

駿河海岸における海浜地形変化の解析

武内達夫*・宇多高明**・中島秀樹***・青山春男***

1. ま え が き

駿河海岸は駿河湾西部に位置し、焼津市より榛原郡榛原町までの間に広がっている。この海岸は昭和 30 年代末期より激しい侵食を受けたため、建設省の直轄海岸として侵食対策が進められて来ている。侵食はとくに大井川港の下手の海岸で著しく、汀線の後退量は約 100m に及んでいる。しかし近年においては、消波堤が建設されたために汀線はほぼ平衡状態を保っている。海岸侵食の原因は種々考えられているが、主なものとしては大井川の流出土砂量の減少、河川および河口周辺域での砂利採取、大井川港防波堤による漂砂の阻止、航路維持のための海底土砂の浚渫などがある。

駿河海岸の侵食状況については、堀田・井上¹⁾が昭和 38 年より昭和 50 年までに行われた深浅測量データをもとに考察している。これにより汀線の変化状況や、沖合の代表地点の水深の変化などが明らかにされた。しかし海浜断面形状の変化や沿岸漂砂量の評価などについては問題点として残されていた。

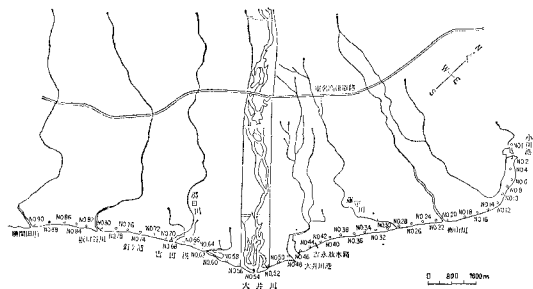
一方、著者らの 1 人は基準点より一定水深の等深線までの水平距離（等深線距離）の時間的、空間的变化より地形変化特性を論ずる方法を提案し、皆生海岸の海浜地形変化の解析に応用した²⁾。これにより現地海岸の深浅測量データの解析にこの方法が相当有効なことが明らか

になった。本研究の目的は、この方法を駿河海岸の海浜地形変化解析に適用し、現地海岸の海浜地形変化状況を明らかにすることにある。この為昭和 38 年より昭和 57 年までの 19 年間の深浅測量データをもとに、等深線距離の時間的、空間的变化を調べた。さらに海浜断面形状の変化や侵食土砂量の経年変化を明らかにすることによって、駿河海岸における沿岸漂砂量の算定を行った。この結果、駿河海岸の No. 20 地点における沿岸漂砂量は約 8 万 m³/年 であることが判った。

2. 調査方法

駿河海岸では昭和 38 年以来深浅測量が行われて来た。測量は昭和 38 年より昭和 44 年までは年 1 回、昭和 45 年以後は年 2 回の割合で行われている。測線配置は 図—1 に示されるとおりである。大井川河口を中心として北は小川港より、南は勝岡田川までの範囲とし、延べ 90 本の測線が配置されている。深浅測量はこれらのうち偶数測線で、また奇数測線では汀線位置の測定のみが行われている。測線間隔は 200m であるために、深浅測量の測線間隔は 400m となる。測線は 図—1 に示したように大井川の左岸、右岸に配置されているが、ここではとくに大井川左岸の侵食が激しいことを考慮して測線 No. 2～No. 48 のデータを用いて解析を行うことにした。なお測線 No. 48 は大井川の南防波堤の右岸にあり、また測線 No. 43 と No. 44 の間には吉永放水路がある。

駿河海岸で毎年行われた深浅測量の結果は、岸沖方向に一定間隔で水深値が読みとられ、磁気テープに記録されている。このため解析では基準点より一定水深までの岸沖方向の水平距離（以下、等深線距離と呼ぶ）を各偶数測線ごとに計算した。等深線距離は、陸上部の T.P. +2m より T.P. -10m まで 1m おきにすべての深さに対応するものを求めた。ただし陸上部の T.P. +2m と T.P. +1m のものは等深線距離という呼び名は正確ではなく、むしろ等高線距離と呼ぶべきであるが、ここでは便宜上両者の区別は行わず、単に等深線距離と呼ぶことにした。



図—1 駿河海岸の測線配置図

* 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

3. 調査結果

駿河湾は南に湾口を有するために波は主として南寄りより入射する。これに対して大井川左岸では海岸線の方向が傾いているために、湾奥へ向いた漂砂が卓越する。したがって海岸に設置された構造物の周辺では一般に北側が侵食され、南側には堆積が生ずる。このような状況をまず汀線の変化より調べてみる。

