

第26回（通算129回）化石研究会総会・学術大会講演抄録

（2008年5月31日・6月1日，滋賀県立琵琶湖博物館にて開催）

シンポジウム

「足跡化石の最前線

—成果，研究の手法，そして課題—

S 1 新生代からの足跡化石研究の到達点と課題

岡村喜明（滋賀県足跡化石研究会）

1. 国内での産出

わが国最初の足跡化石は1923年（大正12年）8月，岩手県花巻市の北上川河床で偶蹄類のものが発見され，斉藤文雄によって1928年（昭和3年）に報告された。それから60年が経過した1988年（昭和63年），滋賀県甲賀市吉永の野州川河床から偶蹄類と長鼻類の足跡化石が発見され，2年にわたって調査された。この間に国内では山形県新庄市，宮城県南部の若柳町，新潟県越路町，兵庫県明石市，長崎県小佐々町など5箇所まで鳥類，偶蹄類，長鼻類などのものが発見されていた。そして，現在国内で新生代からの足跡化石産地は約50箇所である。

本報告は，1988年の野州川河床での発見以降，国内における20年間の足跡化石の調査，研究を振り返り，その成果，結果から古足跡学の到達点と課題について考えてみる。

2. 内容

その内容は，以下のようなものである。

各産地における足跡化石の産出状態と共産化石，地質などの調査法。

その調査から得られた古生態，古環境の推定・考察。印跡動物とその移動様式を推定するための現生種の観察と調査法。

骨格化石などからのアプローチ。

3. 今後の課題

2において国内の新生代からの足跡化石そのものの調査と，それにまつわる諸分野からのアプローチについて述べるが，この20年間各産地における研究調査法はいまだ確立，統一されているとは言えない。その理由として考えられることは，諸産地における足印の産出状況に差がある。発見されてから出来るだけ早いうちに足跡化石を発掘，調査して記録，標本保存などが

できる体制（人員）の問題，産地の環境，たとえば河床であるとか，工事現場であるなどの問題も考えられる。このように古足跡学分野が直面している事柄と地学そのものがおかれている問題などに今後どのように取り組んでいくかも化石研究会で考えなければならぬことかも知れない。

S 2 恐竜の足跡化石研究の四半世紀と今後の展望

石垣 忍（林原自然科学博物館）

1. 恐竜足跡ルネサンスから25年： 筆者は25年前の1983年から恐竜の足跡化石の野外調査をモロッコのアトラス山脈で始めた。当時，足跡化石の研究といえばKuhn（独）Hitchcock, Lull, Bird（米）による古典的な研究があったほか，Haubold（東独），Demathieu, とEllenberger（仏），Sarjeant（加）などが有名な研究者であった。当時は恐竜に対する見方が大きく変わりつつある時代でOstromやBakkerをはじめとする多くの恐竜研究者が活動的な恐竜像を発表していた。それに連動して，現地性の運動の記録でもある恐竜の足跡化石の研究が若い研究者を中心に始まった時代でもあった。これは「恐竜足跡化石研究のルネサンス」と呼ばれた。イギリスのThulborn, アメリカのLockleyやFarlow, ブラジルのLeonardiらをはじめとする次の世代の研究者が精力的に調査を進めていた。1985年のInternational Symposium on Dinosaur tracks and traces (Albuquerque, New Mexico)はその成果発表の最初の集まりであった。それから約四半世紀。現在はその次の世代が世界中で研究推進している。この間に驚くほど多くの論文や報告が出された。Ichnos（生痕化石専門の学術誌）が刊行されたし，PalaiosやJournal of Vertebrate Paleontologyその他の雑誌にも足跡化石の研究がよく掲載されるようになった。それらの中からいくつかのテーマについて概観し，筆者の研究であるモロッコとモンゴルの恐竜足跡化石についても紹介する。

2. 足跡化石の成因論： この研究は現在三つの方向がある。①足跡化石を含む堆積物の野外観察に基づくもの，②現生の動物を使ったり物理的な設定をして実

験によって堆積物の変形をみるもの、③コンピュータシミュレーション、いずれも最近の進展には目を見張るものがある。

3. 足のつき方と歩様： このテーマでこの四半世紀で一番の成果は翼竜の陸上移動のスタイルが足跡化石からわかったことであろう。獣脚類については大きな進展はない。鳥脚類は四足歩行のものも二足歩行のものもいたことがわかる。角竜類、アンキロサウルス類、ステゴサウルス類についてはまだ課題が多い。竜脚類については前足のつき方や前足の第一指のあと、行跡の幅や歩角の大きさなど、新しい発見がなされている。

4. 水中生活： 獣脚類については水中移動の跡が発見され、それが広く認められる傾向にある。鳥脚類についても報告されている。竜脚類については、前足だけ、または前足だけが強く印跡され後足の印跡が浅いか又は一部しかない行跡が世界各地から報告された。その解釈は水中移動とするものとアンダープリントとするものがある。筆者としては両方あると考えている。

5. 集団行動： この四半世紀にさまざまな種類において集団行動を示す足跡化石が世界中から発見された。筆者の調査地であるモロッコとモンゴルでも同様な発見が多数あった。

6. 特異な足跡化石： デイノニクス類の足跡化石ではないかと思われる獣脚類の二本指の足跡化石の発見、怪我をした恐竜の足跡化石の発見、鳥類の足跡化石の可能性のあるものの下部ジュラー上部三畳系からの発見などがある。

7. 恐竜足跡化石研究の今後： 恐竜足跡化石は堆積構造でもあるので、「こういうものが足跡化石だ」という目をもって見始めればどんどん見つかる。保存の良し悪しはあるもの、おそらく河川堆積物であれば殆どの地域で足跡化石はあるだろう。そういう意味で極端に言うと、ただ単に「足跡化石が見つかった」というだけでは「ウェーブリップが見つかった」「乾裂が見つかった」と同じくらいの示相的な意味しかない場合も出てくる。足跡を研究対象とする場合、やはりそれから過去の生物の行動や生活について何らかの新しいことがわかることが重要である。恐竜についていうならば大型の恐竜について足跡から言えることはかなりのことがわかってきており、今後は大きな発見は少ないだろう。一方、①やわらかい泥の層の上に残る小型恐竜・鳥類やそれ以外の動物の小さな足跡化石、②三畳紀からジュラ紀前期の足跡化石からロコモーションの進化の研究、の二つはかなりおもしろいテーマである。

