

有明海沿岸の干潟堆積物の予察的研究

鎌田 泰彦・近藤 寛・津留 美恵子*

(長崎大学教育学部地学教室)

(昭和53年10月31日受理)

Preliminary Study on the Tidal Flat Deposits distributed along the Ariake Sea

Yasuhiko KAMADA, Hiroshi KONDO and Mieko TSURU
Department of Geology, Nagasaki University, Nagasaki

The Ariake Sea, one of the large bays in West Kyushu, has a largest range of tide in Japan. During ebb tide, a remarkable broad tidal flats become to expose in the northern and south-eastern parts of the bay. The writers observed and described the features of these tidal flats and collected 26 surface sediment samples of the tidal flat deposits (Wattenschlick) at the stations with the space of 5km along the coast of the Ariake Sea on 1977. In addition, 20 core samples of 40mm in diameter and 14-82cm in length were collected from the tidal flat deposits.

The very fine-grained sediments of the mud flat in the northern part of the Ariake Sea and the bayhead of the Isahaya Bay, a branch of the Ariake Sea, have a median diameter ranging from about 6ϕ to 8ϕ . On the otherside, the sandy sediments of the sand flat developed along the south-eastern coast of the Ariake Bay have a median diameter of 1ϕ to 3ϕ . The ripple mark and megaripple are well developed on the sand flat in this district.

The loss on ignition at 550°C for one hour in the 26 tidal flat sediment samples range from 1.24% to 13.09% with a mean of 8.51%. The samples which are containing the values of over 10% were found in the mud flat of the northern part of the Ariake Sea and the Isahaya Bay. The coefficient of correlation between the loss on ignition and mud content in the tidal flat deposits is 0.92.

The amount of total carbon, nitrogen and hydrogen in the tidal flat sediment samples of the Ariake Sea are 0.12-2.34%, 0.01-0.23% and 0.12-1.12% respectively. The total amount of these constituents range from 0.13% to 3.65%. The organic carbon-nitrogen ratios of the tidal flat sediment samples are ranging from 6.8 to 20.5 with a mean of

* 福岡県筑紫野市二日市小学校

8.79. The Ariake Sea tidal flat deposits are possible to divide into three sedimentary provinces based upon the properties of the organic matter, namely I) Base of Mt. Tara, II) Chikugo River Delta, and III) Kumamoto Coast Provinces.

I はじめに

九州西部の最も規模の大きな内湾である有明海は、その湾奥部に広大な干潟が発達することでよく知られ、近年とくにノリ漁場としての利用度がきわめて高い。しかし、有明海の干潟についての本格的な地質学的・堆積学的研究は、潮差が5mに及ぶ程の著しいこともあって、これまで殆んど手がつけられていないのが現状である。広範囲な干潟の調査研究は、現在の堆積機構の究明ばかりではなく、過去の地質時代における堆積環境の推定にも重要な意味をもつものである(GINSBURG, ed., 1975)。しかし、干潮時における干潟上の調査は、時間的にもきわめて制約を受けることが甚だしい。また現場へ往復する際にも歩行はおろか、船の運行にも支障をきたす場合が多い。干潟調査は、陸上の地質調査や、海底の底質調査とは異質な調査法をとる必要にせまられている。

筆者らは、西日本周辺大陸棚の堆積物研究の一環として、昭和51年度より有明海の干潟堆積物の実体とその生成機構の研究に着手し、その成果の一部はすでに報告した(鎌田・西岡・木寺, 1978)。昭和52年度においては、有明海沿岸を一巡する5km間隔の地点における干潟堆積物を採取し、その粒度組成や有機物組成を測定したので、今回その概要を報告する。なお、現在、農林水産省西海区水産研究所と、福岡・佐賀県有明水産試験場の協力の下で、主として湾奥部全域にわたる干潟堆積物の組成について解析を行っている。

本研究には文部省科学研究費(一般研究B—課題番号248029)にて購入した光透過式粒度分布測定器(セイシン企業SKN-500型)と、特別設備費によるCHNアナライザー(柳本CHNコーダーMT-500S型)を使用している。

II 試料採取地点と採取方法

有明海は島原半島南端と天草下島との間の早崎瀬戸を開口部とし、北に向って深く入り込んだ大きな内湾であり、長崎・佐賀・福岡・熊本の4県に取囲まれている。その湾軸の延長は96km、平均幅18km、面積1700km²の水面を有している。

本研究においては、島原半島南端の口之津町早崎半島の南岸を基点とし、時計廻りに5km毎の地点付近の干潟堆積物を採取した。島原半島にそったNo.1よりNo.12までの各地点は、一般に砂～砂礫質の海浜堆積物により構成され、有明海北部や東部に発達する泥質の干潟堆積物とは趣きを異にしているため、今回は触れないことにした。また同様の理由により、南部の天草諸島の海岸の海浜堆積物についても除外した。したがって、有明海の肢湾である諫早湾(泉水海)の湾奥部のNo.13より、宇土半島のNo.39までの26地点において、野外観察と試料の採取を行った。試料採取地点は第1表に示す通りである。No.28は、三池港の築港の岩壁に位置するため試料採取は不可能であり、試料番号は欠番となっている。

干潟における試料の採取は、角型ハンドスコップを用いて表面を薄くはぎ、表面下5～20cm間の堆積物をすくい取った。干潟堆積物の最上面は潮の干満にともない、砂質の場合は漣痕の形成と破壊、泥質の場合は洗掘と浮泥の沈積とが繰返えされ、きわめて不安定な状態におかれている。このため、各地点を代表する表層堆積物は、この様な表面より5cm以下の厚さ10～15cmの

第1表 有明海干潟堆積物採取地点

地点No.	地 名
13	長崎県諫早市新田
14	〃 北高来郡高来町小江
15	〃 〃 小長井町足角
16	佐賀県藤津郡太良町牟田
17	〃 〃 〃 野上
18	〃 〃 〃 油津
19	〃 鹿島市嘉瀬浦
20	〃 〃 浜
21	〃 杵島郡白石町有明干拓
22	〃 〃 福富町 〃
23	〃 佐賀郡東与賀町大授搦
24	〃 〃 川副町平和搦
25	〃 〃 〃 二番搦
26	福岡県柳川市橋本町
27	〃 大牟田市黒崎
(28)	〃 〃 新港町 (試料なし)
29	熊本県荒尾市荒尾
30	〃 玉名郡長州町長州
31	〃 〃 〃 上沖州
32	〃 玉名市共和
33	〃 玉名郡横島町干拓
34	〃 〃 河内町塩屋
35	〃 熊本市飽田町沖新
36	〃 飽託郡天明町海路口
37	〃 宇土市長浜
38	〃 〃 戸口浦
39	〃 宇土郡三角町太田尾

Ⅲ 有明海沿岸干潟の記載的特徴

1. 諫早湾の湾奥部

有明海西岸域には、北に多良岳、南に雲仙岳といった火山岩地帯があり、火山山麓扇状地が海岸にまで達している。この2つの火山に挟まれて諫早湾（泉水海）が湾入し、その湾奥部には本明川が流入する。本明川河口沖には広い泥質干潟（2×4km）が発達し、柔い均質な泥により構成される（地点 No.13, 14）。この諫早干拓前面の干潟にはクリークの発達に乏しい。干潮時の泥の表面は褐色を帯びるが、内部は暗緑灰色である。泥の上にはウミユナ、泥の中にはハイガイやアゲマキが豊富である。

2. 多良岳東麓部

多良岳火山の山麓扇状地が海岸に没する所では、基盤の火山岩類が露出したり、流入小河川により運ばれた砂礫がデルタ状に堆積し、その前面に幅のせまい泥質干潟があらわれる所が多い。干潟上では、点在する岩塊や礫の表面にカキ殻が付着し、また局所的には細長いカキ礁が形成されている。泥中にはサルボウ、ハイガイ、アゲマキが豊富であり、砂礫質の干潟ではアサリが多産する（写真1, 2）。分析試料は泥質部を採取している。

3. 有明干拓地先

有明海北部の佐賀平野前面の干潟は、古くから干拓されてきたが、防潮堤直下より沖合に向い広大な泥質干潟がなおも拡がり続けており、有明海における最も象徴的な干潟を形成している(地点 No.20~27)。冬季には整然とならぶノリヒビが立つ(写真4)。干拓堤防前面の干潟上には自然のクリークはあまり発達しないが、ムツゴロウ、ワラスボ取りの“がたスキー”が往来する跡が溝状に残される(写真3)。地点 No.21, 22 においては、泥の表面にうすい褐色の被覆を生じている。

