

波の遮蔽構造物建設に起因する海浜変形を探る ～神奈川県初声漁港の例～

宇多高明・大谷靖郎・佐々木常光

1. まえがき

一般に、砂浜海岸に防波堤が延ばされると、波の静穏化が図られると同時に、防波堤より沿岸方向に離れた場所から防波堤内側の波の静かな場所へと向かう沿岸漂砂が誘起され、それによって防波堤がつくる波の遮蔽域の外側では砂が削り取られ、その砂が波の遮蔽域に堆積するという現象が起こる¹⁾。この結果、防波堤から沿岸方向に離れた場所では自然のなぎさが失われ、様々な対策施設が海岸線に並ぶこととなる。このような場合、影響を緩和する措置として、突堤や離岸堤などを海岸に並べる手法が用いられてきたが、それらの対策施設を造ってもその効果が発揮されず侵食が進んでしまう例も多い。漂砂の原理から考えると、対策構造物を設置せずに影響を緩和する方法としては、砂の溜まった場所から侵食の進む場所へと運ばれたのと同量の砂を戻せばよい。すなわちサンドリサイクルである。この方法においては、侵食・堆積現象自体は永久に繰り返されるので、継続実施には費用がかかるものの、自然の砂浜環境を将来にわたって維持することが理論上は可能である。ここではこのような問題について、三浦半島の南端近くにある初声（はっせ）漁港と隣接の

三戸海岸の事例²⁾をもとに考察した。

2. 初声漁港と三戸海岸の概況

初声地区は三浦半島の南端近くに位置し、南端を初声漁港の防波堤により、北端を黒崎の鼻で区切られた長さ約850mのポケットビーチである。1988年撮影の初声漁港と隣接の三戸海岸の空中写真を図-1(a)に示す。防波堤の北側にはフック状の汀線が延び、北端部の黒崎の鼻の岩礁帯へと続いていた。図-1(a)(b)に示すように、1988～1997年の間、長さ190mの防波堤がポケットビーチの南端に伸ばされたため防波堤背後では砂浜が大きく広がった。防波堤背後の砂浜は2004年、2011年と広がり続けた。図-1(d)によると、初声地区沖には露岩域（写真の黒色）が広がっており、砂浜は海岸線に沿った帯状の狭い区域にのみ分布していることから、汀線付近の砂が南向きに移動したことが明らかである。なお、この写真には以下で解析を行う深淺測量の測線配置も示す。さらに、2019年と2020年にはGeoEye-1およびWorldView-2の衛星画像も撮られた。これらの画像と1988年の空中写真を比較すると、防波堤背後では砂浜が広がったのと対照的に、三戸海岸では砂浜幅が狭まり、その状況が固定化されたこと

