

# **流域別下水道整備総合計画調査**

## **指針と解説**

**平成 27 年 1 月**

**国土交通省水管理・国土保全局下水道部**

## 目 次

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 1. 総則                        | 1  |
| 1-1. 適用                      | 1  |
| 1-2. 定義                      | 1  |
| 1-3. 流総計画の目的                 | 2  |
| 1-4. 流総計画に定める事項              | 3  |
| 1-5. 高度処理共同負担制度              | 4  |
| 1-6. 流総計画の協議                 | 6  |
| 2. 流総計画の策定                   | 8  |
| 2-1. 流総計画の目標                 | 8  |
| 2-1-1. 流総計画の計画期間             | 8  |
| 2-1-2. 流総計画の目標               | 8  |
| 2-2. 調査区域と年度                 | 11 |
| 2-2-1. 調査区域                  | 11 |
| 2-2-2. 調査年度                  | 11 |
| 2-3. 調査のプロセス                 | 12 |
| 2-3-1. 調査のプロセス               | 12 |
| 2-3-2. 流総計画策定のための組織と調整       | 14 |
| 2-3-3. 水質環境基準の達成に関する基本方針の調整  | 15 |
| 2-4. 流総計画の変更                 | 16 |
| 2-4-1. 流総計画の変更の必要性の判定        | 16 |
| 2-4-2. 中期整備事項の更新に伴う流総計画の変更   | 17 |
| 2-4-3. 流総計画の変更の調査の留意事項       | 19 |
| 3. 水環境等の現況と見通し               | 23 |
| 3-1. 水質の現況と水質環境基準            | 23 |
| 3-2. 諸計画との調整                 | 24 |
| 3-3. 水利用の現況と見通し              | 26 |
| 3-3-1. 水道用水, 工業用水, 農業用水等の取水量 | 26 |
| 3-3-2. 漁業及び水産養殖業             | 26 |
| 3-3-3. その他レクリエーション等          | 26 |
| 3-4. エネルギー消費量の現況             | 27 |
| 4. 排水量と汚濁負荷量の現況と見通し          | 29 |
| 4-1. 人口及び産業等の現況と見通し          | 29 |
| 4-1-1. 人口                    | 29 |
| 4-1-2. 工業（製造業）               | 31 |
| 4-1-3. 畜産業                   | 33 |
| 4-1-4. その他（観光等）              | 34 |
| 4-1-5. 土地利用状況                | 35 |
| 4-2. 排水量と汚濁負荷量の現況と見通し        | 35 |
| 4-2-1. 排出源の種類                | 35 |
| 4-2-2. 家庭排水                  | 36 |
| 4-2-3. 営業排水                  | 42 |
| 4-2-4. 工場排水                  | 43 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 4-2-5. 畜産排水 .....            | 48  |
| 4-2-6. 観光排水 .....            | 52  |
| 4-2-7. 下水道の終末処理場 .....       | 54  |
| 4-2-8. その他人為系排水 .....        | 55  |
| 4-2-9. 面源汚濁負荷量 .....         | 60  |
| 4-2-10. 負荷算定時の留意事項 .....     | 80  |
| 5. 汚濁解析 .....                | 81  |
| 5-1. 自然的条件の現況と見通し .....      | 82  |
| 5-1-1. 地形の概要 .....           | 82  |
| 5-1-2. 河川, 湖沼, 海域の概要 .....   | 82  |
| 5-1-3. 気象条件の調査 .....         | 83  |
| 5-2. 流域ブロック別汚濁負荷量 .....      | 83  |
| 5-2-1. ブロック分割 .....          | 83  |
| 5-2-2. ブロック別汚濁負荷量 .....      | 84  |
| 5-3. 河川の汚濁解析 .....           | 84  |
| 5-3-1. 汚濁解析の概要 .....         | 84  |
| 5-3-2. 河川流況の設定 .....         | 85  |
| 5-3-3. 流達率 .....             | 86  |
| 5-3-4. 浄化残率と自浄係数 .....       | 89  |
| 5-3-5. 非感潮河川の汚濁解析 .....      | 91  |
| 5-3-6. 感潮河川の汚濁解析 .....       | 92  |
| 5-4. 閉鎖性水域等の汚濁解析 .....       | 94  |
| 5-4-1. 汚濁解析の概要 .....         | 94  |
| 5-4-2. 流達率 .....             | 100 |
| 5-4-3. 水域の分割 .....           | 103 |
| 5-4-4. 局所的な汚濁解析 .....        | 105 |
| 6. 目標負荷量 .....               | 106 |
| 6-1. 集合処理区域の設定 .....         | 106 |
| 6-2. 集合処理区域別の計画下水量の算定 .....  | 108 |
| 6-2-1. 基本的な考え方 .....         | 108 |
| 6-2-2. 家庭・営業排水量の算定 .....     | 108 |
| 6-2-3. 工場排水量の算定 .....        | 109 |
| 6-2-4. 畜産排水量の算定 .....        | 111 |
| 6-2-5. 観光排水量の算定 .....        | 112 |
| 6-2-6. 地下水量の算定 .....         | 112 |
| 6-3. 目標負荷量の設定方法 .....        | 113 |
| 6-4. 発生源別目標負荷量 .....         | 114 |
| 6-4-1. 負荷量配分の基準とする年度 .....   | 114 |
| 6-4-2. 発生源への配分 .....         | 115 |
| 6-4-3. 下水道以外の負荷削減方策 .....    | 122 |
| 6-5. 下水道の計画処理水質の決定 .....     | 124 |
| 6-5-1. 下水道の計画処理水質の決定方法 ..... | 124 |
| 6-5-2. 季節別の処理水質 .....        | 127 |
| 7. 下水道整備計画 .....             | 128 |
| 7-1. 下水道整備計画の基本的な考え方 .....   | 128 |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 7-2. 計画下水道等の決定 .....            | 129 |
| 7-2-1. 下水道の根幹的施設の配置 .....       | 129 |
| 7-2-2. 計画処理人口・計画下水道量 .....      | 130 |
| 7-3. 下水及び放流水の水質 .....           | 131 |
| 7-3-1. 下水の水質 .....              | 131 |
| 7-3-2. 計画処理水質 .....             | 131 |
| 7-3-3. 下水道による削減負荷量 .....        | 132 |
| 7-3-4. 窒素又は磷に係る削減目標量及び削減方法..... | 133 |
| 7-3-5. 終末処理場の放流先の状況 .....       | 135 |
| 7-4. 処理方法の設定 .....              | 135 |
| 7-5. 水・資源・エネルギーの利用の見通し .....    | 138 |
| 7-6. 費用効果分析 .....               | 142 |
| 7-6-1. 概算事業費 .....              | 142 |
| 7-6-2. 費用効果分析 .....             | 143 |
| 7-7. 中期整備事項 .....               | 145 |
| 7-7-1. 中期整備事項の目的 .....          | 145 |
| 7-7-2. 整備優先順位の検討 .....          | 145 |
| 7-7-3. 定めるべき事項 .....            | 145 |
| 8. その他留意事項 .....                | 147 |
| 8-1. 流総計画の公表 .....              | 147 |

# 1. 総則

## 1-1. 適用

本指針は、下水道法第 2 条の 2 に規定する流域別下水道整備総合計画（以下、「流総計画」という。）を策定する際に参考とするものとする。

## 1-2. 定義

本指針で用いる用語の定義は、次とするものとする。

### (1) 下水道整備計画

下水道の根幹的施設の配置，構造，能力に関する将来計画をいい，予定処理区域，計画下水量，計画処理水質，処理方法に関する内容を示す。

### (2) 予定処理区域

流総計画の計画期間内に下水道により下水を排除し，及び処理すべき区域のことをいう。

### (3) 中期整備事項

下水道の整備事業の実施の順位に関する事項のことをいい，概ね 10 年間に優先的に整備すべき内容を記載する。

### (4) 基準年度

流総計画の基準となる現況年度をいう。

### (5) 将来人口の想定年度

流総計画の計画期間内の下水道整備を検討する為に必要な将来人口を想定する年度をいう。

### (6) 目標負荷量

対象水域の水質環境基準やそれ以外に必要なに応じて設定した目標を満たすための汚濁負荷量をいう。

### (7) 削減目標量

下水道の終末処理場から放流される窒素含有量又は磷含有量について，終末処理場ごとに削減すべき量として定められる汚濁負荷量をいう。

### (8) 計画処理水質

将来人口の想定年度における下水道の終末処理場での放流水の年間平均処理水質をいう。

### (9) 季節別の処理水質

水質環境基準以外に特定の季節の水環境に係る目標を定めた場合に，水質環境基準を達成・維持した上で，当該目標を達成するために必要な，下水道の終末処理場での当該季節における平均処理水質をいう。

### (10) 高度処理

目標を達成するために生物化学的酸素要求量，化学的酸素要求量，全窒素，全磷のいずれかについて標準活性汚泥法等<sup>注)</sup>による処理水質未満に処理可能な処理方法をいう。

(11) 高度処理共同負担制度

高度処理を行う下水道管理者が他の下水道管理者が実施すべき高度処理の窒素、磷に関する負荷削減分を併せて高度処理を行うとともに、肩代わりしてもらう下水道管理者が費用の一部を負担する制度をいう。

(12) 事業計画

下水道法第 4 条及び第 25 条の 3 に規定する事業計画をいう。

(13) エネルギー消費量

下水処理に伴う電力と燃料の消費量をいう。

(14) 水・資源・エネルギーポテンシャル

下水道が有する下水処理水量、化学結合エネルギー量、熱エネルギー量、位置エネルギー量と汚泥中の磷含有量等をいう。

注)「下水道法に基づく事業計画の運用について(平成 24. 3. 27 国水下水第 63 号)」で示された別表 1 の標準活性汚泥法等のことをいう。

### 1-3. 流総計画の目的

流総計画は、環境基本法第 16 条に基づく水質環境基準の類型指定がなされている水域について、下水道法第 2 条の 2 に基づいて策定される当該水域に係る下水道整備に関する総合的な基本計画であり、河川、湖沼、海域等の公共用水域の水質環境基準を達成・維持するために必要な下水道の整備を最も効果的に実施するため、下水道法第 2 条の 2 第 3 項を勘案して当該流域における個別の事業計画の上位計画として策定することを目的とする。

#### 【解 説】

##### 1) 背景

高度成長期以降の急激な人口の都市集中と産業経済の飛躍的な発展により、河川、湖沼、海域等の公共用水域の水質は年を追って悪化し、大気汚染等と共に公害問題として大きな社会問題となってきた。

このような事態に対処して、昭和 45 年 4 月、政府は公害対策基本法第 9 条（現在では環境基本法第 16 条）の規定に基づき、公共用水域の水質汚濁に係る環境上の条件について、人の健康を保護し、および生活環境を保全するうえで維持することが望ましい基準（水質環境基準）を定めた。人の健康に係る水質環境基準は全公共用水域について一律に適用されるが、生活環境に係る水質環境基準は、各公共用水域につき、水域類型を定め、当該公共用水域の水利用の状況に応じて、水域類型を指定するという形で水質環境基準が設定されることとなっており、同時に達成期間の区分（イ：直ちに達成、ロ：5 年以内に達成、ハ：5 年を超える期間で可及的速やかに達成）を定めることとしている。

これに基づき、政府は、昭和 45 年 9 月に 49 水域、昭和 46 年 5 月に 34 の水域に対して水域類型の指定を行ったが、昭和 45 年 12 月のいわゆる公害国会における公害対策基本法の改正により、水質環境基準の水域類型の指定の権限は、2 以上の都道府県にわたる県際水域 47 水域を除いて、都道府県知事に委任されることとなった。

このような社会情勢の変化により、下水道の果たす役割として、排水を良くし、便所を水洗化する等、いわゆる居住環境を改善するという面だけでなく、河川、湖沼、海域等の公共用水域の水質汚濁を防止するという面が求められるようになった。

また、公共用水域の水質保全是、広域的な行政の中で、水質汚濁に対する諸対策が、整合的かつ効率的に実施される必要がある。特に下水道の整備は、排出水の規制の強化と並んで最も基本的な対策である。よって、公共用水域の水質汚濁防止を図っていくうえで、当該流域全域にわたっての最も合理的な下水道整備に関する総合的な基本計画（流総計画）を、個別の公共下水道計画及び流域下水道計画の上位計画として策定し、これに基づいて下水道整備を進めていくことが、公共用水域の水質汚濁防止対策として不可欠の要件となってきたのである。

このような背景から、昭和 45 年 12 月の下水道法の改正に当たって、水質環境基準の水域類型の指定がなされた水域について、その水質の汚濁が 2 以上の市町村の区域における汚水によるものであり、主として下水道の整備によって当該水質環境基準が達成される場合には、それぞれの水域ごとに都道府県は、流総計画を策定すべき旨の規定が下水道法第 2 条の 2 として設けられ、法律上その策定が義務づけられることとなった。

## 2) 流総計画の目的

上記背景を受け、流総計画は、公共用水域の水質環境基準を達成・維持するために必要な下水道の整備を最も効果的に実施するため、以下に示す下水道法第 2 条の 2 第 3 項を勘案して当該流域における個別の事業計画の上位計画として策定することを目的とする。

### 1-4. 流総計画に定める事項

流総計画には、次の事項を定めるものとする。

- 1) 下水道の整備に関する基本方針
- 2) 下水道により下水を排除し、および処理すべき区域
- 3) 2)の区域に係る下水道の根幹的施設の配置、構造および能力
- 4) 2)の区域に係る下水道の整備事業の実施の順位
- 5) 全窒素又は全燐の水質環境基準が定められた閉鎖性水域においては、2)の区域に係る下水道の終末処理場から放流される下水の窒素又は燐の削減目標量及び削減方法

### 【解 説】

下水道法第 2 条の 2 第 2 項および第 3 項によれば、流総計画は、

① 当該地域における地形，降水量，河川の流量その他の自然的条件

② 当該地域における土地利用の見通し

③ 当該公共の水域に係る水の利用の見通し

④ 当該地域における汚水の量および水質の見通し

⑤ 下水の放流先の状況

⑥ 下水道の整備に関する費用効果分析

等の事項を勘案し(同条第3項)，

① 下水道の整備に関する基本方針

② 下水道により下水を排除し，および処理すべき区域に関する事項

③ 前号の区域に係る下水道の根幹的施設の配置，構造および能力に関する事項

④ 第2号の区域に係る下水道の整備事業の順位に関する事項

⑤ 前項の公共の水域又は海域でその水質を保全するため当該水域又は海域に排出される下水の窒素含有量又は磷含有量を削減する必要があるものとして政令で定める要件に該当するものについて定められる流総計画にあっては，第2号の区域に係る下水道の終末処理場から放流される下水の窒素含有量又は磷含有量についての当該終末処理場ごとの削減目標量及び削減方法に関する事項

を定めなければならないこととなっている(同条第2項)。

下水道の整備事業の実施の順位に関する事項は，概ね10年間で優先的に整備すべき中期整備事項を定める。

流総計画の内容については，下水道法施行規則第1条に基づく別記様式第1の計画書により明らかにすることとなっている。

## 1-5. 高度処理共同負担制度

### 1-5-1. 肩代わりの申出

他の地方公共団体の削減目標量の一部に相当する窒素又は磷の削減を肩代わりしようとする地方公共団体は，当該他の地方公共団体の同意を得て，都道府県に申し出ることができる。

(法第2条の2第4項)

高度処理終末処理場を管理する地方公共団体は，申出をするときには次の各事項を記載した申出書を都道府県知事に提出しなければならない。(規則第1条の3)

1) 当該他の地方公共団体の名称

2) 当該高度処理終末処理場及び当該他の地方公共団体が管理する特定終末処理場の名称

3) 当該申出に係る窒素含有量又は磷含有量及びその方法

4) 当該高度処理終末処理場の設置，改築，修繕，維持その他の管理に要する費用の予定額

5) 当該他の地方公共団体による費用の負担に関する事項



## 【解 説】

平成 17 年 6 月に下水道法の一部が改正され、閉鎖性水域における高度処理の積極的な推進のために、流総計画のうち一定の要件に該当する水域又は海域を対象水域として策定される流総計画に記載される全ての終末処理場に対して、窒素又は磷に関する削減目標量が定められることとなった。これに伴い、特定終末処理場を管理する地方公共団体は、削減目標量を達成するため自ら削減するか、全部又は一部を他の地方公共団体が管理する高度処理終末処理場に肩代わりしてもらうかの削減方法を決めなければならない。

高度処理共同負担制度は、削減目標量が定められた特定終末処理場を対象に、当該流域全体の窒素又は磷に関する水質環境基準を達成維持するために必要な高度処理を効率的に実施することを目的とする。

高度処理共同負担制度の適用は、他の地方公共団体の窒素又は磷の削減目標量を肩代わりしようとする地方公共団体が、当該他の地方公共団体の同意を得て、都道府県に申し出ることによって適用される。

高度処理共同負担制度の適用結果（当該申出に係る窒素含有量又は磷含有量の削減方法、当該高度処理終末処理場の設置、改築、修繕、維持その他の管理に要する費用の予定額及び当該他の地方公共団体による費用の負担に関する事項）は、申出を受けた都道府県により流総計画に記載される。（法第 2 条の 2 第 5 項）

### 1-5-2. 肩代わりによる費用負担

肩代わりをする地方公共団体は、肩代わりを受ける地方公共団体に、高度処理終末処理場の設置、改築、修繕、維持その他の管理に要する費用の一部を負担させることができる。（法第 2 条の 2 第 5 項）

肩代わり費用は、高度処理終末処理場の処理施設及び処理施設を補完する施設のうち、他の地方公共団体のために必要となる施設の建設費及び維持管理費のみを対象として、負荷削減割合に対応して定める費用とする。

## 【解 説】

下水道法第 2 条の 2 第 5 項によれば、肩代わりをする地方公共団体は、肩代わりを受ける地方公共団体に、高度処理終末処理場の設置、改築、修繕、維持その他の管理に要する費用の一部を負担させることができる。共同負担方式の成立条件は、同方式適用前の各主体の高度処理導入に要する費用に比べて、適用後の費用負担が全ての主体において軽減されていることである。

## 1-6. 流総計画の協議

### 協議の手続き

流総計画を策定しようとする都道府県は、あらかじめ、関係都道府県および関係市町村の意見を聞いて調整を図り、2以上の都道府県の区域にわたる水系に係る河川その他の公共用水域又は2以上の都道府県の区域における汚水により水質の汚濁が生じる海域の全部又は一部についての流総計画を策定しようとする時は、国土交通大臣と協議しなければならない。

### 【解 説】

流総計画は、都道府県が策定することとなっているが(下水道法第2条の2第1項)、県際水域、あるいは水利用および本流総計画における下水道の施設が2以上の都道府県にわたるような場合には、将来フレーム値(人口、出荷額、水量及び水質原単位等)の決定、水質環境基準を達成するために削減すべき汚濁負荷量の配分、処理水の放流先の位置の決定等に当たって、関係都道府県間の意見の調整及び協力が必要である。

流総計画が策定されると、その区域内における個別の公共下水道及び流域下水道の事業計画は、流総計画を上位計画として、これに適合するように定めなければならないこと(下水道法第6条第5号および第25条の5第4号)、並びに流総計画では下水道事業の実施順位の決定および下水道の整備に関する費用効果分析を行わなければならないこと等から、関係市町村との意見調整も必要である。

流総計画の協議の申出に当たっては、下水道法施行規則第2条の規定による書類を申出書に添付して、これを国土交通大臣に提出しなければならないこととなっており、添付すべき書類の具体的な内容については、建設省都市局長通達「下水道の事業計画等に関する事務の簡素化等について 別添1. 流域別下水道整備総合計画の承認について」(建設省都下企発第11号、平成9年3月28日)に示されているように、以下のとおりとする。

- ① 当該地域における地形、降水量、河川の流量その他の自然的条件
- ② 当該地域における土地利用の見通し
- ③ 当該公共の水域に係る水の利用の見通し
- ④ 当該地域における汚水の量および水質の見通し並びにその推定の根拠
- ⑤ 計画下水量及びその算出の根拠
- ⑥ 放流水及び処理施設において処理すべき下水の予定水質並びにその推定の根拠
- ⑦ 下水の放流先の状況
- ⑧ 下水道の整備に関する費用効果分析
- ⑨ 関係都道府県及び関係市町村の意見の概要

なお、国土交通大臣が本流総計画について回答する際の判断基準は、「流域別下水道整備総合計画の同意の基準について」平成12年12月28日建設省都下流発第13号 のとおりである。

また、流総計画は、水質環境基準の定まった水域における水質保全計画の一環をなすものであるから、国土交通大臣は、本流総計画の協議を受けたときは、環境大臣に協議しなければならないことになっている（下水道法第2条の2第8項）。

なお、「地域の自主性及び自立性を高めるための改革の推進を図るための関係法律の整備に関する法律」・「国と地方の協議の場に関する法律」が平成24年4月1日に施行され、その中で下水道法第2条の2第7項中の「協議し、その同意を得なければ」を「協議しなければ」に改め、同条第8項中「同意をしようとする」を「規定による協議を受けた」に改められた。

図1-1は、流総計画の協議に関する事務手続きを示したものである。

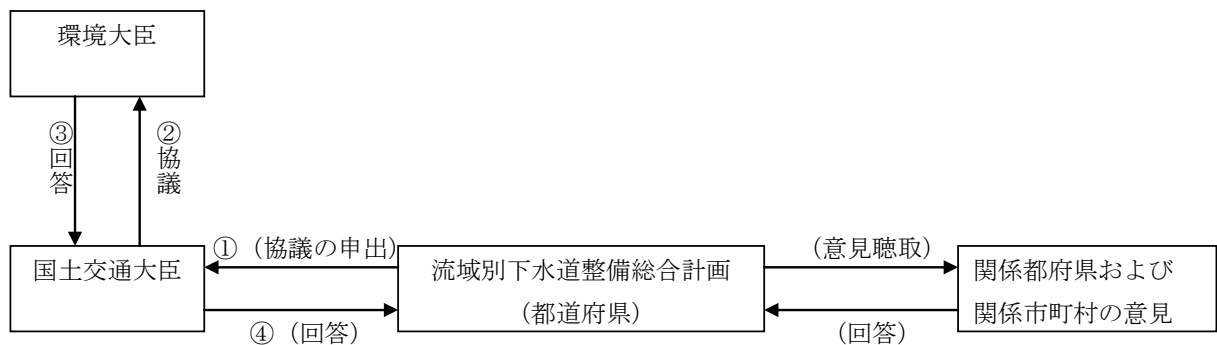


図 1-1 流総計画の協議手続き

## 2. 流総計画の策定

### 2-1. 流総計画の目標

#### 2-1-1. 流総計画の計画期間

流総計画の計画期間は、各都道府県の長期計画や人口予測が行われている年度等を勘案して、基準年度から概ね 20～30 年間程度を目安として定めることを原則とする。ただし、中期整備事項の更新等を勘案すると、概ね 30 年間とすることが望ましい。

#### 【解 説】

下水道は一度建設されると改造等が困難であり、その効果も長期にわたり発揮される。また、我が国の人口は、平成 18 年をピークに減少に転じており、平成 22 年時点の国勢調査結果に基づく国立社会保障・人口問題研究所による人口推計結果によれば、平成 22 年国勢調査時点と比較して 20 年後には 1 割弱、50 年後には 3 割強の減少が予測されている。下水道施設の長期的な整備計画は、このような人口動向に配慮して、概ね 20 年以上の長期的な見通しの上で策定する必要がある。一方、人口推計結果等の推計の精度を勘案すると、概ね 30 年以内とすることが適当である。このため流総計画の計画期間は、基準年度から概ね 20～30 年間程度を目安として定めることを原則とする。

ただし、中期整備事項は、下水道整備の進捗や負荷削減状況、公共用水域の水質改善状況を確認した上で、機動的に更新する必要があることから、国勢調査の実施間隔や事業計画期間等を勘案して、基準年度から概ね 10 年間の範囲で設定し、流総計画の計画期間内に更新を行う。

流総計画の計画期間内の中期整備事項の更新サイクルを勘案すると、流総計画の計画期間は概ね 30 年間とすることが望ましい。

#### 2-1-2. 流総計画の目標

##### 1) 水質環境基準の達成・維持

流総計画は、当該水域に定められ、また、予定されている水質環境基準を達成及び維持することを目標として定める。

対象水質項目は、原則として河川にあっては生物化学的酸素要求量、湖沼及び海域にあっては化学的酸素要求量とし、全窒素及び全リンに係る水質環境基準の類型指定が行われた又は予定されている湖沼及び海域にあっては全窒素及び全リンについても対象とする。このほか、水質環境基準が定まっていない場合でも水域の状況に応じて目標水質の達成のため、全窒素、全リン等を追加する。

生物化学的酸素要求量及び化学的酸素要求量については「75%水質値」が目標値に適合している場合に目標を達成しているものと判断する。全窒素及び全リンについては年間平均値が目標値に適合している場合に目標を達成しているものと判断する。

## 2) 水質環境基準以外の目標

水質環境基準の達成・維持に関する目標に加えて、下水道管理者として、地域の実情や特性を勘案し、必要に応じて水質環境基準以外の目標を定めることができる。

### 【解 説】

水質環境基準は、健康項目、生活環境項目について定められているが、下水道施設の整備によって達成しうる水質環境基準は生活環境項目である。このうち下水道施設の整備で最も主要な目標水質は生物化学的酸素要求量（BOD）、または化学的酸素要求量（COD）である。その他の水質項目の基準値は、通常の場合 BOD(または COD)の水質環境基準値を達成することによって附随的に改善され、達成される。このため評価の対象水質項目は、河川は BOD、湖沼・海域は COD とする。なお全窒素、全リンに係る水質環境基準の類型指定が行われた、又は予定されている湖沼・海域は、全窒素、全リンも対象とする。その他の水質項目は、水質の状況や関係地方公共団体等の要望等を踏まえ、必要に応じて検討する。

湖沼等の閉鎖性水域は、流入する有機汚濁物質や全窒素、全リンを蓄積しやすい水域であり、さらに流入した栄養塩類を利用して藻類等が繁茂し、これらが水質悪化の要因となっている。

藻類の増殖は光、温度、栄養塩類濃度等に影響される。このうち栄養塩類は流入水によるものもあるが、底泥等に蓄積されたものが再び利用されるものもある。このような湖沼等閉鎖性水域での現象を富栄養化又は富栄養化に伴う汚濁の進行と呼んでいる。

近年の富栄養化は流域内の社会活動の増大による栄養塩類の流入過多が大きな要因であると言われているが、流域で発生・排出される汚濁負荷は点源負荷及び面源負荷の多岐にわたっていること、また湖沼等に流達する汚濁負荷量についても年間を通じて把握する必要があること等から、汚濁源の中身について十分把握し、評価することが望ましい。

なお、閉鎖性水域等で全窒素、全リンの水質環境基準が定まっていない場合でも、COD の内部生産量が無視できないと判断できる場合や、目標水質として位置づける場合は、汚濁解析の検討項目として全窒素、全リン等を加える必要がある。

類型指定された水域における BOD 及び COD の水質環境基準の達成状況の年間評価については、環境基準点において、以下の方法により求めた「75%水質値」<sup>注)</sup>が当該水域が当てはめられた類型の水質環境基準に適合している場合に、当該水域が水質環境基準を達成しているものと判断する。

注) 75%水質値…年間の日間平均値の全データをその値の小さいものから順に並べ  $0.75 \times n$  番目 ( $n$  は日間平均値のデータ数) のデータ値をもって 75%水質値とする。(  $0.75 \times n$  が整数でない場合は端数を切り上げた整数番目の値をとる。)

湖沼、海域における全窒素及び全リンの水質環境基準の達成状況の評価は、当該水域の水質環境基準点において、表層の年間平均値が当該水域が当てはめられた類型の水質環境基準に適合して

いる場合に、当該水域が水質環境基準を達成しているものと判断する。

さらに、下水道管理者として、関連計画や関連部局の要望、地域の実情や特性を勘案し、関連市町村との合意の上で、必要に応じて水質環境基準以外の水環境の目標や栄養塩類循環のバランス、省エネルギー等に関する目標を定めることができる。

水質環境基準以外の目標とは例えば以下の場合がある。

- ・地方公共団体が関与する関連計画において水質環境基準以外の目標像（流域のあるべき姿）が定められている場合

例えば、水利用の状況等によって、当該水域では水質環境基準よりも厳しい目標が必要となる場合や季節別の運転により海域の栄養塩類循環のバランスを取る必要がある場合

- ・エネルギーの使用の合理化に基づく法律を勘案して省エネルギーに関する目標を定める場合
- ・下水道の終末処理場がもつポテンシャルを有効に活用するための創エネルギーに関する目標を定める場合

なお、水質環境基準以外の目標の達成のため、水質環境基準の達成・維持が損なわれてはならない。水質環境基準以外の評価指標の設定例を表 2-1 に、目標像の設定例を表 2-2 に示す。

表 2-1 BOD, COD, 全窒素, 全磷以外の評価指標の設定例

| 指標             | 対象           | 各計画での設定事例                         |
|----------------|--------------|-----------------------------------|
| （糞便性）<br>大腸菌群数 | 河川・湖沼<br>・海域 | ・湾再生行動計画（東京湾）<br>・河川整備計画（常呂川）     |
| 濁り（SS）         | 河川・湖沼        | ・河川整備計画（吉野川，那賀川，物部川）              |
| 透明度，透視度        | 河川・湖沼<br>・海域 | ・湾再生行動計画（東京湾，広島湾）<br>・河川整備計画（鶴見川） |
| 底層 DO          | 湖沼・海域        | ・湾再生行動計画（東京湾，大阪湾，広島湾）             |
| 表層 COD         | 海域           | ・湾再生行動計画（大阪湾）                     |
| 環境ホルモン         | 河川           | ・河川整備計画（最上川）                      |
| 臭気度、臭い         | 河川           | ・河川整備計画（鶴見川，庄内川）                  |
| 水質のふれあい等級      | 河川           | ・河川整備計画（鶴見川）                      |
| 水の色，水の泡立ち      | 河川           | ・河川整備計画（庄内川）                      |

表 2-2 目標像の設定例

| 目標像  | 事 例                               | 備 考                                            |
|------|-----------------------------------|------------------------------------------------|
| 上水水源 | ・流総計画（岡山県旭川・吉井川，広島県太田川・瀬野川）       | 利水目的からの上乗せ                                     |
| 水産資源 | ・流総計画（広島県広島湾）<br>・ヘルシープラン（播磨灘北東部） | 利水目的からの水質設定<br>収穫高への換算方法もある                    |
| 景観   | ・湾再生行動計画（大阪湾）                     | 表層 COD5mg/L 以下<br>利水目的での水質設定もある                |
| 海水浴  | ・湾再生行動計画（大阪湾）                     | 水浴場水質判定基準により設定                                 |
| 他地点並 | ・流総計画（神奈川県芦ノ湖・早川）<br>・河川整備計画（千代川） | 処理場直下流の水質環境基準並み達成<br>支川（袋川）の水質を本川（千代川）と同程度まで改善 |

## 2-2. 調査区域と年度

### 2-2-1. 調査区域

調査区域は原則として当該流域の全域とする。なお、水及び土地の利用状況並びにそれらの将来計画等から、一体として調査すべき区域は含める。

#### 【解 説】

流総計画の策定に当たって必要な調査区域は、原則として当該流域全域とし、この流域内において必要な検討を行う。ただし、流域外であっても水および土地の利用の現状、それらの将来見通し、地形等の自然条件、日常生活圏、社会的・経済的な活動範囲等から総合的に判断して、一体として計画する必要があると考えられる区域は必ずしも自然の流域界にこだわる必要はない。ただし、この場合、流域外に係る部分を明確にする。

### 2-2-2. 調査年度

汚濁負荷量の算定や汚濁解析は、次の年度について行うことを原則とする。

- 1) 基準年度（現況年度）
- 2) 将来人口の想定年度

#### 【解 説】

#### 1) 基準年度（現況年度）

基準年度は、原則として調査実施年またはその前年とする。ただし、調査資料等が不満足な場合はこの限りでない。

#### 2) 将来人口の想定年度

将来人口の想定年度は、下水道計画策定の基となるフレームを設定する最終年度であり、汚濁負荷量の算定と汚濁解析を行う。ただし、基準年度において既に水質環境基準が達成されており、将来においても明らかに水質環境基準の達成が見込まれる場合には基礎調査のみ行う。

また、将来人口の想定年度までに水質環境基準の達成に必要な下水道施設の整備が完了しない場合は、計画策定の基となる将来フレームを設定するとともに、水質環境基準を達成するために必要な削減量を明らかにする必要がある。このため、将来人口の想定年度において実用的な技術レベルでの施設整備を行う場合（水質環境基準は未達成）と、水質環境基準の達成に必要な下水道施設の整備を行う場合の双方について、汚濁負荷量の算定と汚濁解析を行う。

## 2-3. 調査のプロセス

### 2-3-1. 調査のプロセス

本調査の実施に当たっては、本指針を参考とし、関係部局との連絡調整を図りつつ、効率的かつ円滑に進めなければならない。

#### 【解 説】

本調査は、その範囲が極めて多岐にわたり、かつ比較的短期間に実施しなければならない。このため、個々の調査事項とその位置づけ及びこれらの相互関係、調査の精度、並びに調査の全体としての流れを十分に把握し、調査を最も効率的に進行させるための作業手順を定め、関係部局との連絡調整を図りながら調査を計画的かつ円滑に実施していく必要がある。このためには、あらかじめ調査のための詳細な作業計画を作成しておくことが望ましい。

本調査の全般にわたるフローチャートを図 2-1 に示す。中期整備事項の更新は、中期整備事項に関する検討項目（フローに示す太枠に相当）を対象に行い、その他の項目については必要に応じて変更を行う。注）「2-4. 流総計画の変更」参照



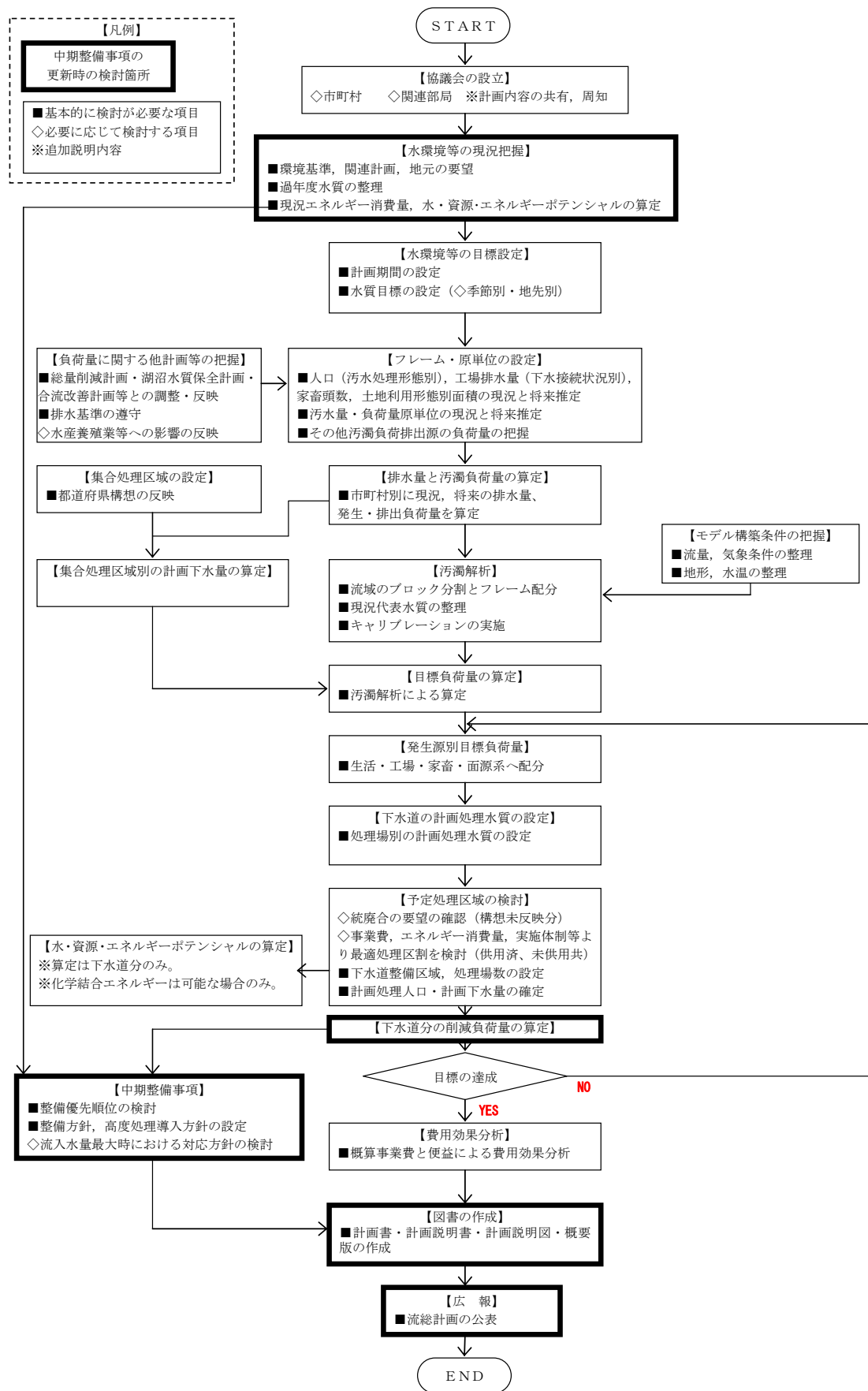


図 2-1 調査のフローチャート

### 2-3-2. 流総計画策定のための組織と調整

本調査は、都道府県の下水道担当部局において行うものであるが、調査内容が計画フレームの設定、汚濁負荷量の算定、汚濁解析、排出源別目標負荷量の配分など、下水道以外の部局による施策も関係するため、下水道部局のみならず他の関係部局と密接な連携を保ちながら進める必要がある。

このため、下水道施設の整備量も含めた水質環境基準の達成に必要な対策について協議が必要な場合は、都道府県の関係部局代表を始め、幅広く意見を伺うために、住民代表、有識者等も含めた「流総計画策定のための協議会」を設置する。この際、協議会における流総計画策定プロセスの透明性を確保するものとする。

また、流総計画を策定するときは関係市町村の意見をきく必要があるため、調査の段階から十分連絡調整を図る場として、「流総計画策定のための市町村連絡会」を必要に応じて設置する。

#### 【解 説】

流総計画を策定するためには、計画フレームの設定、汚濁負荷量の算定、汚濁解析、排出源別目標負荷量の配分など、多くの分野にまたがる調査資料と知識に基づく検討を必要とする。

近年、公共用水域における水質環境基準を達成するためには、下水道事業をはじめとして、農業関係者、工業関係者、住民などの連携及び協働が不可欠となっており、各関係部局による公共用水域の水質保全施策を流総計画の中に効率よく反映させるためには関係部局と十分調整を図る必要がある。

#### 1) 流総計画策定のための協議会について

流総計画の策定に当たって、下水道施設の整備量も含めた水質環境基準の達成に必要な対策や、削減負荷量の配分等などについて協議が必要な場合は、当該水域に係る関連部局を含めた「流総計画策定のための協議会」を設置する。「流総計画策定のための協議会」には、都道府県内部関係者はもとより、幅広く意見を伺うために住民代表、NPO 代表、有識者等を含めることが望ましい。また、「流総計画策定のための協議会」に住民代表や NPO 代表等を含める代わりに、関連部局間の調整経緯を示した上でパブリックコメントにより意見を伺うことも考えられる。さらに、流総計画策定のための協議会の内容や協議資料は、公開を原則として流総計画策定プロセスの透明性を確保する必要がある。流総計画は、下水道整備のための計画であり、下水道以外の対策を拘束するものではないが、流総計画策定のための透明性が確保された協議会の設置は、他部局による下水道以外の対策の着実な実行を担保する上で有効である。

## 2) 流総計画策定のための市町村連絡会について

流総計画が定められると、その流域内における公共下水道又は流域下水道の事業計画はこの流総計画を上位計画として策定されなければならない(下水道法第6条第5項等)。また、この流総計画の中において、下水道事業の実施順位、下水道施設の整備に関する費用効果分析等も検討されることとなっているので、流域内の関係市町村との意見調整が必要となる。よって、必要に応じて調査の段階から関係市町村による連絡会を設置し、調整を図るものとする。

図 2-2 はその作業分担と組織の一例である。

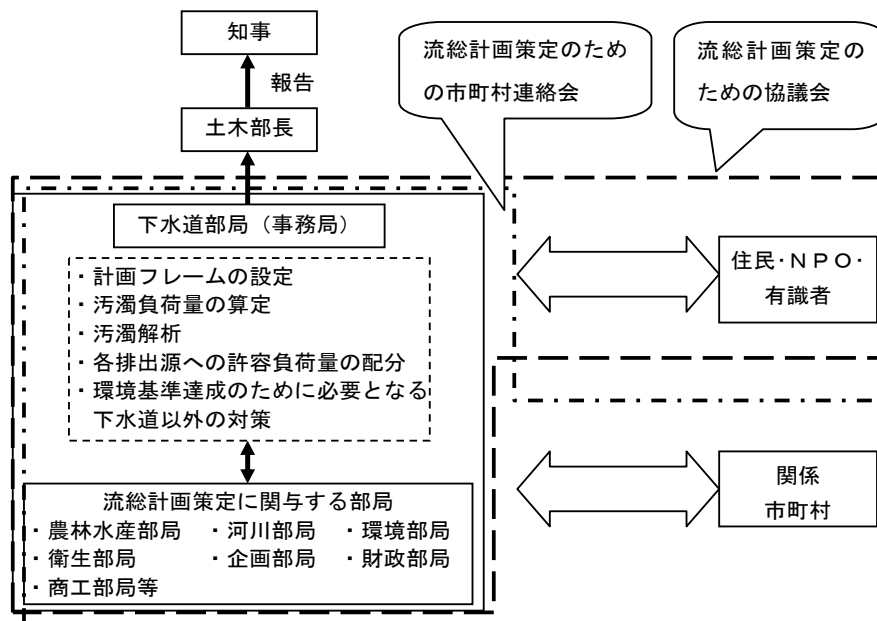


図 2-2 流総計画策定の組織例

以上のような組織の助けを借りて調査を進めることは有効かつ重要であるが、ポイントソースとノンポイントソースの負荷量の大きさ等、流域の特性に応じ、それらの組織の必要程度を的確に判断し、組織作りにいたずらな時間を空費することのないよう心掛けることも重要である。

### 2-3-3. 水質環境基準の達成に関する基本方針の調整

流総計画を2以上の都府県にまたがる水域について策定する場合は、各都府県間における水質環境基準の達成に関する基本方針（目標負荷量の都府県間配分）について、必要に応じて「基本方針策定のための委員会」を設置し、都府県間での調整が困難な場合は国（地方整備局）が調整を行う。

#### 【解 説】

流総計画は都道府県が策定することとされているが、当該水域が2以上の都府県にまたがる場合、必要に応じて国(地方整備局)が汚濁解析を実施した上で、水質環境基準達成に関する基本方針の策定（都府県別目標負荷量を算定）を行い、各都府県間の調整を行う。これら複数都府県の

調整の場として「基本方針策定のための委員会」を適宜設置する。

この場合、各都府県は基本方針に沿って流総計画を策定する。また、国が汚濁解析を実施した水域については、都府県で汚濁解析を行う必要はない。この基本方針策定のための調査(流総計画に関する基本方針策定調査)は、昭和 51 年度から実施され、現在(平成 25 年度末)まで 8 地方整備局において変更を含め、23 箇所において調査完了または継続中である。

水質環境基準以外の目標水質の設定にあたって、対象水域全体の汚濁解析が必要な場合は「基本方針策定のための委員会」において具体的な水質項目・目標水質等を調整して決定する。

## 2-4. 流総計画の変更

### 2-4-1. 流総計画の変更の必要性の判定

都道府県は、以下の場合において流総計画を変更する必要がある場合には、遅滞なく流総計画を変更する。中期整備事項を更新する際に中期整備事項以外の事項についての変更の必要性を判定する。

- 1) 流総計画の前提条件が大きく変更された場合
- 2) 流域内人口フレーム等の予測値と実測値との乖離が生じた場合
- 3) 水域の将来水質について予測値と実績値に乖離が生じた場合
- 4) 高度処理共同負担制度の適用や、汚濁解析等に重要な影響が及ぶと想定される処理施設の統廃合が行われた場合

ただし、流総計画の前提条件等が、将来人口の想定年度の前後 5 年程度の間に流総計画の前提条件等と同程度となることが予測される場合は、流総計画の変更は行わなくてもよい。

#### 【解 説】

計画策定から概ね 10 年毎に実施する中期整備事項の更新に伴う流総計画の変更時に、中期整備事項以外の事項についての変更の必要性を判定する。その際、以下の変更要件 1)～4)に該当する変更や乖離が生じている場合は、速やかに流総計画の変更を行う。

#### 1) 流総計画の前提条件が大きく変更された場合

都道府県は、当該水域に係る水質環境基準の類型が改定された場合のほか、次の各事項等について変更を生じ、流総計画を変更する必要がある時は、遅滞なく所定の手続きを経て本流総計画を変更する。

- ① 当該地域における地形、降水量、河川の流量その他の自然的条件
- ② 当該地域における土地利用の見通し
- ③ 当該公共の水域に係る水の利用の見通し
- ④ 当該地域における汚水の量および水質の見通し
- ⑤ 下水の放流先の状況
- ⑥ 下水道の整備に関する費用効果分析

## 2) 流域内人口フレーム等の予測値と実測値との乖離が生じた場合

現行の流総計画を策定する際に設定した流域内人口フレーム等の予測値が実績値と著しく乖離し、計画策定時に想定した下水道施設の整備水準（処理水量や処理水質）に著しい過不足が生じると判断される場合には、遅延なく所定の手続きを経て本流総計画を変更する。また、水質環境基準以外の目標値を設定したことにより下水道施設の整備水準の変更を伴う場合は、本流総計画を変更する。ただし、人口の推移が計画と乖離していても、人口減少傾向である場合は数年後には計画人口並に落ち着く可能性がある。このため、将来人口の想定年度の前後5年程度の間に計画人口等の流総計画の前提条件が実態と同程度になることが予測される場合は、本流総計画の変更は行わなくてもよい。

## 3) 水域の将来水質について予測値と実績値に乖離が生じた場合

将来水質について予測値と実績値に乖離が生じた結果、計画期間内の水質環境基準等の達成が明らかに困難と判断される場合には、本流総計画を変更する。

## 4) 高度処理共同負担制度の適用や、汚濁解析等に重要な影響が及ぶと想定される処理施設の統廃合が行われた場合

高度処理共同負担制度の適用や汚濁解析等に重要な影響が及ぶと想定される処理施設の統廃合により、当該水域内の下水道による汚濁負荷削減の体制に変更が生じた場合は、本流総計画を変更する。汚濁解析等に重要な影響が及ぶと想定される処理施設の統廃合とは、処理施設の統廃合後の予定処理区域からの流出負荷量（「7-3-3. 下水道による削減負荷量」参照）が減少傾向とならない場合を意味する。

### 2-4-2. 中期整備事項の更新に伴う流総計画の変更

中期整備事項は、流総計画策定後概ね10年毎に定期的に更新を行い、必要に応じて中期整備事項以外の事項を変更する。

#### 【解 説】

中期整備事項は、実績と計画の状況を適正に評価し、機動的にアダプティブマネジメントを実施するために、概ね10年毎に定期的に更新を行う（図2-3参照）。中期整備事項の目標年度が流総計画全体の将来人口の想定年度を超過する場合、あるいは「2-4-1. 流総計画の変更の必要性の判定」要件に該当する場合は、流総計画全体の変更が必要である（図2-4参照）。流総計画全体の変更の必要がない場合は、中期整備事項以外は既計画の内容を踏襲する。

また、中期整備事項の更新時には、以下の1)～4)の内容について実績を評価し、下水道施設の整備目標を達成するために必要な軌道修正を行った上で次の中期整備事項へ反映する。なお、中期整備事項として定める必要のある項目は「7-7. 中期整備事項」を参照とされたい。

#### 1) 下水道整備率の評価

基準年度と中期整備事項の更新時点における実績の下水道整備率（整備人口／予定処理区域内人口）を比較し、整備進捗状況を踏まえて概ね10年間の整備方針の更新を行う。

#### 2) 処理水質の評価

中期整備事項の更新時点における下水道の終末処理場の実績処理水質と計画処理水質との乖離状況を確認し、新たに高度処理導入方針を設定する。

#### 3) 下水道による削減負荷量の評価

予定処理区域内を対象として、基準年度と比較した場合の中期整備事項の更新時点における下水道整備による削減負荷量を算定し、負荷削減の進捗状況を評価する。負荷削減の進捗が遅れている場合は、②整備方針や③高度処理導入方針の更新内容へ反映する。

#### 4) 公共用水域の水質改善状況の評価

基準年度と中期整備事項の更新時点における実績の公共用水域の水質を比較し、水質の推移状況（横ばい、悪化傾向、改善傾向）を確認し、②整備方針や③高度処理導入方針の更新内容へ反映する。

2-4-1 の変更要件 1)～4) に基づく流総計画全体の変更と中期整備事項の更新の関係は図 2-4 のフローのとおりであり、このフローに基づいて流総計画の変更・更新の必要性を判定することを原則とする。

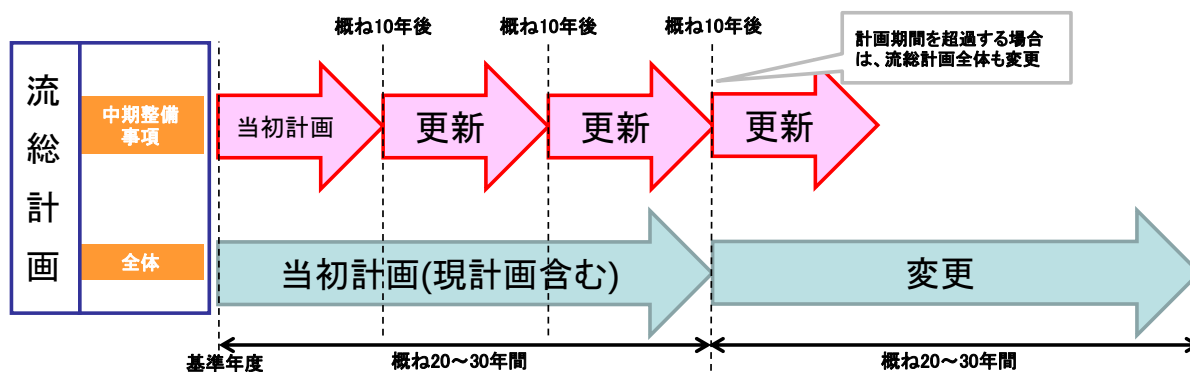


図 2-3 中期整備事項の更新と流総計画全体の変更の考え方

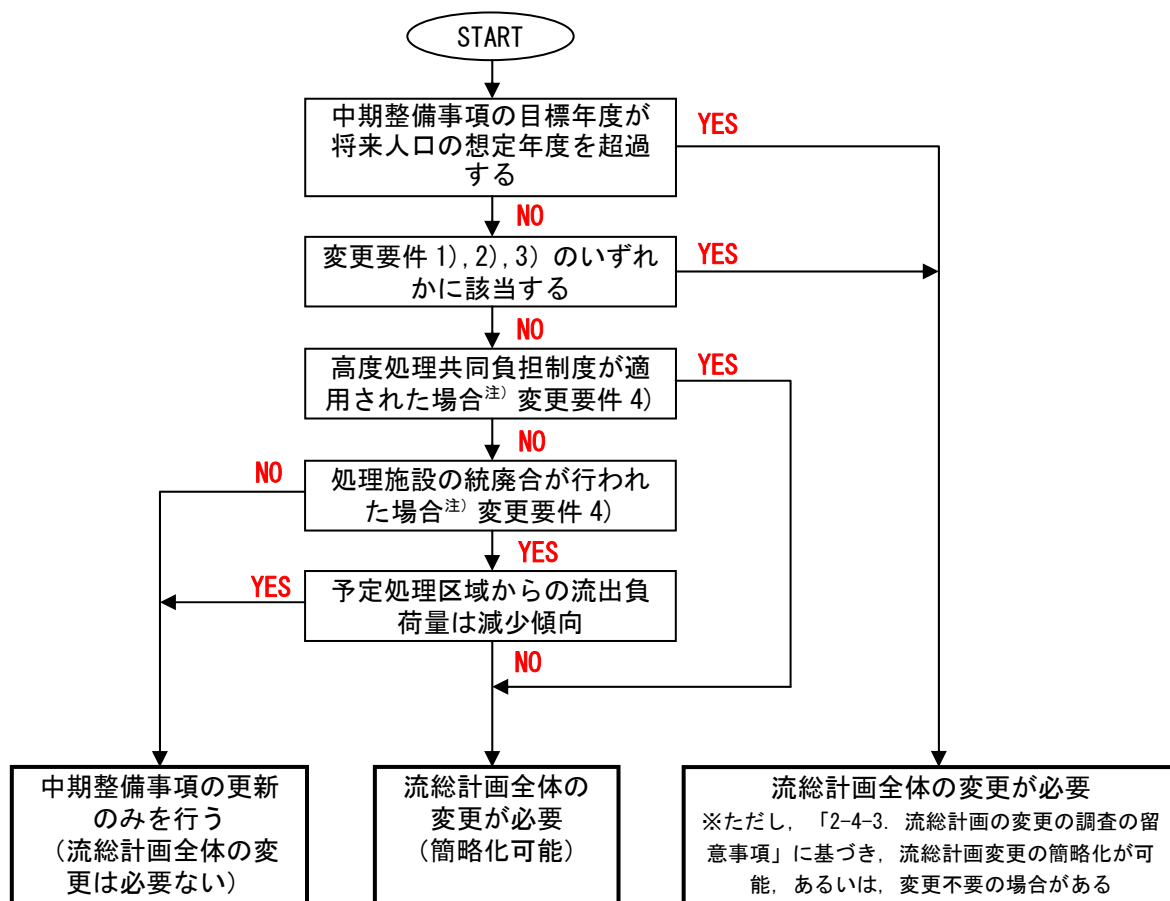


図 2-4 中期整備事項の更新に伴う流総計画変更の必要性の判定フロー

注) 変更要件：「2-4-1. 流総計画の変更の必要性の判定」参照

### 2-4-3. 流総計画の変更の調査の留意事項

2-4-1 の判定により中期整備事項以外の事項についての変更が必要と判定された場合、流総計画の変更の調査においては、当初流総計画策定時からの自然的条件の変化、水質環境基準の追加・見直し、及び社会的情勢等の変化に十分配慮し、流総計画について再評価する。また、流総計画の変更後の目標負荷量の配分は当初流総計画との整合性に留意する。さらに、当該流域における変更内容によっては、流総計画の策定作業の一部を簡略化できる場合があるので、これに留意する。

なお、次期流総計画の計画期間内において、下水道施設の整備（改築・更新<sup>注)</sup>、撤去を含む）がなく、汚濁負荷量が減少傾向の場合は、流総計画の変更は不要とする。

注)：施設の配置・構造・能力の変更を伴わない改築・更新を除く。

#### 【解 説】

#### 1) 人口および産業の動向について

高度成長期に策定した当初流総計画では、大きな増加傾向にある人口および産業の動向を想定している場合が多い。我が国の人口は、平成 18 年をピークに減少に転じており、国立社会保障・

人口問題研究所による人口推計結果によれば、50年後にはピーク時の約7割弱にまで減少することが予測されている。流総計画の変更の調査においては将来人口の想定が過大にならないことに特に留意する。

## 2) 汚濁解析および目標負荷量配分について

自然的条件の変化やダム計画、水利用の変更により、検討対象の低水流量が変更することがあるため、現況及び将来汚濁解析、目標負荷量の算定を流総計画の変更の調査において再度行う。ただし、目標負荷量の発生源別配分については、効率性・公平性等の面から大きな支障がない場合は、原則として当初流総計画の配分比率を用いて行う。

## 3) 下水道整備計画について

流総計画を変更する時点では、当初流総計画を策定した時点からの社会情勢の変化による計画下水量的変化や下水道技術の革新等により、下水道施設の検討に関わる諸元が変化していると考えられる。このため、当初流総計画策定時点から都道府県構想による集合処理区域割の見直しがない場合は、当初流総計画で策定されている施設配置計画についても、代表的なパターンについて費用やエネルギー消費量等を比較検討して、改めて下水道整備計画を再評価する。特に、当初流総計画で位置づけられているが事業未着手の予定処理区域や流総計画の変更において新規に追加する予定処理区域の下水道整備計画については、より詳細な検討が必要である。

## 4) 簡略化について

流総計画の変更に際し、以下の場合は流総計画の策定作業を簡略化できる。簡略化とは、「計画書への記載等に当たって、一部項目等について現行流総計画の値を用いて良い場合」を指す。ただし、他部局との調整事項については、簡略化できない場合があるため、事前に主要関係部局と簡略化（既存数値等の変更をしなくて良く、連絡のみで協議を不要とすること）の条件を決めておく必要がある。

なお、いずれの場合も「水質の現況と水質環境基準」、「エネルギー消費量の現況」「水・資源・エネルギーポテンシャルの算定」、「中期整備事項」は検討する。

①既に水質環境基準が達成されているが、今後20～30年の間に下水道施設の整備があり、汚濁負荷量が減少傾向の場合は、「流総計画の計画期間の設定」、「水環境等の現況と見通し」、「人口及び産業の現況と見通し」、「終末処理場等排水処理施設からの汚濁負荷量」、等は検討する必要があるが、それ以外の項目（「汚濁解析」や「目標負荷量」「下水道整備計画」等）は簡略化できる場合がある。また、既に水質環境基準が達成され、今後20～30年の間に下水道施設の整備がなく、汚濁負荷量が減少傾向の場合は、流総計画全体を変更する必要はない。

②高度処理共同負担制度を適用する場合は、当初流総計画の枠組みの中で変更を行うが、下水道



整備計画に関する事項等について、流総計画の変更が必要である。また、河川流域をまたがって削減負荷量のやり取りが生じる場合は、適用後の水質環境基準の達成状況を確認するための汚濁解析が必要となる。

③処理施設の統廃合が行われる場合は、当初流総計画における計画フレームや汚濁負荷量等を活用できるが、下水道整備計画に関する事項等について、流総計画の変更が必要である。

ここで「下水道施設の整備」とは、流入水量や処理レベルの変化に対応するために、系列単位での新設、増設、改築・更新、撤去を示す。よって、流総計画を変更する必要がない場合とは、既に水質環境基準が達成されており、かつ今後 20～30 年の間に系列単位での施設規模の増減がない場合を示す。

