

保安林防護と海岸侵食-新潟県北部中村浜の例

PROTECTION OF COASTAL FOREST AND COASTAL EROSION - THE EXAMPLE OF NAKAMURAHAMA 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 KAKI-ICHI

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)

Relation between protection of coastal forest and coastal erosion was investigated, taking Nakamurahama beach in Niigata Prefecture as the example. On this beach coastal forest was excessively expanded close to the shoreline and earth dike was built to protect coastal forest itself against wind-blown sand in winter. The amount of 88% of all the narrowing of natural sand dune was caused by this activity and the rest of 12% was due to the shoreline recession by erosion. Thus, this natural beach has been rapidly altered to artificial coastline armored with concrete revetment. In order to change the situation, overall land management is required instead of local optimization by sector-by-sector activities.

Key Words : Coastal forest, beach erosion, shoreline recession, land management, Nakamurahama beach

1. まえがき

近年, わが国では全国各地で海岸侵食が目立ってきており, 多額の予算を要して種々の侵食対策が行われてきている。しかしなお侵食が広がって砂浜が消失し, 生活史の中で海浜を産卵場としているアカウミガメ *Caretta caretta* の産卵地が消失し, あるいは絶滅が危惧される植物・動物の住処が失われる事例は事欠かない。このような状況を考えると, 海浜地の喪失は良好な自然環境が失われるという意味において放置できない大きな問題である。このことから, 海岸侵食に関しては海浜の変形を引き起こす飛砂をも含む漂砂現象に関する研究が盛んに行われてきており, この結果海浜変形の予測はかなり高い精度で行えるようになってきた。筆者らの一人(宇多)も等深線変化モデルなどの開発に積極的にかかわってきた。これら予測モデルの構築は価値あることであるが, 実現象を調べると海岸侵食によって砂浜が狭まったのではなく, むしろ陸域での土地利用の変化に伴って砂浜が大きく狭まった海岸も多い。このような海岸では, いわゆる漂砂現象にのみ注目するのでは問題の本質を見誤る恐れがある。そこで, 筆者の一人(宇多)

は茨城県北部の有明・伊師浜海岸¹⁾, 九十九里浜の一宮海岸²⁾と野手海岸³⁾においてこのような視点から研究を進めてきたが, 本研究では新たに新潟県北部の中村浜を対象として同じ視点からの検討を行う。このため2002年4月29日に現地踏査を行うとともに空中写真を収集して分析した。

2. 新潟県北部中村浜の概況

2002年4月29日, 図-1に示すように新潟県北部の加治川河口から荒川河口まで約18kmの海岸線の現地踏査を行った。この付近の海岸線はほぼ北北東～南南西方向に走行しており, 加治川河口の北北東約3kmには落掘川が, さらにその北北東約8kmには胎内川が流入している。ここではとくに胎内川河口の南南西約2.5kmに位置する中村浜周辺での観察結果について述べる。なおこの付近では南下する方向の沿岸漂砂が卓越することが既往の研究⁴⁾から明らかにされている。また泉宮・砂子⁵⁾は, 1965年を基準とした1975～1990年の汀線変化解析(原論文の図-3参照)を行い, 胎内川河口の南側隣接部で汀線が経年的に後退し, 侵食域が南側に広がっていく状況を示



図-1 新潟県北部の中村浜の位置図

している。しかしこの論文では大局的な汀線変化の把握に重点があったことからこの区域の詳細については触れられていない。

この沿岸において図-1に示すように沿岸方向に2.6kmの区間を選定し、そこで詳細な現地踏査を実施した。あわせて既往の空中写真を収集して海岸状況の変化を調べた。まず、図-2(a), (b)は、1971年と1998年の空中写真より全く同一区域を切り出して比較したものである。1971年以降の27年間にこの区域の海岸は大きく変貌

したことが見て取れる。1971年には海岸線に沿って約60m幅で白い砂浜が連続的に広がっていた。また $x = 1.1\text{km}$ に流入する小河川より北側の区域において典型的に見られるように、海岸線に沿って黒々と延びる保安林（松林）の海側に植生帯が不規則な形で分布し、その海側には砂浜が広がっていた。一方、汀線の沖合では二段ないし三段の沿岸砂州が発達していた。最も沖合の沿岸砂州のバー頂位置は汀線から約250mに位置していたが、バー頂位置は南側では約250m、北端部では約150mと、北側ほど汀線に近づく傾向にあった。

