2013年3月17日（月）東北大学川内北キャンパス
第47回日本水環境学会年会・ノンポイント汚染研究委員会

# 流総計画と
# ノンポイント汚濁負荷

（独）土木研究所
水環境研究グループ水質チーム上席研究員
岡本　誠一郎

# 本日の話題

- はじめに
- 流総計画とは
- 流総計画とノンポイント汚濁負荷の関わり
- ノンポイントの予測精度UPが必要!？
- 今後の課題

# はじめに
## 土木研究所水質チームと流総計画の関わり

**未規制の微量化学物質による影響**

- 下水処理プロセスでの化学物質の制御技術（重点）
- 水生生物の生態反応、レポータージーンアッセイなどによる下水処理水・再生水の安全性評価（重点・基盤）
- 下水再生水・環境水のバイオモニタリング（JST-CREST）

**水域の生態系への影響**

- 未規制化学物質の挙動と生態影響・生物への蓄積の実態解明（重点・基盤）

**湖沼等の富栄養化**

- 微量金属を対象とした藻類抑制技術の開発（基盤）
- 土地利用や環境の変化による閉鎖性水域の水質・底質への影響 （プロ研・基盤）
- 地球環境の変化が河川・湖沼水質に与える影響評価（基盤）

**流域管理と対策**

- 流域スケールのN,P,微量金属など物質動態特性の把握 （プロ研）
- 水環境中のN2O動態と水質との関係（基盤）

**地球温暖化への適応策**

河川・湖沼、下水道関連の水質に関する研究を担当

面源負荷原単位調査もかつては実施（S59-63, H4-7）

# 流総計画とは

下水道法に基づく法定計画

- 流域別下水道整備総合計画（下水道法第2条の２）
  - 流域の水質を環境基準に達せしめるため、それぞれの水域ごとに定められる、下水道の整備に関する総合的な基本計画
  - 都道府県は、政令で定める要件に該当する水域・海域では、その水域・海域ごとに流総計画を定めなければならない。
    - 「政令で定める要件」水質の汚濁が二以上の市町村の区域における汚水によるものであり、かつ、主として下水道の整備によって水質環境基準を達成する必要があること

流総計画に定められた下水道整備が行われれば、環境基準の達成が見込まれる

# なぜこのような計画制度が「下水道法」に定められたのか？

- 昭和45年の下水道法改正（公害国会）で創設
- 水質汚濁防止対策としての下水道に関して、都道府県の責務を明確化
  - ①流総計画制度　　②流域下水道制度
- （背景には）
  - 都道府県は流域の水量、水質ともに関係が深く、流域管理の主体として適切と考えられた
  - 環境省は創設されたばかり、環境基準類型指定もようやくスタートした段階で、下水道が先行

# 流総計画に定めるべき事項

- 次に掲げる事項を定めなければならない。
  - 下水道の整備に関する基本方針
  - 下水道により下水を排除し処理すべき**区域**に関する事項
  - 下水道の根幹的施設の**配置、構造**及び**能力**に関する事項
  - 下水道の整備事業の実施の順位に関する事項
  - 終末処理場から放流される下水の窒素含有量又は燐含有量についての削減目標量（要件に該当する箇所のみ）

下水道の基本計画であり、面源負荷、水域の汚濁解析などの事項は「定めるべき事項」ではない

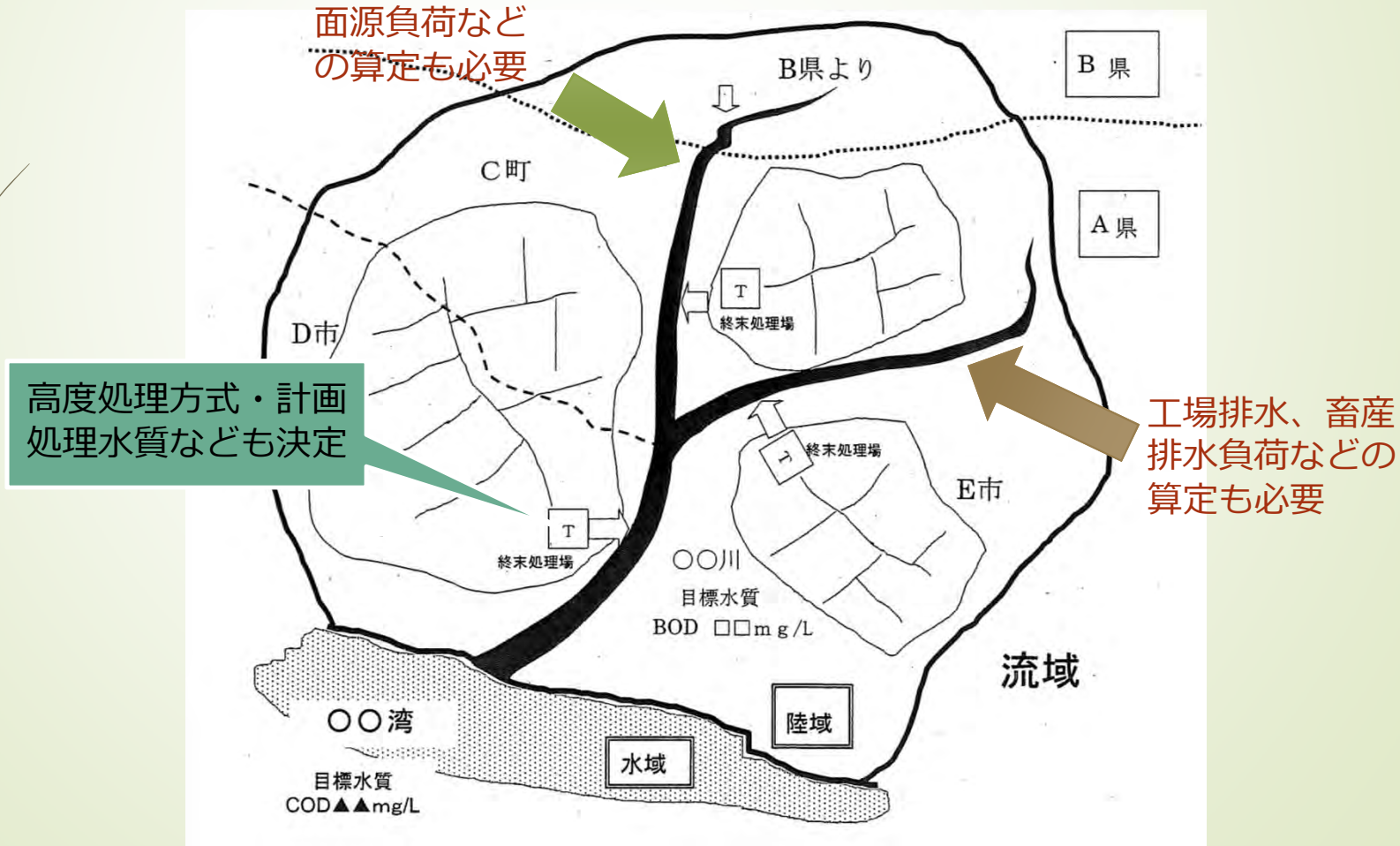
# 流総計画　策定時の勘案事項

- 次に掲げる事項を勘案して定めなければならない
  - 当該地域における地形、降水量、河川の流量その他の自然的条件
  - 当該地域における土地利用の見通し
  - 当該公共の水域に係る水の利用の見通し
  - 当該地域における汚水の量及び水質の見通し
  - 下水の放流先の状況
  - 下水道の整備に関する費用効果分析

