

相模湾初島沖深海底生物群集近傍堆積物中の 有機物の化学的特性

半田 暢彦*¹, 増沢 敏行*¹

1986年6月7日、海洋科学技術センター所属のしんかい2000の第227潜航により、相模湾初島沖深海底のシロウリガイ群落(35°00'N, 139°13'50E, 水深1,170m)の内外において堆積物の柱状試料を採集した。この試料の堆積物および間隙水について有機炭素および窒素ならびにアミノ酸を分析し、以下の結果を得た。

- 1) シロウリガイ群落内外から採集した堆積物では有機炭素および窒素濃度が堆積物表面からの試料の深さとともに増加していた。
- 2) 間隙水の溶存有機炭素もまた、堆積物表面からの試料の深さとともに顕著な増加を示した。しかし、その濃度勾配から算定される拡散による有機物の堆積物表層へのフラックスはきわめてわずかで、シロウリガイ群落を支持するのに不十分である。
- 3) 堆積物試料のアミノ酸組成では、グリシンおよび含硫アミノ酸(システイン、メチオニン)の存在比において、シロウリガイ群落内外の堆積物に顕著な差異がある。

PRELIMINARY STUDIES ON THE CHEMICAL NATURE OF ORGANIC MATERIALS IN THE DEEP-SEA SEDIMENT ASSOCIATED WITH BENTHIC COMMUNITIES OFF HATSUHIMA ISLAND OF SAGAMI BAY

Nobuhiko HANDA*² Toshiyuki MASUZAWA*²

Sedimentary core samples were collected by *SHINKAI 2000* at a benthic shell community site (35°00'00 N, 139°13'50 E; depth 1,170 m) off Hatsu-shima Island in Sagami Bay on June 7, 1986. Sediment and interstitial water separated from the sediment samples by centrifugation were analyzed for organic carbon and nitrogen and amino acids. The following results were obtained:

- 1) Organic carbon and nitrogen tended to increase with depth in the sediment core samples collected from inside and outside the benthic shell community.
- 2) Dissolved organic carbon in the interstitial water tended to increase with depth in the core samples from inside and outside the benthic shell community. The upward flux of dissolved organic matter was calculated

*¹ 名古屋大学水圏科学研究所

*² Water Research Institute, Nagoya University

on the basis of the vertical gradient of the concentration of this material; however, the resulting values were insufficient to support the energy metabolism of the benthic shell community.

- 3) Amino acid composition of the sediment samples was determined. It was found that glycine, cysteine and methionine were more abundant in the sediment samples from inside the benthic shell community than in those from outside the community.

1. はじめに

深海底のシロウリガイ群落は東太平洋海嶺の大洋底拡大軸にそった熱水噴出口付近で発見され、海洋科学の研究課題として大きな注目をあびてきた。同様なシロウリガイ群落は大洋底の沈み込み海域である日本海溝でも発見され、また1984-1986年には相模湾西部の初島沖、水深1,100-1,200mの深海底においてもその存在が確認されるに至った(橋本ら, 1986)。

海洋の生物の生命活動を支えるエネルギーは、多かれ少なかれ海洋表層の植物プランクトンの光合成過程によって形成される有機物の化学的エネルギーに由来している。しかし、群落の位置、大きさおよび形成環境から判断して、シロウリガイ群落の場合はこれとはやゝ状況が異なることが指摘されている(太田ら, 1986)。

本研究はシロウリガイを中心とする深海底生物群集のエネルギー代謝の基質としての有機物に注目し、シロウリガイ群集近傍の堆積物におけるその化学的特性を把握することを目的とした。本報告では1986年6月しんかい2000の第227次潜航(D-227)において採集した堆積物柱状試料中の有機物の起源について二、三の予備の結果を得たので報告する。

2. 試料の採集とその特徴

堆積物試料は1986年6月7日、しんかい2000 D-227において、相模湾初島沖の35°00'00N, 139°13'50E(水深1,170m)から採集した。堆積物柱状試料はシロウリガイ群落の内外でそれぞれ3本ずつ採集し、そのうち各1本を本研究に用いた。

