

第11回化石研究会学術大会講演要旨

[個人講演]

1. 顕微 FT-IR による微化石の検討—スビッツベルゲンの原生代の微化石

秋山雅彦 (信州大・理)・沢田 健 (名大・水圏)・
A.H.Knoll (ハーバード大)

スビッツベルゲン島北部の Polarisbreen 氷河のヌナタクには、Riphean 後期(700Ma~800Ma)の Svanbergfjellet 累層が分布している。その頁岩層からはきわめて保存のよい微化石の産出が知られている (N.J. Butterfield et al., Nature 334, 424-427)。そこから得られた頁岩試料を通常のケロジェン分離法で、鉱物質を除去し、得られた残渣を比重分離法でいくつかのフラクションに区分した。比重1.4以下と1.4~1.53のフラクションには、多量の微化石が含まれている。藻類と思われる球状や繊維状の構造体、またバクテリアの集合体などを顕微フーリエ変換赤外分光光度計で分析したところ、芳香族 CH, CH₂, CH₃, C=C, C=O などの吸収帯が得られ、微化石に有機物が保存されていることが明らかになった。本報告は顕微フーリエ変換赤外分光光度計によって原生代の微化石に有機物が保存されていることを確認した最初の報告である。

[質疑]

大森昌衛(元麻布大)：微化石の基質の部分は有機物の解像図との差は認められるのか。

微化石を構造的に報告し、有機分析を行なったものはあるか。微化石そのものの組成を分析したものはこれまでに報告されているか。

秋山：頁岩の部分はフッ酸で溶かし除去し、さらに比重分離をしているので、ここでご覧にいれている試料はほとんど微化石からなる。抽出して有機物の分析をした例はあるが、顕微鏡下で有機物の確認をした例はご指摘のとおりこれが最初である。

小澤幸重(日本大)：1) baseが高いが CH₃と判断して良いか。2) シフトの問題ビーム絞りの問題と試料作製法、グラフの解析をどう解決しているのでしょうか。3) アルコール等での固定法を行なった場合はどうでしょうか。

秋山：1) ベースラインのシフトは H₂O の影響であり、CH₂, CH₃ の伸縮振動吸収の同定には間違いはない。2) ビーム絞りは通常 10×10μm できれいなスペクトルが得られ、問題はない。3) アルコールなどによる固定の場合には、溶媒が残らなければ問題はない。

しかし、それが残ると H₂O, CH₂, CH₃ などの吸収を生じる。

2. 内生型二枚貝類が底質からうける影響について
柴田松太郎 (群馬大)

内生型二枚貝類は、浅い深いのちがいはあっても、底質にもぐって生活しているわけであるから、当然底質とはいろいろななかかわりをもっていると考えられる。まず考えられることは、貝が底質中にもぐることによって、外敵からの攻撃をさけることができるという利点である。ところが、底質にもぐり、あるいはもぐっているという行為は、貝の軟体部への底質物質の侵入をゆるすことにもなり、貝にとっては障害になることもある。このような観点から、内生型二枚貝類の変形あるいは奇型、殻体への底質物質のとりこみといった諸現象をみなおしてみると、統一的な解釈ができると思われる。

[質疑]

大森：外套膜と殻体の間に層状ないしポケット状に入る理由はどうか考えられるか。

柴田：ナミガイは深掘り型なので高圧力によって底質物質が侵入したものと考えられる。

3. ザルガイ科 (Cardiidae) の貝殻内部構造—とくにリュウキュウアオイガイについて

小林巖雄 (新潟大・理)

二枚貝の1科であるザルガイ科の貝殻構造は交差板構造からなる外殻層と複合交差板構造からなる内殻層とで構成されると言われてきた。今回の結果によると、貝殻構造はより多様化した形態型の組み合わせからなることがわかり、それらの差異は二枚貝の系統分類に対応していることが予想されるにいたった。

