

## 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 23 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

栄養塩類の発生源別流出機構を解明するため、霞ヶ浦流域と印旛沼流域を対象に、GIS を用いて河川ごとの土地利用状況を整理した。そして、各河川集水域の土地利用割合、家畜、人口密度と河川水中栄養塩類濃度等の関係を解析した。霞ヶ浦流域の調査から、河川水の NO<sub>3</sub>-N 濃度は集水域の畑の割合および豚の飼育密度と高い正の相関を示すことがわかった。印旛沼流域の調査からも、T-N、NO<sub>3</sub>-N 濃度は、集水域の畑の割合、豚の飼育密度

が高いと高くなる傾向を示した。リンについては、霞ヶ浦、印旛沼とも、集水域の市街地の割合、人口密度が高いと高くなる傾向であった。

## (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

流域からの栄養塩（窒素、リン）の負荷流出動態を定量的に明らかにすることを目的として流域水・物質循環モデルを開発した。これまで土木研究所では WEP モデルに窒素、リンの物質循環過程を導入したモデルを開発してきたが、本研究ではモデルの物質循環に関する各種パラメータの感度を分析しつつ、モデルパラメータの影響分析および安定性の向上を図った。さらに懸濁態の汚濁負荷動態のシミュレーション精度の向上を目的として、流域規模の土砂動態(SS)モデルを WEP モデルに導入することで、土砂に吸着して輸送される窒素およびリンを考慮した。開発したモデルは、千葉県印旛沼・高崎川流域に適用され、窒素およびリンの負荷流出動態の再現を行った。特に流域からの負荷流出が顕著な雨天時に着目し、イベントスケールでの栄養塩類の面源負荷流出特性の解明を試みた。

## (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

本研究では、周辺流域の土地利用、閉鎖性水域内の水質や藻類の発生状況等の環境変化が、水質・底質に与える影響について明らかにすることを目的とする。まず、霞ヶ浦のリン濃度が上昇傾向であることに注目し、直上水の水質をモニタリングさせた溶出試験を行った。直上水の水質変化に比してリンの溶出傾向は低下しないことや金属の溶出傾向は項目によってばらつきがあること等、過去に霞ヶ浦で生じたリン濃度の上昇が溶出傾向に及ぼす影響について解析をした。また、桜川と恋瀬川の河口から底質を採取、分析することで流域からの負荷が底質と水質に及ぼす影響について考察した。

## (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

下水道へ排出される病院排水を主に薬剤耐性菌の実態把握および浄化槽排水負荷源を流域に持つ河川を対象にウイルス、原虫類の実態を把握した。また、東日本大震災により壊滅的な被害を受けた下水処理場を対象に、段階的な対策技術による放流水質の改善効果の評価を重点的に実施した。

その結果、下水道へ排出される病院排水を対象とした薬剤耐性菌の実態調査では、アンピシリンに耐性を示す多剤耐性大腸菌株が多く検出されたが、カルバペネム系のイミペネムに耐性を示した大腸菌株は、現段階において不検出であった。このため、スーパー耐性菌と称される細菌の存在レベルは未だ低いと推定された。また、浄化槽排水の影響を受ける河川水の調査では、公共用水域に対するノロウイルスの負荷源の1つとして、さらに、原虫類に関しても検出割合・濃度は低い負荷源の1つとして浄化槽排水の存在が明らかとなった。

段階的な対策技術による放流水質の改善効果の評価では、その初期対応での簡易沈殿処理法は、沈殿汚泥からの還元性物質による消毒剤の消費が消毒効果に影響するため、汚泥の引き抜き管理の重要性が明らかとなった。次いで、簡易曝気や汚泥の返送系の復旧は、塩素消毒による大腸菌群の不活化効果やノロウイルス濃度の減少効果の向上に寄与していた。また、生物学的な処理法の復旧により、有機物濃度が減少することで次亜塩素酸ナトリウムの添加濃度を低減でき、より消毒効果が向上するものと考えられた。

## **RUNOFF MECHANISMS OF MATERIALS AND METHOD FOR MANAGING WATER QUALITY ON A BASIN SCALE**

**Research Period:** FY2011-2015

**Project Leader:** Director of Water Environment Research Group

SHIGERU Ikeda

**Research Groups:** Water-related Hazard Research Group

Water Environment Research Group (Water Quality)

Materials and Resources Research Group (Recycling)

**Abstract:** Technology for improving the water quality of closed water bodies is not sufficiently advanced. In order to prevent outbreaks of infectious diseases caused by microbes in water bodies, it is necessary to ensure that the natural water is safe with respect to microbes. This project examines the runoff characteristics of nutrients in terms of rainfall runoff and land use, develops of a watershed runoff model, develops measurement methods and countermeasures for microbes, and elucidates the occurrence and behavior of microbes.

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