

台風9720号による湘南海岸の侵食災害

Beach erosion of Shonan coast due to Typhoon 9720

宇多高明*・内田 剛**・平野 浩一***・西村 晋****

Takaaki Uda, Takeshi Uchida, Koichi Hirano and Susumu Nishimura

In September, 1997 high waves attacked the Shonan coast in Sagami Bay. Due to this wave attack beach was severely eroded and beach cliff erosion occurred in wide spread area. Field observation was carried out during and right after storm waves. It was found that sand accumulated on the east side of the various coastal structures and thus beach erosion was caused by westward longshore sand transport induced by easterly incident waves. Particularly this typhoon waves are of characteristics of long period waves.

Key words: beach erosion, beach cliff, longshore sand transport, field observation.

1. まえがき

湘南海岸の茅ヶ崎地先海岸では、1997年6月20日に来襲した台風7号と、7月26日に来襲した台風9号に伴う高波浪により著しい海岸侵食が発生した。これによれば、これら2回の台風時の海浜変形では、いずれも西寄りの入射波条件のもとで東向きの沿岸漂砂が発生し、これによって沿岸漂砂の移動を阻止する海岸構造物の西側では土砂が堆積してバームが形成され、東側では浜崖が形成されるというタイプであった。その後しばらくの間、湘南海岸は小康状態を保っていたが、9月18、19日には台風20号の高波浪が再び来襲した。このため湘南海岸では従来に増して著しい海岸侵食が発生し、海岸線に沿って設置されている自転車道が通行不能となるまで激しい侵食を受けた。そこでその原因について考察するために、台風後の9月20日に湘南海岸の現地踏査を実施した。ここではこの時撮影された現地写真と、高波浪の来襲中の9月19日に撮影された3枚の写真を整理し、災害状況を要約する。

2. 湘南海岸の現地踏査区域と台風20号の概要

湘南海岸の現地踏査区域は、図-1に示すとおり柳島の消波堤から茅ヶ崎のヘッドランドまでの約3kmの区間である。この区間において海岸構造物や防波堤周辺における浜崖の形成状況、および流入河川の河口内への土砂の堆積状況を現地踏査によって調べた。台風20号は、1997年9月18、19日に来襲したもので、その進路は図-2に示すように伊豆諸島をかすめるようにして房総半島沖を通過した。科学技術庁防災科学技術研究所の平塚観測塔での波浪観測によれば、図-3の気象・海象データに示すように9月19日に有義波高4.5m、周期15secという非常に長周期の波浪が来襲した。一方、先に来襲した台風7、9号の場合には湘南海岸も台風圏内に入ったために、気圧低下に伴う海水面の上昇があったが、台風20号の場合には図-2に示したように房総半島沖を通過したことにより、気圧低下に伴う水面上昇は小さかった。