コメント 古足跡学の盲点 —印跡動物と足痕化石のあいだ—

犬塚則久 (東京大・医)

古生痕学では化石の印跡動物の同定が難しい。脊椎動物の場合は体化石とその個体の足跡化石が同時に見つかることはまずない。足跡は生きて歩いている時の地面につくが、体のほうは死後、骨や歯といった屍体の一部がその時代の堆積場に埋もれるのがふつうだからである。このため、古足跡学では足痕化石と印跡動物をつなげることが1大テーマといえる。第四紀のゾウやシカのように同類が現生している種類では大分類群の同定は容易だが、恐竜など近縁種も現存しないものでは難しくなる。同じく絶滅した東柱類を例に考えた方法を紹介する。

ふつうの古生物学は出土した化石の記載に始まる。足痕化石も同様だが、発想を逆転して足の骨から足跡を想定した。予測性をもった古生物学である。このためにおもな現生大型有蹄類の足の骨を比較計測した。対象には前肢の肩甲骨／上腕骨／橈骨／手骨の長さ、指のうち最も長い第3指の中足骨、基節骨、中節骨、末節骨の長さ、基節骨の幅と厚さを用いた。これらを全体的にみて最も比率に近いカバをモデルとして、4本指で指角が大きく、足印長が短く、足印幅が広いデスモスチルスの足印を推定した。また、全身の復元骨格と現生大型獣の歩容のデータからは、歩角が小さく、幅が広い行跡を推定した。こうして具体的なイメージをもって探索すれば足跡化石も見つけやすくなるはずである。じっさい、そのイメージに近い足跡化石を西九州の海岸で調査した結果を報告する。

行跡の記録にはビニールシート法が有効だが、個々の足印の形状を記録するには精度が劣る。そこで足印化石のレプリカを作成し、水を張って等深線図を作成した。また、足骨のレプリカと大きさや指の角を比較した。この方法で印跡動物の判定の精度が高まったといえる。

S 3 前期白亜紀の“カブトガニのポンペイ遺跡” —石川県白山市瀬戸野に分布する手取層群の行跡化石—

松岡廣繁 (京都大学大学院理学研究科)

石川・岐阜・福井・富山各県下に分布する中部ジュラ系～下部白亜系の手取層群は、当時の東アジアの生物相を知る貴重なフィールドである。豊富な体化石を産出することに加え、恐竜や鳥類のものに同定される

生痕化石の報告も少なくない。また松岡ほか(2001)は *Kuophichnium* isp. を報告し、カプトガニ類の存在を指摘した。

Kuophichnium isp. が保存されているのは、石川県白山市瀬戸野の手取川に面した露頭である。本地点では数年前に河川改修が行われ、行跡化石の露出状況がたいへん良くなった。そこで瀬戸野地域の手取層群の堆積学的研究と行跡化石の詳細な観察を行った。行跡化石はすべて1層層面上に、直上に堆積する細粒の凝灰岩(層厚約30cm)にバックされて保存されている。20以上の連続行跡(個体)が見られ、これらの詳細な観察から、本地点はカプトガニ類の多様な行動の跡を保存しており、“カプトガニのボンベイ遺跡”とも呼ぶべき地であることが判明した。

生痕属 *Kuophichnium* は、1) 左右対称、2) 2型の足印のセットが繰り返す。2型の一つは、点状あるいは切り込み状の比較的シンプルな形態のもので、片側に通常2つあり、左右でハの字に配列する。もう一つは大型で十字型ないし掌型をしたもので、左右1対ある。3) 中央にドラッグのある場合もある、という形態的特徴で定義される。ここで、4つのシンプルな足印は胸脚痕、大型の1つは推進脚痕、中央のドラッグは尾痕である。本地点の行跡化石は、中には要素が重複しているものもあるが、すべてこのバリエーションに含まれる。

本地点のもっとも特異な行跡化石の例として、進行方向の右側には推進脚痕と胸脚痕がともに残されているが、左側には胸脚痕しかないものがある。またこの行跡では、推進脚が1歩進む間に胸脚を複数回接地している。行跡は全体に左カーブするが、これは古流向に流されるように進行方向を変えたためと思われる。この行跡を残したカプトガニ個体は、進行方向の左側から水流を受け、あおられて、体を右に傾けながら歩行したと考えられる。またこの時胸脚を何度も動かしながら、必死に海底面をつかもうとしたことがうかがわれる。

一般講演

ヒトデ類の形成する休息-脱出痕の特徴

石田吉明 (赤羽商業高校)

ヒトデ類のモミジガイは海底の砂泥に体を僅かに潜行させて休息状態になる。生きたモミジガイが砂中に潜行する様子、砂中から脱出して移動する様子、およびそのとき基質に残される休息痕の形状を水槽中で観察した。モミジガイは体の位置を変えず、腕も殆ど動かさず、ほぼ垂直に基質に潜った。この際腕および

腕の周縁の棘はほとんど動かしていないため口側の管足を動かして潜行したものと考えられる。基質から脱出し、移動するとき特に体の形を変形させることもなく、管足だけを動かし滑るように移動していく。移動後には基質に5放射状の休息痕が残されるが、腕の痕跡は実際の腕より太くなる。またモミジガイが移動していった方向にある腕の痕跡は壊され、残りの4本の腕の痕跡がより明瞭に残る。したがってモミジガイの休息痕を観察したとき、腕の痕跡の形が不明瞭な方向にモミジガイが移動していったことが分かる。また海底にも飼育下で見られたものと同様のヒトデ類の休息痕が認められる。ヒトデ類の休息痕化石はドイツのゾルンホーフェン(ジュラ系)からも知られているが、その休息痕化石の形状も現生のヒトデ類の休息痕と同様に4本の明瞭な腕の痕跡と1本の不明瞭な腕の痕跡から成っており、休息痕化石をつくったヒトデの移動方向を推定することができる。

