

第19回 (通算116回) 化石研究会2001年総会・学術大会講演要旨

(2001年5月26日・27日 相模原市・麻布大学にて)

シンポジウム：バイオミネラリゼーション「硬組織の微細構造と進化」

1. バイオマットの縞状成長と環境解析

田崎和江 (金沢大・理)

地球の水圏・地圏には原始地球から現在までの堆積岩や堆積物が分布し、その中には多くの生物化石や生痕化石が認められる。マトリックスの堆積岩の化学組成、鉱物組成に加え、含有する微化石の種類や数量から、当時の環境を読み取り解析することができる。その代表的なものがストロマトライトや縞状鉄鉱層の研究である。堆積岩や堆積物中にはしばしば縞状構造が認められ、その周期性や方向性から、当時の環境が推定されてきた。例えば、海進・海退、年周期といった大きな変化から、季節変化、月、日、潮汐に到る小さな縞を作る変化まで様々であるが、微生物単位でできる縞についての研究は少ない。

本研究では、 μm や nm サイズの細かい縞、特に、微生物が作った縞とその成長から環境解析を試みた。微生物のコロニーの構築物である縞状の微生物被膜(バイオマット、バイオフィーム)を観察、分析することで微生物の役割について検討した。また、自然のバイオマット、バイオフィームの形成に対して、カンテン培養実験による縞状構造のでき方を比較検討した。

1) 温泉バイオマットの縞状構造

造山梨県増富温泉の流出口に見られる炭酸塩バイオマット(カルサイトを主とする)は数センチの厚さの中に数十層の縞が認められる。その年代を ^{228}Ra — ^{228}Th 法で測定した結果、最表層は135日、中間層は216日、表層から6cm下の層は6.6年と同定された。ラジウムやラドンを含む炭酸塩バイオマットの年代測定が可能であり、微生物の石灰化による縞の成長に年代軸が入れられることが明らかになった。

鹿児島県薩摩硫黄島、赤湯温泉のバイオマットは、薄片のEPMA分析と観察により、FeとMnの繰返し縞状構造が形成されることが明らかになった。Feの層

では、球菌・桿菌が水酸化鉄鉱物のバイオミネラリゼーションを行っており、Mnの層では、フレーク状のMn鉱物を形成する微生物が生息している。FeとMnを作る微生物は各々選択的にイオン吸着を行い、生体鉱物を形成している。その生体鉱物の形成の違いが縞状構築物を作っている。

ロシアのバイカル湖南、Zhemchyugの間欠泉の縞状バイオマットは、主としてアラゴナイトで構成されている。その縞状構造はCa濃度の濃淡に加え、Sr, Si, Feの濃度差を示している。SrとCaは正の相関があり、一方、Siとは負の相関が認められる。すなわちZhemchyugのバイオマットの縞は、堆積当時の化学組成、特に、温泉の泉質の差を示している。

2) バイオフィームの縞状構造

水酸化鉄の多い地下水や鉱山廃水の表面には、しばしばオイルスリックが認められる。このオイルスリックを原子間力顕微鏡で分析すると、20nmオーダの配向性を持つクラスターが認められる。これは生息するバクテリアの夾膜(粘着物質)に水酸化鉄鉱物(Schwertmannite)を形成したバイオフィームである。このクラスターの配向性は、まさしく、生息するバクテリアの縞状構築物の第一歩であるといえる。

3) 培養実験によるバイオフィームの形成と縞状構造

Bakers' yeast, *Saccharomyces cerevisiae*を用いてカンテン培養実験を行った。カンテン培地中には、Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cdなどの重金属イオンを混入させ、2週間培養したところ、色、形、大きさ、微生物の種類の異なるコロニーが形成した。そのコロニーのうち同心円状の縞構造を示すものがあり、縞の周期は約24時間であった。CdやAsを混入したカンテン培地中では、コロニーの形成が阻害された。

カンテン培地の代わりに、現地の堆積物(粘土鉱物)と水を用いた自然培養実験においても、水と堆積物中に色の異なる縞が形成され、縞ごとに異なる微生物が生息していることが明らかになった。また、バイオカオリナイトを原子間力顕微鏡で分析すると丸みを帯びたクラスターの配向性が顕著であった。

2. 象牙質の成長線の周期性—ワニ類を例として—

三島弘幸 (日本大・松戸歯)

岩佐由香 (日本大・松戸歯)

横田ルミ (日本大・松戸歯)

E.M.Ruth (Louisiana Dept. of Wildlife and Fishes, Rockefeller Refuge)

小澤幸重 (日本大・松戸歯)

ワニ類の孵化前の歯の象牙質の成長線に関する知見は知られていない。本研究の目的はワニ類の象牙質において孵化前と孵化後の成長線の周期性に違いがあるどうかを検索することである。

