

1 東シナ海中西部トロール漁場付近における海底堆積物の特徴

2 ランニングタイトル：トロール漁場付近の海底堆積物

3 杉野亮介^{1*}，新優里花²，丸山裕豊³，保科草太³，合澤格³，竹内清治⁴，谷山茂人⁴，八木光晴⁴，

4 清水健一⁴

5 ^{1*}国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産大学校，²長崎大学大学院水産・環境科学総合研究

6 科，³長崎大学水産学部，⁴長崎大学大学院総合生産科学研究科

7 Characteristics of sea floor sediments around trawl fishing grounds in the East China Sea

8 ^{1*}Ryosuke SUGINO, ²Yuurika SHIN, ³Yutaka MARUYAMA, ³Sota HOSHINA, ³Itaru AIZAWA, ⁴Seiji

9 TAKEUCHI, ⁴Shigeto TANIYAMA, ⁴Mitsuharu YAGI, ⁴Kenichi SHIMIZU

10 ¹*National Fisheries University, Fisheries Research and Education Agency, Shimonoseki, Yamaguchi*

11 *759-6595, ²Institute of Fisheries and Environmental Science and Technology, Nagasaki, Nagasaki*

12 *852-8521, ³Faculty of Fisheries, Nagasaki, Nagasaki 852-8521, ⁴Institute of Integrated Science and*

13 *Technology, Nagasaki, Nagasaki 852-8521*

14 * Tel : 81-83-286-5111. Fax : 81-83-286-2292. Email : r-sugino@fish-u.ac.jp

15

16

17 東シナ海中西部トロール漁場付近における海底堆積物の特徴

18 杉野亮介^{1※}, 新優里花², 丸山裕豊³, 保科草太³, 合澤格³, 竹内清治⁴, 谷山茂人⁴, 八木光晴⁴,

19 清水健一⁴

20 ^{1※}水産機構水大校, ²長大院水環, ³長大水, ⁴長大院生産

21

22 (和文要旨)

23 東シナ海中西部のトロール漁場における海底堆積物の粒度組成や有機物含有量を明らかにする

24 ため、計 29 回のトロール操業時にスミス・マッキンタイヤ型採泥器で海底堆積物を採取した。

25 試料はレーザー回折式粒度分布測定装置にて粒度分析するとともに、十分に乾燥させた後 2

26 mol/L の塩酸で滴定し、CaCO₃ 含有割合を求めた。さらに、乾燥試料 2 g を 550℃ 4 時間で強熱し、

27 前後の重量差から有機物の含有割合を求めた。その結果、粒径 62.5 μm 未満の泥の割合は漁場

28 の東西両端で少なく、中央付近で多い傾向であった。また、有機物量と泥の割合にやや強い正の

29 相関がみられた。

30

31 キーワード : 東シナ海, トロール漁場, 海底堆積物, 粒度組成, 有機物含有量, CaCO₃ 含有量

32

Abstract

In this study, we aimed to clarify the characteristics of sea floor sediments around trawl fishing grounds in the East China Sea, marine sediments were collected by using a Smith-McIntyre grab sampler total 29 times trawl operations. The sample were analyzed for particle size using a laser diffraction particle size analyzer. The amount of calcium carbonate in the dried 1g sediments was calculated by titration with hydrochloric acid at a concentration of 2 mol/L. Also, the amount of organic matter was determined by the ignition loss method, where 2 g of the dried sample was ignited at 550 °C for 4 hours, and the content ratio relative to the dried sample was calculated from the weight difference before and after ignition. Each sample was measured three times and the average value was calculated. As the result, the grain size distribution was such that the proportion of sand was higher at the eastern and western ends of the fishing ground, and the proportion of particle size under 62.5µm mud was higher near the center. A slightly positive correlation was found between the amount of organic matter and the proportion of mud.

Keywords East China Sea, Trawl fishing ground, Seafloor sediment, particle components, Organic content

50 CaCO_3 content

51

東シナ海は、太平洋北西部の縁海の 1 つであり、周囲を日本、中国、及び韓国などの漁業国に取り囲まれ、多様な漁業に利用される大陸棚の発達した海域である。また、大陸河川によって供給される豊かな栄養塩を基礎として、黒潮系水と大陸沿岸系水との顕著な潮目の形成も加わり、生物多様性に富んだ生産性の高い海域でもある⁽¹⁻³⁾。

東シナ海では 20 世紀初頭から以西底びき網漁業と呼ばれる漁業が行われており、ピーク時には 1950 年代後半から 1960 年代前半に 36 万トンを記録し、当時は重要な漁業の一つであった。しかし、その後、中国、韓国の底引き網漁業の発達による漁獲競合、継続的な強い漁獲圧、輸入魚、操業の増加などにより、資源量の減少や諸外国との競争力の低下を招き、以西底びき網漁業の衰退が続いている⁽⁴⁻⁵⁾。また、堀川(1999、2001)は、強い漁獲圧によって生物学的・生態学的特性に様々な変化が認められるようになり、多くの魚種で、資源状況の悪化だけではなく、分布域の縮小、漁獲物の小型化、成熟に達する体サイズの小型化、早熟化等を報告している⁽⁶⁻⁷⁾。しかし、以西底引き網漁は現在でも長崎県で 8 隻が操業を行い、キダイやアカムツを中心として年間約 3000 トンを漁獲しており、東シナ海における日本の主力漁業の一つである⁽⁸⁻⁹⁾。このような底曳網漁業での漁獲対象魚種も含めて水域に生息する底息生物にとって、海底堆積物は、流れ、水質、海底地形等と並んで重要な環境指標となる。特に海底の底質分布を調べることは漁場の環境特性指標や漁礁設計上の項目として重要であり、水産生物の生息環境を理解するためには、海底堆積物に関する調査と解析が必要

69 であるとされている⁽⁸⁾。また、石渡（2003）は、海底堆積物には海水中のプランクトンをは
70 じめとする海洋生物由来の有機物（自生性有機物）と陸上から運ばれた有機物（外来性有機
71 物）が混入し、大陸棚で堆積物中の有機物の含量が多いのは、湧昇域のために栄養塩に富ん
72 だ深層水が表層から運ばれるために生物生産が高いことに起因するとしている⁽⁹⁾。このよう
73 に、生物にとっては粒度以外の含有有機物量も重要だと考えられる。しかし、東シナ海にお
74 ける海底堆積物の調査は約 40 年前に浜田らによって若干の報告があるものの⁽¹⁰⁻¹¹⁾、十分に
75 はない。

76 そこで本研究では東シナ海の中西部において海底堆積物を採取し、粒度組成のほか、堆積
77 物中の CaCO_3 量、有機物量に着目して海底堆積物の分布特性を明らかにすることを目的と
78 した。

79

材料と方法

海底堆積物採取地点

海底堆積物の採取は長崎大学水産学部附属練習船長崎丸において、2020 年 8 月 14 日～2023 年 9 月 22 日にかけてトロール操業を実施した計 29 地点で実施した。それぞれの実施地点は Fig.1 及び Table 1 に示す通りであり、本研究では西側から順に St.1～St.29 とした。

(水深 130~157 m)



Fig.1
Table1

海底堆積物の採取と粒度分析

海底堆積物の採取にはスミス・マッキンタイヤ型採泥器（採泥面積：22 cm×22 cm）を用いた。採取後の堆積物はマイナス 40 度で冷凍保管し、分析の際に室温で自然解凍した。

