

高浜海岸の底質特性について

野田 英明・芝野 照夫

ON SOME PROPERTIES OF SEDIMENTS AT TAKAHAMA COAST

by Hideaki NODA and Teruo SHIBANO

Synopsis

This paper is an attempt to clear the mechanics of sediment transport by waves and currents, as well as the source area where beach materials come from, by investigating the properties of sediment.

The field investigations were made at Takahama Coast facing Japan Sea to disclose the cause of beach erosion. Some properties of the beach sediment were analyzed by various methods using the data of sediment sampling obtained by this investigation.

From the discussion of these results, the source area and the predominant direction of sediment movement were estimated.

1. 緒 言

海岸における漂砂の現象は古くから注目されてきたが、近年とくに海岸保全の立場から海岸浸食の問題が注目されるようになってきた。このような海岸災害に対する防止策を樹立するためには、種々の立場から漂砂の機構を理解することが必要である。

海岸漂砂に関する調査研究は従来から数多くなされ、すでにかかなりの成果があげられているようであるが、詳細に見ればまだよくわかっていない点が多い。漂砂の調査方法についてはその地域性から種々の方法が考えられる。J. W. Handin¹⁾によると、海浜に堆積する砂礫の特性を詳しく検討し、とくに汀線方向のその性質の変化を検討することが、漂砂の卓越方向を定めるのにきわめて重要であると強調している。この場合、調査地域にのみ供給される特殊な性質の砂礫に注目し、これを指標として、その砂礫の分布状態から漂砂の移動方向を推定することも非常に有効な手段である。三野²⁾、中山³⁾および荒巻⁴⁾らは自然地理学の立場から漂砂の移動現象を解明するために Handin と同じ方法を用いて成果をあげている。一方、井島⁵⁾らは放射性物質を tracer として海岸工学的な立場から漂砂調査を行なっている。この方法は漂砂調査の有力な一手段と考えられるが、技術上解決すべき問題があるとともに、長時間の観測にはなお検討すべき問題が残されている。

以上の観点から、この研究では若狭湾高浜海岸において採集した底質ならびに漂砂の資料を種々の方法によって分析し、その結果から漂砂の方向や供給源ならびにこの海岸の沿岸過程を明らかにしようとするものである。

2. 高浜海岸とその海底地形⁶⁾

音海岬と大島半島に囲まれた高浜海岸は Fig. 1 に示すように若狭湾のほぼ中央にある。若狭湾沿岸は一

般に砂浜のとほしい岩石海岸であるが、沿岸のところどころに狭い砂浜が形成されている。高浜海岸もこのような砂浜の1つであるが、その両端は奇岩や海洞からなる海食崖である。海食崖の高さは10~50 mであって、大島半島やこの海岸のほぼ中央にある城山は海食崖の後退にともなう岩屑や漂砂の堆積によって陸地と結ばれたトンボロ (tombolo) である。

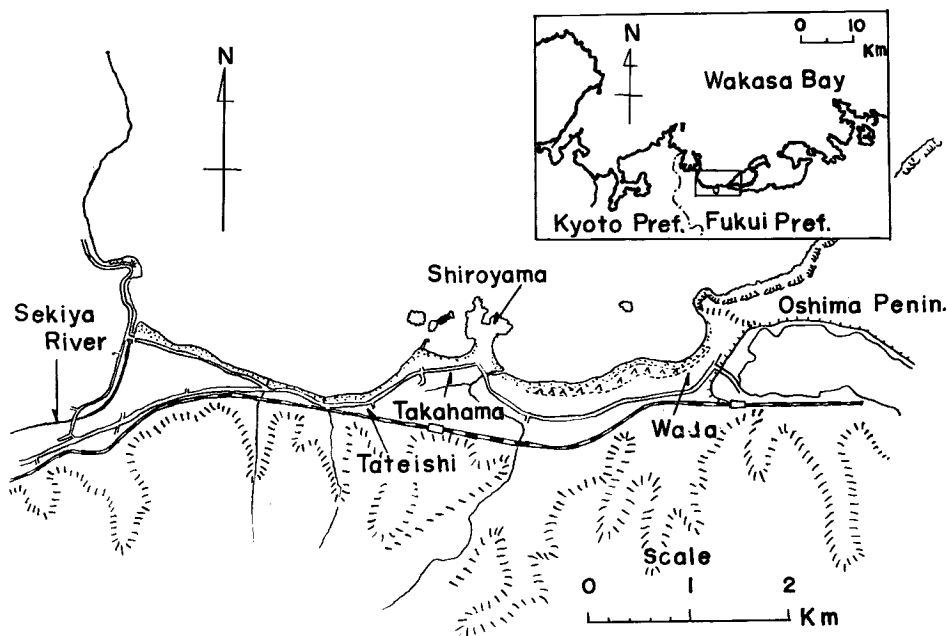


Fig. 1 Topographical map of Takahama Coast, Wakasa Bay

城山から和田にいたる約2.7 kmの海岸(以後和田海岸と呼ぶ)には高さ5~10 mの砂丘が発達し、砂丘につづいて30~100 m幅の海浜が形成されている。この海浜にはT字形の突堤数基が築造されているが、みるべき海岸浸食防止策は施されていない。一方、城山西側の高浜漁港から関屋川にいたる約3 kmの海岸(以後これを高浜海岸と呼ぶ)には、和田海岸にみられるような顕著な砂丘は存在せず、15~50 m幅の狭い海浜となっている。

とくに、近年、人家の密集している漁港一立石間は海岸浸食が激しく、海岸護岸の建設が急がれてきた。

高浜・和田両海岸を含む若狭湾沿岸一帯の地質^{7) 8)}は主として古生層、花崗岩および塩基性貫入岩類(主に輝緑岩)などで、Fig. 2に示すような分布状態となっている。古生層は近畿地方北部の丹波地帯に広く分布するものの一部であり、粘板岩を主として砂岩などをはさんでいる。一方、塩基性岩類は大島半島から高浜を経てNE-SW方向に京都府へと分布している。高浜・和田両海岸周辺の海食崖(城山、大島半島など)は採集した資料を分析した結果から輝緑岩であることが判明し、この付近一帯の海食崖は塩基性岩類に属していると考えられる。

以上、これら海岸における地形、地質について概説してきたが、このような地形学的あるいは地質学的特性は過去における沿岸過程とか、対象とする海岸の構成物質などを検討する上で非常に重要な役割をはたすものと考えられる。さらに将来における海岸の推移を考察するためには、現状における海底地形をよく把握し、そこに存在する底質とか卓越する自然力との関連を十分明らかにしなければならない。

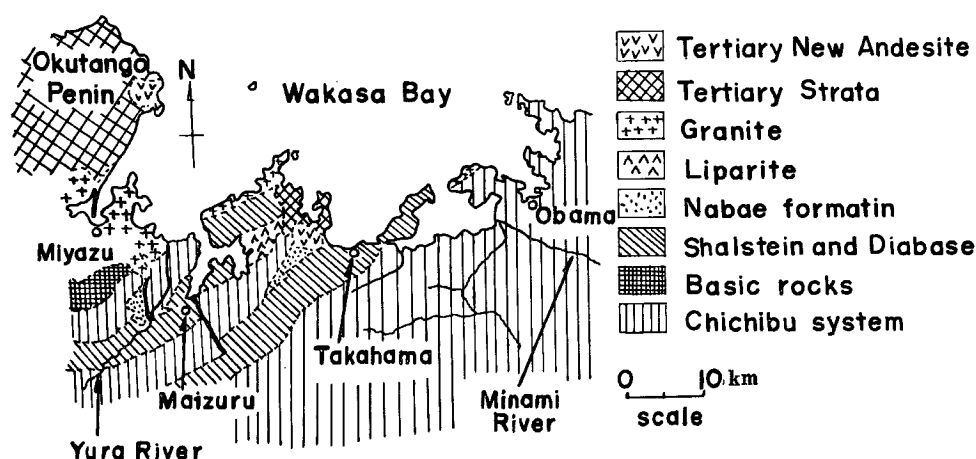


Fig. 2 Geological map of Wakasa Bay

Fig. 3 は昭和39年6月および8月に行なった 高浜海岸（漁港—立石）の深浅測量の結果である。深浅測量は海岸線に沿って、100 m 間隔で測点を設け、その測点から NNW 方向に測線をのぼし、測線上の水深を音響測深機とレッドとを用いて測定した。図から明らかなように、岩礁の多くみられる漁港近辺を除いて、水深6 m までの等深線はほぼ平行で、それより深い部分では測線 No. 19 (a)のように急激に深くなる部分がある。なお漁港付近の等深線はかなり複雑で、起伏に富んだ海底地形をなしているが、これは稲島などの小島や岩礁の岩盤が海底に露出しているためである。各測線上の海底断面図から海底勾配を求めると、水深6~10 m までは $1/40 \sim 1/70$ とかなり急勾配であるが、それ以上の水深になるとその勾配は $1/400 \sim 1/500$ ときわめて緩である。従来の測量結果（昭和25年頃、確かなことは不明）と今回のそれとから海底地形の変動を比較するため、鳥かん図によって示したのが Fig. 4 である。この図から明らかなように、いそ波帯(水

