

## 初島南東沖シロウリガイ群集内のメイオベントスの生態について

白山義久\*<sup>1</sup>

「しんかい2000」DIVE226及び227において初島沖に発達するシロウリガイの優占する群集の内外から採集した堆積物を用いて、線虫類を中心としたメイオベントスの群集構造を研究した。メイオベントスの個体数密度は、実験区と対照区とで大差なかった。

高次の動物群でみると、実験区では貧毛類が顕著で、棘皮虫類が欠けているのが注目された。ネマトード・コペポード比は、DIVE226の群集内の試料で特に高かった。線虫相は実験区の方が種数が少なく、多様性、平坦度共に低かった。堆積物内の鉛直構造を見ると、実験区の方が表層と下層との類似度が高かった。以上のようなシロウリガイ群集内のメイオベントスの特徴は、チオビオースと呼ばれる高硫化物環境にみられる群集のものと類似している。そこでイーストフラワーガーデンから知られているチオビオース群集との比較も行った。

### ECOLOGICAL STUDIES OF MEIOBENTHOS IN A *CALYPTOGENA* DOMINANT COMMUNITY DEVELOPING OFF HATSUSHIMA, CENTRAL JAPAN

Yoshihisa SHIRAYAMA\*<sup>2</sup>

In dives 226 and 227 of the deep-sea submersible *SHINKAI 2000* (JAMSTEC) sediment samples were collected both in and outside the *Calyptogen*-dominant community developing at depths around 1,100 to 1,200 m off Hatsushima, Sagami Bay, Central Japan. The sediment within this Hatsushima community was very coarse, black in color and smelling of hydrogen sulfide, suggesting an anaerobic condition. The sediment in the control area was well-oxygenated fine silt, which is common in the bathyal depths of the bay. Using these samples, the community structures of meiofauna, especially nematodes, in and outside of the Hatsushima community were studied.

The abundance of meiofauna in the Hatsushima community was not significantly different from that in the control area. At the level of major taxonomic groups, oligochaetes were conspicuous in the Hatsushima community, while the lack of kinorhynchs, which were the third dominant group in the control community, was noteworthy. The nematode/copepod ratio

\*<sup>1</sup> 東京大学海洋研究所

\*<sup>2</sup> Ocean Research Institute, University of Tokyo

was significantly higher in the Hatsushima community than in the control area.

Nematode assemblages within the Hatsushima community were poorer in number of species and lower in species diversity and evenness than those in the control area. No species occurred commonly both in and outside the ecosystem. Regarding the vertical structure within the sediment, in the Hatsushima community, the surface subassemblage was similar to the sub-surface one, but in the control area a drastic change in species composition was noticed. All the above characteristics found in the meiobenthos of the *Calypptogena*-dominant Hatsushima community are similar to those of the meiofauna in sulfide-rich environments, or "thiobiose", and the nematode fauna of the Hatsushima community was compared with the other thiobiotic nematode assemblages known from East Flower Garden.

#### [はじめに]

ガラバゴス諸島沖の東太平洋海膨の大洋底拡大軸付近に、太陽の光エネルギーではなく、地下から噴出する熱水に含まれる硫黄を中心とした物質の地球化学的エネルギーに依存する生態系が発見されてから、既に10年の歳月が流れた。そしてこの間に、殻長 30 cm を越えるシロウリガイや Vestimentifera などに代表される巨大な底生生物の生態に関しては、実に精力的に調べられ、多数の新しい知見が明らかになってきている(Hessler and Smithey, 1984)。しかし、メイオベントス(1mm以下の底生生物)については、深海ベントスの重要な要素の一つであるにもかかわらず、ほとんど調べられていない。その主な理由は、熱水生態系が枕状溶岩の上に発達しているために、砂粒の間隙を主な生息場所とするメイオベントスを定量的に採集することが不可能に近いと考えられるが、実際には、僅かに堆積している砂泥中にも、多数のメイオベントスが存在していることは間違いない。

