

仙台湾沿岸における砂浜消失の危機

宇多高明*・小俣 篤**・峯松麻成***

1. ま え が き

近年、我が国では沿岸域に建設された大規模な構造物の影響により海岸侵食が進む例が目立って増えている。一般に、海岸構造物の建設により沿岸漂砂の連続性が断たれると、下手海岸では汀線の後退が始まる。こうした状況になると、構造物の下手側の区域における汀線の後退を防ぐために護岸や消波堤が施工される。しかし、原理的に見て、この方式では侵食が止まることはあり得ないから、侵食区域は下手側へと広がり、それとともに構造物の施工範囲も下手側へと延びていく。この結果、従来あった自然の砂浜は徐々に消失し、代わって消波ブロックに置き換わることになる。この場合、波浪エネルギーを消散し、背後地の緩衝帯となる砂浜が消失することにより、従来より波浪災害のポテンシャルは増大し、越波等に悩まされることになる。このような事例は全国に多く見られ、海岸保全の面のみではなく、景観や海岸利用の面から見ても大層深刻な問題となっている。本研究では、宮城県の仙台湾を例にとり、福島県松川浦より仙台湾に至る砂浜海岸について、その海岸特性、侵食状況、被災事例等を通じて、こうした海岸侵食の実態を明らかにするとともに、侵食対策の基本問題について考察する。

2. 仙台湾沿岸の地形、波浪条件

仙台湾沿岸は南東方向に太平洋を望む延長約 60 km の海岸である。その海岸地形は砂浜海岸と崖海岸に分かれる。海岸へは七北田川、名取川、阿武隈川等の河川が流入し、主としてそれらの沖積作用により仙台平野が形成されている。内陸部は、標高 100~200 m の丘陵地域である。本研究での調査地域は、福島県の松川浦から宮城県の仙台湾に至る約 50 km の砂浜海岸である。仙台湾周辺の海底地形を図-1 に示す。調査地域の沖合の海底は水深 30 m 以浅の等深線が海岸線とほぼ平行であり、沿岸方向にはほぼ様な海底地形となっている。一方、

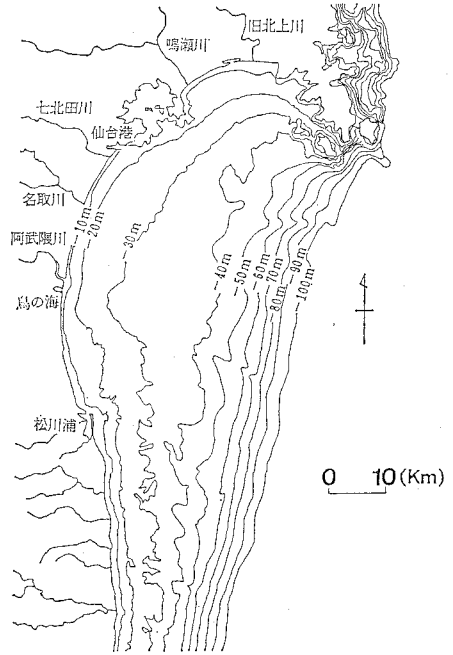


図-1 仙台湾の海底地形

松川浦以南や牡鹿半島周辺では海底勾配が急である。

仙台湾沿岸における入射波浪条件としては、亶理町地先の荒浜海岸における波浪データが参照できる。1974年~1980年のデータをもとに、有義波高、周期の出現率を求めると、出現率の最も高い有義波高は 0.4~0.6 m であり、全体の 29% を占める。また、全体の 80% は 1.0 m 以下であり、波高 2.0 m 以上の出現確率は約 2% である。周期は 9~10 s において 26% の出現確率を示す。また、8~12 s で全体の約 80% を占めており、外洋性の周期の長い波が卓越していることが分かる。波向については、S~E の頻度が高く、E 方向からの入射波が最も卓越している(野村ほか, 1986)。

3. 海岸侵食の実態

3.1 仙台湾沿岸の全体的汀線変化

仙台湾沿岸では、近年海岸侵食が著しく進んでいる(野村ほか, 1986) が、その対策として汀線に沿って消波

* 正会員 工博 建設省土木研究所海岸研究室長
 ** 正会員 建設省土木研究所海岸研究室研究員
 *** 正会員 元建設省土木研究所海岸研究室部外研究員
 (株) トーヨーマリテック

