

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

粕 武* 坂本 亨** 安藤 厚*

KOMA, Takeshi, SAKAMOTO, Toru and ANDO, Atsushi (1983) Total sulfur content and sedimentary environment of the late Cenozoic formations in Ibaraki Prefecture, Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 34(6), p. 279-293.

Abstract: The total sulfur content is one of the most useful geochemical indicators as well as fossils, because it is moderately abundant and widespread and can be used to distinguish marine from fresh-water environment. (ICHIHARA and ICHIHARA, 1971; KOMA, 1974; ITO *et al.*, 1977; KOMA, 1978; TERASHIMA *et al.*, 1981; TANAKA *et al.*, 1981).

In this study, the total sulfur contents of the Pliocene to early Pleistocene and the middle to late Pleistocene (205 samples, including GS. 66 core samples) are analyzed by combustion Coulombmetric titration method, and detailed comparison of the environment of depositions estimated by the sulfur indicator method and by the ordinary fossil indicator method is carried out.

Total sulfur contents of GS 66 core samples of the Pliocene to the lower Pleistocene (-52 to -156.8 m) are 0.37 to 1.27; average 0.79%. These are ordinary values for the marine sediments. Among them slightly higher values are obtained for silt samples (0.88 to 1.27; average 1.06%), than those for very fine sandstones (0.37 to 1.08; average 0.70%), and total sulfur contents tend to decrease toward the upper horizon. Upper loose sandstones (-8 to -50 m) of the middle to late Pleistocene are poor in total sulfur (0.01 to 0.04; average 0.02%), even for marine sediments.

The total sulfur content in muddy sediments of the middle to late Pleistocene in this district, may be a good geochemical indicator for the judgement of the environment of deposition, if a fresh sample is used.

1. ま え が き

茨城県中部地域を主とした関東平野北東部に発達する鮮新一下部更新統, 中一上部更新統の堆積岩試料計 205 個について, 全硫黄の分析を行った。これらの試料を含む地層については, 今までに岩相・化石などによって直接あるいは間接に堆積環境の推定がなされてきた。今回の研究は, 堆積岩が海成か非海成かを識別する上での有効な手がかりとして注目されている全硫黄の含量から従来までの推定を再検討すると同時に, その有効性を細部にわたって確かめることを目的とした。

堆積岩中の全硫黄量と堆積環境との関係について本邦では今までに, 鮮新一更新統の大阪層群(市原・市原, 1971), 新潟油田の中新一更新統(粕, 1974), 北海道北部の第三系(伊藤ほか, 1977), 古第三系の石狩層群(粕, 1978), 西南日本の中一古生界(寺島ほか, 1981), 鹿児島県甌島の上白亜系(田中ほか, 1981)などの研究が

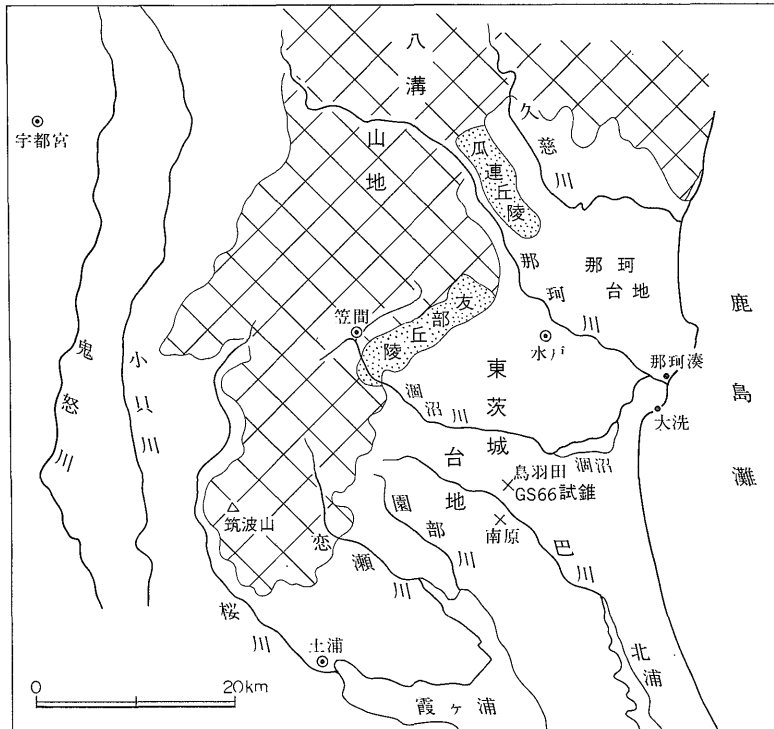
あり, 泥質堆積岩中の全硫黄量は, 海成の場合で 0.2-3.0 %, 淡水成で 0.2%以下であることが明らかにされている。

今回分析した試料は, 東茨城台地中央部の層序試錐のコア試料 87 個, 瓜連丘陵^{うりづみ}の中部第四系(引田層)の試料 58 個, 那珂台地・東茨城台地の上部第四系(見和層・段丘層・ローム層)の試料 57 個のほか筑波台地の竜ヶ崎層の試料 2 個, 栃木県下のローム層の試料 1 個が含まれている。試料採取の概略の位置を第 1 図に, また, 全硫黄分析試料を採取した地層の層序的位置を第 1 表に示した。

本研究で用いた全硫黄の測定は, 高周波燃焼装置によって試料を燃焼させ, その時に生成する二酸化硫黄などの硫黄酸化物を吸収液に吸収させ, 電量法で測定するものである(粕, 1978)。

本研究にあたり試料提供並びに討論いただいた地質調査所宇野沢昭技官, 化石を同定していただいた鳥羽水族館大山桂博士, 宇都宮大学阿久津純教授, パリノサーベイ徳水重元博士, 地質調査所遠藤秀典技官, 試料採取並

* 技術部 ** 地質部



第1図位置図

第1表層序表

更新世	後期	関東ローム層 ← 今市軽石層 ← 鹿沼軽石層	
		上市礫層・額田礫層	
	見和層	上部層 中部層 下部層	引出層
	石崎層		
前期	"上総層群"		
鮮新世			