粒度分析の際には測定装置の目詰まりを防ぐため、あらかじめ 2 mm メッシュの篩に通し大きな破片を除去した。その後、レーザー回折式粒度分布測定装置（SALD-3100、島津製作所 整. 測定範囲：0.5~3000 μ m）にて粒度分析を行い、付属の解析ソフト（WingSALD-3100 Wing-2）で最大・最小粒子径、平均値、積算質量の 50 %値に相当する $d_{50}(\text{mm})$ 値を算出した。さらにその結果を Table 2 で示した海図記載の底質記号に基づいて分類した⁽¹²⁾。また、この粒度分布をもとに、次に示す通り中央粒径値 MD ϕ を求めた。MD ϕ とは前述した $d_{50}(\text{mm})$ をもとに「2 のべき乗」として対数換算したものである。MD ϕ の目安として、粘度

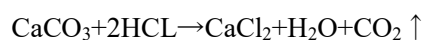
-シルト、シルト-砂、砂-礫の粒度区分の境界値 0.005 mm、0.075 mm、2 mm について対応する MD ϕ 値はそれぞれ 7.64、3.74、-1 となる⁽¹³⁻¹⁴⁾。MD ϕ は値が大きいほど、粒径が小さいことを示している。本研究では、Table 2 で示した Slit と Clay（粒径 62.5 μ m より小さいもの）を「泥」、それよりも大きな粒径のものを「砂」と定義した。また、礫を除く堆積物全体の体積のうち、泥の占める割合を「泥の含有割合」と定義した。



Table2

海底堆積物中の CaCO₃ 含有割合

海底堆積物中の CaCO₃ 含有割合測定にあたっては、塩酸を使用した滴定により求めることとし、冷凍保管したサンプルをあらかじめ室温で自然解凍しておき、底質調査方法⁽¹⁵⁾を基に、110 °Cで 24 時間以上十分に乾燥させてから使用した。その後、確実に反応が行われるよう、乳鉢と乳棒を用いて貝殻片とともに乾燥試料を粉砕した。粉砕後、試料約 1 g を量り取り、ビーカーに加えた。その後、精製水 50 mL をビーカーに加え、2 mol/L の塩酸で滴加した。滴定中は、適宜ガラス棒でビーカー内をかき混ぜ、堆積物から二酸化炭素の気泡が見えなくなったことを反応の終点とした。最終的に加えた塩酸の量から以下の反応式を用いて堆積物中の CaCO₃ 含有割合を算出した。



上記の操作を 1 サンプルあたり 3 回ずつ行い、その 3 回の平均値を海底堆積物中の CaCO_3 含有量とし、滴定前後の重量から以下の式により海底堆積物中の CaCO_3 含有割合を求めた。

$$\text{CaCO}_3 \text{ 含有割合 (\%)} = \frac{\text{反応後の試料重量から算出したのCaCO}_3 \text{量 (g)}}{\text{反応前の試料重量 (g)}} \times 100$$

海底堆積物中の有機物含有割合

海底堆積物中の有機物含有割合測定については C/N 比を求めることも多いが、そのためには特殊な測定装置が必要となるため、本研究ではより簡易的な手法である、強熱減量法⁽¹⁵⁾により計測することとした。強熱減量は、堆積物中に含まれる有機物含有量を表す最も簡便な方法である。これは、るつぼに入れた乾燥粉末試料を電気炉の中で強熱し、重量の損失分をすべて有機物の灰化分とみなすものである。

海底堆積物中の有機物含有割合測定にあたっては、冷凍保管したサンプルをあらかじめ室温で自然解凍しておき、解凍した堆積物試料を 110°C で 24 時間以上十分に乾燥させたものを使用した。その後、乳鉢と乳棒を用いて乾燥試料を粉碎した。これは、有機物が多いと試料外部から加えた熱の燃焼により灰分の間に空気層を残し、熱伝導を悪くして中心部の酸化が進まなくなること⁽¹⁶⁾を防ぐためである。本研究では粉碎後、試料約 2 g を磁器製のるつぼにいれ 0.0001 g の桁まではかり取り、電気炉を用いて 550°C 、4 時間の強熱を行

った。その後電気炉内でそのまま 10 時間以上放冷して温度が下がったのち、デシケータ
ーに入れ、重量を 0.0001 g の桁まで測定した。1 サンプルあたり 3 回ずつ行い上記の通り
計測した強熱減量前後の重量差を求め、この平均値を海底堆積物中の有機物含有量とし
て、以下の式により海底堆積物中の有機物含有割合を求めた。

$$\text{有機物含有割合 (\%)} = \frac{\text{強熱前の試料重量 (g)} - \text{強熱後の試料重量 (g)}}{\text{強熱前の試料重量 (g)}} \times 100$$

なお、測定で用いるるつぼについては、すべて残存有機物の影響がないようにあらかじめ十
分に洗浄したものを、有機物が全て灰化される温度⁽¹⁷⁾となるまで電気炉により 600℃で 3 時
間熱し、電気炉内で 10 時間以上放冷したのち、デシケーターに入れて保管したものを使用
した。

結果

海底堆積物の粒度分析結果

地点ごとの海底堆積物の粒径ごとの割合について全体を 100%とした分布を Fig.2 に示す。

図は海図記載の底質記号ごとに色分けして示しているが、全体的には操業地点の西側付近

で砂の割合が多く、中間地点になるにつれて泥の割合が多くなり、さらに東側の地点に移る

にしたがってまた砂の割合が多くなるという傾向であった。詳細に見てみると、St.1 と St.23

では砂のみであり、特に St.1 では cS(粗粒砂：500~2000 μm)が最も多くなっていた。また、

St.7、 St.11、 St.14 では泥の割合が 50 %以上であった。さらに St.11 と St.14 では M(泥：

2~62.5 μm)、 St.3 では fS(微粒砂：62.5~250 μm)、St.5、 St.6、 St.8、 St.22、 St.23、 St.24、

St.28、 および St.29 では mS(中粒砂：250~500 μm)が卓越していた。



Fig.2

これらの分布について、泥の含有割合の水平的な分布図として示したものを Fig.3 に示す。

この図を見ると、先ほど Fig.2 で述べた通り、図の赤枠で示した場所付近において泥の含有

割合が高い箇所が多くなっていたことがわかる。



Fig.3

海底堆積物中の CaCO_3 含有割合

CaCO_3 含有割合は St.20 で最大値 90.3%、St.1 で最小値 37.2%であった。地点ごとの海底

堆積物中の CaCO_3 含有割合について、平均 $\pm$ 標準偏差として Fig.4 に示した。ただし、St.26

については、乾燥試料が 1g 得られず、それより少ない試料での結果となっている。Fig.4 より St.9、 St.19、 St.20 など全操業地点の中間から東側にかけて CaCO_3 含有割合が多くなっていた。一方、St.1、 St.5、 St.6、 St.10、 St.11、 St.12 および St.26 では CaCO_3 含有割合は 50%以下であった。



続いて Fig.5 に CaCO_3 含有割合の水平的な分布図として示した。図から全体的には中間から東側にかけて炭酸カルシウム含有割合が多くなっていた一方、図の赤枠で示した場所で北端 (St.20) から南南西方向に含有割合の小さな領域が延びていた。



海底堆積物中の有機物含有割合

有機物含有割合は St.4 で最大値 4.4%、St.13 で最小値 2.0%であった。地点ごとの海底堆積物中の有機物含有割合を Fig.6 に示した。図から有機物含有割合は地点ごとにばらつきがみられ、St.1、 St.2、 St.5、 St.8、 St.11、 St.13、 St.20、 St.22 および St.24 では 3%以下と少なくなっていた。



