

静岡海岸におけるsand bodyの発達と移動

宇多高明* 石川仁憲**

1. はじめに

静岡・清水海岸は、図-1に示すように駿河湾西岸に位置し、安倍川河口から三保松原砂嘴まで延長17.8kmを有する海岸であり、主に安倍川からの流出土砂により形成されてきた。このうち静岡海岸は、安倍川河口から滝ヶ原川河口までの7.8kmを指し、その北側、三保松原砂嘴の外縁に沿って延びる海岸が清水海岸と呼ばれる。

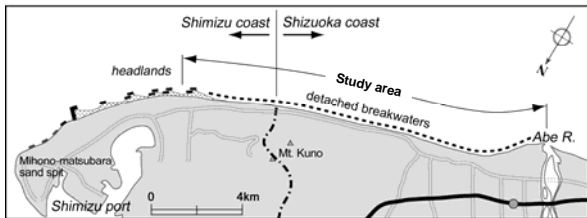
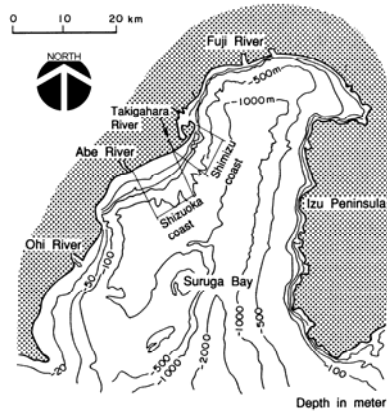


図-1 静岡清水海岸の位置

静岡海岸では、安倍川河道において1967年まで行われた大規模な砂利採取により河川流出土砂量が激減し、これに伴って安倍川河口から三保松原砂嘴先端へと向かう北向きの沿岸漂砂とのバランスが失われ、侵食域が河口部から北向きに広がっていった。しかし砂利採取の禁止とともに1982/1983年頃から河口流出土砂量が再び増加し、過去に激しく侵食されて護岸が波に曝された地先においても再び土砂の堆積がみられるようになった。一方、静岡・清水海岸では1970年代から始まった激しい侵食への対策として多数の離岸堤が

設置されたが、離岸堤群の設置区域にあつては土砂が塊となって北向きに移動し、その移動速度が約260m/yrであることが明らかにされた。土砂堆積は「砂の塊」が空間的に移動するという特徴を示すことから、「sand body」の移動現象として捉えることが可能であり、sand bodyは時間経過とともに侵食箇所を埋めつつ漂砂下手側（北側）へ移動している。このようなsand bodyの移動について、最近宇多ら¹⁾は、等深線変化モデルを用いてその発達と移動のモデル化を行った。以下ではその概要を紹介する。

2. Sand bodyの発達と移動の実態

静岡・清水海岸において1985年以降収集されてきている深淺測量データをもとに、1985年を基準として1986、1988、1990、1998、2002、2004、2006年までの地形変化を求めた。その際、比較年のうち後者の時期の等深線形状と併せて示すと、まず、1985-1986年では（図-2(a)）、安倍川河口付近で集中的な侵食が見られるが、そのほかの区域での海浜変形は小さかった。また等深線形状を見ると、 $X=0-4\text{km}$ 区間の水深6mの等深線は離岸堤を連ねる線と平行に伸びている。

1985-1988年では（図-2(b)）、図-2(a)で見られた $X=-2\text{km}$ と安倍川河口付近での集中的な侵食が顕著となり、 $X=-2\text{km}$ 付近では侵食域が下手側へと広がりを示した。一方、 $X=5.5-7\text{km}$ 区間において水深3m以浅で集中的な堆積が始まり、これが顕著なsand body（土砂の堆積体：図-2に赤で表示）へと発達していく。またこの時期までに多数の離岸堤が建設され、離岸堤群がほぼ連続的となった。1985-1990年では（図-2(c)）、 $X=-2\text{km}$ と安倍川河口付近での集中的な侵食が一層顕著となり、 $X=-2\text{km}$ 以北（図では左側）の全域で著しい侵食が起きた。その際の地形変化は水深4m以浅で顕著である。安倍川河口でも侵食が起きているが、ここでの侵食は水深3m以浅での集中的な侵食と、沖合を含む広い区域での侵食とに区分される。一方、 $X=4.7-6.4\text{km}$ の離岸堤群

