

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 10 日現在

機関番号：82707

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25820235

研究課題名(和文)年代トレーサーを用いた海洋投入土砂の長期移動・堆積特性と地形変化への影響の推定

研究課題名(英文)Long-term offshore sediment transport and sedimentation using radiocarbon dating

研究代表者

伴野 雅之 (BANNO, Masayuki)

国立研究開発法人港湾空港技術研究所・その他部局等・その他

研究者番号：80549204

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、鹿島灘の海底に堆積する土砂中に含まれる貝殻の年代測定を行うことにより、鹿島港建設時に大量に海洋投入された土砂の堆積状況を把握し、沖域における土砂の移動・堆積過程の解明を目指した。海底から採取された土砂の中には、海洋投入土砂由来と考えられる堆積層が存在しており、海洋投入土砂が浅海域の地形変化にも長期的な影響を及ぼしている可能性が示唆された。また、鹿島灘においては、沖に堆積した海洋投入土砂の一部が岸近くに移動したことや沿岸漂砂によって汀線の長期的な変動が生じていることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：This study investigated sediment depositions and the origins at a water depths of 9 to 19 m at Kashima-nada Sea by radiocarbon dating of shells contained in the seabed core samples. Approximately 50 million cubic meters of sediments were generated during a port construction and dumped into the sea from 1965 to 1977. The dumped sediments were distributed in the wide-area offshore seabed cores and affected nearshore bathymetry change through transporting onshore.

研究分野：海岸工学

キーワード：海底コア 放射性炭素年代測定 海浜地形変化 長期土砂移動 鹿島港 漂砂 海洋投入土砂 堆積環境

1. 研究開始当初の背景

沿岸域における長期的な地形変化は海浜の安定的管理、生物生息環境の保全の面から多くの研究がなされており、浅海域における土砂移動に関しては多くの知見が得られている。一方で、水深の深い沖域における土砂移動・堆積は沿岸域の地形変化に大きな影響を有していると考えられるものの、沖域での土砂の長期的な移動・堆積過程に関する知見は必ずしも十分には得られていない。沿岸域における高精度な土砂移動の予測には浅海域のみならず沖域における土砂の移動・堆積過程を十分に把握する必要がある。

港湾の建設や航路の維持浚渫によって生じた土砂は、しばしば処分もしくは海岸侵食対策(養浜)を目的として海洋に投入される。大量の土砂が海洋に投入された場合には、周辺領域内の総土砂量が増加し、付近の海岸では堆積が生じやすくなることが知られている。しかしながら、その投入された土砂がどの程度の時間スケールでどの程度の水深・範囲にまで移動・堆積し、地形変化に影響を及ぼすのかは沖域における土砂の移動・堆積過程が十分に理解されていないことと同様に、十分に明らかにされておらず、投入土砂の影響を追跡的に研究した事例はほとんどない。

沖域での土砂移動、堆積は非常にゆっくりとした時間スケールで進行するため、通常の数年間で行われる調査・研究では十分な現象の理解が難しい。一方で、茨城県に位置する鹿島港では約 50 年前に港湾の建設工事に伴い約 8000 万³m³もの大量の土砂が発生し、その多くは汀線近くの海中および沖に投入された。これにより鹿島港南海浜(波崎海岸)では大規模な堆積が生じ、海岸線(汀線)が大きく前進したことが報告されている。このような大規模な土砂投入によって生じた土砂の移動・堆積は通常よりも明確にその過程を捉えることが可能であると考えられ、起き域での土砂の移動・堆積過程の理解につながる。

2. 研究の目的

本研究では、古環境の復元等に多く用いられている放射性炭素(¹⁴C)による年代測定技術を応用し、海底の土砂中に含まれる貝殻の年代を測定することで海底に堆積している土砂の起源を推定することで、鹿島港建設時の海洋投入土砂の現在の海底での分布状況を調査する。これにより、長期的な海洋投入土砂の時間的かつ空間的な移動・堆積履歴を評価し、沖域における土砂の移動・堆積過程の解明を目指す。

