

大潟海岸における海岸変形の特徴について (1)

——主として季節変化について——

白 井 亨・土 屋 義 人

ON THE BEACH PROCESSES AT OGATA COAST (1)

——On the Seasonal Change of Beach Profiles——

By Toru SHIRAI and Yoshito TSUCHIYA

Synopsis

The Ogata coast facing Japan Sea is a sandy beach and there is the Ogata Wave Observatory, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University. Beach profiles along an observation pier 250 m long from the shore line have been measured from October, 1969 to the present once a week. This paper deals with the seasonal change of beach profile and characteristics of bottom sediments. It was found that there is a seasonal change of the beach profile at the coast especially the shape and location of longshore bar. Some considerations on the change of characteristic of bottom sediments with the change of beach profile are briefly made.

1. 緒 言

海岸における底質の移動現象の結果生ずる海浜の変形特性を数量的に明らかにすることは、現象がきわめて複雑であるので困難な問題の1つである。従来これに関する調査研究は多くなされてきたが、多くは深淺測量をもとにしたものであり、この方法は有効であるにしても一般に技術的や精度的に制約をうけるものである。そこで、全天候時に高い確度で、しかも連続的にどのような海浜変形をするかを知るための試みがいくつかなされてきたが、その1つに棧橋を用いる方法がある。大潟海岸には、石油、天然ガス採掘のため設けられた棧橋があり、これを用いて汀線より沖約 300 m までの海底地形を詳細に測定することができる。海浜変形の実態とその機構を解明するためには、来襲波浪の特性に対応する変動を詳細に調査する必要があるが、著者らはこの棧橋を用いて海底地形の変化とこれに関連する諸観測や調査をすでに1年半にわたり行ってきたが、そのうち 1969 年秋期より 1970 年冬期にかけての資料について検討を行なった結果、この海岸における海底地形の季節変化の特性についていくつかの知見を得たので報告したい。

2. 大潟海岸の地理的条件

調査地点は、Fig. 1 に示すように直江津市の南西の夫婦岩から柿崎町北東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 25 km の一連の砂浜のほぼ中間に位置している。

調査地点付近の砂浜の幅はほぼ 50~100 m で、その海側の勾配はおおむね 1/10 程度である。大きな波浪が来襲するときは、砂浜に波がそ上し、随所に波によって背後地の砂丘がけずられがけとなっているところがみられる。汀線より沖側では、岸より約 300 m までの間に沿岸砂州がみられるが、その規模はあまり大きなものではなく、また年によって大きな変化もみられない。さらに沖の沿岸では等深線は海岸線にほぼ平行である。調査地点付近の浜はおおむね細礫および粗粒砂からなり、沿岸の底質は岸より礫、粗粒砂、中粒砂、

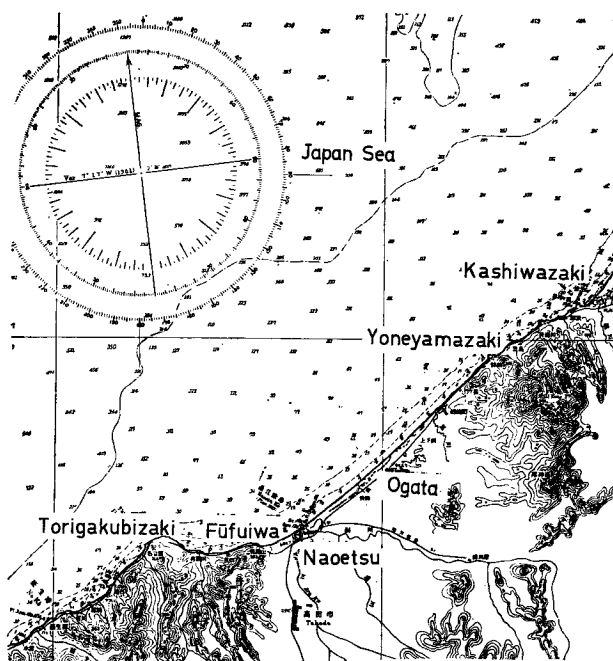


Fig. 1 Location of observation site at Ogata coast.