交差板構造と複合交差板構造の組み合わせからなる種類はザルガイ属である。さらに、せんい構造が最外層に加わった3層構造からなるオオヒシガイ属とモクハチアオイガイ属があるし、せんい構造と交差板構造からなる殻の前方部と交差板構造と透明質稜柱構造からなる殻の後方部をもつリュウキュウアオイガイ属がある。また、イシカゲガイ属とトリガイ属の貝殻は細かい交差板構造からなる外殻層と複合交差板構造からなる内殻層で構成される。

これらの中でも、前後方向に扁平化した形態をもつ

リュウキュウアオイガイの貝殻は、貝殻の内部構造にも特殊化がみられる。この種の貝殻の透明化現象は貝に共生する藻類との関係からも検討する必要があるであろう。

[質疑]

小澤：貝類の分類に貝殻構造を用いることには興味があります。貝殻構造にみられる個体発生的変化と系統発生との関係が予測できる事例はないでしょうか。

小林：貝殻の発生過程においてみられる変化の中で、浮遊性の幼生期から底生の稚貝期へ移行する段階で貝殻構造が変わる。また、成体期において、季節的あるいは周期的な貝殻構造の変化については事例があるが、近縁な化石種での貝殻構造の個体発生的変化との関係についてはつぎの仕事としている。

4. Trace Fossils from the Tertiary Churia (Siwalik) Group in West NEPAL

Wook-Hyun NAHM, Katsumi TAKAYASU
(Dept. of Geology, Shimane Univ.)

ネパールの Churia 層群は、中期中新世から前期更新世までの地層で、ヒマラヤの南部の前地盆地に分布している。この層群は、ヒマラヤを供給地とした河川性堆積物である (Tokuoka et al., 1986)。下～中部 Churia 層群の Arung Khola 層、Binai Khola 層での生痕化石は、大きさや形状により11タイプに分けられる。これらは、包含層に対してほぼ水平的に形成されるものと垂直的に形成されるものの、2つのグループに分けられる。(1)水平ラミナがある粘土岩の層準の中の主要な生痕化石は、水平的なグループである。(2)古土壌または塊状シルト岩では、垂直的なグループが産出する。これらの生痕化石は、本層群が確実に非海成層であるということを指示するものではない。しかし、海成環境では節足動物が優勢であり、非海成環境では昆虫が優勢である (Tevesz & McCall, 1982)。本研究地域での生痕化石、特に水平的なものは、主に昆虫により作られたと考えられる。昆虫は勿論海成環境の潮間帯から浅海にも生息している (Ratcliffe & Fagerstrom, 1980)。しかし、海成環境では生痕化石の多様性が高いことが指摘されているが (Frey, 1978)、本研究地域では、海成環境の場合に比べて多様性は相対的に低い。古土壌と関連して産出する生痕化石は、非海成環境を指示している可能性が高い。

[質疑]

大森：Type 1 のものは生痕の特徴からでなく堆積学的には flood plain の堆積でないとと言えるのか。Type 1 の生痕の形態は水生昆虫によると思われるものが多いように思う。

Nahm: We think that we cannot limit the

environments of type 1 to floodplain. Type 1 can occur even in the beach of lake and so on, we suppose, if there are enough water, foods, and relatively stable environments.

If we are naming to type 1, the *Scoyeria gracilis* will be a propered one. The *Scoyeria gracilis* is made by insects which like environments similar to floodplain. I would like to say very sorry, I could not understand what was your question exactly. Thank you very much.

廣田清治 (日本基礎技術)：1) 生痕タイプを11タイプに類型化しているが、例えば type 1 と type 3 は似ているため質問しますが、連続する生痕でタイプが漸移していくものはないのか。2) (horizontal trace fossils で) 同じ層面でのどのタイプとどのタイプの生痕が一緒になってよく観察されるか。相関はないのか。高安克己：1) タイプが変わるような生痕は観察されていない。2) ない。なぜなら type 1 が卓越しているため、type 1 が他のどのタイプの生痕と関連性が高く観察されるかは言えない。(強いて言えば horizontal trace fossils の6タイプ中) type 1 と type 2, type 1 と type 3 は同じ層面に観察できることが多い。

5. 中国地方の中新統十脚甲殻類に関する2, 3の新知見

作本達也 (島根大)・柄沢宏明 (名古屋大)・高安克己 (島根大)

