

# 鳥取海岸の沖合部における地形変化

宇多高明\*・岡村 真\*\*・西村洋人\*\*

## 1. ま え が き

最近、沿岸域に造られた構造物の影響により、海岸部に大規模な地形変化の生ずる例がふえている。鳥取海岸においては、近年千代川河口の付け替えや鳥取港の防波堤建設工事が相次いで行われたが、この海岸には有名な鳥取砂丘があるため、種々の構造物の影響が砂丘に及ばないように配慮する必要がある。これには海岸の地形変化状況を常時監視しておくことが重要である。本研究は、鳥取海岸を対象として現地海岸データをもとに、過去から現在までの地形変化状況を把握することを目的とする。この目標のもとに、昭和45年より毎年2回ずつ行われてきた深淺測量データを分析した。

調査によると、当海岸の汀線は45年以来全般的には安定状態にあるが、沖合では侵食、堆積が生じていることが分かった。すなわち鳥取港の東、延長約4kmの領域の水深約5~13mにおいて侵食が生じ、逆に鳥取港の第1防波堤の岸側、沖側の水深約20mまでの範囲で土砂が堆積していることが判明した。このような地形変化の原因としては、その規模の大なること、また防波堤の遮蔽領域外の沖合部にも堆積が生じていることから判断して、波による作用のみでこのような地形変化が生ずるとは考えられない。そこで過去に行われた潮流観測データ<sup>1),2)</sup>を調べた。これによると、鳥取沿岸の沖合では東向き恒流が卓越するが、鳥取港の東側の浅海部では西向きの恒流が生じている。この流れは、東側きの恒流の一部が鳥取港の防波堤付近で剝離し、そのため時計回りの循環流が生じたもの、と考えられるが、結局、波の作用とこの恒流の存在とによって鳥取海岸の沖合の地形変化が生じた、と推定される。

## 2. 鳥取海岸における地形変化の概要

鳥取海岸は、日本海に面する延長約15kmの砂浜海岸であって(図-1)、そのほぼ中央に千代川が流れ込んでいる。また千代川の河口部には鳥取港が、また河口より東側約3kmには鳥取砂丘がある。本研究では45年

8月より60年3月まで延べ26回の深淺測量データを分析する。この測量の沿岸方向の測線間隔は100m、測線数は全体で140本である(図-1参照)。

鳥取海岸の沖合部の地形変化の分析結果について述べる前に、地形変化の概要、各種構造物の建設経緯および鳥取沿岸の波浪特性について調べる。まず鳥取港周辺の代表的等深線の比較を行う(図-2)。使用したデータは、49年8月と60年3月のデータである。汀線に注目すると、小規模な変動はあるが、ほぼ安定状態にある。水深5m付近では、バー・トラフ地形が発達しているが、測線No.70~No.80付近の変化で明らかのように、2時期の間で等深線が岸に近づいている。さらに沖合の水深10mの等深線にも相当大きな変化が見られる。すなわちNo.63より東側と、鳥取港の西側のNo.34~No.46の間では等深線が近づいている。以上のように、汀線変化は見られないものの、沖合の水深5~10m部分で侵食が進んでいることが分かる。また15mおよび18mの等深線に関しては、No.48~No.69区間の防波堤沖合において等深線が前進している。防波堤の岸側の遮

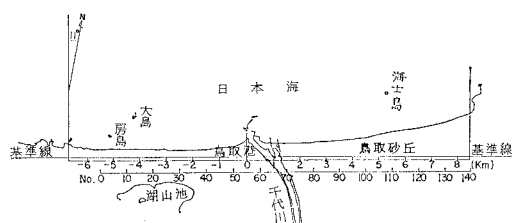


図-1 鳥取海岸の調査対象区域

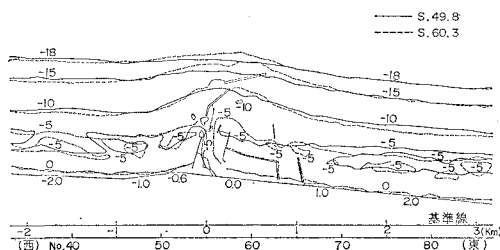


図-2 等深線形状の比較 (49年8月と60年3月の比較)