1998年には1971年と比較して一見して明らかなのは、平均56mの幅で存在した砂浜の大部分が消失したことである。これらの相違をもって直ちに海岸侵食が激化した結果として砂浜が消失したと結論することはできない。なぜならば汀線が後退しなくても背後地の保安林区域が進捗すれば結果として砂浜幅は減少するからである。そこで海岸付近の土地利用が沿岸方向に見て比較的一様な区間として $x = 1.1\text{km}$ から 2.6km までの区間を選び、100m間隔で測点を設け、基準線から保安林（松林）区域（土堤区域を含む）の海側境界線、植生で覆われた砂丘地の海側境界、さらには汀線までの沖向き距離を読み取ったのが表-1である。また沿岸方向に16点の平均値を求めた。同時に、得られた結果を模式図にまとめたのが図-3である。

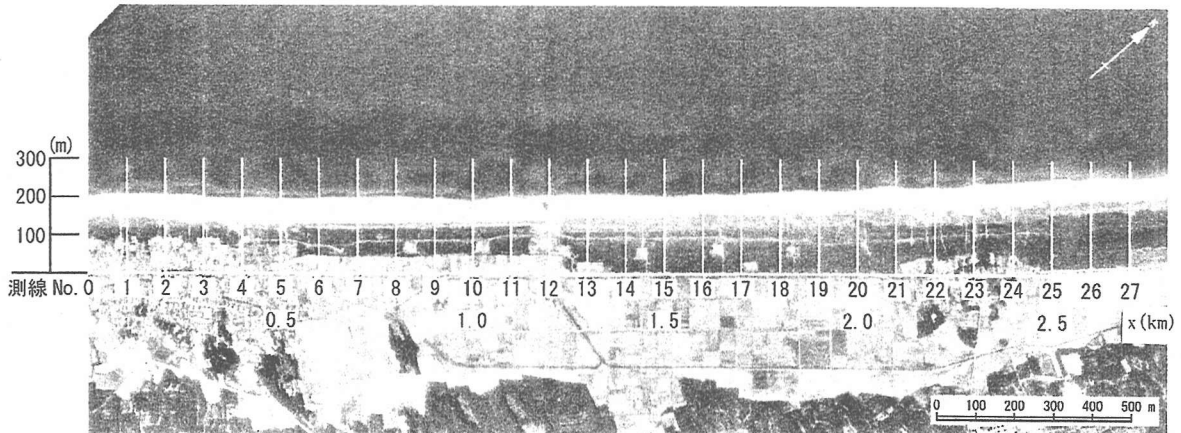


図-2(a) 中村浜の空中写真

1971年撮影

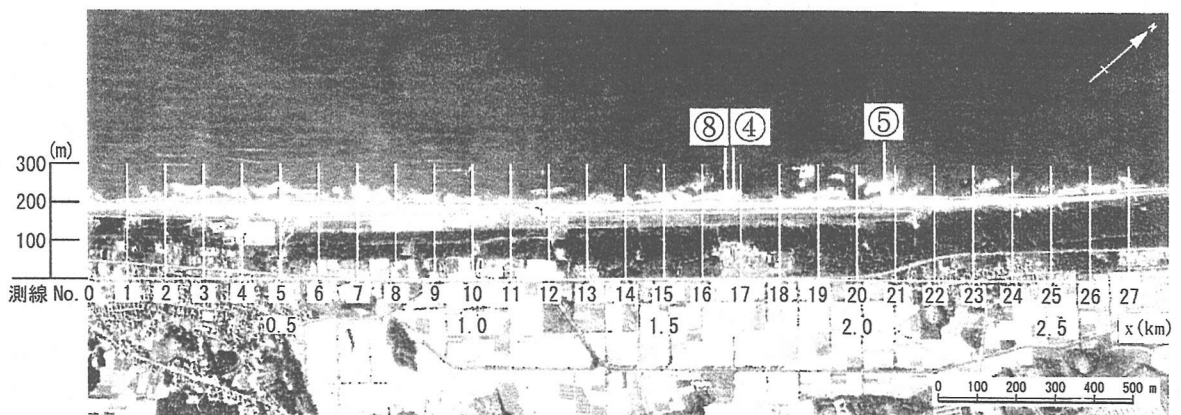


図-2(b) 中村浜の空中写真

1998年撮影

表-1 基準線からの沖向き距離の比較

1971年 単位:m				1998年 単位:m			
No.	保安林	植生	砂浜	No.	保安林	植生	砂浜
11	126	12	62	11	177	0	23
12	102	36	62	12	168	0	32
13	110	30	60	13	175	0	25
14	113	31	56	14	180	0	20
15	112	38	50	15	183	0	17
16	116	46	48	16	185	0	25
17	123	35	52	17	187	0	23
18	123	25	62	18	185	0	15
19	124	25	61	19	188	0	22
20	140	36	44	20	191	0	9
21	131	32	67	21	191	0	29
22	132	38	60	22	191	0	29
