

## 九州北西部伊万里湾・大村湾の底質と CHN 組成\*

鎌田 泰彦・近藤 寛・堤 由美子\*\*

長崎大学教育学部地学教室

(昭和54年10月31日受理)

## Bottom Sediments and CHN Contents of the Imari and Omura Bays, Northwestern Kyushu, Japan

Yasuhiko KAMADA, Hiroshi KONDO and Yumiko TSUTSUMI

Department of Geology, Faculty of Education,

Nagasaki University, Nagasaki, Japan

(Received Oct. 31, 1979)

### Abstract

The grain-size parameter, calcium carbonate content and carbon, hydrogen and nitrogen contents of 51 bottom sediment samples obtained from the Imari and Omura Bays, northwestern Kyushu, were determined.

The bottom sediments in outside of the Imari Bay chiefly consist of sand with a high content of calcium carbonate of 60.35% in average and a small amount of CHN, 0.83% on the average. On the contrary, the silty sediments were widely distributed in the inside of Imari Bay and have a low content of calcium carbonate of 27.08% and high content of CHN, a 3.10% average.

The silty clay and fine silt are the most abundant bay sediments in Omura Bay. These fine-grained sediments have an average of 28.29% of calcium carbonate content and 3.17% of total CHN content, similar to the inside of Imari Bay.

The average carbon-nitrogen ratio of the sediment samples from the outside and inside of Imari Bay and Omura Bay are 8.41, 12.30 and 8.90 respectively. A part of the unusual high content of the organic carbon and the high value of carbon-nitrogen ratio inside of Imari Bay are from the fine fragments of coal which were discharged from the coal-mines worked along the coast of the Imari Bay up to about twenty years ago.

\* 日本地質学会第86年学術大会(於秋田大学)にて講演(昭和54年10月3日)

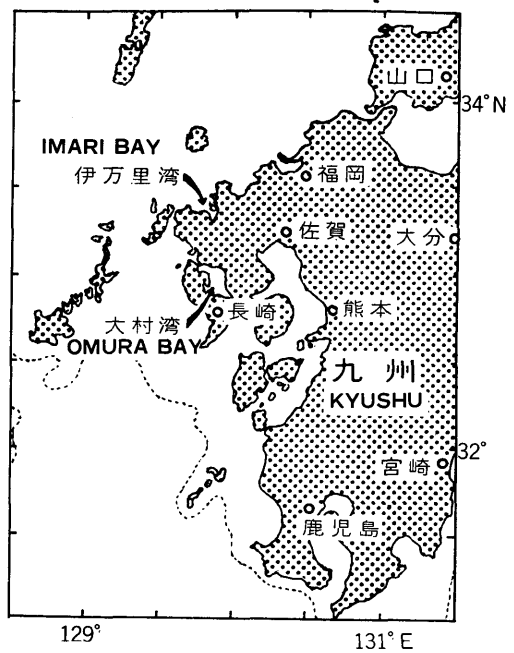
本研究は、文部省科学研究費一般研究B(課題番号248029)の交付金によって行なわれたものである。

\*\* 佐賀市立赤松小学校

## まえがき

九州本土の北側には、東から西へ博多湾・唐津湾・伊万里湾などの小さな内湾がならぶ。また西側はとくに海岸線の出入りが複雑であり、有明海・八代海・大村湾・千々石湾などの大きな内湾が発達している。これらの内湾は、周辺陸域の地形・地質、海岸・海底地形、河川水や外海水（沖合水）の流入・混合などによって、それぞれ異なった性格の堆積環境をもっている（第1図）。

筆者らは、西日本周辺大陸棚の堆積学的研究の一環として、沿岸部においては、これらの内湾の中で、有明海・千々石湾・唐津湾についての研究成果をすでに公表した。昭和53年3月には、伊万里湾と大村湾において底質試料を採取し、粒度・炭酸カルシウム・有機物（CHN）などの組成分析を行なった。これによって、両湾の底質分布を明らかにするとともに、有機物の組成についての考察も試みたので報告する。



第1図 位置図

## I 調査地域の概要

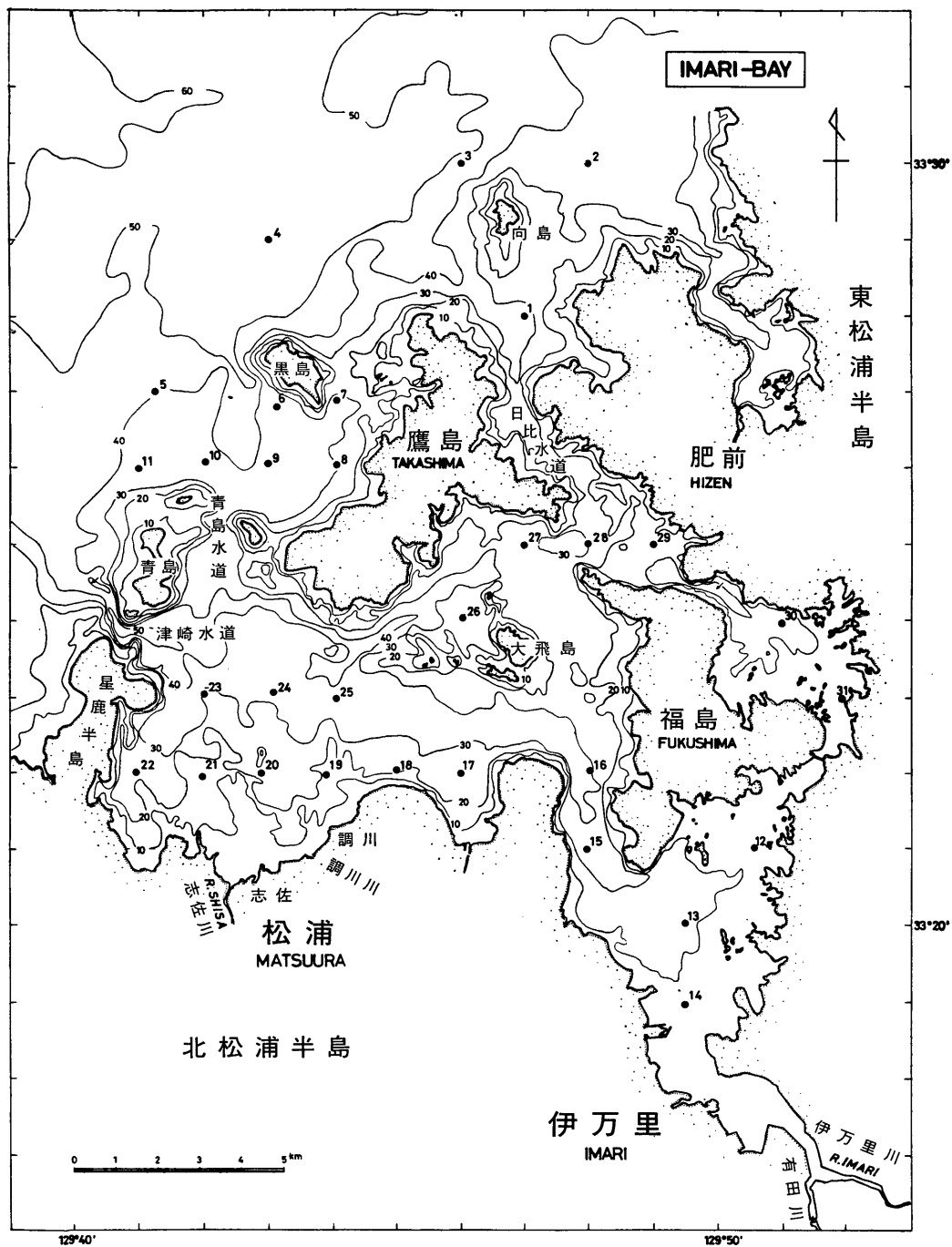
### 1. 伊万里湾（第2図）

伊万里湾は、東の佐賀県東松浦半島と、西の長崎県北松浦半島とはさまれた内湾である。湾口部には鷹島、湾奥部には福島が広い面積を占めるため、湾内にはせまい水道が発達する。湾口部には、青島・黒島・向島などが、また湾内の鷹島と福島の間には、大飛島などの小島や浅瀬が散在する。

伊万里湾の周辺地域は、第三紀層の杵島層群と佐世保層群が分布し、それらの上を松浦玄武岩が被覆して溶岩台地をつくる。佐世保層群は含炭層であるため、かつては湾の南岸の調川、志佐地域や鷹島・福島において、多くの炭鉱が操業していた。

伊万里湾の湾口部は3カ所で開口し、西より星鹿半島と青島との間の津崎水道、青島と鷹島との間の青島水道、鷹島と東松浦半島との間の日比水道において、外海水が湾内に入る。これらの水道の中で、津崎水道が最も深く、50m等深線に囲まれる細長い海釜が存在する。青島水道では40m以深の浅い舟底型のくぼみがある。日比水道においては沈水谷的な海底地形を示しており、湾外に向けて漸次水深を増す。湾内の海底地形は、西側に-30~40m内外の比較的広い平坦面が東西に延びている他は、東側では鷹島と福島のまわりの水道内で沈水谷の形状となる。

