

# 上下浜海岸における海浜底質の粒度組成 —— ビーチカスプの性質と粒度組成の相関関係 ——

内山 清

## 要旨

上下浜海岸で、自然の節理にそって動作する、海浜底質の粒度組成を考察した。2001年8月6日と2002年8月31日に、南西から北東へ向って、汀線に沿って、200m沖の深淺測量による海底地形と大カスプの、互いに対応して、対になって移動することが実証できた。海浜底質の粒度組成の考察にさいし、ビーチカスプの大カスプと小カスプの相関関係、また、ビーチカスプと海岸砂丘砂との相関関係も検討した。

キーワード：突出部，湾入部，大カスプ，小カスプ，近似計算，海岸砂丘砂

## 1. 緒言

大潟海岸の中央部に位置している、京大、観測用栈橋より北東へ約2.5km付近に、柿崎町上下浜海岸がある (Fig.1)。近年、栈橋近傍では海岸浸食が顕著で、海浜が消滅してしまった。直江津港防波堤の延伸による漂砂系の分断と関川からの土砂の遮断により、海岸の形成には、海岸砂丘砂が多分に寄与している。わずかながら、柿崎川からの流出土砂が海岸形成に漂砂系として寄与しているものと思われる。そこで、今回は、まだ自然の節理から逸脱していない、上下浜海岸の海浜を、地形と粒度組成の方向から説明することにする。とくに、自然のバランスを保ちながら、動作するビーチカスプは、海底地形、海底底質を変化させること大である。よって、海浜における、ビーチカスプの地形、粒度組成を説明することが、海岸浸食の原因説明に資するものである。

## 2. 海浜におけるビーチカスプの地形

ビーチカスプには、大カスプと小カスプの2種類がある。いずれも、すべてのファクターにおいて、自

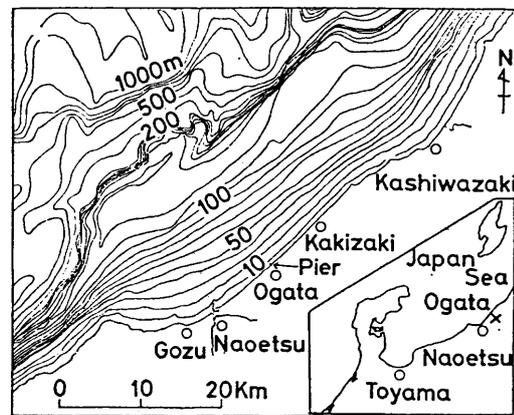


Fig.1 Positional topography of Ogata's coast.

然のバランスがとれているがゆえに形成されるものである。大カスプは汀線の出入りのことを言い、その部分のことをそれぞれ突出部、湾入部と言う。小カスプは、汀線から陸側へ7~10m位と、25~30m位のところに、それぞれ列をなして、汀線に平行に形成される。汀線から陸側へ7~10m位のところは、前浜であり、一段目の小カスプと言い、汀線から陸側へ25~30m位のところは、後浜であり、二段目の小

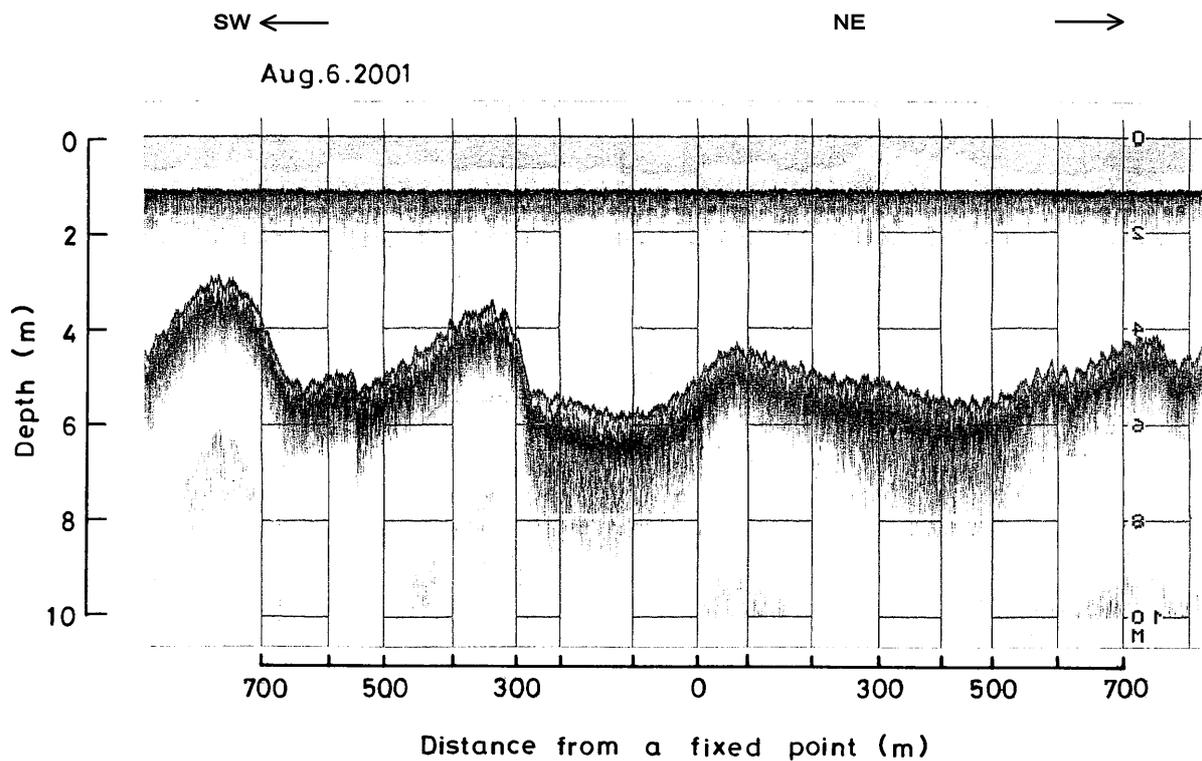


Fig.2 Bottom profile, from south west to north east, 200m offshore along the shoreline, on Aug.6.2001.

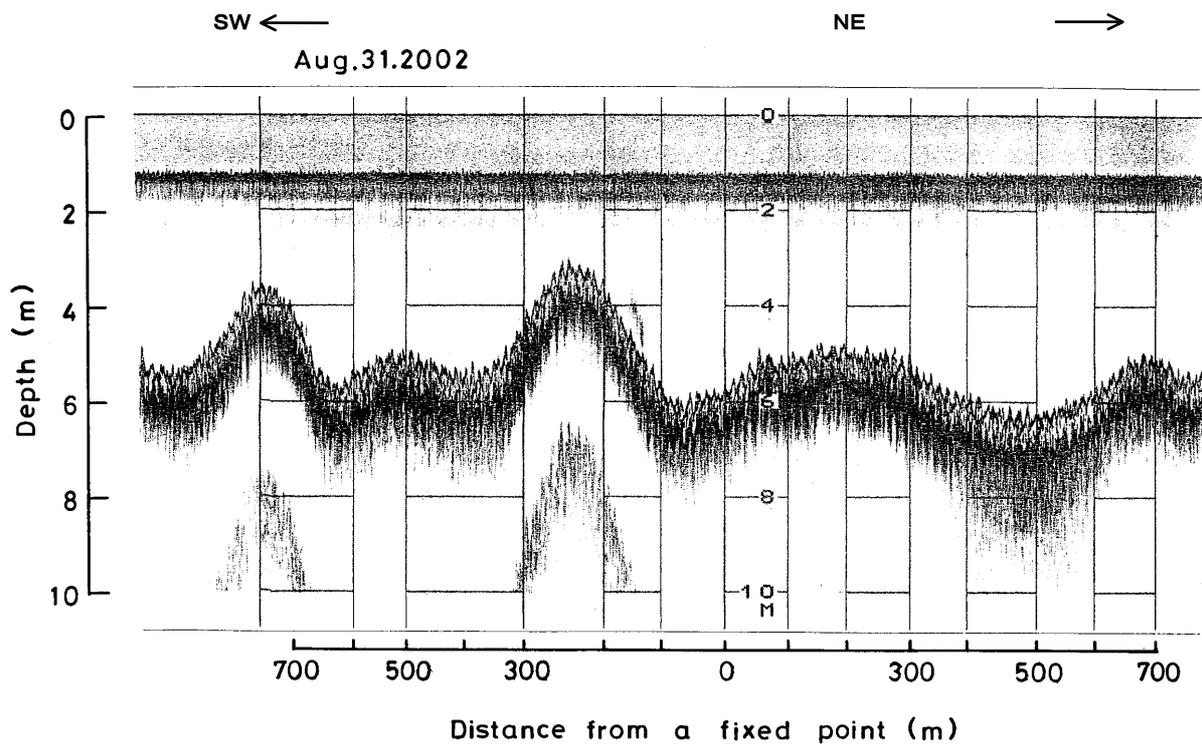


Fig.3 Bottom profile, from south west to north east, 200m offshore along the shoreline, on Aug.31.2002.