用いた材料は、孵化後の象牙質の観察においては、3種のワニ、即ちメガネカイマン、クチヒロカイマン、及びアメリカアリゲーター (*Caiman crocodilus*, *Caiman latirostris*, *Alligator mississippiensis*) を用いた。孵化前の象牙質の観察においては、アメリカアリゲーター (*Alligator mississippiensis*) を用いた。歯及び顎骨は中性ホルマリンにて固定後、縦断研磨標本や脱灰標本にし、脱灰標本はH・E染色や銀染色を施し、それぞれ光学顕微鏡や共焦点レーザー顕微鏡にて観察した。成長線の間隔は画像解析装置にて計測した。

孵化後のワニ類の象牙質では、周期性の異なる成長線が観察された。長周期のものでは、約一ヶ月周期があり、この成長線はより低石灰化であった。その次の周期は約2週間周期のものであった。研磨標本による共焦点レーザー顕微鏡の観察では約2日間隔の細かな成長線 (平均 $10\mu\text{m}$) が認められた。脱灰標本による銀染色像やH・E染色像、あるいは共焦点レーザー顕微鏡による脱灰標本の観察では、さらに細かい周期の成長線が観察され、その周期は平均 $5\mu\text{m}$ であった。TC投与による時刻描記法から、最も細かな成長線 (平均 $5\mu\text{m}$ 周期) は、一日周期の成長線と同定される。成長線の形成において、有機質による成長線の周期性と石灰化による成長線の周期性が異なることが示唆された。

孵化前の歯の象牙質において、成長線は観察された。しかし、孵化後の成長線とは異なり、染色性に濃淡はなく、細かな周期であった。その周期の間隔は平均 $4\mu\text{m}$ であった。

孵化前と孵化後で成長線の周期性に変化が見られた。このことは象牙質の成長線の周期性は外界の環境の影響が強く関与しているものと考察される。

3. バイオリズムと硬組織進化

—環境と石灰化について

小澤幸重 (日本大・松戸歯)

1) はじめに

バイオリズムは生物体の周期的、律動的な運動や代謝であり、体内時計として日周期など遺伝情報として記憶されているものが如何に現れるかという研究が盛んに行われている。その一つに夜の周期をつかさどるメラトニンという物質が特定され一般に広く知られている。

しかし、生体の周期的な律動や活動、代謝は、元来環境が生物体に影響を及ぼし、長い年月の間に生体に確立し、遺伝情報となり発現すると考えることができる。この環境から生体への反映の過程は、獲得形質と断言して差し支えないと考えられるが、この面での研究や主張は意外と少ないように感じられる。一方、バイオリズムは硬組織によく保存され、このことは古生物と現生生物とを一度に俯瞰して研究できるよい材料である。即ち、系統発生学的な事実と現生生物の代謝の事実が同じテーブルで研究でき論議できる。このような視点にもとずいてバイオリズムの証拠としての硬組織の構造、その化石での進化過程、これをもたらし原因について検討したい。演者の研究対象が脊椎動物の硬組織のうち歯であるため、その結果が中心であることはご容赦願いたい。

2) どのような構造がバイオリズムか

一般的にバイオリズムを示す組織構造としては成長線がある。歯の成長線はよく研究され特徴によって様々な名称が定義されている。エナメル質には横紋、周波条、新産線、象牙質にはオーウェンの外形線、オーウェン線、アンドレーゼン線、石灰化条など、セメント質にはセメント層板、骨には骨層板等々がある。それぞれの成長線には経験的または実験的な結果から年、月、周、日の周期性が当てはめられている。それはゾウやクジラ等々の年齢査定に使われていることは周知のとおりである。これ以外に線 (面) ではないが、周期的な構造としてはエナメル質のシュレーゲルの条紋、象牙質の縞模様を提案したい。これらの組織構造は進化の点から容易に比較できる点で有利である。

3) 周期的組織構造の進化

シュレーゲル条の起源は、爬虫類のエナメル質にあるcrystal unitに求められる。これは細胞同士が集合するgroupingとエナメル質を形成しつつ移動するdancingによって形成される。これらの動きは当初不規則であるが、エナメル質が発達する哺乳類では規則的になり、規則的な組織構造を生む。その典型が*Desmostylus*のも

のであり、組織学的な定向進化の一例と考えている。象牙の縞模様も同様で象牙芽細胞のgroupingとdancingであると理解できる。ここには産前産後の成長リズムが隠されている。

