

平成 22 年 5 月 31 日現在

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2007～2009

課題番号：19206053

研究課題名（和文）

3次元モニタリング手法に基づく内湾流域栄養塩循環の動的制御手法の開発

研究課題名（英文）

Development of the dynamic control method of nutrient cycles based on the 3 dimensional monitoring systems in semi-enclosed bays

研究代表者

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：20114374

研究成果の概要（和文）：新たな鉛直モニタリングシステムを開発し、それを多点に配置して、微細粒径土砂成分等の陸域からの輸送を定量評価することで、沿岸域における水質モニタリングを高精度化すると同時に、沿岸域における物質循環を、微細粒径土砂成分も含んで明らかにすることを目的とした。これらのシステムを用いた観測により、河口部の形態が土砂輸送に与える影響や、河床に堆積した微細粒径土砂成分が、先行晴天日数によってその量が大きく異なることや、同規模の降雨であっても先行晴天日数によって、物質フラックスは大きく変化する様子を捉えることができた。

研究成果の概要（英文）：To quantify the material budget focusing on fine scale sand in coastal water body, we developed monitoring systems and conducted the field observations. From comparison of monitoring results of water qualities in urban area, SS increased about 10 times immediately after rain. On the other hand, turbidity in mangrove estuaries didn't change soon and the rate of increase was remarkably smaller than in urban river. In addition, TN (Total Nitrogen) and TP (Total Phosphorus) also had same tendencies. It showed that mangrove natural rivers moderate excess outflow of solids and nutrients to coastal area. Our observing system, successfully captured periods of timing, rainfall events, and subsequent changes in SS and nutrients in coastal region.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	13,200,000	3,960,000	17,160,000
2008年度	15,700,000	4,710,000	20,410,000
2009年度	1,800,000	540,000	2,340,000
年度			
年度			
総計	30,700,000	9,210,000	39,910,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・水工水理学

キーワード： 海岸

## 1. 研究開始当初の背景

東京湾に代表される都市沿岸域は、都市か

らの様々な負荷を受けており、長年にわたり水質悪化が深刻である。都内の下水普及率は

すでに 100%を達成しているが、内湾の富栄養化の原因は、直接流入する汚濁物質のみならず、流入した栄養塩の湾内での有機化のプロセス、栄養物質を吸着した細泥成分等が海底に堆積してこれら堆積物からの溶出、合流式下水道越流現象による供給などがある。

そのため、下水処理場を整備しても、湾内の栄養塩濃度は減少しておらず、湾内でも様々なプロセスでこれら変動するため、赤潮や海底の貧酸素化、青潮などにつながっている。その結果、総量規制が繰り返し強化されても、COD 等の改善が見られなくなってきたのが現状である。しかしこれらの内湾の微細粒径成分や、植物プランクトン、貧酸素水塊などの分布は、時空間的に大きく変化する特性を持っており、従来のモニタリング方法では、現象そのものを捉えることが困難であるため、メカニズム解明に限界が来ている。したがって様々な水質改善策の効果をも十分に高め、沿岸域の水質を改善するためには、内湾のモニタリングの精度や時空間分解能を、飛躍的に高めることが必要であり、特に細泥成分を含む土砂輸送と、それに伴って行われる栄養塩輸送に関するモニタリングの質を大幅に向上させる効率的な観測手法を開発する必要がある。

## 2. 研究の目的

本研究では、新たな鉛直モニタリングシステムを開発し、それを多点に配置して、微細粒径土砂成分等の陸域からの輸送を定量評価することで、沿岸域における水質モニタリングを高精度化すると同時に、沿岸域における物質循環を、微細粒径土砂成分も含んで明らかにすることを目的にしている。それにより内湾物質循環の制御・管理に資する成果を挙げようとするものである。また、近年強化されつつある総量規制の効果的な運用や、雨天時汚濁負荷削減対策についても有用な提言を提供できると考えられる。

