資料2－1

下水道機能の質的向上に関する取り組み

～良好な水環境への改善に向けた取組～

・高度処理の現状と課題
・今後の施策のあり方
・目　標
・具体的施策

・合流式下水道改善の現状と課題
・今後の施策のあり方
・目　標
・具体的な施策

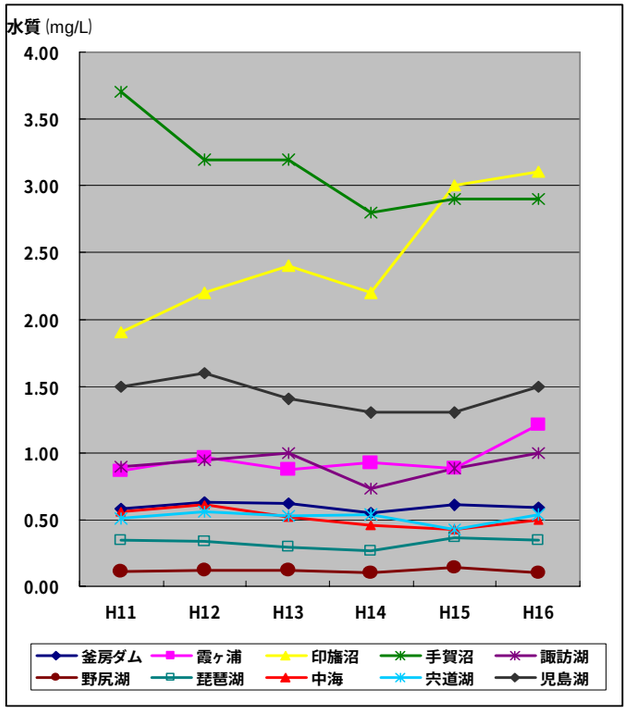
・指　標　　～良好な水環境への改善～

高度処理の現状と課題　～湖沼における水環境～

・湖沼水質保全特別措置法で特に水質保全対策を総合的に講ずる必要があるとして国で指定されている１０湖沼（指定湖沼）では、水質改善が進まず、殆どの水域で窒素又は燐の水質環境基準が未達成。
・水道水源となっている指定湖沼では、窒素・燐の汚濁負荷の流入により富栄養化が進み、プランクトン増殖に起因する異臭味被害やアオコの発生による水質障害が頻発し、給水人口約４５０万人に影響。

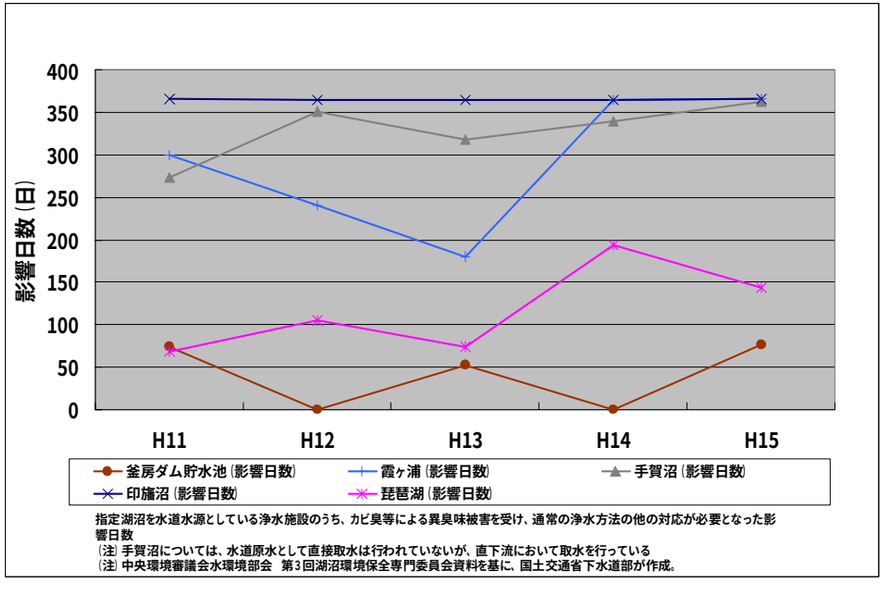
１０指定湖沼の水質経年変化（全窒素）

近年の水質変化は横這い



※平成１６年度公共用水域水質測定結果に基づき、国土交通省下水道部が作成

指定湖沼を水道水源とする水道事業体における異臭味被害の状況



指定湖沼を水道水源としている浄水施設のうち、カビ臭等による異臭味被害を受け、通常の浄水方法の他の対応が必要となった影響日数
（注）手賀沼については、水道原水として直接取水は行われていないが、直下流において取水を行っている
（注）中央環境審議会水環境部会　第３回湖沼環境保全専門委員会資料を基に、国土交通省下水道部が作成。

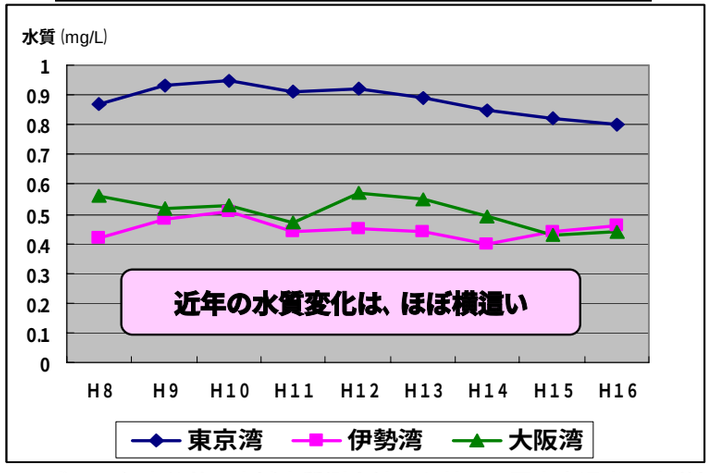
アオコの発生状況（霞ヶ浦）

※出典：国土交通省関東地方整備局 霞ヶ浦河川事務所ＨＰ

高度処理の現状と課題　～海域における水環境～

・三大湾等の閉鎖性海域では、依然として水質改善が進んでいない。
・流入する窒素・燐負荷に起因する富栄養化によって、特に沿岸域で、赤潮・青潮が頻発し、水産業、生態系、景観への影響が生じており、海洋レクリエーションや観光などへの影響も懸念。

