

# マリパーク御前崎からのサンドリサイクルと 白羽地区の海岸保全

宇多 高明<sup>1</sup>・内藤 慎也<sup>2</sup>・岩辺 路由<sup>3</sup>・大石 昌仙<sup>4</sup>・  
竹内 由衣<sup>5</sup>・石橋 さくら<sup>6</sup>

<sup>1</sup>正会員 (一財) 土木研究センターなぎさ総合研究所兼日本大学理工学部海洋建築工学科  
(〒110-0016 東京都台東区台東 1-6-4)

E-mail: uda@pwrc.or.jp (Corresponding Author)

<sup>2</sup>静岡県交通基盤部河川砂防局河川企画課 (〒420-8601 静岡県静岡市葵区追手町9番6号)

E-mail: kasenki@pref.shizuoka.lg.jp

<sup>3</sup>静岡県交通基盤部袋井土木事務所企画検査課 (〒437-0042 静岡県袋井市山名町2番1号)

E-mail: fukudo-kikakukensa@pref.shizuoka.lg.jp

<sup>4</sup>静岡県交通基盤部御前崎港管理事務所企画振興課 (〒437-1623 静岡県御前崎市港6170-1)

E-mail: omaezaki-kikaku@pref.shizuoka.lg.jp

<sup>5</sup>八千代エンジニアリング (株) (〒111-8648 東京都台東区浅草橋5-20-8 CSタワー)

E-mail: yi-takeuchi@yachiyo-eng.co.jp

<sup>6</sup>正会員 八千代エンジニアリング (株) (〒111-8648 東京都台東区浅草橋5-20-8 CSタワー)

E-mail: sk-ishibashi@yacjhiyo-eng.co.jp

御前崎港の東側に造られたマリパーク御前崎では、御前崎の白羽地区方面からの沿岸漂砂による大量の堆砂が課題となる一方、白羽地区では侵食が進んでいる。そこで過剰な堆砂と侵食を解決する一手段として、マリパーク御前崎から白羽地区へのサンドリサイクルが行われてきた。しかしながら投入砂は直ちに流出し、必ずしも期待する効果が得られていない。本研究では、空中写真や深淺測量データを用いてマリパーク御前崎と白羽地区の海浜地形変化を解析し、現況のサンドリサイクルの効果と課題を整理し、今後の侵食対策方法について考察した。

**Key Words :** sand back-passing, Marine-park Omaezaki, Omaezaki Port, Shirowa area, beach erosion, shoreline changes

## 1. まえがき

沿岸漂砂の卓越した海岸において防波堤などの施設により漂砂が阻止されると、施設の漂砂下手側では砂が削り取られる一方、上手側では砂の堆積が起こる。この場合、海岸に新たな施設を造ることなしに自然海浜を保ちつつ海岸保全を進める手法の一つとしてサンドリサイクルがある。例えば、相模湾沿岸ではこの方法が侵食対策として採用され、効果をあげている<sup>1)</sup>。太平洋と駿河湾との接点に位置する御前崎では、過去には太平洋岸から御前崎を回り込んで天竜川起源の砂が運ばれてきていたが、漂砂の供給が枯渇状態に近づいた結果、太平洋側にある御前崎海岸白羽地区(以下、白羽地区)やその西側の尾高付近の海岸では侵食が進んできている<sup>2)</sup>。その一方、御前崎にあっては依然として太平洋側から駿河湾へと漂砂が流れ込んでおり、このため御前崎港の東側に造られたマリパーク御前崎では大量の堆砂が課題となっ

ている。このため過剰な堆砂と侵食を解決する一手段として、マリパーク御前崎から白羽地区へのサンドリサイクルが行われてきた。しかしながら投入砂は直ちに流出し、必ずしも期待する効果が得られていない。そこで本研究では、空中写真や深淺測量データを用いてマリパーク御前崎と白羽地区の海浜地形変化を解析し、現況のサンドリサイクルの効果と課題を整理し、今後の侵食対策方法について考察した。

## 2. 御前崎周辺の地形概況

御前崎周辺の衛星画像を図-1に示す。御前崎では、東向きに伸びてきた海岸線がヘヤピンのように走行方向が180°変わる。一方、御前崎の西側には尾高の岩礁帯が突出しており、この岩礁帯の東側、御前崎との間の海岸線は凹状を呈する。この凹状部の底の部分にあるのが白

