

東 支 那 海 の 底 質 解 析

東 川 勢 二*

Analyses of Bottom Sediments of the East China Sea

Seiji HIGASHIKAWA*

Abstract

The present paper reports on the analyses of the bottom sediments distributed in part of the East China Sea. The bottom samples, 26 in total, were collected by the training ship "Kagoshima-Maru" of the Faculty of Fisheries, Kagoshima University, and of them 14 samples were employed for the project "Co-operative Study of the Kuroshio and Adjacent Regions (CSK)", and the remaining 12 samples were used for a study of the bottom sediments in relation with trawl fishing training. The materials were taken chiefly by the Phleger gravity core sampler. Niino's dredge and a small piston core sampler were also used. The results of the grain size analyses of these samples are as follows.

1) Along the meridian of 125°E, the maximum depth of the Okinawa Trough is 2437 meters by sounding and its position is lat. 25°-39.0' N and long. 125°-02.9' E.

2) The average gradient of 0°-01' is measured at the depth of 200 meters at lat. 26°-36.0' N and long. 125°-02.0' E to lat. 31°-00.0' N and long. 125°-00.0' E on the continental shelf.

3) Very fine grained sand is distributed on the continental slope at a depth of 240 meters. (station 39, lat. 26°-32.0' N and long. 125°-06.0' E)

4) Fine grained sand is distributed on the continental shelf in the area southward of lat. 30°-00.0' N.

5) Muddy sediment is distributed in the area circumscribed by stations 27 (lat. 31°-18.3' N and long. 126°-51.4' E), 53 (lat. 30°-29.7' N and long. 125°-59.4' E), and 51 (lat. 31°-00.8' N and long. 125°-02.2' E)

Muddy sediment is predominantly distributed at station 37 (lat. 25°-00.0' N and long. 125°-00.2' E) and station 38 (lat. 25°-08.3' N and long. 125°-02.2' E), both at the south end of the Okinawa Trough.

緒 言

大陸棚上の堆積物は沿岸流、底流などの営力で運搬され堆積しており、各地域はそれぞれの堆積環境の諸条件に支配されて、各種の粒度組成からなる物質が分布している。

現世海底堆積物は、後背地の地質を反映する陸源物質のほか、生物源、火山源物質などからなり、一次的なものだけでなく既存海底堆積物に作用する海潮流などの営力によって二次的に沈積した再堆積物質も存在する。

東支那海大陸棚上の底質に関しては熊田 (1934)¹⁾, SHEPARD, F. P. et al. (1949)²⁾, EMERY, K. O., and HIROSHI NIINO (1961)³⁾ らによって報告されている。筆者は 1968 年 8 月本学練習船

* 鹿児島大学水産学部練習船かごしま丸。

"Kagoshima Maru", Training ship belonging to the Faculty of Fisheries, Kagoshima University.

