緩傾斜護岸に係わる様々な問題点の整理

ISSUES REGARDING GENTLY-SLOPING COASTAL REVETMENT

宇多高明[1]・芹沢真澄[2]・三波俊郎[3]・古池　鋼[3]・清野聡子[4]

Takaaki UDA, Masumi SERIZAWA, Toshiro SAN-NAMI, Kou FURUIKE and Satoquo SEINO

[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　海岸研究室（有）(〒 160-0011 東京都新宿区若葉 1-22 ローヤル若葉 208 号)
[3] 海岸研究室（有）(同上)
[4] 正会員　農修　東京大学大学院総合文化研究科広域システム科学科助手（〒 153-8902 東京都目黒区駒場 3-8-1)

Gently-sloping coastal revetments have been widely used in Japan for creating easy access to the beach. However, most of them were built on the sandy beach, whose foreshore width is around 30m or less, and the construction of mild concrete slope of around 1:4 with the top height of over 5m on the beach causes artificial beach erosion due to the coverage of natural sandy beach. Nevertheless gently-sloping coastal revetment is widely believed to be useful to create attractive coastal environment. Field observations were made to investigate this issue, and it is concluded that the present usage of the gently-sloping coastal revetment is a mistake.

Key words: *Gently-sloping coastal revetment, field observation, sandy beach, coastal environment*

1. まえがき

全国各地の海岸では,「良好な海岸環境を創出する」ための整備の一環として, しばしば緩傾斜護岸が造られてきている. その名の通り緩傾斜護岸は古い形式の直立護岸と比較すればのり面勾配が小さく, のり面上の歩行が可能であるから, 文字通り解釈すれば確かに親水性が高まり,「汀線へのアクセス確保」に役立つであろう. しかし, 現在のわが国海浜地の平均前浜幅はおよそ30m程度[1)]であることを考慮すれば, その法線位置を陸側に引くことなしに, 高さ5～6mの既設護岸の天端位置から護岸の緩勾配化を行えば, 護岸前面にわずかに残されていた自然海浜の大半はコンクリートに覆われてしまうことになる. これは自然海浜の喪失を招く意味から, 緩傾斜護岸の工事自体が海岸侵食を助長していることになる. それにもかかわらず,「良好な海岸環境を創出するために」という名目で工事が行われることは大きな誤りと考える. 従来, 緩傾斜護岸の設計では, のり面の粗度・勾配と, 波のうちあげ高・越波量の関係や, 緩傾斜護岸の安定性などが検討の主目的とされてきており, ここで述べるような基本的問題についての議論は不十分である. このことから, ここではこのような問題について4海岸の事例を引きつつ考察する.

2. 現地海岸における緩傾斜護岸の実態調査

(1) 陸奥湾横浜町

1998年9月27日, 陸奥湾に面した横浜町で海岸護岸の調査を行った. 横浜町沿岸は陸奥湾の東岸に位置しており, 南北に延びる海岸線の北東部に位置する. 陸奥湾の形状と入射波浪との関係から, この付近では海岸線に沿って北上する沿岸漂砂が卓越している. もともと海岸線に沿っては台地を削って海食崖が延びていたが, その侵食を防止するために**写真-1**に示すように直立護岸が建設された. 直立護岸と平行に六脚ブロック製の消波堤

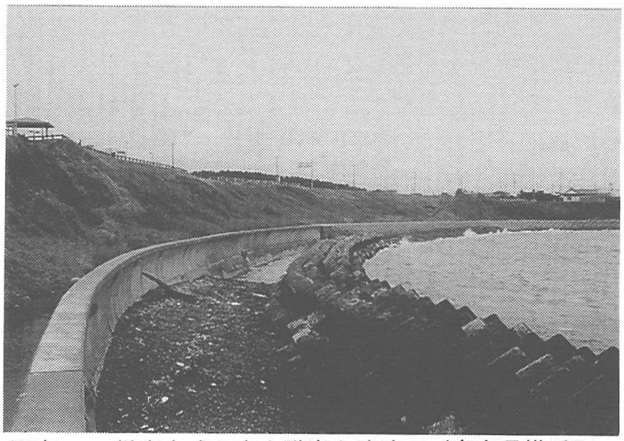

写真-1　従来方式の直立護岸と消波工（青森県横浜町；1998年9月27日撮影)