23	135	49	57	23	198	0	22
24	140	44	56	24	202	0	18
25	163	39	48	25	203	0	17
26	166	32	52	26	212	0	18
平均	129	34	56	平均	189	0	22

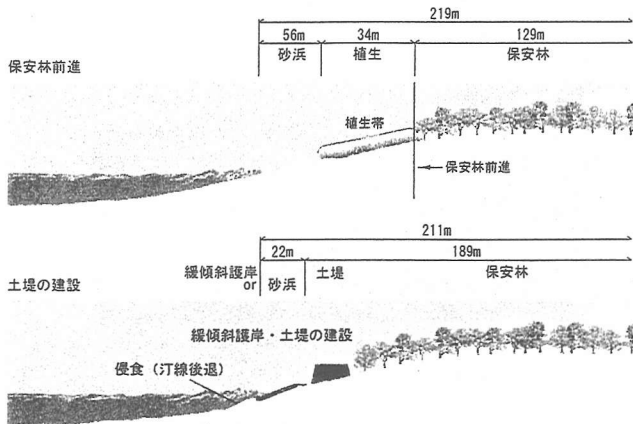
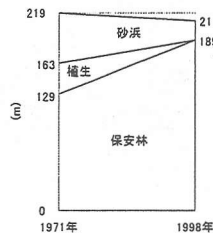


図-3 基準線からの沖向き距離の比較 (模式図)

表-1および図-3によれば、1971年には保安林(松林)の平均幅は129mであったが、1998年には189mにまで広がった。同時に植生で覆われていた自然砂丘を含む砂浜幅は1971年には90mであったが、1998年には22mと大きく減少した。また自然砂丘は完全に消失した。保安林の海側への前進量は60mであり、それを埋め合わせて自然砂丘はなくなり、砂浜幅も68m狭まった。汀線までの総距離は1971年から1998年までに8m短くなっているが、この間の汀線後退量は8mであり、自然砂丘を含む砂浜の消失量のうち88%が保安林の前進によるものであり、残りの12%のみが海岸侵食に伴う汀線の後退であった。

3. 保安林区域における海岸の取り扱い

以下では図-2に黒く写されている保安林区域に関する現地踏査結果についてまず述べる。写真-1は保安林区域に立てられた保安林事業の説明図である。

写真によれば最も陸側にはアカマツ林があり、その海側に車道を挟んで幅広くクロマツ林が広がる。また高さの低下したクロマツ林の海側には土工工(以下土堤と呼ぶ)が造成されている。これはクロマツ林を潮風などから守るためである。さらにこの土堤は波の侵食作用に対して脆弱なことから、その表のり面に親水タイプ護岸工が施されており、さらにこの緩傾斜護岸の海側には砂浜は全く存在せず、のり尻が海中に突っ込んでいる。すなわち、保安林管理者にとっては砂浜の存在はじゃまものではあっても保存すべき重要な資源、あるいは緩傾斜護

