

湖沼水質保全のための 面源負荷削減対策の 推進に向けて

東京大学大学院工学系研究科
附属水環境制御研究センター・都市工学専攻
教授 古米弘明

発表内容

- 特定汚染源(点源)と非特定汚染源(面源)
- 湖沼水質保全特別措置法における流出水対策
- 研究事例紹介1
平成22年度環境経済の政策研究:「水分野における経済的手法を含めたポリシーミックスの効果と社会影響に関する研究」
- 研究事例紹介2
平成23年度環境省環境研究総合推進費革新型研究開発領域総合評価枠:「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」
- (市街地)ノンポイント汚染対策の適用事例)

特定汚染源と非特定汚染源

■ 特定汚染源(点源、Point Source)

工場などからの排水、家庭からの生活排水、さらに下水処理場、し尿処理場、畜産排水処理施設など汚染起源が特定可能な汚染源

■ 非特定汚染源(面源、Non-Point Source)

大気・降雨由来や、市街地、農地、森林等からの雨天時の流出水といった汚染起源を明確に特定できない汚染源

Diffuse pollution can be caused by a variety of activities that have no specific point of discharge. 1) 自然系負荷: 降雨・降下塵負荷、林地負荷

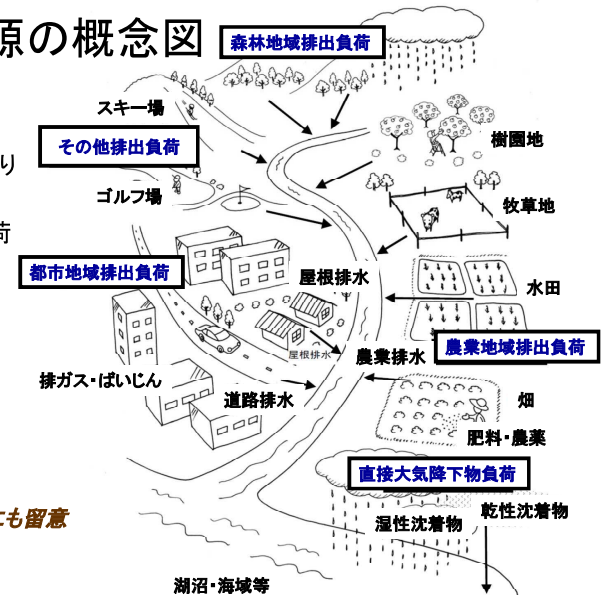
2) 農業系負荷: 水田、畑地負荷など

3) 都市系負荷: 煤塵、道路や屋根排水など

非特定汚染源の概念図

非特定汚染源負荷は、主にその発生地域により分類される。

- (a) 直接大気降下物負荷
- (b) 都市地域排出負荷
- (c) 農業地域排出負荷
- (d) 森林地域排出負荷
- (e) その他排出負荷

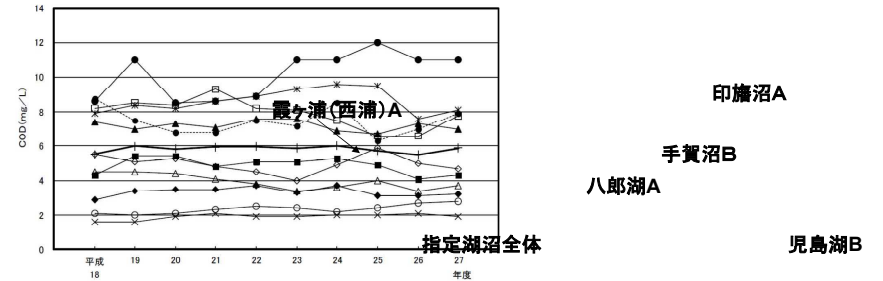


注: 地下水直接負荷にも留意

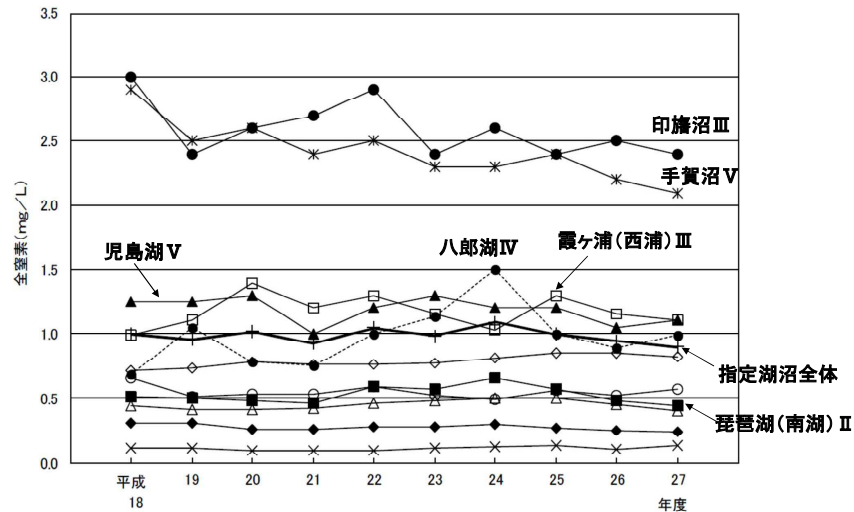
問題の背景と最近の対策動向

- 面源負荷による汚染の特徴と対策課題
 - 面的な広がりを有した発生源を対象していること
 - 排水規制に馴染まないこと
 - 負荷状況の把握が困難、精度向上が必要であること
 - 市街地や農地等の管理者へ普及啓発、汚濁負荷の削減対策ごとの効果を適切に把握すること
 - 全体汚濁負荷に対する削減効果を定量的に評価すること
- 「流出水対策地区」の新設
 - 平成17年に湖沼水質保全特別措置法が改正
 - 面源(非特定汚染源)からの負荷対策の強化
 - 特に湖沼に流入する汚濁負荷の一層の削減
 - 流出する汚濁負荷への対策が必要な地域を指定
 - 流出水対策推進計画の策定し、対策推進が法的に実施

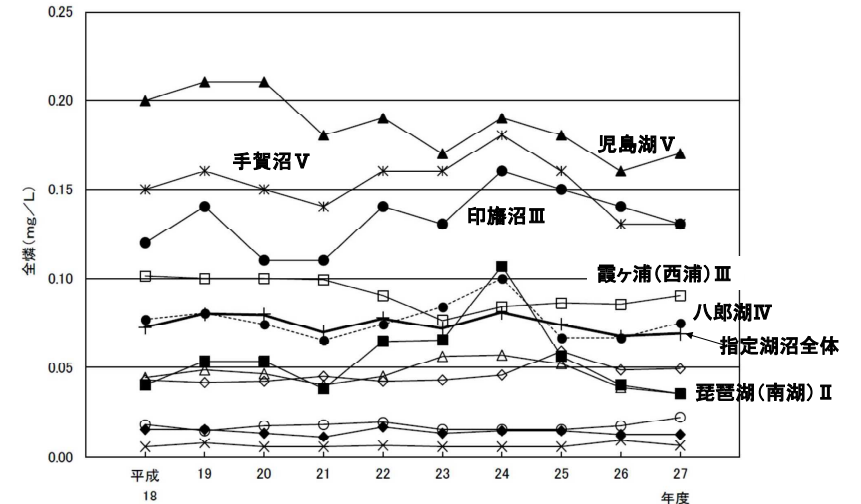
指定湖沼の水質状況の推移(COD年間平均値)



指定湖沼における全窒素の濃度推移(全地点平均)



指定湖沼における全燐の濃度推移(全地点平均)



改めて、湖沼水質保全特別措置法

- 湖沼は閉鎖性の水域であり、汚濁物質が蓄積しやすいため、河川等に比べて**環境基準の達成率が低い**。また、**富栄養化に伴い、利水障害も生じている**。
- 湖沼の水質汚濁の原因は、多岐にわたっており、湖沼水質保全のためには、従来からの**水質汚濁防止法による規制だけでは十分ではない**こと等にかんがみ、**昭和59年に湖沼水質保全特別措置法が制定され、昭和60年3月から施行**されている。
- 同法に基づき、これまでに、**琵琶湖、霞ヶ浦等の11湖沼が指定湖沼として指定され、湖沼水質保全計画**に基づき、下水道の整備等水質の保全に資する事業の推進や工場排水等に対する負荷規制等の各種施策が実施されてきた。