これらの分布について、先ほどと同様に水平的な分布を Fig.7 に示した。図から全体的には南北両端よりも中間の緯度で有機物含有割合が多い地点が多くなっていたが、中間の緯度においても有機物含有割合の少ない地点が散見され、 CaCO_3 含有割合と比較すると分布に偏りが見られた。



178 CaCO_3 含有割合と有機物含有割合との相関関係について Fig.8 に示す。図から、有機物の

179 含有割合と CaCO_3 含有割合の間に関係性はみられなかった。(r= 0.13)



180

181 海底堆積物中の泥の含有割合と CaCO_3 含有割合及び有機物含有割合との関係

182 海底堆積物中の泥の含有割合と CaCO_3 含有割合との関係、及び泥の含有割合と有機物含

183 有割合との関係について、それぞれ Fig.9、Fig.10 に示す。Fig.9 から、泥の含有割合と CaCO_3

184 含有割合との間には関係性はみられなかった(r= 0.13)ものの、Fig.10 からは泥の含有割合と

185 有機物含有割合の間にはやや強い正の相関がみられた(r= 0.35)。



186

考察

粒度分析結果による底質の性状分布

過去、東シナ海・黄海において広範囲に調査された底質性状分布^(11,18)によると、今回の調査地点付近では sand(砂)あるいは muddy sand(泥質砂)、mud(泥)とされている。本研究での粒度分析結果は概ねこの報告と一致しており、前回の調査から数十年が経過しているが、海底堆積物の分布の傾向に大きな変化はないと考えられる。これについて今回の調査地点付近での堆積速度は 1 年間当たり 0.02 cm との報告⁽¹⁹⁾がある。この値は内湾での報告⁽²⁰⁾ (0.08~0.34 cm/year) と比較するとかなり小さく、それゆえ前回の調査から 40 年が経過しても底質の粒度分布にはほとんど変化がなかったものと考えられる。

一方、本研究の結果では Fig.2、Fig.3 より、西側付近で砂の割合が多く、中間の地点になるにつれて泥の割合が多くなり、さらに東側の地点に移るにしたがってまた砂の割合が多くなるという組成となっていた。過去の報告も加味すると、東側にいくにつれて粒径が砂質状になると考えられる。一般に底質は直上水の流動の影響を受けて堆積し、流動の大きい所では礫や砂が、緩やかなところではシルトや粘土質の底質が堆積することが知られている⁽¹¹⁾。また、東シナ海は黄河や長江といった大きな河川が流入しており、陸棚外縁に沿って西岸境界流である黒潮が流れており、東シナ海に供給された堆積物粒子は海域の海水の動きに伴って移動し、堆積するとされる^(1,21)。過去の報告でも東シナ海では陸岸に近い底質は砂

質に富み、陸岸から遠ざかるにつれて含泥率が増加し、さらにその距離が増せば泥質部が急激に減少し、砂質になる⁽²²⁾とされ、これらの報告はいずれも本研究の結果を支持するものと考えられる。

塩酸滴定による海底堆積物中の CaCO_3 含有割合

本研究において海底堆積物中の CaCO_3 含有割合は最小値 37.2%から、最大値 90.3%の範囲であった。一般に、海洋中に分布する炭酸塩のほぼすべては、海洋生物によって生成され、海洋において CaCO_3 の生産が最も多い生物は海面を浮遊する円石藻や有孔虫などのプランクトンである⁽²³⁾。また、海底の堆積物に含まれる CaCO_3 の主な起源は海面を浮遊するプランクトンの遺骸が沈着したものであり、海底に堆積する CaCO_3 の量は海域の生物生産量や海底地形によって異なる⁽²⁴⁾。さらに、 CaCO_3 含有量は炭素循環を示す指標のひとつとされ、伊勢湾では 30%程度⁽²⁵⁾、男女群島周辺では 41.3%から 76.8%の報告⁽²⁶⁾ がある。東シナ海においてはこれまで堆積物中の CaCO_3 含有量についてはほとんど報告が無いものの、外洋の男女群島周辺で内湾の伊勢湾より高い値を示していることから、本研究の結果は外洋で CaCO_3 含有量が高くなる傾向を支持する。

一方、 CaCO_3 含有割合だけでなく、全有機炭素量や全窒素量、海底の岩盤類や化石類など、他の成分も併せてみることで、漁場形成のメカニズムを見出す可能性がある。実際に、山東

221 半島東方の黄海北部トロール漁業ではマダラやケムシカジカが多く漁獲されるが、同時に
222 漁網には大型カキ殻が多く入っているという報告⁽¹¹⁾がある。この報告では漁場周辺の魚探
223 映像にある広さにカキ殻化石が確認されたことや、黄海北部に堆積するこのような大型の
224 カキ殻化石は海底地形が単調な黄海において一種の魚礁的な役割を果たしている可能性が
225 報告されている。したがって今後は東シナ海のより広い範囲で同様の調査を行い、外洋の
226 CaCO_3 含有割合の分布の傾向を明らかにしていく必要がある。

227

228 強熱減量による海底堆積物中の有機物含有割合

229 本研究において堆積物中の有機物含有割合は最小値 2.0%から最大値 4.4%の範囲であつ
230 た。これに対して、横山、石樋(2009)は沿岸（内湾）の有明海や伊勢湾では強熱減量が
231 10%以上の地点もあると報告している⁽²⁷⁾。一方で、谷村ら(2016)では、沿岸から離れた地
232 点では強熱減量は少なくなる傾向があり、伊勢湾南部では 2%という報告⁽²⁵⁾もある。泥質
233 堆積物中に有機物が多い理由として、佐野(1976)は、沿岸部では河川からの陸上植物の残
234 渣、外洋性大陸棚上はプランクトンの遺骸が多いため⁽²⁸⁾としている。さらに佐野(1976)
235 は、砂質浅海域では多毛類や端脚類など砂中の微小な底生生物が有機炭素含有量に関係し
236 て分布することも報告している⁽²⁹⁾。このように沿岸域の有機物は河川や陸域からの流入物
237 に起因し、高い値となっている可能性が考えられている^(25,27)。一方、本研究では有機物含

有割合はこれまでの他の外洋域での報告と比較して多くの地点で高い値であった。東シナ海は大陸棚の発達した生物多様性に富んだ海域で、大陸棚は湧昇域のために栄養塩に富んだ深層水が表層から運ばれるため⁽⁹⁾、値が高くなったことが考えられる。またこの点について、これまで外洋での海底堆積物中の有機物含有割合に関する報告は少なく、特に東シナ海での堆積物中の有機物含有割合についてはこれまでほとんど報告が無い。今後は東シナ海のより広い範囲において同様の調査を行い、外洋の分布の傾向を明らかにしていく必要がある。

また、本研究においては泥の含有割合と CaCO_3 含有割合との間には明確な関係は見られなかったものの、有機物含有割合の間にはやや強い正の相関がみられた。有明海においては泥成分の割合と強熱減量の間に関係があることが報告されており、本研究において外洋の東シナ海においても泥の割合が大きくなるにつれて、堆積物中の有機物含有割合が増加する傾向になることは十分に考えられる⁽³⁰⁾。一方で、本研究においては有機物含有割合と炭酸カルシウム含有割合の間には明確な関係性は認められなかった。これについて石灰質硬組織を形成するベントスが多いと両者の間に正の相関関係が認められると考えられるが、そのようなベントスは高温や高塩分のほか、清浄な海水を好むといわれている⁽³¹⁾。今回採泥した観測場所はいずれも水深が 130m 以上あり、現状では多くの試料を採取することは困難で試料中のベントス量を計測することは難しいが今後、時間をかけて多くの試料を採取