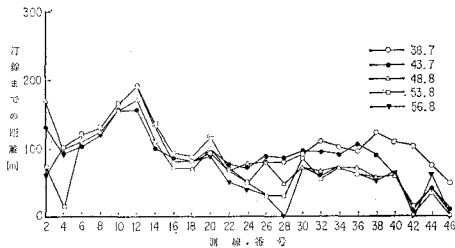


図-2 汀線の場所的变化

図-2 は基準点より汀線までの距離の沿岸方向分布を示している。縦軸は岸沖方向の距離、横軸は測線番号である。この測線番号を沿岸方向距離に換算するには測線番号に 200m を乗ずれば良い。図には代表的に昭和 38 年、43 年、48 年、53 年および 56 年の値が示されている。図-1 に示したように測線 No. 46 は大井川港防波堤のすぐ北側に、また測線 No. 2 は小川港のすぐ南側に位置する。図-2 によると、昭和 38 年以来大井川港の北側より侵食が始まり、侵食領域が次第に北側へと拡大して行ったことがわかる。汀線の最大の後退は測線 No. 42 で生じており、約 100m 汀線が後退した。汀線の後退する範囲は漂砂の下手方向へと拡大したが、後退は測線 No. 20 付近で止まっており、それより下手では汀線がわずかながら前進している。すなわち堆積も侵食も生じていない位置はほぼ測線 No. 20 付近にある。注意すべき点として、測線 No. 20 の下手側では汀線が前進しているが、その前進量は測線 No. 20 より上手側の後退量に比較してはるかに小さいことがあげられる。このことは、侵食域の移動限界水深と堆積域の移動限界水深が異なり、後者の方がはるかに大きな値となることを意味している。

図-3 は各地点の汀線の経時変化をさらに詳しくまとめたものである。図-3 の作成においては、まず各測線において昭和 38 年 7 月の汀線の測定値を基準とし、各年度の変化量を算出した。次に各測線における経時変化を測線 No. 8 より順に 1 目盛 (40m) ずつずらして書いたものである。一見してわかるように、測線 No. 46 では昭和 38 年以降急速に汀線が後退し始めたが、下手に位置する測線ほど汀線後退が始まる時期が遅くなっている。測線 No. 26 では昭和 50 年になって初めて汀線後

退が始まった。測線 No. 20~No. 46 の範囲では汀線が後退したが、測線 No. 8~No. 16 の間では逆に汀線は前進した。しかしながら汀線の前進量は後退量に比較するとはるかに小さい。一方、測線 No. 42~No. 46 付近では昭和 38~42 年までの期間に激しい侵食が生じたが、測線 No. 12 付近ではこれと同時期における汀線の前進量は小さく、むしろ測線 No. 42 を中心とした区域で汀線が前進している。ただし測線 No. 24 付近での汀線は昭和 49 年までは前進したが、その後は減少傾向に転じている。測線 No. 24 付近では図-1 によると海岸線の変曲点に近いが、この位置では時間的に一様に堆積または侵食が生じたわけではなく、その特性が時間的に変化したことがわかる。

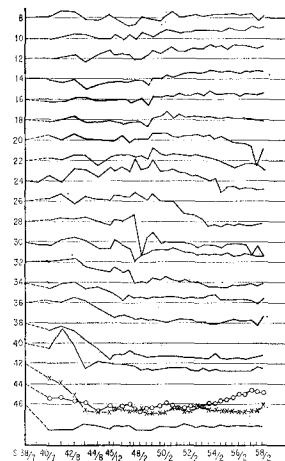
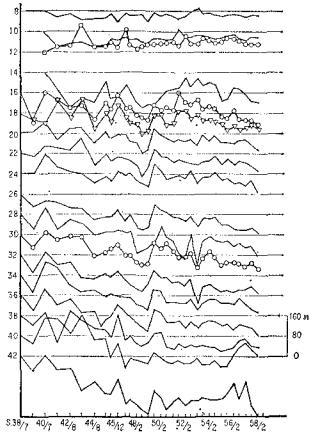


図-3 汀線の経年変化

図-3 において、侵食領域の汀線は順次後退したが、数年後にはいずれもほぼ安定状態を保っている。この主要因は、昭和 44 年以降堤防の根固工が、また昭和 46 年以降消波堤が建設され、それらが侵食を防いでいるためと考えられる。

