

## 第24回（通算125回）化石研究会総会・学術大会講演抄録

（2006年6月3・4日，神奈川県立生命の星・地球博物館にて開催）

### 公開シンポジウム

「生き物を分類するってどんなこと？

～分類学って知ってますか？～

#### S 1 生き物を分けること

西田治文（中央大学理工学部）

世界中にみられる採集狩猟時代のヒトの住居は、たいてい洞窟である。フランスのラスコーやスペインのアルタミラのような生き生きとした動物画が描かれる以前から、洞窟の壁が記録の場になることは、誰でも思いつくことだったようだ。絵を描くことは、周囲を観察し、他人にもわかるように記録することで、大変な知的作業である。絵を描き出す前のヒトは、何か記録したのだろうか。不思議なことに、ほとんどの地域でヒトがしたことは、自分の手形を残すことだった。このことから、ヒトが物事を記録することの根元は、まず自らの存在を自覚し、その存在を後世に残そうとする欲求であったのではないかと推察できる。その後、ヒトは興味と観察の対象を周囲の生活範囲以外にも拡大しただけでなく、ひたすらそれを記録してきた。その記録が、文明と文化を生み、技術の発展も促した。

“生き物”は、生物であるヒトにとっては永久に切り離すことのできない存在で、その存在を認識し、記録することをヒトが求め続けるのは当然のことであろう。先端分野といわれる自然科学でも、自然を記述するという点では同じことを続けているのだといえる。人間の一生が名前を与えられることから始まるように、自然界の認識も名前から始まる。生物に限らず、岩石や鉱物、雲や森の姿にさえ名前がある。現代の経済社会においても名前の無い商品など考えられない。生物の世界では、今でも名前さえ与えられていない存在がたくさんいるけれども、いったん名前を付けたからには、それを整理しないと不便このうえない。生物を分けること、つまり“分類”と呼ばれる作業は、この整理に他ならない。では、整理をするときの基準は何だろうか。

生物には様々な特徴（形質）があり、主に形の特徴を比較することでまず種を認識する。現在は、この種

に対して学名が与えられる。学名はうまいことに、第一段階の整理ができるように二名法という方法で作られている。つまり、属名と種小名というふたつの言葉の組み合わせでできており、互いに似た形質を持つ種をまず属という単位にまとめることができるようになっていく。さらに、属同士で似ているものを科、科同士を綱（こう）というふうに、上位の大きな単位にまとめてゆく。最終的には生物全体へとたどりつく。分類というのは、「分ける」ことだと思いがちだが、実はこのように生物界を使いやすく体系的に整理することである。こうしてみると分類は機械的な単純作業に見えるが、実際はもっと複雑である。その理由のひとつは、生物が進化していることである。進化の道筋（系統）を無視して生物を分類することは、コアラとニホンザルを一緒にするようなもので、合理的でない。コアラとサルを一緒にするような混乱を招かないために、比較する形質同士が同じ起源を持っているのかどうかを確かめること、いわゆる“形質の評価”が必要となる。この形質の評価がなかなか難しい。現代の分類では、できるだけ多くの形質を集めて数学的に評価することが主流になりつつある。そのために現生の生物では遺伝子の特徴も分類形質として用いられている。遺伝子は全生物に共通で、変化に規則性があるからである。

進化には枝分かれ（多様化）と段階という二つの側面がある。系統は1本の木のように表すことができるが、分類はこの木の枝をどこで切り、ときにはどのように束ねるかということで、やり方はいろいろありうる。現実には、一般にも使いやすい分類体系が選ばれている。

分類の出発点にもどれば、それは種を分けること、つまりあらたな生物の発見と命名である。特に、化石では新たな生物はこれからも続々と見つかるはずであり、中には現在の分類体系に大きな変化をもたらす発見もありうる。化石は元生物とはいえ、全体が保存されることはほとんどないという特殊事情がある。このため、化石に名前をつけること（命名）には化石なりのやり方がある。例えば、植物化石では花、葉、幹、種子など植物体の部分ごとに学名がつけられるのが普通である。2000年以降は、植物化石の学名は、形態分類群として現生生物の学名とは区別して扱われること

になった。しかし、生物全体の系統分類という視点からは、現生生物を含めた分類体系のどこかに位置づけられることになる。

生き物を分けることは、ヒトが本来持っている自己と周囲の存在に対する知的興味に最も近い行動のひとつだろう。このような素朴な興味を持つ機会が、1個の人間の成長過程にはできるだけ多い方が良く考えている。化石の世界は、そのような機会をいつも新鮮な形で提供できる数少ない分野ではないだろうか。

---

---

## S 2 これであなとも分類屋？

できるだけ効率よく学名と命名法の知識を得るために

瀬能 宏 (神奈川県立生命の星・地球博物館)

---

---

生物分類学のすそ野は限りなく広く、奥行きは果てしなく深いため、その概略をつかむだけでも容易なことではないが、一般に分類学は3つの段階に分けて説明されている。すなわち、すべての生物学の土台となる種の発見とその記載を目的とする分類学が第1段階で、これをアルファ分類学 ( $\alpha$ -taxonomy) と呼んでいる。個々の種が明らかになると、第2段階としてそれらの進化のパターン、すなわち系統類縁関係を解明することを目的とするベータ分類学 ( $\beta$ -taxonomy) に移行する。ベータ分類学の成果によって自然分類による分類体系を構築することが可能となる。最後の段階はガンマ分類学 ( $\gamma$ -taxonomy) で、種内変異や近縁種間の関係を分析し、種分化や多様性をもたらす機構の解明を目的としている。大学で行われている最先端の分類学的研究はベータ分類学やガンマ分類学であるが、入門者に求められるのはまずなんと言ってもアルファ分類学の知識であろう。

