

# 現地海岸において養浜により創出した砂礫浜の移動特性

田中浩充\* ・ 田中茂信\*\* ・ 石河雅典\*\*\* ・ 永澤 豪\*\*\*\*  
嶋田 宏\*\*\* ・ 山本幸次\*\*\*\*\* ・ 目黒嗣樹\*\*\*\*\*

本研究は、伊勢湾西南海岸北浜工区において、粒径の異なる養浜材の移動形態、及び創出した砂礫浜の安定性について調査・解析を行ったものである。現地砂と同等の粒径の養浜材 ( $d_{50} = 1\text{mm}$ ) を用いた場合、冬期風浪や台風等により沿岸方向に移動するが、年間を通じては比較的安定している。一方海浜の安定化を目的として、粒径の大きな養浜材 ( $d_{50} = 25\text{mm}$ ) を用いた場合、潮位の高い台風期に打ちあがったものが、潮位が低い冬期には、波の影響を受ける高さが限られ、取り残される現象が見られた。

## 1. はじめに

近年、海岸環境及び利用への関心が高まる中、多面的な機能を持つ海岸保全施設としての養浜工が適用されつつある。養浜工は、養浜砂の安定上の問題から、突堤などの沿岸方向や人工リーフなどの岸沖方向の移動制御構造物などと併用されるのが一般的であるが、大きな粒径の礫材を用いて安定を図る例も出てきている (例えば、門松ら, 1991; 宮田ら, 1992; 出口ら, 1996)。

しかしながら、現地砂よりも粒径の大きな礫を用いた場合の移動に関する、粒径と潮位及び波のエネルギーと

の関連性についての研究例は少ない。

そこで本研究では、上記問題に対し、伊勢湾西南海岸北浜工区 (図-1 参照) において季節的に変動する波浪や、気象攪乱時の暴波浪による粒径の異なる養浜材の移動形態、及び創出した砂礫浜の安定性について調査、解析し、今後の養浜事業のための基礎的研究を行った。

## 2. 漂砂概要

伊勢湾西南海岸北浜工区 (以下「北浜工区」) では、台風期と冬期の波向きの変化に伴い漂砂方向が変化する。別途、1999年に行った横断測量から断面の重ね合わせに

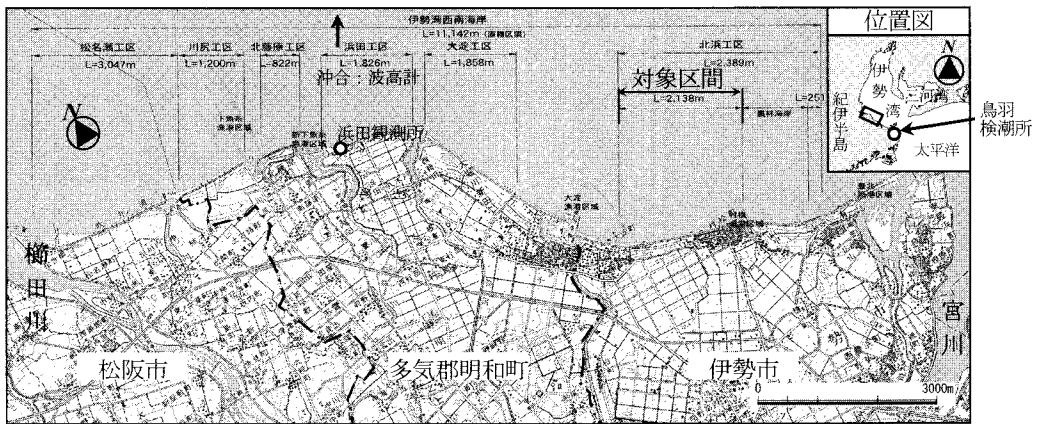


図-1 伊勢湾西南海岸全体図

- \* 正会員 国土交通省中部地方整備局沼津河川国道事務所富士海岸出張所長 (前三重河川国道事務所工務第一課係長)
- \*\* 正会員 工修 (独) 土木研究所ユネスコセンター設立推進本部上席研究員 (前国土交通省中部地方整備局三重河川国道事務所長)
- \*\*\* 正会員 パシフィックコンサルタンツ㈱中部本社
- \*\*\*\* 正会員 工修 パシフィックコンサルタンツ㈱中部本社
- \*\*\*\*\* 正会員 博(工) 国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室主任研究官
- \*\*\*\*\* 正会員 工修 国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部河川研究室研究官 (前海岸研究室研究官)