流総計画の変更における検討項目の簡略化の考え方の例を表 2-3 に示す。

表 2-3 流総計画の変更における検討項目の簡略化の考え方の例

| 項目                     | 内 容                       |                             | ①<br>基準達成<br>将来減少 | ②<br>共同負担<br>制度適用 | ③<br>処理施設<br>統廃合 |
|------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| 1.総則                   |                           |                             |                   |                   |                  |
| 2.流総計画の策定              | 2-1.流総計画の目標               | 2-1-1. 流総計画の計画期間            | ×                 |                   |                  |
|                        |                           | 2-1-2. 流総計画の目標              |                   | ×                 |                  |
|                        | 2-2.調査区域と年度               | 2-2-1. 調査区域                 |                   |                   |                  |
|                        |                           | 2-2-2. 調査年度                 |                   |                   |                  |
|                        | 2-3.調査のプロセス               | 2-3-1. 調査のプロセス              |                   |                   |                  |
|                        |                           | 2-3-2. 流総計画策定のための組織と調整      |                   |                   |                  |
|                        |                           | 2-3-3. 水質環境基準の達成に関する基本方針の調整 |                   |                   |                  |
|                        | 2-4.流総計画の変更               | 2-4-1. 流総計画の変更の必要性の判定       |                   |                   |                  |
|                        |                           | 2-4-2. 中期整備事項の更新に伴う流総計画の変更  |                   |                   |                  |
|                        |                           | 2-4-3. 流総計画の変更の調査の留意事項      |                   |                   |                  |
| 3.水環境等の現況と見通し          | 3-1.水質の現況と環境基準            |                             | ×                 | ×                 | ×                |
|                        | 3-2.諸計画との調整               |                             |                   |                   |                  |
|                        | 3-3.水利用の現況と見通し            | 3-3-1. 水道用水、工業用水、農業用水等の取水量  | ×                 |                   |                  |
|                        |                           | 3-3-2. 漁業及び水産養殖業            | ×                 |                   |                  |
|                        |                           | 3-3-3. その他レクリエーション等         | ×                 |                   |                  |
|                        | 3-4.エネルギー消費量の現況           |                             | ×                 | ×                 | ×                |
| 4.排水量と汚濁負荷量の<br>現況と見通し | 4-1. 人口及び産業等の<br>現況と見通し   | 4-1-1. 人口                   | ×                 |                   |                  |
|                        |                           | 4-1-2. 工業（製造業）              | ×                 |                   |                  |
|                        |                           | 4-1-3. 畜産業                  | ×                 |                   |                  |
|                        |                           | 4-1-4. その他（観光等）             | ×                 |                   |                  |
|                        |                           | 4-1-5. 土地利用状況               |                   |                   |                  |
|                        | 4-2. 排水量と汚濁負荷量の<br>現況と見通し | 4-2-1. 排出源の種類               |                   |                   |                  |
|                        |                           | 4-2-2. 家庭排水                 |                   |                   |                  |
|                        |                           | 4-2-3. 営業排水                 |                   |                   |                  |
|                        |                           | 4-2-4. 工場排水                 |                   |                   |                  |
|                        |                           | 4-2-5. 畜産排水                 |                   |                   |                  |
|                        |                           | 4-2-6. 観光排水                 |                   |                   |                  |
|                        |                           | 4-2-7. 下水道の終末処理場            | ×                 |                   |                  |
|                        |                           | 4-2-8. その他人為系排水             | ×                 |                   |                  |
|                        |                           | 4-2-9. 面源汚濁負荷量              |                   |                   |                  |
|                        |                           | 4-2-10. 負荷算定時の留意事項          |                   |                   |                  |
| 5. 汚濁解析                | 5-1. 自然的条件の現況と見通し         | 5-1-1. 地形の概要                |                   |                   |                  |
|                        |                           | 5-1-2. 河川、湖沼、海域の概要          |                   |                   |                  |
|                        |                           | 5-1-3. 気象条件の調査              |                   |                   |                  |
|                        | 5-2. 流域ブロック別汚濁負荷量         | 5-2-1. ブロック分割               |                   |                   |                  |
|                        |                           | 5-2-2. ブロック別汚濁負荷量           |                   |                   |                  |
|                        | 5-3. 河川の汚濁解析              | 5-3-1. 汚濁解析の概要              |                   |                   |                  |
|                        |                           | 5-3-2. 河川流況の設定              |                   |                   |                  |
|                        |                           | 5-3-3. 流達率                  |                   |                   |                  |
|                        |                           | 5-3-4. 浄化残率と自浄係数            |                   |                   |                  |
|                        |                           | 5-3-5. 非感潮河川の汚濁解析           |                   |                   |                  |
|                        |                           | 5-3-6. 感潮河川の汚濁解析            |                   |                   |                  |
|                        | 5-4. 閉鎖性水域等の汚濁解析          | 5-4-1. 汚濁解析の概要              |                   |                   |                  |
|                        |                           | 5-4-2. 流達率                  |                   |                   |                  |
|                        |                           | 5-4-3. 水域の分割                |                   |                   |                  |
|                        |                           | 5-4-4. 局所的な汚濁解析             |                   |                   |                  |
| 6. 目標負荷量               | 6-1. 集合処理区域の設定            |                             |                   |                   |                  |
|                        | 6-2. 集合処理区域別の<br>計画下水量の算定 | 6-2-1. 基本的な考え方              |                   |                   |                  |
|                        |                           | 6-2-2. 家庭・営業排水量の算定          |                   |                   |                  |
|                        |                           | 6-2-3. 工場排水量の算定             |                   |                   |                  |
|                        |                           | 6-2-4. 畜産排水量の算定             |                   |                   |                  |
|                        |                           | 6-2-5. 観光排水量の算定             |                   |                   |                  |
|                        |                           | 6-2-6. 地下水量の算定              |                   |                   |                  |
|                        | 6-3. 目標負荷量の算定方法           |                             |                   |                   |                  |
|                        | 6-4. 発生源別目標負荷量            | 6-4-1. 負荷量配分の基準とする年度        |                   |                   |                  |
|                        |                           | 6-4-2. 発生源への配分              |                   |                   |                  |
|                        |                           | 6-4-3. 下水道以外の負荷削減方策         |                   |                   |                  |
|                        | 6-5. 下水道の処理水質の決定          | 6-5-1. 下水道の計画処理水質の決定方法      |                   | ×                 | ×                |
|                        |                           | 6-5-2. 季節別の処理水質             |                   |                   |                  |
| 7. 下水道整備計画             | 7-1.下水道整備計画の基本的な考え方       |                             |                   |                   |                  |
|                        | 7-2. 計画下水水量等の決定           | 7-2-1. 下水道の根幹的施設の配置         |                   |                   | ×                |
|                        |                           | 7-2-2. 計画処理人口・計画下水水量        |                   |                   | ×                |
|                        | 7-3. 下水及び放流水の水質           | 7-3-1. 下水の水質                |                   | ×                 | ×                |
|                        |                           | 7-3-2. 計画処理水質               |                   | ×                 | ×                |
|                        |                           | 7-3-3. 下水道による削減負荷量          |                   | ×                 | ×                |
|                        |                           | 7-3-4. 窒素又は磷に係る削減目標量及び削減方法  |                   | ×                 | ×                |
|                        |                           | 7-3-5. 終末処理場の放流先の状況         |                   | ×                 | ×                |
|                        | 7-4. 処理方法の設定              |                             |                   | ×                 | ×                |
|                        | 7-5. 水・資源・エネルギーの利用の見通し    |                             | ×                 | ×                 | ×                |
|                        | 7-8. 費用効果分析               | 7-8-1. 概算事業費                |                   | ×                 | ×                |
|                        |                           | 7-8-2. 費用効果分析               |                   | ×                 | ×                |
|                        | 7-9. 中期整備事項               | 7-9-1. 中期整備事項の目的            | ×                 | ×                 | ×                |
|                        |                           | 7-9-2. 整備優先順位の検討            | ×                 | ×                 | ×                |
|                        |                           | 7-9-3. 定めるべき事項              | ×                 | ×                 | ×                |
| 8. その他留意事項             | 8-1. 流総計画の公表              |                             |                   |                   |                  |

凡例：①環境基準が達成されており、将来も汚濁負荷量が減少する場合  
 ②高度処理共同負担制度を適用する場合  
 ③処理施設の統廃合が行われる場合

×：省略不可

### 3. 水環境等の現況と見通し

#### 3-1. 水質の現況と水質環境基準

水質の現況，経年変化，河川の縦断方向の変化等を水質環境基準に掲げられている水質項目について調査するものとし，水域の特性に応じて水質項目を適宜追加する。なお，十分なデータが確保されていない場合は必要に応じて水質調査を行う。

水質環境基準に関しては，生活環境に係る水質環境基準の類型指定の状況（類型区分，指定区間または範囲，基準点の位置，達成期間等）について調査を行うとともに，類型指定が行われた際の経緯，背景についても十分調査しておくことが望ましい。

#### 【解 説】

##### 1) 水質の現況調査

流総計画は，水質環境基準の達成をその主たる目標としているので，水質の現況を十分に把握しておくことが本調査の基本となる。公共用水域の水質は，基本的に水質汚濁防止法第 16 条の測定計画に従って測定した資料や一級河川について地方整備局等で測定した資料より把握する。これら資料だけでは現況の水質の把握が十分でない場合や，汚濁解析を行う際に十分でない場合は，適宜その他の資料によることになるが，新たに水質調査を行う必要のある場合は水質測定を行う。このような場合，本流総計画をフォローアップする意味から，将来にわたって水質データを集積しておく必要があるので，上記の公共用水域の測定計画の中に新たに組入れられることが望ましい。

河川の低水流量時の水質は，昭和 52 年 7 月 1 日付け環境庁水質保全局水質管理課長通知に従い，75%水質値を採用することを原則とする。なお，公共用水域の水質は，各年の降雨や流況の影響を受けるため，複数年の水質データより現況の代表水質を設定することも検討する。

調査すべき水質項目は，水質環境基準に定められている項目のうち，下水道によって効果的に削減できる水質項目（BOD または COD，および湖沼等閉鎖性水域を対象にする場合は全窒素，全磷等）を原則とする。また他の目標水質の設定に関連する以下の項目についても必要に応じて調査し，データを蓄積しておくことが望ましい。

- ・ SS 等の水質項目や健康項目
- ・ 水質を表すのに有力な指標である魚介類，藻類等の生物系
- ・ 底質の状況（底泥の濃度）
- ・ その他設定した目標を評価する上で必要な項目（表層や底層の水質，季節）

その他留意事項は以下のとおりである。

- ・ 河川の左右岸および流心で水質が著しく異なる場合，および水質の日間変動が著しい場合等は必要に応じて補正する。
- ・ 河川における BOD は，縦断的な経年変化を把握できるように整理することが望ましい。

・閉鎖性水域への流達負荷量が必要な場合は、低水時とともに高水時等の流況別のデータを収集する。（汚濁解析の対象水域、解析方法によって異なるため、詳細は「5. 汚濁解析」参照）

## 2) 水質環境基準の類型指定

水質環境基準の類型指定は、環境基本法第16条に基づき、国または委任を受けた都道府県知事によりなされ、類型の指定に当たっては以下の内容に十分留意することになっているため、類型指定の内容のみならず背景についても十分に調査する。

- ・水質汚濁に係る公害が著しくなっており、また著しくなる恐れのある水域を優先すること。
- ・当該水域の現在の利用目的および将来の利用目的の推移につき配慮すること。
- ・当該水域における水質汚濁の状況、水質汚濁源の立地状況等を勘案すること。
- ・当該水域の水質が現状よりも少なくとも悪化することを許容することとならないように配慮すること。
- ・目標達成のための施策との関連に留意しつつ、その達成期間につき配慮すること。

## 3-2. 諸計画との調整

流総計画は、当該流域における土地利用計画、水利用計画等を勘案し当該流域についての水質保全計画の一環として策定するものであるから、調査に当たっては諸計画と十分調整を図る。

- 1) 広域的な整備計画等（国土形成計画、地域開発計画、広域利水計画、水資源開発計画等）
- 2) 都道府県、流域内市町村の長期計画や都市計画マスタープラン等
- 3) 都道府県構想
- 4) 河川に関する計画（河川整備基本方針、河川整備計画等）
- 5) 当該水域に係る水質保全計画（総量削減計画、湖沼水質保全計画等）

また、流総計画策定の際には、以下の計画も必要に応じて参考にすることが望ましい。

- 1) 海域の保全・改善等に関する計画
- 2) エネルギーに関する計画（エネルギーの使用の合理化に基づく法律に基づく中長期計画等）

### 【解 説】

流総計画の策定において基本となるのは、当該水域の水質環境基準を達成するために必要な下水道計画の基となる計画フレーム値である。計画フレーム値の設定に当たっては、当該水域に関わる広域的な国土形成計画や関係地方公共団体の都市計画マスタープラン等と十分に調整を図る。また、流総計画は広域的な整備計画や都道府県の長期計画等における人口又は工業出荷額等を基礎に策定されるのが普通であるが、結果的に当該河川等の水質環境基準の達成が至難であるような場合、流域の環境容量から許容される人口又は工業出荷額等に都道府県計画を整合させるよう努めることも重要である。

また、都道府県構想は、各都道府県が市町村の意見を反映した上で策定している污水处理施設

の整備に関する総合的な構想で、水質保全効果や費用比較による経済性等を勘案し、地域の実情に応じた効率的かつ適正な整備手法を示したものである。そのため、流総計画で予定処理区域を定める際には、都道府県構想と調整を図る必要がある。

水質環境基準達成のためには多くの施策を併せて行わなければならないが、河川等の水質保全は水質のみではなく水量も管理してはじめて達成できるものである。そのため河川整備基本方針、河川整備計画等の河川に関する計画との調整は特に重要な事項の一つであり、河川管理者と下水道管理者が一体となって水質管理を行えるよう相互の計画を十分に調整しなければならない。

例えば、水質環境基準の達成が困難な河川では、下水の高度処理の採用を原則としつつ、河川流況の改善等と高度処理を併せて考える必要がある。

また、河川によっては、広範囲な予定処理区域を持つ下水道が整備された場合、終末処理場の吐き口より上流の流量が激減し、流水の正常な機能を維持できない恐れがある。その場合、必要な流量を確保する方策として予定処理区域を二つ以上に分割すること、処理場をなるべく上流に設けること、せせらぎプラントの設置、又は処理水を再び上流に送水すること等も検討する必要があると想定される。また、流総計画における将来の発生汚水量について、それらに見合う水資源開発が担保されているかを河川部局等と十分に調整を図る。

また、東京湾、伊勢湾及び瀬戸内海においては、COD、全窒素及び全リンに係る総量削減計画が定められている。総量削減計画は、閉鎖性水域の汚濁負荷削減について、下水道などの生活排水処理施設整備、工場・事業場に対する総量規制基準の適切な運用、環境保全型農業の推進、合流式下水道の改善等を明記したものである。そのため、流総計画の策定に当たっては、総量削減計画と整合を図る。また、湖沼水質保全特別措置法に基づく指定湖沼では、湖沼水質保全計画が策定されている。湖沼水質保全計画では、当該水域の汚濁負荷量の算出、汚濁解析等を行っているため、流総計画の策定に当たっては、湖沼水質保全計画とも整合を図る。

また、水質環境基準以外の水質目標を定める場合は、湾再生行動計画やヘルシープラン等の海域の保全・改善に関する計画を参考とすることが望ましい。

省エネルギーや創エネルギーに関する目標を定める場合は、省エネ法<sup>注)</sup>に基づき事業者（下水道管理者含む）が作成した中長期計画を参考とすることが望ましい。

注) 省エネ法：エネルギーの使用の合理化に関する法律を示す。平成 25 年 5 月にこの法律の一部が改正され、エネルギー消費量原単位の改善率年 1%を努力目標とすることが示された。

### 3-3. 水利用の現況と見通し

#### 3-3-1. 水道用水、工業用水、農業用水等の取水量

水利用の現況は、水道用水、工業用水、農業用水等の水利権、取水量、取水地点等を調査し、将来の水利用の見通しは、将来人口の想定年度の水需要量と取水計画等を調査する。

##### 【解 説】

本調査結果は、各基準地点における将来流況の検討およびフレームの検討等の資料となるものであり、調査に当たっては河川管理者等（地方整備局の河川部、企画部、都道府県の河川、企画、担当課）の協力を得るようにする。

まず、水利用の現況は水道用水、工業用水、農業用水等の水利権、取水量、取水地点等を調査する。次に、将来の水利用の見通しは、将来人口の想定年度の水需要量を調査し、河川依存量、地下水依存量等に分け、河川依存量については取水量、取水地点（取水地点が明らかなものについてはその地点とし、はっきり決まっていないものは主要基準地点に割り振る。）等を調査する。

なお、供給量は、水資源開発基本計画（フルプラン）や各都道府県が定める長期水需給計画等を参考にすることが望ましい。

#### 3-3-2. 漁業及び水産養殖業

漁業権のある河川、湖沼、海域は、漁業権と漁獲量（魚種別、数量、金額）を必要に応じて調査する。

##### 【解 説】

本調査は処理水の放流先の検討等の資料となるものであるため、特に当該水域の漁業権について必要に応じて調査し、現況の漁獲量の把握と、将来の見通しについて検討する。

なお、水産養殖業については、給餌等が汚濁源となる場合がある一方、汚濁負荷の吸収源となる場合もあるため、その点についても調査を行う。

#### 3-3-3. その他レクリエーション等

河川、湖沼、海域について、レクリエーションの場としての価値等を必要に応じて調査する。

##### 【解 説】

本調査は下水道の整備優先順の検討や費用便益を評価する際の資料となるものであるため、釣りやボート遊び、水泳等のレクリエーションの実態を調査し、必要に応じて水質とレクリエーション利用との関係を把握する。

### 3-4. エネルギー消費量の現況

下水道の終末処理場の水処理施設について、エネルギーの効率性を勘案するため、現況のエネルギー消費量を調査する。

#### 【解 説】

世界のエネルギー消費量の推移と見通しを図 3-1 に、地方公共団体事務で発生する温室効果ガスの割合を図 3-2 に示す。これより、エネルギー消費量は今後もさらに増加することが予想されており、地方公共団体事務の中では下水道から発生する温室効果ガスの割合が最も多いことが分かる。省エネ社会への転換・温室効果ガスの削減、下水エネルギーの利用が期待されている中で、個別の下水道計画の上位計画にあたる流総計画においてもエネルギー消費量を勘案し、下水道事業の省エネ・創エネを促進する必要がある。

このため、本調査では、水処理施設のエネルギー消費量を電力・燃料使用量より把握し、重油へ換算して集計した上で、処理水量あたりのエネルギー消費量原単位を算定する(重油への換算係数は表 3-1 参照)。

エネルギー消費量は、予定処理区域や下水処理水質をエネルギー消費量の観点から効率的に設定するためにも必要である。

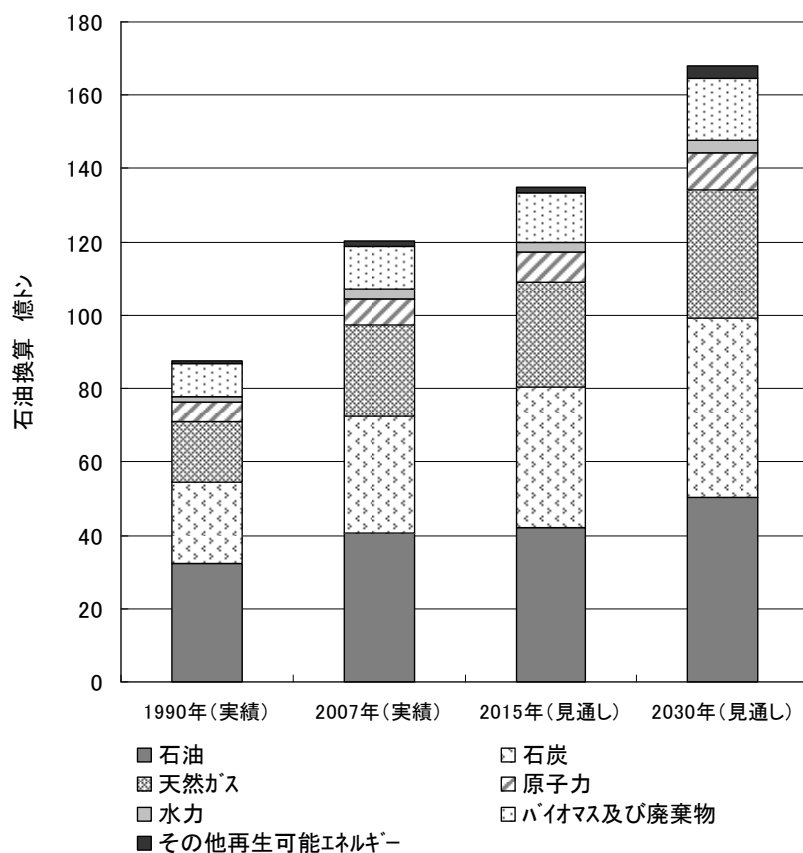


図 3-1 世界のエネルギー消費量の推移と見通し

出典：IAE/World Energy Outlook 2009

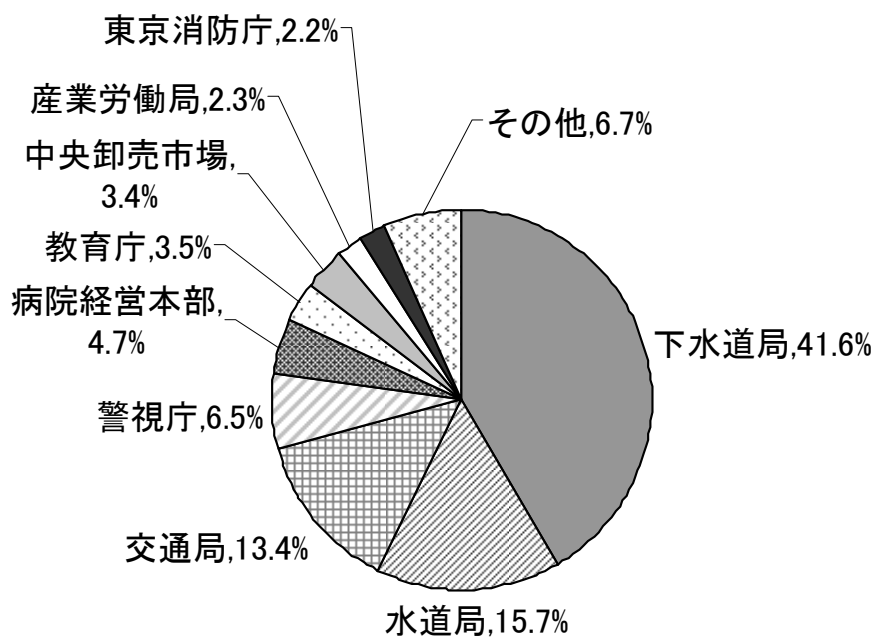


図 3-2 地方公共団体事務で発生する温室効果ガスの割合  
出典：東京都 HP

表 3-1 重油への換算係数

| 元燃料  | 発熱量換算係数 |                   |        | 換算係数      |       | 重油換算係数      |                   |
|------|---------|-------------------|--------|-----------|-------|-------------|-------------------|
|      | ①       | 単位                | 出典     | ②         | 単位    | ①×②         | 単位                |
| 電力   | 9.63    | MJ/kWh            | 資料1    | 0.0000258 | kL/MJ | 0.000248454 | kL/kWh            |
| A重油  | 39.1    | MJ/L              | 資料1    | 0.0000258 | kL/MJ | 0.001008780 | kL/L              |
| 特A重油 | 39.1    | MJ/L              | A重油と同様 | 0.0000258 | kL/MJ | 0.001008780 | kL/L              |
| 灯油   | 36.7    | MJ/L              | 資料1    | 0.0000258 | kL/MJ | 0.000946860 | kL/L              |
| 軽油   | 37.7    | MJ/L              | 資料1    | 0.0000258 | kL/MJ | 0.000972660 | kL/L              |
| ガソリン | 34.6    | MJ/L              | 資料1    | 0.0000258 | kL/MJ | 0.000892680 | kL/L              |
| 都市ガス | 44.8    | MJ/m <sup>3</sup> | 資料1    | 0.0000258 | kL/MJ | 0.001155840 | kL/m <sup>3</sup> |
| プロパン | 99.0    | MJ/m <sup>3</sup> | 資料2    | 0.0000258 | kL/MJ | 0.002554200 | kL/m <sup>3</sup> |
| 消化ガス | 22.0    | MJ/m <sup>3</sup> | 資料3    | 0.0000258 | kL/MJ | 0.000567600 | kL/m <sup>3</sup> |
| コークス | 29.4    | MJ/kg             | 資料1    | 0.0000258 | kL/MJ | 0.000758520 | kL/kg             |

注) 資料1：総合エネルギー統計の解説/2010年度改訂版 2012年4月

独立行政法人経済産業研究所

資料2：プロパンガス安全委員会ホームページ

資料3：下水道施設計画・設計指針と解説 2009年版(後編) 21～23MJ/m<sup>3</sup>より



## 4. 排水量と汚濁負荷量の現況と見通し

### 4-1. 人口及び産業等の現況と見通し

#### 4-1-1. 人口

基準年度の人口、その地域分布（都市別、水質ブロック別）は、国勢調査の結果、あるいはその他地方公共団体等で行う人口統計資料に基づいて調査する。また、地域の特性に応じて、昼夜間人口や季節的移動人口等についても調査を行う。

将来の人口およびその分布は、各都道府県の上位計画として確定している場合には原則としてそれを流総計画値とするが、将来人口の想定年度における計画値がない場合には、本調査において人口動向を反映した推計を実施し、各地方公共団体の都市計画マスタープラン等と調整して設定する。

なお、将来人口は、流総計画の変更の重要な項目であるため、人口の予測は将来人口の想定年度に加えて中期整備事項の期間についても行う。

#### 【解 説】

##### 1) 現況人口の調査

人口およびその分布は、産業とともにその地域の特徴を示し、汚濁負荷量の算定および施設の規模の決定を行う基礎となるため、その動向をできるだけ正確に把握することが重要である。このため、その地域の特性を勘案して長期的な見通しができるように、過去 10 ヶ年以上の十分な調査を行う。なお、現況人口は、人口問題研究所が国勢調査人口を基に将来予想を行っているため、国勢調査（推計）人口を基本とする。

人口の分布状況は、国勢調査の町丁・字別人口やメッシュ別人口によって把握することを原則とし、必要に応じて建物<sup>注)</sup>の分布も勘案する。これらは全て電子データとしてダウンロードが可能であり、GIS を活用すれば流域ブロックや予定処理区域内外の人口分布を一括して把握することができるため、精度向上と検討の簡略化・効率化を図ることができる。

注) 基盤地図情報ダウンロードサービス／国土交通省国土地理院より、基盤地図情報 2500 を活用すれば、建物の位置を把握することが可能。

##### 2) 将来人口の推定

我が国の人口は、平成 18 年をピークに減少に転じており、国立社会保障・人口問題研究所による人口推計結果によれば、50 年後にはピーク時の約 7 割弱にまで減少することが予測されている。加えて、国、地方公共団体の財政事情はさらに厳しさを増しており、下水道事業の整備・管理に対しても深刻な影響を及ぼすものと思われる。下水道計画において、人口減少を適切に勘案しないことによって、汚水量の減少により施設能力に対する稼働率が低下した場合の水処理機能や管路の流下機能の低下、使用者の減少によって使用量収入が減少することによる下水道経営や地方財政の悪化が想定される。よって、流総計画においても計画段階から人口減少を適切に勘案した整備・管理を進めていくことが不可欠となっている。

本流総計画で採用する将来人口は、国立社会保障・人口問題研究所の将来推計値「日本の地域別将来人口推計（平成25年3月推計）」を参考とするが、既に実績値と推計値に乖離が生じている場合や、特に人口規模の小さな地方公共団体は人口問題研究所の予測値自体の誤差が大きくなる傾向があるため、必要に応じて推計値の補正を行う（表4-1参照）。また、人口動向に影響を及ぼすと思われる都市政策等を勘案することが望ましい。

また、将来人口は、各地方公共団体の都市計画マスタープランや開発計画等、地方公共団体独自の計画値を有する場合もあるので、意見を調整する。

表4-1 人口問題研究所の予測結果と国勢調査（実績値）との誤差

| 人口規模    | H17予測（5年先） |       | H22予測（10年先） |       | H22予測（5年先） |       |
|---------|------------|-------|-------------|-------|------------|-------|
|         | 平均誤差%      | 標準偏差% | 平均誤差%       | 標準偏差% | 平均誤差%      | 標準偏差% |
| 1万人未満   | 2.5        | 3.7   | 4.8         | 6.3   | 3.0        | 4.4   |
| 1～3万人   | 1.8        | 2.4   | 3.8         | 4.5   | 1.6        | 2.1   |
| 3～5万人   | 1.6        | 2.2   | 3.5         | 4.1   | 1.5        | 2.0   |
| 5～10万人  | 1.8        | 2.2   | 3.7         | 4.6   | 1.4        | 2.0   |
| 10～20万人 | 1.7        | 2.3   | 3.2         | 4.3   | 1.2        | 1.6   |
| 20万人以上  | 1.3        | 1.7   | 2.6         | 3.1   | 1.1        | 1.2   |
| 合計      | 1.9        | 2.7   | 3.9         | 5.0   | 1.9        | 2.9   |

出典：H7-12、H12-17の実績を用いた人口問題研究所の予測値（移動考慮）

本調査において将来人口を推定する場合は、今後の少子高齢化による人口減少を勘案するための手法（コーホート要因法等）を用いる。また、人口の動向が安定している都市においては直線回帰等の簡易な方法とし、開発計画実施中等で変動の大きな都市については、種々の推定曲線（ロジスティックカーブ、2次曲線等）を用いて、最も適合したものを選定し形式を決定する方法等、その地域に適合した方法で将来人口を推計し、これに流出入人口、社会増等を加味して将来人口を推定する。その際、将来人口の推定が過大にならない事に十分留意する。

なお、今後は人口減少が予想されるため、流総計画における下水道の必要整備量が過大なものとならないように、計画期間内で計画値と実績値の乖離を確認する必要がある。そのために、将来人口の予測は、将来人口の想定年度の他に中期整備事項に関する計画期間においても行う。

### 3) 将来人口分布の推定

将来の人口分布状況は、計画下水量に直接影響するため重要である。このため、国勢調査の町丁・字別人口分布状況やメッシュ人口等の現況の人口分布状況を参考にして、将来人口の想定年度の人口分布状況を推定する。なお、開発計画実施中等で変動の大きな都市においては、開発計画を勘案した人口分布を推定する。

経年的な人口分布状況に大きな変化が見られない場合は、調査の簡略化のために現況分布状況を基に将来を想定してもよい。

いずれも関係市町村との協議が必要である。

#### 4) 移動人口

昼間人口が夜間人口を大きく上回る地域では、別途昼間人口を推定することが望ましい。

#### 5) 関係部局との調整

人口問題を直接取扱っている部局は企画、民生等の部局であり、資料統計および将来推計も行っているので十分調整しなければならないが、本調査の人口と大きく差があったり、また、地域分布等必要な計画値がない場合、都道府県構想が改定中で調整ができない場合には、将来の変更を前提に独自の計画値を定める。

このことは、その他の部局や関係市町村の場合も同様である。

### 4-1-2. 工業（製造業）

工業統計等の統計資料をもとに、工業出荷額、主要生産品、業種、工場規模およびその地域分布等、その地域の工業（製造業）からみた特徴を把握できるよう十分な調査を行う。

将来の工業の状況は、人口と同様に将来の工業の種類や生産額およびその地域分布等が確定している場合は、原則として各都道府県の上位計画と整合を図る。ただし、将来人口の想定年度における値がない場合は、本調査において推定し、各都道府県の総合開発計画と調整して設定する。

なお、工業の分布状況は地理情報システムを活用して精度向上と検討の効率化を図る。

#### 【解 説】

##### 1) 現況の工業の調査

流域内の産業構成、特に工業（製造業）の業種構成は、水質保全の基本方針あるいは下水道施設計画そのものに大きな影響を及ぼすものであり、人口の場合と同様、その現況を把握することは将来の動向を知る上で極めて重要である。従って、出来るだけ詳細に工場の分布、業種、規模等を調査し、特に汚濁型の工場については注意を払う必要がある。

これらの調査に関し、工業統計表の原票（調査原票）を使用することによって、更に正確な調査が可能であるが、使用に当たっては次のような注意を要する。

##### ・工業統計調査票の使用について

工業立地の分布、業種構成および規模等について当該地域の特性を把握し、水質汚濁の現況および将来推定を行うため、更に詳細な工場調査を必要とする場合、工業統計の基礎資料である各工場ごとの調査資料（調査原票）を検討することが考えられるが、この調査原票は、「統計法」に基づく指定統計となっているため、その使用に際しては経済産業省の承認を必要とする。承認の手続は従来調査を開始する年度当初に国土交通省下水道部に連絡していく必要があったが、平成 17 年度よりその原票を所管している県商工部等と調整し、各都道府県から経済産業省へ申請することとなった。

また、この調査原票には使用水量およびその内訳、敷地面積、従業員数、出荷額等が記入されており、原単位の決定等にも使用する場合があるので参考にされたい。ただし、その取扱い

については「統計法」を遵守し、十分な注意を必要とする。

## 2) 将来の工業の推定

一般には、人口の場合と同様に都道府県の上位計画として計画値となるようなものが確定していることは極めて少なく、多くの場合は本調査の中で推定することとなる。

その推定方法の一例として、全出荷額については人口の場合と同様な手法が考えられる。それを基にして、過去の統計および現況の資料から業種、規模および新規分、既設分等を必要に応じて算定する。その場合、過年度実績が横ばいか減少傾向の場合は、現況程度で将来を想定してもよい。

標準的なフローチャートを図 4-1 に示す。

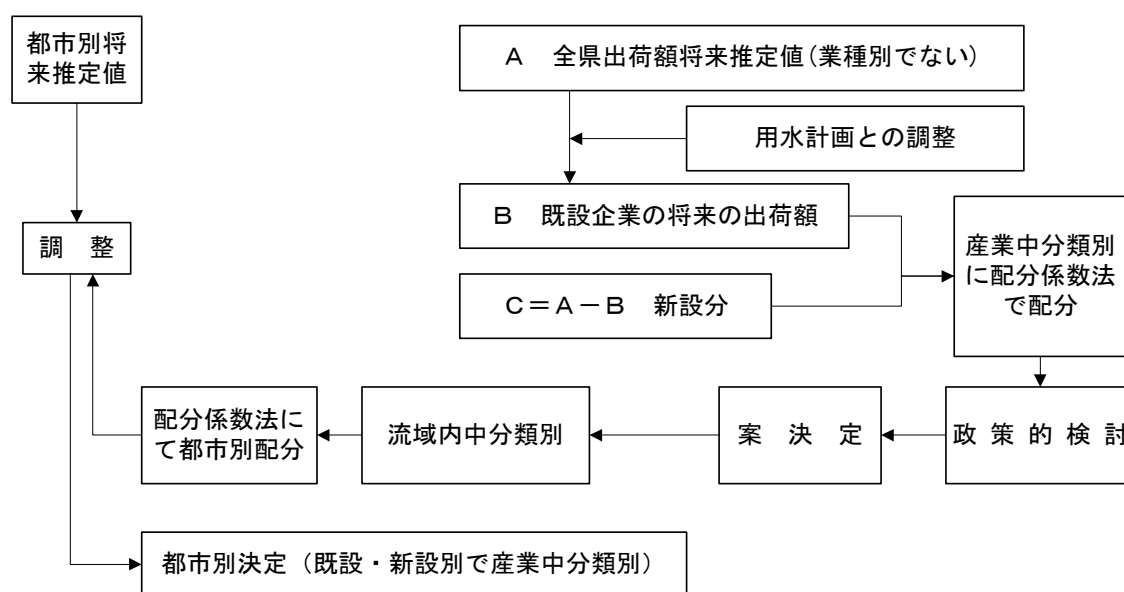


図 4-1 工業出荷額の将来推定のフローチャート

## 3) 工業分布の推定

工業分布は、負荷量の排出先の確認を始め、予定処理区域内外の情報より下水道への接続状況を把握したり、計画下水量算定の際にも必要であるため重要である。このため、甲種工場（従業員 30 人以上）、乙種工場（従業員 4 人以上 30 人未満）ともに、工業統計調査票より現況の 1 事業所毎の位置を確認し、将来人口の想定年度の工業分布状況を推定する。その際、行政的な配慮もしくは政策的な見通しを必要に応じて勘案する。

また、商工部、環境部等関係部局および関係市町村との調整が必要であるが、既定の計画値がなく、調整が困難な場合には、本調査で独自に設定する。

工業の 1 事業所毎の位置は、次のような位置特定サービスを用いて住所より座標を把握することで、精度向上と作業の効率化を図る。

- ・位置参照情報ダウンロードサービス／国土交通省国土政策局 GIS ホームページ
- ・CSV アドレスマッチングサービス／東京大学空間情報科学研究センター

#### 4-1-3. 畜産業

牛、豚等の家畜による汚濁が大きな割合を占める地域においては、畜産統計等により実態を十分調査する。特に養豚に関しては、し尿のみならず洗浄水等大量の畜舎排水があるので、調査に当たっては十分注意する。

将来の畜産業については、各都道府県の上位計画としての畜産業の計画がある場合は、原則としてそれを上位計画とするが、適当な都道府県計画がない場合には過去の統計資料をもとに推定する。

##### 【解 説】

##### 1) 現況の畜産業の調査

畜産については一般に市街地外に存在することが多いので、下水道施設そのものに大きな影響を及ぼすとは限らないが、水域によっては人為的汚濁の大部分を占める場合もあり、また、市街化区域内においては下水道への受入れも考えられるため、水質保全上重要な問題となる。家畜の主な種類は、牛(乳用、肉用)、馬、豚、鶏等である。

統計的には畜産統計によって家畜頭数を知ることができるが、実際上は、飼育方法、飼料の種類、畜舎の規模等により汚濁負荷量の発生あるいは排出量が大きく異なるので、1畜舎当たりの飼育頭数、し尿の処理方法、飼料の種類、畜舎の洗浄方法等について十分な調査を行うことが重要である。

##### 2) 将来の畜産業の推定

各都道府県の農業振興計画において将来計画が確定している場合は、原則としてその値を用いるが、ない場合は農林部局と協議して本流総計画の中で推定する。その場合、過年度実績が横ばいか減少傾向の場合は、現況程度で将来を想定してもよい。

##### 3) 畜産分布の推定

基準年度の地域分布は、農林部局の資料を基に畜舎の位置や規模を調査する。ただし、湖沼水質保全計画や総量削減計画等で畜産分布状況の把握が可能な場合は、これら他計画を参考にすることも可能である。

将来の地域分布は、現況を基にして推定するが、市街化区域（市街化が想定される区域も含む）内に存在する畜産施設等は、下水道施設への受入れも考えられるので、行政的な指導方針も考慮して将来計画を検討する。

基準年度、将来ともに、下水道への接続がなく、地域全体の負荷量に占める畜産の割合も非常に小さい地域については、既流総計画の分布状況を適用するなどの簡素化を行ってもよい。

#### 4-1-4. その他（観光等）

観光客の入込み数を勘案する必要のある地域では、観光排水を見込むため観光客の現況の把握と将来見通しを行う。この場合、日帰り客と宿泊客を別々に推定する。

##### 【解 説】

##### 1) 現況の観光客の調査

近年では観光事業の開発促進、国民の生活文化の向上、および国際的な観光PR等もあって、観光地における利用客数も増大しており、観光客が定住人口を大幅に超過している地域が少なくない。このため観光地では、定住人口による汚濁負荷量に比較して観光客による汚濁負荷量も相当大きな数値となっているのが現状である。

観光地はそれぞれ特性が異なるため、十分な現状の把握が必要である。現状の把握は、当該都道府県の観光部局で実施している年間入込み観光客総数調査結果等を利用する。

##### 2) 将来の観光客の推定

将来の観光客の見通しは、その地域の観光開発状況等を勘案して予測する。この場合、観光部局とも十分調整を取り行政方針の食い違いをおこさないよう配慮する。

また、観光客のうち、日帰り客と宿泊客は当該地域における滞在時間および水利用形態等が違うため汚濁状況が異なるので、別々に推計する。

a) 日帰り客の予測は、過去の推移を基にその地域の整備状況、利用施設容量等を勘案して行う。この場合、日帰り客は月変動が大きいので適当な資料（有料施設）等を参考としてピーク率を設定し、施設計画にはピーク時期の観光人口を用いる。

b) 宿泊客の予測は、現況宿泊施設および将来の増設見込等を考慮して行う。

その場合、過年度実績が横ばいか減少傾向の場合は、現況程度で将来を想定してもよい。

##### 3) 観光客分布の推定

基準年度の地域分布は、観光部局の資料より観光地別の観光客や利用施設、宿泊施設などの立地状況を基に推定する。

将来の地域分布は、基準年度を基にして推定するが、新たな観光開発が計画されている場合は、これを考慮する。

なお、既流総計画において、観光客による排水量や汚濁負荷量を営業排水の中で見込んでおり、別途観光施設分をその他汚水量として計上していない場合は、観光客の推定や分布状況の推定を省略してもよい。

#### 4-1-5. 土地利用状況

調査区域内の現況の土地利用状況と将来人口の想定年度における土地利用計画に関して、次の事項を調査する。

- 1) 山林，水田，畑地，その他（市街地等）
- 2) 土地利用計画（用途地域，農地利用計画等）
- 3) 主要な開発計画
- 4) 市街化区域
- 5) 主要な公共施設計画

#### 【解 説】

土地は人間の活動の場であることから、その土地利用についての情報は、面源の汚濁負荷量の算定に加えて、水質管理、下水道施設計画の策定にとっても非常に重要である。

1) は面的な汚濁源となるため、現況の土地利用形態別面積について調査を行う。その際、国土数値情報土地利用細分メッシュデータ／国土交通省国土政策局国土情報課を活用することを原則とする。これは1/10 細分区画（100m メッシュ）の地理情報システム（GIS）データであり、検討の精度向上と簡略化を図ることができる。

2) は市街地や農地の拡大の可能性の確認、3) は住宅団地・工業団地等の開発計画による市街地拡大の予定の確認のために必要に応じて調査し、将来の土地利用形態別面積を推定する際の参考とする。ただし、今後、少子高齢化が想定されることから、土地利用形態に顕著な変化が見られない地域が多いと考えられる。このため、土地利用形態の過年度の推移より明確な経年変化が見られない場合は、将来の土地利用形態別面積は、現況程度で想定してもよい。

4) は将来の人口分布状況の推移の参考として、5) は道路網計画や利水施設計画等であり下水道の根幹的施設の配置を検討する場合の参考として活用できる。

ただし、都道府県構想等を参考とすることで代替出来る場合にはこれら調査を省略することができる。

### 4-2. 排水量と汚濁負荷量の現況と見通し

#### 4-2-1. 排出源の種類

排水量，汚濁負荷量は、次の排出源に分けて算定する。

- |         |              |
|---------|--------------|
| 1) 家庭排水 | 5) 観光排水      |
| 2) 営業排水 | 6) 下水道の終末処理場 |
| 3) 工場排水 | 7) その他人為系排水  |
| 4) 畜産排水 | 8) 面源汚濁負荷量   |

## 【解 説】

排水量と汚濁負荷量の現況と見通しについては、下水道の施設計画だけを対象とする場合は、1) 家庭排水、2) 営業排水、3) 工場排水、5) 観光排水による汚濁負荷を対象とすればよい。しかし、水質環境基準を達成するための施策としての流総計画では、流域内から発生する全ての汚濁負荷量を対象とする。このため上記の汚濁負荷量のほか4) 畜産排水、7) その他人為系排水（し尿処理場、単独浄化槽、合併浄化槽、その他集合処理等）、および8) 面源（山林、水田、畑地、市街地等）からの汚濁負荷量を調査する（図 4-2 参照）。

これらの汚濁負荷量は、現状の発生状況（原単位等）を把握するため、その地域に支配的な発生源に関する項目を中心として極力実測を行う。なお、流入負荷量の実態が捉えられていることを科学的に立証できるだけの水量水質データが揃っている場合には、下水道の終末処理場への流入水質を基に、家庭排水などからの汚濁負荷量を決定してもよい。

なお、汚濁負荷量は、市町村別に基準年度、将来人口の想定年度について求める。

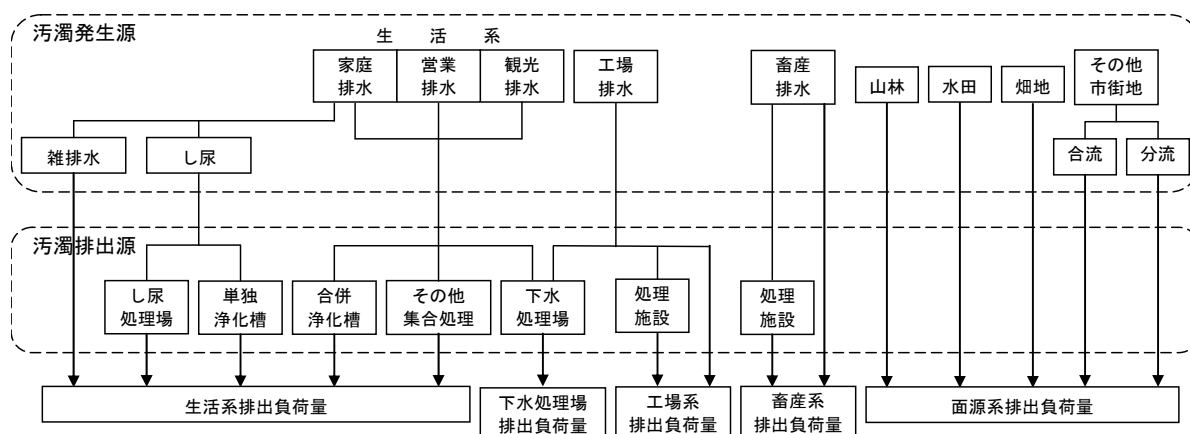


図 4-2 汚濁発生源、汚濁排出源の種類

注）その他集合処理：農業集落排水施設、コミュニティ・プラント等

### 4-2-2. 家庭排水

家庭排水量は、過去の水道給水実績等および将来人口の想定年度の水道計画を勘案して1人1日当たり生活排水量を算定する。

家庭排水の汚濁負荷量は、1人1日当たりの汚濁負荷量原単位に基づいて算定する。

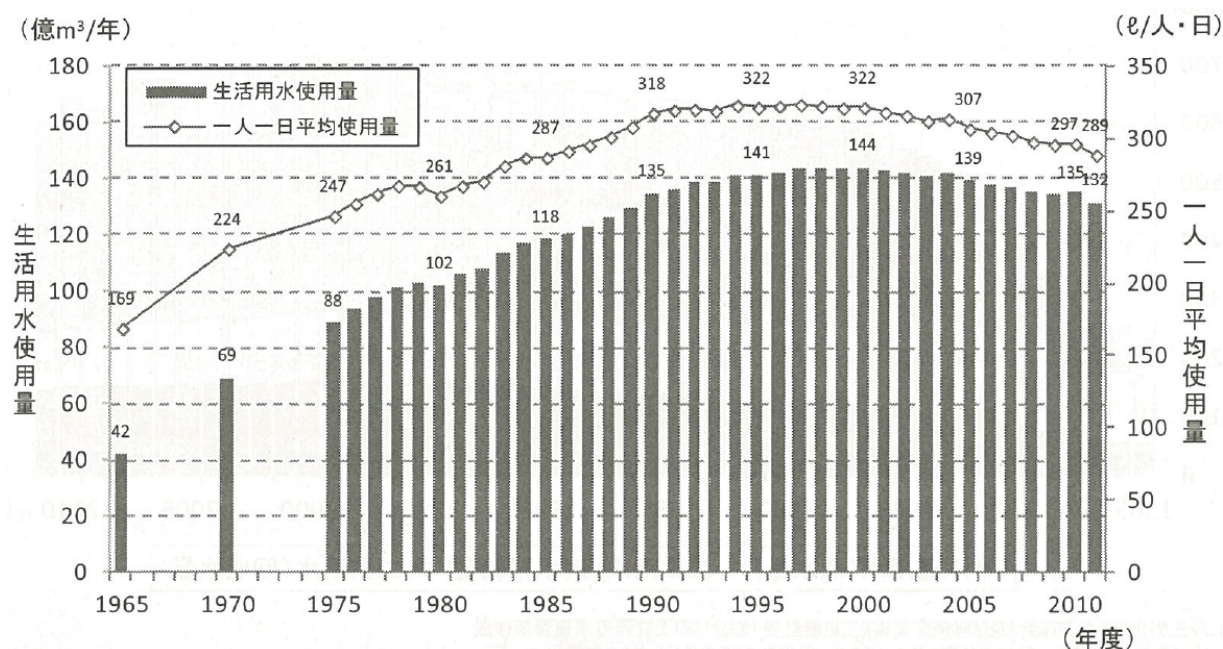
## 【解 説】

### 1) 家庭排水量

給水が全て水道により行われている地域においては、過去の家庭用の水道給水実績等および将来人口の想定年度の水道計画の1人1日当たり給水量を勘案して設定する。なお、水道のない地域、あるいは井戸水等の自家水源と水道を併用している地域では、使用水量の実態を調査するか、近隣地域の例を参考として家庭排水量を推定する。



現状の家庭排水量原単位は、地域の生活水準により異なるが、概ね日平均 180～270L/人/日程度である(図 4-4 参照)。また、近年は、生活用品の節水化や住民の節水意識の向上等により、生活用水使用量は横ばいか減少傾向にある(図 4-3 参照)。よって、将来の家庭排水量原単位は、過大な値にならないように過年度の傾向を反映する。



- 注
1. 国土交通省水資源部作成
  2. 1975 年以降は国土交通省水資源部調べ
  3. 1965 年及び 1970 年の値については、厚生労働省「水道統計」による。
  4. 有効水量ベースである。

図 4-3 生活用水使用量・一人一日平均使用量の推移（営業用水を含む）

出典：日本の水資源（平成 26 年版） 国土交通省

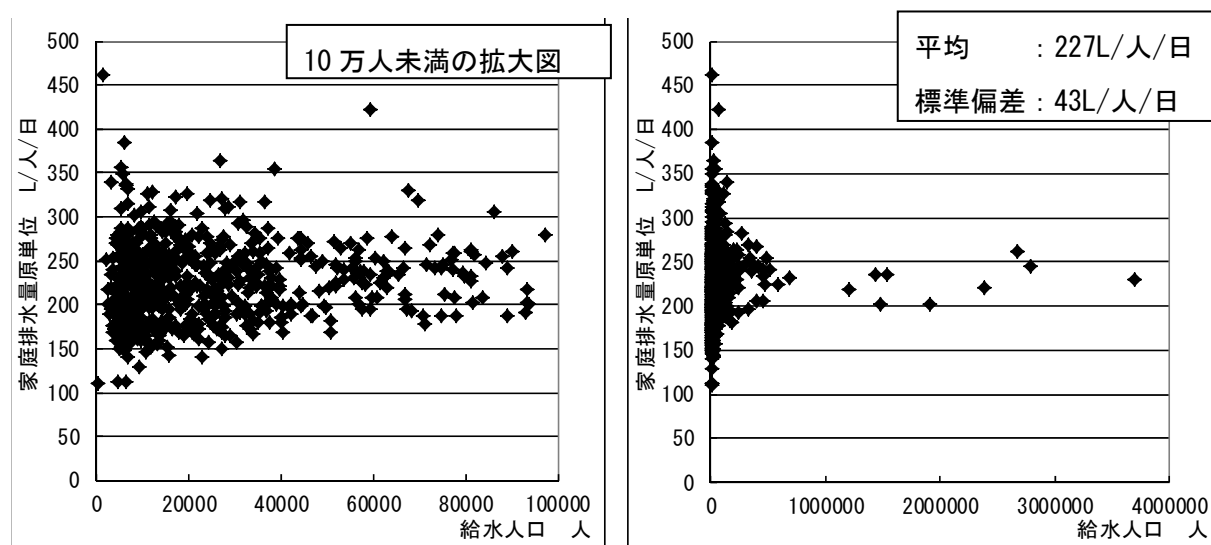


図 4-4 給水人口別家庭排水量原単位（平成 23 年度）

- 注
1. 「平成 23 年度 水道統計」より作成
  2. 家庭排水量原単位は、事業主体別に家庭排水量（家庭用+共用栓）を給水人口で割ったもの
  3. 家庭排水量原単位が 100L/人/日未満、500L/人/日以上事業主体は対象外としている

## 2) 家庭排水の汚濁負荷量

汚濁負荷量原単位は地域によって異なるため、調査対象地域の実情にあった値を用いる。調査対象地域で既存のデータがある場合は、その実態を調査して設定することが望ましい。

参考に、全国の下水道の終末処理場の中から、家庭排水が主と考えられるものに対してアンケート調査を行い、回答の中から下記の条件を満たすものについて、1人1日当たり汚濁負荷量を取りまとめた結果を次に示す。

- a) 不明水の比率が20%以下の箇所
- b) 工場系排水が5%以下の箇所
- c) 営業系排水が5%以下の箇所
- d) 水質通日試験を行っている箇所

この4つの条件を満たしていた処理場は25箇所（平成10年以降は13箇所、平成14年以降は4箇所）であり、これらのデータから昭和55年度～平成24年度の各年度ごとの汚濁負荷量原単位の平均値を求め、その推移を示したのが図4-5～4-9である。

これらから、1人1日当たり汚濁負荷量は、最近33年間で横ばい傾向であるとして算出した各水質項目の33年間の平均値および標準偏差（各処理場年度内平均値を1データとした）は、表4-2の通りである。なお、これらのデータは処理場の流入負荷量を夜間人口で割ったものであり、昼間の外出者数等による補正は行われていない。外出者の負荷量については、営業排水負荷量にカウントされるものとして考える。

調査対象地域の実情にあった原単位が設定できない場合、1人1日当たり汚濁負荷量は、現況値、将来値とも表4-2の平均値、標準偏差を参考に設定してもよい。

上記a)～c)については下水道以外の集合処理施設（農業集落排水施設、コミュニティ・プラント等）も該当する場合が考えられるため、これら下水道以外の集合処理施設の流入水質実績を参考に原単位を設定することも考えられる。

参考に、各湖沼水質保全計画と平成25年度水質総量削減に係る発生負荷量等算定調査における生活排水の汚濁負荷量原単位を表4-3、4-4に示す。

表4-2 1人1日当たり汚濁負荷量の参考値

| 項 目              | 平均値<br>(g/人/日) | 標準偏差<br>(g/人/日) | データ数 | 平均的な内訳(g/人/日) |     |
|------------------|----------------|-----------------|------|---------------|-----|
|                  |                |                 |      | し尿            | 雑排水 |
| BOD <sub>5</sub> | 58             | 16              | 211  | 18            | 40  |
| COD              | 28             | 9               | 195  | 10            | 18  |
| S S              | 44             | 15              | 211  | 20            | 24  |
| T-N              | 13             | 5               | 66   | 9             | 4   |
| T-P              | 1.4            | 0.6             | 62   | 0.9           | 0.5 |

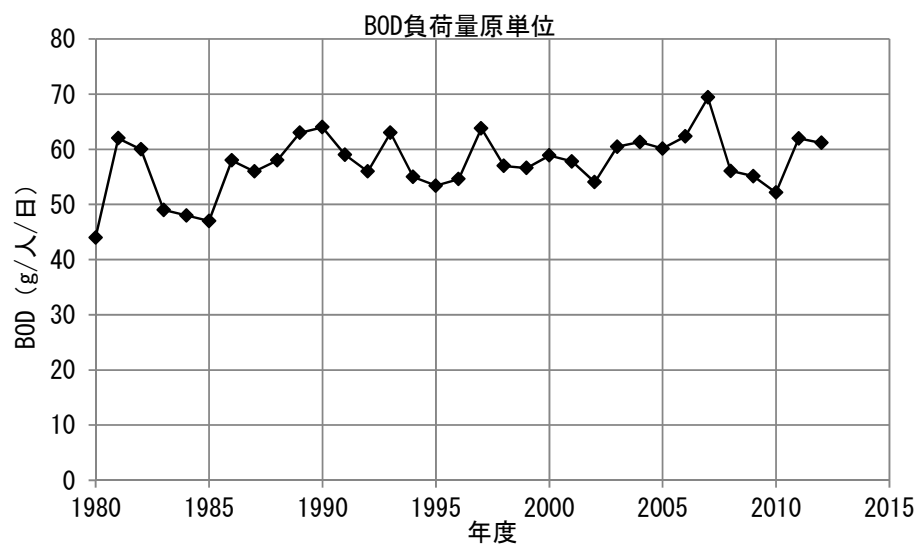


図 4-5 家庭排水の BOD 負荷量原単位の推移

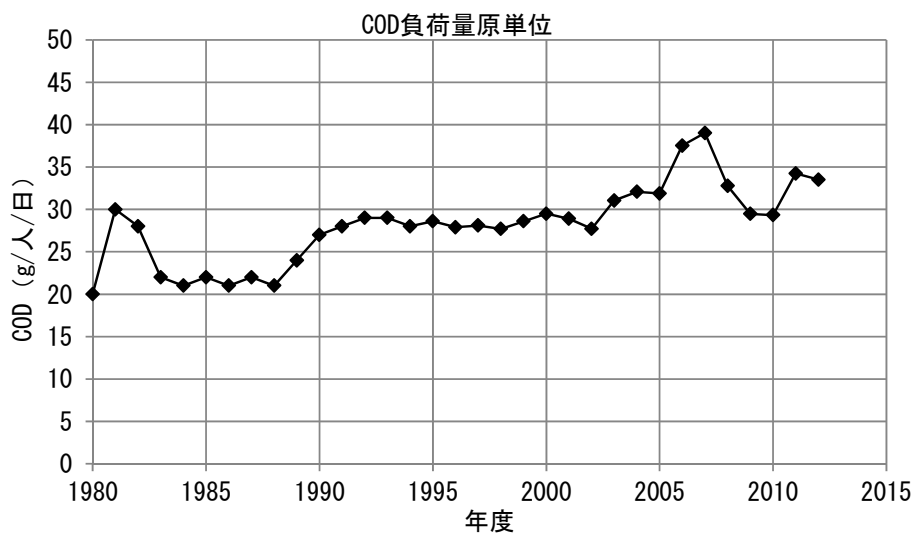


図 4-6 家庭排水の COD 負荷量原単位の推移

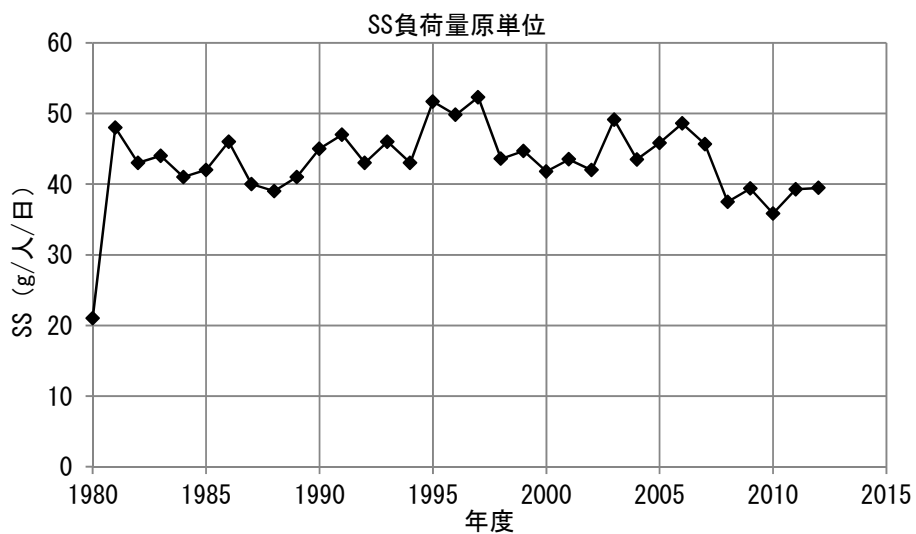


図 4-7 家庭排水の SS 負荷量原単位の推移

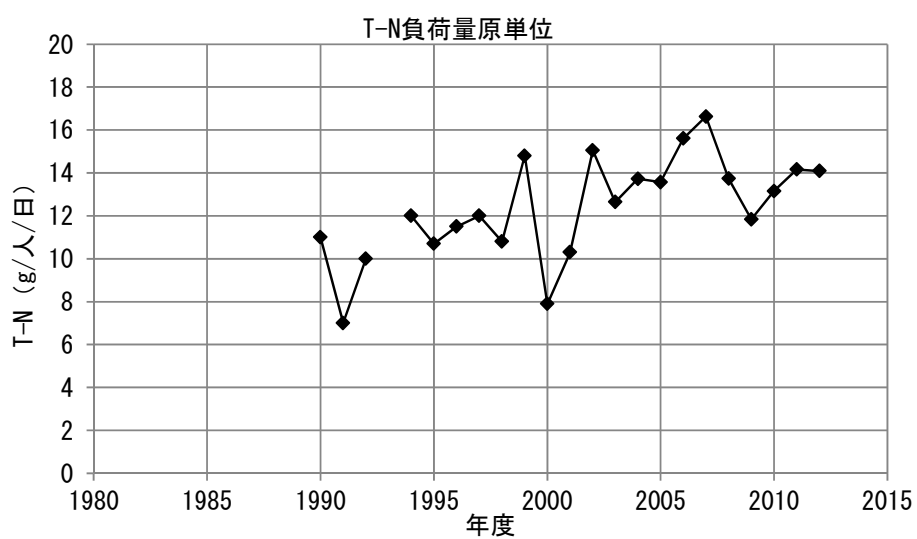


図 4-8 家庭排水の全窒素（T-N）負荷量原単位の推移

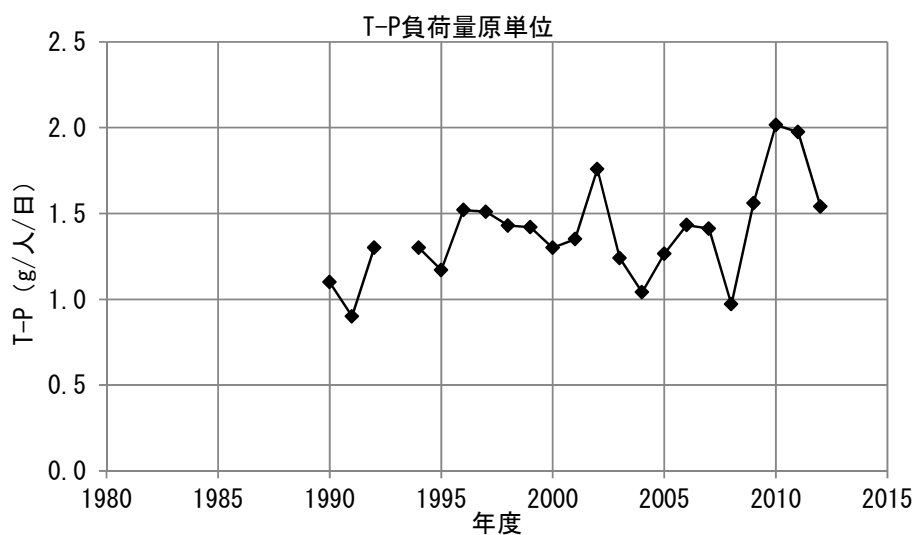


図 4-9 家庭排水の全磷（T-P）負荷量原単位の推移

表 4-3 家庭排水の汚濁負荷量原単位（湖沼水質保全計画） g/人/日

| 湖沼水質保全計画   | 策定期 | COD  |      |      | T-N |     |      | T-P  |      |      | 備考        |
|------------|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|-----------|
|            |     | し尿   | 雑排水  | 合計   | し尿  | 雑排水 | 合計   | し尿   | 雑排水  | 合計   |           |
| 茨城県 霞ヶ浦    | 第6期 | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 3.0 | 12.0 | 0.77 | 0.40 | 1.17 |           |
| 千葉県 印旛沼    | 第6期 | 10.0 | 13.0 | 23.0 | 7.0 | 2.0 | 9.0  | 0.70 | 0.30 | 1.00 |           |
| 千葉県 手賀沼    | 第6期 | 10.0 | 13.0 | 23.0 | 7.0 | 2.0 | 9.0  | 0.70 | 0.30 | 1.00 |           |
| 滋賀県 琵琶湖    | 第6期 | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 3.0 | 12.0 | 0.77 | 0.40 | 1.17 |           |
| 岡山県 児島湖    | 第6期 | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 3.0 | 12.0 | 0.77 | 0.40 | 1.17 |           |
| 長野県 諏訪湖    | 第6期 | -    | 19.2 | -    | -   | 3.0 | -    | -    | 0.40 | -    |           |
| 長野県 野尻湖    | 第4期 | -    | 19.2 | -    | -   | 3.0 | -    | -    | 0.40 | -    |           |
| 宮城県 釜房ダム   | 第6期 | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 3.0 | 12.0 | 0.77 | 0.40 | 1.17 |           |
| 鳥取県・島根県 中海 | 第5期 | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 3.0 | 12.0 | 0.77 | 0.40 | 1.17 |           |
| 島根県 宍道湖    | 第5期 | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 3.0 | 12.0 | 0.77 | 0.40 | 1.17 |           |
| 秋田県 八郎湖    | 第2期 | -    | 17.0 | -    | -   | 2.0 | -    | -    | 0.40 | -    | H20流総指針より |
| 単純平均値      |     | 10.1 | 17.9 | 27.7 | 8.5 | 2.7 | 11.3 | 0.75 | 0.38 | 1.13 |           |

