

福島県における海岸侵食特性について

石井次男*・田中茂信**・坪香 伸***

1. ま え が き

福島県沿岸は約 161 km〔崖海岸（未固結な崩落しやすい地質）約 44 km, 27%, 砂礫海岸約 117 km, 73%〕の延長を有する直線的な海岸であるが, 昭和 30 年頃から海岸侵食が急激に進行している。特に崖海岸の侵食については豊島ら（1973）および荒巻（1978）によりその侵食実態が報告されている。

福島県では, 昭和 47 年災害を契機に海岸侵食の実態を把握するため, 主に砂礫海岸を対象に深淺測量を開始し, 現在まで継続実施している。その測量範囲は約 80 km であり, 福島県沿岸の直線距離 130 km の約 60% に相当する。現在まで侵食対策として, 崖海岸の崩落防止のための消波堤を始めとし, 離岸堤等による汀線後退防止がとられてきており, 崖海岸の侵食防止および一部地区において効果が見られている。

一方沿岸には, 大規模な海岸構造物として, 相馬港, 小名浜港, 請戸漁港等の港湾, 漁港をはじめとし, 東京電力福島第一, 第二原子力発電所, 広野火力発電所等のための防波堤等も建設された。それに加え現在, 東北電力による火力発電所が原町市金沢地区に建設中である。

このように沿岸域利用が進められているが, 良好な海岸を遺すためには, 地形変化実態を究明するとともに, 単に汀線の維持にとどまることなく, 底質の全体量の保全を図る必要がある。

本研究では, 既往の調査結果を基に福島県沿岸の自然・地形特性を考察し, 蓄積された深淺測量成果の解析を行い, 地形変化実態を把握するとともに, 沿岸域の土砂収支に係る系全体をとらえて, 福島県沿岸の土砂収支を検討する。また, これに関係する外力条件についても整理する。

2. 福島県沿岸の地形特性・自然特性

2.1 地形特性

福島県沿岸の海底地形は, 図-1 に示すとおりである。

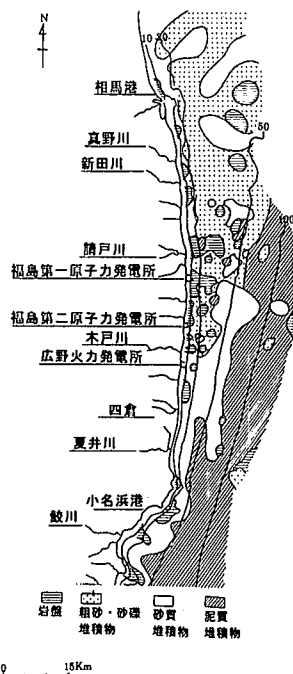


図-1 福島県沿岸地形と海底底質図

茂木ら（1961）によると, 福島県沿岸の海底地形は, 水深 25~50 m および 100~140 m に平坦面が形成され, 水深 25~50 m の平坦面は小名浜以南と四倉以北で発達している。また, 沿岸の 25~50 m の平坦面の海底底質は広野以南は大部分が砂で, 以北は大部分が粗砂・礫で構成されているとしている。

一方, 福島県が昭和 48 年に実施した調査によれば, 第一原子力発電所~広野火力発電所に至る範囲での崖の地質の中央粒径は北から南に移るにつれて, 0.24~0.14 mm と細粒化している。同時期に実施された海底底質の中央粒径も北から南に移るにつれて 0.20~0.12 mm と細粒化している。以上の事実から, 福島県沿岸の海底を構成する底質は大部分が細粒であるが北方ほど粗粒成分が多くなる傾向にあり, 崖を構成する材質も同様な傾向にある。図-2 には広野火力発電所付近の崖の構成材料の粒度特性と崖前面の底質の粒度特性を示す。海岸の底

