

房総半島北部の上太田試錐試料のアミノ酸と単糖類

寺島 美南子*

TERASHIMA, Minako (1983) Amino acids and monosaccharides in the core sediments of Kazusa Group, Kamiotadai, Boso Peninsula. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 34 (4), p. 175-182.

Abstract: Amino acids and monosaccharides in the drilling core samples (from middle Pleistocene to Pliocene in age) drilled at Kamiota near Mobara city, Chiba prefecture, were analyzed by high speed liquid chromatography.

Total concentration of amino-acids ranges from 4.62 to 57.1 $\mu\text{g/g}$ and decreases sharply with depth.

Total concentration of monosaccharides ranges from 4.6 to 51.9 $\mu\text{g/g}$ and shows the similar vertical distribution pattern to that of amino acids.

The amino acid compositions of the core samples are strikingly different from that of any recent marine sediments, and characterized by the remarkably high concentration of non-protein amino acids.

There are differences in composition of amino-acids between the upper part and the lower part of the core. Leucine is higher in the upper part of the core than the lower part. Glutamic acid shows the reverse trend of leucine.

要 旨

房総半島の上総層群の上太田試錐試料(深度, 約2,000 m)中のアミノ酸と単糖類を高速液体クロマトグラフにより分析を行った。

総アミノ酸含有量は4.62-57.1 $\mu\text{g/g}$ の間に分布していて, 深度が増加するに従って急激に減少する傾向を示している。

総単糖類含有量は4.6-51.9 $\mu\text{g/g}$ の間に分布していて, アミノ酸と同様の分布様式を示す。

試錐試料中のアミノ酸組成は, 現世の日本海溝堆積物のそれと著しく異なっており, 非たんぱく質構成アミノ酸が著しく高いという特徴がある。

試錐の浅部と深部とではアミノ酸組成に大きな違いがある。ロイシンの占める割合は, 試錐の浅部では高く, 深部で低い, グルタミン酸はロイシンと反対の傾向を示している。

1. 緒 言

著者はこれまで主として現世から更新世の堆積物に含まれるアミノ酸と単糖類の含有量を調べ, 堆積環境とこれらの成分との関連について, また, これらの有機化合物の続成作用について考察をすすめてきた(寺島・大

嶋, 1972; TERASHIMA and MIZUNO, 1974; 寺島, 1980; TERASHIMA, 1979)。その結果, 日本の現世から更新世にいたる海成と非海成層に含まれるアミノ酸の分布, 総アミノ酸含有量, アミノ酸組成, それらの地質時代による変化の様子が明らかにされた。この研究の目的は, これまで研究の行われた堆積物の時代よりも, 更に古い地質時代の鮮新世から中期更新世の地層に含まれるアミノ酸と単糖類の分布様式を調べ, 地質時代によるそれらの組成変化について考察を試みたものである。

2. 試 料

試料は, 関東天然ガス開発㈱により茂原市北西方の上太田において掘られた試錐(深度2,000m)から採取した(第1図)。

上総層群は主に泥岩と砂岩の互層からなり, 有孔虫化石などの微化石のほか, 稀れではあるが貝化石を含んでいる。貝化石は, 黄和田層・大田代層・梅ヶ瀬層では, 親潮潜流性の深海区の群集からなっているが, 上部の国本層・柿ノ木台層となると, 下浅海帯の種も混じるようになり, さらに上位の長南層・笠森層では, 浅海帯の種が急増している。つまり上総層群は, 現在の大陸棚以深のような深海の堆積環境で形成された地層から, 堆積期の後半になると, 急に大陸棚以浅の浅海のものにかわっている。

試料の採取層準は, すべて上総層群からのものである。

* 技 術 部

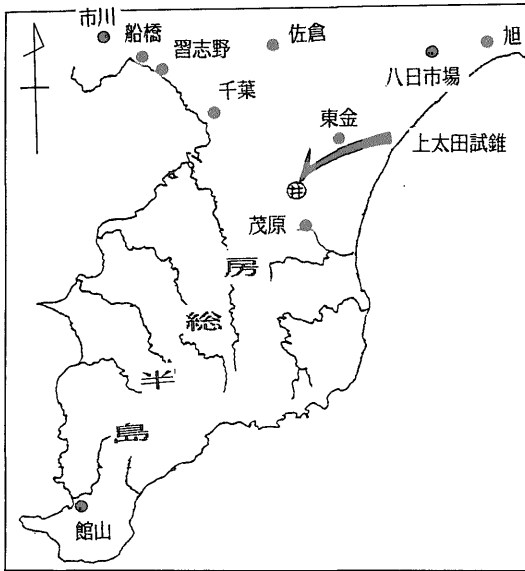
る。上位から笠森層1, 国本層1, 梅ヶ瀬層2, 大田代層2, 黄和田層5試料を分析に供した。いずれも泥岩である(第1表)。