指定湖沼について

指定湖沼（関係府県）	指定時期	湖沼水質保全計画（計画年次）
霞ヶ浦（茨城県、栃木県、千葉県）	昭和60年12月	第6期（平成23～27年度）
印旛沼（千葉県）	〃	第6期（平成23～27年度）
手賀沼（千葉県）	〃	第6期（平成23～27年度）
琵琶湖（滋賀県、京都府）	〃	第6期（平成23～27年度）
児島湖（岡山県）	〃	第6期（平成23～27年度）
諏訪湖（長野県）	昭和61年10月	第6期（平成24～28年度）
釜房ダム（宮城県）	昭和62年9月	第6期（平成24～33年度）
中海（鳥取県、島根県）	平成元年2月	第6期（平成26～30年度）
宍道湖（島根県）	〃	第6期（平成26～30年度）
野尻湖（長野県）	平成6年10月	第5期（平成26～30年度）
八郎湖（秋田県）	平成19年12月	第2期（平成25～30年度）

平成18年4月の法改正

各種施策により、湖沼に流入する汚濁負荷量は削減されてきたものの、ほとんどの指定湖沼において、未だ環境基準が達成されていない状況にあった。そこで、**平成18年4月に改正湖沼水質保全特別措置法が施行され、従来の対策に加えて、農地、市街地等のいわゆる「面源」から湖沼へ流入する汚濁負荷の削減を図るための対策の推進、湖沼の水質の改善に資する湖辺の植生の保護等の措置を講じることとした。**

湖沼水質保全特別措置法(第1、2条)

第1条(目的) この法律は、湖沼の水質の保全を図るため、**湖沼水質保全基本方針**を定めるとともに、水質の汚濁に係る環境基準の確保が緊要な湖沼について水質の保全に関し実施すべき施策に関する計画の策定及び汚水、廃液その他の水質の汚濁の原因となる物を排出する施設に係る必要な規制を行う等の**特別の措置**を講じ、もって国民の健康で文化的な生活の確保に寄与することを目的とする。

第2条(湖沼水質保全基本方針) 国は、湖沼の水質の保全を図るための基本方針(以下「湖沼水質保全基本方針」という)を定めなければならない。

2 湖沼水質保全基本方針には、次の事項を定めるものとする。

- 一 湖沼の水質の保全に関する基本構想
- 二 第4条第1項の湖沼水質保全計画の策定、**第25条第1項の流出水対策地区の指定、第29条第1項の湖辺環境保護地区の指定**その他指定湖沼の水質の保全のための施策に関する基本的な事項
- 三 前2号に掲げるもののほか、湖沼の水質の保全に関する重要事項

.....

流出水の定義

農地、市街地等のいわゆる「面源(非特定汚染源)」

農地・市街地等の面源から流れ出る水を「流出水」として捉え、その定義は「水質汚濁防止法第2条第2項に規定する特定施設及び指定施設から排出される水並びに同条第8項に規定する生活排水以外の水であって、指定地域内の土地から指定湖沼に流入するもの」とする。なお、流出水対策地区の指定及び流出水対策推進計画の策定の対象となる流出水は、主に農地、市街地等から排出される水(合流式下水道の越流水を含む。)とする。

流出水であるもの及び主な流出水対策の対象となるもの

＜流出水＞

- ・水田・畑から排出される水
- ・道路から排出される水
- ・住宅地等から排出される
- ・合流式下水道の越流水

＜流出水を含む水＞

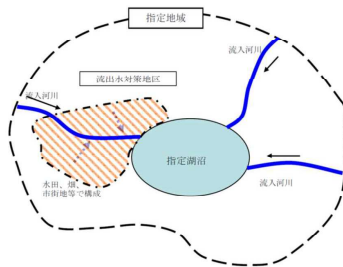
- ・河川を流れる水
- ・農業排水路を流れる水

流出水対策

① 農地

農地において農家が実施する流出水対策としては、専用施肥機の導入により農作の根元に集中的に散布すること等による肥料の散布方法の改善、施肥量の適正化、農業排水路に止水版を設けること等による濁水の流出抑制などが考えられる。

流出水対策地区の指定



流出水の汚濁負荷量の指定湖沼の汚濁負荷量に占める割合が大きい地区であって、汚濁負荷削減対策を実施することが可能な地区

② 市街地

市街地において実施する流出水対策としては、道路管理者が道路の透水性舗装の実施により雨水の地下浸透を促進し降雨時の濁水の流出を抑制すること、道路の路面や側溝の清掃により流出水の汚濁を防止することなどが考えられる。

研究事例紹介1

平成22年度環境経済の政策研究

研究代表者 栗山浩一(京都大学)

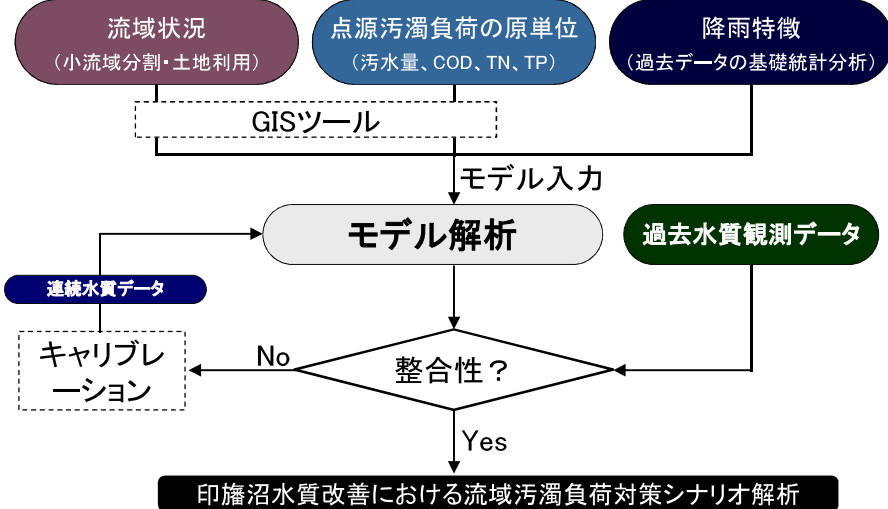
水分野における経済的手法を含めたポリシーミックスの効果と社会影響に関する研究



面源汚濁負荷モデルを利用した湖沼流域における汚濁負荷流出メカニズム及び汚濁負荷削減対策に関する研究

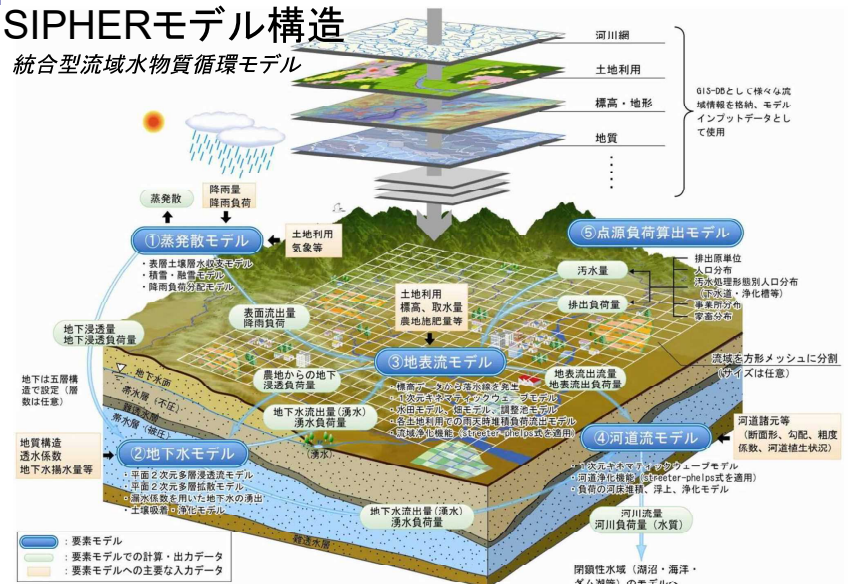
http://www.env.go.jp/policy/keizai_portal/F_research/10_kuriyama.pdf
http://www.env.go.jp/policy/keizai_portal/F_research/f-10-01.pdf

