

第124回化石研究会例会講演抄録

(2005年10月22・23日、弘前大学にて開催)

特別講演

白神山地の淡水棲プラナリア

石田幸子 (弘前大学農学生命科学部)

世界自然遺産の1つである白神山地におけるプラナリアの生息調査は、まだあまりなされていない。演者らは白神山地を源流とする赤石川水系と笹内川水系の14地点で生態調査を行い、カズメウズムシ、ミヤマウズムシ、ナミウズムシの3種類が生息しており、3種の中ではカズメウズムシが最も標高の高い所に生息していることを確認した。

カズメウズムシ (*Polycelis*) 属・キタカズメウズムシ (*Seidlina*) 属に含まれるプラナリアは世界で28種知られているが、その分布の中心はヨーロッパからシベリアにかけてユーラシア大陸の北部にある (川勝, 1966; Kawakatsu, 1967)。本邦産カズメウズムシ属は1種 (キタシロカズメウズムシ)、キタカズメウズムシ属は3種 (カズメウズムシ, キタカズメウズムシ, アッケシカズメウズムシ) が知られており、その生息分布からみて、それら4種の前種は、地質時代

にシベリアからサハリンあるいは千島列島を經由して本邦に移動して来たものと考えられている (Kawakatsu, 1965, 1967)。その内の1種であるカズメウズムシは、寒冷気候に適応した日本固有種 (Kawakatsu, 1967) で、現在北海道中部以南より本州中部にかけて、高山の積雪地帯より流出する冷水中に生息している。

カズメウズムシは、生息地域毎に著しい染色体多型を示すことが、日本各地から採集されたカズメウズムシでの核型分析により明らかとなっており、17種類の核型が知られている (Teshirogi *et al.*, 1991)。

演者らが赤石川水系の5地点で採集したカズメウズムシの細胞学的調査・解析を行ったところ、既知の核型は1種類のみで8種類の新しい核型を見出した (図1)。特に核心地域内のクマゲラの森からは、採集した10個体すべてで特異な核型 (図1d) が観察されたが、この特異な核型のみを有する個体は、10個体中4個体で、残りは他の核型との混数体であった。他の4地点ではこの特異な核型は見出されなかったが、白神山地に生息するカズメウズムシは、これまでに報告の無い複雑な染色体多型を示すこと、更には六倍性個体が発見されるなど、細胞学的に興味深い知見を得た。

また、この染色体多型を示すカズメウズムシの18S rDNAの部分配列 (540bp) を比較したところ、白神山地 (8地点) の配列は、岩木山、八甲田 (青森県)、札幌 (北海道)、福島から採集されたカズメウズムシのそれとは一致していたが、アポイ岳 (北海道2

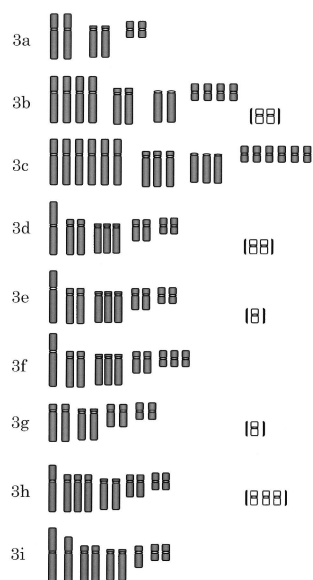


図1 調査したカズメウズムシの核型模式図 (イディオグラム)

〔 〕内にB染色体を線画で示す。

3a : 2SM + 2A + 2M(s)

3b : 4SM + 2A + 2T + 4M(s) + 0~2B

3c : 6SM + 3A + 3T + 6M(s)

3d : 1M + 2ST + 3A + 2ST(s) + 2M(s) + 0~2B

3e : 1SM + 2ST + 3A + 2ST(s) + 2M(s) + 1B

3f : 1SM + 2ST + 3A + 2ST(s) + 3M(s)

3g : 2ST + 2A + 2ST(s) + 2M(s) + 0~1B

3h : 1SM + 3ST + 2A + 2ST(s) + 2M(s) + 0B or 2B or 3B

3i : 1M + 1SM + 2ST + 2A + 1ST(s) + 2M(s)

M : 中部動原体型染色体, SM : 次中部動原体型染色体, ST : 次端部動原体型染色体, A : 端部動原体型染色体, 添字(s)は染色体が小形であることを示す。

