

船形漁港海岸への漂砂源としての 大房岬周辺の海岸特性

CHARACTERISTICS OF TAIBUSA POINT AS SEDIMENT SOURCE TO FUNAKATA COAST

黒澤祐司¹・小林昭男²・宇多高明³・遠藤将利⁴・古谷真広⁵

Yuji KUROSAWA, Akio KOBAYASHI, Takaaki UDA,
Masatoshi ENDO and Masahiro KOYA

¹学生会員 日本大学理工学研究科海洋建築工学専攻 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

²正会員 工博 日本大学教授 理工学部海洋建築工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

³正会員 工博 (財) 土木研究センター常務理事なぎさ総合研究室長兼
日本大学客員教授理工学部海洋建築工学科 (〒110-0016 東京都台東区台東1-6-4タカラビル)

⁴学生会員 修(工) 日本大学理工学研究科海洋建築工学専攻
(〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

⁵学生会員 日本大学理工学研究科海洋建築工学専攻 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

In the previous study, the sand supply from the Taibusa Point, facing the Uruga Strait connecting the Pacific Ocean to Tokyo Bay, to the Funakata coast was assumed to be 760 m³/yr. In order to confirm this assumption, sediment transport from the sea cliffs extending around Taibusa Point was investigated through the comparison of past aerial photographs, measurements of seasonal beach changes on a pocket beach surrounded by sea cliffs, and sampling of seabed materials.

Key Words : Sea cliffs, sediment transport, Taibusa Point, erosion, pocket beach

1. まえがき

海食崖とその下手側海浜の形状との間にはあるバランス関係が成立している。海食崖とその下手側海浜の接点付近では、崖海岸の長さとは独立に沿岸漂砂量が極大値を取り、これと土砂供給量が均衡する場合にのみ連続的な弧状海岸線が形成される¹⁾。海食崖からの土砂供給量よりも沿岸漂砂量が大きければ境界付近の海岸線は大きく後退し海岸線は不連続となる。逆に土砂供給量が大きければ海岸線は大きく前進し、結果的に海食崖への波の作用を抑止するため海食崖からの供給量の減少が起こる。したがって海食崖からの供給土砂量と海浜での沿岸漂砂量とが均衡する条件でのみ弧状海岸線が形成される。このように未固結の地層からなる海食崖と砂浜海岸は独立した存在ではなく、海食崖からの砂の供給状況と砂浜の発達とが密接に関係している。

菅原ら²⁾は、千葉県南房の館山湾に面した多田良漁港海岸西浜地区(西浜地区)と船形漁港海岸との間にある突堤(原論文では突堤D)より西側区域での1974年基準での海浜面積の変化量を求め、この間海浜面積が380m²/yrの割合で増加したことを示し、

さらに移動高を2mと仮定して大房岬方面からの沿岸漂砂量を約760m³/yrと推定した。このように漂砂供給源は大房岬以西の海食崖としたものの、具体的な漂砂供給源は特定されていない。大房岬は大部分が海食崖であるが、その区域内には海浜もあることから大房岬からどのようにして下手側海浜へ砂が供給されるかは明らかではない。そこで本研究では大房岬の漂砂源について過去の空中写真の比較、海食崖に挟まれた海浜での縦断測量や底質採取により調べた。

2. 調査方法

大房岬の空中写真を収集し、海食崖や海浜状況の長期的変遷を調べた。また2009年8月18日と12月10日には大房岬にある2箇所の小規模な海浜のうち東側にある規模の大きな海浜aにおいて岸沖方向に4測線を設定して縦断形を測定するとともに、同一地点における海浜状況の変化を定点からの写真撮影によって調べた。また海浜aにおいて前浜材料の採取を行い粒度の変化を調べた。さらに西浜地区の前浜

構成材料と、海食崖からの崩落岩石を砕き、その粒度組成も調べた。

3. 大房岬の概況

大房岬は、図-1に示すように房総半島先端部の館山湾の北側を区切る岬であり、南面には小規模な砂浜を挟むものの全長1500mの海食崖となっている。岬の南面、多田良漁港の裏側には長さ約200mと140mの小規模な海浜a、bが隣り合わせに存在する。菅原²⁾により調査が行われた西浜地区は長さ650mの海食崖を挟んで海浜aと隣り合わせの関係にある。西浜地区への砂の供給は西側からとされたが、その場合大房岬の南面に発達する海食崖全体から土砂が供給されたか、あるいは海食崖のほぼ中央に海浜aがあるため海浜aの東隣りの海食崖から供給されたかは明らかではない。このことから海浜a、bが海食崖からの土砂供給に及ぼす影響を現地調査によって調べた。