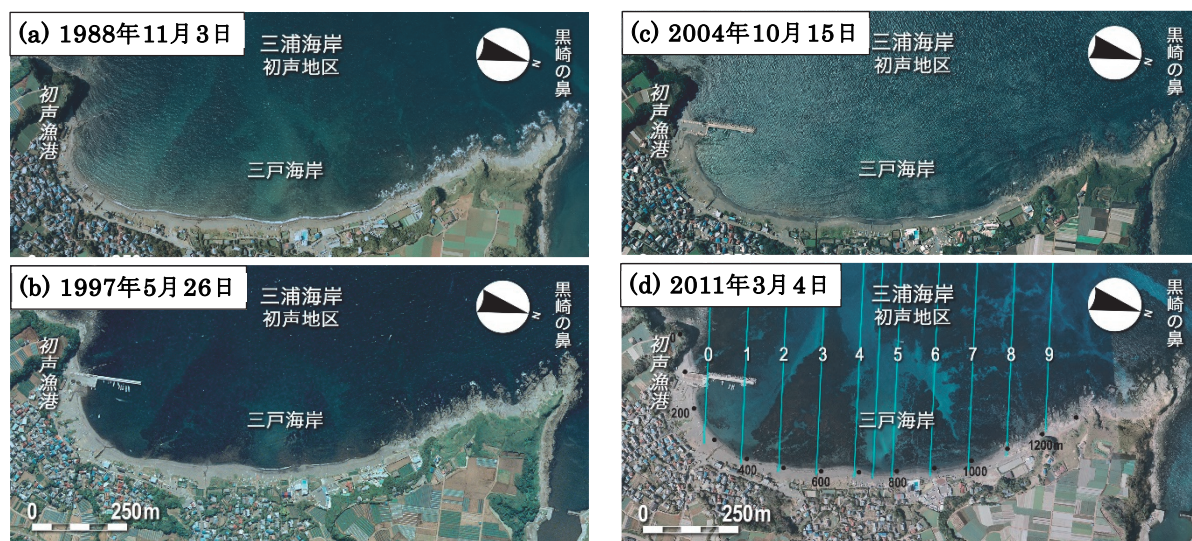


図-1 三浦海岸初声地区の空中写真と衛星画像

が分かる。ここでとくに近年の地形変化を調べるために、2000年代以降の汀線変化として2004年の空中写真より汀線形状を読み取り、2019年の空中写真上に重ねて示すと図-2となる。これによれば、既往研究²⁾で指摘されているポケットビーチ北部の黒崎の鼻の隣接部の汀線後退が著しい。

3. 現地状況

三戸海岸の現況把握のために2020年1月22日に現地踏査を行った。図-2には現地踏査時の写真撮影地点番号を示す。現地踏査は、南端の初声漁港から開始した。まず、泊地内の護岸上のSt.1から北向きに汀線状況を観察したのが写真-1(a)である。St.1の北側には緩やかに湾曲した汀線が広がっており、そこでは波高が低いいため細砂の堆積

が著しく、また付近のバーム高が低いいため背後地からの小河川が護岸と平行に海へ流れ込んでいた。

防波堤の北側へ移動し、St.5から汀線を望むと汀線は直線状となったが、St.1と比べると前浜勾配が急になった(写真-1(b))。さらにSt.6付近からは汀線が凹状へと変わり、侵食域に入ったため前浜勾配がますます急になった(写真-1(c))。その北側のSt.8では侵食が著しいため前浜が大きく狭まり、後浜に生育していたハマボウフウの根が露出していた(写真-1(d))。さらに、写真-1(d)に示す建物の北端部のSt.9では、その前面の地盤高が大きく低下し、ヤシの木の背後では比高1.2mの浜崖が形成されていた(写真-1(e))。同じヤシの木の根をSt.10より望んだのが写真-1(f)であり、ヤシの木の表裏の地盤高には1.2mの標高差が付いていた。またヤシの木の汀線側では海浜勾配が非常に急であった。これよりこの付近では著しい侵食が起きたことが分かった。その北側のSt.11では、土中に埋まっていたパイプが侵食により露出して宙に浮き、それに隣接したヤシの木の根が大きく露出し、背後地盤との比高は2.7mに及んでいた(写真-1(g))。St.12では背後地が大きく削り取られ、比高約2mの浜崖が形成され、ヤシの木が倒れる寸前であった(写真-1(h))。さらにSt.13ではコンクリート護岸が倒れ、応急的に大



図-2 初声漁港と三戸浜の衛星画像 (2019年5月25日)

