

平成 21 年 6 月 22 日現在

研究種目：基盤研究(C)
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19560526
 研究課題名(和文) 沿岸域における懸濁物変動機構解明に向けた海中混合エネルギーの長期連続計測法の研究
 研究課題名(英文) Basic research on measurement technique for turbulent mixing in the sea aiming to reveal mechanism of suspended material
 研究代表者
 長尾 正之(NAGAO MASAYUKI)
 独立行政法人産業技術総合研究所・地質情報研究部門・主任研究員
 研究者番号：70251626

研究成果の概要：

底泥中の人為起源物質の水平分布が、発生源から底泥粒子に物質が付着し、攪乱で再懸濁し、周囲に輸送・拡散されて形成されることを確認した。潮流エネルギーの逸散率に関して、瀬戸内海のような多島海におけるその時間変化がヨーロッパに多い開放性陸棚海域のそれとは異なる点が多いこと、流動構造及び鉛直混合の変動が物質や生物の分布に影響を与える点を明らかにした。音響散乱体として流体と気泡の混合流体に着目した研究を実施した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2008年度	1,600,000	480,000	2,080,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

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：水工水理学、海洋工学、海洋物理・陸水学、環境変動、自然現象観測・予測

1. 研究開始当初の背景

沿岸域の海中には、不溶性の粒子状物質(懸濁物質)が存在する。それらは海域の富栄養化、赤潮発生、海底貧酸素化にも密接に関係している。その挙動をより詳細に把握するためには、これまであまり着目されてこなかった海中の微小な渦の実態を、特に長期に渡って観察する必要がある。

なお、海中乱流の強さを長期にわたって求めるにはエネルギー逸散率()を直接計測あるいは間接推定する必要がある。本提案では、沿岸域の環境監視に長年利用されている

水温塩分深度計(CTD)や、海底設置型超音波多層流速計(ADCP)のデータを使って、の長期推定ならびに懸濁物の挙動把握が可能かどうかを検証する。また、海底から巻き上がる懸濁物などの海中への回帰現象についても、超音波流速計を使った流速変動観測ならびに超音波反射強度を用いた長期モニタリングが有効である。

2. 研究の目的

本研究では陸域から河川を經由して供給される陸起源の懸濁物質輸送量の長期にわたる定量化および変動特性の把握と、海底上

の懸濁物質が海中へ回帰する過程の把握、およびこれらに影響する乱流混合強度の長期変動特性の計測方法について基礎研究を行う。

3. 研究の方法

(1) 人間活動由来物質が内湾海底上に形成する分布の形成機構を明らかにするために、広島湾奥部において2002年から2003年にかけて調査された底泥中の懸濁粒子に含まれる有機スズ化合物濃度の水平分布の形成過程を、物理的側面から検討した。

(2) 瀬戸内海中部に位置する芸予諸島において平成16年度に収集した潮流エネルギー逸散率のデータを解析した。

(3) 沖縄県八重山諸島竹富島海底温泉の周期が1分程度の間欠泉から海中に噴出される気泡と流体の混合流体を音響散乱体と考え、その上向き流速変動を、3次元超音波流速計を用いて周期1秒という短時間間隔で計測し、その流速や超音波反射強度の変動特性と潮汐との相関関係について研究を行った。

(4) 河川から供給される陸起源懸濁物質が流入する水域としてダムを考えた場合には、懸濁物がどのような挙動を流入後に示すかは、濁水の密度とダムの水の密度との関係により支配される。ダムの水の密度は水温によって決定されるので、水温の長期変動特性について調査研究を行った。

(5) 瀬戸内海の灘 - 海峡系において現地観測を行なった。

4. 研究成果

(1) 調査は、船底防汚塗料や漁網防汚剤として使用されてきたトリブチルスズ(TBT)とトリフェニルスズ(TPT)のほか、TBTの分解生成物であるジブチルスズ(DBT)について実施され、TBTおよびTPT濃度は、造船所の前面水域で最も高く、この水域から遠ざかるにしたがって低下していたことがわかった。一方、DBTはこれらとは異なる分布傾向を示していたが、その理由はDBTがTBT