工が設置されることが多いため、沿岸のかなり広い区域で砂浜海岸が失われつつある。こうした状況をまず汀線変化の面より調べた。仙台湾沿岸における汀線の変化を 図-2 に示す。汀線位置は空中写真より読み取った。読み取りの基準年は、1952年とした場合と、前回測定時とした場合の両者を示した。汀線はかなり広い区域で前進傾向を示すが、磯浜漁港より北に約 5 km の区間や、阿武隈川より北に約 4 km の区間、さらには閑上漁港の北の一部区間で汀線は明らかに後退傾向を示す。特に、右側の図を見ると、1964年以降閑上漁港の北側の侵食、南側の堆積が進行していることが分かる。以上のように仙台湾沿岸の汀線変化には、構造物による沿岸漂砂の阻止が強く影響している。

北向きの沿岸漂砂の阻止状況は、斜め空中写真を利用すればより良く理解できる。まず、磯浜漁港周辺の海岸状況を写真-1 に示す。写真中央部に位置する磯浜漁港の防波堤により北向きの沿岸漂砂が阻止されたため、その南側では堆積が、北側では侵食が生じ、南北の海岸で汀線位置が著しくずれている。写真-2 には荒浜漁港の周辺の海岸状況を示す。この場合も、写真中央部にある鳥の海の導流堤により北向きの沿岸漂砂が阻止された結果、南側で非常に広い砂浜があるのに対し、北側での浜幅は非常に狭い。この写真も磯浜漁港の場合と同様に、沿岸漂砂の阻止によって地形変化が生じたことを明らかに示している。さらに、閑上漁港周辺の海岸状況を写真-3 に示す。写真中央のやや上方に位置する名取川導流堤により沿岸漂砂が阻止されたため、その南側で汀線の前進、北側で汀線の後退が生じた。

3.2 山元海岸における海岸侵食

磯浜漁港の北側に位置する山元海岸では前節で述べたように海岸侵食が著しい。そこでこの区域を特に取り上げて検討した。図-3 は磯浜漁港の北約 2 km から 1650 m 間の汀線変化状況 (菅原, 1985) を再整理して示したものである。1970 年から 1983 年の間に砂浜は急速に後退し、1983 年には海岸堤防の前の前浜は消失した。この結果例えば測線 No. 4 では図-4 に示すように堤防の基礎前面が深くなり、また波浪が堤防に直接作用するようになったため、1983 年の台風により基礎の洗掘、沈下等が発生し、堤防の一部が破壊された。

山元海岸では、汀線付近での侵食に止まらず、実は沖合部でも大きな変形が生じた。例えば、十分沖合の地形変化の生じないと考えられる -11 m 地点を基準として海浜断面形を測線毎に重ね合わせると図-5 となる。こ

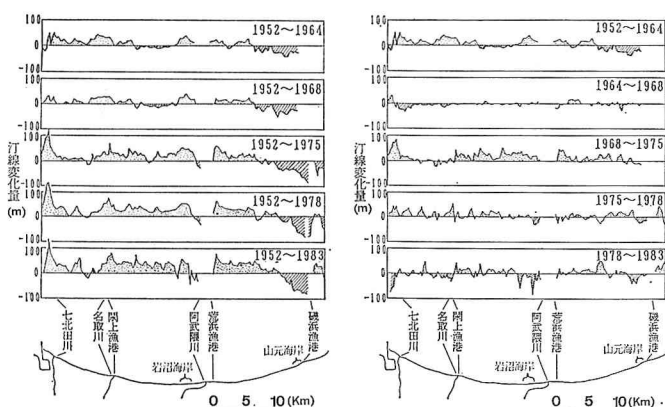


図-2 仙台湾沿岸の1952年~1983年の間の汀線変化



写真-1 磯浜漁港周辺の海岸状況



写真-2 荒浜漁港周辺の海岸状況



写真-3 閑上漁港周辺の海岸状況

れによると、顕著な地形変化の生ずる限界水深は約 8 m となる。仙台湾沿岸では阿武隈川河口部の海浜断面変化より漂砂の移動限界水深が求められている (野村ほか, 1986), それによれば、明瞭な海浜地形変化の見られる

