

原著論文

群馬県神流町の山中層群石堂層(下部白亜系)から  
アクロドゥス属(軟骨魚綱: ヒュボドゥス類)の初産出

高桑祐司<sup>1</sup>・田中望羽<sup>2</sup>・上村英雄<sup>3</sup>

<sup>1</sup>群馬県立自然史博物館: 〒370-2345 群馬県富岡市上黒岩1674-1  
(takakuwa@gmnh.pref.gunma.jp)

<sup>2</sup>神流町恐竜センター: 〒370-1602 群馬県多野郡神流町大字神ヶ原51-2

<sup>3</sup>神流町恐竜センター調査協力員: 群馬県高崎市在住

**要旨:** 群馬県南西部の神流町に分布する山中層群石堂層(下部白亜系)から、軟骨魚類の歯化石(KDC-PV-0007)が採集された。この標本は、すりつぶし型の低い歯冠のみで、近遠心方向に細長い楕円形を呈する。歯冠表面には長軸方向に伸びる隆線、そして隆線に対して直行ないしは斜行する線条が隆線を挟んだ舌側と唇側の両側に歯冠の縁まで配列する。側面観では隆線が稜線を形作る。この隆線は歯冠の長軸(近遠心方向)の中央から頬側に偏った部分が多い。また、この隆線は歯冠の中ほどで高く、近心端と遠心端に向かって緩やかに低くなる。これらの特徴は、ヒュボドゥス目ヒュボドゥス科アクロドゥス亜科の模式属であるアクロドゥス属 *Acrodus* の側歯の形態と概ね一致する。KDC-PV-0007にはタイの上部ジュラ~下部白亜系から知られる *A. kalasinensis* との類似点もあるが、現時点で石堂層からは1点しか産出していない。そのためKDC-PV-0007の分類については、アクロドゥス属の一種 *Acrodus* sp. に留めておく。

KDC-PV-0007は、石堂層におけるヒュボドゥス目の初記録、かつ同層から産出した3種類目のサメ類であると共に、山中層群からのアクロドゥス属の初記録である。また、KDC-PV-0007は世界で4例目の白亜紀産アクロドゥス属化石となる。しかしながら白亜紀の他の事例と異なり、KDC-PV-0007だけは海成層からの産出記録となる。

**キーワード:** アクロドゥス属, 軟骨魚類, 白亜紀, 石堂層, 山中層群, 神流町, 群馬県

New occurrence of *Acrodus* (Hybodontiformes; Chondrichthyes) fossil from the Ishido Formation (Lower Cretaceous) of the Sanchu Group, Kanna Town, Gunma, Japan.

TAKAKUWA Yuji<sup>1</sup>, TANAKA Miu<sup>2</sup> and KAMIMURA Hideo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Gunma Museum of Natural History: 1674-1, Kamikuroiwa, Tomioka, Gunma 370-2345, Japan

<sup>2</sup>Kanna Dinosaur Center: 51-2, Kagahara, Kanna Town, Gunma 370-1602, Japan

<sup>3</sup>Research support staff of the Kanna Dinosaur Center (resident in Takasaki City, Gunma)

**Abstract:** This paper describes the first occurrence of the fossil hybodontid shark *Acrodus*, from the Early Cretaceous Ishido Formation of the Sanchu Group, Kanna town, Gunma, Japan. The specimen (KDC-PV-0007) is one lateral tooth, though a root is indistinct. The enameloid-covered crown has approximately an elongated elliptical shape in apical view, and shows a flat ridge in lateral view without apex. There is a remarkable longitudinal crest on the surface of the crown. Moreover, a complex ornamentation developed on both sides of the crest that reaches the margin of the crown. Thus, the specimen is identified as a lateral tooth of the genus *Acrodus* by its morphological characteristics, though the species is unidentified. KDC-PV-0007 marks not only the first Hybodontiform shark and the third euselachian fossils of the Ishido Formation, but also the fourth record of this genus from the Cretaceous deposit. However, the KDC-PV-0007 is the only Cretaceous record that occurred from a marine environment.

