

水環境マネジメント検討会

報告書

平成25年3月

【 目 次 】

はじめに	1
1. 水環境を取り巻く現状と課題	2
(1) 公共用水域の水質保全	2
1) 汚水処理施設の普及、高度処理施設の整備状況	2
2) 下水道の整備による水環境の改善効果	2
3) 水環境と下水道に係る状況	3
(2) 豊かな海の再生、生物の多様性の保全	5
(3) 人口減少、財政の逼迫	5
(4) 循環型社会、低炭素社会の実現	6
2. 課題の解決に向けた方向性	9
(1) 流域管理を視野においた汚濁負荷量のコントロール	9
(2) 季節別や地先別でのきめ細かな汚濁負荷削減対策	12
(3) 機動性・柔軟性のある下水道事業の推進	13
(4) 流域全体における資源・エネルギーの最適管理	14
3. 下水道における水環境マネジメント	17
(1) 流総計画の再構築	18
(2) 地域特性に応じた下水道事業	23
4. 今後の展開	
(1) 中長期的に取り組むべき課題	24
(2) 具体的な検討の進め方	24
参考資料	
1. 目標像の取り込み	25
2. 流域で連携した取り組み	26
3. 季節別の放流水質の設定	27
4. エネルギーポテンシャルの算定方法	28
5. 流総計画の見える化のイメージ	31

はじめに

我が国の下水道界は、汚水処理人口普及率の向上をはじめ成熟化が進んでおり、今後は、人口減少や省エネルギー等の大きな社会変化を踏まえた上で、既存の下水道資産をマネジメントする観点から、下水道の安定的な経営・施設の維持管理、管渠や処理場の改築等を行っていく必要性が高まってくるものと考えられる。

一方、下水道の重要な目的のひとつである公共用水域の水質保全を巡っては、水質環境基準の達成率という面では、河川を中心にして一定の改善が見られるが、閉鎖性水域における赤潮、青潮等は依然発生している。また、地域の実情に応じた栄養塩類の循環バランスの回復・向上が求められていることなど、従来の対応だけでは改善できない課題が生じてきている。その対応にあたっては、人口減少や財政逼迫という社会的情勢を背景として、流域で発生する下水の相当量を下水道が処理していることを前提に、より一層の効率的な汚濁負荷削減対策を検討するとともに、低炭素社会、省資源・省エネルギー社会への転換などの社会的要請に応え、流域全体の水量・水質を視野におき、対応方策を検討し施策を立案する必要がある。

こうした、流域全体を視野においた下水道の対応としては、従来から流域別下水道整備総合計画（以下、「流総計画」という。）に基づく流域管理が下水道施策の根本であるが、制度創設から40年を経過する中で、水環境を下水道としてマネジメントする従来の役割は堅持しつつ、計画の機動性・柔軟性の確保、作業の効率化、さらには水環境改善PRなどにも配慮し、時代に応じた見直しを行い活用していくことも、これからの水環境を考えていく上で極めて有効であると考えられる。

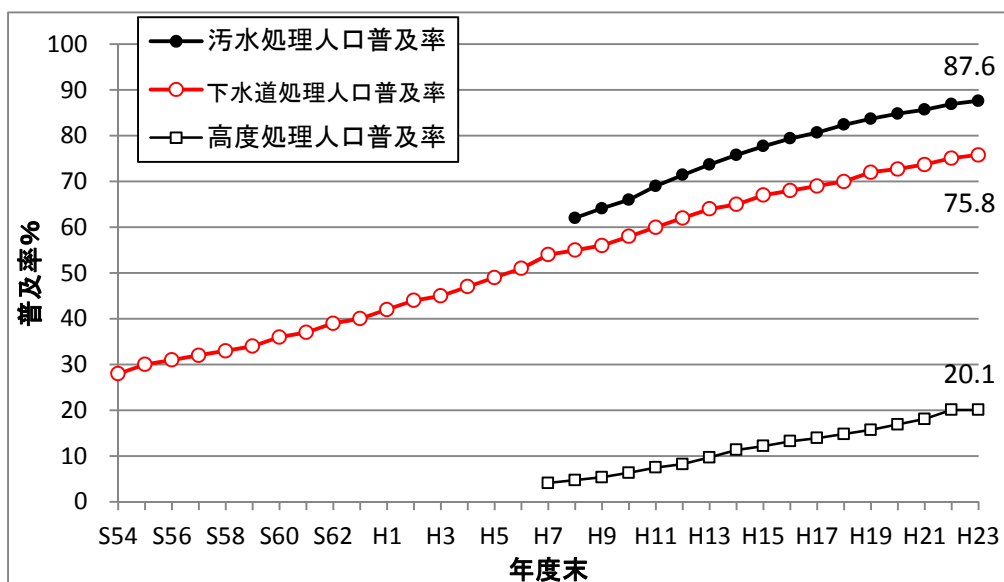
本検討会は、これらの諸情勢の変化をふまえ、新しい時代の水環境マネジメントのあり方を検討するとともに、下水道行政としての具体的な対応方策のあり方を検討するものである。

1. 水環境を取り巻く現状と課題

(1) 公共用水域の水質保全

1) 污水处理施設の普及、高度処理施設の整備状況

昭和 45 年の第 64 回国会（いわゆる公害国会）で、下水道法に「公共用水域の水質保全」が目的として追加されて以降、その目的を達成する重要な手段として下水道の整備は進められてきた。その結果、平成 23 年度末現在、下水道処理人口普及率は 75.8%（約 9,355 万人）に達するとともに、浄化槽など他の污水处理施設も含めた污水处理人口普及率は 87.6%（岩手県、福島県は公表対象外）に達し、生活環境の改善や水洗化といったナショナルミニマムとしての整備は一定の進捗が図られてきたところである。さらに、水質保全を主な目的として行われる高度処理についても、昭和 57 年の全窒素や全リンの環境基準への追加を主な契機として進められ、平成 23 年度末の高度処理人口普及率は 20.1%となっている。



注) 高度処理人口普及率とは全人口に対する高度処理を行っている人口の割合

図 1 普及率の経年変化

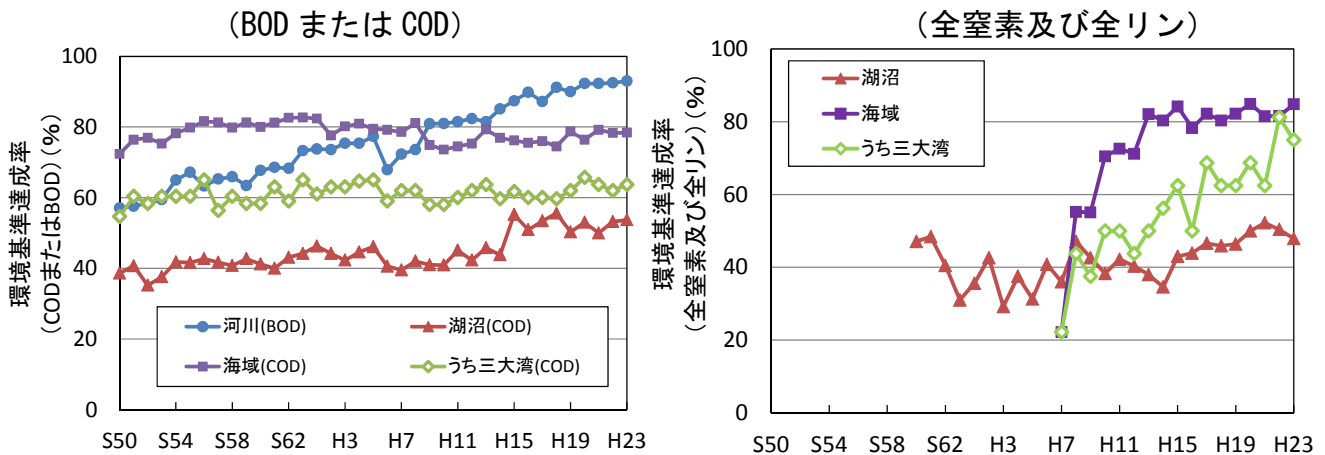
2) 下水道の整備による水環境の改善効果

生活環境の保全に関する環境基準のうち、有機汚濁の代表的な指標である生物化学的酸素要求量 (BOD) 又は化学的酸素要求量 (COD) の環境基準の達成率は、平成 23 年度は 88.2%となっており、一定の改善は図られたところである。しかし、水域別では、河川 93.0%、湖沼 53.7%、海域 78.4%と、湖沼では依然として達成率が低くなっており、特に三大湾（東京湾、伊勢湾、大阪湾）の COD の環境基準達成率は、63.8%となっている。

一方、全窒素、全リンの環境基準の達成率は、平成 23 年度は湖沼 47.9%、海域 84.8%となっており、湖沼では依然として低い水準で推移している。閉鎖性水域である三大

湾の全窒素、全リンの環境基準達成率は、75.0%となっている。

公共用水域の水質保全に伴う効果もあって、平成 24 年春の多摩川調布取水堰におけるアユの推定遡上数は、平成 18 年の調査開始以来、過去最多となる約 285 万匹となった。また、諏訪湖では、下水道が普及するに従って諏訪湖の水質が改善され、アオコの原因となる植物プランクトンが激減し、水泳大会も開催されるなど、各地で水の風物詩が復活しており、下水道の整備等による水質保全効果が全国で現れてきていると考えられる。



注) 全窒素及び全リンの環境基準が適用される水域については、全窒素、全リンともに環境基準を満足している場合に達成水域としている。

※各年公共用水域水質測定結果（環境省）に基づき国土交通省下水道部作成

図 2 環境基準達成率の推移

諏訪湖 アオコの発生 (S48. 8)



諏訪湖の水泳大会 (H17. 7)



※長野県提供資料

図 3 水質保全による風物詩の復活

3) 水環境と下水道に係る状況

下水道等の汚水処理施設の整備の進展による湖沼や海域における有機汚濁濃度や栄養塩類に係る水質環境基準の達成状況は、一定の改善はされてきている一方で、河川の水質の回復やアユの回帰など河川の状況と比較すると、十分な改善にはまだ時間がかかるものと考えられる。

高度処理施設整備の一層の促進が求められている三大湾や湖沼等の閉鎖性水域においては、依然として赤潮等の富栄養化現象が起こっていると同時に、下層での溶存酸素低下による貧酸素水塊等が発生し、水産業、生態系、景観への深刻な影響がみら

れる。このような水質保全が進まない閉鎖性水域に関しては、面源負荷量についてデータが不十分である中、下水道で負荷量削減に努力する効果が見えにくく説明しにくいという状況もみられる。

下水道の整備状況についても、有機汚濁負荷の削減は進む一方で、閉鎖性水域の富栄養化の原因物質である窒素、リンを効率的に除去する高度処理施設の整備については、全国的に見て遅れている地域も多い状況である。

