

窒素・りんの水質総量削減に係る  
日中共同研究レポート（後編）

－水質総量削減実施方法案－

平成 22 年 3 月

日本環境省・中国環境保護部

## 目次

序文	1
(1) 日中共同研究の開始の経緯	1
(2) 日中共同研究の内容とスケジュール	1
(3) 実施体制の整備	2
(4) 共同研究の実施	4
(5) 日中共同研究レポートの位置付け	5
第1編 総合編	8
1.1 プロジェクト紹介	8
1.1.1 プロジェクト背景	8
1.1.2 目的と意義	8
1.1.3 研究内容	9
1.1.4 技術路線と研究方法	10
1.2 中国の窒素・りんの水質汚濁物総量削減制度の現状と需要	11
1.2.1 窒素・りん削減対策の実施の現状	11
1.2.2 中国における窒素・りん総量削減の必要性	13
1.3 日本の窒素・りんの水質総量削減の経験と実施方法	16
1.3.1 日本の水質総量削減の管理と実施方法	16
(1) 日本の水質総量削減制度の発展	16
(2) 日本の水質総量削減制度の枠組み	17
(3) 水質総量削減実施のための関連施策	18
1.3.2 日本の分散型生活排水処理	21
(1) 日本の分散型生活排水処理の普及制度	21
(2) 分散型生活排水処理施設の処理方式	22
(3) 日本の小規模処理施設における処理方法の採用状況	26
1.3.3 日本の家畜排せつ物処理の現状	29
(1) 家畜排せつ物発生量と処理対策	29
(2) 畜産経営に対する苦情の現状	30
(3) 家畜排せつ物に係わる日本の法規制	31
(4) 畜産業に係わる排水基準と規制物質	33
(5) 地方自治体における家畜排せつ物への取り組み（兵庫県の事例）	33
(6) 家畜排せつ物管理の適正化推進	36

(7) 家畜排せつ物利用の促進に向けた取り組み	40
(8) 家畜排せつ物処理技術と処理事例	43
1.3.4 汚泥処理	48
(1) 日本の汚泥処理の概況	48
(2) 汚泥のリサイクル利用	49
(3) 下水汚泥の堆肥化の実例	51
(4) 下水汚泥肥料に対する規格	53
1.3.5 日本の窒素・りん削減技術	53
(1) 窒素除去技術	54
(2) りん除去技術	62
(3) 高度処理技術採用の状況	72
(4) 高度処理技術の最近の動向	74
1.3.6 日本の総量削減計画の制定	77
(1) 総量削減計画の概要	77
(2) 汚濁負荷総量の把握	77
(3) 汚濁解析と削減目標量の確定	81
(4) 削減対策の実施に関する情報収集と研究	82
第2編 ケーススタディ編	86
2.1 モデル地域の選定	86
2.1.1 モデル地域のスクリーニング	86
(1) 選定原則	86
(2) 実施可能性の分析	86
2.1.2 米山水庫の自然環境の概況	87
(1) 自然地理	87
(2) 土壌と植生	88
(3) 水源地保護区および土地利用状況	89
(4) 気候と水資源	91
2.1.3 社会経済状況	93
(1) 人口状況	93
(2) 経済と産業状況	93
2.2 米山水庫の水質環境の現状分析	94
2.2.1 水質環境の状況及び存在する問題点	94
(1) 米山水庫水質環境の全体評価	94
(2) 水質汚濁物排出状況	94
2.2.2 水質環境問題の分析	95

2.2.3	米山水庫で実施する環境保護関連事業	95
2.2.4	既の実施されている削減対策の実施状況	97
2.3	米山水庫削減計画の制定	98
2.3.1	汚染源の分類及び各汚染源の汚染負荷量の計算	98
(1)	発生源の調査	98
(2)	中国側による汚染負荷量の算出	99
(3)	日本側による汚染負荷量の計算	103
(4)	米山水庫汚染負荷量の最終確定	111
2.3.2	削減目標の決定	112
2.3.3	削減対策	113
(1)	産業系の汚濁負荷削減対策	113
(2)	生活系の汚濁負荷削減対策	114
(3)	畜産系の汚濁負荷削減対策	115
(4)	農業系の汚濁負荷削減対策	115
(5)	その他の汚濁負荷削減対策	116
第3編	成果編	117
3.1	中国主要水質汚染物総量削減計画の制定方法	117
3.1.1	水質汚染物総量削減計画の制定順序	117
3.1.2	汚濁負荷量の計算方法	118
(1)	汚濁負荷量の計算順序と各段階における汚濁負荷量の名称	118
(2)	汚濁負荷量の計算	119
(3)	流出率、流達率、浄化率の算出	120
3.1.3	総量削減目標の確定	122
(1)	流入する汚濁負荷量の目標値の確定	122
(2)	排出総量削減目標値の確定	122
3.1.4	水質汚染物の総量削減対策	123
(1)	産業系の水質汚染物総量削減対策	123
(2)	生活系の水質汚染物総量削減対策	123
(3)	畜産系の水質汚染物総量削減対策	124
(4)	農業系の水質汚染物総量削減対策	124
(5)	その他系の水質汚染物総量削減対策	125
付属資料		126
付表 (F/S で用いた汚染調査票および対象区域の基礎情報調査票)		131



## 序文

### (1)日中共同研究の開始の経緯

東アジア諸国では急速な経済発展によって汚濁負荷の発生量が増加しており、これが水域に流出することによって水質の汚濁が発生し、生活環境や生態系の劣化や利水障害の発生が懸念されている。日本でも高度経済成長期に公害が大きな社会問題となったが、水質汚濁防止法をはじめとする法制度が整備され、下水道の整備や工場における排水処理設備の設置などの取り組みを進めた結果、環境悪化に歯止めをかけ一定の改善がみられるようになってきている。このようなわが国の公害克服の経験や教訓を、こうした国々で有効に活用することは、国際協力あるいは地球環境の保全といった観点からも重要であり、環境省はわが国で長年にわたり培われてきた水質総量削減制度に係る知見の効果的な提供に取り組んできた。

一方、中国では水質汚染が深刻な状況であり、2010年の中国環境公報によれば、飲用不適となる中国地表水環境基準IV類以下の水質が湖沼で77%、河川で43%を占めている。このため、1996年より中国全土(チベット自治区を除く)で水質総量削減を実施しているが、急速な経済成長の影響もあって水質環境の改善はなかなか進まない状況であった。そこで、2006年からの第11次5ヵ年計画では対象削減項目をCODに絞り、2010年に2005年比で10%削減することを約束性の指標として定めた。その達成に向けて中国では汚染物を排出する旧式工場設備の廃棄や都市下水道の整備等の施策が強力に進められており、削減目標の達成に向けて順調に推移している。また、2007年には全国汚染源一斉調査が行なわれ、統計制度やデータの整備も進められている。深刻な富栄養化に対応するためにはCODのみならず、窒素・りんに対する対策が重要であり、農村部での生活排水や畜産排水なども中国では比重の大きな汚濁発生源になっており、その対策も重要である。中国では、こうした点も含めて、より効果的な水質総量削減の実施に向けた問題意識が強まっている。

日中間ではこれまでにさまざまな環境面での協力が展開されており、局長級対話が頻繁に行なわれてきた。平成20年12月の日中環境汚染対策に関する第5回局長級対話においては、日本の知見・経験を基に中国の国情に沿った窒素・りんの水質総量削減の実施方法案を作成するための日中共同研究の実施が合意され、さらに、平成21年3月の日中環境汚染対策に関する第6回局長級対話では、中国の国情に沿った窒素・りんの水質総量削減の実施方法案を作成するための日中共同研究実施に際して、日本から提供する知見・経験や今後の進め方についての意見交換が行われた。こうして、平成21年度～22年度の2年間にわたる「窒素・りんの水質総量削減に係る日中共同研究」(以下、日中共同研究という。)が開始されることとなった。

### (2)日中共同研究の内容とスケジュール

日中共同研究は2年間の研究として計画された。内容は、第1年目にあたる2010年度に日中双方の水質総量削減制度についての共通理解およびそれを受けた中国における窒素・りんの水質総量削減の導入に向けた検討を行ない、第2年目は中国国内のモデル地域を選

定し、第1年目の検討結果をもとに水質総量削減の試行（以下、F/Sという）を行なうこととした。F/Sにあたっては、期間が1年間であることを考慮して、汚濁負荷量の算出、削減目標の設定、削減対策の検討、総量削減計画の策定を試行の範囲とした。あわせて、F/Sを通じ、問題点や課題を抽出しさらに検討を加えて中国における窒素、りんの水質総量削減実施方法案の策定を行なうこととした。

### (3)実施体制の整備

日中共同研究の実施にあたっては、日中双方で事務局および専門家による検討委員会が設置されることとなった。

日本側の検討委員会は表1の構成である。事務局は、神鋼リサーチ株式会社がつとめることとなり、同社内に事務局を設置した。

表1 日本側検討会委員

氏名	所属及び役職名	備考
小柳 秀明	財団法人 地球環境戦略研究機関 (IGES) 北京事務所長	委員長
川島 博之	東京大学大学院 農学生命科学研究科 准教授	
小林 悦夫	財団法人 ひょうご環境創造協会 顧問	
徐 開欽	独立行政法人 国立環境研究所 バイオエコ技術研究室 室長	
中島 典之	東京大学 環境安全研究センター 准教授	

(敬称略、五十音順)

中国側の検討委員会は表2の構成となった。事務局は、中国環境保護部に属する研究機関で、中国の環境政策の調査研究や立案に携わっている環境保護部環境規画院がつとめることとなった。平成22年度は、中国側検討会委員は人事異動やモデル地域でのF/Sの実行のための地元威海市政府関係者の検討委員への選任等によって一部委員の変更があり、表3のような構成になった。

表 2 中国側検討会委員（平成 21 年度）

氏名	所属・職務	備考
李 雲生	環境保護部 環境規画院 水環境規画部 主任	兼事務局総括
呉 悦穎	環境保護部 環境規画院 水環境規画部 高級工程師	兼事務局
山 丹	環境保護部 環境規画院 水環境規画部 博士	兼事務局
常 杪	清華大学 環境科学与工程系 環境管理与政策研究所 所長	
陳 呂軍	清華大学 環境科学与工程系 教授	
王 聖瑞	中国環境科学研究院 博士	
彭 曉春	環境保護部 華南環境科学研究所 城市環境研究中心 副主任	

表 3 中国側検討会委員（平成 22 年度）

氏名	所属・職務	備考
呉 悦穎	環境保護部 環境規画院 水環境規画部 高級工程師	兼事務局総括
常 杪	清華大学 環境科学与工程系 環境管理与政策研究所 所長	
陳 呂軍	清華大学 環境科学与工程系 教授	
張 文静	環境保護部 環境規画院 水環境部 副研究員	兼事務局
李 繼	威海市 環境保護局 生態保護科 科長	
丛 琳	威海市 環境保護局 生態保護科 工程師	
孫 娟	環境保護部 環境規画院 水環境部 工程師	兼事務局
文 宇立	環境保護部 環境規画院 水環境部 工程師	兼事務局

また、本共同研究は日中局長級対話による合意に基づくものであり、日中双方の事務局はそれぞれ日本環境省および中国環境保護部との密接な連絡や指示の下に業務を進めた。

研究体制の概要図は図 1 の通りである。

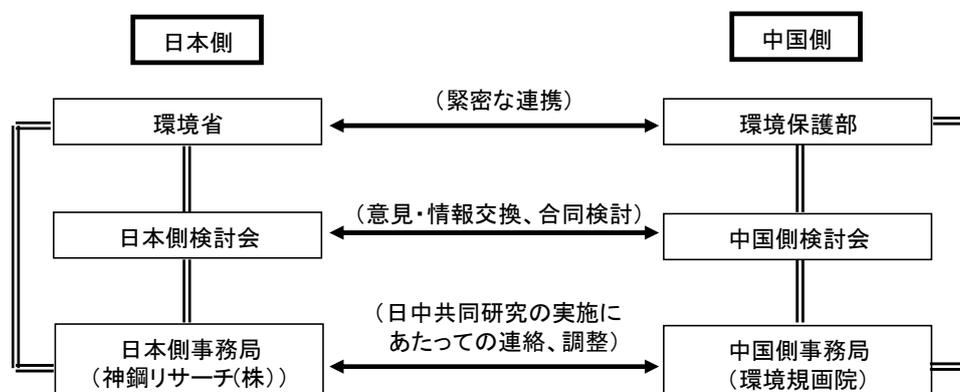


図 1 日中共同研究の推進体制

日中双方でこうした実施体制の整備を行ない、2010年6月29日～30日に日本環境省、中国環境保護部、日中の検討会委員及び事務局の参加により第一回の日中共同研究ワークショップを開催し、共同研究をスタートさせた。

#### (4)共同研究の実施

日中共同研究の実施にあたっては、日本環境省、中国環境保護部、日中の検討会委員、日中の事務局による日中合同検討会（以下、「日中共同研究ワークショップ」という。）を開催し、研究テーマについての報告や情報、意見の交換、合同検討を実施した。また、研究の進め方についても日中共同研究ワークショップで合意形成を行なった。日中共同研究ワークショップは2009年6月に第1回を開催し、次いで9月、3月と平成21年度には3回開催した。平成22年度にも、8月、11月、12月の3回開催した。主な内容については表4の通りである。

表4 日中共同研究ワークショップの開催実績

	日時	場所	内容
第1回	2009年6月29～30日	北京	○日本の水質総量削減制度についての説明と質疑応答 ○共同研究全体の進め方検討
第2回	9月18日	東京	○中国の水質総量削減制度についての説明と質疑応答 ○日中共同研究レポートの目次及び内容の検討
第3回	2010年3月1日	北京	○日中共同研究レポートの内容 ○F/Sの実実施計画の検討
第4回	8月3～4日	威海	○F/S実施モデル地域の水質、汚濁源等の理解 ○F/Sの重点検討課題の確認
第5回	11月9日	北京	○F/Sの実実施状況確認 ○残された課題の整理
第6回	12月17日	北京	○水質総量削減実施方法案の説明と意見交換 ○共同研究全体のまとめ

また、これと合わせて日中それぞれの国内における検討会も行なわれた。日本側検討会は、平成21年度が8月、10月、1月の3回、平成22年度も9月、11月、2月の3回行なわれた。

こうした研究の進行とあわせて、共同研究に参加する中国側の専門家や政府関係者等に対してキャパシティビルディングが行なわれた。第1年目には2回にわたり中国側政府関係者等を日本に招聘し、事例視察や日本側関係者との意見交換を行なった。第2年目には中国側政府関係者等の日本への招聘を1回行なったほか、日本の水質総量削減に長く携わった経験を有する講師による日本における水質総量削減制度の実施プロセスや実施方法についてプレゼンテーションおよび意見交換を中国で1回行なった。

研究の実施概要は図2の通りである。

		平成21年度			平成22年度			
F/Sの実施	中国の国情にあった技術資料案の作成	日中双方の制度、沿革の調査・整理と日中比較		「日中共同研究レポート」の作成				
	F/S計画書の作成			実施場所決定	実施計画案作成			
	現地調査			中国側予備調査	現地入り			
	F/S実施計画案の見直し					実施計画案の見直し		
	実施状況					汚濁負荷量の算定	削減対策の検討	総量削減実施方法案の検討
中国政府関係者等へのキャパシティビルディング		●	●		●	●		
導入指針素案のレビュー及び強化							F/Sによる知見整理と強化	
検討会の設置・運営	日中合同検討会	●	●	●	●	●	●	
	日本側検討会		●	●	●	●	●	
		6月	9月	3月	8月	11月	12月	
			8月	10月	1月	9月	11月	2月

図2 日中共同研究の実施概要

※日中共同研究レポートは「窒素・りんの水質総量削減に係る日中共同研究レポート」を指す。

### (5) 日中共同研究レポートの位置付け

こうした日中共同研究の成果については、日中双方で資料や原稿の作成を行ない、「窒素・りんの水質総量削減に係る日中共同研究レポート」（以下、「日中共同研究レポート」という。）として日本語および中国語でまとめられた。レポートは第1年目、第2年目それぞれでまとめられており、第1年目に主にまとめたものを「前編」、第2年目に主にまとめたものを「後編」としている。

共同研究レポートの位置付けおよび内容は以下の通りである。

「前編」（別冊1に収録）では、日中双方の水質総量削減制度の共通理解を図るために、日中それぞれの制度の概要をまとめ、さらに、こうした理解の上で第2年目に実施するフィージビリティスタディの実施内容や手順等の実施計画を内容に盛り込んだ。

第1編は「基礎編」と題し、日中双方の水質総量削減制度を紹介した。中国側の要望によって現在の日本の水質総量削減制度だけでなく、水質総量削減制度の導入から現在までの制度の変遷や、その背景となる社会状況や経済発展、人口増加等の状況、関連する制度、先進的な窒素・りん削減技術等の幅広い周辺情報も含めて盛り込むこととした。中国側でも、中国の水質総量削減の法的な根拠や実施の仕組み、歴史的な沿革、関連する制度等について同様にレポートがまとめられた。また、以上の成果をふまえて日中の水質総量削減の比較も行われた。

第2編は「事例編」と題し、日中の代表的な水域の事例についての事例研究を報告して

いる。日本からは瀬戸内海と琵琶湖、中国からは珠江口と洱海を取り上げて、水質汚濁の状況や問題点、水質保全に向けた施策の展開等をまとめている。

このような両国の制度の背景にまで踏み込んだ立体的な理解を進めたことで、日本の水質総量削減制度の優れている点や日本の制度や経験のどのような点が中国にとって参考になるか等を検討する上で、重要な参考資料を提供することになった。その結果、F/Sにあたっては、中国側では日本の水質総量削減が精緻でシステマティックに行なわれているとの認識がなされ、日本の水質総量削減の実手順や方法を中国のモデル地域で可能な範囲で試行することを基本に計画を考えることとなった。

第3編は「実施編」と題し、F/Sでの活用を想定して作成された水質総量削減実施方法である。日本における水質総量削減の手法をもとに汚濁負荷量の算出手順、水域内での汚濁負荷の流動や変化の解析のための流達率の算出方法、削減目標の設定、発生源別の削減対策の検討項目について作成しており、その内容を収録した。実際のF/Sの実施にあたっては、中国側の国情やニーズ、利用可能なデータなどの事情に応じて、その都度日中双方で検討し細部を調整していくこととしたが、第3編に収録した内容は、その検討にあたっての基盤となったものである。

「後編」（別冊2に収録）は、F/Sで作成されたモデル地域における水質総量削減実施方法案が主な内容である。また、中国における窒素・りんの水質総量削減の発展に役立てるために、この共同研究を通じて明らかになった日本の水質総量削減の仕組みや総量削減計画の策定手順等で中国に参考になる事項や、現在、中国で対応が重要と考えられている分野における日本の経験や技術についても内容に盛り込み、中国における水質総量削減がより効果的に行なわれるための参考資料としても活用できる内容とすることとなった。そのため、中国側からの要望に基づいて日本側から資料や原稿の提供を行ない、水質総量削減実施方法案と合せて中国側で編集を行なった。

第1編は「総合編」と題し、共同研究の概要、中国における水質総量削減の現状と課題の分析、および日本の窒素・りんの水質総量削減の経験についてまとめている。1.1～1.2節が中国側によりまとめられた共同研究の趣旨、および中国の水質総量削減の分析である。1.3節は、日本の水質総量削減の概要や経験、関連する取り組み、技術等を、主に日本側から提供した資料からまとめている。「農村地域等における分散型の生活排水集中処理」「畜舎の家畜糞尿対策」「下水処理場の汚泥処理」「窒素・りんの削減技術」等をテーマとしているが、いずれも中国側から問題意識の強い分野として資料提供や経験交流を行った分野である。

第2編は「ケーススタディ編」と題し、モデル地域におけるF/Sについての報告である。モデル地域の現状の水質汚濁状態、周辺の汚濁発生源の状況、自然地理、社会経済的状況等が報告され、汚濁負荷量の算定結果および削減目標と目標達成のための削減対策がまとめられた。F/Sでは汚濁負荷量の算定について日中それぞれの方法で行なってそれを比較検討したほか、削減対策の検討にあたっては日本側からも削減対策リストの提示も行なっており、日中共同で検討作業が進められた。こうした研究の過程で、両国にとり有用なさま

ざまな情報や経験の交流がなされており、こうした内容も一部含まれている。

第3編は「成果編」と題し、F/Sの成果ならびにその実施過程における日中の水質総量削減に係る制度や手法の交流をふまえて、中国における水質総量削減の実施にあたっての参考資料として、中国側によって作成された。

以上の内容については、2010年12月17日に北京で開催された平成22年度第3回日中共同研究ワークショップで報告され、日中双方の検討会委員により意見交換や提言が行なわれ、取りまとめられた。また、中国側ではその後も、中国での実用性を向上させ普及を図っていくために、さらに内容の追加や修正等の編集作業を行なっている。本書は、平成22年度第3回日中共同研究ワークショップで報告されたものを収録している。

## 窒素・りんの水質総量削減に係る日中共同研究レポート 後編

### 第1編 総合編

#### 1.1 プロジェクト紹介

##### 1.1.1 プロジェクト背景

中国政府は汚濁物の排出削減活動を非常に重視している。例えば国務院では、省エネ排出削減活動リーダーグループを設立しており、温家宝首相が自ら組長を担当し、全国省エネ排出削減テレビ会議を開催し、全面的に省エネ排出削減活動を指示している。また、排出削減活動を促進するため、国務院は「国務院の省エネ排出削減全体案と実施方法」を公布、「省エネ排出削減の統計及び審査実施案と方法」を承認、更に一連の排出削減に関する経済財政政策を発表している。

1996年から、中国は排出濃度規制を総量規制と関連づけ、環境保全審査内容として汚濁物排出総量規制政策を発動した。中国環境保護部は中華人民共和国国民経済と社会発展第12次5ヵ年計画（以下「十二五」という。また、中華人民共和国国民経済と社会発展第11次5ヵ年計画等を「十一五」という。）期間中の総量削減の実施と規制目標に関する前期的な研究を行っている。その目的は、水質環境整備効果の拡大、水質環境の更なる改善を図ることである。

国際的、科学的あるいは実質的意義においてプロジェクトの充実させたものとするには、国際間の協力が不可欠である。世界的にも、窒素・りんの栄養塩については長年に渡る研究によって一定の成果があがっている。その経験や教訓には、我々（注：中国）の学ぶに値すべきものもある。特に日本は経験が豊富でモデルや技術を持ち、基礎を築いている。もし中日間で排出削減に関する協力を強化すれば、中国の水質汚濁物総量削減制度の基礎や方法に対し、大きな意義を持つと考えられる。2009年、環境保護部汚濁物総量控制司は日本環境省水・大気環境局と共同で「窒素・りん水質汚濁物排出総量削減中日協力プロジェクト（窒素・りんの水質総量削減に係る日中共同研究）」を開始し、中日双方の水質総量削減の展開と実施について研究を行い、日本の水質総量削減の技術と経験を参考に、中国の水質汚濁物総量削減活動の展開に役立つ経験を提供することになった。しかし、我が国（注：中国）は地域が広く、経済発展、都市化進行、人口集中、水質汚染状況などの様々な異なった要因があるが、窒素・りんの総量の実施過程において、対象水域を選定し、モデルプロジェクトを決め、総量削減活動を急速に効果的に推進することとなった。そのため、2010年に中国環境保護部汚濁物総量控制司は日本環境省水・大気環境局と協議を行い、「中日窒素・りん水質汚濁物総量排出削減モデルプロジェクト(モデル地域におけるF/S)」を開始、山東省米山ダム貯水池（以下、米山水庫という）をモデル地域として選定し、共同研究を展開した。

##### 1.1.2 目的と意義

現在、中国の水質汚濁物の削減をめぐる状況は依然として厳しい。水質環境状況はさまざまな汚濁が複合した富栄養化に転換しつつあり、窒素・りんなどの汚濁物の水域に与え

る影響は日増しに深刻化している。2008年の国家管理範囲内の全国地表水、河川の断面の全窒素（以下、T-Nという）の平均濃度は3.44 mg/l、湖沼ダムV類基準を超えた断面数は55.2%を占めている。全りん（以下、T-Pという）平均濃度は0.19mg/l、河川Ⅲ類水質基準に達しているが、湖沼ダム基準から言うとV類に相当する。しかも湖沼ダムV類基準より劣る断面は29%で、太湖、巢湖、滇池などの対象湖沼の調査によると、ここ数年来CODは抑えられているが、湖沼に影響を与える富栄養化原因物質である窒素・りんの含有量が依然として高く留まっていることが分かった。

上記の状況を踏まえて、中国環境保護部は湖沼の富栄養化問題の解決し、水質環境の更なる改善を図るため、窒素・りんなどの汚濁物の総量規制について研究を行った。日中共同研究は、中日重要協力プロジェクトとして位置づけられ、水質総量削減に関する管理の経験を交流した。例えば、研究の前半期には中日双方が両国の水質総量削減制度について政策、法律、投資、技術などの面から比較、相違点を分析した。それを基に、日本の窒素・りんの水質総量削減の経験と教訓を取り入れ、窒素・りんの水質汚濁物総量削減モデル地域を選定し、中国の水質汚濁物総量削減活動の更なる展開に基礎を築いた。それは、中国の水質汚濁物総量削減管理に深い意味を持つものであると考えている。

### 1.1.3 研究内容

研究の前半期の研究成果から、研究内容は以下の通りとし、そのため、1.1.4で述べるような米山水庫におけるフィージビリティスタディを行う。

#### ①削減対象地の調査方法についての研究

米山水庫合流地を削減対象地域として、窒素・りんなどの水質汚濁物の負荷量計算のための現地調査方法を研究した。例えば、削減対象地域の基本情報の調査、削減対象地域内の発生源の区分及び各種汚濁物の調査、削減対象地域内の水体情報の調査、削減対象地域の整備対策推進状況の調査などを行った。

#### ②窒素・りんなどの水質汚濁物の負荷量の算出方法についての研究

削減対象地域の調査結果に基づいて中国の実情と結び付け、産業系、生活系、農業系などの発生源負荷量の算出方法を制定した。例えば、モニタリングデータによる算出方法、排出原単位による算出方法などがある。

#### ③窒素・りんなどの水質汚濁物削減対策についての研究

中国の実情を踏まえて、十分に実施可能性を考え、技術や政策の面から中国の窒素・りんの水質汚濁物削減対策を提出した。例えば、技術面からは管理効果や条件、投資費用など、政策面からは実施方法、社会的効果と環境効果を明確にした。

#### ④窒素・りんの水質汚濁物総量削減に関する地域計画作成指針の制定

上記研究に基づいて、窒素・りん水質汚濁物総量削減地域計画作成指針を制定した。その内容は、地域調査方法、負荷量算出、削減対象地の水質汚濁物総量削減対策選定方法な

どである。本指針を用いて、地域の窒素・りんの水質汚濁物総量削減計画の制定を指導し、中国の窒素・りん水質汚濁物総量削減活動を推進する。

#### 1.1.4 技術路線と研究方法

##### ①米山水庫の関連データの収集

米山水庫の汚濁負荷の発生源を調査し、関連データを収集する。発生源を、産業系、サービス業系、生活系、農業系、畜産業系とその他に分類し、それぞれ発生源の汚濁物排出データを収集し、米山水庫発生源のデータベースを作成した。窒素・りん水質汚濁物総量削減中日協力プロジェクト（日中共同研究）に基づいて、歴年水質状況、基礎情報、流入情報、関連環境基準、水質監視情報、ダム自然環境、ダム周囲の社会経済条件、関連水質保全計画など、米山水庫の関連資料を整理した。それら資料によって、米山水庫の社会経済状況、環境品質と発展傾向を分析した。

##### ②水質汚濁物負荷算出方法の策定

発生源調査データによって、中日双方が米山水庫における COD、アンモニア性窒素と、T-N、T-P 排出量を計算し、その比較によって計算結果の相違点を分析し、生活系、農業系、畜産業系の COD、アンモニア性窒素、全りんの排出量算出に影響を与える様々な要素を深く検討し、算出方法を研究、算出結果をより米山水庫の実況に近いものとし、中国実情に適する汚濁物負荷算出方法をまとめた。また、算出したアンモニア性窒素の負荷量から全窒素（以下、T-N という）の負荷量を推定した。

##### ③水質汚濁物の削減対策の分析

日本の経験と教訓を十分に参考にし、中国の現状、技術、経済などの要素を考慮し、中国に適する削減対策を選定した。

##### ④水質汚濁物総量削減計画の制定

水質汚濁物負荷算出方法、水質汚濁物の削減対策をまとめ、日本の総量削減計画の作成プログラムを参考にし、米山水庫の総量削減実施方法案を制定し、中国総量規制の技術指針の作成のために不可欠な情報を整理した。

## 1.2 中国の窒素・りんの水質汚濁物総量削減制度の現状と需要

### 1.2.1 窒素・りんの削減対策の実施の現状

90年代初期、中国は富栄養化防止に着手した。例えば、太湖、巢湖、滇池の三大淡水湖に対して中国政府が上記三大湖の整備を「八五」国家水質汚染処理重点プロジェクトとして、毎年大量の人力と物資を投入し、一連の整備工事を着手させるとともに、管理の健全化を図り、富栄養化、特に各発生源の窒素・りんの排出を規制した。発生源を産業系、生活系、農業系に大きく分類し、更に6大類に区分して規制策を講じる。6大類とは、産業汚染対策整備、生活系汚濁物除去と都市下水処理場の建設、有りん洗剤の使用・販売の制限、農地栄養分流失の制限、畜産業の汚濁物規制、水産養殖の汚濁物規制である。

#### ①産業系発生源の整備

中国は産業系窒素・りん発生源の管理に様々な処置を講じるとともに、排出基準（GB8976-1996「污水総合排出基準」）を引き上げ、強制的に事業場排水のアンモニア性窒素を排水基準に適合させた。例えば「十五」期間中には、閉鎖・廃業・合併・生産転換によって汚染が深刻な中小企業を閉鎖した。また、「零時行動」によって不法排出を取り締まり、生産技術（アンモニア水の代わりに水酸化ナトリウムを利用することによってpH値を調整する等）、リサイクル強化（化学肥料製造廃水の窒素・りん回収再利用等）などを実施した。

#### ②生活系汚濁物除去と都市下水処理場の建設

都市化建設に伴い、中国は先進国の都市部污水集中処理方式を導入し、積極的に下水道ネットワークを整備、都市下水処理場を建設した。特に「十一五」期間中は、汚染対策整備を強化し、削減プロジェクトの建設を加速した。これらにより污水处理能力が向上し、CODの削減は著しく進んだ。しかし、現在依然として解決しなければならない問題が山積している。例えば、污水处理レベルには地域によってかなりの相違があり、都市と農村にもその相違が明らかに存在している。特に古い下水処理場は改造が困難で、連結する下水管の設置と汚泥処理施設の整備が遅れている。また、運営経費が不足しており、それら施設の正常運行に影響を与えている。

「都市部下水処理場の汚濁物排出基準」（GB 18918-2002）の公布によって、都市部下水処理場の窒素・りんの基準はより厳格化され、特に太湖など流域内の既存下水処理場に対し、窒素・りん除去技術の更新を促進した。しかし、経費の不足や技術の不安定により、除去技術を普及させ排出濃度の基準を達成させるまでには、大量の投入と相当長い時間が必要である。

#### ③有りん洗剤の使用・販売制限

太湖流域、滇池流域、また杭州、深圳、大連、上海などの都会が90年代後半からそれぞれ

れりん系家庭用粉せっけんの生産と消費の禁止や制限に関する条令を公布した。例えば、江蘇省人民政府は1996年10月に「江蘇省太湖水質汚染防止条例」を公布したが、それは中国初のりん制限についての地方法規条例として1999年1月1日から発効し、太湖流域の1、2級水源保護区内で有りりん洗剤の販売と使用を禁止し、3級保護区内では販売と使用を制限するものであった。1998年5月に中国最初の有りりん洗剤全面禁止地域として昆明市政府は「滇池流域内りん系洗剤の販売使用を禁じる通知」を公布、同年10月1日から滇池全流域でのりん系洗剤の使用を禁じた。

こうした状況を見れば、りんの削減は順調に実施されていると言えるが、多くの学者はそれらの対策が生活系排水のりん負荷の制限のみで、中国で60%以上を占める全りんが農業系発生源から生じるため、有りりん洗剤禁止は水質環境改善に与える効果が極めて小さいと考えている。例えば、太湖流域内の有りりん洗剤の使用禁止は、住民の生活排水のりん含有濃度降下の役割を果たすが、河川や湖のりん濃度降下と水中富栄養化の抑制につながっているかについては、あまり明確になっていない。

#### ④農地（栽培業）栄養分流失の抑制

中国の栽培業は、りん酸肥料の使用量が高く、生産効率が低く、栄養分流失が大きく、一部分の地域では産業構造が不合理的である、といった特徴がある。先進国の農業管理の経験によると、農業生産効率を向上するためには、農業環境を総合的に管理しなければならない。しかし、中国の農業発展政策の重点は依然として生産量の向上、農民収入の保証にあり、環境保全に深く結び付いていない。

従って、現在中国は農地（栽培業）栄養分流失を抑えるため、次のような対策を講じている。それは、エコ農業を推進、有機肥料の使用（メタンガスの利用と結び付ける）の普及、栽培業の構造調整（2期作のイネを一毛作にする、高効率作物の発展に力を入れ“高収穫、良質、高効率”の農業を促進する等）、排水灌漑施設の改造などである。

しかし、各地で積極的にエコ農業の活性化が図られているにも係らず、現行の土地管理制度、農業資金の投入、農業環境の管理体制、関連部門能力の建設などの様々な原因で、中央も地方も有力な農業環境管理システムを構築していない。更に奨励策と強制手段を欠いているため、農家の自発的な生産方式と生活方式の改善を援助することができない。このため、デモンストレーション期間の終了後にもエコ農業活動が継続し得るのかは、定かではない。

メタンガスは、ここ数年来の補助金政策の刺激効果によって発展している。ただし、全面的に普及されるには更なる努力が必要である。

#### ⑤畜産業汚濁物の規制

中国の畜産業は、農家で伝統的に実施されてきた野外放し飼いから、専門化、規模化、商品化の生産方式に転換し、農村経済の重要な一部分となっている。農家の放し飼いと比較すると、集約化の畜産場経営方式は、大量のし尿と汚水が集中的に発生するため、一部の地域では農地への還元が難しくなっている。

2001年に国家環境保護総局（当時）は、「家畜養殖汚染防止管理方法」（第9号令）、「家畜養殖汚染防止技術規範」（HJ/T81-2001）、「家畜養殖汚染物排出基準」（GB18596-2001）を公布し、初めて国家の畜産業環境管理政策体系を明確化した。しかし、先進国で実施されている立体的管理制度と比較してみると、中国の管理体制は畜産場の規模管理範囲や実施方法などのあらゆる面で改善が必要である。先進国の管理制度は立法、財政、税収、行政などあらゆる面から強制手段と奨励政策が結びつき立体的な構造になっている。しかし、中国の管理制度は、特に適用範囲が狭い。例えば、中国の管理制度には飼育規模や畜舎容量についての明確な規定がないため、規模の小さく汚染がひどい分散型畜舎の多い地区に対しては、適用性が低い。また、家畜し尿の農地還元についても強制的規定がなく、ただ汚染防止策の重点を畜舎し尿の末端処理におき、特に畜産業の構造調整や地域連携による家畜し尿の再利用については依然として空白で、関連管理体制の強化が非常に必要となっている。

#### ⑥水産養殖汚濁物の規制

栽培業、畜産業と比較すると、水産養殖業の全窒素全りん排出量は小さいが、直接水中へ流入するため、一部流域の水産養殖汚染が深刻で、現地政府がその問題を重視している。例えば、太湖地区が「九五」期間からゲージ養殖を禁じ、太湖への餌投入汚染を防止、網囲い養殖面積を縮小し（一部、網囲い養殖場を撤去）、五湖、梅梁湖では機械吸引によるマキガイ取りや袋網引きなどの水上作業を禁じている。

#### 1.2.2 中国における窒素・りん総量削減の必要性

中国は水質汚濁物防止策を実施して以来およそ30年経ったが、水質汚濁の改善が見えず依然として深刻な状態が続いている。また、水質汚染は複合化し、富栄養化に転換、特に窒素・りんなどの汚濁物の水中への影響は日増しに顕在化している。「2009年中国環境質公報」、「2009年重点流域水環境質状況」と「2010年上半期重点流域水環境質状況」などの資料によると、2005年以来、中国湖沼ダムの水質と富栄養化状況は悪化が続き、改善兆しは全く見られない。さらに、一部の地域では悪化が深刻化している（図1.1～1.3参照）。

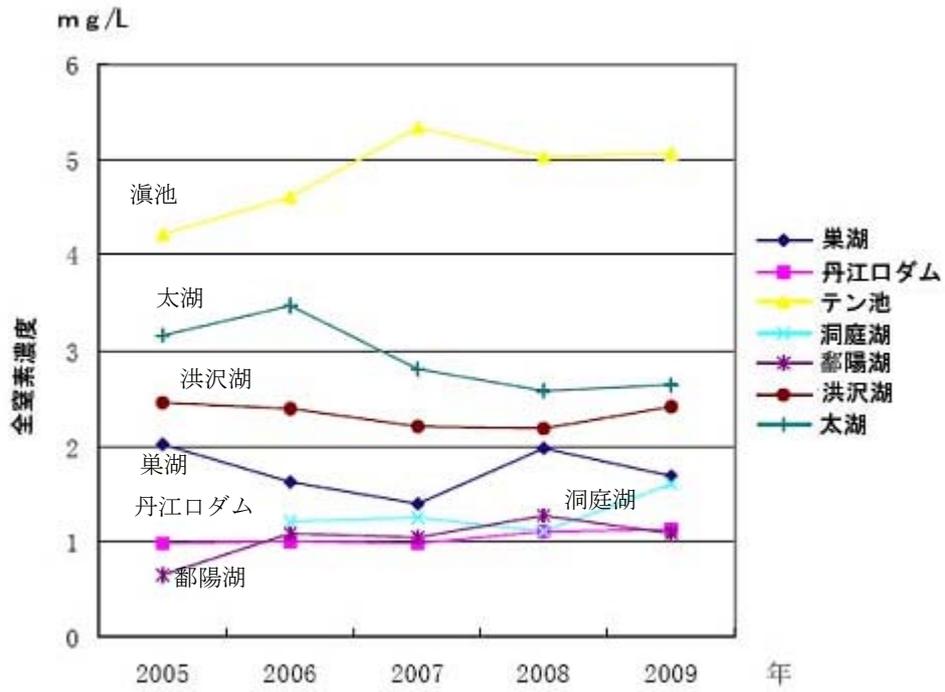


図 1.1 対象湖沼ダム水中全窒素濃度変化推移図

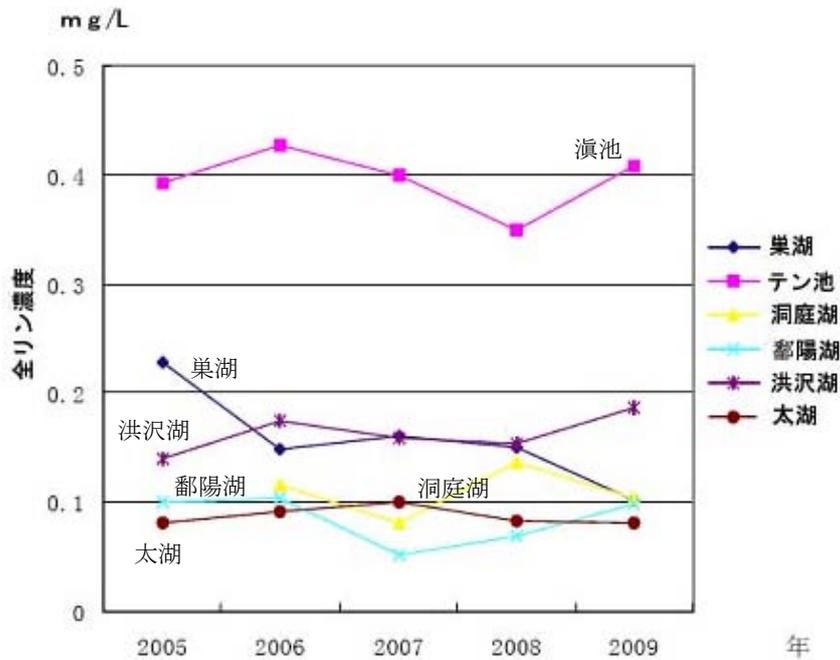


図 1.2 対象湖沼ダム水中全りん濃度変化推移図

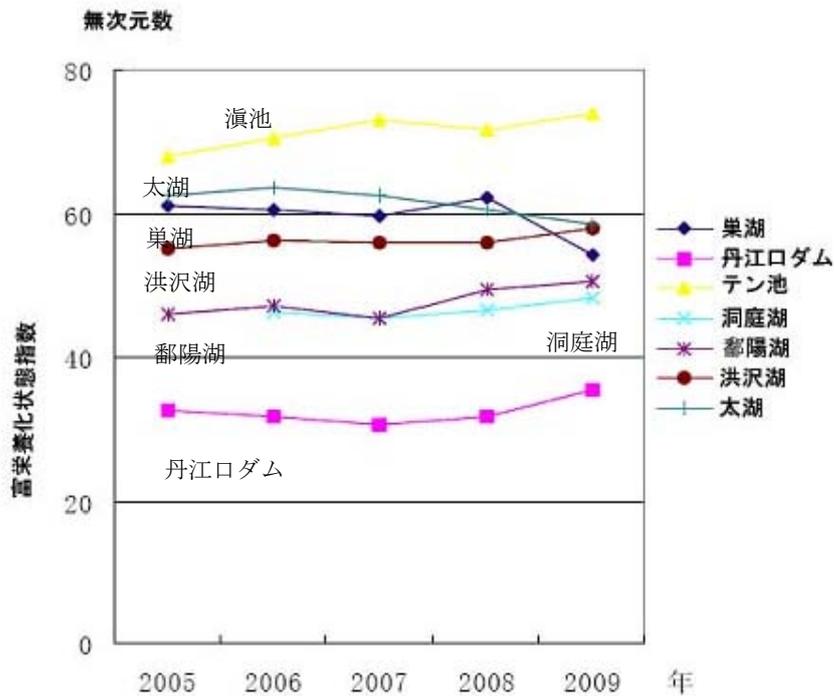


図 1.3 湖沼ダム水中富栄養化指数変化推移図

2008年の国家管理範囲内の全国地表水、河川の断面 T-N の平均濃度は 3.44 mg/l と湖沼ダム V 類基準の 0.72 倍以上で、湖沼ダム V 類基準を超えた断面数は 55.2% を占めている。T-P 平均濃度は 0.19mg/l で、河川 III 種水質基準に達しているが、湖沼ダム基準では V 類に相当する。しかも、湖沼ダムで水質が V 類基準より劣る断面は 29% である。

2009年の国家管理範囲内の 26 箇所対象湖沼（ダム）のうち、IV 類水質が 6 箇所 23.1%、V 類が 5 箇所 19.2%、V 類より劣るのは 9 箇所 34.6% であった。重度富栄養化は 1 箇所 3.8%、中度富栄養化は 2 箇所 7.7%、軽度富栄養化は 8 箇所 30.8% であった。そのうち、「三湖（太湖、滇池、巢湖）」は、V 類或いは V 類より劣る状況である。滇池と巢湖の周囲河川は、重度汚染になっているため、漁業養殖水域は全りん、非イオン化アンモニア、過マンガン酸塩指数および銅、カドミウムによる汚染を受けている。2008年より全りん基準超過範囲は拡大し、湖沼（ダム）の漁業養殖水域は主に全窒素・全りんと過マンガン酸塩指数の汚染を受け、特に全窒素・全りんの汚染は深刻化している。上記の例を見ると、現在の中国で総量規制システムにまだ組み込まれていない全窒素・全りんは主な汚濁物として中国の湖沼やダムなどの閉鎖性水域の水質、特に漁業養殖水域に影響を与えていることが分かる。

また、「十一五」総量削減の変更不可指標に制約され、国家管理範囲内の地表水断面の COD（過マンガン酸塩指数）は平均濃度が下がる傾向が現れ、2009年から III 類水質基準を達成した。太湖、巢湖、滇池など対象湖沼調査によると、ここ数年来、水中の化学的酸素要求量は管理可能な範囲に抑えられているが、湖沼の富栄養化に関する窒素・りんの含有量は依然として高い。中国の地表水（特に湖沼やダム）の全窒素・全りんを有効的に規制するためには、全窒素・全りんを総量規制対象に組み込まなければならない。中国の太