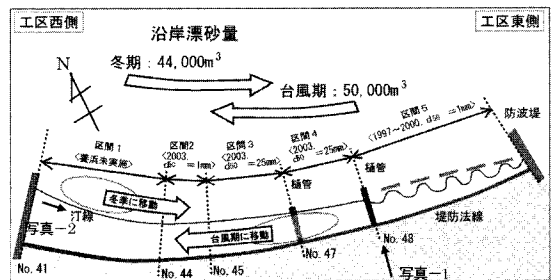


図-2 北浜工区漂砂機構概要図

より得られる沿岸漂砂量は、図-2 に示すとおり台風期に東から西方向へ約 $50,000 \text{ m}^3$ 、冬期には台風期とは逆に西から東方向へ約 $44,000 \text{ m}^3$ であり、年間通じて $6,000 \text{ m}^3$ が沿岸漂砂として西へ移動していた。漂砂機構としては、工区両端部に位置する漁港防波堤により閉じられたポケットビーチとなっており、離岸堤や樋管等により細分化され、年間を通じては比較的安定している。

北浜工区における養浜工の工事履歴について、図-2 内に示す。まず、1997～2000年において侵食対策として工区東側(区間5)に $d_{50} = 1 \text{ mm}$ の砂、約 $15,000 \text{ m}^3$ を投入した。養浜砂の中央粒径は、砂村のC値を18とした場合に堆積となる粒径であり、ほぼ現地砂と同じ粒径である。その後、投入した養浜砂は、2001年8月の台風により、沿岸方向西向きに樋管部(基標No.48)まで移動し、当初の計画断面を欠くこととなった。このため、2002～2003年にかけて、海浜の安定を目的として、従来より粒径の大きい $d_{50} = 25 \text{ mm}$ の養浜工を図中区間3、4に施工した。

写真-1は、粒径 $25 \text{ mm}$ の砂を養浜した後、台風期(2003年9月26日)と冬期(2004年1月22日)に撮影したものである。これから、図-2に示したように、台風期と冬期は、漂砂の卓越方向が逆であることがわかる。

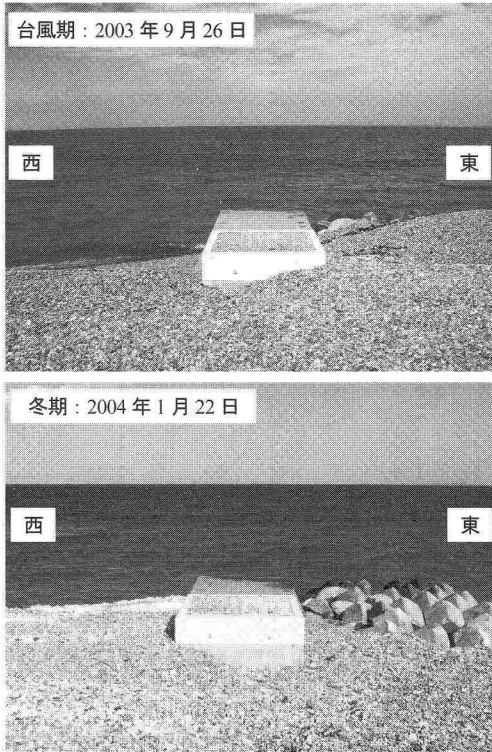


写真-1 樋管付近の海浜の状況(区間4東端)  
(上: 2003年9月26日, 下: 2004年1月22日)

