

新海岸法の下での防護・環境・利用に配慮した 越波対策検討の問題点

清野 聡子*・芹沢 真澄**・上田真寿夫***・宇多 高明****

1. ま え が き

新海岸法第一条では、従来のような防護だけでなく環境や利用に対しても十分な配慮を行って保全に資することが謳われている。海岸事業においては「保全」とは防護を指してきたが、今後は広義の意味を持つことになる。防護・環境・利用の三要素は現実には相反しあうことが多く、これらをそれぞれの条件を満たしながら鼎立するのは困難である。それに対しては、具体例にもとづき従来の検討方法を抜本的に見直していく必要がある。この種の問題は、従来のような防護を中心とした方法論からみると複雑で、かつ要素間の調整に多くの時間を要する。しかし、現在、公共事業の推進方法に根本的な疑問が提示されている中であって、享受者である市民が内容を充分理解し、自主的な選択や決定が可能な方法論を作り上げることが海岸事業においてもまた必要である。事業の理論的根拠となる工学的・技術的裏付けを行政や専門家が十分に市民に説明し、また計画の細部まで十分な検討を行うことは不可欠である。安部ら(2000)、清野ら(2001a)は、同様な主旨から漁港事業における漁港施設の拡大と周辺藻場の喪失の調整問題について論じたが、本研究では海岸防護と環境・利用との調整問題に着目し、具体的には海岸での越波防止問題についての様々な視点からの調整に基づく「三要素が歩み寄れる計画手法」について検討し、その問題点を明らかにする。具体例として千葉県南部に位置する白渚海岸を選ぶ。

白渚海岸は房総半島先端部に位置し、北東端を和田漁港、南西端を白子漁港に挟まれた延長約 6 km の砂浜海岸のうち、北東側約 1.2 km 区域の地先海岸である(写真-1 参照)。この海岸は地形的に見て太平洋へ突出しているために年間を通じて高波浪を受けやすい場所に位置するが、近年海岸北東端の和田漁港の隣接地域、ならびに海岸南西端の三原川の隣接地域で侵食が起り国道への

越波問題が発生した。現在、白渚海岸では国庫補助を受けて高潮対策事業が進められているが、海岸の約半分を占める露岩域には藻場が分布するとともに多種多様な魚介類が生息し、漁業や磯遊びの場として利用されている。また、海岸の南西半分は砂質で、外洋に突出した地形であるために良好なサーフスポットとなっている。今後の越波対策ではこれらの海域利用や環境に対する十分な配慮が必要であるとともに、地域住民や海岸利用者への理解が得られるよう多様な条件を満足する対策の立案が必要である。なお白渚海岸における地域住民との合意形成過程については清野ら(2001b)を参照願いたい。

2. 海岸の変遷と越波の関係

越波に関係する事項について要約する。まず 1955 年頃までは露岩域の陸側に広い砂浜があり、旧道の海側に人家や国道 128 号線は存在しなかった。その後人家や国道が海側に張り出し、結果的に波による災害ポテンシャルが上昇した。また、海岸の北東端に位置する和田漁港での防波堤建設(写真-1 参照)により、元来露岩域に薄く堆積していた白渚海岸の砂が波の遮蔽域に引き込まれ舌状砂州が形成された結果、漁港西側に隣接する白渚海岸では汀線が後退し、一部では直立護岸ののり先が水面に潜り、護岸からの越波量の増大をもたらした。

3. 従来の海岸保全計画と越波の現状

従来、白渚海岸の海岸保全事業では図-1 に破線で示すように面的防護に基づく消波対策として、沖合に 4 基の人工リーフを設置するとともに、海岸線には緩傾斜護岸を造り、白渚海岸の特徴の一つである汀線付近の岩礁帯へのアクセスを考慮した全体計画が策定されていた。

海岸事業では 1980 年初頭に緩傾斜堤が、1980 年代半ばには人工リーフが導入された。従来の直立護岸などを用いた線的防護に対して 1980 年代後半からは「面的防護」として緩傾斜堤と人工リーフをセットで施工する方式が推奨された。この工法は一般に断面図としてその効用が述べられたため、直立護岸よりも海浜へのアクセスの向上が可能であり、同時に行われる養浜によれば前浜の拡大が容易なイメージを有していた。そのため全国的