アルファ分類学の基本は材料の入手から始まるが、魚を網で掬うにしろ、化石を崖から掘り出すにしろ、入手した材料がなんという生物なのか、まず最初に同定 (査定や鑑定ではないので要注意) という作業が必要となる。同定のためにはその生物の形態学的特徴を把握し、文献 (図鑑や記載論文など) に掲載されている写真や図、記載との照合を行う。その際、他種の標本と直接比較しながらの検討が必要になることもある。同定結果 (学名) は、産地や採集者、採集年月日などと共にラベルや台帳 (最近ではデータベースソフトがよく使われる) に記入もしくは入力され、標本は所定の場所に収納される。

さて、首尾よく同定できればよいが、どうしても該当する生物が見つからない場合はどうすればよいのだろうか？ 専門の研究者に標本を見せて同定を依頼する

か、さもなくば自ら研究してその実体の解明を行うことになる。その結果、もし、その生物にまだ学名が与えられていないことがわかれば、それはいわゆる「新種」である (この時点では厳密には未記載種と呼ぶのが正しい)。この「新種」を記載するための論文が学術雑誌に投稿され、それが出版された時点でめでたく学名が付いたことになる (厳密には新種と呼べるのはこの時点でのことで、以後それは既知種となる)。

この採集から同定、記載の一連のプロセスの中で、必要になるのが学名とその命名法についての知識である。これがないと、必要な文献を探したり、入手した分類学の論文を読みこなしたりすることが難しくなる。逆に、十分な知識があれば、新種の記載を自ら行うことも可能となる。ただ、分類学や系統、進化といったキーワードを含む専門書は多数出版されているが、学名とその命名法についてわかりやすく解説している本は驚くほど少ない。実際、大学や大学院で分類学的研究を行うか、分類を専門とする教官からゼミや講義等で直接指導を受ける機会でもない限り、その知識は見よう見まね、耳学問、独学で得るのが一般的である。専門の指導を受ける機会がない入門者は、どうすれば効率よく学名や命名法に関する知識が得られるのか？ 大学や大学院で分類学の講義を受けたことのない演者の経験をもとに紹介したい。

必要最低限の関連図書を購入しよう

### 1. 命名規約

- 1) 国際動物命名規約 第4版 日本語版 [追補]  
日本分類学会連合  
※00180-9-562438 国際動物命名規約日本語版に2,800円を振り込めば入手できる。  
※連絡先: 日本分類学会連合 担当 友国雅章 tomokuni@kahaku.go.jp  
※単なる訳本ではなく、これが正文である。
- 2) International Code of Botanical Nomenclature (Saint Louis Code) 2000  
※海外の書店で約6,000円
- 3) 国際植物命名規約 (セントルイス規約) 2000  
日本語版 日本植物分類学会  
※正文ではないが、日本語訳があるのはうれしい。ただし、現在は在庫切れ。

### 2. 学名の意味と解説

- 1) 生物学名命名法辞典 平嶋義宏 平凡社  
※学名全般に関して最も詳しい参考書。アマゾンで8,400円。必携。
- 2) 生物学名概論 平嶋義宏 東京大学出版会  
※上記をわかりやすく編集。アマゾンで4,830円。
- 3) Composition of scientific words, R. W. Brown, Smithsonian Institution Press

※学名の語源を調べるために便利。ぜひ欲しい一冊。

※絶版だが、アメリカの古書店で約6,000円で入手できる。

- 4) A source-book of biological names and terms, E. C. Jaeger, Charles C. Thomas Publ.

※上記と合わせて使うと探索範囲が広がる。アマゾンで8,016円。

- 5) 植物学ラテン語辞典 豊国秀夫編 至文堂

※アマゾンで9,450円。

- 6) 菌学ラテン語と命名法

※絶版だが、近々 CD-ROM 版が2,000円で頒布される予定とのこと。

### 3. アルファ分類学の参考書

- 1) 系統分類学：分岐分類の理論と実際 E. O. ウィリー著、宮ほか訳 文一総合出版

※分類学全般に関して詳しく、記載論文の内容構成についての解説もある。

- 2) Describing species: Practical taxonomic procedure for biologists, J. E. Winston, Columbia Univ. Press

※新種を記載するための教科書。これ以上望めない内容だが、訳本が欲しい…。

※アマゾンで5,371円。

### 4. ラテン語の辞書など

- 1) 羅和辞典 田中秀典編 研究社

※アマゾンで4,935円。

- 2) はじめてのラテン語 大西英文 講談社現代新書

※アマゾンで987円。

ハゼ亜目魚類などの小型種が非常に多く生息している、この中には幼生(仔魚)の形態を残したまま1~2ヶ月で成熟・産卵してしまう幼形進化的な種も含まれています。これらの特徴は、形態があまり発達していないために、外観では区別が難しいということです。

分子系統学的手法によって新しく隠蔽種を見つけることが出来た場合、それらを含むグループ内で詳細な形態比較を行って、微妙だけれども特徴的な形態形質が見つかることもあります。その場合には、続けてその形質を用いて、発見した隠蔽種を「新種」として従来通りの形式で記載する(名前を付ける)ことが出来ます。しかしながら、例えば、琉球列島で1種のみしか知られていなかった幼形進化魚であるシラスウオ *Schindleria* spp. (ハゼ亜目)では、多数の種が同所的に存在することがわかりましたが、残念ながら形態的に区別することが非常に難しい状況にあります。同様な例は、他の魚やナメクジウオ類、陸上の蝶でも知られています。このような場合、標準的な動物の新種記載には「他種との形態的識別点」を示すことが重要視されていますので、折角見つかった「新種」ですが、名前を付けることは困難になっています。

これから先、DNAによる系統学的研究が、形態的特徴の貧弱な魚類が数多く生息する熱帯・亜熱帯海域を中心に進められていけば、隠蔽種の発見に伴って「名無しの権兵衛」や「仮名」の種が増加していくことが考えられます。これらが形態的差異を見つけれないままに仮名や名無しで放置されれば、折角発見された新種も多くの人々に知られることなく埋もれていってしまいます。私たちは、このような数多くの形態での識別が困難な「新種」に対して、DNA情報を基にした記載を進めることを提案し、生物多様性保全の基礎となる「種のリスト」を充実させていきたいと考えています。

---

## S 3 DNA情報に基づいた分類の必要性

昆 健志(東京大学海洋研究所)