### 3. 現地調査及び結果

#### (1) 現地調査内容

北浜工区における養浜に関する現地調査内容を表-1に示す。なお、潮位観測は、当海岸では行っていないため、近隣の鳥羽検潮所観測データを用いた。

表-1 現地調査内容

調査項目	調査位置	調査時期	観測項目
横断測量	・ 測線は各基標(125mピッチ, 23測線) ・ 側線延長は水深 T.P. -1.0m 以浅	2003年7月～2004年1月の各月と 2005年3月	断面変化
粒径調査	・ 測線は各基標(250mピッチ, 12測線) ・ 採取箇所は T.P. +1.0m, ±0.0m, -1.0m の3地点	2003年7月～2004年1月の各月と 2005年3月	中央粒径
波浪・流況調査	・ 基標 No. 47 の延長上 水深: T.P. -5.0m 地点	2003年6月～ 2004年2月 (212日間)	波高 周期 流向 流速
	浜田観測所 ・ 浜田工区沖 水深: T.P. -20.0m 地点	1994年12月～ (常設)	波高 周期

#### (2) 波浪調査結果

浜田観測所(水深 T.P. -20 m)における観測波高及び周期を図-3に示す。

当海岸における来襲波浪は、沖波波高が通常時 $0.5 \sim 1.0 \text{ m}$ 以内であり、台風来襲時が $2.0 \sim 4.0 \text{ m}$ 程度、冬期には $1.0 \text{ m}$ を越える波も存在する。周期は $2.0 \sim 6.0 \text{ s}$ の湾内発生波によるものが多くを占めており、また、 $10 \text{ s}$ 前後の外洋波がまれに入射している。

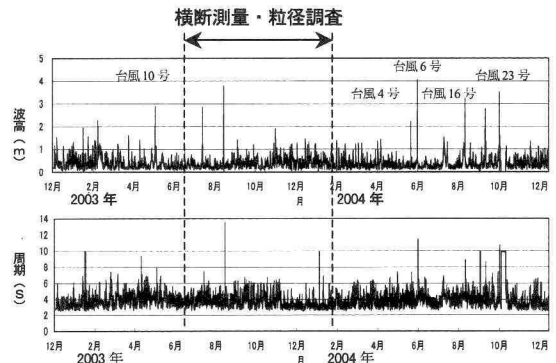


図-3 観測波高及び周期(浜田観測所)

#### (3) 横断測量結果

図-4に、区間1と区間4の断面変化を示す。

区間4は $d_{50} = 25 \text{ mm}$ の礫を養浜した区間である。2004年1月23日の横断面を見ると、養浜後、一度波浪によるバームが T.P. +3.0m までできており、その後

2005年の高波浪（台風6号，23号等）により断面が侵食されると同時に，浜勾配が緩くなっている．またその変化量は T.P. ± 0.0 m 以上において顕著である．一方，区間1は養浜していない区間であり，区間4と比べ断面変化は少ないが，H.W.L. 以上において堆積しているのがわかる．なお，現地踏査より，区間1に見られるバームは，ほぼ中央粒径25 mm の養浜砂であった．現地海浜の様子を写真-2 に示す．

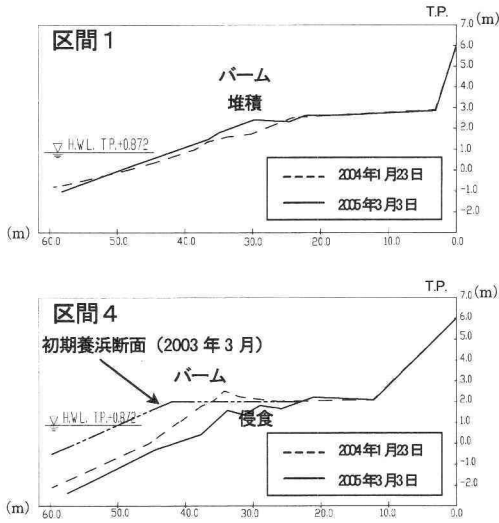


図-4 代表的な区間における断面変化

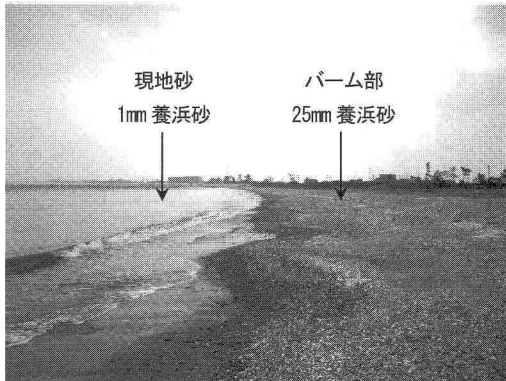


写真-2 区間1の堆積状況  
(2004年11月10日, No.42より東方を望む.)

