

新潟県北部桃崎浜の侵食とその対策について

EROSION AND MEASURES OF MOMOSAKI-HAMA BEACH IN NORTHERN NIIGATA PREFECTURE

宇多高明¹・黒木利幸²・中村利行²・柿市勝重²

Takaaki UDA, Toshiyuki KUROKI, Toshiyuki NAKAMURA and
Katsushige KAKIICHI

¹正会員 工博 (財) 土木研究センター審議役なぎさ総合研究室長
(〒110-0016 台東区台東1-6-4 タカラビル)

²正会員 三井共同建設コンサルタント(株)
(〒169-0075 新宿区高田馬場1-4-15三井生命高田馬場ビル)

Beach erosion due to the exhaustion of longshore sand transport was investigated, taking Momosaki-hama beach in northern Niigata Prefecture as an example. On this coast, longshore sand supply from the upcoast has been greatly decreased, causing the shoreline recession. As a measure against shoreline recession, gently sloping revetments were built, but all these structures were destroyed. Detached breakwaters were also built, but almost all sandy beaches disappeared. In order to solve the beach erosion problem, coastal engineers should appeal to open public regarding not only the engineering issues but also the ones related to social system obstructing the solution of the erosion problem.

*Key Words : Beach erosion, shoreline recession, scarp, gently sloping revetment,
detached breakwater, measures*

1. まえがき

沿岸漂砂が卓越する海岸において上手側からの漂砂供給が完全に、または部分的に枯渇したとき侵食は時間経過とともに一方的に進んでいく。このような場合の対策としては、わが国では必ず施設対応が取られてきた。すなわち侵食対策として護岸、突堤、離岸堤、人工リーフなどの施設や、あるいはより広域の海浜の安定化を目指したヘッドランドなどの施設が建設されてきた。中でも前者の手法は多く採用されてきた¹⁾。この場合、教科書的には、対策施設は沿岸漂砂の下手側から上手側へと造られるべき原則が謳われているが、現実には激しく侵食された場所を放置できないこと、また上手側区域に集落があるのに対し、下手側が保安林などの場合、B/C(投資効率)の議論から上手側から対策施設を造らなければならない事態に至る。このようにして沿岸漂砂の上手側から施設が造られた場合、当然予想されるように侵食域は下手側へと広がり、侵食-対策-侵食の悪循環に入り込んでいく。本研究では、新潟県北部の桃崎浜を実例としてこの種の問題を取り上げ、侵食域の広がる状況を明らかに

した上で、離岸堤などの施設対応も結局のところ侵食を止めることはできず問題の深刻化を招くのみであることを明らかにする。その上で現実を直視した案を展開し、問題解決の方向を探る。

2. 調査地域の概要および空中写真の判読

調査対象区域は、図-1に示すように新潟県北部に位置する荒川河口の南に広がる桃崎浜である。既往の研究²⁾によれば、この付近では南向きの沿岸漂砂が卓越しているが、近年、上手側からの漂砂供給量が大きく減少し侵食が進んでいる。図-1には詳細調査区域を示すが、調査区域は延長が約1.8kmである。この区間で侵食が激化する前の1971年から、1987、1996、および2000年の空中写真を収集して海岸状況の変遷を調べた。まず1971年の汀線とほぼ平行に座標xを取り、1.8km区間の海岸状況を判読するとともに汀線変化を読み取った。図-2(a), (b), (c), (d)には4時期の空中写真を一括して示す。いずれの空中写真も同一区域が示されている。