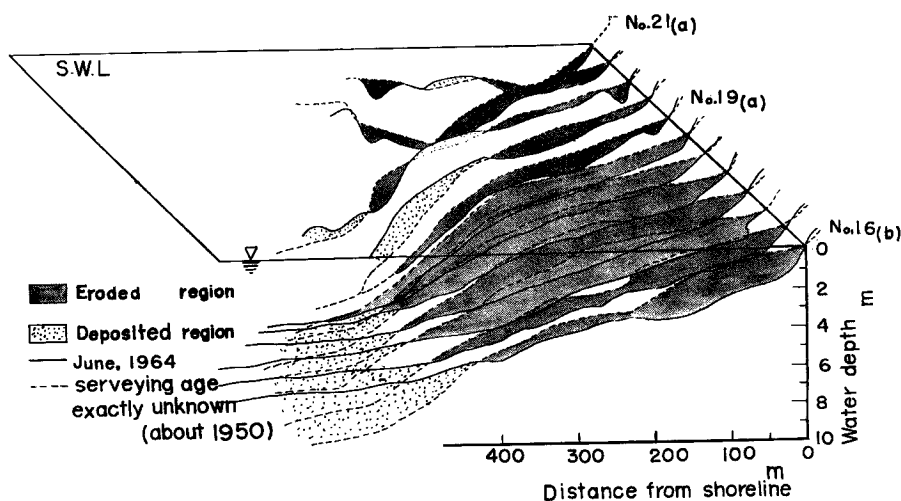


Fig. 4 Bird's-eye view of bottom topography of Takahama Coast

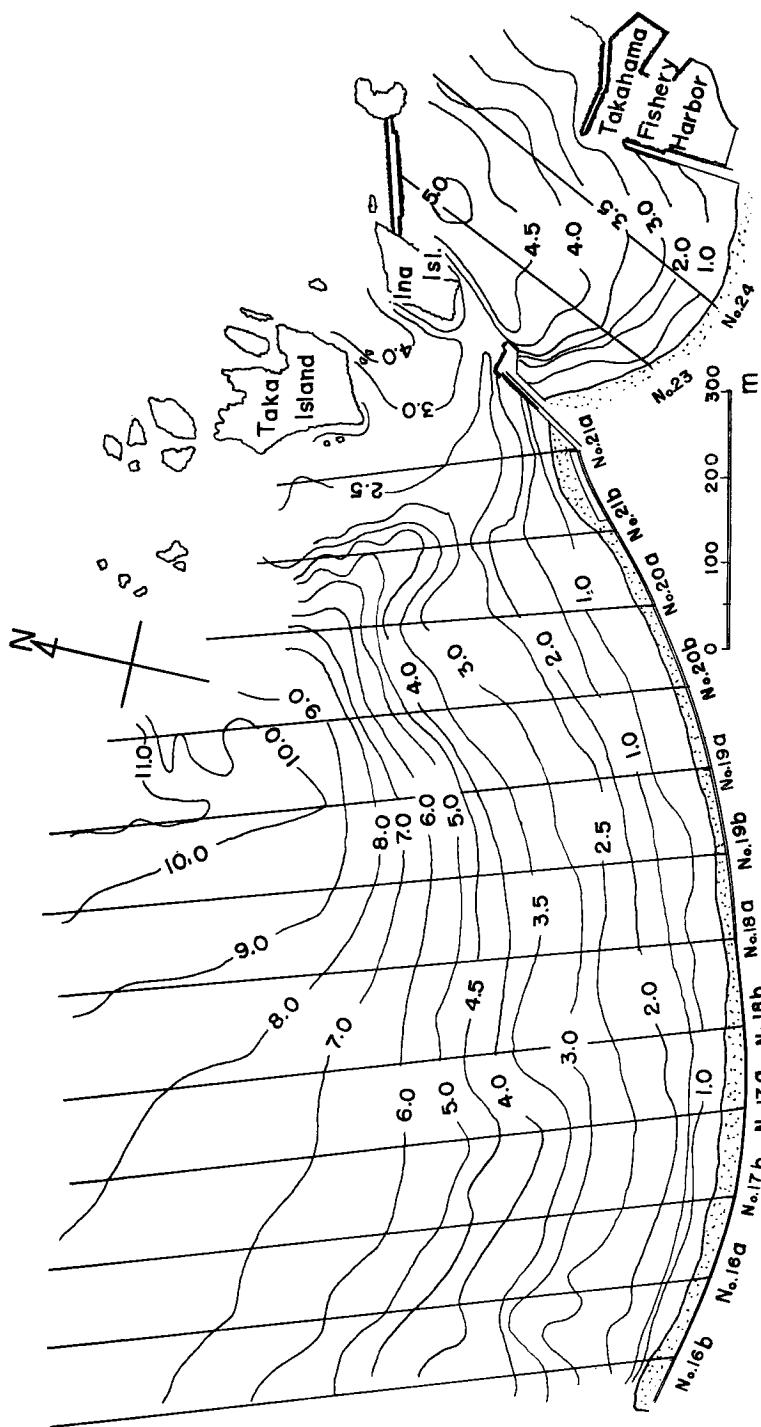


Fig. 3 Bottom topography by echosound surveying in June, 1964.

深7 m程度まで)では浸食が進行し、従来ほぼ一様であった海底勾配はかなりの急勾配に変化し、一方、水深7 mより深い部分では堆積が生じ、その勾配は緩くなっている。このような変動は種々の原因によると考えられるが、ここでは底質の特性を分析することによってその原因を究明したい。

なお高浜漁港内の海底地形は昭和25年2月菱田⁹⁾によって深淺測量が行なわれており、その結果と比較すると顕著な変動はみられない。

3. 底質と漂砂の採集

海岸および海底に広く分布する底質の特性から漂砂の供給源、その移動方向や海浜の変形過程を考察する場合には、底質の採集にあたって慎重な検討が必要である。ここで用いた方法はつぎの3つに大別される。その第1の方法は関屋川河口から和田にいたる延長約6 kmの汀線砂礫の採集であって、昭和39年6月10日関屋川河口を基点としてほぼ200 m間隔で合計41個の汀線砂礫を採集した。なお海岸における砂礫と比較するため、関屋川河口より300 m上流の河床からも砂礫を採集した。

その第2の方法はFig. 3に示す区域の底質を採集することであった。底質の採集は深淺測量に用いた測線を利用して水深1 mごとには水深10 mまで、31個の資料を採集した。第3の方法は夏季に採集した底質と冬季風浪によって浮遊、移動する漂砂とを比較検討するために、Fig. 5に示す竹竿トラップによって漂砂を採集することであった。竹竿トラップは北海道大学で考案されたものとはほぼ同じで、直径5 cm、節間の長さが約50 cmの竹竿を選び、竹の両節を残して切り、それに5.0×1.0 cmの採砂孔を設け、このトラップを50 cm間隔で麻ロープに結んだ。15個の捕砂器は昭和40年3月7日午後3～4時に投入し、12日午前10～11時に回収した。

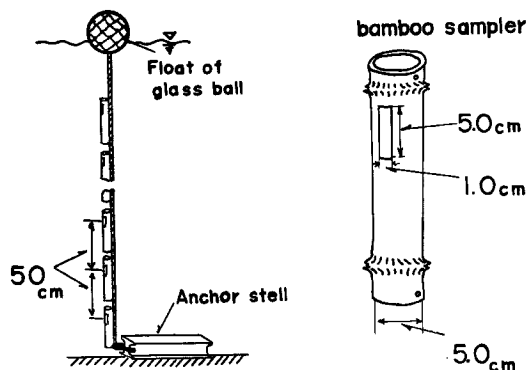


Fig. 5 Bamboo sampler for suspended sediment.