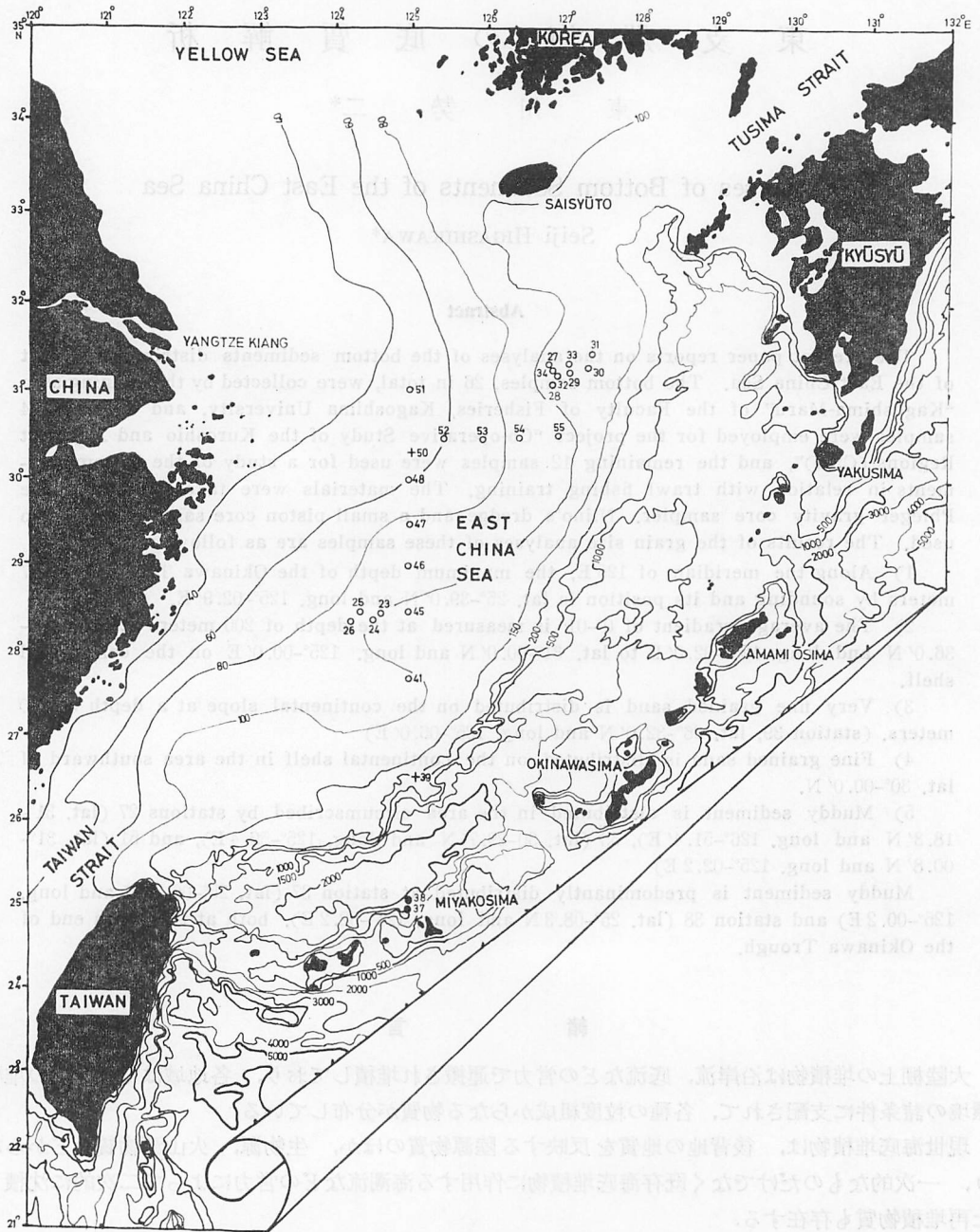


Fig. 1. Chart of the East China Sea, showing locations of bottom samples.

- Phleger gravity core sampler.
- Small piston core sampler.
- + Niino's dredge.

“かごしま丸” (1038 屯) で国際黒潮共同調査航海 (C. S. K) および 1969 年 3 月 トロール漁業実習航海を行なった際に、海底堆積物を採取し、また同時に測深資料を得ることができた。この堆積物試料にもとづき、当地域の底質分布状態を解明することは堆積学に基礎的な資料を提供すると思われる。本小論ではこの試料にもとづく底質解析結果を論じ、同時に当海域の底質分布の概要を報告する。

東支那海海底地形および海流の概況

東支那海は南西諸島の島弧により太平洋と区切られ、南は台湾海峡で南支那海と、北は対馬海峡で日本海と接し、また朝鮮半島と中国大陸の間に広がる黄海と接続している。この海は面積 $124 \times 10^4 \text{ km}^2$ 、平均水深 177 m を有する縁海で、世界でも屈指の大陸棚を形成している。24°-30.0' N, 125°-00.0' E の地点より 125°-00.0' E の経度線に沿って北方に向かって漸次音響測深機 (海上電機製, 1620 型, 14 kc, 200 kc) にて連続測深した海底地形は Fig. 2 のごとくである。宮古島西方下地島と多良間島の 24°-43.0' N, 125°-01.5' E の地形は最浅水深で 97 m であった。この地点から水深は漸次深くなり、25°-00.8' N, 124°-58.0' E の地点では 1613 m で、この地点より高緯度になるにしたがって次第に浅くなり、25°-07.0' N, 124°-59.6' E の地点で水深 1521 m である。この地点より再び水深は急激に深くなり 25°-39.0' N, 125°-02.9' E の地点で水深 2437 m を記録した。この水深は 125°E の経度線上で沖縄舟状海盆の最大水深である。この最大水深地点より外陸棚の水深 200 m の 26°-36.0' N, 125°-02.0' E 地点までの水深は急に浅くなり、距離 57.0 浬で平均勾配は 1°-13' となっている。そして水深 2000 m で南北約 35 浬の距離は Fig. 2 に示す通り沖縄舟状海盆を

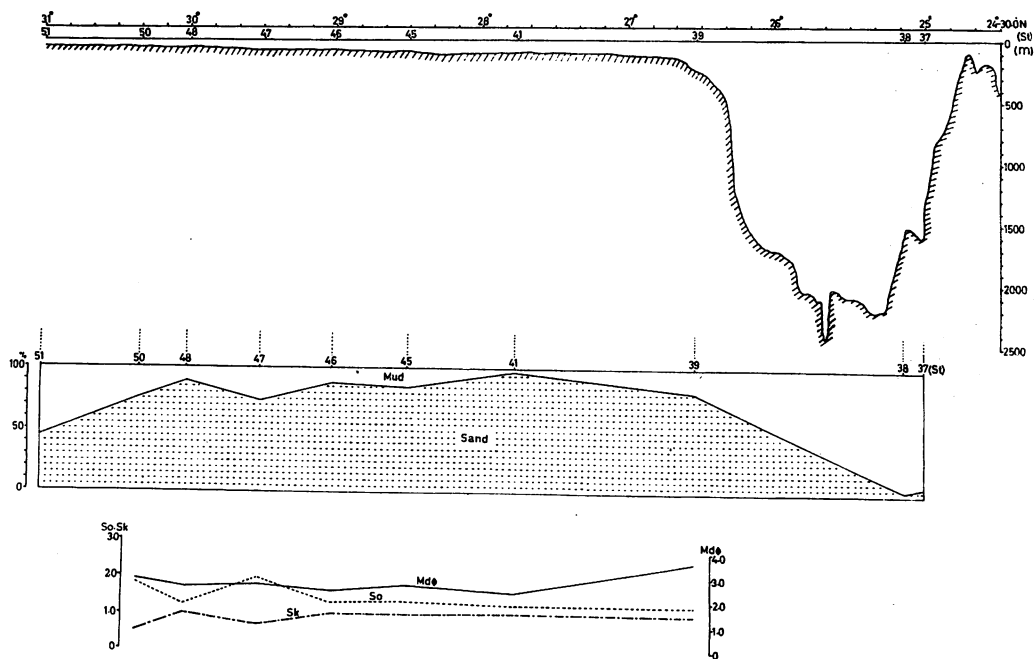


Fig. 2. Relationship between the depth, the ratio of sand and mud (including silt and clay), $Md\phi$, So and Sk , along the meridian of 125°E of the East China Sea.