**Key Words:** *Acrodus*, Chondrichthyes, Cretaceous, Ishido Formation, Sanchu Group, Kanna Town, Gunma Prefecture

はじめに

山中層群(下部白亜系)は、関東地方における数少ない

前期白亜紀の脊椎動物化石を含む地層で、これまでに恐竜類、軟骨魚類、硬骨魚類の体化石の産出が報告されている

(Hasegawa et al., 1999; Hasegawa et al., 2003; 高桑ほか, 2008;

Molnar et al., 2009; 久保田ほか, 2011; 高乗ほか, 2011; Kubota et al., 2017など).

軟骨魚類については, 1930年に歯化石1点が報告され (Yabe and Obata, 1930), 近年では予察的ではあるものの瀬林層基底からサメ類5種類が報告されている (高乗ほか, 2008). そして, 瀬林層によって整合で覆われる下位の石堂層からはサメ類2種類が報告されている (高乗, 1999; 高乗ほか, 2008, 2011).

2019年4月6日, 筆者の田中と上村は神流町内での化石産地調査において, 軟骨魚類の歯化石1点 (KDC-PV-0007) を採取した. 田中によるプレパレーションの後, この標本は共同研究のために群馬県立自然史博物館に持ち込まれ, そこで検討が進められた. その結果, この標本が軟骨魚類のヒュボドゥス目の1属であるアクロドゥス属 *Acrodus* の歯に同定されることが判明した.

本報告は, この標本 (KDC-PV-0007) を記載すると共に, その産出意義を報告する. また, 本論は2020年1月11日に群馬県立自然史博物館で開催された「ぐんまの自然の『いま』を伝える報告会」と同日から2月16日まで開催された特別展示「ぐんまの自然のいま」においてポスター発表された内容に加筆・修正したものである. なお, 本研究で用いる略号は以下のとおりである; KDC (Kanna Dinosaur Center) -PV (神流町恐竜センター古脊椎動物標本).

## 化石産地の地質と年代

### 産出層準

KDC-PV-0007は, 群馬県多野郡神流町神ヶ原地内にある露頭 (図1) から産出した. この産地は既報のカグラサメ科化石の産地 (調査地点2; 図III-1 in 高乗ほか, 2008) とほぼ同じ地点である.

山中層群 (山中白亜系) の層序区分は, 研究者によって見解が異なるが, 本論では松川・富島 (2009) で整理された層序を用いる. それによると, 山中層群は下位から白井層, 石堂層, 瀬林層, 三山層からなる (図2). 主に下部白亜系を主体とするが, 三山層最上部は上部白亜系 Cenomanian期であると考えられている. これらのうち化石産地付近では石堂層が分布している. 石堂層の最下部は礫岩層および粗粒砂岩層からなり, その上には泥質砂岩, さらにその上位には細粒砂岩と泥質砂岩との互層が認められる (松川・富島, 2009). KDC-PV-0007が含まれていた母岩の岩相はバイオターベーションを伴う暗灰色の細粒~極細粒砂岩で, この岩相は石堂層の一般的な岩相と類似している. 以上のことから, KDC-PV-0007は石堂層由来の化石

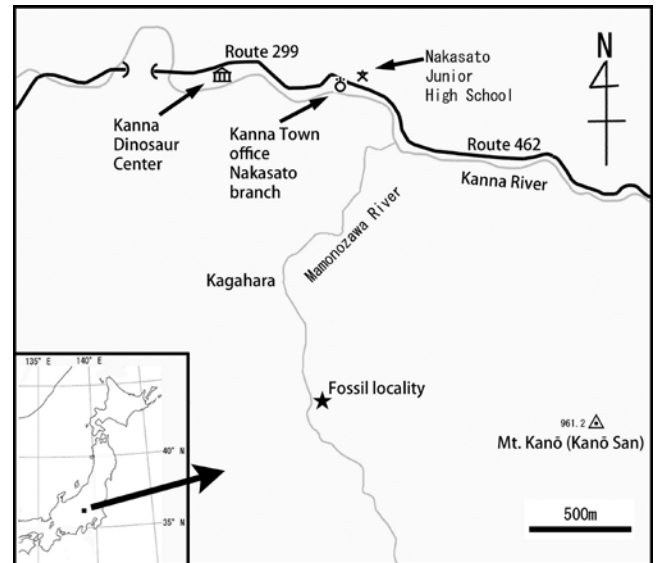


図1. 石堂層産アクロドゥス属化石 (KDC-PV-0007) の産出地点 (★).