分析法

粉末試料中のアミノ化合物は6NHCl溶液に110°Cで24時間抽出される。酸抽出物を陽イオン交換樹脂Dowex 50Wカラムに通して無機塩類を除き, カラムに吸着されたアミノ化合物は1.5NNH₄OHで溶出される。アミノ化合物を含む溶出液は濃縮後, 島津高速液体クロマトグ

ラフ-アミノ酸分析システムにより分析された。この方法は, 第1級アミンの0-フタルアルデヒド誘導体を蛍光検出器で検出する方法で, 従来の標準ニンヒドリン発光法に比較して感度が2桁ほど高い。しかし, この方法によると, プロリンやヒドロキシプロリンなどの2級アミンが検出出来ない。

粉末試料中の単糖類は1NH₂SO₄溶液に110°Cで8時間抽出される。酸抽出物に飽和水酸化バリウム溶液を加えて中和し, 遠心分離を行って沈殿と溶液に分離する。単糖類を含む溶液を上下が陽イオン交換樹脂Dowex 50W, 中が陰イオン交換樹脂Duolite A-4よりなる三重カラムに通すと陽イオンと陰イオンが除かれ, 溶出液中に単糖類が含まれる(DEGENS *et al.*, 1964)。単糖類の分析は



第1図 試料採取位置図

第1表 上総層群の層序表

年代	層群	累層
更新世-鮮新世	上総層群	笠森層
		長南層
		柿ノ木台層
		国本層
		梅ヶ瀬層
		大田代層
		黄和原層
		大浪花層
		勝浦層
		黒滝層

第2表 アミノ

グループ 試料No. 深さ(m)	アミノ酸 (W%)	塩基性			酸性		水酸基		中性				
		ヒスチジン	リジン	アルギニン	アスパラギン酸	グルタミン酸	スレオニン	セリン	グリシン	アラニン	バリン	イソロイシン	ロイシン
1(215) 笠森層		2.3	4.2	2.0	0.1	0.2	1.4	0.9	2.9	4.5	7.2	6.1	14.8
2(600) 国本層		2.9	4.1	12.2	0.3	2.6	1.1	0.4	0.7	4.8	8.8	9.3	19.1
4(900) 梅ヶ瀬層		5.8	10.7	3.8	0.2	3.2	0.7	3.4	2.4	7.1	3.9	7.6	17.6
5(960) "		1.7	7.3	3.1	0.3	5.5	2.0	0.8	2.9	3.7	10.4	7.0	21.4
6(1200) 大田代層		1.0	4.3	1.9	2.8	1.0	1.5	0.8	1.3	5.1	9.2	7.2	21.3
8(1260) "		1.7	3.7	1.9	4.3	10.0	0.2	2.3	8.4	5.8	4.1	2.6	21.6
10(1525) 黄和田層		3.9	10.0	3.0	3.0	11.4	0.2	0.5	10.1	6.1	3.1	1.9	5.9
12(1560) "		1.4	6.0	2.6	3.7	9.5	0.3	2.3	6.9	5.3	3.2	2.8	8.7
13(1780) "		5.3	8.3	1.4	0.7	9.6	0.9	1.2	8.3	9.4	8.8	4.6	9.9
14(1780) "		5.5	9.6	3.9	2.0	3.4	1.7	0.3	9.2	1.0	3.6	2.7	3.4
15(1920) "		3.9	9.7	0.7	2.0	9.7	+	0.4	6.1	10.1	9.9	5.7	11.8
18(1990) "		5.4	8.5	1.8	0.6	7.0	0.6	6.8	10.6	10.3	5.5	3.0	12.8
19(1990) "		1.5	2.1	9.2	0.8	+	2.1	13.3	23.3	11.4	6.9	3.4	3.7

島津高速液体クロマトグラフ—還元糖システムによつた。この分析法は、単糖類を陰イオン交換樹脂に吸着させ、ほう酸緩衝液をもちいて勾配溶出し、単糖類を蛍光発色させるためにモノエタノールアミンを加え、蛍光検出器にて定量する方法である。なお、この分析法においては、フルクトース、フコースとアラビノースのピークが重なる。従つて、今回は、これらの単糖類は含量として定量された。