細粒砂と漸移する。この一連の砂浜沖には岩石の露出はみられず、石油井掘さくの資料ではかなりの厚さに堆積物が堆積しているとのことである。

この海岸に対する堆積物の供給源として考えられるのは河川、隣接海岸、海浜の背後地である。河川としては直江津港近くにそそぐ一連の河川が主たるものである。これらのものが現在供給源としていかにどの役割をはたしているかは十分検討していないが、関川については著者らの報告がある。隣接海岸についてもいまだ検討していない。背後地からの供給については背後の砂丘が大きな波浪によりけずられがけとなっているのがみられ、また出水のさいに背後の砂丘から雨裂をつたってかなりの量の土砂が砂浜へ流出しているところが見られる。これらからの堆積物の供給がはたす役割についての数量的な検討はいまだ試みられていない。

3. 地形変化の調査

3.1 調査の方法

1) 海底の断面形 Fig. 2 に示すように、新潟県中頸城郡大潟町四ッ屋浜海岸に汀線にほぼ直角に設けられた帝国石油株式会社の全長約 300 m、うち海上部分約 260 m の棧橋の床上からハンドレッドを用いて海底までの距離を求め、別に精測した棧橋断面形を用いて作図することによって、棧橋にそって海底断面形を求めた。この方法によれば、船上より水深を求めて断面図を作るのに比べて、測位誤差もなく測深誤差も非常に小さいものとすることができ、しかも全天候時に連続的に断面を測定することができる。測定は、おおむね 2 m 間隔に毎週行ない、その前日あるいは翌日に隔週に行なった底質採取前の測定は、おおむね 15 m 間隔で行なった。さらに、海象に応じて適宜測定回数を増した。この方法で問題となるのは、断面形を一測線しか得られないことであるが、波浪来襲時に海上より測量することは全く不可能であり、また井島らが開発した発射管式測深機によるとしても、任意の回数を随時実施することはかなり困難であろうと考えるので、限られた資料といえども海浜変形の実態の究明に大いに役立つものと思われる。このようにして得られた結

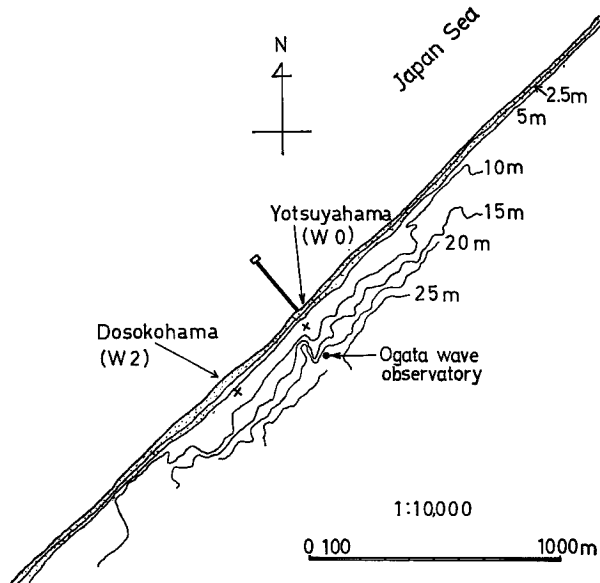


Fig. 2 Location of observation pier and observation sites.

果のうち、本報では1969年10月末から1970年12月末までの資料について重要と思われるものをえらんで海底地形の変化を考察する。断面図における基準の海底水面は便宜的に1969年9月11日午前10時ごろのものを用いたが、後述するFig. 3にみられるように、1970年9月9, 16日、10月5日の各日の海水面を測定時刻とともに参考までに併せて記入した。なお、調査地点の潮位差の正確な値は不明だが、約0.3m程度と思われる。

2) 底質採取 第1人工島の棧橋床上より直径9cm位の空缶を利用した小型パイプドレッヂを等深線にそってひくことによって、底質を採取した。したがって得られた底質は、海底表層約5cm以内のものと思われる。汀線近くの礫は直接あるいはより大型のパイプドレッヂを用いて採取した。この採取は隔週に行ない、さらに海象に応じて随時実施した。こうして得られた試料は篩を用いて粒度分析し、その結果はInman¹⁾にしたがって整理して底質特性の諸数値を求めた。全資料についてはなお解析中であるので、ここではその一部をもとにして考察したい。

3) 波浪の観測調査 大潟海岸に来襲する波浪は、大潟波浪観測所のほか直江津港において観測されている。しかし、前述した観測期間のわたっては、当観測所では記録がとれていないので、ここではこれらの波浪特性の相関に基づいて、直江津港の波浪特性を用いることにした。