表 4-4 家庭排水の汚濁負荷量原単位 g/人/日

| 水域              | 都府県名 | COD  |      |      | T-N |     |      | T-P  |      |      |
|-----------------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|
|                 |      | し尿   | 雑排水  | 合計   | し尿  | 雑排水 | 合計   | し尿   | 雑排水  | 合計   |
| 東京湾             | 埼玉県  | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 3.0 | 12.0 | 0.77 | 0.44 | 1.21 |
|                 | 千葉県  | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 3.0 | 12.0 | 0.77 | 0.40 | 1.17 |
|                 | 東京都  | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 3.0 | 12.0 | 0.77 | 0.40 | 1.17 |
|                 | 神奈川県 | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 3.0 | 12.0 | 0.77 | 0.40 | 1.17 |
| 伊勢湾             | 岐阜県  | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 3.0 | 12.0 | 0.77 | 0.40 | 1.17 |
|                 | 愛知県  | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 3.0 | 12.0 | 0.77 | 0.40 | 1.17 |
|                 | 三重県  | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 3.0 | 12.0 | 0.77 | 0.40 | 1.17 |
| 瀬戸内海<br>(大阪湾含む) | 京都府  | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 2.8 | 11.8 | 0.80 | 0.40 | 1.20 |
|                 | 大阪府  | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 3.0 | 12.0 | 0.77 | 0.41 | 1.18 |
|                 | 兵庫県  | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 2.8 | 11.8 | 0.77 | 0.41 | 1.18 |
|                 | 奈良県  | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 2.8 | 11.8 | 0.80 | 0.40 | 1.20 |
|                 | 和歌山県 | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 2.8 | 11.8 | 0.77 | 0.40 | 1.17 |
|                 | 岡山県  | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.5 | 2.8 | 12.3 | 0.94 | 0.42 | 1.36 |
|                 | 広島県  | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 2.8 | 11.8 | 0.77 | 0.41 | 1.18 |
|                 | 山口県  | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 2.8 | 11.8 | 0.77 | 0.41 | 1.18 |
|                 | 徳島県  | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 2.8 | 11.8 | 0.77 | 0.41 | 1.18 |
|                 | 香川県  | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 2.8 | 11.8 | 0.77 | 0.41 | 1.18 |
|                 | 愛媛県  | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 2.8 | 11.8 | 0.77 | 0.41 | 1.18 |
|                 | 福岡県  | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 2.8 | 11.8 | 0.77 | 0.41 | 1.18 |
|                 | 大分県  | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 7.3 | 16.3 | 0.77 | 0.41 | 1.18 |
| 単純平均値           |      | 10.1 | 19.2 | 29.3 | 9.0 | 3.1 | 12.1 | 0.78 | 0.41 | 1.19 |

出典：平成 25 年度水質総量削減に係る発生負荷量等算定調査 平成 26 年 3 月／環境省水・大気環境局

#### 4-2-3. 営業排水

営業排水量は、調査対象地区の土地利用の実態等を十分考慮して算定する。

営業排水の水質は、調査データ等があればそれを使用し、なければ家庭排水なみとして扱っても良い。

#### 【解 説】

##### 1) 営業排水量

営業用水の需要量は都市の形態によって大きく左右されるものであり、大都市ほど潜在需要は大きくなる（表 4-5 参照）。営業用水の需要変動要因は、生活用水のそれとは全く異なるため、将来の営業排水量は十分に検討した上で算定する。

営業排水量は、水道の給水計画の中で、業務・営業用水量が明示されている場合にはそれを参考として算定する。業務・営業用水量が明確でない場合には、昼間人口を算定して推定する方法と、これを簡略化して用途地域等の土地利用状況に基づいた割増係数（営業用水率）により家庭排水量を割増しして求める方法がある。営業用水率は表 4-5 でもわかるように用途区分によって異なり、また都市によって大きく異なるので実態調査をして過去の実績等から将来を推定することが望ましい。なお、水道のない地域、あるいは井戸水等の自家水源と水道を併用している地域では、使用水量の実態を調査するか、近隣地域の例を参考として営業排水量を推定する。

表 4-5 上水道用途別給水量（平成 23 年度）

|                            | 用途     | 全国(都市規模別:千人) |         |         |        |       |       |       | 都市別   |       |       |       |
|----------------------------|--------|--------------|---------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                            |        | 500以上        | 250-500 | 100-250 | 50-100 | 30-50 | 30未満  | 合計    | 大阪市   | 横浜市   | 名古屋市  | 福岡市   |
| 給水量<br>百万m <sup>3</sup> /年 | 家庭用    | 1,756        | 524     | 717     | 501    | 284   | 485   | 4,267 | 255   | 309   | 191   | 108   |
|                            | 営業用    | 400          | 87      | 111     | 84     | 46    | 93    | 821   | 92    | 51    | 54    | 32    |
|                            | 工場用    | 78           | 22      | 28      | 32     | 14    | 34    | 208   | 14    | 11    | 4     | 0     |
|                            | 官公署学校用 | 69           | 29      | 31      | 27     | 18    | 40    | 214   | 14    | 19    | 9     | 0     |
|                            | 公衆浴場用  | 9            | 1       | 2       | 1      | 1     | 2     | 16    | 5     | 1     | 0     | 0     |
|                            | 船舶用    | 0            | 1       | 0       | 0      | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|                            | その他    | 17           | 7       | 6       | 7      | 8     | 16    | 61    | 3     | 0     | 7     | 0     |
|                            | 小計     | 2,329        | 671     | 896     | 652    | 370   | 670   | 5,588 | 382   | 391   | 266   | 140   |
|                            | 共用・公用栓 | 2            | 2       | 1       | 1      | 0     | 1     | 7     | 0     | 0     | 1     | 0     |
|                            | 合計     | 2,331        | 673     | 897     | 653    | 370   | 671   | 5,595 | 382   | 391   | 267   | 140   |
| 比率<br>%                    | 家庭用    | 75.3         | 77.9    | 79.9    | 76.7   | 76.8  | 72.3  | 76.3  | 66.7  | 79.1  | 71.7  | 77.0  |
|                            | 営業用    | 17.2         | 12.9    | 12.4    | 12.9   | 12.4  | 13.9  | 14.7  | 24.2  | 12.9  | 20.3  | 22.7  |
|                            | 工場用    | 3.3          | 3.3     | 3.1     | 4.9    | 3.8   | 5.1   | 3.7   | 3.5   | 2.8   | 1.6   | 0.0   |
|                            | 官公署学校用 | 3.0          | 4.3     | 3.5     | 4.1    | 4.9   | 6.0   | 3.8   | 3.6   | 4.9   | 3.4   | 0.0   |
|                            | 公衆浴場用  | 0.4          | 0.1     | 0.2     | 0.2    | 0.3   | 0.3   | 0.3   | 1.3   | 0.2   | 0.2   | 0.0   |
|                            | 船舶用    | 0.0          | 0.1     | 0.0     | 0.0    | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.1   | 0.0   | 0.0   |
|                            | その他    | 0.7          | 1.0     | 0.7     | 1.1    | 2.2   | 2.4   | 1.1   | 0.7   | 0.0   | 2.5   | 0.2   |
|                            | 小計     | 99.9         | 99.7    | 99.9    | 99.8   | 100.0 | 99.9  | 99.9  | 100.0 | 100.0 | 99.7  | 100.0 |
|                            | 共用・公用栓 | 0.1          | 0.3     | 0.1     | 0.2    | 0.0   | 0.1   | 0.1   | 0.0   | 0.0   | 0.3   | 0.0   |
|                            | 合計     | 100.0        | 100.0   | 100.0   | 100.0  | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| 家庭排水量 百万m <sup>3</sup> /年  |        | 1,758        | 526     | 718     | 502    | 284   | 486   | 4,274 | 255   | 309   | 192   | 108   |
| 営業排水量 百万m <sup>3</sup> /年  |        | 495          | 125     | 150     | 119    | 73    | 151   | 1,113 | 114   | 71    | 71    | 32    |
| 営業用水率 %                    |        | 28           | 24      | 21      | 24     | 26    | 31    | 26    | 45    | 23    | 37    | 30    |

- 注 1. 「平成 23 年度 水道統計」より作成  
 2. 用途別給水量のわかる都市のみの集計であり、合計の値は全国の総給水量ではない。  
 3. 表中の「家庭用」、「営業用」は、水道の給水契約方法をもとにして水道統計で用いられる用途区分であり、解説で述べる家庭、営業とは一致しないが、通常、下水道計画では「家庭用」+「共用栓」を家庭排水量とし、「家庭用」、「共用栓」、「工場用」以外を営業排水量として扱っている。  
 4. 営業用水率＝営業排水量／家庭排水量

## 2) 営業排水の汚濁負荷量

商業地区等の営業排水調査事例を表 4-6 に示す。営業排水の負荷量原単位や水質は、表 4-6 に示すように地域による特性があるため、特定事業所の中で工場排水と考えられる製造業以外の調査データを使用するなど、地域毎の調査データを使用することが望ましいが、それが無い場合には、家庭排水なみの水質として扱ってもよい。

表 4-6 商業地区等営業排水汚濁負荷量原単位（例）

| 項目<br>調査機関   | 地域面積当たり負荷量原単位                  |                    |                    |                   |                    |                    | 濃度          |             |            |             |             | 備考  |
|--------------|--------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-----|
|              | 水量<br>m <sup>3</sup> /ha<br>/日 | BOD<br>kg/ha<br>/日 | COD<br>kg/ha<br>/日 | SS<br>kg/ha<br>/日 | T-N<br>kg/ha<br>/日 | T-P<br>kg/ha<br>/日 | BOD<br>mg/l | COD<br>mg/l | SS<br>mg/l | T-N<br>mg/l | T-P<br>mg/l |     |
| 建設省<br>(昭55) | 38.7                           | 6.6                | 2.9                | 2.5               | 0.82               | 0.39               | 171         | 75          | 64         | 21          | 10          | 桐生市 |
| 建設省<br>(昭56) | 34.7                           | 6.8                | 3.1                | 2.9               | 0.87               | 0.32               | 195         | 88          | 84         | 25          | 9.3         | 桐生市 |
| 建設省<br>(昭56) | 151                            | 20.7               | 15.4               | 29.9              | 4.4                | 1.6                | 136         | 102         | 197        | 29          | 10.7        | 仙台市 |
| 建設省<br>(昭56) | 137                            | 27.5               | 15.5               | 28.1              | 4.1                | 1.5                | 201         | 114         | 205        | 30          | 11          | 仙台市 |
| 建設省<br>(昭56) | 65.8                           | 8.1                | 4.5                | 5.2               | 2.1                | 0.17               | 124         | 68          | 79         | 32          | 2.6         | 西宮市 |
| 建設省<br>(昭56) | 64.2                           | 7.5                | 4.3                | 5.3               | 1.8                | 0.21               | 117         | 67          | 82         | 29          | 3.3         | 西宮市 |
| 土研<br>(昭63)  | 136.6                          | 76.3               | 26.9               | 33.4              | 3.96               | 0.64               | 506         | 184         | 235        | 29          | 4.7         | 神戸市 |
| 土研<br>(昭63)  | 94                             | 39.9               | 14.2               | 17.4              | 3.07               | 0.35               | 425         | 151         | 186        | 33          | 3.8         | 豊中市 |

## 4-2-4. 工場排水

工場の排水量は、産業中分類別に排水量原単位を求めて算定する。排水量原単位は過去の経年変化を十分検討し、基準年度、将来人口の想定年度について推定する。

発生汚濁負荷量、排出汚濁負荷量は実態調査に基づき算定するが、実態把握が困難な場合は産業中分類別に発生汚濁負荷量原単位、排出汚濁負荷量原単位を求めて算定する。

### 【解 説】

#### 1) 工場排水量

基準年度の工場排水量は、甲種工場（従業員 30 人以上）については、工業統計調査票より 1 事業所毎の排水量実績を使用する。乙種工場（従業員 4 人以上 30 人未満）については、甲種工場の実績より設定した中分類別排水量原単位を求めて算定する。

工業用水の原単位は、

- 単位製造品出荷額当たりの工業用水使用量
- 単位工場敷地面積当たりの工業用水使用量
- 単位製造業従業員当たりの工業用水使用量
- 単位製品当たりの工業用水使用量

等によって求められるが、工業用水の需要予測には一般に a) の原単位が使用されているので、本調査においても工場排水量は a) の原単位によるものを原則とし、その他の方法により推定したものによってその信頼性をチェックして補正する。

産業中分類別工場排水量は工業統計表（用地用水編）の用途別の使用水量内訳に基づいて、

$$\text{工場排水量} = \text{用水量合計} - (\text{ボイラー用水量} + \text{原料用水量} + \text{回収水量})$$

により算定される（図 4-10 参照）。従って、排水量原単位は次式で表される。

$$\text{工場排水量原単位} = \text{用水量原単位} \times (1 - \text{消失率} - \text{回収率})$$

ここで、

$$\text{消失率} = (\text{ボイラー用水量} + \text{原料用水量}) / \text{用水量合計}$$

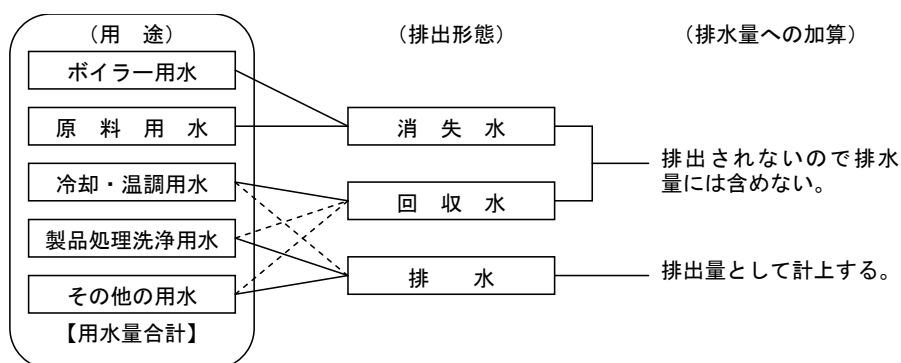
$$\text{回収率} = \text{回収水量} / \text{用水量合計}$$

将来人口の想定年度における将来工場排水量は、用水量原単位の節減傾向、消失率、回収率の経年変化を十分勘案してトレンド等により推定した工場排水量原単位と、将来の製造品出荷額より推定する。

なお、過年度実績より製造品出荷額と工場用水量、工場排水量との間に明確な相関が見られない場合については、工場排水量の経年変化を十分勘案して、トレンド等により将来の工場排水量を直接推定する方法も考えられる。その場合、過年度排水量実績が横ばいか減少傾向の場合は、将来も現況程度を見込むものとする。

参考に、「工業統計表（用地用水編）」から、全国集計値を整理した結果を図 4-11～4-15 に示す。全国的にみると出荷額等が増加傾向であるのに対して、工場排水量は停滞ないし減少傾向にある。工場排水量原単位の設定においては、将来工場排水量が過大にならないように留意する。

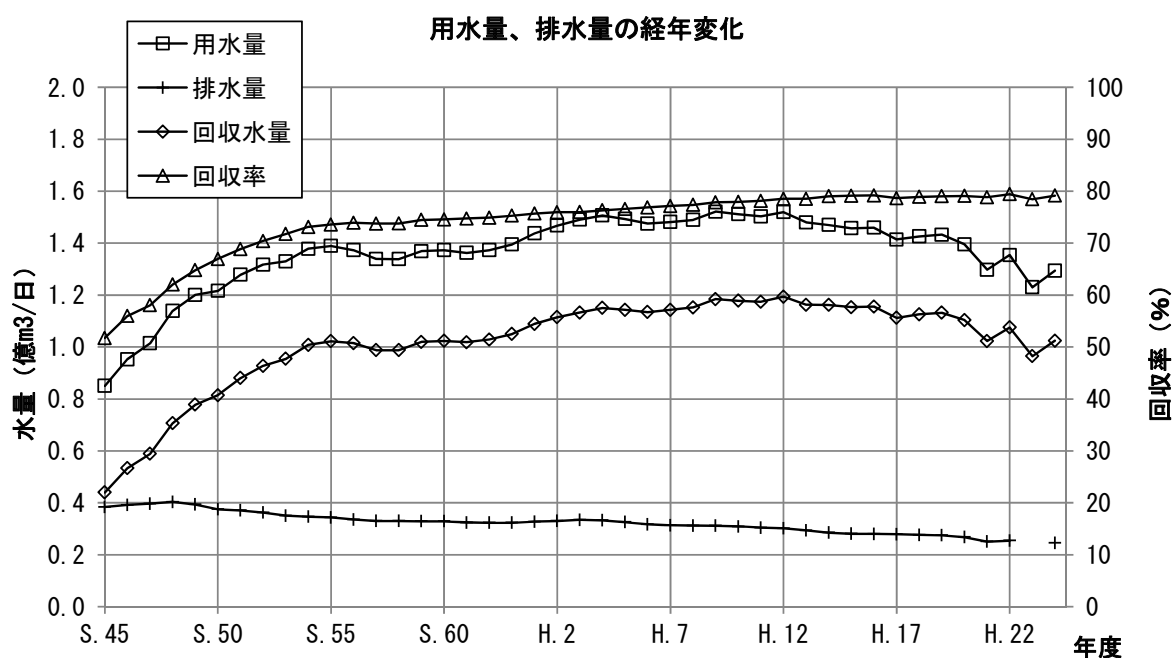
また、工場排水のうち、下水道へ接続されている排水量は、下水道の終末処理場からの負荷量として計上する必要があるため、基準年度における下水道への接続状況を確認する。汚濁負荷量や計画処理水量の算定に対する影響が小さい場合は、整備済区域内は接続済として、大規模な工場に絞ってアンケートを行う等の簡略化を行ってもよい。



注 回収は、水質から見て最も容易と思われる冷却・温調用水が優先されることが考えられる。

図 4-10 工場排水量の考え方





注) 工業統計表（用地用水編）による全国の従業員 30 人以上の工場について集計したものである。

平成 23 年度は平成 24 年経済センサス-活動調査結果（製造業）による。（一部データは未調査）

図 4-11 工業用水量，排水量，回収水量の経年変化

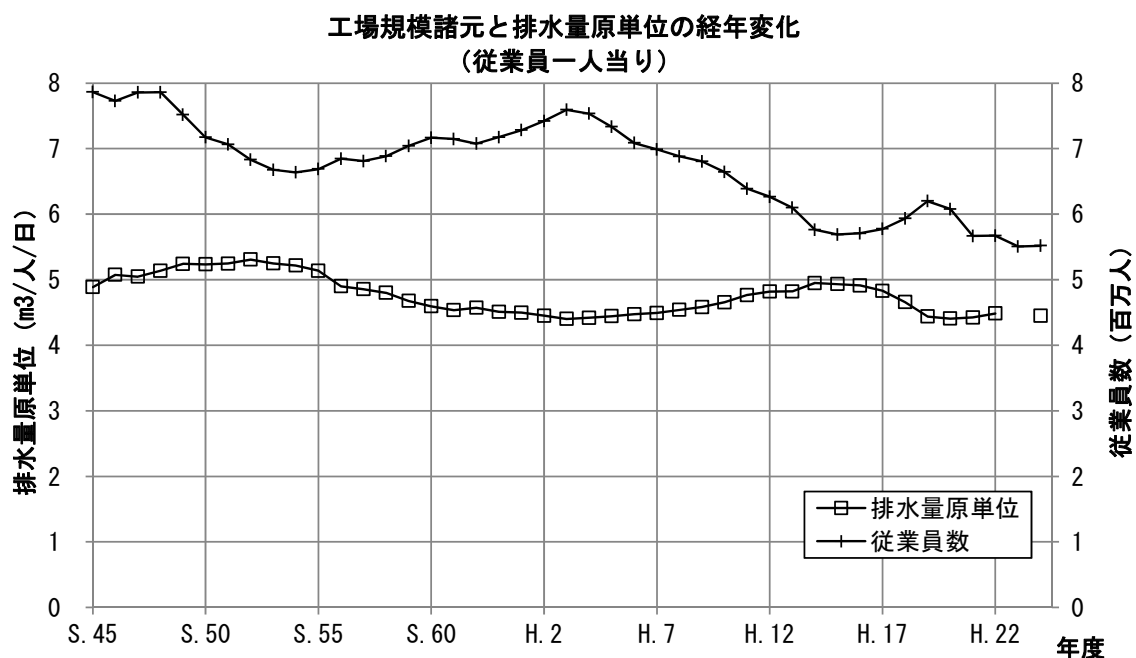


図 4-12 工場規模（従業員数）と排水量原単位の経年変化

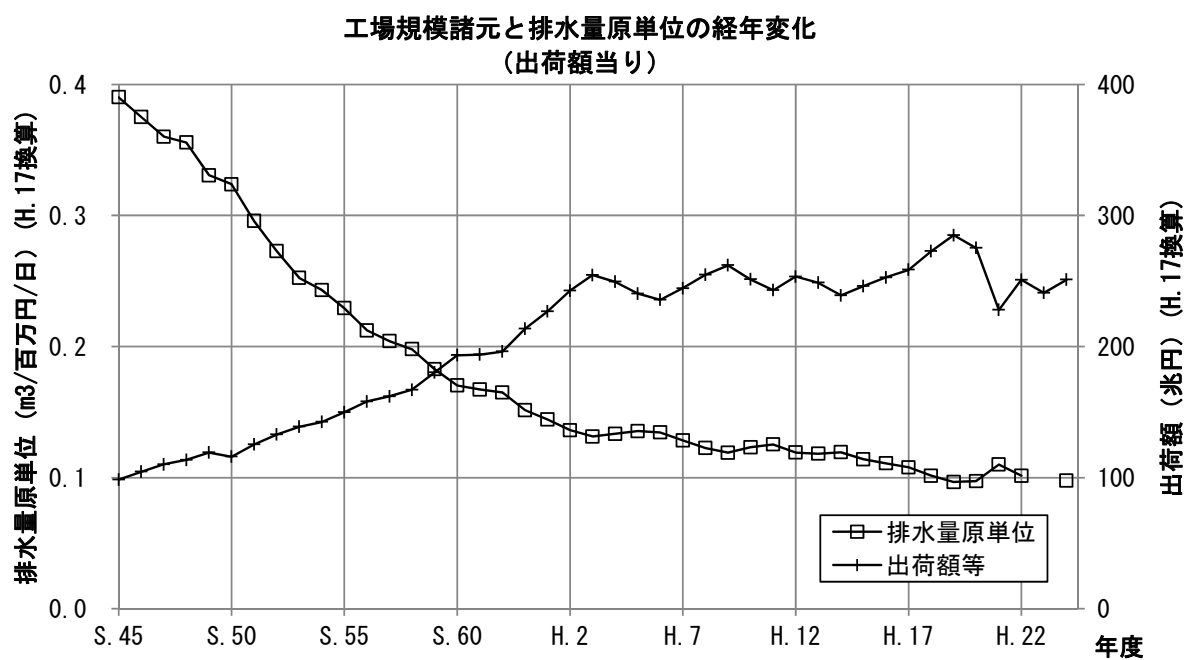


図 4-13 工場規模（出荷額）と排水量原単位の経年変化

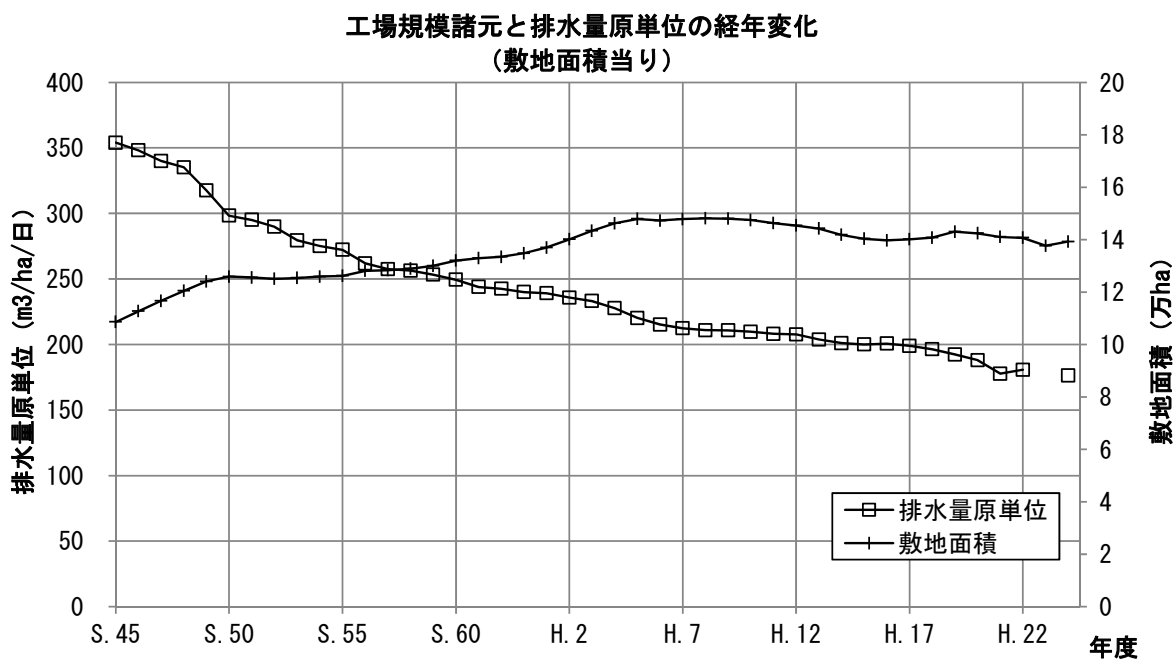


図 4-14 工場規模（敷地面積）と排水量原単位の経年変化

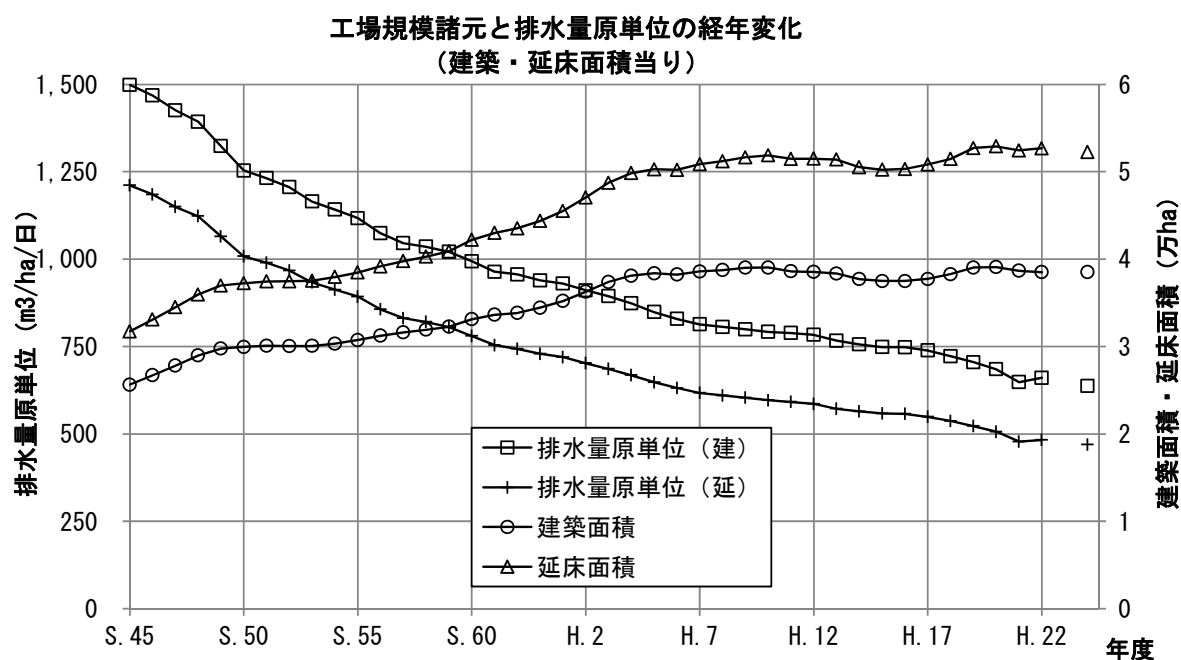


図 4-15 工場規模（建築・延べ床面積）と排水量原単位の経年変化

## 2) 工場排水の汚濁負荷量

工場排水に係る汚濁負荷量は、発生負荷量と排出負荷量とが考えられる。つまり工場内のプロセスで発生した汚濁負荷量(発生負荷量)と、水質規制等により処理施設などを経て工場外に排出される負荷量(排出負荷量)である。

工場排水の汚濁負荷量は、産業中分類で有機汚濁型とみられる食品、繊維、紙・パルプ、化学、石油および皮革の大工場がその大部分を占めると考えられるので、1,000m³/日以上 の排水量のあ るこれらの工場については個別にその位置、細分類業種、排水量、排水水質を調査して、これを使用することが望ましい。また、特定事業場についてはこれらに関する事項の届出が義務付けられているためそれを利用できるが、その取扱いには関連部局との協議が必要である。

また、同流域内で湖沼水質保全計画や総量削減計画が策定されている場合は、これら計画の事業所排水水質のうち、製造業に関する排水水質を使用することも考えられる。

$$\begin{aligned} \text{産業中分類別発生水質} &= \frac{\sum (\text{細分類ごとの工場発生 水質}) \times (\text{細分類ごとの工場排 水量})}{\sum (\text{細分類ごとの工場排 水量})} \\ \text{産業中分類別排水水質} &= \frac{\sum (\text{細分類ごとの工場排水 水質}) \times (\text{細分類ごとの工場排 水量})}{\sum (\text{細分類ごとの工場排 水量})} \end{aligned}$$

から実測データに基づいて求めるが、データ不足の場合、細分類別の環境省調査の発生水質、排水規制値等をもとにして中分類ごとの発生水質、排水水質を求める。

なお、除害施設等による除去は、発生負荷量と排出負荷量の差として表されることとなる。

#### 4-2-5. 畜産排水

畜産の排水量、汚濁負荷量は1頭当たりの畜舎排水量、汚濁負荷量と1頭当たりの平均し尿量、汚濁負荷量のそれぞれ合計とする。排水量原単位、汚濁負荷量原単位は、いずれも飼育形態別により大きく異なるので、その実態に応じて算定する。

#### 【解 説】

豚の排水の汚濁原単位については飼育形態別、豚舎の水洗化等により大きく変化するが、表 4-7 を参考とする。なお表 4-8 は一部豚舎水洗化の場合である。また、参考として、各湖沼水質保全計画と平成 25 年度水質総量削減に係る発生負荷量等算定調査における家畜の汚濁負荷量原単位を表 4-9～4-15 に示す。

流出量については肥料として回収したり、畜舎が山中にあって水域へ流入しにくいことが多いこと等を勘案して算定する。牛、馬は野外で排出することが多いので、排出率を 10%以下とする場合もあるが、現地調査等で妥当な値を設定する。

なお、豚房施設、牛房施設、馬房施設は水質汚濁防止法等に基づき一定規模以上のものについて排水規制がかかっており、関連部局との協議の上、届出等の資料を利用することが考えられる。

また、「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」が平成 11 年 11 月から施行されたことを受け、一定の飼養頭羽数以上の規模のものについては平成 14 年 11 月から排せつ物の記録が義務化され、平成 16 年 11 月から管理基準が適用された。さらに、同法において、家畜排せつ物の利用の促進を図るための計画制度が創設された。

これら状況を受けて、排出負荷量の算定は、近年の十分な実態調査に基づいて行うとともに、排せつ物の有効利用先での流出負荷についても検討する。

表 4-7 家畜による発生汚濁負荷量原単位

| 項 目         | 牛        | 豚    | 馬     |
|-------------|----------|------|-------|
| 水 量(1/頭/日)  | 45 ～ 135 | 13.5 | —     |
| BOD (g/頭/日) | 640      | 200  | 220   |
| S S ( " )   | 3,000    | 700  | 5,000 |
| T-N ( " )   | 290      | 40   | 170   |
| T-P ( " )   | 50       | 25   | 40    |
| COD ( " )   | 530      | 130  | 700   |

- 参考文献 (1) 二、三の廃水中の窒素および磷について  
杉木ら 第7回下水道研究発表会講演集
- (2) 琵琶湖の将来水質に関する調査報告書  
土木学会 昭和 45 年度
- (3) 農林省畜産局調査資料
- (4) 畜舎排水の研究  
環境庁水質保全局水質規制課 昭和 47 年度

表 4-8 豚の飼育形態別の負荷量

| 項 目        | 全豚舎水洗化 | 一部豚舎水洗化 | 未水洗豚舎 |
|------------|--------|---------|-------|
| 水 量(1/頭/日) | 118.3  | 18.9    | 3.3   |
| BOD(g/頭/日) | 228    | 114     | 49    |
| S S ( " )  | 150    | 23      | 58    |
| T-N ( " )  | 54     | 29      | 24    |
| T-P ( " )  | 3.1    | 1.0     | 1.0   |
| COD ( " )  | 163    | 52      | 26    |

出典：霞ヶ浦流域汚濁負荷原単位業務報告

表 4-9 牛の汚濁負荷量原単位と排出率（湖沼水質保全計画）

| 湖沼水質保全計画 | 策定期 | COD            |                |          | T-N            |                |          | T-P            |                |          | 備 考    |
|----------|-----|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------|--------|
|          |     | 発生負荷量<br>g/頭/日 | 排出負荷量<br>g/頭/日 | 排出率<br>% | 発生負荷量<br>g/頭/日 | 排出負荷量<br>g/頭/日 | 排出率<br>% | 発生負荷量<br>g/頭/日 | 排出負荷量<br>g/頭/日 | 排出率<br>% |        |
| 茨城県 霞ヶ浦  | 第6期 | 530            | 31.7           | 6.0      | 247.4          | 30.3           | 12.3     | 34.7           | 0.17           | 0.5      | 乳用牛    |
|          |     | 313            | 18.8           | 6.0      | 138.0          | 16.2           | 11.8     | 14.8           | 0.07           | 0.5      | 肉用牛    |
| 千葉県 印旛沼  | 第6期 | 530            | 5.3            | 1.0      | 290            | 5.4            | 1.9      | 50             | 1.45           | 2.9      |        |
| 千葉県 手賀沼  | 第6期 | 530            | 5.3            | 1.0      | 290            | 5.4            | 1.9      | 50             | 1.45           | 2.9      |        |
| 滋賀県 琵琶湖  | 第6期 | -              | 0.0            | 0.0      | -              | 0.0            | 0.0      | -              | 0.00           | 0.0      | 全量農地還元 |
| 岡山県 児島湖  | 第6期 | 530            | 26.5           | 5.0      | 290            | 14.5           | 5.0      | 50             | 2.50           | 5.0      |        |
| 長野県 諏訪湖  | 第6期 | -              | -              | -        | -              | -              | -        | -              | -              | -        | 存在しない  |
| 長野県 野尻湖  | 第4期 | -              | -              | -        | -              | -              | -        | -              | -              | -        | 存在しない  |
| 宮城県 釜房ダム | 第6期 | -              | 1.2            | -        | -              | 2.3            | -        | -              | 0.08           | -        | 肉用牛    |
|          |     | -              | 1.2            | -        | -              | 2.3            | -        | -              | 0.08           | -        | 乳用牛    |
| 島根県 中海   | 第5期 | 530            | 2.6            | 0.5      | 290            | 0.91           | 0.3      | 50             | 0.12           | 0.2      | 島根県    |
|          |     | 530            | 2.46           | 0.5      | 290            | 0.51           | 0.2      | 50             | 0.11           | 0.2      | 鳥取県    |
| 島根県 宍道湖  | 第5期 | 530            | 3.7            | 0.7      | 290            | 4.10           | 1.4      | 50             | 0.24           | 0.5      |        |
| 秋田県 八郎湖  | 第2期 | 530            | 31.8           | 6.0      | 290            | 24.8           | 8.6      | 50             | 0.25           | 0.5      |        |
| 単純平均値    |     | 515            | 11.3           | 2.5      | 276            | 11.2           | 3.9      | 46             | 0.88           | 1.6      |        |

注 1) 単純平均値：範囲を有する計画は中間値を集計

注 2) 排出率：排出負荷量／発生負荷量×100

表 4-10 馬の汚濁負荷量原単位と排出率（湖沼水質保全計画）

| 湖沼水質保全計画 | 策定期 | COD            |                |          | T-N            |                |          | T-P            |                |          | 備 考 |
|----------|-----|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------|-----|
|          |     | 発生負荷量<br>g/頭/日 | 排出負荷量<br>g/頭/日 | 排出率<br>% | 発生負荷量<br>g/頭/日 | 排出負荷量<br>g/頭/日 | 排出率<br>% | 発生負荷量<br>g/頭/日 | 排出負荷量<br>g/頭/日 | 排出率<br>% |     |
| 千葉県 印旛沼  | 第6期 | 530            | 5.3            | 1.0      | 290            | 5.4            | 1.9      | 50             | 1.45           | 2.9      |     |
| 千葉県 手賀沼  | 第6期 | 530            | 5.3            | 1.0      | 290            | 5.4            | 1.9      | 50             | 1.45           | 2.9      |     |
| 単純平均値    |     | 530            | 5.3            | 1.0      | 290            | 5.4            | 1.9      | 50             | 1.45           | 2.9      |     |

注 1) 単純平均値：範囲を有する計画は中間値を集計

注 2) 排出率：排出負荷量／発生負荷量×100

表 4-11 豚の汚濁負荷量原単位と排出率（湖沼水質保全計画）

| 湖沼水質保全計画   | 策定期 | COD            |                |          | T-N            |                |          | T-P            |                |          | 備考             |
|------------|-----|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------|----------------|
|            |     | 発生負荷量<br>g/頭/日 | 排出負荷量<br>g/頭/日 | 排出率<br>% | 発生負荷量<br>g/頭/日 | 排出負荷量<br>g/頭/日 | 排出率<br>% | 発生負荷量<br>g/頭/日 | 排出負荷量<br>g/頭/日 | 排出率<br>% |                |
| 茨城県 霞ヶ浦    | 第6期 | 130.0          | 7.9            | 6.1      | 35.7           | 4.1            | 11.4     | 9.3            | 0.05           | 0.5      |                |
| 千葉県 印旛沼    | 第6期 | 130.0          | 4.8            | 3.7      | 40.0           | 2.8            | 7.0      | 25             | 2.68           | 10.7     |                |
| 千葉県 手賀沼    | 第6期 | 130.0          | 4.8            | 3.7      | 40.0           | 2.8            | 7.0      | 25             | 2.68           | 10.7     |                |
| 滋賀県 琵琶湖    | 第6期 | 130.0          | 7.8            | 6.0      | 40.0           | 2.4            | 6.0      | 25             | 2.50           | 10.0     | 2010年からは実績の積上げ |
| 岡山県 児島湖    | 第6期 | 130.0          | 6.5            | 5.0      | 40.0           | 2.0            | 5.0      | 25             | 1.25           | 5.0      |                |
| 長野県 諏訪湖    | 第6期 | -              | -              | -        | -              | -              | -        | -              | -              | -        | 存在しない          |
| 長野県 野尻湖    | 第4期 | -              | -              | -        | -              | -              | -        | -              | -              | -        | 存在しない          |
| 宮城県 釜房ダム   | 第6期 | -              | 0.2            | -        | -              | 0.5            | -        | -              | 0.04           | -        |                |
| 鳥取県・島根県 中海 | 第5期 | 130.0          | 0.6            | 0.5      | 40.0           | 0.1            | 0.3      | 25             | 0.06           | 0.23     | 島根県            |
|            |     | 130.0          | 3.1            | 2.4      | 40.0           | 4.4            | 11.0     | 25             | 0.60           | 2.4      | 鳥取県            |
| 島根県 宍道湖    | 第5期 | 130.0          | 0.9            | 0.7      | 40.0           | 0.6            | 1.5      | 25             | 0.12           | 0.5      |                |
| 秋田県 八郎湖    | 第2期 | 130.0          | 7.8            | 6.0      | 40.0           | 3.4            | 8.5      | 25             | 0.13           | 0.5      |                |
| 単純平均値      |     | 130.0          | 4.7            | 4.1      | 39.5           | 2.3            | 6.5      | 23             | 1.09           | 4.9      |                |

注 1) 単純平均値：範囲を有する計画は中間値を集計

注 2) 排出率：排出負荷量／発生負荷量×100

表 4-12 鶏の汚濁負荷量原単位と排出率（湖沼水質保全計画）

| 湖沼水質保全計画 | 策定期 | COD   |       |      | T-N   |       |      | T-P   |        |     | 備考     |
|----------|-----|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|--------|-----|--------|
|          |     | 発生負荷量 | 排出負荷量 | 排出率  | 発生負荷量 | 排出負荷量 | 排出率  | 発生負荷量 | 排出負荷量  | 排出率 |        |
|          |     | g/頭/日 | g/頭/日 | %    | g/頭/日 | g/頭/日 | %    | g/頭/日 | g/頭/日  | %   |        |
| 茨城県 霞ヶ浦  | 第6期 | 2.8   | 0.224 | 8.0  | 3.00  | 0.363 | 12.1 | 0.50  | 0.0025 | 0.5 | 採卵鶏    |
|          |     | 2.8   | 0.224 | 8.0  | 2.62  | 0.317 | 12.1 | 0.29  | 0.0015 | 0.5 | 肉用鶏    |
| 滋賀県 琵琶湖  | 第6期 | -     | 0.000 | 0.0  | -     | 0.000 | 0.0  | -     | 0.0000 | 0.0 | 全量農地還元 |
| 宮城県 釜房ダム | 第6期 | -     | 0.000 | 0.0  | -     | 0.000 | 0.0  | -     | 0.0000 | 0.0 | 全量農地還元 |
| 秋田県 八郎湖  | 第2期 | 3.0   | 0.300 | 10.0 | 1.00  | 0.100 | 10.0 | 0.15  | 0.0020 | 1.3 |        |
| 単純平均値    |     | 2.9   | 0.131 | 4.5  | 1.91  | 0.110 | 5.5  | 0.27  | 0.0010 | 0.5 |        |

注) 排出率：排出負荷量／発生負荷量×100

表 4-13 牛の汚濁負荷量原単位と排出率

| 水域              | 都府県名 | COD            |                |          | T-N            |                |          | T-P            |                |          |
|-----------------|------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------|
|                 |      | 発生負荷量<br>g/頭/日 | 排出負荷量<br>g/頭/日 | 排出率<br>% | 発生負荷量<br>g/頭/日 | 排出負荷量<br>g/頭/日 | 排出率<br>% | 発生負荷量<br>g/頭/日 | 排出負荷量<br>g/頭/日 | 排出率<br>% |
| 東京湾             | 埼玉県  | 530            | 21.7           | 4.1      | 290            | 11.9           | 4.1      | 50             | 2.05           | 4.1      |
|                 | 千葉県  | 530            | 23.9           | 4.5      | 290            | 14.5           | 5.0      | 50             | 2.45           | 4.9      |
|                 | 東京都  | 530            | 26.5           | 5.0      | 290            | 14.5           | 5.0      | 50             | 2.50           | 5.0      |
|                 | 神奈川県 | 530            | 19.1           | 3.6      | 290            | 24.4           | 8.4      | 50             | 1.35           | 2.7      |
| 伊勢湾             | 岐阜県  | 530            | 23.9           | 4.5      | 290            | 16.8           | 5.8      | 50             | 2.00           | 4.0      |
|                 | 愛知県  | 530            | 5.3            | 1.0      | 290            | 2.9            | 1.0      | 50             | 0.50           | 1.0      |
|                 | 三重県  | 530            | 15.9           | 3.0      | 290            | 10.4           | 3.6      | 50             | 1.45           | 2.9      |
| 瀬戸内海<br>(大阪湾含む) | 京都府  | 530            | 10.6           | 2.0      | 280            | 16.8           | 6.0      | 50             | 0.50           | 1.0      |
|                 | 大阪府  | 530            | 47.7           | 9.0      | 280            | 64.4           | 23.0     | 50             | 1.50           | 3.0      |
|                 | 兵庫県  | 530            | 2.7            | 0.5      | 280            | 2.0            | 0.7      | 50             | 0.10           | 0.2      |
|                 | 奈良県  | 530            | 11.1           | 2.1      | 280            | 18.2           | 6.5      | 50             | 1.00           | 2.0      |
|                 | 和歌山県 | 530            | 15.9           | 3.0      | 280            | 14.0           | 5.0      | 50             | 1.00           | 2.0      |
|                 | 岡山県  | 530            | 36.0           | 6.8      | 290            | 68.4           | 23.6     | 50             | 1.35           | 2.7      |
|                 | 広島県  | 530            | 53.0           | 10.0     | 280            | 56.0           | 20.0     | 50             | 1.50           | 3.0      |
|                 | 山口県  | 530            | 12.7           | 2.4      | 280            | 9.8            | 3.5      | 50             | 1.10           | 2.2      |
|                 | 徳島県  | 420            | 25.2           | 6.0      | 290            | 17.4           | 6.0      | 54             | 1.62           | 3.0      |
|                 | 香川県  | 530            | 47.7           | 9.0      | 280            | 64.4           | 23.0     | 50             | 1.50           | 3.0      |
|                 | 愛媛県  | 530            | 53.0           | 10.0     | 280            | 72.8           | 26.0     | 50             | 1.50           | 3.0      |
|                 | 福岡県  | 530            | 15.9           | 3.0      | 280            | 22.4           | 8.0      | 50             | 1.00           | 2.0      |
|                 | 大分県  | 530            | 21.2           | 4.0      | 280            | 19.6           | 7.0      | 50             | 1.50           | 3.0      |
| 単純平均値           |      | 525            | 24.4           | 4.7      | 285            | 27.1           | 9.6      | 50             | 1.37           | 2.7      |

表 4-14 馬の汚濁負荷量原単位と排出率

| 水域              | 都府県名 | COD            |                |          | T-N            |                |          | T-P            |                |          |
|-----------------|------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------|
|                 |      | 発生負荷量<br>g/頭/日 | 排出負荷量<br>g/頭/日 | 排出率<br>% | 発生負荷量<br>g/頭/日 | 排出負荷量<br>g/頭/日 | 排出率<br>% | 発生負荷量<br>g/頭/日 | 排出負荷量<br>g/頭/日 | 排出率<br>% |
| 東京湾             | 埼玉県  | 530            | 47.7           | 9.0      | 167            | 16.7           | 10.0     | 40             | 4.00           | 10.0     |
|                 | 千葉県  | 530            | 15.9           | 3.0      | 167            | 5.0            | 3.0      | 40             | 1.20           | 3.0      |
|                 | 東京都  | 530            | 26.5           | 5.0      | 167            | 8.4            | 5.0      | 40             | 2.00           | 5.0      |
|                 | 神奈川県 | 530            | 32.3           | 6.1      | 167            | 30.9           | 18.5     | 40             | 1.52           | 3.8      |
| 伊勢湾             | 岐阜県  | 530            | 21.7           | 4.1      | 170            | 7.3            | 4.3      | 40             | 1.60           | 4.0      |
|                 | 愛知県  | 530            | 5.3            | 1.0      | 170            | 1.7            | 1.0      | 40             | 0.40           | 1.0      |
|                 | 三重県  | 530            | 53.0           | 10.0     | 170            | 17.0           | 10.0     | 40             | 4.00           | 10.0     |
| 瀬戸内海<br>(大阪湾含む) | 京都府  | 530            | 53.0           | 10.0     | 170            | 51.0           | 30.0     | 40             | 1.20           | 3.0      |
|                 | 大阪府  | 530            | 47.7           | 9.0      | 140            | 42.0           | 30.0     | 40             | 1.20           | 3.0      |
|                 | 兵庫県  | 530            | 2.1            | 0.4      | 170            | 2.6            | 1.5      | 40             | 0.08           | 0.2      |
|                 | 奈良県  | 530            | 11.1           | 2.1      | 170            | 11.1           | 6.5      | 40             | 0.80           | 2.0      |
|                 | 和歌山県 | 530            | 10.6           | 2.0      | 170            | 5.1            | 3.0      | 40             | 0.80           | 2.0      |
|                 | 岡山県  | 530            | 36.0           | 6.8      | 170            | 40.1           | 23.6     | 40             | 1.08           | 2.7      |
|                 | 広島県  | 530            | 53.0           | 10.0     | 170            | 34.0           | 20.0     | 40             | 1.20           | 3.0      |
|                 | 山口県  | 530            | 10.6           | 2.0      | 170            | 3.4            | 2.0      | 40             | 0.80           | 2.0      |
|                 | 徳島県  | 530            | 31.8           | 6.0      | 170            | 10.2           | 6.0      | 40             | 1.20           | 3.0      |
|                 | 香川県  | 530            | 47.7           | 9.0      | 280            | 64.4           | 23.0     | 50             | 1.50           | 3.0      |
|                 | 愛媛県  | 530            | 53.0           | 10.0     | 170            | 51.0           | 30.0     | 40             | 1.20           | 3.0      |
|                 | 福岡県  | 530            | 15.9           | 3.0      | 170            | 13.6           | 8.0      | 40             | 0.80           | 2.0      |
|                 | 大分県  | 530            | 15.9           | 3.0      | 170            | 6.8            | 4.0      | 40             | 1.20           | 3.0      |
| 単純平均値           |      | 530            | 29.5           | 5.6      | 173            | 21.1           | 12.0     | 41             | 1.39           | 3.4      |

表 4-15 豚の汚濁負荷量原単位と排出率

| 水域              | 都府県名 | COD            |                |          | T-N            |                |          | T-P            |                |          |
|-----------------|------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------|
|                 |      | 発生負荷量<br>g/頭/日 | 排出負荷量<br>g/頭/日 | 排出率<br>% | 発生負荷量<br>g/頭/日 | 排出負荷量<br>g/頭/日 | 排出率<br>% | 発生負荷量<br>g/頭/日 | 排出負荷量<br>g/頭/日 | 排出率<br>% |
| 東京湾             | 埼玉県  | 130            | 4.4            | 3.4      | 80             | 2.7            | 3.4      | 75             | 2.55           | 3.4      |
|                 | 千葉県  | 130            | 6.0            | 4.6      | 80             | 3.8            | 4.8      | 16             | 0.75           | 4.8      |
|                 | 東京都  | 130            | 6.5            | 5.0      | 80             | 4.0            | 5.0      | 75             | 3.75           | 5.0      |
|                 | 神奈川県 | 130            | 3.4            | 2.6      | 80             | 2.3            | 2.9      | 75             | 2.03           | 2.7      |
| 伊勢湾             | 岐阜県  | 130            | 7.0            | 5.4      | 40             | 2.7            | 6.7      | 25             | 1.45           | 5.8      |
|                 | 愛知県  | 130            | 2.6            | 2.0      | 40             | 1.6            | 4.0      | 25             | 1.75           | 7.0      |
|                 | 三重県  | 130            | 3.1            | 2.4      | 40             | 1.0            | 2.6      | 25             | 0.63           | 2.5      |
| 瀬戸内海<br>(大阪湾含む) | 京都府  | 130            | 2.6            | 2.0      | 40             | 3.2            | 8.0      | 25             | 0.75           | 3.0      |
|                 | 大阪府  | 130            | 13.0           | 10.0     | 40             | 12.0           | 30.0     | 25             | 15.00          | 60.0     |
|                 | 兵庫県  | 130            | 0.3            | 0.2      | 40             | 0.08           | 0.2      | 25             | 0.05           | 0.2      |
|                 | 奈良県  | 130            | 3.1            | 2.4      | 40             | 4.6            | 11.4     | 25             | 0.50           | 2.0      |
|                 | 和歌山県 | 130            | 10.4           | 8.0      | 40             | 4.4            | 11.0     | 25             | 2.25           | 9.0      |
|                 | 岡山県  | 130            | 16.1           | 12.4     | 40             | 12.3           | 30.8     | 25             | 2.05           | 8.2      |
|                 | 広島県  | 130            | 19.5           | 15.0     | 40             | 9.6            | 24.0     | 25             | 4.50           | 18.0     |
|                 | 山口県  | 130            | 3.1            | 2.4      | 40             | 1.0            | 2.6      | 25             | 0.60           | 2.4      |
|                 | 徳島県  | 63             | 3.8            | 6.0      | 37             | 2.2            | 6.0      | 15             | 0.88           | 6.0      |
|                 | 香川県  | 130            | 11.7           | 9.0      | 40             | 13.2           | 33.0     | 25             | 3.25           | 13.0     |
|                 | 愛媛県  | 130            | 11.7           | 9.0      | 40             | 14.0           | 35.0     | 25             | 3.25           | 13.0     |
|                 | 福岡県  | 130            | 6.5            | 5.0      | 40             | 2.8            | 7.0      | 25             | 1.50           | 6.0      |
|                 | 大分県  | 130            | 13.0           | 10.0     | 40             | 5.6            | 14.0     | 25             | 3.00           | 12.0     |
| 単純平均値           |      | 127            | 7.4            | 5.8      | 48             | 5.2            | 12.1     | 32             | 2.52           | 9.2      |

出典：平成 25 年度水質総量削減に係る発生負荷量等算定調査 平成 26 年 3 月／環境省水・大気環境局

#### 4-2-6. 観光排水

観光客の排水量原単位，汚濁負荷量原単位は，当該地域の定住人口に係る原単位を勘案して算定する。

#### 【解 説】

観光客による排水量原単位，汚濁負荷量原単位は定住人口の負荷量原単位に比較して相当差異がある。原単位の設定に当たっては当該地域の観光利用施設等からの排出量を調査して決定すべきであるが，その調査には観光客の滞在時間，水利用形態が多様であるため長期にわたる継続調査が必要である。観光地の原単位の調査例を表 4-16 に示す。なお，定住人口の排水量原単位，汚濁負荷量原単位を勘案して定めることもできる(表 4-17, 4-18)。

この場合，温泉地域のうち特に温泉水の揚げ湯量が多い地域にあつては，1 人 1 日当たりの使用量が相当大きくなるため，温泉排水の汚濁濃度や，一般排水との分離が可能かどうか等を勘案し，場合によっては直接公共用水域に放流することも考えられるので，一般排水とは別に取り扱うとよい。また，温泉源水は地域ごとに温度差が非常に大きいので，温泉に対して相当量のうめ湯が必要となり排水量が増加する。従って，温泉排水量は十分な調査を行ったうえで決定する。なお，将来の揚げ湯量については，温泉研究所等が行っている温泉保有推定量等を勘案して定める。

なお，営業排水量の中に観光客による排水量も含まれている場合も考えられるため，観光施設の水利用形態を十分調査し，地下水利用分のみを計上するなど，重複を避けるようにしなければならない。

表 4-16 観光客の排水量原単位，汚濁負荷量原単位の調査例

| 文献<br>No | 調査機関        | 調査<br>地域    | 観光形態                                    | 区分       | 調査期間      | 排水量原単位<br>(L/人・日) | 汚濁負荷量原単位 (g/人・日) |        |        |        |                                    | 備 考                                |
|----------|-------------|-------------|-----------------------------------------|----------|-----------|-------------------|------------------|--------|--------|--------|------------------------------------|------------------------------------|
|          |             |             |                                         |          |           |                   | BOD              | COD    | SS     | T-N    | T-P                                |                                    |
| 1        | 中国地方<br>建設局 | 広島県         | 海に面した総合レジャー                             | 日帰り      | 1992. 10～ | 166. 9            | 22. 4            | 9. 8   | 10. 1  | 3. 3   | 0. 4                               | 10時～16時の負荷量で算定                     |
|          |             |             | 施設(温泉、ビーチハウス)                           | 宿泊       | 1993. 07  | 1451. 1           | 109. 7           | 48. 2  | 51. 6  | 19. 2  | 2. 3                               | 上記以外の時間帯の負荷量で算定                    |
| 2        | 北陸地方<br>建設局 | 長野県,<br>新潟県 | リゾートホテル<br>(スキー場,<br>テニスコート,<br>アーチェリー) | 日帰り      | 1990. 10～ | 90. 38            | 15. 55           | 9. 19  | 13. 61 | 3. 24  | 0. 346                             | 上段はホテル固有値(m <sup>3</sup> /日, kg/日) |
|          |             |             |                                         |          |           | 270               | 60. 1            | 26. 1  | 50. 7  | 12. 8  | 1. 37                              | 冬期調査で算定                            |
|          |             |             | 宿泊                                      | 1993. 07 | 132. 5    | 8. 56             | 10. 11           | 12. 44 | 2. 69  | 0. 348 | 上段はホテル固有値(m <sup>3</sup> /日, kg/日) |                                    |
|          |             |             |                                         |          | 136       | 40. 7             | 3                | 24. 7  | 6. 8   | 0. 57  | 夏期, 秋期調査で算定 (日帰なし)                 |                                    |
| 3        | 四国地方<br>建設局 | 香川県         | オートキャンプ場                                | 宿泊       | 1993. 07  | 187               | 41. 1            | 16. 63 | 28. 83 | 9. 38  | 0. 83                              |                                    |
| 4        | 土木<br>研究所   |             | 温泉旅館<br>(定員100名)                        | 宿泊       | 1980. 08  | 711               | 94. 7            | 42. 7  | 27     | 14. 7  | 1. 25                              |                                    |
|          |             |             | 同上                                      | 宿泊       | 1980. 11  | 807               | 45. 0            | 26. 0  | 25. 7  | 10. 72 | 0. 98                              |                                    |
|          |             |             | 同上                                      | 宿泊       | 1980. 12  | 685               | 49. 7            | 31. 5  | 23. 3  | 7. 6   | 0. 86                              |                                    |
|          |             |             | 温泉ホテル<br>(定員450名)                       | 宿泊       | 1980. 08  | 265               | 11. 5            | 7. 6   | 7. 2   | 7. 6   | 0. 49                              | 客室排水のみ                             |
|          |             |             | 温泉ホテル<br>(定員450名)                       | 宿泊       | 1980. 08  | 278               | 4. 8             | 3. 3   | 1. 9   | 1. 4   | 0. 23                              | 温泉排水のみ                             |
|          |             |             | 温泉ホテル<br>(定員963名)                       | 宿泊       | 1981. 12  | 790               | 99. 5            | 57. 6  | 53. 2  | 20. 1  | 2. 18                              |                                    |

