

駿河海岸南西部の歴史的侵食災害と 現況の海岸保全上の問題点

HISTORICAL BEACH EROSION OF SOUTHWEST SURUGA COAST AND SHORE PROTECTION

宇多高明¹・清野聡子²・石川仁憲³・芹沢真澄⁴

Takaaki UDA, Satoquo SEINO, Toshinori ISHIKAWA and Masumi SERIZAWA

¹ 正会員 工博 建設省土木研究所河川部長 (〒 305-0804 茨城県つくば市旭 1)

² 正会員 農修 東京大学大学院総合文化研究科広域システム科学科助手 (〒 153-8902 東京都目黒区駒場 3-8-1)

³ 正会員 工修 パシフィックコンサルタンツ (株) 港湾部 (〒 206-8550 東京都多摩市関戸 1-7-5)

⁴ 正会員 海岸研究室 (有) (〒 160-0011 東京都新宿区若葉 1-22 ローヤル若葉 208)

Beach changes of the southwestern part of the Suruga coast located in Suruga Bay were investigated through the comparison of aerial photographs, historical photographs showing the damaging process of coastal dike in 1972 and photographs taken in the field observation on April 24, 1999. On this coast, southwestward longshore sand transport dominated before the construction of the breakwaters of Yoshida Port. After its completion, the shoreline northeast of the breakwater approached stable condition. In this area, coastal dike was destroyed by wave action in 1972 and new coastal dike was built landward of the original position. Due to this activity, present shoreline became stable with seasonal variations. On the southwest side of the harbor, beach was eroded by longshore sand transport and measures by detached breakwaters were taken. This further induces beach erosion and steepening of the foreshore at further southwest coast.

Key words : Suruga coast, longshore sand transport, Ohi River, coastal dike, damaging process of coastal dike

1. まえがき

河川からの供給土砂を海浜形成の主な起源とする海岸にあっては、河川からの供給土砂量の変化が海浜変形に大きな影響をもたらす。ある河川が流入する海岸における卓越波が、海岸線に対してほぼ直角方向から入射する場合には、河川からの供給土砂は河口両翼の海岸に運ばれ、ほぼ対称的な河口デルタを発達させ、同時に流出土砂量の減少は河口両側の海岸の侵食を招く。一方、波が大きく斜め入射する海岸にあっては、河川からの供給土砂の大部分は漂砂の下手側に運ばれ、非対称河口デルタを発達させる。そして、河口デルタの突出が著しい場合には、河口から見て沿岸漂砂上手側の海岸では貯砂効果が発揮されることもある¹⁾。駿河湾内に流入する大井川はこのような河川の一つである。

筆者らは全国各地の海岸を巡り、そこで起きている現象を観察することによって問題点の所在を明らかにするとともに、今後の海岸管理に役立つ知見を得るという試みを各地で繰り返している。このような試みの一環と

して、1999年4月24日、大井川町が主催した駿河海岸の海岸侵食に関する講演会の帰途、駿河海岸のうち大井川河口の西側に位置する川尻工区から吉田港の西側隣接域までの区域で現地調査を行った。この区域は地形的に見て上述のような特徴を有している。そこで、以下では海岸線の大局的状況について空中写真の判読を行い、次いで過去の侵食災害の歴史について述べ、これらと今回の現地調査時に撮影した写真との比較のもとに、駿河海岸南西部の海岸保全上の問題点について考察する。