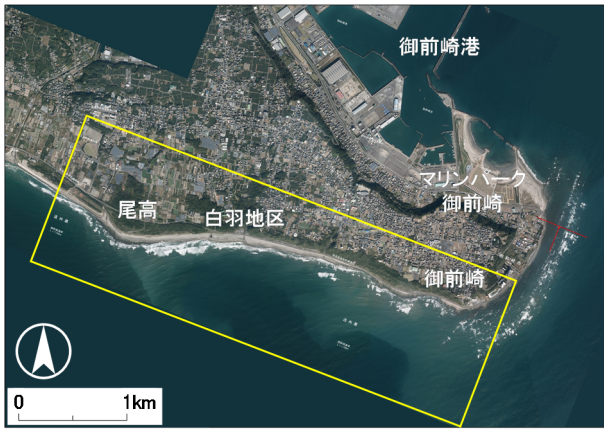


図-1 御前崎、白羽地区およびマリンパーク御前崎の位置図

羽地区である。さらに白羽地区より東側の海岸線は露岩で覆われているが、岬を北側に回り込んだ場所にはマリンパーク御前崎の砂浜が形成されている。この海浜は、御前崎港の建設後、御前崎を回り込んだ沿岸漂砂が堆積してできた砂浜である。貝沼ら<sup>2)</sup>は、御前崎海岸の1946年と2016年の空中写真を比較した結果、1946年当時尾高の西側区域は砂丘地であったが、2016年までに侵食が著しく進み、海岸線は全面的に護岸で覆われたとした。また、東部遠州灘海岸全体の土砂動態図を作成しており、これより、御前崎での東向き沿岸漂砂量は約2万 m<sup>3</sup>/yrと推定された。なお、当海岸の波浪条件については、宇多ら<sup>3)</sup>によれば、エネルギー平均波は $H=1.27\text{m}$ 、 $T=6.4\text{s}$ 、エネルギー平均波向は $N198^\circ\text{E}$ であり、海岸線への法線方向 $N201^\circ\text{E}$ とほぼ等しいが、夏季、冬季のエネルギー平均波向は $N173^\circ\text{E}$ 、 $N233^\circ\text{E}$ とされている。

### 3. 白羽地区の海浜変形

図-2は、図-1に矩形で示す尾高～白羽地区の2020年撮影の空中写真を示す。過去には尾高から御前崎に至る海岸線には砂浜が連続していたが、現況の砂浜は尾高の突出部から白羽地区の間に分布するのみである。白羽地区では、2011～2020年にマリンパーク御前崎などでの浚渫土砂により総量13.1万 m<sup>3</sup>の養浜が行われたものの、白羽地区の砂浜は狭いまま推移してきた。なお、図-2には、以下で行う空中写真を基にした汀線変化解析の便を考慮して尾高の西約600 mに設けた原点から御前崎に至るまで

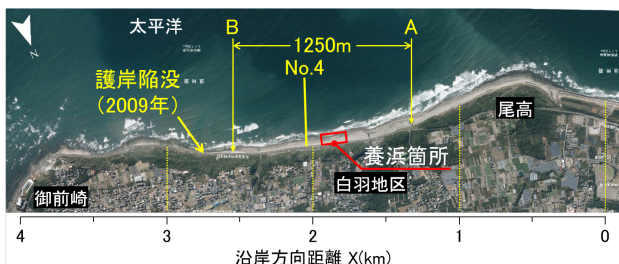


図-2 白羽地区の空中写真 (2020年)

東向きに沿岸方向距離 $X$ を定めた。まず、白羽地区で汀線変化が顕在化する前の2003年を基準年として選び、その後の代表5時期までの汀線変化を図-3に示す。この間、2009年10月8日に襲来した台風18号時、白羽地区の東端部で護岸陥没が起きたことから、とくに2009年の台風18号前後の2009年と2010年のデータを解析対象に加えた。この台風時には、竜洋波浪観測所において $H_{1/3}=10.75\text{m}$  (周期13.9 s) の高波浪が観測された。なお、図-3の汀線位置の測定では、写真撮影時の潮位と前浜勾配1/30を基に潮位補正を行っている。