\* 正会員 工博 建設省土木研究所海岸研究室長

\*\* 正会員 建設省中国地方建設局鳥取工事事務所

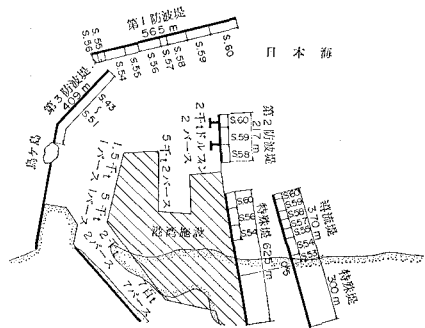


図-3 千代川河口部における各種構造物の建設経緯

蔽域に土砂が堆積するタイプの地形変化は他の海岸でも多く見られるが、鳥取港周辺では防波堤の沖側においても底質が堆積していることが特徴的である。次に鳥取港および千代川河口部の各種構造物の建設経緯を図-3に示した。海岸線より突き出た構造物には千代川の河口導流堤、同特殊堤および鳥取港の第1, 2, 3防波堤がある。これらの中で最も早く建設されたのは第3防波堤であって、鳥ヶ島より沖に約490m部分が43年から51年までに造られた。第1防波堤は海岸線と斜交する方向を持った離岸堤であって、54年より60年の間に全長が建設された。一方、第2防波堤は千代川河口の特殊堤の延長上において、58年から60年までに延長217m部分が建設された。千代川の河口導流堤は種々の構造物のうち最も東側に位置しているが、これは53年から60年まで7年間で延長370m部分が建設された。

鳥取海岸の波浪特性については、建設省の鳥取工事事務所によって行われている波浪観測データより、特性を知ることができる。波浪観測はストレーンゲージ式波高計を用いて、鳥取砂丘の沖合の水深約12m地点で行われている。55年1月より59年12月まで4年間の観測データをもとに、月別の有義波高と周期の変化を調べると、夏は静穏であるが、冬は冬期風浪のために高波浪となる。有義波高の最小値は6月の0.21m、最大は12月の2.23mである。周期は夏は短く冬は長い。例えば6月の約2.8秒に対して12月では約8.0秒となる。以上のように鳥取海岸では波浪エネルギーが冬に集中しており、したがって冬期に大きな地形変化が生じ易いと考えられる。

### 3. 代表的等深線距離の空間的变化

前述したように、45年より60年の間においては、汀線位置には大きな変動は見られなかったが、沖合の水深5~18m付近では地形変化が生じていた。ただし図-2は2時期の等深線形状を直接比較したものであって総変化量は明らかになるが、経年的変化状況は不明である。

そこで以下では深淺測量データより地形の経年変化状況を調べる。その方法としては、基準点よりある等深線までの沖方向距離（等深線距離）の時間的・空間的变化を調べる方法<sup>3)</sup>によって行う。等深線距離としては、水深が0, 7, 10, 13mに対応するものを選ぶ。これらはいずれも有意な特性が表われていたものである。ただしバー、トラフがあって等深線距離が3個となるときは、最も沖に位置する等深線を代表として選んだ。

まず、汀線位置の変化を調べる（図-4）。

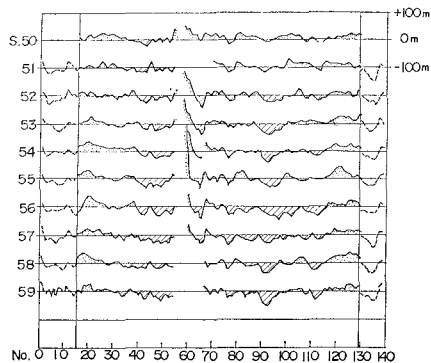
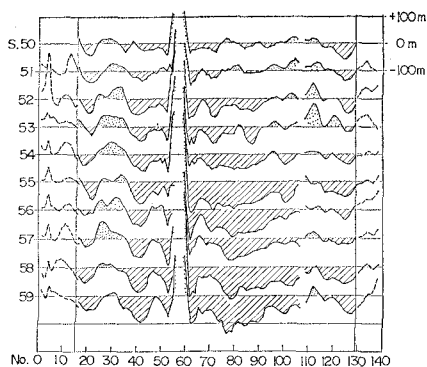
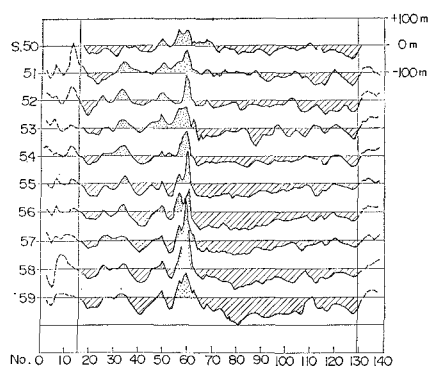


