

駿河海岸の海浜変形と土砂収支

村田 守*・宇多高明**・片岡賢一***
大石英雄***・山本幸次****

1. まえがき

実海岸における侵食問題を論ずるに際しては、ある地先海岸において生じた現象をミクロ的見地より分析的に検討し、種々の構造物と海浜変形の関係などを詳細に調べることがしばしば行われる。しかし、このような視点に立った研究のみでは一連の海岸線全体の中におけるその地先海岸の位置付けが不明確となり、場合によっては侵食原因の最も本質的部分を見落とす危険性がある。

駿河湾に面した駿河海岸では近年侵食が激しく、その対策の一つとしてサンドパイパスによる土砂投入が行われているが、侵食区域はなお広がりを見せている。また、この海岸での侵食問題を一層複雑にするのは、北部に存在する海底谷を経由して土砂が深海へと流出していることである。こうした状況より、駿河海岸の将来像を予測するには地先ごとの分析のみでなく、関連する諸問題を大局的立場より十分考察することが必要とされる。そこで本研究では駿河海岸全体を取り上げ、各地先における海浜変形状況の比較を通じて駿河海岸の侵食問題を考察する。

2. 駿河海岸全域の汀線変化

駿河海岸は駿河湾西岸にあり、海岸線の延長は 18 km である(図-1 参照)。この海岸の中央部には大井川が流入し、河川からの流出土砂が海岸の漂砂源となってきた。この海岸でも、他の海岸と同様漂砂を阻止する構造物が造られ、その周辺で顕著な地形変化が見られる。こうした構造物としては、河口の北側には大井川港の防波堤と吉永放水路が、南側には吉田港の防波堤などがある。この海岸の沖合では、南側ほど緩斜面が広く、逆に北端の和田鼻付近では海底谷が海岸線近くまで迫っている。図には、以後の解析の便を考えて測線番号、流入河川などを示す。

最初に、各地区の汀線変化を空中写真や地形図の比較

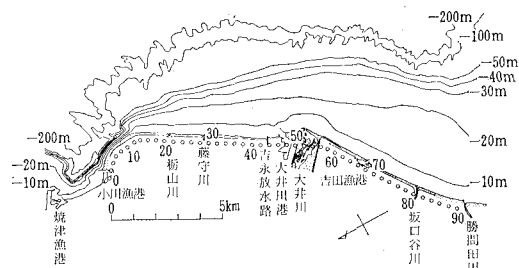


図-1 駿河海岸の海底地形と測線配置

により調べる。駿河海岸では、大井川からの流出土砂が波の作用の下で主に北向きに移動している。駿河海岸における近年の汀線変化状況を図-2 に示す(宇多・館, 1989)。図は、各測線における深浅測量データをもとに、1963年を基準として1974年、1978年、1983年、1988年の汀線変化を表わす。測線は、小川漁港から勝間田川左岸の範囲に配置されており、これらのうち深浅測量は偶数測線で行われている。測線 No. 48 には大井川港の南防波堤が存在し、そこで漂砂が遮断されたため汀線は前進傾向にあり、特に1978年以降は河口部で行われていた砂利採取が休止されたことによって、汀線の前進量が急激に大きくなった。これに対し大井川港北側の測線 No. 32~No. 46 の間では1963年~1974年において汀線が後退した。特に、測線 No. 42 では 100 m も後退した。

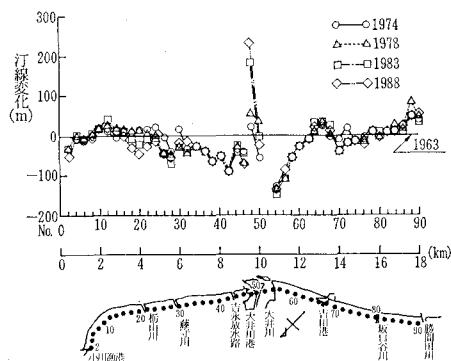


図-2 駿河海岸全域の汀線変化

* 正会員 建設省中部地方建設局静岡河川工事事務所長
** 正会員 工博 建設省土木研究所海岸研究室長
*** 正会員 建設省中部地方建設局静岡河川工事事務所調査課
**** 正会員 建設省土木研究所海岸研究室研究員

