

千々石湾茂木沖の海底堆積物の砂粒組成*

鎌 田 泰 彦**

(昭和41年1月10日受理)

Coarse Fraction Studies of Marine Sediments along the Mogi Coast in Chijiwa Bay, Nagasaki Prefecture

Yasuhiko KAMADA

Department of Geology, Nagasaki University

Abstract

The shallow water sediments in the north-western part of the Chijiwa Bay off the Mogi coast were analysed by the coarse fraction method which was devised by Shepard and Moore (1954). The average percentage for the constituents in four sediment types which are subdivided into six areal distribution are illustrated in Figure 3.

Type IIa sediments are somewhat poorly sorted sand and are characterized by their preponderant content of terrigenous minerals. Type IIb sediments contain a small amount of silt and clay (15 to 17 per cent of total sample), and a half of the total sample is constituted by terrigenous materials. Shells, Foraminifera and fragments of echinoids are more abundant in silty sand which are classed to Type IIIa, especially in offshore sediments, than the other sediment types. Type III sediments are sandy silt with a dominant amount of silt and clay (65 per cent of total sample) and are characterized by the peculiar organic composition. In this class, the 1/2-1/4 mm size group contain abundant Ostracoda and wood fibers and the 1/8-1/16 mm size group contain many tests of Diatom and planktonic Foraminifera.

* 日本古生物学会第91回例会 (於長崎大学) にて講演 (昭和40年9月25日)

** 長崎大学学芸学部地学教室

緒 言

大陸棚上の堆積物の多くは陸源の碎屑性物質で構成されているため、粒度組成によって堆積環境の特徴をもっともよく表現することができる。しかし、堆積環境の総合的な判断は、この粒度組成に加えて構成物質の鉱物組成（とくに重鉱物組成や粘土鉱物組成）や、堆積物中に含まれる生物遺骸群集の実体をも知ってさらに明確にされるであろう。生物遺骸群集として、例えば有孔虫、貝類、珪藻などは、それぞれの専門家により別個に研究が進められて、多くの業績が蓄積されてきてはいるが、堆積物との関係については、今もって定性的である場合が少なくない。

その点、鉱物組成や生物遺骸を含めた海底堆積物の分析方法として、Scripps 海洋研究所の SHEPARD と MOORE (1954) が提唱した coarse-fraction method は、堆積物の総合的な性質を認識し、さらに過去の堆積環境の識別にも適用される可能性を示している。

筆者はさきに長崎県千々石湾の北西部にあたる長崎市茂木沖の海底堆積物の粒度組成と貝類遺骸群集の特性を明らかにした（鎌田・堀口、1963）。本小論では、これと全く同じ茂木沖の試料を、coarse-fraction method によって分析した結果を報告し、将来この方法を適用する際の指針としたいと思う。

1. 砂 粒 分 析

Coarse-fraction とは、250 mesh の篩を通らない粒径 1/16mm (62 μ) 以上の砂粒をさしている。coarse-fraction method は、この250 mesh の篩を用いて fine-fraction、すなわちシルトと粘土を流し去り、篩に残った砂粒を更に WENTWORTH の粒度階級に従って篩分し、各篩ごとの試料について双眼顕微鏡の下で砂粒の組成を識別して、その比率を算定するものである。従って、分析の対象が砂粒であるので、この方法の邦訳として砂粒分析法を用いることにし、分析の結果求められた各構成要素の組合せを砂粒組成と呼ぶことを提案する。

双眼顕微鏡下で識別する要素の選定は、環境のちがいに由来する堆積物の種類により少しづつ異なってくる。一般的には生物遺骸として、貝類、有孔虫、海胆類、海綿の骨針、介形類、蘚虫類、放散虫、珪藻、植物繊維などがある。このうちで有孔虫、介形類、放散虫、珪藻は、ほぼ完全な形で砂粒中に含まれることが多く、種類の識別は可能である。しかし貝類は殆んどが破片として砂粒中に含まれる。海胆類では殻の破片と棘とに細分することもある。また有孔虫では、底棲種と浮遊性種を識別し、底棲種をさらに石灰質と砂質のものに分類することは、堆積環境の表現に特に有効であることは本研究の途上に痛感された。

