

深浅測量データを利用した海浜地形変化の解析法

宇 多 高 明

1. まえがき

近年、海岸侵食の問題が全国各地で目立つようになり、これに伴って海浜変形や漂砂に関する研究も数多く行われるようになった。この結果、海浜変形の予測技術も相当進歩し、単純な条件のもとでは現地海岸における汀線変化などが予測可能となった。しかしながら現地海岸の海浜変形機構については依然として解明すべき点が多く残されている。

現地海岸の海浜変形機構を理解しようとする場合まず注意すべき点は、多くの場合現地海岸の海浜変形は大規模にかつ長い時間スケールを持って生起することである。このため有効なデータを得るためにしばしば観測上の困難が伴う。勿論最近の観測技術の進歩によって、波や海浜流の観測は可能となったが、漂砂量の直接的測定は困難であって、また海浜変形も短時間の観測では有意な結果を得ることは難しい。

全国各地の侵食海岸において、現在利用可能な海浜変形に関する唯一のデータは、深浅測量のデータである。一般に深浅測量には相当多くの費用がかかるが、その割に利用が難しい。というのは、測量データには通常相当大きな誤差が含まれており、また多くの場合測量は年1、2回程度しか行われず時間的に粗なデータであるために、深浅測量図の比較のみから有効な結論を得ることが難しいためである。したがって時間的に粗なデータからでも海浜地形変化特性を調べることで、深浅測量データの新しい解析法の開発が必要とされている。

ここではその一つとして、基準点より一定水深までの岸沖方向距離（等深線距離）の空間的、時間的変化を調べることによって海浜地形変化の特性を把握することのできる方法を紹介する¹⁾。その適用例としては、鳥取県の皆生海岸と、静岡県駿河海岸での解析例について述べ、これにより現地海岸の測量データをもとに海浜変形の機構について考察する。

2. 皆生海岸の海浜地形変化特性

2-1 調査方法

鳥取県の皆生海岸では海岸侵食対策として昭和46年以来離岸堤が建設されてきた。この離岸堤は有効に機能し、前浜の復活をもたらしたことは広く知られている²⁾。一方離岸堤はそれより沖合の海底地形にも少なからぬ影響を及ぼした。ここではまずマクロ的な地形変化傾向を知るために昭和23年より昭和54年まで31年間の美保湾全体における汀線の変化を航空写真を利用して求める。これより弓ヶ浜半島の大局的な汀線変化状況を把握する。次に淀江漁港との境界より境港まで約16km区間で行われた122測線の深浅測量データを利用して、皆生海岸全域における汀線や代表的等深線距離の変化を調べる。また著しい特徴の現われた皆生工区については等深線距離の変化を更に詳しく調べることにした。

調査の対象とする海岸は図-1に示すように、鳥取県の淀江漁港より境港までの範囲である。弓ヶ浜半島は扇形に広がっているが、半島の東端近くには日野川が流入している。日野川と淀江漁港の間には日吉津工区があり、現在までに4基の離岸堤が設置されている。皆生工区は日野川左岸に位置しており、この区間には12基の離岸堤が設置されている。これらの離岸堤ではいずれも大規模なトンボロが発生した。皆

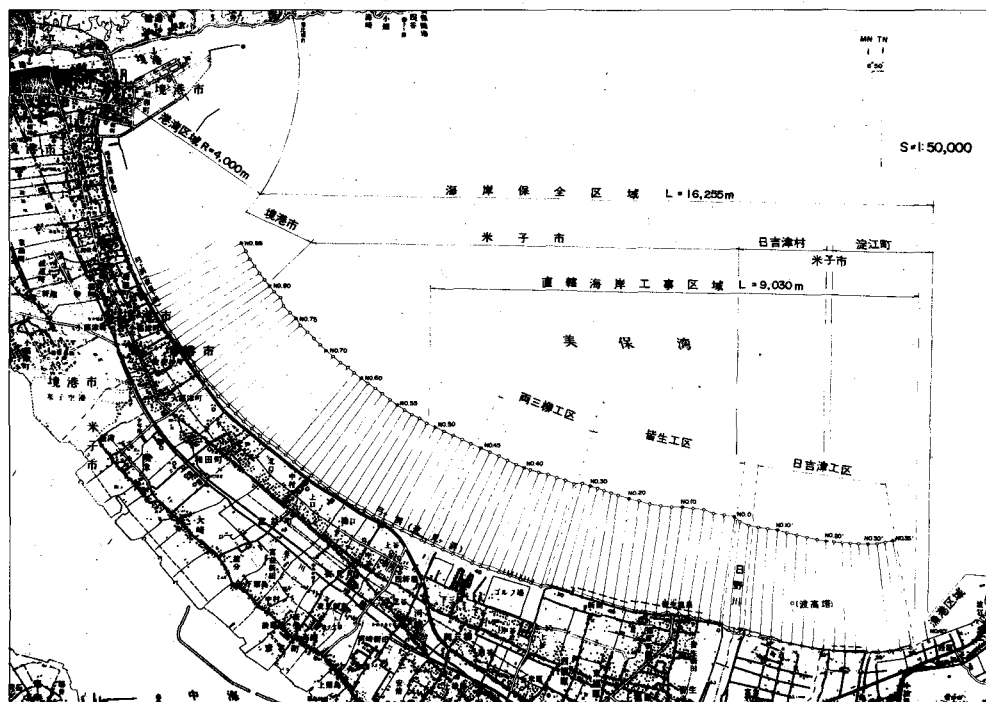


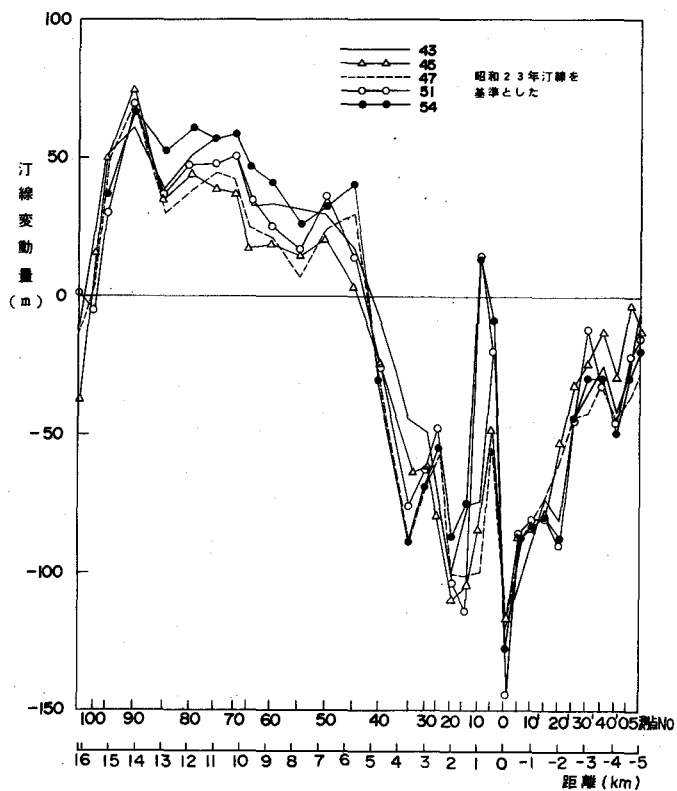
図-1 皆生海岸位置図

生工区の西側には両三柳工区があり、現在までに8基の突堤が設置されている。測線は日野川の左右岸に配置されているが、日野川右岸についてはダッシュ印を付けて左岸の測線番号と区別している。測線の一番西側はNo.86であって、これは境港の港湾区域との境界に位置する。深浅測量の測線間隔は原則として200 mであるが、場所によっては100 m、50 mのところもある。