島根県宍道湖南岸に分布する出雲層群来待層および布志名層より *Cancer* 層2新種を含む6科7属11種の十脚甲殻類化石を発見した。そして布志名層からは下浅海帯上部を反映し、潮間帯から上浅海帯の要素がわずかに含まれる、暖流系の表生生活者を主体とする *Carcinoplax* 群集が、来待層からは下浅海帯上部の粗粒底を反映する *Mursia* 群集が認められた。そして十脚類化石と共産する *Macoma-Cultellus* 貝化石群集や、岐阜県の瑞浪層群明世累層山野内部層産の十脚類化石の種構成との比較を行った。そして十脚類化石の方がやや深い生息深度を示し、暖流系要素が顕著であることが明らかとなった。そして山野内部層とは共通した層を多く含む時間的平行関係にある相同の構成であることが解った。

布野地域の備北層群については、布野川河床に見られる備北層群上部に相当する露頭より2種の十脚類化石が産出した。これらは *Asthenognathus* 属と *Pilunopeus* 属に帰属する新種と考えられ、両属とも西南日本からは最初の産出である。

6. 大阪府貝塚市蕎原(和泉層群, Maastrichtian)で 見つかった? *Mosasaurus* sp. の化石について

谷本正浩(東大阪養護学校)

1990年から1992年にかけて、高田雅彦氏と佐藤政裕氏によって、モササウルス類の化石が貝塚市蕎原の和泉層群の地層から採集された。時代はMaastrichtian。ここではこれを蕎原標本と呼ぶ。酸処理がきかず化石自体がもろいこともあって、クリーニングは困難をきわめているが、現在までに歯が7点、底蝶形骨1点、頸椎2点、胸腰椎2点等が認められている。産出範囲の狭さ等から蕎原標本は一個体のものと考えられる。

蕎原標本の底蝶形骨と歯を用いて、モササウルス科の三亜科(モササウルス亜科、プリオプラテカルプス亜科、ティロサウルス亜科)の代表的な属と比較したところ、モササウルス亜科に属することが分かった。更に底蝶形骨のvidian canalの側壁の発達が不完全なこと等から *Mosasaurus* 属である可能性が高いが、確定するには材料が不足しているため現時点では、? *Mosasaurus* sp.とする。

なお日本では、鈴木(1985)によって *Mosasaurus hobetsuensis* が記載されている。これは蕎原標本同様の歯に小面を持つが蕎原標本にあるカリナの鋸歯に欠く。また蕎原標本の胸腰椎の椎体は幅よりも高さの方が長い。 *M. hobetsuensis* では逆に幅の方が長い椎体をもっている。

7. 長野県北部の柵層(第三系)から産出したネズミ ザメ類の歯化石について

後藤仁敏(鶴見大)・

田辺智隆(戸隠村地質化石館)・

吉川博章(信州大)

北部フォッサマグナ地域に属する長野県北部の柵層層から産した6本のネズミザメ類の歯化石について報告する。

このうち5本は、上水内郡戸隠村の裾花川周辺における荻久保砂岩泥岩部層(中部鮮新統, 4~3 Ma)から産したホホジロザメ *Carcharodon carcharias* (Linnaeus)で、左下顎側歯が4本、左上顎側歯が1本であった。本種は、大型で鋸歯縁をもつ三角形の歯が特徴で、上顎の歯は幅(近遠心径)が広く、厚さ(唇舌径)が薄いのに対し、下顎の歯は幅が狭く、厚いのが特徴である。

1本は、上水内郡信州新町大字越道字福土における榎田礫岩砂岩部層(最上部中新統~最下部鮮新統, 6~5 Ma)から産したアオザメ属 *Isurus escheri* (Agassiz)の左上顎前歯であった。本種は、歯の外形はアオザメ *Isurus oxyrinchus* Rafinesqueによく似ているが、鋸歯縁をもつことが特徴である。本種の存在は、アオ

ザメ属とホホジロザメ属の系統関係に重要な示唆を与えるものである。

今回の発表は、長野県におけるホホジロザメの歯化石の最初の報告であり、*Isurus escheri* のわが国における最初の報告である。

[質疑]

