

# 河北潟水質保全対策検討調査報告書

平成 18 年 3 月

石川県環境安全部

# 目 次

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 1 調査の目的               | 1  |
| 2 発生源に関する調査           | 1  |
| (1) 発生源に関する調査の概要      | 1  |
| (2) 発生源に関する調査の結果      | 3  |
| 3 河北潟における水質汚濁機構の解析    | 7  |
| (1) 水質汚濁機構解析の流れ       | 7  |
| (2) 簡易ボックスモデルの計算条件    | 11 |
| (3) 河北潟の水収支           | 12 |
| (4) 河北潟の汚濁負荷量収支       | 15 |
| (5) 河北潟における水質汚濁のしくみ   | 20 |
| 4 汚濁負荷削減による水質改善効果の予測  | 21 |
| (1) 予測事例              | 21 |
| (2) 予測内容              | 22 |
| 5 汚濁負荷の削減対策           | 23 |
| (1) 点源対策（生活排水、工場・事業場） | 23 |
| (2) 面源対策（市街地、農地、山林）   | 23 |
| (3) 流入河川対策            | 24 |
| (4) 湖内対策              | 24 |
| (5) 環境保全活動            | 24 |

## 1 調査の目的

平成15～17年度の3カ年計画で実施してきた河北潟水質保全対策検討調査は、汚濁の原因を把握し、河北潟をはじめとした閉鎖性水域に有効な水質保全施策を検討することを目的としたものである。

## 2 発生源に関する調査（平成15・16年度）

### (1) 発生源に関する調査の概要

平成15・16年度においては、発生源ごとの汚濁負荷量を把握するため、点源（下水処理場等の生活排水処理施設、工場・事業場等）及び面源（市街地、農地（水田及び畑地）、山林）に関して、湖沼の汚濁指標であるCOD、全窒素、全リンの発生負荷量調査を実施した。

#### ア 点源調査

点源は、その性質により、生活排水を処理する下水処理場や浄化槽などの「生活系」、工場、事業場などの「産業系」、家畜ふん尿処理施設などの「畜産系」に区分される。

汚濁負荷の算定に当たっては、これらのうち、水質汚濁防止法に基づく排水監視の対象となっている施設については、実際の排水の水質と排水量により、また、家庭用の浄化槽や小規模な事業所などについては、既存資料に基づき算定を行った。（表－1）

表－1 点源調査の概要

| 項目           | 区分  | 内 訳                                   | 算出方法         |
|--------------|-----|---------------------------------------|--------------|
| 点源<br>(資料収集) | 生活系 | 下水処理場、し尿処理施設など                        | 排水水質×排水量     |
|              |     | 浄化槽（単独、合併）                            | 浄化槽人口×原単位    |
|              | 産業系 | 水質汚濁防止法規制対象事業場（50m <sup>3</sup> /日以上） | 排水水質×排水量     |
|              |     | //<br>（50m <sup>3</sup> /日未満）         | 原単位×排水量      |
|              |     | 規制対象外の事業場                             | 原単位×排水量または人数 |
|              | 畜産系 | 家畜ふん尿処理施設                             | 排水水質×排水量     |
| その他の畜産施設     |     | 原単位×排水量                               |              |

#### イ 面源調査

面源は、土地利用の違いによって、汚濁負荷の排出形態が異なることが想定されるので、今回の調査においては、河北潟流域の中で市街地、農地（水田及び畑地）、及び山林の区分ごとに標準的なモデル地区をそれぞれ1箇所設定し、1年間にわたる実測調査を行い、土地利用形態に応じたそれぞれの単位面積当たりの負荷量を求めた。（図－1、表－2）

河北潟の属性  
 湖面積 約6km<sup>2</sup>  
 流域面積 約273km<sup>2</sup>  
 貯水量 約1,500万m<sup>3</sup>  
 平均水深 2.4m

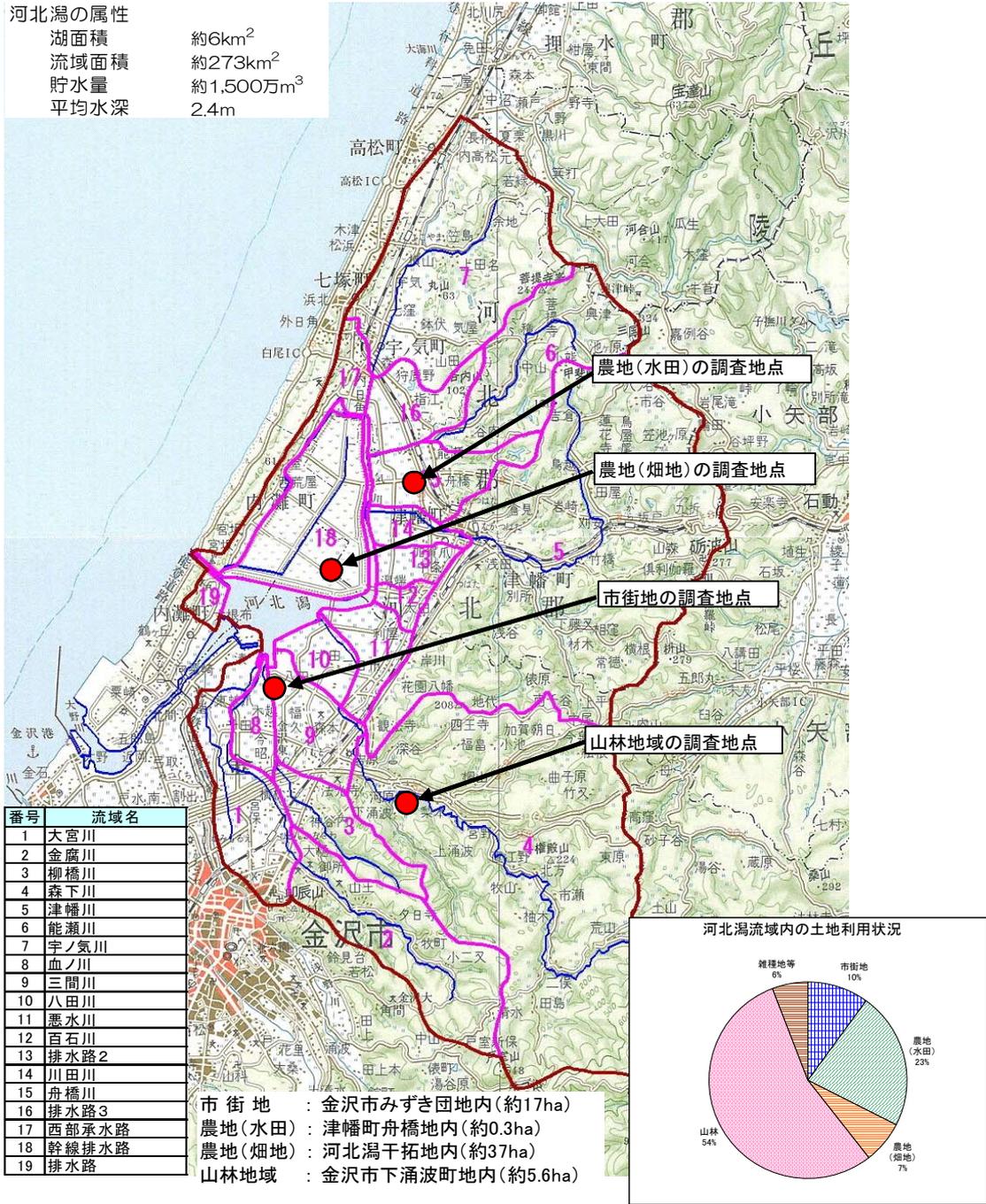


図-1 河北潟流域における面源調査の調査地点等

表-2 面源調査の概要

| 項目 | 区分     | 調査内訳  | 現地調査回数       | 調査期間         | 備考     |
|----|--------|-------|--------------|--------------|--------|
| 面源 | 市街地    | 平常時調査 | 4回           | H15.9~H16.8  |        |
|    |        | 降雨時調査 | 4回           | H15.12~H16.6 |        |
|    | 農地(水田) | 平常時調査 | 12回          | H16.4~8      | 灌漑期に重点 |
|    |        | 降雨時調査 | 5回           | H15.12~H16.9 |        |
|    | 農地(畑地) | 平常時調査 | 12回          | H15.9~H16.8  | 毎月     |
|    |        | 降雨時調査 | 6回           | H16.3~9      |        |
| 山林 | 平常時調査  | 12回   | H15.9~H16.8  | 毎月           |        |
|    | 降雨時調査  | 4回    | H15.12~H16.9 |              |        |

## (2) 発生源に関する調査の結果

### ア 点源調査の結果

点源調査の結果は、表-3のとおりであるが、COD、全窒素、全リンともに生活系及び産業系が同程度の値を示し、それらが点源から発生する負荷の大半を占めている。

表-3 点源から発生する汚濁負荷の内訳

| 区分  | (kg/日) |     |     |
|-----|--------|-----|-----|
|     | COD    | 全窒素 | 全リン |
| 生活系 | 801    | 288 | 42  |
| 産業系 | 910    | 249 | 51  |
| 畜産系 | 14     | 63  | 10  |
| 合計  | 1,725  | 600 | 103 |

※注：ここで得られた発生負荷量は、流れ下る過程で、さまざま浄化作用を受けた後に河北湖に流入するものであり、そのまま全量が流入するものではない。

### イ 面源負荷の算定方法及び結果

面源からの汚濁負荷は、基本的には、それぞれの土地に流入する負荷と流出する負荷との差を見ることによって把握することができるが、実際には、土地利用形態の違いにより事情が異なるので、平成15・16年度の現地調査結果を用い、以下のように期間を区分して算出したものである。