Fig. 1. Locality of the first *Acrodus* of the Ishido Formation (KDC-PV-0007; ★).

AGE		Geological units and shark fossil horizons	
Upper Cret.	Cenomanian	Sanyama Formation	
	Aptian - Albian		
Lower Cretaceous	Barremian	Sebayashi Fm. (Upper Mbr.)	
		Sebayashi Fm. (Lower Mbr.)	← Takakuwa et al., 2008
		Ishido Formation	← Takakuwa, 1999; Takakuwa et al., 2011; this study
		Shiroi Formation	
Pre-Hauterivian		Basement rocks	

図2. 山中層群 (山中白亜系) の層序とサメ類化石の産出層準. 松川・富島 (2009) と Matsukawa (2019) を参考に作図.

Fig. 2. Stratigraphy of the Sanchu Group (Sanchu Cretaceous) and the horizons of fossil shark. Generalized columnar section and the range of the group is based on Matsukawa and Tomishima (2009) and Matsukawa (2019).

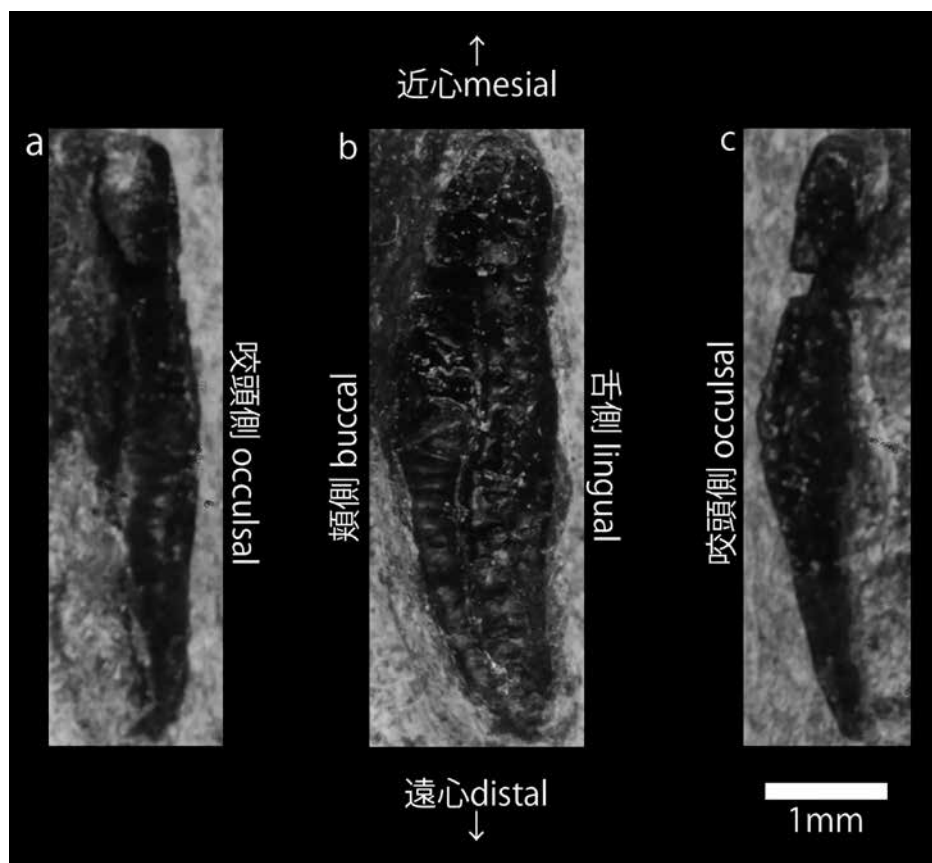


図3. 石堂層産アクロドゥス属の未定種 *Acrodus* sp. (KDC-PV-0007). a. 唇側面観, b. 咬合面観, c. 舌側面観. スケールは1mm.

