

第42回（通算第159回）化石研究会総会・学術大会 講演抄録

2024年6月1日（土）・2日（日），早稲田大学早稲田キャンパスにて開催

シンポジウム

「白亜紀脊椎動物の古生物学的研究の現在と未来」
講演 1

久慈層群の放射年代とその地史的意義

鶴野 光（早稲田大学理工学研究所）

後期白亜紀の久慈層群は，岩手県久慈市の北部から野田村にかけて，太平洋沿岸に沿って北西から南東に帯状に分布する。河川および浅海で形成された前弧堆積盆埋積物とされ，下位から玉川層，国丹層，沢山層の3層で構成される。

久慈市小久慈町の大沢田川支流に玉川層上部が露出し，陸生および海生の脊椎動物化石を含むボンベツドが見つかっている。このボンベツドを中心に2012年から久慈琥珀博物館と早稲田大学の調査が定期的に行われている。本ボンベツドは河川成と浅海成の2つの層で構成され，下位のボンベツドは弱い淘汰のある氾濫原堆積物上に堆積した淘汰のないシルト岩内にあり，上位のボンベツドはシルト岩を整合的に覆う上方細粒化を呈する潮汐層と考えられる粗粒から極細粒砂岩の基底部分にある。

このシルト岩ボンベツドと砂岩ボンベツドの間に層厚30cmほどのレンズ状の凝灰岩が挟在する。この凝灰岩は砂や泥，炭質物をほとんど含まず，大きく運搬された痕跡はない。この凝灰岩からジルコン結晶を抽出し，ウラン-鉛（U-Pb）年代測定を行った。U-Pb年代測定法は放射性元素である ^{235}U と ^{238}U が，それぞれ ^{207}Pb と ^{206}Pb へと壊変する現象を利用した年代測定法で，同一元素の2つの同位体を親元素として，それぞれが別の壊変系列を経由しながら同一元素の2つの同位体である娘元素に壊変することにある。U-Pb年代測定は強く閉鎖系が予想されるジルコン結晶などに適応され，現時点で最も信頼できる年代測定法の1つとなっている。本研究では，上記のボンベツドに挟在する凝灰岩，夏井川に露出する玉川層，沢山層の凝灰岩，および野田村の玉川海岸の玉川層最上部の凝灰岩ジルコンを用いてU-Pb年代測定を行った。

その結果，久慈層群の最下部の玉川層は最下部が 93.5 ± 1.1 Ma，上部が 91.2 ± 0.3 Ma，最上部が $87.5 \pm$

0.3 Ma，ボンベツドに挟在する凝灰岩の年代は 90.51 ± 0.54 Ma，沢山層は 84.6 ± 1.2 Maであった。

下位のボンベツドは蛇行河川の氾濫原にクレバススプレーのような洪水時の浮遊泥とともに堆積したもので，河川の側方移動の前に海進が起こり，上位のボンベツドを含む潮汐堆積物に覆われたと考えられる。従って，両者に挟在する凝灰岩のジルコン結晶年代 90.51 ± 0.54 Maは，両方のボンベツドの堆積年代をほぼ正確に表していると考えられる。東アジアにおいて白亜紀後期の豊富な脊椎動物を含む陸生層で詳細な年代が判明したことは，地史的にもきわめて重要である。また，これまでの久慈層群の年代議論と比較すると久慈層群内での堆積年代は概ね調和的であるが，各層の年代論は先行研究と異なる点があり，他地域の堆積層との対比の議論などは再検討の必要がある。

講演 2

久慈層群の魚類化石

宮田真也（城西大学 大石化石ギャラリー/理学部）

はじめに

日本列島の上部白亜系からは各地で海水魚類化石の新種記載や産出報告がなされており，東アジア縁辺部の後期白亜紀魚類相を理解する上で重要である。2012年以降の早稲田大学と久慈琥珀博物館による継続的な調査により，岩手県久慈市に分布する上部白亜系久慈層群でも魚類化石の産出が知られるようになった。特に玉川層からは，陸生および水生の脊椎動物化石の標本数は，現時点で3000点を超えた。これらのなかに板鰓類を中心とした魚類化石が含まれる。そこで，本研究では久慈層群で産出する脊椎動物のうち魚類化石について俯瞰する

地質概略

上部白亜紀久慈層群は下位から玉川層，国丹層，沢山層からなり，年代はチューロニアンからカンパニアンであるとされる。玉川層は従来，コニアシアンと考えられてきたが，玉川層最上部の凝灰岩の年代の測定結果は，チューロニアンまでさかのぼることが示されている。本層は河川，エスチュアリーおよび浅海の堆

積環境が推定されており、琥珀のほか陸生および海生の脊椎動物や植物、昆虫などの化石が産出する。国丹層は下部外浜～内側陸棚の堆積環境であったと考えられており、陸生・海生脊椎動物化石のほか、アンモノイド類などの軟体動物化石が産出する。沢山層は河川の堆積環境が推定されており、植物化石が産出する。久慈層群魚類化石

久慈層群の魚類化石の報告は限られており、玉川層の板鰓類化石について照井・長浜（1995）や宮田ほか（2019）により報告されているに過ぎない。玉川層からはこれまでミツクリザメ科の *Scapanorhynchus* が多く産出し、オワニザメ科 *Odontaspidae* やオトダス科の *Cretalamna*、エイ類スクレロリンクス科（*Sclerorhynchidae*）の化石の産出が報告されている。