湖、瀕池、巢湖の全窒素・全りん濃度と日本の湖沼や閉鎖性海域（琵琶湖、東京湾、伊勢湾、瀬戸内海など）の平均値を比較すると、中国の「三湖」の全窒素濃度は日本の5～10倍、全りん濃度は日本の5～20倍も高い。上記の日本水域の1993年窒素・りん濃度削減実施当初と2001年窒素・りん総量削減実施当初の水質と比較すると、中国「三湖」の水質が数倍悪く、全窒素・全りんの規制を急速に導入しなければならない。中国の総量規制の必要性は、日本で総量削減が実施された当初より遥かに大きい。

### 1.3 日本の窒素・りんの水質総量削減の経験と実施方法<sup>1</sup>

#### 1.3.1 日本の水質総量削減の管理と実施方法

##### (1) 日本の水質総量削減制度の発展

日本では1950年代から高度経済成長による産業の発展と人口の都市集中、生活水準の向上などが進み、それに伴って水質環境も含む広範な環境破壊や公害問題が発生した。1960年代に入って経済成長が進むと、水質汚濁はますます激化し、水道水の異臭などの利水障害が発生し、公害対策を求める市民運動が拡大するなど世論も盛り上がった。こうした状況から、1960年代後半から水質環境保全に関する法制度整備が進められ、その経過の中で、水質総量削減制度の導入が図られた。まとめると、以下の通りである。

- ①1967年：「公害対策基本法」が制定され、日本全国の水域に対し、水質環境基準の設定が行われた。
- ②1970年：「水質汚濁防止法」が制定され、全国を対象に排水規制が導入された。国が全国一律に適用する排水基準を定める。汚染が著しく国の一律排水基準では水質環境保全が不十分である水域に対しては、都道府県が条例により国の一律排水基準より厳しい上乘せ基準を定めることができる。
- ③1973年：赤潮による深刻な漁業被害の発生など、水質汚濁の影響が深刻であった瀬戸内海を対象に、時限立法である「瀬戸内海環境保全臨時措置法」が制定された。当面の措置として、産業系COD排出量の50%総量削減が実施され、1978年までに達成された。その結果、赤潮発生件数が大幅に減少するなど、瀬戸内海の水質環境の悪化には歯止めがかかり、改善に向かうこととなった。
- ④1978年：「水質汚濁防止法」と「瀬戸内海環境保全臨時措置法」が改正され、水質総量削減制度が導入された。水質総量削減の対象項目は、当初はCODのみであったが、2001年から全窒素と全りんが対象項目に加えられた。「瀬戸内海環境保全臨時措置法」は時限立法から恒久法になり、「瀬戸内海環境保全特別措置法」と改称された。
- ⑤1984年：湖沼の水質保全のために、「湖沼水質保全特別措置法」が制定された。これにより、汚濁の著しい湖沼を指定湖沼に指定して、総合的な汚濁負荷削減対策や水質環境保全対策を実施することとなった。現在、11湖沼が指定湖沼になっている。

---

<sup>1</sup> 1.3 は日本側で提供した資料をもとに中国側で編集した。

## (2) 日本の水質総量削減制度の枠組み

### ①水質総量削減の対象となる水域の指定

水質総量削減制度では、環境大臣が、「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（閉鎖性海域）で、排水基準のみによっては環境基本法に基づく水質環境基準の確保が困難であると認められる水域」を指定するとされており、水質汚濁が問題となっていた東京湾、伊勢湾、瀬戸内海の 3 海域が指定された。

日本では、全国一律の排水規制が実施され、さらに全国一律の排水規制だけでは水質汚濁防止が不十分な汚濁が著しい水域には、都道府県によって、より厳しい濃度規制（上乘せ排水規制）が実施されている。この排水規制によっても水質汚濁防止が不十分な広域の閉鎖性海域（指定水域）について汚濁負荷量の水質総量削減が行われるという構成になっている。中国では全国規模で水質総量削減が実施されているが、日本では水域ごとに汚濁状況に対応した施策を取ることとなっている。湖沼についても同様で、全国一律の排水規制や、それで不十分な場合の上乗せ排水規制が実施されているが、当該湖沼の水の利用状況や水質汚濁の推移等からみて特に水質の保全に関する施策を総合的に講ずる必要があると認められる場合は指定湖沼に指定し、総合的な対策の実施が行われるという制度の構成になっている。

ある海域を水質総量削減の対象とする場合や、ある湖沼を指定湖沼に指定しようとする場合には、水域の状態、社会環境、海域や水域の汚濁が進んでいるかどうか、工業用水や水道用水などの利水障害の発生状況、水産被害の有無等を調査し、海域や水域の汚濁状態の推移及び現状を調べる。あわせて、その海域や水域で行われている排水規制（濃度規制）の効果の有無についても検証する。こうした事前調査をもとに、「排水規制だけでは水質環境の保全が困難な閉鎖性海域」であるかどうか、「水質の保全に関する施策を総合的に講ずる必要があると認められる湖沼」であるかどうかの判断が行われる。

日本では、閉鎖性海域には「水質汚濁防止法」と「瀬戸内海環境保全特別措置法」（瀬戸内海だけに適用）が適用され、湖沼には「水質汚濁防止法」と「湖沼水質保全特別措置法」が適用されるなど、適用される法律の違いから、それぞれに対する制度の内容に多少の違いはある。しかし、閉鎖性海域や湖沼において実際に実施されている対策は似かよっている。

### ②総量削減計画の制定

水質総量削減実施の決定後、環境大臣が「総量削減基本方針」を作成し、目標年度における削減目標量と削減方途を定める。各都道府県知事は「総量削減基本方針」を基に、「総量削減計画」を作成する。

環境大臣が「総量削減基本方針」を策定する際には関係都道府県知事の意見を聴取することとされており、また、都道府県知事が「総量削減計画」を策定する際には、都道府県内の関係市町村の意見を聴くとともに、環境大臣に協議し同意を得ることが必要である。

「総量削減計画」には、以下の内容を定めることとなっている。

- (1) 発生源（産業排水、生活排水、その他）別の汚濁負荷量の削減目標量

(2) 削減目標量の達成の方途

(3) その他汚濁負荷量の総量の削減に関し必要な事項

削減目標量とは、現在の汚濁負荷量の現状から目標年度までに削減する量を指す。日本では、発生源を「産業系」、「生活系」、「その他系」（「その他系」には、農業用地や畜産、山林、市街地等の面源負荷が含まれる）に分類している。削減目標量は、各発生源に対しそれぞれ設定する。

削減目標を達成するために、以下の3つの施策を着手する。

- ① 工場・事業場に対する規制の実施
- ② 下水道等の公共施設の整備
- ③ 小規模事業場、農家、小規模畜産場、一般家庭に対する削減指導の実施

その他、水辺の植生環境の整備、干潟・藻場の保全・再生、底泥の浚渫や覆砂等の対策、及び水路や河川の浄化、モニタリング体制の整備等の関連項目が含まれる。

③実施状況の確認と次期計画に向けた見直し

総量削減計画の目標年度において、汚濁負荷量削減の状況や水質環境の状況が確認される。その確認の結果、水質総量削減の取り組み継続の必要性の有無や内容の見直しが行われる。

水質総量削減の目標年度は5年ごとに定められている。1979年から今日まで6次にわたって「総量削減基本方針」および「総量削減計画」が策定されている。2009年を目標生活排水処理、年度とする第6次水質総量削減の成果の確認と見直しの検討作業が現在進められており、2014年を目標年度とする第7次水質総量削減が開始される運びとなっている。

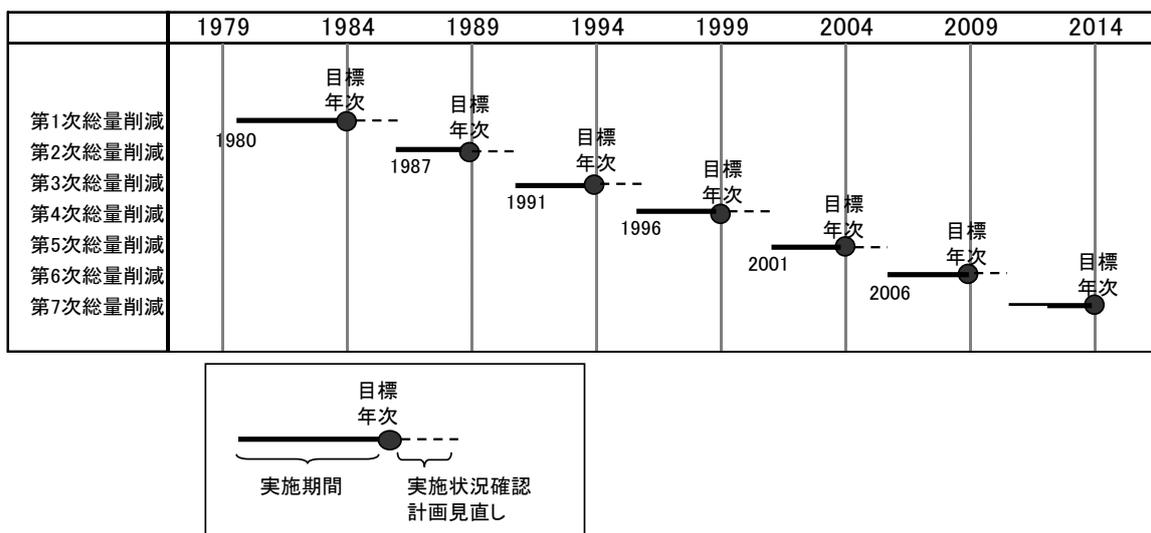


図 1.4 日本における水質総量削減の実施状況

(3) 水質総量削減実施のための関連施策

水質総量削減実施のためには、しっかりとした総量削減計画の策定と着実な実行が重要であるが、それに関連した罰則の設定や補助金等の制度が設けられており、水質総量削減

のより円滑な実施を支援している。こうした制度について概要を述べる。

### ①工場・事業場への監督管理と違反行為に対する罰則

日本では当初、産業排水の汚濁負荷の比率が大きく、水質総量削減の実施にあたっては、産業系汚濁源への対策が重要であった。工場・事業場に対する規制を実施するためには、排水基準の設定とあわせて、工場・事業場に対する適切な監督管理を行っていくことが重要である。具体的には、設備の新增設に関する届出や、事業者による排出水の汚染状態の測定と記録の保存、行政による事業場への立ち入り検査や報告の徴収等が行われる。行政当局としても、こうした管理監督のために十分な能力を持った人員を配置し、組織整備を行っている。

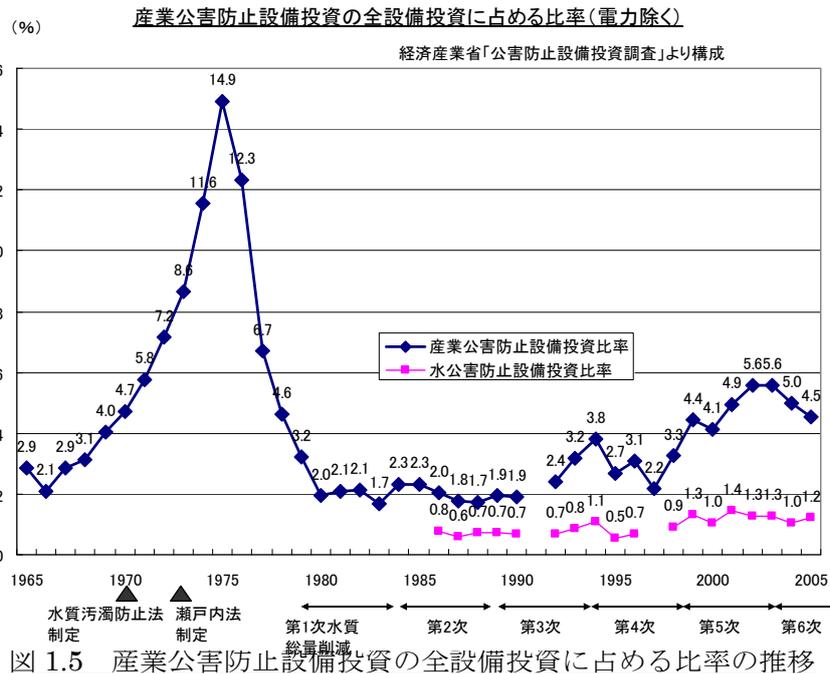
また、工場・事業場が排水基準や総量規制基準に違反した場合はもとより、工場・事業場に課せられている排水量や汚濁状態等の測定・記録義務の未履行や虚偽記載等の違反行為に対しても罰則が定められ、水質総量削減の円滑な実行を担保している。日本では、事業者がこうした法令違反を行った場合、企業の社会的信用が失われ、地域住民や取引先、金融機関等との関係が悪化し、企業の事業遂行に大きな悪影響が出る。日本では一般に企業の遵法意識は高く、こうした強い社会的な圧力がその主な要因の一つになっている。

「水質汚濁防止法」で定められている工場・事業場に対する監督管理項目とそれに違反した場合の罰則については、添付資料 2 に整理した。

### ②補助金制度

産業排水の対策実施のためには、実際に工場・事業場が排水処理設備を設置し、対策を実施することが重要である。そのため、事業者が実施する排水処理設備の設置に対し、補助金や税制優遇等の施策を採ることによって、その促進を図ることが行われている。

日本では 1970 年前後に「公害対策基本法」、「水質汚濁防止法」、「瀬戸内海環境保全臨時措置法」等の環境法規が整備されたが、一方ではこの時期に大きな公害対策投資が行われ、その後の公害克服の基盤となった。当時、公害対策に集中的に資金を供給するために、政府系金融機関を中心に公害防止投資に対する低利融資等の政策融資が大規模に行われた。また、1967 年には、公害防止用設備の購入に対する税制優遇制度も創設されている。なお、こうした工場・事業場に対する公害防止促進制度はその後、次第に縮小しており、税制優遇制度は現在、廃止されている。



### ③生活排水処理

日本では、1963年から下水道整備5カ年計画が順次策定され、整備が進められてきた。1970年以降は、GDP比0.5%~0.7%に相当する資金が継続的に投入され、普及が強力に進められた。下水道には、市町村が管理する公共下水道と、効率的に汚水を収集して汚水処理を行うために都道府県が事業主体となって管理する流域下水道の2種類がある。公共下水道は流域下水道に連結しており、汚水を収集し、処理を行う。こうした下水道の整備費用については、終末処理場や主要な管渠の建設については国から50%の補助が行われている。また、農村集落等では小規模分散型の集中汚水処理施設（農村集落排水事業）の整備も進められている。

また、下水道の整備計画のない地域では、一世帯または数世帯ごとに浄化槽の整備が必要とされる。通常は個人が整備しなければならないが、その場合、国と地方自治体によって設置費用に対し合計40%の補助制度がある。また、市町村が主体となって面的な浄化槽の整備を行う制度も設けられている。

### ④農業・畜産対策

日本では、産業排水の汚濁負荷の比率が高く、まず産業系発生源を重点的に削減し、その後徐々に生活系発生源へと拡大してきた。産業排水や生活排水での削減が進むにつれて、農業・畜産系の汚濁負荷量の比重が相対的に高まってきている。

1999年に、「持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律」（略称、「持続農業法」）と「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」（略称、「家畜排せつ物法」）を公布し、農業・畜産系の汚濁負荷削減に向けた取り組みを政策的体系的に進めている。

「持続農業法」では、「持続性の高い農業生産方式」を農林水産省が定め、それを基に都

道府県がその地方の特性や状況に適した「持続性の高い農業生産方式の導入に関する指針」を定める。これに基づき、農業者が「持続性の高い農業生産方式の導入計画」を作成し、都道府県によって適切であると認められた場合は、認定農業者（エコファーマー）となり、農業改良資金の優遇融資を受けることができる。「持続性の高い農業生産方式」としては、化学肥料や農薬の低減につながる技術など、窒素・リンの削減につながる技術も挙げられている。現在「持続性の高い農業生産方式」として定められている技術について、添付資料 3 に整理した。

一方、日本では食の安全や環境に対する消費者の意識が高いことから、有機肥料を利用し、減農薬で栽培された農産物は消費者から高く評価される。そのため、都道府県等ではこうした農産物を認証し、化学肥料の低減や減農薬等の持続性の高い農業生産方式の普及拡大を図る取り組みも行われている。

「家畜排せつ物法」は、農林水産大臣が「たい肥舎その他の家畜排せつ物の処理又は保管の用に供する施設の構造設備及び家畜排せつ物の管理方法についての基準」を定め、それが遵守されるように都道府県が畜産農家に対し指導や助言および勧告を行うとともに、必要に応じて立ち入り検査等を行うことを定めている。現在、簡易的な対応も含め、99.9%の畜産農家が基準を満たしている。

また、農林水産大臣は「家畜排せつ物の利用の促進を図るための基本方針」を定め、都道府県がその地方の特性や状況に適した「家畜排せつ物の利用の促進計画」を定める。これに基づき、畜産農家は「処理高度化施設の整備計画」を作成し、それが都道府県によって適切であると認められた場合は、政策融資を受けることができる。

### 1.3.2 日本の分散型生活排水処理

#### (1) 日本の分散型生活排水処理の普及制度

##### ①特定環境保全公共下水道

公共下水道の事業主体は市町村であり、原則として市街地または市街地化される地域に建設される。農山漁村や自然公園（国立公園など）内に建設される小規模なものは、「特定環境保全公共下水道」と呼ばれ、1000人～10000人を対象人口としている。

公共下水道の建設にあたっては、国より補助が規定されている。現在は建設費用について下水処理場については55%、主要な管渠については50%が補助される。また、住民などの受益者に対する分担金が「都市計画法」や「地方自治法」に定められているが、近年の実績では2%程度が受益者負担になっている。また、地方自治体負担分については、長期債権として一般に地方債を発行し、建設財源に充てることが認められている。この返済に当たっては、利用者から徴収する下水道利用料と国から地方に交付される交付税（国が徴収する国税の一部を地方に交付する制度）を充当することになっている。

下水道が敷設された場合、住民には、3年以内に下水道への接続する義務が「下水道法」によって定められており、自宅から最寄りの管渠までの接続工事は個人負担が原則である（一部、市町村の補助が行われていることもある）。

また、下水道の維持管理費用については、国の補助制度はなく、利用者による使用料と

市町村の負担でまかなわれている。

## ②農業集落排水事業

対象人口は、20戸以上で概ね1000人以下である。

農村集落排水事業は、受益者全員の同意が前提になり、利用者による組合をつくることが多い。事業主体は、市町村や都道府県などである。

処理施設と管路の建設にあたっては、国から50%の補助が行われ、残りは市町村や都道府県、受益者の負担となる。また、下水道と同様に、自宅と管渠との接続工事は個人負担である。

維持管理費用も利用者負担を基本に、一部、都道府県や市町村からの支出も行われている。また、漁村や山村についても同様の集落排水事業が行われている。

## (2) 分散型生活排水処理施設の処理方式

日本の分散型生活排水処理では、主に、オキシデーションディッチ法、回分式活性汚泥法、間欠曝気活性汚泥法、接触酸化法、長時間エアレーション法、土壌被覆礫間接触酸化法などが用いられている。

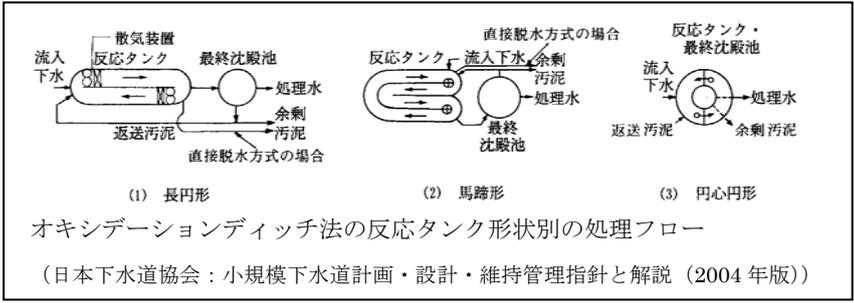
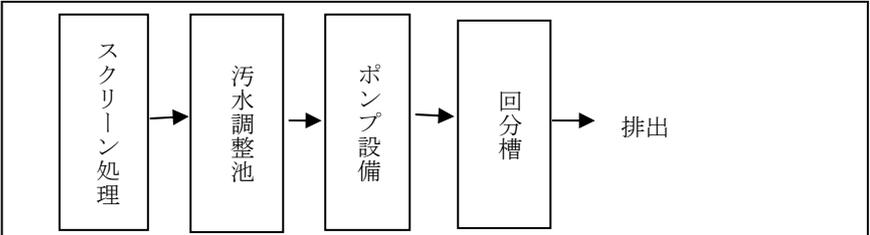
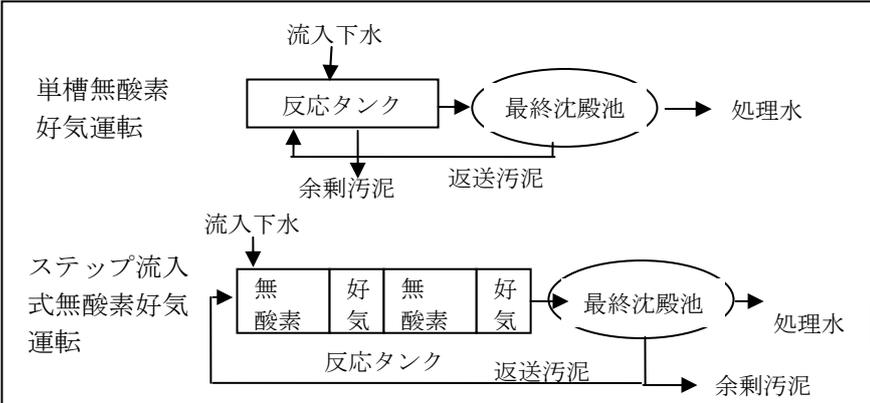
表1.1と表1.2に、2002年の日本の下水処理場における排水処理方式の状況と、各種処理方式の概要をそれぞれ示している。

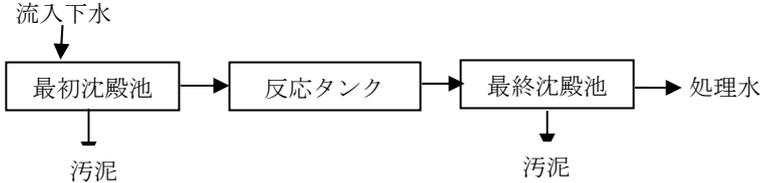
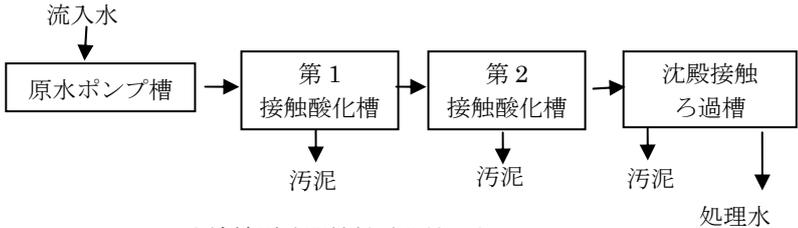
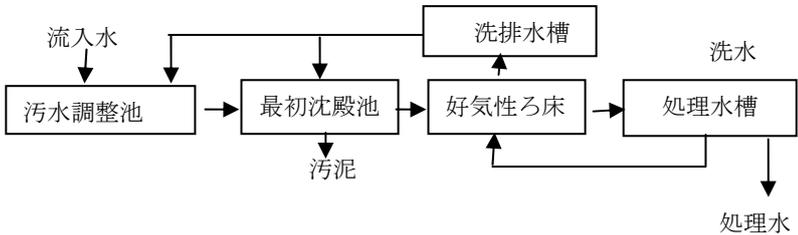
表 1.1 2002 年日本の下水処理場の処理方式状況

晴天時最大処理水量 (千 m <sup>3</sup> /日)	5 未満 (約 2.5 万人未満)	5～10 (約 2.5 万～5 万人)	10～50 (約 5 万人～25 万人)
オキシデーションディッチ法	677	79	40
標準活性汚泥法	42	59	306
嫌気-好気活性汚泥法	16	1	15
回分式活性汚泥法	64	5	4
長時間エアレーション法	27	5	2
好気性ろ床法	24	3	0
土壌被覆礫間接触酸化法	22	0	0
その他	57	10	40

表 1.2 各種処理方式の概要

処理方法	処理方式の概略
オキシデーションディッチ法	活性汚泥法の一つで、最初沈殿池を設けずに、水深の浅い（1 m～3 m）無終端水路を反応槽として、低負荷で活性汚泥処理を行う。水路には機械式エアレーション装置を設置する。 反応槽での処理後、最終沈殿地で固液分離を行う。

	<p>好気と無酸素を工程に組み入れ窒素除去が可能。りんについては凝集剤を添加し除去する。</p>  <p>(1) 長円形 (2) 馬蹄形 (3) 円心円形</p> <p>オキシデーションディッチ法の反応タンク形状別の処理フロー (日本下水道協会：小規模下水道計画・設計・維持管理指針と解説（2004年版）)</p>
<p>回分式活性汚泥法</p>	<p>活性汚泥法の一つで、1つの槽で曝気槽と沈殿槽の機能をもたせ、①下水流入→②活性汚泥による浄化→③沈殿と上澄水の排出→④余剰汚泥の排泥、の工程を繰り返し行い、下水を処理する。</p>  <p>回分式活性汚泥法の処理フロー (日本下水道協会：小規模下水道計画・設計・維持管理指針と解説（2004年版）)</p>
<p>間欠曝気活性汚泥法、</p>	<p>活性汚泥法の反応槽で曝気と非曝気を交互に行うことで、好気状態と嫌気状態を交互に作り出し窒素・りんの除去を行う。</p>
<p>長時間曝気法</p>	<p>活性汚泥法の一つの処理方式で、最初沈殿地を設けず反応タンクの滞留時間を長くするとともに、活性汚泥浮遊物質濃度を高く保ち、低負荷条件で活性汚泥処理を行い最終沈殿池で固液分離を行う方式。</p>  <p>長時間ばっ気法の処理フロー (日本下水道協会：小規模下水道計画・設計・維持管理指針と解説（2004年版）)</p>

<p>接触酸化法</p>	<p>生物を用いた処理方法の一つで、反応槽内にさせた接触の表面に、発生付着した好気性生物の活動により下水を処理する。</p> <div data-bbox="483 365 1353 667" style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  <p style="text-align: center;">接触酸化法の処理フロー</p> <p style="text-align: center;">(日本下水道協会：小規模下水道計画・設計・維持管理指針と解説（2004年版）)</p> </div>
<p>土壤被覆礫間接触酸化法</p>	<p>生物を用いた接触酸化法の一変法で、ろを充した長水路型の水槽に、汚水をろと接触させながら移流することにより、ろ表面に付着した生物等によって有機性物質を分解させる方式。処理水槽は特な土壤で覆う。</p> <div data-bbox="483 913 1353 1272" style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  <p style="text-align: center;">土壤被覆礫間接触酸化法の処理フロー</p> <p style="text-align: center;">(原図：日本下水道協会：小規模下水道計画・設計・維持管理指針と解説（2004年版）より)</p> </div>
<p>好気性ろ床法</p>	<p>3～5mm程度の接触ろを充したろ床に上部から最初沈殿池流出水を流入させて、ろを通過する間に、ろ床の表面に付着した好気性生物による有機物の分解と浮遊物質（以下「SS」という。）の補足を同時に行い、下水処理を行う。最終沈殿池は設置しない。</p> <div data-bbox="483 1462 1353 1832" style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  <p style="text-align: center;">好気性ろ床法の処理フロー</p> <p style="text-align: center;">(原図：日本下水道協会：小規模下水道計画・設計・維持管理指針と解説（2004年版）より)</p> </div> <p>生物に必要な酸素の供給はろ床下部から散気装置を通じて行う。ろが補足されたSSや増殖した生物で閉するので、1日1回程度空気及び処理水を用いて洗を行う。</p>

各種処理方式の特性を以下の表 1.3 に示す。

表 1.3 各種処理方式の特性

処理方法	特性
オキシデーション ディッチ法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・反応タンクの水深が浅く土 施設は簡易にできるが、広い面積が必要。</li> <li>・低負荷運転のため水量や水温の変動に強い。</li> <li>・活性汚泥法に比べ汚泥発生量を低く抑えることが出来る。</li> </ul>
回分式活性汚泥法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1つの槽で曝気と沈殿を行うため構造が単 。</li> <li>・オキシデーションディッチ法に比べ敷地面積が小さくて済む。</li> <li>・窒素除去、生物学的りん除去が可能。</li> <li>・負荷の変動に対し工程の時間設定を変更し対応できる。</li> <li>・1日あたり排水量が 50m<sup>3</sup> 以下の場合は連続式活性汚泥法より回分式が有利と考えられている。</li> </ul>
間欠曝気活性汚泥 法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・活性汚泥法の曝気槽で曝気と非曝気を交互に行うことで、好気状態と嫌気状態を交互に作り出し窒素・りんの除去を行う。</li> <li>・処理時間は標準的な活性汚泥法より長くなる。</li> </ul>
長時間曝気法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・流入量が少ない小規模の污水処理に用いられる。</li> <li>・反応タンク内で下水と活性汚泥を長時間滞留させ、余剰汚泥をできるだけ少なくさせる処理方法。</li> </ul>
接触酸化法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・汚泥の返送工程が不要で維持管理が簡単。</li> <li>・活性汚泥法などの浮遊生物法より発生汚泥量が少ない。</li> <li>・比較的 low 負荷で運転する。目 まりが発生するので高負荷の污水には適さない。</li> <li>・負荷変動に に対応できる。</li> <li>・生物相が多様で安定した処理効果が期 できる。</li> </ul>
土壌被覆礫間接触 酸化法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・オキシデーションディッチ法に比べて、施設面積はさらに大きくなるが建設・維持管理費用は低減できると言われている。</li> <li>・処理施設上面を土壌で被覆するため悪臭が少なく、上部を植栽等で地として活用できる。</li> <li>・汚泥発生量が少ない。</li> </ul>
好気性ろ床法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・他の処理方法より滞留時間が く、敷地面積が小さい。</li> <li>・窒素の除去のため、 化のためろ床の滞留時間を長く取る必要があるほか、別に 窒槽を組み合わせる必要がある。</li> </ul>

また、嫌気性発 (メタン発 ) は、高濃度の廃液処理に適しており、生成されるメタンガスをエネルギー源として活用できることや、処理施設の構造や運転 作が比較的簡単

で、汚泥は 生学的・化学的に安定化され肥料などに有効利用しやすい、といった長所がある。しかし、BOD の処理率が低く廃液をそのまま水域に流す水質まで浄化することができないほか、廃液には大量の窒素分が残留しているといった問題点がある。また、処理施設の規模も大きくなる。

そのため、日本では初期にし尿処理場で多用されたが、その後次第に排水処理方法としては用いられなくなっていった経緯がある。近年は、 環型社会構築の観点から見直される機運にある。

メタン発 酵を水処理方法として採用する条件としては、まず廃液の処理ができることが必要になる。 地などで液肥として活用できる、あるいは別途活性汚泥法などで処理を行うことができるといった条件を満たすことが必要である。また、施設を設置するための土地が広いことや、低温環境下で行う場合には、保温装置なども必要である。

### (3) 日本の小規模処理施設における処理方法の採用状況

処理方法はそれぞれに特徴があるので、処理人口や処理場の面積、処理後水質に対する要求などの条件から最も適したものを選 ぶ。

図 1.6 に、小規模の公共下水道における処理人口の規模と処理方式との関連を表した。

オキシデーショディッチ法によるものが最も多いが、規模が大きくなるにつれて活性汚泥法の選 ばも増えてくる。接触曝気法の割合は 2,001~5,000 m<sup>3</sup>/日で 5%、1,001~2,000 m<sup>3</sup>/日で 7%、501~1,000 m<sup>3</sup>/日で 11%および 0~500 m<sup>3</sup>/日では 14%と、処理規模が小さくなるにつれて増加している。近年は接触曝気法として土壌被覆型れき間接触曝気法の採用実績が徐々にではあるが、増える傾向にある。

また、農業集落排水事業では、図 1.7、図 1.8 の通りになる。

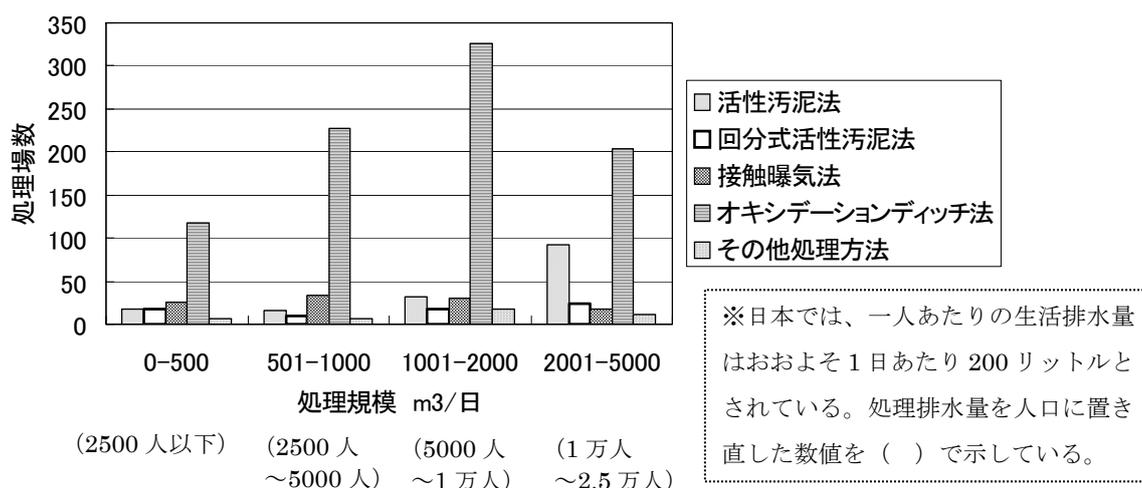


図 1.6 処理規模 5,000 m<sup>3</sup>/日以下の施設における処理規模と処理プロセスの関係

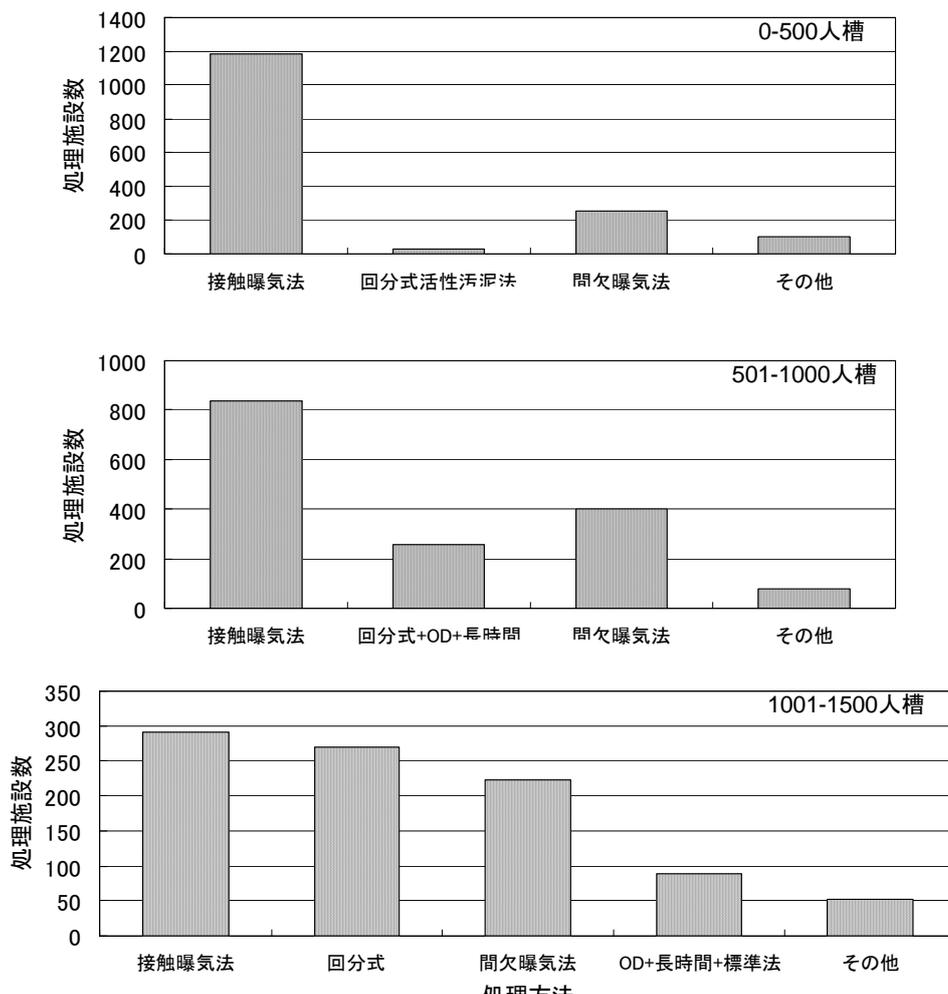


図 1.7 0-500 人、501-1,000 人及び 1,001-1,500 人の処理施設における処理方法と処理施設数の関係

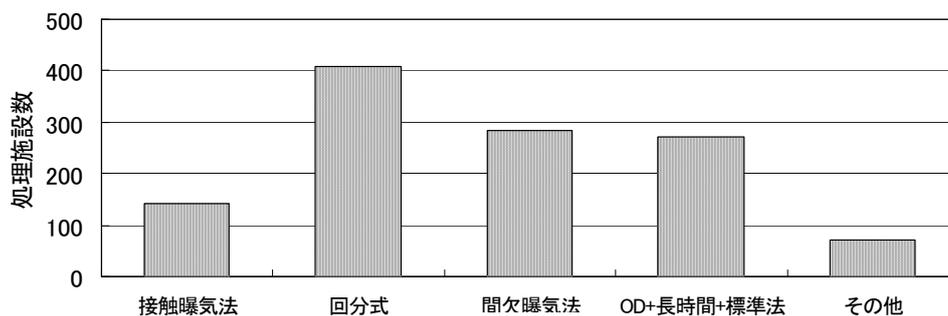


図 1.8 農業集落排水事業の 1,500 人以上の処理施設における処理方法と処理施設数の関係

500 人以下では接触曝気法が 76%を占めるが、その割合は人槽の増加と共に減少している。それにつれて、回分式活性汚泥法、間欠曝気法やオキシデーションディッチ法といった浮遊生物法の割合が増加し、1000 人以上になるとその比率は 60%を超えるようになる。

1,500人槽以上になると接触曝気法の割合はさらに大きく減少し、回分式活性汚泥法や間欠曝気活性汚泥法の割合が増加する。

接触曝気法は、維持管理が簡便であることから小規模の施設には優位性が高いものとみられる。

また、浄化槽における処理規模と処理方法との関係を図 1.9 に示した。

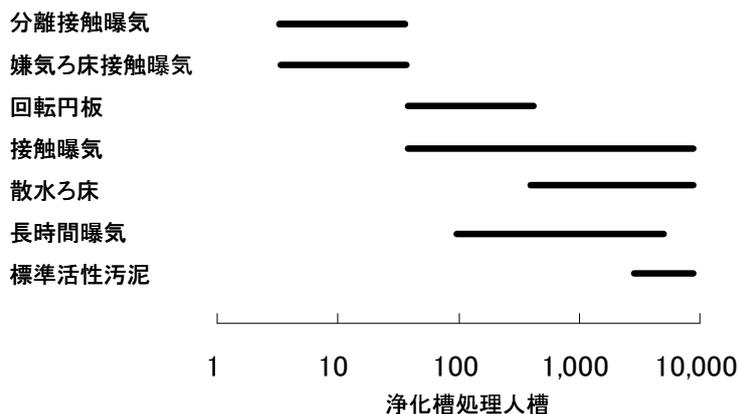


図 1.9 浄化槽における処理規模と処理方法の関係

(「浄化槽の構造基準・同解説 2006 年版 (日本建築センター)」) から

以上をまとめると、日本では 1500 人規模までの小規模な範囲では、接触ばっき法の採用実績が多い。1000 人を超えるとオキシレーションディッチ法の採用実績が多くなるが、回分式活性汚泥法や間欠曝気活性汚泥法も採用されている。

処理人数と処理方式の対応は、ほぼ下表 1.4 の通りである。

表 1.4 処理人数と処理方式の関係

	100人	500人	1000人	1500人	2500人	5000人	10000人
オキシレーションディッチ法							
回分式活性汚泥法							
間欠曝気活性汚泥法							
長時間ばっき法							
接触酸化法							

### 1.3.3 日本の家畜排せつ物処理の現状

#### (1) 家畜排せつ物発生量と処理対策

日本の家畜排せつ物発生量は図 1.10 に示すとおり、1999 年の約 9,250 万トンから 2010 年には推計約 8,700 万トンと減少している。1999 年時点で総排出量の約 10%を占めていた野積み・素 等の家畜排せつ物の不適切処理は、法規制等による対策が図られ、2004 年には全体の約 1%まで大幅に削減されると共に、総排出量の約 90%が堆肥化処理、液肥処理等により処理され、約 8%が浄化・ 化・ 処理されている。

家畜排せつ物の野積み・素 等の不適切処理は悪臭問題の他、河川への流出や地下水への を通じ、閉鎖性水域の富栄養化、 酸性窒素やクリプトスポリジウム（原 ）による水質汚染の一因となる れがあり、 急の対策が求められてきたものである。



#### ○家畜排せつ物発生量の推移

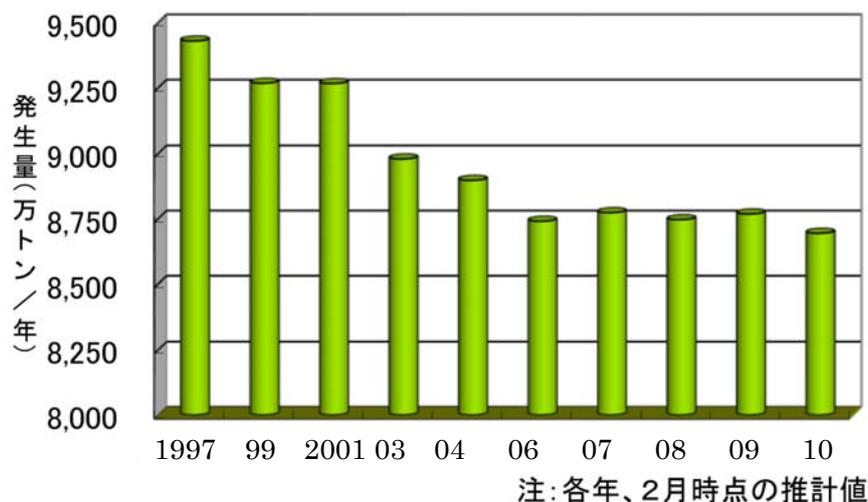


図 1.10 日本の家畜排せつ物発生量の推移

2010年の家畜排せつ物発生量を畜種別にみると表1.5に示すように、（用、用）排出排せつ物が全体の約60%を占めている。

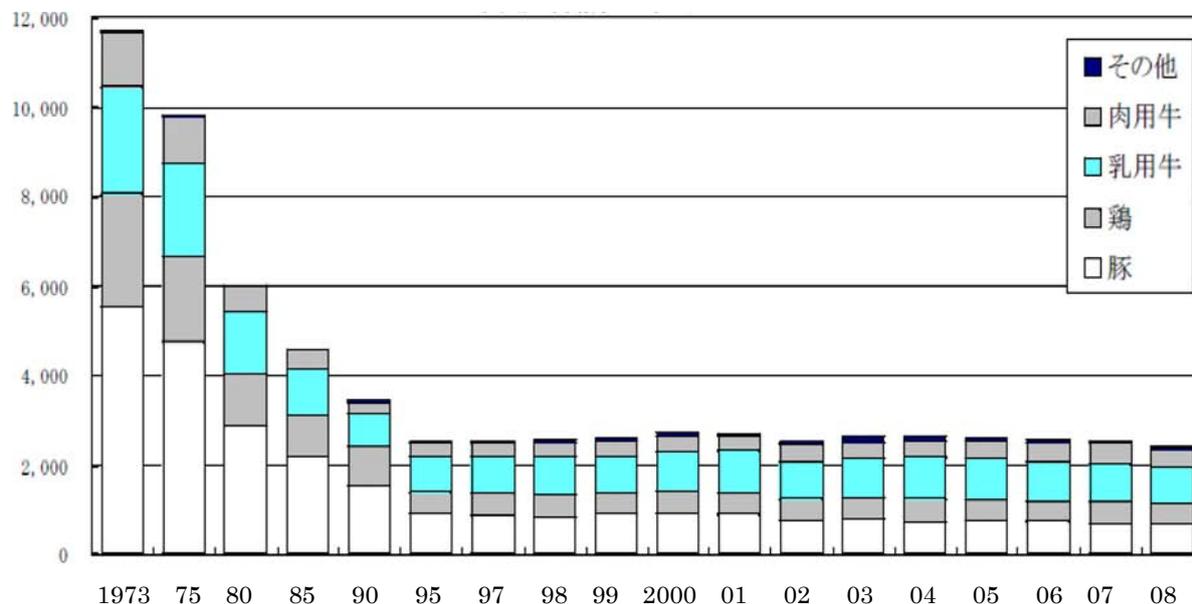
表1.5 日本における2010年の畜種別の排せつ物発生量（万トン）

畜種	発生量
乳用牛	約2,453
肉用牛	約2,672
豚	約2,292
採卵鶏	約777
ブロイラー	約501
合計	約8,695

注：平成22年 畜産統計から推計

## (2) 畜産経営に対する苦情の現状

家畜排せつ物の処理・管理・利用の仕方によっては、様々な環境問題発生の原因となる可能性が高い。上記のように家畜排せつ物の発生量は削減傾向にあるものの、畜産経営に因する苦情の発生件数は、図1.11のようにばいとなっている。