また、生活環境保全に関わる環境基準に水生生物の保全に係る水質環境基準が平成15年に新たに追加され、現在、環境省において基準項目等の追加に向けた検討が進められている。また湖沼・内湾の水生生物保全とレクリエーション利用の促進のため、下層での溶存酸素や透明度の追加も検討されている。さらに、生活環境の保全に関する環境基準に使われてきた大腸菌群数による衛生指標の見直しが進められている。これらの水環境保全に係る管理の課題は、下水道の新たな水質保全に果たす役割の拡大にもつながる可能性がある。

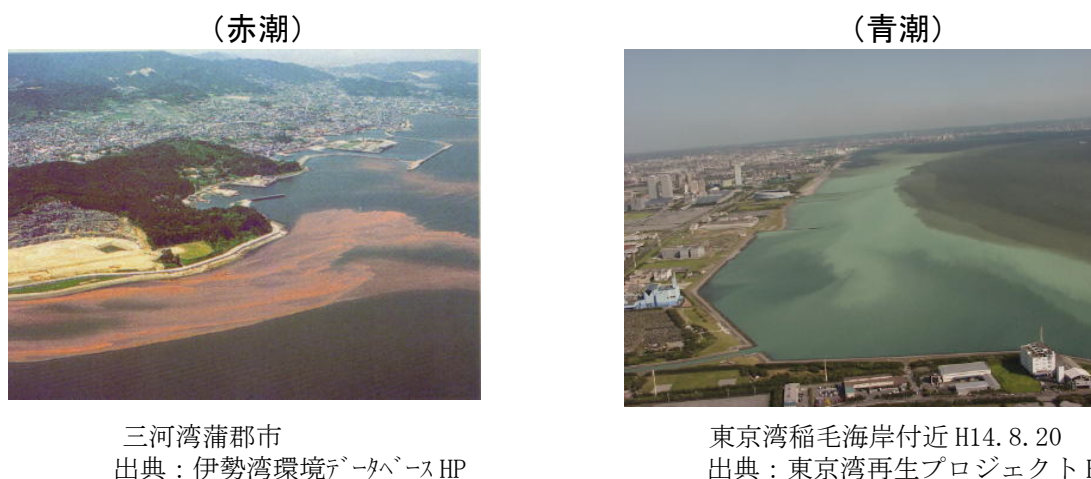


図4 依然として発生する赤潮・青潮

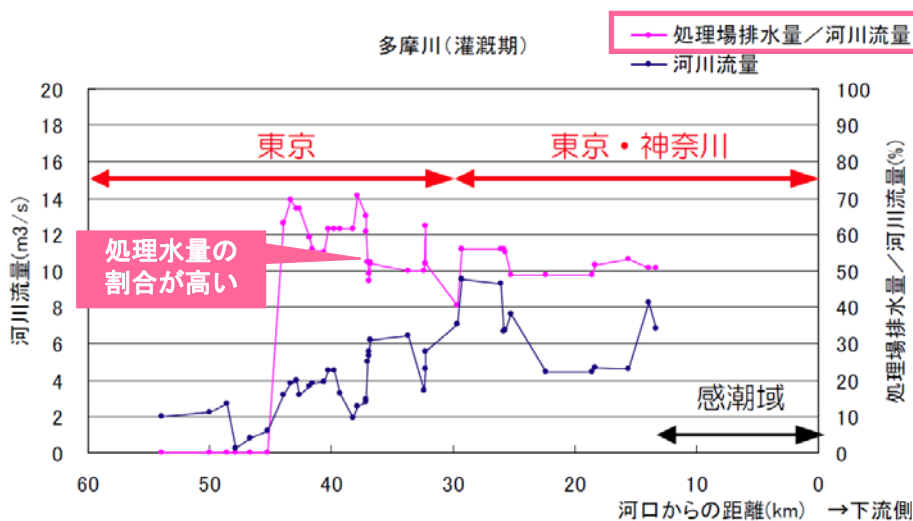


図5 多摩川における下水処理水量の割合

出典：流域の水環境と循環型社会のために／関東甲信地方下水道ビジョン策定行政連絡会

(2) 豊かな海の再生、生物の多様性の保全

公共用水域の水質保全は、従来、有機汚濁負荷や栄養塩類の削減により、全国で水質環境基準の達成を図ることが重要と考えられてきた。しかし、生物の多様性の保全や持続可能な水産活動が育める豊かな海にとっては、栄養塩類も水生生物の生息・生育にとって欠かせないものであり、特に沿岸域は陸域から供給される豊富な栄養によって、多くの生物の生息場となっており、漁業等の産業にとって重要な要件となっている。

このような水域においては、もはや栄養塩類を削減することだけが必ずしも水環境の保全と同一ではない。従来の水環境への流出負荷という狭い固定的な概念から、地域ごと、季節ごとに水環境への汚濁負荷や栄養塩類の流入状況や社会経済活動、自然条件、生物相等が異なることを踏まえ、それぞれの地域の実情に応じて、多くの主体が関与して多面的な水量・水質管理へと考え方を大きく変えることが求められてきている。

実際に、富栄養化対策で汚濁負荷削減が一層必要である一方で、一部の水域では、実際に、夏季に赤潮や貧酸素水塊が発生し、冬季は栄養塩不足等の要因によりノリの色落ち等が問題とされている海域が存在している。このような水域では、水環境中の栄養塩類のバランスを適切に保つことで、豊かな海を再生し、生物の多様性を保全していくことが重要である。

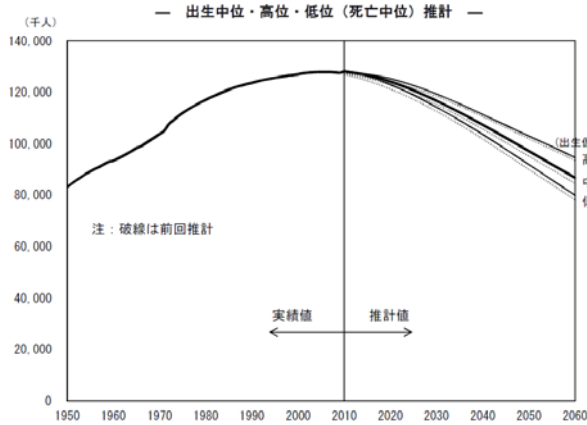
(3) 人口減少、財政の逼迫

わが国の総人口は、首都圏と地方部とで時期は異なるものの、今後は概ね、長期の人口減少過程に入ると推計されている。

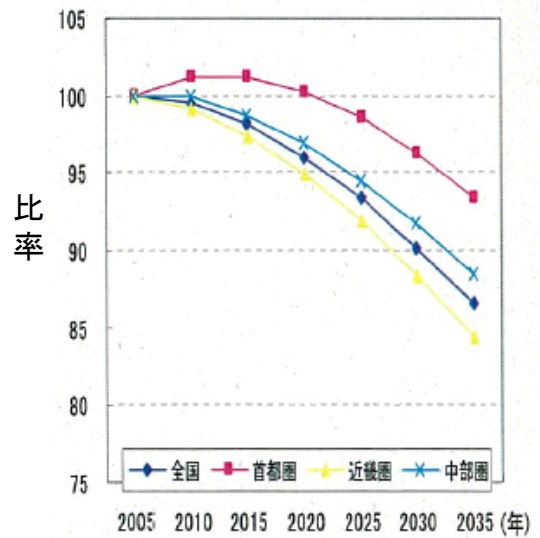
これまでの下水道計画は、人口及び産業が増加することを前提として汚濁負荷量を予測してきた。しかし、今後は人口減少社会の進展に伴う人口・産業の変化やこれに応じた汚濁負荷量の予測がますます困難になる中で、適切に下水道事業を実施し、水環境の保全に資することが求められる。

また、わが国全体の財政は依然として厳しい状況にあるため、起債残高が多いという外形的理由だけで、地方公共団体における下水道の建設事業費が必要以上に削減される場合が見られる。さらに、今後は下水道施設の改築更新費の増大が見込まれるため、高度処理施設を計画通り導入することが経営計画上困難となる地方公共団体が増えると予想されることから、限りある財源の中で、必要性の高い事業を優先的に行っていくことが必要である。

このため、地域の状況変化に対応した機動的な下水道計画の見直し、効率的な整備・管理手法の導入など、適正な下水道事業の運営が求められる。



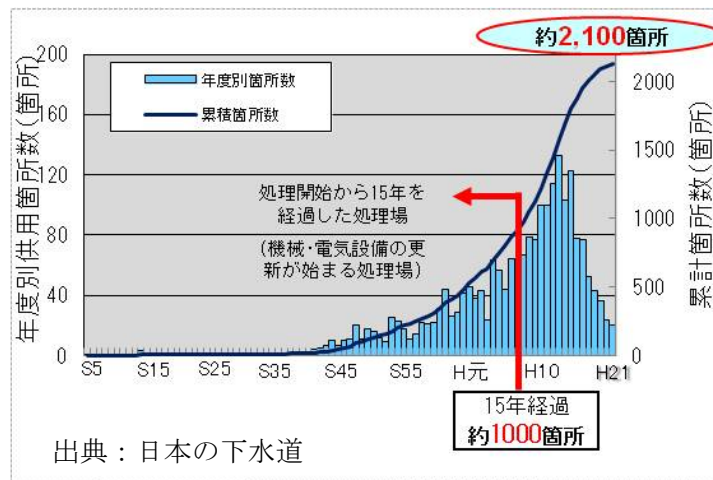
出典：国立社会保障・人口問題研究所
 (平成 22 年度国勢調査ベース)
 「日本の将来推計人口 (平成 24 年 1 月推計)」



出典：国立社会保障・人口問題研究所
 (平成 17 年度国勢調査ベース)
 「日本の将来推計人口 (平成 20 年 12 月推計)」

図 6 人口の経年変化

図 7 三大都市圏及び全国の人口推計



出典：日本の下水道
 図 8 改築更新需要の増大

(4) 循環型社会、低炭素社会の実現

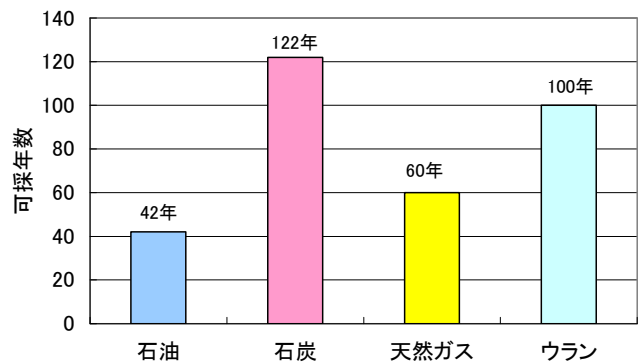
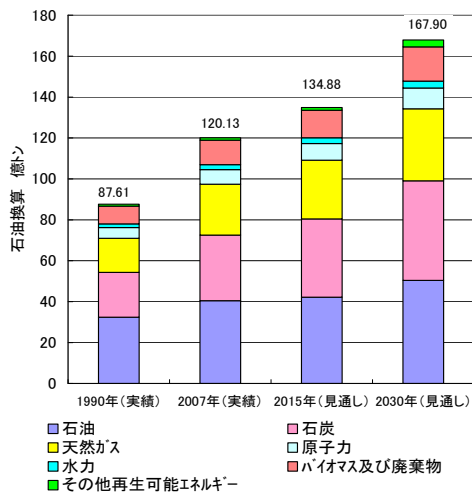
温暖化・気候変動をはじめとする地球規模の環境問題、世界的な人口爆発や産業の進展による、水、資源・エネルギー問題の深刻化は、従来の大量生産・大量消費・大量廃棄型の社会の限界を示しており、東日本大震災も契機となって、環境負荷の少ない循環型社会の構築が我が国の重要な課題となっている。

