

平成30年6月8日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K06227

研究課題名(和文) 沿岸域における細粒懸濁物の動態解明に基づく物質循環像の新展開

研究課題名(英文) Biogeochemical cycles based on fine-sediment dynamics in shallow water body

研究代表者

鯉淵 幸生 (Koibuchi, Yukio)

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：60349800

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：沿岸域の潮汐や水温塩分の鉛直分布など、沿岸域に特徴的な物理現象をシミュレート可能な3次元流動モデルに、細流土砂の輸送プロセスを模擬するための新たなシミュレーションモデルを結合した。モデルの再現性の検証には、観測結果に加えて、細流土砂の影響を強く受ける、放射性セシウムの分布についての観測結果を用いて、検証した。最終的には、沿岸域の細流土砂の輸送シミュレーションを行った、これにより河川からの流入の影響や、温暖化に伴う、細流土砂の輸送の変化、また細流土砂の輸送に伴う生態系への影響の把握を行い、細流土砂を含む沿岸域の物質循環を定量的に明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Enclosed bays are one of the most productive areas of seas, and they have long provided humans with uncountable benefits. Because enclosed bays are the boundary between land and open sea, they are also significant for material cycles. However, eutrophication has been occurring in many enclosed bays around the world. In order to maintain sustainable utilization of the ecosystems of bays such as these, advanced inter-disciplinary research is needed. This research describes the mechanisms of fine-sediment transport variation under typical currents and introduces an ecosystem model as a tool for the integrated management of enclosed bays.

研究分野：沿岸環境

キーワード：細粒土砂 物質循環 沿岸域

### 1. 研究開始当初の背景

細粒土砂は沿岸の水深分布や干潟の形成などに大きな影響を与え、沿岸域の水質や流動を考える上での基本となるが、そのプロセスが複雑で、十分な知見が得られておらず、モデル化するのも困難であった。そこで本研究では、その輸送プロセスを解明するための新しい機器を開発して、モニタリングを行い、その成果を用いて、シミュレーションモデルを開発し細粒土砂の輸送プロセスを明らかにする。

### 2. 研究の目的

本研究では新たに水中インターバルカメラシステムを開発して、これにより得られた画像の解析結果から、細流土砂の濃度や粒径の時間変化をモニタリングする。

開発した水中インターバルカメラシステムは、河川河口の河床や、沿岸域の海底に設置して、長期間連続でこれを運用することで、細流土砂に関する測定結果を蓄積する。

さらにこれらを流速や水質の測定結果を組み合わせることで、細流土砂の輸送を高い頻度でモニタリングすることを可能にして、河川から沿岸への急激な細流土砂の輸送過程や、それらの沿岸における輸送過程を明らかにすることを目的とした。

### 3. 研究の方法

初年度に水中インターバルカメラを開発して、これを比較的アクセスの容易な河口部に設置することで、モニタリングシステムの開発およびシステムの改良を行う。

水中カメラについては、すでに市販のものがあるが、これらの大半は、その場で水中を観察するためのものであり、生物付着や内部の結露などが発生するため、本研究の目的では使用することが困難であった。特に水中での長期間の連続使用には適していなかった。また、ウェブカメラやプール内の監視用の水中監視システムも市販されているが、これらは非常に堅牢である一方で、消費電力が大きく、電源が必要であるため、電力の確保が難しい沿岸域に複数設置するには適していない。そこで、市販の汎用マイクロコンピューター等を組み合わせ、消費電力の小さなシステムを独自に開発する。これは市販の電池で一年程度動作することを目標にした。また生物付着により画像が劣化することが予想されるため、ワイパーを設置し、これらも省電力で動作させた。取得した画像は機械内に保持して、定期的に電池の交換とともに回収した。

上記のシステムを、隅田川の河口に位置する保安部棧橋の橋脚に設置してモニタリングを実施した。同地点においては、すでに10年にわたって水質モニタリングを実施しており、設置許可を得た。

平成27年度においては、月に1回程度の頻度で、電池交換と画像の回収を行い、ワイパーの有効性や、細流土砂の監視に最適なカメラの設定条件を明らかにするなどして、システムの開発と改良を行った。

平成28年度においても、水中インターバルカメラの改良を継続し、平成28年度においては、よりモニタリングに重点をシフトした。細流土砂フラックスの定量化においては、降雨時のイベント的な輸送の増加を捉えるために、1時間間隔でモニタリングを実施した。その際、水中インターバルカメラだけでなく、HADCPを用いた流速測定や音波強度によるSS濃度の推定を同時に実施した。さらにこれらを補うためにYSI6600を同一地点に設置して、濁度や水温や塩分の測定も同時に実施した。

これらの結果から、流速とSS濃度および画像解析から得られた細流土砂の含有率を算出して、細流土砂の輸送フラックスを算出し、これらの時間変化を明らかにした。また、上記を補足するために、実際に採水を実施して、粒径分布やSS濃度を測定して、関係式を作成することで、上記の連続観測結果を補足する関係式を作成した。

上記の結果から、気象条件が河口部の細流土砂に与える影響や、河床に堆積した細流土砂が、先行晴天日数の影響をどの程度受けるかを明らかにした。このような検討は、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り、細流土砂の輸送について新たな知見である。

また水中インターバルカメラは、東京湾の海底にも設置し、流動に伴う細流土砂の巻き上げの様子などを取得して、そのプロセスを定量的に議論することで、沿岸域における細流土砂の輸送プロセスを明らかにした。結果として、潮汐は吹送流が重合した場合に有意な細粒土砂の輸送が行われることが明らかになった。