図-3に示す2005年までの汀線変化では、 $X=2.7\text{km}$ 付近を除けば尾高と白羽地区の大部分では堆積傾向にあった。2009年も白羽地区では堆積傾向が続いたが、 $X=2.7\text{km}$ 付近は侵食傾向のままであった。その後、2010年には尾高の西側隣接部と白羽地区の東側隣接部での侵食が著しくなった。この間、2009年10月8日には白羽地区東端の図-3に矢印で示す位置で台風18号による高波浪により海岸護岸が写真-1のように破壊された。護岸陥没箇所では、2009年から2010年に16 mもの汀線後退が起きており、そこが護岸陥没箇所と一致していたことから、砂浜が侵食されて海浜地盤高が低下したことが護岸陥没の原因であったと考えられる。その後、2016年には尾高での侵食範囲が東側へと広がりを示した。さらに2020年になると尾高と白羽地区での汀線後退量が増すとともに、侵食域が

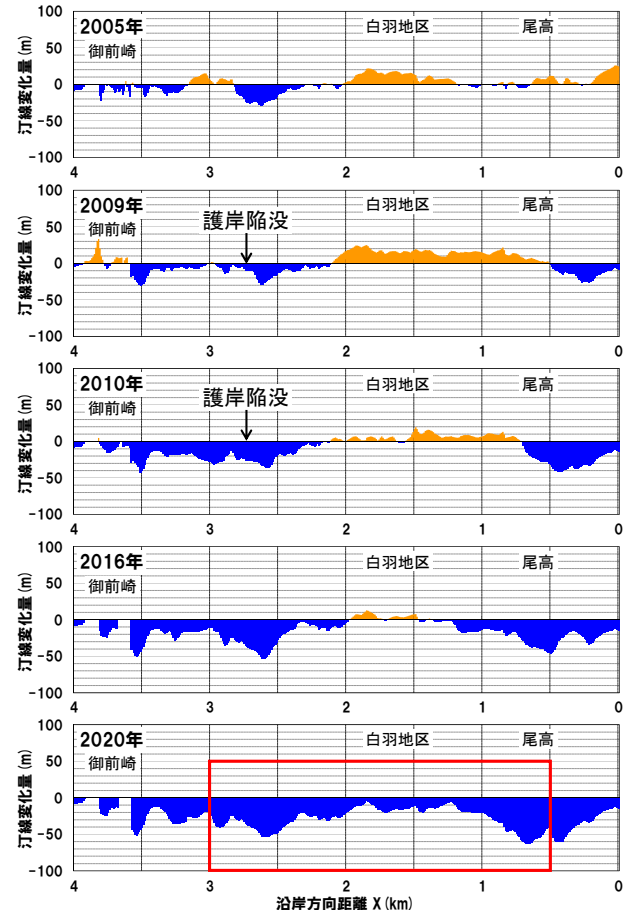


図-3 白羽地区の汀線変化 (2003年基準)



写真-1 2009年台風18号による海岸護岸と県道の被災（2009年10月8日撮影）

沿岸方向に広がり、侵食域が尾高から御前崎全体を包含する状況となったことが分かる。2009年までは白羽地区のみは堆積傾向を示したが、2020年には白羽地区も侵食傾向に変わったことが明らかである。

図-4には2003, 2010, 2016, 2020年測定 of 浜幅の沿岸方向分布を示す。尾高, 白羽地区ではいずれの場所でも経年的に浜幅が狭まってきており、 $X=3\text{ km}$  付近の局所的に残された狭い砂浜を除けば、2020年には砂浜は白羽地区の $X=2.6\text{ km}$ 以西にのみ残された状態となった。とくに近年の汀線変化を調べるために、2010年を基準とした2016, 2020年までの汀線変化を算出したのが図-5である。2016年までは尾高から白羽地区の一部を含む $X=0.5\sim 1.5\text{ km}$ で汀線が後退していたものの、白羽地区～御前崎間の汀線は場所的な変動を有していたのみであった。しかし2020年までには尾高以東全体が汀線後退域に変わり、汀線は $X=0.72\text{ km}$ で最大58mの後退量から、東向きに後退量が単調に減少する分布となった。この付近での沿岸漂