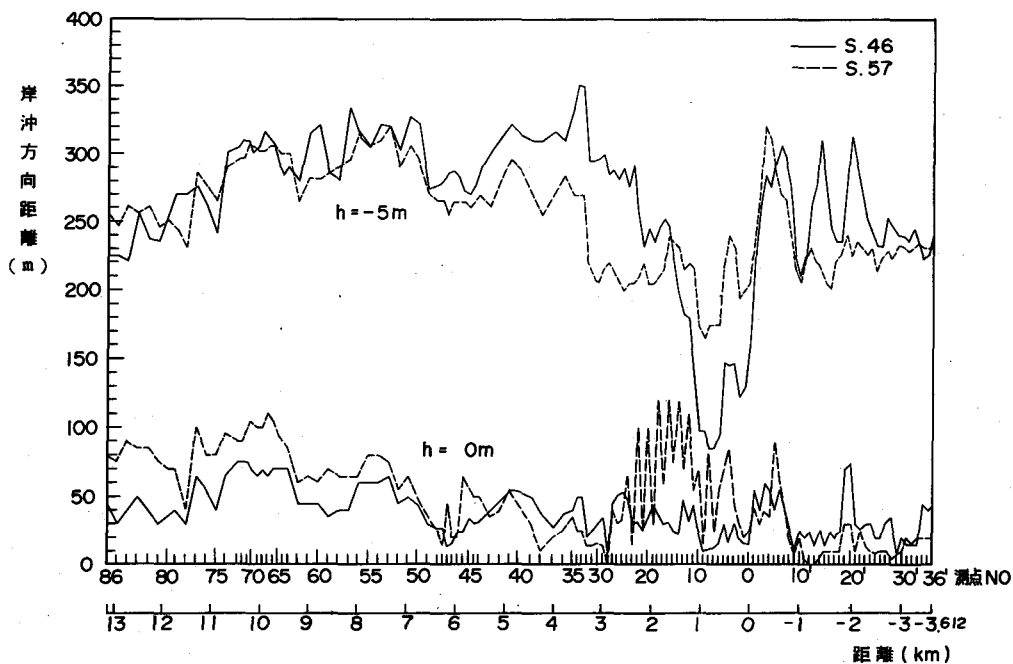
解析に用いたデータは航空写真と深浅測量データである。航空写真は昭和23年、43年、45年、47年、51年、54年に撮影されたものを利用する。また深浅測量データは昭和46年より57年まで12年分のデータである。皆生工区では深浅測量は100 m間隔で行われており、全体で26本の測線があり、測線No.1は日野川左岸に位置している。なお測線No.5からNo.11までの間は堤防法線が曲がっているため、海側に突き出た条件となっている。海岸には離岸堤が12基設置されているが、これらの離岸堤の長さは150 m、間隔が50 mである。測線と離岸堤の関係としては、偶数番の測線がちょうど離岸堤の背後に位置している。

2-2 海浜地形変化の特性

まず最初に航空写真による汀線比較を行おう。図-2は航空写真を利用して淀江漁港から境港までの範囲の海岸線の変化を調べたものである。基準値としては昭和23年の米軍による写真を用いた。図には昭和54年まで31年間の変化が示されている。海岸線は大局的に見たとき両三柳工区に位置する測線No.43付近を境にして、それより東側では後退し、また西側では前進したことがわかる。ただし測線No.1からNo.15で急激な汀線の前進が見られるが、これは後述するように離岸堤によってトンボロが形成されたためである。美保湾全体で見ると、東端と西端にはそれぞれ淀江漁港と境港があり、沿岸漂砂はしゃ断されている。このことを考慮したとき図-2に示された侵食、堆積の特徴は漂砂の卓越方向が全体として西向きであることを示している。各年の汀線変化の比較を行うと、昭和43年のデータを除けばほぼ経年的に滑らかな変化



図一 2 航空写真による美保湾全体の汀線変化比較



図一 3 汀線および水深5mの等深線距離の場所的分布

となっている。例えばNo.60付近の変化を見ると、昭和45年より次第に汀線が前進したことがわかる。

皆生海岸全域における汀線の大局的变化状況が航空写真の比較により明らかとなったので、次に深浅測量データをもとに等深線距離の変化について調べることにする。

図一3は皆生海岸全域における等深線距離の代表として汀線と水深5mの等深線距離の場所的分布を示したものである。図には昭和46年と57年時点における汀線と水深5mの等深線距離が示されている。横軸は沿岸方向の測点番号と距離を示す。ただし図一3に示す範囲は構造物等によって沿岸漂砂が完全にしゃ断される範囲ではないことに注意を要する。東側は淀江漁港区域、西側は境港の港湾区域に隣接している。この場合港湾構造物は調査範囲外にあるので、調査区域内の地形変化は小さい可能性がある。この点は重要なので図一2を用いて調べておく。図一2によるとNo.43を境としてそれより西側で汀線が前進し、一方東側では汀線後退が生じたことが明らかであるが、西側の境界No.86は汀線の前進状況を良く代表する位置にあることがわかる。一方日吉津工区のNo.36'より東側では後退量が距離とともに減少する傾向がある。したがってNo.36'より東側の区間は全体的特徴を把握する上では省略することが可能である。図一3においてまず汀線の比較より次の特徴があることがわかる。

- (1) 皆生工区に位置するNo.1～No.25では急激に汀線が前進した。
- (2) 日吉津工区に位置するNo.10'～No.28'では汀線が後退した。
- (3) 皆生および両三柳工区のNo.29～No.41では汀線が後退した。
- (4) 両三柳工区より西側に位置するNo.50～No.86では汀線が大幅に前進した。