カスプと言う。また、海浜の幅が長いと多段出現することになる。一段目、二段目それぞれ、山と谷が交互に、一列に並んで形成され、リズムに感じられる。

### 2.1 大カスプ

大カスプの波長は、400~500m位で、リズムに出入りを繰り返して出現する。大カスプの突出部は弧状沿岸砂州の接合部に、湾入部は弧状沿岸砂州

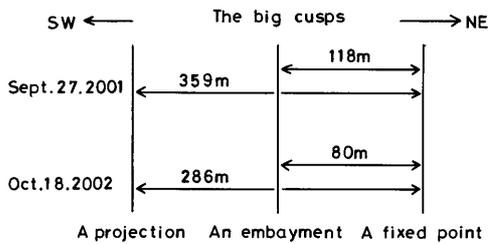


Fig.4 Moving topography of the big cusps.

の中心部にそれぞれ対応し、対をなして移動するものと考えられる。2001年9月27日から2002年10月18日までの突出部と湾入部の移動距離は、上下浜海岸でそれぞれ、73mと38mで、北東へ移動していることがわかる (Fig.4)。(Fig.2), (Fig.3) は、2001年8月6日、2002年8月31に、上下浜海岸において、汀線から沖へ約200mのところを南西から北東の方向へ、汀線に沿って深浅測量を行ったときの海底地形図である。

(Fig.2), (Fig.3), (Fig.4) の図で、0 は定点を示し、3つの図での定点とも同似である。これら (Fig.2), (Fig.3) で、0 を中心に南西と北東へそれぞれ700mの海底地形図が示されている。不規則であるが、山と谷が交互に出現しているのがわかる。この山が弧状沿岸砂州接合部のBarにあたり、谷が弧状沿岸砂州中心部のTroughに相当する。これらの海底地形図で、山が大カスプの突出部に、谷が大カスプの湾入部にそれぞれ対応して、対をなして移動することがわかった。(Fig.4), (Fig.2), (Fig.3) において、定点0より南西側へ、大カスプの湾入部、突出部あるいは、谷と山が出現しているが、これらの図に示すように、大カスプの湾入部と海底地形の谷の部分、大カスプの突出部と海底地形の山の部分がそれぞれ一致対応して、対をなして移動していることがわかるとともに、実証することになった。上述のこれらの現象は、強烈な北西からの冬期季節風とそれによる波浪と流れにより、また、南西からの卓越した沿岸流により海底地形の変異より先行して大カスプの突出部に海底からの砂・礫の堆積があり、移動するのではないか。この後、順次、大カスプの湾入部の形成、そして、海底地形というような順序で行くようだ。(Fig.4)のように、大カスプの突出部の移動距離が長く、湾入部の移動距離は短い。海浜底質と海底底質の相関関係については、簡単に下述するが、次回に詳細に考察する課題である。大カスプの突出部に堆積の作用、湾入部には流出の作用があり、いわゆる、砂・礫の海への収支は、大カスプを介して行われることがわかる。つぎに、それぞれの汀線から前浜、後浜までの海浜断面型をみると (Fig.5), (Fig.6), (Fig.7), (Fig.8), 突出部は、海浜の幅が長く、前浜において

やや傾斜が急なように思える。湾入部は、海浜の幅が短く、一様に傾斜している。両者ともだいたい、平均して $4^{\circ}$  ~  $7^{\circ}$  の傾斜角度を保つことから、大、小カスプの形成の要因に合致していると思われる。

## 2.2 小カスプ

海浜の幅が長い場合は、数段の出現となるが、大体は二段までの出現が多い。一段目の小カスプは、汀線から約7~10mの陸側に出現し、二段目の小カスプは、汀線から約25~30mの陸側に出現することが多い。波長は、一段目が約15~20m、二段目が約35~50mであって、一段目と二段目の山と山が並ぶことは決してない。必ず、一段目の山の直後に“くぼみ”があり、大きな礫が堆積している。また、一段目の山の後方には、必ず二段目の谷が現れる、という具合に、二段目小カスプの1スパンに、一段目の山が2つおさまっているのが常である。大カスプとの相関関係をみると、大カスプの突出部で、小カスプの一、二段目の波長は短く、湾入部で、一、二段目の波長は長い傾向を示している (Fig.9), (Fig.10)。これは、大カスプの突出部、湾入部の汀線のあらゆる点の微分係数に対して直角に、海岸線に対して微妙な角度をもって波が進入、遡上して流路をつくり、後浜の基部に形成している海岸砂丘砂を削り、一部分が浸透して、残りの水が流路を戻すものと思われる。この流路が小カスプの谷であり、その間の部分が山となる、小カスプが出現するのである。上述のことが、小カスプの出現の成因であり、大カスプと小カスプの波長の相関関係の要因ではなかろうか。

## 3. 海浜底質の粒度組成

### (ビーチカスプにおける粒度組成)

### 3.1 海浜底質採取と粒度分析

試料は、大カスプの突出部と湾入部の汀線から後浜まで5m間隔で、一定量採取のものをを用いる。また、2001年9月25日と2002年10月18日に採取した試料で、冬期季節風や冬期波浪の発生する前の時点の試料とする。つまり、北東からの沿岸流の顕著な時点であることを条件とする。

一方、小カスプにおける試料は、一、二段目の山の頂上と、山と山の間時点で、一定量採取のものをを用いる。これらは、2000年4月14日に採取した試料で、冬期季節風や冬期波浪の影響をうけた後の試料とする。つまり、二段目の小カスプは、冬期季節風、冬期波浪によって形成されるからであって、この条件が最適である。

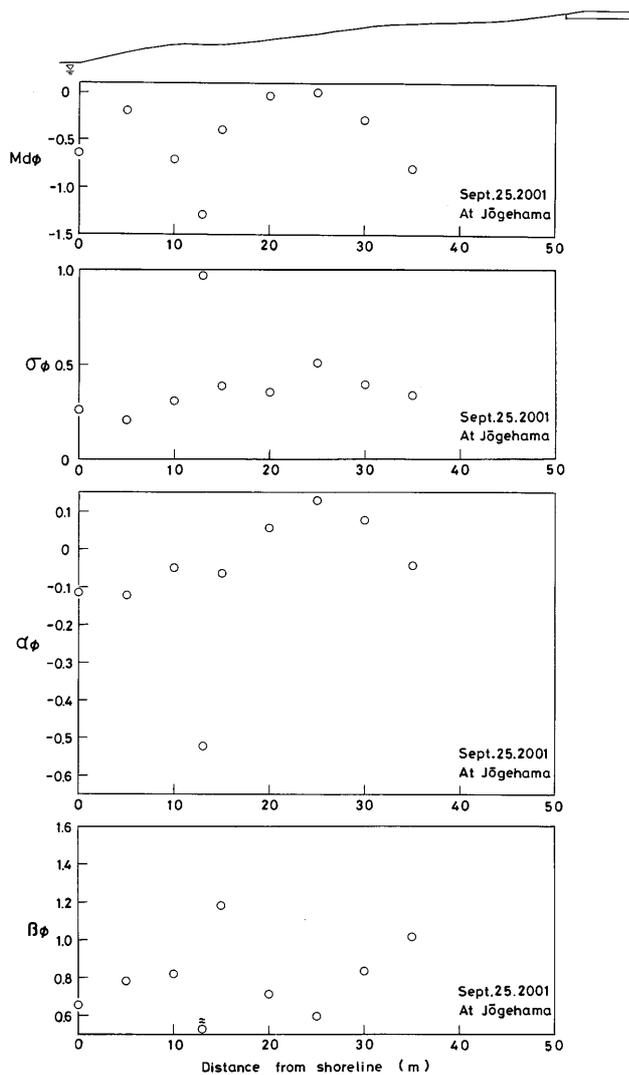


Fig.5 At a projection

上述の条件のもとで、一定量採取した試料を自然乾燥し、均質に処理して、 $1/4\phi$  間隔で標準フルイを用いて慎重にかつ、精度の高い粒度分析を行った。また、以下において、すべて、ウェントワースの粒径区分に従って表現する。

### 3.2 近似計算によるパラメータ ( $Md\phi$ , $\sigma\phi$ , $\alpha\phi$ , $\beta\phi$ )

#### (1) 大カスプにおける海浜底質の粒度組成

(汀線→前浜→後浜)

##### (a) 中央粒径 $Md\phi$

2001年9月25日と2002年10月18日の突出部において (Fig.5), (Fig.7), 汀線から後浜まで、大部分が  $-1.0 \sim 0\phi$  の値を示し、極粗砂で組成している。前者の、汀線から陸側へ13mの地点と後者の汀線、汀線から陸側へ20m, 22mの地点が  $-1.5 \sim -1.0\phi$  の値で、小礫によって組成されている。これらは、一段の小カスプの山の頂上の直裏の“くぼんだ所”にあたり、