3.2 調査の結果

前述した方法によって、1969年10月より1970年12月までの上記棧橋に沿う海底断面図のうち、その代表的なものを示すとFig. 3のとおりである。ここに示した各断面図のほかにも、多くの測量結果を得ているが、海底地形の季節変化の考察においては、各断面の間の期間にはあまり大きな地形変化は認められなかったので省略した。底質特性については、現在採取された資料を分析し、その特性の変化について検討中であるので、ここではその一部の結果を示す。Fig. 4は調査期間の代表的な時期におけるPhi-scaleであらわした底質の中央値 M_{dp} の変化を示したものである。また、Fig. 5は採取された底質の粒度分布の数例を示したものである。

一方、この調査期間に来襲した波浪の特性は、前述したように、直江津港の資料を用いたが、直江津港と大潟海岸との有義波の相関は、大体有義波高 $H_{1/3}$ について $(H_{1/3})_{\text{Naetsu}} \approx (H_{1/3})_{\text{Ogata}}$ であり、また有

義波周期 $T_{1/3}$ について $(T_{1/3})_{\text{Naoetsu}} \approx (T_{1/3})_{\text{Ogata}}$ であらわされる²⁾。詳細については、季節風の規模やその他の条件によって変わることはいうまでもないが、近似的にはこれらの関係を用いて、直江津港の波浪特性から大潟海岸のそれを推定してもよいであろう。Fig. 6 は直江津港における波浪資料を用いて、沖波エネルギーフラックス EC_0 と波形勾配 H_0/L_0 を原則的に毎日 12 回の観測記録の 10 日間の平均値をもつて示したものである。ただし、波形勾配の平均値については、波のないときのものは計算に入れないようにしたが、エネルギーフラックスの方では考慮した。したがって、大潟海岸における波浪特性としては、前述した関係を用いてこの結果から換算する必要があるが、ここでは簡単のためにこのままで海底地形の変化と対応づけしようと思う。