1971年には海岸線に全く人工構造物は存在せず自然

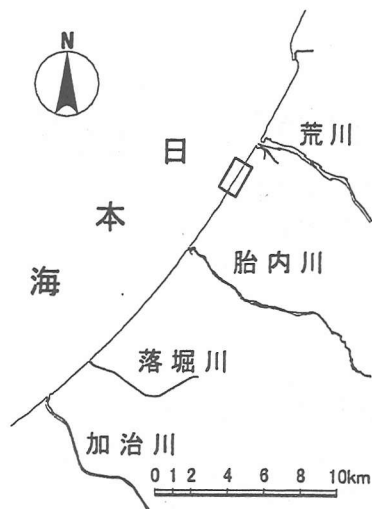


図-1 新潟県北部の桃崎浜の位置図

海岸が広がっていた。この当時砂浜幅は平均で約70mは存在し、直線状の海岸線であった。この付近では南下する方向の沿岸漂砂が卓越しているが、調査区域の北に位置する岩船港で沿岸漂砂が阻止されたこと、北側に流入する荒川からの流出土砂が減じたこと、さらには桃崎浜の北側に隣接する乙大日川河口での導流堤の建設と河口部での浚渫などに起因して桃崎浜への供給土砂量が減少した。これら各要因の寄与度は不明であるが、それらが総体として桃崎浜への流入土砂量の減少を招いた

結果、桃崎浜では経年的に侵食が進んでいった。

図-2 (b) に示す1987年では、調査区域の北部にある桃崎浜の集落を守るために既に対象区域の北端部に3基の離岸堤が建設され、その背後ではトンボロの形成が進んでいた。しかしその南側隣接部では漂砂の供給が大きく減じたために延長約200mにわたって海岸線が護岸で覆われ、前浜は全く存在しない。その南側の $x=1.24$ km付近にも離岸堤があるが、ここでは離岸堤の北側には前浜が残されているものの、離岸堤を境に南側の海岸線が後退しており、しかも南側では約400mにわたって海岸線は全面的に護岸で覆われ、砂浜は全く存在しない。このように離岸堤を挟んで南北での海浜の存在状況の相違は、この海岸では明らかに南向きの沿岸漂砂が卓越していることを示している。また $x=1.05$ km付近にも離岸堤が設置されていたが、この離岸堤は北側からの沿岸漂砂の供給量が上手側に施設があることによって大きく減少していること、また離岸堤が侵食以前の1971年の海岸線とほぼ平行に配置されたのに対し、その後海岸線が後退したために、離岸距離が相対的に増加したことになって離岸堤背後の舌状砂州の発達は悪くなっている。またこの写真では $x=0.8$ km付近の護岸端部では局所的に汀線が後退している。そのほか人工構造物の建設区間の南側では1971年当時と比較して沿岸砂州の形成に伴う汀線変動が大きい。

