

波の遮蔽構造物建設に伴う周辺海岸の人工海岸化の原因とその防止策

Cause of Increase in Artificial Coastline Associated with Extension of Harbor Breakwater and its Measures

宇多高明*・芹沢真澄**・三波俊郎***・古池 鋼***・神田康嗣****

Takaaki Uda, Masumi Serizawa, Toshiro San-nami, Kou Furuike and Yasutsugu Kanda

Causes of increase in artificial coastline associated with the extension of harbor breakwater were studied through the case study of Ohtsu Fishery Harbor and Oharai Port both located in Ibaraki Prefecture. Circulating currents with longshore sediment transport toward the lee side of the harbor breakwater were induced after the extension of the breakwater in these areas. Measures were taken after the severe beach erosion to reduce their effect and the natural sandy coastline were transformed into the artificial one. To improve this condition, it is necessary for related organizations responsible for coastal protection works to take measures cooperatively.

Keywords : beach erosion, harbor breakwater, measures, seawall.

1. まえがき

一般に、防波堤のような波の遮蔽構造物が沖合に建設されると、波の遮蔽構造物の外側から内側へと向いた沿岸流（沿岸漂砂）が発生し、遮蔽域内では土砂の堆積が、そして外側では侵食が生じる。侵食が起こると侵食防止を図るために海岸護岸が建設されるとともに、その前面が侵食によって深くなるために、消波ブロックが設置されるのが一般である。かくして、侵食の発生から数年後には自然の砂浜の多くが消波ブロックに覆われた人工海岸となってしまう。このような変遷を遂げた海岸は全国に多数にのぼる。この種の海岸侵食について考えると、それらに共通する本質的な問題点があり、単に海浜変形メカニズムがわからないから対策の手が打てずに侵食が生じた、と言う理由ではなしに、我が国の海岸の管理形態、および法律に基づいた行政のシステム自体が問題の解決を阻んできたのではないかと考えざるを得ない面がある。そこで、本研究では、波の遮蔽構造物の建設に伴って著しい海浜変形の生じた茨城県の大津漁港と大洗港周辺海岸を例としてこのような点について考察する。

2. 大津漁港と大洗港周辺の空中写真の比較

大津漁港の周辺区域で1975年10月と1992年4月に撮影された空中写真より、海岸線の長期的変化について調べてみる。最初に、写真-1は1975年10月撮影の空中写真である。北端（写真左端）に大きく突き出ているのは、大津岬であり、そこは五浦海岸（岩石海岸）と呼ばれている。また、写真南部において、ほぼ直線的な海岸線より長さ100mでわずかに突き出た岩礁が天妃山と呼ばれ、そこには北向きに蛇行してきた大北川が流入する。1975年当時、大津岬の付け根に大津漁港が立地しており、北東側から長さ500mの防波堤と、その防波堤の先端付近に長さ約200mの防砂突堤が伸びていた。防波堤は、五浦海岸の岬の背後に隠れるようにして伸びていたために、大津漁港の南側地区への防波堤の影響はほとんど生じておらず、大津漁港から天妃山まで、海岸線に沿って幅約50mの砂浜が一樣な幅で伸びていた。また、大津漁港の南側に隣接して流入する里根川の河口には平行導流堤があったが、導流堤の左右岸の汀線位置に差は見られず、汀線は連続的であった。