砂泥上に生息するクモヒトデ類の休息痕もヒトデ類の場合と同様に基質中に僅かに埋まった状態から体を抜いて移動する際につくられる。クモヒトデ類の休息痕の形状も4本の腕の痕跡が明瞭で、残りの1本は不明瞭であり、ヒトデ類のそれと似ている。しかしクモヒトデ類の場合は不明瞭な腕の痕跡は脱出時に基質の中から引き抜かれたとき形成されるもので、移動した方向はヒトデ類とは正反対となる。

両者の休息痕を比較するとヒトデ類では腕の痕跡が太く中央に盤の痕跡が残らない。クモヒトデ類の休息痕は腕の痕跡が細く、中央に盤の痕跡が丸く残ることが多い。

関東山地北東縁部土塩層(中新統)産の生痕化石

小幡喜一(埼玉県立熊谷高校)

関東山地北東縁部、埼玉県深谷市本田地先の荒川河床は、比企団研(2004)による土塩層の模式地になっている。土塩層は、下限が断層により不明で、上位には楊井層が整合に重なる(比企団研, 2004)。調査地域付近では、下位から、砂岩泥岩互層(T-2砂岩泥岩互層)、泥岩層(T-3泥岩層)、砂岩泥岩類互層(T-4砂岩泥岩互層)に区分されている(本間, 1986)。

本間(1986)により生痕化石で特徴づけられるときされるT-2砂岩泥岩互層に含まれる生痕化石を検討した結果、堆積相と生痕化石群集との対応が認められた。

本層の年代は、須藤ほか(2003)により珪藻化石群

集から10.1Ma~10.0Maとされている。

本層の泥岩は明灰色塊状珪藻質シルト岩である(須藤ほか, 2003)。砂岩は暗灰色細粒砂岩で、淘汰はよく、しばしば葉理が発達し、上方細粒が認められる(本間, 1986)。また、砂岩泥岩互層の厚さが40cm以上の細粒砂岩層には、泥岩のラグが層状に含まれることがある。

T-2砂岩泥岩互層はさらに、最下部泥岩層(T-3凝灰岩層~P-2軽石層)、下部砂岩泥岩層(P-2軽石層の直上~T-6凝灰岩層)、中部泥岩層(T-6凝灰岩層の直上~植物片を含む砂岩泥岩互層の直下)、上部砂岩泥岩互層(植物片を含む砂岩泥岩互層の直上~T-7凝灰岩層)に細分される。

最下部泥岩層は一部を除き削剥されている。T-3凝灰岩層は2004年4月6日の観察や本間(1986)によると、成層した細粒凝灰岩層で、最上部に*Psilonichnus* isp. が密集して含まれており、*Psilonichnus* 生痕相の後浜(backshore)~中部外浜(middle shoreface)の生痕化石群集を示す(Nesbitt and Campbell, 2006)。また、T-4凝灰岩層は細粒凝灰岩層で、波状葉理が発達しているとみられてきたが(本間, 1986; 須藤ほか, 2003)、*Teichichnus rectus* の密集層である。*Teichichnus* はCruziana生痕相の下部沖浜(lower shoreface)の生痕化石群集の要素とされている(Pemberton *et al.*, 2001)。

下部砂岩泥岩層は、厚さが10cm未満の砂岩層には、*Chondrites* isp. が多く含まれ、*Rosselia socialis* が普通に含まれ、*Thalassinoides* isp., *Taenidium barretti* が含まれることがあり、Cruziana生痕相の上部沖浜(proximal offshore)の生痕化石群集(Pemberton *et al.*, 2001)を示す。厚さが15cm以上の砂岩層には、*Psilonichnus* isp. が多く含まれ、*Chondrites* isp., *Rosselia socialis*, *Teichichnus rectus* が普通に含まれ、*Arenicolites* isp., *Skolithos* isp., *Taenidium barretti*, *Thalassinoides* isp. が含まれることがあり、*Psilonichnus* 生痕相~*Skolithos* 生痕相の要素を含み後浜(backshore)~中部外浜(middle shoreface)の生痕化石群集(Pemberton *et al.*, 2001)を示す。

中部泥岩層には*Rosselia socialis*, *Chondrites* isp. が普通に含まれ、Cruziana生痕相の下部沖浜(lower shoreface)の生痕化石群集(Pemberton *et al.*, 2001)を示す。

上部砂岩泥岩互層には*Chondrites* isp., *Psilonichnus* isp., *Rosselia socialis*, *Taenidium barretti*, *Teichichnus rectus*, *Thalassinoides* isp. が含まれ、*Psilonichnus* 生痕相~Cruziana生痕相の要素を含み後浜(backshore)~上部沖浜(proximal offshore)の生痕化石群集を示す(Pemberton *et al.*, 2001)。また、頻繁に植物片の

薄層を挟み、保存のよい*Teredolites* isp. が含まれることがある。

堆積環境は最下部泥岩層と中部泥岩層は比較的深く、下部砂岩泥岩層と上部砂岩泥岩互層にむけて浅海化している(最下部泥岩層のT-3凝灰岩も浅海)。これに呼応し底棲生物群集が変化した結果、生痕化石群集も変化したと考えられる。

甲殻類の巣穴観察の一方法

吉田唯義(東京都大田区在住)

はじめに

甲殻類の巣穴の観察を行うために、これまでは石膏による型取りの方法が行われてきた。筆者は、ここ数年東京多摩川本羽田干潟で甲殻類の生態観察を続けている。そうしたなかで、巣穴の掘進活動が透けて見えないかと考えていた。試みとして、本羽田干潟に生息するコメツキガニを使って寒天地に巣穴を掘進させてみた。その結果、ある程度みるべき成果を上げることができたので、ここに報告する。