参考文献

- 1.建設省中国地方建設局:観光地汚濁負荷量調査,(1991～1994)
- 2.建設省北陸地方建設局:山岳リゾート負荷量原単位調査,(1990～1993)
- 3.建設省四国地方建設局:環境関連汚濁負荷量調査,(1990～1994)
- 4.建設省土木研究所:下水道関係調査研究年次報告集



表 4-17 観光客の使用区分別使用水量の割合

| 項 目<br>使用区分 | 定住人口<br>水量割合 | 宿泊人口<br>水量割合 | 日帰り人口<br>水量割合 |
|-------------|--------------|--------------|---------------|
|             | %            | %            | %             |
| 飲 料         | 1            | 1            | } 2           |
| 炊事・調理       | 4            | 4            |               |
| 食器洗浄        | 9            | 4            |               |
| 和風風呂        | 33           | 温泉として        | 温泉として         |
| 洗濯          | 18           | 6            | —             |
| 掃除          | 2            | 2            | 1             |
| 手洗・洗顔       | 2            | 2            | 2             |
| 水洗便所        | 8            | 8            | 4             |
| 冷暖房         | 14           | 14           | —             |
| 雑           | 3            | 3            | 2             |
| その他         | 6            | 6            | 2             |
| 計           | 100          | 50           | 15            |

表 4-18 観光客汚濁負荷量の割合

| 種別<br>項目 | 定住人口 | 宿泊観光客 | 日帰り観光客 |
|----------|------|-------|--------|
|          | %    | %     | %      |
| BOD      | 100  | 85    | 24     |
| COD      | 100  | 85    | 24     |
| SS       | 100  | 84    | 23     |
| T-N      | 100  | 95    | 40     |
| T-P      | 100  | 86    | 27     |

- 注 1) 芦ノ湖・早川流域別下水道総合計画調査資料による。
- 2) 温泉排水を別扱いにしない場合は1人1日当たりの排水量を勘案して定める。
- 3) 汚濁負荷量は、し尿、雑排水の水量比より項目ごとに試算した。
- 4) 温泉排水のうち、強酸性のものについては取扱いを十分配慮する。
- 強酸性温泉の例 玉川温泉（秋 田） pH～1.2  
 草津温泉（群 馬） pH～1.6  
 強羅温泉（神奈川） pH～3.0

#### 4-2-7. 下水道の終末処理場

下水道に関する次の事項について調査する。

- 1) 流域下水道，公共下水道の全体計画区域，事業計画区域及び整備区域
- 2) 幹線管きよ，終末処理場の位置並びに処理方式および処理能力
- 3) 処理人口，処理水量，流入水質，処理水質
- 4) 今後の拡張計画(改良計画も含む)および施設の耐用年数
- 5) 合流式下水道の越流負荷量

#### 【解 説】

流総計画は，下水道本来のあるべき姿を追求し，実現可能な下水道事業を実施するための基本計画であることから，現在当該流域で計画および実施されている下水道事業について，維持管理面も含め十分にその経緯と現況について調査し，評価する。

なお，本流総計画の策定に当たっては，既設の下水道の機能を十分考慮して流域全体の下水道システムを決定する必要があるので，既設の下水道について，その耐用年数および改築修繕計画を必要に応じて調査する。

表 4-19 に下水道の終末処理場の標準活性汚泥法等の処理水質の調査結果例を示す。

表 4-19 下水道の終末処理場の放流水質（単位：mg/L）

| 処理方式              |      | BOD  | COD  | SS   | T-N  | T-P   |
|-------------------|------|------|------|------|------|-------|
| 標準活性汚泥法           | 平均値  | 4.3  | 10.3 | 3.7  | 15.2 | 1.10  |
|                   | 最小値  | 0.7  | 2.9  | 0.5  | 2.3  | 0.12  |
|                   | 最大値  | 12.3 | 24.2 | 23.0 | 35.0 | 20.50 |
|                   | 標準偏差 | 2.2  | 3.3  | 2.6  | 7.0  | 1.48  |
|                   | データ数 | 272  | 269  | 268  | 266  | 265   |
| オキシデーション<br>ディッチ法 | 平均値  | 3.0  | 7.6  | 3.0  | 4.9  | 1.33  |
|                   | 最小値  | 0.7  | 3.2  | 1    | 0.83 | 0.09  |
|                   | 最大値  | 15.0 | 19.9 | 15.7 | 21.5 | 4.10  |
|                   | 標準偏差 | 2.2  | 2.5  | 2.1  | 3.6  | 0.70  |
|                   | データ数 | 155  | 149  | 155  | 150  | 149   |

出典：「下水道統計」（平成 24 年度版，日本下水道協会）より，処理水量が処理施設能力の 8 割以上である下水道の終末処理場の放流水質の年間平均値を整理した結果（標準活性汚泥法：272 箇所，OD 法：155 箇所）

合流式下水道は汚水と雨水を同一の管きよで流下させる。晴天時には全量が終末処理場にて処理されるが，雨天時には流下する下水の一部が未処理で越流する場合がある。

雨天時越流負荷量は降雨状況，人口密度等の地域特性，管渠施設能力等に大きく依存するため，標準的に面積当たり原単位で表現するのは困難であり，当該流域における実態を調査して決める。

なお，新たな実態調査が困難な場合は，合流式下水道の改善計画において算定されている現況から将来（分流式下水道並の放流負荷量達成後）にかけての削減負荷量を参考に，基準年度における合流式下水道の越流負荷量を設定してもよい。

今後、晴天時負荷の削減が進むにつれ、雨天時負荷の占める割合が大きくなってくる。閉鎖性水域の富栄養化対策等の観点から、越流水水質を直接実測し、負荷量削減対策をさらに検討することが望ましい。

また、合流式下水道改善計画を策定している場合には、その計画の内容を流総計画に記載し、合流式下水道越流水対策を実施することで削減される負荷量を、下水道整備による効果として評価する。

#### 4-2-8. その他人為系排水

し尿処理施設、その他集合処理施設（農業集落排水施設、コミュニティ・プラント等）の排出負荷量については、処理人口・水量・水質データを調査の上で算定する。なお、単独処理浄化槽、合併処理浄化槽の排出負荷量は、処理人口と1人1日当たりの汚濁負荷量より算定する。また、その他の汚濁源は各地域の状況等を勘案して算定する。

##### 【解 説】

し尿処理施設、その他集合処理施設（農業集落排水施設、コミュニティ・プラント等）の排出負荷量は、基準年度については水量・水質データを調査の上で算定する。将来のし尿処理施設、その他集合処理施設については、利用人口の動向を調査して決定する。小規模な浄化槽の排出負荷量は、利用人口と1人1日当たり原単位から算定する。なお、し尿処理施設・単独処理浄化槽利用人口に対しては、し尿処理施設・単独処理浄化槽からの排出負荷量の他に雑排水による負荷量も計上する。

その他の人為系汚濁源としては、へい獣処理場、病院(50床以上)、貯油所、大規模クリーニング店（従業員10人以上）、ごみ焼却場、水産養殖業、貯木場などが考えられる。これらの汚濁負荷量については、各地域の状況を勘案して算定する。

なお、汚水処理形態別人口は、現況は都道府県の調査資料を活用し、将来は都道府県構想等との整合性にも留意した上で設定する。

以下に、農業集落排水施設、合併処理浄化槽、単独処理浄化槽の調査例を示す。合併処理浄化槽は、近年高度処理型の普及も進んでいるため、普及状況を確認し、負荷量算定時に反映することが望ましい。

1) 農業集落排水施設

表 4-20 に農業集落排水施設についての調査結果例を示す。

表 4-20 農業集落排水施設の排水量・負荷量原単位

| 処理施設 | 処理方式       | 排水量<br>(l/人・日) | 負荷量原単位 (g/人・日) |     |     |     |      | 調査年月   |
|------|------------|----------------|----------------|-----|-----|-----|------|--------|
|      |            |                | BOD            | COD | SS  | T-N | T-P  |        |
| A    | JARUS I型   | 335            | 3.0            | 6.3 | 3.1 | 7.6 | 0.73 | H.3/7  |
|      |            | 339            | 2.3            | 5.3 | 2.8 | 6.9 | 0.50 | H.3/10 |
|      |            | 328            | 3.9            | 5.6 | 4.4 | 8.0 | 0.84 | H.4/1  |
|      |            | 348            | 4.5            | 5.0 | 2.6 | 7.7 | 0.61 | H.4/8  |
|      |            | 363            | 3.7            | 5.4 | 1.1 | 9.1 | 0.66 | H.4/10 |
| B    | JARUS I型   | 320            | 5.0            | 5.1 | 1.5 | 5.5 | 0.52 | H.3/6  |
|      |            | 637            | 6.3            | 8.3 | 3.9 | 8.7 | 0.66 | H.3/9  |
| C    | JARUS I型   | 336            | 4.2            | 3.4 | 3.3 | 3.7 | 0.45 | H.4/9  |
|      |            | 322            | 2.6            | 3.7 | 2.9 | 4.4 | 0.65 | H.4/11 |
|      |            | 323            | 4.1            | 4.8 | 3.8 | 1.7 | 0.66 | H.4/12 |
|      |            | 305            | 4.0            | 4.9 | 5.7 | 4.5 | 0.63 | H.5/4  |
| D    | JARUS III型 | (322)          | 9.1            | 4.8 | 0.8 | 6.8 | 0.63 | H.4/9  |
|      |            | (293)          | 10.1           | 4.5 | 1.7 | 6.8 | 0.74 | H.4/11 |
|      |            | (266)          | 4.5            | 6.0 | 0.8 | 6.2 | 0.73 | H.4/12 |
|      |            | (291)          | 6.5            | 5.1 | 0.6 | 5.1 | 0.63 | H.5/9  |
| F    | JARUS V型   | 232            | 6.3            | 4.1 | 1.4 | 5.6 | 0.54 | H.5/4  |
|      |            | 253            | 2.6            | 3.1 | 0.5 | 5.4 | 0.55 | H.5/9  |
| 平均   |            | 317            | 4.9            | 5.0 | 2.4 | 6.1 | 0.63 |        |

注) 水量の平均値は、Bの2回目およびD(推定値)を除く平均値

出典：土木研究所資料第 3347 号、「農業集落排水施設及びコミュニティプラントの機能調査報告書  
平成 7 年 3 月」、建設省土木研究所下水道部水質研究室 田中宏明、高島英二郎、松宮 洋介

2) 合併処理浄化槽

表 4-21 に合併処理浄化槽の調査結果例を示す。また参考に、各湖沼水質保全計画と平成 25 年度水質総量削減に係る発生負荷量等算定調査において使用されている合併処理浄化槽の汚濁負荷量原単位、除去率を表 4-22、4-23 に示す。

表 4-21 合併処理浄化槽の排水量・負荷量原単位

| (単位:g/人/日)  |      |              |      |      |      |      |      |         |
|-------------|------|--------------|------|------|------|------|------|---------|
| 対象基の<br>大きさ | 使用人数 | 排水量<br>L/人/日 | BOD  | COD  | SS   | T-N  | T-P  | 調査年月    |
| 6人槽         | 4    | 240          | 13.0 | 7.2  | 8.9  | 5.1  | 0.62 | S.63/5  |
|             | 6    | 198          | 9.5  | 3.6  | 3.4  | 4.3  | 0.52 | S.63/5  |
|             | 4    | 291          | 18.3 | 9.3  | 29.7 | 3.8  | 0.38 | S.63/5  |
|             | 4    | 255          | 7.4  | 5.1  | 6.1  | 4.5  | 0.56 | S.63/8  |
|             | 6    | 281          | 11.2 | 6.7  | 11.4 | 7.9  | 0.93 | S.63/8  |
|             | 2    | 730          | 11.7 | 14.6 | 14.2 | 13.3 | 1.66 | S.63/8  |
|             | 4    | 236          | 8.3  | 6.9  | 8.7  | 3.8  | 0.55 | S.63/11 |
|             | 6    | 170          | 13.8 | 5.6  | 9.7  | 4.5  | 0.58 | S.63/11 |
|             | 4    | 422          | 13.0 | 8.9  | 7.1  | 4.6  | 0.49 | S.63/11 |
|             | 2    | 550          | 15.0 | 15.0 | 18.8 | 16.3 | 2.15 | S.63/11 |
|             | 4    | 276          | 16.0 | 10.0 | 17.4 | 4.8  | 0.58 | H.元/2   |
|             | 6    | 240          | 15.3 | 8.6  | 14.0 | 6.4  | 0.86 | H.元/2   |
| 8人槽         | 4    | 245          | 13.9 | 8.1  | 11.0 | 4.5  | 0.34 | H.元/2   |
|             | 6    | 112          | 2.3  | 2.5  | 3.9  | 3.4  | 0.42 | H.2/9   |
| 7人槽         | 2    | 355          | 7.9  | 8.3  | 13.0 | 7.0  | 0.68 | H.2/9   |
| 8人槽         | 4    | 275          | 2.0  | 4.9  | 0.9  | 9.4  | 0.95 | H.2/9   |
| 6人槽         | 4    | 167          | 6.2  | 6.4  | 5.7  | 6.1  | 0.55 | H.2/9   |
| 平均          |      | 297          | 10.9 | 7.7  | 10.8 | 6.5  | 0.75 |         |
| 基準偏差        |      | 146          | 4.5  | 3.2  | 6.7  | 3.5  | 0.46 |         |

注) 処理方式はすべて嫌気ろ床接触ばつき方式。

出典：土木研究所資料第 2669 号、2958 号「戸別合併浄化槽の処理機能に関する調査書」

表 4-22 合併処理浄化槽の排出負荷量原単位と除去率（湖沼水質保全計画）

| 湖沼水質保全計画   | 策定期 | COD            |          | T-N            |          | T-P            |          | 備考      |
|------------|-----|----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|---------|
|            |     | 排出負荷量<br>g/人/日 | 除去率<br>% | 排出負荷量<br>g/人/日 | 除去率<br>% | 排出負荷量<br>g/人/日 | 除去率<br>% |         |
| 茨城県 霞ヶ浦    | 第6期 | 4.14           | 86       | 6.0            | 50       | 0.740          | 37       |         |
|            |     | 3.15           | 89       | 2.7            | 77       | 0.640          | 45       | 高度処理型   |
| 千葉県 印旛沼    | 第6期 | 2.8～4.1        | 82～88    | 3～5.5          | 39～67    | 0.64           | 36       |         |
|            |     | 2.8～3.5        | 85～88    | 3～4            | 56～67    | 0.64           | 36       | 高度処理型   |
| 千葉県 手賀沼    | 第6期 | 2.8～4.1        | 82～88    | 3～5.5          | 39～67    | 0.64           | 36       |         |
|            |     | 2.8～3.5        | 85～88    | 3～4            | 56～67    | 0.64           | 36       | 高度処理型   |
| 滋賀県 琵琶湖    | 第6期 | 7.3            | 75       | 6.0            | 50       | 0.70           | 40       |         |
| 岡山県 児島湖    | 第6期 | 5.86           | 80       | 6.7            | 44       | 0.88           | 25       |         |
| 長野県 諏訪湖    | 第6期 | 3.1            | －        | 7.0            | －        | 0.80           | －        | 河川放流分   |
| 長野県 野尻湖    | 第4期 | 3.6            | －        | 7.0            | －        | 0.69           | －        | 河川放流分   |
| 宮城県 釜房ダム   | 第6期 | 5.9            | 80       | 6.6            | 45       | 0.82           | 30       |         |
| 鳥取県・島根県 中海 | 第5期 | 5.3            | 74       | 9.7            | 19       | 0.66           | 44       |         |
| 島根県 宍道湖    | 第5期 | 5.3            | 74       | 9.7            | 19       | 0.66           | 44       |         |
| 秋田県 八郎湖    | 第2期 | 7.7            | －        | 6.5            | －        | 0.75           | －        |         |
|            |     | 3.5            | －        | 3.0            | －        | 0.75           | －        | 高度処理型   |
| 単純平均値      |     | 5.0            | 80       | 6.7            | 42       | 0.73           | 36       | 高度処理型以外 |
|            |     | 3.2            | 87       | 3.2            | 83       | 0.67           | 39       | 高度処理型   |

表 4-23 合併処理浄化槽の排出負荷量原単位と除去率

| 水域              | 都府県名 | COD            |          | T-N            |          | T-P            |          |
|-----------------|------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|
|                 |      | 排出負荷量<br>g/人/日 | 除去率<br>% | 排出負荷量<br>g/人/日 | 除去率<br>% | 排出負荷量<br>g/人/日 | 除去率<br>% |
| 東京湾             | 埼玉県  | 11.7           | 60       | 7.2            | 40       | 0.70           | 40       |
|                 | 千葉県  | 5.6            | 81       | 7.2            | 40       | 0.70           | 40       |
|                 | 東京都  | 5.9            | 80       | 7.2            | 40       | 0.70           | 40       |
|                 | 神奈川県 | 7.3            | 75       | 7.2            | 40       | 0.70           | 40       |
| 伊勢湾             | 岐阜県  | 10.3           | 65       | 7.2            | 40       | 0.70           | 40       |
|                 | 愛知県  | 10.0           | 66       | 5.8            | 52       | 0.50           | 57       |
|                 | 三重県  | 10.3           | 65       | 7.8            | 35       | 0.88           | 25       |
| 瀬戸内海<br>(大阪湾含む) | 京都府  | 11.7           | 60       | 8.9            | 25       | 0.78           | 35       |
|                 | 大阪府  | 7.3            | 75       | 6.0            | 50       | 0.77           | 35       |
|                 | 兵庫県  | 14.7           | 50       | 8.9            | 25       | 0.77           | 35       |
|                 | 奈良県  | 11.7           | 60       | 8.9            | 25       | 0.78           | 35       |
|                 | 和歌山県 | 11.7           | 60       | 8.9            | 25       | 0.76           | 35       |
|                 | 岡山県  | 10.5           | 64       | 11.1           | 10       | 1.09           | 20       |
|                 | 広島県  | 10.3           | 65       | 8.9            | 25       | 0.77           | 35       |
|                 | 山口県  | 10.3           | 65       | 8.9            | 25       | 0.77           | 35       |
|                 | 徳島県  | 11.7           | 60       | 8.9            | 25       | 0.77           | 35       |
|                 | 香川県  | 9.4            | 68       | 8.9            | 25       | 0.77           | 35       |
|                 | 愛媛県  | 8.8            | 70       | 8.9            | 25       | 0.77           | 35       |
|                 | 福岡県  | 11.7           | 60       | 8.9            | 25       | 0.77           | 35       |
|                 | 大分県  | 14.7           | 50       | 8.9            | 25       | 0.77           | 35       |
| 単純平均値           |      | 10.3           | 65       | 8.2            | 31       | 0.76           | 36       |

注）表中の値は 200 人以下の合併処理浄化槽を示す。

出典：平成 25 年度水質総量削減に係る発生負荷量等算定調査 平成 26 年 3 月／環境省水・大気環境局

### 3) 単独処理浄化槽

表 4-24 に単独処理浄化槽の調査結果例を示す。また参考に、各湖沼水質保全計画と平成 25 年度水質総量削減に係る発生負荷量等算定調査において使用されている単独処理浄化槽の汚濁負荷量原単位、除去率を表 4-25、4-26 に示す。

表 4-24 単独処理浄化槽の排水水質等の調査事例

| 文献No. | 調査機関                 | 調査年       | 調査地域 |     | 処理対象人員<br>(人) | 調査基数   | 処理方式       | 種別      | 浄化槽排水水質等<br>(水質:mg/l, 除去率:%) |       |      |       |      | 備考                                                              |
|-------|----------------------|-----------|------|-----|---------------|--------|------------|---------|------------------------------|-------|------|-------|------|-----------------------------------------------------------------|
|       |                      |           | 県名   | 都市名 |               |        |            |         | BOD                          | COD   | SS   | T-N   | T-P  |                                                                 |
| 1-01  | 厚生省                  | 1983~1984 | 神奈川県 |     | (戸別)          | 70/10  | 分離接触ばっき    | 流入水質    | 351                          | 138   | 153  | 115.5 | 15.7 | 基数:T-N, T-P以外<br>/T-N, T-P                                      |
|       |                      |           |      |     |               |        |            | 流出水質    | 60                           | 63    | 41   | 98.4  | 16.2 |                                                                 |
|       |                      |           |      |     |               |        |            | 除去率     | 83                           | 54    | 73   | 15    |      |                                                                 |
| 1-02  | 山本<br>中野<br>桐山<br>北角 | 1986      | 大阪府  |     | 5~10          | 116    | 分離ばっき      | 沈殿分離処理水 | 437                          | 231   | 190  | 143   |      | 流入:NH <sub>4</sub> -N                                           |
|       |                      |           |      |     |               |        |            | 流出水質    | 67                           | 116   | 93   | 118.8 |      | 流出:NH <sub>4</sub> -N+NO <sub>2</sub> -N<br>+NO <sub>3</sub> -N |
|       |                      |           |      |     |               |        |            | 除去率     | 85                           | 50    | 51   | 17    |      |                                                                 |
|       |                      |           |      |     |               | 114    | 分離接触ばっき    | 沈殿分離処理水 | 254                          | 232   | 203  | 107   |      | 流入:NH <sub>4</sub> -N                                           |
|       |                      |           |      |     |               |        |            | 流出水質    | 65                           | 107   | 69   | 98.4  |      | 流出:NH <sub>4</sub> -N+NO <sub>2</sub> -N<br>+NO <sub>3</sub> -N |
|       |                      |           |      |     |               |        |            | 除去率     | 74                           | 54    | 66   | 8     |      |                                                                 |
| 1-03  | 秋岡                   | 1983      | 兵庫県  | 神戸市 | 2~5           | 16     |            | 流出水質    | 110                          | 125   | 125  | 142   | 16.8 |                                                                 |
| 1-04  | 山本<br>桐山<br>北角       |           | 大阪府  |     | 5~10          | 68     | 分離ばっき      | 流出水質    | 64.2                         | 110.6 | 82.1 |       |      |                                                                 |
|       |                      |           |      |     |               | 83     | 分離接触ばっき    | 流出水質    | 54.9                         | 93.2  | 56.1 |       |      |                                                                 |
| 1-05  | 厚生省                  |           |      |     | 120~480       | 120/12 | 腐敗型        | 流出水質    | 110.3                        |       |      | 140.7 | 10.4 | 基数:BOD/T-N, T-P                                                 |
|       |                      |           |      |     | 110~400       | 315/12 | ばっき型       | 流出水質    | 88.1                         |       |      | 115.8 | 11.9 | 基数:BOD/T-N, T-P                                                 |
|       | 浮田<br>中西他            | 1974~1975 | 山口県  | 宇部市 | 2~18          | 18     | 腐敗型        | 流出水質    | 99                           | 84    |      | 169   | 15.6 |                                                                 |
|       |                      |           |      |     |               | 9      | ばっき型       | 流出水質    | 64                           | 124   |      | 190   | 18.6 |                                                                 |
| 1-06  | 楠木                   |           | 栃木県  |     |               | 5045   | ばっき型       | 流出水質    | 122.3                        |       |      |       |      |                                                                 |
|       |                      |           |      |     |               | 1420   | 腐敗タンク+平面酸化 | 流出水質    | 187.3                        |       |      |       |      |                                                                 |
|       |                      |           |      |     |               | 274    | 腐敗タンク+散水ろ床 | 流出水質    | 99.8                         |       |      |       |      |                                                                 |
|       |                      |           |      |     |               | 417    | その他        | 流出水質    | 143.8                        |       |      |       |      |                                                                 |
| 1-07  | 茨城県                  | 1982      | 茨城県  | 土浦市 |               | 5      | 腐敗型        | 流出水質    | 91.6                         | 107   |      | 106.7 | 8.45 |                                                                 |

(単位:mg/l)

| 水質項目 | 件数 | 最小値 | 最大値  | 平均値  |
|------|----|-----|------|------|
| BOD  | 15 | 55  | 187  | 95   |
| COD  | 9  | 63  | 125  | 103  |
| SS   | 6  | 41  | 125  | 78   |
| T-N  | 9  | 98  | 190  | 131  |
| T-P  | 7  | 8.5 | 18.6 | 14.0 |

(参考)単独浄化槽排出負荷量原単位

| 項目      | 水量<br>(l/人・日) | 単独浄化槽排出負荷量原単位(g/人・日) |         |         |         |           |
|---------|---------------|----------------------|---------|---------|---------|-----------|
|         |               | BOD                  | COD     | SS      | T-N     | T-P       |
| 単独処理浄化槽 | 40~50         | 3.8~4.8              | 4.1~5.2 | 3.1~3.9 | 5.2~6.6 | 0.56~0.70 |

#### 参考文献

- 1-01. 厚生省生活衛生局水道環境部:“9.生活排水処理システムの高度化に関する研究”
- 1-02. 山本, 中野, 桐山, 北角:“単独浄化槽の実態調査-現行構造基準による浄化槽(その2)”, 月刊浄化槽, No.134, pp.16-22, (1987.6)
- 1-03. 秋岡敬三:“特殊合併処理による生活素排水対策と六甲山系におけるごみ処理について” 公害と対策, 臨時増刊, pp.120-128, (1984.4)
- 1-04. 山本, 中野, 桐山:“単独浄化槽の実態調査-現行構造基準による浄化槽(その1)”, 月刊浄化槽, (1986.12)
- 1-05. 浮田, 中西他:“し尿・ごみ処理における窒素・りん汚濁負荷量”, 公害と対策, Vol.20, No.10, (1978)
- 1-06. 楠木正康:“既存浄化槽の機能改善に関する調査研究”, 用水と排水, Vol.18, No.10, (1976)
- 1-07. 茨城県:霞ヶ浦流総現地調査結果資料, (1983)

表 4-25 単独処理浄化槽の排出負荷量原単位と除去率（湖沼水質保全計画）

| 湖沼水質保全計画   | 策定期 | COD            |          | T-N            |          | T-P            |          | 備考    |
|------------|-----|----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|-------|
|            |     | 排出負荷量<br>g/人/日 | 除去率<br>% | 排出負荷量<br>g/人/日 | 除去率<br>% | 排出負荷量<br>g/人/日 | 除去率<br>% |       |
| 茨城県 霞ヶ浦    | 第6期 | 3.2            | 68       | 5.0            | 44       | 0.60           | 22       |       |
| 千葉県 印旛沼    | 第6期 | 3.2            | 68       | 5.0            | 29       | 0.60           | 14       |       |
| 千葉県 手賀沼    | 第6期 | 3.2            | 68       | 5.0            | 29       | 0.60           | 14       |       |
| 滋賀県 琵琶湖    | 第6期 | 6.1            | 40       | 7.2            | 20       | 0.69           | 10       |       |
| 岡山県 児島湖    | 第6期 | 5.2            | 49       | 8.3            | 8        | 0.63           | 18       |       |
| 長野県 諏訪湖    | 第6期 | 3.1            | -        | 5.2            | -        | 0.71           | -        | 河川放流分 |
| 長野県 野尻湖    | 第4期 | 3.1            | -        | 5.2            | -        | 0.71           | -        | 河川放流分 |
| 宮城県 釜房ダム   | 第6期 | 4.3            | 57       | 8.0            | 11       | 0.61           | 21       |       |
| 鳥取県・島根県 中海 | 第5期 | 3.5            | 65       | 8.4            | 7        | 0.65           | 16       |       |
| 島根県 宍道湖    | 第5期 | 3.5            | 65       | 8.4            | 7        | 0.65           | 16       |       |
| 秋田県 八郎湖    | 第2期 | 4.7            | -        | 5.9            | -        | 0.63           | -        |       |
| 単純平均値      |     | 3.9            | 53       | 6.5            | 17       | 0.64           | 15       |       |

注 1) 排出負荷量はし尿のみを示し、雑排水は含まれない。

注 2) 除去率はし尿に対する除去率を示し、雑排水は含まれない。

表 4-26 単独処理浄化槽の排出負荷量原単位と除去率

| 水域              | 都府県名 | COD            |          | T-N            |          | T-P            |          |
|-----------------|------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|
|                 |      | 排出負荷量<br>g/人/日 | 除去率<br>% | 排出負荷量<br>g/人/日 | 除去率<br>% | 排出負荷量<br>g/人/日 | 除去率<br>% |
| 東京湾             | 埼玉県  | 4.0            | 60       | 6.3            | 30       | 0.65           | 15       |
|                 | 千葉県  | 3.3            | 67       | 6.3            | 30       | 0.65           | 15       |
|                 | 東京都  | 3.5            | 65       | 6.3            | 30       | 0.54           | 30       |
|                 | 神奈川県 | 3.5            | 65       | 6.3            | 30       | 0.65           | 15       |
| 伊勢湾             | 岐阜県  | 4.0            | 60       | 5.9            | 35       | 0.50           | 35       |
|                 | 愛知県  | 3.5            | 65       | 5.9            | 35       | 0.50           | 35       |
|                 | 三重県  | 5.1            | 50       | 6.8            | 25       | 0.71           | 8        |
| 瀬戸内海<br>(大阪湾含む) | 京都府  | 5.1            | 50       | 8.4            | 7        | 0.68           | 15       |
|                 | 大阪府  | 5.6            | 45       | 5.4            | 40       | 0.62           | 20       |
|                 | 兵庫県  | 5.1            | 50       | 8.4            | 7        | 0.65           | 15       |
|                 | 奈良県  | 5.1            | 50       | 8.4            | 7        | 0.52           | 35       |
|                 | 和歌山県 | 4.0            | 60       | 8.4            | 7        | 0.65           | 15       |
|                 | 岡山県  | 6.0            | 41       | 9.0            | 5        | 0.85           | 10       |
|                 | 広島県  | 3.5            | 65       | 8.4            | 7        | 0.65           | 15       |
|                 | 山口県  | 4.0            | 60       | 8.4            | 7        | 0.65           | 15       |
|                 | 徳島県  | 4.0            | 60       | 8.4            | 7        | 0.65           | 15       |
|                 | 香川県  | 4.0            | 60       | 8.4            | 7        | 0.65           | 15       |
|                 | 愛媛県  | 3.5            | 65       | 8.4            | 7        | 0.65           | 15       |
|                 | 福岡県  | 4.0            | 60       | 8.4            | 7        | 0.65           | 15       |
|                 | 大分県  | 5.1            | 50       | 8.4            | 7        | 0.65           | 15       |
| 単純平均値           |      | 4.3            | 57       | 7.5            | 17       | 0.64           | 18       |

注 1) 表中の値は 200 人以下の単独処理浄化槽を示す。

注 2) 排出負荷量はし尿のみを示し、雑排水は含まれない。

注 3) 除去率はし尿に対する除去率を示し、雑排水は含まれない。

出典：平成 25 年度水質総量削減に係る発生負荷量等算定調査 平成 26 年 3 月／環境省水・大気環境局

#### 4-2-9. 面源汚濁負荷量

河川の汚濁解析においては、自然汚濁負荷量として流域全体について生物化学的酸素要求量 0.5～1.0kg/日/km<sup>2</sup>程度を見込む。

閉鎖性水域の汚濁解析においては、山林、水田、畑地、市街地、降雨等ごとに汚濁負荷量を算定し、原単位は降雨時流出分を含んだ年間平均値等の値を用いる。なお、必要に応じ、河川流量や降雨の状況を踏まえ、負荷量の変動状況を勘案する。

##### 【解 説】

面源汚濁負荷量は、晴天時には地下浸透、農業用水等によってのみ流出するが、降雨時には表面流出が起こるため多くの量が流出する。このため、低水流量時を対象にする河川の汚濁解析と、長時間（一般には年間）に流入する汚濁負荷量が問題となる閉鎖性水域の汚濁解析とは、取扱い方を変える。

また、河川の場合は主に BOD を対象にするが、閉鎖性水域の場合には主に COD、全窒素、全磷が対象になる。

##### 1) 河川を対象とする場合

自然汚濁負荷とは、狭義には山地部の溪流等、人為的汚濁がほとんど入っていない所での BOD 負荷を意味するものであり、これは山林等から流出するものと考えられる。また、広義には田畑、有機質土、降雨等からも BOD 負荷が流出する。本調査では原則として全流域からの基底流出について自然汚濁負荷として勘案する。

自然汚濁の BOD 負荷については、以下のような資料がある。

(a) 洞沢<sup>1)</sup>によると奥羽地方の河川では次式により示される。

$$L = 0.06 \times Q A \quad L : \text{自然汚濁負荷量 (kg/日/km}^2\text{)}$$
$$Q A : \text{平均比流量 (m}^3\text{/s/km}^2\text{)}$$

(b) 筑波山塊付近の 6 小流域について調査した結果<sup>2)</sup>BOD 負荷量としての平均値は 0.842kg/日/km<sup>2</sup>であった。

(c) 利根川上流ダム群の流入河川の調査結果より人為的汚濁のほとんどない地点について BOD の平均値を求めてみると 0.7mg/L であった。

(d) 水質環境基準類型 A A 水域の水質としては BOD 1mg/L 以下であり、自然汚濁 1mg/L 以上ということは少ないと考えられる。また、芦ノ湖の湧水について実測の結果 BOD 0.5mg/L 程度であった。これより、自然汚濁負荷量としては水質にして BOD 0.5～1.0mg/L、流域の流出負荷として 0.5～1.0kg/日/km<sup>2</sup> 程度であると考えられるが、実際には流量により異な



るため比流量によって変化させる方法もある。流域の比流量(流出高)による計算例を表 4-27 に示す。この場合、各ブロックの自然汚濁負荷量として、人為的汚濁負荷量に加算し、ブロック別発生負荷量を求めた方が解析しやすいと考えられる。一方、自然汚濁負荷の BOD 負荷でも河道の自浄作用は受けるものと考えられ、前者で計算すると各基準地点の水質に対して 0.5～1.0mg/L を先取りすることは、下流部では過大となると考えられる。(各基準地点について流量の流入等を出入等を勘案すると、計算が煩雑になるため注意を要する。)

#### 参考文献

- 1) 「河川上流における自然汚濁量と比流量について」 洞沢 勇 用水と廃水 Vol.15No.11 1973
- 2) 「霞ヶ浦水質現況調査報告書」 建設省関東地方建設局霞ヶ浦工事事務所 昭 48.2

表 4-27 自然地区からの負荷量および算定式 (例)

| 項目  | 算定式                                                                                                              | 備考                                                                                                                                                     |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BOD | $L=0.0702 \times q^{0.9671} (r=0.900, n=120)$<br>L: 原単位 (kg/d・km <sup>2</sup> )<br>q: 比流量 (l/s・km <sup>2</sup> ) | A=540km <sup>2</sup><br>(対象7河川の流域の合計)<br>広葉樹及び針葉樹<br>雨量 1200mm～2400mm/年                                                                                |
| COD | $L=0.1486 \times q^{0.8763} (r=0.861, n=135)$                                                                    |                                                                                                                                                        |
| T-N | $L=0.0485 \times q^{0.6308} (r=0.73, n=104)$                                                                     |                                                                                                                                                        |
| T-P | $L=0.0005 \times q^{1.0683} (r=0.785, n=109)$                                                                    |                                                                                                                                                        |
| BOD | $L=0.0647 \times q^{1.0689} (r=0.947, n=72)$                                                                     | A=378.1km <sup>2</sup><br>(対象4河川の流域の合計)<br>広葉樹が主体で針葉樹の混合体<br>雨量 1200mm～1400mm/年<br><br>比流量<br>低水 8.8l/s・km <sup>2</sup><br>年平均 19.6l/s・km <sup>2</sup> |
| COD | $L=0.1421 \times q^{0.9717} (r=0.972, n=84)$                                                                     |                                                                                                                                                        |
| T-N | $L=0.0556 \times q^{0.7068} (r=0.858, n=62)$                                                                     |                                                                                                                                                        |
| T-P | $L=0.0007 \times q^{1.0531} (r=0.881, n=92)$                                                                     |                                                                                                                                                        |

出典：建設省東北地方建設局調査 (昭和 57 年～58 年)

#### 2) 閉鎖性水域を対象とする場合

閉鎖性水域を対象とする場合、面源汚濁負荷量は河川を対象にする場合に比べて大きい値をとること、また、土地利用形態によって値がかなり異なることから、土地利用別の面積と面積当たり原単位から算出する。土地利用形態は、山林、水田、畑地、市街地等に区分する。また、湖沼、海域の水面への降雨による汚濁負荷量も勘案する。(一般に、流域の面源汚濁負荷量原単位には降雨による汚濁負荷量が含まれているため、流域面積に対しては別途見込む必要はない。)

以下に各面源の汚濁負荷量原単位の例を示すが、面源汚濁負荷量は地域特性が強いと考えられるため、調査対象地域に既存のデータがある場合はそれを主として用いる。また、「非特定汚染源からの流出負荷量の推計手法に関する研究／(公社)日本水環境学会・ノンポイント汚染研究委員会」のホームページ (<http://www.hokosha.jp/beta/hitokutei/index.html>) にて、市街地、農

地、森林、大気降下物の汚濁負荷量原単位に関する文献データベース、観測データベースが整備されているため参照とされたい。

なお、目標水質や汚濁解析の面から必要な場合は、河川流量や降雨の状況を踏まえ負荷量の時間的な変動状況（月別や季節別等）を勘案する。

（a）山 林

表 4-28 に原単位の調査結果例を示す。また参考に、非特定汚染源からの流出負荷量の推計手法に関する研究の結果を表 4-29 に、各湖沼水質保全計画において使用されている山林からの汚濁負荷量原単位を表 4-30 に示す。

表 4-28 山林からの汚濁負荷量

| 文献No. | 調査機関    | 調査年                | 調査地域 |     |              | 調査条件等 | 汚濁負荷量原単位<br>(kg/ha/年) |       |       | 備考                       |
|-------|---------|--------------------|------|-----|--------------|-------|-----------------------|-------|-------|--------------------------|
|       |         |                    | 県名   | 都市名 | 流域名等         |       | COD                   | T-N   | T-P   |                          |
| 4-01  | 生原、相場   | 1978.10～<br>1979.9 | 群馬県  | 東村  | 渡良瀬川上流       | 溪流流出水 |                       | 2.7   |       |                          |
| 4-02  | 相場他     | 1980.11～<br>1982.2 |      |     |              |       |                       | 14    |       |                          |
|       |         | 平均                 |      |     |              |       |                       | 8.35  |       |                          |
| 4-03  | 西村      | 1968.5～<br>1969.4  | 滋賀県  | 大津市 |              | 流出水   | 15.2                  | (1.5) | 0.51  | ()はTIN                   |
| 4-04  | 岩坪他     | 1962               |      |     | 京大演習林        | 溪流水   |                       |       | 0.12  |                          |
| 4-05  |         | 1968～1969          |      |     | 大津           | 溪流水   |                       | (1.6) | 0.51  | ()はTIN                   |
| 4-06  | 建設省     |                    | 茨城県  |     | 筑波           | 流出水   |                       | 3.4   | 0.32  |                          |
|       | 沖野      |                    | 長野県  |     | 上川           | 流出水   |                       | (5.5) | 0.33  | ()はTIN                   |
|       | 渡辺      |                    | 長野県  |     | 宮川           | 流出水   |                       | 3.6   | 0.12  |                          |
|       | 岩井      |                    | 滋賀県  |     |              | 流出水   |                       | 2.5   | 0.14  |                          |
| 4-07  | 国松      |                    | 滋賀県  |     | 愛知川          |       |                       | 2.32  | 0.123 |                          |
|       |         |                    |      |     | 安貴川          |       |                       | 0.36  | 0.104 |                          |
|       |         |                    |      |     | 大戸川          |       |                       | 0.31  | 1.27  |                          |
| 4-08  | 浮田他     |                    | 山口県  | 山口市 |              |       | 66                    | 7.5   | 0.38  |                          |
| 4-09  | 霞ヶ浦工事   | 1975               | 茨城県  |     | 恋瀬川          |       | 31.4                  | 3.5   | 0.4   | kg/km <sup>2</sup> x3.65 |
|       |         |                    |      |     |              |       | 16.4                  | 4.5   | 0.37  |                          |
|       |         |                    |      |     |              |       | 27.7                  | 5.5   | 0.47  |                          |
|       |         |                    |      |     |              |       | 25.2                  | 4.5   | 0.41  |                          |
| 4-10  | 中国地健    | 1980～1981          |      |     |              |       | 9.3                   | 3.1   | 0.07  | kg/km <sup>2</sup> x3.65 |
|       |         |                    |      |     |              |       | 4.9                   | 2     | 0.01  |                          |
| 4-11  |         |                    |      |     |              |       | 3.9                   | 2.8   | 0.1   |                          |
| 4-12  | 電力中央研究所 | 1982               |      |     |              |       |                       | 8.8   | 0.35  |                          |
| 4-13  | 四国地健    | 1980～1982          | 香川県  |     | 土器用水系平川      |       | 26.6                  | 3.5   | 0.13  |                          |
|       |         |                    |      |     |              |       | 25.3                  | 3.2   | 0.25  |                          |
|       |         |                    |      |     |              |       | 26.7                  | 3.7   | 0.17  |                          |
|       |         |                    |      |     |              |       | 26.2                  | 3.47  | 0.2   |                          |
| 4-14  | 東北地建    |                    | 岩手県  |     | 北上川          |       | 29.16                 | 1.78  | 0.198 |                          |
| 4-15  | 土木研究所   | 1995～1996          | 茨城県  | 真壁町 | 山口川          |       | 48.4                  | 9.25  | 0.44  |                          |
| 4-16  | 国松      | 1980～1989          | 滋賀県  |     | 油日岳          |       | 154                   | 12.5  | 1.31  |                          |
| 4-17  | 滋賀県     |                    |      |     |              |       | 18.2                  | 7.34  | 0.14  |                          |
| 4-18  | 兵庫県     | 1995～1997          | 兵庫県  | 朝来市 | 市川           | No1地点 |                       | 2.5   | 0.06  | kg/km <sup>2</sup> x3.65 |
|       |         |                    |      |     |              | No2地点 |                       | 3.2   | 0.10  |                          |
|       |         |                    |      |     |              | No3地点 |                       | 2.4   | 0.03  |                          |
| 4-19  | 兵庫県     | 1999～2001          | 兵庫県  | 生野町 | 加古川水系<br>稲土川 |       |                       | 7.60  | 0.38  |                          |
|       |         |                    |      |     |              |       |                       | 4.22  | 0.10  |                          |
|       |         |                    |      |     |              |       |                       | 5.53  | 0.17  |                          |
|       |         |                    |      |     |              |       |                       | 5.78  | 0.22  |                          |
| 4-20  | 兵庫県     | 2003               | 兵庫県  | 神戸市 | 住吉川          |       |                       | 20.9  |       |                          |
| 最小値   |         |                    |      |     |              |       | 3.9                   | 0.3   | 0.01  |                          |
| 最大値   |         |                    |      |     |              |       | 154.0                 | 20.9  | 1.31  |                          |
| 平均値   |         |                    |      |     |              |       | 36.4                  | 4.9   | 0.30  |                          |

## 参考文献

- 4-01. 生原喜久雄・相場芳憲：“スギ・ヒノキ壮齡林小流域における養分の循環とその収支”，日本林学会誌, Vol. 64(1), pp. 8～14(1982)
- 4-02. 相場芳憲・生原喜久雄・近藤晃：“地力に及ぼす集約的保育作業の影響（IV）スギ・ヒノキ幼齡林小流域の養分動態”，日本林学会誌, Vol. 67(8), pp. 297～304(1985)
- 4-03. 西村竹二：“山地小流域における養分物質の動き”，日本林学会誌”，Vol. 55(11), pp. 323～333(1973)
- 4-04. 環境庁・(株)E X都市研究所：水質汚濁負荷削減計画手法の再検討調査報告書, pp. 8～16, (1976. 3)
- 4-05. 環境庁・日本水質汚濁研究協会：非特定汚染源による汚染防止対策調査報告書—文献調査—pp. 27(1985. 1)
- 4-06. 東北地建岩手工事事務所・(株)建設環境研究所：北上川上流面源汚濁調査解析業務報告書, (1988. 1)
- 4-07. 岩井重久・井上頼輝：“閉鎖性水域の非特定汚染源(その2)”，環境技術, Vol. 14, No. 2, pp. 189～194(1985)
- 4-08. 浮田正夫・関根雅彦・山本修司・中西弘：“河川の汚濁負荷流達率に関する研究(その4) —自然性負荷の評価と取り扱いについて—”，第16回衛生工学研究討論会講演論文集, pp. 77～78(1980)
- 4-09. (財)国土開発技術研究センター：昭和50年度霞ヶ浦汚濁制御調査報告書, (1976. 3)
- 4-10. 中国地建：自然負荷量調査, (1982. 3)
- 4-11. 土木学会：琵琶湖の将来水質に関する調査報告書, (1977)
- 4-12. 電力中央研究所：貯水池水質の調査と解析，総合報告 NO. 302, (1982. 6)
- 4-13. 建設省四国地方建設局調査（土器川水系支川平川），(1980～1982)
- 4-14. 建設省東北地方建設局調査：面源汚濁負荷量調査，（1984～1987）
- 4-15. 建設省土木研究所：“面的汚濁源からの汚濁負荷流出特性に関する調査”，下水道関係調査研究年次報告書集，(1996)
- 4-16. 国松孝男：集水域における汚濁負荷流出の特性，琵琶湖研究シンポジウム記録，（1993）
- 4-17. 滋賀県，琵琶湖に係わる湖沼水質保全計画の策定について，（1992）
- 4-18. 兵庫県：山林域小河川における栄養塩類の濃度変動と流出特性について，第32回日本水環境学会年会講演集(1998)
- 4-19. 兵庫県：栗鹿山山林域からの栄養塩類の年間流出量，第38回日本水環境学会年会講演集(2004)
- 4-20. 兵庫県，都市近郊山林集水域からの窒素流出の特徴について，第38回日本水環境学会年会講演集(2004)

表 4-29 森林からの原単位データ (kg/ha/年)

【国内】

| 項目                                    | データ<br>数 | 最大値  | 最小値  | 平均値  | 中央値  |
|---------------------------------------|----------|------|------|------|------|
| TN                                    | 17       | 21   | 0.91 | 4.9  | 4.0  |
| DN                                    | 10       | 17   | 0.90 | 5.2  | 4.4  |
| DIN                                   | 3        | 20   | 10   | 14   | 10   |
| NO <sub>3</sub> -N                    | 11       | 17   | 0.25 | 4.1  | 3.4  |
| (NO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub> )-N | 7        | 4.2  | 0.02 | 1.3  | 0.29 |
| NH <sub>4</sub> -N                    | 9        | 0.2  | 0.05 | 0.19 | 0.21 |
| TP                                    | 20       | 0.3  | 0.04 | 0.15 | 0.12 |
| DP                                    | 16       | 0.1  | 0.02 | 0.07 | 0.06 |
| PO <sub>4</sub> -P                    | 12       | 0.1  | 0.02 | 0.04 | 0.04 |
| T-COD(Mn)                             | 9        | 72   | 9.7  | 24   | 21   |
| D-COD(Mn)                             | 7        | 57   | 9.7  | 22   | 17   |
| TOC                                   | 5        | 33   | 6.0  | 16   | 16   |
| DOC                                   | 2        | 17   | 5.6  | 11   | 11   |
| SS                                    | 9        | 632  | 6.5  | 133  | 51   |
| 降水量(mm/yr)                            | 21       | 2935 | 1220 | 1800 | 1797 |

【海外】

| 項目                                    | データ<br>数 | 最大値  | 最小値  | 平均値  | 中央値  |
|---------------------------------------|----------|------|------|------|------|
| TN                                    | 22       | 3    | 0.29 | 1.4  | 1.2  |
| DN                                    | 11       | 4    | 1.15 | 2.5  | 2.4  |
| DIN                                   | 0        | -    | -    | -    | -    |
| NO <sub>3</sub> -N                    | 32       | 2    | 0.01 | 0.4  | 0.1  |
| (NO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub> )-N | 0        | -    | -    | -    | -    |
| NH <sub>4</sub> -N                    | 32       | 0.3  | 0.00 | 0.06 | 0.03 |
| TP                                    | 23       | 0.2  | 0.02 | 0.05 | 0.04 |
| DP                                    | 1        | 0.8  | 0.79 | 0.79 | 0.79 |
| PO <sub>4</sub> -P                    | 21       | 0.1  | 0.01 | 0.02 | 0.01 |
| T-COD(Mn)                             | 0        | -    | -    | -    | -    |
| D-COD(Mn)                             | 0        | -    | -    | -    | -    |
| TOC                                   | 21       | 140  | 9.4  | 63   | 58   |
| DOC                                   | 17       | 102  | 6.6  | 28   | 21   |
| SS                                    | 0        | -    | -    | -    | -    |
| 降水量(mm/yr)                            | 34       | 2165 | 550  | 924  | 670  |

出典：非特定汚染源からの流出負荷量の推計手法に関する研究 H24.3／(社)日本水環境学会

表 4-30 山林からの汚濁負荷量原単位（湖沼水質保全計画）

| 湖沼水質保全計画   | 策定期 | COD       | T-N     | T-P       | 備考              |
|------------|-----|-----------|---------|-----------|-----------------|
|            |     | kg/ha/年   | kg/ha/年 | kg/ha/年   |                 |
| 茨城県 霞ヶ浦    | 第6期 | 14.0      | 5.7     | 0.20      |                 |
| 千葉県 印旛沼    | 第6期 | 14.6      | 3.7     | 0.12      |                 |
| 千葉県 手賀沼    | 第6期 | 14.6      | 3.7     | 0.12      |                 |
| 滋賀県 琵琶湖    | 第6期 | 16.9      | 6.6     | 0.13      | 2006-2010年値     |
| 岡山県 児島湖    | 第6期 | 14.1      | 1.4     | 0.08      |                 |
| 長野県 諏訪湖    | 第6期 | 15.3      | 4.1     | 0.19      |                 |
| 長野県 野尻湖    | 第4期 | 11.3      | 1.8     | 0.29      | 流域1             |
|            |     | 28.7      | 3.3     | 0.30      | 流域2             |
| 宮城県 釜房ダム   | 第6期 | 119.3     | 16.2    | 0.31      | 森林整備あり、下層植生あり   |
|            |     | 72.4      | 14.6    | 0.02      | 森林整備あり、1～5年の森林  |
|            |     | 156.7     | 10.2    | 0.66      | 森林整備不十分、下層植生未発達 |
| 鳥取県・島根県 中海 | 第5期 | 20.1      | 5.8     | 0.11      |                 |
| 島根県 宍道湖    | 第5期 | 20.1      | 5.8     | 0.11      |                 |
| 秋田県 八郎湖    | 第2期 | 12.3～54.3 | 5.3～9.4 | 0.22～2.03 | 水質調査結果を河川別に補正   |
| 単純平均値      |     | 27.2      | 5.5     | 0.26      |                 |
| 最大値        |     | 156.7     | 16.2    | 2.03      |                 |
| 最小値        |     | 11.3      | 1.4     | 0.02      |                 |

注）計画において原単位が範囲を有する場合、その中間値を用いて集計した。

（b）水田

水田の場合、かんがい用水として水田に流入する負荷量が無視できないため、水田の排出負荷量をとらえるとき、排出される総量そのままの総排出負荷量と、用水の負荷量を差引いた純排出負荷量の2通りの表現方法がある。図 4-16 を参考に、用水取水、排水、汚濁解析対象水域等の関係を把握した上で両者を使い分ける。

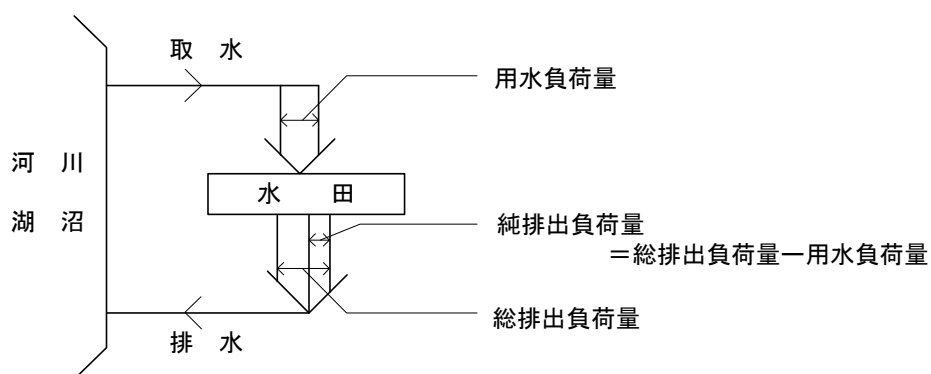


図 4-16 総排出負荷量と純排出負荷量の概念図

表 4-31 に調査結果の例を示すが、地域特性によるばらつきが大きい。このことは、基本的には調査対象地域におけるデータを使用すべきものであることを示しており、各地域におけるデータの蓄積が望まれる。

また参考に、図 4-17 に建設省土木研究所が千葉県沼南町の水田で行った調査を基に試算した年間の水量・負荷量収支を示す。この水田では汚濁の著しい手賀沼の水を用水として利用している。昭和 62 年度は、昭和 63 年度に比べてかんがい期の降雨量が大幅に小さいため、用水量が多くなり、これによって用水負荷量も大きくなるため、純排出負荷量は負の値になっている。

このように、用水の水質、使用量によって、純排出負荷量は大きく異なることになる。

また参考に、非特定汚染源からの流出負荷量の推計手法に関する研究の結果を図 4-18、表 4-32 に、各湖沼水質保全計画において使用されている水田からの汚濁負荷量原単位を表 4-33 に示す。

表 4-31 水田からの汚濁負荷量原単位

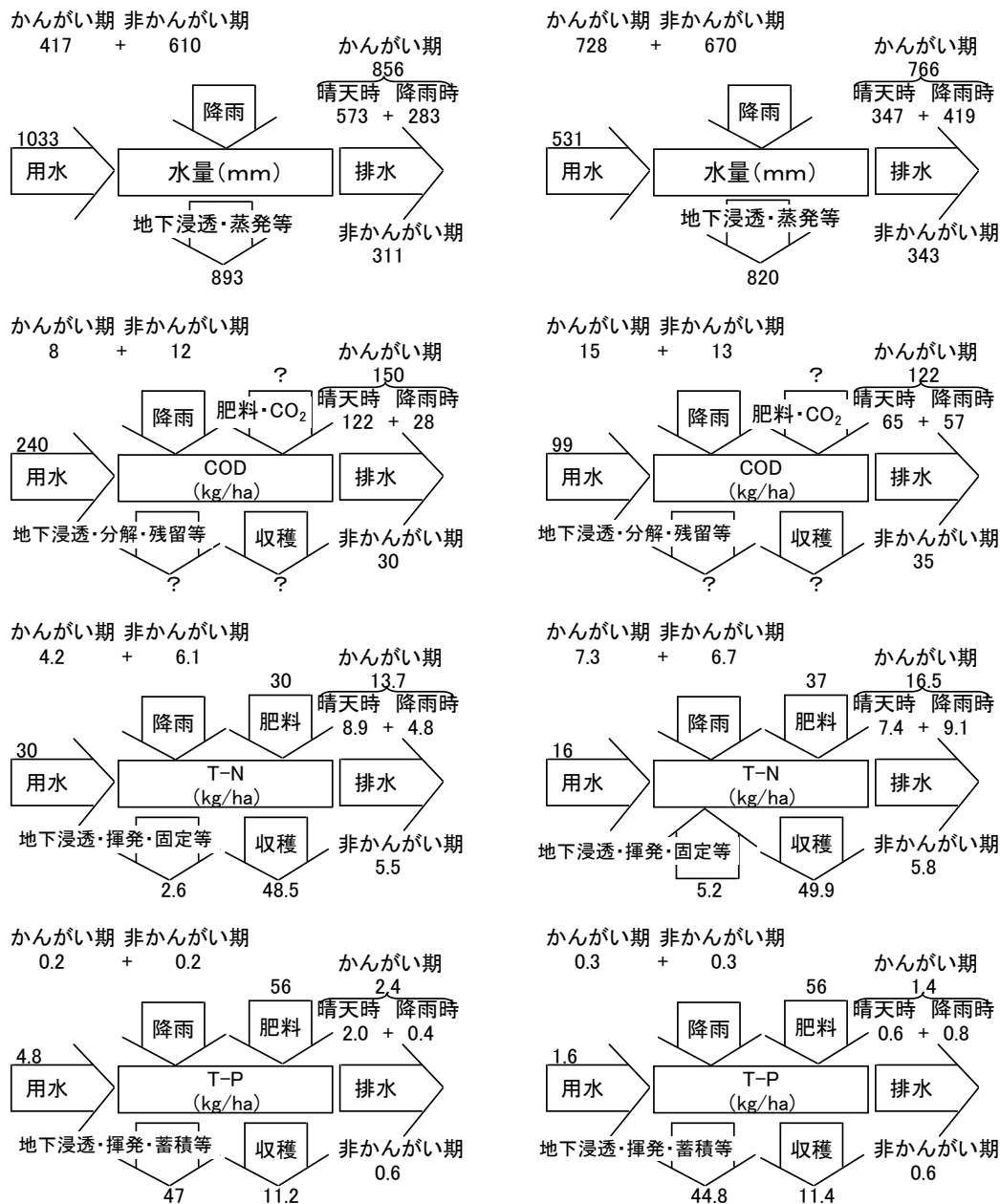
| 文献No. | 調査機関        | 調査年                 | 調査地域 |     |                         | 調査条件等 | 汚濁負荷量原単位 (kg/ha/年) |         |         | 備考 |
|-------|-------------|---------------------|------|-----|-------------------------|-------|--------------------|---------|---------|----|
|       |             |                     | 県名   | 都市名 | 流域名等                    |       | COD                | T-N     | T-P     |    |
| 2-01  | 埼玉県         | 1983. 5～<br>1984. 3 | 埼玉県  |     | 水田団地<br>(56. 52ha)      | 総排出量  | 34. 7              | 26. 5   | 2. 92   |    |
|       |             |                     |      |     |                         | 純排出量  | 20. 8              | 5. 6    | 0. 55   |    |
| 2-02  | 秋田県         | 1982. 4～<br>1983. 3 | 秋田県  |     | 八郎潟中央干拓地<br>(15. 666ha) | 総排出量  | 241. 1             | 39. 2   | 6. 41   |    |
|       |             |                     |      |     |                         | 純排出量  | 55. 3              | 18. 9   | 4. 02   |    |
| 2-03  | 石川県         | 1983. 4～<br>1984. 3 | 石川県  |     | 圃場整備地区<br>(65. 5ha)     | 総排出量  | 341                | 46. 8   | 5. 96   |    |
|       |             |                     |      |     |                         | 純排出量  | 311. 5             | 37. 3   | 5. 05   |    |
| 2-04  | 茨城県         | 1982～<br>1983       | 茨城県  |     | 霞ヶ浦                     | 総排出量  | 475                | 67. 6   | 7. 43   |    |
|       |             |                     |      |     |                         |       | 99. 7              | 63. 4   | 2. 47   |    |
|       |             |                     |      |     |                         |       | 112. 5             | 67. 3   | 2. 29   |    |
|       |             |                     |      |     |                         |       | 186. 9             | 37. 7   | 1. 54   |    |
|       |             |                     |      |     |                         | 純排出量  | 352                | 4. 6    | 3. 8    |    |
|       |             |                     |      |     |                         |       | 31. 4              | 17. 9   | 0. 36   |    |
|       |             |                     |      |     |                         |       | 44                 | 22. 2   | 0. 22   |    |
|       |             |                     |      |     |                         |       | 145                | 27. 0   | 0. 15   |    |
| 2-10  | 東北地建        | 1987                | 岩手県  |     | 北上川上流部<br>(6. 2ha)      | 総排出量  | 158. 89            | 40. 64  | 1. 989  |    |
|       |             |                     |      |     |                         | 純排出量  | -71. 11            | -10. 38 | -0. 921 |    |
| 2-11  | 滋賀県<br>(宇土) | 1994～<br>1995       | 滋賀県  | 守山市 | 琵琶湖<br>(0. 2947ha)      | 総排出量  |                    | 5. 11   |         |    |
|       |             |                     |      |     |                         |       |                    | 17. 57  |         |    |
|       |             |                     |      |     |                         | 純排出量  |                    | -1. 02  |         |    |
|       |             |                     |      |     |                         |       |                    | 6. 11   |         |    |
| 2-16  | 立命館大学       | 2004                | 滋賀県  | 野洲市 | 琵琶湖<br>(1. 36ha)        | 総排出量  |                    | 54      | 28      |    |
|       |             |                     |      |     |                         | 純排出量  |                    | 19      | 24      |    |