汀線変化は以上のように4つの特徴がある。(1)の皆生工区における堆積原因は後述するように、離岸堤の建設によって離岸堤の背後にトンボロが形成されたためである。(2)に関しては、No.36'に隣接して淀江漁港があり、そこでは沿岸漂砂量が0であることを考慮すると、日野川河口を通過して西向き漂砂があったため生じたものと考えられる。勿論沖合への土砂移動も考えられるが、後述されるようにこれは水深10mまでの等深線距離の変化量の分布より否定される。(3)の皆生工区西側部分の侵食原因は、この部分より上手に離岸堤群があり、それによって漂砂量が減少したためである。また(4)の特徴が見られた理由は次のとおりである。すなわち測線No.86より2.8km西には境港の護岸があるが、ここでは西向きに流れて来た漂砂は阻止される。このためこれより東側の広い範囲において土砂が堆積したものと考えられる。

一方、水深5mの等深線距離の変化からは次の点が明らかとなる。なお整理の都合上、汀線変化の特徴と一連番号で整理しておく。

- (5) 皆生工区のNo.1～No.15では等深線が前進し、土砂が堆積した。
- (6) No.16～No.48では等深線が後退した。
- (7) No.49～No.86では等深線に有意な変化は存在しない。
- (8) 日吉津工区のNo.12'～No.30'付近では等深線が後退した。

以上のように水深5mの等深線距離の変化についても4つの特徴が見出される。これらのうち(5)の堆積特性、および(6)の侵食特性の一部については後述するように、離岸堤が群として作用したため大規模な堆積、侵食が生じたことを表わしている。また(7)の特徴は重要な意味を持つと考えられる。すなわちこの区間では(4)で述べたように汀線は相当大幅に前進しているにもかかわらず、水深5mの等深線は動いていないことを表わし、沖合の少なくとも水深5m付近では土砂が堆積していないと考えられるからである。さらに(8)で述べた日吉津工区における等深線距離の後退は、既に(2)で明らかにした日吉津工区の汀線後退とかなり良い対応を示している。

以上、皆生海岸全域における汀線と水深5mの等深線距離の変化について検討した結果、皆生海岸の各所における大局的な海浜変形状況が明らかになった。このため次に著しい特徴の現われた皆生工区について詳しく調べてみることにする。これは、航空写真を利用した汀線変化調査などのようにマクロ的調査に対し、メゾスケールの調査として位置付けられる。なお図-3において水深5mの等深線距離が代表として選ばれたのは、皆生海岸では水深5mの等深線距離が沖合の地形変化を良く代表するという経験的理由からである。

図-4は皆生工区における水深5mの等深線距離の場所的分布を示す。横軸は100m間隔の測線番号を、縦軸は基準点より沖向きに測った距離である。図には6年分のデータが示されている。図-4は、図-2に示した水深5mの等深線距離の変化について、とくに皆生工区のNo.1～No.26を選んでその経時変化を詳しく描いたものに該当する。既に述べたように測線No.6～No.10は基準点の位置が他の点よりも海側に位置しているために、等深線距離の絶対値ではなく、相対的变化に注目すべきである。図-4によると、昭和46年と57年の間では測線No.10～No.15を境にそれより右側（東側）では等深線距離が約90m増加し、また

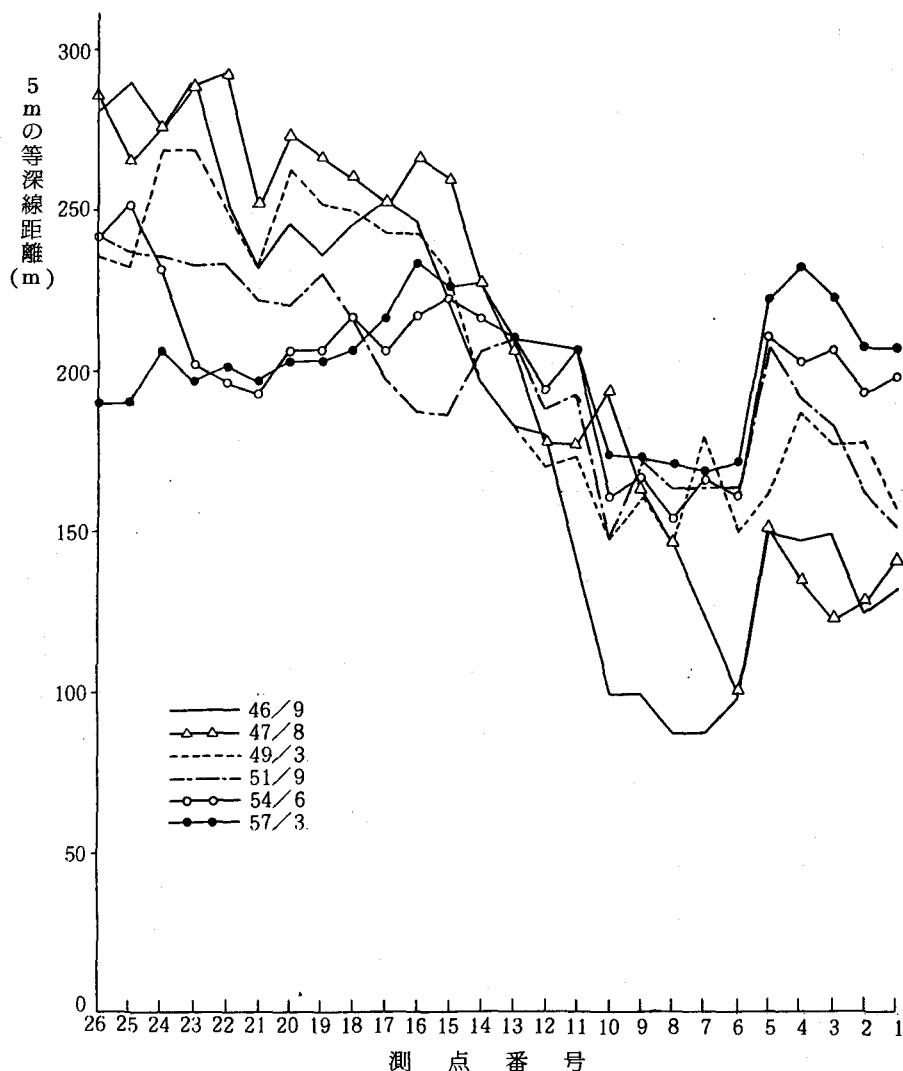


図-4 皆生工区における水深5mの等深線距離の場所的分布

左側（西側）では約 100 m 後退したことがわかる。また測線 No.10 より東側では堆積が生ずる場所が次第に右側（東側）へと移っていった。一方測線 No.15 より左側（西側）では侵食位置が次第に西へと移動した。皆生海岸における漂砂は西向きが卓越するが、上述の結果はあたかも測線 No.10～No.15 の間に大きな突堤が存在し、それによって西向きの漂砂がしゃ断されたときに生ずる地形変化と同一である。なお離岸堤の設置水深は 2～3 m であり、水深 5 m の等深線は離岸堤より沖にあることに注意すべきである。