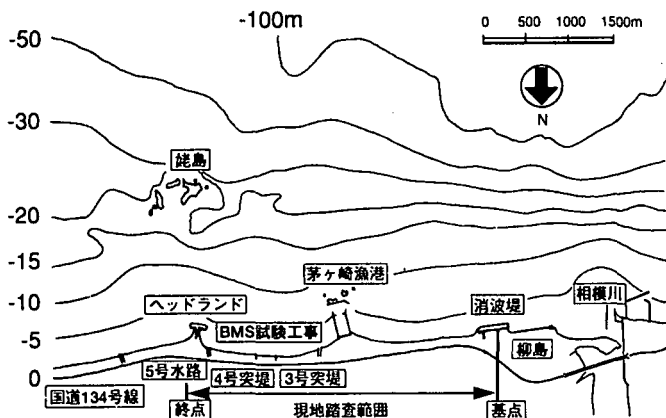


図-1 湘南海岸の現地踏査範囲

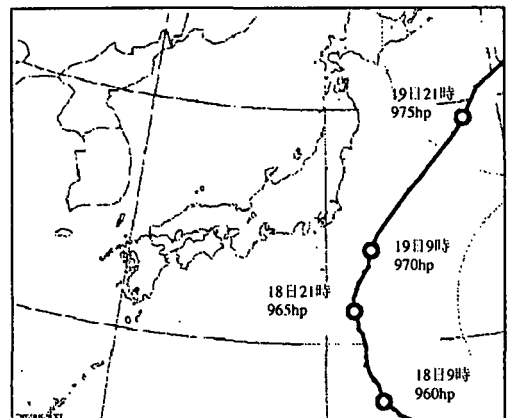


図-2 台風20号の経路図

- * 正会員 工博 建設省土木研究所河川部長
 ** 正会員 前神奈川県湘南なぎさ事務所 海岸砂防課長
 *** 神奈川県湘南なぎさ事務所 海岸砂防課
 **** 正会員 財団法人土木研究センター 研究開発一部

台風20号の気象・海象主要データ

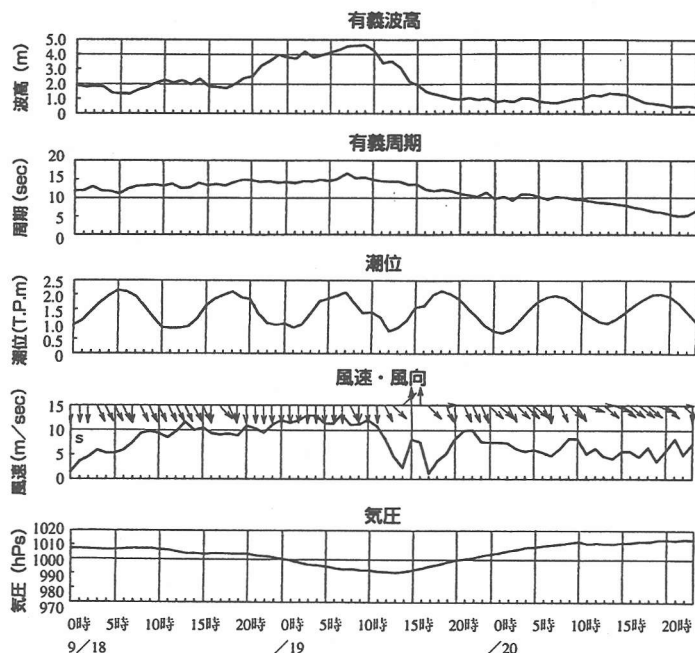


図-3 台風20号時の気象・海象条件

両端で水位上昇が起こり、斜路を越えた西向きの流れが生じている。写真-3は、この地点から西方向を撮影したものであるが、消波堤と背後の盛土の間には強い西向き流れが生じていることが水面の泡の状況から見てとれる。このことは、今回の高波浪では柳島の消波堤は沿岸漂砂に対して閉境界を与えるのではなく、沿岸漂砂は西向きに流出する条件下にあったことを意味している。

3. 茅ヶ崎漁港の西側区域の海浜変形

宇多ら（1997）は、先に来襲した台風7号および9号による高波浪により柳島の消波堤から茅ヶ崎のヘッドランドまでの区域で浜崖侵食が進んだことを示したが、同じ区域で台風20号に伴う高波浪によりさらに浜崖侵食が著しく進んだ。以下に侵食状況を現地写真で示す。

最初にうねりの来襲中の現地状況写真を写真-1,2,3に示す。これらは柳島の消波堤の背後から9月19日に撮影されたものである。写真-1は、この地点より東方向を撮影したもので、通常時には波浪の作用が及ばないような位置にまで波がうちあがり、浜崖侵食が進んでいる状況が遠望できる。写真-2はこの地点より沖方向に、コンクリート製の斜路の状況を撮影したものである。斜路の先に白く見える碎波部の下に消波堤はあるが、水位が上昇したために消波堤は完全に水没している。その手前側の斜路との接点付近は小高くなっており、通常時には斜路を横切って海水が流れることはないが、写真-2のように高波浪の来襲時には斜路の