B : B染色体

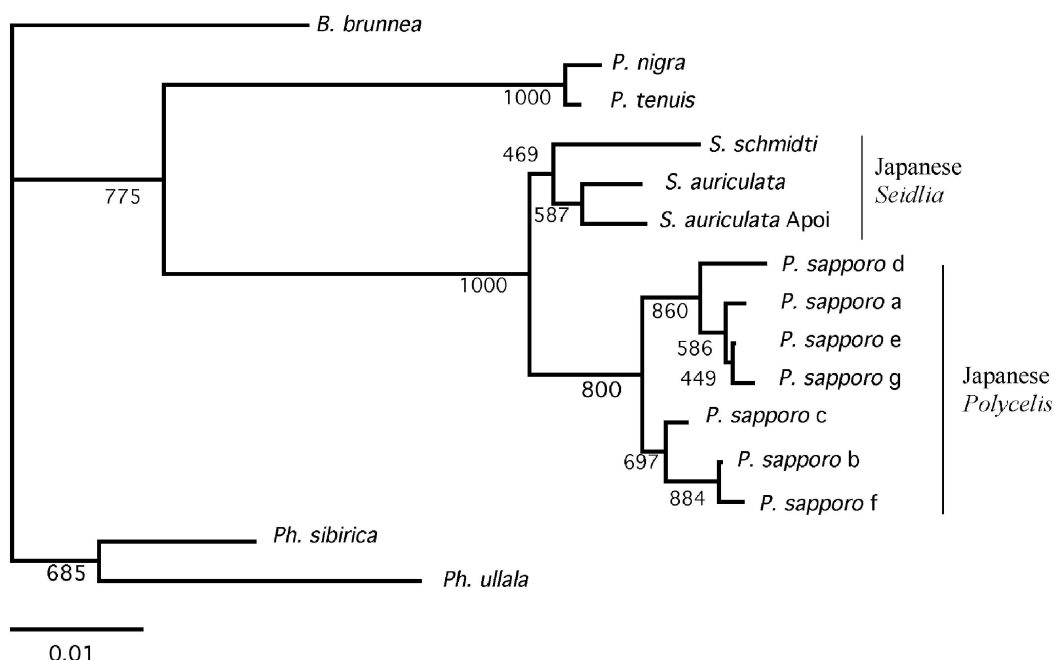


図2 18S rDNA の部分配列から作成された分子系統樹

近隣結合(NJ)系統樹。枝の下の数値はブーツ・ストラップ値(疑似反復1000回)。下線は Kimura's (1980) two-parameter distance の0.01ユニット。 *B. brunnea* (イズミオオウズムシ), *S. schmidtii* (キタカズメウズムシ), *S. auriculata* (カズメウズムシ); Apoi: アポイ岳, *P. sapporo* (キタシロカズメウズムシ); a: 礼文島, 利尻島; b: 利尻島, 札幌; c: 礼文島; d: 礼文島; e: 稚内, 札幌, 八甲田代平; f: 札幌; g: 八甲田代平, *P. nigra*, *P. tenuis* (海外産カズメウズムシ属), *Ph. sibirica*, *Ph. ullala* (海外産ホソウズムシ属)

n=4, 6) のカズメウズムシとでは3塩基異なっていた。日本のキタカズメウズムシ属プラナリアの系統類縁関係を調べる為、プラナリア科、カズメウズムシ、キタカズメウズムシ、キタシロカズメウズムシ、*Polycelis nigra*, *Polycelis tenuis* の18S rDNA の部分配列を用いて分子系統樹を作成した。この分子系統解析から、(1)日本のキタカズメウズムシ属とカズメウズムシ属は、大きな2つのクラスターに分かれる。(2)カズメウズムシ(白神山地とアポイ岳)とキタカズメウズムシは近縁で、単系統としてカズメウズムシはキタカズメウズムシから分岐したという結果が得られた(図2)。

共同研究者

吉田 渉・西谷信一郎(弘前大学農学生命科学部)
手代木 渉(弘前大学名誉教授)

引用文献

Kawakatsu, M. (1965) On the ecology and distribution of freshwater planarian in the Japanese islands, with special reference to their vertical distribution. *Hydrobiologia* **26**, 349-408.
川勝正治 (1966) 環北太平洋地域の淡水棲三岐腸類の

分布。動物分類学会会報 **34**, 3-7.

Kawakatsu, M. (1967) On the ecology and distribution of freshwater planarians in the Japanese islands, with special reference to their vertical distribution. *Bull. Fuji Women's College* No. **5**, 117-177.

Teshirogi, W., Ni-imura, F. and Ishida, S. (1991) Further survey of chromosomal polymorphisms in the freshwater planarian *Polycelis auriculata*.

Hydrobiologia **227**, 147-156.

特別講演

三内丸山遺跡から出土する種子と DNA 考古学

石川隆二(弘前大学農学生命科学部)

三内丸山遺跡

三内丸山遺跡の発掘は考古学者のみならず、一般市民、さらに植物育種学分野の研究者も固唾をのむものであった。植物育種学分野は既存の品種改良のみならず、改良技術の開発、農業の起源や遺伝資源の探索までを含めた総合的な学問領域であり、三内丸山遺跡

(以下、同遺跡とする)の出土物はそのような観点からも興味深かった。文化的には世界四大文明の都市の出現からおくれることわずか、いまから5500-4000年前に栄えた縄文都市が三内丸山遺跡である。

同遺跡からの出土物にはヤマブドウ、ニワトコ、クルミ、クリなど大量にみられるものがあり、その採集や利用については多様な見解がある。同遺跡からは粒数は少ないものの大型単子葉植物の種子もみられる。これらの植物種の同定は外見からは必ずしも明らかにできない。クリについては静岡大学(現総合地球環境学研究所)の佐藤洋一郎氏らのグループにより既にDNA抽出、増幅、解析が行われた。その結果から、他殖性であり、遺伝的に自家不和合性を有しているクリにとっては遺伝的多様性の減少が明らかであった。その後、山野に自生する野生種のクリと比較することとなされたが、いずれにせよ優良樹が選ばれて管理栽培という農耕の発達する前夜ともいべき状態にあったと推定されている。層となって大量の出土がみられたニワトコ類の種子については、発酵させていた、もしくは薬として利用されていたのではないかという採集物の積極的利用が推定されている。