近年、分子生物学的な手法の発展と普及により多くの隠蔽種(ある種と形態的に区別できなくて気づかれなかった別種→結果的に新種)が相次いで発見されるようになりました。特に海産動物では、カイメン類、甲殻類(エビ・カニ)、刺胞動物(クラゲ)、巻貝類、コケムシ類、ホヤ類、頭索動物(ナメクジウオ類)、魚類、哺乳類などというように分類群が多岐に渡っています。私たち研究グループでは、その中でもナメクジウオ類や魚類を対象として、隠蔽種を分子系統学的手法によって探索しています。

熱帯・亜熱帯海域は生物多様性が大きいことで有名です。魚類の多様性も大きく、形態的や生態的に様々な種が分布しています。サンゴ礁域では2cm以下の

---

## S 4 博物館と分類学

佐々木猛智(東京大学総合研究博物館)

分類学にとって博物館は必要不可欠です。分類学では、可能な限り多くの研究材料を必要としており、それらが永続的に保管されることも必要であり、必要な資料は増え続けることはあっても減ることはないからです。その維持管理に責任を持つ機関として博物館が存在しています。

### 博物館における分類学の実践

博物館の本当の価値は分類学を実践することによって発揮できるといえるでしょう。博物館は特定のモデ

ル生物を使って実験的な研究をするような場所ではありませんし、それは期待されていません。この世に存在するありとあらゆる資料の「実物」を集めることが重要な任務です。そして、集めた資料を活かす研究分野が分類学です。つまり、博物館にとって分類学は必要不可欠です。

博物館が質の高い情報発信をするためには、博物館が学術研究を実践することが大切です。分類学の実践には下記のような過程を必要とします。

- (1) 標本作成・登録：標本を野外で採集し、適切な保存処理を施し、収蔵容器に入れ、ラベルを付けます。この作業は対象となる生物の種によって異なります。作成した多量の標本を混同することなく活用するためには、標本を登録し、登録番号を付け、データベース化することが理想的です。
- (2) 研究成果の公開：分類学の成果は論文として公表します。論文の書誌情報、および論文に使われた登録標本の情報をweb上で公開することが次に優先度の高い課題になるでしょう。特にタイプ標本の情報が重要です。その場合、画像を付けておくと価値が高まります。
- (3) 標本の収蔵：標本を収蔵室に収蔵するためには、いくつかの方法があります。分類群別に並べる方式が一般的ですが、コレクションの由来別に分けて収蔵することもあります。東京大学総合研究博物館の古生物標本室では、記載された標本を論文別に収蔵します。この方法は後の研究で標本の再検討を行う際に、最も混乱のない方法として研究者に好評を得ています。

#### 「標本」という実物の重要性

今後、新しい技術が普及するにつれて、「標本」がますます重要になります。

現生生物の分類学では、遺伝子情報の必要性が増大しています。大規模な博物館では既に、遺伝子標本、遺伝子情報を体系的に集めています。遺伝子の解析がより簡単に行うことができるようになれば、さらに多くの博物館に波及するでしょう。その場合、遺伝子情報を検証するための証拠標本も一体的に保管する必要があります。

デジタル技術も分類学の発展のために欠かせません。一方で、デジタル情報には、その情報源である証拠標本が付随していなければなりません。文字や画像のような二次情報は標本という一次資料がなければ信用できないからです。一時「バーチャルミュージアム」のような実体の無い「博物館」が流行りました。しかし、結局はデジタルは実物が伴って初めて意味を持つことが明らかになりました。

#### 博物館と分類学の今後

分類学の価値は、分類学者が絶滅して困り果てた状況になって初めて正しく理解されるのかも知れません。しかし、分類学者の立場からは、分類学が無くなるように、分類学の実践に邁進しなければならないでしょう。しかも守り続けるだけでは進歩がないので、新しいやり方も研究しなければなりません。

また、今後は分類学と社会との関係が大切になるでしょう。研究が行われるだけでなく、その存在が社会に浸透しなければなりません。そのための要となるのが「インタープリタ」という存在です。しかし、その養成はまだ軌道に乗っていません。専門家よりも浅く広く分類学に対応できる「パラタクソノミスト」の存在も大切です。分類学のサポーターの養成は博物館の課題のひとつになるでしょう。

巨額の資金を投入すれば博物館という入れ物はすぐに作れます。しかし、その中身は、お金だけでは解決できません。分類学にかかわる人が養成され、標本の維持管理が永続しなければ、機能しないでしょう。「博物館も分類学も1日にしてならず」です。

---

## S 5 学校教育における「分類」分野の現状

小幡喜一（埼玉県立熊谷高校）

石田吉明（東京都立千歳丘高校）

---

分類の基礎知識を市民に普及するためには、学校教育で扱うことが重要であろう。しかし現在の学習指導要領、あるいはそれを具現化した教科書に盛り込まれた分類分野の内容は、きわめて限られたものとなっている。現行の2003年度から実施された現行学習指導要領では理科教育全体の軽減化が進み、分類分野への影響も大きく、次に上げる問題点がある。1) 小学校ではほとんど分類の観点が無い。2) 中学校では脊椎動物と種子植物だけを扱い、藻類・コケ植物・シダ植物・無脊椎動物などは義務教育では扱われなくなった。3) 高校の理科は11科目目の選択科目になっているため、分類分野は中学までの内容で終わる生徒も多い。4) 高校で比較的多くの生徒が学ぶ「理科総合B」では、無脊椎動物やシダ植物、コケ植物なども扱うが、その内容は教科書によってかなりばらつきがある。5) 生物の分類と進化は高校では履修率の低い(10%前後)「生物Ⅱ」で扱い、生徒の興味・関心等に応じて生物の集団(生態学)との選択もできるとされているので、実質数%の履修率であろう。そして、6) 実践的でなく知識偏重で、大分類に偏っている。最後に、自主編成された分類に関する学校での授業を紹介する予定である。