4. 熊本沿岸部

三池港より南の熊本県沿岸の干潟(地点 No.29~38)は一般に砂泥質であり、タイラギやアカガイ掘りのために、沖に向かって人が歩ける道がついた所もある(地点 No.29, 35)(写真6)。干潟の外側には、北部と同様にノリヒビが立つ。干拓防潮堤直下には、幅のせまい傾斜した砂浜をとまなう場合が多く、その外側に平坦な砂泥質干潟が沖まで続き、表面に漣痕があらわれる(写真5)。最南端の宇土半島北岸の戸口浦(地点 No.38)では、典型的なメガリップルが発達し、峰の表面にはより小さい一般的な漣痕を生じている(写真7, 8)。

白川、緑川の河口間の干潟(地点 No.35, 36)では、おびただしいカニが群をなし、無数の巢孔を作っている。また熊本沿岸部の干潟には、アサリ、オキシジミ、シオフキ、パカガイ、マテガイなどの二枚貝の死殻がきわめて普通に散在する。

宇土半島の No.39 は岩礁と人工的防波堤とにはさまれた砂浜で、干潟の発達は充分でない。

Ⅳ 干潟堆積物コアの性状

有明海干潟における表層堆積物の採取の際、内径40mm の塩化ビニールのパイプを差し込み、コアの採取も試みた。試料採取の26地点中、熊本沿岸部の砂質の干潟においては採取不能個所が6地点あって、結局コアは20地点より得た。コア長は14~82cm であった。堆積物中にカキ殻や礫などが多かったり、含水量の高いシルト質の場合にはコア長は比較的短いものが多かった。

実験室に持帰ったコアはパイプより押し出し、たて割にしてあらわれた堆積物の断面より、粒度組成・堆積構造・生物遺骸や巢孔などの観察を行った。

干潟堆積物の内部構造は堆積環境により強く支配されていることは、これまで多くの研究により明らかにされている(GINSBURG, ed., 1975)。SHEPARD and MOORE (1955, 1960)も、アメリカのメキシコ湾岸の潟湖やミシシッピ三角州地域における詳細な研究を行い、内湾や浅海堆積物の数百のコアの観察によって、内部微細構造を層状(layered)、斑状(mottled)、均質(homogeneous)に分類した。更にまた層状については規則的(regular)と不規則(irregular)、斑状については明瞭(distinct)と不明瞭(indistinct)とを識別した。SHEPARD and MOORE は、これらの堆積構造と堆積環境との関連性についても論じているが、“層状”は生物の少ない河口付近に見られ、“斑状”は2つの供給源をもつ堆積物が集まる地域において、泥に生息する生物が豊富な混合堆積物に普通にあらわれることを述べている。また、構造をもたない“均質”な堆積物は、供給源の単一な湾中央深所にあることを指摘している。

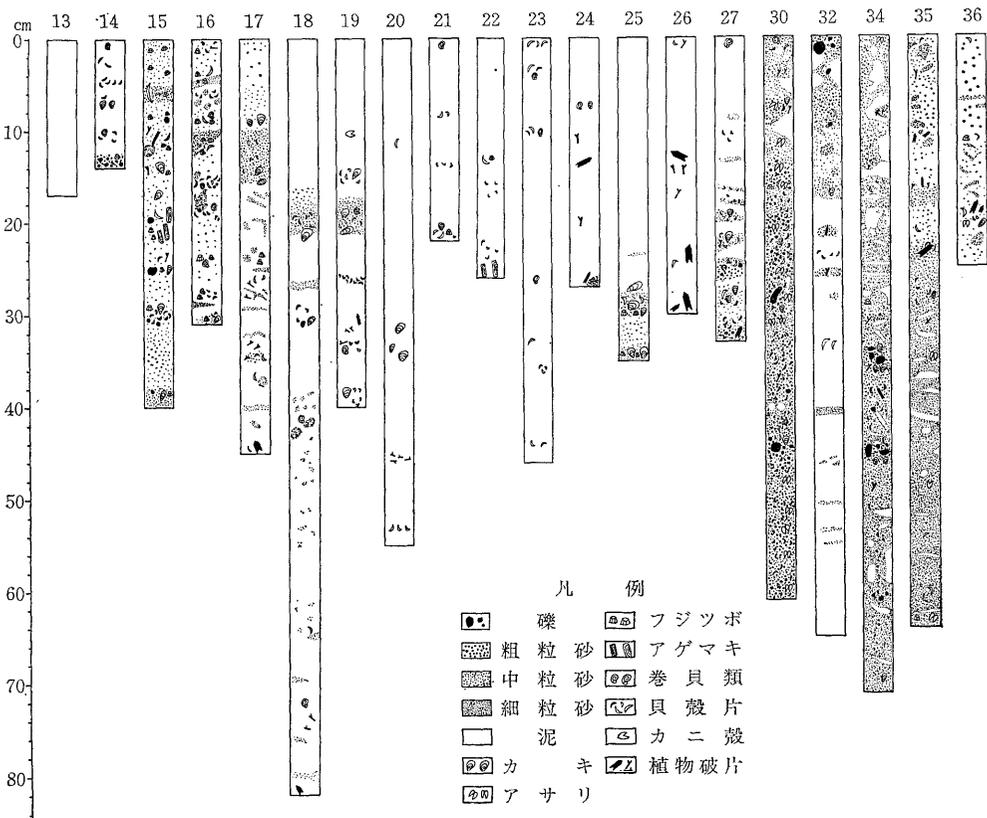
有明海の干潟堆積物のコアにおいては、明瞭な層状構造をもつものはきわめて少なく、多くは均質か斑状を示し、それぞれ地域的な特徴をあらわしている(第2図)。

多良岳火山山麓扇状地の竹崎以南の地域(No.14~16)のコアは、細~中粒砂を混じえた泥であり、時に層状~塊状をなす砂が挟在する。また No.14~15では、1~2cm の径をもつ壱円

礫を少量含んでいる。生物遺骸としてカキ、アゲマキなどの二枚貝や、フジツボの殻が普通に含まれる。No.15には植物破片を含む。竹崎以北の地域 (No.17~19) のコアは泥を主とし、部分的に不規則な層状や斑紋状に砂が入り込む。この砂質の部分の量は北に向い少なくなる。生物遺骸としてはカキ殻を主とし、その他の二枚貝や巻貝の殻も含む。No.19の深さ10cm の所にはカニの爪が含まれていた。

諫早湾奥の諫早干拓堤防前面の No.13と、有明海北部の佐賀・福岡県沿岸の干拓堤防ぞいの地域 (No.20~27) のコアの表層部は、全般的に軟弱な均質の泥で構成され、多毛類の棲管をもつのが特徴的である。この中でも、西部の諫早湾の No.13や、佐賀県側の No.20~23の5地点のコアは濃灰色の均質な泥よりなり、全く砂をともしない。生物遺骸としてカキやフジツボの殻や、その他の二枚貝・巻貝の殻を含むが、その量は少ない。No.22には、両殻の揃ったアゲマキが含まれていた。植物質としては、長さ数mm の細かな破片を含む。

福岡県側の早津江・筑後・塩塚・矢部の各河川の流入する筑後川デルタ地域の地点 No.24~27 では、表層下15~25cm 付近から下には、泥の中に細粒砂を混在している。この砂の量が多くな



第2図 有明海干潟表層部コア柱状図

る所に、カキやフジツボの殻の破片が含まれる。植物質は比較的多くなり、泥の中に長さ1~4.5 cm の細い莖や、1×3.4cm の材木の薄い破片などの植物遺体が含まれているが、いずれも新鮮で炭化は進んでいない。

熊本県沿岸部の干潟のコアは、細~粗粒砂により構成され、時に礫を含む場合もある。No. 30~35では細~粗粒砂中に、不規則な層状や明瞭な斑紋状を呈する泥が挟在するといった特徴が見られる。とくに、No.35のコアでは、砂の中に厚さ1cm の泥の薄層がきわめて顕著に断面を横切っていた。長州の No.30は全般的に礫質で、粗粒の石英粒や貝殻破片の混入が著しい。No.32と34にもまた部分的に円礫の密集部をもっている。生物遺骸として、分級不良な粗粒砂にはアサリの殻をとまることが多い。またカキやその他の二枚貝・巻貝の破片も普通に含まれるが、フジツボはきわめて少ない。植物の破片は全体に普通に含まれる。