3. 結 果

アミノ酸

分析結果を第2表に示し、総アミノ酸含有量の鉛直分布を第2図に示す。

総アミノ酸含有量は 44.7-477 nmol/g (4.62-57.1 μg/g) の間に分布して、市原・三梨(1969)による上総層群の測定値、及び川崎微小地震観測井(以下川崎試錐)より採取された大田代・黄和田層相当層のコア試料の田中ら(1978)による測定値と非常に良い一致を示す。海洋及び湖の表層堆積物に含まれる総アミノ酸含有量が数百~数千 ppm であるので、上総層群中の総アミノ酸含有量はそれらの値の数千分の1から数百分の1に相当する。上総層群中の総アミノ酸含有量は、第2図に示されるように、深度215m(笠森層)で最大値を示し、深部へ行くに従つて減少する傾向を示している。また、坑口より深度900mまでのそれらの減少の傾向は著しく、それより以深はゆるやかである。深度900m付近は、ほぼ第四紀層と第三紀層との境界に近い層準である。

深度1,780mと1,990mのそれぞれ2つの試料は、アミノ酸含有量と堆積物の粒度の関係を調べたものである。その結果、比較的粒度の粗い方の総アミノ酸含有量は細粒の試料のものより少ない。

第2表にアミノ酸組成をグラムパーセントで示し、第3図にアミノ酸の各グループ(塩基性、酸性、中性、水酸基、芳香族、非たんぱく質アミノ酸)の鉛直分布図を示す。

水酸基アミノ酸をのぞいて、各グループのアミノ酸の鉛直分布は非常にばらついている。

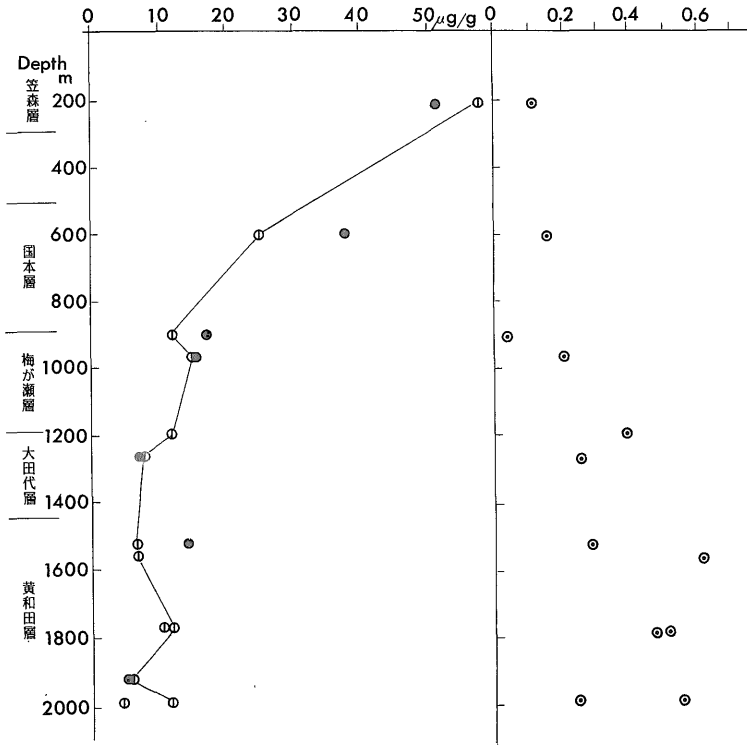
酸性アミノ酸の占める割合は低く、特に坑口より深度1,200mまで、すなわち、笠森層、国本層、梅ヶ瀬層で低い値を示している。黄和田層になると上位層と比べて、グルタミン酸の占める割合が高くなっている。

中性アミノ酸のロイシンの占める割合は、3.4-21.6%と非常にばらついているが、平均するとすべてのアミノ酸のうちで最も高い含有量を示している。特に、笠森層、国本層、梅ヶ瀬層、大田代層で高い値(14.8-21.4%)を示し、黄和田層で低い値(3.4-12.8%)を示す。中性アミノ酸のグリシンは笠森層、国本層、梅ヶ瀬層では低い値(0.7-2.9%)を、黄和田層では高い値(6.1-23.3%)を示し、ロイシンと逆の結果になっている。

