

茨城県成沢・多賀・河原子海岸の侵食実態

BEACH EROSION ON NARUSAWA, TAGA AND KAWARAGO COASTS IN IBARAKI PREFECTURE

宇多高明¹・三波俊郎²・長山英樹³・住谷廸夫⁴・熊田貴之⁵
Takaaki UDA, Toshiro SAN-NAMI, Hideki NAGAYAMA,
Michio SUMIYA and Takayuki KUMADA

¹正会員 工博 (財)土木研究センター理事なぎさ総合研究室長兼日本大学客員教授理工学部
海洋建築工学科 (〒110-0016 東京都台東区台東1-6-4 タカラビル)

²海岸研究室(有) (〒160-0011 東京都新宿区若葉1-22 ローヤル若葉301)

³修(工) (財)土木研究センター河川・海岸研究部 (〒110-0016 東京都台東区台東1-6-4 タカラビル)

⁴正会員 (財)土木研究センター専門調査役(同上)

⁵正会員 博(工) (株)水圏科学コンサルタント (〒145-0064 東京都大田区上池台1-14-1 明伸ビル)

Beach changes on the Narusawa, Taga and Kawarago coasts in Hitachi City in Ibaraki Prefecture were investigated on the basis of the aerial photographs and field observation. The shoreline changes between 1984 and 2006 were studied. Sea cliff extends along these coasts, and narrow sandy beaches have been formed mainly by the sand supply from small rivers. The breakwaters of Kawarago port and Ohse fishing port were constructed, resulting in the formation of the wave shelter zone. Longshore sand transport from outside to inside the wave shelter zone was induced, causing erosion outside the wave shelter zone and accretion inside it. In the eroded zone, sea cliff is exposed to waves and abrasion by gravels is underway. To protect these beaches, comprehensive management such as the sand recycling is required.

Key Words : Narusawa, Taga and Kawarago coasts, Hitachi City, beach erosion, sea cliff, wave shelter zone

1. はじめに

茨城県北部から福島県, 宮城県南部沿岸には未固結の地層からなる海蝕崖が断続的に伸びている。同時に, 海岸には比較的流域面積の小さな河川が流入し, 海蝕崖の崩落土砂の一部と, これらの河川からの流入土砂が堆積して海浜が形成されている。これらの砂浜は大河川河口部に広がる海浜と比較するといずれも海浜幅は狭いが, 地域にとっては貴重な砂浜であり海水浴場などにも利用されてきている。また, 海蝕崖の基部にある砂浜は海蝕崖への作用波力を減じる上でも有効であり, 海蝕崖の後退防止機能も有してきた。しかしながら, 近年, わが国の他の地域と同様, この地域の海岸でも侵食が目立って進んできている。茨城県の日立市沿岸もこのような状況下であり, 侵食を防ぐと同時に過去の良い環境を取り戻すことが模索されている。本研究では, 茨城県北部の日立市に位置する会瀬漁港と河原子港の間に挟まれた, 成沢・多賀・河原子海岸を対象として海岸侵食状況を調べ, 侵食原因を明らかにするとともに, 漁港港湾などの利用を妨げずに海浜を復元