2つの柱状試料はそれぞれ特有の特徴を示した。シロウリガイ群落内から採集した柱状試料(長さ

10cm)は、全層が粗粒の砂質で黒く、硫化物の多いことを示した。また、シロウリガイ群落外の試料(長さ22cm)では、表層2cmが粘土質であり、好氣的環境下にあることを示したが、それに続く(2-9cm深)では砂質、黒色などの特徴を示し、硫化物の多いことを示唆した。しかし、9cm以深の層では再び粘土質にもどり、灰褐色となり、その上の砂質層とは明瞭に区別することが出来た。

得られた堆積物の柱状試料は厚さ1-2cmに分割し、遠心分離器により間隙水を分離した。得られた沈澱物(堆積物)と間隙水とについて有機物の分析を実施した。

堆積物の有機炭素および窒素についてはCHNコーダーにより、また間隙水の有機炭素は湿式酸化後赤外分析計によった。アミノ酸の分析は、試料を110°C、22時間、6M塩酸で加水分解した後アミノ酸分析計によった。

3. 結 果

1) 有機炭素および窒素の鉛直分布

シロウリガイ群落内外から採集した柱状試料の堆積物の有機炭素および窒素、ならびに間隙水の溶存有機炭素の鉛直分布を図1および2に示す。

シロウリガイ群落内の柱状試料では、堆積物の有機炭素および窒素がそれぞれ3.98-12.5mgC/g dry sed. (堆積物乾重量)および0.72-1.60mgN/g dry sed. で測定され、何れも深さとともに増加する傾向を示した。これの値は沿岸域において従来報告されてきた値(Degens and Mopper, 1976)とはほぼ同程度のものであるが、堆積層の増加とともに有機炭素および窒素濃度が増加するのが特徴的であった。

間隙水の溶存有機炭素は37.7および91.6mgC/lの値が測定された。これの値は西部北太平洋

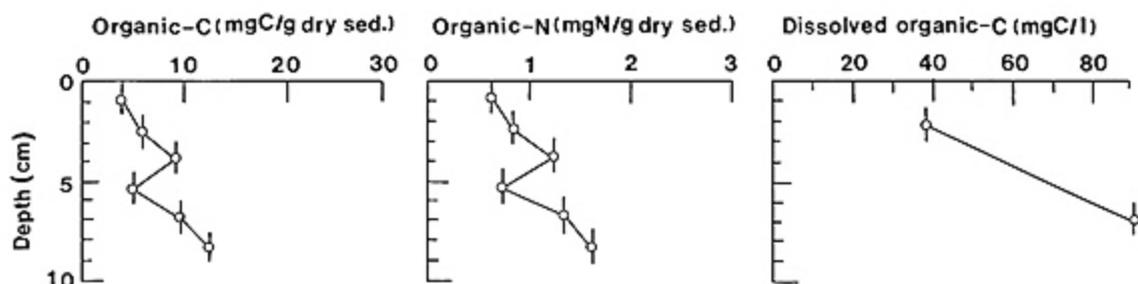


図1. シロウリガイ群集内から採集した柱状試料における有機炭素および窒素ならびに間隙水の溶存有機炭素の鉛直分布

Vertical profiles of organic carbon and nitrogen, and dissolved organic carbon of the sediment and interstitial water respectively, in the core sample collected from inside the benthic shell community.