三内丸山遺跡出土遺物の解析

演者らは同遺跡対策室との協力関係のもと、出土種子の解析を行った。主な目的は出土する種子の植物種の同定と今後の同定手法の改良のためのDNA配列を利用した種同定のデータベース構築である。有用植物として取り上げた種子は、ニワトコ類、ブドウ、マメ類種子、大型単子葉植物種子である。

ニワトコ類では北海道に生息するエゾニワトコ、ならびに本州に生息するニワトコの識別である。同種の識別には果柄の毛状突起が主な特徴であるが、種子からの識別は困難である。一般に種子のサイズが識別の

目安になるとされるが、これまでの調査では偏差が大きすぎるため統計的な有意性を検出するに到っていない。また、植物種においては含有アルカロイドの量の違いがあるといわれているために、このような植物種の識別は当時の生活様式を知る上で重要な知見を与えてくれるものと考えられる。現生植物のDNAレベルでは、識別は千葉大学の中村(1992)が開発した葉緑体の遺伝子間に挟まれるリンカー配列を利用している。この配列は陸上植物で高度に保存されている配列であるため、未知の種からもPCR法によりDNA増幅が可能である。さらに、配列中には可変領域があり、種内においては数種類の変異がみられ、種間の判定も確実である。現在、遺物からのDNA増幅は試みられていないものの、解析を試みることで、遺物試料からのDNAサンプルが得られ次第種の判定が行える。

当時生存していたマメ類として、ダイズの野生種であるツルマメ、もしくは栽培種として成立したダイズ、アズキ、アズキの野生種のノラアズキなど複数の食用可能種ならびにその他のマメが挙げられる。種の識別に有効な形態的特徴に欠けるため、DNA解析が行われた(Fig. 1)。現生のサンプルからはダイズならびにツルマメ間には差がみられず、他のマメとの識別は可能であった。遺物からのDNA増幅を行った結果、ダイズ、ツルマメと同一の配列が得られたこと、種子サイズからは、大型化しているダイズよりはツルマメであると判定された。

現在栽培されているブドウは主に中東で成立した栽培種が漢の時代(紀元前100年頃)に東アジアに導入されたものといわれている。日本ではヤマブドウ、エビヅル、サンカクヅルが食用可能ブドウ類として知られており、種子の形態では識別が難しいためDNA解析のためのデータを収集した。結果からは相互の識別が可能である(Fig. 2)。西洋ブドウにおいても様々

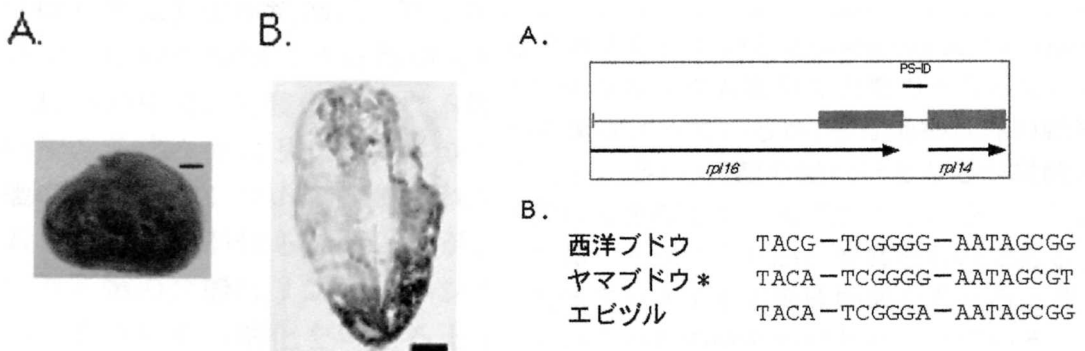


Fig. 1 A. マメ類, B. 大型単子葉植物種子。
バーは1 mm.

Fig. 2 A. 葉緑体ゲノムにおける PS-ID 配列
B. ブドウ類識別可能配列。
*サンカクヅルを含む。

な DNA マーカーによるブドウ種子遺物の解析が進んでいる (Manen *et al.* 2003). 第六鉄塔から出土したおよそ5500年前の第 VI 地層から出土したブドウ類の種子のサイズは複数の種と重なっている。現在、利用できる DNA マーカーの開発ならびに抽出を試みている。

第 VI 地層からは、単子葉植物の大型種子遺物が得られており、ムギ類種子の形態に類似している (Fig. 1B)。ムギ類の栽培化ならびに起源地はおよそ9000年前の中東であることから、これらの由来には厳密な基準による種の同定が必要である。現生での調査では、DNA レベルでの差違が明らかであるため、この基準での判別を試みる予定である。遺物の近世の地層からの落ち込みなどの可能性も否定できないため、同一サンプルによる年代測定と DNA 測定を行うことが必要である。

以上は限られた範囲で調査した試料のデータであることから、今後の複数機関でのクロスチェック体制なども含めて検討される課題が山積みである。少なくとも、農業分野の関連からみて、縄文時代からの管理栽培を実証できるなら、現生農産物 (ヤマブドウ) が他の地域に比較して大型化している事実などを説明できることもあり、ユニークな事例を見出せる興味深い遺跡であるといえる。

一般講演

生きている化石ミドリシャミセンガイの介殻の結晶について

寒河江登志朗 (日本大松戸歯学部)
長瀬あゆみ (日本大 LEBRA)
笥 光夫 (明海大歯学部)

