワークステーション部分、データ処理解析装置及び冷凍庫、冷蔵庫部分に配した。なお、GC/MSデータの取り込み、解析を行うため、GC/MS測定室とデータ解析室間にLAN回線を導いた。

4 各部屋の仕様

(1) 通路 (6.7m²)、前室 (5.6m²)

通路は分析棟の入り口にあり、一般の見学者はこの通路とデータ解析室まで出入りできるようにしてある。通路からは、ガラス窓越しに高濃度前処理室の内部を観察できる。通路には、空調・給排気設備の運転状況をモニターできる監視盤を設けてあり、職員が入室時に常時確認できるようにしている。

前室は、各前処理室及びGC/MS測定室に入るための準備室に相当し、特定の職員しか入室できないようにしている。通路のカードリーダーに職員のキーカードを挿入し、インターロックを解除して入室する。職員は、前室で紫外線付ロッカーに備え付けの実験衣と履物に交換し、各部屋に入ることができる。

(2) 低濃度前処理室 (45.1m²)

地下水、河川水、環境大気などの比較的に、低濃度と思われる試料について、分解、抽出、精製及び濃縮等の一連の前処理操作を行う実験室である。中央には、20リットル以上の水をろ過する必要があるため、大きなスペースのある実験台を設けた。サイドには、小型の器具類をおける実験台を設けてある。ドラフトチャンバーは、環境大気のウレタンフォーム抽出用大型ソックスレーが置けるウォークインフードを1台と、その他に精製クロマト管設置用1台、窒素パージ用1台の計3台を壁側の高濃度前処理室のものと対峙して設置した。試料の分解、濃縮用に低床型カルフォルニアフードを中央実験台の横に設け、四方の扉からソックスレーやKD濃縮器を置きやすくした。流し台は、超音波洗浄後の洗い用と一般の水洗用の2種類を設け、器具類は最後に超純水で洗うことにした。超純水は製造装置から直接パイプで導く方式を取った。流し台には、洗浄時に発生するガスを除去するための排気口を前面に設けた。この部屋には、その他薬品保管庫(ガロン瓶も置けるキャビネットタイプ)と大型冷蔵庫等を配置した。

(3) 高濃度前処理室 (35.6m²)

土壌、塵埃など高濃度含有の試料を取り扱う実験室とし、この部屋で使用した器具類は原則として持ち出さないこととしている。実験台は、中央に排気型フード付の大型のものと、サイドにフード付のものを設けた。有害化学物質が室内に拡散しないよう排気型フードを取り付け、排気は下方と上方の両方に可能とした。低床型を含めドラフトチャンバーは3台とした。流し台の形式は低濃度前処理室と同じものとした。

(4) GC/MS測定室 (28.4m²)

ダイオキシン類を測定するGC/MS分析計を設置する部屋であり、床強度は耐加重性をもたせ、床振動の影響もないようにした。分析計は、必要とする電気容量や放熱量が大きいことなどを考えて、配電や冷却配管の配置を注意する必要がある。なお、この部屋にはGC/MS分析計など大型の機器を搬入するための扉を特に設けた。

(5) 標準試料調製室 (7.1m²)

標準物質の保管や校正用試料の希釈等を行う部屋で、他の部屋に比べて危険度が高く、気圧を最も低くしてある。試料調製用の安全キャビネットのほか、保管冷蔵庫、化学天秤を配置した。

(7) 廃棄物保管庫 (9.9m²)

排気装置の使用済みフィルター類や、ダイオキシン類に汚染し、又は汚染の可能性のある実験器具等を保管する部屋である。保管棚や保管冷蔵庫を設置してある。

(8) データ解析室 (13.9m²)

GC/MS分析計で測定したデータをLAN回線でデー

タ処理装置に取り込み、解析を行う部屋である。事務室を兼ねているので事務机を設けた。パソコンを扱うことが多いことから、コンセントはできるだけCVCF電源とした。窓は一重とし室内空気は単独の空調で処理される。

5 緊急時対策

(1) 警報システム

給排気システムに異常が発生した場合には、通路にあるモニター盤には、表示灯が点灯し、警報音が鳴ることになっている。各実験室の天井に火災報知器が設置され、火災を感知した場合、また、排気ファンの停止の異常が発生した場合には、データ解析室及びセンター本館総務課の警報装置が作動することになっている。非常用照明は電池内蔵型で、点灯に加えて停電を知らせるブザーが

なる方式をとっている。

(2) 緊急設備

前処理室及びGC/MS測定室には、避難口として扉を2個以上設けた。各前処理室には、緊急用シャワーと洗眼器、及び自動水洗付き手洗い器を設け、非常時に対応できるようにした。こぼし事故の可能性の高い標準試料室の安全キャビネット内に、ダイオキシン類等を分解させるための紫外線ランプを取り付けた。

6 謝 辞

最後に当特殊化学物質分析棟の整備に当たって貴重な資料及びご意見を下さった先進の各県及び国立環境研究所環境研修センターの各位に心から謝意を申し上げます。この報告がこれからケミカルハザード対策施設を建設しようとする機関の参考になれば幸いと存じます。

〔資 料〕

河北潟周辺における環境大気中のメタン濃度

石川県保健環境センター化学物質・大気科学部 桐元 俊武・太田 聡・湯浅 道世
 石川県環境安全部環境政策課（リサイクル推進室） 横山 暢

キーワード：メタン，温暖化，有機物の微生物分解，湖沼，水田，一酸化炭素

1 はじめに

「地球環境問題」の課題の一つである「地球温暖化」の主な原因物質は、大気中の水蒸気（ H_2O ），二酸化炭素（ CO_2 ），メタン（ CH_4 ），亜酸化窒素（ N_2O ），フロン（CFCS及びHCFCs），オゾン（ O_3 ）等であるといわれている。気候変動に関する国際連合枠組条約京都議定書の附属書Aには温室効果ガスとして二酸化炭素（ CO_2 ），メタン（ CH_4 ），亜酸化窒素（ N_2O ），ハイドロフルオロカーボン類（HFC），パーフルオロカーボン類（PFC），六フッ化硫黄（ SF_6 ）が掲げられている。各原因物質の温暖化に対する1993年度での寄与度は、わが国においては、二酸化炭素94.4%，メタン2.2%，亜酸化窒素1.3%その他2.1%となっている¹⁾。このため、当面のわが国の温暖化対策はまず第一に、二酸化炭素の排出量を削減するのが最も効果的であると言える。

メタンの温暖化の寄与度は小さいが、最近の報告によれば、二酸化炭素と同様に環境大気中の濃度増加が指摘されており、二酸化炭素に比し温暖化係数が21（二酸化炭素を1として）と格段に大きいこと、自然系及び人工系両面からの負荷があること、大気中における化学反応の重要物質であることから研究対象として注目されている²⁾。

本県における環境大気中のメタン濃度測定は、既に大気汚染常時監視業務により、幹線道路周辺、市街地、海岸線至近地点、住居地域において行われているが、これまで余り明らかとされていない自然系特に農業利用環境からのメタン発生実態を把握することを目的として、本調査では、湖沼と水田地帯及び干拓農業地帯を含む特徴

を持つ「河北潟周辺地域」を調査対象地域として選定し調査を行った。

2 調査地域・方法

調査対象地域は、海岸に近い平野部で、河北潟とその干拓地からなり、潟の干拓地及びその周辺では水稲栽培が行われており、干拓地では、牧畜等も行われている。また、調査対象地域周辺には多くの幹線道路が分布している。

調査は、表1及び図1に示すとおり河北潟周辺10地点において、平成11年5月、8月、10月、平成12年2月に各1回実施した。

環境大気の分析用試料は、「㈱相互理化学硝子製作所製ポリエステルサンプリングバッグ（3799-03 5L 350 X350）容量：5Lで採取した。試料空気採取の時間帯は午前10時から正午、1試料の採取時間は5分である。環境大気分析用試料採取バッグは、調査の前日高純度窒素ガスで3回吸入・排気を繰り返し洗浄後同ガスを充填し、調査の日に同ガスを排気後使用した。試料の採取は、各調査地点の地上1.5mの位置で電池式の悪臭サンプリング用の試料採取ポンプで3回環境大気の充填・排気を繰り返した後、分析試料を採取し、密栓の上、分析に供した。試料大気中のメタンの測定は、標準ガスで校正済みの㈱柳本製作所製の「非メタン炭化水素自動測定機AG-203」を使用した。調査当日に、ブランクテスト用のバッグを試料バッグと同様の方法で高純度窒素ガスを充填し作成し測定した。

Atmospheric Methane Concentration around the Lake Kahokugata. by KIRIMOTO Toshitake, OTA Satoru, YUASA Michiyo and YOKOYAMA Mitsuru * (Chemicals & Air Quality Science Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science, and Environment Policy Devision, Environment and Safety Affair Department, Ishikawa Prefecture *)

表 1 調査地点概況一覧表

地点 No.	調査地点名称	所在地	調査地点付近の概況
1	湊運動公園ソフトボール球場	金沢市蚊爪町は86	湊・金沢清湖工業センター連絡幹線道路脇
2	石川県警ヘリポート基地前	金沢市湊1丁目55-20	潟から150m, 金沢清湖工業センター地域内
3	湖南運動公園駐車場前	金沢市八田町(西)	潟から420m, 金沢競馬場脇、幹線道路脇
4	天狗中田産業(株)才田工場前(河北潟周辺広域農道)	金沢市才田町戌321-7	広域農道脇, 干拓地から690m
5	潟端交差点(河北潟周辺広域農道)	津幡町潟端	干拓地から675m, 東部承水路から375m
6	船橋西交差点南方(60m)(河北潟周辺広域農道)	津幡町船橋	干拓地から825m, 東部承水路から600m
7	内日角西交差点(河北潟周辺広域農道・県道)	宇ノ気町内日角	干拓地北端から600m, 県道農道交差点
8	茶谷医院駐車場(県道松任・宇ノ気線)	内灘町西荒屋	県道脇, 干拓地から375m, 西部承水路脇
9	大根布交差点(内灘大橋東詰め)(県道松任・宇ノ気線)	内灘町大根布	県道脇, 河北潟放水水路脇, 潟から180m
10	こおうばし南側(河北潟干拓地湖西地区幹線排水路)	内灘町湖西	干拓地南端, 潟から195m, 排水路脇

3 調査結果

河北潟周辺の環境大気中のメタン濃度の調査結果は、表2のとおりである。ブランクの測定結果は、多少の変動は見られたものの0.05 ppm 以下(使用測定レンジ5 ppmの1%以下)であった。

全測定値の範囲は、1.75ppmC(冬期, No.8)から1.99ppmC(秋期, No.1)であった。各調査地点の全4回の平均値の範囲は、1.81ppmCから1.86ppmCであった。各期の全調査地点の平均値は、1.76ppmC(冬期)から1.94ppmC(秋期)であった。

4 考 察

(1) 本調査結果の特徴について

今回の調査結果から、同地域のメタンの環境濃度の特徴として、同時期の地点間の差よりも季節間の差が大きいたことが確認された。ただし、秋期(11月)に他の時期に比して高い値を示した原因については特定できない。土壌由来が大きいとすれば、微生物活性の高い夏期により高い値が出現してもよさそうだと推定される。

また、調査当日の「金沢地方気象台宇ノ気管内観測所」の最多風向は春・夏・秋・冬期それぞれでWSW(平均風速3.3m/s), NW(平均風速2.5m/s), S(平均風速1.8m/s), NW(平均風速4.0m/s)と、秋期以外の主風向が海風、秋期の主風向が陸風であった。主風向とメタン環境濃度との関連は特定できていない。

この調査に関連して、岡山県環境保健センター前田・山本の報告³⁾の「7月に極大値を示し水田耕作との関連が認められた」の点については、本県の今回の調査地域も水田耕作地帯を含む農業地域ではあるが、結果は異なっていた。