実験材料及び実験方法

材料として用意したのは、市販の乾燥寒天と透明な瓶である。本羽田干潟での観察の結果からコメツキガニは深さ15cm内外巣穴を掘ることがわかっているのので、瓶の大きさは、高さ約20cm×口径約8cmのものをを用いた。寒天や透明瓶を用いたのは、掘進活動が外から観察できるようにしたためである。

実験結果

実験開始から2時間後に巣穴の長さが約6cmに達したところ、このコメツキガニは2時間に12回にわたって巣穴への出入を繰り返していた。

寒天地に開けられたコメツキガニの巣穴へ石膏を流し込んで型取りをした結果、コメツキガニの爪痕がはっきり記録されていた。

実験のまとめと問題点

今回の実験では、テングサから作られる寒天と透明の瓶を用いて、コメツキガニ巣穴の掘進について検討した。1例であるが以下の事実が判明した。

- (1) このコメツキガニは、瓶の側壁に巣穴を形成した。
- (2) 巣穴径約2cm×巣穴長さ約6cmの巣穴を形成した。
- (3) 巣穴内面につけられた爪痕は上方から下方へ向かっていた。

北陸～山陰東部地域の中新世哺乳類足跡化石について（産出の現状）

安野敏勝（福井県立高志高校）

哺乳類の足跡化石は、1989年に滋賀県甲西町の野洲川河床の古琵琶湖層群から多量に発見されて精力的な調査が行われたのを契機に、各地で発見が相次ぎ、調査・研究が推進されるようになった。しかし、それらの産出時代は更新世～鮮新世に限られていた。当然、これ以前の化石も存在するはずであったが、その兆しは急速には見えてこなかった。

哺乳類足跡化石を含む地層の特徴は、古琵琶湖層群を例にすると、陸成層（河川成）、炭質層、立木（直立樹幹）化石の3つのキーワードが容易に想定できる。すなわち、概略的には堆積環境が陸域から水域に変化するとき、あるいはこれと逆の変化が起きるときに、水際の環境で足跡化石が残される可能性が高い、ということである。大胆に言えば、このことは陸上脊椎動物が豊富になった中生代以降であれば該当すると考えていた方がよいだろうと思われる。元来演者は中新世の淡水魚化石（コイ科）を調査しており、その過程で上記の3つのキーワードを含む地層の存在を認識していた。

日本海沿岸地域の中新世哺乳類化石（足跡化石を含む）の発見の経過は以下の通りである。

- ・1993（富田・安野）、福井県福井市、国見層（ビカリア化石層）、長鼻類大腿骨遠位端
- ・1997（安野）、福井県福井市、国見層（骨化石より下位）、偶蹄類
- ・1998（安野）、福井県福井市、国見層、長鼻類、偶蹄類（奇蹄類は報告後に）
- ・2001（越廼村足跡化石調査委員会）、福井県福井市、長鼻類、偶蹄類、奇蹄類、台島型植物群
- ・2003（安野）、兵庫県香美町香住、豊岡層（八鹿層に改訂）、長鼻類、偶蹄類、奇蹄類、淡水魚、淡水貝
- ・2005（香住町）、兵庫県香美町香住区、八鹿層、長鼻類、偶蹄類、奇蹄類、スッポン類、淡水魚、淡水貝、台島型植物
- ・2005（安野）、兵庫県豊岡市竹野町、八鹿層、長鼻類、偶蹄類、奇蹄類、淡水魚、淡水貝、台島型植物、直立樹幹、長鼻類臼歯（*Stegolophodon* sp.）、（安野・松岡、2007、竹野海岸より淡水海綿化石）
- ・2006（安野）、兵庫県香美町村岡区、八鹿層、長鼻類（含歩行跡）、偶蹄類、奇蹄類、台島型植物、直立樹幹
- ・2007（安野）、兵庫県豊岡市中村町、八鹿層、長鼻

類、偶蹄類、台島型植物、直立樹幹

足跡化石は、いずれもビカリア化石層よりも下位の層準で、最も新しいものは福井県国見層より、他はすべて兵庫県北部（北但層群八鹿層、中新世前期）より産出している。特に、後者の分布域は約200km²（4地域）に及び、竹野海岸では長鼻類足跡の付近から *Stegolophodon* sp. が産出し、村岡区では長鼻類の歩行跡が産出している。これらの化石は、日本海拡大の初期には、大陸型の大型哺乳類が現在の日本列島に普通に生息していた可能性を強く示唆している。今後、分類可能な歯化石などや、他地域（特に西日本）から化石が発見されることを期待している。

なお、石川県能登半島や島根県島根半島の中新統から、ワニ類の足跡化石が産出しており、前者ではワニ以外的大型脊椎動物のものと見られる足跡化石の存在も確認されている。

関東西縁の鮮新一下部更新統・上総層群の足跡化石の分布と特徴について

福嶋 徹（むさしの化石塾）

岡村喜明（滋賀県足跡化石研究会）

東京都の多摩川中流域には、3箇所の足跡化石産地が分布し、99年から2008年までに長鼻類、偶蹄類、トリ類の足跡化石を確認してきた。足跡化石層は、後期鮮新世から前期更新世前期の時代に及び、すべて上総層群に属する。主な3箇所の足跡化石産地を下部層から、八王子市清川町足跡化石産地、昭島市拝島町足跡化石産地、日野市栄町足跡化石産地（福嶋ほか、2008投稿中）とし、約9年間の調査で確認された足跡化石の分布と特徴について報告する。八王子市清川町足跡化石産地（多摩川足跡化石調査団、2001）は、北浅川河床の川幅300m間に長鼻類、偶蹄類足跡化石が見られる。本産地は、古地磁気層序編年による再定義から