図-1に示したように、大房岬の調査区域の海岸線はほぼWNW～ESE方向に伸びている。したがってWNW～ESE間を時計回りに測った方向、すなわち北または東寄りの風は陸風となる。これを考慮しつつ気象庁アメダス（館山）を参照し、2008年12月から2009年11月まで1年間のデータを調べると、12月から2月にはWSWまたはSWがやや卓越しているが、その後3月～7月にはSW方向が著しく卓越する。例えば図-2は2009年3月と5月の風向を示す。しかし8月から11月はEまたはNNEと陸風となる。以上より、大房岬に強い作用をもたらす波はほぼSW方向から入射すると考えられる。この方向は大房岬の平均海岸線とほぼ直角方向である。

4. 空中写真の比較

図-3は1970年撮影の大房岬全体の空中写真を示す。大房岬の東部には長さ650mの海食崖があり、その東側には西浜地区の砂浜が続く。図の矩形領域A内には2組の小規模な海浜a、bがあるが、海浜bの西側にも長さ550mの海食崖が続く。1970年の空中写真では海食崖に対して大きく右回りの方向から波が入射していたことが見て取れる。この入射方向では海食崖からの供給土砂は西浜地区へと運ばれることができる。図-4は2009年撮影の図-3と同じ区域の空中写真を示す。撮影時海水の透明度が高かったため大房岬周辺の海底に岩盤が露出しているのがよく分かる。沖合は露岩域であることから大房岬東側の西浜地区の砂浜への供給土砂は汀線に沿うごく狭い区域を通してなされていることが明らかである。図-4には西浜地区の1970年当時の汀線も示すが、破線で囲んだ突堤建設後突堤間では汀線が前進しており、大房岬からの漂砂供給があったことが分かる²⁾。

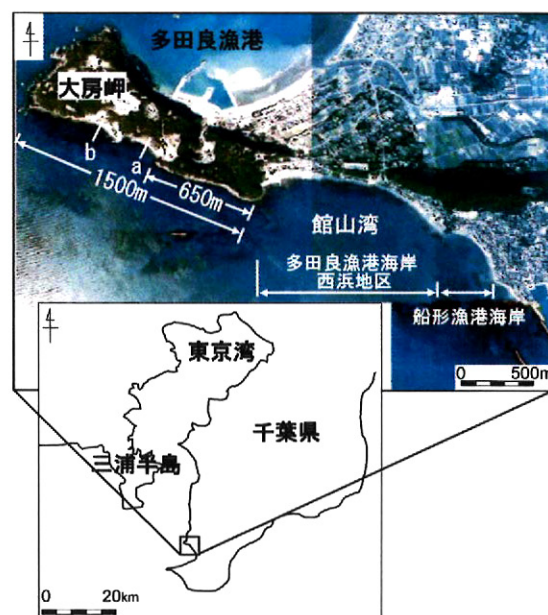


図-1 館山湾に面した大房岬の位置

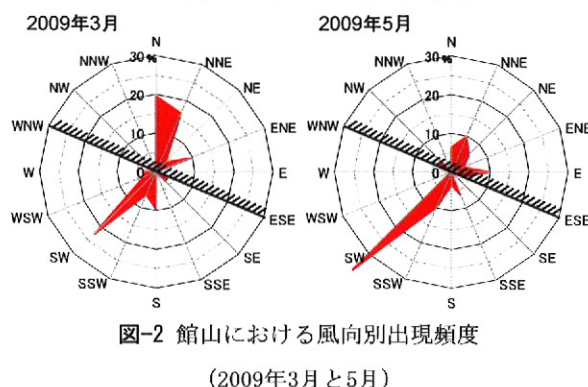


図-2 館山における風向別出現頻度

(2009年3月と5月)

