

## 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 ——

内山 清

### 要 旨

大瀧海岸の中央部に位置している、京大、観測用棧橋を用いて、ひと月に一回測深と海底底質採取を行っている。冬期と冬期以外で海底地形の変化と海底底質の粒度組成の岸沖方向変異を考察した。また、ビーチカスプにおける大カスプと小カスプについて考察した。そのうち、性質と粒度組成の両者の相関関係を検討した。棧橋に沿った海底底質とカスプにおける海浜底質の粒度組成の相関関係も検討した。

キーワード：弧状沿岸砂州、大カスプ、小カスプ、近似計算、底質、海浜

### 1. 緒言

上越市郷津から柏崎市米山に至る全長約2.7 Kmのほぼ直線状の砂礫海岸を私達は大瀧海岸と呼んでいる。直江津港防波堤の延伸と関川からの土砂の流出遮断によって侵食が進み、自然な海岸は半分以下になった。しかし、それにしても、大瀧海岸の中央部に位置している京大、観測用棧橋に於いて、ささやかながら自然の節理に基づいて動いている様子を検討する (Fig.1)。

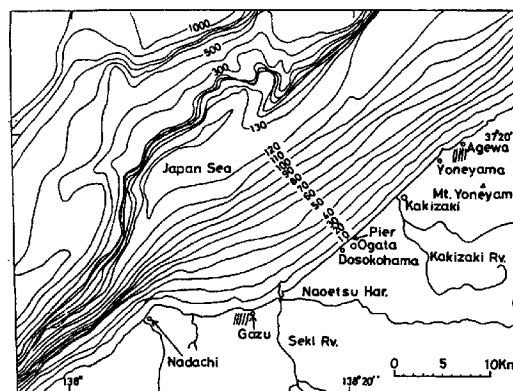


Fig.1 Bottom topography of Ogata's coast.

### 2. 棧橋に沿う海底断面形

毎月一回観測用棧橋の手すりに沿って、2.5m間隔で測深を行っている。この測深の結果のうち、一番変化の富んでいる、1998年2月12日～2000年9月18日の六つの断面形に於いて検討する。

1998年2月12日～1999年9月14日間は典型的なBar型断面形状である。1998年2月12日、1999年

3月17日、1999年9月14日の三つの断面形状においては、汀線付近～棧橋根元より沖50m間で、水深が激増し約4mに達する。この地点から徐々に水深を増して、棧橋先端付近で、水深8m近くを示す。ここがTroughではなかろうか (Fig.2)。次に、1998年9月18日については、Bar型断面形状を成しているが、

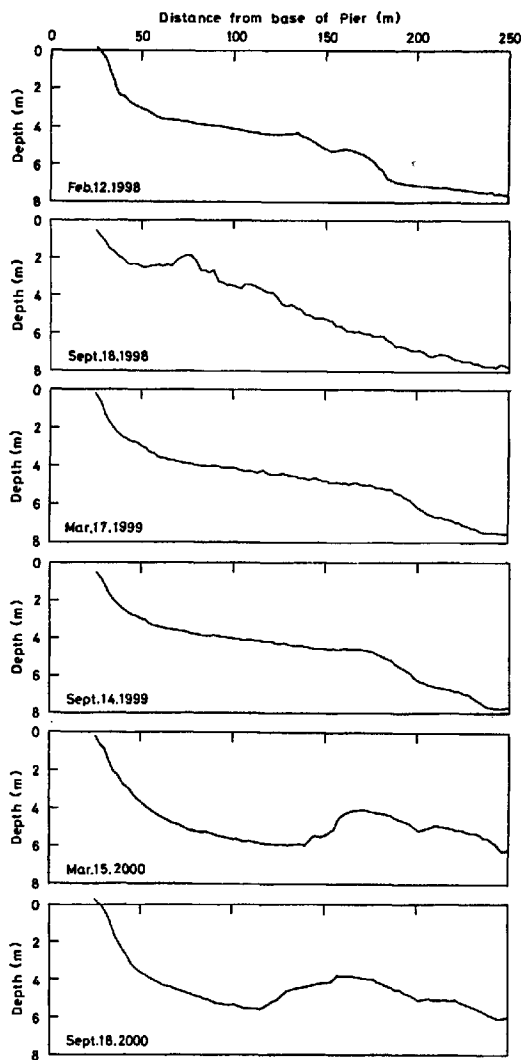


Fig.2 Bottom profiles along the Pier, from Feb.12. 1998 to Sept.18.2000

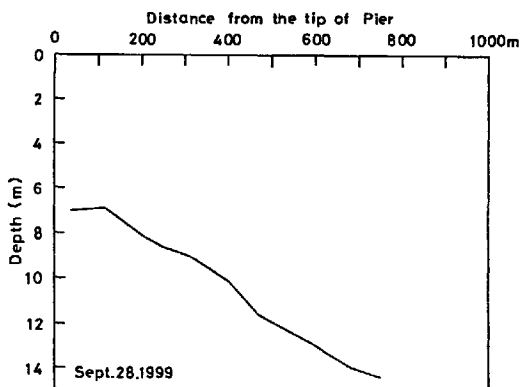


Fig.3 Bottom profile from the tip of the Pier to offshore.

棧橋根元より沖 75m付近で砂礫の堆積で盛り上がっていて、汀線が一番近い砂州ではないかと思う。この地点から水深を序々に増し、棧橋先端付近で水深 8m 近くを示す。1999 年 9 月 28 日の船上での測深で、棧橋先端より沖 100m 付近に弧状沿岸砂州頂部が存在することがわかる (Fig.3)。棧橋先端で中心から東、西へ測深したとき、それぞれ水深を減じている。この期間においては、弧状沿岸砂州の中心線上に棧橋が位置していたと思われる (Fig.2, 3)。

1999 年 9 月 14 日～2000 年 3 月 15 日の間に Step 型断面形状となる。この間に沖から岸へ向かって激しい水の流れが生じたものと思われる。棧橋根元より沖 150～200m 間に多量の砂の堆積が見られ、弧状沿岸砂州接合部における Bar, Trough が存在している。この事は、2000 年 8 月 1 日に船上での超音波測深で実証済みである。

2001 年 1 月中旬に測定時には、棧橋根元より沖 170 m 付近にあった Bar がなくなっており、汀線付近～棧橋根元より沖 120m 間で水深が漸増し、ここから先端まで水深 6m 前後を保っている。多分、Bar 型断面形状に移行するのではないかとと思われる。

### 3、観測棧橋に沿った海底底質の粒度組成 (岸沖方向変異)

#### 3. 1 海底底質採取と粒度分析

棧橋に沿って約 10m の間隔で、缶詰の空缶を利用して海底底質採取を行っている。採取した底質は、乾燥し、均質に処理して、1/4 φ 間隔で標準ふるいを用いて粒度分析を行った。また以下においてウェントワースの粒径区分に従って表現する。

#### 3. 2 近似計算による中央粒径: $Md\phi$ 、標準偏差: $\sigma\phi$ 、歪度: $\alpha\phi$ 、尖度: $\beta\phi$

1998 年 2 月 13 日では (Fig.4),  $Md\phi$  が棧橋根元より沖 140～190m 間で 2～3φ の値を示し、堆積しやすい地点での岸から淘汰された砂が堆積したものと思われる。この地点前後では、-1～0φ の値を示すものが大部分で、一番移動しやすい粒径の砂 (極粗砂) で