(4) 粒径調査結果

図-5 に，区間ごとの海浜砂の中央粒径の経時変化を示す．図には  $d_{50} = 25 \text{ mm}$  の礫の移動限界水深と考えられる T.P. -1.0 m から，養浜の計画天端高である T.P. + 2.0 m まで 1 m ごとに区分して砂の中央粒径の経時変化を示している．

これから，区間ごとで見ると区間1と2及び区間3と

4が同様の傾向を示しており，区間1，2の場合，ほとんどの時期において  $d_{50} = 5 \text{ mm}$  以下となっており，いずれの高さにおいても区間1のほうが細かな砂であることがわかる．区間3，4の場合，ほとんどの時期において  $d_{50} = 5 \text{ mm}$  以上であり，両区間での粒径の大小は高さによりその傾向が異なっている．

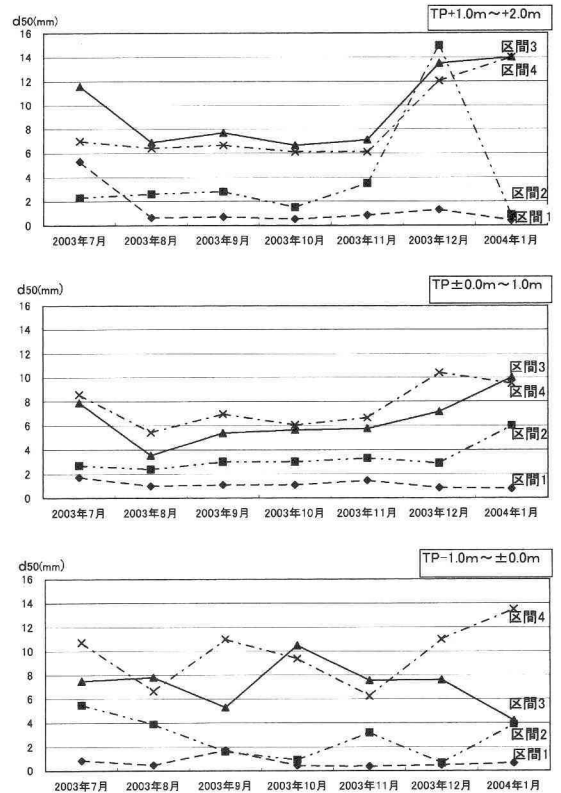


図-5 区間ごとの中央粒径の経時変化

(5) 潮位観測結果

図-6には鳥羽検潮所における潮位，潮位偏差および月平均潮位を示す．

図を見ると潮位には年変動が存在することがわかる．台風期である8～10月間には潮位が高く，冬期である12～1月間は低い．これらを比較すると，その潮位差は2003年で最大50 cm程度である．また，同検潮所における1965～2004年までの台風期・冬期の平均潮位をとると，各々 T.P. + 0.1 m, T.P. - 0.1 m であり，その差は約20 cmである．特に，2004年は全体的に偏差が大きくなっており，台風時には2003年～2004年実績で20 cm～80 cm程度の偏差が加わるため，後述する波のエネルギーフラックスと併せて伊勢湾西南海岸の地形変化に大きな影響をもたらしていると考えられる．

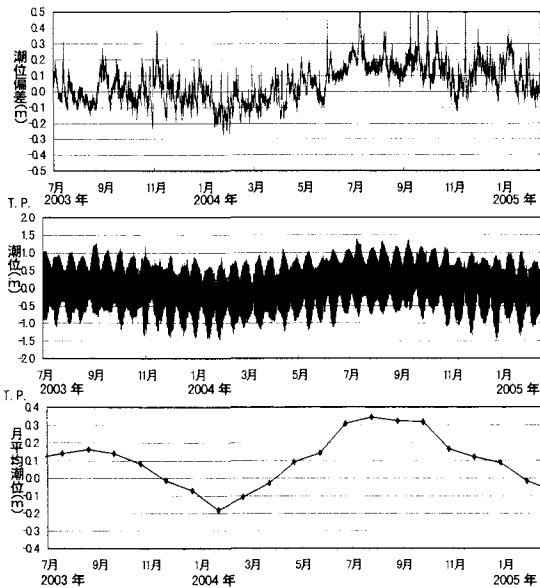


図-6 潮位の変化(鳥羽検潮所)

