

# 水質総量削減制度導入指針

平成 23 年 3 月

環 境 省

## 水質総量削減制度導入指針の全体構成

### 第1章 水質総量削減制度の必要性

#### 1.1 水質総量削減制度の制度の概要

人間活動による汚濁負荷量の増加が自然界のバランスを崩してしまった場合水質汚濁が発生する。対策としては、汚濁負荷排出量を削減する必要がある、そのための有効な制度が水質総量削減制度である。

#### 1.2 水質総量削減制度の位置づけ

##### (1)水質汚濁の類型

水質汚濁の類型は、有害物質による健康被害、細菌等公衆衛生上の問題、有機汚濁、富栄養化の大きく4つに分類できるが、水質総量削減は、主として有機汚濁と富栄養化に対応する。

##### (2)水質環境対策

水質環境対策には、発生源からの汚濁負荷排出量を低減させる発生源対策と、直接水域内で浄化しようとする直接浄化対策があるが、水質総量削減は発生源対策を中心にする。

##### (3)行政による施策と水質総量削減の位置づけ

発生源対策は、発生源者の自主性に任せるだけでは困難であり、政策的な関与が必要である。水質総量削減は、汚濁負荷排出者に排出負荷量の規制を実施するとともに、下水道整備、行政指導などさまざまな対策を総合的に講じていこうとするものである。

#### 1.3 日本の経験と教訓

日本では高度経済成長に伴い陸域で発生し水域に流入する汚濁負荷が増加し、深刻な水質汚濁を経験したが、水質総量削減をはじめとした対策の実施により問題を克服してきた。早期着手、実施可能なところから始めることが大事である。

#### 1.4 水質総量削減制度の導入の必要性

閉鎖性水域は外部との水交換が悪く、汚濁負荷が蓄積しやすいため、汚濁負荷の総量の削減、管理が必要である。水質総量削減制度は、既に水質汚濁が厳しい水域に対する効果的な削減対策として、あるいは、今後発展が想定される地域の予防的な汚濁負荷管理の手法として活用できるものであり、経済発展が加速している諸国における水質保全施策として、導入の必要性が高まっている。

#### 1.5 水質総量削減制度の基本原則

##### (1)水質総量削減制度の基本原則

水域に流入する全ての汚濁負荷量を定量的に把握し、水域の水質との関係を解析し、定量的な削減目標を設け、削減計画を作成して、着実に対策を進める。

##### (2)水質総量削減制度を有効に機能させるためのポイント

定量的に汚濁負荷量を管理し削減すること、すべての汚濁負荷源を対象とし、総合的な視点から総量削減計画を作成し、削減や管理を進めていくことがポイントとなる。

### 第2章 水質総量削減制度の実行手順

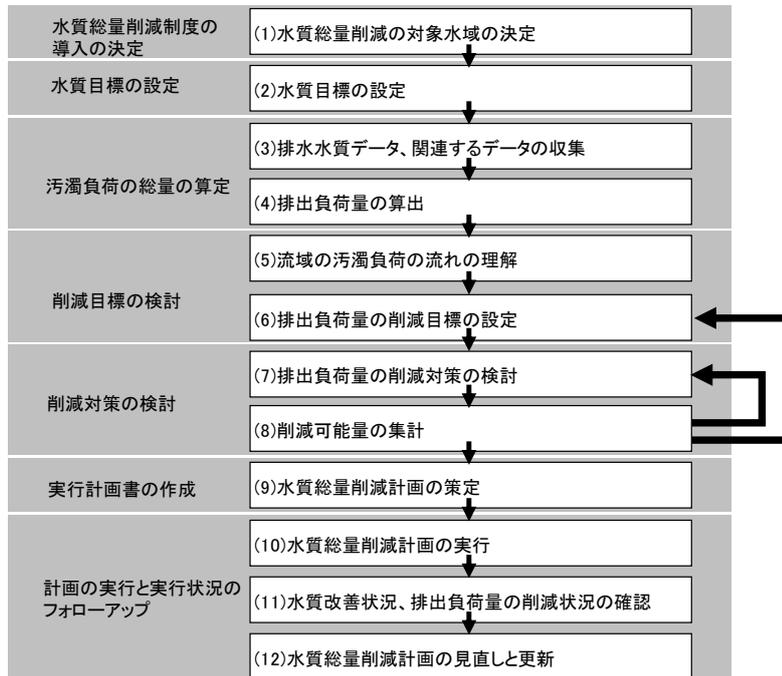
#### 2.1 汚濁負荷量の定義

汚濁負荷は、発生源から河川に流入し湖沼や海域に流入するまでに、自然による浄化や沈殿作用を受け汚濁負荷量は変化する。この各段階における汚濁負荷量について理解し、議論を進めることが必要である。

#### 2.2 実行手順の概要

水質総量削減の実施手順の概要を示す。

## 2.3 水質総量削減制度の個別の実施内容



## 2.4 現地の状況やニーズに合った導入

- ・水質総量削減制度は、その国や地域の状況やニーズにあわせたものとする必要がある。
- ・水質汚濁が深刻な場合は、比重の大きな発生源に対する確実な対策を早急に行なうことを優先する。
- ・発展が想定される地域では、汚濁負荷量の増加要因も含めて排出負荷量の総合的な管理を行なう。

## 第3章 水質総量削減制度を効果的に運用するため制度や仕組みの整備

水質調査や産業構造、地域特性などの実態把握が必要。また、発生源が多岐にわたるため、関連行政部門との調整や協力関係の構築も重要である。しかし、水質汚濁が深刻な場合等は水質総量削減制度をまず導入することが重要である。

### 3.1 水質の測定

河川や湖沼、海域の水質や水量を定期的に測定し、水質や水域に流入する汚濁負荷量の変動を把握する。

### 3.2 関連部局等との協力

関係する行政部局との調整や協力確保が必要になるとともに、企業、住民、地域社会など多くの関係者との調整や連携確保も重要である。

### 3.3 工場や事業場に対する行政による監督管理の仕組みや制度の整備

工場や事業場に対する排水の水質・水量の測定及びデータ保管の義務づけ等の仕組みや制度を整備する。

### 3.4 工場や事業場における排出負荷量削減の取り組みの促進

規制基準遵守を促すために、行政による監督管理に加えて、現実的に遵守可能な負荷量基準値の設定、技術指導や資金援助、社会的な規範意識の高揚、産業構造調整や事業場の再配置等の施策を国情に応じて組み合わせ、総合的に展開することが重要である。

### 3.5 生活排水対策の実施

人口や人口密度、家屋の密集度等から下水道や浄化槽等から最適な方法を選択し、効果的に生活排水処理施設の整備を進める。その際、生活排水処理計画を作成し、計画的な対策推進が求められる。

### 3.6 その他の関連する事項

汚濁メカニズムの解明や排水処理技術の開発等の調査研究の推進のほか、必要な資金の確保、人材の育成、広報や教育・啓発による関係者の理解向上を図ることが重要である。

- 【参考資料】
1. 日本の水質汚濁とそれに対する対応の経験
  2. 汚濁負荷量の算出方法について
  3. 日本の総量規制基準の概要および基準値の設定方法例
  4. 日本における水域の水質測定方法
  5. 日本における下水処理場の汚泥処理の状況
  6. 東アジア諸国の水質の状況



## 目 次

はじめに .....	1
第1章 水質総量削減制度の必要性 .....	3
1.1 水質総量削減制度の概要 .....	3
1.2 水質総量削減制度の位置づけ .....	5
(1) 水質汚濁の種類 .....	5
(2) 水質環境対策 .....	8
(3) 行政による施策 .....	9
(4) 水質総量削減制度の位置付け .....	11
1.3 日本の経験と教訓 .....	13
1.4 水質総量削減制度の導入の必要性 .....	15
1.5 水質総量削減制度の基本原則 .....	16
第2章 水質総量削減制度の実行手順 .....	18
2.1 汚濁負荷量の定義 .....	18
2.2 実行手順の概要 .....	21
2.3 水質総量削減制度の個別の実施内容 .....	23
(1) 水質総量削減制度の対象水域の決定 .....	23
(2) 水質目標の決定 .....	24
(3) 排水水質データ、関連するデータの収集 .....	26
(4) 排出負荷量の算出 .....	28
(5) 流域の汚濁負荷の流れの解析 .....	29
(6) 排出負荷量の削減目標の設定 .....	32
(7) 排出負荷量の削減対策の検討 .....	32
(8) 削減可能量の集計 .....	34
(9) 水質総量削減計画の策定 .....	34
(10) 水質総量削減計画の実行 .....	36
(11) 水質改善状況、排出負荷量の削減状況の確認 .....	37
(12) 水質総量削減計画の発展に向けた見直し .....	37
2.4 現地の状況やニーズに合った導入 .....	38
(1) 水域の水質汚濁が深刻化しつつあり排出負荷量の削減が急務になっている場合 .....	38
(2) 人口の増加や産業の発展によって水質汚濁の発生が懸念されている場合 .....	38
第3章 水質総量削減制度を効果的に運用するための制度や仕組みの整備 .....	40

3.1	水質の測定	41
3.2	関連部局等との協力	42
3.3	工場や事業場に対する行政による監督管理の仕組みや制度の整備	42
3.4	工場や事業場における排出負荷削減の取り組みの促進	45
	(1) 汚濁負荷の排出量に対する総量規制基準の設定	45
	(2) 工場や事業場の自主的な取り組みの促進	45
	(3) 産業構造調整政策の活用	46
3.5	生活排水対策の実施	46
3.6	その他の関連する事項	48
	(1) 水域の水質調査や調査研究の推進	48
	(2) 資金の確保	48
	(3) 人材の育成と確保	49
	(4) 広報活動や教育・啓発活動	49
コラム 1	：日本における排出水の排出の規制について	12
コラム 2	：水質総量削減制度の導入が急がれる場合の対応	23
コラム 3	：日本における水質環境基準（COD、T-N、T-P）と利水目的との対応	24
コラム 4	：工場や事業場からの申告された実測値の信頼性に問題がある場合の対応例	28
コラム 5	：日本における水質総量削減の導入時の水質測定の実施と現状の制度	41
コラム 6	：日本における工場や事業場に対する監督管理	43
コラム 7	：日本における工場や事業場の自主的な取り組みの促進例	46
参考資料 1	：日本の水質汚濁とそれに対する対応の経験	50
参考資料 2	：汚濁負荷量の算出方法について	57
参考資料 3	：日本の総量規制基準の概要および基準値の設定方法例	67
参考資料 4	：日本における水域の水質測定方法	70
参考資料 5	：日本における下水処理場の汚泥処理の状況	73
参考資料 6	：東アジア諸国の水質の状況	77
図表索引		80



## はじめに

近年、新興諸国では経済発展が加速しているが、それに伴って環境破壊への懸念が高まっている。経済発展は、人々に豊かさをもたらす一方では環境への負荷の増大も同時に引き起こす。日本も、かつて1960年代には平均で経済成長率年率9%の経済成長を達成したが、その過程の中で環境に対する汚濁負荷の著しい増加への対応が追いつかず、大気汚染や水質汚濁などが発生し、生活環境の悪化、漁業被害、健康被害等深刻な公害問題が発生した。このため、公害防止のための法制度の整備や実施体制の確立、企業などによる公害防止の取り組みの実施、下水道の整備、市民の意識の向上などの諸対策が進められた。

この対策の一つとして、水質汚濁防止法及び瀬戸内海環境保全特別措置法に基づき、水質総量削減制度が実施されている。水質総量削減制度とは、人口及び産業の集中等により、生活又は事業活動に伴い排出された水が大量に流入する閉鎖性水域で、濃度による排水規制だけでは、望ましい水質（水質環境基準）の達成確保が困難である水域を対象として、流入する汚濁負荷の総量の削減を図る制度である。このような様々な取組の結果、我が国では公害の防止や環境の改善に一定の成果を上げるに至っている。

近年、経済成長著しい海外の諸国では、過去の日本のように大量の汚濁負荷の発生による海域の富栄養化が深刻化している地域も見られ、この対策として水質総量削減制度が有効であると思われるが、当該制度を導入するにあたって必要な技術的・制度的知見が不足している場合もある。

このため我が国と密接な関係にある東アジアを主とする新興諸国において持続可能な経済発展を実現するため、我が国でこれまで培ってきた水質総量削減の経験を活かし、新興諸国に対して水質総量削減制度の導入の支援を実施している。2009年4月から中華人民共和国との間で窒素・りんの水質総量削減に係る日中共同研究を実施した。この協力もふまえて、中国ではアンモニア性窒素が中国の水質総量削減の新規対象項目として導入されることとなった。

このような日本の経験や知見に加え、中国との共同研究の経験も踏まえ、水質総量削減制度を導入しようとする場合や、既に導入している水質総量削減制度をより有効に機能させようとする場合に有用な知見や情報を提供することを目的として、水質総量規制制度導入指針（以下、「導入指針」という。）を取りまとめた。導入指針の想定利用者は、各国の水環境行政に関わる中央政府担当者及び地方行政の担当者の方々や水質の保全や改善に関係する研究者や技術者の方々である。

新興諸国における水環境改善においては、既に深刻な水質汚濁問題を経験し対応を行ってきた先発国の経験や培われてきた知見を参考にすることは重要であると考えられる。この導入指針が、深刻な富栄養化問題を抱える新興諸国で活用され、水質の保全に役立つことを願っている。また、こうした国際的な交流が行なわれることで、日本と各国の環境行政や水質保全行政がともに発展することを祈念している。



## 第1章 水質総量削減制度の必要性

### 1.1 水質総量削減制度の概要

水質汚濁は人口の増加や産業の発展、経済の成長に伴う、汚濁負荷量の増加が原因となって発生する。もともと、自然界はひとつのシステムとして成り立っており、一定の自浄能力も有しているが、こうした主に人間活動による汚濁負荷量の増加が自然界のバランスを崩してしまった場合に水質汚濁が発生し、人に対する健康被害や生活環境の悪化、生態系への悪影響などが起こる。そのため、水質汚濁が発生した場合は、流入する汚濁負荷の総量を削減するとともに、水環境が改善されてきた場合には、流入する負荷量の管理を実施する必要がある。こうした取り組みが水質総量削減であり、そのための制度が水質総量削減制度（Total Pollutant Load Control System）である。

汚濁負荷量の削減対策としては、工場に対する排水規制や下水道の整備、し尿の処理、畜産糞尿の保管の適正化などさまざまな個別対策があるが、それらを効率的に実施し、水質の改善に結びつけていくためには、これらの対策による汚濁負荷量の削減効果を定量的に把握し、水質環境の確保と結びつけて、総合的な観点から計画的に汚濁負荷量の削減を進めていくことが必要である。水質総量削減制度は、このような取り組みを実施するための制度である。

日本での水質総量削減制度の導入は、1973年に水質汚染の悪化が著しく漁業被害が発生していた瀬戸内海で瀬戸内海環境保全臨時措置法が施行され、産業排水を対象とした総量規制的手法が初めて実施され、産業排水に係るCOD排出負荷量の50%削減が行われた。1978年には、水質汚濁防止法および瀬戸内海環境保全臨時措置法が一部改正され、産業排水だけでなく生活排水なども含めた流入する汚濁負荷の総量を削減の対象とする水質総量削減制度が導入された。現在、日本では、水質総量削減制度は人口及び産業の集中等により、生活又は事業活動に伴い排出された水が大量に流入する閉鎖性海域（閉鎖性海域の定義については図1.2参照）で、排水基準（濃度規制）だけによっては水質環境基準の達成確保が困難である水域に適用されると定められており、前述の瀬戸内海に加え同じく水質汚濁が著しい東京湾、伊勢湾に適用されている。また、総量削減の対象項目も当初はCODであったが、2001年からは富栄養化の原因となる全窒素、全りんも対象に加えられた。工場や事業場からの排水等に対する汚濁負荷量の排出量に対する規制や、下水道など生活排水の処理のための社会資本整備等の施策の重点的な実施によって、水域の水質の悪化には歯止めがかかり、改善の方向に向かっており、既に瀬戸内海の一部海域では水質の改善が現れるに至っている。このように、日本は水質総量削減について30年を超える経験を有しており、その間に関連する制度や仕組みの整備を進めてきたほか、水質環境の改善や保全に一定の成果も上げている。

日本の水質総量削減制度の実施手順の概略は図1.1の通りである。水質総量削減制度はこのような体系により、水質環境を改善したり保全したりするうえで高い実効性を備えている制度である。また、水質総量削減制度はその国の水質保全関連をはじめとする既存制度

との整合性や取り組みの状況、導入の目的等によってさまざまな制度の構成が考えられる。

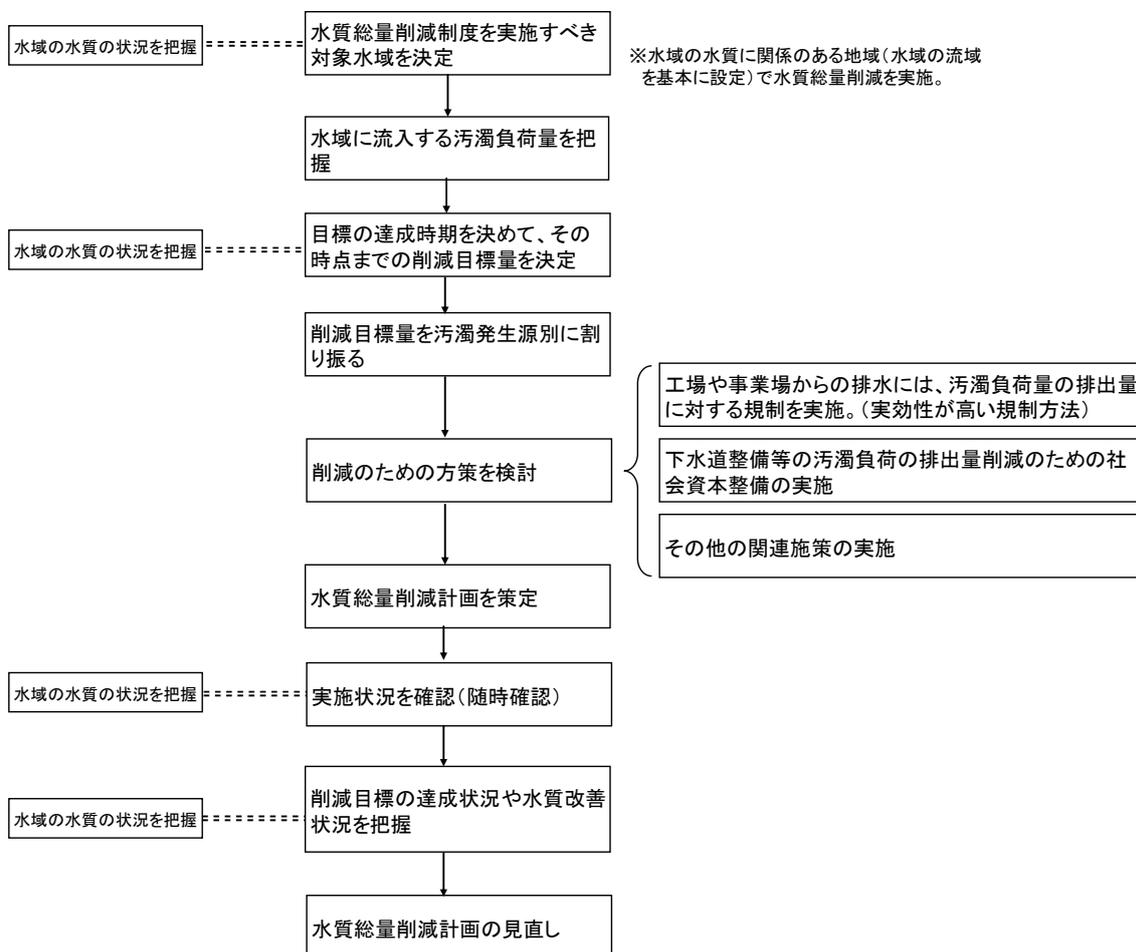


図 1.1 水質総量削減制度の実施手順の概要

前述したように、日本の水質総量削減制度は、特に水質汚濁が激しかった閉鎖性海域における効果的な汚濁負荷削減のための手法として位置づけられている。しかし、水質総量削減とは水域に流入する汚濁負荷の総量を削減・管理しようとする考え方であり、水質汚濁が進行したため汚濁負荷量を削減させようとする場合だけでなく、水域の水質がまだ悪化していない段階における水質保全のための考え方としても用いることができる。

導入指針は、これから水質総量削減制度を導入する場合や、制度をより有効に機能させようとする場合に、指針として活用できるように作成した。日本の水質総量削減の経験に基づいて水質総量削減の基本や原則となる事項をまとめ、国情が異なるさまざまな諸国で活用するための留意点をあわせて記述し、各国の幅広いニーズに対応できるものとした。

### 導入指針で使用される用語の定義

**閉鎖性水域** 水域は大きく河川、湖沼、海域に分けられ、そのうち外部との水の交換が行なわれにくい水域を閉鎖性水域という。主に、湖沼と閉鎖性海域が該当する。閉鎖性海域については日本では図 1.2 のように定義している。閉鎖性水域では汚濁負荷が蓄積しやすく、人間活動によって流入する汚濁負荷量が増加した場合、水質汚濁が発生しやすく、水質の保全や改善が難しい。

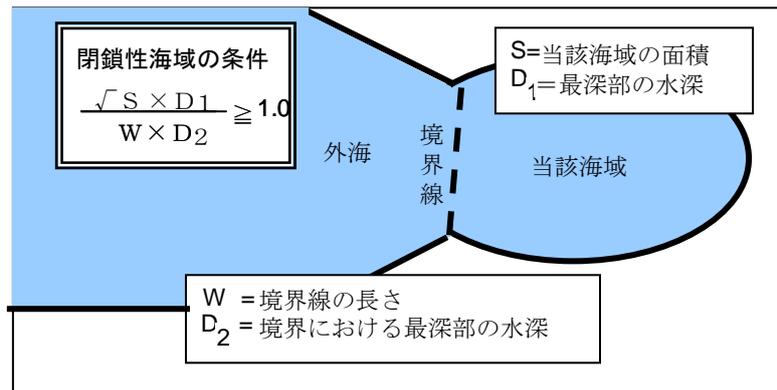


図 1.2 日本における閉鎖性海域の定義

**水質環境基準** 水域（河川、湖沼、海域）のあるべき水質について設けられている基準。日本では生活環境に関する指標（COD、窒素、りんなど）については利水目的に応じて類型を定め、基準値が設けられている。

**汚濁負荷** 水域の汚濁の原因となる物質や項目を言う。導入指針で扱う汚濁負荷は主に、COD、窒素、りんである。また、その量を汚濁負荷量という。

**発生源** 汚濁負荷を発生させるものを発生源という。詳しくは表 1.1 に記載した。

**汚濁源** 汚濁負荷を発生させる個々のものをいう。

**発生負荷量** 発生した汚濁負荷の量をいう。

**排出負荷量** 水域に排出された汚濁負荷の量をいう。汚濁源の側からみた表現である。

**流入負荷量** 水域に流入する汚濁負荷の量をいう。水域の側からみた表現である。

**富栄養化** 水質汚濁の一形態で、流域から流入する窒素やりの化合物である栄養塩の流入が過剰となった状態。プランクトンや藻類が異常増殖し、水生生物の死滅や飲用水障害等のさまざまな障害が発生する。

## 1.2 水質総量削減制度の位置づけ

水質環境保全のためのさまざまな取り組みの中での、水質総量削減制度の位置付けについて説明する。

### (1)水質汚濁の種類

水質汚濁は経済成長に伴う産業の発展や集積、都市化、人口の増加や集中によって発生

する。もともと、自然には浄化能力が備わっているが、人口の増加や産業排水の増加などによって排出される汚染物が増加し、自然の浄化能力を超えるようになると水質汚濁が発生するようになる。また、海岸の埋立て、河川河岸の植生・湿地の破壊など開発行為による自然の改変により、自然の浄化能力が損なわれる場合がある。

水質汚濁とは、その影響やメカニズムに着目していくつかの類型に分けることができる。

第一は、重金属や有害化学物質が水域に排出されることにより、人の健康に直接被害を及ぼすものである。魚類の奇形や斃死など水生生物にも影響を与える。こうした被害をもたらす有害な重金属や化学物質としては、カドミウム、鉛、六価クロム、水銀、ヒ素、PCB、シアンをはじめ多くの物質がある。こうした物質は、鉱工業から排出されるほか、農薬や除草剤などとして用いられるものであるが、各国で水質環境基準の対象等に指定され、その有害性に鑑みて規制や取り締まりが行われる。また、地下水等から流出する自然由来の汚染もある。

第二は、赤痢やコレラなどの伝染病が発生しやすくなる等の細菌等による公衆衛生上の問題が発生するものである。し尿等の生活排水処理が不十分でそのまま垂れ流されている場合や、飲用水に混合するなどによって発病するなど、人の生命や健康に被害を及ぼす。そのため、し尿処理の徹底や上下水道の完全分離などが行なわれる。日本では、し尿については下水道に放流する場合、浄化槽により処理した後に放流する場合、汲み取り式便所から収集して集中処理する場合の3つがあり、そのいずれかの方法を採用することが法律で義務づけられている。

第三は、有機汚濁である。有機汚濁の量は COD（化学的酸素要求量）や BOD（生物学的酸素要求量）、TOC（全有機炭素）などの指標によって表示される。有機物は、腐食や動物の死骸など自然界からも流入するが、生活排水やさまざまな業種の工場からの産業排水にも含まれており、こうした人間活動による排出負荷量の増加によって水質汚濁がもたらされる。水域中にある有機物は水中の生物によって分解され、水質環境が維持されるが、その分解能力を超えて有機物が流入する場合は汚濁が進み、水質は累積的に悪化し、次第に透明度が低下して水は悪臭を放つようになり、緑色、褐色、赤褐色などに変色する。このようにして飲用水障害や漁業被害などの利水障害が発生し、生活環境の劣化が進む。また、不溶の有機物は、ヘドロとして湖底や川底、海底に堆積する。こうした排水からの有機物の流入負荷を低減させるために、法律による規制が各国で行なわれている。

第四は、富栄養化である。これは、第三に記述した有機汚濁とも関連するが、流域からの窒素及びリンの化合物である栄養塩類の流入によって、プランクトンや藻類が異常増殖して水中の溶存酸素が消費され、貧酸素化により水生生物の死滅などが発生し、生活環境の悪化や漁業資源への影響、飲用水障害などさまざまな利水障害が発生するものである。藻類やプランクトンからは有害物質が生産されることもある。プランクトンの異常発生により赤潮が発生し、魚類の斃死、その死骸が有機物として底質に沈殿して底層に貧酸素水塊が発生し貝類などの底生生物の斃死をひきおこすなど、深刻な影響を与えることもある。