(単位：kg/ha/年)

| 水質    | 区分   | 件数 | 最小値    | 最大値    | 平均値    |
|-------|------|----|--------|--------|--------|
| C O D | 総排出量 | 8  | 34. 7  | 475. 0 | 206. 2 |
|       | 純排出量 | 8  | -71. 1 | 352. 0 | 111. 1 |
| T - N | 総排出量 | 11 | 5. 1   | 67. 6  | 42. 3  |
|       | 純排出量 | 11 | -10. 4 | 37. 3  | 13. 4  |
| T - P | 総排出量 | 9  | 1. 54  | 28. 0  | 6. 56  |
|       | 純排出量 | 9  | -0. 92 | 24. 0  | 4. 14  |

#### 参考文献

- 2-01. 埼玉県：昭和 58 年度環境庁委託業務結果報告書（非特定汚染源による汚染防止対策調査），（1984. 3）  
 2-02. 秋田県：昭和 57 年度環境庁委託業務結果報告書（非特定汚染源による汚染防止対策調査），（1983. 3）  
 2-03. 石川県：昭和 58 年度環境庁委託業務結果報告書（非特定汚染源による汚染防止対策調査），（1984. 3）  
 2-04. 茨城県：霞ヶ浦流総現地調査結果資料，（1983）  
 2-10. 建設省東北地方建設局調査：面源汚濁負荷量調査，（1984～1987）  
 2-11. 宇土顕彦：システムとしての水環境問題，システム／制御／情報，Vol. 41，No. 2，（1997）  
 2-16. 立命館大学（竹内）：水田用排水路における物質の流出入に関する実態調査，第 39 回日本水環境学会年会講演集，（2005）



昭和62年度 (S 62.4~63.3)

昭和63年度 (S 63.4~H元.3)

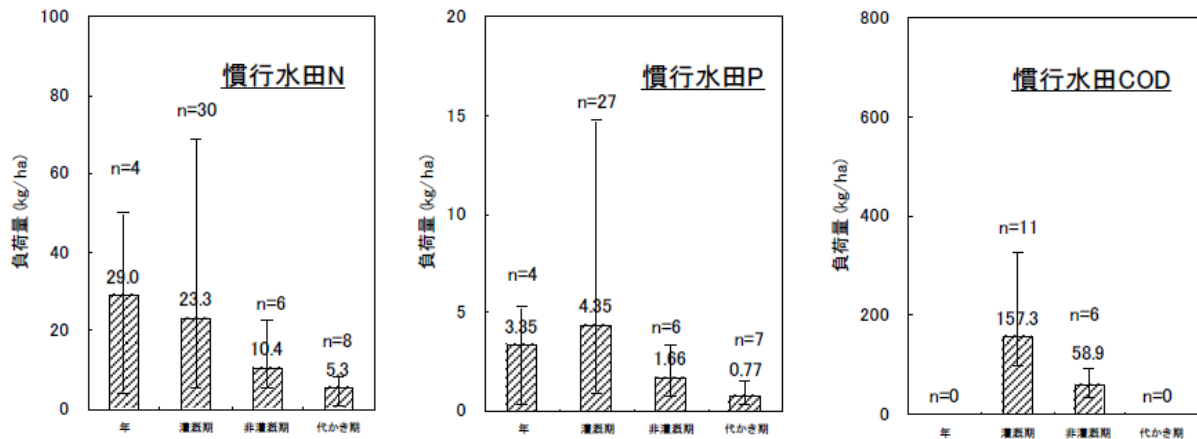
|       | 昭和 62 年度 |        | 昭和 63 年度 |        |
|-------|----------|--------|----------|--------|
|       | 総排出負荷量   | 純排出負荷量 | 総排出負荷量   | 純排出負荷量 |
| C O D | 180      | -60    | 157      | 58     |
| T - N | 19.2     | -10.8  | 22.3     | 6.3    |
| T - P | 3.0      | -1.8   | 2.0      | 0.4    |

(単位 : kg/ha/年, 地下浸透による分を含まない)

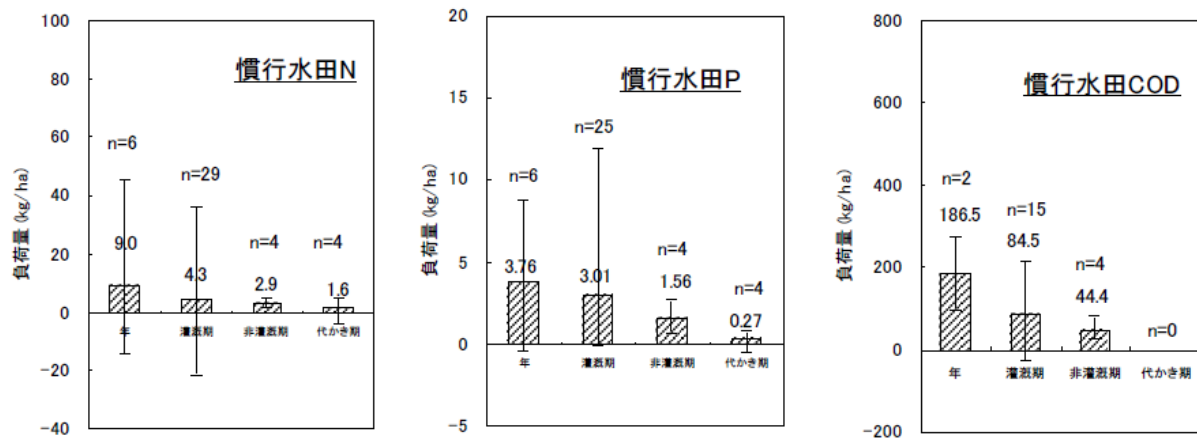
図 4-17 調査水田における水量・物質収支の試算 (千葉県沼南町の例)

出典 : 土木研究所資料 昭和 63 年度下水道関係調査研究年次報告集 pp. 97~103 を一部修正

【慣行水田の単純排出負荷量】



【慣行水田の差し引き排出負荷量（降雨考慮あり）】



【改善水田の単純排出負荷量】

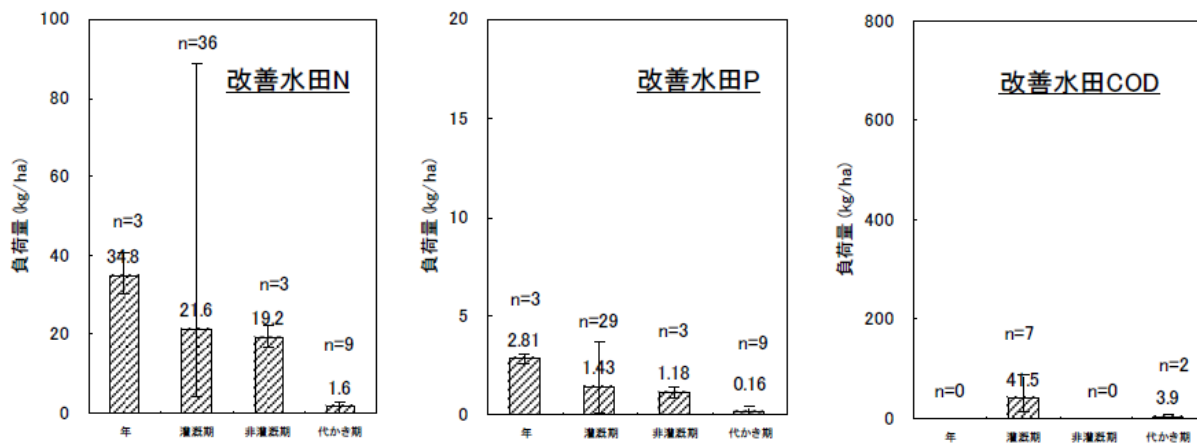


図 4-18 水田からの汚濁負荷量原単位

注) 改善水田：循環灌漑，側条施肥等の何らかの改善が行われた水田

出典：非特定汚染源からの流出負荷量の推計手法に関する研究 H24.3／(社)日本水環境学会



表 4-32 改善水田の排出負荷量原単位と削減率

| N      | 文献数（データ 数） |       | 排出負荷平均値（kg/ha） |      | 削減率（%） |
|--------|------------|-------|----------------|------|--------|
|        | 慣行         | 改善    | 慣行             | 改善   |        |
| 耕法改善   | 4(5)       | 4(9)  | 14.3           | 12.4 | 13%    |
| 無代 かき  | 2(2)       | 2(2)  | 15.2           | 11.3 | 26%    |
| 減代 かき  | 1(1)       | 1(2)  | 15.8           | 10.3 | 35%    |
| 浅水代 かき | 1(2)       | 1(2)  | 12.7           | 11.9 | 7%     |
| 不耕起    | 1(1)       | 1(1)  | 16.3           | 20.5 | -26%   |
| 止め水    | 1(2)       | 1(2)  | 12.7           | 12.3 | 4%     |
| 施肥方法改善 | 2(2)       | 2(3)  | 14.6           | 10.9 | 25%    |
| 緩効肥料   | 1(1)       | 1(1)  | 12.9           | 10.9 | 16%    |
| 側条施肥   | 1(1)       | 1(1)  | 12.9           | 9.4  | 27%    |
| 苗箱     | 1(1)       | 1(1)  | 16.3           | 12.3 | 25%    |
| 灌漑方法改善 | 2(4)       | 2(13) | 33.6           | 36.0 | -7%    |
| 循環灌 がい | 2(4)       | 2(13) | 33.6           | 36.0 | -7%    |

| P         | 文献数（データ 数） |       | 排出負荷平均値（kg/ha） |      | 削減率（%） |
|-----------|------------|-------|----------------|------|--------|
|           | 慣行         | 改善    | 慣行             | 改善   |        |
| 耕法改善      | 3(3)       | 3(5)  | 3.60           | 1.99 | 45%    |
| 無代 かき     | 1(1)       | 2(2)  | 2.75           | 1.68 | 39%    |
| 減代 かき     | 1(1)       | 1(2)  | 5.30           | 1.45 | 73%    |
| 不耕起       | 1(1)       | 1(1)  | 2.50           | 3.70 | -48%   |
| 施肥方法改善    | 1(1)       | 1(1)  | 2.50           | 1.40 | 44%    |
| 苗箱        | 1(1)       | 1(1)  | 2.50           | 1.40 | 44%    |
| 灌 がい 方法改善 | 2(4)       | 2(13) | 1.88           | 1.36 | 28%    |
| 循環灌 がい    | 2(4)       | 2(13) | 1.88           | 1.36 | 28%    |

| COD       | 文献数（データ 数） |      | 排出負荷平均値（kg/ha） |      | 削減率（%） |
|-----------|------------|------|----------------|------|--------|
|           | 慣行         | 改善   | 慣行             | 改善   |        |
| 灌 がい 方法改善 | 1(3)       | 1(3) | 121.0          | 60.4 | 50%    |
| 循環灌 がい    | 1(3)       | 1(3) | 121.0          | 60.4 | 50%    |

出典：非特定汚染源からの流出負荷量の推計手法に関する研究 H24. 3／（社）日本水環境学会

表 4-33 水田からの汚濁負荷量原単位（湖沼水質保全計画）

| 湖沼水質保全計画                        | 策定期 | COD<br>kg/ha/年 | T-N<br>kg/ha/年 | T-P<br>kg/ha/年 | 備考      |
|---------------------------------|-----|----------------|----------------|----------------|---------|
| 茨城県 霞ヶ浦                         | 第6期 | 24.2           | 8.4            | 0.11           | 水稲田     |
|                                 |     | 4.1            | 12.9           | 0.22           | 転作田     |
|                                 |     | 13.6           | 7.3            | 0.31           | 不作付田    |
|                                 |     | 56.9           | 10.4           | 3.21           | ハス田     |
| 千葉県 印旛沼                         | 第6期 | 41.2           | 10.3           | 1.24           |         |
| 千葉県 手賀沼                         | 第6期 | 40.9           | 10.4           | 1.26           |         |
| 滋賀県 琵琶湖                         | 第6期 | 62.7           | 11.4           | 1.58           | かんがい期   |
|                                 |     | 29.1           | 16.5           | 0.55           | 非かんがい期  |
|                                 |     | 43.1           | 14.3           | 0.98           | 通年      |
| 岡山県 児島湖                         | 第6期 | 50.7           | 9.2            | 4.60           |         |
| 長野県 諏訪湖                         | 第6期 | 38.6           | 9.5            | 0.67           | 慣行      |
|                                 |     | 38.6           | 6.8            | 0.64           | 施肥田植    |
| 長野県 野尻湖                         | 第4期 | 42.8           | 18.4           | 0.41           | 慣行      |
|                                 |     | 42.8           | 9.3            | 0.35           | 施肥田植    |
| 宮城県 釜房ダム                        | 第6期 | 49.1           | 21.7           | 0.30           | 水田      |
|                                 |     | 38.4           | 5.0            | 0.29           | 休耕田     |
| 鳥取県・島根県 中海                      | 第5期 | 58.0           | 9.2            | 1.16           | 慣行      |
|                                 |     | 52.6           | 5.8            | 0.82           | 側条施肥    |
| 島根県 宍道湖                         | 第5期 | 58.0           | 9.2            | 1.16           | 慣行      |
|                                 |     | 52.6           | 5.8            | 0.82           | 側条施肥    |
| 秋田県 八郎湖<br>(大潟村)<br><br>(大潟村以外) | 第2期 | 129.6          | 13.9           | 1.83           | 慣行栽培    |
|                                 |     | 82.5           | 11.0           | 1.02           | 不耕起栽培   |
|                                 |     | 72.6           | 8.4            | 1.35           | 無代かき栽培  |
|                                 |     | 67.1           | 8.0            | 1.10           | 乾田直播栽培  |
|                                 |     | 129.6          | 10.6           | 1.57           | 側条施肥    |
|                                 |     | 129.6          | 12.8           | 1.82           | 肥効調節型肥料 |
|                                 |     | 110.2          | 12.8           | 1.61           | 落水管理    |
|                                 |     | 99.6           | 18.3           | 3.98           | 慣行栽培    |
|                                 |     | 63.5           | 14.6           | 2.23           | 不耕起栽培   |
|                                 |     | 55.8           | 11.0           | 2.92           | 無代かき栽培  |
|                                 |     | 51.5           | 6.6            | 2.37           | 乾田直播栽培  |
|                                 |     | 99.6           | 13.9           | 3.39           | 側条施肥    |
|                                 |     | 99.6           | 17.9           | 3.98           | 肥効調節型肥料 |
|                                 |     | 84.7           | 16.4           | 3.50           | 落水管理    |
| 単純平均値                           |     | 48.4           | 10.6           | 1.41           |         |
| 最大値                             |     | 129.6          | 21.7           | 4.60           |         |
| 最小値                             |     | 4.1            | 5.0            | 0.11           |         |

注) 計画において原単位が範囲を有する場合、その中間値を用いて集計した。

(c) 畑 地

表 4-34 に原単位の調査結果例を示す。また参考に、非特定汚染源からの流出負荷量の推計手法に関する研究の結果を図 4-19 に、各湖沼水質保全計画において使用されている畑地からの汚濁負荷量原単位を表 4-35 に示す。

表 4-34 畑地からの汚濁負荷量原単位

| 文献No. | 調査機関    | 調査地域 |        | 調査条件等 | 汚濁負荷量原単位 (kg/ha/年) |           |           | 備考           |
|-------|---------|------|--------|-------|--------------------|-----------|-----------|--------------|
|       |         | 県名   | 流域名等   |       | COD                | T-N       | T-P       |              |
| 2-05  | 小川      |      |        |       |                    | 168       | 0         | 黒ボク土         |
|       |         |      |        |       |                    | 75.8~150  | 0         | モデル圃場        |
|       | 浅野、谷田沢  |      |        |       |                    | 19.4      |           | 普通作物         |
|       |         |      |        |       |                    | 77.4      |           | 野菜           |
| 2-06  | 琵琶湖工事   |      |        | 純排出量  |                    | 45.3      | 0.5       | 表面流出+地下流出    |
|       |         | 滋賀県  | 琵琶湖    | 総排出量  |                    | 30.99     | 2.427     |              |
|       |         |      |        |       |                    | 73.73     | 1.456     |              |
|       |         |      |        | 総排出量  |                    | 43.8      | 0.58      | 出典：茨城県       |
|       | 中西、浮田   | 山口県  | 徳山湾    | 総排出量  |                    | 15.4~21.9 | 0.47~0.99 | 麦類           |
|       |         |      |        |       |                    | 21.2~30.1 | 0.66~1.40 | イモ類          |
|       |         |      |        |       |                    | 6.7~9.6   | 0.42~0.89 | 豆類           |
| 2-04  | 茨城県     | 茨城県  | 霞ヶ浦    |       | 4.9                | 52.6      | 0.32      | 表面流出+地下流出、晴天 |
|       |         |      |        |       | 21.9               | 19.4      | 0.43      | 日負荷+雨天日負荷で算定 |
| 2-07  | 寺田、吉田   | 長崎県  | 大村湾    |       | 3.99               | 27.9      | 0.23      |              |
| 2-08  | 松下、他    |      |        |       |                    | 29.8~44.7 |           |              |
|       |         |      |        |       |                    | 29        |           | 無施用区         |
|       |         |      |        |       |                    | 103       |           | 施用区          |
|       |         | 滋賀県  | 琵琶湖    |       |                    | 13.3      | 0.1       |              |
|       | 国試久留米   |      |        |       |                    | 87        |           |              |
| 2-09  |         | 大分県  |        |       |                    | 27.4~76.6 |           | タバコ、カンショ等    |
|       |         | 愛知県  |        |       |                    | 142~163   | 0.43~0.81 | ナシ、ブドウ等      |
|       |         | 滋賀県  |        |       |                    | 238       | 0.39      | 茶            |
|       |         | 茨城県  |        |       |                    | 84.3~106  | 0.1       | メロン、スイカ等     |
|       |         | 愛媛県  |        |       |                    | 145       | 1.25      | 伊予柑、みかん等     |
| 2-10  | 東北地建    | 岩手県  | 北上川上流部 | 総排出量  | 40.74              | 53.59     | 1.095     |              |
|       |         |      |        | 純排出量  | 49.63              | 93.36     | 1.786     |              |
| 2-11  | 中国地建    | 広島県  | 世羅台地   | 総排出量  | 39.9               | 28.84     | 1.18      | 梨園           |
| 2-12  | 茨城県     | 茨城県  | 霞ヶ浦    |       | 8.9                | 8.1       | 0.31      | N, Pは施肥量より算定 |
| 2-13  |         | 滋賀県  | 琵琶湖    |       | 22.6               | 95.3      | 0.20      |              |
| 2-14  | 永田、他    | 岡山県  |        |       | 8.2                | 2.4       | 0.65      | 柿、夏季の調査      |
| 2-15  | 武田、他    | 島根県  | 斐伊川    |       | 66                 | 181       | 1.15      | 茶            |
| 2-16  | 野中、加村   | 新潟県  | ライシメータ |       |                    | 184       |           | タバコ、大根       |
| 2-17  | 成松、武田ら  | 島根県  | ライシメータ |       | 32~37              |           | 3.67~3.85 | トウモロコシ、白菜    |
| 2-18  | 国立公害研究所 | 長野県  | 諏訪湖    |       |                    | 279       | 0.16      | セロリ、キャベツ、白菜等 |
| 2-19  | 国松、駒井   | 滋賀県  | 琵琶湖    |       | 283                | 45.9      | 14.1      | 牧草地          |
| 2-20  | 山本、中曽根ら | 静岡県  | 丹野川    |       |                    | 491       |           | 茶            |
| 2-21  | 武田、国松   | 島根県  |        |       | 59                 | 114       | 0.68      | 茶            |
| 2-22  | 松尾、馬場ら  | 福岡県  |        |       |                    | 462       |           | 茶            |
| 最小値   |         |      |        |       | 4.0                | 2.4       | 0.00      |              |
| 最大値   |         |      |        |       | 283.0              | 491.0     | 14.10     |              |
| 平均値   |         |      |        |       | 49.5               | 100.4     | 1.28      |              |

参考文献

2-05. 環境庁：非特定汚染源による汚染防止対策調査報告書－文献調査－，pp. 38~41，278~283，(1985.1)

2-06. 中西，浮田：“内湾へ流入する窒素，燐の汚濁負荷解析”，月刊海洋科

- 学, Vol. 10, No. 10, pp. 831~840, (1978)
- 2-07. 寺田, 吉田: "大村湾における雑排水問題－流入汚濁負荷量調査結果から－", 水, Vol. 25-9, No. 344, pp. 64~73, (1983)
- 2-08. 環境庁: 水質汚濁負荷削減計画手法の再検討調査報告書, (株) E X都市研究所, (1976. 3)
- 2-09. 環境庁: 湖沼水質保全対策効果検証基礎調査(1992. 3)
- 2-10. 建設省東北地方建設局調査: 面源汚濁負荷量調査, (1984~1987)
- 2-11. 建設省中国地方建設局調査: 自然汚濁負荷量調査, (1988~1990)
- 2-12. 茨城県: 湖沼水質保全計画及び富栄養化防止基本計画策定関係資料集, (1993. 3)
- 2-13. 滋賀県: 琵琶湖に係わる湖沼水質保全計画の策定について, (1992)
- 2-14. 永田裕ら: 非特定汚染源の汚濁負荷量の原単位調査について 岡山大学附属農場柿園の事例, 農業土木学会中国四国支部講演会講演要旨, (1996)
- 2-15. 武田育郎: 茶園からの汚濁物質の流出特性, 農業土木学会中国四国支部講演会講演要旨, (1994)
- 2-16. 野中, 加村: ライシメータによる砂丘畑地の施肥窒素の溶脱と窒素収支, 日本土壤肥科学雑誌, (1995. 第 66 巻. P372-380)
- 2-17. 成松, 武田ら: 畑地からのリンとCOD成分の表面流出, 農業土木学会論文集, (1998. 12. P921-926)
- 2-18. 平田, 村岡ら: 畑地における水分と物質の移動特性に関する研究(Ⅱ) 水収支・物質収支の数値シミュレーション, 国立公害研究所研究報告, (1986. 第 94 号. P105-117)
- 2-19. 国松, 駒井: 農林地ノンポイント汚染の実測と原単位-牧草地を例にして, 水環境学会誌, (2007. Vol130. No14. P14-18)
- 2-20. 山本, 中曽根ら: 連続測定による茶園地帯における窒素の長期流出負荷とその収支, 水環境学会誌, (2005. Vol128. No1. P43-48)
- 2-21. 武田, 国松ら: 茶園小流域からの窒素, リン, CODの排出負荷量の推定, 水環境学会誌, (2002. Vol125. No9. P53-58)
- 2-22. 松尾, 馬場ら: 窒素フロー収支からみた畑地施肥量削減の効果－茶畑の事例－, 福岡県保険環境研究所年報, (2000. 第 27 号. P54-59)

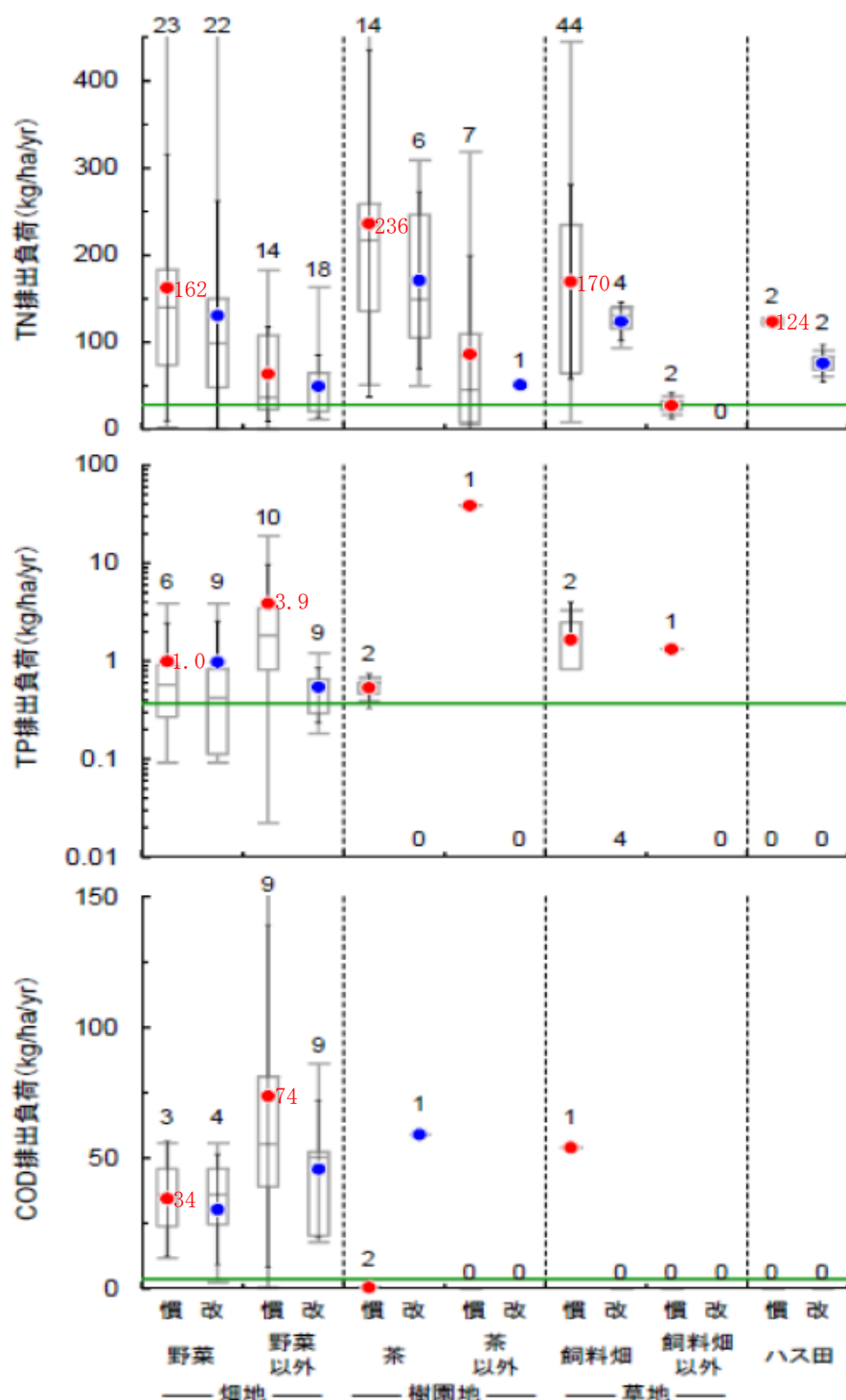


図 4-19 慣行及び改善農法での畑地，樹園地，草地で及びハス田からの汚濁負荷量原単位

注) 灰色線のボックスプロットは最小値・第2四分位・中央値・第3四分位・最大値，丸プロットは算術平均値（エラーバーは標準偏差），緑の水平線は削減計画原単位，黒数値はデータ数，赤数値は負荷量原単位を示す。

出典：非特定汚染源からの流出負荷量の推計手法に関する研究 H24.3／(社)日本水環境学会

表 4-35 畑地からの汚濁負荷量原単位（湖沼水質保全計画）

| 湖沼水質保全計画   | 策定期 | T-N<br>kg/ha/年 | T-P<br>kg/ha/年 | 備考    |
|------------|-----|----------------|----------------|-------|
| 茨城県 霞ヶ浦    | 第6期 | 16.2           | 0.22           |       |
| 千葉県 印旛沼    | 第6期 | 36.2           | 0.41           |       |
| 千葉県 手賀沼    | 第6期 | 36.1           | 0.39           |       |
| 滋賀県 琵琶湖    | 第6期 | 95.3           | 0.20           |       |
| 岡山県 児島湖    | 第6期 | 2.4            | 0.65           |       |
| 長野県 諏訪湖    | 第6期 | 23.8           | 0.34           |       |
| 長野県 野尻湖    | 第4期 | 52.6           | 0.33           |       |
| 宮城県 釜房ダム   | 第6期 | 16.1           | 0.49           | 牧草    |
|            |     | 7.0            | 0.49           | 大根    |
|            |     | 25.1           | 0.49           | 野菜その他 |
|            |     | 5.0            | 0.29           | 休耕地   |
| 鳥取県・島根県 中海 | 第5期 | 17.2           | 0.36           |       |
| 島根県 宍道湖    | 第5期 | 17.2           | 0.36           |       |
| 秋田県 八郎湖    | 第2期 | 12.0           | 0.29           |       |
| 単純平均値      |     | 29.5           | 0.36           |       |
| 最大値        |     | 52.6           | 0.65           |       |
| 最小値        |     | 2.4            | 0.20           |       |

注）計画において原単位が範囲を有する場合、その中間値を用いて集計した。

#### （d） 市 街 地

市街地から発生する点源以外の汚濁負荷として、道路面、屋根、宅地、間地等に堆積した、大気中からの浮遊物質・降下ばいじん、動物の排泄物、小動物の死骸、落葉などさまざまなものがある。これらは晴天時に堆積し、雨天時に降水によって運ばれ公共用水域に排出される。このため、日本水環境学会ノンポイント汚染研究委員会では、市街地からの排出負荷量はhaあたりの年間平均汚濁負荷量原単位ではなく、1降雨（event）当りで汚濁負荷量を算定する方が実態の流出現象を把握しやすいとの知見も得られているため参考とされたい。

表 4-36 に各種調査結果の例を示す。また参考に、非特定汚染源からの流出負荷量の推計手法に関する研究の結果を図 4-20 に、各湖沼水質保全計画において使用されている市街地（その他）からの汚濁負荷量原単位を表 4-37 に示す。

表 4-36 市街地からの汚濁負荷量原単位

| 文献No. | 調査機関      | 調査年                    | 調査地域  |              | 調査条件等           |          |      |            | 汚濁負荷量原単位(kg/ha/年) |       |       |      |      | 備考           |
|-------|-----------|------------------------|-------|--------------|-----------------|----------|------|------------|-------------------|-------|-------|------|------|--------------|
|       |           |                        | 都市名   | 地区等          | 排水面積(ha)        | 年降水量(mm) | 流出率  | 人口密度(人/ha) | BOD               | COD   | SS    | T-N  | T-P  |              |
| 3-01  | 斎藤、岡澤     | 1974                   | (中都市) |              | 13.69           | 1200     |      | 71.2       | 191               | 34    | 735   | 4.5  | 1.6  | 平均水質×年間降水量   |
|       |           |                        | (大都市) |              | 17.17           | 1367     |      | 152.2      | 166               | 102   | 562   | 14.1 | 1.3  | ×流出率         |
| 3-02  | 環境庁       | 1981                   | 北九州市  | 朝日ヶ丘         |                 | 1690     | 0.52 | 138        | 605               | 378   | 2,390 | 33.5 | 6.5  | 平均水質×年間降水量   |
|       |           | 1980                   | 神戸市   | 花隅           |                 | 1385     | 0.35 | 162        | 168               | 208   | 1,304 | 34.2 | 5.8  | ×流出率         |
|       |           | 1979                   | 山形市   | 緑町           |                 | 1163     | 0.37 | 70.6       | 102               | 90    | 904   | 17.6 | 3    |              |
|       |           | 1982                   | 千葉市   | さつき          |                 | 1460     | 0.19 | 130        | 59                | 55    | 105   | 19.1 | 0.9  |              |
| 3-03  | 土研        | 1973～1975<br>1976～1979 | 神戸市   | 花隅           | 17.17           | 1317     | 0.58 | 157        | 167               | 159   | 1,134 | 23.1 | 1.9  | 降水量－負荷量の相関式を |
|       |           |                        |       | 北須磨          | 26.75           | (S.58)   | 0.65 | 121        | 41                | 101   | 755   | 11.1 | 0.9  | 用いた積み上げ計算結果  |
| 3-04  | 下水道       | 1994                   | 志賀町   | 住宅団地         | 46.71           |          |      | －          | 39                | 53    | 151   | 8.5  | 1.9  | 1降雨降雨量－1降雨負  |
|       |           | 新技術<br>推進<br>機構        | 1995  | 大津市          | 上流は住宅地、下流は駅前商店街 | 66.18    |      |            | －                 | 24    | 34    | 210  | 6.4  | 0.7          |
|       | 1994      |                        | 茅野市   | 住宅団地         | 7.81            |          |      | －          | 157               | 222   | 435   | 39.6 | 3.0  | み上げ計算結果      |
|       | 1995      |                        | 岡谷市   | 幹線道路に接した住宅団地 | 5.5             |          |      | －          | 87                | 126   | 1,410 | 11.1 | 2.7  |              |
|       | 1993～1994 |                        | 我孫子市  | 住宅団地         | 15.88           |          |      | －          | 36                | 45    | 183   | 11.6 | 0.9  |              |
|       | 1994～1995 |                        | 牛久市   | 住宅団地         | 67              |          |      | －          | 28                | 43    | 314   | 5.0  | 0.6  |              |
|       | 1995      |                        | つくば市  | 飲食店街         | 5.26            |          |      | －          | 53                | 71    | 463   | 7.8  | 0.8  |              |
|       | 3-05      | 茨城県                    | 1988  |              | 霞ヶ浦流域           |          |      |            | －                 | －     | 42.7  | －    | 5.5  | 0.55         |
| 3-06  | 滋賀県       |                        |       |              |                 |          |      | －          | －                 | 52.6  | －     | 14.1 | 0.73 |              |
| 3-07  |           |                        |       |              |                 |          |      | －          | －                 | 102.6 | －     | 25.0 | 0.89 |              |
| 最小値   |           |                        |       |              |                 |          |      |            | 24                | 34    | 105   | 4.5  | 0.6  |              |
| 最大値   |           |                        |       |              |                 |          |      |            | 605               | 378   | 2,390 | 39.6 | 6.5  |              |
| 平均値   |           |                        |       |              |                 |          |      |            | 128               | 107   | 737   | 16.2 | 1.9  |              |

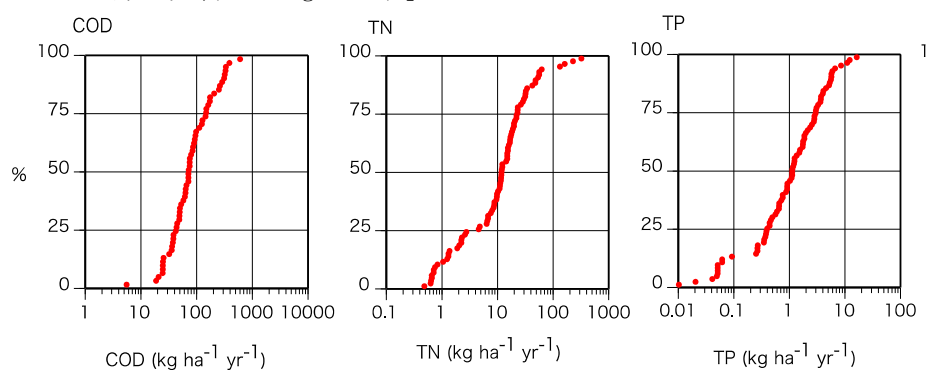
注 1. 平均水質は、4 降雨の 5 分間隔採水調査をもとにして算定した。

2. 分流式下水道からの雨水流出水に関するデータベース（土研資料第 1549 号）をもとに、神戸市・花隈、北須磨における降雨量と流出負荷量の相関式を作成し、神戸市の平均的な年間降雨量の年（S.58 を採用）の全降雨に適用して年間負荷量を積み上げた。

参考文献

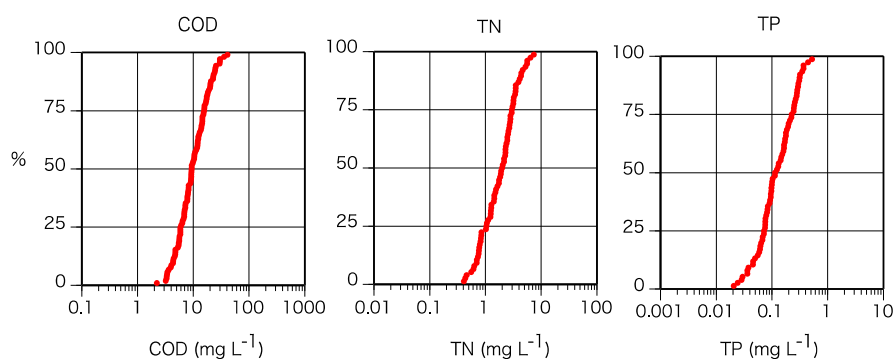
- 3-01. 斎藤健次郎、岡澤邦明：『降雨に伴う都市域からの汚濁負荷流出』，第 11 回下水道発表会講演集，pp. 62～64，（1974）
- 3-02. 環境庁：非特定汚染源負荷調査マニュアル，（1989. 3）
- 3-03. 建設省土木研究所：分流式下水道からの雨水流出水に関するデータベース（土研資料第 1549 号），（1980. 1）
- 3-04. （財）下水道新技術推進機構：広域的な新市街地等汚濁負荷削減手法に関する調査その 3，（1995）
- 3-05. 茨城県：湖沼水質保全計画及び富栄養化防止基本計画策定関係資料集，（1993. 3）
- 3-06. 滋賀県：琵琶湖に係わる湖沼水質保全計画の策定について，（1992）
- 3-07. 都市域におけるノンポイントソースに起因する雨天時流出汚濁負荷，都市水環境の保全・再生と下水道の役割に関する調査 平成 7 年度，（1996）

【年間の ha あたり汚濁負荷量 kg/ha/年】



| kg ha <sup>-1</sup> yr <sup>-1</sup> | COD    | TN   | TP      |
|--------------------------------------|--------|------|---------|
| データ数                                 | 60     | 85   | 82      |
| 中央値                                  | 70     | 11   | 1.1     |
| 25%値～75%値                            | 42～142 | 4～21 | 0.4～2.9 |
| 幾何平均値                                | 75     | 9    | 0.9     |
| 単純平均値                                | 111    | 24   | 2.1     |

【1 降雨当りの平均水質 mg/L】



| mg L <sup>-1</sup> | COD        | TN        | TP        |
|--------------------|------------|-----------|-----------|
| データ数               | 103        | 74        | 74        |
| 中央値                | 9.08       | 1.94      | 0.11      |
| 25%値～75%値          | 5.81～14.87 | 1.02～2.84 | 0.07～0.21 |
| 幾何平均値              | 9.53       | 1.75      | 0.12      |

図 4-20 市街地からの汚濁負荷量原単位と累積度数

出典：非特定汚染源からの流出負荷量の推計手法に関する研究

／日本水環境学会ノンポイント汚染研究委員会調べ(2014 年)



表 4-37 市街地からの汚濁負荷量原単位（湖沼水質保全計画）

| 湖沼水質保全計画   | 策定期 | COD<br>kg/ha/年 | T-N<br>kg/ha/年 | T-P<br>kg/ha/年 | 備考 |
|------------|-----|----------------|----------------|----------------|----|
| 茨城県 霞ヶ浦    | 第6期 | 55.8           | 9.9            | 0.91           |    |
| 千葉県 印旛沼    | 第6期 | 65.7           | 13.5           | 1.26           |    |
| 千葉県 手賀沼    | 第6期 | 65.7           | 13.5           | 1.26           |    |
| 滋賀県 琵琶湖    | 第6期 | 52.6           | 14.1           | 0.73           |    |
| 岡山県 児島湖    | 第6期 | 35.9           | 7.5            | 0.70           |    |
| 長野県 諏訪湖    | 第6期 | 38.1           | 10.9           | 0.46           |    |
| 長野県 野尻湖    | 第4期 | 43.8           | 12.8           | 0.65           |    |
| 宮城県 釜房ダム   | 第6期 | 57.7           | 5.4            | 0.26           |    |
| 鳥取県・島根県 中海 | 第5期 | 58.4           | 16.8           | 0.84           |    |
| 島根県 宍道湖    | 第5期 | 58.4           | 16.8           | 0.84           |    |
| 秋田県 八郎湖    | 第2期 | 52.2           | 9.9            | 1.17           |    |
| 単純平均値      |     | 53.1           | 11.9           | 0.83           |    |
| 最大値        |     | 65.7           | 16.8           | 1.26           |    |
| 最小値        |     | 35.9           | 5.4            | 0.26           |    |

注）計画において原単位が範囲を有する場合、その中間値を用いて集計した。

#### （e） 大気降下物

大気中の成分の地表面への降下には、大気成分が雨、雪、霧などの降水によって地表に運ばれ沈着する湿性沈着と、水滴の助けなしに直接地表面に沈着する乾性沈着があり、乾性沈着は湿性沈着とともに大気成分の重要な除去過程である。

大気降下物による負荷を評価する場合、乾性沈着を含めた全降下物からの負荷量を用いるべきであり、湿性沈着（降水）のみによる負荷量を用いると過小評価となることに留意する。

また、大気降下物による汚濁負荷量は地域の大気汚染等の状況に左右されるため、調査対象地域におけるデータを採用することが望ましい。表 4-38 に調査結果の例を示す。

また参考に、非特定汚染源からの流出負荷量の推計手法に関する研究の結果を表 4-39 に、各湖沼水質保全計画において使用されている湖面に直接流入する降雨の水質、汚濁負荷量原単位を表 4-40 に示す。

表 4-38 大気降下物の汚濁負荷量原単位

| 文献No | 調査機関            | 調査年       | 調査地域 |     | 汚濁負荷量原単位  |         |
|------|-----------------|-----------|------|-----|-----------|---------|
|      |                 |           |      |     | (kg/ha/年) |         |
|      |                 |           |      |     | T-N       | T-P     |
| 5-01 | 田淵, 高村          | 1961-1980 |      |     | 6.1～18    | 0.1～0.6 |
| 5-02 | 國松, 須戸          | 1975-1981 | 滋賀県  | 草津市 | 15.2±4.1  | 0.486   |
|      |                 | 1990-1992 |      |     |           | ±0.146  |
| 5-03 | 國松, 須戸, 島田, 海老沢 | 1989      | 滋賀県  | 朽木村 | 12.6      | 0.478   |
| 5-04 | 國松, 須戸          | 1991-1995 | 滋賀県  |     | 13～21     | 0.6～1.2 |
| 5-05 | 多田              |           |      |     | 10        | 0.1     |
| 5-06 | 梅本, 駒井, 井上      | 1995-1999 | 兵庫県  | 神戸市 | 15        | 0.11    |
|      |                 | 1995-1999 | 兵庫県  | 生野町 | 9.3       | 0.14    |
| 最小値  |                 |           |      |     | 6.1       | 0.10    |
| 最大値  |                 |           |      |     | 21.0      | 1.20    |
| 平均値  |                 |           |      |     | 13.0      | 0.37    |

## 参考文献

- 5-01. 田淵俊雄, 高村義親 (1985) 集水域からの窒素・リンの流出, pp. 18-37, 東京大学出版会, 東京.
- 5-02. 國松孝男, 須戸幹 (1994) 大気降下物によるチッソ, リンの供給とその変動, 環境技術, 23, 710-713
- 5-03. 國松孝男, 須戸幹, 島田佳津比古 (1992) 朽木『朝日の森』落葉広葉樹二次林における水質形成機構に関する研究 (I) 隣接する 2 試験流域から流出する溪流水の水質特性の比較, 森林文化研究, 13, 81-94
- 5-04. 國松孝男, 須戸幹 (1997) 森林溪流の水質と汚濁負荷流出の特徴, 琵琶湖研究所所報, No. 14, 6-15
- 5-05. 多田邦尚 (1998) 降水中の窒素・リン濃度と内湾への栄養塩負荷, 海と空, 73, 125-130
- 5-06. 梅本諭, 駒井幸雄, 井上隆信 (2001) 都市域, 山林域における湿性降下物および全大気降下物による窒素, リンの負荷量, 水環境学会誌, 24, 5, 300-307

表 4-39 大気降下物の水質項目別原単位 (kg/ha/年)

| 項目                 | データ数 | 最大値  | 最小値  | 平均値  | 中央値  |
|--------------------|------|------|------|------|------|
| TN                 | 48   | 30.2 | 1.49 | 9.63 | 8.62 |
| DN                 | 28   | 17.0 | 6.7  | 11.4 | 11.5 |
| NO <sub>3</sub> -N | 1411 | 21.6 | 0.10 | 3.0  | 2.4  |
| NH <sub>4</sub> -N | 1410 | 32.9 | 0.11 | 4.2  | 2.9  |
| TON                | 1    | 1.8  | 1.8  | 1.8  | 1.8  |
| PN                 | 24   | 0.88 | 0.14 | 0.42 | 0.37 |
| TP                 | 41   | 1.1  | 0.03 | 0.19 | 0.10 |
| DP                 | 28   | 0.58 | 0.04 | 0.15 | 0.11 |
| PO <sub>4</sub> -P | 27   | 0.48 | 0.02 | 0.11 | 0.08 |
| TOP                | 1    | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 |
| PP                 | 24   | 0.19 | 0.03 | 0.10 | 0.09 |
| COD(Mn)            | 28   | 65   | 8.2  | 29   | 27   |
| D-COD(Mn)          | 11   | 28   | 12   | 21   | 22   |
| TOC                | 1    | 34   | 34   | 34   | 34   |
| BOD                | 1    | 43.8 | 43.8 | 43.8 | 43.8 |
| SS                 | 1    | 269  | 269  | 269  | 269  |

出典：非特定汚染源からの流出負荷量の推計手法に関する研究 H24.3／(社)日本水環境学会

表 4-40 湖面に直接流入する降雨の水質と汚濁負荷量原単位 (湖沼水質保全計画)

| 湖沼水質保全計画   | 策定期 | 単位      | COD  | T-N   | T-P    |
|------------|-----|---------|------|-------|--------|
| 茨城県 霞ヶ浦    | 第6期 | mg/L    | 3.45 | 1.770 | 0.0800 |
| 滋賀県 琵琶湖    | 第6期 | mg/L    | 1.78 | 0.632 | 0.0180 |
| 鳥取県・島根県 中海 | 第5期 | mg/L    | 1.60 | 0.730 | 0.0059 |
| 島根県 宍道湖    | 第5期 | mg/L    | 1.60 | 0.730 | 0.0059 |
| 単純平均値      |     | mg/L    | 2.11 | 0.966 | 0.0275 |
| 千葉県 印旛沼    | 第6期 | kg/ha/年 | 35   | 8.7   | 0.33   |
| 千葉県 手賀沼    | 第6期 | kg/ha/年 | 35   | 8.7   | 0.33   |
| 岡山県 児島湖    | 第6期 | kg/ha/年 | 46   | 12.6  | 0.52   |
| 長野県 諏訪湖    | 第6期 | kg/ha/年 | 25   | 6.6   | 0.35   |
| 長野県 野尻湖    | 第4期 | kg/ha/年 | 24   | 7.0   | 0.08   |
| 宮城県 釜房ダム   | 第6期 | kg/ha/年 | 28   | 7.1   | 0.36   |
| 秋田県 八郎湖    | 第2期 | kg/ha/年 | 42   | 13.1  | 0.37   |
| 単純平均値      |     | kg/ha/年 | 34   | 9.1   | 0.33   |

#### 4-2-10. 負荷算定時の留意事項

調査区域における排水基準について、一律基準より厳しい上乘せ基準、規制項目の追加（横出し規制）、規制対象となる排出水の量の切下げ（裾下げ規制）、特定事業場以外の工場・事業場に対する規制、総量規制等都道府県で規制している事項について調査する。また、このような規制の背景、根拠についても十分調査する。

#### 【解 説】

##### 1) 排水基準等

事業場等から排出される排水については、水質汚濁防止法に基づき一律基準が定められており、また、同法に基づいて都道府県は公共用水域の汚染状態に応じて必要な規制を定めることができるとなっている。従って、規制の内容、背景および根拠、実施状況を十分に調査し、水質環境基準を達成・維持するための施策を決める資料とする。

また、条例の他に、都道府県、市町村と立地企業の間で様々の協定等（公害防止協定等）を締結している例があるので、これらの実施についても調査する。

## 5. 汚濁解析

汚濁解析において、河川を対象にする場合と湖沼等閉鎖性水域を対象にする場合等とは、調査対象水質、対象水域内での汚濁解析方法、流達負荷量の設定方法が異なるため、対象水域に応じた取り扱いを行う必要がある。河川と閉鎖性水域の違いについての基本的な考え方を表 5-1 に示す。なお、本章で「高水時」とは流域での降雨に伴い河川流量が増大している時とし、「低水時」とはそれ以外の時とする。

表 5-1 汚濁解析における河川と閉鎖性水域の違い

| 対 象 水 域                      | 河 川                                                                                                                       | 閉鎖性水域（湖沼・海域）                                                                                                                                |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 調査対象水質                       | BOD                                                                                                                       | COD, 全窒素, 全磷                                                                                                                                |
| 面 源 汚 濁 負 荷 量<br>原 単 位 の 設 定 | <ul style="list-style-type: none"> <li>自然汚濁負荷量分を見込む。</li> </ul>                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>降雨時の表面流出により多くの汚濁負荷が流出する。</li> <li>水田, 畑地, 市街地, 山林等に区分して設定する。</li> <li>水面への降雨による汚濁負荷も勘案する。</li> </ul> |
| 流域から水域への<br>汚濁負荷流達機構         | <ul style="list-style-type: none"> <li>低水流量時に対応する流達率を用いる。</li> </ul>                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>低水時に堆積した汚濁負荷が高水時に流出する分も勘案する。このため、河川の場合より平均的な流達率が大きくなる。</li> </ul>                                    |
| 水域内での汚濁解析                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>河川内での流下に伴う浄化作用（分解・沈殿・吸着）を勘案する。</li> <li>水質はある時点（低水流量時）の流出負荷量と流量によって決まる。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>水域内での移流, 拡散, 分解, 沈降, 藻類による生産等を勘案する。</li> <li>長期間の湖沼・海域への流達負荷量が水質に影響する。</li> </ul>                    |

注) 1. 文献によっては、「低水時」を「晴天時」又は「平常時」と、「高水時」を「降雨時」又は「洪水時」と呼んでいるものもある。  
 2. 堰等で停滞水域の富栄養化が問題となる河川域では、全窒素・全磷を調査対象水質とすることを検討する。

## 5-1. 自然的条件の現況と見通し

### 5-1-1. 地形の概要

調査区域の地形図を整理，作成し，地形の概要，特に河川・水路の状況および流域の概要を把握し，調査・整理する。

#### 【解 説】

調査区域の地形は流総計画を立案する基礎ともなるものであり，道路，丘陵，湖沼，河川等の概要について把握する。

特に河川・水路の状況および流域の概要は汚濁解析の基本ともなるものであるので，必要に応じて中小河川や小水路の流域の区域および面積を地形図に図示する。

### 5-1-2. 河川，湖沼，海域の概要

河川，湖沼，海域に関しては，次の事項について調査する。

- 1) 流量および水位等の現況
- 2) 既存の用水路および排水路の状況
- 3) 河川整備計画等の諸計画

#### 【解 説】

下水道計画は河川，湖沼，海域の流域特性を十分勘案して策定しなければならない。そこで調査に関係する河川等の特性を把握する。

#### 1) 流量および水位等の現況

公共用水域の目標負荷量，自浄作用および下水処理水の放流先の位置などの決定のために，調査水域における現況の流量，水位等の資料を既往の資料を中心に収集，整理する。

##### a) 河 川

河川にあつては，必要な事項について過去 10 ヶ年以上の資料について調査する。

例) 低水流量，渇水流量，平均流量，比流量，平水位，低水位，流量(水位)と平均流速との関係  
許可・慣行水利権の推移

##### b) 湖 沼

湖沼にあつては，次の事項について過去 10 ヶ年以上の資料について調査する。

例) 平水位，低水位，流入量，流出量

##### c) 海 域

海域にあつては，次の事項について過去 10 ヶ年以上の資料について調査する。

例) 塑望平均満潮位，塑望平均干潮位，小潮平均干潮位，潮流の流速と流向，恒流の流速と流向

## 2) 既存の用水路および排水路の状況

下水の排除については、河川および既存の排水路の有効利用を考えるため、排水系統、排水能力、排水状況等について調査する。また、下水処理水の放流先決定の資料として、用水路についてもその取水口の位置、取水量、用途等について調査する。

## 3) 河川整備計画等の諸計画

河川整備計画や、海岸保全計画、港湾計画、湖沼水質保全計画等について、必要に応じてその内容や実施時期等について調査する。

### 5-1-3. 気象条件の調査

気象条件については、次の事項について調査することが望ましい。

- 1) 降水量調査
- 2) 湖沼、海域における風向、風速調査
- 3) 湖沼、海域における水温調査

#### 【解 説】

### 1) 降水量調査

本調査においては、雨水排除計画までは策定しないが、湖沼、海域の汚濁解析で必要となるため、降雨の地域分布の状況および強度等について調査する。

### 2) 風向、風速調査

湖沼、海域の汚濁解析で風向、風速の影響を加味する必要がある場合には調査する。

### 3) 水温調査

湖沼、海域の汚濁解析で必要な場合は、水温について調査する。特に、水深が深い湖沼、海域では、水温の鉛直分布についても必要に応じて調査する。

## 5-2. 流域ブロック別汚濁負荷量

### 5-2-1. ブロック分割

汚濁解析を行って水質環境基準を達成するために必要な目標負荷量を算定する基点は、原則として水質環境基準の基準点とする。その他必要に応じて独自の基点を設け、これらを水質基点と呼ぶ。

この水質基点の水質予測を行うために、支川などの流入状況を勘案して、流域のブロック分割を行う。

#### 【解 説】

水質環境基準類型指定は、河川であれば区間で、湖沼、海域であれば区域で示される。これらの区間、区域内のすべての地点において水質計算を行ったり、また、基準が守られているかどうか

かを調査監視するのは困難であるので、区域内で代表的な点を選定して目標負荷量および削減負荷量を決定する。

これら水質基点の評価が可能な流域のブロック分割を行う。ブロック分割の際には、全体の流域界や支川の流入状況を勘案して設定する。

## 5-2-2. ブロック別汚濁負荷量

汚濁負荷量は、排出源の分布状況を勘案してブロック別に算定する。また、非常に大きな汚濁負荷量を排出する工場群などは必要に応じて単独に取扱う。

### 【解 説】

ブロック別の汚濁負荷量は、「4-2. 排水量と汚濁負荷量の現況と見通し」で示した方法に基づいて排出源毎の分布状況を把握し、現況、将来について算定する。

## 5-3. 河川の汚濁解析

### 5-3-1. 汚濁解析の概要

河川の汚濁解析は、原則として、汚濁源から排出される排出負荷量が水路・支川を通過して対象水域へ流達するまでの過程と、河川を流下する間に河川の自浄作用により浄化される過程とに分けて行う。

### 【解 説】

汚濁解析を行う場合には、対象水域が河川、湖沼、海域のいずれの水域であっても、水質基点あるいは河川の河口に到達する負荷量を求める必要がある。このため、第一に市町村別、汚濁源別に算出した排出負荷量を、適切な大きさの小流域として区分したブロックごとに集計しなおし、第二にブロック別(必要に応じて汚濁源別)の排出負荷量が水路、支川等を経て対象水域(河川、湖沼、海域)へ流達する割合(流達率)を求め、第三に対象水域に流達した負荷量が水質基点に到達する割合(浄化残率)、または、対象水域内での減少速度係数(自浄係数)を定め、これらの数値を用いて汚濁解析を行う。

なお、河川での解析において、流達率と浄化残率を乗じたもの、すなわち、排出負荷量が河川の水質基点に到達する割合を流出率と呼ぶ。

流域内で発生した汚濁負荷が、対象とする河川の水質基点に流出していく過程は、図 5-1 に示すとおりである。流達率、浄化残率は、以下のように表される。



- ・ 流達率＝流達負荷量／排出負荷量
- ・ 浄化残率＝流出負荷量（基点流量×水質）／流達負荷量

（モデルの基礎式）

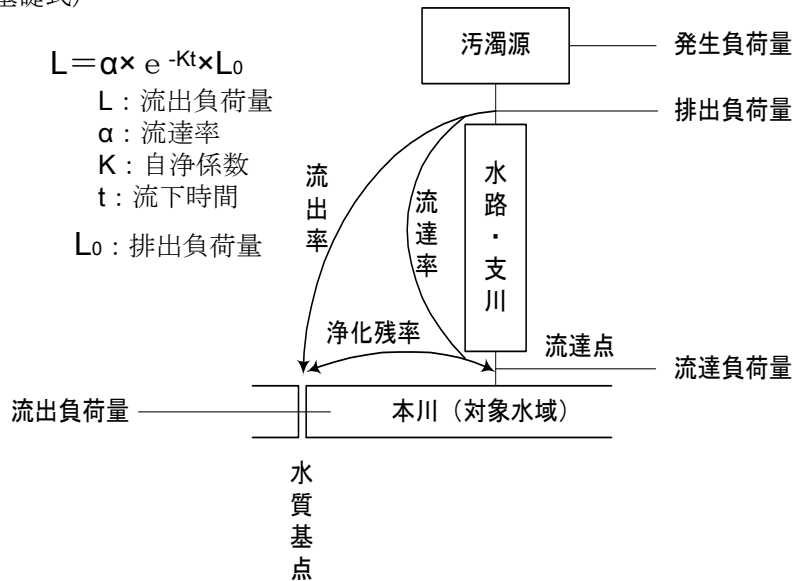


図 5-1 負荷流出の概念図

### 5-3-2. 河川流況の設定

河川の汚濁解析における対象流量は過去 10 カ年程度の低水流量の平均値とする。水資源開発計画等により，将来低水流量が変化する場合，下水道の将来人口の想定年度における水資源の開発，水利用の状況に対応する低水流量を推定する。

これらの低水流量の設定に当たっては，河川部局の協力を得て行う。

#### 【解 説】

##### 1) 現況の低水流量について

- (a) 流量観測資料のある河川については，過去 10 カ年程度の低水流量の平均値をもって対象流量とすることを原則とする。

ただし，過去 10 カ年の間にダム等の建設により流況に変化があった場合は，必要な補正を行い，現況の水資源開発諸施設に対応するものを用いる。

- (b) 低水流量は，水質基点について与え，水質基点間の低水流量の関係を十分検討する。

- (c) 渇水流量と低水流量の差が大きい河川，低水流量のばらつきの大きい河川については，対象流量の設定に当たって十分配慮する。

- (d) 水質基点の流量観測資料がない場合は，上下流の流量の観測値，利水状況等を勘案して求める。

- (e) 継続的な流量観測資料のない河川については，地形，地質，降雨，流量等の比較により適応性を検討した上で，近傍類似河川の平均低水流量の比流量から換算する他，水質調査

時に測定する流量データ等の既存のデータを活用して、対象流量を求める。

(f) 基礎調査段階から河川部局の協力の下にデータを整理・算定する。

## 2) 将来の低水流量について

将来の河川の流況は、水資源の開発、各種取水状況、排水状況の変化等により変わるので、これらの変化を十分把握する。これらの低水流量は河川部局と十分調整して定める。

なお、将来低水流量について不確定要素が多い場合には、必要に応じ、将来の流量等を踏まえた暫定的数値を設定して流総計画を策定し、将来確定した段階で流総計画を見直すなど、当面の取扱いについて河川部局と調整を図る。

また、処理水の再利用の影響も必要に応じて勘案する。

### 5-3-3. 流達率

対象水域が河川の場合の流達率は、河川の流量が 5-3-2 で規定する流量程度の場合の値とする。

流達率は実測値を参考にして設定することを原則とし、汚濁源が面的に広く分布している場合にはブロック内で一定の値を用いてよいが、排出負荷量のうち大きな割合を占める特定の汚濁源がある場合には、当該汚濁源について、ブロックの全体的な流達率とは分離し、別個の流達率を使用することが望ましい。