伊万里湾の最奥部となる南東端には、伊万里川と有田川が注ぐ。河口付近は干拓や埋立が行

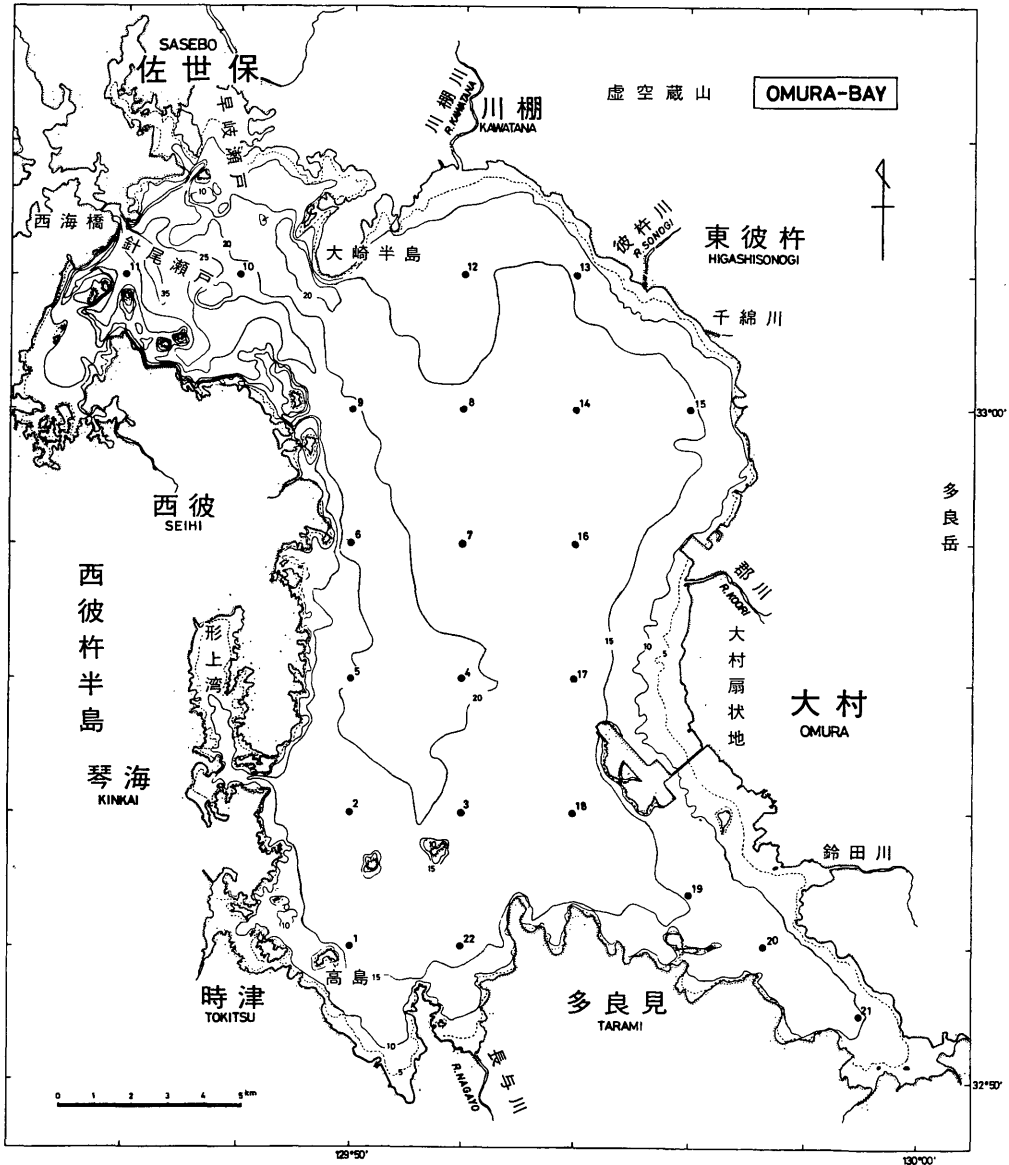


第2図 伊万里湾の海底地形および底質試料採取地点

なわれているが、縄文海進時の湾奥部に形成された伊万里貝層も分布し、中に含まれていた炭化木片の<sup>14</sup>C法による年代は4430±85年 B. P. であった（波多江・鎌田・赤井，1973）。湾の南西部には、調川や志佐川が流入する。

## 2. 大村湾（第3図）

大村湾は、長崎県の中央部にあって、湖の様な閉鎖的な内湾であり、北部の針尾瀬戸（伊浦瀬戸）と早岐瀬戸によって佐世保湾に通じている。潮の干満により湾に出入りする潮流の大部分は、西海橋の架る針尾瀬戸を通り、最盛時には7ktの流速に達する（長崎県水産試験場，1954）。



第3図 大村湾の海底地形および底質試料採取地点

周辺地域の地質は、湾の西側の西彼杵半島を構成する結晶片岩類や蛇紋岩よりなる西彼杵変成岩類、北側や南側に分布する古第三紀層、東側の虚空蔵山・多良岳や南側の長崎付近の火山岩類により構成されている（波多江，1976）。湾岸にそっては沖積・洪積層の発達に乏しいが、大村扇状地には厚さ75mの扇状地砂礫層が伏在する（松下・鎌田・太田・小玉，1974）。

大村湾の海岸線は、東側では比較的単調であるが、その北端に酸性火山岩よりなる大崎半島が突出し、また南部には郡川がつくった大村扇状地の弓なりの張り出しがある。西側は西彼杵半島の沈水海岸となり、出入りのはげしい複雑な海岸線を呈し、形上湾の様な深い湾入も発達する。南側は火山岩類からなる比較的起伏の大きい丘陵地が海岸にまで達し、全般的に海崖の発達した岩石海岸となっている。

大村湾に流入する河川には、東側の多良岳や川棚の虚空蔵山より西流する川棚川・彼杵川・千綿川・郡川・鈴田川などがある。南岸ぞいでは長与川がやや大きい。西側の西彼杵半島では、分水嶺が東に偏より、大きな川は殆んど西流して五島灘に注ぐため、大村湾に入る著しい川はない。

大村湾の海底は、大部分が水深20m前後の平坦面で占められ、-20m以深の浅い谷が湾口部付近より西彼杵半島ぞいの西側に南北に入り込んでいる。大崎半島以西の湾口部には、水深30mを超える部分があり、海図によれば、針尾瀬戸の最深部は-54mと記載されている。

## II 伊万里湾・大村湾の海況

### 1. 伊万里湾

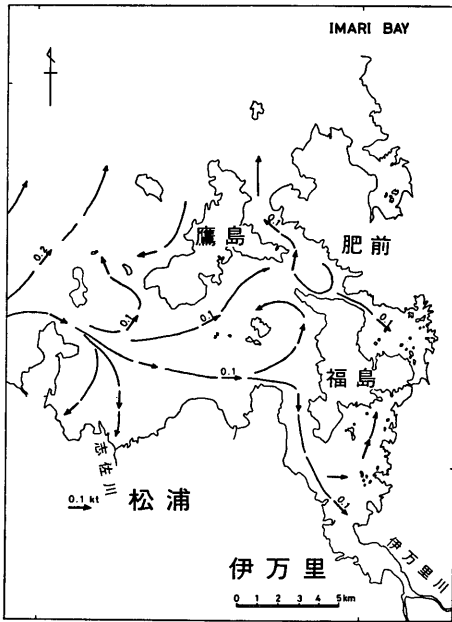
伊万里湾の海況については、第七管区海上保安本部（1976）によって観測された記録が報告されている。恒流については、湾外において南西から北東に流れる外海水が津崎水道より流入し、湾内を東へ流れた後、北へ向って日比水道より湾外に出るが、一部は青島水道より流出する。また湾奥部へは福島と陸側との間を南西に向って侵入し、福島の東側の水道を抜ける。また、湾の西部の志佐川河口沖では環流が形成される（第4図）。

干潮1時間後の潮流は、日比水道より0.4~0.7 ktで湾の東部に流入する。湾の西部では、0.1~0.2 ktの反時計廻りの環流が形成され、湾中央部では停水域も形成される。湾の南東部の湾奥では0.1~0.3 ktの潮流が南東に向う。満潮2時間前の潮流は、津崎水道と青島水道より0.2~0.6 ktで湾内に流入し、福島の北で0.1~0.2 kt、湾奥の伊万里港で0.1~0.3 ktで東~南東へ流れる。湾西部と福島の西では反流域が形成される。湾外では、黒島の南で流れは停滞する。

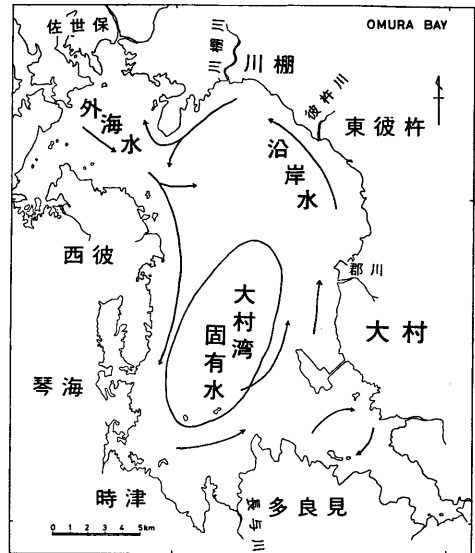
### 2. 大村湾

大村湾の海況については、長崎県水産試験場（1954）の報告がある。水系図（第5図）によれば、東岸に流入する河川水が混合する湾内水は、岸にそって北へ流れ、湾外より流入する外海水と混合しつつ、西彼杵半島の岸に沿い南下する。湾の中央部には反時計廻りの環流が形成され、潮流にあまり作用されない湾特有の固有水塊が発達し、夏期には成層して、無気帯を生じ、酸素の欠乏とバクテリアの繁殖による腐敗分解などが生ずる。

潮流については、湾外の佐世保湾より針尾瀬戸に入る外海水は西岸ぞいに南下し、一部は分枝して湾北半部の反時計廻りの環流となる。湾の南部にも反時計廻りの環流ができる。



第4図 伊万里湾恒流図 (第七管区海上保安本部, 1976)



第5図 大村湾水系図 (長崎県水産試験場, 1954)

