

# 清水海岸海底谷周辺の波・流れと漂砂機構

佐藤 慎司\* ・ 鈴木 忠彦\*\* ・ 瀬戸 尾勝\*\*\*  
松浦 吉洋\*\*\*\* ・ 山本 吉道\*\*\*\*\* ・ 花田 昌幸\*\*\*\*\*

## 1. 研究の目的

静岡県清水海岸は図-1に示すように駿河湾西側に位置するが、高波は主に湾口から来襲するため、波による沿岸漂砂の卓越移動方向は北東方向である。ところが、昭和30年代後半から40年代前半の高度成長期に、主要な漂砂源である安倍川で土砂採取が行われたことに起因して、海岸への土砂供給が減少した。その結果、静岡海岸で海岸侵食が始まり、その侵食前線は昭和58年に清水海岸へ伝播してきた。

宇多ら(1994a, b)によると、清水海岸における平成初期の侵食土砂量は約13万 $m^3$ /年、侵食波の伝播速度は約271m/年である。一方、静岡海岸では、安倍川で土砂採取を禁止したことによって、土砂が再び供給されるようになり、この供給土砂量は約10万 $m^3$ /年、堆積波の伝播速度は約235m/年であることが明らかにされた。これらの数値より、平成5年を基準に、そのまま放置しておく、清水海岸の移動可能な海浜土砂のほとんどが約20年で流失してしまい、安倍川からの供給土砂が清水海岸の観光名所“羽衣の松”に達するのはそれ以降であり、しかも、供給土砂量は侵食土砂量より少ないことから、清水海岸の砂浜は一度消失すれば、そのままでは二度と元へ戻らないことが判る。

このため、清水海岸ではヘッドランドで侵食土砂量を低減させ、供給土砂量の不足分を養浜で補う侵食対策が平成2年度以降進められている。同海岸の海底地形は、“羽衣の松”より西側は水深20mまでは比較的遠浅の単調な砂浜海岸であるが、東側は海脚と海底谷から成る複雑な海底地形を有しており、この海域の漂砂環境は西側海岸に比べて複雑と考えられ、正確に掴んでおくことは侵食対策を効果的に進めていく上で極めて重要である。本研究は、近年に実施した調査成果をまとめ、清水海岸の漂砂移動特性と土砂収支を明らかにしたものである。

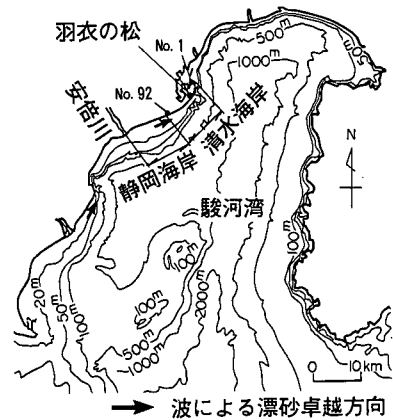


図-1 清水海岸の位置

## 2. 調査内容

### (1) 深浅測量成果

a) 海岸堤防から沖方向約500m(水深約10~20m)までの測線を清水海岸の延長約9000m(測線No.1~92)間において100m間隔で設定し、深浅測量を昭和58年から毎年度冬季に実施している。この測量データから測線毎の海浜地形の断面変化量を求め、これに測線間隔100mを掛けて、全測線に渡って足し合わせることで海浜地形の体積変化量を求めて、時系列グラフを作成すると図-2のようになった。ただし、本図上側の棒グラフは各年度に投入した養浜量を表す。離岸堤型ヘッドランドが1基完成する平成3年冬季までの平均侵食土砂量は約13万 $m^3$ /年である。離岸堤型ヘッドランドが2基以上完成し、養浜量も増えた平成5年冬季以降の平均侵食土砂量は約5万 $m^3$ /年に減じている。しかし、この間の養浜量が年平均3万 $m^3$ であり、養浜の歩留まりも加味すると、正味の平均侵食土砂量は約7~8万 $m^3$ /年と考えられる。すなわち、最近のヘッドランド群による侵食土砂低減量は5~6万 $m^3$ /年と言える。

