

共同研究グループ代表 大阪大学大学院工学研究科 正会員 川崎浩司
幹事 高知工業高等専門学校 正会員 小野正順

1. はじめに

河口域や沿岸海域では、陸域からの流入汚濁負荷の増大に伴い、富栄養化、赤潮、底層水の貧酸素化などが発生し、水質悪化や生態系への影響が懸念されている。そのため、陸域起源の汚濁負荷の削減・規制が各地で実施されているが、水質改善対策の効果は以前ほど顕著に認められず、河川・沿岸域における水環境問題は、依然、深刻な社会問題として取り上げられている。また、日本各地で発生している水環境問題は地域性によりその原因や結果が多様化・複雑化しており、そのことが水質環境対策を困難なものにしている。

本研究グループでは、関西・四国・中国・九州地方の代表的な河川・沿岸域を対象に、流動構造と汚濁負荷の動態特性を、地形や利用形態と関連づけながら検討するとともに、汚濁挙動の支配要因である物理場を高精度に評価するための計測法と数値解析法も提案する。本研究グループの構成メンバーは表-1 に示すとおりである。

2. 研究成果の報告

2.1 河口域における流動特性と汚濁負荷の挙動特性

(a) 物部川河口砂州の短期的及び長期的挙動

高知海岸は、ほぼ中央に浦戸湾が位置し、西側は桂浜から荻岬までの10kmの海岸、東側は高知新港から手結岬の20kmの海岸からなる。西側の海岸には仁淀川が流入し、東側の海岸には物部川が流入している。物部川の河口には河口砂州があり、ほぼ河口閉塞の状態である。完全に閉塞すれば定期的に人工掘削を行っている。現地調査により、物部川の河口閉塞特性について検討した。

(b) 千代川河口付近の流動構造

千代川河口の左岸側には鳥取港、右岸側には鳥取砂丘があり、土砂、汚泥の発生源としての千代川河口部における流動特性を把握することは周辺の環境保全を検討する上で重要なことである。そこで、準3次元流動モデルを用いた数値解析により、同河口における洪水時および冬季の高波浪時の流動特性を明らかにした。なお、洪水時における流動特性については、Landsatによる衛星画像も用いて検討した。

(c) 瀬戸川における汚濁負荷の分布特性

有機物汚染が深刻化している瀬戸川（兵庫県明石市）を対象に水質調査を行い、流域の土地利用形態と河川流況との関連から汚濁負荷の空間分布とその要因を明らかにするとともに、アンケート調査により流域住民の河川環境に対する意識と水質との関係について検討した。その結果、用水確保による河川流量の不足、一様化した河道断面、都市開発に伴う汚濁負荷の高濃度化などの汚濁要因を明らかにした。さらに、それらを定量化した簡便な数値解析モデルを用いて汚濁負荷の動態予測を行った。

2.2 沿岸域における流動特性と汚濁負荷の挙動特性

(a) 海水交換型防波堤を用いた港湾の水質改善対策

港内の水質改善・維持を図ることを目的に、通水路型（スロープ型・ステップ型）の透過性防波堤の海水交換機能について、水理実験と数値解析より検討した。水理実験では、港内に濁水を投入することにより、濁度の挙動特性を調べた。その結果、港内の静穏性を確保し且つ水質改善に有効であることを確認した。また、通水路に

表-1 共同研究グループ構成メンバー一覧

氏 名	所 属	氏 名	所 属	氏 名	所 属
代表 川崎浩司	大阪大学	太田隆夫	鳥取大学	宮本仁志	神戸大学
幹事 小野正順	高知工業高等専門学校	神田佳一	明石工業高等専門学校	森田修二	(株)奥村組
荒井 清	東亜建設工業(株)	黒岩正光	鳥取大学	安井章雄	太陽工業(株)
荒木進歩	大阪大学	檀 和秀	明石工業高等専門学校	山田文彦	熊本大学
石井義裕	広島工業大学	永瀬恭一	(株)フジタ		