(2) 積雪の有無によるメタン環境濃度の比較について

積雪時と無積雪時のメタン環境大気中の濃度比較を表3に示す。年は異なるが、同月の測定結果である。わずかではあるが、全地点

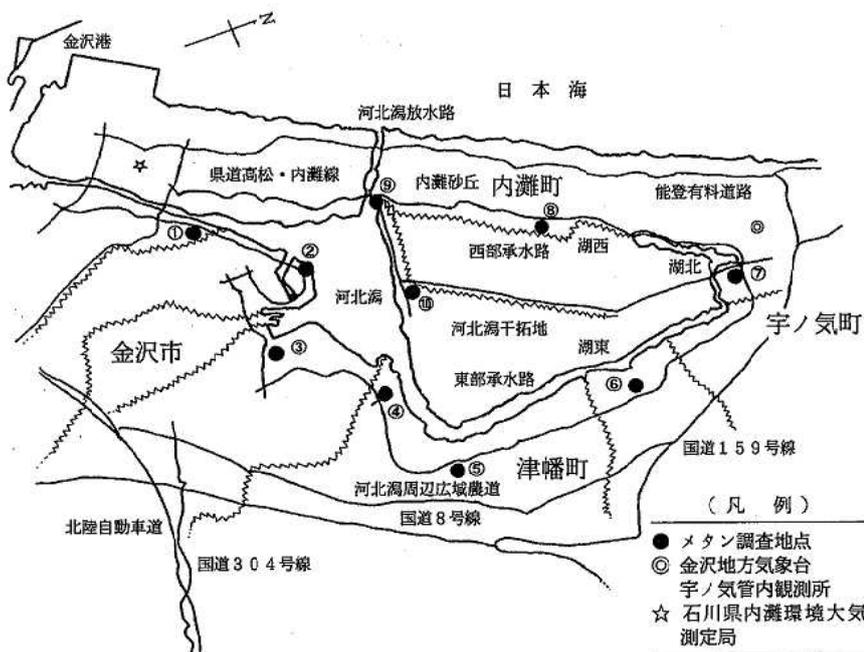


図1 河北潟周辺環境大気中メタン調査地点図

表 2 河北潟周辺における環境大気中のメタン濃度調査結果（総括表）

（単位：ppmC）

地点 No.	環境大気中のメタン濃度					調査実施期日・気象状況
	春	夏	秋	冬	平均	
1	1.85	1.79	1.99	1.76	1.85	1. 調査期日 ・春期：平成11年5月28日（金） ・夏期：平成11年8月24日（火） ・秋期：平成11年11月5日（金） ・冬期：平成12年2月18日（金） 2. 調査時の気象状況 ・春期：晴れ。 ・夏期：雨後曇り。試料採取時は曇り。 ・秋期：曇り・晴れ。試料採取時は曇り。 ・冬期：曇り時々晴れ。小雪あり。試料採取時は、曇り・晴れ。 調査時の調査地点周辺の地面は、全面的に積雪で覆われていた。降雪は、小雪程度で比較的天候は良かった。 当日の最低気温は氷点下
2	1.88	1.81	1.98	1.76	1.86	
3	1.84	1.78	1.99	1.76	1.84	
4	1.87	1.81	1.96	1.79	1.86	
5	1.89	1.84	1.96	1.75	1.86	
6	1.87	1.80	1.96	1.76	1.85	
7	1.84	1.79	1.95	1.76	1.84	
8	1.84	1.79	1.87	1.75	1.81	
9	1.85	1.80	1.86	1.77	1.82	
10	1.82	1.88	1.88	1.80	1.85	
平均	1.85	1.80	1.94	1.76		

表 3 積雪の有無による環境大気中のメタン濃度差

（単位：ppmC）

地点No.	積雪時	無積雪時	備考
1	1.76	1.85	1. 積雪時（平成12年2月18日） 昼間天候：曇り時々雪、あられを伴う 気温：平均0.8°C、最高2.3、最低-1.2°C 風速：平均4.0m/s、最大：7 m/s 風向：平均NW、最多NW 日照時間：2.1h 降水量：6mm。最深積雪：42cm。 2. 無積雪時（平成11年2月2日） 昼間天候：雨後雪、大風・雪を伴う 気温：平均2.5°C、最高4.5°C、最低0.5°C 風速：平均5.6m/s、最高9 m/s 風向：平均WNW、最多WNW 日照時間：0h 降水量：10mm。最深積雪：0cm。
2	1.76	1.85	
3	1.76	1.85	
4	1.79	1.85	
5	1.75	1.82	
6	1.76	1.81	
7	1.76	1.82	
8	1.75	1.82	
9	1.77	1.82	
10	1.80	1.84	
平均	1.76	1.83	
	2.8 %	2.2 %	

注) 「平成11年2月2日」の調査は本調査の事前調査として行ったもの。
 備考欄の気象記録は、金沢地方気象台発行の「石川県気象月報」から引用。天候及び最深積雪は「金沢管内観測所」、他は調査対象区域に最寄りの「宇ノ気管内観測所」の記録（金沢管内観測所：金沢市西念町103街区12金沢地方気象台。宇ノ気管内観測所：河北郡宇ノ気町内日角井6-2 石川県農業総合研究センター・砂丘地農業試験場）。表中の変動率は、最大値と最小値の差を平均値で除したもの。

で無積雪時の値が上回っている。

当時の地面と環境大気間のメタン収支量の調査は行っていないが、この結果は積雪による地面と大気空間の遮断、あるいは気温の差により、地面からのメタンの拡散に影響したことを示唆するものではないかと考えられる。

(3) 県内自然地域のメタン環境濃度との比較について大気汚染の程度を評価するのに、その基準として「バックグラウンド値」がよく用いられる。ここでは、一般に

非汚染地域と見なされる県内の自然地域での昭和63年夏の測定結果と、本調査の同季節の結果との比較を表4に示す。因みに、表4の調査と同時期の期間平均値で金沢市内にある香林坊測定局（市街地）及び三馬測定局（住居地域）の値はそれぞれ1.81ppm、1.80ppmであり、約0.1ppm高い。

標高1,260mの調査結果に比べ、最大値で0.08ppm最小値で0.18ppm、本調査結果の値が小差ではあるが上回っていた。この原因としては、地表面の状態や微生物活動及び気象などの自然的条件、生活活動及び生産活動などの人為的条件によるものと想定するが特定はできていない。

文献の1例⁴⁾によれば、「メタンの地表大気中の濃度」は1.5~1.2ppm」との記載があるが、近年の国立環境研究所の報告書⁵⁾によれば、150年前より急増し始め、現在1.6ppmを超え、

最近年1.1%の速さで増加し、西暦2000年頃には大気中のメタン濃度は2ppmに近づく」と記載している。また、表5に1991年から1995年のメタンの地球的バックグラウンド濃度調査の結果を示す³⁾。

昭和63年（1988年）以降、白峰村の同地点で調査は行っていないので環境濃度の増加の有無は確認できないが、昭和63年夏期当時の標高1,260mのメタンの環境濃度の値は表5の1991年のバックグラウンド値よりも低く、調査

表 4 県内自然地帯における環境大気中のメタン濃度との比較

(単位: ppmC)

調査地点	調査期間	平均値	最大値	最小値	調査同時 時間帯平均	備 考
白峰村・市ノ瀬 (市ノ瀬地区集団駐車場)	昭和63年7月1日 ～8月4日	1.72	1.80	1.62	1.72	「市ノ瀬」の標高: 830m。 地形: 盆地状。
白峰村・別当出合 (別当出合バス駐車場)	昭和63年8月5日 ～9月2日	1.69	1.80	1.60	1.68	「別当出合」の標高: 1,260m。 地形: 小さい台地状。
本夏期調査 (10地点)	平成11年8月24日	1.80	1.88	1.78		日本海に近い平野部。

備考) 「白峰村・市ノ瀬」及び「白峰村・別当出合」の環境大気調査は、白山国立公園の観光利用による自然環境への影響を把握するために石川県環境部が企画した「白山国立公園の保護と利用に関する調査」の一環として行われたものである。その結果は、報告書「白山国立公園の保護と利用に関する報告書 1989年3月 石川県環境部」として作成された。メタンの測定は、大気測定車(あおぞら号)搭載の(株)柳本製作所製の「非メタン炭化水素自動測定機(直接法)」により行った。白山夏山登山ピーク時の交通規制として昭和63年7月15日から8月12日までの毎金曜日から2日後の日曜日の正午までについては、別当出合駐車場満車時から市ノ瀬駐車場より奥地へのマイカーの通行規制が実施された。市ノ瀬・別当出合間には白山登山者用に路線バスが運行された。

表中「調査同時時間帯平均」とは、本調査試料採取時間帯に当たる午前10時から12時までの全平均値を示す。

表 5 メタンのバックグラウンド濃度

(単位: ppmC)

調査年(西暦)	メタン濃度平均値
1991	1.71
1992	1.73
1993	1.73
1994	1.74
1995	1.75
5年間の平均値	1.73

原著: J. Geophys., 100, 23, 103-23, 113.

当時市ノ瀬から別当出合(標高1,260m)への自家用車の通行が禁止されていたこと、また同地域は白山国立公園管理区域内のため人為的環境負荷行為は制限されていることから、同地点の値は、一応バックグラウンド値であると思われる。

(4) 県内大気汚染常監視時測定局のメタン環境濃度との比較について

現在、三馬・内灘・大田・武蔵大気汚染測定局でメタンを連続測定している。本調査(10地点の平均値)と同月の比較を表6に示す。調査条件を合為す為、試料採取時間帯・同時刻平均値で比較評価すると、春期は「武蔵測定局(自動車排気ガス測定局)」以外三測定局と同程度、夏期及び秋期は「武蔵測定局」に次ぐ値、冬期は「武蔵測定局」以外三測定局よりも約0.1ppm低い値であった。季節的変化傾向では、本調査結果では秋期が最高値及び冬期が最低値を示した。更に、4大気汚染測定局では、共に最低値は明確に夏期に示したのに対し、他の調査時期の結果は各測定局共に順位を決めるだけの差は認められなかった。特に、4大気汚染測定局の内武蔵

測定局は各時期共に最高値を示し、他の測定局との差は約0.1ppmであった。

WHO/UNEPが1989年に報告した1987年の対流圏の温室効果気体の濃度及び変化傾向は⁶⁾、メタン濃度が1.68ppm、1年間の変化が0.012~0.16ppm、増加割合が年率0.7~1.0%、寿命が10年となっている。

5 ま と め

本調査により、河北潟・干拓地周辺の環境大気中のメタン濃度について次のとおりいくつかの知見を得た。今後、既報の報告結果との比較を行いつつ、大気汚染常時測定局の結果をも用いて、さらに本県の環境大気中メタン濃度の特性の解析を行いたいと考えている。

(1) 河北潟及び同湖干拓地を含む本調査地域の春・夏・秋・冬期全測定値の範囲は、1.75ppmCから1.99ppmCであった。

(2) 各調査地点ともに、秋期に最高値、冬期に最低値を示した。

(3) 同時期の県内自然地域での過去の測定値との比較では、本調査の結果(夏期10地点平均)のほうが同時時間帯平均値で約0.1ppm以上高かった。

(4) 冬期(2月)の調査結果において、地面が積雪状態と無積雪状態では、10地点の平均で後者のほうが、わずかに高かった。

(5) 本調査結果を県内の大気汚染常時測定結果と比較(各期の10地点平均値と同時刻平均値)すると、夏期及び秋期においては自動車排気ガス測定局と一般環境大気測定局との中間的な値、春・冬期は一般環境大気測定局よりも同程度かもしくは低い値であった。

(6) 「水田耕作地帯のメタン調査に関する他の報文」

表 6 県内大気汚染常時監視測定局測定結果（平成11年度）との比較

（単位：ppmC）

測定局名	春 期（5月）				夏 期（8月）				秋 期（11月）				冬 期（2月）			
	平均	最大	最小	同時刻平均	平均	最大	最小	同時刻平均	平均	最大	最小	同時刻平均	平均	最大	最小	同時刻平均
三 馬	1.88	2.02	1.77	1.86	1.79	2.12	1.69	1.76	1.86	1.99	1.76	1.83	1.86	2.31	1.80	1.85
内 灘	1.88	2.81	1.70	1.83	1.80	2.59	1.67	1.73	1.87	2.61	1.75	1.82	1.85	2.18	1.79	1.84
大 田	1.86	1.97	1.78	1.85	1.77	1.94	1.68	1.76	1.84	1.98	1.59	1.84	1.86	1.93	1.82	1.86
武 蔵	1.94	2.25	1.75	1.94	1.85	2.16	1.77	1.86	1.94	2.29	1.74	1.96	1.94	2.24	1.80	1.95
本調査	1.85	1.89	1.82		1.80	1.88	1.78		1.94	1.99	1.86		1.76	1.80	1.75	

備考) 「同時刻平均」とは、メタン試料採取時間帯にあたる午前10時から12時の各測定局の月間全平均値を言う。

表中の「本調査」の平均の値は、10地点の平均を示す。

と本調査結果の比較では、最高濃度を示す時期は異なつた。

参 考 文 献

- 1) 溝口次夫 他編著：環境学入門 環境新聞社（1999）
- 2) 大喜多敏一編：国立公害研究所研究報告第102号（R-102-'86）（1986）
- 3) 前田 泉, 山本弘捷：大気環境学会誌, 35, 第3号,

170—182, (2000)

- 4) 原田 朗著：環境科学叢書・大気のバックグラウンド汚染 共立出版(株)（1973）
- 5) 伊藤彰記他：環境科学会誌, 11(3)：289—296（1998）
- 6) 気象庁編：温室効果気体の増加に伴う気候変化（Ⅱ）・気候問題懇談会温室効果検討部会報告 大蔵省印刷局（1990）

〔資 料〕

環境保全に関する県内企業意識調査結果

石川県保健環境センター化学物質・大気科学部 太田 聡・桐元 俊武

キーワード：環境問題，環境保全意識，環境行政，経済的負担，環境情報

1 はじめに

近年，環境問題は，ごみを始めとする家庭を取り巻く問題から，地球規模の温暖化やオゾン層破壊に至るまで多岐にわたっており，県民の関心も高まっている。

これらの問題に対処するためには，問題に対する的確な認識と対処行動が不可欠であり，これを促進するための動機づけと問題解決に向けた旗振り役となる行政の責任には大きなものがある。

今回の調査は，企業における環境保全に対する取組状況及び意識の現状を把握することを目的とした。

また，昨年度報告した「環境保全に関する県民意識調査」（以下，「県民調査」という。）の結果と本調査結果とを比較し，個人と企業の意識の違いや，それぞれに対して行政が果たすべき役割を検討する。