本来、窒素及びリンの化合物である栄養塩は、生態系の維持のために必要とされるものであるが、その供給と消費のバランスが崩れて過剰となった場合、富栄養化が発生する。特に閉鎖性海域や湖沼、河川でも流れが緩慢で滞留性の高い区域など水の滞留期間の長い水域（以下、閉鎖性水域という）では栄養塩が蓄積しやすく、富栄養化による水質環境の悪化が生じやすい。そのため、閉鎖性水域では、水域に流入する栄養塩類の総量を管理や規制の対象にする必要があり、総量削減や総量管理を行なうことが重要である。

水質総量削減制度で対応が行なわれる汚濁物質は、主に有機汚濁をもたらす有機物と富栄養化をもたらす栄養塩である。

各種の有機物や栄養塩は、さまざまな発生源から水域に排出される。発生源や排出源には、表 1.1 のようなものがある。

表 1.1 汚濁負荷の発生源や排出源

	汚濁負荷の主な発生源や排出源	特徴
(1)産業系	工場 工場以外の病院、ホテルや旅館、食堂、クリーニング店、浴場、ガソリンスタンド、自動車修理工場、畜禽処理場などの事業場	経済活動の活発化や工業生産の拡大などによって、発生する汚濁負荷量は増加する。
(2)生活系	人間の生活 (生活排水は「し尿」と「その他の生活排水」(以下「生活雑排水」という)に分けられる。生活雑排水は炊事、洗濯、入浴、清掃等により発生する。)	人口の増加や都市部への人口集中によって発生する汚濁負荷量は増加する。 便所の方式(水洗、汲み取り式等)や入浴頻度など生活習慣や生活様式、生活水準によっても変化する。
(3)畜産系	牛、馬、豚、鶏などの家畜の糞尿。 畜舎の洗浄用水等。	家畜飼育頭数の増加によって発生する汚濁負荷量は増加する。
(4)農地	作物に吸収されなかった肥料、農薬、農地に残された枯れ枝や落ち葉等の有機物など	発生する汚濁負荷は、化学肥料の施肥量などにより変化する。 汚濁負荷は降雨などによって水域に流出する。
(5)市街地	積もった塵や落ち葉、ごみなど	汚濁負荷は降雨などによって水域に流出する。
(6)山林	植物の腐植など	汚濁負荷は降雨などによって水域に流出する。
(7)水産養殖	養殖の餌の食べ残し、死魚など	

また、汚濁負荷の発生源は、発生する場所が特定できるかどうかに着目した分類も行われている。発生源が特定できるものを点源、汚濁が面的に発生し発生点を特定できないものを面源（非点源とも呼ぶ）と呼んでおり、導入指針でも説明の中でその用語を用いる。

点源と面源とでは汚濁負荷量の削減に向けた政策的なアプローチが異なってくる。点源は発生場所が特定できるので、排出負荷量を測定することが可能で、それに対する排水規制を行うことができる。面源では、発生点を特定できないため、そのような手法が取れない。

点源に分類されるものは、①規模の大きい産業系、②生活排水処理施設のある生活系、③規模の大きい畜産系である。一方、面源に分類されるものは、④点源に入らない規模の小さい産業系・生活系・畜産系、⑤農地、⑥市街地、⑦山林、⑧水産養殖である。

表 1.1 にも示したとおり、汚濁負荷は自然界からも発生して水域に流入し、自然浄化、生物による摂取等の生態系の循環が起こり、自然界における安定が形成されている。しかし、人口増加や工業生産の拡大、家畜の増加、化学肥料投入の増加などの人間活動によって発生する汚濁負荷量が増加し、これを放置しておく、やがて自然の環境容量を超過し、水質環境が悪化して水質汚濁が発生する。そのため、経済が発展して生産力が増大している場合は、必ず対応を行ない、経済や社会の発展と環境の保全との両立を図るように配慮することが必要である。

水質総量削減制度は、排出負荷量の削減対策を適切に効率よく実施することで、発展と環境保全の両立を図っていこうとする制度である

## (2)水質環境対策

水質の改善のための対策は、水域に対する汚濁負荷量の排出量を下げる方法（発生源対策）と、既に水質汚濁が進んでしまった水域や既に排出された汚濁負荷を直接水域内で浄化する方法（直接浄化対策）に分けられる。

発生源対策としては、汚濁負荷を削減するための排水処理の実施や、汚濁負荷を含む原材料や資材の使用量の低減などが行われている。排水処理の実施としては、例えば工場内に汚水処理施設を設置して排水処理を実施する、生活排水を下水道で集めて下水集中処理場で処理を行う、などがある<sup>1</sup>。また、汚濁負荷を含む原材料や資材の使用量低減としては、例えばりん含有洗剤に替えて粉石けんや無りん洗剤を使用するなどがある。

直接浄化対策としては、浚渫（水域の底にたまった汚濁負荷を直接取り除く）、湿地や干潟の活用、曝気（水域中へ酸素や空気を吹き込む）、浄化用水の導水（汚濁が進んでいない他の水系から導水する）といった対策があげられる。

---

<sup>1</sup> 排水処理は、排水を河川や海域などの水域に排出する場合だけでなく、地下に浸透させる場合でも必要になる。地下に汚濁負荷を多く含んだ排水を浸透させた場合、地下水の汚染の原因となるほか、地下水を通じて長い時間を経て汚濁負荷が湖沼や海域に流出し、その後長期間にわたって水質の汚染をもたらすことがある。

直接浄化対策は、いったん排出されてしまった汚濁負荷に対する対策なので、水質汚濁対策としては副次的な位置づけとなる。水質総量削減制度は、汚濁負荷の総量を削減するものであり、言うまでもなく発生源対策を中心にするものである。

### (3)行政による施策

発生源対策を実行するためには、排水処理施設の設置費用や運転費用などのコストが生じることから、発生原因者の自主性に期待するだけでは十分な対応が行われない場合もある。そのため、政策的な関与が必要で、図 1.3 のような行政による施策が展開される。

水質総量削減計画は、こうした施策を総合的に実施していくとともに、実効性の高い排出負荷量に対する総量規制を実施し、水域の水質との改善を効果的かつ効率的に進めていくとするものである。以下、特に発生源対策に関する部分を主として、水質総量削減に関わる行政政策の概要と水質総量削減制度との関係について説明する。

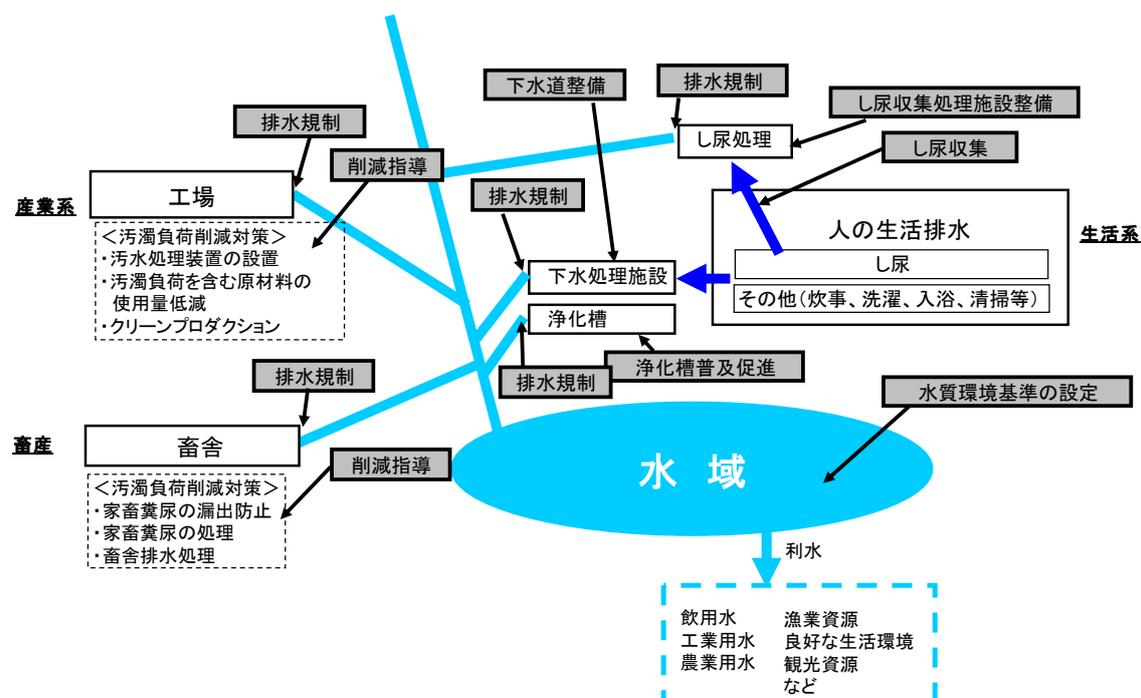


図 1.3 発生源対策のための施策の体系

#### ①水質環境基準の制定

水域（河川、湖沼、海域）のあるべき水質についての基準を設けるものである。水質環境基準は行政上の目標であり、基準を達成している場合には水質環境を維持していく取り組みが求められ、基準を達成していない場合には、基準を満たすための取り組みが求められる。日本では、水質環境基準の対象項目は合わせて 37 項目あるが、「人の健康の保護に関する環境基準」（27 項目：カドミウムやシアンなど有毒な重金属や化学物質が対象）と「生活環境の保全に関する環境基準」（10 項目：COD、BOD、溶存酸素、全窒素、全りん、大

腸菌群などが対象)に分かれている。「人の健康の保護に関する環境基準」は、全国の公共用水域に対し一律に定められる。「生活環境の保全に関する環境基準」は、水域の利水目的によっていくつかの類型が設けられ、それぞれの類型によって異なった基準値が設けられている。

水質総量削減制度により対応が行なわれるのは主に有機汚濁と富栄養化であり、日本の水質総量削減制度でも対象となる項目はCOD、全窒素、全りんである。それらは「生活環境の保全に関する環境基準」に該当する項目であり、水域の利水目的に応じた水質環境基準が定められているもので、水域の利水状況に対応した水質を確保することが水質総量削減の目的になっている。

## ②排出水の排出の規制

工場や事業場の産業排水や大規模畜舎等に対し、排水規制により排出負荷量の削減が図られることになる。規制の対象とされた工場や事業場では、排水基準を守るための対策が求められることとなり、それが実行されることによって排出負荷量の削減が実現する。排水規制は、工場や事業場以外にも大規模な畜舎、住宅団地、下水処理場などに対しても行われる。

排水基準で、最も普通に行われるのは、排水中に含まれる汚濁負荷の濃度を規制する濃度規制である。これは、事業場の排水濃度を計測すれば事業場が規制を守っているか否かを即時に判定できるので、規制を実行するための手間は比較的少ない。

しかし、工場の新增設によって排水量の大量の増加が想定されるような場合には、濃度規制では水域に流入する汚濁負荷の総量の増加を防ぐことは難しい。こうした場合には汚濁負荷の排出量に対する総量規制が必要になる。(以下、総量規制のための汚濁負荷量の排出量に対する規制基準を「総量規制基準」とよぶ。)

水質総量削減制度においては、汚濁負荷量に対する基準を設け、総量規制を行うことが原則である。

排水の汚濁負荷量は「濃度×排水量」で表すことができるが、総量規制を実施するためには、事業場の排水の濃度に加えて排水量の計測もあわせて必要である。総量規制は濃度規制に比べて手間がかかる方法ではあるが、厳格な汚濁負荷量の抑制や管理の必要のある場合には、効果的で確実な方法である。

## ③生活排水処理の推進

一般家庭も、し尿等の生活排水を排出し汚濁負荷の発生源となるため、生活排水対策の実施も重要である。日本では、伝染病予防の観点から、し尿を未処理で水域に排出することは規制されているが、厨房や入浴、洗濯等のし尿以外の生活排水(以下、「生活雑排水」という)に対しては、直接的な規制をかけていない。

生活排水対策としては、公共団体が行う下水道整備、住宅団地等における集合処理、一

般家庭への浄化槽の設置がある。いずれも、し尿と生活雑排水を一括して好気性処理を行っている。

下水道は主に人口密度の高い都市部で整備されるほか、住宅団地や集住している農村集落でも団地や集落単位での小規模な下水道が整備される。人口密度が希薄な地域では、戸別または数戸単位での浄化槽の設置が行われる。

通常、下水道は社会資本として位置づけられ、公的機関が事業主体となって整備が行われる。しかし、戸別に設置されるものについては、個人の責任で設置が行われることが多い。こうした場合には、設置を促進するための技術的な指導や補助金等の政策が必要に応じ行われる。日本では、地方公共団体が各戸に浄化槽を設置し、その維持管理も実施する事業も行われている。

水質総量削減制度では、こうした施策による汚濁負荷量の削減効果を算定し、効果的な施策の実施を進めていく。

#### ④汚濁負荷の削減指導の実施

行政より、汚濁負荷の発生源に対して、汚濁負荷を削減するための技術的な指導を行う。規制の対象になりにくい汚濁負荷の発生源に対しては有力な方法である。例えば、農地からの汚濁負荷量を低減させるための化学肥料の施肥方法の指導、家内工業等の小規模零細な事業場に対する汚濁負荷の除去技術の指導などがある。水質総量削減制度では、関連する行政部門とも連携して、さまざまな汚濁負荷の発生源に対する削減指導が展開される。

#### ⑤発生源対策の推進のためのその他関連施策

工場などに対し、排水処理施設の設置を促すために、政策融資、補助金、税制優遇などの促進政策が行われる。また、教育・啓発活動を通じた知識の普及や環境に対する市民や企業の意識の向上が行われる。

### (4)水質総量削減制度の位置付け

水質総量削減制度は、排水規制が可能な汚濁負荷排出源については汚濁負荷量に対する規制を行うとともに、その他のさまざまな削減のための政策や手法を総合的に展開していくとする制度である。関連する行政部局等との調整も必要で、こうした調整プロセスの中で認識を共有化することもできる。また、さまざまな対策について、実施可能性の高さや実施コスト、対策に要する時間、汚濁負荷量削減効果などを総合的に検討することで、効率的な計画の策定を進めることができる。

日本の水質総量削減制度のイメージは、図 1.4 の通りである。

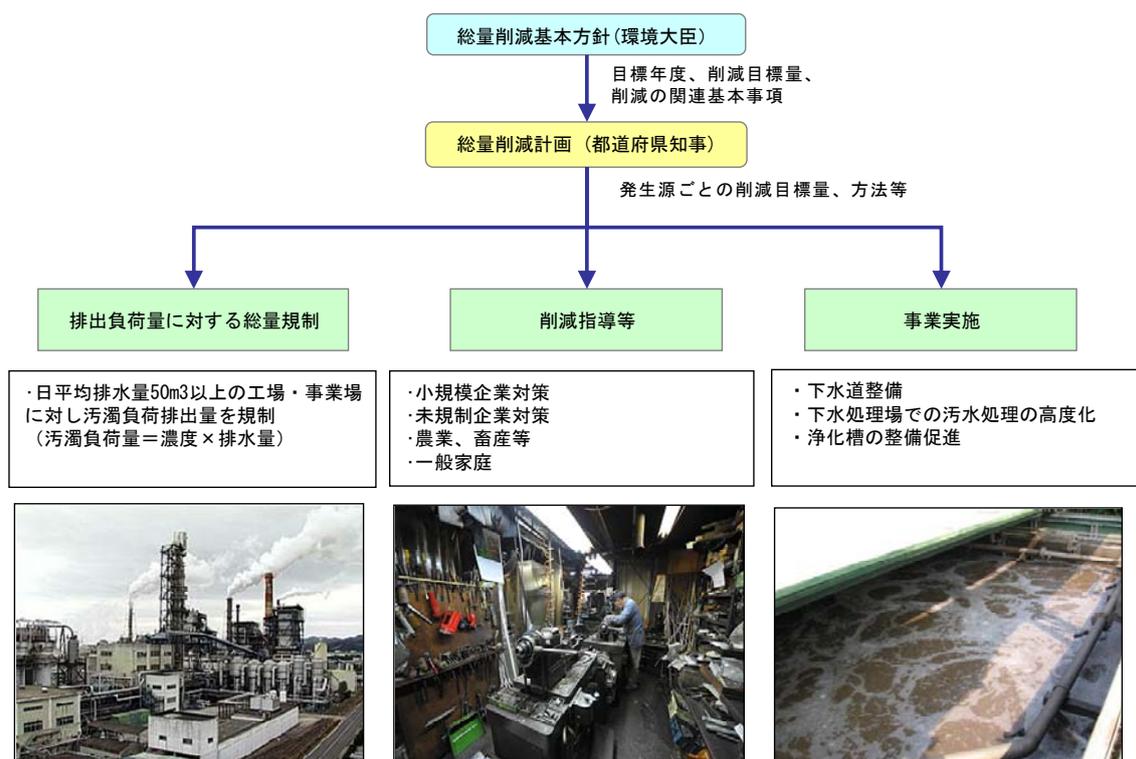


図 1.4 日本の水質総量削減のイメージ図

### <コラム 1> 日本における排水の排出の規制について

日本では、工場や事業場については国によって全国一律の排水基準（濃度基準）が設けられ、規制が行われている。全国一律の排水基準では、水域の水質環境保全が十分でないと判断される場合は、都道府県が条例によって全国一律基準に代わるさらに厳しい上乗せ排水基準を設けることができる。さらに、それらによっても水質環境基準の達成が困難な閉鎖性海域に対しては、水質総量削減制度を適用して汚濁負荷量の排出量に対する規制である「総量規制」と呼ばれる排水規制の方法が採られるという制度の構成になっている。日本では、水質総量削減制度は、制度上は水質汚濁が激しい閉鎖性海域に対する手段として位置づけられているが、都道府県が上乗せ基準を設ける場合にも、水域に排出される汚濁負荷量を水質環境の保全のための一定範囲に管理するという考え方に基づいて上乗せ基準の基準値が決定されており、汚濁負荷の総量を管理しようとする考え方が取り入れられている。

このような日本の水質汚濁防止法の体系と、その中における水質総量削減の位置付けについて、図 1.5 にまとめた。

以上が日本の制度であるが、国によっては全国的に汚濁負荷量に対する規制を行ない、汚濁負荷量の削減を進めている場合もある。

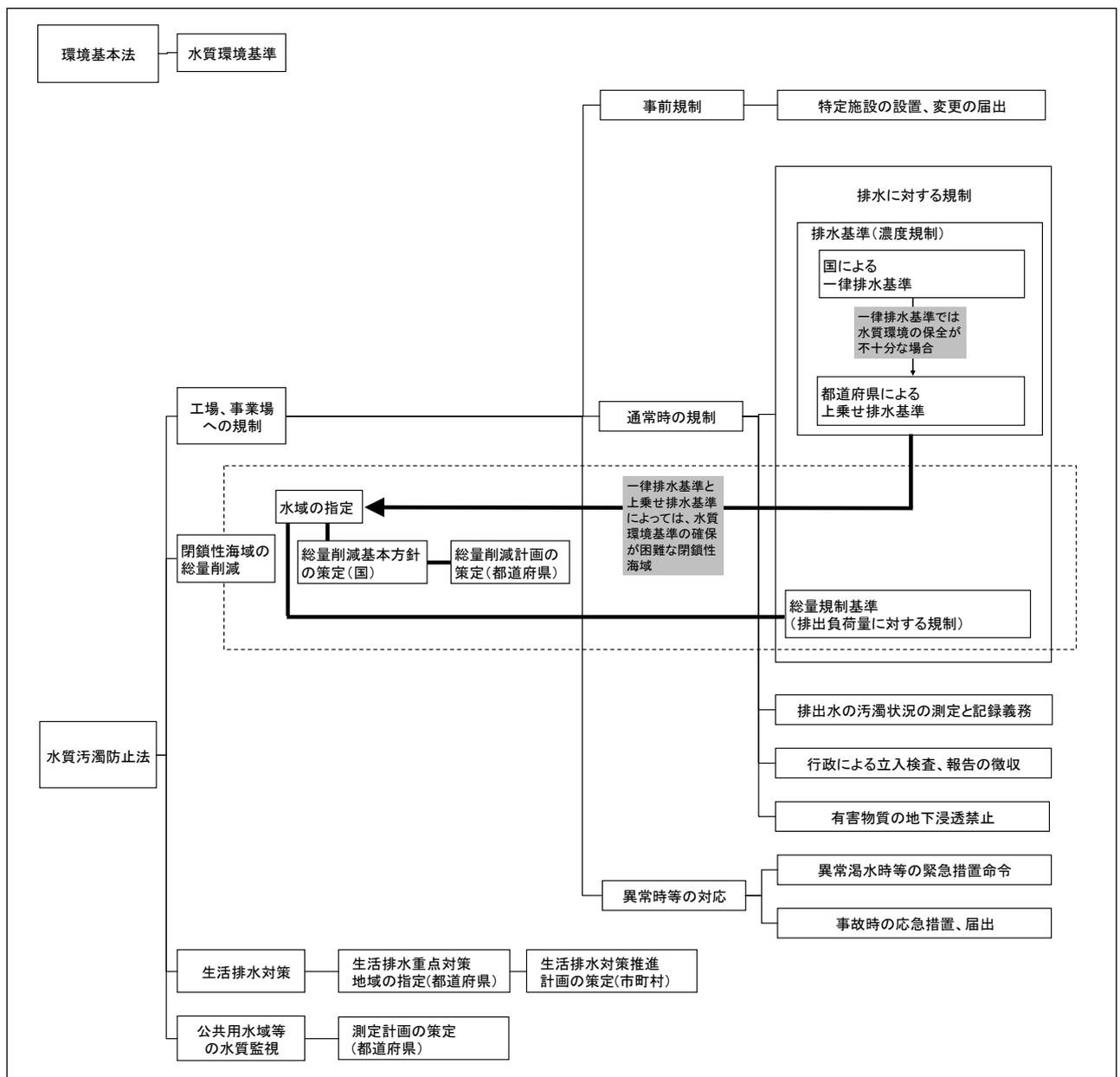


図 1.5 日本の水質汚濁防止法の体系と水質総量削減の位置付け

※日本では水質環境基準は、大気等他の分野の環境基準と合わせて環境基本法に基づいて定められている。図 1.5 には、それも含めて記載した。

### 1.3 日本の経験と教訓

日本でも、1950 年代後半から 1970 年代初頭にかけて経済が平均経済成長率年率 9%を超える急成長を遂げ、工業生産の増加と人口の集中が起き、それに伴う汚濁負荷の大幅な増加に対し対策が間に合わなかったため、水質汚濁が深刻化し、赤潮の発生などによる漁業被害や飲用水への異味異臭、悪臭等の生活環境の悪化などの状況が発生した経験を有し

ている<sup>2</sup>。しかし、環境汚染の深刻化から対策を求める世論や機運が盛り上がり、1970年頃から急速な法制度の整備が進み、対策が集中的に実施された。その中で、当時、水質汚濁が著しく、赤潮などによる漁業被害が発生しており「瀕死の海」と言われた瀬戸内海の環境の保全のために、1973年に瀬戸内海環境保全臨時措置法が議員立法<sup>3</sup>によって制定され、それに基づいて1974年から瀬戸内海で産業系の汚濁負荷排出量(COD)の総量の削減(50%削減)が行われた。さらに、1978年には産業排水だけでなく生活排水なども含めた汚濁負荷の総量を削減対象とする水質総量削減制度が導入され、瀬戸内海、東京湾、伊勢湾に適用された。こうした施策によって、水域の水質の悪化には歯止めがかかり改善の方向に向かっている(日本の水質汚濁とそれに対する対応について詳細は、添付資料2に記載した)。

こうした日本の経験や教訓については、次のようにまとめられる。

#### ① 予防的見地からの水質汚濁対策の実施

水質対策は予防的見地から着手することが必要である。日本では産業発展に環境汚染の対策が間に合わなかったことから水質汚濁が深刻化し、事後対策になったため、対策にかかる費用も時間も大きくなった。経済発展や人口増加によって汚濁負荷量の増加が想定される場合は、予防的な見地から早期に対策に着手することが大切である。今日は、1960年代に比べて環境に対する科学的知見や技術が向上しており、予防的な対応も現実的にも可能になっている。

#### ② 経験や科学的知見、社会情勢の変化をふまえた水質総量削減制度の発展

すべての機能、論理が解明されなくても実施可能な範囲で実施しうる水質総量削減の対策をまずスタートし、経験や科学的知見の蓄積に努め、その蓄積を活用し、社会情勢の変化もふまえて水質総量削減を発展させることが重要である。日本で1970年代に水質総量削減を開始した時点では、種々の課題が残されていることは認識されていたが、こうした点については実施する中で対応が図られていった。当時の関係者の間において、水質環境の一層の悪化を防止し、改善を図るためには、まず水質総量削減をスタートすることが重要であるとの認識があったこと、残された課題の解決にあたって強い情熱があったことが、大きなキーワードであったと考えられている。

日本は環境汚染の先発国であったため試行錯誤も多かったが、現在では先発国の成功や失敗の経験に学ぶことが可能であり、こうした経験を活用し、効果的に進めていくことが必要である。

今日では、水域の汚濁メカニズムについても科学的な解明が進んでおり、窒素やリンの除去など污水处理技術の開発が進み、対策が多様化してきている。こうして積み重ねられた経験や技術、科学的知見を活用し、水質保全対策を進めていくことが大切である。

---

<sup>2</sup> 日本の1965年の一人あたりGDPは3170ドル(物価調整済)であった。当時の日本の経済成長率や経済発展段階は、現在の中国や東南アジア諸国と類似した状況にあった。

<sup>3</sup> 日本では議員の発議によって法律を制定することを議員立法と呼ぶ。瀬戸内海環境保全臨時措置法は瀬戸内海に面する地域からの強い要望によって、議員立法により制定された。

#### 1.4 水質総量削減制度の導入の必要性

21世紀に入り、BRICs諸国をはじめ、東アジア、南アジア、中東、アフリカ、ラテンアメリカなどの諸国で経済発展が加速し、また人口も増加している。こうした国々では、都市部などで既に水質汚濁が深刻になっている水域があるほか、今後見込まれる汚濁負荷量の大幅な増加によって、現在はまだ水質汚濁が進行していない水域でも、将来の水質汚濁の発生や深刻化が懸念されている（東アジアの状況については、特に参考資料6にまとめた）。とりわけ、飲用水源になっている水域や漁業資源が豊富な水域などでは、水質の保全は重要な課題である。対応が遅れ、いったん水質汚濁が深刻化してしまうと、対策にコストや時間がかかるため、できるだけ早期に対策を講じることが重要である。

経済や社会の発展に対応して、工場での汚水処理施設の設置や下水道整備をはじめとする生活排水処理など、本格的な対策の実施が求められている。そこで、関連行政部門をはじめ社会全般と水質汚濁対策の重要性の認識を共有すること、早期に実効性のある対策をとること、全体として効率的な対策を進めることなどが重要である。こうした取り組みを進める上で、水質総量削減制度は有効な手法であり、その活用は重要な選択肢になるものと考えられる。

水質総量削減制度には、以下のような活用が考えられる。

##### ①水質汚濁が既に深刻な水域に対しては、効果的な汚濁負荷削減対策として活用できる

こうした状況では「削減」に重きが置かれる。水質総量削減制度では、産業排水など汚濁負荷量が明確に把握できる汚濁源に対しては「総量規制」のような規制を実行し、汚濁負荷量の削減を行うため、確実な水質改善効果が期待できる。また、総合的な観点で実施計画を作成して対策を進めていくため、全体的にみて効率的な削減対策が実行できる。

