

茨城県中部, 瓜連丘陵の第四系泥質層の化学組成・  
化石珪藻から見た堆積環境

粕 武\* 安藤一男\*\* 宇野沢昭\*\*\* 坂本 亨†

KOMA, T., ANDO, K., UNOZAWA, A. and SAKAMOTO, T. (1988) Geochemical study on sedimentary environment of Quaternary mudstones of Urizura Hill, Ibaraki Prefecture, Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 39 (9), p. 573-599.

**Abstract:** The Urizura Hill, situated about 10 km to the north of Mito City, is a flat land elevated about 100 m above sea level, and is composed of the Hikita Formation of middle Pleistocene age, which is fluvial deposits filling the valley along the Kuji River. Four cycles of sedimentation from conglomerate at the base to mud at the top in the formation are distinguished and a succession of the formation can be observed at the southeastern corner of the hill.

Mudstones of the first and the third units of the formation, the thickness of which is 8.4 m and 12.5 m respectively, were sampled and various chemical forms of sulfur and carbon were analysed separately. Total nitrogen, water-soluble chlorine, metal elements and fossil diatoms were also analysed.

Some mud samples from the uppermost part of the first and the third cycles of sedimentation show high sulfur and marine diatom contents suggesting the deposition under marine environment. The muds having much carbonaceous matter show high content of sulfur, even if they were deposited under fresh water condition. The oxidation-reduction condition after deposition is supposed from the chemical forms of sulfur.

**Resümee:** Die Urizura-Hügelkette etwas mehr als 10 km nördlich der Stadt Mito mit einer Höhe von etwa 100 m über dem Meeresspiegel besteht hauptsächlich aus der Hikita-Formation des mittleren Pleistozäns, und es handelt sich hierbei hauptsächlich um fluviale Ablagerungen, die das alte Flußbett des Kuji-Flusses füllen. Diese Füllung des alten Flußbettes zeigt mindestens vier Zyklen von Konglomerat, Sand und Schlamm, und fast die gesamte Formation von der Basis bis zur Obergrenze kann am großen Zutageliegen an der Kiesausschachtungsstelle im Norden des Hügels an der Südwestseite der Hügelkette gesehen werden.

An diesem Zutageliegen haben die Autoren in Abständen von etwa 5 cm in vertikaler Richtung insgesamt 375 Proben aus der zwischen der ersten und der dritten Ablagerungsschicht (mit Dicken von 8.4 m bzw. 12.5 m) eingeschlossenen zweiten Schicht des von der Hikita-Formation eingeschlossenen pelitischen Gesteins entnommen und den Gesamtschwefelgehalt analysiert. Weiterhin wurden dann für 48 auf der Grundlage der Ergebnisse der Analyse des Gesamtschwefelgehalts entnommene Proben Untersuchungen in Bezug auf die chemische Formen der Schwefelmenge und die Kohlenstoffmenge, wasserlösliches Salz, Metall-elemente und fossile Diatome durchgeführt.

Wenn der Einfluß von Salzwasser angenommen wird, so zeigen normalerweise in einer Reduktionsumwelt die auf der Grundlage der Gesamtschwefelmenge geschätzte Ablagerungsumwelt und die auf der Grundlage der fossilen Diatome

\* 技術部 \*\* 埼玉県立豊岡高等学校 \*\*\* 環境地質部  
† 元地質部 (現 名古屋大学)

geschätzte Umwelt eine gute Übereinstimmung. Für den Ausnahmefall des Einschusses von Kohlenstoffmaterialien in pelitischem Gestein ist die Schwefelmenge in Schichten mit der Hervorbringung von Diatomen mit Süßwassercharakteristik größer, aber es wurde gefunden, daß in diesem Fall die Metallelemente einen Index für die Umweltbeurteilung geben. Die chemische Formen der Schwefels erlaubt eine Erfassung der Redox-Umwelt nach der Ablagerung. Unter Berücksichtigung der Analyseergebnisse für anderes als das oben erwähnte pelitische Gestein des zweiten Ablagerungszyklus kann angenommen werden, daß mindestens ein Teil des pelitischen Gesteins von ersten Zyklus bis zum obersten Teil des dritten Zyklus der Hikita-Formation unter dem Einfluß von Salzwasser gebildet worden ist.

Es kann angenommen werden, daß bei der Hikita-Formation das Flußtal allmählich aufgefüllt wurde, während die Umgebung wiederholt zwischen einer Flußumgebung (Ablagerung von Konglomerat und Sand) und einer Flußmündungsumgebung (Ablagerung pelitischer Schichten) wechselte.

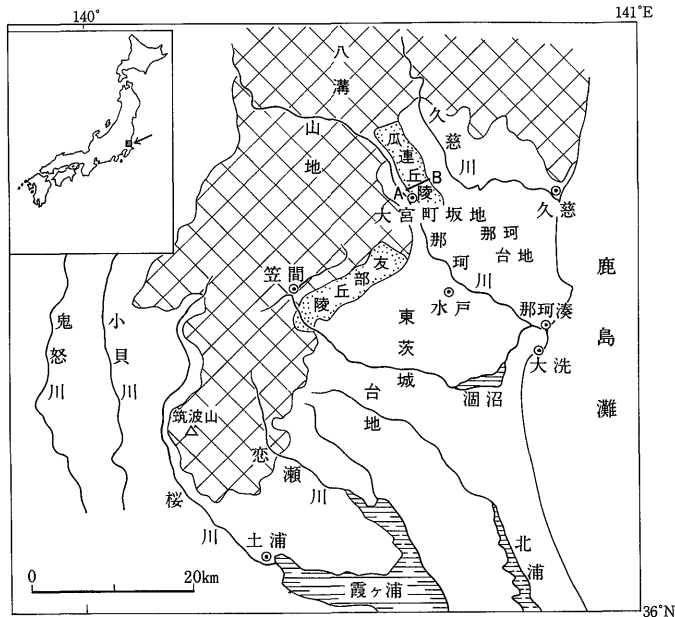
### 1. ま え が き

瓜連丘陵は、水戸市の北方10数 km に位置し、那珂川と久慈川に挟まれた北北西-南南東に伸びる海拔100 m 前後の小丘陵である(第1図)。この丘陵は、新第三系を基盤とする、主として更新世の古久慈川河谷の埋積層-引田層-によって構成されている(坂本・宇野沢, 1976)(第1表)。

丘陵南西縁の大宮町坂地の北方に最近大規模な砂利採り場が出現し、全層厚60 m 以上に達する引田層の全体が同一露頭で連続的に観察できるようになった。その結果、引田層が少なくとも四回の堆積サイクルを示す、砂

礫-砂層を主とする地層であることが判明した。引田層の河川堆積物としての様相については、牧野ほか(1982)の記述があり、砂礫-砂層の堆積状況については、坂本・正井(1982)による写真を主とした簡単な紹介がある。また、泥質層については、粕ほか(1983b)によって硫黄量と微化石の予察的な分析が行われ、堆積環境について若干の考察がなされている。

今回の研究は、引田層の堆積環境の変遷をより詳細に明らかにすると同時に、堆積層中の硫黄量にもとづく堆積環境推定法の有効性をさらに詳しく検討することを目的としている。そのために引田層中に挟まれる泥質層について鉛直方向に連続的な試料採取を行い、その全試料



第1図 瓜連丘陵の位置

第1表 茨城県中部、瓜連丘陵付近の地質層序の概要

|      |             |                    |
|------|-------------|--------------------|
| 更    | 後 期         | 関東ローム層             |
|      |             | 額田(段丘)礫層           |
|      |             | 見 和 層              |
| 新 世  | 中 期         | 粟河軽石層              |
|      |             | 所 貫 礫 層            |
|      |             | 引 田 層 (河谷埋積層)      |
|      |             | 新 町 礫 層 } (埋没段丘礫層) |
|      |             | 古 徳 礫 層 }          |
| 前 期  |             |                    |
| 新第三紀 | 基 盤 (中新統泥岩) |                    |

(375 個)の硫黄量の分析を行った。ついで全硫黄分析結果を考慮して選定した一部試料(48 個)について形態別硫黄, 形態別炭素, 金属元素及び化石珪藻の分析を行った。このように地球化学的指標成分と化石珪藻を多数の同一試料について分析し, 詳細に検討された研究は今までに例のないものである。

## 2. 引田層の地質学的位置付け

引田層は, 瓜連丘陵の主体を構成する更新世の古久慈川の河谷埋積層である。第2図の模式断面図に示したように, 本層は新第三系(中新統)の泥岩を削ってつくられた河谷を埋めたもので, 下位には古徳礫層, 新町礫層と呼ばれる埋没段丘礫層があり, 上位には所貫礫層と粟河軽石層が発達する。

今回試料採取を行った露頭の柱状図を第3図に示す。この柱状図は, 同一砂利採り場について粕ほか(1983 b)に掲載した柱状図と細かな点で食い違っているが, これは引田層が側方変化の激しい地層であるため, 採掘の進行に伴って次々と露頭状況を変えていった結果にほかな

らない。例えば, 第3図に示した第II堆積サイクル上半部の泥質層は, 今回の試料採取をした露頭では, 全く失われていた。第3図に示してあるのは, 前回の露頭調査の結果に新たに見られた地層を加えたものである。

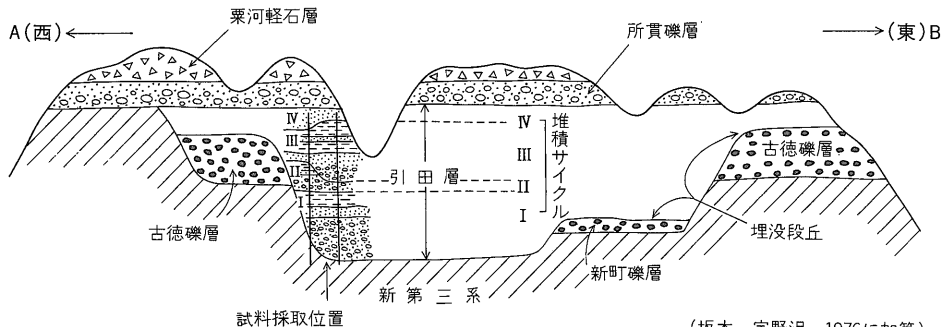
第3図に示したように, 砂利採り場の引田層は少なくとも四回の堆積サイクルを示している。このうち最上位のもの(第IV)はここでは砂層のみが見られるが, ほかの堆積サイクル(第I-第III)では, 上方へ向かって礫(砂)→砂→シルトという規則的な層相変化を示している。今回の試料採取は, 第Iと第III堆積サイクルの泥質層について行った。

引田層の地質時代に関しては, それが東茨城台地を構成して広く発達する見和層(最終間水期の海進に伴う海成堆積物, 海拔 50 m から 30 m の台地をつくる)より古く(小池, 1984; 坂本, 1986), 海拔 100 m 前後の丘陵をつくっており, かつ, 構造的変形を受けていない点から漠然と更新世中期と予測されるが, 年代を積極的に指示する証拠は今のところない。

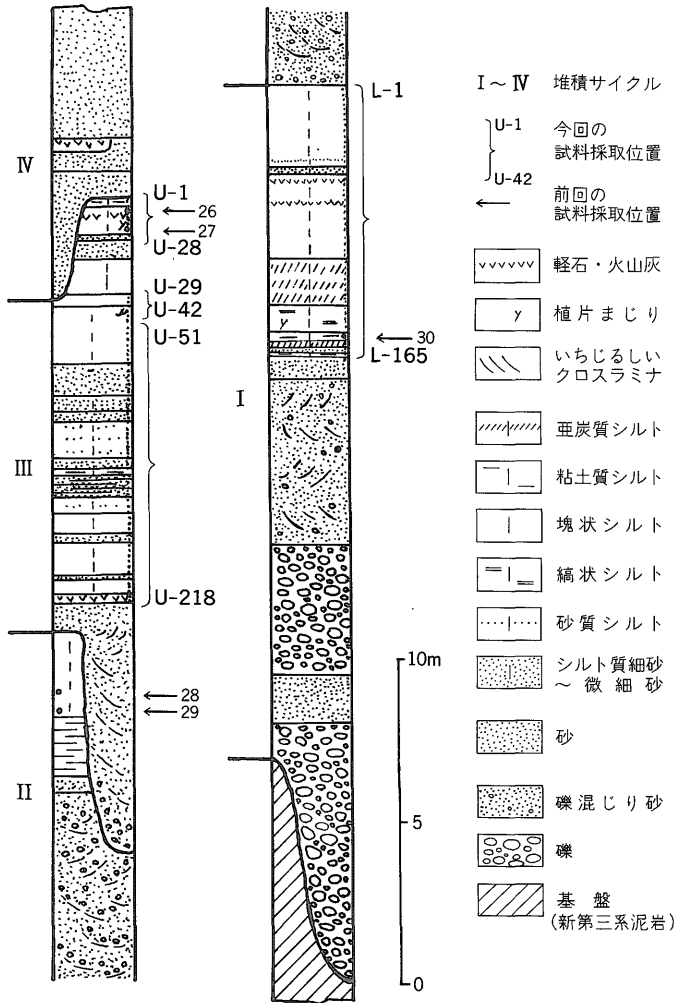
粟河軽石層については, 今回の試料採集と同時に, フィッシュトラック年代測定用の試料を採取して, 年代測定を試みたが, 外来性の異種年代ジルコンの混入が多く, 確定的な結果を得ることはできず, 「粟河軽石層の年代は,  $1.1 \pm 0.2$  Ma, ないしそれより若い」といえるのみであった。

## 3. 試料採取

今回, 全硫黄量および珪藻の分析に供した試料は, 引田層の主として泥質層から採取した。採取範囲は, 第3図に示したように, 第III堆積サイクルの泥質層については全層厚 12.5 m のうち 10.5 m 分(85%)に, 第I堆積サイクルの泥質部については, 全層厚 8.4 m の全体に及んでいる。前者の試料が U-1-218 (うち U-43-50



第2図 瓜連丘陵の第四系の模式断面



第3図 瓜連丘陵引田層の試料採取位置と露頭柱状

は欠), 後者の試料が L-1-165 であり, 総数は 375 個に達した。

これらの試料はすべて, できるだけ鉛直な壁面を持つトレンチを露頭に切り, 新鮮な部分を露出させてから, 原則として厚さ 5 cm づつ鉛直方向に連続的に採取したものである。ただし 5 cm の範囲内で層相が変わった時は, 上下の両層相にまたがって試料採取した場合 (U-22, U-97) や, 両層相を区別して別々に採取した場合 (U-54 と U-55, U-57 と U-58), 及び一方の層相のみから採取した場合 (U-53, 89, 98, 103, 106) がある。以上のような採取試料と層相の対応を, 付表 A-1 に示した。

以上の試料について, 全硫黄量に関しては 375 個全部

を分析した。珪藻, その他の分析成分については全硫黄の分析結果にもとづき, 全硫黄含量が大きく変化する境の上下で 2-10 個間隔に 1 個, 全硫黄量が安定した部分のうち代表的な試料については, 約 20 個間隔に 1 個の割合で試料を選んで分析した。その結果第 I 堆積サイクルでは 5-10 個間隔, 第 III 堆積サイクルでは全硫黄量の変化の少ない部分で 20 個に 1 個, 全硫黄の変化に富む部分で 2-3 個に 1 個の計 48 個になった。

なお, 第 II 堆積サイクルの泥質部については, 狛ほか (1983 b) に述べた試料 (第 3 図-28, 29 に相当する) を利用した。

## 4. 分析法

### 4.1 化学分析

#### 硫黄・水溶性塩素

全硫黄 (total S) は高周波誘導加熱燃焼法と電量滴定法を組み合わせた方法 (KAJIYAMA and HOSHINO, 1971) を用いた。内径 2 cm, 高さ 2.5 cm のアルミナ製試料ルツボに, 試料 0.1-0.5 g (試料の硫黄含量によって増減した) を秤り採り, 燃焼材として鉄粉 1.0 g, および助燃剤として粒状スズ 2-3 個 (約 0.2 g) を加え, 加熱コイルを巻いた石英管内に挿入し, 酸素を送りながら 6 分間加熱する。炉内の温度は発生する高周波誘導電流を利用するので数秒間でほぼ 1600°C の高温に達し, 鉄粉・スズを溶解する。その際, 試料の分解が起こり硫黄分は二酸化硫黄などの酸化物となる。2% 硫酸ナトリウムと過酸化水素からなる吸収液に捕集された硫黄酸化物を電量法で測定した。用いた装置は, 国際電子工業株式会社製「クローマチック S-VK-3 B 型」である (粕, 1987)。