図-4 汀線位置の経年変化

図の横軸は測線番号を、縦軸は49年8月を基準としたときの各年の汀線変化量を示す。またNo. 0~No. 15およびNo. 129~No. 138の間では49年には測量が行われていなかったために、50年8月の値を基準として選んでいる。さらにNo. 60付近に欠測区間があるが、これは鳥取港と千代川河口があるためである。49年8月以降の汀線変化は、一部鳥取砂丘の前面に位置するNo. 88~No. 96の間で最大約50mの汀線後退が見られるものの、全般的には大きな変化は見られない。この期間においても鳥取港の防波堤や千代川の河口導流堤の工事は進められているが、汀線変化に関する限り、港内は別としてこれらの構造物による著しい影響は現われていない。

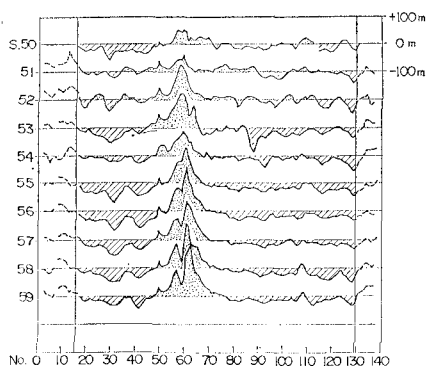
汀線には著しい変化は存在しないが、沖合の等深線には変化が存在する。鳥取海岸では水深5m付近にバー・トラフ地形が発達している。よって水深4, 5mの等深線距離は3個関数となってしまう、その変化を図示しても有効な結果が得られない。そこで特徴が明瞭な水深7mの等深線距離の変化を図-5に示す。図示の方法は全て図-4と同一である。経年的変化を見ると、鳥取港の東側のNo. 62より海士島のやや西側に位置するNo. 104の間では等深線がかなり後退し、とくにNo. 76では後退距離が140mに達している。しかもその変化量はNo. 76を境にそれより東、西側に向け小さくなる傾向がある。一方鳥取港の西側のNo. 32~No. 46で

図-5  $h=-7$  m の等深線距離の空間的变化図-6  $h=-10$  m の等深線距離の空間的变化

も変化が見られ、水深 7 m の等深線が最大約 100 m 後退したことが分かる。また図-5 で注意すべき点は、水深 7 m の等深線距離はほとんど全ての領域で後退しており、底質がより深い部分または浅い部分へと移動したことである。

次に水深 10 m の等深線距離の変化を図-6 に示す。7 m の等深線距離の変化と比較すると全般的傾向は良く似ている。No. 64~No. 106 の広い範囲で等深線が陸側に近ずいた。No. 80 では最大 100 m 近ずいている。また鳥取港の西側の No. 36~No. 46 の区間でも後退しているが、等深線の後退量は東側と比べて小さく、最大は No. 40 の約 60 m である。図-5 と比較して大きく特徴が異なるのは、鳥取港部分 (No. 55~No. 62) である。水深 10 m の等深線はこの区間では経年的に前進傾向を持ち、土砂が堆積したことが分かる。水深 7 m では全領域で等深線が後退していたが、10 m のそれでは堆積領域が見られる点が相違している。しかし 10 m 等深線距離の前進した部分の面積は後退域の面積と比較してまだ小さい。更に水深 13 m の等深線距離を選んでその変化を図示する (図-7)。13 m の等深線は鳥取港周辺の No. 48~No. 76 の広い範囲で大きく前進しており、とくに No. 62 では最大約 190 m も沖方向へ移動したことが分かる。それに対し図-5、6 で明瞭であった No. 64~No. 106 の広い範囲における等深線の後退はその大きさがずっと縮小し、また鳥取港に隣接する No. 76 までは堆積域に変化している。同様に鳥取港の西側の No. 40 付近における後退量も小さくなった。以上のように、水深 13 m の等深線距離の変化から判断すると、先に示した水深 7、10 m 付近の等深線の後退に釣合う形で、鳥取港の周りの水深の大きい部分に堆積が生じたことが分かる。