しかし1974年以後、この地点の汀線は安定状態を示す。この理由は1969年以降堤防の根固工が、また1971年以降消波堤が建設され、汀線の後退が防がれているためである。しかし、この区間では異形ブロックが海岸線に沿って並んでおり、侵食以前の自然の砂浜海岸は失われた。また、測線 No. 32~No. 34 においては1983年から1988年にかけて汀線が前進した。これは1983年から行われているサンドバイパスによる土砂投入のためである。汀線の後退域は大井川港の北側隣接地区から始まり、年々北側へと拡大している。1988年には汀線の後退域は測線 No. 16 にまで達している。

大井川河口の南側では、河口部の汀線後退が著しい。この区域の汀線は早い時期に後退しており、近年の変化は大きくない。1963年を基準とするならば、吉田港の北側 (No. 64~No. 66) では部分的に堆積、南側 (測線 No. 70~No. 76) では侵食が生じた。また測線 No. 86~No. 90 では、勝間田川左岸にある導流堤のため汀線は前進している。海岸線は測線 No. 12 の南側ではSSW~NNE 方向に走っているが、北側で大きく変化し、小川漁港の防波堤隣接部での海岸線方向はSE~NW 方向になる。汀線が最も突出する No. 12 の沖合には深い海底谷が迫っている。過去の調査 (宇多・小俣, 1989) によると、この海底谷では海岸南部より北上してきた漂砂のかなりの部分が海底谷の入口に一度堆積したあと、深海へと流出することが分かっている。

図-2 では海岸北部における汀線変化を明瞭に示すことができない。そこで和田鼻~小川漁港の間の汀線変化に特に着目し、その沿岸方向分布を図-3 に示す (宇多ほか, 1990)。1962年の汀線形を基準と考え、各年の汀線形と1962年の汀線形とを重ねて表示し、堆積・侵食域の区別を付けた。漂砂の上手側である図の右端付近の汀線変化にまず注目すると、栃山川の河口付近の汀線が、1983年頃から急速に後退し始め、1988年までには河口の右岸のみならず左岸側の No. 17 までの広い範囲で大きく後退した。河口付近における汀線の最大後退量は75 m に達した。過去、駿河海岸では大井川港の南防波堤によって沿岸漂砂が阻止されたために、汀線の後退域

が北側へと広がり、1981年では侵食域の北端はほぼ No. 20 にあった (武内ほか, 1984)。図-2, 3 はその後退域が1988年現在で No. 17 まで達したことを示している。

図-3 において特筆されるもう一つの点は、最も北側に位置する小川漁港の防波堤の南側で汀線が経年的に前進したことである。この区域の北側は小川漁港の防波堤によって区切られており、漂砂の流入量は0であるから、この堆積土砂は和田鼻を回り込んだ沿岸漂砂によると言える。宇多・小俣 (1989) が示したように、駿河海岸において北上する漂砂の多くは和田鼻沖に一度堆積したあと、最終的に海底谷を経由して深海へ流出していると考えられるが、図-3 によれば漂砂の一部は砂嘴の先端を回り込んで下手方向へも流出したことが分かる。また、宇多ほか (1990) はこの付近における沿岸漂砂量を $4400 \text{ m}^3/\text{yr}$ と推定している。

3. 代表地点における海浜状況と断面形の特徴

駿河海岸全体の海浜地形変化を調べるために、大井川河口を境にその南側、北側より代表地点を選び、海岸の斜め写真と断面図をもとに多少の議論を試みる。最初に、大井川河口とその南側に広がる川尻工区の海岸状況を写真-1 に示す。写真上方には大井川港があり、そこでは海岸線が著しく不連続となっている。河口の右岸側に位置する川尻浜では図-2 に示したように1974年までには既に汀線が後退し、その後汀線はほぼ安定状態を保っている。その第一の原因は、汀線が後退したことにより、波の入射方向と汀線とのなす角が小さくなったことである。また、汀線に沿って消波堤が設置されているため、消波堤を連ねる線以上汀線が後退し得ないことがあげられる。