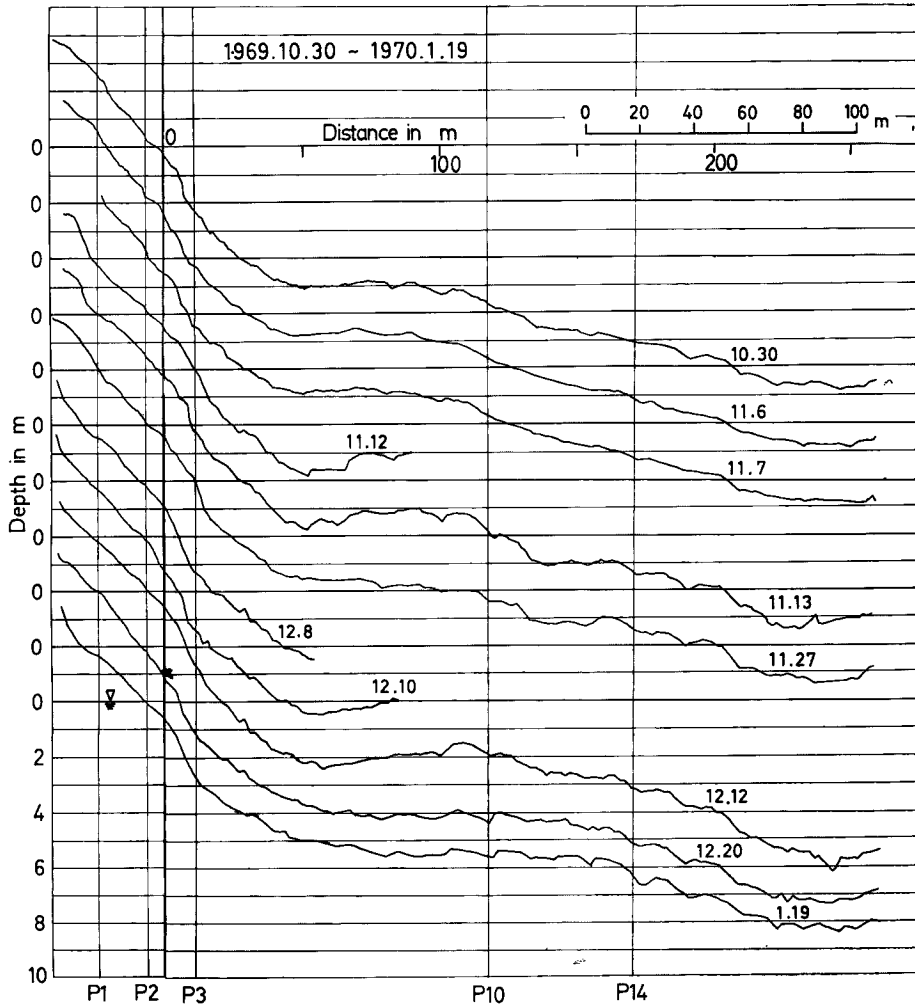


Fig. 3 (a) Beach profiles observed using observation pier.

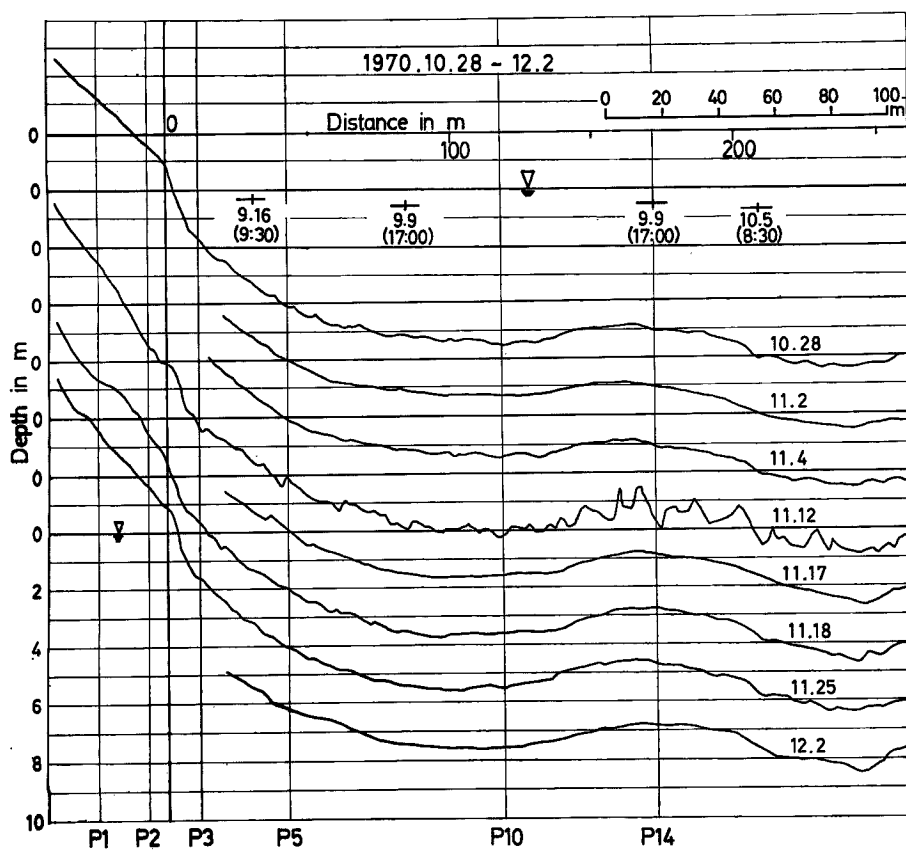


Fig. 3 (b) Beach profiles observed using observation pier.