鉱物質の要素としては、陸源鉱物（石英、長石、雲母、鉄苦土鉱物などに細分する）、自生鉱物（海緑石、黄鉄鉱、磷酸塩鉱物）および岩片などが挙げられる。その他、faecal pellets

のような泥の集合体 (aggregates) や、特殊なものとして稀には宇宙塵*が入ることがある。

砂粒分析の特色は、堆積物を構成する生物遺骸と鈹物粒を同一基準に従って識別し、その含有量の比率を求め、それぞれの堆積物の特質を明らかにする点にある。さらにこの方法で得た結果にあわせて、個々の動植物遺骸群の種類と産出頻度・粒度組成・重鈹物組成・微堆積構造などの特徴を考察すれば、種々の堆積環境の識別がきわめて詳細に判明してくるものと考えられる。

2. これまで行われた砂粒分析

アメリカにおいて砂粒分析法によって堆積環境が詳細に識別された地域は、テキサス中央部のメキシコ湾沿岸、ミシシッピー三角州地帯および南カリフォルニア沖の大陸棚である。特にテキサスのロックポート湾と、これに隣接する大陸棚においては、SHEPARD と MOORE (1954, '55, '60) によって砂粒分析を中心とした詳細な研究が行われ、特徴的な砂粒組成をもつ15種類の堆積環境が識別された。この15の中で、湾内に8、砂州に4、陸棚上に3つの環境が認められ、全体的には大よそ次の結論が出されている。

- 1) 砂州に近づく状態は、含砂量の急増により示される。
- 2) 湾内の泥質堆積物は、海緑石や海胆を多少とも含有する陸棚の泥質堆積物と区別される。
- 3) 河口に近いことは、植物繊維の高い含有量、葉理の存在、有孔虫に対する介形類の高い比率により決定できる。
- 4) 20尋以浅の陸棚内側の堆積物には、陸棚外側を特徴づける浮遊性有孔虫が少い。また有孔虫と貝殻の総和は、陸棚外側で増加する。

3. 千々石湾茂木沖の砂粒組成

千々石湾は、東部は雲仙火山をもつ島原半島と、西部は長崎市より南西に延びた西彼杵変成岩類よりなる野母半島とに抱かれて、南に大きく開口して天草灘に通じている湾である。千々石湾の底質分布はこの数年来かなり明瞭なものになってきており、粒度組成にもとづいた堆積型の識別が行われている(鎌田・井上・堀口, 1963)。また湾の北西部の茂木沿岸部では、貝類遺骸群集の産出状態についても調査を行い、粒度組成によって識別された堆積型との相関が知られた(鎌田・堀口, 1963)。すなわち、貝類遺骸はIII a型と称している silty sand の分布域に最も豊富に含まれているが、側方に漸移する、より泥質のIII型の sandy silt 中にはきわめて貧弱である。

貝類遺骸の産出量は、径1 mm以上の大きさをもって、種の鑑定ができる貝殻についてとらえられたものである。砂粒分析を行った堆積物もこの貝類の研究の基礎となった同じ試料を用