#### 形態別硫黄

水抽出硫酸塩硫黄 ( $\text{SO}_4^{2-}\text{S}:\text{H}_2\text{O}$ ), 水溶性塩素 ( $\text{Cl}^-:\text{H}_2\text{O}$ ) は, 試料 1 g を精秤して, 30 ml の秤量ビンに入れ, 10 ml の水を加え, 超音波洗浄装置で 1 時間抽出した。抽出後, 遠心分離機で抽出液と固形物を分離する。抽出液を用いて水抽出硫酸塩硫黄, 水溶性塩素を液体クロマトグラフィー法と比色法を組み合わせた硫酸イオン分析機 (塩素イオンも同時定量できる) を用いて測定した。用いた装置は盛進製薬株式会社製の硫酸イオン分析機である。

塩酸抽出硫酸塩硫黄 ( $\text{SO}_4^{2-}\text{S}:0.12\text{N-HCl}$ ) は, 試料 0.2 から 1.0 g を精秤し, 100 ml のトールピーカーにいれ, 0.12 N-HCl または 1.2 N-HCl, 10 ml を加え, 時計皿でフタをして, 1 時間沸騰水中に浸し抽出する。抽出後, 50 ml のメスフラスコに入れ定容とし遠心分離機で抽出液と固形物に分離する。抽出液は硫酸イオン分析機を用いて測定した。

二硫化鉄硫黄 ( $\text{FeS}_2\text{-S}$ )\*<sup>1</sup> は, 塩酸抽出固形残渣を乾燥機で 100°C で乾燥した後, 試料 0.1-0.5 g を精秤し, 硫黄分析機で測定した。

一硫化鉄硫黄 ( $\text{FeS-S}$ )\*<sup>2</sup> は, 全硫黄から硫酸塩硫黄と二硫化鉄硫黄の含量を差し引いて求めた。

\*<sup>1</sup>: 二硫化鉄硫黄と炭素結合硫黄の含量 ( $\text{FeS}_2\text{-S} + \text{C bond-S}$ ) とする。

\*<sup>2</sup>: 一硫化鉄硫黄と元素硫黄の含量 ( $\text{FeS-S} + \text{S}^0$ ) とする。

#### 炭素・窒素

全炭素 (total C), 全窒素 (total N) は, 試料 50 mg を精秤し, 白金ボートに入れ, ヘリウムキャリアガスとして酸素を含む気流中で燃焼させ, 二酸化炭素として熱伝導度検出機で測定した。用いた装置は, 柳本製作所「C・H・N-MT-2 型」である。

有機炭素 (org. C) は, 二硫化鉄硫黄の測定に用いた試料 50 mg を精秤し, 全炭素と同様な方法で測定した。

非有機炭素 (Inorg. C) は, 全炭素から有機炭素を差し引いて求めた。

#### 金属元素

水抽出鉄 ( $\text{Fe}:\text{H}_2\text{O}$ ), 0.12 N-塩酸抽出鉄 ( $\text{Fe}:0.12\text{N-HCl}$ ), 1.2 N-塩酸抽出鉄 ( $\text{Fe}:1.2\text{N-HCl}$ ) は, 水抽出硫酸塩硫黄, 0.12 N-塩酸抽出硫酸塩硫黄, 1.2 N-塩酸抽出硫酸塩硫黄の測定時に得られた水抽出液 2 ml または 50 ml の水で定容とした塩酸抽出液 5 ml を, 50 ml のメスフラスコに分取し, 水で定容とした後の溶液 2 ml を用いた。この試料を別に 25 ml のメスフラスコ中に緩衝液 (酢酸ナトリウム 68.09 g を 500 ml の水に溶かし, 氷酢酸 28.8 ml を加え, 水で全量を 1 l とする) 3 ml と o-フェナントロリン溶液 (o-フェナントロリン塩酸塩 0.24 g を水 200 ml に溶かす) 2 ml を入れ用意してあるフラスコ内に入れ, 蒸留水で定容とする。約 20 分間放置後, 吸光光度法を用い, 500 nm 付近の波長で比色する (杉崎, 1981)。

水抽出マンガン ( $\text{Mn}:\text{H}_2\text{O}$ ), カルシウム, マグネシウム, カリウム, ナトリウム及び 0.12 N-塩酸抽出マンガン ( $\text{Mn}:0.12\text{N-HCl}$ ), カルシウム, マグネシウム, カリウム, ナトリウム, 1.2 N-塩酸抽出マンガン (1.2 N:HCl), カルシウム, マグネシウム, カリウム, ナトリウムはそれぞれ, 水抽出硫酸塩硫黄, 0.12 N-塩酸抽出硫酸塩硫黄, 1.2 N-塩酸抽出硫酸塩硫黄の測定時に得られた, 水抽出液, 0.12 N-塩酸抽出液を用いて原子吸光分析機で測定した。

全鉄 (total Fe), 全マンガン, 全カルシウム, 全マグネシウム, 全カリウム, 全ナトリウムは試料 0.1 g を精秤し, 100 ml の白金皿に入れ, 過塩素酸 5 ml, 硝酸 2 ml, ふっ化水素酸 10 ml を加え, 砂皿上で加熱分解した後, 0.3 から 0.5 N-塩酸溶液としてストロンチウム溶液を加え原子吸光分析機で測定した。使用した原子吸光分析機は日本ジャーレル・アッシュ社製 AA-8500 型である (寺島, 1970)。

見掛比重 ( $s'$ ), 容量含水率 ( $r'$ )

見掛比重及び容量含水率は試料 1-2 g をあらかじめ

表2表 瓜連丘陵の引田層における泥質層の硫黄、炭素、窒素、塩素、鉄の分析結果

| 試料番号 | 試料名   | 地層名         | 岩相             | 硫黄 %     |           |               |                 |       | 炭素 %  |       |       | 全窒素 % | 有機炭素 / 全窒素 | 水溶性塩素 % | 塩酸溶解鉄 % |
|------|-------|-------------|----------------|----------|-----------|---------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|---------|---------|
|      |       |             |                | 水抽出硫酸塩硫黄 | 塩酸抽出硫酸塩硫黄 | 一硫化鉄硫黄 + 元素硫黄 | 二硫化鉄硫黄 + 炭素結合硫黄 | 全硫黄   | 非有機炭素 | 有機炭素  | 全炭素   |       |            |         |         |
| 1    | U-2   |             | 暗灰色 粘土質シルト     | 0.216    | 0.089     | 0.362         | 1.331           | 1.998 | 0.245 | 1.261 | 1.506 | 0.073 | 17.3       | 0.002   | 0.348   |
| 2    | U-4   |             | " "            | 0.274    | 0.267     | 0.345         | 1.474           | 2.360 | 0.245 | 1.105 | 1.350 | 0.063 | 17.5       | 0.002   | 0.433   |
| 3    | U-6   |             | " "            | 0.626    | 0.349     | 0.843         | 2.466           | 4.284 | 0.295 | 1.254 | 1.549 | 0.083 | 15.1       | 0.002   | 0.650   |
| 4    | U-8   |             | " "            | 0.522    | 0.257     | 0.522         | 1.739           | 3.040 | 0.298 | 1.179 | 1.477 | 0.072 | 16.4       | 0.002   | 0.544   |
| 5    | U-10  |             | " "            | 0.335    | 0.242     | 0.358         | 1.266           | 2.201 | 0.243 | 0.937 | 1.180 | 0.056 | 16.7       | 0.002   | 0.433   |
| 6    | U-13  |             | " " 軽石混り       | 0.591    | 0.572     | 0.781         | 1.946           | 3.890 | —     | —     | 1.782 | —     | —          | 0.002   | 1.438   |
| 7    | U-16  | 引田層第Ⅲ堆積サイクル | 帯褐暗灰色 シルト炭質物多い | 0.706    | 0.490     | 0.610         | 2.779           | 4.585 | 0.020 | 2.165 | 2.181 | 0.093 | 23.3       | 0.003   | 0.831   |
| 8    | U-19  |             | " "            | 0.628    | 0.246     | 0.278         | 1.699           | 2.851 | 0.564 | 2.604 | 3.168 | 0.070 | 37.2       | 0.002   | 0.675   |
| 9    | U-22  |             | 灰色 シルト         | 0.230    | 0.280     | 0.084         | 1.040           | 1.634 | 0.377 | 2.094 | 2.471 | 0.123 | 17.0       | 0.005   | 0.479   |
| 10   | U-23  |             | " "            | 0.053    | 0.024     | 0.095         | 0.351           | 0.523 | 0.199 | 1.113 | 1.312 | 0.084 | 13.3       | 0.002   | 0.243   |
| 11   | U-25  |             | " シルト質微細砂      | 0.018    | 0.006     | 0.046         | 0.169           | 0.239 | 0.104 | 0.633 | 0.737 | 0.043 | 14.7       | 0.001   | 0.199   |
| 12   | U-27  |             | " 細砂           | 0.057    | 0.047     | 0.074         | 0.390           | 0.568 | 0.108 | 0.688 | 0.796 | 0.040 | 17.2       | 0.001   | 0.241   |
| 13   | U-29  |             | 灰~灰褐色 "        | 0.019    | 0.009     | 0.026         | 0.131           | 0.185 | 0.067 | 0.457 | 0.524 | 0.045 | 10.2       | 0.002   | 0.148   |
| 14   | U-32  |             | " "            | 0.015    | 0.021     | 0.029         | 0.187           | 0.252 | 0.035 | 0.476 | 0.511 | 0.033 | 14.4       | 0.002   | 0.175   |
| 15   | U-35  |             | " "            | 0.011    | 0.002     | 0.009         | 0.122           | 0.144 | 0.063 | 0.520 | 0.583 | 0.036 | 14.4       | 0.001   | 0.152   |
| 16   | U-38  |             | 灰色 粘土質シルト      | 0.018    | 0.005     | 0.010         | 0.131           | 0.164 | 0.107 | 0.613 | 0.720 | 0.037 | 16.6       | 0.002   | 0.196   |
| 17   | U-41  | " "         | 0.005          | 0.002    | 0.004     | 0.080         | 0.091           | 0.200 | 0.391 | 0.591 | 0.044 | 8.9   | 0.001      | 0.163   |         |
| 18   | U-52  | 灰褐色 シルト     | 0.000          | 0.002    | 0.019     | 0.061         | 0.082           | 0.177 | 0.294 | 0.471 | 0.038 | 7.7   | 0.001      | 0.028   |         |
| 19   | U-54  | " "         | 0.000          | 0.002    | 0.000     | 0.021         | 0.023           | 0.169 | 0.296 | 0.465 | 0.032 | 9.3   | 0.002      | 0.021   |         |
| 20   | U-60  | " "         | 0.001          | 0.002    | 0.006     | 0.071         | 0.080           | 0.172 | 0.312 | 0.484 | 0.032 | 9.8   | 0.003      | 0.024   |         |
| 21   | U-80  | 黄灰色 細砂      | 0.000          | 0.002    | 0.016     | 0.079         | 0.097           | 0.164 | 0.305 | 0.469 | 0.045 | 6.8   | 0.003      | 0.048   |         |
| 22   | U-100 | " "         | 0.000          | 0.002    | 0.007     | 0.088         | 0.097           | 0.148 | 0.314 | 0.462 | 0.033 | 9.5   | 0.002      | 0.035   |         |
| 23   | U-120 | " 砂質シルト     | 0.000          | 0.007    | 0.012     | 0.087         | 0.106           | 0.159 | 0.320 | 0.479 | 0.032 | 10.0  | 0.004      | 0.030   |         |
| 24   | U-140 | 淡褐色 細砂      | 0.000          | 0.004    | 0.004     | 0.078         | 0.086           | 0.161 | 0.316 | 0.477 | 0.034 | 9.3   | 0.001      | 0.035   |         |
| 25   | U-160 | 灰褐色 砂質シルト   | 0.000          | 0.002    | 0.015     | 0.081         | 0.098           | 0.175 | 0.304 | 0.479 | 0.031 | 9.8   | 0.001      | 0.043   |         |

第2表 (つづき)

| 試料番号 | 試料名   | 地層名 | 岩相             | 硫黄%      |           |             |               |       | 炭素%   |       |       | 全窒素%  | 有機炭素/全窒素 | 水溶性塩素% | 塩酸溶解鉄% |
|------|-------|-----|----------------|----------|-----------|-------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|--------|--------|
|      |       |     |                | 水抽出硫酸塩硫黄 | 塩酸抽出硫酸塩硫黄 | 一硫化鉄硫黄+元素硫黄 | 二硫化鉄硫黄+炭素結合硫黄 | 全硫黄   | 非有機炭素 | 有機炭素  | 全炭素   |       |          |        |        |
| 26   | U-180 |     | 黄褐色 シルト        | 0.000    | 0.002     | 0.014       | 0.083         | 0.099 | 0.185 | 0.311 | 0.496 | 0.032 | 9.7      | 0.001  | 0.023  |
| 27   | U-200 |     | " "            | 0.000    | 0.002     | 0.014       | 0.092         | 0.108 | 0.184 | 0.304 | 0.488 | 0.035 | 8.7      | 0.000  | 0.024  |
| 28   | U-218 |     | 灰褐色 細砂         | 0.000    | 0.001     | 0.000       | 0.074         | 0.075 | 0.171 | 0.309 | 0.480 | 0.034 | 9.1      | 0.002  | 0.038  |
| 29   | L-8   |     | 黄灰色 シルト        | 0.000    | 0.001     | 0.000       | 0.090         | 0.091 | 0.188 | 0.316 | 0.504 | 0.031 | 10.2     | 0.000  | 0.023  |
| 30   | L-18  |     | " "            | 0.000    | 0.002     | 0.001       | 0.073         | 0.076 | 0.191 | 0.307 | 0.498 | 0.036 | 8.5      | 0.002  | 0.024  |
| 31   | L-25  |     | " "            | 0.000    | 0.001     | 0.029       | 0.168         | 0.198 | 0.229 | 0.303 | 0.532 | 0.036 | 8.4      | 0.001  | 0.024  |
| 32   | L-34  |     | 黄灰~暗褐色         | 0.001    | 0.000     | 0.010       | 0.179         | 0.190 | 0.204 | 0.333 | 0.537 | 0.037 | 9.0      | 0.001  | 0.028  |
| 33   | L-45  |     | 暗灰~暗青灰色        | 0.004    | 0.000     | 0.000       | 0.062         | 0.066 | 0.210 | 0.385 | 0.595 | 0.037 | 10.4     | 0.002  | 0.140  |
| 34   | L-52  | 引田  | 暗灰色 砂質シルト      | 0.032    | 0.038     | 0.030       | 0.660         | 0.760 | 0.188 | 0.339 | 0.527 | 0.047 | 7.2      | 0.002  | 0.228  |
| 35   | L-55  | 層第  | 黒灰色 シルト質細砂     | 0.011    | 0.012     | 0.013       | 0.141         | 0.177 | 0.223 | 0.373 | 0.596 | 0.039 | 9.6      | 0.002  | 0.430  |
| 36   | L-63  | I   | 暗灰色 シルト        | 0.017    | 0.004     | 0.007       | 0.097         | 0.125 | 0.075 | 0.613 | 0.688 | 0.037 | 16.6     | 0.002  | 0.185  |
| 37   | L-75  | 堆積  | 淡灰褐色 火山灰       | 0.058    | 0.039     | 0.110       | 0.378         | 0.585 | 0.361 | 0.474 | 0.835 | 0.054 | 8.8      | 0.001  | 0.269  |
| 38   | L-76  | サ   | 暗灰色 シルト        | 0.011    | 0.030     | 0.000       | 0.104         | 0.145 | 0.191 | 0.711 | 0.902 | 0.056 | 12.7     | 0.001  | 0.226  |
| 39   | L-85  | イ   | " "            | 0.009    | 0.009     | 0.003       | 0.282         | 0.303 | 0.317 | 1.004 | 1.321 | 0.058 | 17.3     | 0.001  | 0.388  |
| 40   | L-95  | ク   | " "            | 0.093    | 0.111     | 0.146       | 1.054         | 1.404 | 0.276 | 0.648 | 0.924 | 0.077 | 8.4      | 0.002  | 0.463  |
| 41   | L-96  | ル   | " "            | 0.011    | 0.006     | 0.011       | 0.261         | 0.289 | 3.232 | 0.747 | 3.979 | 0.059 | 12.7     | 0.001  | 1.017  |
| 42   | L-104 |     | 黒灰色            | 0.010    | 0.010     | 0.017       | 0.223         | 0.260 | 0.331 | 0.910 | 1.241 | 0.074 | 12.3     | 0.001  | 0.441  |
| 43   | L-116 |     | 暗灰色 亜炭質シルト     | 0.015    | 0.008     | 0.033       | 0.190         | 0.246 | 0.305 | 0.762 | 1.067 | 0.076 | 10.0     | 0.002  | 0.337  |
| 44   | L-130 |     | チョコレート色 "      | 0.017    | 0.002     | 0.030       | 0.073         | 0.122 | 0.321 | 0.705 | 1.026 | 0.075 | 9.4      | 0.001  | 0.324  |
| 45   | L-144 |     | 青黒粘土質灰白色 シルト   | 0.009    | 0.010     | 0.002       | 0.356         | 0.377 | 0.257 | 0.624 | 0.881 | 0.083 | 7.5      | 0.000  | 0.311  |
| 46   | L-152 |     | 暗灰~灰白色         | 0.015    | 0.000     | 0.001       | 0.212         | 0.228 | 1.057 | 0.654 | 1.711 | 0.051 | 12.8     | 0.000  | 1.057  |
| 47   | L-158 |     | チョコレート色 亜炭質シルト | 0.134    | 0.089     | 0.051       | 1.189         | 1.463 | 0.206 | 0.544 | 0.750 | 0.052 | 10.5     | 0.000  | 0.231  |
| 48   | L-162 |     | 黄灰色 細砂         | 0.006    | 0.096     | 0.008       | 0.146         | 0.256 | 0.380 | 0.931 | 1.311 | 0.041 | 22.7     | 0.000  | 0.209  |