3. 研究の方法

(1)概要

海洋投入土砂の中に貝殻が混在していれば、その貝殻はその特性に応じた粒径の土砂と同様に移動し、堆積する。すなわち海洋投入土砂中に含まれた貝殻の年代をトレーサ

ーとして、投入後、約 50 年経過した現在の海底においてトレーサーとした年代の貝殻がどの程度の範囲および堆積層に分布しているかを調査することで海洋投入土砂の時間的かつ空間的な移動・堆積を追跡的に評価することができる。鹿島港は陸域を掘り込んで建設された港湾であることから、海洋投入された土砂は陸域の古い貝殻を含む地層を掘削したものである。そのためトレーサーとする貝殻の年代が特に古く、海洋投入土砂由来の堆積層を判別しやすい(図-1)。

(2)ボーリングコアの採取・解析

陸上ボーリングコアにより海洋投入土砂に含まれていた貝殻の年代および土砂の粒径等を測定し、トレーサーとする年代等の情報を評価した。本研究では鹿島港近くの陸域において鹿島港内の最大水深よりもやや深い約24 mまでのボーリングコアを採取した。陸上ボーリングコアおよび後述の海底コアについては、X線撮影、層相の記録、樹脂による剥ぎ取りを行った。その後、試料を鉛直方向に 5cm ごとに分画し粒度分析を行った。さらにコア中に含まれる貝殻を各層から取り出し、加速器質量分析法により貝殻試料中の¹⁴C濃度を測定し、放射性炭素年代を求めた。

(3)海底コアの採取・解析

海底コア(約 1 m 程度)は塩ビパイプの打ち込みにより、鹿島灘の水深 9 m から 19 m

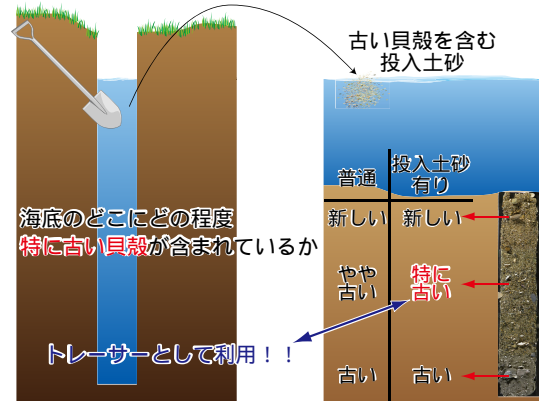


図-1 年代トレーサーによる評価手法



図-2 海底コア採取地点とコアの半割写真の一例(南海浜水深 19 m 地点)

までの水深帯における複数地点（各測線3本程度）採取した（図-2）。測線は鹿島港の南海浜で3測線、北海浜で4測線設定した。海底コア中において、トレーサー年代を示す貝殻が含まれる堆積層については、粒径情報等を併せて考慮し、海洋投入土砂由来の堆積層かどうかを判別した。これによって、現在における海洋投入土砂の空間的な分布状況を把握し、時空間的な海洋投入土砂の移動・堆積履歴を評価した。

(4) 航空写真・深浅測量データの解析

過去50年間（1961年～2013年）の航空写真から読み取られた鹿島港南海浜の汀線位置を用い、土砂の海洋投入以降の地形変化を検討した。また、深浅測量結果を併せて用いることで、より詳細な海浜地形変化を評価した。これにより時間的な海洋投入土砂の海浜地形変化への寄与を評価した。

4. 研究成果

(1) 海洋投入土砂の性状

陸上ボーリングコアの解析から、海洋投入土砂の粒径は0.13～0.17mmであり、そこに含まれていた貝殻の年代は2500～8000年前のものであったと推定された（図-3）。なお、貝殻の年代は深さ方向にほぼ線形的に古くなっていることから、堆積速度はほぼ一定であり、海洋投入土砂には各年代の貝殻が均等に含まれていたと考えられた。一方で、一部の堆積層には堆積年代とは異なると考えられる年代の貝殻が混在しており、霞ヶ浦の形成や河川などによって侵食された古い堆積層が再堆積したことによるものと考えられた。