## ヒトの大白歯にみられるエナメル真珠の組織構造と元素組成に関する進化的考察

高橋正志 (日本歯科大学新潟短期大学)  
後藤真一 (日本歯科大学新潟生命歯学部)

ヒトの大白歯のエナメル真珠にみられた層板状構造を示す特殊な無小柱エナメル質の組織構造と元素組成について詳細に検討した。材料として、抜去後ただちに10%中性ホルマリンで固定した、エナメル真珠をもつヒトの大白歯10本を使用した。エナメル真珠の中央を通る頬舌側方向の研磨標本を作製し、偏光顕微鏡、位相差顕微鏡、マイクロラジオグラフィーで観察した。同一標本を、HClで腐蝕後、S-800型走査電顕(日立)で観察した。同様な別の研磨標本を作製し、酸腐蝕を施さずに、エナメル真珠の深層、表層エナメル質、および歯冠部の中層エナメル質の元素組成を、標準試料を用いてEPMA(日本電子)で定量分析した。

エナメル真珠の表層エナメル質は、層板状構造を示す厚い無小柱エナメル質で構成されていた。この無小柱エナメル質の最表層には、X線不透過性の薄層が認められた。この無小柱エナメル質は、酸腐蝕に対して抵抗性があり、外層エナメル質との境界部は移行的であった。

Caの含有率は、歯冠部エナメル質で有意に高く、エナメル真珠の表層エナメル質で有意に低かった。Pの含有率は、歯冠部エナメル質で有意に高く、エナメル真珠の表層エナメル質で低かったが、有意差はみられなかった。Oの含有率は、エナメル真珠の深層エナメル質で有意に高く、歯冠部エナメル質で低かったが、有意差はみられなかった。Cの含有率は、歯冠部エナメル質で有意に低く、エナメル真珠の表層エナメル質で高かったが、有意差はみられなかった。Mgの含有率は、エナメル真珠の表層エナメル質で有意に高く、エナメル真珠の深層エナメル質で有意に低かった。Naの含有率は、エナメル真珠の表層エナメル質で有意に低く、歯冠部エナメル質で高かったが、有意差はみられなかった。Fの含有率は、エナメル真珠の深層エナメル質で高く、歯冠部エナメル質で低かったが、ともに有意差はみられなかった。

各元素の含有率から、エナメル真珠の表層にみられた層板状構造を示す特殊なエナメル質では、石灰化度が低く、有機物の含有率が高いと考えられる。各元素の含有率間の関連から、Naは石灰化度の上昇に、Mgは石灰化度の低下に関連していると推察される。エナメル真珠は退化的形質であり、表層にみられた層

板状構造を示す特殊なエナメル質は、これを形成したエナメル芽細胞の衰弱状態を反映していると考えられる。

## 日本産古生代魚類化石の新資料について

後藤仁敏 (鶴見大学短期大学部)

後藤(1999, 2002)によって日本産古生代魚類化石の総括が行われて以来も、デボン紀中期の所属不明の板皮類の皮甲化石(大倉・増田, 2002)、石炭紀前期のベタロドゥス類 *Petalodus* sp. の歯化石(茨木ほか, 2006)、石炭紀後期のオロドゥス類? *Orodus* sp. の歯化石(後藤・大倉, 2000)、ペルム紀前期と石炭紀後期の軟骨魚類14種の歯化石(後藤・大倉, 2004)、ペルム紀前期と石炭紀後期の軟骨魚類10種の歯化石(渡辺, 2004)、ペルム紀後期の板鰓類 *Cladodus* sp. の歯化石(未公表)などの発見が相次いでいる。今回は、これらの化石について紹介し、今後の発見の可能性についても予想したい。

デボン紀の板皮類化石: 大倉・後藤(1992)は、岐阜県高山市奥飛騨温泉郷福地の福地層(Pragian-Emsian)から胸棘目板皮類の *Romndina* sp. の2つの皮甲化石標本を報告し、後藤(2000)はこれらの標本の産出地点の南西700mの金迫沢から第3標本を報告した。さらに、大倉・増田(2002)は岩手県大船渡市のデボン紀中期の中里層から所属不明の板皮類の皮甲化石を報告した。このことは、多数の板皮類化石が今後、日本の他の地域のデボン紀の地層から発見される可能性を示唆している。なお、日本にはデボン紀以前のシルル紀の地層も存在し、コノドント化石が報告されている。将来は、シルル紀以前の地層から無顎類の皮甲化石の産出も期待できよう。

石炭紀の軟骨魚類化石: 石炭紀の地層からは、板鰓類・ベタロドゥス類・コクリオドゥス類という軟骨魚類の歯化石が報告されている。板鰓類としては、岐阜県高山市奥飛騨温泉郷福地の一ノ谷層(Moscovian)から *Cladodus* sp., *Agassizodus* sp. (後藤・大倉, 2004)、山口県美祢市の秋吉石灰岩層群(Moscovian)から? *Orodus* sp. (後藤・大倉, 2000)が報告されている。ベタロドゥス類では、一ノ谷層から *Petalodus allegheniensis* と *Janassa* sp. の歯化石が、コクリオドゥス類としては同じく一ノ谷層から *Poecilodus* sp., *Cyrtanodus fukijiensis*, *C. brevis*, *C. nishioi* などの歯化石が記載されている(後藤・大倉, 2004)。その後、渡辺(2004)らは、一ノ谷層から板鰓類の? *Symmorium* sp. とコクリオドゥス類の *Psephodus magunus* の歯化石を報告している。さらに、最近、日本最古の軟骨魚類化石と

して、新潟県糸魚川市の石炭紀前期 (Late Visean-Serpukhovian) の土倉沢石灰岩からベタロドゥス類の *Petalodus* sp. の歯化石が発見されている (茨木ほか, 2006)。

