

大潟海岸における海浜地形と底質特性の関連について

白 井 亨*・土 屋 義 人**

1. 緒 言

海浜変形の問題は、海浜地形の変化を起こさせる漂砂の力学的機構に基づいて論ぜられることが望ましいが、一方現地調査によって、海浜の形態や底質特性と水理現象との関係から考察することもある。そのためには、現地海岸の地形および底質特性を適確に把握することが必要である。このような観点から、著者らは大潟海岸の海浜地形や底質特性に関する詳細な資料を得ることを目的として、1972年夏期に海浜地形との関連を特に考慮して底質の調査を行って、海浜形状および底質の一般的特性について検討を加えたが¹⁾、本研究では、とくに大潟海岸の海浜地形と底質特性の関連について述べる。

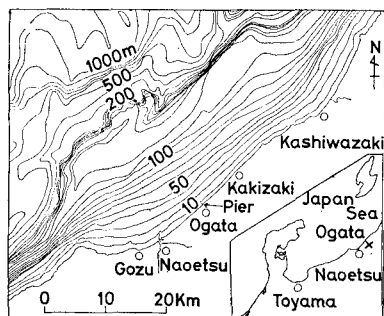
2. 調査地域の概要

大潟海岸は、直江津港の南西約4kmの郷津から柏崎港の南西約11kmの米山崎に至る南西から北東にほぼ真直ぐにのびる全長約27kmの一連の砂礫浜で、調査地域は図一に示すように、そのほぼ中間にあり、直江津港の北東約9kmに設置された帝国石油棧橋を中心としてその西側約2kmの区間である。日本海にそった新潟、柏崎および高田平野には、それぞれ、新潟、荒浜および潟町砂丘が発達し、NE~NNE方向にほぼ真直ぐに海岸線を形成しているが、これらのうち潟町砂丘が西端部を除いた大潟海岸の後背砂丘を形成している。長谷川^{2),3)}

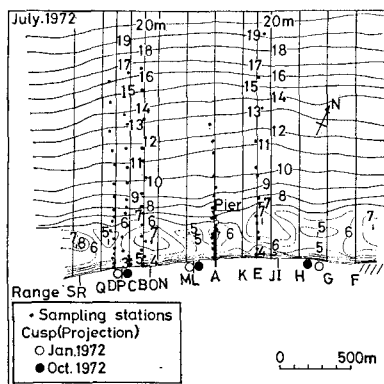
によれば、潟町砂丘は新潟砂丘と異なって1列の砂丘のみが発達し、高田平野の周辺に中位段丘を構成する平山層と一部整合、一部不整合の関係にある古砂丘砂層を新砂丘砂層が不整合におおっている。直江津西方より郷津に至る海岸線は砂層と砂礫層の互層よりなる平山層の崖となるが、この崖の基部は高波浪時の大きなそ上波によって侵食されている。

3. 海浜地形の特性

調査地域の海底地形は図二に示すとおりであり、また図中の測線上の海底断面形状は図三のようなものである。図四には帝国石油棧橋に沿う測線上の前浜および後浜の断面形状を示す。1972年における調査地域の海浜地形の特徴は次のとおりである。海浜の幅は大体60m~90mである。Large cuspの波長は大体500m~900mで、幅は20m~25m(1月)、5m~15m(10月)である。外浜領域でみられる特徴の一つは弧状の沿岸砂州であるが、その位置はlarge cuspの配列と割合によく対応している。外浜領域の断面形状は、トラフおよび弧状砂州をよぎる測線ではbar型となり、弧状砂州が接する位置ではstep型に近い。弧状砂州の沖側の水深8m付近における測深記録によれば、明確な海底断面形状上の変曲点があり、それより沖側の沖浜領域で等深線は汀線にほぼ平行で、勾配がほぼ一様な単純な海底の形状を示している。