* 茂木沖の海底堆積物の砂粒分析の際、約20,000個の砂粒中に1個の宇宙塵を発見した。外洋性の堆積物中では含有率も高まるものと考えられる。

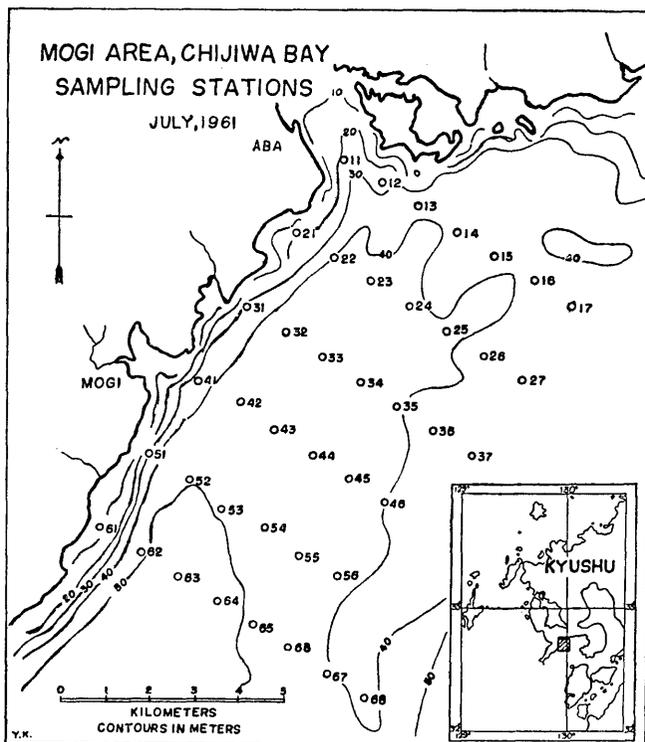


Fig. 1. Bathymetric chart and location of sediment samples.

い1961年7月におよそ $6 \times 10 \text{ km}^2$ の海域内の41点より採取されたものである。(Fig. 1)

1. 砂質堆積物 (II型) の砂粒組成

浜砂 (I型) よりやゝ分級のおとる砂質堆積物のII型は、やゝ粗粒のII a型と、5%以上の泥を含むやゝ細粒のII b型に細分される。

a) I a型に属する測点は1点のみであり、鉍物粒が75%を占め、生物遺骸には貝類・有孔虫・海胆の殻が主に含まれているが、いずれも著しく破損しているのが特徴である。測点の位置は最も陸岸に近く、砂粒組成が砕け波の影響を受けていることが推定される。

b) II b型は陸岸に近い3点と沖合の4点が含まれ、平均含泥量は、前者で17%、後方で15%の値を示す。全試料の半分は陸源鉍物で占められ、その残りの生物遺骸は、貝類、海胆類、有孔虫の順で含まれている。また粗粒部 ($\frac{1}{4}\text{mm}$ 付近) で介形類、蘇虫類を、細粒部 ($\frac{1}{16}\text{mm}$ 付近) で海綿の骨針や珪藻の殻を含むが、量はいずれも少ない。

2. 泥質堆積物の砂粒組成

茂木沖の泥質堆積物は、III a型の silty sand と、III (s.s.) 型の sandy silt に識別される。III型は海岸線にほぼ平行して幅が約2 kmの帯状分布をとるもので、南北に延びる浅い沈水谷を覆っている。III a型はその内側と沖合に広く分布するより砂質の堆積物である。

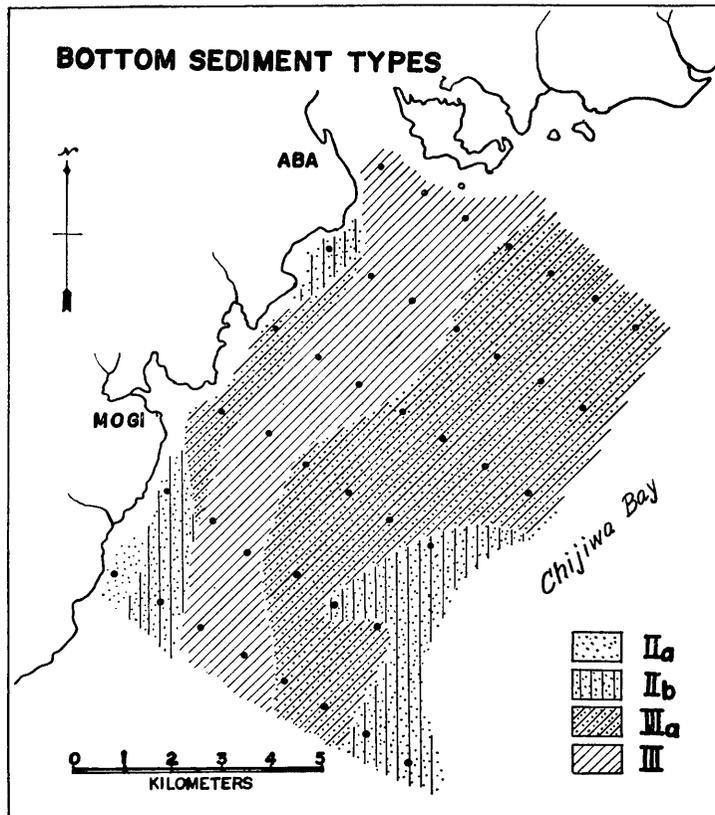


Fig. 2. Areal distribution of bottom sediment types in the Mogi area, Chijiwa Bay.