* 正会員 福島県土木部参事

** 正会員 建設省土木研究所海岸研究室長

*** 正会員 建設省防災・海岸課海岸室海洋開発官

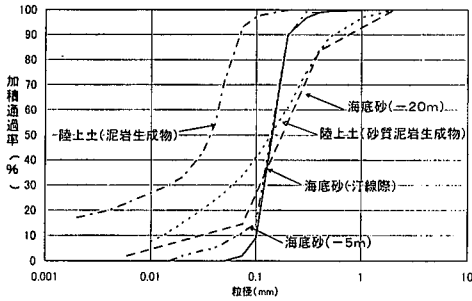


図-2 崖と前面海底の底質の比較図

質と比較すると、崖を構成する材質は約3割から8割が海岸の底質として寄与していると考えられる。

2.2 自然特性

相馬港、浪江海岸、小名浜港における風は図-3に示すとおりであり、相馬港を除いて南北方向の風の発生頻度が多い。第一原子力発電所沖で観測された波はE~ENEの波向が卓越しているのに対し、南方の四倉漁港沖で観測された波浪はESE~Eの波向が卓越している。

沿岸域における流向・流速は昭和49年~現在まで東京電力が観測しており、昭和60年以降は福島第二原子力発電所沖で岸から1,500m離れたst. 354.5と4,000m離れたst. 369において、海面下2m、期間は5月、8月、11月、2月の1ヶ月の流向・流速を観測している。図-4には平成5年8月のst. 354.5とst. 369の観測データを示す。st. 354.5とst. 369を比べると僅かながらst. 369が大きい、ほぼ同じ動きをしている。台風通過時にも強い流れが生じるが、それ以外の気象条件下においても1m/s程度の流速が発生し、その向きが180°変わるこ

とわかる。このような現象は、通年的には比較的頻繁に生じていることが確認されている。

また、これとは別に平成5年度には、通年観測点以外で広域についても調査が行われ距岸1km、4km、8kmの海面下2mの流向・流速が季別に調査されている。その結果によると、年間を通して南向きの流れが卓越しており、また、海岸に近いと等深線に沿った流れを示しているのが確認された。

図-5には、昭和61年8月4~7日における台風10号通過時の風速、風向、波浪、周期、潮位、波向き、流向・流速の時系列変化を示した。これによると、最大風速、最大波高が発生した後に南向きに約1m/s程度の強い流れが発生していることがわかる。田中(1995)によると石川海岸における低気圧通過時の観測結果では、このような強い流れが発生した時に、海底の底質($d_m=0.2$ mm弱)が移動していることが報告されている。福島第二原子力発電所沖での観測でも波高が1mを超えると底