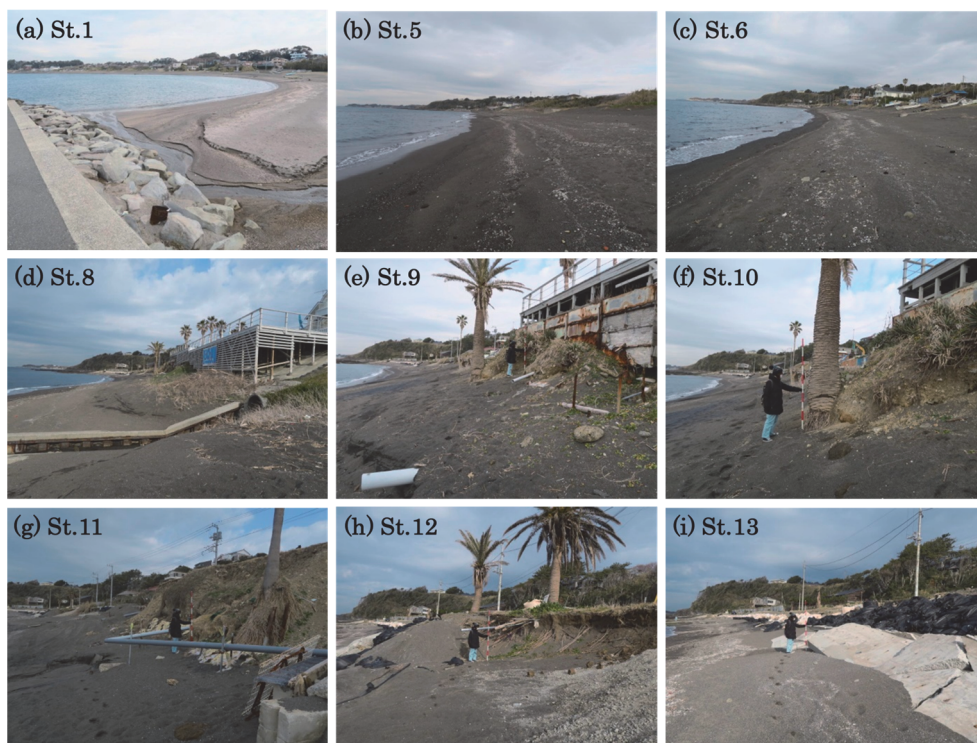


写真-1 2020年1月22日の現地状況写真

土研センター

型土嚢が敷き並べられていた（写真-1(i)）。

4. 汀線と浜幅の変化

図-1に示した空中写真と衛星画像を基に汀線形状を読み取り、潮位と前浜勾配を用いて潮位補正を行い、防波堤建設前の1988年を基準として算出した汀線変化を図-3に示す。図-3(a)によれば、 $X=350\text{m}$ 付近（測線No.1）を境として南側で汀線が大きく前進する一方、北側では汀線が緩やかに後退している。2019年までの最大汀線前進量は36m、北側での汀線後退量は約10mであった。汀線の後退は北端の岩の手前まで750m区間で起きており、そこから削られた砂が防波堤背後に集中的に堆積したことが分かる。

同様に防波堤建設後の1997年を基準とした変化では（図-3(b)）、 $X=400\text{m}$ 地点を不動点として、汀線全体が時計回りに回転する変化が起きた。この傾向は、2011～2019年の汀線変化（図-3(c)）においても同様に起きていることから、2011年時点では汀線が未だ安定状態に達していなかったと考えられる。さらに2019年の台風19号作用後の2020年までの汀線変化では、その絶対値は小さいものの北部で侵食、南部で堆積という同じ汀線変化が続いている。

図-4には空中写真から読み取った浜幅の分布を示す。初声漁港での浜幅は最大で75mに達するのに対し、ポケットビーチ北端の岩近傍での浜幅は14m未満しかなく、同じ場所で2020年までに3mの汀線後退が起きたこと（図-3(c)）から、北端部近傍は侵食に対しとくに脆弱性を有している。

5. 縦断形変化と沿岸漂砂量

縦断測量は、図-1(d)に示す測線No.0～No.9で行われた。ここでは特徴ある地形変化が見られた2測線の縦断形変化を図-5に示す。まず防波堤を横断するNo.0では、水深が約2mと浅く、汀線付近は堆積傾向を示す。砂質の海底が沖まで続くNo.4+50では、前浜勾配は1/9であるが、沖浜は1/120と緩勾配の海底が続く。しかし、水深2～3mの平坦な海底面では経年的に地盤高の低下が起きている。以上の縦断形変化によれば、海面下の-2m～前浜上のほぼ+2mの間で地形変化が起きていることから、海浜断面面積の変化はほぼ4mの厚さで起きていると推定できる（漂砂の移動高）。