【はじめに】

生体鉱物は、原生生物から脊椎動物まで幅広く認められる。生体鉱物を構成する鉱物の種類は60種類を超えと考えられている (Lowenstam and Weiner, 1989)。これらの中で、炭酸カルシウム塩とリン酸カルシウム塩が2大勢力となっている。脊椎動物の骨格と歯はリン酸カルシウムから構成されているが、脊椎動物以外の動物の硬組織は炭酸カルシウムで構成されていることが多い。貝類の殻はほとんどが炭酸カルシウムであることが知られているが、古生代以降生存している“生きている化石”シャミセンガイ類の介殻はリン酸カルシウム (生体アパタイト) で特異なものである。硬組織への鉱物利用の進化を考える上でも、生体アパタイトの形成機構を考える上でも、介殻のアパタイトは興味深い。これまでにいくつかの研究が行われてきているが、いまだに詳細は不明である。ここでは、有明海で生息しているミドリシャミセンガイ

(*Lingula unguis*、触手動物門腕足綱シャミセンガイ亜綱) の介殻について X 線結晶学的に追及した。

【材料と方法】

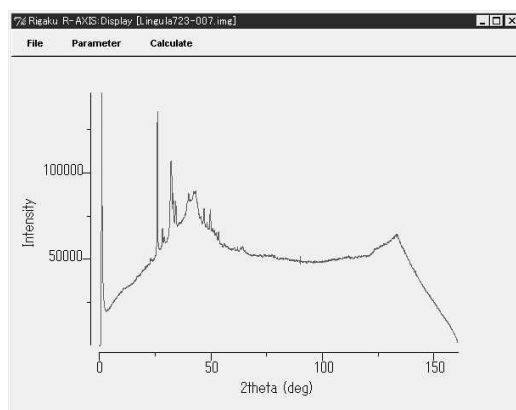
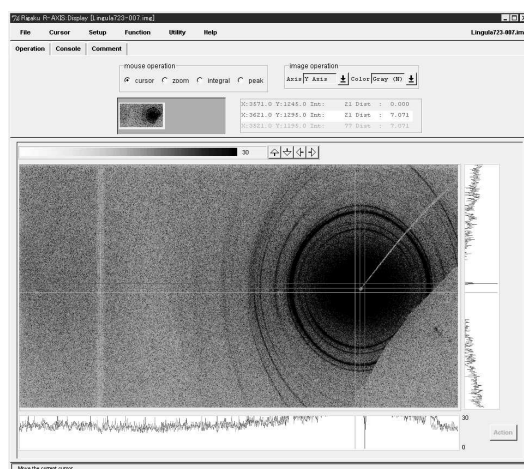
ミドリシャミセンガイは大きさの異なる二枚の殻で構成されている。この介殻を直接に微小部 X 線回折装置で実験した。微小部 X 線回折装置は、30~100 μ m の微小領域を精度よく測定する湾曲 PSPC 型微小部 XRD (Position Sensitive Proportional Counter, RIGAKU) と結晶の配向を解析する IP 型微小部 XRD (Imaging Plate, RIGAKU) を用いた。

【結果と考察】

図に IP 型微小部 XRD の結果を示す。ミドリシャミセンガイの殻体の成長面に沿って同一方向にアパタイト結晶が強く配向し、回折線強度は殻体先端部では低く、内側では高くなっていることが明らかとなった。

【文献】

Lowenstam, H. A. and Weiner, S. (1989) *On Biomineralization*, Oxford Univ. Press.



珪化した化石恐竜卵殻の構造と鉱物組成

長瀬あゆみ(日本大 LEBRA)
寒河江登志朗(日本大松戸歯学部)
笥 光夫(明海大歯学部)

【目 的】

珪酸化した化石恐竜卵殻を分析したところ、石英と炭酸カルシウム（カルサイト）から構成されていることが判明した。

従来から珪酸化した恐竜卵殻の存在は知られているが、その組織構造の報告はされていない。ここでは、アルゼンチン産出の *Titanosaurs* sp. の卵殻を分析した結果を報告する。

【材料と方法】

化石恐竜卵殻は業者より購入した *Titanosaurs* sp. とラベルされた小片状のものである。卵殻の厚さは約 2 mm、外表面にはマメロンと呼ばれるドーム状の突起が多数並んでおり、内表面には通気孔の突起が飛び出している。Buehler diamond saw で厚さ約 1 mm～数 100 μ m の切片をつくり、実体顕微鏡観察、偏光顕微鏡観察と微小部 X 線回折実験を行った。

【結 果】

- ① 恐竜卵殻 (*Titanosaurs* sp.) は厚さ約 5 mm で、横断面には Zhao (1993) による卵殻分類の B または D に相当する垂直に走る灰白色と淡褐色のまだら状（幅各々 2～3 mm）柱状構造が認められた。しかし、切片内で 1 つ 1 つの柱は途中で終わり表面まで達するものであるか否かは不明である。
- ② X 線照射ビーム径 100 μ m ϕ の微小部 X 線回折実験から、灰白色は炭酸カルシウム（カルサイト）、褐色部は石英で構成されていることが判明した。

また、IP（イメージングプレート）型微小部 X 線回折実験から各々の成分は単結晶に近いものであることが明らかとなった。

【考 察】

今回の結果、珪酸化した恐竜卵殻が元来有していたと考えられる柱状構造をほぼ踏襲しながら、その一部を石英で置換したものとする。炭酸塩についても 2 次的な変性を受けている可能性が高いと考えられる。

この珪酸化の過程および組織構造と組成の関係について更に追求する予定である。

【文 献】

Zhao, Z.K. (1993) Structure, Formation and Evolutionary Trends of Dinosaur Eggshell. In : Kobayashi, I. et al. (eds.) *Structure, Formation and Evolution of Fossil Hard Tissues*, Tokai Univ. Press, Kanagawa.