写真-2は、1992年4月の空中写真である。この時期までに大津漁港は大きく拡張された。従来の防波堤とほぼ平行に、250m沖合に長さ約750mの沖防波堤が伸ばされるとともに、写真-1に示された防砂突堤の南側に約200m離れた、里根川河口に長さ500mの防砂突堤が新設された。さらに、この防砂突堤の南300mの、江戸上川の河口にも長さ500mの導流堤が伸ばされた上、その南側には3基の離岸堤が設置された。新設された沖防波堤は大津岬による波の遮蔽域の外側へ突出する形となったために、沖防波堤の西側区域では波の遮蔽域が形成され、そこで汀線が大きく前進することになった。汀線の最大前進量は江戸上川河口で250mに達した。導流堤の付け根で大きく前進した汀線も、南側に距離が離れると次第に前進量が減少し、最南端の離岸堤から約200m地点から、二ツ島の間の汀線は逆に約20m後退している。写真-1では、二ツ島はほぼ汀線上にあったが、侵食の結果、写真-2では海中に孤立するようになった（写真-1,2中の矢印参照）。一方、二ツ島の南側には4基の離岸堤が建設され、その背後では土砂が堆積して、舌状砂州が形成された。

一方、大津漁港の南側に隣接して造られた3基の離岸堤は、それに隣接する江戸上川の導流堤方向への沿岸漂

* 正会員 工博 建設省土木研究所河川部長（〒305 茨城県つくば市旭1）
 ** 正会員 海岸研究室（有）
 *** 海岸研究室（有）
 **** 正会員 （株）エムエーシー海洋調査部

砂を抑える効果を持つと同時に、離岸堤自身の堆砂効果によって、南側区域から波の遮蔽域への沿岸漂砂の移動を促進したと考えられる。さらに、ニツ島と天妃山の間に建設された離岸堤群は、その背後に発達する舌状砂州の砂の一部を北側からも引き込んだために、ニツ島以北の侵食を助長したと考えられる。そして漁港背後で沿岸漂砂が堆積して新たに形成された砂浜上には漁港施設が建設された。このことは、大津漁港以南において、波の作用によって移動可能な土砂の、海岸域からの損失につながった。一方、大津漁港の南側の神岡上海岸では、汀線が護岸線まで後退している。