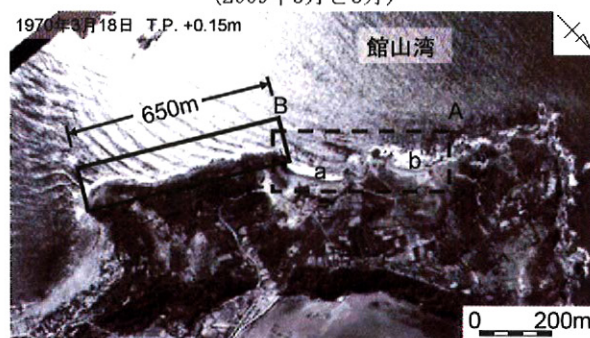


図-3 大房岬の空中写真（1970年）



図-4 大房岬の空中写真（2009年）

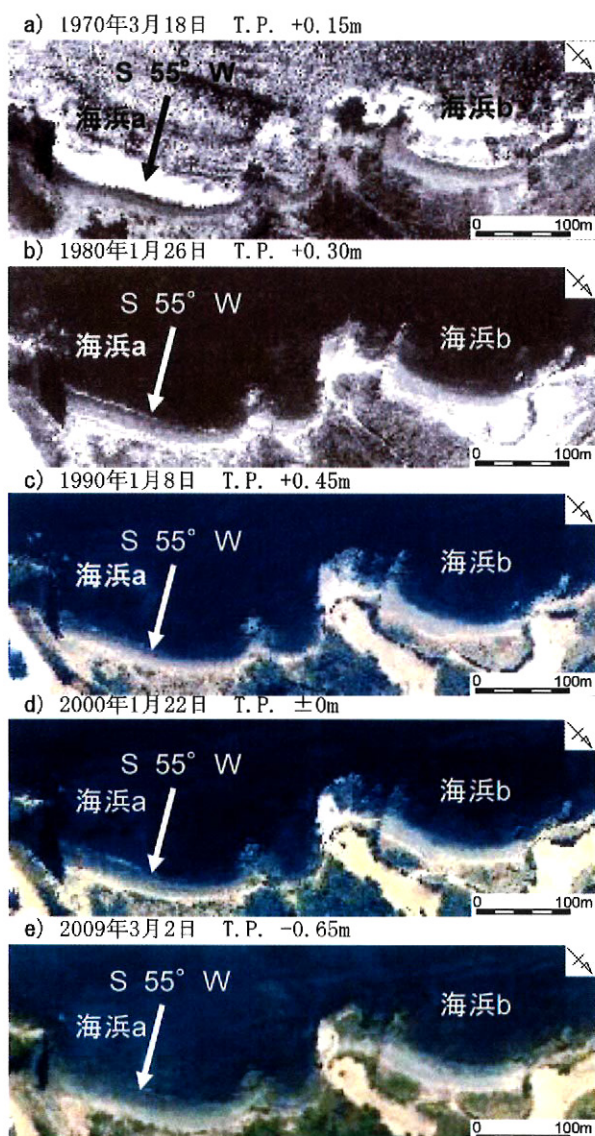


図-5 海浜a, bの変遷 (1970年～2009年)

図-5は1970年から2009年までの5時期の空中写真より、海浜a, bを含む矩形領域 (図-3の区域A) の海岸状況の変化を示す。1970年には高波浪が作用しているが、波の入射方向と汀線はほぼ直交している。海浜aの汀線への法線の方向角は平均S 55° Wであり東側の岩を固定境界として砂浜が広がっている。海浜aの北西側の海浜bも海浜a, b間にある岩礁によって切られ、独立した砂浜となっている。しかしながら1970年から2009年までの期間の海浜の変化は少なく、海浜a, bはほぼ安定していると見られる。

図-6は、海浜aについて空中写真を用いて汀線変化をまとめたものである。汀線位置を定める際、空中写真の撮影時の潮位が図-5のa) ～e) に示すようにT. P. -0.65m～+0.45mと大きく異なるので、撮影時の潮位と、次項で述べる縦断形変化 (図-7) の測線④での前浜勾配1/7を用いて汀線位置の補正を行った。これによれば、海浜aは西側の岩礁の下手に発達したフック状汀線を有し、汀線は変動しつつも東端で突出した崖より陸側に入り込んでいる。東端の