これらの事項を「勘案」するための流総計画調査が重要。
ノンポイント汚濁負荷にも関連

# 流総計画の実際

- 県･市界をまたがる河川、海域などの環境基準を達成させるために必要な下水道施設の配置、構造及び能力を定める




（出典:国土交通省資料を一部改変）

# 流総計画制度がもたらしたもの

- 生活系以外の点源負荷、面源負荷に関する汚濁負荷量解析を進歩させた
  - 面源負荷に関する多くの知見を指針に集積
- 湖沼・海域等の水質シミュレーション技術の発展に貢献した
- 高度処理の推進の根拠計画となった
  - Ex. 琵琶湖・淀川水系の高度処理

**なぜ京都市で高度処理が必要か**

市内河川の水環境や景観の保全はもとより，下流都市でくらす約1,100万人の水道水源を保全し，閉鎖性水域である大阪湾，瀬戸内海の富栄養化を防止することが求められています。

京都市では，市内河川や下流水域の水質基準を安定的に維持達成し，下流都市の水道水源を保全するとともに，大阪湾・淀川流域別下水道整備総合計画※や水質規制の強化に対応するため，高度処理を推進しています。

《 琵琶湖・淀川水系の中流域に位置する京都市 》

下流の河川・大阪湾の水質向上

(出典:京都市上下水道局HP 「なぜ京都市で高度処理が必要か」を一部改変)

# 流総計画制度がもたらしたもの

- 法制度的には･･･
  - 下水道(法)の計画でありながら、当該水域の水質環境基準の達成のためのロードマップとなる計画である

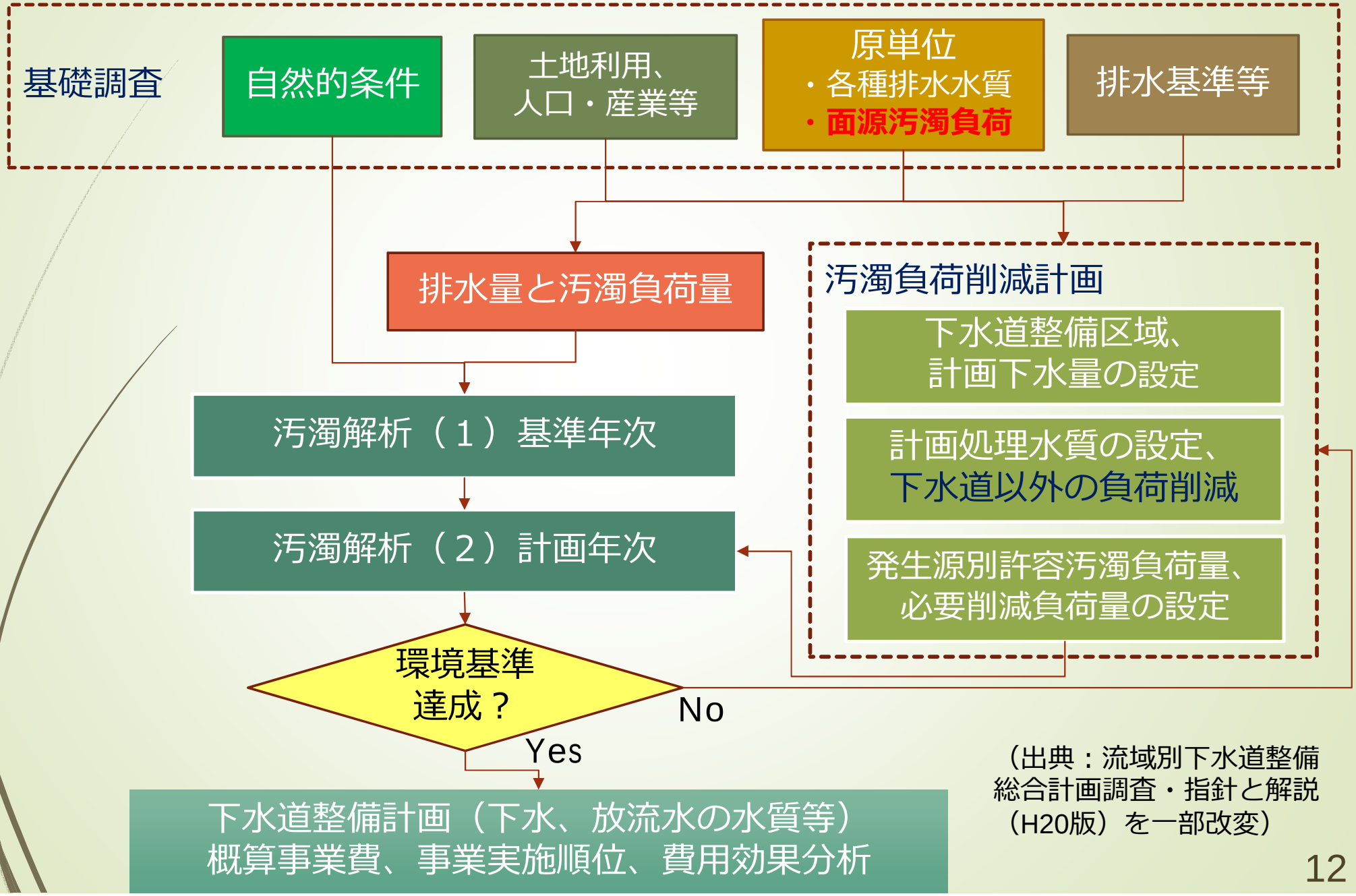
    （cf.総量削減計画、湖沼水質保全計画）

  - わが国の流域水管理（水量と水質）の一部を担う先駆的な計画制度だった（1970制定）

# 本日の話題

- はじめに
- 流総計画とは
- 流総計画とノンポイント汚濁負荷の関わり
- ノンポイントの予測精度UPが必要!？
- 今後の課題

# 流総調査の手順




（出典：流域別下水道整備総合計画調査・指針と解説（H20版）を一部改変）

流総計画とノンポイント汚濁負荷の関わり

# 流総指針での汚濁負荷原単位

- 排出源の種類
  - 家庭排水、営業排水
  - 工場排水
  - 畜産排水
  - 観光排水
  - 既存の下水処理場等からの処理水
  - その他人為系排水（浄化槽、し尿処理施設など）
  - 面源汚濁負荷

# 流総指針での汚濁負荷原単位

- 面源汚濁負荷量の算定
  - 河川の汚濁解析･･･自然汚濁負荷量として流域全体についてBOD 0.5～1.0kg/日･km$^2$程度を見込む
  - 閉鎖性水域･･･山林、水田、畑地、市街地、降雨等ごとに汚濁負荷量を算出し、原単位は降雨時流出分を含んだ、年間平均値等の値を用いる
    - 土地利用別の面積と各原単位から算出する
    - 水面への降雨による汚濁量も考慮する