a) III a型は、貝類遺骸群集が最も豊富な堆積物であるが、砂粒組成でも生物遺骸が高い頻度を示している。とくに沖合（19点）で顕著であり、泥や陸源鉱物を含めた全試料中で貝類・有孔虫・海胆類の含有量が最高である。有孔虫の含有率もこの型において最も高く、6%に達する。とくに $1\sim\frac{1}{2}$ mmの粗粒砂中には18.8%が含まれており、その大部分が *Quinqueloculina lamarckiana* を主とする Millionidae で占められている。細粒部では浮游性有孔虫がこれと交代する。介形類は $\frac{1}{2}\sim\frac{1}{4}$ mmの部分に集中し、この中粒砂中に4.6%含まれている。

b) III型はこの海域内で最も細粒の堆積物である。この分布域では貝類遺骸はきわめて乏しく、全く含まれない測点もあった。しかし、砂粒組成においては、含泥量の相異点を除くと、III a型に匹敵する程の生物遺骸を有している。貝類の大部分は破片であるが、 $\frac{1}{4}\sim\frac{1}{8}$ mmの細粒砂には二枚貝の稚貝が合弁のまま含まれているのが特色である。貝類が比較的低い含有率を示すのに対し、海胆の殻や棘の破片は非常に多い。有孔虫は $\frac{1}{2}\sim\frac{1}{4}$ mmの粒度で僅かに減るが、それ以下で再び増加する。これはIII a型と同じように、粒度が小さくなるにつれて浮游性有孔虫の含有量が高まるためである。

