

皆生海岸の侵食対策と弓が浜の保全

Countermeasures against the Kaike Beach Erosion
and Preservation of the Yumigahama Peninsula

建設省中国地方建設局日野川工事事務所

伊藤 秀明

hideaki itou

はじめに

皆生海岸は鳥取県西部に位置する弓が浜半島の美保湾に面した海岸を総称したもので、延長約1.6kmの砂浜海岸である。この半島は出雲風土記によれば国引きの綱の部分だったと書かれるように、古代のロマンあふれる地である。また半島の基部には日野川がその左岸に皆生温泉を有し、大山、日本海と風光明媚なところでもある。

皆生海岸は日野川上流でのカンナ流しによって供給された多量の土砂が、時計回りの沿岸流によって日野川河口から北西方向に運ばれ生育したものである。しかし、大正末期からカンナ流しの衰退による侵食が始まり、現在の護岸が出来るまでに最大約300mも汀線が後退したと言われている。

皆生海岸の侵食による皆生温泉の悲劇は、旅館、泉源の倒壊を代表として数々ある。しかし、建設省直轄工事区域設定後の昭和46年から実施した離岸堤は、海岸事業を代表する保全効果となった。

以下、皆生海岸で実施された離岸堤を中心とした保全効果の紹介と、平成8年度から新規直轄化した既存工区の下手（西）側における新しい侵食対策工法（サンドリサイクル工法）について紹介を行う。

1. 皆生海岸の概要

(1) 海岸の概況

弓が浜半島は、日野川河口から北西に伸長していった幅4km前後、長さ約1.6kmの巨大な砂州である。日野川上流域に広く分布する黒雲母花崗岩は深層まで風化され、その中に良質の砂鉄を多く含んでいるため江戸時代には、盛んにカンナ流しによる砂鉄採取が行われていた。明治維新以降の近代工業の発展は、鉄需要の飛躍的増大をみたが、砂鉄はコスト高のため輸入鉄鉱の圧迫を受けて、明治22年頃をピークとして大正末期にはその姿を消した。あたかもこれを契機とする

かのように、大正12年に約20mの汀線後退、昭和9年の室戸台風による侵食で1号泉源が海中に没した。この様な災害を期に当地区の侵食対策事業は始まった。

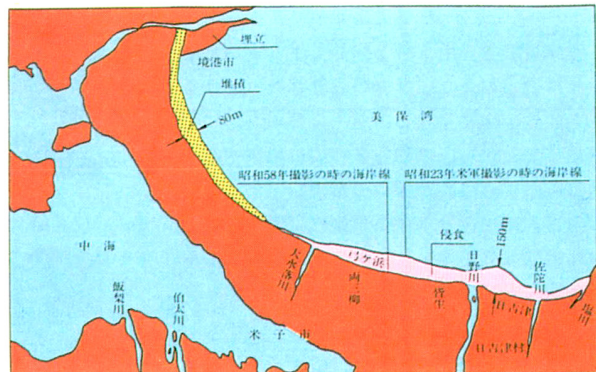


図-1 海岸線変化図

[皆生工区]

本工区は昭和35年の直轄編入以降、突堤・護岸工事を実施したが侵食は止まらなかった。このため昭和

46年から離岸堤に着手し12基の完成と共に、順調な汀線回復をみている。近年（平成3年～）は離岸堤の開口部の侵食対策として緩傾斜護岸を施工し、浜辺へのアクセスの改善を図っている。

[両三柳工区]

本工区は昭和52年に直轄となり、昭和53年から突堤を9基設置した。当時皆生工区の離岸堤による海浜回復の成功を見ていたが、背後資産と景観上から突堤工法を採用したとされている。しかし、この突堤の下手側では100m～150mの範囲にわたって侵食が生じたことから、突堤の下手側に緩傾斜護岸を施工した。だが、これもまた同様に下手側へ影響を及ぼし典型的な侵食の伝播傾向を示したと言える。

[日吉津工区]

本工区は皆生工区と時期を同じくして直轄編入された工区であるが、離岸堤による対策は大きく遅れをとった。昭和55年に皆生工区より重量の軽いブロック（12t）で離岸距離も80mと短いものであった。しかし、昭和63年のCCZ（コースタル・コミュニティ・ゾーン）整備計画により、利用面から離岸距離を皆生工区と同じく150mと離れた構造とした。離岸堤の設置基数は16基で平成6年度に完成したが、日野川右岸に位置することから、漂砂も多く期待出来ずトンボロもあまり成長が無いのが現状である。

当日吉津工区は平成7年度迄に全ての保全施設整備計画を完了し、鳥取県に移管するものである。

[夜見・富益工区、境港工区]※新規直轄編入

夜見・富益工区は既存工区（両三柳工区）の下手側（西側）に位置し、近年の侵食災害の常習地区である。中でも平成4年3月の侵食は、延長300mもが一夜にして20m後退し国道431号に数十mに迫った経緯がある。この侵食に対して鳥取県では災害復旧事業で突堤を2基設置した。しかし、近年は突堤の下手側の侵食が生じている。

皆生工区



両三柳工区



日吉津工区



このような状況を根本的に対処するために、平成8年度より直轄工事区域として対応を検討中である。

また、境港工区は海岸の最北西端に位置し、その下手にマリーナ等の漁港施設が存在する箇所である。他の工区に比べ砂浜の幅が広く、上手からの土砂が当箇所へ堆積したものである。

(2) 気象・海象

海象の諸量は表－1のとおりである。波浪についてみると、波高は1.0m以下が年間の約70%を占め(図－1)、周期については、ほとんどが5～9秒程度である。

風の特性は風向の頻度はN・E、S方向、強風はN・E方向が卓越する。

夜見・富益工区、境港工区

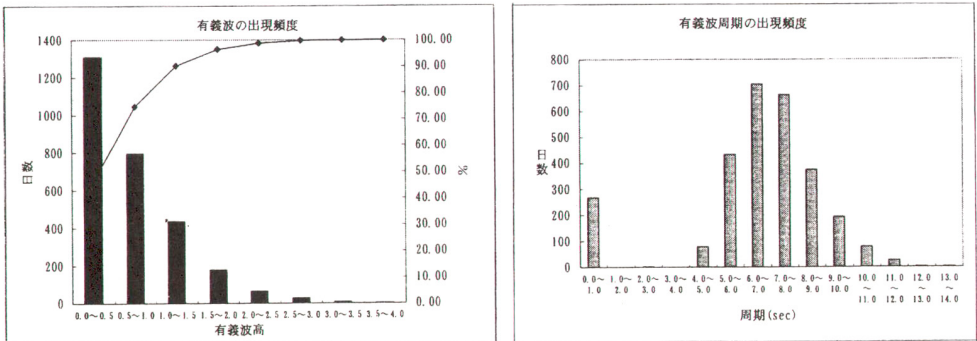


表－1

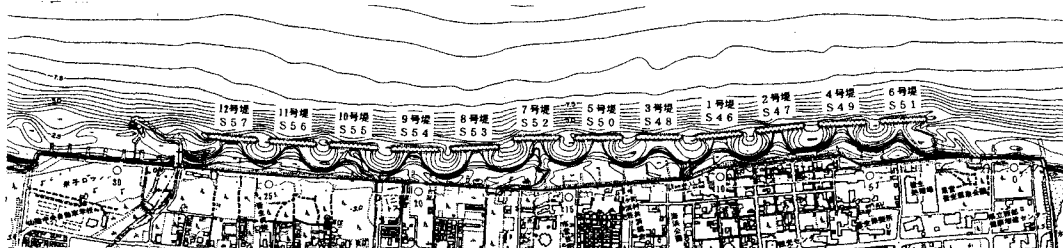
潮位		波		
既往最高潮位	TP=0.893		既往最大	計画
朔望平均満潮位	TP=0.364	発生年月日	S53.1.10	
朔望平均干潮位	TP=-0.056	波高	6.34m	6.34m
既往最大偏差	0.6	波形勾配	0.038	0.038
平均潮位	TP=0.157	周期	10.4sec	10.4sec
境港検潮所				