### III 底質試料の採取と分析法

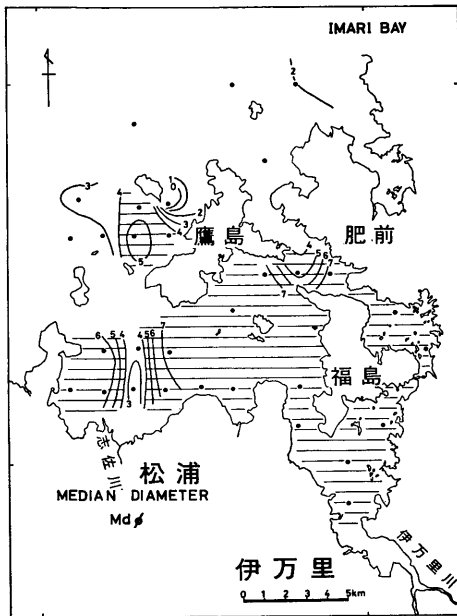
伊万里湾においては、1978年3月9、10日に、緯度・経度1'間隔の格子の交点を測点とし、湾内で20、湾外11の31地点の底質試料の採泥を行なった。大村湾においては、1978年3月20日に、緯度・経度2'間隔の格子の交点を測点とし、22地点の底質試料を採取した。

採泥にはドレッジ型採泥器 (開口部の断面  $25 \times 12 \text{cm}^2$ 、容量約 8 l) を用い、採泥試料は 500cc のポリびんに詰め、研究室に持帰って約  $5^\circ\text{C}$  の冷蔵庫に保存した。観測船上では、採泥と同時に表面水温・透明度・水色・底質温度も記録した。また、底生生物 (ベントス) の定量的組成を調べるため、計量カップで 200cc の試料をとり、ホルマリンを注いで保存した。堆積物の分析試料を除いた残りは、船上で 1 mm 目で水篩し生物遺骸の試料を採った。

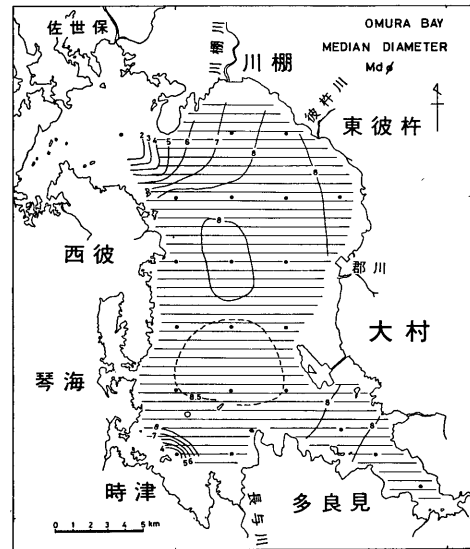
粒度分析には、砂質部については  $\frac{1}{2}\phi$  毎の篩分法、泥質部については光透過式粒度分布測定器 (セイシン企業 SKN-500 型) を用いた。測定結果はコンピュータにより処理し、各種の堆積学的統計値を算出した (鎌田・西岡, 1975)。

底質試料に含まれる有機炭素 (C)、全水素 (H)、全窒素 (N) の測定には、柳本製作所の CHN コーダー (MT-500 S 型) による乾式燃焼法を用いた。このアナライザーにかける試料は、前処理として  $60^\circ\text{C}$  で 24 時間乾燥後、磁製乳鉢にて粉末にし、貝殻などに由来する炭酸カルシウムを除去するため 5% HCl 処理を行なったものを用いた。CHN アナライザーの測定条件は、有明海沿岸の干潟堆積物の研究におけるものと同一である (鎌田・近藤・津留, 1979)。測定した C, H, N 量は、計算によって別に定量した炭酸カルシウムを加えた全試料中の C, H, N 含有量 (%) とした。

炭酸カルシウム含有量は約 30 g の試料を用い、5% HCl 処理前後の重量差より測定した。



第6図 伊万里湾における中央粒径値の分布



第7図 大村湾における中央粒径値の分布

#### IV 底質の粒度組成と堆積型

##### A 中央粒径値 Md の分布

##### 1. 伊万里湾 (第6図)

伊万里湾の湾外の底質は、全体的に中央粒径値 Md (Median diameter) が2~3φの砂質堆積物により構成されている。しかし、鷹島の西部北側沖には4.5~5.4φのシルト質の底質が認められる。鷹島と黒島との間の海峡部の底質中には、フジツボの殻を多量に混在する0.1φのMdをもつ礫質堆積物の小分布がある。

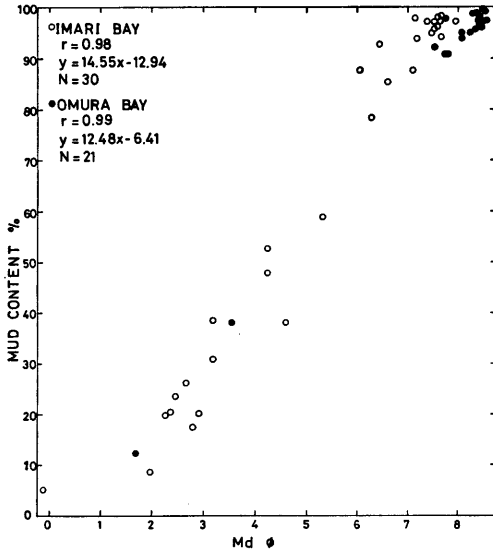
湾内の底質は、殆んど泥質堆積物からなり、Mdが7φ以上の極細シルトが広く分布し、とくに湾中央部や福島の東西両側の水道内では7.5φ以上のMd値をもつ。しかし、湾内西部の青島水道の南方の志佐川河口沖には、細長い砂質の底質が分布がある。これが、津崎水道から流入する強い潮流のためか、志佐川から運ばれる砂の供給による影響かの判定は、現在の試料のみでは難しい。

##### 2. 大村湾 (第7図)

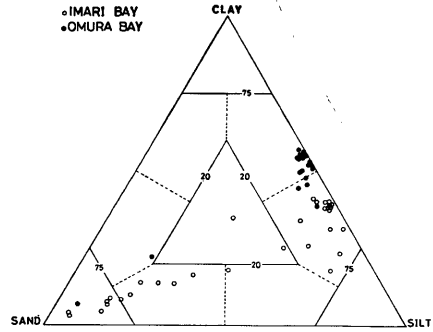
大村湾の底質は、全体的にMd>8φの粘土質の細粒堆積物により構成され、湾中央部南部には、Md>8.5φに達するまとまった分布が認められる。大崎半島先端部より針尾瀬戸にかけては潮流の強い影響もあって、粗粒砂が分布する。湾の西岸・南岸の海岸線ぞいの底質には粗粒の碎屑物を混入するが、分布の幅はせまく、今回の調査では南西端の高島付近の測点で、Mdが3.54φの細砂質の試料が採取されたにすぎない。

##### B 含泥量 (第8図)

内湾には例外なくどこかに泥質堆積物が分布する(星野, 1952)。伊万里湾や大村湾においても、前者の湾中央~湾奥部、後者の湾口部を除く全域には、著しく含泥量の多い(含泥率の



第8図 中央粒径値と含泥量との関係



第9図 Sand-silt-clay ratio

高い) 泥質の底質が発達する。

含泥量と中央粒径値との間には強い正の相関があり、含泥量の50%のMdは4φであり、100%において8φに近い値をとる傾向のあることが指摘されている(鎌田・堀口・井上・渡辺, 1973)。伊万里湾の湾内外の底質試料では、Mdは2.0~7.7φの範囲に散らばるが、含泥量との相関係数は0.98と著しく高い。大村湾では、Mdは1.7~8.5φの範囲にあるが、21試料中19までが7.5~8.5φに集中する。全試料中の含泥量との相関係数は0.99である。

内湾泥質堆積物を特徴づけるMdが6φ以上(後述する堆積型のⅢb~Ⅳ)の試料群にあっては、伊万里湾と大村湾とでは、Mdφ/含泥量においてそれぞれ異なる性質をもつ。回帰直線の式から含泥量100%におけるMdφを求めると、伊万里湾では7.77φ、大村湾では8.53φとなる。同じ含泥量を持っていても、大村湾においては、より細粒の粒子で泥分が構成されていることが判る。

#### C 砂-シルト-粘土率(第9図)

SHEPARD(1954)の三角座標法による海成堆積物の分類・命名を行なうと、伊万里湾・大村湾においては、湾外~湾口部の堆積物として砂~シルト質砂、湾内堆積物として粘土質シルト~シルト質粘土が識別される(第9図)。

伊万里湾の湾外には砂が広く分布するが、鷹島西部北側沖にはシルト質砂(砂質シルトの1点を含む)も分布する。湾内の大部分の底質は、粘土質シルト(砂-シルト-粘土の1点を含む)で構成される。志佐川河口沖の砂質堆積物の2点はシルト質砂であり、鷹島沖の湾外堆積物の一部に類似した3成分組成をもつ。鷹島と福島との間の水道内の1点(St.28)は、砂-シルト-粘土の組成をもち、複雑な潮流が交錯する所の堆積物と考えられるが、分級度も対称度も他の試料とはかけ離れた特異なものである。

大村湾では、湾口部と湾奥の高島付近の2点のみが砂質で、それ以外は粘土質シルト~シルト質粘土であり、まとまった集団を構成する。この集団からやや離れ、伊万里湾の湾内堆積物の集団と重複する粘土質シルトの2点は、湾の北岸沖と東岸北部沖の試料であり、陸水の流入の影響を受けていることが考えられる。