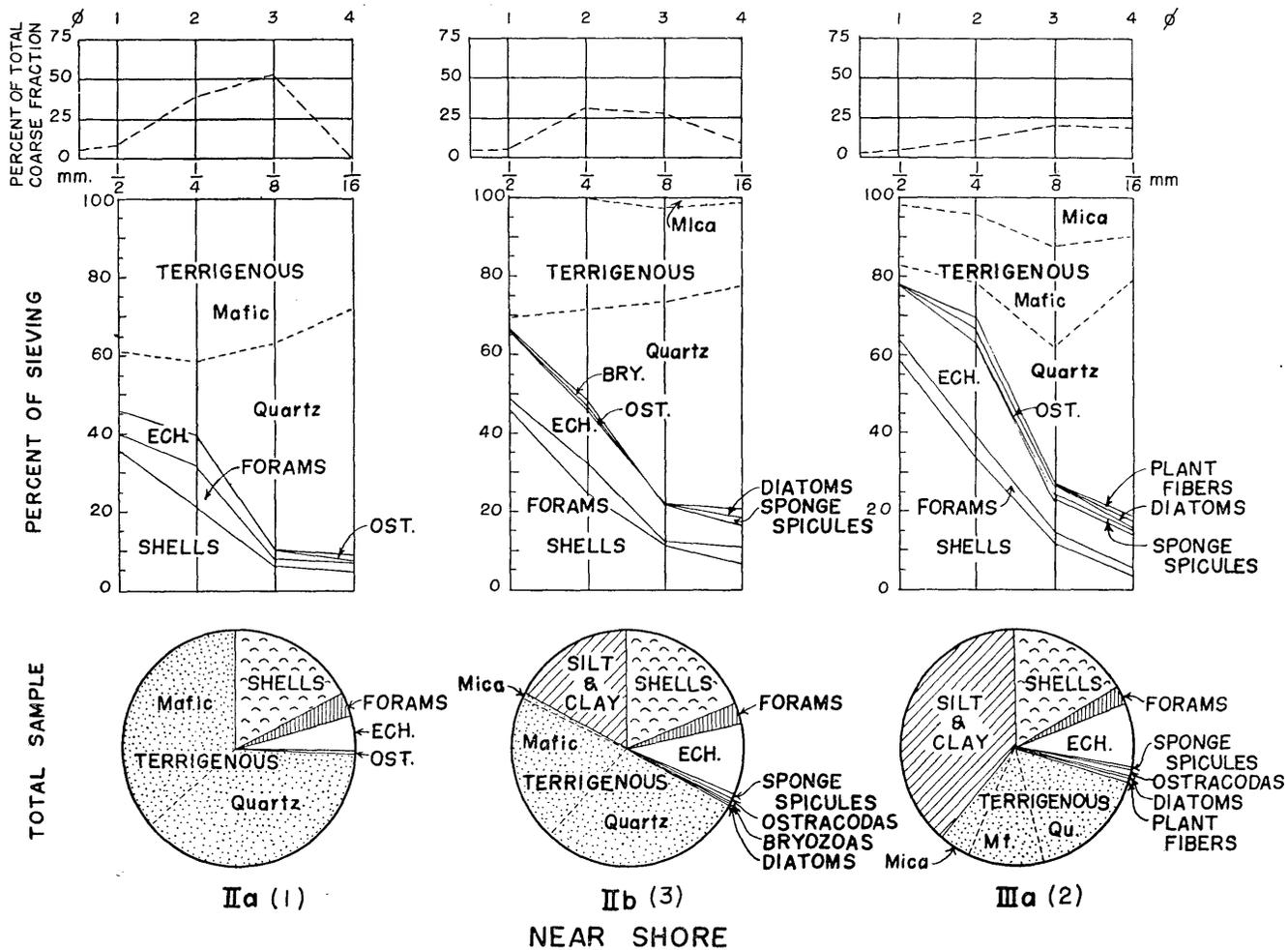


Fig. 3. Coarse fraction of the bottom sediments off the Mogi coast, in the Chijiwa Bay.