計画堤防決定根拠			
計画潮位	0.964m	朔望平均満潮位+既往最大偏差	
沖波波高	6.34m	h (堤脚水深)= $1.0mR/HO' = 0.52$	
天端高	4.50m	$0.964+3.30+0.236=4.50$	

図－2



2. 離岸堤による保全効果（離岸堤周辺の海底変化）



皆生工区離岸堤配置図

2.1 トンボロの発達状況

皆生工区において離岸堤設置後の1～12号堤内の堆砂量の変化を示したのが図-2.1である。2号、3号、10号、11号、12号を除き、設置直後の冬季風浪により急激な堆砂を示し、季節的な変動はあるものの平均的に設置後1～2ヶ年で約40,000m³の堆砂量となり、ほぼ安定している。

2号、3号堤については堆砂速度が緩やかではあるが順調な発達を示している。10号、11号、12号については、12号堤が増加傾向を示すが、10号、11号堤については平衡あるいは若干低減傾向を示している。

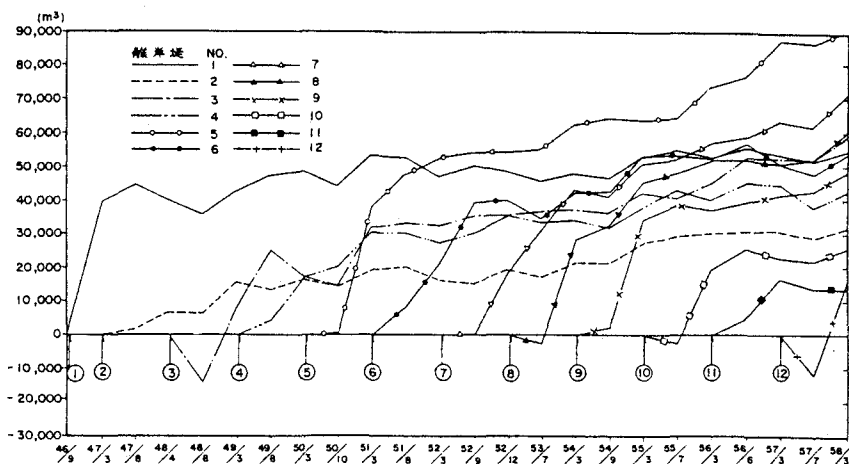


図-2.1 離岸堤内の堆砂量変化

2.2 周辺海底変化

離岸堤設置区域の周辺海底の動向を把握するため、離岸堤設置区域の基準点より一定水深（0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10m）までの岸沖距離を深浅図から読み取り、その時間的、空間的变化を調べた。

対象とした深浅図は、離岸堤設置年の昭和46年から昭和57年までの14回の結果をまとめた。

この結果の要旨は以下である。

- 1) 水深0～3mの等深線距離の変化は離岸堤背後のトンボロの形成とよく対応する。
- 2) 水深5～8mの等深線距離は互いによく似た変化を示す。
- 3) 代表的に水深5mの等深線の変化を調べてみると、測点No.10～No.15を境にそれより東側では昭和46年以来約100mの前進、西側では約100mの後退を示している。尚離岸堤設置水深は約3mで、5m等深線距離は離岸堤沖合に位置する。

次にこの点をより詳しく調べるため各測線ごとに等深線距離の変化を調べた。図-2.2は測点No.4の変化を示したものである。図には全ての等深線距離が記入され、縦軸は等深線距離、横軸は年度を示す。

図は以下の特徴を示す。

- 1) 水深0～2mの等深線距離は昭和51年に急激に増加した。これは6号堤(⑥と表示)の建設によってトンボロが急速に成長したことを示している。
- 2) 水深3～8mの等深線距離は昭和46年以来経年的に増加した。ただし、昭和53年以降変化割合が小さい。これは昭和46年～52年の間沖合で土砂が堆積し、以後改訂が安定したことを示している。
- 3) 水深10mの等深線距離については有意な変化が存在せず、ここでは堆積も侵食も生じていないと考えられる。

図-2. 3は測点No.20について図-2.2と同様に整理したものであり、特徴は以下で示される。

- 1) 水深0～3mの等深線は昭和55年に前進したが、これは9号離岸堤(⑨と表示)の建設によって生じたトンボロの形成と対応する。
- 2) 水深4～8mの等深線距離は経年的に減少した。この変化は沖合の海底が侵食されたことを意味している。これは測点No.4の動きと対称的な変化であることに注意すべきである。
- 3) 水深10mの等深線距離に有意な変化はない。

以上、代表的に測点No.4と測点No.20の変化を示したが、測点No.1～No.10は測点No.4と、また測点No.15以後は測点No.20とほぼ同様な変化が生じていることが判明した。これらの変化は非常に長いタイムスケールを持ち、またその変化が昭和46年の第1号離岸堤の建設された時期より始まったことに特徴を有する。この変化は1号離岸堤設置地点にあたかも大規模な突堤が存在するかのような変化である。

2. 3 沿岸漂砂の移動方向

2. 2で示したように、測点No.10に1号堤を建設して以来、No.10より東側(No.1～No.10)の水深4～8mで堆積、No.15より西側では水深4～8mが侵食を受けていることが明らかとなった。

代表水深として、水深5mを例にとり時間的な等深線距離の変化を示したのが図-2. 4である。

測点No.1～No.10では基線(S. 46)に対して等深線距離が長くなり堆積し、測点No.10～No.15では大きな変化はなく、測点No.15～No.26では等深線距離が短くなり、侵食傾向を示している。

この傾向は、明らかに第1号離岸堤設置(No.10)以来、この地点に大規模な突堤を設置したかのごとく東側で堆積、

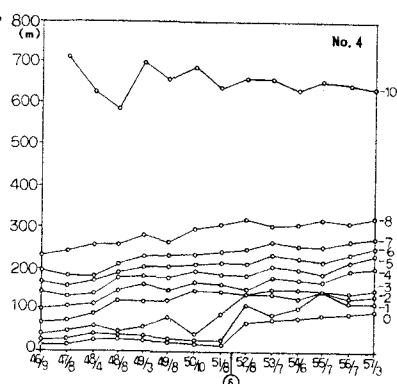


図-2. 2 等深線距離の変化(測点No. 4)

