

第8回化石研究会学術大会講演要旨

(1990年2月18日 麻布大学)

〈特別講演1〉

先カンブリア代の生物発達史

—主要な三つの節について—

大森昌衛(麻布大)

近年における先カンブリア界の研究の進展は目覚ましいものがある。そのため先カンブリア代の年代区分についても、多くの研究者の見解が一致してきている。すなわち、25億年を境にして始生代(Archean)と原生代(Proterozoic)に分け、40億年より前をヘード代(Hadean)とよんでいる。顕生代(Phanerozoic)の始めを5.6億年前とする点では一致しているが、原生代の区分とくにその末期の生物層序区分については、いまなお意見の分かれるところである。

先カンブリア界の化石に関する情報量も著しく増大しているが、その内容は①原核細胞生物(嫌気性バクテリア・藍藻バクテリア・好気性バクテリア)、②真核細胞生物(単細胞藻類・多細胞藻類・無脊椎の後生動物)の2群に分けられるが、このほかに所属不明の問題化石(Problematica, または Acritarchs)とされているものも多い。これらの生物発達史の主要な節は、①原始細胞の発達、②真核細胞の出現、③無脊椎の後生動物の発達、にある。

最初の細胞については、メタン発生菌・好塩菌・好酸好熱菌などの Archaeobacteria から進化した(C. Woese)という考えにたいして、最近では一般細菌や藍藻細菌などの原核細菌も前者と共通の別の原始細胞から進化したという考えに変わっている。真核細胞の出現は14億年前というのが定説となっているが、筆者はさらにさかのぼる可能性を考えている。真核細胞の出現までには、光合成細菌や微好気性細菌など原核細胞の代謝系の進化の順序性を示唆する化石も発見されている。この過程は、細胞の代謝系の進化によるオルガネラの発達の段階と定義する。

無脊椎後生動物の発達は、オーストラリア南部の Ediacara 化石動物群の発見によって(R.C. Sprigg, 1947)におかに脚光を浴び、その後南アフリカ、ウラル地方、ヨーロッパ北西部、南北両アメリカ、中国およびインドなどの各地から報告されている。とくに、南アフリカの Nama 層群その他から発見された生痕化石群は、これらの後生動物の生活型の進化を考える

上での貴重な情報を提供している。Ediacara 化石動物群の絶対年代は670~560MaBP とされているが、最近中国から発見された(W.G. Sun, 1986)環形動物などの化石によって、後生動物の出現が800MaBP まで遡ることを示している。この事実は、Vendtaenia など後生動物の出現や原生動物の出現期とともに今後の検討に委ねたい。筆者は真核細胞の出現から後生動物の発達までの時期を、細胞の形態進化の段階と考える。

原生代末期に有殻無脊椎動物が出現しているが、軟組織のみからなる後生動物における硬組織の発達過程は、生体の石灰化の進化史にとって重要な問題となっている。この過程について、筆者は次のような条件が関与していると考えている。

- ①浮遊棲原生動物から底棲生活型のものの進化に続く多細胞化
- ②大気中のオゾン層の発達とともに進行した細胞の形態進化による多様化
- ③生体の栄養塩とくに鉍物塩の選択的吸収・貯蔵・脱毒のための硬組織の発達
- ④生活型の適応分散にともなう神経・筋肉組織の発達をうながしたカルシウムイオンの生体における機能的蓄積
- ⑤この時期(100~60MaBP)にグローバルな氷河現象が認められるが、このような環境変化が生体に及ぼした内容も検討されねばならない。なお、250~200MaBPの時期にもグローバルな氷河現象が認められるが、上記の細胞の形態進化との関係も併せて考察する必要がある。

〔討論〕

秋山雅彦(信大)：①後生動物の出現がオーストラリアの Hamersley までさかのぼるというのは、常識的ではないと思われるが、いかがなものであろうか。
② Vendian の末期にリン酸カルシウムの石灰化が起きているといわれるが、それはどのような生物なのか。続成作用でのリン酸塩化という可能性はないのか。

