

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

流域別下水道整備総合計画と計画処理水質

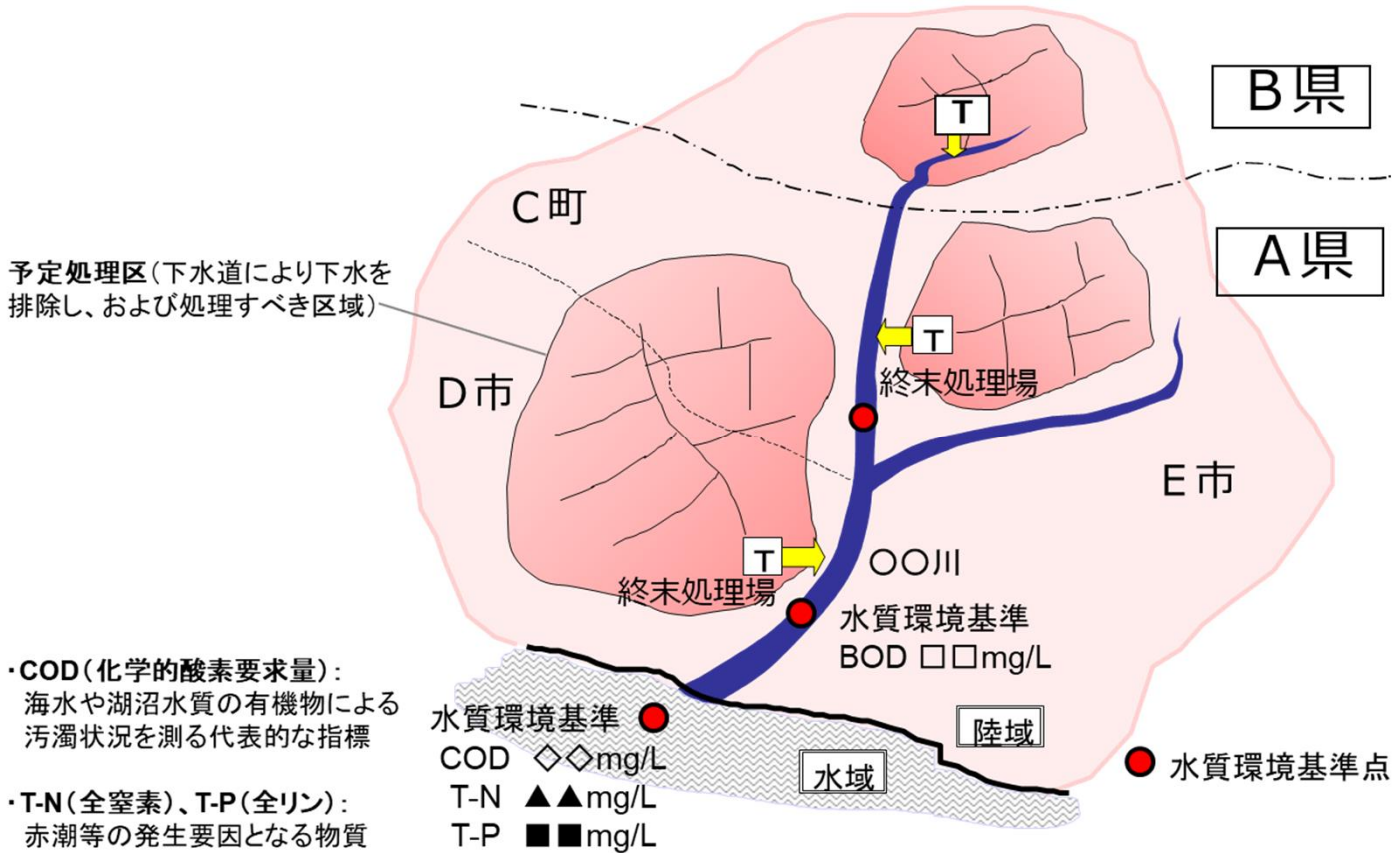
- 流域別下水道整備総合計画は、公共用水域の水質環境基準を達成・維持するため、当該流域全域にわたって下水道の整備を最も効果的に実施するための総合的な計画であり、流域内における下水道の処理区域や根幹的施設の配置、下水道整備事業の実施の順位等を定めることとしている。
- 計画処理水質は、将来人口の想定年度における下水道の終末処理場での放流水の年間平均処理水質であり、下水道整備とそれ以外の汚濁負荷対策を併せて実施した場合に、対象水域の将来水質が水質環境基準を達成することができるように流総計画に定めなければならないとなっている。

【流域別下水道整備総合計画に定める事項】

- 一 下水道の整備に関する基本方針
- 二 下水道により下水を排除，処理すべき区域
- 三 下水道の根幹的施設の配置，構造および能力
- 四 下水道の整備事業の実施の順位
- 五 下水道の終末処理場から放流される下水の窒素又は燐の削減目標量及び削減方法（全窒素又は全燐の水質環境基準が定められた水域のみ）

【流域計画（指針）に定める計画処理水質】

- 計画処理水質は、将来人口の想定年度における**下水道の終末処理場での放流水の年間平均処理水質**をいう。
- 下水道整備とそれ以外の汚濁負荷対策をあわせて実施した場合に、対象水域の将来水質が水質環境基準を達成することができるように定める。
- 計画一日平均流入下水量を決定し、終末処理場からの放流水質を一律に低下させた場合に、流総計画の対象水域に定められたすべての水質環境基準を達成するような水質を、当該流域内の終末処理場の整備目標として決定する。
- 計画処理水質の決定にあたっては、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。



【流域別下水道整備総合計画 概念図】

計画処理水質と計画放流水質(T-N及びT-P)

○流総計画において設定しているT-N、T-Pの計画処理水質は年間を通しての放流水質の平均値（年間平均値）が満たすべき数値であるのに対し、計画放流水質は一日たりとも超えてはならない数値であるため、流総計画と整合した計画放流水質の設定について、全国の下水处理場における1年間の放流水質データを処理方式毎に統計的に分析し、基本的な考え方がまとめられている。

■計画放流水質のポイント

- ・放流水質基準にも適用されることから、最大値(日間平均の年間最大値)により設定。
- ・放流先別に目標とする放流水質を分けて考える必要がある水質項目はBOD、T-N、T-Pの3項目。
- ・水処理施設の構造の前提として事業計画に位置付けられる。