2 調査方法

対 象……県が毎年行っている「ばい煙発生施設燃原料使用量実態調査」の対象となっている金沢市を除く県内全製造業者264事業所（図1，2）

調査項目……各企業における環境保全に対する取組意識及び取組状況

調査方法……アンケート調査，調査票の送付・回収は郵送方式とした

調査時期……平成11年7～8月

回 答 数……174

回 答 率…… 65.9%

3 調査結果と考察

(1) 環境問題（大気汚染，水質汚濁，自然環境悪化，

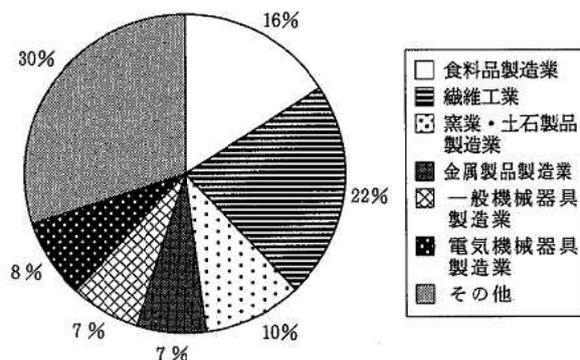


図1 アンケート回答企業の業種内訳

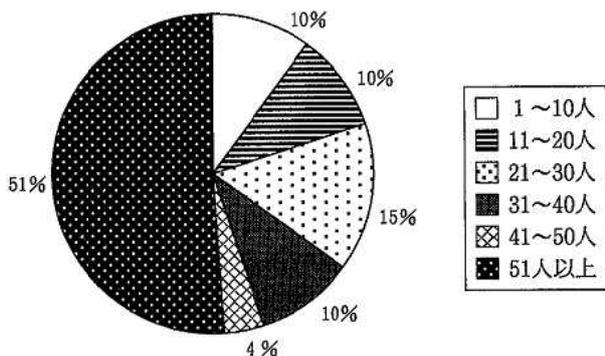


図2 アンケート回答企業の従業員規模

地球温暖化，オゾン層破壊，廃棄物処理等）の主な原因はひとり一人の生活と産業活動の双方によるとの意見が大部分を占めた。

平成10年度に行った県民意識調査では，環境問題の主な原因をひとり一人の生活と産業活動の双方とした意見は6割程度にとどまっており，環境問題の社会的責任についての認識の違いが背景にあると思われる。

Research on Environmental Preservation Consciousness and Action of Manufactures in Ishikawa Prefecture. by OTA Satoru and KIRIMOTO Toshitake (Chemicals and Atmospheric Environmental Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

(2) 環境保全や地球環境の改善を配慮しない経済活動には否定的だが、そのための経済的負担は受益者が受益分を支払うべきとの意見が多い(62.9%)。

(3) 環境保全のための取り組みとしては、節電や節水(27.7%)、廃棄物の発生抑制及び再生利用(20.9%)、を行っている企業が多く、次いでリサイクル製品利用や環境にやさしい製品開発となっている。

特に、環境にやさしい製品開発は、先の県民意識調査において、「多少高くても環境を考えた商品を選ぶ」、「同じ価格なら環境を考えた商品を選ぶ」を合わせて8割近くであったことを考えると、企業と県民の間に「環境保全に係る商品」に対する考え方に温度差を見ることが出来る。

(4) 平成6年度から10年度にかけての水道及び電気の使用量、廃棄物の排出量及び燃原料使用量のそれぞれの伸びと製造品出荷額等の伸びを比較してみると、廃棄物の減量化が進んでいる企業が最も多く、全体の3割程度の企業が成果をあげている。

(5) 環境管理システムの国際規格(ISO14001)に対する取り組みを行っている企業は「取得済み」及び「取得予定」を合わせて、2割程度にとどまっている。

取り組みが行われていない理由については、費用負担の困難をあげる企業が半数近くある。

(6) よりよい環境を目指し県が行っている施策で企業が知っている施策を聞いたところ、いしかわクリーン・リサイクル推進計画及び石川県産業廃棄物処理計画の認知度が高い反面、石川県環境保全資金融資制度を知らない企業が多い。

(7) 企業の環境問題に対応する経営方針、目標、行動計画等の作成状況は「している」との回答は2割であったが、「検討中」の企業も4割あった。

しかし、経営方針等を作成している企業にあっても、それらの作成にあたって、県の施策を参考とした企業は

3分の1であり、参考としなかった企業の理由としては、県の施策を知らなかったとの回答が最も多い。

(8) 企業が環境保全活動をより一層推進していくための県への要望事項は、「環境保全に関する情報の提供」が最も多く(47.1%)、次いで「税制面での優遇措置」(43.1%)や「補助金等資金援助や公的融資の拡充」(42.5%)など、環境保全にかかる経済的負担への対応を求める声が多い。その他、「行政や他の起業との情報交換の場・機会の設定」(38.5%)、「環境保全活動に関する技術開発や技術援助」(35.1%)があげられている。

4 ま と め

今回の調査と県民意識調査を比較することで、環境保全に対する個人と企業の考えに違いが有ることがわかった。

特に、「環境にやさしい商品」に対する消費者の購入意欲が高いにもかかわらず、企業の環境保全への取り組みにおける「環境にやさしい製品の開発」の優先順位が全体から見て低いことは、環境保全のために県が定めた環境基本条例などに求められている事業者や県民の役割がうまく事業者側に浸透していないことを示唆していると考えられる。県の環境基本条例に基づいて事業者の環境保全への取り組みをより推進させるためには、本アンケート結果のように、県民の「環境にやさしい商品」の購入意欲が高いことを事業者に伝えることが有効であると考えられるように、環境施策の実施には県民と事業者の橋渡しの役割が重要であると考えられる。企業のISOへの取り組みが進まない要因として費用負担をあげる企業が多く、また、県に環境保全に対する経済的負担の軽減を求める要望の声も多く聞かれた。にもかかわらず、県が行っている環境保全資金融資制度の知名度が低いなど、行政の企業への環境情報提供のあり方を検討する必要があると思われる。

[問1] 環境問題(大気汚染、水質汚濁、自然環境悪化、地球温暖化、オゾン層破壊、廃棄物処理等)の主な原因は何だとお考えになりますか。(○は1つ)

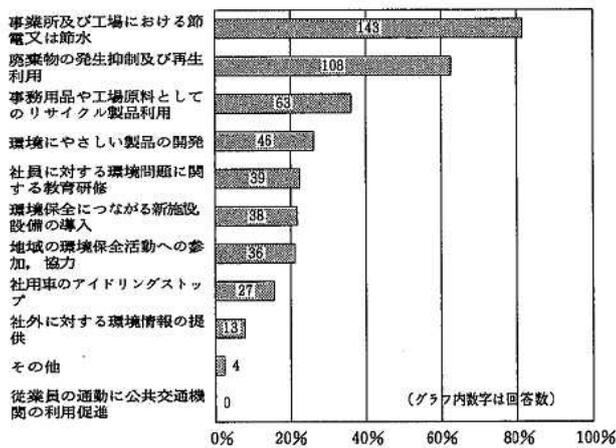
	回答
・ひとり一人の生活や行動が原因である	9
・ほとんど企業の産業活動による	7
・ひとり一人の生活と産業活動の双方による	159
・その他	0
・わからない	0

[問2] 環境保全や地球環境の改善について、以下の意見のどちらに近い考えをお持ちですか。(1)、(2)のそれぞれについて、1つ選んでください。

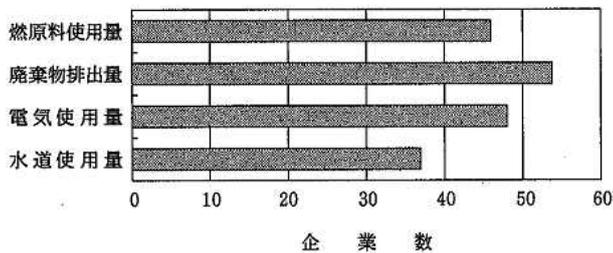
回答

(1)・産業や都市開発も大切だが、環境保全を優先し、快適な環境を守るほうがよい	71
・環境保全も大切だが、産業や都市開発を優先し、経済活動を活発にしたほうがよい	10
・環境保全と経済活動のどちらかを優先させることは好ましくない	92
(2)・環境保全のためには、経済的負担を認める	44
・環境保全のための経済的負担は認めるが、受益者が受益分に応じて負担すべきである	107
・環境保全のために、経済的負担が生じることは、好ましくない	19

[問3] 貴事業所では環境保全のためにどのような取り組みを行っていますか(複数可)



[問4] 平成6年度から10年度にかけて減量した企業(製造品出荷額等比較)



[問5] 貴事業所では環境管理システムの国際規格(ISO14001)に対する取り組みを行っていますか

- 回答
- すでに取得済み 14
 - 取り組みを始めており、取得予定 13
 - 取り組みを検討中 43
 - 取り組みは特に考えていない 81
 - 知らないでわからない 21

[問6] 現在、ISO14001への取り組みを始められていない主な理由は何ですか(複数可)

- 回答
- 取得の必要性がない 21
 - どのように取得すればよいかわからない 19
 - 人員不足 36
 - 取得までに時間がかかり過ぎる 9
 - 新たな施設導入などの費用負担が困難 56
 - その他 19

[問7] より良い環境をめざし石川県が行っているさまざまな施策の中で、貴事業所が知っておられるものをすべてあげてください。

- 回答
- 石川県環境基本計画 52
 - 石川県環境保全資金融資制度 38

- 石川県産業廃棄物処理計画 72
- いしかわクリーン・リサイクル推進計画 85
- 石川県リサイクル製品認定制度 43

[問8] 貴事業所では環境問題に対応するための経営方針、目標、行動計画等を作成しておられますか。

- 回答
- 作成している 33
 - していない 73
 - 検討中 63

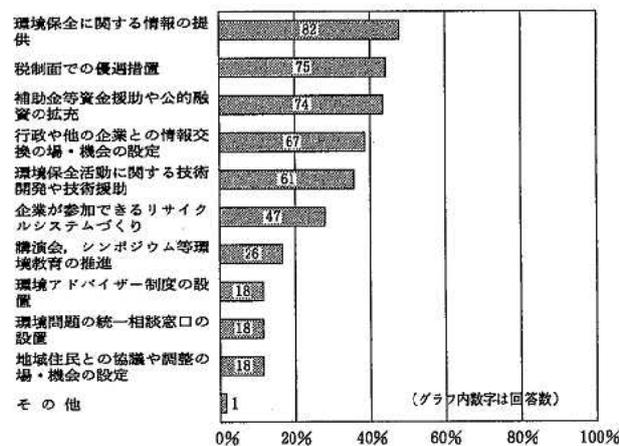
[問9] 環境問題に対応するための経営方針、目標、行動計画等の作成に際して問7であげた石川県の施策又は県のその他の施策を参考にされましたか。

- 回答
- 問7であげた施策を参考にした 13
 - 問7であげた施策以外の県の施策を参考にした 2
 - 参考にしなかった 22

[問10] 県の施策を計画等作成の参考にしなかった主な理由は何ですか。(複数可)

- 回答
- 県が立てた計画等をしらなかった 17
 - 県が立てた計画等は具体性に欠け、参考にできなかった 1
 - 県が立てた計画等は業界の実態と合っておらず、参考にできなかった 4
 - 県が立てた計画等が事業所で作成しようとした計画等より厳しいものであったので参考にできなかった 1
 - 県が立てた計画等が事業所で作成しようとした計画等より緩やかなものであったので参考にできなかった 0
 - その他 9

[問11] 貴事業所が環境保全活動をより一層推進していくために、県に要望されることは何ですか(複数可)



〔資 料〕

環境放射線バックグラウンド調査結果

(平成11年度)

石川県保健環境センター環境放射線部

山岸 喜信・中山 哲彦
堀 秀 朗・泉 善 博

キーワード：環境放射線，天然放射性核種，人工放射性核種，核種分析

1 はじめに

志賀原子力発電所に係る環境放射線監視事業においては、これまでに環境試料の放射性核種の測定結果で問題となるデータは出現していない。しかし、過去に発電所起因とは考えられないが、ホンダワラから人工放射性核種のヨウ素131が検出されたことや、また、松葉や土壌中の核種分析において過去のフォールアウトであるセシウム137が測定地点が相互にそれほど離れていない場合でも測定値に大きな差が見られたこと等、環境放射線のバックグラウンドレベルの把握という観点からは幾つかの疑問が残されている。そこで平成10年11月から3年間を目途に県下全域を対象として海域ではホンダワラ、海水、陸域では松葉、土壌を対象に環境放射線のバックグラウンドレベルを把握するための調査を進めることとした。本資料は平成10年度、11年度の測定値の概要と今後の調査を進める上で幾つかの知見を得たのでそれらをまとめたものである。

2 調査方法

2・1 調査試料

(1) 海洋試料

ホンダワラとその採取場所の海水を、図1に示す10海域18地点で、ホンダワラは約2kgを、海水は20ℓをそれぞれ採取し、ヨウ素131やセシウム137及び天然放射性核種のカリウム40の分析試料とした。

(2) 陸上試料

図2に示す10地点で松葉は約2kg、土壌は松葉採取地点周辺で5ポイント(深度0～5cmと5～25cmの2

層)採取し(採取器具は内径7.5cmの鉄製)、それぞれ混合調製してセシウム137や天然放射性核種のカリウム40の分析試料とした。

2・2 測定方法

核種分析は科学技術庁放射能測定法シリーズ「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」(平成4年改訂)に基づいてゲルマニウム半導体検出器及び波高分析器並びにデータ処理解析システム(東陽テクニカ製 GENIE 2000)により測定した。

