

⑩ 流域スケールで見た物質の動態把握と水質管理技術

研究期間：平成 23 年度～27 年度

プロジェクトリーダー：水環境研究グループ長 池田茂

研究担当グループ：水災害研究グループ、水環境研究グループ（水質チーム）、材料資源研究グループ（リサイクルチーム）、

1. 研究の必要性

公共用水域の水質は、「水質汚濁に係る環境基準」における、「人の健康の保護」に係る項目は達成率が次第に高まっているが、有機汚濁等の「生活環境の保全」に係る項目については、特に閉鎖性水域において改善が十分に進んでいない。

安全・安心への関心の高まりの中で、科学技術に関する基本政策について（答申原案）（総合科学技術会議、22 年 11 月 17 日）では、社会インフラのグリーン化や、人の健康保護や生態系の保全に向けて、大気、水、土壌における環境汚染物質の有害性やリスクの評価、その管理及び対策に関する研究を推進することが位置づけられている。

これらの解決にあたっては、栄養塩類をはじめとする汚濁物質による水質障害への対応、病原微生物等によりもたらされる水質リスクへの対応を、流域スケールの視点での物質動態を踏まえ、河川管理者や下水道管理者がその役割の下ですすめていく必要がある。

2. 研究の範囲と達成目標

本プロジェクト研究では、流域スケールでの統合的な水質管理技術の確立を見据え、有機物や栄養塩類を対象とした負荷原単位把握、汚濁現象の解明・モデル化、病原微生物等を対象とした調査方法開発、実態・挙動の解明、対策手法の提案を、雨天時汚濁負荷、微量金属動態等の、従来十分に考慮してこなかった因子も加えてすすめることとし、以下の達成目標を設定した。

- (1) 各土地利用における物質動態を統合した流域スケールでの水・物質循環モデルの構築
- (2) 流域からの汚濁負荷が閉鎖性水域の水質におよぼす影響の解明と対策手法の提案
- (3) 流域スケールで見た水質リスクの把握と対策技術の提案

3. 個別課題の構成

本プロジェクト研究では、上記の目標を達成するため、以下に示す研究課題を設定した。

- (1) 流域スケールで見た物質動態特性の把握に関する研究（平成 23～27 年度）
- (2) 土地利用や環境の変化が閉鎖性水域の水質・底質におよぼす影響に関する研究（平成 23～27 年度）
- (3) 水環境中における病原微生物の対策技術の構築に関する研究（平成 23～27 年度）

4. 研究の成果

本プロジェクト研究の個別課題の成果は、以下の個別論文に示すとおりである。なお、「2. 研究の範囲と達成目標」に示した達成目標に関して、平成 25 年度に実施してきた研究内容と成果について要約すると以下のとおりである。

(1) 流域スケールで見た物質動態特性の把握に関する研究 ①

河川や閉鎖性水域において、種々の対策が行われているにも関わらず栄養塩濃度は横ばい傾向にある。発生源ごとの水域への栄養塩類の流出機構が明確でなく、発生源毎の寄与度と対策効果を総合的に評価できる流域規模の水・物質循環モデルが必要である。本研究は、印旛沼高崎川流域を対象に、家畜排せつ物法の適用前後での流域の家畜の状況を調査し、畜産由来の汚濁負荷（窒素、リン）のサブモデル化を行い、さらに、都市由来、森林

由来のサブモデル化も行い、これまで土木研究所で開発した WEP モデルのサブモデルの改良・開発を目的として実施している。平成 24 年度までに流域スケール水・物質循環モデルについて、畜産における排泄物管理が河川への栄養塩 (N,P) 負荷流出に与える影響を評価するための畜産流出サブモデル改良手法の検討を行った。平成 25 年度においては、都市由来サブモデル、森林由来サブモデルを検討するため、高崎川流域を小流域に分割し、流域全体と比較して森林の占める面積の割合が比較的多い小流域と都市化が進んだ面積が比較的多い小流域で観測を実施した。さらに、それらの観測データを使用して WEP モデルの検証を試行した。