b) 全ヘッドランド群が完成すれば、各ヘッドランド間の汀線は全て卓越波向に対して安定な形状となり、沿岸漂砂量は減少していくが、ゼロにはならない。なぜな

\* 正会員 工博 東京大学大学院助教授 工学系研究科  
\*\* 静岡県土木部河川砂防総室長  
\*\*\* 静岡県土木部河川企画室主幹  
\*\*\*\* 静岡県土木部河川海岸整備室  
\*\*\*\*\* 正会員 工博 (株)アイ・エヌ・エー海岸部  
\*\*\*\*\* (株)アイ・エヌ・エー海岸部

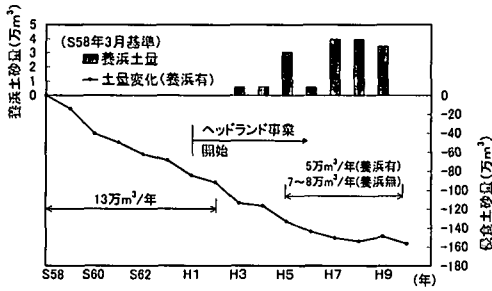


図-2 侵食土砂量の経時変化

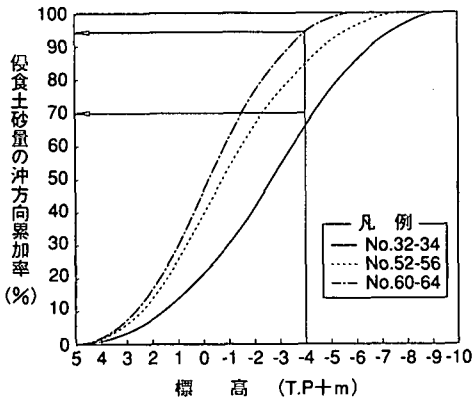


図-3 侵食土砂量の沖方向累加率

ら、ヘッドランドの沖側の漂砂は相変わらず流出し続けるからである。図-3は各測線毎に侵食による水深変化量を沖方向に累加して求めた侵食土砂量の沖方向累加率を表す。離岸堤型ヘッドランド群の前面堤脚水深はT.P.-4mで、今後も変化しないと仮定すると、全ヘッドランド間の汀線が安定化した場合には、侵食土砂量約13万m<sup>3</sup>/年の最大70%~95%を低減できることになる。ただし、波向が卓越波向より斜めに入射する場合には、沿岸漂砂量が一時的に増加し、侵食が進むことになる。

(2) 精密深淺測量と底質調査

a) 50m間隔の高い密度で測線を設定し、精密音響測深機(PS-20R)、電波測距儀(トリスポンダーDMU586型)、光波測距儀(トプコンGTS-320F)で1996年2月に実施した深淺測量によると、清水海岸東部の海底地形は図-4に示す通りであり、根元ら(1985; 図-5参照)の同レベルの測量結果と重ね合わせてみると、図-6(後述する砂層厚調査結果によって補足してある)に示すように、羽衣沖海脚南側の水深20~25m付近に、最大箇所4~5mの堆積層が認められ、堆積量を求めると約40万m<sup>3</sup>(1年当りの量は約4万m<sup>3</sup>/年)となった。なお、1996年2月に音波探査器(CAP-6000型チャープアコースティックプロファイラー)による砂層厚調査

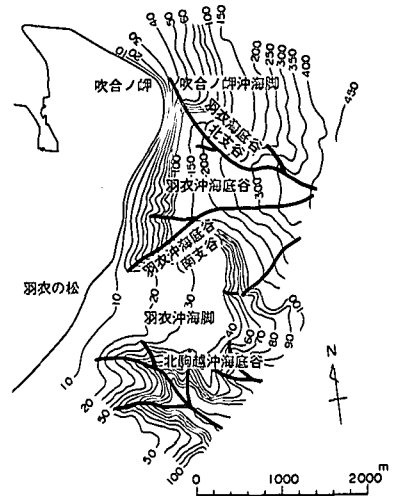


図-4 海底地形概要(1996)