戸数(戸)	11,676	9,816	6,006	4,591	3,443	2,520	2,518	2,588	2,590	2,719	2,707	2,501	2,633	2,622	2,602	2,582	2,541	2,433
苦情発生率	0.6%	0.7%	0.8%	0.8%	0.8%	1.0%	1.2%	1.3%	1.4%	1.6%	1.6%	1.6%	1.7%	1.8%	1.9%	2.0%	2.0%	2.0%

資料：生産局畜産部畜産企画課調べ

注1：戸数は当該年の7月1日までの1年間に住民から地方公共団体へ届けられたものである。

注2：苦情発生率＝苦情発生戸数／畜産農家戸数

図1.11 畜産経営に因する苦情発生件数の推移

### (3) 家畜排せつ物に係わる日本の法規制

日本では1993年に「環境保全型畜産確立基本方針」が策定され、各都道府県では個別に畜産環境対策を実施してきた。

その後、家畜排せつ物の排出量増大と不適正処理対策として、1999年に「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」（略称：「家畜排せつ物法」）が、家畜排せつ物の適正な管理と利用の促進を図ることを目的にして公布された。

そのなかで、農林水産大臣は家畜排せつ物の利用の促進を図るための基本方針を定め、それに して都道府県は農林水産大臣と協議しつつ 当該都道府県における家畜排せつ物の利用の促進を図る計画を定めることができることが規定されている。

図 1.12 に、家畜排せつ物法の基本的な枠組みを示す。

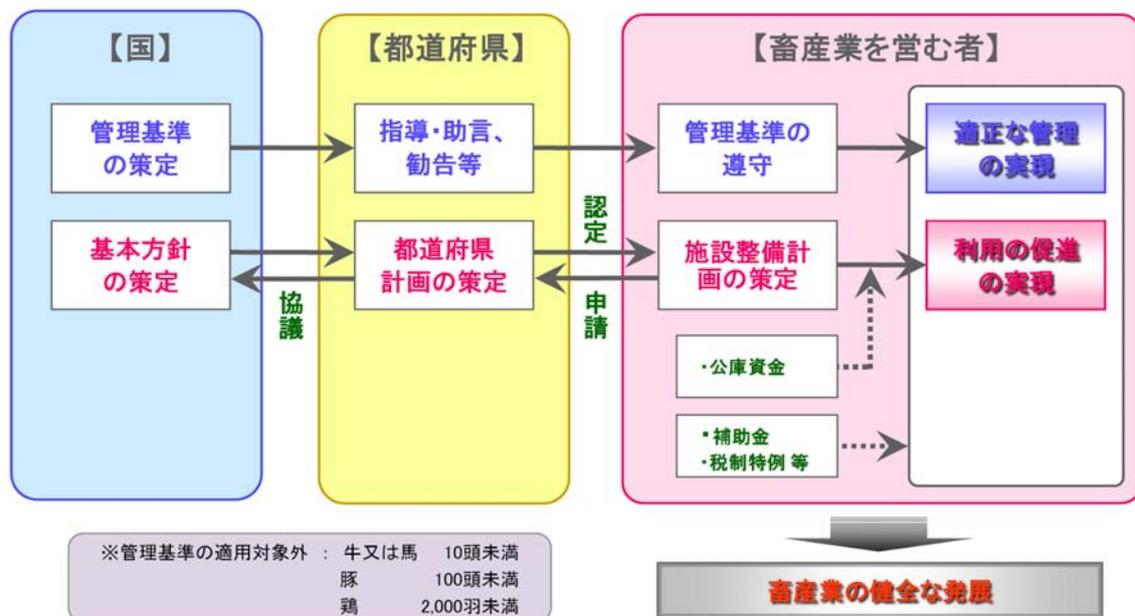


図 1.12 家畜排せつ物法の基本的な枠組み

「家畜排せつ物法」では、家畜排せつ物の処理・保管の基準（管理基準）を定め、これに係わる行政指導や罰則の他利用の促進に関する事項も規定されている。

一方、管理基準の一部については、設備整備に要する期間を考慮して、最大 5 年間の適用 が設けられていたが、2004 年 11 月に同法が本格施行された。なお、管理基準は図 1.12 に示すように、一定以上の規模の農家に適用されることになっている。

1999 年の「家畜排せつ物法」公布直後に定めた最初の基本方針は、2008 年度を目標にした都道府県計画を策定することを求めた。

その後、農林水産大臣は、2007 年 3 月 30 日付けで基本方針を改 し、2015 年度を目標年度として都道府県計画を改正することを求めた。

新しい基本方針では、以下 3 点に重点が置かれている。

- ① 畜連携の強化
- ②ニーズに即した堆肥づくり
- ③家畜排せつ物のエネルギーとしての利用等の推進

表 1.6 に、新基本方針の構成を示す。

表 1.6 新基本方針の構成

第1 家畜排せつ物の利用の促進に関する基本的な方向	
1 家畜排せつ物のたい肥化の推進	
(1) 耕畜連携の強化	
① 耕畜連携を通じたたい肥の利用の促進	
② たい肥の流通の円滑化	
(2) ニーズに即したたい肥づくり	
2 家畜排せつ物のエネルギーとしての利用等の推進	
第2 処理高度化施設の整備に関する目標の設定に関する事項	
1 目標の設定の基本的な考え方	
2 目標の設定に当たり留意すべき事項	
第3 家畜排せつ物の利用の促進に関する技術の向上に関する基本的事項	
1 技術開発の促進	
2 指導体制の整備	
3 畜産業を営む者及び耕種部門の農業者の技術習得	
第4 その他家畜排せつ物の利用の促進に関する重要事項	
1 資源循環型畜産の推進	
2 消費者等の理解の醸成	
(1) 消費者等への知識の普及・啓発	
(2) 食育の推進を通じた理解の醸成	

「家畜排せつ物法」の制定と運用の経緯をまとめると、以下の通りである。

- 1993年 環境保全型畜産確立基本方針策定
- 1999年 「家畜排せつ物法」の制定と一部施行  
「家畜排せつ物の利用の促進を図るための基本方針」策定
- 2004年 「家畜排せつ物法」全施行

#### (4) 畜産に係わる排水基準と規制物質

畜産経営から排出される汚水は、家畜排せつ物、畜舎洗浄水、パーラー排水等があるが、これらには窒素やりん等が多く含まれ、地下水や公共用水域に流出した場合に水質汚濁の原因となる。このため、「水質汚濁防止法」により、一定規模以上の畜産事業場（特定施設表 1.7 参照）から排出される汚水については、所定の水質を満たすよう処理を行うことが義務付けられている（表 1.8 参照）。酸性窒素等については 2010 年 6 月末まで 定基準（900mg/l）が適用される。

表 1.7 規制対象となる特定施設

豚房：面積50㎡以上、ただし湖沼法地域においては40㎡以上	65頭分程度
牛房：" 200㎡以上、" 160㎡以上	35頭分程度
馬房：" 500㎡以上、" 400㎡以上	50頭分程度

表 1.8 畜産における排水基準と規制物質

区分	項目	基準値	適用対象
有害物質	硝酸性窒素等	900mg/l(暫定 H22. 6まで)	全ての特定施設
生活環境項目	水素イオン濃度	5. 8以上8. 6以下	特定施設のうち、1日の排水量が50m <sup>3</sup> 以上のもの
	BOD、COD	160mg/l	
	浮遊物質	200mg/l	
	大腸菌群数	日間平均3, 000個/cc	
	窒素含有量	120mg/l	指定湖沼に係る特定施設のうち、1日の排水量が50m <sup>3</sup> 以上のもの
	リン含有量	16mg/l	
	窒素含有量	120mg/l	閉鎖性海域に係る特定施設のうち、1日の排水量が50m <sup>3</sup> 以上のもの
		190mg/l (豚房施設 暫定 H25. 9まで)	
リン含有量		16mg/l	
		30mg/l (豚房施設 暫定 H25. 9まで)	

注) 都道府県は、政令で定める基準に従い、より厳しい基準値を設定することが可能（上乘せ基準）

#### (5) 地方自治体における家畜排せつ物への取り組み（兵庫県事例）

兵庫県では 1993 年の環境保全型畜産確立基本方針の策定を受けて、1994 年～1995 年に県内市町村の家畜排せつ物調査を実施し、その結果に基づき「さわやか畜産確立対策」を策定し、目標年度を 2003 年度に げて処理率 99%達成を目指すことにした。その後、2000 年に上記「さわやか畜産確立対策」の見直しを実施し、2008 年には対策の 了が確認され

た。家畜排せつ物に 因する環境問題を 期に解決し、周辺環境と調和のとれた家畜経営を育成するために「さわやか畜産確立対策」が策定された。(図 1.13 参照)

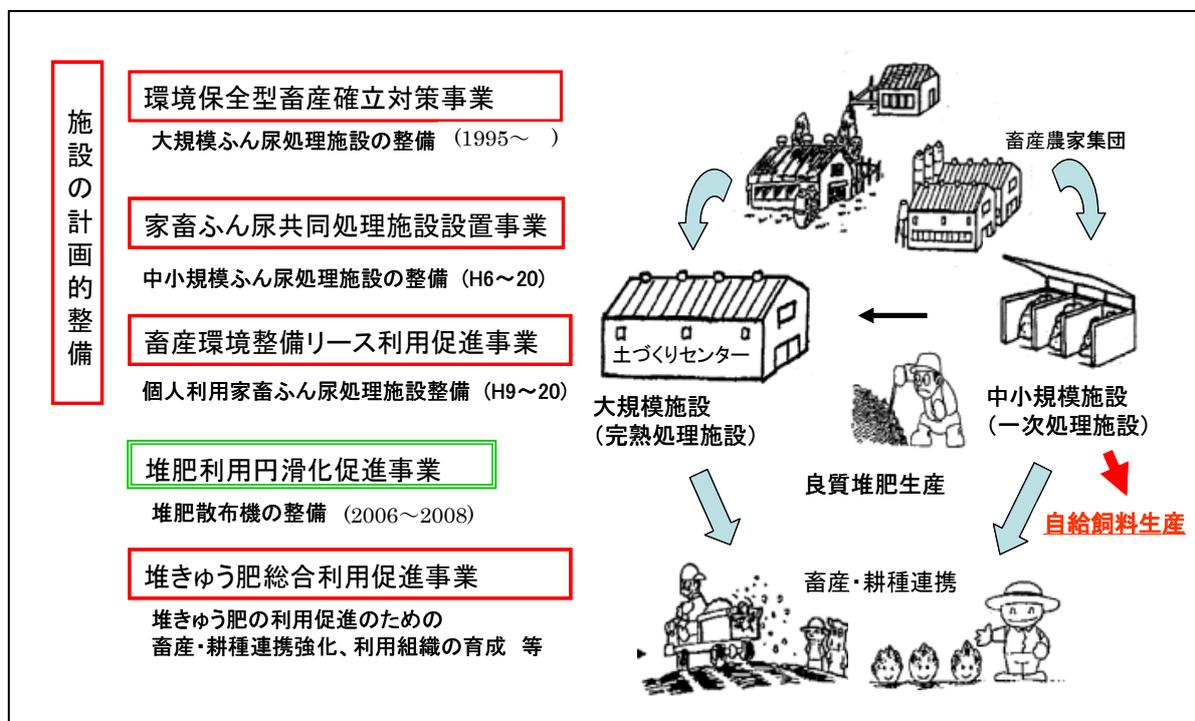


図 1.13 兵庫県「さわやか畜産確立対策」の概要

図 1.13 の大規模ふん尿処理施設整備事業は、 $\cdot$  160 以上の家畜農家に適用され、1995 年から 31 カ所で実施された。また、中小規模処理設備は 160 以下の規模の家畜農家へ適用され、これまでに県内 90 カ所で実施されている。これら事業の整備費の内、大規模事業には国から 50%、県から 10%の計 60%、中小規模事業には県から 50%の補助金が支給されている。さらに、個人施設への整備は、対策期間中に 132 カ所で整備が進んでいるが、畜産環境整備リース利用促進事業として、付料相当分が助成されている。

上記の国および県からの支援制度に加え、次のような融資制度及び税制優遇措置がられている。

a 融資制度

- ・ 農林漁業金融公庫資金（畜産経営環境調和推進資金） 付利 1.5%
- ・ 農業近代化資金（1号、1号） 付利 1.5%
- ・ 農業改良資金（生産環境改良） 付利 無利

b 税制措置

)所得税、法人税の特別

取得 の定率を特別 することができる。

- ・ 家畜排せつ物処理・保管施設 14%
- ・ 汚水処理機械及び装置 14%
- ・ 汚水処理構築物 10%

( )固定資産税の課税標準の軽減

新たに整備した管理基準を満たす施設の課税標準を課税年度から5年分に限り課税標準を2分の1とする。

このほか、兵庫県では家畜農家と 作農家が比較的近接している、三毛作を実施しているなどにより、堆肥の需要が多く、家畜排せつ物の処理は堆肥化が主体である。県の外 団体である「農業改良普及センター」の指導・調整により、家畜農家が処理した堆肥は限定された閉鎖地域で有料あるいは わらとの交換などにより 作農家へ供給されている。堆肥価格は概ね 2000 円～3000 円/トンである (図 1.14 と図 1.15 参照)。



図 1.14



図 1.15

上記の対策によって、兵庫県での畜産に係わる苦情発生件数は近年、大幅に減少している。(表 1.9 参照)

表 1.9 畜産に係わる苦情件数の推移

年度	1993	1994	1995	2004	2005	2006	2007	2008	2009
悪臭	59	42	28	9	10	12	8	6	8
水質	23	12	6	3	3	9	9	5	4
害 他	15	21	10	4	4	1	1	5	3
合計	97	75	44	16	17	22	18	16	15

## (6) 家畜排せつ物管理の適正化推進

### ① 適正化推進の経緯

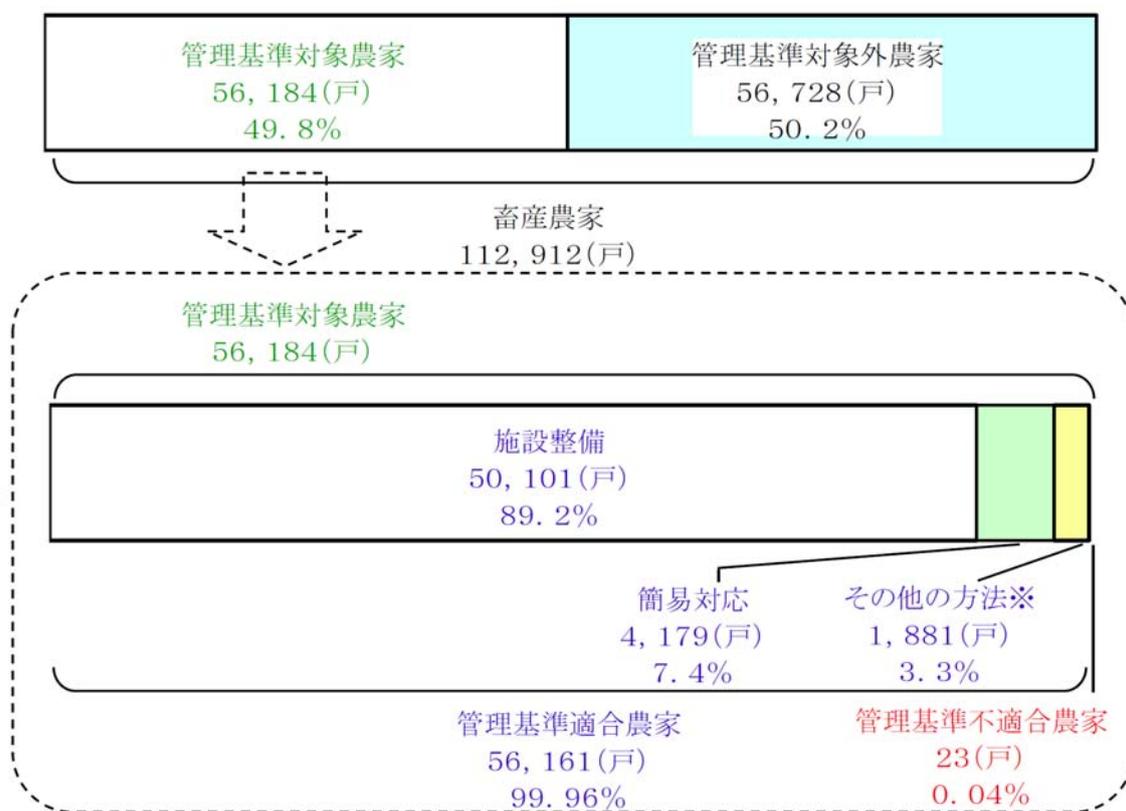
1999 年の家畜排せつ物法制定後 5 年間の施行 (2004 年まで) の期間中に、国及び都道府県による適正処理施設整備のための補助事業や各種の支援策が整備・強化され、都道府県計画にした整備が推進された。

2003 年に管理状況を総点検した結果、管理基準対象農家戸数が 66,000 戸あること、2000 年～2002 年に約 14,300 戸が堆肥化、排水処理等の施設の整備を完了し、2003 年～2004 年には約 13,600 戸の施設整備を進める必要があることが判明した。

その後、都道府県はじめ関係機関・団体との連携の下、施設整備の促進、農家への指導・

広報を積極的に展開した。

2009 年末に「家畜排せつ物法」本格施行後の法施行状況調査が実施され、管理基準対象農家 56,184 戸の内 99.96%が管理基準に適合するとの結果を得た（図 1.16 参照）。



注) ※「その他の方法」には畜舎から 場への直接散布、周年放 糞、廃棄物処理としての委 処分、下水道利用等が含まれる

図 1.16 「家畜排せつ物法」本格施行後の状況調査結果

## ②処理施設整備の支援策

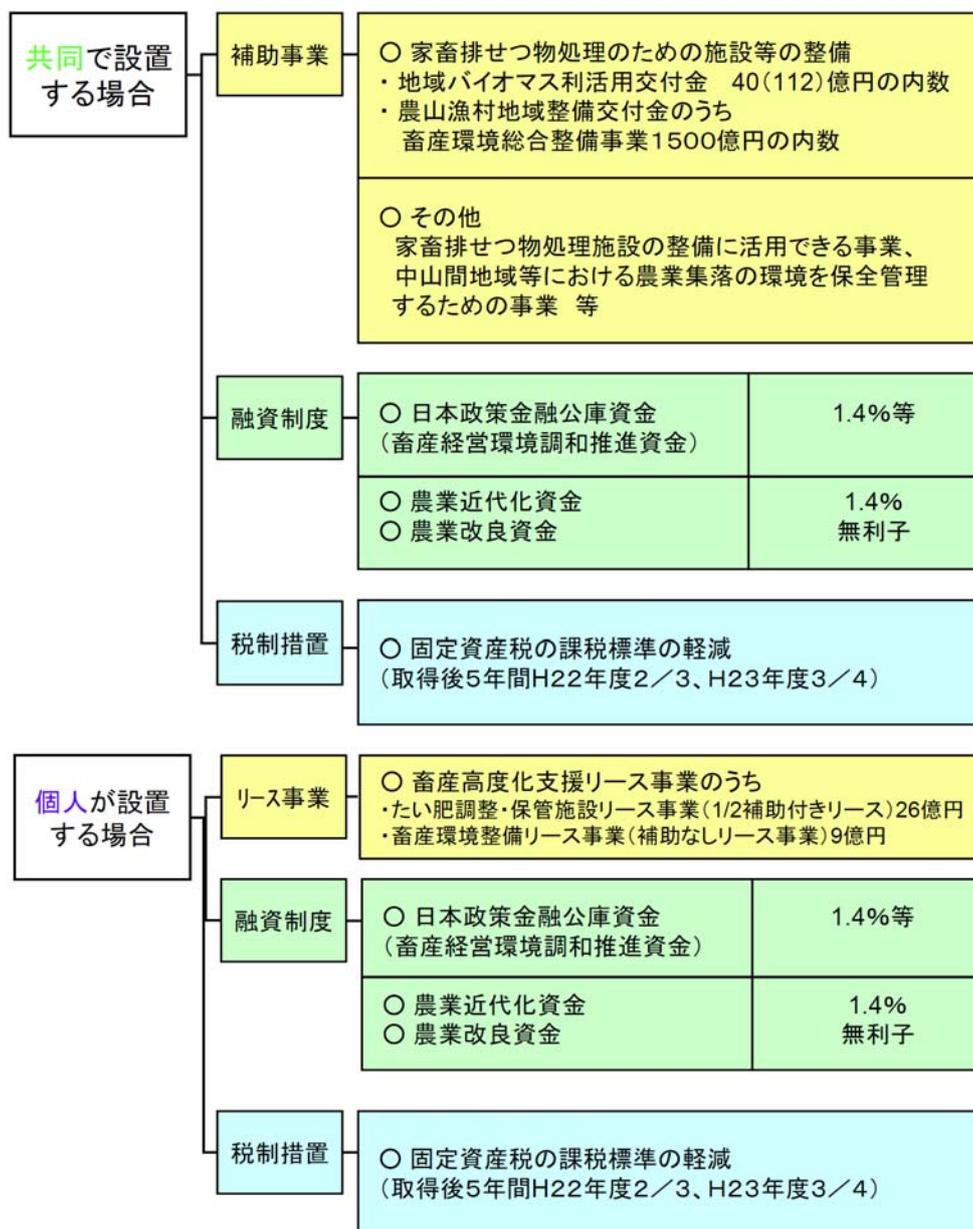
家畜排せつ物処理設備整備のための支援対策として、下記の制度が整備されてきた（図 1.17 参照）。

）補助事業等による支援

2010 年現在、わが国では堆肥化やメタン発 酵などの高度利用による家畜排せつ物の利 活用のための施設整備を推進する事業に対して「地域バイオマス利活用交付金制度」、家 畜排せつ物処理施設の整備及び堆肥の還元用 地整備などを一体的に推進する事業に対 して「畜産環境総合整備事業」支援などの支援対策が整備されている。

また、堆肥の利用促進を図るため堆肥の調整・保管に必要な機械施設を畜産農家にリ ースする事業主体に対して当該機械施設購入費の 1/2 を助成する「家畜排せつ物地活用促 進事業」制度や、堆肥の肥効調整や成形などにより 種農家のニーズにあった高機能堆 肥を生産し、 種地域に供給することにより、広域的に環境保全型農業に取り組むモ

デル地区を育成する「高機能堆肥活用エコ農業支援事業」制度が整備されている。



) 融資・税制などによる支援

家畜排せつ物処理施設整備のための融資・税制優遇措置などの支援制度として「家畜排せつ物法」に基づく「処理高度化施設整備計画」の認定者に対する「畜産経営環境調和推進資金日本政策金融公庫」措置や、固定資産税（地方税）における家畜排せつ物管理施設の取得後5年間の課税標準軽減措置などの支援策が採られている。

### ③技術指導などによる支援

国土交通省では堆肥舎等施設の設計基準の改定とコストガイドラインを設定し、設計基準の緩和や施設整備の標準的な建築単価を設定し、施設の低コスト化を推進指導するなどのガイドラインを提示している。表 1.10 及び表 1.11 は、国土交通省が設定した堆肥舎等建築コストのガイドラインである。

表 1.10 堆肥舎共同利用建築費ガイドライン (千円/m<sup>2</sup>・m<sup>3</sup>)

区分		単位あたりの施設整備額	
		一般地域	特別地域
たい肥舎 (発酵舎含む)	500m <sup>3</sup> 未満	34	38
	500m <sup>3</sup> 以上	31	35
屋根掛け	500m <sup>3</sup> 未満	21	24
	500m <sup>3</sup> 以上	18	21
尿貯留施設	1,000m <sup>3</sup> 未満	30	30
	1,000m <sup>3</sup> 以上	25	25
スラリータンク	2,000m <sup>3</sup> 未満	20	20
	2,000m <sup>3</sup> 以上	17	17

表 1.11 その他施設建築費ガイドライン (千円/m<sup>2</sup>・m<sup>3</sup>)

区分		単位あたりの施設整備額	
		一般地域	特別地域
たい肥舎 (発酵舎含む)	200m <sup>3</sup> 未満	24	26
	200m <sup>3</sup> 以上	22	24
屋根掛け	200m <sup>3</sup> 未満	19	20
	200m <sup>3</sup> 以上	18	19
尿貯留施設	400m <sup>3</sup> 未満	24	24
	400m <sup>3</sup> 以上	19	19
スラリータンク	700m <sup>3</sup> 未満	15	15
	700m <sup>3</sup> 以上	14	14

### ④畜産環境対策総合的指導体制の整備

畜産環境対策を促進するために総合的な指導体制の整備が以下のように行われている。

- ） 畜産農家に対して畜産環境対策や良質な堆肥生産等を指導する「畜産環境アドバイザー」養成研修の実施（表 1.12 参照）
- ） 種農家に対して適切な堆肥の利用等を指導する「堆肥施用コーディネーター」養

成研修の実施（表 1.13 参照）

- ）作物生産農家が求める堆肥生産技術を解説した「堆肥づくりの手引き」の作成
- ）「畜産環境アドバイザー」を中心とする、都道府県や畜産会、農協等の職員からなる特別指導チームによる、適切な家畜排せつ物の処理・利用等に関する農家への継続的な助言・指導
- ）畜産環境に関する優良な事例や現場での指導実績に関する事例集の作成

表 1.12 「畜産環境アドバイザー」養成研修の実施（1999年～2009年）

	開催回数	受講者数	備考
アドバイザー養成研修	115	6,126	
うち たい肥処理施設設計審査	65	3,447	
うち 汚水処理施設設計審査	37	1,887	
うち 悪臭対策・新技術研修	13	792	
ステップアップ研修	32	492	
スーパーアドバイザー研修	36	970	H19までのハイレベル研修含む
計	183	7,588	

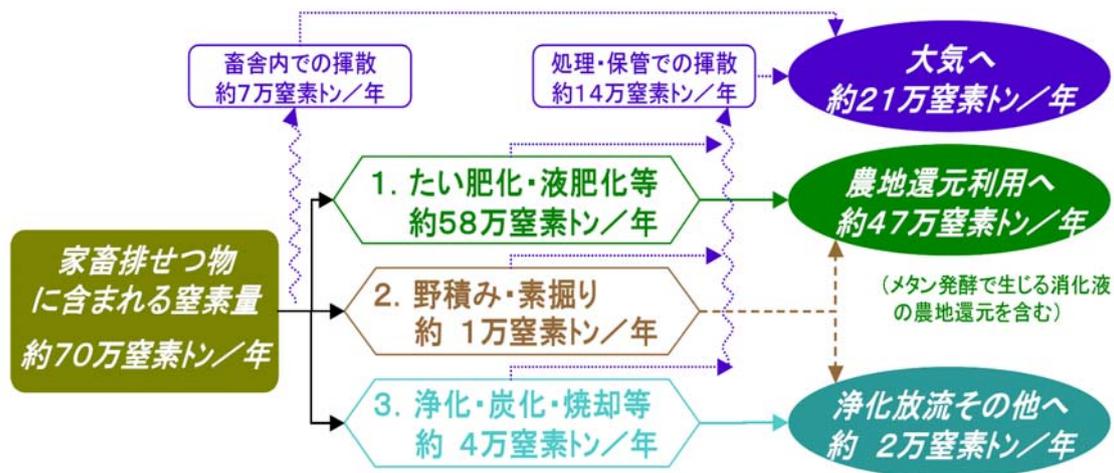
表 1.13 「堆肥施用コーディネーター」養成研修の実施（2001年～2009年）

	受講者数	開催回数	備考
たい肥施用コーディネーター研修	642	21	

## (7) 家畜排せつ物利用の促進に向けた取り組み

### ①堆肥利用の現状と課題

2004年時点での日本全国の家畜排せつ物発生量からの推計で、窒素ベースで約70万窒素トン/年となるが、この内堆肥等を経して農地に還元されるのは約47万窒素トン/年と推計される（図 1.18 参照）。



注)平成16年時点の推計値(畜産企画課調べ)

図 1.18 家畜排せつ物中の窒素収支バランス

一方、作付面積や作物の窒素利用率等のデータを基にして、日本全国の農地の窒素受け入れ量を推計すると、約 114 万窒素トン/年となる（化学肥料 来の窒素量約 48 万窒素トン/年を含む）（図 1.19 参照）。

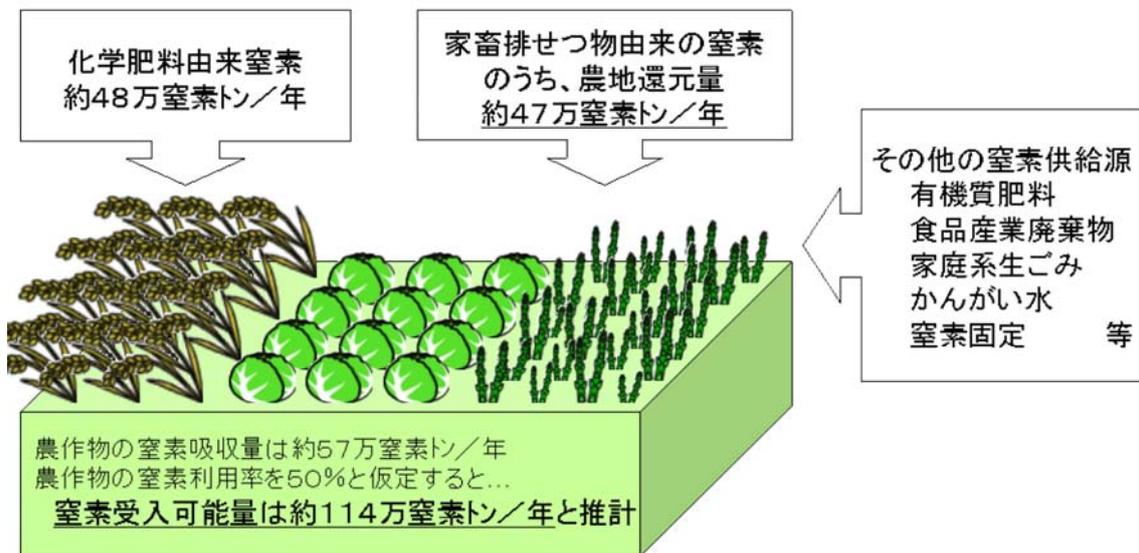


図 1.19 農地の窒素受け入れ可能量と投入・還元量

以上のことから、日本全国で生産された堆肥が全農地に均一に還元されているとすれば、窒素過剰の状況にはないと考えられる。しかしながら、地域別の 作面積当たりの家畜排せつ物発生量は都道府県間で大きな格 がある。特に、南九州などの一部畜産地帯では、他地域に比べて相対的に 地面積当たりの家畜排せつ物発生量が大きい（図 1.20 参照）。

従って、これらの地域では家畜排せつ物を農地還元以外に利用するなどの高度利用の促進、畜 連携による地域を えた広域利用の推進などの取り組みが重要となる。

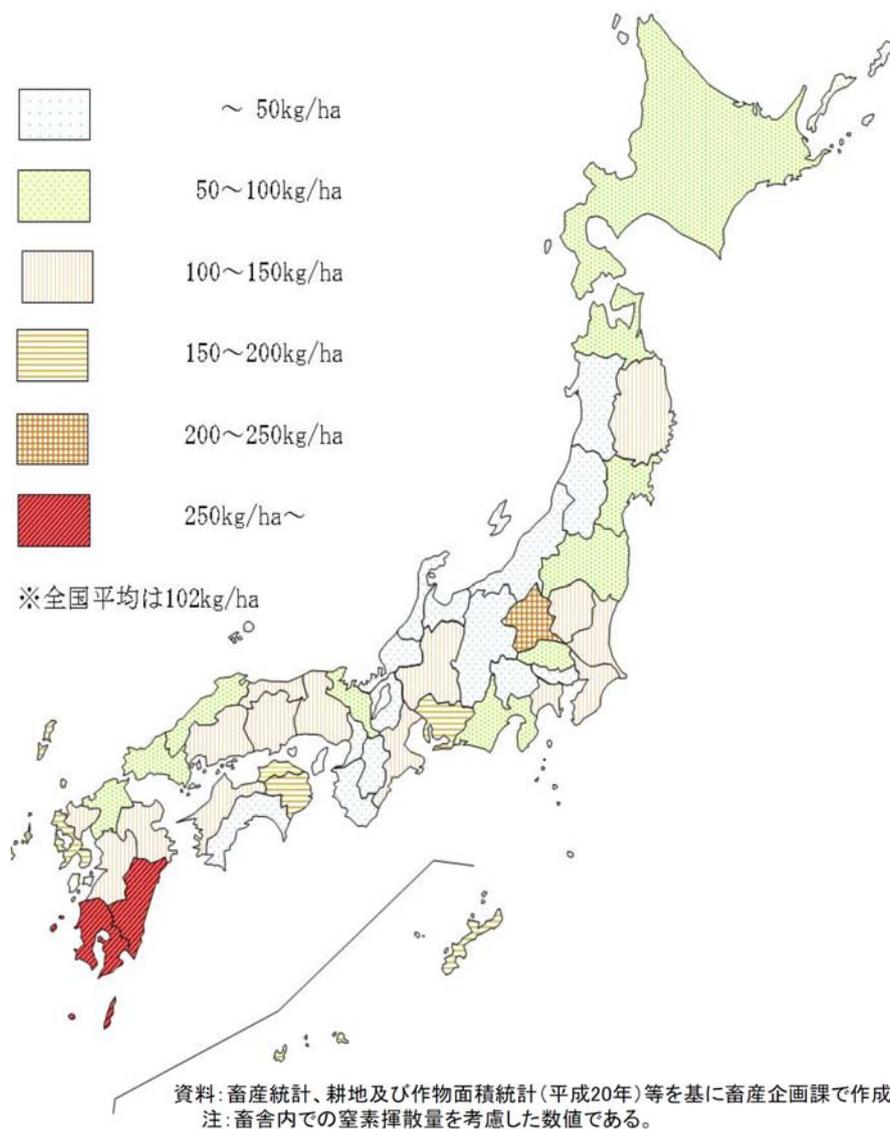


図 1.20 地面積当たりの家畜排せつ物発生量

## ②畜 連携強化の現状と課題

2005年に農林水産省が実施した農業者の意識・意向に係わるアンケート調査では、農業者の約90%が「家畜排せつ物堆肥を利用したい」と回答している結果が得られた。しかしながら、重量等の取り扱い性の面で問題があること、肥効性・成分が必ずしも明確でないこと、農業従事者の高齢化の進行により散布に関する力が不足していること等の事情から利用が十分進んでいるとは言い難い状況にある。このため、堆肥化を推進するためには作農家等のニーズに合わせた堆肥を生産・供給することが求められる。また、堆肥の需要・供給サイド間の情報交換が十分でないために、需給のミスマッチとされる状況も存在している。

一方、畜産農家等においては、堆肥生産の意向はあるものの採算性・コスト面等で問題

を えている事情もある。

以上のことから、

作物農家が使いやすい堆肥生産マニュアルの作成

良質な堆肥の生産・利活用に関する研修

堆肥の利活用を推進するために行うモデル的な取り組みに対する助成

などが行われてきた。

今後、更なる堆肥の利用促進を図るためには、

堆肥の利用・促進のための協議会の強化、堆肥の供給者や需用者が必要とする情報の整備及びネットワーク化の推進

堆肥の流通の円滑化

畜農家のニーズに した堆肥づくり（取り い性向上、肥効性の分析、成分表示の充実等）

などの取り組みにより、 畜農家と畜産農家との連携を強化することが重要な課題となる。

## (8) 家畜排せつ物処理技術と処理事例

### ①家畜排せつ物処理技術

家畜排せつ物法による管理基準

家畜排せつ物の野積みや素 り等の不適切処理を けるために、家畜排せつ物法の管理基準では、管理施設の構造は固形状の排せつ物の場合は床を不 性 料で構築し、適当な覆い及び側 を設ける、液状の排せつ物の場合は不 性 料で築造した貯留槽とすることと規定されている。

#### b 簡易対応

家畜排せつ物法による管理基準を簡易に維持するために、家畜排せつ物を 外で保持する際に、その上部と下部にビニールシートなどの不 性 料を敷くことで、地下 を防ぐと共に、適度な間 で することで堆肥化を促進している例もある。

#### c 堆肥化処理及び汚水処理

日本で最も普及している家畜排せつ物処理方法が堆肥化である。特に 作農家と 接している家畜農家ではこの方式が採用されている例が多い。一方、パーラー（ 場）からの汚水・排水処理等は経済性の面から、比較的設備費の安い簡易活性汚泥法による簡易処理により SS 及び COD 削減処理を行っている事例が多い。

#### d 悪臭防止対策技術

畜産経営に 因する苦情のうち、悪臭に関連するものは全国で約 1,500 件（2008 年）で、全苦情件数の約 60%を占めている。このため、地域における 住化が進行する中、悪臭防止に適切な対策を講じていくことが重要な課題となっている。

悪臭防止技術としては薬液・洗浄方式、生物 臭方式、 方式、酸化・分解方式、吸着方式などが挙げられる。下記は比較的多く採用されている吸着方式である。

( ) 触 臭 (図 1.21 参照)

バイオフィルターを通じても処理できないアンモニア等の臭気を 触 フィルターに形成された い水 に吸着させて太陽 により分解して 臭するもので価格削減が課題である。

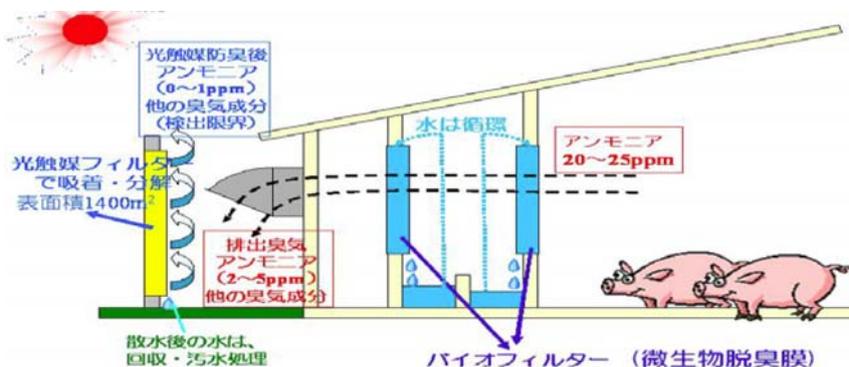


図 1.21 触 臭装置の例

( ) 土壌 臭

、砂、土を重ねた土 に、下方から臭気ガスを通過させて、土壌の吸着能力と土壌 生物の きにより 臭する。

( ) おが (もみ ) 臭

おが (もみ ) に臭気ガスを吸着させて 臭する。

e 高度処理

( ) メタン発 処理

スラリー状の家畜排せつ物を発 でメタン生成 により嫌気性発 させ、発生したメタンガスを させることにより 利用や発 を行う。(図 1.22 参照)

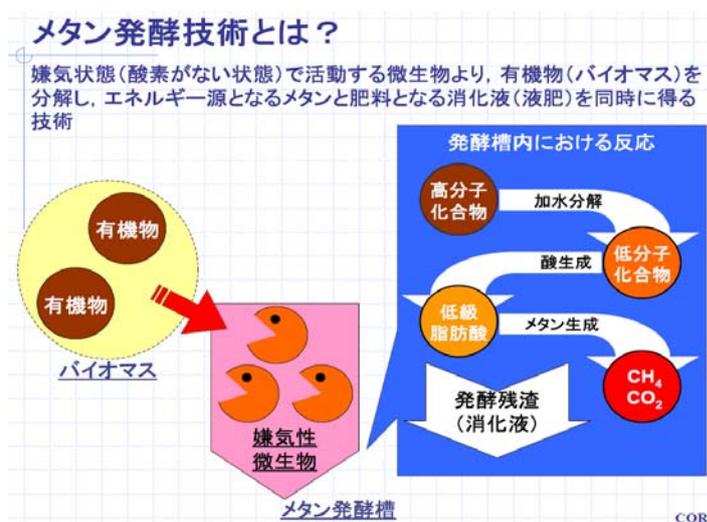


図 1.22 メタン発 技術

2010年現在日本での家畜排せつ物メタン発酵施設は72施設が設置されている(表 1.14 参照)。

表 1.14 家畜排せつ物の高度利用施設整備状況 (2010年度現在)

		施設数
メタン発酵施設		72
	うち発電を行う施設	46
	うち熱利用を行う施設	63
焼却施設		32
	うち発電を行う施設	6
	うち熱利用を行う施設	27
炭化施設		13
	うち発電を行う施設	0
	うち熱利用を行う施設	1
	うち炭化物利用を行う施設	13

注1:調査はエネルギー利用(発電または熱利用)または炭化物の利用(炭化施設のみ)を行う施設を対象とした。

注2:「うち【発電、熱利用、炭化物】利用を行う施設」には重複がある。

メタン発酵の長所は、発電によるエネルギー利用が可能であること、悪臭が外部に漏れないこと、消化液を肥料として利用可能である事等が挙げられる。しかし、施設整備費が高額で、(表 1.15 参照)や消化液の還元に必要な農地が必要である。

表 1.15 高度処理施設の建設費事例

	A牧場	Bセンター	C社
施設	メタン発酵による発電	メタン発酵による発電	焼却による発電
原料	乳用牛ふん尿	家畜ふん尿 食品残渣	鶏糞
原料処理量	6,600 <sup>トン</sup> /年	21,000 <sup>トン</sup> /年	100,000 <sup>トン</sup> /年
整備年度	H15年度	H10年度	H13年度
事業費 (うち国費)	70百万円 (35百万円)	10億円 (5億円)	22億円 (11億円)
RPS法施行 (H15.4.1)以前の 売電単価 (円/kwh)	(施設の竣工と同時にRPS法の認定を取得)	昼4.30 夜2.70	昼7.05 夜2.15
現在 (RPS法施行後) の売電単価 (円/kwh)	昼9.50 夜3.80	昼9.55 夜6.05	昼12.80 夜4.90
売電先	電力会社		

## ( ) 化・ 処理

家畜排せつ物を全 ( 処理)あるいは不全 ( 化処理)させること  
によって、利用や発 ( 処理の場合)あるいは化により生成された製品を土  
壤改良 や吸着剤、臭剤等に多 的に利用可能となる ( 化処理の場合)。し、施  
設整備費が高 となることや、水分含有量が高い家畜排せつ物の利用は困難であるこ  
となどが問題である。

施設にはストーカー、流動、回転式、ガス化融 など各種の方式が  
ある。対象となる家畜排せつ物の水分含有率や低位発 量によって適切な 型式が検  
討される。また、採用の検討の際にはダイオキシン対策も考慮しておく必要が  
ある。

## ②家畜排せつ物処理事例

日本における家畜排せつ物処理事例として、高度処理であり設備建設費も高 大なメタン発  
施設事例と、地域状況に相応した比較的経済的な排水処理施設について以下に紹介する。

### メタン発 (北海道 追町)

北海道 追町のメタン発 プラントは、家畜排せつ物を中心とするバイオマス資源の  
有効利用によって地域 環型農業の実現を図る目的として、約 13 円の建設費で整備さ  
れ、2007年9月より 開始している。