秋山: サメの歯の化石は一般に上顎のものが発見される例が多いと言われるが、その原因をおうかがいたい。

後藤: それは私のこれまでの経験にもとづくものです。その原因は、まず一般に上顎の方が下顎より数が多い(ホホジロザメでは、上顎片側13本、下顎は12本)ということと、一般に上顎の歯の方が下顎の歯よりも大きい。したがって化石として発見される可能性が高いことによると考えられます。矢部さんの経験ではどうですか。

矢部英生(新潟大): ぼくの経験からも上顎の歯の方が発見されることが多いと思います。

8. カワヤツメおよびネコザメの耳石の組織構造について

高橋正志(日本歯大・新潟歯)

カワヤツメおよびネコザメの耳石の組織構造について走査電顕で検討した結果、次のような知見を得た。

(1) カワヤツメの耳石は多数の球形の石灰化粒によって構成され、固形の塊を形成していた。

(2) NaOClで脱有機することによって、耳石の表面で球形の石灰化粒を観察できた。

(3) 球形の石灰化粒の直径は3~10 μ mに及ぶが、それぞれの分布から、形成されたものは小さく、その後いくつかが癒合してさらに大きな石灰化粒を形成するものと考えられる。

(4) 大部分の脊椎動物の耳石は白色であるが、ネコザメの耳石は灰色~黒色を呈した。

(5) ネコザメの耳石は多数の石灰化粒で構成され、ペースト状を呈していた。

(6) 石灰化粒の形態は、円礫形、ガラスの破片形、角柱形、円柱形、球形等、変異がみられた。

(7) 球形の石灰化粒の表面には網状構造のみられるものもあった。

(8) 石灰化粒は、体外から取り入れられたものではなく、平衡胞内で形成されたものと考えられる。

(9) ネコザメの耳石は有色鉱物を含むという点で脊椎動物の中でも特異的であると考えられる。

[質疑]

大森: 図示された石灰化の核種と集合体である耳石との関係はどうなっているのか。核形成の際の芯はどうなっているのか。

高橋：“おかゆ”状にリンパ液の中に多数の石灰化粒が入っていて耳石を構成しています。従って、ネコザメの耳石は固形の塊ではありません。核形成の際の芯については観察していません。

小澤：ウシガエルの結晶の表面に斑点状の構造が認められますが、これが結晶なら結晶形成の実験に非常に効果的に使えると思いますが、他の種類にも認められるのでしょうか。

高橋：イモリ、サンショウウオでも見られました。爬虫類、哺乳類でも同様だと思います。

9. 数種の現生および化石軟骨魚類の歯の組織構造

笹川一郎（日本歯大・新潟歯）

7種類の現生軟骨魚類の歯の研磨標本とそのCMR像、および10種類の化石魚類（軟骨魚類5種、硬骨魚類5種）の歯と棘の研磨標本（大英自然史博物館所蔵）を顕微鏡で観察した。またアカエイの歯胚の象牙質形成を透過電顕で予察的に観察した。

研磨標本で歯の外形とエナメロイド-象牙質境の形を比較すると、軟骨魚類ではこれらは相似であり、歯頸部では両者は鋭角に交わる。一方、硬骨魚類ではこれらは必ずしも相似形ではなく、またエナメロイド-象牙質境は外形と鈍角で交わることが多いと思われる。軟骨魚類では、硬骨魚類にしばしば見られるカラーエナメロイドとキャップエナメロイドの区別は認められなかった。近年、軟骨魚類エナメロイドと硬骨魚類エナメロイドの発生様式のちがいが議論されているが、このエナメロイド-象牙質境の形態の差異も発生様式の差を反映している可能性が考えられる。

今回観察した化石軟骨魚類の象牙質では象牙細管や成長線がしばしばよく保存されていて、その組織像は現生種のものによく似ていた。現生のアカエイの象牙質形成において、その初期石灰化は基質小胞性であり、その後コラーゲン性石灰化に移行していくと考えられる。基質小胞性石灰化とコラーゲン性石灰化の起源は軟骨魚類の歯までさかのぼることができると思われる。