V 粒 度 組 成

1. 粒度分析法

本研究における干潟堆積物の粒度分析は、泥質部には光透過式粒度測定器 (SKN-500型) を使い、砂質部は篩分法によって行われた。

含泥量の多い場合は、約30g の生試料をビーカーにとり、有機物を除去するために過酸化水素水の6%溶液を100cc 加えて24時間放置する。次いで、分散剤として蓚酸ナトリウム水溶液 (1l の水に 12.5g) を 40cc 加え、攪拌器にかけた後シリンダーに移し、蒸留水を加えて全量を1l とする。ここで充分攪拌した後、水温により規定される粒径 4ϕ の10cm 沈降時に、ピペットによる20ccの吸上げを行う。この溶液を蒸発皿に移し、105°C の乾燥器に24時間置いて水分を充分蒸発させた後、デンケーター中で室温に戻し、直示精密天秤にて秤量する。添加した蓚酸ナトリウム量の除去のため、風袋を差引いた試料重量より0.01g を減ずる。この操作を同一試料について3回繰返し、試料重量の50倍したものの平均値をもって、含泥量 (シルト+粘土) の総量とした。

含泥量の少ない場合は、生試料の乾燥重量を秤量した後、試料をビーカー中の水に浸け、次いで250mesh の篩を通過させて泥分を除き、篩上の砂の乾燥重量と初量との差で含泥量を求めた。篩に残った砂質部は再び $1/2\phi$ 刻みの目をもつ篩に入れ、Ro-Tap 振盪機に15分間かけて分離し、各粒度の重量を秤量した。

泥質部は、含泥量測定に引続いて光透過法により 4ϕ 以上の各粒度毎の含有率を求めた。これにピペット法で求めてあった含泥量をかけ合わせると、全試料中の含有率が算出される。これらの手順で求められた各粒度の重量値を電算カードにパンチし、電算機により各種の統計値を求めた (鎌田・西岡, 1975)。

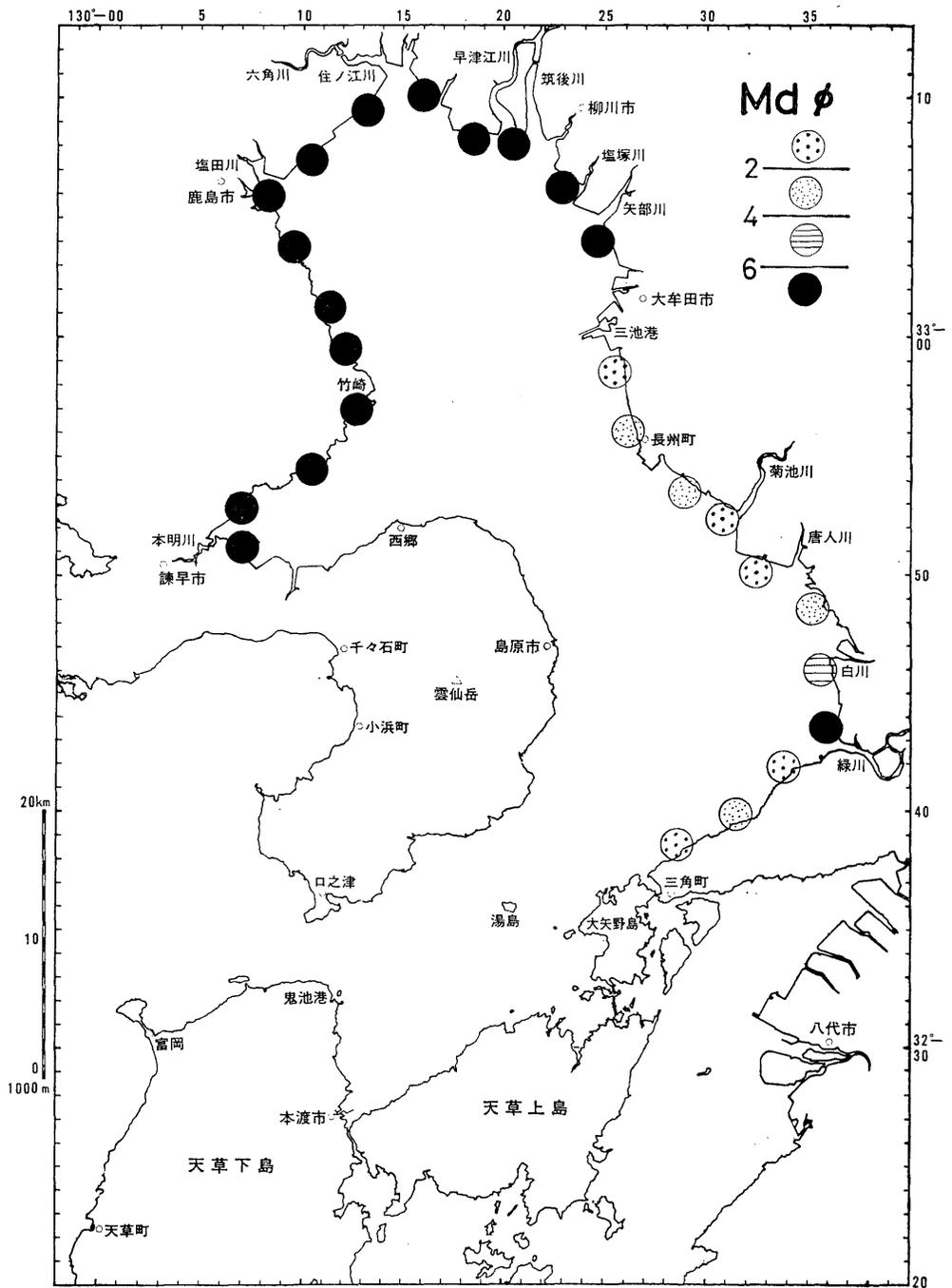
2. 粒度組成の統計値

a) 中央粒径値 Md

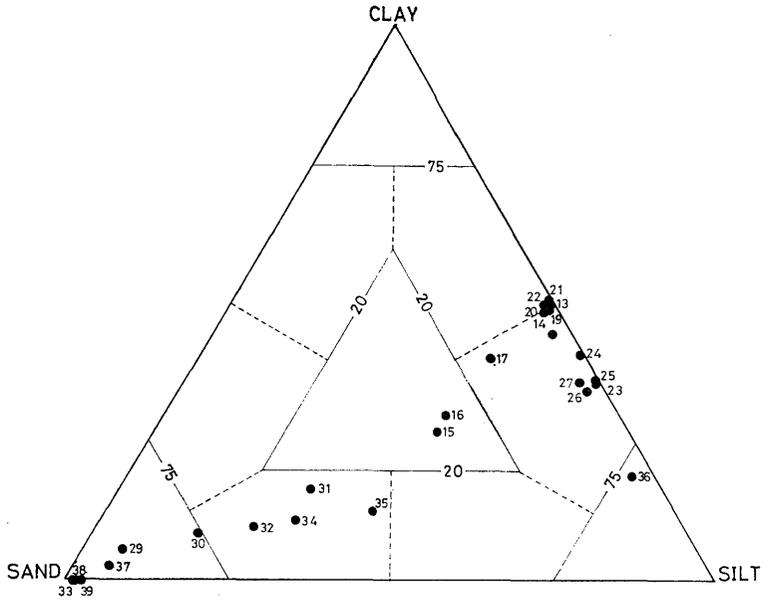
26地点の干潟堆積物試料のもつ中央粒径値 $Md\phi$ は1.19より8.05に及ぶが、砂質の1~3 ϕ の中~細粒砂に相当するものと、6~8 ϕ 前後の細粒シルトとの、およそ2群が識別できる。有明海沿岸における Md の地理的分布は、6 ϕ より細粒な堆積物は湾の北部から北西部にかけて集中し、三池港以南の熊本沿岸部では、No.35 ($Md\phi=4.43$) と No.36 ($Md\phi=6.25$) を除き、1~3 ϕ の砂質堆積物で構成されている (第3図)。