の分解生成物と考えることで説明できた。また、数値実験によれば、排出源から放出された懸濁粒子が河口循環流に伴って底層を湾奥向きに向かって移動し、およそ2週間で懸濁粒子の大半が湾奥部の海底近傍に輸送されたとの結果を得た。この結果は、観測結果と整合的であったので、有機スズ化合物が発生源から底泥粒子に付着し、それが攪乱で再懸濁して周囲に輸送・拡散することにより、実際の濃度の平面分布が形成されることが裏付けられた。

(2) 潮流エネルギーの逸散率に関して、瀬戸内海のような多島海における潮流エネルギー逸散率の時間変化は、ヨーロッパに多い開放性陸棚海域のそれとは異なる点が多いことが明らかとなった。

(3) 間欠泉の周期間隔と潮位との間に強い正相関があること、また間欠泉の物理モデルとして垂直管モデルを採用し、実測された噴気間隔・潮位変動とを考慮すると、海底下の地下熱源温度と垂直管に再供給される水の温度の関係が示せることがわかった。

(4) 全国ダムの上層では水温上昇傾向が認められること、下層では人為的水位操作等の影響を水温が強く受けることを明らかにした。

(5) 瀬戸内海の灘 - 海峡系において現地観測を行ない、流動構造及び鉛直混合の変動が物質や生物の分布に及ぼす影響の一部が明らかとなった。

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9件)

Kobayashi, S., Hashimoto, E., Nagao, M., Takasugi, Y., The variation of turbulent energy dissipation and water column stratification at the entrance of a tidally energetic strait, *Journal of Oceanography*, 査読有(印刷中)

Furushima, Y., Nagao, M., Suzuki, A., Yamamoto H., Maruyama T., Periodic Behavior of the bubble jet (Geyser) in the Taketomi Submarine Hot Spring, southern part of Yaeyama Archipelago, Japan, *MARINE TECHNOLOGY SOCIETY JOURNAL*, 43, 査読有(印刷中)

Morimoto, N., Furushima, Y., Nagao, M., Takahiro, I., Iguchi A., Suzuki A., Sakai, K., Water Quality Variables across Sekisei Reef, A Large Reef Complex in Southwestern Japan, *PACIFIC SCIENCE*, 64, 査読有(印刷中)

小林志保、藤原建紀、原島 省、瀬

戸内海における溶存無機態リン・ケイ素の季節・経年変動、沿岸海洋研究、査読有（印刷中）

Zenitani, H., Onishi Y., Kobayashi, S., Fujiwara T., Spawning season, spawning grounds, and egg production of red sea bream in Hiuchi-nada, Seto Inland Sea, Fisheries Science, 75, 55-62, 2009、査読有

Kobayashi S., Fujiwara T., Modeling the long-term variability of shelf water intrusion into the Seto Inland Sea, Japan, Journal of Marine Research, 77, 341-349, 2009、査読有

小林志保、藤原建紀、堀 豊、藤原宗弘、高木秀蔵、東部瀬戸内海における養殖ノリの炭素・窒素安定同位体比分布、瀬戸内海、57, 44 - 48, 2009, 査読有

Kobayashi, S., Fujiwara T., Long-term variability of shelf water intrusion and its influence on hydrographic and biogeochemical properties of the Seto Inland Sea, Japan, Journal of Oceanography, 64, 2008, 595-603, 査読有

橋本英資、長尾正之、神徳優子、高杉由夫、閉鎖性内湾における底泥中の有機スズ化合物の分布と底泥粒子の輸送過程、海岸工学論文集、54, 996 - 1000, 2007, 査読有

〔学会発表〕(計12件)

