

## 第111回化石研究会例会講演要旨

1998年11月28日・29日、群馬県立自然史博物館にて開催

## 特別講演

## 富岡層群の海棲哺乳類たち

長谷川善和（群馬県立自然史博物館）

1. 吉井-富岡-安中地域には、群馬県内の新第三系を代表する中部中新統、富岡層群が分布している。この地域から近年多くのアマチュアコレクターの人々により、かなり良好な脊椎動物化石が発見されるようになった。
2. クロベガメはほぼ全体像が復元されるほどの標本が産出した。この種の分布は、富山県-群馬県-福島県を結ぶ範囲にある。マングローブ林の発達と関係があるかもしれない。
3. 鯨類化石は数種類あると考えられるが、種の決定はまだできていない。
4. 鰐脚類ではアロデスムスの存在が興味深い。
5. 吉井町産のデスモスチルスとパレオパラドキシアの関係は、埼玉県中部に分布する中部中新統、都幾川層群神戸礫岩層と比較する上で重要であろう。
6. 吉井町と安中市のパレオパラドキシアは世界最大級のもので、秩父産の小型種と比較して、分布、時代、生態などについて今後の課題がある。
7. 県内の中之条町中新統、ならびに県外の秩父盆地、フォッサマグナ地域中新統との比較が重要になってきた。

地点の情報に疑義がある。

- ②研究者の立ち会いのもとで行われた発掘が非常に少ない。
  - ③頭蓋骨や歯のみの発見が多く、四肢骨の発見が少ない。これは、コレクターに四肢骨の同定ができる者が少ないこととも関係があるのか、あるいは、残存状況なのかどうか。
  - ④以前、メガントロプスと命名された化石の正体が何なのかが、依然不明である。
  - ⑤ガンドン出土のソロ人は、ピテカントロプスの子孫なのかどうか。
2. 年代の現状と問題点
    - ①絶対年代の決定があまり多く行われていない。
    - ②ブルニン（モジョケルト）の頭蓋骨は、本当に、181万年前という古い年代なのかどうか。
    - ③ガンドンやサンブンマチャンの年代は、本当に、約5～3万年前と新しい年代なのかどうか。
  3. 石器研究の現状と問題点
    - ①人骨と石器と一緒に発見された例が無く、ピテカントロプスの石器がどれかわからない。
    - ②ボーブが提唱するように、竹を石器の代用品として使用したのかどうか。
    - ③サンブンマチャンやサンギランで出土する、ボーラー・ストーンは本当に道具なのか。

## 富岡層群における中新世貝化石群集の変遷

栗原行人（筑波大学）

## ピテカントロプス研究の現状と課題

植崎修一郎（群馬県立自然史博物館）

ピテカントロプスの研究は、1891年にオランダのウジェーヌ・デュボアがインドネシアのジャワ島・トリニール遺跡で化石を発見して以来、主にジャワ島で多くの化石人骨が発見されており、これまでに、以下の表のような遺跡が発見されている。

## 1. 人骨発見の現状と問題点

- ①多くの化石が、現地のコレクターによって収集されており、発掘による発見が少ないためその出土

群馬県高崎市西方に広く分布する富岡層群は、層厚3000mに達する主として海成層からなる堆積物で、下位より牛伏層、小幡層、井戸沢層、原田篠層、庭谷層、原市層、板鼻層に区分される（大石・高橋、1990）。富岡層群では多くの微化石・年代層序学的研究が行われており、その地質年代はよく把握されている。貝化石に関してはYokoyama(1926)、藤本・小林(1938)、Oinomikado(1938)、星野(1958)、Iwasaki(1970)など多くの研究があるが、図示・記載された種は極めてわずかしかない。演者は露出が良い碓氷川流域における富岡層群中上部の貝化石群集の種構成と層序的分布を検討中であり、その概要を紹介する。

現在までに原田篠層、原市層、板鼻層から5タイプ

の群集が認められている。

原田篠層産貝化石群：中期中新世初期の沖合性泥質堆積物の原田篠層からは約20種の貝化石が産出し、*Portlandia* (*Megayoldia*) sp.を主体とし *Orectospira* sp., *Propeamusium tateiwai*などを伴う群集(type I)と、殻長30cmに達する巨大な *Acharax* sp.のみからなる群集(type II)が認められる。前者は群集構造・層構成から漸深海性群集と考えられる。後者は一時的に出現した特殊な環境を表している可能性が高い。