Development and Movement of Sand Body on Shizuoka Coast

の岸側では連続したsand bodyが見られる。以後この堆積域は変動を示しつつも北側へと広がって行く。また図-2(a)では、 $X=0\sim 4\text{km}$ 区間の水深6mの等深線は離岸堤を連ねる線と平行に伸びていたが、図-2(c)ではこの区域の6mの等深線が1985年と比較して約30m沖方向へ前進している。

1985-1998年では(図-2(d))、安倍川河口での侵食が一層激しくなる一方、大谷川河口を先頭

とするsand bodyが $X=4.5\text{km}$ から $X=7.2\text{km}$ まで連続的に繋がった。また $X=0\sim 4\text{km}$ 区間の水深6mの等深線が前進し、離岸堤群沖での砂の堆積が明瞭に見られるようになった。1985-2002年では(図-2(e))、大部分の区域では図-2(d)と類似な変化を示すが、とくに $X=0\sim 2\text{km}$ の離岸堤およびその沖付近で著しい堆積が生じ、等深線の前進が見られる。

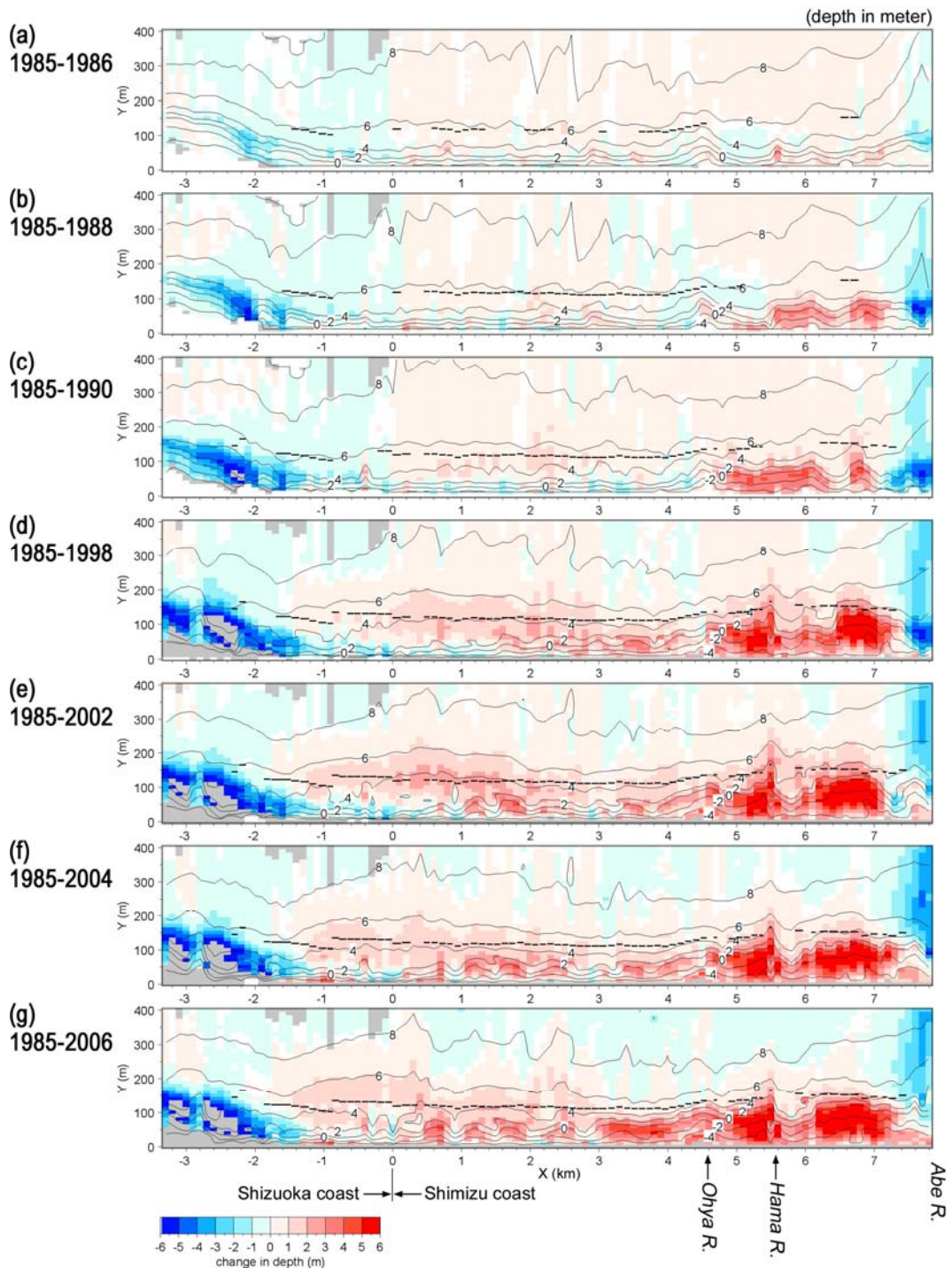


図-2 Sand bodyの発達と移動の実態

1985-2004年では（図-2(f)）、 $X=-1.4\sim 2\text{km}$ 区間の離岸堤沖の水深6mの等深線の膨らみ位置が、2002年の $X=0.5\text{km}$ 付近からさらに北側へと移り、沖合での堆積域もまた時間経過とともに北側へと移動していることが分かる。1985-2006年では（図-2(g)）、sand body本体が安倍川河口から $X=3\text{km}$ 付近まで進んできた。また $X=-1.4\sim 0.5\text{km}$ 区間では離岸堤群沖の水深6mの等深線の前進が続き、1985年当時と比較して最大80mもの等深線の前進が見られ、離岸堤群の沖合が浅くなったことが分かる。

3. 等深線変化モデルによるsand bodyの発達と移動の再現

Sand bodyの発達と移動のモデル化は等深線変化モデルを用いて行うことができる¹⁾。計算の細かな点は上記論文を参照していただき、読者は方法論よりも結果に興味があると思われるので、計算結果のみを示そう。図-3は初期形状と5、10、15、23年後の計算結果を示す。右端から流入した沿岸漂砂は沿岸に並ぶ多数の離岸堤によって自由な移動が妨げられる。このため個々の離岸堤の