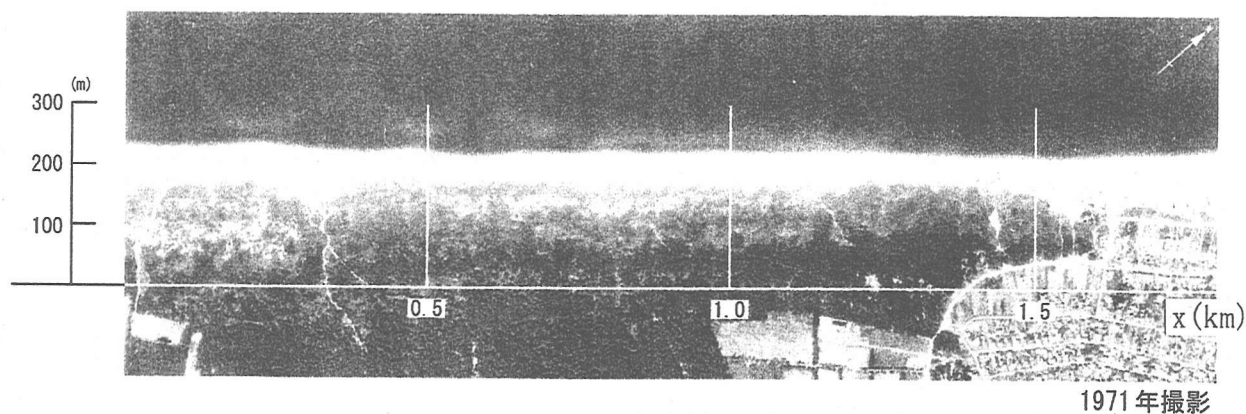


図-2 (a) 桃崎浜の空中写真

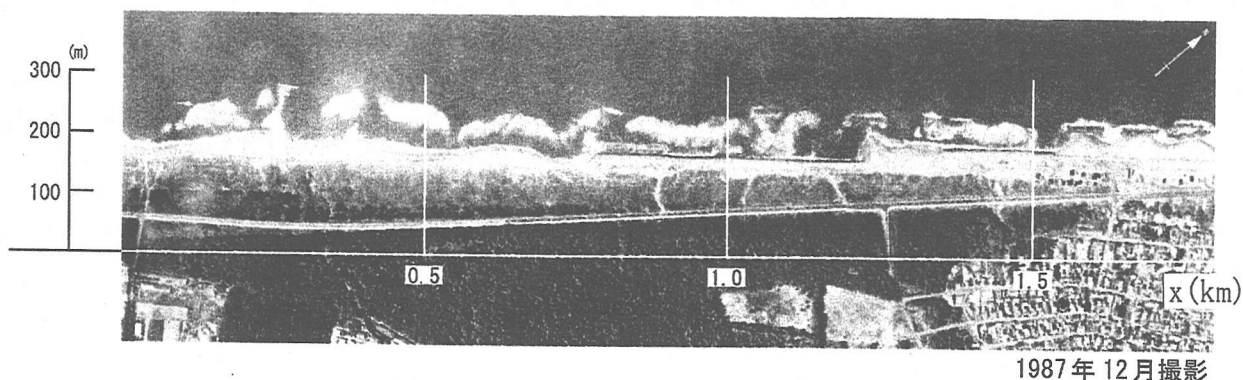


図-2 (b) 桃崎浜の空中写真

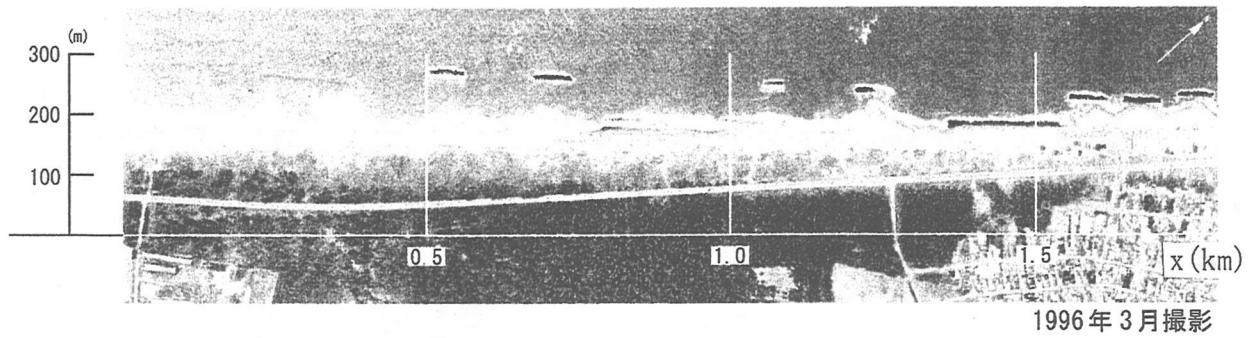


図-2 (c) 桃崎浜の空中写真

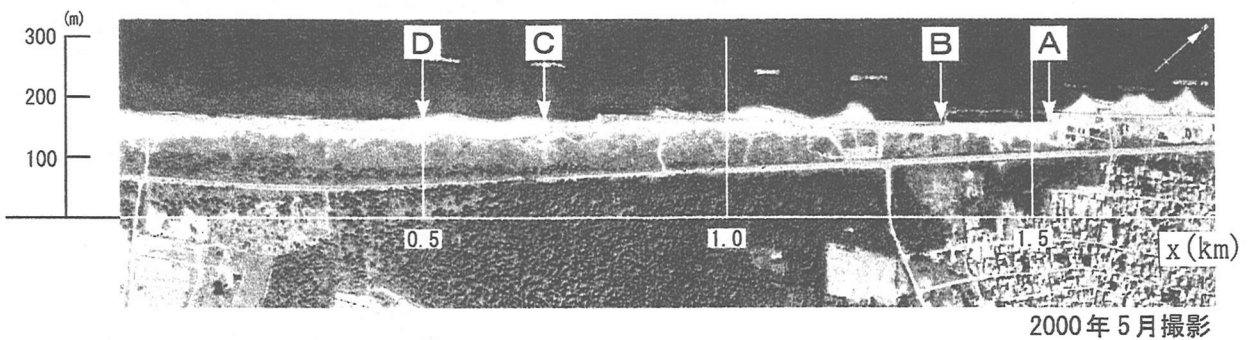


図-2 (d) 桃崎浜の空中写真

図-2 (c) に示す1996年では、全体で7基の離岸堤の建設が進んだ。これらの配置は図-2 (b) の場合と同様、侵食前の海岸線と平行に一直線状に配置された一方、その後汀線が後退したために南側の離岸堤ほど離岸距離が増大している。このことは離岸堤の消波・堆砂効果が次第に減じたことを意味する。また、図-2 (b), (c) の比較で興味深いのは、 $x=1.24\text{km}$ に位置する離岸堤の上手（右）側の前浜が1987年から1996年の間に狭くなったことである。1987年には離岸堤背後の汀線は北側の護岸と滑らかに接していたが、1996年では、護岸との接続点において汀線がフック状に後退して前浜が大きく狭まった。