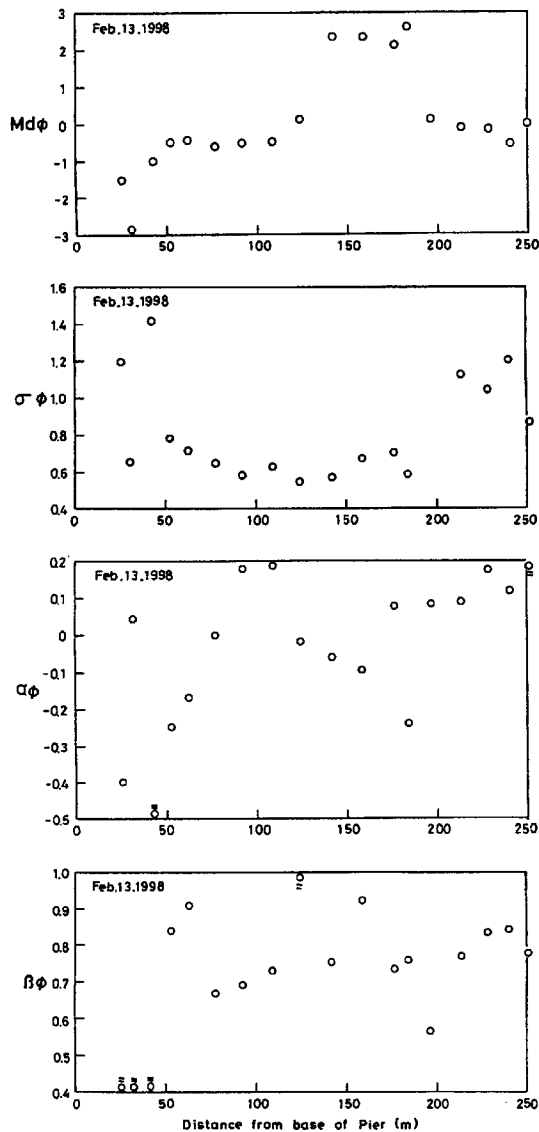


Fig.4 In Feb.13.1998

あることがわかる。Nearshoreに堆積すべき砂が、棧橋根元より沖 140~190m間の一番堆積しやすい地点をのりこえて Trough に堆積している。いかに岸から沖への水の流れのベクトルが大きかったかがわかる。 $\sigma\phi$  は、汀線付近と先端付近で値が大きく、中央部分の値が小さい。棧橋根元より沖 125m付近で極小値を示す。大体、岸から沖に向かって、わずかながら淘汰がよくなっている傾向がある。 $\alpha\phi$  は、棧橋根元より沖 100m付近と先端付近で極大値を示し、棧橋根元より沖 150m付近で極小値を示す。大部分が正にシフトしている。 $\beta\phi$  は、沖へ向かうにつれて値が序々に増大する傾向がある。

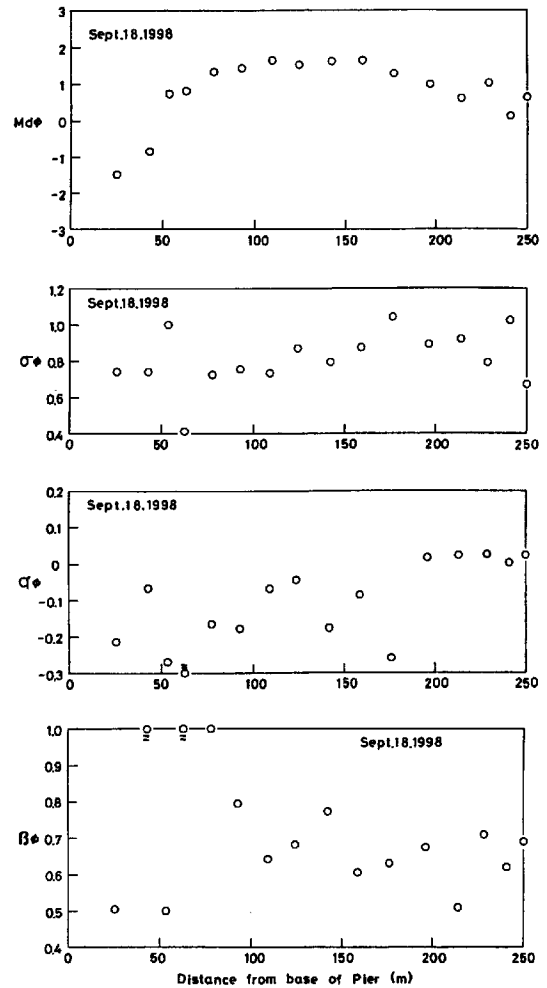


Fig.5 In Sept.18.1998

1998年9月18日では (Fig.5),  $Md\phi$  は、大部分が 1~2 $\phi$  (中砂) の値を示し、この砂は弧状沿岸砂州岸側斜面に多く堆積する砂で、冬期に沖へ流出の際に斜面にせり上がって堆積した砂である。この砂が岸への水の流出により、Trough より岸側に堆積したものであると思われる。 $\sigma\phi$  は、全体的に淘汰がよく、とくに岸へ向こうにつれて序々に値を減じているので、沖から岸へ淘汰されての流れが大きかったことがわかる。 $\alpha\phi$  は、岸へ向かって序々に負シフトする傾向がある。 $\beta\phi$  は汀線付近で値が漸増していて、沖へ行くにつれて、値を減じている。

1999年3月17日では (Fig.6),  $Md\phi$  が三段階に分かれていて、-1~0 $\phi$  (極粗砂), 0~1 $\phi$  (粗砂), 1~2 $\phi$  (中砂) から組成している。沖へ行くにつれて、細粒な傾向を示す。Trough に 1~2 $\phi$  の中砂が、弧状

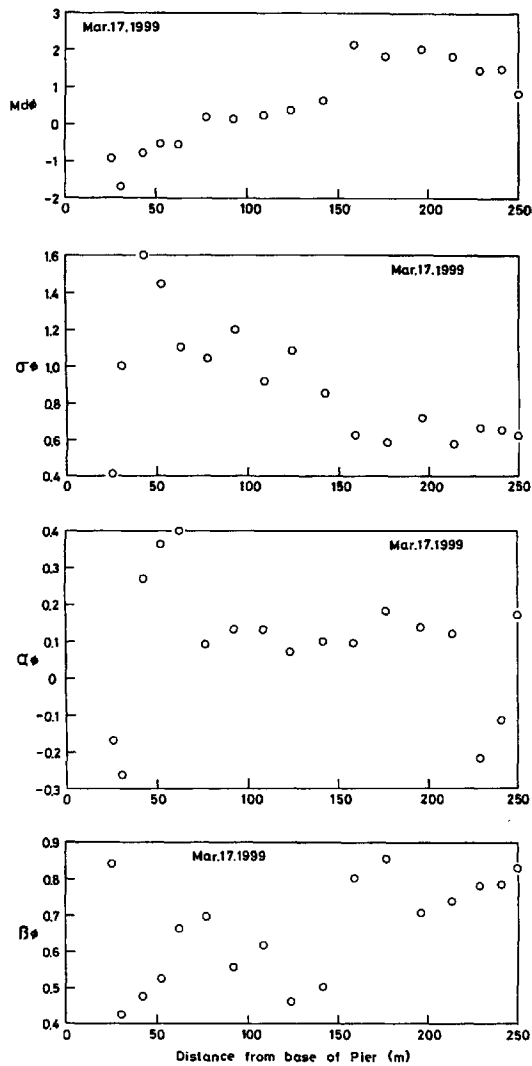


Fig.6 In Mar.17.1999

沿岸砂州岸側斜面に、せりあがりの状態で、やや粗粒な砂が堆積している。σφは、汀線付近で極大値を示し、沖へ向かって値が漸減している。大きく淘汰された砂が沖へ流出したことがわかる。αφは、大部分が正にシフトしており、全体的に細粒化に向かっていることがわかる。βφは、中央部分で値は小さいが、両側へ行くにつれて値が漸増している。