非たんぱく質構成アミノ酸が総アミノ酸含有量に占める割合は非常に高く、15.6-37.9%の範囲にあった。特に、γ-アミノ酪酸の値が高く、坑口より1,560mの深度までは、単独で10.8-22.7%を占めており、それ以深では4.1-9.8%と急に減少している。β-アラニンもγ-アミ

酸 組 成

含硫	芳香属			非 蛋 白 質				総量 nmol/g	総量 μg/g	D-アロイ ソロイシン /L-イソロ イシン
	メチオニ ン	チロシン	フェニ ルアラニ ン	α-アラ ニン	D-アロイ ソロイシ ン	β-アラ ニン	γ-アミノ 酪酸			
1.1	8.1	6.2	0.2	0.6	6.4	15.8	14.9	477	57.1	0.11
0.9	7.6	6.9	0.2	1.4	3.9	10.5	2.3	191	24.7	0.15
0.1	1.2	7.3	+	0.2	4.7	12.5	7.5	93.4	11.5	0.03
1.0	6.5	4.2	0.4	1.3	5.8	10.8	3.8	124	15.3	0.19
1.2	2.8	9.4	0.6	2.8	5.8	16.5	3.5	103	11.7	0.39
0.7	1.0	0.8	0.6	0.7	7.3	19.2	3.0	65.7	7.42	0.26
0.4	0.1	3.1	0.8	0.6	15.2	17.2	3.4	57.8	6.38	0.29
1.7	5.3	5.3	0.3	1.7	8.9	22.7	1.3	62.3	7.18	0.61
1.3	2.8	4.8	0.8	2.5	5.0	9.8	4.6	105	12.3	0.51
2.4	8.8	5.2	+	1.2	5.6	4.2	26.2	80.9	10.2	0.47
1.6	2.7	4.7	0.4	3.5	6.8	7.3	3.0	47.5	5.60	0.61
0.7	1.3	4.6	0.2	0.8	5.8	4.1	9.6	104	12.0	0.25
1.5	2.7	2.5	0.2	1.8	5.7	4.5	3.4	44.7	4.62	0.54



第2図 総アミノ酸の鉛直分布と D-アロイソロイシン/L-イソロイシン
 ○総アミノ酸含有量 ●総単糖類含有量 ◎D-アロイソロイシン/L-イソロイシン

ノ酪酸の次に多く3.9-15.2%の間にある。オルニチンは非常にばらついていて、深度1,780mでは26.2%という異常に高い値を示す。

D-アロイソロイシンはすべての試料より検出された。第2図に示されているように、D-アロイソロイシン/L-イソロイシン比は非常にばらついていて、深度が増すに従って増加する傾向を示している。

単糖類

単糖類の分析結果を第3表に示す。

単糖類は上太田試錐コアの7試料から検出された。総単糖含有量は4.6-51.9 μg/gの間にあり、第2図に示されるように、アミノ酸含有量とほぼ同量であり、類似の鉛直分布を示している。

この7試料から、ラムノース、リボース、マンノース、アラビノース(フコース、フルクトースを含む)、ガラクトース、キシロース、グルコースなどの単糖類が検出された。リボースは全体を通じて痕跡程度しか存在していない。ラムノースも測定されたのは試料 No. 1(215m)と No. 2(600m)のみで、それ以深は痕跡程度しか含まれていない。

4. 考 察

第4図には、上太田試錐コア試料と日本海溝コア試料及び川崎試錐コア試料のアミノ酸組成を棒グラフで示してある。図に示されるように、上太田試錐コア試料と日本海溝コア試料の間にはアミノ酸組成に著しい違いがみられる。上太田試錐コアのアミノ酸組成の特色は、塩基性のアミノ酸、酸性アミノ酸、水酸基アミノ酸含有量が極端に少なく、非たんぱく質構成アミノ酸が多いことである。