設備の概要・フローは、図 1.23、図 1.24 の通りである。

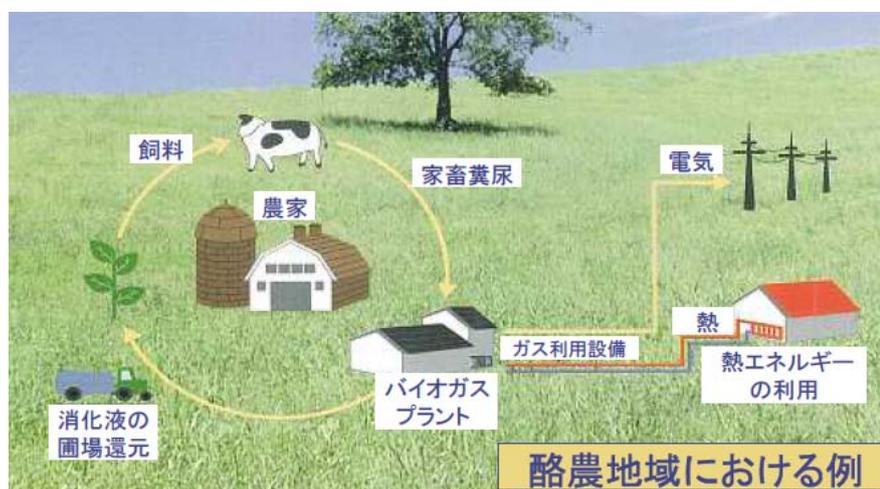


図 1.23 家畜排せつ物の 環構想

北海道 追町のメタン発 プラントで発生したメタン (バイオガス) はメタンガスに  
よる利用 (堆肥化施設)と発 に利用されており、場内消費 力を上回る 力は 力  
会社へ売 されている。また、副製品の消化液は液肥として全量が近 の 場へ専用  
両により散布され、還元されている。

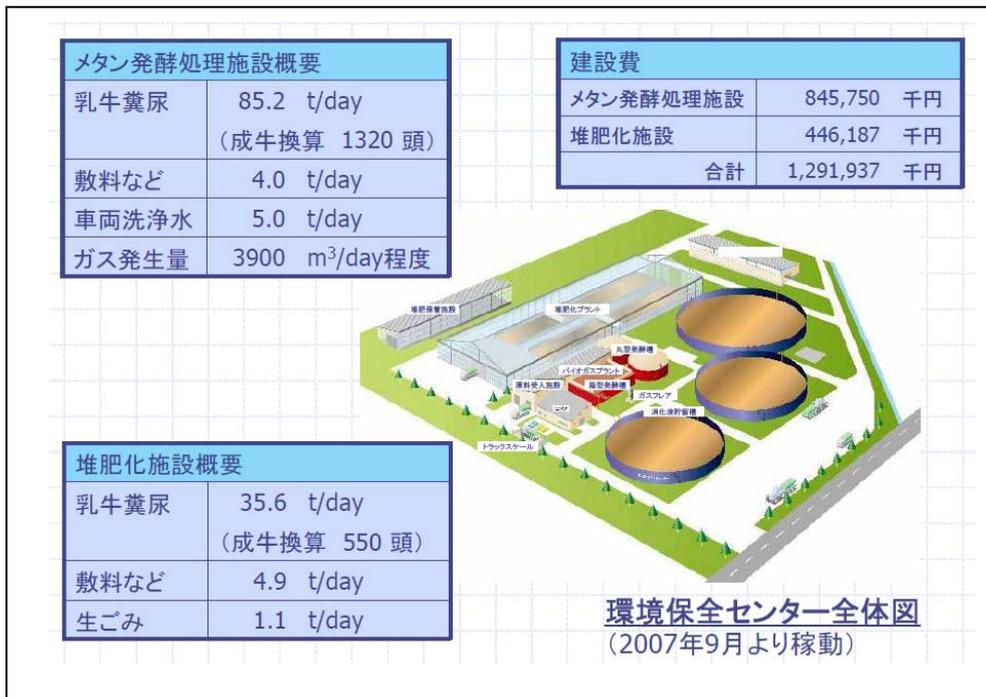


図 1.24 北海道 追町のメタン発 プラント設備概要

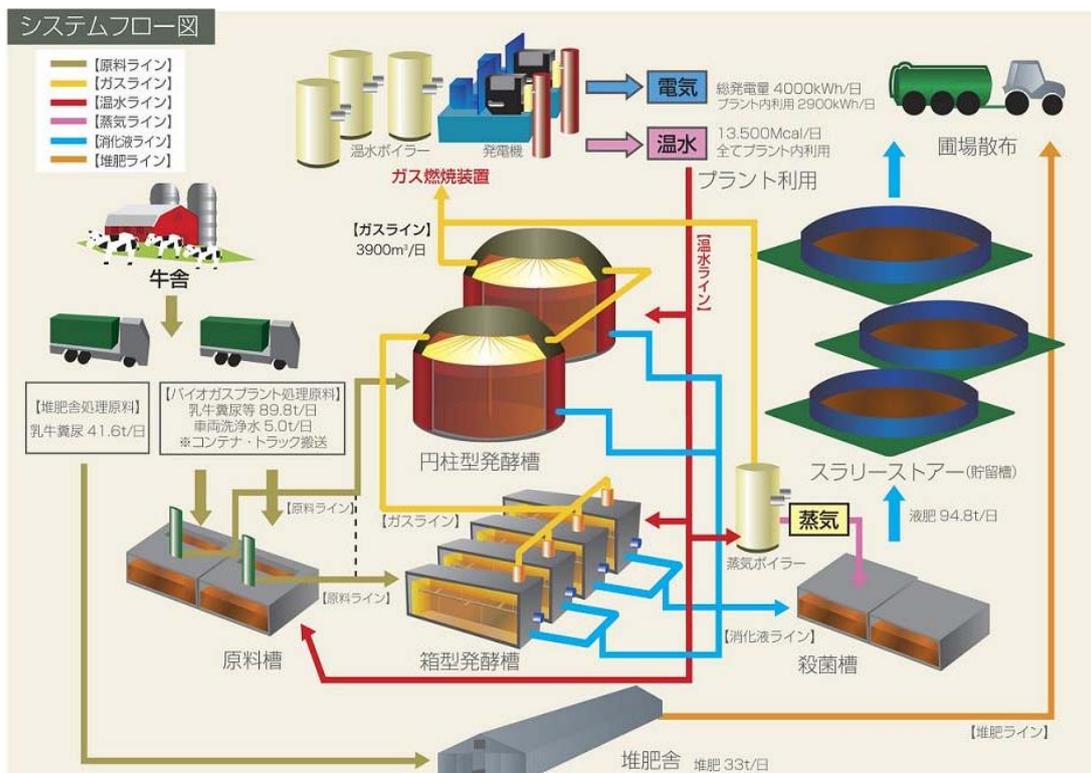


図 1.25 北海道 追町のメタン発 プラントシステムフロー

b 低コストパーラー（ 場）排水処理

取県 取市の 60 規模（6ha の 場）の 農家ではパーラーからの排水を低コストで処理する施設整備を計画し 2006 年に設備が 成し している。

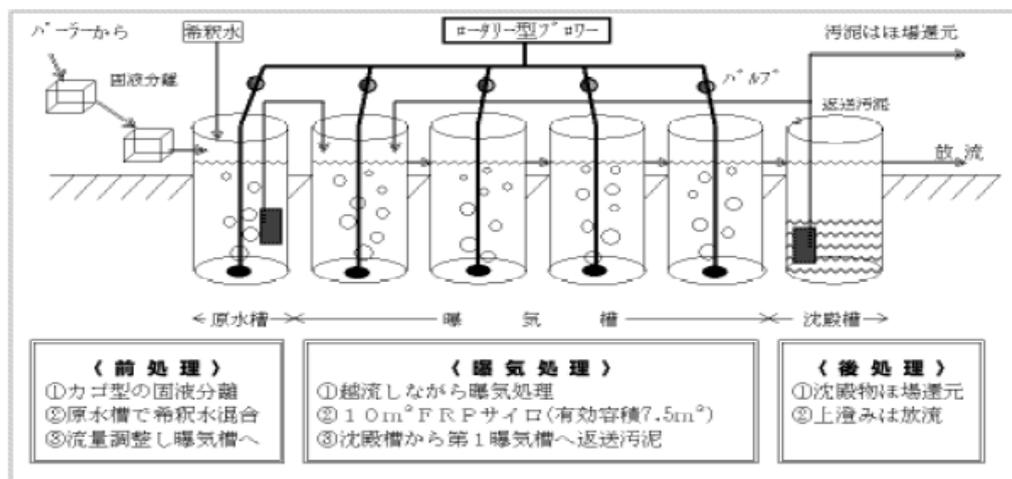


図 1.26 低コストパーラー排水処理事例（ 取県）

廃水処理量は 機 洗浄水およびパーラー ット洗浄水合計で 6m<sup>3</sup>/日である。建設費は 95 万円程度で、BOD 約 1700ppm を 120ppm 以下に処理する。

### 1.3.4 汚泥処理

#### (1) 日本の汚泥処理の概況

日本では、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 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 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 結する。

汚泥はほとんどが水分で、処理がやっかいである。従来は め立て処分などが行われてきたが、 め立て処分地の確保が年々難しくなっているなどの理 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 なかったが、その比率は年々上 し、2004 年時点では約 67%の汚泥が有効利用されている。また、 め立て処分を行う場合でも、汚泥をそのまま め立てるのではなく 等によって減容化を図ることが求められており、2004 年時点では め立てられている汚泥の 87%が や 融スラグ処理によって減容化が行われている。

汚泥の処理は、まず濃縮・ 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、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、スクリーン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蒸発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。

## (2) 汚泥のリサイクル利用

### ① 農地利用

- ・堆肥化し有機肥料として利用する。
- ・乾燥汚泥や、水汚泥や生汚泥の状態に還元し、肥料や土壌改良、人工土壌に活用する。

### ②建設資材への利用

- ・乾燥汚泥にしてセメント原料にする。
- ・融スラグ化しレンガや路盤材とする。
- ・軽量骨材やめしきり、土質改良、水性コンクリートに利用する。

### 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。

表 1.16 下水汚泥の処理及び処分状況 (2006 年度) ((社) 下水道協会 ホーム ページ)

(汚泥 重量ベース：単位トン)

	め立て	リサイクル利用			場内保管 その他	合計	
		農地利 用	建築資				料化
			セメント 化	セメント 以外			
液状汚泥	0	4	0	0	0	4 0.0%	
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%	
汚泥	3,944	31,516	1,992	6	16,083	3 55,160 2.4%	
化汚泥	21	1,733	898	181	0	102 2,934 0.1%	
	518,538	26,879	698,896	302,153	4	10,023 1,556,493 69.6%	
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%	

表 1.16 のように、有効利用の用途としては建築資 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 や 融スラグに処理したものが利用されている。また、農地利用に有効利用されるものは汚泥全体の 15% を占めているが、そのうち 75% は堆肥利用である。汚泥の処分方法からみた場合は、されるものが最も多く 69.6% を占め、融スラグ化されるもの及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 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 することが重要である。

汚泥は 水した場合でも水分が 85% を占めるために、その 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、地 1ha あたり平均約 300kg に相当する。

### (3) 下水汚泥の堆肥化の実例

下水汚泥の堆肥化プラントの大規模な例：

山県にある民間の汚泥の堆肥化プラント（図 1.27）では、処理能力約 350 日/日を有し、下水処理場やし尿処理場の汚泥を 入し、処理している。工場は農村地帯に立地しているほか、高速道路の にも良く広範囲からの汚泥の運 にも有利な立地条件である。



図 1.27 汚泥の堆肥化工場

汚泥は下水処理場やし尿処理場で 水され、 水汚泥として工場に 入される。汚泥はチップと て、含水率が 60～70%程度になるように調整され、発 に積み上げられ、発 させる。チップは 定などを粉 したものが用いられるが、生 ではなくさせたものが用いられる。工場では山積みされた汚泥と チップから 気が立ち、盛んに発 が行われている。

発 にはエアレーション設備があり、発 の状況によって適 送風が行われる。また、ほ 1 間おきに切り返しを行い、山の上下を 転させ発 を促進させるとともに発 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 了する。発 の内部の状況は図 1.28 の通りである



図 1.28 発

堆肥化が完了した後はにかけるが、これはチップをより分けることが主な目的で、より分けられたチップにはが多く付着しており、再び堆肥とし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とのことである。

堆肥の主要な成分の含有量は、表 1.17 の通りである。

表 1.17 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 全量 (%)	0.5 未満
素窒素比	7.0～9.0
H	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 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。

工場の話によると、こうした堆肥化プラントの成 の条件は、入される汚泥の状態と堆肥の需要である。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。

堆肥は有機肥料であり、発 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他、土を 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、この工場の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いうことである。しかし、日本では農業の高 化等によって、農家による農地への堆肥散布の 力確保が難しくなっており、この会社では堆肥の農地への散布サービスも行い、堆肥の安定需要の確保に向けた努力を行っている。

中国で下水汚泥の堆肥化による処理を行う場合も、同様に成 のポイントはこういった、一定の形状や品質の 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 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。

#### (4) 下水汚泥肥料に対する規格

日本では、下水汚泥肥料については、「肥料取締法」によって規格が定められている。含有を される有害物質の最大量 (%) として、下記の規定がある。

- ・ 素 : 0.005
- ・ カドミウム : 0.0005
- ・ 水 : 0.0002
- ・ ニッケル : 0.03
- ・ クロム : 0.05
- ・ : 0.01

また、「金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令」別表第一に定められる基準を満たした原料を使用しなくてはならない。これは、アルキル水 やカドミウム、シアン、PCB、トリクロロエチレンなどの有害な金属や化学物質の判定基準で、土壤環境基準に定められた物質に対する 出試験の 出 容量を定めたものである。

#### 1.3.5 日本の窒素・りん削減技術

窒素・りんの削減に最も適用されている浮遊 生物を利用した活性汚泥法は、次のような機能に分類される。下記の①から③が従来の処理方法であり、④から⑥が高度処理と言われている。

- ① 活性汚泥による有機物の吸着及び 取
- ② 取した有機物の酸化及び同化によるフロック化
- ③ 活性汚泥フロックの良好な沈降・分離
- ④ 化
- ⑤ 窒
- ⑥ 生物学的りん除去

近年、通常有機物除去を目的とした上記①～③の技術である標準活性汚泥法、オキシ

デーションディッチ法、長時間エアレーション法、酸素活性汚泥法等の二次処理で得られる処理水質以上の水質を得る目的で、「高度処理」技術の開発が進み、多くの排水処理場に適用されている。また、りん分離・除去の高度処理技術として、物理化学的処理の析法や加処理の Heatphos 法などの採用実績が出てきている。

高度処理技術が実施されるのは有機物に係る水質環境基準を達成するのに二次処理で不足の場合、富栄養化との関連で窒素・りん除去が要求される場合、下水処理水を再利用する場合、のいずれかに大別される。

公共用水域の水質保全には生活排水や産業排水の高度処理が重要であるが、特に閉鎖性水域に流入する汚濁負荷の約 6 割は生活排水に由来しており、水環境の健全化のためには、生活排水中の窒素・りん除去高度処理が必要不可欠である。

本稿では、改良・改善が著しい窒素・りん削減技術の「高度処理技術」についてまとめた。窒素・りん削減の高度処理方法は表 1.18 のように分類される。

表 1.18 高度処理方法

除去対象物質	高度処理方法
窒素	環式硝化法、硝化内生化法、ステップ流入式多段硝化法 高度処理オキシデーションディッチ法、分離活性汚泥法、グラニュー ール硝化法、Anammox 法
	嫌気無酸素好気法（法）
りん	嫌気好気活性汚泥法（AO 法）、フストリップ法、 析法（HAP 法、MAP 法）、Heatphos 法

（下水道施設計画・設計指針と解説（後編）2009 年版 P57 を編集）

### (1) 窒素除去技術

排水中の窒素除去技術は、アンモニアを硝化の途中で酸態窒素（）まで全量酸化した後、硝化の途中で BOD 源を与えて窒素ガスに転換する「生物学的除去技術」と、窒素成分であるアンモニアを物理化学的に酸化して窒素を除去する「物理化学的除去技術」に分類される。また、最近では排水中の窒素成分の約半分を硝化により酸まで酸化し、Anammox 生物がアンモニアと酸を反応させて、窒素ガスに転換する方法も開発されている。

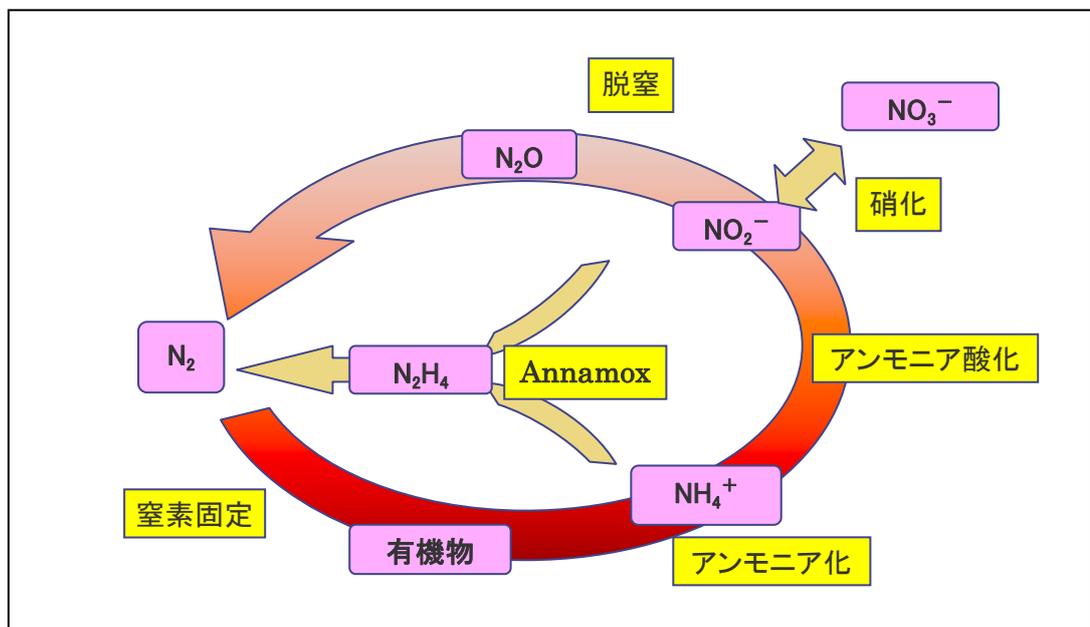


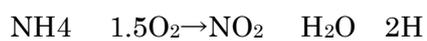
図 窒素 環図

### ①生物学的方法

浮遊生物によりアンモニア性窒素を酸化して窒素除去する方法である。生物学的方法は、物理的に窒素・りんを除去する技術に対して、公共下水道等の生活排水や農業排水の高度処理に実績が拡大している。

#### ○ 化工程

- ・ 酸細の生物酸化反応



必要な酸素  $1.5 \times (2 \times 16) / 14 = 3.43 \text{kg/kgN}$

消費されるアルカリ  $1 \text{mol as CaCO}_3 \quad 100 / 14 = 7.14 \text{kg/kgN}$

- ・ 化細の生物酸化反応



必要な酸素  $0.5 \times 2 \times 16 / 14 = 1.14 \text{kg/kgN}$

消費されるアルカリ 0

全行程を通して、必要な酸素量  $4.57 \text{kg/kgN}$

消費されるアルカリ  $7.14 \text{kg/kgN}$

#### ○ 窒工程

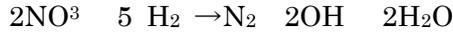
- ・ 酸呼吸



水素供与体量： $3 \times (1 \times 16) / (2 \times 14) = 1.71 \text{kgBOD/kgN}$

遊離アルカリ： $1 \text{mol as CaCO}_3 \quad 100 / (2 \times 14) = 3.57 \text{kg/kgN}$

- ・ 酸呼吸



水素供与体量：5 1×16 / 2×14 2.86 kg BOD / kgN

遊離アルカリ：1mol as CaCO<sub>3</sub> 100 / (2×14) 3.57 kg / kgN

#### a 化 窒法

生物により、好気条件下でアンモニア性窒素を 酸性窒素に 化し、その後嫌気条件下で 酸性窒素をガス状にして除去する方法である。 化液の取り 方法、 生物の滞留時間、排液との接触方法などによって、次のような技術が開発されている。

##### (i) 化液 環法

無酸素槽、好気槽を設け、内部 環により 窒を行う方法であるが、反応 の滞留時間は 12～16 時間程度である。

##### 化 内生 窒法

化 内生 窒法（図 1-30 参照）は、 化工程の後に 窒工程を配置するもので、 窒反応に必要な水素供与体として活性汚泥に吸着された有機物や細 内に 積された有機物を利用するものである。従って、 窒反応に必要な有機物を外部から添加せず、さらに 環式 化 窒法のような 化 合液の 環も行わない。一般に、 窒のためのメタ ールなどの添加が必要となり、また流入水の水質によっては 化によるアルカリ度の低下を補うために水酸化ナトリウムの添加を必要とする場合がある。平均的な流入水の場合、反応槽流入水に対して全窒素除去率は 70%～90%が期 できる。

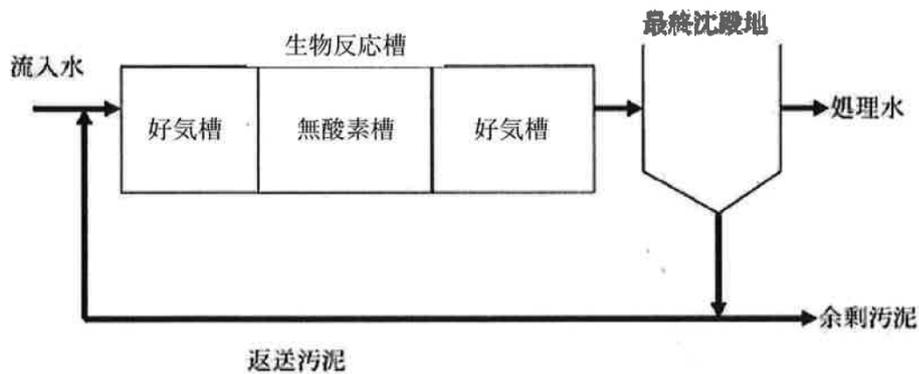


図 1.30 化 内生 窒法のフロー

##### 環式 化 窒法

本法は、反応槽前段に無酸素槽、後段に好気槽を設置し、 化液を 環ポンプや返送汚泥ポンプによって好気槽から無酸素槽へと返送することにより窒素除去を行うプロセスである（図 1.31 参照）。また、流入水の水質によって 窒に必要な

な有機物が不足する場合は、最初沈殿地を介さずに直接反応槽に流入させるバイパス水路を利用し、有機物等の供給を行う。これらの方法でも有機物が確保できない場合は、メタールなどの添加が必要となる。また、アルカリ度供給が必要な場合は水酸化ナトリウムを添加する。平均的な流入水の場合、反応槽流入水に対して全窒素除去率は65%~70%が期できる。

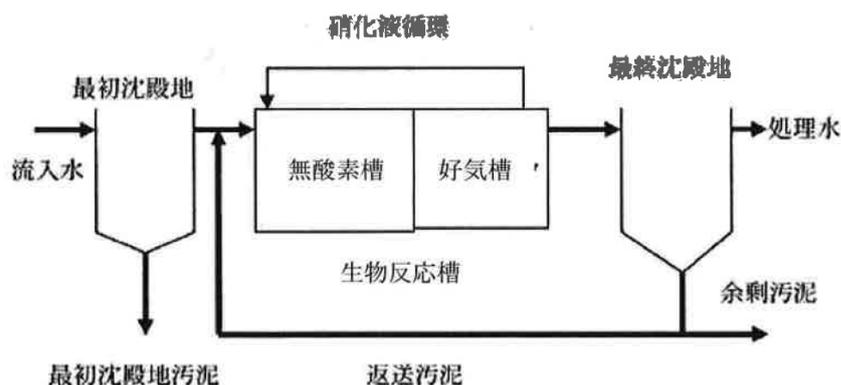


図 1.31 環式化窒法のフロー

#### 担体投入法

化窒法は上述のように反応での滞留時間が長いので、処理時間の縮をって、反応槽内の生物濃度を高めるとともに生物の滞留時間を増大させて有用な生物を反応槽内に保持することが重要である。しかしながら、従来の活性汚泥法では汚泥の固液分離効率に一定の限界があるため、汚泥の高濃度化には限界がある。このため生物滞留時間の増大を目的として担体を投入する方法が開発された(図 1.32 参照)。担体としてアルン酸等の天然ポリマーやポリアクリルアミド等の合成ポリマーが使われている。担体は環式化窒法、嫌気無酸素好気法(A<sub>2</sub>O法)及びステップ式多段流入法にも適用できる。

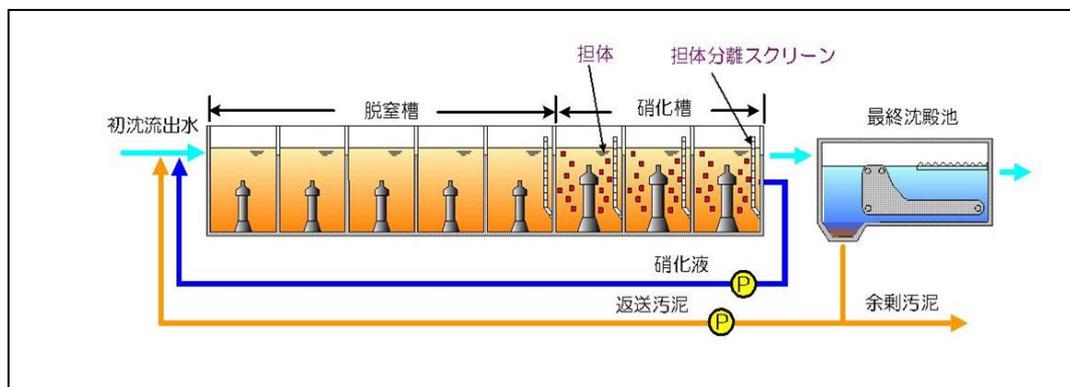


図 1.32 担体投入法のフロー

(ii) 分離活性汚泥法

生物学的処理において、汚泥と処理水の固液分離性能の安定化、生物処理の効率化、コンパクト化のために、生物学的処理と分離を組み合わせた処理技術が開発されている（図 1.33 参照）。ろ過を利用することによって固形物と生物による汚濁物質の処理が同時に行われるため、効率化が図られ、処理施設のコンパクト化と固液分離の問題が生じない処理システムが可能となった。現在の分離活性汚泥法は、ろ過を直接生物反応槽にして吸引ろ過するものが多く見られる。ろ過を利用した処理システムの利点は、以下の通りである。

- (1) 反応槽内にろ過装置を設置し、直接ろ過して処理水を得られることから最終沈殿地を省略できる。
- (2) 重力沈降による固液分離ではなくなるので反応槽内の MLSS 濃度を高く保ち、長時間処理が可能となるので、反応槽容量の縮小及び汚泥濃縮の省略が出来る。
- (3) 細かいろ過装置を採用するので、砂ろ過以上の SS 除去ができる。
- (4) 脱水機の省略も可能。

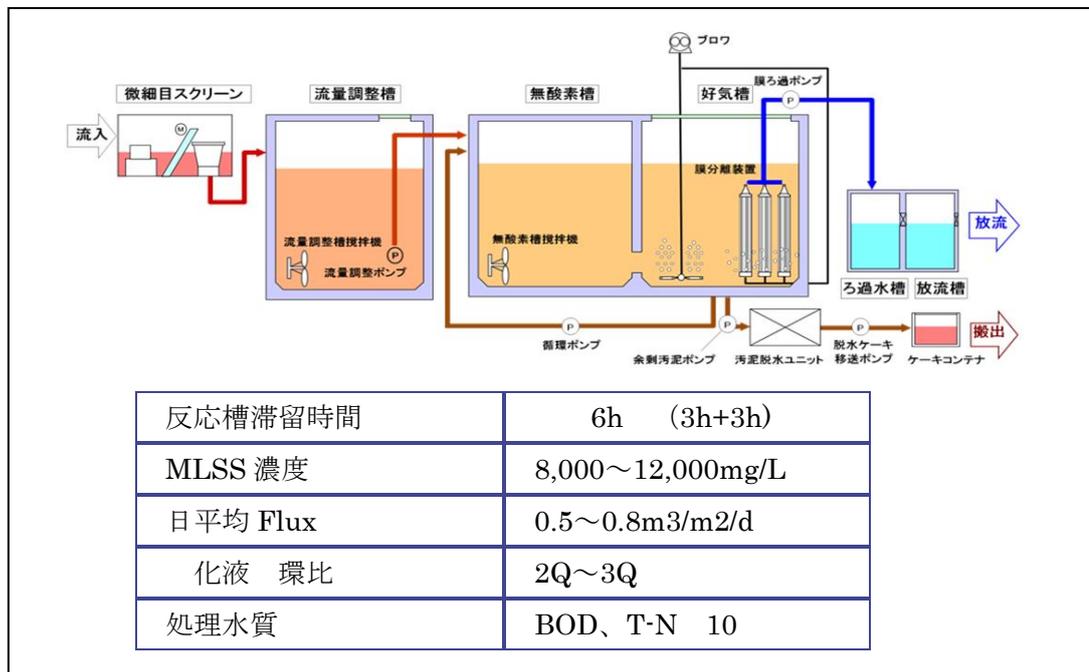


図 1.33 分離活性汚泥法のフロー

iii グラニュール 窒法

従来の排水処理において主流であった好気性処理と異なり、自造型嫌気性生物（主に、メタン生成）を用いて排水中の有機物をメタンガスと二酸化炭素

に分解し、グラニュールを形成（グラニュール汚泥）、流動床として用いる（図 1.34 参照）。グラニュールの 0.5～3.0 程度で固定床より生物密度を多くできる。したがって、生物濃度が極めて大きく出来るので処理速度は大きい。懸濁性の有機物はグラニュール形成を害するのでこの方法は不適であり、可溶性の有機物処理に適用される。

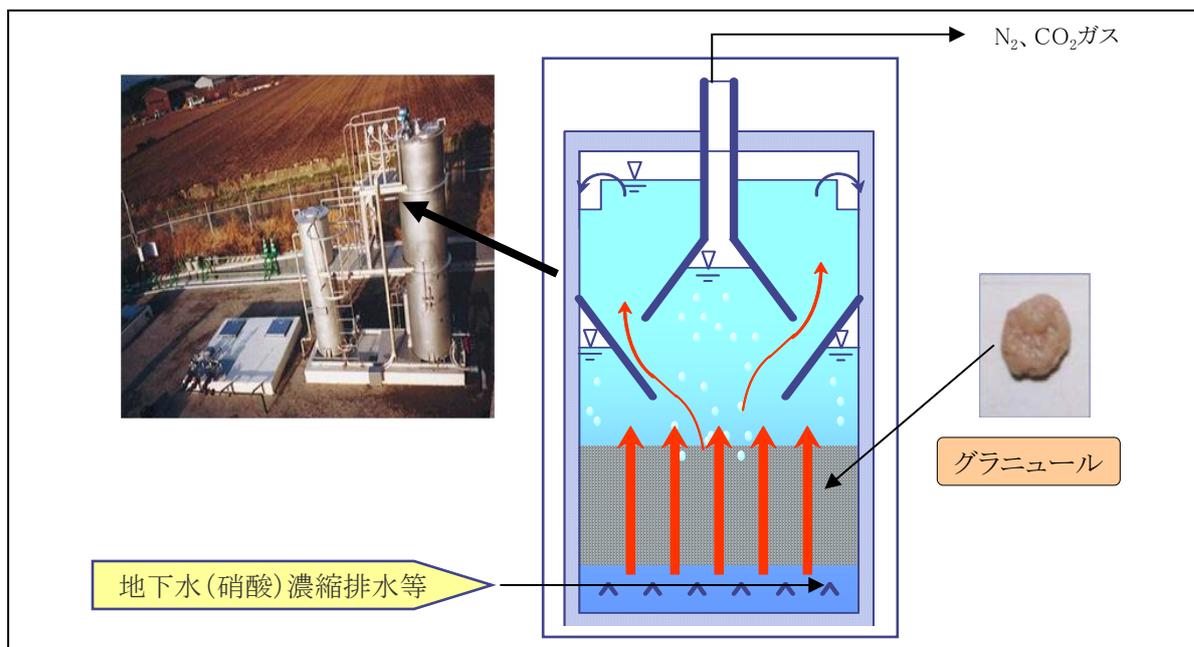


図 1.34 EDI グラニュール 窒法

#### 多段ステップ流入法

全合型の無酸素槽及び好気槽の組み合わせたニットを2～3段直に配置し、流入水または最初沈殿地流出水をそれぞれ無酸素槽に均等にステップ流入させて、各段におけるMLSS当たりの負荷を均一にすることにより、窒素除去の効率化や維持管理の簡化を図った方法である。従って、ステップ流入法は低コストであり、無酸素槽と好気槽を多段に組み合わせるので高い窒素除去性能が期待できる。図 1.35 のように、内部環比を上げれば80%～90%の窒素除去率を得ることが出来る。

また、ステップ流入式の前段に嫌気槽を付加し、りん除去の安定化を目指した「ステップ流入式 無酸素 好気法」も提案されている。

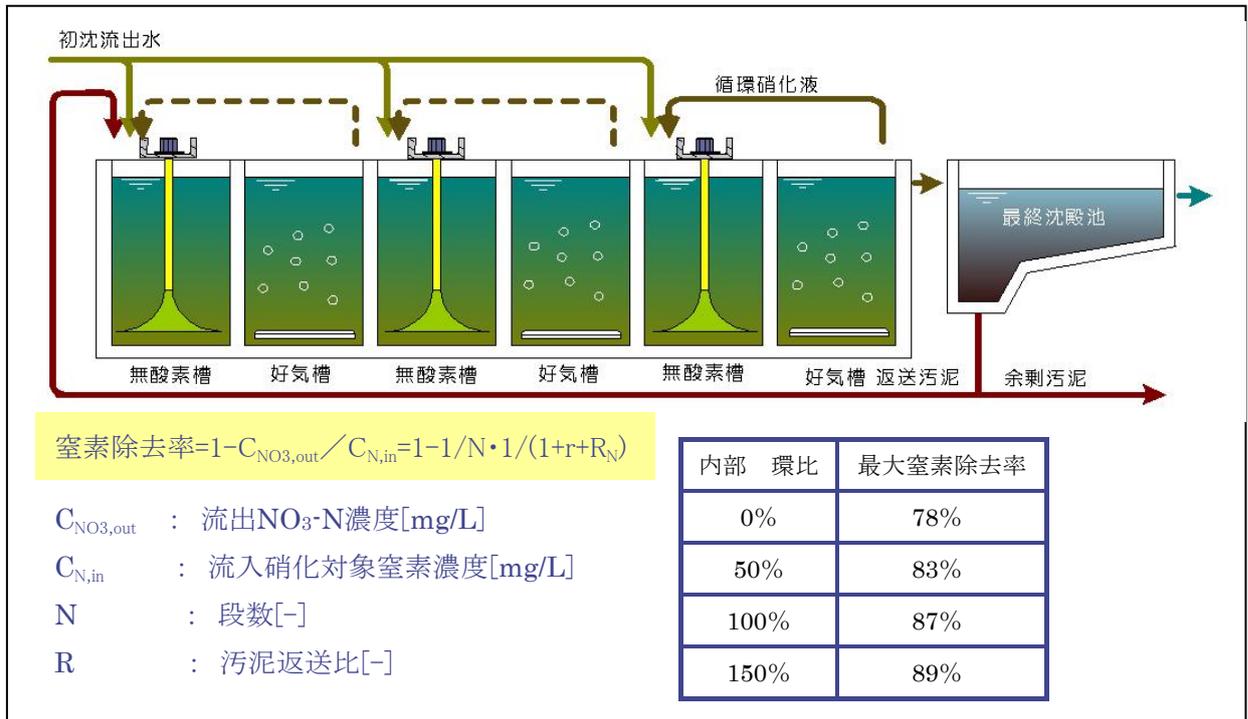


図 1.35 多段ステップ流入法のフロー

(vi) 高度処理オキシデーショondiッチ法

高度処理オキシデーショondiッチ法は、従来型の無終端水路に機械式曝気装置を設置し下水を処理する低負荷型活性汚泥処理に加え、流入汚泥の変動によらず消化細菌の保持に最低限必要とされる ASRT (好気汚泥滞留時間) を確保できる方法である。自動的に流入負荷量に応じて汚泥引き取り量を増減することによって、高負荷時の処理に必要な細菌などの生物量を系内に保持できる (図 1.36 参照)。また、流入負荷量に応じて好気時間を自動で調整することによって生物の増殖や活性低下を防ぐことが出来る。窒素除去率を 85%以上達成可能である。

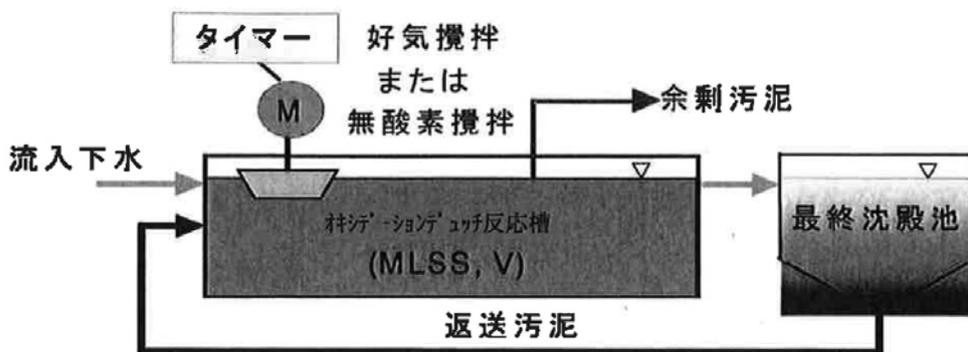
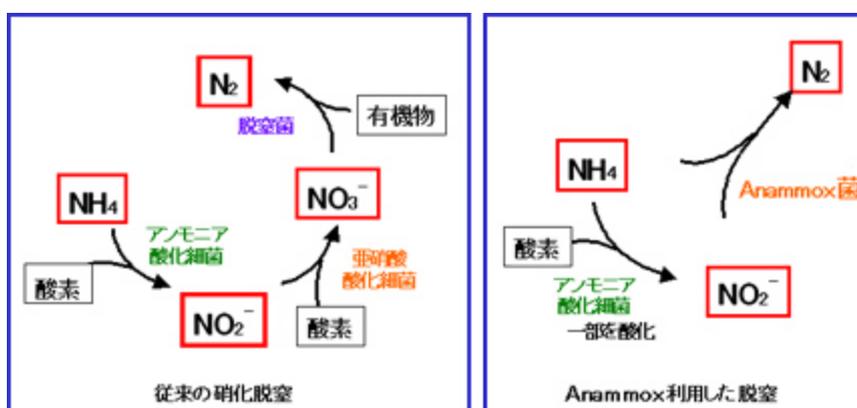


図 1.36 高度処理オキシデーショondiッチ法のフロー

## Anammox 法

排水中の窒素成分の約半分を 化 により 酸まで酸化し、Anammox 生物がアンモニアと 酸を反応させて窒素ガスに転換する方法である（図 1.37 参照）。Anammox 生物は、1990 年にオランダの Delft（デルフト）大学の研究者によって発見された生物である。Anammox 法では、排水中の窒素成分に対して 酸までの全量を酸化しないので、酸素必要量は従来法の約半分近くですむ。また、Anammox 生物は独立栄養細菌であるので、窒素に際して BOD 源は不要となり、汚泥発生量も大幅に削減することが出来るとされている。この方法のポイントは、 化細菌 による分解を 酸態窒素の段階に 全に 止させることであるので、「 酸酸化細菌 」を存在させない技術開発が行われている。Anammox 法による設備の実施事例としては、新潟県下の下水処理場にて 2 年間のパイロット運転が行われている。



（ 工業 IR ニュース、平成 15 年 7 月 24 日）

図 1.37 化 窒素従来法と Anammox 法

## ②物理化学的方法

物理化学的処理方法は、どちらかといえば産業排水や特 排水等を対象に適用する目的で開発が進んでいる状況である。公共下水道などへの適用は少ない。

### （ ）アンモニアストリッピング法

アンモニアを物理化学的に酸化して窒素を除去する方法である。排水を高 Ph にすることにより、アンモニアをガス状にして除去する。除去対象のアンモニアは  $\text{NH}_4\text{-N}$  であり、濃度は 500 mg/l 以上、除去率は 95% 以上である。

### （ ）不連続点塩素処理法

塩素によりアンモニアを窒素まで酸化して除去する方法である。除去対象は  $\text{NH}_4\text{-N}$  であり、濃度は 100~200 mg/l、除去率は 99% 以上である。

### （ ）気化学的処理法

解により次 塩素酸 ーダを生成し、アンモニアを窒素まで酸化、除去対象は  $\text{NH}_4\text{-N}$  であり、濃度は 100~200 mg/l、除去率は 99% 以上である（図 1.38 参照）。

コンパクトな装置で COD、窒素除去、  
が出来る。

(iv)触媒酸化法

250~300℃、圧力 80~100atm にて触媒を通すことで窒素まで酸化して除去する方法である。除去対象は全窒素であり、濃度は 500 mg/l 以上、除去率は 95%以上である。

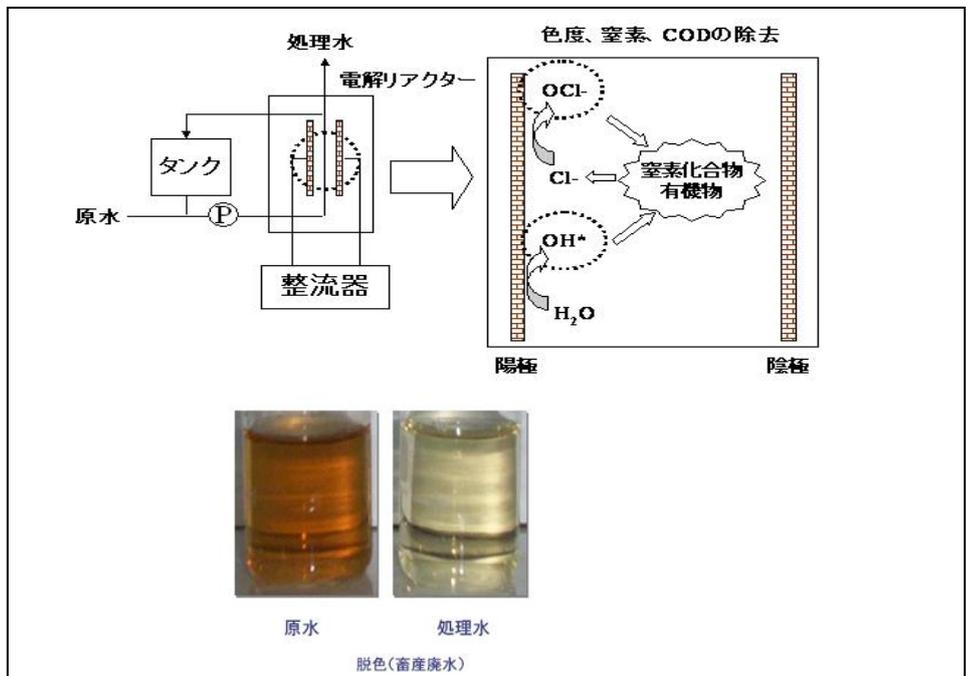
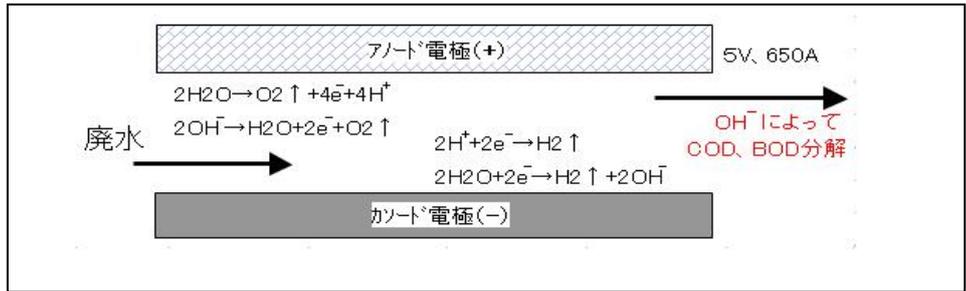


図 1.38 電気化学的 窒素法

(2) リン除去技術

排水処理において、りんは BOD や窒素と異なり、活性汚泥により分解されガスとして発することがなく活性汚泥内に 積されるため、系外に引き かれる余剰汚泥に含まれて排出されることで除去される。従って、排水中のりんの除去技術はりんに 高濃度で つ効率よく汚泥に移動・凝集させるかが重要なポイントとなっている。