流域汚濁負荷解析モデルの活用



SIPHERモデル構造

統合型流域水物質循環モデル



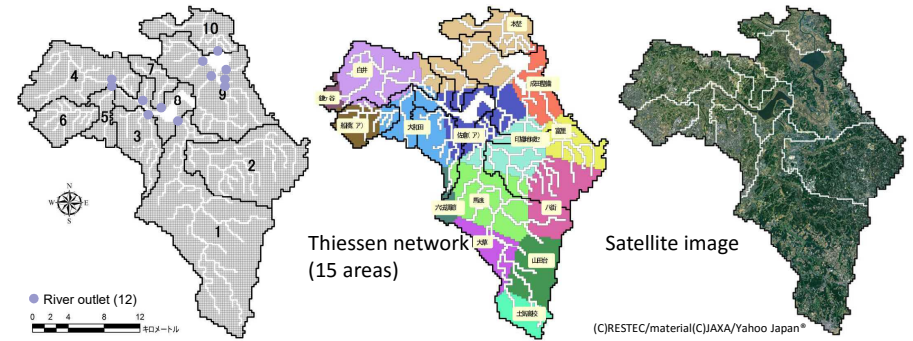
各要素モデルの概要

No.	要素モデル	解析内容	付加モデル
①	蒸発散モデル	土地被覆・気象条件に応じた降雨の分配(蒸発散、地下浸透、表面流出)を解析する。	積雪・融雪モデル 気温・雨量の標高補正 降雨水質モデル
②	地下水モデル	平面2次元多層浸透流解析により、地下水層での水・物質の挙動(地下水位、流速、物質移動・拡散)および地表への湧出(湧水量・湧水水質)を解析する。	湧出モデル
③	地表流モデル	キネマティックウェーブ法により、地表面での水・物質の挙動(水位、流速、物質移動・拡散)を解析する。	雨天時流出負荷モデル 水田モデル 畑モデル 調整池モデル 脱窒モデル
④	河道モデル	キネマティックウェーブ法により、河道での水・物質の挙動(水位、流速、物質移動・拡散)を解析する。	河道巻き上げモデル 河道内浄化モデル
⑤	点源負荷算出モデル	生活系・事業所系・畜産系(：ノンポイントソース)の排出負荷量を解析する。	汚水処理形態別人口分布作成モデル

千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

17

印旛沼流域における河川流域と降雨観測地点



10河川流域と各河川の印旛沼への流入地点

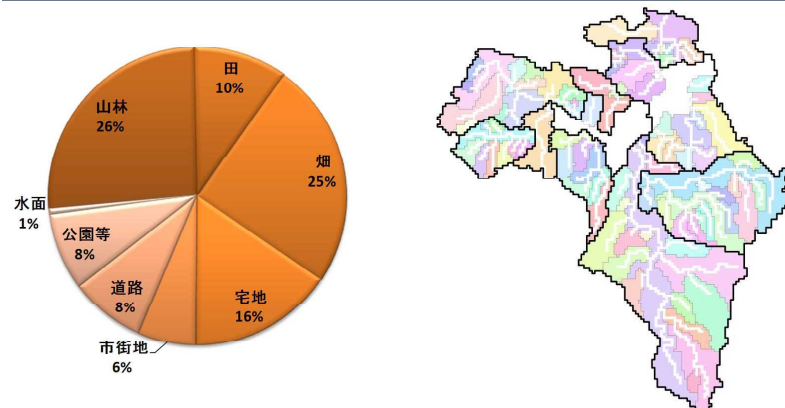
15気象観測地点におけるティーンセン分割

印旛沼流域の衛星画像

千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

18

各土地利用の流域内割合と92小河川流域



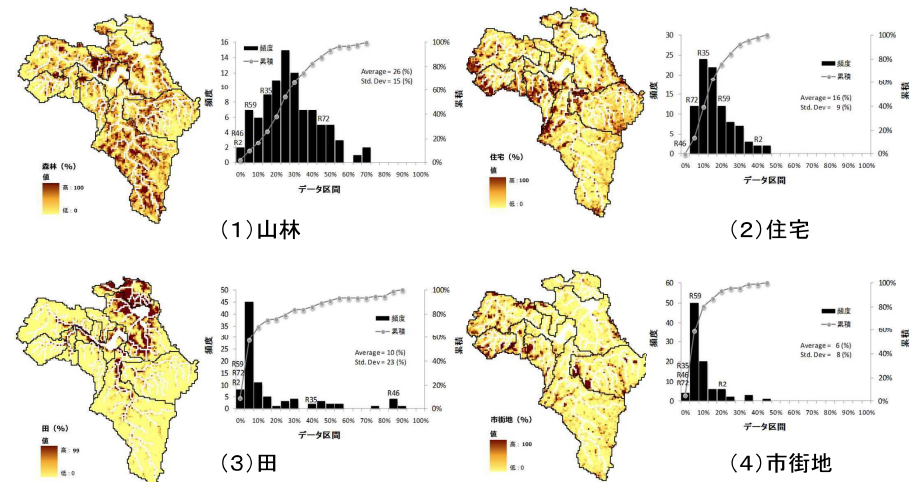
印旛沼全流域における8種類土地利用の割合

降雨・汚濁負荷流出特性をより細かく把握するための92河川流域における小流域

千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

19

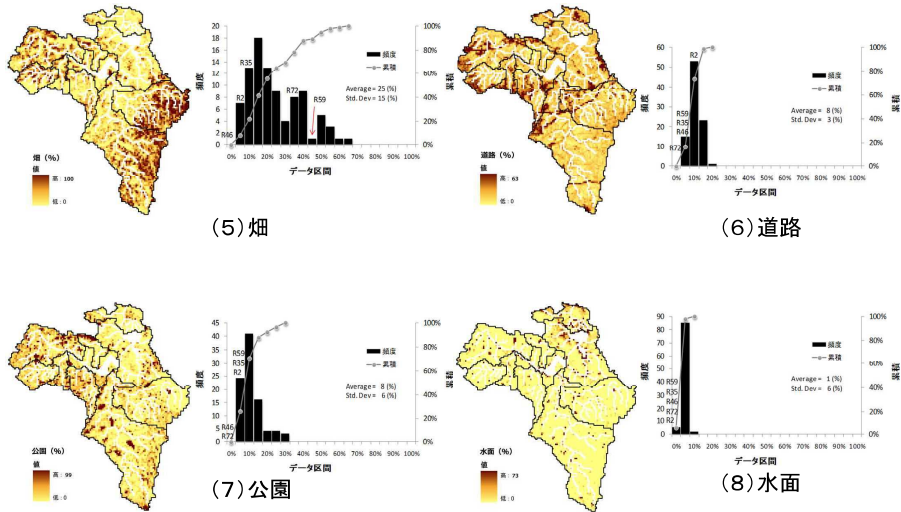
92小河川流域ごとの各土地利用の割合(1)



千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

20

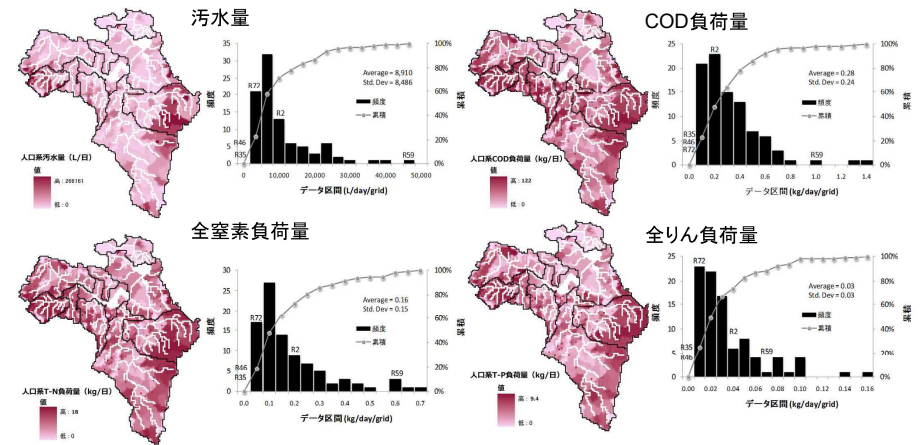
92小河川流域ごとの各土地利用の割合(2)