4) 環境要因について

バイオリズムの原因としては、光がまずあげられる。この意味で日周期は地球環境の上では基本的だり重要といえよう。しかし、動物によってその間隔に多様性があるのはなぜか。それは、原因としての磁力、温度、ガス、他の生物環境等々が多くのものであり、これらの変化と生物体の相互関与によってバイオリズムが作られる、むしろここには生物の代謝の多様性も関係している。それにしても、石灰化機構がいかにこのような影響を受けやすく、研究対処として優れているかを認識させられる。色々な生物独自のバイオリズムは獲得形質といえよう。

5) バイオリズムは変化する

菌の例としては出産前と後では成長線の間隔が変わる印象を受ける。組織構造は前述のごとく進化し、成長線には様々な影響が認められることは周知のことである。これらは、個体発生の段階でもバイオリズムが変化する可能性を示している。遺伝的に確立したと見える体内時計も時々刻々変化しているのである。

如何に遺伝的に確立されるのか

この明確な答えはまだないが、病的な原因でまたは、細胞に張力を与えたり、圧力を与えたりすると遺伝子に起因する細胞死(アポトーシス)をおこす。これは環境が遺伝子に影響を与えるよい例であるが、果たして遺伝的に確立するか否かは不明である。この点で古生物学と遺伝学との相互作用が必要と思われる。この意味で進化の重要な問題である獲得形質や定向進化の問題を扱うにはますます現代生物学の成果と知識が必要となっている。一方、遺伝学や発生学のみで進化を論ずる傾向が強くなっている、これは錯覚の科学といえよう。

4. 石灰質有孔虫殻壁の光学的組織は生態を反映しているか

野村律夫(鳥根大・教育)

有孔虫は原生動物界に属し、膠着質、磁器質、ガラス状石灰質に区分される殻壁を形成している。1960-70年代に石灰質殻壁の光学的組織の違いが高次レベルの分類で重要視されたことがあり、研究が進展した。しかし、その後石灰化のメカニズムと結晶構造との関係が系統立てられて研究が進まなかったこともあり、注目すべき研究は現在のところ少ない。しかし石灰質

組織のなかには明らかな変異が存在する。その変異を理解することは、有孔虫における硬組織の生物学的な意味を考えるうえで重要である。そのためには多様な環境から産出する有孔虫種とその殻壁について生態的立場から検討し、その系統的意義付けをしたいと考えている。

ここで紹介するガラス状殻壁の粒状や放射状という構造は、有孔虫の殻を樹脂に包埋したのち、殻壁の断片をその面に垂直にみた偏光像である。放射状組織は、方解石の幅 $0.2\mu\text{m}$ 程度の針状の結晶要素(crystal element)が殻面に垂直になっている。粒状組織は、それぞれ異なった角度を有する結晶要素の集合体である結晶単位(crystal unit)が複雑に組合った構造を有するものである。基本的な石灰化機構は、室を形づくる外骨格内部に外側と内側の膜が形成され、その膜の内面または膜間で方解石結晶が成長していく。

粒状組織は結晶単位の大きさに注目すると定量解析が可能である。そのために、結晶単位の面積(A)と周囲長(P)の比をみると、たとえばChilostomellaなどは半透明の薄い殻壁を有すのに対して、厚い殻を有すCibicidesでは低いA/P値となる。この値の違いとしては、内生または表生といった生態とマイクロハビタットにおける溶存酸素濃度の多寡が関係していることが考えられる。

また、カシドウリナ科の有孔虫には形態が類似しているながら微粒状と放射状のものが存在している。たとえば、Globocassidulina(粒状)とIslandiella(放射状)、Paracassidulina(粒状)とTakayanagia(放射状)、Ehrenbergina(粒状)とReissia(放射状)はそれぞれが類似形態で組織的な対をなしている。中新世におけるこれらの分類群の層位的な分布をみると、この2つの殻壁の分化時期が中新世後期の海洋環境の寒冷化とそれとともなう第一次生産者の増加と有機物の海底への付加が増加している時期と一致する。このとき粒状組織から放射状組織への適応が起こったものとみられ、硬組織が分類群によって保守的なものとそうでないものがあることが示唆される。

しかし、粒状と放射状の間で組織が可変的なものであるか、また粒状組織の変異がいかなる環境要因によるものか、といった生体による検討は今後の課題である。

5. 棘皮動物の幼生について

白井浩子(岡山大学・理)