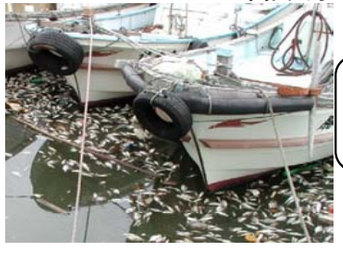
三大湾の水質経年変化（全窒素）



※平成１６年度公共用水域水質測定結果を基に、国土交通省下水道部が作成

赤潮・青潮の発生状況（東京湾）

※出典：海上保安庁HP

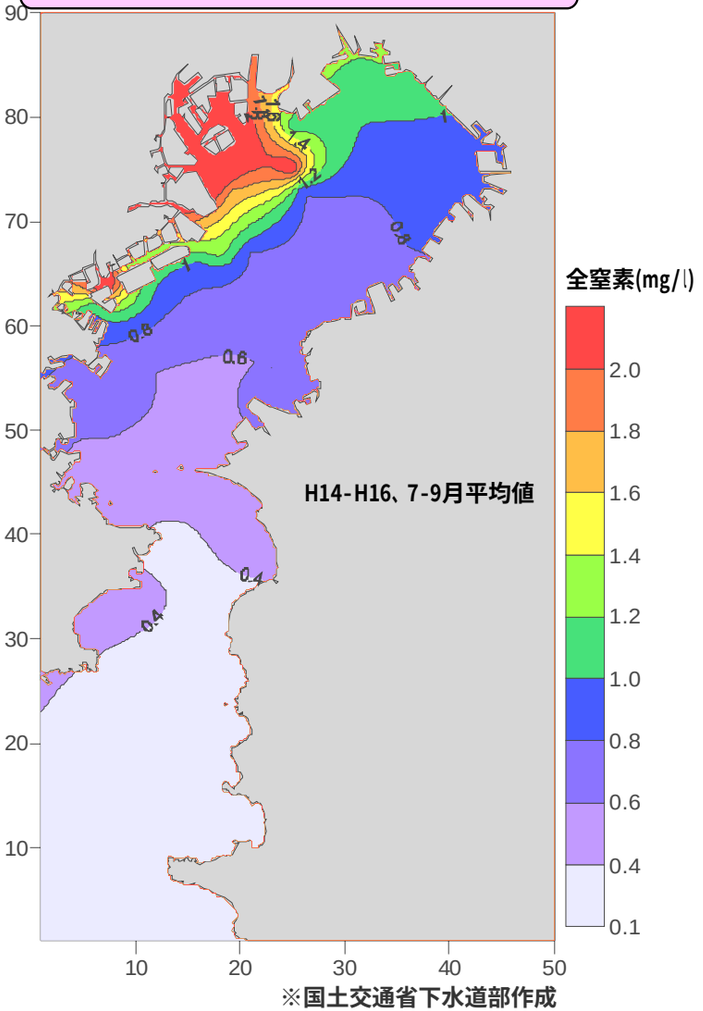


青潮の影響による魚のへい死

※大阪府立水産試験場提供

沿岸域と沖合における水質比較図（東京湾）

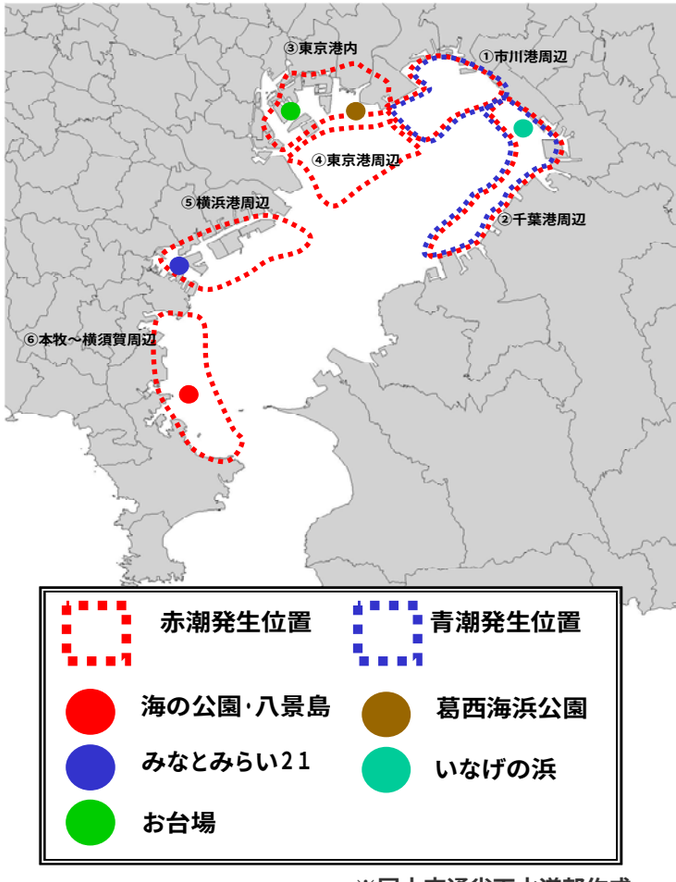
沿岸域ほど、水質濃度が高い傾向が見られる。



※国土交通省下水道部作成

赤潮・青潮の発生箇所図（東京湾）

赤潮や青潮は、閉鎖性水域の中でも、人の目に触れやすい沿岸域で頻発。



※国土交通省下水道部作成

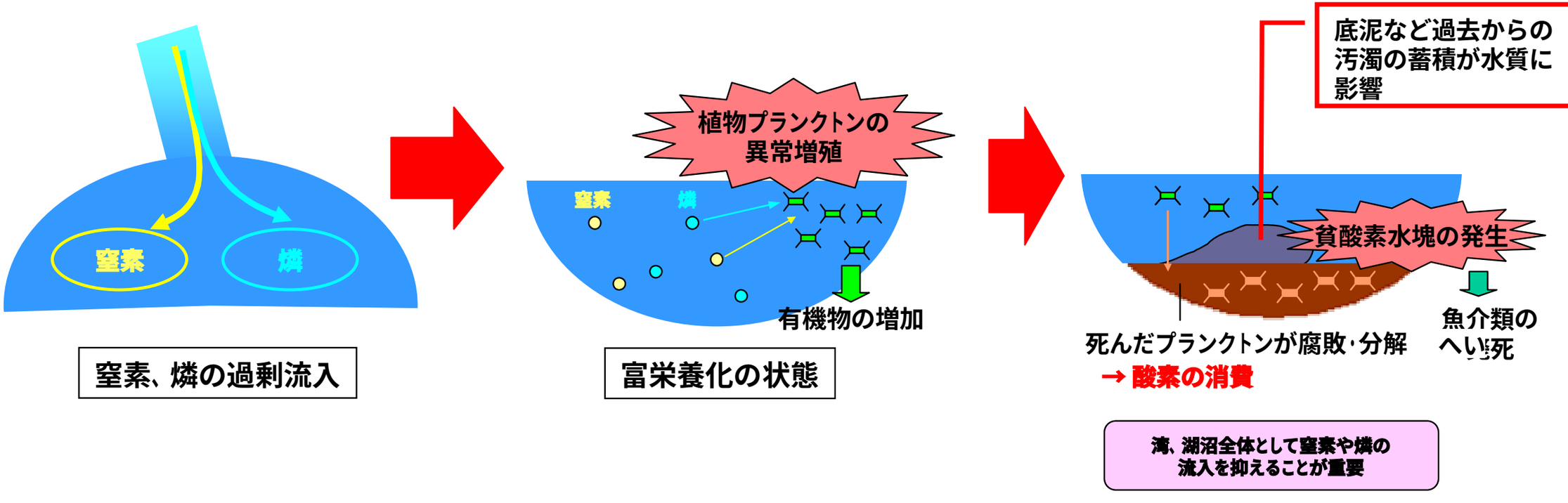
高度処理の現状と課題　～湖沼･海域の役割･特性～

・美しく豊かな水辺は日本の風土の重要な構成要素であるとともに、多様な生態系を育む場であり、国民は湖沼や海域から、水産資源、観光資源、レクリエーションなど様々な恵沢を享受。また、湖沼は、国民の生活を維持する上で不可欠な上・農・工水等の水源としても重要。

・閉鎖性水域は、水の滞留により、流入した汚濁物質が蓄積しやすく、植物プランクトンの増殖による水質汚濁が進みやすいため、有機物対策だけでなく窒素・燐対策が必要。

・閉鎖性水域の水質悪化は、過去から蓄積された汚濁負荷と流入する汚濁負荷の双方に起因する。そのため、早期の流入負荷の削減対策により流入負荷の蓄積を抑制しなければ、水質改善に長期間を要する。

湖沼や内湾の富栄養化のメカニズム



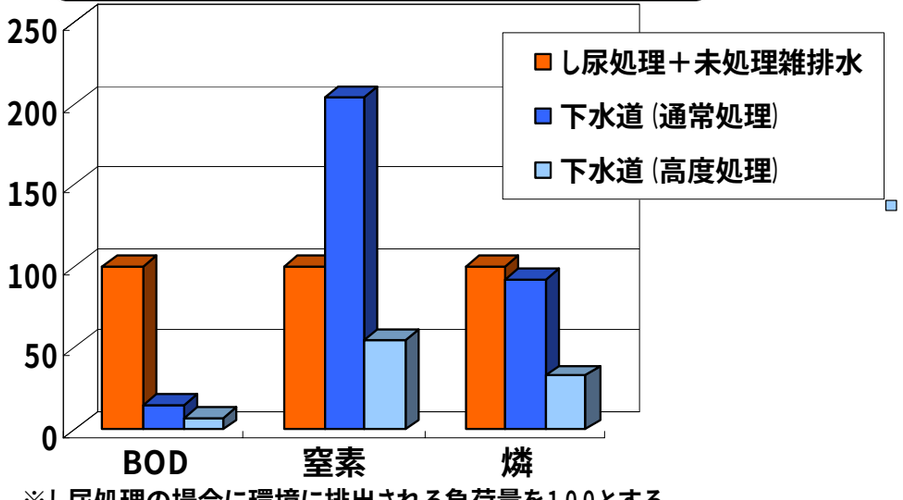
高度処理の現状と課題　～窒素・燐の排出・循環の変遷～

・従前、し尿に含まれる窒素・燐は、肥料として農地還元されていたが、都市化の進展に伴う農地の減少に伴い、し尿はその価値を失い、し尿処理場への運搬・収集処理に変化。その後、年々増加するし尿の処理処分が問題となり、都市部で整備が進められてきた下水処理場での集約処理へと変化。
・通常の下水処理方式である標準活性汚泥法では、有機物については十分除去されるが、窒素・燐除去は不十分であり、処理の高度化が必要。
・特に、三大湾等の閉鎖性海域では、流入する窒素・燐汚濁負荷のうち、下水処理場由来の汚濁負荷の割合が大きいことから、水質改善のためには高度処理（※1）が不可欠。
・処理を高度化する際には、下水道は広い地域の汚水を管渠によって下水処理場に集約しているため、その対応が容易。

※1　高度処理とは、通常の下水処理よりも、富栄養化の原因となる窒素や燐等を多くかつ確実に取り除く処理のこと

処理方法の違いによる公共用水域への１人当たり窒素・燐排出負荷量の比較

通常処理では、し尿処理に比べ、窒素除去が不十分。

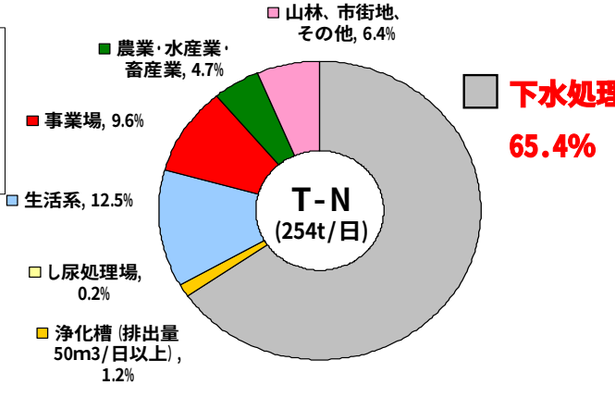


※し尿処理の場合に環境に排出される負荷量を１００とする

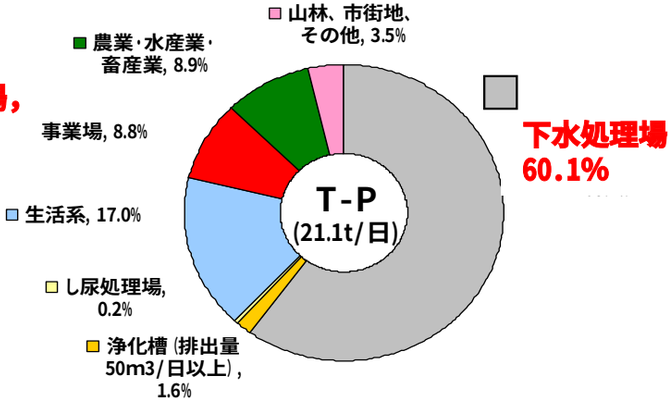
※「下水道施設計画・設計指針と解説（２００１年版）」、「汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領（平成１３年８月）」、「栄養塩類濃度が河川水質環境に及ぼす影響に関する研究　平成１５年１１月（財）河川環境管理財団」に基づき、国土交通省下水道部が作成