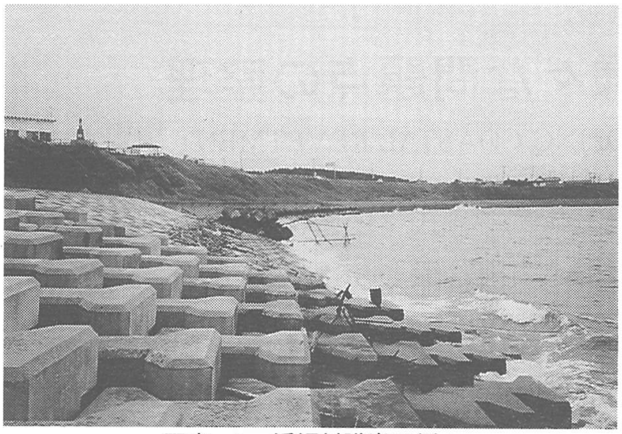

写真 - 2　緩傾斜護岸の例 1

写真 - 3　緩傾斜護岸の例 2

が設置されているが，写真手前側に見えるように一部では礫浜が見られる．直立護岸とその前面に沿って並べられた消波工は各地の海岸で昔からしばしば見られる光景である．

写真-1の撮影位置より手前側では**写真-2**に示す緩傾斜護岸が造られていた．護岸が緩傾斜（1:4）であるためにのり面が長く，前方に見える消波堤の位置よりのり先が突出している．護岸が海に大きく突出した理由はこれだけではなく，**写真-2**に示す護岸の背後が埋立られ，それによって全体に前出しされた土地を守るための護岸となっていることにもよる．階段状のコンクリートブロックが海の中まで直接入り込んでいる．**写真-2**と逆方向に海岸状況を撮影したのが**写真-3**である．前方ほど埋立による沖出し量が大きくなるために，緩傾斜護岸がさらに海に突出している．緩傾斜護岸の下部から4，5段には波が常時うち上がっており，そこは生物付着により近づくと足が滑って危険という状況にあった．また斜面上には高波浪時の浮遊物がうち上げられていたが，砂浜海岸と比較して自然的要素がほとんど失われた海岸という印象であった．

(2) 千葉県房総半島の大原海岸

1998年9月12日，千葉県房総半島の海岸巡検を行った．**写真-4**は，大原海岸で見られた緩傾斜護岸である．この

写真 - 4　コンクリートマット製の緩傾斜護岸（千葉県大原海岸；1998 年 9 月 13 日撮影）

護岸は農地海岸として保安林を防護するための施設として建設された．1997年9月に千葉県沖の太平洋を通過した台風20号に伴う高波浪により保安林区域で浜崖侵食が生じ，その対策として造られたものである．長く続く砂浜に白いコンクリート護岸が延々と続く．背後の保安林区域はきれいに整地され，平坦地になっている．この護岸は植栽されて生育した保安林と海浜とを明確に区分するという意味ではほぼその目的を達している．しかし，巡検時にはいくつかの奇異な感想を持たざるを得なかった．

第1に，自然の砂浜に白いコンクリートがむき出しになった直線的な施設を造ることが自然海岸の風景を著しく害していることである．第2に，護岸の天端および斜面がごつごつして極めて歩きにくく，背後地から汀線へと非常に下りにくいことである．すなわち海浜へのアクセスを非常に悪くしていることである．第3に，後浜から保安林の間の空間は，異常波浪時には一時的に波浪の作用を受けるとしても，海岸の緩衝帯として自然植生が生育する空間であるが，その緩衝帯が損なわれたことである．すなわち，自然海浜においては，海岸線から内陸方向へとウニラン，ハマヒルガオ，コウボウムギ群落などの海浜草本類から，ハマゴウ，アキグミ，ハマナス群落などの海岸低木林，さらには松などの高木林へと移り変わり，それが自然海浜として非常に重要な環境的価値を有するとともに，なだらかな植生帯の変化が保安林区域を含む内陸への飛塩防止にも役立ち，それらが全体として良好な自然環境の維持につながると考えられるが，そのような緩衝帯が完全に消失してしまったことである．これらの点から，表面的には保安林防護という目的は達成しているように見えてもなお，このような施設がここに建設されたことに疑問が残る．

写真-5,6は，野島崎近傍の海岸で観察された緩傾斜護岸である．**写真-5**は多くの階段を有する緩傾斜護岸の例である．写真に示すように，緩傾斜護岸ののり先は完全に海面下にあり，しかも波の条件から見てその水深がかなり大きいことは間違いない．また護岸線が「く」の字