卵が持つ余剰エネルギーと幼生形態変化(石灰骨格の退化)の関係についての二つの(ウニとヒトデ)実

験事実を紹介し、そこから進化的考察を述べる。

1) イトマキヒトデの例

卵（直径およそ200 μ m）の細胞質を微細手術により減らして発生させることができ（2細胞期，4細胞期に細胞を分離して培養するなど），この結果，卵の86%は完全な発生にとって不必要な余剰エネルギーであることがわかった。はじめの細胞質量に関わらず，変態時の幼生サイズは一定で，変態について幼生の臨界サイズが発見された。この場合，出発の細胞質が多ければ臨界サイズに達する期間が短縮することが発見され，卵の余剰分の機能は幼生期間の短縮であることがわかった。幼生を形成し，かつ，幼生に変態の臨界サイズがあることにより稚ヒトデの形態（サイズと分化度）が不変に保たれる。変態では，一旦，外部からのエネルギー流入は途絶え，反応の進行はすべて，全て手持ちのエネルギーで賄わなければならないが，この際，幼生組織が消化吸収されて成体形成が進行する。生長した幼生体自体が，次の段階進行のための栄養蓄積なのである。なお，ヒトデ類の幼生は石灰骨格を形成せず，成体は石灰骨格を形成する。およそ，卵直径250 μ m以上の卵を持つ種は幼生を形成しない。

2) 幼生をもたないウニの例

一般にウニの幼生は，炭酸石灰の幼生骨格（骨片）をもつ。骨片は間充組織が集合した中に形成され，骨片の棒状構造を外被が囲んだ構造を腕とよぶ。発生初期は4腕で，ついで摂餌して生長するにつれ6腕，8腕と，腕数が増え，内部で成体芽の構造が形成され，変態にいたる。変態において，成体芽は幼生組織の多くを食食吸収し，その後幼生骨格とは別の成体の骨格を改めて形成する。

ウニにおいて卵が大型化した種にヨツアナカシパンがある（卵の直径約400 μ m）。ヨツアナカシパンは変態まで口を形成せず，一定の幼生形をもたず，長さや幅の不規則な骨格を，0-5本形成するなど変異が多いが，いずれも正常な成体になる。この種の場合，2細胞期に分離した細胞を発生させると，殆どの場合，変態すなわち成体（稚ウニ）形成が可能であるが，稚ウニはサイズも小さく，形態も異常であることが多かった。異常の内容は，口器の歯数（正常では5歯からなる）の数が少ないこと（4個，3個，2個，1個など）であり，それに関連して他の領域も縮小していた。興味深い事に，この場合，1個の歯のサイズは正常と変わらなかった。

6. 二枚貝類殻体構造は系統を反映するか？

島本昌憲（東北大・総合学術博）

日向野敦史（東北大・理研）

二枚貝類（綱）の殻体構造は同一亜科～同一科内レベルの種群においては基本的には互いに極めて類似した特徴を共有しており，これまでも二枚貝類の高次分類群を識別するための重要な分類形質とされてきた。確かに，同じ属や亜科に属する種どうしの殻体構造は共通することが多く，殻体構造は分類群を越えて安定した形質の一つであり，何らかの系統的制約を受けていると考えられる。しかしながら，その一方で Arcoida と Veneroida のように，直接的な類縁関係を見出しにくいと考えられる種群どうしでも，共に混合稜柱構造＋交差板構造の組合せからなるというように類似した構築構造の組合せを有することがある。

これまでの研究では二枚貝類の種群間の系統関係を直接的に推定するような分子系統学的データにもとづいて，殻体構造の分化過程が考察されたことはほとんどなく，二枚貝類の種群間の系統樹と殻体構造の分化過程を直接的に比較して考察されてはいなかった。本講演で演者らは二枚貝類マルスダレガイ科の種群についてミトコンドリアDNAのCOI領域（cytochrome c oxidase subunit I）の1099塩基対の塩基配列にもとづき，分子系統樹を作成して種群間の系統関係を推定し，殻体構造の分化過程を考察する。

二枚貝類マルスダレガイ科の種群の殻体構造は大別して次の3つのタイプに区分される。Type I は混合稜柱構造＋交差板構造＋均質構造の組合せからなる殻体構造を持つ種群であり，Type II は交差板構造を欠き混合稜柱構造＋均質構造の組合せからなる殻体構造を持つ種群であり，Type III は混合稜柱構造を欠き交差板構造＋均質構造の組合せからなる殻体構造を持つ種群である。

COI領域の分子系統解析の結果，Type II の殻体構造を有する種群は一つのクレード（分岐群：単系統群）を形成し，Type I の種群から派生した可能性が高いと推定される。一方，Type I の種群やType III の種群はそれぞれ一つのクレードを形成せず，Type I の種群からType III の種群が側系統群として派生したと推定される。派生したType III の側系統群は大別して2つのグループに細分されるが，各グループに属する種群では交差板構造の第一次薄板の配列様式が類似するなど，構築構造の細部の特徴まで類似することが判明した。

これらの結果から，殻体構造は構築構造の組合せのレベルでは互いに近縁でない種群間でも見かけの類似

性を示すことはあるが、第一次薄板の配列様式などのより詳細な特徴に注目することで互いに近縁な種群を識別することが可能となり、系統関係を推定する上で重要な形質の一つであると考えられる。

