

十層群のでは30属58種へと増加する。さらにSPUMELLARIANS / NASSELLARIANS比の増加率は顕著である。ことにスポンジ状の表面装飾を持つ形態種群の増加は、両超科ともより浅い海洋環境へ向かって著しい。

白亜紀70Ma間の放散虫動物群が、島弧—海溝系の様々な環境に適応していく過程の一部について明らかにしたが、この様な研究手法は変動帯に立地する他の地域、他の動物群にも適用可能である。

利光誠一(地質調査所)・田代正之(高知大学)・水野篤行(愛媛大学)・安藤寿男(茨城大学): 白亜紀~古第三紀の二枚貝の消長 (Seiichi Toshimitsu, Masayuki Tashiro, Atsuyuki Mizuno and Hisao Ando: Transition of the Cretaceous to Paleogene bivalves of Japan)

はじめに

白亜紀の中ごろにはそれまで浅海生であった海生動物が深海へ生息域を変えていく“中生代の海洋変革”(Vermeij, 1977)とよばれる現象や、また、白亜紀の末には生物界で最大の大量絶滅が起こるなど大変興味ある現象が知られている。それぞれの具体例については本号の中で別途述べられている。筆者らは本邦の白亜紀から古第三紀の二枚貝類の発展、衰退のようすを追いながら、その原因について考察を試みる。

白亜紀浅海域の二枚貝類

本邦の白亜紀最初期の二枚貝動物群は *Nucula*, *Nuculana*, *Nipponitrigonia*, *Astarte*, *Eomiodon*, *Pinna* などのジュラ紀型二枚貝に始まり、汽水域ではオーテリビアン of the *Eomiodon*, *Hayamina*, *Costocyrena*, *Isodomella*, *?Protocardia*, *Mesocorbicula*, *Bakavelloides*, *Pulsidis*, “*Ostrea*” などの領石型汽水生二枚貝フォーナに、そして海成層ではオーテリビアンからバレミアンの *Gervillia*, *Gervillaria*, *Pterinella*, *Isognomon*, *Nipponitrigonia*, *Pterotrigonia* などを始めとする石堂型二枚貝フォーナへと続く(田代, 1985)。以後、海成域ではこの型の二枚貝群が発展していくが、バレミ

アン上部からアプチアンになると、日比原層下部の細粒砂岩層(浅海相)などからこれまで汽水域でのみ観察されていた完全な水管を持った *Pseudaphrodina*, *Goshoraia*, *Nagaoella* などがみられるようになる。以降、この完水管性の veneroids (以下水管を完備したグループという意味で使う)は浅海域での生息域を広げて行き、その結果、これまで栄えていた他の二枚貝のグループの盛衰に影響を与えたことが推察される。例えば Fig. 1 に示すようにジュラ紀から存続する *Astarte* は本邦では佩楯山層群腰越層(アルビアン上部)を最後に消滅している(Tashiro *et al.*, 1985 など)。 *Astarte* から派生した *Anthonya* も本邦では御船層群などのセノマニアンまでに消滅している(田代, 1985)。また、白亜紀初期から続いていた *Neithea* も宮古層群のアルビアン種を最後に消滅してしまう(Hayami, 1975)。中生代後期の浅海域で大発展したサンカクガイ類ではエリアを水管代わりに使うことによって veneroids の進出に先じて内生生活を送っていた。しかし、ジュラ紀から続いていた *Nipponitrigonia* はセノマニアン中期に消滅してしまった(田代・松田, 1983)。 *Pterotrigonia* も同様にセノマニアン中期には勢いが急速に衰え、チュロニアン中期まで細々と生きながらえたにすぎない(Tashiro and Matsuda, 1986a)。これらのグループに代わって、エリアの中央内肋を発達させて corbiculoid の水管に似せることによって、活路を求めた *Apiotrigonia* や *Yaadia* がチュロニアン頃から出現し、白亜紀後期には一時勢力を盛り返した(田代・松田, 1983, 1988)。しかし、白亜紀末になると結局急速に衰えてしまった(田代・松田, 1983)。

白亜紀の沖合いの二枚貝類

一方、やや深い海域ではどのような変遷をたどっているのだろうか。沖合いの例として、イノセラムス類について考えてみる。本邦ではイノセラムス類はアルビアン中部から上部になると出現する(Tashiro and Matsuda, 1986b)。セノマニアンには著しく左右不等殻の *Inoceramus* や *Birostrina* が繁栄していた(Matsumoto and Noda, 1986 など)。しかし、チュロニアン前期になると