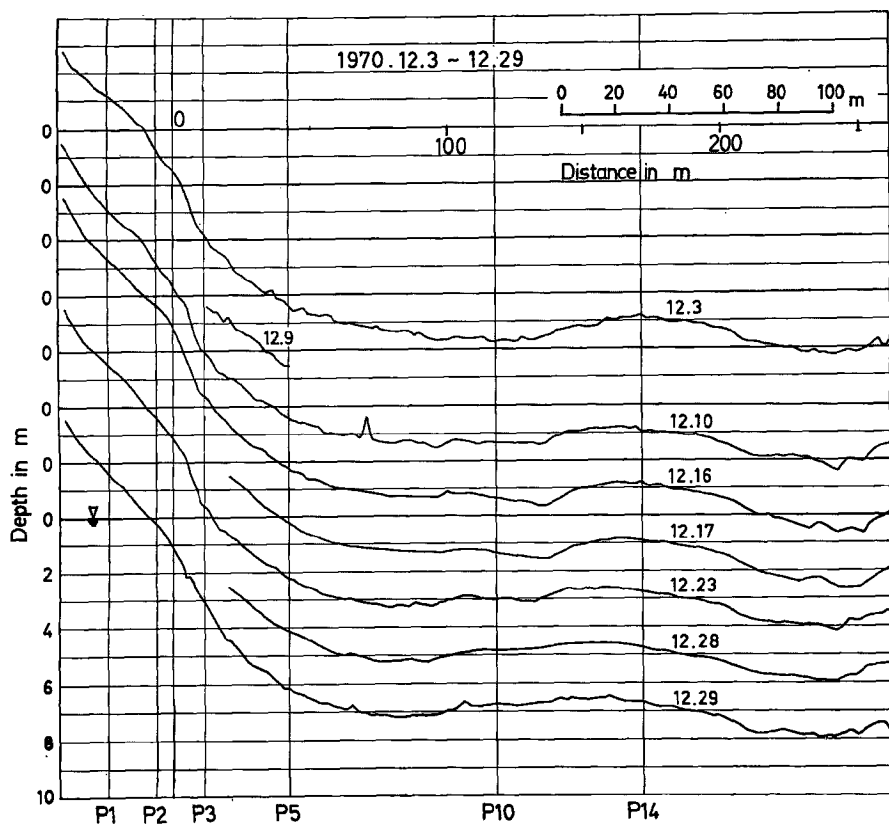


Fig. 3 (c) Beach Profiles observed using observation pier.

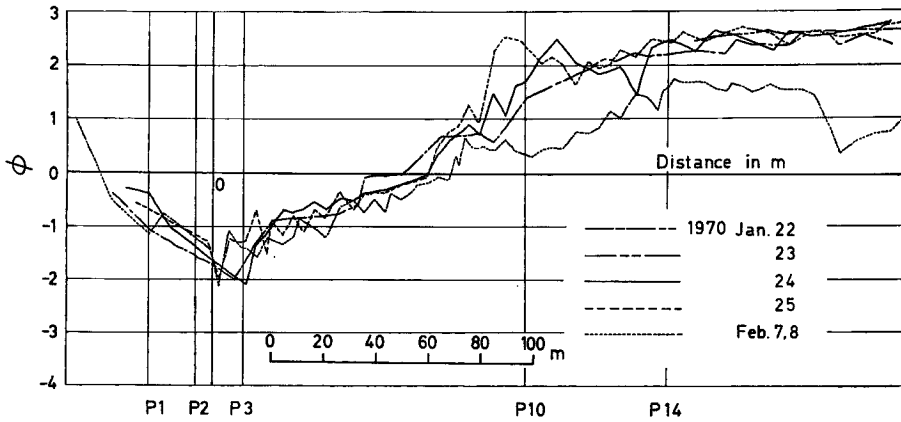


Fig. 4 Changes of medium diameter in Phi-scale with distance during observation.

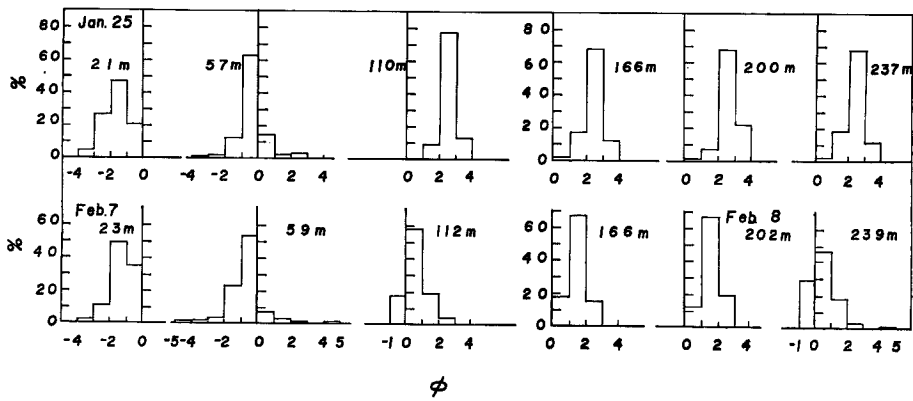


Fig. 5 Some examples of frequency distribution of bottom sediments.