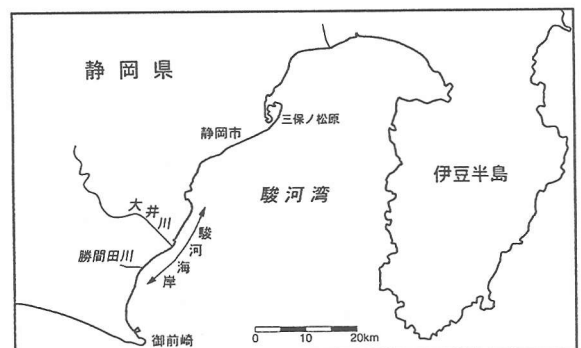


図 - 1 駿河海岸の位置図

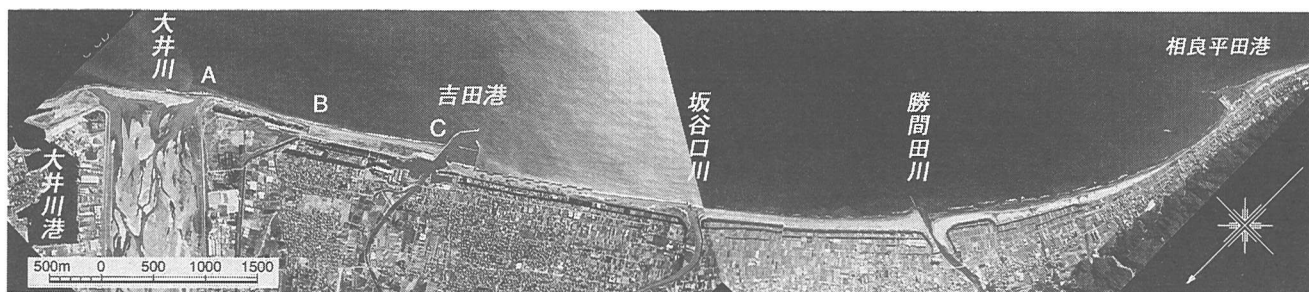


写真 - 1 駿河海岸南西部の空中写真（1991 年撮影）

2. 駿河海岸に関する既往の研究

駿河海岸は図-1に示すように駿河湾西岸に位置し、主として急流河川である大井川からの流出土砂が河口デルタを形成しつつ堆積して形成された海岸であり、海浜の構成材料は礫を主とする。前浜付近の勾配は1/10程度と急である。この海岸のうち、大井川河口から勝間田川河口までの延長約7.8kmが本研究の調査範囲である。駿河湾西岸の御前崎から勝間田川河口付近までの海岸では、現在は各地で防波堤や導流堤が建設されたために沿岸漂砂の連続的移動ができなくなっているが、これらの施設の建設以前には、遠州海岸から御前崎を回り込んだ沿岸漂砂が到達していた²⁾。一方、大井川は流出土砂量の多い扇状地河川であるために河口デルタの発達が著しく、駿河湾湾口からの入射波浪に対して、河口デルタの右岸側では部分的に南西向きの沿岸漂砂が卓越する条件となっている。このことは、宇多²⁾の示した写真3.5.31 (p.227)において、吉田港を挟んだ海岸線が北東側と南西側で段差が付いており、北東側で前進していることから理解できる。また、同じく図3.5.64 (p.219)に示した駿河海岸全域の汀線変化図において、吉田港の南西側隣接部で汀線が後退、勝間田川河口の左岸側で前進という特徴からも南西向きの沿岸漂砂の卓越状況が理解される。南西向きの沿岸漂砂によって吉田港の南西側隣接部では汀線が後退し、勝間田川河口導流堤の北東側隣接部では汀線が前進傾向にある。

3. 現況の海岸空中写真の判読

写真-1には、1991年撮影の空中写真を主な地名とともに示す。写真北東端に流入する河川が大井川であり、その北側には大井川港が隣接している。河口右岸の南西約2.5kmには吉田港の防波堤が延びており、さらに吉田港の南西約2km、4.5kmには坂谷口川および勝間田川が流入している。また勝間田川河口の南約3kmには相良平田港がある。大井川河口から相良平田港間の海岸線の特徴を調べると、吉田港の北東側隣接域では防波堤に近接するほど汀線が前進し、防波堤の南西側隣接域の汀線とは最大約170mの段差が付いている。このことは、吉田港周