## D 堆積型の区分と分布

### 1. 堆積型

碎屑性浅海堆積物の粒度組成から各種の堆積学的統計値を算出し、中央粒径値  $Md$  に対する分級度  $So$  ( $\sigma\phi$ ) や対称度  $Sk$  ( $\alpha\phi$ ) との関係をとった粒度分布において、堆積型を識別する方法が INMAN and CHAMBERLAIN (1955) によって提唱され、具体例が示されている。筆者らも九州沿岸海域においてしばしばこの方法を適用してきた(鎌田, 1967; 鎌田・堀口・井上・渡辺, 1973)。また  $M\phi$  に対する分級度が、湾曲的曲線を描くことが FOLK (1961) によって指摘され、この碎屑性堆積物の一般的特性を示す基本的な図として、これを FOLK の diagram と呼んだ(鎌田, 1979)。

伊万里・大村湾における粒度分布は、INMAN and CHAMBERLAIN (1955) が例として論議した中で、アメリカ Texas 州の Rockport 地域のものに最も類似し、堆積型の区分もほぼ同じ様な基準により行なうことが可能である(第10, 11図)。

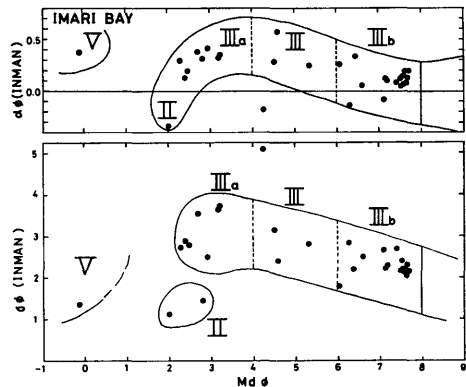
堆積物中で最も分級の進んだ海浜砂で代表される細粒砂質堆積物が I 型の特徴となるが、今回扱った試料中にはあらわれない。一般の砂質堆積物が II 型と規定されるが、伊万里・大村湾の底質試料中にはそれぞれ 2, 1 点のみが含まれるにすぎない。また、石灰質生物遺骸を含む礫質堆積物の V 型に属するのは、伊万里湾の湾外に 1 点 (st. 7) に見出されたにすぎない。

伊万里湾における大部分の試料は、 $Md$  が 2~8  $\phi$  の範囲に分散し、分級度は粒度の粗いものから細かい方に漸次良好になる。対称度については、砂質で  $\alpha\phi$  が正の値をとるが、細粒に向い次第に 0 付近に集まり対称的となる。INMAN らに従い、この範囲の堆積物を III 型とし、 $Md$  の 4 $\phi$  と 6 $\phi$  をもって IIIa, III, IIIb 型に細分する。Rockport 地域の名称に従えば、IIIa は Transition sand, III は "Mud", IIIb は "Fine mud" としたものに対応する。

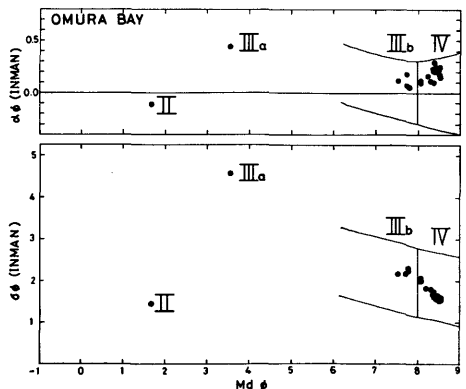
大村湾における粒度分布については、II と IIIa 型に属する試料は 1 点ずつのみで、大部分が IIIb 型の細粒の部分と IV 型に集中する(第11図)。IV 型とは  $Md$  が 8 $\phi$  を超える Silty clay を代表する堆積型であり、伊万里湾においてはあらわされていない。

### 2. 堆積型の分布

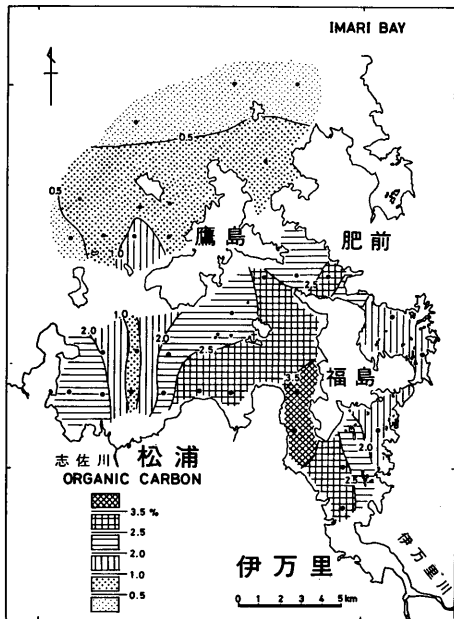
伊万里湾においては、湾外には IIIa 型の砂質堆積物が、また湾内には IIIb 型の泥質堆積物が対照的に分布する(第12図)。湾外の一部 (St. 2, 11) には II 型の分級の良い砂や、黒島付近の様にフジツボの殻を混えた V



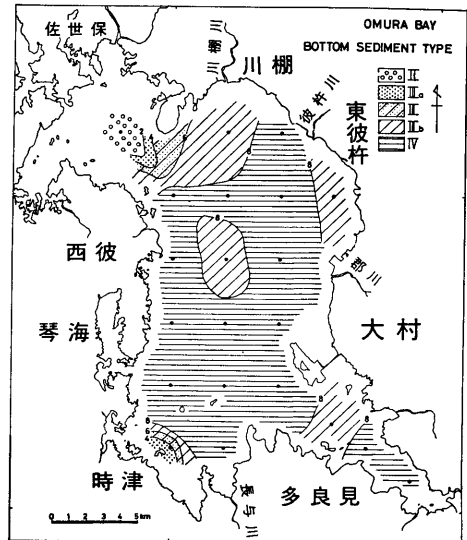
第10図 伊万里湾堆積物の粒度分布と堆積型



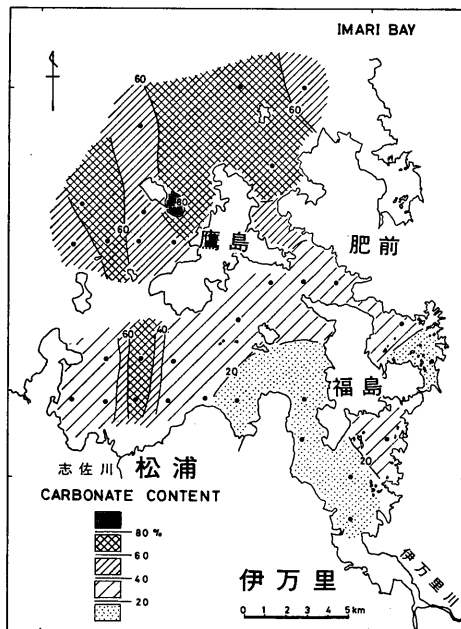
第11図 大村湾堆積物の粒度分布と堆積型



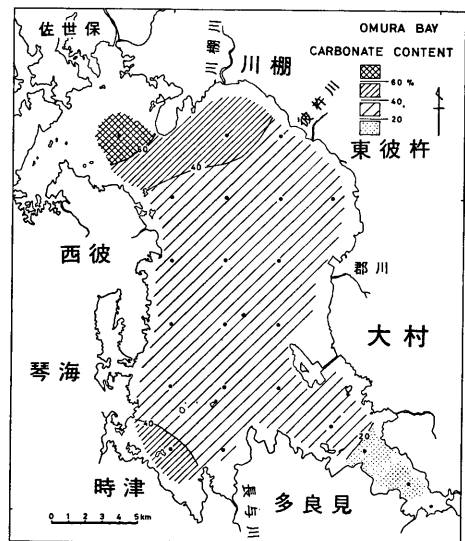
第12図 伊万里湾における堆積型の分布



第13図 大村湾における堆積型の分布



第14図 伊万里湾における炭酸カルシウム量の分布



第15図 大村湾における炭酸カルシウム量の分布

型の堆積物も分布する。鷹島西部北側沖合にはⅢ型の泥が認められる。湾内の青島水道と志佐川河口を結ぶ線上(St. 20, 24)は湾外と同じⅢa型の砂質堆積物が帯状に分布する。鷹島と福島との間の海峡部(St. 28)の試料は著しく分級が不良であり、対称度も負の値をとり、他の集団から著しく離れたものであり、Mdの位置からⅢ型に含めているが、異質な堆積物である。

大村湾においては、底質の大部分がⅣ型のシルト質粘土により構成され、一部にⅢb型の分布がある。湾口部にはⅡやⅢa型の砂質堆積物が認められる(第13図)。

#### E 炭酸カルシウム含有量(CaCO<sub>3</sub>量)

##### 1. 伊万里湾(第14図)

伊万里湾の湾外の底質は炭酸カルシウム(CaCO<sub>3</sub>)量に富んだ堆積物で構成され、60%を超える分布が広く広がっている。黒島付近のⅤ型の堆積物にあっては、87.3%のCaCO<sub>3</sub>量をもつ。また、鷹島西部北側沖のⅢ型堆積物では60%以下と少なくなる。湾外のCaCO<sub>3</sub>量の平均は60.35%である。

湾内では多くの地点でCaCO<sub>3</sub>量が20~40%であるが、津崎水道南部のⅢa型堆積物の帯状分布をする所では、60~80%と高くなる。湾内堆積物のCaCO<sub>3</sub>量の平均値は27.08%であり、湾外と比較して著しく低い。

