

II 山中層群の古生物学的研究



1 調査研究の概要

(1) 調査研究の経緯と目的

群馬県立自然史博物館では平成17～19(2005.4～2007.3)年度に実施した調査研究事業に引き続いて、平成20～22(2008.4～2011.3)年度の3年間にも調査研究事業の一つとして、群馬県を代表する中生代白亜紀の地層である山中層群を対象とした「山中層群の古生物学的研究」を実施した。この地域に分布する白亜系は、Harada (1890) や Yokoyama (1890) などによってその存在が報告され、既に120年に及ぶ研究の歴史を有している。この数年間だけを見ても、Ichise (2008), 寺部・松岡 (2009), 松川・冨島 (2009), 猪瀬・指田 (2009) といった層序やテクトニクス、古環境などについて論じた論文の公表や口頭発表がなされ、活発な議論の対象となっている。また Iba and Sano (2007, 2008) や Iba and Hirauchi (2009) の様に、白亜紀中頃に生じた世界的な気候変動とそれに伴う生物絶滅や炭酸塩プラットフォームの消長に関する議論の中で山中層群の化石や地層に触れた文献も散見されるようになった。一方、山中層群における3種類目の恐竜に関する論文も公表された (Molnar et al., 2009)。

本事業の実施にあたっては、以前の3年間と同様に地元

に設置されている神流町恐竜センターと共同で調査研究を実施した。その内容は基本的に前回から継続して行っているもので、大きな変更点は特に無い。山中層群の地質学的・古生物学的研究の中核的フィールドである神流町神ヶ原地内において、一般の関心度も高い脊椎動物化石の多産層準を中心に、重機(パワーショベル)を用いて当該層準の岩塊を掘削し、その中に含まれる様々な分類群の化石に関する研究を行い、さらにそれに基づいた研究成果発表や普及事業を実施した。

この3年間で研究の中心となったのは、脊椎動物化石多産層準などから産出しているサメ類、ならびにこれまでに掘削した岩石から複数の標本が確認された大型硬骨魚類パキコルムス科と考えられる歯化石であり、これに関連して過去に山中層群から報告されたサメ類等の化石の所在とその現状に関する調査も実施した。また調査研究によって得られた標本・情報の共有化を図って、より高度な学術的成果を得るために、調査で得られた化石標本の一部(ベレムナイト類)について、その検討を希望する研究者に貸与も行った(恐竜センターがその窓口となった)。

(2) 調査研究の経過と方法

a 経過について

本事業では、平成19年度までの調査研究(高乗・佐藤・木村, 2008)を継続し、瀬林層下部にあるサメ類等の脊椎動物化石多産層準の岩塊採取を目的とした掘削を中心に、山中層群産の既存標本に関する研究、地質調査等を実施した。調査にあたっては、外部研究者や愛好家の方々から様々な協力を得た。特に岩塊表面の観察、ならびに岩塊をハンマーで割って化石を探し出す作業については、神流町恐竜センターが募集・実施した「神流で恐竜見つけ隊」に参加していただいた多くの一般参加者の協力を得ることができた(表1)。

各年度に実施した作業を表2に示す。実施項目は、概ね前回の調査研究事業のものと同じである。初年度である平成20年度は、恐竜センターとの打合せ、採取済みの岩塊からの化石探し、東北大学総合学術博物館での標本観察、既存標本の研究、そして年度末の3月に岩塊掘削を行った。掘削地点は、高乗・佐藤・木村(2008)の調査地点1である(図1)。なお平成20年度の掘削終了の時点で、筆者らで調査地点1周辺の法面の傾斜やその崩落状況を見て協議し

た結果、この地点で掘削作業を継続することは現状では困難だと判断し、この年度をもって調査地点1での掘削は一旦休止した。佐藤と久保田は、将来的な調査のことも考え、調査地点1のように重機を露頭まで運搬し、それを用いて地層を掘削することが可能な場所の探査を継続中であるが、現在のところ適した場所は見つかっていない。そのため、その他の露頭を対象とした岩塊の掘削作業もこの年で中断したままとされている。

平成21年度には、採取した岩塊からの化石の収集を中心に、サメ類、硬骨魚類化石の研究を実施した。別件でアメリカに出張する機会を得た高乗は、シカゴ市のデポール大学に立ち寄り、中生代魚類化石の研究者である島田賢舟博士と情報交換を行った。またこの年度には、今後当館と恐竜センターが行う展示や教育普及の活動で使用していくため、サイエンティフィックアーティストの小田隆氏(成安造形大学)に、サンチュウリュウの復元イラスト(図2)の製作を委託した。このイラストは、平成22年度に開催された自然史博物館第36回企画展「石になったものの記録」で初公開された。

表1 今回の調査研究事業に御協力頂いた個人ならびに機関。

氏名	所属等
伊庭靖弘	国立科学博物館
小田隆	アーティスト (成安造形大学)
上村英雄	群馬県高崎市在住
小林快次	北海道大学総合博物館
酒井直一	埼玉県狭山市在住
島田賢舟	De Paul University, Chicago, USA
島本昌憲	元東北大学総合学術博物館
強矢昌一	群馬県神流町在住
藪田哲平	茨城大学大学院生
高橋亮雄	岡山理科大学総合情報学部
長谷川善和	群馬県立自然史博物館
藤井孝二	葛袋地学研究会
真鍋真	国立科学博物館
根本潤	東北大学総合学術博物館
山澤隆	葛袋地学研究会
F. Cigala-Fulgosi	Parma University, Italy
「神流で恐竜見つけ隊」隊員の皆さん	
神流町役場	
塚本建設株式会社	

表2 3年間に実施した調査研究の活動内容。

年度	日時	場所	内容
H20	H20 4月19日	恐竜センター	調査
	(2008) 4月20日	恐竜センター	調査
	6月15日	神流町内	調査
	6月28日	恐竜センター	打合せ
	7月6日	東北大学	学会発表
	7月7日	東北大学	調査
	10月21日	神流町内	調査
	10月22日	神流町内	打合せ
	H21 3月6日	神流町神ヶ原地内	打合せ
	(2009) 3月14日	自然史博物館	その他
H21	H21 4月15日	恐竜センター	打合せ
	(2009) 4月27日	自然史博物館	打合せ
	5月16日	恐竜センター	調査
	7月10日	自然史博物館	打合せ
	10月29日	自然史博物館	打合せ
	12月13日	恐竜センター	打合せ
	H22 2月3日	自然史博物館	打合せ
	(2010)		
	H22 4月10日	自然史博物館	打合せ
	(2010) 6月12日	筑波大学	学会発表
H22	9月3日	自然史博物館	打合せ
	12月24日	自然史博物館	打合せ
	H23 1月21日	恐竜センター	打合せ
	(2011) 2月5日	自然史博物館	打合せ
H23	2月11日	恐竜センター	データ整理

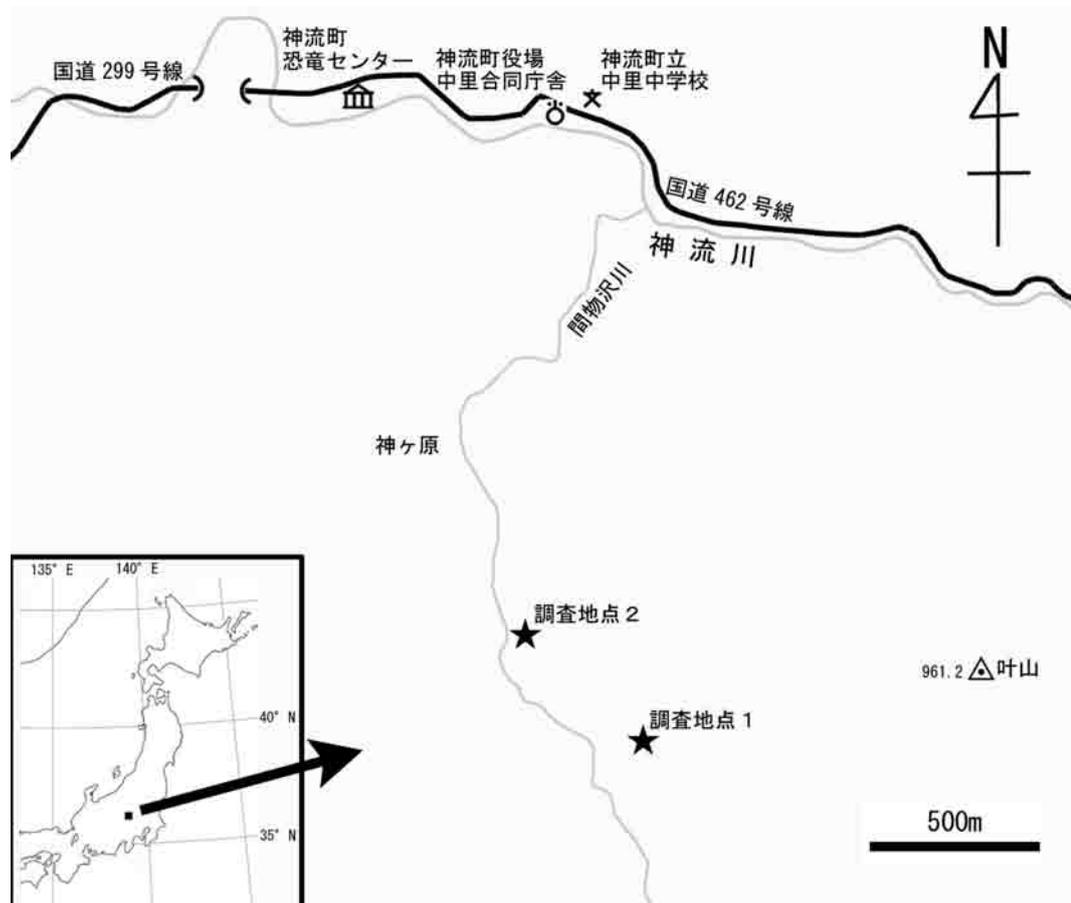
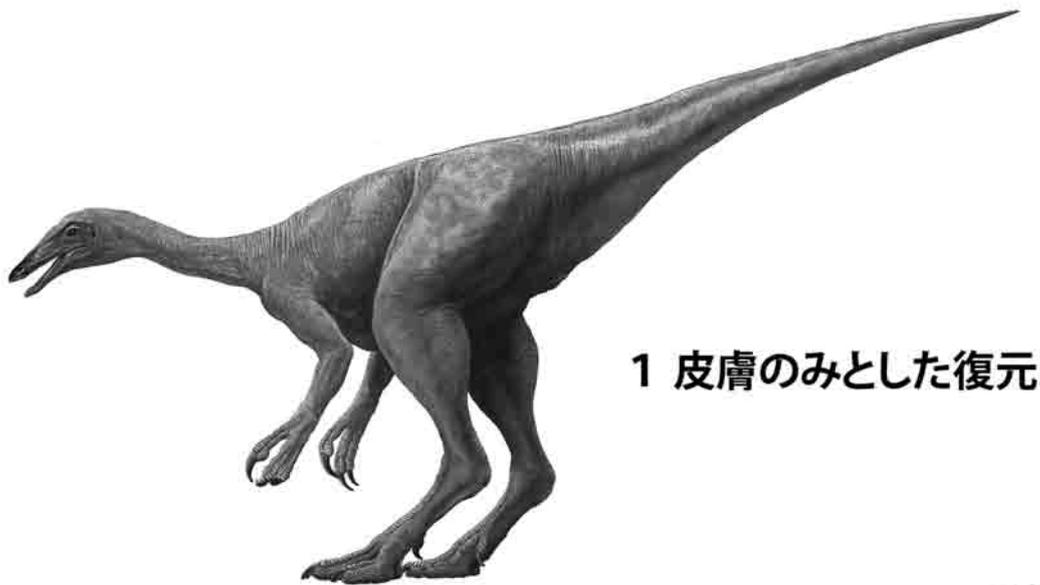