b) Sand-silt-clay 含有量による分類

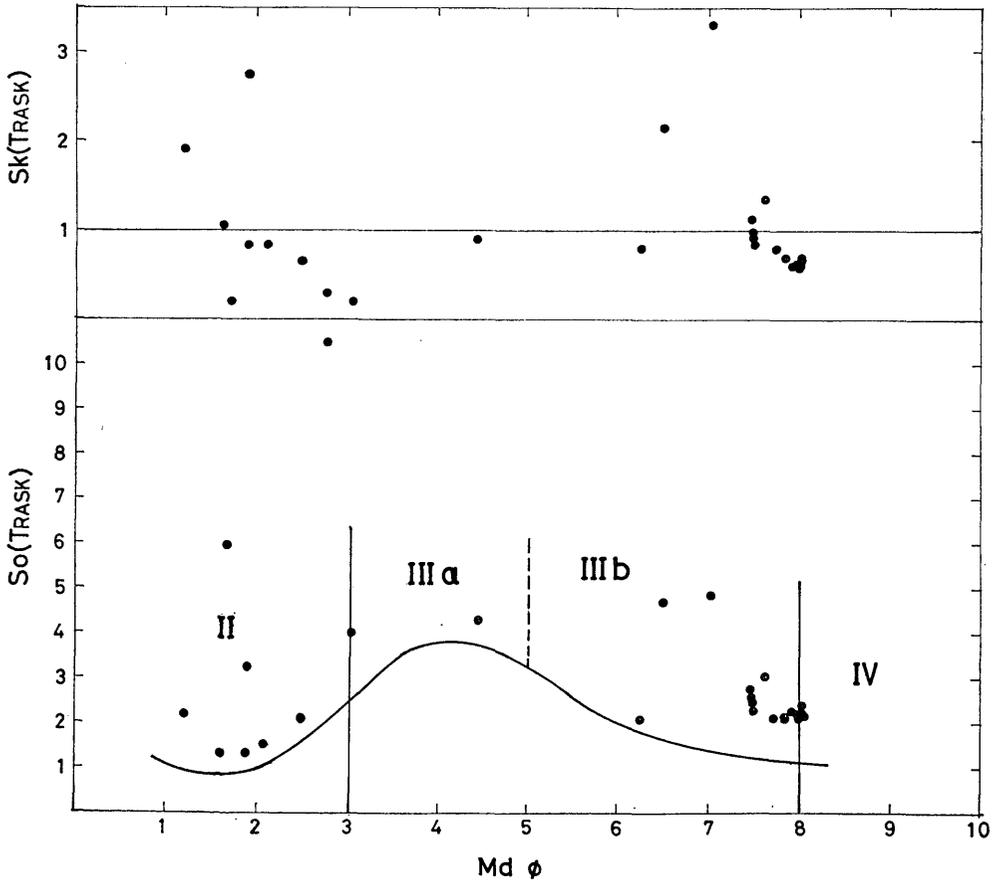
SHEPARD (1954) による sand-silt-clay ratio を示す三角座標法によれば、6つの集団を認めることができる (第4図)。この分類における砂質堆積物には、熊本沿岸部の試料中に、sand



第3図 有明海干潟堆積物の中央粒径値 (Mdφ)



第4図 Sand-silt-clay ratio による分類

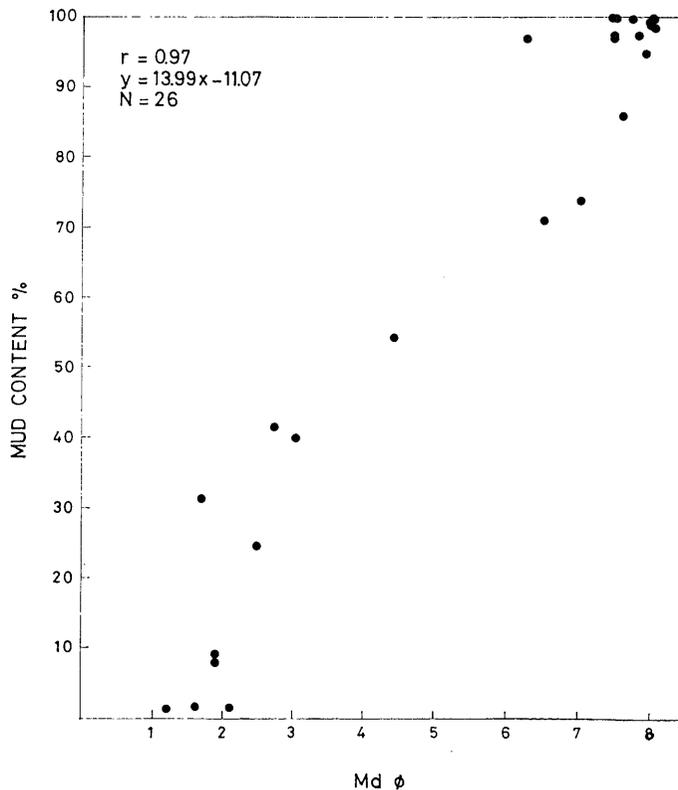


第5図 有明海干潟堆積物の粒度分布と堆積型

のNo.29, 33, 37, 38, 39を含む群と, silty sand (一部 sand) よりなるNo.30, 31, 32, 34, 35を含む群とがある。同じ地域内の No.36の試料のみ silt に分類される。泥質堆積物は中央粒径値の場合と同様に, 諫早湾の湾奥から有明海の北西部と北部にそって三池港に至る地域に集中するが, この中に3群が識別される。多少砂質の sand-silt-clay から clayey silt に及ぶ群には, 多良岳山麓扇状地の No.15, 16, 17の試料が含まれる。silty clay と clayey silt の境界付近に集中する群には, 諫早湾奥部と住ノ江川以西の有明海北西部のNo.13, 14, 18, 19, 20, 21, 22の試料が含まれる。sand の少ない clayey silt の群として, 住ノ江川と矢部川との間の筑後川デルタ沿岸の群には, No.23, 24, 25, 26の試料が含まれる。

c) 堆積型

中央粒径値 Md に対する分級度 So や歪度 (対称度) Sk の関係から, 粒度分布図上において堆積型を識別する方法は, これまでしばしば用いてきた。とくに有明海全域にわたる底質調査の際には, TRASK の係数により4つの堆積型 (II, III, IV, V) に区分し, 更にII, III型はそれぞれ a, b の2亜型に分けた (鎌田, 1967)。干潟堆積物の粒度分布を同じ TRASK の係数を適用して図示すれば, V型以外のII, IIIa, IIIb, IVの各型にわたって分布することが知られる (第5図)。このうち最も特徴的なものとしては, Md が 7.46ϕ より値の大きい泥質堆積物がきわめて限定された範囲にかたまわって集団をつくり, 互いに類似した性質をもつことが知られる。これには13地点の試料が含まれ, その平均値として, $Md\phi=7.77$, $So=2.38$, $Sk=0.80$ が得られた。これが有明海の湾奥部に広く分布するいわゆる“ガタ”をつくる泥質干潟堆積物の代



第6図 中央粒径値と含泥量との関係

表的粒度組成の統計値と考えることができよう。この“ガタ”集団を構成する堆積物の採取地点は、諫早湾奥部の No.13, 14と、有明海北部のNo.17より27に至る各点で、共通の供給源と類似した堆積機構により生成されたことが推察される。

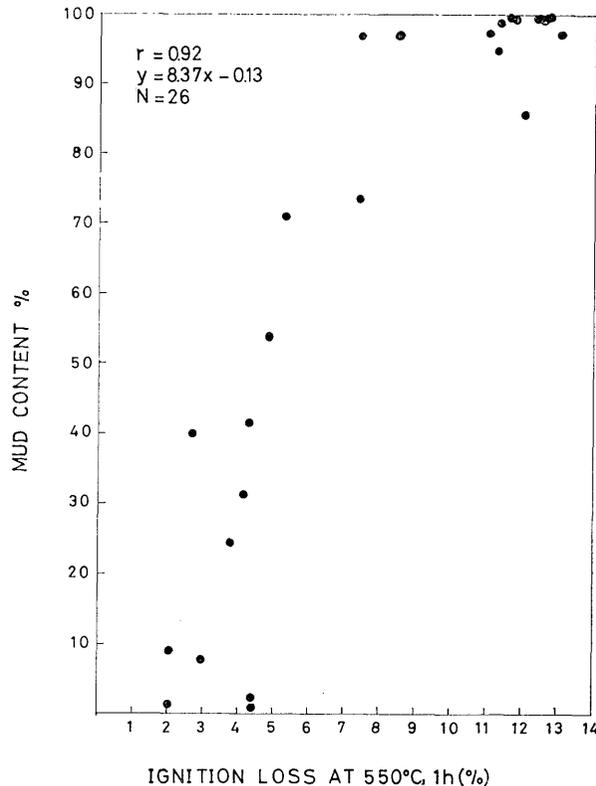
3. 含泥量

堆積物中の 4ϕ より細粒の部分はシルトと粘土よりなり、その含有率を含泥量または含泥率とよんでいる。中央粒径値が 4ϕ の時の含泥量は50%であり、 $Md\phi$ の値が増すに従い比例的に含泥量が増加し、一般的傾向として $Md\phi$ が8の時に、含泥量は100%に達する(鎌田・堀口・井上・渡辺, 1972)。