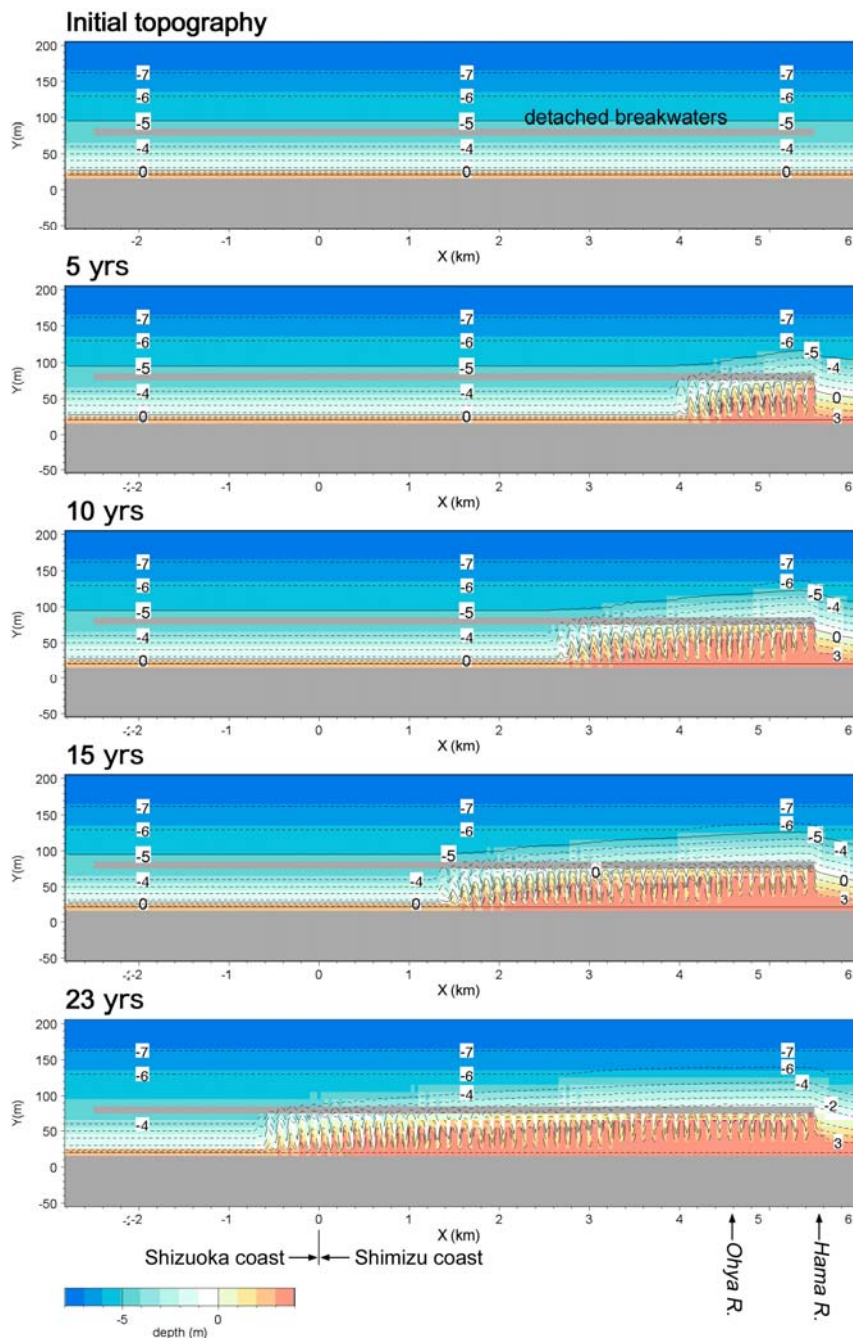


図-3 Sand bodyの発達と移動のシミュレーション

陸側で次第に舌状砂州が形成される。また離岸堤の設置水深4mに対し波による地形変化の限界水深 (h_c) が7mと深いため、離岸堤群の沖でも緩やかな土砂移動が起こる。海浜変形ではこれらが重なった形で起こり、sand bodyが左方向へと次第に移動するという結果が得られる。初期から時間経過とともにsand bodyは左向きに進んでいく。sand bodyが十分発達し、離岸堤と接続するまでに要する距離は、海浜変形の起こる区間の先端から約3km上手側となる。

図-4には計算開始後23年間に於ける離岸堤群背後のsand bodyの発達およびその移動状況をまとめて示す。Sand bodyは安倍川河口側から時間経過とともに進行し、その移動速度は252m/yrとなる。これはsand bodyの実測移動速度260m/yrと非常によい一致を示す。

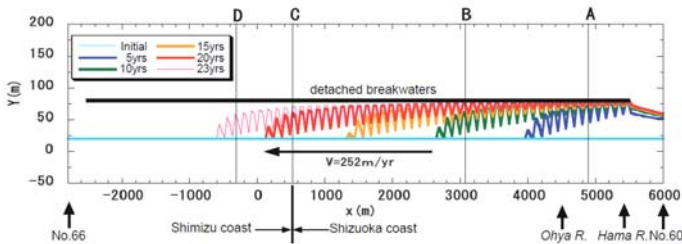


図-4 Sand bodyの前進

sand bodyの発生機構については次のように考察される。離岸堤があるとその背後では波が静穏となるが、離岸堤の背後では離岸堤沖とは別に波の静穏度が計算されており、これより算出される波浪のエネルギーフラックスも大きく低下する。