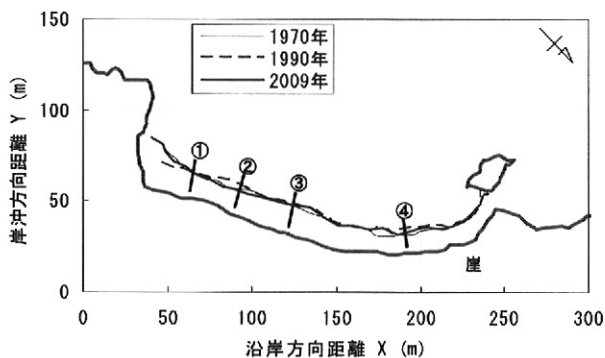


図-6 海浜aの汀線変化

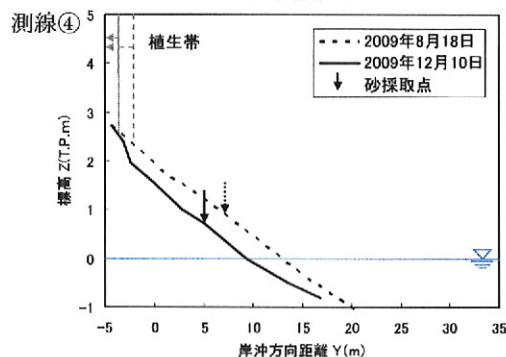
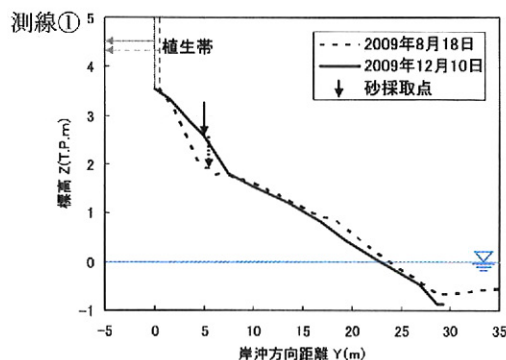


図-7 測線①④の縦断形変化

崖との接点では1970年と2009年には他の時期と比較して汀線が10m前進しているが、海浜aの西部での汀線位置は他の時期と比較して大きな変化は見られない。図-6によれば、局所的な変動を除いて約40年間という長期間海浜aは凹状の姿を保ってきている。しかも図-4に示したように汀線のすぐ沖合は広く露岩で覆われており、沖合には波により移動可能な砂はほとんど存在しない。この条件では海浜aの砂量の増減は海浜aへの沿岸漂砂の流入か、あるいは流出によってのみ支配される。そして東側の海食崖を通過して西浜地区に砂が流れ出すには凹状の海浜aの汀線が海食崖を連ねる線まで前進する必要がある。しかし図-6の汀線変化によればこれは否定される。以上を考慮すれば、海浜aは砂の流入流出がほぼないポケットビーチと見なすことができ、大房岬から西浜地区への砂の供給源は海浜aの東側に延びる650mの海食崖に限定されることが分かる。

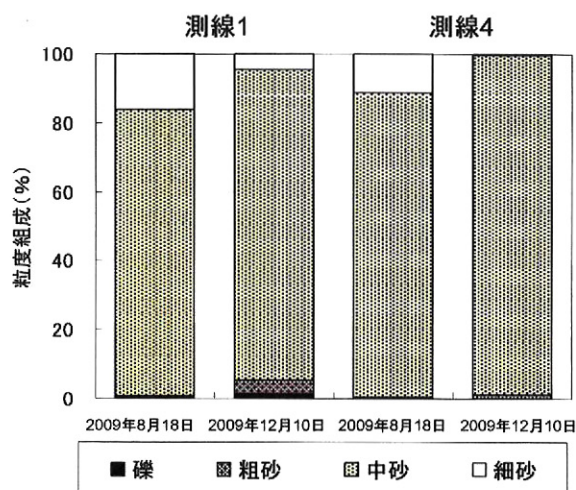


図-8 測線①④の前浜材料の粒度組成

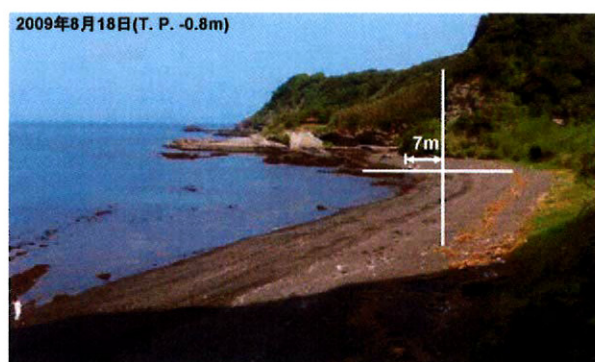


図-9 海浜aの東端の丘から海浜aを望む
(2009年8月18日)



図-10 海浜aの東端の丘から海浜aを望む
(2009年10月30日)