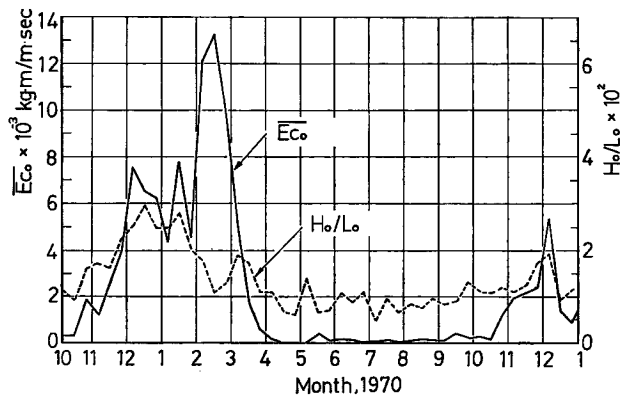


Fig. 6 Changes of energy flux of deep water waves at Naoetsu Harbour with time.

4. 海岸地形の特性とその季節変化

4.1 地形変化の一般的特性

前述した 14 カ月間における海底地形の一般的特性として、つぎの事実を見出すことができる。まず、1969 年 10 月末より 1970 年 1 月末までの断面は、汀線より約 50~100 m 付近はきわめて緩勾配の部分をもつステップ状をなし、1970 年 2 月から 3 月にかけてその部分の幅が拡大されながら沖方向へ前進した。これと同時にこのステップ部分は小規模の bar として発達するようであり、3 月下旬から 4, 5 月ころにかけて明らかな砂州としてみとめられるようになり、安定してきた。4 月から 9 月にかけては、この砂州の変形はわずかであるが、それでもつぎのような傾向を見出すことができる。すなわち、4 月から 9 月にかけて砂州の形が次第に強調され、8 月から 9 月ころもっとも発達した形をとる。10 月は若干高さを減じ、11 月から 12 月にかけて再び発達してくるが、その形はむしろ不安定でときに発達し、ときには不明瞭となる。さらに、12 月下旬には、砂州というよりはステップに近い形となるようにみうけられる。

海底地形の変形量は、一般に冬期に著しいが、とくに 1969 年 11 月より 1970 年 2 月にかけては、Fig. 6 からも明かなように、昭 45.1 低気圧が来襲したためかきわめて大きく、この間の変形はステップ状を保ったまま進行し、それが大体一週間以内で変化している。1970 年の夏期には、小型の台風が日本海の沖を通過したが、Fig. 6 にもほとんどあらわれないほど、その影響はさほど大きくなかった。また、11 月から 1 月にかけては、海底地形の変動が著しく、これは当然のことながら来襲波浪によるものであって、この観測期間でも冬期季節風時に集中していることがわかる。しかし、この著しい地形の変動も一週間以内で大体回復してしまうようである。

4.2 海岸地形の季節変化

以上述べたような海底地形の変化から、この海岸の季節変化をあらわすことを考えよう。まず、Fig. 7 に示すように、前述した汀線付近に形成される小規模な砂州について、その特性値としてつぎの諸量を定義しよう。 h_B : 砂州頂部の水深、 η : Fig. 7 に示すように砂州の汀線側と沖側との勾配の一樣部分を結んだ線の中点よりの砂州の高さ、 l : 砂州の幅、 h_p : 棧橋先端の水深および x_B : 砂州の頂部までの汀線からの距離をあらわすが、汀線は平均の位置を基準とする。

Fig. 8 は以上の定義に基づいて Fig. 3 に示した結果から、原則的に月 4 回の測量結果の平均値として、これらの諸量を算出し、砂州頂部の水深、砂州の高さおよび棧橋先端の水深の季節変化を示したものである。これから明かなように、砂州頂部の水深にはわずかながら季節変化が現われているが、棧橋先端の水深ではほとんどわからない。これに対して前述したような定義による砂州の高さ η には、かなり明瞭な季節変化を見出すことができ、その変動量は 1 m にも及ぶことがわかる。

Fig. 9 は砂州頂部の位置を汀線からの距離の変化としてあらわしたものである。これからわかるように、砂州頂部の位置は 1969 年 10 月より次第に沖方向へ移動しているようであるが、ある程度季節変化があるように思われる。そして、冬期季節風時の波浪の高いときほど、この砂州は汀線近くに発達し、反対に夏期には沖方向へ移動することがわかる。Fig. 10 は砂州の形状と砂州頂部の水深と砂州の長さとの比いかえれば砂州付近の平均の海底勾配の季節変化をあらわしたものである。これからわかることは、平均勾配の方

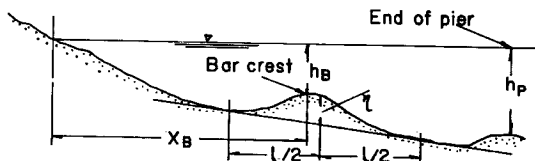


Fig. 7 Schema of beach profile and definition of characterized length of longshore bar.