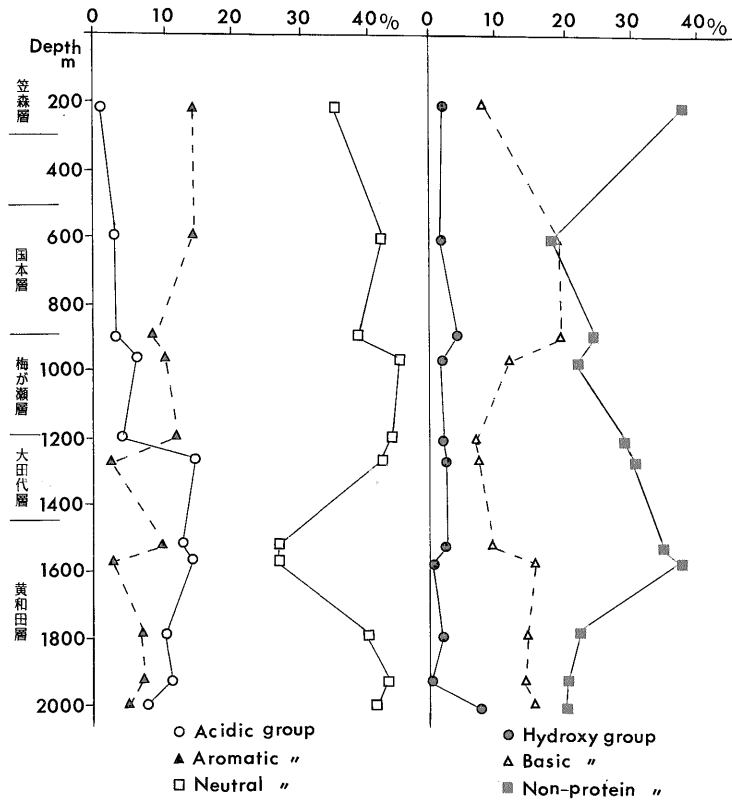
塩基性のアミノ酸は酸化的環境で少ないことが佐々木(1973)により指摘されている。

酸性アミノ酸もやはり酸化的環境において少なく(AKIYAMA and JONHS, 1972; 寺島・大嶋, 1972), 続成作用の早期に失われる。

水酸基アミノ酸は不安定なアミノ酸で、続成作用により急速に失われることが知られているが、最深部 No. 18・19(1,990m)におけるセリンの高い値の原因は不明である。

第4図において、上太田試料 No. 6(1,200m)は深度200mから1,200mまでの、上太田試料 No. 12(1,560m)

房総半島北部の上太田試錐試料の amino 酸と単糖類 (寺島美南子)



第3図 グループ別 amino 酸の鉛直分布

第3表 単糖類組成

試料No. 深さ(m)	単糖類 μg/g	ラ ム ノ ー	リ ポ ー ス	マ ス ノ ー	* ノ ア ー ラ ス ト ビ	ガ ー ラ ス ト	キ ス ロ ー	グ ス ル コ ー	総 量
1(215) 笠森層	2.7	+	7.1	14.3	10.8	9.3	7.7	51.9	
2(600) 国本層	1.1	+	6.4	5.6	9.0	4.6	9.9	36.7	
4(900) 梅ヶ瀬層	+	+	2.5	2.9	3.8	1.4	6.9	17.5	
5(960) "	+	+	1.4	5.9	0.7	3.5	1.3	12.8	
8(1260) 大田代層	+	+	1.3	1.4	1.0	0.6	2.0	6.3	
10(1525) 黄和田層	+	+	2.6	3.7	1.8	1.1	4.8	14.0	
18(1990) "	+	+	+	0.3	4.0	0.3	+	4.6	