5. 海浜aの季節変動の詳細観測

図-6に示す海浜aの汀線変化からは長期的に見て東向きに沿岸漂砂の流出はないと考えられるが、短期的な波向変動に応じて大きな汀線変動が発生し、その際海食崖基部を通過して東向きに沿岸漂砂が生じる可能性も残されている。そこで以下ではこの点を縦断測量や写真撮影などにより調べた。

(1) 縦断形と底質粒径の変化

縦断測量は図-6に示す測線①から④で行った。これらのうち海浜a東端の測線①と西端の測線④にお



図-11 海浜aの測線①付近での浜崖形成
(2009年5月9日)



図-12 海浜aの測線①付近での砂の堆積
(2009年8月18日)



図-13 海浜aの測線①付近での砂の堆積
(2009年10月30日)



図-14 海浜aの測線①付近での砂の堆積
(2009年12月10日)

ける縦断形変化を図-7に示す。西端の測線④では8月から12月に前浜が著しく侵食され、約0.5m地盤高が低下した。この間前浜勾配はほぼ1/7と一定であった。これと対照的に、東端の測線①では8月には比高約1mの浜崖が形成されていたが、12月では砂が堆積して浜崖は砂で埋まり、この結果標高3.5m付近から1/5のほぼ一様勾配斜面が形成された。このように少なくとも前浜の標高の高い場所では、西側で侵食、東側で堆積という典型的な変化が起きており、場所的に非対称な地形変化は沿岸漂砂の作用によると考えられる。

図-8はこの間における海浜材料の粒度組成の変化

を示す。測線①では、前浜に砂が堆積したが、その場合堆積したのはほとんど中砂であり、一部粗砂も打ち上がったことが分かる。一方、同じ期間に侵食を受けた測線④では侵食の結果当初11%含まれていた細砂が全て失われている。細砂は測線①でも含有率16%か4%まで低下していることから、沿岸方向に運ばれずに沖向きに運ばれたと推定される。すなわち測線①で標高の高い場所まで堆積した砂は主に中砂であった。

(2) 海岸状況の変化

海浜aの東端の丘（撮影地点は後述の図-15の点P）から2009年8月18日に海浜aを望んで撮影した写真を図-9に示す。撮影時の潮位はT.P. -0.8mであった。図には汀線変化比較が可能なように、周辺の岩の位置との相対関係より基準線を設定した。なお基準線は図-6に示す測線④付近に定めたが、この測線では図-7のように前浜の縦断形が測定されている。これによれば8月18日の汀線は原点の海側7mにあった。図-10は同じ場所の10月30日の写真である。撮影時の潮位はT.P. -0.05mである。同一水平測線上において汀線は原点の陸側3mまで後退している。二時期での汀線後退量は10mである。この付近は図-7から前浜勾配は1/7なので潮位偏差0.75mに対応する汀線変化量は5.3mとなる。したがって8月18日から10月30日までに海浜aの西端は侵食され、汀線が4.8m後退したことが分かる。この結果は図-7の測線④で侵食が起きたこととよく対応する。

海浜aの測線①付近でも2009年5月以降後浜状況の変化を写真で追跡した。図-11は、2009年5月9日の海岸状況である。砂浜斜面が削り取られて比高1.3mの浜崖が形成され、砂に埋まっていたと見られる大きな礫が多数露出していた。しかし8月18日になると海岸に露出していた大きな礫の大部分が砂に埋まり浜崖の比高も0.9mまで小さくなった（図-12）。図-11, 12の矢印Rは同一の岩を示すが、両者の比較から砂が堆積して地盤高が上昇したことがよく分かる。さらに10月30日には露出していた岩は全て砂に埋まり、植生帯から汀線まで緩やかな斜面で繋がった（図-13）。この間、10月8日には台風18号による高波（波浮港での最大有義波高8.5m, 周期6.3s, 波向S 22° W）が作用したことから、この時の高波浪により東向きに砂が運ばれ、標高の高い位置まで砂が打ち上げられたと考えられる。その後砂の堆積した状態は図-14に示す12月10日の写真のように変化は見られない。図-13, 14の○印は同一の流木を示すことから10月30日以降は海浜にほとんど変化が起きていない。また図-12, 14の破線の○印は同一の植生を現しており、植生の前面にあった比高1mの浜崖は完全に消失していることが分かる。このように図-7に示す測線①での標高3.5mまでの区域での砂の打ち上がりは、台風18号による高波の作用によるものであり、その際中砂がポケットビーチの東側の隅に打ち上げられたことから考えれば、海浜aはほぼ閉じた漂砂の系を有するポケットビーチであり、高波の