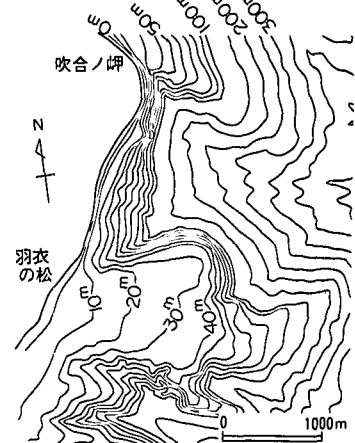


図-5 海底地形概要(根元ほか(1985))

も実施しており、同様の結果が得られている。

b) 1996年2月にスミス・マッキンタイヤー型採泥器を用いて行った底質粒徑調査結果を図-7に示す。“羽衣の松”の沖合には中央粒徑がφスケールで2~3(0.25mm~0.12mm)の細かな砂の層が広がっており、特に、沖合20~25m付近の突状地形は新鮮な細砂から成っている。侵食域となっている清水海岸西部の土砂の内、外力が小さくても移動できる細粒子分が沖合まで流出した結果と考えられる。図-7において、羽衣沖海底谷部は、水深50~100mまで砂礫で急勾配であり、それ以深は泥質土が広く分布している。しかし、深い所でも所々でレキの分布が認められるなど、根元ら(1989)などが述べている砂礫の海底谷への落下を裏付ける特徴が認められた。

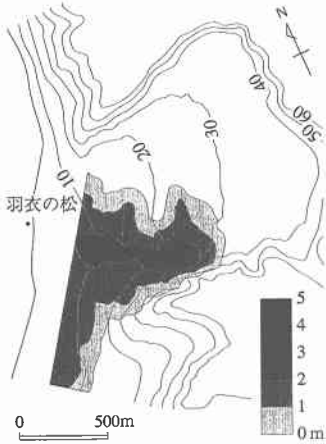


図-6 等深線分布図の重ね合せによる堆積層厚分布図



図-8 波浪流速計設置位置



図-7 底質粒径分布図

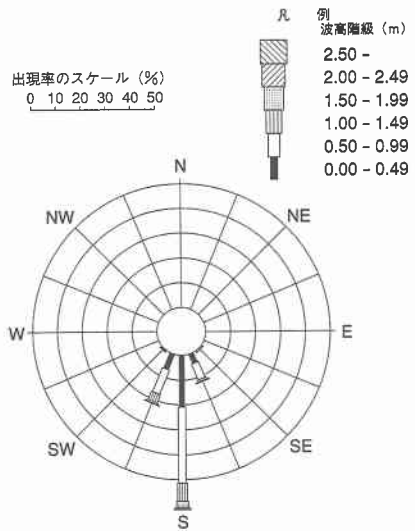


図-9 波向別波高出現分布図

c) 1996年2月に遠隔操作潜水艇(HI-ROV15)による水中ビデオ観察を“羽衣の松”の沖合で実施したところ、水深30~50m付近でも漂砂活動を示す砂れんが発見された。この水深では波の影響は非常に小さいので、海底付近に発達する強い流れによるものと考えられる。

d) a)より羽衣沖海脚南部に約4万m<sup>3</sup>/年の堆積が認められ、ヘッドランド事業が本格化する以前の平均侵食土砂量は約13万m<sup>3</sup>/年であったことから、約13万m<sup>3</sup>/年-約4万m<sup>3</sup>/年=約9万m<sup>3</sup>/年の砂礫が羽衣沖海底谷へ流失していたことになり、ヘッドランド事業が本格化してからの平均侵食土砂量は約7万m<sup>3</sup>/年より、約3万m<sup>3</sup>/年の砂礫が羽衣沖海底谷へ流出していると思わせる。なお、石井・根元(1994)は音波探査から北駒越沖海底谷にスランプ構造等の土砂の落下を物語る地形特性を発見している。