するための方策について考察する。

2. 研究対象地の概況と空中写真の判読

研究対象地の茨城県成沢・多賀・河原子海岸は, 図-1に示すように茨城県北部の日立市に位置し太平

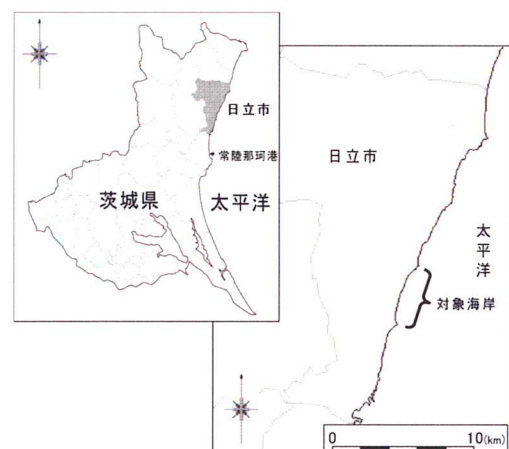


図-1 研究対象地の位置

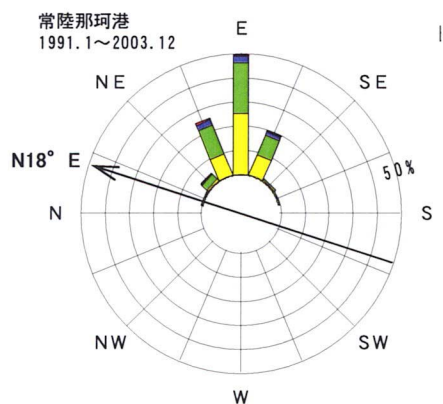


図-2 常陸那珂港沖での波浪観測結果

洋に東面している。この付近では波浪観測は行われていないので、検討対象地区の南約16kmに位置する常陸那珂港の水深32mでの波浪観測を参考にと、1991年から2003年の波浪統計として図-2の出現頻度が得られている。卓越波の入射方向はEである。図-1から平均的な海岸線方向を読み取ると図-2に示すようにN18° Eなので、当沿岸では全体的に南向きのエネルギーフラックスが卓越することになる。

図-3 は 1984 年 7 月と 2006 年 5 月撮影の空中写真を示す。対象地区北端には会瀬漁港、南端には河原子港が位置し、その間の長さ約 4.0km の海岸線が研究対象であり、北端の会瀬漁港に隣接するのが延長 250m の成沢海岸、この区域への流入河川である鮎川と桜川河口の間の約 2.2km が多賀海岸、そしてその南側の 180m 区間が河原子海岸と呼ばれる。対象区域の中央から北側では海蝕崖の発達が良好で、逆に南側の河原子海岸では砂浜が広い。

1984 年から 2006 年までにいくつかの特徴ある変化が起きている。まず北端の会瀬漁港にあっては、



図-4 区域Aの拡大空中写真

1984 年には半円形の防波堤と、その入口に伸びた平行防波堤（東側の長い防波堤を南口防波堤、西側を南防砂堤と呼ぶ）は既に存在したが、漁港南側の成沢海岸との間の防砂突堤と 2 基の離岸堤は未設置であった。したがって 1984 年当時、会瀬漁港の半円形状に突き出た防波堤と、漁港入口の平行防波堤による波の遮蔽域は成沢海岸にまで及んでいたと推定できる。2006 年になると、漁港南側に長さ 240m の防砂突堤と、堤長 150m の離岸堤が 2 基建設されたが、これらの離岸堤はその背後に波の遮蔽域を形成したため、舌状砂州の形成が著しくなり、砂浜が広がった。鮎川河口部には 1984 年当時前浜があったが、2006 年には前浜がほぼ完全に消失したことから、成沢海岸以南の海岸から沿岸漂砂によって砂が北向きに運ばれ、離岸堤背後に堆積したと考えられる。同様にして、南端の河原子港では元々沖合にある岩礁の背後に舌状砂州が形成されていたが、岬