各測線における汀線の経年変化は図-3 に示したが、同様な図を各等深線距離について作ることができる。図-4 は代表例として水深 6m の等深線距離について図-3 と同様な方法でまとめたものである。各測線の等深線距離の変化は、変動は大きいものの汀線の変化と基本的に対応関係を示す。すなわち測線 No. 26~No. 42 では等深線が経年的に後退しており、水深 6m においても侵食が進んだことがわかる。一方測線 No. 24 では、図-3 に示したように汀線は昭和 49 年まで前進したあと後退に転じたが、等深線距離は昭和 40 年より後退が始まっており、水深 6m 地点では汀線よりも早く侵食が起きたことがわかる。

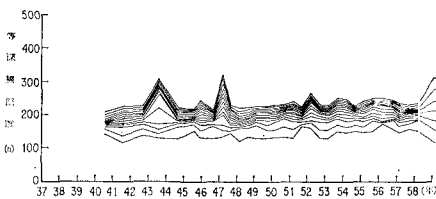
汀線と水深 6m の等深線距離の全体的変化が明らかになったので、次に代表地点における等深線距離の変化



図—4 水深 6m の等深線距離の経年変化

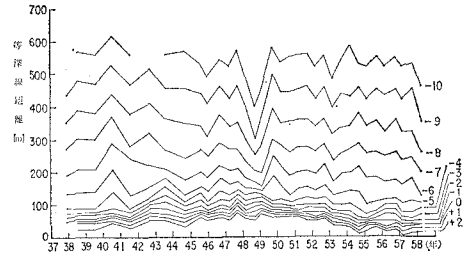
を詳しく調べてみる。代表測線としては、測線 No. 12, No. 24, No. 38, No. 44, No. 48 を選ぶこととする。

図—5 は測線 No. 12 における等深線距離の変化を示している。横軸は年度、縦軸は基準点より各等深線までの距離である。一見してわかるようにこの位置では海底勾配が非常に急である。測線 No. 12 は図—1 に示したように、海岸線の向きが北東方向より北西方向へ大きく変化する位置にある。図—5 によると、汀線は昭和 40 年以降次第に前進していることがわかる。また水深 10m までの等深線距離も汀線と平行に移動しており、海底勾配に大きな変化はない。このことから海浜への土砂の堆積は少なくとも水深 10m までは生じており、この位置では海底勾配が急なために底質が深い場所へ落ち込んでいることがわかる。なお図—5 において昭和 43 年と 47 年に等深線距離の急激な変化が見られるが、これは単年度で生じたことを考慮すると深浅測量の誤差であった可能性が大きい。



図—5 等深線距離の経年変化 (測線 No. 12)

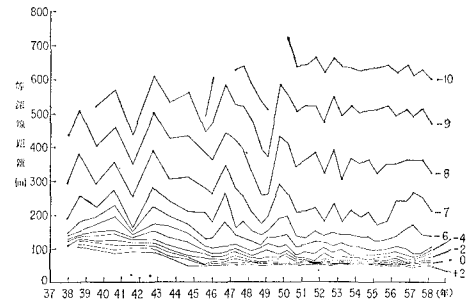
図—6 は測線 No. 24 における等深線距離の経年変化を示している。この位置は図—1 に示すように栃山川の左岸にあり、海岸線の曲率が大きく変化する変曲点近傍である。図—6 によると、汀線は昭和 38 年より 48 年まで前進したが、その後は後退に転じたこと、また陸上部より水深約 4m までの等深線距離の変化は汀線の変化と良い対応を示すことが判る。一方、沖合の等深線距離は大きな変動を有している。個々のデータのばらつきには深浅測量の精度が関係するが、例えば水深 8m の等深



図—6 等深線距離の経年変化 (測線 No. 24)

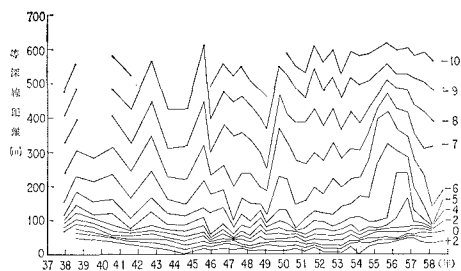
線距離の変化を見ると経年的に減少傾向にあることが判る。これは沖合領域が次第に侵食されつつある事を示している。