1999年9月14日では(Fig.7), Mdφが、汀線～棧橋より沖150m間は負にシフトしていて、-1~0φの極粗砂が大部分を占める。棧橋根元より沖150m地点から沖側は正の値を示し、1~2φの中砂で組成している。σφは、汀線～棧橋根元より沖150m間は値が大きく、汀線からこの付近に近づくにつれて値が漸増している。また、この付近より沖において、棧橋先端

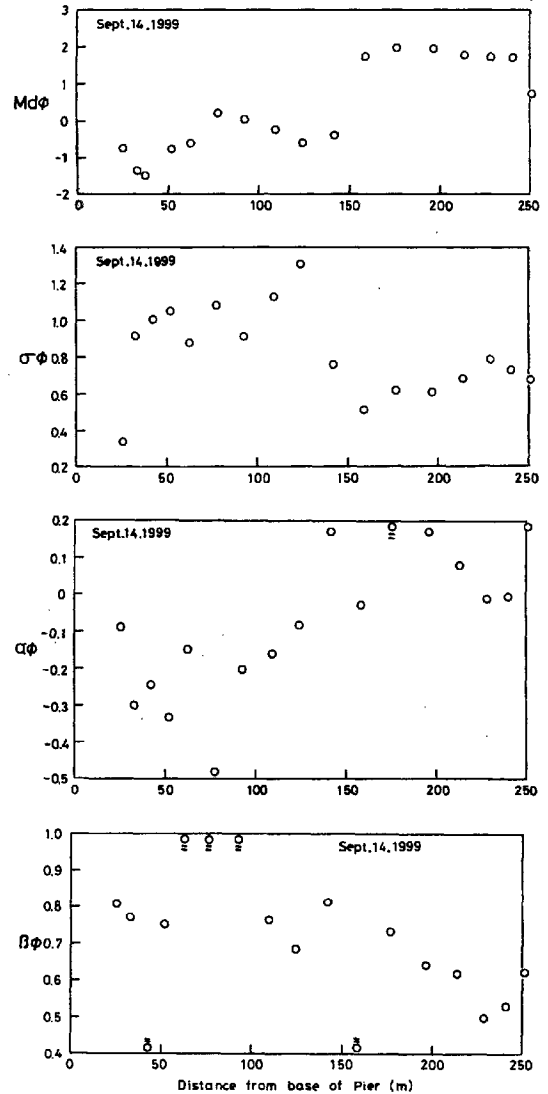


Fig.7 In Sept.14.1999

に近づくにつれて値が漸増している。Mdφとσφの値を関案して、冬期以外では沖から岸への水の流れのベクトルが大きいのが常道であるが、逆の現象が起こったようだ。αφは、汀線～棧橋根元より沖140m間で負にシフトしていて、この付近より沖側で正にシフトしている。βφは、棧橋根元より沖80m付近で値が極大値を示し、この付近の両側では値が漸減している。特に、Troughの付近で極小値を示す。

1999年9月28日の船上で試料採取のものについては(Fig.8)。Mdφは、棧橋先端より沖100m付近、つまり弧状沿岸砂州頂部付近において、1.7φの値を示す。この一点を除いて、棧橋先端より沖50m付近から

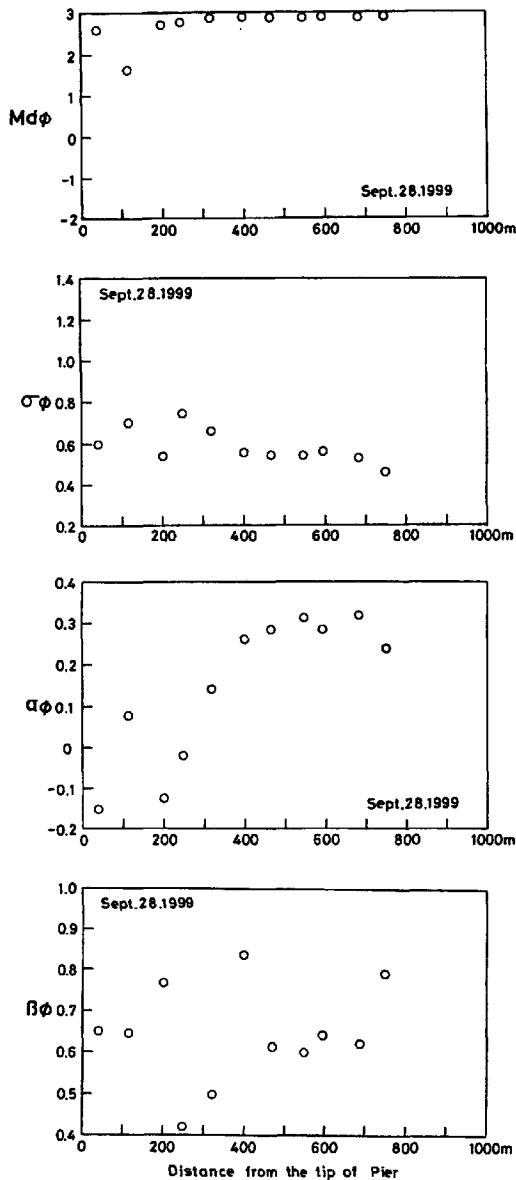


Fig.8 Seaward distribution from the tip of Pier to Offshore. of grain size characteristics of the sea bottom sediment, Sept.28.1999

沖へ向かって、 $2.7\sim 3.0\phi$  (細砂) におさまっている。 $\sigma\phi$ は、棧橋先端より沖 50m 付近から沖へ向かって、淘汰がよくなっていく。棧橋先端より沖 400m 付近で、 $\sigma\phi$ は安定してくる。 $\alpha\phi$ は、大部分が正の値をとり、沖へ行くにつれて細粒化していることがわかる。棧橋先端より沖 50m 付近と 200m 付近で負の値をとり、この地点より沖へ行くにつれて、値が正に変換して、漸増している。棧橋先端より沖 400m 付近で値が安定してくる。 $\beta\phi$ は、棧橋先端より沖 50~400m 間が不