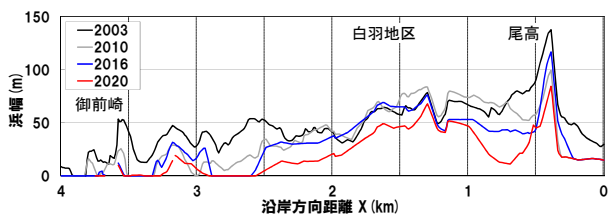


図-4 白羽地区の浜幅分布

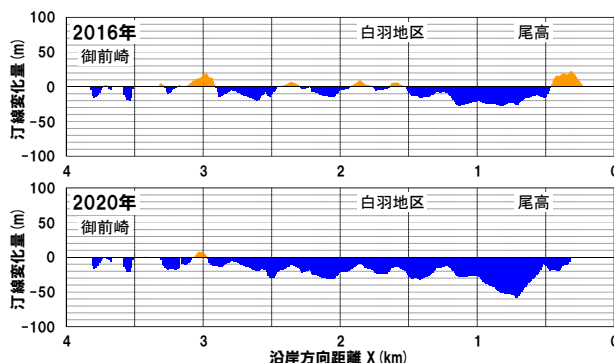


図-5 白羽地区の汀線変化 (2010年基準)

砂の卓越方向は東向きなので、尾高の突出部を回り込んで西側から流入した漂砂量に対して、御前崎を通過して流出した沿岸漂砂量のほうが大きかったためこのような汀線変化となったと考えられる。

図-2に示すように、白羽地区のほぼ中央に位置する測線No.4の縦断形変化を図-6に示す。2010年と2020年と比較すると、4 m付近でトラフが形成される一方、その沖ではバーが形成されていることから、2020年の縦断形変化には高波浪時に生じる一時的な縦断形変化が含まれている。これを考慮したとしても地形変化は6 mで収束している。一方、陸上部ではほぼ+2 mが限界となっている。

白羽地区では経年的に侵食が進んできたことから、御前崎を回り込んでマリパーク御前崎へと運び込まれた土砂を沿岸漂砂の上手側の白羽地区へと運んで養浜を行うサンドリサイクルが2011年に開始された。同時に、この養浜では浜岡原発内の堆積土砂なども用いられている。図-7には2011年以降の養浜量を示す。2011, 2012年の養浜量は $200\text{ m}^3/\text{yr}$ と少量であって養浜量としては無視できる。したがって本格養浜が開始されたのは2013年とみてよく、以後、毎年の養浜量はほぼ1.6万 $\text{m}^3$ であり、2020年までに総量13.1万 $\text{m}^3$ の土砂が海浜に投入された。土砂投入区域は、図-2に示すように白羽地区中央部の沿岸方向約150 mの矩形域であり、当地区での波向の季節変動<sup>3)</sup>を考慮すると、養浜砂は、尾高の岩礁の東側に流入する小河川 (A) と、白羽地区東部で砂浜が消失する地点Bまでの延長約1250 m間に広がることとなる。後述するように、マリパーク御前崎での地形変化解析によれば、漂砂の移動高は7 mと求められている。そこで2020年ま

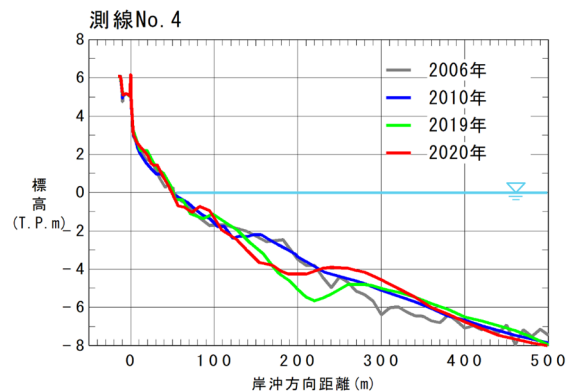


図-6 白羽地区の測線No.4の縦断形変化

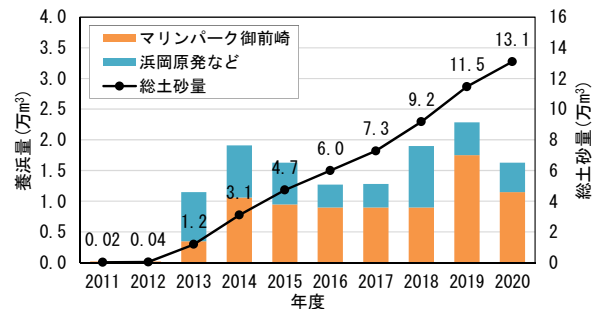


図-7 白羽地区における養浜実績

での養浜総量13.1万 m<sup>3</sup>が白羽地区に堆積したとすれば、汀線は平均で13.1万 m<sup>3</sup>/7m/1250m = 15mだけ前進したはずである。しかし実際には汀線の前進は見られなかった。一方、図-6より汀線付近の縦断形変化を調べると、2010年と2020年の縦断形は重なりを示し、汀線は全く前進していない。これよりサンドリサイクルによる投入土砂は白羽地区に留まらずにマリパーク御前崎へと流出した可能性が大きいと考えられる。