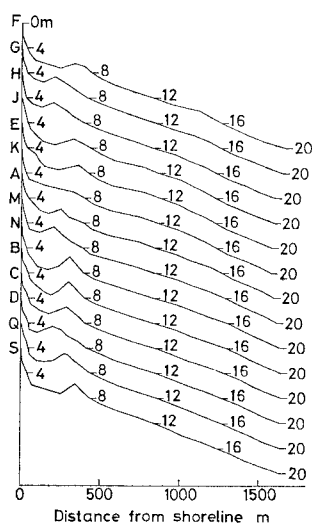


図一 大潟海岸沖の海底地形

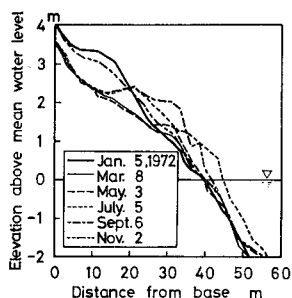


図二 調査地域の海底地形

* 正会員 理博 京都大学助教授 防災研究所附属大潟波浪観測所
 ** 正会員 工博 京都大学教授 防災研究所



図—3 調査地域の海底断面



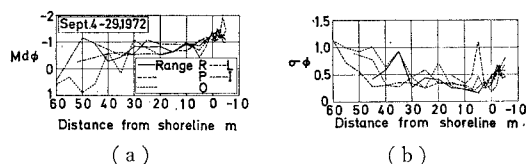
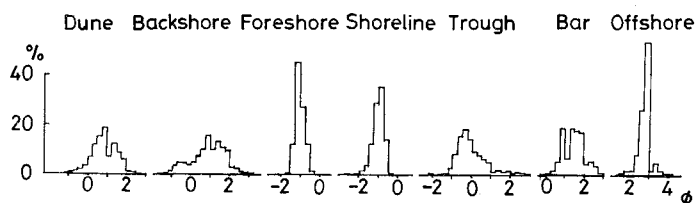
図—4 前浜および後浜の海浜断面

4. 海浜底質の特性

前浜および後浜領域の砂礫は、1972年9月および10月に表層の砂礫を採取した。海岸砂丘については、1976年10月に棧橋の西750mから950mの間の浜に面した砂丘の崖で試料を採取した。外浜および沖浜領域については、1972年7月にパイプ型のサンプラーを用いてドレッジにより底質を採取した。底質の試料はふるい分け分析を行い、その結果をInman^(4),5)に従って整理し、底質特性を表わす諸数値を求めた。

(1) 前浜および後浜領域

図—5および6には、前浜、後浜および砂丘の各領域における Md_ϕ および σ_ϕ の変化およびその粒度分布の数例を示す。砂丘の堆積物は一般に分級度がよくなく、二つのモードをもつのが特徴的である。これらの粒径は

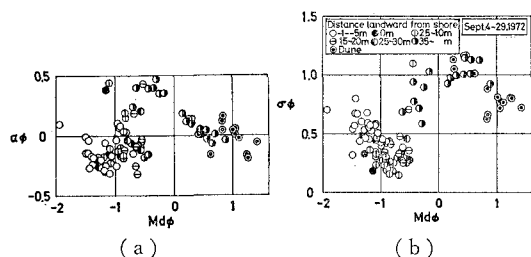
図—5 前浜および後浜砂礫の Md_ϕ および σ_ϕ の沖方向変化

図—6 底質の粒度分布

ほとんどが $-1\phi \sim 3\phi$ の範囲にあるが、多くの試料では $0\phi \sim 2\phi$ のものが主成分を占めている。そして、これらの範囲の粒径の砂は、後浜の陸側の部分、トラフの中央部分および弧状砂州以外にはほとんど存在していない。また、弧状砂州を形成している底質の粒度組成でその主成分を占める砂の粒径の範囲は、砂丘のそれと多くの部分で重なっている。したがって、砂丘堆積物を供給源とする沖方向漂砂の多くが、外浜外縁へ移動して弧状砂州を形成しているものと考えられる。