255 することで両者の関係を明らかにしていくことは可能と考えられる。

まとめ

256

257 本研究では東シナ海の中西部のトロール操業において海底堆積物の分布特性を調べた。

258 その結果、粒度の分布は概ね 40 年前に調査された過去の報告と一致していたこと、 CaCO_3

259 含有割合については内湾や男女群島周辺での報告と比較して高い値であることが明らかと

260 なった。特に堆積物中の CaCO_3 含有割合や有機物含有割合はこれまで東シナ海など沖合で

261 調べられている例は少なく、今後も継続した調査が必要と考えられる。

262

263

264

謝辞

265 本研究を行うにあたり、多くの地点で海底堆積物のサンプル採取にご協力いただいた長崎

266 丸の乗組員一同に心から感謝申し上げます。

267

268

参考文献

269

- 270 1) 時村宗春. 東シナ海の水産資源と漁業形態. 日本水産学会誌 2011; **77**(5):919-923
- 271 2) 永松公明. 2 階式トロールによる東シナ海底魚漁場の漁獲物組成と投棄対象生物の
- 272 混獲状況. 水産大学校研究報告. 2016; **54**(4): 197-208.
- 273 3) 大下誠二. 東シナ海・黄海の漁業資源（総説）. 水産庁水産研究・教育機構令和 3
- 274 年度国際漁業資源の現況 2022; **68**: 1-7.
- 275 4) 山本圭介. 東シナ海・黄海における底生魚類の群衆構造の年変動. 日本水産学会誌
- 276 2015; **81**(3): 429-437.
- 277 5) 米田道夫. 底魚類の資源生物学的特性に関する研究. 日本水産学会誌 2006; **72**(5):
- 278 823-826.
- 279 6) 堀川博史, 山田梅芳. 東シナ海および黄海における底魚類の生物特性の変化. 月刊
- 280 海洋 1999; **31**(10): 631-636.
- 281 7) 堀川博史, 鄭 元甲, 孟 田湘（編）. 東シナ海・黄海主要資源の生物・生態特性―日
- 282 中間の知見の比較. 西海区水産研究所,長崎. 2001; 165-202.
- 283 8) 日高正康. 半閉鎖的水域での底質環境に関する水産学的考察. 博士論文, 鹿児島大
- 284 学水産学部, 鹿児島, 2013
- 285 9) 石渡良志. 海底堆積物における有機物の特徴と挙動. 日本海水学会誌 2003; **57**(3):

- 286 181-191.
- 287 10) 浜田七郎, 満塩大洗. 東シナ海・黄海における堆積物の海底地質学的区分. 西海区
- 288 水産研究所研究報告 1987; **64**: 25-34.
- 289 11) 浜田七郎. 東シナ海・黄海の大陸棚海底地形と表層堆積物の海洋地質学的研究 西
- 290 水研研報 1998; **76** :27-94.
- 291 12) Simon F.Thrush, Judi E.Hewitt, Conrad A.Pilditch, Alf Norkko, Ecology of Coastal Marine
- 292 Sediments, Oxford University Press, 2021: 4
- 293 13) 久野彰大, 川瀬颯, Herawaty RIOGILANG, 矢野真一郎, 田井明, 多田彰秀, 松山明人. 水
- 294 俣湾における底質粒度分布の特性について. 土木学会西部支部研究発表会 2013; 155-156
- 295 14) Wentworth, C.K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. The journal of
- 296 geology 1922; **30**(5): 377-392
- 297 15) 環境省水・大気環境局:底質調査方法, 東京. 2012.
- 298 16) 桑原連. 浅海堆積物における強熱減量測定法の検討. 水産増殖 1987; **35**(1) :61-67.
- 299 17) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会:日本食品標準成分表 (八訂) 増
- 300 補 2023 年, 東京. 2023.
- 301 18) 斎藤文紀, 楊作升. 東シナ海の堆積物収支 第 3 回環境地質学シンポジウム. 日本
- 302 地質学会環境地質研究委員会 1993; 123-128.

- 303 19) 小栗一将, 松本英二, 斎藤文紀. 東シナ海における堆積速度について. 名古屋大学
304 加速器質量分析計業績報告書, 1997; **8**: 107-114.
- 305 20) 児玉真史, 皆川昌幸, 田中勝久, 石樋由香. 有明海における堆積速度について. 沿
306 岸海洋研究 2008; **45**(2), 137-143.
- 307 21) 井澤博文. 底質のサンプリング. 水環境学会誌 1993; **16**: 74-78.
- 308 22) 片山肇. 東シナ海における陸域堆積物の変化の収支と輸送過程. 地質ニュース
309 2007; **634**: 15-20.
- 310 23) 藤森雄一, 福江正治, 加藤義久, 増渕和夫, 笹島卓也. 炭酸カルシウム含量による
311 地盤形成過程の評価. 土木学会論文集 2007; **63**(4): 1163-1174.
- 312 24) Broecker W.S, Peng T.H. *Tracers in the sea*. Lamont Doherty Geological Observatory,
313 Columbia university, palisades, New York 1982.
- 314 25) 谷村譲紀, 天野晴貴, 新家淳治, 国分秀樹, 竹之内健介, 小林利行, 千葉賢大, 八木
315 麻希. 伊勢湾底泥中における有機物の鉛直分布およびその特徴について. 三重保環研報
316 2016; **18**: 65-73.
- 317 26) 鎌田泰彦, 西岡幸一, 中牧直紀, 秋元不二雄. 男女群島周辺の海底地質. 長崎大学教
318 育学部自然科学研究報告 1975; **26**: 91-107.
- 319 27) 横山寿, 石樋由香. 底質の主成分分析による有明海奥部海域の区分. 日本水産学会

- 320 誌 2009; **75**(4): 674-683.
- 321 28) 佐野茂. 砂浜浅海における生物生産IV.微細堆積物による藻類増殖の助長効果. 水
- 322 産増殖談話会 1976; **24**(3): 80-82
- 323 29) 佐野茂. 砂浜浅海における生物生産III.海底堆積物中の有機含有量と底生微小生物
- 324 の密度. 水産増殖談話会 1976; **24**(3): 77-79
- 325 30) 園田 吉弘. 有明海海域における水質・底質と底生生物の分布特性：物理・化学及
- 326 び生態学的視点からの研究. 学位論文第 6 章. 熊本大学学術リポジトリ
- 327 <https://kumadai.repo.nii.ac.jp/records/25287> (2025 年 3 月 31 日アクセス)
- 328 31) 鎌田泰彦, 近藤寛, 三井田恒博. 玄界灘の表層堆積物. 長崎大学教育学部自然科学
- 329 研究報告 1988; **39**: 73-82
- 330

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19

Figure captions

Fig.1 Sampling station (Number in figure indicated Station No.)