大森：①御指摘のように、後生動物の出現を Hamersley まで遡って考えることは、現在では困難で、Barbara, M.I. (1978) は900~1400MaBP 以前にはおこりえなかったと断言している。しかし、常識は

しばしば思いがけない事実によって覆されるので、Hamersley産のクラゲ状化石の実態が判明するまでは、可能性を否定しない。②Protoconodont(毛顎動物の“とげ”とされている)などがあるが、このほかにBrasier, M.D. (1985)はシベリア台地における先カンブリア代晩期～カンブリア紀初期の小有殻動物化石群として、Hyolithaや蔓脚類(*Mitrosagophara*)そのほかのリン酸塩鉱物からなる所属不明の微化石を報告している。スライドでおめにかけたように、世界各地からこの時期のリン酸塩堆積物の分布が知られているので、続成作用によるリン酸化は考えにくい。

真野勝友(筑波大)：①先カンブリア界における生痕化石のデータとその評価について。②動物進化の過程で、内棲型の種類が広く出現した理由は何か。

大森：①先カンブリア代後期の生痕化石は、この時期の後生動物の生活型を考えるうえで、貴重な情報を提供することが期待されるが、それぞれの造営生物を決めるには化石生痕学の今後の発展に待たねばならない。②内棲型のもの、先カンブリア代末期からカンブリア紀初期にかけて飛躍的に多くなっている。それはスライドで示したように、浅海底に進出した底棲生物が捕食生物の攻撃を避けたり、食物を確保するなどのために底質内に生活域を求めていったものであろう。

<特別講演2>

Structural relationship between the crystallites and the molecules of matrix vesicle mineralization and collagen mineralization

H. J. Höhling (Universität Münster)

The main part of this lecture is concerned with the discussion of the structural relationship between the developing crystallites and the molecules in and on the collagen fibres. However, the matrix vesicle mineralization precedes that of the collagen mineralization; so it is fundamental for the induction of mineralization and should be discussed first. We know very little about the crystal molecule relationship since so few proteins of the matrix vesicles have been identified. So we have come in our explanation more from a morphological point of view having stained the sections with Bi^{3+} ions. We have made visible at high magnification strand-like structures with dot-like substructure in these matrix vesicles and ask whether matrix strands have been made visible by this method. We have compared the center to center distances

between these staining dots with the center to center distances between the dots, islands in the apatitic strands which have developed in the matrix vesicles and found that they lie roughly in the same range of 56 nm. These distances might represent distances between active sites at the matrix molecules for crystal formation. Further we, as other groups, have observed that the crystal strands grow radially beyond the vesicle membrane. We had postulated that matrix strands must have been oriented radially first before the crystallites develop in that direction. And other groups really have made visible such radially arranged macromolecules which might be proteoglycans or type X collagen.

Concerning the structural crystal molecule relationship in the mineralizing collagen fibres, we have measured the center to center distances between parallel arranged needle-like crystallites in the collagen type I fibres. We found that the distance range lies mainly between 4-5 nm and tried to relate this distance to the collagen structure. In rat tail tendon an equatorial reflection near 4 nm has been found; and it was related by some authors to the existence of microfibrils with a mean distance in this range. We conclude, also from positively stained collagen fibres in mineralizing turkey tibia tendon, that really such microfibrils exist also in hard tissue collagen. We believe that the crystallites grow at active sites of the collagen molecules in such microchannels between the microfibrils thus producing the center to center distance of 4-5 nm. We must express that most other groups do not believe in the existence of such microfibrils and propose other models which I also discuss in my lecture. A further question is whether one or several nuclei (which grow to island) per collagen macroperiod exist. I shall show that Berthet-Colominas *et al.* conclude that only one crystal nucleus develops per 67 nm macroperiod and grows to the needle-like crystallite. We assume that several nuclei develop per macroperiod, which might develop in the so-called polar regions. At the end, I shall discuss the question whether structural differences between the hard tissue collagens and the soft tissue collagen. I come to the conclusion that not such structural differences are so important but special, attached noncollagenous hard tissue proteins, which might bind the ions of the

Ca-phosphate crystal to be formed at special active sites.