びに分析実験などに協力された地質調査所白波瀬輝夫技官に深甚の謝意を表す。

2. 東茨城台地の試錐

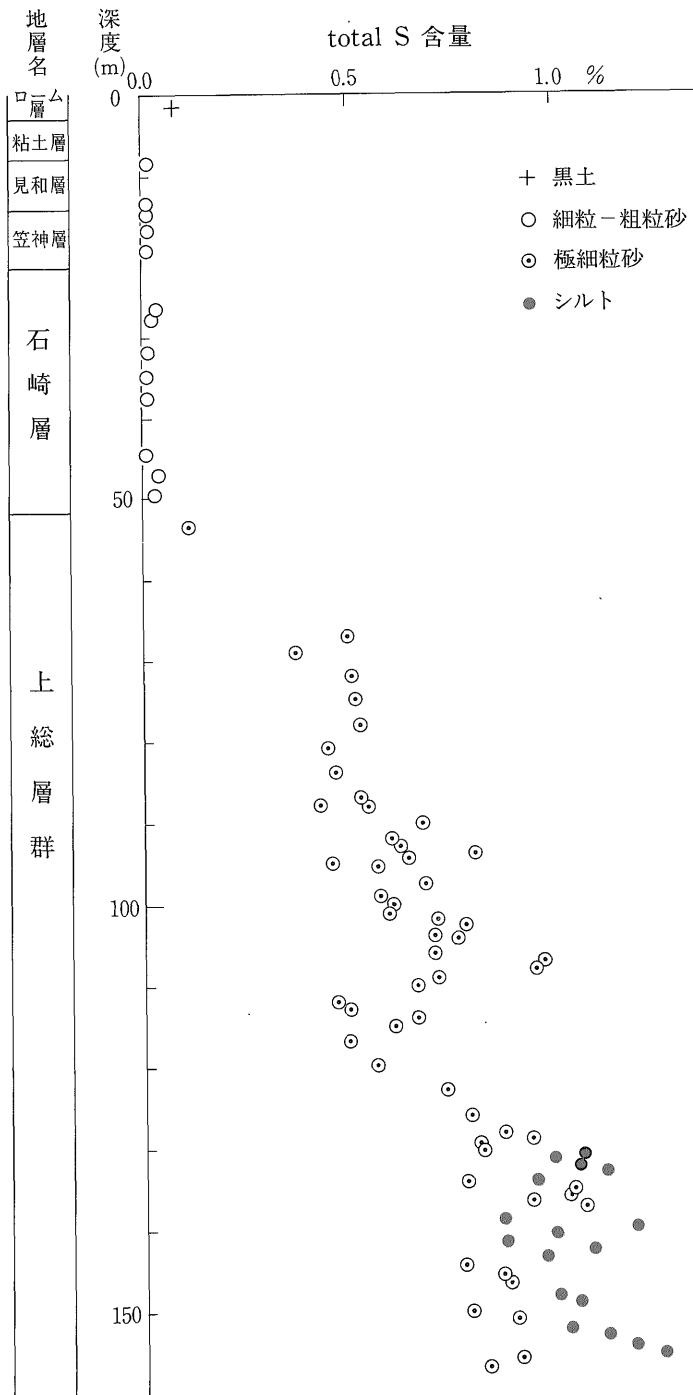
2.1 地質

1966年、東茨城台地ほぼ中央の茨城町鳥羽田地内(第1図)において、深さ200mの層序試錐(茨城町試錐、GS 66)が行われ、ほぼ連続的なコア試料が採取され

た。概略としては、地表(標高30.5m)から順に表土(厚さ0.3m)・ローム層(厚さ3.2m)・粘土層(厚さ4.8m)があり、その下位は深さ14.5mまでが見和層、深さ21.5mまでが笠神層、深さ51.8mまでが石崎層で、以下孔底(-169.5m)まで鮮新-下部更新統の"上総層群"がつづく(坂本ほか, 1981)。見和層・笠神層・石崎層は、浅海成の中-上部更新統で、千葉県北部に発達する下総層群に相当するものである。おもに細粒-粗粒のルーズな砂-含礫砂層よりなり、薄い細円礫層をしばしば挟む。"上総層群"としたものは、いく分固化した(指先でくずれる程度の)極細粒砂岩とシルト岩よりなり、個々の試料では塊状・均質である。この地層からは、試錐のほぼ全層準にわたって、*Turritella nipponica*, *Mizuhopecten yessoensis*などの貝化石を多産する。

2.2 分析試料

茨城町試錐においては、付表Iに示したように、表土1個(No. 1)、見和層2個(No. 2・3)、笠神層3個(No. 4-6)、石崎層8個(No. 7-14)、“上総層群”73個(No. 15-87)、計87個の試料をとり、その全硫黄の分析を行った。コアの採取位置・層位・岩質と全硫黄量とを第2図に示した。



第2図 茨城町試錐 (GS 66 試錐) コア試料の全硫黄量

2.3 分析結果

見和層・笠神層・石崎層からの試料は、細粒一粗粒砂である。それに含まれる全硫黄量は、0.01-0.04%、平均0.016%ときわめて少ない。

“上総層群”では、石崎層との不整合の直下に位置する最上位の試料(付表I, No.15)の全硫黄量は、0.11%であり、他の“上総層群”の試料に比べて極端に少ない。

最上位のものを除く“上総層群”の試料では、全硫黄量は0.37-1.27%、平均0.79%で、海成層として通常の値(第2表)を示している。この中では、第2図に示したように、極細粒砂岩では0.37-1.08%、平均0.70%、シルト岩では0.88-1.27%、平均1.06%と、多少の重複はあるが、全般的にはシルト岩の方が極細粒砂岩より全硫黄量が多い。また、全硫黄量は、全試料についても、極細粒砂岩試料のみについても、多少の変動を伴いながら、下位から上位に向かって次第に減少する。

2.4 考察

見和層・笠神層・石崎層の全硫黄量はきわめて少ない。一般に砂岩の全硫黄量は泥岩に比べて少なく、1/4程度とされている(狛ほか, 1982)が、上記3層の砂岩試料の全硫黄量はこれよりもずっと少ない。この原因として、上記3層がいずれも波浪などの作用を強く受けた浅海成層であることからみて、3層とも堆積時に酸化条件下にあって有機物に乏しく、硫酸イオンが洗い流されたことにより、もともと硫黄の含有量が少なかったものと考えられる。一方、堆積・陸化後の地下水の影響による硫黄の流出も考慮する必要がある。

“上総層群”最上位の試料の全硫黄量が、“上総層群”の他の試料に比べて極端に少ない点については、その試料が不整合直下(不整合面下3.2m以内)から採取さ

れていることから、おそらく、“上総層群”堆積後・石崎層堆積前の陸化・削剝の時期、あるいは石崎層堆積後の陸化の時期に、地下水の影響などによって、全硫黄の流出が生じたものであろう。このような不整合直下における堆積岩中の全硫黄の極端な減少は、ボーリング試料によって地下の層序を判定する際などに、有効に利用しうる可能性がある。

“上総層群”の残りの試料は、海成層として通常的全硫黄を含んでいる。この中で極細粒砂岩よりシルト岩でより全硫黄量が多いのは、細粒物質においてより硫黄の濃集効果が高い結果であろう。また、茨城町試錐における“上総層群”の堆積環境は、坂本ほか(1981)に示された産出化石からも判るように、上位へ向って次第に浅海化している。“上総層群”の試料の全硫黄量が上位に向って減少していく傾向は、このような“上総層群”堆積時の環境変化に関連するものと予想される。ただし、全硫黄量の変化にみられるより細かな変動が、そのまま水深の一進一退に関連するか否かは更に詳細な検討が必要である。

3. 瓜連丘陵の第四系一引田層

3.1 地質

瓜連丘陵は、水戸市の北方10数kmのところの位置し、那珂川と久慈川とに挟まれて北北西-南南東に伸びる海拔100m前後のよく開析された丘陵である(第1図)。この丘陵に発達する第四系が旧久慈川の河谷埋積層を主としたものであることは、坂本・宇野沢(1976)によって明らかにされている。しかし、坂本・宇野沢の調査当時には、断片的な小露出しかなかったため、河谷埋積層である引田層の層序内容については、十分に把握されていなかった。その後、那珂川左岸の大宮町坂地北方で土採