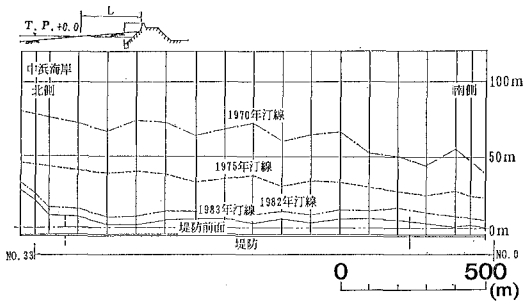


図-3 山元海岸の訂線変化 (菅原, 1985 による)

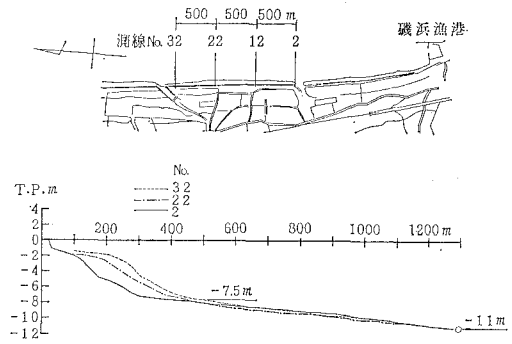


図-5 山元海岸の海浜断面の重ね合わせ

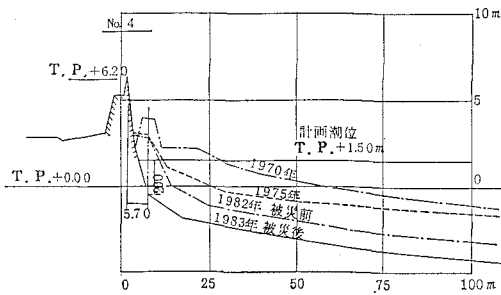


図-4 山元海岸の堤防前面の断面変化 (菅原, 1985 による)

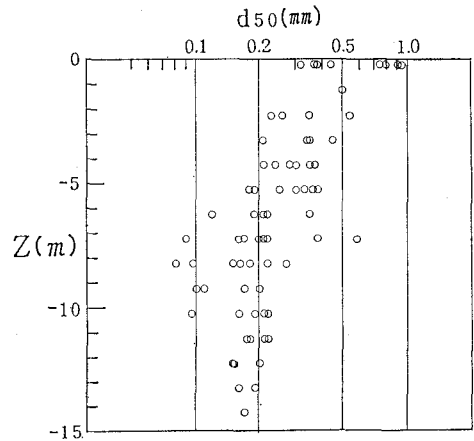


図-6 底質中央粒径の水深方向分布

限界水深は約 8 m であった。この結果は山元海岸における断面形の重ね合わせによって得られた値と良く一致する。更に、同様な限界水深は、阿武隈川からの洪水流によって形成された河口前面テラスの変形の際にも見い出されている (竹内ほか, 1989 参照)。

3.3 底質中央粒径の水深方向分布

前節では明瞭な地形変化の見られる限界水深を断面形の比較より求め、それが 2 地点で約 8 m となることを示した。海浜断面形に有意な変化が生じなくなるこの限界水深付近では、一般に底質中央粒径も特性が変化することが知られている (宇多・山本, 1989)。そこで、阿武隈川河口沖で 1964 年 8 月に行われた底質調査の結果 (野村ほか, 1986) を再整理し、底質中央粒径の水深方向分布として整理した (図-6)。中央粒径は汀線近くでは 0.3~1.0 mm の間に分布しているが、水深が大きくなるにしたがい中央粒径および変動幅も小さくなり、水深約 8 m 以深では、中央粒径約 0.2 mm 以下の細砂となることが分かる。

3.4 阿武隈川河口沖の海底地形特性

最近、建設省国土地理院(1984)は、仙台湾沿岸の漁場整備調査の一環として広域の海底地形測量を行った。深浅測量は 2 回行われているが、それらのうち 1982 年 10 月の測量結果を参照し、図-7 に示す。この深浅図には種々の地形特性が現われている。まず、沖合の -10 m 以深の等深線形に注目すると、全体になだらかに突出し

ているが、例えば -15 m の等深線形に明らかなように、鳥の海導流堤の南側海岸では汀線からの距離が短く、逆に阿武隈川河口の北側では距離が長くなっており、南北で等深線が非対称形を示す。阿武隈川の河口の位置は歴史的に見れば変動しており、それとともに広い範囲に流出土砂が拡散したと考えられるが、波が海岸線に対しほぼ直角方向より入射するのであれば河口沖の等深線形はほぼ左右対称になるはずである。現実には非対称形となったのは、南からの波の入射が卓越し、これにより北側へとより多くの土砂が拡散したためと考えられる。