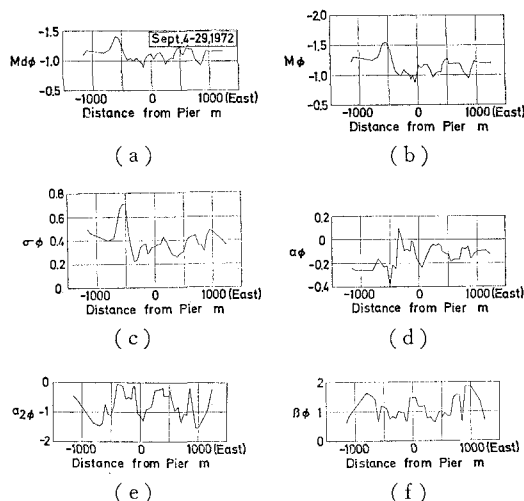
前浜および後浜砂礫の特性の沖方向変化は次のようである。まず、 Md_ϕ は汀線において最小値を示し、前浜から後浜の沖側の部分にかけて増減しながら増大する傾向をもつが、その変化の程度は小さい。また、後浜の陸側部分では、砂丘基部に向ってより大きな変化をもって減少する傾向がある。一方、 σ_ϕ は汀線付近の前浜で最も小さく、それより沖側および陸側へ増減しながら増大する傾向があるが、その変化の程度は前浜および後浜の沖側部分では小さく、後浜の陸側部分では大きい。後浜の砂丘基部に近い位置では粒度組成は砂丘砂のそれに近いが、より汀線に近づくにしたがって細粒物質が減少し、後浜の沖側部分よりも沖側では、砂丘砂の主成分である $0\phi \sim 2\phi$ の粒径をもつものはほとんど含まれなくなる。さらに、 α_ϕ 、 $\alpha_{2\phi}$ および β_ϕ の沖方向の変化については、ここでは図示していないが、次のようである。 α_ϕ および $\alpha_{2\phi}$ は、前浜および後浜の沖側部分では、多くの場合負の値を示すが、その絶対値は $\alpha_{2\phi}$ の場合比較的大きい。それより陸側の後浜では、 α_ϕ および $\alpha_{2\phi}$ の多くが正の値を示す傾向があるが、その絶対値は小さい。 β_ϕ は正規分布の場合に近いが、後浜の沖側の部分ではそれより大きい傾向がある。後浜の陸側の部分の砂礫の粒度分布には、三つのモードがみられ、それよりも沖側の場合と明らかに異なるが、砂丘砂のそれと比べると、その粗粒側に -0.5ϕ のモードがある分布を示す。測線Rは、砂丘が侵食されて崖となっているところで、高波浪時には崖の基部付近にまで波がそ上する。この測線では、汀線から砂丘基部に至るまで各特性値に大きな変化はみられず、砂丘基部に至るまでそ上波の影響を受ける頻度が高いことを示している。

図—7には、前浜、後浜および砂丘砂礫の Md_ϕ と σ_ϕ および α_ϕ との関係を示す。これらの図から次のような



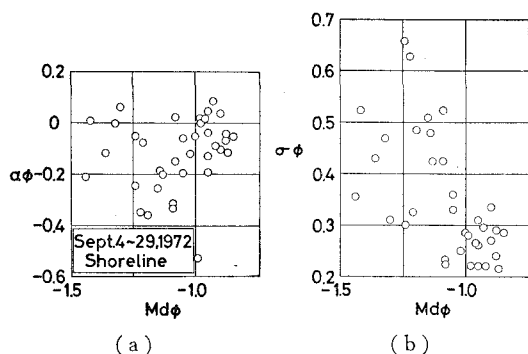
図—7 前浜，後浜および砂丘砂礫の $Md\phi$ と $\sigma\phi$ および $\alpha\phi$ との関係