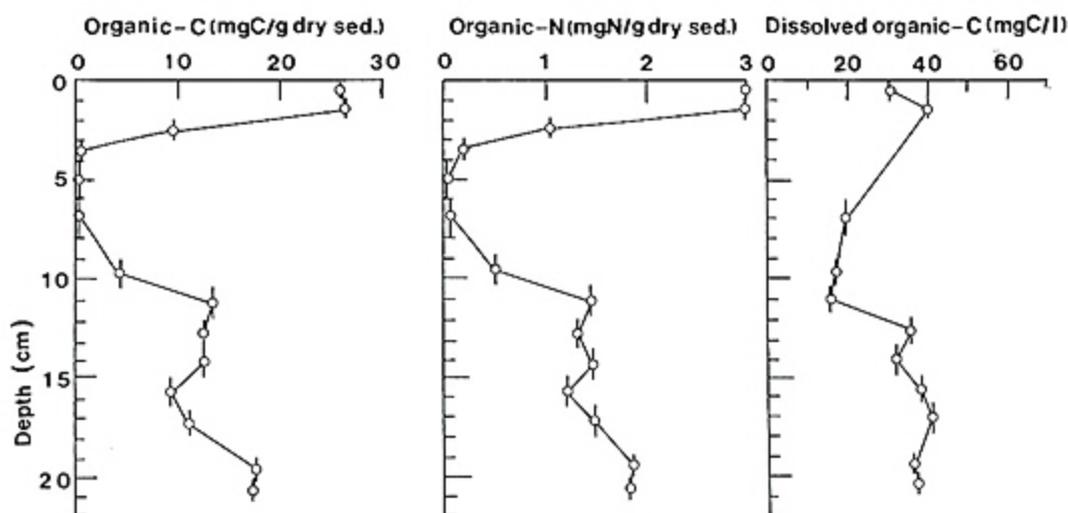


図2. シロウリガイ群落外から採集した柱状試料における有機炭素および窒素ならびに間隙水の溶存有機炭素の鉛直分布

Vertical profiles of organic carbon and nitrogen, and dissolved organic of the sediment and interstitial water respectively, in the core sample collected from outside the benthic shell community.

の日本近海で採集された深海底堆積物の間隙水中の溶存有機炭素濃度の約5~10倍に相当すること、および測定が2層のみではあるがそれらの値に顕著な鉛直変化が認められた。

シロウリガイ群落外の柱状試料では、堆積物の有機炭素および窒素濃度が顕著な鉛直変化を示した。すなわち、堆積物表層付近で高い値を示した有機炭素および窒素濃度は深さ3~8cmの黒色砂質層で極小値をとり、それ以深の層では再び深さとともに増加することを示した。特に、有機炭素

および窒素濃度の極小層における堆積物の色調および粒度組成はシロウリガイ群落内柱状試料の表層堆積物に酷似している点は大変興味深い事実である。硫化物の成因については今後詳細に検討することの重要性を認めた。

シロウリガイ群落内柱状試料の間隙水中の溶存有機炭素は17.5~41.2mgC/lの範囲で測定され、その鉛直分布は堆積物の有機炭素のそれとほぼ同様であった。

2) アミノ酸の鉛直分布

堆積物試料のアミノ酸の分析結果の一部を表1に示す。検出されたアミノ酸は17種で、何れもタンパク質を構成するアミノ酸であった。クロマトグラムにはこれらのアミノ酸の外に5ヶのピークの存在が認められたが、これらの物質の同定については現在検討中である。

堆積物試料によるアミノ酸組成の差異はそれほど大きいものではなかったが、システインおよびメチオニンなどの含硫アミノ酸ならびにグリシン

の割合は試料によって変動することを認めた。これらの試料のアミノ酸組成は、また海洋性植物プランクトンおよび懸濁粒子のアミノ酸組成に比べて、グリシンおよびアスパラギン酸の割合が大きく、含硫アミノ酸や塩基性アミノ酸の割合が小さい特徴をもっており、植物プランクトンや懸濁粒子のアミノ酸・タンパク質がある程度微生物学的に分解を受けたものと考えてよいものと思われる。

シロウリガイ群落内外から採集した柱状試料中のアミノ酸炭素およびアミノ酸窒素の鉛直分布を

表1. シロウリガイ群集の外(A)および内(B)から採集した堆積物のアミノ酸組成。ただし全アミノ酸を残基を1000とした時の各アミノ酸の残基数を示してある。

Table 1. Amino acid composition of the sediment samples from the outside(A) and inside(B) of the benthic shell community (Residues/1000)

Depth (cm)	A				B		
	0-1	4-6	12-13.5	19-20	0-1.5	4.5-6	7.5-9
Neutral amino acids							
Glycine	173	177	169	201	342	196	212
Alanine	80	97	97	101	70	105	95
Valine	39	53	46	56	48	51	45
Isoleucine	56	35	32	37	29	42	36
Leucine	31	24	27	41	35	32	31
Imino amino acids							
Proline	113	0	53	51	31	52	85
Hydroxy amino acids							
Serine	94	82	77	80	59	83	82
Threonine	59	229	55	61	44	66	53
Acidic amino acids							
Aspartic acid	142	92	137	151	119	136	131
Glutamic acid	89	53	66	83	70	83	80
Sulfure amino acids							
Cysteine	0	0	13	0	4	3	2
Methionine	8	7	10	9	34	14	10
Aromatic amino acids							
Tryptophane	25	41	11	29	22	48	44
Phenylalanine	20	27	14	22	24	35	31
Basic amino acids							
Lysine							
Histidine	6	7	41	13	13	24	18
Arginine	34	24	22	41	23	8	32