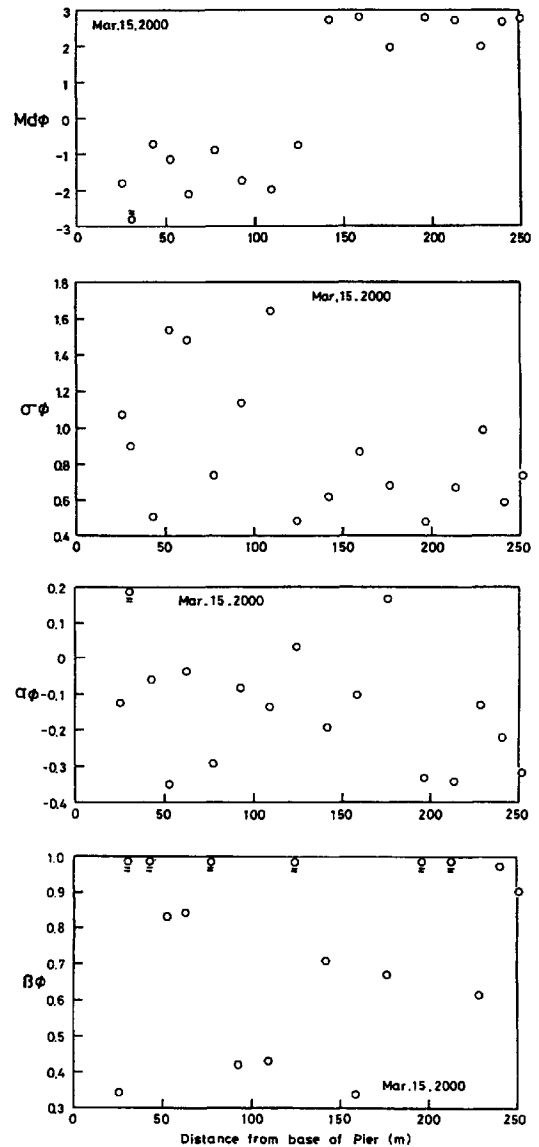


Fig.9 In Mar.15.2000

安定となっていて、棧橋先端より沖 400m 付近から沖へ向かってやや安定してくる。上の四つのパラメータから判断して、いずれも棧橋先端より沖 400m 付近から値が安定となる。このことから、この地点、水深 9~10m が移動限界水深 (ナチュラルポイント) ではないだろうか。

2000年3月15日では (Fig.9), この冬期の激しい季節風による波で、水の流れのベクトルが変化して、海底地形が大幅に変わってしまった。1999年9月14日時点で、Bar型断面形状が、2000年3月15日にはStep型断面形状に変換されたのである。Mdφは、汀線~棧橋根元より沖 130m 間で、 $-2\sim -1\phi$ の値をと

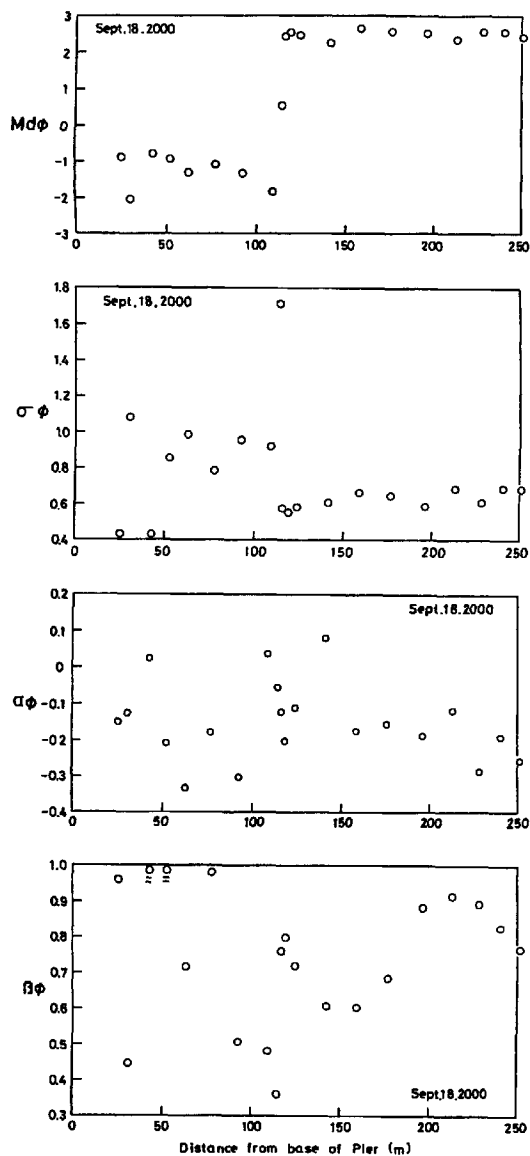


Fig.10 In Sept.18.2000

Fig.4,5,6,7,9,10 Seaward distribution of grain size characteristics of the sea bottom sediment along the Pier.

り、小礫・中礫で組成されている。棧橋根元より沖 140 m～棧橋先端間にかけて 2～3φの細砂で組成されている。この砂は、弧状沿岸砂州頂部とこれより沖側に存在する砂である。σφは、汀線～棧橋根元より沖 120 m間は値が不安定で、ばらつきが大きい。棧橋根元より沖 125m付近から沖側は値が安定して淘汰もよくなっている。αφは、大部分が負の値をとる。βφは、全体的に値が大きい。この冬期の季節風による波と水の流れによって、弧状沿岸砂州接合部における、Bar,

Trough が出現した。これらの形成過程が上述の四つのパラメータの変異に、はっきり示されている。まず、沖から岸に向かっての強烈な水の流れが生じたことがうかがえる。それは、弧状沿岸砂州頂部から沖に堆積している細砂 (2.0～3.0φ) が、弧状沿岸砂州接合部での Bar に堆積しているからである。一方、汀線～弧状沿岸砂州接合部における Trough 間は -2～-1φの小礫で組成している。これは、海浜からの流出と汀線付近から、分級作用をうけながら移動して堆積したものである。そこで、卓越した淘汰をうけて、2～3φの細砂のみが弧状沿岸砂州接合部における Bar にせり上がるようにして堆積したのではなかろうか。冬期における常道の水の流れは、岸から沖へ向かうベクトルの大きな水の流れが生じ、弧状沿岸砂州接合部における Bar を形成させ、この Bar の頂部で両者からの水の流れが、ぶつかり合ったのではないかと推測できる。

2000年9月18日では (Fig.10), Mdφが2～3φの細砂が3月時点より約20mも岸へ移動して堆積している。また、汀線付近～棧橋根元より沖120m間では -2～-1φの小礫が堆積している。σφは、汀線～棧橋根元より沖120m間はばらつきがあるが、この後者の付近より沖へは、卓越した淘汰度を示しながら安定している。αφは、大部分が負の値をとる。βφは、棧橋根元より沖50mと200mの二地点付近で値が高く、極大値を示し、弧状沿岸砂州接合部における頂部で値が低くなっている。上述した四つのパラメータから判断すると、3月時点での海底底質がそっくりそのまま、20～30m岸側へ移動して堆積したことがうかがえる。

#### 4. 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立紙に粒径分布を描いた場合に屈曲の変換点を示し、オーバーラップした正規分布集団から構成されいる。すなわち、粒径分布がいくつかの正規分布集団の

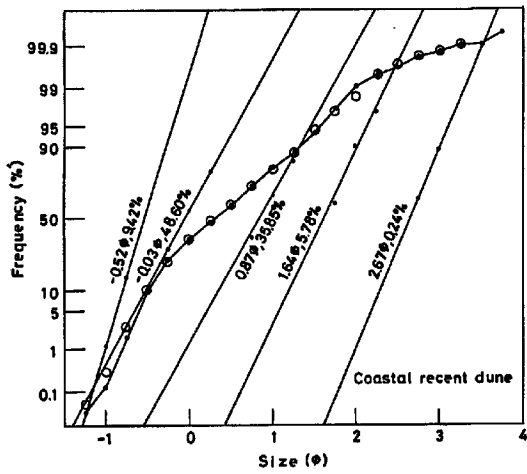


Fig.11 At coastal recent dune.