図1 調査地点1と調査地点2 (★) の位置図。



1 皮膚のみとした復元



2 皮膚+羽毛の復元

図2 今回の調査研究事業で、新たに製作したサンチュウリュウの復元イラスト；
1 皮膚のみとした復元；2 皮膚+羽毛の復元。©小田 隆。

最終年度にあたる平成22年度には、採取した岩塊の整理と標本の採取，ならびに研究を実施した。また，この年度は3年計画で実施される調査研究事業の3年目にあたるため，本報告を執筆した。なお化石のプレパレーションについては佐藤を中心として3年間行った。

b 調査方法

地層の掘削，岩塊の運搬，掘削後の整地等の一連の作業は，塚本建設株式会社によって実施された。重機を用いて露頭を掘削し，化石多産層準を中心としてその上下の層準の岩塊を採取した(図3)。掘削現場で化石が確認された場合には，直ちに油性ペンで○印を付けて恐竜センターに持ち帰り，水洗して泥を除去した後に保管した。一方，採取した岩塊は，神流町内の恐竜センターが管理している場所に小型ダンプで運搬のうえ，留置した。その後，水洗して

表面に付着した泥をできるだけ取り除き，自然風化させた後にそれらをハンマーで細かく割って化石の有無を調べた。化石が確認された際には，掘削現場で発見した時と同様に油性ペンで○印を付けて採取し，掘削現場で採取した化石と共に発見日と通し番号からなる暫定的な標本番号を付与して，整理した。

高乗・佐藤・木村(2008)でも述べたように，大部分の化石は数mm程度の大きさしか無い。化石は硬質な砂岩に含まれているものが大部分で，割った破断面にその存在が確認されることも少なくない。化石の剖出作業には双眼実体顕微鏡が不可欠である。鏡下において，パラロイドや瞬間接着剤等で化石を接着・強化しながら，アートナイフ，エアチゼルを用いて剖出を進めており，この作業は今後も継続して実施する。



図3 脊椎動物化石多産層準の岩塊採取の状況。1. 重機(パワーショベル)を用いて多産層準を露出させる；2. 重機のオペレーターに多産層準の位置を指示；3. 多産層準の下位にある地層を観察；4. 掘削した岩塊を保管場所に留置。

(3) 研究成果の公表とその普及

a 学術発表(学会発表)

本調査研究事業に関連して、表3に示す2つの発表を行った。平成20年7月に開催された日本古生物学会2008年年会では、平成17~19年度に得られた研究成果(高乗・佐藤・木村, 2008)を中心に、瀬林層から確認された板鰓類化石群の概要とその意義について発表した(高乗・佐藤・木村ほか, 2008)。この瀬林層の板鰓類化石群に関しては、メキシコで開催された第5回中生代魚類会議(Fifth International Meeting on Mesozoic Fishes)での発表も予定していたが、会議開催が当初予定の2009年から1年後の翌2010年に延期となり、諸事情により高乗が参加できなくなったため、発表を取りやめた。

2010年6月に開催された日本古生物学会2010年年会では、恐竜センターの久保田を筆頭演者としてその他3名との連名で、調査地点1から産出した大型硬骨魚類パキコルムス科と考えられる歯化石について発表した(Kubota et al., 2010; 詳しくは112~116ページ]を参照されたい)。

b 報道機関への情報発信

久保田を中心に研究を進めているパキコルムス科と考えられる魚類の歯化石に関して、平成22年秋に東京新聞による取材が行われ、同年11月24日にその記事が掲載された(表4)。

表3 本調査研究に関連する学会発表。

発表者	発表題目	発表日時	発表学会
高乗祐司・佐藤和久・木村敏之・岡田大・藤井孝二・山澤隆	群馬県神流町の瀬林層から産出した板鰓類化石群	2008年7月6日	日本古生物学会 2008年年会
Kubota, K., Takakuwa, Y., Sato, K. and Kimura, T.	Possible Pachycormid Teeth from the Sebayashi Formation of Kanna, Gunma Prefecture, Japan.	2010年6月12日	日本古生物学会 2010年年会

表4 本研究に関連する新聞記事。

報道日時	報道紙・局等	内容
2010年11月24日	東京新聞 朝刊 社会面	パキコルムス類魚類の発見について

c 外部研究者への学術協力

ベレムナイト化石をはじめとする白亜系海洋生物に関する研究者で、山中層群石堂層の下部にある温暖な浅海で形成された炭酸塩堆積物についての論文も執筆している伊庭靖弘氏（国立科学博物館）からの依頼により、本調査研究で採集した瀬林層産ベレムナイト化石の一部を研究用資料として貸与した。

d 神流町広報誌「広報かんな」での紹介

佐藤は、神流町の広報誌「広報かんな」においてヘテロプテュコドゥス（2008年7月号）、プロトラムナ（2008年8月号）、カルカリアス（2008年9月号）などの本事業で研究したサメ類について普及を行った。また、後述する当館企画展への協力についても紹介した（2009年4月号）。

e 第32回企画展

「わかった！ かわった？ 群馬の自然」での展示

この企画展は自然史博物館の調査研究事業、ならびに研究報告に発表された様々な事象の「その後」を紹介し、環境問題や自然科学の進歩への関心を高めるための契機として開催された。開催期間は平成21年3月14日～5月6日

ある。展示のコーナー「群馬の自然を記録する～群馬の化石からわかること」の約半分を占める形で、平成19年度までに得た研究成果を中心に山中層群の地質と化石の概要を展示した。展示にあたっては、多くの標本について恐竜センターに便宜を図ってもらい、その所蔵標本を借用した。また期間中に開催された博物館リレートークや自然教室でも、調査研究で明らかになった科学的新知見の一部を紹介した。

f その他

自然史博物館では、平成19年度から引き続いて平成20年4月1日から12月28日まで、ティタノサウルス形類化石に関する特別展示を行った。また調査研究事業とは直接関係ないが、久保田と佐藤が展示設計を行った恐竜センターの新展示（2010年1月から公開）のうち、町内の地質や化石に関する展示の一部には、本調査研究事業で得られた化石が用いられている。その他にも外部報道機関や各種メディアから問い合わせや画像貸出等の要請があった場合には、それに応じて標本写真をはじめ様々な情報を逐次提供した。

(4) これからの山中層群の古生物研究

この3年間の調査でも、目標の一つであった新たな恐竜化石は発見するに至らなかったが、新たに瀬林層からパキコルムス科のような大型硬骨魚類の存在の可能性を確認することができた（詳細については、P.112～116を参照）。これによって当時の海洋生態系においてサメ類とは異なる上位捕食者が存在したことが明らかとなり、当時の食物連鎖の復元を今後進めるうえで、大きな一歩だったと言える。また石堂層において新たにカグラサメ科に属するエビスザメ属の化石が見つかったこと（詳細については、P.107～112を参照）は、白亜紀前期における現代型サメ類の進化と放散を考察する上で重要な化石記録を追加しただけでなく、古生態的にも重要な情報をもたらしたといえる。

これらを含め6年間の共同調査によって、山中層群、特に瀬林層において脊椎動物を中心とした生物多様性がその一端を覗かせたことは、高乗ほか（2008）において今後の山中層群の古生物研究の目標として掲げた「西南日本外帯における、中生代白亜紀前期の食物網の復元」を目指していく上で重要な知見であるといえる。またその復元を行う際には、伊庭靖弘氏（国立科学博物館）らが着目している白亜紀当時における地球環境の変動とそれに伴う生物の対応にも留意する必要があるだろう。

一方、ヨーロッパ諸国などの白亜紀前期の地層は、山中

層群に比べて固結度が著しく低い。そのため小型脊椎動物化石を含む層準の岩塊を採取し、それを水等で岩石を脆くし、水洗しながら篩いかけする方法を用いることで、多くの標本を収集することに努力している。例えば、この方法を用いて通常のさがし方では見つかりにくい小型のサメ類の歯化石が確認されていて、現生諸分類群の初期進化の研究において、多くの知見をもたらしている（例：Underwood et al., 1999; Rees, 2005など）。山中層群における固結度が高い硬い岩石に含まれている脊椎動物化石をクリーニングするには、その岩石の特性に慣れるために一定の経験が必要であり、慣熟していたとしてもその作業には相当の時間を要するため、標本の収集効率が高いとはいえない。ヨーロッパなどで行われている上述の方法が全てではないが、今後も山中層群における古生物研究を継続していくには、新しい研究・プレパレーションの方法、あるいは新しい産地の開発なども意識していくことが必要であろう。そして継続していくためには、自然史博物館や恐竜センターの来館者あるいは一般県民などからの関心とニュース性が高く、マスメディアが情報発信しやすい恐竜やサメ類など脊椎動物化石に関する探索を継続していくことも重要な視点の一つだと考えられる。

これらを実践していくためには、自然史博物館と恐竜セ

ンター, すなわち「県」と「町」による共同研究体制を維持していくと共に, この地域を訪れる化石収集家とも連絡を取り合い, またその他の研究者・機関が容易に参画できる体制づくりを今後も進めながら, 少しずつでも調査研究を進めていく必要がある.