平成29年度においても、モニタリングを継続した。これは本研究の対象とする現象が、降雨などイベント的な現象により大きく変化する特徴があるためであった。そのため可能な限り、連続的にモニタリングを行い、細流土砂の輸送が急激に変化する過程を定量的に観測するため、上記と同様のモニタリングを継続して実施した。この際、観測地点および観測の方法は平成28年度までと同様であった。

一方で、平成29年度においては、これまでの2年間の観測から、すでに観測結果が蓄積されていることから、これらの結果の解析や、細流土砂の輸送プロセスをモデル化することに重点を置いた。具体的には、沿岸域の潮汐や水温塩分の鉛直分布など、沿岸域に特徴的な物理現象をシミュレート可能な3

次元 流動モデル(SANTANS)に、細流土砂の輸送プロセスを模擬するための新たなシミュレーションモデルを結合した。細流土砂については、河口からの流入および河床や海底での巻き上げなどについて、現地観測結果に基づいてモデル化を実施した。モデルの再現性の検証には、上記の過去2年の観測結果に加えて、細流土砂の影響を強く受ける、放射性セシウムの分布についての観測結果を用いて、検証を行った。

最終的には、開発したシミュレーションモデルを用いて、沿岸域の細流土砂の輸送シミュレーションを行い、河川からの流入の影響や、水門の影響、潮汐や吹送流による細流土砂の輸送の変化を検討して細流土砂を含む沿岸域の物質循環を定量的に明らかにすることに努めた。

#### 4. 研究成果

本研究では新たに水中インターバルカメラシステムを開発して、これにより得られた画像の解析結果から、細流土砂の濃度や粒径の時間変化をモニタリングした。開発した水中カメラシステムは、河川河口の河床や、沿岸域の海底に設置して、長期間連続でこれを運用することで、細流土砂に関する測定結果を蓄積した。さらにこれらを流速や水質の測定結果を組み合わせることで、細流土砂の輸送を高い頻度でモニタリングすることを可能にして、河川から沿岸への急激な細流土砂の輸送過程や、それらの沿岸における輸送過程を明らかにすることを目的とした。初年度に水中カメラを開発して、これを比較的アクセスの容易な河口部に設置することでモニタリングシステムの開発およびシステムの改良を行った。これら2年間の観測から、すでに観測結果が蓄積されていることから、これらの結果の解析や、細流土砂の輸送プロセスをモデル化することに重点を置いた。具体的には、沿岸域の潮汐や水温塩分の鉛直分布など、沿岸域に特徴的な物理現象をシミュレート可能な3次元流動モデルに、細流土砂の輸送プロセスを模擬するための新たなシミュレーションモデルを結合した。細流土砂については、河口からの流入および河床や海底での巻き上げなどについて、現地観測結果に基づいてモデル化を実施した。吹送流や潮汐流のそれぞれの影響やそれらの重合の影響を把握した。モデルの再現性の検証には、上記の観測結果に加えて、細流土砂の影響を強く受ける、放射性セシウムの分布についての観測結果を用いて、検証を行った。最終的には、開発したシミュレーションモデルを用いて、沿岸域の細流土砂の輸送シミュレーションを行った、これにより河川からの流入の影響や、温暖化に伴う、細流土砂の輸送の変化、また細流土砂の輸送に伴う生態系への影響の把握を行い、細流土砂を含む沿岸域の物質循環

を明らかにした。

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7件)

1. Michio Murakami, Nao Shibayama, Keisuke Sueki, Goro Mouri, Haechong O, Mihiro Nomura, Yukio Koibuchi, Taikan Oki, Occurrence and partition ratios of radiocesium in an urban river during dry and wet weather after the 2011 nuclear accident in Fukushima, *Water Research*, Vol 92, pp.87-93 (2016), DOI10.1016/j.watres.2016.01.046
2. Koibuchi, Y., Murakami, M., Sueki, K. and Onda Y, Sediment-associated radiocesium originated from Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant flowing from Ohori River to Lake Teganuma, *Journal of Water and Environment Technology*, Vol. 13-3, pp.249-261(2016)

〔学会発表〕(計3件)

1. Adam Jacoff, Kamel Saidi, Robert Von Loewenfeldt, Yukio Koibuchi, Development of Standard Test Methods for Evaluation of ROV/AUV Performance for Emergency Response Applications, *Oceans 15*, Washington DC (2016)
2. Sakuno, Y., Higa H., Kobayashi H., Koibuchi Y, and Toratani M, Validation of Chlorophyll-a Retrieval Method for GCOM SGLI using a Modified Simple Bio-Optical Algorithm in Tokyo Bay, Japan, *International Symposium on Remote Sensing*, Taiwan(2015)
3. 鯉淵幸生、守利悟朗、村上道夫、東京湾と流入河川における放射性セシウムの動態に関する現地観測, 第50回日本水環境学会年会 (2015)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等  
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鯉淵 幸生 (KOIBUCHI Yukio)  
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：60349800

(2) 研究分担者

平成 29 年度  
増永 英治 (MASUNAGA Eiji)  
茨城大学・広域水圏環境科学教育研究セ  
ンター・助教

研究者番号：90779696

(3) 連携研究者

( )

研究者番号：

(4) 研究協力者

( )