原市層産貝化石群：中期中新世中後期の沖合泥質堆積物である原市層の中上部からは約20種の貝化石が散点的に産出する。そのうち、普遍的に産出するのは *Lucinoma* sp.である。貝化石産出層準の下部には南方系要素と考えられる "*Gloripallium*" *crassivenium* が産出し、上位には *Serripes groenlandicus*, *Maxoma* cf. *calcareia*などの北方系要素が産出することから下位の群集(type III)と上位の群集(type IV)に区分できそうである。両者の関係が漸移的であるかどうかは今後検討を要する。底生有孔虫に基づく古水深（大石・高橋, 1990）を考慮すればいずれも漸深海帯の群集と考えられる。

板鼻層産貝化石群：後期中新世初期の浅海性堆積物である板鼻層下部からは70種を越える貝化石が産出する。この貝化石群集(type V)はIwasaki(1970)が板鼻層中に認めた3タイプの群集の主要構成種をすべて含んでいる。産状・群集構造・属組成から上部浅海帯の要素と混合した下部浅海帯の群集と考えられる。

貝化石群集の変遷：type I → III → IVへの群集変化は漸深海域での海中気候の変化の反映と考えられる。群集type Vによってほぼ代表される板鼻層産貝化石群は古くから知られているように塩原型動物群の標識地である福島県東棚倉地域の久保田層産貝化石群と非常に類似している。富岡群層における貝化石群集の記録は中新世貝化石群の深度別の変遷過程を明らかにする上で重要な資料となる。

## シンポジウム「第2回サメの歯化石研究の集い：日本産サメ化石の現状と課題」

### 群馬県産の板鰐類化石

高桑祐司（群馬県立自然史博物館）

#### 1. 古生代の板鰐類

群馬県に分布する古生界起源の岩石の分布は秩父帯ならびに足尾帯中の石炭～ペルム系の石灰岩オリストリスに限定されている。そのうち、現在までに板鰐類化石が産出しているのはいずれも足尾帯中の石灰岩オ

リストリスのみで、秩父帯からは知られていない。

Yabe(1903)は勢多郡東村花輪から発見された板鰐類化石について、ロシア産のものに似るとして *Helicoprion bissonowi*として報告した。この標本は1980年代前半まで、日本最古の脊椎動物化石としての役割を果たしていた。

Yabeの報告以降、群馬県内から古生代板鰐類化石は知られていなかった。しかし、1997年、桐生市梅田に分布する石灰岩産のクラドガス型板鰐類の存在が明らかとなった。

#### 2. 中生代の板鰐類

県南西部に分布する山中部溝帯（下部白亜系）からの産出例が知られている。

Yabe(1930)は本邦白亜系産出の魚類化石を報告した。その中で群馬県産として、多野郡神ヶ原近郊（現在の中里村）から *Hybodus basanus*を報告している。

その後、山中部溝帯産板鰐類化石の報告はないが、石堂層、瀬林層の2層準から県内外の化石収集家により板鰐類化石が多数収集され、その中には *Scapanorhynchus* sp.が含まれる。

#### 3. 新生代の板鰐類

県南西部に分布する富岡層群（中部中新統）のうち、井戸沢層、庭谷層、原市層、板鼻層の4層準から板鰐類化石の産出が知られている。

板鰐類化石包含層の中で最も下位に位置するのは井戸沢層（約16Ma）である。その分布域の中で鍋川河床から、*Centroscymnus* sp., *Somniosus* sp., *Hexanchus* sp.などの板鰐類がハクジラ類化石とともに産出した（高桑他, 1998口頭発表）。その後、碓井川河床に分布する同層から数百本におよぶ深海生板鰐類化石が県内の化石収集家によって発見された。この中には上述の2属の他、ツノザメ類と考えられる様々な形態の歯や様々な楯鱗が含まれる。今までにこれほど大量の深海生板鰐類化石の産出例は、世界的にも皆無である。今後、詳細な検討を要すると考えられる。

庭谷層（約13.5Ma）からは遊離した *Centroscymnus* sp., *Dalatias* sp.が産出している（高桑他, 1998口頭発表）。また、*Mitsukurina?* sp., *Isurus planus*も産出している。