謝 辞

本調査研究の実施にあたっては, 既に氏名を掲げた協力者ならびに協力機関から多大なる助言と支援を賜った. 神流町恐竜センターの職員の方々には, 様々な便宜を図っていただいた. ここに記して, 厚く御礼申し上げる.

引用文献

- Harada, T. (1890): Die japonischen Inseln, eine topographisch geologische Übersicht. Paul Parey, Berlin, 126p.
- Iba, Y. and Hirauchi, K. (2009): The Early Cretaceous in situ shallow-marine carbonate containing typical Tethyan biota in the Ishido Formation, Kanto Mountains, central Japan. *The Journal of the Geological Society of Japan*, 115: v-vi.
- Iba, Y. and Sano, S. (2007): Mid-Cretaceous step-wise demise of the carbonate platform biota in the Northwest Pacific and establishment of the North Pacific biotic province. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 245: 462-482.
- Iba, Y. and Sano, S. (2008): Paleobiogeography of the pectinid bivalve *Neitheia*, and its pattern of step-wise demise in the Albian Northwest Pacific. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 267: 138-146.
- Ichise, M. (2008): Stratigraphy of Lower Cretaceous System in the Jikkoku Pass Area, Western Kanto Mountains, Japan. *Earth Evolution Sciences, University of Tsukuba*, 2: 39-65.
- 猪瀬弘瑛・指田勝男 (2009) : 山中層群石堂層に含まれる石灰岩とその年代. 日本古生物学会第158回例会講演予稿集, p.40.

- Kubota, K., Takakuwa, Y., Sato, K. and Kimura, T. (2010): Possible Pachycormid Teeth from the Sebayashi Formation of Kanna, Gunma Prefecture, Japan. *Abstracts with Programs, The 75th Anniversary of the Founding and the 2010 Annual Meeting, The Palaeontological Society of Japan*, p.58.
- 松川正樹・富島耕太郎 (2009) : 山中白亜系の層序と堆積環境に関する Matsukawa (1983) 以後の研究の評価. 東京学芸大学紀要, 自然科学系, 61: 119-144.
- Molnar, R. E., Obata, I., Tanimoto, M. and Matsukawa, M. (2009): A tooth of *Fukuiraptor* aff. *F. kitadaniensis* from the Lower Cretaceous Sebayashi Formation, Sanchu Cretaceous, Japan. *Bulletin of Tokyo Gakugei University, Division of Natural Sciences*, 61: 105-117.
- Rees, J. (2005): Neoselachian shark and ray teeth from the Valanginian, Lower Cretaceous, of Wawal, central Poland. *Palaeontology*, 48: 209-221.
- 高乗祐司・佐藤和久・木村敏之 (2008) : 山中層群の古生物学的研究. 群馬県立自然史博物館自然史調査報告書, (4): 79-98.
- 高乗祐司・佐藤和久・木村敏之・岡田 大・藤井孝二・山澤 隆 (2008) : 群馬県神流町の瀬林層から産出した板鰐類化石群. 日本古生物学会2008年年会予稿集, p.26.
- 寺部和伸・松岡 篤 (2009) : 関東山地秩父累帯の山中白亜系瀬林層より産出したバレミアン期テチス型二枚貝群集. 地質学雑誌, 115: 130-140.
- Underwood, C. J., Mitchell, S. F. and Veltkamp, K. J. (1999): Shark and ray teeth from the Hauterivian (Lower Cretaceous) of North-East England. *Palaeontology*, 42: 287-302.
- Yokoyama, M. (1890): Versteinerungen aus der Japanischen Kreide. *Palaeontographica*, 36: 159-202.

(高乗祐司・佐藤和久・木村敏之・久保田克博)

2 調査研究の成果

(1) 調査地点の地質

ここでは、本報告で成果を述べる化石標本が産出した2つの調査地点(図1)における地層の状況と化石の産状などについて記述する。山中層群の層序は研究者ごとに見解が異なっている。Matsukawa (1983) は白井層、石堂層、瀬林層、三山層の4つの層(Formation)からなるとし、一方Takei (1985) は石堂層、瀬林層、三山層の3つの層からなるとしている。これらの他にもいくつかの層序が提案されているが、上記の2編のいずれかを引用する事例が多い。本報告では、神流町恐竜センターで用いているMatsukawa (1983) の層序を用いるが、各層の年代については寺部ほか(2007)に従う。

a 調査地点1

地層：瀬林層下部

試掘を実施したのは、高乗ほか(2008)の「調査地点1」と同一地点で、その層準は瀬林層下部にあたる。細粒砂を基質とする礫岩、あるいは含礫細粒砂岩に脊椎動物化石が多数包含されていることから(高乗ほか, 2008)、前回の調査研究事業から継続して、この層準を掘削した。掘削の実施は平成21年3月の1度のみである。調査地点は、法面が高角度で傾斜する場所であったため、掘削後に埋土をして掘削前にできるだけ近い状態に復旧し、その後掘削作業は実施していない。

掘削した層準の中でも特に化石が密集しているのは基底の層厚約60cmの部分である。この部分には礫と共に軟体動物化石が密集してシェルベッドが形成されている。脊椎動物化石はその中に含まれるが、今回の調査では上部の砂岩の部分にもネズミザメ類などの脊椎動物化石を含むことを確認した。軟体動物化石の保存は悪く、ほとんどは殻がすでに溶けてモールドとなっている。殻の外形を完全に保存しているものも少ない。二枚貝類が多く、前回の調査研究事業ではカキ類やハマミナ属(*Hayamina*)と推定される種類が確認されていたが(高乗ほか, 2008)、今回の試掘で新たにプテロトリゴニア属(*Pterotrigonia*)の産出も確認された。頭足類については前回に引き続きベレムナイト類(*Belemnites*)が確認されたが、アンモノイド類は確認できなかった。

瀬林層の年代について、寺部ほか(2007)ならびに寺部・松岡(2009)は同層上部にあたる層準からアンモノイドの*Crioceratites* (*Paracrioceratites*) *asiaticum*, *Barremites* *otsukai* が産出したことから、バレミアンとした。一方、松

川・富島(2009)は、瀬林層下部層がバレミアンであることは認めつつも、上野村に分布する瀬林層上部層における*Acanthohoplites reesidei* (アプチアン後期を示す)の産出を根拠として、瀬林層がバレミアンからアプチアン後期を示すとしている。いずれにしても、調査地点1に分布している瀬林層は、同層の中でも下部にあたり、かつ石堂層との境界に近い層準であることから、その年代はバレミアンに相当すると判断される。

b 調査地点2

今回報告するカグラザメ科化石(上村英雄氏採集)の産出地点は、高乗ほか(2008)の「調査地点2」であり、この地点を試掘したきっかけの一つはこの標本の発見である。この地点とその周辺には、山中層群石堂層の主体をなす暗灰色塊状の泥質砂岩が分布している。この地点からは前回の調査研究事業で実施した試掘によって、異状巻アンモノイトの一種である*Heteroceras* sp. と二枚貝類の*Nanonavis* sp. が確認されたが、新たな脊椎動物化石を得ることはできなかった(高乗ほか, 2008)。

この層準は地層の走向・傾斜から判断して、Matsukawa et al. (2007) に図示された化石産地のうち、SA200とほぼ同一層準と考えられ、石堂層の中では上部の下半部にあたる。調査地点2周辺に分布する石堂層の大部分の岩相も調査地点2のそれと類似しており、それらの層からは*Pterotrigonia pociliformis*をはじめとする貝類をはじめ、*Phylloceras* sp., *Shastictioceras* aff. *patricki* などのアンモノイド、そして*Hoploparia kamimurai*, *Callianassa* (s.l.) sp. などの甲殻類が産出している(Kato and Karasawa, 2006; 加藤ほか, 2006; Matsukawa, 1983, 1988; Matsukawa et al., 2007)。また、この岩相は群馬県立自然史博物館に常設展示されている石堂層産の爬虫類歯化石の母岩ともよく似ている。

石堂層の年代は、同層から産出する*Simbirskites* (*Milanowskia*) sp., *Shastictioceras* aff. *patricki*, *Pulchellia ishidoensis*, *Barremites* (B.) *difficilis* などを含むアンモノイド化石の群集組成に基づいた議論から、Matsukawa (1983), Matsukawa (1988), Matsukawa et al. (2007) では前期白亜紀のバレミアンとされているが、寺部ほか(2007)は石堂層をオーテリビアン～バレミアン、その上位の瀬林層をバレミアンとしていた。その後、松川・富島(2009)は、イギリスとアメリカのオーテリビアン上部に

対比される層準からアンモノイドのシムビルスキテス属 *Simbirskites* あるいはフィロパキケラス属 *Phyllopachyceras* が産出することなどを根拠として、石堂層がオーテリビアン上部からバレミアン上部の年代を示すことを指摘した。カグラザメ科化石が産出したのは、石堂層の上部の中でも下半部にあたる層準であることから、その年代はバレミアンに相当すると考えられる。

c 引用文献

- Kato, H. and Karasawa, H. (2006): New nephropid and glypheid lobsters from the Mesozoic of Japan. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 23: 338-343.
- 加藤久佳・柄沢宏明・寺部和伸・佐藤和久・高桑祐司・上村英雄 (2006) : 山中部溝帯下部白亜系産の十脚甲殻類化石. 日本古生物学会2006年年会講演予稿集, p. 64
- Matsukawa, M. (1983): Stratigraphy and sedimentary environments of the Sanchu Cretaceous, Japan. *Memoirs of the Ehime University. Section 2, Natural science. Series D, Earth science*, 9 (4): 1-50.
- Matsukawa, M., (1988): Barremian ammonites from the Ishido Formation-Supplements and faunal analysis -. *Transactions and Proceedings of Palaeontological Society of Japan, New Series*, 149: 396-416.
- Matsukawa, M., Obata, I. and Sato, K. (2007): Barremian ammonite fauna of the lower Ishido Formation, eastern part of the Sanchu Cretaceous, Japan. *Bulletin of Tokyo Gakugei University, Natural Sciences*, 59: 77-87.
- 松川正樹・富島耕太郎 (2009) : 山中白亜系の層序と堆積環境に関する Matsukawa (1983) 以後の研究の評価. 東京学芸大学紀要, 自然科学系, 61: 119-144.
- 高桑祐司・佐藤和久・木村敏之 (2008) : 山中層群の古生物学的研究. 群馬県立自然史博物館自然史調査報告書, (4): 79-98.
- Takei, K. (1985): Development of the Cretaceous sedimentary basin of the Sanchu Graben, Kanto Mountains, Japan. *Journal of geosciences, Osaka City University*, 28: 1-44.
- 寺部和伸・松岡 篤 (2009) : 関東山地秩父累帯の山中白亜系瀬林層より産出したバレミアン期テチス型二枚貝群集. 地質学雑誌, 115: 130-140.
- 寺部和伸・佐藤和久・松岡 篤 (2007) : 山中白亜系に関する層序の再検討, 日本地質学会第114年学術大会講演要旨, p.218.