千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

21

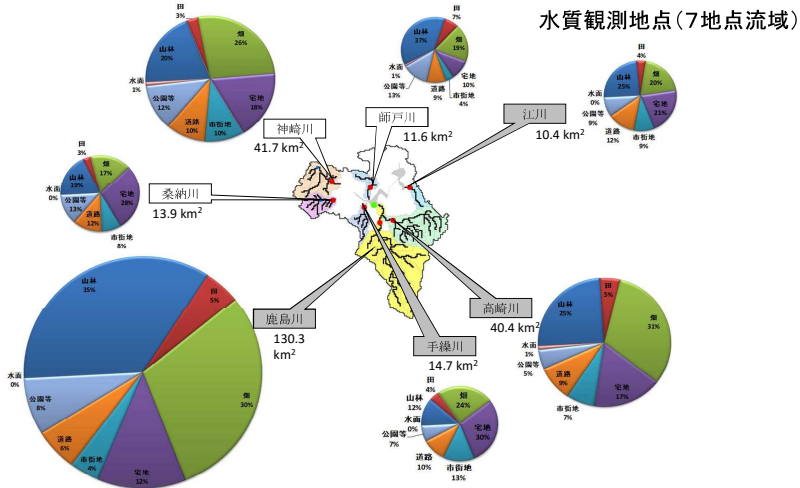
92小河川流域ごとの点源負荷量の分布



千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

22

観測データによるモデルの妥当性検討

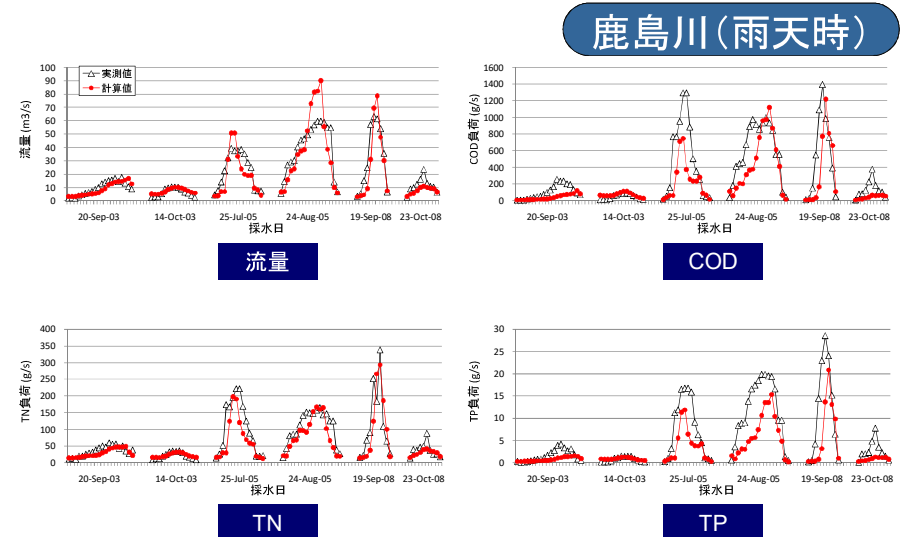


千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

23

23

モデル解析結果の観測値との整合性

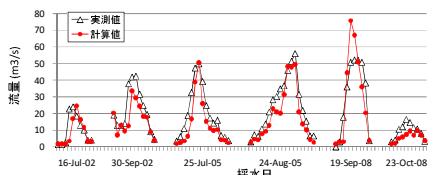


千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

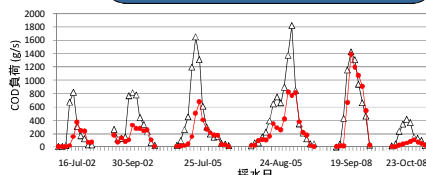
24

モデル解析結果の観測値との整合性

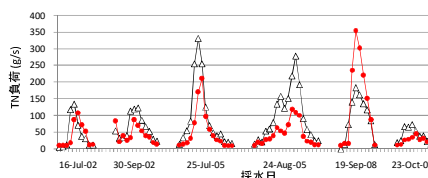
高崎川(雨天時)



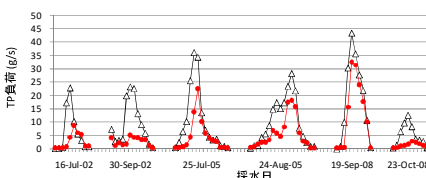
流量



COD



TN



TP

汚濁負荷削減対策のモデル化

区分	モデルでの対策名
浸透対策	1 雨水浸透マス 2 透水性舗装 3 緑地保全
生活系排水対策	4 下水道 5 合併処理浄化槽、高度処理型合併処理浄化槽 6 都市排水路等での負荷削減(都市排水の下水道への取り込み等)
事業所対策	7 事業場排出負荷削減
面源対策	8 路面清掃 9 調整池での負荷トラップ・清掃 10 環境保全型農業(施肥量削減) 11 初期雨水の下水道への取り込み 12 路面排水処理装置
直接浄化	13 河川・排水路での直接浄化 14 浄化用水の導入 15 湿地浄化

対策ごとのコストの傾向と費用負担

対策	コスト	実施者と費用負担
生活・事業場排水対策(集合処理)	管路網と処理施設の整備が必要であり、特に密度が低いところでは高コスト	<ul style="list-style-type: none"> ● 下水道事業者による実施 ● 利用者からの料金徴収
生活・事業場排水対策(個別処理)	サイズおよび処理性能により異なるが、栄養塩除去をするためには高コストになる場合が多い。	<ul style="list-style-type: none"> ● 利用者による実施と負担 ● 一部、行政からの補助
都市面源対策(浸透対策)	汚濁負荷削減が相当見込める場合は低コストに。	<ul style="list-style-type: none"> ● 個人の敷地の場合は個人負担 ● 公共空間および道路などで実施する場合は、行政による負担
都市面源対策(直接除去) ソフト	汚濁負荷削減が相当見込める場合は低コストに。	<ul style="list-style-type: none"> ● 行政による実施
都市面源対策(直接除去) ハード	処理の程度、建設コストによるが、低コストになる場合も	<ul style="list-style-type: none"> ● 行政による実施、民間による開発の場合は、民間事業者による実施。
農地対策(発生削減)	化学肥料の使用費削減 収量の低下による収益減の可能性 施肥方法の変更によるコスト増	<ul style="list-style-type: none"> ● 農家による実施 ● 農業共同体としての実施
農地対策(直接除去)	処理の程度、建設コストによるが、低コストになる場合も	<ul style="list-style-type: none"> ● 行政あるいは農業共同体としての実施

対策毎の負荷削減量の推定方法と環境影響(1)

対策	対策のイメージ	負荷削減量の算定方法と精度	その他の環境影響
生活・事業場排水対策(集合処理)	下水道	<ul style="list-style-type: none"> ● 削減量のモニタリングが容易。 ● 流域外へ負荷を移動している場合もあり、その場合は100%削減となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 小河川などにおける水量の減少 ● 下水道の建設、運用における追加的なエネルギー&資源消費
生活・事業場排水対策(個別処理)	合併浄化槽	<ul style="list-style-type: none"> ● 削減量のモニタリングがある程度可能。 ● モデルによる推定は、変動する排水に対する除去率をどう設定するかによるが、不確実性は相対的に小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 浄化槽の建設、運用における追加的なエネルギー&資源消費
都市面源対策(浸透対策)	雨水浸透マス 透水性舗装	<ul style="list-style-type: none"> ● 削減量のモニタリングは困難であり、モデルによる推定。 ● モデルによる推定には、不確実性も多い。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 洪水制御や地下水涵養が主目的の場合が通常であり、集水域への汚濁負荷削減効果は副次的な効果である。 ● 浸透マスの建設などへの追加的な資源消費がある。 ● 地下水汚染の懸念もある。

対策毎の負荷削減量の推定方法と環境影響(2)

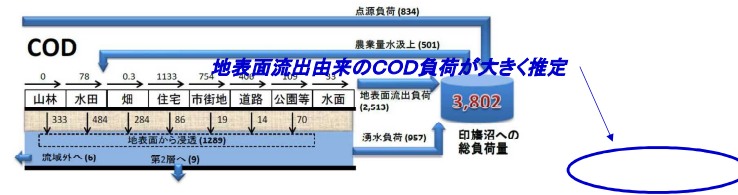
対策	対策のイメージ	負荷削減量の算定方法と精度	その他の環境影響
都市面源対策(直接除去・ソフト)	路面清掃 初期雨水の下水処理	<ul style="list-style-type: none"> 削減量のモニタリングは困難であり、モデルによる推定。 モデルによる推定には、不確実性も多い。 	<ul style="list-style-type: none"> 実施に関わるエネルギー消費の増加 路面清掃は街の美観の向上や雨水排除機能の維持
都市面源対策(直接除去・ハード)	調整池等 路面排水処理	<ul style="list-style-type: none"> 削減量のモニタリングはある程度可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 建設、運用における追加的なエネルギー&資源消費 調整池の場合、水辺の創出による効果と影響
農地対策(発生削減)	施肥量削減	<ul style="list-style-type: none"> 施肥量のデータからモデルにより推定。 モデルによる推定には、不確実性も。 	<ul style="list-style-type: none"> 化学肥料などの製造に伴う環境負荷の削減
農地対策(直接除去)	調整池等 排水処理	<ul style="list-style-type: none"> 削減量のモニタリングはある程度可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 建設、運用における追加的なエネルギー&資源消費 調整池の場合、水辺の創出による効果と影響

千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

29

印旛沼への年間汚濁負荷量と内訳(1)