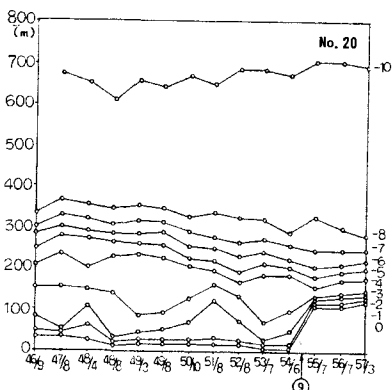


図-2. 3 等深線距離の変化(測点No. 20)

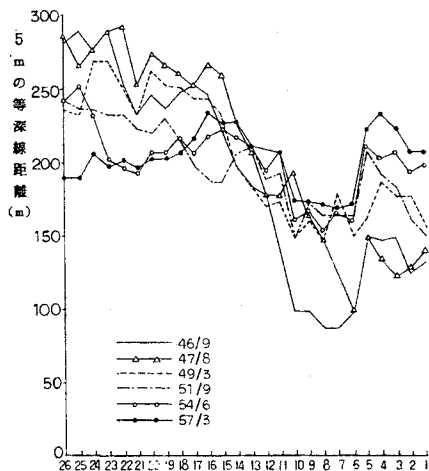


図-2. 4 水深5mの等深線距離の場所的分布

西側で侵食を示すに至っている。このことより、全体を通じた沿岸漂砂の移動は、東から西向きが卓越しており日野川以西における漂砂の移動方向は、過去の調査と同様である。

3. 皆生海岸全域の海浜変化特性

この項ではマクロ的な観点から当海岸の海浜変化の特性を検討する。

3.1 長期間の変化（昭和46年～平成6年間のTP.0.0～TP.10.0での変化）

昭和46年から平成6年までの標高ごとの変化量を示す。（図－3.1）

前項で述べたように皆生工区のNo.15付近を境界としてその西側約6km間では、標高－4m～－8mにおいて侵食を受けている。また、標高0m（汀線）付近においては、離岸堤施工箇所のみ堆積傾向を示し測点No.26付近より西側4.5kmは侵食を生じている。

全体的に測点No.55付近から西側においては堆積傾向を顕著に示している。

次に、皆生海岸の海浜地形変化をよく代表し得るTP.0m、－1m、－5m等深線の経年変化より以下が示される。

- ① 図－3.2より、TP.0mについては、両三柳工区及び大水落川導流堤及びその以西に位置する離岸堤、緩傾斜護岸の下手での侵食量、侵食範囲の拡大傾向が顕著である。特に、大水落川以西の侵食については、その範囲が緩傾斜護岸建設の進捗に伴い西へと移動し、かつ侵食量が増大している。
- ② 図－3.3より、TP.－1mについても、TP.0mと同様の傾向を示していることが明らかであるが、その侵食量、侵食範囲はTP.0mに比較して大となっている。これは、TP.0mについては構造物でかろうじて防護しているものの、その前面では深掘れが進行していることを示している。
- ③ 図－3.4より、TP.－5mの測点No.15以西の侵食については、昭和61年(1986)以降その侵食量、侵食範囲は変化せず、ほぼ安定している。

3.2 近年の変化（昭和58年～平成6年間のTP.+3m～TP.－10mでの変化）

図－3.5と図－3.6を比較して、以下が示される。

- ① 昭和58年からの11年間、昭和63年からの6年間の変化としてTP.－4m～－8mの侵食は3.1長期間の変化と同様に認められる。
- ② TP.－1mで浅の侵食傾向は顕著であり、TP.+3mまでその傾向は認められる。侵食量、侵食範囲はTP.－1mで最大である。
- ③ 測点No.70以西では、TP.－1m～＋1mの間では堆積傾向を示しているのに対し、TP.+2～3mのみ侵食傾向を示しているが人為的な要因（掘削）と考えられる。

3.3 海浜変化特性のまとめ

皆生海岸の海浜変化特性は、沖合部（－4m～－8m）と岸側の侵食に区分できる。沖合部については皆生工区離岸堤群の中央より西に約6kmの範囲で、岸側については両三柳突堤群下手から西に向けて約4kmの範囲で侵食が生じ、更に西側へと侵食が伝播するに至っている。

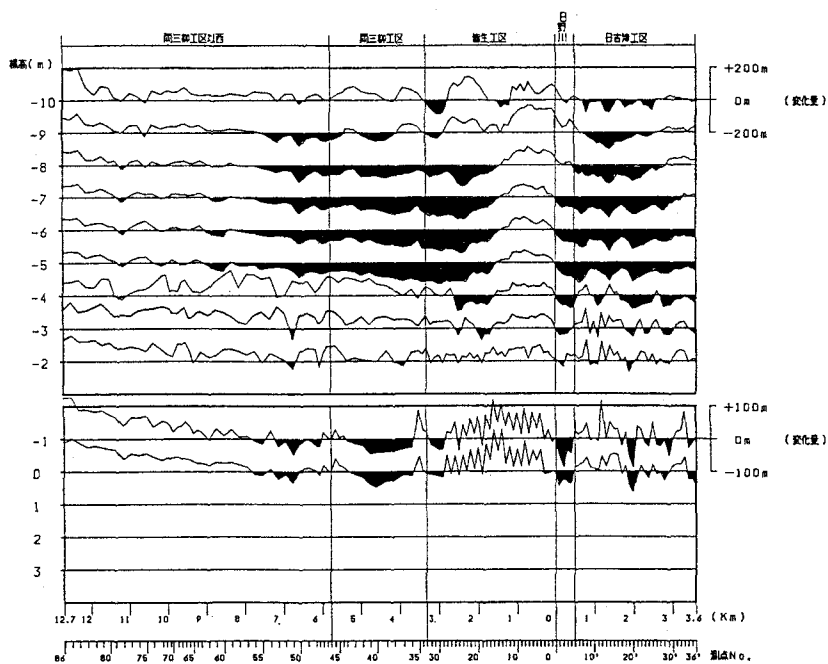


図-3. 1 T.P. ±0m~T.P. -10m等深線距離変化量の沿岸方向分布 (1971年~1994年 (昭和46年~平成6年))

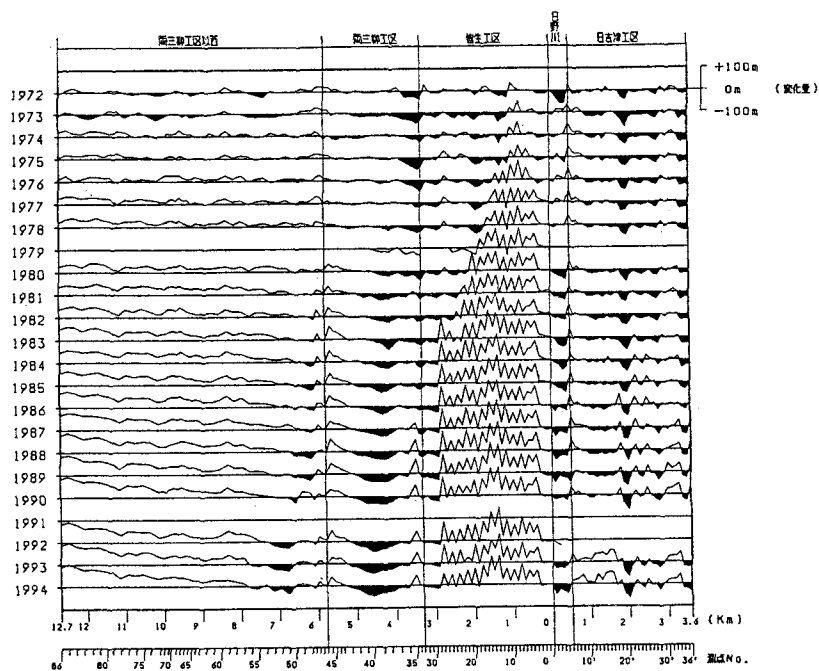


図-3. 2 T.P. ±0m等深線距離変化量の沿岸方向分布の経年変化 (1971年を基準として表示 (昭和46年))