写真 - 5　緩傾斜護岸の例 1

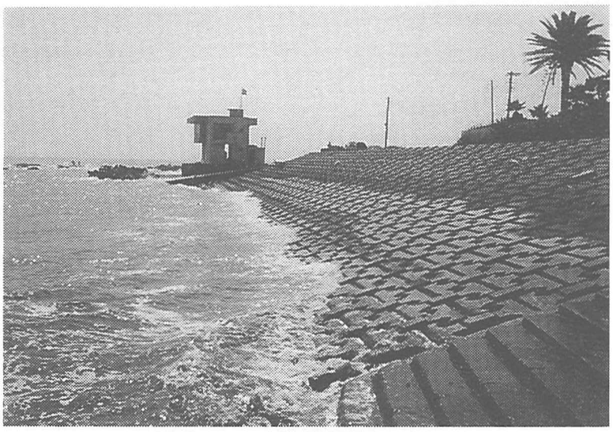

写真 - 6　緩傾斜護岸の例 2

形に折れているために，隅角部で波の集中が起きていることが緩傾斜護岸の濡れた階段の個数の差から見て取れる．また**写真-6**は，**写真-5**と斜路を挟んで逆方向に海岸状況を眺めたものであるが，この場所でも**写真-5**の場合と全く同様，高波浪が斜面上をはい上がっている．しかものり面が階段ではないために，波の遡上が容易になっている．すでに宇多[1)]が指摘したように，この緩傾斜護岸の水際線近傍ではのり面に生物が付着しており，そこへ下りると足を滑らして危険という状況にあった．このことから，少なくともこの緩傾斜護岸は海へのアクセス向上には役立たないことは明らかである．このように巨大なコンクリートの斜めの壁体を陸から海へ伸ばして建設することは疑問の残るところである．周辺が岩礁性海岸であることから判断すれば，岩礁性海岸に護岸が張り出して造られたと考えられる．そうであれば折角存在した豊かな生物相を持つ潮間帯の岩礁の喪失につながったと考えられる．

(3) 伊良湖岬の北東に延びる西ノ浜

渥美半島西端に位置する伊良湖岬から，伊勢湾内の立馬崎までの海岸線（西ノ浜）はほぼ北東方向に直線的に延びている．この海岸線では主として冬季の西風の作用下で北東方向へ向かう沿岸漂砂が発達する．1998年10月25日，この海浜の現地踏査を行った．**写真-7**は，前方に

写真 - 7　西ノ浜の緩傾斜堤（1998 年 10 月 25 日撮影）

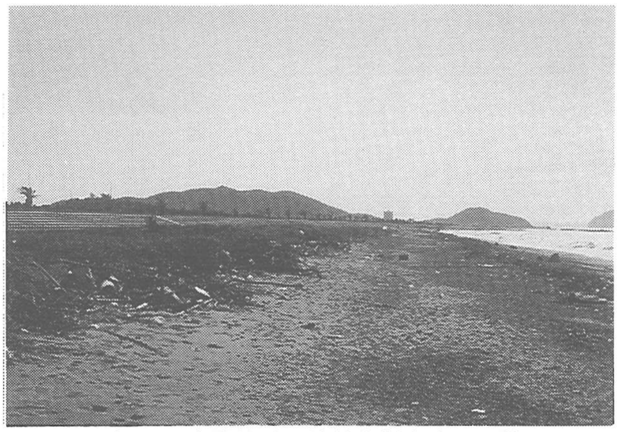

写真 - 8　海岸堤防の法線と斜交する汀線

写真 - 9　海岸堤防と接続した汀線

伊良湖岬を望みつつ海岸線を南西方向に撮影したものである．海岸堤防の延長上に見えるのが伊良湖岬である．背後の保安林を防護するために植栽がなされた広い天端を有する緩傾斜型海岸堤防（以下，緩傾斜堤）が造られていた．**写真-7**の撮影地点では砂浜幅が十分広いので，その安定性が問題となることはないが，既設の直立堤防と同じ天端高で，のり面勾配が緩くされたために，広い範囲の砂浜がコンクリートで覆われてしまっている．海浜地へ下りるための階段は必要ではあるが，これだけ長い階段が延々と連なる必要があるかどうかは疑問の残るところである．