〈個人講演〉

1. シュレーゲル条の型と発達についての一考察

小沢幸重・鈴木久仁博(日大・松戸歯)

近年、シュレーゲル条の形と食性の関連が議論されてきている。とくに齧歯類や兎類などの特殊な型を除いて考えると、従来より示されている水平配列型のシュレーゲル条以外に、縦断配列型のものがあるという主張がなされた。しかし演者等は、長鼻類のエナメル質を検討した結果、不規則配列型のシュレーゲル条の存在を認めた。この型は哺乳類のシュレーゲル条の発達を考えるうえで重要であると思われるので検討を加えた。

長鼻類の先祖型の仲間である *Moeritherium* では、単純に走行するシュレーゲル条であり、エナメル質表面の接線断面では水平に配列する。エナメル質が厚く発達する *Palaeomastodon*, *Gomphotherium* ではこの傾向が一層明確となる。すなわち、厚いエナメル質中でシュレーゲル条の縦断、横断の両帯が厚く幅広くなり、ややカーブをして表面に達する。エナメル質表面の接線断面でも水平に配列する幅広い両帯をもつシュレーゲル条が認められる。*Stegodon* や *Elephas* の各種では、深層エナメル質のシュレーゲル条の配列が不規則となり、接線断面でも不明瞭である。しかし、表層側は水平配列型を示す。他方、*Barytherium* は先祖型の長鼻類の一種であるが、エナメル質の縦断面・接線断面ともにエナメル小柱が島状に集合し、それが不規則に配列する。*Deinotherium* ではその傾向が一層強まり、細かな島状のエナメル小柱の集合が複雑に交錯する。

Barytherium, *Deinotherium* 系に認められた不規則型のシュレーゲル条は、水平配列型や縦断配列型に発達する以前の段階に一定のエナメル芽細胞の集合、シュレーゲル条のごく未分化な段階があったことを示していると推定できる。他方、*Elephas* などの深層のシュレーゲル条は新形質と考えられ、この場合はエナメル質形成の初期に出現する。

〔討論〕

笹川一郎(日歯大)：エナメル質の厚さとシュレーゲル条の型とは関係があるか。

小沢：現在の仕事の範囲内では直接関係が認められない。例えば長さ10mmのデスモチルスのエナメル質では幅の狭いS字状の規則的シュレーゲル条、同様に厚いゴンフォテリウムのエナメル質では、幅の広い比較的凸型のシュレーゲル条である。しかし、同じ目内で比較すれば規則性が認められる可能性があると思う。

大森：シュレーゲル条紋の発生的差異は、機能または生態と関係があると考えられるか。

小沢：食性との関連性は深く、線維性の植物食ではきめ細かく規則的なシュレーゲル条をもつものが多いようである。どのような発生学的秩序でそうなるのかは、今後検討したいと考えている。

沢村 寛(鶴見大)：*Elephas* のエナメルの深層部のシュレーゲル条紋はこまかく複雑である。これを新形質といわれたが、以前に発表されたエナメル小柱の形態変化(深層に系統的に古い形がみられる)と矛盾しないか。

小沢：従来より、エナメル質を深・中・表層と分けて記載してきたが、その深層はエナメル象牙境近くの数~数十 μm の幅の層である。今回問題にしたのは中~表層の深層側と表層側の問題で、従来よりこの層に種の特徴が現われるとした部位である。*Elephas* の特徴が新形質として、その深層側、すなわち比較的エナメル質形成の早い段階に現われてくるということである。

2. 走査電顕による魚類耳石の形成面の観察

高橋正志(日本歯科大)・

小林巖雄・赤井純治(新潟大・理)

