

戦略的な水環境管理の実現に向けて

(前) 国土交通省 上下水道審議官グループ 大臣官房参事官(上下水道技術) 付 課長補佐

(現) 国土交通省 水管理・国土保全局 水資源部 水資源計画課 課長補佐

この あきひろ
紺野 晶裕

1. はじめに

これまでの下水道整備は、水域の水質環境基準の達成を目標に推進が図られ、その概成も目前に迫っているところである。一方で、公共用水域の新たなニーズの高まりや、人口減少社会、脱炭素社会などの社会情勢の変化が生じており、下水道が対応することが求められるようになっている。

これらを踏まえ、多様な評価軸から下水道事業を再評価し、地域の望ましい水環境の創出に向けた水環境管理のあり方について検討を行う必要がある。そこで、令和5年11月に戦略的な水環境管理のあり方検討会（以下、「検討会」という）を設置し、議論を進めている。本稿では、検討会

における議論の一部を紹介する。

なお、本稿は、検討会で議論中の内容を記載したものであり、現時点では制度化されていない点にご留意いただきたい。

2. 水環境を取り巻く現状と課題

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、その達成の手段として下水道整備が進められてきた。その結果、令和4年度には、汚水処理人口普及率92.9%、下水道処理人口普及率81.0%となった。また、公共用水域の水質環境基準の達成率について、項目によって状況は異なるものの、徐々に上昇傾向、もしくは、

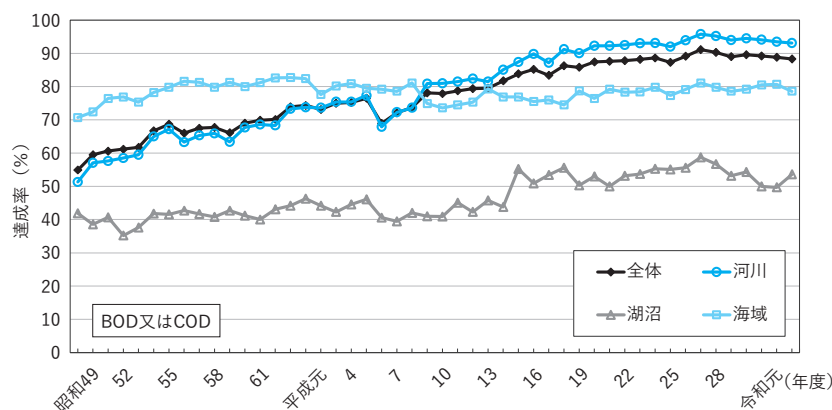


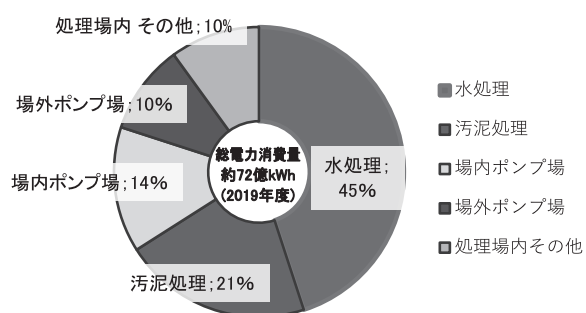
図1 水質環境基準達成率の推移

横ばいとなっている（図－1）。

一方で、生物多様性の確保および水産資源の持続的な利用の観点から「きれいな」だけでなく「豊かな」水環境を求めるニーズが高まってきている。例えば、瀬戸内海には海中の栄養塩類のバランスが損なわれ、ノリの色落ち等の被害が発生している海域が存在する。

また、脱炭素社会や循環型社会など社会情勢の変化にも対応していく必要性が生じている。下水道における温室効果ガス排出量のうち、終末処理場の運転に係る電力消費によるものが約54%、そのほか水処理の過程から排出される N_2O や CH_4 によるものが約15%を占めている。電力消費量は水処理における割合が最も大きく、全体の約45%を占めるため、水処理における電力消費量の削減が課題である（図－2）。

水処理の運転管理において、放流水質と消費エネルギーはトレードオフの関係にあるため、それらの両面を考慮して行う必要がある。省エネ機器導入の推進とともに、水環境への影響だけでなく、エネルギー消費量等も考慮した効率的な運転管理を実現する必要がある。