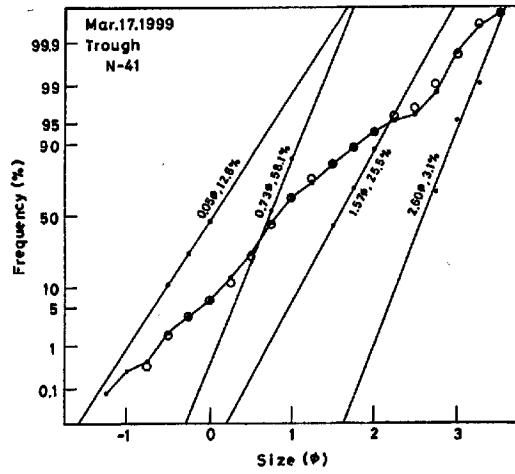


Fig.14 At trough

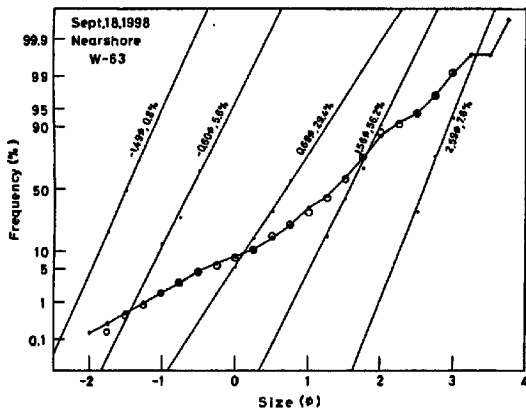


Fig.12 At nearshore

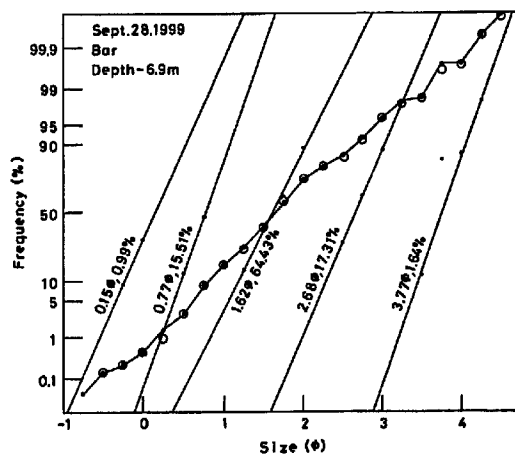


Fig.15 At bar

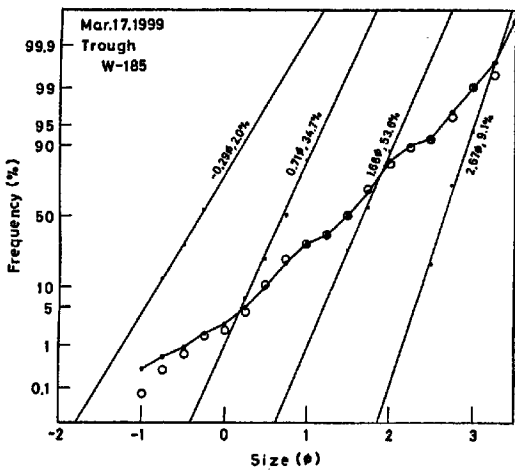


Fig.13 At trough

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累積頻度曲線と比較したもので

である。

冬期においては、岸から沖へ、冬期以外においては、沖から岸へ、水の流れのベクトルが大きく、これに砂礫の移動も従っている。これに加え、弧状沿岸砂州中心部では前者の事が顕著で、接合部と連結している部分では後者の事が顕著である。この現象が基本である。

海岸砂丘砂において (Fig.11),  $-1 \sim 0 \phi$ ,  $0 \sim 1 \phi$  の極粗砂と粗砂が 80%位含む。図にはないが、内陸の新砂丘砂では、 $0 \sim 1 \phi$  と  $1 \sim 2 \phi$  の粗砂、中砂が 80%位含む。海岸の後浜の後背地に存在する海岸砂丘砂が、冬期の大きな波によって流出し、海浜に滞留する。これが前浜で大カスプの湾入部で小カスプの谷の部分に、もどり波の分級作用を受けて滞留する。これらの砂が海へ流出し、Nearshore に堆積する。Nearshore

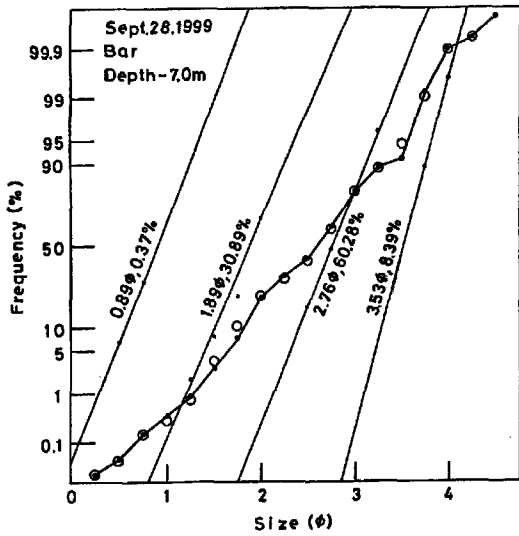


Fig.16 At bar

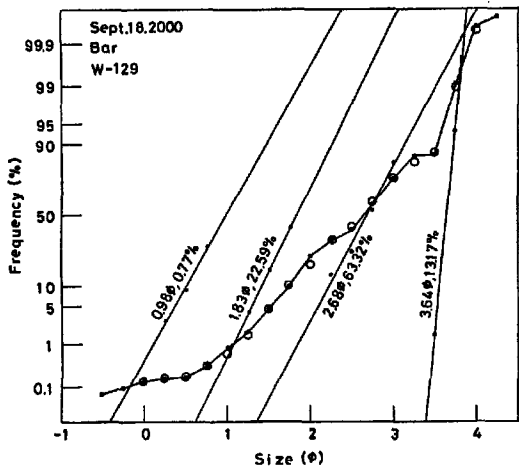


Fig.17 At bar

においては (Fig.12),  $-1\sim 0\phi$ ,  $0\sim 1\phi$ ,  $1\sim 2\phi$  の極粗砂, 細砂, 中砂が 90%位を占める。ここから沖へ分級作用をうけて流出し, Trough に堆積する。Trough では (Fig.13, 14),  $0\sim 1\phi$ ,  $1\sim 2\phi$  の粗砂, 中砂が 80~90%位で構成されている。Trough において卓越した分級作用をうけて, 弧状沿岸砂州岸側斜面をせり上がるようにして頂部に堆積する。頂部では (Fig.15, 16),  $1\sim 2\phi$ ,  $2\sim 3\phi$  の中砂, 細砂が 80~90%を構成する。上述のように Bar 型断面形状の場合は岸から沖への流出の作用がまさっているため上述の構成正規分布集団の論理になる。すなわち, 漂砂源が断たれた現在, 大湊海岸において, 冬期の高波浪によって海浜の