東京湾流入負荷量に占める下水処理場由来の窒素、燐排出負荷量の割合

窒素



燐



窒素及び燐の発生源別排出負荷量（東京湾・平成１１年度）

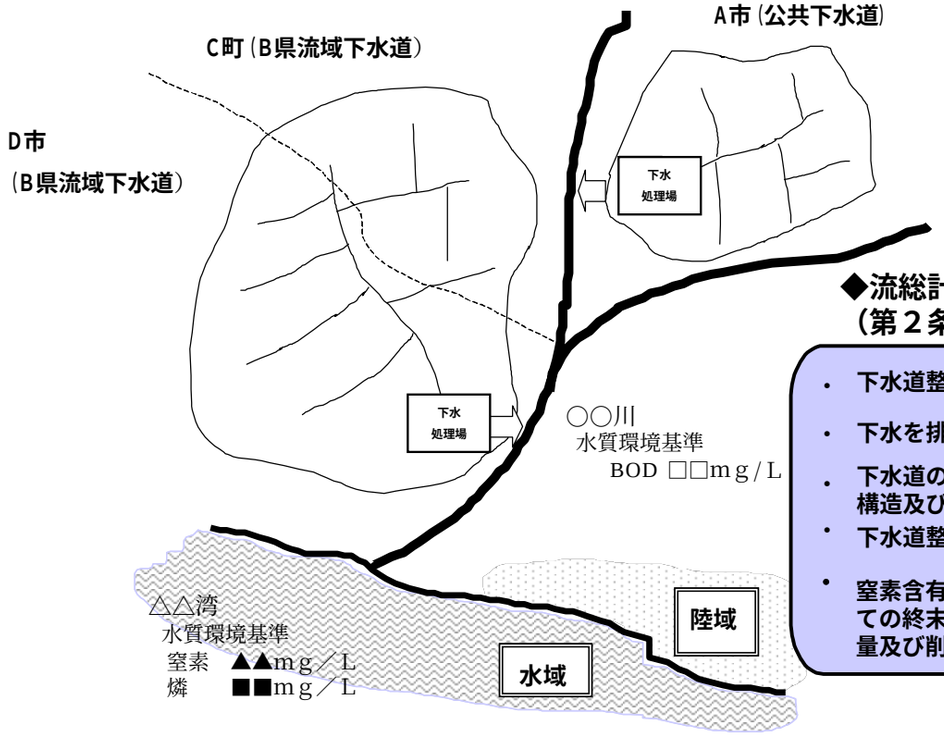
※中央環境審議会水環境部会総量規制専門委員会資料に基づき、国土交通省下水道部が作成

高度処理の現状と課題　～水質改善に向けた下水道整備の考え方～

・下水道整備は、公共用水域の水質保全の観点から、河川、湖沼、海域等の水質環境基準の達成・維持を目標。
・目標達成のために、必要となる下水道の根幹的施設の配置、構造および能力（放流水質等）等を決定。
・都道府県は以上の事項を流域別下水道整備総合計画（以下、流総計画という。）として定めることとされている（下水道法第２条の２）。
・具体的な事業は、概ね５～７年の計画である「事業計画」（下水道法第４条）に基づき、各事業主体において実施。
・水質環境基準の達成・維持のために、一定レベル以上の放流水質が求められる場合には、高度処理を計画に位置づけ。

流総計画制度の概要

公共用水域の水質環境基準達成･維持を目的に個別の事業計画の上位計画として都道府県が定める。



◆流総計画に定める事項
（第２条の２第２項）

- 下水道整備に関する基本方針
- 下水を排除し処理すべき区域
- 下水道の根幹的施設の配置、構造及び能力
- 下水道整備事業の実施順位
- 窒素含有量又は燐含有量についての終末処理場ごとの削減目標量及び削減方法

流総計画と事業計画の関係

流域別下水道整備総合計画
（都道府県策定）

・概ね２０年を計画期間とした基本計画

適合

下水道事業計画
（各々の下水道管理者策定）

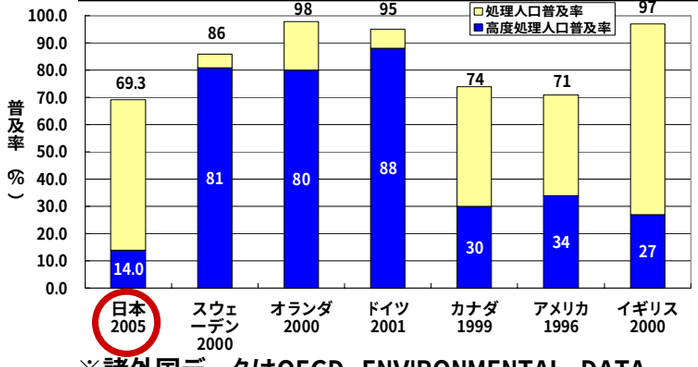
・施設の配置、構造、能力等を規定
・概ね5～7年を期間とした施設整備に関する計画

※　流総計画には、段階的な水質改善目標等を定めていないため、事業計画との適合が課題。

高度処理の現状と課題　～立ち後れた高度処理～

・閉鎖性水域を抱える欧米諸国では、高度処理を着実に推進しているのに対し、日本における高度処理の普及は大きく立ち後れている状況。特に、日本の玄関口である東京湾では高度処理の普及が低水準。
・日本の高度処理が立ち後れた理由は以下のとおり。
①通常処理による下水道の普及拡大を最優先。
②かつては高度処理技術が未確立、コスト高（現在は、技術開発が進み、低コスト化）
③水域全体の水質改善効果が早期に発現しにくいため、高度処理の優先度が低く扱われた。
④特に、高度処理実施箇所と閉鎖性水域が離れている場合には、下水処理場からの負荷が汚濁の主たる原因となっているという意識が希薄。

日本と諸外国の高度処理の普及状況



※諸外国データはOECD　ENVIRONMENTAL　DATA COMPENDIUM　2004　より引用、日本は平成１７年度末

五大湖周辺における高度処理実施状況

アメリカ全土の高度処理はそれほど進んでいないが、高度処理が必要な州においては普及している。

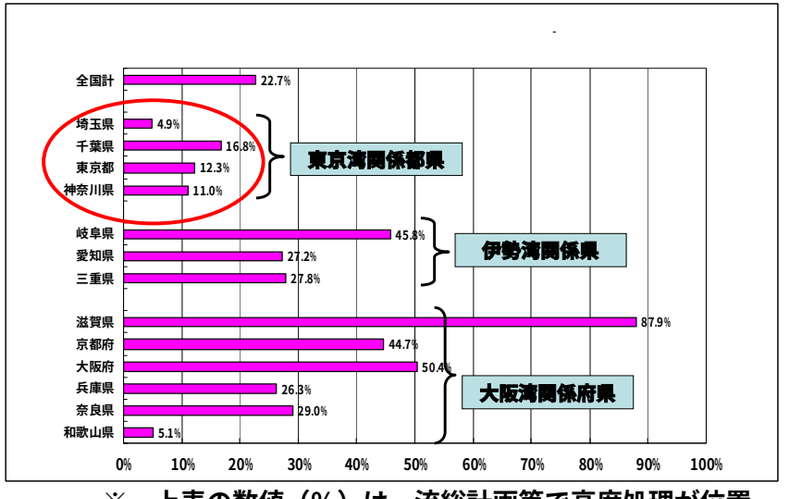
州名	下水道処理人口普及率	高度処理人口普及率
Illinois	84.5%	79.0%
Indiana	63.0%	56.2%
Michigan	74.6%	62.0%
Ohio	77.6%	65.2%
Wisconsin	71.3%	60.6%

（2000年時点）

※　「U.S. Census Bureau, Population Division」,「Clean Watersheds Needs Survey 2000」に基に、国土政策技術総合研究所下水処理研究室が作成