平成5年度版 流総指針より追加

考え方は「富栄養化防止下水道整備基本調査の手引」(S59.8 日本下水道協会)

# 閉鎖性水域とN,P流総
(窒素、リンに係る対策を含めた流総計画)

- 1978(S53) 水質汚濁防止法改正　CODに係る総量規制制度の導入（東京湾･伊勢湾･瀬戸内海）
- 1980(S55) 環境省・「富栄養化対策についての基本的考え方」
- 1980(S55) 建設省・富栄養化防止下水道整備基本調査委員会（日本下水道協会へ委託）
- 1982(S57) 湖沼における窒素・リンに関する水質環境基準を告示
- 1984.8(S59) 「富栄養化防止下水道整備基本調査の手引」⇒その後、当面のN,P流総策定調査のバイブルに

⇒考え方はH5年版(1993)流総指針へ反映

# 流総計画におけるノンポイント原単位（閉鎖性水域----土地利用別） #1

- 下水道事業調査（各地方建設局(当時)）の原単位調査結果、その他の知見を流総指針に順次反映
- 「山林」の例
  - 平成5年版　13の調査事例
    - COD min 3.9 max 66.0 ave 21.5 (kg/ha/yr)
    - T-N min 0.3 max 8.8 ave 3.6 (kg/ha/yr)
    - T-P min 0.01 max 1.27 ave 0.30 (kg/ha/yr)
  - 平成20年版　さらに7事例を追加、全20の事例
    - COD min 3.9 max 154.0 ave 36.4
    - T-N min 0.3 max 20.9 ave 4.9
    - T-P min 0.01 max 1.31 ave 0.30

# 流総計画におけるノンポイント原単位（閉鎖性水域----土地利用別） #2

- 「畑地」の例
  - 平成5年版　16地区の調査事例
    - COD min 4.0 max 21.9 ave 10.3 (kg/ha/yr)
    - T-N min 8.2 max 238.0 ave 76.0 (kg/ha/yr)
    - T-P min 0.00 max 2.43 ave 0.68 (kg/ha/yr)
  - 平成20年版　さらに13地区を追加、全29地区
    - COD min 4.0 max 283.0 ave 49.5
    - T-N min 2.4 max 491.0 ave 100.4
    - T-P min 0.00 max 14.10 ave 1.28

# 流総計画におけるノンポイント原単位（閉鎖性水域----土地利用別） #3

- 「市街地」の例
  - 平成5年版　8地区の調査事例
    - COD min 34 max 378 ave 141 (kg/ha/yr)
    - T-N min 4.5 max 34.2 ave 19.7 (kg/ha/yr)
    - T-P min 0.9 max 6.5 ave 2.7 (kg/ha/yr)
  - 平成20年版　さらに10地区を追加、全18地区
    - COD min 34 max 378 ave 107
    - T-N min 4.5 max 39.6 ave 16.2
    - T-P min 0.6 max 6.5 ave 1.9

# 流総計画におけるノンポイント原単位（閉鎖性水域----土地利用別） #4

- ≪参考≫　流総指針昭和55年度版以前に掲載のデータ

（出典：流域別下水道整備総合計画調査・指針と解説（昭和49年版）を一部改変）

表３－12　耕地山地森林等からのN,P負荷

| 項　目 | N | P | 根　拠 |
|---|---|---|---|
| | (kg／ha・年) | (kg／ha・年) | |
| 農業排水 | 45 ～ 2.25 | 0.28 | |
| 地下水 | 0.56 ～ 11.25 | 0.0225 | TWPC′ 68－12 による |
| 森林流出水 | 1.46 ～ 3.36 | 0.336 ～ 0.9 | |
| 農業排水 | 26.5 | 0.27 | OECD Report |
| 山地・森林 | 6.94 | 0.184 | 琵琶湖の将来水質に関する調査報告書 昭和45年 |
| 農業排水 | 27.84 | 0.36 | |

- 「山地・森林」・・・上流にほとんど人家や水田のない愛知川(滋賀県)のS45.7月、9月各2回の調査結果。(非特定汚染源からの流出負荷量の推計手法に関する研究、H23環境推進費RFb-11T1成果報告)
- 「農業排水」・・・出典不明
- 総量削減計画の根拠データ　（H20指針でこれを例示）