#### 【解 説】

汚濁解析を行ううえで、対象水域（河川、湖沼、海域）に流達する負荷量を正しくつかむことは、最も重要な事項である。

一般に、低水時に、あるブロック（流域）の全負荷量が水域に流入している地点において実測した汚濁負荷量は、対応するブロック内の排出負荷量に較べてかなり小さいのが通常である。これは、汚濁物質が流下する過程で沈殿したり、酸化を受けたり、あるいは汚水が地下浸透したりするためと考えられている。このため、汚濁負荷の流達率を次のように定義して、各ブロック内で排出される負荷量と、解析の対象とする水域に実際に流入する負荷量との関連づけを行う。

流達率＝ブロック（流域）から対象水域へ流入する汚濁負荷量（流達負荷量）

／ 当該ブロック内での排出負荷量

流達率には、対象水域に流入する河川等の支流における浄化作用の効果も含まれる。

流達率は、数多くの要因によって影響を受けている非常に複雑な現象を極めて単純化して表現しようとするものであるから、本調査を行うに当たっては、各ブロックについて対象水域に流入する負荷量を実測し、実測に基づいた流達率を求めておくことが望ましい。（水量、水質の実測方法は建設省河川局「河川砂防技術基準」に準拠する。）負荷量の実測値としては、環境担当部局や河川管理者等が実施した調査の結果も有効な資料として利用できる。資料が多岐にわたる場

合は、数値を単純に取扱わず統計処理するなど、合理的な検討が必要である。

流達率には流域内での汚濁物質の蓄積、再流出が大きく影響しているようであり、流量によって値がかなり変化することが知られている。すなわち、流量が少ないとき（低水時）には流域内で沈殿、堆積する量が多くなるので流達率は小さく、流量が多いとき（高水時）には沈殿、堆積する量が少なくなるばかりでなく、流域内に蓄積していた負荷が流し出されることもあるので、流達率は大きくなる。

対象水域が河川の場合には、「5-3-2. 河川流況の設定」で規定するように平均低水流量時の水質に関して解析するので、その程度の流量の時の流達率を用いる。

なお、流達率は流域に散在している汚濁源からの負荷量の流下過程での変化をマクロに表現しようとするものであるから、ブロック内での排出負荷量の中でかなりの割合（例えば1割程度）を占める単一の汚濁源があって、当該汚濁源が専用排水路等によって対象水域あるいはブロック内の主要河川に直接排水している場合には、ブロック全体としての流達率とは別個の値を用いることもある（流達率の実測においても同様の取扱いとする）。この場合の流達率は、当然1.0ないしそれに近い値となる。

流達率は前述のように実測値に基づいて定めるのが原則であるが、既存の資料が得られず、また実測も困難な場合には、他の流域の実測値等を参考にして決定することができる。さらに、現在における実測値があっても、流達率は市街地の開発状況等によって値が異なるので、将来の汚濁予測を行う場合そのままでは適用できないこともある。このため、他流域での実測値を十分参考にする必要がある。

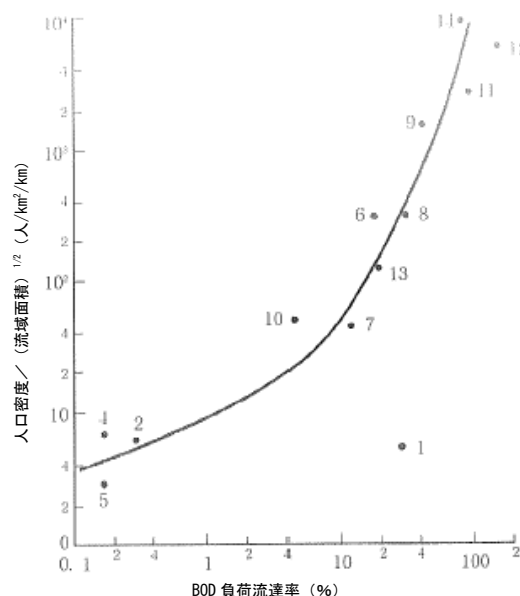


図 5-2 BOD 負荷流達率と人口密度／流域面積<sup>(1/2)</sup> との関係

出典：河川の自浄作用および汚濁負荷の流出率について、村上健，

第 5 回衛生工学研究討論会講演論文集（1969）

既存の調査結果の多くは流量が比較的少ない場合のものが多く、対象水域を河川の場合に限って利用できると解すべきであろう。図 5-2 は建設省土木研究所が全国主要流域における実測値を整理した結果であり、図 5-3 は同じく千葉県が江戸川流域別下水道整備総合計画を策定する際に、江戸川の支川について建設省江戸川工事事務所が実測し土研と同様の手法により整理したものである。

また、図 5-4 は和田らが関西の中小河川における流出率の実測値を整理したものである。

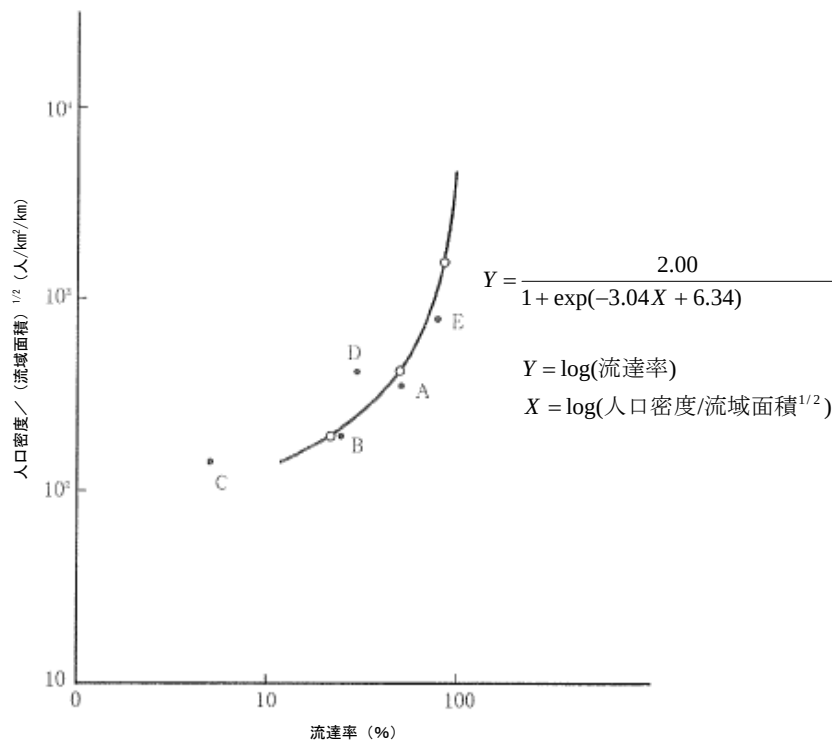


図 5-3 ブロック別 BOD 流達率

表 5-2 BOD 流達率の標準値

|     |         |         |                                   |
|-----|---------|---------|-----------------------------------|
| 流達率 | 農 村 部   | 0.0~0.2 | 流達率は主として側溝，排水路の整備状況によって決まると考えられる。 |
|     | 市 街 地 部 |         |                                   |
|     | 周辺地区    | 0.1~0.6 |                                   |
|     | 中心地区    | 0.6~1.0 |                                   |
|     | 公共下水道   | 1.0     |                                   |

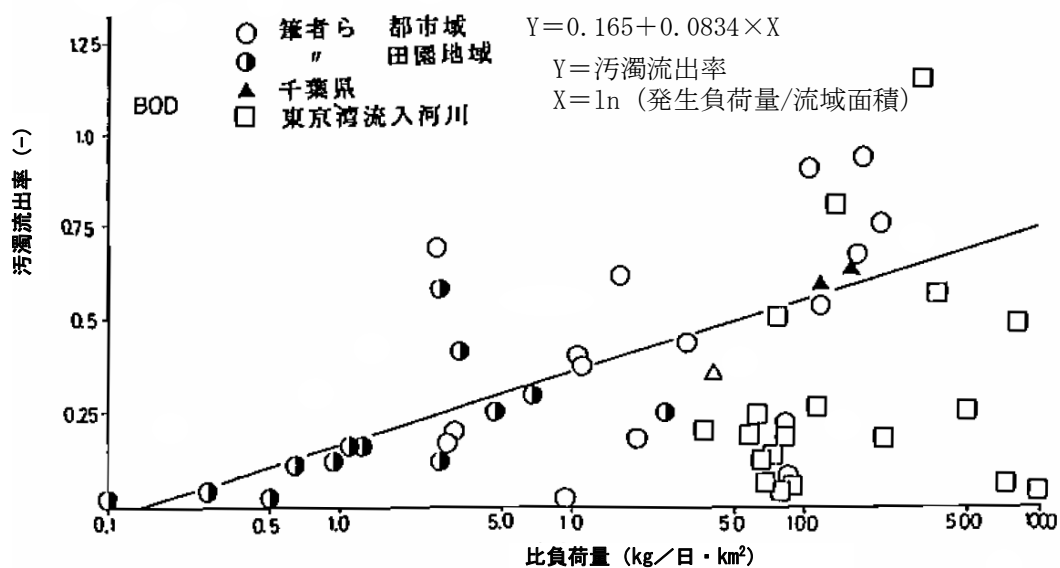


図 5-4 比負荷量と BOD 流出率の関係

出典：中小河川における汚濁流出率の諸特性，和田，三浦，土木学会論文集 1985 年 11 月

これによれば人口密度の低い地域や比発生負荷量（発生負荷量密度）の低い地域では流達率は非常に低く，人口密度や比発生負荷量が高くなるに従い次第に高くなっている。将来予測ではこのような流域内の状況の変化をまず予測し，その状況に適当と思われる流達率を同じ流域の他の地域での例や，他の流域での実測結果（図 5-2，図 5-3，図 5-4）等を勘案して設定する。

なお，流域全体の負荷量からすればウエイトの小さいブロックについては，表 5-2 に示す値を参考にして設定してもよい。

ただし，いずれの場合も，流出率よりも流達率が小さくならないように，適正な流達率を設定する。

#### 5-3-4. 浄化残率と自浄係数

対象水域が河川の場合は，解析方法に応じて浄化残率または自浄係数（減少速度係数）のいずれかを設定する。これらの値は実測値を参考にして設定することを原則とする。

##### 【解 説】

水域に流入した汚濁負荷は，生物学的分解，沈殿，吸着などの作用により減少していく。これらの作用を総括的に表わすものとして浄化残率という概念が用いられている。浄化残率とは河川の下・上流の二つの地点における BOD 負荷量の比，すなわち（下流側地点負荷量）／（上流側地点負荷量）である。浄化残率を求める場合には，対象とする 2 地点の間の流入汚濁負荷量，取水等によって河川から排除される負荷量を補正して求めなければならない。浄化残率は流量によっても変化するので，低水流量程度の時の数多くの資料から求める。ただし，浄化残率の値は同じ

河川においても流域内の排水の処理の程度によって異なる可能性があるため、将来における値を定める場合には、必要に応じて現状の値を補正することを勘案する(後述の  $k_3$  の説明の部分参照)。

また、汚濁負荷の減少を次のような 1 次減少反応式で近似した場合、その減少速度係数を自浄係数と呼び、自浄係数を用いて解析する方法もある。

$$dC/dt = -KC \quad \text{または積分形で} \quad C = C_0 e^{-Kt}$$

ただし、 $C$  は濃度、 $C_0$  は初期濃度、 $t$  は時間、 $K$  は減少速度係数(自浄係数)である。なお、減少速度係数は、上式のように  $e$  を底とした形の式で表わす場合は大文字  $K$  を用い、10 を底とする場合には小文字  $k$  を用いる。また、 $K = 2.31k$  である。

河川については汚濁指標として BOD を用いるので、自浄係数としても BOD 減少係数 ( $kr$ ) を用いる。 $kr$  は河川の状況、汚濁源の状況によって大きく変化し、0.05~10(10 を底とした値、1/日、以下同様) の範囲のものが実測されている。河川水中での BOD の減少は、生物学的な分解など BOD の減少に応じて水中の DO (溶存酸素) を消費するものと、沈殿など DO を消費しないものとに分けられ、前者の自浄係数を  $k_1$  (脱酸素係数)、後者を  $k_3$  と表わすのが通例である。すなわち、 $kr = k_1 + k_3$  である。脱酸素係数  $k_1$  は実験室内で測定することができるが、 $kr$  (または  $k_3$ ) は実際河川で調査する以外の方法では測定は困難である。 $kr$  は上記のように河川によって、また同一の河川においても流量、水温、汚濁源の種類によって大きく変わると考えられている。従って、個々の河川において実測することを原則とする。調査方法は「河川砂防技術基準調査編 14 章 6.1.3」に準ずる。

$kr$  のうち、大きく変動するのは  $k_3$  であって、 $k_1$  の変動は比較的小さく 0.05~0.3 程度の範囲であるといわれている。

更に、 $k_3$  は沈殿によるものが主体と考えられているので、処理を受けない排水が流入する場合と、処理を受けた排水が流入する場合とでは  $k_3$  (従って  $kr$ ) は異なる。 $k_1$  も同様に異なるはずであるが  $k_3$  の変化に比べれば小さい。従って、現在ほとんど処理が行われていない流域について計画を策定する場合、現況の実測  $kr$  が大きい値になっているとしても、将来とも大きな現況の値を用いるのは危険である。このような場合には、流域内のすべての汚濁負荷量が二次処理相当以上の処理を受けるときには  $k_3 = 0$  となると考え、中間の段階では、 $k_3$  の値が(発生汚濁負荷量のうち二次処理相当以上の処理を受ける負荷量)と(発生汚濁負荷量)との比に比例するとして現況の  $k_3$  から各段階の  $k_3$  を求め、これに  $k_1$  を加えて  $kr$  の値を定める。現況の  $k_3$  の調査結果が得られない場合には、安全側を考えて  $k_3 = 0$  として  $k_1$  のみを用いて解析する。

### 5-3-5. 非感潮河川の汚濁解析

非感潮河川における汚濁解析は浄化残率または自浄係数を用いた1次減少反応式による方法等によって行う。

#### 【解 説】

浄化残率による方法とは、各ブロックからの流達負荷量に、流達位置から水質基点までの浄化残率を乗じ、これらを加え合せて当該水質基点より上流のすべての流域からの負荷量(必要に応じて自然負荷量も加える)を算定し、これを当該水質基点における流量で除して水質を求める方法である。この場合、各ブロックについて汚濁負荷量の流出率が定めてあれば、浄化残率と流達率との代りに流出率を用いて計算してもよい。また、河川からの取水による汚濁負荷量の削減が無視し得ない場合には、これも勘案する。

この方法による場合必要なデータは、以下に解説する自浄係数を用いた1次減少反応式による方法による場合の1), 2), 3), 6)の他、各ブロックの負荷の流達位置から最も近い下流側の水質基点までの区間および各水質基点間の浄化残率である。

1次減少反応式(付加項を加えた式)は次のように表わされる。

$$L_B = \left( L_A - \frac{m}{2.31kr} \right) 10^{-krt} + \frac{m}{2.31kr}$$

ここで、 $L_B$ は下流側地点の最終BOD (mg/L)、 $L_A$ は上流側地点の最終BOD (mg/L)、 $kr$ は河川水中でのBOD減少係数(1/日)、 $t$ は区間ABの間の流下時間(日)、 $m$ は区間ABの間の河床あるいは河岸から均一に付加されるBOD(最終BOD表示, mg/L/日)である。(最終BODとは、概念的には水中に含まれている有機物のうち、生物化学的に酸化されるものが、最終的に酸化安定化されるまでに必要な酸素量である。5日間BODが同じであっても、脱酸素係数が異なっていると最終BODは同じではなく、脱酸素係数が大きいほど最終BODは小さい。)

5日間BODから最終BODを求めるには、BODの測定と同一条件(20℃等)で脱酸素係数 $k_1$ を測定する必要があるが、 $k_1$ がわかっているならば次式で計算できる。

$$L = \frac{1}{1 - 10^{-5 \times k_1}} BOD_5$$

なお、すべての排水の脱酸素係数が同一とみなせる場合は最終BOD表示をせず、5日間のBODのまま計算してもよい。

付加されるBODの項 $m$ は本来は河床から溶出、再浮遊等によるものを対象としたものであり、河床の底泥が非常に汚濁されている場合を除くと一般には無視することができる。ただし、排出口が明らかでない負荷を区間ABの間の流路に沿って一様に流入させるための負荷の項として利用することができる。なお、 $m=0$ とした式が通常の1次減少反応式である。

1次減少反応式を用いて実際に計算するには、対象とする区間をブロック割に対応した負荷流達点によって小区間に分け、各小区間ごとに上流から下流へ順次計算する。すなわち、まず計算

対象区間最上流端の水質を設定してこれを  $L_A$  とし、最初の負荷流達点直上流の水質  $L_B$  を計算する。次に、その流達点での負荷量を加えて負荷流入後の水質を計算してこれを  $L_A$  とし、以下同様に計算を繰り返して下流端まで計算を行う。

このような計算を行うために最小限必要なデータは以下のとおりである。

- 1) 各ブロックごとの排水量、各ブロックからの流達汚濁負荷量および河川への流達位置
- 2) 水質基点における低水流量および対応する現況のBOD
- 3) 流入支川の低水流量、現況BODおよび利水状況
- 4) 低水流況に対応する各小区間の間の流下時間
- 5) 河川水中でのBOD減少係数
- 6) 計算区間上流端の計算年のBOD

その他、脱酸素係数のデータを収集する。

なお、CommonMP<sup>注)</sup>を活用して汚濁解析を行うことも有効である。

注) CommonMP：水理・水文・生態などの複合現象を解析するために、異なった機能を持つ要素モデルを一体的に協調・稼働させるためのプラットフォームで、国土交通省国土技術政策総合研究所によって設置され、運営されている。非感潮河川の汚濁解析モデルも含まれており、自由に活用することができる。

#### 5-3-6. 感潮河川の汚濁解析

感潮河川の汚濁解析は、浄化残率を用いる方法、タイダルプリズム法、均衡式による方法、定常の拡散方程式の解析解または数値計算による方法、非定常の拡散方程式の数値計算による方法などの中から、対象とする感潮河川の特長、必要とする汚濁予測の精度、利用できるデータなどに応じて適切な手法を選択して行う。

#### 【解 説】

感潮河川においては潮汐による混合および拡散が大きな影響を持っており、これらの項を含めた計算式によらなければならないこと、さらに、水理・水質条件が潮汐の周期によって変化する非定常の現象であることなど、非感潮部に比べると複雑である。ただし、非定常の問題については、潮汐の作用はほぼ周期的とみなすことができるので、周期の同一位相または2潮時平均水質を対象として考えれば、擬定常的な問題としてとらえることができる。上記に例示した解析方法のうち最初の4つの方法は、このように擬定常と考えて解析する方法である。概略の計算は擬定常を仮定した計算方法でよいが、精密な計算は非定常拡散方程式の数値計算によるものとする。

なお、現在の利用できる計算方法は強混合型の感潮河川に対するものであり、その他の混合型



式の感潮河川に対しては、水深方向の平均水質を用いて強混合型と同様に取り扱うか、塩分躍層によって完全に2層に分けて計算するなどの方法しかない。

解析を行うに当たって必要なデータは解析方法によって異なるが、いずれの方法においても共通して必要となるデータは以下のとおりである。

- 1) 各ブロックごとの排水量，流達汚濁負荷量およびその流達位置
- 2) 本川非感潮部下流端における低水流量および流入支川の流量，水質
- 3) 適切な間隔ごとのH-A曲線
- 4) 基準となる満潮位および干潮位
- 5) 対象とする区間でのBOD減少係数（実測のBOD分布から求めることもできる。）
- 6) 計算区間上流端における計画年のBOD

タイダルプリズム法および均衡式による方法でその他に必要なデータは以下のとおりである。

- ・ 低水流量程度の流況における時間平均BODの縦断方向分布

定常の拡散方程式の解析解による方法でその他に必要なデータは以下のとおりである。

- ・ 低水流量程度の流況における25時間平均塩素イオンおよびBODの縦断方向分布

非定常の拡散方程式の数値計算による方法でその他に必要なデータは以下のとおりである。

- ・ 低水流量程度の流況における25時間平均塩素イオンおよびBODの縦断方向分布，および代表的な数地点における25時間の塩素イオン濃度，BODの時間変化
- ・ 計算区間下流端における計算年のBOD
- ・ 汚濁計算と同一の条件で不定流計算を行うために必要な水理データ

その他，すべての解析方法に共通して，基準点および主要汚濁源の脱酸素係数の資料があることが望ましい。

上記のような水質データを収集するための調査を実施するに際しては，対象とする感潮河川の混合形態，すなわち強混合型，緩混合型，あるいは弱混合型かによって，調査計画がかなり異なることに注意しなければならない。強混合型の場合には水深方向の採水位置は1点がよいのに反し，緩混合型，弱混合型の場合には水深方向に数点採水し，水深方向の平均水質を求めなければならない。いかなる混合型式に属するかは，一般には淡水流量とタイダルプリズム(満潮時の感潮区間内水量と干潮時の水量との差)との比によって定まり，この比が0.7以上のときは弱混合型，0.2~0.5のときは緩混合型，0.1以下のときは強混合型になるといわれている。

なお，具体的な計算方法については，水理公式集(土木学会)，土木研究所資料第1463号(建設省土木研究所水質研究室)，衛生工学ハンドブック(朝倉書店)などが参考となる。

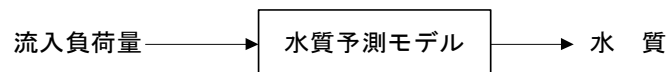
## 5-4. 閉鎖性水域等の汚濁解析

### 5-4-1. 汚濁解析の概要

閉鎖性水域の汚濁解析は、対象とする水質（化学的酸素要求量、全窒素、全リン等）のデータの状況、当該水域の地形、流況、汚濁状況、モデルによって得ようとする結果の程度等によって選定した水質予測モデルを用いて行う。

#### 【解 説】

内湾や湖沼等の閉鎖性水域への流入負荷量の変化に伴う水質の変化量を予測計算するモデルを水質予測モデルと言う。



例えば、閉鎖性水域での富栄養化現象は、植物性プランクトンの増殖という有機物生産（内部生産）を含む自然界の非常に複雑な現象の一つである。このとき水域に生じている現象を整理すると図 5-5 のようになる。

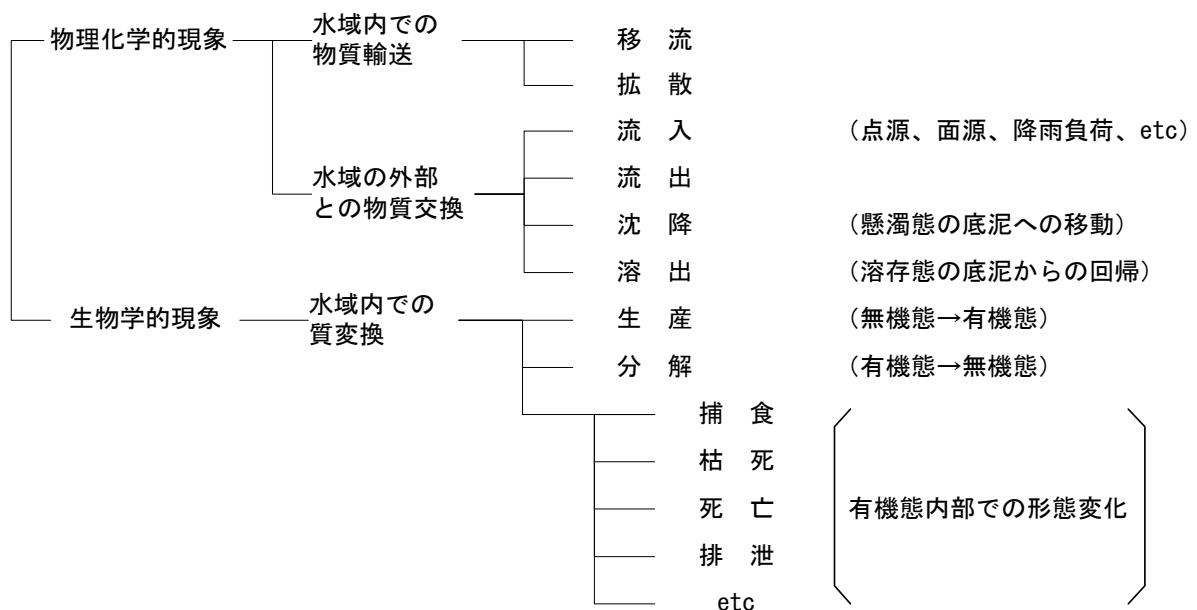


図 5-5 富栄養化している水域で生じている現象

モデル化はこのような現象の諸条件を単純化して数式表現によって表し、水質予測を行おうとするものである。モデルは、一般には変数が多く詳細なもの程、現象をより詳しく表現しているが、モデルが複雑なものになれば、モデルの中で用いられる種々の係数や定数の数も多くなり、これらを正しく与えるための調査や、モデルを検証するための調査も詳細のものが必要になってくる。利用可能な水質データの範囲が限られている場合、上図に示すすべての現象を詳細にモデル化することが困難な場合も多い。また、支配的な現象は何かによっても単純化し得る内容が異なってくる。

従って、どのようなモデルを適用するかは、

- 1) 当該水域の汚濁特性
- 2) 形状や大きさなどの物理的な特性、流況
- 3) 現在の水質の状態と将来の見通し
- 4) モデルにより求めようとする内容等（目標水質の評価が可能な方法）

により、総合的に判断する。流総計画はマスタープランであるという性格を勘案し、原則的には簡易なモデルの適用をまず検討するが、必要性に応じて、より高度なモデルも適用するという使い分けも必要である。

一般に、モデル化の方法には次の2ケースがある。

- 1) 対象とする現象を規定している因果関係を勘案はするが、全体としての内容はブラックボックスとし、入力と出力との対応関係を統計的に求める方法（統計モデル）。
- 2) 現象の因果関係をできるだけ忠実に定式化し、これらを組み合わせて現象を表す状態方程式を作成して解析する方法。

一方、対象とする水質が時間的に、(a)定常（あるいは平均的なもの）か、(b)非定常（変化するもの）か、また、空間的な水質分布についても、(c)一様である（あるいは平均的なもの）か、(d)一様でない（変化するもの）かによってモデルは異なる。

また、生態系モデルは、閉鎖性水域の富栄養化の動的な解析に用いられる。これは、富栄養化した水域で起こっている栄養塩からの植物プランクトンの捕食や死滅などによる減少、その他の現象を水域内での生態系の動的平衡としてとらえようとするものである。

生態系の構成要素は、大きく「生物的部分」と「非生物的部分」に分けられる。これらを模式的に示すと下図の通りである。

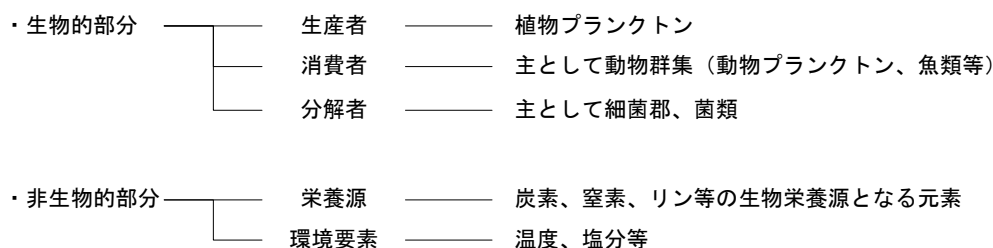


図 5-6 生態系の構成要素

生態系モデルでは、このような生態系の要素を理解し、1) 物質の保存則、及び2) 因果関係が同時に満たされる必要がある。すなわち、生態系を物質循環によって記述し、物質の保存則とその因果関係を独立栄養者（生産者）、従属栄養者（消費者、分解者）及び栄養塩について求める必要がある。

このような観点から整理した生態系モデル構造図の例を図 5-7, 5-8 に示す。

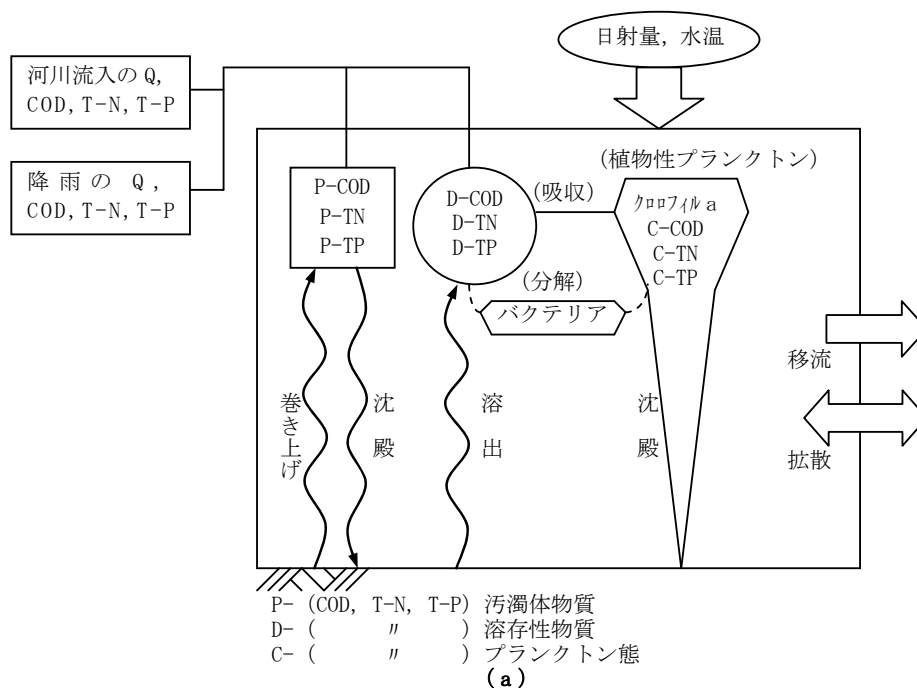


図 5-7 生態系モデル構造図の例(1)

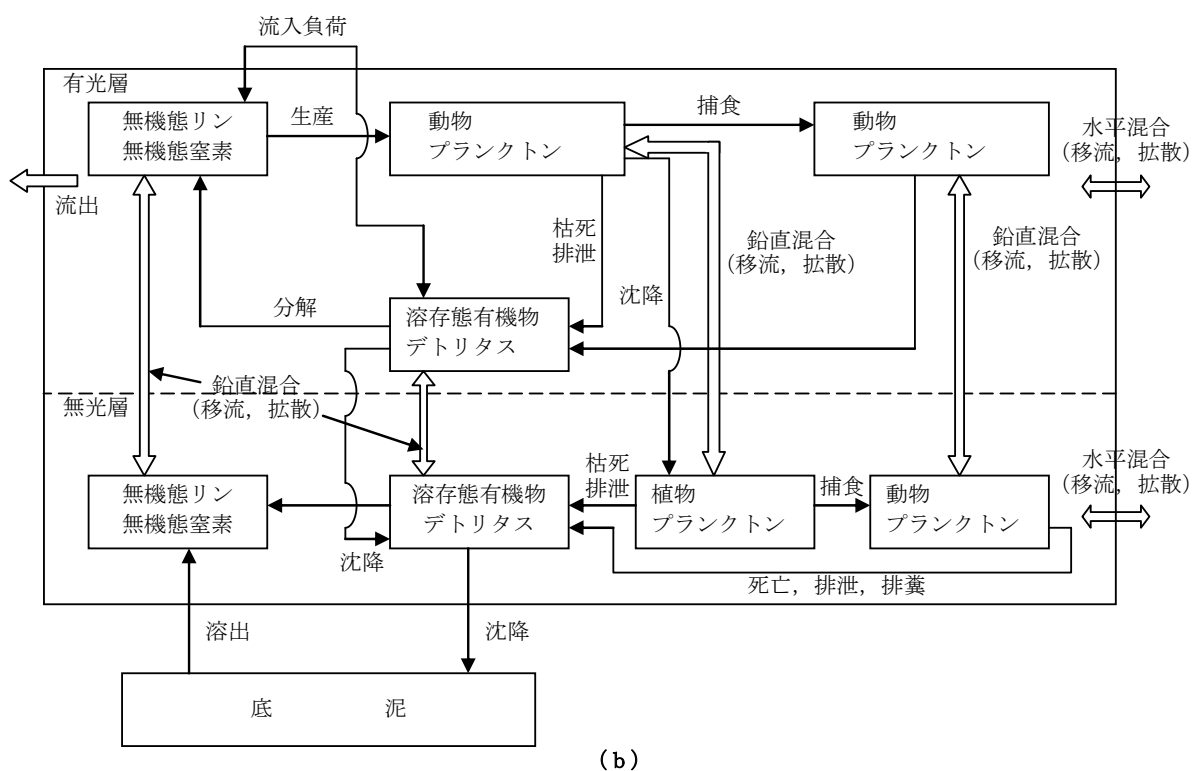


図 5-8 生態系モデル構造図の例(2)

種々の生態系モデルの具体例については、土研資料第 2443 号（建設省土木研究所）が参考となる。また、生態系モデルのサブモデルおよび諸係数値については、「水質総量規制推進検討調査－海域富栄養化シミュレーションモデル等調査－（昭和 59 年度）環境庁」，「湖沼水質管理指針策定調査（昭和 58 年度）環境庁」，「土木学会水理委員会 水理公式集改訂小委員会編（1999）

水理公式集[平成 11 年版]」，「土木学会環境工学委員会 環境工学に関わる出版準備小委員会編 (2004) 環境工学公式・モデル・数値集」を参照とされたい。

以下に，参考として，モデル化の方法や分類概念に基づき，実際に流総計画における閉鎖性水域において富栄養化予測に用いられている既往のモデルの特徴をまとめたものを表 5-3 に示す。また，湾流総のモデルの種類と時空間分布の傾向を調査した結果を図 5-9 に示す。

表 5-3 流総計画の汚濁解析において用いられているモデルの事例

| 水域名       | 空間分類                         | 時間分割                         | 内部生産の表現方法                                      | 溶出速度の与え方                                       | 備考                    |
|-----------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------|
| 東京湾       | 平面二次元多層モデル<br>1 km×1 km×8 層  | 定常<br>(H14-16, 7-9 月の平均場)    | 生態系モデル<br>通常項目<br>植物プランクトン                     | 現況：既往データの平均値（一定値）<br>将来：湾内水質に比例して減少すると仮定       |                       |
| 伊勢湾       | 平面二次元多層モデル<br>1 km×1 km×5 層  | 定常<br>(H16 年度の年平均場)          | 生態系モデル<br>通常項目<br>植物プランクトン                     | 現況：既往データの平均値（一定値）<br>将来：記載なし（現況固定と推定される）       |                       |
| 大阪湾       | 平面二次元多層モデル<br>1 km×1 km×20 層 | 定常<br>(H16 年度の年平均場)          | 生態系モデル<br>通常項目<br>植物プランクトン                     | 現況：既往データの平均値（一定値）<br>将来：流域からの汚濁負荷量に比例して減少すると仮定 |                       |
| 中海<br>宍道湖 | 平面二次元多層モデル<br>1 km×1 km×8 層  | 非定常<br>(H13-15 年度の 3 年間の時系列) | 生態系モデル<br>通常項目<br>植物プランクトン<br>4 種類             | 現況：底質サブモデルで解析<br>将来：流域からの汚濁負荷量に比例して減少すると仮定     |                       |
| 有明海       | 平面二次元多層モデル<br>900m×900m×4 層  | 非定常<br>(H12 年の 1 年間の時系列)     | 生態系モデル<br>通常項目<br>植物プランクトン<br>2 種類<br>動物プランクトン | 現況：夏季・冬季の 2 データを月毎に按分<br>将来：記載なし（現況固定と推定される）   | ノリの収穫による物質移動を見込む      |
| 八代海       | 平面二次元多層モデル<br>500m×500m×3 層  | 非定常<br>(H14 年度の 1 年間の時系列)    | 生態系モデル<br>通常項目<br>植物プランクトン<br>2 種類<br>動物プランクトン | 現況：底質サブモデルで解析<br>将来：現況固定                       | 養殖魚への給餌，漁獲による物質移動を見込む |

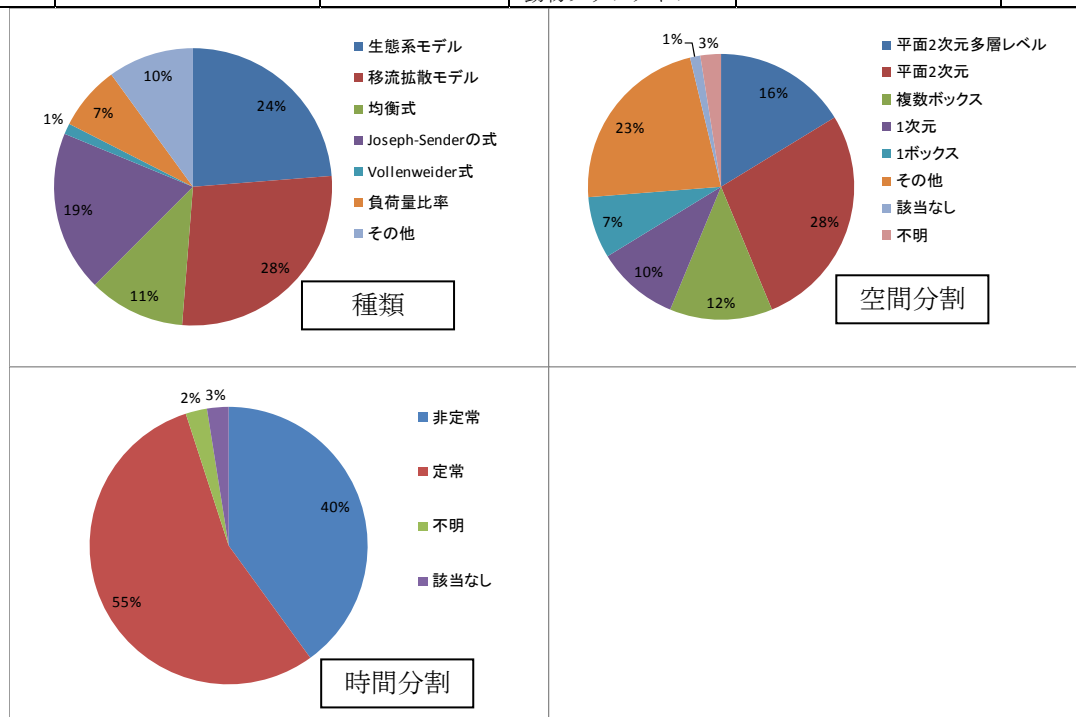


図 5-9 湾流総（80 計画）のモデル概要 H21.3 調査時点

注）湾流総：海域の水質環境基準が指定されている流域に関する流総計画

表 5-4 は、近年策定された基本方針等で用いられた汚濁解析モデルにおける基準年度の沈降速度、溶出速度をまとめたものである。

表 5-4 各汚濁解析モデルにおける沈降速度・溶出速度の事例

【沈降速度 m/日】

|     | 懸濁態有機物     | 植物プランクトン | 備 考                  |
|-----|------------|----------|----------------------|
| 東京湾 | 0.094～0.32 | 0.5      | 植物プランクトン：参考文献 1) を引用 |
| 伊勢湾 | 0.2        | 0        | 植物プランクトン：参考文献 2) を引用 |
| 大阪湾 | 0.3        | 0        | 参考文献 2) を引用          |
| 斐伊川 | 0.2        | 0.05     | 第 4 期湖沼水質保全計画より引用    |
| 有明海 | 1          | 0.1      | 植物プランクトン：参考文献 3) を引用 |
| 八代海 | 0.5        | －        |                      |

【溶出速度 mg/m<sup>2</sup>/日】

|     | COD   | 窒素                      | 磷             | 備 考                   |
|-----|-------|-------------------------|---------------|-----------------------|
| 東京湾 | 247.4 | 106.1                   | 21.8          | 参考文献 4)～12) の観測結果の平均値 |
| 伊勢湾 | 100   | 30                      | 7             | 参考文献 2) を引用           |
| 大阪湾 | 130   | 40                      | 16            |                       |
| 斐伊川 | *     | *                       | *             | 底泥サブモデルでの解析結果を入力      |
| 有明海 | －     | 150～289(8月)<br>5～25(2月) | 28～60<br>(8月) |                       |
| 八代海 | *     | *                       | *             | 底泥サブモデルでの解析結果を入力      |

注) 参考文献

- 1) 松梨史郎 (1993) 閉鎖性海域の窒素・リン・溶存酸素の予測モデル, 海岸工学論文集第 40 巻
- 2) 山根伸之, 寺口貴康, 中辻啓二, 村岡浩爾 (1998) 大阪湾における水質の季節変動に関する数値実験, 水工学論文集第 42 巻
- 3) Jorgensen (1979) Handbook of environmental data and ecological parameter, ISEM
- 4) 日本道路公団 (1987) 東京湾横断道路環境影響評価書 (資料編)
- 5) 堀江毅 (1987) 海域の物質循環過程のモデル化と浄化対策効果の予測手法について, 港湾技術研究所報告, 第 26 巻, 第 4 号
- 6) 曾田京三, 安藤晴夫 (1993) 東京湾の富栄養化に関する研究 (その 3) 底質からの栄養塩類等の溶出実験の結果について, 東京都環境科学研究所年報, p. 95-99
- 7) 曾田京三, 安藤晴夫 (1989) 東京湾の富栄養化に関する研究 (その 5) 底質からの栄養塩類等の溶出実験の結果について, 東京都環境科学研究所年報, p. 81-83
- 8) 国総研 (2002) 平成 14 年東京湾広域環境調査結果
- 9) 環境省 (2002) H13 年度備後灘, 安芸灘, 広島湾における底泥からの栄養塩類溶出把握実態調査報告書
- 10) 環境省 (1997) H8 年度海域における底泥からの栄養塩類溶出把握実態調査報告書
- 11) 環境省 (1998) H9 年度海域における底泥からの 2 次汚濁物質の原因となる栄養塩類溶出把握実態調査
- 12) 環境庁 (1989) 青潮の発生機構の解明等に関する調査

また、水質環境基準以外の目標を設定した場合、評価可能なモデルを構築する必要がある。これらモデルの事例を以下に示す。

(a) 底質モデルの事例（目標水質項目：底層 DO）

図 5-10 に示す底質モデルでは、底泥における有機物のバクテリアによる分解・無機化、および間隙水中の無機物の直上水への拡散過程をモデル化している。底質モデルでの物質形態としては、底泥内の有機態窒素・リン（O-N, O-P）、無機態窒素・リン（I-N, I-P）、間隙水中の無機態窒素・リン（I-N, I-P）を設定している。

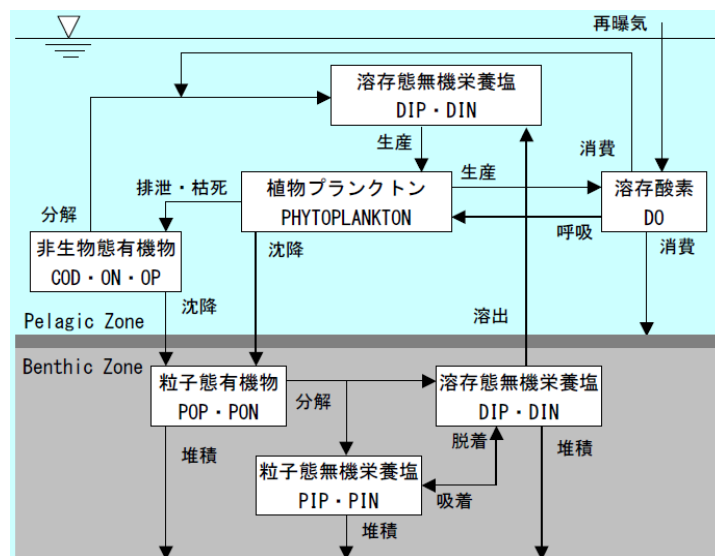


図 5-10 底質モデルの模式図<sup>1)</sup>

(b) ノリ・二枚貝モデルの事例（目標項目：ノリ，二枚貝の漁獲量）

図 5-11 に示すノリ・二枚貝モデルでは、ノリについては、生産および取り上げ量（水揚げ）を、二枚貝については、アサリ，サルボウガイを取り扱うこととして、これらの生産（成長）をモデル化している。また、二枚貝の減少要因として漁獲による取り出しの他に、ナルトエビエイによる捕食（食害）をモデル化している。

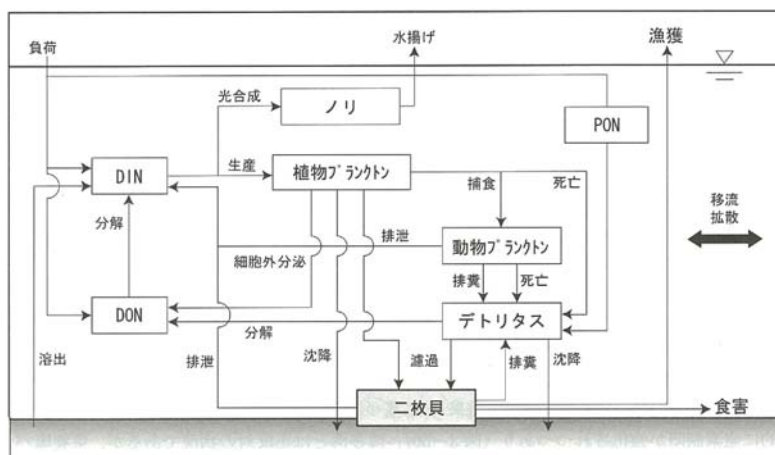


図 5-11 ノリ・二枚貝モデルの模式図<sup>2)</sup>

(c) 透明度及び大腸菌に関するモデルの事例

透明度については、クロロフィル a 量と透明度の関係を  $C=aT^b$  の指数関数式で表している事例がある<sup>3)</sup>。なお、C はクロロフィル a 量 (mg/m<sup>3</sup>)、T は透明度 (m)、 $a \cdot b$  は定数である。大腸菌については、糞便性大腸菌群を死滅速度および塩分、照度、水温に依存する係数で表現しているモデルが報告されている<sup>4)</sup>。

出典：

- 1) 中辻啓二ら：大阪湾における汚濁負荷量の総量規制施策が水質保全に与えた効果の科学的評価，土木学会論文集 No. 741/VII-28, 69-87, 2003. 8
- 2) 漁業生産の回復に向けて，（財）九州環境管理協会，平成 19 年 7 月
- 3) 長田宏：日本周辺海域におけるクロロフィル a 量と透明度の関係，日水研報告，(46)：25-43，1996
- 4) WQ TEMPLATES Scientific Description Release2009, MIKE BY DHI 2009

## 5-4-2. 流達率

対象水域が閉鎖性水域の場合は原則として年間の平均的な流入負荷量に対応する流達率とする。流達率は実測値を参考にして設定することを原則とする。

### 【解 説】

湖沼や内湾等閉鎖性水域の水質は、河川の場合とは異なり、ある時点の負荷量ではなく過去の長期間の間の負荷量によって定まる。このため、閉鎖性水域を対象とした汚濁解析においては、低水時、高水時の全体を含めた長期間の負荷量による流達率を求める。期間としては、当該水域における流入水の滞留時間が一つの目安になるが、底泥からの回帰や負荷の内部生産の影響もあるので、必ずしも水の滞留時間が適当であるとはいえず、原則的には年間の負荷量、従って年間の（平均的な）流達率（年間流達負荷量／年間排出負荷量）を用いて解析することを原則とする。

閉鎖性水域への年間流達負荷量を算定する方法には色々なもの(参考文献 1)参照)があり得るが、以下にその例す。

- (a) 年間を通した流量データが得られる時は、次のような流量－負荷量相関式（ $L-Q$  式）から年間の総汚濁負荷量を算定することができる。

$$L = aQ^b$$

ここで、 $L$ ：負荷量(kg/日または t/日)

$Q$ ：日流量(m<sup>3</sup>/日)

$a, b$ ：それぞれ定数

すなわち、両対数グラフの縦軸に負荷量を、横軸に流量をプロットした場合概ね直線関係が得られ、その勾配が定数  $b$  を与える。上式のような相関式が求められれば、毎日の流量を与えて毎日の負荷量を求め、1 年間積算することによって年間の総汚濁負荷量を算出



することができる。

また、 $L-Q$ 式は、低水時、高水時をともに含む、なるべく多くのデータから作成する。水質が1日の間で変動する場合、1日1回の採水による水質から得られる日負荷量は大きな誤差をもつおそれがあるため、適正な日負荷量が得られるような調査の実施に努める<sup>2)</sup>。

- (b) 晴天時の流量、水質とともに、一連続降雨時の累積流量、累積負荷量を年数回測定している場合には、年間流達負荷量＝低水時負荷量＋高水時負荷量として算定することができる。年間の高水時負荷量は、実測データから有効雨量と高水時負荷量の相関式を作成し、これを年間を通した降雨量データに適用して各降雨ごとの高水時負荷量を算定したものを合計して求める。低水時負荷量については、1日の間の時間変動（特に都市河川で排水の割合が高い場合）、季節変動などの変動があるため、データのある範囲でこれらを勘案して設定することが望ましい。詳細については、「富栄養化防止下水道整備基本調査の手引き（昭和59年8月）社団法人日本下水道協会」第3章3節および参考文献2)を参照とされたい。
- (c) 晴天日負荷の堆積および雨天日負荷の流出について堆積モデル等を構築し、年間の降雨パターンを与えて負荷量を算定する。将来の負荷量は、過去の降雨実績などを参考に作成した標準的な降雨パターンを与えて算定する。

例として、土木研究所が、市街地面積の割合が56%の下水道整備途上の、千葉県手賀沼への流入河川である大津川流域（表5-5）を対象に、晴天日負荷の堆積および雨天日負荷の流出について堆積モデル等を構築し、年間の降雨パターンを与えて流達負荷量をシミュレーションモデルにより算定した結果がある（参考文献3）参照）。

表 5-5 対象流域情報

| 分類  | 排出源                 | フレーム値    | 排出負荷量原単位 |      |      |      | 排出負荷量[t/年] |      |      |      | 備考  |      |
|-----|---------------------|----------|----------|------|------|------|------------|------|------|------|-----|------|
|     |                     |          | 単位       | BOD  | COD  | T-N  | T-P        | BOD  | COD  | T-N  |     | T-P  |
| 生活系 | (下水道)               | 126,627人 | g/人/日    | 0    | 0    | 0    | 0          | 0    | 0    | 0    | 0   | 汚水系外 |
|     | 合併処理浄化槽             | 23,453人  |          | 10.9 | 7.7  | 6.5  | 0.75       | 93   | 66   | 56   | 6.4 |      |
|     | 単独処理浄化槽<br>＋未処理雑排水  | 43,585人  |          | 44.3 | 21.7 | 7.9  | 1.03       | 705  | 344  | 126  | 16  |      |
|     | (し尿収集処理)<br>＋未処理雑排水 | 22,794人  |          | 40   | 17   | 2    | 0.40       | 333  | 141  | 17   | 3.3 | し尿系外 |
| 事業系 |                     |          |          |      |      |      |            | 34   | 34   | 40   | 6.6 |      |
| 畜産系 | 豚                   | 162頭     | g/頭/日    | 6.0  | 4.4  | 1.4  | 0.85       | 0.4  | 0.3  | 0.1  | 0.1 |      |
| 面源系 | 水田                  | 229.0ha  | g/ha/日   | 88   | 119  | 3.27 | 3.33       | 7.4  | 9.9  | 2.7  | 0.3 |      |
|     | 畑地・雑地               | 1046.6ha |          | 88   | 33.1 | 69.2 | 0.86       | 34   | 13   | 26   | 0.3 |      |
|     | 山林                  | 362.9ha  |          | 8.42 | 34.9 | 5.8  | 0.80       | 1.1  | 4.6  | 0.8  | 0.1 |      |
|     | 市街地                 | 2059.3ha |          | 8.42 | 103  | 30.2 | 1.53       | 6.3  | 77.4 | 22.7 | 1.2 |      |
| 計   |                     |          |          |      |      |      |            | 1214 | 691  | 288  | 35  |      |

注) 下水道は分流式で整備されており、汚水は系外へ排出されている。

汲み取りし尿は、系外のし尿処理場へ運搬されている。

2003 年も降雨パターンを与えて、シミュレーションモデルにより算出された年間の総流達負荷量と、総排出負荷量を比較し、年間流達率を求めたものが表 5-6 である。COD, T-N, T-P については、年間平均流達率が 91～114%の範囲であり、おおむね 100%に近い結果となった。

このことから、市街地の割合が大きい水域を対象とする場合で、農作物としての系外排出や、浄化施設、浚渫等による汚濁負荷削減対策が期待できない場合には、COD, T-N, T-P については、排出負荷量に流達率 100%を乗じて流達負荷量を簡易に算出することが合理的であると考えられる。

表 5-6 年間流達率（千葉県大津川流域の例）

|     | 総排出負荷量（t/年） | 総流達負荷量（t/年） | 年間流達率（%） |
|-----|-------------|-------------|----------|
| BOD | 1,214       | 645         | 53       |
| COD | 691         | 791         | 114      |
| T-N | 288         | 293         | 102      |
| T-P | 35          | 32          | 91       |

計算対象期間：2003 年 1 月～12 月

- (d) 対象流域内の河川について、毎月 1 回程度の水質と月平均流量のデータが得られる場合には、次式によって年間の総汚濁負荷量を算定する。

$$L = 0.0864 \times \sum_{j=1}^{12} \{ \bar{Q}_j \times \bar{C}_j \} \times P_j$$

ここで、 $L$ ：年間の総汚濁負荷量（t/年）

$\bar{Q}_j$ ： $j$  月の平均流量（m<sup>3</sup>/s）

$\bar{C}_j$ ： $j$  月の平均水質（mg/L）。（月 1 回の測定ならばその値とせざるを得ないが、水質の時間変動、低水時・高水時を通した変動<sup>1)</sup>を勘案することが望ましい。）

$P_j$ ： $j$  月の月日数

この方法は簡便であるが、 $\bar{Q}_j$  は高水時も含んだ平均流量であるため、 $\bar{C}_j$  に実際の  $j$  月の平均水質に近い値が与えられる場合は精度の高い値が得られる。

また、対象水域内の汚濁解析モデルに非定常のものを採用する場合には、モデルの再現精度を高めるため、流達負荷量も非定常で与えることが望ましい。この場合、

- ① 前記(b)の方法で各時期の負荷量を設定する。
- ② 低水時と高水時全体にわたり、相関の高い  $L-Q$  式が求められれば、それを用いる。
- ③ 各時期の降雨回数、降雨量を設定して、年間の流達負荷量を配分する。

等の方法がある。

#### 参考文献

- 1) 河川汚濁のモデル解析，第 2 章 5，技報堂出版（1989）
- 2) 湖沼等閉鎖性水域への流達負荷量算定手法，第 30 回下水道研究発表会講演集（1993）
- 3) 平成 19 年度下水道関係調査研究年次報告書集，独立行政法人土木研究所（2008）

### 5-4-3. 水域の分割

水質予測モデルのための水域の分割については、地形、流況、環境基準点の分布状況、当該水域の水質の状況等によって判断する。

#### 【解 説】

水質予測モデルのための水域の分割には以下のものがある。

- 1) 水平分割（1ボックス、数ボックス、メッシュ分割、有限要素分割）
- 2) 鉛直分割（一層、二層、多層）

水域の水平分割に関して、ボックスモデルは水域全体を1つのブロック、あるいは数個のブロックに分割し、各ブロック内は完全混合として取扱い、ブロック間の水収支および物質収支を解析する方法であり、メッシュモデルは水域をメッシュ状に区分し、風、潮流を勘案して移流・拡散等の計算をメッシュごとに随時行っていく方法である。垂直分割に関して、温度成層の生じている水域では2層以上に分割することが望ましい。いずれにせよ、水域の流況を把握しておくことが重要である。特に海域における有機物や栄養塩等の物質の循環は、海水の流れによって運搬される「移流」、「拡散」によるところが大きい。このような海水の流れは、海岸・海底の地形、月や太陽の引力、地球の自転、風、波、水温、河川、塩分、日照などの影響を受け、これらが複雑に作用し合って定常的、周期的、あるいは不規則な流れを形成している。海域の流れは、その成因から次のように分類される。

- 1) 潮汐流 …… 潮汐の干満によって発生する流れ
- 2) 密度流 …… 海水の密度差に起因する流れ（湧昇流、沈降流、傾斜流、補流）
- 3) 吹送流 …… 風による流れ
- 4) 波浪流 …… 波浪に起因する流れ（沿岸流、離岸流）

これらを必要に応じて勘案した流況予測モデルを用い、流況を解析することが一般的である。海域の流況予測モデルについての詳細は「水質総量規制推進検討調査 ―海域富栄養化シミュレーションモデル等調査―（昭和59年度）環境庁」等が参考となる。

海域における富栄養化モデルの一般的な予測手順（例）を図5-12に示す。

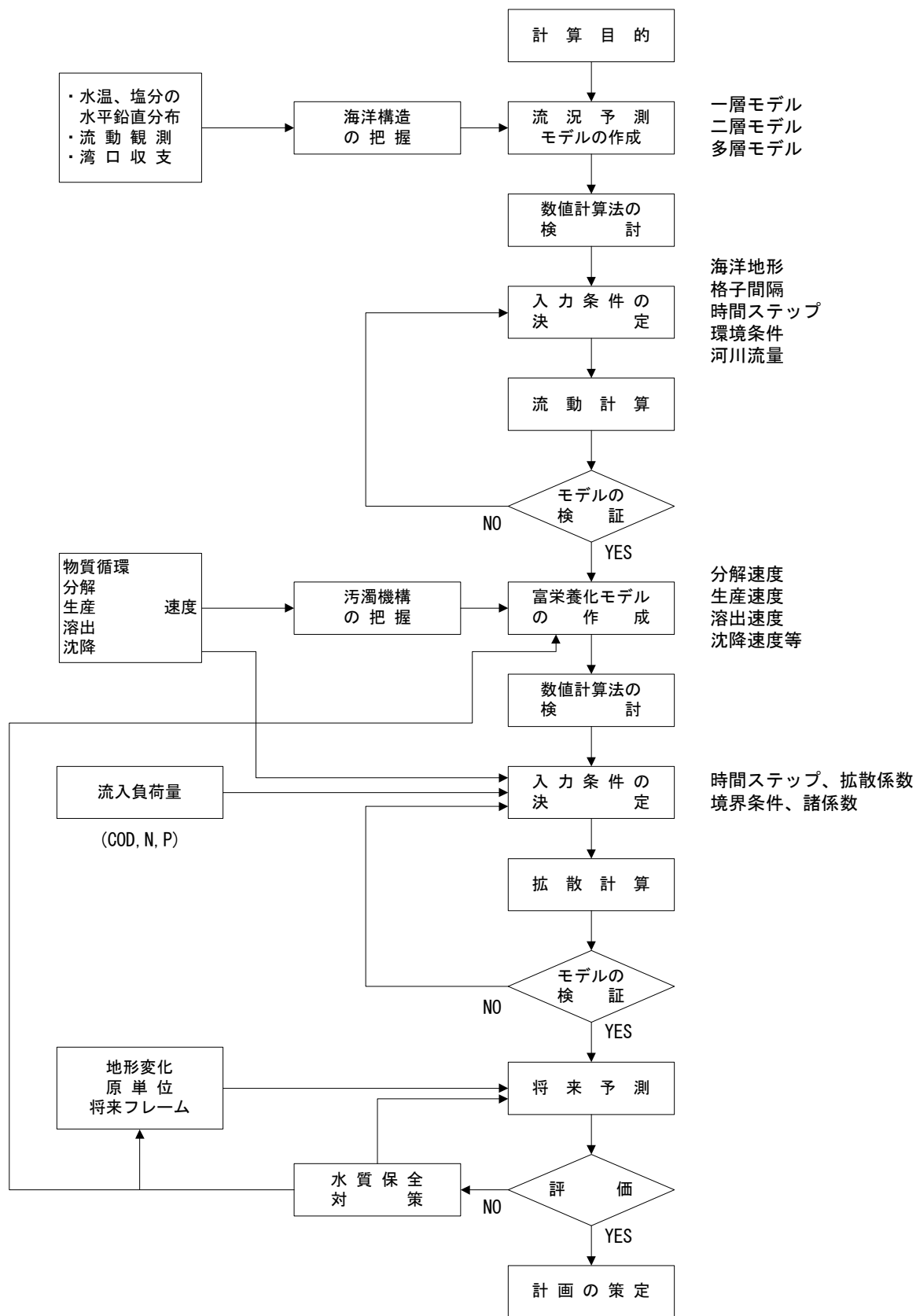


図 5-12 海域における流況解析と富栄養化モデルを勘案したシミュレーション手順（例）

#### 5-4-4. 局所的な汚濁解析

海域の局所的な汚濁解析は、拡散方程式の解析解または数値解の中から、対象とする海域の特性や利用できるデータなどに応じて適切な手法を選択して行う。

##### 【解 説】

閉鎖性水域に限らず一般の海域への汚濁物質の放流の影響や河口部での河川からの流入汚濁物質の挙動を調べる場合、主として拡散による汚濁物質のひろがりを勘案した局所的解析が必要となる。一般的には図 5-12 に示した流況解析・拡散計算を行うことになるが、一定方向の海流が卓越するような場合や、潮流が卓越する場合であっても概略の計算を行えばよい時には、拡散方程式の解析解等を用いることもできる。解析解の代表的なものには、ヨゼフ・センドナーの方法、ブルックスの方法などがあるが、解析解は、種々の仮定を設けて拡散方程式を解析的に解けるような形になっているので、対象とする海域の状況がそれぞれの仮定に最も近いものを選ぶ必要がある。

