

千葉県九十九里浜一松海岸の侵食実態と 今後の対策の方向性

EROSION OF HITOTSUMATSU BEACH ON KUJUKURI COAST AND FUTURE MEASURES AGAINST BEACH EROSION

宇多高明¹・西村 晋²・国栖広志³

Takaaki UDA, Susumu NISHIMURA and Hiroshi KUNISU

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 財団法人土木研究センター 研究開発一部 (〒110-0016 東京都台東区台東1-6-4)

³正会員 工博 財団法人土木研究センター 研究開発一部 (〒110-0016 東京都台東区台東1-6-4)

Beach erosion of the Hitotsumatsu beach on the Kujukuri coast in Chiba Prefecture facing the Pacific Ocean was investigated by field observations in 1997 and 1998. The Kujukuri coast has been formed by the deposition of sediment supplied from the sea cliffs located both ends of a 60km long stretch of coastline. Disappearance of sand source of the sea cliff due to the construction of wave dissipating works on foot of sea cliff as a measure against erosion and obstruction of continuous sand movement by breakwaters of the harbors caused severe beach erosion on the downcoast. Here such a situation is studied and future measures against beach erosion is discussed.

Key words : Beach erosion, Kujukuri coast, measures, field observation

1. まえがき

一方向の卓越沿岸漂砂がある海岸において漂砂源の枯渇が起きた場合、海岸侵食によって生じる侵食域は時間経過とともに下手側へと次々に広がりを示す。侵食域の広がりに対して侵食対策がそれに追いつかず、海岸線の人工化が急速に進んでしまった海岸は非常に多いが、千葉県九十九里海岸もこのような状況が起こりつつある海岸の一つである。この海岸は北端に位置する屏風ヶ浦と南端に位置する太東崎の海食崖からの供給土砂が長い年月を経て沿岸漂砂によって中央部に運ばれ、堆積して形成されたものであるが、ここ 20～30 年間でこれらの海食崖に侵食対策としての消波堤が建設されて侵食が防がれ、海岸への供給土砂量が減少するとともに、九十九里海岸の北端部では飯岡漁港の防波堤が、また南端部では太東漁港の防波堤が建設されて沿岸漂砂の連続性が妨げられた結果、北部(北九十九里海岸と吉崎海岸)と南部(一宮海岸と一松海岸)で激しい侵食に見舞われている。

九十九里浜の南部では、1997 年 9 月 19 日に来襲した台風 20 号にともなう高波浪によって一宮川の河口周辺で激しい侵食が起きた。このため、その侵食状況

について同年 10 月 30 日に調査し、結果をとりまとめた¹⁾。また、ほぼ 1 年後の 1998 年 11 月 18 日に改めて現地調査を行ったところ、海岸侵食がさらに深刻化していることが見いだされた。そこで、本研究はこれらの現地調査によって侵食実態を明らかにした上でこの海岸における今後の対策の方向性について検討を加える。

2. 一宮・一松海岸の概況と 9720 号台風に伴う高波浪

九十九里海岸における地先海岸名と調査区域の位置を図-1²⁾に示す。図-1によると調査地の一宮川河口付近は九十九里海岸の南部に位置し、河口の南約 8km には太東崎が、また北約 7km には南白亀川河口が位置しており、一宮川河口を挟んで北側は一松海岸、南側は一宮海岸と呼ばれている。また一宮川河口付近での沿岸漂砂の卓越方向は北向きであって、周辺にある主な構造物としては、一宮川の河口導流堤を中心として南側に 7 基のヘッドランドが、また北約 7 km には南白亀川の河口導流堤が伸びている。

1997 年 9 月 19 日房総半島沖を通過した台風 20 号は、伊豆諸島を暴風圏に巻き込んだ後、房総半島を

なるが、現況の砂面のすぐ上部には粘性土層が広く覆っている。この層はもともと一宮川の流送土砂が堆積したものであるが、その堆積層が海岸侵食で露出するようになったことは、この付近の海岸侵食が過去に例を見ないほど進んできていることを示している。以上のように、1997年10月30日当時、一宮海岸では緩傾斜堤の北端部において激しい侵食が生じていた。