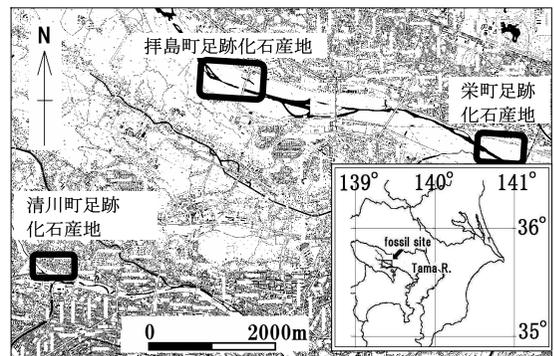


図1：足跡化石産地図（国土地理院数値地図使用）

加住層とされた(植木ほか, 2007). 年代は, 3.11–3.04Ma~2.58–1.95Ma間の後期鮮新世前期~後期である. 産地の古地磁気極性は, 正帯磁(normal)で2.58Ma以前のGauss Chronと考えられ, 2.6–2.7Ma程度と推定される. 清川町足跡化石産地は, 後期鮮新世前期–後期に形成されたと考えられ, 3箇所の足跡化石産地の中で最も古い. 昭島市拝島町足跡化石産地は, アケボノゾウ化石発見(小泉, 福嶋ほか, 2000)直後に足跡化石が発見・調査された(多摩川足跡化石調査団, 2000; 2001; 2002). その後, 1.5kmに及ぶ広範囲に長鼻類, 偶蹄類の足跡化石分布を確認した. 本産地は, 加住層で古地磁気極性は逆帯磁(reverse), 2.58–1.95Ma(植木他, 2007)である. Olduvai SubchronとMatuyama-Gauss Chron境界の中間に近いことから, 2.2–2.3Ma相当と推定でき, 拝島町足跡化石産地は, 清川町足跡化石層の上部に堆積する. 日野市栄町足跡化石産地は, 日野市栄町の多摩川河床で両岸500m間に足跡化石が見られる. 足跡化石は, 堀之内第1, 第2火山灰(高野, 1994)層の2つの鍵層を挟んだ100m区間の河床に多産(福嶋ほか, 2001)する. 本地域から, 長鼻類・偶蹄類・3種類の鳥類(向山ほか, 2005; 2007)の足跡化石が発見された. 対比では, 小山田層のHU2層準における古地磁気極性は逆帯磁(reverse)である. HU2のFT年代(1.5–1.3Ma: 竹越ほか, 1990; 菊池, 1991; 竹越・松村, 1991; 伊藤ほか, 2002; 馬場ほか, 2003)にしたがって, Upper Olduvai Subchron-Matuyama Chron境界以後のMatuyama Chron中期に対比されるとし, 小山田層の年代は1.5Ma–1.4Maの前期更新世前期とした(植木ほか, 2007). 調査から見えてきた問題点は, 足跡化石の上面観察だけでは, 正しい足跡化石の復元, 印跡動物の解明に追えないことがわかってきた. 足跡化石観察は, 足印口形態に惑わされないことである.

滋賀県野洲川 古琵琶湖層群の堆積層の変遷

吉村美早紀(京都大学大学院理学研究科)

古琵琶湖層群に属する野洲川河床の地層からは1988年に大型哺乳類の足跡化石が発見されている(野洲川足跡化石調査団, 1995). 広域的な柱状図や, 露頭を詳細に観察することにより, 足跡が保存される層準と, その上下の環境を推定した. その結果当時この場所では湖沼と氾濫原の環境を繰り返していたことが分かった.

古琵琶湖層群は400万年前から40万年前という非常

に長い堆積年代を持つ. そのため, 古琵琶湖層群を調査することによって, 当時の日本における生物相の変遷のみならず, その成り立ちや当時の環境を解明する事においても大きな発展が期待できる.

古琵琶湖層群に属する野洲川河床の地層からは1988年に大型哺乳類の足跡化石が発見されている(野洲川足跡化石調査団, 1995). そして, 足跡化石は一層準の中で連続して発見されるだけでなく, 何層準にもわたって足跡化石が発見された. そのため, 足跡化石が保存された層準とその上下の堆積環境を明らかにする事が必要である.

野洲川流域の吉永・朝国地域で, 堆積相A(氾濫原堆積物)堆積相B(河川堆積物)堆積相C(湖沼堆積物)堆積相D(デルタのフォアセット堆積物)という4つの堆積相を認定した. その上で堆積相C(湖沼堆積物)と堆積相A, B(河川および氾濫原堆積物)が繰り返し出現していることを突き止めた. つまり, 当時この場所では湖沼と氾濫原の環境を繰り返していたことが分かった.

野洲川地域の地層は, 典型的には深い湖の環境であったとされる甲賀累層に属している(野洲川朝国河床足跡化石調査団, 1998). ところが今回, 小規模な湖沼の消失・出現を繰り返すという蒲生累層に代表されるような環境が推定できた. これは足跡産出層準だけでなくその上下の環境も推定した事により, 堆積環境の同時異相を明らかにしたものである.

埼玉県深谷市の上部中新統楊井層より発見したオオミツバマツ球果化石

楦井 尊(埼玉県立自然の博物館)
秋山高宏(上里町立上里東小学校)

埼玉県北部の深谷市の荒川河床には, 上部中新統の楊井層(比企団体研究グループ, 2004)が露出しており, 下部の平方凝灰岩のFT年代は, 約 10.5 ± 0.3 Maを示す(大平, 2004). 楊井層からは, サイ化石(吉田ほか, 1989), フネドブガイ化石(橋屋ほか, 1991)などの動物化石が報告されている. いっぽう植物化石については, 川本化石林研究グループ(1983), 本間(1987), Ozaki(1991), Horiuchi(1996), 本間ほか(2003)の報告がある.