斜めに横切る長さである。水深 200 m 地点より 31°-00.0' 125°-00.0'E までの地点の内陸棚までは、水深の多少の浅深はみられるが、急激な変化は殆どみられず、次第に浅く平均勾配は 0°-01' となっている。世界各地の大陸棚の平均勾配が 0°-07' であるのに比較して極めて平坦な地形を形成していることが明らかである。

陸棚上には中国大陸より揚子江をはじめ、幾多の河川から多量の陸源碎屑物質が運搬されている。これらの碎屑物質の運搬速度は、河口から海洋にむかって漸次減退するため一部は沈澱堆積し一部は懸濁した状態で沖合へ運搬される。浅海性堆積物は海流によって再移動され、そしてその物質の分級、淘汰に影響をおよぼしている。海流の概況を記すと、フィリピン東方より北上する黒潮の主流は台湾東方を北上し、西表島西方を経て、沖縄西方ほぼ大陸棚外縁の 200 m 等深線に沿って北東へ流れている。一方黒潮の支流はフィリピン北方のバリントン、パシー両海峡より南支那海へ入り、台湾海峡を経て再び主流と合流している。屋久島西南西方に達した黒潮主流は流れのむきを屋久島南方へ変え、種子島東方を経て日本列島の南岸沿いに流れている。一方支流は対馬海流となって屋久島西南西方より九州西方を北上して日本海へ入る。黒潮の流速は台湾東方において 1.0 kt から 2.0 kt 沖縄西方では 2.0 kt から 2.5 kt に達する⁴⁾。これらの流速は季節的变化および海域、気象条件などにより大きく変動する。一方、中国大陸沿岸に沿っては黄海より冷い沿岸流が南流し、黒潮の暖い水塊と接触し合流して陸棚上にて複雑な潮目を形成している。

底質試料の採取および処理

調査に先立って水路部発行の海図 210 号に示された水深と底質記号をもとにして、試料採取のため調査計画をたてた。しかし、調査時間の関係上、系統的、組織的な試料採取を行なうことができなかった。底質試料の採取は 1968 年度国際黒潮共同調査 (C.S.K.) の際に 125°-00.0' E の経度線と 30°-30.0' N の緯度線の二測線に沿って行ない、8月21日から8月25日までの6日間で station 37 から station 55 までの合計 14 地点、および 1969 年 3 月 20 日から 3 月 27 日までの 8 日間で station 23 から station 34 まで合計 12 地点、総計 26 地点で試料を採取した (Table 1, Fig. 1, 参照)。同時に音響測深機で試料採取地点の測深も行なった。これらの試料のうち 22 試料は Phleger 式重力柱状採泥器、2 試料は Small Piston core sampler、残り 2 試料は新野式 Dredge を使用して採取した。Phleger 式重力柱状採泥器で採取した core sample の内径は 3.5 cm で core の最も長いものは 46 cm 最も短いものは 20 cm 平均 36 cm であった。small piston core sampler で採取した 2 試料の core 内径は同じく 3.5 cm で core 全長は 90 cm と 80 cm であった。これらの試料の表層から約 1.0 cm 約 8.0 g の試料の粒度分析を東北大学理学部地質学古生物学教室設置の自動粒度分析機で行なった。分析に際しては、まず粒径 4φ 以上の silt, clay の含有率を確かめ、つぎにこれらを除いた残り、即ち粒径 4φ 以下の sand についての分析を行なった。

底質解析の結果について

取扱った底質の粒度分布は Table 1, Fig. 3 に示す分析結果が得られ、中央粒径値 ($Md\phi$)、淘汰係数 (So)、歪度係数 (Sk) で表わした。これらのうち後の 2 つについては INMAN, D. L. (1952)⁵⁾、FOLK, R. L. and WARD, W. C. (1957)⁶⁾ の式によって求めるのが望ましいが、前述した分析方法をとったため 84 % 位の正確な値が得られるものが少なかったため、淘汰係数、歪度係数をそれぞれ $So = \sqrt{Q_1/Q_3}$ 、および $Sk = Q_1 \cdot Q_3 / Md^2$ の式で算定した。 Q_3 、 Q_1 は累積曲線の 75 %、

Table 1. Data of particle size distribution of bottom sediments of the East China Sea