2002年モデル解析結果

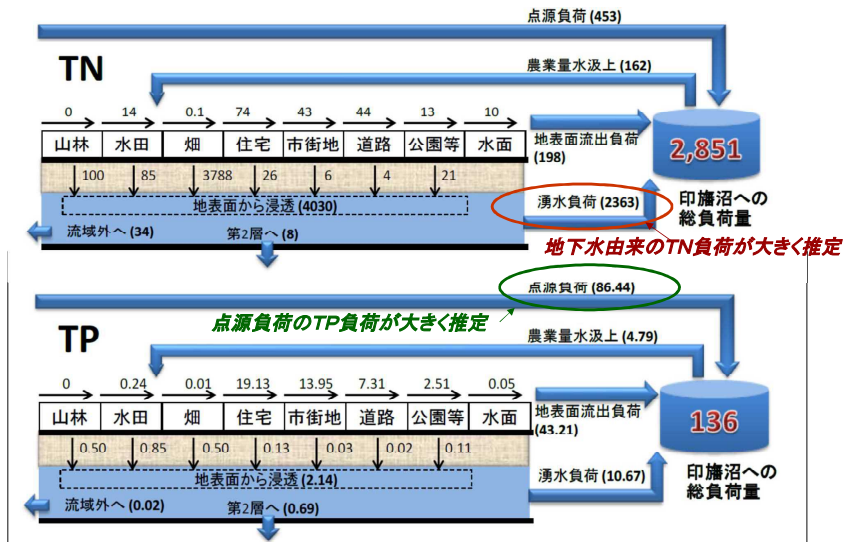


汚濁負荷解析モデルの活用により、汚濁負荷の流れ(フロー)を見える化できる。それぞれの経路を通じた負荷量の相对比较が容易に理解可能である。同時に、対策を講じたことによる効果を定量的に評価することができる。ただし、モデル計算結果であることには留意が必要である。

千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

30

印旛沼への年間汚濁負荷量と内訳(2)



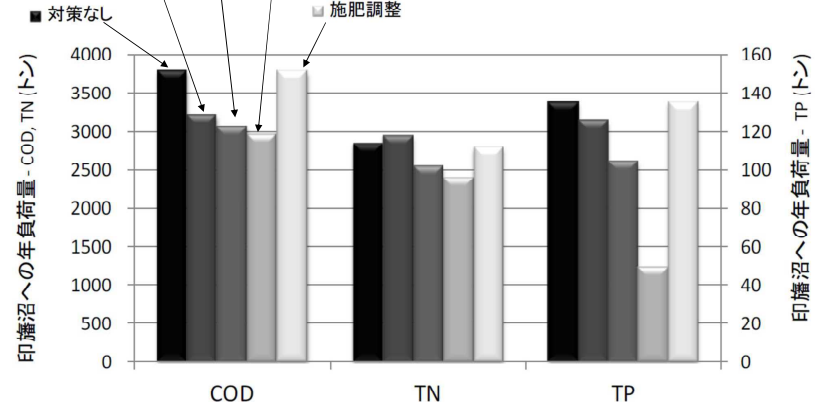
千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

31

削減対策別印旛沼へ年間負荷量の比較

2002年モデル解析結果

あくまでもモデル推定であることに留意

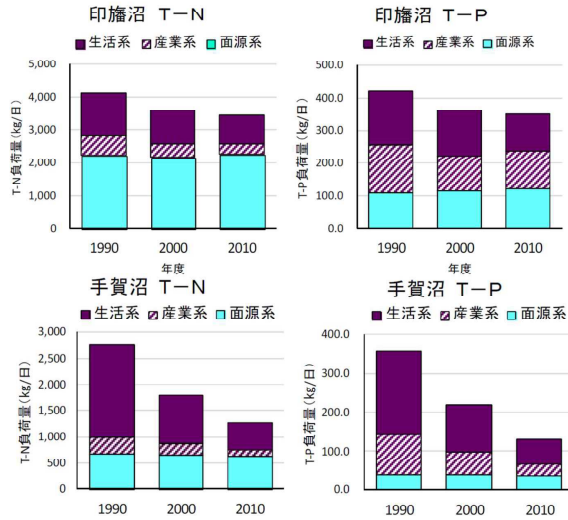


千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

32

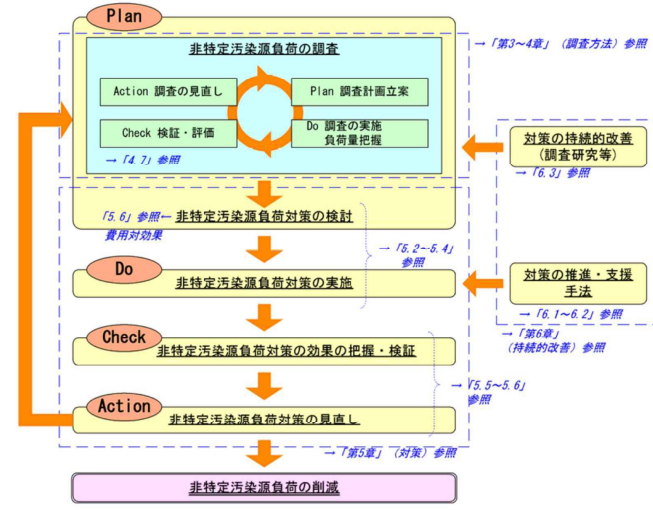
年間排出汚濁負荷量の変化

- 印旛沼, 手賀沼流域における全窒素, 全リンの年間排出負荷量は、20年間で大幅に減少している。
- 要因別にみると面源系(市街地・山林・農地等)は横ばい, あるいは微増している。
- 汚濁負荷量全体に占める面源負荷の比率が増加している。



藤村氏: <https://www.pref.chiba.lg.jp/wit/suishitsu/report/documents/ar2014suishitsu002.pdf>
千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎 33

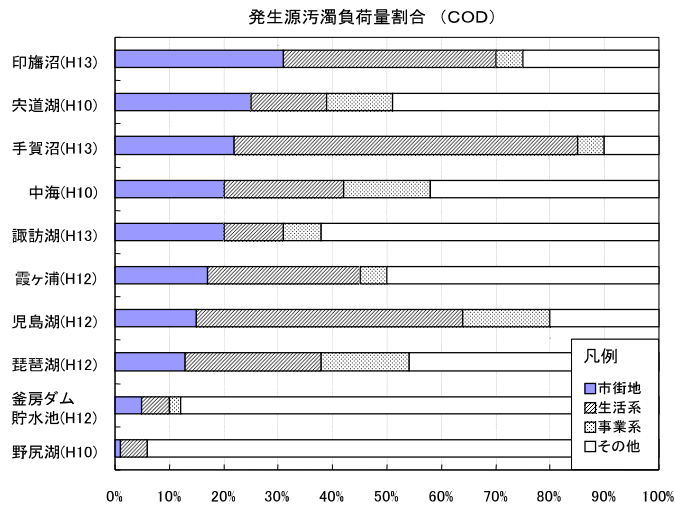
非特定汚染源負荷対策のPDCAサイクル



- ポイント**
- 効果的な対策を講じるためには、地域の情報や特殊性等を十分に把握・分析する
 - 対策実施には住民や事業者等の理解と協力が不可欠であることを十分に認識する
 - 対策効果が十分に発揮されるための調査を計画・実施する

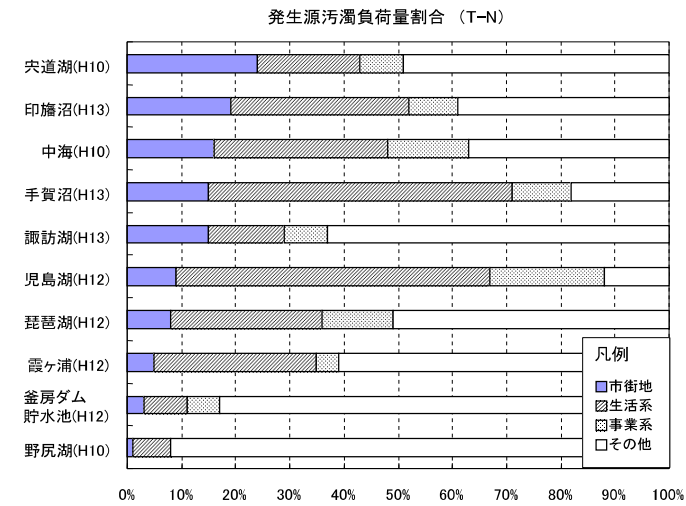
千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎 34

指定湖沼の発生源汚濁負荷の割合(COD)



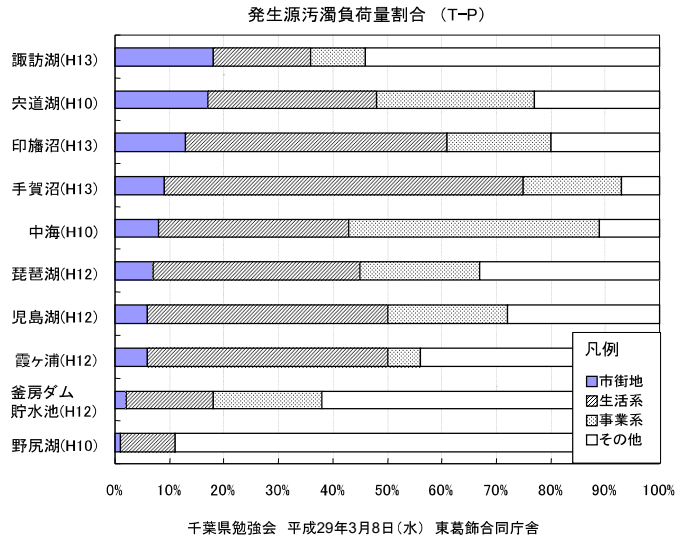
千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎 35