岸の基礎として重要なものという認識はないと考えられる。実際には、写真のように緩傾斜護岸を建設しても、沿岸漂砂移動に伴って例えば上手側からの土砂供給が途絶えれば、写真に示すような緩傾斜護岸は容易に破壊される。その破壊は護岸のみに止まらず、土堤本体や背後に造成された保安林にまで及ぶ。この方式は究極的に海岸災害が繰り返されることは明らかである。また沿岸漂砂の作用を考えれば、海岸の欠壊は一箇所止まらず、復旧箇所の下手側では再び侵食が繰り返されることは自明である。それにもかかわらずこの方式を理想として工事を進めることは最終的に一連の海浜の海岸線が全てコンクリート構造物で覆われたものになることを促進することになると考えられる。



写真-1 保安林区域に立てられた保安林事業の説明図

4. 中村浜の侵食実態

図-2に示された区域のうち、とくにx=1.2km以北の海岸状況の観察結果について示す。この場合、現地写真の撮影地点を大局的に把握することが重要なので、以下に示す代表的な写真(写真-4, 5, 8)については空中写真(図-2(b))に撮影位置を示す。まず、写真-2は中村浜の保安林の状況である。松の枝は毎年幹から1回ずつ伸びる特性から判断して、このクロマツは造成後約6年が経過している。この松林は最も海岸線に近い部分である。保安林の海側には簡易舗装された幅約3mの管理用通路が直線的に伸びている。写真に示すように松林はすくすくと成長しつつある。また管理用通路を挟んだ海側には直線的に土堤が伸びていることも見て取れ、写真-1の概念図通りの状況であることが分かる。しかし写真-2の撮影地点の近傍では、写真-3のように土堤が切れて護岸工事中の看板が見られた。これは護岸工事のために既設の土堤を取り除いて搬入路が建設されたものである。この看板によれば工事中の護岸延長は219.5mと読める。そして看板には「美しい海岸 人と海との ふれあい空間づくり」と記載されている。土堤の頂部に立つのは間伐材を利用したと見られる防風柵である。土堤頂部にはこの防風柵が直線的に伸びている。

写真-3に示す土堤の右端には日本海が見えるが、そこ

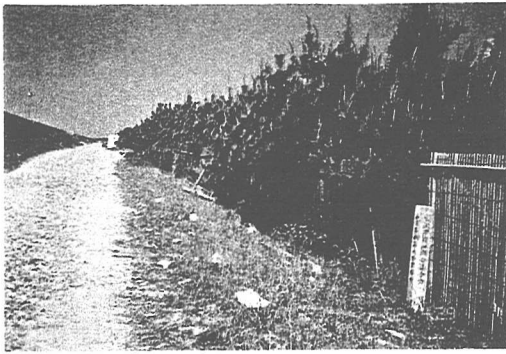


写真-2 中村浜の保安林の状況



写真-3 護岸工事中の看板

に非自然的状況が観察される。直線的に矢板が打ってあることである。写真-3の位置から海岸線へとさらに接近して撮影したのが写真-4 (位置については図-2 (b) 参照) である。写真のように土堤の海側の海浜地において直線状に矢板が打たれているのである。写真-4を見ると写真の右(北)側には砂浜が広がっており、その一部で護岸工事が始められたようにも見える。しかし実際は写真-5 (図-2 (b) 参照) のようにかなりの部分には緩傾斜護岸が造られている。同じ位置から北向きに緩傾斜護岸を撮影したのが写真-6である。緩傾斜護岸ののり先には前浜は全く存在せず、波が打ち寄せていることから、写真-1の概念図に示した通りの状況となっている。しかしこのような風景が看板に記載されていた「美しい海岸 & 人と海とのふれあい空間」と考えることは無理がある。足が滑って水際線に近づくことができない⁹⁾からであり、極度に人工化されたコンクリート斜面を人と海とのふれあい空間と考えることは不可能であるからである。

一方、写真-5を詳細に検討すると、緩傾斜護岸の南側端部では汀線が楔状に食い込み、浜崖が形成されている。このことはこの海岸においては南向きの沿岸漂砂が卓越しているが、中村浜以北からの沿岸漂砂量が減少しているために南側端部で侵食が進んでいることを表している。そして時間経過とともに写真-5に示す護岸の端部では汀線が後退し、やがて端部が被災する可能性が高いことを意味している。