40周年記念講演

動物の骨や歯はいつごろどのようにしてできたか

大森昌衛 (麻布大名名誉教授)

地球の歴史で、原生代後期からカンブリア紀前期にかけての動物が進化する過程で行われた体制の発達、当時の海洋環境の変化とどのように対応していたか、とくにカルシウムが動物の物質代謝に関与してきた経過についての自説を述べた。

一般講演、ポスター発表 抄録

1. 結晶形成実験による貝殻形成タンパク質の機能解析

関口記由 (麻布大・環境保健)

佐伯志穂子 (麻布大・環境保健)

阿部由紀恵 (麻布大・環境保健)

今野悟 (麻布大・環境保健)

佐俣哲郎 (麻布大・環境保健)

最近、アコヤガイとシロチョウガイの真珠層形成に関与する遺伝子と有機基質タンパク質成分の構造が明らかにされた (Samata et al, 1999; Kohno et al, 2000)。

今回、これらのタンパク質の機能を明らかにするために結晶形成実験を行った。結晶形成実験とは、過飽和炭酸カルシウム溶液中に種々の成分を添加し、誘導された結晶の種類と形態から添加成分の機能の推定を行うものである。

炭酸カルシウム溶液から種々の条件下で晶出される結晶の特性に関しては、北野の精力的な研究 (Kitano and Hood, 1965; 北野ら, 1980) により既に実験系が確立している。

我々は、無機的に方解石とアラレ石を晶出する系(母液)を作製し、その中に有機基質タンパク質成分を加え、誘導された結晶形をX線回折分析やFT-IR分析により同定した。また、母液に添加する有機基質成分として精製したタンパク質を用いることにより、その正確な働きを明らかにすることを試みた。その結果、炭酸カルシウム結晶形成における有機基質成分の役割に関していくつかの新知見を得ることができた。

2. 化石硬組織中に含まれる有機基質成分の古生化学的研究

高倉大輔 (麻布大・環境保健)

橋本礼輔 (麻布大・環境保健)

趙宏 (麻布大・環境保健)

宮崎陽子 (麻布大・環境保健)

佐俣哲郎 (麻布大・環境保健)

正田吉織 (北海道中川町郷土資料館)

分子進化の研究は、もっぱら現生生物の持つ特定のタンパク質のアミノ酸配列と、このタンパク質をコードする遺伝子の塩基配列のデータに基づいて行われている。本研究は、化石生物の硬組織中に残存するタンパク質のアミノ酸配列のデータを基にして、分子進化を検討しようとする試みである。化石試料としては、北海道の後期白亜系産のアンモナイトとイノセラムス化石殻体真珠層を、比較のための現生種としてはオウムガイとタイラギ殻体真珠層を選んだ。化石殻体は破片として堆積物中に散在していたが、稜柱層と真珠層とを区分することが可能なほど保存状態は良好であった。これらの試料の脱灰成分中に含まれる有機基質タンパク質成分のSDS-PAGEによる分離と各バンド成分のアミノ酸配列分析を行った。その結果、現生のオウムガイとタイラギ殻体中に含まれる成分のアミノ酸配列を決定したほか、イノセラムス殻体中に含まれていた分子量約1kDaの成分のN末端から20残基までの配列を決定した。しかし、アンモナイト殻体中には電気泳動で分離できる成分は含まれていなかった。

3. 化石二枚貝におけるligamentの微細構造について

真野勝友 (筑波大・学校教育)

保存の良い化石二枚貝では靱帯部の構造も比較的良好に保存されていることが明らかになった。特に、千葉県木下層の砂泥質の地層から産出した比較的良好な二枚貝化石が多数産出しており、これを用いて各種の二枚貝類の靱帯部の微細構造を観察した。これにより、靱帯の機能との関連から、構造の特徴について考察を加えた。