魚類耳石の形成面の形態を走査電顕で比較観察し、それらの特徴が類縁関係や生息環境と関連があるかどうかを検討した。

材料として、現生のマダラ、スケトウダラ、ハタハタ、ニギス、アジ、キス、マイワシ、アユ、フナ、鮮新世の化石のキス、マイワシ、メバル、アイアナゴ、ハゼの扁平石を使用した。扁平石を剖出後、10% NaOCl で1時間脱有機し、白金蒸着を施して、走査電顕およびエネルギー分散型 X 線分析装置で形成面を観察した。化石の扁平石も同様にして観察した。標本の一部は、X 線粉末回折法により、構成する結晶の特徴を検討した。その結果、次のような知見を得た。

(1)形成面の結晶塊の形態は部位によって異なった。sulcus における形態が種の比較に有効であった。area における形態には共通の特徴がみられた。外側面における形態は、有機成分が多く、種の比較には不適切であった。

(2)同科のマダラとスケトウダラの sulcus における形態はきわめて類似していた。

(3)走査電顕で観察される結晶塊の大きさは、浅海魚で大きく、深海魚で小さい、という傾向がみられた。ただし、深海魚のニギスの結晶塊は大きかった。

(4)アユ、マイワシおよび深海魚のニギス、ハタハタでは、結晶塊から有機成分がぬけた跡が多孔質様に観察された。

(5)化石扁平石では結晶塊の表面の一部が崩壊しているように観察された。

(6)検討した現生および化石扁平石の結晶はすべてアラゴナイトで、結晶のブロックの大きさは400~500Åで、これは貝殻の特異な構造のものと類似する。

(7)化石アイアナゴではCaのほかにCuとZnが検出された。ほかの標本ではCaのみであった。

〔討論〕

大森：結晶のブロック(集合体)を構成している単位結晶と有機物との形態上の配列はどうなっているのか。

高橋：結晶のブロックからぬけた有機物のあとの配列には規則性が認められそうだが、今回の観察倍率では単位結晶と有機物の位置の関係については言及できない。今後、さらに高倍率で観察して、検討したい。

神谷英利(京大)：再結晶したというが、アラレ石の場合ならカルサイトになる。かつX線のデータも同じなら、それは再結晶していないということを示している。

高橋：現生と化石の標本の走査電顕での所見が異なっていたので、化石では再結晶しているのではないかと考えたが、今後は再結晶していないという観点から化石標本の走査電顕での所見を再検討したい。

3. いわゆる成田層産のナミガイの殻体の形成異常(その2)

柴田松太郎(都立鷺宮高校)

今回は、第7回化石研究会学術大会(1989)において報告した各型(A, B, C, D, E1, E2, Fの7型)の顕微鏡による観察(低倍率)結果を報告する。

A型(陥没部を殻頂一殻腹方向によぎる縦断面)：外層が陥没し、割れ目の内側(内表面側)を内層が湾曲しつつおおっている。

B型(殻縁分岐部の殻頂一殻腹方向の縦断面)：分岐した殻体側の表面(本体側)には石灰化の不良な層が認められる。

C型(稜を直角方向によぎる縦断面)：内層によく発達する生長線の一部が波をうち、次第に大きく波をうって山型の稜を形成するものと、稜の頂部がさらに生長して仕切壁のようになったものがある。後者は、中軸に石灰化の悪い部分があり、軸のまわりに石灰化がおこり、その周囲に生長線が発達する。

D型(殻頂一殻腹方向の縦断面とそれと直交する方向の縦断面)：巾0.1~0.3mmの覆瓦状構造が発達するが、内表面は比較的なめらかである。

E1型(さざ波をよぎる縦断面)：内層のごく浅い部分の生長線が乱れて山型を呈する。

E2型(放射状条線に沿った縦断面と放射状条線をよぎる縦断面)：内層の深部から内表面にかけて巾0.1~0.4mmの覆瓦状構造が発達し、内表面は鋸歯状を呈する。

F型(前背縁をよぎる縦断面と前筋痕をよぎる縦断面)：0.1~0.5mmの生長線の認められる隔壁で囲まれた、泡状の構造が何重にも重なる。

表面の観察では、E1型とE2型は類似しているようにみえたが、断面の観察では別のものとしたほうがよい。今回の観察で、意外なことにD型とE2型が構造的にひじょうに類似していることがわかった。