これまで繁栄していた不等殻のイノセラムス類に代わって、等殻で薄殻の *Mytiloides* が種数を増し、*M. mytiloides* などのような生層序学的にもかなり有効な種類も多くなる (Matsumoto and Noda, 1975; 青木・田代, 1982 など)。

チュロニアン中期には不等殻の *Inoceramus hobetsensis* のグループが再び多くなるが、チュロニアン後期になると大型化したり、装飾が特殊化したりしながら徐々に衰えていく (Noda, 1975 など)。一方、チュロニアン後期にはまた *Mytiloides* のグループが多くなり、特に *M. incertus* は汎世界的な分布をしており、チュロニアン後期の重要な指標種である (Noda, 1984)。

コニアシアンになると *Inoceramus (Inoceramus)* は次第に等殻に近い種類へと置き代わっていく。すなわち、*Inoceramus (I.) rotundatus* や *I. (I.) uwajimensis* などが出現、発展する。さらにサントニアンには等殻の *I. (I.) amakusensis* が発展するが、この後、この系統はみられない。これらと平行して *Inoceramus (Inoceramus)* から派生した等殻で膨らみの強い *Inoceramus (Cordiceramus)* や膨らみの弱い *Inoceramus (Platyceramus)* などがコニアシアン中期から次第に勢力を広げ、コニアシアン後期からカンパニアンに繁栄した (Noda, 1986; Noda and Toshimitsu, 1990 ほか)。またカンパニアンからマストリヒチアンには *Inoceramus (Endocostea)* が繁栄している (野田, 1979 ほか)。もう一つの等殻のグループである *Sphenoceramus* もカンパニアンに最も繁栄している。本邦では *Mytiloides* が細々と系統を絶やさずに存続し、北海道北部の頓別川地域のマストリヒチアン中部から産出する (松本ほか, 1981)。

しかし、白亜紀後期の沖合いでこれほど繁栄したイノセラムス類も白亜紀の最末期には急速に衰え、白亜紀の終局を待たずに消滅する。

白亜紀最末期～古第三紀の二枚貝類

姫浦層群最上部では *Septifer* や *Anomia* などの新生代型の二枚貝が産出し、特に *Anomia (Paraplacuna)* は England の Paleocene から記載された亜属であり、吉田ほか (1983) は白亜紀

と第三紀の境界がこの層準の下位にあることを示唆した。吉田ほか (1985) はこの層準の近辺で酸性凝灰岩のフィッシュントラック年代を測定し、二枚貝フォナによる時代認定と調和的な結果を得た。未公表ながら最近、筆者の一人田代は共同研究者とともに始新世初期と思われる赤碕層の直上の泥岩層から *Nucula*, *Lucina*, *Solen* などや完水管性の *Pitar* や *Callista* などを産する小海進相を見出した。したがって、白亜紀後期に完水管性 *veneroids* が徐々に優勢となっていた発展の傾向は古第三紀にまで受け継がれているといえる。古第三紀には *Venericardia* や *Crassatella* が発展する。従来この両属は白武層や砥石層などの海緑石砂岩から産出するため比較的浅海相の二枚貝と考えられていた。しかし田代ほかの研究によればむしろこの両属を含む母岩は海緑石泥岩であり、その環境は中層域の穏やかな海底であろうと考えられる。したがって、この両属の発展は完水管性 *veneroids* の発展を妨げるものではなく、*Venericardia*, *Crassatella* の生息域の特殊性を示すものと思われる。

ま と め

白亜紀から古第三紀にかけての本邦の主要な二枚貝類の時空的変遷を簡単にまとめると以下のようになる (Fig. 1)。

バレミアン後期からアプチアンに完水管性 *veneroids* が生息域を汽水域から浅海域へ広げ始めると、それまで繁栄していた *Neitheia*, *Astarte* などがアルビアン後期に消滅、完水管性 *veneroids* が生息域をさらに広げるにしたがい、*Anthonya*, *Nipponitrigonia*, *Pterotrigonia* の大部分もセノマニアンには消滅した。サンカクガイ類は水管に似せた構造を備えた新しいグループ (*Apiotrigonia*, *Yaadia*) に置き代わることによって抵抗を試みた。

この変化著しい層準は宮古海進と浦河海進の間、海退期 (チュロニアン中頃) にあたる。ごく浅海域ではこの海退期に礁性カキ類の発展が顕著である (利光ほか, 1990)。