## 6. 目標負荷量

### 6-1. 集合処理区域の設定

流総計画において定める予定処理区域は、近年及び将来の人口動向や地方公共団体の都市整備の方針等を踏まえ、都道府県構想等を参考に設定する。

#### 【解 説】

流総計画においては、下水道法第2条の2第2項第2号により、下水道により下水を排除し、および処理すべき区域に関する事項を定めることとされている。本来、流総計画は、当該水域に設定された水質環境基準を達成せしめるための下水道整備の基本計画であることから、本流総計画における予定処理区域は、当該水質環境基準を達成・維持するために必要とされる予定処理区域上の要件を満足していることは、当然のことである。

一方、快適な生活環境を確保する上で必要不可欠な基盤施設として、下水道の整備は都市、農山漁村を問わず要請されており、社会資本整備審議会都市計画・歴史的風土分科会都市計画部会下水道小委員会報告（平成19年6月）では、長期の目標として「地域条件や各種污水处理施設の特性を勘案しつつ、下水道、農業集落排水施設、浄化槽等の連携を強化して、全国的に概成を目指す。」とされ、中期の目標として「市街地や水質保全上重要な地域等における下水道整備については、概ね10年間で整備を概成する。」とされている。

また、昨今の人口減少を勘案して、将来のフレームが過大なものにならないように予定処理区域の設定を行う必要がある。

よって、流総計画における予定処理区域は近年及び将来の人口動向や地方公共団体の都市整備の方針等を踏まえ、適切に設定することが必要となる。

なお、流総計画とは別に、污水处理施設の整備を効率的に進めていくために、都道府県構想が策定されている。都道府県構想は、各都道府県が当該行政区域の全域を対象として、污水处理施設の整備区域、整備手法、整備スケジュール等を定めるものである。その考え方は、国土交通省、環境省、農林水産省の3省連名によってまとめられた「持続的な污水处理システム構築に向けた都道府県構想策定マニュアル」に基づき、污水处理施設の効率的な整備の推進が図られることとなっている。流総計画では、都道府県構想が作成されている場合には、これを参考に予定処理区域を設定する。

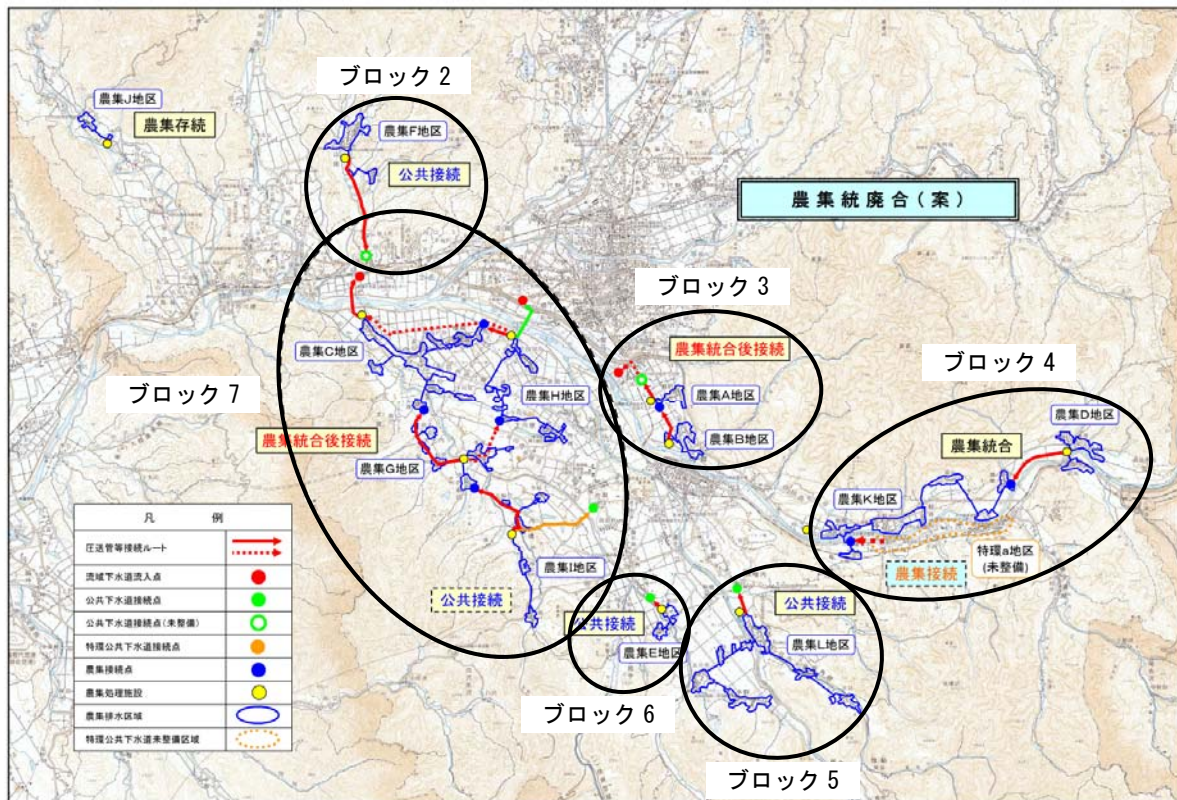
また、将来の汚濁負荷量を算定するために、農業集落排水施設等の下水道以外の集合処理区域についても都道府県構想等を参考に整理する。

なお、必要に応じて費用やエネルギー消費量を勘案して予定処理区域を設定する。場合によっては、エネルギー消費量の効率性から予定処理区域として設定した方が有利な場合もあるため、一定の広域的な観点から検討することが重要である（図6-1参照）。

(集合処理区域の統廃合の検討結果例)

| 統合<br>ブロック | 事業費(百万円) |       |         |         |       |         | エネルギー消費量(L/日) |       |
|------------|----------|-------|---------|---------|-------|---------|---------------|-------|
|            | 個別ケース    |       |         | 統合ケース   |       |         | 個別ケース         | 統合ケース |
|            | 建設費      | 維持管理費 | 合計      | 建設費     | 維持管理費 | 合計      |               |       |
| 2          | 149.2    | 139.2 | 288.4   | 280.7   | 85.2  | 365.9   | 43.4          | 34.6  |
| 3          | 229.7    | 183.2 | 412.9   | 232.0   | 91.6  | 323.6   | 63.7          | 36.8  |
| 4          | 741.9    | 888.9 | 1,630.8 | 392.8   | 354.5 | 747.3   | 183.8         | 165   |
| 5          | 254.5    | 323.2 | 577.7   | 216.7   | 112.2 | 328.9   | 80.2          | 34.7  |
| 6          | 85.1     | 58.0  | 143.1   | 62.3    | 28.3  | 90.6    | 22.9          | 11.7  |
| 7          | 631.0    | 621.8 | 1,252.8 | 1,071.0 | 309.5 | 1,380.5 | 185.5         | 119.6 |

: 有利なケース



○: エネルギー消費量の効率性から予定処理区域として設定した方が有利な区域

図 6-1 エネルギー消費量の効率性から予定処理区域として設定した方が有利なケース

## 6-2. 集合処理区域別の計画下水量の算定

### 6-2-1. 基本的な考え方

計画下水量は、水道の給水実績等の実績データを基にして予定処理区域内における将来の下水水量予測を地域の特性に応じて多角的に検討し、適正に算定する。

#### 【解 説】

下水発生源としては、一般家庭、商店、教育施設、官公署、工場、事業場、サービス施設等多岐にわたっている。

計画下水量の算定に当たってはこれらの発生源を分類して行うことが多い。その際には地域の状況に応じ、主要な要素を中心に算定することが望ましい。

例えば、都市の中心部であれば昼間人口による下水が主要な要素となるし、スキー場の比重が高い都市であれば冬季の観光人口(宿泊施設の容量等)が計画下水算定の決め手となる。

下水道計画は、長期的見通しの上で策定されなければならないが、これら計画の基礎となる各種排水の予測は人口、産業、社会的動向の把握に完全を期し難い面がある。従って計画時点で考えられる事項を多角的に検討し、できるだけ予測との食い違いを少なくする努力が必要であるが、個々の予測が多少違ったとしても下水道施設は簡単に拡張することが難しいものであるため、総体的には不足が生ずることがないようにしなければならない。

なお、下水道以外の集合処理区域の計画汚水量についても下水道と同様の考え方に基づいて算定する。一般的に下水道以外の集合処理区域では家庭・営業排水量のみが流入するため、工場排水の算定は必要ない。

### 6-2-2. 家庭・営業排水量の算定

過去の水道給水実績及び将来人口の想定年度の水道計画を勘案したデータを基に予定処理区域内の家庭排水量、営業排水量を算定することを原則とする。

#### 【解 説】

#### 1) 家庭排水量

家庭排水量は、一般家庭から排水されるものであり、「4-2. 排水量と汚濁負荷量の現況と見通し」で推定した1人1日当たりの生活汚水量に、計画処理人口を乗ずることにより求める。なお、給水量のうち一部は漏水として失われ、また使用後地下浸透、蒸発等によって失われる部分もあるが、一方、井戸水等未知の量が下水道に流入することもあるので、原則として有収率の導入はしない。



## 2) 営業排水量

営業排水量は、一般家庭、製造業以外の人為的な排水量であり、「4-2. 排水量と汚濁負荷量の現況と見通し」で推定した1人1日当たりの営業排水量に、計画処理人口を乗じて求める。

## 3) 変動率

計画1日平均汚水量、計画1日最大平均汚水量、計画時間最大汚水量の算定にあたっては、各汚水量の区分（家庭排水、営業排水等）にしたがって積み上げて算定する。その際、表6-1に示す下水道施設計画・設計指針と解説-2009年版-の範囲で変動率を設定することが望ましいが、実際に処理場に流入する汚水量の変動状況を調査し、乖離が生じる場合はその原因を確認した上で、実態と整合した変動率を設定する。

表 6-1 一般的な変動率（家庭・営業排水）

|         | 日平均     | 日最大 | 時間最大    |
|---------|---------|-----|---------|
| 家庭・営業排水 | 0.7~0.8 | 1.0 | 1.3~1.8 |

出典：下水道施設計画・設計指針と解説-2009年版-／(社)日本下水道協会

### 6-2-3. 工場排水量の算定

予定処理区域内の工場、事業場等の排水の計画下水量を算定するに当たっては、次の考え方に基づき判断する。

- 1) 冷却排水、温調排水等でその水質に関して公共用水域に直接放流することが合理的なものについては算入しない。
- 2) 工場の処理施設の設置により、公共用水域に直接放流することが合理的なものについては算入しない。
- 3) 排水量が著しく多量であるもの、その他工場等が単独で処理を行うことが適当であると考えられるものについては算入しない。

#### 【解 説】

下水道は都市環境の改善や公衆衛生の向上のための基盤的施設であり、かつ、河川、湖沼、海域等の公共用水域の水質保全のために欠かすことができない施設であること、これらの目的を効率的に達成するためには、生活・営業排水、工場排水等の区別なくすべての下水を下水道整備の対象とすることが原則である。

しかしながら、下水道法第10条ただし書きにおいて、特別の事情により、公共下水道管理者の許可を受けた場合には、当該下水を公共下水道に流入させるために必要な排水整備の設置義務を免除できることとなっている。

従って本流総計画においては、計画下水量をできる限り正確に予測し、適正な計画とするた

め、構成要素の一つである工場・事業場等の排水については、下水道が供用開始された段階における同条ただし書の適用の形態の見通しを本文に示す考え方にに基づき判断して、計画下水量を算定する。この場合、公共用水域に直接排水すると判断されるものについては、排水の監督権限を有する環境部局と調整する。

#### 1) について

冷却排水、温調排水等については、これを一般のプロセス排水と分離すれば水質的には公共用水域に直接放流することが可能であり、原則として下水道の計画下水量に算入しない。

#### 2) について

水質汚濁防止法は、特定施設を有する特定事業場からの排水には同法第3条第1項により全国一律の排水基準が適用され、更に必要な区域には同法第3条第3項の規定により、都道府県が上乘せ基準を定めることができることとされている。

また、下水道法では、①著しく公共下水道もしくは流域下水道の施設の機能を妨げ、または施設を損傷するおそれのある下水、②多量の有毒物質を含む下水その他下水道からの放流水の水質を技術上の基準に適合させることを著しく困難にするおそれのある下水を下水道に排除する者に対し、公共下水道管理者は政令で定める基準に従い都道府県条例で除害施設の設置を義務づけることができることとなっている。この政令の基準はBOD、SSの等下水道の終末処理場の処理対象水質項目以外の項目については、水質汚濁防止法の排水基準と同等に定められており、これらについて上乘せ基準が定められ、また、これらの水質項目以外の項目について排水基準が定められた場合においても、これと同様の基準によって除害施設を設けさせることができることとなっている。

従って、このような除害施設の設置基準に基づいて設置された除害施設を経た工場排水等を下水道に受け入れるとした場合、水質的にみて公共用水域に直接放流しても支障がなく、むしろその方が合理的であると考えられる場合には下水道の計画下水量に算入しない。

#### 3) について

排水量が著しく多量であるもの、あるいは生活排水と合併処理するメリットのない排水で工場等が単独で処理することが技術的にも経済的にも適当であると考えられる場合は、下水道の計画下水量に算入しないものとする。

1)、2)、3)に該当する場合であっても、工場排水等を直接排出する公共用水域または分流式下水道の雨水管が付近になく、やむなく下水道(污水管)に受け入れざるを得ないような場合等には下水道の計画下水量として算定する。

また、将来立地する工場等については、その立地位置、業種、排水量、水質等の予測が一般に困難であるので、生活・営業汚水と合併処理をするメリットがあるかどうかなどを勘案した上で計画下水量を算定する。

変動率は、実績等の独自の推定論拠がある場合はそれを用い、それがない場合は下水道施設計画・設計指針と解説-2009 年版-より表 6-2 の値を用いる。

表 6-2 一般的な変動率（工場排水）

|      | 日平均 | 日最大 | 時間最大 |
|------|-----|-----|------|
| 工場排水 | 1.0 | 1.0 | 2.0  |

出典：下水道施設計画・設計指針と解説-2009 年版-／（社）日本下水道協会

#### 6-2-4. 畜産排水量の算定

畜産排水に対する必要削減負荷量は総理府令第 40 号による排水基準、または都道府県条例による上乗せ基準の適用等によって削減するが、予定処理区域内に存する畜房からの排水については、個別処理の可能性等を勘案して、下水道へ接続する畜産排水量を算定する。

#### 【解 説】

家畜ふん尿は、肥料として農地還元することが最も好ましい方法と考えられるが、化学肥料の出現、並びに労働力の減少によるふん尿、堆肥、厩肥の使用の減少とともに、家畜飼養の耕地からの分離（大規模畜舎による飼養技術の開発等）により膨大なふん尿が産出されるため農地への還元は困難な場合があり、公共用水域に排出される水質汚濁源となっている。また、家畜による汚濁負荷は飼料、飼育形態並びにふん尿の排除方法により異なる。

畜産排水の必要削減負荷量は、工場排水と同様、総理府令第 40 号による排水基準、または都道府県条例による上乗せ基準の適用によって削減する。また、「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」に基づく管理基準が平成 16 年 11 月に適用されたことを受け、今後により負荷削減が進むと考えられる。

畜産排水は有機系の排水であるため現在の生物学的処理が十分可能であり、予定処理区域内に存在する畜房からの排水は、肥料としての農地還元、飼育形態の改良等による個別処理の可能性を勘案して下水道に受け入れるか否かを定める。ただし、畜産排水の水質は極めて濃度が高いため、ボロ出し等により固形物を分離するとともに、大規模な施設については原則として個別処理とする。なお、下水道に受け入れる場合には建設費、維持費等多額の経費が必要となるので、事前に関係者との調整が必要である。

#### 6-2-5. 観光排水量の算定

観光客の入込み数を勘案する必要のある地域にあっては、下水道へ接続する観光排水量を算定する。

##### 【解 説】

定住人口による汚濁負荷量に比較して観光客による汚濁負荷量が相当大きな数値となっている地域については、必要に応じて観光排水量を算定する。その際、「4. 汚濁負荷量の現況と見通し」で推定した将来の観光排水量のうち、下水道へ接続する割合を予定処理区域と観光施設の関係等より算定する。

特に水量、汚濁負荷量が大規模な観光施設については、下水道施設へ与える影響が大きいため、個別に下水道へ接続するかどうかの調査が重要である。

なお、営業排水量の中に観光客による排水量も含まれている場合も考えられるため、観光施設の水利用形態を十分調査し、地下水利用分のみを計上するなど、重複を避けるようにしなければならない。

観光排水量の変動率は、観光客の変動や宿泊施設の稼働率等、独自の推定論拠がある場合はそれを用い、それがない場合は下水道施設計画・設計指針と解説-2009 年版-より家庭排水の比を準用してもよい。

#### 6-2-6. 地下水量の算定

地下水量は、推定が困難な予定処理区域については日最大家庭排水量と日最大営業排水量の和の 10～20%を見込むことができる。

##### 【解 説】

地下水量は、推定が困難な予定処理区域については家庭排水量と営業排水量の和に対する日最大汚水量の 10%～20%を見込むことができる。

ただし、合流地区や地下水位が高い予定処理区域、供用開始が早い予定処理区域においては、地下水の流入が大きい場合が見られる。この場合は、実態を勘案して今後の浸入水対策や管渠の再構築計画と調整した上で、地下水量を適正に算定する。

対象水域のすべての水質環境基準や水質環境基準以外の目標が達成される最大の汚濁負荷量として、目標負荷量を設定する。目標負荷量は、汚濁解析モデルによるシミュレーションを実施して、次の事項に留意して設定することを原則とする。

- 1) 将来の排出形態の変化

また、閉鎖性水域では次の事項に留意して記載する。

- 2) 内部生産の影響
- 3) 汚濁負荷量以外の影響

目標負荷量は、水質環境基準及び水質環境基準以外の目標を達成できる最大の汚濁負荷量を汚濁解析モデルにより設定する(図 6-2 参照)。なお、予定処理区域の統廃合の検討により、目標負荷量設定時の集合処理区域割が変更される場合は、改めて汚濁解析を行い、通年の目標値を満足することを確認する。

現況と将来で汚濁負荷の排出先が変化することが想定されるため、汚濁解析モデルによる計算は、「6-2. 集合処理区域別の計画下水量の算定」で算定した将来人口の想定年度における整備状況（排出形態）を勘案して行う。

閉鎖性水域では、内部生産の影響による COD の悪化が見られる場合がある。この場合、汚濁解析モデルにより内部生産による水質悪化分を評価した上で、COD を改善させるための COD 負荷の削減と全窒素・全燐等の栄養塩の削減の適正なバランスを以下の内容に留意して検討する。

- 3) について

汚濁負荷量

必要削減負荷量

目標負荷量

- ・ 将来の排出形態を考慮
- ・ 内部生産の影響を考慮
- ・ 汚濁負荷量以外の影響を考慮

基準年度  
（現況）

将来整備後  
（将来人口の想定年度）

：対象水域内の総排出負荷量

113

#### 6-4. 発生源別目標負荷量

##### 6-4-1. 負荷量配分の基準とする年度

|                                       |
|---------------------------------------|
| 削減負荷量の発生源別への配分の基準とする年度は、将来人口の想定年度とする。 |
|---------------------------------------|

#### 【解 説】

水質環境基準達成のための必要削減負荷量の発生源別の配分方法は、水質保全のための諸対策が実施されていない年度の汚濁負荷量を基準とする方法、現況の汚濁負荷量を基準とする方法、および将来人口の想定年度の汚濁負荷量を基準とする方法が想定される。

水質保全のための諸対策が実施されていない年度の汚濁負荷量を基準とする方法は、現時点からかなりの年数を過去にさかのぼる場合が多いので、社会経済構造が現状とはかなり異なっていると考えられ、現状の負荷削減のあり方を定める根拠としては適当でないと考えられる。

現況の汚濁負荷量を基準とする方法は、現況までの汚濁負荷削減対策の進捗状況によっては公平性を欠く可能性がある。また、現況と将来とで汚濁負荷の排出地点が変化する場合は、現況の汚濁負荷量の分布状況をもとに目標負荷量を算定しても、将来水質環境基準を達成できない可能性がある。

一方、将来人口の想定年度の汚濁負荷量は、将来の人口、工業出荷額、家畜頭数等を推定して算出されたものであり、それらの数値は将来の社会情勢の変化によって変動する性質のものである。従って、将来人口の想定年度の汚濁負荷量を基準とする方法は、実態に即した将来フレームを設定しないと公平性を欠く可能性がある。

このような点を勘案して削減負荷量の発生源別の配分は、水質基点での将来の発生源別の流出負荷量の比率で目標負荷量の配分量を決定し、これに基づき必要削減負荷量を求めることを原則とする。ただし、地域の状況によっては、水質保全のための諸対策が実施されていない年度の汚濁負荷量や現況の汚濁負荷量を基準とする方法で負荷量配分を行ってもよい。

#### 6-4-2. 発生源への配分

汚濁発生源別の目標負荷量の配分の考え方は、水質環境基準等の達成に必要な下水道以外の対策も合わせて協議が必要な場合には、下水道部局のみならず当該水域に係る関連部局を含めた「流総計画策定のための協議会」を設置して検討する。

河川域を対象とする場合には、家庭・営業系、工場系、畜産系等の負荷について、閉鎖性水域を対象とする場合にはこの他に市街地系、農地系等の負荷について、目標負荷量を超過する汚濁負荷量を削減するものとして配分する。山林・原野、降雨等の自然負荷については、原則として負荷量の削減の対象としない。このほか将来フレームの動向についても勘案する。

汚濁発生源別の目標負荷量の配分に当たっては、効率性や公平性を勘案する必要がある、その際、技術的かつ経済的に導入可能な技術レベルを定める。なお、エネルギーの効率性を勘案するため、エネルギー消費量を勘案して定めることを原則とする。

流総計画の変更計画においては、当初流総計画で設定された発生源別の目標負荷量の比率をもって、目標負荷量を配分することを原則とする。

また、発生源の種類ごとの削減負荷量の地区配分は、目標負荷量を満足する範囲で原則として効率の高いものから実施する。

#### 【解 説】

河川を対象とする場合の汚濁発生源は、晴天時に発生する家庭・営業排水（生活系）、工場排水（工場系）、畜産排水（畜産系）、及び面源からの基底流出（自然系）等である。

一方、対象が閉鎖性水域の場合には雨天時を含む年間の汚濁負荷が対象となることから、上記の生活系、工場系、畜産系以外に、屋根・路面等に堆積した汚濁負荷の雨天時流出（市街地系）、水田及び畑等からの年間流出（農地系）、山地・原野からの年間流出と対象水域の大気降水物（自然系）等を汚濁発生源として追加する。

目標負荷量の汚濁発生源別への配分については、人為的でしかも原因者の特定できる発生源に配分することが適当であると考えられる。従って、対象水域が河川である場合には、家庭・営業系、工場系、畜産系等を削減対象とすることを原則とする。

対象水域が閉鎖性水域の場合には、この他に市街地系、農地系も削減対象とすることを原則とする（図 6-3(2)を参照）。特に、下水道が整備された市街地の市街地系汚濁負荷は、雨水管きよ等の下水道施設を経由して公共用水域に放流されること、また、合流式下水道の予定処理区域ではこれ以外に晴天時汚濁負荷の一部も雨天時に雨水吐き等から越流する場合もあることから、この雨水対策及び合流式下水道の改善対策は、公共用水域の水質保全の観点から下水道で積極的に対応すべきである。ただし、山地からの汚濁負荷量の割合が高い地域では、山林系も削減しなければ環境基準の達成が困難な場合があるため、全発生源を削減対象としてもよい。

これら削減対象となる各発生源への目標負荷量の配分比率は、以下の内容を勘案して、効率性

や公平性に留意しながら設定する。

a) 合理的な一律の削減率

削減率が一律であれば公平性と合理性との観点から、将来下水道整備を現況固定とした場合の発生源別の流出負荷量（流出率＝1の場合は排出負荷量）の比率を用いる。

b) 当初流総計画の比率

流総計画の変更計画においては、当初流総計画において定められた目標負荷量を、各発生源で達成するよう努力すべき性質のものであること、および現状では下水道の普及率が76.3%（平成24年度末）に達し、また水源河川や湖沼等重要な水域においては高度処理が実施されており、さらに、産業排水対策など他の水質保全対策も一定のレベルまで実施されていることを勘案し、現時点までの各発生源別の対策を評価するために、当初流総計画で定められた発生源別の目標負荷量の比率を用いることを原則とする。（図6-4参照）

ただし、社会情勢の変化、技術の進歩等により、別の手法による目標負荷量の配分が妥当である場合には、本項の手法にとらわれる必要はない。

c) エネルギー消費量からみた適正な下水処理レベルの確認

下水処理過程におけるエネルギーの消費量は、一般に処理水質とトレードオフの関係がある。このため、計画処理水質を満足した上で効率的なエネルギー消費量を勘案して発生源別の目標負荷量を算定することを原則とする。

d) 流総計画策定のための協議会について

水質環境基準の達成のために、各発生源に配分された目標負荷量を満足させるためには、下水道部局のみならず他の関連部局と連携して負荷削減対策を実施する必要がある。そのため、汚濁発生源別の目標負荷量の配分については、水質環境基準の達成に必要な下水道以外の対策も合わせて協議が必要な場合には、当該水域に係る関連部局を含めた「流総計画策定のための協議会」を設置して、検討する。（「2-3-2. 流総計画策定のための組織と調整」参照）

〈汚濁発生源別の目標負荷量の配分の一例〉

①まず、下水道について技術的かつ経済的に導入可能な技術レベル（通常的高度処理レベル（下水道法施行令に記載されている標準活性汚泥法等を除く方法））をベースとして汚濁負荷削減量を削減する。

②残りの汚濁負荷削減量について、他の汚濁発生源について技術的かつ経済的に導入可能な技術レベルをもとに汚濁負荷削減量を配分する。

③①及び②を以てしても目標負荷量を満足できない場合は、将来的な技術開発への期待を残し



て、残りの汚濁負荷削減負荷量を各汚濁発生源に（一律）配分する。

なお、削減負荷量の配分が、処理レベルの実行可能性等からみて現実的でないと考えられる場合には、配分の修正を行うことを検討する。

全窒素または全リンの削減については、各発生源に機械的に削減負荷量を配分した場合に、負荷削減を行わない自然系の負荷量の割合が大きいため、他への削減負荷量の配分が大きくなり、対策が困難になることも考えられる。また、畜産系、農地系等の今まで水質保全施策の実績が相対的に少なかったものの対策の手法、可能性についても十分勘案する。

参考として東京湾、伊勢湾及び大阪湾の基本方針における発生源別の目標負荷量配分の考え方を表 6-3 に示す。また、基本方針や流総計画において下水道以外の削減を勘案した例を表 6-4 に示す。

表 6-3 東京湾、伊勢湾及び大阪湾の基本方針における発生源別の目標負荷量配分の考え方

| 水域  | 項 目        | 考え方及び設定値                                                                                                                                                       |
|-----|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 東京湾 | 基準とする負荷量   | 将来時点での汚濁負荷量                                                                                                                                                    |
|     | 配分の考え方     | 下水道先取り型                                                                                                                                                        |
|     | 1) 下水道     | ●下水道整備（高度処理の整備）による削減負荷量を先取りする。<br>・処理水質：COD 8.0mg/l, T-N 8.0mg/l, T-P 0.4mg/l<br>ただし上記目標値の設定が困難の流総計画上の目標値はCOD10mg/l, T-N10mg/l, T-P0.5mg/lを上回らない範囲で設定することができる。 |
|     | 2) その他の排出源 | ●環境基準が達成できない分は他の排出源で一律削減<br>→COD 28.5%削減, T-N 26.4%削減, T-P 32.8%削減                                                                                             |
|     | 3) 系外      | ●固定（※負荷削減を考慮しない）                                                                                                                                               |

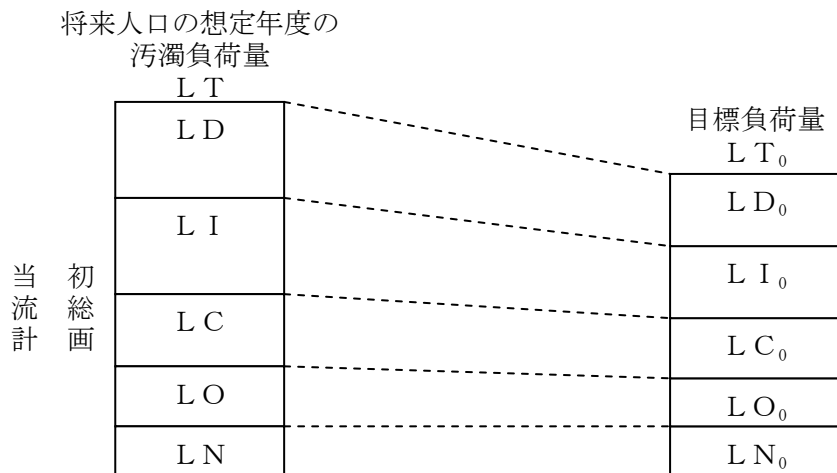
| 水域  | 項 目        | 考え方及び設定値                                                                                                                                                                                |
|-----|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 伊勢湾 | 基準とする負荷量   | 将来時点での下水道整備（二次処理）100%時の排出負荷量                                                                                                                                                            |
|     | 配分の考え方     | 一律削減型→削減率47%                                                                                                                                                                            |
|     | 1) 下水道     | ●下水処理レベルの高度化で負荷削減<br>（30,000m <sup>3</sup> /日以上処理場）<br>・処理水質：COD 8.1mg/l, T-N 7.0mg/l, T-P 0.66mg/l<br>（30,000m <sup>3</sup> /日未満の処理場）<br>・処理水質：COD 12.0mg/l, T-N 17.0mg/l, T-P 1.4mg/l |
|     | 2) その他の排出源 | ●一律削減（山林は除く）<br>→削減率 各水質項目共に47%<br>（生活・営業系は下水道整備による削減も合わせて47%削減）                                                                                                                        |

| 水域            | 項 目        | 考え方及び設定値                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 大阪湾<br>（下流流域） | 基準とする負荷量   | 将来時点での汚濁負荷量                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|               | 配分の考え方     | 下水道先取り型                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|               | 1) 下水道     | ●下水処理レベルの高度化で負荷削減<br>→高度処理レベルは通常の高度処理レベル*1<br>（*1：下水道法施行令に記載されている標準活性汚泥法等を除く方法）<br>（5,000m <sup>3</sup> /日以上処理場）<br>・処理方式：凝集剤併用型ステップ流入式多段硝化脱窒法<br>＋急速ろ過法<br>・処理水質：COD 8.0mg/l, T-N 8.0mg/l, T-P 0.8mg/l<br>ただし平成37年までに個別の事情により上記目標値の達成が困難な<br>場合の各府県の整備目標は、COD10mg/l, T-N10mg/lを上限として定<br>めることができる。<br>（5,000m <sup>3</sup> /日未満の処理場）<br>・処理方法：標準活性汚泥法＋急速ろ過法<br>・処理水質：COD 13.0mg/l, T-N 21.0mg/l, T-P 1.4mg/l |
|               | 2) その他の排出源 | ●環境基準が達成できない分は他の排出源で一律削減<br>→削減率 各水質項目共に20%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

表 6-4 基本方針や流総計画における下水道以外の負荷削減対策の設定例

| 都道府県         | 水域            | 下水道以外の負荷削減対策の内容                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 青森県          | 岩木川<br>流総     | ●家畜排水による必要削減負荷量の除去は、排水規制又は飼育形態等の改善により行う。                                                                                                                                                                                                         |
| 秋田県          | 秋田湾・雄<br>物川流総 | ●八郎湖は、下水道整備のみでは水質環境基準を満足できないため、面源汚濁（農地からの汚濁流出、底泥からの溶出、夏期内部生産等）の実施可能な削減策を引き続き実施することが肝要。                                                                                                                                                           |
| 島根県,<br>鳥取県  | 斐伊川<br>基本方針   | ●水質環境基準達成のためには、現況と比較して山林以外の全発生源は COD80%, T-N80%, T-P96%削減が必要。山林は、COD49%, T-P66%削減が必要（山林以外は削減可能分を先取り）。<br>●宍道湖・中海に係る湖沼水質保全計画における負荷削減対策を実施。<br>・畜産系の農地還元、水田対策（側条施肥、浄化池、植生浄化水路、循環灌漑、休耕田利用）、畑地対策（マルチ内施肥技術、イネ科作物を取り入れた適切な輪作体系の維持と被覆肥料の条施用、クリーニングクロープ） |
| 山口県          | 広島湾西部<br>水域流総 | ●水質環境基準達成のためには、現況と比較して全発生源について COD50%, T-N30%, T-P60%削減が必要。<br>・未規制事業場に対する小規模排水処理技術の開発、鉄鋼業など以外での処理水再利用化技術の開発、家畜糞尿処理施設整備、畜産廃棄物有効利用（地域循環）、浸透性舗装・ます整備による流出量抑制、貯留池＋植生による浄化、施肥技術の改善・水田用排水の適正管理、栽培方法の工夫、伐採管理（保安林指定等）                                   |
| 宮崎県          | 大淀川<br>流総     | ●畜産排せつ物について、「野積み」「素堀り」等の不適切な管理を解消するとともに、堆肥等の利用促進により、資源循環型畜産を実施。                                                                                                                                                                                  |
| 熊本県,<br>鹿児島県 | 八代海<br>基本方針   | ●水質環境基準達成のためには、現況と比較して山林以外の全発生源について COD20%削減が必要。                                                                                                                                                                                                 |

注）上記基本方針、流総は三大湾以外の事例を示す。三大湾については前頁のとおり。



当初流総計画

$$LD_0 = LS_0 \times LD / LS$$

$$LI_0 = LS_0 \times LI / LS$$

$$LC_0 = LS_0 \times LC / LS$$

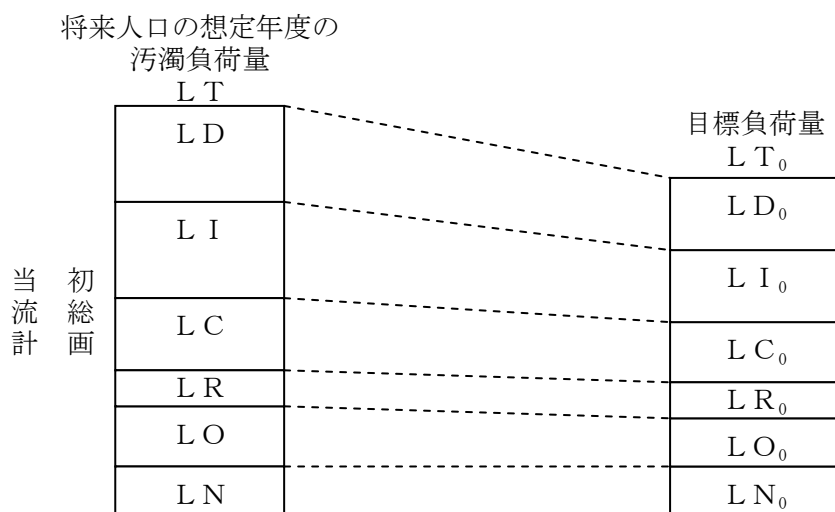
$$LO_0 = LS_0 \times LO / LS$$

$$LN_0 = LN$$

| 項 目     | 当初流総計画<br>における将来<br>人口の想定年<br>度の負荷量 | 当初流総計<br>画における<br>目標負荷量 |
|---------|-------------------------------------|-------------------------|
| 家庭・営業排水 | LD                                  | LD <sub>0</sub>         |
| 工場排水    | LI                                  | LI <sub>0</sub>         |
| 畜産排水    | LC                                  | LC <sub>0</sub>         |
| その他排水   | LO                                  | LO <sub>0</sub>         |
| 小 計     | LS                                  | LS <sub>0</sub>         |
| 自然汚濁    | LN                                  | LN <sub>0</sub>         |
| 総 計     | LT                                  | LT <sub>0</sub>         |

注 その他排水は養殖水産系等

図 6-3(1) 当初流総計画の発生源別目標負荷量の算出  
(対象水域が河川の場合)



当初流総計画

$$LD_0 = LS_0 \times LD / LS$$

$$LI_0 = LS_0 \times LI / LS$$

$$LC_0 = LS_0 \times LC / LS$$

$$LR_0 = LS_0 \times LR / LS$$

$$LO_0 = LS_0 \times LO / LS$$

$$LN_0 = LN$$

| 項 目     | 当初流総計画における将来人口の想定年度の負荷量 | 当初流総計画における目標負荷量 |
|---------|-------------------------|-----------------|
| 家庭・営業排水 | LD                      | LD <sub>0</sub> |
| 工場排水    | LI                      | LI <sub>0</sub> |
| 畜産排水    | LC                      | LC <sub>0</sub> |
| 市街地・農地  | LR                      | LR <sub>0</sub> |
| その他排水   | LO                      | LO <sub>0</sub> |
| 小 計     | LS                      | LS <sub>0</sub> |
| 自然汚濁    | LN                      | LN <sub>0</sub> |
| 総 計     | LT                      | LT <sub>0</sub> |

注 その他排水は養殖水産系等

図 6-3 (2) 当初流総計画の発生源別目標負荷量の算出

(対象水域が閉鎖性水域の場合：市街地系、農地系の負荷も削減対象とする)

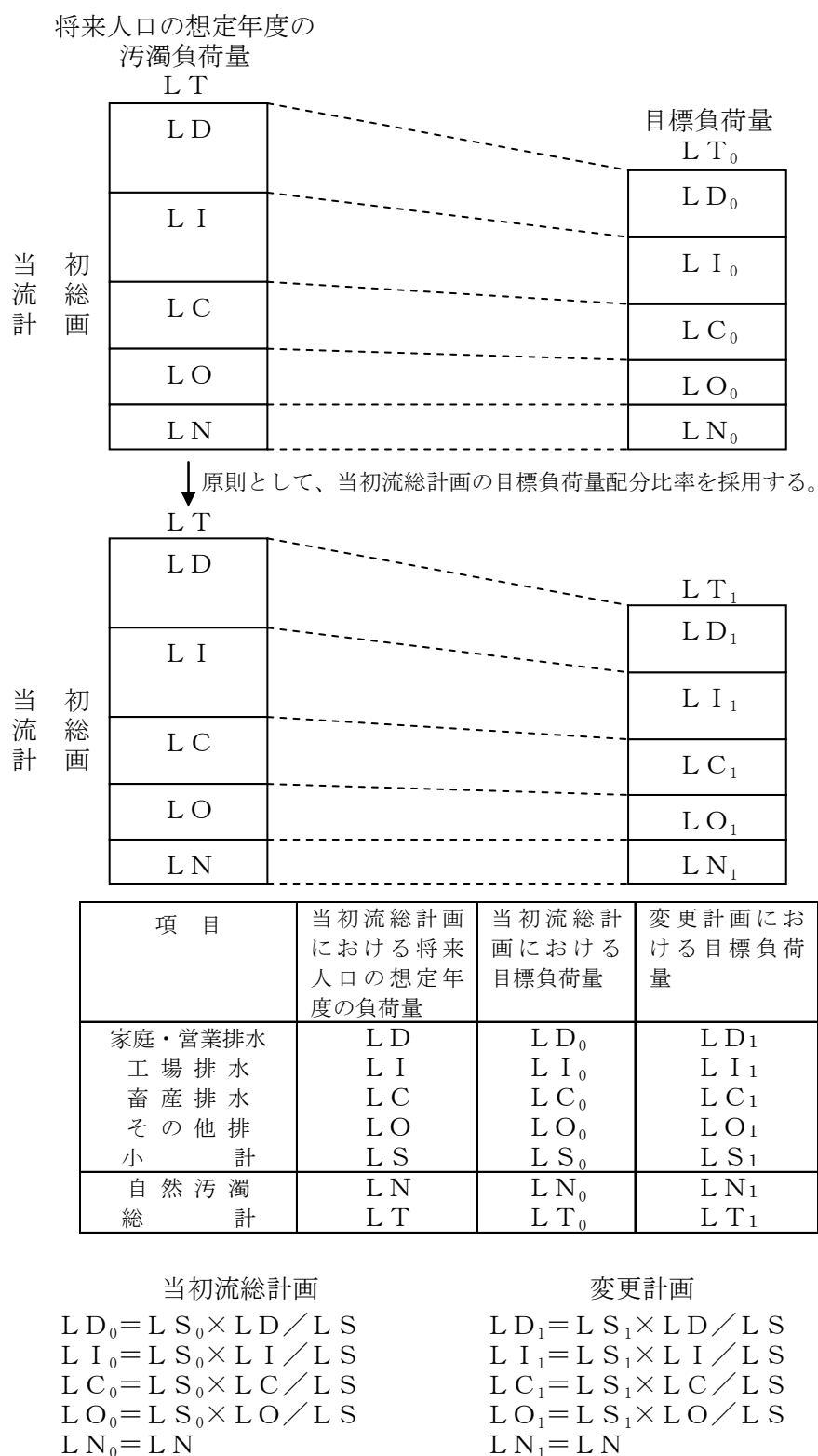


図 6-4 変更流総計画の発生源別目標負荷量の算出（河川）

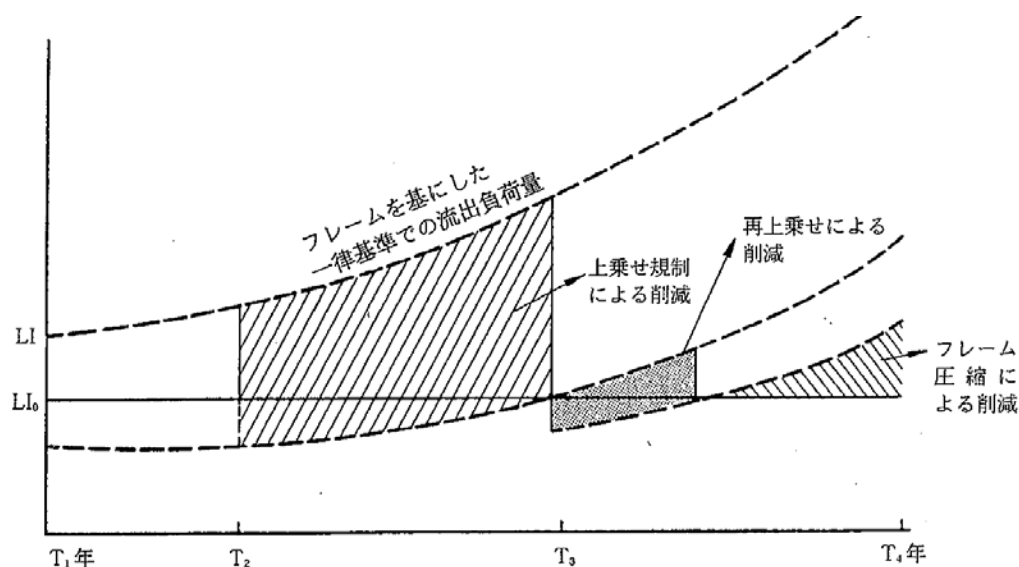


図 6-5 工場排水の削減計画（例）

### 6-4-3. 下水道以外の負荷削減方策

家庭排水及び営業排水に係る負荷量の削減は下水道の整備等の生活排水対策によるが、その他の負荷量の削減は原因者において実施することを原則とする。

各発生源別の目標負荷量を達成するための負荷削減施策については、流総計画策定時点における負荷削減に係る技術レベルを勘案するとともに、将来的な技術開発の可能性や湖沼水質保全計画等の他計画における負荷削減対策についても反映することが望ましい。

#### 【解 説】

負荷削減施策のうち下水道整備については7章に記述するが、公共用水域の水質環境基準は下水道の整備だけで達成されるものではなく、工場排水の規制等その他の施策と合せてはじめて達成されるものである。

従って、本流総計画は公共用水域の水質保全計画の一環をなすものであるから、本流総計画に關係の深い汚濁負荷発生原因者のなすべき施策を明らかにしておく。その際、各発生源別の目標負荷量を達成するための負荷削減施策は、計画策定時点における負荷削減に係る技術レベルを勘案するだけでなく、将来的な技術開発の可能性についても検討する。

本流総計画の法的拘束力は下水道整備に関してだけで、その他の施策に対しては拘束力を持たないが、国土交通大臣は本流総計画の協議に当たって環境大臣に協議することになっているので、都道府県は本流総計画の協議申請を出す場合に、関係部局と合議し本流総計画について了解を得ておけば、下水道以外の施策についても実質的効果を期待できるはずである。

また、農業集落排水事業等、下水道以外の生活排水処理施設についても、その処理効果を的確に把握した上で汚濁解析の中の要因として取り込む。さらに、流域水環境保全計画・水循環再生構想等の水質水量一体とした水環境保全計画のある水域では、これによる河川流量及び汚濁負荷量の変化についても、的確に把握した上で汚濁解析の中の要因として取り込む。

#### 1. 工場排水対策

工場排水に係る必要削減負荷量の除去は、排水基準の上乗せ規制又は下水道への取り入れにより対処する。算定方法は水質基点ごとに工場排水に係る流出負荷量および必要削減負荷量を算出して設定する。

#### 2. 畜産排水対策

一般に畜産排水に係る汚濁負荷発生源は都市計画区域外の農村地域であり、河川への流達負荷量は小さいので、公共用水域の水質汚濁に与える影響は、生活・営業污水、工場污水に比べて小さい場合が多い。

しかし、家畜振興地域等で家畜に係る発生負荷量が多くその削減を必要とする場合には、削減負荷量と削減方法を明らかにしなければならない。

#### 3. その他の対策

工場排水、畜産排水の他、農地系、養殖水産系、市街地系等についても、削減対象とする場合には、「市街地ノンポイント対策に関する手引き（案）/H20.3/下水道新技術推進機構」「湖沼等の水質汚濁に関する非特定汚濁源負荷対策ガイドライン/H12.12/環境庁」「湖沼水質のための流域対策の基本的考え方/H18.3/国土交通省 農林水産省 環境省」等を参照し、その削減負荷量と削減方法を明らかにする。市街地からの面源負荷の削減対策としては、下水道事業において「合流式下水道の改善計画」，「市街地排水浄化対策モデル事業」がある。また、河川等における浄化施設、底泥しゅんせつ等についても効果が見込める場合には削減負荷量を見込む。参考として、湖沼水質保全計画における面源負荷削減対策を表 6-5 に示す。

#### 4. 基礎フレームの再検討等

本調査は都道府県の長期計画等をもとに推定した基礎フレームを与件として行われるので、下水道の整備、工場排水の規制、畜産排水の規制等を最大限に実施しても、水質環境基準の達成が困難な場合が起り得る。このような場合には基礎フレームの再検討および土地利用計画の再検討等を行い、水質環境基準が達成・維持されるように修正する。このほか、低水流量の増加等の流況の改善や将来の技術開発の見込みも検討する。

表 6-5 湖沼水質保全計画における面源負荷削減対策（例）

| 区分  | 内 容                           |
|-----|-------------------------------|
| 市街地 | ・ 道路路面，道路側溝，水路等の清掃            |
|     | ・ 各戸貯留・浸透施設等の設置               |
|     | ・ 市街地排水浄化対策施設                 |
| 農地  | ・ 適正施肥の推進（エコファーマーの認定）         |
|     | ・ 化学肥料の施用を減少させる側条施肥機の導入       |
|     | ・ 農業用排水路の管理・整備                |
|     | ・ 農業用排水路のゴミ拾い，泥上げ，草刈り等の維持管理活動 |
| 自然地 | ・ 土壌侵食や崩壊による汚濁負荷流出を防止（保安林の指定） |
|     | ・ 山腹崩壊や土石流の防止（治山及び砂防事業の推進）    |

## 6-5. 下水道の計画処理水質の決定

### 6-5-1. 下水道の計画処理水質の決定方法

計画処理水質は、下水道の施設整備と下水道以外の汚濁負荷対策をあわせて実施した場合に、対象水域の将来水質が水質環境基準を達成することができるように定めなければならない。また、計画処理水質の決定にあたって、エネルギー効率性の観点から、終末処理場毎のエネルギー消費量を勘案することを原則とする。

#### 【解 説】

水質環境基準を達成・維持するために必要な予定処理区域は、「6-1. 集合処理区域の設定」に示す方法で設定される。終末処理場ごとの計画処理水質の決定方法は、原則として以下のとおりとする。

- ① 将来人口の想定年度における下水道以外の汚濁負荷対策及び終末処理場ごとの計画一日平均流入下水量を決定し、終末処理場からの放流水の水質を一律に低下させた場合に、流総計画の対象水域に定められたすべての水質環境基準を達成するような水質を、当該流域内の終末処理場の整備目標として決定する。その際、下水処理レベルがエネルギー消費量の面から非効率と考えられる場合は、必要に応じて発生源への配分比率を再調整する。

なお、流総計画の対象水域が二以上の都府県に跨る場合、当該流域内の終末処理場の整備目標の算出は、関係都府県もしくは国が行う。

- ② 終末処理場ごとの将来人口の想定年度における計画処理水質は、地方公共団体ごとに、当該計画処理水質に計画一日平均流入下水量を乗じた値の総和を計画一日平均流入下水量の総和で除した値が、当該流域内の終末処理場の整備目標の値を上回らないように定めることを原則として、以下の式を満足するよう決定する。

$$\sum_{\text{終末処理場}} \left( \left[ \text{終末処理場ごとの将来人口の想定年度における計画処理水質} \right] \times \left[ \text{終末処理場ごとの計画一日平均流入下水量} \right] \right) / \sum_{\text{終末処理場}} \left[ \text{終末処理場ごとの計画一日平均流入下水量} \right] \leq \left[ \text{当該流域内の終末処理場の整備目標} \right]$$

- ③ ただし、高度処理の推進にあたって、②の方法が適当でないと認められ、流総計画に係るすべての地方公共団体の合意が得られる場合には、これ以外の方法も可とする。
- ④ 一般的に下水道の終末処理場の高度処理化は、水量規模が大きいほどスケールメリットがはたらき、費用的に有利となる。このため、処理場の規模により処理レベルに差を持たせることで効率的な汚濁負荷削減を行うことが期待できる。全国の実績からエネルギー消費量の面からも同様の傾向が見られるため（図 6-6, 6-7, 6-8, 表 6-6 参照），エネルギー消費量を勘案して処理水質を決定することを原則とする。表 6-6, 図 6-8 は処理方式別水量規模別の平均阿値を原単位を示すもので、実績と比較することでエネルギー消費量の効率を把握したり、処理場規模別の処理レベルを設定する際の参考としたりすることができる。
- ⑤ エネルギー消費量の勘案方法としては、高度処理共同負担事業の活用や、処理場の規模を踏まえた計画処理水質の決定が挙げられる。なお、エネルギー消費量の面から妥当性を確認し



た上で、当初流総計画における規模別の区分を踏襲してもよい。

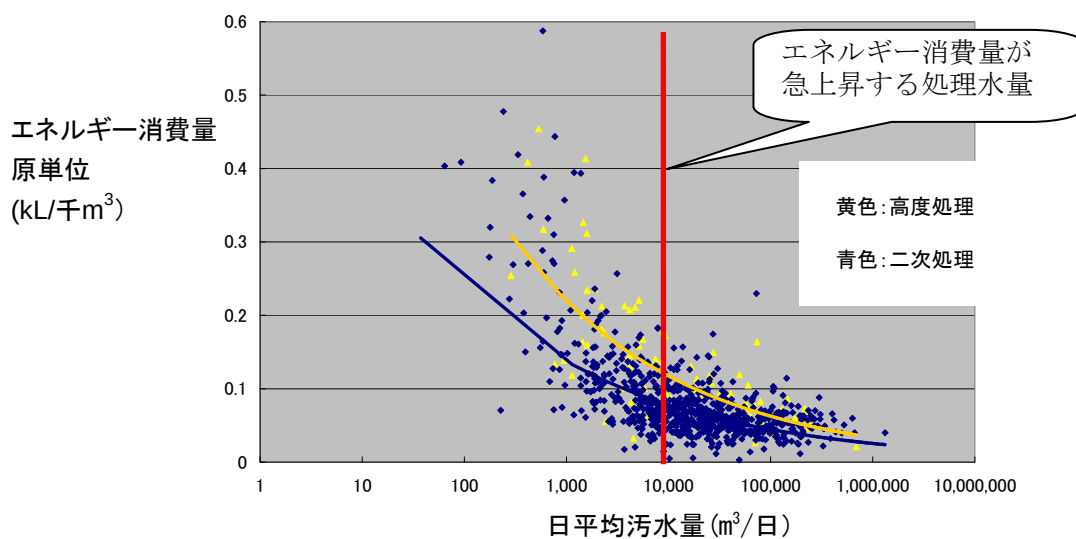


図 6-6 エネルギーに配慮した規模別処理レベルの決定イメージ

注) 二次処理：標準活性汚泥法と同程度に下水を処理することができる方法

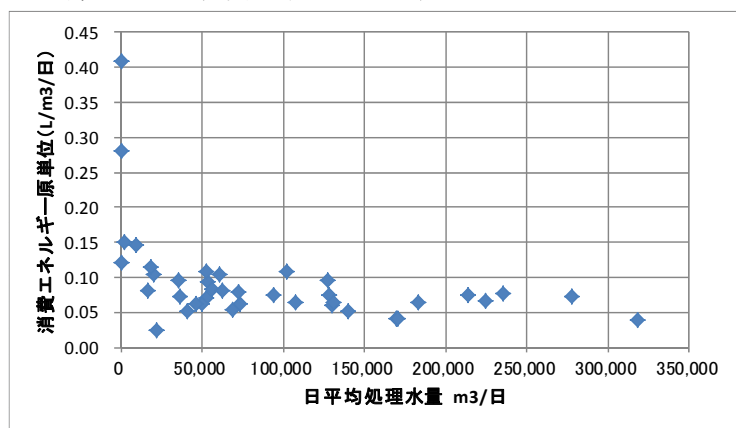


図 6-7 流域における処理水量と消費エネルギー原単位の関係

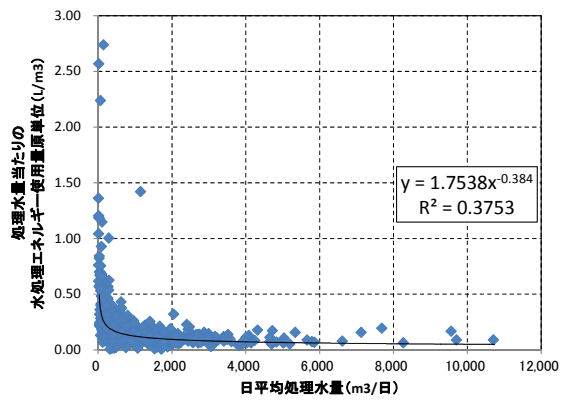
表 6-6 処理方式別エネルギー消費量原単位の全国平均値

| 処理方式 | 算定式    |        | 日平均処理水量 (m³/日) 別エネルギー消費量原単位 (L/m³) |       |        |        |         |         |
|------|--------|--------|------------------------------------|-------|--------|--------|---------|---------|
|      | a      | b      | 1,000                              | 5,000 | 10,000 | 50,000 | 100,000 | 200,000 |
| OD法  | 1.7538 | -0.384 | 0.124                              | 0.067 | 0.051  | 0.028  | 0.021   | 0.016   |
| 標準法  | 0.5235 | -0.206 | 0.126                              | 0.091 | 0.079  | 0.056  | 0.049   | 0.042   |
| A0法  | 1.839  | -0.315 | 0.209                              | 0.126 | 0.101  | 0.061  | 0.049   | 0.039   |
| 多段法  | 1.084  | -0.200 | 0.272                              | 0.197 | 0.172  | 0.125  | 0.108   | 0.094   |
| A20法 | 2.9574 | -0.296 | 0.383                              | 0.238 | 0.194  | 0.120  | 0.098   | 0.080   |
| 循環法  | 2.3026 | -0.261 | 0.380                              | 0.249 | 0.208  | 0.137  | 0.114   | 0.095   |

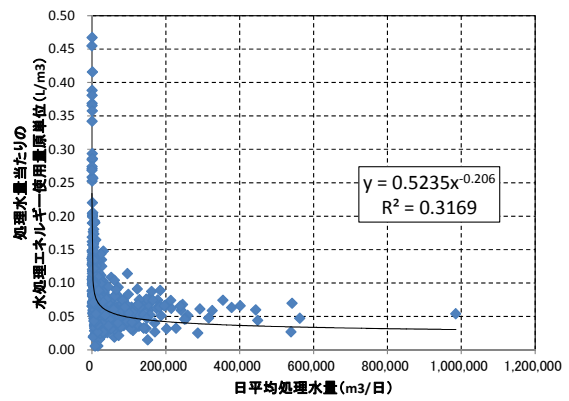
注) エネルギー消費量原単位 (L/m³) =  $a \times \text{日平均処理水量 (m³/日)}^b$

出典：平成 21 年度下水道統計を基に集計

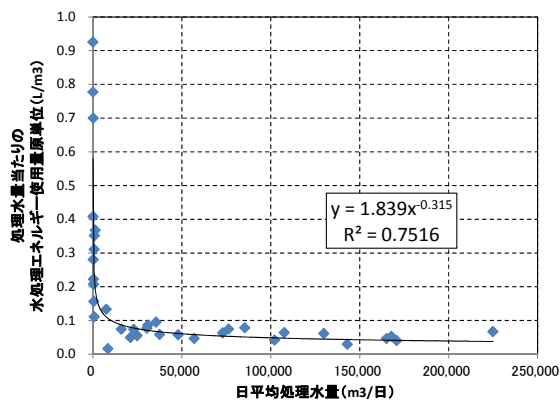
【OD 法】



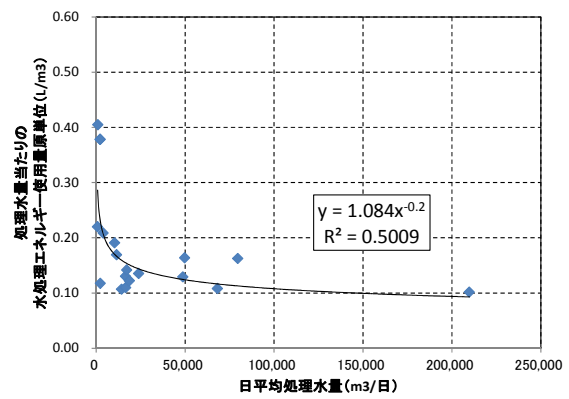
【標準法】



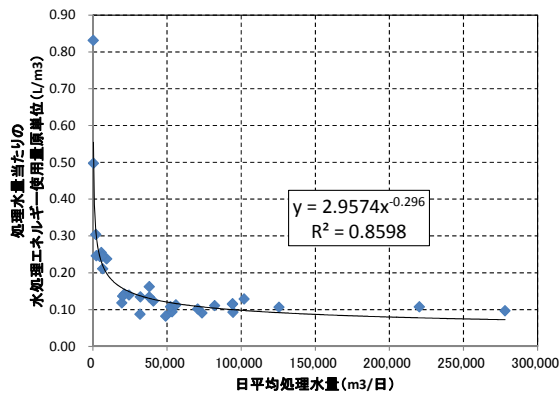
【A0 法】



【多段法】



【A20 法】



【循環法】

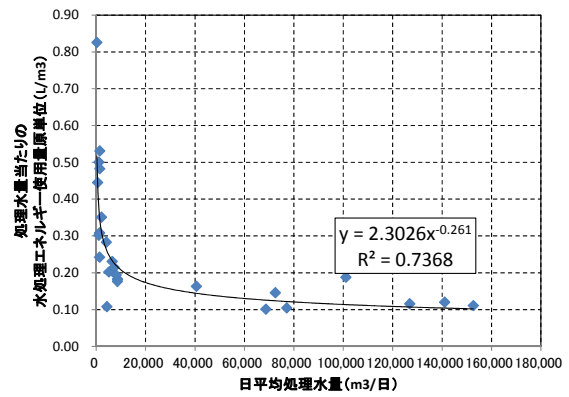


図 6-8 処理方式エネルギー消費量原単位の実績値

出典：平成 21 年度下水道統計を基に集計

## 6-5-2. 季節別の処理水質

栄養塩類循環のバランスを取る必要があることなどから水質環境基準以外の目標を定めた場合には、季節別の処理水質を定めてもよい。その際、水質環境基準の達成・維持が担保できること、地先の周辺水質等への大きな影響が想定されないこと等を確認する。

