

鳥取砂丘海岸にみられる沿岸砂州の地形断面形と表層堆積物の実態調査（第一報） ～鳥取砂丘海岸の堆積物粒径分布と砂丘列立地の理解に向けて～

小玉芳敬・宮脇隼輔・岩淵博之

1. はじめに

鳥取砂丘には砂丘列が規則的に配置されている。つまり第1砂丘列と第2砂丘列は北東から南西方向に稜線をのぼす横列砂丘であり、両者は700 m～800 mほどの間隔でほぼ平行する。いっぽう第1砂丘列から北西側に700 m～800 mほどに位置する千代川の河口右岸側十六本松には、第0砂丘列と呼ぶにふさわしい小規模な砂丘列が形成されつつある（梅本・小玉,2014）。

このように砂丘列が形成される位置には規則性が潜んでいると思われるが、その要因は未解明である。第0砂丘列付近の海岸線では、Tamura et al.(2016)の指摘にもあるように、1973年以降150mほど汀線の急激な前進が認められる。千代川河口の付け替え工事に伴うものである。しかしそれ以前の1968年の空中写真にすでに第0砂丘列の存在が記録されている。

伊藤・小玉（2015）は、地下レーダ探査による堆積構造解析と地形断面測量調査により、第0砂丘列と第1砂丘列の間で砂丘列が観察されない海岸では、陸側緩傾斜を示す浜堤列の地形やその堆積構造を、標高6m前後に認定した。いっぽう第0砂丘列と第1砂丘列の地下には、浜堤列を示す陸側緩傾斜の堆積構造は見つからず、特に第0砂丘列では海側急傾斜の堆積構造（前浜堆積物）を覆い、湾曲した堆積構造（砂丘堆積物）が認められた。つまり、第0砂丘列と第1砂丘列間の丘間低地にあたる浜は、浜堤列を形成するような大

波が時々越波する空間であり、砂丘列の成長する浜は、風成堆積物による砂丘の形成が、大波の越波に勝った空間と言える。

このような違いをもたらした原因を考察する基礎資料として、海浜堆積物の粒度組成と浅海底における粒度の平面的な分級を探る目的で本調査が計画された。第一報として中間報告をここにまとめる。

2. 鳥取砂丘海岸の粒径分布特性

小玉（2013）は、鳥取砂丘海岸の海浜堆積物（バームクレスト部）の中央粒径分布が、2011年以降、高度経済成長前の1955年当時の粒径分布に急速に戻りつつ実態を報告した。おそらく1980年代の海岸侵食に伴い粗粒化していた海浜堆積物が、1998年と2004年に千代川で二度ずつ発生した大規模出水による大量の土砂供給により、これらの出水より10年近く経て海浜堆積物の細粒化として反映されたものと考えられる。

本調査においても小玉（2013）と同様の方法でバームクレスト堆積物の粒度組成調査を2015年7月15日に実施した。60年前、つまり1955年8月の調査結果（山名, 1962; 山名, 2010）と比較することで、鳥取砂丘海岸の海浜堆積物の粒度分布特性が明らかになる。

その結果を図1に示す。1955年当時の千代川河口は、賀露港（現鳥取港）であり、現河口より西側におよそ800 mの位置であった。1955年当時の海浜堆積物の中央粒径分布と2015年の中央粒径分布のパターンは、千