今回, 演者の一人秋山により, オオミツバマツ(*Pinus trifolia* Miki)のほぼ完全な球果化石2点が発見されたので報告する. 産出地点は, 深谷市川本明戸, 秩父鉄道明戸駅南方の荒川河床で, 楊井層上部の砂礫層に挟在する亜炭層の直上の暗灰色シルト層中から産出した. 得られた2個の球果化石は, 卵形で長さ

14cm×幅7.5cmと長さ10cm×幅7cmであること、種鱗の齊が顕緒に発達し先端がフック状に尖ること、種鱗が8:13の交走斜列をなすこと、球果基部に離層が発達していたと考えられる点から、オオミツバマツと同定した。球果化石は圧密により押しつぶされた形で変形しており、薄い部分ではそれぞれ2.5cmと3cmであった。

産出地点で植物化石の産状を観察したところ、侵食により球果化石の断面が露出している状況が確認できた。その状態では、一見材化石の断面状態に酷似している。そのため、過去の植物化石研究の際に見落とされてきたものであろう。

楊井層の植物化石の研究例で、オオミツバマツを記載しているのは、Ozaki (1991) のみで、しかも球果片である。また、図版には球果片がみられない点に疑問がある。関東における他の産出報告としては、大森・田中 (1965) による茨城県久慈郡太子町の中新統金沢層の例がある。記載によると、長さ7cm幅3.8cmとあり、Miki (1939) の記載によるオオミツバマツが、長さ9-14cm、幅8-9cmであることと比較して小さい。

オオミツバマツは、東海層群瀬戸陶土層、土岐口陶土層から多産する (三木, 1948; 塚腰・陶土団体研究グループ, 1998など)。これらの地層は上部中新統とされており (牧野内, 2001)、今回報告する楊井層とほぼ同時代と考えられる。那須 (1972) は、オオミツバマツを含む植物化石群を瀬戸フローラと呼び「極地第三紀植物群 (Arcto-Tertiary flora) の要素と第四紀になって発達した新しい要素との混合相であり、第四紀植物相の萌芽がみとめられる」と指摘した。

今後、楊井層について種実化石や花粉化石の調査を進め、植物相の性格について検討する予定である。

長野県上田市における深海性サメ類化石の産状

鈴木秀史 (金沢大学大学院自然科学研究科)

長野県上田市中央には、中新世中期の地層である横尾層と伊勢山層が分布している。両層から深海性サメ類5科8属の歯化石が発見された。ほぼ同じ地点から同類化石の複数属が集中して産出することは珍しい。横尾層上部からは5属、すなわちツノザメ属 (*Squalus*)、アイザメ属 (*Centrophorus*)、ヘラツノザメ属 (*Deania*)、カラスザメ属 (*Etmopterus*)、およびオンデンザメ属 (*Somniosus*) が、伊勢山層下部からは6属、すなわちツノザメ属、カラスザメ属、ユメザメ属 (*Centroscyllium*)、フナガユメザメ属 (*Centroselachus*)、ヨロイザメ属

(*Dalatias*)、およびアオザメ属 (*Isurus*) が産出した。特に、伊勢山層下部から産出した3属、すなわち深海性サメ類の中でも最も深い生息域に棲むカラスザメ属、ユメザメ属、およびフナガユメザメ属は、隣接した歯列の一部を残したまま産出している。また、ヨロイザメ (*Dalatias licha*) は歯群と外皮の表面にある皮小歯が集積した形で産出している。これらの隣接した歯や歯群は、生きているサメから離れ落ちた直後か、あるいはサメの死体がそのまま海底面に横たわりゆっくりと泥によって覆われたため、サメの生体に近い歯列や外皮の一部を残した状態で、化石となったことを示している。このような深海性サメ類化石の産状は、他の地域ではあまり例がない。これらのサメ類や他の共産する化石の産状は、長野県上田市の中新世中期における海底の古環境を復元するために役立つと考えられる。

サメ類および共産化石の産状からの考察と推定を次に示す。

- 1) 横尾層と伊勢山層から深海性サメ類であるツノザメ目から5科8属、すなわちツノザメ属、アイザメ属、ヘラツノザメ属、カラスザメ属、ユメザメ属、フナガユメザメ属、オンデンザメ属、およびヨロイザメ属が確認された。これらの発見により、中新世中期の長野県上田市において、深海性サメ類群集が成立していたことが明らかとなった。
- 2) 深海性サメ類と共産する海生生物化石は現地性であると推定される。また、現生サメ類の生息域との比較から、海底の古環境は、横尾層の水深700~1500mの大陸斜面から、伊勢山層の水深2000mの深海平原 (abyssal plain) へと連続的に変化したことが推定される。
- 3) エボシガイやタコブネ類化石が共産することから、海表面には表層暖流が流入していたことが推定される。
- 4) 植物化石には破損や腐敗の後が見られず、ほぼ全葉のまま産出することから、海底は比較的陸地に近く、腐敗分解の少ない貧酸素状態であったことが推定される。
- 5) 本調査地域ではサメ類の歯が分離せずに、いくつが隣接したまま産出する場合も多いうえに、葉理面にわずかなカレントリップルも確認されることから、底流のあまり大きくない海底での泥の被覆が推定される。

プロトケラトプスの頭骨化石の観察に基づいた角竜類における頬歯の発生・交換と咬耗様式について（予察）

黒須弘美（京都大学大学院理学研究科）

中生代を通じて繁栄した恐竜類は、そのほとんどが植物食である。植物食恐竜の中には、エネルギーを効率よく吸収する為に、胃石で植物をすりつぶしていたとされるものもある。一部の植物食恐竜はさらに効率よくエネルギーを摂取するために、咀嚼に適応した頬歯の交替システムを獲得した。個々の頬歯が隙間なく密集した歯列はデンタルバッテリーと呼ばれ、鳥脚類の一部と進化型の角竜類である新角竜類 *neoceratopsians* の一部にのみ見られる特殊な頬歯の構造である。