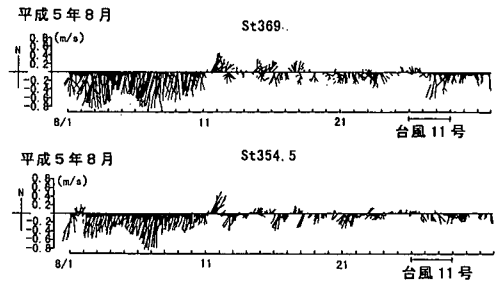


図-4 平成5年8月の福島第二原子力発電所沖における流向・流速観測結果

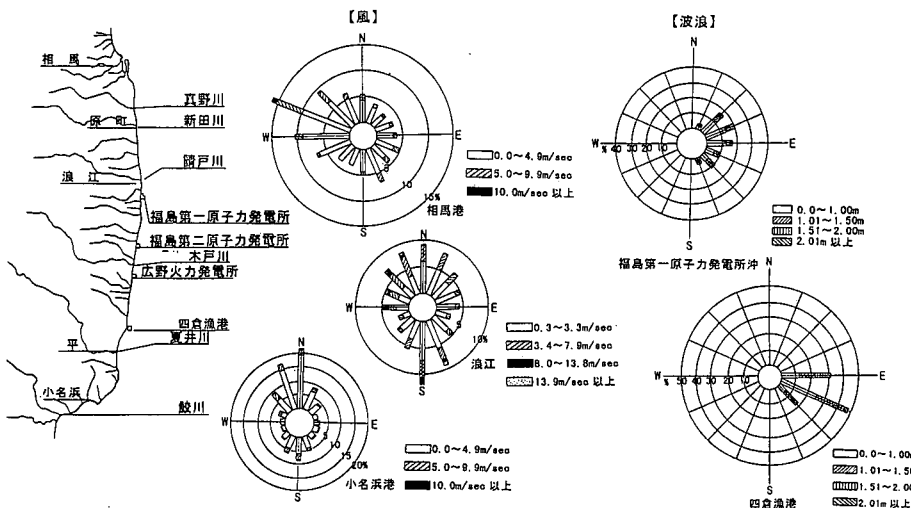


図-3 風と波浪の特性図

質が移動することが確認されている〔中村ら (1991)〕。また、福島第一原子力発電所沖合 2 km までの昭和 53 年と平成 5 年の底質調査を比較すると、昭和 53 年では岩盤が露出していた部分が、平成 5 年では砂が堆積している。上述したような事実と、図-4 に示したように離岸距離が異なっても流況が相似していることから、沖合の水深が十分大きい海域においても底質が移動していることが十分想定できる。

3. 海岸地形変化

3.1 汀線変化

昭和 38 年、昭和 49 年、平成 3 年の 3 ヶ年の航空写真を

用いて、崖海岸と砂礫海岸の年平均汀線変化量を求めた。その結果、砂礫海岸は昭和 38～49 年では約 1.3 m/年の侵食傾向にあったが、昭和 49～平成 3 年では約 0.6 m/年の堆積傾向に転じた。昭和 38～平成 3 年のトータルでは約 0.7 m/年の侵食傾向であった。崖海岸も昭和 38～平成 3 年にかけて約 1.0 m/年の侵食傾向にある。

3.2 海底地形変化

図-6 は深浅測量成果が T.P. -20 m 以深まで存在する関田海岸における海浜断面の重ね合わせ図である。この図からは従来考えられきた代表的な侵食性海岸における地形変化の移動限界水深 (-8～-10 m) より深い水深でも地形変化が生じていることがわかる。関田海岸にお

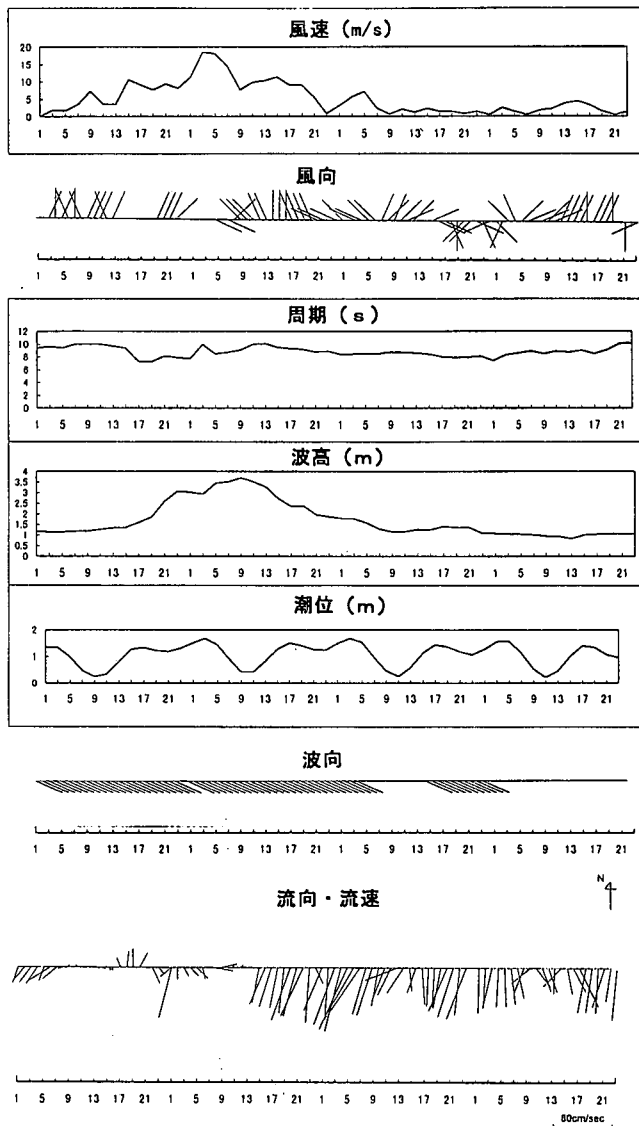


図-5 昭和 61 年 8 月 10 号台風時の水理現象

ける T.P. -10 m 以浅と T.P. -10 ~ -20 m 間の土量を算定してみると、T.P. -10 m 以浅の年平均土量変化が -3 万 m^3 であるのに対して、T.P. -10 ~ -20 m 間の年平均土量変化が -8 万 m^3 と大きいことが確認された。