#### ① 市街地

市街地からの負荷については、

- a 晴天時（3月中旬～12月中旬）
- b 降雨時（        //        ）
- c 降雪期（12月下旬～3月上旬）

に区分し、以下のように負荷量を算出した。

平常時調査の結果から、

- a 晴天時負荷量＝晴天時における負荷原単位（g/畝/日）

× 3月中旬～12月中旬の晴天日数

また、降雨時調査の結果から算出した降雨時における負荷原単位を用いて、

- b 降雨時負荷量＝降雨時における負荷原単位（g/畝/mm）

× 3月中旬～12月中旬の降水量（mm）

を算出した。

さらに、降雪期には、融雪に伴い、汚濁負荷の流出が降雨時とは異なることから、

- c 降雪期負荷量＝降雪期における流出水質×流出水量

を求め、これらを合計して単位面積当りの負荷量を算定した。

以上により、市街地の単位面積（1ヘクタール）から1年間に排出される負荷量は、CODで66kg、全窒素で25kg、全リンで1.2kgとなった。

② 水田

水田は、湛水期間がある点で、水収支が他の土地利用形態とは異なるので、

- a 灌漑期（深水管理の期間；4月中頃～5月）
- b 灌漑期（中干し、間断通水の期間；6月初旬～8月）
- c 非灌漑期（9月～翌年4月中頃）

に区分し、以下のように負荷量を算出した。

- a 灌漑期の負荷量（深水管理の期間）

$$= \text{落水による排出負荷量} - \text{流入負荷量} + \text{降雨による排出負荷量}$$

- b 灌漑期（中干し、間断通水の期間）

$$= \text{落水による排出負荷量} - \text{流入負荷量} + \text{降雨による排出負荷量}$$

- c 非灌漑期の負荷量

$$= \text{降雨による排出負荷量（稲刈り直後を含む）}$$

これらを合計して単位面積当りの負荷量を算定した。

以上により、水田の単位面積（1ヘクタール）から1年間に排出される負荷量は、CODで210kg、全窒素で18kg、全リンで6.6kgとなった。

なお、灌漑期の水田については、図-2に示すように、水管理による流出の減少や稲の成長に伴う栄養分の吸収作用により、COD、全窒素、全リンとも汚濁負荷の収支はマイナス、すなわち汚濁を浄化する効果が確認されている。

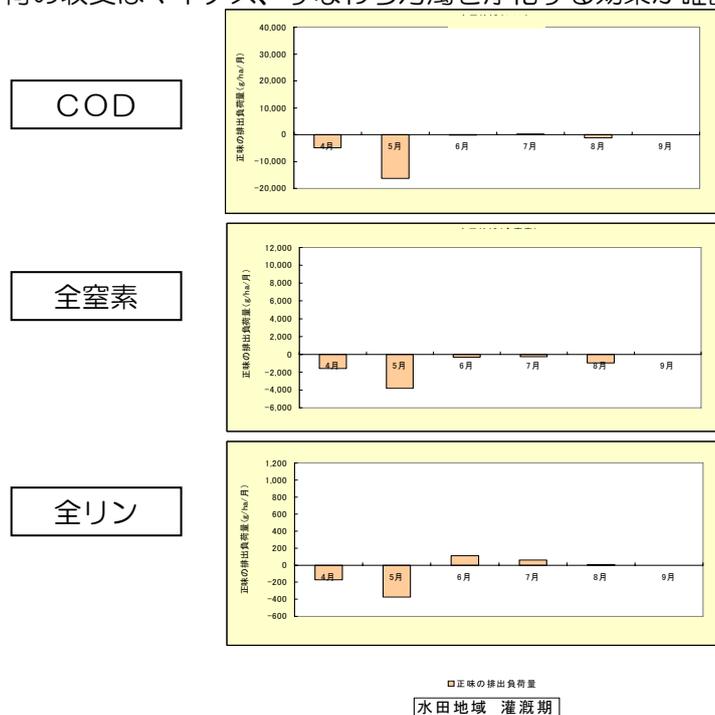


図-2 灌漑期における水田の汚濁負荷収支

③ 畑地

畑地については、市街地と同様に、晴天時負荷、降雨時負荷及び降雪期負荷に区分して負荷量の算定を行った。

その結果、畑地の単位面積（1ヘクタール）から1年間に排出される負荷量は、CODで90kg、全窒素で80kg、全リンで2.5kgとなった。

④ 山林

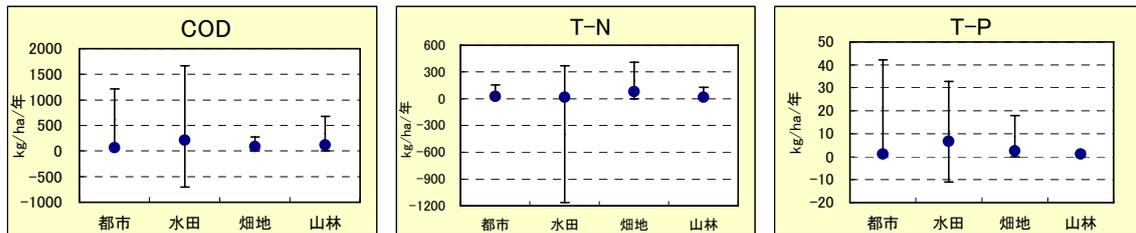
山林については、市街地と同様に、晴天時負荷、降雨時負荷及び降雪期負荷に区分して負荷量の算定を行った。

その結果、山林の単位面積（1ヘクタール）から1年間に排出される負荷量は、CODで120kg、全窒素で15kg、全リンで1.2kgとなった。

⑤ 単位面積から排出される汚濁負荷量（原単位）の全国比較

今回の面源調査の結果得られた単位面積から排出される汚濁負荷量（原単位）は、図一3のとおり、概ね実施された調査結果の範囲内にあり、全国比較しても妥当なものと考えられる。（図一3）

● 現地調査により得られた原単位  
I 近年の調査により得られた原単位（文献値）



※近年の調査により得られた原単位（文献値）は、都市、畑地、山林については、2000年代に、水田については、1990年代に他の地域で実施された調査結果

図一3 面源に関する原単位の比較（今回の調査で得られた値と他地域の値）

⑥ 面源負荷の内訳

以上のようにして得られた面源の原単位を用いて河北潟流域全体から発生する汚濁負荷量を算定した。（表一5）

表一5 面源から発生する汚濁負荷の内訳 (kg/日)

| 土地利用区分 | 面積 (ha) | COD   | 全窒素   | 全リン |
|--------|---------|-------|-------|-----|
| 市街地    | 2,500   | 459   | 175   | 8   |
| 水田     | 5,900   | 3,426 | 285   | 106 |
| 畑地     | 1,800   | 439   | 386   | 12  |
| 山林     | 14,000  | 4,622 | 582   | 46  |
| 雑種地等   | 1,500   | 500   | 63    | 5   |
| 合計     |         | 9,446 | 1,491 | 177 |

注1 ここで得られた発生負荷量は、流れ下る過程で、さまざま浄化作用を受けた後に河北潟に流入するものであり、そのまま全量が流入するものではない。

注2 雑種地等については、山林の原単位を用いて算定した。

### 3 河北潟における水質汚濁機構の解析（平成17年度）

#### (1) 水質汚濁機構解析の流れ

河北潟における水質汚濁機構を把握するため、平成15・16年度の調査結果及び既存資料を用いて構築した簡易ボックスモデルを使用して、河北潟の汚濁負荷量の流入流出及び内部で生産されるしゅみを調べたものである。（図-4）