第2表 海成・非海成泥質岩の全硫黄量

地	層	文 献	海 成	非 海 成
ペンシルバニア系,	アパラキア	KEITH and DEGENS 1959	0.92	0.15
現世堆積物,	ハ ワ イ	” 1959	Ca. 1.2-Ca. 3.3	Ca. 0.1-Ca. 0.4
鮮新一更新統,	大 阪	市原・市原 1971	0.25 -2.58	≤0.02
中新一更新統,	新 潟	狛 1974	0.13 -1.61	0.03-0.06, 1.39
新第三系,	北 海 道	狛ほか 1974	0.266-1.230	0.055-0.067
第三系,	”	伊藤ほか 1977	0.031, 0.361-1.363	0.031
古第三系,	”	狛 1978	0.33 -0.52	0.06 -0.14
中一古生界,	西 南 日 本	寺島ほか 1980	>0.105	0.015-0.029
上部白亜系,	鹿 児 島	田中ほか 1981	0.10 -1.90	0.001-0.07
鮮新一更新統,	千 葉	狛ほか 1982	0.128-1.103	—
鮮新一更新統,	茨 城	本論文	0.37 -1.98	0.06 -0.19

り場の大露頭が出現し、引田層の下端からほぼ最上部まで、層厚 60m 以上にわたって連続的に観察できるようになった。この露頭でみられる引田層は、礫・砂礫から始まりシルトに至る堆積サイクルを数回くり返しているのが特色である（第 3 図、柱状図 C）。

3.2 分析試料

引田層の泥質岩を主として、坂本・宇野沢の調査当時（1971-73年）に採集した 53 個（付表 II, No. 32-85, No. 66 は欠）と、坂地北方の露頭で新たに採集した 5 個の泥質岩試料とを対象とした。前者はかなり風化して褐色—黄褐色を呈するものをかなり含んでいるが、後者は青灰色を呈する新鮮な試料をえらんで採取した。

上記の試料の大半については、珪藻・花粉化石の検討も行われている¹⁾。第 3 図には、堆積環境を示す化石の産出と全硫黄量とを柱状図に並記した。

3.3 分析結果

第 3 図に示したように、淡水・汽水・海生の珪藻が混在しているが、海水の影響下に堆積したとみられる試料の全硫黄量は、古徳付近（柱状図 g）と坂地の北（柱状図 c）では、0.64% 及び 0.249-2.283% と多い値を示している。引田付近（柱状図 b）では、0.05, 0.10, 0.07% とひじょうに少ない。淡水生珪藻または *Concentriscytes*²⁾ のみを産する試料では、滝沢付近（柱状図 e）の No. 61 を除いて、すべて 0.05-0.18% の範囲にあり、平均 0.108% である。

また、引田層の層序が明確で新鮮な試料が採取された坂地の北の露頭（第 3 図、柱状図 c）について見ると、試料を採取した 3 枚のシルト層のうち、最下位のシルト層の最下部から得た試料は、淡水生珪藻のみを含み、全硫黄量は 0.119% である。2 番目のシルト層の下部から採った 2 個の試料では、淡水生と汽水生の混合した珪藻群を産出し、全硫黄量は 0.597, 0.249% である。最上位のシルト層の中—上部から採取した試料では、淡水・汽水・海生の珪藻が混在しており、2.283, 1.800% の全硫黄量を示した。

3.4 考察

坂地の北の露頭の例にみられるように、新鮮な試料を対象とした場合には、汽水—海生珪藻を産する試料の全硫黄量は海成層として通常の値（第 2 表）を示しており、全硫黄量と化石の示す堆積環境はよく一致している。ただし上記の場合、海生珪藻を産出し、全硫黄量が多かっ

たからといっても、必ずしも海成層とはいえない。河川下流部の海水の遡上範囲内で、単に“海水の影響下に堆積した”だけかも知れないからである。この点については、古地理の復元にあたって興味ある問題であり、今後、現世堆積物などと比較したより詳細な検討が必要である。引田付近の海生珪藻を産する試料で全硫黄量が少ない点については、それが風化のいちじるしい試料でもあるので、引田層陸化後の地表条件下での硫黄の流出を考慮しなくてはならない。

一方、河谷埋積層である引田層の堆積環境をみた場合、その大部分（礫・砂礫—砂層の部分）は、岩相や堆積構造からみて河川成である。それにもかかわらず、引田層を構成する数回の堆積サイクルのそれぞれの最上部（泥質層の全部、あるいはその上半部³⁾）のみが海水の影響下に形成されたことは、河谷埋積層の形成過程を考える上で示唆的である。おそらく引田層は、全般的な海水準の上昇を背景として、河谷の埋積作用が進行した過程で形成されたものであろう。海水の影響は、引田層最上部の堆積期に、河谷のもっとも奥深くまで達した。化石は検出されていないが、全硫黄量の多い試料は、丘陵北部まで見出されている。

4. 那珂台地・東茨城台地の見和層

4.1 地質

茨城県中部に海拔 30m 前後の広大な台地をつくって広く発達する上部第四系の見和層については、坂本ほか（1969）・坂本（1972）などの報告がある。見和層は海進初期の急速な海水準上昇によって旧河谷を埋積して生じた下部層、海進途中での一時的な海水準の小変動に伴って形成された中部層、海進後半の長期にわたる緩慢な海水準上昇を通じて堆積した上部層が、それぞれ特有の岩相をもって識別されている。

