

薩摩半島, 吹上浜西方沖の底質

東 隆文^{*1}, 日高正康^{*2}, 幅野明正^{*1}, 福田隆二^{*2}, 東川勢二^{*2}

Grain-Size Distribution of Bottom Sediments West of Fukiage Beach, Satsuma Peninsula, Kagoshima, Japan

Takafumi Azuma^{*1}, Masayasu Hidaka^{*2}, Akimasa Habano^{*1},
Ryuji Fukuda^{*2}, and Seiji Higashikawa^{*2}

Keywords : Bottom sediments, East China Sea, Grain-size analyses

Abstract

The bottom samples were collected at 36 stations west of Fukiage beach, Satsuma Peninsula, at a depth of 21-82 m in August 1995 by a Smith-McIntyre grab sampler.

The results of their mechanical analysis are as follows:

1. The bottom sediments are characterized by coarse - medium sand especially in the central part of sampling area.
2. The sediment distribution suggests that the bottom current flows southward along the coast as does the surface current. The southward longshore bottom current is divided into a few sub-currents by shoal area.
3. The clay area exists north of sampling area.

海底表層堆積物の粒度組成は、一般に海底地形、水深、海潮流、流入する河川等の環境要因をよく反映したものであり、その分布は底生生物の生息環境とも密接に関係している。現在この海域では大規模な海底砂の採取が計画されている。もし採取が行われた場合には、海底表面堆積物の分布が変化し、水産資源、特に底生生物への深刻な影響が考えられる。鹿児島県薩摩半島西岸の吹上浜沖の海底堆積物に関する研究は沿岸部を除いてほとんど行われていない。筆者らは当海域の海底堆積物を採取し粒度分析を行い、この海域の粒度組成を明らかにするとともに、それらの粒度組成から読み取れる底層流の平均的な強さや方向について考察を行った。

調査海域の海底地形及び海況の概要

地 形

調査海域は薩摩半島の西部、串木野市から吹上町、加世田市及び笠沙町野間岬北岸に至る、南北約40km東西約20kmの範囲である (Fig. 1)。吹上浜は日本三大砂丘の一つとされる海岸砂丘がよく発達している。当海域は東シナ海に面しており北西約60km付近には甌島列島が北東から南西に連なっている。また薩摩半島と甌島列島の間、甌海峡には、海峡のほぼ中央に位置する中瀬に代表される数多くの岩礁が散在している。海図 (海上保安庁水路部刊行: 第6351号 - S)¹⁾ から読み取れる海底地形は、

^{*1} 鹿児島大学水産学部練習船敬天丸 (Training ship Keiten-maru, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 50-20 Shimoarata 4, Kagoshima, 890-0056 Japan)

^{*2} 鹿児島大学水産学部練習船かごしま丸 (Training ship Kagoshima-maru, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 50-20 Shimoarata 4, Kagoshima, 890-0056 Japan)

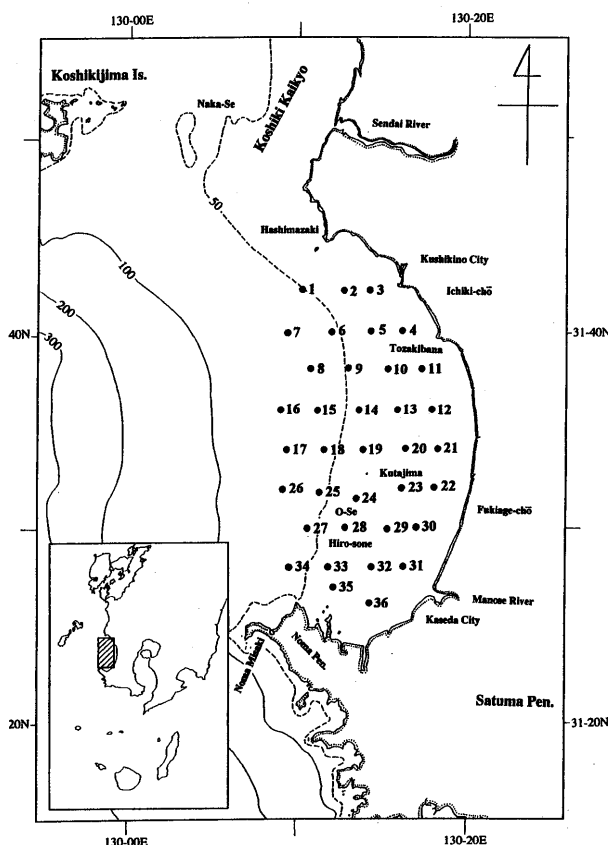


Fig. 1 Index map showing study areas with sampling stations of bottom sediments.