図-4 は水深 5 m の等深線距離に関して、測量年度をパラメータとして場所的分布を描いたものであったが、場所をパラメータとして時間的変化を調べることも可能である。図-5 は水深 5 m の等深線距離の

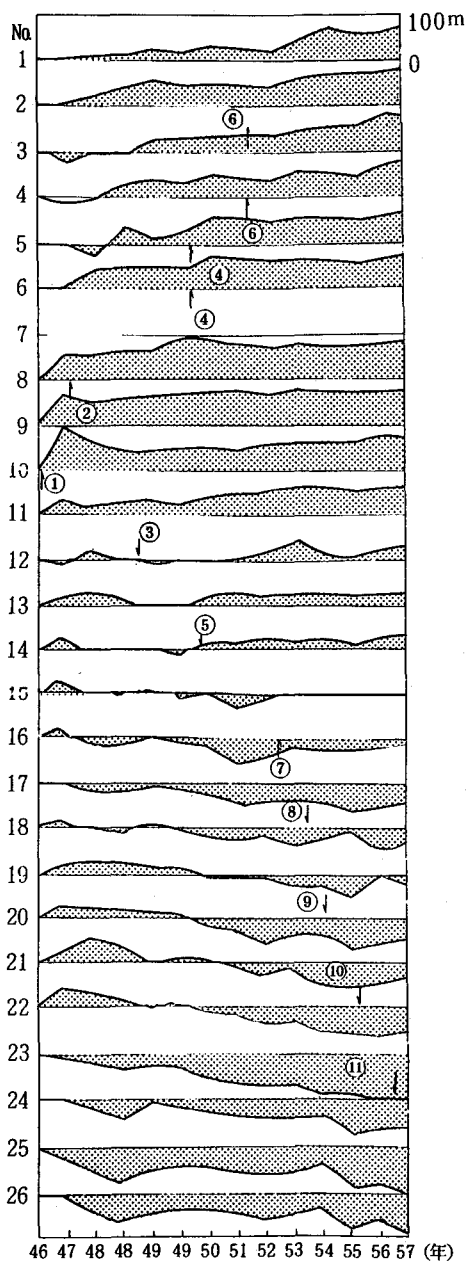


図-5 水深 5 m の等深線距離の経年変化

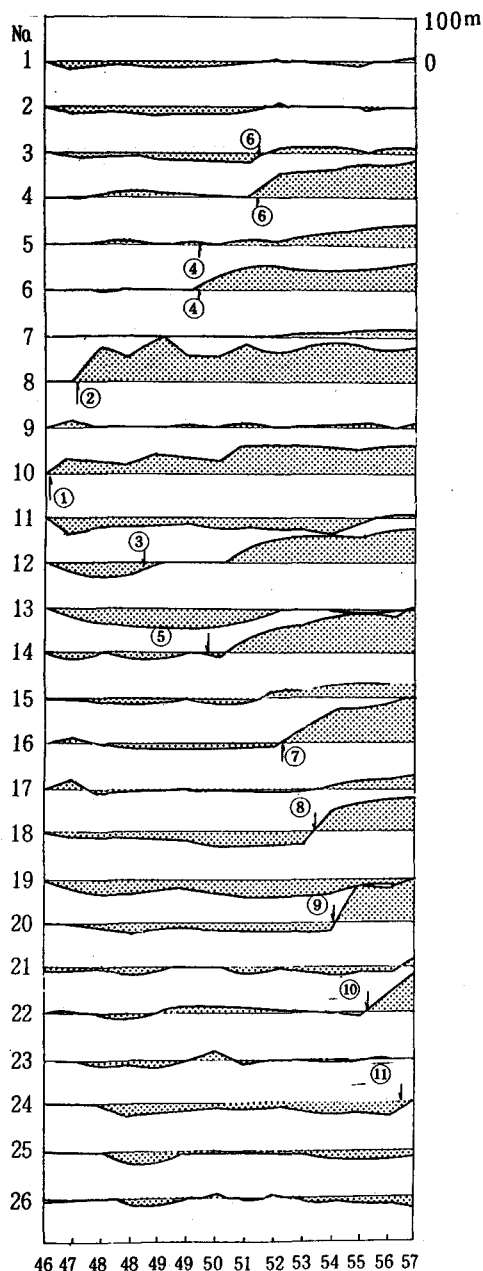
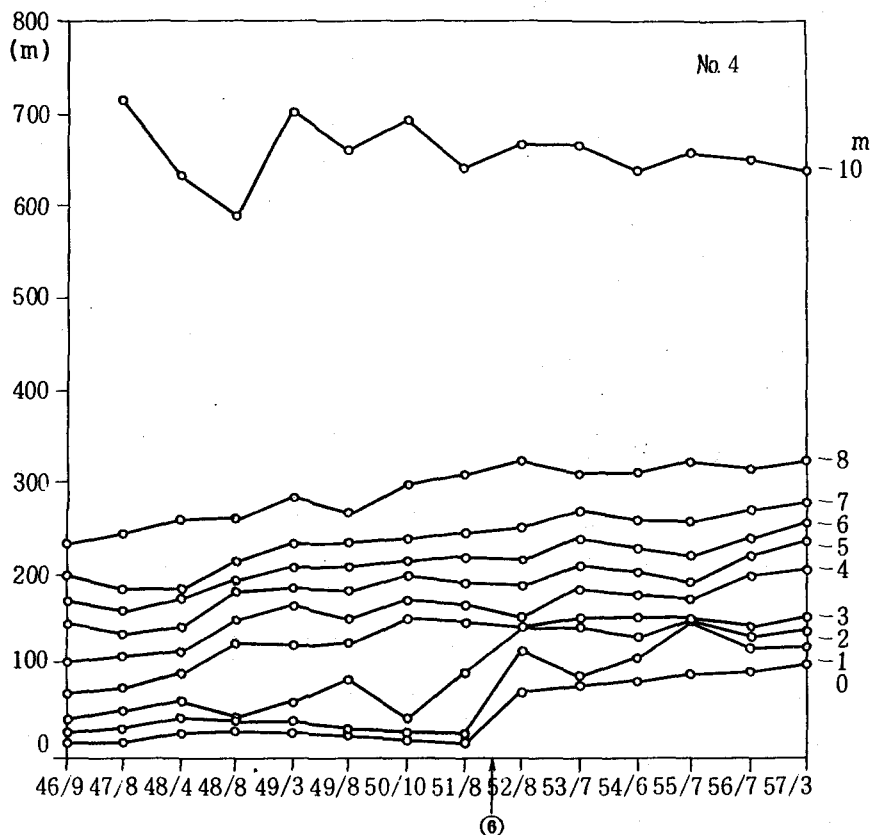