緩傾斜堤の海側に出ると，**写真-8**に示すように海岸堤

写真 - 10　写真 -9 と逆方向の北東を望んだ海岸状況

写真 - 11　根固めの露出した緩傾斜堤

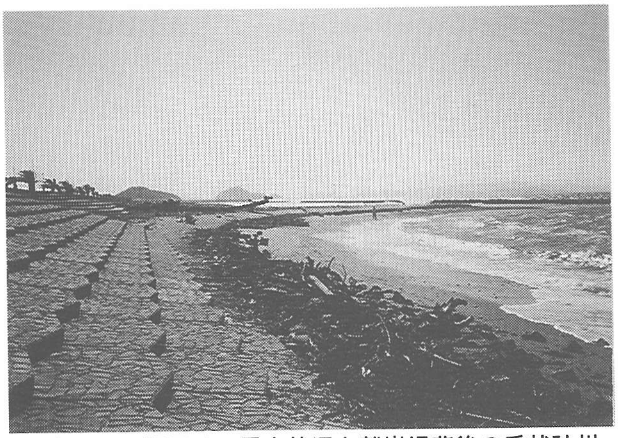

写真 - 12　根固めの露出状況と離岸堤背後の舌状砂州

防の法線と汀線とは明らかに斜交し，前方では汀線が海岸堤防に接続して見えた．しかも汀線には低い浜崖が形成されていることが見いだされた．このことは前方から手前方向，すなわち北東方向へ向かう沿岸漂砂の連続性が絶たれたためにこの付近では侵食が始まっており，同時に**写真 -8** の前方では緩傾斜堤ののり先に前浜が存在しないことが予想された．そこで，さらに伊良湖岬へ接近すると，**写真-9**のように緩傾斜堤と汀線とが交差していることが発見された．**写真-10**は，**写真-9**の中心に見える海岸堤防の先から海岸線を逆方向に撮影したものである．汀線が次第に緩傾斜堤へと接近し，正面の緩傾斜堤ではのり先が汀線と重なっていることが分かる．な

写真 - 13　離岸堤群の開口部と根固めの露出した緩傾斜堤

写真 - 14　緩傾斜堤上から南西方向を望む

お，**写真-10**の左端付近の汀線がなだらかなのは，写真の左側にある離岸堤背後の舌状砂州へと汀線が続いているためである．**写真-10**に示した緩傾斜堤の前面では，**写真-11,12**のように基礎捨石の露出が著しく，そこに流木も打ち上げられて海岸環境を台無しにしている．

一連の写真に明らかなように，西ノ浜では南西端付近で海岸環境整備のために建設された離岸堤に接近するにしたがい前浜が狭くなり，離岸堤群の北東端で前浜は完全に消失する．現況では伊良湖岬に隣接して離岸堤群があり，南西側からの沿岸漂砂の供給はほぼ絶たれている．このため汀線は南西端から次第に後退し，直線的に造られた海岸堤防と斜交しつつ，南西端から順に前浜が消失し，そこでは**写真 -11,12**に示したように緩傾斜堤ののり先の根固めが露出することになる．そして沿岸漂砂の作用を考慮すれば時間経過とともに根固めの露出区間の長さが増大することになる．

写真-13は，**写真-12**に示された離岸堤群を正面から撮影したものである．沖合に見える離岸堤の手前側にもう1列離岸堤が見える．これに対して緩傾斜堤が滑り台のようにして延びている．のり先に砂浜は全く存在せず，根固め石がむき出しになっている．同じ場所から南西方向に望んだのが**写真-14**である．2列の離岸堤があるために，1列の離岸堤群の場合よりも開口部の汀線は一層後退して湾入する．これに対して海岸堤防が直線的に延び

写真 - 15　露出した緩傾斜堤の根固め（南西方向）

写真 - 16　露出した緩傾斜堤の根固め（北東方向）

ているため，のり先の前浜が消失したものである.

写真-15,16は同一地点から南西，北東方向を望んで撮影したものである.湾曲した汀線が緩傾斜堤ののり先と接する地点間で，根固めが露出したことがよく分かる.原理的に見て,離岸堤の開口部では汀線が後退して湾曲する.それにもかかわらず海岸堤防が直線的に造られたことによって上述の問題が起きている.この場合，離岸堤の開口部に前浜を残したいのであれば海岸堤防の法線を局所的に後退させることが必要である.