代川河口の位置を平行移動させるとほぼ一致することがわかった。

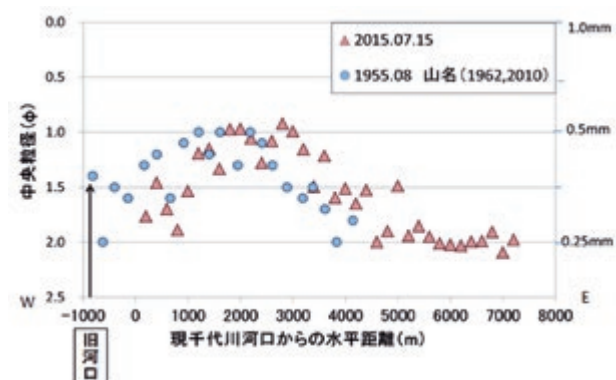


図 1 鳥取砂丘海岸における海浜堆積物の中央粒径分布

1955年当時の河口付近海浜の中央粒径は0.4mmほどで、東側に2kmの範囲で次第に粗くなり0.5mmを示した。この粗い区間はさらに東に1kmほど続き、そこから2kmほど東に向けて0.25mmまで細粒化した。

2015年には河口付近で0.3mmほどの中央粒径が、東に2kmほどの範囲で次第に粗粒化し0.5mmとなった。この粗い区間は東に1km強続き、そこから2kmほどかけて0.25mmまで細粒化した。

1955年と2015年の中央粒径分布に認められた「山形」分布は鳥取砂丘海岸の特性であると言える。1955年当時、中央粒径0.5mm前後で最も粗くなっていた区間は、ちょうど第0砂丘列と第1砂丘列に挟まれた丘間低地、つまり浜堤列地形が認められる区間とほぼ一致する。

鳥取砂丘海岸の粒度分布特性を招いた要因を知るには、千代川から流出した土砂が、浅海底でどのような平面的分級をなしながら、その一部が海浜に乗り上げるか、この一連のプロセスを探る必要がある。それには浅海底に形成されている沿岸砂州の地形と底質の粒径

分布との実態を明らかにすることが第一歩となる。

3. 沿岸砂州の実態調査

3-1 調査方法

藤井・小玉(2009)により、鳥取砂丘海岸に発達する沿岸砂州の規模変遷が、空中写真判読により明らかにされている。鳥取県が実施している鳥取砂丘海岸の浅深測量図も参考にする。これらによると、海岸線から沖合へ700mほどの範囲に沿岸砂州が2~3段発達しており、限界水深は10mほどに達する。

a) 測深調査

そこでカヤック(図2)や船外機付きボート(図3)からの測深により縦断測量を実施した。まず最も沖の地点においてGPSで緯度経度を記録し、そこから船をまっすぐ岸に向けてほぼ等速で移動させながら、数秒おきにフロート型音響測深器(HONDEX, PS-7FL)で深さを計測・記録した。浜から携帯型光波測距儀(Laser Technology, TruPulse360)を用いて適宜ボートまでの水平距離を計測し、クロスチェックに用いた。緯度経度より汀線からの距離を地図上で読み取り、測深結果に基づき浅海底縦断形を描いた。



図 2 タンデムカヤック(2014.08~導入)を用いた測深調査風景 2015.05.30撮影



図 3 船外機付きゴムボート（2015.11～導入）を用いた底質採取風景（2016.04.06 撮影）



図 4 ドレッジ式底質採取の模式図

実際には沿岸砂州の規模は、長さ百メートル以上におよび、全長 4m ほどのカヤックとは比べものにならないくらい大きい。

b) 底質採取調査

測深調査を行った測線において、再び沖側の地点に戻り、そこから陸に向かい直進しながら、測深結果の水深をたよりに沿岸砂州のクレスト(峰)部、トラフ部、沿岸砂州の斜面中央部をねらって海底表面堆積物を採取した。