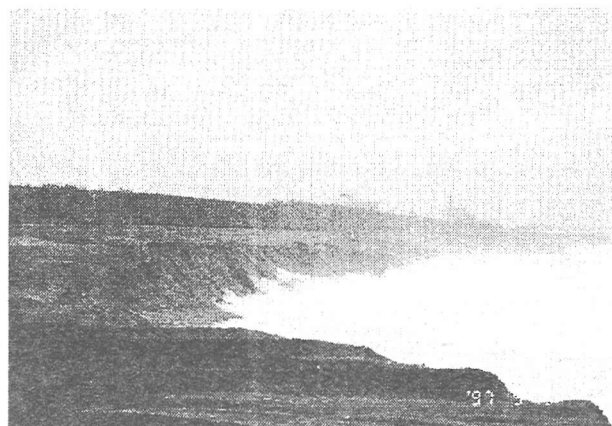


写真-1 台風来襲時における柳島の消波堤の東側隣接域の侵食状況（9月19日撮影）

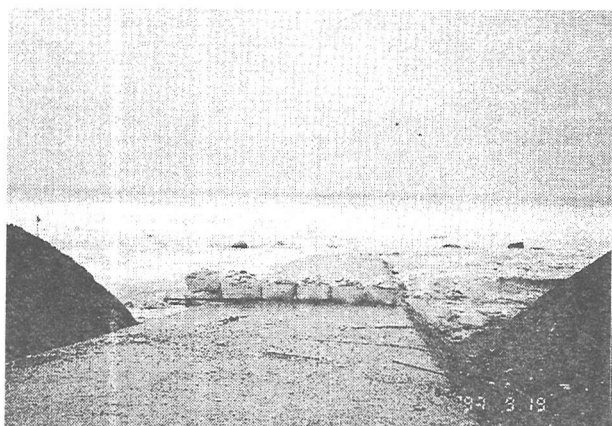


写真-2 柳島の斜路付近の海岸状況（9月19日撮影）



写真-3 柳島の斜路の西側の消波堤背後での西向き流れの発達（9月19日撮影）



写真-4 浜崖侵食が最も激しく進んだ区域の海岸状況

次に台風による高波浪が終息した9月20日の現地踏査時の写真を示す。写真-4は、柳島の消波堤より東側の最も激しく侵食された区域の状況を示す。先の台風7号におけるこの位置での浜崖の高さはわずかに約1.4mであったが、その後に来襲した台風9号で約3.0mとなり、今回写真-4のように約3.5m以上の浜崖となった。砂丘の頂部にある飛砂防止柵の下部が露出し、柵が不安定な状況となっていることから、柵の上部からも土砂が落ち込んだことが分かる。最も侵食が激しい区域から東側へ移動すると写真-5に示すように、浜崖は次第に高さを減じ、浜崖の高さは約2.5mとなっている。このように浜崖は東側に移動するほど次第にその高さを減じ、茅ヶ崎漁港の防波堤に接近するとほとんど見られなくなり、さらに東へ移動すると土砂が堆積して写真-6に示すようなバームの形成が見られる。