特に微細粒径土砂成分は、通常の河川流量では、河口部にコロイド化して沈降していくのに対して、悪天候時には、河川流量の大幅な増加と共に、内湾の表層を低塩分水と共に這うように移動して、河口から 10km 程度離れた地点にも到着するなど、その輸送過程は主に河川流量や湾内流動によって、大きく変化し、これが湾内の物質循環に大きな影響を与えている。

また内湾に流入した微細粒径成分が堆積した後は、波に伴う巻き上げなどで、徐々に運ばれるなどして、内湾の特定領域に干潟を形成したり、溶出により栄養塩を供給するなどして、湾内の植物プランクトンに利用されるが、このような微細粒径土砂成分の輸送には未解明な点が多いため、干潟の造成や、

造成した干潟の維持は困難である。本研究では、これら一連のプロセスを、陸域から海域まで、適切にモデル化していくことで、内湾の物質循環を高精度で予測可能にすることを目的とする。これらの成果から、微細粒径土砂成分の内湾への寄与とその起源を明らかにした上で、内湾の水質改善に向けた、物質循環の制御や管理のための手法を探索する。

本研究により、新たに高精度なモニタリングシステムが開発されると共に、陸起源物質の存在状態や挙動が定量的に解明され、体系だった現地調査に基づいた 3 次元水質モニタリングデータの蓄積が期待される。そして類型化された、土砂流入源や、堰・ダム の運用を意識した物質循環制御の可能性や課題を抽出することを目指す。

## 3. 研究の方法

微細粒径土砂の移動過程を明らかにするための、3 次元動的観測システムを構築し、1 時間インターバルで、現地モニタリングを行う装置を設置する。

これを用いて 3 次元観測システムを用いて、微細粒径成分や水質の 3 次元時空間分布を計測する。

さらに上記の観測結果を統合して、河川流量の変動に伴う微細粒径成分の空間分布および河道内輸送フラックスを定量的に把握し、それらが内湾の波や流れによって、どのように輸送されているかを解明する。

また土砂の空間分布を把握する手段の一つとしてはリモートセンシングが有効と考えられるが、従来の方法は経験式によるものがほとんどであるので、将来的にリモートセンシングの高精度化に備えて、理論的な方法で地形や SS を測定する方法についても検討を行った。

最終的には、微細粒径成分の凝集・沈澱現象や栄養塩の吸脱着、波による微細粒径成分の巻き上げや、流動による輸送を解明し、それを統合的に再現する物質収支モデルから、流砂系における最適な物質循環の構築に向けた提案を行う。

## 4. 研究成果

土砂フラックスを定量化するための試みとして、フラックスの定量化と比較が容易な石垣島や東京湾を候補地として選定して、現地計測を実施した。観測においては、降雨時のイベント的な土砂輸送を捉えるために、10 分間隔で、長期のモニタリングを実施した。

また、それらを補足するために 2 週間程度の観測を年間数回、3 年間にわたって実施した。この際、河口部の形態や河川流域の土地利用の違いにより生じる土砂フラックスの違いを明らかにするために、石垣島では 3 つ

の河川を選択して、同時に観測を行った。また東京湾では都市の影響を受けやすい沿岸域としてお台場海浜公園にある。海上保安庁専用棧橋に係留系を設置して現地観測を行った。この観測は現在も継続中である。これにより、河口部の形態が土砂輸送に与える影響や、河床に堆積した微細粒径土砂成分が、先行晴天日数によってその量が大きく異なることや、同規模の降雨であっても先行晴天日数によって、物質フラックスは大きく変化する様子を捉えることができた。このような結果は、年に数回のイベント的な出水を集中的に計測しただけでは、把握できないものである。

さらに、水質変動の把握を高度化するために東京湾の台場保安部棧橋に、携帯の電波を利用したリアルタイムモニタシステムを設置して、現在も沿岸域のモニタリングを継続中である。