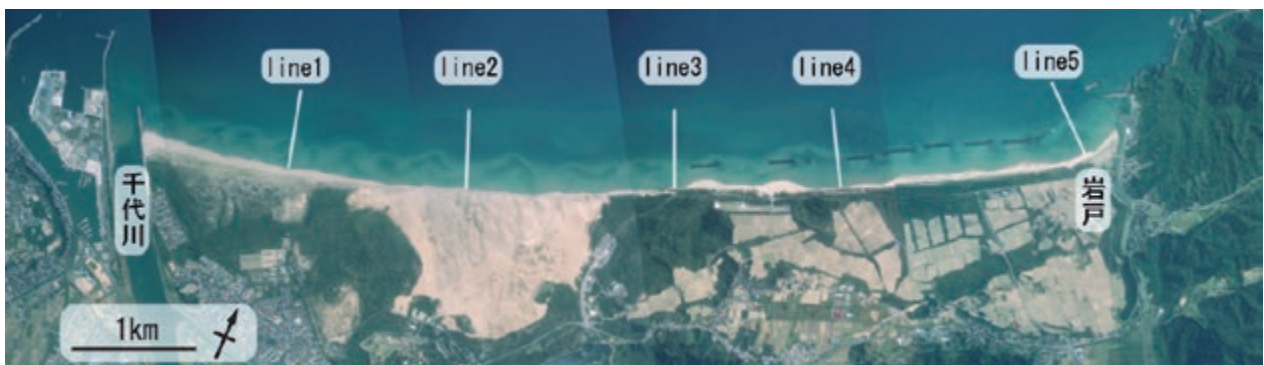


図 5 調査測線の予定位置

その方法は、船から自家製底質採取器をロープで海底に沈め、ドレッジすることで底質を採取するものであった（図 4）。採取器は、バケツの先におもりを付ける工夫を施したもので、試行錯誤で改良を加えた。

なお採取した試料は、沈降管粒度分析装置と 2mm 以粗の粒径に関しては標準篩いを用いて粒度分析を実施した。

c) 調査測線の設定

当初計画では、千代川河口から岩戸までの 7.5 km 区間で 5 本の測線において、まず調査予定であった（図 5）。そして船の運び入れが比較的容易な測線から調査を始めた。

3-2 調査結果

当初調査計画 5 測線のうち、2015 年度には 2 測線の調査が完了した。底質採取は、line3 では 10 カ所、line5 では 12 カ所で行えた。その結果を図 6 (line3) と図 7 (line5) に示す。

a) line3 における地形断面形と底質の粒径

line3 では沿岸砂州は 3 段認められた。最も沖側の沿岸砂州は、波高 4m、波長 200m で、傾斜は陸側斜面で 2.3° 、沖側斜面で 2.7° で対称な断面形であった。

2 段目の沿岸砂州は、波高 2m、波長 150m で、傾斜は陸側斜面で 2.2°、沖側斜面で 3.0° で非対称な断面形を示した。これら 2 段は経年変化をする outer bar と呼ばれるものに相当する。

最も陸側の沿岸砂州は、波高 0.5m、波長 140m な低平なものであり、週単位で変化する inner bar と呼ばれるものに相当する。

沿岸砂州の規模について断面積で比較すると、陸側から 1:3:6 と沖ほど大きくなっていった。

底質の中央粒径（図 6 上）は、主に 0.2 mm ~ 0.3 mm で鳥取砂丘の砂と同じ粒径の細砂 ~ 中砂が主体をなしていた。沖に向かって若干、細粒化の傾向が認められるものの顕著ではない。最も沖の沿岸砂州の陸側斜面中間部（No.8）で 0.4 mm、クレスト（峰）部（No.9）で 0.3 mm と他と比べて粗くなっていた。沖から 2 段目の沿岸砂州のクレスト（峰）部（No.5）でも、前後と比べ若干粗くなっていた。

b) line5 における地形断面形と底質の粒径

line5 では、沿岸砂州が 1 段のみ計測されたが、空中写真判読によるとさらに沖合にもう 1 段存在した（黒田・小玉，2015）。水深 8 m までしか計測できておらず、さらに沖合への測深が必要であった。再度、調査予定である。

計測できた沿岸砂州の形態は、波高 2 m、波長 200 m で、傾斜は陸側斜面で 3.2°、沖側斜面で 1.6° と非対称な断面形を示した。line3 の陸側の inner bar を基準に、断面積を求めると、その比率は 1:3 であった。これは Line3 の比率と同じであった。