以上では等深線距離の空間的変化の面より地形変化状況について論じたが、それらの特性をより良く把握するために、代表的な断面形状の比較を図-8 で試みた。代

図-7  $h=-13$  m の等深線距離の空間的变化

表測線としては図-6 において最大の等深線後退の見られた No. 80 と、図-6 において著しく等深線が前進した No. 62 とを選び、49年3月と60年3月の断面形の比較を行った。

No. 80 の断面形では、49年8月に大きなバー、トラフが見られたが、60年3月になるとバー、トラフは小さくなり、またその位置が岸側に移動している。また沖合部が深くなり、49年8月にバー頂部であった位置では水深が最大で 5 m より 8 m と、3 m も深くなった。一方 600 m 付近のトラフは逆に堆積が生じている。したがって岸沖方向の漂砂も生じた可能性が大きい。断面全体ではなお侵食量の方が多い。No. 62 の断面では水深 10~20 m の間で堆積が生じており、その最大変化量は約 4.2 m に達している。

上述の議論によって明らかになったように、港より遠い所では侵食量が小さいが、港に接近すると大きくなり港の部分では逆に著しい堆積が生じている。既に述べたように、同地域では汀線変化がほとんど見られず、また防波堤の遮蔽領域のみではなく、沖合の非常に広い領域で地形変化が生じたことから判断すると、このような地形変化が単に波浪のみに起因したとは考えにくい。

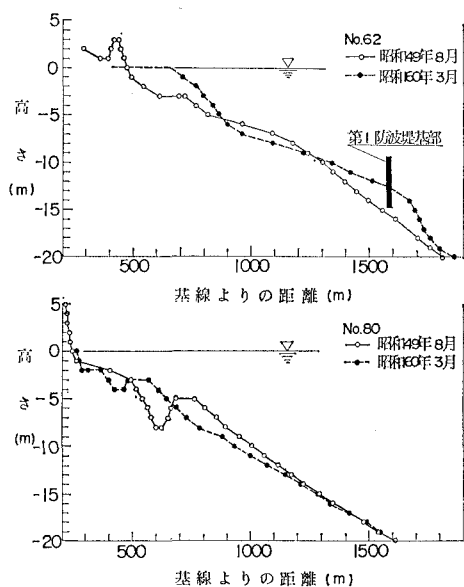
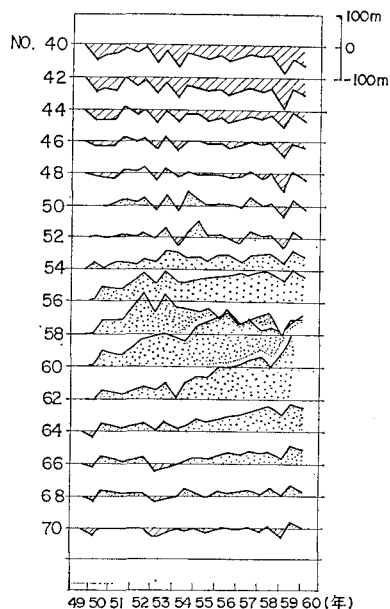


図-8 代表断面形状の変化

#### 4. 各測線における等深線距離の経年変化

各測線の等深線距離の変化を主に経年変化に主眼を置いて調べる。等深線としては、代表的に水深 13m のものを選ぶ。等深線距離の変化を図-9 に示す。

横軸は経過年、縦軸は 49 年 8 月を初期値としたときの变化量である。主な変化は測線 No. 40 より No. 70 の間でのみ顕著であり、鳥取港付近の No. 56~No. 62

図-9 各測線における  $h=-13$  m の等深線距離の経年変化

で等深線が前進している。No. 56 において等深線の前進は 50 年に始まった。それよりも東側の例えば No. 62 では変化の始まる時期が遅く、54 年以降となっている。また No. 66 では変化時期が 55 年からと遅くただだけでなく、その変化量自体も小さくなっている。すなわち港から離れるにしたがい変化量が小さくなる。