(1) ホンダワラは約1kgをそのままマリネリ容器にて80,000秒測定した。(ヨウ素131を対象)その後ホンダワラを450℃で灰化後U8容器に約50g詰め再度80,000秒測定した。

(2) 海水は、その20ℓに塩酸約20mlとリンモリブデン酸アンモニウム(AMP)を10g加え、30分間攪拌し、一夜静置後メンブランフィルター(5μm)で濾過し、回収したAMPをフィルターごとU8容器に移し、乾燥器(55℃)で乾燥後80,000秒測定した。

(3) 松葉は約2kgを450℃で灰化後、約50gをU8容器に詰め80,000秒測定した。

(4) 採取土壌は根、石等を取り除き、2mmメッシュのフルイ上に移して乳鉢で崩しながらフルイ分けする。フルイを通過した土壌約50gをU8容器に詰め、測定まで約1ヵ月程度放置した後80,000秒測定した。

3 調査結果及び考察

3・1 海洋試料

平成10年度及び平成11年度の海洋試料の調査結果は表

Survey on Radionuclides in Environmental Samples in Ishikawa Prefecture. by YAMAGISHI Yoshinobu, NAKAYAMA Tetsuhiko, HORI Syuhroh and IZUMI Yoshihiro (Environmental Radiation Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)



図1 ホンダワラ及び海水の採取地点



図2 松葉及び土壌の採取地点

1 のとおりであった。

(1) ホンダワラからセシウム137が検出されたのは1998年12月1日及び2000年2月8日採取の七尾市大泊(0.13及び0.01Bq/kg生)と1999年7月19日の内灘町河北潟放水路防波堤付近(0.02Bq/kg生)及び1999年9月28日の羽咋市滝港(0.22Bq/kg生)であった。

ヨウ素131については1999年7月19日の内灘町河北潟放水路防波堤付近で検出された。(0.12Bq/kg生)昨年度も誤差と同じレベルであるが(0.04±0.05Bq/kg生)検出された。カリウム40については全試料から検出された。ただ、1999年7月19日の内灘町河北潟放水路防波堤付近の140Bq/kg生(最小値)から1999年3月26日の七尾市佐々波の600Bq/kg生(最大値)と広い範囲で違いがみられた。同一地点での測定値については概ね近似していたが内灘町河北潟放水路防波堤付近と能都町鶴川で時期による違いが見られた。

(2) 海水のセシウム137は2000年1月19日の穴水町(イナヘズミ)の1.3mBq/l(最小値)から1999年3月28日の能都町鶴川の3.4mBq/l(最大値)と全ての地点で検出され、平均値は2.2mBq/lであった。

3・2 陸上試料

平成10年度及び平成11年度の陸上試料の調査結果は表2のとおりであった。陸上試料の調査結果を地点別、核種別に図3に示した。

(1) 松葉のセシウム137濃度範囲はND~2.7Bq/kg生

であり、加賀市上木地内で比較的高かった。(0.69~2.7Bq/kg生)その他、根上町山口町(0.15~0.36Bq/kg生)、門前町大口地内(0.077~0.20Bq/kg生)、輪島市町野地内(0.064~0.47Bq/kg生)も比較的高い値が得られた。また、松葉のカリウム40濃度は時期、地点(土壌濃度)にかかわらずほぼ一定(61~120Bq/kg生)で、季節差、地域差はあまり見られなかった。カリウム40濃度については植物の必須元素でもあり、今回の調査での最低濃度の土壌(67Bq/kg乾土)でも松葉のカリウム40濃度の最低値(61Bq/kg生)より大きく、また、土壌中に均一に存在していると考えられるので、根からの吸収が十分に行われた結果と思われる。

(2) 土壌のセシウム137の測定値は表層(0~5cm)では、ND~120Bq/kg乾土と地点により大きな違いが認められた。全体の平均は39Bq/kg乾土であった。比較的高濃度を示した地点は加賀市上木(35~85Bq/kg乾土)鶴来町三宮町(70~110Bq/kg乾土)輪島市町野地内(ND~120Bq/kg乾土)であった。平成10年度に85Bq/kg乾土であった加賀市上木地内について、平成11年度に本点周辺の4地点(A)~(D)で2回追加調査した結果は、近似した値(41~80Bq/kg乾土)であった。なお、加賀市上木地点及びその周辺5地点における表層(0~5cm)の平均値は62.8Bq/kg乾土、標準偏差は17.4、変動係数は27.6%で、下層(5~25cm)の平均値は8.4Bq/kg乾土、標準偏差は4.4、変動係数は15.2%で

表 1 ゲルマニウム半導体検出器による核種分析結果 (ホンダワラ・海水)

単位: Bq/kg-生 (ホンダワラ), Cs-137は mBq/ℓ (海水)

海洋試料	採取年月日	ホンダワラ			海水
		K-40	Cs-137	I-131	Cs-137
加賀市橋立①	1998/11/30	400	ND	ND	3.1
	1999/03/31	410	ND	ND	1.9
	1999/10/20	400	ND	ND	1.9
加賀市橋立②	1998/11/30	400	ND	ND	2.7
	1999/03/31	520	ND	ND	2.2
	1999/10/20	460	ND	ND	2.6
内灘町河北潟放水路	1998/11/30	160	ND	ND	2.1
	1999/03/02	480	ND	ND	1.7
	1999/07/19	140	0.02	0.12	2.4
羽咋市(柴垣)	1998/12/18	380	ND	ND	1.5
	1999/03/02	330	ND	ND	2.3
	1999/09/28	410	ND	ND	3.3
羽咋市(滝港)	1999/01/19	340	ND	ND	1.4
	1999/03/02	340	ND	ND	2.1
	1998/09/28	450	0.22	ND	1.6
門前町鹿磯(長門)	1999/01/18	400	ND	ND	2.6
	1999/03/24	400	ND	ND	2.1
	2000/01/06	360	ND	ND	3.4
門前町鹿磯(平島)	1999/01/18	460	ND	ND	2.0
	1999/03/24	410	ND	ND	2.8
	2000/01/06	410	ND	ND	3.2
輪島市鶴入(ヒトウチ)	1999/03/05	390	ND	ND	1.8
	2000/03/16	430	ND	ND	1.8
輪島市鶴入(ゾウゾウ)	1999/03/05	350	ND	ND	1.8
	1999/04/05	380	ND	ND	2.1
	2000/03/16	470	ND	ND	2.3
輪島市曾々木	1999/02/16	410	ND	ND	2.5
	1999/03/29	390	ND	ND	2.9
	2000/03/03	380	ND	ND	1.7
内浦町(赤崎)	1999/01/05	370	ND	ND	1.7
	1999/03/29	340	ND	ND	2.9
	2000/03/03	410	ND	ND	2.8
内浦町(立壁)	1999/01/05	410	ND	ND	2.3
	1999/03/29	310	ND	ND	2.3
	1998/12/28	440	ND	ND	2.2
能都町(鶴川)	1999/01/06	400	ND	ND	2.3
	1999/03/29	200	ND	ND	3.4
	1998/12/28	520	ND	ND	1.9
能都町(七見)	1999/01/06	410	ND	ND	2.7
	1999/03/28	300	ND	ND	1.8
	1998/12/27	420	ND	ND	2.2
穴水町(イナヘズミ)	1999/01/26	310	ND	ND	2.6
	1999/03/20	280	ND	ND	1.6
	2000/01/19	380	ND	ND	1.3
穴水町(岩車)	1999/01/26	260	ND	ND	1.9
	1999/03/20	260	ND	ND	1.5
	2000/01/19	300	ND	ND	2.4
七尾市(佐々波)	1998/12/01	400	ND	ND	1.8
	1999/03/26	600	ND	ND	1.8
	2000/02/08	400	ND	ND	2.0
七尾市(大泊)	1998/12/01	370	0.13	ND	2.1
	1999/03/26	300	ND	ND	2.2
	2000/02/08	320	0.01	ND	1.4
最大値		600	0.22	0.12	3.4
最小値		140	ND	ND	1.3
平均値		378			2.2

表 2 ゲルマニウム半導体検出器による核種分析結果 (松葉・土壌)

単位: Bq/kg-生(松葉), Bq/kg 乾土(土壌)

陸上試料	採取年月日	K-40			Cs-137			
		松葉	土壌(0~5cm)	土壌(5~25cm)	松葉	土壌(0~5cm)	土壌(5~25cm)	
加賀市上木	1998/11/14	78	540	580	0.69	85	8.1	
	1999/02/01	78	550	540	1.4	35	3.8	
	1999/08/09	120	550	550	2.7	49	10	
	2000/02/14	74	550	540	1.0	67	8.4	
(A)	1999/08/09	—	640	560	—	59	6.3	
	2000/02/14	81	560	620	1.3	76	3.6	
(B)	1999/08/09	—	530	570	—	50	8.9	
	2000/02/14	—	570	550	—	82	8.6	
(C)	1999/08/09	—	550	550	—	41	9.4	
	2000/02/14	—	550	570	—	48	6.9	
(D)	1999/08/09	—	590	580	—	80	21	
	2000/02/14	—	550	500	—	74	7.5	
根上町山口町	1998/11/14	91	550	570	0.18	20	17	
	1999/01/19	80	540	540	0.15	18	21	
	1999/08/26	97	610	540	0.36	23	12	
	1999/11/07	95	570	590	0.33	22	11	
金沢市専光寺	1998/11/05	85	600	590	ND	ND	1.7	
	1999/01/19	81	620	600	ND	1.1	2.5	
	1999/08/26	81	490	510	ND	7.7	1.5	
	1999/11/07	74	560	590	ND	0.8	1.1	
金沢市菅池	1998/11/05	83	430	430	ND	3.5	0.7	
	1999/03/04	85	390	350	ND	19	8.1	
	1999/08/26	84	560	570	ND	1.7	1.1	
	1999/12/01	73	540	540	ND	4.5	ND	
鶴来町三宮町	1998/11/04	91	630	750	0.023	77	38	
	1999/03/04	72	540	680	0.030	70	21	
	1999/08/11	61	580	590	0.024	110	34	
	1999/12/01	91	590	850	ND	95	8.6	
白峰村桑島	法面下部	1998/11/04	90	990	—	0.071	4.7	—
		1999/03/19	69	1,100	1,100	0.041	4.5	2.0
		1999/08/11	61	—	—	ND	—	—
	法面上部	1999/12/01	82	—	—	0.038	—	—
		1998/11/04	—	99	—	—	69	—
		1999/03/19	—	84	120	—	57	61
		1999/08/11	—	860	820	—	ND	6.1
1999/12/01	—	870	660	—	15	4.4		
押水町免田	1998/11/14	72	640	690	ND	2.8	0.9	
	1999/01/06	80	630	690	ND	2.1	0.7	
	1999/08/19	80	570	650	0.039	3.9	2.1	
	1999/11/06	69	640	650	ND	3.2	1.0	
能登島町牧山	1998/12/04	81	420	310	0.030	5.4	6.3	
	1999/02/15	83	340	290	0.026	6.5	5.0	
	1999/08/19	85	600	290	ND	ND	0.9	
	1999/11/06	74	660	630	ND	ND	ND	
門前町大口	1998/12/04	81	530	470	0.13	23	14	
	1999/01/18	79	540	560	0.086	25	17	
	1999/08/17	110	570	540	0.20	35	17	
	1999/10/26	70	520	630	0.077	37	17	
輪島市町野	1998/12/04	78	71	81	0.076	ND	1.9	
	1999/03/05	73	100	210	0.064	1.3	ND	
	1999/08/17	95	79	67	0.13	120	45	
	1999/10/19	72	150	110	0.47	100	30	
最大値		120	1,100	1,100	2.7	120	61	
最小値		61	71	67	ND	ND	ND	
平均値		81	532	535	0.37	39	11	