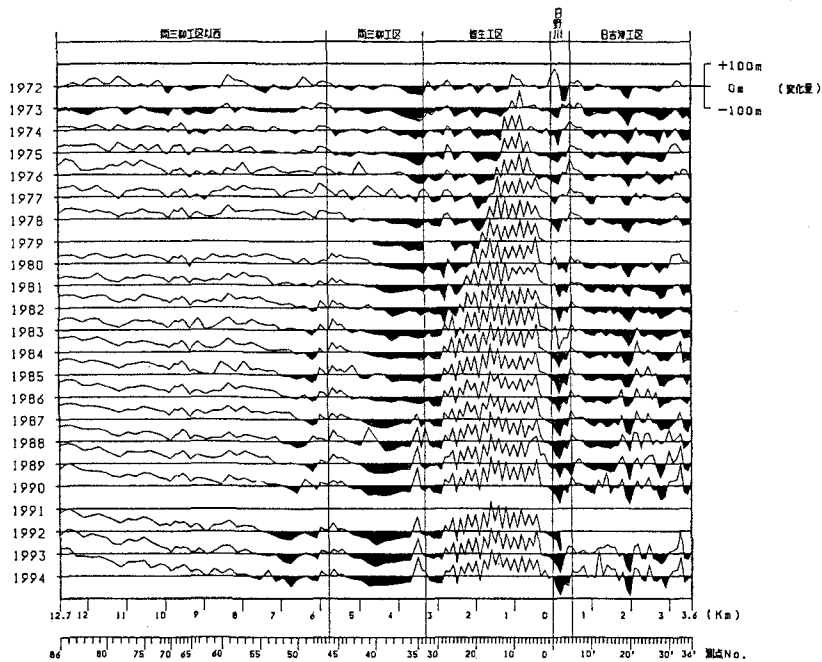


図-3. 3 T.P. -1m等深線距離変化量の沿岸方向分布の経年変化 (1971年を基準として表示)
昭和46年

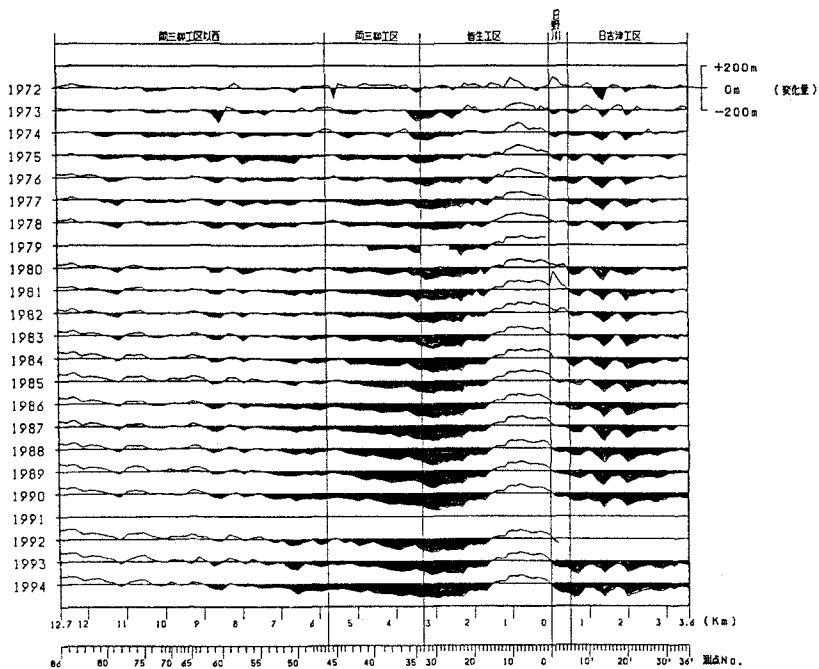


図-3. 4 T.P. -5m等深線距離変化量の沿岸方向分布の経年変化 (1971年を基準として表示)
昭和46年

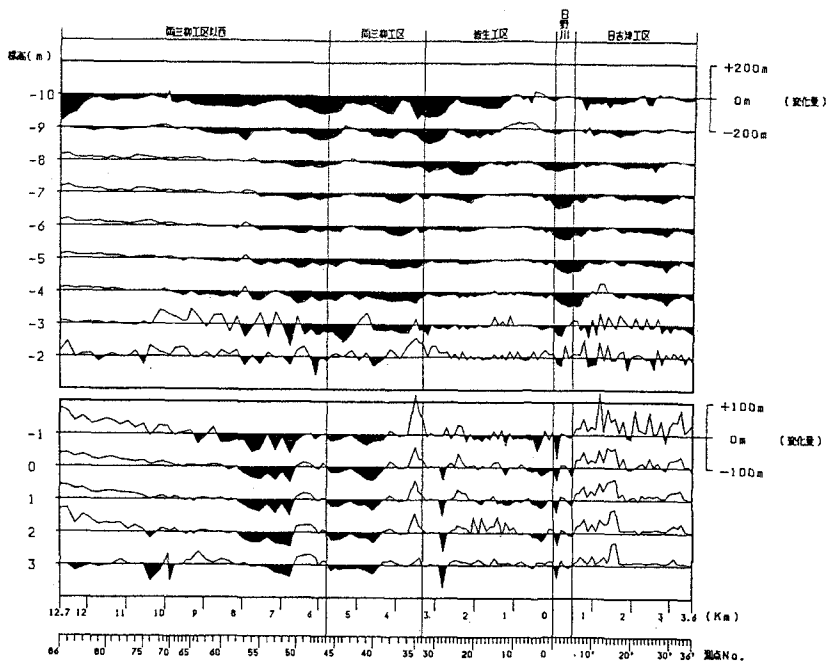


図-3. 5 T. P. +3m~T. P. -10m等深線距離変化量の沿岸方向分布 (1983年~1994年
昭和58年~平成6年)

