

平成 21 年 4 月 20 日現在

研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：2006 年度～2008 年度
 課題番号：18360233
 研究課題名（和文） 流砂系の人為改変による河口周辺汽水域・沿岸域の環境変化と再生手法に関する研究
 研究課題名（英文） Anthropogenic Impacts on Estuary and Coastal Sedimentary Environment around River Mouth and Mitigation Plan
 研究代表者
 佐藤 慎司（SATO SHINJI）
 東京大学・大学院工学系研究科・教授
 研究者番号 90170753

研究成果の概要：

人間生活の直接の基盤である地形と水質環境に焦点を当て、環境変化に最も脆弱であると考えられる河口周辺の汽水域・沿岸域に注目して流域スケールの実証的な調査分析をすることにより、環境の保全と再生に資することを目的とした。人為改変が大きく進んだ汽水域・沿岸域に焦点をあて、波・流れ・水質・土砂輸送の現地調査を実施し、特に物理環境の定量的把握に基づく分析により、人為影響の強い汽水域の環境維持手法を具体的に検討した。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	7,800,000	2,340,000	10,140,000
2007 年度	2,600,000	780,000	3,380,000
2008 年度	1,700,000	510,000	2,210,000
年度			
年度			
総計	12,100,000	3,630,000	15,730,000

研究分野：海岸工学

科研費の分科・細目：水工水理学

キーワード：河口、流砂系、環境復元

1. 研究開始当初の背景

20世紀に人間活動は急速に高密度化かつ巨大化し、自然の物質循環にも影響を与えるまでになってきた。沿岸の汽水域では、流域開発に伴う流入負荷量の増加と供給土砂量の減少が進行し、海岸侵食、栄養塩の蓄積による水質悪化、有害物質の蓄積などの問題が顕在化している。人間社会の発達は沿岸環境の劣化を犠牲にして成立してきた側面もある。生命の源である水辺の持つ機能はかけがえのないものであり、効率追求型の経済成長によ

って失われつつある水辺の活力を再生するための枠組みを早急に確立する必要がある。人間活動がかつてないスケールで高速かつ高密度に展開される現代では、それが自然環境に与える影響も極めて大きい。自然と人間社会の調和のとれた関係を維持するためには、自然のプロセスを正しく理解するとともに、人間活動が自然環境に与える影響を事前に予測し、望ましくない影響が予想される場合にはこれを緩和する持続的なシステムを構築することが重要である。

水辺の環境に直接的かつ本質的な影響を与えるのは、土砂と水質である。親水空間やさまざまな生物の生息場となっている水辺の形態は、土砂移動量のわずかな不均衡によってその姿を急変させる。また、生態系は、底質や水質の変化に敏感に影響を受けるため、さらに注意深い監視が必要である。世界のダム貯水池への堆砂量を推定した最近の研究によると、貯水池堆砂により下流および海域への土砂供給が減少した量は14億トン/年と推定されており、これは世界の総土砂供給量の約10%に相当することが示されている。とりわけ、アジア・アフリカ地域での減少量が大きく、日本を含むアジア地域では環境の基盤要素である土砂供給の減少により環境劣化が深刻化していることが懸念される。しかしながらその一方でこれらの地域では、土砂の移動を適正に制御することにより環境再生を効率的に実現できる可能性も大きいことを示しており、本研究の成果を適用できる場面も多いものと想定される。

2. 研究の目的

本研究では、人間生活の直接の基盤である地形と水質環境に焦点を当て、環境変化に最も脆弱であると考えられる河口周辺の汽水域・沿岸域に注目して流域スケールの実証的な調査分析を実施することにより、環境の保全と再生に資することを目的とする。具体的には、淡塩水が混合する汽水域における水質・懸濁物質濃度の計測、浮遊物質の粒径分布を考慮した河川流出物の堆積過程の把握、表層堆積物コア試料分析に基づく堆積層の形成過程の推定を実施する。さらに、既に申請者らにより開発済みの三次元湾水流動モデルと混合粒径底質を考慮した底質移動モデルと組み合わせることにより、河口周辺環境変化の予測モデルを構築する。そして劣化した環境の再生手法についても土砂供給を中心とする環境修復技術を検討する。

3. 研究の方法

本研究では、人間生活の直接の基盤である地形と水質環境に焦点を当て、環境変化に最も脆弱であると考えられる河口周辺の汽水域・沿岸域に注目して流域スケールの実証的な調査分析をすることにより、環境の保全と再生に資することを目的としている。まず最初に、流量の少ない都市河川の典型例である相模川下流部において、DOを中心とする水質の挙動を把握するため、現地調査を行った。