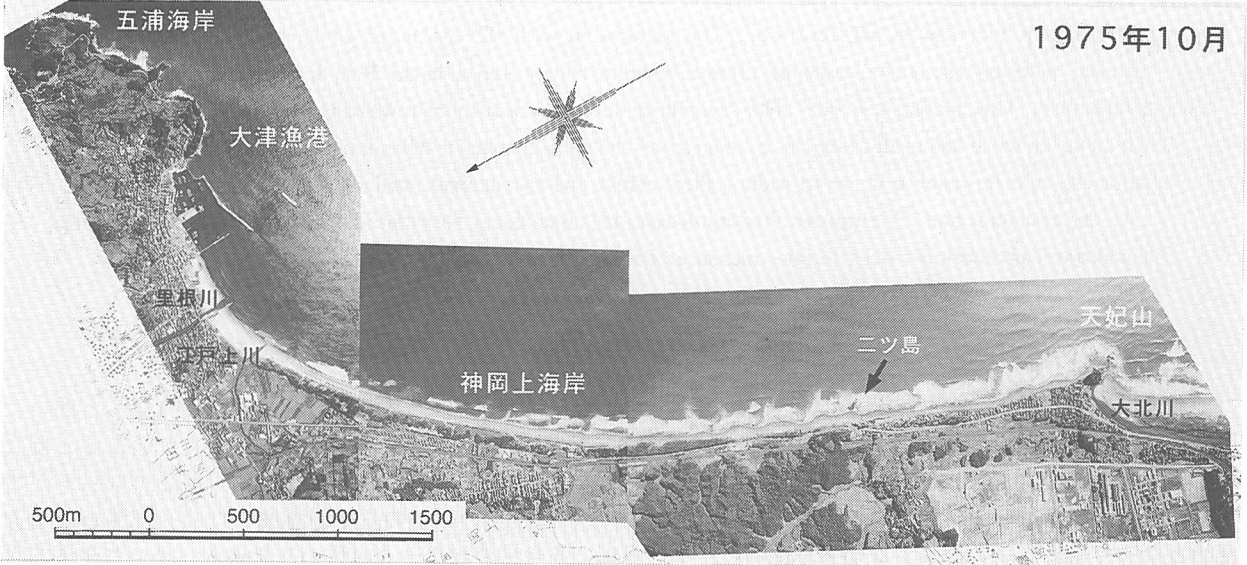


写真-1 大津漁港～天妃山（岩礁）周辺の空中写真（1975年10月撮影）

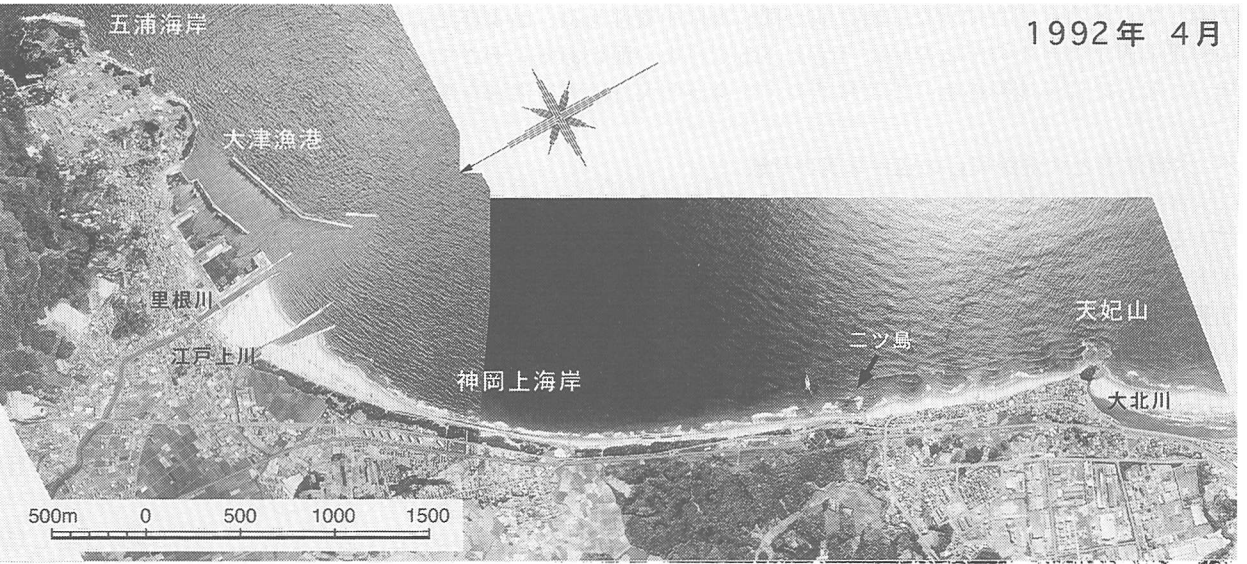


写真-2 大津漁港～天妃山（岩礁）周辺の空中写真（1992年 4月撮影）

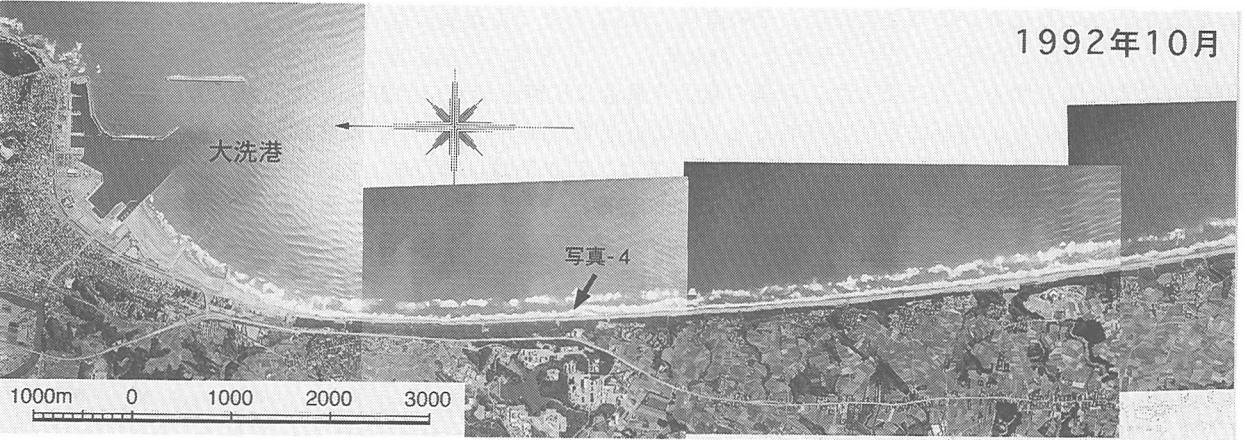


写真-3 大洗港周辺の空中写真（1992年10月撮影）

写真-3には、1992年10月撮影の大洗海岸の空中写真を示す。大洗海岸における侵食と堆積の変遷についてはすでに宇多（1997）に詳述されているので詳細は省略するが、写真-3は写真-2に示した大津漁港の場合と非常に類似していることは明らかである。また、写真-3において海岸線とほぼ平行に走る国道51号線が海岸線から離れ始める付近の海岸状況を示すのが写真-4である。この付近から沿岸漂砂によって北向きに土砂が移動して侵食が進んだ結果、写真に示すように海岸護岸とその前面に消波ブロックが延々と続く状況となった。

写真-4 護岸と消波工が続く大洗海岸の状況
(1996年5月11日撮影)



3. 大津漁港周辺の現地踏査

1996年12月28日、磯原海岸と神岡上海岸の現地踏査を行った。現地踏査を実施した12月28日は無風状態で、かつ気温も高く、非常によい条件で踏査を行うことができた。以下では、現地踏査時に撮影した写真をもとに現地状況を調べてみる。

天妃山の北側の磯原海岸では、5基の離岸堤が設置されており、その背後では舌状砂洲の発達が良好である。写真-5は、磯原海岸から二ツ島方面を望んだ写真である。海岸線に沿って海岸護岸と消波工が設置してあるが、その前面には幅20mほどの砂浜が広がっている。写真-6には二ツ島の状況を示す。二ツ島（北島）は岸沖方向の長さと比較して沿岸方向の幅が狭い。これは波の侵食作用によるものである。南島の規模は小さく、北島が大きい、北島の沖端近くには空洞が形成されている。