図3および4に示す。これらの濃度の鉛直分布パターンは堆積物の有機炭素および窒素のそれとはほぼ同じ傾向を示し、シロウリガイ群落外の柱状試料では深さ3-8層には有機炭素および窒素の場合と同様にアミノ酸炭素および窒素濃度の極小層の存在が認められた。

堆積物の有機炭素に対するアミノ酸炭素の割合はシロウリガイ群落外からの柱状試料で6.9-25.1%でそれほど著しい変動を示さなかったが、シロウリガイ群落内からの柱状試料では堆積物表面付近の試料でこの値が50%を起していた。

堆積物の有機窒素に対するアミノ酸窒素の割合はシロウリガイ群落外からの柱状試料で41.7-79.6%、またシロウリガイ群落内からの柱状試料で48.4-87.1%を示し、試料による変動は著しかったが、群落内の表面で高い値を示した。

4. 考 察

1) 堆積物の有機炭素および窒素の鉛直分布パターンについて

シロウリガイ群落内外から採集した柱状試料には、何れも黒色砂質層が存在していた。これらの

柱状試料の採集地点は約20mの間隔であったが、海底面がほぼ平坦であったことを考えればこれらの2地点における黒色砂質層は一連の層序面のものに対比される。したがって、シロウリガイ群落外では砂質層の上に新しい粘土層が形成されたのに対し、シロウリガイ群落内ではシロウリガイの生物活動により粘土粒子の沈積が阻止されたことを示している。この点からすれば、シロウリガイもまた海洋表層から輸送された有機物質を利用している可能性の大きいことを示唆しており、今後検討すべき重要な研究課題であると判断される。

2) 間隙水の溶存有機炭素の鉛直分布について

間隙水の溶存有機炭素は堆積物表面からの深さが増加するにつれてその濃度が増加するのが普通である。特に、好氣的条件下にある間隙水に比べて、硫酸還元、メタン酸酵素が駆動している条件下での間隙水では著しくその溶存炭素濃度を増すことが知られている (Krom and Sholkovitz, 1977)。本研究で分析に供した柱状試料は何れも堆積物表面から深さ約10cm層までは底層の海水とほぼ同程度の硫酸イオンが含まれており好氣的条件に近いものと判断される。それにもかゝら