一方、*Eriphyla*, *Crassatella*, *Venericardia*, *Nucula*, *Acila*, *Portlandia* などは完水管性 *ven-*

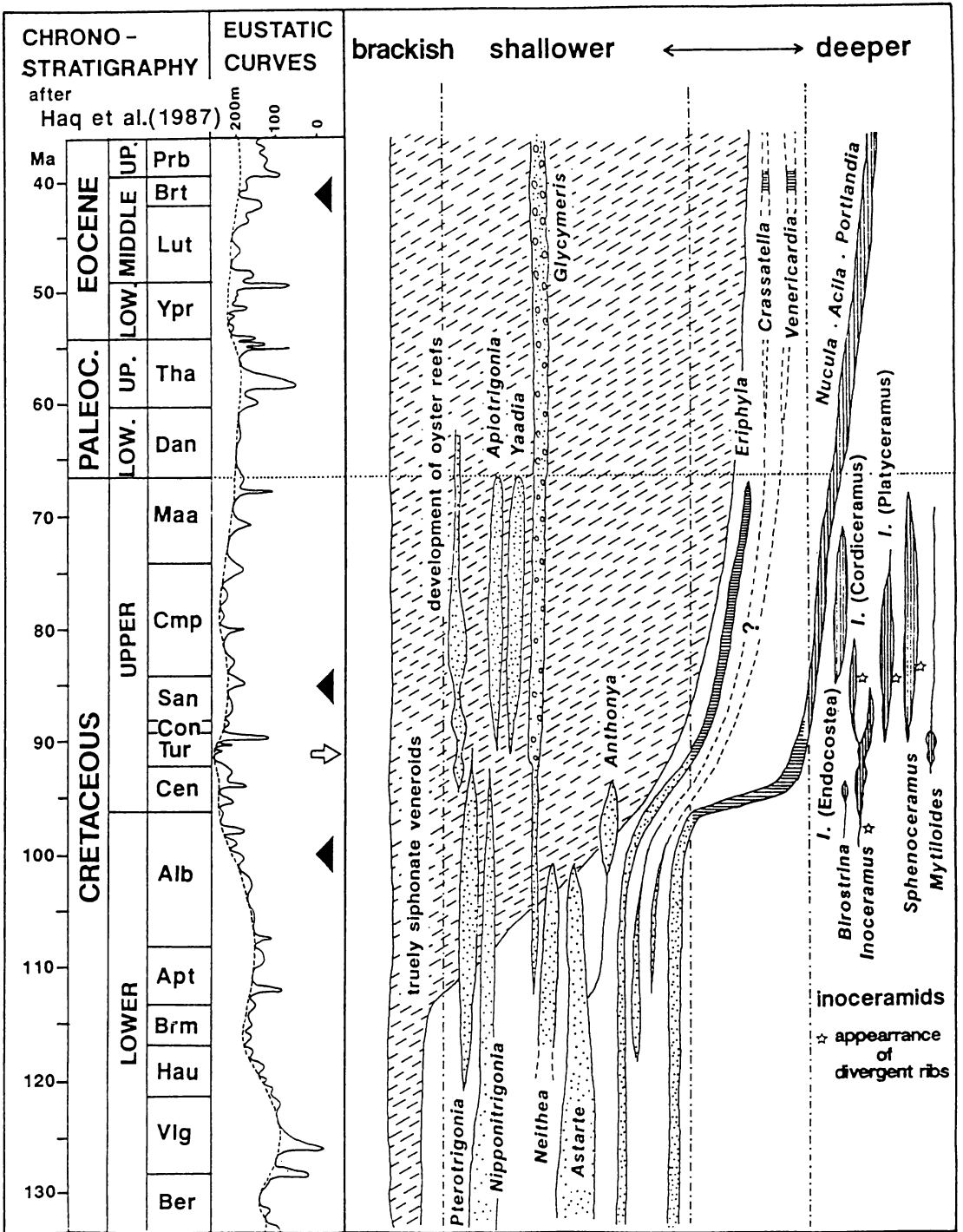


Fig. 1. 白亜紀～古第三紀における本邦二枚貝類の時空的変遷. 三角印は本邦の堆積岩にみられる海進のピークを示す. 矢印は本邦の二枚貝類にみられる変化の最も著しい時期を示す.