また南側3基の離岸堤ではいずれも離岸距離が増加したことに起因して背後の舌状砂州の規模が減少し、とくに並んで設置された南端部2基背後の舌状砂州では、北側の舌状砂州の規模が南側のそれより大きい。これは一方向の沿岸漂砂が卓越する海岸に離岸堤群を設置した時にしばしば見られる一般的現象である。

図-2 (d) に示す2000年では全体に侵食が一層激化し、人工構造物が露出した区間が長くなった。北側3基の離岸堤の背後には依然として舌状砂州が残されているが、その南側に隣接する直線的な護岸付近では砂浜が完全に消失した。同様に $x=1.35\text{km}$ 付近の離岸堤では1996年までは離岸堤の北側に前浜が存在したが、2000年では砂浜

は完全に消失して護岸が剥き出しになり、離岸堤背後の舌状砂州の汀線と護岸線とが不連続点を持って交差している。この区域の砂浜は時間経過とともに単調に侵食が進んだことがよく分かる。

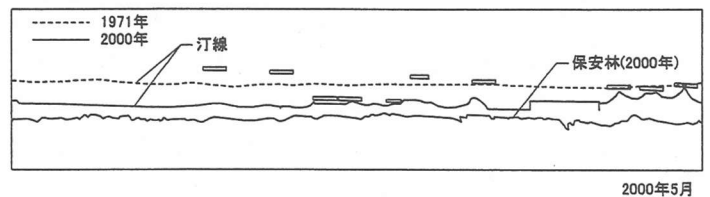
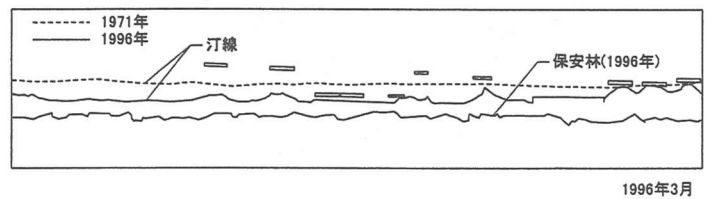
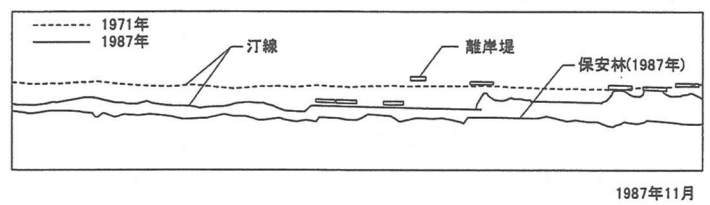


図-3 桃崎浜の汀線変化

図-3には各年の保安林、汀線、人工構造物などの位置の変化をまとめて示すととも1971年を基準とした汀線変化を要約した。護岸などによって汀線が固定された場所の南側では汀線後退が起きていることが分かる。