世界のエネルギー消費量は、2030 年には現在の約 1.4 倍に達する見込みであり、石油や石炭、天然ガスといった化石燃料の需要がますます増大することが予想される。特に東日本大震災以降は、電力の逼迫により計画停電も行われ、一層の省エネが求められている。

このような状況において、これまでの下水道事業は、公共用水域の水質保全や汚泥

の処理等を最優先にして、エネルギー量削減や熱の排出などへの配慮は十分ではなかった面がある。自治体事務における下水道事業が占める温室効果ガスの割合は高い比率を占めている例が多い。また、下水道は都市から発生する水・バイオマス・熱等が自然に集約する施設であり、資源・エネルギー供給施設への転換が比較的容易であると考えられる。

地球温暖化対策としては、省資源・省エネルギーと再生可能な資源・エネルギーのリサイクルの両面から温室効果ガスの排出量削減に取り組む必要がある。



(図9 出展: IAE/World Energy Outlook 2009、

図10 出典: 資源エネルギー庁)

図9 世界のエネルギー消費量の推移と見通し 図10 主要なエネルギー資源の可採年数

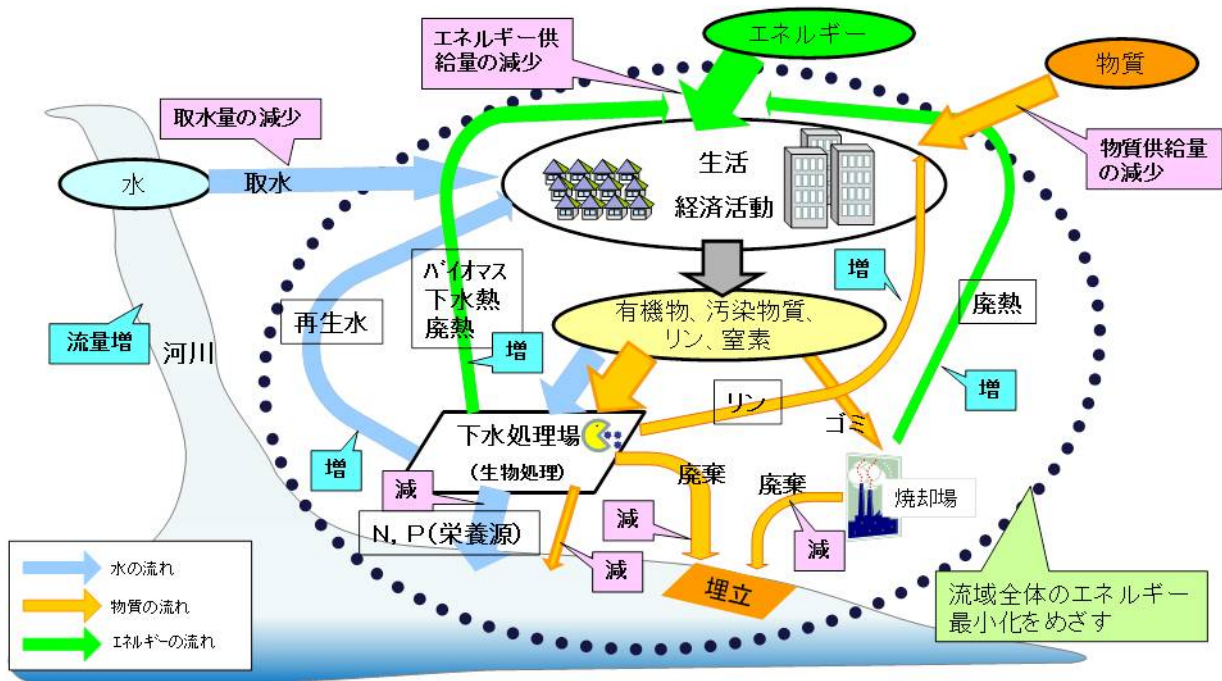


図11 水・エネルギー利用システム再構築のイメージと効果

水環境を取り巻く現状と課題をまとめたものを表1に示す。

表1 下水道事業に係る水環境を取り巻く現状と課題

成果	○生活環境の改善、環境基準達成率の進捗（特に河川） ○各水域における水質保全 等
残る課題	○環境基準未達成の水域が存在（特に三大湾、湖沼） ○赤潮・青潮等が依然として発生 ○新たな水質環境基準の追加、項目の見直し 等
社会的要請に伴う 新たな課題	○豊かな海への要請 ○人口減少の地域的な違い ○逼迫した財政や改築更新時代の到来 ○社会システムにおける資源・エネルギーの制約条件化 等

2. 課題の解決に向けた方向性

流域全体で様々な関係主体が連携して、水環境のマネジメントに取り組んでいく中で、普及が進み、成熟期を迎えた下水道は、現在は、これまででは考えられないくらいに水環境保全に対して大きな役割を担っているため、既に整備されている下水道施設とその運転管理、水環境関連データの蓄積等を活かし、下水道のマネジメントとして積極的に、よりきめ細かく水環境のマネジメントに取り組んでいくべきである。

良好な水環境を実現するためには、水環境の構成要素である水質、水量、水辺地、水生生物等を個々に独立して捉えるのではなく、全体として総合的に考慮した望ましい水環境像を提示し、健全な水循環系の確保とともに、良好な水環境が本来有している機能を発揮できるよう、保全に向けた取組を進めていくことが望ましい。

1. でまとめた水環境を取り巻く様々な課題に対して、流域全体で取組むべき方向性と、その中で下水道として取組むべき対策の方針を整理した結果、当面、下表の項目が挙げられる。以下、順次その内容について記述していく。

表2 方向性と下水道の取組み方針

	内容	流域全体で取組むべき方向性	下水道の取組み方針
課題	<ul style="list-style-type: none"> ○環境基準未達成の水域が存在(特に三大湾、湖沼) ○赤潮・青潮等が依然として発生 	<ul style="list-style-type: none"> ○下水道と他の流域関係者が一体となって、環境教育や水環境指標のあり方の検討を含め、水環境の保全・改善に向けた取組みの推進 	<ul style="list-style-type: none"> ○流域管理を視野においた汚濁負荷量のコントロール(負荷削減対策の推進等)
社会的要請	<ul style="list-style-type: none"> ○豊かな海への要請 	<ul style="list-style-type: none"> ○関係主体が連携し、研究・実証等を含めた改善の積み上げによる豊かな海の再生・生物多様性の保全 	<ul style="list-style-type: none"> ○季節別や地先別に応じた、よりきめ細かな汚濁負荷削減対策の実施
	<ul style="list-style-type: none"> ○人口減少の地域的な違い ○逼迫した財政や改築更新時代の到来 	<ul style="list-style-type: none"> ○人口動向、財政状況等の社会的要請を十分に配慮した対応 	<ul style="list-style-type: none"> ○機動性・柔軟性のある下水道事業の推進
	<ul style="list-style-type: none"> ○社会システムにおける資源・エネルギーの制約条件化 	<ul style="list-style-type: none"> ○省エネ、創エネ、資源利用の推進 	<ul style="list-style-type: none"> ○流域全体における資源・エネルギーの最適管理
			<ul style="list-style-type: none"> ○ アダプティブマネジメント ○ 関係機関との連携 ○ 技術開発等への支援

(1) 流域管理を視野においた汚濁負荷量のコントロール

特に閉鎖性水域における水質保全には、下水道や農業集落排水施設、合併浄化槽などの汚水処理施設の整備だけでなく、他の関係機関との連携が必要となることから、流域における関係機関、関係団体、市民などの様々な関係主体と下水道管理者が連携して協議する場を設置すること等により、一体的な水環境の保全・改善に向けた取組みを進めることが重要である。その際を中心となるのは、総合行政の立場の行政主体または水域管理者と考えられるので、これらの主体の主体的な参加が不可欠で

ある。さらに、各地域におけるニーズが多様化していることを踏まえ、他の関係機関との連携による適切な水環境の目標像を設定することが必要である。

こうした目標像を基に、下水道管理者として、地域の実情に応じて目標達成の期間や処理水質項目や処理レベルなど下水道事業の進め方を自ら決めるとともに、その結果を事業にフィードバックするなどアダプティブマネジメント※（適応的管理）を行い、よりよい事業運営を図ることが重要である。また、下水道としての環境教育や「望ましい水環境」を目指すための指標のあり方について検討することが必要である。

※アダプティブマネジメント（適応的管理）とは、不確実性を伴う対象を相手にする場合、モニタリング結果を捉えながら（評価）し、必要な修正（改善）を加えていく管理

公共用水域の水質を適切に保全することは、今後も下水道としての水環境マネジメントへの一層重要な役割である。このため、流域全体の発生汚濁負荷量に応じて、地域で求められている目標の達成のため、削減負荷量等の様々な関係主体の合意を目指して検討を行い、その範囲で下水道が対応すべきとされた汚濁負荷に対して、高度処理、合流式下水道の改善、ノンポイント対策などによる負荷量削減対策や、これらの対策の優先順位の設定などにより、下水道として適切に汚濁負荷量をコントロールすべきである。また、国として三大湾などの重要水域の水質保全を先導する取り組みを推進すべきである。

①下水道として目指すべき目標像

水質環境基準の達成率が向上してきた中で、地域の実情に応じて適切な水環境をマネジメントしていくためには、流域が一体となって目指すべき方向に向かって、下水道として取り組む必要がある。これまでの下水道として目指すべき水環境に対する目標は、水質環境基準を達成することであり、このことを地域は共有できる基本的な目標としてとらえてきた。しかし、地域ごとに多様な課題が見られるようになってきたことから、今後は図11に示すように、水質環境基準だけではなく、地域住民や関連部局等、多様な流域関係者が連携して、流域全体や地域ごとに現状の水環境の課題を把握した上で合意して設定される水環境の目標像も、必要に応じて下水道として目指すべき目標として設定することが重要である。さらに、目標達成の期間や処理水質など事業の進め方を下水道部局が主体的に決めるとともに、機動的な対応を図り、アダプティブマネジメントを取り入れることが重要である。（参考資料1）