排水中のりん除去（回収）技術は、りんを汚泥に凝集させるための生物学的りん除去技術及び物理化学的除去技術に分類される。いずれの方法でも、汚泥中に凝集されたりんは

Heatphos 法などのりんの分離・回収プロセスによって肥料や人工りん などとして回収されリサイクルされる。

### ①生物学的りん除去技術

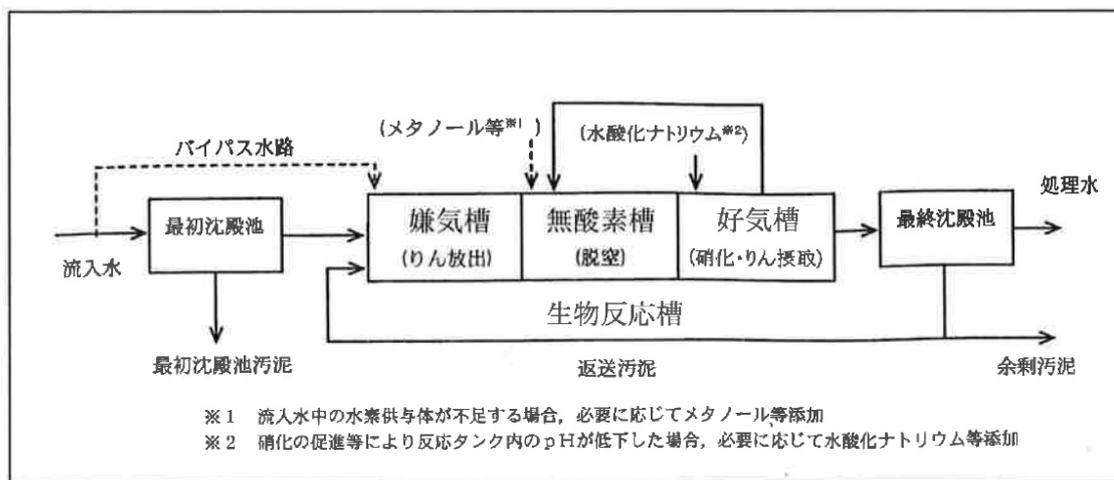
生物学的りん凝集技術は窒素・りん同時除去法である「嫌気無酸素好気法（ $A_2O$ 法）」及び「嫌気好気活性汚泥法（AO法）」とその改良型である「フストリップ法」がある。

#### 嫌気無酸素好気法（ $A_2O$ 法）

嫌気無酸素好気法（ $A_2O$ 法）は生物反応槽を嫌気槽、無酸素槽（窒）、好気槽（化）の順に配し、流入水と返送汚泥を嫌気槽に流入させる一方、化液を環ポンプによって好気槽から無酸素槽へと環させるプロセスである。好気槽では流入するアンモニア性窒素が酸性窒素、もしくは酸性窒素に酸化され、無酸素槽では、窒細により酸性窒素や酸性窒素が窒素ガスに還元される（図 1.39 参照）。

この方法では、無酸素槽において流入水中の有機物を水素供与体として利用する点に特徴がある。有機物が不足する場合にはメタノールなどを添加する、また、化促進などにより生物反応槽内の pH が低下した場合には必要に応じて水酸化ナトリウムなどを添加する。

平均的な流入水の場合、全窒素除去率は 60～70%程度、全りん除去率は 70～80%程度が期できる。



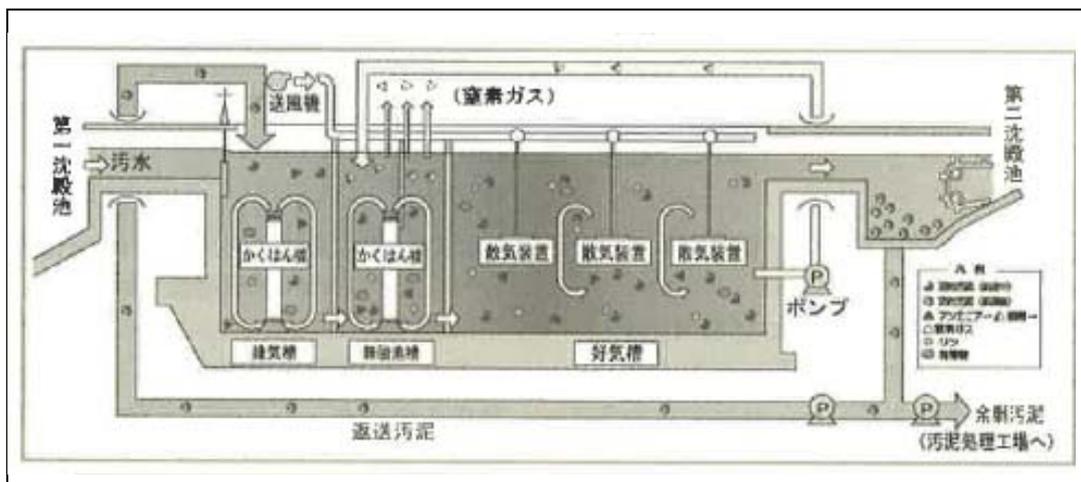
（下水道施設計画・設計指針と解説（後編）2009年版 P216）

図 1.39 嫌気無酸素好気法（ $A_2O$ 法）のフロー

#### 嫌気好気活性汚泥法（AO法）

生物処理の嫌気処理過程で汚泥がき出したりんを好気処理過程で生物細に過剰に取させた後、余剰汚泥の形でりんを除去する方法である。環式消化窒法にもう 1 槽嫌気槽を設け、この槽に沈殿槽の汚泥を返送する（図 1.40 参照）。

嫌気条件で細菌は体内に蓄積しているりんを細菌外に放出し、その後好気条件でりんの過剰採取がこり、通常よりもりん含有量の多い細菌が、余剰汚泥として系外に取り出されることにより処理水中のりん濃度を削減するという原理に基づく。一般的にこの方法によるりんの除去率は70～80%である。



(再生と利用 (日本下水道協会) : 2007.No.117, p28)

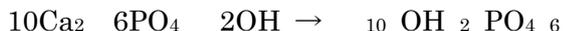
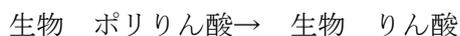
図 1.40 嫌気好気活性汚泥法 (AO 法) のフロー

#### フ ストリップ法

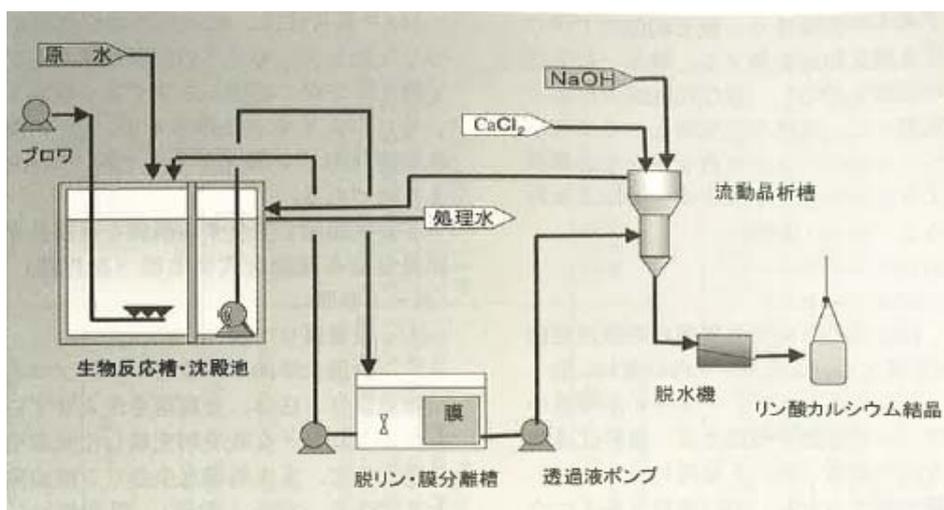
嫌気好気活性汚泥法 (AO 法) の改良型として開発された技術である。好気槽で生物が過剰採取したりんを含んだ汚泥を、嫌気状態のりん槽に移してりんを放出させる。濃縮され放出されたりんは、添加される Ca ( ) によって、析槽にて HAP ( ドロキシアパタイト) を主成分とするりん酸カルシウムとして回収する。汚泥は再び好気槽へり、りんの採取を行う (図 1.41 参照)。

この技術は汚泥の発生量が少なく、嫌気好気活性汚泥法に比べてりん除去能力が安定しているが、プロセスが複雑で、薬品代が高くつく傾向にある。

主要な反応式は下記である。



一般的にこの方法によるりんの除去率は 80～90% である。



(再生と利用 (日本下水道協会) : 2007.No.117, p19-23)

図 1.41 フストリップ法のフロー

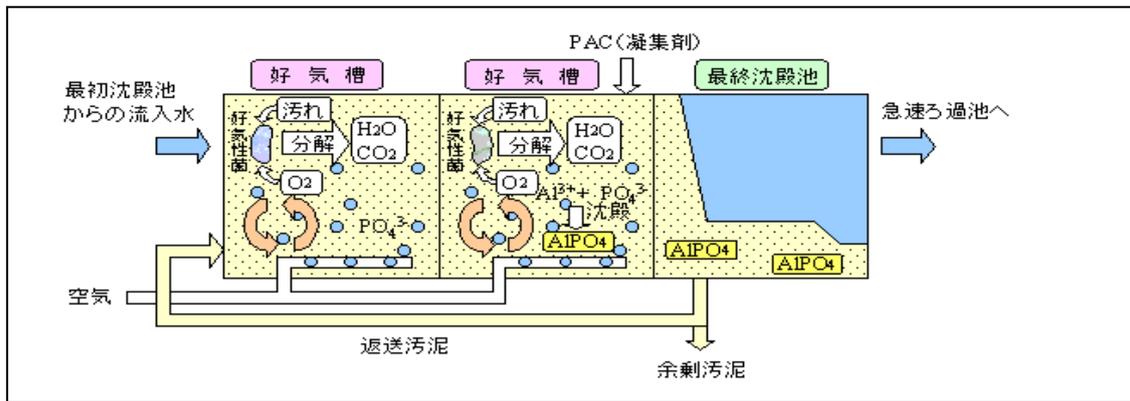
## ②物理化学的りん除去技術

物理化学的りん除去技術は、アルミニウム塩や 塩あるいは などのカルシウム塩とりんを反応させて凝集する「凝集沈殿法」、活性汚泥法に凝集剤を添加する「凝集剤添加活性汚泥法」など、排水中のりんを汚泥の中に凝集し除去する技術と、排水中のりんをりん酸塩化合物として析 析し除去する「析法 (HAP 法、MAP 法)」、 塩などの凝集剤を添加した後、砂やアンスラサイトなどの 状 の充 に通水してりんを除去する「接触ろ過法」、活性アルミナの充 に通水して除去する「吸着法」、イオン交換 の充 に通水して処理する「イオン交換法」などに分類される。

これらの中で最も一般的に使われているりんの除去方法は「凝集剤添加活性汚泥法」及び「析法 (HAP 法、MAP 法)」である。

### ( )凝集剤添加活性汚泥法

活性汚泥法による処理施設の好気槽の末端にポリ塩化アルミニウム (PAC) などの凝集剤を直接添加して、りんをりん酸アルミニウム ( $AlPO_4$ ) として汚泥中に凝集させ除去する方法である。りんを含んだ凝集余剰汚泥は、析法 (HAP 法、MAP 法) によって処理され、りん酸カルシウムあるいはりん酸マグネシウムアンモニウム (MAP) としてりんが回収される (図 1.42 参照)。凝集剤の添加により好気槽の生物相が変化して処理効率が悪化する場合があるので、注意を要する。



(土 市公式 ーム ージ)

図 1.42 凝集剤添加活性汚泥法のフロー事例

### 凝集沈殿法

りんを含む排水に凝集剤として 酸アルミニウムや塩化 などの金属塩、 など を添加し不 性のリン酸塩を生成させ沈殿除去する方法である。凝集沈殿法はりんの除去に伴って多量のりん含有汚泥が生成するという問題がある。

### 析法

排水中のりんを回収する方式として、液中のりんを HAP（りん酸 ドロキシアパタイト）や MAP りん酸マグネシウムアンモニウム として 析する方法が実用化されている。

一般的に汚泥処理設備を有する下水処理場では、濃縮分離液、汚泥 水分離液、消化 離液などが発生し、これらは返流水として再び最初沈殿地に返されている。返流水は高濃度のりんを含んでいるので化学反応による 析法を適用することによって、汚泥を発生させることなく効率的なりん除去ができる。

### HAP 析法

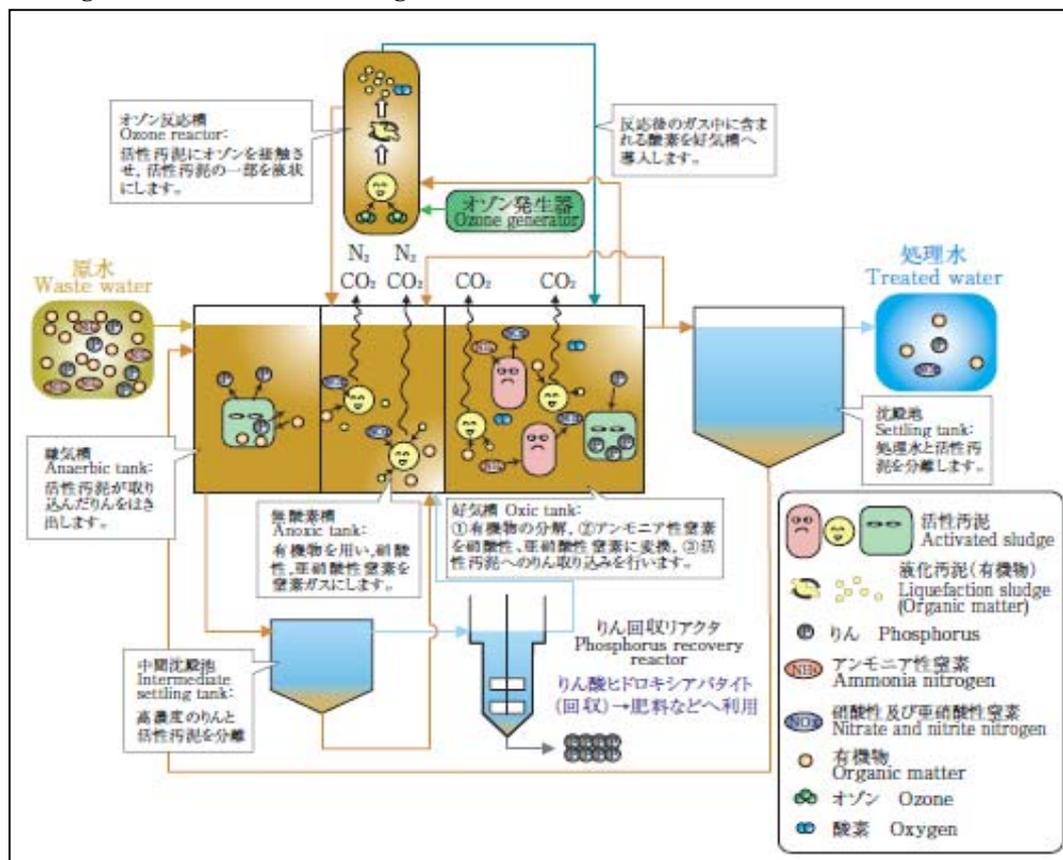
二次処理水中の 酸を低 条件で 酸した後、Ca ( ) を添加して 析槽で種上に HAP（りん酸 ドロキシアパタイト）を析出させて回収する（図 1.43 参照）。析槽は固定式が多い。また、結 生成の になる種 には、りん 等が主に用いられるが、最近では種 として 酸カルシウムを用いることも検討されている（図 1.44 参照）。



酸カルシウムなどの種 及び 析したりん酸 ドロキシアパタイトは、 酸性を示す植物の根の周囲で 解することから、回収した種 は加工せずにそのまま肥料として使用できる。また、品質も均一化されているため安定供給が可能となっている。なお、回収された種 は有害物質の 出試験や重金属含有率測定及び植物に対する害に関する栽培試験によって肥料として有効であることが確認されている。

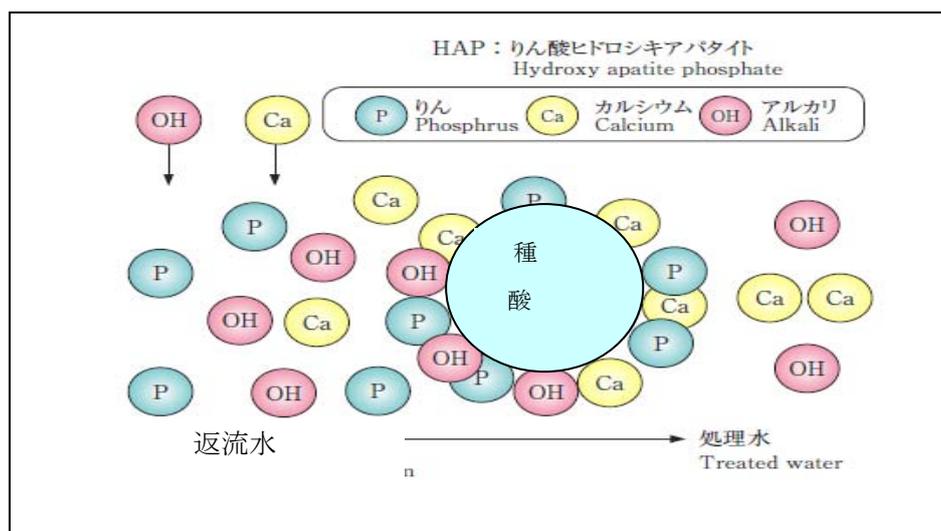
大 万博会場における実証プラント（原水処理量 62.5m<sup>3</sup> 日）では、原水中のりん濃

度 5mg/l を 処理にて 1 mg/l にしている。



(エバラ時報 No.208、p21-24、2005-7)

図 1.43 HAP 析法

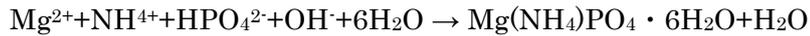


(エバラ時報 No.208、p21-24、2005-7)

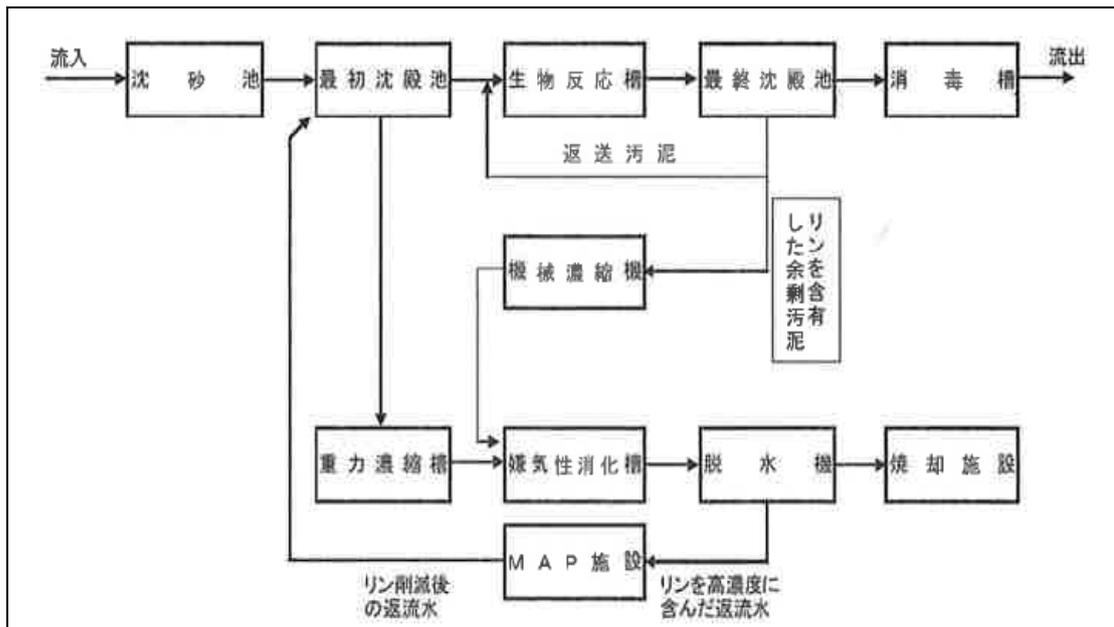
図 1.44 種 によるりんの 析

## MAP 析法

MAP 析法はその 解度特性から汚泥処理返流水等のりん及びアンモニア濃度の高い排水処理に適用されるが、処理対象排水にマグネシウムを添加して、性 ーダ等で H 調整することで排水中に含まれるりん酸イオンとアンモニウムイオンを MAP (りん酸マグネシウムアンモニウム) 結 (2~3mm 程度) の形で固定化して回収する方法であり、アンモニア窒素も同時に除去することが出来る (図 1.45、図 1.46 参照)。

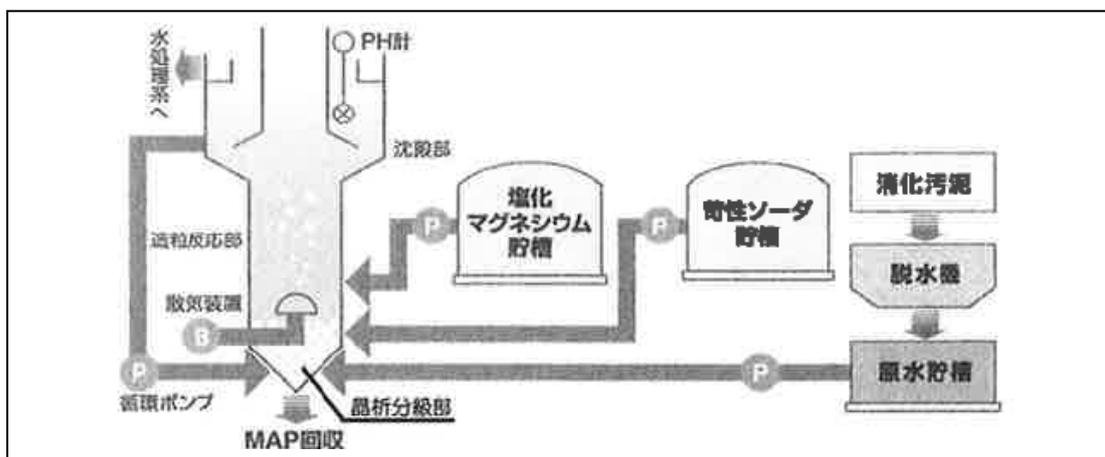


MAP は、オルトリン酸イオン、アンモニウムイオン及びマグネシウムイオンにより生成し、結 の過剰生成などの問題もある。従来、汚泥を嫌気性 生物の作用で減容し、メタンガスを発生させる嫌気性消化プロセスにおいて、処理液の流出する管内でしばしば閉 トラ ルが生じており、これが MAP 結 によるスケールによるものとの報告されている。



(再生と利用 (日本下水道協会) : 2007.No.117,p24-27)

図 1.45 MAP 析法フロー事例

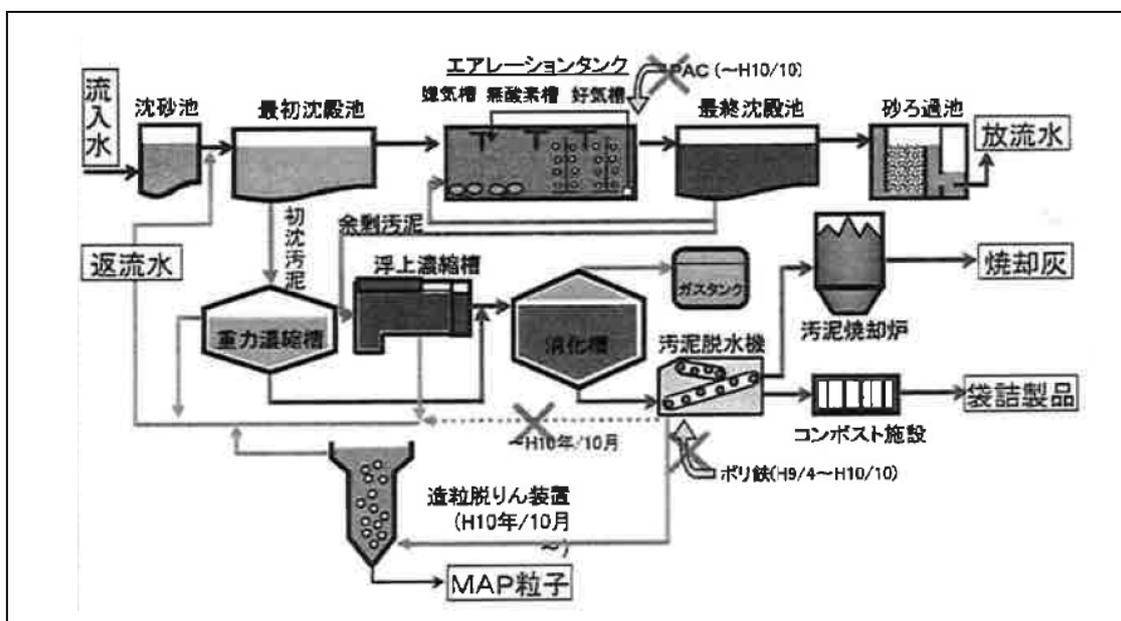


(再生と利用 (日本下水道協会) : 2007.No.117,p24-27)

図 1.46 MAP 造 装置の概略

MAP 法を採用している 市の下水処理場では、回収された MAP を肥料として肥料メーカーに売 している。売 量は 2006 年で 134 トンであった。

また、 取県 道湖東部浄化センターでは MAP 法採用設備によって、原水 濃度 50~200mg/l を 10~20mg/l に削減している (図 1.47 参照)。回収された MAP は市と同じように、りん肥料として外販されている。



(下水道におけるリン資源化検討会資料第一回委員会 (2009.1.24) 資料 4-1)

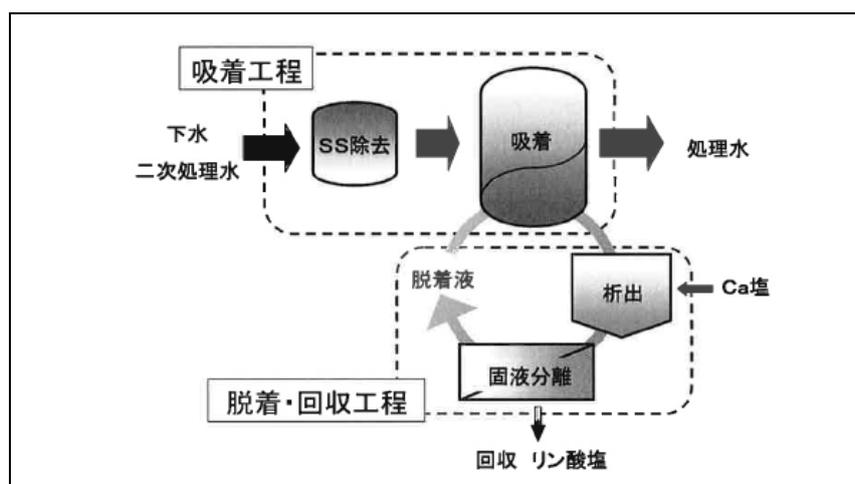
図 1.47 道湖東部浄化センターMAP 処理フロー

## 吸着法

吸着法は、金属塩を注入せずによりん吸着能力を有する様々な吸着剤を充した吸着に下水処理水を通してりんの除去を行うプロセスである（図 1.48 参照）。吸着剤としてはジルコニア、アルミナ、マグネシアなどが採用されている。りん回収のために、吸着されたりん酸を吸着剤から離させ、吸着剤を再活性化させる再生プロセスが必要となる。

下水道事業団などが開発したりん吸着剤を用いた方法では、吸着したりんは吸着剤をアルカリ液で処理して着させた後に、りん酸カルシウムとして回収され、吸着剤も繰り返し使用される。フィールドテストでは下水二次処理水中のりんを、全りんとしてほぼ 0.03~0.05 mg/l まで、オルトリン酸態りんは 0.01mg/l 以下まで安定して除去できるとしている。

また、回収したりんは、りん高度品と比較して、りん含有率は同等（15% P 以上）で、有害金属含有率は低い。さらに水性りん酸を 30%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含有しており、りん代品や副生りん酸肥料としても利用可能としている。



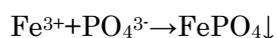
（日本下水道事業団、ケミカルズ共同研究パンフレット）

図 1.48 吸着法フローの事例

## 接触ろ過法

接触ろ過法は、活性酸素の存在下で、排水中のりん酸イオンと第一鉄イオンの反応を触媒で行い、溶解度の非常に小さいりん酸第二鉄として被着除去する方法である。凝集沈殿法と比較して汚泥の発生量が非常に少なくなる。

採用される触媒は、活性酸素中で第一鉄イオンの酸化を促進する能力のあるものが選定される。触媒中の反応は次式のとおりである。



### ③りん分離・回収技術

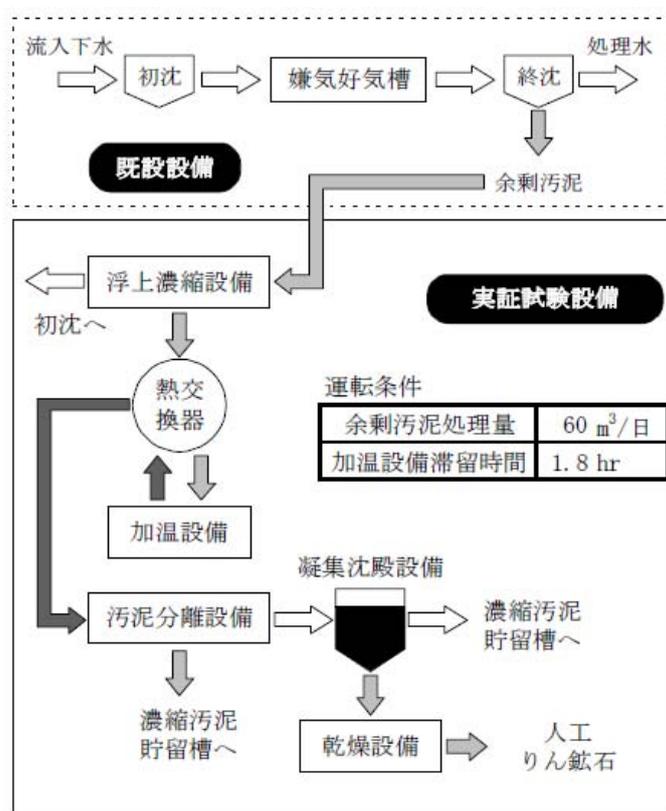
#### ( )Heatphos 法

Heatphos 法は、余剰汚泥を加 するとポリりん酸を放出することに着目したりんの回収技術である（図 1.49 参照）。生物学的りん凝集技術である「嫌気 好気活性汚泥法」とその改良型「フ トストリップ法」などにより高濃度にりんを 積した余剰汚泥を 70 で 1 時間ほど加 することで、ポリりん酸を液側に 出させる。ポリりん酸を 出した離 液は消 で凝集沈殿させる。この沈殿物を させることで人工りん を製造することが出来る。

源が 70 程度の中低温排 を有効利用できることも可能であり、さらに汚泥減量効果、汚泥からのメタン発 効率向上、消化槽などでの配管閉 障害防止効果や 原 及び 原 効果などの副次的な効果も期 できる。

ある下水処理場（78,263m<sup>3</sup>/日、余剰汚泥引き き量 1,069m<sup>3</sup>/日）における Heatphos 法実証実験によるりん回収率は、汚泥分離設備で約 39%、凝集沈殿設備で約 94%、システム全体のりん回収率は約 36%（流入下水中のりんの約 47%回収）であった。

また、同設備によって回収された人工りん の強 減量の割合は 30~40%であり、全りん  $\text{P}_2\text{O}_5$  の割合は約 20%であるが、約 600 で 成すれば、天然りん と同等の 30%程度となる。回収された人工りん は植栽用肥料としても良好な生育結果を得ている。



（第 43 回下水道研究発表会講 集 p 440-442 : 2006 年）

図 1.49 Heatphos 法フローの事例

#### ④下水汚泥からのりん回収への取り組み

日本における下水汚泥の発生量は2003年度で214万トン（重量ベース）であり、りん含有率を2.5%とすると、りん資源として5.4万トンが含まれていると想定される。

日本ではこれまでに下水汚泥からりんを回収してきた事例もあるが、国ではさらに、平成20年度に「下水・下水汚泥からのりん回収・活用に関する検討会」を設置し、下水汚泥等からのりん回収の普及に取り組んでいる。りん回収の具体的な取り組みを定めている自治体における現状や課題を把握するとともに、一側の実態やニーズ等を把握し、今後の取り組みの方向性を検討することを目的として論点整理などが行われている。

第一回委員会は2009年1月20日に行われ、これまでに2回の検討が開催されている。

検討会で整理された論点整理

- ①下水道からのりん回収原価の改善
- ②回収りん活用のための技術的な課題の明確化
- ③りん回収側の品質管理体制の構築
- ④回収りんの肥料取締法上の位置づけの明確化
- ⑤回収りん活用への財政的支援
- ⑥流通ルートの構築

下水道からの回収りんのイメージ向上

国は上記検討会における論点整理結果を受けて、回収りんの品質管理体制や事業展開手法等について検討を進め、下水道管理者がりん資源化事業の実施についての手引きをとりまとめるための「下水道におけるりん資源化検討会」を設置し、2009年11月4日に第一回検討会を開催した。

#### (3) 高度処理技術採用の状況

2007年度の日本の公共下水道における高度処理技術は表1.19のように、239所で採用されている。

表 1.19 高度処理法を採用している公共下水道処理場数

No.	高度処理法	採用処理場数
1	高度処理オキシデーションディッチ法	61
2	嫌気無酸素好気法（ 法）	54
3	嫌気好気活性汚泥法（AO 法）	51
4	環式 化 窒法	35
5	ステップ流入式多段 化 窒法	34
6	化内生 窒法	4
合計		239

（日本下水道協会「平成 19 年度（2007 年）下水道統計行政編」より作成）

琵琶湖及び 川水系を生活用水とし、また瀬戸内海及び琵琶湖という閉鎖性水域を有している関 地区では、特に公共下水道の高度処理設備の普及が進んでいる（表 1.20 参照）。

表 1.20 高度処理を実施している関 地区の自治体

府県名	処理場数	処理方法
三重県	5	環式 化 窒法、嫌気好気活性汚泥法 オキシレーションディッチ法、凝集剤添加、急速 過法
県	14	環式 化 窒法、オキシレーションディッチ法 長時間エアレーション法、嫌気好気活性汚泥法、 ステップ流入式多段 化 窒法、凝集剤添加、急速ろ過、有機物添加
京都府	9	ステップ流入式多段 化 窒法、嫌気好気活性汚泥法、 環式 化 窒法、酸素活性汚泥法、オ ン酸化法 凝集剤添加、急速ろ過、有機物添加
大 府	18	嫌気好気活性汚泥法、接触酸化法、長時間エアレーション法、 高度処理オキシレーションディッチ法、凝集剤添加、急速ろ過、 有機物添加
兵庫県	23	高度処理オキシレーションディッチ法、嫌気無酸素好気法、 環式 化 窒法、
良県	7	活性吸着法、 環式 化 窒法、嫌気好気活性汚泥法 嫌気無酸素好気法、凝集剤添加、急速ろ過、有機物添加
合計	76	

(日本下水道協会 平成 19 年度 (2007 年) 下水道統計行政編 より作成)

#### (4) 高度処理技術の最近の動向

##### ①高度処理技術動向

窒素・りん除去高度処理技術は既にその多くが実用化されているが、最近では、既設排水処理場の改修による高度処理化対応、施設の簡素化、コンパクト化による建設・維持管理費などのコストダウン、水空間の創造や排水の再利用を可能にする処理水質の向上などを目的として開発されるようになって来た。

日本における最近の高度技術開発動向としては、下記のような研究開発が行われている。

- ①富栄養化が深刻な地域において窒素・りんを更に低濃度化 (削減) する研究
- ②排水処理と汚泥処理を一体化した効果的なシステムの研究
- ③りん資源の公共下水道からの回収システムの研究
- ④下水処理水の再利用のために必要となる高度処理技術開発
  - (i) 高度な栄養塩類の除去技術
  - (ii) 度の除去技術
  - (iii) 塩技術
  - (iv) 解性物質の除去技術

(v) 環境ホルモン除去技術

(vi) 原性生物除去技術

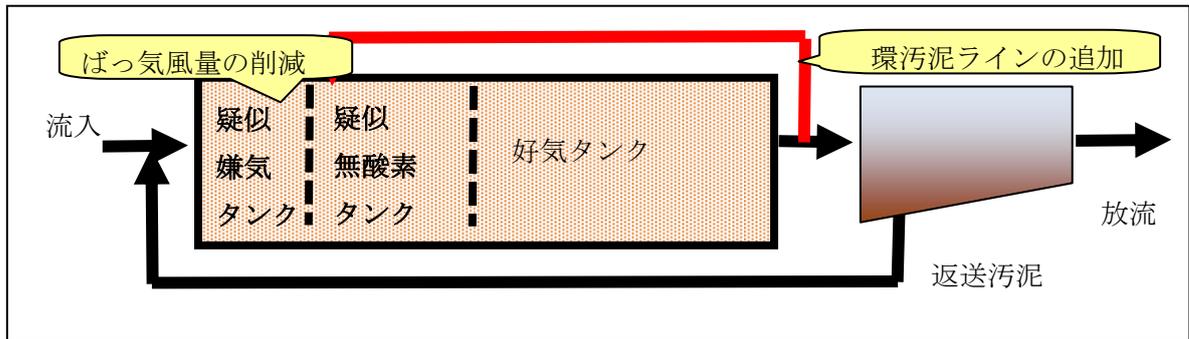
## ②高度処理技術の課題

高度処理技術は標準活性汚泥法に比べて、窒素・リンの削減率が高く、閉鎖性海域などの汚染防止対策には非常に有効であるが、次のような課題がある。

- ・工程が増えることによって設備敷地面積が大きくなる
- ・運転コストの増大
- ・運転エネルギーの増大による温室効果ガス発生量の増大

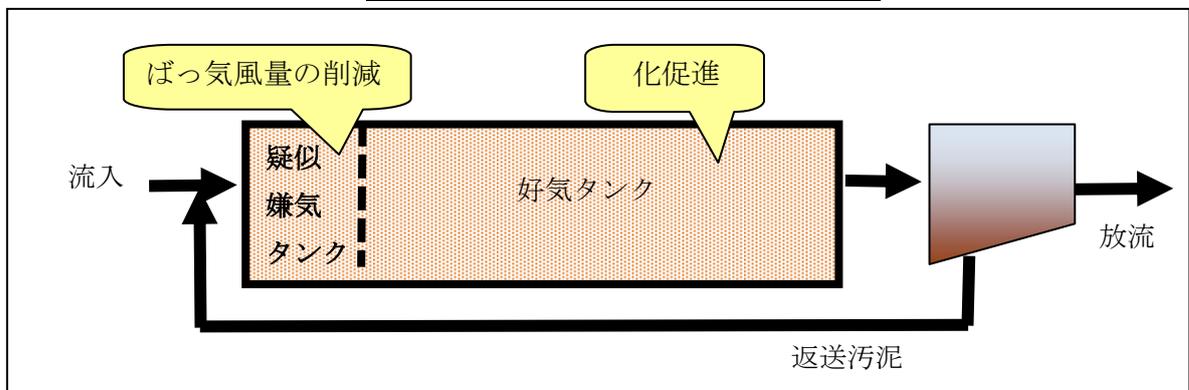
## ③既存施設改造や運転管理の改善

上記②項の課題を解決するために、既存の標準活性汚泥処理施設の簡単な改造（図 1.50）や、運転管理の工夫による水質の改善（図 1.51）などが検討され、実施されている。また、温室効果ガス発生量を削減するために、ロー小型化による曝気風量削減のための最適配置（図 1.52）、国際水協会提議の活性汚泥モデル（ASM）と曝気風量算出を組み込んだソフトを東京都下水道局が開発して窒素の処理状況と必要風量を予測して運転管理に活用することにより風量の削減を図ることも検討されている。



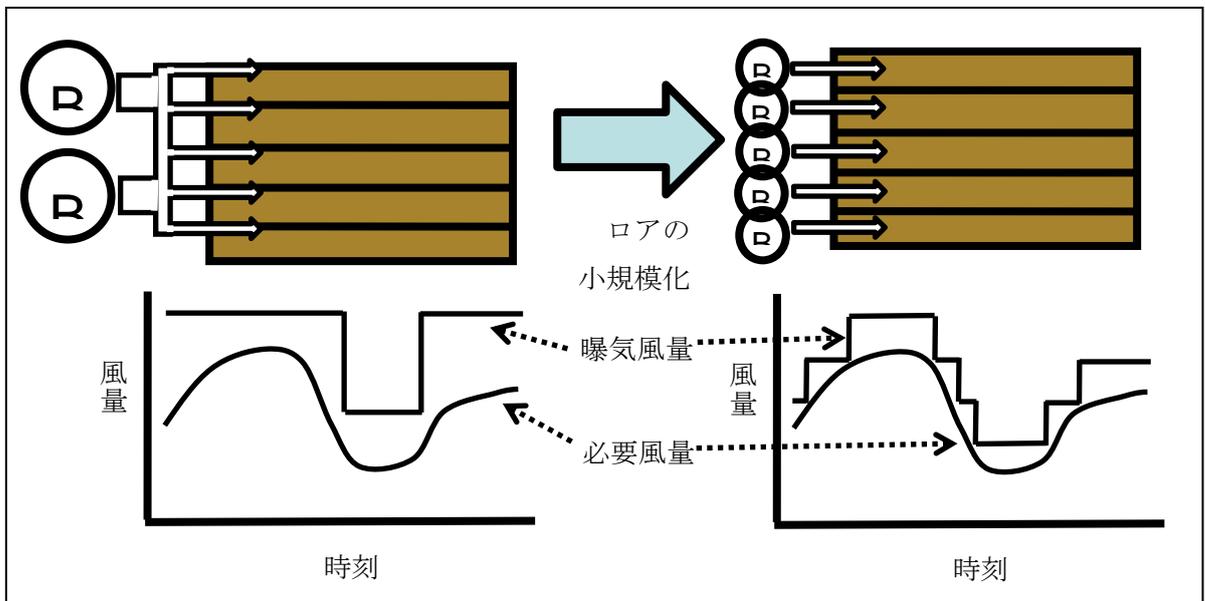
(東京都下水道局資料：2010.1)

図 簡単な施設改造による水質改善



(東京都下水道局資料：2010.1)

図 運転管理の工夫による水質改善



(東京都下水道局資料：2010.1)

図 1.52 ロー小型化による曝気風量の削減

### 1.3.6 日本の総量削減計画の制定

#### (1) 総量削減計画の概要

閉鎖性水域（湖沼や閉鎖性海域など）の富栄養化の進行を防止し水質を保全するために、地域の汚濁負荷量総量の発生と排出の状況を全体的に分析し、水質との関係を考察し、汚濁負荷量の削減を進める必要がある。総量削減計画とは、汚濁負荷量の削減目標を設けその削減のための方途をまとめた計画である。