* 正会員 農修 東京大学大学院助手 総合文化研究科広域システム科学科

** 正会員 海岸研究室(有)

*** サーフライダー・ファウンデーション・ジャパン(SFJ)

**** 正会員 工博 国土交通省 国土技術政策総合研究所 研究総務官

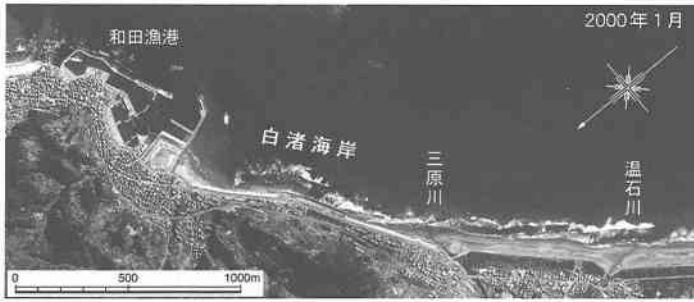


写真-1 白渚海岸の空中写真 (2000年1月撮影)

に新設護岸はこの方式を採用することが当然とされた。技術の方針が転換した場合、一般的に見られる現象であるが、この工法の評価は分かれるにもかかわらず、施工箇所の個性を無視して新しい工法を盲目的に採用するという欠点があったと考えられる。さらに標準断面を施工区間全域にわたって展開することによって海浜を過剰に構造物で覆ってしまうという盲点を持っていた。このような技術の流れの中に白渚海岸での事業計画が存在していた。そのため、砂浜を面的に埋め立て、磯に大きな人工リーフを設置することに疑念を抱かれようはずもなく、国の方針にのっとたものであるとして、非のうちの正当な理由をもっており、それに従って国庫補助事業として粛々と進められていた。

千葉県ではこの全体計画に基づいて工事を進めつつあり、2000年からは人工リーフの建設に着手する予定であった。しかし人工リーフの設置予定地は図-1に示したように浅海域での海人によるアワビやサザエの漁場と重なっており、漁業者は漁場の喪失を恐れた。また海岸西部はサーフスポットとして首都圏で有名な場所であり、そこが人工リーフによって潰れてしまうことを多くのサーファーが危惧した。以上より防災を目的とする施設について地元住民からの了解が得られず、事業が進まない状況に至った。

このような場合、市民は自分のフィールドの個性を問題にしているので、シンプルな疑問を表明する。しかし国の技術基準については知識がないのが一般的である

し、海岸事業の制度や技術の詳細を実地に則して知識を得、理解する機会もないままに、制度にのっとって仕事を進める事業者との意見対立が生まれる。事業者側の説明は、全体計画が国の承認を受け予算もついているし、技術体系は国の方針に従うものであると一般的な回答をせざるを得ない。これに対し他の計画や技術の代案が求められるのであるが、実際には海岸管理者側の対応は上記のような技術の流れの中では、依然として「面的防護」の範囲でしか採択されないものであるから選択肢が限定される。この制約は、行政関係者や技術者などの事業関係者には当然とされる一方で、それが市民にはほとんど公開されないし、技術制度に関する専門性の高い領域が発生源の問題については、そもそも何が問題なのかの論点すらも市民側から絞りこむことは一般に困難である。

一方、千葉県では地元住民との交渉が膠着状態になったこと、また国道128号線に沿う旧直立護岸の老朽化が進んでいた為に、沖合施設(人工リーフ)の建設に先行して護岸の改良に着手した。具体的には直立護岸の緩傾斜化が図られ、1992年から順次工事が始まった。ところが緩傾斜護岸が完成して間も無い2000年7月台風3号に伴う高波浪が襲来し、写真-2に示すような大規模な越波と流木のうち上げが起こった。