わが国の周辺海域でも、1985年に行われたKA-IKO計画以来、いくつかのシロウリガイが優占する熱水生態系類似の生物群集が発見されてきた。しかしその生息場所にはわずかな温度の異常はあるものの、熱水の噴出は認められない。このような低温の生態系は、米国のオレゴン沖などにも知られているが、ここに棲息する底生生物は、堆積物内の遺留水が湧出する地域で、その湧水に含まれ

ている有機物を主なエネルギー源として繁栄しているものと推測されている。この非熱水型の生態系は、堆積物上に形成されていることが特徴で、メイオベントスを研究するためには、絶好の海域となっている。日本周辺に点在するこのような生態系の中で、初島沖の水深 1,100~1,200m の海域に発達しているものについて、1986年の春に海洋科学技術センターの"しんかい2000"を用いて、集中的な調査が行われた(橋本, 1987; 太田他, 1987)が、ここでは、その際に、DIVE 226 および 227において、シロウリガイ群集の内外から得られた柱状堆積物試料を用いて、線虫類を中心にメイオベントスの群集構造を解析した結果を報告する。

#### [材料および方法]

DIVE 226, 227の潜航地点などについては、橋本(1987)を参照されたい。採集した堆積物試料は、DIVE 226のものは柱状のまま、また DIVE 227のものは船上で2cmごとに層別にし、冷蔵保存した。陸上の研究室では、各試料を63  $\mu$ mのメッシュでふるい、保持されたものを、5%のホルマリンで固定し、その中から、メイオベントスを分別した。メイオベントス試料のうち、線虫類については、溶媒をグリセリンに置換したプレパラートを作成し、微分干渉顕微鏡を用いて検鏡し、分類同定を行った。

# [結果および考察]

今回の試料は、いくつかの研究目的のために非定量的に分割されたため、定量的な結果は得られていないが、シロウリガイ群集内のメイオベントスの個体数密度は、群集外の対照区に比べて、高い傾向にあった(表1)。しかし、群集内での変異も大きいので、その差は有意とは思われなかった。群集内から得られた二つの試料の間に見られた、個体数密度の大きな差は、この生態系そのものの内部にも、かなりの環境の変異があることを示唆している。

群集を構成している生物群を見てみると、群集内では貧毛類が多数見られたのに対し、外部では棘皮虫類(Kinorhyncha)が目立った。浅海域において、貧毛類は、有機物の供給過剰に起因する低酸素環境に特に多く見られ、一方棘皮虫類は、有機汚染海域から最も早く姿を消すグループであることを考え合わせると、初島沖のシロウリガイ群集は、浅海の有機汚濁海域にも似た還元的な環境に発達しているように思われる。事実、有機物による汚染度の指標としてしばしば用いられる、ネマトーダ・コペポダ比は、DIVE 226の試料では極端に高く、また堆積物そのものも、硫化水素の悪臭がかなり感じられるものだった。シロウリガイ群集では、1平方メートルあたり10kg以上の現存量さえ認められることがあることを考えれば、餌量物質の極端な不足が特徴である深海生態系でさえ、なお有機物汚染域類似の環境も局地的には発達しうるのだろう。

シロウリガイ群集内のメイオベントスが、有機物汚染海域などにみられる、酸素に乏しく、還元的で硫化物に富んだ環境の群集と同様の特徴を持

つことは、線虫類についての研究結果からも確かめられた。一般に、汚染海域では種の多様性が低下することが知られているが、シロウリガイ群集内の線虫類相は、対照区に比べて明らかに貧弱で、種数はわずかに半数しかなく、また多様度指数もかなり低いものであった。(表2)。その上、群集内と対照区との間で、共通種が全く存在しなかったことは、シロウリガイ群集内に発達している還元的な環境に適応することができた、数少ない種だけが、そこに生息していることを示している。