##### ②今後発展が想定される地域に対しては、予防的な汚濁負荷管理の手法として活用できる

こうした状況では「管理」に重きが置かれる。水質汚濁が進行していない水域であっても、今後流域の開発によって産業立地や人口増加が想定される場合には、水質汚濁の進行が想定される。水質環境はいったん汚濁が進行してしまうと対策のためのコストや時間がかかるため、予防的な対策を講じ、水質汚濁を最小限度にとどめる必要がある。水質総量削減制度は、水域に流入する全ての汚濁負荷源を対象に管理を行おうとするものであり、こうした流域の汚濁負荷量の総合的な管理手法としても活用できる。

なお、閉鎖性海域や湖沼をはじめ、河流が緩く滞留性の強い河川など水の滞留期間の長い閉鎖性水域では、水の外部との交換が行われにくく、汚濁負荷が蓄積しやすいことから、有機汚濁や富栄養化に対する対策を検討する場合には、汚濁負荷の総量の削減や管理が必要である。閉鎖性水域の水質環境対策では、水質総量削減の考え方が必要になると言われており、水質総量削減制度の導入が重要である。

## 1.5 水質総量削減制度の基本原則

水質総量削減制度を導入した場合、それを有効に機能させることが必要である。そのため、水質総量削減の基本原則をふまえた取り組みを行うことが必要である。水質総量削減制度は、水域に流入する汚濁負荷の総量を削減、管理していくことによって水域の水質の保全や改善を図っていくものであり、制度の基本原則は以下のような点である。

- ①水域に流入する産業系、生活系、畜産、農業等の全ての汚濁発生源を汚濁負荷の排出量の算定や削減の対象にする。
- ②汚濁負荷の総量を定量的に把握する。
- ③対象水域や対象水域に流入する河川の水質や水量の測定を通じて汚濁負荷量を測定し、水域のあるべき水質の保全のための削減目標を設定する。削減目標は、達成すべき目標時期を明確にしたうえで定量的な削減目標値を設け、削減実績も定量的に把握し、評価する。削減目標の設定にあたっては、その後の産業発展や人口増加等によって予想される汚濁負荷量の増加分も考慮する。
- ④工場や事業場などの点源からの汚濁負荷量の削減にあたっては、汚濁負荷量が確実に削減できる規制方法をとる。
- ⑤削減目標を達成するために実施するさまざまな施策を盛り込んだ水質総量削減計画を策定する。

水質の汚濁が急速に進行している水域などで対策が迫られている場合は、上記の原則に基づき全てを実施していたのでは、時間がかかり間に合わなくなる場合もあり、そのような場合は手順を省略することもある。

例えば、全ての汚濁発生源を対象にするためには手間がかかる場合には、まず全体の汚濁負荷量に対する比重の大きな発生源から始めるといったことも考えられる（日本でも、1.3節で述べたように1974年に総量規制的手法が瀬戸内海で産業排水を対象として初めて実施され、1979年からは全ての発生源を対象とする制度が開始された経緯がある。瀬戸内海では1972年には排出されている汚濁負荷量の約80%が産業系発生源からの排出によるものであったと言われている）。

また、汚濁負荷の総量の定量的な把握についても、導入段階では算定に必要な実測データや関連統計資料の不足等によって高い精度での算出が困難な場合もある。水域の水質環境が厳しく汚濁負荷量の削減が急がれるような場合には、削減対策が実施できる発生源を対象にして排出負荷量の削減量について目標をまず設定し、削減対策に取り組むことも考えられる。その場合は、削減対策を進めながら、同時に排出負荷量の測定を行い、削減量の定量的な把握を行うことが必要になるが、その取り組みを通じて実測データや関連統計データ等の充実が図られることとなる。また、排水の水質の実測や記録のための制度や仕組みの整備も行われる。このようなことを通じ、汚濁負荷の総量の把握ができるようになる。

以上のように、水質総量削減制度を実施していくためには、水質調査をはじめ、産業構造、地域特性などの実態把握が必要である。また、水質総量削減は全ての発生源を対象にすることを基本的な考え方としており、関連する行政部門も多岐にわたり、こうした関連部門との調整や協力関係の構築も重要になる。このような水質総量削減の実施のために必要になる仕組みや制度については、第3章で説明した。

また、水質総量削減制度を有効に機能させるためのポイントとして、以下の2ポイントをあげる。

①定量的に汚濁負荷量を管理し削減すること

水質総量削減の根幹である。水質総量削減制度は「定量的」に進めていくことが基本であり、それによって確実に排出負荷量を削減・管理し、水域の水質の改善や保全につなげることができる。定量的に削減目標量を定め、削減対策の結果を評価していくことが原則であり、そのため排水の汚濁負荷量や水域の水質の定量的な把握を進め、そのための仕組みの制度化を進める必要がある。

②全ての汚濁発生源を対象とし総合的な視点から総量削減計画を作成し、削減や管理を進めていくこと

水質の汚濁状況が深刻である等によって早急な排出負荷量の削減対策が求められている場面では、全ての発生源を対象にするために時間をかけるよりも、前述したように総排出負荷量に占める比重の高い発生源に着目して、できるだけ早く対策に着手することが優先される場合もある。しかし、水域の水質を保全していくためには、水域に流入する汚濁負荷の総量を把握し、それを管理していくことが必要であることは大原則であり、それは合理的な総量削減計画を作成する基盤となるものである。

## 第2章 水質総量削減制度の実行手順

水質総量削減制度の実行にあたっての手順と方法について、主に日本で行われている手順をもとに説明する。水質総量削減制度は、それぞれの国や地域の国情や風土、重点課題、ニーズに合わせた手順や手法をとることが重要であり、基本となる点をふまえつつ、それぞれの国や地域ごとに検討することが重要である。

また、日本でも水質総量削減制度は水質汚濁の状況、排出負荷削減技術、水質の測定、水質汚濁メカニズムの調査研究、経済的な条件、社会状況などの課題を順次に解決、調整しながら、年月のなかで徐々に整備されてきたもので、最初の段階から現在の実施体制が構築されていたわけではない。これから導入する場合は、水質総量削減制度の実施にあたって、いきなりこの全てを実施することができなくても、実施していく中で経験や知見を蓄積し、可能なところから順次導入し、さまざまな仕組みや制度を整えていくことが重要である。

### 2.1 汚濁負荷量の定義

汚濁負荷量についての定義および概念について説明する。

汚濁負荷は汚濁源で発生した後、汚水処理施設で処理されて河川などの水域に排出される。河川を流下する過程でも自然による浄化や沈殿作用を受けて、海域や湖沼に流入する。このような各段階を経て汚濁負荷量は変化していく。したがって、汚濁負荷量については、どの段階の汚濁負荷量を指すものかを明確にして議論を進めていくことが必要であり、次の通り定義する。

「汚濁源」＝汚濁負荷を発生させるもの

「発生負荷量」＝汚濁源で発生した汚濁負荷量

「排出負荷量」＝汚濁源から水域（河川、海域、湖沼）に排出された汚濁負荷量

また、河川を流下する過程での浄化作用を評価するために、「流達率」という概念を設ける。流達率は、河川に流入した汚濁負荷量のうち下流のある地点に到達する汚濁負荷量の比率であり、実際の作業の中では河川の区間によって定められる。

これを図で説明する。図 2.1 は、工場で汚濁負荷が発生し、工場内の汚水処理施設で浄化された後に河川に排出され、閉鎖性水域に流れていく場合である。

この場合、汚濁源は工場である。

発生負荷量は、工場の生産工程で発生した汚濁負荷の量である。

排出負荷量は、工場から河川に排出された汚濁負荷量である。この場合は、工場内に汚水処理設備があり汚濁負荷が除去されているため、排出負荷量は発生負荷量より小さくなる。もし、工場内に汚水処理設備が無くそのまま排出されている場合は、発生負荷量がそのまま排出負荷量になる。

排出された「排出負荷量」は、河川を流下していく間に浄化されて閉鎖性水域に流入するが、その比率が「流達率」という概念である。

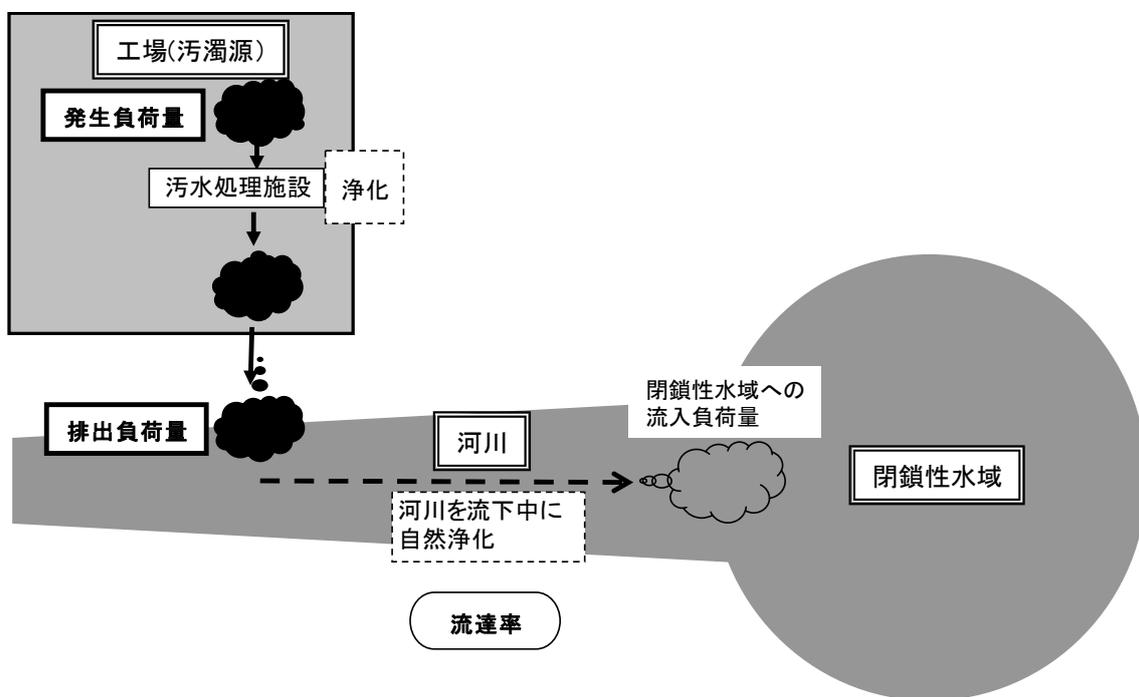


図 2.1 工場を例にした汚濁負荷の流れと流達率

汚濁源は、工場だけでなく生活排水や家畜や農地などがあるが、それらもあわせて図 2.2 に示す。

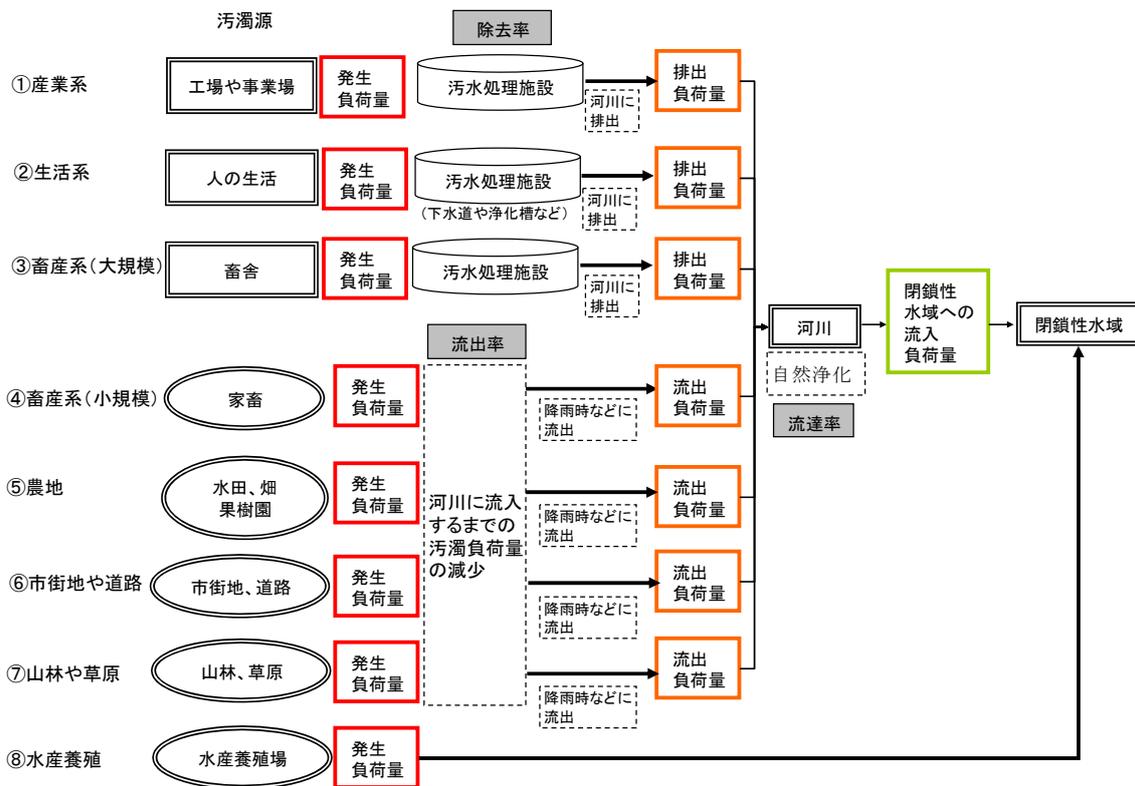


図 2.2 さまざまな発生源と汚濁負荷の流れ

図 2.2 の①～③が点源、④～⑧が面源である。

畜産系については、大規模に経営されている場合は、畜舎を単位にして管理することができるので、畜舎を汚濁源として見なすことができる。これに対し、農家の庭で少数の家畜を飼育しているような小規模な場合は、多数の家畜が面的に広がって存在しているため、実務上は汚濁源の位置の特定が難しい場合が多く、面源として扱われる。また、⑧水産養殖については、海域の内部でいけすにより養殖しており、発生負荷量はそのまま閉鎖性水域に混入するものと想定した。養殖場を水域とは別の場所に設けて養殖を行なう場合は、養殖場から水域に排出される排水に含まれる汚濁負荷量を排出負荷量とすることになる。

図 2.2 では、点源である①～③については「排出負荷量」としているのに対して、面源である④～⑧については「流出負荷量」という言葉を使っている。河川に流入する汚濁負荷量という意味では、流出負荷量は排出負荷量と同じ意味である。違っている点は、①～③については排水路などを設け直接排水を排出するのに対し、④～⑧では排水路のようなものがないことが多く、降雨時などに自然に流れ出して河川に至っていることである。以降の説明では、こうしたニュアンスの違いが問題にならないときは「排出負荷量」と呼ぶことにする。また、発生から流出までの過程で、汚濁負荷の土壌への浸透や浄化が起きるため、通常、流出負荷量は発生負荷量より小さくなる。その発生負荷量と流出負荷量の比率

を「流出率」と呼ぶ。

水質総量削減において規制する負荷量は、排出負荷量である。

## 2.2 実行手順の概要

水質総量削減制度の実施手順を図 2.3 に示す。

実施手順の概要は、まず、水域の水質実態を調査して汚濁状況を明らかにし、水域での発生源の状況や経済発展等による将来的な変動等の状況を勘案し、水質総量削減が必要かを判断する。次に、対象水域に求められている水質の目標を定める。次いで、その対象となる地域の汚濁負荷量の算定に必要な水質の測定データや、産業や土地利用等に関するデータなどを収集し、排出負荷量の算出を行う。次いで、目標水質達成時期を決め、水質目標から水域に流入する汚濁負荷量の管理目標を定め、管理目標値を達成するために排出負荷量の削減必要量を算出して、その削減必要量を達成するための対策を発生源ごとに検討し、削減可能な総量を集計する。以上を整理して、実行計画としての「総量削減計画」にまとめる。総量削減計画に基づき対策を実施し、汚濁負荷量の削減状況や水質の改善状況を随時監視しながら計画の修正を行っていく。

なお、図 2.3 では手順に従って 12 のステップを示しているが、順番にステップを踏んでいくのではなく、同時にいくつかのステップを行うなど、実施可能な範囲で取り組んでいくことが重要である。

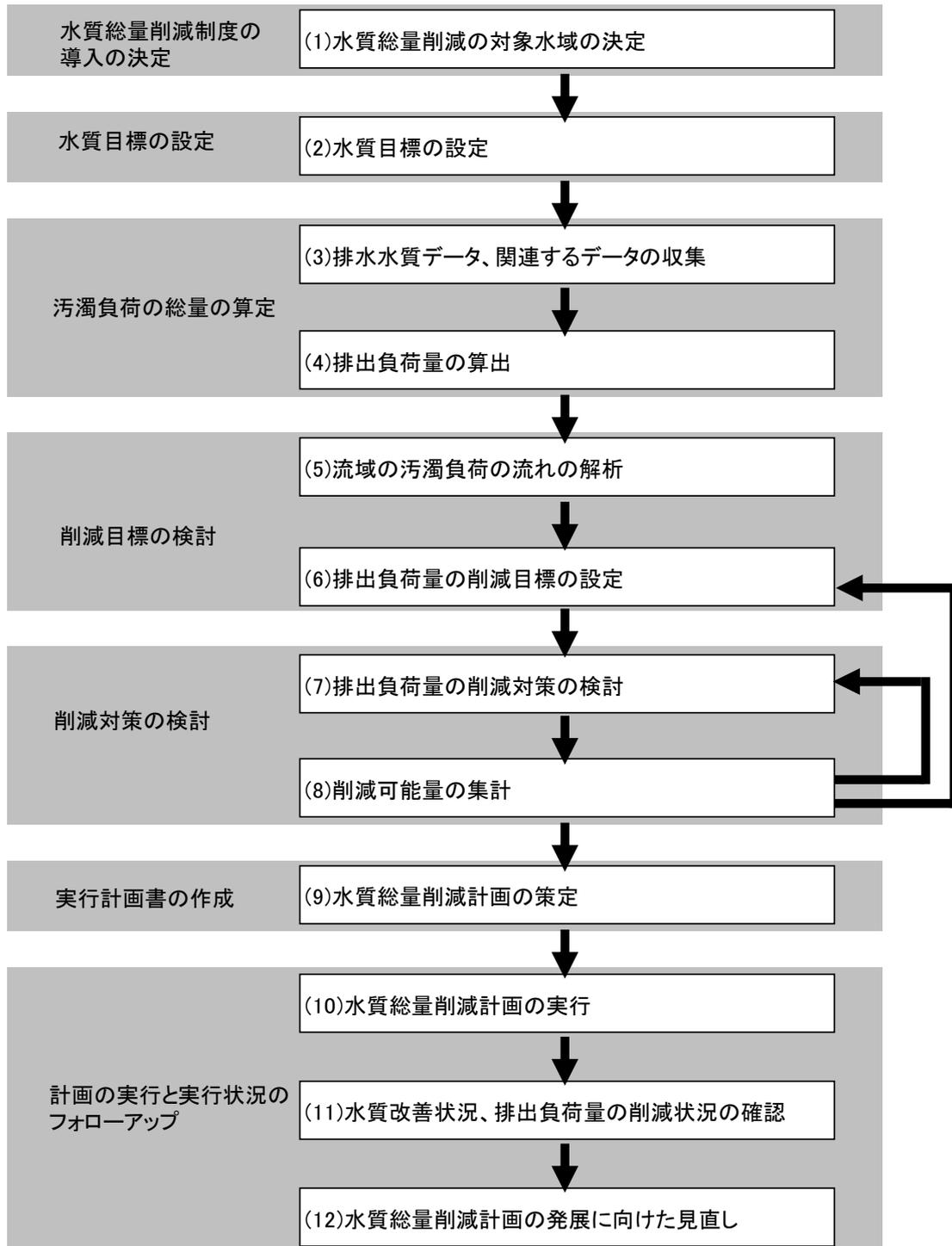


図 2.3 水質総量削減制度のプロセス

## 2.3 水質総量削減制度の個別の実施内容

水質総量削減制度の実施手順について、各段階の作業内容と方法を、日本での実施方法を基にして、個別にステップごとに説明する。

### (1)水質総量削減制度の対象水域の決定

水質総量削減制度を導入すべき水域を決定する。

水質総量削減制度の導入の必要性が高い水域の要件としては表 2.1 のようなものがある。

表 2.1 水質総量削減制度の必要性の高い水域の要件

#### 水質総量削減制度の導入の必要性の高い水域の要件

- ①水質汚濁が深刻で、生活環境の悪化や生態系の破壊、利水障害が発生している水域
- ②水質環境の保全の必要性が高い水域で、今後人口の集中や工場の立地などが見込まれ水質の悪化が懸念される水域
- ③現在までに、排水濃度規制をはじめとする対策を行っているが、その効果が出ていない水域

この要件に適合しているかを判断するために、以下のような情報が必要になる。

- ①水域の水質測定データによる水質の汚濁状況。水質環境基準との比較評価。
- ②この地域の利水の目的、将来な利水の計画。
- ③利水障害の発生状況。飲用水への異味異臭等、漁業被害の発生、観光資源としての価値の低下、周辺生活環境の悪化といった状況の発生の有無や深刻度合い、将来的な見通し。
- ④将来的な人口の増加や工場の立地、産業の発展などの将来の計画や見通し。
- ⑤排水規制の実施状況や規制の遵守状況。その規制が水質保全にどの程度の効果をあげているか。

導入する水域が決定したら、その水域の水質に関係のある地域で、水質総量削減制度を実施する。「その水域の水質に関係ある地域」としては、通常その水域に水が流入する流域を選定する。

#### <コラム 2>水質総量削減制度の導入が急がれる場合の対応

水質汚濁が深刻で排出負荷量の削減が急務になっている場合や、国土の全体的に水質汚濁が発生している場合は、国土全域を対象地域とすることもある。

また、各国では、河川の流路や水文が複雑で水域に流入している流域の特定が難しい場合もある。こうした場合は、流域にあたる行政区画を水質総量削減制度の対象地域とすることも考えられる。

## (2)水質目標の決定

水質目標は対象水域の利水目的によって決定される。また、水質環境基準が設定されている場合には、水質環境基準を水質目標とする。

### <コラム 3>日本における水質環境基準（COD、全窒素、全りん）と利水目的との対応

1.2 節(3)項でも述べたとおり、日本では水質総量削減と関連する有機汚濁に対する指標である COD、BOD、および富栄養化に関する指標である全窒素や全りんについての水質環境基準は「生活環境の保全に関する環境基準」に含まれており、利水目的によって設けられた類型ごとに環境基準が定められている。類型については、水道用水、工業用水、農業用水のそれぞれの適否や利用するための浄水処理の程度、水産資源の種類や水浴の適不適等に対応して定められている。日本の水質環境基準のうち、通常、水質総量削減の対象とされる、COD、全窒素、全りんについて、表 2.2～表 2.4 に利水目的との関連がわかりやすいように簡略化して示した。

表 2.2 日本 の 海 域 に お け る 水 質 環 境 基 準 （ COD 、 全 窒 素 、 全 り ん ）

類 型	利水目的			環境基準
	工業用水	水産資源	その他	COD
A	↑ ↓	マダイ、ブリ、ワカメ	自然探勝、水浴	2mg/l 以下
B		ボラ、ノリ		3mg/l 以下
C			日常生活で不快感を感じない	8mg/l 以下

類 型	利水目的			環境基準	
	工業用水	水産資源	その他	全窒素	全りん
I	↑ ↓	底生魚介類含め多様な水生生物がバランスよく安定して漁獲される	自然探勝、水浴	0.2mg/l 以下	0.02 mg/l 以下
II			水浴	0.3mg/l 以下	0.03 mg/l 以下
III		一部の底生魚介類を除き魚類を中心とした水産生物が多獲される		0.6 mg/l 以下	0.05 mg/l 以下
IV		汚濁に強い特定の水生生物が主に漁獲される	年間を通して底生生物が生息できる限度	1mg/l 以下	0.09 mg/l 以下

※全窒素、全りんの水域類型の指定は、閉鎖性海域など、海洋植物プランクトンの著しい増殖を生ずるおそれのある海域について行われる。

※COD については日間平均値、全窒素、全りんについては年間平均値とする。

表 2.3 日本の湖沼における水質環境基準 (COD、全窒素、全りん)

類型	利水目的					環境基準
	水道用水	工業用水	農業用水	水産資源	その他	COD
AA	ろ過等簡易な操作	沈殿等通常の操作	↑	ヒメマス	自然探勝、水浴	1mg/l 以下
A	沈殿ろ過等通常の操作、高度な操作			サケ、アユ	水浴	3mg/l 以下
B				コイ、フナ		5mg/l 以下
C		薬品注入等高度な操作			日常生活で不快感を感じない	8mg/l 以下

類型	利水目的					環境基準	
	水道用水	工業用水	農業用水	水産資源	その他	全窒素	全りん
I	簡易な操作、通常の操作、高度な操作	↑	↑	サケ、アユ	自然探勝、水浴	0.1mg/l 以下	0.005 mg/l 以下
II					水浴	0.2mg/l 以下	0.01 mg/l 以下
III	特殊な操作			ワカサギ		0.4mg/l 以下	0.03 mg/l 以下
IV						0.6 mg/l 以下	0.05 mg/l 以下
V				コイ、フナ	日常生活で不快感を感じない	1mg/l 以下	0.1 mg/l 以下

※全窒素,全りんの水域類型の指定は、湖沼植物プランクトンの著しい増殖を生ずるおそれがある湖沼について行なわれる。全窒素については、全窒素が湖沼植物プランクトンの著しい増殖の要因となる湖沼について適用される。

※COD については日間平均値、全窒素,全りんについては年間平均値とする。

表 2.4 日本の河川における水質環境基準 (BOD)

類型	利水目的					環境基準	
	水道用水	工業用水	農業用水	水産資源	その他	BOD	
AA	ろ過等簡易な操作	沈殿等通常の操作	↑	ヤマメ、イワナ	自然探勝、水浴	1mg/l 以下	
A	沈殿ろ過等通常の操作					水浴	2mg/l 以下
B	高度な操作				サケ、アユ		3mg/l 以下
C					コイ、フナ		5mg/l 以下
D				薬品注入等高度な操作			8mg/l 以下
E		特殊な操作			日常生活で不快感を感じない	10mg/l 以下	

※BOD については日間平均値とする。

### (3)排水水質データ、関連するデータの収集

水質総量削減制度は定量的な制度であり、可能な限りデータの科学的根拠に基づいて進めるべきであることから、関連するデータの収集を行う必要がある。データは大きく水質環境に係るデータと発生源に係るデータに分けることができる。その2つに分けて解説する。なお、初期段階では、収集できるデータが少ない場合もあるが、水質総量削減制度を実施していく中で、順次データの収集の仕組みを整え、精度を上げていくことが重要である。