### 【解 説】

海中の栄養塩類のバランスが損なわれ、冬季には栄養塩不足等の要因によりノリの色落ち被害が報告される等、季節により水質を取り巻く環境に課題が発生している水域においては、水環境の効率的な改善を図りつつ、処理レベルを季節別に変化させる等の対応を図っている例がある。このように栄養塩類循環のバランスを取る必要があることなどから水質環境基準以外の目標を定めた場合、当該季節の下水処理レベルを定め、季節別に運転方法を変更して対応することが考えられる(図 6-9 参照)。

その際、水質環境基準の達成・維持が水質汚濁解析等により担保できること、地先の周辺水質等への大きな影響が想定されないことを確認した上で、下水道の終末処理場の季節別運転方法を季節別の処理水質として定めてもよい。実際の運転管理については、「栄養塩類の循環バランスに配慮した運転管理ナレッジに関する事例集 平成 26 年 3 月 国土交通省水管理・国土保全局下水道部」を参照とされたい(図 6-10 参照)。

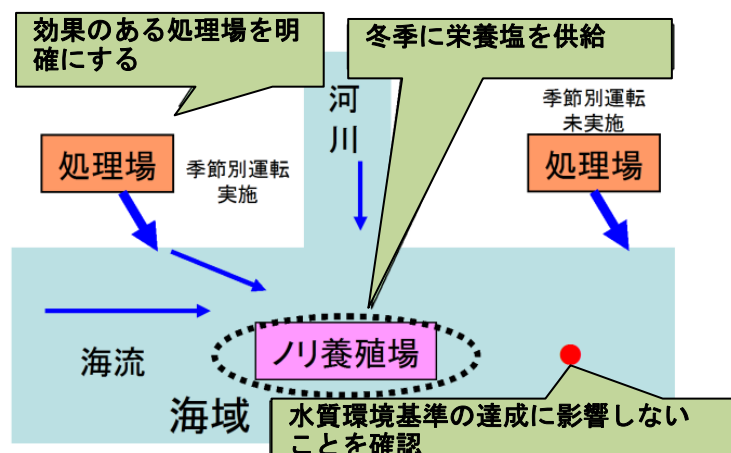


図 6-9 季節別運転の事例 (イメージ)

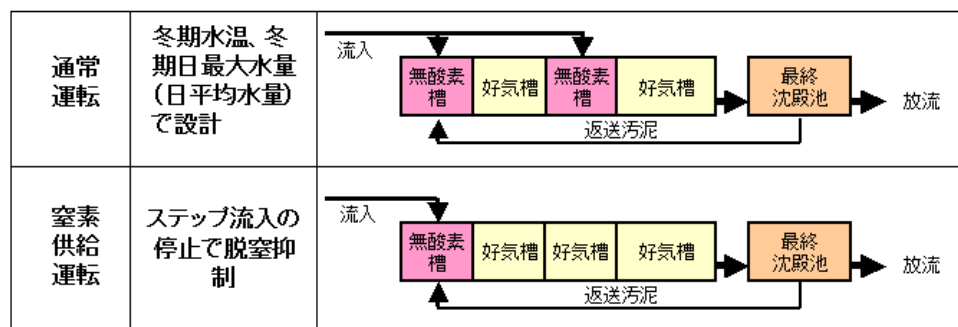


図 6-10 運転事例  
(ステップ流入式硝化脱窒法における窒素供給時)

## 7. 下水道整備計画

### 7-1. 下水道整備計画の基本的な考え方

下水道は都市環境の改善としての役割のみならず、河川、湖沼、海域等の公共用水域の水質汚濁防止に果たす役割が大きく、更に下水処理水の水資源としての価値が評価されてきている。このような下水道に課せられた使命を勘案しつつ当該地域の下水道整備計画を策定する場合には、地形、地域特性、経済、技術、行政等の面から総合的に検討を行う。

この際、目標を達成するために必要な下水道施設の整備水準(計画下水量、計画処理水質)は、下水道施設の整備以外の対策も勘案した上で定めなければならない。なお、水質環境基準の達成に必要な下水道施設の整備は、原則として将来人口の想定年度までに完了しなければならない。

#### 【解 説】

下水道は、国民生活充実の基盤となる社会資本として河川、湖沼、海域等の公共用水域の水質環境基準を達成・維持するために大きく寄与する一方、汚水の速やかな排除、便所の水洗化という都市環境改善の役割をも合わせ持つ。また、河川等における水量の確保や下水処理水の再利用に関する下水道の役割も近年高まっている。

このような下水道の役割を踏まえ諸条件を総合的に検討し、個別の下水道計画の上位計画として、流総計画では、下水道整備のマスタープランを示す必要がある。

また、流総計画の策定に際しては、当該地域全体の総意を反映させることが重要であり、関係市町村に策定内容を十分説明するとともに、必要に応じて連絡会等意見調整の場を設け、これらの意見を十分参考にして策定する。

水質環境基準等の達成に必要な下水道施設の整備目標は、原則として将来人口の想定年度までに達成する必要がある。ただし、水質環境基準を達成するためには、実用的な技術レベル以上の下水道施設の整備が必要であり、将来人口の想定年度までに下水道施設の整備が完了しない場合もあり得る。このような場合、実用的な技術レベルの下水道施設の整備で達成可能な下水処理水質を計画処理水質として定めるとともに、水質環境基準の達成予定年度を設定する。また、水質環境基準の達成に必要な下水処理水質及びこれを達成する見通しを計画説明書に記載する。(図7-1 参照)。

ここで「実用的な技術レベル」とは、既存施設の処理技術レベルや実用化されている処理技術の中で最も高度な処理技術レベルのことではなく、対象水域における水質環境基準の達成見通しや水質環境基準等が同様な水域での整備水準からみて、妥当と思われる技術レベルのことを示す。

水質環境基準の達成に必要な下水道施設の整備目標は、下水道施設の整備以外の対策も勘案した上で定めることとし、それらの対策も計画説明書に記載する。

なお、計画期間内においてフレームの増減が予想される場合は、フレームが最も大きくなる年度において最低限下水道が有すべき処理能力<sup>注)</sup>の確保に留意するとともに、将来人口の想定年度において人口減少等によって生じる既存ストックの有効利用方策等について計画説明書に記載することが望ましい。

注) 「最低限下水道が有すべき処理能力」とは、放流先の状況を考えて必要な処理レベルを確保するための能力であるため、場所毎に考え方が異なるものである。

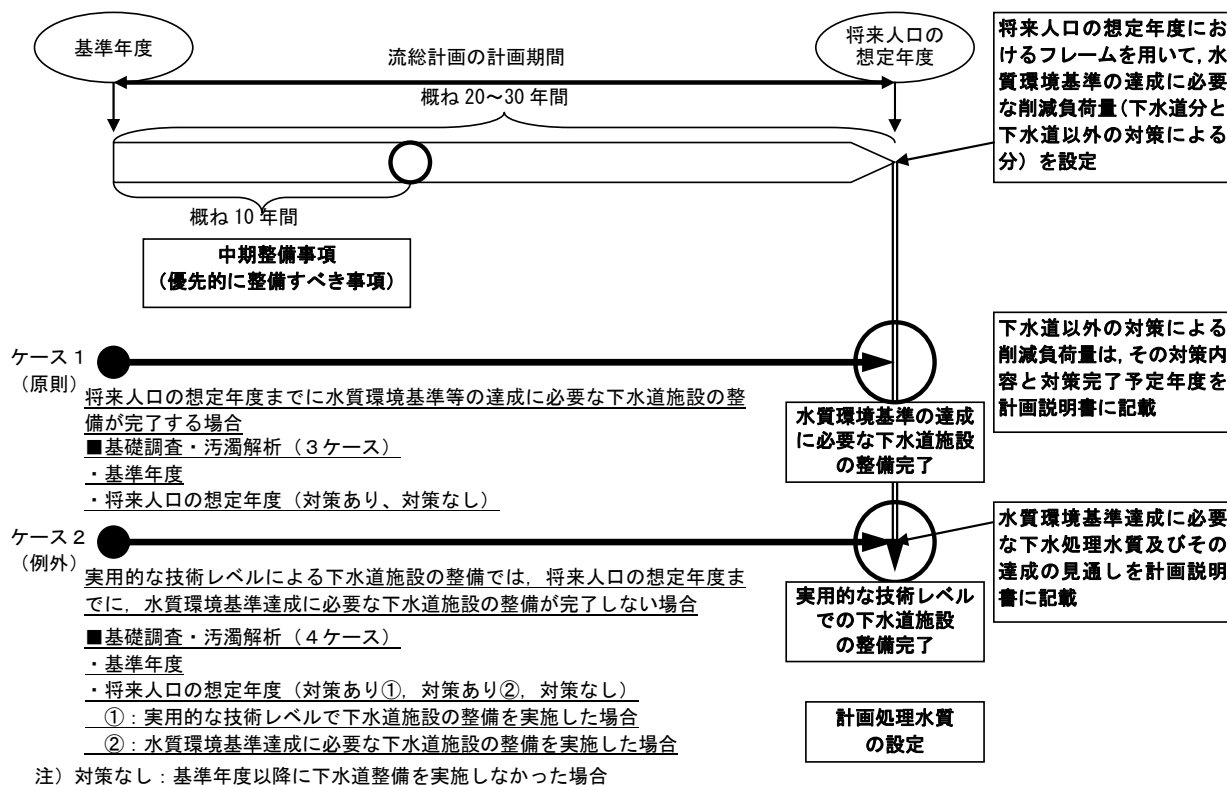


図 7-1 流総計画における下水道施設の整備目標の考え方

## 7-2. 計画下水量等の決定

### 7-2-1. 下水道の根幹的施設の配置

下水道の根幹的施設の配置については、水質環境基準の達成等、流総計画の目標を効率的に達成するように定めるものとする。その際、必要に応じて費用やエネルギー消費量、実施体制等を総合的に勘案する。

#### 【解 説】

下水道の根幹的施設の配置については、「6. 目標負荷量」で示したように、都道府県構想を参考にする。しかし、都道府県構想を変更中の場合や変更が必要な場合については、当該流域の下水道の根幹的施設は、「6. 目標負荷量」の事項を総合的に検討し、水質環境基準を達成、維持するための最適な配置を定める。下水道の根幹的施設の最適な配置の検討は、次のような手順により行う。

- 1) 都道府県構想における集合処理区域割を検討単位として設定し、地域の地形状況や地方公共団体の要望等を勘案して、広域化（集約化）を踏まえた統廃合の組み合わせを検討する。<sup>注)</sup>
- 2) その際、その他汚濁負荷削減対策と合わせて、水質環境基準を達成可能であることが必要であるが、必要に応じて水質環境基準以外の目標達成のための予定処理区域についても検討する。
- 3) 終末処理場の立地が可能かどうか現地の調査を行うと同時に、関係市町村当局と意見調整をして、地域特性の調査を行う。特に終末処理場の立地が全く不可能と考えられる組み合わせは除外する。
- 4) 既設下水道の利用、将来のあり方を勘案する。
- 5) 費用比較に加えて、エネルギー消費量の面からの効率的な組み合わせについても原則実施し、スケールメリットの観点から経済的・エネルギー的に有利な組み合わせを抽出する。必要に応じて、エネルギー利用の観点からの組合せについても、抽出しても良い。
- 6) 河川に及ぼす影響については、河川部局と調整する。
- 7) 当該地域の将来の水需要の見通し、水循環機構等を踏まえ、必要に応じて下水処理水の再利用の見通しを検討し、水利用面からみた下水道システムとしての優劣を比較する。ここで、処理水の利用においては、従来の圧送による河川への還元のほか、処理水利用地点にその水量に合致した一部処理施設を設ける方法（せせらぎプラント）についても検討する。
- 8) その他汚泥の処理・処分、処理場の維持管理（費用、体制）等の問題についても必要に応じて比較検討する。
- 9) 以上のような手順により各ケースについての利点、欠点を比較検討し、総合的に当該流域に対する最適な予定処理区域を定める。

注)「下水道と集落排水の統廃合等の事例集」日本下水道協会/平成25年4月を参照とされたい。

なお、関係市町村の意見および希望、特に広域にわたる下水道にするか、単独の下水道にするかについて、並びに既設の下水道、現在整備中の下水道の取扱いなどについて調整する。

## 7-2-2. 計画処理人口・計画下水水量

下水道の計画処理人口・計画下水水量は、予定処理区域の設定結果を踏まえて、関連地方公共団体と調整の上で定める。

### 【解 説】

広域化（集約化）を踏まえた予定処理区域の統廃合を検討した結果、下水道同士の統廃合や、下水道以外の集合処理施設との統廃合が有利と判断された場合は、「6. 集合処理区域の設定」で設定した集合処理区域別の計画下水水量の算定を修正し、関連自治体の合意を得た上で最終決定する。

### 7-3. 下水及び放流水の水質

終末処理場において処理すべき下水、放流水の予定水質は、その推定の根拠を整理した上で定める。

#### 【解 説】

計画される終末処理場の流入水質の算定方法と計画処理水質の設定根拠（処理方式）について記述する。下水及び放流水の水質について、日平均処理水量、流入水質、計画処理水質及び処理方式等を定める。

#### 7-3-1. 下水の水質

終末処理場ごとの将来人口の想定年度における処理すべき下水（流入水）の予定水質は、終末処理場へ流入する家庭排水、営業排水、工場排水等の水質を勘案して定める。

【解 説】「4-2. 排水量と汚濁負荷量の現況と見通し」参照。

計画される終末処理場の処理すべき下水（流入水）の予定水質は、家庭排水、営業排水の発生水質、工場排水の受け入れ基準等を勘案して定める。なお、既に供用開始している終末処理場は、過年度の実績値を参考に下水（流入水）の予定水質を定める。

#### 7-3-2. 計画処理水質

終末処理場ごとの将来人口の想定年度における計画処理水質は、下水道の施設整備と下水道以外の汚濁負荷対策をあわせて実施した場合に、流総計画の対象水域の将来水質が水質環境基準を達成するよう定める。

【解 説】「6-5. 下水道の計画処理水質の決定」参照。

各終末処理場の計画処理水質は、当該流域で削減すべき汚濁負荷量が削減可能となるように、流入水質、採用する処理方式などを勘案して定める。

特定の季節の目標を定めた場合には、当該終末処理場における運転管理の対応や公共用水域の水質環境基準の達成・維持を確保しつつ、計画放流水質<sup>注)</sup>の順守に十分に配慮し、季節別の処理水質を定めてもよい。

注) 「計画放流水質」とは、放流水が適合すべき生物化学的酸素要求量、窒素含有量又は磷含有量に係る水質であって、下水の放流先の河川その他の公共の水域又は海域の状況等を考慮して、国土交通省令で定めるところにより、公共下水道管理者又は流域下水道管理者が定める「処理施設の構造の技術上の基準」をいう。

### 7-3-3. 下水道による削減負荷量

下水道による削減負荷量は、現況と下水道整備実施後のそれぞれにおいて、予定処理区域内の家庭・営業汚水による排出負荷量、下水道の終末処理場からの排出負荷量を算定し、両者の差とする。

なお、削減負荷量は、将来人口の想定年度において算定する。

#### 【解 説】

下水道による削減負荷量は、現況の汚濁負荷量と目標負荷量（下水道分）との差として以下の式に基づいて、予定処理区域毎に算定する（図 7-2 参照）。

下水道による削減負荷量 = 1) 予定処理区域からの流出負荷量（基準年度：現況）

－ 2) 下水道の終末処理場からの排出負荷量（将来人口の想定年度）

ここで、1) 予定処理区域からの流出負荷量（基準年度：現況）：

= 下水道の終末処理場からの現況排出負荷量 + 下水道未整備区域からの排出負荷量（家庭・営業分）

2) 下水道の終末処理場からの排出負荷量（将来人口の想定年度）：

= 将来人口の想定年度における下水道整備後の終末処理場からの排出負荷量（予定処理区域内の家庭・営業分は下水道へ接続されているため、発生しない）

= 目標負荷量（下水道分）

上記下水道による削減負荷量は、中期整備事項の更新を迎えた時に、新たに算定した現況の削減負荷量と比較することで、これまでの汚濁負荷削減の進捗状況を確認するための指標として用いる。

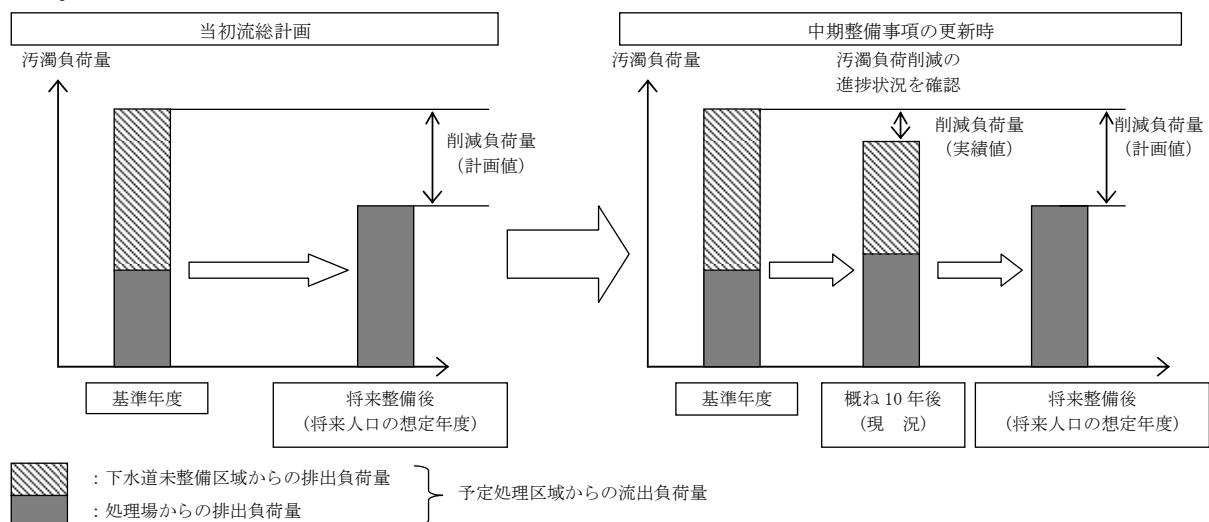


図 7-2 下水道による削減負荷量の算定イメージ



#### 7-3-4. 窒素又は磷に係る削減目標量及び削減方法

##### 1) 基本的考え方

閉鎖性水域の全窒素及び全磷に関する水質環境基準を効率的かつ早急に達成・維持することを目的に、終末処理場から放流される下水の窒素含有量又は磷含有量に係る削減目標量および削減方法を定める。

##### 【解 説】

平成 17 年 6 月に下水道法の一部が改正されたことを受け、閉鎖性水域における高度処理の積極的な推進のために、流総計画のうち、一定の要件に該当する水域又は海域を対象水域として策定される流総計画に記載される全ての終末処理場に対しては、窒素又は磷に関する削減目標量が定める必要がある。なお、窒素又は磷に関する削減目標量の算定に当たっては、「窒素含有量又は磷含有量に係る終末処理場ごとの削減目標量の設定の考え方について」（平成 18 年 6 月 22 日国土交通省都市・地域整備局下水道部流域下水道計画調整官事務連絡）を参考とする。

##### 1) 定めるべき水域の要件

窒素又は磷に係る削減目標量及び削減方法を定めるべき公共の水域及び海域の要件は、以下の要件のすべてに該当すること。（令第 2 条の 2）

- ①窒素又は磷についての水質環境基準が適合しておらず、適合しないこととなる恐れが高い水域
- ②公共用水域の閉鎖性、水量その他の自然的条件からみて、下水に含まれる窒素又は磷が滞留しやすい状況にあると認められる水域

##### 2) 対象とする終末処理場

窒素又は磷の削減目標量を定める終末処理場は、終末処理場の規模等にかかわらず当該水域に係るすべての終末処理場を対象とする。また、下水道管理者が複数の終末処理場を管理する場合においても、終末処理場ごとの削減目標量を定める。

##### 2) 削減目標量の設定方法

窒素又は磷に関する削減目標量は、流総計画の将来人口の想定年度における計画処理水質と、これとは別に定める基準となる水質との差分に、将来人口の想定年度における計画一日平均流入下水量を乗じて定められる。また、削減目標量は、非負の値として定める。

##### 【解 説】

削減目標量は、以下の式で算定する（図 7-3 参照）。

$$[\text{削減目標量 (kg/日)}] = (C_0 - C_1) Q_1 / 1,000$$

$C_0$ ：基準となる水質（mg/L）

$C_1$ ：将来人口の想定年度における日平均計画処理水質（mg/L）

$Q_1$ ：将来人口の想定年度における計画一日平均流入下水量（ $\text{m}^3/\text{日}$ ）

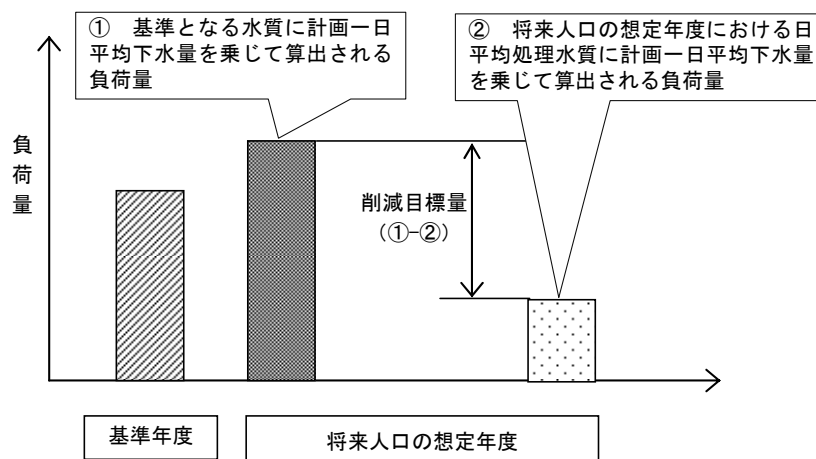


図 7-3 削減目標量設定のイメージ

基準となる水質は、流総計画の対象地域に現存する終末処理場の計画処理水質及び水質汚濁防止法に規定される排出基準等を勘案して設定する。

なお、流総計画の将来人口の想定年度における終末処理場の計画処理水質が、基準となる水質を下回らなければならないことに留意する。

### 3) 削減方法

削減目標量が設定された終末処理場の削減方法は、終末処理場ごとに定められた削減目標量に相当する窒素含有量又は磷含有量について、全部を自ら削減するのか、全部又は一部を他の終末処理場で削減するか定める。

#### 【解 説】

下水道法第2条の2第2項に、流総計画に定める事項として、「5)窒素又は磷の水質環境基準が定められた閉鎖性水域においては、2)の予定処理区域に係る下水道の終末処理場から放流される下水の窒素又は磷の削減目標量及び削減方法」がある。

ここで、「削減方法」とは、削減目標量の達成のために削減すべき窒素含有量又は磷含有量の全部を当該削減目標量が定められた終末処理場により削減する方法又はその一部を他の終末処理場により削減する方法のいずれかのことを示している。

削減目標量の達成のために削減すべき窒素含有量又は磷含有量の一部を他の終末処理場により削減する方法を行うための共同負担方式による高度処理共同負担制度は、削減目標量が定められた特定終末処理場を対象に、当該流域全体の窒素又は磷に関する水質環境基準を達成・維持するために必要な高度処理を効率的に実施することを目的とする。高度処理共同負担事業制度の活用にあたっては、「高度処理共同負担制度に関するガイドラインと解説（案）（平成19年5月）」を参考とする。

#### 7-3-5. 終末処理場の放流先の状況

現況の実績及び将来、対策を実施した場合、対策を実施しなかった場合について、汚濁解析を行い、下水道の放流先の水質を予測した結果を示す。

##### 【解 説】

対象水域について、現況の実績及び将来、対策を実施した場合と実施しない場合など、下水道の放流先の水質を汚濁解析モデルによって予測した結果を示す。汚濁解析モデルについては「5. 汚濁解析」を参照とされたい。

公共用水域の水質観測点の過去 10 ヶ年程度の水質資料を整理し、水質環境基準の達成状況等について記述する。なお、水質観測点の位置図を添付する。

予測対象水質は、河川では BOD 年間 75% 値、海域では COD 年間 75% 値、T-N 年間平均値、T-P 年間平均値とする。また、水域の状況や水質環境基準以外の目標の設定状況に応じて SS 等の水質項目並びに健康項目についてもデータを整理する。

#### 7-4. 処理方法の設定

水質環境基準等の目標水質を達成・維持するために高度処理が必要な地域については、必要な施設を流総計画に位置づける。

湖沼、内湾等の閉鎖性水域で、富栄養化防止対策として全窒素、全リンの除去が必要な水域についても、全窒素、全リンを除去するために計画処理水質を満足する施設を位置づける。

なお、高度処理の建設費、維持管理費は、その方法および目標とする計画処理水質によってかなり幅があるので、流総計画に採用した方式を明らかにする。

##### 【解 説】

これまで、公共用水域の水質環境基準を達成・維持するための家庭排水や営業排水等に係る負荷量の削減は、下水道を整備して標準活性汚泥法に代表される、いわゆる二次処理により行われているが、水質環境基準のランクの高い水域、大都市や工業都市近郊の河川、港湾等の汚濁が著しい水域、低水流量の小さい河川等にあつては、二次処理による放流水質では水質環境基準を達成できない場合がある。このような場合については水質環境基準を達成・維持するために必要な高度処理（表 7-1, 7-2 参照）を流総計画に位置づける。また湖沼、内湾等の閉鎖性水域で富栄養化防止対策として全窒素、全リンを除去する必要がある水域についても、全窒素、全リンを除去するために必要な高度処理を本流総計画に位置づける。

水質環境基準等の目標達成に必要な高度処理方法の整備が早期に実施することが困難である場合には、段階的な高度処理方法（既存の下水処理施設の運転方法を工夫することによって、一定の全窒素又は全リンの除去を可能とするもの）の導入を中期整備事項として位置づけ、積極的に汚濁負荷削減に努めることとする。

表 7-1 主な高度処理方法（単位プロセス）

| 処理法                                                                                        | 除去対象                                                               | 処理原理                                                                                                                                                                                          | プロセス概要                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>I - a 窒素除去法</b><br>(生物学的窒素除去法)<br>①循環式硝化脱窒法<br>②硝化-内生脱窒法<br>③ステップ流入式多段硝化脱窒法             | 窒素<br>有機物, 浮遊物質<br>循環式硝化脱窒法では標準法に比べ, 有機物, 浮遊物質の水質が向上する。            | 生物学的硝化, 脱窒反応に基づくアンモニア性窒素の硝化, 酸化態窒素の脱窒を有機物酸化反応と平行して行う。                                                                                                                                         | 生物反応槽前半部を浮遊酸素 (O <sub>2</sub> ) のないゾーン, 後段を好気ゾーンとする。<br>硝化反応時間を確保するための標準活性汚泥法より長い滞留時間が必要。また, ①は循環ポンプを設置する。                               |
| <b>I - b 磷除去法</b><br>①凝集剤添加活性汚泥法 (化学的磷除去法)<br><br>②嫌気-好気活性汚泥法 (生物学的磷除去法)                   | 磷<br>有機物, 浮遊物質については, 標準法に準じる。<br><br>磷<br>有機物, 浮遊物質については, 標準法に準じる。 | 3 価金属イオンが下水中の正磷酸イオンと反応して難水溶性の物質を生成する反応に基づき, フロックの成長により濁度成分, コロイド粒子に起因する有機物除去を促進する。<br>$M^{3+} + PO_4^{3-} \rightarrow MPO_4 \downarrow$ 嫌気槽において活性汚泥からオルト磷を放出させ, 好気槽において磷を過剰摂取させることにより磷を除去する。  | エアレーションタンク流出直前の地点に金属塩を添加する。必要な設備は注入ポンプ, 貯留槽, 場合によっては金属塩の添加に伴うアルカリ消費を補うためのアルカリ剤注入設備である。<br>反応槽は, 嫌気槽, 好気槽からなり, 容量比は 20 : 80 ~ 40 : 60 程度。 |
| <b>I - c 窒素・磷同時除去法</b><br>①嫌気-無酸素-好気法 (生物学的磷・窒素除去法)<br>②凝集剤併用型生物学的窒素除去法 (化学的磷除去・生物学的窒素除去法) | 窒素・磷<br>有機物, 浮遊物質                                                  | 上記プロセスの組み合わせ                                                                                                                                                                                  | 同 左                                                                                                                                      |
| ③循環式硝化脱窒型膜分離活性汚泥法                                                                          | 窒素・磷<br>有機物, 浮遊物質                                                  | 活性汚泥法の生物反応タンク (無酸素タンク及び好気タンク) に, ろ過膜を浸漬して, 膜により活性汚泥と処理水を分離する。                                                                                                                                 | 最終沈殿池が不要 (場合によっては最初沈殿池も不要)。塩素消毒設備も常時は不要。ただし流入水量変動への対応や微細目スクリーンによる前処理が必要。                                                                 |
| <b>II - a</b><br>ろ過法                                                                       | 二次処理水中の残存浮遊物の除去およびこれに伴う有機物の除去。                                     | ろ層を原水が通過する間に微細の粒子が捕捉される。                                                                                                                                                                      | ろ過池, 揚水設備, 洗浄設備, 場合によっては原水, 洗浄水の貯留槽などから構成される。                                                                                            |
| <b>II - b</b><br>活性炭吸着法                                                                    | 二次処理水中の有機物の吸着, 生物処理で残存した COD を対象にできる。                              | 吸着作用により有機物を除去する。活性炭が他の物質に比べ大きな吸着能力を有するのは, その特異な細孔構造による。<br>(比表面積 : 500 ~ 1,500 m <sup>2</sup> /g)                                                                                             | ろ過法とほぼ同様。<br>規模が大きい場合には活性炭再生設備を設けた方が経済的。                                                                                                 |
| <b>II - d</b><br>凝集沈殿法                                                                     | 磷<br>沈降性改善による濁度, 二次処理水残存浮遊物, 有機物の除去。                               | アルミニウム塩, 鉄塩が使用されるが, アルミニウム塩の場合を示す。<br>$Al_2(SO_4)_3 + 2PO_4^{3-} \rightarrow 2AlPO_4 \downarrow + 3SO_4^{2-}$ $Al_2(SO_4)_3 + 6HCO_3^- \rightarrow 2Al(OH)_3 \downarrow + 6CO_2 + 3SO_4^{2-}$ | 急速攪拌池で混合し, 緩速攪拌池でフロックを形成し, 沈殿池へ導き固液分離する。                                                                                                 |

表 7-2 単位処理プロセスを組み合わせた高度処理方法とその処理効率

| 原 水   | 処理方法                 | BOD            | SS            | COD            | T-N                   | T-P              |
|-------|----------------------|----------------|---------------|----------------|-----------------------|------------------|
| 二次処理水 | 急速ろ過法                | 6～9<br>約 40    | 4～6<br>約 60   | 10～16<br>約 20  | 18～25<br>10～15        | 1.3～2.5<br>10～20 |
|       | 凝集沈殿法＋急速ろ過法          | 5～7<br>50～60   | 4～5<br>60～70  | 7～10<br>40～60  | 16～25<br>約 20         | 0.2～0.5<br>60～90 |
|       | 凝集沈殿法＋急速ろ過法＋活性炭吸着法   | 3～4<br>70～80   | 2～3<br>約 80   | 4～5<br>65～75   | 15～20<br>約 30         | 0.2～0.5<br>60～90 |
|       | 急速ろ過法＋活性炭吸着法         | 4～5<br>60～70   | 2～3<br>約 80   | 4～6<br>65～70   | 15～20<br>約 30         | 1.2～2.2<br>20～25 |
| 一次処理水 | 凝集剤添加活性汚泥法           | 10～12<br>92～93 | 6～12<br>92～95 | 10～16<br>80～85 | 18～25<br>25～30        | 0.4～0.7<br>約 90  |
|       | 凝集剤添加活性汚泥法＋急速砂ろ過法    | 5～8<br>94～96   | 4～6<br>95～97  | 8～12<br>85～90  | 18～25<br>25～30        | 0.2～0.5<br>約 95  |
|       | 循環式硝化脱窒法             | 8～12<br>92～94  | 7～15<br>90～95 | 10～16<br>80～85 | 8～10<br>65～70         | 1.5～3.0<br>40～50 |
|       | 嫌気好気活性汚泥法            | 6～13<br>90～95  | 6～12<br>90～95 | 17～29<br>75～85 | 18～20<br>25～30        | 1.0 以下<br>80     |
|       | 嫌気無酸素好気法             | 10<br>92       | 8<br>93       | 11～14<br>80～85 | 8～10<br>60～70         | 0.8～1.2<br>70～80 |
|       | 凝集剤併用型循環式硝化脱窒法       | 7～10<br>93～95  | 6～12<br>92～95 | 9～15<br>約 85   | 8～10<br>65～70         | 0.4～0.7<br>約 90  |
|       | ステップ流入式多段硝化脱窒法       | 8～12<br>92～94  | 7～15<br>90～95 | 10～16<br>80～85 | 5, 7, 9<br>83, 78, 67 | 1.5～3.0<br>40～50 |
|       | 凝集剤併用型ステップ流入式多段硝化脱窒法 | 7～10<br>93～95  | 6～12<br>92～95 | 9～15<br>約 85   | 5, 7, 9<br>83, 78, 67 | 0.4～0.7<br>約 90  |
| 流入汚水  | 硝化－内生脱窒法             | 11<br>94       | 13<br>93      | 14～18<br>80～85 | 3～9<br>70～90          | 2.5～3.0<br>40～50 |
|       | 凝集剤併用型硝化－内生脱窒法       | 11<br>94       | 13<br>93      | 14<br>約 85     | 3～9<br>70～90          | 1.0～1.5<br>70～80 |
|       | 高度処理オキシデーションディッチ法    | 8～12<br>93～96  | 7～15<br>92～96 | 10～16<br>82～90 | 4～6<br>約 85           | 1.5～3.0<br>40～70 |
|       | 循環式硝化脱窒型膜分離活性汚泥法     | 3 以下<br>98.5   | 1 以下<br>99.5  | 7～8<br>92～93   | 10 以下<br>約 70         | 約 0.5<br>約 90    |

上段：処理水質（mg/L）

下段：除去率（％）

- 注 1. 上表は平均的な流入水質に対するものであり、個々の下水道の終末処理場の実態によって異なる場合が多い。
2. 上表は平均的な処理水質であり、最大値として示される規制値等には適用できない。
3. 上表の処理水質及び除去率の設定にあたっては、以下の資料を参考にした。  
「高度処理施設設計マニュアル（案）」（社）日本下水道協会 平成 6 年  
「下水道高度処理計画および高度処理導入プログラムに関する研究報告書」  
建設省土木研究所下水道部三次処理研究室 昭和 63 年 5 月  
「下水道二次処理水の急速ろ過設計マニュアル」（社）日本下水道協会 昭和 63 年 5 月  
「下水道の高度処理技術の開発調査」  
建設省都市部下水道部・滋賀県土木部・日本下水道事業団 昭和 63 年 5 月  
「ステップ流入式多段硝化脱窒法の技術評価に関する報告書」 日本下水道事業団 平成 14 年 7 月  
「下水道施設計画・設計指針と解説 後編」 日本下水道協会 2001 年版  
「膜分離活性汚泥法の技術評価に関する報告書」 日本下水道事業団 平成 15 年 11 月  
「下水道への膜処理技術導入のためのガイドライン【第 2 版】（案）」 下水道膜処理技術会議 平成 23 年 3 月
4. ステップ流入式多段硝化脱窒法の T-N の除去率は内部循環比 0% 時の左から 4 段循環, 3 段循環, 2 段循環の場合を示している。
5. 高度処理オキシデーションディッチ法の T-N の除去率は設計指針の 85% とし、処理水質は、流入水質を 30～40mg/L として算定している。

## 7-5. 水・資源・エネルギーの利用の見通し

当該地域における河川の流況，将来の水需給の見通し，地形，降水量，河川の流量その他の自然的条件などを勘案して，現況，将来について下水道として活用可能な水・資源・エネルギーのポテンシャルを算定することを原則とする。

また，必要に応じて流総計画に水・資源・エネルギーの利用の見通しを位置づけるものとする。

### 【解 説】

#### 1) ポテンシャルの算定

大きな水・資源・エネルギーポテンシャルを有している下水道は，他の公共施設等と同様に，集めた物質等を水・資源・エネルギーとして活用・再生する循環型システムへと転換する必要がある。現在の活用・再生状況は，下水処理水については，年間下水処理量 147.1 億  $\text{m}^3$  のうち，再利用量は 1.3% の約 1.9 億  $\text{m}^3$ （平成 22 年度）に留まっている。下水汚泥のマテリアル利用については，下水汚泥リサイクル率として 78%（平成 22 年度）迄に達しているが，バイオガス，固形燃料等として下水汚泥中の有機物量がエネルギー利用されている割合は 1 割程度に留まっている。また，下水熱利用や燐の回収・利用についても低水準にあり，今後の積極的な活用が望まれる。

広域的に都道府県が策定する流総計画策定の場合は，水・資源・エネルギーの有効利用等に関する協議・調整の場としても活用できるため，流総計画策定検討の中で水・資源・エネルギーポテンシャルを算定し，現況を把握する必要がある。

また，算定した水・資源・エネルギーポテンシャルを踏まえ，未利用となっている下水道の資源やエネルギーの活用を促進させていくための有効利用方策について検討することが望ましい。

下水処理水のポテンシャルとしては，処理水量を算定し，エネルギーのポテンシャルとしては，有機物の化学結合エネルギー量（流入，汚泥），熱エネルギー量及び位置エネルギー量について算定し，資源のポテンシャルとしては，燐について算定する。

下水道が有するエネルギーポテンシャルは，現況・将来の双方について算定するが，化学結合エネルギーの将来推定には汚泥量の算出が必要であるため，調整に時間を要する恐れがある。このため，将来の化学結合エネルギーは，将来の汚泥量が想定可能な場合についてのみ算定する。

エネルギー及び資源（燐）のポテンシャル算定方法例を以下に示す。

『エネルギーのポテンシャル算定方法例<sup>注1)</sup>』 注1) 消化の実施を前提に算定

#### ◆化学結合エネルギー

化学結合エネルギーは、流入下水と汚泥に含まれるエネルギーを算定することを原則とする(図7-4 参照)。

##### ① 流入エネルギー (ポテンシャル①)

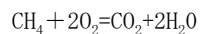
$$\diamond \text{流入エネルギー量(TJ/年)} = \text{流入水質 CODcr(mg/L)} \times \text{流入下水量(m}^3\text{/日)} \times 365/1,000 \\ \times \text{有機物のエネルギー原単位(kWh/kgCODcr)} \times 3.6/1,000,000$$

・ 流入水質 CODcr(mg/L) = 2.0 × 流入水質 BOD(mg/L)

(2.0: 活性汚泥モデルの実務利用の技術評価に関する報告書 H18.3 JS)

・ 有機物のエネルギー原単位: 3.49 kWh/kgCODcr <sup>注2)</sup>

注2) CODのもつ化学結合エネルギー



$$22.4\text{L}:64\text{g}(\text{O}_2) = 0.35\text{L}:1\text{g}(\text{COD})$$

$$\Rightarrow 0.35\text{L-CH}_4/\text{g-COD} \times 9.97 \text{ kWh/m}^3\text{-CH}_4 \text{ (メタンのもつ熱エネルギー)} = 3.49 \text{ kWh/kgCOD}$$

・ 単位の換算: 1kWh = 3.6MJ = 3.6/1,000,000TJ

##### ② 汚泥 (初沈+余剰) エネルギー (ポテンシャル②)

$$\diamond \text{汚泥エネルギー量(TJ/年)} = \text{生汚泥量(kg-Ds/年)} \times \text{汚泥発熱量(MJ/kg-Ds)} / 1,000,000$$

・ 生汚泥量(kg-Ds/年) = 生汚泥量(t/年) × (100 - 含水率(%)) / 100 × 1,000

・ 汚泥発熱量(MJ/kg-Ds) = 13~17 (設計指針後編 2009 年版 P434 より)

注3) 実績値がより明確である場合は、生汚泥の代わりに濃縮汚泥のエネルギー量を算定してよい。

汚泥エネルギーの内訳として、汚泥処理過程別のエネルギーを参考として③④⑤に示す。

##### ③ バイオガスエネルギー

$$\diamond \text{バイオガスエネルギー量(TJ/年)} = \text{消化ガス発生量(m}^3\text{/年)} \times \text{消化ガス低位発熱量(MJ/m}^3\text{)} \\ / 1,000,000$$

・ 消化ガス低位発熱量(MJ/m<sup>3</sup>) = 21~23 (設計指針後編 2009 年版 P359 より)

##### ④ 消化汚泥エネルギー

$$\diamond \text{消化汚泥エネルギー量} = \text{汚泥エネルギー量} - \text{バイオガスエネルギー量}$$

##### ⑤ 電気エネルギー

$$\diamond \text{電気エネルギー量(TJ/年)} = \text{バイオガスエネルギー量(TJ/年)} \times \text{発電効率(\%)} / 100$$

・ 発電効率(%) = 28~38 (下水道における新エネルギー技術の導入・評価に関する技術資料-2007 年 3 月-財下水道新技術推進機構 P58 より)

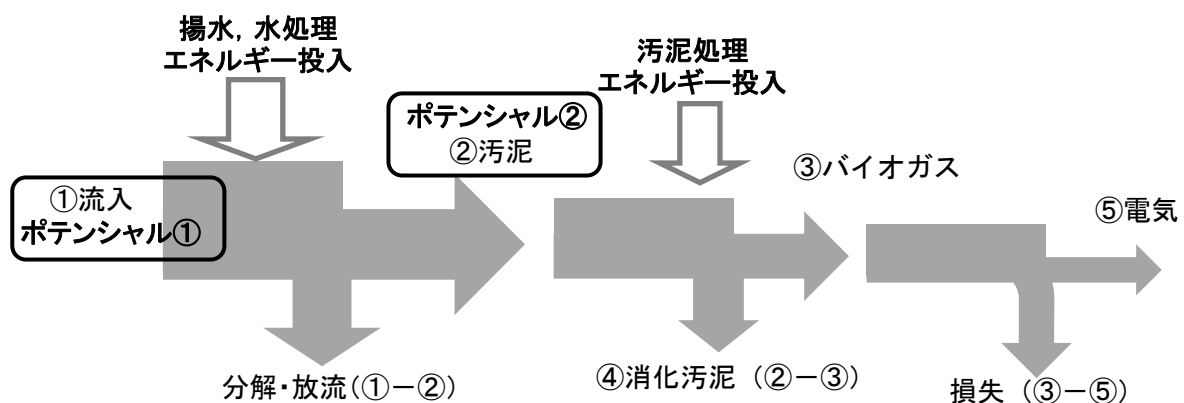


図 7-4 有機物の化学結合エネルギー (算定イメージ)

#### ◆熱エネルギー（ポテンシャル③）

熱エネルギーは，流入下水の熱量を流入下水流量と利用温度差より算定することを原則とする。

$$\diamond \text{熱エネルギー量(TJ/年)} = \text{流入下水流量}(\text{m}^3/\text{日}) \times \text{利用温度差}(\text{℃}) \times \text{単位熱量}(\text{Mcal}/\text{m}^3/\text{℃}) / 1,000 \\ \times \text{空調使用日数}(\text{日/年}) \times 4.1868 / 1,000$$

- ・利用温度差(℃)：3～5℃程度を想定
- ・単位熱量(Mcal/m<sup>3</sup>/℃)：1.0
- ・空調使用日数(日/年)：270日(9カ月)程度を想定
- ・単位の換算：1cal=4.1868J

#### ◆位置エネルギー（ポテンシャル④）

位置エネルギーは，終末処理場内での小水力発電を想定し，流入下水流量と有効落差より算定することを原則とする。

$$\diamond \text{位置エネルギー量(TJ/年)} = \text{発電出力(kW)} \times 24 \times 365 \times 3.6 / 1,000,000$$

- ・発電出力(kW) = 流入下水流量(m<sup>3</sup>/日) / 24 / 60 / 60 × 9.8 × 有効落差(m) × 総合効率 × 稼働率
- ・有効落差(m)：2～3m程度を想定
- ・総合効率 × 稼働率：0.6～0.75（下水道における新エネルギー技術の導入・評価に関する技術資料-2007年3月-(財)下水道新技術推進機構 P56より）
- ・単位の換算：1kWh=3.6MJ=3.6/1,000,000TJ

#### 『磷資源のポテンシャル算定方法』

磷資源のポテンシャルは，汚泥中の磷の量を流入下水流量と流入下水の磷濃度，放流水の磷濃度より算定することを原則とする。

$$\diamond \text{汚泥中の磷量(t/年)} = \text{流入水量}(\text{m}^3/\text{日}) \times (\text{流入下水の磷濃度}(\text{mg/L}) - \text{放流水の磷濃度}(\text{mg/L})) \\ \times 365 / 1,000,000$$



## 2) 利用の見通し

下水道の普及率は76.3%（平成24年度末）に達し、下水道に流入する水量も膨大なものとなっている。また、大都市地域における汚濁の著しい水域、低水流量の少ない水域、あるいは水利用度の高い水域等においては、水質環境基準を達成・維持するために高度処理を必要とする場合が多い。併せて、水処理技術の開発と普及により、利用用途に応じた水質に再生して利用することも可能となっており、近年、都市内に豊富に存在する水資源として下水処理水の価値が高まりつつある。

下水処理水の再利用の社会的意義・効果には、安定的な水利用への貢献、公共用水域の水質改善等への寄与、地球温暖化による気候変動への緩和策としての効果、うるおいのあるまちづくりへの貢献など多岐にわたる。

流総計画においても、上記のような下水処理水の再利用の社会的意義・効果を踏まえ、当該地域における将来の水需要の見通しなどを勘案して、水質環境基準の達成のために必要とする高度処理の結果、生じた下水処理水の再利用のあり方とその見通しを必要に応じて位置づけることが望ましい。

よって、流域水環境保全計画、再生水利用基本計画、水循環マスタープラン等において、下水処理水の再利用計画が策定されている流域については、計画内容を整理し、放流水質及び放流先を選定するものとする。また、再利用計画が策定されていない流域についても、再生水の利用の可能性について整理することが望ましい。

また、世界的な食糧需要の急増や燐鉱石の主要産出国の輸出制限等により、燐の価格が乱高下しているため、燐を輸入に頼る現状を勘案すると、安定的な燐資源の確保が必要である。このため、現在の下水汚泥の利用状況や今後の利用計画等を整理し、燐資源の利用と見通しについて必要に応じて位置付けることが望ましい。

有機物の化学結合エネルギー、熱エネルギー、位置エネルギーについても、水や資源（燐）と同様に、下水道の終末処理場は都市域におけるエネルギー需給がマッチングする可能性が高く、供給拠点となりえるため、エネルギーの利用と見通しについて必要に応じて位置づけることが望ましい。

## 7-6. 費用効果分析

### 7-6-1. 概算事業費

概算事業費は、原則として概略設計をして建設費、維持管理費を算定するものとするが、当該地域の特性を勘案した費用関数を作成し、これを用いてもよい。また、流総計画策定時より以降の事業量を算定し、流総計画策定時の単価により行う。

#### 【解 説】

流総計画は個々の流域下水道、公共下水道の実施計画ではないが、下水道整備に関する長期計画あるいは5箇年計画を策定する場合には貴重な資料となるものであり、水質環境基準を達成・維持するための下水道整備に関する事業量、事業費の目安となるものである。

概算事業費の内訳は、原則として管渠、ポンプ場、処理場の建設費、用地費および維持管理費とする。概算事業費の算定には、あらかじめ当該地域の特性を勘案して作成した費用関数等を用いる。

#### 1) 計算条件および計算内容

- a) 管きょについては、計画下水量を流下させるものを築造する。
- b) 処理場およびポンプ場は、段階施工的に築造される。
- c) 先行投資分については、利子率を加味する。
- d) 維持管理費は、最初の処理開始の年から耐用年数30年間の総計とする。ただし段階施工の場合も同様とする。
- e) 築造期間はゼロと仮定する。

#### 2) 精度をあげた計算

費用関数を使って求めた経済的に有利と考えられる数ケースについて、利子率等も勘案した、より精度の高い費用比較をする。この場合は地形、土地条件、施工条件等を勘案し概略設計をして積上げ積算をすることを原則とする。

- a) 各ケースについて工事工程計画をたて、5年ごとの事業量、事業費を求める。
- b) 処理場およびポンプ場は、先行投資による損失と施設規模による利益(期間幅が長いほど想定水量負荷は大となり規模の利益があがるが、一方では先行投資によるロスが増加)が均衡する期間幅で段階施工的に築造する。
- c) 総建設費は利子率を勘案したもので比較する。計算は5年ごとの事業費が当該5年間に平均して投資されるものとして行う。

$$I = \sum Ii(1+r)^t$$

$I$  : 総建設費

$Ii$  : 各年ごとの建設費

$r$  : 利子率

$t$  : 投資年度から効果のでる年度までの年数

d) 維持管理費は処理開始の年から 30 年間とする。

ただし、段階施工の場合も同様とする。

表 7-3 にその一例を示す。

表 7-3 概算事業費

単位：百万円

| 市町村名<br>流域名 | 予定処理<br>区域名 | 管渠<br>建設費 | ポンプ場  |     |     | 処理場    |       |        | 計      |
|-------------|-------------|-----------|-------|-----|-----|--------|-------|--------|--------|
|             |             |           | 建設費   | 用地費 | 維持費 | 建設費    | 用地費   | 維持費    |        |
| A 流域        | <i>a</i>    | 36,990    | 3,000 | 100 | 700 | 9,062  | 1,500 | 10,100 | 61,452 |
| B 市         | <i>b</i>    | 3,960     | 0     | 0   | 0   | 1,894  | 200   | 2,100  | 8,154  |
| C 市         | <i>c</i>    | 3,270     | 0     | 0   | 0   | 1,516  | 180   | 2,000  | 6,966  |
| D 町         | <i>d</i>    | 1,410     | 0     | 0   | 0   | 594    | 60    | 700    | 2,764  |
| E 村         | <i>e</i>    | 1,620     | 0     | 0   | 0   | 743    | 50    | 800    | 3,213  |
| 計           |             | 47,250    | 3,000 | 100 | 700 | 13,809 | 1,990 | 15,700 | 82,549 |

## 7-6-2. 費用効果分析

- 流総計画における費用効果分析は、国に流総計画を協議する際に必要なため（法規則第 2 条），費用便益比が 1 を超えていることを確認するために、次の考え方を参考に実施する。
- 1) 費用効果分析の検討に当たっては、「下水道事業における費用効果分析マニュアル（案）」（平成 18 年 11 月改訂，社団法人日本下水道協会）を参考とする。
  - 2) 流総計画の費用効果分析では、当該水域において流総計画を履行した際に得られる下水道整備分の効果とそれに要する下水道整備費用を比較する。
  - 3) 流総計画の履行により得られる便益には、主に、「生活環境の改善効果」及び「公共用水域の水質保全効果」を計上する。
  - 4) 費用効果分析適用手法には、「簡易比較法」を用いて、費用便益比で評価する。
  - 5) 流総計画策定時点で評価する。
  - 6) 水質環境基準以外の目標達成による効果も計上可能とする。

### 【解 説】

流総計画における費用効果分析は、下水道法施行規則第 2 条に、国土交通大臣による当該の流総計画協議のための要件であることが記されているため、必要な検討事項である。

1) について

下水道事業における費用効果分析については、「下水道事業における費用効果分析マニュアル（案）」（平成 18 年 11 月改訂）（以下、「B/C マニュアル」という。）が策定されているの

で、これを参考とする。

#### 2)について

流総計画は、将来人口の想定年度における汚濁負荷量のもとで、水質環境基準を達成するために必要な下水道整備量を示した計画であることから、流総計画の費用効果分析としては、当該水域において流総計画を履行した際に得られる下水道整備分の効果（B）とそれに要する下水道整備費用（C）を比較する。

下水道整備費用は「7-6-1. 概算事業費」の概算事業費をもとにして算定する。

#### 3)について

流総計画の履行により得られる便益には、主に、「生活環境の改善効果」及び「公共用水域の水質保全効果」を計上する。

「生活環境の改善効果」には、「周辺環境の改善効果」と「居住環境の改善効果」が挙げられ、分析ではそのうち、定量化できるものを計上する。

「公共用水域の水質保全効果」には、流総計画の履行により水質環境基準が達成された場合に得られる「公共用水域の環境存在価値」、「上水道等の浄化費用」、「農業用水の被害軽減効果」などが挙げられる。分析では、そのうち定量化できるものを計上する。ただし、流総計画を履行した場合の「公共用水域の水質保全効果」には、下水道以外の排出源での汚濁負荷削減も加味されたものなので、「下水道負荷削減率（＝下水道による負荷削減量／水質環境基準達成に必要な負荷削減量）を乗じて、下水道分を計上する。

なお、下水道整備によるその他の効果としては、下水道資源である処理水、汚泥、処理場、ポンプ場空間、管渠内空間等の有効利用も考えられるため、具体的な利用計画を有する場合には、それらの効果も計上する。

#### 4)について

流総計画では、流総計画の計画期間内での下水道整備状況の推移や水質環境基準の達成時期等は不明確なので、流総計画の履行に伴う費用及び効果の発生時期が不明確となるため、「現在価値比較法」の適用が難しい。

流総計画における費用効果分析の検討に当たっては、既往調査による便益原単位やWTP、マニュアル等に記載された参考値などできるだけ活用し、簡便な方法を採用して検討作業の省力化を図る。

#### 5)について

B／Cマニュアルに基づき、費用対効果分析は流総計画策定時点で評価する。

#### 6)について

水質環境基準以外の目標を設定した場合は、その目標達成によって得られる効果も計上可能とする。例）放流先の水道水源の改善や海水浴客の増加による経済効果等

## 7-7. 中期整備事項

### 7-7-1. 中期整備事項の目的

中期整備事項は、下水道の整備事業の実施の順位に関する事項として、概ね 10 年間に優先的に整備すべき内容を定める。

#### 【解 説】

中期整備事項は、実績と計画の状況を適正に評価し、機動的にアダプティブマネジメントを実施するために、概ね 10 年間の下水道整備方針を定め、定期的に更新するものである。中期整備事項の更新時においては、「2-4-2. 中期整備事項の更新に伴う流総計画の変更」に従い、現状の評価等を行う。なお、中期整備事項は個別地方公共団体の事業計画と整合していることが望ましい。

### 7-7-2. 整備優先順位の検討

整備優先順位は、次の事項を勘案して整備を優先する必要がある終末処理場や予定処理区域を検討し、中期整備事項の計画期間内における整備方針、高度処理導入方針を定めるために行う。

- 1) 実績の下水道整備率
- 2) 実績と計画処理水質の差

#### 【解 説】

#### 1) 実績の下水道整備率

各予定処理区域の実績の下水道整備率（整備人口／予定処理区域内人口）を比較し、下水道整備率が低い予定処理区域について優先的に整備する方針とする。

#### 2) 実績と計画処理水質の差

将来人口の想定年度における計画処理水質と実績処理水質とを比較し、乖離の大きい処理場について優先的に高度処理を導入する方針とする。本検討結果を基に高度処理導入方針を設定する。

いずれも、処理水量や放流位置等による放流先への影響（水質改善効果）を考慮することが望ましい。

### 7-7-3. 定めるべき事項

中期整備事項として、概ね 10 年間で優先的に整備すべき以下に示す事項を参考に定める。高度処理が必要な処理場については通常の下水处理施設の運転方法を工夫して全窒素、全燐の削減を行う段階的な高度処理方法を検討することを原則とする。

- 1) 中期整備事項に関する計画期間
- 2) 整備方針
- 3) 高度処理導入方針
- 4) 流入水量最大時における対応（概ね 10 年以内に流入水量が最大になる場合）

## 【解 説】

### 1) 中期整備事項に関する計画期間

基準年度あるいは中期整備事項の更新時から概ね 10 年間とする。

### 2) 整備方針

下水道整備の進捗を管理する上で、基本的な条件である計画処理人口や計画処理水量を把握するために、面整備の進捗状況や整備優先順位の検討結果を踏まえて、概ね 10 年間の整備方針を定める。その際、各地方公共団体の要望や都道府県構想のアクションプラン等の関連計画を参考に、早期整備の観点から弾力的な対応を図ることが望ましい。

さらに、地域の実情に応じて、処理区の統廃合や水・資源・エネルギーの利活用等の方針を記載することができる。

### 3) 高度処理導入方針

効率的に汚濁負荷削減の促進を図るために、段階的な高度処理方法等の高度処理導入方針を定める。高度処理の導入優先順位は、現状処理水質と計画処理水質を比較し、乖離の大きい処理場を優先することを原則とする。

高度処理が必要な処理場については段階的な高度処理方法を検討することを原則とする。段階的な高度処理方法とは、既存の下水処理施設の運転方法を工夫することによって、一定の全窒素又は全燐の除去を可能とするものであり、比較的早期に導入可能である。このため、今後 10 年間での大幅な高度処理化が困難な処理場は、段階的な高度処理方法を積極的に活用する。

実際の既存施設を活用した段階的・高度処理の取り組みについては、「高度処理ナレッジ集 平成 25 年度 高度処理ナレッジ創造戦略会議」を参照とされたい。

### 4) 流入水量最大時における対応（概ね 10 年以内に流入水量が最大になる場合）

人口減少下においては、流入水量が最大となる時期における下水処理を効率的に行う必要がある。このため、今後、概ね 10 年以内に流入水量のピークを迎える処理場については、既存施設における過負荷運転による対応や、暫定施設による対応等、効率的な対応方法について検討した上で、最低限下水道が有すべき処理能力<sup>注)</sup>の確保方法等の対応方針を定める。

注) 「最低限下水道が有すべき処理能力」とは、放流先の状況を考えて必要な処理レベルを確保するための能力であるため、場所毎に考え方が異なるものである。

## 8. その他留意事項

### 8-1. 流総計画の公表

流総計画の策定に際し、あらかじめ流総計画の案を共有・周知する等、関係機関との調整を図る。また、流総計画策定後は、本流総計画を関係機関や住民に公表し、下水道の役割、効果を広く伝えるように努める。

#### 【解 説】

水質環境基準達成・維持のために策定される流総計画は他の水質保全計画と密接に関わるとともに、策定する事項は関係機関との調整を必要とするため、流総計画の案を共有・周知することで円滑に調整を進める必要がある。

また、下水道をはじめとする水質保全施策を住民の理解と協力を得て円滑に進めていくため、水環境のさまざまな課題や下水道が果たす役割・効果を目に見える形で住民に示す必要がある。また、流総計画は下水道事業のマスタープランであり、下水道事業は流総計画に適合して実施するため、策定後は流総計画の内容を関係機関や住民に公表し、見える化を図る。

公表にあたっては、流総計画の役割や内容、下水道による汚濁負荷削減とともに、下水道以外のノンポイントなどの汚濁負荷削減の必要性、水環境の改善状況などの「見える化」を検討する(図 8-1 参照)。また、ベンチマーキング手法を用いた流総計画に基づく地方公共団体のパフォーマンスに関して指標等を定める。



図 8-1 計画書の公表イメージ