図—7 は測線 No. 38 における等深線距離の変化である。測線 No. 38 は吉永放水路の下手約 1Km に位置する。汀線は昭和 40 年より昭和 45 年の間に急激に後退した。また測線 No. 24 の場合と同様に陸上部より水深 4m までの等深線距離の変化は汀線の変化と良い対応を示しており、この部分の海浜が一体的に変形していることがわかる。汀線は昭和 45 年までは大きく後退したが、それ以降は平衡状態を保っている。これは汀線付近に設置された消波堤によって汀線の後退が止められたためと考えられる。しかしながら図—7 に明らかなように昭和 45 年以前と比較してそれ以後は水深 4m 付近までの等深線距離の間隔が狭くなっており、海底勾配が急になったことがわかる。これは消波堤前面が洗掘されていることを表わしている。一方、沖合の等深線距離については再び変動が大きいが、例えば水深 8m の等深線距離の変化を調べてみると、長期的には昭和 50 年頃まで緩やかに減少傾向をたどったあと、50 年以降はほぼ平衡状態にある。このことは沖合領域においても海底が緩やかに侵食を受けたが、昭和 50 年以降はあまり変化が生じていないことを表わしている。



図—7 等深線距離の経年変化 (測線 No. 38)

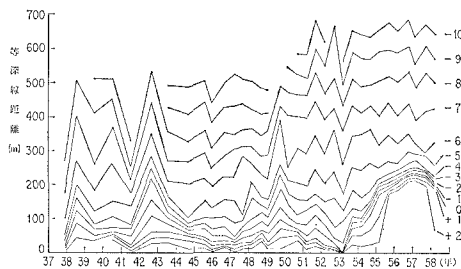
図—8 は測線 No. 44 における等深線距離の経年変化を示している。測線 No. 44 は吉永放水路と大井川港の間にある。汀線は昭和 38 年より昭和 44 年までの間次第に後退した。その後昭和 53 年までは前進も後退もせず、ほぼ平衡状態にあったが、昭和 53 年からは前進傾向に



図—8 等深線距離の経年変化 (測線 No. 44)

ある。一方、水深 6 m の等深線距離は昭和 54 年と 55 年の間に急激に増加している。これは隣接の大井川港において航路浚渫を行い、砂利分を除いた細粒の土砂を測線 No. 44 の沖合に捨てたために生じたものである。しかも水深 5 m から 9 m の間では同時にピークが現われているが、水深 4 m, 3 m と浅くなるにしたがいピークの現われる時期が遅くなっている。これは沖合に捨てられた土砂が浅い領域へ移動していったことを表わしている。また昭和 58 年のデータを見ると、等深線距離は養浜前の状態へ戻っており、沖合に出来た土砂の山は下手方向へ土砂が運ばれるにしたがい平坦なものに戻ったことがわかる。以上の等深線距離の変化は沖合部に養浜を行った場合の地形変化の特性を表わすものと考えられる。

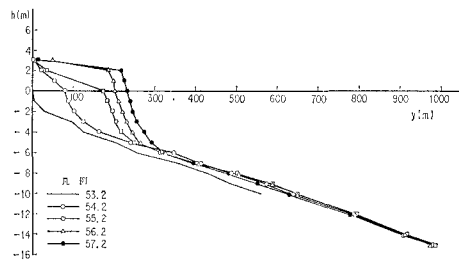
図—9 は測線 No. 48 における等深線距離の変化を表わす。測線 No. 48 は大井川港の南防波堤のすぐ南側に位置している。この場合も沖合の等深線距離には大きな変動がある。とくに昭和 41, 42, 43 年の変化には疑問があり、測量誤差が大きい可能性がある。しかし全体的に見ると例えば水深 8 m の等深線距離の変化で明らかのように、昭和 37 年より昭和 50 年までの間は等深線距離が緩やかに増加し、また昭和 50 年以降はほぼ平衡状態を保っている。すでに図—7 で明らかにしたように、測線 No. 38 では 8 m の等深線距離が昭和 50 年までは減少傾向を持ち、その後は平衡状態にあったが、測線 No. 48 の変化がこれとちょうど対照的であることは注目値する。すなわち測線 No. 38 と No. 48 の間には大井川港の防波堤があるが、この間で侵食堆積傾向が逆転したことは、これらの地形変化の主要因として大井川港の



図—9 等深線距離の経年変化 (測線 No. 48)

防波堤の影響が重要であることを意味しているからである。

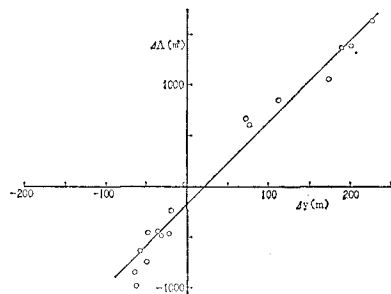
ところで 図—9 では昭和 53 年より汀線が急激に前進している。大井川港の南防波堤の南側では砂利採取が行われていたが、それを休止するとともに防波堤の上手側に大量の土砂が堆積したためこのような変化が表われたものと考えられる。汀線の前進量は 200 m 以上に達しているが、この間の海浜断面形状の変化を示したのが図