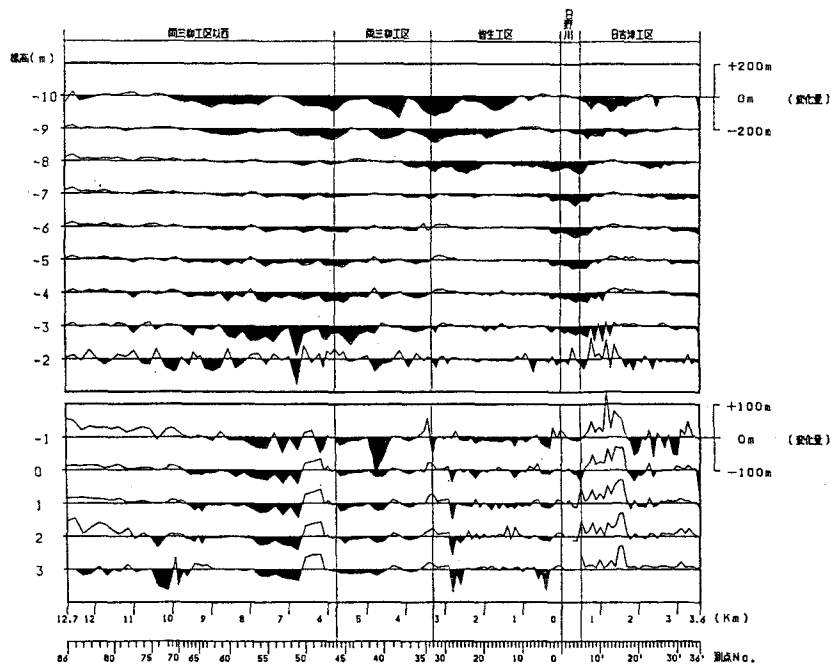


図-3. 6 T. P. +3m~T. P. -10m等深線距離変化量の沿岸方向分布 (1988年~1994年
昭和63年~平成6年)

4. サンドリサイクル工法による侵食対策

4. 1 サンドリサイクルの適応性

皆生海岸の侵食対策工を侵食域の移動に伴い、従来工法を実施すればコンクリートとブロックだらけの海岸となってしまうことは前項3の海浜変化で明らかである。そこで、自然海浜を構造物だらけの人工的な海浜とすることなしに海岸保全が出来る工法の検討を行った。

皆生海岸の特性を整理すると以下があげられる。

- ① 皆生海岸は日野川からの膨大な土砂によって形成されたが、今後は多くの土砂供給は望めない。
- ② 沿岸漂砂の卓越方向は西向きであり、侵食域は西側へ今なお進行している。
- ③ 皆生海岸の西端には大規模な港湾と埋立地が建設されており、そこで漂砂はほぼ全量が阻止されている。

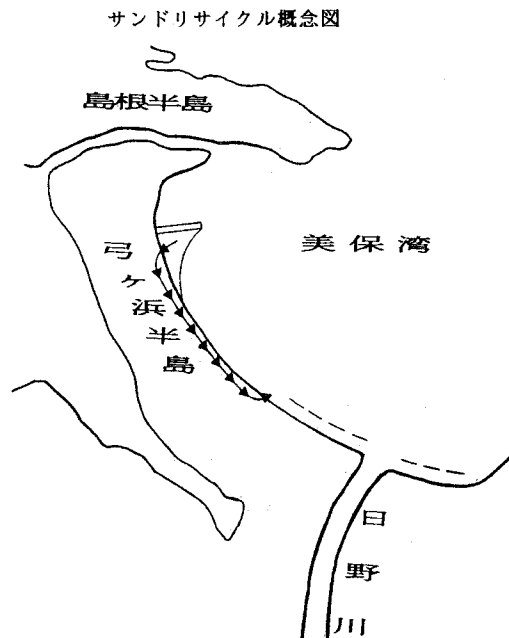
皆生海岸ではこの特性（西向き沿岸漂砂が卓越し、西端で漂砂が遮断されている）より、サンドリサイクル工法による海岸保全が適していると判断され、平成5年度より導入の可能性について検討を進めている。

4. 2 サンドリサイクル事業とは 図-4. 1

サンドバイパスという名称がよく用いられているが、あえてリサイクルの名称としたのは、沿岸漂砂の卓越する海岸において、漂砂下手に堆積した土砂を漂砂上手へ投入する、投入した土砂はやがて時間の経過とともに下手へ達し、その土砂を再び上手へと投入する、つまりリサイクルすることとなる。

この時、沖向きの漂砂などによって土砂が失わなければ、土砂を補給することなしに半永久的にこの作業を続けることが可能である。したがってサンドバイパス工法で問題となる投入土砂の確保に関する経費の問題が解決される。

図-4. 1



4. 3 サンドリサイクル現地実験

サンドリサイクル事業は新規事業であるため実績が無く、机上検討のみでは未解明事項を全て明らかにすることは困難であるため、現地において他に例を見ない大規模な実験（試験投入）を平成6年度と平成7年度に実施した。

実施時期は、砂の移動が最も盛んとされる冬期に実施した。平成6年度実験の特徴は土量約10,000m3の海上掘削・運搬・投入である。また、平成7年度

は土量約20,000m3（掘削土量は他事業と合わせて約42,000m3）の陸上運搬・投入である。平成6年度の作業が波浪によって作業に制約を受けたことと海中の掘削・投入の目視観察が出来なかったことから、平成7年度は陸上作業とした。

実験内容 図-4. 3

平成6年度	土砂の採取・運搬・投入 土量：10,280m3 期間：2/15～3/8 方法：非航式グラブ船による 採取、運搬、投入	追跡調査 ・汀線測量、横断（深浅）測量 ・波浪観測 ・蛍光砂調査 ・粒度分析
平成7年度	土砂の採取、運搬、投入 土量：20,030m3 期間：1/23～1/31 方法：ブルドーザ・バックホウによる 採取、ダンプトラック運搬、ブルドーザ押土（投入）	追跡調査 ・汀線測量、横断（深浅）測量 ・波浪観測 ・砂面変化観測 ・粒度分析 ・投入地点周辺標高観測

実験状況写真 H6投入状況



H7投入状況



4. 4 実験結果について

1) 海浜断面の変化状況

図-4. 4は平成6年度実験における代表的な3断面における海浜断面の重ね合わせ図を示している。主な地形変化は、堆積時・侵食時ともにTP. + 1. 5m~-5mの間で生じていることがわかる。したがって、実験期間中の気象・海象条件下では、移動限界水深はTP. -5m程度であるといえる。

また、土砂投入地点沖水深5m地点の実験期間中の日最大有義波高の平均値は0. 76mであった。

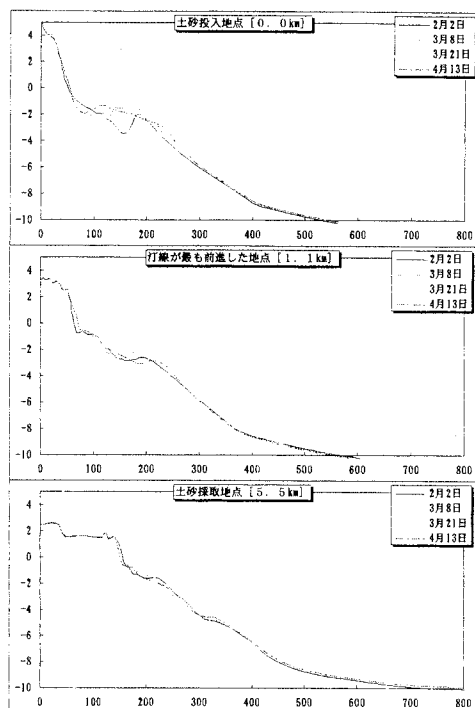
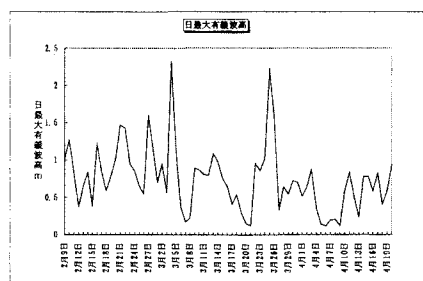