地域住民からは、「緩傾斜護岸の設置後、急に越波がひどくなった」という声が多く聞かれた。そこで海岸工学的にこの点を確かめるために実務で通常用いられている改良仮想勾配法を用いてこの緩傾斜護岸のうち上げ高の計算を行った。しかし、年1回程度の高波ではうち上げは現状の天端高を越えない結果になり、高波が頻繁に越波している実状に反する結果となった。つまり改良仮想勾配法では緩傾斜護岸のうち上げ高を過小評価してしまうことがわかった。そこで緩傾斜護岸の越波量についての高山ほか(1982)の研究を参照すると、直立護岸に比べ緩傾斜護岸の方が越波し易いこと、そして同一越波量に抑える為の必要天端高として、緩傾斜護岸は直立護岸よりも約20%高めることが必要なことが知られている。これを利用し、緩傾斜護岸の天端高を20%低くした直立

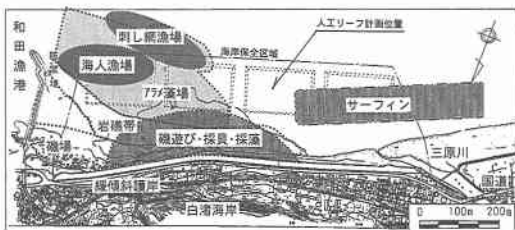


図-1 白渚海岸における従来の越波対策(案)と周辺の海域利用状況

護岸に置き換えて合田ほか（1975）の直立護岸の越波量算定図を適用して越波量を評価することに改めた。以上より、沖合消波施設の設置後に緩傾斜護岸が設置されず、施工順序が逆になった為、越波が発生したことが工学的に確認され、応急対策として土嚢が設置された。

4. 対策案の検討

以上の実態分析を受けて、取り得る越波対策案を考えた（表-1）。その場合、現存施設（漁港防波堤、国道、護岸）の位置の変更などを伴う案は原理的には可能でも実現性が乏しいことから除外し、既存施設の存在を前提とし、また当海岸では露岩域での漁業、サーフィン、釣り、小学生による磯遊びなど多面的かつ通年的な海岸利用がなされていることから、これらを十分考慮する必要がある。以上より具体案として次の5案を考えた。

（1）護岸上にパラペットを設置する方法（嵩上げ）

緩傾斜護岸の天端は管理用通路として平坦面がつながっている。このため斜面上をはい上がった海水がほとんど抵抗を受けず管理用通路および低い植栽を乗り越えて国道または背後地へと侵入できる。これを防止する方策として、護岸の天端上にパラペットを建設し波の侵入を防ぐ方式である。この場合、護岸法線上（緩傾斜護岸法肩）にパラペットを造る方法と、遊歩道と国道の間にパラペット（後退型）を造る方法があるが、海岸へのアクセスや景観を考えれば後退型パラペットがよいと考えられる。また、護岸嵩上げは陸上施工が可能で、かつ断面が小さいことから安価で工期が短いなど、早期に対策効果が発揮されるという利点がある。しかし、背後地の冠水の目安となる許容越波量（ $q=0.02 \text{ m}^3/\text{m/s}$ ）で評価し

場合、嵩上げのみで防護目標を達成する為には現状より更に3m程度の嵩上げが必要となる。これは海岸の景観や利用面を考えれば非現実な対策である。

（2）緩傾斜護岸の撤去・改良

波のうち上げが大きい部分の緩傾斜護岸を観察すると、のり面が非常に平坦であって波が容易にうちあがれる状況となっている。これに対しては緩傾斜護岸を直立護岸へ改良する方法がある。この場合、緩傾斜護岸の撤去を伴うが、一度建設した公共施設をその目的が果たされるまでに撤去するには補助金の国庫への返納が必要という法律（補助金等の適正化に関する法律（昭和37年））の制約により、早急な実現は困難である。

（3）緩傾斜護岸ののり先に消波工を設置する方法

護岸基部に沿って連続的に消波工を設置することは景観を台無しにするだけではなく、多くの釣り人にとっても不評となるので案としては採用できない。またこのような手法はそもそも汀線へのアクセスを改良するために緩傾斜護岸が造られたことと矛盾する。