写真-1 のほぼ中央に見える保安林を横切る測線 No. 58 における海浜断面形の変化を図-4 に示す。この断

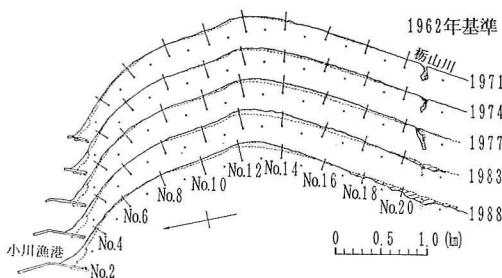


図-3 栃山川河口から小川漁港までの区間の汀線変化

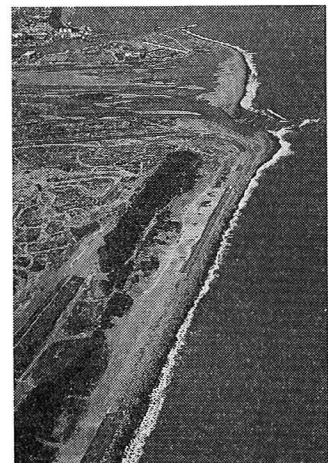
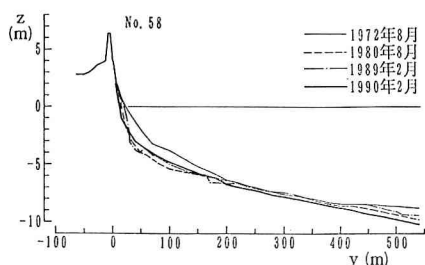


写真-1 大井川河口部および川尻工区の海岸状況 (1990年5月9日撮影)

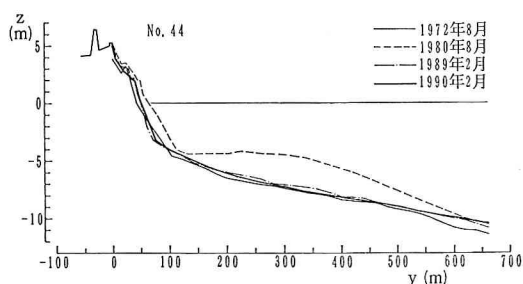
面では激しい侵食への対策として汀線に沿って消波堤が連続的に設置された。このため前浜はなく、消波工の前面は急深となっている。また、海浜断面形は全体に上に凹形となり、沖合には広い侵食緩斜面が形成されている。このような断面特性は、他の侵食性海岸における海浜断面特性（例えば、宇多ほか，1988）と良い一致を示す。



図—4 測線 No. 58 における海浜断面形の変化

川尻工区の南側には吉田港の防波堤があり、この防波堤の存在は漂砂の系にとって重要な境界条件を与えている。そこで吉田港の南側の海岸状況を写真—2 に示す。吉田港の防波堤を挟んで汀線が不連続であり、北側が突出し、南側が凹んでいる。また、南側には汀線に沿って消波堤が断続的に設置されている。防波堤の北側で汀線が突出している点は、当地区の沿岸漂砂の卓越方向が南向きであることを示す。しかしながら、図—2 に示したように、この区域では最近汀線変化が見られないことから、この区域の汀線はほぼ安定状態に近いと考えられる。

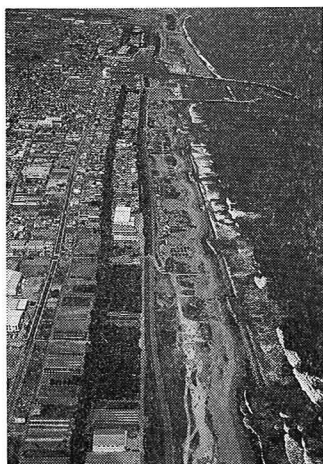
次に、大井川河口より北側の海岸状況について調べよう。最初に吉永放水路の南約 50 m に位置し、吉永放水路により沿岸漂砂が阻止されて土砂が堆積した測線 No. 44 の海浜断面形の変化を 図—5 に示す。この断面の前浜より 4 m 付近までの勾配は約 1/12 である。この勾配は、侵食域の断面形である測線 No. 58 における汀線付