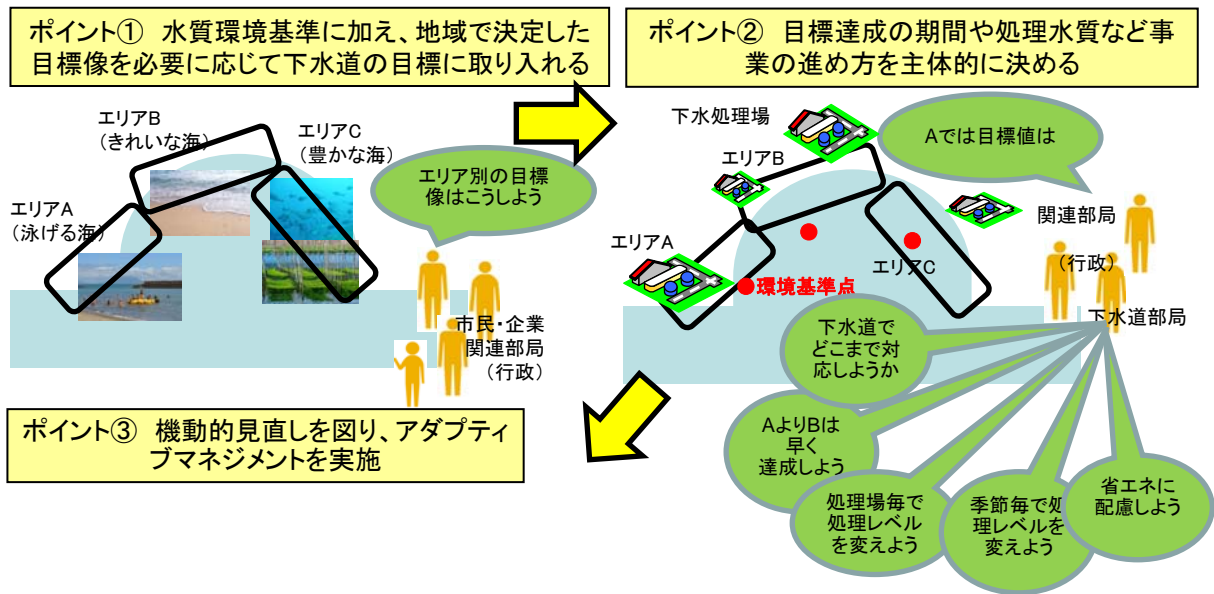


図 1 2 水環境保全の考え方

②合理的な負荷配分

面源負荷の流入が多い閉鎖性水域等では、流入負荷量に占める下水道で削減できる割合が低く、下水道のみで目指すべき目標達成に必要な汚濁負荷削減を図ることが不可能であったり、長期間を要したりする状況も見られる。このような明らかに下水道だけに短期間に負荷削減を求めることが不合理である場合には、他の負荷削減施策との合理的な組み合わせにより対応する必要がある。一方で、下水道以外の負荷の削減を積極的に図るように設定するなど、流域全体の発生汚濁負荷を算定し、排出主体の責任分担を決める負荷配分を全国一律の計算方法で行っても実施は困難で、実際には地域の合意形成に委ねられる。(参考資料2)

これらのことを踏まえ、今後は、合理的な負荷配分を行う上での留意事項として、関係機関への情報提供などにより連携を図りつつ、下水道がこれまで実施してきた負荷削減量に留意するとともに、下水処理レベルの向上による汚濁負荷削減と面源負荷の削減対策を、処理水量当たりのエネルギー使用量等の消費エネルギーの低減の観点から優先順位を決める考え方などを含めて総合的に検討していくべきである。

③画一的でない負荷削減対策の推進

水環境が改善している地域では、流域の住民の意識が多様化してきている。例えば、小規模処理場を含めて流域内の全ての下水処理場で早急な高度処理を実施する必要性の理解が得にくい状況も見られる。その一方で、高度処理以外に合流式下水道の改善や、ノンポイント汚濁負荷削減を進める必要がある地域も見られる。このため、従来のように全国で画一的に高度処理を推進するだけではなく、地域の実情に応じて、適切な汚濁負荷削減対策や、効率的な優先順位に基づく事業を実施できるような画一的でない負荷削減対策を推進する仕組みを整備するべきである。

④重要水域の負荷削減対策の推進

「国の顔」とも言える三大湾等の重要水域については、流域が広大なため流域内の地域間で認識に温度差があり、関係する下水道管理者が自発的かつ積極的に事業を実施することが期待しがたい。よって、広域的かつ長期的な観点から、国が主導して関係主体間の調整を図るとともに、高度処理実施の前倒しや効率的な高度処理の技術開発等の施策パッケージを検討し、実施に向けて努力するべきである。

(2) 季節別や地先別でのきめ細かな汚濁負荷削減対策

豊かな海の再生、生物の多様性の保全については、従来の水質環境基準の達成のみの評価や栄養塩類の削減による水質環境基準の達成のみの評価という考え方だけではなく、流域の関係者が一体となって地域の多様な課題に応じた適切な対応を図る必要がある。

例えば、地域全体として、沿岸域を多くの生物の生息場としてとらえ、藻場、干潟などの沿岸海域環境の再生を進めることや、地域の実情に応じて漁業等の社会経済活動に必要な適切な栄養塩類の補給などを行い、豊かな海を再生していくということが求められる場合もある。

具体的には、水域の利用者や学識経験者を含めた協議会の設立など、流域の関係主体が緊密に連携し、様々な観点からの研究・実証等を行うとともに、新たな知見も踏まえたきめ細かな対応等の取り組みを推進する必要がある。

栄養塩類などの不足とバランスが崩れていると認められる水環境において、下水道として可能な対応を行うことにより、水環境をマネジメントすることは重要な取り組みである。このため、対策のモニタリング結果をフィードバックするなどアダプティブマネジメントによって、地域ごと、季節ごとの処理水質の設定などにより、地域の実情に応じたきめ細かな対応を取れるようにすべきである。(参考資料3)

①モニタリング結果を踏まえた柔軟な対応

環境や社会状況には不確実性があるため、例えば、数値解析結果を基にした汚濁負荷削減対策であっても、その後実際に水環境へ与えた効果・影響予測の不確実性を考慮した柔軟な対応が求められる。このため、モニタリングによって水質保全状況を確認した上で必要な修正を行うアダプティブマネジメントの考え方を取り入れていくべきである。

②季節別・地域別放流水質の柔軟な設定

流域全体で、水環境への影響や地域産業への影響を総合的に評価して策定された目標に対して、下水道として栄養塩類等の水域への必要な補給を求められるような状況や、親水性の高い水辺の確保のためより高度な病原性微生物の低減等を求められるような状況等に対応する必要がある。このため、放流先の水質環境基準等への影響や、処理改善の必要性など科学的な検証を踏まえつつ、放流先の状況に応じて、季節別や地先別での処理水の水質管理をより柔軟にできるようにするべきである。

③施設運転の試行とモニタリングによる知見の蓄積

これまで下水道管理者は、設定された放流水質を守るために処理施設の適正な維持管理を行うことに注力してきたが、放流水質と放流先の公共用水域の水質保全状況の関係などを把握するためのモニタリング結果を十分に有しているとは言えない。このため、今後は、様々な条件での下水処理施設運転の試行を繰り返し、モニタリング結果との関係を把握するなどの科学的知見を蓄積し、さらなる合理的な対策に活用することを推進すべきである。

(3) 機動性・柔軟性のある下水道事業の推進

施設の適切な維持管理や耐震性の向上、施設の有効利用など下水道のアセットマネジメントが求められている中で、水環境の保全も含めた適切な下水道経営の実施を図る必要がある。このため、将来人口は施策等にも影響され、正確に予測することは困難であることを踏まえ、人口減少や財政状況等の動的变化や予測の不確実性に機動的かつ柔軟に対策を実施していく水環境マネジメントの仕組みを作る必要がある。その結果、限られた資産を効率的・効果的に投入することや既存施設を適切にマネジメントすることを目指すことが重要である。

このため、下水道事業計画の根本となる流総計画について、従来からの理念は残しつつも抜本的な見直しを行い、機動性・柔軟性を確保するとともに、策定作業や手続きの大幅な簡略化を行い、また各下水道管理者の経営計画との整合に留意しながら、下水道事業の優先順位なども明確化し、適切なマネジメントサイクルが確立されるよう対応を行うべきである。

①事業の優先順位

流域の水環境をより効果的に保全するため、高度処理以外にも合流式下水道の改善や、ノンポイント汚濁負荷削減など下水道事業で対応可能な対策も考慮し、人口減少など社会的状況の変化を踏まえ、流総計画の段階から事業の優先順位づけを明確にするべきである。

②機動性・柔軟性をもった流総計画の確立

流総計画は計画期間が長く、一度策定されると実態上見直し計画を策定することも困難であるため、社会状況の変化や財政状況の変化に機動的に対応することができなかった。また、将来の発生汚濁負荷量など予測困難な計画値を含む計画全体を関係機関と調整しながら策定しなければならないため、策定までに相当な期間を要していた。その結果、時間の経過とともに人口フレームや汚水量原単位、計画汚水量、水域の状況等が実態と乖離してしまい、下水道事業計画との整合性に問題が生じることが見られる。これを解決するため、流総計画を機動性・柔軟性のある計画にするべきである。

③マネジメントサイクルの確立

これまでの流総計画は、下水道事業計画との整合性は担保されているものの、実態として流総計画を実際の課題に応じて変更することは困難であった。

これからは、機動性・柔軟性をもった流総計画を確保することにより、アダプティブマネジメントの実行を目指し、PLAN（流総計画、事業計画）、DO（下水道事業の実施）、SEE（モニタリング結果の取り込み）から成るマネジメントサイクルの確立を図るべきである。

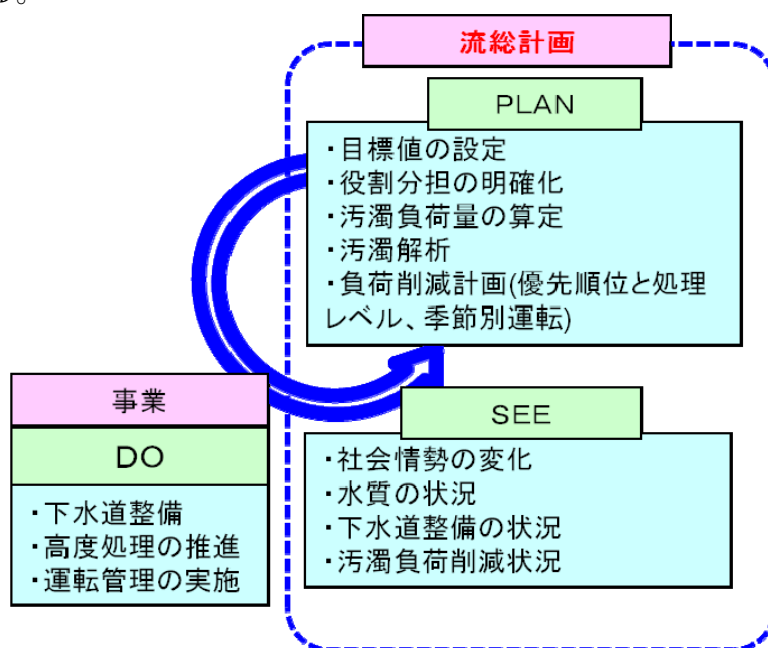


図 1 3 マネジメントサイクルのイメージ

④流総計画と経営計画との調整

流総計画は基本的に外部経済効果の高い公共用水域の水質保全を目的とするものであるため、その実施は必ずしも当該地方公共団体の財務部門の理解が得られない場合がある。地方の財政が厳しい状況にあるものの、施設の改築更新等の下水道事業の経営計画の立案にあたっては、流総計画との整合に十分留意して調整するべきである。