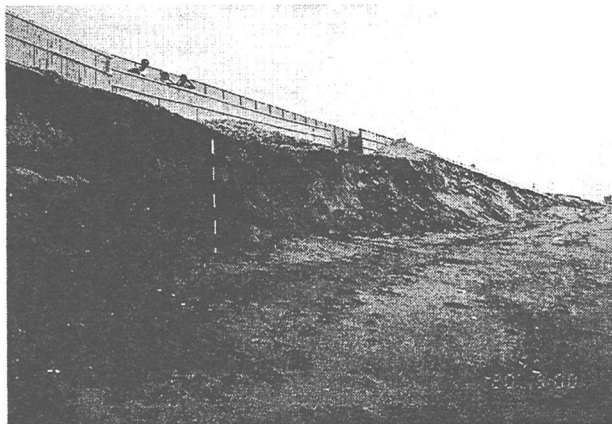


写真-5 写真-4の東側隣接区域の浜崖形成状況



写真-6 茅ヶ崎漁港の西側隣接部での堆積状況

以上のように、今回も柳島の消波堤の東側区域では浜崖が形成され、この浜崖は東へ向かうほど次第に高さを減じ、茅ヶ崎漁港の西側隣接部では逆に土砂が堆積してバームが形成された。このような地形変化の状況は、先に来襲した台風7、9号の状態と同様であるが、今回の高波浪の来襲では、柳島の消波堤では明らかに西向きに沿岸漂砂が発生していた。したがって茅ヶ崎漁港の西側隣接区域での堆砂と、柳島の東側での浜崖侵食の発生を無理なく説明するには、海岸線に対して反時計回りの方向（東寄り）から波が入射し、このとき茅ヶ崎漁港の防波堤およびその周辺に存在する岩礁による波の遮蔽域では局所的に東向きの沿岸漂砂が生じ、一方、波の遮蔽域外では西向きの沿岸漂砂となって、柳島の隣接区域では侵食が進んだと推定せざるをえない。

4. 茅ヶ崎漁港の東側隣接部から茅ヶ崎地先の護岸までの区域の海岸侵食状況

図-1に示したように、茅ヶ崎漁港は沖合の岩礁上に建設された沖防波堤と、2本の不透過性の平行防波堤からなっている。また、その東側にはヘッドランドが位置しており、これら2つの施設は海岸線から大きく突出しているために、規模の小さい突堤などとは異なり、その周辺にかなり規模の大きな波の遮蔽域を形成している。写真-7は、茅ヶ崎漁港の東防波堤の隣接区域に流入する6号水路付近の海岸状況を示す。前浜が手前（西）側ほど広がるのは、防波堤による波の遮蔽効果によるものであり、ここは茅ヶ崎海水浴場として夏季にはにぎわいを示す場所である。この区域は、茅ヶ崎漁港の防波堤による波の遮蔽域内に入るために、通常は波浪が静穏であり、とくに夏季に卓越するSSW方向からの波浪に対しての波の遮蔽効果が高い。しかし、写真-7によれば、6号水路の手前側において、後浜の色調が海側では白っぽく、逆に陸側では黒っぽくなっており両者の境界線が明瞭に



写真-7 茅ヶ崎漁港の東側隣接部の海岸状況。
中央部にあるのは6号水路



写真-8 茅ヶ崎海水浴場の浜崖とガリー侵食

区別される。この境界線は波のうちあがり線に相当しており、通常ではうちあがることのないほど高い位置まで波が遡上したことを示している。また、このうちあがり線より海側には、少なくとも3カ所に戻り流れが原因と推定されるガリー侵食の跡が見られる。

写真-8にはガリー侵食と浜崖の形成状況を示す。浜崖の高さは約1.4mである。また形成されている崖の面はいずれもかなり滑らかであることは、これらの浜崖はその上部に海水がうちあがり、その戻り流れによって侵食が進んだことをよく表しており、写真-7で観察されたように後浜上部まで波がうちあがったことと調和的である。

また、写真-7に示した6号水路では、大量の土砂が河口部から侵入し、河道が完全に閉塞した。写真-9はその状況を示している。導流堤の天端から約1.2mを残して水路は完全閉塞しており、写真右上に見える重機は、河道内の堆積土砂の除去工事を進めているものである。河道内への侵入土砂はこの橋付近にとどまらず、はるかに上流まで押し込まれ、水路は完全に砂で満杯となり、上流のボックスカルバートのわずか手前まで土砂が堆積した。6号水路は茅ヶ崎漁港のすぐ東側に位置するために、通常、波浪は静穏である。それにもかかわらず今回のように河道内に大量の土砂が堆積したことは、西向きの沿岸漂砂によって水路内へ砂が押し込まれたと考えて初めて