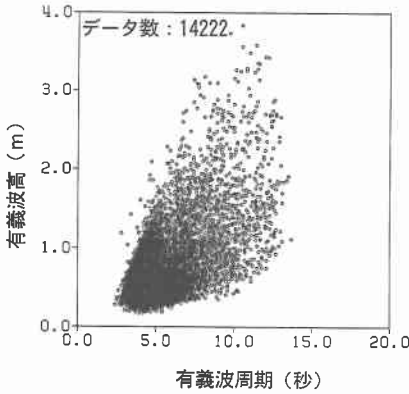


図-10 波高と周期の分布図

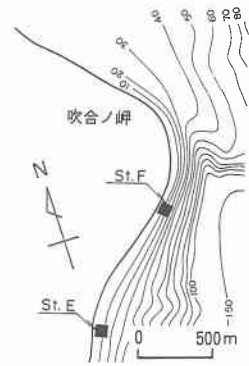


図-13 蛍光砂・蛍光礫投入位置図

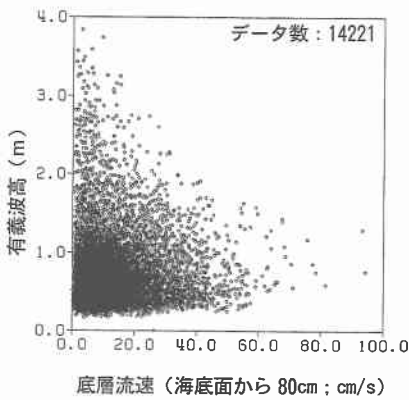
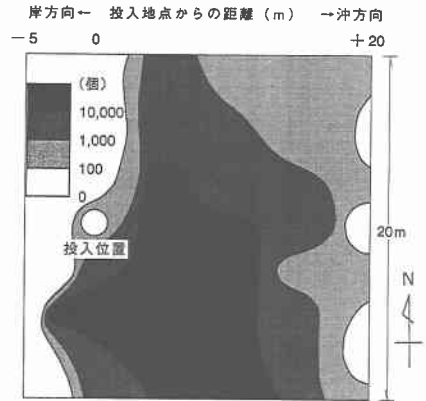


図-11 波高と流速の分布図



第2回採取 (投入から15日後)  
図-14(1) 蛍光砂分布状況 (St. E)

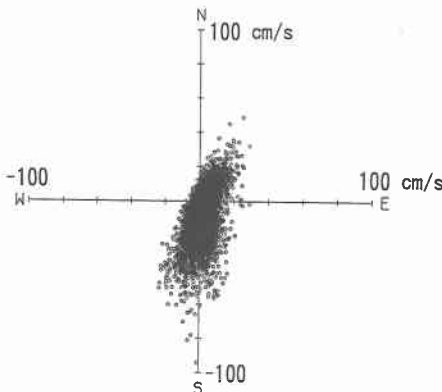
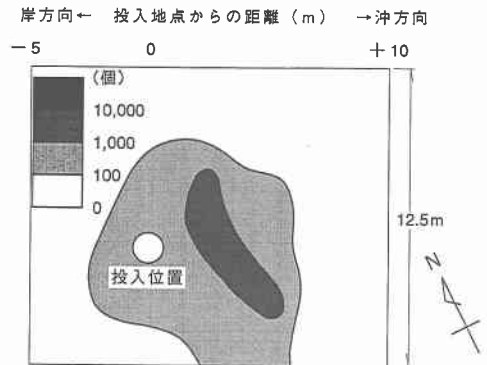


図-12 流速と流向の分布図



第2回採取 (投入から16日後)  
図-14(2) 蛍光礫分布状況 (St. F)

(3) 波浪・流況観測と蛍光砂調査

波浪・流況観測を図-8に示すA地点(水深30m, 期間は1996年2月10日~3月10日および1997年8月~1年間半), B, C地点(水深14m, 期間は1996年2月10日~3月10日)で行った。その結果を図-9~図-12に

示す。図-9に示すように卓越波向きは北向き(S)であり, 図-10において波高に比べて周期の長いうねり性の波が多いことから, 高波のほとんどが, 駿河湾内で発生したものでなく, 外洋からの来襲波であることが判る。また, 図-11から波高と底面付近の平均流速との間に相