この間に採集された漂砂量は115時間に対するものであるが、3月9日午後9時頃から風波が来襲し3月12日午前まで約60時間続いた。その間、昼間のみの観測（フロートを利用した望遠レンズ付16mm撮影機によるもの）であるが、有義波高は1.11～1.63 m、有義波周期は7.2～12.5 secであった。Fig. 6およびFig. 7は汀線砂礫と底質および浮遊漂砂の採集位置を示している。

なお、底質の構成物質と海食崖との関連を明らかにするため、城山から岩石を採集した。この岩石は分析の結果、輝緑岩であることがわかった。

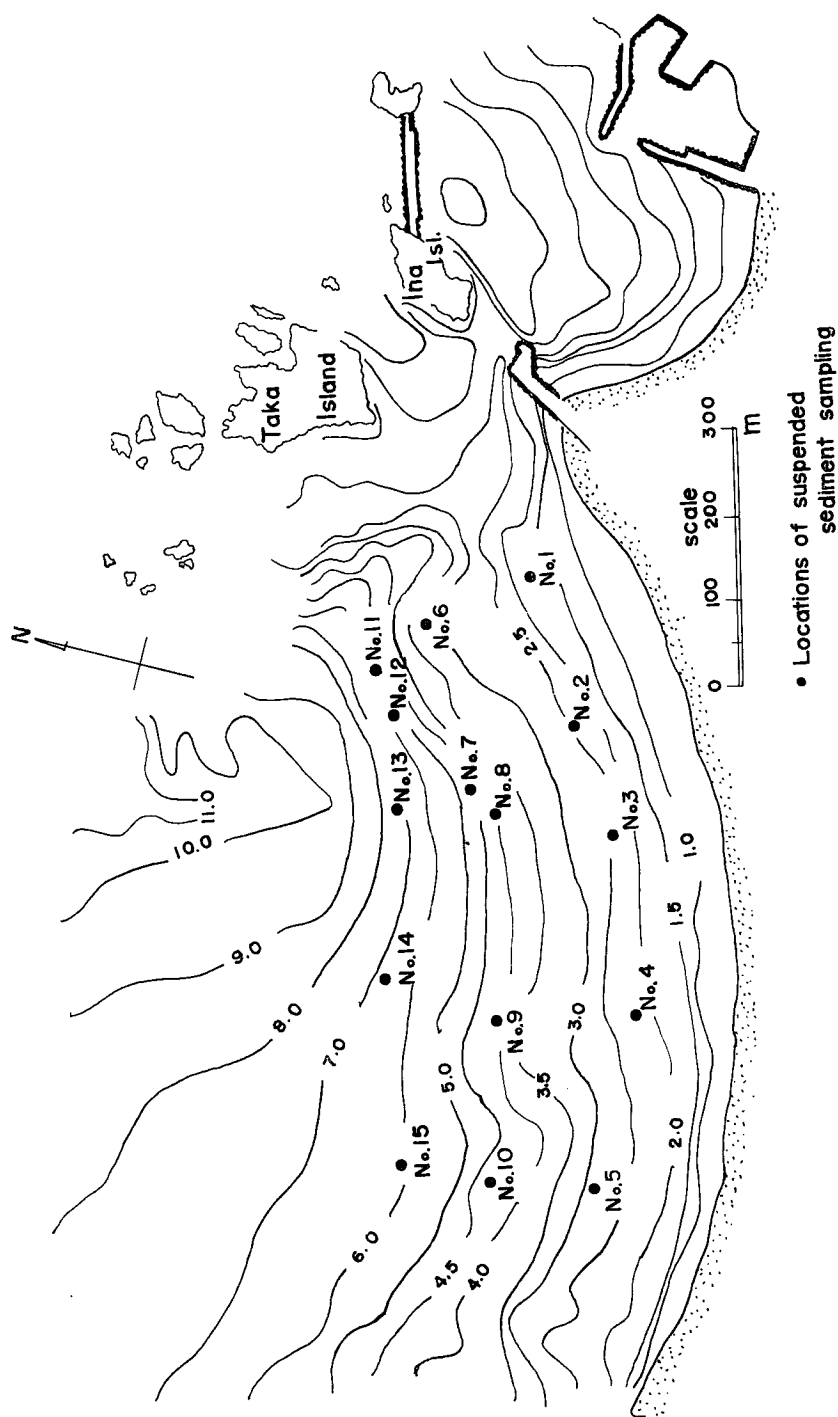


Fig. 7 Locations of suspended sediment sampling by bamboo samplers.

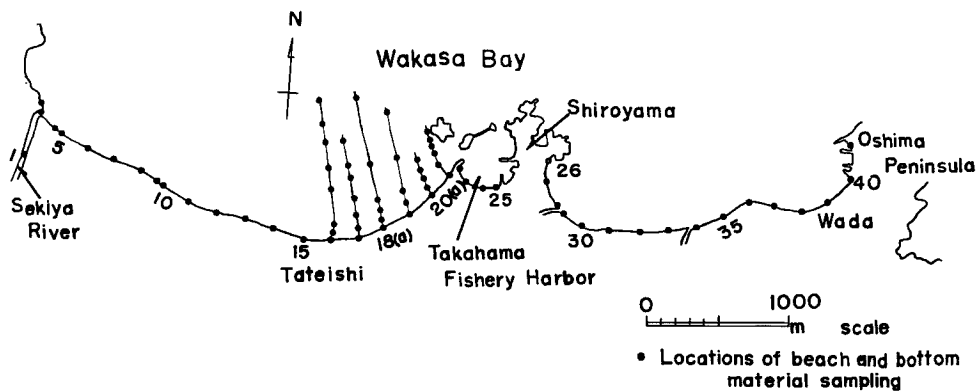


Fig. 6 Locations of shoreline and bottom material sampling.

4. 分析結果とその考察

採集した資料は自然乾燥の後、粒度組成、鉱物組成などについて検討し、その他の物理量たとえば比重、円磨度 (Roundness) などとも測定した。粒度組成は Table 1 に示すふるいを用いてふるい分け分析を行ない、鉱物組成は資料中に含まれる輝緑岩砂礫に注目し、その含有率、比重などを測定して分布特性を調べた。

Table 1 Sieves used for analysis.

No.	Sieve opening (mm)	No.	Sieve opening (mm)
1	25.0	10	0.85
2	15.0	11	0.60
3	10.0	12	0.40
4	7.0	13	0.30
5	5.0	14	0.15
6	2.5	15	0.11
7	2.0	16	0.088
8	1.7	17	0.075
9	1.2		

まず、汀線砂礫の分析結果について述べよう。Table 2 は汀線砂礫と測線 No. 16~21 における底質のふるい分け結果であるが、Fig. 8 はその中央粒径および標準偏差の場所的変化の状態を示したもので、縦軸の値は ϕ -scale で目盛りされている。この図から、関屋川河床における中央粒径は ϕ -scale で -3.80 ($d_{50} = 14$ mm) ときわめて大きく、標準偏差もかなり大きな値を示しているが、東に向うにしたがって漸減する傾向がみられる。また採集点 No. 16~25 では $\phi_{50} \approx 1.90$ ($d_{50} \approx 0.2$ mm) となり、標準偏差も小さくほとんど均一な砂であることがわかる。和田海岸では $\phi_{50} \approx 1.45$ ($d_{50} \approx 0.37$ mm) であって高浜海岸とは若干異なった粒度組成を示している。

Table 2 Results of sieve analysis.

Station No.	ϕ_{16}	ϕ_{50}	ϕ_{84}	d_{50} (mm)	$-\sigma_{\phi}$	Station No.	ϕ_{16}	ϕ_{50}	ϕ_{84}	d_{50} (mm)	$-\sigma_{\phi}$
1	-2.87	-3.80	-4.24	13.93	0.68	22	2.56	2.38	2.25	0.19	0.15
2	-0.16	-4.02	-4.38	16.22	2.11	23	2.62	2.37	2.15	0.19	0.18
3	-3.21	-3.96	-4.39	15.56	0.59	24	2.59	2.31	1.87	0.20	0.36
4	3.16	2.78	2.37	0.15	0.39	25	2.67	2.45	2.25	0.18	0.21
5	-3.98	-4.17	-4.28	18.00	0.15	26	2.19	1.42	0.61	0.37	0.79
6	-3.24	-3.94	-4.30	15.35	0.53	27	2.38	1.81	1.10	0.29	0.64
7	-0.34	-3.88	-4.36	14.72	2.01	28	2.20	1.72	1.18	0.30	0.51
8	-1.45	-3.09	-3.85	8.52	1.20	29	2.15	1.59	0.93	0.33	0.61
9	-0.24	-1.66	-2.47	3.16	1.11	30	1.96	1.45	1.01	0.37	0.47
10	2.05	1.54	-0.98	0.34	1.51	31	1.70	1.08	0.52	0.47	0.59
11	1.98	1.71	1.35	0.31	0.31	32	1.81	1.45	1.00	0.37	0.40
12	1.16	-3.09	-3.95	8.52	2.55	33	2.00	1.54	1.08	0.34	0.46
13	1.53	-1.41	-3.02	2.66	2.27	34	2.21	1.76	1.32	0.30	0.44
14	2.07	1.08	-3.87	0.47	2.97	35	1.96	1.54	1.11	0.34	0.42
15	1.96	1.14	-1.02	0.45	1.49	36	2.38	2.00	1.61	0.25	0.38
16	2.20	1.56	0.70	0.34	0.75	37	2.28	1.92	1.61	0.26	0.33
17	2.52	2.21	1.84	0.22	0.34	38	1.77	1.37	1.00	0.39	0.38
18	2.48	2.19	1.88	0.22	0.30	39	1.24	1.37	0.97	0.39	0.13
19	2.62	2.34	1.88	0.20	0.37	40	1.97	1.56	1.15	0.34	0.41
20	2.62	2.37	2.06	0.19	0.28	41	2.35	1.94	1.45	0.26	0.45
21	2.71	2.50	2.19	0.18	0.26						