(4) 千葉・青森・愛知県の海岸の相互比較

写真-2,3に示す横浜町地先の海岸状況は，**写真-5,6**に示した千葉県野島崎近傍の海岸状況と非常によく似ている．いずれも巨大な斜めの壁体が海へ突っ込んでいる.**写真-1**に示した直立護岸では護岸天端から砂礫浜へ下りにくいことは確かであるが,それでも**写真-1**に示すようにまだ護岸下部に礫浜が残されていた.このような陸-海間の潮間帯には多くの生物が生息しているが，そこが**写真 -3** のようにコンクリートの壁体で覆われてしまうことは，潮間帯生物の生息場の消失を招き，ひいてはその海域の生物多様性の喪失や水質の低下へとつながっていくと考えられる.**写真-2,3**に示す状況ではコンクリート製の施設ばかりが目立って,自然の海岸環境は全くと言っていいほど消失してしまっている.一方，**写真-1**で直立護岸から前浜へ下りにくかった点は,適切な位置に海浜へと下りる階段を造ればそれで済むことである.

このような状況になったのは緩傾斜護岸自体が悪いのではなく，埋立により陸地が海側に突出し，それを守るためには**写真 -4** に示す旧来タイプの直立護岸と消波工で守るか,あるいは緩傾斜護岸のいずれかを選択する以外仕方がなかったとの説明も可能であろう．しかし，埋立をした段階ですでに汀線へのアクセスや親水性を考えること自体に無理があり,そこに高い経費をかけて「親水性を確保するために」緩傾斜護岸を建設することは当初から意義が希薄と言わざるを得ない.このように考えると,巨大な護岸によって覆われることによる自然海岸の消失には，緩傾斜護岸の造り方も関係しはするが，それよりも陸域を広げる埋立が，真にそこに必要かどうかが根本的意味から問い直されるべきであって，様々な理由によって埋立が決まり,しかもそれを護岸方式で守ろうとすれば,すでに決着は付いていると言うべきである.二者択一として緩傾斜護岸を選択すれば必然的に**写真 -2,3** のような光景とならざるを得ないのである.この場合には,「親水性の確保」ないし「良好な海岸環境を創出するために」などと言うことをやめなければならない.

また，千葉県や愛知県の海岸で見たように，保安林防護のための海岸堤防や海岸護岸の建設にあっては,保安林の防護にばかり目を奪われ,その施設より海側の環境保全や砂浜の保全についての配慮がなされていない場合が多いことも問題点として指摘される.

3. 親水性確保のための護岸緩傾斜化の問題点

図-1の模式図に示すように,旧来からある直立護岸の前面に沖出しする形で緩傾斜護岸が造られるケースは,本研究での伊良湖西ノ浜の例に見るまでもなく,全国各地でしばしば見られる.このようにして緩傾斜護岸を造ることは多くの問題を含んでいる.緩傾斜護岸を造る場合，「海浜へのアクセス確保」が多く謳われる．これに伴って緩傾斜護岸ののり面勾配は例えば1:4などと緩やかにする必要がでる.このとき緩傾斜護岸の天端高が低く見積もっても例えば5mであったとすると，この天端高に対して緩やかな勾配とするために,緩傾斜護岸の実質部分のみで20mののり面ができ,それは既存の前浜をつぶしてしまうことになる.わが国の平均前浜幅は高々30m程度である[1)]ことを考慮すれば,その2/3をつぶしてしまうことになる．これは人為的な海岸侵食と呼べる.実際には西ノ浜の例で見た通り,緩傾斜護岸の天端上を遊歩道にしたり,あるいはのり先に安定性確保のための捨石やコンクリートブロックを設置すればその分さらに前浜のつぶれる面積が増える.これに対して，直立堤