eroids の発展につれて、その生息域をより深いところへ逃げることによってのいのだ。このうち、

Eriphyla は白亜紀末に消滅している。また、*Glycymeris* はセノマニアン中ごろから独特の生息場

を持つようになり、他の二枚貝を含まない密集層をなすようになった。

沖合いの環境下では宮古海進のころイノセラムス類が出現するようになり、その後大発展する。イノセラムス類にみられる大きな変化は、セノマニアン初期、チュロニアン初期、中期、後期、コニアシアン中期、カンパニアン初期であり、浅海の二枚貝群とは比較的調和しているが、わずかに遅くずれているように見える。イノセラムス類の殻装飾の内、分岐肋の発展する時期は宮古海進と浦河海進のピーク後に当たる。

したがって、本邦の白亜系の二枚貝類の消長は Haq *et al.* (1987) 曲線に見られるような汎世界的な海水準変動よりむしろ本邦独自のテクトニクスに関係した変動、あるいはこれによってもたらされる海流の変化などによるものと思われる。

文 献

- 青木隆弘・田代正之, 1982: 高知県香美郡香我美町上組付近の白亜系四万十帯(堂ヶ奈路相当層・上組層)の層序学的研究. 高知大学術研報, **31**, 自然科学, 1-24.
- Haq, B. U., Hardenbol, J. and Vail, P. R., 1987: Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic, *Science*, **235**, 1156-1167.
- Hayami, I., 1975: A systematic survey of the Mesozoic Bivalvia from Japan. *Univ. Mus., Univ. Tokyo, Bull.* **10**, 249pp.
- Matsumoto, T. and Noda, M., 1975: Notes on *Inoceramus labiatus* (Cretaceous Bivalvia) from Hokkaido. *Trans. Proc. Palaeont. Japan, N. S.*, (100), 188-208.
- Matsumoto, T. and Noda, M., 1986: Some inoceramids (Bivalvia) from the Cenomanian (Cretaceous) of Japan-I, New or little known four species from Hokkaido and Kyushu. *Trans. Proc. Palaeont. Japan, N. S.*, (143), 409-421.
- 松本達郎・米谷盛寿郎・井上洋子・野田雅之・海保邦夫, 1981: 北海道頓別川上流上部白亜系におけるメガミクロ化石層序の対応. 石油技協誌, **46**, 301-313.
- Noda, M., 1975: Succession of *Inoceramus* in the Upper Cretaceous of Southwest Japan, *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser. D., Geol.*, **23**, 211-261.
- 野田雅之, 1979: *Inoceramus balticus* Böhm 及び関連種の命名についての検討. 化石, (29), 107-121.
- Noda, M., 1984: Notes on *Mytiloides incertus* (Cretaceous Bivalvia) from the Upper Turonian of the Pombets area, Central Hokkaido. *Trans. Proc. Palaeont. Japan, N. S.*, (136), 455-473.
- Noda, M., 1986: A new species of *Inoceramus* (*Cordiceramus*) (Bivalvia) from the Coniacian (Cretaceous) of Hokkaido. *Trans. Proc. Palaeont. Japan, N. S.*, (142), 354-365.
- Noda, M. and Toshimitsu, S., 1990: Notes on a Cretaceous bivalve *Inoceramus* (*Platyceramus*) *matelli* de Mercey from Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Japan, N. S.*, (158), 485-512.
- 田代正之, 1985: 白亜紀海生二枚貝フォーナと層序. 地質論集, (26), 43-75.
- 田代正之・松田智子, 1983: 本邦白亜紀三角貝の生息環境と層序. 化石, (34), 19-32.
- Tashiro, M. and Matsuda, T., 1986a: A study of the Ptrotrigonidae from Japan (II), morphological changes. *Mem. Fac. Sci., Kochi Univ., Ser. E, Geol.*, **7**, 1-18.
- Tashiro, M. and Matsuda, T., 1986b: Lower Cretaceous bivalves from the Sakawa area, Shikoku. *Trans. Proc. Palaeont. Japan, N. S.*, (142), 366-392.
- 田代正之・松田智子, 1988: 白亜紀三角貝の生活様式. 化石, (45), 9-21.
- Tashiro, M., Matsuda, T. and Tanaka, H., 1985: Upper Albian bivalve fauna of the Haidateyama Group in Kyushu. *Mem. Fac. Sci., Kochi Univ., Ser. E, Geol.*, **5**, 1-23.
- 利光誠一・加納 学・田代正之, 1990: 姫浦層群上部亜層群の化石カキ礁. (49), 1-12.
- Vermeij, G. J., 1977: The Mesozoic Marine revolution: evidence from snails, predators and grazers. *Paleobiology*, **3**, 245-258.
- 吉田三郎・田代正之・大塚雅勇・小山孝治, 1983: 熊本県天草下島の白亜系一第三系の境界—フィッシュントラック年代による—. 山形大紀要, **10**, 393-403.
- 吉田三郎・田代正之・大塚雅勇・中里浩也, 1985: 熊本県天草下島の姫浦層群の地質の再検討. 化石, (38), 17-22.
- 前田晴良(京都大学): 本邦中部白亜系中に見られる“oceanic anoxia”の記録(要旨)(Haruyoshi Maeda: Records of “oceanic anoxia” in the Middle Cretaceous System in Japan (Abstract))