##### 2. 大村湾(第15図)

大村湾では、湾口部を含む湾の北端部はⅡ~Ⅲb型を示す底質をもつ地域であり、CaCO<sub>3</sub>量が50~70%の値を示す。湾奥南西部の高島付近(St. 1)のⅢa型の堆積物では53.7%でかなり高い。また南東部津水湾の2点(St. 20, 21)では、17~18%で最も低い値となる。大村湾の大部分のCaCO<sub>3</sub>量は20.12~27.39%の範囲にあって、すこぶる安定した値を示している。大村湾全体のCaCO<sub>3</sub>量の平均値は28.29%を示し、伊万里湾の湾内堆積物における含有量とほぼ一致する。

CaCO<sub>3</sub>量を粒度組成と対比すれば、Mdφの増減と逆相関でCaCO<sub>3</sub>量が増えることが知られる。すなわち、泥質から砂質(～礫質)に移るに従いCaCO<sub>3</sub>量が増してくる。

## V CHN組成

#### A CHN含有量(第1表)

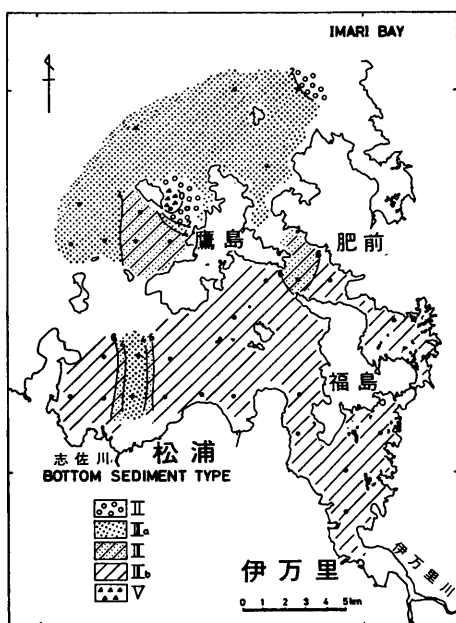
伊万里湾外、湾内および大村湾において、C, H, N含有量のいずれもが最も少ない堆積物は伊万里湾外に分布する。C, H, Nの総量が最大である堆積物は伊万里湾内の地点St. 15にあって、その値は5.58%である。伊万里湾内の堆積物には、大村湾の堆積物と比較して、C量が多く、N, H量が少ない。

伊万里湾外において、黒島の南に分布するⅢ型の泥質堆積物にはC, N量が多く、それぞれ0.23~0.31%, 0.10~0.14%である。それ以外の場所でⅡ, Ⅴ型の砂～礫質堆積物にはC, N量が少ない。

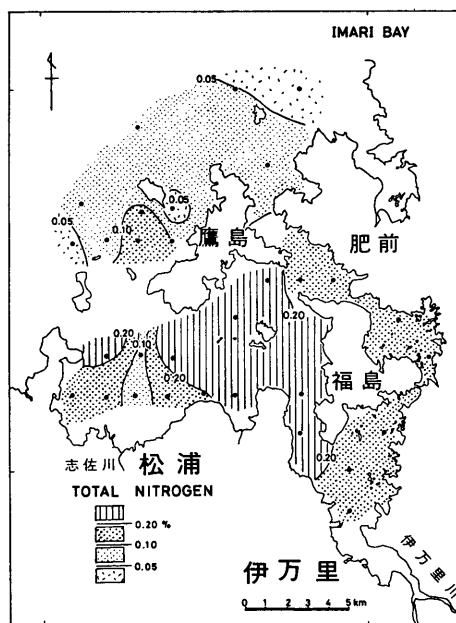
伊万里湾内にはⅢb型の泥質堆積物が広く分布し、この堆積物にはC, N含有量が高い。福島の西の地点St. 15にはC含有量が最大である堆積物があり、その値は4.43%に達する。志佐川河口沖に分布するⅢ, Ⅲa型の砂～泥質堆積物ではC量が少ない。N量が多い堆積物は湾中央部に分布する。志佐川河口沖、湾奥部、福島の東の海峡部に分布する堆積物ではN量が少ない(第16, 17図)。

第1表 伊万里湾, 大村湾の各堆積型における有機炭素・全水素・全窒素量 (平均値)  
( ) 内は試料数

地域	組成 堆積型	Organic C %	Total H %	Total N %	Total C H N %	Org. C Total N
伊 万 里 湾	V (1)	0.17	0.06	0.03	0.26	5.67
	II (2)	0.33	0.11	0.04	0.47	9.09
	III a (7)	0.62	0.19	0.07	0.87	9.22
	III (4)	1.27	0.34	0.13	1.74	9.46
	III b (16)	2.48	0.68	0.20	3.36	12.50
大 村 湾	II (1)	0.36	0.14	0.05	0.55	7.20
	III a (1)	1.34	0.42	0.15	1.91	8.93
	III b (4)	2.00	0.72	0.22	2.93	9.19
	IV (15)	2.40	0.83	0.27	3.50	8.93

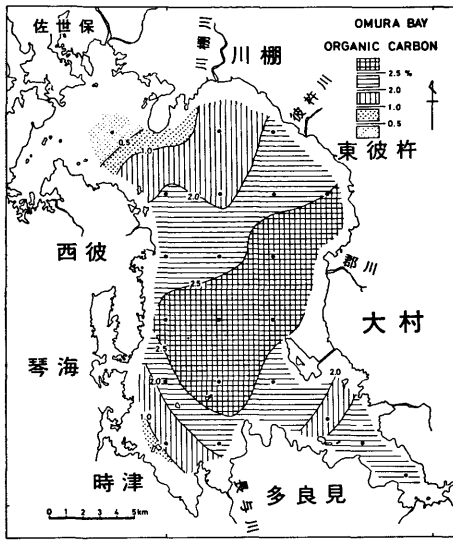


第16図 伊万里湾における有機炭素量の分布

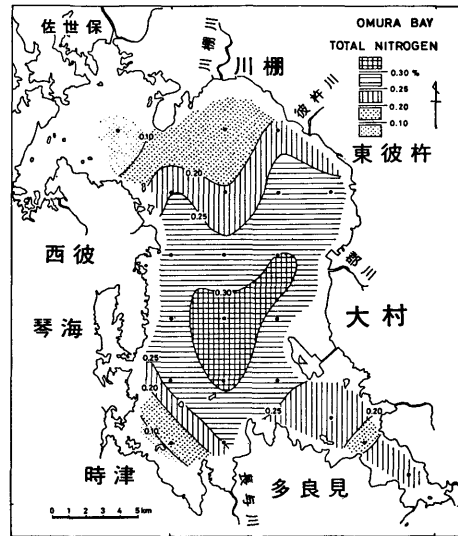


第17図 伊万里湾における全窒素量の分布

大村湾には III b, IV 型の泥質堆積物が分布するが, 湾中央部から南部に広がる IV 型の堆積物中に C, N 量が多くなっている。C, N 量が最大となる地点 St. 4 においてそれぞれ 2.79, 0.32% の含有量である。大村湾の堆積物に含まれる C, N 量の分布には, 両者とも湾中央部より周辺に向かって減少する傾向がある。湾口部の II 型と南部の高島近くの III a 型の堆積物に含まれる C, N 量は少ない。また, 川棚町沖に分布する III b 型の泥質堆積物では, 他の場所の III b 型の堆積物と比較して, C, N 量が少なくなっている (第18, 19図)。