Fig.2 Particle size ratio (%) based on sediment classification

Fig.3 Horizontal distribution of $Md\Phi$

Fig.4 CaCO_3 content ratio in each station (Ave. $\pm$ SD)

Fig.5 Horizontal distribution of CaCO_3 ratio (%)

Fig.6 Organic content ratio in each station (Ave. $\pm$ SD)

Fig.7 Horizontal distribution of organic ratio (%)

Fig.8 Relationship between CaCO_3 ratio (%) and organic ratio (%)

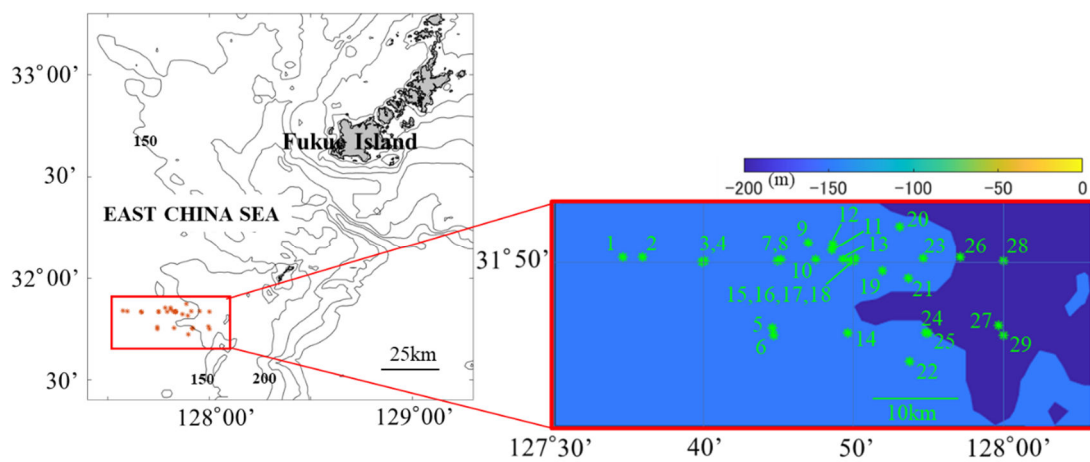
Fig.9 Relationship between CaCO_3 ratio (%) and mud content ratio (%)

Fig.10 Relationship between organic ratio (%) and mud content ratio (%)

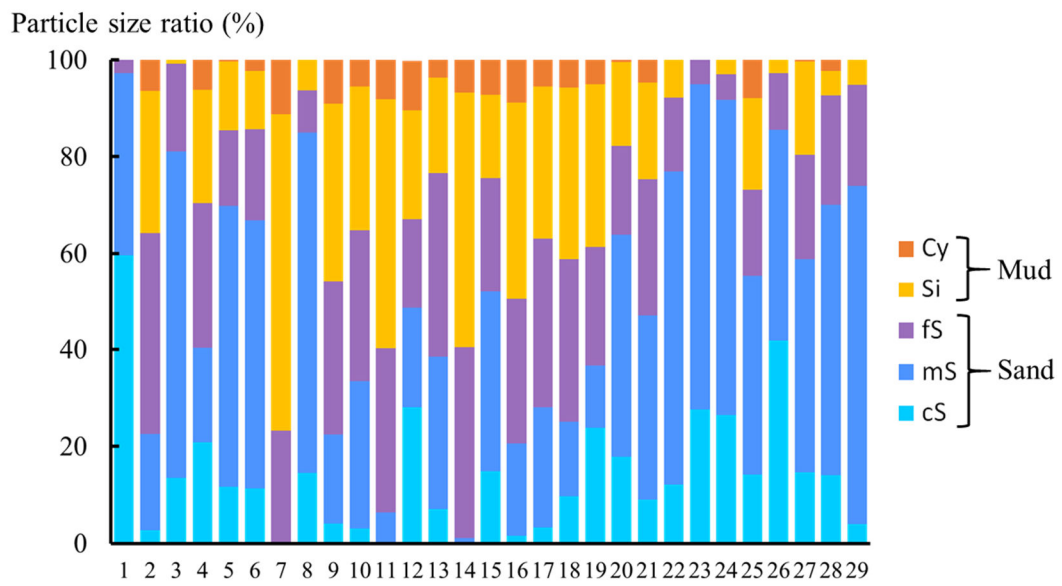
Table 1 Location and depth of sampling station