Station No.	Date	Position	Depth (m)	Sand (%)	mud % (Silt+clay)	Name	Mdφ	So	Sk	Gear
23	1969 Mar. 20	28°-28.3'N 124°-37.6'E	101	79.3	20.7	f. s	2.71	1.57	0.88	Phleger gravity core sampler
24	Mar. 20	28°-21.4'N 124°-32.0'E	99	80.0	20.0	f. s	2.95	1.59	0.91	"
25	Mar. 20	28°-29.7'N 124°-22.0'E	93	74.5	25.5	f. s	2.91	1.77	0.79	"
26	Mar. 21	28°-24.2'N 124°-14.0'E	90	82.9	17.1	f. s	2.65	1.30	1.01	"
27	Mar. 22	31°-18.3'N 126°-51.4'E	100	8.0	92.0	mud	not Calculated	not Calculated	not Calculated	"
28	Mar. 22	31°-04.8'N 126°-54.7'E	105	26.6	73.4	mud	"	"	"	"
29	Mar. 23	31°-13.3'N 127°-07.0'E	106	46.1	53.9	mud	"	"	"	"
30	Mar. 23	31°-15.9'N 127°-21.9'E	114	84.0	16.0	f. s	2.49	1.53	0.98	"
31	Mar. 23	31°-26.3'N 127°-25.4'E	132	80.3	19.7	f. s	2.53	1.91	0.91	"
32	Mar. 27	31°-11.0'N 126°-57.8'E	103	19.6	80.4	mud	not Calculated	not Calculated	not Calculated	"
33	Mar. 27	31°-19.0'N 127°-06.0'E	110	57.2	42.8	v. f. s	3.55	"	"	"
34	Mar. 27	31°-15.5'N 126°-53.8'E	112	22.4	77.6	mud	not Calculated	"	"	"
37	1968 Aug. 21	25°-00.0'N 125°-00.2'E	1330	7.2	92.8	mud	"	"	"	Small piston core sampler
38	Aug. 21	25°-08.3'N 125°-02.2'E	1530	3.9	96.1	mud	"	"	"	"
39	Aug. 22	26°-32.0'N 125°-06.0'E	240	81.5	18.5	v. f. s	3.60	1.23	1.00	Niino dredge
41	Aug. 23	27°-45.3'N 125°-01.0'E	98	97.7	2.3	f. s	2.35	1.22	1.00	Phleger gravity core sampler
45	Aug. 23	28°-30.0'N 125°-00.0'E	104	84.5	15.5	f. s	2.61	1.32	0.96	"
46	Aug. 23	29°-01.5'N 124°-59.5'E	86	88.0	12.0	f. s	2.40	1.30	0.99	"
47	Aug. 24	29°-29.5'N 125°-02.0'E	87	73.6	26.4	f. s	2.65	1.97	0.66	"
48	Aug. 24	30°-00.3'N 125°-00.2'E	60	89.1	10.9	f. s	2.53	1.23	0.99	"
50	Aug. 24	30°-19.5'N 125°-02.3'E	59	75.7	24.3	f. s	2.85	1.82	0.50	Niino dredge
51	Aug. 24	31°-00.8'N 125°-02.2'E	58	44.5	55.5	mud	not Calculated	not Calculated	not Calculated	Phleger gravity core sampler
52	Aug. 24	30°-29.0'N 125°-29.1'E	60	66.8	33.2	f. s	2.85	"	"	"
53	Aug. 24	30°-29.7'N 125°-59.4'E	76	45.3	54.7	mud	not Calculated	"	"	"
54	Aug. 24	30°-30.0'N 126°-30.0'E	90	90.5	9.5	m. s	1.76	1.36	0.96	"
55	Aug. 25	30°-31.0'N 127°-00.0'E	94	79.6	20.4	f. s	2.97	1.60	0.93	"

v. f. s : Very fine grained sand
f. s : Fine grained sand
m. s : Medium grained sand
mud : Including (silt & clay)