現在建設中の仮設矢板の端部から南側では再び南向きの沿岸漂砂の供給不足により著しく侵食が進んでいるのが発見された。写真-7は矢板の端部工事箇所を望みつつ下手側の海岸状況を撮影したものである。写真のように仮設工事箇所の端部から浜崖の形成が始まり、この浜崖は次第に高さを増す。



写真-4 海浜地における矢板打設状況 (図-2 (b) の④で南向きに撮影)

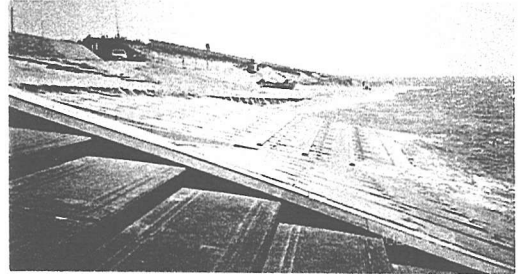


写真-5 中村浜に建設された緩傾斜護岸 (図-2 (b) の⑤で南向きに撮影)



写真-6 中村浜に建設された緩傾斜護岸 (図-2 (b) の⑤で北向きに撮影)

写真の撮影地点では約5mの高さになる。海浜地には土堤の頂部に設置してあった防潮柵が土堤の侵食とともに崩落している。ほぼ同じ場所から南向きに撮影したのが写真-8 (図-2 (b) 参照) である。高さ約10mの浜崖が延々と続く。防潮柵の一部が崩壊しつつある。ここで注目されるのは土堤の材料は砂ではなく粘性土であって比較的フラットな海浜地に高々と盛土がなされて土堤ができたことである。少なくともこの位置での高い浜崖の形成は海岸線が大きく後退したからではなく、人工盛土が海岸線近傍までうずたかく積まれたことに起因している。写真-8の撮影位置からさらに南側へ移動し、崩落しつつある防潮柵を逆方向に眺めたのが写真-9である。ほぼ鉛直の露頭が観察される。土堤の材料が砂を全く含まない粘性土であり、それが砂丘地に盛り上げられたことがよく理解できる。この位置からさらに南側へ移動すると浜崖の高さは次第に低下する。写真-10に示す位置では約2mにまで低下している。この場所では浜崖の高さは低いために植生工のなされた土堤の表のり面の上部には施工時の状況がそのまま残されている。さらに南側で撮影したのが写真-11である。ここでの浜崖の高さは約0.8mにまで低下している。



写真-7 矢板工事箇所の手側の海岸状況

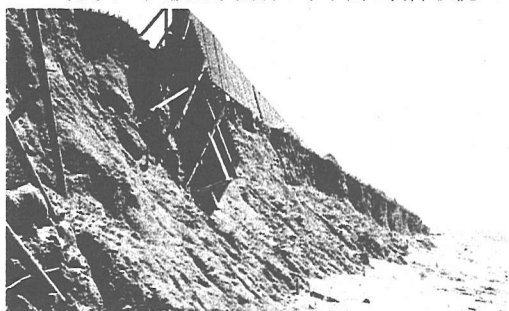


写真-8 浜崖から南向きに撮影 (図-2 (b) の⑧)



写真-9 崩落した防潮柵を北向きに撮影



写真-10 浜崖の南側で北向きに撮影



写真-11 浜崖の更に南側で北向きに撮影

5. 考察

一連の写真に示したように、中村浜では海岸線に沿って盛土構造物としての土堤が造られた。この海岸では南下する沿岸漂砂が卓越しているが、北部からの土砂供給が減少したために全体的に漂砂が枯渇状態に近づいて

いる。海岸では浜崖侵食が目立っており、そのため北部では緩傾斜護岸が盛んに造られてきている。しかしそれらも吸い出しなどの災害が度々生じてきている。こうしたじり貧状態にある海岸において保安林を防護するための土堤が保安林の海側に造られた。これらの土堤は波の侵食作用に対しては抵抗力がないことから激しい侵食を受けた。これに対して浜崖侵食を防護する名目で緩傾斜護岸の工事が行われている。しかし工事箇所のすぐ下手側では現在浜崖侵食箇所が南側に急速に伸びている。工事区域の南側への延伸と同期して浜崖侵食区域が広がっている。これと全く同じ状況は新潟海岸の新川以西で生じている^{7,8)}が、それと同じ状況が進んでいる。侵食を模式的に示せば図-4となる。災害復旧による緩傾斜護岸の整備と連動して浜崖区域は広がる。