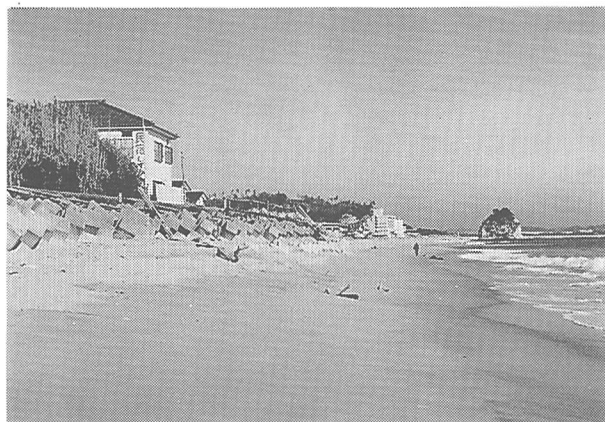


写真-5 磯原海岸から二ツ島を望んだ海岸状況

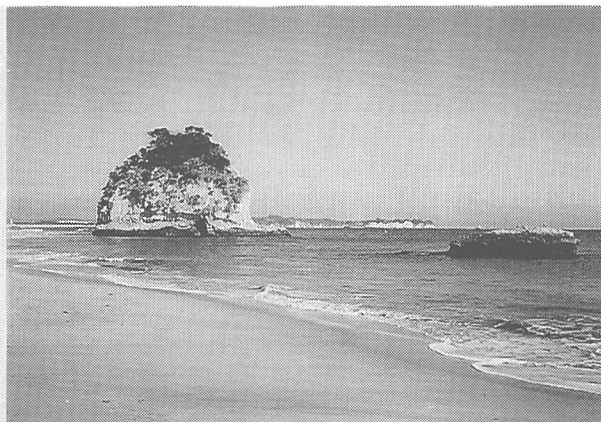


写真-6 二ツ島の全景

二ツ島から北側では次第に侵食状況が激化する。もともと広い前浜があったが、侵食が進んだために、海岸線に沿って海岸護岸が連続的に造られ、その前面には消波ブロックが設置されている。しかし、消波ブロックは多くが沈下し、新たな消波ブロックが積み重ねられつつあった。まず、写真-7は、二ツ島のすぐ北側にあるレストラン千石船周辺の海岸状況である。二ツ島付近から北側へと砂浜幅は次第に狭くなり、写真中央付近では汀線が大きく湾入している状況が見て取れる。写真-8は、侵食が著しい場所にさらに接近した状況である。この付近から前浜幅は急速に狭くなる。

写真-8において、中央部に見える製作中の白い消波ブロックとクレーン付近の海岸状況が写真-9である。ここでは海岸護岸がむき出しになって波に曝されており、前浜は全く存在しない。そして、護岸前面は大量の消波ブロックで覆われているが、ブロックの状況から判断して、沈下が激しい。このように侵食されきった状態は写真-9の上方に見える松林の前面付近まで続いている。写真-10がその状況である。どこまでも海岸護岸と消波ブロックで覆われた海岸線が続く。このような海岸線の状況は、写真-4に示した大洗海岸の場合と非常によく似ている。

侵食の著しい箇所の背後には、写真-11に示すように砂丘（松林）が広がっている。砂丘の高さは、海岸護岸の水たたき部分から約3.4mであり、また護岸の水たたきは護岸前面のごく狭い前浜から3.2mの高さにあった。侵食が最も激しい時期、この砂丘まで浜崖侵食が進んだことは間違いない（宇多、1997、参照）ので、この時高

さにして約6.6mもの崖が形成され、そこから供給された砂が沿岸漂砂によって運び去られたことがわかる。写真-12は、写真-10において遠方に見えるクレーン付近の海岸状況である。ここでは砂が堆積傾向にあり、消波ブロックが砂に埋まっている。この区域は、大津漁港の沖防波堤による波の遮蔽域内に入るために、堆積傾向にあると考えられる。