25%にあたる粒径値 (mm) であり、ただ中央粒径値に限り ϕ 値で表わした。粒径 d (mm) は $(1/2)^\phi = 2^{-\phi}$ である*。125°E の経度線に沿った St.39** は大陸棚斜面で水深は 240m あり、Md ϕ は 3.69 で So. 1.23, Sk. 1.00 でよく淘汰された極細粒砂が堆積している (Figs. 2, 5) 宮古島北西約 15 哩の St. 37 とその北方約 8 哩の St. 38 では粒度 4 ϕ 以上の silt, clay の含有率はそれぞれ 92.8%, 96.1% で泥質堆積物であることは明らかである (Fig. 3) これらの位置は沖繩舟状海盆の南側にあたり黒潮の影響は勿論のこと、この地点では海流の影響が殆どないことが考えられる。St. 41 では Md ϕ . 2.35 で細粒砂である。So ならびに Sk はそれぞれ 1.22 1.00 でこの両係数は St. 39 と殆ど変わらない。この St. 41 を基点にして中陸棚、内陸棚へと水深が次第に浅くなるにしたがって、Md ϕ は St. 41 の 2.35 から St. 50 の 2.85 と次第に大きくなり細粒砂へ変化している傾向が見られる。中陸棚の St. 47, St. 48, St. 50 の3地点では So と Sk の関係は相反する値となっているが、これは淘汰がよくなれば Sk が1に近づき、また Sk が大きくなれば淘汰が悪くなることを示していることが明らかである (Fig. 2)。125°E の経度線に沿って泥質堆積物と砂質堆積物 (4 ϕ =0.0625 mm より粗粒で -1 ϕ =2 mm より細粒の堆積物) との割合は St. 41 で泥質堆積物が 2.3% と特に少なくなっているこの地点を除き St. 39 から St. 47 までの各地点では多少の差はあるが一般的な傾向として約 20%程度の泥質堆積物が含まれている。また Fig. 3 に示す通り St. 39 では 3 ϕ 即ち極細粒砂が 70.3%である。St. 41, St. 45, St. 46, St. 47 では 2 ϕ 即ち細粒砂がそれぞれ 75.5%, 60.3%, 58.0%, 48.7%でその量が次第に外陸棚より内陸棚へむかって減少している傾向が認められる。一方、内陸棚の St. 48 から St. 50, St. 51 となるにしたがって泥質堆積物が増加し St. 51 においては 55.5%に達している。30°-30.0' N の緯度線上に位置する St. 53 の地点では泥質堆積物が 54.7%含まれている。この地点はこの測線上泥質堆積物が特に多い地点となっている (Fig. 4-A)。また、St. 54 の地点では Md ϕ 1.76, 中粒砂で泥質堆積物 9.5%と少ないが St. 55 では Md ϕ 2.97 細粒砂で泥質堆積物 20.4%と多くなっている。St. 27 より St. 34 までの1群の各地点では水深変化は殆どないが、Fig. 4-B に示す通り砂質堆積物と泥質堆積物との割合は St. 27 (砂質堆積物 8.0%) より St. 34 (22.4%), St. 32 (19.6%), St. 29 (46.1%), 陸棚外縁の St. 30 (84.0%) と砂質堆積物が多くなっている。即ち、St. 27, St. 34, St. 32, および St. 28 では泥質堆積物が卓越し、St. 31 と St. 30 では砂質堆積物が多くなっている。これらの中間地点にあたる St. 33 では泥質堆積物と砂質堆積物の漸移帯になっていることが含泥量より明らかである。SHEPARD, F. P. (1963)⁷⁾, EMERY, K. O. and HIROSHI NIINO (1961)⁸⁾ らが 31°-00.0' N, 126°-00.0' E を中心に泥質堆積物が堆積していることを指摘しているが、筆者の調査した結果と矛盾しない。しかしながら St. 53 の地点では砂質堆積物に比較して泥質堆積物が卓越しており、他の2点 St. 51, St. 27 の地点でも同じ結果が得られたことから、これら3地点で囲まれる範囲内は泥質堆積物が堆積しており、泥質堆積物の分布域がかなり南のこの St. 53 の地点まで舌状に拡張していると考えられる。

* mm スケールと phi (ϕ) スケールとの関係、各粒子の名称は次の通りである。

極粗粒砂	粗粒砂	中粒砂	細粒砂	極細粒砂	シルト	クレイ	
2	1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/256	← mm
—1	0	1	2	3	4	8	← ϕ