吹上浜の海岸線に平行に描かれる弓形の等深線に特徴づけられる。採泥地点の水深は約20m~80mであり、海岸線から沖合いへ極めて緩やかに傾斜している。調査海域の中央部及び南西部にかけての海域には大瀬、広曾根等の浅海域が点在しており、一部は海面に露出して久多島(34m)となっている。調査海域南部の野間半島北岸では海岸線が複雑に入り込んだリアス式海岸であり、等深線が複雑に入り込む急峻な岩石(凝結安山岩)海岸を形成している。

調査海域から北方約15kmのところには鹿児島県最大の河川である川内川があり、一方、調査海域の南部には万之瀬川がそれぞれ流入している。

海況

調査海域西方には、黒潮本流がトカラ列島西岸付近で分岐し、九州西方を北上して日本海に入る対馬海流があるが、その流況は明確な流帯を示さず、一分枝は五島列島の南方まで北上した後、島弧に沿って時計回りに向きを南方に転じて甕島列島東岸及び薩摩半島西岸沖へ南下する環流となる。九州沿岸水路誌(海上保安庁刊行:平

Table 1 Location and depth of the sampling stations with particle-size distributions of bottom sediments

Stn.No	Lat.(31-xxN)	Long.(130-xxE)	$Md\phi$	σI	SKI	Mud%	Depth(m)
1	42.1	10.0	6.66	2.08	-0.11	85.6	54
2	42.0	12.4	5.08	1.81	0.32	65.3	41
3	42.0	14.0	2.85	1.17	0.39	15.4	30
4	40.0	15.9	0.70	0.91	0.44	5.1	27
5	40.0	14.0	1.79	0.61	0.33	4.5	37
6	40.0	11.8	3.56	1.89	0.40	42.4	53
7	40.0	9.2	3.57	1.70	0.58	38.7	73
8	38.0	10.4	3.05	1.29	0.49	22.6	78
9	38.0	12.7	1.75	0.93	-0.07	4.9	49
10	38.0	15.0	2.52	0.56	-0.06	3.8	36
11	38.0	17.0	0.45	0.74	1.01	1.3	27
12	35.9	17.7	0.87	0.74	0.35	1.1	25
13	36.0	15.7	2.57	0.68	0.49	7.0	34
14	36.0	13.3	2.60	0.62	0.05	4.5	46
15	36.0	10.9	2.32	1.08	0.36	10.8	65
16	36.0	8.5	3.27	1.03	0.53	21.2	82
17	34.0	8.9	3.46	1.22	0.38	33.6	78
18	34.1	11.1	1.45	0.60	0.14	1.3	57
19	34.0	13.6	2.50	0.52	0.02	1.3	43
20	34.0	16.0	2.26	0.63	0.09	2.2	32
21	34.0	17.9	0.91	0.74	0.27	2.4	23
22	32.1	17.6	0.88	0.65	0.15	3.8	23
23	32.0	15.8	1.89	0.61	0.18	2.1	33
24	31.5	13.1	2.43	1.22	0.20	10.7	42
25	31.9	10.8	2.62	1.57	0.47	17.2	59
26	32.1	8.7	3.59	1.33	0.56	31.4	77
27	30.0	10.2	3.12	1.05	0.39	14.8	59
28	29.9	12.5	2.00	0.67	0.06	4.5	43
29	30.0	15.1	1.21	0.69	0.08	0.7	33
30	30.1	16.9	0.54	0.66	0.44	4.7	27
31	27.9	15.9	2.70	0.91	0.38	9.6	23
32	28.0	14.0	2.90	1.37	0.49	19.1	21
33	27.9	11.5	3.45	1.67	0.66	30.2	42
34	28.0	9.1	3.44	1.18	0.39	20.1	62
35	26.9	11.6	4.00	1.29	0.53	49.8	35
36	26.3	13.9	3.46	1.17	0.54	25.8	24