4. 考 察

図-7に当海岸に襲来する波浪のエネルギーフラックスを岸沖方向(Onshore),沿岸方向(Longshore)別に,図-8に各水深の断面変化量を示す。図-8では,横断測量結果を用い,2003年7月時の断面形を基本に断面積変化量について各区分(区分1~5),各高さ(T.P.-1.0m~±0.0m, ±0.0m~+1.0m, +1.0m~+2.0m)に分け整理した。

岸沖方向のエネルギーフラックス(図-7)をみると,2003年には全般的に小さかったが,2004年には台風6号,23号のエネルギーが突出して大きくなっている。これから,当海岸では,台風時の沖方向の漂砂量が大いと考えられる。

沿岸方向のエネルギーフラックスをみると,冬期には東向きエネルギーが卓越し,台風時に工区西向きのエネルギーが卓越することがわかる。また,冬期は,台風時を除く夏期に比べ平均エネルギーは高いものの,トータルのエネルギーは台風時より小さい。これから,時期毎に向き異なる波浪に対応して,沿岸漂砂の卓越方向も変化するものの,収支としては,沿岸西向きの漂砂が卓越すると考えられる。

次に図-8の断面変化量を見ると,北浜工区の西側に位置する区分1及び2は,T.P.+1.0m~+2.0mにおいて堆積し,T.P.-1.0m~±0.0mにおいて侵食傾向にある。これから,西向きに移動した漂砂は,区分1,2の朔望平均満潮位より高い部分(T.P.+1.0m以上)に堆積していると考えられる。また,工区の東側に位置す

