

## 水環境の保全と再生



研究室紹介

西田修三\*

Conservation and Restoration of Water Environments

Key Words : water quality, nutrients, ecosystem,  
numerical simulation, Osaka bay

### 1. はじめに

本研究室は構築工学科が土木工学科と建築工学科に改組拡充された1966年3月に土木工学科第2講座(水理学・河川工学)として発足した。発足してまもなく、高潮や洪水などの風水害に対する防災や急速な経済発展を支える水資源と水力の確保など、時代の要請を先じた研究課題への取り組みをはじめた。その後、経済発展にともなう水域環境の悪化と公害の発生により、環境問題への対応が求められ、流動現象だけではなく水質問題も研究課題に加えられた。水質問題は地球環境問題へと移行し、自然再生や生物多様性保全が謳われるようになり、研究フィールドもより広域な流域圏や内湾・海域へと拡大

した。このような研究課題の変遷とともに、研究方法も大きく変化し、理論と実験が主であった研究から、野外観測と数値シミュレーションへと移行し、研究室名も「みず工学領域」と改名し現在に至っている。

流動と物質拡散などの物理的過程の解析にとどまらず、酸化還元や光合成、有機物分解などの化学的・生物学的過程の解析も不可欠となり、さらに、生活・経済や法規制など社会と水環境との関わりも重要な研究テーマとなってきている。

### 2. 最近の研究

人の生活や産業活動により発生した過大な汚濁負荷は、河川や沿岸海域の水環境を劣化させ、そして生態系サービス(自然からの恩恵)の低下という形で流域に暮らす人々にフィードバックされる。例えば、生活排水に含まれる窒素やリンは、水とともに河川そして海域へと運ばれ、植物プランクトンの異常増殖(赤潮)や沿岸水の貧酸素化(青潮)を生じさせ、漁獲量の減少や生物多様性の減少を招く。豊かな生活は、その一方で生態系機能の劣化を生じさせている。

現在、当研究室では、入江政安准教授と中谷祐介助教、そして研究室学生とともに、健全な水環境の創造と持続可能な水システムの構築を目指した研究を行っている。具体的には、都市河川の水質改善施策の提案や洪水時の物質動態解析など、河川の水環境問題に取り組むとともに、内湾の水交換、沿岸域の栄養塩循環、湖沼の水質現象など、閉鎖性水域における水と物質循環に関わる研究も行っている。また、赤潮や青潮現象など、生物化学的プロセスが大きく関与する水質現象の解明と発生予測のための数理モデル化も進めている。研究は、フィールド調査と数値シミュレーションを両輪として進め、これら



写真1 野外調査と流動・水質シミュレーション



\* Shuzo NISHIDA

1955年9月生  
北海道大学大学院 工学研究科 応用物理学専攻博士課程修了(1984年)  
現在、大阪大学大学院 工学研究科 地球総合工学専攻 社会基盤工学コース  
教授 工学博士 環境水理学  
TEL : 06-6879-7606  
FAX : 06-6879-7607  
E-mail : nishida@civil.eng.osaka-u.ac.jp

を結びつける実験・分析もあわせて行っている。研究テーマを以下に列記し、代表的な研究成果について簡単に述べさせていただく。

- (A) 河川・地下水による水・物質輸送とその管理
  - ・都市河川における栄養塩動態の解析と水質改善方策の検討
  - ・地下水による栄養塩の輸送と流域・沿岸域に与える影響
- (B) 沿岸域の流動・水質・生態系モデリング
  - ・大阪湾再生に向けた貧酸素水塊の発生・成長・消滅過程の解明
  - ・浅水域・干潟の物質循環と水質浄化機能
- (C) 沿岸域統合環境管理システムの開発
  - ・流れと水質のデータ同化手法の検討と予報システムの開発
  - ・適切な環境影響評価法の提案
- (D) 流域圏の環境評価と改善施策の検討
  - ・大阪湾流域圏の水環境に及ぼす自然・社会環境の影響評価
  - ・応用一般均衡分析と水質モデルを用いた経済・環境連動モデルの開発



図1 水環境の影響因子と改善策

(1) 内湾流域圏の栄養塩循環の定量的解析

内湾の水環境の劣化には、図1に示すような種々の要因が関係している。その中で最も影響が大きいとされる陸域からの流入負荷に関して、原単位法や直接法から算定された化学的酸素要求量 (COD)、全窒素 (T-N)、全リン (T-P) のデータを基に、海域環境への影響が議論されてきた。内湾の水環境は栄養塩の動態に大きく依存し、全窒素や全リンではなく硝酸態窒素など形態別の窒素やリン、さらには