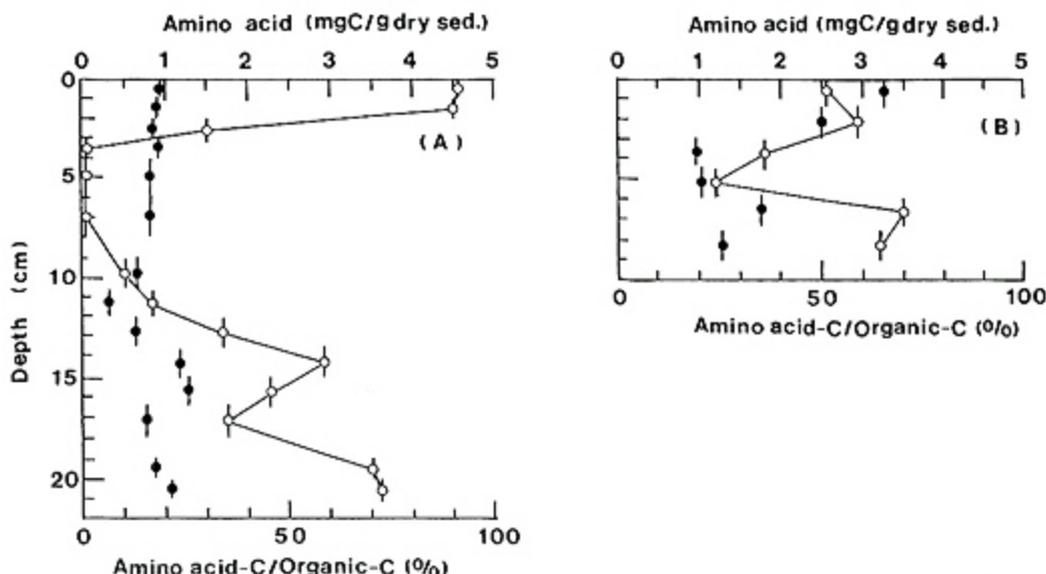


図3. シロウリガイ群落の外 (A) と内 (B) から採集した堆積物試料におけるアミノ酸炭素 (—○—) とアミノ酸炭素/有機炭素 (—●—) の鉛直分布

Vertical profiles of amino acid carbon and (—○—) and amino acid carbon/organic carbon (—●—) in the sediment samples collected from the bottom sediments outside (A) and inside (B) the benthic shell community.

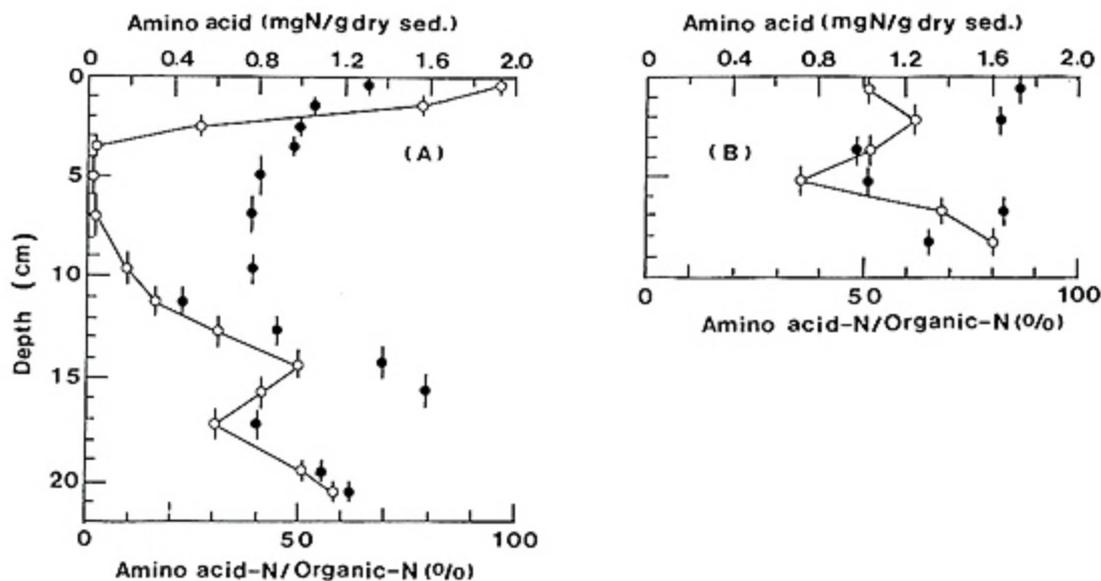


図4. シロウリガイ群落の外 (A) および内 (B) から採集した堆積物試料におけるアミノ酸窒素 (—○—) とアミノ酸窒素/有機窒素 (—●—) の鉛直分布
Vertical profiles of amino acid nitrogen (—○—) and amino acid nitrogen/organic nitrogen (—●—) in the sediment samples collected from the bottom sediments outside (A) and inside (B) the benthic shell community.

ず間隙水には溶存有機炭素が $20\text{mgC}/\ell$ 以上の濃度で存在していることは興味深い。特に、シロウリガイ群落内の柱状試料では間隙水の溶存有機炭素がきわめて顕著な濃度勾配を示し、したがって堆積物の下層から表層への有機物の拡散による輸送系の存在が示唆される点で注目値する。

そこで、この柱状試料について間隙水を通しての拡散による溶存有機炭素の鉛直フラックスを評価することを試みた。その結果、拡散定数を $10^{-6}\text{cm}^2/\text{sec}$ (Berner, 1964) とした場合の溶存有機炭素の鉛直フラックスは $1.58\text{mgC}/\text{m}^2, \text{day}$ と評価される。約 $100\text{個体}/\text{m}^2$ の密度で生息しているシロウリガイ群落が必要とする1日当りの有機物量に比してこの値はかなり小さいものと云える。したがって、この生物の有機物必要量を間隙水の溶存有機物のみでまかなおうとすると間隙水の移流がかなり速いことが必要となる。この点については今後の検討課題と云える。

