

海底谷への土砂移動現地調査

宇多高明*・堤 博志**・小 俣 篤***・酒井佳治***

1. はじめに

筆者らは、駿河海岸と下新川海岸において、海岸の侵食機構に関する調査を行ってきた。土砂の収支より判断すると、これらの海岸では沿岸漂砂により運ばれた土砂は、海底谷を経て深海へ流出している可能性が大きいと推定された。両海岸では沿岸漂砂下手端に砂嘴地形が形成され、その沖には海底谷が存在する。そこで、この海底谷を経由して土砂が深海へ流出していると考え、現地海岸で海底面の調査を行った¹⁾。調査の結果、海底面の状況から土砂の流出経路を推定できた。深海への土砂流出の存在は、海浜の安定化手法を検討するときに問題となる。また、砂利資源の有効利用を図る場合重要である。このときの第一の課題は、深海へ土砂が輸送される過程を明らかにすることである。すなわち、水深 10m 程度以浅の浅海における波や沿岸流による移動と turbidity current 等による海底谷での移動との中間領域で発生する土砂移動の原因及びその形態を明らかにすることである。この問題が明らかにされないと、土砂流出を阻止するために有効な対策を行うことはできない。そのため、駿河、下新川の両海岸で 1986 年 9 月～1987 年 1 月の間に調査を行った。本報では、駿河海岸での調査結果について報告する。

2. 調査目的および範囲

駿河海岸の概要については前報¹⁾に述べた。前回の調査では、海底面の撮影により南谷（図-1 参照）に砂礫が多く存在し、所々には流木やゴミが見られた。また、谷筋が深海に向かって湾曲している部分では、流れによって削られたと考えられる崖も見ついている。これらのことから、図-1 に示す大井川から海底谷に向かう沿岸漂砂は、南谷を流路として深海へと流出していると推定した。

前回の流路推定は海底表面の状況のみに基づいており、その推定精度はあまり高くない。そこでこの推定結

果を確認するため、今回は同じ調査範囲（図-1）で底質採取を行い底質粒径の分布を求めた。また、海底谷が土砂の流出経路であるならば、そこでの沖積堆積層は他の部分と異なるはずである。よって、海底谷周辺の沖積堆積層の状況を明らかにし、海底谷に土砂堆積が生じているかを知るために、底質調査と同じ範囲で音波探査による地質調査を行った。

さらに、大井川から北へ向かう沿岸漂砂が水深 30m 以深の海底谷谷頭へ移動する状況を明らかにするために、海底谷南側の領域（図-1）でトレーサ調査を行った。

3. 調査方法

調査は、底質、地質およびトレーサ調査から成る。それぞれの調査期間、位置を表-1 および 図-2 に示す。次に、各調査方法を説明する。

(1) 底質調査

図-2 に▲印で示す 41 地点においてスミスマッキンタイヤ型採泥器を用いて約 500g の底質採取を行い、その粒度分布を調べた。採泥器の開口部面積は 0.1m² であり、深さ方向には約 20cm の採取を行った。

(2) 地質調査

発振周波数 3.5kHz のソノストレータを用い、合計 8 測線（総延長約 15km）の音波探査を行い地質断面を求

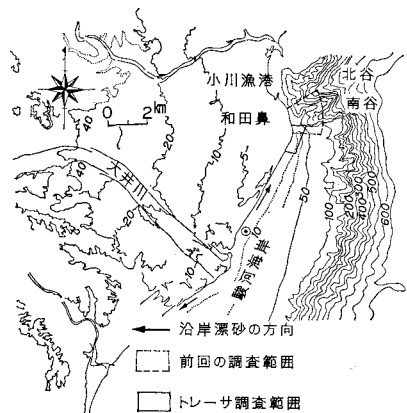


図-1 駿河海岸

* 正会員 工博 建設省土木研究所海岸研究室長
 ** 正会員 建設省静岡河川工事事務所調査課長
 *** 正会員 建設省土木研究所海岸研究室

表-1 観測日程

	9月	10月	11月	12月	1月	2月
底質調査				28+1 採取		
音波探査						1 探査
トレーサ調査	25 投入	14 採取①	2-3 採取②	27-28 採取③		

めた。代表的に C-2 と C-7 測線の位置を図-2 に示す。

(3) トレーサ調査

図-2 に示す投入地点よりトレーサ（矢作川産の白色花崗岩質砂礫，最大粒径 50.8mm，中央粒径 6.5mm）を約 30m³ 投入した。その後約 1ヶ月毎に 3回，図中に示す測線に沿って 1回につき 160地点の採取を行った（表-1）。採取範囲は表面積 1×1m，深さ約 10cm である。