茨城県中野、瓜連丘陵の第四系泥質層の化学組成・化石含量から見た堆積環境 (前 ほか)

第 3 表 瓜連丘陵の引田層における泥質層

|               |           | 硫 黄 %       |             |             |               |             |
|---------------|-----------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------|
|               |           | 水抽出硫酸塩硫黄    | 塩酸抽出硫酸塩硫黄   | 一硫化鉄硫黄+元素硫黄 | 二硫化鉄硫黄+炭素結合硫黄 | 全硫黄         |
| 第Ⅲ堆積サイクル (28) | 範囲        | 0.000-0.706 | 0.001-0.570 | 0.000-0.843 | 0.021-2.779   | 0.023-4.585 |
|               | 平均値       | 0.154       | 0.105       | 0.141       | 0.577         | 1.070       |
|               | 全硫黄との相関係数 | 0.98        | 0.95        | 0.96        | 1.00          | —           |
| 第Ⅰ堆積サイクル (20) | 範囲        | 0.000-0.134 | 0.000-0.096 | 0.000-0.146 | 0.062-1.189   | 0.066-1.463 |
|               | 平均値       | 0.023       | 0.023       | 0.025       | 0.297         | 0.368       |
|               | 全硫黄との相関係数 | 0.94        | 0.80        | 0.74        | 0.99          | —           |

水を満たし秤量 (W<sub>0</sub>) 及び秤量してある秤量ビン (W) に入れ精秤し (W<sub>1</sub>)、次に、この秤量ビンに水を満たして秤量 (W<sub>2</sub>) する。この際試料の表面に気泡を残さないようにする。ついでこれを容器ごと 100°C 前後に保温してある乾燥機に入れ、沸騰させないように水分を蒸発させ、その後、105°C で 2-4 時間、恒量となるまで乾燥し秤量 (W<sub>3</sub>) する。計算は次の式による。(金原ほか, 1958)

$$\text{見掛比重 (s')} = \frac{W_1 - W}{(W_0 + W_1) - (W + W_2)}$$

$$\text{容積含水率 (r')} = \frac{W_1 - W_3}{(W_0 + W_1) - (W + W_2)}$$

#### 4.2 珪藻分析

試料 1g を試験管に取り、30% 過酸化水素水を約 5 ml 加え煮沸し、試料を細粒化する。これに水を加えて十分攪拌した後、30 秒ほど静置する。急速に沈降した小石、砂などを除く。残りの試料に濃塩酸約 5 ml を加えて、約 10 分間煮沸する。冷却した後、遠心分離機を用いて数回水洗し、微細な粘土粒子を取り除く。濃硝酸を用いて、濃塩酸と同様の処理をする。次に、濃硫酸で同様に煮沸した後、硝酸カリウム少量を加えて脱色する。10 回ほど水洗後、蒸留水を加え攪拌、約 1 昼夜静置する。上澄み液を捨て、残った試料を 2 枚のカバーガラス上に散布し、熱したアスベスト付き金網上で十分乾燥する。プルーラックスで封入し、永久プレパラートにする。2 枚のプレパラート中に含まれている珪藻殻を計数、同定する。同定は HENDEY (1958), HUSTEDT (1930), PATRICK and REIMER (1966; 1975), 安藤・南雲(1983) によった。

### 5. 分析結果

375 個の試料の全硫黄量と 48 個の珪藻の分析結果を

付表 A-1 に示した。その他、48 試料の硫黄、炭素の形態別組成及び全窒素、水溶性塩素、酸溶解鉄の分析結果を第 2 表に、分布範囲と平均値を第 3 表に示した。金属元素量の分布範囲と平均値を第 4 表に示した。

#### 5.1 化学成分 硫黄

総数 375 個の泥質堆積物の全硫黄量の範囲は 0.015 (L-54)-4.585 (L-16) % にわたり、平均値は 0.332% である。

第Ⅰ堆積サイクルの全硫黄量(165 個)の範囲は 0.066-1.463% で、平均は 0.368% である (第 4 図)。

この堆積サイクルは全硫黄含量から見て下部から上部に大きく 3 つのグループに分けられる (第 5 図)。

第 1 グループは、試料 L-162 から試料 L-156 までで、全硫黄は試料 L-158 を頂点とした大きなピークを形成している。第 2 グループは、試料 L-151 から試料 L-64 までで、所々に 1.0% 前後のものが見られるが、全硫黄量の範囲は 0.1-0.5% にわたる。第 3 グループは、試料 L-63 から試料 L-1 までで、上下両端で少なく、全硫黄量は 0.15 から 0.2% の平頂な山型を示す。

第Ⅲ堆積サイクルの全硫黄量(210 個)の範囲は 0.023-4.589%, 平均は 1.070% である (第 6 図)。この堆積サイクルも全硫黄含量から見て下から上に、2 つのグループに分けられる (第 7 図)。1 つは試料 U-218 から試料 U-28 までで、全硫黄がほぼ 0.1% 前後の量を示す。他のグループは、試料 U-28 から試料 U-1 までで、全硫黄量は試料 U-16 を頂点とする台状の山形をつくる。

なお、第Ⅱ堆積サイクルからは、今回は試料を採取していないが、かつてシルト層の下部から採取した 2 個の試料では、全硫黄量 0.597, 0.249% を示し、海水の進入が認められる (粕ほか, 1983 b)。

水抽出硫酸塩硫黄は、第Ⅰ堆積サイクルで含量範囲



## の硫黄、炭素、窒素、塩素、鉄の分布と平均値

| 炭 素 %       |             |             | 全 窒 素<br>%  | 有 機 炭 素<br>全 窒 素 | 水溶性塩素<br>%  | 塩酸溶解鉄<br>%  |
|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|-------------|
| 非 有 機 炭 素   | 有 機 炭 素     | 全 炭 素       |             |                  |             |             |
| 0.020-0.564 | 0.294-2.604 | 0.465-3.168 | 0.031-0.123 | 6.8-37.2         | 0.000-0.005 | 0.021-1.438 |
| 0.186       | 0.773       | 0.989       | 0.051       | 13.7             | 0.002       | 0.275       |
| —           | —           | —           | —           | —                | —           | —           |
| 0.075-3.232 | 0.303-1.004 | 0.498-3.979 | 0.031-0.083 | 7.2-22.7         | 0.000-0.002 | 0.023-1.057 |
| 0.437       | 0.584       | 1.036       | 0.053       | 11.3             | 0.001       | 0.318       |
| —           | —           | —           | —           | —                | —           | —           |

第4表 瓜連丘陵の引田層における泥質層中の金属元素の分布と平均値

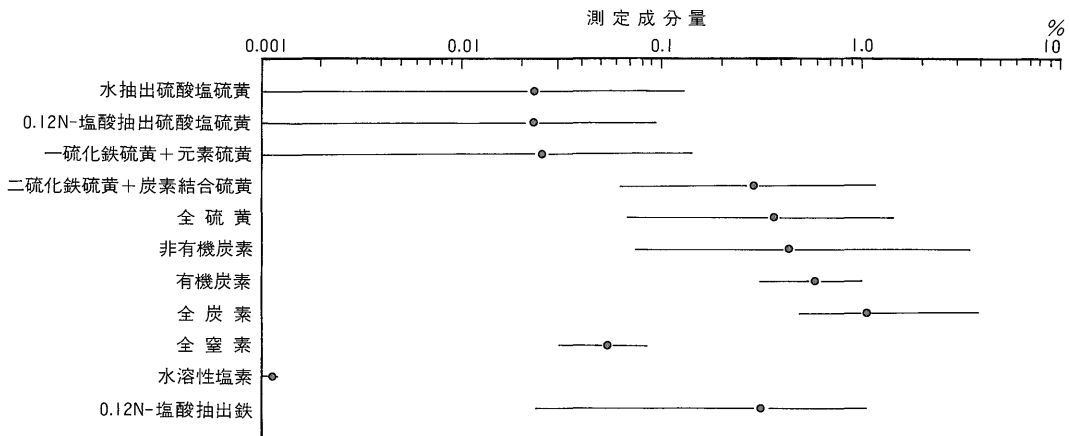
|                      |              | (%) | カルシウム       | マグネシウム      | カリウム        | ナトリウム       | 鉄           | マンガン        |
|----------------------|--------------|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 水抽出金属                | 第Ⅲ堆積サイクル(27) | 範 囲 | 0.000-0.228 | 0.001-0.113 | 0.000-0.011 | 0.000-0.011 | 0.000-0.213 | 0.000-0.011 |
|                      |              | 平均値 | 0.031       | 0.031       | 0.002       | 0.004       | 0.064       | 0.002       |
|                      | 第Ⅰ堆積サイクル(20) | 範 囲 | 0.000-0.164 | 0.002-0.050 | 0.001-0.009 | 0.002-0.010 | 0.000-0.124 | 0.000-0.008 |
|                      |              | 平均値 | 0.023       | 0.011       | 0.005       | 0.006       | 0.022       | 0.001       |
| 0.12 N<br> <br>塩抽出金属 | 第Ⅲ堆積サイクル(27) | 範 囲 | 0.246-0.399 | 0.085-0.196 | 0.024-0.048 | 0.015-0.043 | 0.021-1.438 | 0.004-0.015 |
|                      |              | 平均値 | 0.302       | 0.132       | 0.034       | 0.028       | 0.275       | 0.008       |
|                      | 第Ⅰ堆積サイクル(20) | 範 囲 | 0.248-0.419 | 0.071-0.162 | 0.031-0.068 | 0.018-0.035 | 0.023-1.057 | 0.004-0.056 |
|                      |              | 平均値 | 0.345       | 0.121       | 0.050       | 0.029       | 0.318       | 0.020       |
| 1.2 N<br> <br>塩抽出金属  | 第Ⅲ堆積サイクル(27) | 範 囲 | 0.344-0.498 | 0.120-0.281 | 0.056-0.117 | 0.038-0.083 | 0.650-1.378 | 0.010-0.031 |
|                      |              | 平均値 | 0.407       | 0.221       | 0.089       | 0.055       | 0.910       | 0.016       |
|                      | 第Ⅰ堆積サイクル(20) | 範 囲 | 0.360-0.734 | 0.015-0.304 | 0.083-0.190 | 0.028-0.104 | 0.684-1.504 | 0.006-0.038 |
|                      |              | 平均値 | 0.501       | 0.221       | 0.135       | 0.060       | 1.082       | 0.022       |
| 全測定金属                | 第Ⅲ堆積サイクル(27) | 範 囲 | 0.782-1.597 | 0.391-1.225 | 1.063-1.425 | 1.019-1.653 | 2.550-5.579 | 0.033-0.076 |
|                      |              | 平均値 | 1.151       | 0.800       | 1.296       | 1.356       | 3.330       | 0.047       |
|                      | 第Ⅰ堆積サイクル(20) | 範 囲 | 0.670-1.726 | 0.661-1.293 | 0.927-1.832 | 0.651-1.562 | 2.894-6.332 | 0.028-0.584 |
|                      |              | 平均値 | 1.262       | 0.947       | 1.395       | 1.158       | 3.692       | 0.107       |

0.000-0.134%, 平均値 0.023%, 第Ⅲ堆積サイクルで含量範囲 0.000-0.706%, 平均値 0.154% である。全硫黄に対する比率は第Ⅰ堆積サイクルで 6.9%, 第Ⅲ堆積サイクルで 14.4% で、全硫黄の多い第Ⅲ堆積サイクルが高い比率を示すのが注目される。全硫黄とはよい相関を示し、相関係数は第Ⅰ堆積サイクルで 0.94 で、第Ⅲ堆積サイクルで 0.98 である。回帰直線は第Ⅰ堆積サイクルで  $Y=0.12X+0.011$ , 第Ⅲ堆積サイクルで  $Y=0.14X+0.006$  でほぼ原点を通る直線である (第8図)。

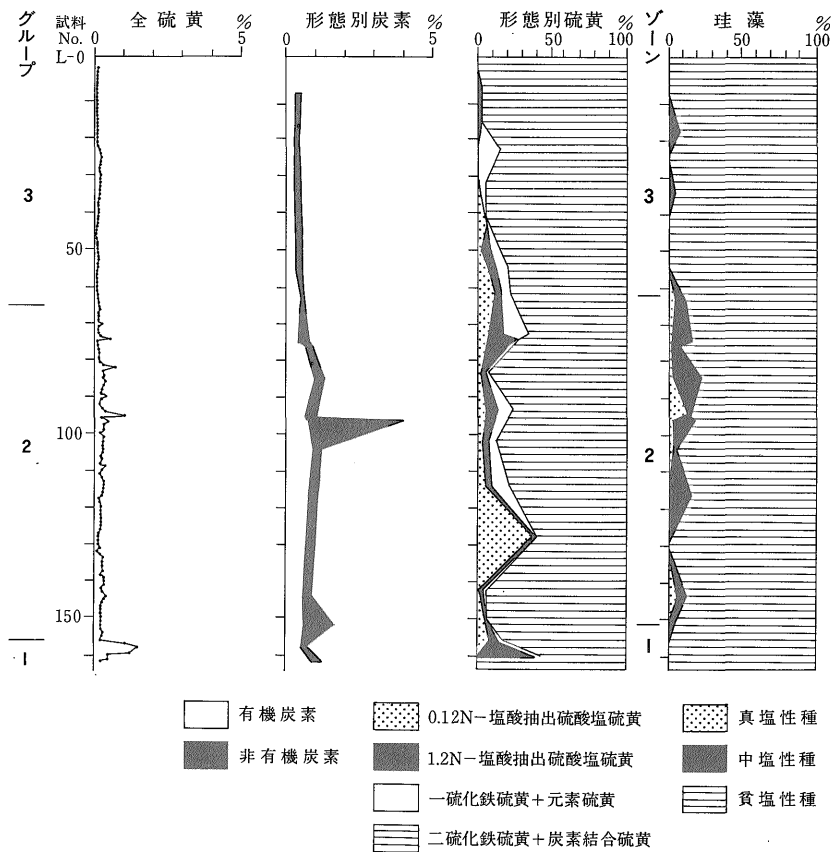
塩酸抽出硫酸塩硫黄は、第Ⅰ堆積サイクルで含量範囲 0.000-0.096%, 平均値は 0.023%, 第Ⅲ堆積サイクル

での含量範囲 0.001-0.570%, 平均値 0.105% である。ほぼ水抽出硫酸塩硫黄と同量である。相関係数は第Ⅰ堆積サイクルは 0.80, 第Ⅲ堆積サイクルは 0.95 である (第9図)。