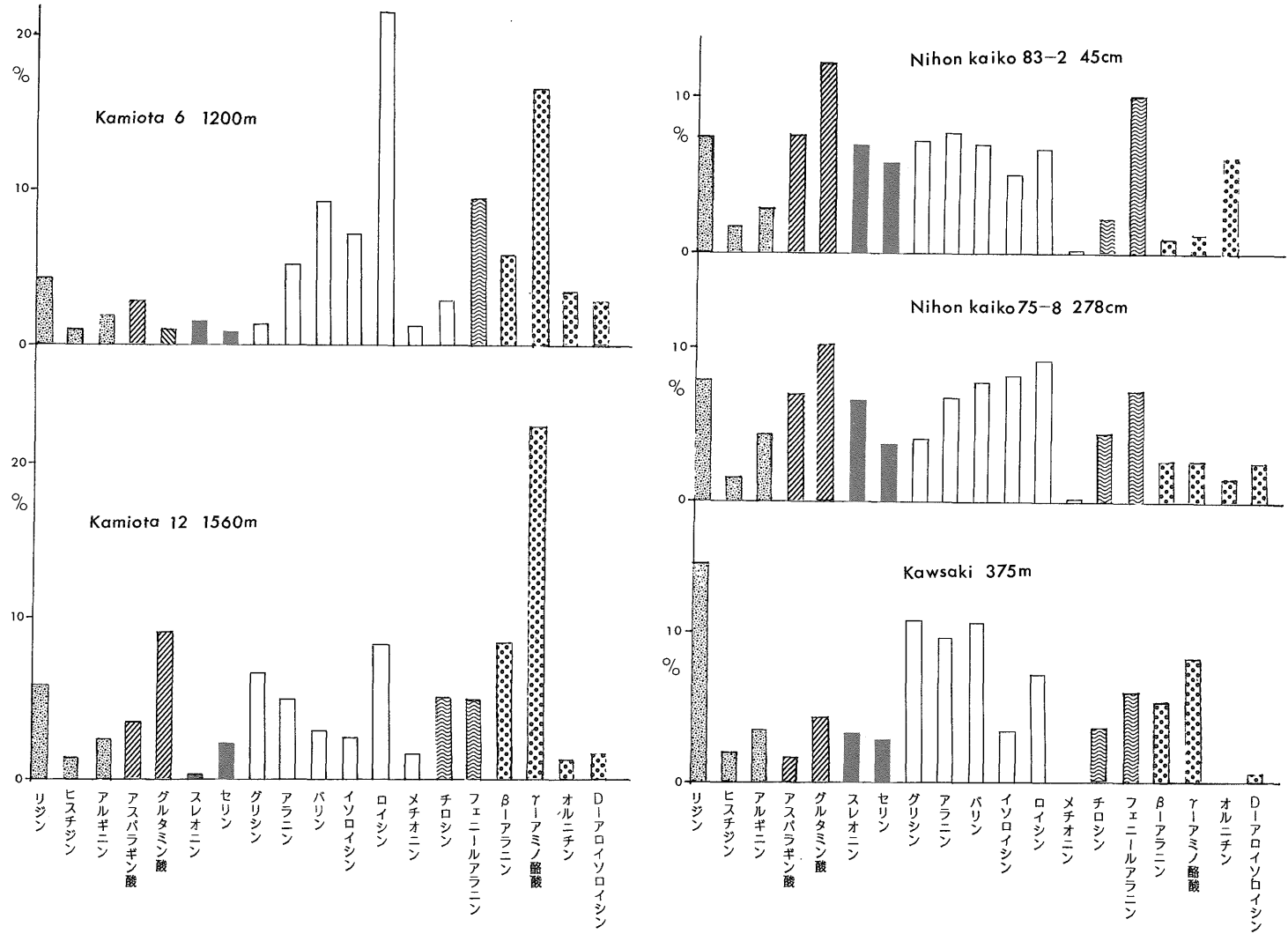
*フルクトース, フコースを含む。

はこれ以深の amino 酸組成を代表している。深度 1,200 m まではグリシンの占める割合が著しく低く、ロイシンの割合が非常に高い。中海(寺島・大嶋, 1972), びわ湖(TERASHIMA and MIZUNO, 1974), 川崎試錐試料においては、一般にグリシン含有量の方がロイシンより多い。従って、笠森層, 国本層, 梅ヶ瀬層, 大田代層におけるグリシン含有量が非常に少なく、ロイシン含有量が著しく多いという特色は、他の地域ではみられない特色である

と思われる。

第4図に示されるように、上太田コア試料の非たんぱく質構成 amino 酸の占める割合は、日本海溝コア試料に比べ異常に高い。川崎試錐コア試料においても、非たんぱく質構成 amino 酸の占める割合は高い値を示したが、上太田試錐コア試料の場合よりやや低く、 γ -アミノ酪酸は 2.8-17.8% の間に、 β -アラニン は痕跡程度から 8.9% の間にあった。日本海溝(寺島, 1980), 東シナ海(TERASHIMA, 1979), JOIDES 堆積物(AIZENSHTAT *et al.*, 1973), モホール堆積物(RITTENBERG *et al.*, 1963) の例をみると、海洋の柱状堆積物中の非たんぱく質構成 amino 酸の占める割合は、せいぜい 10% ぐらいまでである。

WHELAN(1977)によると、バーミューダの南西300マイルの大西洋深海545mより採取された 56 cm のコアにおいては、amino 酸含有量が少なく、表泥は他の地域の海洋堆積物と同様な amino 酸組成であるが、深度が増すに従って β -アラニンと γ -アミノ酪酸の占める割合が増加し、深度32-40 cm ではこの2種の amino 酸のみで全体の70%近くを占めている。 β -アラニンと γ -アミノ酪酸は土壤中に多く認められるのでバクテリアによる合成が指