ことがわかる。前浜および後浜の沖側部分の砂礫は， $Md\phi$ および $\sigma\phi$ が小さく，後浜の陸側部分では大きい。汀線のすぐ沖側の砂礫は $Md\phi$ は最も小さく， $\sigma\phi$ はやや大きい， $\alpha\phi$ は例外を除いて負である。汀線より陸側の前浜および後浜の沖側部分では， $Md\phi$ はそれより大きく $\sigma\phi$ は最も小さく， $\alpha\phi$ は負の値を示すことが多い。後浜の陸側部分では， $\alpha\phi$ が小なるほど $\sigma\phi$ が小さく，かつ $\alpha\phi$ が正で大きい傾向を示すが，砂丘基部に近いほど $Md\phi$ および $\sigma\phi$ は大きく， $\alpha\phi$ は小さい傾向がある。



図—8 汀線砂礫特性の沿岸方向変化

汀線砂礫の各特性値の沿岸方向の変化を図—8に示す。データのばらつきのため，その移動平均した結果を示してある。これらの値には，沿岸方向の周期的変化の傾向があるようにみられる。各値の極値を示す地点はほぼ一致しその間隔は沿岸砂州の間隔あるいは large cusp の波長にほぼ一致するが，極値を示す地点と沿岸砂州あるいは large cusp の配列との間には明確な関連はみられない。図—9には，汀線砂礫の $Md\phi$ と $\sigma\phi$ および $\alpha\phi$ との関係を示すが，これから， $Md\phi$ が大であるほど $\sigma\phi$ は小となり，また $\alpha\phi$ の多くは負であるが， $Md\phi$ が小であるほど負となり，その絶対値は大きくなる傾向を示

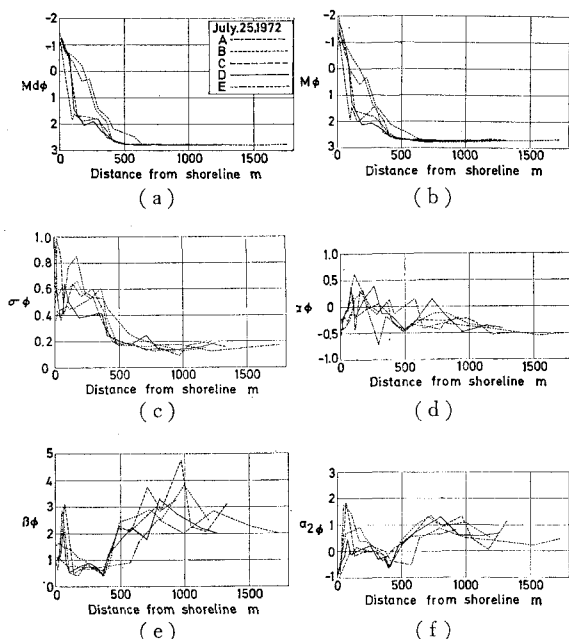


図—9 汀線砂礫の $Md\phi$ と $\sigma\phi$ および $\alpha\phi$ との関係

すことがわかる。

(2) 外浜領域

図—10には，外浜および沖浜領域の底質の各特性値の沖方向変化を示す。底質特性の沖方向変化をみると，ト



図—10 外浜および沖浜の底質特性の沖方向変化

ラフや砂州をよぎる測線 B, C および E と弧状砂州が接する位置をよぎる測線 A および D とでは，その変化の傾向が異なっている。いずれの測線においても，汀線付近には最も粗粒の砂礫が分布しているが，これらの砂礫の分級度はばらつきが大きい。最終砕波点付近に，最も粒径の大きいものが集っていることは一般によく知られるとおりである。汀線付近では，いずれの測線においても $\alpha\phi$ および $\alpha_{2\phi}$ は負である。 $\alpha\phi$ は粒度分布が正規分布であれば $\alpha\phi=0$ であり，負であることは粒度分布において $Md\phi$ より細粒部の淘汰がよいことを意味し，これは存在しうる粒径に波の特性による下限があるためと考えられる。 $\beta\phi$ は粒度分布が正規分布であれば $\beta\phi$