したがって前浜面積の変化量にこの移動高を乗じることにより海浜土砂量に換算できるので、その結果を基に当地区の土砂収支について検討した。

1988年基準の汀線変化（図-3(a)）を基に、1997～2020年の間で侵食・堆積域の面積を算出し、その経年変化を示したのが図-6である。この間の侵食・堆積域の面積はそれぞれ6722、5676 m^2 であり、それぞれの変化速度は1988～2004年では313、271 m^2/yr であったが、時間経過とともに変化速度は低減し、2004～2020年では111、87 m^2/yr まで減少している。

これらの侵食・堆積面積に漂砂の移動高4mを乗じ、その変化速度の平均値を求めると、1988～2004年では1168 m^3/yr であったが、2004～

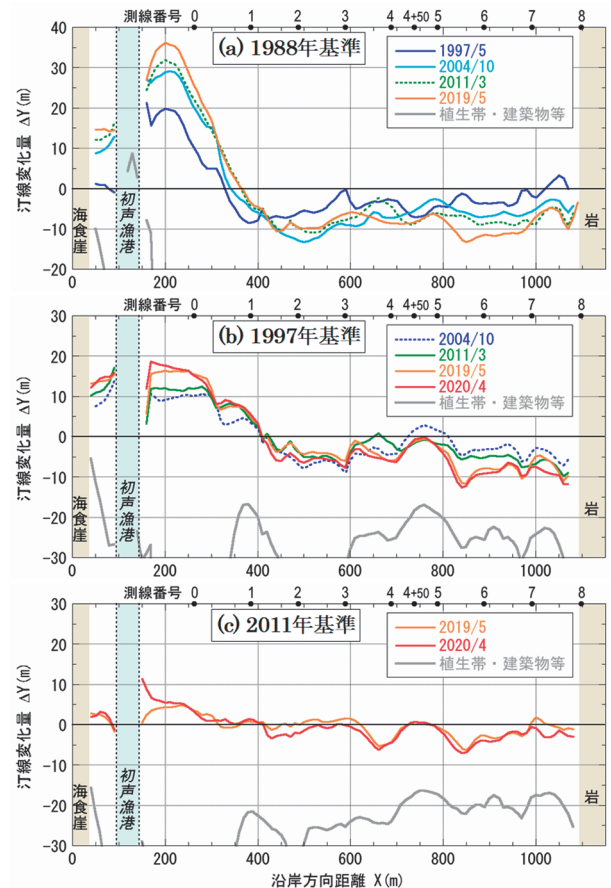


図-3 三浦海岸初声地区の汀線変化

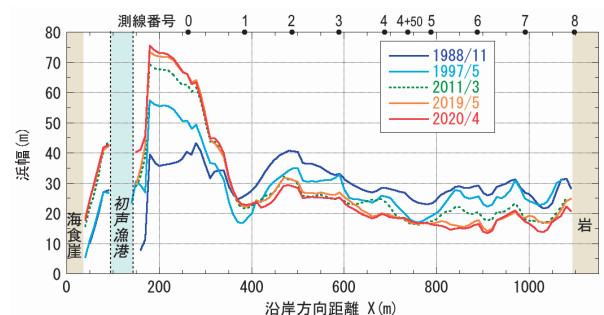


図-4 三浦海岸初声地区の浜幅の分布

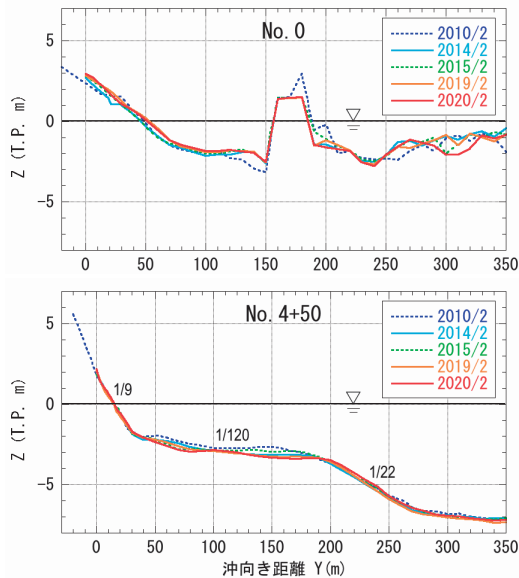


図-5 三浦海岸初声地区の縦断形変化

2020年では $396\text{m}^3/\text{yr}$ まで減少した。土砂収支を考えれば、上記の平均速度は、 $X = 350\text{m}$ 付近を通過した沿岸漂砂量に等しく、防波堤建設直後には大量の砂が防波堤背後へと運び去られたが、時間経過とともに沿岸漂砂量も減少してきたことがわかる。この沿岸漂砂量と同量の砂を堆積域から侵食域へと運べば原理上は侵食を防ぐことができる。なお、初声地区では2012年以降、漁港内に堆積した飛砂を侵食域に戻すサンドリサイクルが行われてきているが、砂投入量が不足するため、侵食された海浜を元に戻すまでには至っていない。

6. まとめ