三大湾に係る都府県の高度処理進捗状況

東京湾流域における高度処理整備は、伊勢湾・大阪湾に比べ、著しく遅れている。



※　上表の数値（%）は、流総計画等で高度処理が位置づけられた地域の目標年度における高度処理人口に対する、当該地域におけるＨ１７末の高度処理人口の割合より算出。

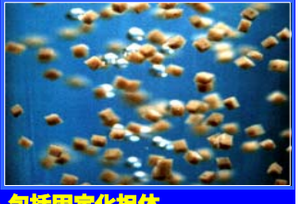
※　国土交通省下水道部調べ

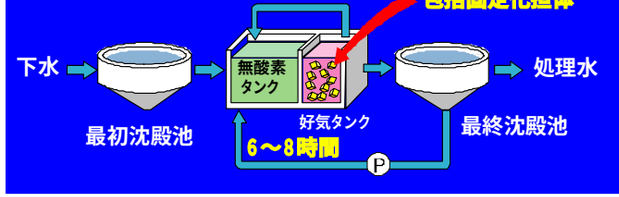
高度処理の技術開発事例

既存施設を改造することで比較的容易に高度処理化が可能。

＜包括固定化担体を用いた窒素除去技術＞（ペガサス）

施設容量を増やさずに高度処理化（窒素除去）





※　日本下水道事業団技術開発部ＨＰより

高度処理の現状と課題　～水質改善効果事例～

下水道整備による水質改善事例

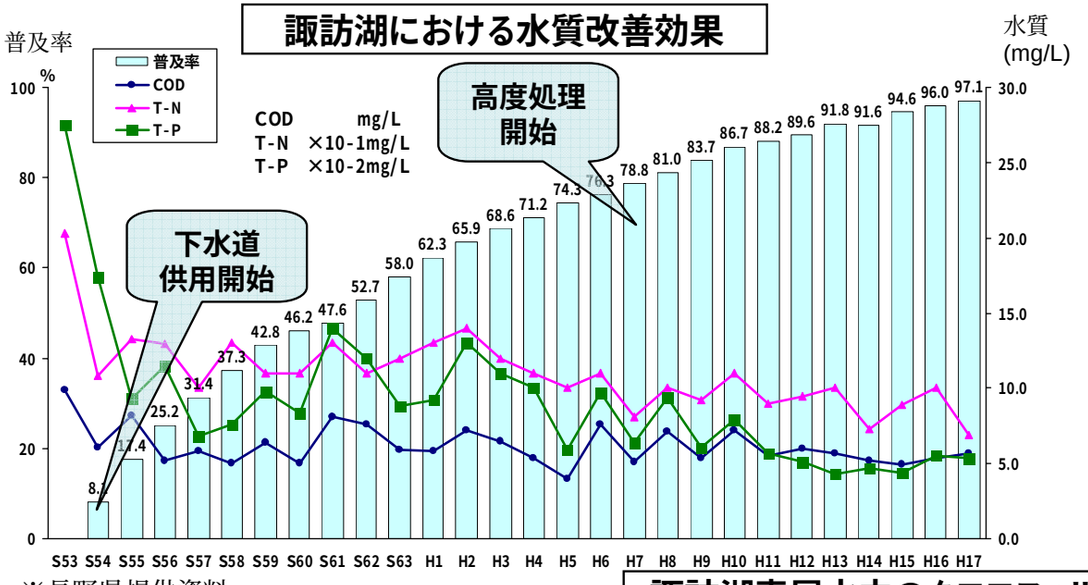
・諏訪湖では、下水道供用後２０年目にしてアオコの原因となる植物プランクトンが激減。その後も水質は改善の傾向。

・閉鎖性水域の水質改善には長時間を要するが、流入負荷の削減対策により効果が発現。

下水道整備による水質の予防･保全事例

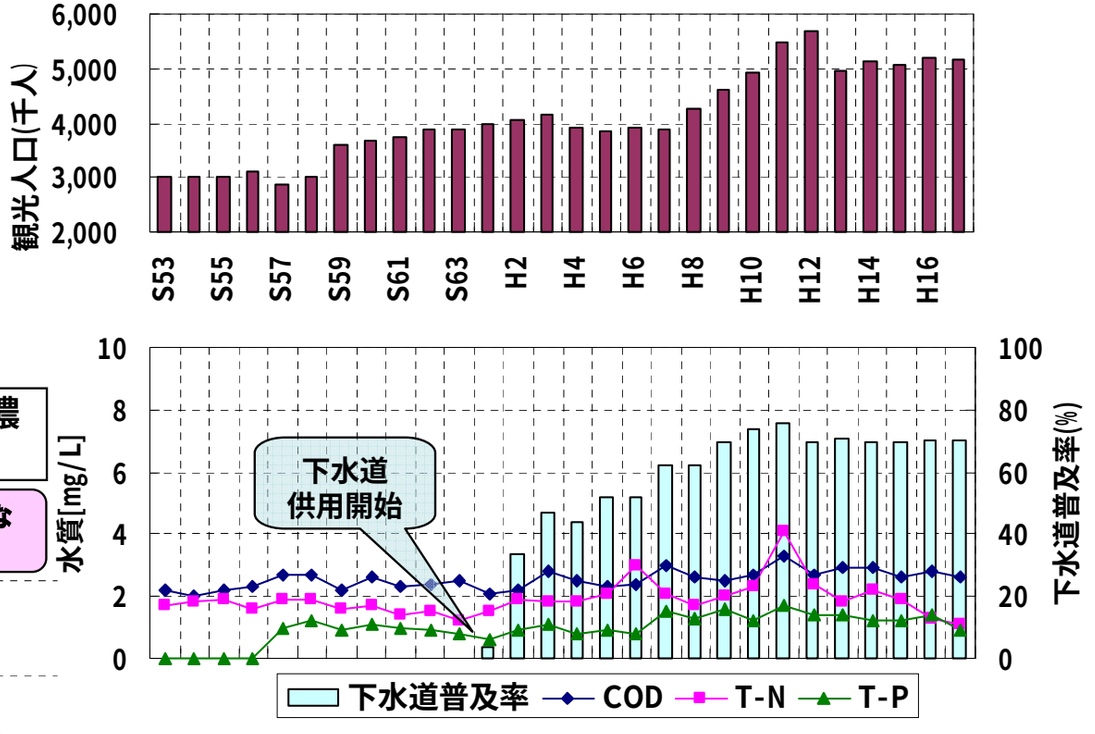
・山中湖ではリゾートマンション建設等が進み、観光人口が増加したにもかかわらず、水質悪化前に下水道整備を推進したことにより、水質汚濁を予防し水質が保全されている。

諏訪湖における水質改善効果



※長野県提供資料

山中湖（山梨県）における観光人口の推移と山中湖の水質の変動



＊T-Nは10^{-1}mg/L,T-Pは10^{-2}mg/L
出典：山梨県資料

富栄養化によるアオコの発生状況

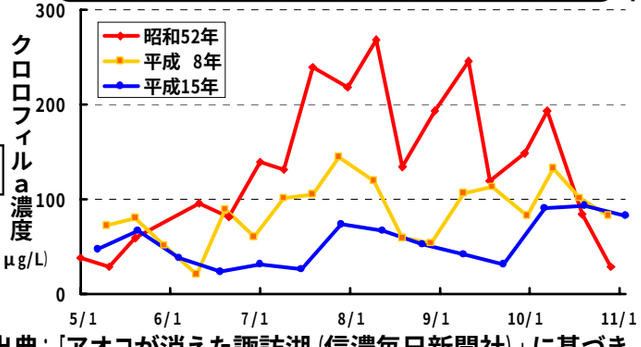
（緑のペンキを流した様と酷評された諏訪湖）

（昭和48年8月）

※長野県提供資料

諏訪湖表層水中のクロロフィルa濃度の季節変化の変遷

下水道整備の進展に伴い、アオコの原因となる植物プランクトンの増殖が抑制。



※出典：「アオコが消えた諏訪湖（信濃毎日新聞社）」に基づき、国土交通省下水道部が作成。

水質改善によるレクリエーション効果

（水泳大会「およごう諏訪湖」）

（平成１７年７月）

※長野県提供資料

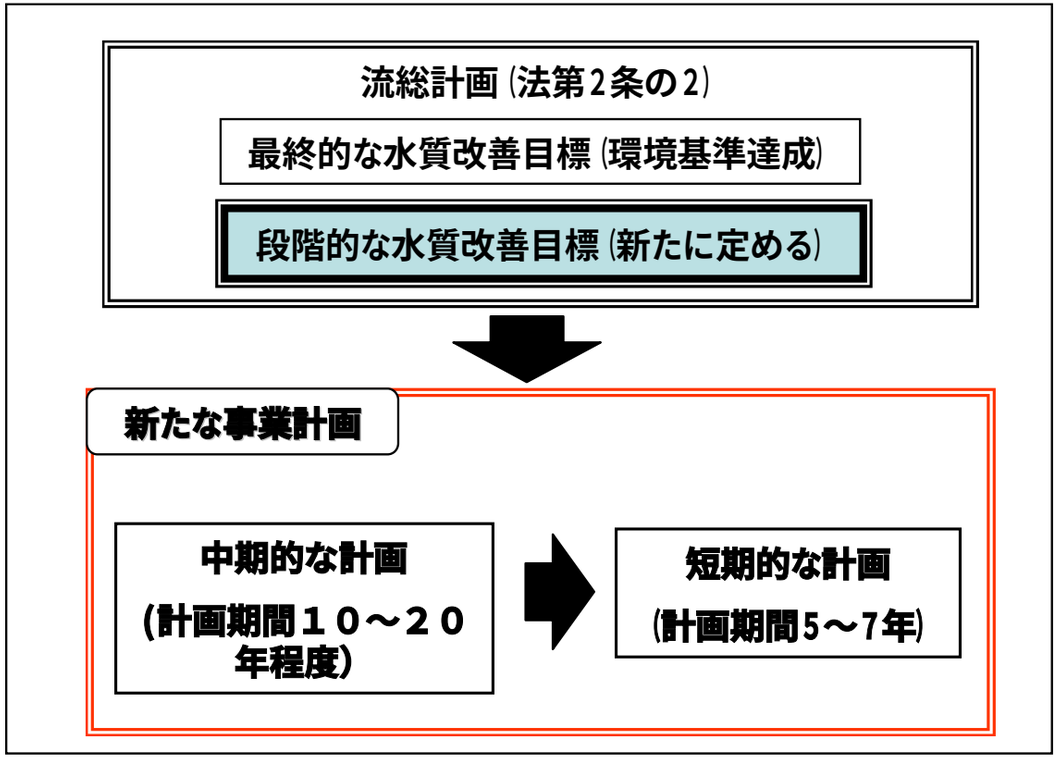
今後の施策のあり方　～高度処理の推進～

・富栄養化防止、し尿受け入れに伴う窒素・燐の流出抑制、硝酸性窒素による健康リスクの回避（※１）、燐資源回収（※２）等の観点から、将来的には、全ての水域において窒素・燐に係る高度処理を標準化することを目指す。
・閉鎖性水域など対象水域の重点化を図り、関係者の連携と適切な役割分担の下に、高度処理を推進。
・流総計画に段階的な水質改善目標等を新たに定め、その達成に必要な下水道管理者ごとの整備メニュー等を新たな事業計画に反映し、高度処理を推進。
・広域的な調整が必要な国家的重要水域（三大湾、瀬戸内海、有明海、琵琶湖）においては、国は、積極的に関与。