図-8には、2003年の汀線形状を基準とした白羽地区の砂浜面積の変化量と上記の漂砂の移動高7mを与えて求めた海浜土砂量の変化を示す。白羽地区では2011～2020年にマリパーク御前崎などから総量13.1万 m<sup>3</sup>の養浜が行われているから、2011年以降の汀線変化には養浜の効果が含まれている。バラツキは大きいものの、2003～

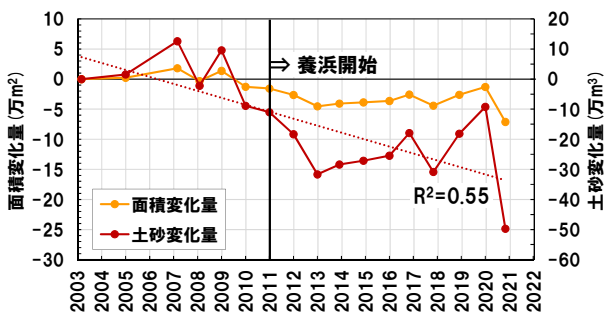


図-8 白羽地区の海浜面積変化量と土砂変化量の変化 (2003年基準)

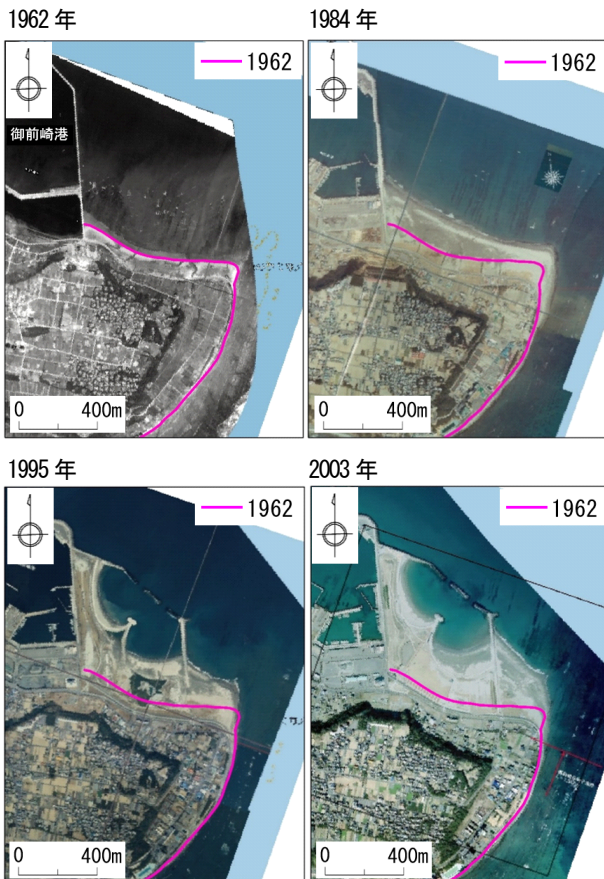


図-9 マリパーク御前崎の空中写真

2020年の17年間で線形回帰を行うと、海浜土砂量は2.3万 m<sup>3</sup>/yr ( $R^2 = 0.55$ ) の割合で減少してきている。養浜後の2011年以降では、2013年までは養浜量がごく少量であったため土砂量が減少したが、本格養浜が開始された2013～2020年には土砂量は増加傾向を示しており、養浜により一時的な土砂量の増加も見られる。結局、白羽地区ではマリパーク御前崎からの約1万 m<sup>3</sup>/yrのサンドリサイクルが行われているものの、それより多い約2.3万 m<sup>3</sup>/yrの砂が御前崎方面へと流出してきたと推定される。

#### 4. マリパーク御前崎での地形変化

御前崎港の防波堤建設が始まった直後の1962年以降、1984, 1995, 2003年の空中写真を図-9に示す。1962年当時、防波堤の東側には幅約100mの緩く湾曲した汀線を有する砂浜が広がっていた。1984年までに御前崎を回り込んで北向きに流れる沿岸漂砂が防波堤により阻止されたため、防波堤の東側面では砂が堆積し、防波堤と砂浜との接点で汀線が約250mも前進した。1995年には防波堤の東側に現在あるのと同じ突堤が延され、マリパーク御前崎の施設がほぼ完成した。2003年には北向きに運ばれてきた漂砂が東突堤に阻止され、汀線が東突堤の先端まで約350mも前進し、東突堤の東側には広い砂浜が形成された。東突堤と砂浜との接点では汀線が東突堤の先端まで前進し、東突堤の東側隣接部は満砂状態となった。このことからマリパーク御前崎では2003年以降は突堤や離岸堤などの施設の沖合での堆砂も進む状態となった。