#### (2) 汚濁負荷総量の把握

発生源ごとに汚濁負荷量を算出し、集計する。

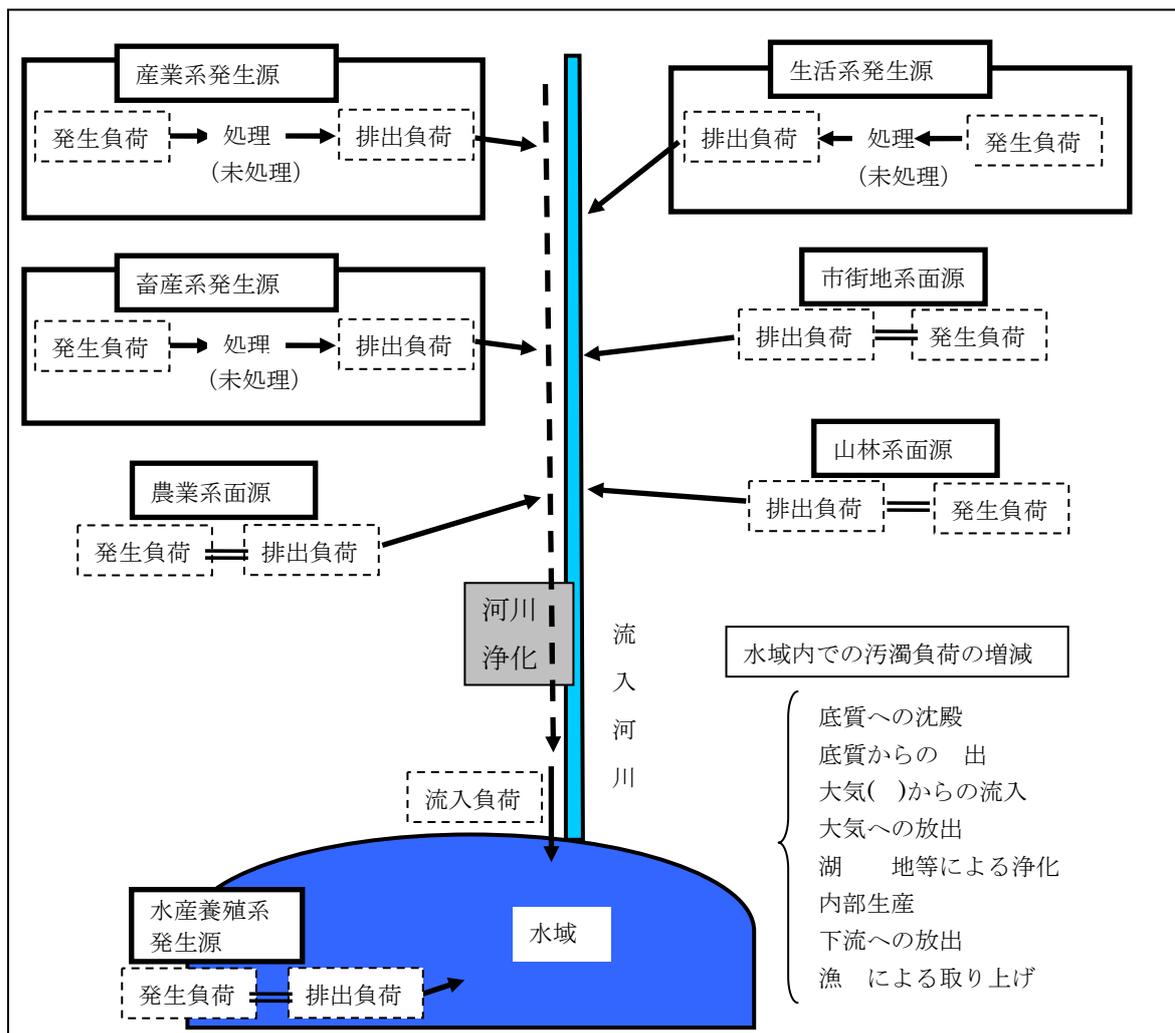


図 1.53 発生源および汚染負荷の流れ

#### ①産業系発生源

各事業場の排出負荷量を把握する（事業場ごとに、排水量 濃度 排出負荷量、を計算）。

※排出負荷量は、事業場から実際に排出される負荷量で、図 1.54 のように定義。

※事業場内に排水処理施設がなく、そのまま水域に放流されている場合は、発生負荷量がそのまま排出負荷量になる。

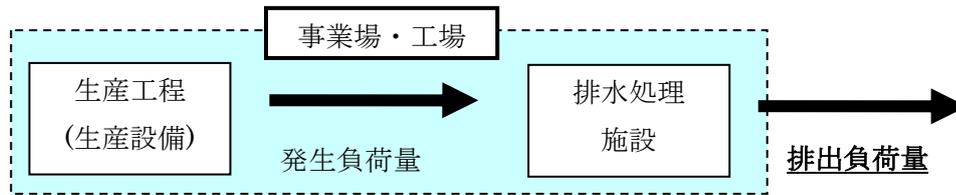


図 1.54 工場排水負荷量の流れ

○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。（自動モニタリング装置の設置が行われている重点汚染物排出事業場については、実測値が利用可能）

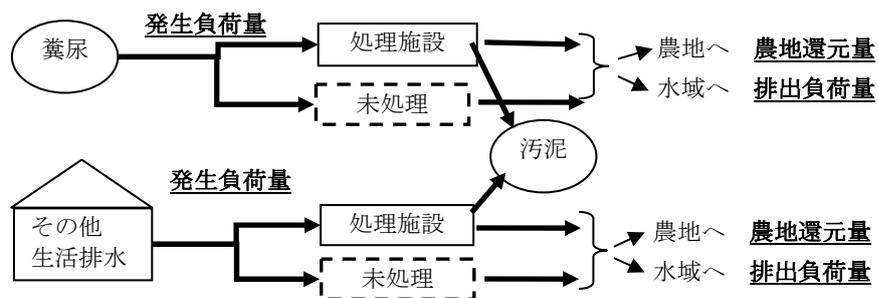
○排水量と濃度のデータの取得されていない事業場：その事業場の業種、生産品目から発生負荷量を推定する。

※中国側から業種、生産品目と排水量データが提供されれば、日本の対応する業種の排出濃度データを用いて、発生負荷量の推定が可能。

- ・排水処理が行われている場合：排出負荷量 = 発生負荷量 × 除去率  
（排水処理施設での除去率は排水処理方式等から推定）
- ・排水処理が行われていない場合：排出負荷量 = 発生負荷量。

## ②生活系発生源

し尿とそれ以外の生活排水（日本では「生活排水」と言う）を分けて、処理方式ごとに把握する。



### ( )発生負荷量

一人あたりの原単位を用いて算出。原単位は、食生活や生活様式の違いによって異なるため、中国で科学的に定められた原単位を用いて算定する。

(参考)日本の一般的な原単位 (g/人/日)

	COD (Mn)	T-N	T-P
し尿	10.1	9.0~9.5	0.77~0.94
生活排水	19.2	2.8~7.3	0.40~0.77

( )処理後の汚濁負荷量

- 下水道の場合：下水処理場からの排水量と排水濃度データより算定する。
  - ・汚泥の発生量と処理方法についても調査する。汚泥が農地還元されている場合は、農地還元量を把握する。
- 各戸で処理している場合：処理水の実測調査が行われている場合はその値を利用する。実測値がない場合、類似処理方式のデータがあれば利用する。
  - ※日本の浄化槽による汚濁除去率のデータから、中国で行われている処理方式に近い日本のデータを利用し推定することも可能。
- 未処理の場合：発生負荷量 排出負荷量。
  - ※農地還元している場合は、生活系排出負荷量には算入しない（農地への負荷投入量（施肥量）を把握するために、還元量の算定を行う）。

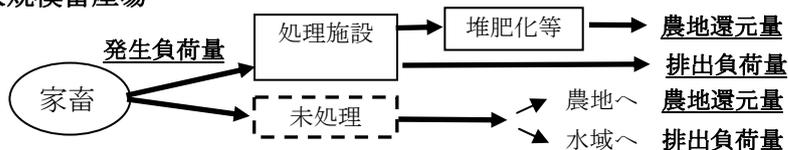
③畜産系発生源

家畜からの発生負荷量を把握する。糞尿の処理や畜舎の排水処理が行われている場合は処理後の排出負荷量も合わせて把握する（処理施設の設置しやすさを考えて、中小零細畜産農家と大規模畜産場に分けて集計する）。

中小零細畜産農家



大規模畜産場



( )発生負荷量

家畜一あたりの負荷量原単位を用いて算出する。中国で科学的に定められた原単位を採用し算定する。

(参考)日本の一般的な原単位 (g/ /日)

	COD (Mn)	T-N	T-P
	420~530	280~290	50~54
	63~130	37~80	15~75
	530	140~280	40~50

( )排出負荷量

- 糞尿処理や排水処理が行われていない場合：発生負荷量 排出負荷量となる。

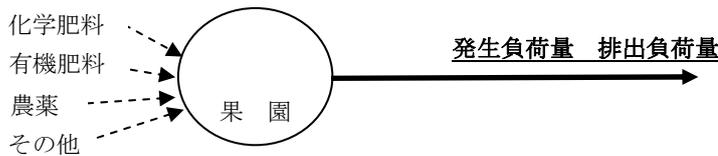
○糞尿処理や排水処理が行われている場合：測定データがある畜産場についてはそのデータを使用する。データが無い場合は処理方式から除去率を推定し、計算する。

※堆肥化等によって農地還元が行われている場合は、その量についても把握する。

日本では排水量が 50m<sup>3</sup>/日以上で大規模（ の場合は面積 200 以上、 の場合は面積 50 以上、 の場合は面積 500 以上）の畜舎については、濃度規制の対象とされており、排水処理が行われているとともに、排水量および排水濃度の測定及び記録が義務づけられている。

#### ④農業系発生源

農地から発生される負荷量について把握する。発生負荷量 排出負荷量と考える。



負荷量は、農地の面積あたり原単位を用いて算出される。中国で科学的に定められた原単位を採用し算定する。

(参考)日本の一般的な原単位 ( /ha/年)

	COD (Mn)	T-N	T-P
	6.4	24~28	0.32~0.37
	3.7	28	0.32~0.37
果園	3.7	28	0.32~0.37

#### ⑤市街地面源

市街地や道路から発生する汚濁負荷量について把握する。市街地から発生する汚濁負荷は通常は、人為的な排水処理ができないため、発生負荷量 排出負荷量となる。



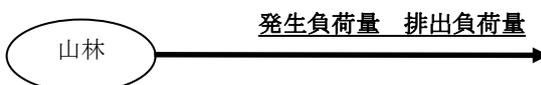
農地と同様に面積あたりの原単位を用いて計算する。中国に適切な原単位がない場合、日本の原単位を参考に算出する。

(参考)日本の一般的な原単位 ( /ha/年)

COD (Mn)	T-N	T-P
3.7	6.9	0.18

#### ⑥山林面源

山林から発生する汚濁負荷は人為的な排水処理ができないため、発生負荷量 排出負荷量となる。



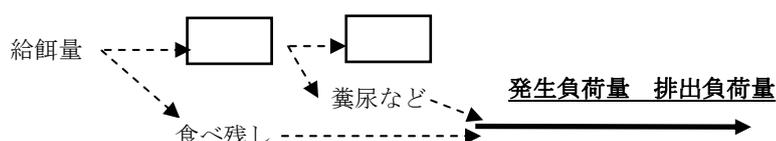
面積あたりの原単位を用いて計算する。中国に適当な原単位がない場合、日本の原単位を参考に算出する。

(参考)日本の一般的な原単位 ( /ha/年)

COD (Mn)	T-N	T-P
0.91	2.8~6.9	0.18

### 水産養殖系発生源

水産養殖からの発生負荷量は、T-N、T-P については給餌量のうち水産養殖されているのとならなかった量、COD については給餌量のうち食べ残しの量およびの糞と尿が主な発生源となる。



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、養殖される種や養殖方式、養殖水域の水温などによって異なるため、中国で科学的に定められた原単位があれば、それを用いて算定する。

(参考) 日本のコイ養殖の発生負荷量原単位例

COD	(生産 1000kg あたり) 144.9kg
T-N	(生産 1000kg あたり) 57.2 kg
T-P	(生産 1000kg あたり) 13.1 kg

## (3) 汚濁解析と削減目標量の確定

### ①汚染源からの排出負荷量と水域に流入する汚濁負荷量の関係

河川に排出された汚濁負荷量は、河川を流下する間に、砂や植物によって吸着されたり分解されたりすることにより、浄化される。河川の浄化能力を評価するため流達率を求める。

$$\text{流達率} = \frac{\text{閉鎖性水域への流入負荷量}}{\text{汚染源ごとの排出負荷量の合計}}$$

河川の流量と水質は、既設や天候によって変化する。そのため年間を通じ数回の測定を行い、データを収集する必要がある。

### ②汚濁負荷量の変化の解析

- 1.対象水域の流入量と流出量を算出する（流入量、降水量、用水取水量、下流放水量、発量）

2.対象水域の水質、取水した水の水質、放流水の水質より、湖沼の汚濁負荷量の流動を算出する。

※現状で使用できるデータの範囲内で算出する。

※以下の方法により、1.、2.を近似的に簡単に行うことができる。

3.放流水の水質と放流量により、米山水庫から放出される汚濁負荷量を算出する  
年間に放流される汚濁負荷量 放流水の水質 年間放流量

4.流域の汚濁負荷量と放流された汚濁負荷量によって、汚濁源～河川～湖沼内に いる間の自然浄化率を算出する。

自然浄化率 放流される汚濁負荷量／排出負荷量の総計

#### (4) 削減対策の実施に関する情報収集と研究

##### ①産業系

- ・その地域の発展によって、工業の立地の増加が見込まれる場合は、それにより汚濁負荷量の増加分を考慮して削減計画を作成する。

##### a 産業系発生源の削減対策

##### ( )汚濁負荷量の削減

- ・製造工程の見直し。進んだ生産技術の導入
- ・原料や副原料の見直し
- ・工場の整理・整 清 、その他

##### ( )排水処理施設の設置

- ・基本として、工場ごとに排水処理を行う
- ・工業団地では、各工場の排水を回収し、集中処理を行う。小規模な工場では、下水道への放流も考えられる。

日本では排水量約 500t/日以下の小規模の事業場は、下水道への放流を指導することもある  
(日本では、下水道への放流水の水質基準が設けられている)。

事業場に負荷削減の取り組みを行わせる方法の検討

##### ( )排水規制の実施

- 規制値の決定にあたっては、水質環境保護と技術的経済的な実施可能性のバランスを考えることが必要。
- 業種ごとに規制値を設定する場合、どの業種にも同 排水処理コストを負担させるという業種間公平の考え方、業種のコスト負担能力に応じて負担させる応能負担の考え方、社会的な観点から負担させるべき業種を考慮する産業政策的な考え方がある。総合的な検討が必要。

日本では、「水質汚濁防止法」により、排水量 50m<sup>3</sup>/日以上事業場に対して濃度規制が行われているほか、総量削減が実施されている地域では、総量規制基準が定められている。総量規制基準については、濃度規制値である C 値が定められるが、業種ごとの排水濃度等特性の

違いを考慮して、C値は215業種に分けてそれぞれ定められている。

#### ( )事業場に対する指導の実施

○事業場に対して、行政から削減対策を指導する（技術指導、事業場運営管理の指導等）。

○削減対策の検討を行うため、下記のような情報を収集する。

- ・各事業場の生産品目、原料等
- ・各事業場の排水処理施設の有無、処理施設のある場合は処理方式、処理能力、実際の処理率、設備の率
- ・実施されている排水規制、規制の適用状況

このような情報から、事業場・工場から汚濁負荷量の技術的な削減可能量の評価を行う。

## ②生活系

生活系の削減対策は、下水道や浄化槽など生活排水処理施設の整備が主対策となる。都市など人口密度の高い地域では下水道整備が行われ、人口密度の低い地域では分散型排水処理施設または戸別に浄化槽の整備が行われる。

日本では、

- ・都市域では都市下水道やコミュニティープラント（住宅団地や集合住宅等での小規模集中処理施設）の整備が進められている。
- ・農村部では農村集落排水処理事業が展開され、数人から2000人規模で小規模分散型排水処理施設の整備が進められている。
- ・人口密度の低い地域では、戸別に合併処理浄化槽（し尿と生活排水をともに処理する型の浄化槽）の設置が進められている。

下水道については、複数の都市下水道を連結し広範囲の汚水を収集し処理するために流域下水道の整備が行われている（流域下水道は大量の汚水を集中処理するために効率的であった反面、管渠が長離に及ぶ等の問題点を指す意見もある）。

- ・処理方式は、窒素・りんを除去できる方式。建設費用、運転費用、管理や保守点検の方法と実施体制、生成物（汚泥や生成ガス等）の処理や利用、等を総合的に検討する。
- ・処理方式に嫌気性発酵（メタン発酵）を用いる場合は、汚濁濃度が濃いことが必要。汚濁物の状態（濃度など）も確認する。処理方式（水洗処理所かどうか）を確認する。
- ・今後の農村の生活水準向上や近代化政策による処理方式の変化や、生活用水量の変化、汚濁負荷量そのものの変化も踏まえ、将来的にも最適な処理方式の選定や処理施設の検討を行う。発展計画や将来見通しの情報も収集する。

日本では、メタン発酵はあまり普及していない。発生するガスのメタン濃度が低く、また不純物が多い等で利用しにくいことなどが理由である。近年は下水汚泥や家畜糞尿の処理の分野ではメタン発酵も増えており、生成ガスは発酵や自動燃料、都市ガス等への活用が図られている。

### ③畜産系

汚濁負荷は主に糞、尿、畜舎の洗浄、畜舎の敷わら等によって発生する。削減対策は糞尿や排水等の処理の実施である。糞尿保管施設を 水性とする等の流出対策も重要。

処理方法については、堆肥化し農地還元する、 処分、生物処理や嫌気性発（メタン発）によって汚濁負荷を削減する等が主な方法である。

- 汚濁負荷削減のためには一定の設備が必要になるが、その設備の設置のためには飼育数が多い大規模畜産場であることが必要と考えられる。削減対策の検討のために畜産の集約化や大規模化についての政策や 来見通しについての情報が求められる。
- 処理方式は当面、堆肥等による農地還元が主体となるものと考えられる。その場合は、堆肥の需要量との均 が必要である。
- 堆肥化する量をその需要量を超えない範囲にとどめることが必要である一方、それを超える部分については別の処理方法の検討が必要である。

日本では農業が縮小し農地面積が減少しており、堆肥の需要不足が問題になっている。また、施肥については、農業協同組合や市町村によって指導が行われている。

### ④農業系

農業系負荷の削減方法は、肥料や農薬の施肥量を抑制することが主な取り組みとなる。農地に残存する肥料を吸収する作物（クリーニング作物）を取り入れた連作を行う等の技術も研究されている。これらは、その地域の気候風土、土壌の特性、栽培作物等の事情に合わせた方法を検討する必要がある。また、農業政策とも関連する。

- 肥料（化学肥料および堆肥等の有機肥料の施肥量）の施肥量の実態把握を行う。
- 実際の削減対策の検討にあたっては、地域の農業政策全般や気候、土壌等の条件もふまえた複 査な検討が必要。削減対策の実施にあたっては農民に対する農業指導のあり方や、対策を実施するための費用の調達についても検討する。

日本では、肥料の削減については、局所施肥技術、遅効性肥料の使用などによる施肥総量の抑制が行われている。農薬については、生物農薬の等の技術が開発されている。

こうした取り組みを促進するために、都道府県によって「持続性の高い農業生産計画の導入に関する指針」が制定され、導入の促進を図るべき農業生産方式を明確化するとともに、こうした農業方式を導入する農業者に対する低利融資等の支援が行われている。

### ⑤市街地

- 市街地の商 業や飲食 等の排水対策の実施や下水道への接続を検討する。
- 発生負荷量の削減対策として、洗浄に使う洗剤の無リン化や、洗浄時に汚れを水洗せずに き取る、といった方法もある。こうした方法による削減量の定量化は難しく、本 F/S では削減方法を示すにとどめ、削減量の算出は行わない。
- また、こうした対策が普及した後でも、道路清 の実施等の地道な地域住民の努力によって負荷量はさらに削減できる。

## ⑥山林

- 地への植林や、人工林の適切な手入れの実施によって降 時に流出する汚濁負荷量は削減される。こうした対策は林業政策や治山政策で実施されることとなるため、今回 F/S の検討範囲からは除外する。

## 水産養殖

- 単位生産量あたりの給餌量を低減させる。そのため、餌の低 白・高カロリー化を進める。給餌量のうち の食べ残しを少なくする。
- が発生した場合、速やかに取り出し 上で処分する。

## 第2編 ケーススタディ編

### 2.1 モデル地域の選定

#### 2.1.1 モデル地域のスクリーニング

##### (1) 選定原則

F/Sの実施期間が1年間であることを考慮し、比較的取り組みやすい水域を選定した。

- ①モデル地域水域の水文、水質条件が簡単で、水域の地理環境が良好で、実施可能性を備える水域であること。

湖沼などへの流入が多ければ、同水域へ影響を与える要素が多くなり、規制実施活動の展開がより難しくなる。例えば、中国雲南省滇池の場合、滇池へ流入する主要な河川は29本あり、滇池の富栄養化の深刻化は同湖へ流れ込む河川の窒素・りんによる汚染が原因である。滇池の汚染現状を改善するには、流入河川を整備しなければならない。滇池の水文や水質状況が複 になれば、規制活動の展開の難しさは増える一方である。

- ②モデル地域の水域の水質汚染が深刻化しておらず、水質汚染防止策の実施が 備しており、モデル地域としてデモンストレーション効果が十分あること。

国内外の湖沼汚染整備の経験によると、湖沼汚染整備に数十年或いは数世代の努力が必要。例えば、モデル地域流域の汚染負荷が深刻で、栄養物質の含有量が高ければ、整備が難しくなる。特に水中環境の総合整備は複 で困難であり、長期化を招くため、モデル地域の建設やデモンストレーション効果に不利な影響を与える。

- ③モデル地域付近での人間活動の影響が小さく、改善や水質管理活動の展開をしやすい水域であること。

水域周囲の人口密度が高く、人間活動の影響が大きければ、生活系排水の管理や分散型污水排出管理が難しくなる。特に、国内の技術力が限られている産業系の窒素・りん負荷源では、濃度を する方法によって排出する機会が多いため、総量削減により産業に影響を与えるようになる。もし、水源保護区の水域をモデル地域に選定すれば、より典型的な意味をもたらすものになるであろう。

- ④地域の主要な水源地であり、極めて重要な経済的・社会的価値を持ち、同地域の農業、工業と国民生活に不可欠な役割を果たしている水域であること。

モデル地域の窒素・りん総量を削減すれば、良好な経済的価値と社会的効果を創出でき、汚染現状を明らかに改善し、比較的高い投資回収率を求めることができる。

- ⑤良好な情報収集条件を備えていること。

情報収集によって発生負荷の確定、目標の制定、削減量の算出に十分で正確な資料の提供が可能となる。

##### (2) 実施可能性の分析

モデル地域の選定原則に基づいて、山東省威海市米山水庫を研究対象として選定した。威海市環境保護局から提供された資料によると、現在、米山水庫の汚染状況はまだ規制できる範囲内にあり、水文条件もあまり複 ではない。規制区内の負荷発生源は比較的明確で、汚染整備対策を実施すれば、窒素・りんなどの水質汚濁物の削減に非常に積極的な効果を創出することができる。このため、米山水庫をモデル地域として選定した。

## 2.1.2 米山水庫の自然環境の概況

### (1) 自然地理

米山水庫は既存湖を利用したダム型水源池である。文登市にあり、東経  $121^{\circ}55'12.0''$ 、北緯  $37^{\circ}15'9.0''$ 、流域に位置する（図 2.1、図 2.2 参照）。



図 2.1 米山水庫位置図

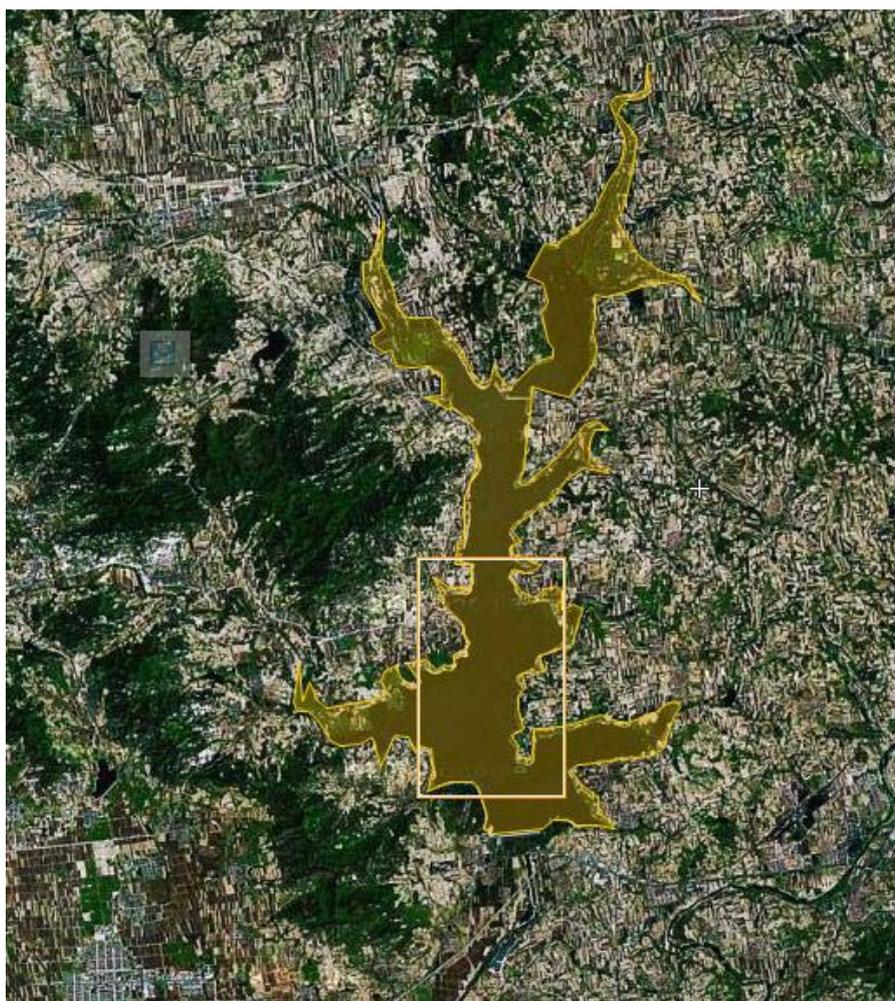


図 2.2 米山水庫リモート・センシング

米山水庫流域内では、山 地帯が 25%、 が 75%、流域全体が 形を し、平均幅は 19.1km、全長は 33.4km、流域内の地形は複 で 山が連 と続き、 が し、大小の河川が 方八方へ広がっている。主要な山 地は、東 二つの山 に分かれる。側の山 は標高が高く、 水が比較的豊富であり、東側の山 は主に 地帯で、0.3～0.6mの い土に覆われ、植被率が高く良好な水土保持機能を維持している。 細については以下の通りである。

- ①深山地帯：ダムの 側は と界 にある昆嵛山 に 接しており、同山 は南北方向に り、主 の は 東で二 目に高い山として知られている。海 が 922.8m、その他の山の高さは 200～300mの間であり、山の は 出されている。
- ② 地帯：ダムの東北側の中上流は 地帯になっている。 地帯の高さは海 200 m以上で、 面は 20 度、 出 が少ない。
- ③平原地帯：主に両 に分布されており、高さが海 約 30m、土質は肥 で大部分は農地になっている。

米山水庫流域は、新華 系第 2 地帯の 東 地帯区東部の、文、栄 出中心部に位置する。長期に渡る が原因で、中元古代から中生代のジュラ 底 が不足している。流域内の底 構造は簡単で、 成 が幅広く分布し、構造の発達はないと考えられている。地質史から見れば、長期に渡って安定的な上 状態が続いている。地 が少なく、断可能性が極めて低い。底 以下は、主に元古界 東 の第二 組の変質 であり、第 4 の分布は広い。主な は、雲 長 、 雲 長 、 長 、 雲 、 、 、 などがあ、一部は大理 体になっている。主な 物は、 長 、カリウム長 、 、 雲 、ジルコン 、スフェン、りん 、 などがある。

## (2) 土壌と植生

流域内の土壌は、 土壌と高水分土壌が全体面積の約 99%以上を占める。 土壌の分布が一 広く、次が高水分土壌である。その他、風砂土と 地土の分布があり、それぞれ全体面積の 0.27%と 0.55%、 地土は主に昆嵛山の海 700 メートルの山体に分布されている（ 細な土壌の面積と分布については、表 2.1 を参照）。土壌の単位重量は大きく、全体の 率は低く、砂止め機能を持っている。有機物含有量は比較的低く、一部の地質の 度が高い。土壌の大部分が 酸性土壌であり、一部 PH 値が高す る又は低する土壌があるが、大部分の土壌は作物の成長に適している。 量元素の やマンガンは豊富で、モリ デンが一般的で、 ウ素と銅が不足している。土壌の肥 度は悪く、窒素、りん、カリウムの含有量が低い土壌は全体の約 42.25%である。

表 2.1 米山水庫流域土 種類、面積及び分布統計表

地域名称	土壌及び面積 ( 2)			
	土壌	水分高い土壌	風砂土	地土
米山	86660	10516	1784	
	81829	3885		609
界	125984	14780		12406
瞳	133754	5150		12426
北	74843	6413		

<sup>2</sup> 1ha 15

米山水庫 側の海 700メートル以上の昆崙山 部では、灌 の と 本のワタスゲが  
り、生物の育成に適した条件と環境を持っている。

山地 の中上部には、高 はアカマ 、灌 はオオア ラススキ、 、 イビヤクシ  
ン、 本植物はワタスゲ、メガルカ が主に分布している。

中部には、針 と はク 、 リエンジュ、アカマ 、灌 は 、サネ  
トナ メ、イバラ、 植物はメガルカ 、ワタスゲ、 が主に分布している。

下部には、 の高 はやな 、 リエンジュ、キリ、トウキササゲ、果実類等、  
灌 はイタチ 、 本植物はメガルカ 、 バナ等が主に分布している。

河 には、 の高 は ( シュ)、柳、 ニレ、プラタナス、キリ等、灌 は  
イタチ 、 トネリコ属、 本植物のアシ、メ シバ等が主に分布している。

### (3) 水源地保護区および土地利用状況

米山水庫の流域面積は 440 km<sup>2</sup>、そのうち 1 級保護区の面積は 22.3 km<sup>2</sup>、2 級保護区面積は 65.3 km<sup>2</sup>、準保護区面積は 352.4 km<sup>2</sup>である。「威海市飲用水水源地環境保護計画」によると、米山水庫 1 級保護区の水域は水位線以下の全水域で、 域範囲は取水口側の正常水位線以上 200m 範囲内の 域、河川のダム流入口から周囲 100m 範囲内の 域、正常水位線外の 50m 範囲内の 域で、流域は分水界を えない。1 級保護区の外 から 3000m 以内の範囲が 2 級保護区に当たる。その道路境界線は相応する流域分水界を えない。2 級保護区外のダム合流区域が全て準保護区である。米山水庫流域は、界 、米山、汪疇、苟山、北 の大部分の区域、 、初村の一部区域を含む。米山水庫の各保護区の土地利用状況と米山水庫水源地保護区図については、表 2.2 と図 2.3 を参照。

表 2.2 米山水庫保護区土地利用状況調査表

保護区面積		土地利用状況 (km <sup>2</sup> )					
		産業	交通	市街地	農業	山林	合計
一級	20.4	0	0	0	1.1	1.04	2.14
二級	104.7	0.26	1.08	0	45.16	50.1	96.6
準保護区	314.9	0.33	2.3	0	132.08	170.83	305.54

米山水庫流域へ流れ込む河川は 4 本あり、 支流、界 支流、汪疇支流、山 河支流である。

支流は、ダム 部の昆崙山から米山水庫へと流れ込む。界 支流は、張格河、八河、界 河などの数本の支流を持ち、大部分は昆崙山から流れ、米山水庫の 北からダムへと流れ込む。 疇支流は、ダム東北に位置し、上流の山 地帯から米山水庫へと流れ込む。山 河支流は、ダム東北に位置し、米山水庫へと流れ込む。その上流には柳林ダムがあるが、同ダムは水源保護区として保護される 定となっている。これらの支流は全て山洪水時の流下河道となっているため、 水期の流量は極めて少なく、 ど無水状態となる。平均流量は約 300～450mm である。しかし、いったん増水期に があると、洪水 害は深刻である。また、流域内に中型ダムが 2 基あり、 林ダムと昆崙山ダムという。小(一)型ダムが 3 基、小(二)型ダムが 15 基ある。米山水庫の水系については図 2.4 を参照。

# 米山水庫水源地保護區圖

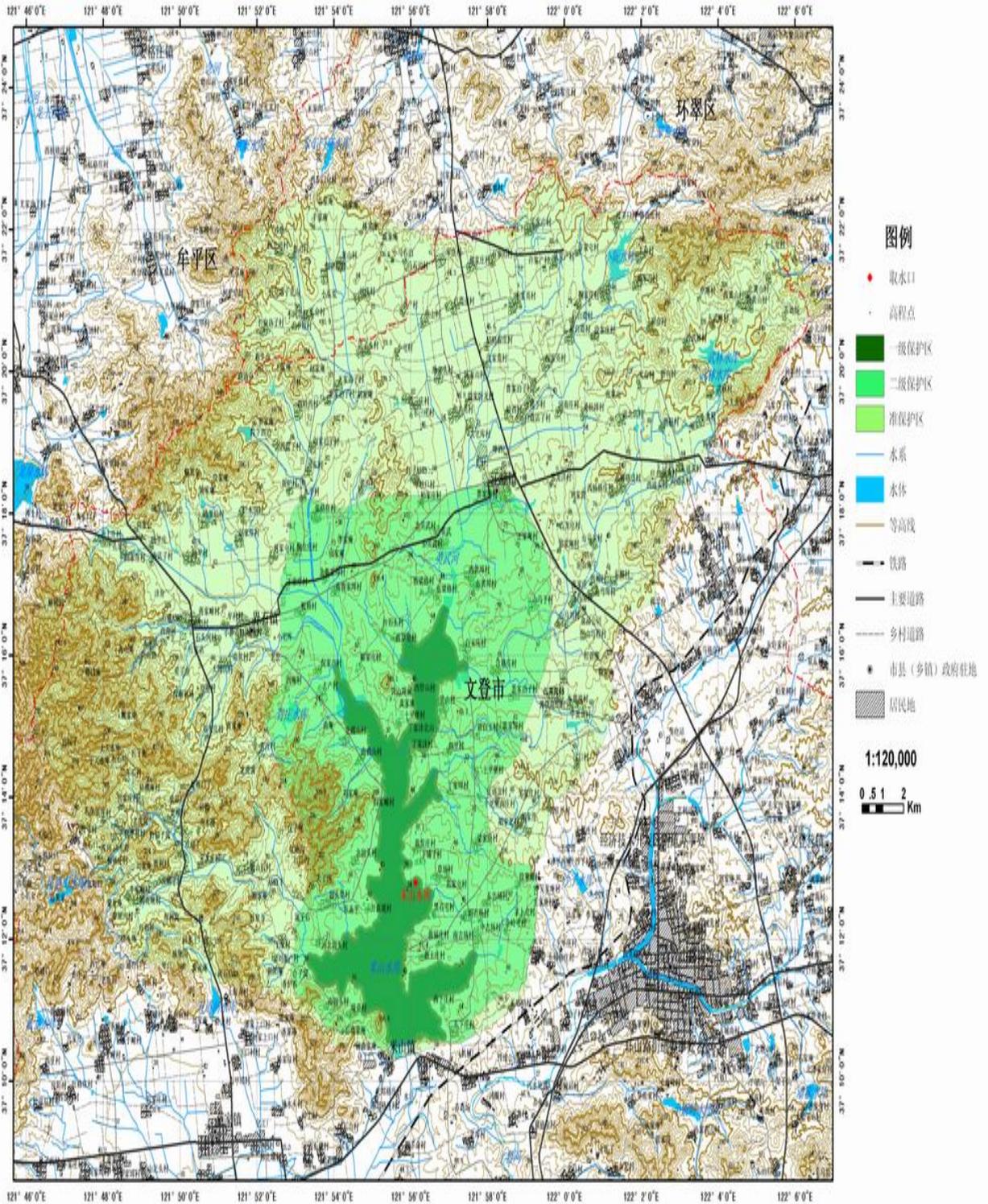


图 2.3 米山水庫保護區圖



図 2.4 米山水庫水系図

#### (4) 気候と水資源

米山水庫流域は、大陸性モンスーン気候に属し、季節性が明確である。冬季は長く、大北風の最盛期になる。春になると、穏やかな風が続き、徐々に水期となる。夏季は日照の日が続くか又は水期になる。

##### ①気温

年平均気温は 11.1℃、年間の気温の総和は 27.8℃で、1月の気温の総和は 9.5℃。年間の最高平均気温は 11.9℃、最低気温は 10.2℃。

最低気温の1月の平均気温は-3.3℃、最低気温の極値は-25.5℃、最高気温の8月の平均気温は 24.4℃、最高気温の極値は 36.4℃（表 2.3 参照）。平均気温が安定的に 0℃を超える平均日は 3月 7日、平均持続日数は 278.9日、過去の最高持続日数は 310日、最低持続日数は 253日である。安定的に 10℃を超過する平均初日は 4月 20日、平均終日は 10月 28日、平均持続日数は 191.6日である。年間の平均結露日数は 115.6日、平均初日は 11月 3日、平均終日は 4月 10日である。

表 2.3 米山水庫流域の各月の平均最高最低気温と極値 単位：

月	月間平均気温	平均最高気温	平均最低気温	最高気温極値	最低気温極値
1	-3.3	1.2	-7.4	13.6	-25.5
2	-1.4	3.2	-5.2	18.0	-19.3
3	3.04	8.6	-1.0	21.6	-9.5
4	10.0	15.5	4.9	28.0	-5.8
5	16.2	22.2	10.7	33.6	1.0
6	20.7	25.8	16.2	35.7	7.0
7	24.3	28.2	21.1	36.4	11.9
8	24.4	28.5	20.8	36.4	11.5
9	19.5	24.9	14.4	21.4	3.5
10	13.4	19.4	7.9	29.8	-2.7
11	6.3	11.7	1.7	24.0	-17.0
12	-0.2	4.6	-4.3	15.6	-23.5
全年	11.1	16.2	6.7	36.4	-25.5

## ②降水

年間降水量の変化は激しく、平均降水量は 100mm、最高年は 1964 年で 1196.4mm、最低年は 1999 年で 352.8mm。年間の降水分布は不均一で、通常、春と の 節に 水期が多いが、 の終わり と の初めに が多くなる。6～9 月の平均降 量は年間降 量の 70.2%～73.6%を占める。数年来の観測によると、 平均初日は 6 月 26 日、平均終日は 9 月 8 日、平均持続日数は 80 日である。 の平均降水量は 561.9mm で、年間の全降水量の 69%を占める。 に入ると大 、 、 と 風が多くなる。

年間を通じて、 (12-2 月) の降水は最少 54.8 mm で、年間降水量の 6.4%を占める。春 (3-5 月) の降水量は 118.4 mm で、年間降水量の 13.9%を占める。 (9-11 月) の降水量は 176.1 mm で、年間降水量の 20.7%を占める。 (6-8 月) の降水量は最も多く 500.7 mm で、年間降水量の 58.9%を占める。

地区分布も不均一で、 北部は昆崙山の影響によって降水が多く、東と南方向へ行くにつれて降水量が次第に減少する。 、界 部と 北部などの降水量は 950mm を超えるが、その他大部分の ・ の降水量は 800～850mm である。

流域内の年間降水日数は 96.2 日。7 月が最も多く、平均 14.5 日に及ぶ。その次は 8 月で、平均 12.8 日、その他の月は 5～7 日にとどまり、2 月は最も少なく 4.7 日である。史上最高の連続月間降水日数は 1964 年 7 月で 15 日、合計降水は 213.7mm であった。最大降 日は 1965 年 7 月の 27～28 日で、降 量は 400～487mm であった。

## ③風向、風速

流域内は 節風区に属し、 年の平均風速は 3.3 m/ 、月間平均風速は最高 4.4m/ 、最小は 2.1m/ 。春の平均風速は 4.2m/ 、 の平均風速は 3.1m/ 、 の平均風速は 2.6 m/ 、 の平均風速は 3.5m/ 。4 月の風速は最大で 23.7m/ 。風向について最も多いのは静風で、その発生の割合は 22%。次に北 風で発生の割合は 10%、次に南 風で発生の割合は 8%。

## 2.1.3 社会経済状況

### (1) 人口状況

水源地は文 市と威海市の 55.7 万人に水を供給しており、設計取水量は 10 万トン/日、2007 年の実際の取水量は 7.07 万トン/日で、取水口 2 箇所の地下配管から給水する。

水源保護区と準保護区には合計 203 の村があり、文 市界 の村数は 64、米山 は 16、 山街道は 3、高区初村 は 11、工業新区 尙山 は 47、 疇 は 58、 は 4 である。水源保護区と準保護区内の常住人口は 84327 人で、そのうち 2 級保護区内にある村数は 66、常住人口は 22887 人である。準保護区内の村数は 137、常住人口は 61440 人である。そのうち、常住人口が 800 人を超える大きな村落の数は 12 である。 後村の常住人口は 808 人、王家産村の常住人口は 836 人、山 村の常住人口は 847 人、小 村の常住人口は 873 人、 村の常住人口は 888 人、 村の常住人口は 896 人、尙 集村の常住人口は 923 人、尙山後村の常住人口は 934 人、 家 村の常住人口は 1100 人、大界 村（ 役所所在地）の常住人口は 1107 人、 構村の常住人口は 2100 人、 疇村（ 役所所在地）の常住人口は 2532 人である。

ダムの 500m 範囲内には村落が合計 26 ある。白 の常住人口は 560 人、 管山の常住人口は 149 人、管山の常住人口は 610 人、 家 の常住人口は 290 人、 の常住人口は 312 人、 家 の常住人口は 168 人、新発 の常住人口は 347 人、下 の常住人口は 350 人、 場の常住人口は 503 人、 常住人口は 208 人、新上 の常住人口は 314 人、新 の常住人口は 180 人、南古場の常住人口は 794 人、 下 の常住人口は 278 人、東下 の常住人口は 510 人、 弁の常住人口は 409 人、南尙 の常住人口は 303 人、河北尙 の常住人口は 206 人、開 観の常住人口は 283 人、北尙 の常住人口は 360 人、 家疇の常住人口は 56 人、南 山の常住人口は 427 人、北 山の常住人口は 386 人、大産の常住人口は 636 人、三十 の常住人口は 253 人、 弁村の常住人口は 207 人である。

### (2) 経済と産業状況

米山水庫流域は、文 市の米山 、界 と工業新区 疇 の境界内に位置する。

米山 は、文 市の 外に位置し、 役所は 口村にある。面積は 85km<sup>3</sup>、地面積は 2668ha、「イネが山ほど積み上がる」と言われるほど資源が豊富である。 経済の特 は、東側は 309 国道を として国道の両側では工業区と 前商業物流区が道に沿って広がっている。 側は米山水庫を中心に自然豊かな観 地となっており、南側は農業副産物の生産基地があり、「3 区 1 基地」と言われ、機械製造、 化学工業、轻工 績業、農業副産物加工と物流業の五大産業が集中している。2009 年の財政収入は 1443 万元、農村経済による総収入は 24.7 元、農民 1 人当たり 収入は 8630 元。界 の面積は 188 平方キロメートル、 地は 4245 クタールである。

地域経済の特 は、 具生産、 加工、天然 水、ミネラルウ ーター加工と イ ラー製造が主な産業となっている。 具加工は長い歴史を有し、「 東 具生産の第一 」と言われている。ミネラルウ ーター事業は「 」と「地 」が有名で、人々に 飲されている。各種企業は全部で 58 社、うち中外合 企業は 5 社、民営企業は 53 社、個人経営が 93 社である。2006 年の農村経済収入は 8 元、財政収入は 767 万元。農民 1 人当たりの 収入は 8975 元。 疇村の自然資源は豊富で、 地は 6.0 万 、山間 地は 3.4 万 、淡水水面積は 6000 、1 人当たり 2.6 を持ち、威海市で 1 人当たり平均 地が最も広い の一つである。良好な自然地理環境を有するため、 疇村は山東省の重要な食 と食用 の生産基地、 基地となっている。特 農業の発展により、 疇村は山東省の 方薬の 料生産基地、山東省の畜産業の発達地域となっている。2007 年の農村経済総収入は 19.6 元、財政収入は 2978 万元、農民 1 人当たり 収入は 7455 元である。

## 2.2 米山水庫の水質環境の現状分析

### 2.2.1 水質環境の状況及び存在する問題点

#### (1) 米山水庫水質環境の全体評価

米山水庫は、東北入口、北入口、ダム中央部、威海取水口の 箇所にモニタリング地点を設置しており、流入支流には、 疇支流、界 支流、 支流、山 山河支流の 箇所にモニタリング地点を設置している。米山水庫のモニタリング頻度は毎月 1 回で、モニタリング方法はモニタリング規範技術要求に基づいて実施している。基準は GB3838-2002「地表水環境品質基準」に規定のⅢ類である。モニタリング結果によると、米山水庫は全窒素が基準を超過している以外、その他のモニタリング測定データは全て「地表水環境品質基準」の定めるⅢ類基準に達している。富栄養化は中度レベルである。