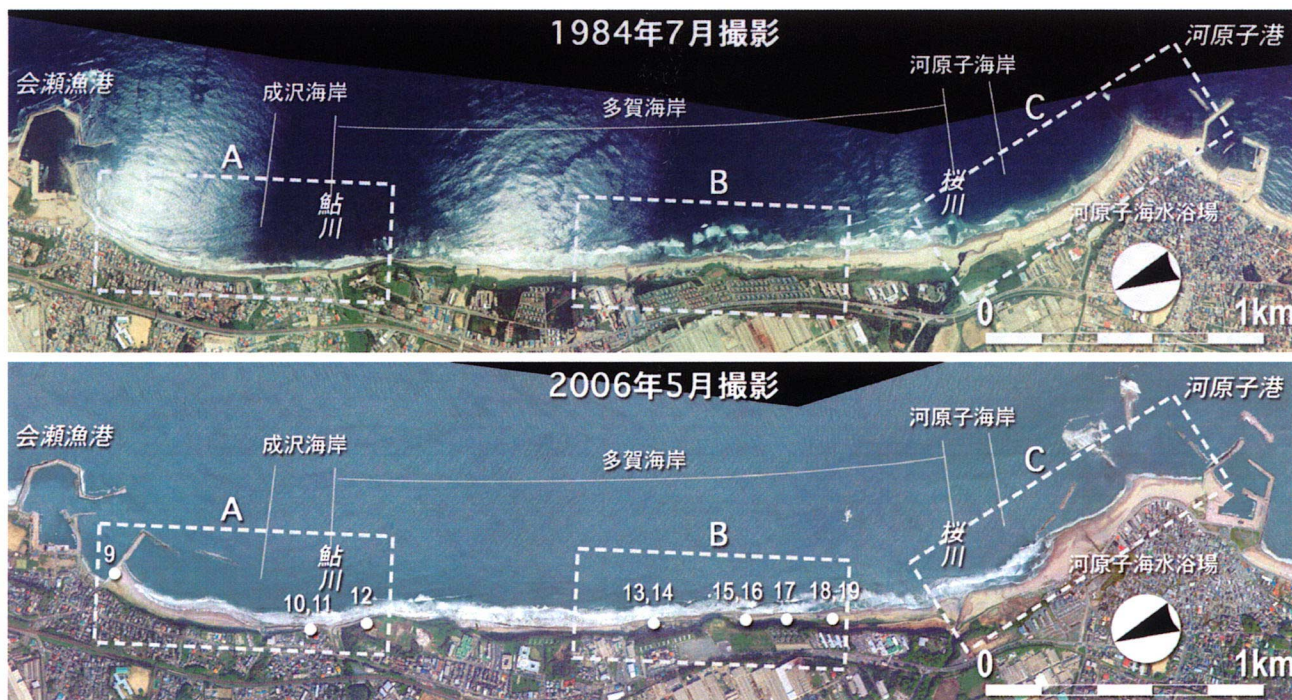


図-3 会瀬漁港から河原子海岸までの空中写真の比較

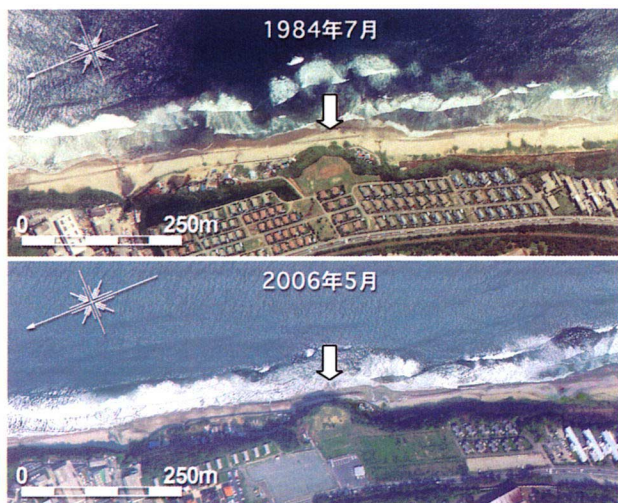


図-5 区域Bの拡大空中写真



図-6 区域Cの拡大空中写真

の北側に新たに離岸堤が造られ波の遮蔽域が形成された結果、その背後に規模の大きな前浜が形成された。前浜形成に必要な砂は主に桜川河口以北の多賀海岸から運ばれ、結果として多賀海岸では前浜が消失した。以上のように対象地区では両端の漁港・港湾に防波堤と離岸堤が建設された結果、中央部の砂浜が削られるという変化が起きた。