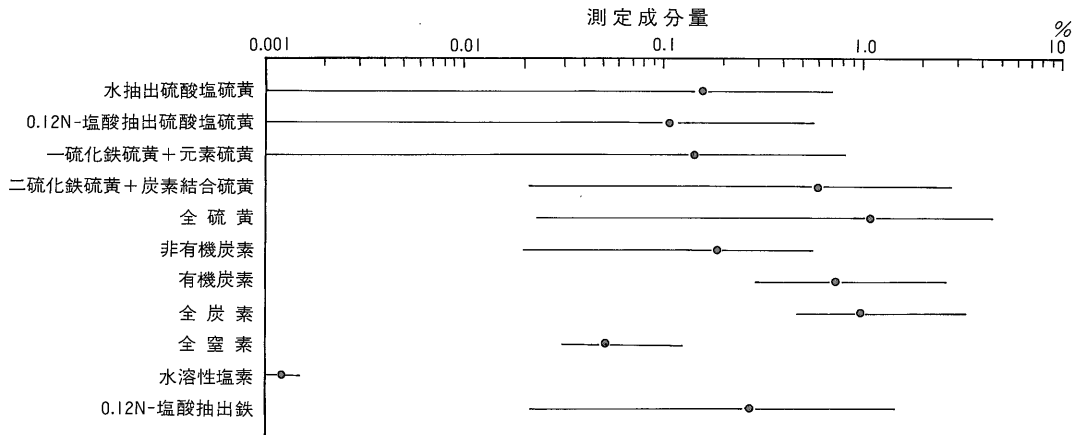
一硫化鉄硫黄は、第Ⅰ堆積サイクルで含量範囲 0.000-0.146%, 平均値は 0.025% である。第Ⅲ堆積サイクルで含量範囲 0.000-0.843%, 平均値は 0.141% である。全硫黄量に対する比率は第Ⅰ堆積サイクルで 6.8%, 第Ⅲ堆積サイクルで 13.2% である。ここでも第Ⅲ堆積サイクルで大きい。全硫黄に対する相関係数は、第Ⅰ堆積サイクルが 0.74, 第Ⅲ堆積サイクルで 0.96 である (第



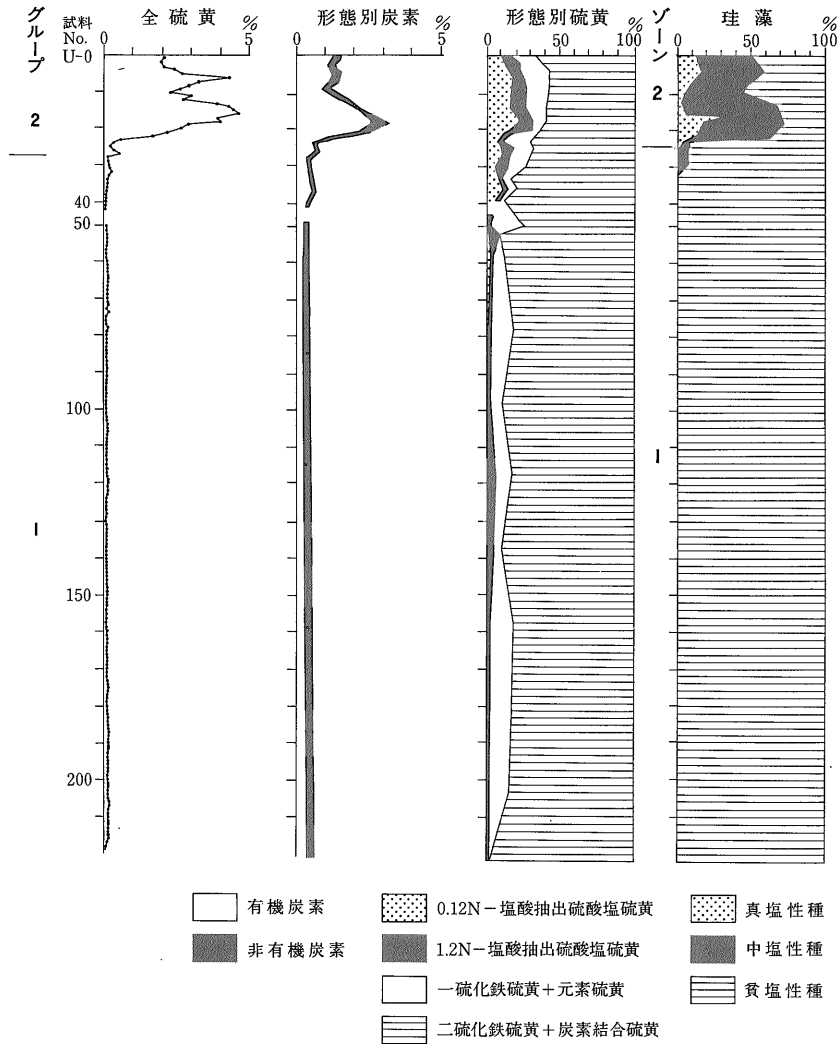
第4図 瓜連丘陵引田層の第I堆積サイクルの測定成分の分布と平均値



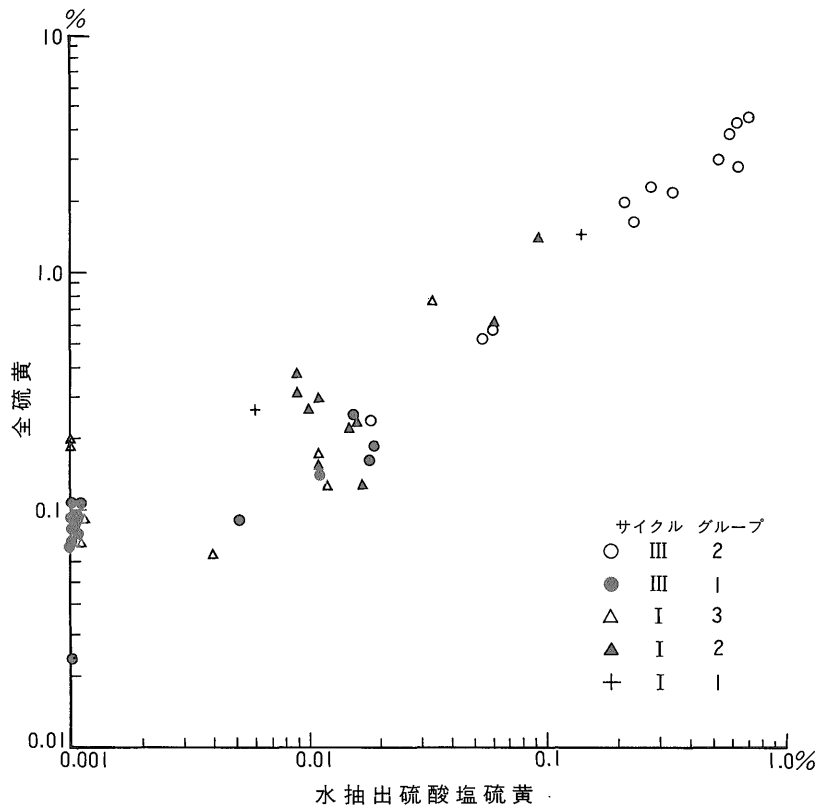
第5図 引田層第I堆積サイクルの全硫黄, 炭素の形態別組成, 硫黄の形態別組成, 珪藻の出現割合の垂直分布



第6図 瓜連丘陵引田層の第Ⅲ堆積サイクルの測定成分の分布と平均値



第7図 引田層第Ⅲ堆積サイクルの全硫黄，炭素の形態別組成，硫黄の形態別組成，珪藻の出現割合の垂直分布



第8図 水抽出硫酸塩硫黄と全硫黄の関係

10図).

二硫化鉄硫黄は、第I堆積サイクルで含量範囲0.062-1.189%, 平均値0.297%, 第III堆積サイクルで含量範囲0.021-2.779%, 平均値0.577%である。相関係数は第I堆積サイクルで0.99, 第III堆積サイクルで1.00である(第11図)。

**炭素**

全炭素量は、第I堆積サイクルで含量範囲0.498-3.979%, 平均値1.036%である。第III堆積サイクルでは含量範囲0.465-3.168%, 平均値は0.989%である。

非有機炭素量は、第I堆積サイクルで含量範囲0.075-3.230%, 平均値0.437%, 第III堆積サイクルで0.020-0.564%, 平均値は0.186%である。

有機炭素量は、第I堆積サイクルで0.303-1.004%, 平均値は0.584%, 第III堆積サイクルで0.294-2.604%, 平均値は0.733%である。全炭素に対する比率は第I堆積サイクルで56.4%, 第III堆積サイクルで74.1%である。第I堆積サイクルより第III堆積サイクルの方が高率

である。

**窒素**

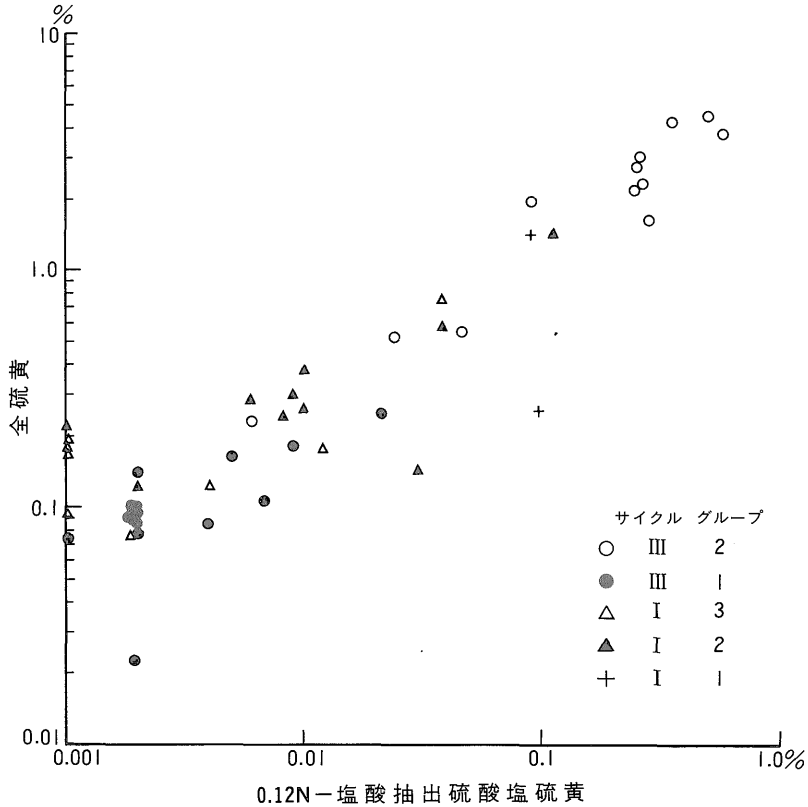
全窒素は、第I堆積サイクルで含量範囲0.031-0.083%, 平均値0.053%, 第III堆積サイクルでの含量範囲は0.031-0.123%, 平均値0.051%である。

**塩素**

水溶性塩素は、第I堆積サイクルで含量範囲0.000-0.002%, 平均値0.001%, 第III堆積サイクルでの含量範囲0.000-0.005%, 平均値0.002%である。

**金属元素**

全鉄は、第I堆積サイクルで含量範囲2.894-6.332%, 平均値3.692%, 第III堆積サイクルでは含量範囲2.550-5.579%, 平均値3.330%である(第12図)。CLARKE(1920)が明らかにした堆積物中の金属元素の分析値と比較する。CLARKEの全鉄の値は、泥岩では $Fe_2O_3$ で4.02% (Fe:2.17%),  $FeO$ では1.07% (Fe:0.83%), 合計Feとして3.00%であるから多目である。第I, 第III堆積サイクルともほぼ同じである。



第9図 0.12 N-塩酸抽出硫酸塩硫黄と全硫黄の関係

水抽出鉄は、第I堆積サイクルで含量範囲0.000-0.124%、平均値0.002%、第III堆積サイクルで含量範囲0.000-0.213%、平均値0.213%である。全鉄中に占める割合は第III堆積サイクルでは6.4%である。

0.12 N-塩酸抽出鉄は、第I堆積サイクルで含量範囲0.023-1.057%、平均値0.318%、第III堆積サイクルで含量範囲0.021-1.438%、平均値0.275%である。全鉄中に占める割合は第III堆積サイクルで8.3%である。

1.2 N-塩酸抽出鉄は、第I堆積サイクルで含量範囲0.684から1.504%、平均値1.082%、第III堆積サイクルで含量範囲0.650-1.378%、平均値0.9105である。全鉄中に占める割合は第III堆積サイクルでは27.3%である。

全カルシウムは、第I堆積サイクルでは含量範囲0.670-1.726%で、平均値は1.2625である。第III堆積サイクルでの含量範囲は0.782-1.597で平均値は1.151%である。CLARKE (1920) の全カルシウムの値は泥岩ではCaOで3.11% (Ca:2.11%)であるから、第I

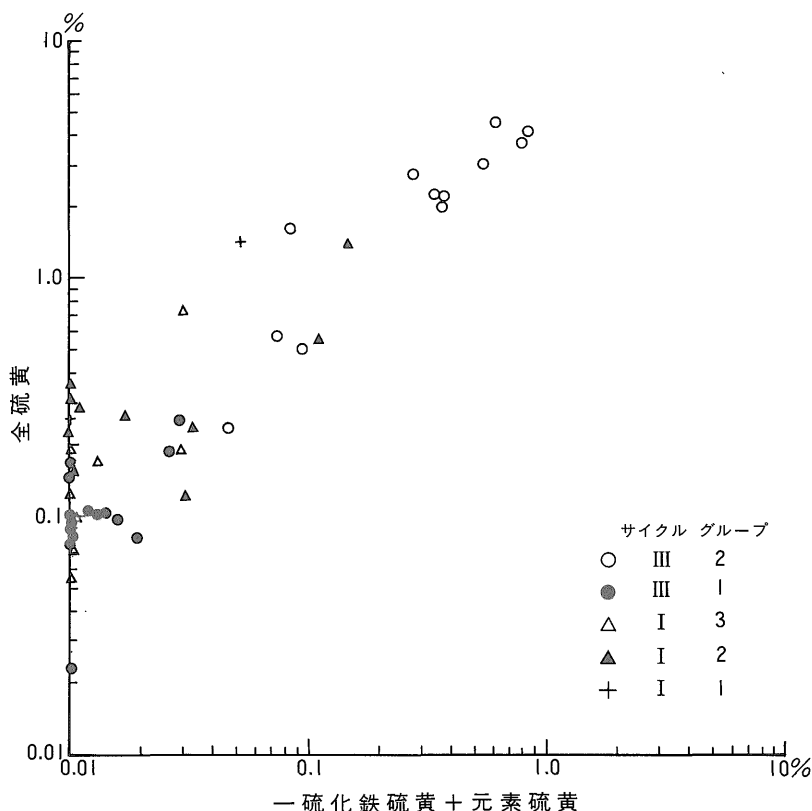
・第III堆積サイクルともそれより少ない。

水抽出カルシウムは、第I堆積サイクルにおける含量範囲0.001-0.009%、平均値0.005%である。第III堆積サイクルでの含量範囲は0.000-0.010%で平均値で0.002%である。全カルシウム中に占める割合は0.29%である。

0.12 N-塩酸抽出カルシウムの第I堆積サイクルの含量範囲は、0.248-0.419%、平均値0.345%である。第III堆積サイクルでの含量範囲は、0.246-0.399%、平均値は0.3025である。全カルシウム中に占める割合は27.8%である。

1.2 N-塩酸抽出カルシウムは、第I堆積サイクルで含量範囲0.360-0.734%、平均値0.5015である。第III堆積サイクルでの含量範囲0.344-0.498、平均値は0.407%である。全カルシウム中に占める割合は37.6%である。

全マグネシウムは、第I堆積サイクルにおける含量範囲は0.661-1.293%、平均値0.947%である。第III堆積



第10図 一硫化鉄硫黄+元素硫黄と全硫黄の関係

サイクルでの含量範囲は0.391-1.225%, 平均値0.800%である。CLARKE (1920) による泥岩中の平均全マグネシウムの値はMgOで2.44% (Mg:1.39%)であるから、第I, 第III堆積サイクルとも平均量の60%程度である。

水抽出マグネシウムは、第I堆積サイクルで含量範囲0.002-0.050%, 平均値0.011%である。第III堆積サイクルでは含量範囲0.001-0.113%, 平均値0.0315である。

0.12N-塩酸抽出マグネシウムは、第I堆積サイクルで0.071-0.162%, 平均値0.121%である。第III堆積サイクルの含量範囲は0.085-0.196%で平均値0.132%である。

1.2N-塩酸抽出マグネシウムの第I堆積サイクルにおける含量範囲は0.015-0.304, 平均値0.221%である。第III堆積サイクルでの含量範囲は0.120-0.281%, 平均値0.221%である。