これに関連して、化石試料における靱帯の内部構造の保存可能性についても検討した。

すなわち、今回試みた木下層産のような、保存良好な二枚貝の化石試料を用いると、現生種の試料よりも明瞭に、しかも容易に靱帯部の微細構造を観察することができた。

保存状態によっては容脱による構造の破壊も一部に

見られるが、木下層産のものはむしろ、化石種の生存時から死後、埋積までの過程で起こる破損、摩滅の作用の方がきわめて小さかったことが考えられる。

ポスター発表

4. サンゴの骨格内に穿孔する巻貝（イシカブラ）について

大森昌衛（元麻布大学）

日本列島の中部以南のサンゴ礁には、サンゴ類の骨格内に穿孔して生活する巻貝のサンゴヤドリ科の仲間のイシカブラが知られている。ここに報告する標本は、1994年に南太平洋ソロモン諸島のバヌアツから採集された標本の鑑定を依頼されたもので、高さ約3 cmの卵垂形の殻の先端に8 cmほどの同径の吻状突起をもっている。突起の表面は細かい環状彫刻のある石灰質の皮殻で覆われている。ベルギーのMassin, C. (1982)によれば、本種の幼生が石サンゴ目の骨格に付着すると、宿主内に穿孔をはじめ、表面近くをいろいろな方向に化学的に穿孔しながら生活するという。この仲間は太平洋とインド洋海域に7種が分布しており、日本産のものは*Magilus japonicus Deraniyagala*, 1968とされ、従来吉良哲明(1962, 75)が*M. antiquus* Montfort, 1810とされたものに新種名を与えている。バヌアツ産のものは前者に属しMassinは日本列島南部から*antiquus*の産出も報告しているが、イシカブラの和名は*japonicus*に先取されている。このほかサンゴに穿孔する巻貝には、クサビライシに穿孔する*Leptocono hus*, Ruppell, 1835が知られている。先カンブリア時代末期の原始的巻貝の生態のレリクトの可能性がある。

5. 軟骨魚類アカエイの歯胚上皮細胞の役割

一特にCa-ATPaseについて

笹川一郎（日本歯科大・新潟歯大）

魚類の歯の歯冠表面をおおう高石灰化層のエナメロイドの形成における歯胚上皮細胞の関与を調べるため、軟骨魚類板鰐類エイ類の歯胚で組織細胞化学的に検討した。今回はCa-ATPase（カルシウムポンプ）活性を検出し、従来から知られている微細構造、非特異的ACPaseあるいはALPaseの活性との関係を検討した。エナメロイド石灰化期からエナメロイド成熟期の歯胚においてCa-ATPaseの強い活性は内エナメル上皮細胞の近心端と側面の細胞膜に認められた。また、成

熟期では歯乳頭細胞にも活性が観察される。上皮側のCa-ATPaseはエナメロイドの石灰化が進行する時期に一致して出現するので、内エナメル上皮細胞はエナメロイドへのCa輸送に関与していると考えられる。アカエイの非特異的ALPaseは内エナメル上皮細胞の同じ部位でエナメロイド基質形成期後期から成熟期初期まで活性が見られる。ALPaseは物質輸送に関与していると考えられるが、Ca-ATPaseとはやや時期がずれている。ACPase陽性粒子が内エナメル上皮細胞中に多く出現する時期はCa-ATPaseの活性出現とはほぼ一致する。したがって、歯胚上皮細胞はエナメロイド形成の後半に有機基質の分解と脱却、およびCaの輸送に大きな役割をはたすと考えられる。

一般講演

6. 中・古生代魚類化石研究の歩みと国際交流

後藤仁敏（鶴見大・歯）

従来、日本産の魚類化石の大部分は新生代第三紀の地層から産出したもので、中・古生代のものはきわめて少なかった。しかし、この20年間に、わが国の中・古生代魚類化石の資料は急増した。岐阜県大垣市金生山の赤坂石灰岩（ペルム系）や上宝村福地の福地層（デボン系）一ノ谷層（石炭系）などから発見された軟骨魚類や板皮類の化石である。ところが、その研究にあたっては、比較標本が少なく、困難をきわめた。そこで、海外の研究者との交流が大きな役割を果たしたのであった。

日本を訪れた魚類化石研究者には、W.-E. Reif, 張弥曼, L. B. Halstead, S. E. Bendix-Almgreen, G. R. Case氏らがいる。これらの方々と交流が日本の古生代魚類化石研究に果たした役割は大きい。とくに、神奈川県立生命の星・地球博物館に譲渡されたCase標本は世界的な魚類化石のコレクションである。また、IGCP-328およびIGCP-406などの国際プロジェクトや中生代魚類シンポジウムなどへの参加も重要な役割を果たした。以上の経過を紹介し今後の展望について述べてみたい。

7. 東シベリア海ウランゲル島産の
完新世マンモスの臼歯

太田嘉奈 (元信州大・理)

秋山雅彦 (札幌学院大・社会情報)

犬塚則久 (東京大・医学系研)

新井喜源 (長野県古生物博)

中村俊夫 (名古屋大・年代測定資料研)

小田寛貴 (名古屋大・年代測定資料研)

Alexei N. Tikhonov (Zoological Institute Russian Academy of Sciences)