# 本日の話題

- はじめに
- 流総計画とは
- 流総計画とノンポイント汚濁負荷の関わり
- ノンポイントの予測精度UPが必要!？
- 今後の課題

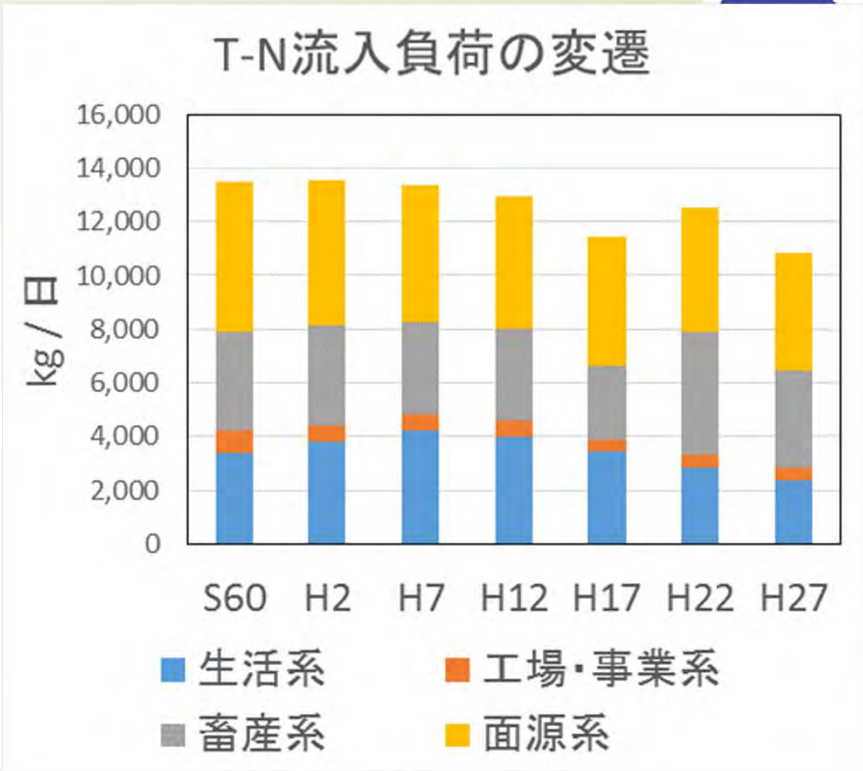
ノンポイントの予測精度UPが必要!？

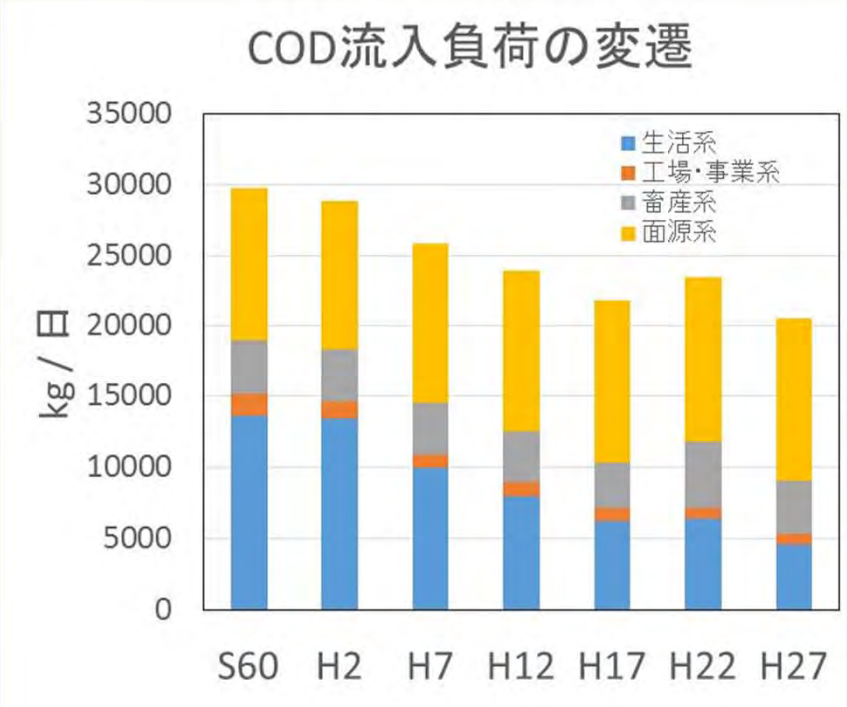
# ノンポイント汚濁負荷のシェア

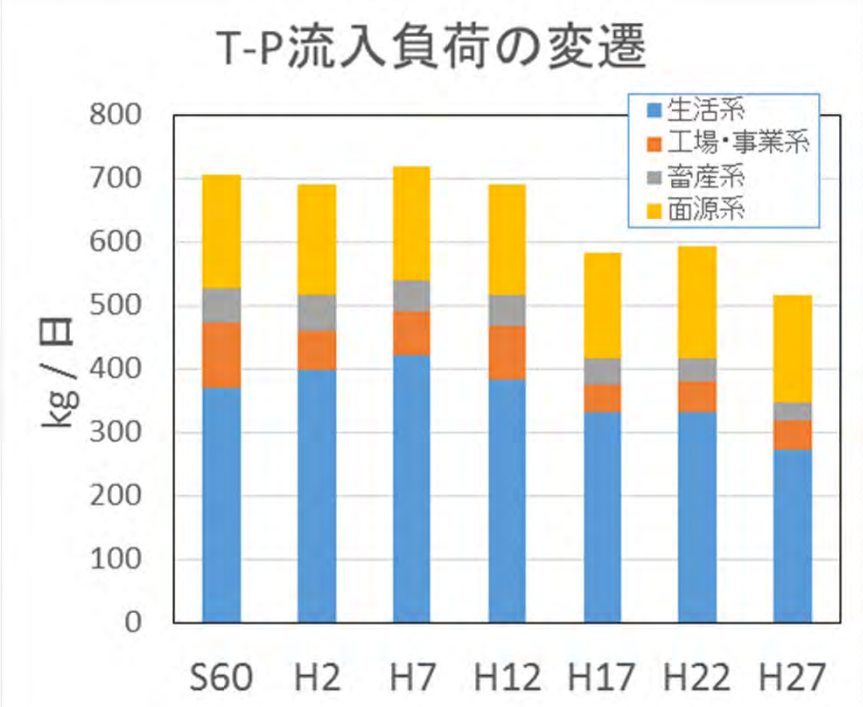
- 霞ケ浦、琵琶湖、宍道湖･中海の例から
  - いずれの湖沼でも、下水道整備、工場排水対策の強化などにより、点源系の汚濁負荷は着実に減少
  - 相対的に面源系の負荷割合が高まる
  - 特に点源系の汚濁負荷対策が一定のレベルに達した琵琶湖では、ノンポイント汚濁対策の重要性が高まっている

# 霞ヶ浦の流入負荷

- 流入負荷量の推移
  - いずれも減少傾向だが面源系の負荷量は微減
  - T-Pでは生活系、T-Nでは畜産系の割合が依然として大きい




（グラフ：第1期～第6期霞ヶ浦湖沼水質保全計画より作成）

# 霞ヶ浦流域での負荷削減の取り組み

## 予防措置・・・生活排水対策

- 北浦流域で対策の遅れ
  下水道普及率12.6%（2010年度）
- 窒素・リン対応の高度処理の状況　（2010年度）
  下水道・・・ 整備人口の約9割は高度処理対応済
  集落排水・・概ね高度処理
  合併槽・・・ 高度処理型浄化槽は約2割のみ(設置基数割合)