汚濁物質の除去対策を施すことで集中的な制御や周辺海域への影響も軽減できると考えられる。

(b) 汚濁防止膜による濁り低減効果の定量的評価

埋立・浚渫工事を行う際に発生する濁りを防ぐために、一般には汚濁防止膜が用いられる。しかし、その汚濁拡散防止効果については定量的に評価されていないのが現状である。そこで、汚濁防止膜の高さや空間配置の違いによる防止効果について、水理実験と数値計算より検討を行った。その結果、汚濁防止膜で囲い込むことにより内部流速の低減、濁質沈降量の増大や自立型と垂下型を設置間隔0で展張する場合が最も効果的な空間配置であること等が明らかとなり、流速低減効果や濃度が数値計算で予測できることもわかった。

(c) 干潟域における地形の短期変動特性とその要因

干潟地形の変動特性を把握することを目的とし、熊本県白川河口域において1年間の地盤高測量・底質調査及び気象・海象データの解析を行い、干潟地形変化とその外的要因との相互関係を考察するとともに、熊本県沿岸海域を対象とした波浪解析を行った。その結果、白川河口域干潟は、冬季の発達した波の影響で侵食され、台風の直撃を受けない場合は、潮汐や河川からの土砂流入により堆積傾向を示すことなど、季節単位の比較的短期スケールで変動をしていることが分かった。また波浪変形解析より、冬季の局所的な波高分布及び砕波点の相違が、白川河口域の干潟地形変化のメカニズムに大きく影響を及ぼしていることを示した。

2.3 環境流体場の高精度評価手法の提案

(a) 画像情報による水面波動・流れ場の画像計測法

水面分布と流れ場の同時画像計測手法を開発した。可視化された流体内の断面と水面の形状を同時撮影し、同一画像フレーム内に流れと水面の可視化画像を得る。可視化画像の輝度勾配から水面を認識する計測アルゴリズムを開発することによって水面の分布形状が、また、PIVによって流速ベクトルが、それぞれ計測される。本計測法を適用することにより、河床に凹を有する開水路射流の同時計測を行い、水面と流速変動の相互関連を明らかにした。得られた結果より、本計測法は大きな水面変動を伴う流れ場の時間的・空間的な変動を把握する上で有効であることがわかった。

(b) 海象観測機器の開発とその応用

沿岸域の海象条件は、汚濁負荷の挙動特性を解析するうえで必要となる。海象条件のなかでも特に重要な波高を面的に計測できる手法を提案した。自然光が水面波面に入射したあと、屈折して水中の観測面につくる明暗模様を利用して波高分布を逆算する手法である。本手法を応用して波高分布を精度よく測定するためには、水面に入射する際の輝度値、観測画面の実際の幅、カメラ設置水深などが正確に決定される必要があることが分かった。

(c) 混相流動場を対象とした高精度数値モデルの開発

沿岸域の流動構造や汚濁物質の移流拡散特性を精度よく評価するための手法として、CIP法と拡張SMAC法を用いた多相流モデルDOLPHIN (Dynamic numerical model Of muLti-Phase flow with Hydrodynamic INteractions)を開発した。同モデルは、気相と液相の相互作用を十分に考慮することができるため、風などの気象擾乱に伴って急激に変化する河口域や沿岸海域の流動・水質構造、さらには汚濁物質の挙動特性を十分に予測できると期待される。

(d) 個別要素法による汚濁負荷の挙動予測手法の開発

汚濁負荷の移流、分散等の挙動を予測する手法を個別要素法により開発した。個別要素法は個々の粒子ごとに運動方程式を立て、その運動を追跡していくため、粒子同士の接触・衝突を取り扱うことが容易である。したがって、周囲の流体場の予測モデルおよび適切な流体力評価と組み合わせることにより、汚濁負荷の移流、分散挙動の予測、さらには汚濁物質がフロックを形成し、沈殿していく過程の予測等ができることが期待される。

3. おわりに

本研究グループでは、河川・沿岸域における流動・汚濁挙動特性の解明を目的に、若手研究者が集まり、平成12年から平成13年の2年間、積極的に活動を行ってきた。また、冒頭でも述べたが、水環境問題は地域により様々な要因があるため、研究対象を関西圏のみならず他の地域にも広げて研究を進めてきた。そのため、数多くの研究テーマを取り上げるようになったが、ここで得られた研究成果は今後の沿岸域の環境保全・創造に大いに役立つものと思われる。

最後に、ワークショップで配布する報告書をご高覧いただき、ご意見、ご批判いただければ幸いである。