成7年8月)²⁾に掲載されている日本海洋データセンター統計資料(九州・南西諸島近海海流統計図:昭和28年~平成3年)によると調査海域の表層水は、夏季南への流れが卓越するのに対して冬季はほとんど停滞している。年間を通じた最大流速は夏季南流の1.9ノットとなっている。

研究方法

試料採取

底質試料は平成7年8月25日鹿児島大学水産学部附属練習船かごしま丸(1297.08トン)で、スミス・マッキンタイヤ式採泥器(30cm×30cm×20cm)を用いて採取した。採泥地点は約2マイル間隔の緯度線と、等深線に沿った2マイル間隔の経度線で構成される格子状の36点で、これらの地点の水深は21mから82mの範囲であった。採泥地点の位置はGPSで、また水深の測定は音響測深儀を用いて行った。解析のために用いた試料は、得られた海底表層堆積物の表面部分をさじを用いて薄く剥ぐようにして集めたものを、プラスチック瓶に入れて密封し、冷蔵庫内に保管した。

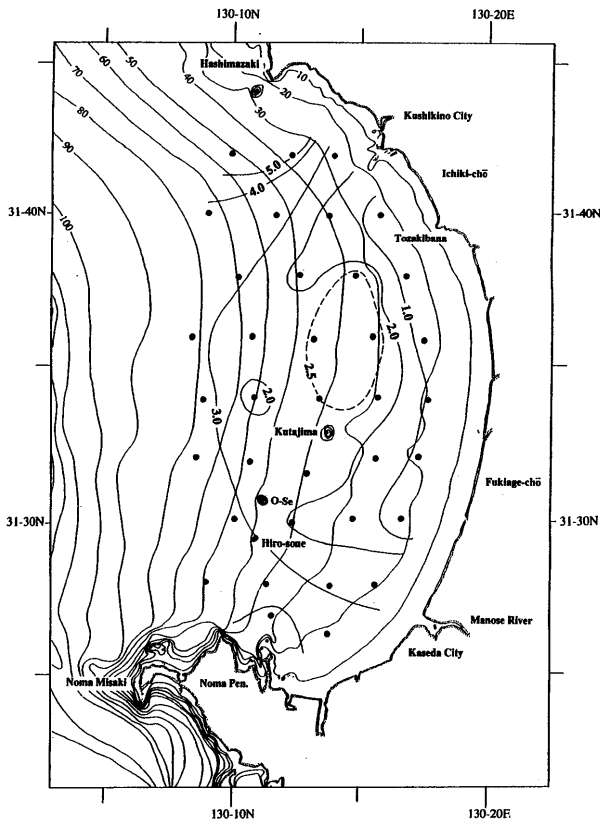


Fig. 2 Distribution of median diameters of bottom sediments ($Md \phi$) (in ϕ).

処理

粒度分析は, 鹿児島大学水産学部設置されている沈降式自動粒度分析装置 (丸東製作所) と光透過式粒度測定装置 (セイシン企業) を用いて行った。

砂質部から粗シルト部 (粒径 5ϕ 以下) は前者の装置を, 粗シルト部以下の泥質部は後者の装置を使用して解析を行い, 得られたデータを合成して各採泥地点の粒度組成を求めた。

得られた解析値は, Folk & Ward (1957)³⁾ の式により中央粒径値 ($Md \phi$), 分級度 (σi) 及び歪度 (SKi) の値を算出した。各観測点の水深及び位置とともに, それらの値を Table 1 に示す。

結果

中央粒径値 ($Md \phi$) の等値線図を Fig. 2 に, 含泥率 (%) の等値線図を Fig. 3 に, また分級度 (σi) 及び歪度 (SKi) の等値線図を Fig. 4, Fig. 5 にそれぞれ示す。