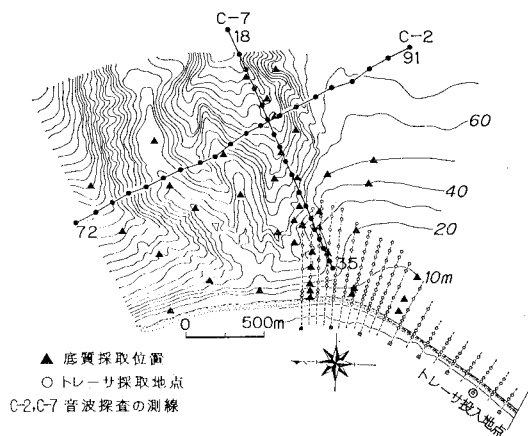


図-2 観測位置

4. 調査結果

4.1 底質調査

底質調査の結果を図-3 に示す。調査結果を各採取点でのシルト，砂，礫の重量百分率で示した。底質の分類は JIS に従っている。前回の調査によるビデオ撮影等で判断した表面底質分布の結果も併せて記入した。表面底質分布と今回実施した底質採取結果とを比較すると，図の右下の水深 30~50m までの浅海に砂の領域がみられること，南谷筋に礫が多くみられることなど，同様な結果が得られている。一方，南谷と北谷に挟まれた尾根筋や北谷底にも砂礫がかなり存在する。これは前回の表面の状況とは異なる。この海底はもともと扇状地堆積物によって形成されており，尾根筋や北谷底で砂礫が採取されてもおかしくはない。尾根筋や北谷底では表面がシルトに覆われているにもかかわらず，南谷底は表面すらシルト分で覆われていない。さらに，ゴミや流木などが見られた。このことはむしろ，前回の流路推定の妥当性を示すと考えられる。

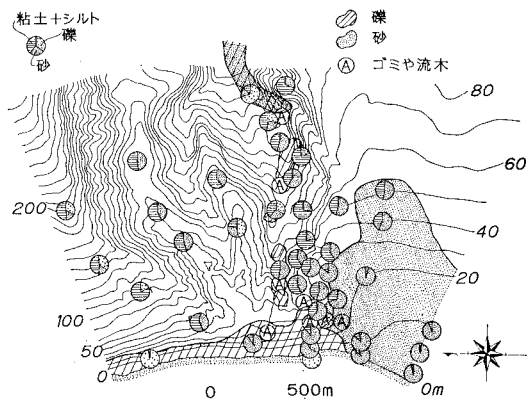


図-3 底質採取結果

次に，南谷谷頭とその北側の底質分布特性を検討する。中央粒径と含泥率の分布を，各々図-4 と図-5 に示す。含泥率の定義は全体に占める粒径 74 μ m 以下のシルト分の重量百分率である。測点数は少ないが，図には調査結果から求めた各々の等分布線を示した。汀線に沿った領域を除いて両者の等分布線の形状は類似しており，等深線と似た形状を示す。また，両図中 AA' および BB' で示す線上では海底谷に向かって突出した分布形になり，粗粒帯が形成されている。この等分布線の突出方向は，図-3 に示したゴミや流木などの分布方向と同じである。ただしその位置は粗粒帯からはずれている。粗粒帯は等深線が海底谷に向かって凸の部分に対応し，その両脇が小支谷になっている。このようなことから，直ちに粗粒帯を海底谷への土砂移動経路と断定はできない。

