

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 19 日現在

機関番号：22604

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24650603

研究課題名(和文) 陸域の災害や人類活動が半遠洋的環境の堆積作用に与えたインパクトの解明

研究課題名(英文) Impacts of disasters and human activities on sedimentation in hemipelagic environment

研究代表者

白井 正明 (Shirai, Masaaki)

首都大学東京・都市環境科学研究科・准教授

研究者番号：50359668

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：日本列島周辺の東海沖，熊野沖，新潟沖の3海域の陸域近傍の深海底(水深500～2000 m)で採取された泥質堆積物試料の鉛同位体(Pb-210)放射能濃度を測定し，過去50～100年程度の堆積速度を復元した．陸域から流れ込んだタービダイト泥と半遠洋性泥質堆積物をPb-210濃度から判別することはできなかったが，各海域の試料において20世紀半ばに堆積速度がそれ以前の1/2～1/4程度に低下していることを見出した．堆積速度の低下とその海域に流入する大河川の巨大ダムの建設時期はよく一致し，陸域の人類活動(ダム建設)が深海の堆積環境に大きな影響を与えていることが推定された．

研究成果の概要(英文)：Mass accumulation rate (MAR) of hemipelagic deep marine sediments during ca. 50 to 100 years off the Tokai, Kumano and Niigata, central Japan were estimated based on vertical change in Pb-210 radioactive concentration. Although turbidite mud was not distinguished from hemipelagic mud with concentration of Pb-210 radioactivity, decreases in the middle 20th century were observed from several core samples in each area. Estimated ages of the decrease in MAR agree well with age of huge dam construction. In addition, decrease in MAR was restricted in frontal area of a river mouth in the Niigata area. These facts suggest that human activity (huge dam construction and obstruction of sediment transport) impacts not only on coastal area but also hemipelagic deep marine.

研究分野：堆積学

キーワード：深海底 半遠洋環境 河川 ダム堆積物 堆積物供給 東海沖 熊野沖 新潟沖

1. 研究開始当初の背景

東日本大震災の発生により、地層記録にしか残されていないような災害記録を復元することの重要性が広く理解され始めている。とりわけ深海環境下では堆積記録の連続性が良いため、災害記録を連続的に復元できる。陸域周辺の深海域(半遠洋的環境)には、洪水や地震をきっかけにして陸域～浅海域から流されて来る砂粒子が層状に堆積する。このような砂層(タービダイト)を含んだ半遠洋性堆積物の形成過程を明らかにすることは、タービダイトの堆積記録を利用した自然災害(海域地震や大洪水)の履歴を復元する上で極めて重要である。しかし半遠洋的環境は陸源泥質粒子の堆積、海棲生物遺骸の堆積、タービダイトの形成の3つの要素が関わるため、形成過程が極めて複雑であり、単純に堆積速度一定と仮定することができない。

Pb-210 は過去 100 年間程度の泥質堆積物の年代測定に良く利用されるが、タービダイトが挟在されるような場所での測定例が少ない。申請者は静岡県遠州灘沖水深約 1500m で採取した半遠洋性堆積物試料の Pb-210 濃度を試験的に測定したところ、タービダイト直上で Pb-210 濃度が高くなることを見いだした。これは陸域や浅海から流れ込んだタービダイト泥には Pb-210 が高濃度で含まれている可能性を示唆する。

2. 研究の目的

日本列島周辺の陸棚～半遠洋的環境で採取されたコア試料と流入河川河口域の試料の Pb-210 濃度を測定し、(i) タービダイト直上に普遍的に Pb-210 高濃度層が存在するか、(ii) 河口～陸棚域で Pb-210 濃度が有意に高いかを解析し、Pb-210 濃度からタービダイト泥を識別できるか検証する。また、Pb-210 濃度変化を基に陸域近傍の深海域での過去約 100 年間の堆積速度の変化とそこから得られた堆積イベントの年代情報を、陸域の災害記録とタービダイトの対比や、陸域の人類活動が半遠洋的環境へ与えている影響の評価に役立てる。

3. 研究の方法

(1) 試料の収集

陸域近傍の深海域

これまでに学術研究船を利用してコア試料を採取している、静岡県東海沖、三重県熊野沖、新潟県新潟沖の3つの海域を対象とした。東海沖(水深 800~2600m)ではタービダイトを挟むコア試料を1本、泥質物のみからなるコア試料を6本選定した。熊野沖(水深 1900~2100m)ではタービダイトを挟むコア試料を3本、泥質物のみからなるコア試料を5本選定した。新潟沖(水深 200~600m)では砂層を挟むコア試料は採取していない