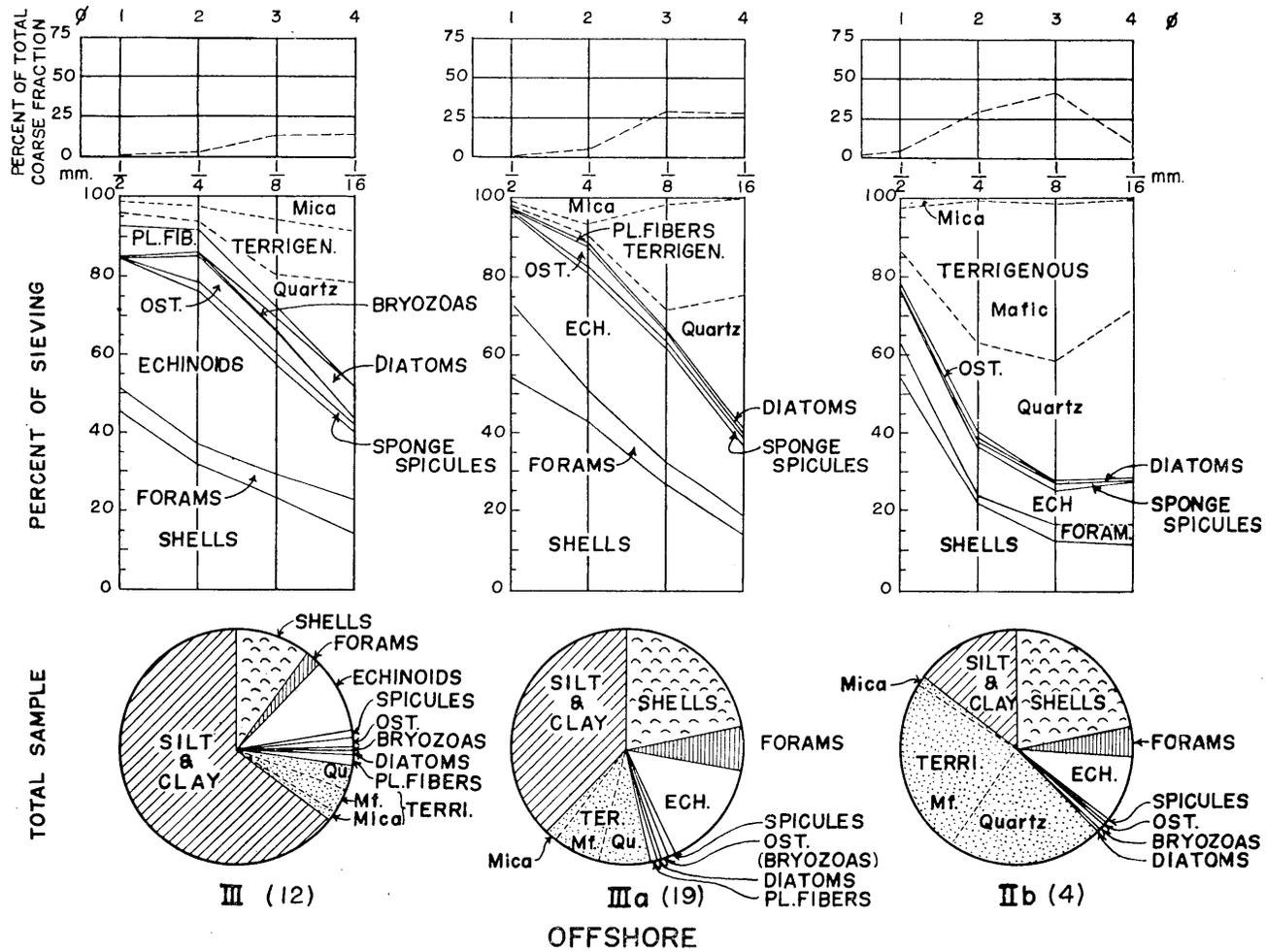


Fig. 3. continued.

III型が他の堆積型のものと根本的に識別される特徴は、 $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{4}$ mmの粒度で介形類、 $\frac{1}{8}$ ~ $\frac{1}{16}$ mmで珪藻が豊富なことである。またこの型の分布域の北端部では植物繊維が顕著にあらわれ、北方から流入する河川（八郎川）の影響を受けていることが知られる。この植物繊維には、しばしば沢山の珪藻が付着している。

4. 砂粒組成の側方変化

茂木沿岸部底質にはほぼ海岸線に平行した帯状分布を示す堆積型の変化が認められ、一般的には岸より沖合に向い、II a → II b → III a → III → III a → II b の側方変化がある。すなわち、sand → silty sand → sandy silt → silty sand → sand の変化である。含泥量の変化を見ても、岸より水深の増加に対応して次第に増加し、沖合2~2.5kmで最高になる。しかし更に沖合では、水深がゆるやかに減少するのに対して含泥量は急速に減少する（鎌田・堀口，1963）。

砂粒組成における陸源鉱物は、生物遺骸を除いた含砂量を代表するから、上記の含泥量とは逆の増減の変化を示す。この地域の陸源鉱物の特徴は結晶片岩起原の鉱物粒が豊富なことで、鉄苦土鉱物とした中には多くの変成鉱物が含まれている。雲母類も同様であって絹雲母を主とし、陸側のIII a 型の堆積物に最も豊富に含まれる。しかし、北部では鉄苦土鉱物として角閃石、輝石類が多くなり、茂木町以北の新期火山岩類の分布に影響を受けていることは明らかであるが、細かい量的な細分は行っていない。無色鉱物の大部分は石英であり、陸源鉱物全体の増減に応じて変化する。各試料毎の粒度別の含有量では、細粒になる程石英の占める比率が大きい。

先に述べたように、生物遺骸の砂粒組成においては貝類が最も多量に含まれているが、全試料中ではIII型でやや減少するだけで、殆んど常に20%前後の含有率を示して、あまり変化しない。しかし砂粒のみでは沖合のIII a 型において最も豊富に含まれている。有孔虫もほぼ貝類の場合と同じ傾向を示す。

介形類、珪藻、植物繊維は量的に少ないが、III型の堆積物中では重要な要素であり、その両側のより砂質の底質に向って急減することは甚だ特徴的である。もし有孔虫も底棲と浮遊性のものとに分類して別個に扱おうとすれば、浮遊性有孔虫の産出頻度は珪藻と同じ傾向を示すものと思う。