中央粒径値と含泥量との間に強い相関があるのは自然的であり、有明海干潟堆積物においても例外ではない(第6図)。両者の間には0.97という高い正の相関係数をもっている。一般に堆積物中の砂質部は鉱物粒(無機的生物遺骸も含む)よりなり、泥質部には鉱物の微細粒子の他に、有機物や粘土鉱物を含んでいる。後述する様に、泥質堆積物には有機物に富む場合が多く、有機的元素組成などと堆積物の粒度組成との関係を知る際には、堆積物の性質をあらわす代表値として、統計上の係数よりも含泥量%を用いる方がより実用的と考えられる。

VI 強熱減量

有機物と炭酸カルシウムを含む堆積物においては、強熱減量により有機物量と炭酸カルシウム中の CO_2 量の測定ができる。この方法は古くから行われているものであるが、最近 DEAN



第7図 強熱減量 (550°C, 1時間) と含泥量との関係

(1974)によって、石灰質の堆積物や堆積岩中の炭酸塩と有機物量を迅速に測定する方法として詳細に検討が加えられた。筆者らも、諫早湾沿岸の干潟堆積物についてこの DEAN 法を適用した(鎌田・西岡・木寺, 1978)。

本研究においては、マッフル炉中で550°Cの1時間強熱による有機物の焼却・放出量の測定のみ行ない、実験後の試料はさらに CHN アナライザーによる無機的 C, N, H の測定に使用した。

有明海干潟堆積物の強熱減量(550°C)は、最低1.24%(No.39)より最高12.78%(No.21)に及び、平均は7.94%(N=26)を示す。前報(鎌田他, 1978)の諫早湾の干潟堆積物における強熱減量(550°C)の平均値は7.89%(N=26)で、きわめて近似値をとっている。

強熱減量(550°C)の地理的分布では、諫早湾奥部の2地点(No.13, 14)と、有明海北部のNo.17~26において10%を越えている。熊本沿岸部ではきわめて低い値をとり、含泥量の最も多いNo.36においてすら平均値をわずかに越す程度(8.51%)である。

強熱減量により求められた有機物量が含泥量と強い相関をもつことは、諫早湾の干潟堆積物の研究においてもすでに知られており、両者の間には0.92(N=26)の相関係数が得られている。有明海全体の干潟堆積物の場合においても両者の関係を求めたが、諫早湾の場合と全く同じ0.92(N=26)の相関係数が算出された(第7図)。

Ⅶ 有機物含有量

1. 有機物測定法

有明海の干潟堆積物は含泥量が多く、多量の有機物を含有することは、前述の様に強熱減量などから間接的に推定されている。本研究では、堆積物中の有機物の構成元素としての炭素・水素・窒素を測定するために、柳本製作所の CHN コーダー(MT-500S型)による乾式燃焼法を用いた。

試料は60°Cで24時間乾燥後、磁製乳鉢にて大まかに粉碎し、60mesh 通過分を更にメノウ乳鉢によって粉末とする。約300mgの試料を精秤し、助燃剤に酸化コバルト(Co_2O_3)粉末を約4g混合し、次の条件で炭素・水素・窒素を測定した。

キャリアーガス(He)流量 600ml/min

O_2 ガス流量 40ml/min

フラッシュヒーター 950~1000°C

燃焼炉 825~870°C

還元炉 540~570°C

検出器電流 C……70mA, N……150mA, H……70mA

検出器温度 55°C

標準物質として馬尿酸 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CONHCH}_2\text{COOH}$ (C 60.33%, N 7.82%, H 5.06%)を用い、3回の測定値の平均により検量線を作成した。

有機炭素・水素・窒素の含有量を求めるのには種々の方法が提唱されているが、今回は550°C1時間の強熱を加えることによって有機物が放出されるという DEAN 法に基づいて、この操作を経た試料を CHN アナライザーにかけて各元素量を測定し、生試料における含有量との差をもって有機炭素・水素・窒素量とした。

2. 全炭素・窒素・水素量

有明海の干潟堆積物中の全炭素は0.10~2.34%, 全窒素は0.01~0.23%, 全水素は0.12~1.12

％の含有量をもち、これらの3元素の合計では0.31～3.65％の範囲にある（付表2）。

全炭素においては、地点 No.22～27の筑後川デルタ地域に高い値が出ている。また、全窒素・全水素においては、三池港以北の有明海湾奥部や、以南の熊本沿岸部とでは大きな差異が認められる。結果的には、炭素・窒素・水素の総含有量において、湾奥部の大部分が3％台であるのに対し、熊本沿岸部においては1～2％台の低い値を示している。

3. 有機炭素・窒素量

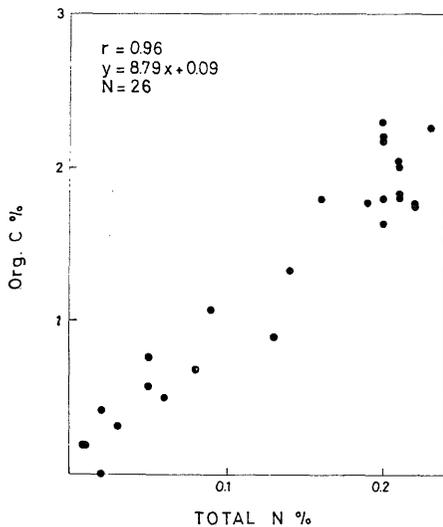
有機炭素においても、三池港以北の湾奥部と、以南の熊本沿岸部とでは、含有量に差異があり、北に高く南に低い傾向が強い。とくに筑後川デルタ沿岸の No.22～26の地域では2％以上の高い値をもつ。その原因の一つには筑後川による植物性物質の搬入の多いことが考えられる。

これまで述べた一連の測定法によって求められた“有機”窒素においても、有機炭素と同じ傾向があらわれ、湾奥部に0.1～0.2％台が優勢なのに対し、熊本沿岸部においては0.1％以下となる。ただし、南部における地点 No.36の泥質堆積物においては、これらの成分は例外的に高い含有率を示している。

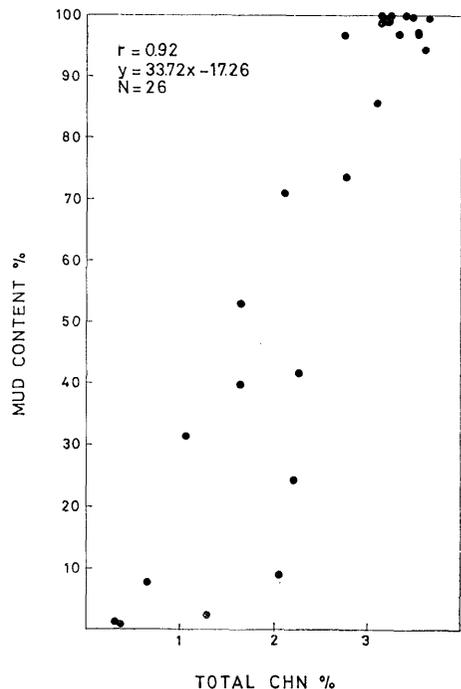
4. Org. C/N 比（炭素率）

土壌学において普通に用いられている C/N 比（炭素率）は、堆積物や堆積岩に含まれる有機物の質や続成作用にともなう変化を知る手がかりとしても使用されている。最近、EMERY and UCHUPI (1972) は、アメリカの大西洋の大陸縁辺部の堆積物における C/N 比は、1から15までの範囲をもち、その中央値はおよそ7.0であることを指摘している。