また、図中の潟水の収支解析、簡易ボックスモデルの内容は8～10頁のとおりである。

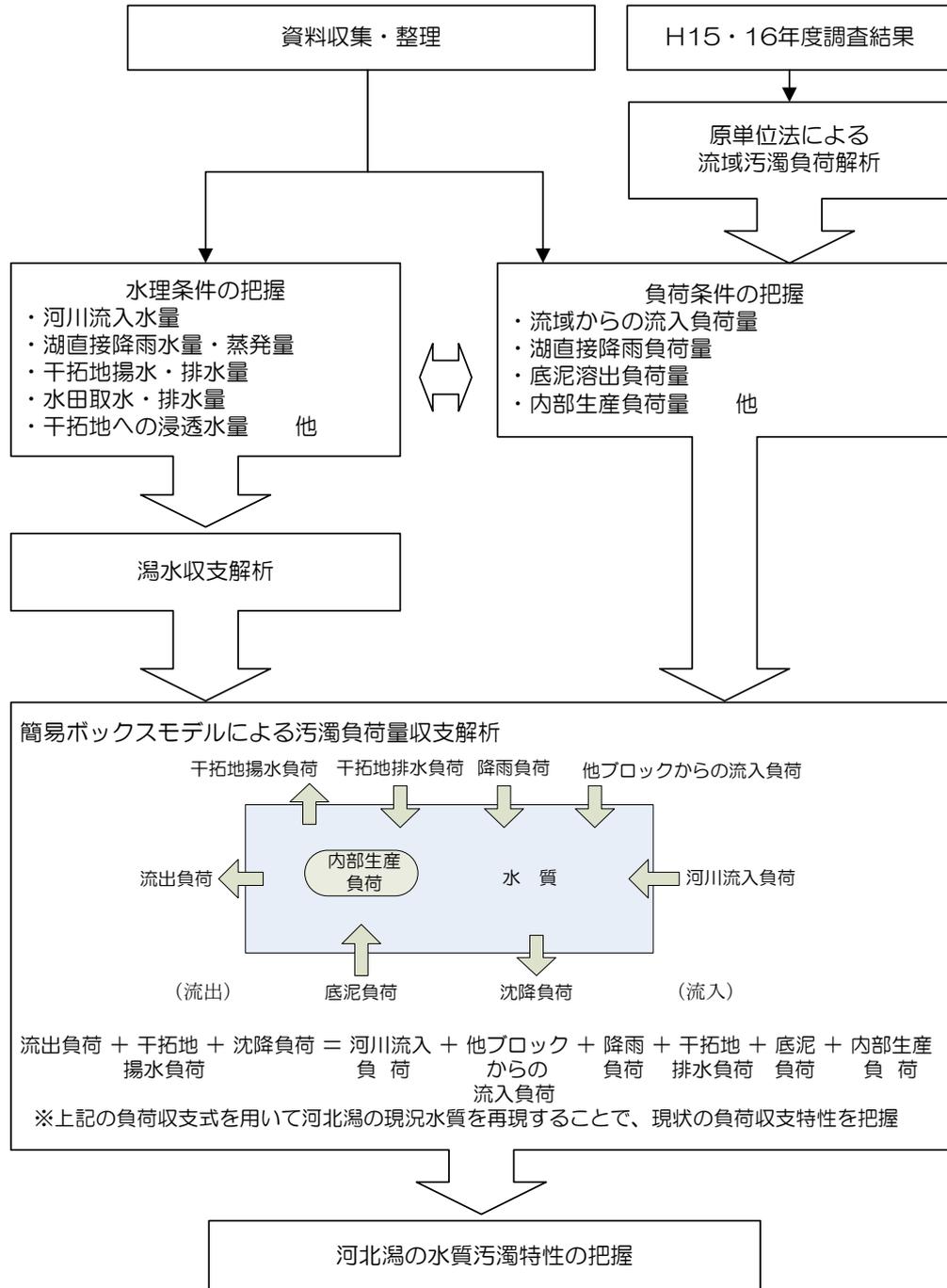


図-4 河北潟における水質汚濁機構解析

## ア 潟水収支解析の内容

河北潟へ流入する河川流入水量、降水量、水田における取水量・排水量、干拓地における揚水量・排水量及び蒸発量、浸透水を考慮した水収支を検討し、負荷収支解析に使用する流出水量を算出した。

### <水収支解析の条件>

河川流入水量：森下川の流量観測結果を使用して、比流量（流量/流域面積）を用いて各流域の河川流入水量を算出した。

降水量（湖面への降水量）：気象台かほく観測所の雨量データを用いた。

水田取水量・排水量：H15・16年度に実施した現地調査に基づき単位水田面積あたりの揚水・排水量を用いて算出した。

干拓地揚水量：各揚水機場の月別揚水量データを用いた。

（河北台への揚水量：揚水機場の処理能力と運転時間から算出）

干拓地排水量：各排水機場の処理能力と運転時間から算出した。

蒸発量（湖面からの蒸発量）：気象台輪島測候所の蒸発量データを用いた。

浸透水量（潟から干拓地への浸透水量）：干拓地内の水収支から算出した。

## イ 簡易ボックスモデルの内容

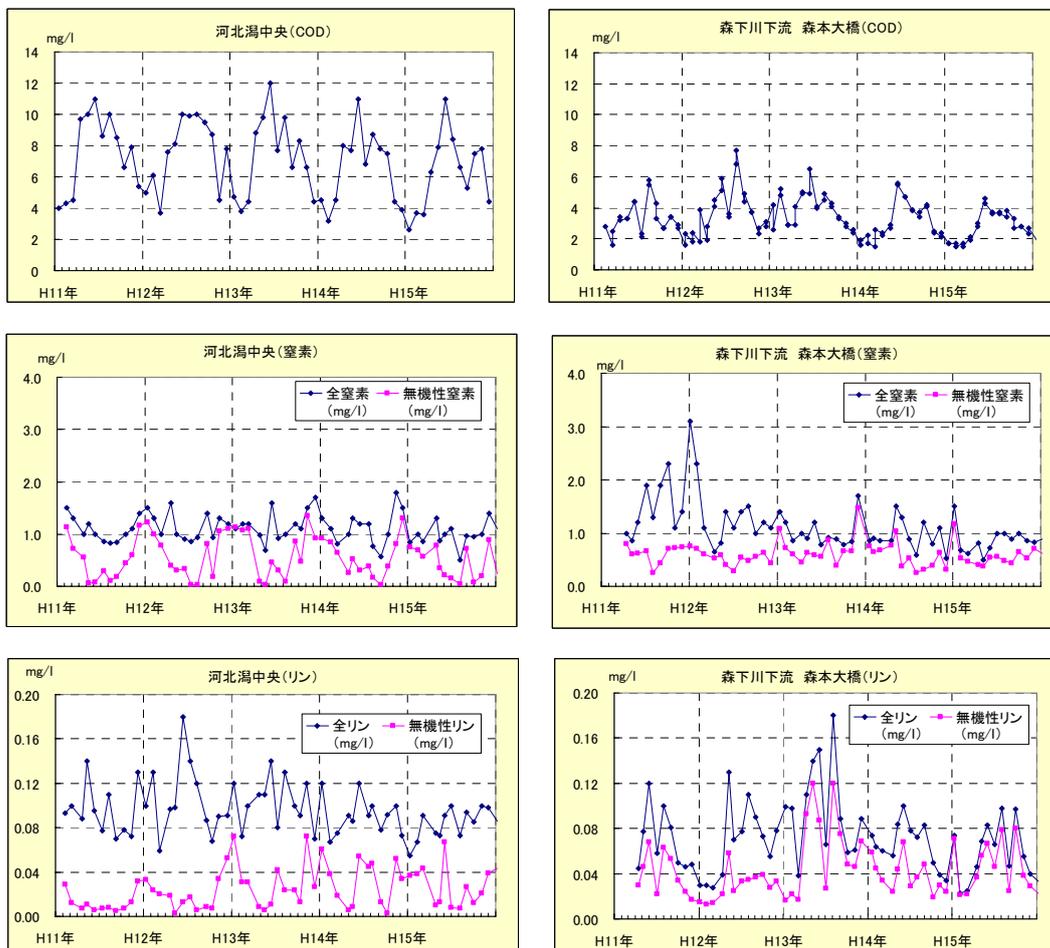
### ① 河北潟の水質特性

河北潟と主要な流入河川である森下川の水質調査結果を図-5に示す。

森下川のCODは、季節変動はみられるものの河北潟に比べるとその変動幅は小さく、夏季には5mg/l前後となっている。一方、河北潟は季節変動が大きく、夏季にはCODで10mg/lを超過する時期も見られ、森下川の約2倍の濃度となっている。

窒素、リンについてみると、河北潟では全窒素、全リンは年間を通して顕著な季節変動は見られないが、植物プランクトンが利用しやすい無機態の窒素、リンは夏季に濃度が低下する傾向が見られる。

すなわち、河北潟で見られる夏季のCODの上昇は、栄養塩類である窒素、リンを吸収して増殖する植物プランクトンによる内部生産が大きく影響しているものと考えられることから、簡易ボックスモデルでは、内部生産を表現できるモデルを採用した。



公共用水域水質調査結果 (H11~15年)

図-5 河北潟及び流入河川における水質の季節変化



(2) 簡易ボックスモデルの計算条件

簡易ボックスモデルによる解析は、対象水域を水理条件の違いから図-7に示す3つのブロック（河北潟（湖南大橋より下流）、東部承水路、西部承水路）に区分して解析を行った。

解析に当っては、各ブロックの面積、水深等の水理条件は、既存の観測結果等に基づき設定した。また、汚濁負荷の流入条件は、流域ブロック毎に排出される負荷量に河北潟に到達する割合を考慮するものとし、湖面直接降雨負荷量、底泥溶出負荷量、内部生産負荷量などについては、既存の現地調査等の結果に基づき設定した。