#### (2) 水質汚濁物排出状況

##### ①産業系の汚濁物の排出

流域内に産業系発生源は 43 社あり、そのうち 2 級保護区内に 3 社、準保護区に 40 社あり、集約型養畜産場はない。年間発生量は 48.52 万トン、主な汚濁物である COD とアンモニア性窒素の年間排出量はそれぞれ 83.25 トンと 10.33 トンで、排出基準達成率は 100%である。流域内の省管理対象産業系発生源は山東威海 業有限公司文 分公司(界)、山東威海 業有限公司文 分公司( 疇)と山東 程食品 份有限公司の 3 社で、全て排水は汚水処理場によって処理され、GB8978-1996「汚水総合排出基準」規定の 1 級基準に達している。

##### ②都市・ の生活系発生源

米山水庫準保護区内の都市・ の人口は 61440 人、一人あたり排水量を 120 l /人・日 で、都市・ の生活污水排放量は約 737.28 万 t/年である。都市・ の生活污水の平均排出濃度は COD が 370mg/l、アンモニア性窒素が 50mg/l である。測定計算によると、都市・ の生活污水中の COD とアンモニア性窒素の排出量は、それぞれ 2727.9 t/年と 166.99 t/年である。

##### ③畜産系の発生源状況

水源流域内に村が 104 あり、畜舎が 311 箇所に分布されている。飼育量は次の通りである。

養 場が 24 箇所で 1460 、排水量は 0.95 万トン。養 場が 39 箇所で 12179 、排水量は 0.8 万トン。養 場は 115 箇所で 772400 、排水量は 0.95 万トン。養テン場が 133 箇所で 167098 、排水量は 0.5 万トン。

##### ④農業面源について

水源の 2 級保護区内では、 地が 49869 、毎年の化学肥料使用量が 1246.7 t、農薬使用量が 14.96 t、排水量が 0.64 万 t、COD 発生量が 498.69 t、アンモニア性窒素発生量が 99.73 t となっている。

水源準保護区内では、 地が 112196 、毎年の化学肥料使用量が 2804.9 、農薬使用量が 33.66 t、排水量が 1.45 万 t、COD 発生量が 1121.93 t、アンモニア性窒素発生量が 224.39 t となっている。

## 2.2.2 水質環境問題の分析

### ①産業系発生源について

水源保護区内に産業系発生源があり、主に 瞳 と界 に分布し、大部分の生活系排水は未処理のまま又は極簡単な処理方法で直接排出し、水源を汚染している。そのうち、大手企業は文 程食品有限公司、威海ビール集団文 支社、威海昆崙ビール集団の 3 社で、その産業系排水は全て処理後に排出され、基準に達している。

### ②農村の生活系発生源について

流域内の村落には、ほとんど污水集中処理施設を設置していない。生活系排水処理方式はメタンガス貯 池の設置にとどまっており、メタンガス貯 池の普及率も低く、生活系污水はほとんどが直接河に排出され、水庫へ流れ込んでいる。水源には主な支流が 4 本あり、山 河支流には 31 の村落があり 13605 人が常住、 瞳河支流には 52 の村落があり 23717 人が常住、界 河支流には 49 の村落があり 23315 人が常住、 河支流には 17 の村落があり 6270 人が常住している。 役所所在地である界 以外、その他の各支流流域内の村落生活系污水は、直接河に排出され、水庫へ流れ込んでいる。流域内には少数の農家 観 (中国型グリーン・ ーリズム) があり、その生活系污水も全て未処理のまま直接河に排出されている。

### ③農村の生活系 ミについて

保護区と準保護区内には計 203 の村落があり、そのうち 18 村落が 2009 年度農村環境総合整備プロジェクトに組み込まれ、5 村落の生活系 ミは「都市農村 ミ処理一体化」を実現し、その他 180 村落は「村集中・ 中継 送・市処理」の生活系 ミ処理モデルを実施している。しかし、資金、設備、人員素質などの様々な要因によって、生活系 ミの汚染問題が依然として存在している。

### ④畜産業の発生源

水源流域内には 104 の村落があり、311 の養殖舎が分布されている。集約化、規模化された小型畜舎のし尿は、ほとんどが肥料として農地還元されるか、又はメタンガスの生成に利用されているが、大部分の畜舎にはし尿収集処理施設を設置していない。し尿貯 池に防水や流失防止措置も講じていないため、 になるとし尿は によって地表の河やダムに流れ込む れがある。

### ⑤農業面源について

流域内の 地、野 、果 園などの農地は、化学肥料や農薬の使用過度によって、汚濁物が降水や灌漑水によって河に流れ込み、水源の水質汚染と栄養化を招いている。

## 2.2.3 米山水庫で実施する環境保護関連事業

### ①水源 1 級保護区の汚染防止と生態保護プロジェクト

1 級保護区内では、給水施設と水源保護以外のプロジェクトの建設を撤去・閉鎖する。必要に応じて、水源 1 級保護区に生物 離や物理的な仕切りで防護措置を講じ、水源への人的活動の影響とダムへの汚濁物流入を減少させる。水源 1 級保護区内の 域については、 造林を実施し、既存農地に対しては植物被覆等によって水源 養林または 地に改造し、1 級保護区内の水源地生態環境を改善する。

## ②産業系の汚染防止プロジェクト

水源 2 級保護区内の負荷発生源を閉鎖し、特に汚水排出基準に達しない事業場に対しては基準を達成させるように汚染処理プロジェクトと設備整備プロジェクトを実施させる。汚水排出に基準に達した事業場に対しては、積極的に汚染処理活動の推進と、更なる汚濁物の削減を求める。基準未達成の汚水や都市下水道と連結していない事業場、特に文 市界、工業新区 曠 と 尙山 にある事業場に対しては、下水道配管の整備作業を推進する。事業場へのモニタリングを強化し、水源準保護区内の全ての都市集中式汚水処理施設と市管理対象事業場にオンライン式自動モニタリングシステムを設置する。

## ③農村生活系の汚染防止プロジェクト

水源保護区と準保護区内の村落分布を調整する。都市・ の総体計画の実施に結びつけ、農民の小さな都市・ への移住、農村コミュニティへの移住を 導することによって、汚染集中処理、集中管理を実現する。積極的に村落の生活系汚水処理を推進し、都市下水道に組み込むことができる村落に対しては、原則的に都市下水処理場へ送り、集中的に処理を行う。都市下水道への連結が不可である村落に対しては、メタンガス貯 池処理、無動力方式嫌気処理、有動力好気処理と 地処理などの方法を採用し、整備を実施する。

## ④農村生活系のごみ処理プロジェクト

農村家庭 ミ処理一体化の実施を加速し、飲用水への汚染を防止する。 ミの降 による河へ流入を防止するために、河 での ミ放置を厳禁する。農村の環境 生管理チームの設立と農村生活系 ミ処理施設の建設を加速し、「村集中- 中継 送-市（県）処理」の ミ処理一体化方式を 備させる。積極的に農村環境総合整備を推進し、農村生態環境を改善、水源へのマイナス影響を減少させる。水源保護区、準保護区内の村落を優先的に全市農村環境総合整備活動に組み込む。

## ⑤畜産系の汚染防止プロジェクト

水源保護区と準保護区内の畜産業を厳しく規制する。飼育禁止区、飼育制限区を指定し、畜産業に対し、水源保護区と準保護区外への移転、畜産小区への集中を積極的に 導する。水源保護区と準保護区内の大規模集約化畜産場の監督管理を強化する。水源保護区と準保護区内における大規模集約化畜産場や畜産小区の建設、改築、拡張を禁止する。

## ⑥農業系面源の削減プロジェクト

土地測定による施肥量確定方式の推進に注力し、 目的な施肥、過度な施肥を削減し、化学肥料の使用量を減少、肥料流出による汚染を防止する。高 高残留農薬の使用を禁止し、高効率・低 で分解し易い低残留生物農薬と植物性農薬の使用を普及させる。積極的に農業構造改革に注力し、農業構造を合理化し、エコ農業を発展させる。水源 2 級保護区内では全面的に無公害農産物を発展させ、 ・有機農産物の発展を促す。水源準保護区内では積極的に農業標準化生産を推進する。

### 生態保護と建設プロジェクト

水源保護区と準保護区内では、砂利採取場、砂利洗浄場の新設を厳禁し、既存の砂利採取場と砂利洗浄場の監督管理を強化し、河道内での砂利採取と砂利洗浄を禁止する。 可証の有効期間が満期を過 れば、更新や 期の を受理しない。水源保護区内では採場の新設を厳禁し、既存の 山の監督管理を強化する。 可証の有効期間が満期を過 れば、更新や 期の を受理しない。

重要 林区の 育保護（金網で囲って保護すること）と日常管理保護を強化し、 林

地、農地、林、段々、道路や、村、水系、住宅等の境界線における 化建設を強化し、面水土流失を抑え、造林に注力し、植生率を高め、水源をより 養させ、水土流失を削減する。また、積極的に河道生態化の整備活動を推進し、特に水源流域内の主要河川に対して総合管理を行い、主要河道に まっている底泥を除去し、河床を修、沿を化し、河川の生態機能を回させる。地建設プロジェクトを推進し、特に汚染の深刻な地建設条件を備える流入河川に対しては人工地を行い、その他の流入河川には自然地を建設し、水の自然浄化能力を高め、ダムに流入する河川の水質を改善する。

#### 2.2.4 既に実施されている削減対策の実施状況

- ①水源保護区に標識を設置する。水源保護区の境界に標識を 11、交通標識を 16、伝標識を 54、有刺線 900 m を設置する。
- ②界、米山にそれぞれ汚水ポンプ場を 1 か所ずつ設置し、下水道管を 20 敷設する。
- ③水源地上流村落にごみ収集・中継送システムを建設し、界、米山にそれぞれごみ中継送場を 1 か所ずつ建設し、4400 トン/年の家庭ミの処理を可能にする。米山水庫保護区内の新発、下、場、新上、南古場、下、東下、塚弁、白、管山、管山、家、家村、三十、草弁などの 17 村の家庭ミを、都市農村一体化処理によって処理する。
- ④保護区内の畜産場や畜舎を 5 ヶ所閉鎖する。
- ⑤ダム上流の山河に 2000 の人工地と水質浄化プロジェクトを建設する。
- ⑥ダムの境界と水源地上流の境界流入口に、4000 の地を建設する。43 社の汚染事業場を全て下水道網に連結させる。

## 2.3 米山水庫削減計画の制定

### 2.3.1 汚染源の分類及び各汚染源の汚染負荷量の計算

#### (1) 発生源の調査

発生源を産業系、生活系、農業系と畜産系の4種類に区分する。そのうち、生活系発生源は更に生活汚水と生活ミに分類する。農業系発生源は更に、野、果園に分類する。発生負荷量を算出し、窒素・りん等の水質汚濁物削減計画を策定し、汚染調査表を作成する（付表1～5参照）。

#### ①産業系発生源の調査

文市環境保護局、工業新区環境保護支局の環境監察員が工業企業名によって管区内の米山水庫にある事業場を調査し、社名、業種、生産規模、主要な汚濁物、負荷発生量などに概略調査を行い、更に事業場に発生源調査結果表を発行させてしく確認する。最後に、調査グループが発生源の情報をまとめ、米山ダム流域内の産業系発生源の基本状況を把握し、産業系発生源の調査表を作成する。

#### ②面源汚染の調査

面源調査について調査グループが流域内の環境保全部と村環境保全員の協力によって調査を行う。

1. 現地の水源作物種類、栽培面積及び化学肥料、農薬の使用状況（品種、使用量等）などの情報を収集し、環境企画院で決定した原単位によって発生負荷量を算出する。
2. 農村の家畜養殖量、規模化畜舎数量、種類、汚濁物排出量、流失量などの情報を収集、環境企画院で決定した原単位によって発生負荷量を算出する。
3. 水源地と周辺水系の排水・灌漑及び水質状況、特に排水は排水状況を調査する。
4. 水源地と周辺の山、ガリンスタンド、ごみめ立て処分場、ごみ中継送場などを調査、情報を収集する。
5. 水源地の常住人口と生活系汚濁物の排出状況を調査、役所の統計したデータと比較、更に環境企画院で決定した原単位によって発生負荷量を算出する。
6. 保護区外の水源地にの深刻な影響を与える発生源を調査する。

#### ③現地調査

1. 現地住民、水源地管理担当者を問し、水源地と周辺環境現況を調査する。土地使用状況、例えば作物の栽培種類、化学肥料と農薬の使用状況、排出状況、家畜数量、汚濁物排出状況、生活系汚濁物の排出などの状況を把握する。水源地に影響を与える発生源（点源、面源、移動源）、汚染状況、交通運の状況と分布、発汚染事件の対応策などの調査を行う。
2. 威海水利部門、ダム管理部門及び現地役所が調査研究した米山水庫の年水文状況、基礎情報、関係流入川情報、ダム自然環境、ダム周辺の社会経済条件、関連水質保護計画などの資料を調査する。

#### ④現場測定

水源地の水質データを収集し、水量現状と変化傾向、水質モニタリング状況、発事件対策の実施状況を分析する。

#### ⑤専門家の現場視察

視察コースを決め、中日専門家の米山水庫現場視察を手配。

## (2) 中国側による汚染負荷量の算出

### ①産業系負荷量の算出

調査結果によると、米山水庫の水源保護区内には事業場が 44 社、そのうち山東威海業集団文 有限公司は 2 社合併企業となり、文 市 プラスチック 料工場と文 海宇程漁具有限公司は既に生産 止し、文 市 威金属 工場、文 市 宇 装 工場、文 市益明落 生機械工場は既に破産している。残存の 38 社のうち、主に汚濁物を排出する企業は山東 程食品 份有限公司、山東威海 業集団文 有限公司、威海市 豊建設機械工場、山東威海 業有限公司文 分公司(界 )と山東省文 イラー工場の社で、その他 33 社は主に原料の組み立てを行っており、汚濁物の発生は少なく、計算不要とした。主な汚濁物発生源については表 2.4 を参照。

表 2.4 米山水庫水源地保護区内の汚濁物発生源状況

企業名称	所在保護区	排水量(トン)	汚染物排出量		
			COD(トン)	NH3-N(トン)	T-P
山東鵬程食品 有限公司	準保護区	55000	2.2	0.03	
山東威海 業集団文 有限公司	準保護区	20000	0.8	0	
威海市匯豊建設機械工場	準保護区	132.1	0.04		
山東威海 業有限公司文 支社(界 )	準保護区	210000	14.7	1.13	
山東省文 イラー工場	準保護区	109	0.03		
合計		285241.1	17.77	1.16	

米山水庫水源地保護区内の企業の化学的酸素要求量、アンモニア性窒素の排出量はそれぞれ合計が 17.77 t と 1.16 t であった。

### ②生活系負荷発生量の算出

#### ( )生活汚水

規制区内の人口と汚濁物の原単位によって、人口に汚濁物の原単位を け合わせ、生活系汚水負荷発生量を算出する。「中国十二五主要汚濁物総量削減計画策定技術指南」によると、区内の 1 人当たりの化学的酸素要求量とアンモニア性窒素の原単位はそれぞれ 72 g/人日と 8.7 g/人日である。調査により規制区の人口を把握し け合わせると、規制区内の生活系汚水の化学的酸素要求量とアンモニア性窒素の排出量はそれぞれ 248.68 t/年、1984 t/年となった。 細は表 2.5 を参照。

表 2.5 規制区内の生活系負荷発生量

所在保護区	人口(人)	COD(トン/年)	NH3-N(トン/年)
二級保護区	22887	543.4	65.74
準保護区	71103	1441	182.94
合計	93990	1984	248.68

( )生活系 ミ

米山水庫保護区内にはごみ め立て処分場が一箇所あり、 ミ 出液を米山水庫に流入させないように収集し、威海第一污水处理場へ送り、処分することになっているため、生活系 ミ負荷発生量の計算は不要とした。

( )農業系負荷量の算出

地面積と汚濁物原単位によって農業面源負荷発生量を算出した。ち、地面積に汚濁物原単位を け合わせた。「第1回汚濁物発生源全面調査に関する都市生活系汚濁物発生原単位マニュアル」により、農業面源の汚濁物排出原単位を選定した(表 2.6 参照)。

地によって調査データを設定し、規制区内の農業面源のアンモニア性窒素と全りん負荷発生量は、それぞれ 27.821 t と 14.061 t となった(表 2.7 参照)。

表 2.6 農業面源負荷の発生原単位表

	流出量 (k / )		
	T-N	NH3-N	T-P
野	0.659	0.004	0.043
果 園	0.392	0.1176	0.075
(二 以上)	0.421	0.1263	0.069

表 2.7 農業面源負荷発生量

農地 類型	二級保護区		準保護区	
	NH3-N (トン/年)	T-P (トン/年)	NH3-N (トン/年)	T-P (トン/年)
	6.32	3.06	19.69	9.57
野	0.016	0.179	0.011	0.114
果 園	0.356	0.227	1.428	0.911
合計	6.692	3.466	21.129	10.595

( )家畜養殖負荷発生量の算出

家畜養殖規模、家畜種類と各類型家畜汚濁物原単位によって畜産系負荷発生量を算出した。家畜負荷発生量は、その家畜数量に当該家畜汚濁物の発生原単位を け合わせる。家畜負荷発生原単位については「中国十二五主要汚濁物総量削減計画策定技術指南」から選定した(表 2.8 参照)。畜産状況によって調査データを設定し、規制区内の家畜養殖の化学的酸素要求量とアンモニア性窒素負荷発生量はそれぞれ 3535.27 t と 48.92 t となった(表 2.9 参照)。

表 2.8 家畜負荷発生原単位表

畜産類別					
COD 発生原単位 (kg / .年)	36.00	2131.00	1782.00	4.75	0.42
NH3-N 発生原単位 (kg / .年)	1.80	2.85	7.52	0.10	0.02

表 2.9 畜産業系負荷発生量

	COD (トン/年)	NH3-N (トン/年)
二級保護区	430.44	7.94
準保護区	3104.83	40.98
合計	3535.27	48.92

( )計算結果のまとめと分析

産業系、生活系、農業系と畜産業系の負荷発生量計算結果によると、米山水庫規制区範囲内の化学的酸素要求量、アンモニア性窒素、全りん負荷発生量はそれぞれ 5537.37 t/年、326.58 t/年、14.06 t/年であった。そのうち、2 級保護区内の化学的酸素要求量、アンモニア性窒素、全りん負荷発生量はそれぞれ 3.47 t/年、973.84 t/年、80.37 t/年であった。

準保護区内の化学的酸素要求量、アンモニア性窒素、全りん負荷発生量はそれぞれ 10.6 t/年、4563.53 t/年、246.21 t/年であった(表 2.10 参照)。

表 2.10 米山水庫負荷発生算出結果まとめ表

	二級保護区 (トン/年)			準保護区 (トン/年)			合計 (トン/年)		
	COD	NH3-N	T-P	COD	NH3-N	T-P	COD	NH3-N	T-P
産業				17.7	1.16		17.7	1.16	
生活	543.4	65.74		1441	182.94		1984.4	248.68	
農業		6.69	3.47		21.13	10.6		27.82	14.06
畜産	430.44	7.94		3104.83	40.98		3535.27	48.92	
合計	973.84	80.37	3.47	4563.53	246.21	10.6	5537.37	326.58	14.06

図 2.5 a、図 2.5 b と図 2.5 c はそれぞれ 2 級保護区、準保護区内の COD、アンモニア性窒素と全りん負荷比較図である。図を見ると、準保護区内の COD、アンモニア性窒素と全りんの負荷は、2 級保護区より高いことが分かった。

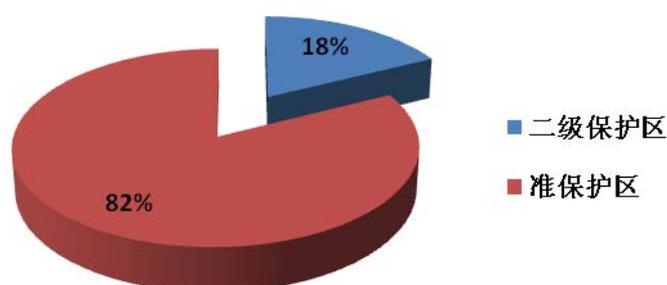


図 2.5 a COD 負荷

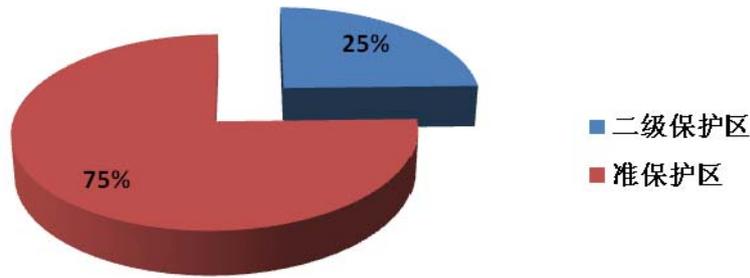


図 2.5 b アンモニア性窒素負荷

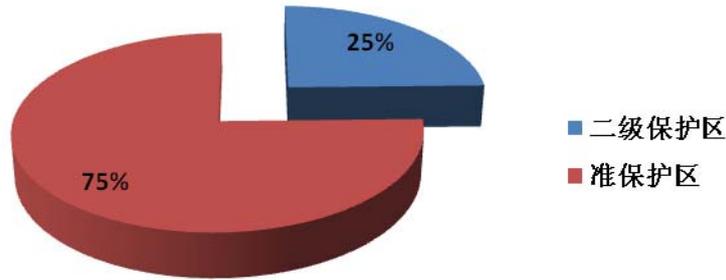


図 2.5 c 全りん負荷

図 2.6 a と図 2.6 b は、それぞれ米山水庫規制区内の各発生源の COD とアンモニア性窒素負荷の寄与率比較図である。図によると、COD 負荷については、畜産業発生源寄与率が最大で、次に生活系汚染源で、産業系発生源の寄与率が最小、畜産業の寄与率が最大であるが、生活系発生源総量削減対策の実施は比較的容易であるため、COD については畜産業系の COD 総量の規制に重点を置きつつ、生活系 COD を削減する。アンモニア性窒素負荷については、生活系発生源の寄与率が最大で、アンモニア性窒素の全負荷の分の三以上を占める。次に畜産業系発生源、農業系発生源と続く。よって、アンモニア性窒素の総量削減の重点は、生活系に置くべきである。

中国の現有パラメーターによると、全りん負荷については、農業系発生源のみに対して計算を行っているため、各発生源との比較、寄与率を分析することができない。

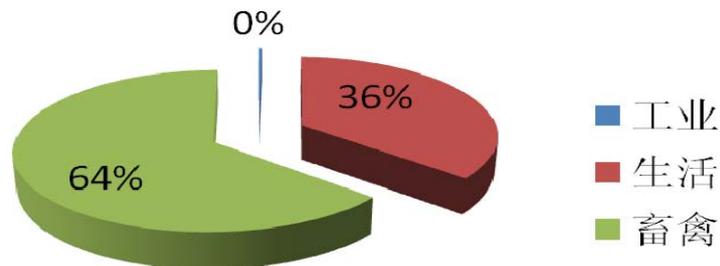


図 2.6 a COD 負荷

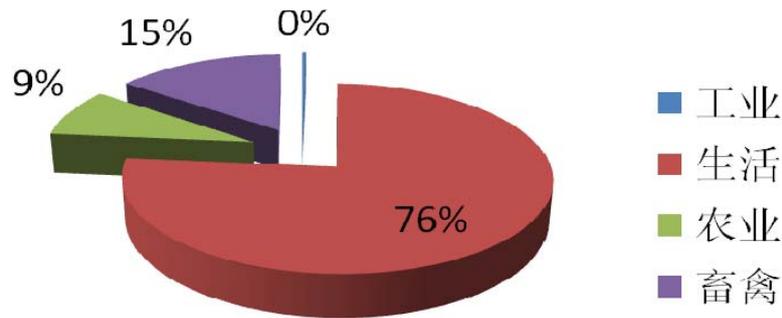


図 2.6 b アンモニア性窒素負荷

上記分析から見ると、中国側の計算方法には次のような不足があることが分かった。

- (1) 産業系発生源の調査は全てを網 していない。
- (2) 生活 ミ負荷発生統計が不足している。
- (3) 農業系発生源以外では全りんの計算をしていない。

### (3) 日本側による汚染負荷量の計算

日本側では負荷量計算を行う際、発生源を産業系、生活系とその他系の 3 種類に区分する。そのうち、産業系は更に大規模事業場と小規模事業場に分類する。その他系には畜産業、農業、市街地、山林と水産養殖等が含まれる。

#### ①産業系

##### ( )大規模事業場

大規模事業場とは 50m<sup>3</sup>/日以上 的事业場を指す。負荷計算の過程において、負荷発生量の実測データがある場合は実測データを優先的に使用する。排出量だけ実測データがある場合は、事業場の業種、規模等の情報によって、事業場の負荷濃度を確定し、負荷発生量を計算する。実測データも排出量統計もない事業場に対しては、事業場の業種、規模等の情報によって排水量と濃度を確定、負荷発生量を計算する。

##### ( )小規模事業場

小規模事業場とは 50m<sup>3</sup>/日以下の事業場を指す。調査結果によると、小規模事業場にはほとんど調査データがないため、中国側の提供する事業場排出量或いは製品生産高によって排出量を推定した。計算方法は大規模事業場と同様である。

産業系負荷発生量の日本側の計算方法については表 2.11 を参照。

表 2.11 産業負荷発生量（日本側算定）

		排水量 (t / 年)	排出負荷量			
			COD Mn COD Cr	T-N	NH3-N	T-P
大規模 工業・企業	山東鹏程 業	55000	2.75	1.73	0.35	0.51
			22			
	威海 業	20000	0.72	0.27	0.05	0.08
			5.76			
	威海 業 (界 )	210000	7.54	2.8	0.56	0.86
			60.32			
小規模工業・企業 (35 社) 計			5.35	0.18	0.04	0.1
			42.8			
合計			16.35	4.98	1	1.56
			130.8			

②生活系

生活系負荷発生源は、農村小規模下水道（界石鎮）、メタンガス発酵、未処理まま農地にすという3つの方式に区分される。各発生源の負荷量計算の過程については、図 2.7 を参照。生活系負荷発生量の計算結果については、表 2.11 を参照。

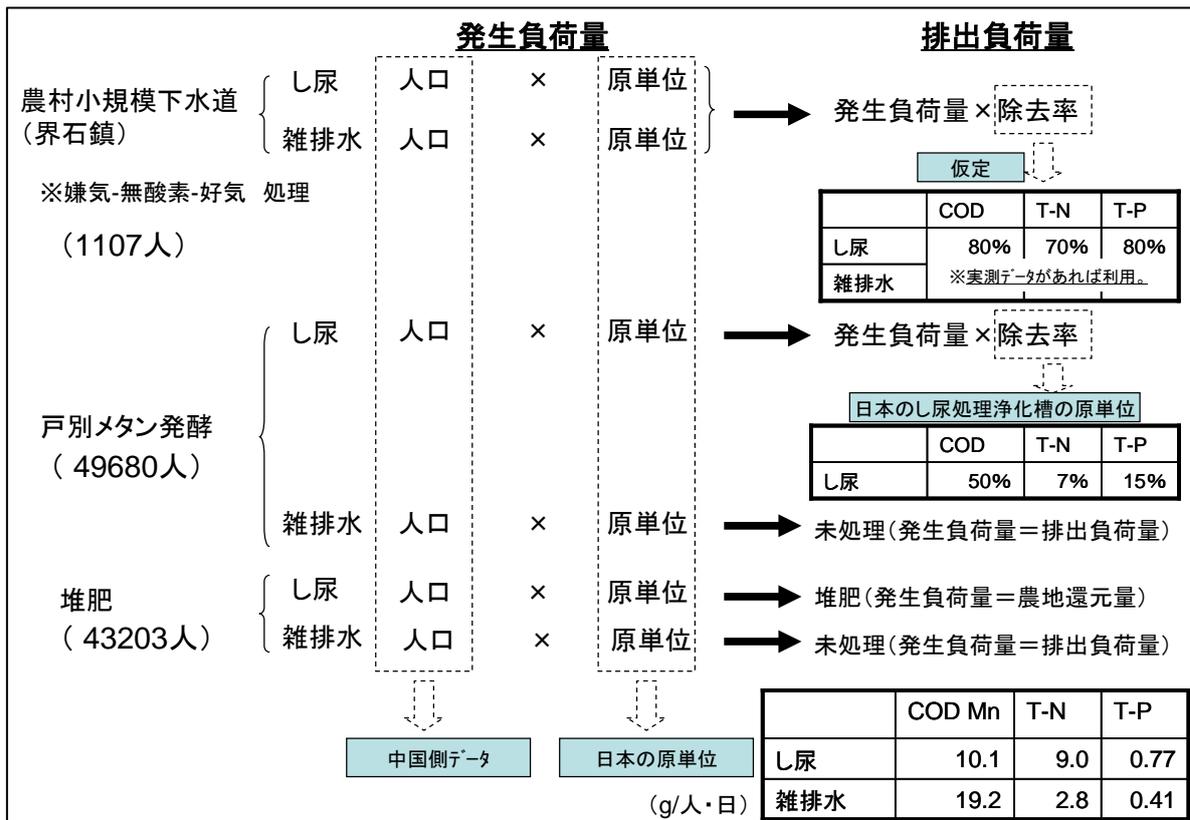


図 2.7 生活系負荷発生量計算過程

表 2.11 生活系負荷発生量（日本側算定）

	汚水 類型	処理 形態	人口	発生負荷量				排出負荷量			
				COD Mn	T-N	NH3-N	T-P	COD Mn	T-N	NH3-N	T-P
				COD Cr				COD Cr			
小規模下水道 (界)	し尿	(処理)	1100	11.2	10	2	0.9	2.2	3	0.6	0.2
				89.6				17.6			
	排水	(処理)		21.3	3.1	0.6	0.5	4.3	0.9	0.2	0.1
				170.4				34.4			
各戸メタン ガス発	し尿	(処理)	49680	501.8	447.1	89.4	38.3	250.9	415.8	83.2	32.5
				4014.4				2007.2			
	排水	未処理→ 排出		953.9	139.1	27.8	20.4	953.9	139	27.8	20.4
				7631.2				7631.2			
未処理	し尿	未処理→ 農地還元	43203	436.4	388.8	77.8	33.3	0	0	0	0
				3491.2				0			
	排水	未処理→ 排出		829.5	121	24.2	17.7	829.5	121	24.3	17.7
				6636				6636			
合計			93990	2753.9	1109.1	221.8	110.9	2040.7	679.8	136	70.9
				22031.2				16325.6			
							農地還元				
							436.4	388.8	77.8	33.3	
							3491.2				

### ③畜産系

日本側の畜産系負荷発生量の計算方法は、中国側の畜産系負荷発生量計算方法と同じであるが、各家畜の負荷発生原単位は中国側と異なる。日本側の畜産系負荷発生原単位と負荷発生量の計算結果については、表 2.12 と表 2.13 を参照。

表 2.12 畜産系負荷発生原単位表 (g/ /日)

	COD Mn	T-N	T-P
	130	40	25
	530	280	50
	530	170	40
産	3	1	0.2
放し飼い養 (山)	3	1	0.2
(テン)	3	1	0.2

表 2.13 畜産系負荷発生量 (kg / 日)

	発生負荷量				農地還元量			
	COD Mn	T-N	NH3-N	T-P	COD Mn	T-N	NH3-N	T-P
	COD Cr				COD Cr			
	317.7	97.8	19.6	61.1	317.7	97.8	19.6	61.1
	2541.6				2541.6			
	429.8	227.1	45.4	40.6	429.8	227.1	45.4	40.6
	3438.4				3438.4			
	31.8	16.8	3.4	3	31.8	16.8	3.4	3
	254.4				254.4			
産	1113	371	74.2	55.7	1113	371	74.2	55.7
	8904				8904			
	718.8	239.6	47.9	35.9	718.8	239.6	47.9	35.9
	5750.4				5750.4			
放し飼い 養 (山)	15	5	1	0.8	15	5	1	0.8
	120				120			
(テン)	2.1	0.7	0.1	0.4	2.1	0.7	0.1	0.4
	16.8				16.8			
合計	2628.3	957.9	191.6	197.1	2628.3	957.9	191.6	197.1
	21026.4				21026.4			

#### ④農地

日本側の農地負荷発生量の計算方法は、中国側の農業系負荷発生量の計算方法と同じであるが、農地負荷発生原単位は中国側と異なる。日本側の農地負荷発生原単位と負荷発生量の計算結果については、表 2.14 と表 2.15 を参照。

表 2.14 農地負荷発生原単位表 (g/ha・日)

	COD Mn	T-N	T-P
水	17.5	76.0	1.0
、果 園	10.0	76.0	1.0

表 2.15 農地負荷発生量 (kg / 日)

	面積 (ha)	発生負荷量			
		COD Mn COD Cr	T-N	NH3-N	T-P
( 物)	13729.7	137.3 1098.4	1043.5	208.7	13.7
(野 )	453.7	4.5 36.0	34.5	6.9	0.5
果 園	1011.3	10.1 80.8	76.9	15.4	1.0
合計	14848.6	151.9 1215.2	1154.8	231.0	15.2

#### ⑤市街地

市街地負荷発生量の計算は、地面又は 根等から排出される負荷、ごみ（未収集部分）から排出される負荷、飲食 ・機械修理工場等から排出される負荷の 3 つに区分される。中国側は地面又は 根等から排出される負荷のみを計算した。

地面或いは 根等の面積に単位面積負荷発生原単位をかけ、地面又は 根等から排出される負荷を求める。市街地面積は調査によってデータを取得した。負荷発生原単位について表 2.16、計算結果について表 2.17 を参照。

表 2.16 市街地負荷発生原単位表 (g/ha・日)

	COD Mn	T-N	T-P
市街地	1.0	19.0	0.5

表 2.17 市街地負荷発生量 (kg/日)

面積 (ha)	発生負荷量			
	COD Mn	T-N	NH3-N	T-P
	COD Cr			
29.8	3	56.6	11.3	1.5
	24			

⑥山林

山林面積に単位面積山林負荷発生原単位をかけ、山林負荷発生量を求める。山林面積は調査によってデータを取得した。負荷発生原単位については表 2.18、計算結果については表 2.19 を参照。

表 2.18 山林負荷発生原単位表 (g/ha・日)

	COD Mn	T-N	T-P
山林	2.5	19.0	1.0

表 2.19 山林負荷発生量 (kg/日)

	面積 (ha)	発生負荷量			
		COD Mn	T-N	NH3-N	T-P
		COD Cr			
山林	214.6	53.7	407.7	81.5	10.7
		429.6			

水産養殖

養殖量に水産養殖負荷発生原単位をかけ、水産養殖負荷発生量を求める。水産養殖数量は調査によってデータを取得した。負荷発生原単位について表 2.20、計算結果については表 2.21 を参照。

表 2.20 水産養殖負荷発生原単位表 (kg/量(t))

COD Mn	T-N	T-P
144.9	57.2	13.1

表 2.21 水産養殖負荷発生量 (kg/日)

	生産量 (t/年)	発生負荷量			
		COD Mn	T-N	NH3-N	T-P
		COD Cr			
水産養殖 (ウヨ等)	50	19.8	7.8	1.6	1.8
		158.4			

表 2.22 日本側計算結果のまとめ

		発生負荷量				排出負荷量				農地還元量			
		COD Mn COD Cr	T-N	NH3-N	T-P	COD Mn COD Cr	T-N	NH3-N	T-P	COD Mn COD Cr	T-N	NH3-N	T-P
産業系	大規模					11.0 88.0	4.8	1.0	1.5				
	小規模					16.4 131.2	5.0	1.0	1.6				
生活系	下水道	32.5 260.0	13.1	2.6	1.4	6.5 52.0	3.9	0.8	0.3				
	メタンガス発	1488.7 11909.6	586.2	117.2	58.7	1204.8 9638.4	554.8	111.0	52.9				
	未処理	1265.9 10127.2	509.8	102.0	51.0	829.5 6636.0	121.0	24.2	17.7	436.4 3491.2	388.8	77.8	33.3
	合計	2754.1 22032.8	1109.1	221.8	111.1	2040.8 16326.4	679.7	135.9	70.9	436.4 3491.2	388.8	77.8	33.3
畜産系		2628.3 21026.4	957.9	191.6	197.1	0.0 0.0	0.0	0.0	0.0	2628.3 21026.4	957.9	191.6	197.1
農業系 (農地)		151.9 1215.2	1154.9	231.0	15.2	151.9 1215.2	1154.9	231.0	15.2				

		発生負荷量				排出負荷量				農地還元量			
		COD Mn COD Cr	T-N	NH3-N	T-P	COD Mn COD Cr	T-N	NH3-N	T-P	COD Mn COD Cr	T-N	NH3-N	T-P
市 街 地	路面	3.0 24.0	56.6	11.3	1.5	3.0 24.0	56.6	11.3	1.5				
	その他												
山林		53.7 429.6	407.7	81.5	10.7	53.7 429.6	407.7	81.5	10.7				
水産養殖		19.8 158.7	7.8	1.6	1.8	19.8 158.7	7.8	1.6	1.8				
合計						2296.6 18373.1	2311.7	462.3	101.6	3064.6 24516.8	1346.8	269.4	230.4

#### (4) 米山水庫汚染負荷量の最終確定

中日双方の負荷発生量計算方法を比較してみると、次の3つの相違点が判明した。

- ①中日双方で計算したモデル地域負荷総量に相違があるが、汚染度(比率)の順位は中日双方でほぼ同じである。うち、生活系、畜産系の汚染度が高く、農業系、産業系の汚染度が少ない。
- ②計算範囲に相違がある。中日双方とも生活系負荷量については計算を行っていない。日本側の計算範囲には山林と市街地が入っているが、中国側の計算範囲に入っていない。また、発生量の小さい事業場と水産養殖場について中国側の計算に入っていないが、日本側は生産高によって負荷発生量を推定している。
- ③中日双方の負荷発生原単位に相違があり、中日双方の計算結果が違う原因の一つになっている。例えば、日本側がCODを計算する際にMn法からCr法へ転換する場合で、換算係数を8としたが、中国側から見るとその換算係数は大きい。全窒素からアンモニア性窒素へ転換する場合は、換算係数を0.2としたが、中国側から見るとその換算係数は小さい。

このため、米山水庫の負荷量を確定する際は、日本側の計算結果を参考にしながら、中国側の計算結果を使用することにした。調査によって実測値の取得ができる場合は、実測値を使用する。中国側に原単位がある場合は中国側の原単位によって計算し、中国側に原単位がない場合は日本側の原単位を参考にした。上記原則によって算出した米山水庫負荷量については、表2.23を参照。

表 2.23 米山水庫負荷発生量 (トン/年)

	CODcr	T-N	NH3-N	T-P
工業	17.7	1.16	5.9	0.6
生活	1984.4	248.68	390	38
農業	444	27.82	421.5	5.5
畜産	3535.27	48.92	349.4	83.1
市街地	0	4.14	20.7	0.5
山林	256	30	150	4
水産養殖	0	0.58	2.9	0.7
合計	6237.37	361.3	1340.4	132.4

「威海市飲用水水源地環境保護計画」によると、水質汚濁物の増分をゼロに抑えるために、これから5年以内で以下の対策を実施する。

- ・米山水庫に対して水源1級保護区の汚染防止と生態保護に注力し、整備を強化する。
- ・水源2級保護区と準保護区内の事業場の汚染排出や規模拡張を防ぐ、家畜養殖の集約

化を進める。

- ・水源 2 級保護区と準保護区内の第三次産業と住民生活系負荷を削減する。
- ・農業面源負荷を有効に削減する。

### 2.3.2 削減目標の決定

表 2.24 は、米山水庫水質データと中国地表水環境品質基準（Ⅱ類、Ⅲ類）である。「威海市飲用水水源環境保護計画」によると、2015 年までに米山水庫水質は「地表水環境品質基準」Ⅲ類水質基準、2020 年までにⅡ類水質基準に達成しなければならない。そのため、2015 年を目標とした場合は規制対象を全窒素とし、2020 年を目標とする場合は規制対象を全窒素と全りんとする。

中国「十二五」総量削減計画に組み込むため、今回の米山水庫汚濁物総量削減計画の設定目標は 2015 年とし、更に 2020 年の水質に対して参考値を設定した。現在、米山水庫水質状況について全窒素だけが基準未達成になっている、計算によると、全窒素の濃度を 3.0%下げなければならない。COD<sub>Cr</sub>、アンモニア性窒素、全りんは既に基準に達しているため、今後の負荷増がない限り、目標の達成は可能である。

表 2.24 米山水庫水質値と目標水質 (mg/l)

指標	2010.1	2010.2	2010.3	2010.4	平均	Ⅱ級基準		Ⅲ級基準	
COD <sub>Cr</sub>	11	26	16	15	14	15	○	20	○
過マンガン酸塩指数	2.47	3.43	3.4	2.98	3.07	4	○	6	○
全窒素	0.034	0.032	0.037	0.040	0.036	0.025	×	0.05	○
全りん	1.13	1.08	1.22	1.16	1.15	0.5	×	1.0	×
NH <sub>3</sub> -N	0.16	0.14	0.21	0.19	0.18	0.5	○	1.0	○

※2 月の COD<sub>Cr</sub> 値は異常値として、平均値計算に入れないことにした。

全窒素の必要な削減量は次の通り。

$$0.8 \text{ m}^3 \times (1.15-1) \text{ mg/} \quad 12000\text{kg}$$

流達率を 0.137 とすると、全窒素負荷量削減幅は次の通りになる。

$$12000\text{kg} \times 0.137 = 87.59 \text{ t}$$

米山水庫の滞留時間を 1 年とすると、上記計算によって年間負荷削減量を求めることができる。中国「十二五」排出削減計画では、全窒素について指標が設定されていないが、全窒素とアンモニア性窒素との関係を考え、米山水庫負荷発生源に対しては主に COD とアンモニア性窒素の二つの指標で分析した。

### 2.3.3 削減対策

#### (1) 産業系の汚濁負荷削減対策

区内には事業場が 43 社あり、大部分の事業場の負荷発生量は小さく、し尿貯槽だけを設置しており、汚水は簡易処理を経て河川に放流している。そのうち、省管理事業場は山東威海 業有限公司界 分公司、山東威海 業有限公司 疇分公司、山東 程食品 業有限公司の 3 社で、全て汚水処理施設を設置しており、汚水は処理後に基準を満たしてから排出される。これ以上は削減 在力がないと考え、主に以下の管理を強化する。

#### ①排出規制

「中華人民共和国水質汚染防止法」第 57 条～第 60 条の規定に基づいて、

- ・ 飲用水水源保護区内に汚濁物の排出口設置を厳禁する。
- ・ 飲用水水源 1 級保護区内の給水施設や水源保護と関係しない増設、改築、拡張プロジェクトを厳禁する。
- ・ 既に 工した給水施設や水源保護と関係しない建設プロジェクトに対して県レベル以上の人民政府が 任を持って撤去閉鎖を命じる。
- ・ 飲用水水源 2 級保護区内での汚濁物が発生するプロジェクトの増設、改築、拡張を禁じる。
- ・ 工済みの汚濁物が発生するプロジェクトに対して県レベル以上の人民政政府が 任を持って撤去閉鎖を命じる。
- ・ 飲用水水源準保護区内での汚染の深刻なプロジェクトの増設、拡張を禁じる。改築プロジェクトに対して負荷発生量を増加してはいけない。
- ・ 水源地 2 級保護区内の汚濁物にお直接排出口に対して直ちに撤去或いは閉鎖させる。

#### ②削減指導

- ・ 既存の負荷発生源について削減プロジェクトを実施する。
- ・ 基準未達成の事業場に対しては、基準を達成するように積極的に削減対策を実施する。
- ・ 基準達成済みの事業場に対しては、より一 の削減を求め、負荷量を更に削減させる。
- ・ 水源地準保護区内の全ての市管理対象事業場に、オンライン自動モニタリングシステムの設置を求める。
- ・ 水源地準保護区内の全ての対象事業場に対し、クリーンプロダクション審査と ISO14001 環境管理認定を取得させる。

#### ③工業園区の建設

- ・ 水源地保護区と準保護区内での産業構造調整と産業分布の合理化を加速する。

- ・技術力が高く、資源消費が低く、負荷発生が無いか又は少ない産業の発展を図る。
- ・事業場の保護区と準保護区外への移転、工業園区への集中を導し、汚濁物の集中管理、集中処理を図る。

## (2) 生活系の汚濁負荷削減対策

現在、米山水庫水源地保護区、準保護区内の常住人口は 84327 人、威海市の 2009 年の人口 び率は 0.79% で、連続 10 年マイナス成長になっている。 来の保護区内の常住人口は減少傾向となる。