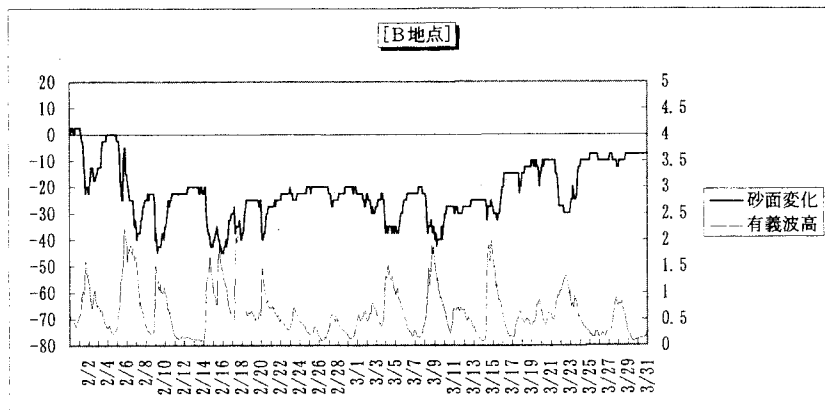
図-4. 4

2) 流れと砂面変化状況

図-4. 5は平成7年度実験における流況と砂面計の計測結果について示す。

投入箇所の水深5m地点(B地点)における地盤が約40cm下降した2/6~2/8に注目する。この期間の流況はN若しくはNNWの沖向きで最大21cmの流れが生じたものである。この様に急激な地盤変化の時また、その前には約2m程度の有義波が原因となっていることがいえる。

図-4. 5



3) 蛍光砂調査

蛍光砂は、土砂投入地点の汀線付近に黄色を、水深5m地点に赤色をそれぞれ投入した。図-4.6に蛍光砂の検出結果を示す。

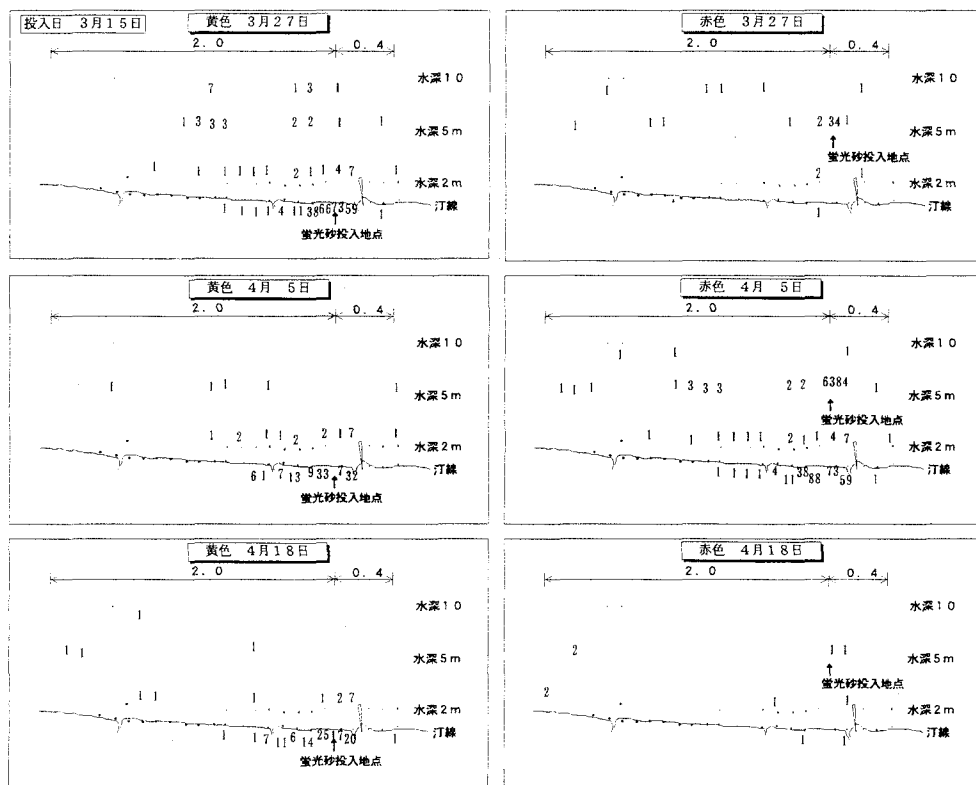


図-4.6

〔黄色蛍光砂の特性〕

沖合への移動も多少は認められるものの、汀線際での移動が最も顕著であり、汀線付近の土砂移動は岸沿いに北西方向が最も卓越していると判断できる。

〔赤色蛍光砂の特性〕

4月5日時点で、投入地点に多量の蛍光砂が検出された。一見、投入した蛍光砂の大半が平面的な移動をしなかったように見受けられるが、汀線付近への顕著な移動が見受けられるのも確認できる。

4) 底質調査結果

平成6年度における底質の中央粒径 d_{50} の平面分布を図-4.7に、蛍光砂と代表地点の粒度分布の重ね合わせを図-4.8に示す。この時、投入した蛍光砂の中央粒径は0.48mmである。

TP. 0.0m~2.0mの d_{50} について注目すると、各測点において0.4mm前後であり比較的投入土砂の中央粒径に近く、粒度分布からも平均的な汀線付近の土砂に近似的である。したがって、黄色蛍光砂は汀線付近の砂の移動特性をよく表していることがいえる。

0.0km地点のTP. -5.0mの d_{50} について注目すると0.22mmであり、投入土砂と馴染まない粒径でであると考えられる。また、粒度分布から、汀線付近に移動した赤色蛍光砂は0.3mm~0.7mm程度、

投入地点で移動しない蛍光砂は0.1mm～0.3mm程度であった。

この特性から、投入地点によって動きやすい粒径の存在があり、境港で採取した土砂（ $d_{50}=0.4\sim0.5$ ）は汀線付近に投入した方が汀線に影響を与えることが考えられる。