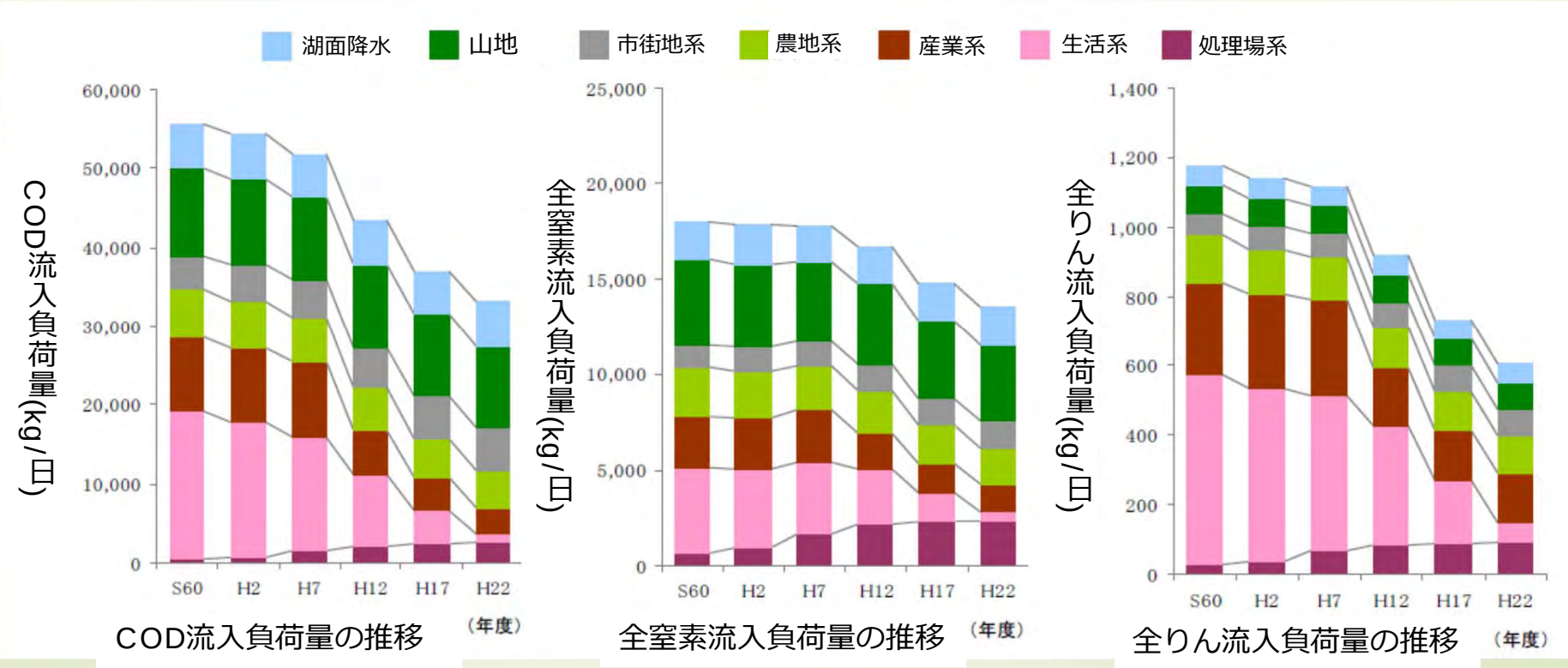
生活排水処理施設の整備率の推移（西浦+北浦）

（グラフ：第1期～第6期霞ヶ浦湖沼水質保全計画より作成）

# 琵琶湖の流入負荷

## 流入負荷量の推移

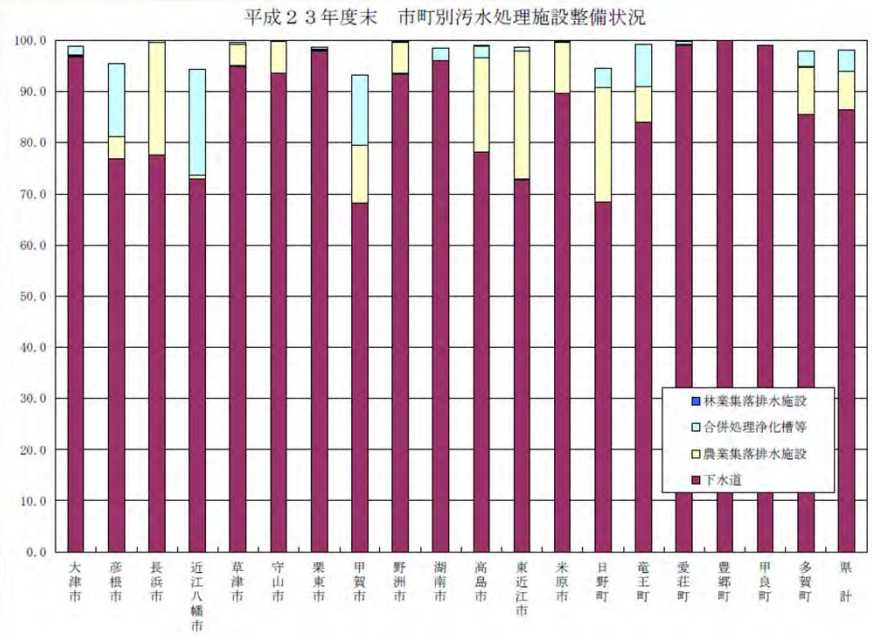
- H7(1995)以降、産業系、生活系ともに急速に減少
- 生活系の負荷割合は極めて小さくなった
- 相対的に山地、市街地、農地由来の汚濁負荷が増加




(グラフ：第6期琵琶湖湖沼水質保全計画より引用・一部改変)

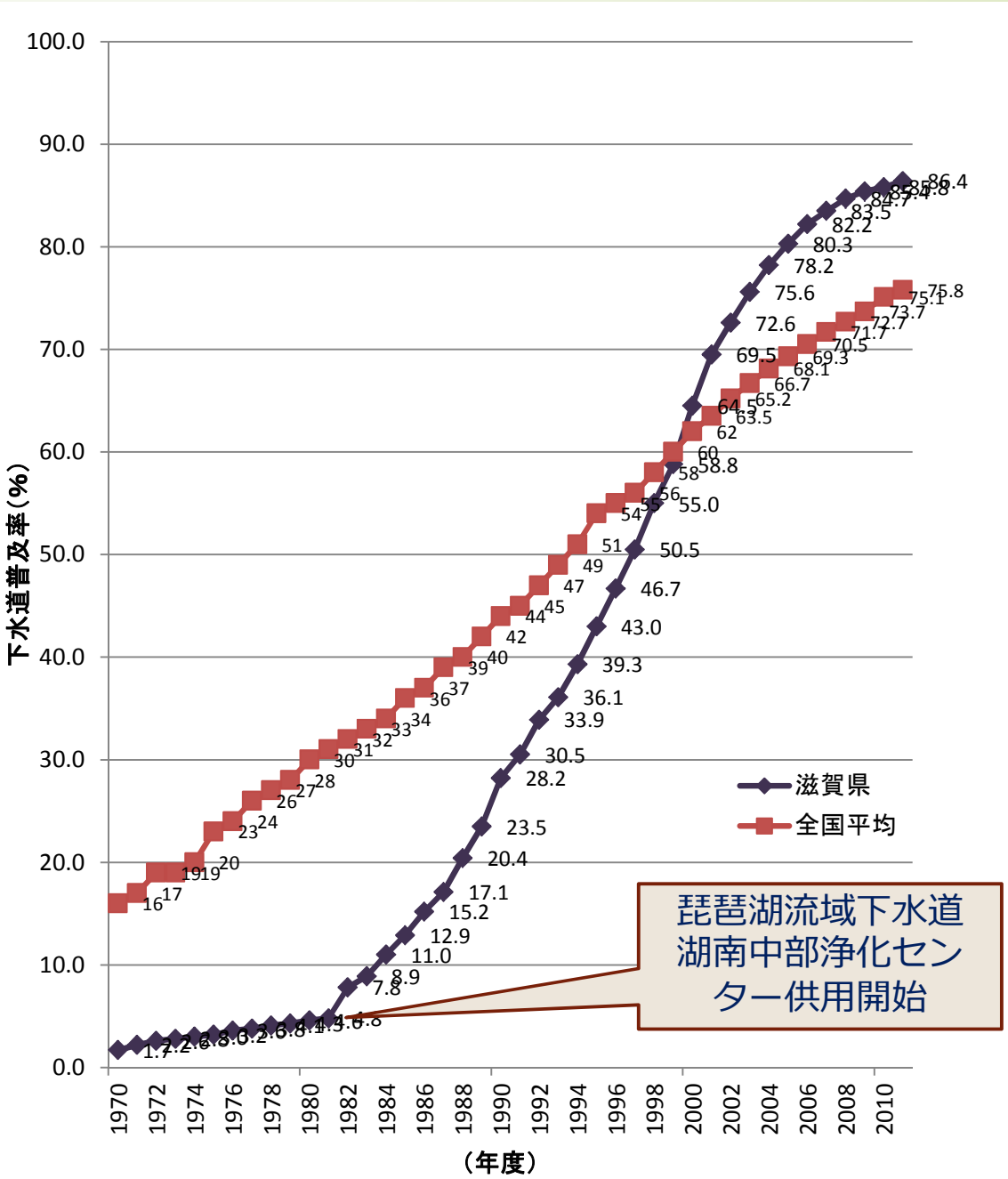
# 琵琶湖流域の流入負荷対策

- 下水道等の整備
- 工場排水上乗せ規制
- 富栄養化防止条例
  - 有リン洗剤の規制など




(グラフ左：滋賀県(2012)「滋賀の下水道普及状況」より引用)