め、泥質堆積物のみからなるコア試料を7本選定した。

河川堆積物

上記の3つの海域に大量の碎屑物を供給している、天竜川(東海沖)、熊野川(熊野沖)、信濃川・阿賀野川(新潟沖)にて、増水時に河原などに堆積した泥を増水後に採取した。天竜川では流系で随一の規模を誇る佐久間ダムの水位が下がる冬季に、ダム湖底の泥質堆積物の採取を行った。

(2) 堆積速度の算出

コア試料を深さ方向に 1cm 厚に分割し(量が足りない場合と、2004 年に採取した東海沖コア試料3本では、2cm 厚に分割)、首都大学東京地理学教室の線スペクトロメーターを用いて鉛同位体(Pb-210 および Pb-214)、セシウム同位体(Cs-137)の放射能濃度を測定した。Pb-210 放射能濃度から Pb-214 放射能濃度を差し引くことで、大気中から降下した「過剰 Pb-210」濃度を得ることができる(例えば、金井、2000)。堆積直後の泥質堆積物は多量の水分を含むため堆積・層厚が「水増し」されており、堆積粒子の供給・堆積を正確に反映していない。そこで、金井(2000)等に基づき、コア試料から定体積試料を分取し、乾燥重量等を測定することにより、粒子の重量に換算し、過剰 Pb-210 濃度変化と粒子の重量から、粒子沈積速度(MAR: Mass accumulation ratio, 単位: $g/cm^2/y$)に換算した。

(3) Pb-210 濃度を利用したタービダイトの起源推定

タービダイトの直上や河川で採取した試料と、通常の深海底泥質堆積物の過剰 Pb-210 濃度を比較し、陸域から直接流入した(洪水性)タービダイトで過剰 Pb-210 濃度が高いといえるか、検討を加えた。

(4) バクテリア群集・珪藻群集解析

後述のように、海底のコアが MAR の低下を示す場合、MAR 低下年代と大規模ダムの建設(ダム湖の成立)がほぼ合致するケースが見られた。そのため、MAR 低下層準の上位と下位で、河川から流入する生物群集に差異が見られる可能性があるかと推測し、河口域に比較的近くバクテリア群集・珪藻群集の解析を試みた。バクテリア群集の場合、ダム湖の成立後還元的止水域で繁殖する群集が検出できる可能性がある。一方珪藻は水面近くで繁茂するため、還元的環境を示す群集は存在せず、止水域の存在を示すのみではあるが、後述の通りバクテリア群集解析ができなかったため次善の手段として解析を依頼した。

4. 研究成果

(1) 東海沖

陸棚から南海トラフへ続く天竜海底谷近

傍で3点,前弧海盆である遠州トラフと南海トラフを境する外縁隆起帯沖側の小海盆で2点のコア試料を解析した(図1).最も陸域に近いコア(水深800m)ではMARの変化は特に認められなかったものの,他のコアではある時点からMARの低下が認められた.これらのうち,砂層を挟むコア以外の沖合の3本のMAR低下時期を求めたが,これらの試料は2cm厚で分取・保存されており,解像度が低いため,Cs-137検出層準(20世紀後半)との整合性も悪く,十分信頼できる年代見積もりができなかった.ただし,海岸線から100km近く離れた外縁隆起帯の沖側でも20世紀中にMARの低下が生じている可能性が高い.仮にこのMARの低下がダムの建設に起因する場合,河川から海域への細粒砕屑物の供給は,タービダイトを形成するような混濁流ではなく,低密度の濁水が海面近くに広がった後,濁水中の粒子が下降するようなプロセスを経て堆積したと考えた方が合理的である.

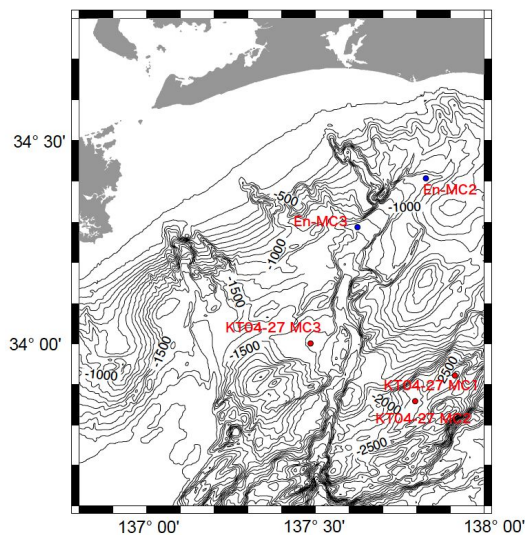


図1 使用した東海沖コア試料

佐久間ダム湖において採取した泥質堆積物のPb-210濃度を測定したが,その濃度は深海底堆積物表層と比較してほぼ半分以下であった.仮に佐久間ダムより上流側の集水域から大量の過剰Pb-210が運搬されてきたとしても,砕屑物の量自体が多いため,希釈の結果として陸上の泥質堆積物の過剰Pb-210放射能濃度は低い値が得られると推定された.