(高桑祐司・佐藤和久・木村敏之・久保田克博)

(2) 試掘による産出標本の概要

2011年2月14日時点で、調査地点1で実施した試掘によって採取した岩塊は、こぶし大のものから人頭大程度のものを中心に309点である。その中に確認された345点の化石に関する暫定的な同定結果について表5にまとめた。予察的な同定に基づいて分類されているため、標本の点数やその分類の位置は、今後の剖出作業の進展によって変わる可能性がある。前回報告した資料の概要と比較すると、サメ類化石、特にネズミザメ類が卓越している点については同じ傾向を示しているが、ヒュポドゥス類が1点のみとなり大幅に減少している。ネズミザメ類は、現時点では既知の属であるプロトラムナ属 *Protolamna*, スカパノリンクス属 *Scapanorhynchus*, シロワニ属 *Carcharias* のいずれかである可能性が高く、またヒュポドゥス類も同様で既知の

ヘテロプテュコドゥス属 *Heteroptychodus* である。

硬骨魚類については、大型のパキコルムス科と考えられる歯が識別可能になったことから、点数が増加している。カメ類を除く爬虫類に分類される可能性を有する大型骨片も産出している。しかしパキコルムス科魚類の存在の可能性が確認されたことから、大きさだけで分類群を決めることは困難である。

一方、貝類の点数が増加したのは、ある程度の同定が可能なものについてできるだけ採取するようにしたためだと考えられる。また既に述べたように、今回の調査では、石堂層から多産することが知られるプテロトリゴニア属 *Pterotrigonia* が脊椎動物化石の多産層準で確認された。

(高桑祐司・佐藤和久・木村敏之・久保田克博)

表5 調査地点1における化石の産出点数（2011年2月14日時点）. それぞれの種類の標本数には、確認した時点でその種類に分類される可能性があるものを含んでいる.

調査日	回収したブロック数	化石の種類											
		サメ類		硬骨魚類		その他の脊椎動物			軟体動物		植物		
		ネズミザメ類	ヒュポドゥス類	バキコルムス?	その他	骨片	歯	カメ類	ペレムナイト	貝類	球果	材	その他
080314	5	0	0	0	0	5	0	1	0	0	0	0	0
080419	49	25	0	1	1	28	5	0	1	2	0	0	0
080420	43	16	0	0	0	22	0	1	2	5	0	0	0
080502	14	7	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0
080620	24	10	1	0	0	11	1	0	3	0	0	0	0
080801	5	2	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0
081129	23	8	0	0	0	13	0	1	0	2	0	0	0
081220	9	3	0	0	0	5	0	0	0	1	0	0	0
081223	10	3	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
090318	8	3	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	0
090319	21	10	0	1	0	13	0	0	1	1	0	0	0
090516	8	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1
090517	27	9	0	0	1	20	2	1	0	1	0	0	0
090527	8	0	0	0	1	2	0	2	0	3	0	0	0
090614	4	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
090829	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
090927	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
091021	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
100420	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
100421	30	8	0	0	1	20	0	0	2	0	0	0	0
100709	8	2	0	2	0	3	0	0	1	0	0	0	0
101006	3	1	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0
101128	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
ブロック数合計	309	112	1	4	4	173	9	7	12	21	0	0	2
		小計①	113	小計②	8	小計③	189	小計④	33	小計⑤	2		
標本数合計（小計①+②+③+④+⑤）												345	

(3) 石堂層から産出したカグラザメ科の歯化石

a はじめに

今回報告するカグラザメ科化石は、調査協力者の一人である上村英雄氏によって採集された標本で、同氏の厚意によって平成22年度に群馬県立自然史博物館に寄贈された。産出地点は高乗ほか（2008）の調査地点2で、産地の地質については既に述べたとおりである（P.105～106）。

カグラザメ目化石に関しては、山中層群からはこれまでに確認されておらず、その視点を北西太平洋域に転じて、従来の研究では、北西太平洋域の下部白亜系から確認されていたのは、岩手県に分布する宮古層群平井賀層（アプチアン）から産出した？*Hexanchus microdon*のみであった（中生代サメ化石研究グループ，1977）。よって、今回新たに石堂層から確認されたカグラザメ科化石は、古生

物地理学的ならびに古生態学的に重要な記録であると考えられることから、その産出と現時点で明らかとなっている意義について報告する。

なお、サメ類の分類は Compagno (2005) に従い、歯の記載用語は Cappetta (1987) を邦文訳した矢部・後藤 (1999) を主に用いたが、カグラザメ科の歯に関する形態用語は、Welton (1974), Kemp (1978), Cigala-Fulgosi (1984) を参考にした。

また本報告で使用した標本所蔵機関の略号は、以下のとおりである；GMNH-PV: 群馬県立自然史博物館・古脊椎動物コレクション。

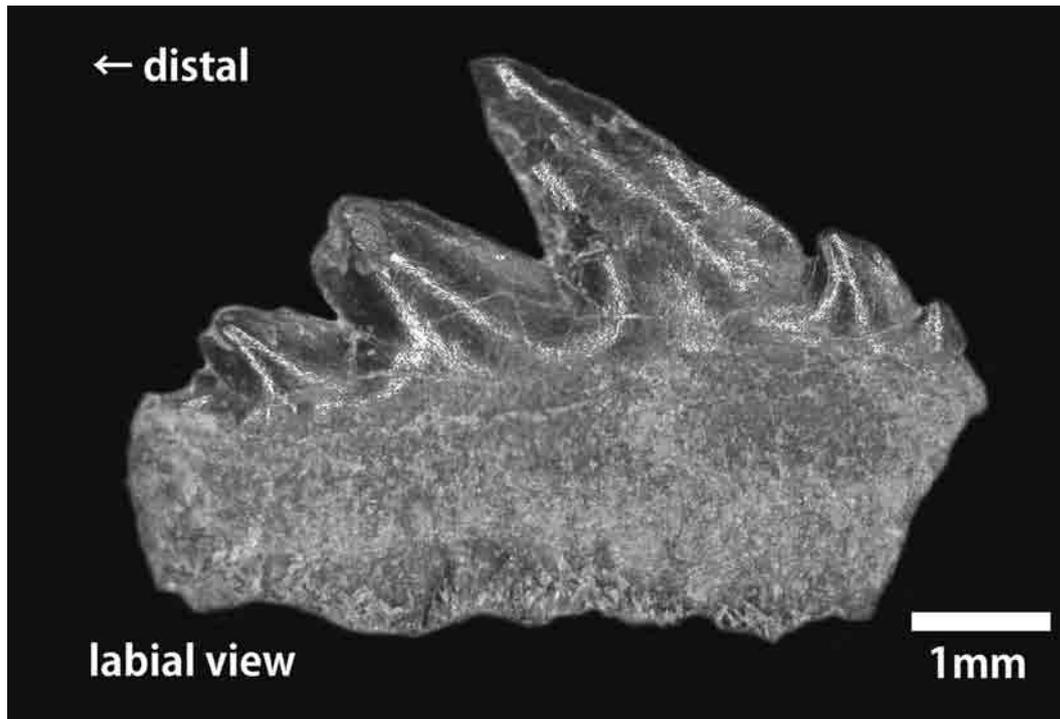


図4 山中層群石堂層産アプトエビスザメ (GMNH-PV 2407). 唇側面観.

b 化石の記載

軟骨魚綱 Class Chondrichthyes Huxley, 1880
 板鰓亜綱 Subclass Elasmobranchii Bonaparte, 1838
 カグラザメ目 Order Hexanchiformes de Buen, 1926
 カグラザメ科 Family Hexanchidae Gray, 1851
 エビスザメ属 Genus *Notorynchus* Ayres, 1855
 アプトエビスザメの近似種 *Notorynchus* aff. *aptiensis*
 (図4)

標本番号：GMNH-PV 2407

産出地点：群馬県多野郡神流町神ヶ原地内

産出層準：山中層群石堂層（下部白亜系；バレミアン）

採集者：上村英雄

標本は、左下顎の前側歯（antero-lateral tooth）で、歯冠を構成する各咬頭の咬頭尖と第1咬頭（最も高い咬頭）の一部、ならびに歯根の根側縁をわずかに欠くもののほぼ完全に保存されている。母岩中に保存されていて、唇側面が観察できる。最大保存幅（近遠心幅）5.7mm、最大保存高3.2mmである。最大歯冠高2.3mmである。

歯冠は唇舌方向に薄い多咬頭歯で、咬頭数は3である。これらの咬頭はいずれも遠心に傾き、咬頭の高さの関係は第1 > 第2 > 第3となり、遠心側にあるものほど低い。第1咬頭の近心縁基部に比較的大きい小咬頭が2つ並んで鋸歯を形成しているが、それらの中では歯冠側の方が大きい。唇側面観において第1咬頭の遠心縁と第2咬頭の近心