底質の中央粒径（図 7 上）は、line3 同様に 0.2 mm ~ 0.3 mm が主体であり、沖に向かって若干の細粒化傾向が認められた。沿岸

砂州の陸側斜面中間部（No.4）で 0.85 mm、クレスト部（No.5）で 0.94 mm と明らかに粗くなっていた。

4. ボートによる沿岸砂州調査に適する波浪条件を満たす年間日数

2015 年度の現地調査では、6 回試みたうち、2 回しか結果が得られなかった。波高 30cm 以上の波浪があると、測深データのばらつきが多くなり、底質採取までは至らなかった。

そこで、2014 年 12 月 ~ 2015 年 11 月までの 1 年分の波浪データを全国港湾海洋波浪情報網の鳥取港データより取得して、調査可能な日数を調べた。有義波高 0.3m 以下を調査可能な日の条件とした。有義波高とは、発生する波高の高い方から順に全体の 1/3 の個数の波を選び、これらの波高を日平均したものである。

2014 年 12 月 ~ 2015 年 11 月までのカレンダーに、有義波高 0.3 m 未満で調査可能な日を色づけして示した（図 8）。1 年間で 48 日ほどしかなく、しかも 5 月 ~ 8 月上旬が 8 割を占めた。今後の調査計画の参考にしたい。

5. おわりに

鳥取砂丘海岸に発達する沿岸砂州の実態の一端が明らかになった。斜面傾斜 2~3 度といたって極めて低平な地形である実態を認識した。また沿岸砂州の断面形をリアルに捉えることができた。

しかし当面の目的である鳥取砂丘海岸の浅海底における粒径の平面的な分級を捉えるには、ほど遠い段階にある。さらに 2 年ほどかけて、千代川河口部まで含めた粒径の平面的分級の実態を明らかにすることが当面の課題である。

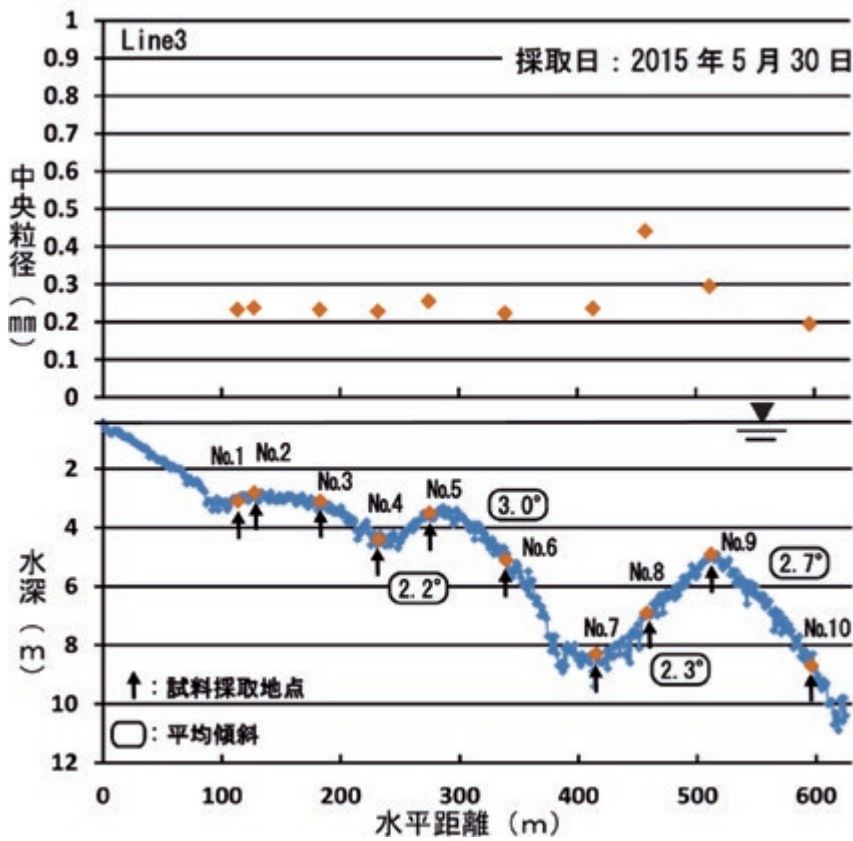


図6 line3における浅海底の地形断面形(下図)と底質の中央粒径分布(上図)