(2) 海洋投入土砂の堆積状況

海洋投入土砂に含まれた貝殻は主に2500年前の貝殻より古いもので構成され、各年代

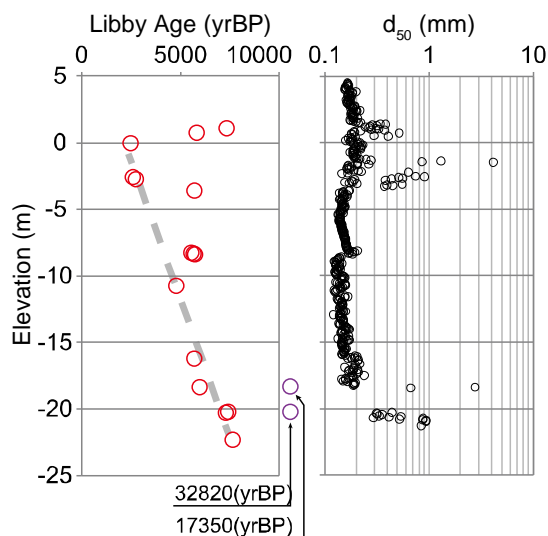


図-3 陸上ボーリングコア中の貝殻の年代分布（特に古い貝殻は紫で枠外に表記）および底質の中央粒径

の貝殻を均等に含んでいたと考えられる一方で、海底コア中の貝殻の年代の出現頻度は750年前よりも新しい物が突出して多かった。また、貝殻の年代は海洋リザーバー効果によって数百年程度古い年代を示す場合があることも考慮すると、750年前よりも新しい貝殻は現在の貝殻であると推測される。そこで、2500～8000年前の貝殻を含む堆積層は海洋投入土砂由来、その前後の750～2500年前および8000～10000年前の貝殻を含む堆積層を海洋投入土砂由来の可能性が高いものと定義した。なお、1万年前を超える特異的に古い貝殻は海洋投入土砂由来である可能性もあるが供給源が不明であることから、分類の対象から除外した。

この分類に基づく海洋投入土砂の堆積状況の一例として、鹿島港南海浜の水深19m帯（鹿島港から6km程度南方）において採取された海底コア中には、現在の貝殻とともに海洋投入土砂由来と考えられる古い年代の貝殻が混在している堆積層が表層から12cmおよび30cmに認められた（図-4）。このように、通常時の波浪における移動限界水深以深においても土砂の海洋投入に伴った数十cm程度の堆積層が存在していることが明らかとなり、海洋投入土砂が広く鹿島港南海浜に堆積し、海浜地形変化に影響を与えたことが示唆された。なお、本研究結果は土木学会論文集B2（海岸工学）に掲載された。

一方で、鹿島港北海浜の同水深帯においては、鹿島港南海浜と比較して海洋投入土砂由来と推測される堆積層が明確ではなく、特に北に向かうほど海底コア中には海洋投入土砂に含まれていたと考えられる貝殻の年代よりも古い貝殻が多く混在していたことから（一例として、図-5）、北に向かうほど海