Table 2 Sediment classification based on the Japan Hydrographic Association

Fig.1



26 Fig.2

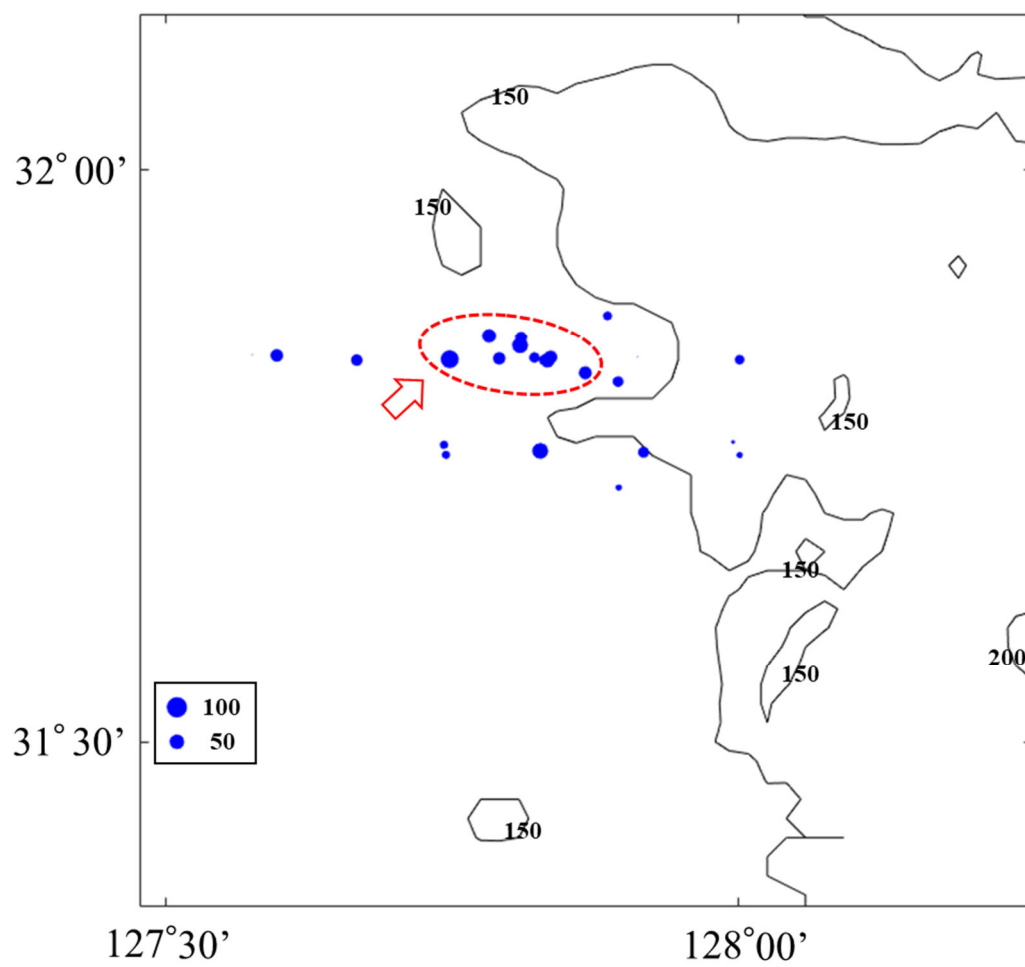


27

28

29

30 Fig.3

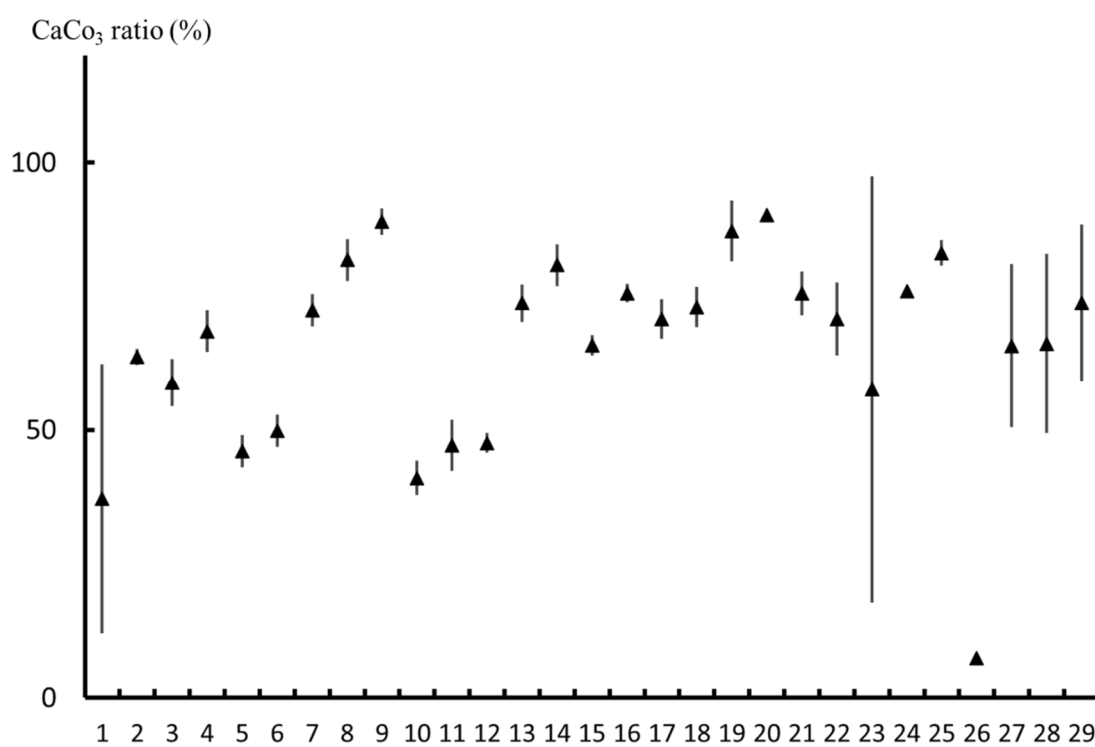


31

32

33

34 Fig.4



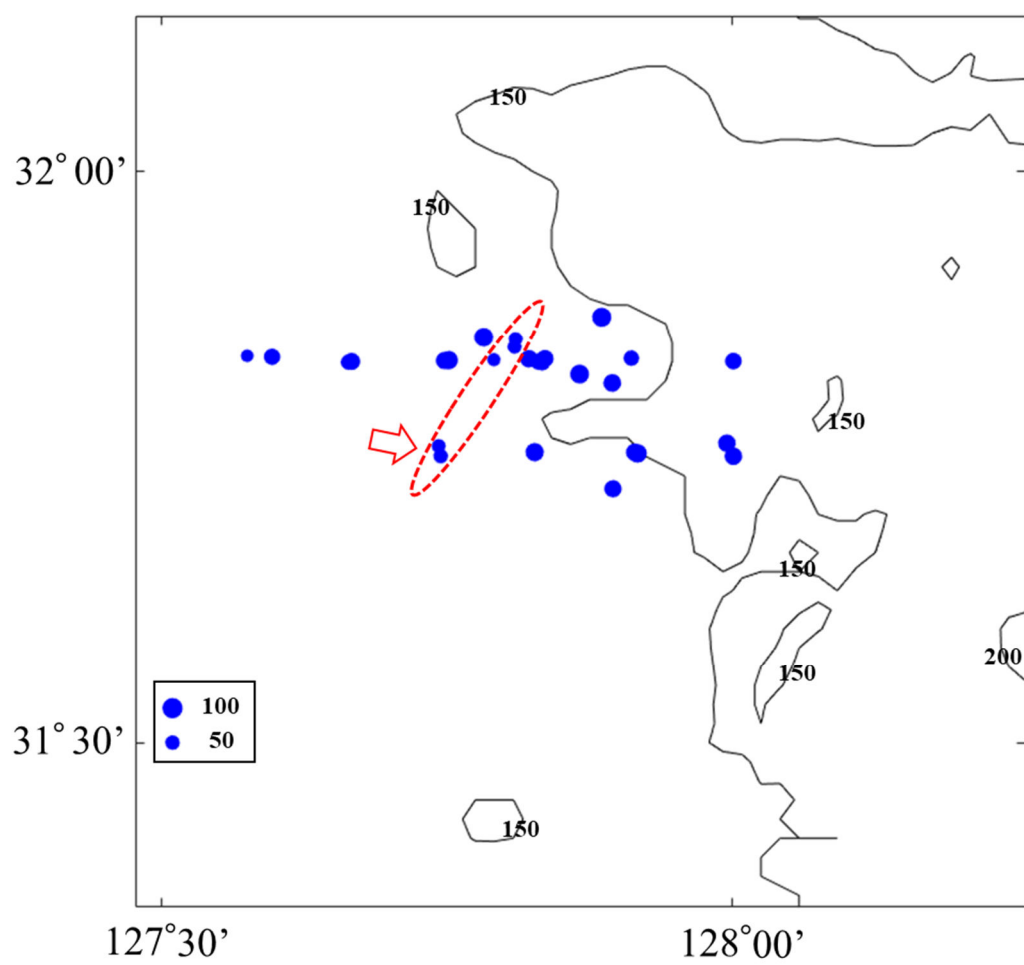
35

36

37

38

39 Fig.5



40

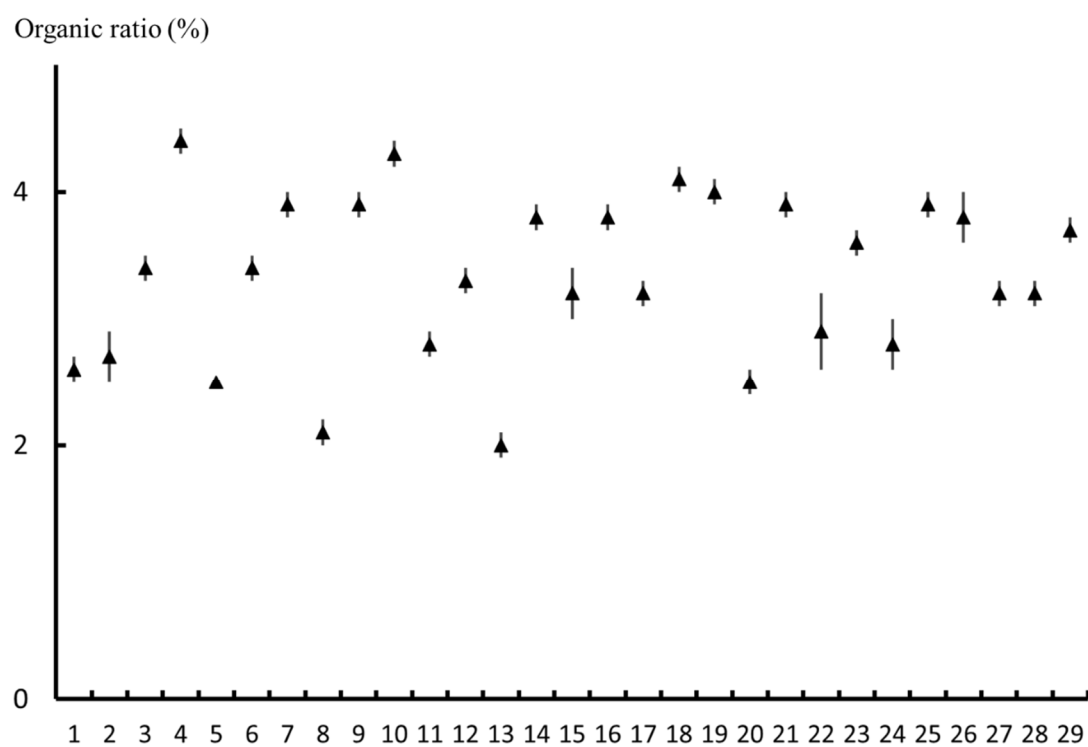
41

42

43

44

45 Fig.6

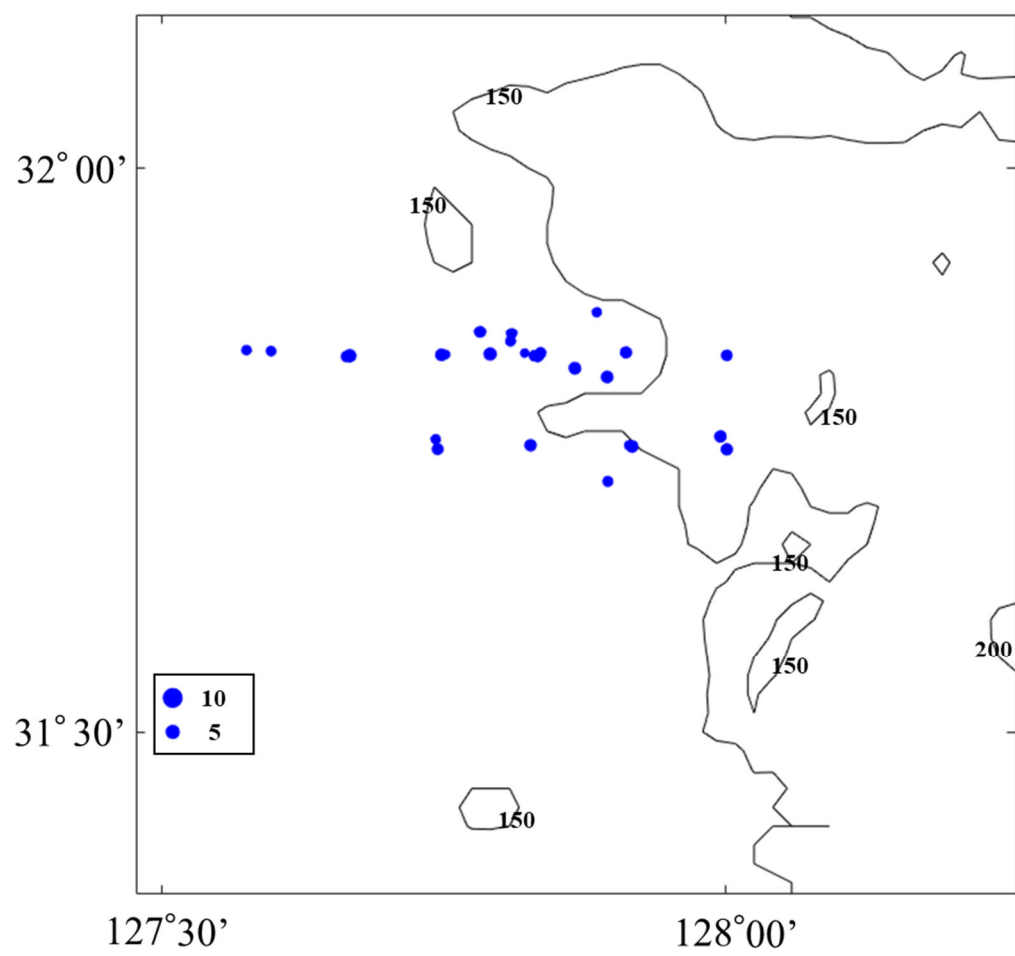


46

47

48

49 Fig.7



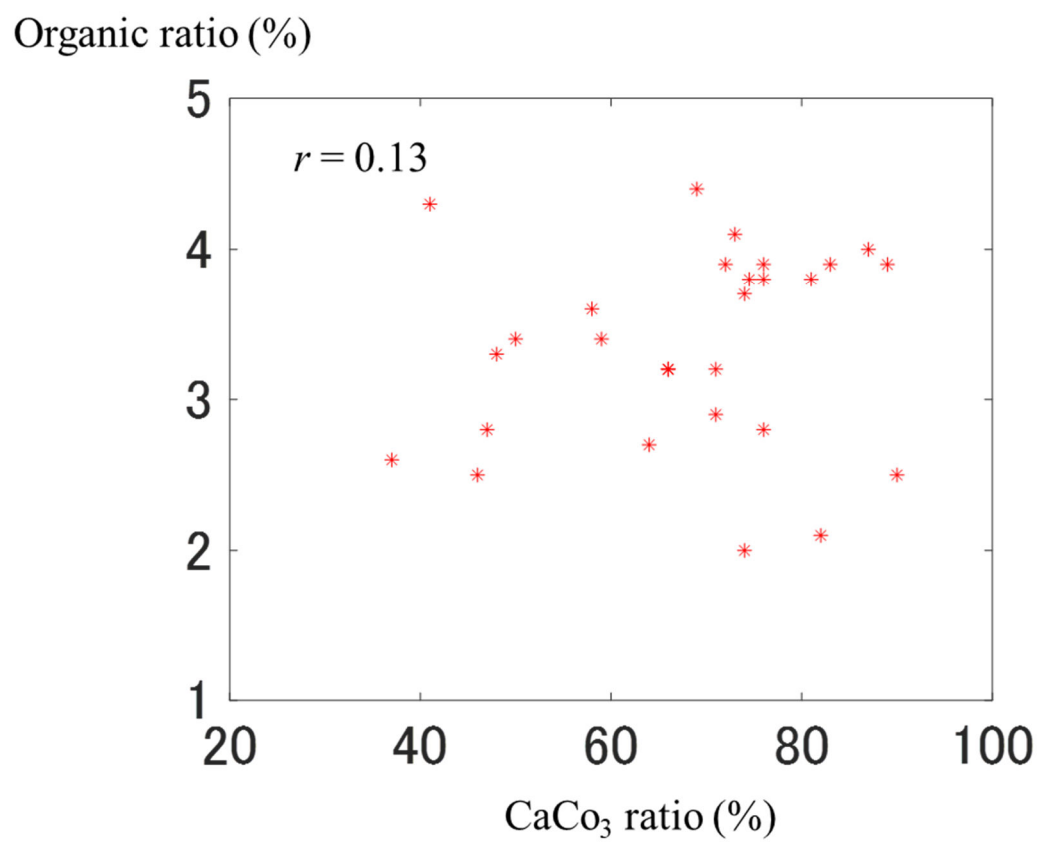
50

51

52

53

54 Fig.8



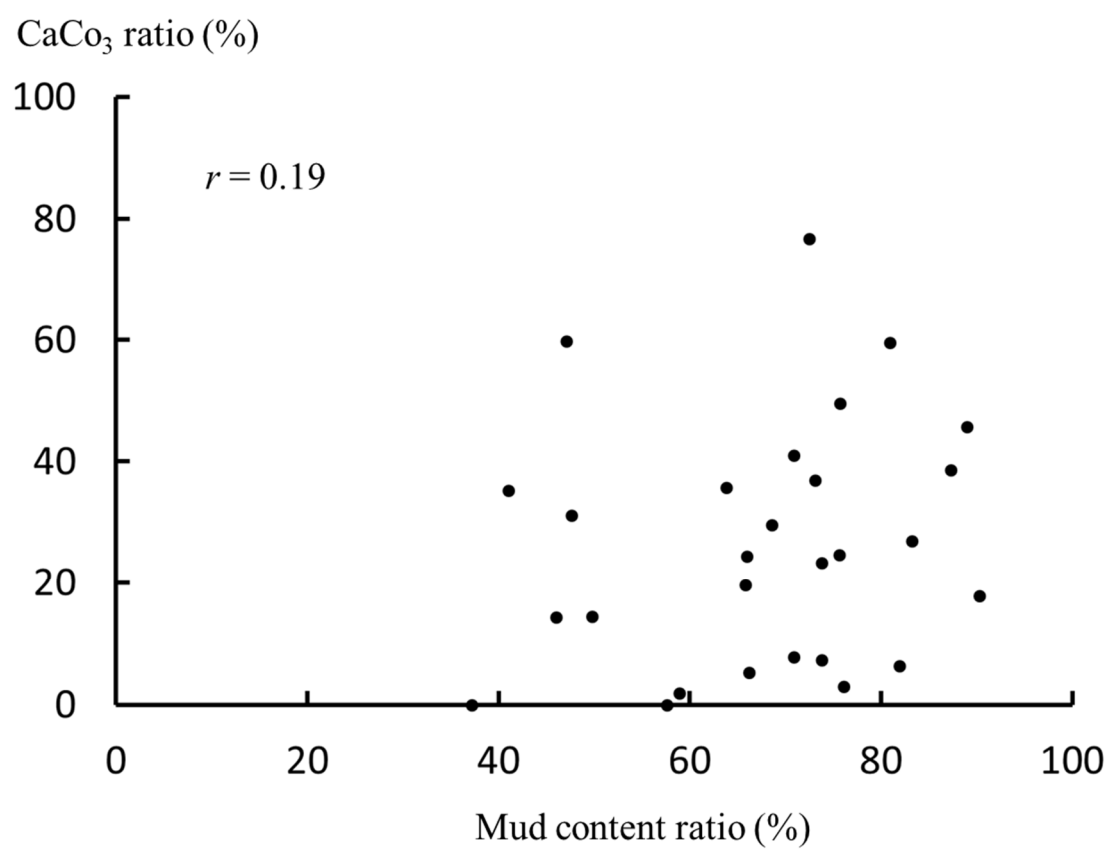
55

56

57

58

59 Fig.9



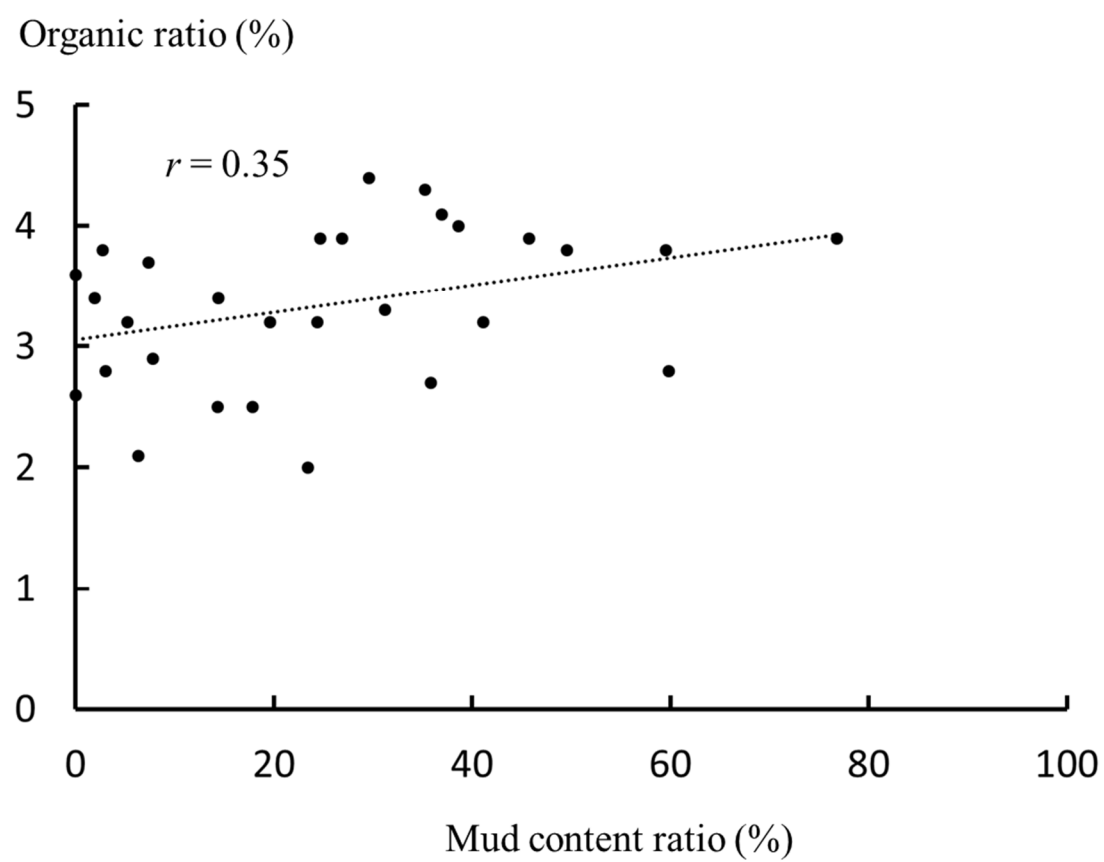
60

61

62

63

64 Fig.10