は季節変化よりも、順次増大している傾向が見出されそうであるが、砂州の形状はかなり明らかな季節変化を示す。以上の特性は、Fig. 3 に示した波浪のエネルギーフラックスや波形勾配の季節変化とかなりよく対応していると考えらるべきであるが、日本海に面したこの海岸では、夏期に台風が通過して波形勾配の小さなうねりが来襲するひん度があまり大きくないので、予想したほど明確な季節変化³⁾は見出されない。いまま少し長期にわたる調査と行なう必要があるのかも知れない。

つぎに、同様な季節変化が海浜においてもみられるかどうかを調べるために、四ッ屋浜とこれに続く土底浜において調査した結果に基づいて、汀線から陸側への距離を 13 m および 35 m の 2 断面における海面か

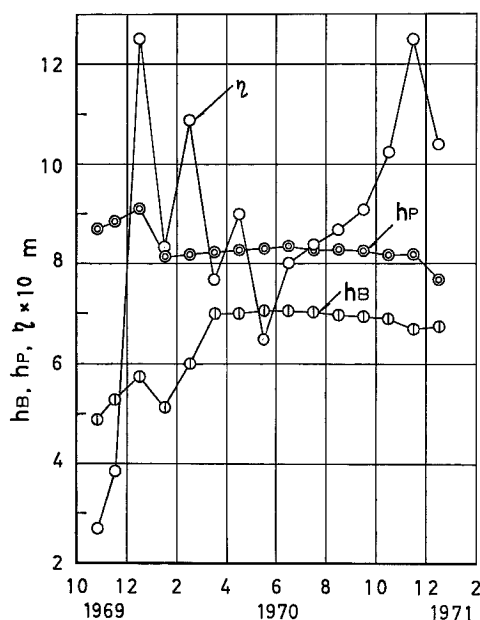


Fig. 8 Seasonal changes of water depths at bar crest and end of pair and bar crest height.

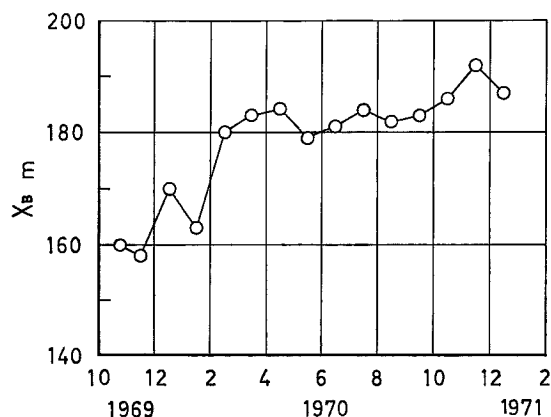


Fig. 9 Seasonal change of location of longshore bar.

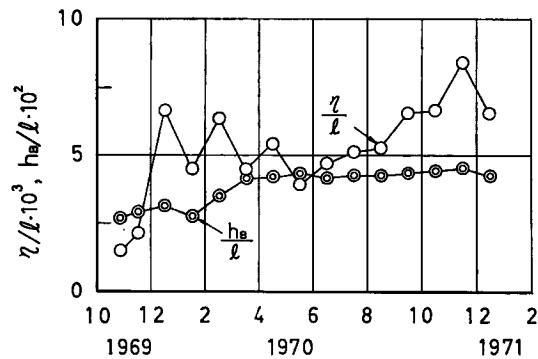


Fig. 10 Seasonal changes of shape of longshore bar and ratio of water depth at bar crest to bar length.