フネガイ科二枚貝ササゲミエガイ *Estellacar galactodes* (Benson) の歩行様式の解析

石井久夫 (大阪市立自然史博物館)

埋性性の二枚貝が底質にもぐるしくみについては、多くの文献で紹介されている。砂泥底の場合、それは殻の開閉と連動した斧足の膨縮によっておこなわれる（例えば、Morton, J. E., 1979）。しかし、ササゲミエガイの場合、異なる様式で泥底の表面を移動することが確認されており（石井, 2000; 2002）、多くの二枚貝類の burrowing とは区別される。ササゲミエガイの歩行様式について、これまで野外で観察し、ビデオ映像で検討した結果を整理する。

観察対象としたササゲミエガイ *Estellacar galactodes* (Benson, 1842) は、殻長が 2 cm に満たないフネガイ科の二枚貝で、中国福州を模式産地とする。国内では東京湾以南とされているが、現在は瀬戸内海西部と九州有明海、八代海などに限られている。多くの文献で、分布や底質についてさまざまな記述がみられるが、広く Indo-West Pacific に分布する *Estellacar olivacea* (Reeve, 1843) との混同があり、吟味が必要である。Oliver, P.G. (1986) は香港で本種の生態と行動を観察しているが、移動についてはふれていない。

ササゲミエガイが泥底表面を移動するときは、殻を少し開いたまま、斧足を前方につきだし、泥に挿し、櫂でこぐように後ろにかく。この動きは斜面をのぼる時、ヤマトオサガニなどの巣穴に入り込むときも同様である。この貝は活動的で、観察者の手のひらに泥をぬり、その上に生きた貝を置くことでも足の動きが観察できる。斧足の力は強く、手の平の上などもぐれないところでは、体を大きく持ち上げることがある。また、泥表面に残された“航跡”にも、並行する直線とその中央の点線が描かれ、移動中は、わずかに開いたまま殻の開閉はしないこと、足を断続的に泥に挿して移動していることがわかる。

詳細な足の動きを肉眼で観察するために、採集した貝を、奥行き浅い水槽に入れたガラスビーズ上に個体を置いたが、わずかに殻を開いたまま動きをとめてしまった。この個体を生息地の泥に戻すと、再び良く

動きだしたことから、粒度が粗く球状の粒の上という条件では、行動に制約があると考えられる。ササゲミエガイの移動は泥質堆積物に適応したのと考えられ、寒天等の泥状で透明な物質で再度観察を試みる予定である。

なお、国内の化石としては、大阪府下の完新統と上部更新統の泥層から報告されているのみだが、他地域の泥層からも産出する可能性は大きい。また、泥質堆積物に“はいあと”状の生痕化石が良い状態で残されていれば、特徴的なササゲミエガイの“航跡”は、他種との識別が可能と思われる。

LEBRA-PXR の波長可変 X 線による 恐竜の卵化石中の Sr 同定

寒江登志朗、早川恭史、田中俊成、早川 建、
森 啓、桑田隆生、野上杏子、境 武志、佐藤 勇
(日本大学電子線利用研究施設)

【はじめに】

それぞれの元素は X 線の吸収に関して、波長が長くなるほど吸収が大きくなる性質を持っているが、その吸収の程度は元素に固有であり、さらにそれぞれの元素には特定の X 線波長を境に吸収の程度が極端に変化する“X 線吸収端”という固有の現象を示すことが知られている。この現象を観察することによって物質中の元素を同定することが可能である。日本大学電子線利用研究施設、LEBRA、の発生するパラメトリック X 線、PXR、は波長可変という優れた性能を有している。今回恐竜化石卵殻としては珍しいケイ酸塩化した卵殻に認められた白色物質について検索を行ったところ、Sr (K 線吸収端：16.1046 KeV, 0.7699 Å) を含有することが明らかとなった。

【材料と方法】

用いた恐竜化石卵殻は竜盤類に属する白亜紀の *Titanosaurs* sp. (Argentine 産) である。卵殻の厚さは約 2 mm、構造は通気孔を構成するやや黒褐色を呈する暗調な部分とそれらの間を充填している淡褐色のやや明調な半透明な部分とに大きく分けられる。一部の空所、おそらく通気孔、に白色をした粉状ないし微細結晶の集合体が充填している。この卵殻を low speed diamond saw, ISOMET, Buhler, USA、を用いて約 1 mm 厚さの薄片として X 線透過像撮影に供した。

【結果および討論】

図 1 に 16.0 KeV (0.775 Å) と 16.2 KeV (0.765 Å) の LEBRA-PXR で撮影した *Titanosaurus* egg-shell の X 線透過像を示した。両者を比較すると、矢印の両端に示した部位では、16.0 KeV (0.775 Å) におけるよりも 16.2 KeV (0.765 Å) で撮影した場合のほうが X 線不透過になっていることが認められる。