鳥脚類のデンタルバッテリーについては Godefroit (2000) などで多々研究されているが、白亜紀後期の北米で繁栄したトリケラトプスに代表される新角竜類の歯列についての研究は Galton (1973) 等わずかである。新角竜類の中でデンタルバッテリーを獲得したのはトリケラトプスを含むケラトプス科 (Serenó, 1997) のみであり、新角竜類の中でも原始的な角竜であるプロトケラトプスはデンタルバッテリーを獲得してはいないが、頬歯歯冠に平坦な咬耗面をもつことから咀嚼自体を行っていた事はあきらかである。

本研究では原始的な新角竜類であるプロトケラトプスの頭骨化石をシアノボンド®で固定しながら、糸鋸及びスライサーを用いて背断面の切片を作成し、観察を行った。

プロトケラトプスは槽生性を示し、歯は歯槽中で発生する。上顎の機能歯は舌側面へとわずかに弧を描きながら成長した可能性がある一方、下顎は頬側面へとわずかに傾きながら萌出したことが示唆される。上下顎ともに、各歯胚は先代の機能歯の舌側面に位置し、機能歯の歯根をとかしながら頬側へ萌出する様子が観察される。また、機能歯に接触する未萌出の歯は1本のみであり、デンタルバッテリーの獲得には至っていない。しかし、このような歯群の形成パターンはデンタルバッテリーの原型であると思われる。今後、プロトケラトプス以外の角竜類についてもその頬歯交換様式を検討し、新角竜類におけるデンタルバッテリーの獲得プロセスを明らかにしたい。

ウサギは兎唇か？ —哺乳類の吻の多様性—

小寺春人（鶴見大学歯学部）

ヒトの先天異常に「口唇裂」が知られる。その出現頻度は500~700人の新生児に1人くらいとされ、高頻度の先天異常である。口唇裂は「兎唇」とも称されたが、今日では動物への譬えは差別用語になるとの見地から使用されなくなっている。

さて、はたしてヒトの口唇裂がウサギの口唇と類似しているのだろうか。ウサギの上唇を観察すると、左右の上唇が分離しており、その左右上唇の会合部が前上顎骨の正中中部粘膜に固定されている。したがって、左右の上唇はヒトの上唇のように一枚の構造としては動かない。この固定部分の溝を人中 *philtrum* という。一方ヒトの上唇では、鼻中隔の下方の陥凹した口唇の部分を入中といっている。そこで、ヒトの入中を左右から狭めて、その折りたたんだ部分を上顎骨に固定するならば、外見上はウサギの状態に似てくる。

ヒトの口唇裂（片側性口唇裂）では、入中の縁にそって裂隙が生じる。そして稀には左右両側性に唇裂が生じる場合があり、その場合は入中が独立した上唇の一部となる。一方、ウサギに上唇裂が生じた例は文献渉猟上見当たらない。しかし、ウサギの上唇と基本構造が同じと思われるイヌの上唇において、上唇裂の例が報告されている。この場合には、左右上唇の会合部の溝（人中）は正常で、入中からやや隔てた鼻孔直下に裂隙が存在する。これより、イヌの入中はヒトの入中とは相同でないことが明らかで、したがって、ウサギの上唇は「兎唇」ではないことになる。

ひろく哺乳類の上唇と鼻（あわせて吻）を見渡すと、きわめて多様性に富む。上唇にはヒト型やウサギ型のほかにも、濡れた鼻（鼻鏡 *rhinarium*）が上唇の正中部に介在する型、しかも介在した鼻鏡に正中溝のあるもの、ないものがある。ウサギ型でも、左右の間に溝があるものの、骨に固定されていない型がある。さらにゾウのように上唇が鼻と一体化したタイプや、カモノハシに見るように吻に変形したものなど、極度に特殊化した吻がみられる。これらの型が、分類群によって定まっている傾向があるが、例外が多くて多様である。これより、吻は動物ごとの生活様式に密接に適応した構造であるといえよう。

他方、上唇と鼻の領域の個体発生過程を省みると、吻は顔面隆起（突起）の出現とその癒合により形成される。そして上唇の形成は、上顎隆起と内側鼻隆起の癒合によるとされる。しかし、動物により上顎隆起にのみから形成されるとの見方もあって、これらの学説についても検討を加える。

ヒトの永久歯における各歯種の歯頸部エナメル質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)

ヒトの永久歯における歯頸部エナメル質の深層、中層、表層の組織構造と元素組成の歯種による違いについて検討した。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、各歯種のヒトの永久歯を使用した。元素分析のためには、加齢変化を避けるために、矯正抜去された未咬耗の犬歯、第1小白歯、第3大白歯を使用した。咬(尖)頭頂を通る頬(唇)舌側方向の研磨標本を作製し、偏光顕微鏡により齶蝕がみられないことを確認した。同一標本の歯頸部の、エナメル質表面にはほぼ平行な再研磨面を作製し、HClで腐蝕後、S-800型走査電顕(日立)で観察した。酸腐蝕を施さない、未咬耗歯の同様な研磨標本の、歯頸部エナメル質の最深層から最表層までの元素の重量比率を、JXA-8900型EPMA(日本電子)で標準試料を用いて定量分析した。

歯頸部エナメル質では、咬頭部よりも、シュレーゲルの条紋が不明瞭で、エナメル小柱の幅径が大きく、小柱断面の形態の歪みが強く、多孔質であった。歯頸部のエナメル小柱の断面形態の歪みは、大白歯・小白歯よりも切歯で強く、唇(頬)側面・舌側面よりも隣接面、特に近心面で最も強いという傾向がみられた。隣接面の歯頸部エナメル質は、唇(頬)側面・舌側面よりもEDTAの腐蝕によって破壊され易かった。歯頸部エナメル質では、咬頭部よりも、Ca・P・Mg・Naの含有率が低く、O・Cの含有率が高かった。小白歯の歯頸部エナメル質では、大白歯・犬歯よりも、Ca・P・C・Naの含有率が高く、O・Mgの含有率が低かった。Fの含有率は、咬頭部よりも歯頸部エナメル質で低い傾向を示したが、有意差はみられなかった。