白亜紀の中ごろ、海底付近の溶存酸素にきわめて乏しい環境 (= “Oceanic anoxia”) が、世界各地の海域に広がっていた。これは、1970年代以降の DSDP や ODP による深海掘削によって明らかにされ (Schlanger and Jenkyns, 1976 ほか)、おもに大西洋を中心に、海洋古環境・古気候・地球化学 (石油形成論を含む) の立場から詳しく議論されてきた。一方、極東地域の白亜系中にも “oceanic anoxia” の証拠が残されており、それが当時の沖合の大型底生動物群の分布に大きな影響を及ぼしていたことがわかった。

その中でも特に顕著なのが、アプチアン-アルビアン世 (“宮古海進期”) の黒色泥岩である。この泥岩相は、

- (1) 平行葉理が発達し、生物擾乱をほとんど受けていないこと。
- (2) 沖合泥底の大型底生動物化石群をほとんど含んでいないこと。
- (3) 生痕化石群が非常に貧弱なこと。

以上の特徴をもつ。

黒色泥岩中には、*Chondrites* や *Planolites* に似た小型の生痕が見られるだけで、底生生物の活動はきわめて低調である。また、アンモナイトなど浮遊性・遊泳性の大型化石は産するが、大型の底生動物化石はほとんど含まれていない。わずかに、離弁した *Propeamussium* などが時々混じるだけである。このような共通の特徴を示す泥岩相が、西南日本から北海道・サハリンにいたるまで約 2,000km 以上にわたって連続的に追跡できることは注目に値する。おそらく、当時、広範囲にわたって発達していた “oceanic anoxia” のもとで堆積したものと考えられる。

これに対し、チューロニアン世中期以降の沖合泥岩相は一部の層準を除き、生物擾乱を受けた塊状泥岩を主体とし、アンモナイト・イノセラムスに加え、他の二枚貝・巻貝・ウニなどの底生動物化石を豊富に産する点が大きく異なっている。これは、白亜紀後期には “oceanic anoxia” が緩和あるいは解消され、大型底生動物が沖合泥底に再び侵入してきたためと考えられる。

一方、サハリン・北海道では、91Ma の層準を中心に、*Planolites* が密集する特徴的な青灰色泥

岩が広く分布していることがわかった。西南日本の一部の地域にも同様の泥岩が挟まれている。DSDP や ODP のコアに見られる層準などと比較すると、この泥岩相は “oceanic anoxia” が通常的环境に変わる漸移部を表している可能性がある。

日本の白亜系沖合泥岩相は公海の堆積物であり、西欧標準地域の白亜系などに較べ、局所的な環境変動による “ノイズ” の影響が少ない。したがって、当時の広域的な現象をより完全に記録していることが期待できる。

文 献

Schlanger, S. O. and Jenkyns, H. C., 1976: Cretaceous oceanic anoxic events: causes and consequences. *Geologie en Mijnbouw*, 55, 179-184.

早川浩司 (早稲田大学): コニアシアン階における低酸素環境下の底生動物群集 (要旨) (Hiroshi Hayakawa: Coniacian low-oxygen-benthic assemblage (Abstract))

海洋低酸素環境の影響は、北海道の上部白亜系においても認められる。古丹別地域の主にコニアシアン階に発達する暗灰色泥岩相は、ストーム起源の堆積物をはさみ、含まれる大型化石の種数は少ないが、それらの自主的な産状がよく残されているという特徴を持つ。この暗灰色泥岩は、世界的に知られている白亜紀中期の “OAE: Oceanic Anoxic Event” の堆積物と比べると、有機炭素や黄鉄鉱の含有量が低く、低酸素 (dysaerobic) で、しかも非硫化的 (non-sulfidic) な環境下で堆積したと推定できる。おそらくコニアシアン世では、定常的な “無酸素” 環境は起こりにくかったのではないかと考えられる。一方、このような暗灰色泥岩は何枚もはさまれるので、ストーム波浪限界深度よりやや深い程度の深海底でも、低酸素・富酸素の周期的な変動が起こっていたらしい。