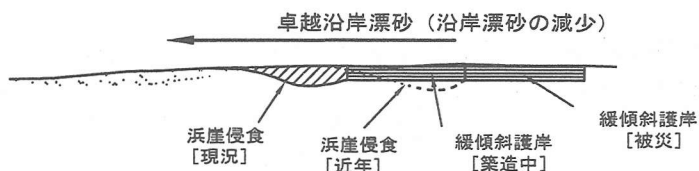


図-4 中村浜における沿岸漂砂の減少に伴う侵食模式図

一連の工事を繰り返して行うことは、最終的に長い海岸線を全てコンクリート護岸で覆い尽くすことを意味する。新海岸法において防護・環境・利用の調和を謳っている同じ時期にこのような工事が急速に進められていくことに大きな疑問を感じる。確かに土堤が破壊され、見上げんばかりの浜崖を観察すれば、「大変な事態だ。災害復旧をしなければならない」と考えることも頷ける。しかし土堤はもともとそこに存在しなかったものであり、そこに盛土して造られたのである。災害復旧によって工事が進められることは公共事業の予算が減少している時代にあっては地元の建設業者を養う意味で多少の効果があるという言い方もできようが、その予算は最終的に国民負担となることを考えると理解に苦しい。

もっとも保安林管理者側にも反論はあり得る。「森林法に従って粛々と工事をしているのであり、保安林を守ることに正統な理由がある。侵食が起きたそもそもの理由は保安林の建設によってもたらされたものではない。むしろ被害者である。侵食が生じて土堤が崩落したことは事実であって、それをそのまま放置することは不可能である。さらに漂砂の現象は十分な説明ができておらず、また一連海岸全体を処理しようにも自らの管理区域内でしか工事を行うことができない。」というのが主な理由であろう。

それぞれの立場によって見解は全く異なる。しかし重要な視点としては今後沿岸漂砂の枯渇傾向は助長されることはあっても供給は減少傾向にあり、したがって問題箇所は確実に増加していき、それに伴う災害復旧によって造られた緩傾斜護岸の再度災害もまた増加すること、さらには新潟県の至る所で起きているようにほと

んどの自然海浜は消滅し、人工海岸となって人々が近づきにくい状態となることである。また構造的にみれば過去と比較して保安林が汀線近傍まで大きく前進しており、汀線の後退が起きた場合の緩衝地帯の幅が喪失していたことも災害を顕在化させたことも指摘される。

問題に関係する機関が海岸・保安林・河川管理者など広範にわたるので問題の解決は容易ではない。しかしそれでもなお何らかの調整がなされ、漂砂の系全体を見た施策展開、例えばヘッドランドによる安定化やサンドバイパス、サンドリサイクル、あるいは適切なセットバックなどが行われるよう願うものである。

6. 具体的提案

問題対処のための具体的方法について提案する。主な提案は図-5に要約できる。

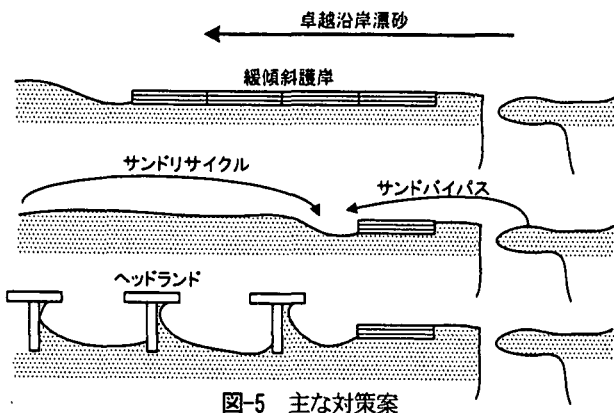


図-5 主な対策案

第1案はこのまま成り行きに任すことである。現在のシステムのまま進めていくことである。その結果、保安林区域の土堤を守るための緩傾斜護岸の建設が続き、海岸線の人工化が急速に広まることになる。さらには護岸を建設した場所でも裏込め土砂の吸い出しに伴う陥没が各所で起こるので災害復旧が繰り返される。最終的に長い海岸線はコンクリートで覆われる。