縁がなす角度は42度である。歯根は近遠心方向に長い板状を呈するが、その中程の高さに近遠心方向に延びる浅い凹部がある。根側縁はほぼ平滑である。また歯根近心縁は、その冠側端がわずかに遠心方向に窪む

上述した多咬頭の歯冠と板状の歯冠は、サメ類の中でもカグラザメ科に特徴的なものである。その諸属の中でも、各咬頭の高さが遠心に向かって漸減する（久家, 1984; Smart, 1995）ことから、エドアブラザメ属 *Heptoranchias* や絶滅属のウェルトニア属 *Weltonia* ではない。また、石堂層産標本では第1咬頭の近心縁の小咬頭は第1咬頭から独立していないのに対し、絶滅属で上部白亜系からの化石記録が多いノティダノドン属 *Notidanodon* では、この小咬頭が第1咬頭から独立し、その近心側に小咬頭が複数存在する（Long, 1993; Cione, 1996）。第1咬頭の高さに対する小咬頭の高さの比は、ノティダノドン属のそれと比べて石堂層産標本では明らかに小さいため、この属ではない。

形態的に類似しているのはカグラザメ属 *Hexanchus* とエビスザメ属 *Notorynchus* の2属である。2属のうちエビスザメ属では、下顎歯の第1咬頭近心縁にならぶ鋸歯を構成する小咬頭が冠側に向かって大きくなるが、カグラザメ属ではそれが見られず（久家, 1984; Smart, 1995）、また個々の鋸歯が咬頭といえる大きさになることは少ない。

石堂層産標本では、より咬頭尖に近い冠側の小咬頭が大きい。よって石堂層産標本はエビスザメ属に同定される。前期白亜紀から知られ、種まで同定されているエビスザメ

属はアプトエビスザメのみであるが、石堂層産標本の大きさは、Underwood and Mitchell (1999) が示したこの種の前側歯の幅のレンジ (1.2~11.1mm) の中に収まり、個体発生によって増加するとされる第1咬頭を除いた咬頭の数 (1~5) についても同じである。その形態についても、変異が大きいとされる第1咬頭近心縁の小咬頭を除けば、Cappetta (1975), Smart (1995), Siverson (1997) に図示されているアプトエビスザメと似ている。また石堂層の年代は、アプトエビスザメの既知の生息期間の中に含まれる。以上述べた点から判断して、石堂層産標本 GMNH-PV 2407は、アプトエビスザメの近似種 *Notorynchus* aff. *aptiensis* に同定される。

c 産出の意義

ア 山中層群のサメ類群集について

山中層群を構成する各層のうち、これまでにサメ類の歯化石が確認されているのは石堂層と瀬林層の2層である。そのうち石堂層からは Yabe and Obata (1930) が *Hybodus basanus* として報告した標本 (現在は東北大学総合研究博物館所蔵)、そして高栗 (1998) が *Scapanorhynchus* sp. (岡部勇氏採集・寄贈; 群馬県立自然史博物館所蔵) として報告した標本の計2種類のサメ類化石が知られている。Yabe and Obata (1930) が報告した歯化石は、その後 Patterson (1966) が ?*Synechodus* sp. と分類を変更したが、筆者の高栗と佐藤が実物標本を観察したところ、シネ

コドゥス目に分類されない可能性も出てきた。

一方、石堂層に整合で重なる瀬林層の下部にある礫質細粒砂岩層からは、ネズミザメ目4種類とヒュボドゥス目1種類の合計5種類からなるサメ類化石群が確認されている (高栗ほか, 2008; 高栗・佐藤・木村ほか, 2008)。今回、エビスザメ属が確認されたことによって、石堂層のサメ類化石は3種類となり、また山中層群産サメ類化石も合計7種類となった (表6)。特に瀬林層から知られるサメ類化石群はネズミザメ類が卓越しているが、この属組成はこの時代の化石群の中では世界的にも類例が無く、この中間の進化や地理的分散を検討する上で重要な記録であると考えられる。

イ 古生態について

アプトエビスザメの正基準標本は、フランス南部アプトのアプティアン (Aptian) を示す地層で見つかったもので (Cappetta, 1975)、その生息レンジは前期白亜紀のおそらくヴァランギニアン (Valanginian) から後期白亜紀のセノマニアン (Cenomanian) の間であるが、それらのほとんどは前期白亜紀のものである (Siverson, 1997; Underwood and Mitchell, 1999)。また化石産地も、オーストラリア西部の1例 (Siverson, 1997) を除いてヨーロッパ西部 (Thies, 1987; Smart, 1995など) に集中している。アプトエビスザメはヨーロッパ西部の下部白亜系で見つかるカグラザメ科3種の中ではノティダノイデス・ポックランディ

表6 山中層群から確認されているサメ類。Yabe and Obara (1930), Patterson (1966), 高栗(1998), 高栗・佐藤・木村 (2008), 高栗・佐藤・木村ほか (2008) を元に作成。

分 類	産 出 層	
	石堂層	瀬林層
ヒュボドゥス目 Hybodontiformes プテュコドゥス科 Ptychodontidae ヘテロプテュコドゥス・ステインマニ <i>Heteroptychodus steinmanni</i>		●
シネコドゥス目 Synechodontiformes シネコドゥス科 Synechodontidae ?シネコドゥス属の一種 ? <i>Synechodus</i> sp.	●	
カグラザメ目 Hexanchiformes カグラザメ科 Hexanchidae アプトエビスザメの近似種 <i>Notorynchus</i> aff. <i>aptiensis</i>	●	
ネズミザメ目 Lamniformes クレトキシリナ科 Cretoxyrinidae プロトラムナ属の一種 <i>Protolamna</i> sp.		●
ミツクリザメ科 Mitsukurinidae スカパノリンクス属の一種 <i>Scapanorhynchus</i> sp.	●	●
オオワニザメ科 Odontaspidae シロワニ属の一種 <i>Carcharias</i> sp.		●
科不明 Family indeterminate ネズミザメ目の一種 Lamniformes gen. et sp. indet.		●

Notidanoides pockrandti と共にテチス系要素と見なされている (Thies, 1987). このことから, アンモノイド類 (Matsukawa, 1988; Matsukawa et al., 2007) と共に, アプトエビスザメは石堂層堆積時にテチス海からユーラシア大陸東岸に沿ってパンサラッサ海を北上する暖流があったことを示す証拠の一つだといえる. またエビスザメ属の唯一の現生種であるエビスザメ *Notorynchus cepedianus* は, 日本を含む全世界の温帯・熱帯域の沿岸の浅海~陸棚斜面に生息している (Compagno, 2005). この生息環境は, 石堂層上部の堆積環境が外浜などであると推定した Ito and Matsukawa (1997) とともに調和的である.

ウ 北西太平洋域の白亜系産カグラザメ類について

カグラザメ科の最古の化石記録は現生サメ類の中では最古級であり, 前期ジュラ紀シネムリアンのノティダノイデス・アルゾエシス *Notidanoides arzoensis* までは明らかに遡ることができる (Thies, 1986; Cappetta et al., 1993; Underwood, 2006). 一方, 日本国内の中生界産カグラザメ科化石 (表7) は全て白亜系からであり, ジュラ系からの化石記録は無い.

分類学的観点から見ると, カグラザメ属が最も多く, ノティダノドン属がそれに匹敵する記録を有するが, エビスザメ属は3例のみである. 一方, 産出年代を見ると石堂層

(本報告)と宮古層群平井賀層(中生代サメ化石研究グループ, 1977)の2例を除いて, その他は全て上部白亜系から産出している. これらは, 北西太平洋域における両属の最古の化石記録である. また最近, 徳島県に分布する下部白亜系からもカグラザメ科の産出が確認されており(和歌山県自然博物館・小原正顕氏からの私信), これらの日本の下部白亜系産カグラザメ科化石は, 前期白亜紀の北西太平洋域におけるカグラザメ科の概要とこの時代におけるカグラザメ科の地理的分散の過程を調べる上で重要な化石記録である.

d 謝辞

本報告の執筆にあたり, 上村英雄氏には採集した標本を当館に寄贈していただいた. 藪田哲平氏(茨城大学大学院)ならびに Professor Franco Cigala-Fulgosi (イタリア・パルマ大学)には文献の収集に御協力いただいた. 上野輝彌(国立科学博物館), 後藤仁敏(鶴見大学短期大学部), 籾本美孝(北九州市立いのちのたび博物館)の三氏には, 多くの助言をいただいた. そして当館長谷川善和名誉館長には, 調査研究にあたって折に触れ激励していただき. 物心様々な面で様々なご指導をいただいた. 以上の方々に, 深く感謝の意を表する.

表7 日本国内における中生代カグラザメ類の化石記録.