その後の調査で玉川層からはカスザメ科 *Squatinidae* やヒボダス科 *Hyodontidae* の化石の産出が認められた。さらに近年、国丹層からも脊椎動物化石の産出が認められ、特に軟骨魚類や硬骨魚類の歯化石が多産することが地元愛好家の継続的な調査によって明らかとなってきた。国丹層についても豊富な魚類化石を産するポテンシャルが高いことが明らかになりつつあり、今後も継続的な調査が求められる。

講演 3

長頸竜類の遊泳能力はどこまで復元できたか

望月 直（伊藤忠鉱物資源開発株式会社）

本長頸竜類（*Plesiosauria*）は、三疊紀後期から白亜紀末まで存続した爬虫類の一系統で、四肢が翼状、前後の肢がほぼ同サイズ、頭部と頸部が体全体に比して大きい、という形態を一貫して維持した。この形態は水中での動態（運動、行動、生態）に関する情報を含むとされ、その解釈が試みられてきた。

体表面形状や解剖学的構造に基づく、彼らが四肢の羽ばたき運動で推進したことに疑いはない。しかし、例えば4枚の翼がどのような軌道で運動したかや彼らの遊泳能力が他の動物とどう異なったか等、先の推論は容易でない。この問題では、推力や推進効率等の性能が翼の運動に依存して異なることを利用し、運動と性能との関係を測定し、最も性能の良い運動を特定するという方策が採られ、近年では水中ロボットや数値流体を用いた測定事例もある。しかし未だに、彼らが2対の翼を羽ばたかせたのかどうか、結論は整合していない。

このような不一致は、物理シミュレーションでの計算の不適当さでなく、復元された体表面形状という与

件の不適当さに起因すると指摘されるが、それに加え、評価指標の選定が不適当だという別の可能性を指摘したい。以下では、遊泳運動や遊泳能力を復元できる理由や失敗しうる理由を、遊泳運動を表す運動方程式（EoM）の性質に基づき解釈する。

遊泳運動を扱う際の関心は、変形する没水体とその周囲の水からなる系での、没水体の移動である。変形体の水中移動を表す EoM は、水の運動や没水体の変形に関する情報を外力項に含めることで、剛体のそれと同形式で表現できる。没水体が水から受ける力は没水体の表面形状のみに制約され、形状は、流体力を速度・加速度成分で偏微分して得られる流体力係数で表現される。遊泳能力を没水体が実現しうる運動状態やその維持・変化の容易さを示す指標とみなすと、これは EoM の解や変形と運動状態変化の関数関係等、EoM から導出される様々な量に対比できる。つまり遊泳能力の復元とは、体表面形状を流体力係数という形式で表現し、それを含む EoM の性質を調べることだと換言できる。

EoM 中の流体力係数の数は、没水体の移動や変形の自由度（DoF）で決まり、DoF が高いほど多い。高 DoF モデルは、高次元の形態データを大きく削減することなく扱い、かつ対象の差異を明示できる指標を多くの候補から選択できるモデルだと言える。一方の低 DoF モデルは、扱える遊泳能力が少なく、形態データも暗黙に次元削減されるので、差異の検出や定量に悪影響を生じうる。この観点で羽ばたき遊泳に関する先行研究の手法を再解釈すると、どれも 1 DoF 運動しか扱っておらず、結果の解釈に注意が必要だとわかる。

高 DoF 運動の性質は、水中滑空という羽ばたき遊泳とは別の遊泳モードを対象に研究されており、6 DoF 運動の流体力係数が定量されている。形態から流体力係数や遊泳能力への関数関係も特定され、冒頭に示した形質が 3 DoF 運動を特徴づける縦安定性に対応することも明らかになった。この関数は長頸竜類に限らず遊泳性四肢動物に広く適用でき、彼らの形態や動態の多様性を理解するのに役立つと期待される。

講演 4

久慈層群より産出するカメ類などの爬虫類化石

平山 簾（早稲田大学国際教養学部）

岩手県久慈市小久慈に分布する久慈層群玉川層のボーンベッド（後期白亜紀：挟在する火山灰に含まれるジルコンの放射年代は約9,050万年前を示す）では、

2012年より早稲田大学と久慈琥珀博物館によって定期的（3月と8月）に共同発掘調査が実施されている（参加者は延べ300名）。また調査地に隣接する「琥珀採掘体験場」からも200点の脊椎動物化石が発見されている。さらに、2016年からは平山郁夫シルクロード美術館で開催している「化石発掘体験」で600点を越える脊椎動物化石が玉川層から採集されている。以上の調査やイベントを通じて、総数3,273点、30タクサの脊椎動物化石が玉川層から確認されている。

爬虫類化石は1,516点、20タクサに達する。カメ類は特に多く、1,171点を数えており、*Adocus kohaku*（アドクス科：Hirayama et al. 2021；甲長は最大70cmと推定）やスッポン科、スッポンモドキ科、リンドホルメミス科、ナンシュンケリス科、さらにウミガメ上科など6科7タクサが含まれる。*Adocus* やスッポン科、スッポンモドキ科は、いずれも首を伸ばすと全長1 m前後に達したと推定される。

次いでワニ類（体長は最大約3 mと推定：久保泰による私信）が多く、209点が確認される。恐竜類の資料の大半は遊離歯であり、竜脚類が特に多く、54点に達する（Sakaki et al. 2022）。獣脚類では5タクサの遊離歯が確認される（上田裕尋による私信）。鳥盤類は希少であるが、ハドロサウルス類と角竜類の遊離歯が認められる。翼竜類では翼開長約3 mと推定される断片的な指骨が確認されている。