①標準的な手法

[計画放流水質]

$$= \left[(\mu + 2\sigma) / \mu \right] \times [\text{計画処理水質 (流総計画)}]$$

※ μ : 平均値、 σ : 標準偏差

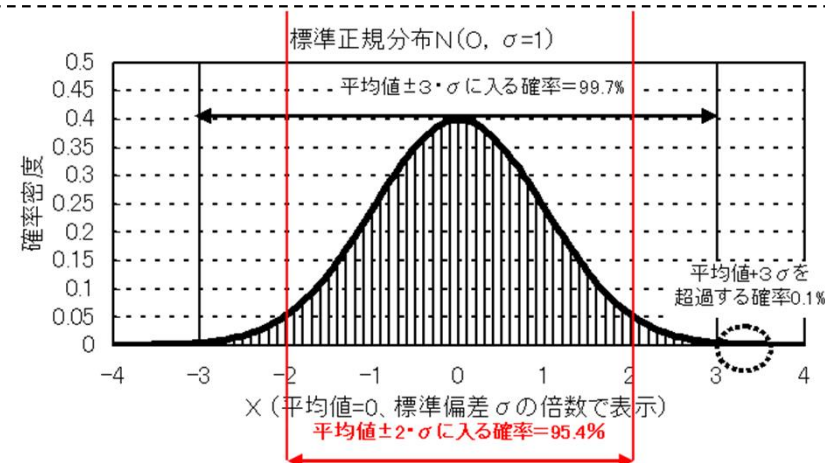
※ 正規分布を採用する場合は $\left[(\mu + 3\sigma) / \mu \right]$ としてもよい。

②標準換算係数

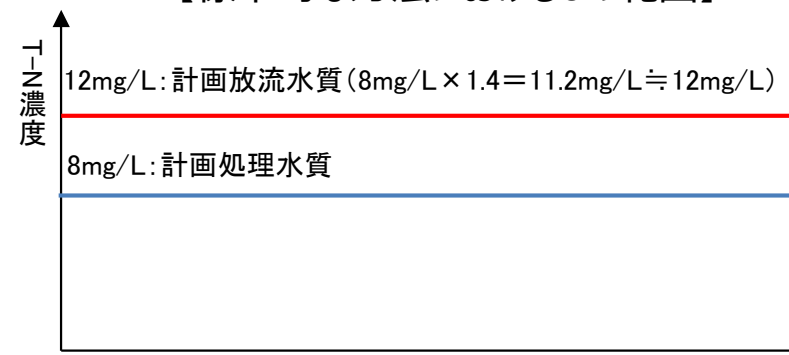
処理方法、流入水量、流入水質が同等の下水处理場がない場合、もしくは、同等の処理場はあるものの、実績の放流水質データが対数正規分布（もしくは正規分布）に適合しないなど信頼性に乏しい場合に限り、以下に提示する標準換算係数を用いてもよい。

$$\text{T-N : } [\text{計画放流水質}] = 1.4(1.3 \sim 1.5) \times [\text{計画処理水質 (流総計画)}]$$

$$\text{T-P : } [\text{計画放流水質}] = 2.6(1.8 \sim 3.4) \times [\text{計画処理水質 (流総計画)}]$$



【標準的な方法における σ の範囲】



【計画処理水質と計画放流水質の関係性（例）】

【背景】瀬戸内海環境保全特別措置法改正による栄養塩類管理制度の創設

- 令和3年の瀬戸内海環境保全特別措置法の改正により、関係府県知事が栄養塩類管理計画を策定することで、**水質汚濁防止法に基づく総量規制の適用が除外され、特定の海域への栄養塩類の供給が可能となる栄養塩類管理制度が創設された。**