図-6 10m 等深線距離の経年変化

変化量（初期値は昭和46年9月とする）の経年変化を示している。横軸は測量年度を示す。各測線の値は縦方向に1目盛ずつずらして描かれており、また1目盛は100 mである。さらに図中の数字と矢印は1～11号離岸堤の建設時期を示す。図一5によると、水深5 mの等深線距離は測線No.10において昭和46年より昭和47年の間に急速に増加した。この測線より上手に位置するNo.9～No.1では等深線距離はいずれも増大しており、しかも測線No.10より離れるにしたがい変化の生ずる時期が次第に遅くなることが特徴的である。一方測線No.11～No.15に関しては、No.11はNo.10に近接しているため等深線の前進が見られるが、No.12～No.15では有意な変化は少ない。これは図一4で明らかにしたように、これらの測線が堆積領域より侵食領域に変化する境界にあるためである。さらに下手側の測線No.16～No.26では測線No.1～No.10と対照的にいずれも等深線が後退した。測線No.19～No.22では最初のうちは前進したが、全体的に見るといずれも後退している。測線No.10～No.15を境に堆積、侵食と変化は逆であるが、それらの変化はいずれも長い時間スケールを持っており、2～11号離岸堤建設の直接的影響は明らかではない。

一方、水深0 mの等深線距離（汀線距離）の変化は離岸堤の建設によるトンボロの形成と良い対応関係を示す。図一6は図一5と同様な方法によって昭和46年9月を初年度としたときの汀線距離の変化をまとめたものである。横軸は時間を表わし、各測線の値は縦方向に1目盛（100 m）ずつずらして描かれている。図中の数字と矢印は1～11号離岸堤の建設時期を示す。離岸堤は偶数番号の測線上に設置されているために、偶数測線上の汀線の前進量が大きい。各測線とも離岸堤の建設以前は汀線の変化が小さかったが、離岸堤が建設されるとすぐに汀線が前進し、その後安定していることがわかる。以上の変化は水深5 mの



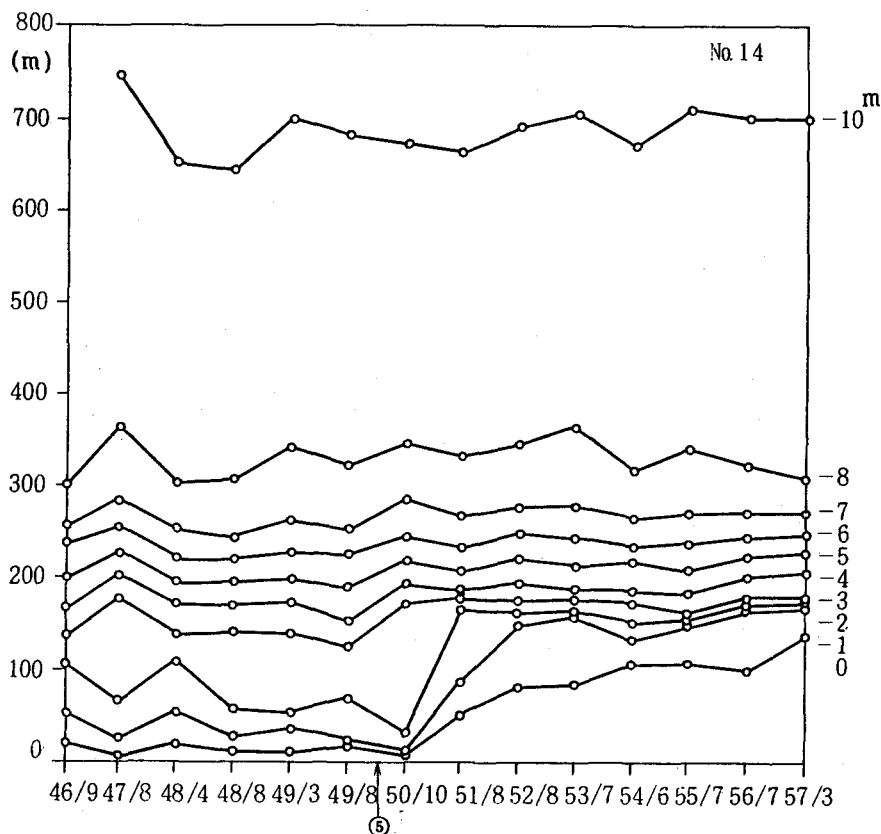
図一7 測線No. 4における全等深線距離の経年変化

等深線の挙動と相違し、侵食、堆積の長期的トレンドは持たず、各離岸堤の建設と対応関係を有していることが特徴的である。

図一5、6は代表的等深線距離の場所的、時間的变化を示すものであったが、ある測線における海浜断面形状の変化を調べるためには、その測線におけるすべての等深線距離の経時変化を調べる方法が有効である。このため例として図一5において著しい特徴を示した3断面(測線No.4、No.14、No.20)を選んで検討してみる。これらの測線は沖合部で堆積、中立、侵食傾向を示した断面の代表である。

図一7は測線No.4における等深線距離の変化を示す。図にはいくつかの特徴が現われている。まず水深3～8mの等深線距離は昭和46年以来経年的に増加し、昭和53年以後はほぼ一定となった。これは昭和52年までは沖合に土砂が次第に堆積したこと、またその後は堆積があまり生じていないことを表わしている。同様な変化は測線No.4より300m東側に位置する測線No.1でも見られたが、平衡状態に達する時間が約2年間短くなった点が相違している。これは測線No.4が測線No.1よりも堆積、侵食の変化位置である測線No.10～No.15に近接したためである。また図一7によると水深10mの等深線には有意な変化が存在しないことがわかる。さらに水深0～2mの等深線距離は昭和51年に急激に前進したが、これは測線No.4上に6号離岸堤(図中⑥と表示)が建設されたことによってトンボロが急速に成長したことを表わしている。