個々の種レベルでみると、シロウリガイ群集の内部では、*Daptonema* (Monhysterida, Xyalidae) の一種が最も優占しており、特に DIVE 226 の試料では、全 560 個体中 506 個体を占めていた。この試料では、次に *Sabatieria* (Chromadorida, Comesomatidae) の一種が多く、他には 5 種を認めたに過ぎなかった。一方、DIVE 227 の試料では、全部で 19 種が確認され、*Daptonema* の他には、*Actinonema* (Chromadorida, Neochromadorinae) の一種が多かった。それに対し、対照区では、*Desmolaimus* (Monhysterida, Linhomoeidae) の一種、Xyalidae の一種、および *Neochromadora* (Chromadorida, Neochromadorinae) の一種が優占していた。つまり、種並びに属のレベルでは、シロウリガイ群集と対照区の線虫相は全く異なるものの、科または亜科のレベルでは、共通するものが優占していることが明らかになった。

シロウリガイ群集内のメイオベントスの今一つの特徴は、堆積物の鉛直方向に、殆ど変化が見られないことであった。一般の堆積物では、表層と深層とで、間隙水中の溶存酸素量などが大きく異

(表1) 採集されたシロウリガイ群集内外のメイオベントスの個体数

Number of meiobenthos collected in and outside of the Hatsushima community

|                        |          | 線 虫 類<br>Nematodes | 橈 脚 類<br>Copepods | 貧 毛 類<br>Oligochaetes | 棘 皮 虫 類<br>Kinorhynchs | その他<br>Others |
|------------------------|----------|--------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|---------------|
| シロウリガイ群集内              | Dive 226 | 384                | 2                 | 0                     | 0                      | 5             |
| (Hatsushima community) | Dive 227 | 146                | 20                | 12                    | 0                      | 10            |
| 対 照 区<br>(Control)     | Dive 227 | 105                | 12                | 0                     | 2                      | 10            |

表2 シロウリガイ群集内部の線虫類相の特徴  
The characteristics of nematode fauna within the *Calyptogena* dominant Hatsushima community

|                         | 群集内<br>(inside) | 群集外<br>(control) |
|-------------------------|-----------------|------------------|
| 種類数<br>(No. of species) | 19              | 38               |
| 種多様度 (H')               | 3.10            | 4.42             |
| (Species diversity)     |                 |                  |
| 平坦度<br>(Evenness)       | 0.45            | 0.56             |

\* 群集内と対照区とで共通種は存在しない。

なるため、両層に見られる線虫相は全く異質のものとなるが、シロウリガイ群集内の線虫類相は、表層の0-2cmと、その下の層とで、対照区に比べて極めて高い類似度を示し、鉛直的な変化の少ないことを示している(表3)。既に述べたように、シロウリガイ群集は、還元的で貧酸素な環境に発達しているものとして特徴づけられ、一般の海域では堆積物の深層でしか見られないこの様な環境が、表層近くまで分布していることが、この生態系において堆積物の深層と表層との間に線虫相の高い類似性を示す原因ではないかと考えられる。

ところで、高濃度の有機物を含む湧水にともなう、貧酸素高硫化物の環境としては、イーストフラワーガーデンと言う名で呼ばれる、メキシコ湾北部に存在する生態系(水深70m)が有名である(Powell et al., 1983)。この海域では、Gnathostomulida等を中心とした特異なメイオベントス群集が見られ、高濃度の硫化物で特徴づけられることからチオビオースと呼ばれている。このイーストフラワーガーデンのチオビオース群集内の線虫類相(Jensen, 1986)と初島沖のシロウリガイ群集(これも一種のチオビオースと言えるだろう)の線虫類相を比較してみると、どちらもMonhyserida目が大部分を占めており、その点からみれば、よく似ているといえる。しかしながら、チオビオースの特徴とされる、瘦身な体型は初島沖の群集では余り顕著でなく、また科のレベルでは、二つのチオビオース群集に共通のものが殆どみら