* —は欠測

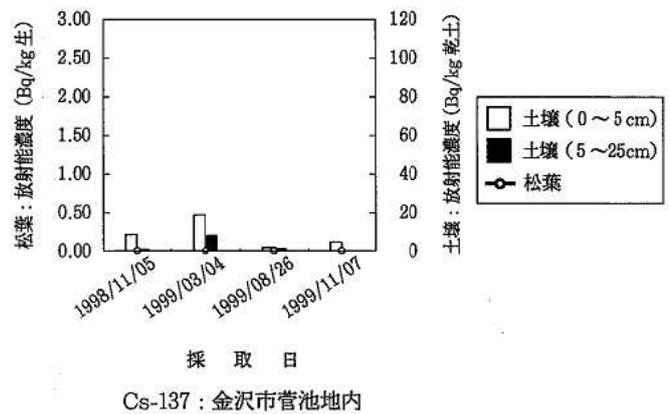
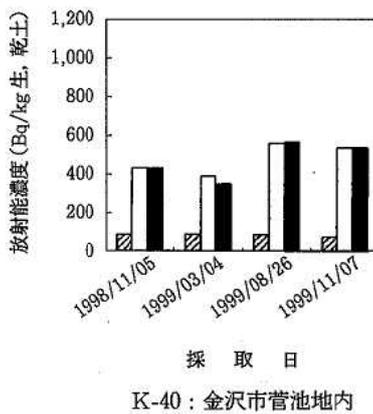
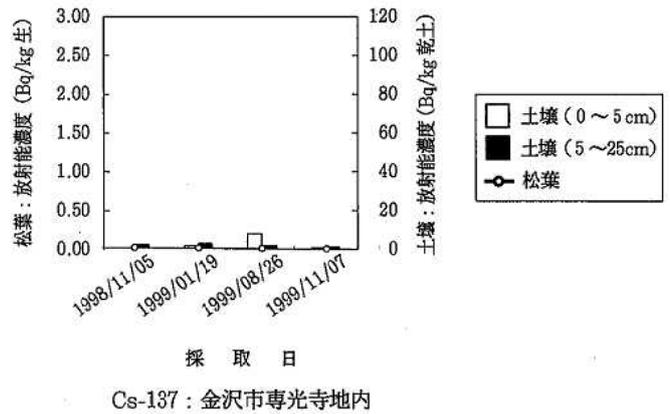
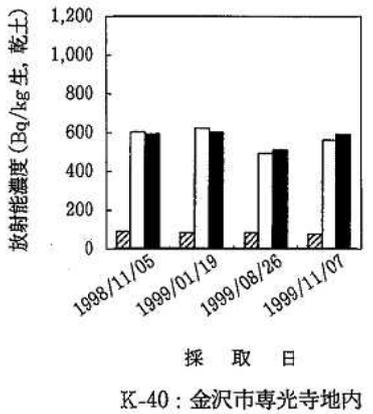
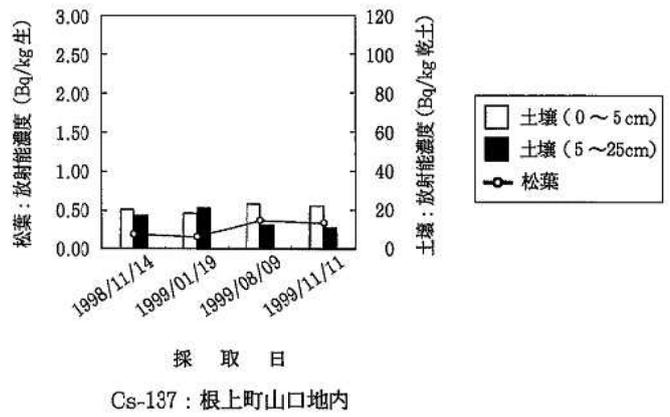
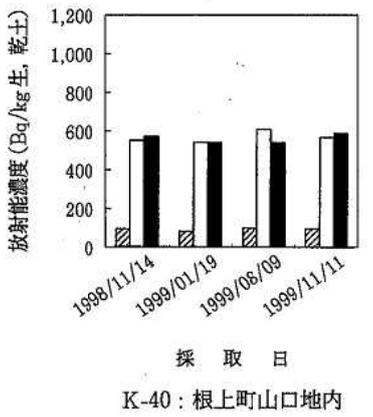
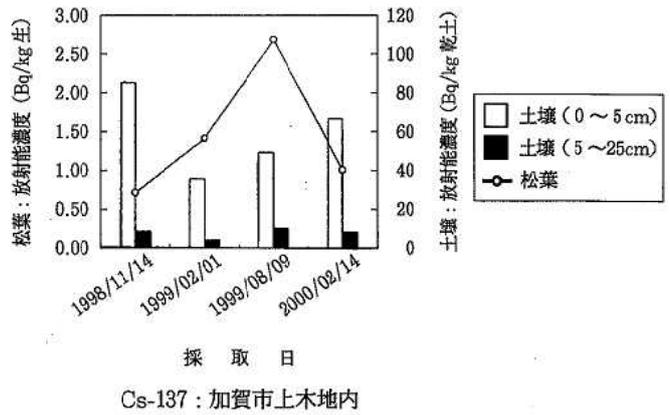
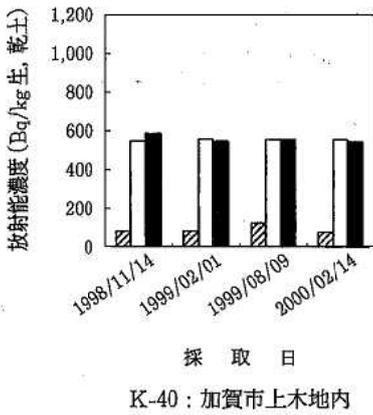


図3-1 陸上試料の調査結果

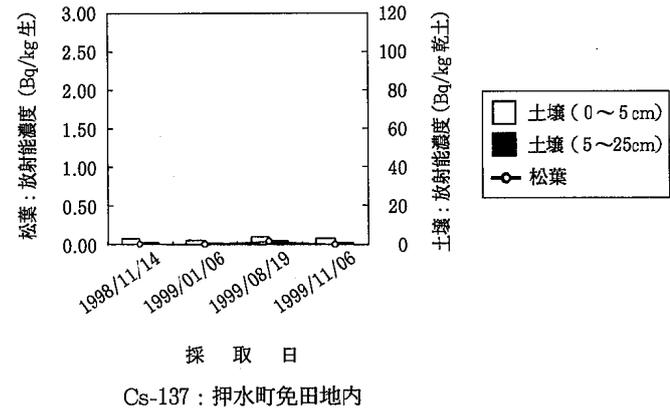
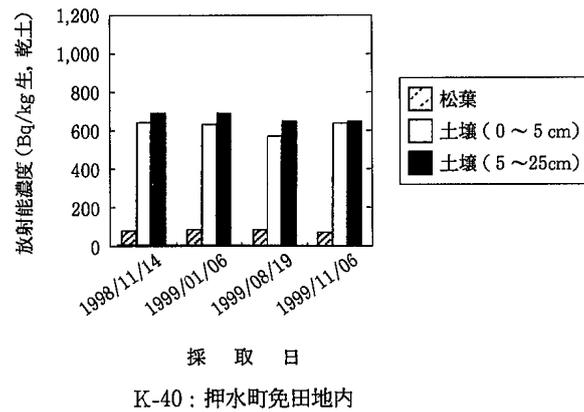
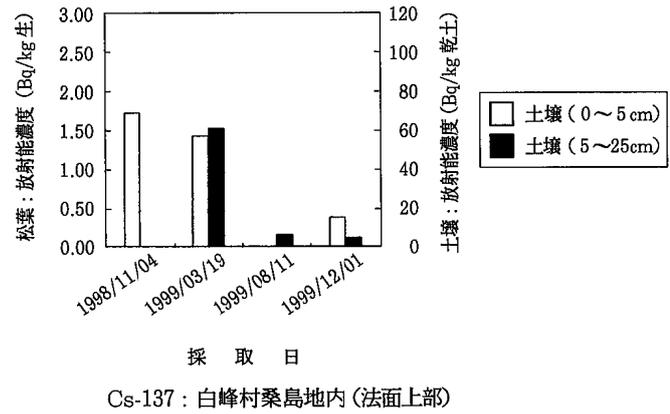
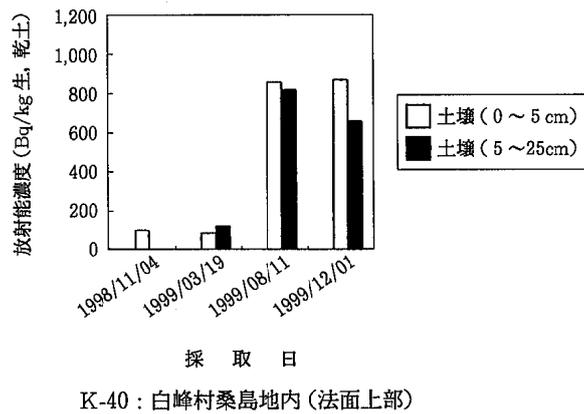
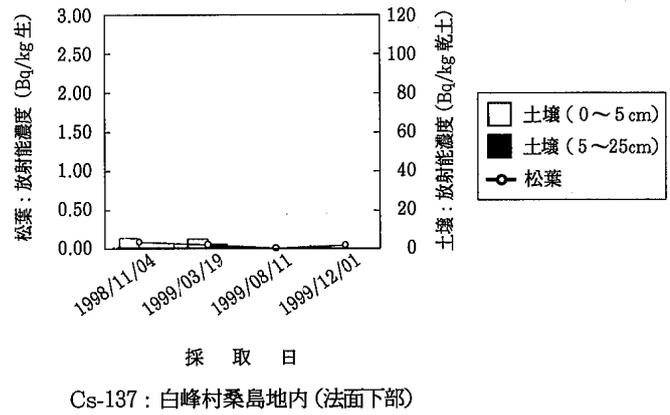
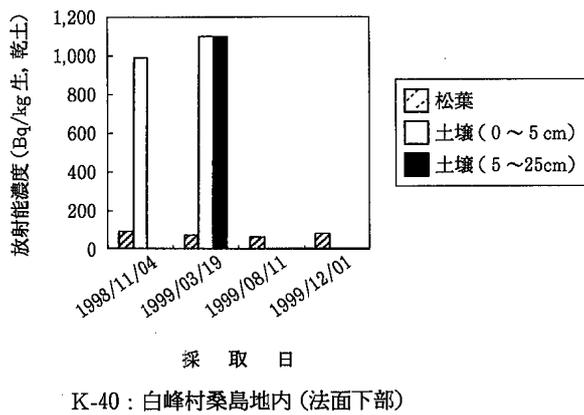
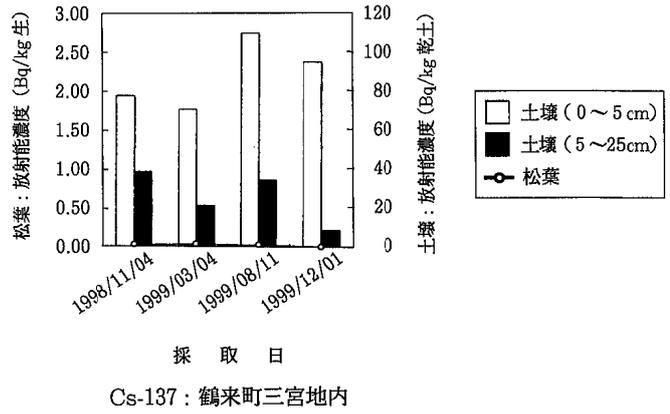
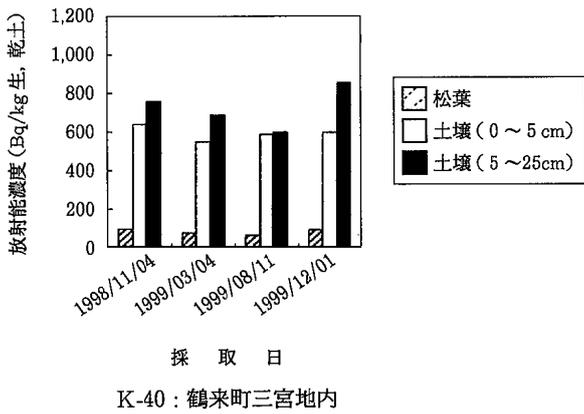


図 3-2 陸上試料の調査結果

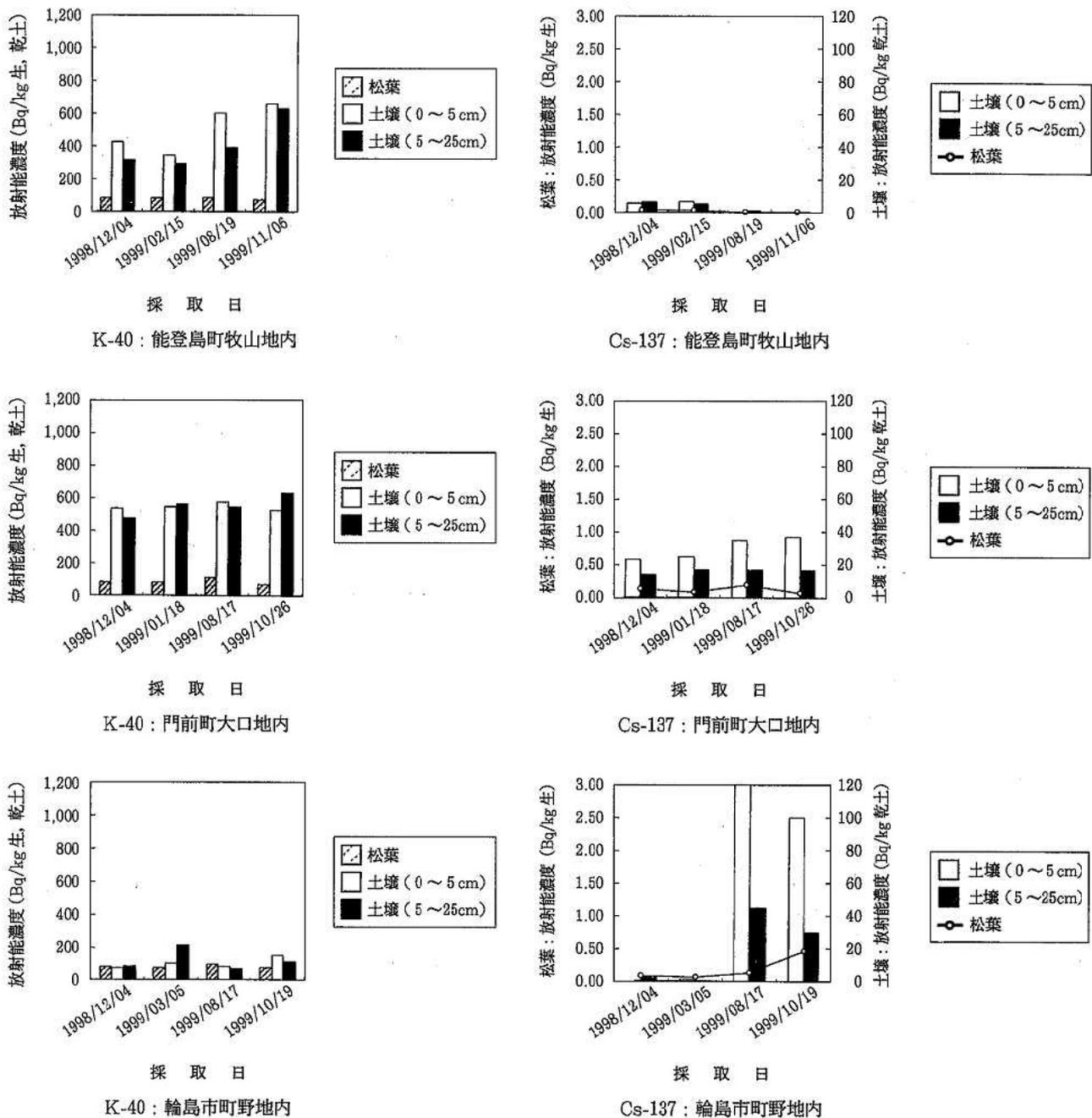


図3-3 陸上試料の調査結果

あった。

また、白峰村桑島では平成10年度は土壌を法面の下部と上部で採取し、平成11年度は上部のみを採取したが、10年度の法面上部の57及び69Bq/kg 乾土に比べ1回目がND、2回目も15Bq/kg 乾土と低い値であった。