兵庫県栄養塩類管理計画

- 対象海域：漁業利用があり、全窒素濃度が県条例に基づく下限値を下回るおそれのある水域
○対象物質：全窒素及び全りん

①～④の条件全てに適合する5工場（1～5）、28下水処理場（6～33）を選定

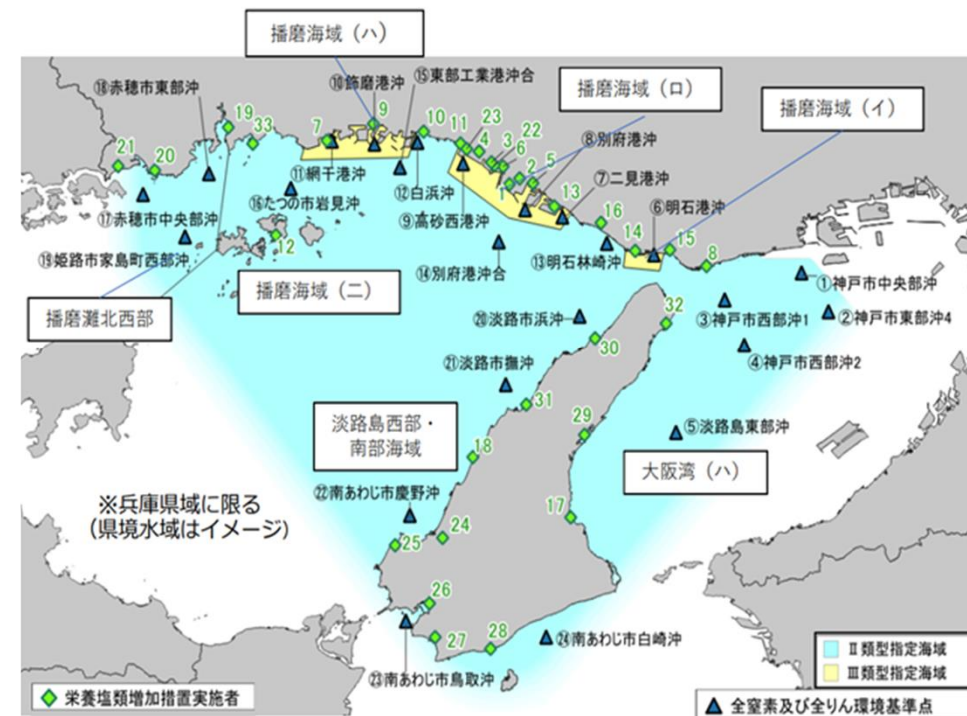
栄養塩類増加措置実施者選定の条件

- ①総量規制対象の工場・事業場
②有害物質が増加しない
③生活環境悪化のおそれがない
④栄養塩類供給量の調節が可能

表2 栄養塩類増加措置実施者

1 加古川市 株神戸製鋼所加古川製鉄所	12 姫路市 家島浄化センター	23 高砂市 伊保浄化センター
2 加古川市 関西熱化学株加古川工場	13 明石市 二見浄化センター	24 南あわじ市 松帆・湊浄化センター
3 高砂市 株カネカ高砂工業所	14 明石市 船上浄化センター	25 南あわじ市 津井浄化センター
4 高砂市 サントリープロダクツ株高砂工場	15 明石市 朝霧浄化センター	26 南あわじ市 福良浄化センター
5 播磨町 多木化学株本社工場	16 明石市 大久保浄化センター	27 南あわじ市 阿万浄化センター
6 加古川市 兵庫県加古川下流浄化センター	17 洲本市 洲本環境センター	28 南あわじ市 灘浄化センター
7 姫路市 兵庫県揖保川浄化センター	18 洲本市 五色浄化センター	29 淡路市 津名浄化センター
8 神戸市 垂水処理場	19 相生市 相生下水管理センター	30 淡路市 北淡浄化センター
9 姫路市 中部析水苑	20 赤穂市 赤穂下水管理センター	31 淡路市 一宮浄化センター
10 姫路市 東部析水苑	21 赤穂市 福浦下水処理場	32 淡路市 淡路・東浦浄化センター
11 姫路市 大の析水苑	22 高砂市 高砂浄化センター	33 たつの市 室津浄化センター

※栄養塩類増加措置実施方法：1は生産工程の一部変更、2～33は汚水等の処理方法の変更（当面、栄養塩類増加措置は全窒素のみとする。）



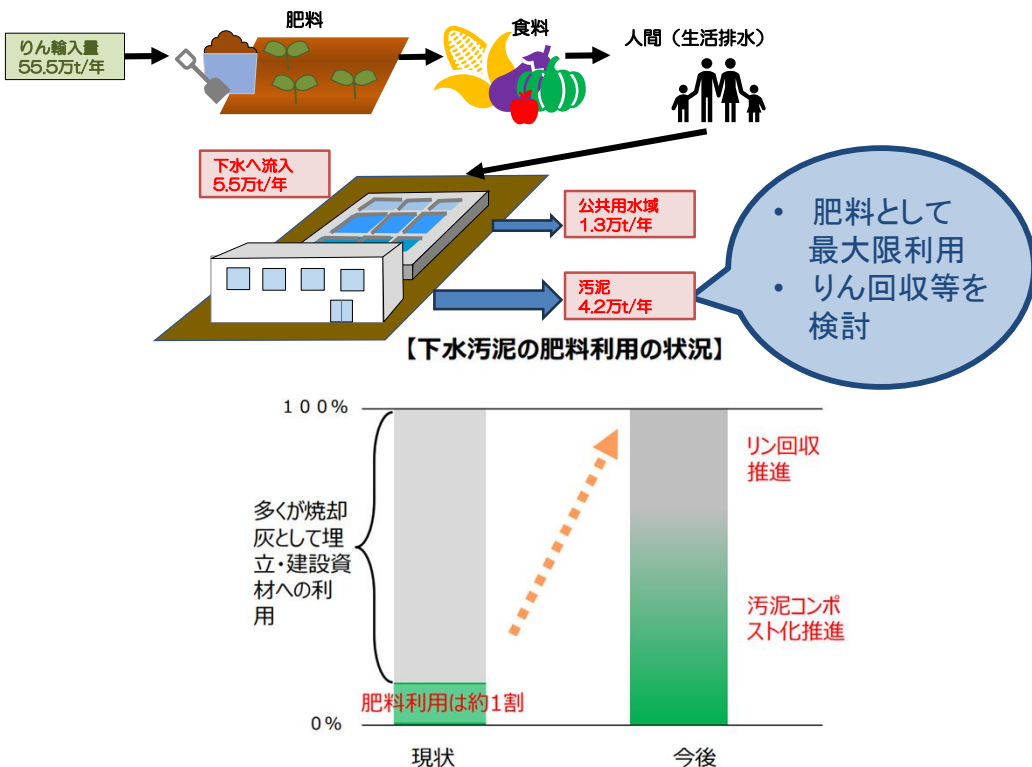
栄養塩類管理計画の対象海域、栄養塩類増加措置実施者、対象物質の測定地点

出典：兵庫県栄養塩類管理計画

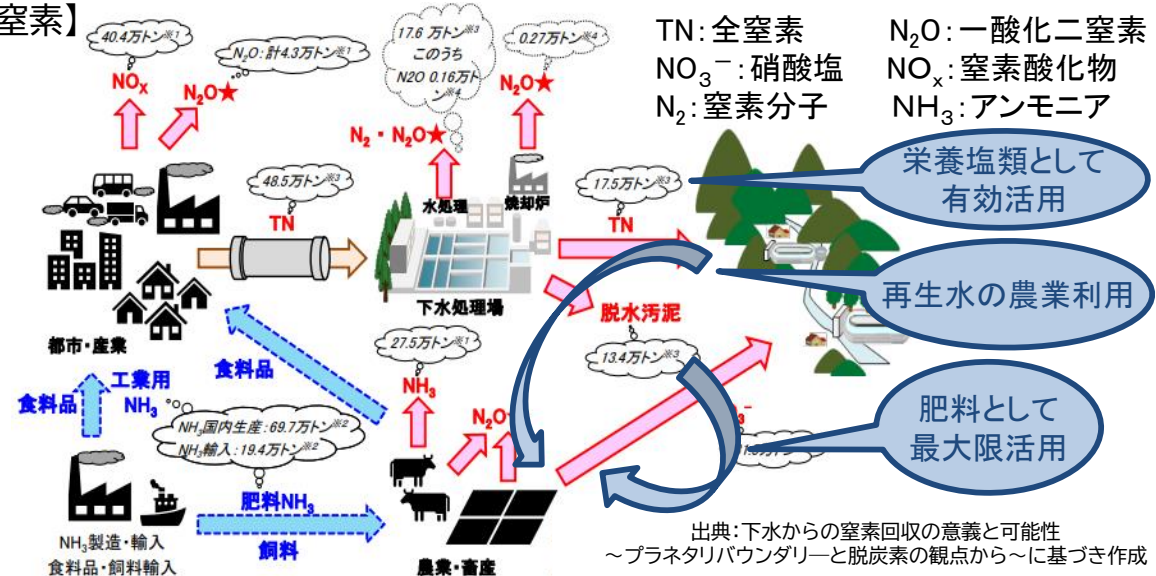
【背景】窒素・リンの資源管理における下水道の役割

- 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・処理する下水道が、窒素・リンの資源管理の観点から役割を担うことが期待される。