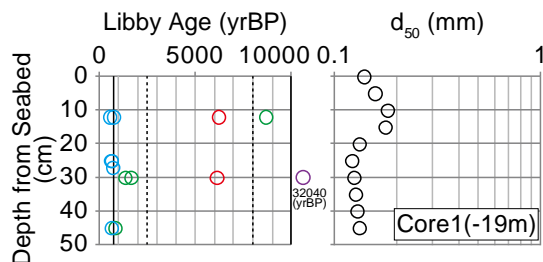


図-4 鹿島港南海浜の水深19m帯において採取された海底コア中の貝殻の年代分布および底質の中央粒径

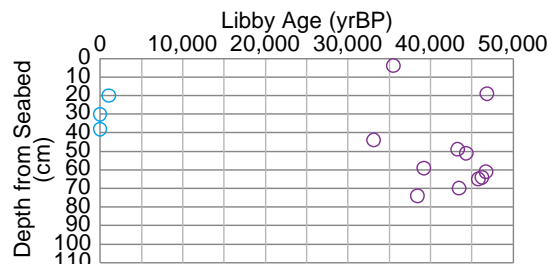


図-5 鹿島港北海浜（港から約30km北方）の水深19m帯において採取された海底コア中の貝殻の年代分布

洋投入土砂の影響が小さかったことが明らかとなった。

(3)土砂の海洋投入に伴う南海浜の地形変化

航空写真から読み取られた過去 50 年間の鹿島港南海浜の汀線位置は長期的な前進傾向を示し(図-6)、第一の大規模な汀線の前進は土砂の海洋投入直後の 1969 年から 1984 年に海岸北部を中心としたものであり、海岸北端では 200 m 以上汀線が前進し、海岸全体の平均汀線位置は 15 年間で約 43 m 前進した。これは土砂の海洋投入によって漂砂系内の土砂量が増加したことによるものと考えられた。第二の大規模な汀線の前進は上述の汀線の前進が一度収束してから約 10 年が経過した 1993 年以降に生じた汀線の前進であり、1993 年から 2009 年までの 16 年間で平均汀線位置は約 37 m 前進した。この第二の汀線の前進傾向は沖から岸に土砂が移動したためであることが深浅測量結果から明らかとなったものの、土砂の海洋投入がなされたこととの因果関係は明らかとならなかった。しかしながら、岸近くに堆積した土砂には海洋投入土砂由来のものも多く含まれていたと考えられ、海洋投入土砂は一度沖に堆積した後も波浪等によって岸近くへ移動し、浅海域の地形変化に長期的に影響を与える可能性が示唆された。

なお、1993 年から 1996 年の汀線前進は海岸全域で生じたのに対し、1996 年以降の汀線前進は海岸南部を中心に生じ、特に海岸南部のヘッドランドおよび防波堤の建設が進んだ 2002 年以降はその傾向が顕著となった。このことと前述の鹿島港北海浜において海洋投入土砂の影響が小さかったことから、鹿島灘の沖では南向き、岸近くでは北向きの沿岸漂砂が卓越していると推測された。つまり、岸近くに移動し、北向きに移動しようとした土砂がヘッドランドによって捕捉された結果、特に海岸南部での汀線の前進が顕著となったと考えられる。なお、本研究成果は港湾空港技術研究所資料に掲載された。

浅海域における長期の地形変化を予測するモデルを構築する上では、本研究でその長期的影響が明らかとなった沖に堆積している土砂の長期的な移動を十分に考慮する必要がある。一方で、その移動過程については、未解明な点が多いことから、今後さらなる研

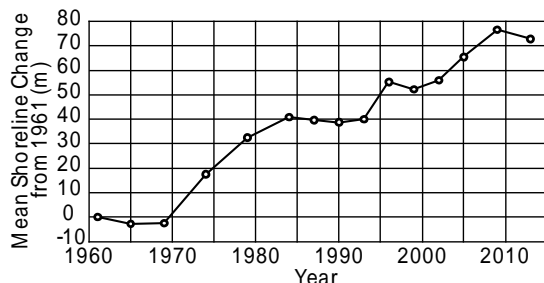


図-6 鹿島港南海浜の平均汀線位置の経年変化(1961年の汀線位置を基準)

究が必要である。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計2件)

1. 伴野雅之・清家弘治・小松原純子・栗山善昭, 放射性炭素年代測定を用いた海底土砂の長期的移動・堆積履歴の推定, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 査読有, 69, 2013, 686-690.
2. 伴野雅之・栗山善昭・武若聡, 波崎海岸における汀線の長期的前進傾向, 港湾空港技術研究所資料, 査読有, 1316, 2016, 1-31.

[学会発表](計4件)

1. 伴野雅之・清家弘治・小松原純子・栗山善昭, 鹿島灘における海洋投入土砂の長期的移動と堆積, 日本地球惑星科学連合大会, 2013年05月20日~2013年05月20日, 幕張(千葉県).
2. Banno, M. and Seike, K., RADIOCARBON DATING TO INVESTIGATE THE DISTRIBUTION OF DUMPED SEDIMENT, Ocean Sciences Meeting 2014, 2014年02月23日~2014年02月28日, ホノルル(アメリカ合衆国).
3. 伴野雅之, 鹿島灘における広域底質粒径調査, 第28回波崎海洋研究施設研究成果報告会, 2014年12月17日, 神栖市(茨城県).
4. Masayuki Banno, Koji Seike, Satoshi Takewaka and Yoshiaki Kuriyama, MULTIDECADAL SHORELINE EVOLUTION ON THE HASAKI COAST OF JAPAN -JAPANESE SAND ENGINE?-, 35th International Conference on Coastal Engineering, 2016年07月17日~2016年07月22日(発表確定), イスタンブール(トルコ).

[図書](計0件)

[産業財産権]
出願状況(計0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0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伴野 雅之 (Masayuki BANNO)
港湾空港技術研究所・その他部局等・その他

研究者番号：80549204

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：