3) アミノ酸組成について

シロウリガイ群落内外の堆積物試料のアミノ酸組成は従来から報告されている海洋性動物プランクトン (Chuecas and Riley, 1969), 懸濁粒子

(Degens, 1970), 沈降粒子 (Lee et al., 1983) 堆積物 (Degens, 1970) のそれとそれほど大きな差異は認められなかった。たゞグリシン、システインおよびメチオニンの割合が比較的大きいことが異っていた。

まず、堆積物試料中のアミノ酸の全残基数を1,000としたときの各試料中のグリシンの残基数の鉛直分布を図5に示す。シロウリガイ群落外の堆積物試料ではグリシン残基数が163-201を示しあまり大きな変動を示さない。これらの値は動物プランクトンの場合 (108-140) よりは大きい。しかし、シロウリガイ群落内からの堆積物表層試料ではグリシン残基数が > 300 となることを認めた。

一般にグリシン残基数の大きい値は有機物の分解の進んだ堆積物試料、すなわち海底表面から数m以深の堆積層からとられた試料によくみられる。この点からすればシロウリガイ群落内堆積物の表層では有機物の分解・変質がかなり活発におこなわれていることが示唆される。たゞ、シロウリガイを中心とする底生生物に専らグリシンを合成す

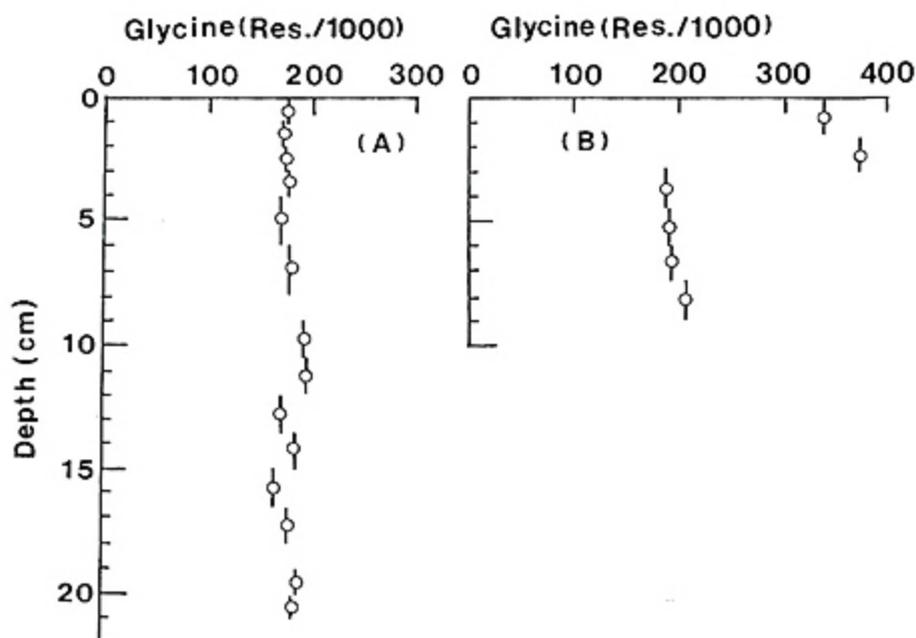


図5. シロウリガイ群落の外 (A) と内 (B) から採集した堆積物試料中のグリシン残基数の鉛直分布

Vertical profile of glycine residues in the sediment samples collected from the bottom sediments outside (A) and inside (B) the benthic shell community.