次に、上げ潮と下げ潮で非対称な流れが卓越するなど特徴的な波・流れ場と漂砂現象が観察される浜名湖今切口において、平面的な流動構造と数十年にわたる土砂堆積実態を解明するための調査を実施した。さらに今切口での観測に加えて、同じく遠州灘海岸に面した河口部で、周辺の海岸侵食と河口部導流堤の慢性的な被災が問題となっている馬込川においても、流速と濁度の連続計測を中心とした観測を実施した。馬込川河口域においては、下水処理水の集中大量放流により、人工的な流出水が卓越しており、特徴的な地形により非対称な流れが卓越する今切口と比較分析することにより、広い範囲の外力条件に対する汽水域の応答に対してより一般的な議論を展開できた。そして、特に物理環境の定量的把握に基づく分析により、人為影響の強い汽水域の環境維持手法を具体的に検討した。

4. 研究成果

河口付近の汽水域は、性質の違う淡水と海水が混合し、潮汐による水位・流速の周期的変動や海水の進入等、海域の影響を受け、環境が周期的に変動する。また汽水域は、その立地から周辺に港が建設されるなど土地利用の圧力が強い地域であり、古くから人為的に改変されてきた。神奈川県相模川においても塩害防止や利水のため潮止め堰等が建設され、そのため過去に比べ、流量減少・河床低下といった現象が顕在化している。

図-1は相模川における河床高の断面図であり、本研究で実施したADCPによる曳航調査などをもとに描いたものである。1961年から2001年にかけて河床が大きく低下したことが確認された。特に河口から1~2kmにおいて、河床が窪地になるように変化している。このように感潮区間で河道内に塩水が滞留しやすい状況になると、底層の水が貧酸素化するなどの問題が懸念される。更に、相模川では、河口より約4km上流の右岸に存在する下水処理場の排水もあるため河川内の栄養塩濃度も高いと考えられ、汽水域の環境は大きく変化しているものと考えられる。相模川下流部は、流量の低下に伴い、密度構造が安定化し成層化する。水温ではなく、塩分による成層が卓越していることが明らかになり、水温の鉛直分布は逆成層状態となることもあることがわかった。また、塩水フロントにおいては、塩分による成層に加え、淡水中においても水温成層が形成されていた。

本研究で実施した現地観測により、相模川における河川流量と塩分・DOの関係を明らかにすることができた。流量が概ね $20\text{m}^3/\text{s}$ 以下であるとき、上流部まで塩水が遡上し、塩分の上昇に連動してDOが低下することがわかった。

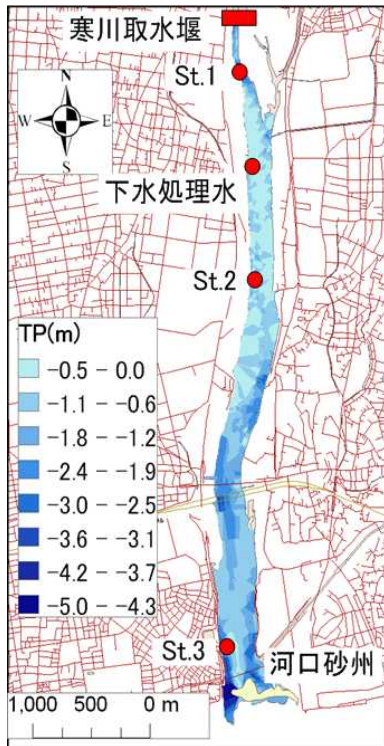


図 - 1 相模川下流部の河床地形

浜名湖今切口の観測では、本研究により備品として購入した超音波ドップラ流速計（ADCP）と濁度計を活用し、満干潮の一周期間の流速場を平面的に計測するとともに、砂の巻き上げと乱れの発達に関する時空間データを取得した。さらに、周辺の海岸において表層堆積物試料を採取し、これを既存の粒度分析器等を用いて分析することにより、湖口周辺の汽水域利用が急速に進んだ現代における土砂環境の変遷を定量的に記述した。