図-10はマリパーク御前崎において2009年から2017年までの6時期に行われた深浅測量結果を重ねて示したものである。ここに、測量の基準面 (D.L.0 m) はT.P.-0.82 mである。マリパーク御前崎の突堤などの施設は2003年には既成しており、施設の完成後少なくとも6年が経過し、その間北向きの沿岸漂砂が当地へと連続的に運び込まれているので、マリパーク御前崎内の海浜形状はほぼ安定状態に近づいている。したがって以下では

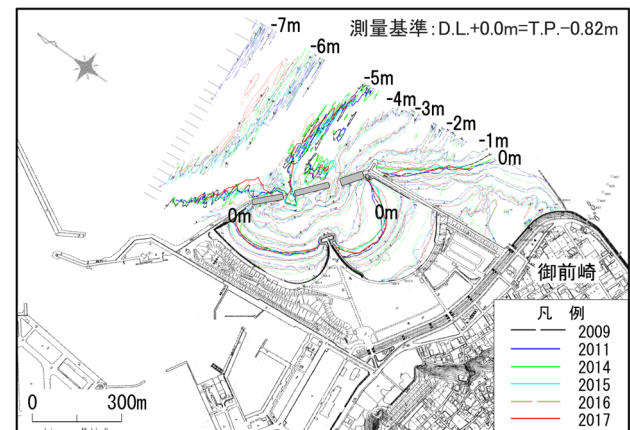


図-10 マリパーク御前崎の深浅図の重ね合わせ

6時期の等深線の個々の変化に着目するのではなく、等深線の重なり状況について調べた。すなわち、等深線が重なって表示された場所では地形変化が小さく、海浜形状がほぼ安定状態に近づいていると判断される。また、御前崎では沖合に露岩域があり、そこでは等深線位置が系統立った動きではなく、ランダムに大きく移動する特長がある。このような観点から図-10の深浅図を調べると、東突堤の東側ではほぼ+2 m~-1 mの等深線が東突堤の先端へと平行に前進しているし、東突堤の西側のポケットビーチ内でもこれらの等深線はほぼ円弧状に並んでいる。一方、東突堤の沖合では、4 m付近までの等深線は東突堤の近傍で緩やかに突出し、またマリパーク御前崎中央部沖の離岸堤の開口部では局所洗掘が認められる。これに対して-5 mの等深線は中央部の一か所で楔状の形状であるものの-6 mの等深線とほぼ平行に伸びている。さらに-6 mの等深線では変動のみ大きい。