65

66

67

68 Table 1

St.	Latitude	Longitude	Depth(m)
St.1	31.50.298'N	127.34.527'E	139
St.2	31.50.249'N	127.35.505'E	130
St.3	31.49.972'N	127.39.847'E	141
St.4	31.50.003'N	127.40.011'E	139
St.5	31.45.575'N	127.44.576'E	142
St.6	31.45.048'N	127.44.684'E	143
St.7	31.50.038'N	127.44.878'E	145
St.8	31.50.212'N	127.45.163'E	144
St.9	31.51.294'N	127.46.942'E	142
St.10	31.50.095'N	127.47.969'E	145
St.11	31.50.779'N	127.48.559'E	144
St.12	31.51.208'N	127.48.615'E	147
St.13	31.50.143'N	127.49.731'E	146
St.14	31.45.256'N	127.49.616'E	144
St.15	31.50.006'N	127.49.821'E	143
St.16	31.49.994'N	127.49.992'E	143
St.17	31.50.154'N	127.49.930'E	146
St.18	31.50.000'N	127.50.000'E	147
St.19	31.49.340'N	127.51.969'E	143
St.20	31.52.350'N	127.53.140'E	148
St.21	31.48.880'N	127.53.688'E	143
St.22	31.43.371'N	127.53.726'E	142
St.23	31.50.183'N	127.54.698'E	146
St.24	31.45.2507N	127.54.873'E	146
St.25	31.45.188'N	127.55.024'E	150
St.26	31.50.271'N	127.57.166'E	151
St.27	31.45.721'N	127.59.711'E	156
St.28	31.45.036'N	128.00.048'E	152
St.29	31.50.314'N	128.00.277'E	157

69

70

71 Table 2

Name	Symbol		Size (μm)	MdΦ
Clay	M	Cy	under 3.0	Over 8
Silt		Si	3.0 – under 62.5	4
Very fine sand		fS	62.5 – under 250	2
Medium sand	S	mS	250 –under 500	1
Coarse sand		cS	500 – under 2000	-1

72

73

74