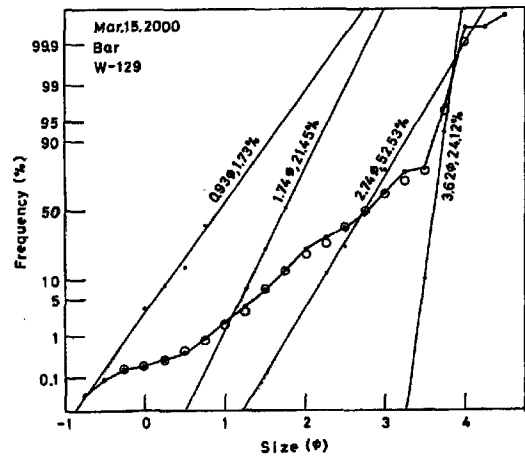


Fig.18 At bar

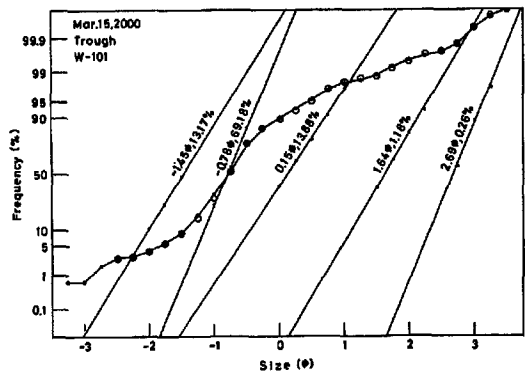


Fig.19 At trough

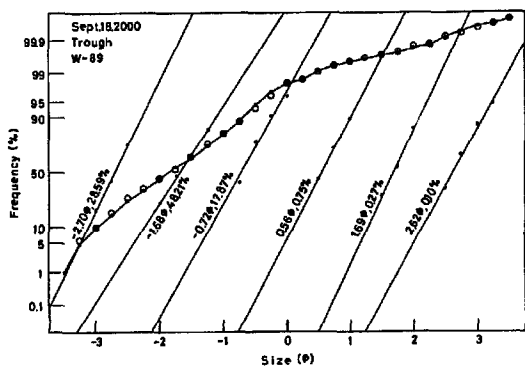


Fig.20 At trough

後浜の後背地に存在する海岸砂丘砂が侵食され, 海へ流出して, 分級作用をうけて弧状沿岸砂州頂部に堆積していることがわかる。

一方, Step 型断面形状あるいは弧状沿岸砂州接合部における構成正規分布集団の論理はどうか。弧状沿岸



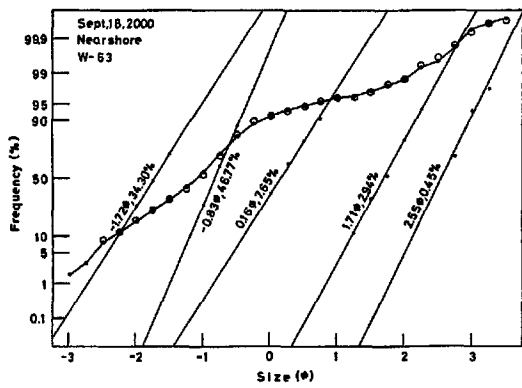


Fig.21 At nearshore

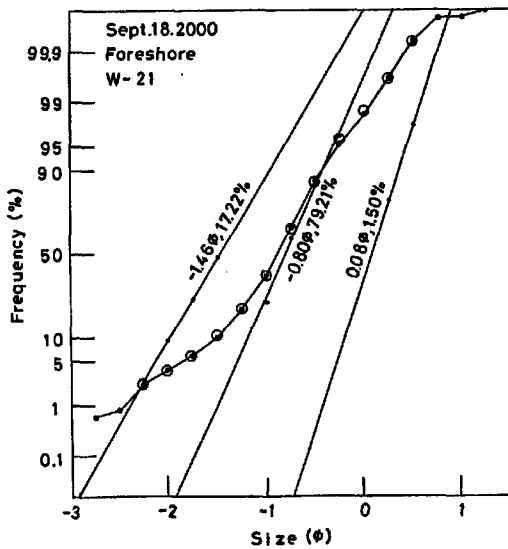


Fig.22 At foreshore

Fig.11~Fig.22 Cumulative probability curve and constituent subpopulations derived by partitioning from the curve. Circles are the cumulative plots constructed from the partitioned constituent subpopulations.

砂州接合部における頂部をみると (Fig.17, 18), 1~2φ, 2~3φ の中砂, 細砂が 70~80% で構成されている。また, 3~4φ の微砂が弧状沿岸砂州中心部における頂部よりも, 淘汰もよく漸増している。これは, 水深 9~10m 以浅の砂と, 冬期において岸から沖へ分級作用をうけて移動してきた砂が, この地点に堆積したのではないかと。弧状沿岸砂州接合部における Trough をみると (Fig.2), 冬期においては沖側に位置し, 冬

期以外においては 20~30m 岸側に位置している。この時の砂州岸側斜面をみると, 冬期における斜面は急斜面で, 冬期以外ではゆるやかである。当然, Trough における構成正規分布集団の構成は異なる。冬期では (Fig.19), -2~-1φ, -1~0φ の小礫, 極粗砂が 80% 位を構成して、冬期以外では (Fig.20), -3~-2φ, -2~-1φ, -1~0φ の中礫, 小礫, 極粗砂が 90% 近くを構成する。次に, Nearshore をみると (Fig.21), Trough から分級作用をうけて移動した -2~-1φ, -1~0φ の小礫, 極粗砂が 80% 位を構成している。この時の前浜においても (Fig.22), Nearshore と同様の構成正規分布集団を示し, -2~-1φ, -1~0φ の小礫, 極粗砂が 90% 以上を構成する。上述したことをまとめると, 冬期の高波浪時に海浜の後浜の後背地に存在する海岸砂丘砂が侵食されて, 海浜に滞留して後, 海へ流出する。この時, 流出する個所が大カスプの湾入部が顕著である。汀線付近から Nearshore, Trough と分級作用をうけて移動して, 弧状沿岸砂州中心部での頂部に, 斜面をせり上げて堆積する。また, 水深 9~10m 付近から岸へ移動して堆積する。そこで弧状沿岸砂州頂部がより大きく形成される。また, 冬期において, 水深 9~10m 以浅で沖から岸への流れが生じ, 弧状沿岸砂州頂部の砂が岸へ移動して堆積する。これで, 弧状沿岸砂州接合部における Bar が形成される。この頂部の砂は, 冬期以外に岸へ 20~30m 位移動するが, 砂の構成は変わらない。Trough から岸へ分級作用をうけて移動して, 大カスプの突出部における堆積がみられる。

## 5、ピーチカスプと粒度組成の相関関係

### 5.1 大カスプと小カスプの相関関係

京大観測棧橋から東へ約 2Km 付近は (Fig.1), 柿崎町上下浜海岸で, ここより東方へは自然な海岸線が続く。大カスプは, 汀線の湾入部と突出部がリズムに約 200 から 300m 間隔に出現し, 波長は約 400~500m である。これを波状海岸という。また, 砂礫海岸であること, ある程度傾斜海岸であること (約 4~7 度位) が出現の条件となる。大カスプの湾入部は弧状

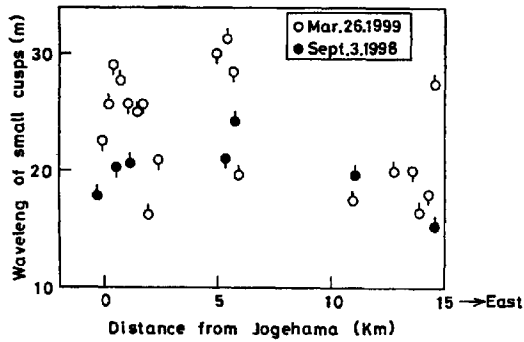


Fig.23 From Jogehama, eastward distribution of wavelength of the small cusps on the beach cusps.