ここから産する化石群は、次のような特徴を示す。

- (1) 大型化石の種数が少なく、単調な内容である。その中でも特にイノセラムスが多く、他の化

石が含まれていない場所からも、合併でかなり数多く産する。このような産状は海外でも知られ、イノセラムス類は他の生物が棲めない低酸素環境に適応したグループであると解釈した多くの研究例がある。

(2) 合併のイノセラムスの産状にふたとおりある。ひとつは、小型の個体が株を作って密集する産状；もうひとつは、大型で殻の薄い個体が、単独で、層理面と平行な姿勢で含まれる産状である。前者は、短期間に世代交替をおこなう適応と解釈できる。

(3) 低酸素環境に強い生物のひとつとして、殻の薄いウニが挙げられる。比較的良好に産出するが、殻が薄いため、潰れていたりバラバラになっていることが多い。

(4) *Helminthopsis*, *Chondrites*, *Zoophycos* などよりなる生痕化石群集を含む。これは、Bottjer, Bromley, Ekdale, Savrda などによると、酸素レベルの比較的低い環境を示す生痕群集であるという。しかし、ウニが産出するにもかかわらず、その生痕はあまり見られない。したがって、保存された生痕化石から、彼らの見解と比較することは、いくらか問題があるかも知れない。

(5) 底生生物の活動が少なく、物理的にも静かな環境下で堆積したと思われるので、化石群に含まれるアンモナイトの殻の破損・摩耗は少ない。

おそらく、コニアシアン世当時は、無酸素でないが、酸素レベルの低い環境が存在した。このような低酸素環境に適応した生物群集は、多様性が低い。また、特にイベント的な低酸素環境下では、機会種 (opportunistic species) のような先駆者のみから群集が構成され、競争相手の少ない環境のもとで生息場を拡大したものと考えられる。

平野弘道 (早稲田大学) : 海洋無酸素事変とアンモナイト類の進化 (Hiromichi Hirano: The Cenomanian/Turonian oceanic anoxic event and the evolution of ammonoids)

はじめに

地質時代を通じて海洋無酸素事変は少なからぬ

回数知られている。デボン紀にアンモナイト類が出現してから以降、例えばデボン紀後期のフラスニアン期・ファメニアン期境界、ジュラ紀のプリンスバキアン期・トアルシアン期境界、白亜紀前期のアプチアン期・アルビアン期、セノマニアン期・チューロニアン期境界などに海洋無酸素事変は知られており、その都度アンモナイト類の多様性に影響を与えてきた。特にアンモナイト類の最初の一斉絶滅であるフラスニアン期・ファメニアン期境界の絶滅が海洋無酸素事変によるといわれている (e. g., House, 1989)。

海洋無酸素事変とは別に、デボン紀以降の主要な絶滅事変のすべてとアンモナイト類はかかわりを持っている。これらの絶滅事変の原因が主に環境変動であったならば、アンモナイト類は最も環境変動に敏感な動物であったと思われる。そこで環境変動が原因で種が絶滅にいたるシナリオは、ある環境変動の時にアンモナイトがどうであったかを研究することから導かれよう。その意味において、わが国でも試料の豊富な C/T 境界事変を解明することは多くの収穫が期待される。

セノマニアン・チューロニアン海洋無酸素事変

セノマニアン期・チューロニアン期境界海洋無酸素事変の世界の研究の1990年までの概要は平野ほか (1991) に述べたのでここでは割愛する。世界の研究の動向は、酸素に乏しい水塊がどのような地理的広がりをもっていたか、その垂直的広がりかどうか、そのタイミングはどうか、生物界にどのような影響を及ぼしたかをまず詳しく明らかにして、つまり事変の輪郭を明らかにして次いでその要因を解明しようというところにある。

目下のところ北太平洋からは、平野ほか (1991) により、化石層序学的に明確にチューロニアン期直前に酸素の乏しい水塊が存在し、アンモナイト類、イノセラムス類に大きな影響を及ぼしたことが述べられている。その後、この学会会期中に長谷川 (1992) により、チューロニアン期直前に $\delta^{13}\text{C}$ のスパイクが存在することが報告され、さらに、平野は共同研究者と共にその層準の放射年代が 91Ma であることを示した (小泉ほか, 1992)。