ペルム紀の魚類化石: ペルム紀の地層からも、板鰓類・ベタロドゥス類・コクリオドゥス類という軟骨魚類のほか、硬骨魚類と思われる歯化石が産出している。板鰓類としては、岐阜県大垣市金生山の赤坂石灰岩累層下部層 (Kungurian) から *Symmorium* sp.?, *Symmorium* sp., *Acrodus* sp. の歯化石, 所属不明目の *Petorodus* sp., *Petrodus* sp. の皮歯化石 (後藤ほか, 1988), 群馬県東村花輪の八木原石灰岩 (Kungrian) から *Helicoprion bessonowi* の接合歯列 (Yabe, 1903) が、福島県いわき市四倉の高倉山層群柏平層 (Capitanian) からカグラザメ目の歯化石 (小泉, 1991) が、宮城県気仙沼市上八瀬の叶倉-登米層 (Longtanian) から *Helicoprion* sp. の接合歯列 (荒木, 1980) が、宮城県登米町の登米層 (Longtanian) から *Helicampodus* sp. の接合歯列 (Uyeno *et al.*, 1979) が、宮城県本吉町の千松層 (Changhsingian) から *Orthacanthus* sp. の歯化石 (後藤ほか, 2000) が産出している。その後、兼子尚知と鈴木雄太郎は、宮城県本吉町の登米層から *Cladodus* sp. の歯化石を発見している。ベタロドゥス類の歯化石では、群馬県葛生町の鍋山層 (Kungurian) から *Petalorhynchus* (*Petalodus*) sp. が報告されている (後藤, 1984) ほか、岐阜県高山市福地の水屋ヶ谷層 (Asselian-Sakmarian) から *Petalodus acuminatus*, 岐阜県大垣市金生山の赤坂石灰岩累層下部層から *Neopetalodus* sp. 1, 同層最上部層 (Longtanian) から *Neopetalodus* sp. 3 が、滋賀県霊仙山の霊仙山石灰岩 (Sakmarian-Artinskian) から *Serratodus* sp. が、岐阜県本巣市の舟伏山石灰岩 (Kungurian) から *Neopetalodus* sp. 2 が発見されている (未発表)。コクリオドゥス類では、赤坂石灰岩累層下部層から *Sandalodus* (*Deltodus*) sp. ほか所属不明の歯板化石が発見されている (後藤, 1999)。また、赤坂石灰岩累層下部層からは所属目不明の硬骨魚類の *Phyllodontidae* の半球形の歯化石も発見されている (後藤, 1999)。さらに、最近、渡辺 (2004) は、岐阜県本巣市と山県市のペルム紀前期の船伏山石灰岩下部から板鰓類の *Ctenacanthus* sp., *Goodrichthys* sp., *Symmorium* sp., *Cobelodus* sp., *Deanea* sp. の歯化石, ベタロドゥス類の *Petalodus* sp., *Serratodus* sp. の歯化石, コクリオドゥス類の *Cochliodus* sp. の歯板化石を発見している。

以上の事実は、今後、わが国の古生界からさらに多くの古生代魚類、さらには古生代の両生類や爬虫類の化石が発見される可能性を示唆している。

---

## ホルマリン固定した標本からの骨標本作製法

---

小寺春人 (鶴見大学歯学部)

---

ここでは、ホルマリン固定された標本から骨標本作製する方法を紹介する。ただし大型哺乳類の分解骨に限るもので、小動物の交連状態のままの標本には適さない。

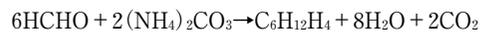
ホルマリン固定されて保存されていた標本から骨標本をつくる場合や、軟組織の解剖・精査をおこなったうえで骨標本も必要とするような場合に、この方法は適している。講演では、人体を対象とした例を報告する。

### 1) 固定

固定には市販のホルマリン原液を水で10%にした溶液を体重の10%量にして、大腿動脈から落差法により注入した。

### 2) 余剰ホルマリンの除去

体内にとどまっている余剰のホルマリンを化学反応により除去する。そのために、ホルマリン注入に用いた大腿動脈から再度、炭酸アンモニウム飽和水溶液を注入する。炭酸アンモニウムとホルマリンの反応化学式は次のとおりである。



すなわち、反応生成物は水と炭酸ガスのほか、ヘキサメチレンテトラミンである。これは経口薬の基材にする無害な物質である。

解剖する場合は、この段階でおこなうとホルマリンガスを吸引することなく安全に解剖することができる。

### 3) 軟組織の除去

通常の骨標本作製と同様に、軟組織をできうるかぎり物理的に取り除く。未固定の場合は短時間でこの作業をおこなう必要があるが、固定されているので十分に時間をかけることができ、とくに関節の構造に関して時間をかけて解剖する機会が得られる。

### 4) 蛋白分解酵素による軟組織の除去

残りの軟組織は、食品工業用の非特異性の蛋白分解酵素 (バイオプラーゼ XL-416F) の溶液 (約2%) に50°Cで約10日間、浸漬除去する。ただし、若干の靭帯や腱組織は残存する。

### 5) 脱脂

通常の方法と同じく、骨髄の脂肪成分を取り除くのに、エーテルを中心とした有機溶媒に浸漬して、脱脂する。

---

---

## 温暖種からみた 完新世に於ける対馬暖流の動向

松島 義章 (放送大学)

---

---

完新世に於ける温暖種は、南関東では約9,500～8,700年前に出現し、約5,000年前まで繁栄し急に姿を消すか、分布が限られてしまう亜熱帯種群と、約6,500～4,200年前までの短期間生息していた熱帯種群が知られる。もう一つは北海道で確認された温暖種で、本州に分布の中心をもつハマグリやシオフキ、ウネナシトマヤガイなどが、約7,500年前に道南～石狩低地へ進出し、約6,900～5,300年前には道東まで分布した温帯種群である。この3温暖種群の消長に注目する。

約7,500年前になると熱帯種群は南九州に、亜熱帯種群が三陸海岸南部に、温帯種群が道南の函館～石狩低地において一斉に出現する。この時期から黒潮と対馬暖流の勢いが強くなって、約7,000年前には海中温度の上昇で、海洋生物にとって良好な生息環境となり分布域を拡大した。約6,500～5,500年前には、熱帯種は南関東、亜熱帯種が本州北部、温帯種は道東まで分布を拡げた。対馬暖流の一部は津軽海峡を抜け、太平洋側へ出て下北から三陸北部へ南下、別の流れが道南の噴火湾～勇払平野へと北上した。一方、道西岸を北上する対馬暖流は、宗谷海峡を通り宗谷暖流となりオホーツク沿岸を東流し、知床を回り根室湾へ、さらに根室半島あるいは国後水道を通して太平洋岸へ出て、道東海岸に沿って南下した。日本列島は全て暖流が洗い、最も温暖な沿岸海況となった。