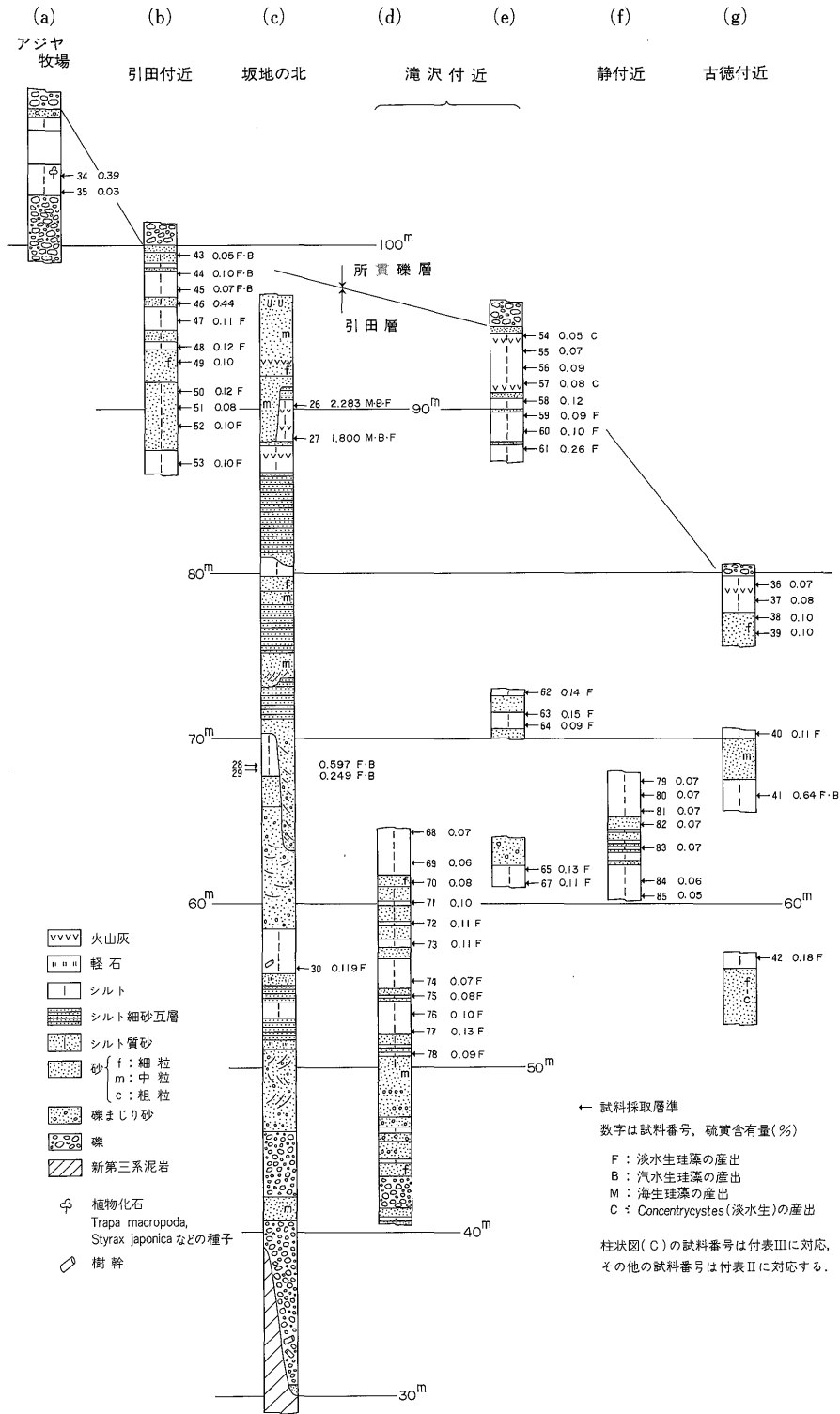
4.2 分析試料

見和層上部層の砂質堆積物についての分析結果は、茨城町試錐の項で述べた。ここでは、見和層の泥質岩について、下部層 33 個（付表 II, No. 1-4, 6-7, 9-16, 22-23, 付表 III, No. 1-3, 8-11, 15-16, 18-25）、中部層 5 個（付表 II, No. 86, 付表 III, No. 4-7）、上部層 4 個（付表 III, No. 12-14, 17）、計 42 個の試料を分析した。

各試料の採取地点・層準・全硫黄量並びに含有化石と

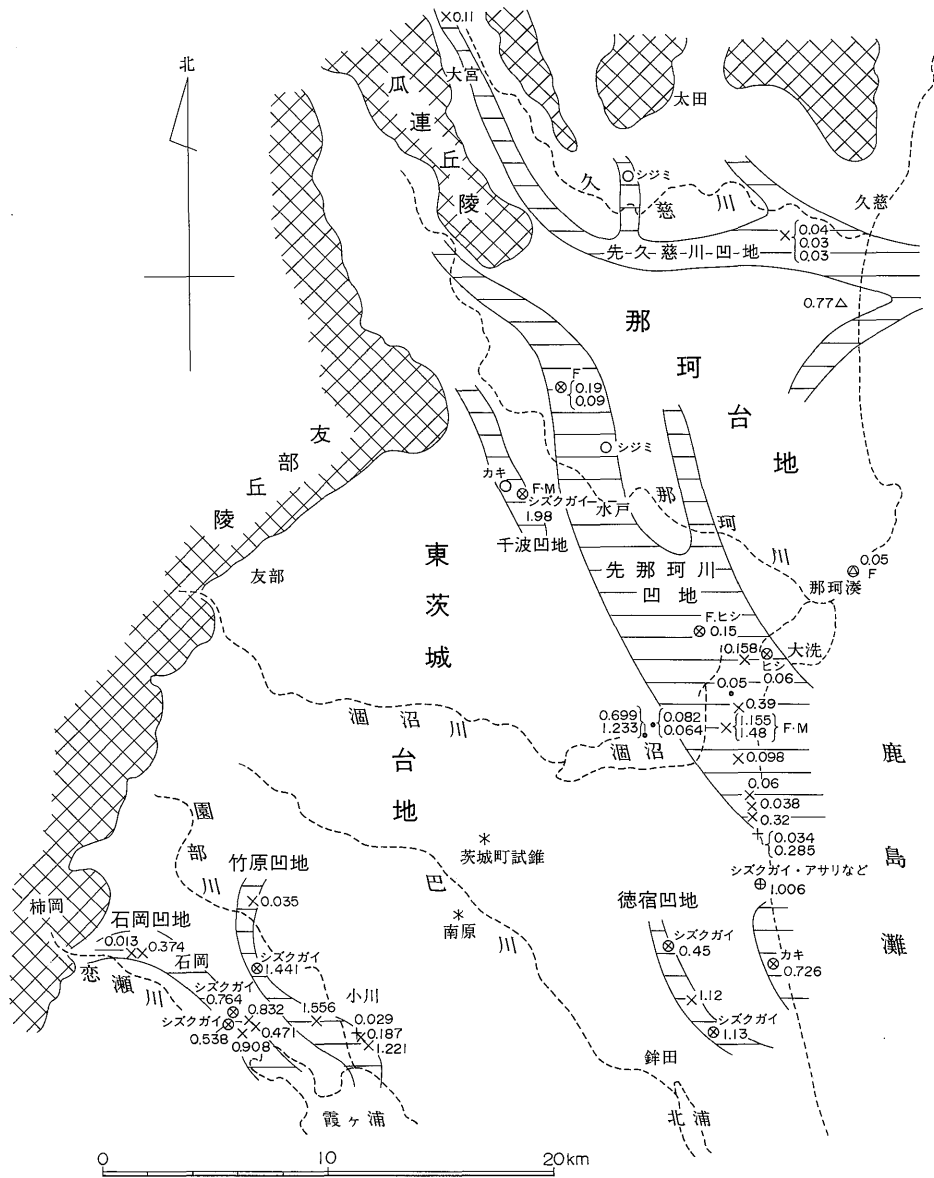
1) 珪藻化石の同定は、旧試料については宇都宮大学阿久津純教授に、新試料については本所遠藤秀典技官によった。花粉分析は、日本肥糧 K. K.（現パリスナーベイ）に依頼した。
2) 花粉分析のさい検出された、*Hystrichosphaerids* に属する渦巻状の微化石で、淡水生といわれる（徳水重元氏の御教示による）。



3) 最上位のシルト層の下半部は、全硫黄の分析は行っていないが、珪藻化石からみると淡水成である。また、最下位のシルト層では、試料はその最下部から採取しただけで、中—上部については未検討である。今後は、一枚一枚のシルト層ごとに短かい間隔で試料を採り、シルト層形成期間中の環境変化を細かく検討する必要がある。