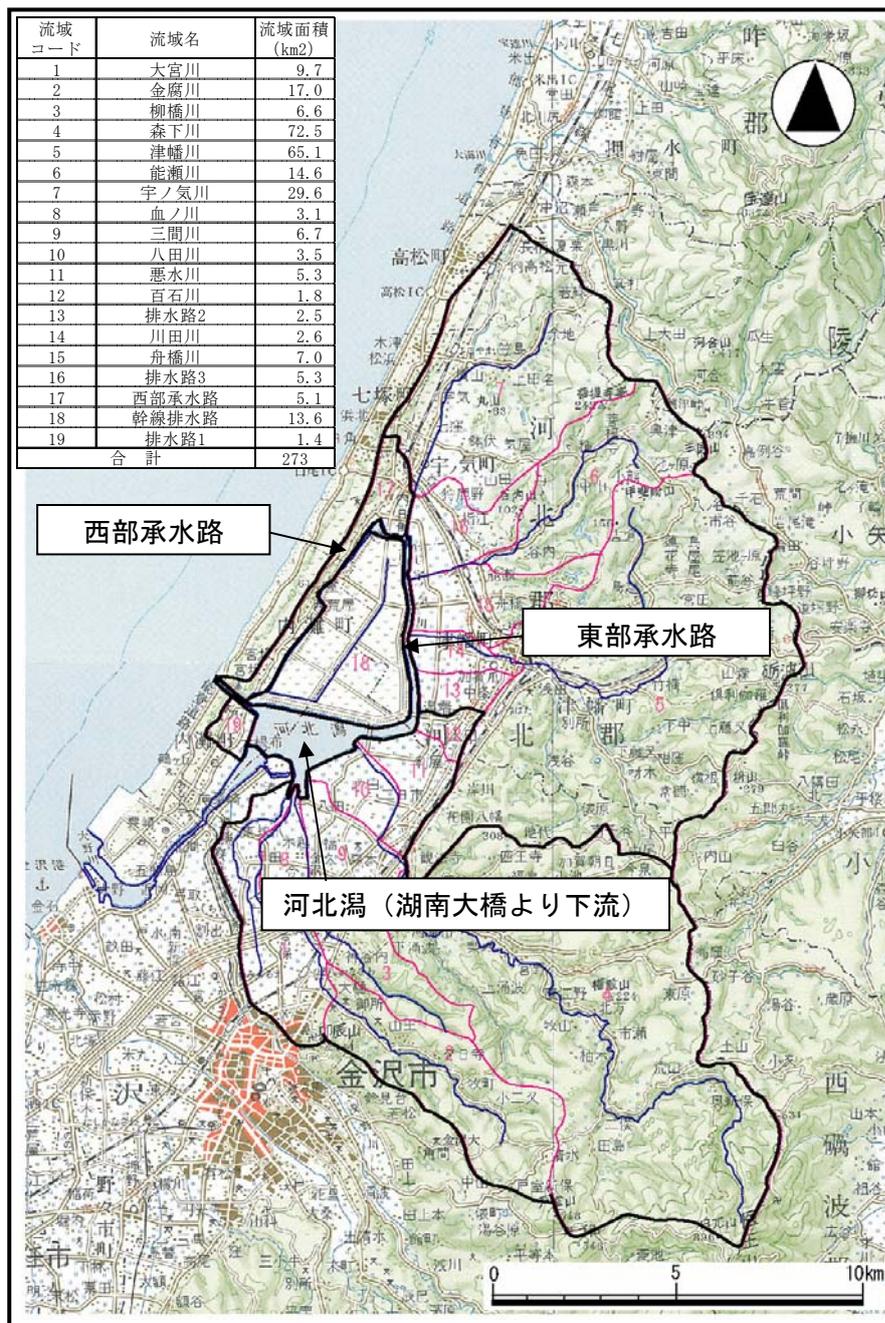


図-7 ブロック区分図

### (3) 河北潟の水収支

河北潟全体における年間の水収支を整理した結果を図-8に示す。

河北潟への流入水は、年間5億 $\text{m}^3$  余りであり、約9割は周辺流域からの河川流入水が占め、1割弱は干拓地からの排水となっている。

また、河北潟からの流出水は9割以上が内灘放水路・大野川への流出水が占めている。

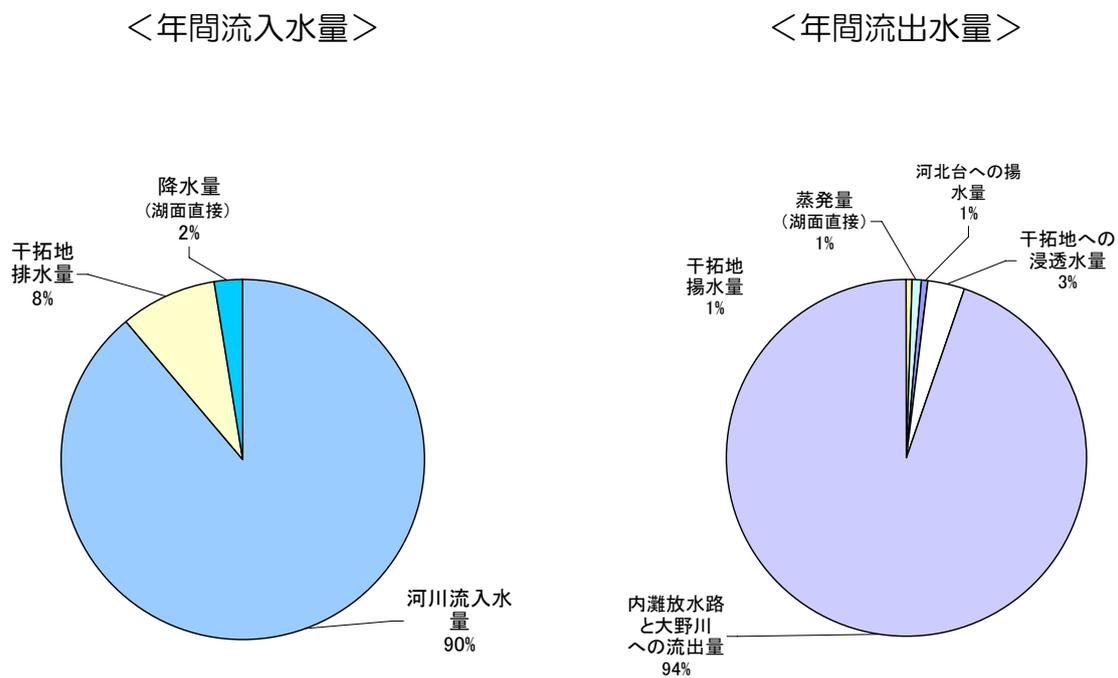
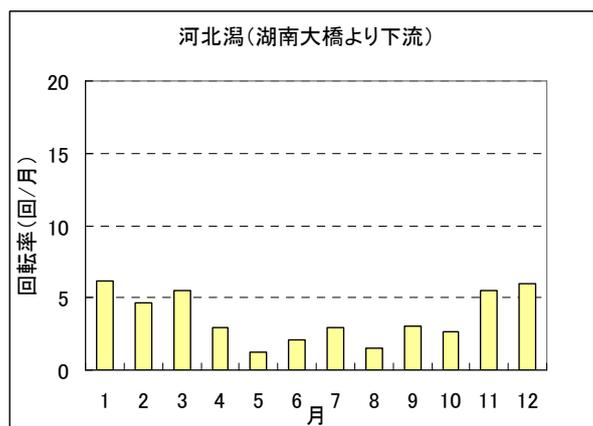


図-8 河北潟の水収支 (対象年: H11~15年)

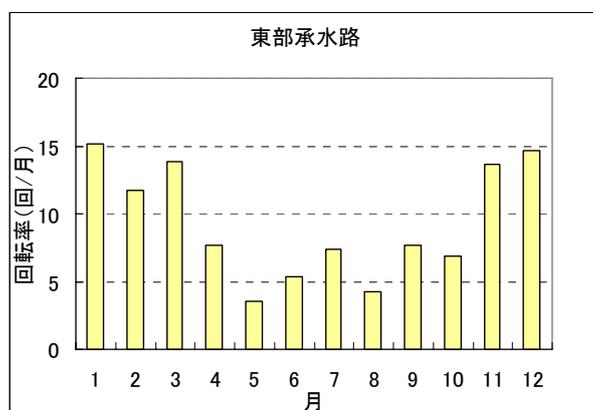
水収支の計算結果をもとに、ブロック毎の湖水の回転率（水の入れ替わりやすさの指標：流出水量／湖容積）を算出した結果を図－9に示す。

流入水量が低下する4～10月にかけては各ブロックともに回転率は低下し、河北潟（湖南大橋より下流）では約2回/月、東部承水路では約6回/月、西部承水路では約4回/月の回転率となっている。3ブロックの中では特に河北潟（湖南大橋より下流）において、4～10月に湖水が停滞する傾向が顕著に見られる。