【リン】



【窒素】



下水からアンモニア回収時の課題

- 既往アンモニア製品に比べて、処理場から回収したアンモニアガス中には、硫黄などの不純物が多い。
- 原水濃度が変動するため、アンモニアガスのアンモニア濃度が安定しない。
- 全国の下水处理場（消化ろ液）でアンモニアを全量回収した場合、海外からの輸入量（約20万t/年、2015年）の約6%相当であるが、既存技術では、性状管理等の手間、製品化や運搬コストを勘案すると回収が困難。

対応方針

- 【りん】発生汚泥等の処理を行うに当たっては、肥料としての利用を最優先し、最大限の利用を行う。焼却処理や燃料化を行う場合も、焼却灰や炭化汚泥の肥料利用、汚泥処理過程でのりん回収等を検討する。**栄養塩類の能動的運転管理を普及することにより海域における栄養塩類として活用**することを推進する。
- 【窒素】下水汚泥に回収された窒素の肥料利用等を推進するとともに、**栄養塩類の能動的運転管理を普及することにより海域における栄養塩類として活用**することを推進する。

第2回検討会での議論

当方説明	栄養塩類の能動的運転管理のため、季節別の放流水質基準の設定が必要か？	栄養塩類の能動的運転管理のための有機物汚濁指標の設定が必要か？
委員意見	✓ 今回の資料では、<u>下水処理場と栄養塩管理を行う海域の話に終始しており、間をつなぐ河川の話が無い</u>。処理水を直接海域に放流する場合と、河川を経由する場合、上流での放流か、河口付近での放流かどうかや、水道水源との関係によっても放流水質の条件は異なる点を考慮する必要がある。 ✓ <u>放流水のアンモニア濃度管理は下水処理において重要であるが、一律での基準等ではなく、下水処理場と放流先、生態系への影響など、それぞれの状況から議論したうえで決定する必要がある。</u> ✓ <u>栄養塩類の能動的運転管理を行ううえで上限の規制値に近づける運転は困難であり、日間平均から週単位での平均の上限値を設定するなどがあれば、運転管理の上でメリットがある。</u> ✓ <u>放流水質基準の変更のために、制度上の何を変更する必要があるのか、その難易度についての説明が必要。</u>	✓ 栄養塩類の能動的運転管理の実施に際し、<u>窒素の上昇に応じてBODやCODが増加してしまうことが課題</u>。BODを超過しない範囲で窒素供給量を上げているのが現状。 ✓ <u>各指標の本来の意味に対する説明が不十分</u>。例えばBODであれば、テムズ川を河口まで流れる間に酸素欠乏が生じないようにするにはどうしたら良いかという観点で始まった指標だと理解している。<u>酸素消費という観点では、有機物であろうとアンモニアであろうと酸素が消費されることには変わりない</u>。放流先での酸素消費をどうコントロールするかを考えることが重要。 ✓ <u>特殊なケースを対象としてBODの指標変更を検討しているのであれば、誤解の無いように対象を明確にして議論を進めること。</u>

栄養塩類の能動的運転管理における計画放流水質の課題

- 水質改善を前提とした計画放流水質（放流水質基準に適用）は、年間を通じた一定値（上限）であり、水質を季節別に増加させる栄養塩類の能動的運転管理を想定したものとなっていない。
- 瀬戸内海環境保全特別措置法の改正により、栄養塩類管理計画を策定することで、水質汚濁防止法に基づく総量規制の適用が除外されることを踏まえ、下水道の計画放流水質の緩和制度の検討が必要。

栄養塩管理制度 （令和3年瀬戸内法改正）

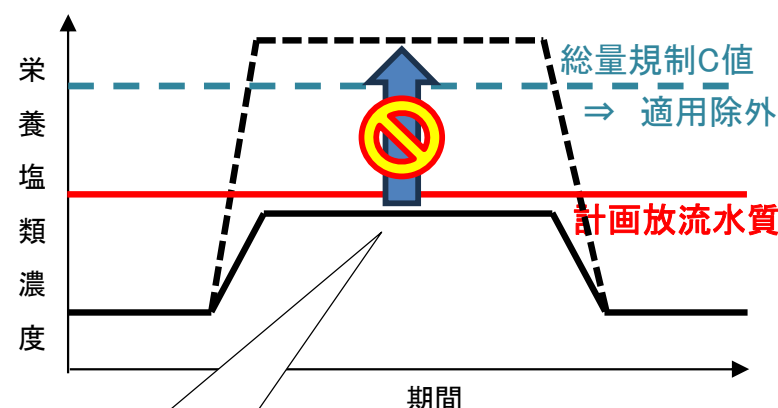
関係府県知事が策定する栄養塩類管理計画に基づき、水質汚濁防止法に基づく総量規制の適用を除外。



下水道の計画放流水質

年間を通じた一定値（上限）。
上限値（窒素：20mg/L、りん：3mg/L）あり。

➡ **計画放流水質の柔軟な設定を可能とする制度改正が必要**



総量規制の適用が除外されると、下水道の計画放流水質が能動的運転管理の支障となる可能性がある。

栄養塩類の能動的運転管理を踏まえた放流水質基準に対する自治体意見

- ✓ 下水道管理者として放流水質を守る立場としては、豊かな海の再生目的に合う水質基準の大幅な緩和で下水道部局が管理運転しやすい状況としてほしい。
- ✓ 放流水の水質基準順守と栄養塩類管理運転という、いわばブレーキとアクセルの同時操作の要請に対し、法令がまだ追いついていないと思われる。
- ✓ 仮に放流水質の緩和が認められる場合であっても、下水道法施行令により、T-Nの計画放流水質20mg/L以下（日平均値）が定められており、これを超えることはできないと考えている。