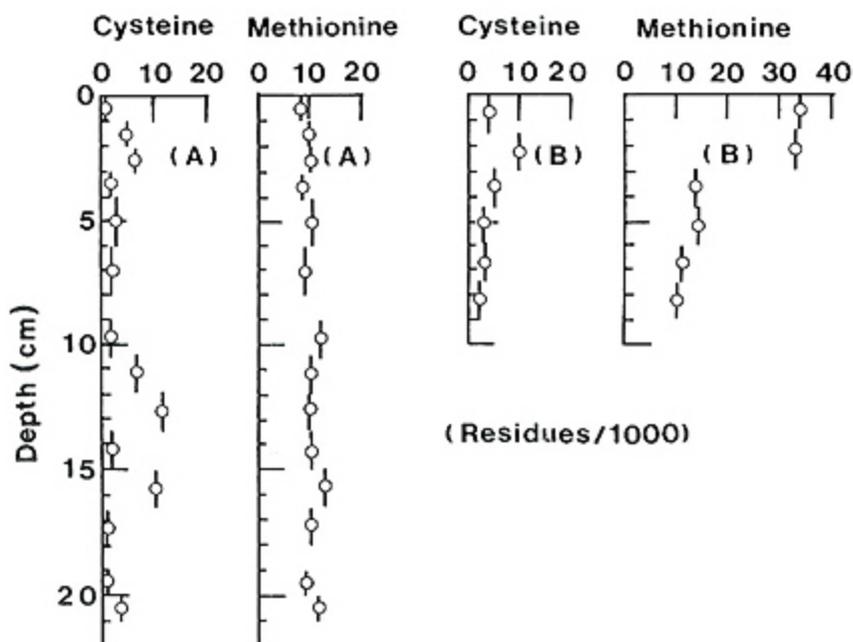


図6. シロウリガイ群落の外 (A) と内 (B) からの堆積物試料中のシステインとメチオニンの残基数の鉛直分布

Vertical profile of cysteine and methionine in the sediment samples collected from the bottom sediment outside (A) and inside (B) the benthic shell community.

る能力があって、このグリシンが堆積物に移行していると云う特異な場合も消えたわけではないので今後この点も含めてグリシンの挙動を検討する予定である。

つぎに、こゝで取扱った堆積物試料ではシステインおよびメチオニンなどの含硫アミノ酸の存在割合が高いと云う特徴をもっていた。

システインおよびメチオニン残基数の鉛直分布をそれぞれ図5および6に示す。シロウリガイ群落外の堆積物試料ではシステインおよびメチオニン残基数がそれぞれ0-13および8-12であった。これらの値は大西洋の堆積物表面試料において得られた値 (Degens, 1970) とほぼ同じであった。しかし、シロウリガイ群落内の堆積物試料では、システインの異常は認められなかったが、メチオニンでは>30の残基数を示した。一般に生体試料は含硫アミノ酸において比較的高い残基数を示し、その死滅とともに急速に含硫アミノ酸量が減少する。このような事実を考慮するならば、シロウリガイ群落内堆積物の表層試料にメチオニン残基数の高いのはシロウリガイを中心とした生態系の存在が大きく関与しているものと判断される。

参 考 文 献

- Berner, R. A. (1964): An idealized model dissolved sulfate distribution in recent. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 28, 1497-1503.
- Chuecas, L. and J. P. Riley. (1969): The component combined amino acids of some marine diatoms. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 49, 117-120.
- Degens, E. T. (1970): Molecular nature of nitrogenous compounds in sea water and recent marine sediments. In *Organic Matter in Natural Waters*, ed. by D. W. Hood, p 77-106, Institute of Marine Sci., Univ. Alaska.
- Degens, E. T. and K. Mopper. (1976): Factors controlling the distribution and early diageneses of organic materials in marine sediments. In *Chemical Oceanography*, ed. by J. P. Riley and R. Chester, p 59-113, Academic Press.
- 橋本 惇, 田中 武男, 松沢 誠二, 太田 秀, (1986): 相模湾初島沖におけるシロウリガイ群集の分布性状. 昭和61年日本海洋学会春季大会講演要旨集 152-153.
- Krom, M. D. and E. R. Sholkovitz. (1977): Nature and reaction of dissolved organic matter in the interstitial waters of marine sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 41, 1565-1573.
- Lee, C. S. G. Wakeham and J. W. Farrington. (1983): Variation in the composition of particulate organic matter in a time-series sediment trap. *Marine Chem.*, 13, 181-104.
- 太田 秀. 「シロウリガイ群集」総合調査研究グループ, (1986): 相模湾初島沖における「シロウリガイ群集」総合調査について. 昭和61年日本海洋学会秋季大会講演要旨集 154-155.

(原稿受理1987年3月10日)