図-11 マリパーク御前崎での浚渫箇所

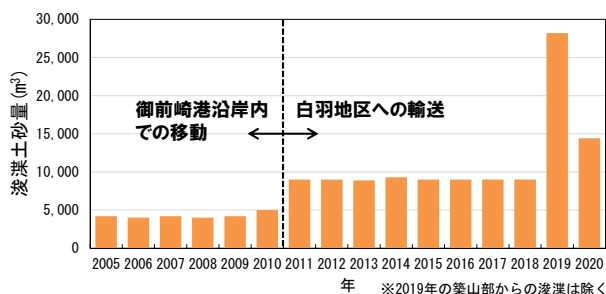


図-12 マリパーク御前崎での浚渫実績

表-1 マリパーク御前崎での浚渫実績

浚渫年月	浚渫土砂量(m <sup>3</sup> )	浚渫区域	搬出先(養浜先)
2005年5月	4,200	東ビーチ	御前崎港海岸
2006年5月	4,000	東ビーチ	御前崎港海岸
2007年5月	4,200	東ビーチ	御前崎港海岸
2008年5月	4,000	東ビーチ	御前崎港海岸
2009年5月	4,200	東ビーチ	御前崎港海岸
2010年5月	5,000	東ビーチ	御前崎港海岸
2011年5月	9,000	東ビーチ	白羽地区200m <sup>3</sup> 、御前崎港海岸8,800m <sup>3</sup>
2012年5月	9,000	東ビーチ	白羽地区200m <sup>3</sup> 、御前崎港海岸8,800m <sup>3</sup>
2013年5月	8,900	東ビーチ	白羽地区3,500m <sup>3</sup> 、御前崎港海岸5,400m <sup>3</sup>
2014年5月	9,300	東ビーチ	白羽地区9,300m <sup>3</sup>
2015年5月	9,000	東ビーチ	白羽地区9,000m <sup>3</sup>
2016年5月	9,000	東ビーチ	白羽地区9,000m <sup>3</sup>
2017年5月	9,000	東ビーチ	白羽地区9,000m <sup>3</sup>
2018年5月	9,000	東ビーチ	白羽地区9,000m <sup>3</sup>
2019年4月	9,000	東ビーチ	白羽地区9,000m <sup>3</sup>
2019年5月	19,200	東ビーチ、西ビーチ	白羽地区8,500m <sup>3</sup> 、浜岡砂丘10,700m <sup>3</sup>
2019年12月	6,130	築山部	処分
2020年1月	14,400	東ビーチ	白羽地区11,500m <sup>3</sup> 、御前崎港西埠頭へ仮置き2,900m <sup>3</sup>

以上の等深線の形状より、バーム高 $h_R$ はDL+2 m (TP+1.2 m) と推定され、またDL-5 m (TP-5.8 m) の等深線は離岸堤の北開口部で局所的な深掘れの影響はあるもののほぼ汀線形状とは独立した動きをしていることから、 $h_c$ はほぼ-5.8 mと推定される。いま $h_R \sim h_c$ 間で漂砂が活発なことを考慮し、漂砂の移動高が $h_R$ と $h_c$ の和で近似されるとすれば漂砂の移動高は7mと推定される。

マリパーク御前崎では、沿岸漂砂により御前崎を回り込んだ砂により堆砂が進んできた。このため堆砂対策として2005年以降浚渫が行われてきた。浚渫は、主に図-11に示す東ビーチで行われており、2005年以降の浚渫量と砂の搬出先は表-1および図-12に示すようである。2005~2010年では、東ビーチでの浚渫土砂は東突堤の東側の御前崎港海岸へ運び出された。2011年からは東ビーチでの浚渫土砂量は9000 m<sup>3</sup>まで増量され、2011~2013年ではその浚渫土砂の大半は御前崎港海岸へと運ばれたが、2014年以降、サンドリサイクルとして毎年9000 m<sup>3</sup>の砂が白羽地区へ運ばれてきた。浚渫実績の経年変化を示す図-12によれば、2019年には東ビーチと西ビーチで28200 m<sup>3</sup>と大量の浚渫が行われたが、そのうちの17500 m<sup>3</sup>は白羽地区へ、また残りの10700 m<sup>3</sup>は浜岡砂丘へ運ばれて養浜材として用いられた。したがって白羽地区への経常的なサンドリサイクル量は毎年9000 m<sup>3</sup>であった。

一方、図-11に示すマリパーク御前崎の沖合を含む周辺域では深浅測量が行われてきているので、このデータより2009年以降の土砂変化量を計算すると、2017年までの堆積量は約4万 m<sup>3</sup>であった(図-13)。これに対して2009~2016年での東ビーチでの浚渫量は63400 m<sup>3</sup>であったから、この値を上記堆砂量に加算すると、総堆砂量は10.3万 m<sup>3</sup>となった。この値を経過年数で割ると、堆積速度は約1.3万 m<sup>3</sup>/yrとなった。マリパーク御前崎における堆砂は白羽地区から御前崎を回り込んで運び込まれる以外ないので、この値は白羽地区から御前崎方面へと運ばれた沿岸漂砂量に等しい。実際には、マリパーク御前崎の西ビーチの沖を通過して航路内へと運び込まれる