写真-2 2000年7月の台風3号に伴う高波浪の越波状況

表-1 各種越波対策案の特徴

対策工法	①パラペットの設置 (嵩上げ)	②緩傾斜護岸の改良	③消波堤の設置	④離岸堤又は 人工リーフの設置	⑤養浜工
概念図					
防護機能	護岸法線上または天端背後で嵩上げ	緩傾斜護岸の法面粗度向上、または、直立護岸への改良	護岸前面への消波堤の設置	沖合消波構造物（離岸堤、人工リーフ等）の設置。面的防護となり安心度が高い	砂浜の造成（砂止め突堤を併設）
海岸変化	(変化無し)	(変化無し)	海浜が更に減少する	施設背後は堆砂し周辺は侵食、かつ、岩礁が埋没する（リーフの場合その程度は小さい）	岩礁が埋没する
アクセス	陸路や出入口を設けても現在より海浜へ出入りし難くなる	直立化すると現状より海浜へのアクセスが悪くなる。	海岸線が分断され海に出られなくなる	(変化無し)	(変化無し)
漁業	(変化無し)	(変化無し)	海浜へアクセス出来ず、陸からの磯漁業は出来ない	設置により漁場が変化する。岩礁に砂が堆積した場合は磯漁業は出来ない	岩礁に砂が堆積した場合は磯漁業は出来ない
利用	(変化無し)	(変化無し)	海浜へアクセス出来ず、磯遊び、釣り、サーフィンは出来ない	サーフィンは出来ない	岩礁に砂が堆積した場合は磯遊びは出来ない
景観	パラペットが高いと海への眺望が遮られる	(変化無し)	海岸の風景を損ねる	離岸堤は海岸景観を損ねる。人工リーフは損ねない	突堤により景観を損ねる。構造物で岩礁景観が失われる
長所	海面に影響なし。工期が短い。コストが安い	①に加え、海への眺望をさええない。	海浜への影響は無い	防護の安心度が高い	—
短所	海浜へ出入りし難い。海への眺望が遮られる	海浜へのアクセスが悪い。越波防止効果について水理模型実験等で確認する必要がある	磯漁業、海浜利用が出来ない。景観を損ねる	漁場が変化する。磯漁業、サーフィンは出来ない。離岸堤は景観を損ねる	岩礁が埋没する。養浜砂の安定性について詳細な検討が必要

(4) 離岸堤または人工リーフを設置する方法

離岸堤などの沖合消波構造物の設置である。この方法では、施設の設置によって漁場やサーフスポットが直接的に喪失するため、漁業や海域利用にとってはマイナスである。また、潮流の変化を通じて海域環境の劣化をもたらす可能性がある。消波効果の高い離岸堤の建設は、西側の海浜からその背後の遮蔽域へと砂を引き込み、堆積を促進させる可能性が非常に大きい。当海岸には広い露岩域があり、そこは水産上も極めて重要な場所であるとともに、磯遊び等の貴重な教育の場でもあるため、岩礁が砂で埋まることは避けなければならない。また人工リーフを建設する場合には、堆砂状況は離岸堤よりも小さいものの、上述と同じ問題に遭遇する可能性が高いこと、更に建設コストが高いことが問題である。加えて離岸堤は海岸からの景観阻害ともなる。

(5) 養 浜

緩傾斜護岸で越波が激しい場所には岩礁の東側と西側とがある。これらのうち、東側部分では防波堤による波の遮蔽効果は十分大きいので、砂を投入しても砂は防波堤直近へと急速に流出し、湾入部の水深は再び増大することになる。和田漁港の防波堤は沿岸漂砂を阻止しているので養浜により前浜を形成させることは可能だが、この場合岩礁が砂で埋まるため漁業利用へ影響を及ぼす恐れがある。一方、岩礁西側に養浜した場合、砂はただちに西側の海岸線全体に広く拡散するので、養浜区間の端部に突堤のような漂砂阻止構造物を新たに建設しない限り養浜砂を維持できず効果的ではない。

5. 海岸環境特性に配慮した工区区分とそれに基づく一つの案

5案のうち相対的に実現性の高い対策は嵩上げと人工リーフであるが、上述のようにそれぞれ一長一短を有するので、護岸の嵩上げは別としてその他の工法は全域で同じ形状で計画することはできない。そこで各工法の長所・短所を整理するとともに、海岸延長1.2 kmについて

詳細な海岸環境の分析を行った結果、白渚海岸は約1.2 kmと海岸線延長が短いにも係わらず越波・環境特性が混在しており、きめ細かい適用が必要なが判明した。

(1) A区域(海岸中央部, 漁港防波堤付近)