季節別の計画放流水質の創設

○栄養塩類の能動的運転管理を推進するため、**季節別の計画放流水質の設定を可能とする制度改正**を行う。

制度改正の概要（季節別の計画放流水質の創設）

【内容】

現行制度において年間を通じた一定値（上限）である計画放流水質（窒素・りん）について、
条件を満たす下水処理場においては、

- ①季節別の計画放流水質の設定を可能とし、
- ②省令第四条の二第一項第一号に定める上限値（窒素：20mg/L、りん：3mg/L）を超えた計画放流水質の設定も可能とする。

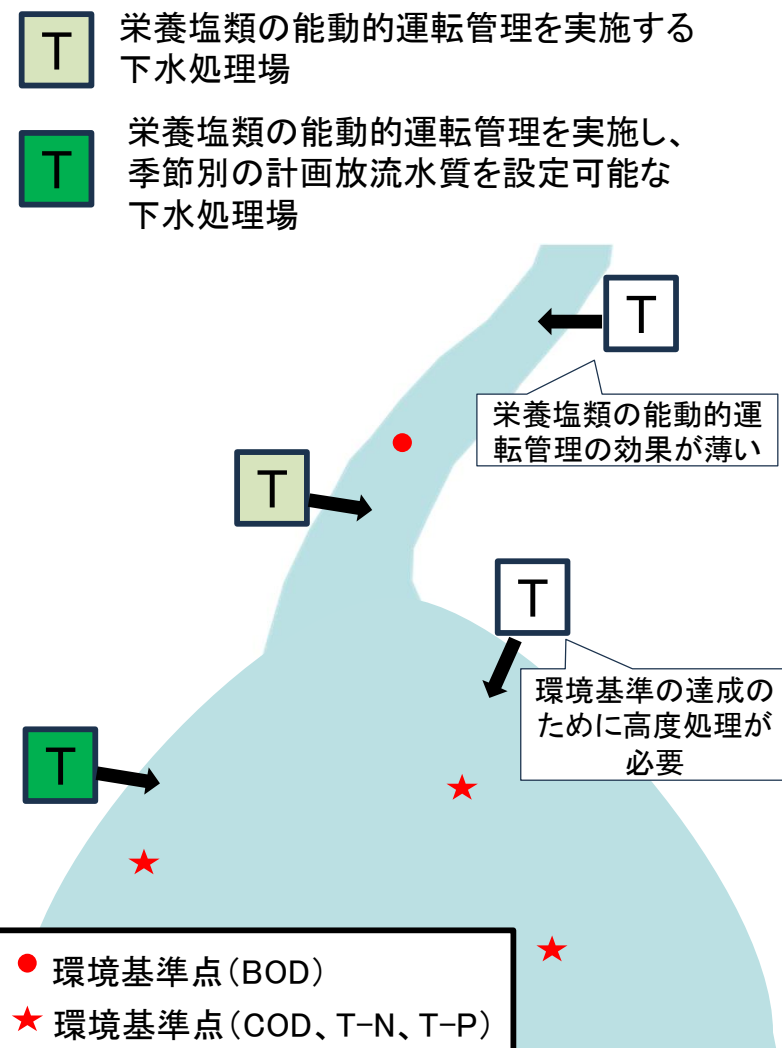
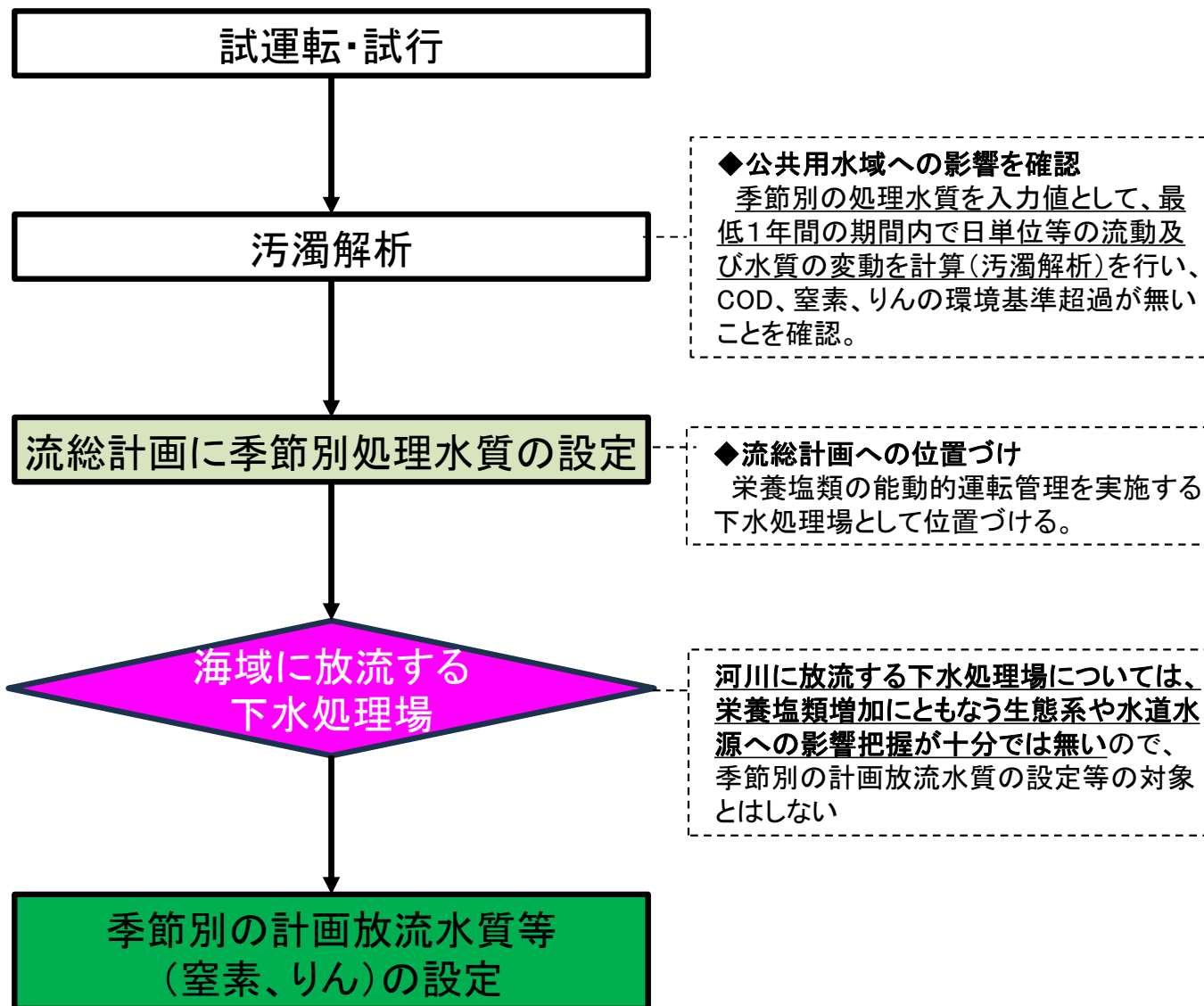
【適用する下水処理場の条件】