Fig. 3. *Acrodus* sp. from the Ishido Formation (KDC-PV-0007). a. buccal view, b. occlusal view, and c. lingual view. Scale bar equals 1mm.

であると判断される。

石堂層からは、アンモナイト類やオウムガイ類などの頭足類 (Yabe et al., 1926; Obata et al., 1976; Obata et al., 1984; Matsukawa, 2019ほか)、二枚貝類 (Yabe et al., 1926; Hayami, 1965,a, 1965b, 1966ほか)、腹足類 (Kase, 1984ほか) 等の軟体動物、棘皮動物 (ウニ類: Tanaka, 1965など)、節足動物 (十脚類: Karasawa et al., 2006; Kato and Karasawa, 2006)、刺胞動物 (サンゴ類: 松川・富島, 2019) などの大型化石や有孔虫類や放散虫類など微化石が産出しており、海生生物が卓越している。

#### 年代

従来、石堂層からはYabe et al. (1926) 以降、多くのアンモナイト類化石が知られており、石堂層の年代は、主としてアンモナイト類の化石群組成に基づいて議論されている。それによると石堂層は従来オーテリビアン (Hauterivian) 後期～バレミアン (Barremian) 前期に対比されていたが (Matsukawa, 1983; 松川・富島, 2009)、近年の研究では下位の白井層と共にバレミアン前期に対比されることから

(Matsukawa, 2019)、本報告の年代もこれに従い、バレミアン前期とする。

#### 標本の記載

標本の分類についてはCappetta (2012), Cuny et al. (2014) を参考とし、板鰓類の歯の形態に関する用語は矢部・後藤 (1999)、後藤ほか (2020) に従った。歯の計測にあたっては市販のデジタルノギスを用いた。

#### 古生物学的記載

##### SYSTEMATIC PALEONTOLOGY

軟骨魚綱 Class Chondrichthyes HUXLEY, 1880

板鰓亜綱 Subclass Elasmobranchii BONAPARTE, 1838

正サメ区 Cohort Euselachii HAY, 1902

ヒュボドゥス目 Order Hybodontiformes PATTERSON,  
1966

ヒュボドゥス科 Superfamily Hybodontidae OWEN, 1846

アクロドゥス亜科 Family Acrodontinae CASIER, 1959  
sensu MAISEY, 1989

アクロドゥス属 Genus *Acrodus* AGASSIZ, 1837

アクロドゥス属の一種 *Acrodus* sp. (図3)

標本番号：KDC-PV-0007

産出層準：山中層群石堂層 (Ishido Formation; early Barremian)

採集者：上村英雄

**記 載：** 黒色を呈するエナメロイドからなる歯冠は低く、わずかに一部を欠くが、概ね保存されている。歯根は確認できない。冠側面観における歯冠の輪郭は近-遠心方向に細長い楕円形を呈し、小さく唇側に凸となって湾曲する。また歯冠幅は歯冠の中程から近心側がやや太く、遠心側は細くなっている。歯冠唇側縁の中ほどが外側（唇側）に膨らむ。歯冠舌側縁の中ほどの内側（舌側）への膨らみは唇側縁より小さい。歯冠のほぼ中央を長軸方向に走る隆線（稜）は、近心部と遠心部で唇側に寄る。この隆線からは、隆線に垂直ないしは斜行する線条が歯冠の唇側、舌側のいずれにも配列する。これらの線条は、隆線から歯冠縁部まで伸びている。側面観では歯冠は低く、前述の隆線がその稜線をなす。この稜線は歯冠のほぼ中央が高くなっており、近心端と遠心端に緩やかに高さを減じるが、咬頭とはいえない。また、歯冠舌側の遠心部は平滑となっている。

近遠心長：4.82mm, 頬舌幅：1.30mm, 最大高：0.84mm.