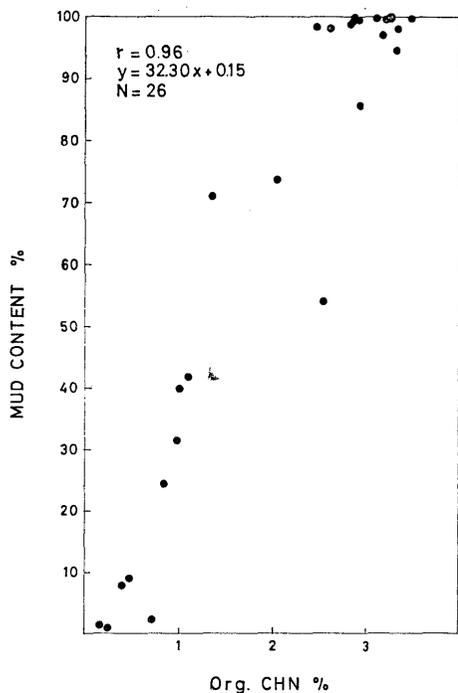
C/N 比を求める際、一般には有機炭素を全窒素で除すことが行われている。これは厳密に有機窒素のみを測定するのが困難であることと、相対的に無機窒素の量が少ないことによるものと考えられる。ここでも、C/N 比を有機炭素量と全窒素量とによって求めた（第8図）。



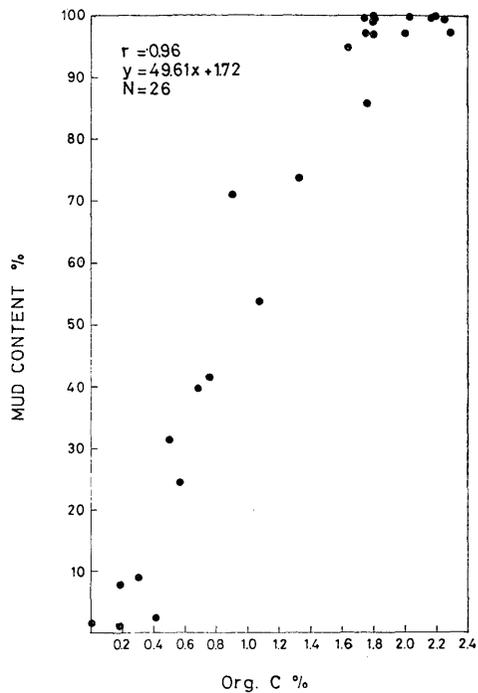
第8図 有機炭素／全窒素 (Org.C/N)