全地点の中央粒径値 ($Md \phi$) は, 0.45ϕ (Stn. 11) ~ 6.66ϕ (Stn. 1) の範囲に存在し, Wentworth の粒

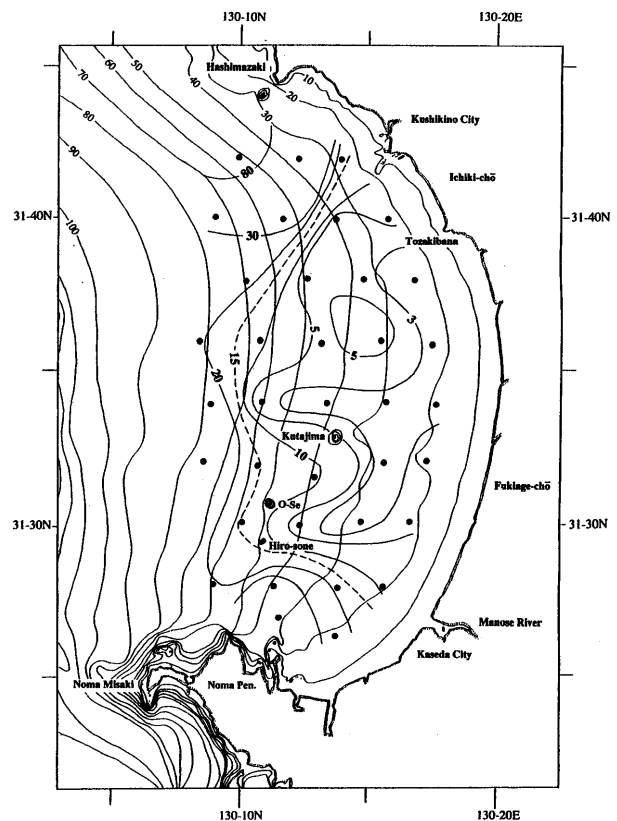
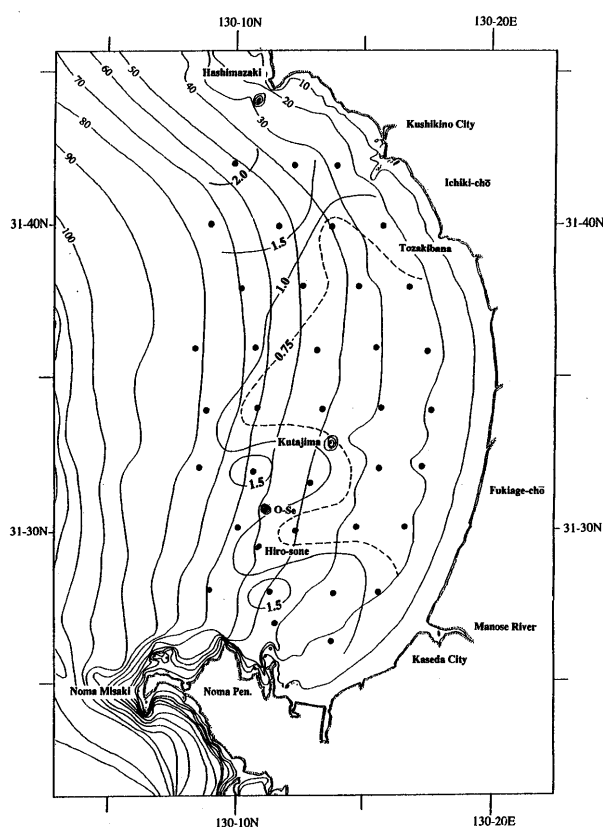
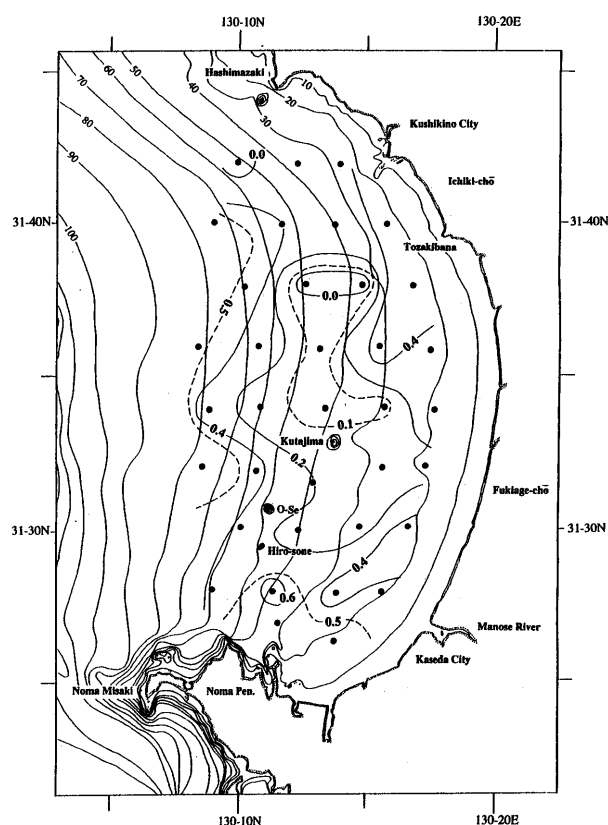