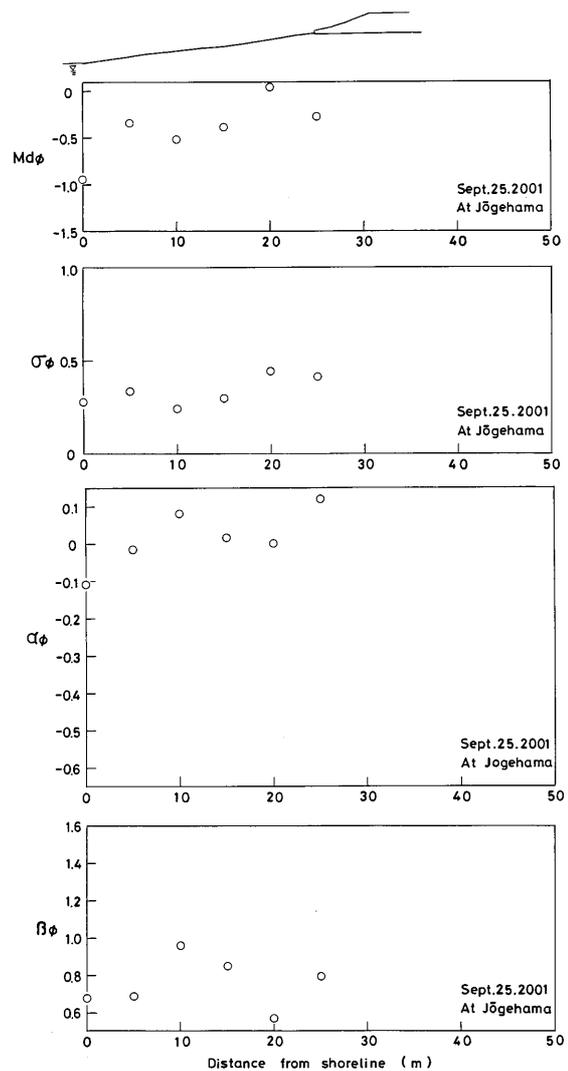


Fig.6 At an embayment

汀線付近の礫が波に“巻き上げられる”型で (汀線は除く)、これらの地点に堆積したものと思われる。また、両者とも後浜の基部に向かって微妙に粗粒化の傾向に思える。これは、多分海岸砂丘砂が流出し、分級作用をうけて粗粒成分のみが滞留していると思う。

湾入部において (Fig.6), (Fig.8), 両者とも全体が  $-1.0 \sim 0\phi$  の値で、極粗砂で組成している。大部分の極粗砂以外の砂・礫が海へ流出後に残って滞留している砂ではないだろうか。

##### (b) 標準偏差 $\sigma\phi$

2001年9月25日と2002年10月18日の突出部において (Fig.5), (Fig.7), 両者とも、汀線から陸側へ5mの地点で極小値を示す。波によって“巻き上げられた”礫が堆積した地点の、汀線から陸側へ13m (前者) と汀線から陸側へ20m, 22m (後者) で極大値を示している。大体、平均して淘汰はよいが、後者では

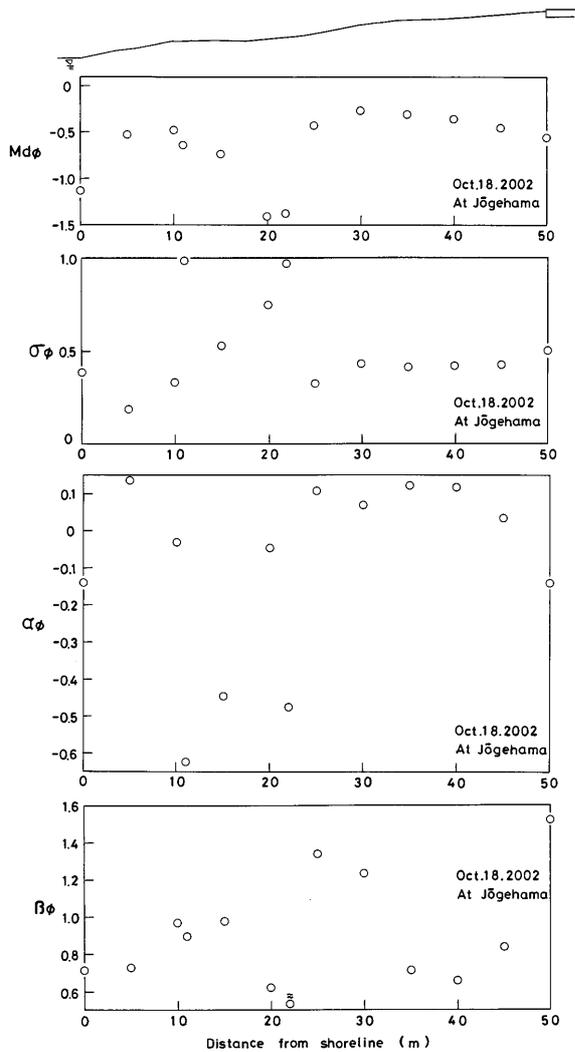


Fig.7 At a projection

変化が大きい。一般に、汀線から陸側へ5mの地点で、分級作用が最も顕著であることがわかる。

湾入部において (Fig.6), (Fig.8), 前者は平均した値をとるが、後者は変化が激しい。突出部と同様に、汀線から陸側へ5mの地点で分級作用が最も顕著である。後者において、値の変化が大きいのは、試料採取の時期が10月ということで、2, 3回の大きな波浪が来襲して、砂・礫の収支があったのではないかと思う。

#### (c) 歪度 $\alpha\phi$

2001年9月25日と2002年10月18日の突出部において (Fig.5), (Fig.7), 両者とも、大部分が0近傍か、正側にシフトしている。礫の堆積があった地点 (上述) のみ、負の値で、極小値をとる。

湾入部において (Fig.6), (Fig.8), 前者は大部分が正にシフトしている。後者は、値の変化が大きく、大部分が負にシフトしている。

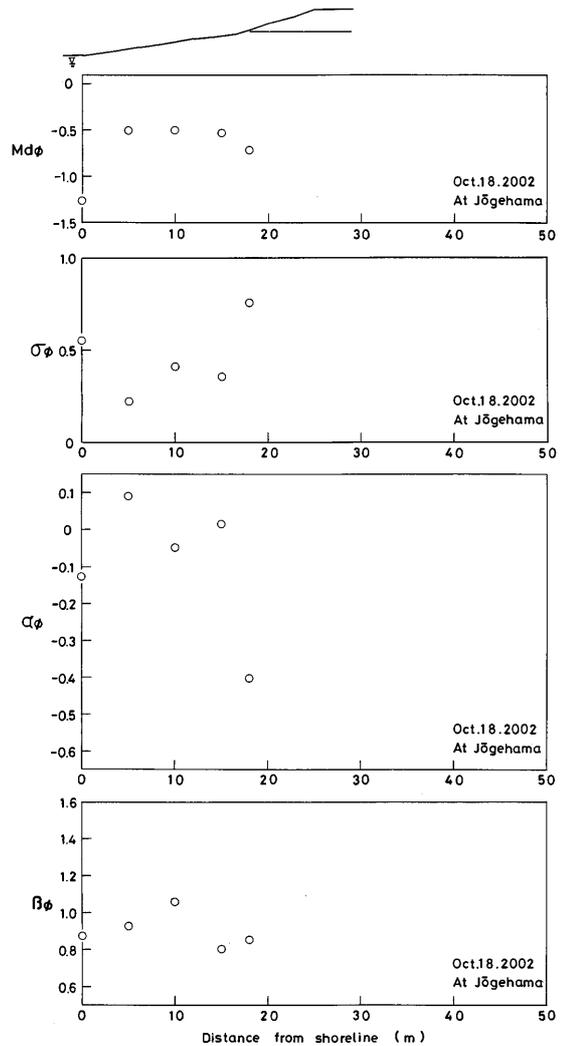


Fig.8 At an embayment

Fig.5~Fig.8 Landward distributions of the grain size characteristics of the beach sediment, and the bottom profile of the beach, from shoreline to backshore.