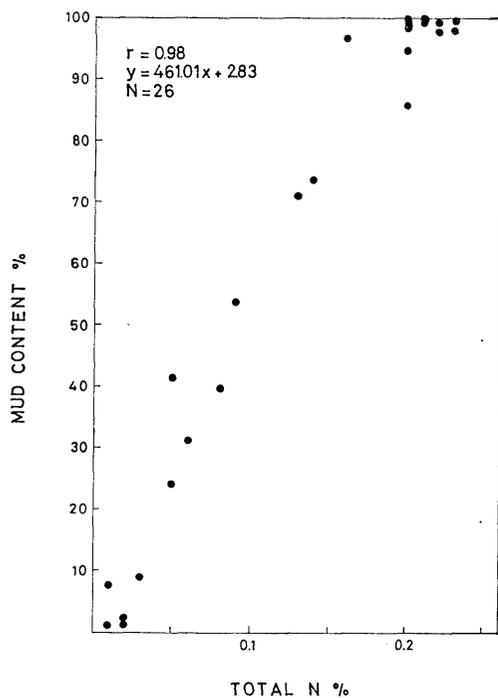
第9図 全炭素・水素・窒素量と含泥量との関係



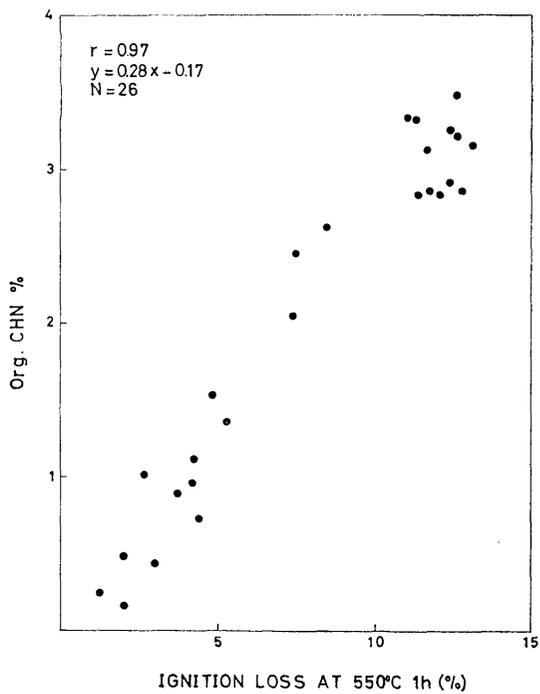
第10図 有機炭素・水素・窒素量と含泥量との関係



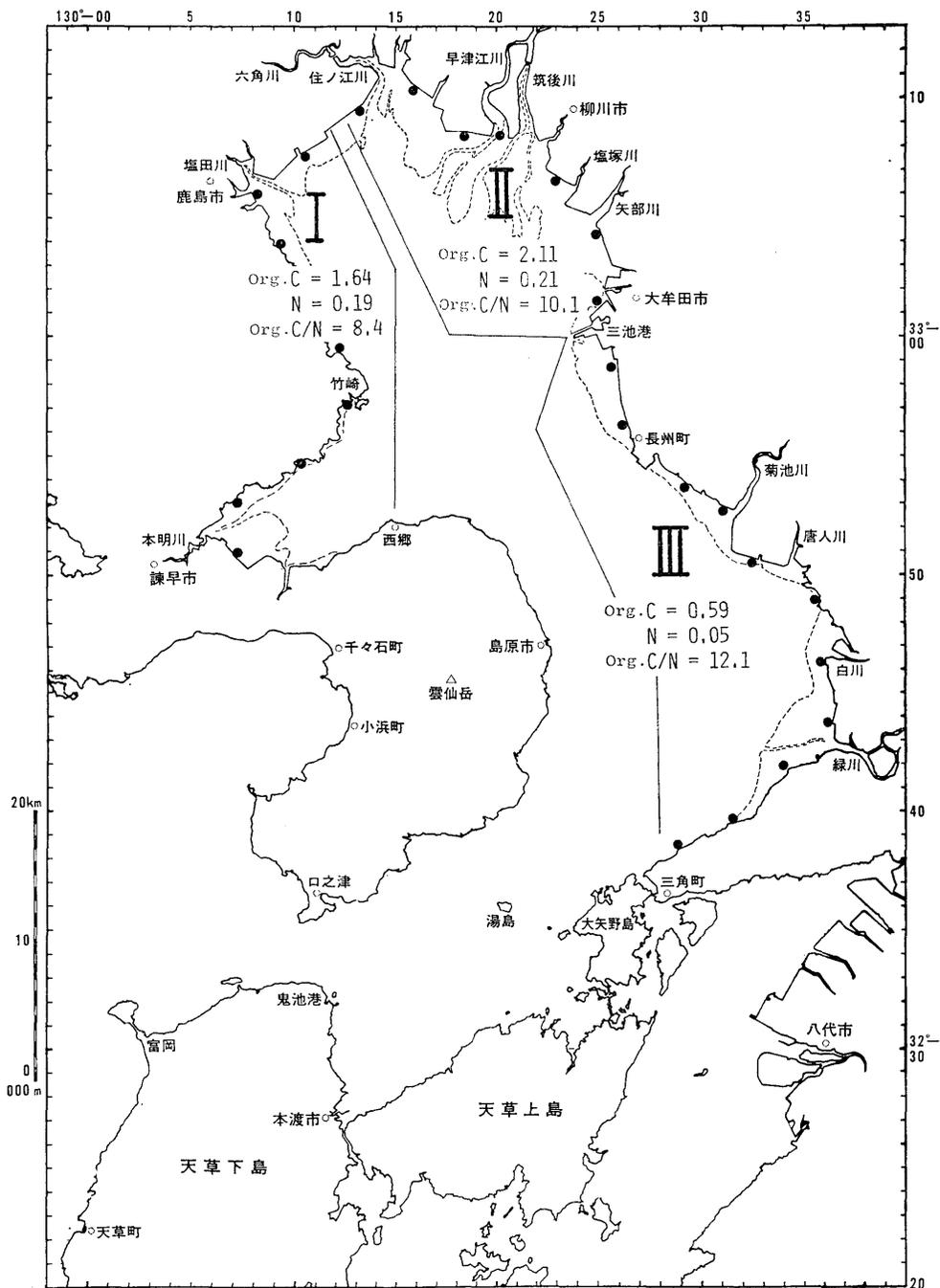
第11図 有機炭素と含泥量との関係



第12図 全窒素と含泥量との関係



第13図 強熱減量(550°C, 1時間)と有機炭素・水素・窒素量との関係



第14図 有明海干潟堆積物の有機物量の地域別総括

全地点において、C/N 比は6.8～20.5の範囲をもち、平均値は8.79である。地域的にはある程度の差異が認められる。

西部の多良岳山麓扇状地沿岸の地点 No.13～22では、C/N 比は6.8～10.8で、平均は8.7であり、比較的低い値を示す。地点毎のばらつきが少ない。

筑後川デルタ沿岸部の地点 No.23～27の C/N 比は、8.0～11.5の範囲にあり、平均は10.1である。

熊本沿岸部の地点 No.29～39の C/N 比は0.0～20.7で、地点毎の差異が著しい。平均は12.1となり、一応は高い値を示している。

5. 有機物含有量との相関関係

a) 含泥量との相関

含泥量が泥質堆積物の性質を代表することは前述した。CHN アナライザーによって求められた全有機物量や各元素と、含泥量との関係を知る上で、相関図を描いて検討した。全炭素・水素・窒素と含泥量との関係では0.92の相関係数をもち、高い相関が認められる(第9図)。これと同様に、有機炭素・水素・窒素との関係で見ると、相関係数はやや高くなり0.96となる(第9図)。C/N 比を求めるのに用いる有機炭素量と、全窒素量とが、含泥量に対する関係においてもほぼ同様なことが知られる(第11, 12図)。従って、有機物量は含泥量の増減に強く影響され、両者の間には常に正の高い相関が存在することが認められる。

b) 強熱減量との相関

先に述べた様に、550°C 1時間の強熱減量が有機物量をあらわすといわれる所から、この値と有機的全炭素・水素・窒素との関係を図示した(第13図)。ここでも強い正の相関が認められ、相関係数は0.97という高い値を示す。550°C 1時間の強熱減量を x 、Org.CHN を y とすると、 $y=0.28x-0.17$ の関係があることも知られた。

VIII 総括および結語

有明海沿岸の5km 間隔の干潟において表層堆積物を採取し、粒度組成・内部構造・有機物組成などについて検討した。これまで屢々触れてきた様に、種々の測定値によって大よそ3つの地域区分が可能になったことが明らかになってきた。その境界は、住ノ江川河口と三池港付近に存在することは何度か指摘した。しかし、有機物の組成の面からいえば、住ノ江川河口の境界を少し西にずらし、地点 No.21と No.22の間に設ける方が自然の様である。この見解から、有明海の干潟堆積物の地域的区分として次の3つが識別できる(第14図)。

I 多良岳山麓地域 (No.13～21) 9地点

II 筑後川デルタ地域 (No.22～27) 6地点

III 熊本沿岸地域 (No.29～39) 11地点

これらの3地域区分に含まれる干潟堆積物中の中央粒径値 $Md\phi$ 、含泥量、有機炭素量、全窒素量、Org. C/N 比を表示する(第2表)。これらによって各地域の堆積物の特徴を知ることができる。

堆積物の有機物組成については国の内外で多くの研究があり、有明海においても海底の沖積層に含まれる有機物について市原・黒田(1964)の研究がある。現在、有明海における堆積物の筆者らの研究は更に多くの試料を集めて進行中である。従って、本論では、野外観察と分析資料の検討までに止め、他の研究との対比は次の機会にゆずることにした。

本研究を進めるに当たり、文部省科学研究費の援助を受けた。有機物分析については大阪市立大

第2表 有明海干潟堆積物の粒度組成・有機物量の地域別総括表(平均値および範囲)

組成 地域区分	含泥量 Mud content (%)	中央粒径値 Md ϕ	有機炭素 Org. C (%)	全窒素 Total N (%)	炭素率 Org. C/N
I 多良岳山麓扇状地 (N=9)	91.14 (71.06~99.90)	7.65 (6.50~8.01)	1.64 (0.89~2.00)	0.19 (0.13~0.23)	8.4 (6.8~9.4)
II 筑後川デルタ (N=6)	98.90 (97.06~99.82)	7.61 (7.46~8.05)	2.11 (1.75~2.29)	0.21 (0.20~0.23)	10.1 (8.0~11.5)
III 熊本沿岸 (N=11)	28.22 (1.20~96.88)	2.66 (1.19~6.25)	0.59 (0.00~1.79)	0.05 (0.01~0.16)	12.1 (0.0~20.5)

学市原優子博士, 香川大学田中啓陽博士の御教示を得た。分析値の統計処理については長崎大学教育工学センター西岡幸一学士の御協力を得た。試料の分析・製図には当教室の吉岡優子さんの手をわずらわした。ここに記して感謝の意を表する次第である。

引用文献

- DEAN, W. E. (1974) : Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition : Comparison with other methods. *Jour. Sed. Petro.*, 44, 1, 242-248.
- EMERY, K. O. and E. UCHUPI (1972) : Western North Atlantic Ocean : Topography, rocks, structure, water, life, and sediments. Tulsa, Oklahoma.
- GINSBURG, R. N. ed. (1975) : Tidal deposits. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg and New York.
- 市原優子・黒田紀子 (1964) : 有明海海底の沖積層に含まれる有機物 地質雑 70, 831, 572-579.
- 鎌田泰彦 (1967) : 有明海海底堆積物 長崎大学教育学部自然科学研究報告 18, 71-82.
- ・堀口承明・井上昌幸・渡辺博光 (1973) : 長崎県千々石湾の底質—とくに泥質堆積物の分布について— 同上 24, 61-79.
- ・西岡幸一 (1975) : 堆積物の粒度分析法の再検討と電算機による数値処理 同上 26, 65-89.
- ・———・木寺久美子 (1978) : 長崎県諫早湾の干潟堆積物の強熱減量 (海底堆積物の強熱減量—その1) 同上 29, 81-90.
- SHEPARD, F. P. (1954) : Nomenclature based on Sand-Silt-Clay ratios. *Jour. Sed. Petro.*, 24, (3), 151-158.
- , and D. G. MOORE (1955) : Central Texas coast sedimentation : Characteristics of sedimentary environment, recent history, and diagenesis. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, 39, 8, 1463-1593.
- , and ——— (1960) : Bays of central Texas coast. *Recent Sediments, Northwest Gulf of Mexico*, 1951-1958, 117-152.

付表 1

地点	Sand-Silt-Clay ratio(%) (SHEPARD, 1954)			Mud content %	Md ϕ	Statistical measures					Name of Sediment
	Sand	Silt	Clay			TRASK, 1932		INMAN, 1952			
						So	Sk	$\sigma\phi$	$\alpha\phi$	K	
13	0.54	50.34	49.12	99.46	7.97	2.24	0.62	1.73	0.21	0.48	Clayey silt
14	2.34	49.20	48.46	94.70	7.91	2.21	0.60	1.79	0.20	1.08	Clayey silt
15	28.94	44.29	26.78	71.06	6.50	4.68	2.14	2.99	-0.13	0.33	Sand-silt-clay
16	26.04	43.90	30.06	73.78	7.02	4.83	3.32	3.13	-0.27	0.32	Sand-silt-clay
17	14.21	45.22	40.58	85.79	7.60	3.03	1.33	2.57	-0.10	0.51	Clayey silt
18	2.79	52.50	44.71	97.21	7.82	2.13	0.71	1.80	0.15	0.56	Clayey silt
19	0.54	49.80	49.66	99.46	7.99	2.14	0.66	1.69	0.23	0.52	Clayey silt
20	1.11	48.73	50.16	98.89	8.01	2.39	0.67	1.83	0.14	0.42	Silty clay
21	0.10	49.69	50.22	99.90	8.01	2.25	0.59	1.63	0.27	0.54	Silty clay
22	0.23	48.89	50.88	99.77	8.05	2.24	0.56	1.54	0.35	0.41	Silty clay
23	0.18	63.65	36.17	99.82	7.50	2.30	0.85	1.94	0.19	0.37	Clayey silt
24	0.42	58.45	41.14	99.54	7.72	2.15	0.78	1.96	0.17	0.51	Clayey silt
25	0.18	63.56	36.26	99.82	7.46	2.77	1.08	2.18	0.13	0.20	Clayey silt
26	2.64	62.63	34.73	97.36	7.48	2.48	0.91	2.14	0.15	0.24	Clayey silt
27	2.89	61.08	36.03	97.06	7.47	2.60	0.98	2.30	0.06	0.33	Clayey silt
29	88.41	5.85	5.74	9.17	1.89	3.26	2.73	2.18	-0.38	1.10	Sand
30	75.01	16.21	8.78	24.50	2.48	2.10	0.66	2.81	0.48	0.71	Sand
31	54.35	29.06	16.60	41.70	2.74	10.47	0.30	4.15	0.25	0.36	Silty sand
32	66.31	23.95	9.74	31.41	1.69	5.98	0.19	3.54	0.45	0.51	Silty sand
33	98.59	1.41	0.00	1.41	1.61	1.31	1.06	0.58	-0.04	0.93	Sand
34	59.42	29.69	10.89	39.95	3.03	4.02	0.21	2.58	0.55	0.62	Silty sand
35	46.09	41.21	12.71	53.92	4.43	4.30	0.89	2.78	0.14	0.54	Silty sand
36	3.12	77.52	19.36	96.88	6.25	2.09	0.81	1.80	0.32	0.69	Silt
37	91.97	5.40	2.63	7.88	1.88	1.35	0.85	0.85	0.37	2.52	Sand
38	97.56	2.44	0.00	2.44	2.08	1.53	0.84	0.86	0.19	0.38	Sand
39	98.56	1.44	0.00	1.20	1.19	2.18	1.93	1.54	-0.44	0.25	Sand