全カリウムは、第I堆積サイクルでの含量範囲は

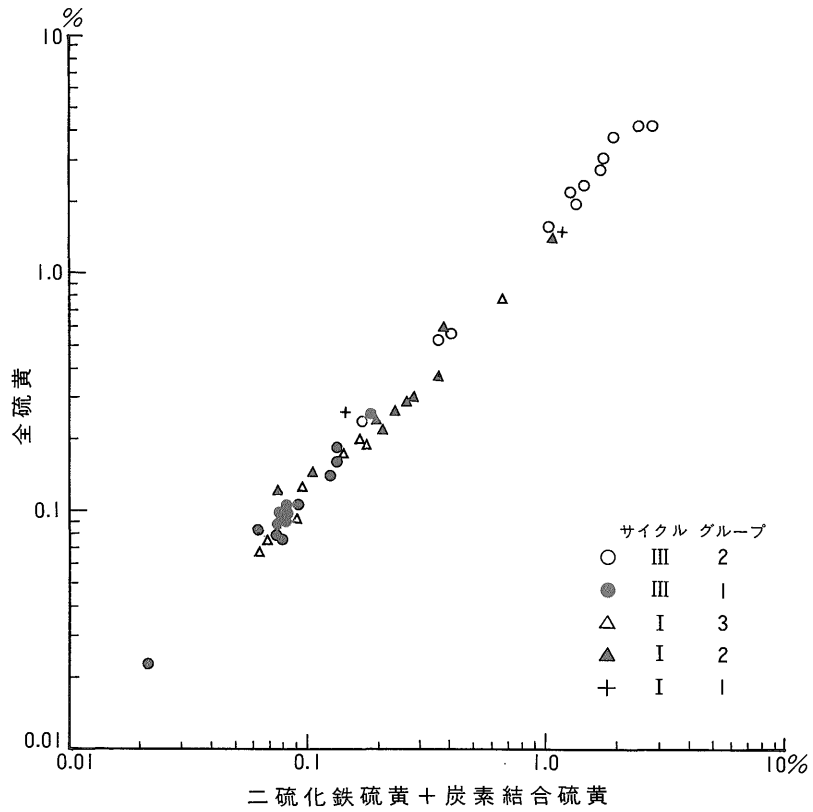
0.925-1.832%, 平均値は1.395%である。第III堆積サイクルでの含量範囲は1.063-1.425%, 平均値は1.296%である。CLARKE (1920) による泥岩中の平均全カリウムの値はK<sub>2</sub>Oで3.24% (K:2.69%)であるから第I, 第III堆積サイクルとも平均量のほぼ50%である。

水抽出カリウムは、第I堆積サイクルでは含量範囲は0.001-0.009%, 平均値は0.005%である。第III堆積サイクルでは0.000-0.010%で平均値0.002%である。

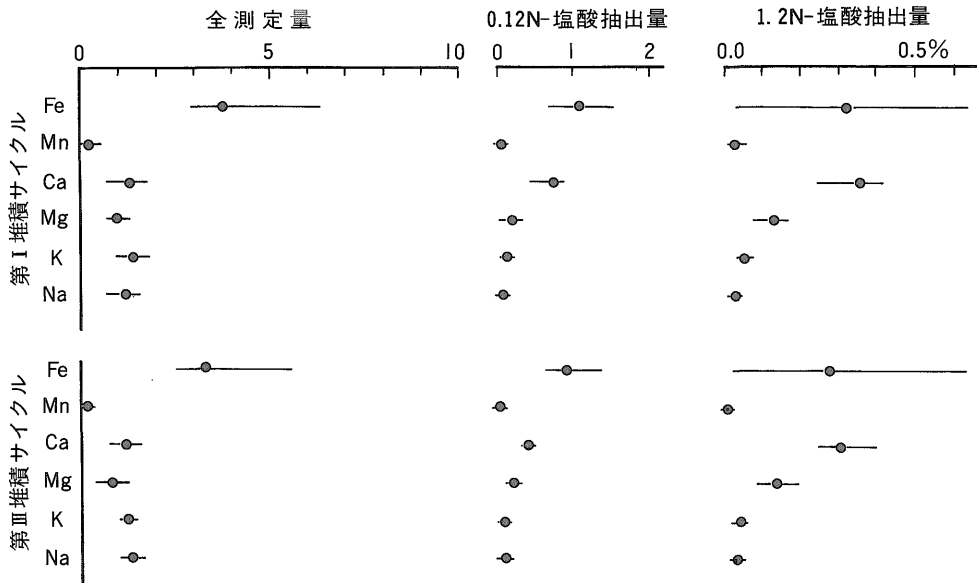
0.12N-塩酸抽出カリウムは、第I堆積サイクルでの含量範囲は0.031-0.068%, 平均値は0.050%である。第III堆積サイクルでは含量範囲は0.024-0.048%, 平均値0.034%である。

1.2N-塩酸抽出カリウムは、第I堆積サイクルでの含量範囲は0.083-0.190%, 平均値0.135%である。第III堆積サイクルでは0.056-0.117%, 平均値0.089%である。

全ナトリウムは、第I堆積サイクルにおける含量範囲は0.651-1.562%で、平均値は1.158%である。第III堆



第11図 二硫化鉄硫黄 + 炭素結合硫黄と全硫黄の関係



第12図 引田層の金属元素の濃度範囲と平均値

積サイクルでの含量範囲は1.019-1.653%, 平均値は1.356%である。CLARKE(1920)による泥岩中の平均全ナトリウムの値は $\text{Na}_2\text{O}$ で1.30%( $\text{Na}:0.96\%$ )であるから第I, 第III堆積サイクルとも平均量のほぼ1.3倍である。

水抽出ナトリウムは, 第I堆積サイクルでは含量範囲0.000-0.011%, 平均値0.004%である。第III堆積サイクルでは0.002-0.010%, 平均値0.006%である。

0.12N-塩酸抽出ナトリウムは, 第I堆積サイクルでは含量範囲0.018-0.035%, 平均値は0.029%である。第III堆積サイクルの含量範囲は0.015-0.043%, 平均値0.028%である。

1.2N-塩酸抽出ナトリウムは, 第I堆積サイクルでは含量範囲0.028-0.104%, 平均値0.060%, 第III堆積サイクルでは0.038-0.083%, 平均値0.055%である。

## 5.2 珪藻

本研究で検討した48試料から見いだされた珪藻種は44属169種である。各試料における真塩性(海水生)種, 中塩性(汽水生)種, 貧塩性(淡水生)種の出現割合を付表A-1および第5, 7図に示した。

この付表A-1および第5, 7図から明らかなように, 珪藻種の塩分に対する適応性にもとづくと, 第I堆積サイクルは3つに, 第III堆積サイクルは2つのゾーンに分帯される(全硫黄のグループとは区分が異なる)。

第I堆積サイクルの第1ゾーンは試料L-162から試料L-152までで珪藻量が多い。出現種のすべて, あるいは大部分は貧塩性種で占められている。優占種は*Diatoma vulgare*, *Melosira varians*, *Synedra inaequalis*, *Rhopalodia gibberula*, *Achnanthes lanceolata*, *Gomphonema parvulum*, *Cocconeis placentula*である。これらのうち*Diatoma vulgare*, *Synedra inaequalis*, *Achnanthes lanceolata*, *Gomphonema parvulum*は好流水性とされている種類であり, 他は流水不定性種である。

第2ゾーンは試料L-144から試料L-63までで, 珪藻量の少ない試料, 普通あるいは多い試料と様々である。出現種はほぼ10-20%の中塩性種と数%前後の真塩性種である。優占種は試料によってまちまちである。

第3ゾーンは, 試料L-55から試料L-8までで珪藻量は非常に少ない。出現種は貧塩性種がほとんどで, 試料L-34, L-18に少量の中塩性種が見られるだけである。中塩性種は, *Bacillaria paradoxa*, *Thalassiosira bramaputrae*, *Navicula peregrina*, *Nitzschia parvula*, *Synedra pulchella*で, いずれも汽水域で最もよく繁殖するが, 淡水域でもしばしば見いだされて

いる種類である。

第III堆積サイクルの第1ゾーンは試料U-218から試料U-23までで, 第I堆積サイクルの第3ゾーンとよく似ており, 珪藻量が非常に少ない。出現種は貧塩性種がほとんどで, 優占種は見られなく, 試料U-29, U-27, U-23, に中塩性種の*Bacillaria paradoxa*, *Thalassiosira bramaputrae*, *Navicula peregrina*, *Nitzschia parvula*, *Synedra pulchella*が少量見られるに過ぎない。

第2ゾーンは試料U-22から試料U-2までで, 珪藻量が多い。出現種は中塩性種が1/3-1/2を占めている。優占種は*Synedra tabulata*と*Cocconeis placentula*で, この両者で出現量の1/4-1/2を占める。第1ゾーンと第2ゾーンの境は明瞭である。第1ゾーンの最上部の試料U-23では貧塩性種が92.6%を占めているのに対して, その直上の試料U-22では37.5%と激減し, 逆に中塩性種と真塩性種が急増している。

## 6. 考 察

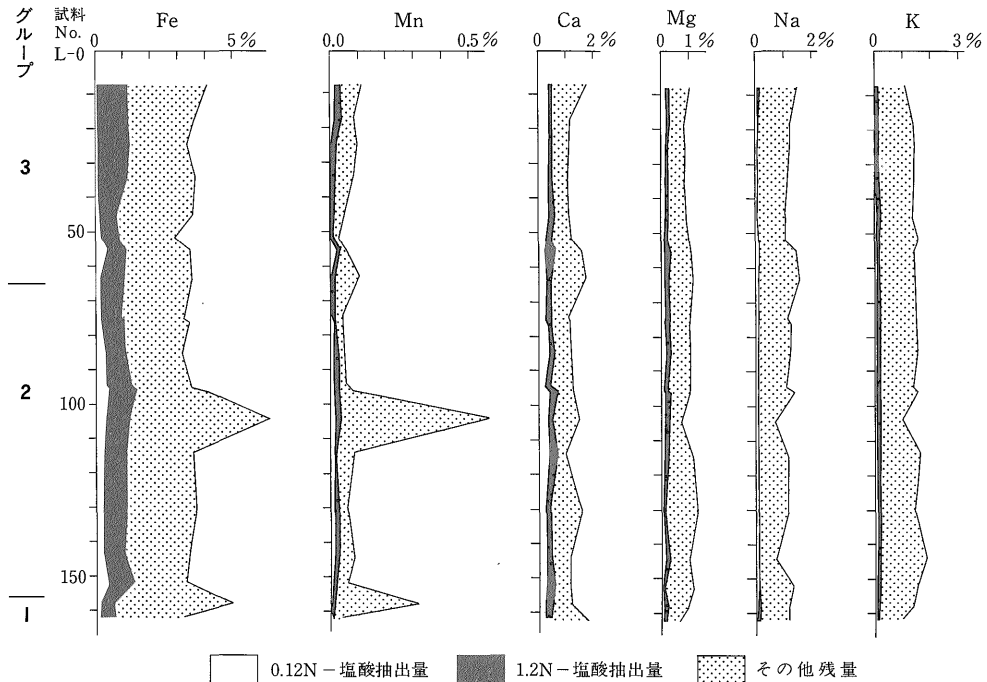
### 6.1 化学組成による堆積環境の推定

堆積物の形成環境を化学組成から推定しようとする試みは従来から多くの人々によってなされ, 多くの元素が指示元素として提案されてきた。硫黄を指示元素として取り扱った研究は狛・佐川, 1970; 狛, 1974; 狛ほか, 1974; 伊藤ほか, 1977; 田中ほか, 1981; 寺島ほか, 1981; 白神, 1985; 中井ほか, 1982; KOMA and SUZUKI, 1985らがある。ここに報告するのは第四紀泥質層における全硫黄, 形態別硫黄, 全硫黄と有機炭素, 全硫黄と有機炭素/全窒素比及び金属元素の含量の関係からみた堆積環境推定の結果である。

全硫黄にもとづく堆積環境推定では, 堆積物中の含量0.2-0.3%以上を海成堆積物, それ以下を淡水成堆積物と判断して大きな誤りはなかった(狛ほか, 1983 a, b)。その後, 深海底堆積物, 砂質堆積物及び有機物含量の多い堆積物などまで対象試料範囲が拡大されるようになると, 従来の生物化石を指標とした結果とは食い違いが生じるようになってきた(TERASHIMA *et al.*, 1982)。そこで, 本報告では硫黄の形態別組成, 炭素の形態別組成, 全窒素, 金属元素の測定結果, 全硫黄と有機炭素/全窒素比, 全硫黄と有機炭素との関係, 及び鉄, マンガン量の鉛直分布を検討した。

今回の試料採取地域の堆積物は, すでに述べたように粒度組成から四つの堆積サイクルに分けられる。さらに, 全硫黄量の鉛直分布から見て, 第I堆積サイクルの泥質層は3つのグループに, 第III堆積サイクルの泥質層は2





第13図 瓜連丘陵引田層第I堆積サイクルの金属元素の垂直分布

つのグループに分けられる。以下、各グループごとに堆積環境を形態別元素存在度に関連づけて考察する(第13, 14図)。

第5図から明らかなように第I堆積サイクルの第1グループは、全硫黄量が多い。また、有機炭素も多く、硫酸イオンが集積しているので、硫黄は炭質物中に吸着濃集したものが多いと考えられる。このグループの金属元素組成をほかのグループと比較すると全鉄、マンガン、カルシウムが多い(第13図)。このことから堆積時に還元環境で、硫化物として硫黄を濃集したとは考えられない。むしろ堆積後に地下水によって運ばれてきた硫酸イオンが濃集した可能性が高い。

第2グループは、所々に全硫黄量が0.5%前後の部分があるグループで、有機炭素の多い部分に硫黄量も多い(第5図)。L-85前後に有機炭素の多い部分も見られるがほとんどは、1.0%以下である。また硫黄の形態別含量を見ると硫化鉄硫黄が多く見られる反面、硫酸塩硫黄も見られるというように試料によってまちまちである。このことから、このグループは海水と淡水の交代が頻繁に起こる環境での堆積物と考えられる。

第3グループは、全硫黄量が0.1%以下で、硫黄の形態別組成もほとんどが二硫化鉄硫黄で占められているこ

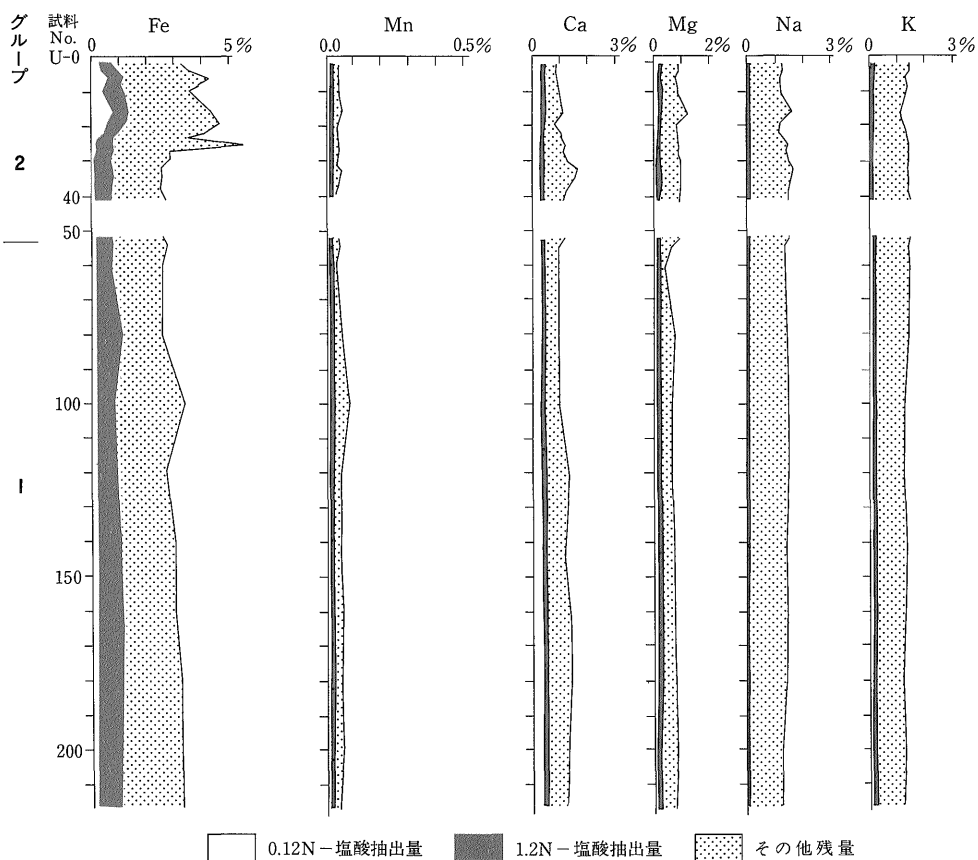
とから、淡水成環境であって、多くの硫化物を生成する環境でない。しかも比較的酸化的堆積環境であったと推定される。

