

◆ 特集：砂防・河川・海岸における土砂管理の取り組み ◆

養浜工法の洗練に向けた取り組み

野口賢二*

1. はじめに

養浜は、侵食された海岸を海岸の重要な諸元である海浜の断面形状やその維持に必要な海岸に沿って流れる土砂（沿岸漂砂）の量を回復・維持することで保全する工法である。

養浜は、工事としてはひたすら土砂を投入するため、単純で乱暴な工事に見られるかもしれない（写真-1、2）。一般の方から見れば、「土砂を捨てている」とか「埋め立てて何か作るの?」と言われることもある。しかし、養浜は海岸工学と周辺領域の知見・情報を総動員して検討すべき高度な工法である。我が国において養浜のような海浜を直接操作する技術は発展途上であり、養浜は投入量から材料の質の議論へ進化している。本論文では我が国特有の条件への対応を目指した事業や研究について論じる。

2. 養浜手法の種類

養浜の理解には、海岸侵食に至る海岸地形の成立の仕組みを理解する必要がある。侵食は図-1に示すように海岸に沿って砂が動くために生じる（場合によっては海中を流れる）沿岸漂砂の供給が港湾や河口導流堤といった沿岸阻止構造物によ



写真-1 静岡県富士海岸の養浜工事風景



写真-2 茨城県神向寺海岸の養浜工事風景

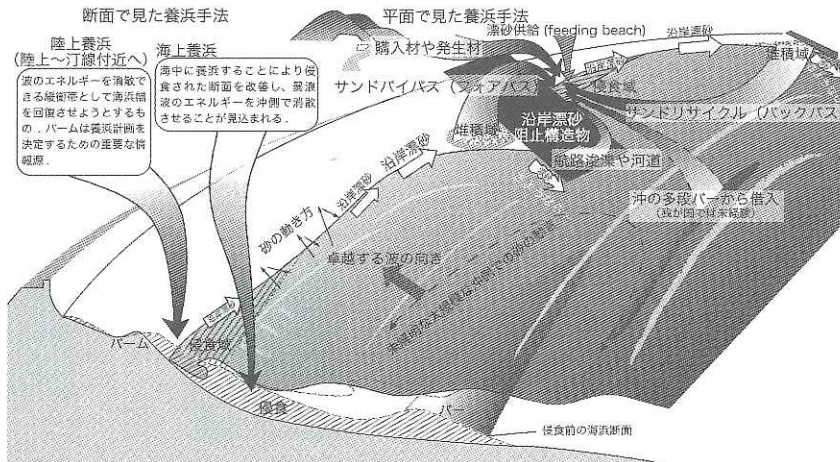


図-1 養浜手法と沿岸漂砂

Sophistication of Beach Fill Technique to Adapt to Japanese Severe Coasts

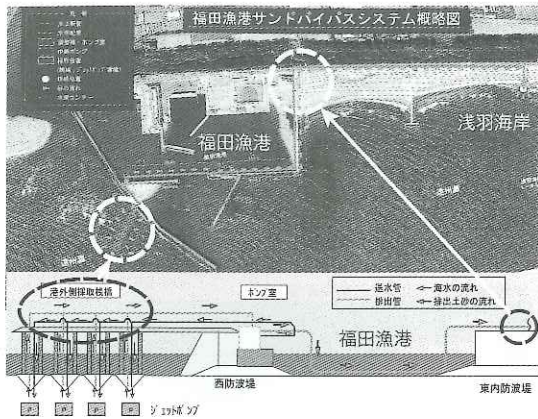


図-2 静岡県福田漁港浅羽海岸のサンドバイパスシステム概要

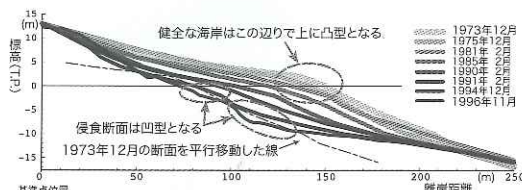


図-3 富士海岸の侵食過程の断面変化

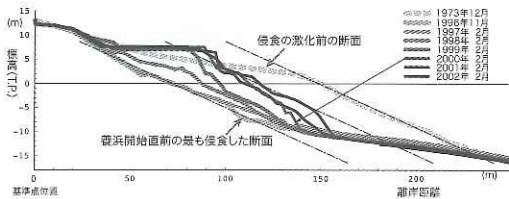


図-4 富士海岸の養浜による回復期までの断面変化

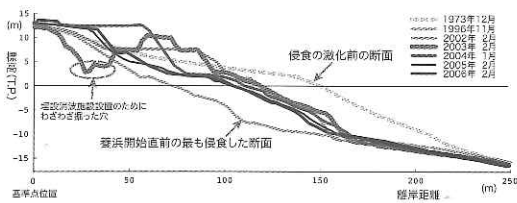


図-5 富士海岸の養浜区間の移動に伴う断面変化

て止められたことで平衡状態が崩れるために生じる。

養浜は現地と同質の材料を投入していれば、元来海浜が持つ外力への順応性や回復性、消波性を期待できる。他方、離岸堤や突堤といった構造物は対処療法的で複雑な状況を新たに作ってしまう場合が多く副作用が生じ易い。この点から養浜は、適切に用いれば単純明快な方法である。このため、アメリカ、オランダ、オーストラリアといった海外で構造物よりも侵食対策として普及している。我が国でも条件を満たす海岸であれば、図-2

に示す静岡県の福田漁港から浅羽海岸へのサンドバイパス¹⁾のようにオーストラリアで行われている常時供給のシステムの導入が検討できる。

しかし、我が国の海岸は厳しい環境にあり、海岸の多くは海底勾配が急であることや侵食が極めて進行してしまっている。このため、砕波点が岸に近く、つまり砕波帯が狭くなることから波のエネルギーを消散させる領域が狭い。同じエネルギーに対して受け持つ海浜幅が狭くなり漂砂のコントロールが難しくなる。このため、海外の養浜と比べると元の海浜と同等の性能を回復するには厳しい条件と言える。