小林志保、藤原建紀、阿保勝之、堀 豊、藤沢節茂、播磨灘における窒素の形態変化に関する現地観測、2009年度日本海洋学会春季大会、2009年4月8日、東京大学（東京）

Kobayashi, S., The Meteorological Influences on the Long-term Variation in Nutrient Concentration in the Seto Inland

Sea, Japan, American Geophysical Union Fall Meeting 2008, 2008年12月25日, Moscone Center (San Francisco, USA)

長尾正之、鈴木 淳、ダム諸量データベースに基づく内水域での水温上昇の検証、日本陸水学会第73回大会、2008年10月11日、北海道大学（札幌）

Kobayashi, S., Zenitani H., Fujiwara T., Density-driven circulation and the associated fluxes in a semi-enclosed shelf sea (the Seto Inland Sea, Japan), Physics in Estuaries and Coastal Seas (PECS) 2008 - Process studies; the pre-operational era, 2008年8月29日, Proudman Oceanographic laboratory, Liverpool (UK)

小林 志保、藤原 建紀、東部瀬戸内海における溶存無機態窒素(DIN)濃度の長期変動シミュレーション、2008年度日本海洋学会春季大会、2008年3月、東京海洋大（東京都）

Fujiwara, T., Kobayashi, S., Nutrient dynamics in semi-enclosed seas - Prediction of seasonal changes in nutrient concentrations -, 4th International symposium on targeted HAB species in the East Asian Waters, 2007年12月、Chongwan (Korea)

藤原 建紀、小林志保、瀬戸内海の栄養塩動態 - 栄養塩濃度季節変動の予測、第37回南海瀬戸内海洋調査技術連絡会、2007年12月、廿日市（広島県）

橋本英資、長尾正之、神徳優子、高杉由夫、閉鎖性内湾における底泥中の有機スズ化合物の分布と底泥粒子の輸送過程、第54回海岸工学講演会、2007年11月7日、宮崎（宮崎県）

小林志保、藤原建紀、成層期の瀬・海峡系における重力循環流について、2008年度日本海洋学会秋季大会、2007年9月、

琉球大学（沖縄県）

Kobayashi, S., Fujiwara, T., Estimation of the effect of shelf water intrusion on hydrographic condition of inner sea by using long-term modeling, 14th Pacific Marginal Sea/Japan and East China Sea (PAMS/JECSS) Workshop, 2007年5月25日、Hiroshima (Japan)

Nagao, M., Hashimoto, E., Takasugi, Y., Kojima, S., Sato, K., Morimoto A., Suzuki, A., Shibuno, T., A Physical field measurement off Yaeyama Archipelago, Japan, utilized a high-frequency ocean radar and a micro-scale profiler, 14th Pacific Marginal Sea/Japan and East China Sea (PAMS/JECSS) Workshop, 2007年5月24日、Hiroshima (Japan)

Kobayashi, S., Hashimoto, E., Nagao, M., Fujiwara, T., Takasugi, Y., Tidal energy balance and turbulent energy dissipation in narrow strait, 39th International Liege Colloquium on Ocean Dynamics and 3rd Warnemunde Turbulence Days, 2007年5月10日、Liège (Belgium)

(3)連携研究者

〔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〕

6. 研究組織

(1)研究代表者

長尾 正之 (NAGAO MASAYUKI)

独立行政法人産業技術総合研究所・地質情報研究部門・主任研究員

研究者番号：70251626

(2)研究分担者

高杉 由夫 (TAKASUGI YOSHIO)

独立行政法人産業技術総合研究所・地質情報研究部門・シニアスタッフ

研究者番号：20357354

橋本 英資 (HASHIMOTO EISUKE)

独立行政法人産業技術総合研究所・地質情報研究部門・主任研究員

研究者番号：20357768

小林 志保 (KOBAYASHI SHIHO)

京都大学・農学研究科・助教

研究者番号：60432340