第4図 上太田試錐コアと海洋堆積物のアミノ酸組成の比較

摘されている (BREMNER, 1967). しかし, WHELAN (1977) は, 深海における低い有機物含有量と低温高压における微生物の活動は土壌におけるそれとは異なり, しかも, 細胞壁物質である ϵ -ジアミノピメリック酸がこの深海堆積物から痕跡程度しか認められなかったことと, β -アラニンと γ -アミノ酪酸は 6N の濃い塩酸で高温 (110°C) でのみ抽出されることから, これらのアミノ酸は堆積物の腐植質, 粘土, フラクシオンとむすびついているとする SCHROEDER (1975) の説を支持している. 現世の堆積物に比べ, 非たんぱく質構成アミノ酸が川崎試錐コア試料や上太田試錐コア試料においてはるかに高含有量を示す事実は, 腐植化作用と関連しているように思われる. しかし, この 2 本のコア試料においては, 非たんぱく質構成アミノ酸は, 深部において再び減少するので, 腐植化作用のみでは説明出来ない. バクテリアの作用も無視出来ないと思われる.

D-アロイソロイシンは, 続成作用により L-イソロイシンより変化したものといわれている. 上太田試錐コア試料の D-アロイソロイシン/L-イソロイシン比は 0.11-0.61 の間にあり, 川崎試錐コア試料の 0.062-0.284 (田中ら, 1978) に比べかなり高い値を示した. 上太田試錐コア試料のアミノ酸のラセミ化の年代測定については, 粘土質堆積物の場合, いまなお多くの不確定要素がある事と, 対象とした地層群の堆積環境がかなり変化している事実とにより, この研究においては, D-アロイソロイシン/L-イソロイシン比がかなり高い値を示し, 地質時代が増すに従って増加する傾向を示すという事実を指摘することにとどめる.

上太田試錐コア試料中の主な単糖類は, マンノース, ガラクトース, キシロース, グルコース, アラビノース (フコース, フルクトースを含む) である. 深度 600m, 900m, 1,260m, 1,525m の試料においては, グルコースが最も多く含まれる単糖類である. グルコースは主としてセルロースの骨格多糖類である. アラビノース, フルクトースとフコースは含量として定量されているが, フルクトースは水に溶けやすく, 骨格多糖として存在している例はあまり知られていない. フコースは BOHM *et al.* (1980) により珊瑚や珪藻を構成するアラレ石中に比較的顕著に存在していると報告されている. アラビノースは骨格多糖であるヘミセルロースの構成成分として存在し, また, ゴム質, 緑藻及び細菌の多糖成分として存在する. 従って, 堆積物中に存在している単糖類は, 主として, フコースとアラビノースであると考ええる.

単糖類に関しては, 分析された試料数が少なかったため, 明確な傾向を把握するに至らなかった.

5. ま と め

房総の上総層群の上太田試錐コアより 13 試料採取し, アミノ酸と単糖類の分布様式を調べ, 地球化学的考察を行った. その結果, 次のようにまとめられる.

1. 総アミノ酸含有量は 4.62-57.1 $\mu\text{g/g}$ の間に分布していて, 深度が増すにつれて上総層群上層部で急激に減少し, 以下漸減傾向を示している.

2. アミノ酸組成は, 日本海溝コア試料のそれらと比べると, 塩基性・酸性・水酸基アミノ酸などの占める割合が低く, 非たんぱく質構成アミノ酸の占める割合が著しく高いという特色を示している. アミノ酸組成の特徴より, 上太田試錐コア試料に含まれる有機物は, 比較的酸化的環境で堆積し, 続成作用がかなりすすんでいるとみられる. 非たんぱく質構成アミノ酸の高含有量は, 微生物の活動あるいは腐植化作用と密接に関連しているように思われる.

3. アミノ酸組成の鉛直分布についてみると, 笠森層, 国本層, 梅ヶ瀬層, 大田代層と黄和田層で大きな差がある. 特に著しい差を示すアミノ酸は, グルタミン酸とロイシンである. γ -アミノ酪酸は黄和田層の上部まで高い値を示す. これらの事実は, 堆積環境がかなり変化したことを指示し, 古生物学的堆積環境推測と一致する.