3. 海浜の断面変化と養浜の効果

富士海岸は、1967年より高潮対策として直轄工事が行われて来た。しかし、1973年以降昭和放水路以東へ侵食が波及し、1998年から緊急養浜が開始された。養浜された場所の海浜断面を、侵食の進行期、養浜による回復期、無養浜期の3つに分けて示す。

図-3に、侵食が激しくなる1973年から養浜を開始する直前の最も侵食するまでの過程を示す。この図で分かるように当初は汀線付近で上に凸の形状をしているが、断面が平行移動するのではなく侵食が進行するに従い凹型へ変化する。これは、断面が欠損するだけでなく、汀線の直前まで急深となり波の消散が減ることを示している。

1996年の養浜を開始した年からある程度の断面回復が得られた2002年までを図-4示す。富士海岸では、海上養浜と陸上養浜(写真-1)を併用して行っている。海上養浜の水中部の断面の回復によって陸上の養浜も保たれた。また、目安として図中に1973年の地形を参考に一点鎖線で大まかな勾配を示した。写真-3に1997年6月の養浜開始1年後の昭和放水路から東を見た状況を示す。白波の様子から汀線の直前まで深いことが見てとれる。写真-4は、2000年3月の状況である。

図-5に養浜がある程度達成された後の断面を示した。2003年2月の30m付近の凹みは消波工の埋設工事のための掘削である。この測線付近の汀線が概ね回復したことから2004年には養浜位置をずらして、この測線は養浜区間から外れる。この結果、ここが漂砂の上手であり供給も無いことから2005年以降に若干の後退が見られる。写真-5に2007年2月の東方向から見た状況を示している。波打ち際の砂と陸上側の粗い材料により自然の海浜に近い波の遡上形態を見せている。



写真-3 1997年6月の昭和放水路東側の状況 (西から)



写真-4 2000年3月の昭和放水路東側の状況 (西から)



写真-5 2007年2月の昭和放水路東側の状況 (東から)

富士海岸では、単位体積重量が大きいカンラン岩や火山性のスコリア、粒度が極めて大きいもの、小さいものと多様な材料が投入された。これにより、養浜が総量だけでなく材料の特性について検討する契機となった。

4. 養浜材料

材料の特性(質)として、砂質の海浜上に礫等を養浜した時に生じる現象について屋内実験によ



単粒度砕石4号による5割勾配養浜



単粒度砕石6号による5割勾配養浜

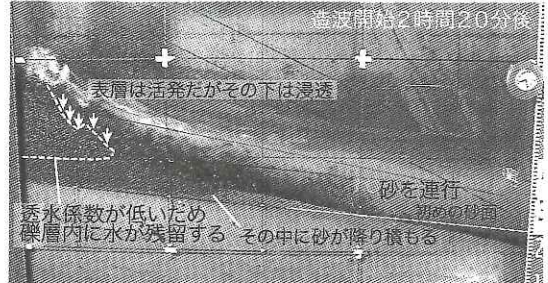


図-6 養浜材料と海浜砂の動きに関する視察

り研究した。

図-6に変化状況の観察から得られた養浜盛土へ波の遡上時の概況を示す。単粒度砕石1号のように透水係数が大きい養浜材料の場合は、養浜材の礫の下にある海浜砂が遡上した浸透水の戻り流れによって急速に侵食される。これは野口ほか²⁾が緩傾斜ブロック堤の被災について解明したメカニズムに酷似している。養浜材料の粒径を小さくし単粒度砕石4号とすると養浜材料の移動が活発になるものの海浜砂の舞上がりが生じ難くなる。さらに細かく単粒度砕石6号にすると養浜材の上層では材料が活発に移動するが海浜砂との境界付近では層内に堆砂する。これによりさらに透水係数が下がるためにこの混合層が海浜砂を保護する。