また、深淺測量成果を用いて T.P. -10 m 以浅で、県の砂礫海岸全体の土量変化量を求めると、年平均で約 45 万 m^3 の土砂が失われていることが確認された。

4. 沿岸域の土砂収支

4.1 供給土砂の算定

深淺測量成果と異常時の流向・流速から十分深い沖合まで含め、福島県沿岸域では多量の土砂が失われていることが想定される。ここでは、a) 河川からの供給土砂、b) 崖海岸からの供給土砂、c) 港湾等における浚渫量等を考慮し、沿岸域の土砂収支の検討を試みた。

この際全体量だけではなく、供給土砂のうち海岸底質に寄与すると考えられる粒径（有効粒径）成分も考慮して評価した。

a) 河川からの供給土砂

福島県沿岸に流出する河川は中小河川が多く、大河川は少ない。また、河床勾配が急であり、流路延長の短い河川が大部分である。そのため、平地での土砂生産量は

考慮せず、山地での生産土砂のみが河川からの供給土砂として考えた。山地における砂防ダムの堆砂実績データから単位面積当たりの年平均比生産土砂量を求めた。

生産土砂量のうち有効粒径成分の比率は、比較的大きな流域を持つ河川を対象として、河口部のボーリング柱状図から、砂礫、粗砂、中砂、細砂が全土質に占める割合とした。その他の河川にはこれら的大河川における平均値を与えた。こうして求めた生産土砂量から、河川の浚渫量を差し引き、河川からの供給土砂量とした。

河川で行われている浚渫量は、事業費と単位体積当りの浚渫費から算出した。浚渫土砂は全て有効粒径成分と考え、生産土砂量から差し引くことにした。

以上の考えで求めた河川からの供給土砂量は、有効粒径成分が $15 \text{ 万 m}^3/\text{年}$ 、全粒径が $38 \text{ 万 m}^3/\text{年}$ となった。

b) 崖海岸からの供給量

崖海岸からの供給量は、航空写真を用いて算出した崖海岸の後退量から求めた。有効粒径成分は崖海岸の構成する材料が福島第一原子力発電所に境にして、大きく異なっていることが判明したので、福島第一原子力発電所より北で有効粒径成分の全体に対する比を 0.8、南で 0.3 とした。

以上の考えで求めた崖海岸からの供給土砂量は、有効粒径成分が $40 \text{ 万 m}^3/\text{年}$ 、全粒径が $90 \text{ 万 m}^3/\text{年}$ となった。

c) 港湾施設の浚渫量

福島県沿岸で行われている浚渫に関しては漁港と東京電力が行っているデータが入手できた。相馬港、小名浜港は大規模港湾であるが、浚渫量がほとんどシルト分であるという実態から、この2港湾の浚渫量は無視した。浚渫土砂の質については、東京電力が平成5年度に行った久之浜漁港の浚渫土砂の分析結果を採用し、有効粒径成分を算出した。

以上のような考えで求めた浚渫土砂量は、有効粒径成分が $1.8 \text{ 万 m}^3/\text{年}$ 、全粒径が $18 \text{ 万 m}^3/\text{年}$ となった。

4.2 福島県沿岸の土砂収支

上述の結果より、次のように福島県沿岸全域の土砂収支を考え消失土砂量を求めた。

消失土砂量 = 河川からの供給土砂量 + 崖からの供給土砂量 - (浚渫量 + 海岸の土量変化量)

消失量は有効粒径成分では $98 \text{ 万 m}^3/\text{年}$ 、全粒径では $155 \text{ 万 m}^3/\text{年}$ となった。

この結果、福島県沿岸の約6割を占める砂礫海岸の測量調査結果から、砂礫海岸を対象とした T.P. -10 m 以浅の領域では海岸域を構成する粒径成分で約 98 万 m^3 の土砂が消失していることが確認され、今後の海岸保全事業を進めていく上で、汀線付近だけでなく、沖合の底質を含めた全体としての底質の量が減少していくことを考慮すべきことがわかった。