#### (d) 尖度 $\beta\phi$

2001年9月25日と2002年10月18日の突出部において (Fig.5), (Fig.7), 両者とも、礫が堆積した地点 (上述) で極小値を示し、値の変化の幅が大きい。

湾入部において (Fig.6), (Fig.8), 同様、小幅な変化で推移している。

#### (e) $Md\phi$ と $\sigma\phi$ , $\alpha\phi$ の相関関係

$Md\phi$  と  $\sigma\phi$ ,  $\alpha\phi$  の相関関係を明瞭とするために、海岸砂丘砂を9点加えた (Fig.11)。海岸砂丘砂は、海浜の後浜の基部に形成され、堆積している砂である。 $Md\phi - \sigma\phi$  において、例外を除けば、 $Md\phi$  の値が大きくなると、 $\sigma\phi$  の値が大きくなる。つまり、正の相関関係を示す。 $Md\phi - \alpha\phi$  において、 $Md\phi$

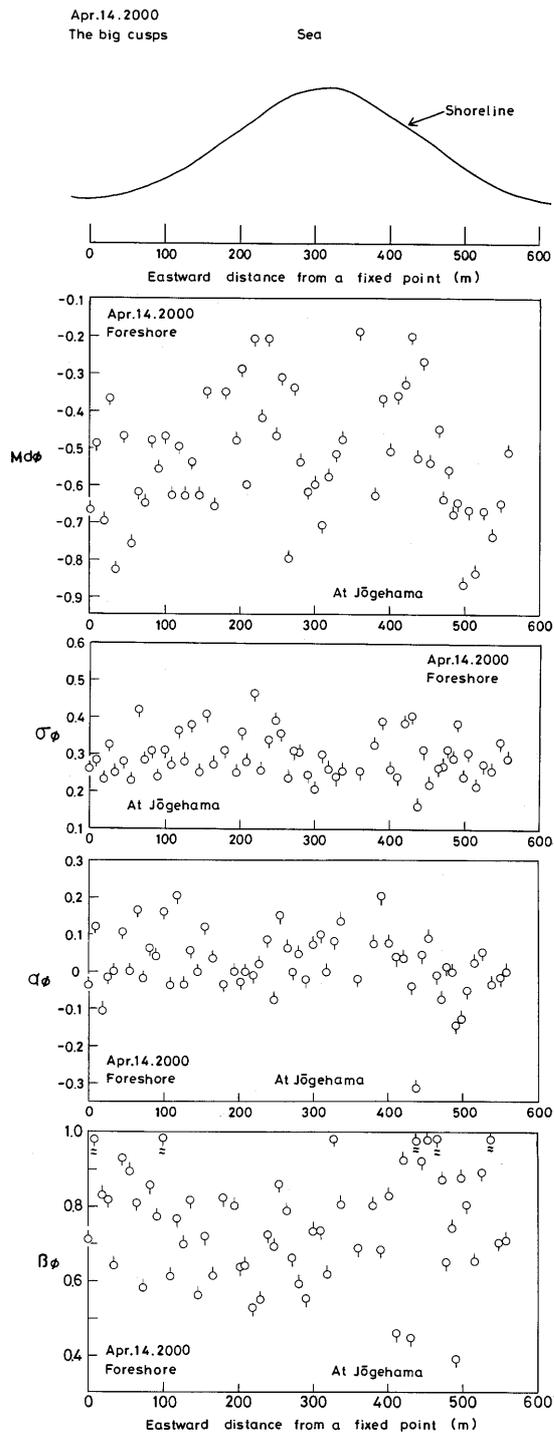


Fig.9 Eastward distributions of the grain size characteristics of the beach sediment from a fixed point, on the small cusps, at foreshore.

の値が大きくなると、 $Md\phi$ の値が $-0.5\phi$ 位を変換点にして、 $\alpha\phi$ の値が負から正に変換している。これも、おおよそ、正の相関関係になるのであろう。また、海底底質の $Md\phi - \sigma\phi$ 、 $\alpha\phi$ は、今までの考察からいうと、両方とも負の相関関係を示すように思う。海底底質については次回考察することにする。

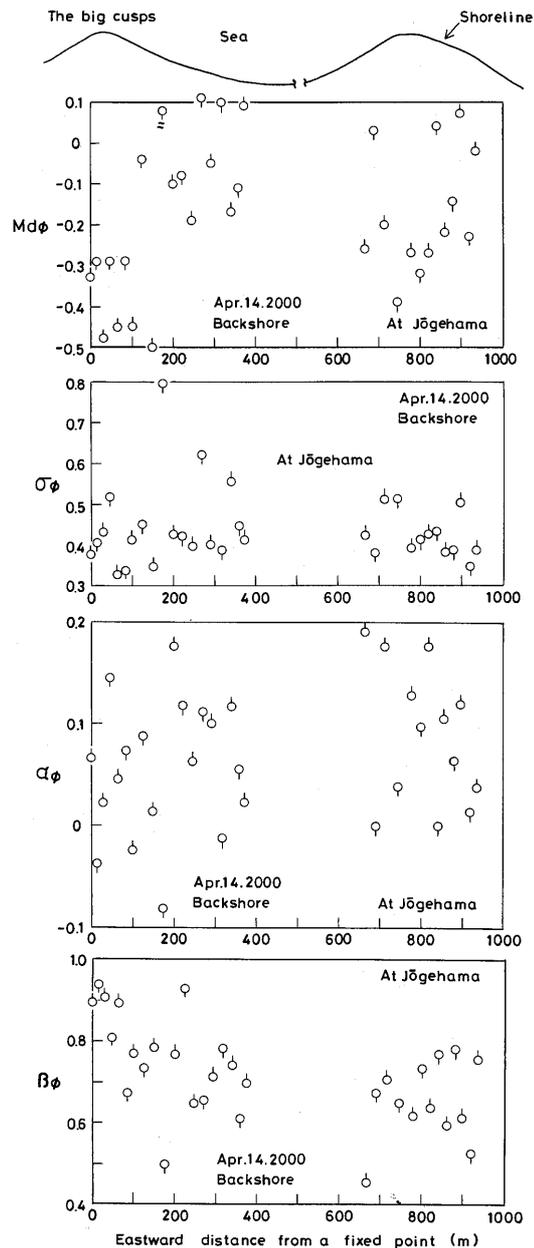


Fig.10 Eastward distributions of the grain size characteristics of the beach sediment from a fixed point, on the small cusps, at backshore.

## (2) 小カスプにおける海浜底質の粒度組成

(Fig.9), (Fig.10)の中で、丸印の上に突起がついているのは、小カスプの山の頂上を示し、下に突起がついているのは、小カスプの谷を示している。また、小カスプで一段目は、汀線から陸側へ約7~10mのところら形成され、Foreshoreと記す。二段目は、汀線から陸側へ約25~30mのところら形成され、Backshoreと記す。なお、(Fig.9)と(Fig.10)の間での定点0は異なるし、上述の定点とも異なることとする。

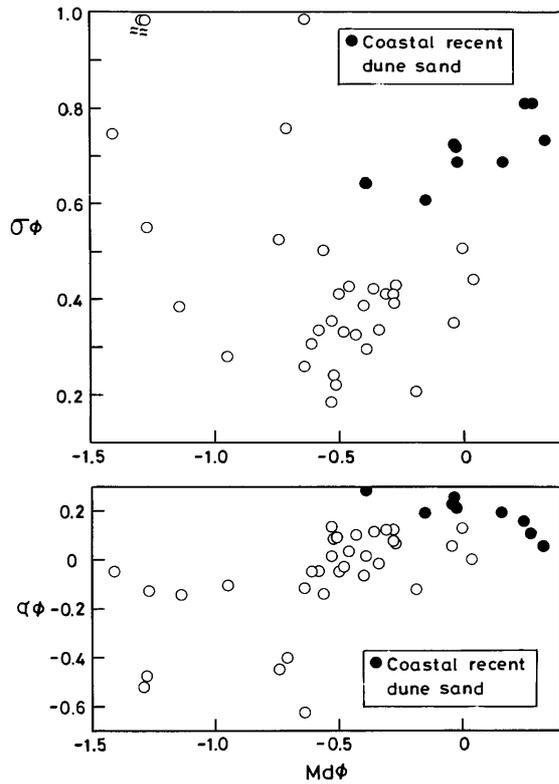


Fig.11 The correlation between  $Md\phi$  and  $\sigma\phi$ ,  $\alpha\phi$ , in the beach sediment.

(a) 一段目のカスプ (Fig. 9)

中央粒径  $Md\phi$  は、山の頂上で粗粒側へ、谷の部分で細粒側へと、傾きながら交互に繰り返しながら、大カスプに対して、突出部では細粒に、湾入部では粗粒に、といった傾向を示す。全体が  $-0.9 \sim -0.2\phi$  の値におさまる。

標準偏差  $\sigma\phi$  は、山の頂上で淘汰がよく、谷の部分で淘汰が悪い傾向を示し、この傾向を交互に繰り返す。また、大カスプに対しては、突出部で淘汰がよく、湾入部では、淘汰が悪い傾向のようだ。

歪度  $\alpha\phi$  は、大部分が0付近か、正にシフトしており、明瞭な傾向はみられない。

尖度  $\beta\phi$  は、明瞭な傾向としてみあたらないが、大カスプに対して、突出部で値がやや低く、湾入部の両側へ向って値がやや高いのではないか。

(b) 二段目の小カスプ (Fig. 10)

中央粒径  $Md\phi$  は、山の頂上で粗粒側へ、谷の部分で細粒側へ傾きながら、交互に繰り返しながら、大カスプに対して、一段目の小カスプとは逆に、突出部では粗粒に、湾入部では細粒に、といった傾向を示すようだ。全体が  $-0.5 \sim -0.1\phi$  の値におさまり、一段目の小カスプより細粒な値を示す。