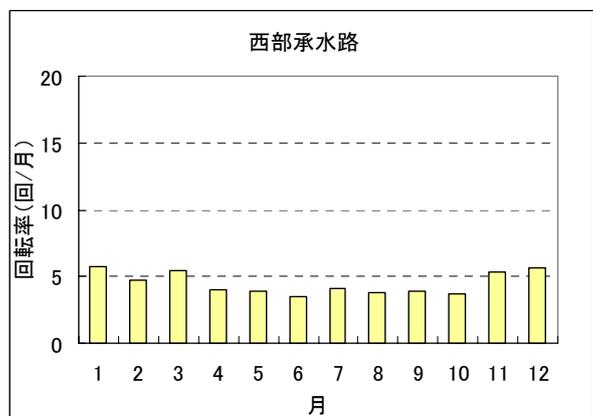
4～10月の各ブロックの水収支については図－10に示すとおりである。



湖容量：約 1,200 万 $m^3$

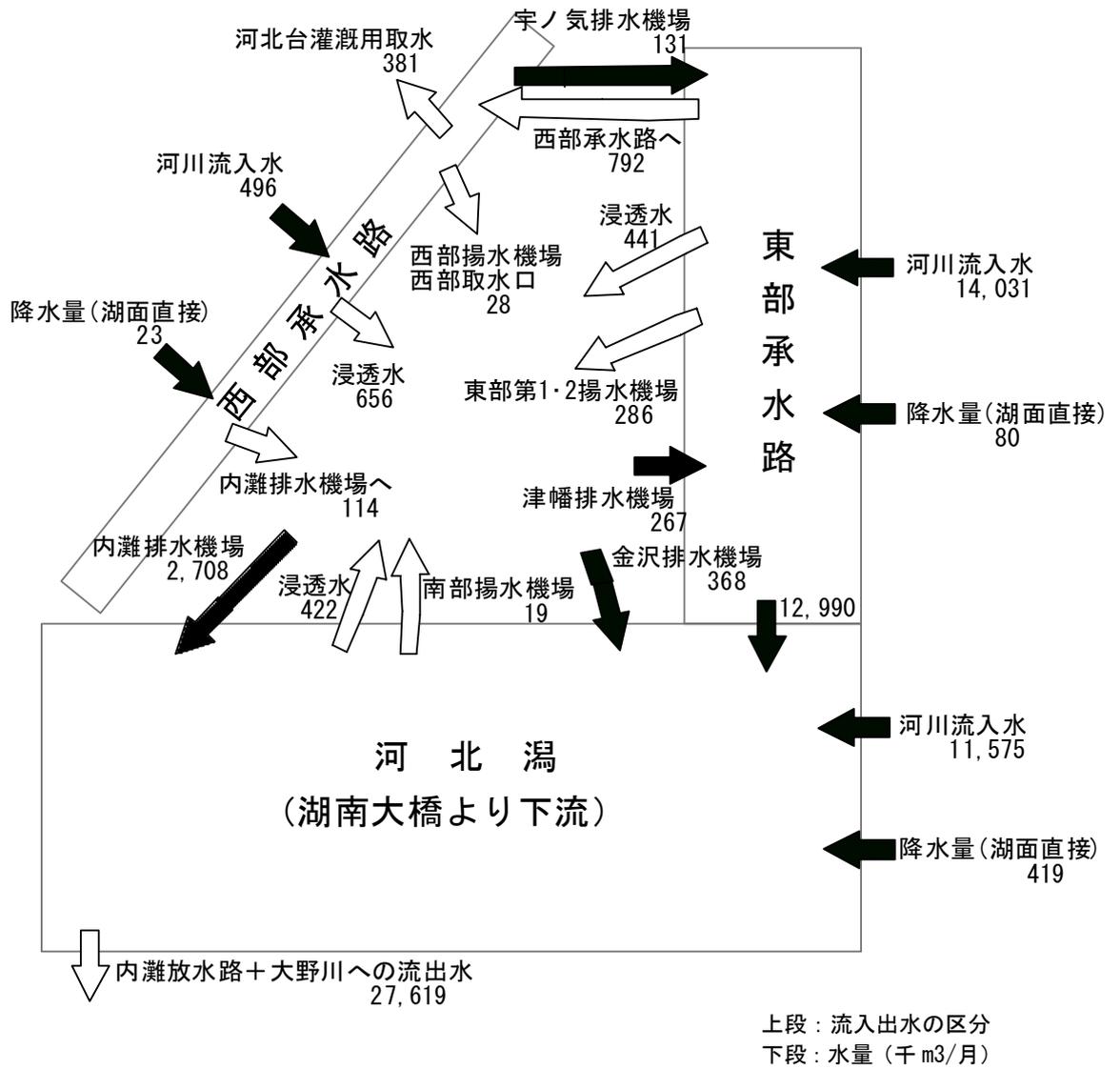


湖容量：約 240 万 $m^3$



湖容量：約 39 万 $m^3$

図－9 各ブロックの湖水回転率（対象年H11～15年）



図一 10 河北潟の水収支 (4~10月の平均、対象年: H11~15年)

注 1) 河川流入水には水田取水・排水を含む

注 2) 降水量(湖面直接)には蒸発量を含む

#### (4) 河北潟の汚濁負荷量の内訳

河北潟における汚濁負荷は、潟の流域を起源とする河川からの流入負荷、干拓地等の排水負荷、湖内起源の底泥負荷、降雨負荷、内部生産負荷に分類できる。

河北潟における汚濁負荷量の内訳について、年間の平均的な値と湖水の滞留時間が長く、水質が悪化する4～10月について推計した結果を図-11に示す。

4～10月の平均を見ると、CODでは、内部生産が6割近くに及んでおり、生活系、産業系、市街地など河川から流入する負荷は約1/3であった。全窒素について見ると、同様に河川から流入する負荷は約6割であり、ほかには底泥からの負荷と干拓地等からの排水負荷が主なものであった。また、全リンでは、河川から流入負荷は約2/3であり、ほかには底泥からの負荷が主なものであった。

河北潟内の汚濁負荷収支について推計した結果を図-12、図-13に示す。

図-13に示す4～10月の平均を見ると、CODでは、河川から流入する負荷は、約4800kg/日であるのに対し、プランクトンの増殖により湖内で約7200kg/日の内部生産が発生し、それらの一部(約3800kg/日)は湖内で沈降するが、結果として湖内のCODは高くなることが見込まれる。

全窒素、全リンについても、河川から流入する負荷や干拓地等からの排水負荷は、ある程度湖内での沈降が見込まれるものの、底泥からの溶出もあって、湖内が概ね一定の濃度に保たれている様子が窺われる。

以上のことから、河北潟における汚濁負荷の特性として、CODは潟内の富栄養化に起因する内部生産負荷(植物プランクトンの増殖に伴う汚濁負荷)の寄与が大きく、この内部生産負荷を支える全窒素及び全リンの負荷は、潟の流域から流入する負荷の寄与が大きいことが窺われる。

潟の流域を起源とする負荷は、生活排水、工場・事業所系排水、畜産系排水の点源負荷と、山林、市街地、水田、畑地などの面源負荷に区分されるが、河北潟流域ではCOD、全窒素、全リンともに面源負荷の占める割合が高いという状況が見られる。