新生腹足類カワニナの遺伝的変異と クロダカワニナとの関係

島本昌憲 (東北大・総合学術博物館)
中川雄一郎 (東大・理・地球惑星)

カワニナ属 (*Genus Semisulcospira* Boettger) は日本および中国、韓国に分布する淡水生の巻貝であり、日本の琵琶湖には多数の固有種が生息することが知られている。日本産カワニナ属は大きくヤマトカワニナ種群とカワニナ種群に二分され、ヤマトカワニナ種群が主として琵琶湖およびその周辺域に限定して生息するのに対し、カワニナ種群は広く日本全土に生息している。カワニナ種群には *S. libertina* (Gould)、*S.*

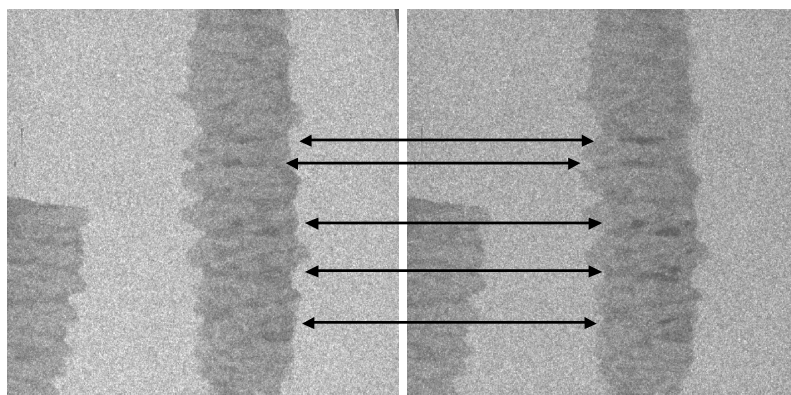


図 1 化石恐竜卵殻の X 線透過像。左：16.0 KeV (0.775 Å)、右：16.2 KeV (0.765 Å) で撮影。矢印の両端で X 線吸収の変化が顕著である。

reiniana (Brot)、*S. kurodai* Kajiya and Habe の 3 種が含まれ、互いに近縁な種群と考えられてきた。本研究では日本産カワナ種群 3 種について、アロザイム分析による遺伝的変異および成貝、胎貝の形態変異にもとづき、これら 3 種の系統関係を推定した上で、特に *S. libertina* と *S. kurodai* に見られる遺伝的変異と形態変異から推定される種分化過程について考察する。

カワナ種群 3 種の判別は主として殻表の螺肋の有無、殻底螺肋数、胎貝の表面装飾や色彩などの形態的特徴にもとづいて行われてきたが、生息環境により各種の形態は変異に富み、目立った形態標徴のみによる種の同定は困難であることが指摘されている。そこで、本研究ではアロザイム分析によって、これら 3 種を容易に判別するための遺伝子マーカーを見出すことを試みた結果、遺伝子座 *Mpi* と遺伝子座 *Idh* の遺伝子型にもとづき、カワナ種群 3 種を明確に判別することができ、互いに生殖的に隔離された自由交配集団を構成することが明らかになった。さらに、アロザイム分析にもとづく分子系統解析の結果、*S. libertina* では各地域集団間の平均遺伝距離が 3 種の中で最大になっており、*S. reiniana* と *S. kurodai* の 2 種は *S. libertina* から分岐したと推定される系統樹が得られた。

カワナ種群 3 種の形態変異に着目すると、*S. libertina* の成貝および胎貝の殻表には顕著な肋が見られず、平滑な個体が多いという特徴がみられるのに対し、*S. reiniana* の成貝および胎貝の殻表には明瞭な縦肋が発達する個体が多く見られる。一方、*S. kurodai* については成貝の殻底螺肋数が他の 2 種に比べて少なく、胎貝の殻表に結節が発達する個体が多いことがわかるが、互いの形態変異は大幅に重複しており、殻形態のみにより 3 種を同定判別することはきわめて困難である。さらに、3 種の胎貝の殻形態および表面装飾を詳しく観察すると、*S. libertina* の地域集団のうち、愛知県新川周辺の 2 地域集団および同県矢作川周辺の 1 地域集団（3 地域集団を合わせて新川集団と呼ぶ）の胎貝の殻形態が、*S. kurodai* の胎貝の殻形態の特徴にきわめて類似していることがわかる。

以上の分子系統解析および殻形態の変異を総合的に考察すると、*S. kurodai* は *S. libertina* 中の新川集団と共通祖先を持ち、その共通祖先集団から種分化した可能性が高いと推定される。また、*S. reiniana* については *S. kurodai* とは独立に *S. libertina* から種分化したと推定される。

褐炭の加熱実験と石炭の炭化シミュレーション

長岡智品、氏家良博（弘前大学・理工）

陸上植物の遺骸が空気に触れず、強い菌類の分解作用を受けない様な環境（例えば水底など）に堆積し、長い年月をかけて地下深くに埋没していくと、地下の温度の増加や圧力の増加などで、植物遺骸の分解・再結合が進み、徐々に炭素に富んだ物質、石炭に変化していく。この変化の過程を炭化（石炭化作用）と呼ぶ。石炭は炭化の度合いによって褐炭、亜瀝青炭、瀝青炭、無煙炭の 4 つの段階に分類される。近年石炭の炭化にともない発生するメタン (coalbed methane) が注目されている。