Gravel group						Sand group					
Station No.	ϕ_{16}	ϕ_{50}	ϕ_{84}	d_{50} (mm)	$-\sigma_{\phi}$	Station No.	ϕ_{16}	ϕ_{50}	ϕ_{84}	d_{50} (mm)	$-\sigma_{\phi}$
1	-3.00	-3.86	-4.23	14.52	0.61	2	2.33	1.37	0.34	0.39	0.99
2	-3.55	-4.14	-4.40	17.63	0.42	4	3.12	2.80	2.42	0.14	0.35
3	-3.29	-3.96	-4.25	15.56	0.48	7	1.00	0.16	-0.43	0.90	0.71
5	-3.98	-4.17	-4.28	18.00	0.15	8	2.20	0.57	-0.57	0.67	1.38
6	-3.24	-3.92	-4.20	15.14	0.48	9	2.02	-0.17	-0.74	1.13	1.38
7	-3.05	-4.00	-4.31	16.00	0.63	10	2.42	1.77	1.02	0.29	0.70
8	-2.35	-3.24	-3.90	9.45	0.77	11	2.12	1.73	1.40	0.30	0.36
9	-1.48	-2.15	-2.58	4.44	0.55	12	2.12	1.56	0.60	0.34	0.76
10	-2.31	-3.07	-3.48	8.40	0.58	13	2.12	0.85	-0.54	0.55	1.33
12	-2.05	-3.37	-3.93	10.34	0.44	14	2.30	1.29	0.58	0.41	0.86
13	-1.84	-2.65	-3.21	6.28	0.68	15	2.08	1.71	-0.04	0.31	1.06
14	-2.85	-3.81	-4.21	14.03	0.68						

Station No.	ϕ_{16}	ϕ_{50}	ϕ_{84}	d_{50} (mm)	$-\sigma_{\phi}$	Water depth (m)	Station No.	ϕ_{16}	ϕ_{50}	ϕ_{84}	d_{50} (mm)	$-\sigma_{\phi}$	Water depth (m)
16(a)-A	2.34	1.85	1.37	0.28	0.48	15.5	19(a)-A	2.61	2.38	2.11	0.23	0.25	11.1
B	2.47	1.97	1.50	0.26	0.48	9.2	B	2.59	2.32	1.98	0.20	0.30	4.6
C	2.52	2.21	1.84	0.22	0.34	0	C	2.62	2.34	1.88	0.20	0.37	0
1	2.43	2.12	1.77	0.23	0.33	1.7	1	2.65	2.44	2.14	0.18	0.25	1.0
2	2.71	2.42	2.14	0.19	0.28	3.2	2	2.63	2.42	2.17	0.19	0.23	2.2
3	2.65	2.34	2.02	0.20	0.38	4.9	3	2.60	2.16	1.77	0.22	0.41	6.0
4	2.70	2.02	1.86	0.25	0.42	6.6	4	3.09	2.73	2.40	0.15	0.34	11.0
5	2.73	2.55	2.35	0.17	0.19	7.2	20(a)-B	2.75	2.44	2.16	0.18	0.24	4.9
6	2.76	2.50	2.26	0.18	0.25	7.9	C	2.62	2.37	2.06	0.19	0.28	0
17(a)-A	2.25	1.93	1.53	0.26	0.36	21.2	1	2.71	2.36	2.06	0.19	0.32	0.7
B	2.45	2.04	1.69	0.24	0.38	9.5	2	2.49	2.19	1.94	0.22	0.27	1.7
C	2.20	1.56	0.70	0.34	0.75	0	3	2.57	2.27	2.02	0.21	0.27	2.0
1	2.60	2.35	2.06	0.20	0.27	1.7	4	2.60	2.28	2.02	0.21	0.29	2.7
2	2.29	1.95	1.65	0.26	0.32	2.6	5	2.85	2.49	2.18	0.18	0.33	2.8
3	2.56	2.28	2.00	0.21	0.28	3.5	21(a)-A	2.65	2.44	2.27	0.18	0.19	18.2
4	2.67	2.43	2.19	0.19	0.24	4.7	B	2.74	2.51	2.28	0.21	0.23	4.0
5	2.71	2.43	2.21	0.19	0.25	6.0	C	2.71	2.50	2.19	0.18	0.26	0
6	2.85	2.56	2.32	0.17	0.26	7.4	1	2.82	2.55	2.16	0.17	0.33	2.1
18(a)-A	2.65	2.22	1.83	0.21	0.41	12.2	2	2.54	-1.32	-4.00	2.50	3.27	3.0
B	2.74	2.40	2.12	0.19	0.31	5.2	3	-0.07	-3.96	-4.41	15.56	2.17	2.4
C	2.48	2.19	1.88	0.22	0.30	0	4	-0.03	-2.52	-4.15	5.74	2.06	1.7
1	2.53	2.28	1.97	0.21	0.28	1.4	5	2.44	1.29	-3.94	0.41	3.69	2.2
2	2.66	2.37	2.06	0.19	0.30	2.2	6	1.67	-2.53	-4.10	5.78	2.88	1.7
3	2.59	2.33	2.02	0.20	0.28	4.6							
4	2.87	2.65	2.47	0.16	0.20	9.0							

Values for A and B in column of water depth mean distance far from shoreline, and C means beachface material

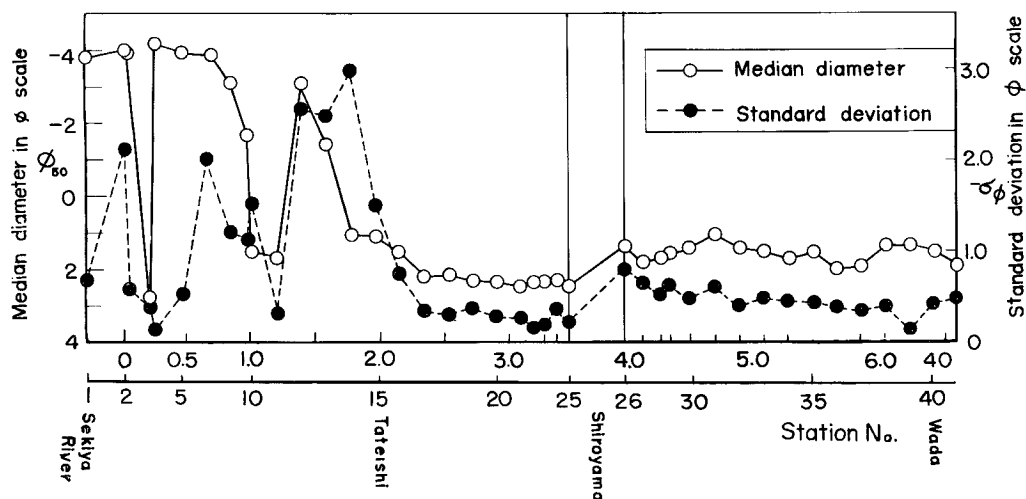


Fig. 8 Alongshore distributions of median diameter and standard deviation of beachface materials.

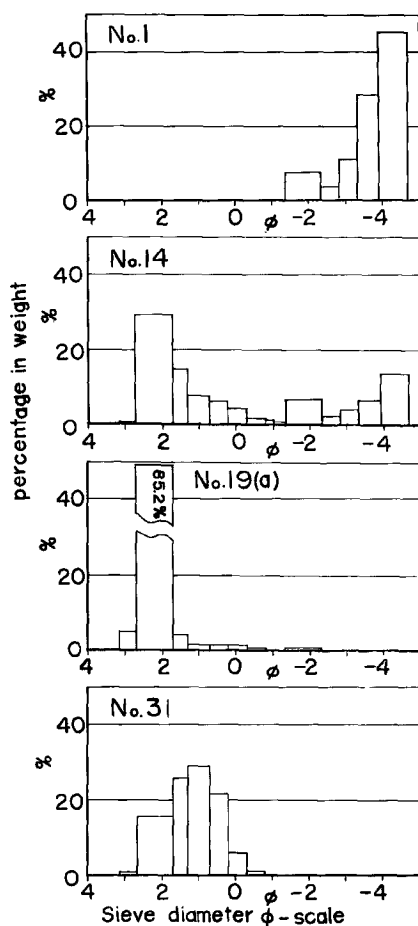


Fig. 9 Typical histograms of beachface material sizes at four sampling areas.