寒冷化は高緯度ほど早く始まり、最初の確認は根室の約5,200年前で、道東から温暖種が消滅した。約5,000年前には道南まで寒冷化が南下し温暖種が消えた。この約5,000年前頃からの寒冷化は、道東～道南海岸と同様に本州東北でもハイガイの衰退が対応する。南関東での寒冷化は熱帯種の消滅から確認でき、東北以北より遅れて約4,200年前以降となる。

約5,000年前以降の対馬暖流の動きは、オホーツク海～道東が暖流の末端部に位置するので変動を捉え易い。この地域のウネナシトマヤガイと他の温暖種の産出年代に着目し、その出現は約7,200～6,900年前を示し、根室ではそれらが約5,200年前に一旦消滅した。しかし、クッチャロ湖では約5,000年前まで確認された。その後、道東厚岸では縄文中期の貝塚からアカガイが、その低地からは約3,800年前のウネナシトマヤガイが再び出現した。オホーツク沿岸湊沸湖では約3,300年前のウネナシトマヤガイが産出した。網走川では約4,200～3,800年前と約1,000年前にウネナシト

マヤガイが産出するが、約1,600年前のカキ礁にはウネナシトマヤガイを欠く。常呂でも約4,200年前、約3,400～3,200年前、約2,500年前に分布した。稚内では約2,300年前と約900年前に温暖種が産出した。したがって、オホーツク海沿岸では約7,200～5,000年前、約4,200～3,200年前、約2,500～2,300年前、約1,000年前と温暖種の生息できる時期が4回成立し、ウネナシトマヤガイを伴う温暖な海況となっていた。

この結果は小泉(1987;1994)が、津軽西方沖海底コアの珪藻遺骸群集解析から解明した対馬暖流の脈動について、日本海へ本格的に流入した約8,000年前以降、約1,800年周期をもって4回の強弱を繰り返してきた指摘と対応する。

---

---

## アパタイト結晶にみるフッ素神話の大罪

笥 光夫 (明海大学歯学部)

寒河江登志朗 (日本大学松戸歯学部)

吉川正芳 (明海大学歯学部)

村石修一 (レニショーKK ラマンシステム部)

---

---

フッ素と聞いて、歯質を強化し虫歯に抵抗性をもたらすと信じている人は多い。また、フッ素の予防歯科における有効性がメディアを通じて宣伝され、確立されていると言っても過言ではない。現に、歯磨き剤にフッ素を含まない製品を探すのが難しい。古くから、高濃度のフッ素を摂取すると、歯や骨におけるフッ素症を引き起こすことが知られていたが、予防歯科では、低濃度のフッ素を使用することは無害で、むしろ虫歯予防の観点から当然のこととして推薦している。歯科医師国家試験においてもフッ素に関する適正濃度やメカニズムなどの問題が出題されている。WHOは、ある濃度以内の使用は安価な虫歯予防という観点から推薦している。しかしながら、こうしたフッ素の効果に対して疑問視している研究者も多いが、低濃度での生体アパタイト結晶における効果に対して明確な答えを出すまでには至っていなかった。今回、我々は、顕微ラマン装置を用いてフッ素処理した歯と合成アパタイト結晶にフロール化が生じているかどうか分析した。発表においては、フッ素摂取によるエナメル質と骨の結晶にみられる結晶の構造異常と、炭酸脱水素酵素に与える影響についても明らかにし、フッ素神話の大罪を糾明する。

フッ素の歯科予防に効果があるとしている主な根拠をここに挙げる。

1) フッ素イオンがアパタイト結晶の水酸基と置き換わり、酸に溶けにくいフロールアパタイト(フロール化)に変化する。2) フッ素イオンが結晶形成過程

で直接関与してフローラアパタイトを形成する。3) 歯のエナメル質表層が形成されたフッ化カルシウム (CaF<sub>2</sub>) により覆われ、耐酸性が向上する。4) 再石灰化を促進する。5) 酸産生する口腔内細菌を殺す。

顕微ラマンによる分析結果では、処理時間にかかわらずいずれの試料にもフローラ化は認められなかった。エナメルの結晶の縦断と横断像から、結晶核形成が阻害され、孔を有する結晶形成過程が明らかとなった。一方、骨の結晶では非結晶構造が形成される。また、フッ素は細胞内での炭酸脱水素酵素合成を阻害することが明らかとなった。以上の結果から、フッ素は歯質強化に役立っていないのみならず、濃度の如何に関わらず硬組織形成に有害な影響をもたらすことが明らかとなった。

---

### 加速器質量分析 (AMS) を使った 古生物学試料の<sup>14</sup>C 年代測定

鶴野 光 (環境研・化学)  
米田 穰 (東大院・新領域)  
小林利行 (伯東・株)  
鈴木 亮 (環境分析センター・株)  
柴田康行 (環境研・化学)

---

放射性炭素 (<sup>14</sup>C) による年代測定は5万年前までの試料にしか適応できないが、絶対年代を示す有力な指標として広く用いられている。特に<sup>14</sup>Cの個数を直接計測する加速器質量分析 (AMS) は極めて微量な試料 (炭素に変換して1 mg 得られる量) でも測定が可能であるため、貴重な標本であってもわずかな破壊で年代分析が可能である。このため、AMSを使った<sup>14</sup>C年代測定は化石試料にも適応されるようになった。