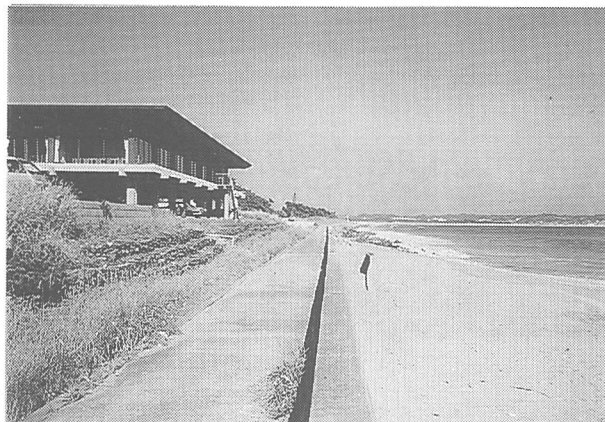


写真-7 レストラン千石船前面の砂浜

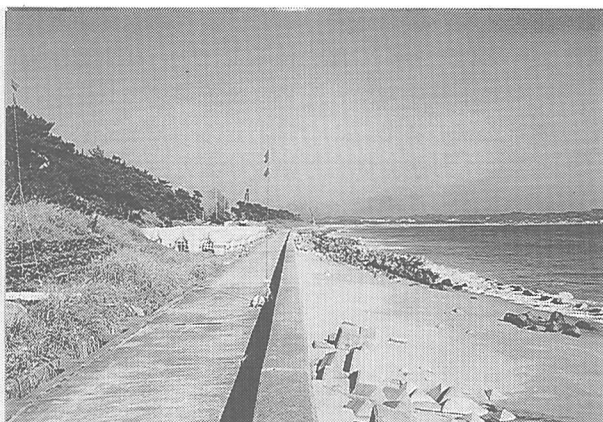


写真-8 砂浜域と侵食域の境界付近の海岸状況

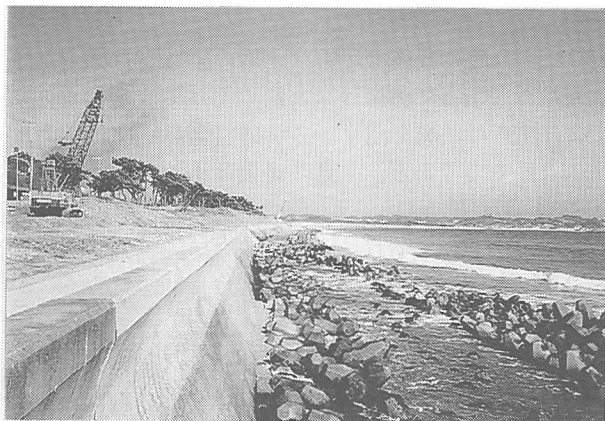


写真-9 侵食区域の海岸護岸と沈下した消波ブロック

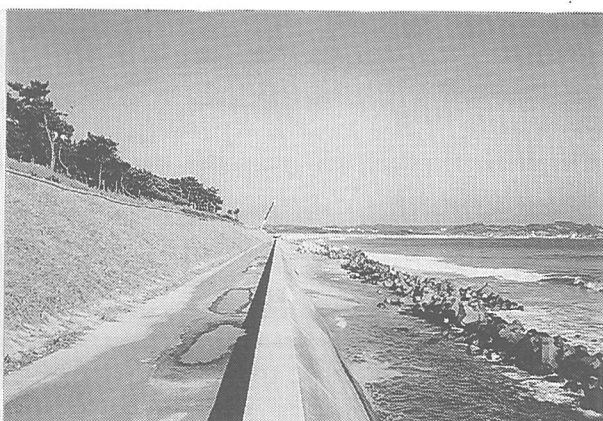


写真-10 砂丘（松林）前面の侵食区域



写真-11 砂丘上から南側二ツ島方面を望む海岸線状況

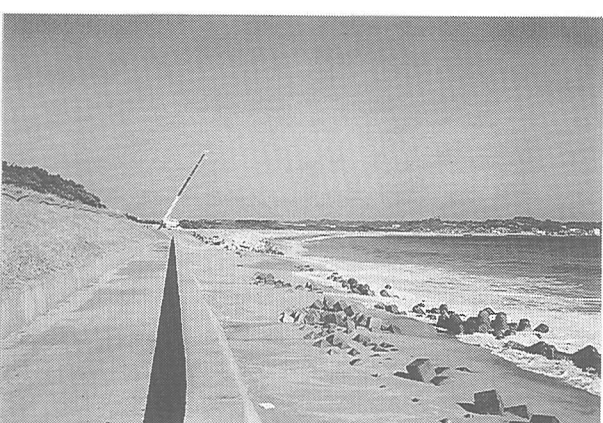


写真-12 大津漁港寄りの堆積区域の海岸状況

4. 考察

大津漁港と大洗港周辺における海浜変形は、ともに図-1のようにまとめられる。いずれの場合にも長い海岸線の北端部の岩礁部において長い防波堤が建設されたため、この防波堤による波の遮蔽域外では侵食され、遮蔽域内には大量の土砂が堆積したものである。この事実自体はすでに既往の研究により指摘されている。問題は、侵食区域での侵食対策にある。図-1を参照したとき、港の区域は漁港区域または港湾区域であるが、その外側の陸域には保安林があるため、保安林の指定がなされ、そこは農地保全の意味で侵食対策が施される。一方、海浜部は海岸保全区域として例えば建設海岸の指定を受けて海岸保全がなされる仕組みになっている。防波堤が建設さ