#### ①水質環境に係るデータの収集

水域の水質汚濁状況の定量的な把握や、汚濁の流下経路、水域に流入する流入負荷量と対象水域の水質との関係の解析を行うために、対象水域とそれに関連する河川や湖沼の水系の水質や流量のデータを収集する。既存資料のみではデータが不足する場合があるが、可能な範囲で水質等の測定を実施してデータの確保を行い、収集できた範囲で算定を行う。

水域の水質環境の解析のために、水質データに加え、以下のようなデータも収集し、解析の際の参考にする。

- ・ 周辺の地形図
- ・ 気象条件（降水量、日射量、気温、風向・風速、湿度）
- ・ 水系図、ダムや堰、主要取水口の配置。用水路、排水路の状況。
- ・ 水利用（飲用水、工業用水、農業用水）の現況と将来動向
- ・ 水深、地形、潮位、潮流、水温、塩分など
- ・ 動植物などの生態系の状況

#### ②汚染負荷の発生源に係るデータの収集

水質総量削減制度では、できるだけ正確なデータに基づいて排出負荷量の算定を行うことが大事である。このため、汚濁負荷の発生源に係る関係データの収集を行う。

しかし、既存資料のみによっては、各種のデータが不足する場合があるが、排水水質の測定などにより極力データの確保を行い、可能な範囲でできるだけ実態に近い排出負荷量の算出を行う。初期段階では、収集できたデータが少ない場合もあるが、水質総量削減制度を実施していく中で、順次データの収集の仕組みを整えていくことが重要である。表 2.5 に収集するデータをまとめた。

表 2.5 排出負荷量の算出のために収集するデータ

汚濁負荷の発生源		収集するデータ	
①産業系	・工場や事業場からの排水濃度、排水量。	左記のデータのない場合には、以下のような項目を調査し、推定計算する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・工業用水の使用量</li> <li>・生産品目の種類や生産量、出荷金額</li> <li>・従業員数</li> <li>・原材料の種類や使用量</li> <li>・生産工程</li> <li>・その他、業種に特有のデータ</li> <li>・污水处理施設の有無。設置されている場合はその方式と処理能力、稼働率</li> </ul>	
②生活系	・住民人口 ・生活排水処理の普及状況（下水道への接続人口、浄化槽での処理人口、し尿を収集し処理している場合のその対象人口） ・観光客数		
	下水道最終処理場	<ul style="list-style-type: none"> <li>・処理場で処理する対象人口</li> <li>・処理された排出水の濃度や排水量</li> <li>・汚泥処理の方法</li> </ul>	
	浄化槽	<ul style="list-style-type: none"> <li>・処理する対象人口</li> <li>・処理された排出水の濃度や排水量</li> <li>・汚泥処理の方法</li> </ul>	左記のデータのない場合には、以下のような項目を調査し、推定計算する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・污水处理方式</li> <li>・浄化槽の規模（処理対象人数）</li> </ul>
③畜産系	大規模な畜舎	・畜舎からの排水の濃度、排水量。	左記のデータのない場合には、推定計算するために以下のような項目を調査する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・家畜の種類</li> <li>・飼育頭数</li> <li>・污水处理施設の有無。設置している場合はその処理方式、処理能力、稼働率</li> </ul>
	小規模な畜産	面源として扱われ、汚濁源での測定は難しいため、推定計算するために以下の項目を調査し算出する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・地域での家畜の種類と飼育頭数</li> </ul>	
④農地	面源として扱われ、汚濁源での測定は難しいため、推定計算するために以下の項目を調査し算出する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・農地の面積（水田、畑、果樹園などの種類別の面積）</li> <li>・化学肥料の施肥量</li> </ul>		
⑤市街地	面源として扱われ、汚濁源での測定は難しいため、推定計算するために以下の項目を調査し算出する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・市街地の面積</li> </ul>		
⑥山林	面源として扱われ、汚濁源での測定は難しいため、推定計算するために以下の項目を調査し算出する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・山林や草原の面積</li> </ul>		
⑦水産養殖	面源として扱われ、汚濁源での測定は難しいため、推定計算するために以下の項目を調査し算出する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・養殖している魚や蝦などの種類と数、出荷量</li> <li>・給餌量</li> </ul>		

#### (4)排出負荷量の算出

産業系、生活系、畜産系、農地、市街地、山林、水産養殖に分けて、汚濁源ごとに汚濁負荷を算定する。

汚濁源の負荷量は実測を原則とし、排水の水質や水量のデータから積算する。データがないものについては、家畜の頭数や農地の面積などの単位あたりの汚濁負荷量を原単位として設定し、それを用いて算出する（以下「原単位法」という）。

日本では、水質総量削減制度が実施されている地域では、排水量が 50m<sup>3</sup>/日以上 of 工場や事業場は総量規制基準の対象となるため、工場や事業場に対して排水に対する水質と排水量の測定が義務付けられている。排水量が 50m<sup>3</sup>/日に満たない小さな事業場や非対象業種については、事業者が測定が義務付けられていないためにデータがなく、原単位法で算出されている。生活系では、下水処理場や大規模な浄化槽、し尿処理場では、排出負荷量の測定が義務付けられている。小規模な浄化槽は測定が義務付けられていないためにデータがなく、原単位法で算出されている。

畜産系では、畜舎でも大規模なものは総量規制基準の対象となるため、排水の排出負荷量の測定が義務付けられている。小規模なものは測定が義務付けられていないためにデータがなく、原単位法で算出されている（表 2.6 参照）。

詳細の算出方法については、参考資料 2 に記載した。

#### <コラム 4>工場や事業場からの申告された実測値の信頼性に問題がある場合の対応例

実測データが、工場や事業場の申告に基づいており、行政当局の監督管理が十分でない等の状況によって信頼性に問題がある場合には、原単位法による算出も並行して行い、実測データの信頼性を確認することも、できるだけ正確な算出を行なう観点から重要で、実際に行われている例もある。この場合、実測データと原単位法による算出値との差異の大きな工場や事業場については精査を行い、場合によって再測定等を行うこととなる。

表 2.6 日本における発生源ごとの汚濁負荷量の算出方法

				事業場等 で実測	原単位法	
産業系	工場・事業場	総量規制の対象	排水量50m <sup>3</sup> /日以上	○		
		総量規制の非対象	排水量50m <sup>3</sup> /日未満 非対象業種		○	
		産業排水の汚水処理場		○	○	
生活系	下水処理場			○		
	浄化槽	工場・事業場、事務所で 発生する生活排水を 処理	501人槽以上	○		
			201人槽以上	排水量50m <sup>3</sup> /日以上 排水量50m <sup>3</sup> /日未満	○	○
			200人槽以下			○
	住宅で発生する生活 排水を処理	501人槽以上		○		
		201人槽以上	排水量50m <sup>3</sup> /日以上 排水量50m <sup>3</sup> /日未満	○	○	
		200人槽以下			○	
し尿処理場(汲取り方式の便所よりし尿を収集して、集中処理する施設)			○			
未処理の生活雑排水				○		
畜産系	総量規制の対象畜舎	牛	排水量50m <sup>3</sup> /日以上かつ牛房面積200m <sup>2</sup> 以上	○		
		馬	排水量50m <sup>3</sup> /日以上かつ馬房面積500m <sup>2</sup> 以上	○		
		豚	排水量50m <sup>3</sup> /日以上かつ豚房面積50m <sup>2</sup> 以上	○		
	総量規制の非対象 畜産排水の汚水処理場				○	
農地	水田				○	
	畑・果樹園				○	
その他の土地	山林				○	
	その他の土地				○	
水産養殖	海水面				○	
	内水面				○	

### (5)流域の汚濁負荷の流れの解析

排出負荷量は水域に流入するまでの間、水路や河川を流下する間に自然浄化され、また海域や湖沼の中でも自浄作用により負荷量の変動が起こる。そこで、排出された汚濁負荷量が、流下中にどのように変化するかを流動経路や変動、浄化、蓄積のメカニズムを通して解析する。こうした水域内での汚濁負荷の変化の機構は複雑であり、正確な解析は困難なものであるが、実務的には以下のようなことを行なう。

#### ①集水域の把握および河川の水系の把握

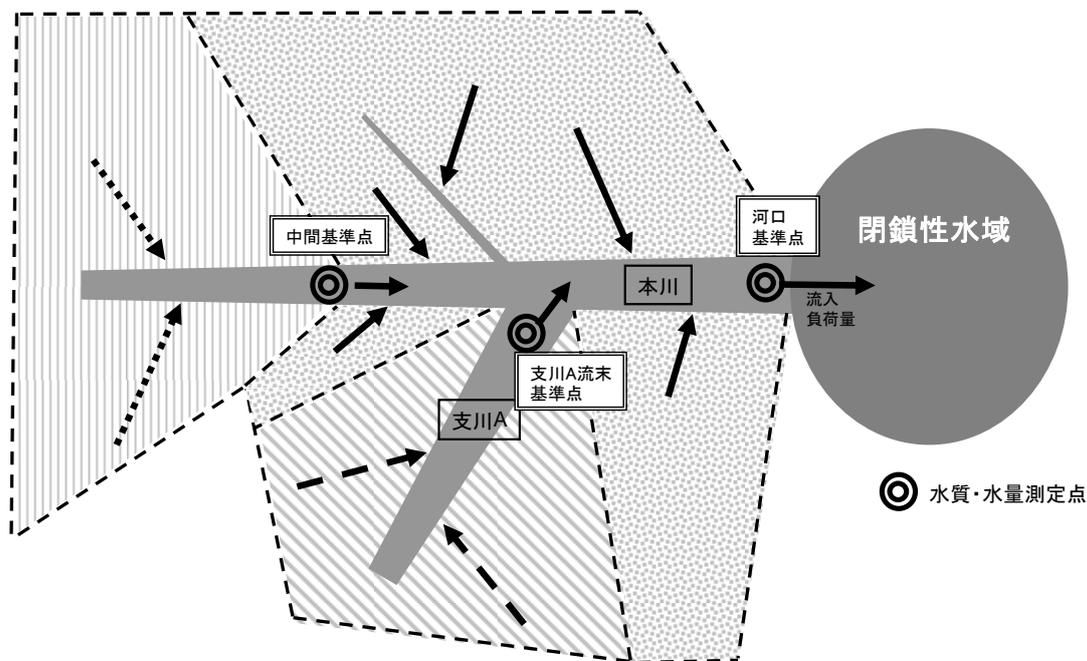
地域ごとに、汚濁源からの排水がどのような経路をたどって湖沼や海域に流達するかについて、水系図などを参照して流域図を作成し、水系の把握を行う。

#### ②流達率の算出

排出負荷量は、水域に流入するまでの間で河川流下中に自然浄化される。その浄化能力を評価するために、流達率の算出を行う。

流達率の概念については2.1節でも述べたが、排出負荷量と流入負荷量の比率である。排出負荷量については、2.3節(4)で算定したものを利用し、流入負荷量については河川等の流量や水質の実測データから算出する。流達率は河川の流程が長い場合や、河岸や河床の状

態が大きく変化する河川では、河川をいくつかの区間に区切って算出する。また、水道の取水口のような重要な利水点がある場合も、そこで区切る場合もある。また、大きな支流については別に求める場合もある。こうした例を図 2.4 に示したが、そのためにも水系の把握が重要である。



この例では、本川の河口に測定点があり、水量と水質の実測が行われている。それ以外に、支川 A 流末（本川との合流点）と本川の間中基準点でも実測が行われている。この場合、中間基準点より上流の排出負荷量（点線矢印）の合計と中間基準点の汚濁負荷量から、中間基準点より上流の流達率が算出される。同様に支川 A の流達率も算出される。中間基準点より下流の本川については、そこに排出される排出負荷量（実線矢印）と中間基準点から流入する汚濁負荷量（中間基準点で実測）および支川 A から流入する汚濁負荷量（支川 A 流末で実測）の合計を求め、河口の汚濁負荷量との比率を求めることで流達率を算出できる。

図 2.4 流域と測定点の模式図

### ③閉鎖性水域内での汚濁負荷量変動の解析

海域や湖沼などの閉鎖性水域に流入する流入負荷量と、その閉鎖性水域の水質との関係を明らかにするため、海域や湖沼の中で発生する変動要因等の諸条件を図 2.5 に示すようにモデル化して解析を行う。

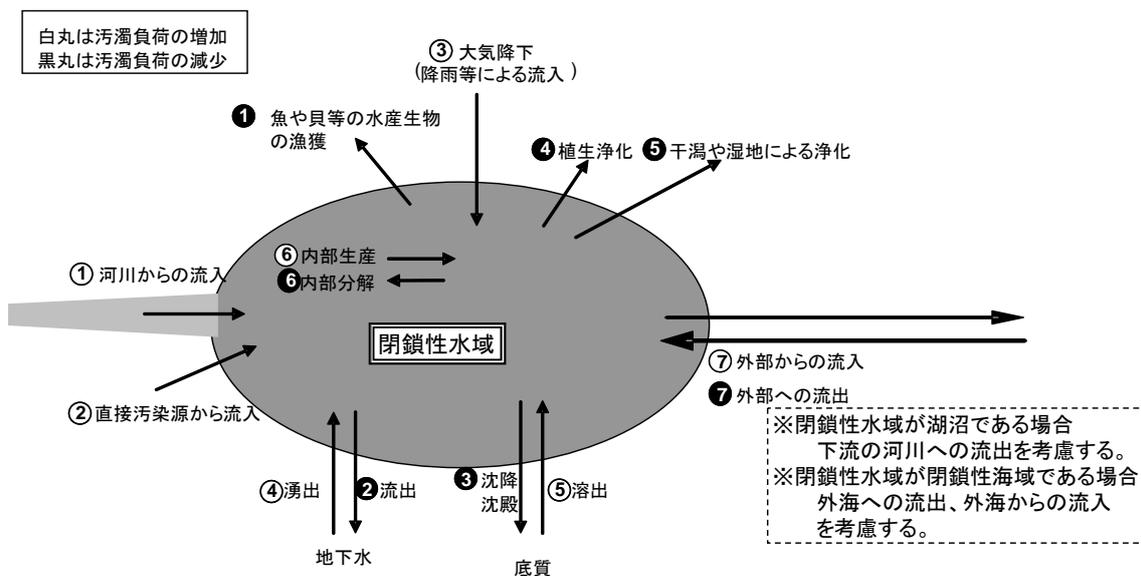


図 2.5 閉鎖性水域内部の汚濁負荷の主な変動要因

モデル化には、次の 2 つの方法がある。

- a) 汚濁負荷の変動メカニズムの因果関係をできるだけ忠実にモデル化し、これらを組み合わせることで現象を表現する解析式を作成する方法。
- b) 汚濁負荷量のインプットとアウトプットとの対応関係を統計的に求める方法。例えば、流入負荷量の総計と閉鎖性水域からの流出負荷量の対応関係から統計的に求める。

a のモデルは、複雑なものになればなるほどモデルの中で用いられる数式や係数が増え、それを正しく与えるための調査や、モデルの検証のための調査が必要になる。海域や湖沼の中で発生している現象は複雑であるため、詳細なモデル化は難しく、水域の水質に影響が大きい現象に着目して可能な範囲で着手していくことが大切である。一般的には、まず簡易なモデルの適用を行ない、その後順次、必要に応じて複雑なモデルを検討する。近年ではコンピューターによるシミュレーション技術の進歩により、コンピューターシミュレーションが行われる場合もあり、日本でも参考資料として活用されている。

導入時点では、まず現状利用可能なデータの範囲でできるだけ理解を図り、作業を先に進めることが必要である。水質総量削減を実施していくなかで水域の水質等のデータの蓄積等を進め、水域に対する理解を徐々に深めていくという考え方が求められる。

a はどの程度まで現象を忠実に反映するモデルを作成するかにもよるが、比較的複雑な方法になる。b は比較的単純な方法であるが、水域内部のメカニズムそのものの理解はとりあえず横におき、相関関係を推測しようというものであるため、できるだけ a の方法を採用することが望ましい。

## (6) 排出負荷量の削減目標の設定

排出負荷の総量の削減目標および目標達成時期を決める。

目標達成時期については、削減対策の実施に必要な期間や、水域の水質改善の切迫度などから決定する。また、技術の進歩や社会経済状況などの外部条件の変化が大きくなると削減目標や総量削減計画の前提条件が変わってしまうので、あまり長期間の目標時期の設定は避ける。一般的には3～5年程度が適当と考えられる。日本では、5年ごとに目標時期が設定されているほか、中国でも5か年計画に合わせて水質総量削減目標が設定されている。また、確実な目標達成を期すために、中間時期を決めて中間目標を設定することもある。

削減目標の設定については、水質目標を達成するための必要削減量を削減目標としてトップダウンで設定する。また、その削減目標が、現時点での技術的、経済的、財政的等の条件により達成が困難な場合には、その時点での諸条件から実現可能な目標を設定し、段階的に水質の改善目標の達成に向けて、段階的に削減のハードルをあげていくことが良策である。

水質の改善目標を達成するための目標をトップダウンで設定するためには、(5)で算出した流達率や閉鎖性水域内の汚濁負荷量の変動の解析を活用して、最終目標とする水質から、許容する流入負荷量を算出し、この負荷量を削減目標とする。

削減目標の設定に先立って、目標達成時期までの汚濁負荷量の増加の見通しを立てる。産業や経済が発展している国では、新たな工場の立地や人口増加が想定されるので、新たな汚濁源の発生による汚濁負荷量の増加分を上乗せして、既存汚濁源に対する必要削減量を検討する必要がある。

実現可能な目標については、工場や事業場での汚水処理の実績と処理の高度化等の技術的削減可能量や、下水道整備計画等による削減可能量などを積み上げて策定する。

## (7) 排出負荷量の削減対策の検討

削減対策については、発生源の種類ごとに検討する。

### ① 産業系発生源に対する対策

水質総量削減制度では、排出負荷量に対する総量規制が行われる。

工場や事業場では、総量規制基準を遵守するため、汚水処理施設の設置や増強、生産工程や原材料の変更によって排出負荷量の削減を図る。それを工場や事業場に確実に実施させるため、行政機関では具体的な技術指導を行うとともに、厳しい行政処分や司法処分を行うことが必要である。

また、排出負荷量に対する総量規制を適用する場合、設定された排出負荷量に対する規制基準を遵守させるための取り組みも求められる。①項の冒頭でも述べたような行政機関による技術指導や監督管理のほかにも、汚水処理施設の設置のための資金調達に対する低

利融資等の側面的な支援や、企業に対する社会的な抑制等の施策がある。工場や事業場に対する基準の遵守の確保についてはさまざまな手段があり、これらを国情に応じて組み合わせて、総合的な展開を図ることが重要であり、そのための取り組みについて日本の事例も含め 3.3 節 3.4 節に記載した。

日本の「総量規制基準」について参考資料 3 に示した。

## ②生活系発生源に対する対策

生活系の対策として、下水道の整備や排水処理の高度化などの生活排水処理を進める。

下水道は、主に人口密度の高い都市域で整備される。集住している農村や住宅団地などでは、小規模の下水道を設けて集中処理する。また、住居の距離が離れている場合は、戸別の浄化槽を設置することが望ましい。

生活排水処理の推進は、計画的に進める必要がある。日本では、下水道については 1963 年より下水道整備 5 年計画<sup>4</sup>が策定されている。また、市町村では住居の集散度により、広域にわたる下水道、小規模下水道、戸別浄化槽を選択的に活用し、生活排水処理計画を作成している。下水道は管渠によって汚水を集め、効率的な集中処理を行うものであるが、人口密度の低い地域では管渠の敷設距離が長くなるため経済的ではない。そのため、それぞれの地域の状況に応じた生活排水処理方式を採ることが効率的であり、人口や人口密度、住居の集散度を考慮し、効率的な処理方式を選択している。日本での生活排水処理計画の作成については、3.5 節に示した。

また、下水処理場や浄化槽で発生する汚泥は処理することが必要で、処理を行わずに放置していると降雨時等に水域に流出し、2 次汚染の原因になる。汚泥処理としては、脱水させて焼却する、堆肥化する等の処理方法がある。日本における汚泥処理状況を参考資料 5 に示した。

生活系の排出負荷の削減量の算出については、下水道や浄化槽の普及計画や汚水処理の高度化の計画に基づいて、下水道や浄化槽の処理対象人口の変化や、汚水処理設備での処理率の変化に基づいて算出する。

## ③畜産系発生源に対する対策

畜産系の対策は、主な発生源となる家畜糞尿の保管の適正化や処理が重要である。大規模な畜舎については、総量規制の対象とし、排水規制をかける。また、小規模な畜舎については、経済や社会の発展とともに集約化され大規模化する傾向にあることを踏まえつつ、個別対策としての浄化施設の設置を指導する。

---

<sup>4</sup>2002 年以降は、道路等の他の社会資本の整備計画と一体化され、社会資本整備計画になった。

#### ④農地に対する対策

農地の対策としては、適正な施肥により、流出する窒素やリンの化合物である栄養塩の低減を図る。ただし、施肥量は農作物の収量とも大きく関係することから、両者が両立する適正量を慎重に検討する必要がある。

また、水田については、水田からの汚濁負荷の高い排水を循環し、再利用する循環灌漑が推奨される。

#### ⑤市街地に対する対策

汚濁源からの負荷は、主に降雨とともに水域に流出する。そのため、地面や建物の屋根等に堆積している汚濁物の流出防止と除去、および流出水制御が主な対策である。

堆積している汚濁物の流出防止と除去対策については、ごみの投棄の禁止やごみの収集と処理、路面や側溝等の清掃などがある。

流出水制御については、浸透性排水路や浸透枘などの雨水浸透施設の整備、雨水貯留処理施設の整備などの方法がある。

#### ⑥山林に対する対策

森林管理の改善、砂防対策、ごみや廃棄物の不法投棄の防止などの対策がある。

### (8)削減可能量の集計

(7)項によって検討された削減対策による排出負荷の削減量を集計する。集計値と汚濁負荷の総量の削減目標とを比較し、削減目標量を満たしているかどうかを検証する。

削減目標を満たしていれば、対策ごとの実施期間や実施の容易度、費用等を総合的に判断して、対策の採否や実施優先度を定める。

削減目標を満たしていない場合は、削減対策の再検討を行い、削減対策を積み増すことが必要になる。また、こうした再検討によっても削減目標に不足する場合は、実施可能な計画とする観点から、削減目標の再検討を行う。

### (9)水質総量削減計画の策定

以上の検討の結果、現状の排出負荷量の定量的把握、削減目標（達成すべき時期とその時点での排出負荷量の総量）、及び削減のための対策が明らかになる。それらをまとめ、水質総量削減計画を策定する。水質総量削減計画は、関連する行政部局や地方行政機関とも共有されるものであり、行政部内での手続きを経てオーソライズすることが必要である。

日本では、環境大臣が総量削減基本方針を策定し、それに基づいて都道府県知事が総量削減計画を定めることとなっている。その場合、環境大臣やそれぞれ関連する省庁や地方行政機関などの意見を聴取する等の手続きが定められており、その手順は図 2.6 の通りである。

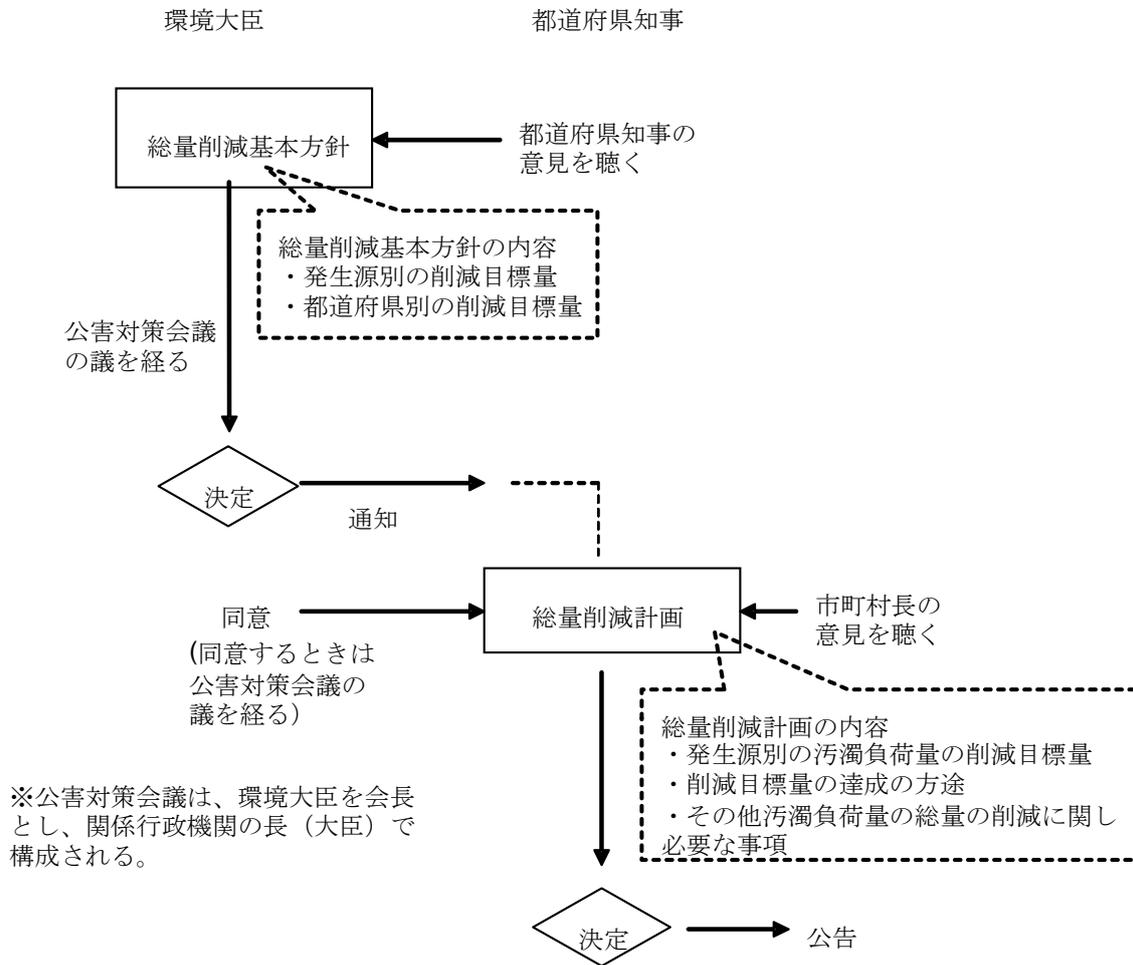


図 2.6 日本における総量削減計画の策定手順

また、水質総量削減計画には、個々の削減対策以外にも、水域の水質や流量の実測や、工場排水に対する監督監視、工場での汚水処理施設の設置等に対する支援措置など、汚濁負荷の削減を推進していく上での取り組み体制の整備など、関係する内容も盛り込むことが望ましい。日本の総量削減計画の標準的な目次は表 2.7 の通りである。