（４）流域全体における資源・エネルギーの最適管理

流域の水環境の視点から循環型社会、低炭素社会の実現に向けた取り組みを行うことは重要である。具体的には、下水処理や水利用で消費されるエネルギーの削減や下水に含まれるバイオマスなどのエネルギーの利用、リンなどの下水に含まれる資源のリサイクル、水の再利用などが挙げられる。

これらの取り組みを、流域の関係者が連携して進め、水や資源・エネルギーを活用・再生する機能を強化し、スマートコミュニティ[※]の視点も取り入れつつ、流域全体で資源・エネルギー消費の最適管理を目指すことが重要である。

※スマートコミュニティ：例えば、スマートグリッド等による消費エネルギーの最適化を指す用語で、「スマー

ト性」とは、ISOの専門委員会(TC268)の分科委員会の中で、都市の持続可能な開発に即した技術的に実行可能なソリューションに関連するパフォーマンスに対応する概念とされている。

特に、自治体事務の中でも消費エネルギー量が多く、水・物質循環系の中で重要な役割を担う下水道が、カスケード型の水利用、熱・バイオマス・資源の効率的な中核的な回収・供給施設へと進化し、下水道で収集した水や資源・エネルギーを活用・再生する機能を強化することが求められている。また、下水の処理レベルとエネルギー消費とのトレードオフの関係に留意しつつ、維持管理コストの低減、経営の健全化の観点からも、率先して省エネルギーと創エネルギーなどに取り組むことが必要である。

資源活用、省エネルギー・創エネルギーの社会的要請への対応は、下水道として水環境マネジメントを図る上で、看過することのできない重要な使命である。このため、従来の省エネルギー対策等を推進するほか、下水道として活用可能な資源・エネルギーのポテンシャルの把握に努めるとともに、流域全体を視野に入れて、下水処理レベルを、従来のように水質のみで決めるのではなく、エネルギーとのトレードオフに留意して設定したり、エネルギーの削減目標を設定したりするなど、流域全体の資源・エネルギーの最適管理に積極的に取り組むべきである。

①エネルギーに配慮した処理レベルの設定

下水処理過程におけるエネルギーの消費量は、一般に処理水質とトレードオフの関係にあるが、流総計画策定に当たっては、消費エネルギーの観点が入っていない。また、スケールによる消費エネルギーの相違を考慮した処理施設規模ごとの処理水質の検討も行われていない状況にある。今後は、例えば小規模な処理施設など処理施設でのエネルギー使用量原単位が大きい下水道では、エネルギー使用量に配慮した処理レベルを設定する等のスケールメリットによる消費エネルギー削減も検討するべきである。

②流域全体でのエネルギー削減

下水道施設がエネルギーを大量に消費している状況に鑑みると、下水道管理者が率先して下水道の消費エネルギーの削減に努め、水環境との関連から流域単位で下水道の消費するエネルギーの削減量などの目標を設定して流域全体で取り組むべきである。

目標設定にあたっては、流域全体の処理水量に対してどの程度のエネルギー使用量となっているかを示す指標（エネルギー原単位など）を設定し、指標の実効性や策定事務量などにも配慮しつつ、ベンチマーキング*的な考え方を取り入れていくことも有効な手法として検討するべきである。

※ベンチマーキングとは、①業務指標で実績を分析・評価し、②学ぶべき事例から自己の状況に当てはめ、改良するツール。

また、個別の下水道における消費エネルギーの低減を進めるほか、流域全体の視座に立って、水環境の保全と消費エネルギーの削減を図るため、例えば、流域全体で公

共用水域の水質をチェックしながら資源・エネルギーの最適管理を図る考え方について検討するべきである。

③資源・エネルギーのポテンシャルの把握

未利用となっている下水道の資源やエネルギーの活用を促進させていくため、下水道の有する資源やエネルギーをポテンシャルとしてどの程度存在しているのか把握し、その情報を使用エネルギー量とともに流総計画等に記載し公開することにより、有効利用への理解を広め、促進につなげることも可能とするべきである。

また、今後、資源・エネルギーの有効な回収と必要な水処理レベル等において総合的に優れた下水処理方法や、情報の把握、モニタリング、評価方法等の技術開発が望まれる。（参考資料4）

表3 早期に着手すべき事項のまとめ

取り組み方針	早期に着手すべき事項
①流域管理を視野においた汚濁負荷量のコントロール(高度処理推進等)	<ul style="list-style-type: none"> ・目標像の取り込み ・合理的な負荷配分 ・画一的でない負荷削減対策の推進(高度処理、合流式下水道の改善、ノンポイント対策等) ・重要水域の負荷削減対策推進
②季節別や地先別でのきめ細かな処理水質設定を行う	<ul style="list-style-type: none"> ・モニタリング結果を踏まえた柔軟な対応 ・季節別・地域別放流水質の柔軟な設定 ・試行とモニタリングによる知見の蓄積
③機動性・柔軟性のある下水道事業の推進	<ul style="list-style-type: none"> ・事業の優先順位 ・マネジメントサイクルの確立 ・流総計画の機動性・柔軟性の確保 ・流総計画と経営計画の調整
④流域全体における資源・エネルギーの最適管理	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギーに配慮した処理レベルの設定 ・資源・エネルギーのポテンシャルの把握 ・流域全体でのエネルギー削減
<ul style="list-style-type: none"> ・アダプティブマネジメント ・関係機関との連携 ・技術開発等への支援 	

3. 下水道における水環境マネジメント

下水道における水環境マネジメントを推進していくために、上述した基本的考え方に沿ってこれまでの下水道の考え方を大きく転換させ、具体的な施策へ反映していく必要がある。基本的考え方で示した諸課題を整理すると、以下に示すように計画面と事業面の2つの施策に分類される。

① 流総計画の再構築

流総計画を、新しい時代の要請に応えた水環境マネジメントの重要なツールとして再構築する。人口減少、循環型社会など成熟化している社会への対応を図るとともに、様々な地域・水域における水環境の課題に積極的に対応できるよう目的の多様化を図る。また、建設の時代から本格的な維持管理の時代を迎え、運転管理やモニタリングの結果を計画に反映させるアダプティブマネジメントの考え方を取り入れ、地域の状況に応じて季節別や地先別のきめ細かな汚濁負荷削減対策の推進や、柔軟で機動的な計画への転換を図るとともに、下水道でのエネルギー使用量削減と水環境保全の両立などを考慮したものとする。また、策定にかかる時間を大幅に短縮できるよう、例えば CommonMP^{*)} を活用した流総計画の電子データ化や、基本調査として必要な項目の削減などを推進するとともに、流総計画の見える化を図ることを推進するべきである。

*)CommonMP とは、国土交通省などが水情報国土構築構想に沿って、水に関わるソフトウェア、データを標準化することを目指した「水・物質循環解析ソフトウェア共通プラットフォーム」である。

② 地域特性に応じた下水道事業（水環境保全対策）

同一の流域全体を俯瞰して、環境基準の達成状況、水利用状況、放流先水域の閉鎖性の強さや水質保全効果の高さを考慮して汚濁負荷削減対策の優先順位を決めるなど、地域の特性に応じた下水道事業を推進するべきである。また、重要水域においては、国において、早急に良好な水環境を実現するための負荷削減対策などの検討を進めるとともに、段階的に高度処理を図る技術的支援や省エネルギー型高度処理技術の開発などを推進するべきである。

これら2つの施策に共通するのは、これまでのように既存の基準や規制を受動的に目標として事業を実施するだけでなく、地域の状況に合わせて水環境の目標像を取り込むとともに、下水道の高度処理の実施の優先順位、処理レベル、運転管理方法等を能動的に決定した上で、発生する課題へのプロアクティブな対応を図り下水道事業を推進する考え方である。

下水道として水環境マネジメントを推進していくには、このような転換ポイントとなる「能動的下水道」の考え方が不可欠であり、今後はあらゆる場面で能動的下水道の考え方に沿った施策を実施していくとともに、このような考え方を人材教育の場で取り上げることも検討するべきである。

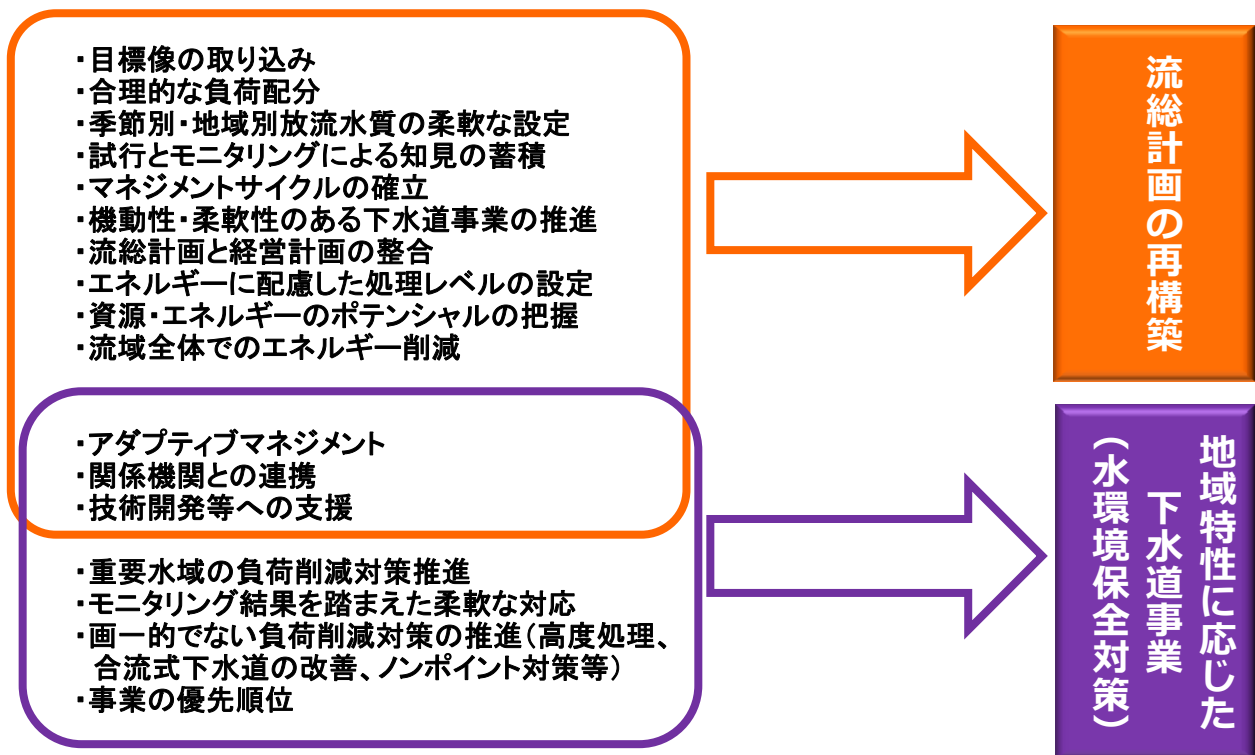


図 1 4 水環境マネジメント推進のための転換ポイント

(1) 流総計画の再構築

1) 目的の多様化(エネルギー削減含む)