No.	分類	産出層準	年代	産地	文献
エビスザメ属 <i>Notorynchus</i>					
1	<i>Notorynchus</i> aff. <i>aptiensis</i>	山中層群石堂層	パレミアン	群馬県神流町	本報告
2	<i>Notorynchus</i> sp.	樋之島層下部層	サントニアン前期	熊本県上天草市	Yabumoto and Uyeno, 1994
3	<i>Notorynchus?</i> sp.	上部蝦夷層群	カンパニアン前期	北海道むかわ町	久家, 1984; Nakaya, 1989
ノティダノドン属 <i>Notidanodon</i>					
4	<i>Notidanodon</i> sp.	中部蝦夷層群	チューロニアン中期	北海道小平町	中生代サメ化石研究グループ, 1977
5	<i>Notidanodon</i> cf. <i>N. lanceolatus</i>	厚岸層	マーストリヒティアン	北海道根室市	上野・松井, 1993; Yabumoto and Uyeno, 1994; 後藤, 1994
6	<i>Notidanodon dentatus</i>	樋之島層下部層	サントニアン前期	熊本県上天草市	北村・川崎, 2001
7	<i>Notidanodon</i> cf. <i>N. dentatus</i>	樋之島層下部層	サントニアン前期	熊本県上天草市	北村, 1997
8	<i>Notidanodon</i> sp.	樋之島層下部層	サントニアン前期	熊本県上天草市	北村ほか, 1995; 北村, 1997
9	<i>Notidanodon</i> cf. <i>N. dentatus</i>	和泉層群下灘層	マーストリヒティアン	兵庫県南あわじ市	谷本ほか, 2001
10	<i>Notidanodon dentatus</i>	和泉層群畦ノ谷泥岩層	マーストリヒティアン	大阪府貝塚市	谷本ほか, 2001
11	<i>Notidanodon dentatus</i>	和泉層群北阿万層	マーストリヒティアン?	兵庫県(淡路島)	笹井, 1935; 谷本ほか, 2001
カグラザメ属 <i>Hexanchus</i>					
12	<i>Hexanchus microdon</i>	双葉層群足沢層	コニアシアン前期	福島県いわき市	菜花, 1992
13	<i>Hexanchus microdon</i>	和泉層群	カンパニアン後期	愛媛県松山市	上野ほか, 1975; Uyeno et al., 1981
14	<i>Hexanchus microdon</i>	蝦夷層群	後期白亜紀	北海道手塩町	上野, 1972
15	<i>Hexanchus</i> aff. <i>H. microdon</i>	和泉層群畦ノ谷泥岩層	マーストリヒティアン	大阪府貝塚市	谷本・植野, 2000
16	<i>Hexanchus</i> aff. <i>H. microdon</i>	和泉層群A2層	カンパニアン~マーストリヒティアン	大阪府泉佐野市	西本・両角, 1979
17	? <i>Hexanchus microdon</i>	宮古層群平井賀層	アプチアン	岩手県宮古市	中生代サメ化石研究グループ, 1977
18	? <i>Hexanchus microdon</i>	上部蝦夷層群	カンパニアン	北海道中川町	中生代サメ化石研究グループ, 1977
19	<i>Hexanchus "ehimensis"</i>	和泉層群	カンパニアン後期	愛媛県松山市	Katto et al., 1977
20	<i>Hexanchus microdon</i>	樋之島層下部層	サントニアン前期	熊本県上天草市	北村ほか, 1995; 北村, 1997
21	<i>Hexanchus</i> sp.	樋之島層下部層	サントニアン前期	熊本県上天草市	北村ほか, 1995
22	Hexanchidae gen. et sp. indet.	樋之島層下部層	サントニアン前期	熊本県上天草市	北村, 1997

e 引用文献

- Cappetta, H. (1975): Sélaciens et Holocéphale du Gargasien de la région de Gargas (Vaucluse). *Géologie méditerranéenne*, 2(3): 115-134.
- Cappetta, H. (1987): Chondrichthyes II Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii. In Schultze, H.-P. (ed.) Handbook of Paleichthyology, 3B, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 193pp.
- Cappetta, H., Duffin, C. and Zidek, J. (1993): Chondrichthyes. In Benton, M. J. (ed.), The Fossil Record 2. Chapman & Hall, London, p.593-609.
- 中生代サメ化石研究グループ (1977): 日本産白亜紀板鰓類化石 (第一報). 瑞浪市化石博物館研究報告, (4): 119-138.
- Cigala-Fulgosi, F. (1984): Contributo alla conoscenza della fauna ad elasmobranchi del Pliocene del Mediterraneo. Segnalazione di *Notorynchus* (Euselachii, Hexanchidae) nella «Collezione Lawley». *Acta Naturalia de «L'Ateneo Paemense»*, 20: 85-96.
- Cione, A. L. (1996): The extinct genus *Notidanodon* (Neoselachii, Hexanchiformes). In Arratia, G. and Viohl, G. (eds.), Mesozoic Fishes-Systematics and Paleoecology. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, p.63-72.
- Compagno, L. J. V. (2005): Chapter 16. Checklist of living Chondrichthyes. In Hamlett, W. (ed.), Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes: Sharks, Batoids and Chimaeras. Science Publishers, Inc., Enfield, p.503-548.
- 後藤仁敏 (1994): 日本産の中生代・中生代魚類化石について. 地団研専報, (43): 1-16.
- Ito, M. and Matsukawa, M. (1997): Diachronous evolution of third-order depositional sequences in the Early Cretaceous forearc basins: shallow marine and paralic successions in the Sanchu and Choshi Basins, Japan. *Memoirs of Geological Society of Japan*, (48): 60-75.
- Katto, J., Sako, Y. and Hatai, K. (1977): Additional Fossils from Southwest Japan. *Research reports of the Kochi University*, 25, Natural Science, (12): 101-105.
- Kemp, N. R. (1978): Detailed comparisons of the dentitions of extant hexanchid sharks and Terriary hexanchid teeth from South Australia and Victoria, Australia (Selachii: Hexanchidae). *Memoirs of the National Museum of Victoria*, 39: 61-83.
- 北村直司 (1997): 熊本県の白亜系から産出した魚類化石. 熊本市立熊本博物館館報, (9): 29-47.
- 北村直司・川崎信司 (2001): 熊本県上部白亜系姫浦層群樋之島層から新たに発見された板鰓類化石. 熊本市立熊本博物館館報, (13): 41-49.
- 北村直司・木戸良二・中川友幸・井元義夫 (1995): 熊本白亜紀サメ化石. 熊本博物館館報, (6): 45-61.
- 久家直之 (1984): 北海道勇払郡穂別町産の長頸竜化石にともなう板鰓類化石について. 穂別町立博物館研究報告, (1): 33-36.
- Long, D. J. (1993): A new world occurrence of *Notidanodon lanceolatus* (Chondrichthyes, Hexanchidae) and comments on hexanchid shark evolution. *Journal of Paleontology*, 67: 655-659.
- Matsukawa, M., (1988): Barremian ammonites from the Ishido Formation-Supplements and faunal analysis -. *Transactions and Proceedings of Palaeontological Society of Japan, New Series*, 149: 396-416.
- Matsukawa, M., Obata, I. and Sato, K. (2007): Barremian ammonite fauna of the lower Ishido Formation, eastern part of the Sanchu Cretaceous, Japan. *Bulletin of Tokyo Gakugei University, Natural Sciences*, 59: 77-87.
- 菜花 智 (1992): 魚類. In 海竜の里化石発掘調査団 (編), いわき市鶴房地内足沢層化石包有状況調査報告書, いわき市教育委員会, いわき市, p.9-10.
- Nakaya, H. (1989): Upper Cretaceous Elasmosaurid (Reptilia, Plesiosauria) from Hobetsu, Hokkaido, Northern Japan. *Transactions and Proceedings of Palaeontological Society of Japan, New Series*, 154: 96-116.
- 西本博行・両角芳郎 (1979): 和泉山脈産の後期白亜紀板鰓類化石. 瑞浪市化石博物館研究報告, (6): 133-139.
- Patterson, C. (1966): British wealden sharks. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Geology*, 2: 283-350.
- 笹井博一 (1935): 淡路島の和泉砂岩層. 地質学雑誌, 46: 590-602.
- Siverson, M. (1997): Sharks from the Mid-Cretaceous Gearle Siltstone, Southern Carnarvon Basin, Western Australia. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 17: 453-465.
- Smart, P. J. (1995): Hexanchid shark teeth (Chondrichthyes, Vertebrata) from the Lower Cretaceous

Albian sediments of Leighton Buzzard, South-central England. *Proceedings of the Geologist's Association*, 106: 241-246.

高乗祐司 (1998) : 群馬県産の軟骨魚類化石についての一総括. 群馬県立自然史博物館研究報告, (3): 7-15.

高乗祐司・佐藤和久・木村敏之 (2008) : 山中層群の古生物学的研究. 群馬県立自然史博物館自然史調査報告書, (4): 79-98.

高乗祐司・佐藤和久・木村敏之・岡田 大・藤井孝二・山澤 隆 (2008) : 群馬県神流町の瀬林層から産出した板鰓類化石群. 日本古生物学会2008年年会予稿集, p.26.

谷本正浩・佐藤正裕・谷 雅則 (2001) : 上部白亜系マーストリヒティアンと泉層群で見つかったカグラザメ科 *Notidanodon* (軟骨魚綱) の歯化石. 地学研究, 49: 223-227.

谷本正浩・植野雅弘 (2000) : 大阪府貝塚市蕎原で見つかったカグラザメ属 *Hexanchus* (軟骨魚綱) の大型の歯化石. 地学研究, 49: 147-150.

Thies, D. (1986): Comments on hexanchiform phylogeny (Pisces, Neoselachii). *Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionsforschung*, 25: 188-204

Thies, D. (1987): Palaeoecology of Lower Cretaceous cow sharks (Neoselachii, Hexanchiformes). *Paläontologische Zeitschrift*, 61: 133-140.

Underwood, C. J. (2006): Diversification of the Neoselachii (Chondrichthyes) during the Jurassic and Cretaceous. *Paleobiology*, 32: 215-235.

Underwood, C. J. and Mitchell, S. F. (1999): Albian and Cenomanian selachian assemblages from north-

east England. In Unwin, D. M. (ed.), *Cretaceous fossil vertebrates. Special Papers in Palaeontology*, (60): 9-56.

上野輝彌 (1972) : 日高夕張地域の白亜紀および第三紀魚類化石について. 国立科学博物館専報, (5): 223-226.

上野輝彌・鹿島愛彦・長谷川善和 (1975) : 四国産白亜紀および第三紀のサメ類化石. 国立科学博物館専報, (8): 51-56.

上野輝彌・松井信輝 (1993) : 北海道根室市の後期白亜紀魚類化石. 国立科学博物館専報, (26): 39-46.

Uyeno, T., Minakawa, T. and Matsukawa, M. (1981): Upper Cretaceous Elasmobranchs from Matsuyama, Ehime Prefecture, Japan. *Bulletin of Natural Science Museum, Tokyo, Ser. C*, 7(2): 81-86.

Welton, B. J., 1974. *Heptranchias howellii*(Reed, 1946) (Selachii: Hexanchidae) in the Eocene of the United States and British Columbia. *PaleoBios*, (17), 1-15.

矢部英生・後藤仁敏 (1999) : 板鰓類の歯に関する用語. 化石研究会誌, 32: 14-20.

Yabe, H. and Obata, T. (1930): On Some Fossil Fishes from the Cretaceous of Japan. *Japanese Journal of Geology and Geography*, 8: 1-7.