10. アフリカゾウの歯と歯胚について（予報）

三島弘幸・小澤幸重・寒河江登志朗・鈴木久仁博（日本大・松戸歯）

M.W.J. Ferguson (Univ. of Manchester)

アフリカゾウの4胎児(CR 16mm, 2g, 推定胎生1-2ヶ月；CR 49mm, 10g, 推定胎生2-3ヶ月；CR 55mm, 11g, 推定胎生2-3ヶ月；CR 107mm, 45g, 推定胎生3-4ヶ月)の歯と歯胚を観察した結果、以下のことが判明した。

1. CR16の個体は歯堤がわずかにしか形成されていない。

2. CR49では、上顎の切歯と臼歯の歯堤は連続しており、犬歯歯胚は確認できなかった。

3. CR49の上・下顎の第1と第2番目の臼歯の歯堤は直接口腔上皮より陥入し、遠心の臼歯に関する歯堤は、口腔上皮からではなく、2番目の臼歯歯堤の遠心が伸長すると推定される。下顎の1番目の臼歯の歯堤の近心も伸長していた。

4. CR55になると、上顎の切歯と臼歯の歯堤が分断し、上・下顎とも2番目の臼歯の歯堤の遠心が伸長する。

5. CR107では、切歯のエナメル器はエナメル質領域と同様の形態を示し、代生歯胚が形成され、上顎の臼歯歯堤と口腔上皮の関連はなくなっていた。

6. CR107の下顎の1番目と2番目の臼歯歯堤は連続せず、2番目の臼歯の歯堤が遠心に伸長する。

7. CR107の下顎の2番目の臼歯エナメル器は鍾状期初期であり、内エナメル上皮はいわゆる第2番目の臼歯の形態を示していた。

以上のことから、次のような点が推定される。

1. 現生長鼻類の臼歯は歯堤の状況から発生学的にはすべて乳歯列に属し、m1, m2, m3, M1, M2, M3に相当すると考えられる。

2. 複雑な臼歯の咬頭形成に関しては、Bolk(1919)のエナメル期の遠心が波状に移動して形成されるというもの、小澤(1978, 1986)によるエナメル器が一旦形成された後、内外エナメル上皮が咬板状の形態となるというものがある。今回、CR107の第2番目の臼歯形成は、後者の説とほぼ一致していた。しかしながら、すべての歯胚が認められる段階の歯胚まで更に研究を重ねる必要がある。

[質疑]

沢村寛(足寄町教委)：1の歯胚とM1(とされたもの)の歯胚の間に特別な構造は認められないか。いいかえると、m1, m2とされたものはC. dpl(ゾウで便宜的に使用されているm1, …m6のm1ではなく、系統的なまたは一般的にみた第1乳臼歯)の可能性はないか。(漸新世に歯をなくしたヒゲクジラでは、胎生期にcap stageまでの歯胚ができる)

三島：1の歯胚とm1の歯胚の間には、歯堤以外の構造は観察されなかった。m1およびm2としたものがCとdplという可能性については、今後3次元の復構模型を試みながら検討していきたい。ゾウの臼歯は発生学的には乳歯列に属すると考えている。

犬塚則久(東京大)：最も初期の胚にも下顎切歯の歯胚の痕跡はないか。

三島：今回観察した標本では下顎切歯の歯胚の痕跡は観察されなかった。

11. アフリカゾウの歯胚の組織学的研究

鈴木久仁博・小澤幸重・三島弘幸・
寒河江登志朗(日本大・松戸歯)

M.W.J. Ferguson (Univ. of Manchester)

前演者、三島等の報告したアフリカゾウの4胎児の歯胚(切歯と近心側の臼歯歯胚)と歯堤を組織学的に観察した結果、次の点が明らかとなった。

1. Bolk(1919), 小澤(1978), Kozawa, et. al(1986)の報告では、歯胚の周囲に厚く歯小囊が発達し、その外層から歯囊骨が発達してくるとされている。今回すべての歯胚に歯小囊が厚く発達し、これが歯冠セメント、歯囊骨形成等に深く関与すると考えられる。