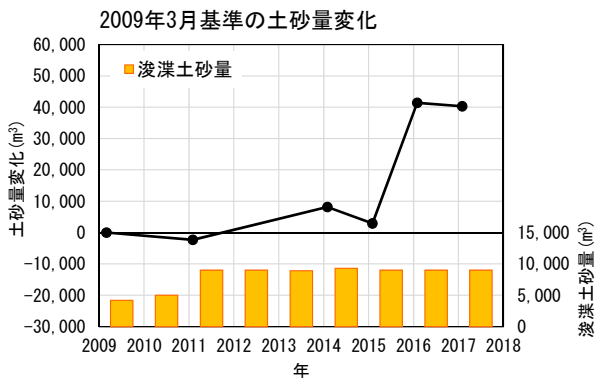


図-13 マリンパーク御前崎での海浜土砂量の変化

漂砂も一部あることから、上記の値は沿岸漂砂の下限値を与えると推定される。

## 5. 考察

汀線変化解析によれば、御前崎の西側に位置する尾高および白羽地区にあっては汀線が後退傾向を示し、経年的に砂浜幅が狭まってきている。侵食は西部の尾高付近から始まり、その東側の白羽地区へと広がりつつある。この付近では東向きの沿岸漂砂が卓越し、沿岸漂砂は御前崎の岩礁帯を回り込んでマリンパーク御前崎へと運び込まれ、そこでは過剰な堆砂をもたらしている。このため過剰に堆砂が進むマリンパーク御前崎では浚渫が行われ、砂を白羽地区へ運んで養浜を行うサンドリサイクルが2013年より継続的に行われ、2020年までに総量で13.1万 m<sup>3</sup>の砂が白羽地区へ投入された。しかしながら白羽地区では養浜が行われているにもかかわらず侵食傾向が続き、同時にマリンパーク御前崎では堆砂が続いている。このことは、白羽地区へ運ばれた砂が当地の卓越漂砂である東向きの沿岸漂砂によりマリンパーク御前崎へと戻されていることを意味する。マリンパーク御前崎での過剰な堆砂と、漂砂上手側に位置する白羽地区での侵食を考え合わせればサンドリサイクル自体の価値はあるものの、白羽地区へ投入した砂がマリンパーク御前崎へと戻

りにくくする施設（例えば、突堤や離岸堤など）を設置し、その効果により養浜砂が白羽地区に留まるように誘導しつつ、サンドリサイクルを行うことが必要と考えられる。一方、白羽地区ではたとえ砂が流出してしまおうとも養浜を継続しているがゆえに侵食速度を抑制しているとも考えられ、残された砂浜はアカウミガメの産卵場となるとともに有名なサーフランドとなっている。これらの諸点を考え、海岸の環境や利用に大きな影響を及ぼすことなしに今後の改良を行うことが望まれる。

## 6. まとめ

東部遠州灘に面した尾高および白羽地区では、近年侵食が進んできており、白羽地区では2009年に侵食に伴って道路護岸の陥没が起きた。その後も東向きの沿岸漂砂量が減少傾向のため白羽地区では今後益々侵食が激化する方向にある。砂の絶対量が少ない一方でマリンパーク御前崎では過剰な堆砂に悩まされている。現況ではサンドリサイクルが繰り返されているが、その実施には多くの経費を要することを考えれば、その合理的実施方法について絶えず工夫を行っていくことが必要である。

## 参考文献

- 1) 神奈川県県土整備局河川下水道部砂防海岸課: 相模湾沿岸海岸侵食対策計画, 令和3(2021)年3月, p.120.
- 2) 貝沼征嗣, 戸田晃裕, 津島康弘, 宇多高明, 石川仁憲, 三波俊郎: 天竜川河口～御前崎間の東部遠州灘海岸における土砂動態, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 74, No.2, pp.I\_805-I\_810, 2018.
- 3) 宇多高明, 小沼佳記, 石神将次郎, 石川仁憲, 古池鋼, 三波俊郎: 地盤沈降と波の作用が重合した御前崎海岸の長期的地形変化の再現, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.70, No.2, pp.I\_661-I\_665, 2014.

(Received March 17, 2022)

(Accepted July 21, 2022)

## SAND BACK-PASSING FROM MARINE-PARK OMAEZAKI AND SHORE PROTECTION AT SHIROWA AREA

Takaaki UDA, Shinya NAITO, Michiyoshi IWABE, Masanori OISHI, Yui TAKEUCHI and Sakura ISHIBASHI

At the Marine-park Omaezaki constructed on the east side of Omaezaki Port, a large amount of sand transported from the Shirowa area south of the port has been deposited, whereas Shirowa area has been severely eroded. To solve the problems, a sand back-passing from Marine-park Omaezaki to the Shirowa area has been carried out. Nourishment sand, however, quickly discharged with no expected effects. In this study, beach changes at Marine-park Omaezaki and Shirowa area were investigated using aerial photographs and bathymetric survey data, and the effect and issues of the present sand back-passing system and future measures against beach erosion at Shirowa area were discussed.