一方、輪島市町野では、平成10年度の調査結果から判断して、白峰村桑島と同様に林道造成に伴う人工改変の可能性が予想されたため、11年度は林道をさらに約200 m 入った先の分岐した小道で土壌を採取した。分析結果はND から平均110Bq/kg 乾土と調査地点中の最大値

を示した。このことから、平成10年度は林道沿いの人工改変された場所の土壌を採取したものと考えられる。全体の傾向としては表層が下層よりも濃度が高いが、同等的な逆の場合もあった。

土壌のカリウム40濃度は表層(0~5cm)で71~1,100 Bq/kg 乾土の範囲にあり、セシウム137と同様に地点間で大きな違いが見られた。最大値は白峰村桑島法面下部であり、低濃度は白峰村桑島法面上部と輪島市町野であった(100Bq/kg 乾土未満)。平均は532Bq/kg 乾土であった。下層(5~25cm)は67~1,100Bq/kg 乾土であり、

最大値は同じく白峰村桑島法面下部、最小値は輪島市町野であった。平均は535Bq/kg 乾土であった。これらの結果から表層、下層とも濃度に差がない事がわかった。

白峰村桑島ではカリウム40の結果も平成10年度と11年度では相違があったことから、恐竜館の取り付け道路造成時に下部、上部とも土壤が切土造成されているものと考えられる。現在までの調査結果では土壤のセシウム137濃度が5 Bq/kg 乾土以下では松葉のセシウム137濃度がNDとなる場合が多く見られるが、それ以上の濃度の土壤と松葉のセシウム137濃度との相関は定かでない。松葉のセシウム137濃度については松の根からの養分(セシウム137)吸収が土壤採取深度より深い可能性の影響も考えられるので、養分吸収が0~25cmで可能なヨモギについて、過去の土壤調査地点で比較的高い値の出た地点を選び、調査する必要もある。

4 ま と め

(1) ホンダワラのヨウ素131については、11年度内灘

町河北潟放水路防波堤付近で0.12Bq/kg 生検出された。また、ホンダワラのセシウム137については、10年度は七尾市大泊の1検体だけ検出されたが、11年度はこの地点や羽咋市滝港及び内灘町河北潟放水路防波堤付近でも検出された。

(2) 土壤中のセシウム137は加賀市、鶴来町、輪島市で高い傾向が見られ、松葉のセシウム137は加賀市が最も高く、根上町や門前町並びに11年度の輪島市でも他の地点に比べ、やや高かった。

(3) 土壤のカリウム40は10年度の白峰村桑島法面上部と輪島市町野が約100Bq/kg 乾土未満の低い値が得られた。松葉のカリウム40濃度は61~120Bq/kg 生と地域差が少なかったが、ホンダワラは140~600Bq/kg 生と地域差があった。

(4) 白峰村、輪島市や能登島町のように平成10年度と11年度で採取位置を変え、測定値に大きな違いが見られた地点については、正しいバックグラウンド値を知るためには再度調査地点の検討が必要である。

〔資 料〕

石川県におけるフォールアウト調査結果

(平成11年度)

石川県保健環境センター環境放射線部

堀 秀 朗・橋本 桂輔
中山 哲彦・泉 善 博

キーワード：フォールアウト

1 はじめに

全国放射能監視ネットワーク（科学技術庁）の一員として、石川県におけるフォールアウト等による環境放射能の水準を把握するため、ゲルマニウム半導体検出器を用いての核種分析を中心に放射能レベルを調査した。ここでは平成11年度の科学技術庁委託放射能調査結果の概要を述べる。

2 調査方法

2・1 調査試料

調査試料は定時（午前9時）採取の降水、大型水盤による降下物（1か月毎）、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

全ベータ測定は科学技術庁放射能測定法シリーズ「全ベータ放射能測定法」（昭和51年改訂）に基づき、測定器は低バックグラウンド自動測定装置 JDC-163（アロカ製）を使用した。校正線源として、科研製 U308（500 dps）を使用した。核種分析は、科学技術庁放射能測定法シリーズ「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」（平成4年改訂）に基づいて、ゲルマニウム半導体検出器（CANBERRA 及び PGT 製）及び波高分析器（東陽テクニカ製 GENIE-2000）により測定した。また、サーベイメータによる空間線量率の測定には TCS-166型シンチレーションサーベイメータ（アロカ製）を用い、DBM方式により測定した。モニタリングポストによる空間線量率の測定は、MAR-21型（ア

ロカ製）を使用し、科学技術庁放射能測定法シリーズ「連続モニタによる空間γ線測定法」に基づいて行った。

3 調査結果とまとめ

3・1 降水の全ベータ

調査期間（平成11年4月2日～平成12年3月31日）における降水の定時採取試料数は表1に示すように116検体であり、そのうち全ベータ放射能が検出されたのは5検体であった。月間降下量の最大は3月の57.9MBq/km²であった。なお、表1の中で、計数誤差の3倍を下回る値については「N.D」（検出されず）と記した。

3・2 降下物

1か月毎の降下物中の放射能濃度は、カリウム-40がN.D～9.5MBq/km²、人工放射性核種のセシウム-137はN.D～0.49MBq/km²であったが、その他の人工放射性核種は検出されなかった（表2）。年間降水量は2,498mmであり、年間降下量はカリウム-40が29.3MBq/km²、セシウム-137が0.49MBq/km²で、過去3年間の測定値範囲（セシウム-137：N.D～0.07MBq/km²）を上回った。上回った要因は3月の降下量が例年に比し多かったことにある。表2の中で計数誤差の3倍を下回る値については「N.D」（検出されず）と記した。

3・3 核種分析試料

降下物以外に表2に示す陸水（上水）、土壌、精米、野菜、牛乳、日常食、海産生物について実施した。セシウム-137が土壌で20.0Bq/kg 乾土（0～5cm, 5～20cm）、日常食で0.047Bq/人・日、フクラギで0.17Bq/kg 生と検出されたが、いずれも過去の測定値（表2中の過去

Survey Data of Fallout in Ishikawa Prefecture, from April 1999 to March 2000. by HORI Syuhroh, HASHIMOTO Keisuke, NAKAYAMA Tetsuhiko and IZUMI Yoshihiro (Environmental Radiation Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

3年間の値参照)と同程度であった。その他の試料は検出限界未満であり、全ての試料から異常値は認められなかった。

3・4 牛乳中のヨウ素131

表3に示すように、牛乳中のヨウ素-131はいずれも検出されなかった。なお、表3の中で計数誤差の3倍を下回る値については「N.D」(検出されず)と記した。

3・5 空間線量率

表4に示すように、サーベイメータによる空間線量率は88~100nGy/h(宇宙線寄与分の30nGy/hを含む)の範囲にあった。また、モニタリングポストによる空間線量率は33~82nGy/hの範囲にあり、年平均値は49nGy/hであった。

これらのデータは、科学技術庁の委託を受けて行った環境放射能水準調査の成果の一部である。

表1 定時降水中の全ベータ放射能測定結果

採取年月	降水量(mm)	降水の定時採取(定時降水)			
		放射能濃度(Bq/l)			月間降水量(MBq/km ²)
		測定数	最低値	最高値	
平成11年4月	107.5	11	N.D	3.46	27.7
5月	142	6		N.D	N.D
6月	232	9	N.D	3.71	44.5
7月	130.5	7		N.D	N.D
8月	120.5	7		N.D	N.D
9月	266.5	10		N.D	N.D
10月	186.5	7		N.D	N.D
11月	252	12	N.D	4.78	21.5
12月	353.5	10		N.D	N.D
平成12年1月	223.5	10		N.D	N.D
2月	237.5	16	N.D	2.48	21.1
3月	246	11	N.D	2.03	57.9
年間値	2,498	116	N.D	4.78	N.D~57.9
過去3年間の値		254	N.D	5.85	N.D~205.8

表2 環境試料中の放射能濃度測定結果

試料名	採取場所	採取年月	検体数	¹³⁷ Cs		前年度まで過去3年間の値		その他の検出された人工放射性核種	単位				
				最低値	最高値	最低値	最高値						
降下物	金沢市太陽が丘	毎月	12	N.D	0.49	N.D	0.07	なし	MBq/km ²				
陸水	上水(蛇口水)	金沢市太陽が丘	H11.6	2	N.D	N.D	N.D	なし	Bq/l				
			H11.12										
土壌	0~5cm	金沢市末町	H11.7	1	20.0	18.7	37.1	なし	Bq/kg乾土				
										929	1,080	1,760	なし
	5~20cm	金沢市末町	H11.7	1	20.0	19.0	21.9	なし	Bq/kg乾土				
										2,830	3,060	4,410	なし
精米	河北郡内灘町宮坂	H11.10	1	N.D		N.D	なし	Bq/kg精米					
野菜	大根	金沢市西念町	H11.9	1	N.D	N.D	0.057	なし	Bq/kg生				
			ホウレン草							H11.9	1	N.D	N.D
牛乳	羽咋郡押水町坪山	H11.8	2	N.D	N.D	N.D	なし	Bq/l					
		H12.2											
日常食	金沢市・鳥越村	H11.6	4	N.D	0.047	N.D	0.072	なし	Bq/人・日				
		H11.12											
海産生物	鳳至郡門前町鹿磯	H11.4	1	N.D	N.D	N.D	なし	Bq/kg生					
		サザエ							H11.5	1	N.D	N.D	なし
		フクラギ							H11.9	1	0.17	0.20	0.28

表 3 牛乳中の¹³¹I濃度測定結果

採取場所	羽咋郡押水町字坪山ナ部93-2 石川県畜産総合センター						前年度まで過去3年間の値	
採取年月日	H11. 5.11	H11. 7.15	H11. 9. 7	H11.11. 9	H12. 1.20	H12. 3.14	最低値	最高値
放射能濃度 (Bq/l)	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D		N.D

表4 空間線量率モニタリング結果

測定年月	モニタリングポスト (nGy/h)			*1) サーベイメータ (nGy/h)
	最低値	最高値	平均値	
平成11年4月	40	66	50	94
5月	48	62	50	96
6月	48	74	51	100
7月	47	65	50	90
8月	47	59	49	96
9月	46	66	49	90
10月	45	67	48	94
11月	45	76	50	94
12月	33	79	50	94
平成12年1月	44	82	50	94
2月	36	81	46	92
3月	38	70	49	88
年間値	33	82	49	88~100

*1) 宇宙線寄与分30nGy/hを含む。

〔短 報〕

石川県における集団かぜの流行状況と分離ウイルス

(1999/2000年インフルエンザシーズン)

石川県保健環境センター感染症部 尾西 一・大矢 英紀

キーワード：A型インフルエンザウイルス，変異株，集団かぜ

(本報告の一部は第58回日本公衆衛生学会総会(平成11年10月21日，別府市)において発表した)

1 はじめに

毎年冬季に流行する集団かぜの大部分は，インフルエンザウイルスによるものであるが，急激な発症と高熱など症状が重いこと，また強い伝染力で集団内に広範かつ急速に広がるため，社会に与える影響は非常に大きい。

また近年，老人などのハイリスクグループの集団生活施設での流行は，非常に危険であることから特に注目されている。しかしながら，学校以外の施設での流行状況は正確に把握されていないのが現状であり，今後の大きな課題となっている。

ここでは，1999/2000年インフルエンザシーズンにおける幼稚園，学校での集団かぜについて，その流行状況及びウイルス分離検査の結果等について報告する。

1999/2000年インフルエンザシーズンにおける幼稚園，小学校，中学校，高校における集団かぜの本格的流行は，図1に示すとおり2000年の第3週(1月13日)から始まった。その後第5週の52施設，4,930人をピークとして第