2. エナメル器から索状を呈する外エナメル上皮が放射状に派生すると報告されたが(Bolk, Kozawa), 同様のものは歯堤からも頰側に向かって派生していた。しかし、上下顎の1番目の臼歯歯胚は帽状で単純な形態をしており、このような外エナメル上皮の派生は認められない。

3. 上記の外エナメル上皮、歯堤の細胞索は立方形細胞によって構成され、互いに連絡する場合もあり、歯堤の最遠心より遠心へも向っている。この事実は、歯堤および外エナメル上皮がより活発に増殖機能を有していることを示していると推定される。

4. 歯堤は立方形細胞が2層となって構成されているが、一部は舌側のみの細胞が円柱形を示し、周囲に歯小囊的な細胞が集合していた。これも、3と同様に歯堤細胞の分化、増殖能を示すものであろう。

5. 切歯歯胚においては、歯乳頭の細胞の密度が著しく高く、この細胞群の一部はエナメル上皮を覆う。このような部位の外エナメル上皮は円柱形を示し、内エナメル上皮同様の形態を示す。この周囲により疎な歯小囊細胞が厚く、切歯歯胚を覆う。

6. 遠位の臼歯は鐘状期を示し、内エナメル上皮は咬板状、外エナメル上皮は単純な鐘状を示していたが、索状組織が複雑に伸長していた。臼歯では最終的に内、外エナメル上皮が咬板状となるため、外エナメル上皮が咬板間に陥入するとき、互いの連結が残って索状に残存するのではなく、発生初期からこのような形態を示す特徴があることを示している。

12. トンネル顕微鏡のエナメル質への応用

小澤幸重・寒河江登志朗・三島弘幸・
鈴木久仁博(日本大・松戸歯)

エナメル質を構成するアパタイトの結晶構造は、高

分解能電子顕微鏡によって原子配列まで観察できるようになった。しかし、試料作製法として一般的に行われている超薄切片法は、技術習得にかなりの困難が伴う上、薄切時のartifactの問題が残る。原子間のトンネル電流を応用した原子間力顕微鏡の一種AFM(トンネル顕微鏡, atomic force microscope)を用いると、物質表面の原子の凹凸を観察することができる。これを応用すれば、95%以上がアパタイトの結晶で構成されているエナメル質の原子配列をそのまま観察できる可能性がある。

今回は、エナメル質の自然表面およびダイヤモンドペースト1/4 μ mまでの鏡面仕上げをした研磨面を観察した。その結果、正常なエナメル質の六角形のアパタイト結晶、OHの配列が確認できた。蝕蝕エナメル質の結晶は丸みを帯び、表面に原子配列が確認できなかった。この結果から、試料作製上様々な解決しなければならない問題があるにしろ、超薄切片よりはるかに容易な試料作製法であり、だれにでもできる研磨法で、AFMによってアパタイト結晶が確認できたことは、化石化による結晶の変化、アパタイト中のF, Mg, Fe等の入り込む位置を自然条件下で観察しうる可能性を示すものである。

[質疑]

笹川: トンネル顕微鏡所見と従来のSEM像, TEM像との対比はいかがでしょう。

小澤: トンネル顕微鏡で観察する場合は、コーティングも何もしていないためSEMで観察するとビームダメージが起きる恐れがあるので対応していない。TEM, X線回折との所見と一致しているので問題はないと考える。ただし、SEMで単結晶を観察しようとする場合は、また別の手段(試料作製法)を考えなければならないと思われる。

大森: 図示されるアパタイトは、単結晶と断定できるか。高圧電顕で原子像を見ることができると思うが、それとの関係で原子と断定できるのか。

小澤: 六角柱状であり、X線回折、透過電顕による結果とほぼ一致するので、アパタイトの単結晶、及び原子配列を示すものと判断している。高分解能電顕でも原子配列を理論値と一致することを判断の材料としている。この場合も、上記の如く、X線回折、TEMとの結果とよく一致している。ただし、大気中で行っているため水蒸気やその他のコンタミがあることも当然予想される。