第18図 大村湾における有機炭素量の分布

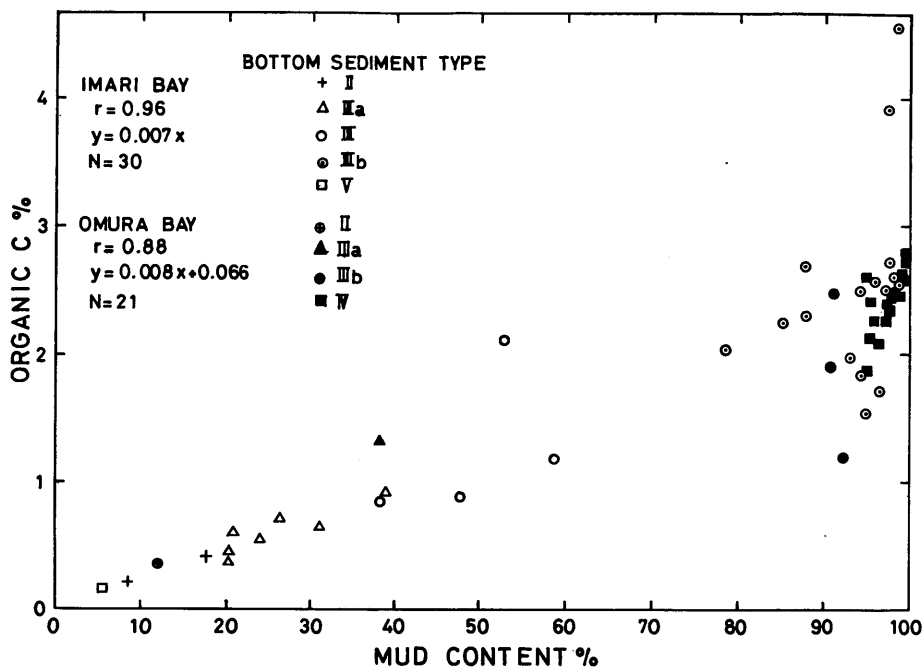


第19図 大村湾における全窒素量の分布

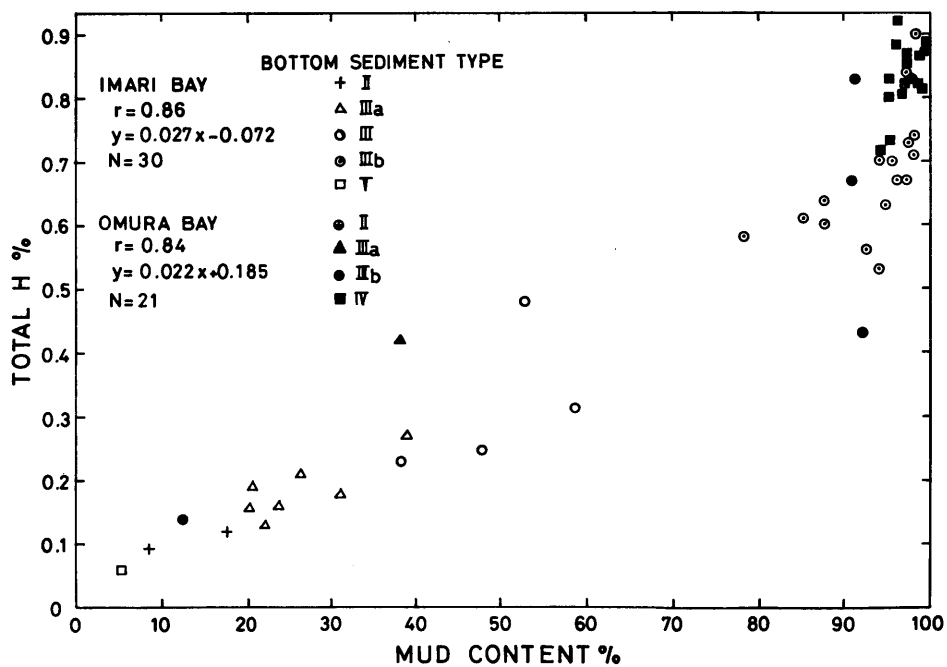
C, N含有量を他海域と比較する。伊万里湾外のC量は、含有量が1.5%以下と少ない点で厚岸湾(渡辺, 1969), 常磐沖(岩淵, 1962), 庄内沖(岩淵, 1962), 鳥取県美保湾(大嶋・横田, 1970), 橘湾(浜田, 1970)と類似する。大村湾のC量は厚岸湖(渡辺, 1969), 石巻湾(岩淵, 1962), 宍道湖(小野・小野寺, 1976), 橘湾の湾奥部と類似し, 北海道の汽水湖であるサロマ湖(渡辺, 1969), 網走湖(渡辺, 1972)と比べれば1~3%も少ない。伊万里湾内のC量は後述するように石炭粒子の混入の影響があるので, 他の湾との比較は注意を要する。いずれの海域においても細粒な堆積物に含まれるC量は多い。一般に湾におけるC量は, 湾中央部の細粒な堆積物に多く岸に近づくに従い減少する分布をしめす。大村湾のN量とその分布は浜田・浜田(1966)の結果とよく一致する。伊万里湾内, 湾外および大村湾のN量は, 鳥取県美保湾のN量に比べ10倍以上も多い。

#### B C H N含有量と含泥量

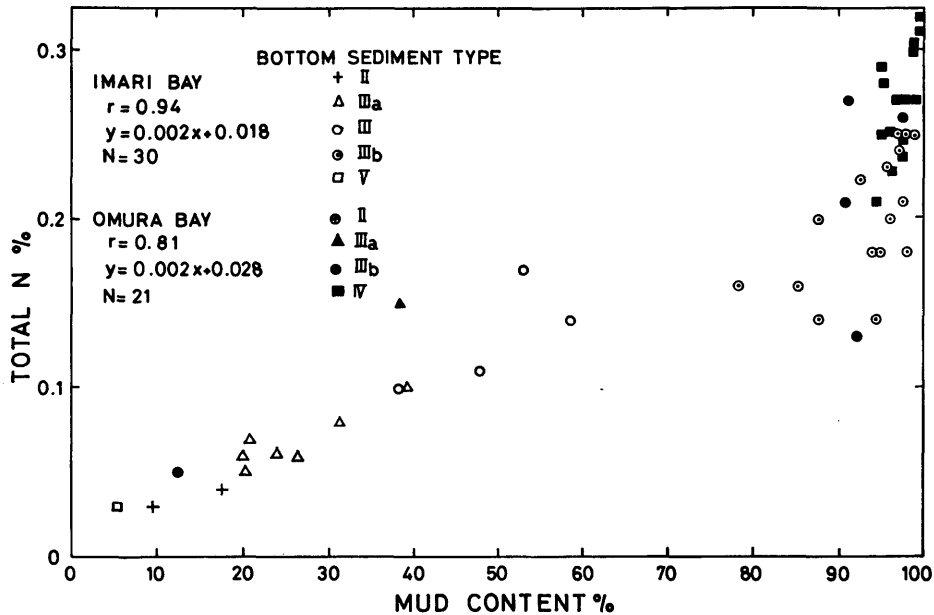
現世の堆積物に含まれる有機物の量について, KRUMBEIN and CALDWELL (1939), TRASK (1939)らは, 水中で細粒な, 無機粒子は密度の小さな有機物と同じ沈降速度で流れの緩やかな場所に堆積するため, 細粒な堆積物であるほど有機物含有量が高いことを指摘した。これらの関係は中央粒径値に対する有機炭素量(KRUMBEIN and CALDWELL, 1939; 岩淵, 1962), 平均粒度に対する有機炭素量(GROSS, McMANUS and LING, 1967), 含泥量に対するケルダール窒素量(EMERY and UCHUPI, 1972)などの研究によっても正の相関であることが認められる。両湾における底質試料の含泥量に対するC, H, N量の相関図を示した(第20, 21, 22図)。図には両湾で認められた各堆積型を記号で示している。両者には正の相関が認められ, 含泥量と各C, H, N含有量との相関係数は, 伊万里湾外と湾内の堆積物ではそれぞれ0.96, 0.86, 0.94である, 大村湾の堆積物ではそれぞれ0.88, 0.84, 0.81である。大村湾において相関が悪い。堆積型においては, V→II→IIIa→III→IIIb→IVの順に, C, H, N含有量が増大する。相関図において, 含泥量80%以上の範囲では大村湾のIV型の泥質堆積物は, 伊万里湾内のIIIb型の泥質堆積物に比べH, N量がいずれも多いところにあるが, C量には相異が認められない。



第20図 含泥量と有機炭素量との関係



第21図 含泥量と全水素量との関係



第22図 含泥量と全窒素量との関係

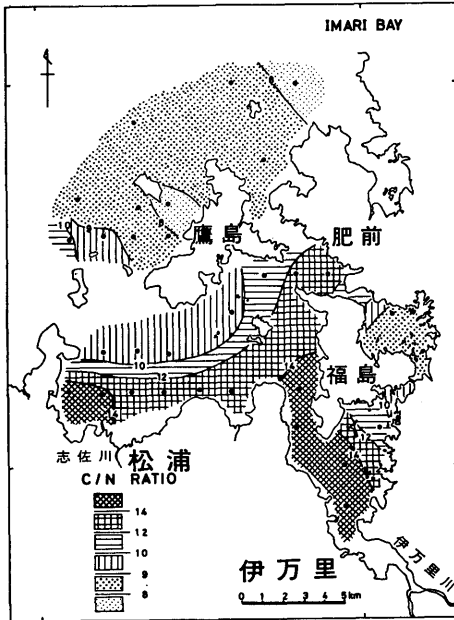
## C C/N比 (炭素率)

堆積物中の有機物のC/N比は、普通、有機炭素をケルダール窒素(全窒素)で除すことによって求められる(BADER, 1955, EMERY and UCHUPI, 1972; 渡辺, 1969)。全窒素が用いられる理由として、有機窒素の測定が繁雑であり、アンモニア態、硝酸態あるいは粘土鉱物の層間に固定された非置換態の無機窒素は量的に少なく(市原・黒田, 1964)、無機窒素もその起源は有機窒素である(TRASK, 1939)と考えられる。最近ではCHNコーダーを用いる乾式燃焼法によって全窒素が測定されている(鎌田・近藤・津留, 1979)。

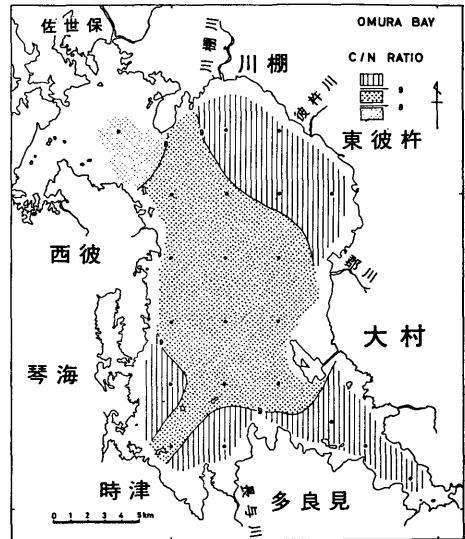
EMERY and UCHUPI (1972)によれば、アメリカの大西洋の大陸縁辺部の堆積物において、C/N比は1~25の範囲で、その中央値はおおよそ7.0であるという。TRASK (1939)によ

第2表 伊万里湾、大村湾の堆積物の有機炭素・全水素・全窒素量(平均値および範囲)

組成 地域	Organic C %	Total H %	Total N %	Total CHN %	Org.C Total N
伊万里湾外 (N=11)	0.59 0.17~1.20	0.07 0.03~0.14	0.17 0.06~0.31	0.83 0.26~1.65	8.41 5.67~10.50
伊万里湾内 (N=19)	2.29 0.72~4.43	0.19 0.06~0.25	0.62 0.21~0.90	3.10 0.99~5.58	12.30 8.55~17.72
大村湾 (N=21)	2.17 0.36~2.79	0.24 0.05~0.32	0.76 0.14~0.92	3.17 0.55~3.99	8.90 7.20~9.62