沿岸砂州の頂部に、大カスプの突出部は弧状沿岸砂州の接合部にそれぞれ対応し、それぞれ対をなし、1日に約1.5mくらい移動するものと考えられる。大カスプの突出部に堆積の作用、湾入部には海への流出の作用があり、いわゆる、砂礫の海への収支は大カスプを介して行われていることがわかる。

小カスプの波長と大カスプ（突出部と湾入部）の相関関係を（Fig.23）に示す。上下浜を基点に東へ、大カスプの突出部、湾入部ごとに小カスプの山5つの距離を測定し、相加平均したものを波長としてプロットしたものである（Fig.23）。丸印の上に突起があるのは、大カスプの突出部における小カスプの波長で、下に突起があるのは大カスプの湾入部における小カスプの波長である。小カスプは、砂礫海岸に多く出現し、汀線から7~10mで冬期に、5~7mで冬期以外に前浜において出現する。海岸の幅が広い場合は、2段、3段と前浜から後浜にかけて現れ、上段に行くにつれて波長が長くなる。ここで、1999年3月26日、1998年9月3日に上下浜より東へ、大カスプの突出部における小カスプ（一段目）の波長と、湾入部における小カスプ（一段目）の波長を調べると、上下浜から東へ7Km位までは、明瞭ではないが、湾入部における小カスプの波長がやや広く、突出部における小カスプの波長がやや狭い傾向を示す。上下浜から東へ約10Km地点より東は前浜の砂礫が細粒となるため、全般的に波長が狭くなり、前述の相関関係が示しにくくなる。1998年9月3日については、あまり小カスプの出現はなかった。

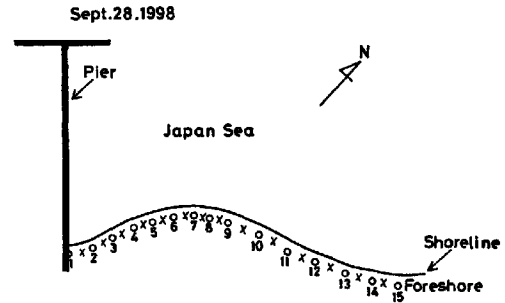


Fig.24 Positional topography of the small cusps on the foreshore.

1998年9月28日に、棧橋より東へ75mに大カスプの突出部が出現し、また湾入部が棧橋より東へ300mの地点に出現した（Fig.24）に示すように、○は小カスプの山の部分で、×は小カスプの谷の部分である。この時、小カスプで、大カスプの湾入部において、山5つの相加平均して24.4m、突出部において16.6mの波長を示し、一応前述の傾向を示している。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波が進入し、海岸線に対して微妙な角度をもって波が遡上して流路をつくり、後浜の後背地に存在す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って、小カスプとして出現するのである。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らうか。

## 5.2 大カスプと小カスプの粒度組成の相関関係

上述の（Fig.24）に示すように、1998年9月28日に突然、棧橋より75m東側に大カスプの突出部が出現した。突出部の頂点の所で15~20m幅の砂浜ができた。また、突出部の頂点より220mくらい東に湾入部がある。そこで、これは冬期以外のものと扱い、汀線から陸側へ5~7mの個所で、小カスプの山と谷で試料を一定量、29個採取した。これらを自然乾燥し、均質に処理して、標準ふるいを用いて粒度分析を行った。

ここで、（Fig.25）に示すように、近似計算による、中央粒径： $Md\phi$ 、標準偏差： $\sigma\phi$ 、歪度： $\alpha\phi$ 、

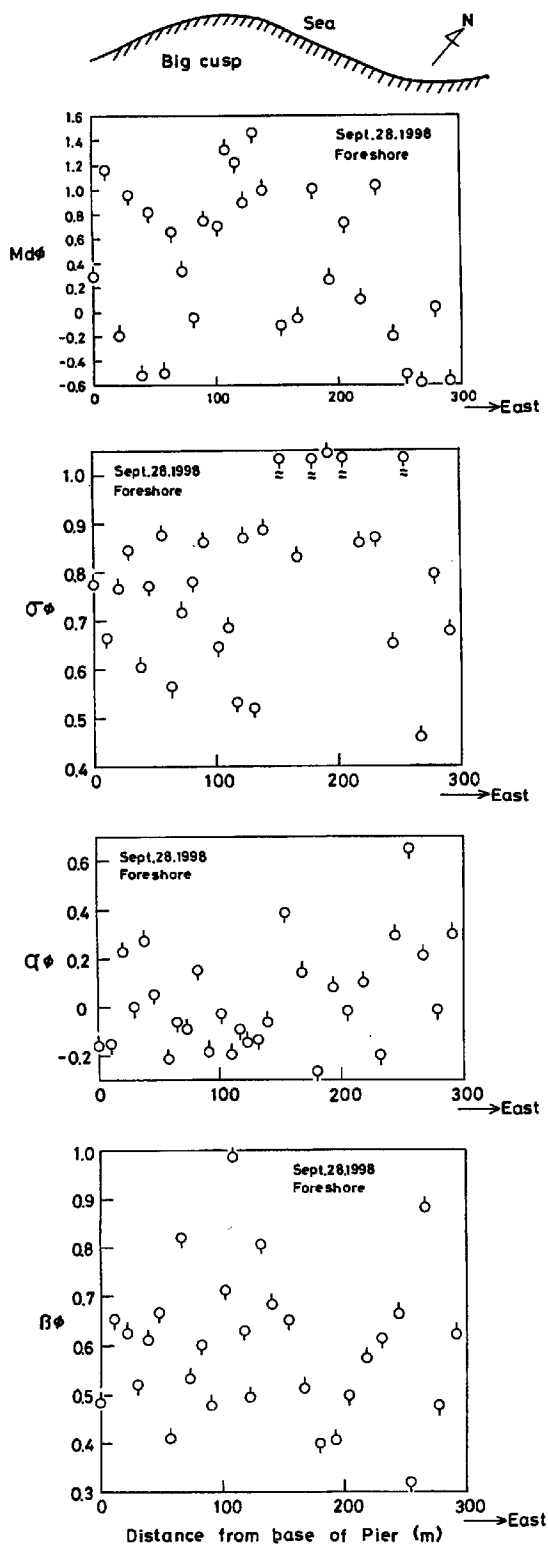


Fig.25 From the Pier, eastward distribution of grain size characteristics of the small cusp's sediment, on the beach cusps.

尖度： $\beta\phi$ と大カスプの突出部と湾入部の粒度組成による相関関係を見る。(Fig.25)で、丸印の上の突起は小カスプの山を示し、下の突起は谷を示す。

### (1) 大カスプにおける粒度組成

$Md\phi$ は、突出部で $0.6\sim 1.6\phi$ を示し、湾入部では、 $-0.6\sim 0.2\phi$ である。よって、突出部では細粗、湾入部では粗粒な傾向であろう。 $\sigma\phi$ は、例外を除いて、一様に $0.4\sim 0.9$ に全部納まり、突出部と湾入部の境でモードを示し、淘汰が極めて悪いことを示している。突出部と湾入部の前浜で淘汰がよいのは、突出部において海からの、湾入部においては後浜からの分級作用が顕著だったのであろう。 $\alpha\phi$ は、突出部において負にシフトしており、湾入部に行くにつれて、値が正より増大する傾向がみられる。 $\beta\phi$ は、突出部と湾入部でモードを示し、その境で極小値を示す。

### (2) 小カスプにおける粒度組成

$Md\phi$ は、山の部分が粗粒側へ、谷の部分が細粒側へ傾きながら交互に繰り返して、大カスプにおける粒度組成に従っている傾向がある。 $\sigma\phi$ は、大カスプの突出部において、小カスプの谷の部分で淘汰がよく、山の部分で淘汰が悪い。大カスプの突出部と湾入部の境において、小カスプの谷の部分が極めて淘汰が悪い。大カスプの湾入部において、突出部と逆転して、小カスプの山の部分が淘汰が良く、谷の部分が淘汰が悪い傾向がある。 $\alpha\phi$ は、大カスプの突出部で、小カスプの山、谷を問わず負に傾き、大カスプの境から湾入部にかけて、小カスプの山の部分は正に、谷の部分は負にシフトする傾向を示す。 $\beta\phi$ は、大カスプの突出部でひとつめのモードを示し、小カスプの谷の部分で値が大きく、山の部分で小さい傾向がある。大カスプの突出部、湾入部の境では、小カスプの山、谷の部分における値は小さい。大カスプの湾入部では、もうひとつのモードを示し、突出部と逆転して、小カスプの山の部分の値が大きく、谷の部分では小さい。