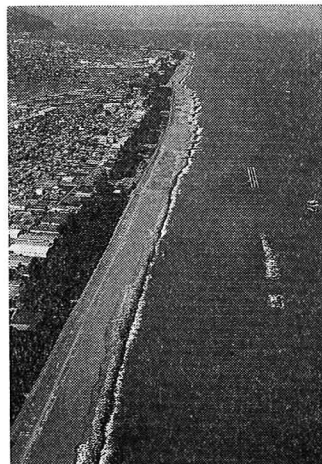
図—5 測線 No. 44 における海浜断面形の変化

近の勾配約 1/3 (図—4 参照) と比較して緩やかである。この断面でもう一つ特徴的なのは、1972 年～1980 年の間で沖合の -4 m～-9 m の間で大量の土砂堆積が見られることである。これは大井川港からの浚渫土砂が沖合部に投棄されたことを表わしている。土砂投入によりマウンドが形成されたものの、その後時間経過とともに土砂は沿岸方向に移動し、元の断面形に戻った。

次に、大井川河口と板山川の間に広がる大井川工区の海岸状況を写真—3 に示す。この区域は過去汀線が著しく後退した場所である(図—2 参照)とともに、最近では年間 6 万 m^3 ～6.5 万 m^3 の割合で土砂が投入されている区間である。当工区の南半分では汀線の後退を防ぐために全線にわたって消波工が設置されている。また、沖合では消波効果を高めるために離岸堤(南側は従来型、北側は新型)が設置されつつある。工区の北側半分において連続的な消波工が切れる箇所から北、藤守川の河口までの間には消波堤と短突堤が設置されている。一番南側に位置する短突堤付近では毎年土砂投入が繰り返されており、しかもこの海岸は急深であって短突堤群がかなりの砂捕捉効果を有するから、この区間の汀線は全体的に沖方向にやや突出している。逆に、短突堤群のなくなる藤守川河口付近では汀線が不連続となり、階段状となっ



写真—2 吉田港とその西側の海岸状況 (1990 年 5 月 9 日撮影)

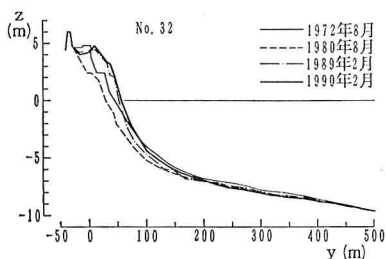


写真—3 大井川工区の状況 (1991 年 4 月 25 日撮影)

ている。

土砂投入を行っている位置(写真—3 参照)である測線 No. 32 における海浜断面形の変化を図—6 に示す。

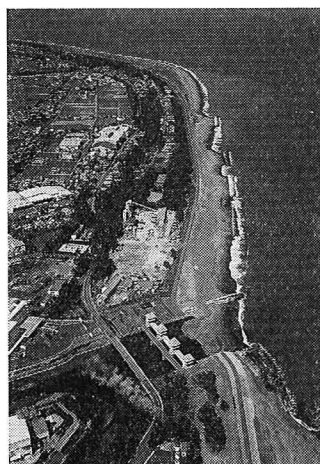
この断面では最初 1972 年より 1980 年までの間侵食され、汀線が後退していたが、その後土砂投入の開始とともに汀線は前進傾向に変わった。1990 年までには 1972 年当時の汀線位置を越えて汀線が前進した。この区間には短突堤が設置されており、投入砂は投入区間にはほぼ止まっている。これは短突堤の砂捕捉効果が表われたためである。1972 年～1980 年の間、汀線が著しく後退したとき海浜断面変化が収束する沖側の限界は約 -7 m にあり、この水深より浅海域でのみ顕著な地形変化が生じている。土砂投入により 1989 年と 1990 年の断面形には共に堆積が見られたが、その場合地形変化の生ずる沖側限界はほぼ -6 m にあり、また前浜付近の勾配は約 1/6 である。この勾配は 1972 年当時の前浜勾配約 1/11 と比較すると急になっている。このことは土砂が汀線より投入されたため、堆積時の勾配は自然の勾配より急になったことを意味する。