初声漁港で観察された漂砂は防波堤がある限り永続的に続く。標高の高い所から低い所へと水が流れるのと同様、平面上で見て波高の高い所から低い所へと緩やかな砂の流れが起きていることが根本原因である。したがって突堤などの構造物を設置せずに、砂浜海岸のままで現状の汀線を保とうとする場合には、砂の堆積域で砂を採取し、侵

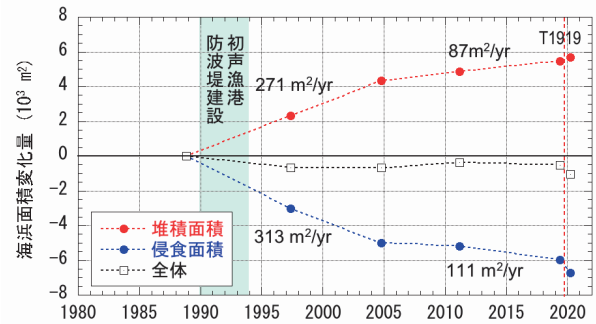


図-6 初声地区における侵食・堆積面積の経年変化

食域へと戻す砂輸送（サンドリサイクル）を永久的に実施せざるをえなくなる。サンドリサイクルを行ったとしても、砂移動の機構は変わらないので、投入砂は再び削り取られ防波堤背後へと戻る。しかも侵食域における養浜では、侵食により海浜縦断形が凹状となった部分の汀線に砂が置かれるので、投入土砂は侵食以前と比較して波の作用により移動しやすくなっている。したがってサンドリサイクルの効率は時間経過とともに低下していく。しかし砂の採取と輸送にコストがかかるとしても、砂浜海岸をそのまま維持するにはこれを継続する以外なく、行為を中止すれば直ちに侵食が進むことになる。これがサンドリサイクルというものである。今後、対策施設を設置せずに自然の砂浜を保持したければ、それにかかる経費を関係機関で分担しつつ³⁾、サンドリサイクルによる砂の投入を継続的に実施する必要がある。

参考文献

- 1) 宇多高明：「海岸侵食の実態と解決策」、山海堂、p.304、2004
- 2) 宇多高明、高村光雄、藤元和雄、中西史一、荻岐信二、石川仁憲：三浦半島西岸の小規模なポケットビーチでの海浜変形の実態、海岸工学論文集、第55巻、pp.711～715、2008
- 3) 宇多高明：わが国で海岸保全を進める上で立ちちはだかる障碍、地質と調査、2019年第2号（通巻154号）、pp.9～14、2019

宇多高明



(一財)土木研究センター
なぎさ総合研究所長、工博
Dr. UDA Takaaki

大谷靖郎



(一財)土木研究センター
河川・海岸研究部 部付部長
OHTANI Yasuro

佐々木常光



神奈川県土整備局河川下水道部
砂防海岸課 副技幹
SASAKI Nobumitsu