(2) 流域スケールで見た物質動態特性の把握に関する研究 ②

河川集水域からの栄養塩類の流出機構を解明するため、印旛沼流入河川である高崎川と鬼怒川支流の山川で雨天時の安定同位体比に着目した負荷量調査を行った。その結果、高崎川の雨天時調査において、増水時の河川水の 80% が直接流出であることが示唆され、 $\delta^{18}\text{O}\text{NO}_3$ を用いた解析から、増水時の $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷量の 0~4% が雨水由来である可能性が示唆された。また、増水時には $\delta^{15}\text{N}\text{NO}_3$ は低下することが明らかとなり、化学肥料等の $\delta^{15}\text{N}\text{NO}_3$ の低い硝酸態窒素の流出割合が増加したと考えられた。

(3) 土地利用や環境の変化が閉鎖性水域の水質・底質におよぼす影響に関する研究

霞ヶ浦では、近年再びアオコが発生するようになり、H23 には大発生した。一方で、H13 から H20 ごろまでは、発生が少ない期間が続く等、アオコ発生に寄与する湖沼環境の変化が考えられた。本研究では、気象等の環境要因や流域からの栄養塩類負荷の変化、底質の溶出量の変化等について検討した。気象等の環境要因の解析からは、H23 のアオコの大発生を説明する因子として、気温や日射だけでは説明できず、特に H22~24 の中では、H23 だけが雨量の多かったことから雨天時に流域から流入する栄養塩類がアオコ発生に影響を及ぼすことが示唆された。風向・風速の解析からは、アオコ発生の多かった年には東寄りの風が強かったことが分かり、市外地である土浦市周辺にアオコが吹き寄せられて景観障害や異臭等の苦情が生じやすかったことも分かった。また、雨天後の底質溶出試験からは雨天時に湖内に流入する栄養塩類が底質からの溶出速度に影響を与えていることが示唆された。

(4) 水環境中における病原微生物の対策技術の構築に関する研究

病原微生物の検出技術の高度化により、下水や環境水での汚染実態が徐々に明らかになりつつある。しかし現行の水質指標である大腸菌群では、新たな病原微生物の汚染の実態を十分に把握できないこともあり、公共用水域への各種汚染源の解明、汚染レベルや汚染源の特徴に応じた対策手法の構築が望まれている。

25 年度は、下水、河川水の大腸菌を対象に、抗生物質の感受性を明らかにするとともに、対策技術の構築の一環として塩素、紫外線による消毒実験を行い抗生物質耐性大腸菌の消毒感受性を評価した。

また、ノロウイルスの検出精度・検出限界の向上を目的に、測定試料の前処理条件などがノロウイルスの定量値に及ぼす影響を評価するとともに、公共用水域への汚濁負荷源の 1 つと考えられる合流式下水道越流水を対象としたノロウイルスの実態調査から放流先水域への影響を把握した。

RUNOFF-MECHANISMS OF MATERIAL AND MANAGEMENT METHOD FOR WATER QUALITY ON BASIN SCALE

Research Period : FY2011-2015

Project Leader : Director of Water Environment Research Group
SHIGERU Ikeda

Research Group : Water-related Hazard Research Group
Water Environment Research Group(Water Quality)
Material and Resources Research Group(Recycling)

Abstract : The water quality improvement of closed water body is not advanced enough. In order to prevent outbreaks of infectious diseases caused by microbes contained in water bodies, it is necessary to ensure that the natural water is safe with respect to microbes. This project carries out the elucidation of runoff characteristics of nutrient in terms of rainfall-runoff and land use, development of watershed runoff model, development of measurement methods and countermeasures for microbes, and the elucidation of occurrence and behavior of them.

Key words : nutrient dynamics, watershed model, closed water body, land use, microbes