** St=station.

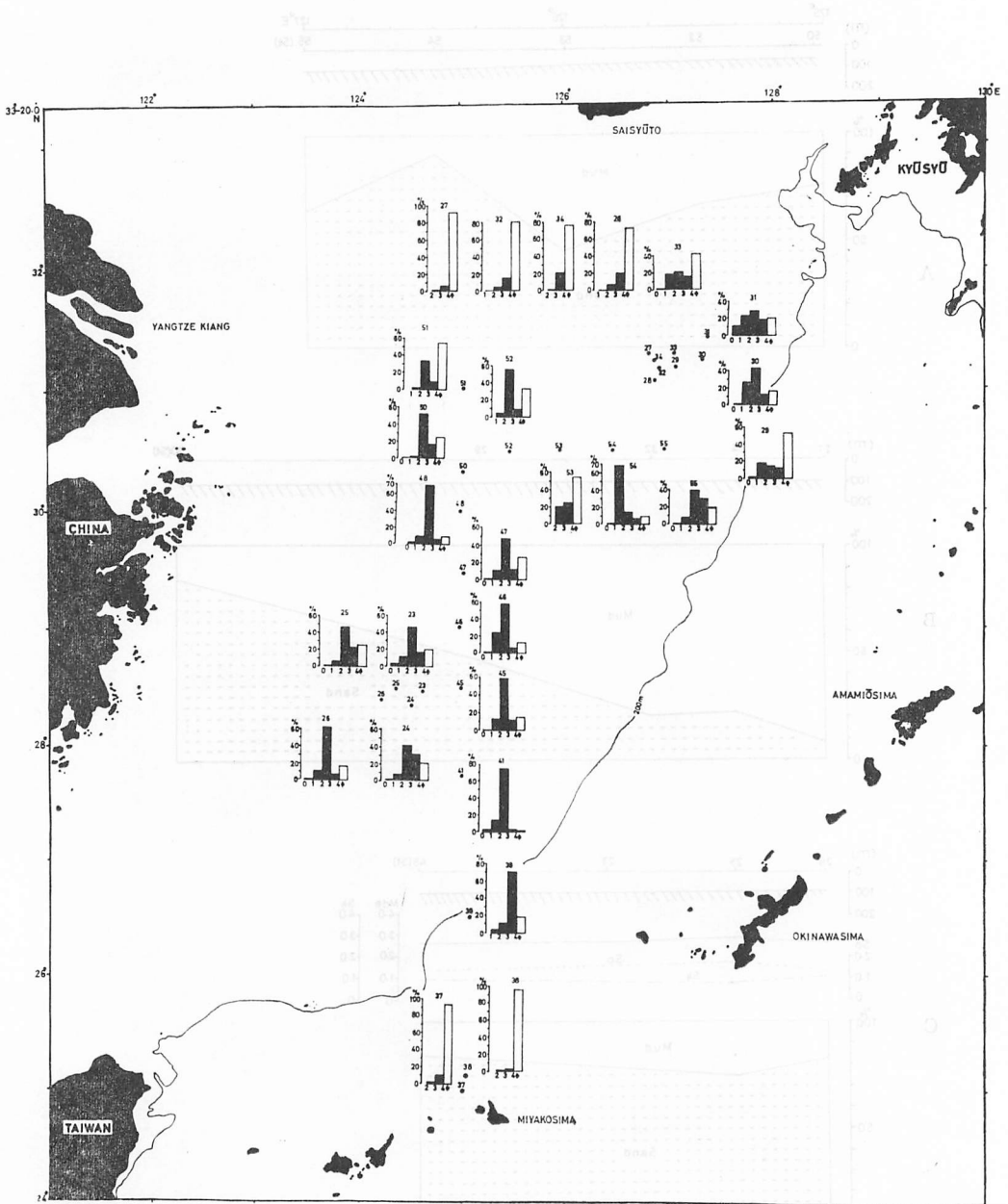


Fig. 3. A Histograms showing percent of sand and mud (including silt and clay) of each bottom samples.

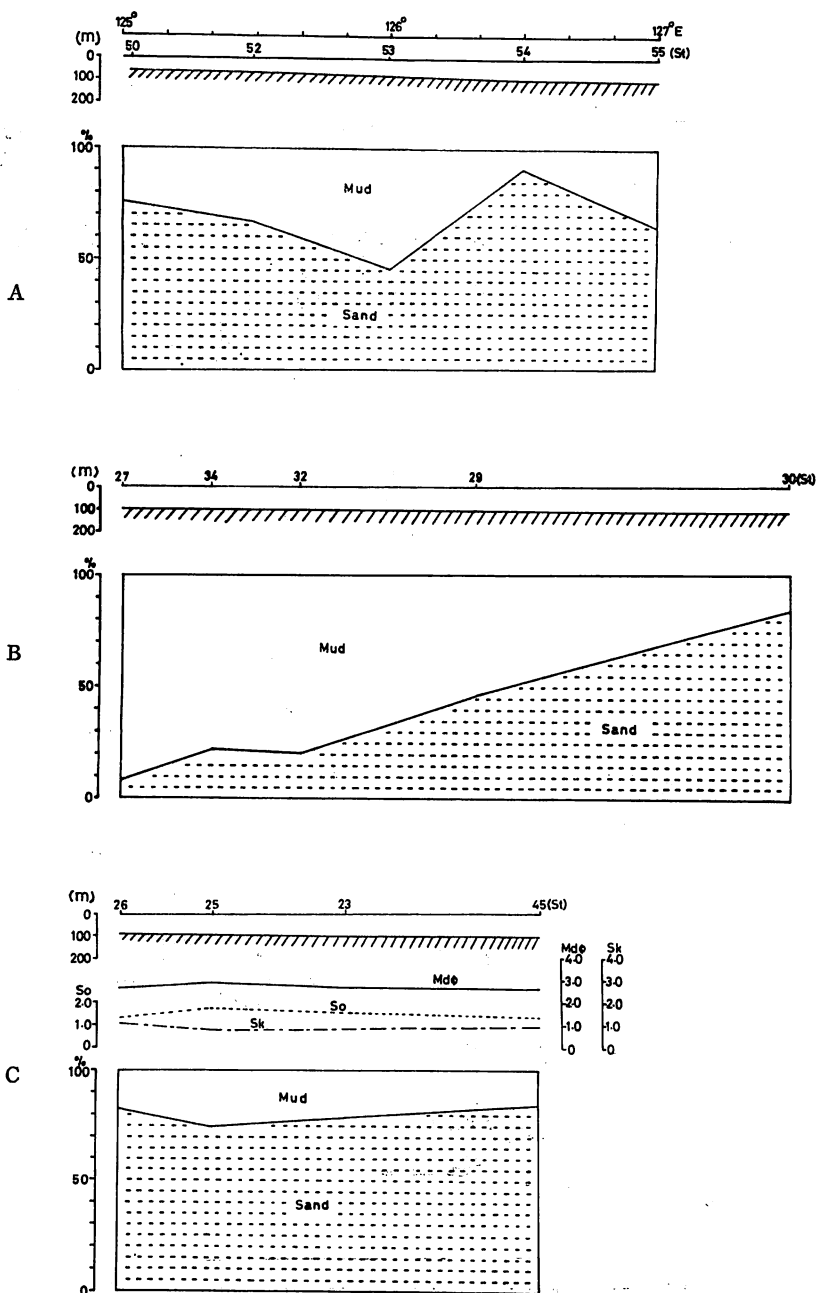


Fig. 4. A, B: Relationship between the depth and the ratio of sand and mud (including silt+clay)

C: Relationship between the depth, the ratio of sand and mud (including silt and clay), $Md\phi$, So , and Sk .