馬込川河口域では、周辺の海岸侵食と河口部導流堤の慢性的な被災が問題となっている。流速・水位・濁度の連続観測を実施するとともに、着色砂を投入・追跡することにより、土砂の移動機構を解明した。観測データを分析することにより、潮汐による流れと河川流に加えて、侵入波浪が碎波することによるラディエーション応力の空間分布が流れ場に大きな影響を与えていることが解明され、これらの流れが侵入波浪と干渉して複雑な波・流れ場が発達していることが定量的に記述できた。トレーサを用いた流況観測では、下水処理水の集中大量放流によって河口域に形成される大規模な循環流が図 - 2 に示したように明確に把握でき、これが、潮汐・河川水・波浪による海浜流と干渉しながら複雑な流体運動を形成していることが確認できた。また、河口部における過剰堆砂とそれ

を解決する対策として導入される導流堤などの構造物が、河口域や周辺海岸の環境変化に及ぼす影響を分析した。その結果、馬込川河口域では、上述の循環流の存在が土砂の過剰堆砂を抑制していることが明らかとなり、これを下手海岸への土砂輸送対策と組み合わせれば、河口への過剰堆砂と下手海岸の侵食を同時に解決する対応策となり得ることを議論した。これらにより、河口の閉塞問題で深刻な問題を抱えている全国の中小河川において、河口部へ進入する波浪の営力を活用した土砂輸送対策を提案することができ、より一般的な環境復元手法を具体的に提案した。

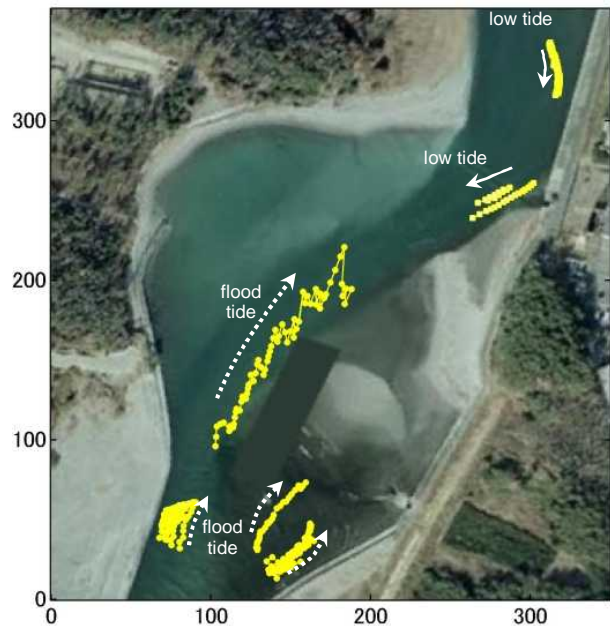


図 - 2 馬込川河口域の流況

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計5件)

田島芳満・富田沙希・佐藤慎司：静岡県馬込川河口域における非対称な流況場と堆砂特性、海洋開発論文集、第24巻、1279-1284, 2008.

富田沙希・田島芳満・佐藤慎司：砂丘を貫流する馬込川河口域における堆砂と土砂掃流用水の役割、海岸工学論文集、第55巻、701-705, 2008.

Huang, G.W.: A New Perspective toward Understanding the Role of Massive Migratory Waterfowl with regard to Winter Phytoplankton Bloom in Eutrophic Water Bodies, Journal of Environmental Information Science, 61-68, 2008.

田島芳満・小川裕貴・佐藤慎司：導流堤を含む浜名湖今切口周辺地形と漂砂移動特性、海洋開発論文集、第23巻、1039-1044、2007.

西村政倫・藤原弘和・黄光偉・佐藤慎司：相模川感潮域における溶存酸素濃度の変動と栄養塩濃度に関する現地観測，水工学論文集，第51巻，pp.571-576，2007.

[学会発表](計3件)

田島芳満：砂丘を貫流する馬込川河口域における堆砂と土砂掃流用水の役割、海岸工学講演会、2008年11月。

田島芳満：導流堤を含む浜名湖今切口周辺地形と漂砂移動特性、海洋開発シンポジウム、2007年。

西村政倫・藤原弘和・黄光偉・佐藤慎司：相模川感潮域における溶存酸素濃度の変動と栄養塩濃度に関する現地観測，水工学講演会，2007年。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐藤 慎司(SATO SHINJI)
東京大学・大学院工学系研究科・教授
研究者番号：90170753

(2) 研究分担者

磯部 雅彦(ISOBE MASAHIKO)
東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授
研究者番号：20114373

田島 芳満(TAJIMA YOSHIMITSU)
東京大学・大学院工学系研究科・准教授
研究者番号：20420242

黄 光偉(HUANG GUANGWEI)
東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授
研究者番号：30292882

鯉淵 幸生(KOIBUCHI YUKIO)
東京大学・大学院新領域創成科学研究科・講師
研究者番号：60349800

(3) 連携研究者

なし