図-4, 5, 6は、図-3の矩形領域A, B, Cを拡大して示す。区域Aでは、鮎川河口の前浜の消失と会瀬漁港の南側に隣接する2基の離岸堤背後での堆砂がよく対応していることがわかる。すなわち、1984年の前浜は、鮎川河口を中心としてやや北側に偏った広がりを持っていたが、2006年ではこの前浜は完全に消失し、離岸堤背後での規模の大きな舌状砂州によって変わった。1984年と2006年で前浜面積を比較すると、2006年のほうが大きい。このことは区域Aの南端境界を横切って南側の多賀海岸からも沿岸漂砂によって砂が運び込まれたことを表している。多賀海岸中央部の区域Bでは、1984年には海蝕崖の基部に並んだ集落の前面に幅約30mの砂浜が連続的に伸びていた。しかし2006年には砂浜幅が狭くなり、また1984年当時はdry beachであったが2006年ではwet beachになったことから、海浜地盤高も低下したと推定される。河原子海岸の区域Cでは、1984年には

なだらかな弓状の汀線が延びていたが、2006年までには河原子海岸に図-6の破線で示すように、2基の離岸堤が設置された結果、それらの背後に砂が堆積し、規模の大きな舌状砂州が発達した。

3. 汀線変化と浚渫量

上記の空中写真の判読結果を定量化するために、会瀬漁港から河原子港までの区域について1984年の空中写真の汀線に沿って平滑な曲線座標を定め、この座標を基準として汀線変化を調べたのが図-7である。会瀬漁港の南側隣接部と河原子港の北側隣接部では堆砂が進み、鮎川河口と桜川河口に挟まれた中央部では汀線の後退が進んでいる。とくに鮎川河口の南側隣接部では前浜の消失に伴い海蝕崖に波が直接作用する状況となった。さらに汀線変化量を見やすく表示したのが図-8である。1984年から2006年までの汀線変化量の沿岸分布であるが、会瀬漁港の隣接部では最大93m、河原子港の離岸堤背後では最大76m汀線が前進し、これらと対照的に中央部の多賀海岸では平均14m汀線が後退した。さらに会瀬漁港近傍と河原子港近傍における汀線前進域と、多賀海岸の汀線後退域それぞれについて前浜面積の変化量を計算すると、3.9万 m^2 、4.2万 m^2 と

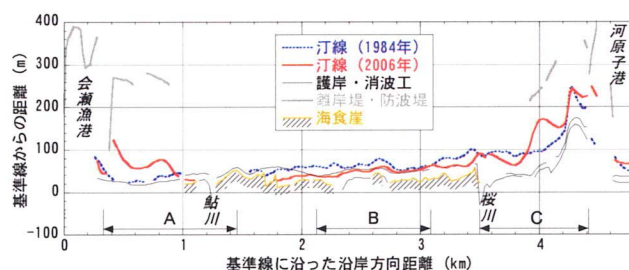


図-7 基準線から汀線までの冲向距離

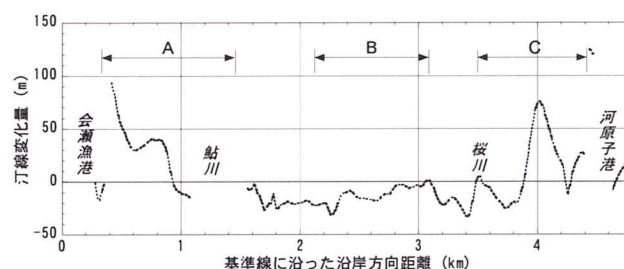


図-8 1984年から2006年の汀線変化

表-1 会瀬漁港における浚渫量

1997	南防砂堤と南口防波堤間 $A=2,350\text{m}^2$
1998	南防砂堤沖航路+泊地
1999	南防砂堤と南口防波堤間 $V=2,000\text{m}^3$
2000	南防砂堤と南口防波堤間+泊地 $V=1,900\text{m}^3$
2001	南防砂堤と南口防波堤間 $V=1,730\text{m}^3, A=1,970\text{m}^2$

なって両者はほぼ均衡している。

一方、会瀬漁港では過去に浚渫が行われてきている(表-1)。記録が残されているのは1997年以降のみであるが、毎年平均で約2,000m³の浚渫が繰り返された。このように多賀海岸の侵食は、会瀬漁港と河原子港での離岸堤の建設と密接に関連しており、それに加えて会瀬漁港での浚渫も関係している。海岸を健全な姿に保つには、海岸全体での土砂バランスをよく考える必要があることが明らかである。