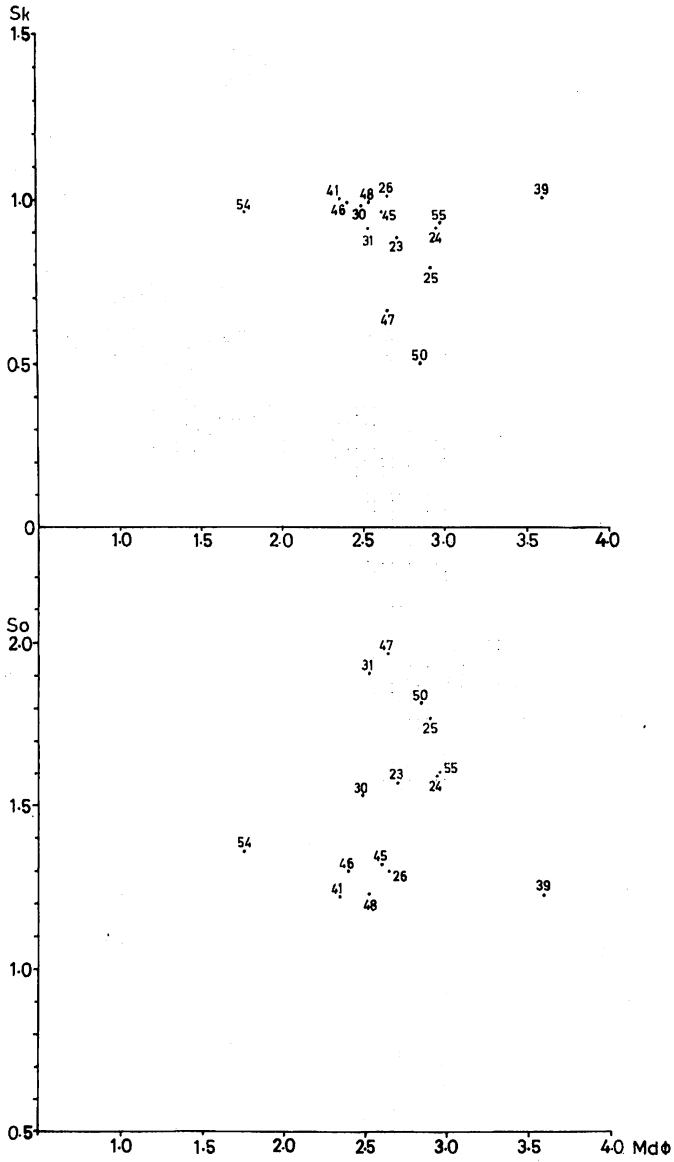


Fig. 5. Scatter diagram of Mdφ, So and Sk.