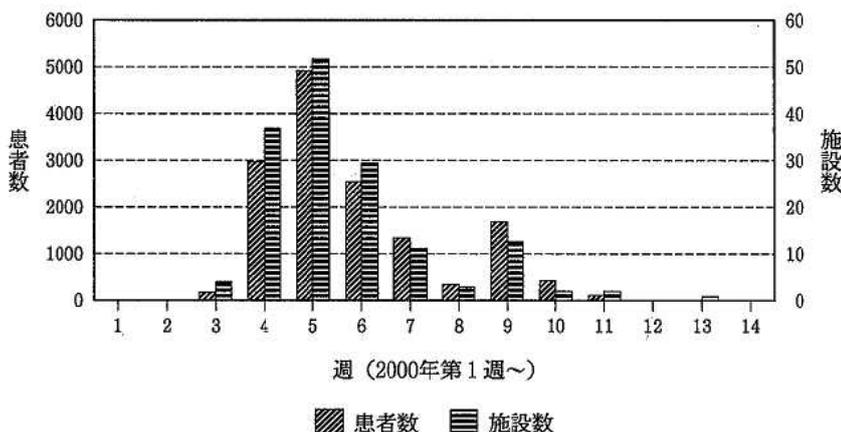


図1 集団かぜ発生状況(週別)

表1 集団かぜ施設別患者数

	施設数	在籍者数	患者数
幼稚園	8	959	369
小学校	112	41,882	9,479
中学校	30	15,212	4,056
高校	4	2,122	657
計	154	60,175	14,561

13週の3月21日まで患者発生が続いた。この間の患者数は154施設の14,561人に及んだ。これは昨シーズンの91施設，8,261人よりは多いものの，過去10年間の状況と比較すると，ほぼ例年並の規模といえる数であった。なお施設別の発生状況は表1に示した。

一方，これら集団かぜ患者からのウイルス分離検査は，金沢市を含む県内5保健所から受け付けた11施設(小学校10，中学校1)の患者55人について，咽頭ぬぐい液を検体として実施した。検体は常法どおり抗生物質含有の細胞培養液にて前処理し，トリプシン添加 MDCK 細胞

に接種した。1週間培養後，培養上清の0.5%モルモット赤血球に対する凝集能(HA)を調べ，陽性の場合には感染フェレット抗血清(WHOインフルエンザ・呼吸器ウイルス協力センターから分与)による赤血球凝集抑制反応(HI)により，分離ウイルスの同定及び型別を行った。また，1週間培養後のHAが陰性の検体は，継代し更に1週間培養後HAを調べ最終判定を行った。

その結果は表2のとおり，55人(55検体)中32人からインフルエンザウイルスが分離された(分離率58

表 2 1999/2000シーズンの集団かぜ検査結果 (ウイルス分離)

検体採取月日	施設	検体数	陽性数	型
2000.1.13	小 木 小 (珠 洲 市)	5	5	A (H3)
1.14	高 松 小 (高 松 町)	5	3	A (H1)
1.17	南小立野小 (金 沢 市)	5	3	A (H1)
1.17	浅野川中 (金 沢 市)	5	3	A (H1)
1.17	能登島小 (能登島町)	5	3	A (H1)
1.18	蕪 城 小 (松 任 市)	5	3	A (H1)
1.18	志 雄 小 (志 雄 町)	5	3	A (H1)
1.18	能 美 小 (小 松 市)	5	2	A (H1)
1.18	小 坂 小 (金 沢 市)	5	2	A (H3)
1.20	河 南 小 (山 中 町)	5	3	A (H1)
1.25	鳳 至 小 (輪 島 市)	5	2	A (H1)
計	11 施設	55	32 (分離率58%)	H1=25, H3=7

表 3 分離ウイルスの抗原性

	抗 血 清	
	A/Sydney/05/97(H3N2) (640)	A/Beijing/262/95(H1N1) (320)
A 石川 (H3)	160~320	
A 石川 (H1)		40~80
A 石川 (H1)		10~20

%)。分離ウイルスの型はA型のみで、そのうち (H3) が2校の7人から、(H1) が9校の25人から分離された。

これらの分離株についてワクチン株ウイルスに対する抗血清の A/Sydney/05/97 (H3N2), A/Beijing/262/95 (H1N1) を用いて HA 抗原性を調べたところ、分離した (H3) 株の抗原性にはワクチン株と2~4倍程度の差違がみられた。また分離した (H1) 株には抗

ける分離ウイルスもA型の (H3) と (H1) が主流であり、(H1) についてはその約30%程度が、前述の変異株に近い性状の株であったとのことである。

また1999年5月にニューカレドニアで流行した (H1) ウイルス [A/New Caledonia/20/99 (H1N1)] が A/石川/42/98と類似した HA 抗原性を有することが、WHO より報告された²⁾ (表4) ことも注目される。

次に、前述の A/石川/42/98を抗原として、1998年11

A/Beijing/262/95 (H1N1) のホモ価に対し1/4~1/8の反応を呈する株 (23株) と1/32~1/16の低反応性の株 (2株) がみられた (表3)。後者のようにワクチン株とは抗原的に大きく変異していると考えられるウイルスは、1998年11月に全国的にみても石川県でのみ2株 [A/石川/42/98 (H1N1) と A/石川/43/98 (H1N1)] が分離されている¹⁾ が、その後1998年末から2000年1月まで、冬季以外も含めて多くのかぜ様疾患の患者についてウイルス分離検査を実施したが、この2株以外にはこのような性状の株は分離されなかった。ところが、今回1999/2000年シーズンで再びこの種のウイルスが出現したことは、非常に興味深い現象であった。なお国立感染症研究所の担当者によれば、1999/2000年シーズンの全国にお

表 4 A/石川/42/98 (H1N1) の HA 抗原性状

Antigens—Antigènes	A/Beijing/262/95	A/New Caledonia/20/99	A/Bayern/07/95	A/Johannesburg/82/96
A/Beijing/262/95	640	320	40	20
A/New Caledonia/20/99	80	640	20	40
A/Bayern/07/95	20	20	640	640
A/Johannesburg/82/96	40	40	1280	1280
Recent isolates—Isollements récents				
A/Ishikawa/42/98	40	640	10	10
A/Bangkok/71/99	80	640	20	<10
A/Sydney/223/99	40	320	<20	<20
A/California/26/99	40	320	<10	<10
A/Argentina/16/99	40	40	1280	1280
A/Argentina/18/99	40	40	1280	640

月及び1999年11月に採取した石川県内住民の血清の HI 抗体保有状況を年齢階層別に調査した。その結果、抗体保有率はどの年齢階層でも低く (0~12%)、その抗体価も最高の者でも 1:40 と低値であった³⁾。このデータから、1998年末から1999年春、あるいは1999年末から2000年春の間に、A/石川/42/98類似株の流行が十分予想されていたが、結果的にはウイルスが分離された2000年1月までは流行は無かったものと考えられた⁴⁾。

以上から、今シーズンに分離した (H1) 株については、前シーズンの (H1) 株である A/石川/42/98 やニューカレドニアの (H1) 株などとの疫学的関係やウイルス学的類似性など、更に詳細な性状についても検討しなければならないと考えている。

なお、前述の A/石川/42/98 はその後、(H1) の変異株として WHO で国際的な標準株に認定された⁵⁾。

文 献

- 1) 尾西 一, 大矢英紀, 川島栄吉, 庄田丈夫, 福井歳美, 伊川あけみ: 病原微生物検出情報, 19 (12), 4 (1998)
- 2) World Health Organization: WEEKLY EPIDEMIOLOGICAL RECORD, 74, 321 - 328 (1999)
- 3) 尾西 一, 大矢英紀: 日本公衆衛生雑誌, 46 (10), 670 (1999)
- 4) 尾西 一: 感染症学雑誌, 74 (臨時増刊号), 194 (2000)
- 5) 根路銘国昭: 病原微生物検出情報, 20 (12), 1 - 5 (1999)

〔短 報〕

食品摂取比率と食品中放射能による放射能 摂取量算定の改善策

石川県保健環境センター環境放射線部 堀 秀 朗・橋本 桂 輔

キーワード：陰膳，マーケットバスケット

県民の放射能摂取量を把握し、内部被ばく線量を評価する目的で、平成2年度から平成11年度まで陰膳中の放射能調査を実施したが、ガンマ線核種分析結果で検出された核種は、カリウム-40（以下「K-40」と表記）とセシウム-137（以下「Cs-137」と表記）のみであった。しかし、Cs-137濃度はほとんどの陰膳試料（1人・日分）で検出限界付近の低レベルで、不検出の試料も多かった。そのため、陰膳試料のガンマ線核種分析結果からCs-137摂取量（陰膳中の含有量を食事する側から観ると摂取量となる。）算定は困難な状況になっている。他方、各種の食品（調理前の食材）についてのガンマ線核種分析では、陰膳試料より高値で信頼できるCs-137検出値が得られたので、これら食品の測定値を利用しての含有量算定が考えられる。即ち陰膳を構成している各種食品ごとに、その組成重量と着目物質（又は核種）濃度を掛け合わせて得た量を求め、その総和を得ることで、当該陰膳中の着目物質の含有量に相当するものが得られる。即ち、ある核種jについて以下の式が成り立つ。

$$S_j = \sum_i (W_i \times C_{ij})$$

ただし S_j : 核種jの含有量（推計）

W_i : 食品iの組成重量

C_{ij} : 食品iの核種j濃度

この手法は調理前段階の濃度調査が必要なため、マーケットバスケット法とも言われており、すでにこの方法での評価もなされている。平成3、4年度日常食中の放射能調査で陰膳方式、マーケットバスケット方式両法を実施しており、両方法によるK-40摂取量評価比較において、「マーケットバスケット方式により得たK-40推計値の方が、陰膳方式により得た実測値よりも約2～3倍高くなったが、量目調査（アンケート形式による陰膳試料提供者による申告）を専門家（管理栄養士）によるチェックを行うことで、推計値/実測値を1に近づけることができた。」の結論を得ており、両方式の結果を近似させるにはマーケットバスケット方式で用いる量目調査結果

の精度が問題であることを示した。そこで、今回は専門家がなくても、同様な効果を期待できるチェックにより精度を向上させる見通しが得られたので報告する。

精度向上の改善は大きく分けると、(1)食事内容アンケート集計の改善と(2)推計手法の改善の2つが考えられる。(1)については以下の3点について考慮を加えた。

ア 食材の規準化と集計管理

陰膳中の食品目安量として新編食品成分表²⁾に基づき「重量めやす表」を作成し、「ワカメのみそ汁1杯」のようにアンケートで数値化されていない食品（この場合ワカメと味噌などの調味料）に対して統一的な重量決定を行うと共に、陰膳中の食材（食品）集計の漏れがないよう留意した。

イ 調理食品の形態と重量の整合

調理食品の重量算定の際にはガンマ線核種分析時の食品形態と陰膳の食品形態を合わせた。即ちガンマ線核種分析においては、米と豆は乾燥重量で濃度を出しているのに対して、陰膳アンケートでは、ご飯や煮豆の重量が記載され、ガンマ線核種分析結果がそのまま対応していない。そこで調理食品、たとえば、ご飯、煮豆としてアンケートで集計されたものの重量を食品（米、豆）0.4、水分0.6の割合に分けて考えた。

ウ みそ汁、スープ類の加水

食事内容アンケートで欠けているみそ汁やスープについて、1杯につき150mlの水分を加算することとした。

(2)については、改善点として前出の計算式において、食品重量 (W_i) のいい加減さが挙げられる。陰膳中の個々の食品重量は判らなくても、陰膳としての総重量は実測した確かな値が得られているので、これで個々の食品重量を規準化したもの、即ち陰膳中の個々の食品の組成重量割合を用いれば、個々の食品重量精度を上げ、結果として目的物質（又は核種）含有量の推計精度の向上が期待できると考え、以下の式を用いることにした。

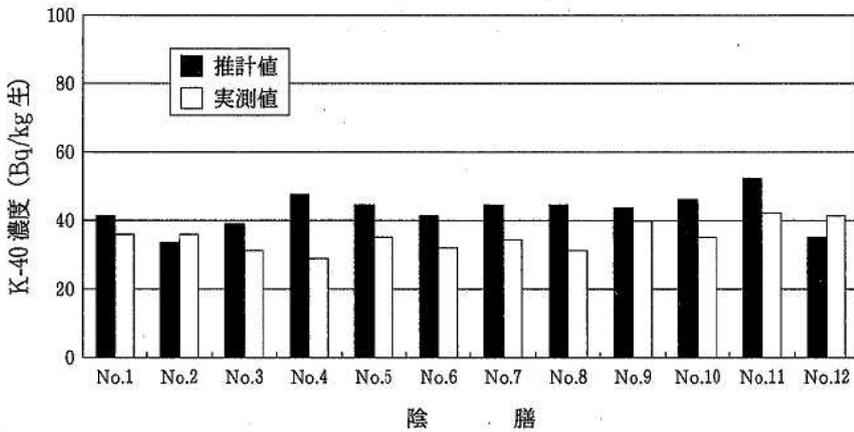


図1 陰膳中の K-40濃度推計値と実測値

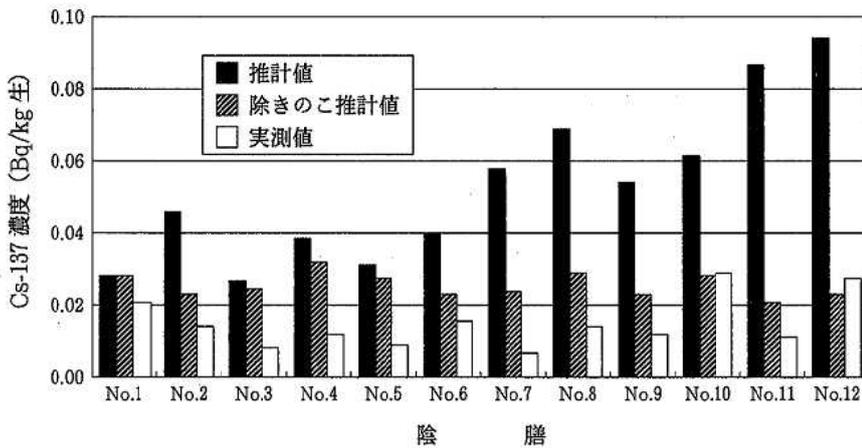


図2 陰膳中の Cs-137濃度推計値と実測値

$$S_j = W_0 \times \sum (R_i \times C_{ij})$$

ただし S_j : 核種 j の含有量 (推計)