指定湖沼の発生源汚濁負荷の割合(TN)



千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎 36

指定湖沼の発生源汚濁負荷の割合(T-P)



37

原単位の設定に関する課題

1. 調査方法, 算定方法

(1) 非定常性

- ▶ 降雨時調査を**実施せず**→原単位は過小評価になる
- ▶ **古い**時期の調査結果を継続して使用しているケースがある

(2) 非均質性

- ▶ 調査流域が少ない
- ▶ **他流域, 他地目**の調査結果を使用しているケースがある

(3) 算定方法

- ▶ 平均水質×比流量・平均日負荷量による方法が多数, L-Q式など**濃度変化**を反映させたものが少ない

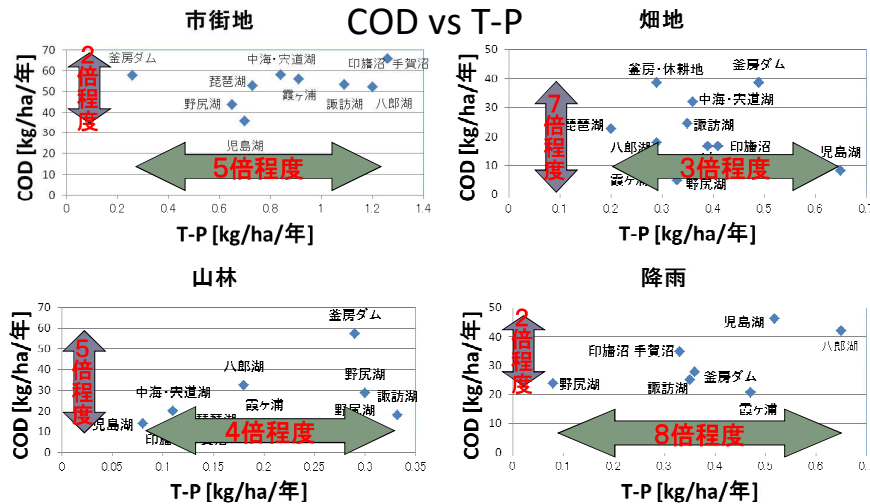
2. 根拠の確からしさ

- ▶ **入手困難な**典拠, **未発表**調査を典拠としているものがある

千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

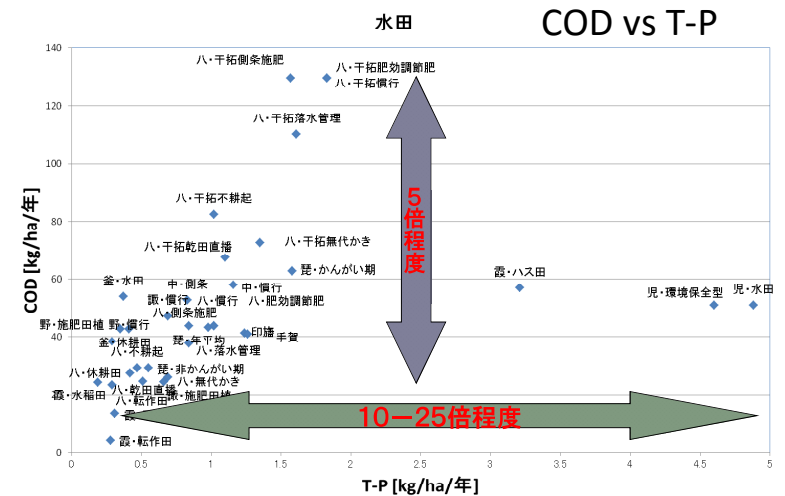
38

湖沼水質保全計画における原単位



39

湖沼水質保全計画における原単位



千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

40

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

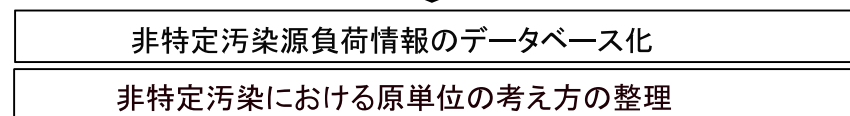
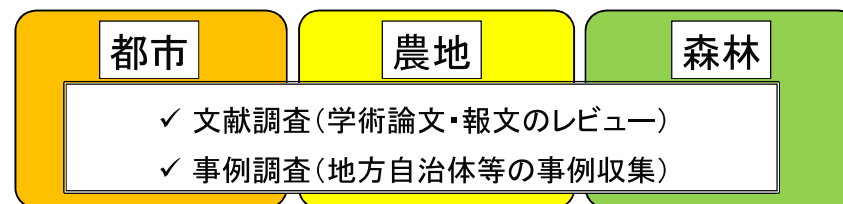


- 内湾や湖沼の栄養塩濃度は、依然減少していない。
- 森林、農地、都市域など非特定汚染源からの負荷量の寄与の実態が十分には把握されていない。
- 総量規制に用いられている原単位の情報が数十年前の調査データに基づく古いものであり、**総量規制の開始時から変更されていない。**



非特定汚染源からの汚濁負荷量を適正に把握・評価し、湖沼・内湾への全流入負荷量に対する非特定汚染源の位置づけを、最新の科学的知見をもとに明確にする。

研究方法



<研究の効果・行政への貢献>

- ◆非特定汚染源負荷を踏まえた効果的な負荷削減対策の策定へ
- ◆データベースに基づく地域社会と連携した非特定汚染源制御のより現実的な方法論策定へ

研究組織

日本水環境学会ノンポイント汚染研究委員会で実施
平成23年度当時



古米弘明 都市・流域部会・部会長(東京大学)

研究統括、市街地からの流出負荷

井上隆信 農地・林地部会・部会長(豊橋技科大学)

農地からの流出負荷

山田俊郎 幹事長(岐阜大学)

森林からの流出負荷

駒井幸雄 委員長(大阪工業大学)

非特定汚染源の原単位の検討

市街地部会：市街地原単位データベース作成



◆方法

国内外の査読付学術雑誌および国・自治体の調査報告書をもとに、国内の原単位に関する情報を抽出してデータベースを構築した。また、原単位以外にノンポイント汚染の調査事例(濃度データ)も対象とした。



◆結果

1. 原単位情報記載文献の検索・抽出
市街地の原単位に関連した文献を抽出(主に1990年以降)
報告書等: 301、学術雑誌(和文): 131、同(英文) 74
合計506件
2. 原単位情報のデータベース化
484件をデータベース化、313件の市街地地域からの原単位情報を収集、付随する観測条件や降雨条件等を整理した。

農地部会：農地原単位データベース作成



◆方法

国内外の査読付学術雑誌および国・自治体の調査報告書をもとに、国内の原単位に関する情報を抽出してデータベースを構築した。また、原単位以外にノンポイント汚染の調査事例（濃度データ）も対象とした。



◆結果

1. 農地の原単位情報記載文献の検索・抽出（主に1980年以降）
文献数：水田72、畑地・樹園地・草地・ハス田49、複合流域20
データ数：水田562、畑地114、樹園地・草地・ハス田88、複合流域86
2. 原単位情報のデータベース化
得られた文献から、601の農地からの原単位情報を収集、付随する観測条件や降雨条件等を整理した。

森林部会：森林原単位データベース作成



◆方法

国内外の学術雑誌・林業試験所等の報告書を対象に文献検索を行い、文献から原単位に関する情報を抽出してデータベースを構築した。



◆結果

1. 森林の原単位情報記載文献の検索・抽出（主に1980以降発）
学術雑誌：66、報告書類：6 計72
2. 原単位情報のデータベース化
得られた文献から、87件の森林地域からの原単位情報を収集、原単位情報と付随する流域条件・水文条件を整理した。

森林部会：大気降水原単位DB作成



◆方法

国内外の学術雑誌・地方環境研究所所報等を対象に文献検索を行い、文献から原単位に関する情報を抽出してデータベースを構築した。

主に国内を対象とし、アジア諸国における文献も対象とした。



◆結果

1. 原単位情報記載文献の検索・抽出
大気降水原単位の情報を含む文献を抽出（1980年以降）
学術誌：17、報告書：30 合計 47件
2. 原単位情報のデータベース化
学術誌と報告書から371件大気降水原単位の情報を収集し、観測条件や降雨条件等とともに整理できた。
他に、環境省・全国・東アジアの酸性雨調査データ集も参照