辺では防波堤の建設以前において南西向きの沿岸漂砂が卓越し、それが防波堤によって阻止されたことを意味している。しかし、現在も南西向きの沿岸漂砂が卓越しているかどうかについては、空中写真の経時変化を調べる必要があり、その場合汀線形状に変化が見られなければ汀線は安定状態に達していると判断される。

勝間田川河口では、写真撮影時には河口導流堤北東側の汀線が南西側汀線より突出している。導流堤は斜め沖向きに延びているので、海岸線と直角方向から波が入射する条件下では、岸側に波の遮蔽域が形成され、そこで汀線が前進してもよい。しかしこれを考慮してもなお、河口を挟んで北東側のほうが全体的に堆積傾向にある。このことから、少なくともこの写真の撮影時には、南西向きの沿岸漂砂が卓越していたことが分かる。しかし、勝間田川河口から南西側では前浜幅が次第に狭くなり、相良平田港の北側隣接部で前浜はほとんど消失している。同時に相良平田港の南側では三角形の前浜が発達し、防波堤を挟んだ海岸線の非対称性は吉田港の場合と逆である。以上の点は、相良平田港では海岸線の方向が大きく曲がっているため、北向きの沿岸漂砂が卓越していることを示している。

大井川河口と吉田港間の区域（川尻工区）では、写真-1に示したように点A,B,Cを設定したとき、海岸線の特徴はAB, BC間で異なる。AB間では、河口に向かって汀線がやや前進傾向にあり、逆にBC間では吉田港の防波堤へ向かって汀線が前進している。このことはAB間では海側に突出した河口砂州が一種の突堤効果を発揮して、沿岸漂砂移動が阻止されていることを示している。一方、BC間では吉田港の防波堤による沿岸漂砂阻止に起因して南西側ほど汀線が前進している。この場合、BC間の海岸線が既に安定状態にあることを考慮すれば、卓越波の入射方向はこの海岸線に対する法線方向($S37^{\circ}E$)にほぼ等しい。この方向角はAB間の汀線に対して約 9° 反時計回りの方向からの入射になる。実際には河口部では等深線も突出してそれによる屈折が起こるので碎波角はこの角より小さくはなるが、全体としては南西向きの漂砂が生じる向きである。このことより、AB間では大井川から供給された土砂が堆積し、河口からの供給土砂が減少すれば北東向きに土砂が流出する貯砂空間になっていると考えられる。



写真-2 駿河海岸川尻工区の海岸状況 (1972年5月)

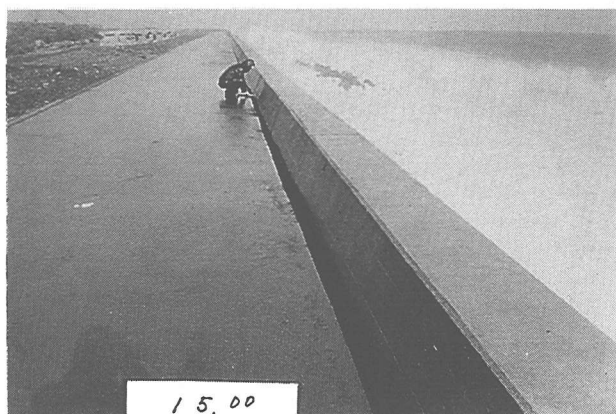


写真-5 海岸堤防の天端に生じた亀裂 (10月31日 15:00)

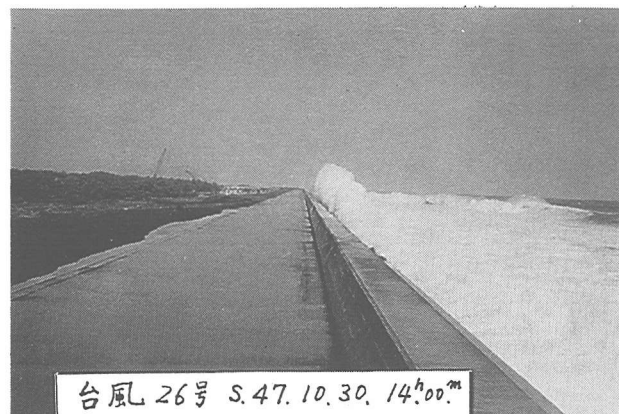


写真-3 海岸堤防への越波状況 (1972年10月30日 14:00)