(2) 熊野沖

前弧海盆である熊野トラフにおいて,トラフ西縁(熊野川河口沖)にて5点,トラフ中央部近くにて2点(ほぼ同座標)のコア試料を解析した(図2).トラフ西縁のコア中2本は過剰Pb-210濃度が垂直方向に激しく増減したため,MARの見積もりを行わなかった.他の3本では20世紀前半を通じてMARはほぼ一定と見積もられた.一方トラフ中央部近くのコア試料は,いずれもMARが20世紀半ばに低下したことを示した.ただしこの2本

のコアは平坦なトラフ中央部のほぼ同じ地点で採取されたのに関わらずMARの低下時期は異なる値を示した.Cs-137検出層準との整合性を考慮し,1960年前後にMARの低下が生じたと判断した.低下時期を採用しなかったコアでは,生物擾乱を強く受けた層が薄くなっており,コア試料採取の際に表層の水分を多く含む表層の粒子が流出してしまい,年代見積もりが異なってしまった可能性がある.

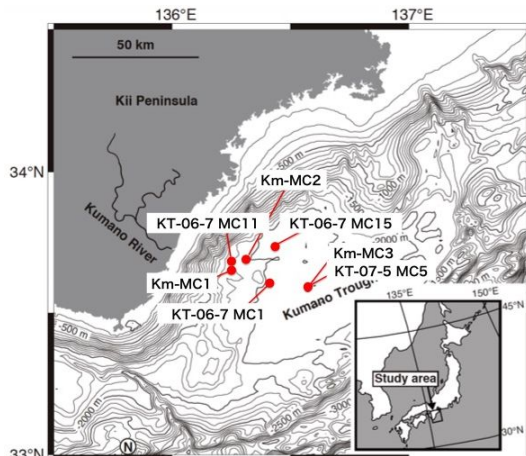


図2 使用した熊野沖コア試料

熊野沖においても東海沖と同様に,陸域から遠い地点でMARの低下を検出した.海域に大量の土砂を供給する熊野川水系では,水系のダム全体の2/3に達する堆砂を有する二津野ダム,風屋ダムが,それぞれ1960年,1962年に完成しており,ダム建設と深海堆積物のMARの低下は時間的によく一致している.一方陸棚に続く斜面直下ではMARの低下を検出できなかったことは,斜面直下では斜面上の堆積物の再移動,または陸域~浅海域からの砕屑物の流入がダム建設後も続いているためと考えられる.

砂層を挟むコア試料でMARの見積もりを行ったが,過剰Pb-210濃度の上昇・下降などの傾向は見出せなかった.過去約100年間で熊野沖にて形成されたタービダイトは薄く,1cm厚の試料でも十分な解像度が得られないと考えられる.

(3) 新潟沖

新潟沖には泥質の陸棚が広く分布し,水深600m程度の最上トラフ底につながる.阿賀野川・信濃川河口正面の陸棚から最上トラフ底にかけての4地点と,河口正面から西に外れた最上トラフ南西端(佐渡島東)の1地点のコア試料を解析した(図3).河口正面のトラフ底に位置する2本のコアからは,いずれもMARの低下が認められ,MARの低下時期は1960年代と計算された.この海域に流入する大河川のうち,信濃川は1922年に洪水の水流を大河津分水から西方の佐渡海盆方面に排出しているため(図3),新潟沖の土砂供給に大きな影響は与えていないと考えられ

る。一方阿賀野川で水系の総堆砂量の 1/4 を占める大量の堆砂を有する奥只見ダムは、1961 年に完成しており、MAR の低下時期とよく一致する。一方トラフ南西端のコア試料では、MAR の低下は 1920 年代以降、特に認められなかった。またトラフに続く斜面と陸棚上のコアでも MAR の低下が認められたが、MAR 低下時期はそれぞれ 1970 年代、1980 年代と計算された。