天然の露岩域が消波機能を有し、波のうち上げ高は相対的に低い。また、ここは漁業や磯遊びの中心であり、水中での施設建設による影響が大きいと判断される。

(2) B区域(天然礁の両脇)

露岩の標高が低く、大潮干潮時以外は殆ど水没し、相対的に前面水深が深い。また、緩傾斜護岸の法先が水中に没し、常に波浪がのり面を遡上しており、護岸には藻が付着し、護岸背後への越波の頻度も最も高い。ここでは投げ釣りや、大潮最干時には磯遊びが行われている。

(3) C区域(三原川河口近傍の砂浜区間)

海底は砂質、一部には砂浜もある。緩傾斜護岸の法先の地盤高も比較的高い。数年に1度程度は越波するが、通常荒天時には遡上せず、緩傾斜ブロックの間隙にはハマボウフウ等の植生が見られる。ここでは海浜利用は散策等に限られるが、海域ではサーフィンが盛んである。

以上の環境分析結果に対し、護岸の嵩上げと人工リーフを組み合わせ、更に、上記の区域毎に対策を講じることによってそれぞれの長所短所を活かし、かつ海岸環境特性に配慮することが可能な一つの案として図-2が提案された。すなわち護岸の嵩上げは全線で行うが、景観や利用への配慮から嵩上げ高は約1 mとする。この嵩上げでは設計波浪条件の波が入射した場合、護岸からの越波を防ぐことができない場所もある。しかし護岸の嵩上げによって越波を防ぐことのできるA区域では沖合施設は設置せず、護岸のみで越波防止を図る。天然礁の両脇のB区域ではリーフの設置位置が藻場と重なることから、沖合施設としての人工リーフの規模を大きく縮小し汀線に近づける。さらに天然礁の西側では人工リーフの設置位置がサーフポイントと重なることから人工リーフの規模を縮小するとともに、その位置を汀線に近づける。三原川河口区域ではサーフポイントとの競合を避けるため

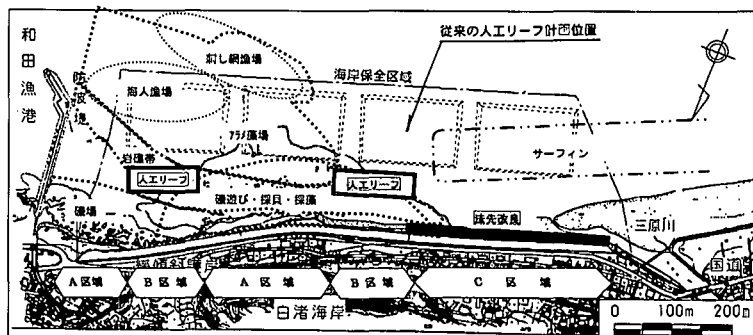


図-2 海岸環境特性に配慮した越波対策(案)

に沖合施設は導入せず、護岸ののり先形状を工夫して越波を防ぐ。このような修正案は護岸の嵩上げを行ったことによって沖合施設の規模を小さくできる利点を有する。しかし汀線に近づけてかつ規模を縮小したとは言え、人工リーフを設置する案自体は当初計画と同じであり、設置海域が依然として藻場の一部であることから沖合施設の導入によってその背後に砂泥が堆積し良好な藻場の喪失に繋がらないかとの危惧がなお残されている。その意味ではこの案もまた完全な合意に至ったものではない。今後、長期的に実行可能な他の案や、もし図-2のような案を採用するとすれば、周辺環境への影響があるのか、あるとすればその軽減策も含めて検討し、それを再び住民に公開することが必要である。しかしながら、このような平面計画がなければ全体計画として不十分であり、嵩上げ工事が手戻りとなる危険性から事業が採択されず、結果として嵩上げすらできない状態に対してはそれなりの意味を持つものであろう。