原市層からは *Carcharodon megalodon*, *Isurus benedeni*の歯冠化石が報告されている。（後藤他1978, 後藤他1981）。その他、碓井川流域に分布する同層からは *Carcharodon megalodon*, *Isurus hastalis*などの歯冠化石のほか、直径10cmに達する巨大な板鰐類の脊椎が1点見つかっている。また、小型の板鰐類の脊椎化石も見つかっており、そのうち、1標本は1個体分と考えられ、数十点の脊椎がやや擾乱された状態で保存されている。



一方、鎚川流域の原市層からはクジラ類化石に伴って *Isurus planus* と思われる歯群化石も見つかっている。また、近年 *Isurus hastalis* を主体とした板鰐類化石群集が発見された。この群集には *I. hastalis* のほか、*Isurus planus*, *Odontaspis* sp., *Carcharodon megalodon* などが含まれる。この群集組成は埼玉県比企丘陵に埼玉県比企丘陵に分布する中部中新統、都幾川層群神戸礫岩層から産出する板鰐類群集の組成とよく似ている。

板鼻層からの板鰐類化石は、同層下部に狭する浅海からの流れ込み堆積物からの産出が大部分である。本層からは *Carcharodon megalodon*, *Isurus planus*?, *Carcharinus* sp., *Pristiophorus* sp. などが産出している。

---

#### 長野県豊科町の別所累層（中新統）から産出した ツノザメ科魚類化石

小池伯一（信州新町化石博物館）  
大江文雄（愛知県立長久手高等学校）

---

北部フォッサマグナに位置する豊科町地内の採石場に露出する中新統別所累層上部の黒岩層から得られたツノザメ科に属する3個体の標本は、体表に保存されている皮小歯（dermal denticle）の特徴からイチハラビロウドザメ *Scymnodon ichigarae* Yano et Tanaka およびカラスザメ *Etmopterus polli* Bigelow, Schroeder et Springer に近い種と推定された。以下にその特徴を記す。

#### 1 分類

○イチハラビロウドザメ属 *Scymnodon* sp.

この標本は頭部と尾部の一部が欠損したものであるが、第1・第2背鰭棘と椎体が保存されたものである。72個の椎体の長さは約30cm、椎体は鼓型で、第1鰭棘間に30個、それより尾方に42個が確認できる。

皮小歯は全体に見られるが特に尾部に保存されているものは形状がハスの花弁状で後部が尖っている。皮小歯どうしは互いに一部を被覆しあって重なり合う。歯冠は葉状で、前後方向（lingually）に隆起線（ridge）が5～6本認められる。基底板が認められ、それは四角（菱形）で、短い、平坦面を持つ形状を示し、皮小歯が重なった状態では、敷石状に連続している。

考察：比較した現生種の中では皮小歯の形状配列からは南日本の太平洋沿岸域に生息するモミジザメ *Centrophorus squamosus* (Bonnaterre) に基本的な形状配列が類似するが、背面の隆起線の発達状況を詳細に検討すると、駿河湾産 *S. ichigarae* のメス生魚第1背鰭下の体側面皮小歯にきわめて近い形状を示す。

○カラスザメ属 *Etmopterus* sp.

第1個体：本標本は第2背鰭棘から尾部までの椎体が保存されている。椎体は鼓型で、保存されている数は

51である。皮小歯は体全体によく保存されており縦列を形成する。形状は細長く、犬歯状で5尖頭であり、基底板は十字形を示し、後から生えてきた皮小歯と思われるものが他の皮小歯に接近する部分では曲がった状況を示す。歯冠は針状で垂直方向にのびる。

第2個体：椎体が7個保存されている標本である。表面には皮小歯が保存されている。縦列しているが皮小歯どうしは密に接近する。後から生えてきた皮小歯と思われるものはかなり接近していて、表皮方向に相手をさけて曲がる。皮小歯の形状や配列は第1個体と同様であるが基底板は広く、歯冠は太く短い。

考察：比較した現生種の中では日本近海に生息するカラスザメ *Etmopterus pusillus* (Lowe) の皮小歯に近い形状を示すが、歯冠の先端部は截形（Truncate）で平坦面を示すことから本種とは異なる。アフリカ西海岸、南アメリカ東岸の大陸棚周辺に生息する *E. polli* は極めて本種の皮小歯に近い形状を示す。