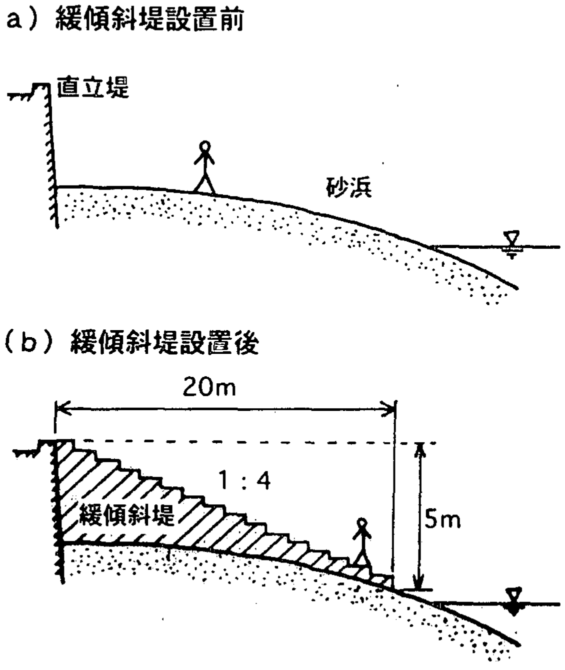

図-1　護岸の緩傾斜化の模式図

であっても適切な位置に階段を設置すれば海浜地へのアクセスは十分確保でき，さらにその場合には直立堤の前面に砂浜を残すことが可能となる．現在，全国で同様な問題が見られることを考慮すれば，このような点について検討すべき時期に来ていると考える．

4. 海岸線の人工化を招く構造的問題

沿岸漂砂の阻止によって侵食が起きた場合には，護岸を造っても本質的な意味での問題解決にはつながらず，問題箇所を先送りするのみである．しかし，直立護岸であれ緩傾斜護岸であれ，沿岸漂砂を制御したり人工リーフや離岸堤などのように波浪を制御する施設ではないことは十分知りつつも，浜崖侵食が進んでしまった場所をそのまま放置できないため，建設が進むことがしばしばある．その理由は，わが国では国土の侵食は少しも許さないとする考え方が正当と信じられており，また海岸管理者は，周辺住民に対する民心の安定を考えてハードな構造物を造ることがよいことだと考えるからである．実際には，新しい沿岸漂砂の供給条件にあわせて平衡条件に達するまで汀線は後退を続ける．当該施設の下手側に沿岸漂砂の移動を完全に阻止する施設があればそれが新しい境界条件となっていずれは汀線の後退も止まる．したがってそのような条件では，あるいはそのような条件にすることができれば際限のない汀線の後退と新設の緩傾斜護岸の被災は防げるが，そうでない条件では汀線の後退が続くために何らかの対策が必要となる．それは限りない海岸線の人工化につながっていく．

長期的には沿岸漂砂阻止構造物の上手側からサンドバイパスを行うとか，その海岸より下手側にヘッドランドなどの施設を造って海浜を安定化するとか，さらには緩傾斜堤の前面に消波施設として人工リーフを設置するなどの方策はあり得るが，これらを実現するにはかなり長い時間と経費を必要とする．その間，浜崖形成が進んでいる場所をそのまま放置することは難しい．しかし，海岸線のとめどもない人工化を防止するには，侵食の根本原因をよく考えた対策を進めることが是非とも必要であり．それができないままに侵食域に災害復旧で護岸（緩傾斜護岸を含む）の工事を行うことは，最終的にその場所の沿岸漂砂が到達していた全域に影響が及び，護岸等で覆われた人工海岸が増加していくことになる．このような海岸にあってはもはや「良好な環境を創出するために」などとして緩傾斜護岸を造ることはできず，景観もまた犠牲になることは間違いない．その場合には侵食の根本原因と，その帰結としての海岸侵食によってもたらされる環境変化（負の社会コストの負担）について広く公開した上で，選択を進めていくことが必要であろう．

5. あとがき

海岸環境を向上させる上で最も重要なのは護岸の形式ではなく，元々の陸域と水際線との間の空間的余裕にあると考えられる．したがって良好な環境を造り出す上で，陸域の利用や景観，さらには保安林の防護に注目するあまり水際線に施設が突出すれば，最終的に形成される海岸環境はその目的とずれてくる．したがって海岸環境の保持を計画段階から十分検討し，陸域の計画を作成後に後付の形とならないように注意する必要がある．このような検討をせずにただ直立護岸を緩傾斜護岸にすれば「良好な海岸環境の創出が可能」と短絡的に考えることは誤りと考える．

参考文献

1) 農水省構造改善局・水産庁・運輸省港湾局・建設省河川局：全国海岸域保全利用計画調査報告書，336p.，1990.
2) 宇多高明：現場のための海岸Q&A選集，（社）全国海岸協会，236p.，1994.
3) 宇多高明：日本の海岸侵食，山海堂，442p.，1997.

（1999.4.19 受付）