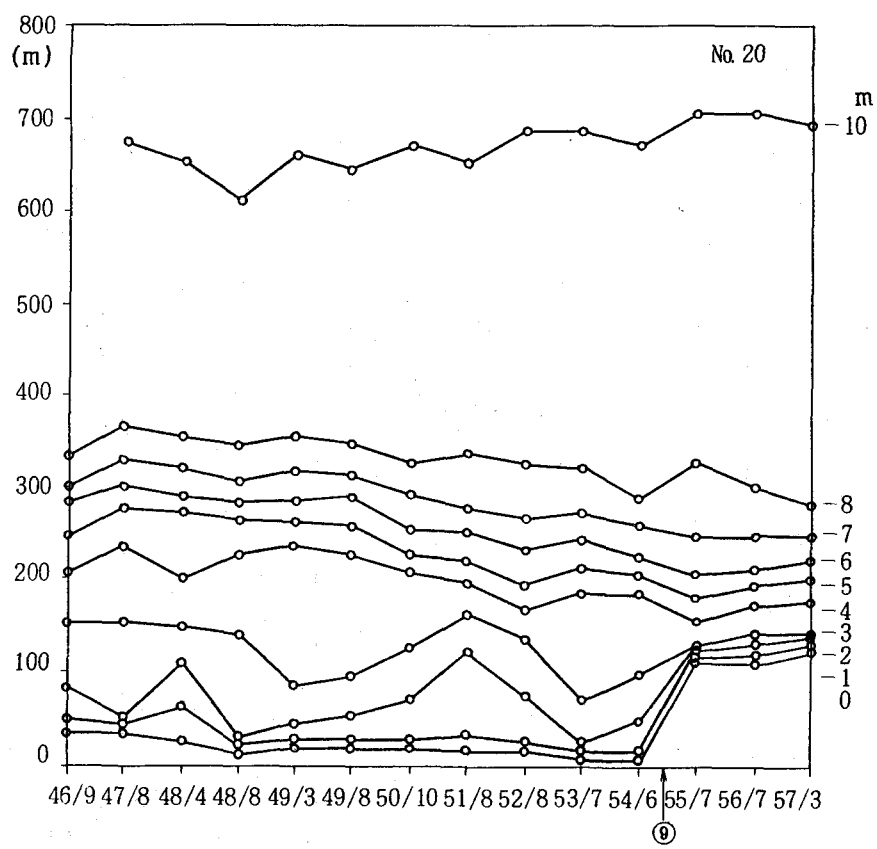
以上に述べた等深線距離の変化は、その変化状況より判断すると沿岸漂砂による地形変化と考えられる。なぜならば岸沖方向の漂砂による地形変化であったとすれば、ある等深線距離の増加は、他の等深線距離の減少と必ず対応していなければならないが、そのような変化は図一7では見られないからである。



図一8 測線No.14における全等深線距離の経年変化

図一8は測線No.14における等深線距離の経年変化を示す。既に図一3で示したように、測線No.10～No.15は堆積領域と侵食領域との境界に位置する。図一8はこれらの中立的断面の代表として測線No.14の変化を示しているが、顕著な特性が現われている。すなわち水深3～10mの等深線距離は長期間のトレンドは持たず、昭和46年以来平衡を保っている。これは測線No.4において等深線距離が時間的に増加する傾向を持っていた点と良い対照をなしている。一方水深0～2mの等深線距離はいずれも昭和50年より52年の間に増加したが、これは測線No.14上に5号離岸堤が建設され、これによってトンボロが形成されたためである。トンボロ形成時の等深線距離の変化は他の測線でも見られたが、図一8の場合は他のものと異なり、まず水深2mの等深線距離が平衡状態に達し、次いで水深1m、0mと平衡状態に要する時間が異なっている。これはトンボロが形成される際、離岸堤側から徐々に堆砂が生ずることを示している。

図一9は測線No.20における等深線距離の変化を示している。この測線は侵食領域に位置する。図一9によると水深4～8mの等深線距離は昭和47年より昭和55年まで連続的に減少したことがわかる。また昭和55年以降はほぼ平衡状態にある。このような等深線距離の減少は、測線No.4における等深線距離の増加と良い対応を示している。水深3mの等深線距離は変動のみ大きい。水深0～2mの等深線距離の変化は再び9号離岸堤の建設と良い対応を示す。すなわち汀線距離は昭和46年より昭和54年まで減少傾向にあったが、昭和54年より55年の間急激に前進した。これは図中⑨で示されるように9号離岸堤が昭和54年に建設されたため生じた変化である。またこの測線では水深10mの等深線距離は緩やかな減少傾向を持っている。



図一9 測線No.20における全等深線距離の経年変化

以上、図-7～図-9で明らかにしたように、離岸堤より沖合の海底では測線No.10～No.15を境にしてそれより東側では堆積が、また西側では侵食が生じた。このような変化はあたかも測線No.10～No.15の間に突堤があったときの変化と同一である。ただし大きな地形変化の生じた領域は離岸堤よりも沖合であるために、離岸堤が直接そのような効果を持ったとすることはできない。この理由はいくつか考えられる。まず第1に離岸堤による沿岸流の阻止効果があげられる。ここでは図示することはできないが、昭和55年2月に実施した離岸堤周辺の花浜流観測によると、離岸堤開口部には離岸流が発達した。この流れは沿岸流が一樣に流れることを阻害するために、沿岸漂砂の不均衡を持たらすと考えられる。第2の理由は人為的なものである。すなわち昭和47年8月の深浅測量図によると、第1号離岸堤（測線No.10上）の沖合に土砂を捨てたため凸形に土砂の堆積地形が見られたことである。これは第2号離岸堤の建設時マウンドを設置するため海底を掘削し、その土砂を沖合に捨てたことによりできたものである。このような突起状の地形は砂でできた突堤として沿岸漂砂に影響を及ぼした可能性がある。いずれにしても離岸堤沖合の侵食、堆積の生じた理由は十分明らかではなく、今後解決されるべき問題点として残されている。

皆生海岸の海底地形変動の状況が明らかになったので、次に花浜断面積の変化と等深線距離の変化の関係について考えてみる。このためまず最初に花浜断面積の変化量と汀線変化量の関係について検討した。ところが等深線距離の経年変化図より明かなように、離岸堤の沖合と背後の等深線距離の動きはほぼ独立であって、しかも沖合部の海底地形変化が大きいために、断面積の変化量と汀線変化量の間には有意な相関関係は見出されなかった。一方、この代りに水深5mの等深線距離と水深0～10m区間の花浜断面積の変化量との関係を調べたところ、相関係数0.91という良い相関関係が見出され、次の関係が得られた。

$$\Delta A = 7.4 \Delta l_5 \quad (1)$$

ここに ΔA は断面積の変化量で m^3 単位を持つ。 Δl_5 は水深5mの等深線距離の変化量で、その単位はmである。式(1)の関係は、水深5mの等深線距離の変化量に7.4mを乗ずれば花浜の断面積の変化量が計算されることを示している。よって、この関係より測線No.10付近の沿岸漂砂量を計算することにした。まず測線No.10～No.15で漂砂が完全に阻止されたと考え、水深0～10mの範囲の土砂量の変化を調べた。調べる範囲は測線No.1～No.10の範囲である。土量を算出するには水深5mの等深線距離の増加量に100mを乗じ、さらに式(1)の関係を利用して高さ7.4mを乗ずれば良い。また計算範囲を水深10mで打ち切ったのは、等深線距離の経年変化図より明かなように、水深10mでは等深線の変化が小さいためである。図-10は昭和47年8月の深浅測量データを基準としたときの土量変化をまとめたものである。陸上部の土量変化を無視しているので誤差を伴うが、昭和47年と昭和58年の間で平均漂砂量を計算すると、約4万 m^3/yr という結果が得られた。