結 語

本小論では、SHEPARD と MOORE によって開発された海底堆積物の砂粒分析法を、本邦においては始めて本格的に用いて、千々石湾北西部の茂木沿岸部の浅海堆積物の砂粒組成を明らかにした。取まとめの基本となった堆積型は、海洋学的要素を含めた堆積環境を充分反映しているものと考えられるから、各々の砂粒組成はそれぞれ側方に移化する環境を明瞭に表現しているものと思う。調査地域を更に拡大して種々の環境における砂粒組成を明らかにすれば、地

Table I. Percent of constituents in total sample

Area	Nearshore←————→Offshore					
	II a	II b	III a	III	III a	II b
No. of sample	1	3	2	12	19	4
Moll. shell	17.25	18.87	16.58	9.98	21.57	21.64
Foraminifera	3.5	2.97	2.22	2.18	5.76	4.06
Echinoid	4.5	9.33	8.71	10.21	15.61	9.62
Sponge spicule		0.48	0.23	0.72	0.88	0.38
Ostracoda	0.25	0.21	1.00	1.17	1.16	6.64
Bryozoa		0.35		0.09	0.10	0.59
Radiolaria						0.11
Diatom		0.56		1.09	0.34	0.27
Wood fiber			0.69	1.44	0.07	
Terrigenous minerals	74.50	50.17	31.55	7.93	16.61	48.20
Quartz	38.0	30.06	16.73	3.48	8.14	22.55
Mafic	36.5	19.42	10.62	3.32	6.98	24.53
Mica		0.69	4.20	1.12	1.48	1.12
Sand	100.0	82.9	61.1	34.8	62.1	85.5
Silt & Clay	0	17.1	38.9	65.2	37.9	14.5

Table II. Percent of constituents in coarse fraction

Area	Nearshore←————→Offshore					
	II a	II b	III a	III	III a	II b
No. of sample	1	3	2	12	19	4
Moll. shell	17.25	22.75	27.13	28.65	34.74	25.31
Foraminifera	3.5	3.58	3.63	6.26	9.28	4.75
Echinoid	4.5	11.25	14.25	29.32	25.14	11.25
Sponge spicule	0.25	0.58	0.38	2.07	1.41	0.44
Ostracoda		0.25	1.63	3.37	1.87	0.75
Bryozoa		0.42		0.27	0.16	0.69
Radiolaria						0.13
Diatom		0.67	0.25	3.14	0.55	0.31
Wood fiber			1.13	4.14	0.12	
Terrigenous minerals	74.50	60.50	51.63	22.77	26.74	56.38
Quartz	38.0	36.25	27.38	10.00	13.11	26.38
Mafic	36.5	23.42	17.38	9.54	11.24	28.69
Mica		0.83	6.88	3.22	2.39	1.31
Total	100.00	100.00	100.04	99.98	100.01	100.01

質時代の地層の堆積環境の推定にも有効な素材となるものと思う*:

本研究は、文部省科学研究費と長崎大学学芸学部特別研究助成金によって行われた。ここに記して関係当局に厚く感謝の意を表すものである。

主 要 参 考 文 献

- 鎌田泰彦 (1962) : 長崎附近の現世海成堆積物と貝類遺骸群集 化石 (3), 39-42.
- • 堀口承明 (1963) : 千々石湾茂木沖の堆積物と貝類遺骸群集 長崎大学学芸学部自然科学研報 (14), 33-47.
- • 井上昌幸・堀口承明 (1963) : 千々石湾の底質—とくに泥質堆積物の分布— (演旨) 地質雑 69, (814), 334.
- SHEPARD, F. P. and MOORE, D. G. (1954) : Sedimentary environments differentiated by coarse-fraction studies. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., Vol. 38, no. 8, pp. 1792-1802.
- and —— (1955) : Sediments zones bordering barrier islands by central Texas coast. "Finding Ancient Shorelines", pp. 78-96.
- and —— (1960) : Bay of central Texas coast. "Recent Sediments, Northwest Gulf of Mexico", pp. 117-152.

* 砂粒分析の堆積岩への適用の問題点は、日本古生物学会邦文機関紙「化石」に投稿中である。