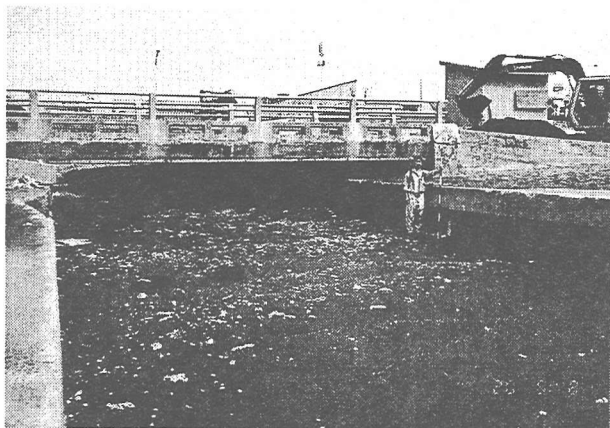


写真-9 6号水路内の土砂堆積状況

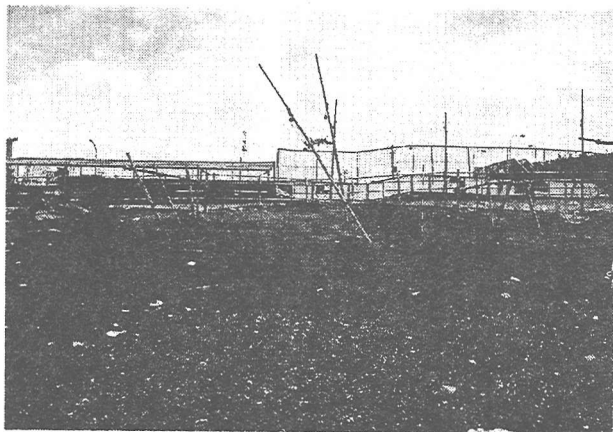


写真-10 茅ヶ崎市営プールの前面の砂浜に立つ木杭の傾き状況



写真-11 写真-10の東側隣接部における浜崖形成状況

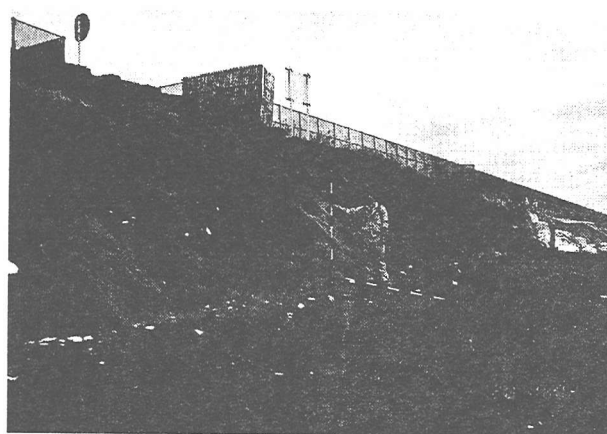


写真-12 写真-11の東側隣接区域での浜崖形成状況

説明可能となる。また、写真-10は、市営プール（6号水路近傍の施設）の前方の海浜状況であるが、海浜に立てられた木杭の多くが西（左）側に傾いている。このことは作用波浪がこの写真の右側から、すなわち東側から作用したことを意味し、前述の現象を説明する根拠となっている。

6号水路からさらに東側へ移動すると浜崖侵食が見られるようになり、写真-11に示す付近では浜崖の高さが約1.8mとなっている。この付近から浜崖侵食の高さは次第に高くなり、写真-12に示す付近から浜崖侵食は最もひどくなり、約3.0mもの高さに達した。