以上、1971年まで幅約70mの自然砂浜が残されていた桃崎浜では、1987年以降急速に侵食が進んできた。このような侵食に対して離岸堤群や護岸の建設も行われたが、護岸は汀線を固定する役割は果たしたものの、その前面では砂浜が完全に消失した。また離岸堤は、当初その背後に舌状砂州の形成を促したものの、時間経過とともに舌状砂州の規模は小さくなり、離岸堤より北（漂砂上手）側に存在した砂浜は消失することになった。このように離岸堤は建設されたものの、離岸堤群は長期的に見た沿岸漂砂の流出阻止には役立たなかった。すなわち、桃崎浜では沿岸漂砂の上手側からの漂砂供給量が減少しているため、離岸堤群を上手側から建設した場合、その背後地を局部的に防護する上では役立っても、侵食を完全に止めることはできない。このことはサンドバイパスなどの根本的対策が取られない限りにおいて、今後とも桃崎浜では侵食が更に進み、現況で離岸堤・護岸で守られた海岸でもそれらの施設の防護効果および安定性が時間とともに低下し、緩傾斜護岸などでは波浪災害が増大する方向に推移していくことを意味している。

3. 侵食状況の現地踏査

以下では2002年4月30日に実施した現地踏査時の写真を2000年5月撮影の空中写真（図-2 (d)）と対比させつつ議論する。現地踏査は空中写真撮影後約2年に行われたために、海岸南部では更なる侵食の激化が観察された。まず、図-2 (d) のAで南向きに撮影した写真-1は、桃崎浜に建設されていた緩傾斜護岸を示す。図-2に示したように、ここでは砂浜が侵食されて護岸が露出し、さらに護岸ののり先にわずかに水域を残して消波工が直線的に設置された場所である。本来緩傾斜護岸は親水性を目的に造られるものである。しかしこの緩傾斜護岸はのり先が海に突っ込んでいるため波の打ち上げ高が高く、このためこれを防御するため消波工が設置されている。しかし連続的に消波ブロックが設置され、前面海域が囲まれている上、写真に示すように前浜は一部にのみ残されているのみであるために景観や海岸利用上望ましくない状態である。

写真-1において前方（南側）で消波工が岸向きに延ばされて護岸と接続している場所（図-2 (d) のB）のやや南側から北向きに撮影したのが写真-2である。消波ブロックによって囲まれた海域の南側に隣接する場所では、写真に示すように1/4勾配で建設された緩傾斜護岸の裏込め土砂が吸い出され、大きく陥没している。その規模が非常に大きいことは、崩壊した緩傾斜護岸の中央

部に立つ人との相対比較で分かる。写真-3は同じく崩壊した緩傾斜護岸を逆方向から望んだものである。前方には離岸堤（図-2 (d) のx=1.24kmに位置する離岸堤）も見えるが、崩壊した緩傾斜護岸の前面には消波施設は何もなく、護岸ののり先が海に突っ込んでいる。また陥没した緩傾斜護岸の背後地には波の遡上痕跡が付いていることから、冬季の高波浪は崩壊した緩傾斜護岸を乗り越えて背後地まで到達していたことが分かる。