〔討論〕

大森：形態的には興味深い分類を拝見したが、異常の原因に注目して異常を検討されては如何か。例えば、機械的破損を修復した際の異常と病理的異常についてなど。

柴田：前回は報告したように、A型は機械的破損を修復した際の異常。D型・E2型・F型は病理的異常。C型およびE1型は、単なる外套膜の偶発的な雑の形成などによる異常と考える。B型については、砂などの障害物による異常ではないかと考えている。

真野勝友(筑波大)：貝殻の異常形の原因が主に病的として、今後そのパターンを分類していく場合、殻の内層と外層に分けて見ていく必要があるのではないか。

柴田：A型の場合は、外層の、あるいは内層と外層の両層の破損と、内層による修復。B型は外層のみ。C~E2型は内層のみ。F型は外層のみの異常現象である。

4. 日本産三葉虫研究の現状とその展望

小泉 齊(ケセン地質)

日本の古生層から最初に三葉虫が産出することを述べたのは神保小虎であるという(小林, 1984)。

神保(1888)は、東京帝国大学の卒業論文で宮城県米谷地方の根廻で三葉虫の尾部を発見したことを述べ、原田(1890)『日本群島』で紹介したのに始まる。これは今日の知識によればペルム紀三葉虫であり、*Pseudophillipsia*であろう。

1960年頃までは日本列島からこれ程多くの三葉虫が産出するとは考えられなく、当時、東京大学院生の浜田(1959)が宮崎県祇園山から *Coronocephalus kobayashi* を記載して指導教官である小林貞一に論文を提出した時、小林教授は『君、日本の三葉虫を研究しようとしても無駄だよ』と言ったとのことである。

この頃、日本列島から報告された三葉虫群は僅か13種であった。それに比べ、小林は朝鮮半島の南(韓

国)のカンプロオールドビス系から140属283種の三葉虫を記載していたのである。

1989年現在で、日本列島の北は岩手県、南は宮崎県から200種程であることが判ってきた。シルル紀では30属67種で、その半数が横倉山周辺の石灰岩層でリーフ縁に生活していた三葉虫が多く、Bumastidのように頭部か尾部が見分けがつかないものが多い。つぎにEncrinuridが多く、中国大陸西南地区のEncrinurus類と較べ、日本のものはやや新期の地層から産出するようである。また、このEncrinurus類は地層の対比に重要な役割を果しており、横倉山に産出する*E. ishii*や*E. smilis*などが、四国の愛媛県岡成や福井県白馬洞そして岩手県折壁峠から産出され、これらの地層はほぼ同一時代を指示しているものとみなされる。また、岐阜県福地の一の谷からオールドビス紀の地層が発見されたとされているが、この地層と岩相がよく似た地層から*E. fimbriatus*が産出する事が判り、一の谷に発達するデボン系の下位層は新期シルル系の可能性がある(田沢・金子, 1989)。

デボン紀三葉虫の二大産地は、岐阜県上宝村福地と岩手県大船渡市樋口沢を中心とした地域である。シルル系三葉虫群では、日本列島各地から産出する種類に生物古地理を設定しなければならない程の対立がないが、北上と飛騨地域において時代的にはさほど差がないにも拘らず、両地域では産出する三葉虫に共通する種がまったくない。北上にはCheiruridは産出せず、飛騨にはPhacopidを欠く。中期デボン紀において、旧世界区とその他の区域との生物群の対立との証拠のように見えるが、詳しく吟味する必要がある。

石炭紀三葉虫は、北上・阿武隈区と西日本区の対立が明瞭であるが、前者は主としてスレート相であり、後者は炭酸塩岩相である。北上・阿武隈区で産出する三葉虫群はオーストラリア区域と共通するものが多く、このことは何を意味するのであろうか。デボン・石炭系にかけ植物化石が大量に産出することと何らかの関連が考えられる。

ペルム紀三葉虫は、北上から西日本にかけて大きな対立がないように思われ、全世界的にみればテーチス海の要素が強い。ヨーロッパやアメリカ大陸ではペルム紀中期には絶滅しているが、東洋ではペルム紀後期まで残り、岐阜県赤坂金生山のズルファ世の*Pseudophillipsia*が最期まで残った三葉虫の一員を構成している。