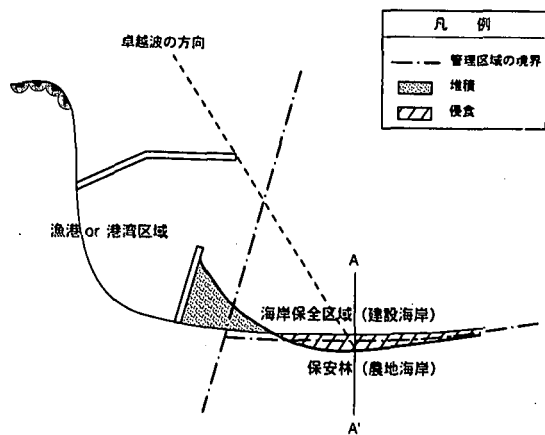


図-1 波の遮蔽構造物周辺の堆積・侵食パターン

れると、直ちに地形応答が起こり、海浜は新たな平衡状態に達するよう、波の遮蔽域外から遮蔽域内へと土砂が移動し、図-1のような安定な汀線に至るまで変形が続く。これにより侵食が発生するが、港から離れた侵食区域はもともと未利用地が多いことから、そこを守ることの経済投資効果は一般に低いことがしばしばであり、まずは高額な公共事業費を投入する理由が問題となり、工費のかからぬ工事が必要とされる。多くの場合、このような場所ではもともと海岸保全事業は行われておらず、したがって侵食が発生したとき、主として災害復旧として侵食対策が進められることになる。災害復旧は法律上原形復旧を主とし、なによりも重要なのは、侵食が起きたあとで工事が行われることにある。すなわち、予防的な措置は取れない仕組みになっている。また、保安林区域にあっては、陸域の資産を守るために、護岸とその前面の消波ブロックの設置しかできない。以上のことから、図-2に示すように、浜崖侵食が進むと侵食区域では護岸と消波工が並んでしまうのである。

以上の状況を改善するには、次の方策が考えられる。まず、防波堤のような波を遮蔽する構造物を建設する際には、遮蔽域の建設に伴って沿岸漂砂によって波の遮蔽構造物の外側から内側へと土砂が運ばれることを関係者間でよく理解し、波によって運ばれた土砂は現況の状態に戻すことを基本とする。

例えば、漁港内での堆積により形成された土地を利用しないようにする。土地利用のためには別の埋め立て土砂を用い、海浜で波の作用により移動可能な土砂量を減少させないようにする。次に、図-3に示すように、経時的に建設が進められる場合を考える。まず〔1〕、〔2〕の施設が最初に存在するとしたとき、沿岸漂砂の移動を