高浜海岸でも採集点 No. 1～15 の粒度組成は、採集点 No. 16～25 とかなり異なるようであり、これらの区間の代表的な粒度ヒストグラムを示すと Fig. 9 のようになる。この図の No. 1 は関屋川河床におけるもので、 $\phi = -1.00$ ($d = 2\text{ mm}$) 以下の砂が存在しないことがわかる。一方、No. 14においては $\phi = -0.77 \sim -1.0$ ($d = 1.7 \sim 2.0\text{ mm}$) の粒径の砂の含有率がきわめて小さく、かつそれ以下と以上の粒径において極大が存在する双頭型の粒度分布を示している。この傾向は No. 2～15にみられるもので、取り扱いの便宜上 1.85 mm を境として、それ以上の粒径のものを礫群、以下のものを砂群として分析を行なう。No. 19(a)およびNo. 31 にはほとんど礫群が含まれていない。とくに No. 19(a) における砂群はよく淘汰されていることがわかる。

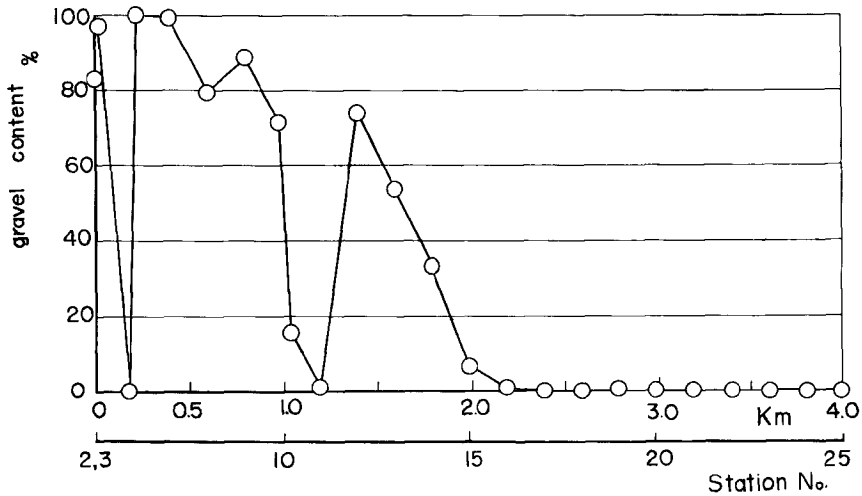


Fig. 10 Alongshore distribution of gravel content of beachface materials.

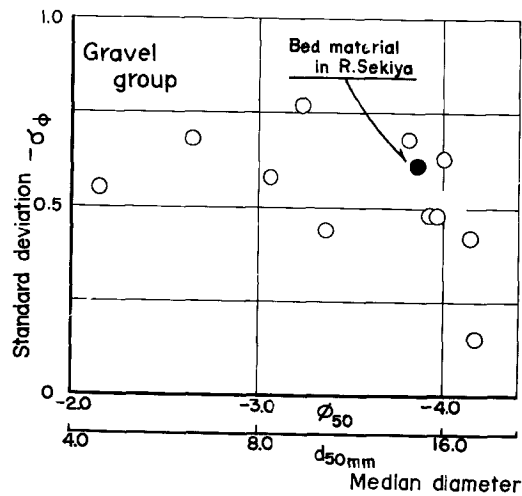


Fig. 11 Relation between median diameter and standard deviation for gravel group.

以上の結果を総合すると汀線砂礫の場所的分布はNo. 1～15の区域、No. 16～25の区域および和田海岸の3領域でそれぞれ異なった粒度組成を示している。Fig. 10は採集資料中の礫群の重量含有率で、No. 2からNo. 15にいたるにしたがって減少する傾向がみられ、とくにNo. 16～25ではほとんど礫群が存在しないことがわかる。かつ関屋川河床における資料は礫群のみで構成されていることから、No. 2～15区域における礫

群は関屋川の底質と密接な関係をもつと推定される。**Fig. 11**は礫群の中央粒径と標準偏差との関係を示したもので、礫群は粒径が大きいと淘汰度がよくなる傾向がある。一方、**Fig. 12**は砂群の両者の関係を示すもので、砂群の粒径が大きくなるほど淘汰度が悪くなることわかる。柿沼¹⁰⁾によるとこのちがいは礫群と砂群との輸送機構のちがいによるものであると述べている。すなわち砂群は浮遊形式で移動するのに対し、礫群は跳躍および転動形式で移動し、その結果、輸送距離の大小によって淘汰度と粒径との関係が定まることを指摘している。そこでいま、礫群を2mm以上のふるいごとに分けて、写真撮影し、その投影像から丸味率^{11) 12)} (Roundness) を測定し、**Fig. 13**に示す結果をえた。

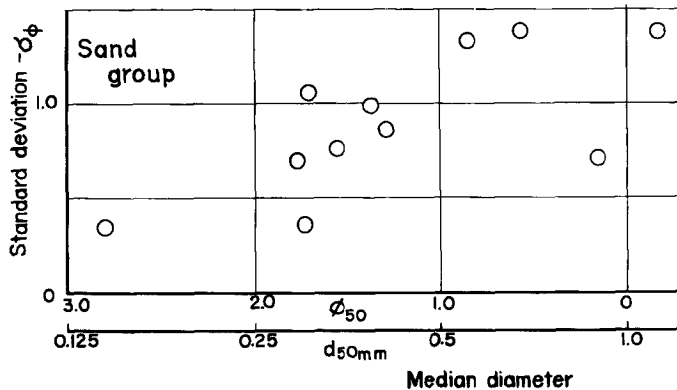


Fig. 12 Relation between median diameter and standard deviation for sand group.

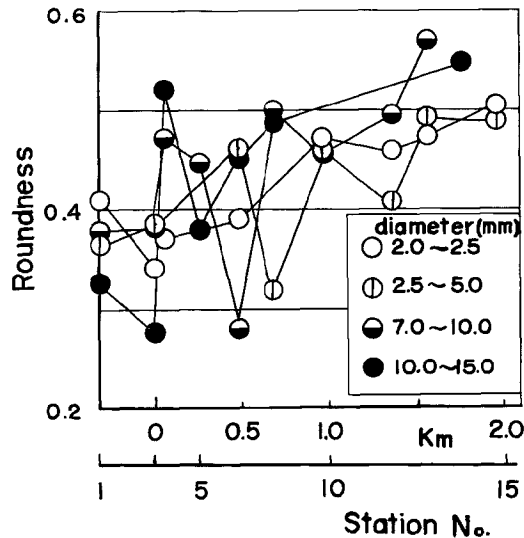


Fig. 13 Alongshore distributions of roundness of beachface materials for gravel group.

ここに丸味率は

$$P=(r_i/R)/N$$

で表されるもので、 r_i は粒子の隅角部における最大内接円の半径の総和、 N は隅角部の数であり、 R は投影像の最大内接円の半径である。三野¹³⁾、中山¹⁴⁾および荒巻¹⁵⁾らは各地海岸の海浜堆積物の丸味率を測定し、漂砂の移動方向にその値が大きくなることを示した。これは砂礫が移動する際に磨滅し、丸くなっていくためであり、丸味率は完全な円で1、角ばってくるほどその値が小さくなることを示している。したがって Fig. 13 に示す結果より、関屋川河口から東方に向うにしたがって、円磨度が大きくなり、礫群が磨滅しながら東方に運搬されていることがわかる。なおこの礫群の一部には関屋川から供給されたものもあると考えられる。

汀線砂礫の砂群の諸特性は海底の底質や浮遊砂の特性との関連を明らかにしながら検討する。Fig. 14 は立石～漁港間の海底における底質の中央粒径と標準偏差の水深による変化を示すもので、同時にその海浜断

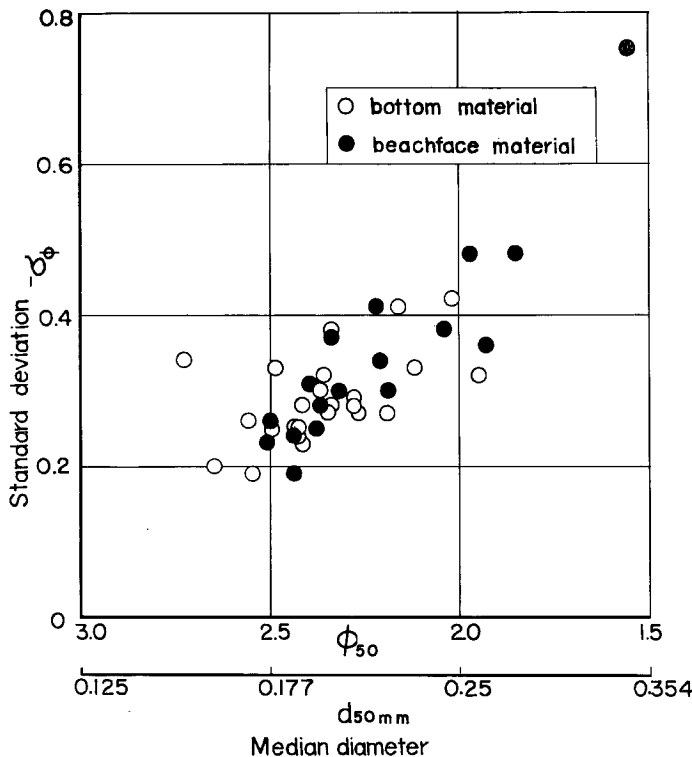


Fig. 15 Relation between median diameter and standard deviation for sand group.