図—6 測線 No. 32 における海浜断面形の変化

写真—4 は栃山川河口より北側、和田鼻方向を望んだ海岸状況である。栃山川の右岸には消波堤があり、そこで海岸線の形が変化し、河口部の汀線はやや後退している。その北側には 4 基の消波堤が設置されているが、特に北側の 2 基の消波堤周辺の汀線形に着目すると、構造物のすぐ北側が急に湾入し、それが下手側の消波堤へとなだらかに続き、全体にフック状となっている。これはちょうどヘッドランド下手側の汀線形状の特徴と同じである。問題とされるのは当地区の北端にある消波堤の北側海浜の変形である。ここではその北側で境界条件を定める構造物が何もないから、時間の経過とともに汀線の後退域が北側へと広がるはずである。漂砂の連続性が保たれていない状況から判断して、ある間隔で漂砂を阻止する構造物を北側区域に造り、海浜を安定化させることが必要である。漂砂の上手側での汀線後退にのみ目を奪われていれば、広い砂浜は結局失われてしまう。

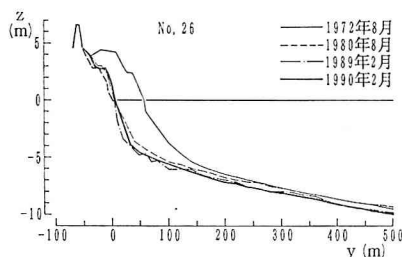
栃山川より南約 900 m に位置する測線 No. 26 における海浜断面形の経年変化を図—7 に示す。1972 年には海岸護岸の前で 100 m 以上の幅を持っていた前浜は急激に



写真—4 栃山川河口より北側を望む (1991 年 4 月 25 日撮影)

後退し、1980 年には 50 m となった。その後汀線の変化量は小さく、ほぼ安定しているが、これはこの付近に消波堤が建設され、汀線の後退が防がれているためである。また、図—7 によれば、1972 年以降 1980 年まで、海浜断面は岸沖方向にほぼ平行移動しており、陸上の約 4 m より海面下の約 -6 m までの間でのみ大きな変位が見られる。そこで、この 2 時期における -7 m 以浅の海浜断面積の変化量 (ΔA) を求め、この間の汀線変化量 (Δy) で割ると、その比は $h = \Delta A / \Delta y \approx 8 \text{ m}$ となる。この値は武内ほか (1984) が求めた移動高とほぼ一致する。

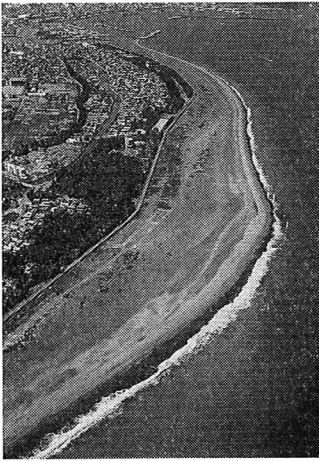
最後に、和田鼻周辺の海岸状況を写真—5 に示す。この付近の海浜は、上手からの沿岸漂砂が堆積して形成されてきた。地形的に見ると広い砂浜の背後には松林があり、その奥には川があって、この川は小川港へと続いていることから、砂丘の背後は低地になっていることが分かる。また、前浜は非常に広い。既に図—3 に示したように、この付近は現在も堆積傾向にある。



図—7 測線 No. 26 における海浜断面形の変化

4. 大井川河口北側海岸の土砂収支

1985 年 2 月と 1990 年 2 月の深淺測量データをもとに、海浜の土砂量を算出し、これより海浜全体の土砂収支について検討する。既に 図—4～図—7 に示したように、当海岸での海浜変形はほぼ -7 m 以浅で生じていること



写真—5 和田鼻砂嘴先端より小川漁港を望む
(1991年4月25日撮影)

から、 -7 m 以浅の範囲で海浜断面積の変化量を計算し、各区間長を乗じて変化土砂量を求めた。更に、計算期間(5年)で除して年間の堆積、侵食割合を算出し、結果を図—8 に示す。