(グラフ右：滋賀県(2012)) 「滋賀の下水道普及状況」をもとに作図)



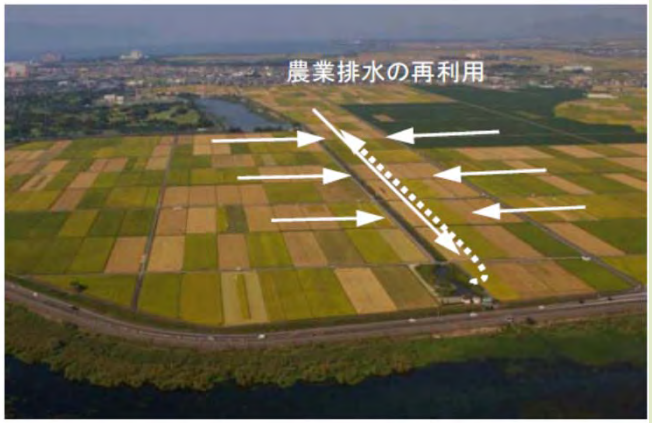
# 琵琶湖流域の流入負荷対策

- 対策はノンポイント汚濁をターゲットにせざるを得ない
  - 環境こだわり農業推進条例
    - 浅水代かき、施肥の工夫
      認証制度、県との協定等
  - 都市のノンポイント汚濁負荷対策　　など

事業効果の予測、各種対策案の選定など、発生汚濁負荷量と流達状況の正確な予測が不可欠に。

◆ 流域のノンポイント対策

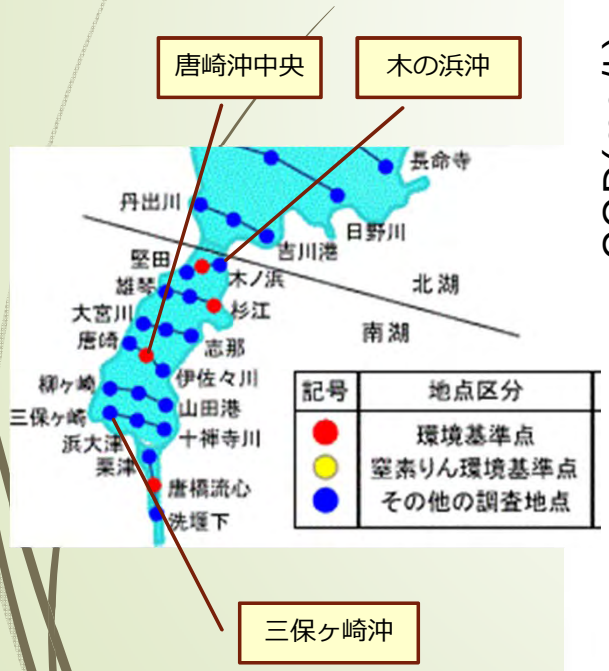
“伯母川ビオ・パーク”
山寺川市街地排水浄化施設
（写真上：草津市ウェブサイトより引用）