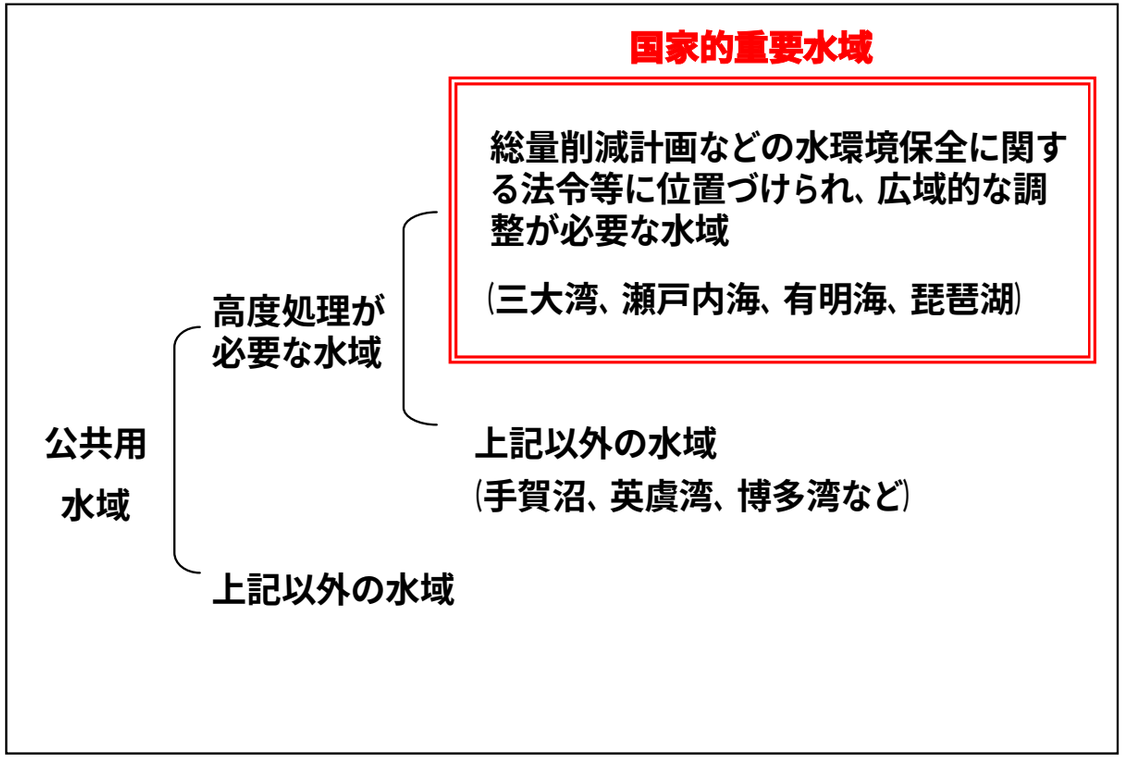
※１　飲料水中の硝酸性窒素に起因した乳児のメトヘモグロビン血症の発生等

※２　将来、燐資源の枯渇が懸念されることから、下水汚泥等からの燐資源回収は資源確保に関する安全保障からも重要。

高度処理の計画的な推進



国家的重要水域



目　標　～高度処理の推進～

長期の目標（概ね３０年程度）

・流総計画で下水道整備が必要な全ての閉鎖性水域において、窒素・燐に係る高度処理を概成。

当面の目標（概ね１０年程度）

【指定湖沼】

・水道水源となっている指定湖沼（霞ヶ浦等４湖沼）において、高度処理を概成し、異臭味などの水質障害を解消。

・上記以外の指定湖沼において、高度処理を推進し、水質を改善。

【閉鎖性海域】

・国家的重要水域である三大湾、瀬戸内海、有明海のうち、三大湾の代表的なベイエリア等において、リーディングプロジェクトとして高度処理を重点的に実施し、水質を改善。

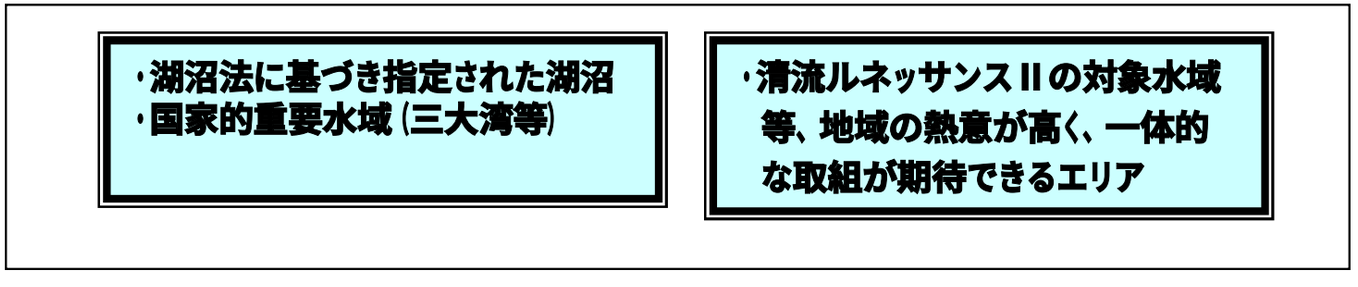
・国家的重要水域のうち、リーディングプロジェクトの対象エリア以外においても、高度処理を計画的かつ着実に推進し、赤潮や青潮の発生を抑制。

【その他の水域】

・清流ルネッサンスⅡの対象水域等、地域の熱意が高く、一体的な取組が期待できるエリアにおいて、リーディングプロジェクトとして高度処理を重点的に実施し、水質を改善。

※　当面の目標（概ね１０年程度）を達成するために必要な事業のうち、５年間に実施すべき事業を短期の目標（概ね５年程度）として推進。

高度処理の重点化の考え方



具体的施策　～高度処理の推進～

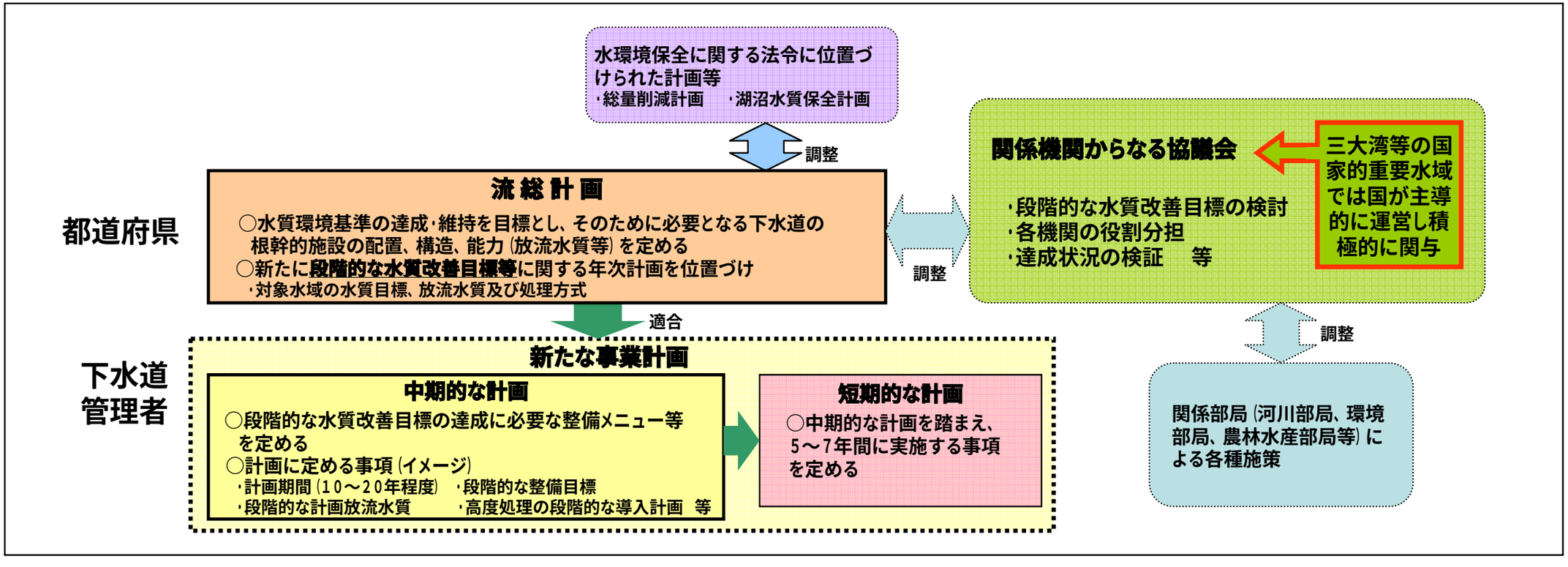
高度処理の計画的な推進

・流総計画において高度処理が必要とされる水域等では、段階的な水質改善目標等（対象水域の目標水質、放流水質及び処理方式関する年次計画）を新たに流総計画に位置づけ。その段階的な水質改善目標等を達成するために必要な下水道管理者ごとの整備メニュー等を中期的な計画（計画期間：１０～２０年程度）及び短期的な計画（計画期間：５～７年）からなる新たな事業計画に規定し、高度処理を着実に実施するとともに、目標の達成状況を適宜検証。