一宮川の河口導流堤はヘッドランドと同様、海に突き出た構造を有する。1997年10月30日の現地踏査によれば、一宮川の河口右岸（南）側での浜崖形成と同時に、導流堤の北側、すなわち一松海岸でも浜崖侵食が進んでいることが見いだされた。写真-6 に示すように、導流堤の北側隣接域では大きく汀線が後退し、浜崖が延々と形成されている。写真-7 は、写真-6 の左端付近における浜崖形成状況である。高さ約 1.4m の浜崖が形成されている。砂層の上部には約 0.6m 厚の粘性土が被さっているが、この土は管理用道路を建設する際に盛土されたものである。ここよりさらに北側での浜崖の形成状況を写真-8 に示す。この付近では浜崖の形成によって砂丘に生えていた植物の根が露出するとともに、それらが土砂とともに崩落している。写真-9 は、浜崖形成範囲の北端部付近の浜崖状況である。ここでの浜崖の高さは約 1m となる。このように一宮川の河口導流堤からの距離が離れるにしたがい、浜崖の高さは低くなっている。また写真-10 は、海岸線背後



写真-7 一宮川左岸導流堤近傍の浜崖侵食

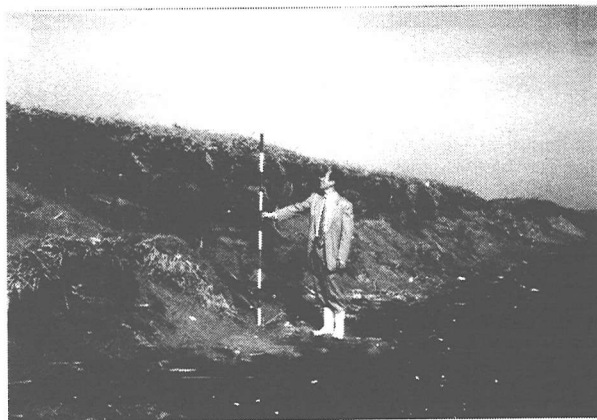


写真-8 写真-7よりさらに北側における浜崖侵食状況



写真-5 浜崖侵食によって現れた、一宮川の流砂土砂によって形成され、表面を飛砂で覆われた土層



写真-9 写真-8よりさらに北側における浜崖侵食状況



写真-6 一宮川左岸（北）側の汀線後退域



写真-10 一宮川左岸導流堤北側に形成された汀線の湾入部

のやや小高い場所から一宮川河口導流堤を遠望したものであるが、導流堤のすぐ北（手前）側の汀線が大きく後退して湾入しているのがよく分かる。以上のように、1997年10月30日当時、一宮川河口北側の一松海岸では汀線の後退と浜崖の形成が進み、管理用道路が侵食されたことから、侵食から道路を守るために災害復旧として緩傾斜堤が河口導流堤から延長180mにわたって建設された。

4. 一松海岸の侵食状況（1998年11月18日）

前回調査から約1年が経過した1998年11月18日に再び一松海岸の現地調査を行った。

写真-11は、一松海岸の緩傾斜堤上から北側を望んで撮影したものである。災害復旧で緩傾斜堤が造られたが、この付近では沿岸漂砂が卓越しているために、緩傾斜堤の建設後直ちに侵食域が北側に広がることになった。写真-11で前方に見える北端部を撮影したのが写真-12である。アスファルト舗装された緩傾斜堤の天端面が急激に切れ、その先には連続的に浜崖が形成されている。緩傾斜堤はその位置で汀線を固定し、それ以上の汀線後退を許さないために、そのすぐ北側で大きく侵食が進んだのである。この結果、1997年10月30日には一部が欠け込んでいた管理用道路は緩傾斜堤の隣接部で完全に侵食され、跡形もなくなった。写真-13は、緩傾斜堤の端部を北側から撮影したものである。端部を保護するために土嚢が置かれているが、写真左端に確認されるようにすでに土嚢の沈下とその背後の土砂の流出が起きている。緩傾斜堤の北端部での浜崖の形成状況は、写真-1に示した一宮川河口右岸側で1997年10月30日に見られた状況と全く同様である。緩傾斜堤の北端部の位置が北側に約180m移動したのとあわせて、浜崖の形成箇所が北側に移動したのみである。