4. 現地踏査による海岸状況の調査

前節までに調査区域の長期的な海岸状況の変遷を明らかにしたが、2007年5月21日、侵食状況の詳細を現地踏査によって調べた。現地踏査は会瀬漁港から河原子海岸へと行った。図-9から図-19の撮影地点番号を図-3に示す。会瀬漁港南側の防砂突堤付近では、図-8に示したように汀線が大きく前進している。図-9は、会瀬漁港南側の防砂突堤上から南向きに海浜状況を撮影したものであるが、2基の離岸堤の背後に広大な遮蔽域ができて前浜が広がっている。細砂が非常に多く堆積した結果、緩勾配の海浜が形成されている。

図-10は、図-9と逆に、成沢海岸から会瀬漁港方

面を望んだものである。成沢海岸は鮎川河口左岸に位置し、1984年当時は前浜があったが2006年までに北向きの沿岸漂砂によって砂が削り取られた場所である。現況では、直立護岸とその前面に置かれた大量の消波ブロックによってぎりぎり守られているが、異形ブロックは沈下し越波が激しい海岸となっている。図-11は、図-10の撮影地点から逆方向を望んで撮影したもので、鮎川河口左岸の状況を示す。現況では、海食崖前面に消波堤が連続的に設置されているが、満潮時には海食崖に直接波が当たる条件となっている。この状態では、海蝕崖では波の浸蝕作用が加速され後退せざるを得ない。侵食以前には海蝕崖前面に前浜があって波の作用が海蝕崖に及ぶにくかったが、現況では波が容易に作用し崩壊が起りやすい状態に変化している。

鮎川河口南部では、図-11のように海蝕崖がほぼ連続しているが、○印で示す海蝕洞には図-12のように鮎川からの供給礫が波によって大量に打ち込まれ、前浜勾配1/1.7で堆積しているのが見出された。細砂層の上に礫のみが急勾配で堆積している。現況で礫は海蝕洞全体を埋めているから、波の作用はあっても波浪のエネルギーは減衰し、海蝕洞の先端まで到達しないと考えられるから、少なくともこの海蝕洞については防護されているが、鮎川からの海岸への礫の供給量は小さいと考えられるので、河口