図-2 には鳥取港周辺の深浅図を示したが、これによると防波堤の先端水深は 49 年 8 月の測量では約 15m であるが、等深線の変化は防波堤の内側の遮蔽領域だけでなく、沖合でも生じている。したがって鳥取港周辺での土砂の堆積は、構造物の遮蔽域が形成され、そこに底質が運ばれ堆積するという機構では説明することができない。また鳥取港から 4 km も東側の区域の沖合部で等深線の後退が生じたが、このような地形変動の原因を構造物設置に伴う波浪変化におくことは困難である。そこで次節では地形変化のもう一つの要因となり得る潮流について検討を加える。

#### 5. 鳥取海岸の恒流

ここでは、鳥取海岸の沖合での地形変化の原因として波浪作用のみではなく、沿岸部に恒流が存在し、それが地形変化に重要な係わりを持っていた、との推定のもとに議論を進める。当海域では過去に 2 回潮流観測が行われている。第 1 回は鳥取工事事務所によって実施された 46 年 9 月 18 日~23 日の観測<sup>1)</sup>、第 2 回は鳥取県の河港課によって行われた 50 年 6 月 11 日~21 日のもの<sup>2)</sup>である。両者は良く似た特徴を示すため、ここでは観測点数が 15 点と多い、後者のデータを参照する。図-10 は海面下 2 m、海底上に 2 m おける恒流流速を示す。まず表層流速に注意する。その最大値は St. 1 の 0.41 m/s である。図から明らかなように、全般に沖合では東向きの恒流が卓越する。沿岸部のうち鳥取港の東側では逆に西向きの恒流となっている。これは日本海を北東に向かって流れる潮流が存在し、その一部が鳥取港付近で剝離し、その下手側に大きな時計回りの循環流が形成されたもの、と考えられる。また港の西側では流れの一部が岸向きに流れている。同様に下層にも恒流が存在し、絶対値は小さくなったものの、流向等は上層の値とかなり良く一致することがわかる。

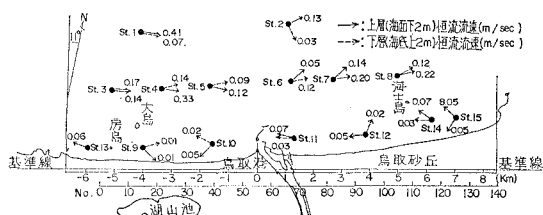


図-10 鳥取沿岸の恒流流速

以上に示した流速は 50 年のものであって、前節で述べた地形変化の生ずる前のデータである。その後、河口部は更に大きな構造物が造られたから、その後においては図-10 に示した恒流はより強くなっている可能性がある。

一方、河口の東側 3.0 km 地点で行われた底質調査によると、中央粒径は沖方向に小さくなっており、水深 6 m では約 0.2 mm となっていた。そこで更に沖合もこの中央粒径を持つとし、波浪条件のうちほぼ年間の平均となる 10 月の有義波高約 1.2 m、周期 6.5 秒を用いて佐藤、田中の表層移動限界水深を求めると、 $h_i=14.9$  m となる。すなわち年間半分程度出現する波によって水深約 15 m 以浅の底質は運動状態に置かれる。それが図-10 の平均流によって港の東側では西向きに、また港の西側では東向きに流れ、流れが離岸方向に変化する港部分で沖合方向へ移動し、一部は港内へ、残りは沖向きに流れて堆積した、と考えられる。底質が堆積した理由は、水深が大きくなるため波の作用が弱まったため、と考える。

## 6. ま と め

本研究では過去 15 年間の深浅測量データをもとに鳥取海岸の地形変化を調べた。この結果鳥取海岸の水深約 5 ~ 18 m の範囲で地形変化が生じていることが分かった。鳥取港の防波堤を中心としてその両側の広い海域で侵食が、また防波堤の沖側で堆積が生じていた。このような地形変化の原因として、過去に行われた潮流観測データを調べたところ、鳥取沿岸には相当強い恒流が存在し、これが地形変化の一要因となったと推定された。

鳥取海岸では汀線変化は少いものの、広い領域で沖合部の侵食が見られた。侵食そのものは今のところ沖合部に限られているが、今後においては海浜変化状況を十分良く見守ってゆく必要がある。

## 参 考 文 献

- 1) 建設省鳥取工事事務所：千代川河口付替事業計画書資料編，昭和50年6月。
- 2) 鳥取県土木部河港課：鳥取港湾計画調査報告書，昭和50年6月。
- 3) 宇多高明：深浅測量データを利用した海浜地形変化の解析法，1984年度水工学に関する夏期研修会講義集，B-8-1~B-8-17，1984。