大井川港の南防波堤と大井川河口の間では年間 10 m^3 の土砂採取が行われているが、それでもさらに $2.6\text{ m}^3/\text{yr}$ の割合で土砂量が増加している。南防波堤より測線 No. 36 の間の土砂量の変化割合は小さい。No. 36 と藤守川河口の間では $(6\sim 6.5)\text{ m}^3/\text{yr}$ の割合で土砂投入が行われているため土砂量が増加している。これは既に No. 32 の断面図(図—6)で見たとおりである。海浜土砂量の増加割合は北側になると減少し、栃山川河口付近からは明らかに侵食傾向に変化するが、和田鼻の先端より小川漁港の間では再び堆積傾向に変わる。

大井川港の航路は -10 m と当海岸で漂砂が活発な深さよりずっと深いこと、また大井川港～No. 36 間の土砂量変化は非常に小さいことから、No. 36 を通過する北向きの沿岸漂砂量はほぼ 0 に近いと考えられる。この

条件が与えられると、各境界を通過する漂砂量が計算できるから、その量を図—8 に併せて示した。No. 36～藤守川河口の間では短突堤があるためにかなりの土砂を捕捉している。しかし、その北側の栃山川河口以北では土砂量が不足するため経年的に侵食傾向となる。特に海底谷を経由して $4.3\text{ m}^3/\text{yr}$ の割合で土砂が失われていることが問題である。このような土砂損失を防がなければ、駿河海岸の侵食を根本的意味より解決することはできない。この意味より、深海への土砂損失を防ぐ対策についての検討が必要である。また、和田鼻を迂回する漂砂量は $1.1\text{ m}^3/\text{yr}$ と推定される。この値は前報(宇多ほか, 1990)の値より大きい。ここで対象としている漂砂量の最大値と比較すると元々絶対値自体が小さいから、それらの差違は事実上それほど大きくないと考えられる。

5. 結 論

本研究の主要な要点を列挙すると次のようである。

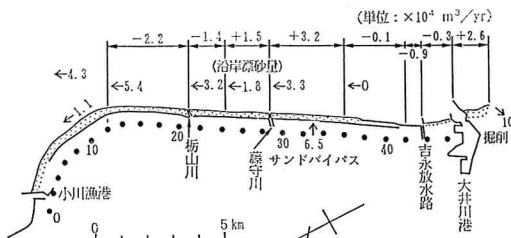
①駿河海岸では沿岸漂砂の均衡が失われたため北部の海岸を中心として侵食が進んでいる。また大井川港～藤守川河口の間では消波堤や短突堤が設置されたため汀線は保持されているが、景観上劣る海岸線となった。

②海浜断面形の比較によれば、当海岸では顕著な地形変化は -7 m 以浅でのみ見られた。この水深は当海岸の移動限界にほぼ相当する。また、この移動限界は、過去の研究における推定値とも良く一致する。

③1985年と1990年の深浅測量データをもとに、各地区ごとに海浜土砂量の経年変化割合を算出し、当海岸の土砂収支を図—8 にとりまとめた。これによると栃山川～和田鼻の間では流出土砂量の方が大きく、しかもそれが最終的に和田鼻沖の急斜面または海底谷へと流失してしまうことが分かった。

参 考 文 献

- 宇多高明・小林正一・種岡虎男(1988): 新潟県市振海岸における海岸構造物設置に伴う海浜変形、地形、Vol. 9, pp. 35-52.
- 宇多高明・小俣 篤(1989): 海岸から深海への土砂損失機構調査報告書、土木研究所資料、第2730号、80p.
- 宇多高明・館 克彦(1989): 駿河湾西岸の海浜変形実態、第44回年講講演概要集、pp. 782-783.
- 宇多高明・中村英男・大石英雄(1990): 駿河海岸の和田鼻砂嘴周辺の海浜変形、第45回年講講演概要集。
- 武内達夫・宇多高明・中島秀樹・青山春男(1984): 駿河海岸における海浜地形変化の解析、第31回海岸工学講演会論文集、pp. 360-364.



図—8 駿河海岸の土砂収支模式図