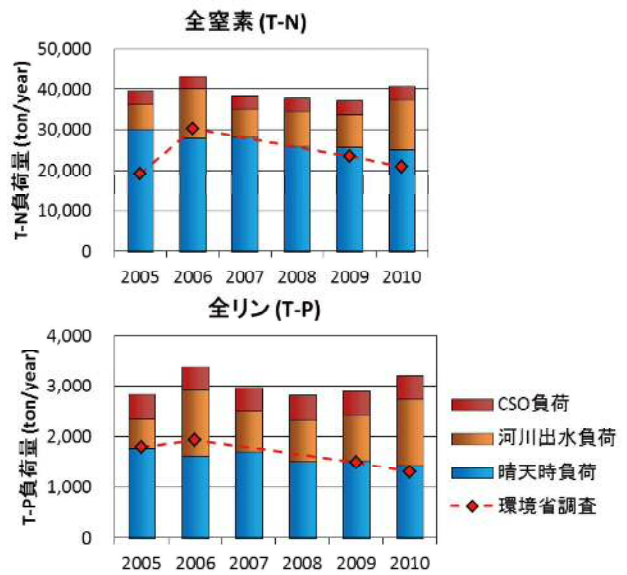


図2 大阪湾へ流入する栄養塩負荷

珪藻類に必須の栄養素であるケイ素の動態把握が必要とされる。しかし、統合的な調査・分析が不足しており、十分な解析がなされていないのが現状である。さらに、雨天時の流入負荷についても観測データが少なく、特に都市域で大きな負荷発生源となっている合流式下水道から川に直接流入する越流水 (CSO) についても、その流出特性や流出負荷量の定量的な把握はほとんどなされていない。大阪市など古くに下水道が整備された地域では、雨水と下水を同じ管渠で流下させる合流式下水道が多く採用され、雨天時には未処理の下水が混入した大量の雨水が河川へと越流し、水質汚濁の要因となっている。

本研究室では大阪湾流域を対象に、主要河川において出水時を含めた栄養塩フラックスの現地調査を実施し、大阪湾に流入する陸域負荷の実態を明らかにするとともに、下水道施設を対象にCSOの実態調査を行い、CSOの年間負荷量の推定を試みている (図2)。

また、都市域に発達した上下水道など人工的な水・物質輸送系を利用した栄養塩循環の制御についての研究も進めており、あわせて大阪市内河川の環境改善に向けた施策の評価検討も行っている。

(2) 流況・水質のリアルタイム予測システムの構築

閉鎖性内湾において、出水時に河川から流入する流木やプラスチック容器などの浮遊物は、生物への悪影響や船舶の安全航行の阻害などの問題を引き起

こしている。国や地方自治体では、多くの時間と経費をかけて浮遊物の回収を行っているが、その作業は経験によるところが多く、集積域の特定など回収効率の向上が求められている。近年、東京湾や大阪湾、伊勢湾のような閉鎖性内湾の沿岸域において、流況や水質のモニタリングシステムの整備が進められている。これらの観測データを数値モデルに同化することで、流況・水質シミュレーションの精度向上が図られ、リアルタイムで浮遊物の集積状況をより精確に推測することが可能になる。

本研究室では海洋モデル (ROMS) を用いて海洋短波レーダーにより観測された表層流速をデータ同化しつつ、複数の機関で観測・公開されている気象データ、海象データ、河川データをモデルに取り込みながら、リアルタイムで流況の再現と予測、さらに浮遊物を模した仮想粒子の追跡予測を行うシステム (図3) の開発を行ってきた。現在は、さらに水質モデルを組み込み、リアルタイム予測システムの

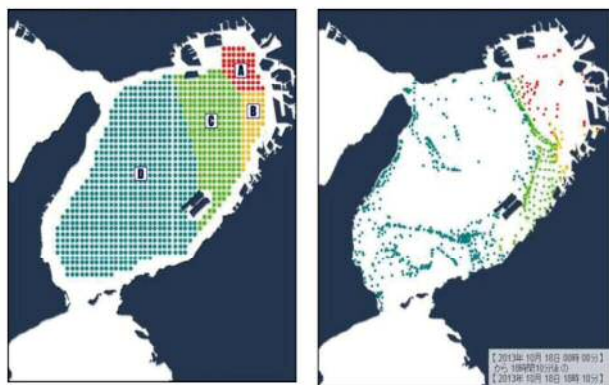


図3 仮想粒子の初期配置と漂流集積計算結果

高度化を図っている。

また、より高度なデータ同化手法を用いた流動・水質シミュレーションの高精度化を目指すとともに、モデルパラメタの最適化に向けた新たな手法の開発にも取り組んでいる。

### 3. おわりに

大阪湾において停滞性が強く陸域負荷の流入が集中する湾奥部では、期待されたほどには水質の改善が進まず、未だに赤潮や青潮の発生がみられる。その一方で、海水交換が活発な大阪湾の南西海域では水質改善が進み、その結果大阪湾では湾口部から湾奥部にかけて大きな環境勾配を有するに至っている。隣接する播磨灘では栄養塩不足によるノリの色落ちや漁業生産量の低下が指摘され、流入負荷量の削減施策の見直しを迫られている。

水環境の再生には、陸域負荷の量的削減による富栄養化対策だけではなく、栄養塩構成比や有機物組成など質的要素を考慮した対策と、水域を「場」と捉えた物質循環の定量的把握が必要不可欠と考えられる。

2015年2月、瀬戸内海の水環境のあり方を決定する「瀬戸内海環境保全基本計画」の変更が閣議決定され、同年9月には「瀬戸内海環境保全特別措置法」の一部改正案が可決された。その改正案では、「環境の保全・再生・創造」と「水産資源の持続的な利用の確保」が謳われ、日本の水環境施策は「水質規制」から「管理・制御」の時代へと、今大きな転換期を迎えている。