$=0.65$ であり、汀線付近では一般にこれより大きい、これは分級度がよいことのほかに粒度分布における粗粒部の tail の存在によるものであろう。それよりも沖側の外浜領域では、トラフや弧状砂州の中央部をよぎる測線では、弧状砂州が接する位置をよぎる測線におけるよりも粗粒で分級度の悪い底質が分布している。玉井⁹⁾は海浜カスプに関する実験から、明瞭な波状地形が形成される場合には、入射波高の沿岸方向の変化と波状地形とは対応した変動がみられるという結果を得ている。この結果からすれば、トラフや弧状砂州で粗粒の底質が分布していることは、入射波高の沿岸方向分布と関連するものと考えられる。トラフの底質は、 Md_ϕ が小さく、また σ_ϕ が大きく、かつ α_ϕ および $\alpha_{2\phi}$ が正あるいは 0 に近くとくにトラフの岸側の斜面で大きい値を示すこと、および β_ϕ は汀線よりの斜面で大きく、また粒度分布に一つのモードを示し細粒部に tail を示すことなどの特徴を示している。さらに、トラフの底質の粒径の範囲は、弧状砂州のそれと主要部分で重ならない。トラフにおいて砂州におけるよりも粗粒で分級度の悪い底質が分布する事実は、波のふり分け作用の結果、細粒分質が分離して弧状砂州を形成するためと考えられる。一方、 α_ϕ および $\alpha_{2\phi}$ の値や粒度分布形はトラフとくにその岸側の斜面において、細粒部で淘汰が悪いことを示すが、これは夏期における堆積を示すものと考えられ、同時にその量が少ないことがわかる。

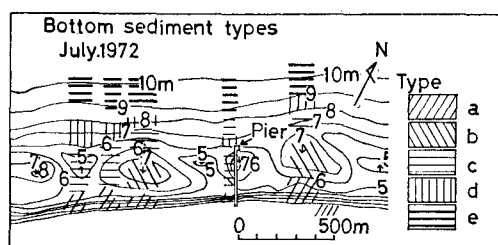
一方、弧状砂州を形成する底質は、より細粒で分級度がよいが、弧状砂州の中央部における方が端部におけるよりも粗粒で分級度がよくない。これらの底質は正あるいは負の α_ϕ を示すが、砂州の頂部付近では α_ϕ は負、 $\alpha_{2\phi}$ は正の値を示し、主成分において細粒部の淘汰がよい傾向を示す。粒度分布をみると弧状砂州の中央部では、砂州の岸側の斜面から頂部にかけて細粒部の tail に非常に小さいモードが存在し、 $\alpha_{2\phi}$ も正になるが、端部ではそのような傾向はみられない。また、弧状砂州においては、粒度分布で一般に二つの大きいモードが存在することが特徴的である。砂州の沖側の勾配の変曲点付近では砂州におけるよりも粗粒で分級度がよくなり、その粒度分布は、砂州におけるその粗粒部のモードが小さくなり、ちょうど細粒部に非常に小さいモードがあるような分布形になっている。

(3) 沖浜領域

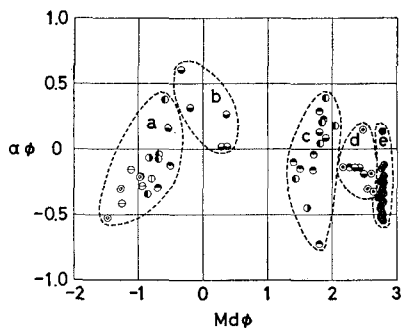
沖浜領域では、単純な地形に対応して底質の主たる特性には、沖方向にも沿岸方向にも大きな変化はみられない。水深約 8m の海底断面形状上の勾配の変曲点よりも沖側では Md_ϕ および σ_ϕ は非常に小さく、各測点ともほぼ等しい値を示す。 α_ϕ は若干の例外を除いて負の値を示す。 $\alpha_{2\phi}$ および β_ϕ には、沖方向の変化がみられる。 $\alpha_{2\phi}$ は水深約 8m の地点で負の極小値を示し、約 9m 以