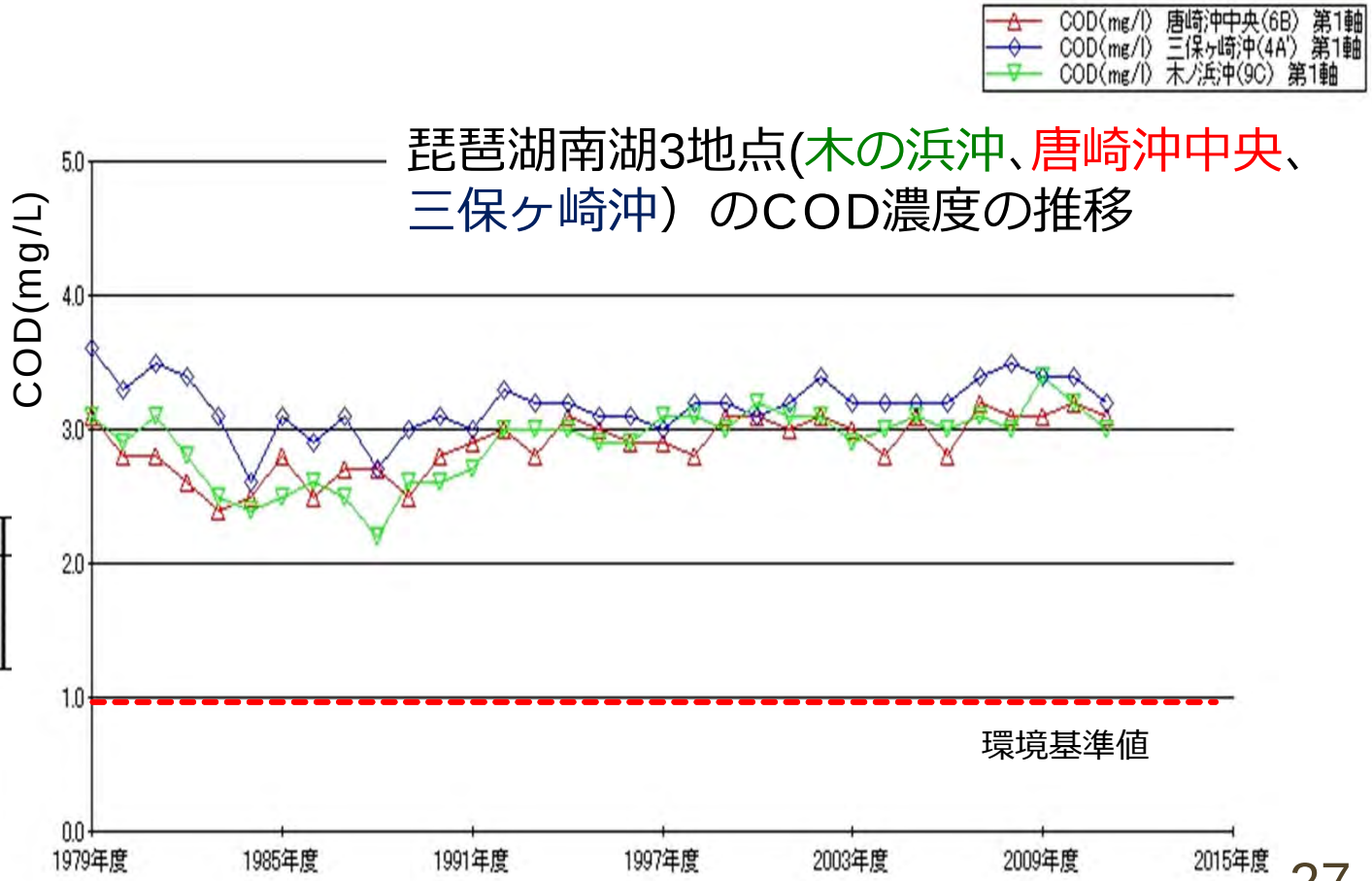



循環かんがい施設
（写真下：琵琶湖第6期湖沼水質保全計画より引用）

# 琵琶湖南湖の水質改善ケース
# 水質の変遷（COD）

- CODの推移を見るかぎり、あまり水質の改善傾向は見られない。むしろ微増傾向（北湖も同様）

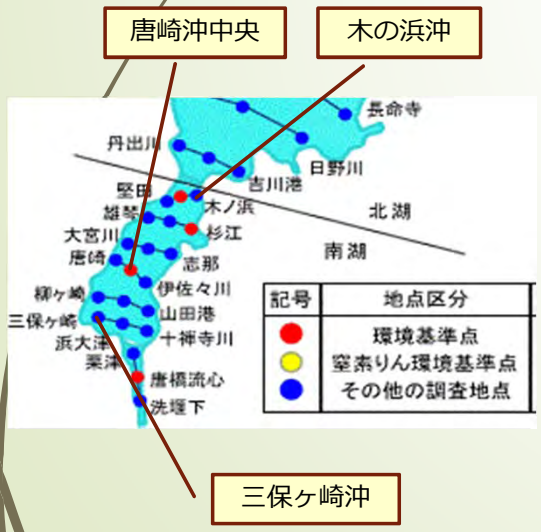


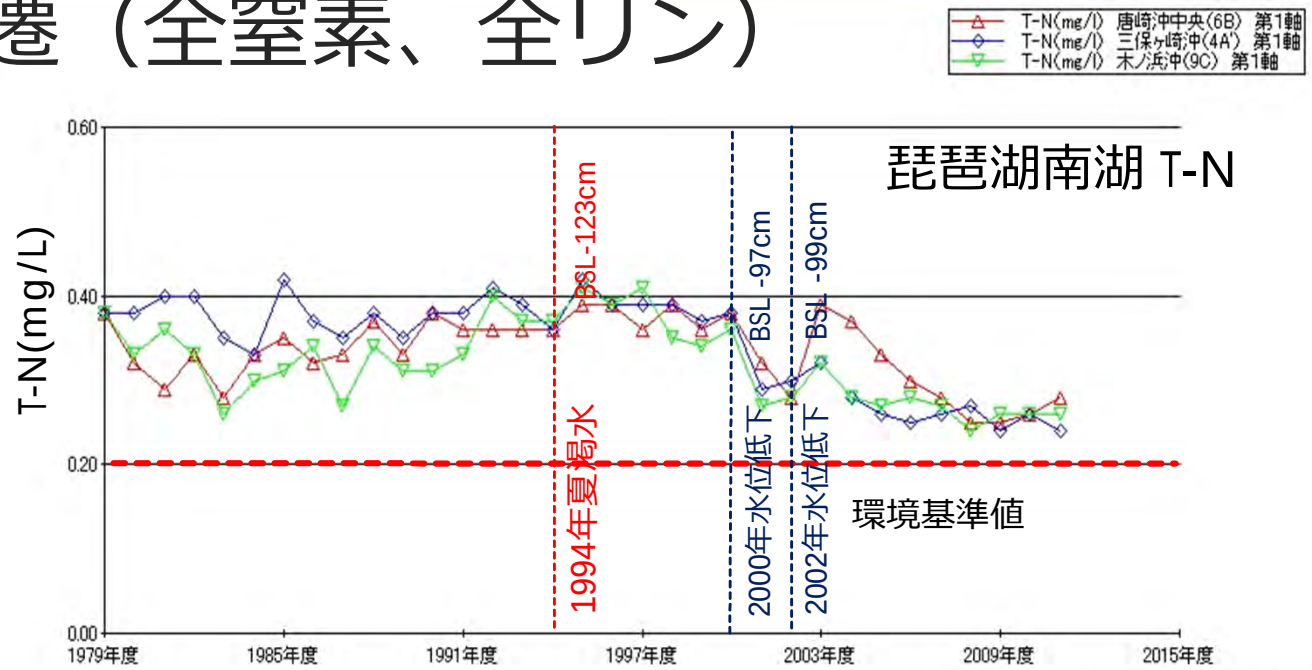



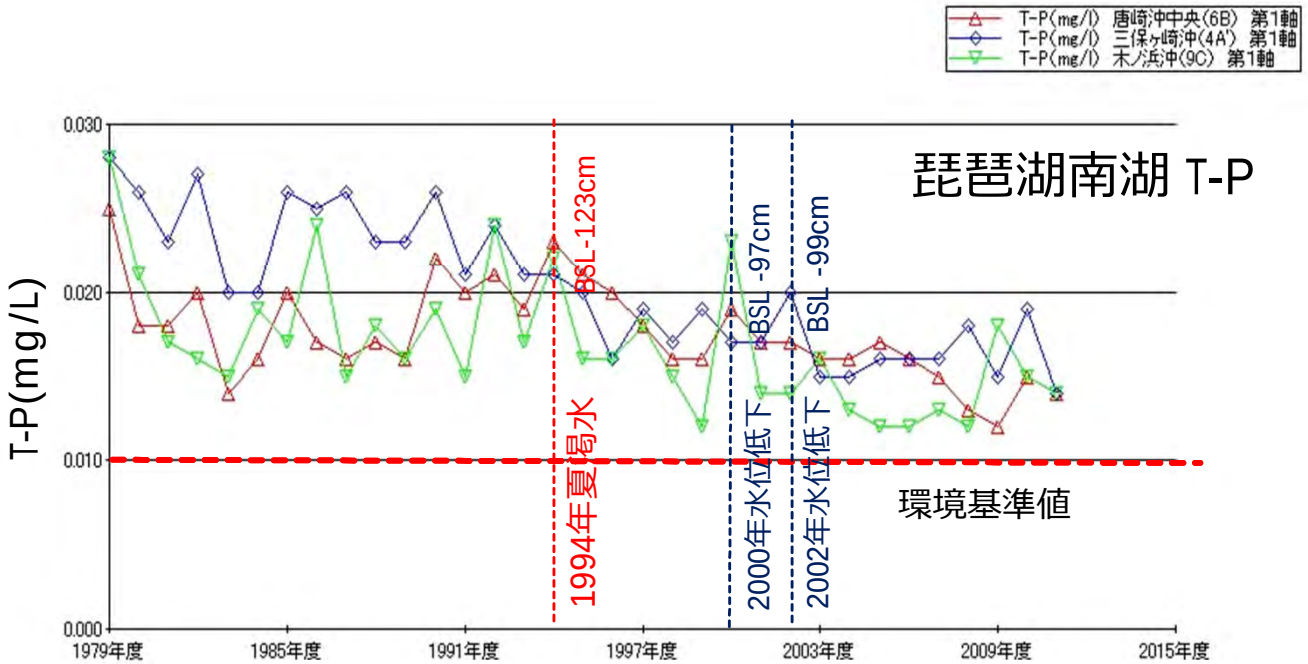

(滋賀県LBERI(Website)データベースより作成)