第7図に見られるように第III堆積サイクルの第1グループは、全硫黄量が非常に少なく0.2%以下である。硫化鉄硫黄は全体に見られるが、二硫化鉄硫黄が圧倒的に多く、80%を越えるものがほとんどである。金属元素の鉛直分布も大きな変化がなく、全体的に穏やかな淡水環境で堆積し、地下水などの影響を受けない堆積物と考えられる。

第2グループは、全硫黄、有機炭素量、硫酸塩硫黄量ともに多く、第1グループとは判然と違っている。その境界はU-28にあって、上方に向かってそれぞれの成分が増加している。U-28付近では、海水によって硫酸塩を増加させるとともに、有機物の蓄積が行われていたと考えられる。第15図に示しているように有機炭素/全窒素比は10-20前後で陸源有機物沈積としては少ない。このことから、海水の進入とともにプランクトンの発生による有機炭素の蓄積が行われたものと考えられる。

## 6.2 化石珪藻から見た堆積環境

出現珪藻から古環境の変遷を推定する。第5図で示すように第I堆積サイクルの第1ゾーンからは貧塩性好流



第14図 瓜連丘陵引田層Ⅲ堆積サイクルの金属元素の垂直分布

水性種が多く見いだされ、この部分は淡水で流れの要素の強い環境、すなわち河川で堆積した可能性が大きい。

第2ゾーンでは、貧・中・真塩性種の割合や優占種など、試料による変化が大きい。このことから第1ゾーンに比べて塩分濃度がやや高くなり、汽水あるいは海水の要素がわずかに加わるような堆積環境であり、その堆積環境も不安定なものであったと思われる。第3ゾーンになると貧塩性種がほとんどである。少量の中塩性種が見られるが、この種類は汽水で最もよく繁殖するが、淡水域でもしばしば見られる種類であるから、このゾーンは完全な淡水の影響のもとで堆積が行われ、海水や汽水の影響が全くなかったと考えられる。

一方第7図に示すように、第Ⅲ堆積サイクルの第1ゾーンは、貧塩性種が100%で、淡水性の環境であったと考えられる。

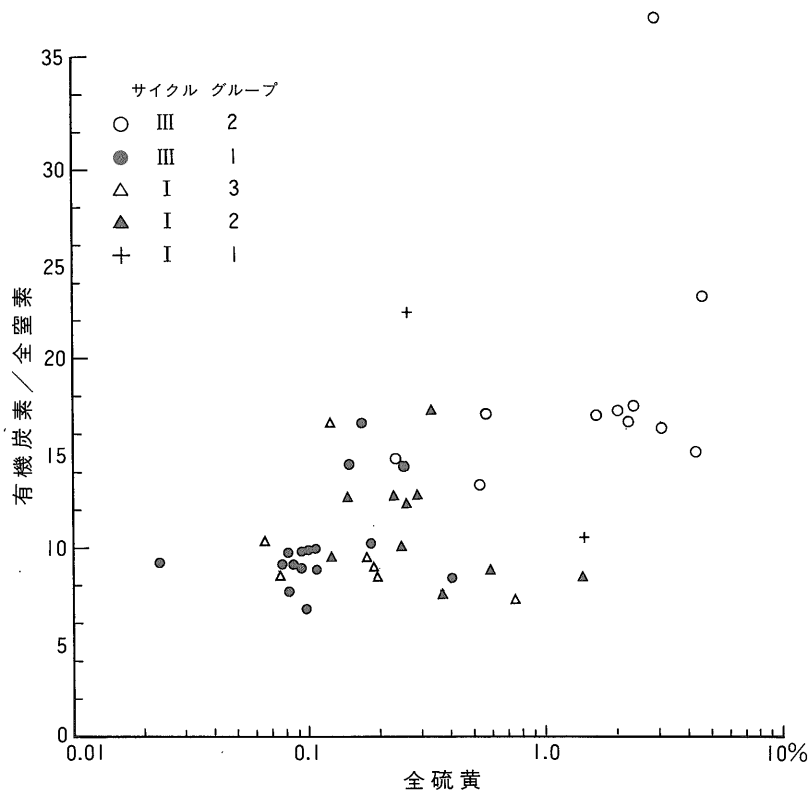
第2ゾーンでは、試料 U-23 から U-22 に移る部分で、塩分濃度が急上昇し、汽水環境となったと推定され

る。また、出現種の大部分が *Synedra tabulata*, *Cocconeis placentula* などの着生種で、浮遊種がほとんど見られないことから、この汽水域は浅かったと考えられる。

### 6.3 硫黄・珪藻による分析結果の比較

第Ⅰ堆積サイクルの第1ゾーンは珪藻分析からは完全な淡水となるが、全硫黄量は高く、一般的な傾向(BERNER, 1970; KEITH and DEGENS, 1959; 市原・市原, 1971; 狛, 1978; SWEENEY, 1972)と一致しない。この不一致については硫黄の濃集が今まで一般的に考えられていた過程、即ち、淡水環境では硫酸塩の不足によって、硫黄が濃集しないと考えられていた(BERNER, 1984; SWEENEY and KAPLAN, 1980) こととは異なった過程で濃集したものである。

第16図に全硫黄と有機炭素の関係を示した。有機炭素量に大きな変化がないのに全硫黄量が増減することがわかる。このことは硫黄の濃集が硫酸塩の供給量に支配



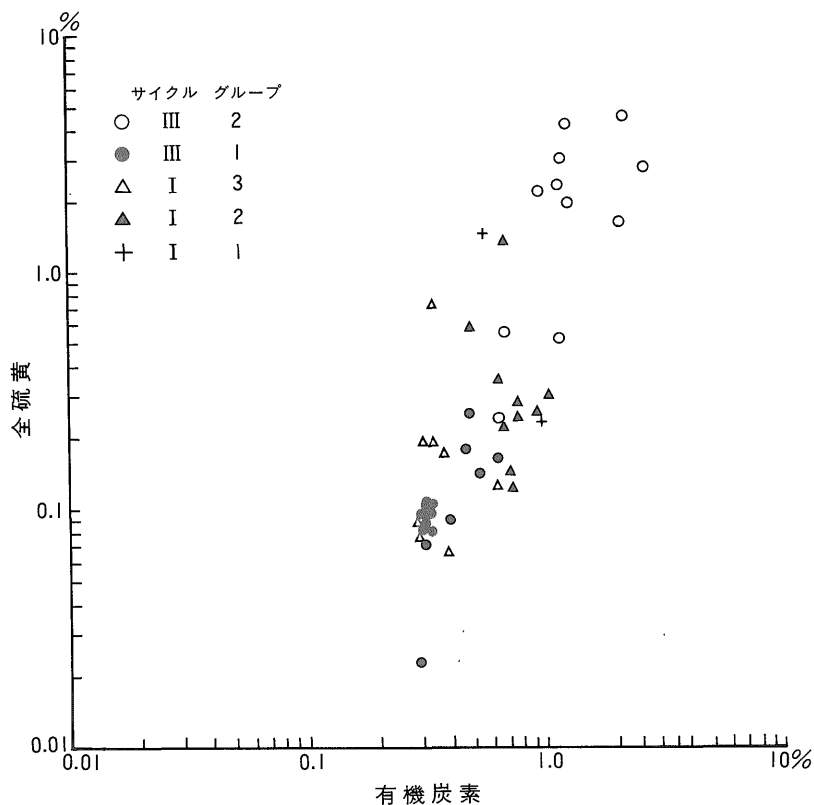
第 15 図 瓜連丘陵引田層の全硫黄と有機炭素/全窒素比の関係

されることを示している。このような全硫黄と有機炭素の関係があり、しかも淡水種の珪藻が検出されるような場合を想定すると、淡水環境で堆積している河川堆積物に一時的に河口から遡上してきた海水から硫酸塩が供給された場合、淡水珪藻を含む有機物の多い河川堆積物が堆積した後、硫酸塩を含む地下水などによって運ばれてきた硫酸イオンが炭質物中に吸着濃集した場合とが考えられる。今回の場合は鉄とマンガン及びカルシウムが濃集されている。海水の pH は一般にアルカリ性であり、鉄、マンガンは海域に入ると沈澱し海中には溶解量がきわめて少ないことからここでは後者の可能性が考えられる。しかし、有機炭素/全窒素比が、10 前後であること及び鉄、マンガン、カルシウム等金属元素の堆積物中の挙動が十分に研究されておらず、多くの問題をかかえており、今後の研究課題となっている。

第 2, 3 ゾーンは、硫黄と珪藻の変化曲線がよく一致する。特に第 3 ゾーンは、真塩性種及び中塩性種の率が 0 である試料の範囲では、全硫黄量も約 0.1% の値で一定していることが、第 5 図から読み取れる。

第 III 堆積サイクルについては第 1 ゾーンで、第 I 堆積

サイクルの第 3 ゾーンと同様に、全硫黄量と珪藻分析の結果がよく一致する。第 1 ゾーンから第 2 ゾーンへの移行では、全硫黄量が少しずつ増え始め、やがて急激に増加するのに対し、珪藻のデータではこのような先行的な変化は見られず、わずかに試料 U-29 と U-27 で中塩性種が少量見られた後、試料 U-23 から U-22 に移る部分において、ほとんど不連続ともいえる状態で中塩性種と真塩性種が増加している。しかし、このように全硫黄と珪藻の含量が急激に増加する変化は両者できわめてよく一致している。さらにその後、全硫黄量はやや減少し、珪藻は全体として減少する形を示す点も共通している。試料 U-16, U-8 及び U-10 のところで中塩性種の珪藻の占める割合が減少するが、U-8 及び U-10 のところで全硫黄量も減少し、両者は密接な関係のもとで変化していることを示す。したがって、このように珪藻を用いた生物的手法による古堆積環境の判定結果は、今回の試料に関しては全硫黄量による環境の判定とよく一致するものと結論付けてもよい。しかし、一部には不一致な部分もあり、この原因を追求することによって、さらに詳細な堆積環境の解析に役立つと考えられる。今後さらに多



第16図 瓜連丘陵引田層の全硫黄と有機炭素の関係

くの同一試料について、両成分の分析を行い、比較検討する必要がある。

### 7. ま と め

(1) 坂地北方の砂利採り場において、引田層を構成する四つの堆積サイクルのうち、少なくともIからIIIのサイクルについては、その泥質部の一部が海水の影響下に堆積したことが判明した。泥質部中のどの層準において海水の影響が最も顕著になるかについては、一定の規則性は認められない。

(2) 化石珪藻により海水の影響があると判断されるときは全硫黄量も多くなり、両者の指示する堆積環境は概略においてよく一致する。

(3) 泥質層中に炭質物を多く含む場合、淡水性の珪藻を含む地層であっても全硫黄が高くなることもある。これには、泥質層の形成後海水の一時的な進入があった場合、あるいは堆積後に地下水によって運ばれた硫酸イオンが濃集した場合の2通りが考えられる。今回は、このうち後者の場合であったことが、鉄、マンガン量から推

定できた。

(4) 引田層の礫・砂層部分が河成であることはすでに報告されている(牧野ほか, 1982; 坂本・正井, 1982)。このことと今回の分析結果とを総合すると、引田層は全体として、河川性環境から河口性環境への変化を少なくとも4回繰り返しながら、河谷を埋積していった堆積物と考えられる。この期間、河谷の埋積と海水準の上昇はほぼ平衡を保ちながら進行していったものであろう。

### 文 献

- 安藤一男・南雲 保(1983) 埼玉県荒川低地沖積層のケイソウ. 日本歯科大学紀要, no. 12, p. 241-290.
- BERNER, R.A. (1970) Sedimentary pyrite formation. *Amer. J. Sci.*, vol. 268, p. 1-23.
- (1984) Sedimentary pyrite formation: An update. *Geochim. Cosmochim. Acta*, vol. 48, p. 605-615.
- CLARKE, F.W. (1920) Data of geochemistry,

- U.S.G.S., *Bull.*, no. 695, p. 828.
- HENDEY, N. (1958) Marine diatoms from some west African ports. *J.R. Micr. Soc. Ser. III*, 77, p. 28-85.
- HUSTEDT, F. (1930) Bacillariophyta. In A. Pascher, *Süßwasser-Flora Mitteleuropas*. vol. 10, 466 p. Gustav Fischer, Jena.
- 市原 実・市原優子(1971) 大阪層群の海成粘土と淡水粘土について. 竹原平一教授記念論文集, p. 173-181.
- 伊藤 聡・粕 武・根本隆文・横田節哉・木村 享 (1977) 北海道北部地域における第三泥質岩の化学組成. *地調月報*, vol. 28, p. 57-67.
- KAJIYAMA, R. and HOSHINO, K. (1971) Determination of sulphur in steel by modified combustion procedure and coulometric titration, *Jour. Soc. Anal. Chem.*, vol. 96, p. 835-842.
- 金原均二・本島公司・石和田靖章(1958) コア試験法. 天然ガス, 朝倉書店, 東京, p. 187-203.
- KEITH, M.L. and DEGENS, E.T. (1959) Geochemical indicators of marine and fresh-water sediments, in P.H. ABELSON ed., in *Researches in Geochemistry*, John Wiley & Sons, Inc. New York, p. 38-61.
- 小池一之・岩崎孝明・檀原 徹・百瀬 貢(1984) 下野火山灰下部層のフィッシュン・トラック年代とその地史的意義. 第四紀学会講演要旨集, p. 87-88.
- 粕 武(1974) 油田第三系における泥質岩の化学組成. *地調報告*, no. 250-2, p. 211-227.
- (1978) 第三紀堆積岩の硫黄含量と堆積環境, 北海道中央部芦別川流域. *石技誌*, vol. 43, p. 128-136.
- (1983) 電量滴定および高周波燃焼法を用いた岩石, 堆積物中の全硫黄の定量. *地調月報*, vol. 38, p. 777-783.
- ・伊藤 聡・横田節哉・上島 宏(1974) 北北海道築別付近における新第三系泥質岩類の化学組成. *石技誌*, vol. 39, p. 95-105.
- ・坂本 亨・安藤 厚(1983 b) 茨城県中部地域における上部新生界堆積岩の全硫黄量と堆積環境. *地調月報*, vol. 34, p. 279-293.
- 粕 武・佐川 昭(1970) 北海道古第三系泥質岩の化学組成—石狩源料炭 34 号試すいにおける一例—. *地調月報*, vol. 21, p. 67-79.
- KOMA, T. and SUZUKI, Y. (1985) Forms of sulfur, carbon and iron in marine sediments with special reference to their depositional environments. *Marine and estuarine geochemistry*, p. 197-208. (edited by A.C. SIGLEO and HATTORI), Lewis Publishers, INC.
- 粕 武・鈴木尉元・小玉喜三郎(1983 a) 房総半島における上総層群泥質岩中の硫黄, 炭素, 塩素, 鉄の形態・組成と堆積環境. *地調月報*, vol. 33, p. 191-206.
- 牧野泰彦・北山依志・椎名しずえ(1982) 茨城県大宮町若林に見られる更新統の河川堆積物. 茨城大教育紀要, no. 31, p. 65-71.
- 中井信行・太田友子・藤沢 寛・吉田正男(1982) 堆積物コアの炭素同位体比, C/N 比および FeS<sub>2</sub> 含有量からみた名古屋港周辺の古気候, 古海水準変動. 第四紀研究, vol. 21, p. 167-177.
- PATRICK, R. and REIMER, C.W. (1966) The diatoms of the United States. 1. *Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, 688 p.
- and REIMER, C.W. (1975) The diatoms of the United States. 2 (1). *Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, 213 p.
- 坂本 亨(1986) 瓜連・友部丘陵および柿岡盆地の地質 (瓜連丘陵), 第四系, 関東地方 (日本の地質 3). 共立出版, 東京, 188 p.
- ・正井義郎(1982) 研究学園都市周辺, 地質の見どころ (その 4). *地質ニュース*, no. 338, p. 1-4.
- ・宇野沢昭(1976) 茨城県瓜連丘陵の第四系と久慈川・那珂川の河谷発達史. *地調月報*, vol. 27, p. 655-664.
- 白神 宏(1985) FeS<sub>2</sub> 含有量からみた広島平野沖積層の堆積構造. *地理学評論*, vol. 58, p. 631-644.
- 杉崎隆一(1981) 泥質堆積物の全組成の分析法ならびに表示法の改良—とくに海底堆積物の場合—. *地質雑*, vol. 87, p. 77-85.
- SWEENEY, R.E. (1972) Pyritization during diagenesis in marine sediments. ph. D. dissertation, Univ. California, Los

- Angeles, Calif., 184 p.
- SWEENEY, R.E. and KAPLAN, I.R. (1980) Stable isotope composition of dissolved sulfate and hydrogen sulfide in the Black Sea. *Mar. Chem.* vol. 9, p. 145-152.
- 田中啓策・寺島 滋・寺岡易司(1981) 鹿児島県甬島の上部白亜系姫浦層群泥質岩の硫黄・炭素含量. 地調月報, vol. 32, p. 417-431.
- 寺島 滋(1970) 原子吸光分析法における珪酸塩岩石鉱物並びに陸水中のナトリウム, カリウム, マグネシウム, カルシウム, マンガン, 鉄の定量. 地調月報, vol. 21, p. 693-707.
- (1979) 赤外吸収分析法による岩石, 鉱石, 堆積物中の全炭素, 全硫黄, 炭酸塩素, 非炭酸塩素の定量. 地調月報, vol. 30, p. 609-627.
- ・稲積章生・石原舜三(1981) 中国, 四国地方の泥質岩中の炭素と硫黄. 地調月報, vol. 32, p. 167-181.
- TERASHIMA, S., NAKAO, S. and MOCHIZUKI, T. (1982) Sulfur and carbon contents of manganese nodules from the Central Pacific, GH 80-1 Cruise. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 33, p. 111-123.