Fig. 3 Distribution of mud contents (%).

径尺度で区分される粗粒砂からシルトまでの広範囲に及んでいる。最も頻度の高いのは $0 \leq Md \phi < 3$ で, すなわち粗粒砂~細粒砂である。含泥率の等値線は全体的に中央粒径値のそれと符号している。特に含泥率 15% の等値線と中央粒径値 3ϕ の等値線とは良く対応している。含泥率 (%) の最大値は St. 1 の 85.6 であり, 調査点の中で極端に高い値を示す。

沿岸部 (Stn. 4, 11, 12, 21, 22, 30) の中央粒径値 ($Md \phi$) は $0 \leq Md \phi < 1$ の範囲にあり, 礫に近い粗粒砂が卓越している。また調査海域の中央部, 久多島の北側付近 (Stn. 10, 13, 14, 19, 20, 24) では $2 \leq Md \phi < 3$ の細粒砂が卓越しており, この細粒砂の海域を囲むように中粒砂 ($1 \leq Md \phi < 2$) がほぼ環状に分布している。

泥質部 ($Md \phi > 4 \phi$) の分布域は, 調査海域の北端部と南端部にある。特に串木野市北部沖ノ島沖には極めて細粒のシルト域が存在している。一方, 南端部は吹上浜と半島部の接合点付近に分布しているが, 砂質に近い泥質域となっている。含泥率の最小値は St. 29 の 0.7% である。隣り合う観測点で含泥率の変化が著しいのが St. 2 と St. 3, St. 5 と St. 6 で, それぞれ 15.4% と 65.3%,

Fig. 4 Distribution of sorting coefficients (σi) (in ϕ).Fig. 5 Distribution of skewness (SKi) (in ϕ).

4.5%と42.4%で変化に富んでいる。

分級度 (σi) は0.52 (St. 19) ~2.08 (St. 1) の範囲を示すが、沿岸部付近では、その値は1.0以下を示し比較的良好的な分級を示している。これに対して調査海域の北部では非常に分級が悪くなっている。

歪度 (SKi) は、調査海域の中央部では0.2以下の値を示しているが、その周辺は沿岸部、沖側共に0.3を超える著しい正の歪度を示す。St. 33では極端に値が高く、0.6を超えている。

考 察

海底地形、水深、海底表層堆積物の中央粒径値、含泥率、分級度及び歪度の等値曲線から、本海域は、1) 調査海域の北部に位置する羽島崎南西沖の2地点；2) 調査海域の大部分を占める久多島、大瀬及び広曾根等の点状する海域を中心とする28地点；3) 複雑に入り組んだ海岸線を持つ野間半島北岸沖の5地点、これら3つのグループに区分することができる。

1) 調査海域の北部に位置する羽島崎南西沖の2地点

調査海域の粒度組成は、全体的には粗及び中粒砂が優勢であるのに対して、この2地点 (Stn. 1,2) の中央粒径値 ($Md \phi$) は5.08及び6.66であり、中粒、細粒シルトが非常に卓越することと、含泥率 (%) がそれぞれ65.3%及び85.6%と、他の調査地点に比べて非常に高い値を示すことで特徴づけられる。分級度 (σi) の値は1.81及び2.08となり、非常に淘汰が悪い。歪度 (SKi) の値は、隣り合う地点であるにもかかわらず、-0.11と0.32という極端に異なる値を示す。