Yabumoto, Y. and Uyeno, T. (1994): Late Mesozoic and Cenozoic fish faunas of Japan. *The Island Arc*, 3: 255-269.

(高乗祐司・佐藤和久・木村敏之・久保田克博)

(4) 瀬林層産出のパキコルムス科魚類の歯化石

a はじめに

2008年から2010年の調査において, これまでに山中層群から報告されたもの (Hasegawa et al., 2003; 谷本ほか, 2003; 佐藤ほか, 2008; 高乗ほか, 2008) とは異なる4本の歯化石が得られた. うち3本は剖出作業により三次元的に

観察可能であり, 1本は大部分が母岩に覆われ, 現状では詳細な観察は困難である. 080214-04c と080419-44は完全な歯冠部が保存され, 080214-04c は当初, その大きさから爬虫類の歯と考えられた (高乗ほか, 2008). 090319-01は採集時に破損し歯冠の基部のみを保存するため, 歯の方

表8 瀬林層産の歯化石の計測値. CBL: 歯冠基部長, CBW: 歯冠基部幅, CH: 歯冠高, CBR: 歯冠基部比(CBW/CBL), CHR: 歯冠高比 (CH/CBW), CA: 歯冠角.

	CBL	CBW	CH	CBR	CH/CBL	CHR	CA
080214-04c	5.3mm	2.6mm	17.5mm	0.49	3.30	6.73	78°
080419-44	8.9mm	4.7mm	31.7mm	0.53	3.56	6.74	77°
090319-01	6.2mm	3.1mm	14.0mm *	0.50	---	---	---

* 保存された最大の値.

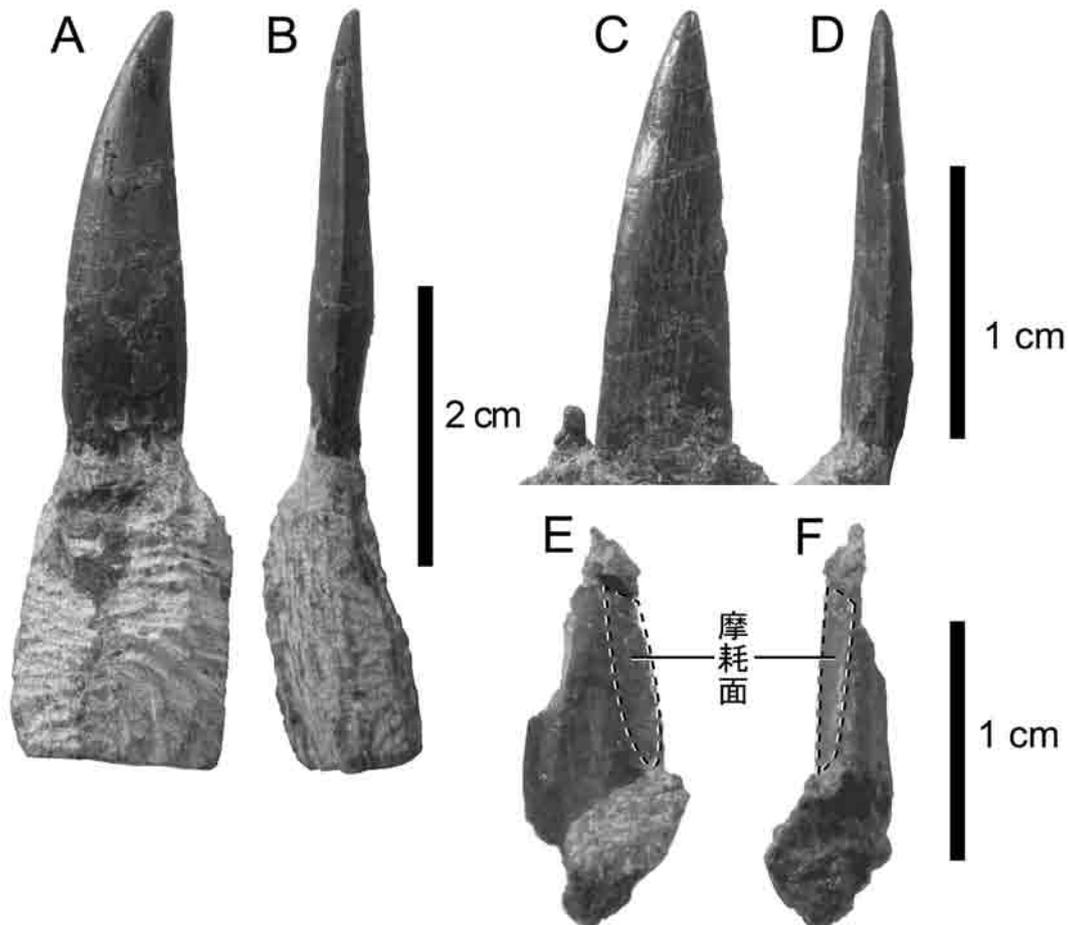


図5 山中層群瀨林層産の歯化石（パキコルムス科?）。080419-44の唇側面または舌側面（A）、近心側（B）、080214-04cの唇側面または舌側面（C）、近心側（D）、090319-01の唇側面または舌側面（E）、近心側または遠心側（F）。

向を決めることはできない。100709-03は歯冠の基部が失われているが、先端部は保存良好である。すべての歯において、歯根は保存されていない。それぞれの歯の各計測値を表8に示した。なお計測部位の用語および基準はSmith et al. (2005)に従った。

4点の化石は、いずれも高柴ほか（2008）の化石産地1（p.98, 図1）から産出しており、その産出層準は瀨林層の下部にあたる。また現時点ではその他の山中層群の化石産地ではこの種類の化石は確認されていない。

b 化石の記載

硬骨魚綱 Osteichthyes Huxley, 1880

パキコルムス形類 Pachycormiformes Berg, 1940

パキコルムス科 Pachycormidae Woodward, 1895

パキコルムス科?の一種 ?Pachycormidae gen. et sp. indet.

(図5, A-F)

標本番号（暫定）：080214-04c（図5, C-D）、080419-44（図5, A-B）、090319-01（図5, E-F）、

100709-03。

産出地点：群馬県多野郡神流町

産出層準：山中層群瀨林層（前期白亜紀：バレミアン）

発見者：木村敏之（080214-04c）、大倉正敏（080419-44）、久保田克博（090319-01）、馬場健司（100709-03）

三次元的に観察可能な3本の歯は共通して、唇側-舌側方向に扁平で先端が尖る。近心-遠心縁には先端から基部に達する、鋭い切縁があるが、鋸歯はない。

080214-04cの先端は歯の中心線に対して、わずかに遠心に位置する。近心縁と遠心縁はともに外側に膨らむが、近心縁の方が膨らみは大きい。歯冠の表面には多数の縦方向の狭い溝がみられるが、それらは埋没後の圧縮によってできた割れ目であると考えられる。

080419-44は他の3本よりも大きく、先端は遠心へ反り返る。歯冠の近心縁は遠心縁よりも鋭く、080214-04cよりも大きく外側に膨らむ。遠心縁は緩くS字状にカーブする。基部は近心-遠心方向にわずかに収縮する。歯冠の表面は滑らかで、080214-04cのような割れ目はない。

090319-01の一方の側面は他の歯と同様に膨らむが、も

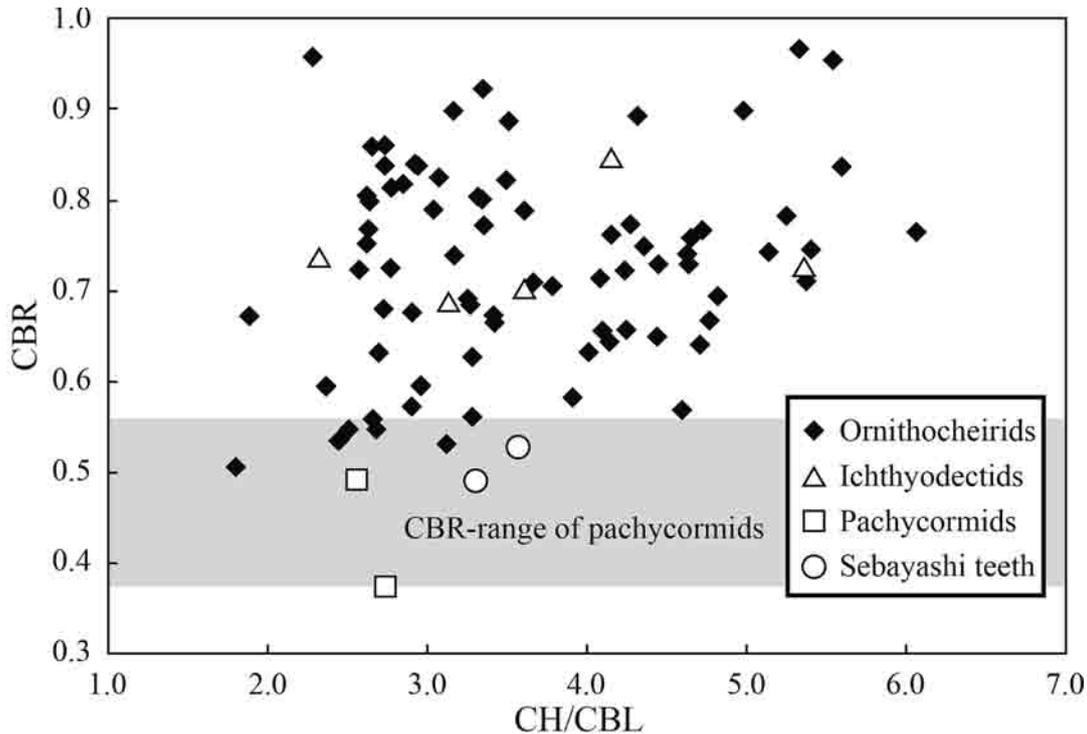


図6 翼竜類のオルニトケイルス科 (Ornithocheirids), ならびに硬骨魚類のイクチオデクテス科 (Ichthyodectids), パキコルムス科 (Pachycormids) の歯冠の相対的な高さ (CH/CBL) と歯冠基部比 (CBR) の比較.