付表 2

地点	Mud content %	Ig. loss %	Elementary composition %								Org. C/N
			Total				Organic				
			C	N	H	Total	C	N	H	Total	
13	99.46	12.41	1.85	0.21	1.06	3.12	1.81	0.20	0.90	2.91	8.6
14	94.70	11.33	1.67	0.20	1.73	3.60	1.63	0.19	1.50	3.32	8.2
15	71.06	5.33	1.13	0.13	0.84	2.10	0.89	0.08	0.38	1.35	6.8
16	73.78	7.41	1.52	0.14	1.10	2.76	1.32	0.11	0.61	2.04	9.4
17	85.79	12.08	1.77	0.20	1.12	3.09	1.76	0.19	0.98	2.93	8.8
18	97.21	13.09	2.03	0.23	1.08	3.34	2.00	0.21	0.95	3.16	8.7
19	99.46	11.76	1.86	0.22	1.08	3.16	1.74	0.19	0.92	2.85	7.9
20	98.89	11.40	1.90	0.20	1.03	3.13	1.79	0.18	0.86	2.83	9.0
21	99.90	12.78	1.89	0.21	1.03	3.13	1.79	0.18	0.89	2.86	8.5
22	99.77	12.66	2.24	0.20	1.02	3.46	2.16	0.17	0.88	3.21	10.8
23	99.82	12.41	2.19	0.20	1.00	3.39	2.19	0.18	0.88	3.25	11.0
24	99.54	12.58	2.31	0.23	1.11	3.65	2.25	0.23	1.00	3.48	9.8
25	99.82	11.65	2.03	0.21	1.00	3.24	2.03	0.20	0.90	3.13	9.7
26	97.36	11.04	2.34	0.20	0.98	3.52	2.29	0.19	0.85	3.33	11.5
27	97.06	7.46	2.30	0.22	1.04	3.56	1.75	0.13	0.57	2.45	8.0
29	9.17	2.03	1.81	0.03	0.20	2.04	0.31	0.02	0.15	0.48	10.3
30	24.50	3.77	1.82	0.05	0.33	2.20	0.57	0.04	0.28	0.89	11.4
31	41.70	4.25	1.83	0.05	0.36	2.24	0.76	0.04	0.31	1.11	15.2
32	31.41	4.17	0.56	0.06	0.46	1.08	0.50	0.05	0.41	0.96	8.3
33	1.41	2.03	0.10	0.02	0.19	0.31	0.00	0.01	0.15	0.16	0.0
34	39.95	2.69	1.00	0.08	0.55	1.63	0.68	0.06	0.27	1.01	8.5
35	53.92	4.85	1.12	0.09	0.42	1.63	1.07	0.09	0.37	1.53	11.9
36	96.88	8.51	1.79	0.16	0.78	2.73	1.79	0.14	0.69	2.62	11.2
37	7.88	3.00	0.29	0.01	0.36	0.66	0.18	0.00	0.25	0.43	18.0
38	2.44	4.41	0.89	0.02	0.39	1.30	0.41	0.00	0.31	0.72	20.5
39	1.20	1.24	0.24	0.01	0.12	0.37	0.18	0.00	0.06	0.24	18.0

图 版 I

図版 I 説明

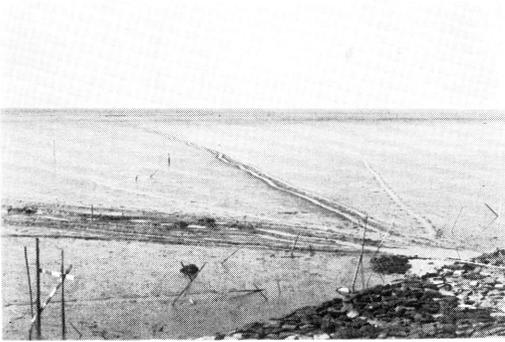
1. 佐賀県藤津郡太良町油津 (No. 18地点)
砂礫質の小三角州を泥質干潟が縁どる。クリーク内には泥が沈積する。
2. 佐賀県鹿島市嘉瀬浦 (No. 19地点)
海岸の転石にはカキが付着する。沖合には泥質干潟が広がる。
3. 佐賀県佐賀郡東与賀町大授棚 (No. 23地点)
干潟上についたガタ (渦) スキーの跡。泥質干潟上に小さなクリークが見られる。
4. 福岡県大牟田市黒崎 (No. 27地点)
干潟外側に立つノリヒビ。
5. 熊本県玉名市共和 (No. 32地点)
海浜砂上の rill mark とアサリの死殻。その外側に ripple mark をもつ砂泥質の干潟が広がる
6. 熊本市飽田町沖新 (No. 35地点)
砂泥質干潟で、人の歩ける道がつけられている。
7. 熊本県宇土市戸口浦 (No. 38地点)
Megaripple の発達。手前の岩盤は姫浦層群 (上部白亜系) の砂岩・頁岩の互層。
8. 同上
Megaripple 上に発達する wave ripple と巢孔。



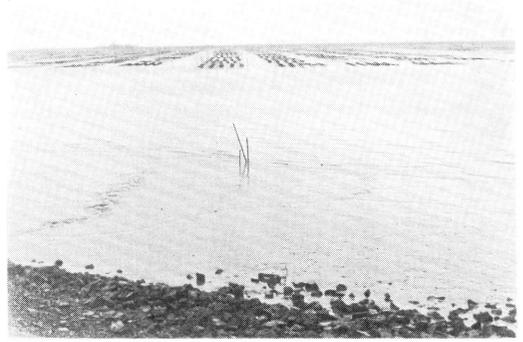
1



2



3



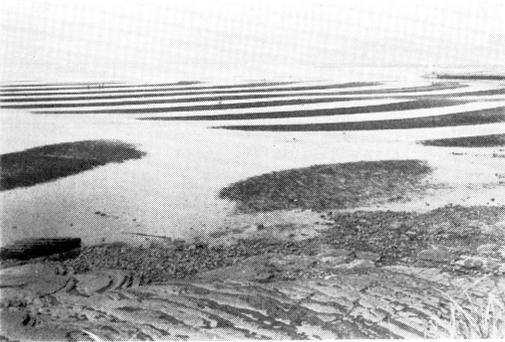
4



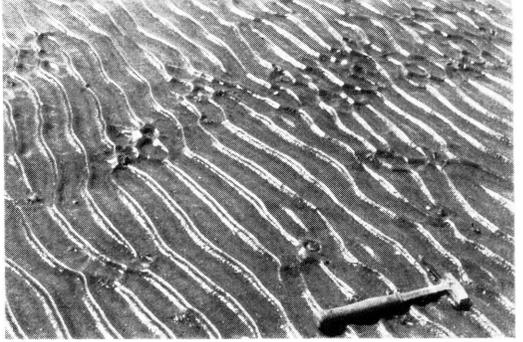
5



6



7



8