標準偏差  $\sigma\phi$  は、山の頂上で淘汰がよく、谷の部分で淘汰が悪い傾向を示す。大カスプに対して、

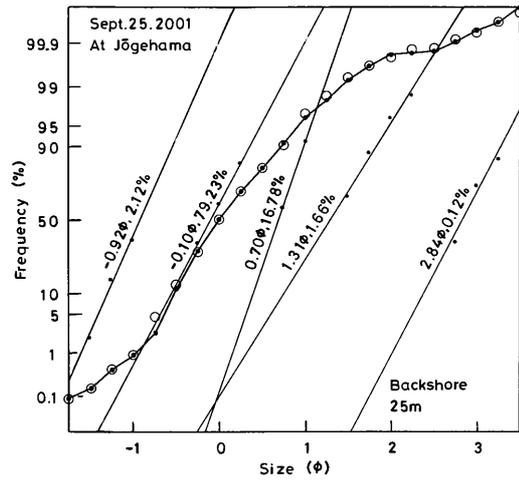


Fig.12 At a projection

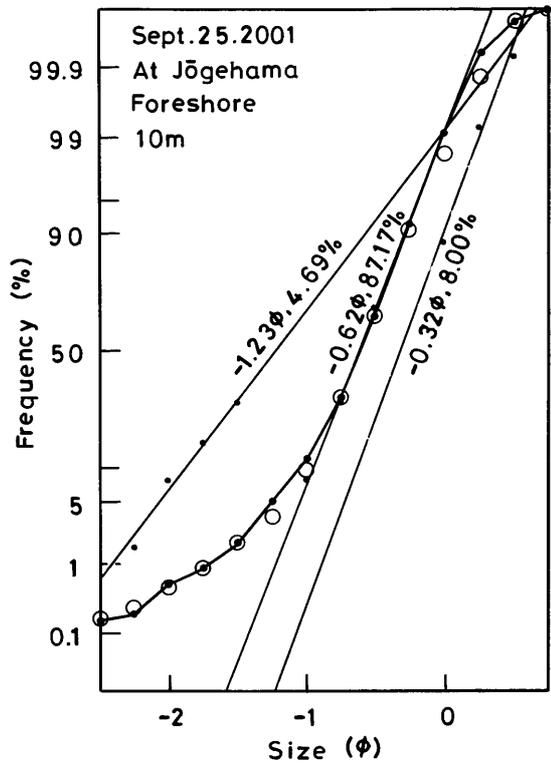


Fig.13 At a projection

明瞭な傾向はない。

歪度  $\alpha\phi$  は、大部分が0付近か、正にシフトしており、明瞭な傾向はみられない。

尖度  $\beta\phi$  は、明瞭な傾向としてみあたらないが、大カスプに対して、突出部で値が高く、湾入部で値が低い傾向のようだ。一段目の小カスプの傾向と逆のような気がする。

3.3 構成正規分布集団による解析

一般に、流体の作用のもとで堆積した細粒な岩屑の多くは、粒径の対数値に対する重量頻度がしばし

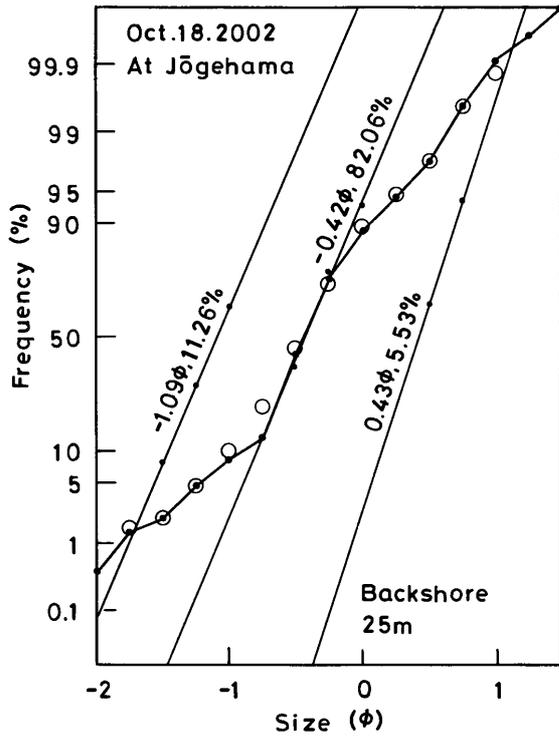


Fig. 14 At a projection

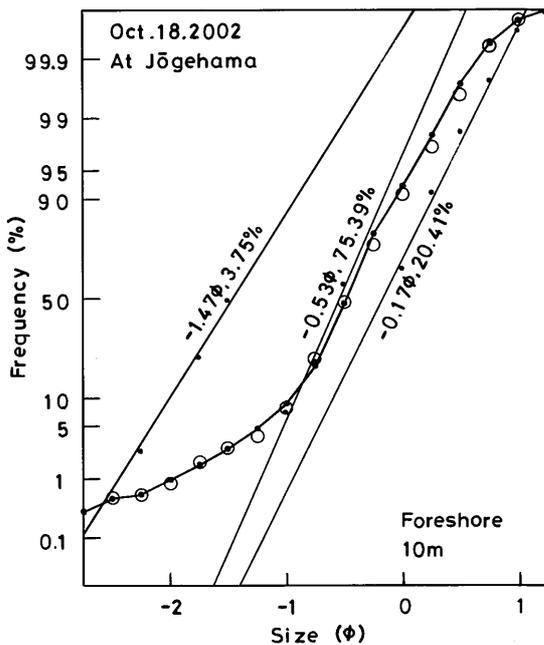


Fig. 15 At a projection

ば正規分布か、またはそれに近い分布をすることが経験的に知られている。しかし、実際には、多くの堆積物は正規確率紙に粒径分布を描いた場合に、屈曲の交換点を示し、オーバーラップした正規分布集団から構成されている。すなわち、粒径分布がいくつかの正規分布集団の合成からなっている。いくつかの図で、黒点は累積頻度を示す点、白丸は分離した構成正規分布集団を図上で再び合成して、もとの

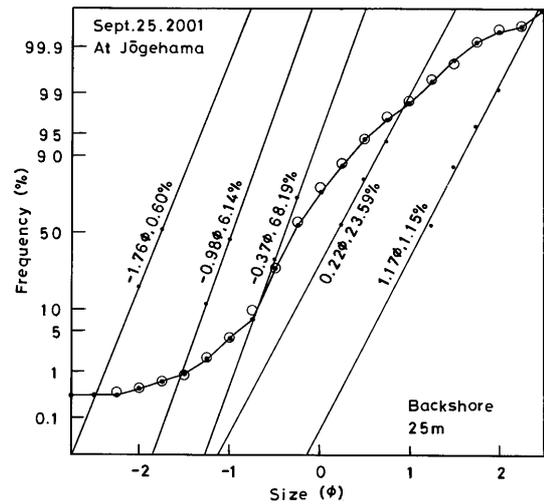


Fig. 16 At an embayment

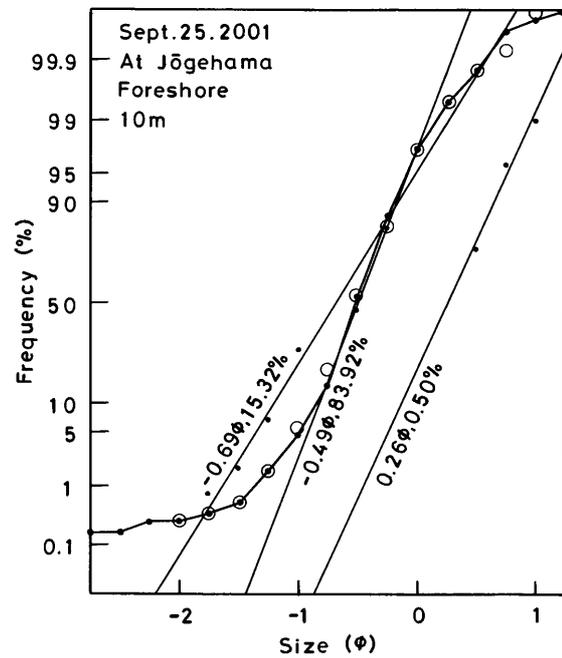


Fig. 17 At an embayment

累積頻度曲線と比較したものである。

(1) 大カスプ (突出部・湾入部)

2001年9月25日と2002年10月18日の突出部において、前者の後浜では (Fig. 12),  $Md\phi$  が、 $-1.0\sim 0\phi$  の極粗砂を81.3%,  $0.7\phi$  の粗砂を16.8%,  $1.3\phi$  の中砂を1.7%,  $2.8\phi$  の細砂を0.1%で構成する。前浜では (Fig. 13),  $Md\phi$  が、 $-1.2\phi$  の小礫を4.7%,  $-1.0\sim 0\phi$  の極粗砂を95.2%で構成している。後者の後浜では (Fig. 14),  $Md\phi$  が、 $-1.1\phi$  の小礫を11.3%,  $-0.4\phi$  の極粗砂を82.1%,  $0.4\phi$  の粗砂を5.5%で構成する。

前浜では (Fig. 15),  $Md\phi$  が、 $-1.5\phi$  の小礫を3.8%,  $-1.0\sim 0\phi$  の極粗砂を95.8%で構成している。