原単位検討部会：検討内容

I. 原単位の定義と歴史

書籍を中心に、過去の資料を調べ、その定義・使用範囲を調べた。

II. 実測値からの原単位の算出方法および算出根拠

総量削減計画、湖沼水質保全計画の中で採用されている面源原単位、原単位の算出方法の研究事例から調査方法と算出期間の影響、等を中心に整理した。

III. 面源にかかる原単位の利用方法・使われ方

面源原単位が流域管理、閉鎖性水域の保全等を目的とした施策においてどのように利用されているのかを整理した。

IV. 現状の問題点と課題

面源からの流出負荷量は原単位法やシミュレーションなどにより算出されるが、その中で用いられる原単位の問題点と課題について、検討した。

V. これからの原単位のあり方について

面源からの流出負荷量を算出する場合に原単位を選ぶ上で考慮すべき諸点についてとりまとめ、今後の原単位のあり方について検討した。

原単位に関する現状の問題点、課題・ポイント

(1) 非定常性

- 降雨時調査を実施しなければ原単位は過小評価になる
- 古い時期の調査結果を継続して使用しているケースがある

(2) 非均質性

- 土壌タイプ、樹種、交通量等の特性で負荷量が変化する
- 他流域の調査結果を使用しているケースがある

(3) 物質収支

- 物質収支の観点から負荷量の妥当性を検証した事例は少ない(特に水田では研究レベルでも実態解明が不十分)

(4) 推定方法

- 区間代表法、L-Q式、シミュレーションによる方法などがあるが、一長一短

新たな原単位の提案

非特定汚染源の用途区分と利用区分

非特定汚染源対策の推進に係るガイドラインへの反映

表 3-1 非特定汚染源の用途区分別排出源の種類

地域	用途区分別排出源	地域	利用区分別排出源
都市地域	住居地域、商業地域、工業地域	都市地域	道路、屋根、公園、駐車場等
農業地域	水田、普通畑、樹園地、牧草地	農業地域	耕地別・作物別(水稲、ハス、キャベツ、ナス、茶等)
森林地域	樹林地、竹林等	農業地域	放牧種別(牛、馬、羊等)
その他	ゴルフ場、スキー場、開発地域等	森林地域	針葉樹人工林、広葉樹人工林、針葉樹天然林、広葉樹天然林等

$$L_{ny} = \sum (U_{mi} \times A_{mi} \times \beta_{mi})$$

L_{ny} : 非特定汚染源負荷の年間流出負荷量 (kg/年)
 U_{mi} : 用途区分の排出負荷原単位 (kg/ha/年)
 A_{mi} : 用途区分の占有面積 (ha)
 β_{mi} : 用途区分の汚濁負荷流出率

$$L_{ny} = \sum (U_{nj} \times A_{nj} \times \beta_{nj})$$

L_{ny} : 非特定汚染源負荷の年間流出負荷量 (kg/年)
 U_{nj} : 利用区分の排出負荷原単位 (kg/ha/年)
 A_{nj} : 利用区分の占有面積 (ha)
 β_{nj} : 利用区分の汚濁負荷流出率

新たな原単位

- ・現在、総量規制などで利用されている原単位は見直しが必要である。
- ・実態を反映しておらず、十分な根拠のない原単位が使われている可能性がある。
- ・新たに、用途区分、利用区分ごとの原単位の値を決める必要がある。

- 用途・利用区分に加えて、地域性、季節性を踏まえた原単位の検討する必要がある。
 例えば、年降水量(季節的な降水量)、地質、土壌、樹種、作物など

- データベースを活用しながら、新たな原単位の提案へつなげる。

研究成果のホームページによる公表

日本水環境学会 ノンポイント汚染研究委員会のホームページ

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 <http://www.jswe-nonpoint.com/>

トップページ 研究メンバー 研究概要 研究成果 関連リンク集

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 ホームページについて
 環境研究総合推進費 H23年度革新型研究開発領域課題
 第2研究分科会(環境汚染) 統合評価種
 RPB-11T1「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」の研究成果を発信します。

成果データベース

- 市街地: 都市域など非特定汚染源からの負荷量の寄与の実態調査
- 農地: 農地など非特定汚染源からの負荷量の寄与の実態調査
- 森林: 森林など非特定汚染源からの負荷量の寄与の実態調査
- 大気落下物: 大気落下物など非特定汚染源からの負荷量の寄与の実態調査

湖沼水質保全計画における原単位(市街地)

参考表 4 各湖沼の水質保全計画の原単位(COD、TN、TP)

分類	湖沼名等	原単位(g/ha/日)		
		COD	TN	TP
市街地	霞ヶ浦	153	24	1.8
	印旛沼	115	33.5	1.70
	手賀沼	115	33.5	1.70
	琵琶湖	144	38.6	2
	児島湖	98.4	20.6	1.92
	諏訪湖	146	30.4	2.98
	釜房ダム	低水年: 143 豊水年: 177 平水年: 158	低水年: 11.0 豊水年: 19.7 平水年: 14.8	低水年: 0.52 豊水年: 0.93 平水年: 0.71
	中海	160	46	2.3
	六道湖	160	46	2.3
	野尻湖	120.00	35.00	1.78
流総	93.2~1035.6 平均: 293.2	12.3~108.5 平均: 44.4	1.6~17.8 平均: 5.2	

出典: 湖沼水質のための流域対策の基本的考え方~非特定汚染源からの負荷対策~
<http://www.mlit.go.jp/river/kosyo/ref.pdf>

データベースの表示例(市街地) その1

【管理#】	上原3-3	8
文献情報	表題-資料名 平成14年度環境省委託業務結果報告書非特定汚染源負荷削減計画策定調査	
	著者名	千葉県
	収録雑誌名	発表年 2003
		巻号
		ページ
分類と目的	都市	目的
	農地	非特定汚染源による汚濁発生の現況を把握
	緑地	
	流域	コメント
	その他	特記事項 土地利用状況に応じた降雨時の現地調査を実施
地点情報と流域情報	地名	みどり台団地(みどり台調整池)
	緯度	
	経度	
	形状係数	
	標高	平均勾配
	都道府県	千葉県
	水系	利根川水系印旛沼
		流域面積
		流路延長
		河川次数
土地利用情報	都市	住宅地
	農地	
	林地	
	その他	
時期と調査方法	観測開始日	2003/1/23
	観測終了日	2003/1/23
	観測期間	1日
	マニュアル	1
	自動採水器	1
	その他	実測値
	(コメント)	観測値(第三者提供)
		モデル等推測値
		その他
	水質観測頻度	降雨開始から15分、30分、45分、1時間、2時間、3時間、4時間、5時間の計8回
	採水頻度	降雨開始から15分、30分、45分、1時間、2時間、3時間、4時間、5時間の計8回
	流量観測頻度	降雨降り始めより1時間は、15分ピッチで測定する。降雨降り始めより1時間以後は、1時間ピッチで測定する。合計8回程度測定する。(計5時間調査見込み)

千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

53

データベースの表示例(市街地) その2

降雨時調査	降雨時調査実施の有無	1	(コメント1)降雨強度など	時間最大降雨量4mm/h
	観測イベント	1	(コメント2)その他	13時から19時までの間で、時間雨量1~2mmの弱い降雨が3時間程度降り続いた後、1時間程度降雨が弱くなり、次いで時間雨量1~4mmのやや強い降雨が3時間程度降り続いた。時間雨量4mmを記録した時間は18時から19時の間。
	最小雨量(mm)	11.0		
	最大雨量(mm)	11.0		
気象情報	実測	1	実測	方法
	観測値の利用	1	場所	
	モデル等推測		アメダス地点	
	その他			
	観測値	提供機関	千葉県印旛地域整備センター	モデル
		観測地点	千葉県印旛地域整備センター	モデル名
		アメダス地点	佐倉	(コメント)
				その他
				アメダス地点
				(コメント)
対象物質	全窒素(TN)	1	全リン	1
	浮遊態窒素		T-COD(Mn)	1
	硝酸態		D-COD(Mn)	
	亜硝酸態		濁度	
	アンモニア		その他	1
	その他		(コメント)	臭気、外観色相
	(コメント)		(コメント)	
原単位(結果)	窒素	数値	44.9	
		単位	g/ha/日	
		原単位の求め方	降雨流出総負荷量(g/ha)÷調査日の降雨量(mm)×年間降雨量(mm)÷365日	
	リン	数値	4.97	
		単位	g/ha/日	
		原単位の求め方	降雨流出総負荷量(g/ha)÷調査日の降雨量(mm)×年間降雨量(mm)÷365日	
	有機物	数値	296.5	
		単位	g/ha/日	
		原単位の求め方	降雨流出総負荷量(g/ha)÷調査日の降雨量(mm)×年間降雨量(mm)÷365日	
	TOC	数値		