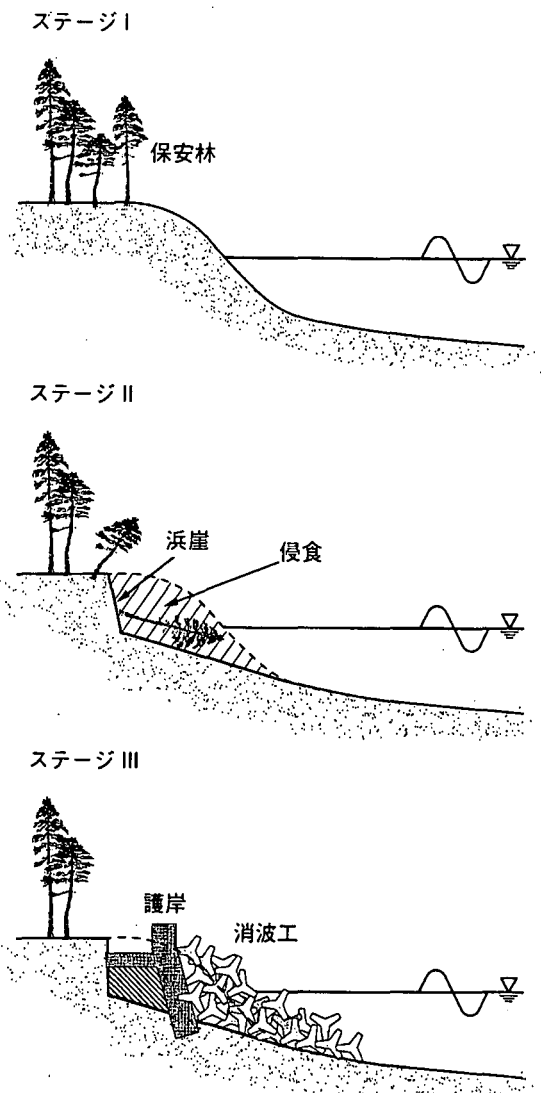


図-2 侵食域における護岸と消波工の建設過程

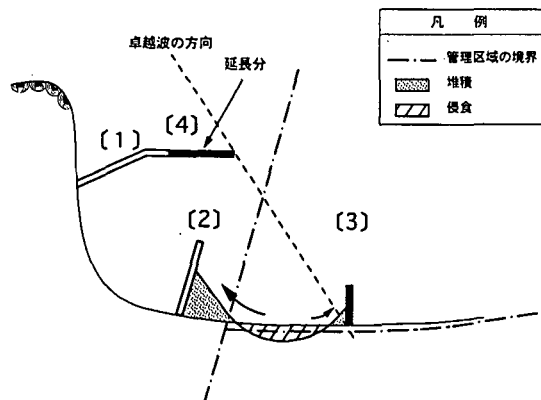


図-3 防波堤等の施設の建設段階と汀線変化のパターン

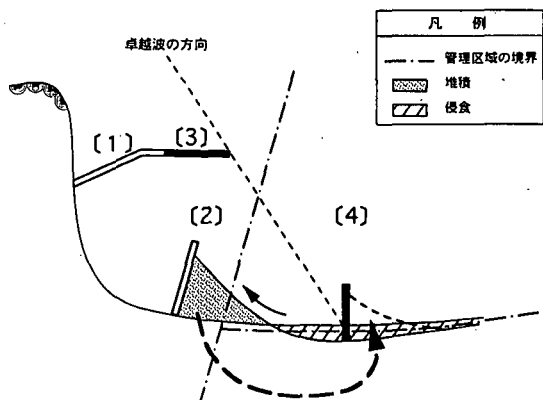


図-4 侵食軽減のための方策

阻止する防砂突堤〔3〕を新たに形成される波の遮蔽域の境界付近に建設し、それから防波堤の延長工事〔4〕に入る。この場合には侵食域の広がりを防止できる。しかし、実際には図-4のように先に防波堤の延長が行われる場合が多いであろう。この場合ただちに侵食が生じるが、その場合には防砂突堤〔4〕を建設したあと、保安林の保全とその前面の海浜保全を進めるために、図-4の破線で示すように堆積土砂の一部を防砂突堤の右側区域に移動し、前浜の保全を図る。この場合、土砂の採取区域を利用したいのであれば、その土砂の入れ替えを行えばよい。以上の工事をそれぞれの所管において分担し、かつ協調しつつ共通の目的をめざして進めることができれば、原理的には侵食の防止を図ることが可能と考えられる。

5. 結論

大津漁港および大洗海岸周辺での波の遮蔽構造物建設に伴う周辺海岸での侵食と堆積の実態を明らかにするとともに、それらの防止を図る上では海岸部を管理するいくつかの機関が共通の認識を持ちつつ協調して海岸保全を進めることが必要なことを明らかにした。個々の機関がバラバラに工事を進めても、最終的な到達点は望ましい姿とはかけ離れてしまうことに注意を喚起したい。

参考文献

宇多高明（1997）：日本の海岸侵食，山海堂，p440.