表 2.7 日本における標準的な総量削減計画の目次

化学的酸素要求量、窒素含有量及びりん含有量に係る総量削減計画（目次）

1.削減の目標量（目標年度における目標量）

- (1) 化学的酸素要求量について
- (2) 窒素含有量について
- (3) りん含有量について

2.削減目標量の達成のための方途

2.1.生活系排水対策

- (1) 下水道の整備等
- (2) その他の生活排水処理施設の整備
- (3) 一般家庭における生活排水対策

2.2 産業系排水対策

- (1) 総量規制基準の設定
- (2) 総量規制基準の適用されない事業場等に対する対策

2.3. その他の汚濁発生源に係る対策

- (1) 農地からの負荷削減対策
- (2) 畜産排水対策
- (3) 養殖漁場の改善

3. その他汚濁負荷の総量の削減に関し必要な事項

- (1) 健全な水循環の再構築
- (2) 水質浄化事業の推進
  - ア 河川、水路等の浄化事業の推進
  - イ 底質改善事業の推進
- (3) 河川、海浜、干潟等の保全及び再生
- (4) 監視体制の整備
- (5) 環境学習・教育、啓発等
  - ア 環境学習・教育
  - イ 啓発等
- (6) 調査研究体制の整備
- (7) 中小企業者等への助成措置等

**(10)水質総量削減計画の実行**

水質総量削減として、工場や事業場に対して排出負荷量に対する総量規制が行われる。このほか、病院や宿泊施設、大規模な飲食店、弁当や惣菜を製造する大規模な厨房、自動車修理工場、洗濯業のための洗浄施設、大規模な畜舎、下水処理場、大規模な浄化槽、し尿処理場などの点源も、排出負荷量に対する総量規制の対象となる。また、規制に合わせて、

削減のための技術指導等の措置も行う。下水道整備や家畜糞尿の適正な保管や処理の促進等の施策等を、総量削減計画に則って行っていく。

こうした総量削減の実行にあたっては、1.5節にも述べたようなさまざまな関連する仕組みや制度の整備や関連行政部門等との調整や協力関係の構築が必要で、そうしたことを通じ、水質総量削減が実行されていくことになる。

### (11)水質改善状況、排出負荷量の削減状況の確認

目標時点で排出負荷の総量の算出を行ない、総量削減目標の達成の有無や度合いについて確認する。また、対象水域の水質の改善状況についても確認し、水質総量削減の効果について検討し、評価する。

### (12)水質総量削減計画の発展に向けた見直し

(11)項に基づいて、水質総量削減計画の実施結果とその成果を総括し、水質総量削減の今後のあり方について検討して水質総量削減計画を見直し、新たな計画の検討を行う。

見直しと検討にあたっては、以下のような点を考慮することが必要である。

#### a.削減目標の達成度合いを確認する

達成されていない場合には、その原因を調査して対策を検討し、次期の計画に反映させる。

#### b.水質の変化の状況を確認する

水域に流入する汚濁負荷量の削減や管理の結果、水質にどのような影響があったかを確認する。水質がなお目標水質に満たない場合には、水質総量削減の強化が必要になる。水質汚濁が進んでしまった水域では、水質総量削減を行ってもなかなか水質の改善が見られないことが多い。こうした例は日本でも多く、その原因としては既に水域中や底質に蓄積している汚濁負荷量が膨大であるため、流入量を抑制しても水域中の汚濁負荷量が減らないためであると考えられているが、こうした場合でも水質総量削減を粘り強く続けていくことで、やがては水質改善がみられるようになる。水質総量削減を堅持していくことが重要である。

#### c.実施の仕組みや関連制度の整備の状況をふまえる

水質総量削減の実施中に整備された成果を生かして、次期の水質総量削減計画ではより効果的な取り組みを進めていくことができる。

導入当初は、未解決の課題が多く残されていても、水質総量削減制度を実行している間にその解決が図られている。例えば、水質の実測データが充実してくれば、より科学的な削減目標量や管理目標値の検討が可能になる。また、導入段階では検討対象とできなかった発生源についても、関連統計データの収集等によって検討対象とすることができるようになる。水域の汚濁メカニズム等の研究が進み、理解が深まれば、より科学的な根拠に基づいた総量削減計画の検討ができる。このように、水質総量削減を実施して

いる間の経験と成果を生かして、より効果的、効率的な水質総量削減制度の実施の充実に図ることが重要である。

## 2.4 現地の状況やニーズに合った導入

水質総量削減制度の実施手順や実施内容について、日本で行われてきた方法を基にして2.3節で説明したが、実際に実施する場合には、対象となる水域の状況や導入の目的に応じたものとすることや、国や地域の実情に合致したものとするのが重要である。また、水質総量削減制度を初めて導入する場合、いきなり完全に実施することは困難な場合も多く、現地の状況やニーズを考慮しつつ導入のあり方を検討することが必要である。

2.4節では、こうした検討の参考とするために、「水域の水質汚濁が深刻化しつつあり排出負荷量の削減が急務になっている場合」「人口の増加や産業の発展によって水質汚濁の発生が懸念されている場合」の2つのケースを想定して、導入のあり方や導入時に重点とすべき項目を例示する。

### (1)水域の水質汚濁が深刻化しつつあり排出負荷量の削減が急務になっている場合

水域の水質の状況が深刻な場合や深刻化が強く懸念される場合は、排出負荷量の削減を急ぐことが求められる。こうした場合には、水域の水質に対して影響の大きな発生源に着目し、確実な対策を行っていくことが重要である。こうした場合への水質総量削減制度の導入にあたっては、次のような点を重点に対応することが重要と考えられる。

- ①排出負荷量の算出にあたっては、水質に影響の大きな発生源を明らかにすることを優先に進める。
- ②流域の汚濁負荷の流れの解析については、単純な方法で済ませる。
- ③当初の削減目標の設定にあたっては、実施可能な範囲でできるだけ大きな削減目標を設ける。
- ④工場や事業場については、汚濁負荷量に対する総量規制を行う。新規工場増設による汚濁負荷量の増加分も考慮し、排出総量が確実に削減できる総量規制基準値を設ける。生活系発生源の比重が大きい場合には、できるだけ早く着手できる対策を優先する。し尿が未処理で水域に流入している場合には、し尿の汲取りなどの確で費用負担の少ない方法の導入を優先し、あわせて集中処理を行なう。
- ⑤水質汚濁が深刻な場合には、水質の改善がすぐに現れない場合も多いと考えられるが、水域の水質環境の変化状況を確認しながら、粘り強く水質総量削減制度を続けていく。

### (2)人口の増加や産業の発展によって水質汚濁の発生が懸念されている場合

流域の開発による産業立地や人口増加が想定される場合には、予防的な汚濁負荷管理が求められる。その水域が飲用水源として利用されている等により水質の保全が重要である場合には、特に対応が必要である。その場合、水域の水質環境や流入する汚濁負荷源の状

況を把握して、今後の増加が見込まれる汚濁負荷量もふまえた的確な排出負荷量の管理が重要である。

こうした場合への水質総量削減制度の導入にあたっては、次のような点を重点に対応することが重要と考えられる。

- ①水質目標の設定にあたって、水域の利水目的を考慮して設定する。
- ②水質の測定などを行い、水域の実情の正確な把握を行なう。排出負荷量の算定にあたっては、できるだけデータを収集し、正確に算定する。
- ③水域に流入する汚濁負荷量の管理目標の設定にあたっては、水質目標の確保に必要な範囲で管理目標を設定する。
- ④産業立地や人口増加等の汚濁負荷量の増加要因について見通しを立て、水域の環境容量を超過しないような削減対策を先行して実施する。
- ⑤工場や事業場については、汚濁負荷量に対する総量規制を行う。新規の工場や事業場に対しては、これを認めないことにすると地域の発展の妨げになるため、既設の工場や事業場の環境対策を進め、目標負荷量との余裕量を勘案しつつ、新規の工場や事業場に対しては、最新の環境技術を導入することを条件に、一定の新規立地を認めていく。<sup>5</sup>
- ⑥水質の状況、排出負荷量の変動状況をみながら、排出負荷量の管理していくための目標を見直し、水質総量削減計画を見直す。

---

<sup>5</sup> 工場や事業場の新規立地に対してどのような制度が行われているかによる。日本では、届出制を採っており、届出の内容が排水基準や総量規制基準を満たすことができないと認められる場合には、都道府県により指導や計画変更命令が行われる。なお、瀬戸内海では、瀬戸内海環境保全特別措置法によって、工場や事業場の新規立地については許可制を採っている。

### 第3章 水質総量削減制度を効果的に運用するため制度や仕組みの整備

水質総量削減制度を実行していくためには、水質調査や産業構造、地域特性などの実態把握が必要である。得られた情報を駆使して、水質総量削減制度を設計し、さまざまな関連する仕組みを整えていくことが重要である。また、水質総量削減は全ての発生源を対象にすることを基本的な考え方としており、関連する行政部門も多岐にわたり、こうした関連部門との調整や協力関係の構築も重要になる。

水質総量削減制度の実施にあたって、整備することが必要になる関連する制度や仕組みの主なものを表3.1にまとめた。

表3.1 水質総量削減制度の実施に必要な関連部門との連携や関連する仕組み

実施項目	関連部門との連携や関連する仕組み														
汚濁負荷の総量を削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>○地域特性や産業構造等の調査</li> <li>○関連行政部門との調整や連携</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">汚濁負荷発生源と関連行政部門</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">産業系</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">工業部門</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">生活系</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">都市計画部門</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">畜産</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">衛生部門</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">農業</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">農業・畜産部門</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">市街地</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">治山部門</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">山林</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">水産部門</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">水産養殖</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">水産部門</td> </tr> </table> </div>	産業系	工業部門	生活系	都市計画部門	畜産	衛生部門	農業	農業・畜産部門	市街地	治山部門	山林	水産部門	水産養殖	水産部門
産業系	工業部門														
生活系	都市計画部門														
畜産	衛生部門														
農業	農業・畜産部門														
市街地	治山部門														
山林	水産部門														
水産養殖	水産部門														
汚濁負荷量を定量的に把握	<ul style="list-style-type: none"> <li>○計算に必要なデータの収集</li> <li>○汚濁源（点源）の排水の排水量、濃度の測定</li> <li>○汚濁負荷量の計算方法の定式化</li> </ul>														
水域の水質の確保のための削減目標の設定	<ul style="list-style-type: none"> <li>○水質環境目標（水質環境基準）の設定</li> <li>○水域（河川、湖沼、海域）の水質や流量などの測定</li> <li>○汚濁メカニズムの解析</li> <li>○流域の地域特性（自然地理、水文、気象等）の調査</li> </ul>														
将来的な汚濁負荷量の増加見通しの把握	<ul style="list-style-type: none"> <li>○計画部門との調整や協力</li> <li>○国や地域の発展計画や開発計画などの収集</li> <li>○増加する汚濁負荷量の計算方法の定式化</li> </ul>														
工場や事業場に対する汚濁負荷量に対する排水規制	<ul style="list-style-type: none"> <li>○工場や事業場での排水の実測、汚水処理施設などの調査</li> <li>○工場や事業場に対する管理監督</li> <li>○汚濁負荷量の規制基準の設定方法の定式化</li> </ul>														
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>○制度の実施のための資金の確保（財政部門等との調整）</li> <li>○工場や事業場、市民、地域社会の施策への理解と協力</li> <li>○国際的な協力</li> </ul>														

第 3 章では、このような水質総量削減制度の実施にあたって必要な項目について説明する。制度や仕組みの整備にあたっては、各国の既存制度や行政組織のあり方などに合ったものとする必要があり、各国の国情に応じて検討を進めていくことが必要であることは言うまでもないが、その際の参考になるよう、第 3 章では日本における制度や仕組みの例を適宜交えて説明を行った。

なお、このような関連する仕組みが整っていないことや、水質などの現地情報が十分に得られないことを理由に水質総量削減制度の実施を遅らせることは、水質環境問題を深刻化することとなる。水質汚濁の進行が急速である等の場合は、まず水質総量削減制度を導入することが重要で、関連する仕組みのうち未解決の課題については制度の実施と並行して解決していくことも必要である。

### 3.1 水質の測定

水質総量削減制度の開始にあたっては、対象となる水域の水質、流入水量、流出水量、滞留量、そこに排水する発生源ごとの汚濁負荷量を定量的に把握することが必要になる。既に汚濁負荷量の測定データが十分にある場合はそれを活用し、測定データがない場合や不十分な場合は実測を行い、データを揃えることが必要になる。

また、水質総量削減制度を実施していくためには、水域の水質や流入する汚濁負荷量の変動を注視していく必要があり、河川や湖沼、海域の水質や流量の測定を定期的に行ない、信頼性と連続性のあるデータが取得できるように制度や仕組みを整えていく必要がある。

#### <コラム 5> 日本における水質総量削減の導入時の水質測定の実施と現状の制度

日本においても水質総量削減制度を導入する以前は、こうしたデータは十分ではなかった。瀬戸内海では 1 章でも述べたように 1974 年から産業系 COD 排出総量の 50%削減が実行されたが、それに先だって 1972 年 5 月に大規模な一斉水質調査が行われた。このときの調査測定点は、海域水質 709 地点、プランクトン 203 地点、河川水質 107 地点、工場排水 570 工場、海域底質 295 地点に及び、潮の干満を配慮した同じ日の同じ時間帯（約 2 時間以内）に一斉に測定を実施した。一斉水質調査は 7 月、10 月、翌年 1 月にも続けて実施され、季節ごとに 4 回のデータが取られた。

現在、公共用水域である河川や湖沼、海域の汚濁状況の常時監視については、水質汚濁防止法で都道府県が計画的に行わなくてはならないことが定められている。都道府県知事が国の地方行政機関と協議して測定計画を策定し、水質や水量等が測定されている。

対象水域における水質環境の状況の把握、水質環境基準の設定のための水域の水質の定期的な測定の方法については、環境省水・大気環境局長より都道府県知事に対し通達が出されており、その内容の概略を参考資料 4 に紹介する。

### 3.2 関連部局等との協力

水質総量削減制度は、全ての発生源を対象とした検討と汚濁負荷量削減の取り組みを講じることが原則である。そのため、関連行政部局も多岐にわたることとなり、これら関係部門との調整や協力の確保が必要になる。それ以外にも、下記のようなさまざまな関係者との調整や連携・協力も重要になる。

- 水質総量削減制度では、対象が工場や事業場、生活排水、家畜、農地、水産養殖など多岐にわたる。そのため、工業部門、農業部門、都市開発部門など関係する部門との調整が必要になる。
- 水域の水質や流量の測定を実施するためには、河川や湖沼、海域の管理部門の協力も重要である。
- 統計データの入手や地域の将来見通しの把握のため、計画部門や統計部門の協力も重要になる。
- 地形図や水文、気象条件などの情報収集にあたっては、国土管理や測量等を扱う部門や気象部門との協力も必要である。
- 広い水域を対象にする場合など、複数の地方行政区にまたがって制度が実施される場合がある。また、海域に直接面していない内陸部の行政区においても、水質総量削減が必要になる場合もある。このような場合には、地方政府間の協力や国と地方政府との役割分担と協力も重要になる。
- 関連する行政部局にとどまらず、企業、住民、地域社会など多くの関係者との調整や協力の確保も必要になる。

こうした調整は、その国の政治制度、行政組織、地方制度、業界団体や商工会議所等産業界の組織の状況や行政機関との関係、地域社会の状況など、それぞれの国情によりさまざまな調整の進め方があるが、どのような場合においても環境部局が調整の中心的な役割を果たし、全体として必要な削減対策が効率的に実施されるように一元的にまとめていくことが重要である。こうした調整を円滑に行うために、環境保護の必要性や水質汚濁についての知識の普及を図り、行政部内の共通認識や社会全体の意識の向上を図ることも重要な取り組みである。

こうした調整を通じ、相互の信頼関係を構築し連携や協力を取り付けていくことが、水質総量削減制度の円滑な実施には欠かせない。

### 3.3 工場や事業場に対する行政による監督管理の仕組みや制度の整備

水域に汚濁負荷を排出する工場や事業場に対して、汚濁負荷の排出状況や排出負荷量の削減対策の実施状況などについて監督管理が必要になる。また、総量規制基準による規制を行うためには、その遵守状況についても管理しなければならないため、工場や事業場に

よる排水の測定や記録、報告が必要になり、こうした仕組みや制度を整備する必要がある。

#### ＜コラム 6＞日本における工場や事業場に対する監督管理

日本では、水質汚濁防止法によって工場や事業場に対するさまざまな監督や管理のための制度が定められている。水質汚濁防止法の仕組みについては図 1.4 にも記述しているが、排水規制以外の主なものを紹介する。

##### (1)汚濁負荷を公共用水域に排出する工場、事業場を設置する場合の届出

汚濁負荷を公共用水域に排出する施設（日本では水質汚濁防止法による「特定施設」といい、法令で定められている）を設置する場合は、以下の事項を都道府県知事に届け出ることが義務付けられている。

- ・（工場または事業場から公共用水域に水を排出する者の）氏名又は名称及び住所並びに法人にあっては、その代表者の氏名
- ・工場又は事業場の名称及び所在地
- ・特定施設の種類
- ・特定施設の構造
- ・特定施設の使用の方法
- ・汚水等の処理の方法
- ・排出水の汚染状態及び量（水質総量削減制度においては排水系統別の汚染状態及び量も届け出ることとされている）
- ・排水に係る用水及び排水の系統

届出に対し、都道府県知事は排水基準や総量規制基準に適合しないと認められる場合は、計画の変更や計画の廃止等を命じることができる（瀬戸内海については都道府県知事による許可制が取られている。都道府県知事は、当該施設からの汚水等の排水が瀬戸内海の環境を保全する上で著しい支障を生じさせるおそれがない場合でなければ、許可することができない）。

##### (2)工場や事業場の排水の水質の測定

総量規制基準の実施のために、工場や事業場は水質汚濁防止法に従い、排水の汚染状態を測定し、記録しなくてはならない。

日本では総量規制基準は、工場や事業場の 1 日あたりの排出負荷量を規制の対象としており、工場や事業場でも 1 日あたりの排出負荷量の積算が必要である。

測定の頻度は、排水量によって表 3.2 のように決められている。

表 3.2 日本における工場や事業場での排出負荷量の測定頻度

排水量	400m <sup>3</sup> /日以上	200m <sup>3</sup> /日以上 400m <sup>3</sup> /日未満	100m <sup>3</sup> /日以上 200m <sup>3</sup> /日未満	50m <sup>3</sup> /日以上 100m <sup>3</sup> /日未満
測定頻度	毎日	7日に1回以上	14日に1回以上	30日に1回以上

測定と記録については、排水量が 400m<sup>3</sup>/日以上 of 工場や事業場に対しては、自動的なサンプル採取、測定、記録が原則として義務付けられている（汚染状態（濃度）については、試料採取、測定機器への供給、測定、記録を全て自動で行う。流量については、流量計または流速計により自動的に水量を積算して計測結果を記録する）。自動計測器による測定が技術的に適当ではないと認められる場合には、コンポジットサンプラー（自動的に一定時間についての平均水質を把握するためあらかじめ設定された採取比率で排水量に比例して試料を採取し水質の変化がないように保存する装置）によって自動的に採取し、環境大臣が別に定める指定計測法<sup>6</sup>によって手分析を行なう。

排水量が 400m<sup>3</sup>/日未満の事業場でも、できるだけ自動化することが望ましいとされている。

こうした測定の記録は、3年間の保管が義務づけられている。

測定方法については、都道府県知事に届出が必要である。測定方法を変更するときも届出が必要になる。届出事項は下記の通りである。

- ・排水の COD、窒素含有量及びりん含有量に関する汚染状態、排水量その他の汚濁負荷量の測定に必要な項目の計測方法及び計測場所
- ・排水の一日当たりの汚濁負荷量の算定方法
- ・その他汚濁負荷量の測定手法について参考となるべき事項

また、排水基準の設定のために工場排水の測定を行う場合の方法について、環境省水・大気環境局長より都道府県知事に対し通達が出されており、その概要は下記の通りである。

①水質測定の頻度

年間 4 日以上採水分析する。

②調査の時期

工場や事業場の排水、操業の状態、季節的な排水変動を考慮する。

③採水地点の選び方

排出口とする。排出口で採水できない場合は、排水口と同質の排水が採取可能な最終の排水処理施設等の排出口とする。

処理効率等を算定するには、汚水等の汚水処理施設がある場合には、必要に応じて汚水

<sup>6</sup> 日本工業規格（JIS）に定められている計測法等が指定計測法として定められている。

処理施設への流入前の地点でも調査する。

#### ④採水時に合わせて実施すべき事項

採水日時、排水量、排出口付近の生物相などを記録する。また、水温、濁り、臭気、透明度などについて、現地で測定または観測する。

### (3)監督庁からの必要な事項に関する報告の指示等

都道府県知事は、工場や事業場に対し、汚濁負荷を発生させる設備の状況、汚水等の処理方法、その他必要な事項に関し、報告を求めることができる。また、水質総量削減制度においては、汚水や廃液等の処理方法やその他必要な事項に関し、報告を求めることができる。また、その職員に立入検査をさせることができる。工場や事業場はこうした場合に、それに応じなければならない。

## 3.4 工場や事業における排出負荷削減の取り組みの促進

工場や事業場に対しては排出負荷量に対する総量規制が行われるが、その規制が守られることによってはじめて排出負荷量の削減が実現するので、工場や事業場に対して総量規制基準の遵守を促すためのさまざまな取り組みが必要になる。その重要なものが、3.4節で述べた行政による監督管理の実施であるが、それ以外の留意点について以下で記述する。

### (1)汚濁負荷の排出量に対する総量規制基準の設定

総量規制基準値は、汚濁負荷の排出量を削減するために設けられるものであり、基準値が遵守されることが重要である。そのためには、技術的あるいは経済的な条件も必要に応じて加味したうえで、現実に遵守可能な基準値を設けること、および決定された基準値が遵守されるような仕組みを整えることの2点が重要になる。

日本では、総量規制基準の設定にあたっては、工場や事業場からの排水の実態が調査、把握され、こうした現状の把握のうえで基準値が決定されている。基準値は、現状の技術水準等を踏まえた遵守可能なものであると同時に、それを守るための行政による技術面の指導や、資金力の弱い中小企業に対する低利融資など遵守を促進させるための取り組みも行われている。こうしたことによって、総量規制基準はほとんど完全に遵守されており、汚濁負荷量は着実に削減されている。

### (2)工場や事業場の自主的な取り組みの促進

総量規制基準の遵守を促すために、各国で基準違反に対する罰金等の罰則が定められているが、大事なことは罰則を科すことより、基準を守らせることによって着実な排出負荷量の削減につなげることであり、そのための取り組みが重要な意味を持っている。工場や事業場に基準を守らせるための手段は、行政による監督管理以外にも、行政による技術指導、資金調達への支援等の側面援助、社会的な規範意識の高揚等のさまざまな手段がある。これらをそれぞれの国情に応じて組み合わせて、総合的な展開を図ることが重要である。

### ＜コラム 7＞日本における工場や事業場の自主的な取り組みの促進例

日本における工場や事業場の自主的な取り組みを促進するため、日本では以下のような施策が採られてきた。

- a. 工場や事業場に対する行政からの指導 特に技術力に限界のある中小零細な事業場に対して有効な方法になっている。2002年に水質総量削減の項目として全窒素、全りんが追加された際には、中小零細事業場における対策の実施促進のために「小規模事業場排水対策マニュアル」が作成・出版され、行政による技術指導の際に活用された。
- b. 汚水処理施設の整備等に対する資金調達面の支援 公害防止装置の設置については、低利融資等の政策的な優遇融資が、主に中小企業に対して実施された。また、法人税等の優遇措置も実施された。
- c. 社会的な規範意識 日本では、企業に対する社会的責任を求める意識が強く、企業が排水基準も含めて環境に関する基準に違反をすることが社会的に抑制されている。もし違反した場合には、金融機関からの融資や取引先との関係、地元地方政府との関係、地域住民との関係、消費者との関係などに悪影響が生じ、場合によっては工場の操業にも影響が出る場合がある。

### (3)産業構造調整政策の活用

家内工業や個人店舗のような中小零細の事業場に対しては、(2)のような技術指導や資金調達に対する支援が行なわれる一方で、改善の見込みが乏しい旧式技術や老朽設備を稼働させている事業場については廃業を促すなどの産業構造調整による対応も考えられ、実施している国もある。また、工場排水処理施設を完備した工業団地を造成し、工場や事業場の移転を促すことも広く行われている。

このような産業構造調整や工場や事業場の再配置等の施策も、排出負荷量の削減につながるものである。日本では、産業構造調整を行った事例はないが、かつて公害防止事業団等により工場の移転や工業団地の造成に対して、支援や促進の政策が採られていたことがある。

### 3.5 生活排水対策の実施

水質総量削減制度の実施にあたっては、生活排水の処理による生活系の排出負荷量の削減も重要である。生活排水処理については、下水道や浄化槽等の処理施設の整備を進めることとなるが、これらは社会資本整備でもあり、計画的に実行していくことが求められる。

日本では、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」により、市町村は一般廃棄物の処理に関する計画を定めることが決められているが、その一環として生活排水処理基本計画が策定される。これは、10～15年の長期的な視点に立った生活排水処理の基本となる計画で、生活排水をどのような方法でどの程度処理するか、生活排水処理の過程で発生する汚泥等

の処理方法などの生活排水処理に係る基本方針を定めるものになっており、次のような内容が書き込まれる。

- ①生活排水の処理率の目標
- ②生活排水処理を実施する区域。区域ごとに処理方式を決定し、地図等に表示する。
- ③生活排水処理施設の整備計画
- ④住民への啓発や指導
- ⑤し尿や汚泥の処理の計画

また、「水質汚濁防止法」では、水質汚濁が進行して水質環境基準を満たしていないか、満たさなくなるおそれが著しい水域、又は水質の保全が特に重要な水域については、生活排水対策の実施を推進することが特に必要であると認めるときは、生活排水対策重点地域を指定する制度が設けられている。生活排水対策重点地域に対しては、市町村長が生活排水対策推進計画を定め、その中で、生活排水処理施設の整備や生活排水対策に係る啓発、その他必要な事項が定められる。

東アジア諸国では、生活排水対策の推進が課題になっているが、優先順位の高い地域から実施していく等の計画的な取り組みが求められている。そこで、こういった生活排水処理の推進に関する計画を策定し、着実に生活排水対策を推進していくことが求められる。計画の策定にあたっては、以下のような点を検討する。

- ①現在の人口や、生活排水の処理状況、下水道や浄化槽等の生活排水処理施設の整備状況、生活排水処理の緊急性などを把握する。
- ②地域の地理的条件や人口密度などを考慮し、処理方式（下水道による集中処理を行うか、戸別処理を行うか等）を検討するが、その際、処理方式ごとの処理規模とコストとの関係などを考慮する。また、整備のための資金調達も考慮する。
- ③住民の意向や合意形成などを考慮する。また、その地域での伝統的な処理方法や地域の環境との整合性なども考慮する。
- ④施設の整備から運転開始までの必要な期間を検討する。
- ⑤さまざまな生活排水処理の方式と特徴を検討する。
- ⑥将来の人口の増加や生活水準の上昇などの発展見通しも考慮する。
- ⑦生活排水処理の方式には、下水道、小規模な下水道、浄化槽がある。こうした施設を特性（設置コスト、維持管理・運転コスト、汚濁負荷量の削減効果、設備の設置に要する期間等）に応じて使い分ける。日本では図3.2のような使い分けが行われている。
- ⑧対策の必要性が切迫している水域、汚濁負荷量の排出量の大きな地域などから優先的に着手していく考え方も重要になる。