#### 備考

KDC-PV-0007の歯冠は低く、咬頭も発達していないすり潰し型の歯であり、歯冠表面には複雑な装飾が存在している。これらの特徴はアクロドゥス属、アステラカントゥス属 *Asteracanthus*、パレオバテス属 *Palaeobates*、トリボドゥス属 *Tribodus* の4属で構成されるアクロドゥス亜科 (Rees, 2008; Cuny et al., 2014) に特徴的な歯である。KDC-PV-0007の歯冠装飾は、歯の長軸方向に伸びる明確な隆線とその唇側と舌側に配列する線条である。これらの形質は *Acrodus* 属に特徴的なものであることから、KDC-PV-0007は *Acrodus* 属に分類される。また、KDC-PV-0007は、歯が近遠心方向に細長いことから、先行研究で図示されたアクロドゥス属の歯列標本 (Kuhn, 1945; Seilacher, 1973) との比較により、側歯である可能性が高い。

タイの下部白亜系 (Berriian-Barremian) からは *A. kalasinensis* が報告されている (Cuny et al., 2003; Cuny et al., 2014)。KDC-PV-0007の近遠心長は報告された *A. kalasinensis* の標本の変異の幅の中に入る。さらに、冠側面観におけるKDC-PV-0007の歯冠の輪郭は *A. kalasinensis* のパラタイプの一つである

SM2012-1-008と似るものの、その形状から逆側だと考えられる。ただし、側面観におけるKDC-PV-0007の歯冠縁がほぼ直線状なのに対し、SM2012-1-008はゆるやかに湾曲する。また、*A. kalasinensis* では隆線が二重になっている標本も確認されており、種内変異として解釈されている (Cuny et al., 2014)。

一方、*A. biscrasseplicatus* は中国・甘粛省の中部ジュラ系から報告されている (Xue, 1980)。*A. biscrasseplicatus* のホロタイプはKDC-PV-0007よりわずかに大きい (近遠心長5mm) もの、側面観で観察される歯冠の湾曲が強いつとから、歯列上の位置がKDC-PV-0007と異なると考えられる。また、リトアニアの白亜系 (Cenomanian) から報告 (Dalinkevicius, 1935) されている *A. giedroyci* も同様に、歯冠幅が広く、KDC-PV-0007とは冠側面観と側面観における歯のアウトラインが異なることから歯列上の位置が異なると考えられる。これらの状況から、歯の記載にあたっては、できるだけ多くの部位の歯の報告が重要であることが示唆される。

表1. 山中層群 (前期白亜紀) 産サメ類化石。主な化石記録は高桑 (1999)、高桑ほか (2008, 2011) に基づく。

Table 1. Fossil sharks of the Early Cretaceous Sanchu Group, Gunma, Japan. The fossil records are based on Takakuwa (1999), Takakuwa et al. (2008) and Takakuwa et al. (2011).

TAXONOMY	Sanchu Group (Sanchu Cretaceous)	
	Ishido Formation	Sebayashi Formation
Hybodontiformes		
Hybodontidae		
Acrodontinae		
<i>Acrodus</i>	★	
Family incertae sedis		
<i>Heteroptychodus</i>		●
Hexanchiformes		
Hexanchoidei		
Hexanchidae		
<i>Gradioserratus</i>	●	
Lamniformes		
Eoptolamnidae		
<i>Protolamna</i>		●
Mitsukurinidae		
<i>Scapanorhynchus</i>	●	●
Odontaspidae		
<i>Carcharias</i>		●
Cretoxyrhinidae?		
gen. et sp. indet.		●

現在比較可能な種類の中で、タイ産の*A. kalasinensis*はKDC-PV-0007と形態的類似点があり、またその産出層の年代や堆積当時の地理的位置関係もKDC-PV-0007が産出した石堂層と比較的近い。しかしながら、現時点で石堂層から産出しているアクロドゥス属化石はKDC-PV-0007の1点のみである。よって本報告ではKDC-PV-0007の分類をアクロドゥス属の未定種*Acrodus* sp.に留め、今後標本が追加された段階で改めて議論することとした。

## 議論

### 山中層群のサメ類相

4つの層からなる山中層群 (*sensu* Matsukawa, 1983)のうち、サメ類化石は最下位の白井層と最上位の三山層を除く石堂層と瀬林層の2つの層から報告されている (図2, 表1; 高桑, 1999; 高桑ほか, 2008, 2011)。