カンブリア紀に出現して、3億年の歴史に幕を閉じたのである。

【討論】

大森：化石標本の登録・保管・保存はどのようにしているか。

小泉：三葉虫化石の登録は、東京大学資料館に小林先生を中心とした標本群に集積させたいと考えている。それより一層、問題なのは化石産地が開発の波により次々に破壊されており、次の世代に受けわたすように化石産地の保存が重要である。ナショナル・トラストのように有識者の協力でだれでもいけば採集できるような展示もかねた施設が望まれる。個人的には三葉虫の化石産地を山ごと買って、だれでも参加する施設にしたいと考えている。

5. シワリク層産の各種化石の産状について

高安克己(島根大・理学部)

ヒマラヤ山脈形成に関する重要な鍵を握っているシワリク層は、これまで霊長類を中心とする哺乳類化石に古生物研究者の眼が注がれてきた。しかし、Badgley(1986)も指摘しているように、哺乳類化石の多くは河川によって運ばれた、いわば異地性の化石であり、地域ごとの詳細な古環境の復元にはあまり適さない。演者は1984年以来、国際学術研究「ネパールヒマラヤの地殻変動の研究(代表者：木崎甲子郎)」および「ネパールヒマラヤジオトラバース(代表者：徳岡隆夫)」のメンバーとしてネパールヒマラヤのシワリク帯を調査してきた。残念ながら演者らのフィールドでは哺乳類化石の産出はきわめて稀であったが、その代わり、貝類や生痕化石が非常に豊富であり、それらは堆積学的な研究を補強し、古環境を復元する上で重要な意味を持つことが解ってきた。講演では、これらの化石のうち貝類化石について堆積学的な成果とあわせて考察し、生痕その他の化石についてはスライドを使ってその産状を紹介した。

ネパール中西部のアルン・コラーピナイ・コラ地域では、シワラク層は下位よりアルン・コラ層、ピナイ・コラ層、チトワン層、デオラリ層に分けられる。貝化石は5つの層準に分布しており、最も古いものは約9.5 Maのアルン・コラ層上部である。それより下位では、河川の河道は比較的直線的で固定的であった。このため、氾濫原堆積物は地表に長期間さらされ、さまざまな程度に風化された。これは赤色～オレンジ色に風化した下部層の細粒堆積物として見る事ができる。このような地層には、もちろん淡水生貝類化石は産出しない。ピナイ・コラ層下部から貝化石の産出が豊富になり、7.5Ma付近の層準でシワリク層の主要な貝類化石が出そろふ。貝化石が豊富になるあたりから、堆積相から堆定される河川形態は大きく曲流する河川に変化する。貝化石は、河道堆積物である厚い砂岩層に挟まれた暗灰色のシルト層中から産出し、Microstratigraphicalには河道跡の沼沢地(厚い砂岩層の直上のシルト岩相)と接近してきた河道の背後の沼沢地(厚い

砂岩層の直下のシルト岩相)の2層準にみられる。後者は厚い砂岩層によって削剥されている場合が多く、貝を含むシルト岩塊が砂岩基底部に取り込まれている場合もある。貝化石を含むピナイ・コラ層の細粒堆積物はほとんど赤色風化を受けていない。しかし、より西方域ではアルン・コラ層程ではないがかなり風化を受けており、このような地域の砂岩層基底部の礫岩レンズ中に哺乳類化石が産出する。9.5Maと7.5Maの間にみられるこのような古環境変化は、時期的には北パキスタンのPotwar Plateauにおけるナグリからドク・パタンに見られる脊椎動物相の変化(Barry, *et al.*, 1982)とよく一致する。淡水貝化石の変遷における第2のPhaseは約4.5Maのピナイ・コラ層中部に見られる。ここでは旧北区起源の微小な貝類の出現で特徴づけられる。これは水生-半水生の脊椎動物の移動とも関連するかも知れないが、まだ十分な証拠を示すまでに至っていない。ピナイ・コラ層上部以上の層準では礫岩層を頻繁に挟むようになり、貝類が生息するには不適当な環境となったものと考えられる。