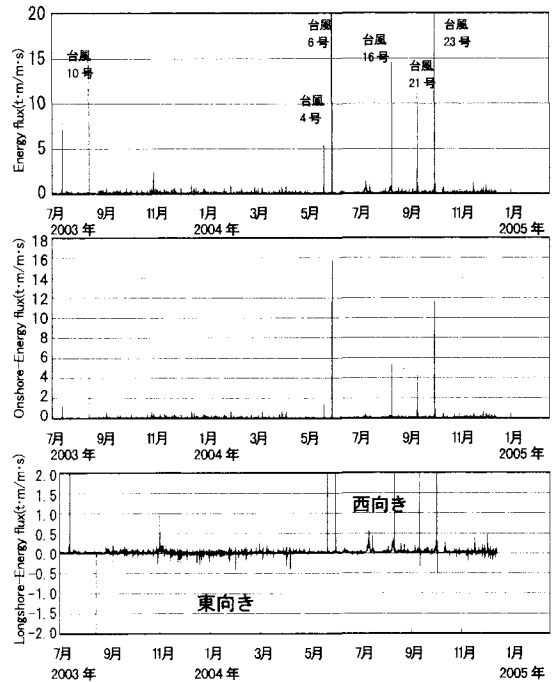


図-7 海岸におけるエネルギーフラックス

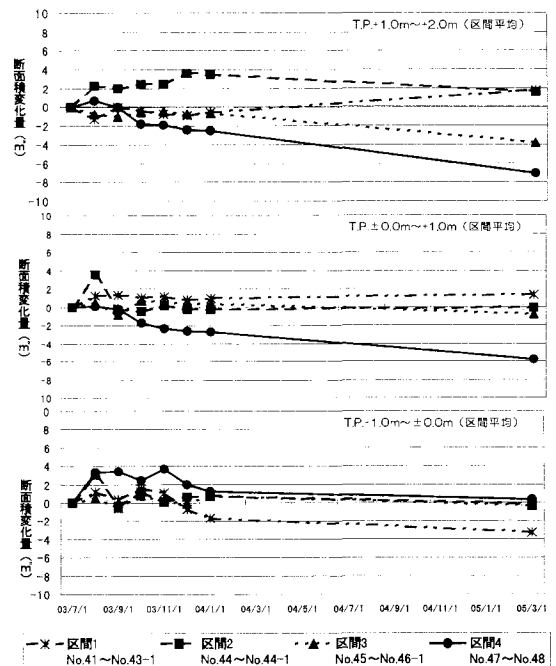


図-8 各水深ごとの断面変化量

る区分4では,T.P.+1.0m~+2.0m及びT.P.±0.0m~+1.0mにおいて侵食傾向が見られるものの,T.P.-1.0m~±0.0mでの侵食傾向は見られず,安定している。以上から,平均潮位の高い台風期に西側へ移動し

た養浜砂 ( $d_{50} = 25 \text{ mm}$ ) は、区間 1, 2 の高い部分に堆積し、平均潮位が低く東向きの漂砂が卓越する冬期は、区間 3, 4 の汀線付近の地形は回復するものの、区間 1, 2 T.P. +1.0 m 以上の高位部に堆積した養浜砂は戻っていないと考えられる。

砂の粒径と外力、及び断面変化の関連性については、台風による外力が大きかった2004年のデータが不足しているため明確には言及できないが、図-5を参照すると、断面変化の大きかった T.P.  $\pm 0.0 \text{ m}$  以浅においては、区間 1 では、中央粒径がほとんど変化していないのに対し、区間 4 ではその変動が大きい。区間 1 については、観測期間中には、現地砂と異なる 25 mm の養浜砂が区間 1 まで到達していないために変化が小さい結果となったと考えられる。区間 4 については、T.P. +1.0~2.0 m の方が T.P. +0.0~+1.0 m より粒径が大きく、海浜横断方向に分級が進んでいると考えられるが、前述したように潮位の影響が大きく、明確な傾向が読みとれない。

2005年は、図-4に示すように漂砂の上手側である区間 4 の海浜勾配が緩くなった。2005年は、粒度分布を計測していないものの、現地海浜において中央粒径 1 mm の養浜砂と中央粒径 25 mm の養浜砂が混ざってきていることを確認しており、そのため、安定勾配が緩くなっていると考えられる。1 mm と 25 mm の養浜砂の混合については今後の課題である。

## 5. ま と め

粒径 1 mm は岸沖方向は安定で、季節による風浪や台風等のイベントにより沿岸方向に移動するが、年間を通じては比較的安定した状況にある。しかし波向きにより

沿岸方向の移動が速いためこれに対する対応が必要となる。粒径 25 mm は、台風により打ちあがり最大で T.P. +3.0 m の高さまで移動して約 1 : 2 勾配の浜を形成することが確認された。冬期風浪は台風と異なる波向きで遡上するが、礫の移動は潮位の影響を受け、潮位の高い台風期に移動し打ちあがったものが、潮位が低い冬期には、波の影響を受ける範囲から取り残される現象が見られた。本海岸における適切な養浜材の選定については、波浪、潮位、断面変化及び粒度組成などの継続的な調査により海岸特有の漂砂のメカニズムを把握する必要がある。また沿岸方向に区間を区切った養浜では漂砂の特徴を捉えることは困難であり、必要区間に同時期に投入することも重要である。

本研究が今後の海岸保全施設整備においてさらに増加すると考えられる養浜事業の基礎資料となれば幸いである。

**謝辞：**本研究を進めるにあたり、岩田好一朗名古屋大学名誉教授には貴重な御助言を頂いた。ここに記して厚く謝意を表します。

## 参 考 文 献

- 門松武・宇多高明・大杉広徳・伊藤弘之(1991)：東播海岸の西島地区における礫養浜の現地実験，第38回海講論文集，pp. 301-305.
- 宮田年耕・高垣実好・宇多高明・五十嵐竜行(1992)：富士海岸における礫養浜の現地実験，第39回海講論文集，pp.356-360.
- 出口一郎・小野正順・榎木 亨(1996)：礫浜の変形に関する研究，第43回海講論文集，pp. 506-510.