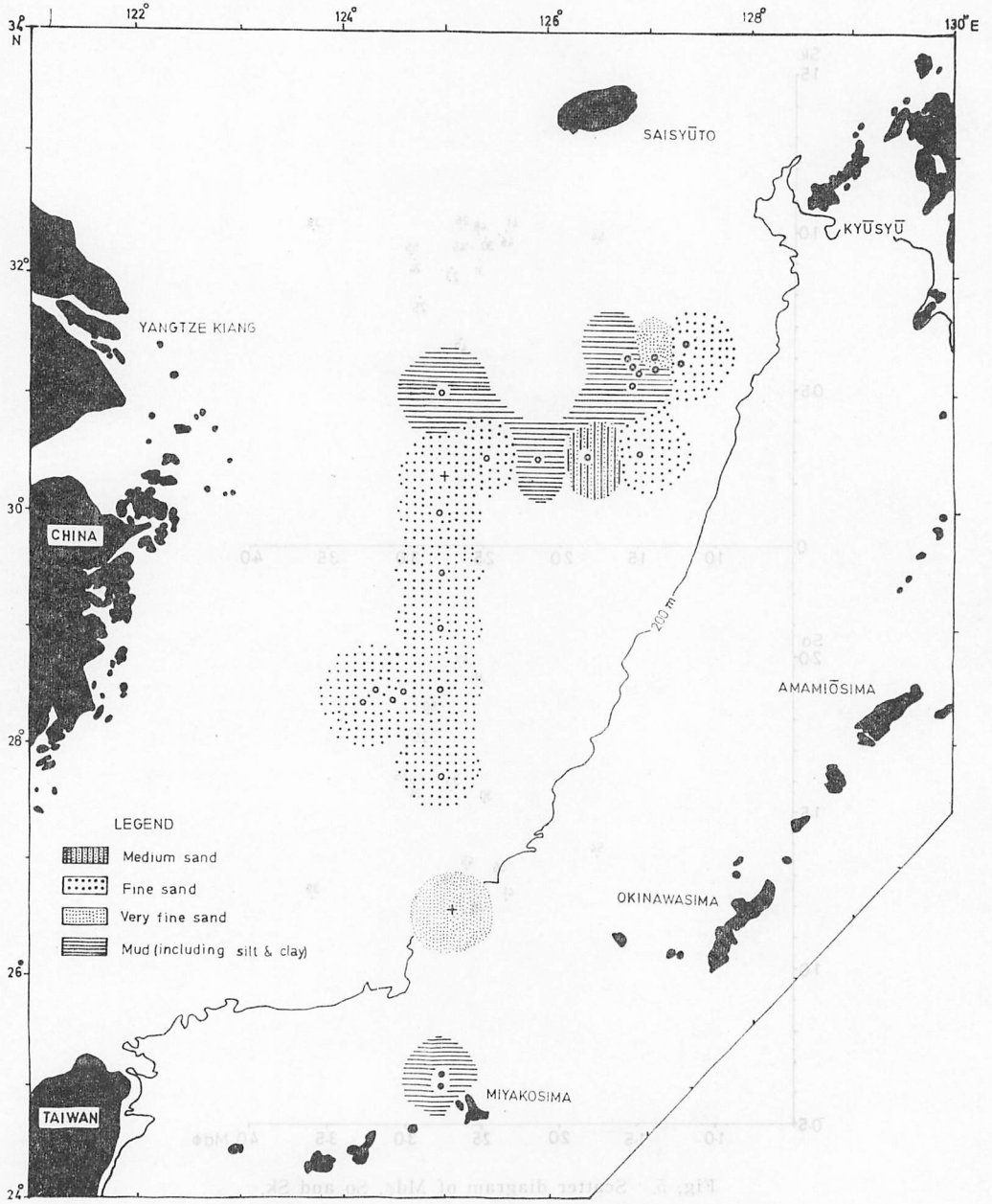


Fig. 6. Distribution of bottom sediments in the East China Sea.

また星野 (1952)⁹ (1958)¹⁰ によれば大陸棚上の泥質堆積物は主に潮境付近に堆積していることが指摘されている。これらの St. 51, St. 53 および St. 27 の3地点で囲まれる泥質物堆積地域は黄海から冷水塊が南下し、同時に南より黒潮の支流である対馬海流の暖水塊が北上してこの付近にて潮境を形成している地域にあたると思われる。St. 23, St. 24, St. 25, および St. 26 の1群の地点では水深の大きな変化はない (Fig. 4-c)。Md ϕ の値は 2.65 から 2.95 の範囲に含まれ、細粒砂が堆積している (Fig. 6) また So 1.30 から 1.77 の範囲に含まれ、Sk もほぼ 1.0 に近い値を示している。これら1群、4地点での含泥量の割合はともに約20%程度であり砂質堆積物が卓越している。

要 約

- 1) 125°-00.0 E の経度線に沿って測深した結果、沖縄舟状海盆の最大水深は 25°-39.0' N, 125°-02.9 E の地点で 2437 m である。
- 2) 水深 200 m 位置 26°-36.0' N, 125°-02.0 E の地点から内陸棚、31°-00.0 N, 125°-00.0' E の地点までの平均勾配は 0°-01' である。
- 3) 水深 240 m の大陸棚斜面、26°-32.0' N, 125°-06.0' E の地点には極細粒砂が堆積している。
- 4) 北緯 30° 以南の大陸棚上には細粒砂が堆積している。
- 5) 泥質堆積物は St. 27 (31°-18.3' N, 126°-51.4 E), St. 53 (30°-29.7' N, 125°-59.4' E), St. 51 (31°-00.8' N, 125°-02.2 E) の3地点に囲まれた北側、および沖縄舟状海盆の南側、St. 37 (25°-00.0' N, 125°-00.2' E), St. 38 (25°-08.3' N, 125°-02.2 E) の地点に堆積している。

尚、今後更に当海域の底質解析を行ない堆積機構、底質と底棲生物との関連について追究したいと考えている。

終りに、本研究を行なうにあたり、絶えざる激励と御指導を賜った東北大学畑井小虎教授ならびに御懇切なる御教示をお寄せ下さった同学岩井淳一教授、鹿児島大学早坂祥三教授の諸先生に厚くお礼申し上げる。

また測深、底質試料の採取にあたり多大の御協力と便宜を与えて戴いた“かごしま丸”植田総一船長をはじめ航海士、乗組員各位に対し深甚の謝意を表す。

文 献

- 1) 熊田頭四郎 (1934): 渤海至ジャヴァ海—北太平洋西部諸海棚の海底沈澱物に就て。水路要報, **13**(7), 265-270.
- 2) SHEPARD, F. P., EMERY, K. O. and GOULD, H. R. (1949): Distribution of sediments on East Asiatic Continental Shelf. Allan Hancock Found, Occasional Paper 9, 1-64.
- 3) EMERY, K. O. and Hiroshi NIINO (1961): Sediments of shallow portions of East China Sea and South China Sea. Geol. Soc. Amer. Bull., **72**: 731-762.
- 4) 海上保安庁水路部 (1959): 大洋航路誌.
- 5) INMAN, D. L. (1952): Measures for describing the size distribution of sediments. Jour. Sed. Petr., **22**: 125-145.
- 6) FOLK, R. L. and WARD, W. C. (1957): Brazos River bar, a study in the significance of grain size parameters, Jour. Sed. Petr., **27**: 3-26.
- 7) SHEPARD, F. P. (1963): Submarine Geology (Harper & Row Press) 231-235.
- 8) EMERY, K. O. and Hiroshi NIINO (1961): Sediments of shallow portions of East China Sea and South China Sea. Geol. Soc. Amer. Bull., **72**: 742-749.

- 9) 星野通平 (1952): 日本近海大陸棚上の泥質堆積物について. 地質学雑誌, **58**: 677, 41-53.
- 10) 星野通平 (1958): 日本近海大陸棚上の堆積物について. 地団研専報, 第7号, 1-41.