第23図 伊万里湾におけるC/N比の分布



第24図 大村湾におけるC/N比の分布

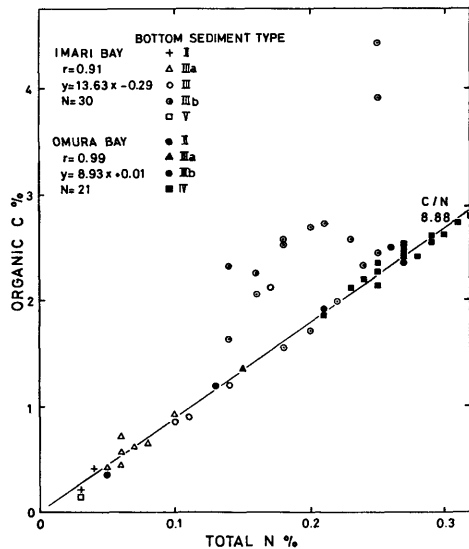
れば、現世堆積物のC/N比は8~12の範囲で平均値は10であるとしている。

伊万里湾外と大村湾の堆積物においてC/N比の平均値はそれぞれ8.41, 8.90である。伊万里湾の湾内堆積物においては平均値は12.30と高い値を示す(第2表)。

伊万里湾内の堆積物では、福島東の地点(St. 30, 31)でC/N比がそれぞれ8.61, 8.55であるのを除くと9.00以上である。C/N比が12以上である堆積物は湾の南部から福島の西部および湾奥部に広く分布し、最大値を示す地点 St.15 での値は17.72である(第23図)。

大村湾において、C/N比が9以上である堆積物は、湾の東北部と南部に分かれて分布するが、湾口部から西岸部に至る地域では9より小さい(第24図)。

C量とN量との関係を第25図に示す。伊万里湾内外の堆積物と大村湾の堆積物について両者の相関係数はそれぞれ0.91, 0.99である。伊万里湾外、湾内および大村湾では海況、堆積物などに相違があるものの、C/N比が8.88を示す直線付近に集まる。C量に富むか、あるいはN量が少なくて、C/N比が高くなったものは伊万里湾内のⅢb型の泥質堆積物が多い。C/N比が高い地点 St. 15, 16の堆積物には砂の粒径の石炭粒子が多量に認められるので、



第25図 全窒素量と有機炭素量との関係



C/N比の高いものは石炭粒子の混入のためである。しかし、C/N比が高い試料のなかには、N量が少ないものがあり、またC/N比が8.88の直線付近にある試料にも石炭粒子が認められるので、ほかの要因を検討する必要がある。

伊万里湾の堆積物のC/N比は堆積型でV→II→IIIa→III→IIIbの順に従い高くなっているが、大村湾では、C/N比はII→IIIa→IIIbの順に高くなるが、IV型では低くなっている。

## VI ま と め

伊万里湾の30地点（湾外11，湾内20）と、大村湾の21地点より採取した51個の底質試料について、粒度組成、CaCO<sub>3</sub>およびCHN含有量を測定した。粒度分布の特徴から、両湾に共通した基準により堆積型を区分し、その分布を図示するとともに、両湾の対比を行なった。

伊万里湾の湾外では、主として砂質堆積物が広く分布し、II～IIIa（一部にV型）の堆積型が識別される。CaCO<sub>3</sub>量は平均60.35%で高い値をとるが、CHN総量は平均0.83%であって逆に低い値をとる。C/N比は平均8.41であり、大陸棚上の最も平均的な値に近い。

伊万里湾の湾内では、殆んど泥質堆積物が分布し、IIIb型に属する細シルト質堆積物が優勢である。湾口部にはIIIa型の細砂が分布し、潮流の影響により砂質に移行する状態が知られる。含泥量とCaCO<sub>3</sub>量とは逆相関であり、CaCO<sub>3</sub>の平均27.08%は湾外と比べ著しく少ない。CHN総量は平均3.10%あり、C/N比も12.30であって他と比べ著しく高い。これはC含有量の高いことに起因する。とくに、湾奥部のC量の多い所は、炭鉱の操業時の洗炭汚水の流入や、現在の海岸付近にあるボタ山の侵食に起因する、石炭の微粒子の混在によるものと考えている。

大村湾は、潮流の強い湾口部にII型、南岸に近い高島付近にIIIa型の砂質堆積物が分布する以外は、湾内底質の殆んどが、IIIa～IV型の細シルト～粘土質の泥質堆積物で占められる。IV型の堆積物は、伊万里湾では現われていない。CaCO<sub>3</sub>量は28.29%の平均値をもち、伊万里湾の湾内堆積物のそれに近い。CHN総量は平均で3.17%で、伊万里湾の湾内堆積物の場合に類似するが、C/N比は平均8.90であって比較的高い値をとる。

### （謝 辞）

本研究を進めるに当り、農林水産省西海区水産研究所の井上尚文海洋部第1研究室長には、調査計画を立案する当初から種々御教示を賜わり、また伊万里湾の現地調査では佐賀県水産試験場松原孝之場長および伊万里市波多津漁業協同組合篠崎満参事にお世話になったので謝意を表したい。分析結果の解析には、長崎大学教育学部教育工学センター西岡幸一氏の御協力に負う所が大きく、また現地調査の船上作業では同学部理科専攻生の西永優・久松邦夫・山川統の諸君、室内実験では山田瑞枝・江島朱美の諸嬢の協力を得たのでお礼を申し上げる。

本研究は文部省科学研究費を用いて行なわれたもので、関係当局へ感謝する次第である。

## 参 考 文 献

- BADER, R. G. (1955) : Carbon and nitrogen in surface and subsurface marine sediments, *Geochim. et Cosmochim. Acta*, **7**, 205—211.
- 第七管区海上保安本部 (1976) : 第30回西日本海洋調査技術連絡会会議資料
- EMERY, K. O. and UCHUPI, E. (1972) : Western North Atlantic Ocean : Topography, rocks,

- structure, water, life and sediments. Tulsa, Oklahoma.
- FOLK, R. L. (1961) : Petrology of sedimentary rocks. Hemphill's, Austin, Texas.
- GROSS, M. G., McMANUS, D. A. and LING, Hsin-Yi (1967) : Continental shelf sediments, northwestern United States. *Jour. Sed. Petrol.*, **37**, 3, 790—795.
- 浜田七郎・浜田律子 (1966) : 大村湾における赤潮発生時の底土の性状 西海区水研報告 34, 149—159.
- (1970) : 橘湾における堆積物の有機物分布 橘湾をモデルとした海況および魚群分布調査報告 (西海区水研), 33—36.
- 波多江信広・鎌田泰彦・赤井静夫 (1973) : 佐賀県伊万里市の伊万里貝層 第四紀研究 **12**, 3, 103—112.
- (1976) : 大村湾を中心とする地域の地質構造発達史 鹿児島大理学部紀要 9, 21—40.
- 星野通平 (1952) : 日本近海大陸棚上の泥質堆積物について 地質雑 **58**, 677, 41—53.
- INMAN, D. L. and CHAMBERLAIN, R.K. (1955) : Particle-size distribution in nearshore sediments. *Finding Ancient Shorelines*, 106—129.
- 市原優子・黒田紀子 (1964) : 有明海底の沖積層に含まれる有機物 地質雑 **70**, 831, 572—579.
- 岩淵義郎 (1962) : 二・三の海底土にみられる有機物の集積量 地質雑 **68**, 805, 585—596.
- 鎌田泰彦 (1967) : 有明海の海底堆積物 長崎大学教育自然科学研報 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— 長崎大教育自然科学研報 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.
- ・近藤 寛・津留美恵子 (1979) : 有明海沿岸の干潟堆積物の予察的研究 同上 30, 75—92.
- (1979) : 大陸棚堆積物の性状と分布 —主として九州周辺海域を例として— 第25回西海区水研ブロック漁海況予報会議第8回シンポジウム報告書 (西海区水研) 37—60.
- KRUMBEIN, W.C. and CALDWELL, L. T. (1939) : Areal variation of organic carbon content of Barataria Bay sediments, Louisiana. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, **23**, 4, 582—594.
- 松下久道・鎌田泰彦・太田一也・小玉賢一 (1974) : 大村市富ノ原の地下地質 長崎県地学会誌 21, 22—24.
- 長崎県水産試験場 (1954) : 大村湾調査報告 特に真珠養殖場附近の調査 第1報 1—117.
- 大嶋和雄・横田節哉 (1970) : 山陰沖底質中の腐植について 地調月報 **21**, 4, 61—68.
- 小野美代子・小野寺公児 (1976) : 宍道湖・中海の堆積物中の炭素分布について 地調月報 **27**, 8, 27—45.
- SHEPARD, F. P. (1954) : Nomenclature based on Sand-Silt-Clay ratios. *Jour. Sed. Petrol.*, **24**, 3, 151—158.
- TRASK, P. D. (1939) : Organic content of recent marine sediments. *Recent Marine Sediments* (TRASK, P. D. ed.), 428—453.
- 渡辺 浩 (1969) : 北海道の内湾・潟湖底質中の有機物 —サロマ湖・厚岸湖・厚岸湾— 地質雑 **75**, 4, 209—223.
- (1972) : 網走湖底堆積物中の腐植物質 同上 **78**, 8, 393—403.