『季節別の処理水質を流総計画に設定した下水処理場』 かつ 『海域に放流する下水処理場』

「河川に放流する下水処理場」については、栄養塩類増加にともなう生態系や水道水源への影響把握が十分では無いので、季節別の計画放流水質の設定等の対象とはしない。

季節別の計画放流水質の設定イメージ

- 汚濁解析で公共用水域の水質に影響がないことを確認した上で、季節別の処理水質を流総計画に設定した下水処理場で、かつ、海域に放流する下水処理場において、季節別の計画放流水質を設定可能とする。



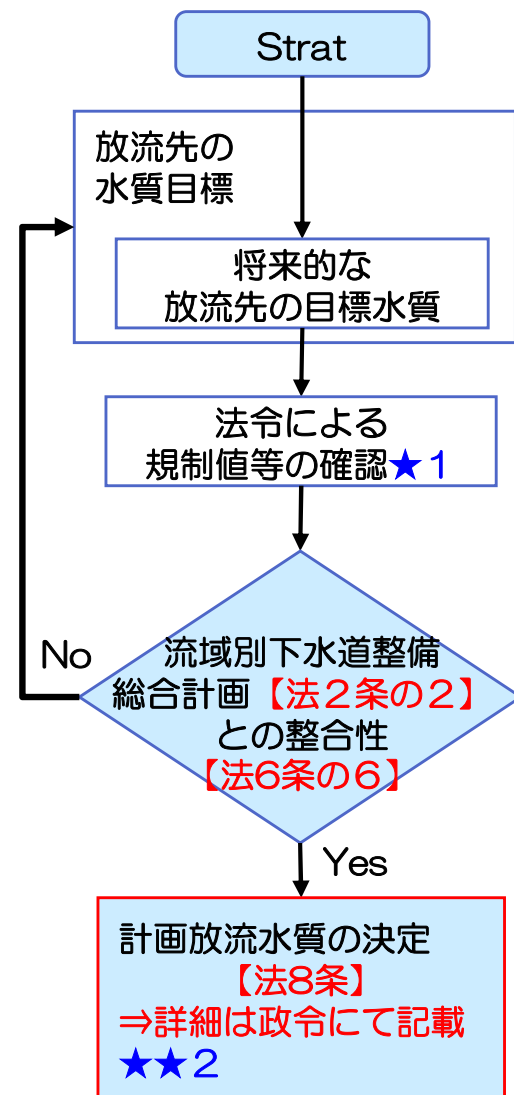
【季節別の計画放流水質の設定可能な下水処理場の流域イメージ図】

栄養塩類の能動的運転管理における水質規制の考え方

【適用する下水処理場の条件】『季節別の処理水質を流総計画に設定した下水処理場』かつ『海域に放流する下水処理場』

項目	現行	案①	案②
対応案	現行制度内で高度処理施設に季節別の処理水質を設定する場合。 (計画処理水質(年間平均値)に基づき、計画放流水質(上限値)を設定)	季節別の計画放流水質を設定可能とする。 (季節別の処理水質(期間平均値)に基づき、季節別の計画放流水質(上限値)を設定)	通常期は季節別の計画放流水質を、増加期は季節別の処理水質(期間平均値)を放流水質基準とする。 (通常期は季節別の処理水質(期間平均値)に基づき、季節別の計画放流水質(上限値)を設定し、増加期は季節別の処理水質(期間平均値)で管理)
イメージ図			
メリット	現行制度内で実施。	現行の水質規制制度に比較的準拠した変更。	・上限規制値を気にすることなく、計画通りの栄養塩類の増加が見込める。 ・季節別の計画放流水質(通常期)を構造上の基準と整理できる。
デメリット	・計画放流水質の設定に上限値(窒素:20mg/L、りん:3mg/L)があるため、増加期に必要な栄養塩類の増加ができない。 ・計画放流水質を超えない運転となるため、増加期に設定した季節別の処理水質より低い濃度で放流しなければならない可能性がある。	・上限値規制であるため安全側(濃度の低い)の運転となり、計画通りの栄養塩類の増加が見込めない可能性がある。 ・季節別の計画放流水質と構造上の基準との整合性について整理が必要。	・期間平均値の管理に変更となるため運転管理の検証が必要。 (・下水管理者が任意に設定でき、構造上の基準に準拠しない放流水質基準は現行の下水道法には無い概念)
制度改正の内容	—	■ 季節別の計画放流水質の設定 ■ 計画放流水質の設定の上限値を撤廃	■ 季節別の計画放流水質の設定 ■ 増加期においては、季節別の処理水質を放流水質基準として設定

(参考)放流水質基準の法的位置づけ



★1【下水道法施行規則4条の2】計画放流水質

- 一 放流水の水量及び下水の放流先の河川その他の公共の水域又は海域の水量又は水質を勘案し、放流が許容される生物化学的酸素要求量、窒素含有量又はリン含有量を科学的方法を用いて算出した数値(次の表の上欄に掲げる項目について算出した数値が、同表の下欄に掲げる数値を超える場合にあっては、同欄に掲げる数値)を計画放流水質として定めること(※)。

【BOD:15mg/L 窒素:20mg/L、リン:3mg/L】

- 二 当該地域に関し流域別下水道整備総合計画が定められている場合においては、これと整合性のとれたものであること。

★★2【政令6条(抜粋)】

法第八条に規定する政令で定める公共下水道又は流域下水道からの放流水の水質の技術上の基準は、雨水の影響の少ない時において、次の各号に掲げる項目について、それぞれ当該各号に定める数値とする。

- 一 水素イオン濃度 水素指数五・八以上八・六以下
- 二 大腸菌群数 一立方センチメートルにつき三千個以下
- 三 浮遊物質 一リットルにつき四十ミリグラム以下