#### 2 産出意義について

今回発見された化石は、皮小歯が体表に沿って列をなして保存されており、このような産状は外国では多くの例が知られているが、国内では最初の発見であり、きわめて貴重な標本といえる。このことは、同層準より共産する軟骨魚類化石の保存状態からも、大江・小池(1998)が指摘するように、還元的な堆積環境下に埋積されたものと考えられる。

現生のツノザメ類は主に大陸棚から陸棚斜面にかけて生息しており、底生軟体動物化石や岩相とも矛盾しない。また、タコブネ類化石を産することからも浅海域では暖流の影響があったことが予測される。今後、皮小歯の化石とさらに多くの現生種との詳細な比較検討を行なっていきたい。

---

#### 秩父盆地中新統産出の315個の化石にもとづく カグラザメの1種 *Hexanchus* sp. の歯列解析

金子正彦（埼玉県加須市）

---

秩父盆地中新統産の *Hexanchus* sp. の歯化石315本を、現生2種 *H. griseus*, *H. nakamurai* との比較にもとづいて歯列解析を行ない、その歯式を  $D=P_{L9}A_{2L9}P_{L6}M_{1L6}P_{L6}$  と決定し、顎骨上の位置決定を行った。

上顎前歯は、咬頭に対する歯根の大きさや咬頭の近、遠心の稜線の違いから、第1、第2前歯に分けられる。

上顎側歯は、第1咬頭頂―歯頸前端と第1咬頭頂―歯頸後端とのなす角（ $\theta$ ）が関数的に変異し、側歯数は9個に分けられる。また、下顎側歯は、第1咬頭頂―歯頸前端間距離（ $\alpha$ ）と歯頸前端―歯根底縁間距離（ $\beta$ ）との比（ $\alpha/\beta$ ）に関数的変異が見られ、側歯数は6

個に分けられる。

下顎正中歯は、9個の歯化石を採取した事から、変化に富む歯冠と、変化に乏しい歯根を有する事が分かった。歯牙最大高と歯牙最大幅がほぼ等しく、Centralcuspを有するものと無いもの、対称なものとは非対称なものがある。

### 三浦半島産、三浦層群のサメの歯化石

田中猛（神奈川県小田原市）

三浦層群は三浦・房総半島に広く分布する地層で、古くから地層の層準や対比などが研究されてきた。産出化石については房総半島の三浦層群、千畑層より多くの海棲動物化石の報告がある。軟体動物化石については、Tomida(1989)他があり、サメの歯化石（板鰐類化石）については、上野・他(1990)が1個体分の*Isurus hastalis*の報告を、矢部・平山(1998)が総括的なまとめとして20タクサを報告している。しかし、三浦半島に分布する三浦層群からは産出化石、特に海棲動物化石の報告はあまりなくShikama(1973)ぐらいで、サメの歯化石については樽・松島(1998)がリストでまとめただけで、ほとんどない状態である。今回、神奈川県立生命の里・地球博物館及び横須賀市博物館の収蔵標本と現地調査で採集した標本を調べた結果、8属9種のサメの歯化石が確認できたので報告する。

神奈川県三浦半島に分布する三浦層群は半島北部で池子層・逗子層、南部で初声層・三崎層が知られている。地質年代は、蟹江(1996)によれば池子層・初声層が鮮新世前期、逗子層・三崎層が中新世後期と考えられている。このうち、今回検討した標本の層準は池子層・逗子層・三崎層に属する。産出するサメの歯化石は*Carcharocles megalodon*に代表される化石種（絶滅種）と現生種が混在している。また、*Hemipristis serra*と*Isurus desori*は化石種として報告したが、それぞれ現生種(*H. elongatus*と*I. oxyrinchus*)との区別が明確でないため暫定的に化石種として報告した。なお、この中新世後期は先ほども述べたように、化石種と現生種が混在するため種の決定が難しい。

同じ房総半島の三浦層群、千畑層産出のサメの歯化石と比較して産出する種は似ているが、矢部・平山(1998)で報告のあった*Carcharodon carcharias*を比較してみると逗子層から産出する*C. carcharias*の方が鋸歯は強く現生の標本に近い。また、千畑層は*Isurus hastalis*が多産するが逗子層、三崎層は稀である。以上の結果から、*I. hastalis*から*C. carcharias*が進化したという仮説のもと、千畑層より逗子層、三崎層の方が堆積した年代は新しいと推測する。