2) 調査海域の大部分を占める久多島、大瀬及び広曾根等の点状する浅海域を含む28地点

海域の大部分を占める28地点 (Stn. 3~30) は、調査海域のほぼ中央部に位置している。この海域の中央部から南部にかけては久多島、大瀬及び広曾根に代表される浅海域が点在している。中央粒径値 ($Md \phi$) は0.45~3.57の範囲にあり、水深と共に増加する傾向がみられる。粒度組成は粗~中粒砂を示す。沿岸部は粒子が非常に粗く、含泥率 (%) は3%以下、分級度 (σi) は淘汰普通の値を示すが、歪度 (SKi) の値はStn. 11をはじめ極

端な正の値を示す。

中央粒径値 ($Md\phi$) の等値線は全体的に等深線とともに徐々に値が大きくなる傾向を示す。2 ϕ の等値線は串木野市南部沖と吹上町沖で、調査海域中央部久多島北方の2.5 ϕ の等値線 (中粒砂) の領域を囲むように、舌状に南西～西方向に張り出す傾向を示す。分級度 (σ_i) は1.0よりも小さい値を示し、比較的淘汰の良好なことを示している。また歪度 (SK_i) は調査海域北部の3点を除いて、そのほとんどは正の値を示す。これらのことは調査海域の海底表層付近には、沿岸部から沖合いに向かう複数の比較的強い恒常的な流れが存在していることを示唆している。特に串木野市沖、吹上町沖及び加世田市沖付近でこのことは顕著である。

3) 複雑に入り組んだ海岸線を持つ野間半島北岸沖の6地点

海域の中では最も等深線の間隔が狭く急峻な海岸線を持つ6地点 (Stn.31~36) では、中央粒径値 ($Md\phi$) は2.70~4.00の範囲にあり、細~極細粒砂が優勢である。分級度 (σ_i) は0.91~1.67の範囲で、普通からやや悪いことを示す。歪度 (SK_i) は0.38~0.66の範囲で正の値を示す。

羽島埼や市来町戸崎鼻突端の航空写真から判断すると、海岸線に直角方向に突き出た部分の北側に砂州が形成され、南側は波に洗われた岩場となっていることから、南下する対馬海流の一部の環流が吹上浜沿岸に接近し影響を及ぼし、沿岸流は南向きの流れが卓越すると考えられ、調査海域の粒度分析の結果から判断すると、この海域の粒度組成は海岸線に沿って流れる沿岸流が久多島周辺の浅海域によって時計回りに南から西へ徐々に転向し、底層流となって沖に向かって流れているものと考えられる。この沿岸流及び底層流の存在は調査海域中央から南部に位置する浅海域の周辺で顕著である。これは調査海域の中央部分で淘汰良好で含泥率も非常に低い粗~中粒砂が

優勢であることから明らかである。これに対して調査海域北部及び南部では、非常に細かい粒子の堆積物で構成されている。調査海域北部で含泥率が最も高い値となっているのは、この海域の北部に河口がある川内川から供給される土砂が沿岸流によって運搬されて堆積しているものと考えられる。それはこの海域の2地点の淘汰が非常に悪いことから判断することができる。調査海域南部は、南下する沿岸流の流向が、東方から西方へ突出している野間半島により遮られて西方へ転向させられるために緩流域が形成されてよどみができること、さらに万之瀬川から供給される堆積物も加わって、このように淘汰の悪い泥質域が形成されていると考えられる。

ま と め

薩摩半島吹上浜西方沖の海域から採取した表層堆積物36点の粒度分析結果より、以下の事が明らかになった。

- 1) 本海域を代表する粒度組成は粗及び中粒砂である。
- 2) 粒度分析の結果から、調査海域の沿岸部では南流が卓越しているが、底層流も同様に南流が卓越し、海域中央部の中粒砂質の海域の周辺部を取り囲むように南西～西に向かって流れる傾向を示す。
- 3) 調査海域北部には細泥質の底質を示す海域が存在する。

文 献

- 1) 海上保安庁水路部 (1990): 沿岸の海の基本図 (海図 第6351号-S)
- 2) 海上保安庁水路部 (1990): “九州沿岸水路誌” 16-19
- 3) R. L. Folk and W. C. Ward (1957): Brazos River Bar: A study in the significance of grain size parameters. *J. Sed. Petrol.*, 27, 3-27