### (3) 海底底質の前浜への堆積

上述で、海浜から海への底質の流出を構成正規分布集団の解析からみた。今度は海底底質が海浜に堆積の

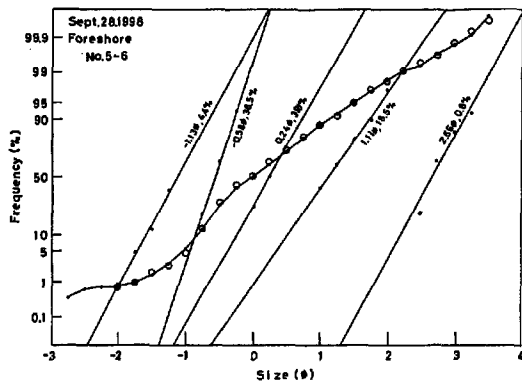


Fig.26 At foreshore

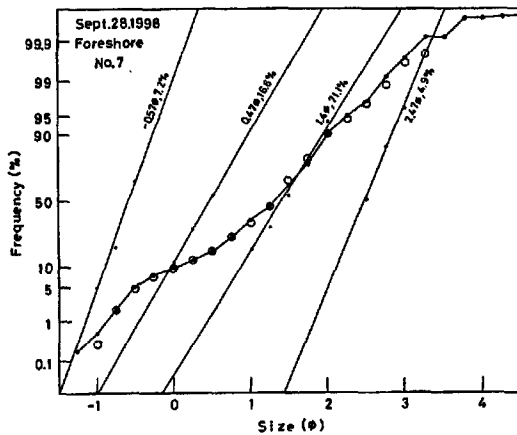


Fig.27 At foreshore

Fig.26,27 Cumulative probability curve and constituent Subpopulations derived by partitioning from the curve. Circles are the cumulative plots constructed from the partitioned constituent subpopulations.

過程を示す。(Fig.12), (Fig.26), (Fig.27) で示す。

(Fig.2) で、1998年9月18日の海底断面図において、汀線が一番近い地点に砂州ができていようだ。Bar型断面形状において、Trough以浅で沖から岸への水の流れにより、分級作用を受けた砂礫が堆積したのであろう。この地点の底質の構成正規分布集団の解析をみると (Fig.12),  $-1 \sim 0 \phi$ ,  $0 \sim 1 \phi$ ,  $1 \sim 2 \phi$  の極粗砂, 粗砂, 中砂が90%前後を構成している。一方、大カスプの突出部における前浜の海底底質は (Fig.26, 27), やはり  $-1 \sim 0 \phi$ ,  $0 \sim 1 \phi$ ,  $1 \sim 2 \phi$  の極粗砂, 粗

砂, 中砂が90%以上を構成している。このことから、海底底質が沖から岸へ分級作用をうけて移動し、堆積し、ここからさらに分級作用をうけて、海浜 (前浜), 大カスプの突出部に堆積するようだ。

## 6、結語

自然の節理の中で、微妙なバランスの上にたつて動く大瀉海岸から逸脱してしまった。しかし、今回は観測棧橋を使つての調査、研究によって、ささやかながら自然の節理に従って動いているんだ、という知見を得た。

(1) 棧橋に沿つた海底断面形によって弧状沿岸砂州が形成されており、この両側に弧状沿岸接合部の存在がわかつた。

(2) 棧橋に沿つた、粒度組成の岸沖方向変異によって、水の流れの方向と強さが分かつた。それは、冬期において、岸から沖へ、冬期以外では、沖から岸へとベクトルが大きくふれる。また、これらのことは海底地形にも重大に従つて、いろいろ変化する。

(3) 移動限界水深 (ナチュラルポイント) は9~10mとわかつた。

(4) 弧状沿岸砂州接合部におけるBar形成の場合は、沖から岸へ向かつて強烈な水の流れが発生し、砂もこれに従つて移動して堆積する。一方、岸から沖への水の流れも発生し、砂礫も分級作用を受けながらこれに従っている。この地点で両者がぶつかり合つて、Barが形成されるのではないだろうか。

(5) 海岸砂丘砂が海へ流出し、分級作用を受けながら沖へ移動し、砂州を形成する。この砂州の砂が分級作用を受けながら岸へ移動して、前浜の大カスプの突出部に堆積していることがわかる。

(6) ビーチカスプは、砂礫海岸で形成されやすく、海浜の傾斜角度は約4~7度を条件とする。

(7) 大カスプは、突出部と湾入部があり、この波長は400~500mである。これらが、弧状沿岸砂州接合部と弧状沿岸砂州中心部とそれぞれ対応しており、対をなして一日に大体1.5m位の速さで沿岸流の方向に

従って移動する。

(8) 大カスプと前浜における小カスプの粒度組成をみる。大カスプの突出部では細粒，湾入部では粗粒な傾向を示す。つまり，突出部では砂礫の堆積，湾入部では砂礫の流出の作用があるからです。次に，前浜における小カスプにおいては，山の部分が粗粒，谷の部分が細粒な傾向で交互に並び，大カスプの粒度組成に従っている。

(9) 前浜の小カスプの波長は，大カスプの突出部では狭く，湾入部では広くなる傾向がある。

(10) 砂礫の海への収支は大カスプを介して行われていることがわかる。また，前浜での小カスプの発生は，これらの事が起因していることがわかる。

私達は自然から知り得る事は，ほんのわずかではあるが，これらが大切な真実の一部として学ばなければならない。その地点，その時一瞬をとらえて，自然界の代表とみているのだから，計り切れない誤差が入ってくるだろう。この意味において，海岸，海洋で未知の部分がたくさん存在する事であり，これからもっと探求すべき課題である。観測棧橋をしっかりと保持し，最大限活用することによって，良い研究ができるであろう。

#### 参考文献

- 内山 清 (2000) : 海浜 (前浜) におけるカスプの波長と海浜 (前浜) 底質の粒度組成および海底底質の粒度組成, 技術 (研究) 発表報告集VII, p p.14-18.
- 大森昌衛・星野通平・茂木昭夫 (1970) : 浅海地質学, 東海大学出版会.
- 白井 亨 (1995) : 大湊海岸の堆積過程, 京都大学防災研究所年報, 第 38 号 B-2, p p.619-643.

**The grain size composition of both the sediment of the sea bottom,  
and the beach sediment.**

**—The sediment of the sea bottom along the Pier  
and the beach sediment on the beach cusps—**

**Kiyoshi UCHIYAMA**

**Synopsis**

The Observational Pier which is in the center of Ogata 's coast , belongs to Kyoto University. This author is carrying out sounding using the Pier, to gather sediment from the sea bottom, once a month. This author has considered change of the sea bottom profiles, and variation from the shore to the offshore, of grain size composition, in winter season and other season too. Also, this author has considered that both big cusps and small cusps, on the beach, need to be examined. In doing this, this author has examined the correlation between the cusp 's characteristics and the grain size composition. Futher, this author has examined the correlation between the sediment of the sea bottom along the Pier, and the grain size composition of the sediment on the beach cusps.

**Keywords:** a crescent — shaped bar, big cusp, small cusp, a rough calculation, bottom sediment, coast.