第3図 瓜連丘陵, 引田層の柱状図, 含有化石と全硫黄量

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 (猪・坂本・安藤)



 山地・丘陵地  見和層下部層の堆積域	<p>試料採集地点</p> <p>△ 段丘層</p> <p>+ 見和層上部層</p> <p>• " 中部層</p> <p>× " 下部層</p>	<p>○ 化石産出地点</p> <p>F : 淡水生珪藻</p> <p>F・M : 淡水・海生珪藻の混在</p> <p>ヒシ : <i>Trapa chinensis</i>, <i>T. macropoda</i> (果実)</p> <p>シジミ : 淡水生</p> <p>カキ : } 内湾生</p> <p>シズクガイ : } 内湾生</p> <p>シズクガイ・アサリなど : 浅海生</p>
--	--	--

第4図 茨城県中部地域の上部第四系の含有化石と全硫黄量

その示す堆積環境は、第4図に一括して示した。

4.3 分析結果及び考察

見和層下部層：第4図に示したように、化石によって淡水成とみなしうる堆積物は、先久慈川凹地・先那珂川凹地で認められる。先那珂川凹地の場合、淡水成シルトの全硫黄量は0.06-0.19%、平均0.122%の値を示す。先那珂川ほかすべての凹地を通じて、化石によって内湾環境を示す試料では、全硫黄量は0.45-1.98%、平均1.074%で、淡水成のものに比べて明らかに多い。

東茨城台地西部の石岡凹地・竹原凹地の最奥部では全硫黄量の極端に低い例(付表Ⅲ, No. 1・3)がみられるが、これらはいずれも風化がいちじるしく黄褐色を呈する試料である。石岡凹地の例では、上記の試料と同層準で約200m離れた地点から採取した青灰色を呈する新鮮な試料(付表Ⅲ, No. 2)では、0.374%という“海成層”として通常値を示す全硫黄量がえられた。

千波凹地・徳宿凹地・竹原凹地・石岡凹地では、含有化石と全硫黄量の両面からみて、それぞれの凹地のかなり奥まで、海水の影響が及んだものと思われる。とくに石岡凹地では、化石の産出から内湾性と判断される地点よりさらに奥まで全硫黄量の多い地点があり、海水の影響が予想以上に凹地の奥深くまで達したことを示している。

第4図でみると、水戸付近を南北に並走する先那珂川凹地と千波凹地は、ごく接近しているにもかかわらず、前者の淡水成、後者の内湾成の差は、化石と全硫黄量の両面で、きわめて顕著である。かつて、坂本ほか(1969)は千波凹地の埋積層を見和層下部層と考えたが、あるいはこの埋積層は見和層の時期のものではないかも知れない。例えば瓜連丘陵の引田層(坂本・宇野沢, 1976)や友部丘陵の友部層(坂本・宇野沢, 1979)など、見和層より古い第四系との関連を今後検討する必要がある。

先那珂川凹地下流部では、全硫黄量の多い試料と少ない試料とが入り乱れて分布しているが、これについては下部層の中での層準との関係を細かく検討する必要がある。大洗付近は、見和層下部層が地下も含めてもっとも厚く発達しているところであり、下部層中で淡水成・海成の層準が交互している可能性があるからである。なお、先に述べた小凹地の場合と異なって、先久慈川・先那珂川といった大きな凹地では、海水の影響はあまり上流まで及んでいないのが特色である。これは、大きな凹地と小さな凹地、おそらくは大河川と中小河川における海水の遡上範囲の違いなど古地理的な環境の差を示す可能性がある。

見和層中部層：水戸—大洗地域に分布する厚さ8m程

度の河成礫層を主とする地層である。礫層の上位には局部的に厚さ3-5mの、塊状の灰色シルト層が発達することがある(坂本, 1975)。今回の分析では、溜沼北岸で採取したきわめて新鮮な試料(付表Ⅲ, No. 4・5)で、0.699, 1.233%という値が得られた。このシルト層は、河成礫層の上位の凹所を埋める形で分布しており、その下底にしばしば泥炭層が挟まれることから、今まで淡水成と考えてきたものである。しかし、上記の全硫黄量からみると、海成といえるかどうかは別として、海水の影響下に沈積したとみなくてはならない。瓜連丘陵の引田層の場合と同様、河成礫層とそれに伴う泥質層の堆積環境は、それぞれ別個に検討する必要がある。

見和層中部層のその他の3試料(付表Ⅱ, No. 86, 付表Ⅲ, No. 6・7)は、風化のいちじるしいものであり、全硫黄量はいちじるしく少ない。

見和層上部層：浅海成砂層を主とした地層である。砂層の試料では全硫黄量が極端に低下しており、堆積環境判定の材料にならないことは、すでに述べた。上部層の砂層中には、大洗南方の海岸付近で、シズクガイ・アサリなどの海生貝化石を含む厚さ約3mのシルト層が挟まれている。ここではこのシルト層から採取した試料を対象とした。新鮮な試料(付表Ⅲ, No. 14)では、全硫黄量は1.006%で、海成層として通常値を示している。その他の3試料(付表Ⅲ, No. 12・13・17)は、風化などの影響で全硫黄量が減少したものである。

5. 那珂川・久慈川の段丘堆積物

5.1 地質

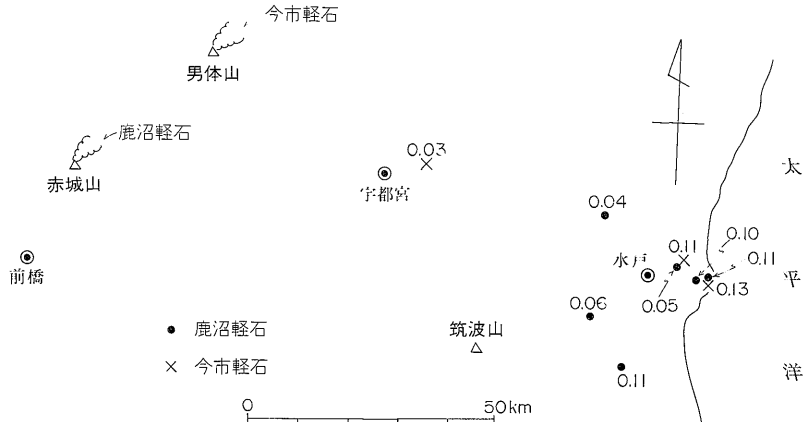
那珂川・久慈川の沿岸に発達する上市段丘・額田段丘は、南関東の武蔵野段丘に対比される河岸段丘である。段丘構成層は、それぞれ上市礫層・額田礫層と呼ばれ、礫層を主としているが、那珂川・久慈川の現河口付近で両礫層とも上・下2枚づつの砂—泥質層を挟んでいる(坂本ほか, 1972)。

5.2 分析試料

上市段丘では、那珂川北方の海岸で礫層に挟まれている細砂質シルトから得た試料を対象に分析した。また、額田段丘では礫層中に挟まれるシルトの試料を扱った。この試料は原子力研究所構内での浅層ボーリングによって採取したものである。