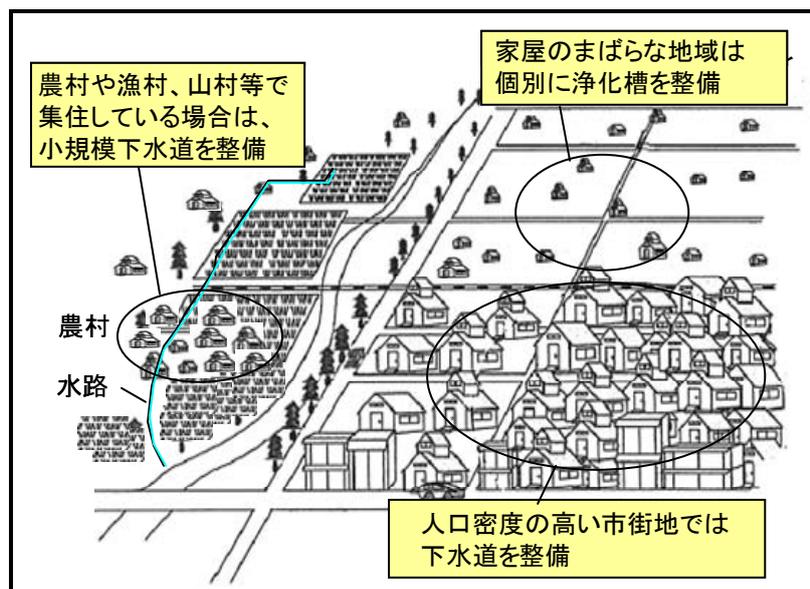


図 3.1 生活排水処理施設の特徴に応じた使い分け

### 3.6 その他の関連する事項

#### (1) 水域の水質調査や調査研究の推進

排出負荷量の総量削減が、対象水域の水質改善に与える影響を調べるため、水質調査を行ない水質総量削減の効果を検証していくことが重要である。汚濁負荷が底質に沈殿している場合も多く、水質調査と合せて底質の調査も重要である。

また、水質総量削減制度の実施においては、流域の汚濁負荷量の算定や汚濁負荷量と流域の水質の関係の解析とも関連して、農地などの面源からの流出負荷量の算出のための原単位設定や自然浄化能力の評価、汚濁メカニズムの解明、汚水処理技術の開発など学術研究的要素を多く含むものもある。

より科学的な水質総量削減制度の実行につなげていくために、調査研究の推進とともに、関連する研究機関との連携も重要である。

#### (2) 資金の確保

水質総量削減制度を実施していくためには、水質の測定を実施や、関連する調査の実施などのために費用が発生するので、そのための資金の確保に配慮する必要がある。

また、工場や事業場で汚濁負荷量の削減のためには、排水処理施設の設置や適切な処理施設の稼働が必要になるが、日本ではそのための費用は事業の実施にあたって必要不可欠なコストとして事業者が負担することが原則となっており、工場や事業場に対しては政策的な低利融資制度等の支援措置が設けられ、資金力の弱い中小企業を中心に適用された経緯がある。ちなみに、日本ではかつては環境と経済発展の調和を図ることが重要との考え方が多く採られていたが、公害問題が深刻化した 1970 年に公害対策基本法が改正され、環

境保全は経済発展とは別個に優先度の高い価値を持つものであるという考え方に転換された<sup>7</sup>。したがって、資金調達の難しさを理由として公害対策を行わないということは、考え方として採られていない。

また、生活排水処理については、下水道整備等の公共事業が行われる。こうした資金も必要になるが、近年では、公共事業にも PFI (Private Finance Initiative) や BOT(Build Operating Transfer)、PPP (Public Private Partnership) など民間セクターの資金を活用する制度も各国で活用されるようになってきている。

### (3)人材の育成と確保

水質総量削減制度の円滑な実施のためには、水質環境保全や汚水処理について専門知識を有する人材の育成も必要である。

日本では汚染を発生させる工場に対しては公害防止組織を設け、公害防止管理者を置くことが法律で定められている。公害防止管理者は、専門的な知識を持つ技術者であるとともに水質保全関連の制度にも通じた人材として、工場や事業場での自主的な汚濁負荷削減の実施に寄与している。日本では環境問題が顕在化した 1971 年度に公害防止管理者制度が発足したが、初年度の国家試験の受験者は 10 万人を超えた。

### (4)広報活動や教育・啓発活動

水質総量削減の推進には、関係する地方行政機関、事業者及び市民の一人ひとりが水質保全に関する認識を深め、水質汚濁防止のための行動を実践することが必要である。そのため、広報活動や教育・啓発活動が重要な役割を担っている。

日本では以下のような取り組みが行われている。

- 事業者に対しては、各種団体及び講習会等を通じ、総量削減計画の趣旨及び内容の周知徹底を図り、総量規制基準の遵守及び汚濁負荷量の削減のための努力と協力を求める。
- 市民に対しては、パンフレット等の広報手段や各種フォーラム等を通じ、家庭でできる生活雑排水対策についての啓発や水質汚濁に関する知識の普及を図る。

---

<sup>7</sup> 公害対策基本法（現在の環境基本法の前身となる法律）の第 1 条に以前は「生活環境の保全については、経済の健全な発展との調和が図られるようにするものとする」という文言があり「調和条項」と呼ばれていたが、1970 年の法改正で削除された。

## 参考資料 1：日本の水質汚濁とそれに対する対応の経験

日本においては、経済発展とともに水質環境が悪化し深刻な水質汚濁が発生し、それに対応し、その克服に一定の成果を上げた経験を有している。その歴史について水質総量削減制度を中心に参考になる点を掲示した。

### (1)経済の発展と深刻な水質汚濁問題の発生

日本では 1950 年代の後半から工業生産が増加し経済が急速に拡大した。1956 年から 1973 年までの経済成長率は年率平均 9.1%に達し、工業生産は 1960 年から 1975 年までの間に製品出荷額（物価調整後）は約 3 倍に拡大した。また、一人あたり GDP も急速な成長を遂げた。当時の日本の経済成長率や一人あたり GDP は現在の中国や東南アジア諸国とほぼ同等の水準であり、ほぼ同等の発展段階にあったものと考えられる。

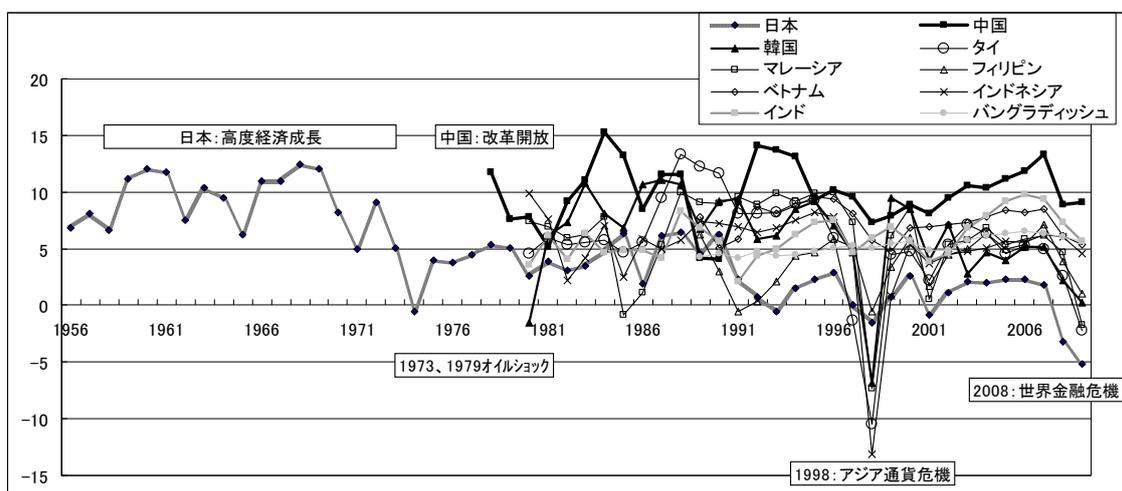


図 A.1 日本および東アジア諸国の経済成長率の推移

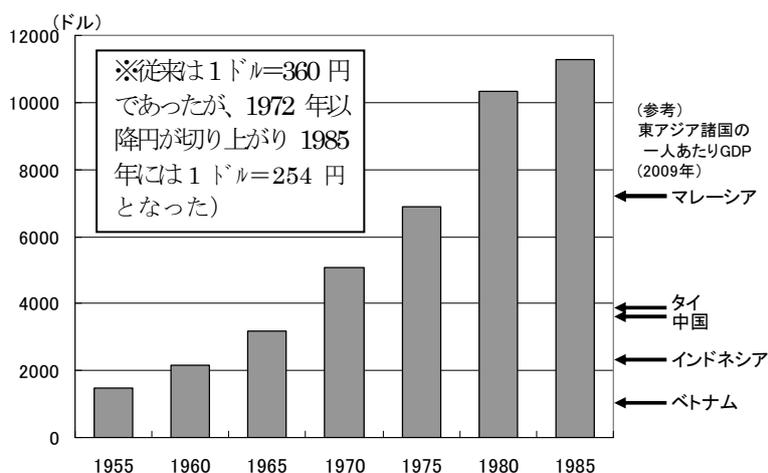


図 A.2 日本の一人あたり GDP（物価調整済、ドルベース）の推移



- ①隅田川 隅田川は、荒川から分流して東京の市街地を流れ、東京湾に達する都市河川で流域人口は 430 万人である。河川勾配は 1/10,000 と緩やかで、潮の干満の影響を受けて停滞性が強く、荒川からの分流点から河口までの 23.5km を河川水が流れ下るのに 3~4 日かかると言われている。かつてはシラウオやシジミが取れる川であったが、人口増加や上流に化学工場や染色工場などの工場が増加したことにより、生活排水や産業排水が未処理または処理不十分のままに大量に流入するようになり、水質が悪化した。1962 年には BOD が 63mg/l を観測するまでになり、川から発生する有毒ガスで近くの有名な浅草寺の金銅の仏像も変色したと言われている。その後、都市下水道の普及が進み、工場に対する排水規制の実施や工場の郊外移転によって水質は回復し、現在では BOD では 5mg/l の水質環境基準をほぼ満たす水準になっている。
- ②洞海湾 洞海湾は奥行き 13km、平均水深 7m の小さな内湾である。日本の代表的な工業都市である北九州にあり、最盛期には製鉄所をはじめ金属、機械、造船、化学、窯業、セメント、食料品など 1,032 にのぼる工場群が湾岸に林立した。こうした工場から産業排水が未処理で排出されたことから深刻な水質汚濁が発生した。1968~69 年の調査では、COD の最大値は 74.6mg/l であり、溶存酸素が 0 という状況になり、入港した船のスクリーンも溶けると言われるほどの状態になり「死の海」と呼ばれた。洞海湾では流入負荷量の大半は工場排水によるもので、COD では排出総量の 98% を工場排水が占めていた。そのため、水質に対する危機感が高まるにつれて企業側の意識も高まり、次々に工場に排水処理施設の設置が進められていった。また、汚染された底質の浚渫による除去も行われた。こうした対策により、水質は急速に回復し、1973 年にはほとんどの環境基準項目を満たすまでに至った。
- ③瀬戸内海 瀬戸内海は本州、四国、九州に囲まれた日本を代表する閉鎖性海域である。面積は 23,203km<sup>2</sup> で、流域人口は約 3,000 万人に達する。古くからその美しさが詩歌に詠まれ賞賛されてきたほか、漁業資源も豊かな海であった。しかし、高度経済成長期に瀬戸内海沿岸には鉄鋼、造船、石油化学等の工場立地が進み、そこから排出される産業排水によって水質の悪化が新興した。また、工場用地などの造成のための埋め立てによって自然海岸も減少した。1950 年代後半から赤潮が発生し、次第に瀬戸内海全体に蔓延して漁業被害が拡大するようになった。当時、瀬戸内海は「瀬死の海」と言われた。1972 年には赤潮により養殖ハマチ 1,400 万匹が斃死し、国及び播磨灘にし尿海洋投棄を行っていた 2 市と工場排水を排出していた企業 10 社を相手取って損害賠償と工場排水の差し止めを求める訴訟が漁民によって引き起こされた。瀬戸内海では 1973 年から、産業系排水による COD 汚濁負荷量の 50% 削減が行われ、赤潮発生件数が大幅に低下する効果が見られた。1979 年からは引き続き水質総量削減制度が実施されている。水質の悪化には歯止めがかかり、改善に向かっている。
- ④琵琶湖 琵琶湖は面積 670 km<sup>2</sup> で日本最大の湖である。1930 代頃までは貧栄養湖と言わ

れており、北湖では透明度は 10m 以上が観測されていた。しかし、人口の増加や産業の発展、生活の近代化によって、1960 年代後半から汚濁物質の流入の増加が顕著になった。その結果、水質が悪化し、1960 年頃から浄水場でのろ過障害がみられるようになり、1970 年頃から水道水に異臭異味が発生するようになった。さらに、1972 年より淡水赤潮が発生しはじめ、1977 年には大発生に至った。また、1983 年からは南湖沿岸でアオコの発生がみられるようになった。こうした環境悪化をみて琵琶湖を守ろうという市民意識が高まり、赤潮の原因となるりんを削減するため、有りん洗剤の使用自粛運動がはじまった。こうした運動の高まりを背景に、1980 年に「滋賀県琵琶湖の富栄養化の防止に関する条例<sup>8</sup>」が制定され、りんを含む家庭用合成洗剤の販売、使用が禁止されるとともに、窒素・りんに対する工場排水規制が行なわれることになった。また、1984 年には「湖沼水質保全特別措置法」による総合的な取り組みが開始された。現在、水質の悪化には歯止めがかかり、改善に向かっている。

## (2)水質環境対策の着手と展開

こうした状況に対して、対策が具体化したのは、高度経済成長が末期に近づいた 1970 年前後である。

1967 年に公害対策基本法が制定されて全国の公共用水域で水質環境基準の設定が行われることになった。1970 年には水質汚濁防止法が制定され、全国的に排水基準の設定および基準違反に対する直罰規定が行われることとなり、産業排水に対する規制が全国的に開始された。同時に、工場の新設や増設については、排水量や排水の汚染状態、汚水処理の方法などの届出が必要となり、汚水対策が不十分な場合は、都道府県知事が工場に対し計画の変更の指導や命令を行うことができるようになった。

1973 年には前述のように「瀕死の海」と言われるほどの深刻な水質状況にあった瀬戸内海において、沿海の 11 府県 3 大市の国に対するはたらきかけによって、瀬戸内海環境保全臨時措置法が制定された。これは瀬戸内海を対象にした法律で、その中には産業排水に含まれる COD 負荷量の 50%削減が定められており、これは日本の水質総量削減制度の嚆矢とすべきものであった。瀬戸内海の水質保全のためには、汚濁物の主な排出源とされた工場を対象に、排出負荷量を確実に速く減らすことが必要と考えられていた。

このときの総量削減は、11 府県に削減量を割り当て、府県では割り当てられた削減を行うために排水基準を制定し、実行するという方法で行われた。こうした作業を実際に行うためには、工場からの排水量や水質についてのデータが必要になるが、沿岸 11 府県などによって工場排水や河川、海域など約 1,900 の調査ポイントでの一斉水質測定が行われた。また、削減の基数となる府県別の汚濁負荷量も計算されていない状況であったが、これについては、各府県の業種別工業出荷額に平均工業用水量を掛け、蒸発ロス量を引いたものを業種別排水量とし、それに業種別平均排水水質をかけて汚濁負荷量を算定する方法が採

---

<sup>8</sup> 日本では都道府県および市町村が、国の法令の範囲内で定める法のことを条例と言う。

られた。こうして1974年には産業排水のCODの50%削減が開始され、5年間で目標を達成することになった。その結果、水質は最悪期を脱し、改善に向かうきっかけになった。

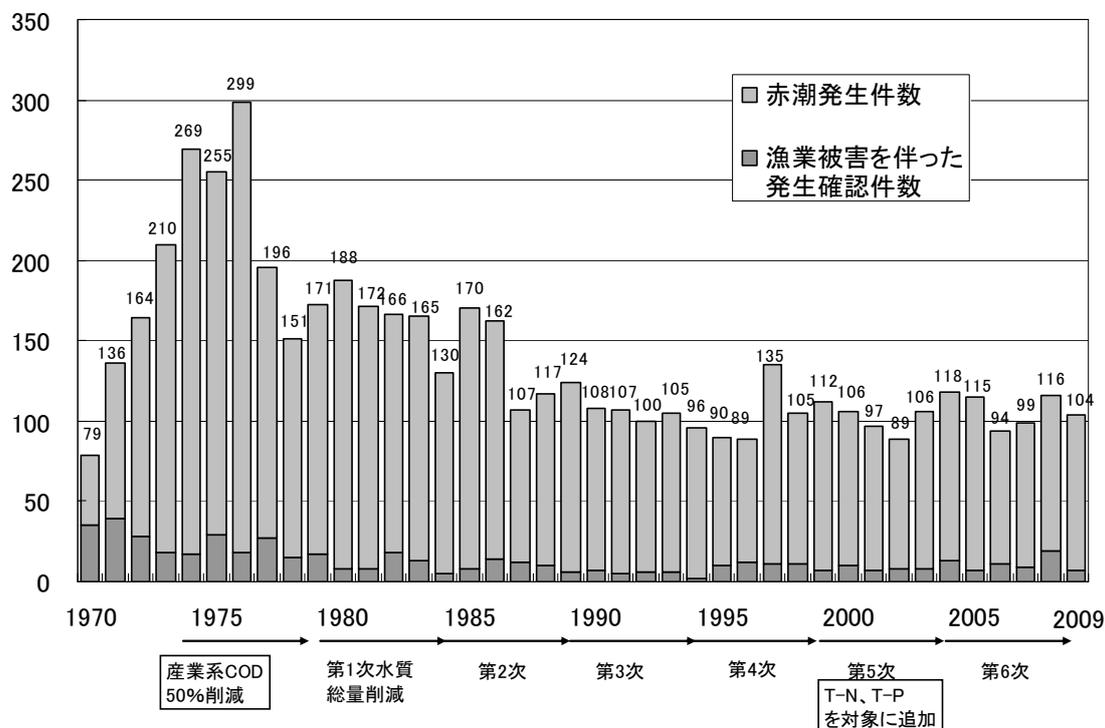


図 A.4 瀬戸内海での赤潮発生件数の推移

また、1970年代は企業の公害防止設備に対する投資が急増し、実際に対策が進展した時期でもあった。これは、社会全体として環境問題に対する危機感が高まり、企業としても社会的責任の見地から公害防止対策を実施する気運が高まったことに加え、政府系金融機関などによる低利融資や税制の優遇措置などの支援制度も整備された。

生活排水処理については下水道の整備が計画的に進められた。下水道は都市部の雨水の排水や公衆衛生などさまざまな目的があるが、1970年の下水道法の改正によって「公共用水域の水質保全」が下水道の目的として明記された。1970年には、下水道の整備率は16%に過ぎなかったが、1975～2002年では平均対GDP比0.6～0.7%の資金が継続的に投入され、下水道整備が進められた結果、2002年の普及率は65%に達した。この数字以外にも農村地域での小規模な下水道の設置なども進められている。

こうしたことから、日本の水質環境は全体として悪化に歯止めがかかり、改善に向かうこととなった。

### (3)水質総量削減制度の本格的な導入

日本では、本格的な水質総量削減制度は1979年の水質汚濁防止法および瀬戸内海環境保全特別措置法の改正によって導入されることになった。制度の概要は下記の通りである。

- ①水質総量削減は、人口及び産業の集中等により生活又は事業活動に伴い排出された水が大量に流入する広域の公共用水域で、排水規制だけでは水質環境基準の達成が困難な閉鎖性海域に対して実施する（対象は瀬戸内海のほか東京湾、伊勢湾を加えた3海域とされた）。
- ②汚濁負荷の総量を産業系、生活系、その他（農業、畜産、山林、市街地、水産養殖）の発生源別に分けて算出し、削減目標年度における削減目標量を定める。
- ③削減目標量は、人口及び産業の動向、汚水又は廃液の処理の技術の水準、下水道の整備の見通し等を勘案し、実施可能な限度において削減を図ることとした場合の量とする。
- ④水質総量削減制度の実施にあたっては、環境大臣が都府県別の削減目標量などを示す「総量削減基本方針」を定め、都道府県知事はそれに基づいて、発生源別の汚濁負荷量の削減目標量や目標達成の方途などを内容とする都府県別の総量削減計画を定める。
- ⑤あわせて、環境大臣は工場や事業場に対する業種別の総量規制基準のC値の設定範囲を示す。
- ⑥都府県は当該都府県の総量削減計画に基づいて、環境大臣の示す設定範囲のなかで規制すべき工場や事業場に対する業種別の総量規制基準を定める。

しかし、この時点ではまだ工場排水の直接的な自動連続測定が技術的に困難であり、また監視測定体制も必ずしも確立されていなかった。制度を実際に運営していく上では、このようないくつかの課題が存在していることが当時の関係者の認識であった。しかし、水質保全の緊急性に鑑みて水質総量削減の制度化を早急に進め、課題の解決を図りながら着実に進めていくことが必要であるとの判断がなされ、1980年から第一次水質総量削減が開始された。課題については、第一次水質総量削減の期間中に対応が進められた。

第一次水質総量削減では5年後の1984年を目標年度としたが、以降5年おきに目標年度を設定し、現在まで水質総量削減が継続して行われている。

1979年の第一次水質総量削減の時点では、総量削減の対象項目はCODのみの1項目とされていた。閉鎖性海域の水質環境対策においては、富栄養化の原因である窒素とりんに対する総量削減も必要であったが、当時は窒素やりんの水質への影響についての科学的知見が不十分であったことや、除去するための排水処理技術が未成熟であったことから、規制の対象としては見送られることとなった。しかし、栄養塩対策が必要であることは認識されており、工場や事業場に対する行政指導<sup>9</sup>により削減が行われることになった。当時は消費者の間にも水質環境保全の意識が高まり、無りん洗剤の使用が進み、洗剤メーカーでも無りん洗剤の開発や販売が進むなど、削減指導の効果とあわせて、窒素やりんの排出負荷量も削減の方向に向かった。2001年から始まった第5次水質総量削減で窒素とりんが対

<sup>9</sup> 1980年からは瀬戸内海でりんの削減指導が行なわれ、1996年には窒素が対象に加えられた。1982年からは東京湾と伊勢湾で窒素およびりんの削減指導が行なわれた。

象項目に追加されることになった。

こうした取り組みの結果、汚濁負荷量の削減は確実に進んでおり、海域の水質環境の悪化には歯止めがかかり、改善が見られるようになっている。しかし、そのペースはゆるやかで改善に時間がかかっている。これは、過去に蓄積した栄養塩が底質に大量に蓄積しており、そこから溶出するため、新たに流入する汚濁負荷量を削減しても水質が改善するまでに相当の時間を要しているものと考えられている。最近では、瀬戸内海の一部海域では急速に水質が改善し、季節的には栄養塩類が不足し海苔の養殖に悪影響を与えているといった問題も懸念されている。こうした海域では汚濁負荷量の削減から、一定レベルの栄養塩を保つ総量管理への考え方の転換が必要ではないかとの議論が現在行われている。

## 参考資料 2 : 汚濁負荷量の算出方法について

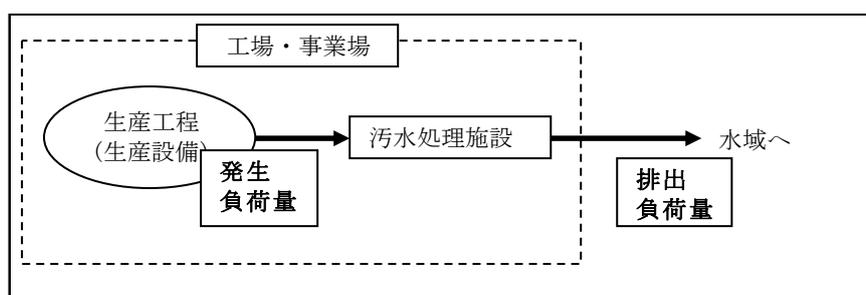
汚濁負荷量の算出にあたっては、7つの発生源（産業系、生活系、畜産系、農地、市街地、山林、水産養殖）に分けて、排出負荷量を算定する。

排出負荷量は、実測データのある場合は実測データを利用し、実測データが無い場合には家畜の頭数や農地の面積などの単位あたりの汚濁負荷量を原単位として設定し、それを用いて算出する。

### (1) 排出負荷量の算出方法

#### ① 産業系発生源

各工場や事業場の排出負荷量を把握する（工場や事業場ごとに、排水量×濃度＝排出負荷量、を計算）。工場や事業場内に排水処理施設がなく、そのまま水域に排出されている場合は、発生負荷量がそのまま排出負荷量になる。



○排水量と濃度のデータが取得されている事業場：そのデータを用いて排出負荷量を算定する。

○排水量と濃度のデータの取得されていない事業場：その事業場の業種や生産品目から、原単位法で算出する。状況に応じて以下のような方法が考えられる。

- ・排水濃度はわかっているが、排水量がわからない場合

工業用水の使用量から排水量を推定する。

- ・排水量はわかっているが、排水濃度がわからない場合

類似業種の工場の排水濃度からその工場の排水濃度を推定し、発生負荷量を算出する。工場に汚水処理装置が設置されていない場合は発生負荷量がそのまま排出負荷量になるが、汚水処理施設が設置されている場合は汚水処理施設で除去される比率（除去率という）を掛ける。除去率は汚水処理方式から推定する。

- ・排水量も排水濃度もわからない場合

業種ごとに生産量や生産額あたりの発生負荷量を原単位として定めておき、その原単位を用いて算出する。

その原単位については、根拠のある定め方をする必要がある。そのため、代表的な

工場や事業場についての排水データを集め、それをもとに原単位を設定する。必要に応じて、可能な範囲で排水の実測調査を行う。

工場や事業場には、工場だけでなく汚濁負荷量が発生するその他の施設も含めて考える必要がある。こうした施設には、飲食店、ホテル、商店、自動車修理場、ガソリンスタンド、洗濯屋、浴場、病院などがある。

## ②生活系発生源

生活排水は、し尿とその他の生活排水（以下では生活雑排水と呼ぶ）に分けられる。し尿は濃度が高く、また公衆衛生上の見地からも処理が行われる。生活雑排水は、炊事や洗濯、入浴、清掃などによる排水で、し尿に比べて濃度が低い。そのため、し尿と生活雑排水を分けて、し尿だけを処理する場合もある。日本でもそのような場合がある。