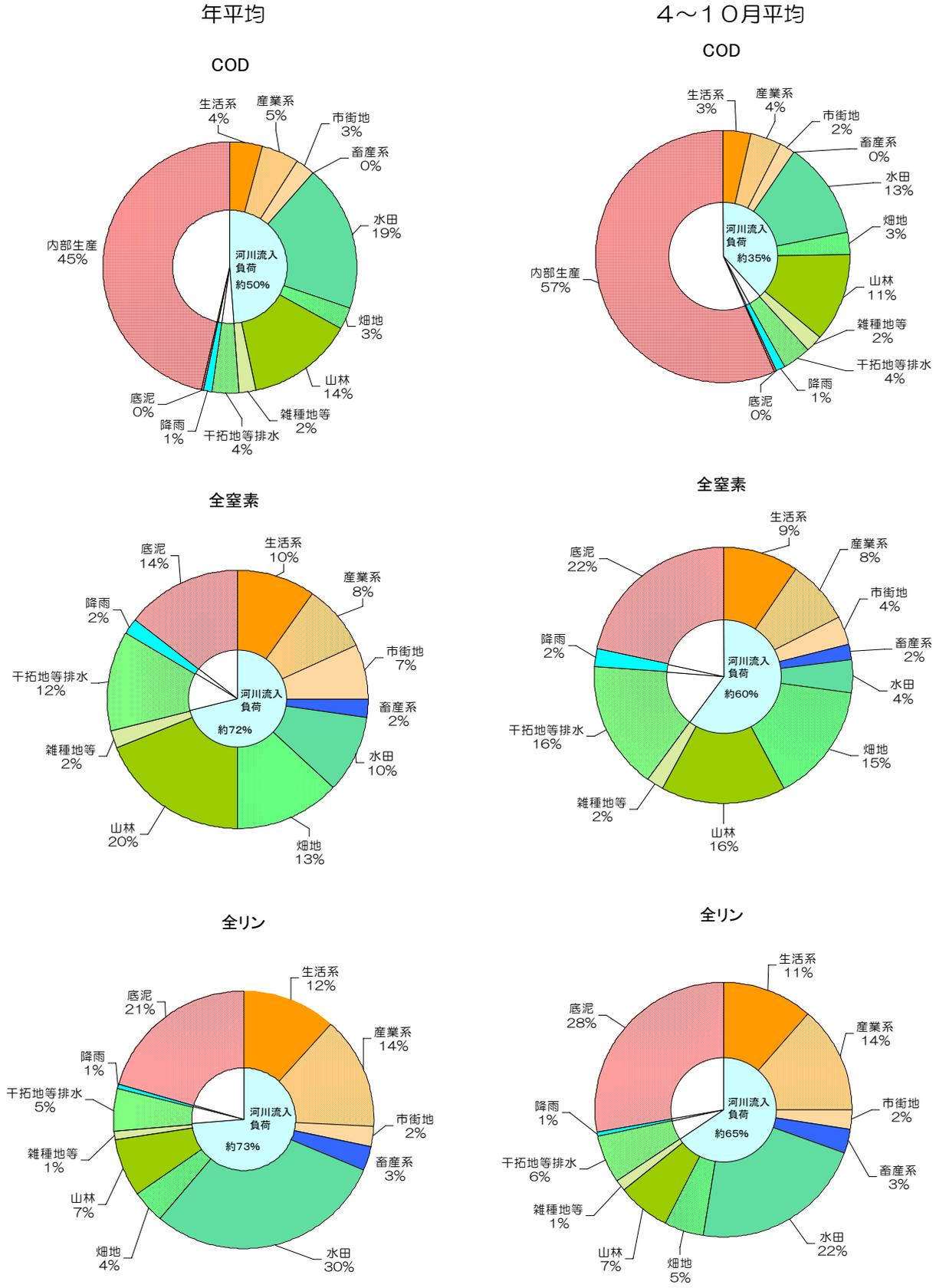


図-11 河北潟における汚濁負荷の内訳

年平均

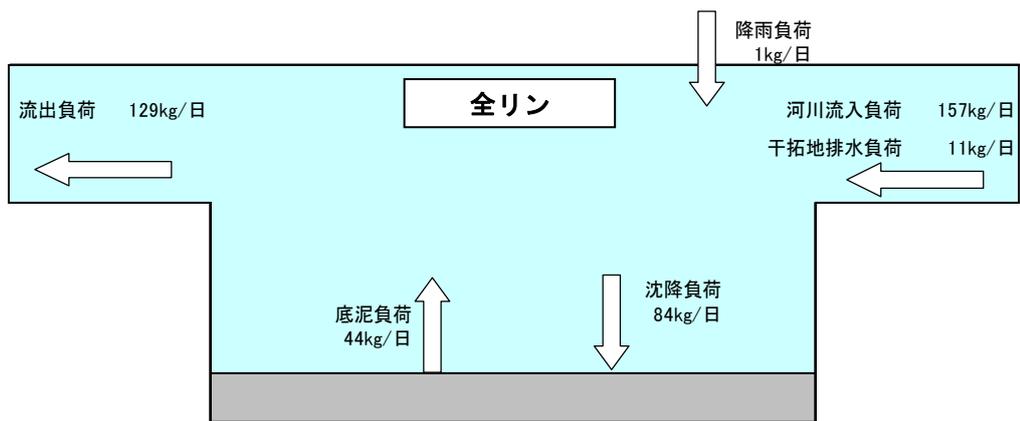
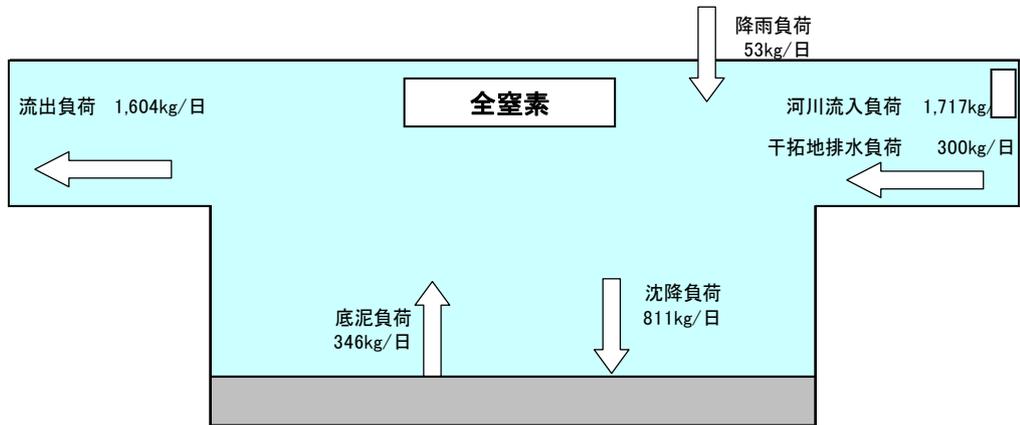
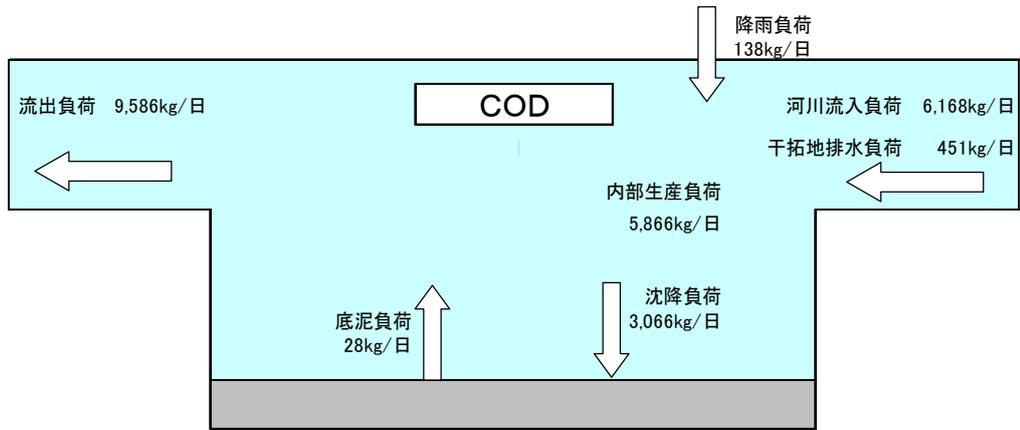


図-12 河北潟における汚濁負荷収支 (年平均; 対象年: H11~15年)

4～10月 平均

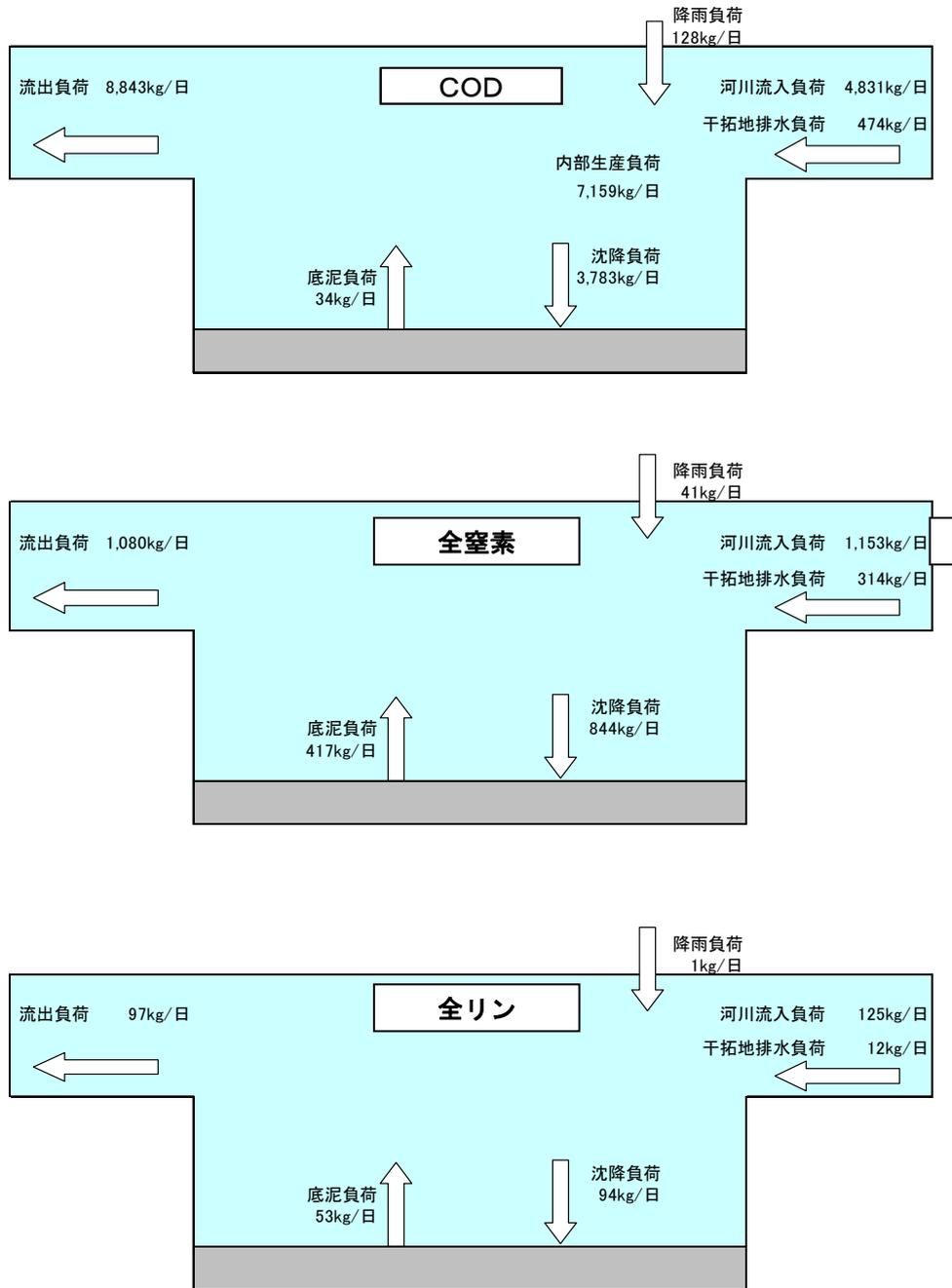


図-13 河北潟における汚濁負荷収支（4～10月；対象年：H11～15年）

また、流域からの流入負荷量について、月別の汚濁負荷量を図-14に示す。  
 COD、全窒素、全リンともに流入水量が減少する4～10月にかけては、流域からの流入負荷量は少なく、11～3月にかけて多くなる傾向が見られる。

一方、CODの値に着目すると、流入負荷の多い11～3月に低下し、逆に、流入する負荷が少ない4～10月に上昇しており、この期間における内部生産の影響を示唆している。

なお、全窒素と全リンの濃度について見ると、ともにCODほどの顕著な変化は見られない。

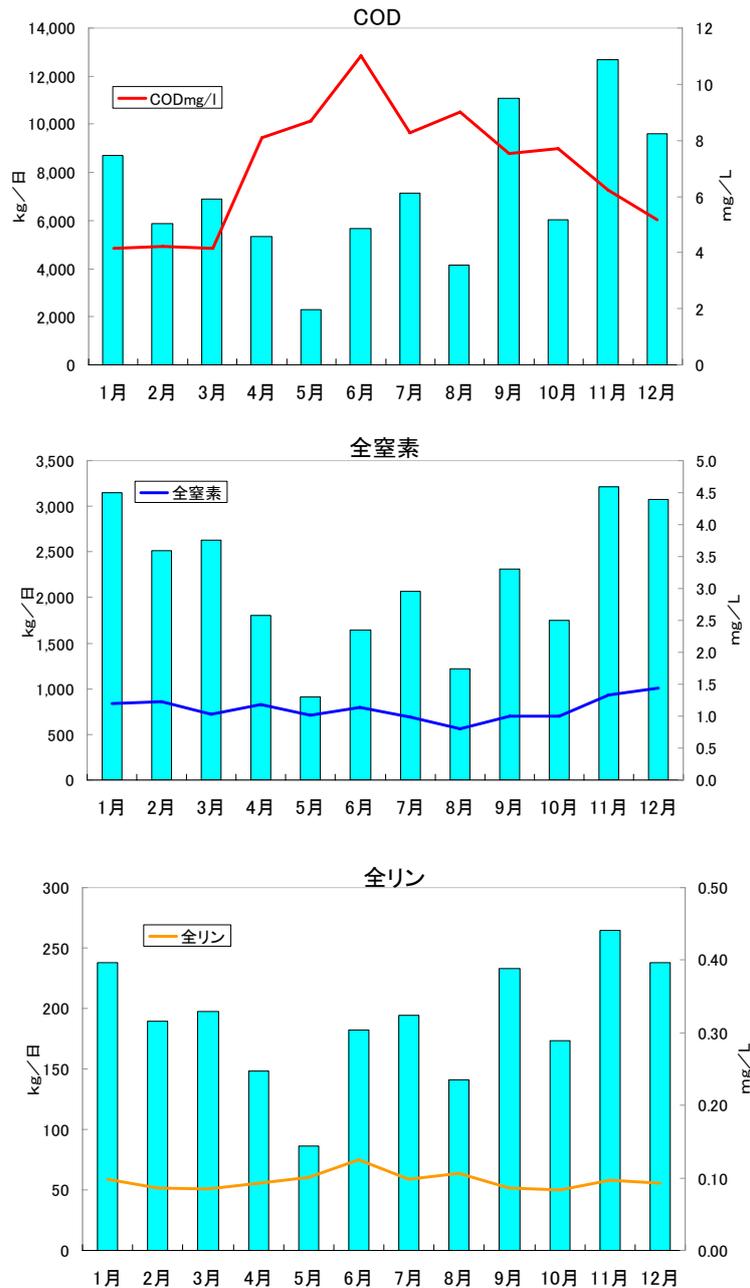


図-14 月別流入汚濁負荷量 (対象年：H11～15年)