図－2 電力消費量内訳

また、世界的な人口増や食生活の変化を背景として化学肥料の需要が年々増大し、地球環境における窒素やリンの循環のバランスが崩れていることが問題とされている。都市の生活排水の多くを収集・処理する下水道は、窒素・リンの資源管理の観点からも、新たな役割を担うことが期待される。既に、食料安全保障の観点も相まって、下水汚泥等の肥料利用を最大限拡大していくこととし

ている。このような窒素・リンの資源管理の観点から、その回収、活用方法との関係を含めて下水処理のあり方を検討する必要がある。

3. 論点整理

検討会では論点を次のとおりまとめた。

- 論点1：地域ごとに異なる望ましい水環境の実現に向けた下水道のあり方
- 論点2：様々な社会的要請等に効果的に対応するための下水処理のあり方
- 論点3：流域全体を俯瞰した全体最適（流域管理）による下水処理のあり方
- 論点4：流域全体を俯瞰した全体最適（流域管理）を推進する計画制度等のあり方
- 論点5：戦略的な水環境管理を実現するための技術開発や知見の集積

このうち、本稿では、「栄養塩類の能動的運転管理を踏まえた計画放流水質の柔軟な運用」、「流域の全体最適に基づく合理的な処理レベルの設定」、「人口減少下における施設更新のあり方」に関する検討状況を紹介する。

4. 栄養塩類の能動的運転管理を踏まえた計画放流水質の柔軟な運用

豊かな海の実現に貢献するため、また、下水道に集められた窒素、リン資源を効果的に活用する観点から、栄養塩類である窒素、リンを季節的に増加させる運転である能動的運転管理を推進することは重要である。他方、現行の窒素、リンの下水道の放流水質基準は、汚濁負荷量の削減を目的として年間を通じた一定値（上限）となっており、栄養塩類の能動的運転管理を想定したものではない。

また、アンモニア性窒素の増加を目的とした栄養塩類の能動的運転管理では、BOD測定時に

N-BOD（アンモニア性窒素の硝化に要する酸素消費量）が上昇することによってBODが放流水質基準を超過し、予定したアンモニア性窒素の増加が見込めない場合がある。

このため、栄養塩類の能動的運転管理をさらに推進することを目的として、次の2条件に合致する終末処理場を対象に放流水質基準の制度改正を検討する必要がある。

- ① 汚濁解析にて水質環境基準に悪影響を及ぼさないことを確認した上で、流域別下水道整備総合計画（以下、「流総計画」という）に季節別処理水質を設定した終末処理場
- ② 高度処理を行い、放流水を海域に放流する終末処理場

(1) 窒素、りん

窒素、りんの放流水質の規制値について、流総計画上の季節別処理水質の設定期間に基づき、通常期（汚濁負荷量の削減のために通常の下水处理を行う期間）には放流水質の上限値を規制し、増加期（栄養塩類の増加運転を行う期間）は放流水質の平均値を規制することとする。その上で、計画放流水質は、処理施設の構造の基準となるため、水質の規制値としてより厳しい通常期の放流水質の規制値と同様の数字とする。

また、放流水質基準は、現行制度では計画放流水質を適用することになるが、増加期の放流水質基準（平均値）には計画放流水質を適用せず、増加期における流総計画上の季節別処理水質を適用することとする。なお、通常期の放流水質基準（上限値）には従来どおり計画放流水質を適用す

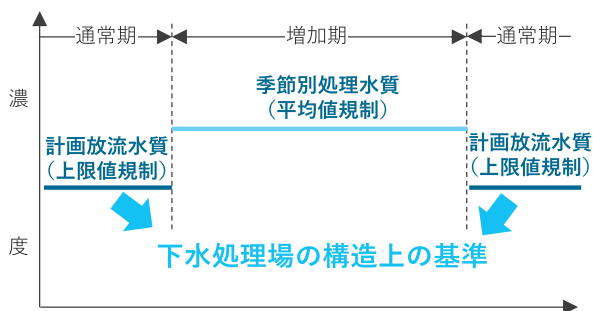


図-3 能動的運転管理の水質規制（窒素、りん）

る（図-3）。

(2) BOD

BODの放流水質の規制値について、流総計画上の季節別処理水質に基づき、通常期および増加期において放流水質の上限値を規制するが、増加期の放流水質はBODからN-BODを除く、C-BOD（硝化反応を抑制し、有機物の分解に要する酸素消費量）で評価することとする（図-4）。