・流総計画の段階的な水質改善目標等の検討や目標の達成状況の検証にあたっては、下水道管理者をはじめとする関係機関からなる協議会を設置し、適切な役割分担と合意形成を図る。

・広域的な調整が必要な国家的重要水域（三大湾、瀬戸内海、有明海、琵琶湖）においては、国が主導して協議会を運営し、段階的な水質改善目標の調整や水質改善に関連する事業間の調整を図るなど積極的に関与。

流総計画及び新たな事業計画（イメージ）

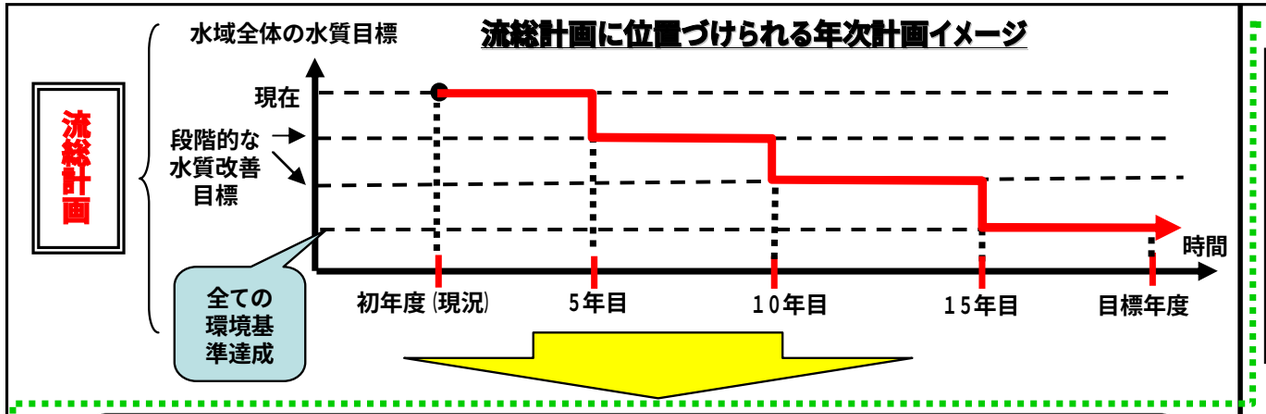


具体的施策　～高度処理の推進～

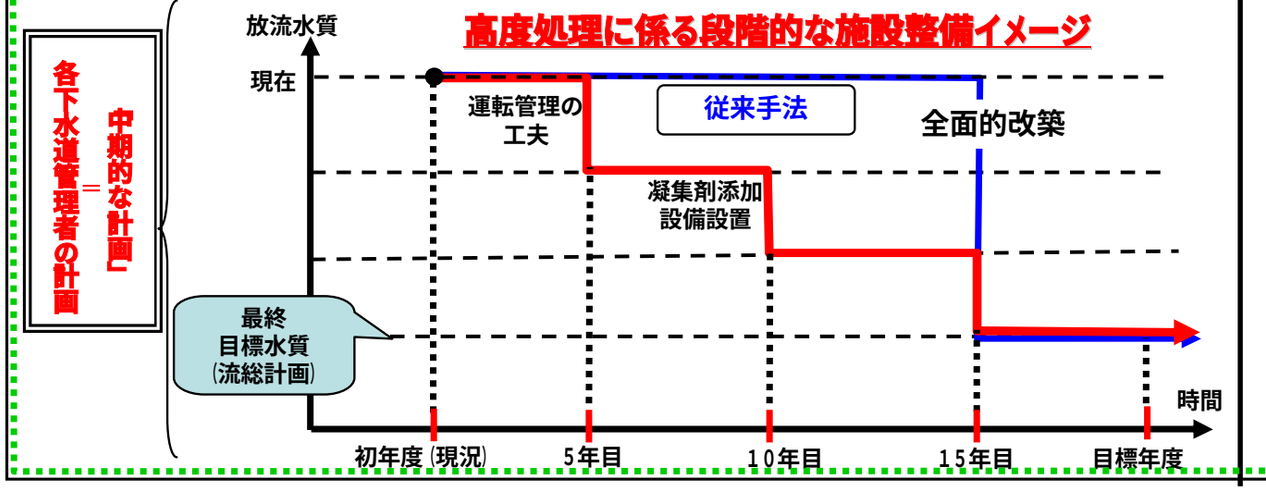
流域が一体となった段階的な高度処理の推進

・下水処理場の新設・増設・改築の場合には、原則、最終目標の高度処理レベルに対応した施設で整備。
・当面の間、施設の全面的な改築が見込めない処理場であっても、部分的な設備更新時の高度処理対応、運転管理の工夫、凝集剤添加設備設置（※1）など、早期に導入可能な方法を採用し、汚濁負荷削減を図る。
・今後は、流域内の下水道管理者が水域の水質改善に対する認識を共有し、各下水道管理者が事業計画等に基づき、段階的な高度処理による処理水質レベルの向上を一体となって図る取組に対して、補助の重点化を図り、下水道整備を推進。

※1　燐を除去するために薬品を投入するための設備



最終目標達成に向け、年次計画目標を満足するために必要な施策に関する段階的な整備計画を各下水道管理者が策定。



＜従来手法＞

・改築等により、施設全体を最終形の処理方式で高度処理化。
⇒最終的な整備完了までには、長い時間を要する。

・高度処理を実施している下水道管理者毎に重点的な支援。
⇒流域が一体となった高度処理推進が図られない。

＜流域が一体となった段階的な高度処理の推進＞

・流総計画に新たに位置づける段階的な目標の達成に向け、事業計画を適正に管理。

・早期に導入可能な方法を採用し、段階的な高度処理を導入により、早期に水質を改善。
　・部分的な設備更新時の高度処理対応
　・運転管理の工夫、
　・凝集剤添加設備設置　等

以上の施策により早期に水質を改善

具体的施策　～高度処理の推進～

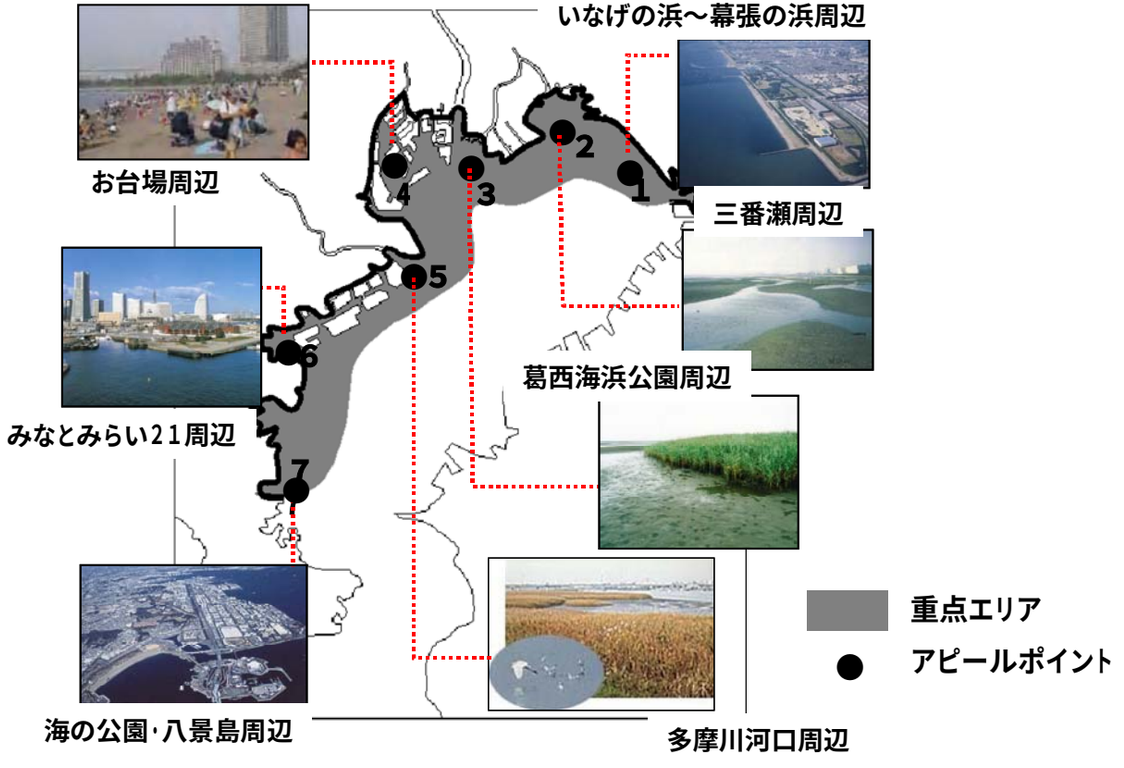
関係機関・主体と連携したリーディングプロジェクトの実施

・国家的重要水域における代表的なベイエリア及び地域の熱意が高く、一体的な取組が期待できるエリアでは、関係行政機関・**住民・NPO等が連携**し、リーディングプロジェクトとして高度処理を実施。