5.3 分析結果及び考察

上市礫層に挟まれる細砂質シルトの試料(付表Ⅱ, No. 8)では、0.05%という低い全硫黄量の値がえられた。これと同一試料による化石の検討では、陸水・付着性の珪藻化石群が検出されており(坂本ほか, 1972)、両者共



第5図 鹿沼軽石層・今市軽石層の全硫黄量の水平的分布

淡水環境を示している。

一方、額田礫層中のシルトの試料(付表Ⅱ, No. 5)では、0.77%という高い値がえられた。河岸段丘礫層中に挟まれるこのシルト層が、海水の影響下に沈積したことを示すものであろう。河岸段丘の形成と海水準変動との関係を考える上で、興味ある資料である。

6. ローム層の全硫黄量

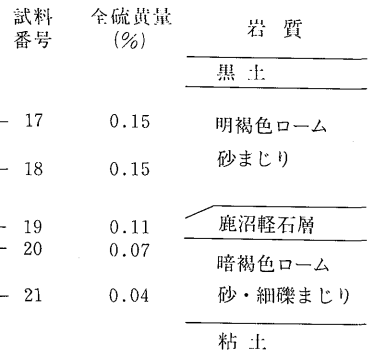
6.1 分析試料

鹿沼軽石層6個、今市軽石層3個の試料について、全硫黄量の水平的変化を検討した。また、東茨城台地中部の南原(第4図)の1露頭で層準別に採取した5個の試料によって、垂直的な変化を検討した。

6.2 分析結果と考察

鹿沼軽石層の6試料(付表Ⅱ, No. 25-29)については、全硫黄量は0.04-0.11%の範囲にあり、平均は0.078%である。今市軽石層の3試料(付表Ⅱ, No. 30-31, 柄1)については、0.03-0.13%で、平均0.09%である。この2枚の軽石層での全硫黄量の分布は、東方に向けて給源火山から遠ざかるほど含有量が増加する傾向がある(第5図)。増加のパターンからみて、海岸付近で全硫黄量が急激に増大するといえそうであるが、今後の検討が必要である。

ローム層内での全硫黄量の層準による変化は、小川町南原の例(付表Ⅱ, No. 17-21)について第6図に示した。ここでは全硫黄量が上位から下位へ向って次第に減少しているのが特色である。このような分析例は他にないため、全硫黄量の下方への減少がローム層の一般的傾向を示すものかどうかは不明であるが、この増加パターンは地表水の浸透による汚染を予想させる。軽石層の分析結果として述べた海岸付近における全硫黄の増加傾向とあ



第6図 東茨城台地のローム層の層準による全硫黄量の変化(東茨城郡小川町南原)

わせ考えると、沖積海進により海岸線がほぼ現位置を占めるに至った後の現象と考えられようである。しかし、これについても、今のところデータが少なすぎるといわざるを得ない。

7. まとめ

茨城県中部を主とした地域の鮮新統・更新統の堆積岩試料205個について、全硫黄の分析を行った。その結果、次の諸点が明らかになった。

1) “上総層群”(鮮新一下部更新統)の新鮮なボーリングコア試料では、全硫黄量は海成堆積岩として通常の値を示す。ここでは、極細粒砂岩よりシルト岩の方が、全般的にみて、全硫黄量が多い。

2) “上総層群”全体としても、また極細粒砂岩だけについても、全硫黄量は下部から上部へ向って減少する傾向を示す。これは、海域の浅海化といった上総層群堆積時の環境変化を反映している可能性がある。

3) 不整合の直下では、“上総層群”の全硫黄量は極

端に減少している。これは“上総層群”堆積後の陸化・削剝の時期に、地下水の影響によって全硫黄の流出が生じた結果であろう。

4) 第四系中一上部(下総層群相当層)のルーズな浅海成砂層では、新鮮なボーリングコア試料であっても、全硫黄量は少ない。

5) 第四系上部の泥質岩については、風化・保存の状況に留意し、新鮮な(青灰一暗青灰色を呈する)試料を使用すれば、全硫黄量は堆積環境判定の有効な指標となりうる。

6) 見和層下部層の堆積したいくつかの凹地についてみると、小凹地ではその最奥部まで全硫黄量が高く、海水の侵入が推定される。これに対して、那珂川・久慈川に関連した大きな凹地では、海水の影響はあまり奥まで及ばなかったものとみられる。

7) 瓜連丘陵の引田層、東茨城台地の見和層中部層、那珂台地の額田(段丘)礫層の場合、河成の礫一砂礫層に伴う泥質層であっても、全硫黄量が多く、海水の影響下に沈積したと推定されるものがある。

8) 鹿沼軽石層・今市軽石層を含めたロームの全硫黄量は、0.03-0.15%の範囲にある。今回の分析では、東部の海岸付近で全硫黄量が増加する、地表から地下へ向って全硫黄量が減少する、という傾向が認められた。

文 献

市原 実・市原優子(1971) 大阪層群の海成粘土と淡水成粘土について。竹原教授記念論文集, p. 173-181.

伊藤 聡・粕 武・根本隆文・横田節哉・木村 亨(1977) 北海道北部地域における第三系泥質岩の化学組成。地調月報, vol. 28, p. 57-67.

KEITH, M. L. and DEGENS, E. T. (1959) Geochemical indicators of marine and fresh-water sediments, in ABELSON, P. H., ed., *Researches in Geochemistry*, John Wiley & Sons, Inc., New York, p. 38-61.

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。石技協誌, vol. 43, p. 128-136.

————・伊藤 聡・横田節哉・上島 宏(1974) 北西北海道築別付近における新第三系泥質岩類の化学組成。石技協誌, vol. 39, p. 17-28.

————・鈴木尉元・小玉喜三郎(1982) 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

坂本 亨(1972) 茨城県大洗付近の第四系一とくに見和層堆積期の海進(下末吉海進)の進行過程について一。地調月報, vol. 23, p. 511-517.

————(1975) 磯浜地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 55 p.

————・相原輝雄・野間泰二(1981) 石岡地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 47 p.

————・岡 重文・伊藤吉助・後藤 進(1969) 茨城県那珂台地の見和層とその基底のかたち。地調月報, vol. 20, p. 685-696.

————・田中啓策・曾屋龍典・野間泰二・松野久也(1972) 那珂湊地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 94 p.

————・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.

————・————(1979) 茨城県中部, 友部丘陵の第四系。地調月報, vol. 30, p. 269-283.

田中啓策・寺島 滋・寺岡易司(1981) 鹿児島県甕島の上部白亜系姪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・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.