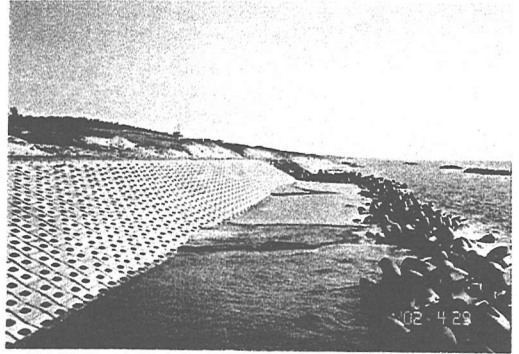


写真-1 桃崎浜に建設された緩傾斜護岸（図-2 (d) のAで南向きに撮影）

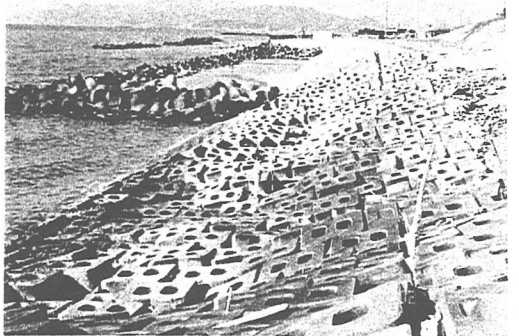


写真-2 消波工が護岸と接続している場所（図-2 (d) のB）で撮影した壊れた緩傾斜護岸



写真-3 崩壊した緩傾斜護岸を南向きに撮影



写真-4 護岸端部での浜崖形成状況（図-2 (d) のCで撮影）

一連の緩傾斜護岸が続いた後護岸は一端切れる。この場所では沿岸漂砂の上手側にはほぼ連続して護岸が設置され、南側へと供給される沿岸漂砂供給が小さくなっているために、沿岸漂砂の場所的バランスが大きく崩れ、図-2 (d) のCで撮影した写真-4に示すように南端部で浜崖が形成されている。浜崖は護岸端部で最も高く、南側へと次第に高さが低下する。写真に示すように護岸端部のフック状汀線の下手側には別の緩傾斜護岸が設置されており、それが汀線を固定する効果を発揮している。このため写真-4に示す浜崖侵食のさらなる広がりには防がれている。しかしながら写真-4に示す緩傾斜護岸の法線に沿って南側に移動して調べると写真-5の状況が観察された。写真上部には一部前浜が見られるが、写真の中央付近では前浜は全くなく、緩傾斜護岸ののり先には汀線に沿って多くの摩耗した異形ブロックが積み重なっている。これは緩傾斜護岸ののり先が不安定となっているために基礎を補強するために設置されたものと考えられる。しかし写真に示すようにのり面が大きく陥没し、不陸が生じている。写真-2, 3に見たと同様な陥没が起きている。これらの陥没災害は、緩傾斜護岸ののり先の海底地盤高が低下し、護岸ののり先から裏込め土砂が吸い出され、ブロックが自重に耐えられず崩落したものである。この海岸では図-2の推移からも分かるように、時間が経過しても侵食傾向にあることから緩傾斜護岸前面の海底地盤は長期的には低下することはあっても増加することはない。このような条件を考えれば、写真-5のような陥没災害が今後益々起りやすくなると言える。

写真-5に示す緩傾斜護岸も沿岸方向に約200mのみ造られており、端部を有する。図-2 (d) のDで南向きに撮影された写真-6はこの端部から南側を望んで撮影したものであり、遠方には別の緩傾斜護岸が見える。この場合もまた緩傾斜護岸の端部で海岸線が大きく後退し、浜崖が形成されている。緩傾斜護岸の端部を逆方向から撮影したのが写真-7である。侵食されて緩傾斜護岸の端部が崩落している。護岸端部の陸側では写真-8の状況が観察された。高さ約3mの浜崖が形成され海岸背後地に生育していた保安林の松が倒伏したのである。このことからこの浜崖は保安林区域に大きく入り込むまで侵食が進んだことが分かる。このように保安林区域に侵食が及んでいることは、保安林管理者にとっては災害復旧によって護岸を造ることの正当性を与え、結果として短時間のうちにこの区域は護岸で覆われることになる。

写真-8のように著しく浜崖侵食が進んでいる場所から南側でも連続的に浜崖が形成されてはいるものの次第に浜崖の高さは低下する。

以上のように桃崎浜では各所で断続的に緩傾斜護岸が造られているが、緩傾斜護岸の端部が大きくえぐり取られ、端部のブロックの崩落が生じるとともに、背後地では高い浜崖が形成されている。