以上のような環境変遷と貝類の生息条件等に関する議論をさらに補強するものとして、生痕化石がある。細粒岩相中には淡水域に特徴的なScoyenia Ichnofaciesがしばしば見られるが、形態的にはさまざまなものを含み、予察段階で15のタイプを識別した。今後これらの産状、形態を詳しく検討することにより、当時の水理状況等を推定する手がかりとしたい。

6. 秩父盆地中新世産の生痕化石について

大森昌衛・石田吉明・小幡喜一
秩父盆地リップルマーク調査グループ

筆者らは、埼玉県秩父郡荒川村賀川地内の採石場跡地より、十数種類の生痕化石を発見した。ここには、小鹿野町層群桜井層(Arai・Kanno, 1960)が露出し、礫岩-砂岩-砂岩泥岩細互層からなる上方細粒化サイクルが認められる。この地層は東に60°±傾斜し、砂岩泥岩細互層(単層の厚さは0.5~数cm)の砂岩層の上面が広範囲にかつ多層準にわたって露出している。これらの面に、多数のリップルマークとともに、生痕化石が認められた。このほかの化石としては、石炭化した植物片を多く含み、フナクイムシによって穿孔されたものも見られた。

生痕化石の主なものについて述べる。

Radulichnus ? sp.: 半径約10cm, 中心角約120°の扇状に、中心の穴から広げたように細長い塊状のコブが多く配列する。現生の十脚目のオサガニなどの造巢活動による泥の堀り出し跡(生痕研究グループ, 1989)に似る。

Pedulichnus sp. aff. *monomorphychnus*: 長さ数cmの平行な細かい溝が数本配列する。甲殻類が遊泳

中に底質を掻いてつけた爪痕と考えられる。

Isopodichnus sp. aff. *oniscodichnus*: 両側に畝をもつ幅約2cmの溝が、穴から放射状にのびる。畝には、しばしばひだが認められる。等脚目の食べ歩き跡と考えられる。

このほかに、*Chondorites* sp., *Phycodes* sp., *Planolites* sp., *Isopodichnus* sp., *Palaeodactylon* sp., *Anapalaeodactylon* sp., *Arthropodichnus* sp., *Ophiomorpha* ? sp., *Tosaorbis* sp., *Thalassinoides* sp., *Cochlichnus* sp.を確認している。

これらの生痕化石は、陸棚斜面などに見られるものもあるが、潮間帯から沿岸帯を示すものが多く、桜井層の堆積環境を考える上で重要な手掛りとなる。

7. 全古生物の中で、保存された化石種の占める割合 秋山雅彦(信州大・理)

生物の歴史35億年を通じて生存してきた生物の全種数を推定することはきわめて難しい。そこで、次のような仮定をおいて計算した。ただし、現生種の種数は150~200万種であるとした。

イ) 先カンブリア時代の生物種はきわめて少ないのでそれらは考慮しない。

ロ) カンブリア紀(5.7×10⁸年前)の種数を0とし、現在の種数(1.5~2.0×10⁶)にまで直線的に増加してきた(最小値)。

ハ) カンブリア紀にはすでに現在の種数(1.5~2.0×10⁶)にまで増加していた(最大値)。

ニ) 新種の形成に要する期間を1~5×10⁶年とする。

以上の仮定をおくと、顕生代を通じて存在したと考えられる全生物種は0.9×10⁸(最小値)~11.4×10⁸(最大値)となる。

現在までに報告されている化石種は2.5×10⁶とされているので、この種数はこれまで地球上に存在したと推定される全古生物の0.3~0.02%を占めるという計算になる。

一方、地球上でこれまでに生産された有機炭素量を海域と陸域とに分けて推定すると、現在堆積物中に残されている有機炭素量(1.3×10²²)はその値の0.09~0.02%となる。この割合はさきに計算した化石の保存率に近い。化石種の保存率は有機炭素の保存率からも支持されるもの、と考えられる。