従来、石堂層からの産出数は少ないが、カグラザメ目カグラザメ科のグラディオセラトゥス属*Gradioserratus*の*G. aff. aptiensis* (高桑ほか, 2011ではアプトエビスザメ*Notorynchus aff. aptiensis*として報告)とネズミザメ目ミツクリザメ科のスカパノリンクス属の未定種*Scapanorhynchus* sp. (高桑, 1999)の2種類が報告されていた。今回のアクロドゥス属の報告により、石堂層からは目3科3属のサメ類が確認されたことになる。

石堂層の上位の瀬林層では、これまでに瀬林層下部層から、スカパノリンクス属の未定種*Scapanorhynchus* sp., プロトラムナ属の未定種*Protolamna* sp., シロワニ属の未定種*Carcharias* sp., およびクレトキシリナ科? 属種未定*Cretoxyrhinidae?* gen. et sp. indet. (高桑ほか, 2008ではネズミザメ目の一種*Lamniformes* gen. et sp. indet.として報告)のネズミザメ目4種類とヒュポドゥス目1種類 (ヘテロプテュコドゥス属*Heteroptychodus*)の計5種類のサメ類が報告されている。これらのうち現時点で2つの層のサメ類化

石群に共通しているのは、スカパノリンクス属だけである (高桑ほか, 2008)。

2つの層の堆積環境には相違が認められ、例えば瀬林層下部層産の貝類には*Nippononaia*, *Costocyrena*, *Hayamina*など淡水～汽水域を示す二枚貝が含まれる (Hayami, 1965a, 1965b, 1966; Matsukawa, 1983; 松川・富島, 2009;)。また、Ito and Matsukawa (1997)によれば、瀬林層下部の堆積相は、エスチュアリー、湾頭デルタ、ストーム堆積物を含む外浜-沖合を示す堆積相が認められ、比較的陸域に近い堆積環境が推定される。これに対して石堂層産貝類は海生種で、アンモナイト類なども含まれる (Hayami, 1965a, b; 1966; Obata et al., 1976; Matsukawa, 1983; Obata et al., 1984; 松川・富島, 2009; Matsukawa, 2019)。また石堂層下部の礫岩層は、河川および潮汐の影響を受けた解析谷の堆積相を示すものの、主部は外浜と沖合の遷移部-沖合相の堆積環境を示し (Ito and Matsukawa, 1997)、瀬林層下部よりやや沖合の環境を示す物と解釈される。したがって、石堂層と瀬林層のサメ類相の構成属の違いは、層位学的な相違だけでなく、両層の堆積環境の相違に起因している可能性も考えられる。

### アクロドゥス属の時空分布

既知の化石記録では、アクロドゥス属は三畳紀の記録が産地・種数共に最も多く、ジュラ紀の記録がそれに次いでいる (Cappetta, 2012など)。三畳系からの記録は、ヨーロッパに多いが、当時のユーラシア大陸の沿岸のほか、現在の北アメリカやマダガスカルからも知られており (Cappetta, 2012)、本属がこの時代に汎世界的に分布していたことを示す。なお、Cappetta (2012)はアクロドゥス属の生息期間を前期三畳紀 (Scythian) から後期白亜紀 (Cenomanian) としており、本論文の生息期間に関する議論はこれに基づいている。

日本では、本報告を含む5例のアクロドゥス属化石が報告されており (表2)、これらのうち3例が中生代の化石記

表2. 日本産アクロドゥス属化石。本報告ではアクロドゥス属の生息期間をCappetta (2012)に依拠して前期三畳紀 (Scythian) から後期白亜紀 (Cenomanian) としていることから、ペルム紀から?*Acrodus* sp.として報告された2例 (後藤, 1999a, b; 渡辺, 2004)は本表に含めていない。

Table 2. Fossil records of *Acrodus* from Japan. The inhabitation period of the genus is between the Early Triassic (Scythian) and the Late Cretaceous (Cenomanian) by Cappetta (2012). Therefore, two Permian records of ?*Acrodus* sp. (Goto, 1999a, b; Watanabe, 2004) from Japan are excluded from this table.