写真-14は、写真-12において緩傾斜堤の天端面の延長上に見える、数台の車の位置付近に形成されている浜崖の状況を撮影したものである。この付近では約1.7mの浜崖が形成されている。写真-15は、写真-14の撮影位置よりわずかに北側から浜崖形成区域を眺めたものである。写真左端に見えるのが緩傾斜堤であり、そこから浜崖が連続的に形成されていることがよく分かる。写真-16は、写真-15の撮影地点よりさらに北側での浜崖形成状況である。ここでは約2mの浜崖が形成されており、砂丘上の植生の根が露出している。浜崖下部には砂の斜面が形成されているが、これは植生直下の砂が崩落し、海浜上に安息角をなして堆積したものと考えられる。写真-16の右端近くの高砂丘上に立った墓碑（この墓碑はここ付近の海岸で水死した女性のものである）の前面での浜崖形成状況を示すのが写真-17である。ここでも浜崖の高さは約2mに達する。

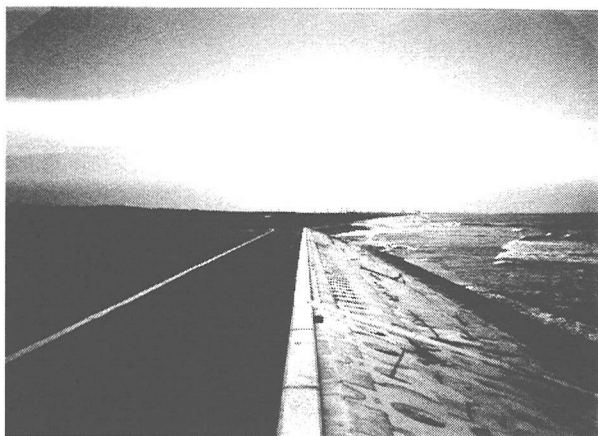


写真-11 一宮川河口左岸に位置する一松海岸の緩傾斜堤



写真-12 緩傾斜堤の北端部に形成された浜崖



写真-13 緩傾斜堤端部の崩れつつある土嚢



写真-14 管理用道路を切り込んで形成された約1.7mの浜崖

この場所では地中に埋まっていた大きな流木が侵食によって大きく露出していることが分かる。写真-18 は、再び一宮川の河口方面を望んで撮影したものである。写真中央に見える緩傾斜堤から連続的に浜崖が形成されていることがよく分かる。

5. 考察

1997 年 10 月 30 日の現地調査当時、一宮川の河口右岸側では緩傾斜堤が建設され、その北側端部で浜崖侵食が起きていた。そして 1998 年 11 月 18 日の調査では、新たに一宮川河口の左岸側に位置する一松海岸に緩傾斜堤が建設され、その北端部に再び浜崖が形成されていた。観察された浜崖の状況は、前回見られたものと全く同じである。相違点は、ただ単に浜崖の形成箇所が緩傾斜堤の伸びた分だけ北側へ移動したことである。このような状況は一方向の沿岸漂砂が卓越する海岸に緩傾斜堤が建設された場合、共通して見られる現象である。よって、このような漂砂条件下において浜崖がわずかでも形成されている場所に侵食対策として緩傾斜堤を造れば、必ずその端部には浜崖が形成され、その対策として緩傾斜堤が延長されることになる。このような侵食と対策を繰り返すことにより次々と緩傾斜堤の区域は北側へと拡大し、数年後には砂浜海岸全体が緩傾斜堤で埋め尽くされ、階段工の前面には砂浜が全く見られないという事態となることを意味している。したがって、これらを踏まえ一松海岸は今後どのような侵食対策がなされるべきか以下に考察する。