コリストデラ類では、これまで体長1 m前後と推定される6点の椎骨が採集されているが、これは後期白亜紀における本群のアジア唯一の貴重な産出例である（Matsumoto et al. 2021）。鱗竜類は遊離歯2点が確認されている（佐藤たまきによる私信）。トカゲ類（有鱗目）は、椎骨や四肢骨など4点が認められる。このうち胴椎（OSD 2325）は体長1 m前後に達するオオトカゲ類（下目）のものである可能性が高い（池田忠広による私信）。

変温動物であるカメ類の多様性が大きく、体長1 m前後に達する大型種が含まれることなどは、当時は年間を通じて温暖湿潤な現在のベトナム以南の東南アジアのような古気候であったことを示唆する。

近年は、久慈市に隣接する野田村玉川海岸の久慈層群国丹層からもウミガメ類（上科）やモササウルス類など海生爬虫類の化石が見つかった。特にウミガメ類は、後期白亜紀の蝦夷層群や和泉層群から多産する *Mesodermochelys* の祖先形と考えられるタクサであり、これまでに同一個体のもと思われる背甲の大部分（甲長60 cmと推定）や四肢骨、頭骨などが採集されている。なお淡水性と思われる *Adocus* の保存良好な甲羅（縁板）が1点確認されていることから、国丹層は河口付近に隣接する浅海環境であった可能性が考

えられる。

講演5

上部白亜系久慈層群玉川層の脊椎動物の分類と食性：竜脚類恐竜とワニ類を例に

久保 泰（早稲田大学）
久保麦野（東京大学）
ダニエラ E. ウィンクラ（キール大学）
宇佐美航大（東京大学）
榊 帆希（東京大学）
伊藤 愛（東京大学）
鶴野 光（早稲田大学）
久慈琥珀博物館
平山 廉（早稲田大学）

岩手県久慈市小久慈の上部白亜系久慈層群玉川層の化石サイトからは、早稲田大学と久慈琥珀博物館による継続的な発掘により、3000点以上の脊椎動物化石が発掘されており、火山灰層から約9050万年前（チューロニアン）の絶対年代が得られている。陸生脊椎動物として多産するのはカメ類、ワニ類、竜脚類恐竜であり、一部のカメ化石をのぞくと遊離した状態である。本公演では、遊離歯化石から古生態を推定する手法として、歯牙マイクロウェア三次元形状分析を紹介し、久慈の竜脚類恐竜とワニ類への適用例を紹介する。

マイクロウェアは歯に残された摂食時の微細な傷で、絶滅生物の顎運動や食性復元に利用されてきた。2000年以降に哺乳類や人類化石でマイクロウェアを三次元的に解析する研究が進み、爬虫類にも2019年に初適用された。

久慈の竜脚類は、細長い歯冠部の形態と玉川層の年代から、ティタノサウルス形類のソムフォスポンディリと考えられる。歯冠の保存が良好な玉川層産の竜脚類歯化石8本の頂端部頰側の非咬耗面の表面形状をレーザー顕微鏡でスキャンし、食性既知の現生トカゲ類と比較した。玉川層産竜脚類では、マイクロウェアの突出部と陥没部の高低差や、面積、体積が、貝食や昆虫食のトカゲ類より小さく、卵食や肉食のトカゲ類より大きく、植物食のトカゲ類とは類似していた。これは、玉川層産の竜脚類が貝や昆虫より柔らかく、卵や肉よりも硬いものを食べ、植物食であるという仮定と整合的である。この研究は世界初の恐竜の歯牙マイクロウェア三次元形状分析となった。

久慈のワニ類はカメ類に次いで多産し、複数の歯や、椎骨、皮骨の他、前頭骨や中手骨らしき化石も含まれる。産出した椎骨は全て前後の関節面が凸でないという基盤的なワニ類の特徴を備える。鱗板骨は、四

つ以上の鱗板骨が横方向に並ぶ派生的なワニ類の特徴を示し、後部のみ稜が発達する Paralligator 科の共有派生形質が見られる。分岐分析で得られた30の最節約な系統樹の50%多数決合意樹では、本ワニ類は Paralligator 科に含まれた。福井県の下部白亜紀系手取層群からは Goniopholis 科のワニが報告されており、久慈のワニ類は白亜紀に Goniopholis 科から Paralligator 科へのワニ相の変化が日本で起きたことを示唆する。

久慈ワニ類の遊離歯36点のマイクロウェアを、食性既知の現生ワニ類および現生肉食性トカゲと比較した。久慈ワニ類は傷の大きさ・密度ともに現生種よりも大きく、特に魚食性のワニとは大きく異なっていた。久慈ワニ類は、哺乳類なども捕食する成体の野生ワニや、ザリガニを餌として与えたワニ、貝類を捕食する爬虫類と傷の深さの分布は重なるが、より深かった。したがって、久慈ワニ類は、陸生脊椎動物や甲殻類、貝類など硬い餌を含む、多様な生物を採餌していた可能性が高い。

マイクロウェアの三次元解析は将来的に中生代脊椎動物の食性研究における標準的手法になる可能性がある。特に遊離歯化石にも適用可能なため、断片的な日本産の中生代脊椎動物化石研究での、さらなる活用が期待される。

講演 6

久慈層群産多丘歯類の予察的報告とアジアの白亜紀哺乳類

楠橋 直・世羅拓真(愛媛大・理工)