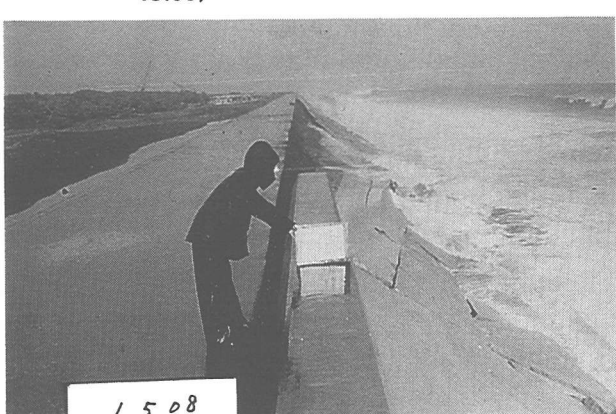


写真-6 海岸堤防の倒壊状況 (10月31日 15:08)



写真-4 海岸堤防への越波状況 (1972年10月31日 14:20)



写真-7 海岸堤防の倒壊状況 (10月31日 15:45)

4. 1972年当時における川尻工区の海岸堤防の被災

大井川河口と吉田港の防波堤とに挟まれた延長1,660mの川尻工区のうち、写真-1の点B付近では、1972年の台風26号による高波浪によって海岸堤防が被災する状況が記録に残されている。以下では1972年当時撮影された写真をもとに、海岸堤防の被災状況について調べてみる。

写真-2は、1972年5月撮影の海岸状況である。直立堤

防が海岸線と平行に延びている。海岸堤防の前面には狭い前浜があり、汀線に沿って消波堤が設置されている。写真状況から判断すれば、前浜幅は高々数mであって、これが台風襲来前の状況を示している。この写真は、大井川河口側から吉田港方面を眺めて撮影したものである。この海岸堤防については、1972年10月30,31日に襲来した台風26号に伴う高波浪によって被災していく状況の詳細な記録が残されている。

写真-3は、10月30日14:00撮影の海岸堤防の状況である。直立堤のパラペットによって波の侵入が防がれているが、越波しつつある状況が見てとれる。この段階では、直立堤防は原型を保っている。写真-4は、10月31日14:20



写真-8 倒壊後の海岸堤防を東向きに撮影（11月1日）



写真-9 倒壊後の海岸堤防を西向きに撮影（11月1日）

撮影の海岸状況である。直立堤防の前面で入射波が高く飛び上がり、パラベットの背後の天端面にわずかな沈下が見られる。この写真の撮影後40分が経過した15:00には写真-5に示すように直立堤防と天端の間に直線的なクラックが生じた。さらに、写真-5の撮影8分後の15:08には、写真-6の海岸状況となった。観測者のいる場所ではかろうじて直立堤は立っているが、前方では海岸堤防の倒壊が始まった。さらに写真-7に示す15:45では観測者のいる場所まで海岸堤防の被災が広がってきている。

写真-8は台風襲来後の1972年11月1日の海岸状況である。海岸堤防は完全に倒壊し、堤防の裏込め土砂が全て流出している。そして倒壊した海岸堤防の下部からはもともと存在した礫浜が現れている。海岸堤防を逆方向から撮影したのが写真-9である。堤防の裏込め土砂の流出によって海岸堤防がブロック状に破壊されていることがよく分かる。