汀線に沿った領域では，中央粒径と含泥率は異なった分布を示す。測点数が少ないため図に示す等分布線の推定精度はやや低い。しかし，図-5 の中央より北側の汀

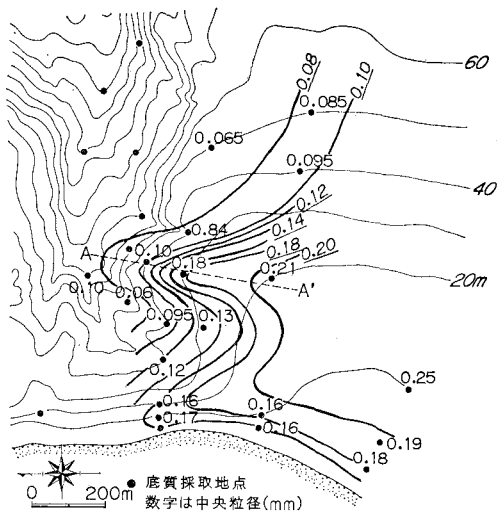


図-4 中央粒径分布

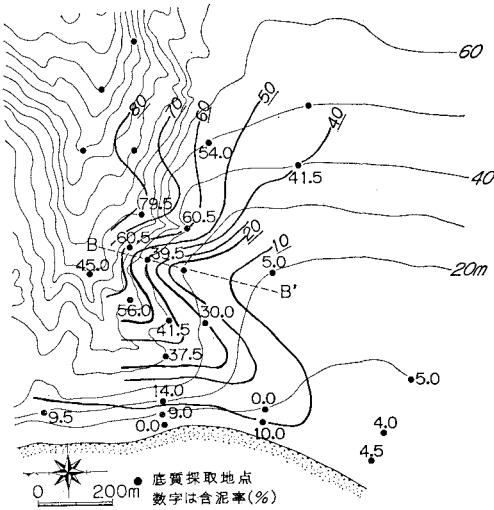


図-5 含泥率分布

線沿いでは、水深 10~20m において含泥率が 10% 前後と高いことがわかる。これは前報に述べたように、和田鼻スピットを回り込む漂砂が少なく、粘土分がこの領域に留まっていることを示すと考えられる。

4.2 地質調査

音波探査による地質断面図を図-6に示す。海底谷の代表的な横断面として C-2 断面と南谷筋の C-7 断面を示した。図中 A~C 層で示す地層が沖積層と考えられ、D 層が基盤層である。ボーリング調査を行っていないため各層の組成は不明であるが、A~C 層は砂泥から成る堆積層と推定される。C-2 断面では、南谷、北谷底共に基盤が露出した状態になっている。この状況は他の断

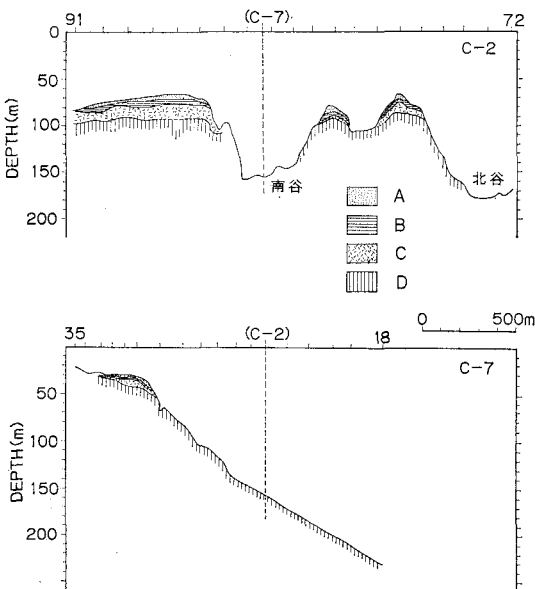


図-6 地質断面図

面でも同じである。大井川のように海岸へ多量の土砂を供給する河川の周辺海域にあるにもかかわらず、沖積堆積物が見られないことは、これらの谷が侵食性の状態にあることをうかがわせる。また、この結果は北谷においても土砂移動が生じていたことを推定させる。しかし、表面の底質の状況や沿岸漂砂による海底谷への土砂供給から判断して、最近北谷で土砂の流出が生じているとは考えにくい。北谷での土砂移動や谷の形成は、海岸保全の対象とする時間スケールよりかなり長いスケールの現象と考えられる。C-7 の南谷筋の断面を見ると、沖積層が海谷に向かって急勾配に堆積しているのがわかる。谷頭部の沖積層は沿岸漂砂の堆積域にあたる。また、谷底では基盤が露出している。この図より、谷頭部まで輸送された土砂が海底谷へ移動し、turbidity current などにより一度に深海へ流出することがうかがわれる。

4.3 トレーサ調査

トレーサ調査期間の有義波高 $H_{1/3}$ 、周期 $T_{1/3}$ を図-7に示す。このデータは、図-1に示す水深約 7m の位置にある海洋技術総合研究施設に設置された波高計による毎時の観測結果である。駿河海岸の来襲波は平常時で $H_{1/3}=50$ cm 程度であるが、1 回目の調査期間 (9/25~10/14) には $H_{1/3}=2$ m 以上の高波浪が 2 回、1 m 程度が 1 回来襲している。2 回目の期間 (10/14~11/3) では $H_{1/3}=1$ m 程度の波が 1 回来襲しただけであった。3 回目の期間 (11/3~11/28) では、採取直前に $H_{1/3}=2$ m 以上の高波浪が来襲している。