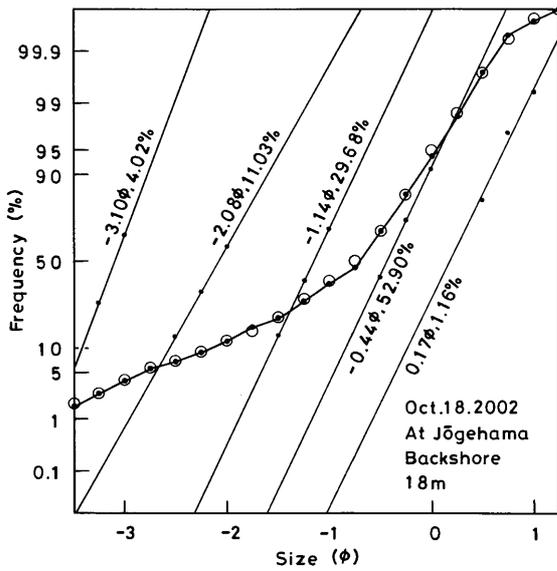


Fig. 18 At an embayment

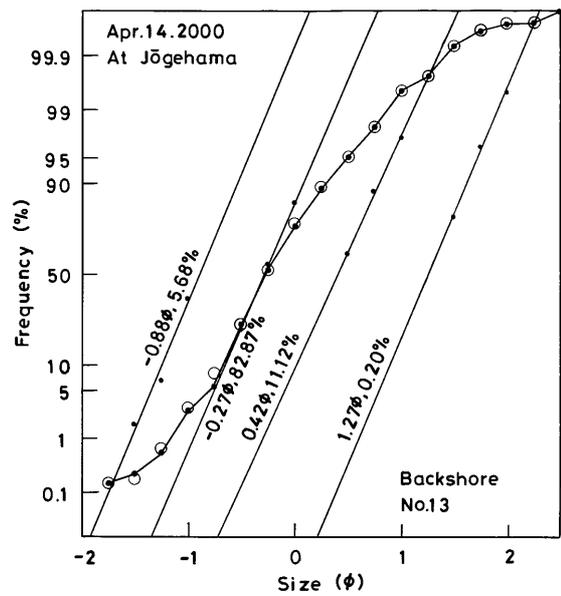


Fig. 20 At a projection

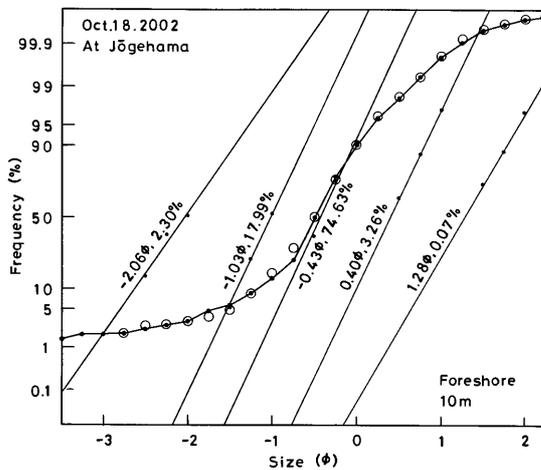


Fig. 19 At an embayment

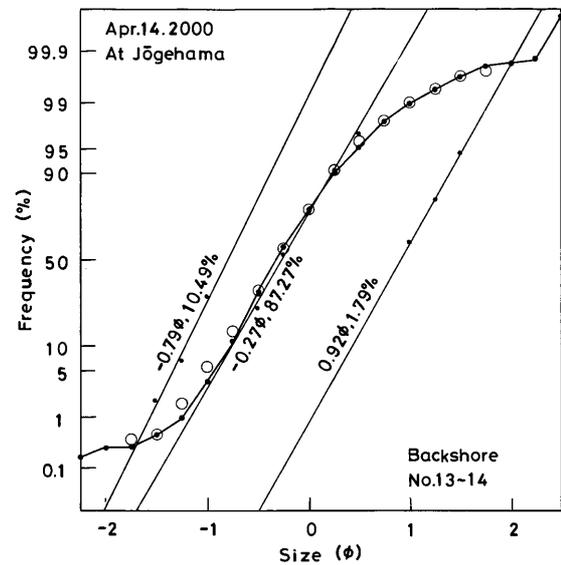


Fig. 21 At a projection

前浜では、両者とも類似した構成正規分布集団で構成されている。後浜では、上述のように後者において、前者より1ヶ月程遅い試料採取であるため、2, 3回の大きな波浪、沿岸流が生じたことであろう。このため、小礫が汀線付近から“ころがり上がる”ようにして後浜に堆積して、粗砂・中砂・細砂は、水がくだる際に多大な分級作用をうけて、流れくだって湾入部の前浜に堆積するのではないか。

2001年9月25日と2002年10月18日の湾入部において、前者の後浜では (Fig.16),  $Md\phi$  が、 $-1.8\phi$  の小礫を0.6%,  $-1.0\sim 0\phi$  の極粗砂を74.3%,  $0.2\phi$  の粗砂を23.6%,  $1.2\phi$  の中砂を1.2%で構成する。前浜では (Fig.17),  $Md\phi$  が、 $-1.0\sim 0\phi$  の極粗砂を99.2%,  $0.3\phi$  の粗砂を0.5%で構成する。後者の後浜では (Fig.18),  $Md\phi$  が、 $-4.0\sim -2.0\phi$  の中礫を15.1%,  $-1.1\phi$  の小礫を29.7%,  $-0.4\phi$  の極粗砂を52.9%,  $0.2\phi$  の粗砂を1.2%で構成している。前浜では (Fig.19),

$Md\phi$  が、 $-2.1\phi$  の中礫を2.3%,  $-1.0\phi$  の小礫を18.0%,  $-0.4\phi$  の極粗砂を74.6%,  $0.4\phi$  の粗砂を3.3%,  $1.3\phi$  の中砂を0.1%で構成している。

上述の近似計算による解析と構成正規分布集団の解析から明瞭な、つぎの知見を得た。まず第一に、大カスピの突出部には堆積作用、湾入部には浸食作用がある。前浜では最も顕著な分級作用が行なわれ、淘汰がよい。大きな波浪によって粗粒な礫が“ころがり上がる”ように遡上し、後浜に堆積して、一部は水と流れくだり、くぼみに堆積する。この個所は、一段目の小カスピの山の頂上直裏である。また、大きな波浪が、海浜の後浜の基部に形成している海岸砂丘砂を浸食して、この主要成分である極粗砂が水

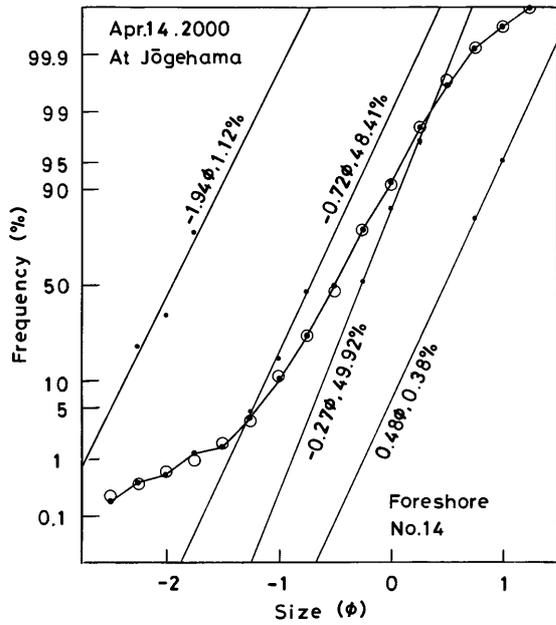


Fig. 22 At a projection

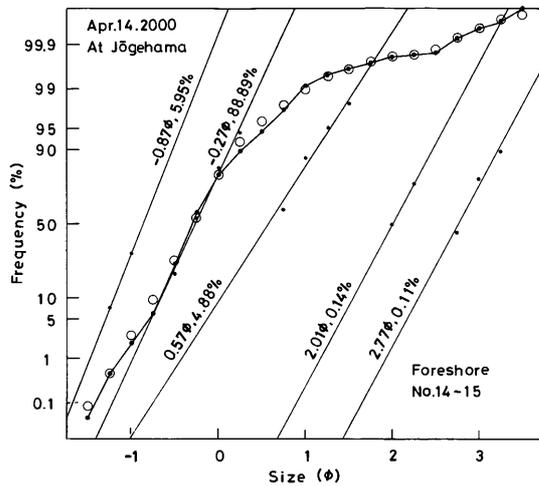


Fig. 23 At a projection

の流れくだるといっしょに、移動して湾入部に滞留する。つぎの、大きな波浪により、分級作用をうけて、海への流出、というように動作するようだ。

## (2) 小カスプ

(Fig. 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27) の中で、No. ○ は小カスプの山の頂上を示し、No. ○ ~ ○ は小カスプの谷を示す。また、小カスプで、一段目は汀線から陸側へ約 7~10m のところに形成されるので、Foreshore と記し、二段目は汀線から陸側へ約 25~30m のところに形成されるので、Backshore と記す。

大カスプの突出部において、二段目の小カスプの山の頂上で (Fig. 20),  $Md \phi$  が、 $-1.0 \sim 0 \phi$  の極粗砂を 88.6%,  $0.4 \phi$  の粗砂を 11.1%,  $1.3 \phi$  の中砂を 0.2% で構成する。谷で (Fig. 21),  $Md \phi$  が、 $-1.0 \sim 0 \phi$  の