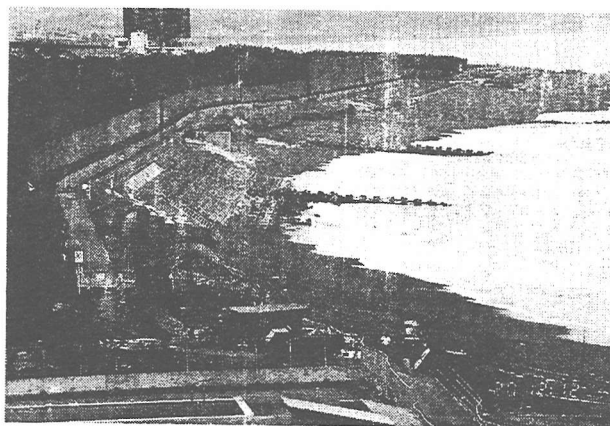


写真-13 茅ヶ崎市営プールから東側の海岸状況。
(中央に見える突堤は、手前から3、4、5号突堤である。)



写真-14 茅ヶ崎地先の展望台から西側の海岸状況



写真-15 基礎を大きくえぐり取られた展望台と沈下したテラスブロック

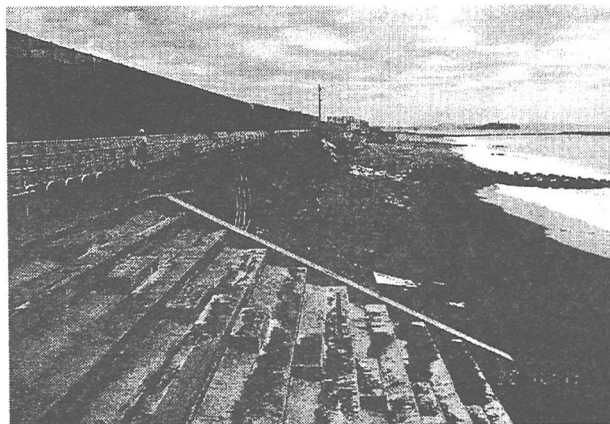


写真-16 展望台近傍の階段工とその東側海岸の侵食状況

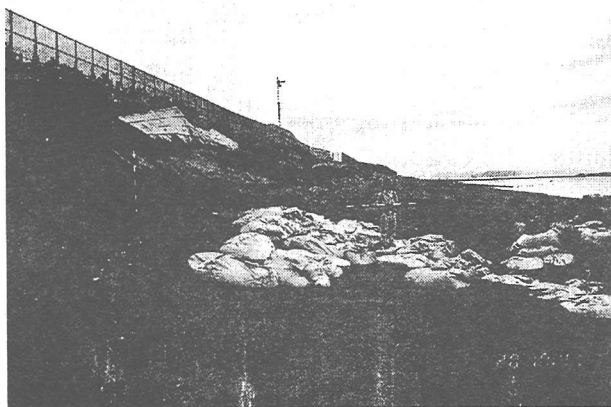


写真-17 侵食されて背後の土砂が流出した4号突堤周辺状況

5. 茅ヶ崎地先の護岸からヘッドランド間の海岸侵食状況

(1) 茅ヶ崎地先海岸の護岸の被災状況

写真-13 に示すように、茅ヶ崎漁港とヘッドランド間では汀線が大きく湾曲しているが、この湾曲部の頂点付近には傾斜堤などの護岸が存在する。写真-14 は、この付近の海岸状況を撮影したものである。中央に見える階段はその取り付け部がずれるとともに、上部で折れ曲がっている。階段工の手前のテラスブロックにも上部に大きな隙間ができています。階段工より前方の、ホロースケヤー製の傾斜護岸も最上部が下方にずり落ちたために、大きな隙間ができた。以上のようにこの付近の海岸では波浪によって海浜の土砂が吸い出されたために、護岸や階段工が全体にずり落ちるような現象が見られ、大きく構造物が変形した。このような現象を示すものとして写真-15 は、東側の展望台を西側から撮影したものであるが、展望台にすり付けられていたテラスブロックが基礎の吸い出しにより沈下し、展望台との間に約0.6mの隙間ができたものである。写真-16 は、展望台近傍の階段工から東側を望んだ海岸状況である。海岸線と直角に伸びているのは4号突堤である。この階段工の東側隣接域でも激しい浜崖侵食が見られ、背後にある自転車道の下部が侵食されてオーバーハング状になり、自転車道のガードレールが崩れ落ちている。