面形も示してある。これらの図から、No. 21(a)を除いて、他の測線上の底質の中央粒径は汀線砂礫の砂群の中央粒径とほぼ同じで、その値は0.2 mm程度である。この底質は淘汰度もきわめてよく、水深によってわずかの差異はみられるが、標準偏差もほぼ0.2～0.5の範囲にあり、ほとんど均一な底質と考えられる。

Fig. 15は中央粒径と標準偏差との関係を汀線砂群と底質とに対して同時にプロットしたもので、汀線砂群と海海底質とはまったく同一の傾向を示し、何ら差異がみとめられないことがわかる。これはその中央粒径

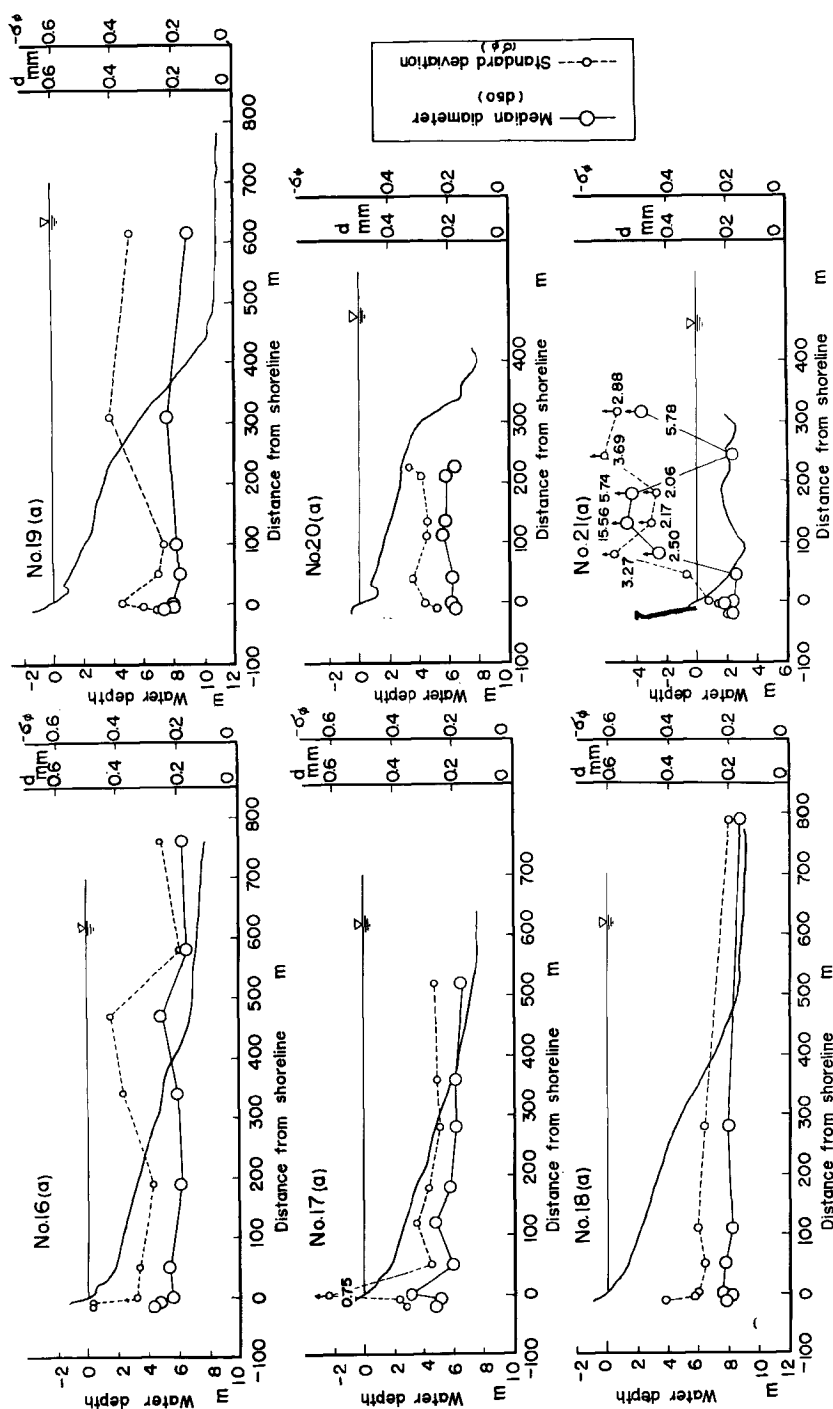


Fig. 14 Distributions of median diameter and standard deviation of bottom materials along beach profiles.

0.2~0.25 mm の淘汰度のよい底質がこの海岸一帯に広く分布していることを示し、それに関屋川から排出される礫群が混合していることを示している。ただこのような砂群は礫群と異ってその移動形式が浮遊によるものと考えられ、波とか流れの方向によって大きな影響を受けるであろう。

Fig. 16 は底質の中央粒径および比重と水深との関係を示すもので、粒径は汀線から水深10mまではほとんど一様であるが、その比重は水深4mより岸側と沖側とはかなりその傾向が異なっている。すなわち沖側ではその値が2.67とほぼ一定であるが、岸側では浅くなるほど比重が大きくなり、同じ粒径でも重くなっていることがわかる。これは砂群中に比重の大きい輝緑岩砂が多く含まれることを示している。これについては後述する。

Fig. 17 は冬季における浮遊漂砂量の鉛直分布を測定した2, 3の例であって、横軸は捕集砂重量、縦軸は海底からの高さがとってある。この図から明らかなように、海底からはほぼ1~2mの間に漂砂量の最大が存在し、海底から3m以上になると急激に漂砂量が減少することがわかる。またその分布形はきわめて複雑な形となり、北海道¹⁶⁾において観測された「くの字形分布」とはやや相違している。

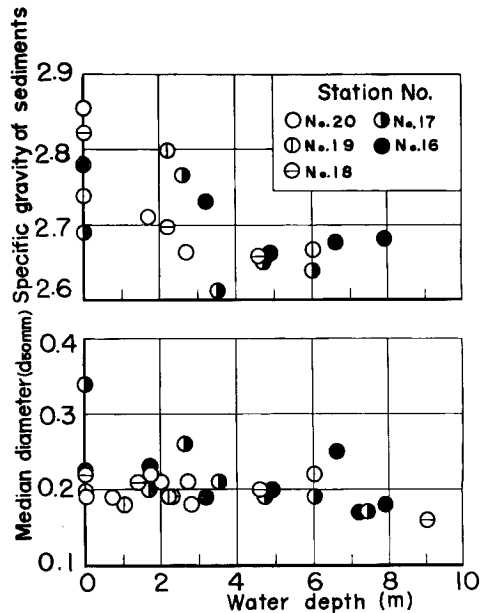


Fig. 16 Relations of specific gravity and median diameter of bottom materials against water depth.

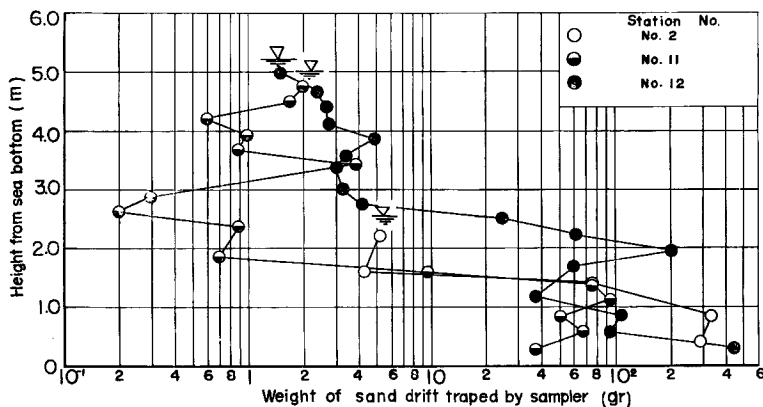


Fig. 17 Some examples of vertical distributions of suspended sediment.