(受付: 1982年9月8日; 受理: 1983年1月6日)

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（狛・坂本・安藤）

付表 I 茨城町試錐（GS 66試錐）コア試料の全硫黄量

試料 番号	層 準	深度 (m)	岩 質	全硫黄 %	試料 番号	層 準	深度 (m)	岩 質	全硫黄 %
1	表 土	0.0-0.3	黒 土	0.08	45	上 総 層 群	109.0	極 細 粒 砂	0.72
2	見和層上部	8.0-9.0	細 粒 砂	0.01	46	"	110.0	"	0.67
3	"	12.5-14.5	中粒-粗粒砂	0.01	47	"	112.0	"	0.47
4	笠 神 層	14.5-15.3	細 粒 砂	0.01	48	"	113.0	"	0.50
5	"	15.3-18.0	"	0.01	49	"	114.0	"	0.67
6	"	18.0-20.5	"	0.01	50	"	115.0	"	0.61
7	石 崎 層	25.5-27.0	"	0.03	51	"	116.8	"	0.50
8	"	27.0-27.8	"	0.02	52	"	119.8	"	0.57
9	"	30.5-33.0	細礫混り粗粒砂	0.01	53	"	122.8	"	0.74
10	"	33.5-36.0	"	0.01	54	"	125.8	"	0.80
11	"	36.0-39.0	"	0.01	55	"	128.0	"	0.88
12	"	43.8-45.0	細 粒 砂	0.01	56	"	128.8	"	0.95
13	"	45.8-47.8	"	0.04	57	"	129.5	"	0.82
14	"	47.8-50.5	"	0.03	58	"	130.0	"	0.83
15	上 総 層 群	51.8-55.0	極 細 粒 砂	0.11	59	"	130.5	シ ル ト	1.07
16	"	67.0	"	0.50	60	"	131.0	"	1.00
17	"	69.0	"	0.37	61	"	131.8	"	1.06
18	"	72.0	"	0.51	62	"	132.5	"	1.13
19	"	74.8	"	0.52	63	"	133.8	"	0.96
20	"	77.8	"	0.53	64	"	134.0	極 細 粒 砂	0.79
21	"	80.8	"	0.45	65	"	134.8	"	1.05
22	"	83.8	"	0.47	66	"	135.5	"	1.04
23	"	86.8	"	0.53	67	"	136.3	"	0.95
24	"	87.8	"	0.43	68	"	137.0	"	1.08
25	"	88.0	"	0.55	69	"	138.3	シ ル ト	0.88
26	"	90.0	"	0.68	70	"	139.3	"	1.20
27	"	92.0	"	0.61	71	"	140.3	"	1.00
28	"	93.0	"	0.63	72	"	141.3	"	0.88
29	"	93.8	"	0.81	73	"	142.3	"	1.10
30	"	94.5	"	0.65	74	"	143.3	"	0.98
31	"	95.0	"	0.46	75	"	144.3	極 細 粒 砂	0.78
32	"	95.5	"	0.57	76	"	145.3	"	0.88
33	"	96.0	"	0.56	77	"	146.3	"	0.89
34	"	97.5	"	0.69	78	"	147.8	シ ル ト	1.01
35	"	99.0	"	0.58	79	"	148.8	"	1.06
36	"	100.0	"	0.61	80	"	149.8	極 細 粒 砂	0.80
37	"	101.0	"	0.60	81	"	150.8	"	0.91
38	"	101.8	"	0.72	82	"	151.8	シ ル ト	1.04
39	"	102.6	"	0.79	83	"	152.8	"	1.13
40	"	103.9	"	0.71	84	"	153.8	"	1.20
41	"	104.4	"	0.77	85	"	154.8	"	1.27
42	"	106.0	"	0.71	86	"	155.8	極 細 粒 砂	0.92
43	"	107.0	"	0.98	87	"	156.8	"	0.84
44	"	108.0	"	0.96	"	"	"	"	"

付表II 茨城県中部の第四系泥質岩の全硫黄量(露頭試料-1)

試料番号	全硫黄量(%)	岩質	採取地点		層準	産出化石
			地名	地点番号		
1	0.11	シルト	大宮町原	常陸大宮 17	見和層下部層(先久慈川凹地)	
2	0.04	"	東海村石神	久慈 107-A	" (")	
3	0.03	"	" "	久慈 107-A ボーリング 深度2.5m	" (")	
4	0.03	細粒砂	" "	" " 6.0m	" (")	
5	0.77	シルト	東海村原研構内	" " 13.0m	額田段丘礫層(はさみ)	
6	0.19	"	那珂町木倉	水戸 5 ボーリング " 2.0m	見和層下部層(先那珂川凹地)	水戸 5
7	0.09	"	" "	" " 7.0m	" (")	
8	0.05	"	那珂湊市殿山	那珂湊 216	上市段丘礫層(はさみ)	淡水生珪藻
9	1.98	"	水戸市緑町	水戸 40	見和層下部層(千波凹地)	淡水・海生珪藻 シズクガイ・ヨコハマチヨノハナガイ・シジミ
10	0.15	"	常澄村大場	磯浜 51	" (先那珂川凹地)	ヒシの実多 淡水生珪藻
11	0.06	"	大洗町磯浜	ボーリング 深度10.5m	" (")	ヒシの実
12	0.06	"	旭村市沢	磯浜 142	" (海岸地域)	
13	0.32	"	" 上釜	徳宿 29	" (")	
14	0.45	"	鉾田町徳宿	" 96	" (徳宿凹地)	シズクガイ
15	1.12	"	" 引地	" 57	" (")	
16	1.13	"	" 安房	鉾田 20	" (")	シズクガイ
17	0.15	ローム	小川町南原	下吉影 66-1	ローム層(上部)	
18	0.15	"	" "	" 66-2	" (")	
19	0.11	軽石	" "	" 66-3	鹿沼軽石層	
20	0.07	ローム	" "	" 66-4	ローム層(下部)	
21	0.04	"	" "	" 66-5	" (")	
22	0.39	シルト	大洗町神山	磯浜 98	見和層下部層(先那珂川凹地)	
23	1.48	"	" "	" 100	" (")	
24	0.10	軽石	茨城町奥谷	小鶴 250	ローム層(下部)	
25	0.06	"	友部町仁古田	岩間 10	鹿沼軽石層	
26	0.10	"	那珂湊市十三奉行	那珂湊 136	"	
27	0.04	"	常北町石塚	石塚 84	"	
28	0.05	"	勝田市中根 勝田高専構内	那珂湊 36	"	
29	0.11	"	那珂湊市平磯	" 222	"	
30	0.11	"	勝田市西原	" 39	今市軽石層	
31	0.13	"	那珂湊市平磯	" 256	"	
32	0.24	灰色シルト	大宮町7線フィールド	常陸大宮 50	引田層(主部)	
33	0.38	暗色シルト	" "	" 59	" (")	ヒシ・ハンノキ
34	0.39	黄灰色シルト	" アジャヤ 牧場	" 31	引田層(主部)	