う一方の側面は2本の弱い稜線により、平らな中央の面と弱く膨らんだ前後の面に分けられる。その膨らんだ面の一方には象牙質に達する摩耗面がみられる。080214-04cと同様に、両縁は外側に膨らむが、保存不良のため膨らみの差は不明である。歯冠の表面には縦方向の線がみられるが、080214-04cのように割れて溝を形成しない。

100709-03は露出した側面が膨らみ、表面には稜線はなく、080419-44に似る。歯冠の先端は尖り、露出している部分のみを限り、反り返りはない。切縁の有無や摩耗面の存在は母岩の被覆により観察できない。

ここに記載した歯の形状から、哺乳類を除く肉食動物のものである可能性が高い。白亜紀に生息していた大型肉食動物のうち、獣脚類の多くが鋸歯をもつ (Smith et al., 2005)。原始的な鳥類や一部の獣脚類には鋸歯のないものもいるが、歯冠の形状は瀬林標本とは明らかに異なる (Weishampel et al., 2004)。魚竜類や首長竜類、モササウルス類、ワニ類などの歯も歯冠の形状や切縁と鋸歯の有無の点において、瀬林標本とは異なる。結果として、瀬林標本と比較できる可能性があるものとして、翼竜類オルニトケイルス科と硬骨魚類イクチオデクテス科およびパキコルムス科が挙げられる。本標本の同定にあたり、それら3つのグループの歯冠の相対的な高さ (CH/CBL) と歯冠基部比 (CBR) を算出し、図6に示す。なお使用する値は標本および論文からの計測に基づく (国立科学博物館 NSM

-PV 19892; 神流町恐竜センター NDC non-numbered ornithocheirid; NDC non-numbered *Protosphyraena* jaw; two isolated *Protosphyraena* teeth; an isolated *Xipactinus* tooth; Kellner and Mader, 1997; Schwimmer et al., 1997; Wellnhofer and Buffetaut, 1999; Everhart, 2005; DeMar and Breithaupt, 2008)。CH/CBL 値において、瀬林標本は他の3グループの変異内に含まれ、この値は同一個体の歯列内およびグループ内で大きく変化する。また CBR 値において、イクチオデクテス科は0.6以上と高く、瀬林標本とは異なり、より円形に近い断面をもつ。一方で、他の2グループの CBR 値の変異内に瀬林標本は含まれる。

次に、表9に示した4つの歯の特徴を比較する。オルニトケイルス科の歯の多くは唇側方向にカーブし切縁が存在しない点で、瀬林標本とは異なる。また、オルニトケイルス科とイクチオデクテス科の歯冠の近心-遠心縁が外側に膨らんでいない点で、瀬林標本とは異なる (NSM-PV 19892; NDC non-numbered ornithocheirid; Wellnhofer, 1991; Schwimmer et al., 1997; 呂ほか, 2006)。一方、パキコルムス科は特徴1から3において、瀬林標本と類似する。080419-44の歯冠の遠心縁はS字状であるが、これは先端が遠心方向にカーブしたためであり、本質的には特徴3を呈すると考えられる。特徴4のアクロディンキャップは条鰭綱魚類 (Actinopterygian) に特徴的な構造で、歯冠先端の強度向上のために発達させた hypermineralized

表9 歯化石の特徴の比較. 特徴1: 真っすぐな歯冠; 特徴2: 切縁の存在, 特徴3: 外側に膨らんだ近心-遠心縁, 特徴4: アクロディンキャップの存在.

特 徴	1	2	3	4
オルニトケイルス科	△*1	△*2	×	×
イクチオデクテス科	○	○	×	○
パキコルムス科	○	○	○	○
080214-04c	○	○	○	?*4
080419-44	○	○	△*3	?*4
090319-01	○	○	○	?*4

* 1 多くの歯は唇側方向にカーブするが、いくつかの種の歯列後方の歯はほぼ真っすぐ.

* 2 多くの歯は切縁がないが、いくつかの種の歯列後方の歯には存在する.

* 3 遠心縁が緩くS字状にカーブする.

* 4 アクロディンキャップは確認できないが、その保存状態はタフノミーの影響を受けやすい.

hard tissue である (Janvier, 1996). 瀬林標本の先端を実体顕微鏡下で観察する限り、アクロディンキャップの存在は確認できない。しかし、キャップの保存状態はタフノミーの影響を受けやすいため、限られた標本だけでキャップが解剖学的に欠落しているとはみなすことは難しい (島田, 私信). 以上の比較から、瀬林標本はパキコルムス科のものである可能性があるが、限られた数の遊離した歯の標本のみに基づくため、この同定は予察的なものである。また同じ前期白亜紀のパキコルムス科の報告が世界的にも稀であることもこの標本の同定を困難にさせている。080419-44と100709-03, 080214-04cと090319-01はそれぞれ特に類似するが、その形態的な相違が同じ種の歯列内での変化なのか、分類学的に異なるためなのか、現時点では明確ではない。少なくともオーストラリアの下部白亜系から産出した *Australopachycormus hurleyi* の下顎歯の形状 (Kear, 2007) は080214-04cに類似するため、今後さらなる追加標本が得られることを期待したい。

c パキコルムス科と考えられる化石発見の意義

上述した通り、ここで報告した瀬林標本の同定は予察的なものである。もしこの同定が正しければ、パキコルムス科の報告は国内の下部白亜系では手取層群桑島層に次ぐ2例目である (藪本, 2000). パキコルムス科は真骨魚類 (Teleostei) に属し、ジュラ紀前期から白亜紀後期にかけて化石記録が知られているが、白亜紀前期のものは極めて稀であり、種まで同定されているものはオーストラリア産の *Australopachycormus hurleyi* のみである (Kear, 2007). このことから、山中層群におけるパキコルムス科と考えられる歯の発見は、このグループの生物地理学的研究の上で重要であり、近年明らかになりつつある、瀬林層堆積時の生物の多様性をさらに高めるものである。

d 謝 辞

以下の方々には比較標本の閲覧にご協力していただき

た; 長谷川善和 (群馬県立自然史博物館), 藪本美孝 (北九州市立いのちのたび博物館), 真鍋真 (国立科学博物館). また、以下の方々には有益なコメントをいただいた; 長谷川善和 (群馬県立自然史博物館), 藪本美孝 (北九州市立いのちのたび博物館), 真鍋真 (国立科学博物館), 島田賢舟 (デポール大学), 小林快次 (北海道大学総合博物館). ここに記して御礼を申し上げます.

e 引用文献

- DeMar, D. G. Jr. and Breithaupt, B. H. (2008): Terrestrial Aquatic Vertebrate Paleocommunities of the Mesaverde Formation (Upper Cretaceous, Campanian) of the Wind River and Bighorn Basins, Wyoming, USA. *In* Sankey, J.T. and Baszio, S. eds., *Vertebrate Microfossil Assemblages-Their role in Paleocology and Paleobiogeography*. Indiana University Press, Bloomington, p.78-103.
- Everhart, M. J. (2005): *Oceans of Kansas*. Indiana University Press, Bloomington, 324p.
- Hasegawa, Y., Buffetaut, E., Manabe, M., and Takakuwa, Y. (2003): A possible spinosaurid tooth from the Sebayashi Formation (Lower Cretaceous), Gunma, Japan. *Bulletin of Gunma Museum of Natural History*, (7): 1-5.
- Janvier, P. (1996): *Early Vertebrates*. Oxford University Press, Oxford, 393pp.
- Kear, B. P. (2007): First record of a pachycormid fish (Actinopterygii: Pachycormiformes) from the Lower Cretaceous of Australia. *Journal of Vertebrate Paleontology* 27(4): 1033-1038.
- Kellner, A. W. A. and Mader, B. J. (1997): Archosaur teeth from the Cretaceous of Morocco. *Journal of Paleontology* 71(3): 525-527.

- 呂君昌・姬書安・袁嵩喜・季強 (2006) : 中国的翼竜類化石. 地質出版社, 北京, 147pp.
- 佐藤和久・高乗祐司・長谷川善和 (2008) : 群馬県神流町の瀨林層から産出した竜脚類化石. 日本古生物学会第157回例会講演予稿集, p.40.
- Schwimmer, D. R., Stewart, J. D. and Williams, G. D. (1997): *Xiphactinus vetus* and the distribution of *Xiphactinus* specimens in the eastern United States. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 17(3): 610-615.
- Smith, J. B., Vann, D. R. and Dodson, P. (2005): Dental Morphology and Variation in Theropod Dinosaurs: Implications for the Taxonomic Identification of Isolated Teeth. *The Anatomical Record Part A*, 285A: 699-736.
- 高乗祐司・佐藤和久・木村敏之 (2008) : 山中層群の古生物学的研究. 群馬県立自然史博物館自然史調査報告書, 78-98.
- 谷本正浩・渡辺幸雄・藤本艶彦 (2003) : 群馬県中里村の石堂層(下部白亜系)で産出した獣脚類の歯の化石. 日本古生物学会2003年年会予稿集, p.124.
- Weishampel, D. B., Dodson, P. and Osmolska, H. (2004): *The Dinosauria* Second edition. University of California Press, California, 862pp.
- Wellnhofer, D. P. (1991): *The Illustrated Encyclopedia of Pterosaurs*. Salamander Books Ltd, London, 192 pp.
- Wellnhofer, D. P. and Buffetaut, E. (1999): Pterosaur remains from the Cretaceous of Morocco. *Paläontologische Zeitschrift*, 73: 133-142.
- 藪本美孝 (2000) : 桑島化石壁産の魚類化石. In 松岡廣繁 (編), 石川県白峰村桑島化石壁の古生物. 石川県白峰村教育委員会, p.46-49, pls.14-15.
- (久保田克博・高乗祐司・佐藤和久・木村敏之)

群馬県立自然史博物館 自然史調査報告書
第5号

- I 長野原・東吾妻町地域の生物調査
- II 山中層群の古生物学的研究

発行年月 平成23 (2011) 年3月

編集発行 群馬県立自然史博物館
〒370-2345 群馬県富岡市上黒岩1674-1
Tel (0274) 60-1200
Fax (0274) 60-1250
<http://www.gmnh.pref.gunma.jp>

編集担当 高橋克之・高桑祐司

印刷 朝日印刷工業株式会社