歯頸部エナメル質では、咬頭部よりも受ける咬合圧が弱いために、シュレーゲルの条紋が不明瞭になり、エナメル小柱が太く、酸に腐蝕され易くなると考えられる。歯頸部の唇(頬)舌側面が膨隆しているのに対して、隣接面は平面的であるので、隣接面のエナメル質が薄く、組織構造の乱れが強いと推察される。歯胚の隣接面のエナメル芽細胞層は、唇(頬)舌側面よりも隣接する歯胚の間接的圧迫を多く受けるために、隣接面の歯頸部エナメル質の組織構造の乱れが強く、酸で腐蝕され易く、齶蝕の進行が速いと考えられる。Ca・P・Cの含有率から、歯頸部エナメル質は咬頭部

エナメル質よりも、石灰化度が低く、有機物の含有率が高いと推察される。また、犬歯の歯頸部エナメル質は小白歯の歯頸部エナメル質よりも、石灰化度が低く、有機物の含有率が低いと考えられる。各元素の含有率間の関連から、Naの含有率は、エナメル質の石灰化度と正比例関係を示していると推察される。第3大白歯の歯頸部エナメル質では、第1小白歯よりも、組織構造の退化が進行したために、Ca・Pの含有率が低いと考えられる。

珪化した化石恐竜卵殻の構造と鉱物構成

寒江登志朗 (日本大学松戸歯学部)

前回、前々回と珪酸化した化石恐竜卵殻についてこの化石研究会でその概要を発表してきたが、偏光顕微鏡観察、微小部X線回折法などを用いて精査した結果、いくつかの新知見を得たので報告する。研究試料は故宇留野勝敏博士から頂いたアルゼンチン産Titanosaursと記された明らかに珪酸化した恐竜卵殻の断片である。ダイヤモンドカッターにより切断し、研磨砥石で薄片を作成した。

偏光顕微鏡観察、微小部X線回折法による結晶解析、顕微FT-IRによる組成分析を行った。一部の試料は、日本大学量子科学研究所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)を用いたX線解析を行った。偏光顕微鏡観察の結果、卵殻が元来保有していた卵殻構造(乳頭層、柵状層、表層および気孔)のほかに、二次的にそれらを通して形成したと考えられる不定形の虫食い状の構造と気孔充填が認められた。鉱物構成は微小部X線回折法によって、元来の構造の部分は方解石、二次的な部分は石英から成ることが確かめられた。一部の試料はこれらの鉱物以外と思われる肉眼的に白色を呈する鉱物が認められ、顕微鏡的に気孔を充填しているようであった。当初は組成など不明の未知鉱物としたが、その後LEBRA-PXRによってSrの含有が確かめられ、その結果と微小部X線回折による同定の結果、これはSr炭酸塩であるcelestineであることが明らかとなった。この鉱物の化石からの産出例は少ない。しかし、この鉱物の出現と二次的石英の置換は、これらの恐竜卵殻が受けた化石化作用、続成作用を知る重要な手がかりを与えるものである。

これらの結果は、従来ほとんど研究に用いられてこなかった珪酸化した恐竜卵殻化石が古生物学的な価値を有しているばかりでなく、地質学的な古環境学的な価値も併せ持つことを意味している。(この研究は日本大学量子科学研究所電子線利用研究施設学術フロン

瀬戸内海海底産出ナウマンゾウ化石の変異研究への有用性

北川博道 (京都大学大学院理学研究科)

2006年11月山口県屋代島の漁師、兼光喜久雄氏(第五伊勢丸 4.9t)が同島沖ヶ室の南東1.5km水深116mの海域からナウマンゾウ化石を引きあげた。このことを新聞報道で知った筆者は、2007年の3月から瀬戸内海周辺の公共施設や漁師を訪ね、標本調査を行ってきた。同年3月に山口県周防大島町(屋代島)において、2008年3月には広島県呉市倉橋町(倉橋島)において地元漁師からの聞き取りや標本調査を行った。その結果、屋代島の兼光氏のほか数名から産出海域の情報や標本の提供を受けることができたので、その結果を紹介し、今まであまり注目されていなかった瀬戸内海海底産出標本の研究利用への可能性を示したい。

兼光氏引きあげた化石はナウマンゾウ左下顎第2大白歯と、左上腕骨骨幹部の破片であった。屋代島周辺海域からは今までも多くのナウマンゾウ化石が産出している。中でも広島大学所蔵の諸島標本(今村コレクション)は最もまとまった標本群であり、その一部はすでに報告されている(北川ほか, 2006a; 2006b)。諸島標本は1956年の砲弾の引きあげ作業の際に

引き上げられた化石を回収したコレクションであるが、今調査においても、その当時引きあげられたと思われる標本を確認することができた。しかし、2006年に化石が引きあげられた海域は諸島標本が引き上げられた海域(北緯33度56分, 東経132度30分)とはやや異なり、北緯33度54分, 東経132度23分の比較的狭い海域であった。兼光氏のほか化石を引きあげたことのある漁師も、引きあげ海域として同じ海域を示した。地元の漁師によるとこの海域では昭和60年ごろから平成6年ごろまでの間、頻繁に化石のようなものが引きあがっていたが、最近ではあまり引きあがっていないという。

本調査によって、瀬戸内海周辺の施設や民家には未報告の化石がまだまだ多く保管されていることが確認された。北川(2008)は諸島標本に含まれる上腕骨を現生ゾウや、陸上から産出している化石ゾウと比較し、ナウマンゾウ上腕骨の雌雄差を明らかにした。瀬戸内海産出標本は全体的に保存が良く、形態を良く残した標本が多い。このような標本を用い、現生ゾウの骨格や陸上から産出している標本の研究を同時進行的に進め、対比を行うことによって、瀬戸内海海底産出標本のさまざまな変異研究への利用が今後広がっていくことであろう。

調査にご協力いただいた山口県周防大島町と広島県呉市倉橋町の皆様に記して感謝申し上げます。