#### 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 14 件)

- 1) 遠藤雅実・鯉淵幸生・小倉久子・大畑聡・磯部雅彦; 東京湾における底泥酸素消費と微生物群衆構造の関係、海岸工学論文集、2010、印刷中 (掲載確定)
- 2) 寺田一美・鯉淵幸生・磯部雅彦; 多河川同時調査に基づくマングローブ水域の水質浄化機能の解明、海岸工学論文集、第 56 巻、1121-1125、2009.
- 3) 神野有生・鯉淵幸生・竹内渉・磯部雅彦; 光学理論モデルのセミパラメトリック表現に基づく汎用水深分布予測法、日本リモートセンシング学会誌、第 29 巻、459-470、2009.
- 4) 小倉久子・鯉淵幸生・中村裕樹・青山一; 東京湾三番瀬猫実川河口周辺部の底質環境、用水と廃水、Vol.51,pp.39-44, 2009.
- 5) 神野有生・鯉淵幸生・磯部雅彦; 水深・底質リモートセンシングのための浅水域可視光反射率モデルに関する検証と提案、海洋開発論文集、25, pp. 551-556, 2009.
- 6) 神野有生, 鯉淵幸生, 作野裕司, 磯部雅彦; 衛星画像を用いた水深分布予測における空間的自己相関性の利用可能性、水工学論文集、53, pp. 1021-1026, 2009.

7) 鯉淵幸生; 内湾への下水流入の影響と水質生態系の応答, 水環境学会誌, pp246-250, 2008.

8) 寺田一美・鯉淵幸生・常田岳史・磯部雅彦; マングローブ水域の炭素収支に及ぼすガス交換機能の定量化, 海岸工学論文集, 55, pp. 1186-1190, 2008.

9) 和田麻美・大城亨太・鯉淵幸生・佐藤慎司・磯部雅彦; 秋季の東京湾の栄養塩収支における谷津干潟の機能評価に関する現地観測, 海岸工学論文集, 55, pp. 1126-1130, 2008.

10) 小野澤恵一・鯉淵幸生・阿部哲也・寺田一美・磯部雅彦; 有明海奥部における栄養塩溶出フラックスの時空間変動, 海岸工学論文集, 54, pp. 1116-1120, 2007.

11) 寺田一美・鯉淵幸生・磯部雅彦; 現地観測に基づく潮汐卓越型マングローブ域における物質収支, 海岸工学論文集, 54, pp. 1056-1060, 2007.

[学会発表] (計 14 件)

- 1) 木村真理・鯉淵幸生; 手賀沼のクロロフィル a・溶存酸素濃度の通年観測, 第 54 回水工学講演会, 北海道大学札幌キャンパス, 2010 年 3 月.
- 2) 神野有生, 鯉淵幸生, 磯部雅彦; 水・大気の均質性仮定を緩和した可視近赤外画像による水深予測アルゴリズム, 第 54 回水工学講演会, 北海道大学札幌キャンパス, 2010 年 3 月.
- 3) 神野有生・鯉淵幸生・磯部雅彦; 浅水域における各種消散係数の光学条件依存性, 海岸工学論文集, 56, 水戸, 2009 年 11 月.
- 4) Yukio Koibuchi, Ming Li, Mike Kemp; Lateral dynamics of wind influence on hypoxia in Chesapeake Bay, AGU meeting, San Francisco, 15-19 December, 2008.
- 5) Kazumi Terada, Yukio Koibuchi, Masahiko Isobe; Material flux in mangrove forest based on the field observation, AGU fall meeting, San Francisco, 15-19 December, 2008.

- 6) 神野有生・鯉渕幸生・寺田一美・竹内渉・磯部雅彦; 底質の不均一性を考慮した衛星画像による汎用水深分布予測法、水工学講演会、法政大学小金井キャンパス、2007年3月

[図書] (計1件)

- 1) Yukio Koibuchi, Masahiko Isobe; Handbook of Coastal and Ocean Engineering, Section 7: Environmental Problems, World Scientific, 1300pp, 2009.

[その他]

ホームページ等

<http://www.coastal-env.k.u-tokyo.ac.jp/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

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：20114374

### (2) 研究分担者

鯉渕 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：64349800

(H20 より連携研究者)

黄 光偉 (HUANG GUAGWEI)

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

(H20 より連携研究者)

### (3) 連携研究者

研究者番号：