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（狛・坂本・安藤）

付表Ⅱ つづき

試料 番号	全硫黄量 (%)	岩 質	採 取 地 点		層 準	産 出 化 石
			地 名	地 点 番 号		
35	0.03	青灰色シルト	大宮町アジャ 牧場	常陸大宮 31	引田層（主部）	ヒシ・ハンノキ・エ ゴノキ
36	0.07	黄褐色シルト	瓜連町古徳	石 塚 36-1	"（"）	
37	0.08	"	" "	" 36-2	"（"）	
38	0.10	黄褐色細 粒砂	" "	" 36-3	"（"）	
39	0.10	"	" "	" 36-4	"（"）	
40	0.11	灰色シルト	那珂町田崎	" U15-5	"（"）	淡水生珪藻
41	0.64	黄灰色シルト	" "	" U15-6	"（"）	淡水・海生珪藻
42	0.18	灰褐色シルト	" "	" U15-7	"（"）	淡水生珪藻
43	0.05	シルト質 細粒砂	大宮町引田	常陸大宮 24-1	引田層（主部）	淡水・海生珪藻
44	0.10	淡褐色シルト	" "	" 24-2	"（"）	" "
45	0.07	"	" "	" 24-3	"（"）	" "
46	0.44	シルト質 細粒砂	" "	" 24-4	"（"）	淡水生珪藻
47	0.11	灰褐色シルト	" "	" 24-5	"（"）	"
48	0.12	"	" "	" 24-6	"（"）	"
49	0.10	細 粒 砂	" "	" 24-7	"（"）	"
50	0.12	シルト質 細粒砂	" "	" 24-8	"（"）	"
51	0.08	"	" "	" 24-9	"（"）	"
52	0.10	"	" "	" 24-10	"（"）	"
53	0.10	灰褐色シルト	" "	" 24-11	"（"）	"
54	0.05	淡褐色シルト	" 滝沢の北	" 71-1	"（"）	<i>Concentrycystes</i> (淡水生)
55	0.07	"	" "	" 71-2	"（"）	
56	0.09	"	" "	" 71-3	"（"）	
57	0.08	灰褐色シルト	" "	" 71-4	"（"）	<i>Concentrycystes</i> (淡水生)
58	0.12	"	" "	" 71-5	"（"）	
59	0.09	"	" "	" 71-6	"（"）	淡水生珪藻
60	0.10	"	" "	" 71-7	"（"）	"
61	0.26	"	" "	" 71-8	"（"）	"
62	0.14	"	" 滝沢	" 71-9	"（"）	
63	0.15	灰色粘土	" "	" 71-10	"（"）	淡水生珪藻
64	0.09	灰褐色シルト	" "	" 71-11	"（"）	"
65	0.13	"	" "	" 72-12	"（"）	"
66	—	—	—	—	—	—
67	0.11	灰褐色粘土	大宮町滝沢	常陸大宮 72-13	引田層（主部）	淡水生珪藻

付表II つづき

試料番号	全硫黄量(%)	岩質	採取地点		層準	産出化石
			地名	地点番号		
68	0.07	灰褐色シルト	大宮町滝沢南	常陸大宮 76-14	引田層 (主部)	淡水生珪藻
69	0.06	"	" "	" 75-15	" "	
70	0.08	灰褐色細粒砂	" "	" 75-16	" "	
71	0.10	褐色シルト	" "	" 75-17	" "	
72	0.11	灰褐色シルト	" "	" 75-18	" "	
73	0.11	"	" "	" 76-19	" "	
74	0.07	"	" "	" 76-20	" "	
75	0.08	"	" "	" 76-21	" "	
76	0.10	"	" "	" 76-22	" "	
77	0.13	"	" "	" 76-23	" "	
78	0.09	"	" "	" 76-24	" "	
79	0.07	"	瓜連町静	石塚 25-1	" "	
80	0.07	"	" "	" 25-2	" "	
81	0.07	"	" "	" 25-3	" "	
82	0.07	褐色砂質シルト	" "	" 25-4	" "	
83	0.07	灰褐色シルト	" "	" 25-5	" "	
84	0.06	"	" "	" 25-6	" "	
85	0.06	"	" "	" 25-7	" "	
86	0.05	灰色粘土	大洗町神山	磯浜 97	見和層中部層(上半)	
柄1	0.03	軽石	宇都宮市満美穴		今市軽石層	

付表III 茨城県中部の第四系泥質岩の全硫黄量(露頭試料-2)

試料番号	全硫黄量(%)	岩質	採取地点		層準	産出化石
			地名	地点番号		
1	0.013	砂質シルト(風化)	石岡市池袋	石岡 172'	見和層下部層(石岡凹地)	有機物多い
2	2.374	シルト(新鮮)	" " 東部	" 173	" (")	
3	0.035	"(風化)	美野里町竹原	" 119'	" (竹原凹地)	
4	0.699	"(新鮮)	茨城町宮前	磯浜 73-2	見和層中部層(上半)	
5	1.233	"(")	" "	" 73-2	" (")	
6	0.064	"(風化)	" 長州	" 71	" (")	
7	0.082	"(")	" "	" 71	" (")	
8	0.158	"(新鮮)	大洗町船渡	" 79	見和層下部層(先那珂川凹地)	
9	1.155	"(")	" 神山	" 100	" (")	
10	0.098	"(風化)	" 成田	" 107	" (")	
11	0.038	砂質シルト(風化)	旭村市ノ沢	" 142	" (")	

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（狛・坂本・安藤）

付表Ⅲ つづき

試料 番号	全硫黄量 (%)	岩 質	採 取 地 点		層 準	産 出 化 石
			地 名	地 点 番 号		
12	0.034	砂質シルト (風化)	旭村上釜	徳 宿 30	見和層上部層	
13	0.285	シルト (新鮮)	" "	" 30	"	
14	1.006	" (")	" 玉田	" 33	"	シズクガイ, アサリ, ホトトギスガイ, ウ メノハナガイ, ヒメ シラトリ
15	0.726	" (")	" 滝田	" 38	見和層下部 (海岸地域)	マガキ (礁状)
16	0.187	" (風化)	小川町下馬場	常陸高浜 13	" (竹原凹地)	
17	0.029	" (")	" "	" 13	見和層上部層	
18	1.221	" (新鮮)	" "	" 13'	見和層下部層 (竹原凹地)	
19	1.556	" (風化)	玉里村飯塚	石 岡 98'	" (")	
20	1.441	" (新鮮)	石岡市香取	" 78	" (")	
21	0.764	" (")	" 東田中	" 106'	" (石岡凹地)	シズクガイ他
22	0.832	砂質シルト (新鮮)	" "	常陸高浜 33	" (")	貝殻片まじり
23	0.471	シルト (新鮮)	" "	" 32	" (")	貝キャスト含む
24	0.908	" (")	" 高浜	" 34	" (")	シズクガイ, ヨコハ マチヨノハナガイ他
25	0.538	シルト・ 細砂互層 (新鮮)	" "	" 35	" (")	シズクガイ, ヨコハ マチヨノハナガイ, マメウラシマ他
26	2.283	シルト	大宮町坂地	常陸大宮 107	引田層	海・汽水・淡水生珪 藻
27	1.800	"	" "	" 107	"	"
28	0.597	"	" "	" 107	"	汽水・淡水生珪藻
29	0.249	"	" "	" 107	"	"
30	0.119	"	" "	" 107	"	淡水生珪藻
31	0.026	粘 土	桜村上広岡	(常盤高速道路)	竜ヶ崎層	
32	0.039	シルト	谷田部町畦橋		竜ヶ崎層中の同時礫	

(注) この表に示されている試料は付表Ⅰ・Ⅱの分析結果を補足するため採取されたものである。岩相区分・分析精度等に注意がはらわれている。