ロシア北極海にあるウランゲル島産のマンモスは、通常のマンモスの臼歯化石と比べると約20–25%小さく、矮小化しているという (Vartanyan *et al.*, 1993). それらの¹⁴C法年代は3,730–7,620yrBPとされている。本報告では、私たちが検討を加えたウランゲル島産の2つの小型のマンモス臼歯も¹⁴C年代の測定結果から完新世のピグミーマンモス (*M. primigenius vrangeliensis*) に帰属することを示す。しかし、ユーラシア大陸における最後の時期におけるマンモス群集は小型化しており、ピグミーマンモスは *M. primigenius* の雌の個体変異である可能性が高い。この問題については、共著者のひとり (A.N.T.) が近く公表する予定である。

8. 港川人I号とヘリコイダル咬合平面について

小寺春人 (鶴見大・歯)

港川人は日本の旧石器時代の最も完全な人骨化石として知られ、なかでも「港川人I号」は、ほぼ全身がそろった保存のよい標本とされる。この?号化石頭骨のレプリカを材料に、歯の咬耗と咬合様式に関して検討を加えた。

歯は上顎に7本 (右: 2,3,5, 左: 2,6,7,8) が、下顎に11本 (右: 2,4,5,6,7,8, 左: 2,3,4,5,6,7,8) が認められた。これらの歯はいずれも強く咬耗しているが、下顎歯より上顎歯がより咬耗が進んでいる。また、上顎の大白歯の咬耗面は舌側から頬側へ傾斜した面をつくるのに対し、下顎の大白歯の咬耗面は水平な面をつくっている。

咬合面が、歯列遠心の第3大白歯領域では頬側から舌側へ傾斜するのに対し、第2大白歯から小白歯領域では舌側から頬側へ傾斜する様式を、ヘリコイダル咬合面という (Hall, 1976)。港川人I号の上顎歯は、このヘリコイダル咬合面を示している。ヘリコイダル咬合面の形成は、強度に咬耗が進行した結果であり、上下顎歯が同一の咬耗面に対応した咀嚼運動によるも

である。よって、港川人?号の上下顎は異個体であると考えられる。

9. ヒトの歯石を構成するバイオミネラルの形態とその推移について

高橋正志 (日本歯科大・新潟短期大)

ヒトの歯石の付着面および形成面にみられる結晶層を構成する結晶の形態を詳細に観察し、それらの形態の推移について考察した。歯石を構成するバイオミネラルとして、角柱状結晶、菱面体状結晶、毯藻状結晶、花卉状結晶、紡錘状結晶、螺旋状結晶、薄板状結晶などが観察された。針状結晶が、オクタカルシウムフォスフェイトと思われる薄板状結晶に変化し、さらにハイドロキシアパタイトと思われる角柱状結晶に変化する途中の形態を観察できた。約120°と約60°の角から成る平行四辺形の断面をもつ角柱状結晶の周囲に、それらの前駆形と思われる数個の細長い棒状結晶が観察された。角柱状結晶は緻密で、結晶面が平滑であった。多数の細長い棒状結晶が放射状に配列した毯藻状結晶が、塊状結晶に変化する途中の形態を観察できた。マグネシウムフィットロッカイトと思われる菱面体状結晶、紡錘状結晶、螺旋状結晶に多くみられた結晶の部分的欠損は、結晶に含まれる有機成分と水分の量が比較的多いためと考えられる。歯周ポケットなど、歯石の結晶形成の場合は、結晶の形態から、試験管内ほどには安定した環境ではないと考えられる。

10. ソフト溶液プロセスによる無機材料の創製:

バイオミネラリゼーションとの類似性と差異

吉村昌弘 (東京工業大・応用セラミックス研)

我々はセラミックス材料の作製と評価を専門としていますが、水熱合成による種々の無機材料 (ZrO₂, ヒドロキシアパタイト, 各種ペロブスカイト型酸化物, カーボン材料など) の作製などを経て、最近「ソフト溶液プロセスによる無機材料の作製」を提唱・研究しております。

「ソフト溶液プロセス」とは水溶液を用いて所定の組成や構造を持つ物質を所定の形状、大きさ、位置、配向を持つ材料として直接作製してしまうことが、環境にも最も負荷をかけないプロセスであるという概念とその実現であります。これはバイオミネラリゼーションの無機材料一般への適用と考えることも出来ます。すなわちバイオミネラルに含まれない多くのペロブスカイト型化合物やスピネル型化合物、あるいはシ

ーライト型化合物も水溶液から薄膜あるいは厚膜に直接作製できます。それは溶液成分と基材との界面反応を熱（水熱反応）、電気化学（電気化学反応）などで励起して起こさせることにより可能です。バイオミネラル化では主に有機分子の自己集積やテンプレートによって核生成が起き成長させられるのですが、バイオミネラルではない一般の無機化合物や鉱物には、これと同様に有効な自己集積用あるいはテンプレートに用いられるべき界面組織が常に用意できるわけではありません。従ってバイオミネラル化よりもはるかに（かなり）過激な手法を用いることも必要となるのです。