### 葛袋地学研究会とサメの歯化石研究

高山義孝（葛袋地学研究会）

埼玉県東松山市の郊外に、サメの歯化石が多産すること有名な葛袋があり、サメの歯化石好きなアマチュアが毎週のように集っていた。1988年にそのアマチュア達が「一人ではできない事も、多数で結束すれば何かできる、またやらなければいけない」そんな使命感から葛袋地学研究会を発足させた。

発足から今年で11年、その活動は、観察会と会報の発行が中心であるが、これまでにいくつかの研究報告がある。

1988 板鰐類化石の記録 研究報告第1号、1990 葛袋のウニ化石 研究報告第2号、1991 哺乳類化石の記録 研究報告第3号、1992 葛袋の腕足類化石 研究報告第4号

会報の発行は年に5～6回、現在No.78にまでおよび、記事の中では「自慢の一本」として、会員が採取した歯化石を紹介している。

〈葛袋産サメの歯化石の紹介〉

葛袋では、新第三系中新統の都幾川層神戸層が分布し、礫岩部からは海棲哺乳類(Shimada and Inuzuka, 1994)や板鰐類歯化石（葛袋地学研究会、1988:Yabe and Goto, 1996）など豊富な化石の産出でも知られている。中でも板鰐類歯化石は14属19種が産出している。

Hexanchidae カグラザメ科

*Hexanchus* sp.

Carcharhinidae メジロザメ科

*Carchainus* sp.

Hemigaleidae ヒレトガリザメ科

*Hemipristis serra*

Scyliorhinidae トラザメ科

*Scyliorhinus* sp.

Sphyrnidae シュラモクザメ科

*Sphyrna* sp.

Odontaspidae オオワニザメ科

*Carcharias cuspidata*

*Carcharias acutissima*

Lamnidae ネズミザメ科

*Isurus hastalis*

*Isurus plauns*

*Isurus desori*

*Isurus oxyrinchus*

Otodontidae オトドウス科

*Carcharocles megalodon*

*Parotodus benedeni*



Squalidae ツノザメ科

*Centrophorus* sp.

*Dalatias licha*

*Somniosus* sp.

*Squalus* sp.

Pristiophoridae ノコギリザメ科

*Pristiophorus* cf. *lanceolatus*

*Pristiophorus* sp.

## ホホジロザメ類の進化と系統

矢部英生 (新潟大学)

ホホジロザメ類 (carcharodontids) とは、ネズミザメ目魚類のうち顎歯が大きくまた切縁部に鋸歯をそなえるという形態的な特徴をもつタクサの総称であり、現在ホホジロザメ *Carcharodon carcharias* (Linnaeus) のほか、暁新世の *Palaeocarcharodon orientalis* (Sinzow), 始新世—鮮新世の *Carcharocles* spp. が知られている。ホホジロザメ類は単系統であるという見解と多系統であるという見解があり、これらの系統関係については多くの問題点を残しているといえる。そこで、演者は顎歯・歯列の形態的特徴に着目して、ホホジロザメ類とその近縁群の系統関係について分岐法 (cladistic analysis) および層序表形法 (stratophenetic analysis) をもとにした検討を進めてきた。

顎歯・歯列の形態的特徴から見出された20形質にもとづいて分岐法による形質解析をおこなった結果、ホホジロザメ類とその近縁群である *Isurus* spp., *Lamna* spp., *Cretolamna* spp., *Cretoxyrhina mantelli* (Agassiz), *Otodus* spp. は、Alopiidae を姉妹群とする単系統群であることが明らかになった。このうち、*Carcharodon carcharias* は *Isurus* spp. と、*Carcharocles* spp. は *Otodus* spp. とそれぞれ単系統群を、*Palaeocarcharodon orientalis* は *Lamnidae* (*Carcharodon carcharias*+*Isurus* spp.+*Lamna* spp.) と姉妹群の関係をそれぞれなしていることが明らかになった。すなわち、ホホジロザメ類として従来総称されてきたタクサは、多系統の関係にあることが明らかになった。