リーディングプロジェクトエリア（イメージ）

＜国家的重要水域における代表的なベイエリア＞

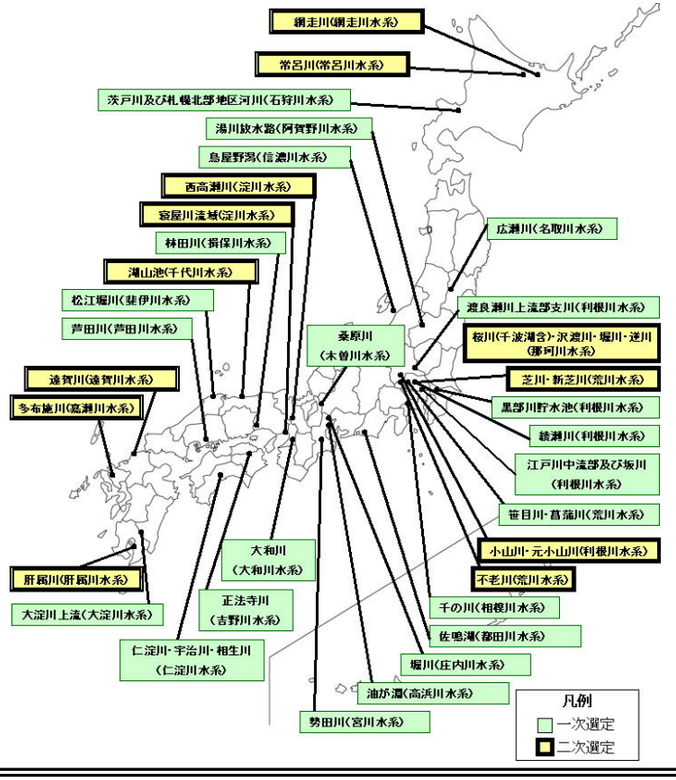
・「東京湾再生プロジェクト」など国家的プロジェクトとして、関係省庁及び自治体等が連携を図りながら、環境改善の取り組みをおこなっている水域の重点エリア。



＜地域の熱意が高く、一体的な取組が期待できるエリア＞

・計画対象に選定された河川等ごとに関係機関等によって構成される地域協議会を設置し、行動計画に基づき、各施策間の調整を図りつつ、各々水環境改善施策の緊急的、重点的な実施している水域。

清流ルネッサンスⅡ計画対象河川等

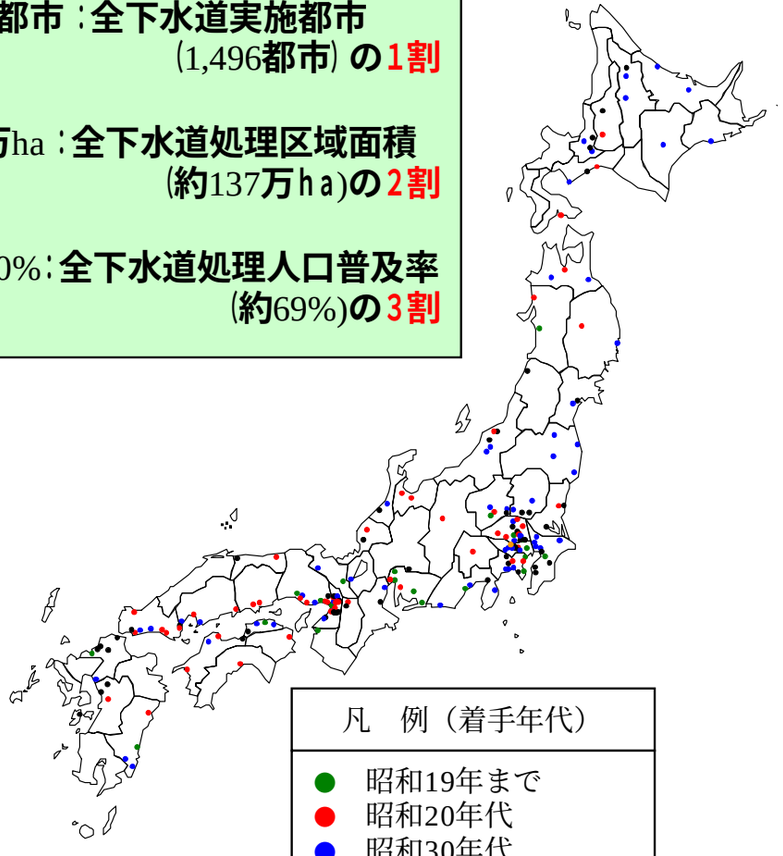


合流式下水道の現状と課題

- 早くから下水道事業に取り組んだ都市では、一本の管きょ整備で汚水と雨水の対策を効率的に進められる合流式下水道が多く採用されたが、これらの都市においては、雨天時にし尿を含む未処理下水が放流されることによる水域汚染が社会問題化。
- このため、雨天時に水域に排出される汚濁負荷量（ＢＯＤ）を分流式下水道並みとすること等を目標として下水道法施行令を改正し、平成16年度より原則10年間で緊急改善対策を完了させることを義務化。
- 政令に基づく改善が完了しても、雨天時の未処理放流は完全には無くならず、ウイルスや大腸菌流出による汚染リスクが依然残ることから、放流先水域の水利用等の状況によってはさらなる対策が必要。

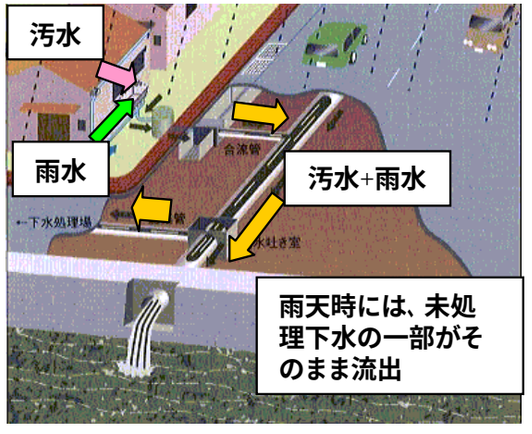
合流式下水道の採用状況と分布

- 191都市：全下水道実施都市（1,496都市）の1割
- 23万ha：全下水道処理区域面積（約137万ｈａ）の2割
- 約20%：全下水道処理人口普及率（約69%）の3割

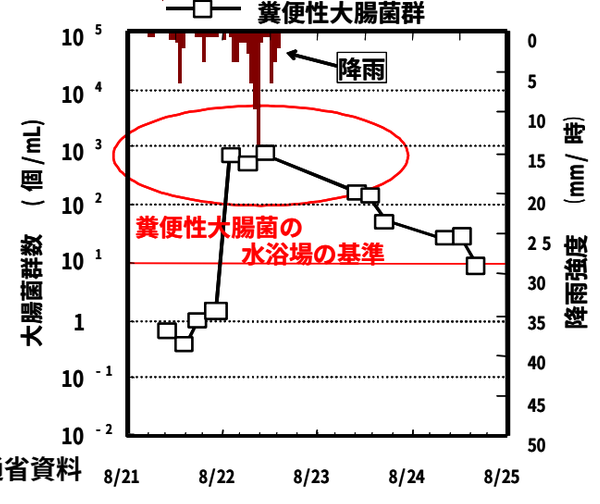


国土交通省調べ

合流式下水道とは



お台場海浜公園（東京）における水域汚染観測結果



出典
国土交通省資料

緊急改善対策の概要（下水道法施行令に基づく対策）

内容

○雨天時に水域に排出される汚濁負荷量を分流式下水道並みに削減
→未処理放流回数が約1/2となり、大腸菌、ウイルス等による汚染の軽減にも効果
○ごみ、汚物等の流出防止

期限

平成１６年度より原則１０年間（合流区域面積が一定以上の場合は２０年間）

未処理汚水の放流状況

今後の施策のあり方　～合流式下水道の改善～

・将来的には全ての地域での分流化等により、計画的に未処理放流による汚染リスクの解消を目指す。

・政令に基づき、緊急改善対策として雨天時に水域に排出される汚濁負荷量を原則１０年間で分流式下水道並みに削減。

・未処理放流等で特に影響を受けやすい水域では、政令に基づく緊急改善対策と合わせて、未処理放流による汚染リスクを解消する対策を推進。

・雨水流出抑制も含めた水循環全体を見通した総合的な観点から、住民、関係機関が連携しつつソフト、ハード一体となった合流式下水道の改善対策を推進。また、早期の目標達成に向けて、より効率的な事業手法や新技術を導入し、目標の達成状況を検証しつつ対策を推進。