流総計画の制度が創設された時期は、水質汚濁が著しかったため流総計画の目標である水質環境基準としてのBODや窒素、リンは適切な指標であり、その削減は基本的な目標として有効であった。一方、現在は閉鎖性水域を除いて大幅に水質が改善されてきており、また、これまでの水質環境基準だけでは生物多様性の確保の観点や水とのふれあいなどの観点から見た適切な評価が困難な状況となっている。このため、環境省において水質環境基準の見直しが進んでいる。

今後、これまでの流総計画の目標をこれまでの水質環境基準の達成だけでなく、「人と水との豊かなふれあい」や「豊かな生態系」、「利用しやすい水質」、「豊かな海の再生」といった多様化する水環境の保全や、地球温暖化の問題、エネルギー・資源の枯渇へ対応していくために、住民の水環境へのニーズやエネルギーに関する指標・目標を流総計画に取り込んでいくとともに、地球温暖化の問題やエネルギー・資源の枯渇への対応にも対処するためにも、これらについても目標に取り入れていくことを可能とするべきである。

また、下水道におけるこれまでの資源・エネルギーの有効利用は、個別の下水処理場の放流水質に影響を与えない範囲で行われていた。これからは、それぞれの下水処理場で資源・エネルギー利用が進められている中で、流域全体を俯瞰して、規模の違

いや消化プロセスの有無などシステムの相違による効率性を踏まえて、どのような下水道システムを優先的に推進していくのが効果的であるか、については、流域全体の水環境保全への影響を考慮しつつ、流域全体の消費エネルギーの視点から目標とする処理水質を設定したり、事業の優先順位づけをしたりするなどの仕組みを導入すべきである。

【具体的な方策】

- 関係主体が連携して設定する流域の目指す「目標像」に沿った下水道事業の目標の設定、例えば、地先水域特性に応じた放流水質を柔軟に設定することや、エネルギーの削減を目指す指標などを、流総計画の目標として定められることを可能とする。例えば、栄養塩類の補給に関する指標や、水辺環境等を踏まえた衛生学的指標などの目標設定を可能とする。
- 従来の水質環境基準の達成を目的とする場合でも、例えば、同一湾内での下水処理場ごとに、水質環境基準の達成が効率的に実施できるよう、水域の状況に応じて、汚濁負荷削減対策や処理方法・処理水質、運転管理方法、事業の優先順位などの基本事項を定める。また、処理方法に関しては、項目が設定される場合には、必要に応じて高度処理の対象としての位置付けを行う。

	高度処理の対象
有機物	○
窒素	○
リン	○
その他項目※	必要に応じて項目を設定

} 対象範囲の拡大

※ ウィルス対策や、残留塩素の削減等による生物多様性の確保の対策など、新たに下水道に求められている項目(具体の項目については今後検討)

図 1 5 高度処理の対象

- 流域内の各下水道施設が有する資源・エネルギーのポテンシャルを簡易な方法で把握し、各下水道管理者の意識を高め、流域全体で有効利用の導入・促進が図られるよう公表するものとする。
- また、今後資源・エネルギーポテンシャルの算出方法などの精度の向上を図る。

2) エネルギーの視点も入れた合理的な負荷配分

流総計画において、水質環境基準等の目標達成と合わせて、下水処理技術の技術革新の動向も踏まえながら、消費エネルギーの削減を図る視点を導入するべきである。

海域等の閉鎖性水域において下水道以外の流入負荷量の割合が高く、下水処理場からの流入負荷量の割合が低い場合については、下水道の整備だけでは環境基準等の達成が困難である。このような水域では、最高の高度処理レベルで下水道を整備したとしても、環境基準が達成できない場合が想定され、流域での効果が確認されないまま過剰にエネルギーを消費する恐れがある。このような場合には、下水道だけが過度に汚濁負荷削減の努力をするのではなく、流域の利害関係者の合意のもとで、目標設定や負荷量削減の分担において、エネルギーの観点も含め合理的な下水処理レベルを設定することを考慮するべきである。

【具体的な方策】

- 適切な汚濁負荷削減を図りつつ、消費エネルギーを削減する考え方を導入する。特に、地域の特性によって、環境基準達成が非現実的な場合や達成までに長期間を要する場合に対応して、消費エネルギーの観点から現実的な対応が可能となるよう技術的知見を整理する。
- 下水道部局が主体的に合理的な目標水質（たとえば、合理的な下水処理レベルを処理費用やエネルギーの観点も含めて設定）を関係機関に提案する。

3) 長期（最終）整備目標と中期整備目標を併記（Long-term 流総と Mid-term 流総）

従来の流総計画を、長期整備目標にかかる部分と中期整備目標にかかる部分の2つに分け、最終的な流域全体の水環境を見据えた計画という基本的な考え方はそのままに、新たに社会情勢や経営状況などの現況に応じて適切に策定可能となる中期整備目標を従来の流総計画の一部として明確に位置付けていくべきである。

これにより、中期整備目標年度に達した時点で、削減負荷量の達成状況や公共用水域の水質の改善状況を効率的に評価した上で、その評価を次期中期整備目標に反映させるアダプティブマネジメントの考え方を取り入れた計画立案が可能となり、事業全体のマネジメントサイクルが機能することが期待できる。

また、人口や下水道整備状況の変化等による下水量の動的变化や、経営計画などに対応した効率的な計画が策定できるようにするべきであるとともに、下水の処理レベルについて、実施状況をモニタリングしつつ段階的に対応可能となるようにするべきである。

さらに、中期整備目標の設定項目については、流総計画全体として策定作業量を大幅に減らすために、基本的な目標となる削減負荷量の決定以外は最小限の作業とし、中期整備目標を機動的に見直すことにより、事業全体の機動性を向上させるものとするべきである。

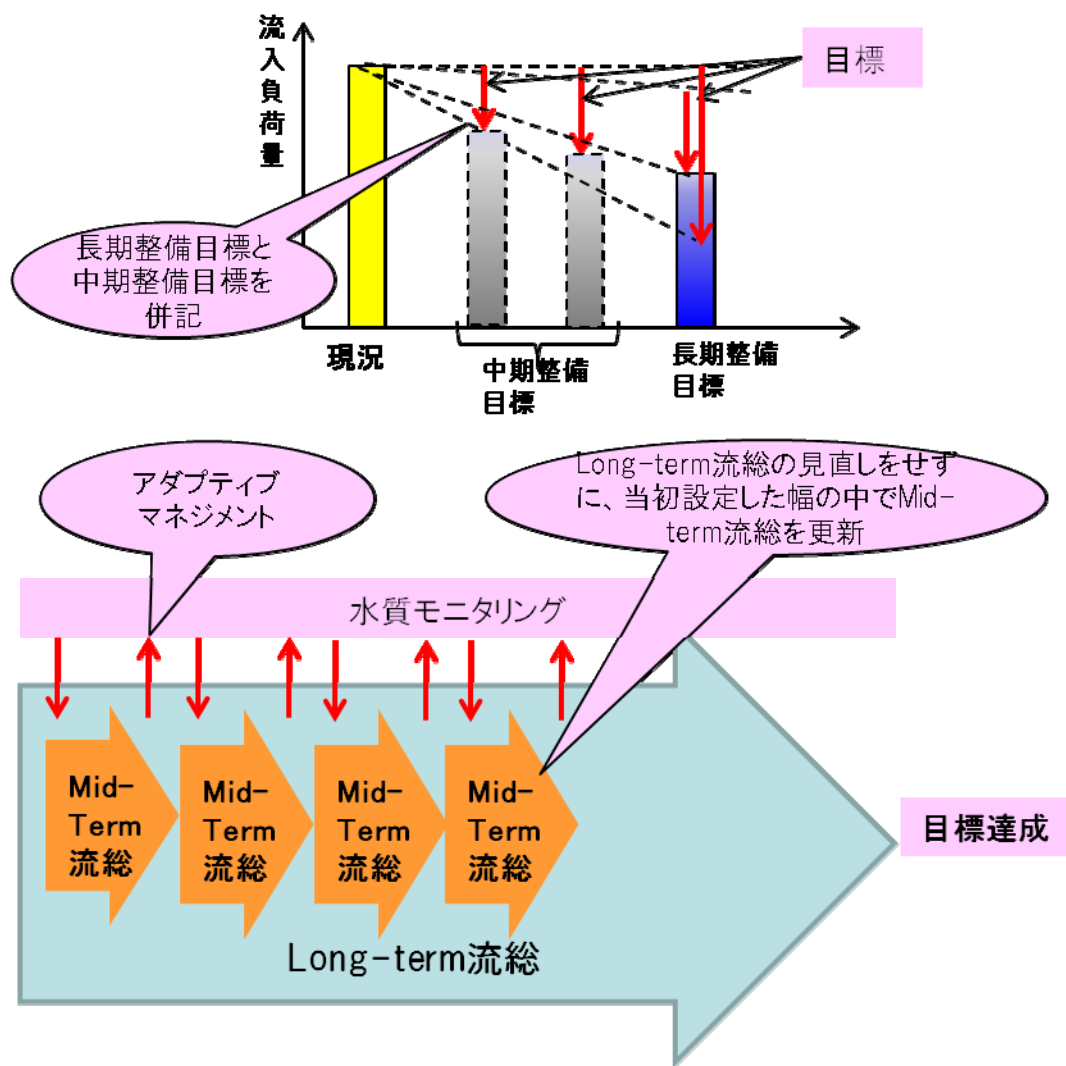


図 16 Long-term 流総と Mid-term 流総のイメージ

【具体的な方策】

- 従来の流総計画をこれまでと同様の長期的な計画「Long-term 流総（仮称）」と中期的な計画「Mid-term 流総（仮称）」に分ける。
- モニタリング結果を反映するアダプティブマネジメントの考え方を取り入れるとともに、策定作業や評価方法を最大限簡素化し、事業全体のマネジメントサイクルを円滑に機能させることを目指す。

4) 削減負荷量による評価の重点化

削減負荷量による評価を重点化し、これまでの流総計画では評価しにくかった負荷削減の多様な取り組み（段階的な高度処理導入、合流式下水道の改善、ノンポイント対策、再利用等）や必要削減量の減少（人口減による流入負荷の減少等）をさらに積極的に評価・反映することを目指すべきである。この際、削減負荷量を目標として評価を行うことを基本とし、他の設定項目については、多様な課題に対応できることを念頭におきつつ、最小限必要なものとするべきである。