白亜紀はアジアの哺乳類相が“現代型”に近づく、哺乳類進化を考えるうえで面白い時代である。現生哺乳類は真獣類・後獣類・単孔類に分類され、それらはいずれも中生代に起源することが知られている。中生代にはこれらの分類群以外にも真三錐歯類や多丘歯類など多様な哺乳類が生息していた。アジアにおいては、前期白亜紀には真三錐歯類などジュラ紀から続く分類群を含め、多くの分類群が知られている。ところが後期白亜紀になると真獣類・後獣類・多丘歯類以外の分類群はほとんど見られなくなる。演者らの研究によれば、アジア、少なくとも東アジアにおいては、この哺乳類相の変化が前期白亜紀の後期から進んだらしいことがわかってきている。

多丘歯類は、アジアの白亜系から多く見つかり、この白亜紀アジアにおける哺乳類相の変化を見るうえで欠かせない分類群である。多丘歯類は中期ジュラ紀から始新世にかけて生息していた絶滅哺乳類で、特にア

ジアや北米の後期白亜紀にはもっとも成功した哺乳類分類群のひとつであったとされる。多丘歯類は基盤的な“plagiaulacida”とそこから派生した Cimolodonta に二分され、北米やアジアの上部白亜系から見つかるものはすべて Cimolodonta に分類される。初期の Cimolodonta は、北米の下部白亜系の上部から見つかる。一方で、同時代のアジアの下部白亜系から知られている多丘歯類の多くは、“plagiaulacida”の中でおそらく最も Cimolodonta に近縁だと思われる Eobaataridae に分類される。アジアに Cimolodonta が入り込んだのはいつかという問題は、上述のアジアにおける白亜紀哺乳類相変化を知るうえで重要である。しかし、実はアジアの後期白亜紀前半の多丘歯類化石記録は依然不十分である。後期白亜紀多丘歯類の化石記録の大部分はモンゴル周辺の Campanian 以降のものなのである。しかもそれらは北米で見つかる Cimolodonta の仲間とは形態的に顕著に異なり、類縁関係の推定は困難である。そのため、白亜紀アジアの哺乳類相変化を検討するためには、アジアにおける後期白亜紀前半の化石記録の充実が必要である。

岩手県久慈市の上部白亜系久慈層群玉川層 (Turonian) から見つかった多丘歯類化石は、そのような重要な時代の化石記録のひとつである。標本は破損した右下顎第四小白歯である。唇側ローブの近心基部が低く、第三小白歯の縮小が進行していると考えられることから、この多丘歯類は Cimolodonta の段階にあると推定される。本標本に見られる、鋸歯数が14、上縁遠心部が直線的で長い、歯冠が相対的に高いといった特徴は、モンゴル周辺から報告されている Djadochtatherioidea などのものとは大きく異なり、むしろ Ptilodontoidea など北米の分類群に見られる特徴と類似する。現時点ではこの多丘歯類が北米の分類群に含められるか否かは確定できないが、今後さらに追加標本が得られることで、白亜紀アジアの哺乳類相変化が見えてくることが期待される。

個人講演

口頭発表 1

哺乳類の前腕手根関節の比較機能形態学的解析

犬塚則久(古脊椎動物研究所)

絶滅動物の骨格の姿勢を復元するには、運動の復元が必要で、骨から運動を知るには関節の形態から機能をよみとくことが不可欠である。哺乳類の前肢はロコモーションとマニピュレーションを兼ねるため、系統

や生活型によって多様な形態をとる。とくに前腕手根関節は姿勢と運動様式を反映している。手首は基本的に橈骨と尺骨からなる前腕骨格と近位3手根骨が関節を介して屈伸する。絶滅動物の生態を復元するために現生各種の形態を比較し、機能との相関を探索する。

資料の分類群は大型有蹄類の長鼻類、奇蹄類、偶蹄類、食肉類、霊長類に異節類、生活型については、有蹄類は重量型と走行型、食肉類は地上性と遊泳性の鱗脚類、樹上性の霊長類と異節類を比較した。

ヒトの手首は背掌屈と橈尺屈ができる2軸性の楕円関節である。尺骨と三角骨との間は関節円板で隔てられ、じっさいは橈骨と舟状骨・月状骨との間の関節で、橈骨手根関節という。これに前腕の上下橈尺関節による回内・回外というねじれが加わる。これらは基本的に樹上性の霊長類の特徴である。

霊長類は基本的に5指性で、食肉類では5~4本、有蹄類では5本から1本指までである。基本的に樹上性の霊長類は前肢をロコモーションと摂食に用いるため、前腕の回内、回外の可動範囲も広く、橈骨頭は真円に近い。この形質が系統によるものか、樹上性という生活型によるものかは、異節類のナマケモノとの比較で判断できる。いっぽう、尺骨頭は尖らず扁平で、手根骨の三角骨との間には関節円板を挟む。

食肉類は基本的に捕食のため趾行性で走り、獲物を掴むために手を回外する必要がある。橈骨と尺骨は分かれている。橈骨は手根骨と蝶番関節し、尺骨頭は円錐形で、三角骨と豆状骨からなる軸受と車軸関節をなす。近位手根骨は舟状骨と月状骨が癒合して舟月骨となり、舟月骨に中手骨5本の力が集中する。本来樹上性のクマは蹠行性で前腕と手骨の間ではほぼ直角に背屈する。趾行性のライオンでは背屈できない。舟月骨のストッパは蹠行性のクマでは前縁に、趾行性のライオンでは後縁にあるが、遊泳性のトドにはなく、鱗は背屈掌屈とも自由にできる。