深で正の値を示す。 $\alpha_{2\phi}$ および β_ϕ は水深約 8m の地点から沖へ向って漸増するが、ともに距岸 0.7 km~1 km 付近では極大値を示す傾向がある。これらの特性や粒度分布形は主成分の細粒部の沖方向への拡散移動と主成分と異なる時期における浮遊砂の堆積を示していると考えられる。

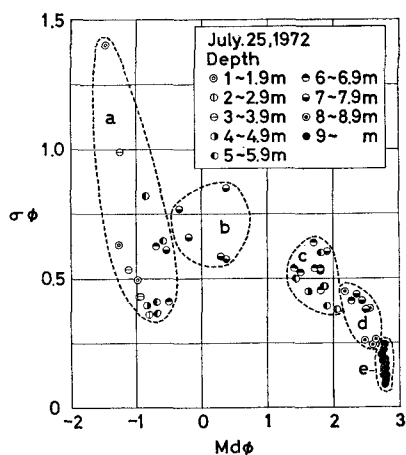
以上、各領域の底質の特性について、海浜地形との関連のもとに検討してきたが、その結果それぞれの水深に応じた底質特性がみられる傾向は明らかでありとくに外浜領域においてはその弧状砂州地形に応じた底質特性の変化が明らかに現われていることが見出された。これらの一般的な傾向を各領域にわたる底質の Md_ϕ と σ_ϕ および α_ϕ との関係で示したものが図-11 である。図中、



(a)



(b)



(c)

図-11 外浜および沖浜底質の Md_ϕ と σ_ϕ および α_ϕ との関係

記号 a, b, c, d および e はそれぞれ同図の上部に示し
る。
たような海浜の各位置に対応している。

5. 結 語

以上、著者らは、大潟海岸において、海浜地形との関連を考慮して底質分布特性の検討を行った。その結果、海浜の各領域を特徴づける底質の特性やその地形に対応した底質特性の分布を明らかにすることができた。ただ、この調査は詳細に実施されたものであるけれども、試料の採取方法や調査地域が限られていることなどの問題が残されているので、これらの点に留意した調査・研究を進めることが今後の課題であるといえよう。

最後に、本研究を行うにあたってご協力をいただいた京都大学防災研究所海岸災害防止部門の諸氏および同大潟波浪観測所の内山清枝官に謝意を表明する次第であ

参 考 文 献

- 1) Shirai, T. and Y. Tsuchiya: Characteristics of beach configuration of Ogata coast, Coastal Engineering in Japan, Vol. 17, pp. 141~154, 1974.
- 2) 新潟古砂丘グループ: 日本海側の古砂丘について, 第四紀研究, 6, (1), pp. 19~28, 1967.
- 3) 長谷川正・小林忠夫: 新潟県下の砂丘と平野の形成について, 日本地質学会第79回学術大会 シンポジウム「海岸平野」資料集, pp. 223~227, 1969.
- 4) Inman, D. L.: Measures for describing the size distribution of sediments, Jour. Sedimentary Petrology, Vol. 22, pp. 125~145, 1952.
- 5) Inman, D. L.: Areal and seasonal variations in beach and nearshore sediments at La Jolla, California, Tech. Memo., Beach Erosion Board, No. 39, 1953.
- 6) 玉井佐一: 海岸カスプの形成機構に関する研究, 第22回海岸工学講演会論文集, pp. 135~139, 1975.