Table 3 は捕集漂砂量の各粒径別鉛直分布を示すもので、捕砂量の最も多いのは $d=0.15\sim0.30$ mm であり、 $d=0.11\sim0.15$ mm および $d=0.30\sim0.40$ mm がこれについている。これは夏季に採集した底質の組成とほぼ同じである。

Fig. 18 は水深 5.4 m (No. 12) における捕集漂砂の粒径および比重の鉛直分布を示すもので、中央粒径は

Table 3 Vertical distribution of suspended sediment for various sizes.

(unit : gr)

Station No.	No. 2					No. 6							
Height(m) d(mm)	0.45	0.91	1.36	1.82	2.27	0.41	0.82	1.24	1.65	2.06	2.47	2.88	3.30
>0.40	1.4	1.8	0.9	—	0.2	—	—	0.2	—	—	—	—	—
0.40 ~0.30	8.1	7.5	3.0	0.1	0.2	—	1.3	0.5	—	—	—	—	—
0.30 ~0.15	232.0	271.5	63.8	2.0	2.5	—	109.0	7.5	1.1	0.4	0.1	0.4	2.0
0.15 ~0.11	52.8	35.3	9.8	1.0	1.2	—	14.5	2.6	1.5	0.4	0.1	0.6	4.6
0.11 ~0.088	1.8	3.4	1.0	0.4	0.3	—	0	0.7	0.4	0.2	0.1	0.2	1.0
0.088~0.075	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	—	0.5	0.2	0.2	0	—	0.2	0.5
0.075>	0.1	0.5	0.4	0.3	0.2	—	0.4	0.2	0.2	0.2	—	0.2	—

Station No.	No. 11												
Height(m) d(mm)	0.26	0.53	0.79	1.05	1.32	1.58	1.84	2.10	2.37	2.63	2.90	3.16	3.42
>0.40	—	—	—	1.0	1.7	—	—	—	—	—	—	—	—
0.40 ~0.30	1.2	2.2	1.7	3.0	2.0	0.7	—	—	0.3	—	—	—	0.2
0.30 ~0.15	28.5	53.0	40.0	78.1	61.5	6.0	—	—	0.5	—	—	—	1.4
0.15 ~0.11	5.2	9.5	7.2	9.2	9.1	1.9	—	—	0.2	—	—	—	1.0
0.11 ~0.088	4.6	0.8	0.6	1.7	0.7	0.7	—	—	0.1	—	—	—	0.2
0.088~0.075	0.9	0.2	0.1	0.5	0.2	0.2	—	—	0.1	—	—	—	0.2
0.075>	0.3	0.7	0.4	0.7	0.5	0.5	—	—	0	—	—	—	0.2

Station No.	No. 11					No. 12							
Height(m) d(mm)	3.68	3.95	4.20	4.48	4.74	0.27	0.55	0.82	1.10	1.37	1.65	1.92	2.19
>0.40	—	—	—	—	—	9.3	1.2	3.1	0.8	—	—	—	—
0.40 ~0.30	—	—	—	0.1	—	22.3	3.5	3.9	1.4	—	2.8	9.6	2.9
0.30 ~0.15	—	0.4	—	0.7	0.2	337.5	73.3	62.3	16.0	—	45.5	154.0	46.4
0.15 ~0.11	—	0.4	—	0.4	0.7	37.4	9.9	13.6	5.1	—	7.9	30.3	8.7
0.11 ~0.088	—	0.2	—	0.2	0.2	4.9	1.6	2.0	1.6	—	0.6	0	1.7
0.088~0.075	—	0	—	0.1	0.1	0.6	0.3	0.6	1.0	—	1.1	5.1	1.2
0.075>	—	0	—	0.1	0.2	0.6	0.8	0.6	1.3	—	0.3	2.5	0.6

(unit : gr)

Station No.	No. 12										No. 13		
Height(m) d(mm)	2.47	2.74	3.01	3.29	3.56	3.84	4.10	4.38	4.65	4.94	0.37	0.74	1.10
>0.40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.0	4.0
0.40 ~0.30	—	—	—	—	—	0.2	—	—	—	—	—	7.9	11.4
0.30 ~0.15	—	2.0	1.6	1.4	1.6	2.5	1.3	1.0	1.2	0.8	—	136.9	293.7
0.15 ~0.11	—	0.2	1.0	1.0	1.6	1.5	1.2	0.8	0.8	0.2	—	21.5	33.7
0.11 ~0.088	—	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	—	1.8	3.3
0.088~0.075	—	0.2	0.2	0	0	0.2	0	0.2	0.2	0	—	0.4	0.8
0.075>	—	0.4	0.2	0.2	0	0.3	0.2	0.3	0.2	0	—	0.6	0.8

Station No.	No. 13												
Height(m) d(mm)	1.47	1.84	2.21	2.58	2.95	3.32	3.68	4.05	4.42	4.80	5.16	5.53	5.90
>0.40	6.1	1.5	—	—	0.2	—	—	—	—	—	—	—	—
0.40 ~0.30	51.3	1.9	—	—	0.4	—	—	—	—	—	—	—	—
0.30 ~0.15	310.0	50.5	—	—	3.8	0.9	—	1.8	2.7	—	1.4	—	0.4
0.15 ~0.11	24.2	9.2	—	—	2.2	0.8	—	1.2	2.0	—	1.4	—	0.4
0.11 ~0.088	2.3	3.3	—	—	1.0	0.2	—	0.4	0.4	—	0.4	—	0.2
0.088~0.075	0.9	1.5	—	—	0.4	0.1	—	0.2	0.2	—	0.2	—	0.1
0.075>	0.5	0.6	—	—	0.6	0.1	—	0.2	0.2	—	0.4	—	0.1

Station No.	No. 13		No. 14										
Height(m) d(mm)	6.26	6.64	0.37	0.74	1.10	1.47	1.84	2.21	2.58	2.95	3.32	3.68	4.05
>0.40	—	—	—	—	—	—	—	5.9	—	—	—	—	—
0.40 ~0.30	—	—	—	—	—	—	—	31.7	—	—	—	—	—
0.30 ~0.15	1.1	1.3	—	—	—	—	—	181.3	—	8.2	—	0.8	0.4
0.15 ~0.11	0.3	1.0	—	—	—	—	—	26.0	—	3.0	—	0.6	0.2
0.11 ~0.088	0.2	0.3	—	—	—	—	—	2.8	—	0.4	—	0.1	0.1
0.088~0.075	0.1	0.3	—	—	—	—	—	1.1	—	0.2	—	0.1	0.1
0.075>	0.1	0.3	—	—	—	—	—	2.0	—	0.4	—	0.1	0.1

Station No.	No. 14							No. 15						
Height(m)	4.42	4.80	5.16	5.53	5.90	6.26	6.64	3.16	3.47	3.79	4.10	4.42	4.74	
d(mm)														
>0.40	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0.40 ~0.30	0.2	—	—	—	—	—	—	0.2	—	—	0.1	—	—	
0.30 ~0.15	2.4	1.0	1.9	0.8	1.4	—	0.7	4.8	1.6	0.3	3.2	0.5	1.7	
0.15 ~0.11	1.0	0.8	1.4	0.4	1.1	—	0.5	1.4	1.0	0.4	1.1	0.5	0.9	
0.11 ~0.088	0.7	0.2	0.3	0.2	0.4	—	0.2	0.5	0.4	0.1	0	0.2	0.3	
0.088~0.075	0	0	0.2	0.2	0.2	—	0.1	0.2	0	0	0.6	0.1	0.3	
0.075>	0	0	0.3	0	0.2	—	0.1	0.5	0	0	0.6	0.1	0.1	

Station No.	No. 15		
Height(m)	5.05	5.37	5.68
d(mm)			
>0.40	—	—	—
0.40 ~0.30	—	—	—
0.30 ~0.15	2.4	1.1	—
0.15 ~0.11	1.4	0.8	—
0.11 ~0.088	0.5	0.2	—
0.088~0.075	0.2	0.2	—
0.075<	0.2	0.2	—

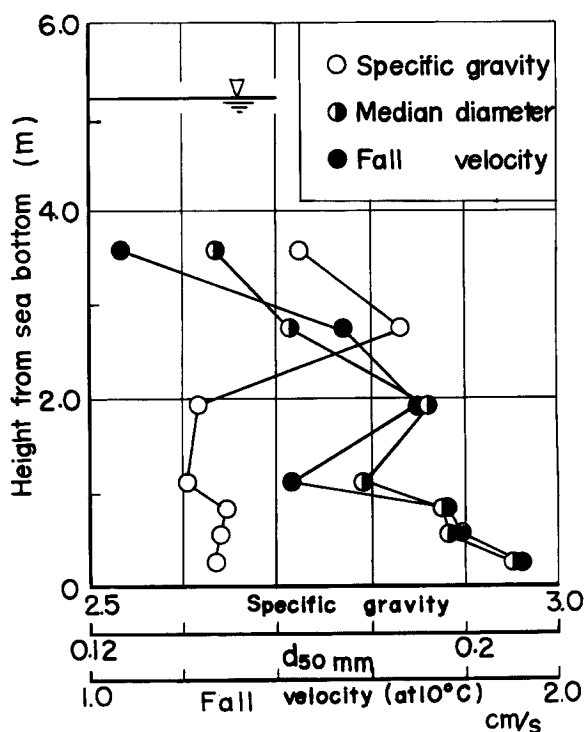


Fig. 18 Vertical distribution of median diameter and specific gravity of drift sand.