また、*Carcharodon carcharias* の顎歯の変異について検討した結果、中新世—鮮新世の本種は、顎歯の形態の変異が現生の標本と比較して大きいことが明らかになった。このうち、“弱い”鋸歯縁を備えた本種の顎歯は、*Isurus hastalis* との中間的な形態を示していると考えられる。以上のことから、*Carcharodon carcharias* の祖先は *Isurus hastalis* であると結論される。

## サメの歯の組織学

後藤仁敏 (鶴見大学)

サメ類の歯は、歯冠の表層をつくるエナメロイド (enameloid), 歯冠の内層をつくる象牙質 (dentine), 歯根をつくる骨様組織 (osseous tissue) の3つの硬組織から構成されている。このうち、エナメロイドは哺乳類のエナメル質と同様に高度に石灰化しており、エナメロイドと象牙質の境界は明瞭であるが、象牙質と歯根の骨様組織との境界はさほど明瞭ではない。象牙質内には、軟組織からなる歯髄 (dental pulp) があり、歯根の栄養孔から入る血管と神経を含む。歯は、歯頸部を取巻く付着上皮と歯根の骨様組織と粘膜固有層を結ぶ膠原線維の束によって、顎上に支えられている (線維結合 fibrous attachment)。

サメ類の歯は、唇舌方向に数列並んでおり、さらに機能歯の舌側深部には歯胚が顎軟骨に沿って数列配列している。歯胚は、その舌側深部端に形成され、發育しつつ歯冠から硬組織形成が進み、歯根が形成されると、萌出して機能歯になり、顎の唇側端にくると歯根が上皮中に押し上げられ、歯根と粘膜固有層を結んでいた線維が切れて、歯は顎から脱落する。

エナメロイド：歯冠の表層を構成するエナメロイドは、数10×数10×数100nmのフッ素燐灰石の結晶が石垣状に組み合ったもので、哺乳類などの上皮性のエナメル質とは違って、主に象牙芽細胞によって形成される間葉性の硬組織である。物理化学的な性質はエナメル質に似ているが、組織・発生学的には象牙質に近いものである。Reif (1973) は、サメ類のエナメロイドに一定の進化が見られるとしている。

象牙質：サメ類の歯の象牙質は、種類によって多様である。メジロザメ類のように象牙細管の発達した真正象牙質 (orthodentine) からなるもの、ネズミザメ類のように骨と象牙質の中間的な構造をもつ骨様象牙質 (osteodentine) からなるもの、古生代のクラドゥスのように外層が真正象牙質、内層が骨様象牙質からなり、両者を合わせもつもの、白亜紀のプチコドゥスや現生のトビエイのように真正象牙質が特殊化した分岐した歯髓腔をもつ皺襞象牙質 (plicidentine) を備えるもの、などがある。このうち、骨様象牙質は比較的短期間で歯を形成するために造られた組織ではないか、また、皺襞象牙質は無脊椎動物の硬い殻体を咬み砕くための力学的な構造ではないか、と考えられる。

骨様組織：歯根を構成する骨様組織は、哺乳類の歯の歯根象牙質とセメント質の両方の性質を合わせもつ原始的な組織である。顎骨の起源を考える上でも、注

目すべき組織といえよう。

文献：後藤仁敏(1985)：板鰐類における歯の進化と対応。地団研専報30号，19-35頁。

---

### サメの歯の発生学

笹川一郎（日本歯科大学）

---

サメの歯は次々に交換する多生歯性という特徴を持つので，萌出歯の内側（舌側）には各段階の歯の原基（歯胚）が常に用意されている。サメの歯胚も哺乳類のそれと同様に間葉組織の芯とそれを包み込む歯胚上皮細胞から構成されている。ただし，全体にサメの場合は哺乳類より簡単で，歯胚上皮細胞は内層と外層の二層に分化するだけである。サメの歯の発生段階はエナメロイド発生に焦点を合わせると次の3段階に区分される。即ち，形成初期からエナメロイド基質形成期，エナメロイド石灰化期，エナメロイド成熟期であり，以下にそれぞれの形態的特徴を説明する。

エナメロイド基質形成期：この時期に形成されるエナメロイド基質は多量のチューブ状小胞と17nmと55nmの周期縞をもつ2種類の線維から構成される。後期にはチューブ状小胞内に微細な結晶が出現し，初期石灰化が開始される。象牙芽細胞は細長くなり，発達した小器官を有するようになり，多くの象牙芽細胞の突起がエナメロイド基質中に侵入する。上記のエナメロイド基質は象牙芽細胞に由来すると考えられる。内エナメル上皮細胞は高円柱状となるが，小器官は発達せず，多くのグリコーゲン粒子を含有する。