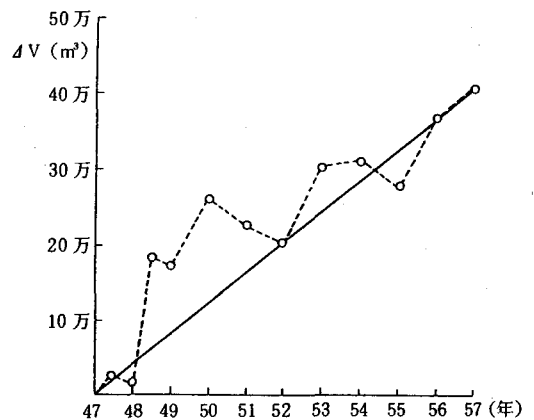


図-10 測線No.20より東側に堆積した花浜土量の経年変化

3-2 海浜地形変化の特性

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の海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-12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。ただし測線番号を沿岸方向距離に換算するには測線番号に200 m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-11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-12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いったことがわかる。汀線の最大の後退は測線No.42で生じており、約100 m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

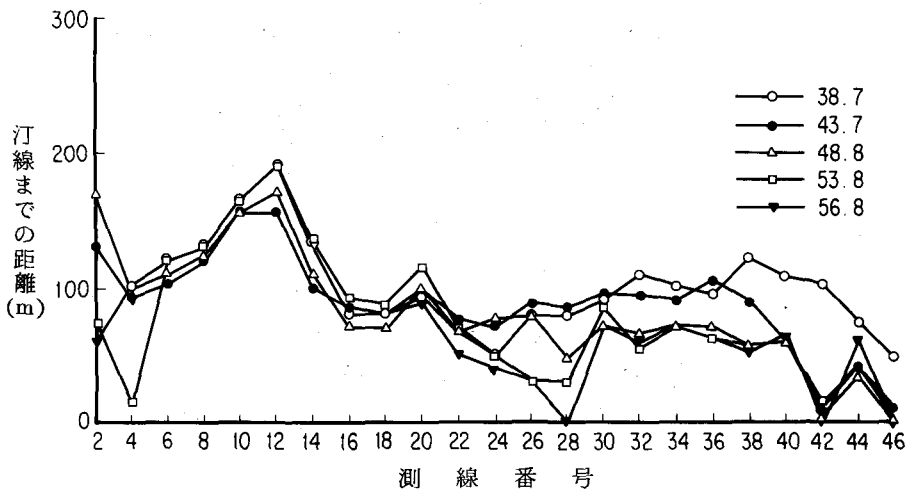


図-12 汀線の場所的变化

拡大したが、後退は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-13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-13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(40 m)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.24を中心とした区

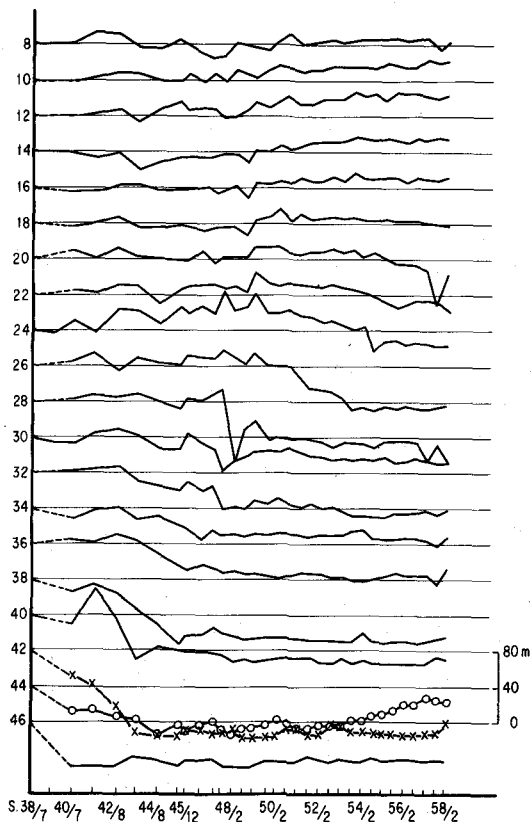


図-13 汀線の経年変化

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

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付近は図-11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-13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年以来海岸堤防の根固工が、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。

汀線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を調べてみる。代表測線としては測線No.12, No.38, No.48を選ぶこととする。

図-14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-11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-14によると、汀線は昭和40年以降次第に前進し

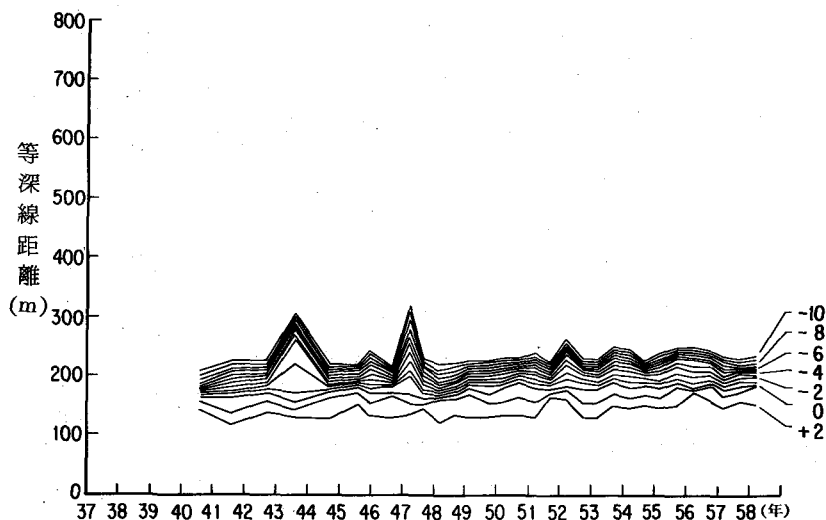


図-14 測線No.12における全等深線距離の経年変化

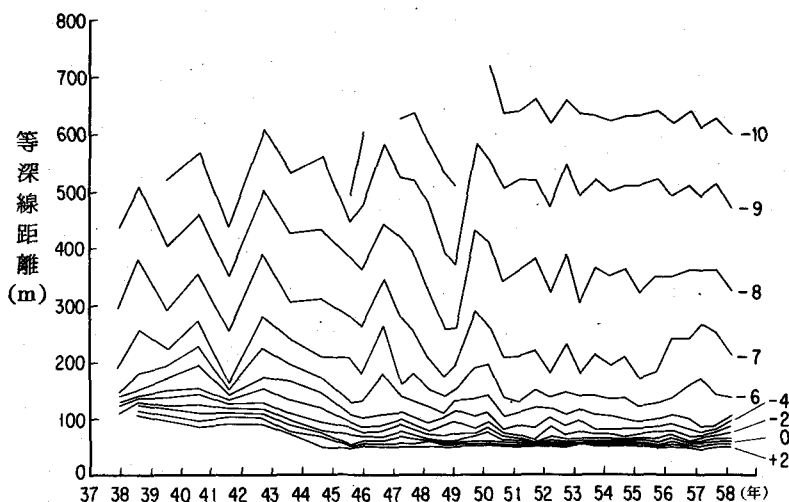


図-15 測線No.38における全等深線距離の経年変化

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-14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-15は測線No.38における等深線距離の変化である。測線No.38は吉永放水路の北東約1 km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、陸上部より水深約4 m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、それ以後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-15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4 m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。例えば水深8 m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。