写真-5 陥没した緩傾斜護岸

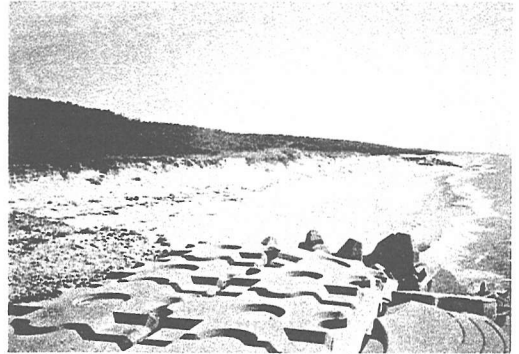


写真-6 護岸端部から南側に形成された浜崖 (図-2 (d) のDで南向きに撮影)



写真-7 護岸端部の状況



写真-8 浜崖形成に伴って倒れた松林 (保安林)

4. 考察

桃崎浜では、南下する方向の沿岸漂砂が卓越しているが、最も上手端からの沿岸漂砂の供給が既に枯渇状態に近づきつつある。このような条件下で、一連の海岸線において北部から離岸堤や緩傾斜護岸が断続的に造られ

た結果、汀線の断続的な後退と浜崖の形成が進んでいる。すでに対策が実施された個所では例外なく緩傾斜護岸が設置されている。また緩傾斜護岸の陥没が生じた箇所ではのり先に消波工が山積みとなっている。こうした状況を技術的に解決する方策については、既に同じ沿岸の中村浜の例²⁾で述べた。したがって重複を避けるため詳細についてはここでは触れないが、主な方法は、どこの侵食海岸でもしばしば提案されるように、①現状のまま放置し災害復旧で対応する方法、②河口堆積土砂を沿岸漂砂下手側の海岸、または上手側の海岸に運び投入するサンドバイパス（またはサンドリサイクル）、③ヘッドランドによる海浜の安定化策などに分かれる。それぞれの利害得失については既に明らかである²⁾。

多くの場合、案②、③の対策の有効性とその限界について縷々述べ、結局どうしようもないという点で案①が採択されるというのが多くの事例である。周知のように2000年には新海岸法が施行され、防護、環境、利用のバランスの取れた施策の展開が求められると同時に、国土交通省では「流域一貫の土砂管理」という政策提言がなされている。しかし海岸の現場に出かけ、実際に起きている現象をつぶさに観察すれば、現実には新海岸法の理念と逆さまの方向に推移していると悲観的にならざるを得ない状況にある。また、流域一貫の土砂管理と言っても現実への適用では、当該海岸付近の管理者が異なることによるいわば「縦割りの壁」間での調整の困難さに突き当たる。

以上のように、事は単なる海岸工学の基礎的問題から起きていないことは確かであり、究極的には、社会的に見た海岸工学無用論にまで行き着く可能性が大きい。多

くの研究者が海岸に関する要素技術に関する研究を行っても、現実の海岸が疲弊し、最早どうしようもない状況に立ち至ったとすれば、社会的に見て研究自体が多くの意義を見出すことができなくなるからである。一方、問題の本質を充分理解しているのは海岸工学の中で漂砂に関する研究をしてきた研究者であることもまた事実である。このことからすれば、海岸工学に携わる研究者は、技術論のみではなく制度的問題も含めて、問題の解決に向かう策が取られるよう多くの人々の注意を喚起するために活動することが必要と考えられる。その場合、技術論であれ、制度論であれ問題が解決されることこそ重要であることに充分留意しなければならない。結局、あらゆる機会を通じて問題の所在を明らかにし、対応を誤ると間違いなく次世代に大きな負債を残すことを主張し続けることこそ、海岸の研究に携わる研究者の責務と考えられる。

現況のように人工化された海岸では従来にも増して多くの人々の関心を高めることも難しくなり、結局悪循環が続いて気づいた時には手遅れとなる。しかしながら、それでもなおこの悪循環を絶つために、できる限り多くの人々に問題の放置がいかにもまずいかを理解してもらうことが大事と筆者らは考えている。

参考文献

- 1) 宇多高明：日本の海岸侵食、山海堂、p. 442, 1997.
- 2) 宇多高明・黒木利幸・中村利行・柿市勝重：保安林防護と海岸侵食-新潟県北部中村浜の例、海洋開発論文集、第19巻、2003。(印刷中)