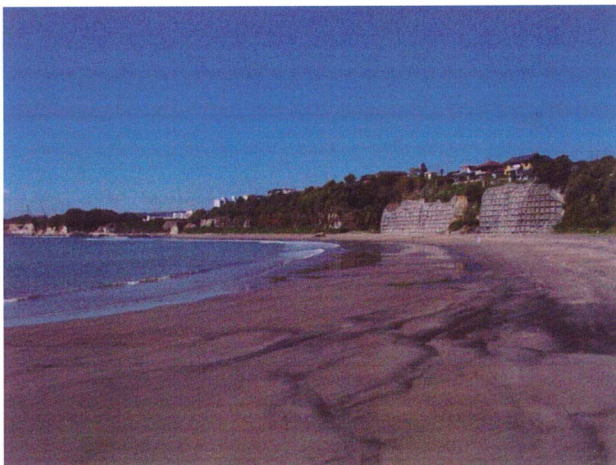


図-9 会瀬漁港の遮蔽域に堆積した砂

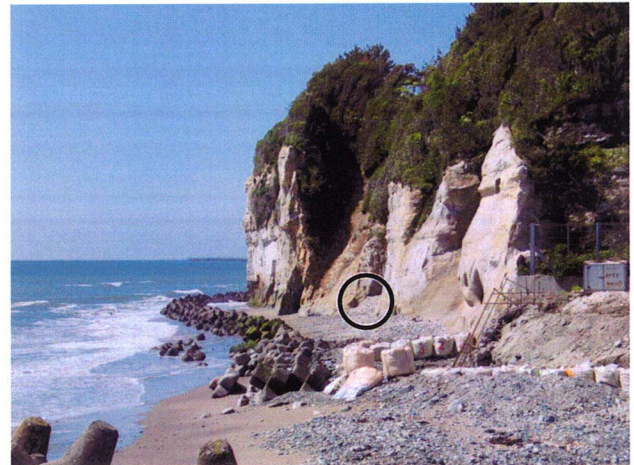


図-11 鮎川河口

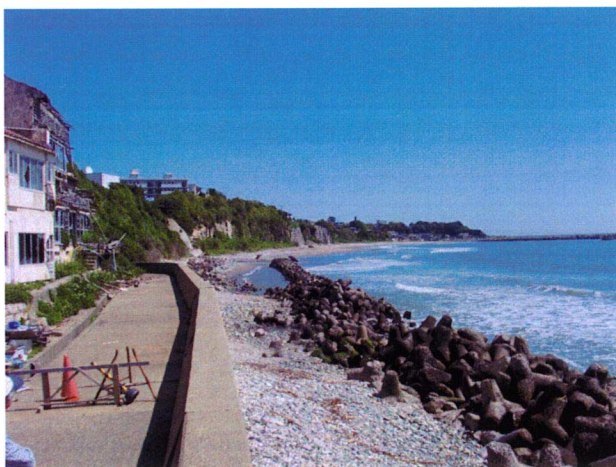


図-10 成沢海岸から会瀬漁港方面を望む



図-12 前浜勾配の測定状況



図-13 壊れた護岸と背後地の侵食



図-16 浜崖の拡大写真

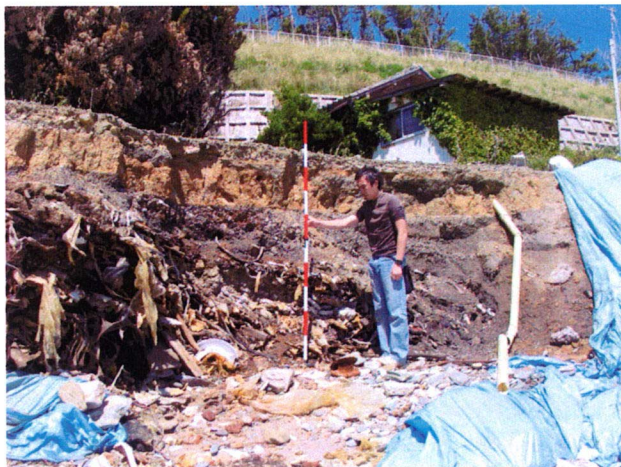


図-14 壊れた護岸と背後地の侵食



図-17 遠方に砂丘を望む



図-15 孤立家屋への送電のための電柱

から離れた場所にできた海蝕洞では、空洞の一部のみ満たして礫が堆積している。このため直接的な波の作用がある場合礫による摩耗効果によって海蝕洞の侵食が助長される恐れが大きい。このように鮎川河口周辺では波の遮蔽域形成に伴って誘起された沿岸漂砂によって砂が運び去られた結果、海蝕崖の後退が著しくなる現象が起きている。

多賀海岸中央部の B 地区では、図-5 の矢印で示す突出した岬北側の細長い土地に集落があった。ここでは汀線が後退し侵食が進んでいる。図-13 は、

壊れた護岸と背後地の侵食状況を示すもので、海浜に残されたコンクリートののり先を滑らかに結ぶ線が被災前の海岸線であった。護岸の巻き込み部の先が壊れている。護岸の破壊によって現れた露頭面には図-14 に示すように多くのゴミが現れた。これよりこの護岸は、もともと海浜地のゴミ捨て場を取り囲むように造られたと考えられる。図-15 は、図-5 の矢印で示す岬を南側に回り込んだ位置にある家屋を撮影したものである。図のほぼ中央には孤立家屋への送電のためのコンクリート電柱が立っている。この区域は図-5 によれば侵食前には 30m 幅の前浜があったが、wet beach の幅が広がったことから、2006 年では侵食と同時に前浜地盤高の低下も起きていると見られる。図-16 は図-15 に示した孤立した家屋の南側隣接部の侵食されたのり面の露頭である。崖面を見ると礫層や様々な廃棄物が混ざっていることから、この位置で盛土により道路が造られたが、それが侵食によって削り取られたことが分かる。一方、多賀海岸南部では砂丘の発達が見られるが、そこでも侵食が進みつつあることが分かった。図-17 は遠方に見える侵食された砂丘である。また砂丘の侵食状況を詳細に調べたのが図-18、さらに砂丘にできた浜崖の南部への広がり状況を撮影したのが図-19 である。図-19 では高さ 2m もの浜崖が南側へと連続的に延びている。この砂丘は、当地で卓越