図-4.7

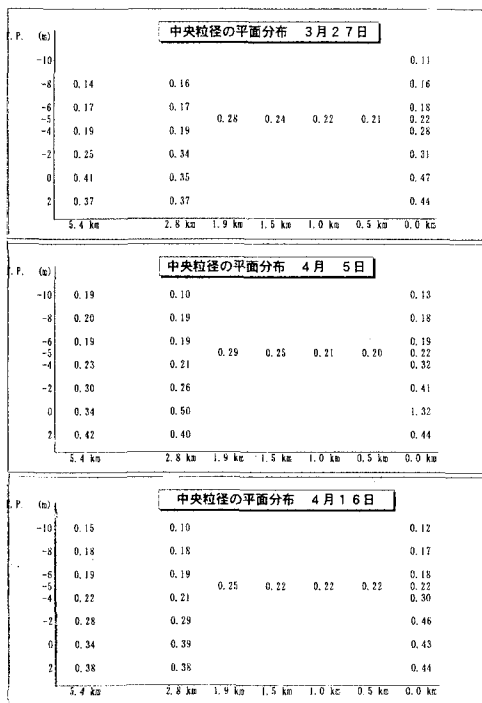


図-4.8

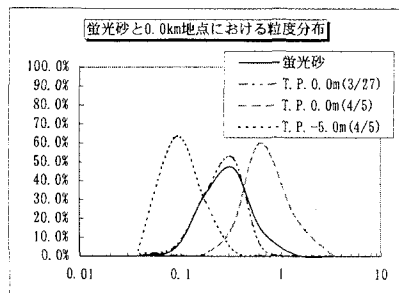
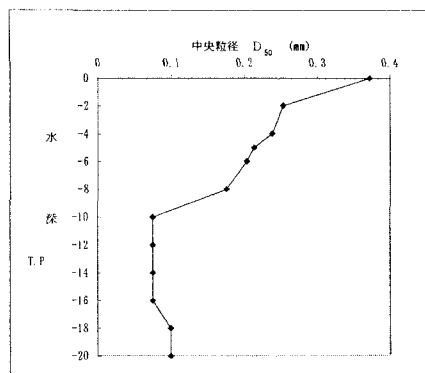


図-4.9では平成7年度実験における土砂採取地点の d_{50} の水深方向分布を表している。

ここで中央粒径 d_{50} が0.2mm以上の粗粒より細粒へと急激に変わる水深8～10mは、従来海浜断面の比較において波による地形変化がほぼ見られなくなる地形変化の限界水深8～9mとほぼ一致する。この移動限界水深の存在から、サンドリサイクル事業で課題とされる沖合への散逸が解決される。

図-4.9



4) 投入地点周辺の地形変化状況

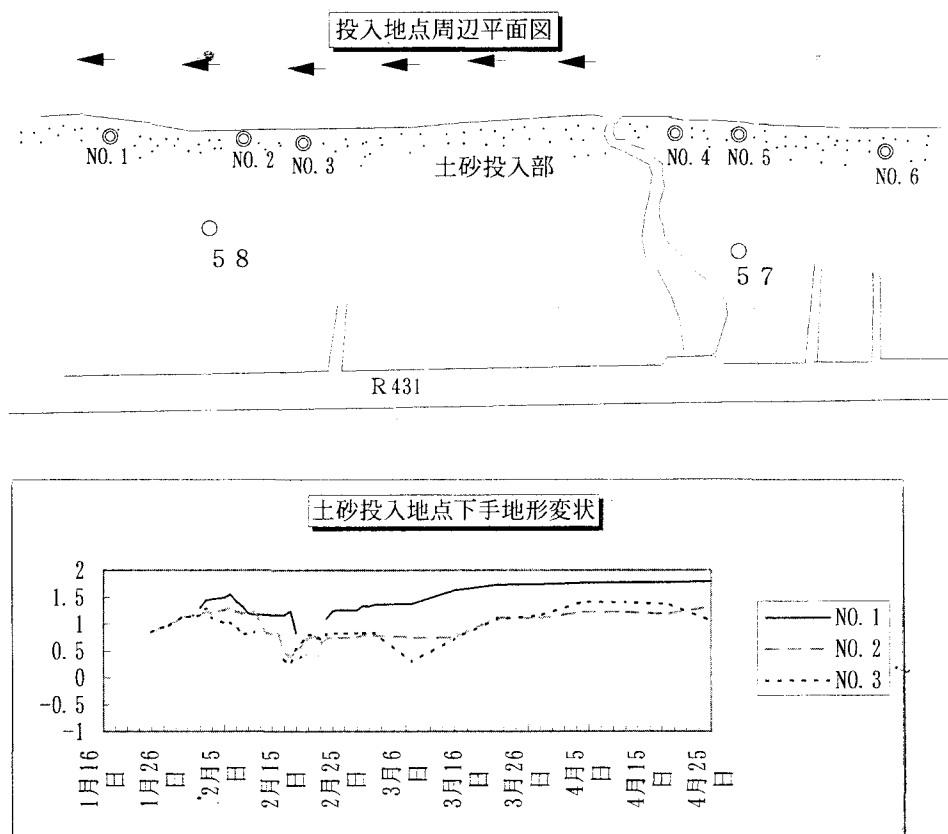
サンドリサイクルが1年単位の長い期間の工法に対し、実験が短い期間であることから、平成7年度実験では投入地点周辺の地盤変化を日単位で計測を行った。調査地点と地盤高を計測した結果を図-4.10に示す。

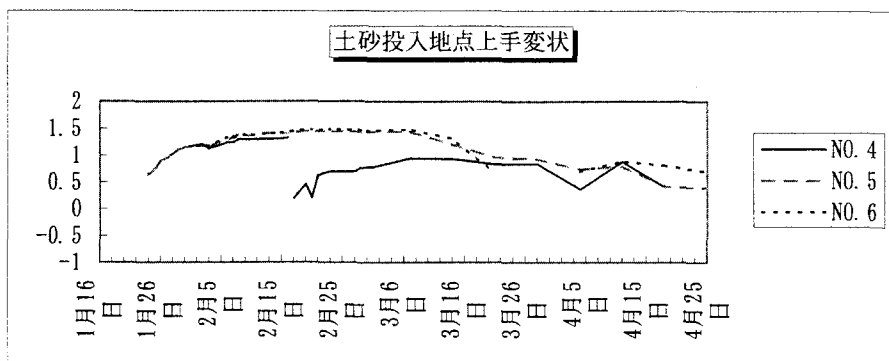
NO. 1～NO. 6までどの測点においても同様に土砂投入時は急激な地盤の上昇がみられた。これは土砂が水中に押し出された結果、周辺における地盤に影響をあたえたことを示している。また、沿岸流が西向きに流れているとはいえ、短期的には東にも流れているといえる。これは実験での流況結果でも同じことがいえた。

土砂投入が終了し、上昇の勢いは弱まり、やがて下降傾向を示す。特に下手側のNO. 1・2・3においては、押し出した土砂が突堤の役割をしたことによる下手側の地盤の低下が確認された。

また、投入約1ヶ月後、3/10前後からNO. 1・2・3の断面が徐々に地盤上昇の傾向にある。これは波浪（有義波約2m）が残りの投入土砂を下手に運んだものと想定される。この約20日の間に約60cmの上昇は海浜勾配を1/10として6m汀線前進を起こしたことになる。これは汀線変化とも一致する。

図-4.10





※図の中でグラフが途中で切れているのは、ボール流出による欠測を表す

5) 数値シミュレーションの結果

平成6年度の汀線回復は実験開始から約半年の8月時点では、汀線は一部区間を除いて全体的に前進した。この現象を踏まえone-lineモデルによる数値シミュレーションで再現した。

one-lineモデルの基本条件

対象等深線	；汀線
漂砂移動代表高さ	；4 m (T P. + 3 m ~ T P. - 1 mを対象)
波高	；時間変化、沿岸方向変化を考慮する。
周期	；時間変化を考慮する。
波向	；沿岸方向変化を考慮する。
漂砂量式	；岩垣・さわら木の式
沿岸方向の範囲	；実験範囲の5.4 km。
計算間隔	；50 m