河口沖の等深線形を見ると -4~-7 m の間は急勾配であるが、-7~-9 m の間には平坦な斜面が存在する。この斜面は鳥の海の導流堤の北側のみ存在し、導流堤の南側には平坦面は存在せず、急斜面となっている。さらに河口の北側に距離が離れると再び急斜面が出現する。このことは次のように解釈される。まず、河口沖の -10 m 以深の等深線がほぼ平行に沖向きに突出しているのは、阿武隈川からの流出土砂により形成されたと考えられる。-8 m 以浅においても当初は等深線は沖に突出したが、鳥の海の導流堤の建設により北向きの沿岸漂

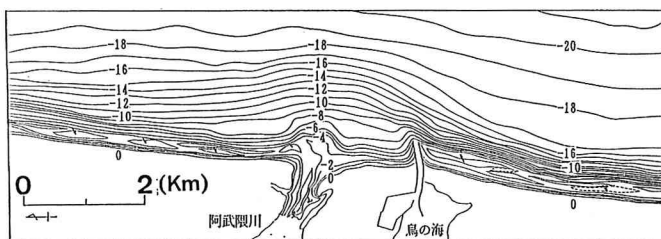


図-7 阿武隈川河口沖の海底地形 (建設省国土地理院, 1984 による)

砂が阻止されるとともに、阿武隈川自身からの流出土砂量も減少したため、河口付近から北向きに移動する沿岸漂砂との均衡がくずれ、この結果移動限界水深付近に平坦面が形成されたと考えられる。事実、この海岸での移動限界水深は前節で述べたように 8 m 付近にあり、図-7 より予想される限界水深と良い一致を示す。結局、図-7 に示した深浅図には、海底への土砂堆積とその後の侵食の履歴効果が含まれていると考えられる。

3.5 岩沼海岸における海岸施設の被災状況

海岸侵食状況を調べる上では、現地海岸の踏査も重要である。そこで、1988年8月に現地踏査を実施した。このとき撮影した写真をもとに海岸状況について考察する。写真-4 は阿武隈川河口の北約 2.4 km 地点 (岩沼海岸) より南を望む写真であり、汀線被覆ブロックの状況を示す。もともと汀線の後退を防ぐためにこのようなブロックが敷設されたものと考えられるが、次第に海浜の土砂量が減少するためにブロック下面の砂が吸い出され、沈下している。このような状況になるとそのままにしておくことは難しく、これを復旧するために、嵩上げ、拡幅等が繰り返行われることになる。この結果、海岸線には大量の異形ブロックが並ぶことになり、景観の悪化、親水性の阻害等を招く。この意味より、このような工法は望ましいものではない。しかも局所的にその設置箇所が守られるのみであり、沿岸漂砂による侵食に対してはあまり制御効果は持たないから、その北側での侵食は止まらない。写真-4 を撮影した場所のすぐ北側には、その法線をやや陸側に引いて写真-5 に示す海岸堤防が造られている。その構造として天端はアスファルト舗装により、また斜面はコンクリートののり枠製である。一見すると波力にも耐え得る丈夫な構造に見える。延長はかなり長いが、北側ほど構造物前面の前浜幅が狭くなる。このため暴浪時には波浪が直接構造物に作用するようになる。この堤防上を北端まで進むと、写真-6, 7 に示すように洗掘および吸い出しにより海岸堤防は破壊され、無残な姿になっている。海岸堤防の被災した直接の原因は波浪であるが、波浪が直接護岸に作用するようになったのは侵食による前浜の減少による。すなわち、幅



写真-4 岩沼海岸の汀線状況



写真-5 岩沼海岸の堤防の状況



写真-6 堤防の被災状況 (1)



写真-7 堤防の被災状況 (2)

広い砂浜が残っていれば、このような結果は発生しなかったはずである。以上のように、砂浜の消失は、それ自体問題となるのに加えて、消波効果の低減を通じて大きな被害をもたらす。上述の災害を防止する上で、堤防を補強したり、あるいは大重量の根固工を設置すれば、一応その区間の保全は保ちうる。しかし、この場合既に見たように海岸線に沿ってその種の構造物が延々と並んでしまうことになる。