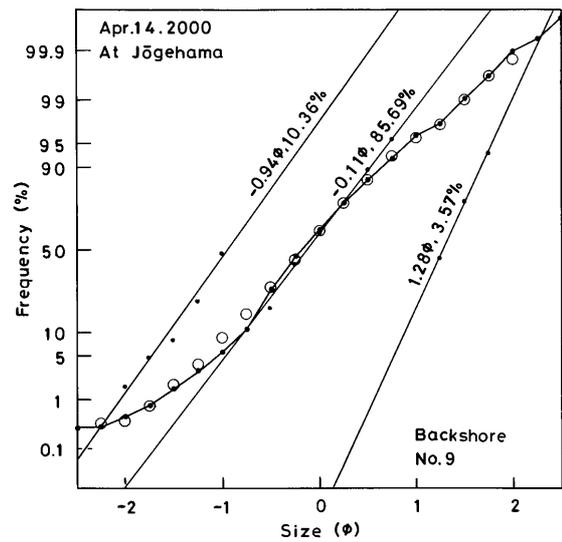


Fig. 24 At an embayment

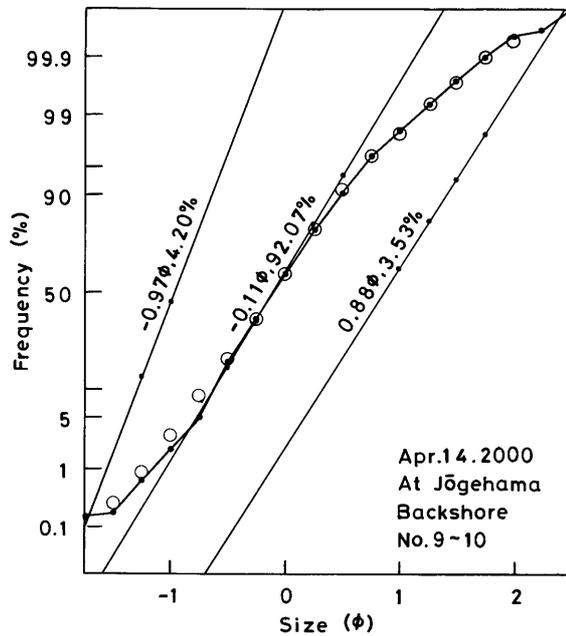


Fig. 25 At an embayment

極粗砂を 97.8%,  $0.9 \phi$  の粗砂を 1.8% で構成している。一段目の小カスプの山の頂上で (Fig. 22),  $Md \phi$  が、 $-1.9 \phi$  の小礫を 1.1%,  $-1.0 \sim 0 \phi$  の極粗砂を 98.3%,  $0.5 \phi$  の粗砂を 0.4% で構成する。谷で (Fig. 23),  $Md \phi$  が、 $-1.0 \sim 0 \phi$  の極粗砂を 94.8%,  $0.6 \phi$  の粗砂を 4.9%,  $2.0 \sim 3.0 \phi$  の細砂を 0.3% で構成している。

大カスプの湾入部において、二段目の小カスプの山の頂上で (Fig. 24),  $Md \phi$  が、 $-1.0 \sim 0 \phi$  の極粗砂を 96.1%,  $1.3 \phi$  の中砂を 3.6% で構成する。谷で (Fig. 25),  $Md \phi$  が、 $-1.0 \sim 0 \phi$  の極粗砂を 96.3%,  $0.9 \phi$  の粗砂を 3.5% で構成している。一段目の小カスプの山の頂上で (Fig. 26),  $Md \phi$  が、 $-1.3 \phi$  の小礫を 2.9%,  $-1.0 \sim 0 \phi$  の極粗砂を 97.0% で構成する。谷で (Fig. 27),

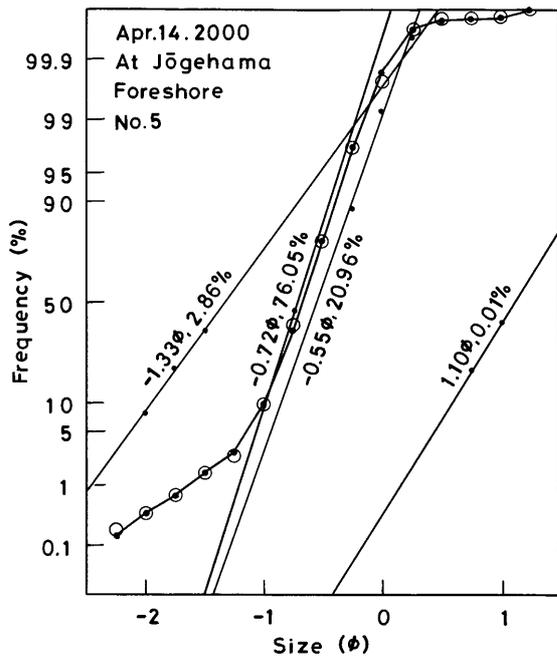


Fig.26 At an embayment

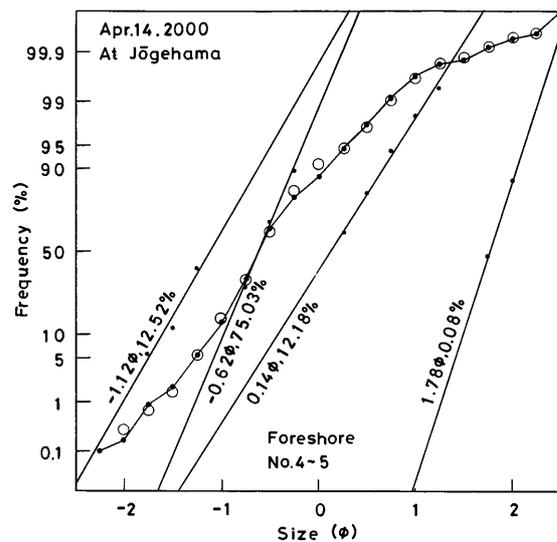


Fig.27 At an embayment

Fig.20~Fig.27 Cumulative probability curve and constituent subpopulations derived by partitioning from the curve. Circles are the cumulative plots constructed from the partitioned constituent subpopulations, on the small cusps.

Md φ が、-1.1φ の小礫を12.5%、-0.6φ の極粗砂を75.0%、0.1φ の粗砂を12.2%、1.8φ の中砂を0.1%で構成している。

海浜全体で、海岸砂丘砂の主要成分である極粗砂を75%以上で構成している。大カスプの突出部において、前浜では、分級作用が顕著であって、ゆえに

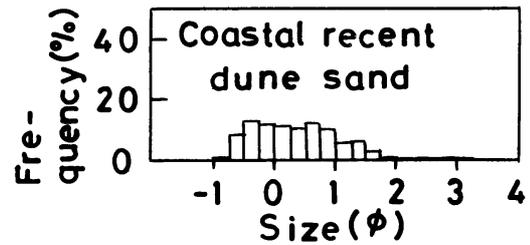


Fig.28 An example of grain size distribution of the coastal recent dune sand.

細粒な傾向を示す。このため、極粗砂を中心とした砂・礫が堆積し、それとともに、小カスプの山の頂上に粗粒側へシフトする砂・礫が、一方、谷に細粒側へシフトする砂・礫が堆積することになる。後浜では、前浜から粗粒な砂・礫が“ころがり上がる”ようにして後浜に堆積し、小カスプの山の頂上に粗粒側へシフトする砂・礫が、一方、谷に細粒側へシフトする砂・礫が堆積することになる。後浜に、海岸砂丘砂が浸食されて堆積し、小カスプの山の頂上に粗粒側へシフトする砂・礫が、一方、谷には細粒側へシフトする砂・礫が堆積する。つぎに、湾入部へ流れくんだり、海への流出となってゆくのであろう。

大カスプの湾入部において、汀線のこの部分の微分係数は0か、0に近い値なので、微分係数と海岸線に対して直角に、波は進入、遡上する。後浜では、波が海岸砂丘砂にぶつかり、大きくそれを浸食して流れくだることになる。水は、海浜に一部浸透するが、勢いを増し、流れくだる。小カスプの山の頂上に、粗粒側へシフトする砂・礫が、極粗砂を中心にして堆積する。一方、谷に細粒側へシフトする砂・礫が、極粗砂を中心にして堆積することになる。粗粒な砂・礫は“ころがり下る”ようにして、前浜に堆積する。前浜では、海への流出が最も顕著であって、分級作用もまたそうである。小カスプの山の頂上に、粗粒側へシフトする砂・礫が、一方、谷に細粒側へシフトする砂・礫が堆積することになる。上述のことを加味したうえで、大カスプの突出部で堆積の作用、湾入部で流出の作用、とそれぞれ反映しているのである。

今までの知見から、海浜底質と海底底質の相関関係を簡単に述べる。上下浜海岸では、順次浸食海岸に移行しつつあるため、以前と比較すると、細粒化にシフトする傾向にある。上述のように、海浜底質は、-1.0~0φの極粗砂で大部分を構成している。大カスプの湾入部で、海岸砂丘砂と海浜底質の混合砂・礫がもどり流れのベクトルの大きい水によって、海へ流出する。冬期には、卓越した南西からの沿岸流

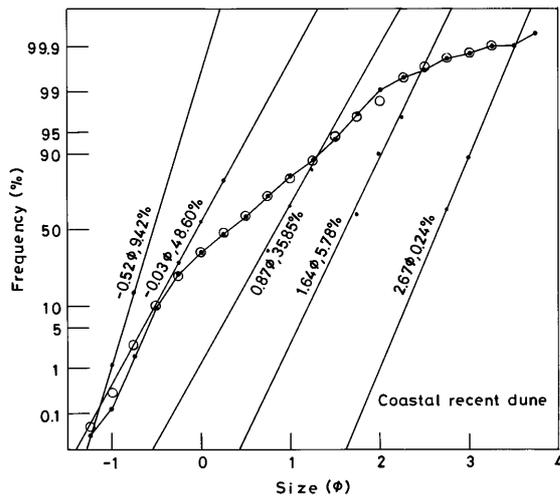


Fig.29 Cumulative probability curve and constituent subpopulations derived by partitioning from the curve. Circles are the cumulative plots constructed from the partitioned constituent subpopulations, on the coastal recent dune.