北海道伊達市にある北黄金貝塚は縄文早期から中期の大規模な貝塚である。同時代の層からのシカ、オットセイ、ヒトの<sup>14</sup>C年代を比べると、シカの<sup>14</sup>C年代は考古学的検討から出された年代と一致したが、オットセイは約900年も古い値を示し、ヒトは約700年古い値を示した (シカ≒4800年 BP, オットセイ≒5680年 BP, ヒト≒5500年)。これは遺跡の近海で深層水の湧昇があり海生生物が大気との交換を絶たれた海水の古い炭素を摂取した影響であると考えられている。このように、局地的な炭素循環によって古い炭素が蓄えられることにより古い年代を示す事があり、海生動物や海産物を摂取する動物の<sup>14</sup>C年代を議論するときにはこの効果を考慮する必要がある。また、AMSは少量の炭素で分析ができるため、外部からの炭素汚染

があると分析結果に大きな影響を及ぼす可能性がある。例えば、化石にしばしば用いられる硬化剤パラロイドは極めて古い炭素 (>50,000 yr BP) を含むので分析前に完全に取り除く必要がある。さらに、AMSの分析結果は放射性炭素年代 (BP) で報告されるが、考古学や古生物学の議論に用いる際は過去の<sup>14</sup>C濃度が宇宙線強度や地球磁場による変動を加味した較正を行って暦年代 (cal. BP) にしなくてはならない。

AMSを備えた研究機関は限られているので分析を依頼することが多いと思われるが、汚染炭素や接着剤除去などの前処理も含めて依頼する場合でも、使用した薬品濃度や反応時間などを提出させ前処理の適切な作業を確認すべきである。また、年代の分っている試料をサンプルとして入れるなどして、<sup>14</sup>C分析が正しく行われているかも確認すべきである。

---

### クモヒトデ化石の保存状態と酸素同位体比値との関係および酸素同位体比から推定される 掛川層群土方層産クモヒトデの古生息環境

石田吉明 (千歳丘高校)  
瀬戸浩二 (鳥根大学)  
藤田敏彦 (国立科学博物館)  
寒河江登志朗 (日本大学)

---

キタクシノハクモヒトデ化石は日本の中期中新世後期-更新世の14地層から産出している。それらのうち化石の保存状態 (続成過程) を調べるために、北海道中部中新統上部稚内層・北海道上部中新統-鮮新統声間層・長野県上部中新統小川層・静岡県鮮新-更新統土方層・千葉県中部更新統市宿層産クモヒトデの走査型電子顕微鏡像と薄片の観察、さらにX線分析を行ない、現生キタクシノハクモヒトデの結果と比較をした。土方層産キタクシノハクモヒトデと共産するモザイククモヒトデについても同様な観察を行った。その結果、静岡県鮮新-更新統土方層産の標本は酸素同位体比の測定に適していることがわかった。そこで土方層産化石と同種の現生個体の酸素同位体比値とを比較し、土方層産クモヒトデの古生息環境の復元を試みた。以下にその概要を述べる。

化石の保存状態 (続成過程) について：静岡県土方層産標本は走査電子顕微鏡および薄片による観察において、現生個体と同様に微細な孔が良く保存されているが、その他の地層から産出した標本はその孔が破壊され、二次的な方解石などの充填物で満たされている。またX線分析の結果、土方層産標本は現生個体と同じマグネシウムを含む方解石からなるが、他の地層から産出した標本は方解石またはドロマイトに変

わっている。

土方層産クモヒトデの古生息環境について；土方層からは多量のクモヒトデ化石が産出している。化石の産出した地層はスランプ・スカーを埋積する堆積物で、シルト岩層とシルトの偽礫を含む砂岩層との互層からなる。シルト岩層からは現地性のキタクシノハクモヒトデが密集した状態で多量に産出する。シルトの偽礫を含む砂岩層からは異地性のキタクシノハクモヒトデとモザイククモヒトデが混在して産出する。これら2種はともに日本周辺の現世の海底に棲息しているが、キタクシノハクモヒトデは上部漸深海帯に、モザイククモヒトデは下部浅海帯に棲息しており、両種が同所的に分布している例は知られていない。キタクシノハクモヒトデが岩手県沖で棲息している水温は2-12℃、モザイククモヒトデが土佐湾・相模湾で棲息している水温は8-17℃である。そこでこの両種について、それぞれの現生個体と化石個体の酸素同位体比を測定し、その結果を比較することで化石クモヒトデが生息していた深度と水温の推定を試みた。

これら現生個体の酸素同位体比と、土方層産化石における酸素同位体比とをそれぞれ比較したところ、両種とも化石個体と現生個体では類似した値を示した。このことから両種はともに鮮新-更新世と現世とで生息環境を変えておらず、土方層産のモザイククモヒトデは下部浅海帯（水温8-17℃）に、キタクシノハクモヒトデは上部漸深海帯（水温2-12℃）に、それぞれ生息していたと推定される。

---

---

## イケチヨウガイ *Sinohyaliopsis schlegeli* の 真珠層における水環境の記録

森井一誠，田崎和江（金沢大学自然科学研究科）

---

---

### 1. はじめに

二枚貝が形成する炭酸カルシウムの殻に含有される微量元素や成長速度の変化に、周辺の季節変化や水温が記録されていることが明らかになっている（増田，1986）。しかし、水温以外の水質情報が殻に記録されているという報告は少ない。もし、二枚貝の殻に水素イオン濃度や酸化還元電位、溶存イオン等の記録が残されていれば、それは古環境推定のための有益な情報となる可能性がある。

本研究では、金沢大学角間キャンパス調整池において実際にイケチヨウガイ *Sinohyaliopsis schlegeli* を飼育し、池の水質環境の変化をみた。その上で、貝殻の、特に真珠層において特定の元素の濃集が見られないかどうかの検討を行ったので報告する。

### 2. 試料および実験方法

本研究に用いた試料は、琵琶湖産のイケチヨウガイである。イケチヨウガイを2004年12月から2005年12月まで1年間、金沢大調整池において飼育し、5ヶ月間生存した貝（サンプルA）と1年間生存した貝（サンプルB）の貝殻を薄片および粉末にし、光学顕微鏡観察、エネルギー分散分析装置付き走査型電子顕微鏡（SEM-EDX）観察、エネルギー分散型蛍光X線分析（ED-XRF）、粉末X線回折分析（XRD）、電子線プローブマイクロアナライザー（EPMA）および窒素・炭素・硫黄（NCS）分析機による分析を行った。