4. 今後の海岸保全のあり方

当沿岸域での侵食は、構造物による北向きの沿岸漂砂の阻止によることが原因である。磯浜漁港、関上漁港では、漁港の修築計画が進んでいるが、これらの漁港での防波堤の建設により北向きの沿岸漂砂が阻止されているため、構造物の北側ではいずれも急速に侵食が進んでいる。このため、その対策として堤防・護岸や消波堤・離岸堤等が設置され、汀線後退が著しい箇所(図-2参照)にはほとんど護岸、消波堤が設置されている。しかしながらこの方式を用いている限り、侵食区域が北側へと広がるにしたがい設置区間も北側へと延びてしまい、結局は長い砂浜海岸に沿って消波ブロックが延々と並ぶことになる。このような点より、侵食箇所のみに注目した対策はあまり意味を持たず、沿岸漂砂が遮断された海岸において安定な海浜を生み出す根本的な対策、例えばヘッドランド工法等について検討の必要がある。すなわち、一旦汀線が後退し始めた海岸では、その後退を阻止するだけではなく、根本的な侵食防止対策や海浜の安定化等を考慮した対策を講じる必要がある。目前の状況に目を奪われ、長期的・広域的な視野を持たずに海岸保全を行うことは、かえって不利な状況を引き起こしかねないと考える。海岸保全上最も重要なことは、海岸全体に視点を広げ、砂の流れを制御することである。

しかし、ここで新たな問題が生ずる。確かに原理的に見れば、海浜全体を安定化させる方法は望ましいが、漂砂を阻止する構造物は現に存在するから、構造物下手側での海岸侵食は今後とも続き、時間経過とともに激しくなる。一方、現に侵食を受けている地先をそのままにして、ずっと下手に構造物を造ってもその効果が出るまでには侵食はさらに激しくなってしまう。こうしたことから、それが根本的対策とはなり得ないと知りつつも、当

面の汀線の後退を防がなければならない場合も出てくる。今後においては、当面の侵食箇所における対策と、より根本的に漂砂を制御する方法を並行作業で進める必要があると言える。

5. 結 論

①当沿岸では、近年漁港の防波堤等、北向きの沿岸漂砂を阻止する構造物が数多く造られた。このためこれらの構造物の北側区域では侵食が著しい。特に、磯浜漁港、荒浜漁港、関上漁港の北側地区では著しい侵食が生じている。またそれらの対策として汀線に消波ブロックを設置する方法がとられているが、この方法では侵食域が北側へと広がるにつれ、消波工の設置区間が延びるのみであり、この結果砂浜は消失することになる。今後は安定な砂浜を形成させる手法、例えばヘッドランド工法などについて検討の必要がある。

②山元海岸の侵食域での海浜断面の重ね合わせによると、漂砂の移動限界水深は約8mであった。この値は野村ほか(1986)が阿武隈川河口部で同様な方法によって求めた値とよく一致し、またこの水深を境に底質中央粒径が約0.2mm以下の細粒となることが見い出された。

③国土地理院(1984)による阿武隈川河口沖の広域の深浅測量データにより、波が斜め入射する条件での河口流出土砂の拡散状況や、沿岸漂砂が不均衡となった結果移動限界水深(約8m)付近に生じた平坦面の形成状況を良好に把握することができた。この意味より、このような広域での深浅測量データは高い価値を有している。

参 考 文 献

- 宇多高明・山本幸次(1989): 鈴鹿川河口周辺海岸における沿岸漂砂量と漂砂の移動高, 地形, Vol. 10, No. 2, pp. 113~119.
- 建設省国土地理院(1984): 阿武隈川・名取川河口域沿岸漁場開発計画基礎図集説明書, 国土地理院技術資料 D-1-No. 255, 37 p.
- 菅原 濟(1985): 宮城県海岸災害について, 海岸, No. 25, pp. 139~152.
- 竹内俊夫・宇多高明・小野田章男・佐藤隆志(1989): 洪水流によって形成された阿武隈川河口前面テラスの変形実態, 海岸工学論文集, 第36巻, pp. 364~368.
- 野村昭正・宇多高明・因幡昭義・宮内利夫(1986): 阿武隈川河口砂州の変形について, 第33回海岸工学講演会論文集, pp. 267~271.