(2) 4号突堤背後を通過する土砂流出

先に来襲した台風7、9号の侵食被害においては、東向きの沿岸漂砂の作用下で、4号突堤の背後を通過して沿岸漂砂が流出し、これによって背後の砂丘地が大きく侵食されたことを明らかにした。この災害後、突堤背後を抜ける土砂流出を防止するために、応急的な処置としてサンドバッグを突堤背後に設置し、その周辺で人工的に砂を被せる対策が行われたが、今回の侵食被害も写真-17 に示すとおり突堤背後を塞いでいたサンドバッグは崩落し、それより陸側が侵食され、前回と同様に浜崖が形成された。しかし、この写真で注目

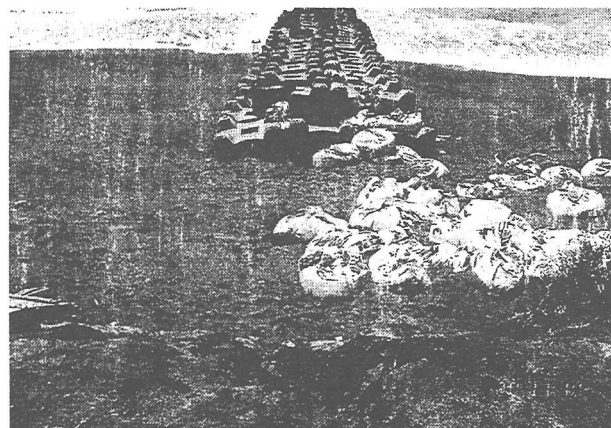


写真-18 西向きに流出した応急対策用のサンドバッグ

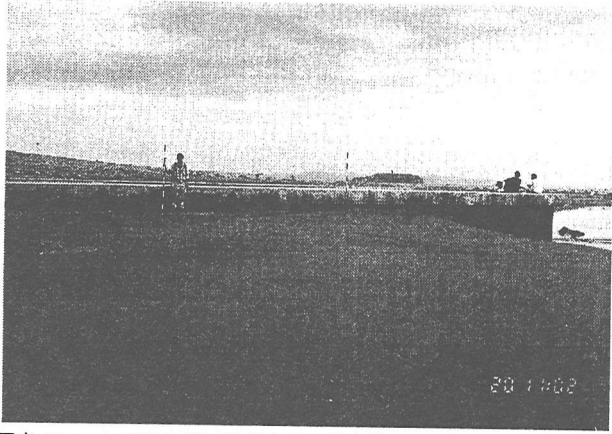


写真-19 ヘッドランドに隣接する5号水路の西側における堆積状況

されるのは、サンドバッグの背後に形成されている浜崖が東側から次第に高さを増していることやサンドバッグの背後を通過する流れにより砂が運ばれ、手前側に堆積した状況が見られることである。特に、写真-18に示すように、いずれのサンドバッグも突堤の中心線に対して西（左）側に散乱していることから今回の侵食被害の原因は、西向きの著しい沿岸漂砂による侵食被害であったことを示唆している。しかし、これと相反する現象としてヘッドランドに隣接した5号水路を西側から撮影した写真-19を示す。不透過構造を有する導流堤の手前（西）側に大量の土砂が堆積し、バームが形成されている。このような現象を説明するには、東向きの沿岸漂砂の発生以外に考えられないことから