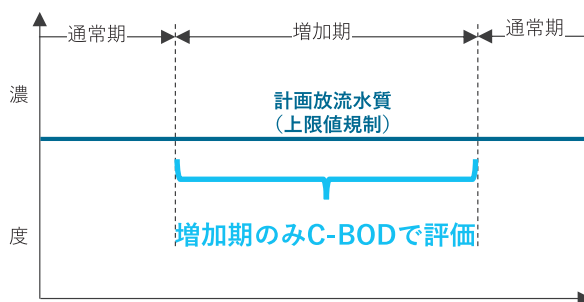


図-4 能動的運転管理の水質規制（BOD）

この制度改正案に対して、検討会の委員から次の意見が出された。

- ・増加期の放流水質をC-BODによる評価を可能となる終末処理場の対象について、将来的には二次処理を実施する終末処理場まで拡大することが望ましい。
- ・BODの放流水質基準についても、増加期は平均値規制とすることが考えられる。増加期の放流水質基準について、C-BODへの変更と平均値規制への変更の2案について公共用水域への影響を含めた妥当性の検討が望ましい。

5. 流域の全体最適に基づく合理的な処理レベルの設定

都府県が流総計画を策定する際に参照される流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説（以下、「流総指針」という）では、終末処理場の計画処理水質の決定（＝処理レベルの決定）にあたって、エネルギー効率性の観点から、終末処理場毎のエネルギー消費量を勘案することを原則とする旨が

記載されている。

他方、その具体的な方法が示されておらず、現在策定されている流総計画では、一般的に消費エネルギーが大きいとされる高度処理が、施設の規模を配慮されることなく、流域内の全ての終末処理場に一律で配置されていることが多い。

このため、水質とエネルギーの全体最適に基づき、流域内における終末処理場の処理レベルの最適配置に導く具体的な方法を標準的な方法として流総指針に記載することを検討する。この具体的な方法を次に示す。

第一に、水質環境基準を達成するケースを作成するため、流域の全ての終末処理場を高度処理とするケースを作成する。その次に、計画処理水量が小規模な終末処理場から順次、高度処理から二次処理に落としたケースを複数案作成し、各ケースにおいて水質環境基準の達成状況を確認する。

その上で、水質環境基準を達成するケースのうち、原則として、二次処理を多く含むケースを全体最適に基づく施設配置として採用する、という方法である。

全国の処理方式別のエネルギー消費量原単位の平均値を用いて、流域全体の下水処理によるエネルギー消費量を試算した場合、一般的に二次処理を多く含むケースの方がエネルギー消費量は小さくなる（図－5）。

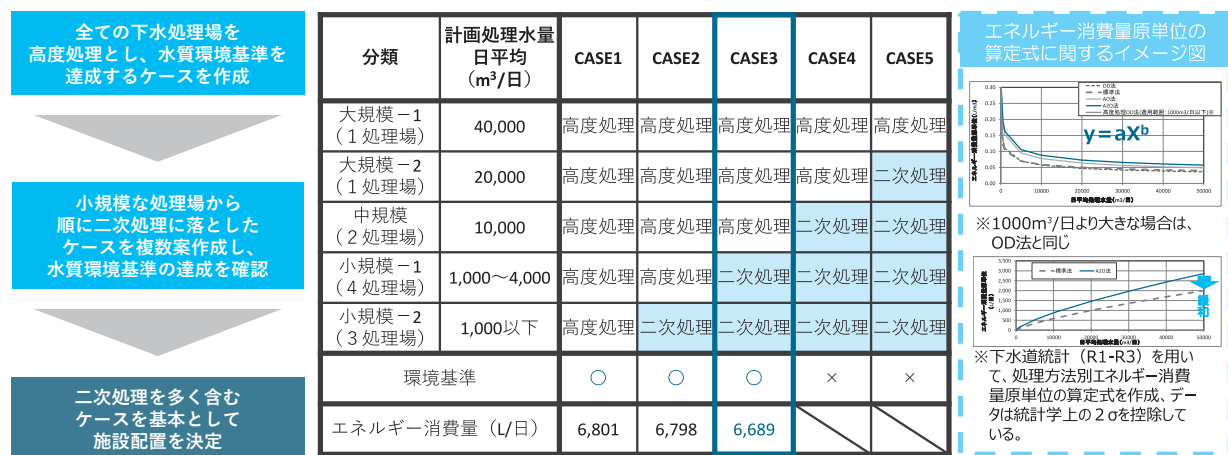
6. 人口減少下における施設更新のあり方

これまでの終末処理場の施設更新は、水質環境基準の達成のために処理レベルの向上を行うものであったため、どのタイミングで施設更新を行っても水質改善に寄与する結果となっていた。