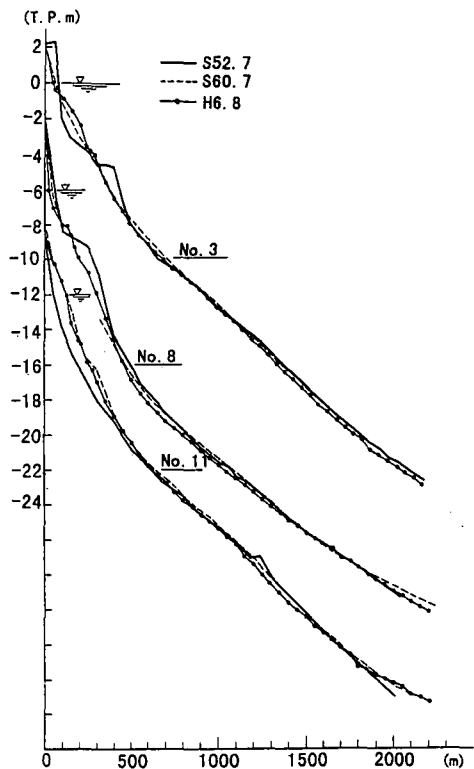


図-6 関田海岸における断面比較図

5. ま と め

福島県沿岸域全域にわたる侵食特性として以下のことが確認された。

福島県沿岸における距岸1 kmより沖合の流況は年間を通して南向きが卓越しており、これが卓越波向と汀線とのなす角度から想定される沿岸漂砂の卓越方向とは一致しないことが確認された。暴浪時における流向・流速、波浪諸元の実態から、暴浪時（台風通過時または冬季の低気圧通過時）には最大1 m/s程度の平均流速が生じていることが確認された。このような現象が冬季日本海側において生じることが確認されていたが、本研究によって太平洋側でも生じることが確認された。このことから水深約10~20 mの沖合の海底面の土砂が移動することが十分想定される。

砂礫海岸における断面形状の比較から、従来考えられていた地形変化の限界水深（-8~-10 m）より深い水深でも地形変化が生じていることが確認された。また、深淺測量成果がT.P. -20 mまで存在する代表地区における検討結果から、T.P. -10 m以浅の土量変化量（-3万 m^3 /年）に比較して、T.P. -10 mより深い区間の変化量（-8万 m^3 /年）が大きいことが確認された。

沿岸の底質特性は水深10 m~20 mでもほぼ同様であること、暴浪時における流向・流速も離岸距離が異なってもあまり変化しないこと、および上述したT.P. -10 mより深い区間の土量変化の実態から、福島県沿岸では

深い区間まで考えれば98万 m^3 /年の数倍程度の多量の土砂が消失している可能性もある。

このような多量の土砂の消失現象を解明するには、土砂が流失する外力の把握、汀線付近から沖合への支配的な流出機構の把握が必要である。このためには、現時点で我々が得ている情報だけでは不十分であり、砕波帯外の現象の調査及び情報の取得が不可欠である。多量の砂の流失対策は、豊かな砂浜を有する良好な海岸の保全を図るためには不可避な課題であり、このためには上述した現象を踏まえた本質的な対策が必要である。

なお、貴重な資料を提供していただいた東京電力および福島県砂防課、港湾課、農地建設課に謝意を表します。

参 考 文 献

- 秋本義正・中村義治 (1991): 砂泥域の変動性と有用貝類の幼生集積および漁場形成, ECOSYSTEM ENGINEERING, 創刊号, pp. 39-58.
- 荒巻 俘 (1978): 磐城海岸における海岸侵食, 専修自然科学紀要, Vol. 11, pp. 5-36.
- 岩淵義郎・茂木昭夫 (1961): 常陸沖ならびに鹿島灘陸棚の海底地形と地質, 地理学評論, Vol. 34-3, pp. 39-58.
- 奥田光男・豊島 修・武藤徳一 (1973): 福島県海岸の侵食と海岸特性について, 第20回海岸工学講演会論文集, pp. 507-512.
- 社団法人全国海岸協会 (1994): 海岸保全計画の手引き, p. 106.
- 田中茂信 (1995): わが国の海岸侵食と海岸調査の新しい視点, 土木技術資料, Vol. 37-12, pp. 46-53.