しかしながら水溶液を用い、それと基材との界面反応で一般の鉱物や無機材料を作り出す手法はこれらの通常の作製法（高温加熱による固相反応、溶液から沈殿を作ってそれを焼成して粉体を作り、それを成形して焼結するセラミックスの手法、蒸気やガスあるいはイオンや分子ビームによる化学的あるいは物理的膜形

成法）などに比べてはるかに環境負荷が小さいはずなのです。バイオ的生産法あるいはバイオ的処理法が、工業的（人工的）生産法に比べて環境的にも優しいことは確かですが、バイオミネラルだけでは人類が必要としている多くの無機材料やまして金属・合金材料や半導体材料は作製できません。従って人類の生活に必要な多くの材料をどのように作り出し、利用し、さらに処理して行かねばならないかといういわば工業（人工）生産システムを、バイオシステムとどのように整合させ得るか？が材料と環境の分野から見たバイオミネラル化の大きな意義と考えられます。小生らはその意味でバイオシステムを勉強させてもらっています。逆にバイオミネラルの専門家の方々に「一般の人工鉱物や無機材料がなぜバイオミネラル化では作製できないのか？」あるいは「どこが異なっているのか？」などについても考えていただき、また適当な助言をいただきたいと考えています。

第19回化石研究会総会議事報告

第19回化石研究会総会が2001年5月27日に麻布大学で開催され、以下の事項が承認された。

1. 2000年度活動報告(2000年4月～2001年3月)

1) 総会ならびに例会

ア) 第18回(通算114回)総会・学術大会・巡検、運営委員会

期日: 5月20・21日(土、日)

場所: 豊橋市自然史博物館(世話人: 松岡敬二, 吉川博章両会員)

内容: 干潟の観察会, 館内見学, 一般講演7題(20日), シンポジウム「東海湖—研究の現状」, 総会, 会長記念講演, 一般講演8題, 報告1題, ポスター発表3題(21日)(ニュース74号に詳細な報告がある)

化石研総会のポスターが製作された

参加者: 参加登録 40名(20日), 50名(21日), 記念講演 78名, シンポ 60名

イ) 第115回例会

期日: 10月21・22日(土、日)

場所: 長野県信濃町公民館, 野尻湖ナウマンゾウ博物館

内容: シンポジウム「現生生物の生態と古生物」講演9題, 博物館見学, 懇親会, 長野県自然保護研究所見学他

参加者: 39名

ウ) 化石研が後援した学術集会

「澄江(チェンジャン)動物群化石—動物進化の謎—」展と記念講演会

期日: 9月15～26日(展示), 9月24日(記念講演会)

会場: 生命の海科学館(愛知県蒲郡市)

2) 会誌の発行

第33巻1号 特集「地球の環境と生物の進化」2000年6月30日付

第33巻2号 2000年12月1日付

3) ニュースの発行

74号(8月7日), 75号(9月14日), 76号(12月9日), 77号(2001年4月21日)

4) 会員動向

2001年5月22日以降の動向

入会: 田中美穂, 石川裕恵, 深谷研司, 田中源吾, 橋屋 功, 山下 茂(以上6名)

退会: 佐藤敏彦(逝去), 宮北健一, 西田史朗, 加藤 誠, 田口泰雄, 岡田賢樹, 辛 昌錫(以上7名)

5月25日現在 253名(新入会員含む)

2. 2001年5月以降の活動予定

5月26・27日(土、日) 第19回(通算116回)総会・学術大会

場所: 麻布大学(世話人: 佐俣哲郎会員)

内容: バイオミネラルゼーションのプレシンポ, 化石研究会40周年記念講演会・祝賀会, 特別講演, 一般講演, ポスター発表, 総会, 運営委員会

6～7月 会誌34巻1号発行および
ニュース78号発行

9月 ニュース79号発行

9月30日 会誌原稿締め切り

秋の例会は今回見送り(BIOM2001との関連で)

運営委員会は開催(期日と場所はニュース78号か79号で連絡)

12月 会誌34巻2号発行

2002年

1月 ニュース80号発行(第20回総会案内, 演題募集)

3月31日 会誌原稿締め切り, 第20回総会演題申込締め切り(会期によってはもっと早めに)

4月 ニュース81号(総会プログラム)

5, 6月 第20回(通算第117回)総会・学術大会, 期日・場所: 未定(後のニュースで連絡します)

◎化石研究会が共催あるいは後援する学術集会

2001年9月に新潟でバイオミネラルゼーション国際学会を開催予定(共催)

3. 会計の決算と予算(詳細は化石研ニュースNo.78を参照)

4. 2001年度役員選出