一方で、人口減少により下水水量（汚濁負荷量）が減少するフェーズでは、終末処理場の処理レベルを下げる施設更新を行う場合もあるが、そのタイミングによっては、公共用水域の水質悪化につながる可能性がある。このため、処理レベルを下げる施設更新のあり方、また、それを実現するための流総計画のあり方を検討する必要がある。

処理レベルを下げる施設更新を実施する場合には、施設の耐用年数と施設更新による水質環境基準への影響の両方を考慮する必要があり、次の3つのケースが考えられる。

- ① 施設更新を最優先：流総計画の目標年度には環境基準を達成することを前提に途中の水質環境基準の達成状況は考慮せず、施設更新を最優先する。
 - ② 施設更新と水質環境基準に配慮：水質環境基準が現状非悪化となるように施設更新を行う。
 - ③ 水質環境基準を最優先：水質環境基準の達成を最優先して施設更新を行う。
- ②、③の水質環境基準の「現状非悪化」、もし



図－5 流域の全体最適に基づく施設配置の考え方

【施設更新を最優先】							【施設更新と水質環境基準に配慮】							【水質環境基準を最優先】						
目標年度には環境基準が達成することを前提に、施設更新を最優先する。							水質環境基準が現状非悪化となるように施設更新を行う。							水質環境基準が達成するように施設更新を行う。						
処理場名	経過年数	現況	10年後	20年後	30年後～目標年度		処理場名	経過年数	現況	10年後	20年後	30年後～目標年度		処理場名	経過年数	現況	10年後	20年後	30年後～目標年度	
A 処理場	70年	高度処理	二次処理	二次処理	二次処理	二次処理	A 処理場	70年	高度処理	二次処理	二次処理	二次処理	二次処理	A 処理場	70年	高度処理	高度処理	高度処理	高度処理	二次処理
B 処理場	60年	高度処理	高度処理	二次処理	二次処理	二次処理	B 処理場	60年	高度処理	高度処理	高度処理	高度処理	二次処理	B 処理場	60年	高度処理	高度処理	高度処理	高度処理	二次処理
C 処理場	50年	高度処理	高度処理	高度処理	二次処理	二次処理	C 処理場	50年	高度処理	高度処理	高度処理	二次処理	二次処理	C 処理場	50年	高度処理	高度処理	高度処理	二次処理	二次処理
D 処理場	10年	高度処理	高度処理	高度処理	高度処理	二次処理	D 処理場	10年	高度処理	高度処理	高度処理	高度処理	二次処理	D 処理場	10年	高度処理	高度処理	高度処理	高度処理	二次処理
水質環境基準	×未達	△未達 現状非悪化	×未達 悪化	×未達 悪化	○達成		水質環境基準	×未達	△未達 現状非悪化	△未達 現状非悪化	△未達 現状非悪化	○達成		水質環境基準	×未達	○達成	○達成	○達成	○達成	○達成

流総計画策定時に汚濁解析で確認。途中年次の計画処理水質も流総計画に位置付け。

図－6 施設更新の考え方

くは「達成」を要件とする場合には、計画途中の年次の計画処理水質も流総計画に位置付ける必要がある（図－6）。

これに関して、検討会の委員から次の意見が挙げられた。

- ・ 水質環境基準の未達成を前提とした施設更新は、従来の下水道整備の考え方と齟齬が生じるものであり、水質環境基準の達成を前提とした施設更新は不可欠である。
- ・ 施設更新は長期的な視点が重要であり、短期的な視点で施設更新を実施した場合には過剰な施設が導入される可能性があることに留意が必要である。
- ・ 施設更新の方法として、高度処理と二次処理の二元論ではなく、部分改造や運用の変更も含めて検討する必要がある。

- ・ 施設更新の考え方を示した上で、下水道管理者が柔軟に方法を選択できるようにすることが重要である。

7. おわりに

戦略的な水環境管理とは、公共用水域の新たなニーズの高まり、人口減少社会、脱炭素社会などの社会情勢の変化を踏まえ、下水道管理者が、持続的発展が可能な水環境の創出に貢献するため、流域関係者と連携して下水道施策を実行することを指す。

現在、下水道施策は大きな転換期を迎えていると認識しており、引き続き、戦略的な水環境管理の実現に向けて尽力してまいりたい。