千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

54

データベースの表示例(市街地) その3

原単位の他の表示例

原単位(結果)	窒素	数値	14.6
		単位	kg/ha/年
		原単位の求め方	$U=C \times \alpha \times P \times 10^{-2}$ U:都市地域の非特定汚染源負荷原単位(kg/ha/年)C:モデル地域雨水排水の年間平均水質(mg/L)α:モデル地域の雨水の直接流出率P:対象地域の年間降水量(mm/年)
	リン	数値	0.9
		単位	kg/ha/年
		原単位の求め方	$U=C \times \alpha \times P \times 10^{-2}$ U:都市地域の非特定汚染源負荷原単位(kg/ha/年)C:モデル地域雨水排水の年間平均水質(mg/L)α:モデル地域の雨水の直接流出率P:対象地域の年間降水量(mm/年)
	有機物	数値	82.3
		単位	kg/ha/年
		原単位の求め方	$U=C \times \alpha \times P \times 10^{-2}$ U:都市地域の非特定汚染源負荷原単位(kg/ha/年)C:モデル地域雨水排水の年間平均水質(mg/L)α:モデル地域の雨水の直接流出率P:対象地域の年間降水量(mm/年)
	TOC	数値	
		単位	
		原単位の求め方	
	SS	数値	385.8
		単位	kg/ha/年
		原単位の求め方	$U=C \times \alpha \times P \times 10^{-2}$ U:都市地域の非特定汚染源負荷原単位(kg/ha/年)C:モデル地域雨水排水の年間平均水質(mg/L)α:モデル地域の雨水の直接流出率P:対象地域の年間降水量(mm/年)
	その他	数値	
		単位	
		原単位の求め方	
その他	6回の調査データを平均した値を用いて算出		

千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

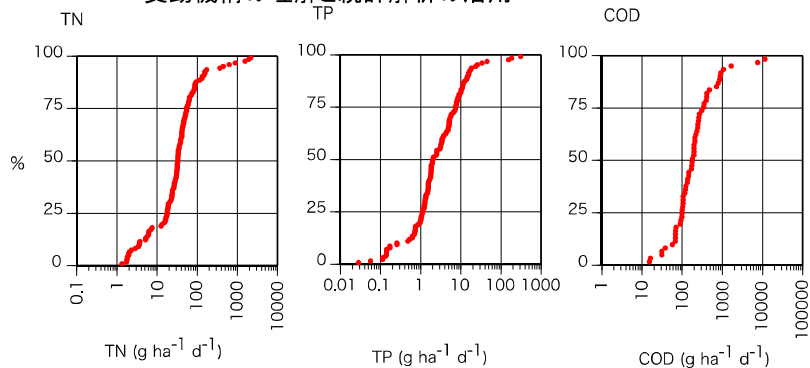
55

原単位の頻度分布とその特性評価へ

■ 変動成分の評価を重

- パラメータの感度解析:雨量の変化に対する応答性など
- 残差誤差の解析:得られた数値の±標準偏差の変動

■ 変動機構の理解と統計解析の活用



千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

56

市街地原単位の中央値および幾何平均値

g ha ⁻¹ d ⁻¹	COD	TN	TP
データ数	59	120	125
中央値	173	32	2.0
25%位~75%位	96~314	17~53	1.1~7.2
幾何平均値	187	29	2.4
第6次計画*	10	19	0.49
湖沼水質保全*	140	33	2.2

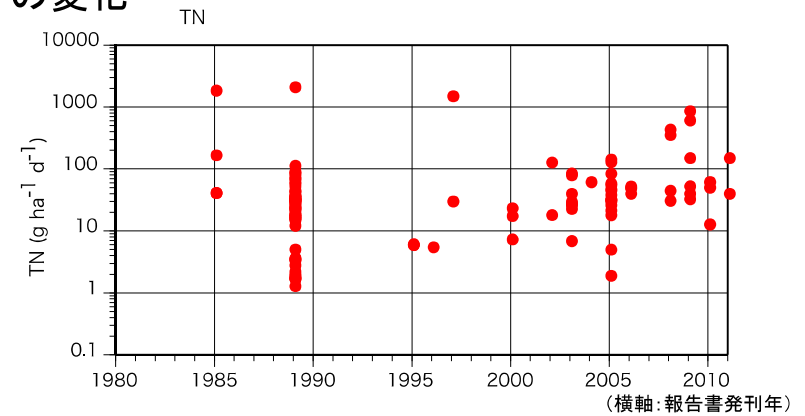
* kg ha⁻¹ year⁻¹をg ha⁻¹ d⁻¹に換算

各原単位の中央値や幾何平均値は湖沼水質保全計画の値と同程度であり、第6次総量削減計画の値よりは高く、特にCODは1桁以上高かった。

千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

57

全窒素(TN)に関する市街地原単位の報告値の変化



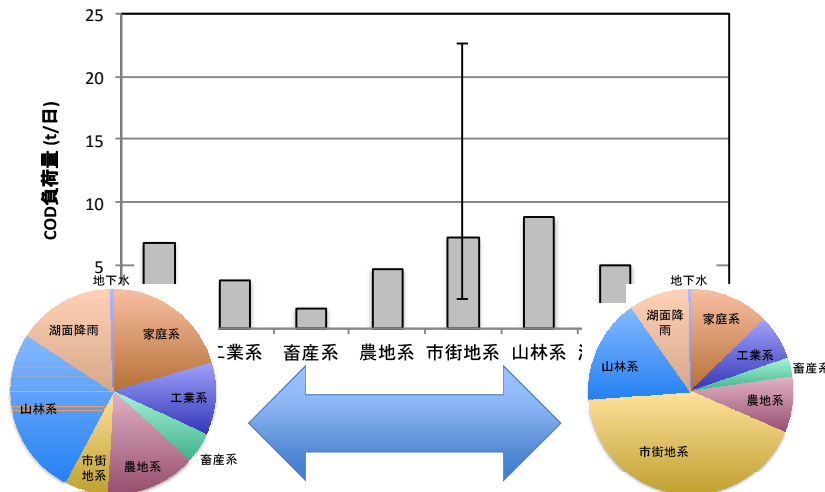
ライフスタイルの変化や土地被覆状況の変化などにより市街地非特定汚染の原単位の何らかの時間的変化が認められることも想定されたが、今回の調査結果を見る限りはそのような変動は認められなかった。

千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

58

原単位「10倍」の意味

琵琶湖に流入するCOD負荷量 (H17年度)



千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

59

今後の解析すべき点

- 負荷原単位=f(降雨情報, 流域情報など)
- ある気象, 流域情報が与えられた際に:
 - 発生負荷量(kg/年)=面積(ha)×発生原単位(kg/ha/年)
 - さらに、負荷量=XX±YY (kg/年) のような形で表すことは可能か?

mg L ⁻¹	BOD	COD	SS	TN	TP
データ数	26	104	82	75	75
平均値	7.87	11.51	53.34	2.18	0.15
中央値	5.55	9.08	38.47	1.94	0.11
幾何平均値	6.07	9.53	34.17	1.75	0.12
25%値~75%値	3.43~11	5.86~15.08	18.06~69.74	1.03~2.89	0.07~0.22
CV値(%)	76	64	100	67	70

千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

60

まとめ(今後の課題)

<市街地の雨水排除システムと被覆状態の考慮>

非特定汚染源負荷の流出現象は、対象流域特性と降雨特性の影響を大きく受けることになる。特に、市街地の場合には地表面被覆状態など土地利用状況が複雑であるだけでなく、下水道整備状況と雨水排除方式にも依存する。

<土地利用区分ごとのデータ取得>

雨水排除システムを把握した上で、排水区域レベルの調査だけでなく、道路、屋根、公園緑地、駐車場等ごとに流出負荷量の調査研究に基づき、土地利用区分ごとの原単位を充実することが求められる。

<データベース化と調査内容の精査>

今回の原単位データ整理においては、データベース化に特化して実施した。したがって、今後、出典論文を精査して、調査方法や原単位計算結果の再評価する必要がある。

千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

61

ご静聴ありがとうございました。

千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

講演題目

「湖沼水質保全のための面源負荷削減対策の推進に向けて」



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

東京大学大学院工学系研究科
附属水環境制御研究センター
教授 古米弘明

E-mail: furumai@env.t.u-tokyo.ac.jp



千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

62

IWA World Water Congress & Exhibition



16 - 21 SEPTEMBER 2018
TOKYO BIG SIGHT, JAPAN

www.iwa-network.org



千葉県勉強会 平成29年3月8日(水) 東葛飾合同庁舎

63