河川流域別の汚濁負荷量を図-15に示す。

河川流域による負荷量の差異は、各河川の流域面積、土地利用状況、流域内人口などの違いによるものである。

具体的には、CODを見ると、森下川と津幡川の負荷量が大きいですが、森下川と津幡川はそれぞれ流域面積は約73km<sup>2</sup>、約65km<sup>2</sup>と、両方で河北潟の流域面積全体(273km<sup>2</sup>)の半分を占めることにより、面源負荷の影響が現れたものと考えられる。

全窒素については、森下川、津幡川のほかに金腐川及び宇ノ気川からの負荷が大きくなっているが、金腐川については、流域内に比較的市街地面積が大きいことが、また、宇ノ気川については、産業系排水の影響によるものと考えられる。

全リンについては、大宮川、三間川、悪水川及び宇ノ気川からの負荷が大きいですが、森下川、津幡川以外の河川については、生活排水及び産業排水の影響によるものと考えられる。

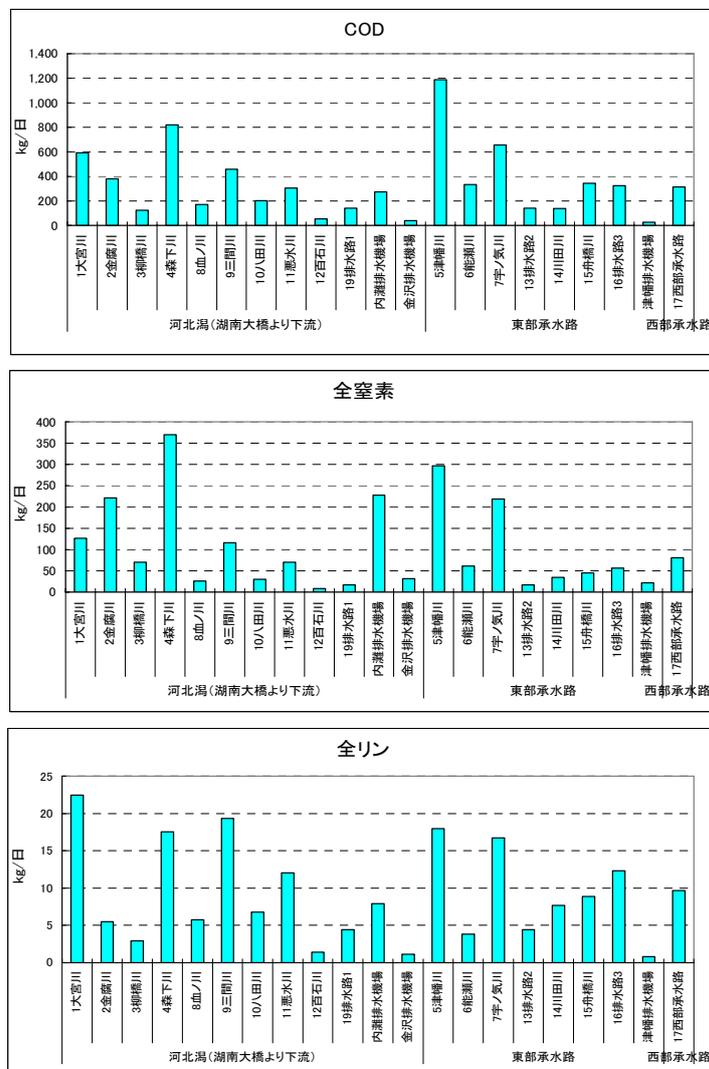


図-15 流域別の流入汚濁負荷量 (年平均値、対象年：H11～15年)

#### (5) 河北潟における水質汚濁のしくみ

全国の湖沼における COD の環境基準達成状況は、平成16年度で50.9%であり、河川(89.8%)、海域(75.5%)と比較しても低い状況にある。

このことは、湖沼が流域からの水を集めて湛えるという性質をもつ以上、ある程度、必然的なことではあるが、個々の湖沼を見ていくとその汚濁の原因は多様である。

例えば、霞ヶ浦は流域の人口が100万人近くにおよび、また、地場産業として畜産業や水産業が営まれていることから、生活排水系や畜産・水産系の負荷の比率が高いと言われており、水質汚濁の改善に時間を要している状況にある。

一方、今回実施した河北潟における汚濁負荷収支の解析結果から、河北潟における水質汚濁のしくみの要点を整理すると以下の特徴がみられる。

- ・ 河北潟流域の年間降水量は、約2,500mmと全国的にみても多い。特に降雪期にあたる12月から1月にかけて降水量は多く、春季には雪解け水によって河北潟へ流入する河川流入水量は増加する。そのため冬季から春季にかけては、河北潟の湖水の回転率は高く、一方、4～10月にかけては、河川流入水量が減少し、回転率は月に約2回となり、冬季に比べて約1/3に低下している。

- ・ 4～10月には湖水の水循環が悪化し、気温の上昇も相まって、水中に存在する窒素、リンを消費することで植物プランクトンの増殖が活発化する。この増殖した植物プランクトンが有機性汚濁の指標であるCODを上昇させるものと考えられる。

このような現象(内部生産)に伴う負荷は、潟内のCOD負荷の約6割を占める状況にある。

- ・ 内部生産負荷を支える窒素、リンの負荷は、河北潟の流域から流入する負荷が影響しているものと考えられる。

流域から流入する負荷については、生活排水や産業系排水などの点源負荷に加え、窒素については、干拓地等及び潟周辺の面源負荷、リンについては潟周辺の面源負荷が大きいという状況が見られる。

注) なお、河北潟等の自然水域における水質汚濁のしくみは、多様な要因が複雑に絡み合っており、上記まとめは様々な条件のもとで実施した今回の調査に基づくものであると見る必要がある。

#### 4 汚濁負荷削減による水質改善効果の予測

##### (1) 予測事例

水質改善を図るためには、点源負荷はもとより面源負荷の削減対策をそれぞれ組み合わせた流域対策に加え、内部生産抑制対策を含む総合的な対策を実施することが効果的である。

そこで、流域内で技術的に可能と考えられる方策を想定し、ボックスモデルを用いて期待される水質改善効果について予測計算を行ってみた。

対策内容については表-6に示すとおりであり、点源対策としては、下水道の整備であり、面源対策としては、路面・雨水桝の清掃による市街地排水対策、農地における施肥管理、農地排水処理対策の他に、点源・面源負荷が集まる河川内における負荷削減対策を加えた流域内での総合的な負荷削減対策を挙げたものである。

また、これら流域内の総合的な負荷削減対策に加えて、その他の湖内対策についても、水質改善効果について予測検討を行ってみたものである。

表-6 水質改善効果の主な検討例

| 対策内容   |         | 対策内容                                                                                                                        |
|--------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 流域対策   | 点源負荷対策  | 生活排水対策・工場事業場排水対策<br>・下水道の整備（整備率75%を98%に改善）                                                                                  |
|        | 面源負荷対策  | 市街地排水対策<br>・路面・雨水桝・管渠の定期的な清掃（2週間に1度の頻度で清掃）<br>■対象流域：大宮川流域、津幡川流域                                                             |
|        |         | 農地排水対策（畑地対策）<br>・施肥量の適正化（土壌、作物の栄養診断に基づく施肥量の適正化）<br>・施肥方法の改善（側条施肥等の作物の養分吸収率を向上させる施肥方法の採用）<br>■対象流域：干拓地（現状の普及率18%を80%に改善）     |
|        |         | 農地排水対策（畑地対策）<br>・休耕地等を利用した、農地排水の植生浄化による水処理<br>■対象流域：渦直接流入流域（流出水量の全量进行处理；植生浄化施設面積：18ha）                                      |
|        |         | 農地排水対策（水田対策）<br>・施肥量の適正化（土壌、作物の栄養診断に基づく施肥量の適正化）<br>・施肥方法の改善（側条施肥等の作物の養分吸収率を向上させる施肥方法の採用）<br>■対象流域：渦直接流入流域（現状の普及率35%を80%に改善） |
|        |         | 農地排水対策（水田対策）<br>・休耕地等を利用した、農地排水の植生浄化による水処理<br>■対象流域：渦直接流入流域（流出水量の全量进行处理；植生浄化施設面積：25ha）                                      |
|        |         | 農地排水対策（水田対策）<br>・代かき期の落水防止による負荷流出の抑制<br>■対象流域：渦直接流入流域（流出水量の全量进行处理）                                                          |
|        |         | 河川対策<br>・滞水池の整備（植生浄化による水処理）<br>■対象流域：宇ノ気川<br>（流出水量の45%を処理、植生浄化施設面積：8.6ha                                                    |
| その他の対策 | 湖内対策    | 浮漂植物による湖水負荷の削減（湖面積の1割～3割）                                                                                                   |
|        | 下水道高度処理 | 流域内の下水処理場排水の高度処理による負荷の削減                                                                                                    |
|        | 導水対策    | 導水などにより水量が増えた場合                                                                                                             |

## (2) 予測内容

前頁の流域対策を実施することで、COD では現況 8.6mg/l から対策後には 6.6mg/l、全窒素では現況 1.02mg/l から対策後には 0.76mg/l、全リンでは現況 0.099mg/l から対策後には 0.064mg/l まで低下すると見込まれる。