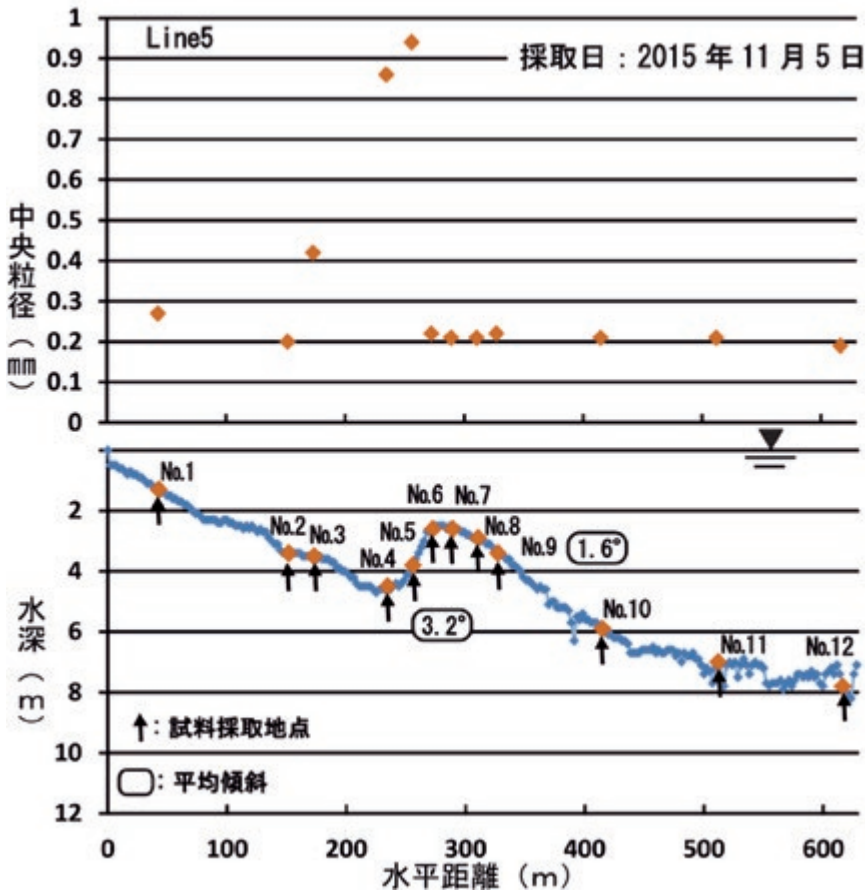


図7 line5における浅海底の地形断面形(下図)と底質の中央粒径分布(上図)

N. Yamaguchi and D. Matsumoto (2016) Late
Holocene aeolian sedimentation in the
Tottori coastal dune field, Japan Sea,
affected by the East Asian winter monsoon.
Quaternary International, 397, 147-158.
梅本 愛・小玉芳敬 (2014) 鳥取砂丘第 0 砂丘列

の地形と堆積物の特徴. 鳥取地学会第 19 回記
念講演会・研究発表会要旨集, 3-4.
山名巖 (1962) 鳥取砂丘砂の粒度組成について.
鳥取県立科学博物館報, no. 1, 17-22.
山名巖 (2010) 鳥取砂丘砂の粒度土星について再
吟味. 鳥取地学会誌, 第 14 号, 11-17.