とリップカレントによって、弧状沿岸砂州中心部の Troughへ分級作用をうけながら流れくだる。ここでの、Troughの構成正規分布集団の構成は、海岸砂丘砂のそれと全く類似している (Fig.29)。また、沖向きの流れのベクトルが大きいと、多大な分級作用をうけて、海岸砂丘砂の粒度組成の2つのモードを示すうちの細粒側のモード、つまり、0~1.0φの粗砂の構成正規分布集団が、大部分弧状沿岸砂州中心部の Barに堆積することになる。一方、冬期以外では、北からの風が吹く頻度が高くなるため、北東からの沿岸流が大きなベクトルをもって多大に海底底質の移動に貢献する。弧状沿岸砂州接合部の Barには、Offshoreから分級作用をうけて堆積した中砂、細砂と弧状沿岸砂州中心部の Troughから分級作用をうけて堆積した粗砂が混合して堆積している。冬期に汀線付近から流れくだって弧状沿岸砂州中心部の Troughに堆積した礫が、今度は冬期以外での北東からの沿岸流によって、弧状沿岸砂州接合部の Troughに“ころがり上がる”ようにして堆積したように思う。弧状沿岸砂州接合部は、大カスプの突出部に対応しているので、沖から岸への流れのベクトルが大きいゆえに、Near shoreで分級作用をうけて、汀線付近で粗粒な砂・礫と混合して、海浜へ“押し上げられる”かたちとなろう。よって、海浜では、前浜に細粒な、後浜に粗粒な傾向で堆積することになる。海底底質の詳細な考察は次回にする。

#### 4. 海岸砂丘砂

上述のように、海岸砂丘砂は海浜底質を構成する主要をなしている。海岸砂丘砂は新砂丘砂で、潟町砂丘を構成している4層のうちの最上位層である。海浜の後浜の基部に形成されていて、地層が厚く、粗粒な傾向を示す。一方、内陸に堆積している新砂丘砂は、地層が薄く、細粒な傾向を示す。海岸砂丘砂のヒストグラムを描いたとき、単峰分布、二峰分布および三峰分布からなり、第一モードおよびモードを示すタイプの海岸砂丘砂が大部分だ。(Fig.28)に示した海岸砂丘砂のヒストグラムをみると、 $-0.37\phi$ 、 $0.63\phi$ 、 $1.38\phi$ に3つのモードをもつ三峰分布砂で、この試料全体の、近似計算による中央粒径  $Md\phi$ は $0.33\phi$ 、標準偏差  $\sigma\phi$ は $0.73$ である。つぎに、(Fig.29)に示した、構成正規分布集団の解析によると (ヒストグラムを描いたのに使用した同一の試料)、 $Md\phi$ が、 $-1.0\sim 0\phi$ の極粗砂を $58.0\%$ 、 $0.9\phi$ の粗砂を $35.9\%$ 、 $1.6\phi$ の中砂を $5.8\%$ 、 $2.7\phi$ の細砂を $0.2\%$ で構成している。このため、漂砂源を失った上下浜海岸では、海浜の形成を保つためには、海岸砂丘砂からの寄与しか道はない。そこで、海浜での主要成分の極粗砂が、海岸砂丘砂の浸食、流出により、海浜に滞留し、海への収支に多大に関与していることが納得いくのである。なお、図示した海岸砂丘砂の試料は、上下浜海岸で、海浜の後浜の基部に形成されている海岸砂丘砂を用いた。

つぎに、この地層の成因は、新砂丘砂と全く同一で、冬期に到来するきびしい季節風が、汀線の後退した海岸から砂・礫を運んで、堆積したものと言われている。また、成因の時期は、縄文前期～鎌倉時代以後ではないかと言われている。この砂が風によって運ばれ、堆積したことから、海岸線近くの海岸砂丘砂の層は厚く、粗粒な傾向を示す極粗砂を多量に含むことになる。一方、内陸部の新砂丘砂は地層が薄く、細粒な傾向を程す。

#### 5. 結語

自然な節理に従って動作する上下浜海岸の海浜地形と海浜底質の粒度組成について調査、研究を行った。これにより、海浜地形の変異、海浜底質の粒度組成また海底地形との相関関係で貴重な知見を得ることができた。とともに確証も得ることができた。

(1) 海浜地形で、汀線から後浜までの海浜断面型は、傾斜角度が平均して $4\sim 7^\circ$ であり、ビーチカスプの形成に最適な条件であることがわかる。また、砂・

礫海岸であることも条件に加える。

(2) ビーチカスプで、大カスプの波長は約400～500mで、突出部は弧状沿岸砂州接合部に、湾入部は弧状沿岸砂州中心部にそれぞれ対応し、対をなして移動するのである。また、突出部の移動が速いこともわかった。とともに、これらのことを実証できた。

(3) ビーチカスプで、小カスプは、一段目が汀線から陸側へ約7～10mのところ、二段目が汀線から陸側へ約25～30mのところ、に形成される。また、波長は、一段目が約15～20m、二段目が約35～50mとなる。一、二段目の小カスプの配列の関係は、二段目の小カスプの山の頂上間の1スパンに一段目の小カスプの山の頂上が2つおさまる関係であって、決して、一、二段目の小カスプの山の頂上が一行に並ぶことはない。

(4) ビーチカスプにおいて、大カスプの突出部は堆積の作用、湾入部は流出、浸食作用があり、いわゆる、砂・礫の海への収支はカスプを介して行われていることがわかる。

(5) 海浜底質の粒度組成で、小カスプの一、二段目とも、山の頂上で粗粒側へ、谷で細粒側にと傾きながら交互に繰り返している。また、大カスプと小カスプの相関関係は、大カスプの突出部で、小カスプの一段目が細粒に、二段目が粗粒に、というような傾向を示し、一方、大カスプの湾入部で、小カスプの一段目が粗粒に、二段目が細粒に、のような傾向である。いわゆる、大カスプに対して、小カスプの一段目、二段目の粒度組成で、“いれこの関係”を示すのである。このことが、結語(4)で述べた事象に多大に反映することになる。

(6) 海浜底質には、多量の海岸砂丘砂が浸食されて、堆積し、滞留していることがわかる。また、海岸砂丘砂が漂砂源となっていることでもある。

#### 参考文献

- 内山 清 (2001) : 海底底質と海浜底質の粒度組成  
— 棧橋に沿った海底底質とビーチカスプにおける  
海浜底質—, 京都大学防災研究所年報, 第44号B  
—2, p p. 361—374.
- 内山 清 (2002) : 棧橋に沿った海底底質と上下浜で  
の海底底質の粒度組成—両者の粒度組成による差  
異—, 京都大学防災研究所年報, 第45号B, p p.  
467—478.

大森晶衛・星野通平・茂木昭夫 (1970) : 浅海地質学,  
東海大出版会.

早津賢二・新井房夫・白井 亨 (1982) : 新潟県高田  
平野の中位段丘と古砂丘—形成時代についての火  
山灰編年学的考察—, 地学雑誌91.1, p p. 1—16.

## **The grain size composition of the beach sediment at Jōgehama's coast**

—— The correlation between the beach cusp's characteristics  
and the grain size composition ——

Kiyoshi UCHIYAMA

### **Synopsis**

This author has considered the grain size composition of the beach sediment, which moved along a natural providence, at Jōgehama's coast. This author has carried out sounding, from south west to north east, 200m offshore along the shoreline, on Aug.6.2001 and Aug.31.2002. In doing this, this author has been able to show by means of evidence, that both the sea bottom profiles and big cusps, have moved with one-to-one correspondence. When this author considers the grain size composition of the beach sediment, this author has examined the correlation between the big cusps and the small cusps. Further more, this author has examined the correlation between the beach cusps and the coastal recent dune sand.

**Keywords:** a projection, an embayment, big cusp, small cusp, a rough calculation, coastal recent dune sand