目　標　　～合流式下水道の改善～

長期の目標（２０～３０年）

・未処理放流等で特に影響を受けやすい水域では、抜本的な対策を講じ、ウイルスや大腸菌流出による汚染リスクを解消。

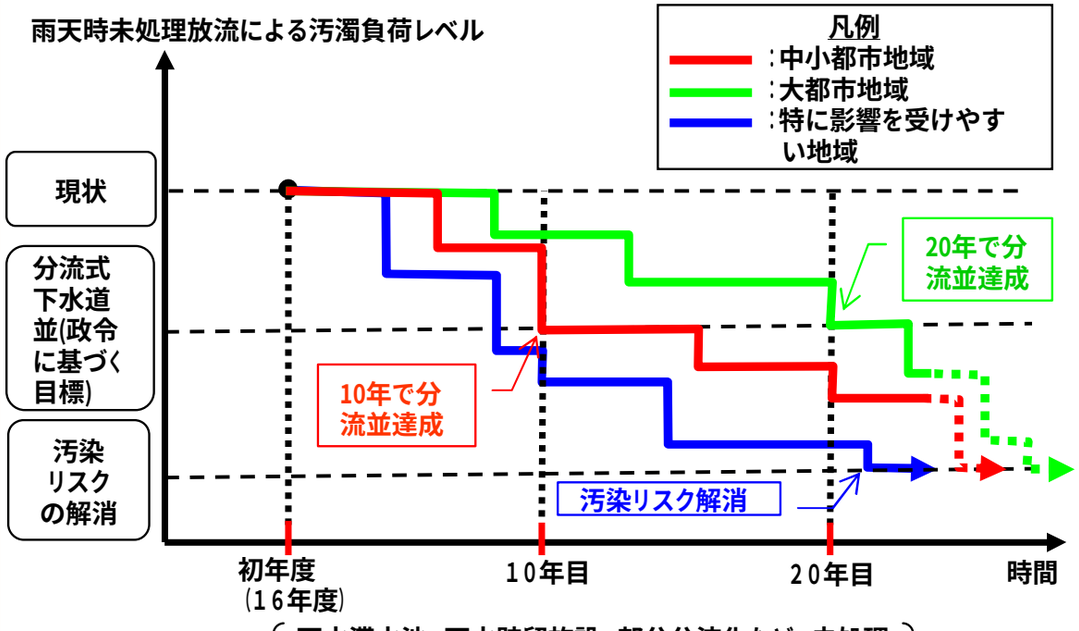
・他の水域においても、合流式下水道の施設能力を増強するとともに、合流式下水道への雨水流入を抑制する対策を行い、未処理放流による汚染リスクを極力軽減 。

中期の目標（概ね１０年程度）

・未処理放流等で特に影響を受けやすい水域では、政令に基づく対策以外に未処理放流の抑制対策を講じ、ウイルスや大腸菌流出による汚染リスクを低減。

・平成２５年度までに合流式下水道区域の概ね７割の地域で政令に基づく緊急改善対策を完了。（大都市を除く１７０都市で完了。なお、２１の大都市では、平成３５年度までに完了。）

合流式下水道の改善に係る汚濁負荷削減イメージ



〔雨水滞水池、雨水貯留施設、部分分流化など、未処理放流を減少させる様々な施策を段階的に実施していく。〕

具体的な施策　～合流式下水道の改善～

・事業効果の検証、整備目標の達成状況評価等を実施し、地域の実情に即した柔軟な合流式下水道改善計画の採用や新技術の積極的な採用等による徹底した低コスト化など、より効率的な整備手法への見直し。

・合流式下水道の改善に関する技術開発（ゴミ除去、ろ過、消毒等）を継続するとともに、SPIRIT21※ 技術の活用を促進。

・未処理放流による影響を軽減するため、放流先の水質モニタリングの実施と、未処理放流状況や放流先の水質のリアルタイム情報提供等のソフト対策を推進。

・合流式下水道への雨水流入を抑制するためには、雨水貯留浸透対策も重要であり、下水道による貯留浸透対策だけでなく、地域住民による各戸貯留等の取り組みも併せて推進。

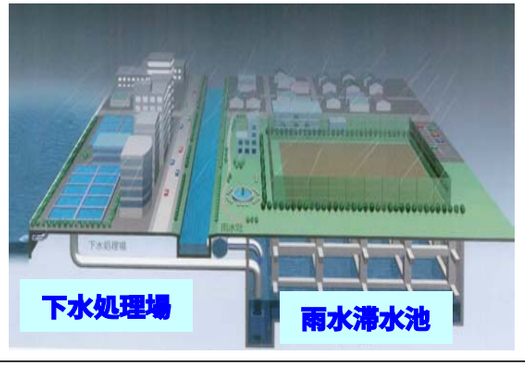
・都市再開発など、面的な市街地開発に合わせた抜本的な対策の推進。

※SPIRIT21･･･産官学の連携によりH14年から実施した下水道技術開発プロジェクト。24技術が実用化の研究開発を完了した。

合流式下水道の改善対策事例

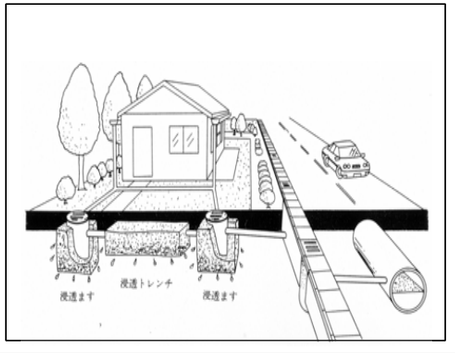
貯留施設（雨水滞水池等）の整備

雨天時下水を一時的に貯留し、未処理下水の流出を抑制、晴天時に処理場へ送水して処理



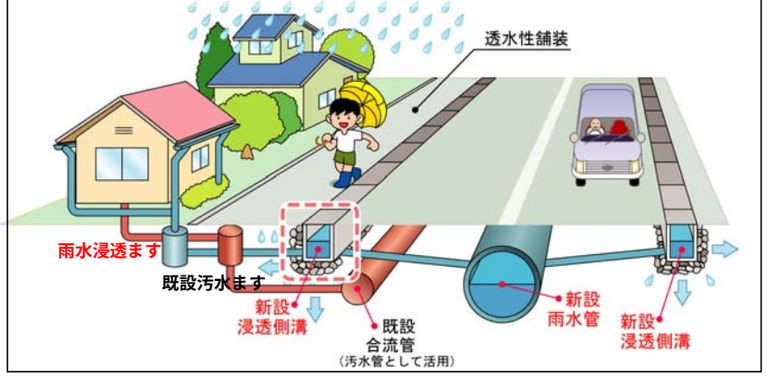
浸透施設（ます、トレンチ、側溝、舗装等）の整備

雨水を地下に浸透し、合流管に流入する雨水量を軽減



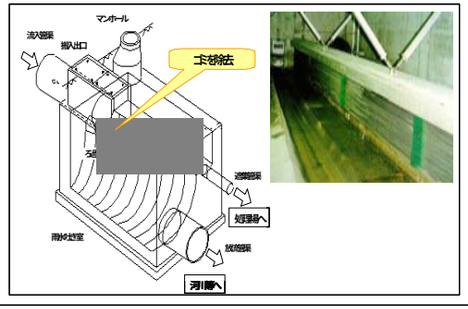
分流化

合流管を汚水管として活用、もう1系統雨水管を布設し、合流式下水道を分流化するといった方法で抜本的な対策が可能



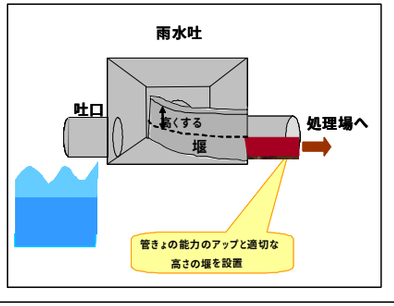
吐き口へのスクリーン設置

雨天時に雨水吐き等から流れ出すゴミを除去



下水管の能力アップと雨水吐の堰高の改良

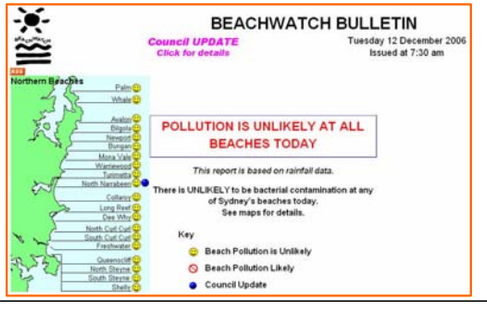
雨天時の未処理放流量を低減



水質のリアルタイム情報提供

インターネットにより海岸の水質汚濁状況をリアルタイムで情報提供

出典：オーストラリア、ニューサウスウェルス州　ホームページ



指　標　～良好な水環境への改善～

・河川、湖沼、海域等の公共用水域における水質改善の取り組みを反映する指標として、住民等の活動により排出される汚水がどの程度適正に処理されてから河川、湖沼、海域等に放流されているかを示す指標を設定。
・これにより、住民が水質汚濁の原因者でもあることへの認識を深めつつ、高度処理、合流式下水道の改善等の取り組み目標を定め、進捗状況等を評価。
・公共用水域の水質改善のためには、地域・水域の特性に応じた対策が必要なことから、指標は全国集計だけでなく、水域別、施策目的別に集計、公表することも検討。

水域別に排出された汚濁負荷が浄化された程度を示す指標（例）

＜水域別汚濁負荷削減率（量）＞

流域で排出され閉鎖性水域に流入する汚濁負荷量のうち、下水道等により処理されて削減する量が、流域内の総排出量や水域内負荷量等に占める割合　（水域別指標）

水域で必要なレベルの汚水処理が行われて放流された割合を示す指標（例）

＜下水道水環境保全率＞

単に下水道が普及するだけでなく、水環境改善の観点から、高度処理が計画上必要とされる地域については高度処理が、合流式下水道を有する区域については一定レベルの対策がそれぞれ実施されることにより、必要な放流水質が確保された区域内の人口が、行政区域内の全人口に占める割合　（全国指標、水域別指標）

水質環境基準を達成するためにより高度な処理が行われて放流された割合を示す指標（例）

＜高度処理人口普及率＞

高度処理が実施されている区域内人口が、行政区域内の全人口に占める割合、または高度処理された水量が、行政区域内から発生する全ての汚水量に占める割合　（全国指標、水域別指標）

未処理下水の放流による汚染を防止するための対策が行われた割合を示す指標（例）

＜合流式下水道改善率＞

合流式下水道により整備されている区域の面積のうち、雨天時に公共用水域に放流される汚濁負荷量が分流式下水道並み以下までに改善されている区域の面積の割合、または未処理放流下水量が合流式下水道により整備されている区域内の降水量や下水量に占める割合　（全国指標、水域別指標）