このため離岸堤が設置されていない場合と比較して、沿岸・岸沖漂砂量が大きく減少する。この結果、離岸堤背後域では砂移動が容易ではなくなり、堆積域が下手側へと広がりにくくなる。離岸堤沖は水深が大きい一方、漂砂量は水深とともに急激に減少することから、離岸堤の岸側を通過できずに離岸堤沖へと砂が流れ出したとしてもその砂の移動は緩やかとなる。このように静岡・清水海岸にあっては多数の離岸堤が設置された条件のもとで上手側から急激に土砂が供給されたことによってsand bodyの発生が見られたと考えられる。

4. まとめ

砂の粒径に応じた平衡勾配と海浜勾配の相対関係から定まる岸沖漂砂と沿岸漂砂を考慮した等深線変化モデルを静岡・清水海岸に適用し、sand bodyの移動状況を明らかにした。この結果によれば、実測のsand bodyの移動速度260m/yrに対して計算では252m/yrと両者は非常によい一致を示した。静岡・清水海岸で観測された現象が等深線変化モデルによりうまく再現されたことは、この種の海浜変形予測への等深線変化モデルの適用性が十分高いことを示している。

参考文献

- 1) 宇多高明・西谷 誠・芹沢真澄・三波俊郎・石川仁憲：等深線変化モデルによるsand body移動の数値解析、地形、Vol. 28、pp. 399-414、2007.

宇多高明*



財団法人土木研究センター理事
なごさ総合研究室長、工博
Dr. Takaaki UDA

石川仁憲**



財団法人土木研究センター
なごさ総合研究室主任研究員
Toshinori ISHIKAWA