ヘッドランドなどによる波の遮蔽域となる区域では局所的な東向き漂砂が発生していたものと考えられる。

6. 考察

今回の海岸災害の状況は、先に来襲した台風7号および9号時の海岸侵食状況と大きく異なっている。これらの場合、防波堤やヘッドランドのように海岸線から突出した構造物の西側では土砂が堆積し、東側ではその隣接部を除いて浜崖が形成され、その浜崖の高さが東向きに低くなるという特性を示すことから、一連の侵食は東向きの沿岸漂砂の作用下で生じたことが結論付けられた。これに対して今回の災害は次の特徴を有している。

①前回の調査時においても浜崖侵食が進んでいた柳島消波堤の東側隣接地区では浜崖侵食が一層進んだ。同時に、柳島では高波浪来襲時に撮影された写真から消波堤背後で西向きの強い沿岸流が生じていることが明らかになった。一方、茅ヶ崎漁港の西側隣接区域では堆砂が起き、バームが形成された。②茅ヶ崎漁港の東側に隣接する茅ヶ崎海水浴場は安定した砂浜であったが、高波浪がうちあがった際の戻り流れによりガリー侵食が進むと同時に、浜崖も形成された。この区域は茅ヶ崎漁港の防波堤による波の遮蔽域内に位置するから、東側からの波浪が作用する以外、このような現象を説明できない。③茅ヶ崎漁港の東側に位置する6号水路では河口部から大量の土砂が侵入して完全閉塞し、上流側のボックスカルバートのわずか手前まで土砂が堆積した。このこともまた東側からの波浪の作用が著しかったことを示す。④茅ヶ崎漁港の東側の市営プールの前面の海浜に立てられていた木杭の多くは、西向きに傾いていた。このことは、6号水路内への土砂堆積を引き起こした波浪が東側から作用したことを示す。⑤茅ヶ崎地先の4号突堤では、突堤の背後から沿岸漂砂が抜け出るという災害に対する応急復旧として突堤の背後にサンドバッグを設置した上、砂を盛上げて土砂の流出防止を図る対策が取られたが、今回の災害で再び突堤背後からの土砂流出が起こった。その際、浜崖は東側から発達し始め、突堤背後で最も高くなっていた。また、そのとき設置されたサンドバッグは、全て西側に散乱していた。このことは4号突堤の周辺では西向きに沿岸漂砂が流出したことを示す。⑥ヘッドランドに隣接する5号水路内および導流堤の西側では土砂が堆積してバームを形成すると同時に、水路内にも大量の土砂が堆積した。

以上の観察結果を無理なく説明するには、東側からの入射波のもとで、西向きの沿岸漂砂によって土砂が移動したと判断しなければならない。さらに、東側からの斜め入射波の作用下で、茅ヶ崎漁港の防波堤および岩礁による波の遮蔽域では局所的に東向き漂砂が発生して茅ヶ崎漁港側へと土砂が運ばれたが、遮蔽域外では西向きの沿岸漂砂によって柳島の消波堤を越えて土砂が流出したと考えられる。そして、これらにより大量の土砂が削り取られた結果、浜崖侵食が激しくなったと考えられる。また、ヘッドランドによる波の遮蔽域内に入る5号水路では、茅ヶ崎漁港の西側隣接部と同様にして波の遮蔽効果により局所的な堆積が生じたと考えられる。

一連の海浜変形の結果、沿岸方向に移動した土砂の多くは、茅ヶ崎漁港に隣接する6号水路内、茅ヶ崎漁港の航路内およびヘッドランドの背後に堆積し、一部は柳島の消波堤より西側へと移動したと考えられる。これらのうち、柳島の消波堤より西側へ流出した土砂以外は、かなりの土砂が再移動が可能である。とくに河道内や航路内への堆積土砂は障害となるので浚渫が必要となるが、それらの土砂を養浜材として利用することが考えられる。

参考文献

宇多高明ら（1997）：「なぎさを歩く-湘南海岸の現地踏査-」、建設省土木研究所・神奈川県・（財）土木研究センター、p.20.