図-8 (a)~(c) に各回の採取結果を示す。図は各採取点でのトレーサ採取個数の分布を示す。トレーサの粒径は様々であるが、2 回目以後は粒径 4.76 mm 以上のトレーサはほとんど採取されていない。この原因としては、粗粒分があまり沖へ移動せず、汀線付近での鉛直方向の混合により表面に少なくなったことが挙げられる。図-8 (a) によるとトレーサは全体的に北へと移動し、かなりの部分が東北東へ汀線から離れて行ったことがわかる。これは通常の沿岸漂砂による移動とは考えられな

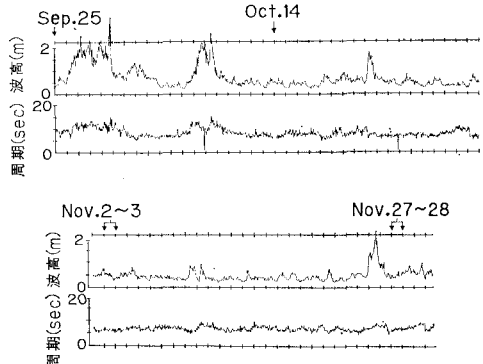


図-7 トレーサ調査期間の波浪データ

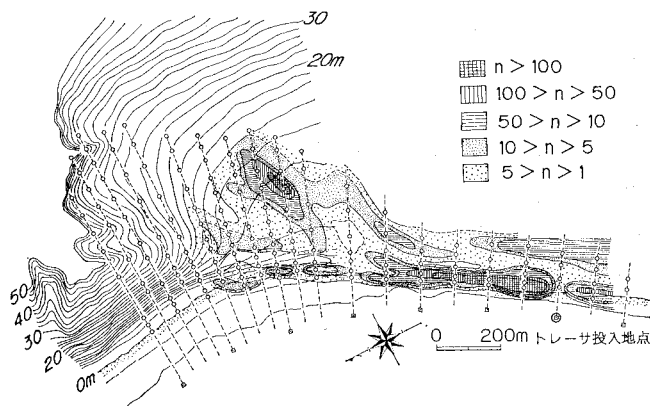


図-8(a) トレーサ分布(10月14日)

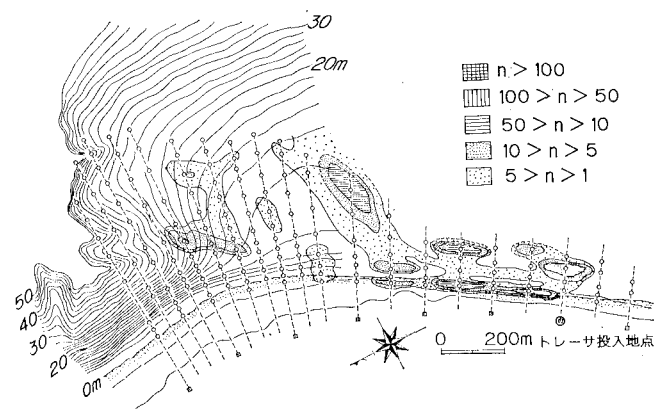


図-8(b) トレーサ分布(11月3日)

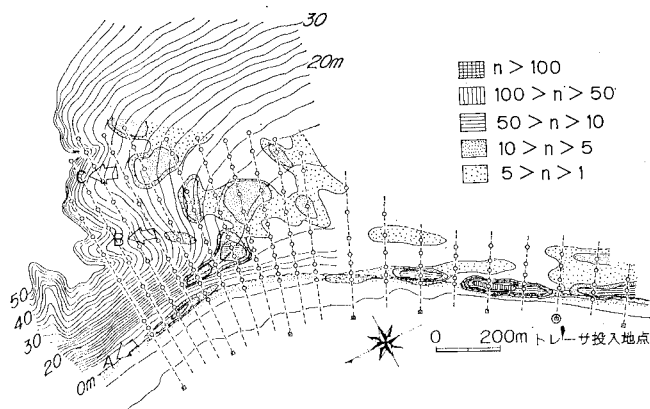


図-8(c) トレーサ分布(11月28日)

い。(b)の結果では南からの汀線の延長上、北北東方向への移動が見られるが、東北東方向への移動は余り変化していない。汀線付近では北へ移動したトレーサが消えている。これはトレーサが移動した結果ではなく採取上の問題によると考えられる。(c)を見ると、汀線から離れたトレーサは広がりつつ海底谷へ向かって移動している。また、汀線に沿ったトレーサの分布をみると(a)に