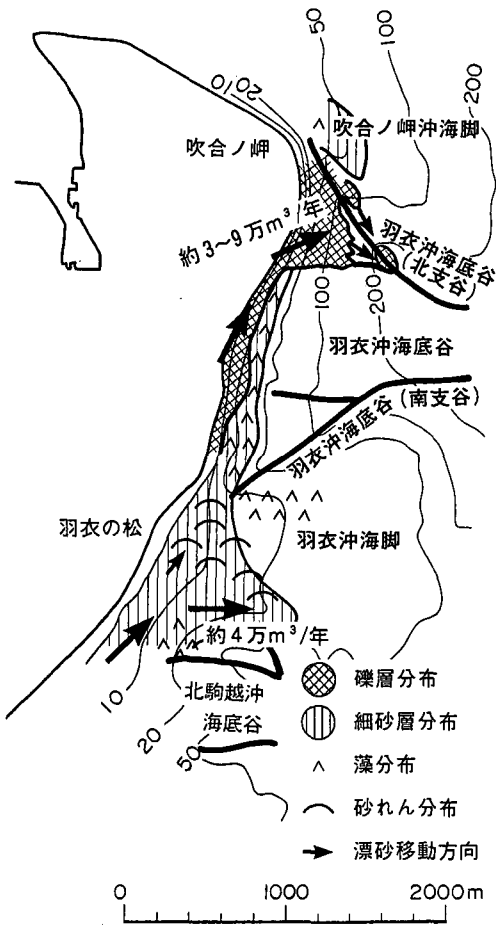


図-15 漂砂移動イメージ

関は認められない。また、図-12より流速が大きいたときは南向きの海流が卓越していることが判る。

蛍光砂追跡調査を図-13に示すE, F地点(水深10m)で1996年2月24日～3月10日間に行った。その結果を

図-14に示す。

本観測期間の卓越波向きは北西向きであったが、底層流の卓越流向は南西向きと逆であり、細砂が動き出す限界流速の10 cm/sを頻繁に越えていた。そのため、蛍光砂は北方向だけでなく、南方向にも移動する結果となった。波の力が卓越する砕波帯の中では、砂礫は卓越波向に対応して、北方向へ移動し易い。一方、砕波帯の沖側では、沖合いにおける南向きの流れの影響を受け易く、南側へ強く移動している。ただし、底層流は外力が小さくても移動する細砂には影響しているが、礫には影響していない。

### 3. まとめ

以上の調査から、下記のような結論を得た。

漂砂移動のイメージは図-15のようになり、細砂分は羽衣の松付近から羽衣沖海脚南部に平均約4万m<sup>3</sup>/年堆積し、その後は北駒越沖海底谷へ流失している。残りの砂礫分はそのまま北上して羽衣沖海底谷へ約9～3万m<sup>3</sup>/年流失していることが明らかになった。

### 参考文献

- 石井 良・根元謙次 (1994): デジタル型音波探査記録器を使用した駿河湾西岸三保半島沖大陸棚の研究, 日本地質学会第101回学術大会要旨, p. 160.
- 宇多高明・鈴木忠彦・大石守伸・山本吉道・板橋直樹 (1994a): 離岸堤群式ヘッドランドの漂砂制御効果の現地実測, 海岸工学論文集, 第41巻, pp. 581-585.
- 宇多高明・鈴木忠彦・大石守伸・山本吉道・板橋直樹 (1994b): 静岡海岸の沿岸漂砂量およびその分布形の評価, 海岸工学論文集, 第41巻, pp. 536-540.
- 根元謙次・佐藤 武・伊津信之助・小川 浩・廣瀬重之 (1987): 駿河湾三保半島沖の海底地形および底質について, 東海大学紀要, 海洋学部, 第24号, pp. 83-97.
- 根元謙次・伊津信之助・土方 聡・藤井真二・難波文介・滝野義幸 (1989): 羽衣沖海底谷一堆积物の流動現象についての地質学的考察, 東海大学紀要, 海洋学部, 第29号, pp. 1-21.