4. D-アロイソロイシン/L-イソロイシン比はかなりばらばらついているが, 深度が増すに従って増加する傾向を示している.

5. 総単糖類含有量は, ほぼ総アミノ酸含有量と類似の値を示し, 深度による分布様式も似ている.

6. 上太田試錐コア試料中の主たる単糖類は, アラビノース, フコース, ガラクトース, キシロース, マンノース, ガラクトースであり, その他, リボースが痕跡程度, ラムノースが少量存在している.

液体クロマトグラフによる単糖類の分析はアミノ酸に比べ感度が悪く, しかも上太田試錐コア試料は含有量が少ないため, 多くの測点からの分析値が得られなかった. 以上の分析上の問題や, 現世堆積物中の単糖類の資料の集積も十分でないなどから, 上太田試錐コア試料について, 単糖類の分布を調べ地球化学的考察をすすめる研究は十分行えなかった. 今後さらに単糖類の分析法の検討と資料の集積を行う必要がある.

文 献

- AIZENSHAT, Z., BAEDCKER, M. J. and KAPLAN, I. R. (1973) Distribution and diagenesis

- of organic compounds in JOIDES sediment from Gulf of Mexico and Western Atrantic. *Geochim. Cosmochim. Acta*, vol. 37, p. 1881-1898.
- AKIYAMA, M. and JOHNS, W. D. (1972) Amino acids in the Cretaceous Pierre shale of eastern Wyoming, North America. *Pacific Geology*, vol. 4, p. 79-89.
- BOHM, L., DAWSON, R., LIEBEZEIT, G. and WEFER, G. (1980) Suitability of monosaccharides as markers for particle identification in carbonate sediments. *Sedimentology*, vol. 27, p. 167-177.
- BREMNER, J. M. (1967) Nitrogenous compounds, in McLAREN, A. D. and PETERSON, G. M., ed., *Soil Biochemistry*, vol. 1, p. 19-63. Marcel Dekker.
- DEGENS, E. T. and REUTER, J. H. (1963) Analytical techniques in the field of organic geochemistry, in COLONB, U. and HOBSON, G. D., ed., *Advances in Organic Geochemistry*, p. 377-407, Pergamon press.
- 市原優子・三梨 昂(1969) 房総半島の新生代層に含まれるアミノ酸. 地質雑, vol. 75, p. 241-245.
- 菊地隆男(1980) 古東京湾. URBAN KUBOTA no. 18, 特集 関東堆積盆地, p. 16-21.
- RITTENBERG, S. C., EMERY, K. O., HULSEMAN, J., DEGENS, E. T., FAY, R. C., REUTER, J. H., GRADY, J. R., RICHARDSON, S. H. and BRAYE, E. (1963) Biogeochemistry of sediments in experimental mohol. *J. Sediment. Petrol.*, vol. 33, p. 140-172.
- 佐々木清隆(1973) 新潟県五百川地区の第三系に含まれるアミノ酸類の堆積学的研究. 地質雑, vol. 79, p. 427-439.
- SCHROEDER, R. A. (1975) Absence of β -alanine and γ -amino-butyric acid in cleaned foraminiferal shells: implications for use as a chemical criterion to indicate removal of non-indigenous amino acid contaminants. *Earth Planet Sci. Lett.*, vol. 25, p. 274-278.
- 田中耕平・高橋 博・鈴木宏芳・寺島美南子(1978) 川崎微小地震観測井の坑井地質. 国立防災科学技術センター研究速報, 第28号, 73p.
- TERASHIMA, M. (1979) The distribution of amino acids in submarine sediments from the eastern part of the east China sea. *Chemical Geology*, vol. 25, p. 135-153.
- 寺島美南子(1980) 日本海溝柱状堆積物に含まれる有機物-1-. 日本地球化学会講演要旨集, p. 276-277.
- ・大嶋和雄(1972) 宍道湖, 中海の第四紀堆積物中のアミノ酸, アミノ糖について. 地質雑, vol. 78, p. 289-300.
- TERASHIMA, M. and MIZUNO, A. (1974) Preliminary result of amino acid and amino sugar determination on a 200 meter core sample from Lake Biwa, in HORIE, S. ed., *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japan Pleistocene*, Open-file Rep., no. 43, 285 p.
- WHELAN, J. K. (1977) Amino acids in a surface sediment core of the Atrantic abyssal plain. *Geochim. Cosmochim. Acta*, vol. 41, p. 803-810.

(受付: 1982年7月8日; 受理: 1982年11月15日)