5. 川尻工区の海岸堤防の被災状況（1999年）

川尻工区では1972年の台風26号による高波浪によって海岸堤防が被災した後、原位置での海岸堤防の復旧は行われず、引堤がなされた上、原位置ではふとん籠と消波堤の設置のみが行われ、現在に至っている。しかし最近では、1997年9月に襲来した台風20号の高波浪で越波



写真-10 吉田港の東側隣接域で砂礫が堆積して形成された広い前浜（1999年4月24日撮影）



写真-11 駿河海岸川尻工区の海岸堤防と根固工



写真-12 吸い出されて倒壊した海岸堤防

災害が生じている。現地海岸にはその時の痕跡が残されている。

写真-10は、前方に吉田港の防波堤を望みつつ西向きに海浜状況を撮影したものである。ここでは大量の砂礫が堆積し、パームが形成されている。一方、写真-10に示す位置から大井川河口方面に向かうと（写真-1の点Cから点B方向）砂浜の広さは急速に狭くなり、写真-11に示すように直立堤防とその前面に消波工が置かれた区域に至る。この海岸堤防に沿ってさらに大井川河口に接近した写真-1の点B付近では、写真-12に示すように海岸堤防の北東端部の被災状況が観察された。三面張りコ



写真-13 壊れた海岸堤防の側面



写真-14 めくり上がったふとん籠

ンクリート製の海岸堤防の中込めが吸い出され、天端が陥没している。このような海岸堤防の被災は、1997年の台風20号による高波浪に起因すると推定される。写真-13は、写真-12と逆方向から海岸堤防の被災状況を撮影したものである。砂礫浜上に造られた海岸堤防は、重力構造物であるがゆえに、中込めの流出が海岸堤防の被災を招くことがよく分かる。海岸堤防の被災状況は1972年当時と非常によく似ている。相違点は、1972年当時とは海岸堤防の被災区間の前面に消波工が設置されていなかったのに対し、現況では消波工が設置されていることのみである。

海岸堤防の被災箇所の北東側、すなわち大井川河口側では、海岸線に沿って消波工が連続的に設置されている(写真-12)。この区間では1972年の台風26号による高波浪によって海岸堤防が破壊され、それが撤去されたままの状態となっている。海岸線に沿っては消波工が設置されているが、それらの沈下が著しい。また陸側にはふとん籠が設置されている。

写真-14は、ふとん籠の被災状況を陸側から観察したものである。ふとん籠は岸沖方向に並べて設置されていたが、陸側半分は全く変形が見られないにもかかわらず、海側半分は大きく陸側にめくり上げられている。これは1997年の台風20号による高波浪が、ふとん籠を下部から持ち上げるようにして作用したため生じたものと



写真-15 吉田港南西側の離岸堤群に隣接する消波堤周辺の海岸状況



写真-16 消波堤背後の海浜状況

推定される。

6. 吉田港南西側の住吉工区の海岸侵食状況

住吉工区は吉田港の南西側に隣接する延長2,228mの区域である。この区域のうち吉田港に隣接する約1,100mは港湾区域の指定を受け、そこでは離岸堤が設置されている。また住吉工区の南西側には坂谷口川を挟んで延長820mの榛原工区がある。さらにその南西には静岡県管理の静波海岸が勝間田川河口までに広がっている。写真-15は、南西端の離岸堤と、それよりさらに南西側において汀線固定のために設置された消波堤周辺の海岸状況である。汀線付近の勾配はかなり急で、礫からなっている。写真-16は写真-15と逆方向に撮影したもので、ここにも汀線固定のための消波堤が設置されている。消波堤の背後には急勾配のバームが形成されている。写真-15、16に示す位置に消波堤があり、そこで汀線位置が固定されているために、これらの消波堤の南西側隣接部では汀線が大きく後退するとともに、浜崖の形成が見られた。写真-17がその状況を示している。この写真は写真-16に示した消波堤の南西端部付近から南西側を望んで撮影したものである。手前から前方へと、汀線が後退していることが見て取れる。写真-18は、写真-17において