〔討論〕

小沢: 残存率は、生物の各種毎にはどう考えたら良いのか。

秋山: Valentyne (1970) は、骨格をもつ9グループの化石種について、保存率は4.6~13.6%であるとしている。また、昆虫では75万種の現生種に対して、報告された化石昆虫の種数は8,000である。このように

生物の種類によって保存率は大きく異なっている。ここでは、そのような差異を考慮していないが、次のステップではそのことの配慮をすべきであると考えている。

大森：われわれが見ていない有機炭素は、地球環境の中でどのような挙動もしくは分布を示しているのだろうか。大変興味深い試算と考えるが、現在人間

の生産活動で有機炭素の循環系を壊して大気中にCO₂を蓄積しつつあるが、海洋生物の石炭化はこのような循環系の破壊の影響を受けると思うが如何か。もし影響を受けるとすれば、前向きに海洋生物の生物量を調整することによって、大気中に異常に集積しているCO₂の修復に役立てるようなモデルを考えられたい。

◆論文紹介◆

最古の鰭脚類エナリアルクトス

Berta, A, Ray, C.E. and Wyss, A.R. (1989) :
Skeleton of the oldest known pinniped,
Enaliarctos mealsi.

Science, 244, 60-62.

エナリアルクトスのほぼ全身骨格が、カリフォルニアの後期漸新世～前期中新世の地層（およそ2300万年前）から発見された。

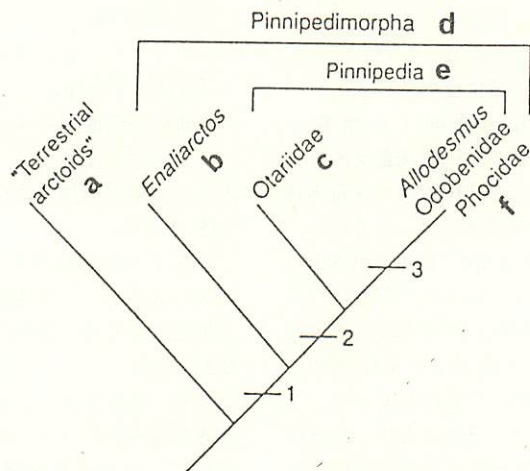
エナリアルクトスは鰭脚類共通の祖先型をしている。鰭脚類については、これまでアシカ類はクマ類より、

アザラシ類はイタチ類から由来した、という2系統説であった。最近の骨学的研究は単系統説を主張し、細胞遺伝学・分子生物学の事実もこのことを支持している。

エナリアルクトスは単系統説のキーポイントにいる。

以前のエナリアルクトスの研究は、部分的な頭蓋と分離した歯に限られていた。

今回の全身骨格の発見により、エナリアルクトスはファイリアザラシの小さなオスの大きさと、体長1.4～1.5m、体重73～88kgであり、陸生から水生への中間的形態をしていることがわかった。



a 陸生イヌ上科, b エナリアルクトス, c アシカ科, d 鰭脚形類, e 鰭脚類, f アロデスムス・セイウチ科・アザラシ科

1. 太く、短く、大きな結節をもった上腕骨、強く発達した三角筋稜、顆上孔の消失、手根骨の縮小、手のI指と足のIとV指の伸長、指先の軟骨の発達、手のI～V指への段階的縮小、短い腸骨、極端に短く、平たい、大腿骨、外側に傾く大腿骨顆。
2. 5つの腰椎、著しく平たく、遠位半が広がっている橈骨、著しく短縮した手の第5中節骨、大きく、広がった大転子、後外側に傾く上腕骨頭、横に平たく、後に広がる肘突起、案内稜のない中手(足)骨頭、滑車状でなく、蝶番のような指関節、扁平な指節骨、転子窩の強い退化または消失、円錐形の膝蓋骨、腓骨の外果の縮小。
3. 短い踵骨隆起、距骨後突起の存在、陰茎骨の拡大。

(堀川秀夫)