W_0 : 陰膳の総重量

R_i : 食品 i の組成重量割合

C_{ij} : 食品 i の核種 j 濃度

陰膳中の個々の食品重量把握については、アンケート記入者の感覚と実重量との間に差があり、ものによって数倍の差も出るであろう。しかし、陰膳試料中のある食品の重量把握に実測値との差が出ても、その違いの出方は同一人であれば、他の各食品に対しても同じように現れると考えられるので、各食品重量の相対評価、即ち組成重量比率を用いれば、実重量に近づく補正ができると思われる。

マーケットバスケット方式で重要なパラメータは個々の食品の目的物質濃度である。この濃度の妥当性が大きく含有量推計の精度に効いてくるが、ここでは平成8年度から始めた食品中の核種濃度調査で得た結果から求めた各食品群の平均濃度を用いた。

平成10年度に採取した12件の陰膳試料に対して、目的

物質 j の陰膳中濃度をアンケート結果に前述の操作を加えた推計値 (S_j/W_0) と陰膳のガンマ線核種分析結果の実測値で比較した。被ばく線量評価に繋がる摂取量 (含有量) を推計するわけであるが、推計含有量も実測含有量も試料重量は同じであるので、濃度による比較で評価できる。従ってここでは濃度による比較を示した。結果は、K-40について、推計値は実測値の0.85~1.6倍 (全体平均で1.2倍) (図1) で、専門家の手を煩わせずに既報¹⁾と同程度にアンケート結果から実測値に近似した推計ができた。Cs-137について、推計値は実測値に対してかなり高目となり、最も大きいものでは約8倍の推計となった。これらはほとんどがきのこ類を含んだ陰膳であった。きのこ類のCs-137濃度が極端に高いため、きのこ類が入ると、実測値に比し大幅に高いCs-137濃度推計となったものである。従って、きのこ類のCs-137濃度が妥当であったか再検討する必要がある。しかし、きのこ類の寄

与を除外しても推計値は実測値よりおしなべて高く、見かけ上0.85~3.4倍(図2)となっている。これは実測値の方にも問題があり、最初に述べたように、陰膳のガンマ線核種分析結果のCs-137濃度には検出限界未満に相当する信頼度の低い値が含まれているのも一因であろう。これらの試料を除外すれば最大2倍程度の推計になる。

Cs-137でここに提示した改善推計法の妥当性を評価することは難しいが、陰膳試料において信頼できる値が得られているK-40で評価すれば、この方法はかなり実測値に近似したものとなった。今回は平成10年度の陰膳試料を対象にして精度向上の可能性を検討したが、一応精度向上の見通しが得られたので、今後は平成8, 9, 11年度の陰膳にも適用して、この方法の信頼性を確認し、報告したい。

参考文献

- 1) 内田賢吾, 玉井 徹, 堀 秀朗: 石川保環年報, 34, p94-97 (1997)
- 2) 科学技術庁監修: 新編食品成分表, 東京 (1998)

石川県保健環境センター研究報告書投稿規定

石川県保健環境センター（以下「センター」という。）研究報告書の投稿規定を次のとおり定める。

1 編 集

センター研究報告書の編集は、年報等編集委員会（以下「編集委員会」という。）が行う。

2 編集委員会構成

編集委員会は所長を委員長とし、次長、部長及び室長を委員とする。

3 投稿者の規定

投稿者は原則としてセンター職員とする。

4 報告書の内容

センター職員が行った調査研究で、印刷物として未発表のものとする。ただし、抄録についてはこの限りではない。

5 報告の種類

報告は、総説、報文、資料、短報及び抄録の5種類とする。

(1) 総 説

複数年にわたる連続した研究報告を総合的にまとめたもの、複数の部門で行われた研究報告を総合的にまとめたものまたはひとつの主題に関する内外の研究報告を総括的にまとめたもののいずれかで、形式は自由とし、英文タイトルを付記する。

(2) 報 文

新知見を含むまとまった研究報告で、形式はおおむね、はじめに、材料と方法、成績、考察、まとめ、謝辞、付記及び文献の順とし、英文タイトルを付記する。

(3) 資 料

既知の方法による調査、試験検査の結果又は統計等をまとめたもので、形式は報文に準じ、英文タイトルを付記する。

(4) 短 報

断片的な研究であっても、新しい事実で価値のあるデータを含む報告で、形式は報文に準ずるが見出しはつけない。

(5) 抄 録

当該年度に他誌に掲載された論文の抄録で、表題名、著者名、所属名、掲載誌名、巻（号）、始ページ—終ページ、発行年及び紹介文の順に掲載する。

6 投 稿

本誌に原稿の投稿を希望する者は、その原稿を本投稿規定ならびに「研究報告書原稿執筆要領」に従って作成しなければならない。

投稿原稿の長さは、原則として表1に示すページ数（図、表などを含む刷り上がりページ数）以内とする。ただし、編集委員会が認めた場合は、この限りではない。

表1 原稿の最大ページ数

原稿の種類	総 説	報 文	資 料	短 報	抄 録
ページ数	12	8	6	3	1

7 原稿の提出及び審査

原稿は所属部長又は室長の校閲を経て、編集委員会に提出する。

提出された原稿は、編集委員会において審議のうえ採否、掲載区分及び掲載順序を決定する。

原稿の審査及び表現、用語等の統一化は編集委員会で行い、必要な場合には投稿者に内容の変更、表現の統一化

のための作業あるいは内容の確認などを求めることがある。

8 校 正

初校は著者校とし、誤植の訂正に止め、内容の変更をしてはならない。

9 そ の 他

その他必要な事項は編集委員会で協議する。

この投稿規定は、昭和54年4月1日から適用する。

昭和57年4月1日一部改正
昭和62年7月1日一部改正
平成6年6月1日一部改正
平成10年7月2日一部改正

石川県保健環境センター研究報告書原稿執筆要領

研究報告書投稿規定第6項に基づく原稿執筆要領を、次のとおり定める。

〔原稿の執筆〕

原稿はA4判でワープロによる左横書き（25字×46行、左詰め、2ページで仕上がり1ページに相当）とする。

なお、手書きの場合はA4判で左横書き（25字×23行、4ページで仕上がり1ページに相当）とするが、できるだけワープロによることが望ましい。

〔文 体〕

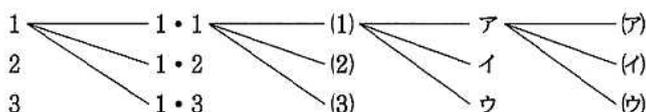
- 1 原稿は原則として新仮名遣い、新送り仮名、平仮名混じり国語文とし、簡潔で理解し易い表現にする。止むを得ぬ学術用語、地名、人名などのほかは常用漢字を用いる。
- 2 欧文はタイプ印字若しくは明瞭なブロック体とする。

〔表 題〕

- 3 表題はなるべく短くまとめ、本文とは別の用紙に書く。続報の場合は必ず副題を付ける。
- 4 表題又は副題の下に1行あけて所属名（部室まで）と著者名を連記する。
- 5 総説、報文、資料には英文の表題、副題、著者名及び所属名を和文の下へ1行あけてタイプ印字する。
- 6 総説、報文、資料、短報及び抄録には、報告の内容を的確に示す3～5語のキーワードを付記する。
- 7 報告の一部若しくは全部を学会等に発表した場合には、最下段に発表学会名、発表年月日及び開催地名を明記する。

〔本 文〕

- 8 本文は表題とは別の用紙に新しく書き出す。
- 9 本文の構成はおおむね 1 はじめに、2 材料と方法、3 成績、4 考察、5 まとめ の順とし、1行あけて謝辞及び付記を記載する。文献は別の用紙に書き出す。ただし、総説の形式はこれらにとらわれず自由とする。
- 10 項目を細別するときの見出し符号は、次の順序で用いる。



ただし、考察とまとめはポイントシステムをとらず、(1), (2), (3) とする。

- 11 ポイントシステムとその見出しはゴシック体とする。短報は見出しを付けない。
- 12 文の書き出しは1字あける。行を改めるときも同じ。
- 13 句読点は「,」及び「。」、かっこは「()」を用いることとし、それぞれ1字に数える。ただし、句読点が行の頭に出る場合は、前の行の右欄外に書く。
- 14 数字は成語となっているもの以外はアラビア数字を用い、1こま2字とする。小数点、コンマ等の記号も数字に準じて記載する。
- 15 数量の単位は原則としてメートル法により、慣用されている記号、略号を用いる。
- 16 物質名、術語等で慣用されているものはそれに従う。物質名には化学式を用いない。
- 17 生物名（和名）はカタカナ書きとし、その学名はイタリック体とする。
- 18 外国語の地名、人名は原則として欧語を用いる。
- 19 本文中の人名は姓のみとする。なお、人名が複数の場合は列記しないで、最初の人名のあとに「ら」を付け、年号は原則として省く。
- 20 用語を略記するときは、最初に必ず正式な名称を共に示す。

〔書体の指定〕

- 21 印刷時の書体を原稿中で指定するときは、ゴシック体は必要ある文字の下に ~~~~~ 線を、イタリック体は _____ 線を、スモールキャピタル体は ——— 線をそれぞれ朱書する。

〔表と図〕

- 22 表と図は重複を避け、本文の論旨展開に必要な最小限のものに留める。これ以外の基礎資料となる表や図は、著者の責任において適当な媒体で保管することとし、研究報告書には掲載又は添付をしない。

- 23 表や図は、本文とは別に 1 つごとに A 4 判の用紙に書き、番号と表題を付ける。
- 24 番号と表題は、表では表の上部に、図では図の下部に表示し、説明、注釈は表や図の下部に記載する。
- 25 番号、表題、説明及び注釈は和文、欧文のいずれでもよいが、欧文の場合は本文での引用にも欧文の番号を用いる。
- 26 表や図に用いる文字は書体を指定することができる。
- 27 表や図の本文中への挿入位置は、原稿用紙の右欄外に「←表 1」、「←図 1」のように朱書する。
- 28 表や図は原則として、その幅を刷り上り 8 cm (半ページ幅) 又は 16.6 cm (全ページ幅) とするが、特に大きさを指定したいときは、表や図の原稿の右下に刷り上りの大きさを朱書する。
- 29 表の周囲は枠で囲まないのを原則とし、縦、横の罫は差し支えない限り省く。
- 30 チャートや写真はなるべく用いない。

〔引用文献〕

- 31 文献は本文の引用箇所の右肩に¹⁾, ²⁾³⁾, ⁴⁾⁻⁶⁾のように記載し、本文とは別の用紙に一括して引用番号順に 1 文献ごとに行を改めて記載する。
- 32 文献の略名は、邦文誌は日本自然科学学術雑誌総覧、欧文誌は、Chemical Abstract 及び Cumulative Indexed Medicus に従って記載する。上記に指示のないものは、原則として略名を用いない。
- 33 雑誌の場合は、著者名：雑誌名、巻 (ゴシック体で記載) (号)、始ページ-終ページ (発行年) の順に記載する。
- 34 単行本の場合は、著者名：書名、版 (編者名)、p 始ページ-終ページ、発行所名、発行地 (発行年) の順に記載する。
- 35 著者名は姓名を記載する。欧文名はファミリーネームを先にすべて大文字で記載し、ファーストネームは頭文字のみを大文字とする。(例：PAULING, Linus C., DING Yunchung)
- 36 共著の場合は、原則として全員の姓名を記載する。
- 37 巻数は、ゴシック体にする。
通巻ページのあるものは、号を省略する。
ページは原則として通巻ページを記載する。
- 38 重版又は改訂版のない単行本は版の記載を省略する。単行本の全内容を総括的に引用した場合は、ページの記載を省略する。

〔謝辞と付記〕

- 39 謝辞は本文の最後に 1 行の余白をあけて書き出す。見出しは付けない。
- 40 付記は謝辞に引続き行を改めて記載する。見出しは付けない。



石川県保健環境センター研究報告書 (第37号)

平成 12 年 12 月 発行

金沢市太陽が丘 1 丁目 11 番地 (〒 920-1154)

発行所 石川県保健環境センター

☎ (076) 229-2011

金沢市浅野本町 141 (〒 920-0841)

印刷所 徳野印刷株式会社

☎ (076) 251-5511