# 琵琶湖南湖の水質改善ケース
# 水質の変遷（全窒素、全リン）

- 南湖のT-Pは1994年の渇水後全体に減少傾向
- T-Nは2000年ころから減少傾向




(滋賀県LBERI(Website)データベースより作成)

ノンポイントの予測精度UPが必要!？

# 流総計画の限界

**同様の事例は全国各地に**

- 宍道湖・中海の例（斐伊川流総計画）
  - 他の対策も並行して推進しなければ、環境基準達成は困難という予測
  - ノンポイント負荷の精度向上と対策の効果検証が決定的に重要

(出典：島根県HP「斐伊川流総計画」より引用)

**斐伊川流総計画検討委員会の合意文書(抄)**

４ 今後の課題等

（１）下水道以外の対策の具現化

下水道整備のみでは当該水域の水質環境基準を達成することは困難であり、市街地・農地・山林等の非特定汚染源対策も含めた負荷削減対策を検討する必要がある。そのためには、湖沼水質保全計画により関係機関が連携・協力して効率的な流入負荷削減対策を検討・実施するとともに、対策の効率的な促進に資するよう技術開発や削減方法等に対する研究、データの蓄積等が必要である。

ノンポイントの予測精度UPが必要!？

# 発生原単位に関する課題

- 雨天時負荷を的確に見込むことが重要だが・・
  - 既往調査で得られている原単位が降雨の影響を考慮したものかどうか
  - L-Q式による負荷量算定の例も多い　$L=a\cdot Q^n$

    （河川･ダム湖）　（晴天時、降雨時の回帰式）
  - きわめて大きな降雨時の流入をどう扱うか
  - そもそも降雨時の流出負荷（粒子態リンなど）の湖内･湾内での挙動は？

ノンポイントの予測精度UPが必要!？

# 発生原単位に関する調査研究

- 人的資源･財政の制約が厳しい状況では、行政サイドでは緻密な現地調査には限界
- 行政の現場での利用の際、原単位など文献情報を活用せざるを得ないケースは多い
- 土研の原単位調査より（私見）
  - 調査成果の流総指針への反映は限定的
  - 機構の解明や原単位の精緻化も重要だが、現場が使いやすい結果でなければ利用されない
  - 地域の特性にマッチした成果の使われ方がされるようでなければ意味がない

# 本日の話題

- はじめに
- 流総計画とは
- 流総計画とノンポイント汚濁負荷の関わり
- ノンポイントの予測精度UPが必要!？
- ノンポイント対策は誰がするの？
- 今後の課題

今後の課題

# ノンポイント研究成果の社会実装

- 現象を的確に把握することはもちろん重要
- 得られた結果が活用されることも重要（社会実装）
  - 流入負荷量の的確な算定
  - 各排出源対策の優先順位の政策判断
  - 事業オプションからの最適案の選定
  - ノンポイント対策事業の効果の評価

# 今後の課題（まとめに代えて）

- H23環境推進費調査「非特定汚染源からの流出負荷量の推計手法に関する研究」成果の重要性
  - この成果から、推計精度向上へのSTEPは？
- この次に何が必要か
  - 構築したDBをどのように活用するか
  - 安易な成果の利用から脱却するために

    ⇒ばらつきの大きなデータから、対象地域により近い条件で調査された情報を抽出する方法

    ⇒主要な外的・内的要因別にカテゴライズ可能か？

# 今後の課題（まとめに代えて）

- ノンポイント汚濁負荷の推定精度の向上
  - 地域特性を考慮した見積もり
  - 雨天時負荷の推定精度の向上とデータ取扱いの考え方、雨天時を考慮した原単位の選定
- 既往成果の調査背景のレビューと理解
  - H23環境推進費調査で構築したDBの活用
- 地域特性に応じた原単位情報の整理
  - 主要な外的・内的要因別に既往の知見をカテゴライズすることが必要

# 今後の課題（まとめに代えて）

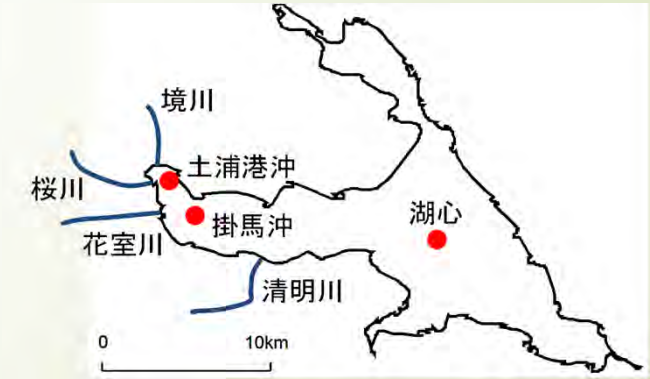
- ノンポイント対策を進めるために
  - 実施主体の明確化
    - 実施主体、実施方法の議論のためには、科学的知見に基づく発生源と対策の効果の評価が必要
  - 協議の場が必要
    - 関係者が一堂に会して、負荷削減状況、対策の進捗状況等を確認しつつ、効果の確認、対策の実行
    - “東京湾再生推進会議”の例
      - 平成13年12月の都市再生プロジェクト決定「海の再生」を受け、関係省庁、地方公共団体が連携して、推進会議を設置
      - 内閣官房、国交省、農水省、環境省
      - 埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、横浜市、川崎市、千葉市、さいたま市

# 土木研究所における研究（ノンポイント汚濁関連）#1

- 出水時の栄養塩類濃度と藻類増殖ポテンシャル（第48回水環境学会年会 P-A15）
  - 出水時の印旛沼流入河川水の藻類増殖ポテンシャルは、溶存態窒素、リン、マンガンなどが同時に存在すると高かった。（北村ほか）
- 窒素・酸素安定同位体を用いた出水時流出特性（第48回水環境学会年会 P-A16）
  - 印旛沼流域を対象に河川水の窒素・酸素安定同位体に着目し、出水時の栄養塩類の起源や流出特性を調査した。（對馬ほか）

# 土木研究所における研究（ノンポイント汚濁関連）#2

- 雨天時の栄養塩類負荷が底泥からの溶出に及ぼす影響（第48回水環境学会年会 P-B07）
  - 流域からの栄養塩類負荷が湖底底泥の溶出に与える影響を把握するために、雨天後に霞ヶ浦西浦の底泥を採取し、溶出試験を実施（柴山ほか）



# “流総大改革”と流総指針の改定

- 国土交通省で流総計画の再構築に向けて、流総計画再構築検討会を設置(H25)
  - 水環境マネジメント検討会報告（H24）等を踏まえた流総指針の改定
    - 目的の多様化（“豊かな海”，水･エネルギーポテンシャル）
    - エネルギーの視点からの合理的システムづくり
    - 長期目標と中期目標（マネジメント･サイクル）
    - 柔軟性を持たせた計画の導入、作業簡素化
  - 原単位等の改定はH26年度に作業予定

# 流総計画とノンポイント汚濁負荷

➡ご清聴ありがとうございました

contact：土木研究所　岡本誠一郎
s-okamoto@pwri.go.jp