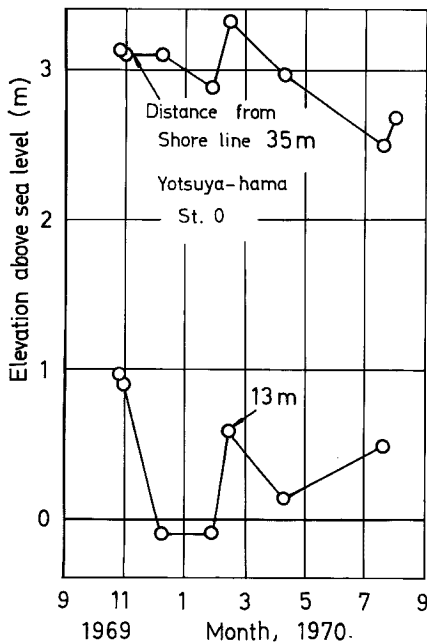


Fig. 11 Changes of elevation of beach at Yotsuya-hama.

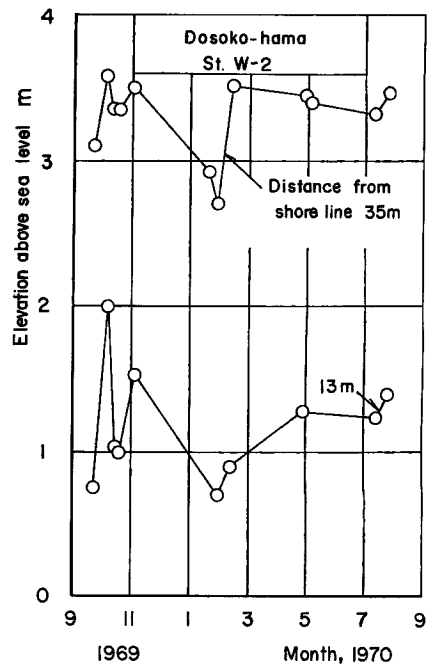


Fig. 12 Changes of elevation of beach at Dosoko-hama.

らの高さの変化としてあらわしたものを、それぞれ **Figs. 11** および **12** に示す。ここに示した四ッ屋浜は **Fig. 2** に示されているように第1人工島棧橋付近であり、土底浜はこれより西方に約3km離れたところであって、いずれも大渦海岸に属するものである。これらの結果から明らかなように、海浜での季節変化は必ずしも明確ではないが、季節風時に浜の高さが減じ、夏期においてわずかながら上昇する傾向があることがわかり、海浜の侵食と堆積の過程をある程度示しているといえよう。このような変形と同時に、この大渦海岸にはいわゆる cusp が形成され、その規模や位置も季節的にまた来襲波浪に応じて変化することがわかりつつあるが、詳細については次報において発表したいと考えている。

5. 結 語

以上、大潟海岸における海岸変形を調べる第1歩として、第1人工島棧橋を利用して1969年10月より実施してきた海底地形の測定の結果と底質特性についての調査資料とに基づいて、主として海浜の季節変化について考察した結果を述べた。通常よくいわれる海岸地形の季節変化の存在を明確には確かめえたとはいえないが、沿岸砂州の消長においていちおう明らかにすることができた。むしろ、このように海底地形の季節変化が明瞭でないのが、日本海に面した砂浜海岸の特徴かどうかは今後さらに調査を進めるとともに、新潟海岸などの資料を解析して検討してみたいと考えている。また、海岸地形の変化にともなう底質特性の変化については、さらに詳細な資料の整理を行なって、次報に発表するつもりである。

最後にこの研究における現地調査の実施と図面の作成にあたり熱心に協力していただいた大潟波浪観測所の内山清枝官の労に謝するとともに、本文をとりまとめるにあたって、計算や図面のトレースなどに全面的に協力していただいた芝野照夫助手をはじめ大学院学生河田恵昭、吉岡茂および岡村隆の諸君に謝意を表明する。

参 考 文 献

- 1) Inman, D. L.: Measures for Describing the Size Distribution of Sedimentt, Jour. Sed. Pterol., Vol. 22, 1952, pp. 125-145.
- 2) 土屋義人・白井 亨・中村重久・山口正隆・芝野照夫・河田恵昭・吉岡 茂：大潟海岸における海岸変形に関する観測(1)，京都大学防災研究所年報，第14号B，昭46. 4，pp. 465-485.
- 3) Johnson, J. W.: Seasonal Bottom Change, Bolinas Bay, California, Abstracts of Papers from the 12 th Coastal Eng. Conf., 1970, pp. 391-394.