比べて北向きに移動している。ただし、その移動量は汀線から離れたものに比べ少ない。波が大きかったため1回目の調査期間での移動が最も大きい。高波浪の来襲がほとんどなかった2回目の調査期間では、トレーサの移動はあまり生じなかった。このように、海底谷への土砂移動は、1.5m以上の高波浪が数日続くときに主に生じるようである。(a)~(c)の一連のトレーサの動きを見ると、土砂の移動はほぼ3つの経路に分けられる。それらは(c)に示したように、汀線に沿う移動(矢印A)、南南西方向の汀線延長上で等深線がやや岸向きに凹んでいる方向へ向かう移動(矢印B)および海岸から東北東方向に離れ等深線が海底谷に向かい凸になっている方向への移動(矢印C)である。矢印Aは汀線付近での波による saw-tooth 運動に対応した移動と考えられる。矢印Bは南からの沿岸流が汀線から剝離して海底谷へ向かうのに対応する移動と考えられる。矢印Cの移動の外力は明かでないが、波による海谷へ向かう流れや反射波などが考えられる。駿河海岸の前浜から水深5~7mまでの海底勾配は1/7と急で、高波浪時にはかなりの波が反射し、斜め部分重複波による移動が生じる可能性がある。沿岸流の剝離や海谷へ向かう流れは実際に確認されておらず、今後数値計算等により明らかにする必要がある。矢印Bの移動方向はゴミや流木がみられた地点の分布方向と良く対応する。さらに、矢印BおよびCの移動方向は、図-4、5に示したAA'、BB'の方向とも同じである。粗粒帯が流路であるかは今のところ明かでないが、海岸から海底谷へと数mm以下の砂が移動する経路は、矢印Bと矢印Cで示す方向と考えられる。駿河海岸の前浜は数mm~数cmの礫で構成されている。矢印BおよびCに示す領域で数cmの礫の移動は確認されておらず、矢印Aの方向に移動した礫が南谷頭西の急斜面から海底谷へ移動することも考えられる。

この点については今後さらに調査していく。

図-9は昭和42年から57年にかけての汀線および10mと20mの等深線の変化を示す²⁾。10mと20mの等深線は北東に向かって前進し、ここで堆積が生じている。深浅測量の精度に問題はあがるが、この結果は矢印BとCに示す移動方向と良く対応する。図-9に示す結果は、沿岸漂砂がある程度堆積した後海底谷へと流出

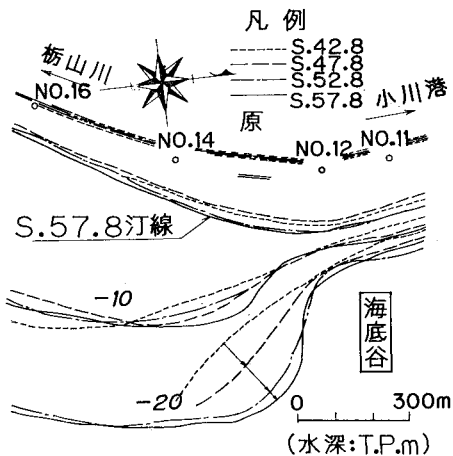


図-9 海底谷周辺の等深線変化

することをうかがわせる。しかし、沿岸漂砂による供給は過去延々と続いているため、この時期にこれだけの堆積が生じたとは考えにくい。この点については、これまでのデータのみでは判断できないが、海底谷への土砂移動の形態を明らかにする上で重要な課題である。

今回の調査により、外力との関係において海底谷への土砂移動の発生原因、形態の一端を推定することができた。しかし、外力については推定の段階である。また、

粗粒帯と小支谷の流路としての位置づけも明らかでない。今回の調査結果に基づいて今後調査を行う必要がある。

5. 結 論

(1) 底質採取および地質調査の結果より、駿河海岸での沿岸漂砂の流出経路は南谷であることがほぼ確実となった。

(2) 底質の分布特性により、海岸から海底谷へ向かう粗粒帯が存在することがわかった。

(3) トレーサ調査により、汀線付近の土砂は海底へ向かって水深 30m 程度にまで広がって移動することがわかった。トレーサは $H_{1/3}=1.5\text{m}$ 以上の高波浪が数日続いたときに大きく移動した。

(4) 底質の分布特性およびトレーサ調査により、海底谷への砂の移動経路は図-8(c)の矢印 B, C で示す方向と考えられる。

参 考 文 献

- 1) 宇多高明・小俣 篤・堤 博志・吉村敏明：深海への土砂流出実態の現地調査，第33回海岸工学講演会論文集，pp. 277~281, 1986.
- 2) 宇多高明・筒井保博：駿河海岸の侵食実態の解析，土木技術資料，Vol. 27, No. 7, pp. 394~399, 1985.