1.0m付近に極小値が存在する。一方、比重は3.0m付近に極大値が存在することがわかる。比重と粒径がことなる底質に対する浮遊の効果を明らかにするために、同じ図に、10°Cにおける沈降速度をプロットしておいた。これから明らかなように、海底からの高さが2.0~3.0mにおいて沈降速度に極大があらわれ、波および流れの効果がきわめて複雑であることを示していると考えられる。

つぎに、高浜海岸における底質の特性の1つである鉱物組成から漂砂の供給源について検討しよう Fig. 19は採集資料中の輝緑岩質砂礫の含有率の分布を示すもので、礫群においては採集位置に関係なくほぼ50%の含有率を示している。一方関屋川河床における輝緑岩の含有率は40%と汀線礫群よりやや低いが、礫群の

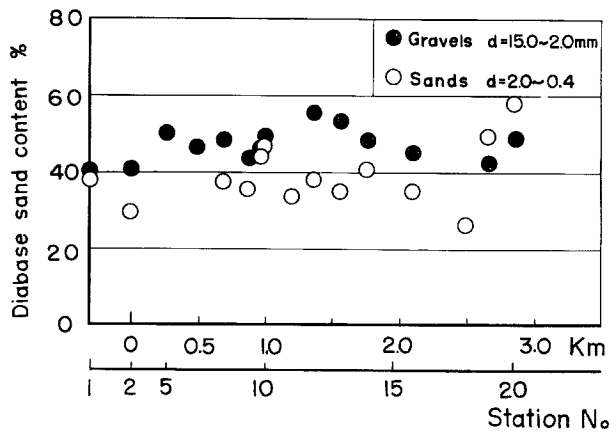


Fig. 19 Alongshore distribution of diabase contents for gravel and sand.

供給源には関屋川が重要な役割をはたしていると推定される。さらに砂群のそれは礫群とくらべてその値が小さく、採集点 No. 19, 20を除いてはほぼ40%であって、卓越した移動方向を見出すことはできない。

同様のことが次の図についてもいえる。Fig. 20 は、城山から採集した輝緑岩の比重が2.88で普通の石英

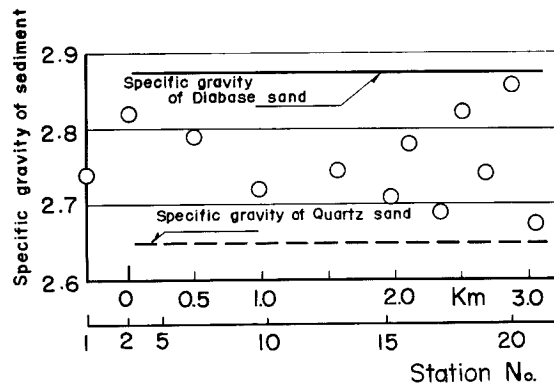


Fig. 20 Distribution of specific gravity for beachface materials.

砂の2.65より大きい値であることを利用して、汀線砂群の比重の分布状態を調べたものである。その比重はどの地点でも石英砂の比重より大きく、輝緑岩のそれより小さいことがわかる。また、水深が大きくなるにしたがって、底質の比重も小さくなることは Fig. 16 から明らかである。したがって、この海岸に広く分布する砂礫の比重は海食崖を構成する輝緑岩の比重より小さく、砂群および礫群の形成に対して関屋川が海食崖より重要な供給源になっていると推定される。ただ関屋川の流域面積は約26km²と小さくなく、年間の土砂運搬量はきわめて少ないと考えられる。したがって、この海岸における砂浜の形成には長年月を要したと推定される。

5. 結 語

高浜海岸から採集した底質資料を分析し、漂砂の方向やその供給源を明らかにするため、底質のもつ物理的特性および鉱物組成から種々検討を加えてきた。その結果を要約するとつぎのようである。

1) 双頭型の粒度分布をもつ底質は礫群と砂群に分けそれぞれの特性を検討することがきわめて有効である。

2) 礫群の移動方向は東に向っていると考えられるが、砂群には卓越した移動方向がみられず、むしろこの海岸一帯にはほぼ均一な粒径の底質が広く分布していることがわかった。

3) 砂群の比重は水深によってかなりことなり、いそ波帯には輝緑岩質砂が多いことが見い出された。

4) 海浜変形にきわめて重要な役割をはたすと考えられる冬季の漂砂は夏季に採集した底質の特性とほぼ同じ特性をもっている。

5) 海食崖よりもむしろ関屋川の方が漂砂の供給源として重要であり、かつ関屋川からの排出土砂量は小さいことから、この海岸の砂浜を形成するには長年月を要したと推定される。

以上この研究においては底質の特性を種々の方法によって検討し、海浜変形をもたらす漂砂との関連性を考察してきた。これらの方法は漂砂現象を解明する上できわめて有効な手段の1つと考えられるが、底質の特性のみを用いて複雑な沿岸過程を詳述することにはおのずから限界がある。したがって、今後は波とか流れなどとの関係を明らかにし、地形学的ないし地質学的要因を十分加味して、漂砂現象を把握していきたい。

最後にこの研究を行なうにあたって終始ご指導を賜った岩垣雄一教授ならびに調査に協力、援助していただいた樋口助教授、柿沼助手その他海岸災害研究室の諸氏ならびに福井県および高浜町の関係方面に深謝の意を表する次第である。

参 考 文 献

- 1) Handin, J. W. : The Geological Aspects of Coastal Engineering, Proceeding of 1st Conference on Coastal Engineering, Chapt. 13, 1950, pp.133~136.
- 2) 三野与吉, 町田貞, 荒巻孚, 山内秀夫: 新潟海岸の海浜堆積物からみた沿岸流の卓越方向について, 東京教育大学地理学研究報告Ⅶ, 昭38, pp. 1~22.
- 3) 中山正民: 淡路島五色浜付近における堆積物について, 大阪学芸大学地理学報, 第10号, 昭38, pp. 3~13.
- 4) 荒巻孚, 鈴木隆介: 海浜堆積物の分布傾向からみた相模湾の漂砂について, 地理学評論, 第35巻, 1962, pp. 17~34.
- 5) 井島武士, 佐藤昭二, 田中則男: 鹿島港海岸の漂砂について, 第11回海岸工学講演会講演集, 昭39, pp. 175~180.
- 6) 岩垣雄一その他: 高浜漁港海岸浸食調査報告書(第2報), 財団法人防災研究協会, 昭40.3.
- 7) 松下進編: 日本地方地質誌「近畿地方」, 朝倉書店, 昭28, pp. 6~55.
- 8) 工業技術院地質調査所: 1/5万地質図および説明書, (京都第3号一小浜図幅), 昭32.
- 9) 菱田耕造: 福井県高浜港の漂砂について, 中央気象台海洋報告, 第1巻, 第4号, 昭25, pp. 193~200.
- 10) 柿沼忠男: 渥美湾大州海岸における粒度分布について, 第8回海岸工学講演会講演集, 昭36, pp. 156~160.
- 11) Pettijohi, F. J. : Sedimentary Rocks, 1949, Harper and Brothers, New York, pp. 49~55.
- 12) 中山正民: 礫浜における堆積物の諸性質について, 地理学評論, 第38巻, 1965, pp. 103~120.
- 13) 前掲2)
- 14) 前掲3), 12)
- 15) 前掲4)
- 16) 福島久雄, 柏村正和: 漂砂とその測定(4), 第6回海岸工学講演会講演集, 昭34, pp. 57~62.