第2案は、保安林とそれを守る土堤はそのままとして、海浜の維持に重点を置き、サンドバイパスまたはサンドリサイクルを行うことである。この区域に流入している河川にあっては冬季に河口への堆砂が問題となっており、土砂浚渫も行われている。これを考慮して河口での浚渫土砂を下手側へ運び（サンドバイパス）、または上手側海岸へ運び（サンドリサイクル）、その土砂を養浜材として再利用することである。この手法を用いても現在までに既に大量の土砂が消失しており、砂の絶対量が不足しているので単に養浜を行っても現在の狭くなった前浜をようやく維持できる程度である。状況を改善するには新たに大量の砂を投入することが必要であるが、その場合には関係管理者間で合意が必要である。これには2つの難関がある。第1は、養浜による受益者が土砂を浚渫

する管理者と別であるため受益者負担の問題が発生して合意が難しいこと、またそれが維持的であるがゆえに予算化が難しいことなどである。しかし国土全体の防護を大局的視野から考えれば合理性を有していると考える。

第3案は、海岸線の所々にヘッドランドを建設し、沿岸漂砂移動を阻止して安定海岸線を形成させるものである。この手法は原理的には可能であるが、すでに侵食が進んで前浜幅に余裕がない状態でヘッドランドを造らなければならないため、ヘッドランドの下手側での汀線後退を容認できず、それが原因となって合意が得られないことである。この場合には保安林区域での思い切ったセットバックも必要になると考えられる。この場合にもまた関係管理者間の合意ができるよう開かれた場での議論が必要である。

いずれにしても現況では対策以前の問題として、侵食が起きている事実も含めてほとんどの人々に事実認識が行われておらず、その一方急速に人工化が進んでいるのが実状である。このことを考えればまずは多くの人々に実態を理解してもらうことが大事と考える。

参考文献

- 1) 宇多高明・住谷迪夫・下山田光一・脛谷純夫・高野康隆・神田康嗣・大木康弘・芹沢真澄・三波俊郎・古池 鋼・五十嵐竜行：茨城県北部有明・伊師浜海岸における市街地の発達、保安林の拡張および離岸堤防群の建設に起因する海浜変形，地形，Vol. 21, pp. 17-30, 2000.
- 2) 市川慎一・宇多高明・三波俊郎・古池 鋼・木戸浩彦・星上幸良：外洋に面した海岸における河口処理と河口地形の応答-九十九里浜南部に流入する南白亀川および一宮川河口の例-，海岸工学論文集，第48巻，pp. 621-625, 2001.
- 3) 宇多高明・清野聡子・吉田哲朗・酒井英次・三波俊郎：九十九里浜野手海岸の変遷と海岸人工化要因の検討，海岸工学論文集，第49巻，pp. 541-545, 2002.
- 4) 宇多高明：日本の海岸侵食，山海堂，p. 442, 1997.
- 5) 泉宮尊司・砂子 浩：新潟県北東部海岸の広域的海岸侵食の総合的原因調査，海岸工学論文集，第41巻，pp. 531-535, 1994.
- 6) 宇多高明・芹沢真澄・三波俊郎・古池 鋼・清野聡子：緩傾斜護岸に係わる様々な問題点の整理，海洋開発論文集，第15巻，pp. 523-528, 1999.
- 7) 宇多高明・清野聡子・芹沢真澄・三波俊郎・古池 鋼・五味久昭：海岸保安林防護と海岸保全の狭間で進む自然海岸の急激な消失-新潟海岸の事例-，海洋開発論文集，第16巻，pp. 613-618, 2000.
- 8) 宇多高明・芹沢真澄・三波俊郎・古池 鋼：新潟海岸の新川漁港～巻漁港間で拡大しつつある海岸侵食の実態と今後の展望，海洋開発論文集，第18巻，pp. 713-718, 2002.