(受付: 1988年4月20日; 受理: 1988年7月11日)

付 録

付表 A-1 茨城県中部，瓜連丘陵の第四系引田層泥質物の全硫黄・化石珪藻の分析結果

| 層厚<br>cm | 岩 質   | 試 料<br>番 号 | 硫 黄<br>含 量<br>% | 珪藻出現率 % |       |      |
|----------|---|------------|-----------------|---------|-------|------|
|          |   |            |                 | 真塩性     | 中塩性   | 貧塩性  |
| 400      | 黄灰色均質中砂，上部で大型のバイブ状生痕多い                              |            |                 |         |       |      |
| 100      | 灰褐色均質細砂，上部に黄灰色火山灰層が断続                               |            |                 |         |       |      |
| 80       | 黄褐色砂鉄質中砂  |            |                 |         |       |      |
| 90       | 黄灰色シルト（風化帯）   |            |                 |         |       |      |
| 25       | 暗灰色塊状<br>粘土質シルト<br><br>〔白色粘土パ<br>ッチが層状<br>に並ぶ〕      | U-1        | 1.998           |         |       |      |
|          |   | -2         | 1.850           | 13.7    | 40.0  | 46.3 |
|          |   | -3         | 2.012           |         |       |      |
|          |   | -4         | 2.360           | 16.7    | 41.7  | 41.7 |
|          |   | -5         | 2.635           |         |       |      |
| 32       | 暗灰色塊状シル<br>ト<br><br>〔細木片まじる〕<br>〔粘土ラミナ入<br>る〕       | -6         | 4.284           | 13.3    | 40.0  | 46.7 |
|          |   | -7         | 3.283           |         |       |      |
|          |   | -8         | 3.040           | 7.9     | 38.6  | 53.5 |
|          |   | -9         | 2.674           |         |       |      |
|          |   | -10        | 2.201           | 4.7     | 39.3  | 56.0 |
|          |   | -11        | 3.006           |         |       |      |
|          |   | -12        | 2.651           |         |       |      |
| 8        | 同上，軽石まじり  | -13        | 3.890           | 2.1     | 66.3  | 31.6 |
| 43       | 〔軽石まじり〕<br>帯褐暗灰色シル<br>ト炭質物（木片<br>多い）<br><br>〔腐泥臭あり〕 | -14        | 4.252           |         |       |      |
|          |   | -15        | 4.372           |         |       |      |
|          |   | -16        | 4.582           | 5.6     | 34.3  | 60.2 |
|          |   | -17        | 3.882           |         |       |      |
|          |   | -18        | 3.994           |         |       |      |
|          |   | -19        | 2.851           | 16.1    | 54.8  | 29.0 |
|          |   | -20        | 2.667           |         |       |      |
|          |   | -21        | 2.092           |         |       |      |
|          |   | -22        | 1.632           | 12.5    | 50.0  | 37.5 |
|          |   | 7          | 灰色塊状シルト         | -23     | 0.523 | 3.7  |
| 15       | 灰色塊状シルト<br>質<br>微細砂，細木片<br>多い                       | -24        | 0.315           |         |       |      |
|          |   | -25        | 0.239           | 0.      | 0.    | 100. |
|          |   | -26        | 0.292           |         |       |      |
| 38       | 灰色細砂  | -27        | 0.568           | 0.      | 6.7   | 93.3 |
|          |   | -28        | 0.227           |         |       |      |
| 10       | 灰色微細砂   |            |                 |         |       |      |
| 40       | 灰色シルト，下半部に炭質物多い                                     |            |                 |         |       |      |
| 80       | 暗緑色シルト，弱いラミナあり                                      |            |                 |         |       |      |
| 30       | 黄灰色塊状シルト  |            |                 |         |       |      |
| 35       | 灰～灰褐細砂  | -29        | 0.185           | 0.      | 7.1   | 92.9 |
|          |   | -30        | 0.219           |         |       |      |
|          |   | -31        | 0.183           |         |       |      |

| 層厚<br>cm | 岩 質                             | 試 料<br>番 号 | 硫 黄<br>含 量<br>% | 珪藻出現率 % |     |      |
|----------|---------------------------------|------------|-----------------|---------|-----|------|
|          |                                 |            |                 | 真塩性     | 中塩性 | 貧塩性  |
| 35       | 灰～灰褐細砂                          | U-32       | 0.252           | 0.      | 0.  | 100. |
|          |                                 | -33        | 0.230           |         |     |      |
|          |                                 | -34        | 0.157           |         |     |      |
|          |                                 | -35        | 0.144           | 0.      | 0.  | 100. |
|          |                                 | -36        | 0.176           |         |     |      |
| 5        | 灰色シルト                           | -37        | 0.149           |         |     |      |
| 10       | 灰色粘土質シル<br>ト                    | -38        | 0.164           | 0.      | 0.  | 100. |
|          |                                 | -39        | 0.112           |         |     |      |
| 10       | 微細砂質シルト<br>白色粘土パッチ<br>含<br>細木片含 | -40        | 0.127           |         |     |      |
|          |                                 | -41        | 0.091           | 0.      | 0.  | 100. |
| 10       | 灰色粘土質シル<br>ト<br>細木片まじる          | -42        | 0.087           |         |     |      |
|          |                                 | -43        | 0.087           |         |     |      |
| 12       | 黄味がかった灰褐色シルト                    |            |                 |         |     |      |
| 5        | 白っぽい灰褐色粘土質シルト                   |            |                 |         |     |      |
| 10       | 黄灰色シルト                          |            |                 |         |     |      |
| 12       | 灰褐色シルト                          | -51        | 0.072           |         |     |      |
|          |                                 | -52        | 0.082           | 0.      | 0.  | 100. |
| 5        | 白っぽい灰褐<br>色シルト                  | -53        | 0.033           |         |     |      |
|          |                                 | -54        | 0.015           | 0.      | 0.  | 100. |
|          |                                 | -55        | 0.016           |         |     |      |
| 10       | 黄灰色シルト                          | -56        | 0.021           |         |     |      |
|          |                                 | -57        | 0.024           |         |     |      |
|          |                                 | -58        | 0.061           |         |     |      |
| 33       | 灰褐色塊状<br>シルト                    | -59        | 0.079           |         |     |      |
|          |                                 | -60        | 0.080           | 0.      | 0.  | 100. |
|          |                                 | -61        | 0.079           |         |     |      |
|          |                                 | -62        | 0.084           |         |     |      |
|          |                                 | -63        | 0.082           |         |     |      |
|          |                                 | -64        | 0.074           |         |     |      |
|          |                                 | -65        | 0.076           |         |     |      |
|          |                                 | -66        | 0.086           |         |     |      |
| 30       | 黄味がかった<br>灰褐色塊状シ<br>ルト          | -67        | 0.090           |         |     |      |
|          |                                 | -68        | 0.073           |         |     |      |
|          |                                 | -69        | 0.096           |         |     |      |
|          |                                 | -70        | 0.100           |         |     |      |
|          |                                 | -71        | 0.088           |         |     |      |
| 30       | 灰褐色塊状<br>シルト                    | -72        | 0.120           |         |     |      |
|          |                                 | -73        | 0.093           |         |     |      |
|          |                                 | -74        | 0.106           |         |     |      |
|          |                                 | -75        | 0.106           |         |     |      |

付表 A-1 (つづき1)

| 層厚<br>cm | 岩 質                          | 試料<br>番号 | 硫 黄<br>含 量<br>% | 珪藻出現率 % |     |      |
|----------|------------------------------|----------|-----------------|---------|-----|------|
|          |                              |          |                 | 真塩性     | 中塩性 | 貧塩性  |
| 30       | 灰褐色塊状シルト                     | U-75     | 0.095           |         |     |      |
|          |                              | -76      | 0.099           |         |     |      |
| 15       | 灰褐色細砂,<br>シルト質の部分を含む<br>植片含む | -77      | 0.093           |         |     |      |
|          |                              | -78      | 0.105           |         |     |      |
|          |                              | -79      | 0.100           |         |     |      |
| 30       | 黄灰色塊状細砂                      | -80      | 0.097           | 0.      | 0.  | 100. |
|          |                              | -81      | 0.101           |         |     |      |
|          |                              | -82      | 0.092           |         |     |      |
|          |                              | -83      | 0.099           |         |     |      |
|          |                              | -84      | 0.104           |         |     |      |
|          |                              | -85      | 0.097           |         |     |      |
| 5        | 同上、やゝシルト質                    | -86      | 0.098           |         |     |      |
| 12       | 黄灰色細砂                        | -87      | 0.097           |         |     |      |
|          |                              | -88      | 0.096           |         |     |      |
| 13       | 黄灰色シルト<br>質細砂<br>炭質物含む       | -89      | 0.092           |         |     |      |
|          |                              | -90      | 0.098           |         |     |      |
|          |                              | -91      | 0.108           |         |     |      |
| 20       | 黄灰色塊状細砂                      | -92      | 0.119           |         |     |      |
|          |                              | -93      | 0.118           |         |     |      |
|          |                              | -94      | 0.120           |         |     |      |
|          |                              | -95      | 0.109           |         |     |      |
| 7        | 黄灰色塊状シルト                     | -96      | 0.113           |         |     |      |
|          |                              | -97      | 0.109           |         |     |      |
| 5        | 黄灰色シルト質細砂                    | -98      | 0.102           |         |     |      |
| 13       | 黄灰色 細砂<br>植片ラミナ状<br>に入る      | -99      | 0.100           |         |     |      |
|          |                              | -100     | 0.097           | 0.      | 0.  | 100. |
| 28       | 黄灰色シルト<br>質細砂                | -101     | 0.095           |         |     |      |
|          |                              | -102     | 0.094           |         |     |      |
|          |                              | -103     | 0.092           |         |     |      |
|          |                              | -104     | 0.099           |         |     |      |
|          |                              | -105     | 0.104           |         |     |      |
|          |                              | -106     | 0.100           |         |     |      |
| 17       | 黄灰色中粒砂                       | -107     | 0.133           |         |     |      |
|          |                              | -108     | 0.150           |         |     |      |
|          |                              | -109     | 0.111           |         |     |      |
| 15       | 黄灰色塊状細砂                      | -110     | 0.105           |         |     |      |
|          |                              | -111     | 0.096           |         |     |      |
|          |                              | -112     | 0.087           |         |     |      |
| 20       | 黄灰色塊状シルト質細砂                  | -113     | 0.093           |         |     |      |
|          |                              | -114     | 0.090           |         |     |      |
|          |                              | -115     | 0.088           |         |     |      |
|          |                              | -116     | 0.097           |         |     |      |

| 層厚<br>cm | 岩 質  | 試料<br>番号 | 硫 黄<br>含 量<br>% | 珪藻出現率 % |     |      |
|----------|--|----------|-----------------|---------|-----|------|
|          |  |          |                 | 真塩性     | 中塩性 | 貧塩性  |
|          |  | U-117    | 0.092           |         |     |      |
|          |  | -118     | 0.089           |         |     |      |
|          |  | -119     | 0.094           |         |     |      |
|          |  | -120     | 0.106           | 0.      | 0.  | 100. |
|          |  | -121     | 0.133           |         |     |      |
|          |  | -122     | 0.136           |         |     |      |
|          |  | -123     | 0.090           |         |     |      |
|          |  | -124     | 0.088           |         |     |      |
|          |  | -125     | 0.093           |         |     |      |
|          |  | -126     | 0.092           |         |     |      |
|          |  | -127     | 0.092           |         |     |      |
|          |  | -128     | 0.098           |         |     |      |
|          |  | -129     | 0.099           |         |     |      |
|          |  | -130     | 0.098           |         |     |      |
|          |  | -131     | 0.102           |         |     |      |
|          |  | -132     | 0.116           |         |     |      |
| 13       | 同上、やゝ灰<br>白色<br>細木片含む                      | -133     | 0.095           |         |     |      |
|          |  | -134     | 0.089           |         |     |      |
|          |  | -135     | 0.084           |         |     |      |
|          |  | -136     | 0.094           |         |     |      |
| 22       | 淡褐、灰色塊<br>状<br>均質細砂                        | -137     | 0.089           |         |     |      |
|          |  | -138     | 0.067           |         |     |      |
|          |  | -139     | 0.085           |         |     |      |
|          |  | -140     | 0.086           | 0.      | 0.  | 100. |
| 5        | 灰褐色 } シルト<br>細砂 } パッチ<br>灰褐色 } 含む<br>中粒砂 } | -141     | 0.090           |         |     |      |
| 5        |  | -142     | 0.107           |         |     |      |
| 20       | 灰褐色粘土質<br>シルト<br>植片まじり                     | -143     | 0.102           |         |     |      |
|          |  | -144     | 0.100           |         |     |      |
|          |  | -145     | 0.101           |         |     |      |
|          |  | -146     | 0.103           |         |     |      |
| 10       | 灰褐色塊状<br>中粒砂                               | -147     | 0.102           |         |     |      |
|          |  | -148     | 0.098           |         |     |      |
| 5        | 灰褐色砂質<br>シルト                               | -149     | 0.105           |         |     |      |
| 5        | 灰褐色シルト<br>質細砂                              | -150     | 0.099           |         |     |      |
| 5        | 黄灰色細砂                                      | -151     | 0.093           |         |     |      |
| 30       | 灰褐色シルトと<br>細砂の細互層                          | -152     | 0.099           |         |     |      |
|          |  | -153     | 0.098           |         |     |      |
|          |  | -154     | 0.109           |         |     |      |
|          |  | -155     | 0.100           |         |     |      |
|          |  | -156     | 0.094           |         |     |      |