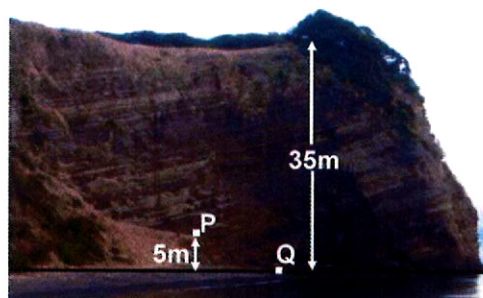


図-15 海浜aの東端部と隣接の海食崖



図-16 西浜地区の突堤と砂浜

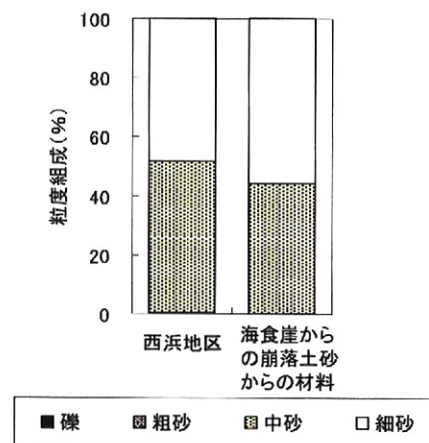


図-17 西浜地区の砂と海食崖からの崩落岩石を砕いた砂の粒度組成

作用があっても東側への砂供給はほとんどないと考えられる。

6. 海食崖からの砂供給機構

(1) 海食崖の平均後退速度

前節までの検討により、西浜地区への砂の供給はその西側にある海食崖からであることが分かった。そこで次に供給源としてのこの海食崖の平均後退速度の算出を行った。図-15は、海浜aの東端部に連なる海食崖を海浜aの西端から望んだものである。海食崖の基部には海浜aの背後にある斜面が続くが、

この斜面上に基準点Pを定めると、この点の標高が海面上5mにあることから、隣接の海食崖の高さは比例配分により35mとなる。菅原ら²⁾は、西浜地区への漂砂供給量を760m³/yrとしているので、これが長さ650m、高さ35mの崖面から供給されるとすれば、海食崖の平均後退速度は3.3cm/yrとなる。大房岬は外海外洋に直面しておらず、浦賀水道に面していることを考慮すれば、この後退速度はオーダー的にほぼ妥当と考えられる³⁾。

(2) 海浜材料

一方、粒径面から海浜材料を調べるために、図-4に示す西浜地区の西端の突堤近傍の図-16に○印で示す位置で採取した前浜砂と、海食崖からの崩落岩石を砕いた材料の粒度分析を行った結果を図-17に示す。これらによれば、海食崖直下と西浜地区の底質はともに中砂と細砂のみで構成され、海食崖直下では中砂が44%、細砂が56%であるのに対し、西浜地区では中砂が51%、細砂が49%とほぼ同一材料であることが分かった。

7. まとめ

千葉県南房の館山湾に面した多田良漁港海岸西浜地区（西浜地区）への漂砂源として考えられていた大房岬の海食崖からの砂の供給について考察した。この結果、西浜地区への砂の供給源はその西側に隣接する長さ650mの海食崖であり、そこから供給された中砂が主な成分であることが分かった。一方、海食崖の西側に位置する海浜は独立した漂砂系を有するポケットビーチであること、そして波向の変化とともに汀線は変動しつつもこの海浜から西浜地区への砂の供給はないことが分かった。

参考文献

- 1) 宇多高明・古池 鋼・三波俊郎・芹沢真澄：海食崖に続く堆積性弧状海岸線の形成とその変形予測，地形，第30巻，pp.331-348，2009.
- 2) 菅原裕介・小林昭男・宇多高明・酒井和也・黒澤祐司：人為的改変による砂浜消失-千葉県船形漁港周辺海岸の例-，海洋開発論文集，第25巻，pp.1185-1190，2009.
- 3) 堀川清司・砂村継夫：航空写真による海食崖の後退に関する研究，海岸工学論文集，第14巻，pp.315-324，1967.
- 4) 宇多高明：日本の海岸侵食，山海堂，pp.418-422，1997.