四 生物化学的酸素要求量、窒素含有量及びリン含有量 第五条の五第二項に規定する計画放流水質に適合する数値

- 3 水質汚濁防止法(昭和四十五年法律第百三十八号)第三条第一項の規定による環境省令により、又は同条第三項の規定による条例その他の条例により、第一項各号に掲げる項目について同項各号に定める基準より厳しい排水基準が定められ、又は同項各号に掲げる項目以外の項目についても排水基準が定められている放流水については、同項の規定にかかわらず、その排水基準を当該項目に係る水質の基準とする。

【政令5条の5】処理施設の構造の技術上の基準(抜粋)

- 一 水処理施設(汚泥以外の下水を処理する処理施設をいう。以下同じ。)は、第六条第一項第一号から第三号までに掲げる放流水の水質の技術上の基準に適合するよう下水を処理する性能を有する構造とすること。
- 二 前号に定めるもののほか、水処理施設は、次の表に掲げる計画放流水質の区分に応じて、それぞれ同表に掲げる方法(当該方法と同程度以上に下水を処理することができる方を含む。)により下水を処理する構造とすること。

2 前項第二号の「計画放流水質」とは、放流水が適合(※)すべき生物化学的酸素要求量、窒素含有量又はリン含有量に係る水質であつて、下水の放流先の河川その他の公共の水域又は海域の状況等を考慮して、国土交通省令で定めるところにより、公共下水道 管理者又は流域下水道管理者が定めるものをいう。

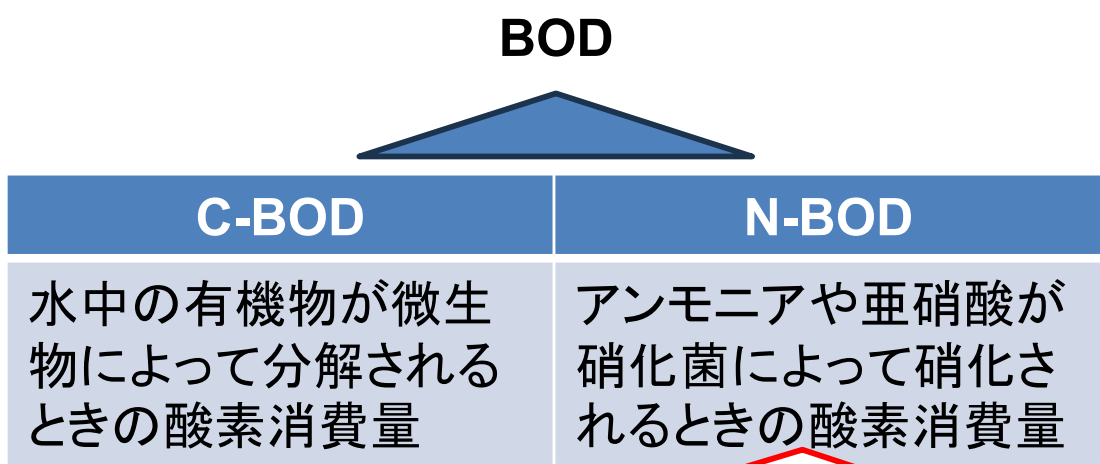
※下水道法施行令の一部を改正する政令等の施行について(H16.3.29 国都下企第74号)

・「適合」とは、放流水の水質の日間平均値の年間を通じての最大値が計画放流水質を超えないことである

・計画放流水質は、生物化学的酸素要求量については必ず定める必要があるが、窒素含有量及びリン含有量については下水の放流先の状況等を考慮して必要に応じ定めることとした。

栄養塩類の能動的運転管理等における有機物汚濁指標のあり方

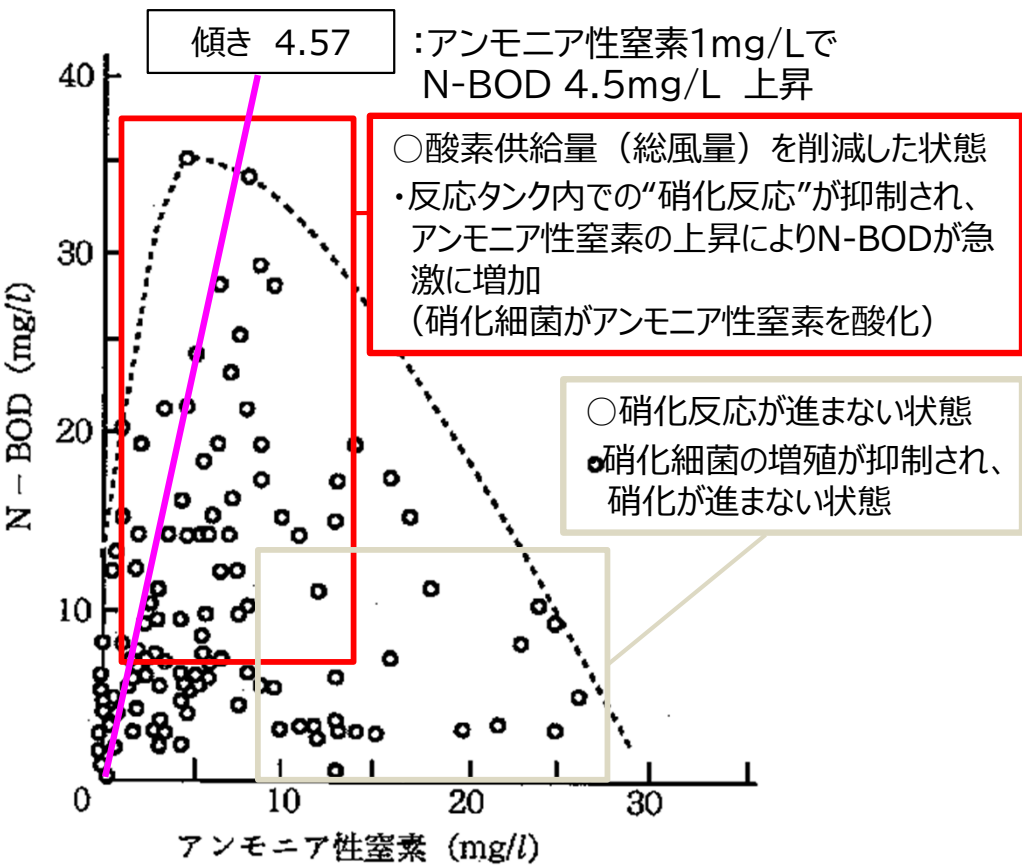
○**栄養塩類の能動的運転管理**では、処理水中にアンモニア性窒素と硝化細菌が同時に残留することから、**BODの測定時に残留したアンモニア性窒素の酸化（N-BOD）**により、**BODが上昇する傾向**にあり、アンモニア性窒素の増加を目的とした**栄養塩類の能動的運転管理（硝化抑制）の支障**となっている状況にある。