一松海岸の現況では南側からの沿岸漂砂の供給はほとんどなくなっている。その理由として、もともと漂砂の供給源であった太東岬の海食崖の侵食防止工事が行われて海食崖からの供給土砂量が減少したこと、太東漁港の防波堤が北向きの沿岸漂砂移動を阻止していること、一宮海岸には 7 基のヘッドランドの突堤部分（約 150m）が完成して北向きの沿岸漂砂の流出を阻止していること、さらには一宮川の河口導流堤もまた北向きの沿岸漂砂の移動を阻害していることである。この海岸では時間が経過しても自然的要因によって沿岸漂砂の供給量が増加することはないので、長期的に見れば侵食傾向は強くなることはあっても、堆積傾向になることはない。一方、この海岸にそもそも緩傾斜堤が造られたのは、管理用道路が侵食されており、侵食されたままでは放置できないことによる。しかし、緩傾斜堤では新たに侵食箇所を広げることになることは本研究で調査したとおりである。その場合、考えられる対策は次のとおりである。まずは沿岸漂砂の供給が枯渇状態にあることから、この区間においても海浜の静的安定化を目指すことである。これには一宮海岸で行われている対策工と同様のヘッドランドを建設して、



写真-15 浜崖形成区間と緩傾斜堤



写真-16 浜崖侵食と植生状況

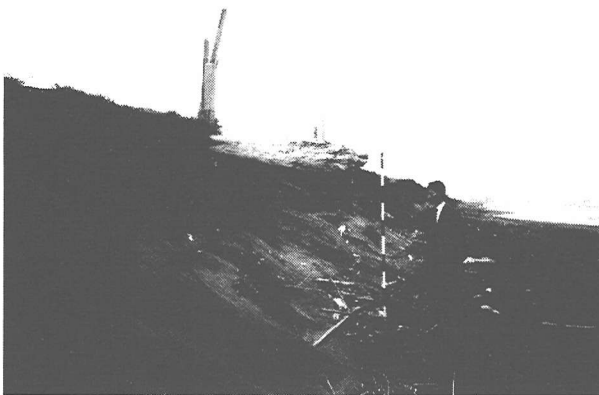


写真-17 写真-16の左端近くの砂丘に立った墓碑前面での浜崖形成状況



写真-18 一宮川河口方面を望んだ侵食状況

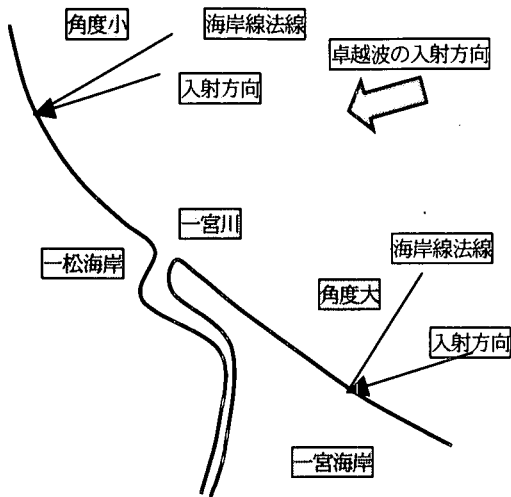


図-2 海岸線法線と卓越入射波の方向とのなす角

適切な間隔で海岸線を分割し海岸線の安定化を図ることである。一宮海岸で建設中のヘッドランドは沿岸方向に約 1km 間隔で配置されている。この場合、図-2 に示すように一宮海岸における海岸線への法線と卓越波の入射方向とのなす角に対し、一松海岸ではその角度が小さいので、ヘッドランドの間隔をさらに広げることとも可能であると考えられる。また、一宮川の河口導流堤の北約 7km に位置する南白亀川の河口導流堤まで沿岸漂砂の移動を大きく阻害するような固定境界条件を与える構造物は存在しない。そこで一宮川河口から南白亀川河口までを一連区間としてその間の海岸線を安定化させることが必要である。また、ヘッドランドではそれが突堤状の場合、沿岸流の上手側では強い離岸流が発生する³⁾。この流れは、例えば海水浴場としての機能に影響したり、あるいはこの地区で行われている地引網などにも大きく影響するであろう。したがって、これらの影響を十分検討した上で、それらの配置を決める必要がある。