- ・界 と 疇 の水道管の敷設を加速する。積極的に村落生活系負荷発生源の管理を強化する。
- ・都市下水道ネットワークに組み込むことができる村落に対しては、原則として都市污水处理場で集中的に処理させる。その他の村落に対してはメタンガス貯 池を設置、無動力嫌気処理、有動力好気処理と 地処理などの方法によって処理させる。
- ・農村メタンガス建設を強化する。積極的にメタンガス、メタン残 、メタン液の総合利用技術を普及させ、条件を備える農家のメタンガス貯 池の建設活動、モデル農家を選定し、わらのメタンガス技術を推進する。農村の「一池三改」活動（メタンガス発 池に 、トイレ、家畜小 からの排水を連結）に結びつけ、農村污水、ごみ、し尿排出量の削減を図り、農村の生活系の排水、ごみの汚染問題の解決に力を入れる。
- ・ 地建設を強化する。できるだけ く山 河支流の人工 地污水浄化プロジェクトを開始する。 疇河、界 河は、 河支流などのダムへの流入口に シの自然 地を建設、ダム水を更に浄化させる。
- ・農村生活 ミ処理一体化を推進する。飲用水への汚染を防 、 水に され地表に出し汚染の原因となること防ぐため、河 沿いでのごみ放置を厳禁する。
- ・農村専門環境 生チームの設立と農村生活 ミ処理施設の建設を加速し、「村収集、中継 送、市（県）の処理」ごみ一体化処理の仕組みを 備する。
- ・積極的に農村環境整備を実施、更に農村生態環境を改善し、水源地へのマイナス影響を取り除く。
- ・水源地保護区、準保護区内の村落環境総合整備を強化する。
- ・水源地の保護区準保護区内の村落分布調整を強化する。町全体建設計画に結びつけ、積極的に農村住民の町や農村小区への移住を 導し、汚濁物の集中処理、集中管理を実施する。
- ・市町村合併活動を推進する。まず水源地 2 級保護区内の村落移転と村合併作業を加速する。威海環境保護局の情報によると、污水处理率を 70% から 72.5% に高めると、COD を 165 トン、アンモニア性窒素を 21 トンそれぞれ削減できる。

### (3) 畜産系の汚濁負荷削減対策

- ・水源地保護区と準保護区の畜産を厳格に規制する。
- ・畜産場建設計画を合理化し、畜舎の水源地保護区、準保護区外への出、畜産小区への集中を奨励し、分散型放型飼育の基準化飼育、生態型畜産への転換を導する。ち、面源を点源へ転換させ、集中管理する。
- ・水源地保護区と準保護区内の大規模畜産場と畜産小区の監督管理を強化する。
- ・水源保護区、準保護区内の畜産場の新設、改築、拡張を禁止する。
- ・水源地の保護区内の既存畜産場について、計画を策定、出と閉鎖を実施する。
- ・移転や閉鎖前に、必要な防止策、家畜糞尿の综合利用策などを講じ、散、地下へ、流失、悪臭などの環境への汚染を防止する。
- ・畜産を分類してそれぞれに応じた対策を採る。大型養殖場に対しては、畜産方式を改善させ（生物発床、下敷き、を有機肥として農地へ還元）、汚濁物処理施設を建設させる（糞尿、メタンガス、有機肥生産、汚水処理施設など）。
- ・条件を備える養殖場に対しては、糞尿全般処理を奨励し、分離施設を設置、水と汚水を分離、による糞尿処理システム、糞尿メタンガス発処理等の措置を求める。特にメタン発消化液に対しては生物化学によって処理を行い、酸化処理を経て排出基準に達してから排出する。糞尿残とメタン発残に対しては、堆肥発によって有機肥または有機無機合肥を製造する。
- ・2015年までに、区内の80%を大型畜産場に集約し、糞尿貯処理施設の設置と正常運転を求める。威海環境保護局によると、2010年から2011年の間に、CODは350トン、アンモニア性窒素は10トン削減される見込みである。

### (4) 農業系の汚濁負荷削減対策

- ・化学肥料、農薬と農業用フィルム使用を合理化し、農業系面源負荷を削減する。
- ・土質測定による施肥量確定方法を普及させ、目的施肥問題、過度施肥問題を解決、化学肥料使用量を削減、肥料流失による汚染現象を減らす。
- ・わらの農地への還元を提、有機肥、生物肥料の使用率、土壌有機物を高めて、土壌土質化を減少させ、養分投入の生態と環境効率を高める。
- ・国家と地方の公布した使用禁止の農薬の使用を厳禁、高効率、低、分解性、低残留の生物農薬と植物農薬の使用を普及させる。
- ・農業用フィルム使用の管理に力を入れ、分解性農業用フィルムの使用を普及、使用済みフィルムを回収する。
- ・農薬管理を強化する。国家の公布した使用禁止農薬の生産を禁止、高効率、低、分解性、低残留生物農薬と植物性農薬の使用を普及し、科学的かつ合理的な農薬使用を重視する。
- ・「農薬安全使用基準」を厳守する。生物技術を普及し、カササ、カエル、寄生

バチ、ナナ シテントウなどの害 天 の保護、繁殖を強化し、保護区内の 林 害防止面積の 95%以上が、害 天 または生物農薬を採用する状態にする。

- ・機械物理防 法の使用を推進する。昆 の 性、昆 の特定植物への 性と昆 の性外 ルモンなどによって する。
- ・積極的に農業産業構造を合理化し、エコ農業を発展させ、水源地 2 級保護区内で全面的に無公害農産物、 有機農産物の発展を奨励する。
- ・水源地準保護区内で積極的に農業標準化生産を推進、農産物品質測定システムを建設、「農産物 出 カード」を実施、農産物 出商品生産基地と加工企業に対して農産物 ISO14001 環境マネジメントシステムの認証取得とグリーン食品の生産、有機食品の国際認証の活動展開を強化する。
- ・日 への農産物の 出を拡大し、流域内のエコ農業の発展を促進する。
- ・流域内灌漑区の節水灌漑プロジェクトを支援、スプレー 、パイプ灌漑、 量灌漑、留め渠などの節水技術を普及させる。

#### (5) その他の汚濁負荷削減対策

市街地の面源、山林面源と水産養殖の負荷発生源について、割合からすると小さい又は中国総量規制の対象になっていないため、今回の研究では対象外とする。

上記米山水庫水域内の負荷発生源の特徴をまとめると、主に生活系発生源と畜産業系発生源の負荷を削減すれば、COD とアンモニア性窒素はそれぞれ 515 トンと 31 トン削減され、米山水庫水質を確保することができる。

## 第3編 成果編

### 3.1 中国主要水質汚染物総量削減計画の制定方法<sup>3</sup>

#### 3.1.1 水質汚染物総量削減計画の制定順序

中日両国の水質汚染物総量削減制度の編制順序を総合的に考慮し、モデル地域である威海市米山水庫の水質汚染物総量削減計画の編制過程も参考にしながら、わが国（注：中国）の主要水質汚染物総量削減計画の制定順序をまとめると、以下の通りである。

#### ①削減対象地域の基礎資料の収集及び分析

自然環境の概要、社会経済状況、水環境状況、汚染物排出状況、既に実施されている水質汚染物総量削減対策等の情報を収集する。こうした基礎資料の分析を行い、対象地域の主な水質汚染問題について明確にする。具体的な調査内容は、付表6を参照。

#### ②対象地域の汚濁源調査

対象地域の汚濁負荷量の計算では、汚濁源を産業系、農村生活系、農地面源、畜産養殖、山林、市街地等に分けて、汚濁源調査を行う。そのうち、産業系、農村生活系、農地面源、畜産養殖の調査内容については、付表1～5を参照。山林や市街地の汚濁負荷量の計算については、日本の方法に基づいて、山林は、主に面積、分布状況、植生の種類等を調査する。市街地は、主に分布状況と面積を調査する。

#### ③汚濁負荷量の計算

まず汚濁源を工業系、生活系、その他系に分け、対象水域に流入する汚濁負荷量の計算を行う。汚濁源ごとに実測値がある場合には実測値に基づいて計算を行う。実測値の無い場合は、汚染物排出原単位に基づいて計算を行う。

注意事項としては、汚濁負荷は汚濁源で発生し、河川に流入し、河川を流下しながら対象水域に流入するまでの間に、自然浄化されることである。また、対象水域内でも自然浄化作用があり、に汚染物の内部生産も発生している。以上のことから、削減目標と削減対策を検討する場合には、こうした汚濁負荷の流れや変動を考慮する必要があるが、それは計算作業の中で流達率や流出率という概念で示される。

#### ④削減目標の決定

水域の現在の水質と水質環境基準とを比較し、削減目標量を検討する。削減目標の決定にあたっては、達成時期を決めて目標を決定する。

#### ⑤総量規制対策の策定

対象地域の実状に基づき、技術的経済的観点から実行可能性を十分考慮し、異なる汚濁

---

<sup>3</sup> 3.1 は日本側からも資料を提供した。中国側が編集した。

源に対してはそれぞれに適した総量削減対策を検討する。工業企業等の点源に対しては、総量規制基準に基づいて削減を行う。生活系発生源に対しては、環境保全施設のインフラ整備、適切な監督管理が主要な対策となる。その他系発生源に対しては、政策面から着手し、排出削減事業を推進していく。

### 3.1.2 汚濁負荷量の計算方法

#### (1) 汚濁負荷量の計算順序と各段階における汚濁負荷量の名称

汚濁負荷量は、汚濁源で発生する発生負荷量だけでなく、汚濁源から排水処理設備で浄化され、水域に流入し、河川を流下していく間に分解、吸着等の浄化が行われた後、閉鎖性水域に流入する負荷量も指す。こうした汚濁負荷の動きと変化をふまえ、各段階での汚濁負荷量の呼び方を、下記の通り定義する。

- ・発生負荷量：汚濁発生源で発生した負荷量
- ・排出負荷量：河川や海などの水域に排出された発生負荷量。域側から見た表現
- ・流入負荷量：河川、海域に流入した負荷量。水域側から見た表現

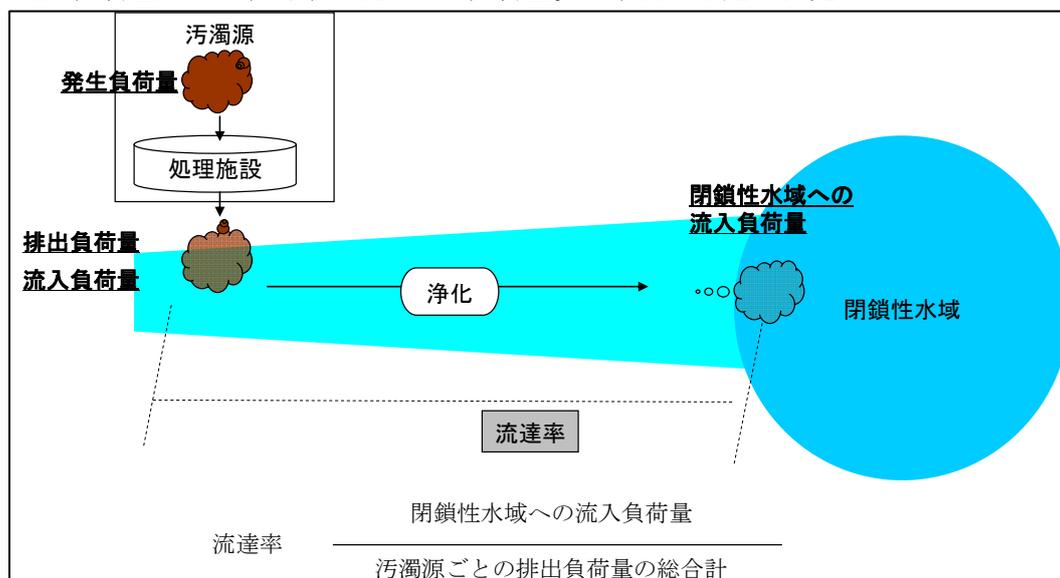


図 3.1 各段階における負荷量の定義

発生負荷量とは、汚染源で発生した負荷量である。工場であれば、処理施設を経る前の負荷量である。排水処理施設などを経て処理された後に、河川等に排出される負荷量を、排出負荷量という。これを河川から見れば、「河川への流入負荷量」ということになる。河川を流れた後に湖沼やダムに流入するが、これを「閉鎖性水域への流入負荷量」という。河川を流れていく内に自然浄化がこり、それにより削減された負荷量の比率は「流達率」として示され、自然浄化された率を表す。

以上の説明を分かりやすく示したものが、下図 3.2 である。

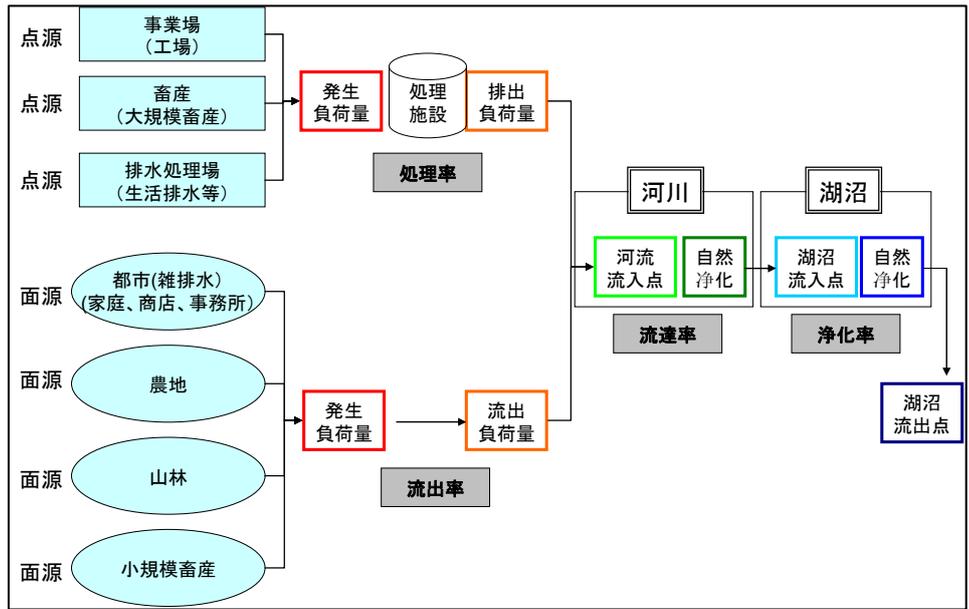


図 3.2 汚濁負荷量の流れと各段階の用語の定義

工場や大規模な畜舎や下水処理場などが点源といわれる。発生負荷量は、排水処理施設等で処理され、排出負荷量となる。市街地の排水、農地排水、山林、規制対象にならない小規模の畜産は面源になるが、これらで発生した汚濁負荷は水路やの中を流れて浄化され、最終的に河川に入る際には負荷量が削減されている。これを「流出負荷量」という。これは「河川に流出するときの負荷量」という意味で、「排出負荷量」と同じである。工場などから直接河川に入る場合は「排出負荷量」と呼ぶが、や地面、水路を通過して河に出るものは、「流出負荷量」と呼んでいる。

流出率は、発生した負荷量と水域に流入する負荷量との比率だが、これは流域面積と関係している。流域面積の広い場合には流域内を流れる距離が長く、流出率は小さくなる。

「流達率」は、河川を流下する間の自然浄化率を表す。「流達率」は河川に流入する全負荷量を計算することによって求めることができ、流動中の水質変化状況を計算できる。湖沼に流入する負荷量は「湖沼に流入する汚濁負荷量」と言う。湖沼には負荷量を低下させる自然浄化能力がある。総量削減計画は、点源と面源について 括的に管理と対策を行うことで、湖沼の水質の確保を図るものである。

## (2) 汚濁負荷量の計算

### ①産業系排出負荷量の計算

企業に実測値がある場合は、実測値を優先的に使用する。排水量のデータしか無い工業企業については、企業の類型や規模等の情報と、企業へのアリングによって得た排水中の汚濁物濃度を基に、排出負荷量の算出を行う。実測値がない、又は排水量を統計していない企業については、企業の類型や規模等の情報と、企業へのアリングによ

て得た排水量と排水中の汚濁物濃度を基に、排出負荷量の算出を行う。

## ②生活系排出負荷量の計算

「中国“十二五”主要水汚染物総量規制計画策定技術ガイドライン」に則って、対象地域の生活排水による排出負荷量を、地域内の人口と汚染物排出原単位、生活排水処理率に基づき、算出する。つまり、人口、汚染物排出原単位、生活排水処理率の3つを合わせて求める。

## ③畜産系排出負荷量の計算

畜産系の排出負荷量は、畜産養殖の規模、家畜の種類、各家畜の汚染物排出原単位により算出する。各種家畜それぞれの排出負荷量は、種類別の家畜数と汚染物排出原単位を合わせて求める。家畜の汚染物排出原単位は、「中国“十二五”主要水汚染物総量規制計画策定技術ガイドライン」から、畜産養殖場の状況に合わせて調査データを選択する。

## ④農業、山林、市街地の排出負荷量の計算

農業面源の排出負荷量は、農地面積と用地類別毎の汚染物排出原単位を基に、農地面積、面積あたりの汚染物排出原単位を合わせて算出する。農業面源の汚染物排出原単位は「第一次全国汚染源調査都市生活汚濁源汚染物排出原単位マニュアル」より選り、農地面積は調査して把握する。

山林の排出負荷量は、山林面積と面積あたりの汚染物排出原単位を合わせて求める。山林面積は調査により把握し、汚染物排出原単位は、第2編2.3を参考にする。

市街地の汚濁負荷量は、地面や家の根等から排出される汚濁負荷量であるため、地面や家の根の面積と面積あたりの汚染物排出原単位を合わせて求める。市街地面積は調査に基づき把握し、汚染物排出原単位は第2編2.3を参考にする。

## (3) 流出率、流達率、浄化率の算出

河川や湖沼の水質については、下記の地点で実測したデータを採用する。

### ①海域、湖沼の水質調査

調査点：利水点とそれ以外の水域では、ほぼ100km<sup>2</sup>に1か所

回数：月1回

調査者：地方政府

### ②河川の水質、流量調査

調査点：海域に流入する流入点、利水点、支川の合流点

回数：月1回（大規模河川は、年2回、24時間連続測定）

調査者：地方政府

図 3.3 に、河川の模式図を示している。図中で二重 をつけている点が、河川の水質、流量の測定点である。

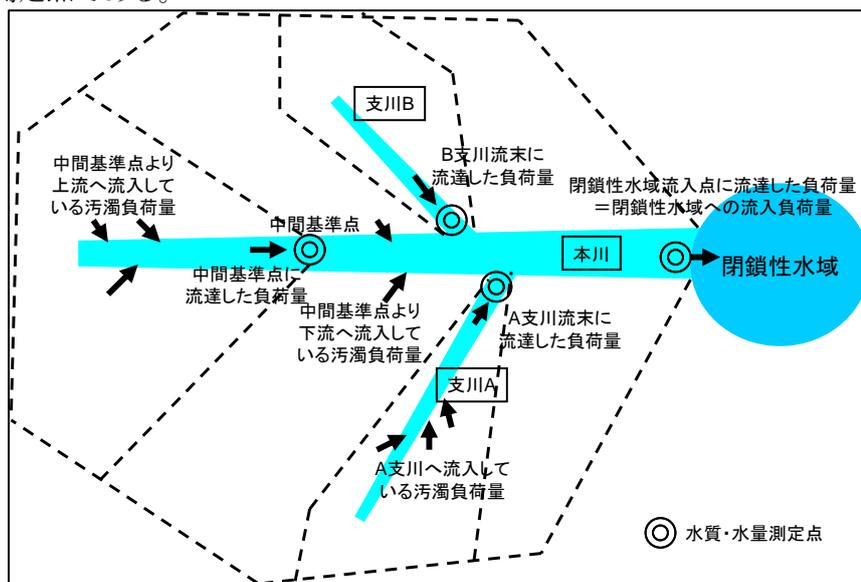


図 3.3 河川と水質調査のモデル図

こうした河川や湖沼の水質データと計算された負荷量によって、流出率、流達率が算出される。閉鎖性水域内でも汚濁負荷量の浄化が できるが、その比率を浄化率と定義し、閉鎖性水域への流入負荷量と閉鎖性水域からの流出負荷量の比率から算出される。

以上の手順により、負荷量を計算し、負荷量の流れや変動を把握する。

こうした手順を威海市の米山水庫に応用すると、図 3.4 の通りとなる。

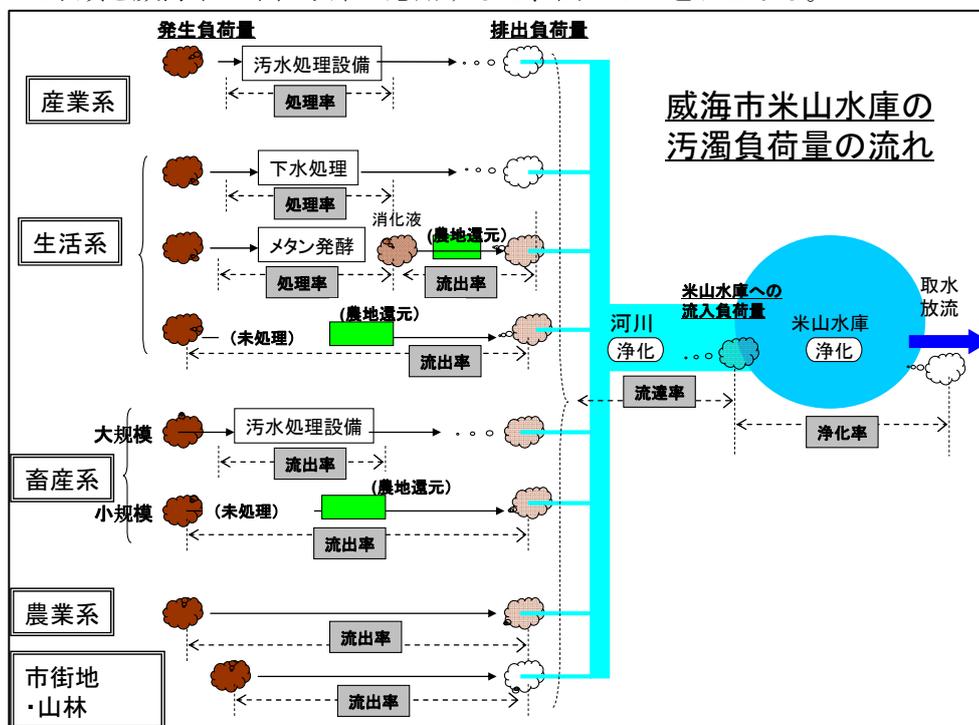


図 3.4 威海市米山水庫の汚濁負荷量の流れ

産業系は、発生負荷量が污水处理場等で処理されて「排出負荷量」という形で出てくる。小規模な工場では排水量は少ないが、未処理の状態では排出される。

生活系は、3種類ある。1つめは、水路で集められ、下水処理場で集中処理される。2つめは、メタン発酵で処理した後に農地還元され、その残余が排出される。3つめは、処理を経ることなく直接農地に流入し、農地浄化された後に排出される。

畜産系は、大規模なものについてはメタン発酵等の污水处理施設があり、そこでの処理を経た後に河川に流入する。小規模なものは未処理のまま、ろ過や水路を通じて浄化されながら河川に流入する。

農業系は、ろ過や水路に肥料が投入され、肥料一部が植物に吸収され、その残余が河川に流入する。

市街地や山林等のその他系は、水路や山で浄化されながら河川に流入する。

### 3.1.3 総量削減目標の確定

#### (1) 流入する汚濁負荷量の目標値の確定

中国でも水質シミュレーションが行われているが、中国は国土が広く対象水域も多く、より実用的に実施可能な簡単な方法について検討した。

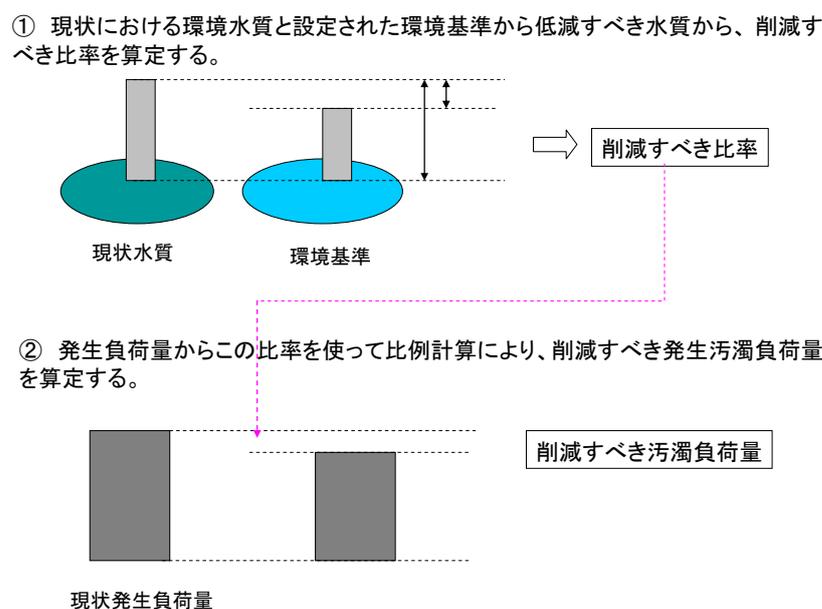


図 3.4 汚濁負荷量の削減目標の設定

#### (2) 排出総量削減目標値の確定

流達率に基づいて汚濁源の削減量を算出する。各発生源の現状の値をベースとして、今後の排水処理計画等のデータを基に発生源毎の削減量を積み上げ、実現可能な削減目標量を設定する

### 3.1.4 水質汚染物の総量削減対策

#### (1) 産業系の水質汚染物総量削減対策

##### ①排出規制

汚水の排出が基準を達成していない企業は、積極的に汚水処理を実施し、基準を満たした排出を確保する。基準を達成している企業は、更にレベルアップした汚水処理方法を積極的に取り入れ、汚染物排出量の更なる削減に努力する。市級以上の政府が規制する全ての重点企業には、オンライン自動モニタリングシステムの設置を義務づける。重点企業は、クリーンプロダクション審査と ISO14001 による環境管理体系の認証を得る。工場を工業団地に移転集約させ、汚水の集中処理を行う。

##### ②削減指導

工場や企業に対し、生産過程中に発生する汚染物の排出を削減するよう指導する。主として、以下のような方法が挙げられる。

- ・ 洗浄に使用する合成洗剤の無リン化
- ・ 温水や高圧水、 気を使用した洗浄方法の採用
- ・ 金属の表面洗浄や表面処理に使用する、 酸塩やリン酸を含む洗剤の 環利用
- ・ りん酸塩を含む防 剤の無リン化
- ・ 製品や機械の洗浄を、水洗浄から き取りに変更
- ・ 落としをサンド ラストに変更
- ・ 食料品製造において、 から に変更

##### ③下水道への連結

工場排水が、有害な重金属や化学物質を含まない場合には、下水道に放流し、集中処理場にて集中処理を行う。

#### (2) 生活系の水質汚染物総量削減対策

##### ①都市における生活污水处理能力の強化

都市の污水处理場の建設、排水管網の敷設、及び下水道への接続を推進し、污水集中処理率を向上させる。污水处理場の標識設置を強化し、中水の再利用率を高め、汚染物の更なる削減に注力する。

##### ②農村の生活污水处理の積極的推進

以下のような方法により、農村の生活污水やごみの汚染問題の解決に注力する。

- ・ 污水を都市・ の排水管網に放流している村落は、原則として都市・ の污水处理場で污水の集中処理を行う。
- ・ その他の村落では、戸別にメタンガス発 池を設置する、無動力の嫌気処理、動力

- を有する好気処理、地処理等の方法を採用し、分類処理を実施する。
- ・農村のメタンガス建設工事を大々的に実施する。
- ・メタンガス、メタン残、メタン液の総合利用技術を積極的に普及する。
- ・農家のメタンガス発池の建設を指導、奨励する。
- ・わらのメタンガス化技術を発展させる。
- ・“一池三改”（メタンガス発池に、トイレ、家畜小の排水を連結）により、農村の汚水、ごみ、糞の排出量を削減する。

### ③汚水処理場の汚泥処理の強化

汚水処理場で発生する汚泥の無害化処理を強化し、その土地の事情をみて、土地利用、汚泥の農地利用、め立て、総合利用等の方式を適採用する。

### (3) 畜産系の水質汚染物総量削減対策

畜産廃棄物の肥料化及びメタン処理は、現在行われている畜産廃棄物処理の主な手法である。大規模畜産場における有機肥料の生産利用工程の建設や、各種実用的なメタンガス生産の継続的な実施を奨励する。また、その他方式による家畜糞の資源化利用を積極的に推進し、畜産小区、畜産専業農家、家畜を放している農家の適度な集約化を奨励し、汚染物の統一的な収集と処理を行う。大規模畜産場と畜産小区において、貯施設で保管される糞について、発生量と処理利用量の規定に基づいた記録・書類保管体制を整える。

### (4) 農業系の水質汚染物総量削減対策

#### ①化学肥料の使用量の削減

主な対策として、以下の方法が挙げられる。

- ・有機質肥料の普及
- ・遅効性肥料の使用
- ・局所的な施肥（側条施肥、マルチ内施肥など）
- ・土壌断に基づく適正な施肥
- ・クリーニングクロップの導入

#### ②農薬の使用量の削減

主な対策として、以下の方法が挙げられる。

- ・温種
- ・機械除
- ・生物農薬

#### (5) その他系の水質汚染物総量削減対策

計画的採、自然生態保護、山の自然修等の方法によって、林の汚染物排出量を規制する。地、れの、底泥の除去、水生生物の保護、覆砂等の方法によって、水域の浄化能力を保全する。干潟の保全・再生や、底質改善対策を確実にを行い、モニタリング体制を整備すると同時に、環境学や教育の強化、調査研究の推進を行う。

## 付属資料

### 付属資料 1 湖沼に対する日本の取り組み

湖沼については前述したように「湖沼水質保全特別措置法」によって総合的な水質保全の取り組みが行われているが、制度の内容が 干異なっているために、概要説明をする。

#### ①制度の枠組み

日本では湖沼でも同様に、全国一律の排水濃度規制が実施され、汚染が激しくそれだけでは不十分な水域には都道府県が条例によって上乘せ濃度規制を設けるが、当該湖沼の水の利用状況や水質汚濁の推移等からみて特に水質の保全に関する施策を総合的に講ずる必要があると認められる湖沼については、都道府県知事の 示出によって環境大臣が「指定湖沼」に指定する。現在、琵琶湖や 、 湖など 11 の湖沼が指定湖沼に指定されている。

「指定湖沼」に指定されると、都道府県知事が「湖沼水質保全計画」を定める。「湖沼水質保全計画」の策定にあたっては、公聴会等で住民の意見を聴くとともに、関係市町村長の意見を聴き、河川管理者（河川法によって湖沼は「河川」の一部とされており河川管理者が決められている。特に重要な一級河川（109 水系が指定されている）においては国土交通大臣、二級河川においては都道府県知事が河川管理者である。）と協議するとともに、環境大臣と協議し同意を得ることが必要である。

「湖沼水質保全計画」には、

- 一 湖沼水質保全計画の計画期間
- 二 湖沼の水質の保全に関する方針
- 三 下水道、し尿処理施設及び浄化槽の整備、浚渫その他湖沼の水質保全に資する事業に関すること。

湖沼の水質保全のための規制その他の措置に関すること。

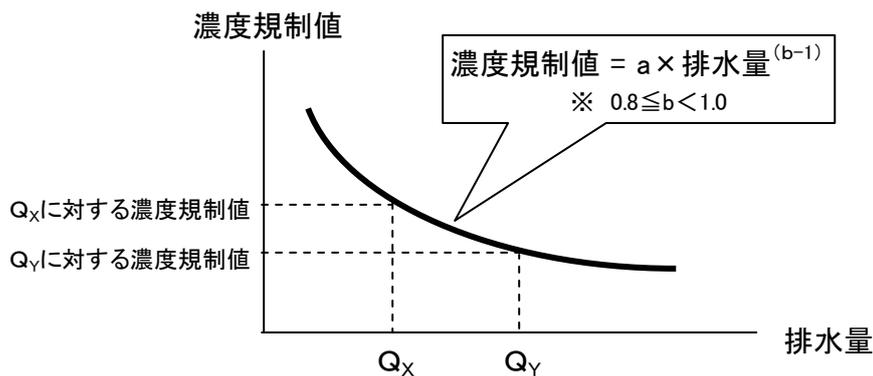
- 五 前各号に げるもののほか、湖沼の水質保全のために必要な措置に関すること。

を定めることが「湖沼水質保全特別措置法」で定められている。また、「湖沼水質保全計画」には通常、発生源ごとの汚濁負荷量と削減目標量も明記されており、総量削減と類似した手法で計画の策定が行われている。

わが国で初めて指定湖沼となった琵琶湖や では 1986 年に第 1 期湖沼水質保全計画が策定され、5 年おきに達成度合いの確認と計画の見直しが行われている。2006 年には第 5 期湖沼水質保全計画が策定され現在に っている。

#### ②工場事業場に対する規制

指定湖沼では、工場や事業場に対しては排水濃度規制に加えて「負荷量規制」が行われる。負荷量規制は業種ごとに定められるが、排水量の大きな事業場ほど厳しい濃度規制を課す規制である。負荷量規制基準は都道府県知事が定める。



「負荷量規制」は従来、新增設事業場だけを対象にしていたが、2005年の法改正により全事業場に対象範囲が拡大された。

### ③湖辺環境保護地区

これも、2005年の法改正で導入された制度で、湖沼の水質浄化に寄与している湖辺植生を保護しようとするものである。湖辺環境保護地区内では、植物の採取、水面を め立てや干、物や土の採取等を行うときには都道府県知事に届出が必要で、都道府県知事は湖辺環境の保護に支障があると認められる場合には、その禁止や制限を命じることができる、その命令に違反した場合には原状回復を命じることができる。

湖辺環境保護地区を指定するときは関係市町村長の意見を聴くとともに関係河川管理者に協議しなくてはならないほか、公聴会の開催により住民の意見を反映させる方法が採られている。

#### (参考) 湖沼の水質浄化対策

湖沼の水質浄化対策は流入する地点での直接浄化、湖内対策、流域汚染源対策の3つがある。

流入する地点での直接浄化としては吸着法、土壌処理法、植生浄化法等が採られる。

湖内対策としては、底泥除去、植生の元、酸素等の曝気、藻類や類の取り取りと回収等が行われる。

流域汚染源対策は総量削減と同じで、点源負荷対策として大きな発生源における処理施設の設置や処理の高度化、下水道等の生活排水施設の建設と処理の高度化等がある。面源対策としては農地への施肥量減や畜産糞尿処理対策等がある。

実用化が進んでいる汚濁負荷対策の実施例を挙げる。

- ①流域の点源対策として、下水道の整備や工場・事業所の排水対策を、法律に基づいて規制する
- ②流域の面源対策として、水からの汚水の流出防止、農薬や化学肥料の施肥量を減

らず、天時に宅地や道路等からの汚水の一時処理を行う

③流入河川対策として、流入してくる汚れた河の水を、途中からバイパスを造り、処理施設に導き、吸着法や土壌処理法、植生浄化法等によって浄化して放流する。

なお、日本では湖沼流域にある下水処理場では、処理後の排水を湖沼の下流に放流し湖沼内に入れないという対策を実施している場合もある。

④湖内での対策としては、以下のような方法がある。

- ・覆砂 湖底に堆積した泥やドロを浚渫し、その上に砂を被せて汚濁物をじ込める。
- ・植生浄化、地浄化 植物を植えることによって浄化を行う。
- ・流動対策 湖内にフェンスを仕切り、流れをつくることで曝気を行い、空気中の酸素を湖水に供給する。
- ・直接酸素供給 曝気装置を入れて深 曝気を行い、湖底に空気を き込む。
- ・直接回収 湖内の汚れた水を吸い上げ、処理施設で処理をしてもう一度放流することで赤潮やアオコなどを含んだ水を処理するという方法。
- ・り取り 湖内の水 を り取ることにより、その水 が吸収した栄養塩を取り出す。つまり、 れた水 が底に残って汚染の原因にならないようにする。

付属資料 日本で行われている主な工場事業場に対する監督管理と罰則

管理項目	違反行為と罰則	
特定施設を設置、構造変更する場合には届出が必要 (施設に不備がある場合、届出後60日間は、変更を命令することができる。) ※瀬戸内海では届出の代わりに都道府県の可が必要。	届出をしない場合又は虚偽の届出をした場合	三月以下の 役又は三十万円以下の罰金
	変更命令に従わない場合	一年以下の 役又は万円以下の罰金
	届出後60日を経過する前に特定施設の設置、構造の変更、使用の方法もしくは汚水等の処理方法を変更した場合。	二十万円以下の罰金
排水基準に満たない排水を排出した場合		(過失の場合) 三月以下の禁 又は三十万円以下の罰金
		(過失の場合以外) 月以下の 役又は五十万円以下の罰金
排水基準に適合しない排水を排出するおそれがある場合	改善命令または排出中止命令を出す	
	改善命令に従わない場合	一年以下の 役又は万円以下の罰金
総量規制基準に適合しない排水を排出するおそれがある場合	改善命令を出す	
	改善命令に従わない場合	一年以下の 役又は万円以下の罰金
総量規制基準の対象事業場は、排水の汚濁負荷量測定、記録義務がある。また、測定方法には届出が必要。	測定手法の届出をしない場合。または虚偽の届出をした場合	十万円以下の過料
	測定または記録をしない場合。または、虚偽の記録をした場合。	二十万円以下の罰金
都道府県知事または環境大臣は事業場に対して報告の徴収を求めることができる。	報告の徴収に応じない場合。 虚偽の報告をした場合。 立ち入り検査を んだり、 げたり、または した場合	二十万円以下の罰金

付属資料3 持続農業法で定められている「持続性の高い農業生産方式」

土づくり	堆肥等有機質資 施用技術 肥作物利用技術
化学肥料低減	局所施肥技術 肥効調節型肥料施用技術 有機質肥料施用技術
化学合成農薬低減	温 種 消 技術 機械除 技術 除 用動物利用技術 生物農薬利用技術 対 植物利用技術 性品種栽培、 利用技術 土壌還元消 技術 利用土壌消 技術 利用技術 被覆栽培技術 フェロモン剤利用技術 マルチ栽培技術

付表（F/S で用いた汚染調査票および対象区域の基礎情報調査票）

表 1 米山水庫水源保護区内の企業状況

号	企業名称	業種	所在地	所在保護区	製品種類	生産量	排水量	汚染物濃度			汚染物排出量			原料種類	使用量	副資種類	使用量
								COD	NH3-N	T-P	COD	NH3-N	T-P				

工業用水量	工業用水再利用率	水処理施設		
		処理方式	処理能力	率

表 2 農村生活污水の処理状況

域	所在保護区	人口	糞処理方式	処理人口（糞）	生活污水処理方式	処理人口（汚水）	汚水処理率	COD（トン/年）	NH3-N（トン/年）

表 3 農村生活ごみ処理場の状況

村名称	ごみ処理率	ごみ処理場名称	所在保護区	ごみ立って場処理人口	ごみ処理方式	処理規模	液発生量	液処理方式

表 4 農業面源の状況

表 4-1

村名	所在保護区	農面積 ( )	作物種類	生産量 (kg)	灌漑用水量	灌漑用水水質			排水量 (kg)			化学肥料施用量		農薬施用量 (g)
						COD	NH3-N	T-P	COD	NH3-N	T-P	T-N	T-P	

表 4-2 野

村名	所在保護区	農面積 ( )	作物種類	生産量 (kg)	灌漑用水量 (万トン)	排水水量	灌漑用水水質 (mg/L)			排水量 (kg)			化学肥料施用量(kg)		農薬施用量 (g)
							COD	NH3-N	T-P	COD	NH3-N	T-P	T-N	T-P	

表 4-3 果 園

村名	所在保護区	果園面積 ( )	作物種類	生産量 (kg)	灌漑用水量 (万トン)	排水水量	灌漑用水水質 (mg/L)			排水量 (kg)			化学肥料施用量(kg)		農薬施用量 (g)
							COD	NH3-N	T-P	COD	NH3-N	T-P	T-N	T-P	

表 5 畜産養殖状況

村名	所在保護区	家・家畜種類	規模	家・家畜糞清方式	糞発生量	糞処理量	廃水処理方法	廃水発生量	廃水処理量	COD (トン)	NH3-N (トン)

表 6 対象区域の基礎情報

水質状況（経年推移、季節変化）	対象水域の水質データ、対象水域に関連・流入する河川の水質データ
対象水域の状況	面積、水深、(歴年)水質状況、底泥的状态、底質状況、湖辺植生、護岸の状态、水生生物、取水量、下流への放流状況等
流入河川についての情報	流量（年平均、季節変動、日毎変動等）、水質（経年推移）、河川配、水系や用水路や排水路の状況
環境基準や水質の測定についての情報	水質環境基準の設定と達成状況（経年推移）、測定点の位置（米山水庫、流入河川）
地域の自然条件についての情報	地形、地質、地下水、植生、土地利用分布、気候（降水量、気温、風向風速等）
地域の社会的条件	人口、人口分布 産業活動（工業、農業、サービス業）、産業活動の分布
地域の発展計画	人口計画、都市計画、地域発展計画、産業発展計画
水質保全計画	近数年の計画、現在の計画

## 参考文献

- 「環境白書」「公害白書」  
「環境省 10 年史」、「環境省 20 年史」  
今後の閉鎖性海域対策を検討する上での論点整理 (2007) (今後の閉鎖性海域対策に関する 会)  
行政機関 ホーム ページ (環境省、国土交通省、農林水産省、北海道、兵庫県、 取県)  
「日本の水環境行政」(1999) ( ょうせい)  
「日本の水環境行政改 版」(2009) ( ょうせい)  
「今後の閉鎖性海域対策を検討する上での論点整理」(2007) (今後の閉鎖性海域対策に関する 会)  
「公害防止設備投資調査」(経済産業省)  
「日本の下水道」(日本下水道協会)  
「小規模下水道計画・設計・維持管理指針と解説 (2004 年版)」(日本下水道協会)  
「流域別下水道整備総合計画調査指針と解説」(2008) (日本下水道協会)  
「大気 来の窒素に着目した流域の窒素収支に関する研究」(2009 河川環境管理財団)  
「琵琶湖 その環境と水質形成」(旨 編著、技報 出版)  
中央環境審議会水環境部会湖沼環境保全専門委員会 (第 回) 資料  
「浄化槽の構造基準・同解説 (2006 年版)」(日本建築センター)  
「畜産統計」  
「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)  
日本下水道協会 ホーム ページ  
「総量削減計画」(兵庫県) (2007)  
「琵琶湖に係る第 期湖沼環境保全計画」( 県、京都府) (2007)  
「 湖に係る第 期湖沼水質保全計画」(長野県) (2008)  
「水処理工学 (第 版)」( 出 夫編著、技報 出版)  
「下水道施設設計計画・設計指針と解説 (後編) 2009 年版」 (日本下水道協会)  
下水道協会 , Vol.44, No.534 (2007) 「高度処理の特集」  
再生と利用 (日本下水道協会) No.117 (2007 年) 特集「りん資源の回収と利用」  
工業 IR ニュース (平成 15 年 7 月 24 日) 「高効率 窒システムを開発」  
No.111 共同研究「新しい物理化学的りん除去法の開発」(日本下水道事業団、 化成ケミカルズ)  
日本環境 生施設工業会技術説明資料 (2004)  
環境バイオテクノロジー学会 Vol.4No.2,101 108,2005「リン回収工程を有する下・廃水処理技術」  
環境バイオテクノロジー学会 Vol.4No.2,87 94,2005「リン資源 の 機 測とそれに対応したリン有効利用開発技術」  
第 43 回下水道研究発表会講 資料 (2006 年) 「余剰汚泥からのりん回収技術の実機規模実証試験」  
エバラ時報 No.208 (2005-7) 「余剰汚泥の削減とりん回収を組み込んだ生物処理の実証試験プラント」

東京都下水道局資料（2010年1月）

神鋼環境 リューション作成資料（2009年9月）

「小規模事業場排水処理対策マニュアル」（2002）（環境コミュニケーションズ）

「直接浄化技術の導入に関する手引き」（2002）（兵庫県環境局）

「市街地 ンポイント対策に関する手引き（案）」（2008）（下水道新技術推進機構）

「湖沼水質のための流域対策の基本的考え方～非特定汚染源からの負荷対策～」  
（2006）（国土交通省、農林水産省、環境省）

中国環境状況公報

全国環境統計公報