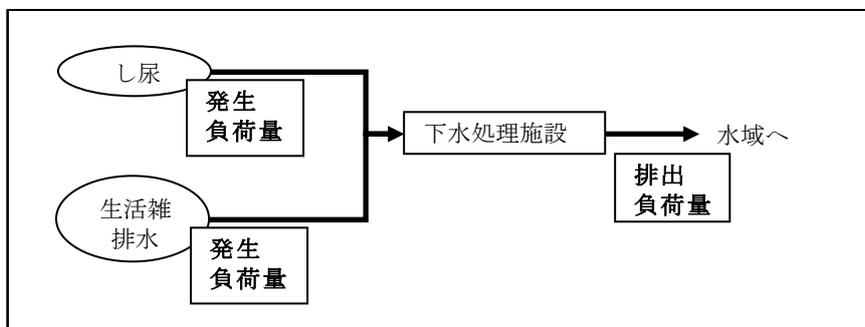
まず、一人当たりの発生負荷量についての原単位を設ける。原単位は、食生活や生活様式の違いによって異なるため、既に定められたものがない場合には、実測により定めることが望ましいが、日本など他の国で定められている原単位を参考にすることもできる。日本の原単位は以下の通りである。

表 B.1 (参考) 日本における生活系の発生負荷量の一般的な原単位 (g/人/日)

	COD (Mn)	全窒素	全りん
し尿	10.1	9.0	0.77
生活雑排水	19.2	2.8	0.41

日本では、生活排水の処理は大きく 4 つの類型に分けられ、類型ごとの対象人口を把握し、排出負荷量を算出している。その類型ごとに排出負荷量の算定方法を述べる。

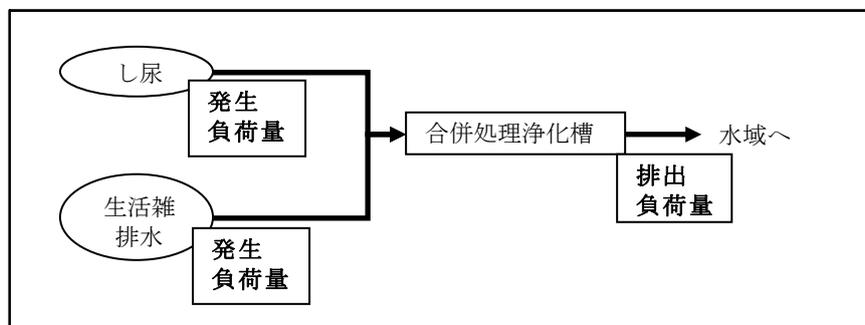
a) 下水処理場で処理する方式：下水道として管渠で下水処理場に運ばれ、処理するもの。



○ 下水処理場の排水の測定データを利用する。

○ 排水データのない場合には、下水道の処理対象人口から発生負荷量を算出し、下水処理施設の処理方式から除去率を設定し排出負荷量を算定する方法などが考えられる。

b)合併処理浄化槽で処理する方式：下水道が整備されていない地域では、戸別もしくは数戸単位で浄化槽を設置して処理が行われている。浄化槽のうち、し尿と生活雑排水を合せて処理するものを合併処理浄化槽と呼んでいる。



- 合併処理浄化槽からの排水の測定データを利用する。
- 排水データが無い場合には、原単位法を用いて算出する。その場合、発生負荷量を算出した後に、浄化槽の処理方式によって除去率を推定し、原単位計算を行う。
- 日本で用いられている代表的な除去率は、COD=80%、全窒素=25%、全りん=35%である

表 B.2 (参考) 日本における合併浄化槽で生活排水処理する場合の排出負荷量の一般的な原単位 (g/人/日)

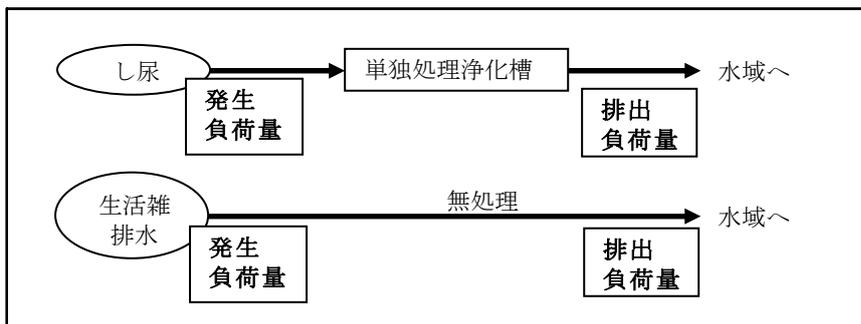
		COD (Mn)	全窒素	全りん
発生負荷量	し尿	10.1	9.0	0.77
	し尿以外の生活排水 (生活雑排水という)	19.2	2.8	0.41
	合計	29.3	11.8	1.18
除去率		80%	25%	35%
排出負荷量 合計		5.86	8.85	0.77

また、近年では窒素やりんの高率除去が可能な高度処理型の合併処理浄化槽も開発され、普及が進められている。こうした高度処理型の合併処理浄化槽では、除去率を性能に応じて高く設定する必要がある。

c)単独処理浄化槽で処理する方式：浄化槽のうち、し尿のみを処理するものを単独処理浄化槽と呼んでいる。この方式では、し尿以外の生活雑排水は未処理で放流される。

日本では、農村生活改善の一環として、くみ取り便所から水洗便所への転換を進めるために浄化槽の設置を進めてきた経緯があるが、そのとき主に設置されたものは単独処理浄化槽であった。単独処理浄化槽ではし尿以外の生活雑排水の処理ができないだけでなく、し尿中のCODや窒素、りんの除去率も低いことから、現在では新設が禁

止されており、下水道や合併処理浄化槽による処理に移行している。



○単独処理浄化槽からの排水の測定データを利用する。

○排水データが無い場合には、原単位法を用いて算出する。その場合、発生負荷量を算出し、し尿については浄化槽で処理されるので除去率を乗じ、生活雑排水については処理が行われないので、発生負荷量をそのまま排出負荷量とする。

○日本で用いられている代表的な除去率は、COD=50%、全窒素=7%、全りん=15%である。

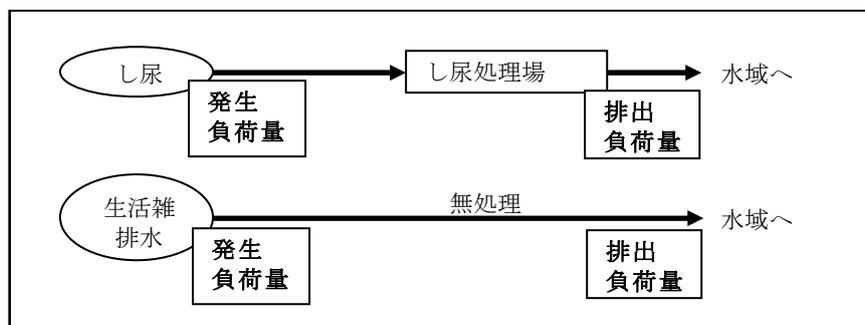
表 B.3 (参考) 日本における単独処理浄化槽でし尿処理する場合の生活排水の排出

負荷量の一般的な原単位

(g/人/日)

		COD (Mn)	全窒素	全りん
し尿	発生負荷量	10.1	9.0	0.77
	除去率	50%	7%	15%
	排出負荷量	5.05	8.37	0.65
し尿以外の生活排水		19.2	2.8	0.41
合計		24.25	11.17	1.06

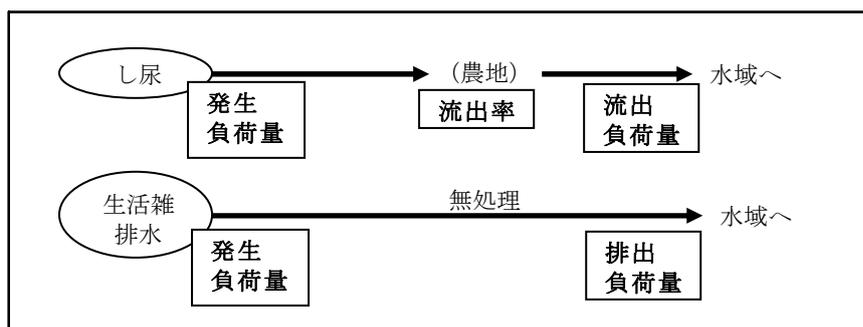
d)汲取り便所方式：汲取り便所からし尿を汲み取ってバキュームカーによって運搬し、し尿処理場で集中処理を行なう。日本では、古くからおこなわれた方法だが、現状では減少している。この場合、生活雑排水は未処理で放流されている。



○この方式では、し尿についてはし尿処理場からの排水の測定データを利用する。また、生活雑排水については、発生負荷量をそのまま排出負荷量として算出を行う。

e)し尿、生活雑排水ともに未処理で排出されている場合（日本ではこういうケースはない）には、発生負荷量を排出負荷量として算出する。

また、し尿を農地還元している場合は、直接水域に流入しないために、農地などの浄化効果を考慮するため流出率を設定し、河川への流出負荷量を算出する。



下水処理場や浄化槽の汚泥が処理されずに放置されている場合は、汚染源になっていることも考えられる。汚泥の発生量と汚泥処理方法と処理量についても把握する。

日本における汚泥処理の状況について参考資料 5 にまとめた。

### ③畜産系発生源

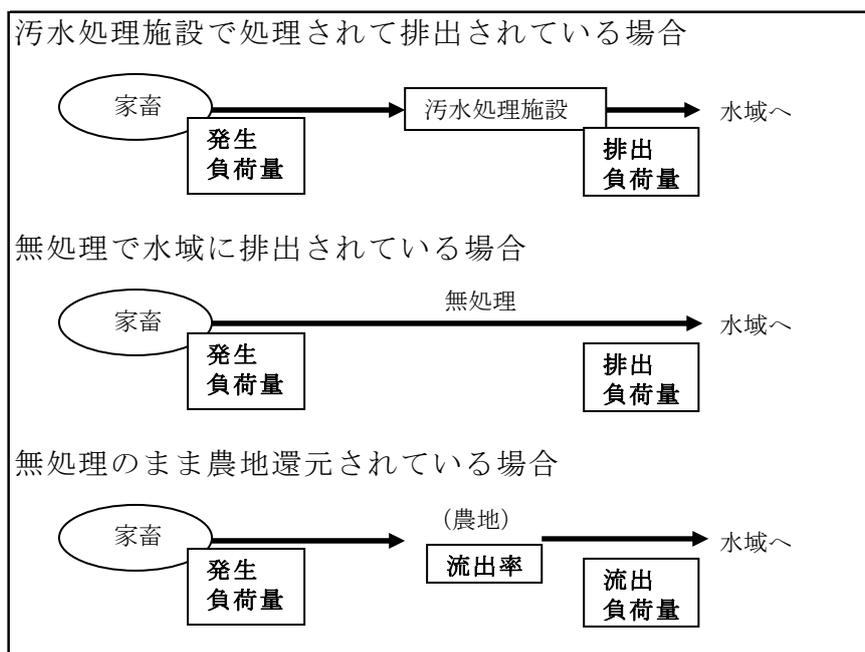
畜舎からの排出負荷量を把握する（畜舎からの、排水量×濃度＝排出負荷量、を計算）。

農家の庭先で飼育されているような小規模なものや、大規模なものでも排出負荷量のデータのない場合は、原単位法で算出する。

まず、家畜一頭当たりの発生負荷量についての原単位を設ける。原単位は、飼育形態や餌の違いによって異なるため、既に定められたものがない場合には、実測により定めることが望ましいが、日本など他の国で定められている原単位を参考にすることもできる。日本の原単位は以下の通りである。

表 B.4 (参考) 日本における家畜からの発生負荷量の一般的な原単位 (g/頭/日)

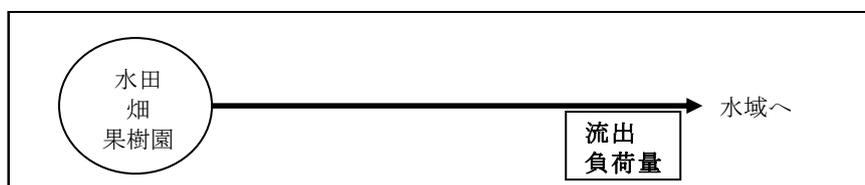
	COD (Mn)	全窒素	全りん
牛	530	280	50
豚	130	40	25
馬	530	170	40



- 汚水処理施設で処理され排出されている場合、原単位法で算出するときは、家畜の頭数から発生負荷量を算出し、処理施設の処理方式によって除去率を設定し、排出負荷量を算出する。
- 未処理で水域に排出されている場合は、発生負荷量そのまま排出負荷量になる。
- 未処理のまま農地還元されている場合や、農家の庭先で飼育されており家畜糞尿が水域に直接流入しない場合は、流出率を設定する必要がある。流出率の設定に当たっては、肥料として回収される分や、畜舎と水域の位置関係等により糞尿の水域への流入しやすさを考慮して決定する。

④農地からの面源負荷

農地から流出する負荷量について把握する。



農地の面積あたりの原単位を用いて算出される。原単位については、化学肥料の施肥量など、その国や地域によって異なるため実測等によって設定することが求められる。

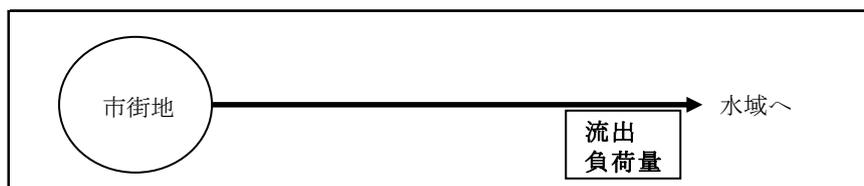
日本で用いられている代表的な原単位は、下記の通りである。日本の農地の原単位は、排出負荷原単位法によって排出負荷量を算出するための原単位になっている。

表 B.5 (参考) 日本における農地からの排出負荷量の一般的な原単位 (kg/ha/年)

	COD (Mn)	全窒素	全りん
田	6.4	28	0.37
畑	3.7	28	0.37
果樹園	3.7	28	0.37

⑤市街地からの面源負荷

市街地や道路から流出する汚濁負荷量について把握する。



面積あたりの原単位を用いて算出される。原単位については国や地域によって異なるため実測等によって設定することが求められる。日本の市街地の原単位は、排出負荷原単位法によって排出負荷量を算出するための原単位になっている。

表 B.6 (参考) 日本における市街地からの排出負荷量の一般的な原単位 (kg/ha/年)

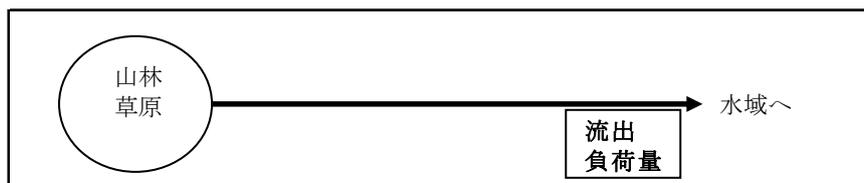
COD (Mn)	全窒素	全りん
3.7	6.9	0.18

面源負荷の原単位の設定に当たっては、次のような点に留意が必要である。

- ・ごみについて収集や処分などがなされずに放置堆積している場合には、汚濁源となる。
- ・食堂やクリーニング店等が産業系での汚濁負荷量の算出から漏れている場合は、こうした汚濁源からの汚濁負荷量についても留意する必要がある。

⑥山林からの面源負荷

山林や草原から流出する汚濁負荷量について把握する。



面積あたりの原単位を用いて算出される。原単位については国や地域によって異なるため、実測等によって設定することが求められる。

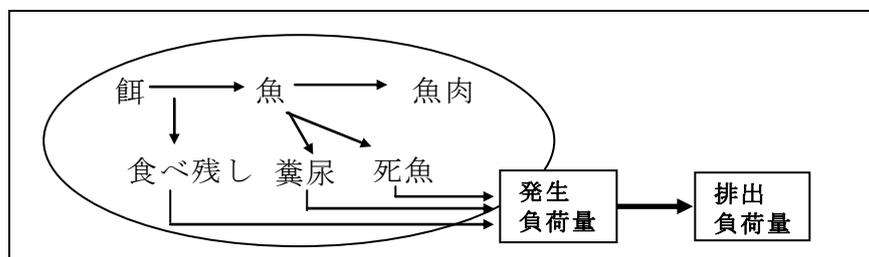
日本で用いられている代表的な原単位は、下記の通りである。日本の山林の原単位は、排出負荷原単位法によって排出負荷量を算出するための原単位になっている。

表 B.7 (参考) 日本における山林からの排出負荷量の一般的な原単位 (kg/ha/年)

COD (Mn)	全窒素	全りん
0.91	6.9	0.18

#### ⑦水産養殖系発生源

水産養殖においては、餌の食べ残しの量、糞尿、死魚などが主な汚濁負荷の発生要因となる。



水産養殖生産量あたりの発生量原単位を用いて算出する。原単位は、養殖される魚種や養殖方式、養殖水域の水温などによって異なるため、実測等によって設定することが求められる。

表 B.8 (参考) 日本における鯉養殖生産 1000kg あたりの発生負荷量原単位例 (kg/年)

COD (Mn)	全窒素	全りん
144.9	57.2	13.1

このようにして、発生源ごとの排出負荷量を算出することができる。これを集計することで排出負荷量の総量が算定できる。

また、対象水域に流れ込む河川が多数ある場合、それぞれの河川ごとに集計を行うようにする。

こうした集計によって、排出負荷量の総量が把握できる。また、発生源ごとの汚濁負荷量もわかることから、対象水域の水質に影響が大きな発生源をつかむこともできる。それにより、水質環境の改善の検討にあたって対策の重点を検討するための、定量的な検討材料を提供することになる。

また、農地からの面源負荷、市街地からの面源負荷、山林からの面源負荷の原単位の設定方法については、概要を(2)にまとめた。

## (2) 面源（農地、山林、市街地）の排出負荷量算定のための原単位の設定方法

排出負荷量の算定にあたっては、農地、山林、市街地の面源については、原単位による計算が行われることが一般的である。そのため、原単位を定める必要があり、日本では総量削減制度の開始から初期段階（現在から約20～30年前）に数多くの実測に基づく算定が行われてきたが、測定場所等の違いによって十倍以上の幅を持った数値が得られる場合もあり、もともと一律に定めることには困難が伴うものである。しかし、水質総量削減制度の実施にあたって、流域の汚濁負荷量を理解するためには不可欠なものであり、できるだけ現実を表現するにふさわしい値を定める必要がある。

日本の水質総量削減制度で用いられている原単位は、数多くの測定を積み重ねたうえで標準的な値を選定し、河川や海域における汚濁負荷量測定値との整合性の検証を積み重ね、関係する都道府県その他の関係者が協議を重ね設定された経緯を有するものであり、現在も権威あるものとして通用されている。

原単位の設定手法について、日本でのガイドラインより紹介する。

### ①基本的な考え方

原単位法には、「排出負荷原単位法（排出負荷量を対象流域での現地調査結果から求める方法）」と「発生負荷原単位法（発生負荷量を物質収支から求める方法）」がある。排出負荷原単位法は、排出負荷のみを計測すれば良いが、発生負荷原単位法は物質収支から発生負荷量を求めることから、各種統計資料や図面類等幅広い情報の収集が必要である。そこで、以下では「排出負荷原単位法」を主体として説明する。

排出負荷原単位法は、汚濁物質が汚濁源の敷地境界又は流域界から公共用水域に流出する地点（排水路等）で現地調査（水質・流量調査）を行い、直接排出負荷量を計測することを基本とした方法であり、比較的調査が容易である。ただし、上流の地目からの負荷が重複して計測される等による過大評価や、地下浸透に対する負荷を計測できない等による過小評価等が生じる場合があり、注意が必要である。

### ②原単位算出のための調査

#### a. 調査方法

排出負荷原単位を把握するためには、河川や排水路の流末で流量、水量調査を行って年間の負荷量を算出し、その集水域内の点源負荷を別途に算定して差し引くことにより、面源の排出負荷量を求める。

調査にあたっては、以下の点に注意する。

- ・年間を通して、平水時および出水時の負荷量調査を実施する。
- ・調査地点や調査時期の妥当性を確認するために、流域におけるインプット情報（粉塵・施肥等の流入・投入量等）、アウトプット情報（路面清掃の状況、作物の収穫量等）の収集を併せて行う。

- ・市街地の面源負荷の測定のための調査にあたっては、出水時はファーストフラッシュを的確に把握できる調査方法とすること、また、平水時に流出してくる負荷についても調査する。
- ・農地の面源負荷の測定のための調査にあたっては、出水時は負荷の流出ピークを的確に把握できるように調査を行う。また、畑については、作付け状況や作物の種類、地質（土壌）、地形、流出形態などの畑の特性を十分に考慮する必要がある。
- ・山林の面源負荷の測定のための調査にあたっては、平地にある山林の場合は他の地目からの排出負荷がないことを確認する。

#### b. 調査地点の設定

調査は、代表性を高め精度を向上させるため、調査対象流域を可能な範囲で広く設定し、複数地点で実施することが望ましい。別の地目からの負荷が重複して計測されないよう、調査対象流域の土地利用や流域界等を明確に把握しておく必要がある。

#### c. 調査時期・調査頻度について

面源負荷の排出は、降雨特性、季節変動、社会・経済活動等による影響を受けるので、調査頻度は4～12回／年程度（季節ごと～毎月）とする。季節による負荷量の変化が捉えられるように季節ごと等に調査を実施する。特に農地では、営農スケジュール（例えば、代掻き時期、田植え時期、施肥時期、かんがい方法、冬期湛水の有無等）を考慮した調査時期、調査回数を検討する。

また、面源からの排出負荷量では、降雨を考慮する必要性が大きい。そこで、調査対象流域での既往の降雨記録から、降雨特性（総雨量、降雨強度、降雨時間、無降雨期間等）を事前に整理し、降雨規模等を設定する。面源負荷の流出形態は、降雨の降り始めと終わりで異なると想定されるので、一降雨全体を調査対象とし、負荷量の変化把握のため時間間隔で調査する。

## 参考資料 3：日本の総量規制基準の概要および基準値の設定方法例

### (1) 日本の総量規制基準の概要

日本では排出負荷量に対する規制を行うために総量規制基準が設けられているが、以下で日本の総量規制基準の概要について記述する。

総量規制基準は、排出水の事業場単位の1日当たり汚濁負荷量の許容限度として、表 C.1 で定められている。

表 C.1 日本における総量削減基準を求める式

$$L \text{ (総量規制基準)} = C \times Q \times 10^{-3}$$

L：排出が許される汚濁負荷量（単位：kg/日）

C：COD、窒素、りんについてそれぞれ定められた濃度値（単位：mg/l）

Q：特定排出水の量（単位 m<sup>3</sup>/日）

※特定排水とは、特定事業場において事業活動その他の人の活動に使用された水であり、冷却用、減圧用等汚濁負荷が増加しない用途の水を除いている。

日本では、総量規制基準の対象になるのは決められた対象業種であって、水質総量削減制度が適用されている地域内にある排水量 50m<sup>3</sup>/日以上 of 工場や事業場、大規模な畜舎、下水処理場などである。

特定排出水の量は、工場や事業場等から申告された値である（日本では、生産設備の新設や増設を行う場合には、排水の水量や水質、汚水処理の方法などの届出が義務付けられている。排水の水量が設備の増設等によって増加する場合には、新たに届け出ることが必要になる）。

公平な排出濃度基準値（以下 C 値という）を設けるために、業種ごとの排水の特性などに配慮し、現在 215 業種に分けて定められている。

また、新増設の事業場については、その時点でトップクラスの環境技術を採用することを前提に、厳しい C 値を適用する。例えば、日本では COD の C 値は、生産設備の新増設の時期によって 3 つの時期区分に分けて設定しており、総量規制基準を求める式は、下記の式によって計算し、決定されている。

$$L = (C_o \cdot Q_o + C_i \cdot Q_i + C_j \cdot Q_j) \times 10^{-3}$$

1980.7.1 以前 の水量に対応	1980.7.1~1991.6.30 に増加した水量に対応	1991.7.1 以降 に増加した水量に対応
-----------------------	----------------------------------	---------------------------

また、C 値を決定にあたっては、環境大臣が定めた業種ごとの上限値と下限値の間で、都道府県知事が、その府県に割り当てられた排出負荷量を達成するために必要な削減量を見

極めて設定する。

排水規制の実施にあたっては、努力によって守ることのできる基準を設けて基準を確実に守らせる、という考え方が大事である。そのため、いきなり理想的な排水基準値を設けるのではなく、今までの排出実績や汚水処理状況などを調査したうえで排水基準値を検討することが求められる。また、工場などの生産方式や製造技術は地域ごとの特性があり、こうした点にも考慮する必要があり、他の国や地域の排水基準を横並びで適用することが必ずしも適切ではない場合もあることにも留意が必要である。

## (2) 基準値 (C 値) の決定方法

排水に対する汚濁負荷量を規制するため、上述のような総量規制基準の考え方をを用いる場合の、C 値の決定方法について一例を示す。これは、工場や事業場の実態調査に基づいて決定する方法で、汚濁負荷排出濃度の高い工場や事業場に対して重点的な改善の実施を促していく考え方による方法であり、広く活用可能な考え方である。

まず、業種ごとに、排水濃度の低い工場から排水濃度の高い工場の順に並べる。

排水濃度の低い工場は生産技術や汚水処理の進んだ工場で、排水濃度の高い工場は生産技術や汚水処理が遅れている工場である。C 値を設定すると、C 値より高い濃度の排水を排出している工場や事業場は対策によって C 値を満たすまで排水の濃度を下げなくてはならない。総量規制基準は C 値と排水量の積によって算出されるものなので、このとき希釈によって濃度を下げることが排水量の増加につながるため、不可能である。そのため、排水処理施設の設置や高度化、安定操業等の排出負荷量の削減につながる対策を実施しなくてはならない。

そのとき、削減される量は、C 値より高い濃度の排水を排出している工場や事業場それぞれの排水量に排水濃度と C 値との差を乗じ、その総和となる。その量が、削減目標量と等しくなるように C 値を決定すればよい。