写真-17 消波堤南西側の汀線後退域



写真-18 侵食されて形成された浜崖

最も汀線が後退している部分において、礫浜に形成された浜崖の状況を示す。ここでは前浜勾配は約1/2と非常に急である。このように急な浜崖の形成状況を吉田港北東側の海浜状況を撮影した写真-10と比較すれば、北東側でのバームを有する広い前浜の存在と、写真-18に示した浜崖のできた海浜とが非常によい対照を示すことが分かる。そして、このように浜崖侵食が進んでいる状況は、この付近では現在もなお南西向きの沿岸漂砂が存在し、それによって離岸堤群の南西側では侵食されつつあることを意味する。

7. 考察

本研究の対象とした駿河海岸南西部では、吉田港の建設以前には南西向きの沿岸漂砂が流れていたが、吉田港の防波堤によって沿岸漂砂移動が阻止された結果、防波堤の北東側では大井川起源の砂礫が堆積して前浜が形成された。1991年と1997年の空中写真の比較によれば、防波堤北東側に形成された三角形の前浜の汀線は安定している。このことは、防波堤北東側の汀線はその延

長が約1.6kmと短く、また漂砂源に近接するために既に安定状態に達しており、大井川から過剰な砂礫の供給がない限り、汀線は前進することもないという状況にあると考えられる。

川尻工区では、1972年に海岸堤防の倒壊が起きたが、被災区間は吉田港の防波堤による沿岸漂砂の阻止によって安定な前浜が形成されている区域（写真-1のBC区間）より河口に近く、大井川からの流出土砂の堆積・侵食による変動が著しい場所に位置する。そのような変動の大きい場所に海岸堤防が造られたことが海岸堤防の被災を招いた主因と考えられる。

川尻工区での海岸堤防の被災状況は、駿河海岸のような砂礫海岸において、十分な前浜幅を取らずに海岸堤防を礫浜上に造ることが危険なことをよく表している。写真-13は、砂礫からなる砂浜上に厚さ50cmのコンクリート構造物を設置したとしても、その基礎が確保されなければ容易に破壊されることを明瞭に示している。これは古くから言われている点であり、海岸堤防前面での漂砂移動によって構造物前面の海底地盤高が下がれば、それに起因して基礎が壊れ、さらに堤体の吸い出しを受けて海岸堤防自体の破壊につながるのである。これらの状況を見ると、海岸堤防の設置位置自体が問題になる。海岸線から陸側にある距離離れ、強い波の作用を受けない場所に海岸堤防が造られれば海岸堤防は安定であり、砂礫の移動の激しい汀線付近に海岸堤防が造られること自体が非常に安定性を損なっていることになる。現在、川尻工区では陸側に海岸堤防をずらして建設中であるが、この選択は誤っていないと考えられる。河川流出土砂量の変動に起因して、河口部汀線は前進後退を繰り返すが、そのような変動があっても前浜が確保される位置に海岸堤防が設置されれば、安定性の維持が容易なことが分かる。海岸線は沿岸漂砂の均衡が失われ、漂砂の供給がなくなった場所では必ず後退する。本来、それらを考慮して海岸堤防の位置が定められるべきである。しかし、現況ですでに各地の海岸堤防は建設がほとんど終わっている。したがって既設の海岸堤防の被災防止においては、砂礫の移動が少なくなる深さまで基礎を建設し、その上波力を弱めるための消波工が設置されることになる。このことが海岸侵食の激化とともに海岸の人工化が進んだ原因の一つと考えられる。

参考文献

- 1) 宇多高明・加藤憲一・山形 宙：斜め入射端条件下で生じる河口部上手側海浜の貯砂効果のモデル化，海岸工学論文集，第45巻，pp.591-595,1998.
- 2) 宇多高明：日本の海岸侵食，山海堂，p.442,1997.