表3 線虫類相の堆積物内における鉛直構造  
Vertical structure of nematode fauna within the sediment profile

|                                                                                | 多様度指数 (H')<br>(species diversity) |                  |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------|
|                                                                                | 群集内<br>(inside)                   | 群集外<br>(control) |
| 0-2cm                                                                          | 2.21                              | 3.97             |
| 2-4cm                                                                          | 2.87                              | 3.75             |
| 4-6cm                                                                          | 2.29                              |                  |
| 表層と下層との類似度指数<br>(similarity between surface-<br>and subsurface subassemblages) | 0.593                             | 0.193            |

れないなど、相違点も少なくない。また食性などの生態的特徴にも違いがみられ、チオビオース群集と言ってもいろいろなタイプがあるように思われる。

チオビオース群集が、多くのメイオベントス学者の興味を引く第一の理由は、硫化物に富み酸素に乏しい環境が、生命の歴史のごく初期のものとよくにているためである(Boaden, 1975)。そしてこの様な環境を研究することによって、後生動物のもっとも原始的なものを見いだしたり、酸素を必要としない特異な酵素系列を持つ生物が発見されることが期待されている。事実、初島沖を初めとするチオビオース群集に優占する線虫類は、ほとんどが系統的に最も古いとされる Monhyserida に属しており、また水深1,500m前後の深海には、原始的な種が多いので、いわゆる生きた化石に相当するような種をチオビオースの線虫から発見できるかも知れない。しかし、本研究から得られた、対照区とシロウリガイ群集とでの線虫相の、科レベルでの相似と、属、種レベルでの相違という結果からみると、むしろシロウリガイ群集内の線虫類は、還元的な環境に周辺の種が適応して侵入したものだと考える方が自然なように思われる。いずれにしても、初島南東沖の海域では、シロウリガイを中心とした特異な群集が発達し、その中に生息するメイオベントスもまたユニークなものであること、また群集の内部にもかなりの変異があることが、今回の研究から明らかになった。今後は、より多くの試料を用いて、この変異について詳細に把握していくことは重要な研究課題だが、それ以前にこの生態系に棲息する種がそ

れぞれ実際にどのようなエネルギー源に依存しているのかをまず明らかにして行かねばならない。また、チオビオース群集に属する動物達が、毒性の強い硫化水素に対してどのようにして耐性を得ているのかについて、その生理的特徴などから解明して行くことも、興味深い主題となるであろう。

# 参 考 文 献

Boaden, P. J. S., 1975 "Anaerobiosis, eiofauna and early metazoan evolution", Zool. Scr., 4, 21-24

橋本 惇, 1987.

海洋科学技術センター試験報告 第3回「しんかい2000」研究シンポジウム (特集3号) pp. 37-50.

Hessler, R. R., Smithey, W. M. Jr., 1983. "The distribution and community structure of megafauna at the Galapagos Rift hydro-

thermal vents", In, "Hydrothermal Processes at Seafloor Spreading Centers" (ed. by Rona, P. A., Bosrön, K., Laubier, L. and Smith, K. L. Jr.), pp. 735-770, Plenum Press

Jensen, P., 1986 "Nematoda fauna in the sulphide-rich brine seep and adjacent bottoms of the East Flower Garden, NW Gulf of Mexico IV. Ecological aspects", Mar. Biol., 92, 489-503.

太田 秀, 酒井, 白山, 大和田, 半田他 1987.

科学技術センター試験研究報告 第3回「しんかい2000」研究シンポジウム (特集3号) pp. 51-60.

Powell, E. N., Bright, T. J., Woods, A., Gitting, S., 1983 "Meiofauna and the thiobiose in the East Flower Garden brine seep", Mar. Biol., 73, 269-283.

(原稿受理1987年3月3日)