ネコ科の動物はネコからライオンまで形状が似ているため、体格因子を見いだすためによく使われる。ネコの手首は深く掌屈できるが、トラやライオンのような大型ネコはできない。骨で支えられる荷重は断面積に比例するので、動物の体は大型化するほど骨の比率が増し、肢骨の断面は円形に近づく。有蹄類は大型のものが多く、前腕骨格は橈尺骨に1本化して回旋はできない。走行型有蹄類は指数が減少し、偶蹄類のラクダや奇蹄類のウマの前腕手根関節は蝶番関節で、関節面の背側縁にそって平面のストッパがあり、掌屈しかできない。重量型では肩関節の幅の広がりから手首に担架角が生まれ、サイでは車軸関節、カバでは螺旋関節となる。ゾウは前肢が長いので、蝶番関節である。

東柱類の *Paleoparadoxia* では橈骨遠位面が凹面、尺

骨頭が凸面で、近位手根骨の舟状骨と月状骨の近位面は凸面、三角骨は凹面で、サイと同様のII型車軸関節と考えられる。月状骨の前突起が背屈ストッパとなる点は長鼻類に類似し、アフリカ獣類の形質といえるかもしれない。

口頭発表2

ナウマンゾウ (*Palaeoloxodon naumanni*) の下顎第3大白歯における時代的変異

近藤洋一 (野尻湖ナウマンゾウ博物館)

ナウマンゾウ (*Palaeoloxodon naumanni*) の時代的変異は、産出層準が明確で時代が判明している資料が多くないと検討できない。臼歯をつかった時代的変異の研究例があるが、(Kondo 2005, 近藤 2010) その後の層位学的研究で産出層準の見直しが行われ、海洋酸素同位体ステージの細分も行われ、より詳細な産出層準が明らかにされてきた(高橋 2022)。また咬板数や大きさなどから第2大白歯とされていた標本がそのほかの形態的な特徴から第3大白歯に同定が再検討された標本も少なくない(北川・高橋 2010)。これらの修正点を考慮し、本報告ではとくに下顎第3大白歯の時代的変異について再検討した。検討した標本は咬板数が概ね8以上残存している臼歯で、全体の半分以上保存されている標本に限った。歯冠長については咬耗段階の違いで大きく差異が生じるので今回の検討からは省いた。まず個体変異がどのくらいあるかを調べるために、時代的変異と地理的変異が捨象される野尻湖標本群の下顎第3大白歯の18標本を検討した。その結果は、歯冠幅長のレンジが68-96 mm、咬板傾度のレンジは舌側が5-7.5、頬側が4.5-6、エナメル厚のレンジは2.0-3.5 mmであった。野尻湖標本群と同じ海洋酸素同位体ステージ(MIS)3から産出した3標本(野幌標本3、尻労標本、長川原標本)のそれぞれの値は野尻湖標本群の示す個体変異内に含まれる。MIS7の時代の層準から産出した3標本(吉野田標本、佐浜標本)の値は、歯冠幅長のレンジが70.5-93 mm、咬板傾度が舌側5-6、頬側5.3-6、エナメル厚のレンジが2.4-3.5 mmであった。またMIS5の時代から産出した4標本(浜間口標本、上末吉標本、粟宮標本、牛堀標本)の値は、歯冠幅長のレンジが59-61 mm、咬板傾度は舌側が5-5.2、頬側が5.3-6、エナメル厚のレンジは2.1-3.5 mmであった。歯冠幅長からみると、もっとも大きな値を示したのがMIS3の標本群で、レンジの中央値は82 mmである。MIS7の標本群の中央値はほぼ同じ値で81.8 mmであった。MIS5の標本群の中央値は60 mmで、歯冠幅長の大きさだけで判断すると今回検討

できた標本群のなかでは、MIS 3 標本群と MIS 7 標本群が大きく、MIS 5 標本群が小さいという傾向がある。咬耗段階が同程度の標本の歯冠長を比較すると、MIS 3 本群の歯冠長のレンジは212-250 mmで、MIS 7 標本群は256-279 mmであるのに対し、MIS 5 標本群は170 mmと小さい。咬板頻度は舌側・頬側とも MIS 3 標本群のレンジ幅は4.5-7.5と大きい。一方 MIS 5 標本群の咬板頻度は5-6であり、MIS 7 標本群も5-6で同程度の咬板頻度である。エナメル厚の中央値では、MIS 3 標本群が2.75 mm、MIS 5 標本群が2.8 mm、MIS 7 標本群が2.95 mmであり、わずかだが時代が新しくなるに従いエナメル厚は薄くなる傾向が認められる。MIS 7 標本群も MIS 5 標本群も保存のよい咬耗頻度が同程度の白歯化石が少ないため十分な検討ができていないが、ナウマンゾウの時代的変異を示すいくつかの指標が得られたと考えられる。白歯のサイズは下顎長と相関関係があり、アフリカゾウでは下顎長が大きいと肩高も大きいことが確認されている (Laws et al. 1975)。ここでは検討していないほかの部位の特徴もふまえて、時代的変異について検討をすすめたい。

口頭発表 3

加住丘陵の上総層群加住層産埋没林の予察調査から見えてきた2.0 Ma 付近の化石フロラと化石ファウナ

福嶋 徹 (むさしの化石塾)
鈴木毅彦 (東京都立大学都市環境学部)
昭島市教育委員会

関東平野西縁部で基盤を直接被覆する上総層群の累層として分布する、加住層直下の山田層中の Kmic2.4 テフラが、2.0 Ma を示した (多摩川中上流域上総層群調査研究プロジェクト実行委員会 2020) ことから、その上位に位置する加住層の基底は2.0 Ma、加住層上部を1.8 Maより新しい河成堆積物とした。この上総層群加住層は、関東山地に隣接する上総トラフの西縁を埋める堆積物である。第四紀前半の関東山地の隆起と関東平野の相対的沈降時に堆積した加住丘陵の加住層には150 mに及ぶ礫層が卓越する。