本研究は、石炭の中で最も炭化度の低い褐炭を加熱し、人工的に炭化を促進させ、その過程で起こる重量及び元素組成の変化と、木質部を起源とするビトリナイトの反射率を測定し、それらの結果をもとに石炭の炭化をシミュレートすることである。

試料は岩手県二戸市に分布する中新統四ッ役層から採取した褐炭である。試料は 112～454℃ までの 10 段階で各々 72 時間窒素下で加熱した。

加熱温度の上昇にともない重量は次第に減少し、112℃では 93.3%、454℃では 37.8% となる。C, H, N, O の元素分析では、C は加熱温度の上昇にともない増大し、非加熱の 47.3 重量% から 454℃では 64.2% に達する。H と O は加熱温度の上昇にともない減少し、H は非加熱の 3.7% から 1.7% へ、O は非加熱の 30.0% から 8.9% に減少する。N は全ての試料で分析限界以下である。炭化の段階や起源有機物の種類を推定することができる Van Krevelen ダイアグラム (H/C 対 O/C 原子比ダイアグラム) 上では、非加熱の試料ではⅢ型経路上に位置するが、加熱温度の上昇にともない、Ⅲ型経路から外れて直線的に原点に向かう熟成経路を示す。

ビトリナイト反射率 (Ro) は加熱温度の上昇にともない増大し、非加熱では 0.10% と低い値を示すが、454℃では瀝青炭の段階に相当する 0.90% に達する。反射顕微鏡下ではビトリナイトの色が温度の上昇にともない暗緑灰色から白色に変化する。

炭化シミュレーションのために、加熱温度 1℃ 上昇当たりの重量減少率の算出と、非加熱試料の重量を 100 とした場合の各元素の絶対量の算出を行った。重量減少率は非加熱から 454℃ までの全体で平均すると 0.20 重量%/℃ であるが、237～257℃ の温度範囲では 0.93 重量%/℃ と突出して高い値を示す。各元素の絶対量は温度の上昇とともに減少し、C は非加熱の 47.3 から 454℃では 24.3、H は 3.7 から 0.7、O は 30.0 から

3.4という値になる。減少幅が最も大きい温度範囲は各元素ともに237~257℃の範囲である。両者の計算結果から四ツ役層褐炭の炭化水素生成の主要な段階は加熱温度237~257℃の間であると考えられる。

現生クロマツの材、葉、花粉の加熱実験と 石油生成シミュレーション

伊藤明日香、菅原 雅、氏家良博（弘前大学・理工）

生物体を構成している有機化合物はその生物の死後、運搬されて海底や湖底へ沈積する。その後、分解を逃れた有機物は重縮合を繰り返し、複雑な構造の高分子化合物であるケロジェンが形成される。埋没がさらに進むと堆積物の温度が上昇し、ケロジェンは逆に熱分解を受けるようになり、 H_2O と CO_2 、さらに炭化水素を発生する。ケロジェンから発生した炭化水素が移動、集積したものが石油鉱床である。

石油生成をシミュレーションするために花粉・胞子などの植物体の加熱実験が行われている。本研究では、現生クロマツ（*Pinus thunbergii*）の同一個体に所属する材、葉、花粉の各組織が加熱によりどのように変化するかを調べ、各々の石油生成段階を比較、検討することを目的とする。

材、葉、花粉を窒素下、62~405℃の12段階で各々24時間加熱した。各試料の重量は温度の上昇にともない減少し、最高加熱温度での重量減少率は、材が405℃で89%、葉が404℃で82%、花粉が405℃で85%である。全体的な減少傾向は三者とも類似している。

加熱後の植物体の元素組成では、温度の上昇につれて一般にCは増加し、HとOが減少し、Nはほとんど変化しない。H/C及びO/C原子比をVan Krevelen ダイアグラム上にプロットしてみると、非加熱でのH/CとO/C原子比の値は、材が1.46と0.54、葉が1.59と0.65、花粉が1.76と0.49を示す。ケロジェンのタイプと対応させると、葉と材はⅢ型、花粉はⅡ型にちかい。温度の上昇に伴い、葉、材はⅢ型の経路を直線的に横断し、花粉はⅡ型の経路に沿い、原点に近づく。Van Krevelen ダイアグラム上で、一般的にケロジェンの熟成経路は、 H_2O や CO_2 が放出されるためO/C原子比が大きく減少する第1段階と、炭化水素が放出されるためH/C原子比が大きく減少する第2段階に分かれる（Vandenbroucke *et al.*, 1976）。花粉の加熱変化は上記でケロジェンの熟成経路に近く、最初に H_2O と CO_2 が、後に炭化水素が主に放出されたと考えられる。一方、葉と材の加熱変化は全体的に一本の直線状になり、 H_2O 、 CO_2 、炭化水素が一緒に放出されたと考えられる。

最高加熱温度のH/C及びO/C原子比の値は、材が0.40と0.12、葉が0.48と0.13、花粉が0.48と0.11、を示す。非加熱と最高加熱温度の試料間でのH/C原子比の減少幅は、花粉が一番大きく、加熱によって炭化水素を葉、材より多く放出したと推定される。同様にO/C原子比では、葉の減少幅が一番大きく、加熱によって H_2O と CO_2 を花粉、材より多く放出したと推定される。