イケチヨウガイを飼育した金沢大調整池において、定期的に水素イオン濃度（pH）、酸化還元電位（Eh）、電気伝導度（EC）、溶存酸素量（DO）、表面および飼育深度（60cm）の水温を測定した。また、持ち帰った水を室温にて蒸発乾固させ、ED-XRFによる元素分析を行った。

### 3. 結果および考察

サンプルAとサンプルBを比較すると、サンプルBの殻の方がサンプルAより長径、短径共に約1cm大きく、厚みも増しており、金沢においても順調に成長することが明らかとなった。サンプルBの殻の先端1cmは2005年5月から2005年12月の間に成長した部分と考えられる。両サンプルの真珠層の断面には白色な部分と半透明な部分による縞模様が認められた。真珠層のSEM-EDX観察では、厚さ約1μmの薄層が平行に並んでいる様子が確認でき、その主成分はCaであった。また、XRDによる分析では、アラゴナイトのピークが確認された。ED-XRFによる分析では、Caの他に極微量ながらMnが検出された。EPMAによるサンプルBの元素の面分析では、上記の1cm多い部分に3層のMn濃集層が見られた。

調整池の水質は、pHが6.5から8.8まで変動した。その変化は夏には高くなり冬には低くなるというパターンがあり、季節変化との相関が認められた。Ehは340mVから530mV、DOは14.9mg/lから9.8mg/l、ECは0.13mS/cmから0.33mS/cmの範囲で変化しているが、これらのファクターについては季節変化との相関は認められなかった。一方、水温は表面において3℃から31℃、飼育深度では3℃から29℃の間で変化した。イケチヨウガイは水温が30℃以上になると死亡すると言われており、60cmの水深では貝の飼育に影響が無いことが明らかとなった。

---

---

## 硬骨魚類の歯のエナメル質と 鱗の構造について

---

---

笹川一郎, 石山巳喜夫 (日本歯科大学新潟生命歯学部)

---

---

硬骨魚類全骨類ガーの顎歯には Collar enamel が形成される。一方、多鰭類ポリプテルスでは Collar enamel は従来認められていないが、痕跡的ながら存在する可能性が示唆されている。また、両者ともそのガノイン鱗の表層には ectodermal enamel 相当層の存在が報告されている。したがって、顎歯の Collar enamel 部分と鱗の構造と構成物質を比較することは顎歯と鱗の相同性を検討し、それらの進化を探る上で重要である。

構成有機基質については、ガーの Collar enamel の有機基質が哺乳類由来の Amelogenin 抗体と反応することはすでに報告されている (Ishiyama *et al.*, 1999)。最近、Amelogenin の部位特異抗体を用いた光顕、電顕免疫組織化学では、Amelogenin の中央部と C 末端に特異な抗体でガーのエナメル質基質に有意な反応が認められている (笹川他, 2006)。この結果は、硬骨魚類ガーのエナメル質有機基質中には哺乳類の Amelogenin の中央部と C 末端にきわめて類似の Domain を持った物質が存在していることを示唆している。Amelogenin 遺伝子の塩基配列は哺乳類から一部の両生類まで解読されているものの、魚類ではいまだに解明されていない。しかし、上記の結果と構造の類似から Amelogenin は魚類顎歯の Collar enamel と共に鱗表層にも存在している可能性があり、そうすると顎歯と鱗の相同性が高いと考えられる。

---

---

## 珪化した化石恐竜卵殻の構造と組成について — 偏光顕微鏡観察と結晶解析 —

---

---

寒河江登志朗 (日本大学松戸歯学部)

長瀬あゆみ (日本大学電子線利用研究施設)

笥 光夫 (明海大学歯学部)

---

---

前回の化石研究会で、Argentina 産の珪化した *Titanosaurus* の卵殻について、微小部 X 線回折実験から基本的な卵殻構造は残したまま石英が置換していることを報告した。今回、研磨標本の偏光顕微鏡観察と微小部 X 線回折実験を追加して、検討を加えた結果、

石英とともに検出された方解石も 2 次的な沈着物であることが明らかとなった。

化石恐竜卵殻は Argentina 産 *Titanosaurus* sp. とラベルされた標本で、切手大の大きさの多数の破片である。破片ごとに色合いは明るい灰色から濃いグレーまで様々であり、複数個の卵からのものと推定できる。個々の破片は恐竜卵殻のマメロン構造を良く保存している。切断面では柱状構造が認められる。研磨薄片の偏光顕微鏡観察では、柱状構造部分はおもに石英であり成長線と思われる線状構造が認められる (Fig. 1)。この構造を壊して不規則な泡状に方解石が沈着している。これは微小部 X 線回折実験からも確かめられた (Fig. 2)。

方解石は放射状集合体を形成している部分と、粒状の部分とが認められた。石英の部分は成長線と思われる構造をまたいでいることが多い。

今回の結果から、この化石恐竜卵殻は、1) 構造を維持したまま石英に置き換わり、2) 次にその石英が微生物などの作用により穿たれ、3) 2 次的な方解石が沈着したものの、と推測された。今後より詳細な検討を行う予定である。

今回の研究は、日本大学学術研究補助金 (総合研究) および LEBRA 学術フロンティア推進事業の一環として行われた。記して関係各位に感謝する。

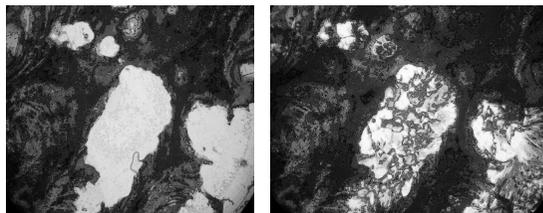


Fig.1 恐竜卵殻の偏光顕微鏡像 (左//, 右+)



Fig.2 恐竜卵殻の微小部 X 線回折パターン