昭島市拝島橋から上流の水道管橋に至る多摩川河床面では、上位の厚い礫層が削剥され下位に堆積したシート状の厚いシルト層やラミナの発達した砂層が露出する。この面からは、特筆すべき多様な古生物群が産出している。植物化石としては河川の後背湿地の止水域に堆積した泥層や水流堆積による葉理が発達した砂質シルト層には大小の化石林が点在する。ナラガシ

ワとメタセコイアの葉化石の広範囲の面的な広がりからナラガシワやメタセコイアの湿地林・網状河川などの氾濫原を推定した。この地層面は、加住丘陵を挟む八王子市の北浅川の植原化石林につながり、当時この地域にメタセコイアの大森林が形成されていたことを物語る。オオバタグルミの多産は、加住層で顕著に繁栄していたことを示すフウなどの絶滅種に加え、アスナロ・ヒメバラモミ・ヒメマツハダといった冷温帯の常緑針葉樹が卓越する背景は、関東山地の標高の高い場所から土砂とともに河川によって運搬されてきた植物が含まれる。一方平野部では河道と周辺で堆積した砂質の堆積物と、氾濫原で堆積した泥や粘土の堆積物では、含まれる化石の組成は異なる。

平野部で形成されたシルト層には、ゾウやシカのナチュラルプリントのよる足跡化石が多産し、体化石ではアケボノゾウ・上総ジカなどの偶蹄類の多産が見られる。同シルト層面ではオオカミの産出に加え、最も多産しているのは小ゾウから成獣までの幅広いアケボノゾウで、加住層はアケボノゾウの繁栄期といえる。当時の古植生と哺乳類動物の採餌対象の究明が課題である。

また2019年の台風19号により拝島橋多摩川上流右岸 (加住丘陵側) が大きく削剥し、加住層上位に化石埋没林が出現した。現在10本の立木根株を予察調査中であるが、樹幹直径が北浅川のメタセコイア林と異なり樹幹直径が細いのが特徴である。随伴化石は、オオバタグルミに限定され卓越していることから樹種の同定を急いでいる。堆積構造を調査した結果、化石林の根株の指示基体面のシルト層直下には、10 m以上の礫層を確認した。この礫層にはフォアセットラミナが発達しており、このことからデルタを形成していたものと考えられる。この礫層は、上流の水道管橋直下のアケボノゾウ層準の直上に堆積する。

埋没林の発見により加住層中に2つの異なる化石フロラの生活層準を確認できたことになる。いずれも絶滅植物が産出する。現在埋没林から動物化石が産出しないか調査中である。今後の調査の進展によっては、化石林に随伴産出する動物化石の産出が期待される。

口頭発表 4

小宮層に産出する多様な古生物の可視化の重要性

福嶋 徹 (むさしの化石塾)

上総層群小宮層は、Olduvai Subchron (1.77-1.95Ma) に対比される。総じてハンモック状斜交層理 (HCS) が発達した細粒砂層下部に *Rosselia* cf. *isp*

のラグ堆積物を伴う砂層の互層が卓越する。泥層では Strong BTB の影響による多様な生痕化石が見られる。スエール状斜交層理が発達する細粒砂層では合弁 *Pseudocardium sachalinense* が卓越する。化石では、*Eschrichtius akishimaensis* (Kimura et al. 2018) や、ナガスクジラ科耳周骨 (福嶋ほか 2010) 及び、棘鱗条目未定種の頭骨部位 (樽 2020) と、魚類連結椎骨 (本報告) など、主にクロスラミナが発達した淘汰の良い砂層中に保存良好な状態で産出する。コンクリーションが卓越するシルト層では、サメの歯や魚類椎骨・イルカ椎骨・鳥類上腕骨など多様な動・植物化石の集積が見られる。大型植物化石では、砂層中のラミナ層に沿ってメタセコイア・マツ属・トウヒ属など木質部の球果や堅果が印象化石として多産する。特に水流散布 *Juglans megacineria* 堅果は、八高線鉄橋より下流部の沿岸堆積物に取り込まれた小宮層の広範囲に多産する。この事は、が水流散布植物で陸域から流入し海面に浮遊したものが沿岸付近でやがて砂層に取り込まれたことをしめす。シート状のシルト層のラミナに並行して集積した *Lingula* ベッド (福嶋 2017) から、側方方向には、トラフ状斜交層理が発達し、八高線鉄橋から上流に向けて外洋環境を示す粗粒砂層に変化していく。*Rosselia* 卓越層上位の HCS から、鰭脚類肋骨部位・胸骨部位 (本報告) が産出している。シルト層からは、外洋性のヒメエゾボラに随伴して、*Patiria pectinifera* (小林ほか 別発表・本報告) の腹側面の管足側の印象化石が産出した。50種 (長田ほか 1989) の小宮層産モラスカのうち、大型二枚貝 *Mizuhopecten planicostulatus*・*Pseudocardium sachalinense*・*Fusocardium braunsi* (Tokunaga) の合弁種が集積する 1 m 層厚の貝殻支持層が数 10 m 間隔で堆積する。一方ニッコウガイ科の二枚貝離弁種の貝殻指示層は、HCS に並行して薄く集積する汀線波打ち際の沿岸性堆積物も確認できた。外洋環境を示す小宮層下部層では、*Fusocardium braunsi* (Tokunaga) が卓越する。そこでは多様な生痕化石に加えて新たにエイ類の採食活動時のジェット水流痕 *Piscichnus waitemata* を確認した。また海底面の埋没を示す鯨類骨群集に随伴して *Mizuhopecten planicostulatus*・*Pseudocardium sachalinense*・*Fusocardium braunsi* (Tokunaga) の集積層にホホジロザメと推定される歯根部を確認した。