それを説明した図が図 C.1 である。

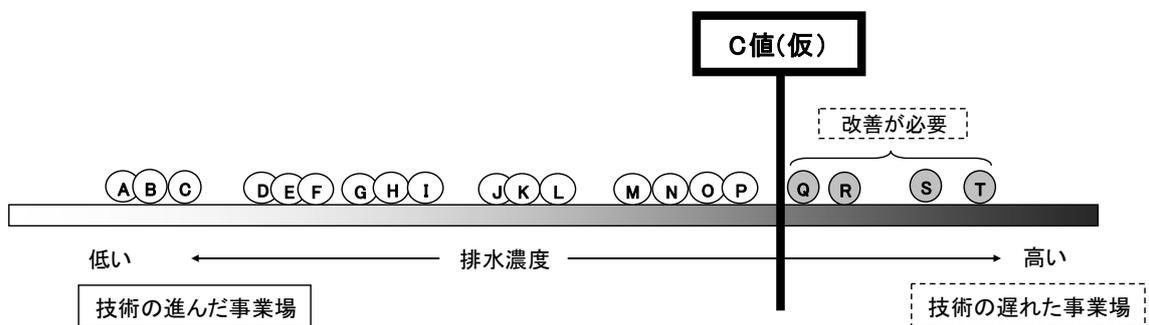


図 C.1 総量規制基準の決定の考え方の概念図

仮の C 値を図 C.1 のように決めた場合、Q、R、S、T の 4 つの事業場で改善が必要になる。

Q 事業場の排水量を Q、排水濃度を q で表わすと、Q 事業場が C 値を守ることにより削減される汚濁負荷量は、 $Q \times (q - C \text{ 値})$ 、である。

R 事業場、S 事業場、T 事業場についても同様に、大文字で排水量、小文字で排水濃度を表わすとすれば、4 事業場で削減する汚濁負荷量の総和 Y は次の式の通りになる。

$$Y = Q \times (q - C \text{ 値}) + R \times (r - C \text{ 値}) + S \times (s - C \text{ 値}) + T \times (t - C \text{ 値})$$

このようにして求めた Y が、仮に決めた C 値に対応する汚濁負荷の削減量である。その Y の値とその時点の汚濁負荷の削減目標量を比較し、それが等しければ仮に決めた C 値を、本来の C 値として決定すればよい。Y の値と削減目標量に差がある場合には、仮の C 値を決め直すこととなる。

一方では、C 値を決定する場合には、守ることのできる基準値とするように配慮することが必要である。そのための、一つの条件は、現状で利用可能な技術の水準を超えないように C 値を設定することである。図 C.1 では A 事業場が最も汚濁負荷排出濃度が少なく、これを現時点では利用可能な最高水準の技術と考えることも可能であり、少なくとも A 事業場より低い C 値を定めても技術的な実現可能性が無く、現実的ではないということになる。この場合、A 事業場の技術が広く他の事業場でも適用可能かという点についても留意する必要がある。

また、総量削減計画の見直し・更新の時点では、水域の水質の状況や排出汚濁負荷量の状況を確認して、必要に応じて C 値の見直しを行っていく。そのときに、汚水処理技術の進歩や普及状況を勘案しながら、順次 C 値を厳しく改訂していくことも重要な考え方である。

## 参考資料 4：日本における水域の水質測定方法

水質環境基準の水域類型へのあてはめや上乘せ排水基準設定のための水質調査につき、準拠すべき原則的方法の概要を紹介する。

### ①水質測定の頻度

毎月 1 回以上実施する。調査日は 1 日に 4 回程度採水分析する。

重要な地点については、月 1 回～年 4 回程度は BOD、COD、窒素、りん等について、1 日 2 時間間隔で合計 13 回採水分析する。

### ②調査の時期

表 D.1 河川、湖沼、海域の水質の測定の際の測定時期の選び方

河川	湖沼	海域
<ul style="list-style-type: none"> <li>・低水流量時および水利用が行われている時期を含める。</li> <li>・採水日前に比較的晴天が続き水質が安定している日を選ぶ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・停滞期と循環期の水質は著しく異なるので、その両期を含める。</li> <li>・採水日前に比較的晴天が続き水質が安定している日を選ぶ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水質が水利用に悪影響を及ぼす時期を含める。</li> <li>・流入河川の調査があれば、それに時期をあわせることが望ましい。</li> <li>・原則として大潮期の風や雨の影響の少ない日を選ぶ。</li> </ul>

### ③採水地点の選び方

表 D.2 河川、湖沼、海域の水質の測定の際の採水地点の選び方

河川	湖沼	海域
<ul style="list-style-type: none"> <li>・利水地点</li> <li>・主要な汚濁水が河川に流入した後、十分に混合する地点および流入前の地点</li> <li>・支川の合流後、十分に混合する地点及び流入前の地点</li> <li>・流水の分流地点</li> <li>・その他必要な地点</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・湖沼の中心</li> <li>・利水地点</li> <li>・主要な汚濁水が湖沼に流入した後、十分に混合する地点</li> <li>・河川が流入した後、十分に混合する地点および流入前の地点</li> <li>・湖沼水の流出地点</li> <li>・その他必要な地点</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水域の地形、潮流、利水状況、主要な汚濁源の位置、河川水の流入状況を考慮し、水域の汚濁状況を総合的に把握できるように選定。</li> <li>・採水地点間の距離は 500m～1km 程度を標準とする。</li> </ul>

#### ④採水方法

表 D.3 河川、湖沼、海域の水質の測定の際の採水方法

河川	湖沼	海域
<ul style="list-style-type: none"> <li>・採水時刻は、人間の活動時、工場や事業場の操業時および汚濁物質の流達時間を考慮し、水質の最も悪くなる時刻を含める。</li> <li>・水面から原則水深の 20% 程度の深さとする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・採水時刻は、人間の活動時、工場や事業場の操業時および汚濁物質の流達時間を考慮し、水質の最も悪くなる時刻を含める。</li> <li>・循環期には表層から採水する。停滞期には深度別に多層採水するが、深度の区分は 5～10m ごとを標準とする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・採水時刻は、昼間の干潮時を含める。</li> <li>・原則として表層（海面下 0.5m）、中層（海面下 2m）とする。水深 5m 以浅の場合は表層のみとし、水深が 10m を超えるときは必要に応じて下層（水面下 10m）から採水する。</li> </ul>

#### ⑤採水時に合わせて実施すべき事項

表 D.4 河川、湖沼、海域の水質の測定の際に採水と合わせて実施すべき事項

河川	湖沼	海域
<ul style="list-style-type: none"> <li>・採水日時、水面幅、採水地点の岸からの距離、水深、流量、流向、降雨状況、採水地点の地形及び利水状況、主要な汚濁源などを記録。</li> <li>・水温、気温、色相、濁り、臭気、生物相等を現地で測定または観測する。</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・採水日時、採水地点の位置、水深、干満潮の時刻及び潮位、潮流、降雨状況、風向風速（または風力）、採水地点の利水状況、主要な汚濁源を記録。</li> <li>・水温、気温、色相、濁り、臭気、透明度、塩分等を現地で測定または観測する。</li> </ul>

#### ⑥河川における流量の測定方法

流量は、水質とともに汚濁負荷量の算出に不可分のものであるから、採水と同時に測定する。流量は、河川横断面を適宜分割し、深淺測量により得られた断面積にそれぞれの断面の流速を乗じて、その合計とする。

平均流速の測定方法は原則として以下の方法による。

水深が 1m 以上の場合・・・流速計による 2 点法（水面より水深の 20% および 80% の深さの流速を平均する）

水深が 1m 未満の場合・・・流速計による 1 点法（水面より水深の 60% の深さの流速）

ただし水深が極端に浅く流速計による測定が不可能な場合は浮木測定などの方法を用いることができる。

以上の例として、河川断面を4分割した場合を図で示すと図 D.1 のとおりである。

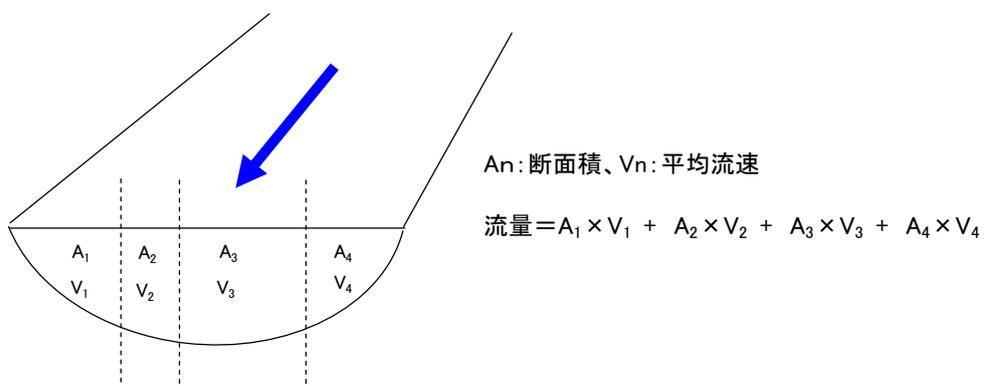


図 D.1 河川流量測定における断面の模式図

## 参考資料 5：日本における下水処理場の汚泥処理の状況

汚水を活性汚泥法などの生物処理を行った場合には汚泥が発生する。活性汚泥処理では、BODの50～70%がエネルギーとして消費され、30%～50%が菌体増殖に使われると言われており、汚泥中には大量の汚濁物質が濃縮されていることになる。そのため、汚泥を放置し汚濁物質を再び水域に流出させてしまったのでは、汚水処理の効果は大幅に減殺されてしまう。汚泥を適切に保管し、適切に処理することを経て、汚水処理は完結する。

### (1)日本における汚泥の処理状況

汚泥はほとんどが水分で、処理が面倒で手間がかかる。従来は埋立て処分などが行われてきたが、埋立て処分地の確保が年々難しくなっているなどの理由で、汚泥の有効活用が推進されてきた。

日本では、1990年では有効利用される汚泥の比率(重量)は16%に過ぎなかったが、その比率は年々上昇し、2004年時点では約67%の汚泥が有効利用されている。また、仮に埋立て処分を行なう場合でも、汚泥をそのまま埋め立てるのではなく、焼却等によって減容を図ることが求められており、2004年時点では埋め立てられている汚泥の87%が焼却や溶融スラグ処理によって減容が行われている。

汚泥の処理は、まず濃縮・脱水によって水分を85%程度まで減少させる。その後、処理方法によって乾燥、焼却、炭化、溶融スラグ化、堆肥化などの処理が行われる。日本では、小規模な下水処理場でも、汚泥の濃縮や脱水設備を設置するのが普通である。

汚泥の濃縮は、機械設備が少なく済む重力濃縮のほか、遠心濃縮などが行われる。汚泥の脱水には、スクリュープレス脱水機や遠心脱水機、ベルトプレスろ過機などが用いられる。汚泥を乾燥や焼却する場合は、水分を蒸発させるために多くのエネルギーが必要になるため、前段階でできる限りの脱水を行うことが重要である。また、堆肥化を行う場合でも汚泥を発酵させるためには適切な含水率にする必要があり、汚泥の脱水処理が有効である。

汚泥のリサイクル利用としては、下記のような方法がある。

#### ①緑農地利用

- ・ 堆肥化し有機肥料として利用する。
- ・ 焼却灰や、脱水汚泥や乾燥汚泥の状態ですぐに土地に還元し、肥料や土壌改良材、人工土壌に活用する。等

#### ②建設資材への利用

- ・ 焼却灰にしてセメント原料にする。
- ・ 溶融スラグ化しレンガや路盤材とする。
- ・ 軽量骨材や埋め戻し材、土質改良材、透水性ブロック、コンクリート骨材に利用する。等

③エネルギー利用

- ・ 汚泥の消化ガスを場内のエネルギー源や発電に利用する。等

日本における汚泥処理の状況方法とリサイクル利用の状況について、表 E.1 に示す。

表 E.1 下水汚泥の処理及び処分状況(2006 年度)

(汚泥乾燥重量ベース：単位トン)

	埋立て	リサイクル利用				場内保管 その他	合計
		緑農地利 用	建築資材		燃料化		
			セメント 化	セメント 以外			
液状汚泥	0	4	0	0	0	4	4 0.0%
脱水汚泥	36,816	28,072	92,923	2,618	3,161	150	163,764 7.3%
堆肥化	592	240,585	0	3,318	0	1	244,496 10.9%
乾燥汚泥	3,944	31,516	1,992	6	16,083	3	55,160 2.4%
炭化汚泥	21	1,733	898	181	0	102	2,934 0.1%
焼却灰	518,538	26,879	698,896	302,153	4	10,023	1,556,493 69.6%
溶融スラ グ	237	3,308	6,371	200,722	776	733	212,146 9.5%
合計	560,146 25.1%	332,093 14.9%	802,697 35.9%	508,998 22.8%	20,025 0.9%	11,040 0.5%	2,234,998 100.0%

有効利用の用途としては建築資材が最も多く、リサイクルされる汚泥の約 8 割を占めている。これは主に、焼却灰や溶融スラグに処理したものが利用されている。また、緑農地利用に有効利用されるものは汚泥全体の 14%を占めているが、そのうち 75%は堆肥利用である。

一方、汚泥の処分方法からみた場合は、焼却されるものが最も多く 71.7%を占め、溶融スラグ化されるもの、および堆肥化されるものが約 10%ずつを占めている。

汚泥の処理方法の検討にあたっては、汚泥のリサイクル製品の需要や処理コスト、財源、廃棄物処理や循環型社会形成等の関連政策などから、その地域に最も適した汚泥処理方法

を選択することが重要である。

汚泥は脱水した場合でも水分が 85%を占めるために、その焼却には大きなエネルギーが必要とされ、コストがかかる。その観点では、汚泥の堆肥への処理は有利な方法である。なお、日本の汚泥肥料の 2007 年度の生産量は、工業汚泥も含めて 137 万トンとなっており、耕地 1ha あたり平均約 300kg に相当する。

## (2)下水汚泥の堆肥化の実施例

下水汚泥の堆肥化の工程の概要は下記の通りである。

汚泥は、下水処理場やし尿処理場で脱水され、脱水汚泥として工場に搬入される。木材チップと混ぜて、含水率が 60～70%程度になるように調整され、発酵棟に積み上げられ、発酵させる。

発酵棟にはエアレーション設備があり、発酵の状況によって適宜送風が行われる。また、ほぼ 1 週間おきに山の上下を切り返して逆転させ発酵を促進させるとともに、発酵むらを防ぐ。この工場では生産規模が大きいため、切り返し作業には大型重機が使われている。このようにして、約 2 ヶ月半で堆肥化が完了する。発酵棟の内部の様子は図 E.1 の通りである。



図 E.1 発酵棟

堆肥化が完了した後は篩にかけるが、これは木材チップをより分けることが主な目的で、より分けられた木材チップには菌が多く付着しており、再び堆肥と混ぜて堆肥の原料として山積みされる。堆肥は汚泥 100t に対しほぼ 25t の割合で生産できる。

堆肥の主要な成分の含有量は、表 E.2 の通りである。

表 E.2 堆肥の主要な成分の含有量

窒素全量 (%)	1.5~1.7
りん酸全量 (%)	4.0~5.0
加里全量 (%)	0.5 未満
炭素窒素比	7.0~9.0
pH	6.0~7.5

堆肥については、有害な重金属等について定期的に検査が行われるほか、受け入れる汚泥についても、下水処理場との間で処理契約を結ぶ際に汚泥の成分についての提示を受けるなどの方法で確認が行われ、品質管理が行われている。

こうした堆肥化プラントの成功の条件は、搬入される汚泥の状態と堆肥の需要である。

納入される汚泥については、下水処理場やし尿処理場の汚泥であるが、それに生ごみ等が混入している場合には堆肥化処理が難しくなる。また、下水道は生活排水を処理する施設であるが、日本では工場や事業場の排水を下水道に排除する場合は、下水排除基準が設けられており、有害な重金属や化学物質を含んだ汚水を下水道に流すことが規制されている。このような下水汚泥の品質の確保が重要である。

堆肥の需要も重要である。堆肥は有機肥料であり、発酵してあることから土とのなじみがよく、作物に吸収されやすいほか、土を柔らかくし肥効を下げない豊かな土壌作りに役立つ。日本では有機農法や土づくりが見直されているが、堆肥を利用した農家の多くは、次の年も続けて堆肥を利用することが多いと言われている。

下水汚泥の堆肥化による処理を成功させるためのポイントは、こういった一定の形状や品質の揃った汚泥の安定供給と、堆肥の需要の確保であるものと考えられる。汚泥の堆肥化プラントについては、一定量以上であれば発生する堆肥量に合わせたプラントの建設が可能なものと考えられている。そのため、農村部に設置される下水処理場では、処理場に脱水装置および堆肥化プラントを設置することも考えられる。また、大規模な工場を建設する場合には、下水汚泥の収集範囲や量、周辺の堆肥の需要量を見積もり、施設の規模や立地を検討する必要がある。

## 参考資料 6 : 東アジア諸国の水質の状況

東アジア諸国は経済や社会の発展が著しく、今日では世界経済の成長センターと目されている。ASEAN 諸国では最近の 40 年間で人口が約 2 倍に増加したほか、経済も高率な成長が続いている。それに伴って、汚濁負荷量が増加している。また、水資源も逼迫しており、水域の汚染を防止し利水障害を防止することや工業用水の再利用を進めるなど、水資源の有効活用も課題になっており、水処理技術の普及も課題になっている。

表 F.1 に 2009 年の東アジア諸国の一人あたり GDP を示した。参考として、日本で産業や経済の成長に排水処理が追いつかず、水質環境の悪化が各地で発生した時期に当たる 1965 年の値も示したが、マレーシアやタイ、中国、インドネシアをはじめ、東アジア諸国はほぼ同等の水準か、それに近づきつつあり、当時の日本と同じような経済発展の状況にあるものと考えられる。1.3 節でも述べた通り、日本ではこの時期に水質環境の悪化が各地で深刻化し水道水の取水障害や漁業被害が多発し、対応が迫られた時期でもある。東アジア諸国でも対応が求められる段階にきているものと考えられる。

表 F.1 東アジア諸国の一人あたり GDP (ドルベース : 2009 年)

中国	3,734	インドネシア	2,329	ラオス	885
韓国	17,074	フィリピン	1,747	ミャンマー	571
タイ	3,940	ベトナム	1,068	インド	1,032
マレーシア	6,950	カンボジア	768	(参考)日本(1965年)	3,170

※1965年の日本の一人あたり GDP は物価調整済。

東南アジア諸国の環境関連法規制の導入時期は、人の健康に直接的に関連する大気、水質関係では 1970 年代にマレーシア、フィリピン、シンガポールで、1990 年代にインドネシア、タイ、ベトナムで法整備が図られている (表 F.2 参照)。

表 F.2 東アジア諸国の環境関連法規制制定年一覧

	中国	インドネシア	マレーシア	フィリピン	シンガポール	タイ	ベトナム
環境基本法	1973 (1989)	1997	1974 (1998)	1977 (1978)	1999 (2000)	1992	1994 (2005)
水質	1984 (2008)	1990 (1995)	1975 (1997)	1975 (2004)	1975 (2001)	1992 (1996)	1993 (1995)
大気	1987 (2000)	1993 (1999)	1978	1977 (1999)	1971 (2002)	1992 (2005)	1993 (1995)
廃棄物	1995 (2005)	1988 (2001)	1989 (2005)	1990 (2000)	1987 (2000)	1992	1999
環境影響評価	1979 (1998)	1993	1987 (1995)	1977		1992	1994 (2006)

※ ( ) 内は 2007 年時点での最新改訂年を示す。

しかし、水質環境保全への取り組みは、近年になって開始されたところとされている。外資系などの大規模な工場や工業団地では工場排水の処理が行われているが、中小規模の工場では污水处理施設を持つものは少なく、下水道も整備途上であり、工場排水やし尿などの生活排水がそのまま河川に流出している場合もみられる。こうしたことから、早期に工場での污水处理対策の普及や下水道整備等の生活排水対策を進めていくことが必要である。また、農業の発展に伴い、窒素肥料の投入量が急激に増加しており、一部で地下水の硝酸汚染や、水域の富栄養化の原因になっているとの指摘もある。

フィリピンでは、ルソン島マニラ首都圏の南方に位置するラグナ湖について、重要な飲用水源地としての利用が計画されているが、周辺の工場排水によって汚染されており、湖の水質保全が課題になっているとされている。

また、タイでも首都バンコクを流れるチャオプラヤ川の水質汚濁が深刻で、その原因の75%は適切な排水処理が行われていない商業施設であり、残りが生活排水と考えられている。また、地方では化学肥料の消費量増大による農業用水の汚染も問題視されている。飲料水源として重要な役割を果たす湖沼及び貯水池の多くにおいて、富栄養化が進行していることも明らかとなっている。

このように、東アジア諸国では水質汚濁が次第に深刻化しつつあり、日本の高度経済成長期に相当する状況に近いとされている。実効性のある対策が求められていることから、日本の経験や教訓を生かすことも重要である。東アジア諸国の水質汚濁は、産業系、生活系などのさまざまな汚染源があり、適切な対応が必要である。湖沼や滞留性の長い河川など閉鎖性水域での富栄養化問題が発生していることなどから、水質総量削減制度の適用も優先度の高い選択肢の一つとして考えられる。



## 図表索引

### 第1章「水質総量削減制度の必要性」

図 1.1	水質総量削減制度の実施手順の概要	4
図 1.2	日本における閉鎖性海域の定義	5
図 1.3	発生源対策のための施策の体系	9
図 1.4	日本の水質総量削減のイメージ図	12
図 1.5	日本の水質汚濁防止法の体系と水質総量削減の位置付け	13
表 1.1	汚濁負荷の発生源や排出源	7

### 第2章「水質総量削減制度の実行手順」

図 2.1	工場を例にした汚濁負荷の流れと流達率	19
図 2.2	さまざまな発生源と汚濁負荷の流れ	20
図 2.3	水質総量削減制度のプロセス	22
図 2.4	流域と測定点の模式図	30
図 2.5	閉鎖性水域内部の汚濁負荷の主な変動要因	31
図 2.6	日本における総量削減計画の策定手順	35
表 2.1	水質総量削減制度の必要性の高い水域の要件	23
表 2.2	日本の海域における水質環境基準（COD、全窒素、全りん）	24
表 2.3	日本の湖沼における水質環境基準（COD、全窒素、全りん）	25
表 2.4	日本の河川における水質環境基準（BOD）	25
表 2.5	排出負荷量の算出のために収集するデータ	27
表 2.6	日本における発生源ごとの汚濁負荷量の算出方法	29
表 2.7	日本における標準的な総量削減計画の目次	36

### 第3章「水質総量削減制度を効果的に運用するため制度や仕組みの整備」

図 3.1	生活排水処理施設の特性に応じた使い分け	48
表 3.1	水質総量削減制度の実施に必要な関連部門との連携や関連する仕組み	40
表 3.2	日本における工場や事業場での排出負荷量の測定頻度	44

### 参考資料 1 日本の水質汚濁とそれに対する対応の経験

図 A.1	日本および東アジア諸国の経済成長率の推移	50
図 A.2	日本の一人あたり GDP（物価調整済、ドルベース）の推移	50
図 A.3	日本で水質汚濁が発生した地域の例	51
図 A.4	瀬戸内海での赤潮発生件数の推移	54

参考資料 2 汚濁負荷量の算出方法について

表 B.1	日本における生活系の発生負荷量の一般的な原単位	58
表 B.2	日本における合併浄化槽で生活排水処理する場合の排出負荷量の一般的な原単位	59
表 B.3	日本における単独処理浄化槽でし尿処理する場合の生活排水の排出負荷量の一般的な原単位	60
表 B.4	日本における家畜からの発生負荷量の一般的な原単位	61
表 B.5	日本における農地からの排出負荷量の一般的な原単位	63
表 B.6	日本における市街地からの排出負荷量の一般的な原単位	63
表 B.7	日本における山林からの排出負荷量の一般的な原単位	64
表 B.8	日本における鯉養殖生産 1000kg あたりの発生負荷量原単位例	64

参考資料 3 日本の総量規制基準の概要および基準値の設定方法例

図 C.1	総量規制基準の決定の考え方の概念図	68
表 C.1	日本における総量削減基準を求める式	67

参考資料 4 日本における水域の水質測定方法

図 D.1	河川流量測定における断面の模式図	72
表 D.1	河川、湖沼、海域の水質の測定の際の測定時期の選び方	70
表 D.2	河川、湖沼、海域の水質の測定の際の採水地点の選び方	70
表 D.3	河川、湖沼、海域の水質の測定の際の採水方法	71
表 D.4	河川、湖沼、海域の水質の測定の際に採水と合わせて実施すべき事項	71

参考資料 5 日本における下水処理場の汚泥処理の状況

図 E.1	発酵棟	75
表 E.1	下水汚泥の処理及び処分状況(2006 年度)	74
表 E.2	堆肥の主要な成分の含有量	76

参考資料 6 東アジア諸国の水質の状況

表 F.1	東アジア諸国の一人あたり GDP (ドルベース : 2009 年)	77
表 F.2	東アジア諸国の環境関連法規制制定年一覧	77

## 参考文献

- 「日本の水環境行政」(1999)(ぎょうせい)
- 「日本の水環境行政改訂版」(2009)(ぎょうせい)
- 「水質総量規制のあり方について」(第1次、第2次、第5次、第6次)
- 「水質総量規制の基本的考え方について」(第3次、第4次)
- 「第7次水質総量削減の在り方について」
- 「化学的酸素要求量、窒素含有量及びりん含有量に係る総量削減計画(第6次)」(兵庫県)
- 「廃掃法6条1項の規定に基づく生活排水処理基本計画の策定に当たっての指針」(1990 厚生省通達)
- 「湖沼水質のための流域対策の基本的な考え方」(2006 国交省、農水省、環境省)
- 「水質調査方法」(1971 環境省通達)
- 「流域別下水道整備総合計画調査指針と解説」(2008(社)日本下水道協会)
- 「生きてきた瀬戸内海」(2004(社)瀬戸内海環境保全協会)
- せとうちネット
- 「琵琶湖ハンドブック」(2007 琵琶湖ハンドブック編集委員会)
- 「ポケット肥料要覧-2008-」((財)農林統計協会)
- 「平成19年度近畿地域における環境・省エネビジネスの戦略的アジア展開支援に係わる調査」(2008 近畿経済産業局)
- 「日系企業の海外活動に当たっての環境対策 シンガポール編」(2003(財)地球・人間環境フォーラム)
- 「日系企業の海外活動に当たっての環境対策 ベトナム編」(2002(財)地球・人間環境フォーラム)
- 「日系企業の海外活動に当たっての環境対策 マレーシア編」(2000(財)地球・人間環境フォーラム)
- 「日系企業の海外活動に当たっての環境対策 タイ編」(1999(財)地球・人間環境フォーラム)
- 「日系企業の海外活動に当たっての環境対策 インドネシア編」(1998(財)地球・人間環境フォーラム)
- 「日系企業の海外活動に当たっての環境対策 フィリピン編」(1997(財)地球・人間環境フォーラム)
- 沿岸海洋研究ノート 32 巻 2 号 (1995)「東南アジア諸国の環境問題の現状：水質問題」(前田勝)
- 「インドネシアの分権型環境管理システムと社会的能力アセスメント」(松岡俊二)
- 「東南アジアにおける水環境の現状—ベトナムを中心に」(菅原正孝)
- 「昭和大学シンポジウム「途上国との共生—フィリピンをモデルに考える—」(2009)
- 国立環境研ニュース 18 巻 5 号(1999)「自然利用型適正水質改善技術お共同開発に係わる研究(タイ王国)」(稲森 悠平)