【具体的な方策】

- 「中期的な目標（＝削減負荷量）」を設定し、中期の計画目標年度に達した時点で、削減負荷量の達成状況や公共用水域の水質の改善状況を評価することにより、流総計画の策定手続きを簡素化するなどの評価方法を容認する。

5) 柔軟性を持たせた計画の導入

流総計画に柔軟性を持たせるため、これまでの流総計画のように最終目標年次における将来フレームや削減負荷量の設定を全て1つの数値で決める方法以外に、環境や人口、経済などの将来予測の困難性を踏まえて、目標年次や目標削減負荷量等に幅を持たせる方法により流総計画を策定することを容認するべきである。

とりわけ閉鎖性水域の水質は河川と異なり、流入負荷量以上に過去の長期間にわたる水域からの堆積物による負荷量の影響に大きく左右され、高度処理等により流入負荷量を削減しても、短期的には水質保全効果が見られないなど、水質汚濁解析が困難な場合があり、許容負荷量の設定に幅を持たせることも考えられる。

また、目標年次や将来フレーム、目標削減負荷量などに幅をもたせて設定することで、関係機関との調整がより円滑化することも期待できる。

【具体的な方策】

- 従来の設定方法だけではなく、目標年次を地域の実情に応じて柔軟に決められるようにしたり、目標削減負荷量、将来フレーム等の流総計画の基本となる計画値に幅を持たせて設定したりすることも可能とするよう検討する。

6) 流総計画の見える化

下水道が公共用水域の水質保全に果たしている役割は住民に見えにくいため、水環境のさまざまな課題や下水道が果たす役割・効果を目に見える形で住民に示していくべきである。下水道をはじめとする水質保全施策を住民の理解と協力を得て円滑に進めていくためには、流総計画の見える化を図り、下水道事業の必要性、優先度、費用対効果等について理解を深めるとともに、幅広い意見交換によって住民との合意形成を図り、説明責任を果たしていくべきである。（参考資料5）

【具体的な方策】

- 住民に対して流総計画を身近なものとするためにも、単に流総計画を策定するだけではなく、流総計画の役割や内容、下水道による汚濁負荷削減とともに、下水道以外のノンポイントなどの汚濁負荷削減の必要性、水環境の改善状況などの「見える化」を行ってマネジメントする体制を構築する。各流総計画策定時に内容をわかりやすく公表するため、流総計画策定例を作成する。策定例を参照し、各流総計画の見える化を行い、関係者が理解できるようにする。また、ベンチマーキング手法を用いた流総計画に基づく地方公共団体のパフォーマンスに関する検討を行う。

7) 流総計画の策定作業の簡略化

これまでの下水道資産の蓄積、運転管理実績、水環境関連データの蓄積、既往の汚濁解析モデルなども活用しつつ、流総計画作業の簡素化により、計画策定期間の短縮化や見直し間隔の短縮化を図り、Mid-term 流総の導入による流総計画の機動的な対応と併せて、社会情勢の変化や技術開発の進展等が適切に反映されることを目指すべきである。

【具体的な方策】

○基礎調査、汚濁解析モデル構築、最適処理計画、費用効果分析等の簡略化や河川関係検討等の関係機関との協議時間の短縮を推進する。

(2) 地域特性に応じた下水道事業

1) 地域特性に応じた負荷削減対策の推進

水環境の目標像など地域特性に応じ、適切な優先順位をもって効率的に下水処理場の汚濁負荷削減対策が実施されるようにすべきである。

また、「国の顔」とも言える重要な水域、例えば三大湾において、人口・産業が集中し、下水道の汚濁負荷削減効果が高いにもかかわらず、水質保全が十分図られていないような水域では、国が積極的に様々な支援策を講じていくべきである。

【具体的な方策】

- 事業の優先順位や地先水域特性に応じた汚濁負荷削減対策を推進する。
- 同一流域内でも様々に異なっている地先水域の状況に考慮し、下水処理場毎の処理水質設定や、高度処理事業の優先順位に応じた支援策を講じる。
- 三大湾など重要な水域の早急な水質保全のため、必要な施策（高度処理の前倒し等の支援策）の検討を今後実施する。

2) きめ細かな汚濁負荷削減のための技術的支援

段階的な高度処理技術など下水処理技術や維持管理方法が進捗している状況に鑑み、水環境マネジメントに資する様々な技術開発を推進するとともに、こうした技術が広く利用されるよう、国として様々な支援策を講じるべきである。

【具体的な方策】

- 段階的な高度処理を適切に評価して、その推進を図るほか、モニタリング、評価方法等の指針整備など、様々な汚濁負荷削減対策に必要な技術的支援を推進する。
- 高度処理の早期導入、栄養塩の季節別管理のための設計・維持管理指針の作成、膜を利用した高度処理改造等の技術的な検討マニュアルなどを整備する。

3) 季節別の施設運転管理の推進

施設の運転管理や、公共用水域の水質環境基準の達成に影響しない範囲で、季節別に適切な処理水質管理を可能とするべきである。また、季節別管理による水質保全効果等についてさらに検討するべきである。

○季節別施設運転管理について、実際のデータなどを把握し、モデル的に季節別管理を行った上で、維持管理指針等の作成を行う。

4. 今後の展開

(1) 中長期的に取り組むべき課題

流総計画の再構築や地域特性に応じた下水道事業に係る取り組みについては、早期に着手することとし、以下の課題については、引き続き中長期的に取り組むこととするべきである。

○閉鎖性水域などの複雑な汚濁メカニズムについてのさらなる解明や、環境省と連携した環境指標のあり方の検討、水環境行政の一元的な対応、下水道システムに都市雨水がもたらす水質影響、費用負担を含めた統合的な流域管理の実現など、流域管理を視野においた水量・水質のコントロールに関する課題

○流域の水利用をエネルギー最小化の視点から水質を使い分ける検討や、分散型水処理・水利用システムの検討、リンや処理水、熱、エネルギーなどの流域から発生する資源のリサイクルシステムの検討、ニーズとポテンシャルのマッチングを行う様々な関係主体の場の設定など、流域全体における資源・エネルギーの最適管理に関する課題

(2) 具体的な検討の進め方

流総計画の再構築については、次年度以降速やかに流域別下水道整備総合計画調査指針と解説の改訂を進めるべきである。その際、下水道と下水道以外の負荷削減効果の評価方法を含め、合理的な負荷配分の具体的な方法について検討を行うこととする。また、モデル流域における検討を通じて、数値の算定などの作業量の変化や関係者との協議、法制度との関係の整理、義務的事項の検討など様々な流総計画の改訂による影響がどの程度あるのか具体的に検討することにより問題を整理し、新たな流総計画が機能するよう配慮するべきである。

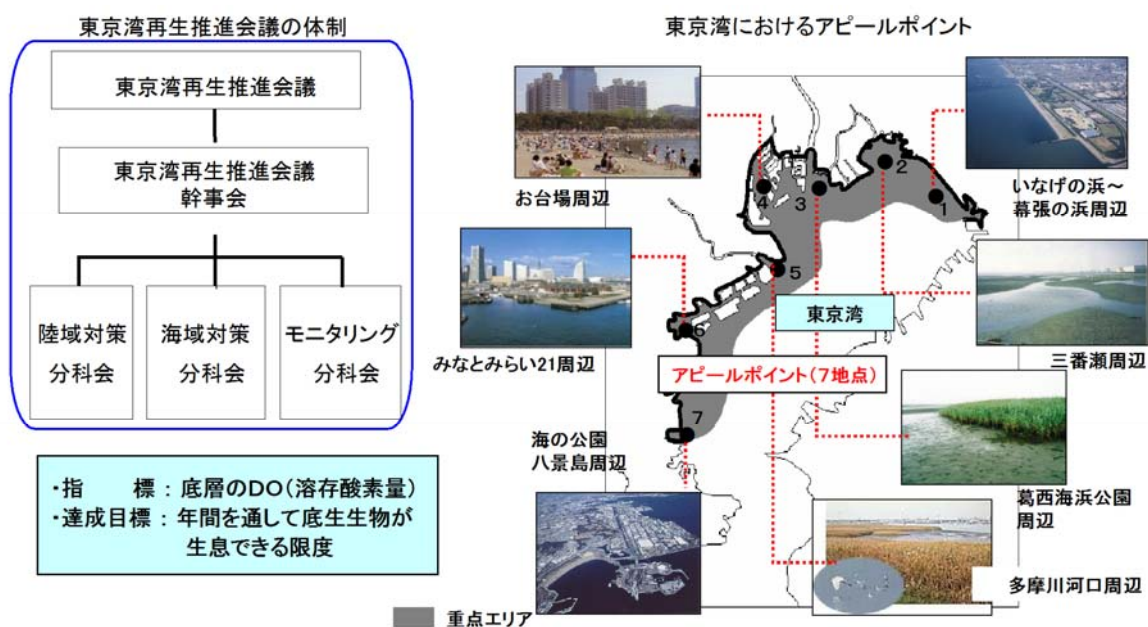
参考資料

1. 目標像の取込み（東京湾での目標設定事例）

東京湾においては、平成13年12月4日の都市再生プロジェクト第三次決定「海の再生」を受け、関係省庁、関係地方公共団体が連携して、東京湾再生推進会議を設置し平成15年度に「東京湾再生行動計画」を策定した。

「快適に水遊びができ、多くの生物が生息する、親しみやすく、美しい「海」を取り戻し、首都圏にふさわしい「東京湾」を創出する」ことを目標に、指標と達成目標を定め、重点エリアを設定して連携した施策を推進している。

東京湾再生行動計画の目標設定事例



2. 流域で連携した取り組み（琵琶湖流域の事例）

琵琶湖流域では面源負荷削減等のために、国土交通省、環境省、農林水産省、滋賀県等が連携して、様々な調査や事業を実施している。その一環である「環境こだわり農業」は、化学合成農薬、化学肥料の使用量を通常の5割以下に削減し、農業排水の適正管理（代かき・田植期等の農業濁水対策、肥料の流出抑制）を行うものである。そこで作られた農作物は「環境こだわり農産物」と認定され、「環境保全型農業直接支払交付金」を滋賀県より支給されることから、作付け面積は年々拡大している。

このように、下水道以外の主体との連携により、水質保全施策を総合的に推進する必要がある。

面源からの流入負荷削減

- ・農業濁水対策に関する事業
 - ・農水の水質保全対策事業(水質保全池、浄化型水路等の整備)
 - ・滋賀県世代をつなぐ農村まるごと保全向上対策事業
 - ・びわこ流域田園水循環推進に関する事業
 - ・水田反復利用施設に関する事業
 - ・市街地排水対策事業
 - ・主な施策の進捗状況に関する指標(H21)→(H27)
- 水稲の環境こだわり農産物栽培面積の割合 33%→50%
農業排水対策の取組面積 14,978ha→16,800ha