これらの岩相・古生物相から、沿岸・陸棚の浅海堆積物と太平洋側に開けた沿岸浅海域から陸棚外洋環境の影響を受けた堆積物と推定できる。結果 *Fusocardium braunsi* (Tokunaga) の卓越など、小宮層特有の多様な生物環境が形成され、形態変化などの生物進化が育まれたと考えられる。今後各研究者と情

報交換をしながら、小宮層の古環境や第四紀化石の進化過程の糸口を探る化石の可視化のための情報共有を行うことは重要である。小宮層で産出するユニークな古生物群は、外観形態が *Glycymeris yessoensis* より *Glycymeris albolineata* の *Glycymeris* nsp. の卓越など、地域限定種が存在する。小宮層産 *Fusocardium braunsi* (Tokunaga) と、*Juglans megacineria* の卓越は、絶滅前の繁栄種として重要な標本である。

口頭発表 5

上総層群小宮層からのイトマキヒトデ化石の初記録

小林 格 (東京大学附属臨海実験所)

石田吉明 (東京都杉並区)

福嶋 徹 (東京都武蔵村山市)

尾崎 薫 (昭島市郷土資料室)

樽 創 (神奈川県立生命の星・地球博物館)

イトマキヒトデ *Patiria pectinifera* は、日本各地の寒冷域から温帯域までの岩礁潮間帯に普通なイトマキヒトデ科の大型種であり、丸みを帯びた星型の体を持つ。本種はヒトデの胚発生におけるモデル生物であり、水産有用種を食害する有害種であることから、古くから研究材料として注目されてきたが、これまでに化石は発見されてこなかった。今回、東京都昭島市の多摩川河岸に分布する小宮層 (前期更新世) から、初めて本種のものと考えられる印象化石が発見されたため報告する。

本化石は、1) 幅長 5 cm 以上、2) 間幅が広い、3) 体縁にブロック状の骨を欠く、4) 腹側の骨が規則的に配列する、5) 腹側に 4-5 本一組の円柱状の棘をもつといった特徴からイトマキヒトデに同定された。これまでに産出している貝類化石群集の種組成から、小宮層の古環境は冷たく浅い海と推定されており、本種の生息環境と一致した。また、小宮層の地層年代はおよそ 200 万年前であり、分子時計に基づくイトマキヒトデと姉妹種の分岐年代に合致することから、本化石は種分化して間もない個体だった可能性がある。今後、同地層やその周辺地層からイトマキヒトデの化石記録が充実できれば、本種の種分化機構や形態の進化史を明らかにできると考えられる。

口頭発表6

デスマスチルスの歯からわかること —形態と組織の間で—

鈴木久仁博 (日大松戸歯・口科研)

＜目的＞デスマスチルスの歯の形態と組織構造を再考する

デスマスチルスは第三紀中新世の日本列島やアメリカ西海岸に限局して生息していた絶滅哺乳類である。現在でも復元された姿や系統関係、生態などに不明な点が残っている。臼歯は円柱を束ねたような形態で咬頭頂にある大きな陥凹が特徴である。これまでエナメル質の組織構造を中心にこの興味深い動物と関わってきたが、得られた知見と問題点を整理したいと思う。

＜要旨＞

・高い歯冠、厚いエナメル質、長大な歯根は強力な咀嚼器としての臼歯の特徴を示し、著しい咬耗状態は線維性植物を主体とした食性が考えられる。乳臼歯（と考えられる小型の臼歯）も同様で生涯にわたる同様の摂食行動が示される。

・採餌行動に関して臼歯列を支えにした吸引が提唱されたが、吸引は頬部を陰圧にするので歯の直接の関与ではなくデスマスチルスの大臼歯を説明していない。

・咬頭頂の大きな陥凹（デスマスチルス型「頂窩」としておく）の底には強い成長線が達することから成長線をたどることで形成過程が明らかにされた。乳臼歯にも陥凹があり、その底には同様の強い成長線が観察された。これは出産の時にできる新産線あるいは発生段階で食性が変わる等の大きな代謝変化が考えられた。一方小臼歯と切歯では観察されていないので、乳臼歯と大臼歯のエナメル質形成過程で第1と第2世代の歯胚に共通した内在的なイベントで生じる線条と考えられる。

・特徴的な陥凹は咬耗によって早期に消失し機能的役割はなく、独特な臼歯形態の形成過程の必然的な産物であろう。歯冠セメント質による吸収像も得られている。

・歯の外部形態は食物の獲得と咀嚼へ適合する方向に、そして完成度を上げる方向に進化し多様化する。歯の組織はそのための形成細胞（エナメル芽細胞など）の運動によって作られた構造でありそれ自体の機能は硬さや強度にあるとしても十分には解明されていない。デスマスチルスの歯冠形態をエナメル質の組織構造から説明するのはまだ困難である。

・これまでの歯の観察からも組織構造は外部形態に比べれば多様性は低い。組織構造からの判断には多面的な検討が必要である。

・生物の基本は個体の維持と種の連続（繁殖）にあり形態と生態はそれを説明している。

・歯は生命維持に必要な物質代謝に直結している。

・骨（運動器）の組織構造からデスマスチルスの遠洋性の生活が提唱されているが、そこでの採餌行動が歯の形態から得られる生命維持機能（食性）を説明できることが重要である。