6. 考 察

一般に従来型の海岸事業の説明会では、環境や利用への影響について明確な説明がなされないことが、工事後の環境問題の発生と住民・漁民の不信感の醸成原因となってきた。検討の問題点は従来は行政担当者や技術陣が発見しても、立場上一般に公表され共有されることはなかった。白渚海岸における検討も、関係者の全力の努力にもかかわらず、多様な考えや利害の調整が完全に行われたわけではない。しかし情報公開や市民参加を積極的に導入した本事例の問題点を記述することで、このようなクリティカルな点を多くの人が共有し、より合理的な制度を行政・技術陣と市民が共に作れる可能性があると考えられるので、以下に整理する。

白渚海岸での越波対策の市民参加型検討のように、自由に議論しながら合意形成を目指す会議ではあっても、現実には事業上の制約が多く、自由な発想や制度の運用が困難であった。海岸法の改正で市民参加や環境保全が盛り込まれたからという理由で開催はしたものの、最終案の原案の作成に際しては、工期や予算の制約、地域から上げた新しい発想にもとづいた技術計画論が、一律性を至上目的とする国のシステムの中では実現されることは難しく、期待する住民と国行政の間で地方行政が板ばさみになるという現象が生じた。面的防護をめぐる現実的な制約条件の大きさに事業者も技術者も慄然とし、その過程を詳細に説明することが重荷となった。制約内容を説明はできても、議論して変えられる可能性は短期的にはほぼ皆無であり、制度の問題は一般的なもので個別案件に即して変えられないので、長期的に議論すべきで

あるし、目前に迫った台風時期の越波対策と議論のタイムスパンが合わないからである。さらにその会議の運営に関わった技術陣以外の人たち(環境専門家と市民団体)は、技術制度の根幹部分におけるクリティカルな制約条件を、本来であれば技術陣・管理者と徹底的に議論する希望を持っていたが、実際にはその領域に至ることができなかった。その原因の一つに技術陣が技術的な部分は他の関係者が興味を持たないであろうと判断し、ある意味の責任感から、最終案の作成を技術陣と県・国の行政とで行ってしまったことがある。技術の細部は理解できなくても技術制度の考え方については知りたいと望む者に対しては、技術陣は公開性を高め、抱え込まないことが今後重要であろう。これは関係者のみならず、市民に対しても同様である。市民側からは海岸護岸の技術面や予算の制約をきちんと説明してほしいとの要望があったが、時間的に実現しなかった。市民側にとっても根幹部分を理解できずに決定に参加した禍根が残り、自分たちに知識と情報がなかったから代案が浮かばなかったという声もあった。さらに、最初の会議ではリーフを入れるための会議ではないと回答したが、小規模であれ結局はリーフ案が提示されたことへの不信感も生まれたのであった。技術陣と行政で絞り込んだ案があらゆる面で現実的に実行可能な案であつたため、会議の最終回では議論の流れが行政が提示した案に参加者が賛成せざるを得ない状況があった。この経緯は、行政も技術陣も悪気がないのに結局はそういう印象をもたれ残念であった。その解決としては、技術検討の過程の議論を公開したり、市民に随時状況説明を行うことなどであろう。本研究から、新海岸法のもとでの市民社会における技術検討の課題が示された。

参 考 文 献

- 安部和典・大谷 保・清野聡子・宇多高明・大塚浩二・児玉いづみ(2000): 漁港改修と沿岸の藻場保全の調整に関する一考察—鎌倉市腰越漁港の例—, 海岸工学論文集, 第47巻, pp. 1186-1190.
- 清野聡子・宇多高明・山崎一真・安部和典・大谷 保・大塚浩二(2001a): 市民参画による腰越漁港改修計画の検討, 海洋開発論文集, 第17巻, pp. 523-528.
- 清野聡子・宇多高明・芹沢真澄・渡邉義雄・吉田和幸・星上幸良(2001b): 住民との合意形成に基づく海岸整備計画の検討—千葉県白渚海岸の例—, 海洋開発論文集, 第17巻, pp. 517-522.
- 高山知司・永井紀彦・西田一彦(1982): 各種消波工による越波流量の減少効果, 港湾技術研究所報告, 第21巻, 第2号, pp. 151-205.
- 合田良実・岸良安治・神山 豊(1975): 不規則波による防波護岸の越波流量に関する実験的研究, 港湾技術研究所報告, 第14巻, 第4号, pp. 3-44.