養浜材の残存性を材料の物性から評価するために、養浜材料の動き難さとして沈降速度(水中落下速度)を用い最終的養浜材損失率との関係を調べ図-7に示した。各ケースの終了段階の養浜材料の残存量をケース初期の養浜材料の領域内の量で除したものを最終養浜材損失率とした。沈降速

度が大きいほど養浜材料の損失は少ない。沈降速度は本実験では粒径の大きさだけで決まるため、これは予想と一致した効果を示す。

次に、海浜の保存性を評価する。養浜を実施すると海浜が養浜材の下に隠れてしまうが、海浜砂が損失し内部の侵食が進行しては本質的な意義を逸してしまう。海浜砂の侵食性を示すものとして、断面積の変化量を時間で割り、海浜砂の断面積の減少率を求め、透水係数との関係として図-8に示した。透水係数は、粒径、形状、材料の均等性によって決まる。配合材料は各粒径を万遍なく含むように調合したので除外して、単粒度碎石のみで比べれば粒径のみで透水係数が決まる。そうすると図-7と逆で、単粒度碎石1号のケースのように養浜材の安定のために粒径を大きくし過ぎると逆に侵食を助長することを示している。

茨城県では、神向寺海岸において沿岸漂砂との関係を弱めた状態となるヘッドランドの間となるが、単粒度碎石6号と7号を混ぜた養浜材料を試している。これは現在のところ良好な結果を得ている(写真-7、写真-2と同じ場所)。このことは本研究の結果からも元の海浜砂と養浜材料の調和から説明が可能である。

5. おわりに

養浜は汀線の回復を目的とするが、海岸(沿岸)にとっては海浜材料を補給し「漂砂系を改善」できてしかも副作用が少ない唯一の方法である。しかし、冒頭に述べたように、我が国の養浜は抱える事情からまだ途上である。工法としても特殊であるから、質と言っても材料単体としての単位体積重量や強さ(割れや摩耗)、効果にしても投入土量と地形に貢献する量の違いといった課題が残されている。

次世代に美しい海岸線を残すための養浜の一層の洗練には、現場と対峙する技術者の眼と汗で得られる情報が貴重となる。特に材料や投入点の絶妙なさじ加減は、波、浜、土場を良く見ていて初めてできる。

参考文献

- 1) 静岡県：第4回 福田漁港・浅羽海岸サンドバイパス検討委員会 会議資料, http://www.pref.shizuoka.jp/kensetsu/ke-430/040427HTML/documents/4_2.pdf, p.3及びp.24、平成17年7月
- 2) 野口賢二、田中茂信、鳥居謙一、佐藤慎司：大型模型実験による緩傾斜ブロック堤の被災機構に関する研究、海岸工学論文集、第47巻、土木学会、pp.756-760、平成12年11月

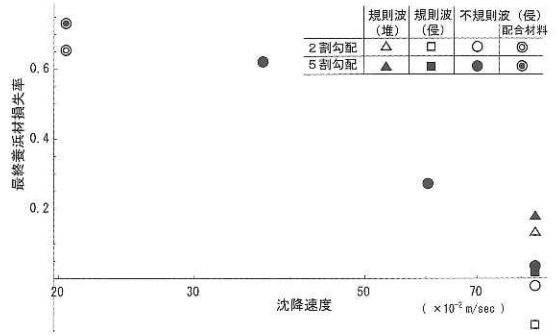


図-7 沈降速度と最終養浜損失率の関係

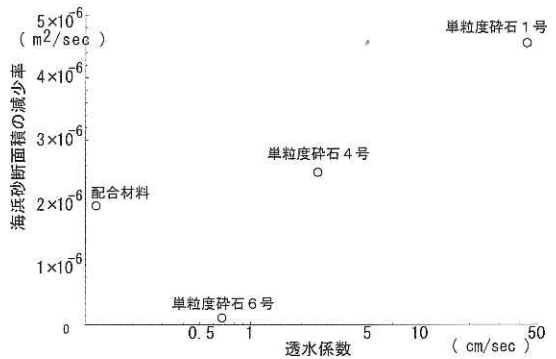


図-8 透水係数と海浜砂断面積の減少率の関係



写真-6 茨城県神向寺海岸の養浜結果 (2007年2月)

野口賢二*



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
Kenji NOGUCHI