付表 A-1 (つづき 2)

| 層厚<br>cm | 岩 質               | 試 料<br>番 号 | 硫 黄<br>含 量<br>% | 珪 藻 出 現 率 % |     |      |
|----------|-------------------|------------|-----------------|-------------|-----|------|
|          |                   |            |                 | 真塩性         | 中塩性 | 貧塩性  |
| 30       | 灰褐色シルトと<br>細砂の細互層 | U-157      | 0.095           |             |     |      |
| 10       | 灰褐色細砂             | -158       | 0.098           |             |     |      |
|          |                   | -159       | 0.096           |             |     |      |
| 50       | 灰褐色塊状<br>砂質シルト    | -160       | 0.098           | 0.          | 0.  | 100. |
|          |                   | -161       | 0.090           |             |     |      |
|          |                   | -162       | 0.094           |             |     |      |
|          |                   | -163       | 0.104           |             |     |      |
|          |                   | -164       | 0.100           |             |     |      |
|          |                   | -165       | 0.056           |             |     |      |
|          |                   | -166       | 0.103           |             |     |      |
|          |                   | -167       | 0.100           |             |     |      |
|          |                   | -168       | 0.107           |             |     |      |
|          |                   | -169       | 0.103           |             |     |      |
| 65       | 黄褐色塊状<br>シルト      | -170       | 0.122           |             |     |      |
|          |                   | -171       | 0.129           |             |     |      |
|          |                   | -172       | 0.102           |             |     |      |
|          |                   | -173       | 0.110           |             |     |      |
|          |                   | -174       | 0.114           |             |     |      |
|          |                   | -175       | 0.109           |             |     |      |
|          |                   | -176       | 0.104           |             |     |      |
|          |                   | -177       | 0.098           |             |     |      |
|          |                   | -178       | 0.102           |             |     |      |
|          |                   | -179       | 0.098           |             |     |      |
|          |                   | -180       | 0.099           | 0.          | 0.  | 100. |
|          |                   | -181       | 0.099           |             |     |      |
|          |                   | -182       | 0.131           |             |     |      |
| 25       | 灰褐～黄褐色<br>細砂      | -183       | 0.112           |             |     |      |
|          |                   | -184       | 0.122           |             |     |      |
|          |                   | -185       | 0.129           |             |     |      |
|          |                   | -186       | 0.123           |             |     |      |
|          |                   | -187       | 0.100           |             |     |      |
| 5        | 黄褐色シルト            | -188       | 0.109           |             |     |      |
| 5        | 黄褐色砂質<br>シルト      | -189       | 0.100           |             |     |      |
| 35       | 黄褐色シルト            | -190       | 0.101           |             |     |      |
|          |                   | -191       | 0.109           |             |     |      |
|          |                   | -192       | 0.105           |             |     |      |
|          |                   | -193       | 0.083           |             |     |      |
|          |                   | -194       | 0.096           |             |     |      |
|          |                   | -195       | 0.098           |             |     |      |
|          |                   | -196       | 0.107           |             |     |      |

| 層厚<br>cm | 岩 質                    | 試 料<br>番 号 | 硫 黄<br>含 量<br>% | 珪 藻 出 現 率 % |     |      |
|----------|------------------------|------------|-----------------|-------------|-----|------|
|          |                        |            |                 | 真塩性         | 中塩性 | 貧塩性  |
| 10       | 黄褐色砂質<br>シルト           | U-197      | 0.108           |             |     |      |
|          |                        | -198       | 0.107           |             |     |      |
| 23       | 黄褐色シルト                 | -199       | 0.104           |             |     |      |
|          |                        | -200       | 0.108           | 0.          | 0.  | 100. |
|          |                        | -201       | 0.114           |             |     |      |
|          |                        | -202       | 0.113           |             |     |      |
|          |                        | -203*      | 0.111           |             |     |      |
| 10       | 褐色細砂<br>(鉄錆で板状に<br>なる) | -204       | 0.109           |             |     |      |
|          |                        | -205       | 0.090           |             |     |      |
| 45       | 灰褐色シルト                 | -206       | 0.121           |             |     |      |
|          |                        | -207       | 0.143           |             |     |      |
|          |                        | -208       | 0.125           |             |     |      |
|          |                        | -209       | 0.115           |             |     |      |
|          |                        | -210       | 0.116           |             |     |      |
|          |                        | -211       | 0.116           |             |     |      |
|          |                        | -212       | 0.118           |             |     |      |
|          |                        | -213       | 0.113           |             |     |      |
|          |                        | -214       | 0.123           |             |     |      |
| 15       | シルトとの漸<br>移部<br>乳灰色火山灰 | -215       | 0.119           |             |     |      |
|          |                        | -216       | 0.144           |             |     |      |
|          |                        | -217       | 0.133           |             |     |      |
| 5        | 灰褐色細砂                  | -218       | 0.064           | 0.          | 0.  | 100. |
| 1400     | 砂礫                     |            |                 |             |     |      |
| 160      | 黄灰色塊状<br>シルト           | L- 1       | 0.087           |             |     |      |
|          |                        | - 2        | 0.082           |             |     |      |
|          |                        | - 3        | 0.084           |             |     |      |
|          |                        | - 4        | 0.092           |             |     |      |
|          |                        | - 5        | 0.095           |             |     |      |
|          |                        | - 6        | 0.091           |             |     |      |
|          |                        | - 7        | 0.088           |             |     |      |
|          |                        | - 8        | 0.082           | 0.          | 0.  | 100. |
|          |                        | - 9        | 0.082           |             |     |      |
|          |                        | - 10       | 0.119           |             |     |      |
|          |                        | - 11       | 0.092           |             |     |      |
|          |                        | - 12       | 0.087           |             |     |      |
|          |                        | - 13       | 0.090           |             |     |      |
|          |                        | - 14       | 0.091           |             |     |      |
|          |                        | - 15       | 0.084           |             |     |      |
|          |                        | - 16       | 0.088           |             |     |      |
|          |                        | - 17       | 0.088           |             |     |      |
|          |                        | - 18       | 0.076           | 0.          | 7.7 | 92.3 |
|          |                        | - 19       | 0.076           |             |     |      |
|          |                        | - 20       | 0.084           |             |     |      |

\*厚さ 3cm 分の試料

付表 A-1 (つづき 3)

| 層厚<br>cm | 岩 質   | 試料<br>番号 | 硫 黄<br>含 量<br>% | 珪藻出現率 % |     |      |
|----------|---|----------|-----------------|---------|-----|------|
|          |   |          |                 | 真塩性     | 中塩性 | 貧塩性  |
| 160      | 黄灰色塊状<br>シルト                                  | L-21     | 0.139           |         |     |      |
|          |   | -22      | 0.129           |         |     |      |
|          |   | -23      | 0.161           |         |     |      |
|          |   | -24      | 0.179           |         |     |      |
|          |   | -25      | 0.198           | 0.      | 0.  | 100. |
|          |   | -26      | 0.189           |         |     |      |
|          |   | -27      | 0.201           |         |     |      |
|          |   | -28      | 0.154           |         |     |      |
|          |   | -29      | 0.160           |         |     |      |
|          |   | -30      | 0.191           |         |     |      |
|          |   | -31      | 0.174           |         |     |      |
|          |   | -32      | 0.151           |         |     |      |
| 25       | 黄灰~暗褐灰<br>色塊状シルト<br><br>{暗灰色の生<br>痕状模様あ<br>り} | -33      | 0.159           |         |     |      |
|          |   | -34      | 0.190           | 0.      | 3.7 | 96.3 |
|          |   | -35      | 0.183           |         |     |      |
|          |   | -36      | 0.149           |         |     |      |
|          |   | -37      | 0.139           |         |     |      |
| 45       | 暗灰~暗青灰<br>色シルト<br><br>生痕状のモヤ<br>モヤした模様<br>を伴う | -38      | 0.143           |         |     |      |
|          |   | -39      | 0.134           |         |     |      |
|          |   | -40      | 0.143           |         |     |      |
|          |   | -41      | 0.095           |         |     |      |
|          |   | -42      | 0.079           |         |     |      |
|          |   | -43      | 0.079           |         |     |      |
|          |   | -44      | 0.062           |         |     |      |
|          |   | -45      | 0.065           | 0.      | 0.  | 100. |
|          |   | -46      | 0.054           |         |     |      |
| 5        | 褐色微細砂   | -47      | 0.069           |         |     |      |
| 20       | 暗灰色シルト<br>褐色のパッチ<br>伴う                        | -48      | 0.059           |         |     |      |
|          |   | -49      | 0.063           |         |     |      |
|          |   | -50      | 0.070           |         |     |      |
|          |   | -51      | 0.098           |         |     |      |
| 5        | 暗灰色砂質<br>シルト                                  | -52      | 0.076           | 0.      | 0.  | 100. |
| 15       | 青味がかった<br>黒灰色のシル<br>ト質細砂                      | -53      | 0.160           |         |     |      |
|          |   | -54      | 0.152           |         |     |      |
|          |   | -55      | 0.177           | 0.      | 0.  | 100. |
| 20       | 暗灰色塊状<br>シルト                                  | -56      | 0.091           |         |     |      |
|          |   | -57      | 0.097           |         |     |      |
|          |   | -58      | 0.108           |         |     |      |
|          |   | -59      | 0.113           |         |     |      |
| 10       | 淡灰褐色火山<br>灰                                   | -60      | 0.096           |         |     |      |
|          |   | -61      | 0.104           |         |     |      |

| 層厚<br>% | 岩 質               | 試料<br>番号 | 硫 黄<br>含 量<br>% | 珪藻出現率 % |       |      |
|---------|-------------------|----------|-----------------|---------|-------|------|
|         |                   |          |                 | 真塩性     | 中塩性   | 貧塩性  |
| 55      | 暗灰色塊状<br>シルト      | L-62     | 0.122           |         |       |      |
|         |                   | -63      | 0.125           | 4.0     | 8.0   | 88.0 |
|         |                   | -64      | 0.118           |         |       |      |
|         |                   | -65      | 0.130           |         |       |      |
|         |                   | -66      | 0.225           |         |       |      |
|         |                   | -67      | 0.143           |         |       |      |
|         |                   | -68      | 0.142           |         |       |      |
|         |                   | -69      | 0.139           |         |       |      |
|         |                   | -70      | 0.324           |         |       |      |
|         |                   | -71      | 0.141           |         |       |      |
|         |                   | -72      | 0.156           |         |       |      |
|         |                   | 15       | 淡灰褐色火山灰<br>?    | -73     | 0.129 |      |
| -74     | 0.280             |          |                 |         |       |      |
| -75     | 0.585             |          |                 | 2.7     | 13.5  | 83.8 |
| 140     | (暗緑色<br>パッチ含む)    | -76      | 0.129           | 2.5     | 5.1   | 92.4 |
|         |                   | -77      | 0.127           |         |       |      |
|         |                   | -78      | 0.146           |         |       |      |
|         |                   | -79      | 0.169           |         |       |      |
|         |                   | -80      | 0.179           |         |       |      |
|         |                   | -81      | 0.299           |         |       |      |
|         |                   | -82      | 0.660           |         |       |      |
|         |                   | -83      | 0.307           |         |       |      |
|         |                   | -84      | 0.330           |         |       |      |
|         |                   | -85      | 0.303           | 3.5     | 18.8  | 77.6 |
|         |                   | -86      | 0.393           |         |       |      |
|         |                   | -87      | 0.272           |         |       |      |
|         |                   | -88      | 0.285           |         |       |      |
|         |                   | -89      | 0.261           |         |       |      |
|         |                   | -90      | 0.441           |         |       |      |
|         |                   | -91      | 0.249           |         |       |      |
|         |                   | -92      | 0.208           |         |       |      |
| 5       | (白色薄層<br>挟む)      | -93      | 0.369           |         |       |      |
|         |                   | -94      | 0.398           |         |       |      |
| 15      | (微細砂薄層<br>挟む)     | -95      | 1.404           | 13.7    | 2.0   | 84.3 |
|         |                   | -96      | 0.289           | 3.4     | 14.8  | 81.8 |
|         |                   | -97      | 0.449           |         |       |      |
| 20      | (淡褐色火山<br>灰(?)挟む) | -98      | 0.334           |         |       |      |
|         |                   | -99      | 0.320           |         |       |      |
|         |                   | -100     | 0.229           |         |       |      |
|         |                   | -101     | 0.297           |         |       |      |
| 10      | (淡褐色火山<br>灰(?)挟む) | -102     | 0.303           |         |       |      |
|         |                   | -103     | 0.264           |         |       |      |

付表 A-1 (つづき 4)

| 層厚<br>% | 岩 質                            | 試料<br>番号 | 硫 黄<br>含 量<br>% | 珪藻出現率 % |      |      |
|---------|--------------------------------|----------|-----------------|---------|------|------|
|         |                                |          |                 | 真塩性     | 中塩性  | 貧塩性  |
| 5       | 黒灰色シルト                         | L-104    | 0.260           | 4.3     | 1.4  | 94.3 |
| 20      | チョコレート色シルト<br>(白色～オレンジ色の薄層挟む)  | -105     | 0.261           |         |      |      |
|         |                                | -106     | 0.227           |         |      |      |
|         |                                | -107     | 0.263           |         |      |      |
|         |                                | -108     | 0.244           |         |      |      |
| 5       | 黒色と褐色の縞状シルト                    | -109     | 0.335           |         |      |      |
| 50      | 暗灰色亜炭質シルト<br>(白色斑点多い)          | -110     | 0.248           |         |      |      |
|         |                                | -111     | 0.227           |         |      |      |
|         |                                | -112     | 0.287           |         |      |      |
|         |                                | -113     | 0.239           |         |      |      |
|         |                                | -114     | 0.305           |         |      |      |
|         |                                | -115     | 0.269           |         |      |      |
|         |                                | -116     | 0.246           | 0.      | 15.4 | 84.6 |
|         |                                | -117     | 0.237           |         |      |      |
|         |                                | -118     | 0.189           |         |      |      |
|         |                                | -119     | 0.222           |         |      |      |
| 9       | チョコレート色シルト<br>白色火山灰(?)<br>薄層挟む | -120     | 0.228           |         |      |      |
|         |                                | -121     | 0.209           |         |      |      |
| 5       | 灰褐色シルト                         | -122     | 0.244           |         |      |      |
| 5       | 灰黒～黒色粘土                        | -123     | 0.243           |         |      |      |
| 5       | チョコレート色シルト                     | -124     | 0.238           |         |      |      |
| 3       | 暗灰色シルト                         | -125     | 0.209           |         |      |      |
| 35      | 細砂薄層挟む<br>チョコレート色<br>亜炭質シルト    | -126     | 0.187           |         |      |      |
|         |                                | -127     | 0.175           |         |      |      |
|         |                                | -128     | 0.171           |         |      |      |
|         |                                | -129     | 0.122           |         |      |      |
|         |                                | -130     | 0.102           | 0.      | 0.   | 100. |
|         |                                | -131     | 0.149           |         |      |      |
|         |                                | -132     | 0.109           |         |      |      |
| 6       | 黄灰色細砂,<br>平行ラミナ                | -133     | 0.152           |         |      |      |

| 層厚<br>cm | 岩 質                              | 試料<br>番号 | 硫 黄<br>含 量<br>% | 珪藻出現率 % |     |      |
|----------|----------------------------------|----------|-----------------|---------|-----|------|
|          |                                  |          |                 | 真塩性     | 中塩性 | 貧塩性  |
| 40       | 青黒色部とチョコレート色部が薄い縞状を呈する粘土質シルト     | L-134    | 0.264           |         |     |      |
|          |                                  | -135     | 0.249           |         |     |      |
|          |                                  | -136     | 0.220           |         |     |      |
|          |                                  | -137     | 0.230           |         |     |      |
|          |                                  | -138     | 0.207           |         |     |      |
|          |                                  | -139     | 0.288           |         |     |      |
|          |                                  | -140     | 0.285           |         |     |      |
|          |                                  | -141     | 0.289           |         |     |      |
|          |                                  | -142     | 0.216           |         |     |      |
|          |                                  | -143     | 0.258           |         |     |      |
| 35       | 青黒色部と灰白色部が不規則な縞状を呈する粘土質シルト, 植片多い | -144     | 0.377           | 6.3     | 6.3 | 87.5 |
|          |                                  | -145     | 0.283           |         |     |      |
|          |                                  | -146     | 0.222           |         |     |      |
|          |                                  | -147     | 0.208           |         |     |      |
|          |                                  | -148     | 0.197           |         |     |      |
|          |                                  | -149     | 0.193           |         |     |      |
|          |                                  | -150     | 0.192           |         |     |      |
| 35       | 暗灰～灰白色粘土質シルト                     | -151     | 0.236           |         |     |      |
|          |                                  | -152     | 0.228           | 0.      | 3.1 | 96.9 |
|          |                                  | -153     | 0.221           |         |     |      |
|          |                                  | -154     | 0.249           |         |     |      |
|          |                                  | -155     | 0.251           |         |     |      |
|          |                                  | -156     | 0.408           |         |     |      |
| 15       | チョコレート色<br>亜炭質シルト                | -157     | 1.051           |         |     |      |
|          |                                  | -158     | 1.463           | 0.      | 0.  | 100. |
| 10       | 帯褐色灰色砂質シルト<br>植片多い               | -159     | 1.136           |         |     |      |
|          |                                  | -160     | 0.375           |         |     |      |
| 10       | 黄灰色細砂                            | -161     | 0.388           |         |     |      |
|          |                                  | -162     | 0.256           | 0.      | 0.  | 100. |
| 10       | 灰褐色粘土質シルト                        | -163     | 0.068           |         |     |      |
|          |                                  | -164     | 0.129           |         |     |      |