水質保全池、浄化型水路等の整備

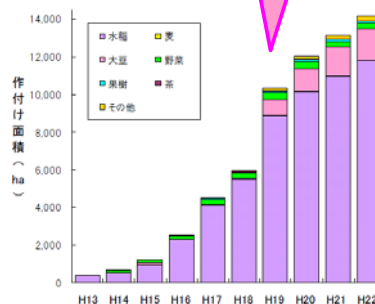


出典：琵琶湖に係る湖沼水質保全計画 第6期

環境こだわり農業と作付け面積の推移



作付け面積は年々拡大



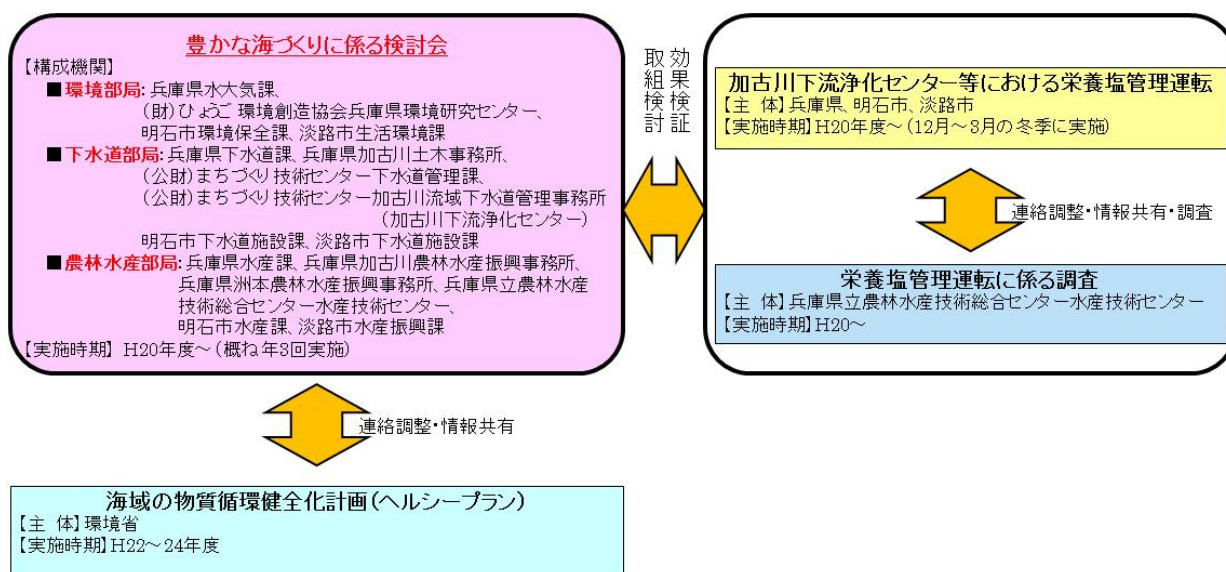
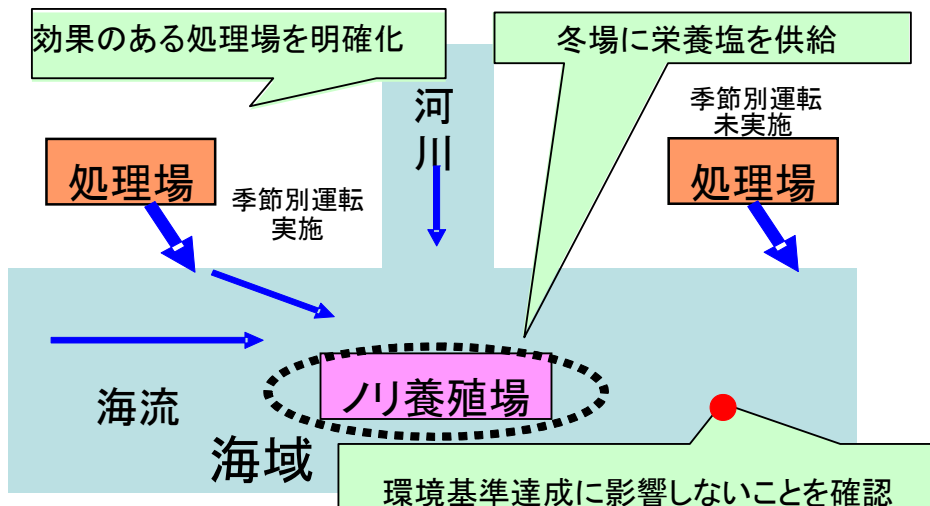
出典：琵琶湖に係る湖沼水質保全計画 第6期

下水道以外の主体との連携事例（琵琶湖流域）

3. 季節別の放流水質の設定

播磨灘に面した兵庫県のノリ養殖は、平成7年以降、海水中の栄養分（主に溶存態無機窒素）が減少し「色落ち」が頻発するようになり、兵庫県の加古川下流浄化センターでは平成20年よりノリ養殖のシーズンである冬季に窒素排出量を増加させるため、脱窒抑制運転を試行している。

下水処理場の季節別運転のイメージ



播磨灘における豊かな海づくりに係る検討

4. エネルギーポテンシャルの算定方法

(有機物の化学的エネルギー)

0. 流域諸元 (×流域下水道の事例)

流入下水量：81,794m³/日、流入 BOD：160mg/L

I. 流入エネルギー

有機物のエネルギー = 3.49kWh/kgCOD_{cr} (IWA: WATER ENERGY interactions in water reuse)

COD_{cr} = 2.0 × BOD = 2.0 × 160 = 320mg/L

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

COD_{cr} = 320mg/L × 81,794m³/日 = 9,553,539kgCOD_{cr}/年

流入エネルギー = 3.49kWh/kgCOD_{cr} × 9,553,539kgCOD_{cr}/年 = 33,341,852kWh/年 = 120TJ/年

II. 汚泥 (初沈+余剰) エネルギー

汚泥量 = 5,868,324kg-Ds/年

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

汚泥エネルギー = 5,868,324 × 17 = 99,761,508MJ/年 = 100TJ/年

III. バイオガスエネルギー

消化ガス発生量 = 2,349,505N m³/年、

消化ガス低位発熱量 = 22MJ/ m³ (設計指針 2009 年版 P359)

バイオガスエネルギー = 2,349,505 × 22 = 51,689,110MJ/年 = 52TJ/年

IV. 消化汚泥エネルギー

生汚泥エネルギー - バイオガスエネルギー = 100 - 52 = 48TJ/年

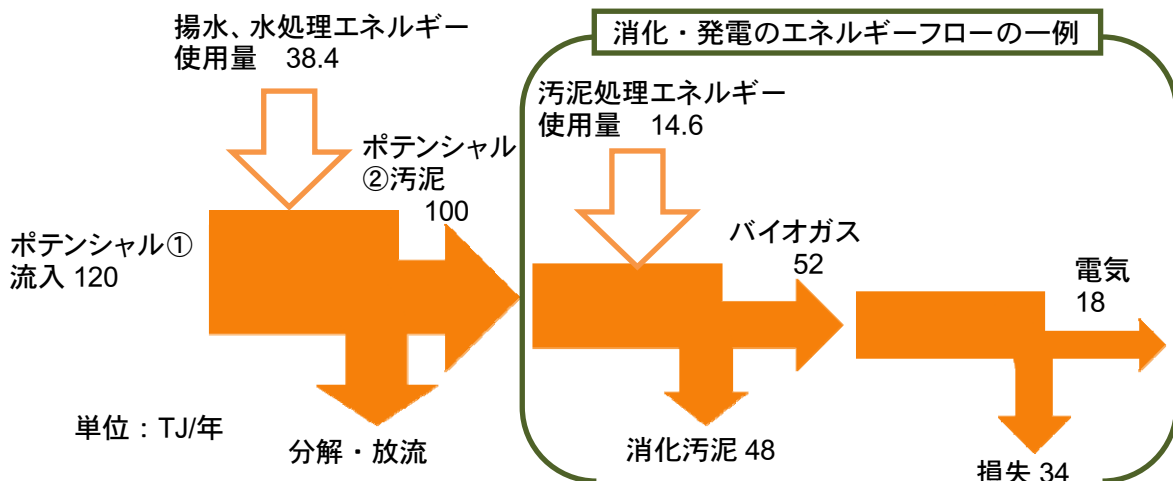
V. 電気エネルギー

発電効率 = 35% (30~40%)

発電エネルギー = 52 × 0.35 = 18TJ/年

VI. 損失エネルギー

バイオガスエネルギー - 電気エネルギー = 52 - 18 = 34TJ/年



- ・ 流入ポテンシャル①は下水のBODと下水量を基に算出
- ・ 生汚泥ポテンシャル②は生汚泥の D_s を基に算出
- ・ 処理場に投入されるエネルギーとして、他に管理等で9.0TJ/年
- ・ 下水有機物のエネルギーポテンシャルとしては処理場での使用エネルギーに比べ大きい
- ・ 上図のほか、コジェネの活用や固形燃料などエネルギーの活用方法はさまざま

エネルギーポテンシャルの算定例

(下水量82千t/日、消化を行う場合、低位発熱量)

(下水熱エネルギー)

下水処理量 ① (m ³ /日)	18時間当たりの処理量 ② = ① ÷ 24 (m ³ /h)	利用温度差 ③ (°C)	熱量 ④ (Mcal/m ³ ·°C)	熱利用量 ⑤ = ② × ③ × ④ ÷ 1000 (Gcal/h)
81,794	3,408	5	1	17
年間熱利用量 ⑥ = ⑤ × 24 × 270 (Gcal/年)	cal⇒J ⑦	年間熱利用量 ⑧ = ⑥ × ⑦ (GJ/年)	1世帯当たり 冷暖房需要 ⑨ (GJ/世帯·年)	利用可能世帯数 ⑩ = ⑧ ÷ ⑨ (世帯)
110,422	4.1868	462,313	13	35,563

③ 利用温度差は仮定値

⑤ 年間空調使用期間を9ヶ月(270日)と想定

⑨ 出典：住環境計画研究所資料

(http://www.kantei.go.jp/jp/singi/tikyuu/kaieai/dai08tyuuki/sankou1_1.pdf)

(小水力発電エネルギー)

出力①	9.8	kW/m/(m ³ /s)	
処理水量②	0.947	m ³ /s	
放流落差③	2	m	仮定
総合効率④	67	% (60~75%)	中間値
ポテンシャル量⑤	108,903	kWh/年	① × ② × ③ × ④ ÷ 100 × 24 × 365
ポテンシャル量⑥	0.4	TJ/年	⑤ × 3.6 × 10 ⁻¹²

(エネルギーポテンシャルまとめ)

		TJ/年
ポテンシャル	項目	エネルギー量
	有機物の流入 1	120
	化学的エネルギー 汚泥 2	100
	下水熱エネルギー 3	462
	小水力発電エネルギー 4	0.4
	終末処理場の消費電力	62

(リンポテンシャル)

流入リン濃度①	3.70	mg/l	
流出リン濃度②	0.86	mg/l	
流入水量③	81,794	m ³ /日	
ポテンシャル量④	110,463	kg/年	① × ③ ÷ 1000 × 365
汚泥中のリン量⑤	84,787	kg/年	(① - ②) × ③ ÷ 1000 × 365

5. 流総計画の見える化のイメージ