エナメロイド石灰化期（象牙前質形成期）：完成したエナメロイド基質中に六角柱状の結晶が多数見られるようになり，同時にエナメロイド有機基質の分解と脱却が始まる。エナメロイドの象牙芽細胞側には未石灰化の象牙質基質が形成される。この時期ではエナメロイド中に突起を残す象牙芽細胞はその数を減らし，明調細胞として歯乳頭内に残る。象牙質形成に関与する象牙芽細胞は新たに分化すると考えられる。一方，内エナメル上皮細胞は最も背が高くなり，近心細胞質に発達したゴルジ装置と多くの糸粒体と酸性フォスファターゼ陽性顆粒を，遠心細胞質に多数の小胞と糸粒体，顆粒が見られる。細胞間には膜のかみ合いが発達し，強いアルカリフォスファターゼ活性が観察される。外エナメル上皮細胞中には強い酸性フォスファターゼを示す大小の顆粒が多数存在する。これらの歯胚上皮細胞はエナメロイド基質の分解と脱却に関与していると考えられる。

エナメロイド成熟期（象牙質石灰化・基底部形成期）：エナメロイドでは大部分の基質が取り除かれ，

そこに大型の結晶が密に詰め込まれた状態となって，著しい高石灰化層となる。エナメロイドの内側では象牙質とそれに連続する基底部（歯根部）の形成が続く。象牙質の石灰化様式は基質小胞性とコラーゲン繊維性石灰化である。象牙細胞はこの象牙質と基底部の形成をおこなっている。内エナメル上皮細胞は前段階に似た構造を保持しているが，それぞれの小器官は退縮する傾向が見られ，また背が低くなり，細胞質中に中間径フィラメントが豊富になってくる。いままで存在していたエナメロイド表面に位置する厚い基底膜はこの段階で部分的に消失する。

サメの歯の形成，特にエナメロイド形成は他の硬骨魚類や哺乳類とは異なった特徴を多くもっていることが明らかとなり，比較解剖学・比較発生学の対象として極めて興味有るものと言える。

---

### サメの歯の化学

木曾太郎（大阪市立工業研究所）

---

軟骨魚類のうち特に板鰐類は歯の化石が多産することから，様々な研究が行われてきた。最近では，DNAを用いた系統解析と化石を用いた系統解析の結果が良く一致することから，進化研究のケーススタディーとして注目されている。また板鰐類を含む軟骨魚類が他の脊椎動物とどういった関係にあるのか，ということも古くから問題にされてきた。ここでは板鰐類の歯の化学的側面から，他の脊椎動物との異同について見ていくことにする。また，化石においても化学的な情報を得ることができるかどうかについて議論してみたい。

魚類の歯の外層は一般にエナメロイドと呼ばれ，陸上脊椎動物のエナメル質とは発生学的に異なると言われている。それだけではなく，X線を利用して元素の含有量を測定すると，サメのエナメロイドにはフッ化物イオンが多く(4%)含まれるという特徴があり，それによって結晶自体の大きさや構造が他の魚類のエナメロイドとも違っている。このことから，無機化学的というとサメのエナメロイドは極めて特徴的なエナメロイドであるといえる。

歯は単にリン酸カルシウムの塊というだけでなく，その中にはタンパク質などの有機物を含んでいる。様々な動物から取ったこれらのタンパク質を比較することにより，系統や進化的に関する情報を引き出すことができる。特にエナメロイドについては以前からタンパク質に基づいてエナメル質との相同性が議論されてきた。哺乳類のエナメル質に主としてアメロジェニンとエナメルリンという2種類のタンパク質が含まれて



いるとされ、これらに相当するタンパク質が魚類のエナメロイドに存在するか否かが大きな問題になったのである。サメに限っていえば、アメロジェニンとエナメリンの双方が含まれるとする説、エナメリンのみが含まれるという報告、そうではなくて全く異なるタンパク質しかないとの報告があつて決着がついていない。少なくともエナメル質とは全く起源を異にする。象牙質と共通なタンパク質を含有しているようである。いずれにしても、タンパク質がきちんと精製されて、構造が決定されなければ結論は出ない。