口頭発表7

ニホンザルのセメント質における年周期成長線形成の検討—福島第一原発事故における被ばくニホンザル試料を基にした解析

三島弘幸 (鶴見大・歯・歯科理工, 東大・院農)

鈴木道生 (東大・院農)

鈴木正敏 (東北大・災害研)

福本 学 (東北大・災害研)

福島第一原発事故後の放射能汚染地域に生息する動物について、汚染された餌を食べて、また外部から長期低線量被ばくを受けたことによる生体への影響を調べる研究が乳牛、肉牛、イノブタ、ブタ、アカネズミ、ニホンザルなどで行われてきた¹⁾。本研究の目的は福島第一原発事故により被ばくしたニホンザルの歯のセメント質の成長線形成機構が放射線により影響を受けたかどうかを解析することである。ニホンザルの歯の試料は福本¹⁾の研究で使用された試料40例（非被ばく群9例と被ばく群31例）を用いた。本研究に用いた試料においては、東北大学動物倫理委員会に申請して承認されたものである（2016 加動-043-1）。歯の試料は、10%ホルマリン溶液固定を施し、脱灰後、約4 μmの厚さの切片を作製し、通法に従いヘマトキシリン・エオジン（HE）染色を施した。HE染色を施した切片を光学顕微鏡にてセメント質の成長線を観察し、画像解析ソフトウェア WinRoof2018 (MITANI製)にて解析した。ニホンザルにおいて、セメント質には年周期の成長線が報告されている^{2, 3)}。先行研究を基に、歯のセメント質の成長線から、年齢査定を行った。セメント質の成長線から同定した年齢査定の結果では、年齢構成は2歳から25歳であった。幼年個体では、被ばく群の成長線は非被ばく群に比較して不明瞭であった。放射性セシウムの濃度が高い被ばく群の成体において、局所的に成長線の間隔が不規則で、成長線が不明瞭であった。また、有細胞セメント質と無細胞セメント質が混在し、組織構造が乱れていた。放射能被ばくはセメント芽細胞の成長線形成機構に影響を及ぼす可能性が示唆された。

1. 福本 学 編著 (2023) 知ってるつもりの放射線読本—放射線の基礎知識から福島第一原発事故による放射線影響, 単位 Sv の理解まで. 三輪書店, 東京, 376 p
2. Klevezal GA; translated by Miona MV, Oreshkin AV (1996) Recording structures of mammals Determination of age and reconstruction of life history. A.A. Balkema, Rotterdam/Brookfield, 53-61
3. Wada K, Ohtaishi N, Hachiya N (1978) Determination of Age in the Japanese Monkey from Growth Layers in the Dental Cementum. PRIMATES 19, 775-784

口頭発表 8

歯のエナメロイドとはなにか その 2

笹川一郎 (新潟市西区)

魚類の歯の表層にはエナメル質に似た高石灰化組織がある。この組織は100年以上にわたり、様々に解釈され、命名されてきたが、エナメロイドとしてまとめられた (Poole 1967)。エナメロイドは上皮性のエナメル質とは異なり、上皮と外胚葉性間葉の両方が形成にかかわることが共通の特徴である。その後、サメ・エイ類、硬骨魚類条鰭類、両生類幼生のそれぞれのエナメロイドの発生過程、基質タンパクには明瞭な違いがあることがわかった。また系統発生の解析では、サメ・エイ類と条鰭類、両生類の三系統では別々にエナメロイドが出現したことが示唆される。したがって、従来エナメロイドとして一括されてきた硬組織は系統ごとに派生したものと考えられる。

歯でエナメロイドが出現したのは軟骨魚類からであ

る。一方、軟骨魚類以前の無顎類、板皮類、棘魚類の外骨格(鱗)の表層の高石灰化層は従来しばしば「エナメロイド」として記載されている。この高石灰化層は 1) 古型エナメル質(上皮性)、2) エナメロイド(上皮性+間葉性)、3) プレロミン(間葉性)の3型に分類される可能性があり、すべてエナメロイド型の組織なのかは再検討が必要となっている。現生軟骨魚類ギンザメ類の歯板に存在するプレロミンは上皮細胞が形成に関与せず、歯板の骨質の中に形成されるので、歯板様の形態をとれば他と区別は可能である。エナメル質とエナメロイドは、現生生物では発生を観察すると発生過程での遺伝子や細胞の関与の仕方、有機基質の性質がわかるので、区別可能である。しかし、化石も含め完成した歯のみでは組織像が似てくるうえに組織発生・生化学的情報は乏しく、区別はかなり難しいとされていた。しかし、次の点は完成したエナメロイド組織の特徴であり、外骨格でもエナメル質との形態的な区別に応用できると考えられる。1) 骨組織(象牙質様組織)の表層を占める。表面より内側に形成される。2) 骨組織側からの細管・突起が侵入する。あるいは間葉系細胞体の埋め込みがある。3) 骨組織との境界が直線的ではなく、不規則な凹凸がある。4) エナメロイド結晶特有な交織した配列様式がある。特に骨組織側で著しい。5) 成長線が無い。また、鉍物成分では、エナメル質は hidroksiapatit、エナメロイドはしばしば fluorapatit であり、プレロミンは whitlockit となる。あてはまる項目が多いほどエナメロイドである確実性が高くなる。これら形態的な特徴をもとに初期魚類の外骨格表層高石灰化組織を再検討することにより、これら高石灰化組織と歯のエナメロイドとの関係がより明瞭になることが期待される。