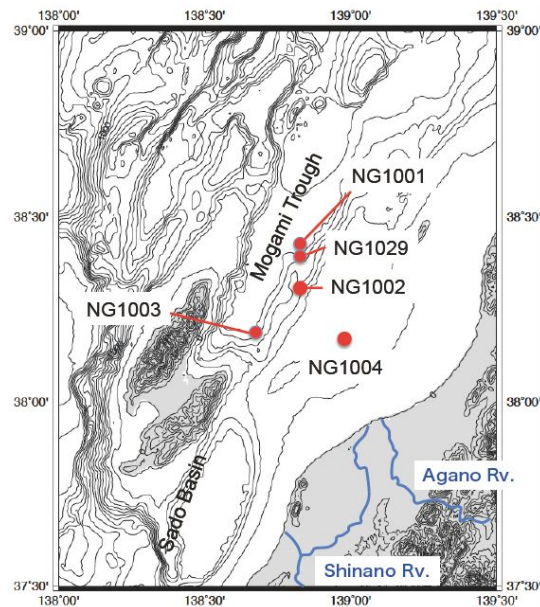


図 3 使用した新潟沖コア試料

新潟沖のコアの MAR は東海沖、熊野沖と比較し大きく、採取地点も陸域に近いため、河川からの大量の堆積物の供給が期待される。そこで陸棚と斜面上のコア試料について、バクテリア群集解析と珪藻解析を実施した。今回使用した試料はバクテリア解析を予定していなかったため冷凍保存はしておらず、試験的に行った分析でバクテリアの DNA は検出できなかった。次に珪藻群集解析を依頼したが、淡水性珪藻の存在量は極めて少なく、湖沼性の珪藻と河川性の珪藻の存在比について有意なデータを得ることはできなかった。

(4) まとめ・今後の展望

3つの海域でそれぞれ深海堆積物の MAR の低下を見出した。年代見積もりに信頼がおけるコア試料での MAR 低下時期とダム建設時期の一致、新潟沖における MAR 低下コアと MAR が一定のコアの河口との位置関係、またダム堆積物は一般にその体積の半分以上が泥質粒子からなり深海堆積物と粒度が共通することから、ダム建設による土砂供給の障害が、深海域の堆積作用にも影響を与えている可能性が高いことが示唆された。東海沖・熊野沖で MAR 低下を記録したコアの地形的特徴から、泥質粒子はタービダイトを形成するような混濁流ではなく、低密度の濁水が海面近くに広がり、濁水中の粒子が下降するようなプロセスを経て堆積したと考えた方が合理的

である。一方斜面や陸棚上では、堆積物の再移動・再堆積のために MAR の低下は検出できないことが多いと推定された。

河川における巨大ダムの建設が、沿岸域への土砂供給を阻害していることは良く知られているが、実際にはその影響は深海の半遠洋的環境にまで及んでいる可能性が高いことが示された。この新たな知見が環境学や海洋科学などの分野に与える影響は大きいと予想される。

<引用文献>

金井豊. 鉛-210 堆積年代測定法とその問題点. 地球科学, 34, 2000, 23-39.

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 件)

[学会発表](計 7 件)

白井正明・大村亜希子・林崎涼・宇津川喬子. 20 世紀後半における新潟沖日本海深海底での堆積速度変化. 日本第四紀学会 2014 年大会. 2014 年 9 月 8 日, 東京大学大気海洋研究所(千葉県柏市).

Shirai, M., Omura, A., Hayashizaki, R. and Utsugawa, T. Mass accumulation rate of hemipelagic environment during the 20th century around central Japan: A possibility of influence of dam reservoir deposition. Abstracts of the 19th International Sedimentological Congress: 627. 2014 年 8 月 19 日, ジュネーブ(スイス).

白井正明・大村亜希子・林崎涼・宇津川喬子. ダムでの土砂堆積が深海底の堆積作用に影響を及ぼす可能性. 日本地球惑星科学連合 2014 年大会. 2014 年 5 月 1 日, パシフィコ横浜(神奈川県横浜市).

白井正明・大村亜希子・林崎涼・宇津川喬子・丹羽雄一. 日本海信濃川・阿賀野川沖堆積物表層コアに見られる, 20 世紀後半の堆積速度変化. 日本堆積学会 2014 年山口大会. 2014 年 3 月 15 日, 山口大(山口県山口市).

白井正明・大村亜希子・伊藤拓馬・丹羽雄一. 熊野トラフ西部の半遠洋性堆積物表層部における過去約 100 年間の堆積速度. 日本第四紀学会 2013 年大会. 2013 年 8 月 22 日, 弘前大(青森県弘前市).

[図書](計 件)

[産業財産権]

出願状況(計 件)

名称:

発明者:

権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況（計 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

http://www.comp.tmu.ac.jp/g-g-shirai/bai_jing_zheng_mingno_shano_lu/yan_jiu_nei_rong2-4.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

白井 正明 (SHIRAI, Masaaki)

首都大学東京・都市環境科学研究科・准教授

研究者番号：50359668

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：