付表1 伊万里湾

地点	水深 (m)	CaCO <sub>3</sub> content %	Md $\phi$	Statistical measures				Sand-Silt-Clay ratio (%)			Mud content %	Name of Sediment
				TRASK, 1932		INMAN, 1952		SHEPARD, 1954				
				So	Sk	$\sigma \phi$	$\alpha \phi$	Sand	Silt	Clay		
1	36	69.24	2.38	2.93	1.28	2.92	0.44	77.28	14.11	8.61	20.51	Sand
2	33	52.84	2.00	1.55	1.16	1.11	-0.33	90.89	4.95	4.16	8.53	Sand
3	49	68.16	2.93	2.03	0.92	2.49	0.42	79.19	13.96	6.86	20.19	Sand
4	54	59.69	2.28	2.48	0.92	2.76	0.30	78.74	13.73	7.53	19.95	Sand
5	41	68.94	3.19	5.47	0.40	3.73	0.33	66.44	19.57	13.99	30.97	Silty sand
6	37	54.05	4.51	3.67	0.41	3.15	0.29	50.54	33.15	16.31	47.89	Silty sand
7	35	87.25	-0.11	2.02	0.67	1.35	0.38	91.52	5.63	2.86	5.24	Sand
8	31	47.80	4.58	2.68	0.33	2.40	0.58	61.52	24.71	13.78	38.26	Silty sand
9	39	49.76	5.37	3.78	0.64	2.81	0.25	39.93	42.04	18.03	58.72	Sandy silt
10	36	65.57	2.47	3.08	0.86	2.80	0.20	74.40	17.26	8.34	23.87	Silty sand
11	36	40.60	2.81	1.74	0.71	1.45	0.32	81.84	13.65	4.51	17.55	Sand
12	8	33.84	7.65	2.83	0.79	2.31	0.08	5.44	53.57	40.99	94.32	Clayey silt
13	10	17.59	7.18	2.95	1.04	2.28	0.11	5.60	62.89	31.50	94.10	Clayey silt
14	6	12.46	7.16	2.90	0.91	2.22	0.12	1.86	66.61	31.53	98.07	Clayey silt
15	27	14.53	7.70	2.48	0.60	2.15	0.21	1.49	58.41	40.11	98.52	Clayey silt
16	31	16.96	7.55	2.86	0.81	2.19	0.15	2.69	59.71	37.61	97.31	Clayey silt
17	27	18.13	7.65	2.57	0.77	2.06	0.13	2.37	59.17	38.46	97.63	Clayey silt
19	18	25.96	6.28	3.45	1.46	2.84	-0.13	21.08	53.54	25.38	78.51	Sand-silt-clay
20	22	64.05	2.68	4.46	0.38	3.54	0.39	70.77	19.16	10.07	26.22	Silty sand
21	16	20.48	6.05	2.63	0.67	2.04	0.26	11.83	70.30	17.87	87.84	Clayey silt
22	26	22.96	6.61	2.90	0.93	2.50	0.06	13.89	59.92	26.19	85.36	Clayey silt
23	30	35.76	6.42	2.70	0.57	2.17	0.34	7.15	69.84	23.01	92.83	Clayey silt
24	34	63.85	3.22	6.01	0.23	3.73	0.36	57.56	29.03	13.41	38.72	Silty sand
25	32	30.51	7.61	2.80	0.71	2.19	0.19	1.73	59.04	39.23	98.23	Clayey silt
26	27	28.37	7.40	3.11	0.91	2.37	0.09	2.07	59.45	38.48	97.21	Clayey silt
27	27	23.91	7.53	3.03	0.85	2.40	0.06	4.19	55.07	40.74	95.81	Clayey silt
28	25	19.29	4.25	22.08	5.01	5.11	-0.18	30.31	34.52	35.18	52.87	Sand-silt-clay
29	15	26.70	7.11	3.08	1.07	2.67	-0.08	11.93	53.62	34.45	87.71	Clayey silt
30	12	22.19	7.49	2.63	0.77	2.18	0.12	3.75	58.50	37.76	94.97	Clayey silt
31	6	16.96	7.57	2.72	0.83	2.16	0.07	2.62	57.20	40.18	96.28	Clayey silt

付表2 大村湾

地点	水深 (m)	CaCO <sub>3</sub> content %	Md $\phi$	Statistical measures				Sand-Silt-Clay ratio (%)			Mud content %	Name of Sediment
				TRASK, 1932		INMAN, 1952		SHEPARD, 1954				
				So	Sk	$\sigma \phi$	$\alpha \phi$	Sand	Silt	Clay		
1	16	53.68	3.54	11.95	0.10	4.57	0.44	59.19	18.55	22.26	38.20	Clayey sand
2	18	24.89	8.50	2.43	0.62	1.53	0.25	1.79	43.75	54.46	97.60	Silty clay
3	18	23.35	8.49	2.56	0.64	1.57	0.21	0.28	44.40	55.32	99.72	Silty clay
4	20	25.33	8.52	2.50	0.69	1.55	0.18	0.30	43.27	56.43	99.64	Silty clay
5	18	24.42	8.31	2.65	0.64	1.78	0.12	0.51	46.59	52.91	98.95	Silty clay
6	20	27.39	8.22	2.51	0.60	1.81	0.17	3.82	45.50	50.68	95.32	Silty clay
7	18	22.12	7.77	2.64	0.62	2.26	0.06	7.71	47.57	44.72	91.06	Clayey silt
8	16	26.15	8.08	2.81	0.58	2.00	0.11	4.76	45.71	49.53	94.36	Silty clay
9	21	27.25	8.08	2.82	0.57	2.06	0.10	4.00	47.46	48.54	95.19	Silty clay
10	24	69.97	1.67	1.82	1.23	1.46	-0.11	87.23	5.83	6.95	12.41	Sand
12	15	52.87	7.53	2.93	0.84	2.17	0.12	5.28	55.58	39.14	92.39	Clayey silt
13	14	20.12	8.44	2.42	0.69	1.57	0.22	2.82	42.94	54.24	96.92	Silty clay
14	18	23.06	8.43	2.50	0.59	1.59	0.25	1.13	46.53	52.34	98.57	Silty clay
15	16	20.95	7.72	2.66	0.70	2.17	0.18	1.85	58.47	39.68	97.89	Clayey silt
16	18	22.60	8.36	2.56	0.56	1.66	0.24	0.58	47.97	51.55	98.91	Silty clay
17	18	23.92	8.43	2.42	0.64	1.58	0.24	2.86	43.19	53.95	95.22	Silty clay
18	18	23.95	8.52	2.54	0.70	1.57	0.16	1.65	41.08	57.27	97.45	Silty clay
19	15	24.40	7.75	2.61	0.61	2.25	0.07	4.75	49.16	46.10	90.92	Clayey silt
20	13	18.69	8.47	2.43	0.67	1.56	0.23	1.44	43.46	55.10	96.29	Silty clay
21	11	17.89	8.36	2.54	0.69	1.73	0.11	2.26	43.09	54.66	96.10	Silty clay
22	16	21.13	8.40	2.41	0.60	1.58	0.30	1.29	46.56	52.15	97.37	Silty clay

付表3 伊万里湾CHN組成

地 点	Elementary composition%			Total CHN %	Org.C Total N
	Organic	Total			
		C	H	N	
1	0.61	0.19	0.07	0.87	8.71
2	0.23	0.09	0.03	0.35	7.67
3	0.42	0.13	0.05	0.60	8.40
4	0.44	0.16	0.06	0.66	8.80
5	0.65	0.18	0.08	0.91	8.13
6	0.90	0.25	0.11	1.26	8.18
7	0.17	0.06	0.03	0.26	5.67
8	0.86	0.23	0.10	1.19	8.60
9	1.20	0.31	0.14	1.65	8.57
10	0.56	0.16	0.06	0.78	9.33
11	0.42	0.12	0.04	0.58	10.50
12	1.63	0.53	0.14	2.30	11.64
13	2.53	0.70	0.18	3.41	14.06
14	2.54	0.74	0.18	3.46	14.11
15	4.43	0.90	0.25	5.58	17.72
16	3.92	0.84	0.25	5.01	15.68
17	2.72	0.73	0.21	3.66	12.95
19	2.05	0.58	0.16	2.79	12.81
20	0.72	0.21	0.06	0.99	12.00
21	2.32	0.64	0.14	3.10	16.57
22	2.25	0.61	0.16	3.02	14.06
23	1.99	0.56	0.22	2.77	9.05
24	0.92	0.27	0.10	1.29	9.20
25	2.44	0.71	0.25	3.40	9.76
26	2.33	0.67	0.24	3.24	9.71
27	2.58	0.70	0.23	3.51	11.22
28	2.12	0.58	0.17	2.87	12.47
29	2.69	0.60	0.20	3.49	13.45
30	1.55	0.63	0.18	2.36	8.61
31	1.71	0.67	0.20	2.58	8.55

付表4 大村湾CHN組成

地 点	Elementary composition %			Total CHN %	Org.C Total N
	Organic	Total			
		C	H	N	
1	1.34	0.42	0.15	1.91	8.93
2	2.45	0.84	0.27	3.56	9.07
3	2.74	0.88	0.31	3.93	8.84
4	2.79	0.88	0.32	3.99	8.72
5	2.57	0.81	0.29	3.67	8.86
6	2.41	0.80	0.28	3.49	8.61
7	2.38	0.83	0.27	3.48	8.81
8	1.88	0.71	0.21	2.80	8.95
9	2.13	0.73	0.25	3.11	8.52
10	0.36	0.14	0.05	0.55	7.20
12	1.20	0.43	0.13	1.76	9.23
13	2.19	0.81	0.24	3.24	9.13
14	2.45	0.82	0.27	3.54	9.07
15	2.50	0.83	0.26	3.59	9.62
16	2.62	0.86	0.30	3.78	8.73
17	2.59	0.83	0.29	3.71	8.93
18	2.40	0.86	0.27	3.53	8.89
19	1.91	0.77	0.21	2.89	9.10
20	2.27	0.92	0.25	3.44	9.08
21	2.11	0.88	0.23	3.22	9.17
22	2.35	0.82	0.25	3.42	9.40