手取層群から産出した哺乳類型爬虫類の 歯の内部組織

神谷英利（京都大学大学院理学研究科）

吉田達司（株式会社レンゴー）

楠橋 直・松岡廣繁（京都大学大学院理学研究科）

手取層群は北陸から飛騨にかけて分布する中生代ジュラ紀から白亜紀の地層で、古くから豊富な植物化石や汽水~淡水生貝化石、あるいは陸生爬虫類化石を産することで知られてきた。最近では福井県勝山市付近から多数の恐竜化石が発見されたことで知られている。

手取川上流の石川県白峰村（現在は白山市）には、「化石壁」と呼ばれる古くから知られている有名な露頭があるが、この露頭のすぐそばにトンネルが掘削されたことにより、きわめて多数の様々な化石が発見された。その内容は恐竜の歯、トカゲやカメなどその他の爬虫類、哺乳類型爬虫類、原始哺乳類など多岐にわたり、かつ重要なものが多い。

今回の研究はそれらの化石試料のうち、1997年に白亜紀前期の層準からはじめて発見された哺乳類型爬虫類の一種、*Tritylodon* の歯の内部組織を調べたものである。哺乳類型爬虫類は哺乳類の先祖となった爬虫類であり、三畳紀からジュラ紀にかけて繁栄し、それらから現在の哺乳類の先祖である原始哺乳類が生まれた。手取層群から得られた*Tritylodon* の試料は其中で最も新しい時代のものであり、いわばレリック的に白亜紀前期まで生息していたと考えられる。今回の研究では、比較的保存の良い頬歯と切歯について、光顕による内部組織の観察と走査電顕による微細組織の観察を行った。

主な観察結果は以下の通りである。

- (1) 各化石試料の内部組織は良く保存されており、エナメル質、ゾウゲ質、セメント質がそれぞれ識別できた。
- (2) 各組織にはそれぞれの組織が認められた。ゾウゲ質には現在の哺乳類において見られるものときわめて良く類似したゾウゲ細管が多数存在している。
- (3) エナメル質には線維状の構成単位の配列が見ら

れる。明瞭なエナメル小柱は認められないが、それに類似する構造が部分的に認められる。

哺乳類では歯のエナメル質はエナメル小柱と呼ばれる基本単位から構成されているが、哺乳類型爬虫類では認められないとされている。しかし、この *Tritylodon* では、哺乳類のエナメル小柱に良く類似する組織が認められた。

これは哺乳類のエナメル小柱の起源と言うよりも、この種が白亜紀前期まで続く特別に長いレンジの中で、収斂的に獲得された哺乳類のエナメル質の基本組織に類似する形質であると考えられる。

青函地域の下部更新統から産出する 暖流系有孔虫

根本直樹 (弘前大学理工学部地球環境学科)

鮮新世以降の日本周辺では、氷河性海水準変動と日本列島の隆起・離水が相まって海陸分布の急激な変化が起き、それが日本海への暖流の間欠的流入とそれに起因する様々な環境変化を引き起こした。日本海の環境変化には、暖流の流入口の開閉のみならず流出口も寄与していると指摘されているが、流出口の位置に関してはいくつかの異なる見解がある。流出口の候補の1つは津軽海峡であるので、同海峡を挟む青函地域に分布する鮮新統～更新統の古環境を解釈すれば、流出口に関する情報が得られると期待される。本研究では、津軽平野東縁、津軽半島南東部、函館平野西縁及び下北半島北東部に分布する下部更新統から有孔虫化石を検出し、各地域での古環境変動を推定することにより、暖流の流出口の特定に貢献することを目的とした。

津軽平野東縁及び下北半島北東部では暖流系浮遊性有孔虫化石が2層準で認められ、下位よりそれぞれ *Globorotalia inflata inflata* および *Globigerinoides ruber* の産出で特徴づけられる。また、津軽半島南東部では *G. ruber* の産出層準が、函館平野西縁では *G. inflata inflata* の産出層準が認められた。底生有孔虫は *G. ruber* 産出層準にのみ暖流系種が含まれていた。

G. inflata の生態については不明な点があり、日本海沿岸地域で産出する本種は北方から流入したとの考えもある。しかし、北陸地方では本種は *G. ruber* の多産層準から産することから、本種も南方から流入したと考えて良いであろう。青函地域では両種は殆ど共産しないが、それは両種の生態の相違により説明される。すなわち、*G. inflata* は比較的深い水深に生息するのに対し、*G. ruber* は非常に温暖な表層にのみ生息する。青函地域に *G. inflata* が到達した時代には、暖流は十分な厚みを持ち *G. inflata* が生息できたが、その表層は *G. ruber* が生息できる程温暖ではなかった。一方、*G. ruber* が到達した時代には、暖流表層は *G. ruber* が生息できる程温暖であったが、*G. inflata* を伴う程暖流に厚みがなかった。津軽平野東縁の底生有孔虫は中部陸棚程度の水深を示し、当時の海域がそれほど深くなかったことを示す。

G. inflata の産出から、当時の暖流は現在の津軽半島の南端からむつ湾西岸地域へと流れていたと推定される。さらに、この暖流は函館平野西縁にも影響を与えながら津軽海峡東部半分を経て下北半島東部に至り、むつ湾東岸を南下したと推定される。*G. ruber* からもほぼ同様の流路が考えられるが、函館平野には到達しなかった可能性が高い。今後はより高密度な試料採取を行い、暖流の流路の特定をしたい。