サメ類には様々な形態の象牙質（歯の内層）が見られるが、それぞれに含まれるタンパク質や無機成分について大きな違いがあると報告され、板鰓類の中でも化学的な多様性があることが判っている。

このような無機成分、有機成分に関する分析はサメの皮歯に対しても行われており、歯についての結果と

よく一致した。従つて、歯と皮歯との相同性が化学的にも示されたことになり、歯の進化的起源を論ずる上でも重要な示唆を与える。

化石になった場合には、当然続成の影響を考える必要がある。例えば、過剰なフッ化物イオンは取り除かれ、一方骨や象牙質のようにフッ化物イオンの少ない部分では増えてくる。しかし、保存状態の良いものでは元素が現生と対比できるほどに分布や含有量を示すものがある。場合によっては壊れやすい有機物がそのままの場所に残っていることもサメの歯の化石で報告されている。一般に歯は有機物を良く保存し、白亜紀のワニのエナメル質ではエナメルタンパクの変化したもののと思われる有機物が含まれていることが判った。十分に保存状態の良い化石を用いれば、これらの化学的成分から進化的な議論をすることができると考えられる。

## 質 問 箱

最近、化石研に入会させていただきましたものです。専門分野は、現生の動物の、発生現象を研究しております。正常発生の順が、何故、そのように定まったかを考察しますと、どうしても、「個体発生は系統発生の凝縮した繰り返し」という問題に行きつきまして、進化の実情について、いろいろ勉強することが、一層、大事になりました。

そこで、化石を対象にして長らく勉強しておいでの皆様、いろいろ伺いたい事が沢山、ございます。出来ましたら、「質問箱」といったものを設けてくださいます。質問と、それに対する答え（正解、といったものよりは、考えを一層進展させて頂けるような、ガイド、といったものか、と思われませんが）を、ニュースの中に、組んで頂けませんでしょうか。皆様と一緒に考える事が出来るのではないかと思いますのですが。

ただ今、抱えております疑問は、恐竜の絶滅の順についてです。先日、「生物の絶滅に関する最近の諸説」と題したお話し（地学団体研究会・東京支部例会）の資料を頂きまして、恐竜の絶滅に関して、いわゆる小惑星衝突の時期の前にも、すでに減少が見られることを知りました。

進化における種の変遷については、内在と外部条件の両者の相互作用を、出来るだけ具体的に、明らかにして行くことが大事だと思います。その時、生き物はいつでも、全体として存在していることを忘れては行けないと思うのですが。個体の生存（配偶行動含む）は、絶え間ない代謝に要するエネルギー補給の圧力下

にあるので、全体としての存在条件の必要なものは、どうしても食物連鎖として顕われると思われま

す。だから、ある生物種の減少・絶滅について、外部条件（環境の変化など）の影響だという場合、その外部条件のどのような変化が、どのようにして食物連鎖の定常性（従来のとおり、つまり食物連鎖の安定的な定常性ということ）に影響を与えたかを、明らかにすることが大事だと思いました。

そこで、恐竜の絶滅の経緯に関しては、その頃、陸続きになったことにより、アジアから移入した有蹄類などと、植物食の競合という面で、先ず植物食の恐竜が追いやられ減少し、その結果、今度は、肉食の恐竜の減少が起こった（餌の減少ということ）。という順ではないだろうか、と考えました。

この事は、陸続きになる前に、恐竜どもが積極的に見事に適応して定常的な食物連鎖が形成され、固定化していたと考える事が前提になっております。だからこそ、環境変化に直面したとき、融通の無さが露呈（絶滅）したのではないのでしょうか。絶滅ということは、それまで生き物の積極的適応の証し、と、捉えられるのではないかと思います。

このように考えますと、その事が、化石の事実に反映されているのではないかと考えたのです。先に紹介した地学団体研究会・東京支部例会の資料は、「地学団体研究会、そくほう、397号、1986.12.1、紹介、表1」です。表1の化石には、このこと（減少が草食恐竜において早期であること）は、現われておりますのでしょうか。表の学名からは、草食・肉食の区別をすることが私は出来ません。ぜひご専門の方々に、お教えいただきたいのですが、よろしくお願い致します。

（岡山大学理学部付属臨海実験所 白井浩子）