ところで、図-15において昭和48年から49年にかけて等深線距離の急激な増加が見られ、しかもその変化が沖合ほど大きいことに気付く。同様な変化はNo.2～No.90のすべての測線においても存在するが、このような全域における土砂の堆積は土砂の保存則を考えると不自然な変化である。つまりこの期間の測量データは大きな誤差を含んでいる可能性が大きいことがわかる。結局、この種の解析では個々の変動ではなくに長期間のトレンドに注目するべきであることがわかる。

図-16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に明らかなように、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-15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。

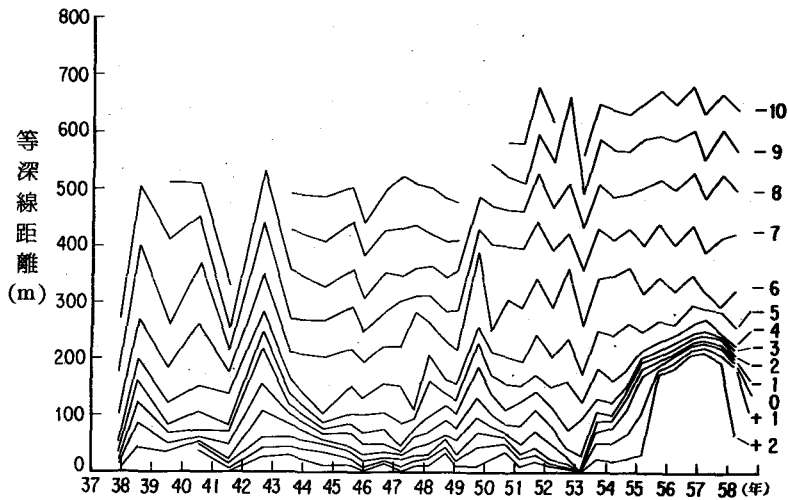


図-16 測線No.48における全等深線距離の経年変化

ことは注目に値する。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-16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-17である。図-17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ものとなっており、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

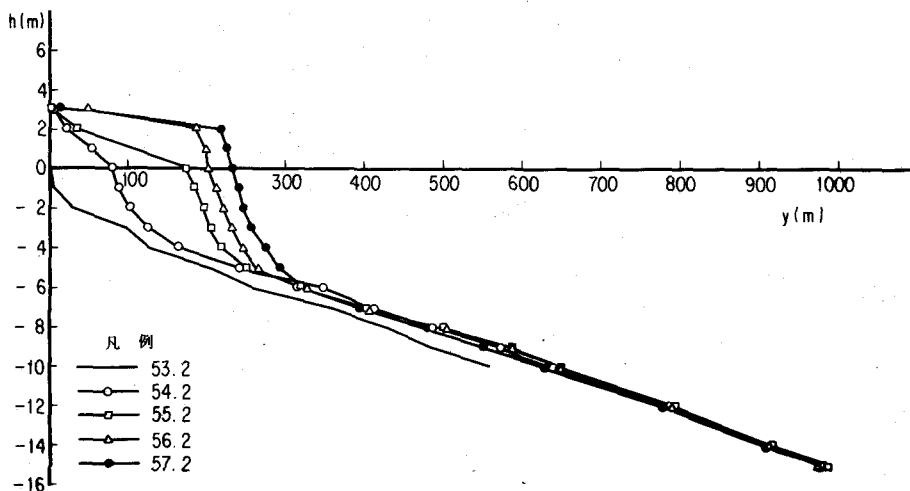


図-17 代表的海浜断面形状の変化

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遡上高さに対応すると考えられる。さらに図-17によれば、平均水面以上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-12、13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。この結果両変数の間には次の関係が成立することがわかった。

$$\Delta A = 8.0 \Delta y - 180$$

(2)

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 8 m となる。ただし式 (2) を求めるに際しては、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-17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面積の変化量と汀線変化量の関係とは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-12および図-13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、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 (200 m) 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 (2) の関係より地形変化の代表高さは 8 m 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-18は ΔV の経年変化を示したものである。いま大井川港の防波堤によって沿岸漂砂が完全に阻止されたと仮定すれば、 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 $8 \text{ 万 } m^3 / \text{ yr}$ となる。

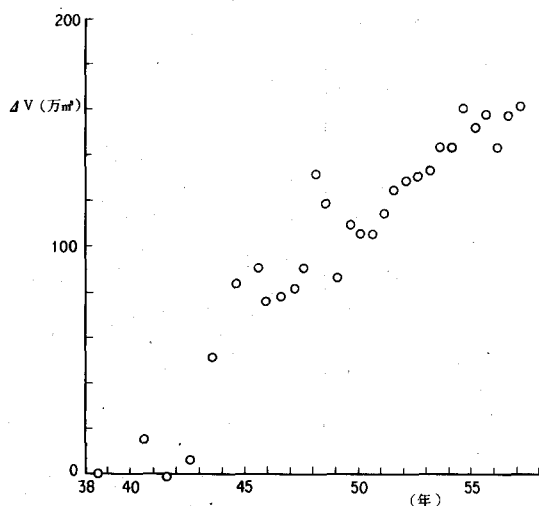


図-18 侵食土砂量の経年変化

4. あとがき

ここでは、現地海岸で経年的に行われた深浅測量データを用いて、基準点より一定水深までの岸沖方向距離 (等深線距離) の空間的、時間的変化を調べることによって海浜地形変化の特性を把握することのできる方法を紹介した。具体例としては鳥取県の皆生海岸と静岡県駿河海岸をとり上げた。これらの例によって明らかになったように、このようなデータ整理法は単純な割合に地形変化特性を良く把握することができるという利点を有する。とくに等深線距離の長期的変化を調べることに重点を置くために、単年度でパルス的に変化するような明らかに測量誤差が大きいデータを選び出すことができる点は有用と考えら

れる。

ここで解析を行ったのは2つの現地海岸データのみであって、得られた結果は一般的な海浜地形変化特性を表わすとは言えないが、全国各地の海岸でこの種の解析が行われれば、それらをもとに得られた結果を普遍化することも可能と考えられる。

最後に、この小論で取り上げた研究は、筆者が建設省中国地方建設局の倉吉工事事務所と中部地方建設局の静岡河川工事事務所と共同して作業を進めている調査の一部であることを付記し、資料提供に協力していただいた両事務所の担当者の方々に感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 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.
- 2) 豊島 修：離岸堤設置による海底変形，第24回海岸工学講演会論文集，pp. 185～189，1977.