図—10 代表的海浜断面形状の変化

—10 である。図—10 には昭和 53 年 2 月より昭和 57 年 2 月まで 4 年間の断面形状の変化が示されている。図によると、昭和 53 年 2 月の測量データのみは他のものと比較して沖合地形の変化が大きいのとなっており、これが実際に生じたものかあるいは測量誤差によるものかは明らかではない。このため昭和 53 年以外の測量データについて比較を行うと、これらは水深 6 m より深い所では海浜形状がほぼ一致していることがわかる。一方、陸上部では T.P. +2 m の高さまで地形変化が生じているが、この高さは波の平均的遡上高さに対応すると考えられる。さらに 図—10 によれば、平均水面下の海浜断面面積の変化量は、水面下の変化量と比較して無視しうる大きさではないことも明らかである。

駿河海岸の海底勾配は測線 No. 16~No. 20 の間で大きく変化し、それより南側で緩勾配、北側で急勾配となっている。また既に 図—2, 3 で明らかにしたように、測線 No. 20 付近を境としてそれより南側では大局的には侵食が、またそれより北側では堆積が生じ、堆積した土砂は水深の大きい領域へと落ち込んでいる。この場合堆積領域における土砂の移動高さを求めることは相当困



図—11 海浜断面面積の変化量と汀線変化量の関係

難であるが、侵食領域においてはそれが可能である。このため大きな地形変化の生じた No. 38, No. 42, No. 48 を選び、断面積の変化量 (ΔA) と汀線変化量 (Δy) の関係を調べてみた。この結果を示すのが 図-11 である。両変数の間には、ほぼ

$$\Delta A = 8.0 \Delta y - 180 \quad \dots\dots\dots (1)$$

なる関係が成立している。ここに ΔA の単位は m^2 , Δy は m である。すなわち地形変化の代表高さは約 $8m$ となる。ただし 図-11 の作成においては、汀線が前進した測線 No. 48 のデータを含んでいる。この理由は、測線 No. 48 が 図-10 に示したように他の侵食断面と同様に緩い沖浜勾配を持ち、土砂が深海へ落ち込む可能性がないため、他の侵食断面における断面積の変化量と汀線変化量の関係とほぼ同様な扱いが可能、と考えたためである。

侵食領域における地形変化の代表高さが求められたので、この値を用いて駿河海岸における沿岸漂砂量が計算できる。図-2 および 図-3 によると測線 No. 46 より No. 20 までの区間では汀線が経年的に後退しているが、

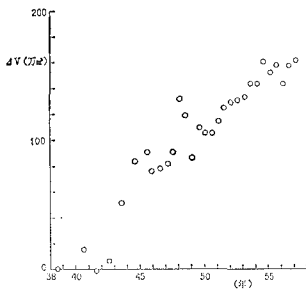


図-12 侵食土砂量の経年変化

昭和 38 年 7 月の値を基準として各年度ごとにその後退量を求め、測線間隔 ($200m$) を乗じて測線 No. 20 から No. 46 までの区間の総侵食面積を計算した。さらに式 (1) の関係より地形変化の代表高さは $8m$ と与えられるので、この高さを乗ずれば総侵食量 (ΔV) が求まる。

図-12 は ΔV の経年変化を示したものである。大井川港の防波堤によって沿岸漂砂が完全に阻止されていると仮定すれば、 ΔV の変化率より測線 No. 20 における漂砂量が求められる。図示するように ΔV の勾配は経年的にわずかに減少傾向を持つが、昭和 45 年より昭和 57 年までの期間で変化率を求めると、沿岸漂砂量は約 8 万 m^3/yr となる。

4. あとがき

本報では駿河海岸で昭和 38 年以来行われている深淺測量データを用い、等深線距離の時間的、場所的变化より地形変化特性を論じた。この結果、① 大井川港下手の海岸では経年的に侵食が進んだこと、② 海浜地形変化の代表高さが約 $8m$ であること、また ③ 測線 No. 20 付近における沿岸漂砂量は昭和 45 年～57 年の平均 8 万 m^3/yr であることなどが明らかになった。ここで述べた方法は今までの所、皆生海岸と駿河海岸に適用されたが、今後は他の現地海岸へも適用を図って行きたいと考えている。

参 考 文 献

- 1) 堀田 武・井上満茂：駿河海岸の侵食とその対策，海岸，第 19 号，pp. 39～55，1979.
- 2) 石橋正穂・宇多高明・岸田正人・清水生一：皆生海岸における海浜地形変化の解析，第 30 回海岸工学講演会論文集，pp. 234～238，1983.