この時、東端よりの土砂供給量 $9.0 \text{ m}^3 / 2 \text{ hr}$ [$* 12 \text{ 回} / \text{日} * 175 \text{ 日} = \text{約} 2 \text{ 万} \text{ m}^3$] を考慮したシミュレーション結果を図-4.11に示す。

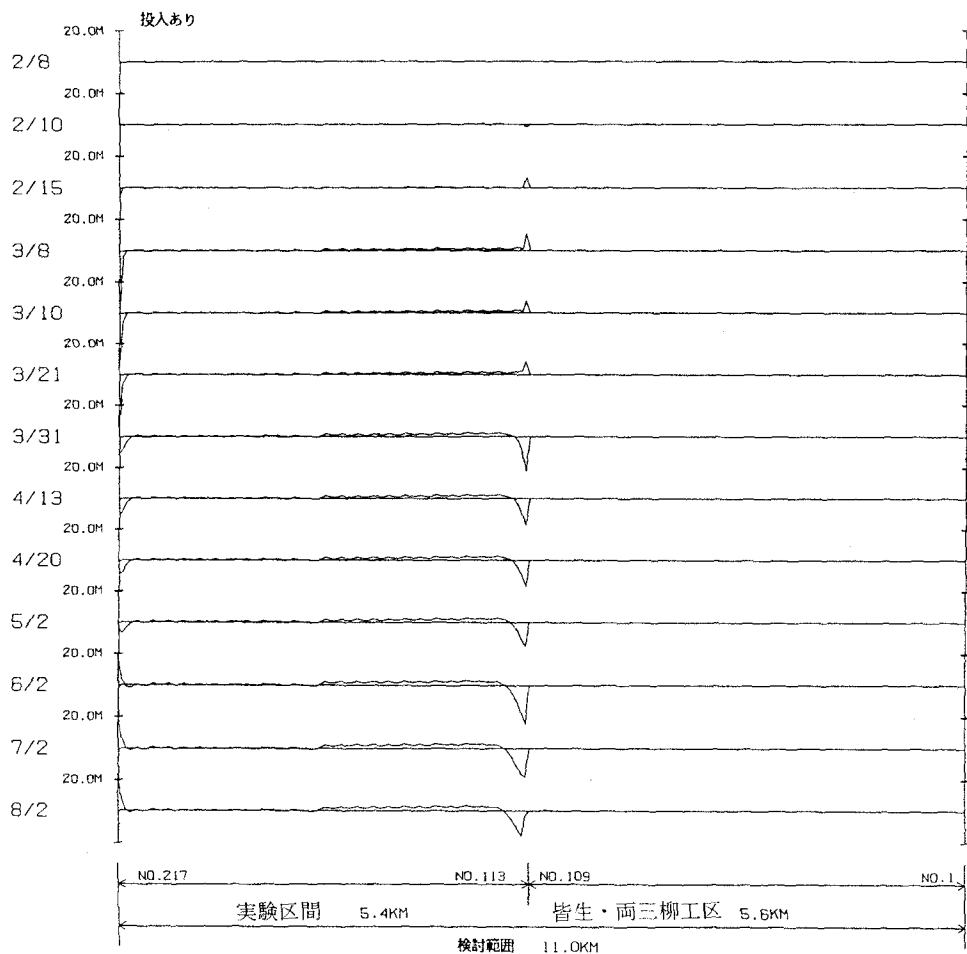


図-4. 11

6) サンドリサイクル現地実験のまとめ

〔移動限界水深の存在〕

長期的な観測から一般的に移動限界水深を8～9mとしているが、今回のような短期間で且つ比較的小さい波浪時(3m以下の有義波)には水深5mを境にして土砂の動きがなくなる。つまり、通常の移動限界水深は5m程度である。

〔土砂投入による海岸保全効果〕

蛍光砂と底質調査から岸側の土砂投入が効果的であり、確実であることがいえる。

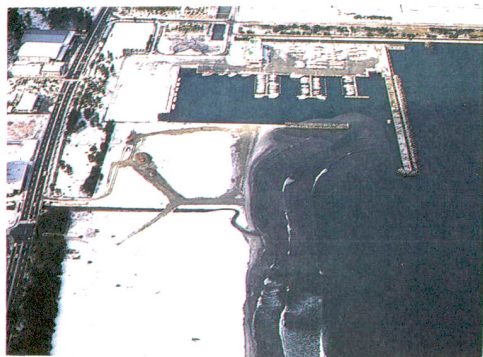
また、掘削地点の回復が目視で確認出来たことは過去にない成果といえる。同様に投入地点においても汀線前進をみたが、しかし、その下手側約5km全ての保全が確認されず今後の観測が必要といえる。

〔西向きの沿岸漂砂確認〕

蛍光砂調査と流況調査から西向きの沿岸漂砂の確認と立証が出来た。また、上手側からの供給量を当該波浪データから推測した。しかし、今後この精度をあげるための実験及び調査が必要と思われる。

参考：平成7年度斜め写真による汀線変化

掘削直後



掘削2ヶ月後



投入直後



投入2ヶ月後



4-5 サンドリサイクル事業の課題

以下にサンドリサイクルを事業化するための今後の課題を示す。

- 1) 確実な侵食対策機能を発揮させるための手法検討（土砂採取方法、運搬・投入方法、効果的な投入ポイントや投入時期など）
- 2) より低コストでの導入と容易な維持管理システムの検討
- 3) 海岸の状況変化に柔軟に対応できるシステムの検討
- 4) サンドリサイクル事業の範囲拡大に向けた検討
- 5) 他の海岸保全対策工法と比較してサンドリサイクル工法の優れている点のアピール、地元住民との協調。

終わりに

私たちが検討している”サンドリサイクル事業”は、決して従来の工法を否定するものではない。従来の海岸事業が侵食箇所のための災害復旧的な事業であったのに対し、現在は漂砂系全体を見据えた侵食対策事業へと変わりつつある。また、従来、離岸堤が波との闘いの中で最善の工法でもあった。その証拠に皆生温泉は山陰最大の温泉地に成長した経緯がある。

現在、国民の豊かさに対する感覚が変わり、景観、情感等の感性を大切にする風潮がある。このニーズに対応するために、現在私たちは新しい侵食対策工法を模索中である。サンドリサイクル事業にはまだ多くの課題を有し、コスト、侵食対策工法に対する意識等はこれからの課題である。

私たちは諸先輩方の波と闘った経緯を踏まえ、新しい第一歩を踏み出そうとしている。今後の事業に期待していただきたい。

参考文献

- 1) 石橋正穂・岸田正人・清水生一・浜田和幸；トンボロと漂砂について，建設省技術研究会報告，1983年。
- 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岸地形変化の解析，海岸工学講演会論文集，1983年
- 2) 永田智久；水田を育む，FRONT，1993年。