図-18 砂丘の侵食状況



図-19 高さ2mもの浜崖

する北東風の作用により発達してきた。図-3 に示したように区域 B, C の境界付近では海岸線への法線方向が中央部の $N109^{\circ} E$ 方向から、南部の $N77^{\circ} E$ へと変わる。このような海岸線方向が反時計回りの方向に曲がっているため、北東風の作用を強く受け、同時に南端に河原子の岬が突出していたため砂がたまりやすい環境条件にあったと考えられる。砂丘が形成されるためには粒径が 0.1mm 程度の細砂が潤沢に供給され、それが飛砂として陸側へ運ばれ堆積しなければならない。ところが図-17, 18, 19 に示す状況はそうにして細砂が堆積してきた環境条件が、堆積から侵食へと完全に反転し、現在では細砂が欠損状態になっていることを意味する。逆に河原子海岸の離岸堤背後では細砂が過剰に堆積して飛砂が問題となっている。対象地区中央部での砂の欠損と、両端部での過剰な集積が同時に起きていることが分かる。

5. 考察

日立市の会瀬漁港から河原子港の間の海岸線にあつては、上述のように中央部での侵食と両端部での過剰な砂の堆積とが同時に起きた。北端の会瀬漁港では航路への堆砂が起これ、航路維持のために浚渫が行われ土砂は処分された。対象海岸は海蝕崖が発達しており、過去にこれらの崖が後退してきたが、その際、沖合の平均海面下約 2m には海蝕台を残し、露岩域が形成されている²⁾。そして、これらの海蝕台の多くは良好な藻場となっている。このことから対象海岸は一般の砂浜海岸と比較して砂層厚が薄く、移動可能な砂の量が少ないと考えられる。このような条件のもとで対象区域の両端において波の遮蔽構造物が建設され、その背後で集中的な堆砂が起きたことに特徴がある。その場合、侵食区域を特徴付けるのは、侵食の結果海蝕崖に直接波が作用する条件ができてしまい、今後海蝕崖の侵食が助長されると見られることである。また海蝕崖への波力増大に留まらず、細砂分が流出した結果として礫が海岸に多く残され、それらが海蝕崖基部や海蝕洞に部分的に堆積して磨耗作用を助長させる可能性が高いことも危惧される。このような現象と反対に、河原子海岸にあつては細砂の集中的な堆積によって冬季の北東風の作用時に飛砂が著しいという問題も同時に起きている。これらの様々な状況を考えて、当海岸の今後の保全にあつては、波の遮蔽域への砂の逆流が少なく、汀線付近に留まる粒径の大きな成分の砂礫を用いて養浜を行うことが有効と考えられる。粒径が大きければ平衡勾配が大きいことから、砂礫の移動を防止する補助施設の規模も小さくできる利点がある。一方、漁港や港湾へ堆積した細砂は元々海蝕崖や流入小河川から供給された土砂であるが、近年では海蝕崖の侵食防止工事や河川改修に伴い細砂の供給土砂量が減少しているため、土砂処分を行えば土砂量の欠損が起こる。これを考慮すると堆積土砂についてもサンドリサイクルを行うことが必要と考えられる。

参考文献

- 1) 宇多高明：「海岸侵食の実態と解決策」，山海堂，p. 304，2004.
- 2) 宇多高明，古川博一，神田康嗣：離岸堤および岬周辺における海浜流の現地観測，第 31 回海岸工学講演会論文集，pp. 416-420，1984.