栄養塩類の能動的運転管理により窒素を増加する運転を行った場合に、N-BODの上昇によりBODの計画放流水質15mg/Lが超過してしまい、計画した窒素増加が見込めない場合がある。

自治体の主な意見

- ・アンモニア性窒素の上昇によりN-BODが上昇するため、BOD上限値が緩和されると、計画放流水質の遵守に余裕ができるため、栄養塩類の能動的運転管理が行いやすくなる。
- ・BOD15mg/L超過により栄養塩管理運転の中断を余儀なくされる。



【処理水のアンモニア性窒素濃度とN-BODの関係例】

出典：下水道施設計画・設計指針と解説-2001版-【後編】p.20

対応方針

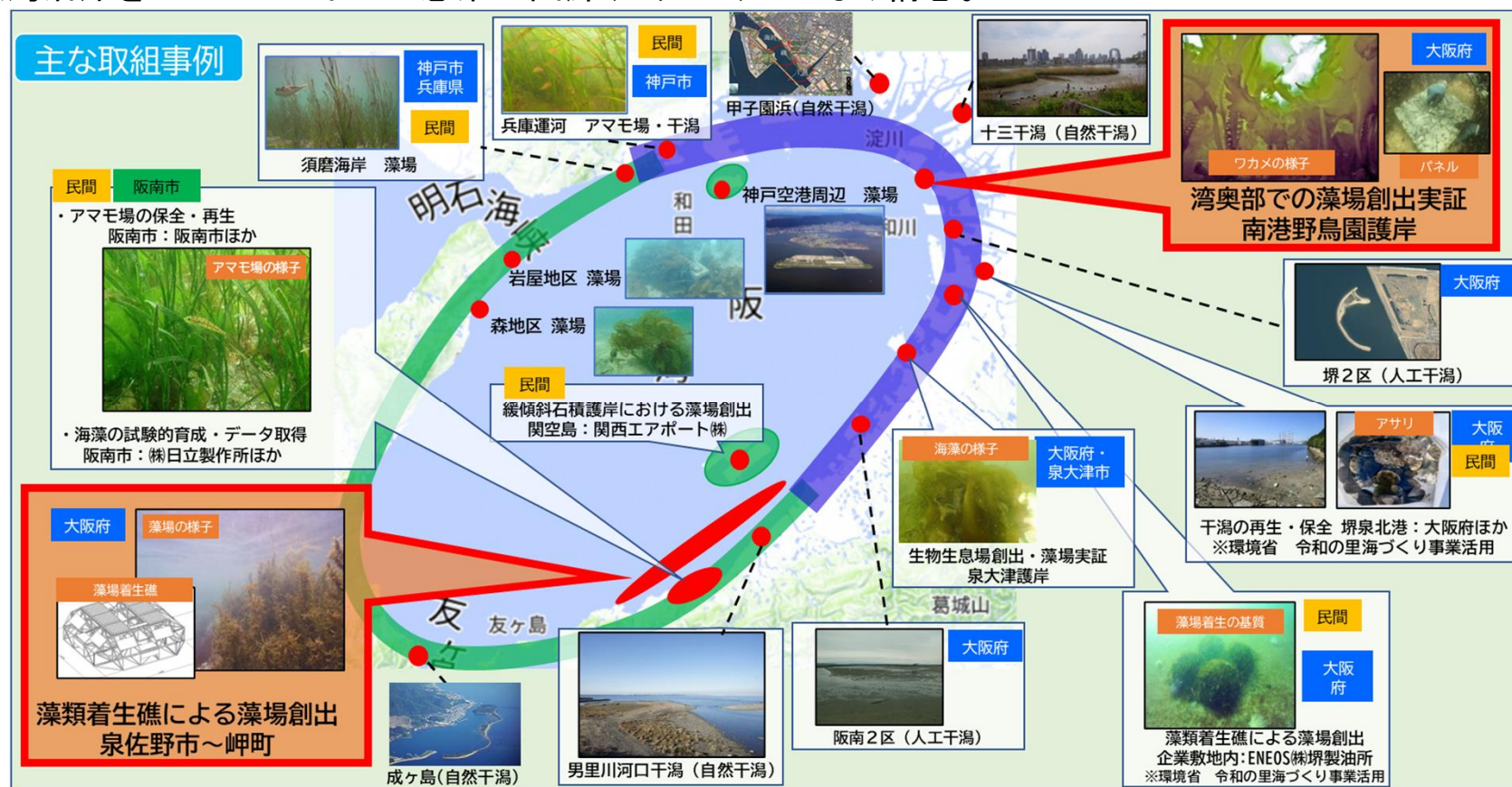
流総計画に季節別の処理水質を設定した処理場、かつ、海域に放流する処理場について、流総計画で水質環境基準に影響が無いと確認された場合には、BOD指標をC-BODに変更することを検討する。引き続き、適切な有機物汚濁指標について関係機関と検討を進める。

栄養塩類の能動的運転管理によるブルーカーボンへの貢献の可能性

○栄養塩類の能動的運転管理は、ブルーカーボンを隔離・貯留する海洋生態系である藻場・干潟の創出・保全・再生に寄与する可能性があるが、既存の取組と連携しながら下水放流水と藻場・干潟の形成との関係性を明らかにする必要がある。

大阪湾MOBAリンク構想の推進

大阪湾におけるブルーカーボン生態系(藻場・干潟)のミッシングリンクとなっている 湾奥部(貝塚市～神戸市東部)における創出や、湾南部や西部における保全・再生を 大阪・関西万博を契機として、民間企業や地域団体等と連携して加速化することにより、大阪湾沿岸をブルーカーボン生態系の回廊(コリドー)でつなぐ構想。



対応方針

下水処理場における運転管理等による脱炭素効果の算定手法について、調査検討や研究等の情報収集に努める。