また、ヘッドランドは海岸線と直交する方向に伸ばされるので、海岸線を分断し、景観や漁業上好ましくないという考え方がある。そして、これに代わって人工リーフや離岸堤を建設するという案もある。この場合、人工リーフでは沿岸漂砂の移動量を小さくすることはできても、最終的には沿岸漂砂は流出してしまうために安定海浜は形成されず、しかも没水構造物であるために、漁船（この付近ではシラス漁が盛んである）の安全確保上問題が起こる。また、従来型の離岸堤も人工リーフと同様であり、またこの場合には建設後、消波ブロックの沈下が生じるたびに嵩上げが必要であり、さらには沿岸漂砂が下手側へと通過してしまい、安定海浜を形成させることが難しい。これらのことを考慮すると人工リーフや離岸堤の採用はかなり難しいと考えられる。

太平洋に直接面した海岸では、波による地形変化の限界水深は約 10m にあり、それより浅い海域の土砂は沿岸漂砂によって移動することができる³⁾。ここで提案したヘッドランドは完成してもその先端水深は約 3m 程度であろう。そうであるとすれば、ヘッドランドの先端を沿岸漂砂の一部は通過し、下手側へと流れることになるが、これは離岸堤の場合も同様である。したがって、沿岸漂砂の移動を完全に固定しようとするれば海岸線から 2km ほど大きく突き出た人工構造物を造らない限り、静的に安定な海岸線を造ることはできない。しかし、これは現実的に計画が不可能な案である。したがって、これらの対策としてヘッドランドを越えて流出してしまう沿岸漂砂に見合った土砂を人工的に補給することが必要であることを意味している。その場合、ヘッドランドがあれば沿岸漂砂量自体が小さくなるので、施設がない状況と比較して養浜量を小さくすることができることが利点である。結局のところ、単に施設で対応するのではなく、一宮川北約 18km に位置する片貝漁港までを漂砂移動の一連区間と考え、その間の堆積域から一松海岸へと人工的に砂を運び、養浜する方法を併用することが必要である。

6. あとがき

沿岸漂砂の枯渇に起因した海岸侵食への対策では、その侵食原理に基づいた対策を行うことが必要である。それに基づかない策を当面の緊急的措置として行うことは可能であるが、その場合、復旧箇所は 1~2 年のうちにさらに侵食されて海浜地盤高が低下し、復旧箇所が壊れることになる。それ自身は再び直せばよいが、短い期間に一連の海岸線が完全に人工構造物に覆われる。一松海岸の場合には少なくとも南白亀川河口まで約 7km は一連区間と見なければならず、この区域全体で人工化が進んでしまうことを意味する。それを防止するために早期に合理性のある対策を取る必要がある。

参考文献

- 1) 宇多高明・西村 晋・国栖広志 (1998) : 9720 号台風による九十九里海岸南部一宮川河口部周辺での海岸侵食、建設省土木研究所・(財) 土木研究センター「九十九里浜の巡検」、pp.2-15.
- 2) 宇多高明 (1996) : 海岸における地形学的視点の重要性、日本地形学連合編「地形学から工学への提言」、第 4 章、pp.109-138.
- 3) 宇多高明 (1997) : 日本の海岸侵食、山海堂、p.442.

(1999.4.19 受付)