個別対策による水質改善効果は以下のとおり

- ・ 下水道整備では、COD 1.0mg/l、全窒素 0.15mg/l、全リン 0.022mg/l
- ・ 都市排水対策では、全窒素 0.01mg/l
- ・ 畑地の施肥対策では、全窒素 0.03mg/l、全リン 0.001mg/l
- ・ 畑地の農地排水対策では、COD 0.1mg/l、全窒素 0.05mg/l、全リン 0.002mg/l
- ・ 水田の施肥対策では、全窒素 0.01mg/l、全リン 0.004mg/l
- ・ 水田の農地排水対策では、COD 0.5mg/l、全窒素 0.02mg/l、全リン 0.007mg/l
- ・ 水田の落水防止対策では、全窒素 0.01mg/l、全リン 0.001mg/l
- ・ 河川対策では、COD 0.1mg/l、全窒素 0.02mg/l、全リン 0.001mg/l

それぞれ低下が見込まれる。

これらの流域対策と湖内対策(浮漂植物による植生浄化)を組み合わせる場合、浮漂植物の湖面積に占める割合が、1割から3割の範囲では、以下のように

- ・ 1割のとき COD 6.2mg/l、全窒素 0.67mg/l、全リン 0.048mg/l
  - ・ 2割のとき COD 5.6mg/l、全窒素 0.58mg/l、全リン 0.034mg/l
  - ・ 3割のとき COD 5.1mg/l、全窒素 0.49mg/l、全リン 0.022mg/l
- までそれぞれ低下が予測される。

流域対策と下水道高度処理を組み合わせる場合は、COD 6.5mg/l、全窒素 0.75mg/l、全リン 0.061mg/l まで低下すると見込まれる。

また、単独で導水対策を実施した場合は、COD 6.6mg/l、全窒素 0.79mg/l、全リン 0.071mg/l まで低下すると見込まれる。

以上の検討から、河北潟の水質改善を図るためには、単一の施策ではなく、流域における各種の負荷削減対策の実施が不可欠であり、対策の実現性を考慮しながら、流域負荷削減に向けた様々な取り組みを進めていく必要がある。

なお、以上の検討は、実現可能性や費用対効果を考慮したものではないので、内容によっては実施に当たり十分な調査検討が必要になるものと考えられる。

## 5 汚濁負荷の削減対策

表一七に河北潟流域での取組における負荷削減の方策例を示す。

### (1) 点源対策（生活排水、工場・事業場）

#### ア 生活排水対策

河北潟の水質に及ぼす生活排水の影響は、これまでに実施された下水道等生活排水処理施設整備の効果もあり、相対的には小さくなってきているものの、未整備過程であることから下水道等の整備は、流入する汚濁負荷の確実な削減が期待できるものであり、継続的な取り組みが不可欠である。

また、下水道等整備済み区域における接続率の向上が重要であり、関係機関等による一層の努力が必要である。

#### イ 工場・事業場排水対策

河北潟流域における工場・事業場からの排水は、主なものは法令により規制されているものの、規制の適用されない小規模な事業所の数も多いことから、行政による排水監視を継続するとともに、下水道への接続も促進する必要がある。

### (2) 面源対策（市街地、農地、山林）

#### ア 市街地排水対策

市街地は、河北潟の流域内ではそれほど大きな面積を占めていないものの、降雨時には汚濁負荷源となることから、雨水流出抑制のため従来から行われている雨水浸透枡の設置や透水性舗装の整備を進めるとともに、道路・雨水枡などの清掃を励行すべきである。また、降雨初期における流出を抑制するため、雨水沈殿地の整備にも取り組む必要がある。

#### イ 農地排水対策

農地は、河北潟に近接し、面積も大きく、降雨時に流出する負荷があることから負荷源となっている。

特に、水田は、灌漑期には汚濁を浄化する機能を発揮しているので、その効果を出来るだけ活用するとともに、非灌漑期は水管理を適切に行うなど流出する負荷への対策が必要である。

こうした点を念頭に置き、農地排水対策として、従来から取組まれている局所施肥や緩効性肥料の使用も含む環境保全型農業や農業用水路の清掃活動を推進するとともに、国と連携した直接支払制度の活用や冬季湛水水田（いわゆる「ふゆみずたんぼ」）について、早期に取り組むことは大きな意義がある。

水田排水については、適切な水管理を徹底することが汚濁負荷削減に効果があることから、従来から取組まれている代かき時の濁水流出防止や畦畔補修の励行のほか、浅水代かき、冬季止水など水田からの濁水流出をできるだけ少なくする取組み

が必要である。また、用水の反復利用についても導入を検討が必要である。

#### ウ 山林対策

山林からの負荷については、面積が大きなことなどから負荷の削減には難しい面もあるが、伐採や植林など適正な管理を行うなど流域を全体としてとらえた水循環の健全化という視点に立った対応が必要である。

### (3) 流入河川対策

河川そのものは水質汚濁の負荷源ではないが、流下過程における水質浄化機能は重要であることから、既に一部で実施されている植生護岸の整備等をさらに推進すべきである。

### (4) 湖内対策

今回の調査結果に見られるように、CODについてみると、4～10月における負荷の過半は、内部生産に由来するものと考えられる。したがって、従来から行われている発生源や流下経路における削減方策に加え、植生浄化など内部生産そのものを抑制する手法についてもその効果を検証し取組んでいく必要がある。

### (5) 環境保全活動

河北潟の水質浄化は、行政機関の取組みだけでなく、さまざまな形で地域住民との連携・協働による環境保全活動が重要であり、

①市・町や各種団体等が行う河川や湖岸の清掃活動、自然体験講座等のイベント開催、不法投棄の監視活動

②環境教育・環境学習のための教材の確保・提供、水生生物調査等の実施などのほか、親水空間の整備についても、これらの活動の基盤となることから、関係機関が連携して整備に取り組んでいく意義は大きなものがある。

表一七 河北潟流域での取組における負荷削減の施策例

| 種 別    |         | 内 容                   |                                         | 取組状況                                  |                                                                |   |
|--------|---------|-----------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---|
| 発生源対策  | 点源      | 生活排水<br>工場・事業場排水      |                                         | ・下水道、集落排水の整備・接続の促進                    | ◎                                                              |   |
|        |         |                       |                                         | ・下水道の高度処理化                            | □                                                              |   |
|        |         |                       |                                         | ・浄化槽の普及促進及び高度処理化                      | ◎                                                              |   |
|        |         |                       |                                         | ・工場排水の監視                              | ◎                                                              |   |
|        | 面源      | 市街地排水                 |                                         | ・雨水浸透柵の設置、透水性舗装の整備促進                  | ◎                                                              |   |
|        |         |                       |                                         | ・路面・雨水柵・管渠の清掃                         | ◎                                                              |   |
|        |         |                       |                                         | ・雨水沈殿池の整備                             | ○                                                              |   |
|        |         | 農地排水                  | 水田・畑<br>(共通)                            | ・環境保全型農業の推進                           | ◎                                                              |   |
|        |         |                       |                                         | ・施肥技術の改善<br>(施肥量の適正化、施肥方法の改善、施肥資材の改善) | ◎                                                              |   |
|        |         |                       |                                         | ・休耕地・農業用ため池を活用した植生浄化                  | □                                                              |   |
|        |         |                       | 水田                                      | ・国における農地、水、環境保全向上対策との連携               | ○                                                              |   |
|        |         |                       |                                         | ・農業用排水路の汚泥除去・清掃                       | ◎                                                              |   |
|        |         |                       |                                         | ・用水の反復利用                              | □                                                              |   |
|        |         | 山林排水                  | 水田                                      |                                       | ・水田からの排水を抑制する技術の普及<br>(中干し期以降の自然落水)<br>(ふゆみずたんぼ(止水板設置による冬期止水)) | ○ |
|        |         |                       |                                         |                                       | ・代かき期の濁水流出防止                                                   | ◎ |
|        |         |                       |                                         |                                       | ・畦畔補修の励行                                                       | ◎ |
| 流入河川対策 |         | ・森林の適正管理(伐採管理・植林)     |                                         | ◎                                     |                                                                |   |
|        |         | ・治山対策の促進(ダム、崩落対策等)    |                                         | ◎                                     |                                                                |   |
| 湖内対策   |         | ・植生護岸の整備              |                                         | ◎                                     |                                                                |   |
|        |         | ・砂防対策の促進(ダム等)         |                                         | ◎                                     |                                                                |   |
|        |         | ・浄化施設の設置              |                                         | □                                     |                                                                |   |
|        |         | ・植生浄化                 |                                         | ○                                     |                                                                |   |
| 環境保全活動 | 水環境保全   |                       | ・湖底覆砂                                   | □                                     |                                                                |   |
|        |         |                       | ・強制排水、導水                                | □                                     |                                                                |   |
|        |         |                       | ・流域住民等への浄化意識高揚の活動<br>(自然体験学習・パンフレット作成等) |                                       | ◎                                                              |   |
|        |         |                       | ・清掃活動の実施                                |                                       | ◎                                                              |   |
|        | 環境教育の実施 |                       | ・川や湖でのイベント実施(自然体験講座、活動等)                |                                       | ◎                                                              |   |
|        |         |                       | ・不法投棄の監視                                |                                       | ◎                                                              |   |
|        |         |                       | ・教材の作成                                  |                                       | ◎                                                              |   |
|        | 親水空間の整備 |                       | ・総合学習での浄化の取り組み                          |                                       | ◎                                                              |   |
|        |         |                       | ・水生物調査等の実施                              |                                       | ◎                                                              |   |
|        |         |                       | ・湖畔の遊歩道、サイクリング道の整備                      |                                       | ◎                                                              |   |
| 調査研究   |         | ・広場、公園の整備             |                                         | ◎                                     |                                                                |   |
|        |         | ・水辺の野鳥を観察する場所の整備      |                                         | ◎                                     |                                                                |   |
|        |         | ・河川水質の実態把握調査(水質・流量観測) |                                         | ◎                                     |                                                                |   |
| 調査研究   |         | ・対策実施後の効果把握           |                                         | ○                                     |                                                                |   |
|        |         | ・対策手法の試験研究            |                                         | ◎                                     |                                                                |   |

◎：既に取り組んでいる施策、○：早期に取り組むべき施策、□：今後、検討すべき施策