TAXONOMY	AGE	HORIZON	LOCALITY	REFERENCE	
<i>Acrodus</i> sp.	L. Cretaceous	Barremian	Ishido Fm., Sanchu G.	Kanna, Gunma Pref.	this study
<i>Acrodus</i> sp.	U. Triassic	Carnian	Heki Fm., Nabae G.	Fukuchiyama, Kyoto Pref.	Goto et al., 1991
<i>Acrodus</i> sp.	M. Triassic	Anisian	Taho Fm.	Seiyo, Ehime Pref.	Yamagishi, 2004

表3. 白亜紀産アクロドゥス属化石.

Table 3. Fossil records of the Cretaceous *Acrodus* in the world.

TAXONOMY	AGE and HORIZON	LOCALITY	REFERENCE
<i>Acrodus giedroyci</i>	U. Cr. Cenomanian (Labguva Fm.)	Kaunas, Lithuania	Dalinkevicius, 1935
<i>Acrodus</i> sp.	L. Cr. upper Albian (Kolbay Section)	Kolbay, Kazakhstan	Cappetta, 2012
<i>Acrodus</i> sp.	L. Cr. Barremian (Ishido Fm.)	Gunma, Japan	this study
<i>Acrodus kalasinensis</i>	L. Cr. Berriasian - Barremian (Phu Kradung Fm.)	Kalasin, Thailand	Cuny et al., 2003; Cuny et al., 2014

録である。従来知られていたのは *Acrodus* sp. として報告された愛媛県西予市城川町に分布する田穂層（中期三畳紀, Anisian; Yamagishi, 2004）と京都府福知山市夜久野町に分布する難波江層群日置層（後期三畳紀, Carnian; 後藤ほか, 1991）からのもので、白亜紀の化石記録は、この石堂層からの報告が初となる。

そして、残りの2例は付加体（美濃帯）に含まれる2つのペルム紀石灰岩体（赤坂石灰岩、舟伏山石灰岩）から産出したもので、いずれも *Acrodus* sp. として報告されている（後藤, 1999a, 1999b; 渡辺, 2004）。これらの年代は Cappetta (2012) によってアクロドゥス属の初出とされた前期三畳紀 (Scythian) より明らかに古い。これらの記録については、その分類について改めて検討し、その生息期間も吟味する必要があると考えられるため、表2には含めなかった。ただし、今後の検討により、確実にアクロドゥス属に分類されることになれば、この属の生息期間は古生代ペルム紀まで遡り、P/T境界での大量絶滅を免れたサメ類の一種だということになる。

白亜紀のアクロドゥス属の化石記録は Cappetta (2012) で整理されている。この文献では *A. dolloi* Leriche, 1927 (= lateral and posterior tooth of *Ptychocorax*) と *A. worthi* Dixon, 1850 (= *Polyacrodus*) の2種がアクロドゥス属から除外され、白亜紀の記録として4例が記述されている。ただし、Cappetta (2012) の挙げた4例のうち、ブラジル産の *A. nitidus* Woodward, 1888は、後に同じヒュボドゥス目のロンキディオン科 Lonchidiidae の一属、リッソドゥス属 *Lissodus* に移された (Brito and Richter, 2016)。以上をまとめると、アクロドゥス属の白亜紀の化石記録は、タイの下部白亜系 (Berriasian - Barremian) 産の *A. kalasinensis* (Cuny et al., 2003; Cuny et al., 2014)、カザフスタンの下部白亜系 (upper Albian) 産の *A. sp.* (Cappetta, 2012)、リトアニアの上部白亜系 (Cenomanian) 産の *A. giedroyci* (Dalinkevicius, 1935) そして本報告の石堂層の *A. sp.* の合計4例となる (表3)。これらのうち、石堂層を含む前期白亜紀の3例は、現在のアジア地域に集中している。これは、汎世界的に分布していた三

畳紀に比べ、白亜紀のアクロドゥス属の地理的分布が局所的なものになっていたことを示すものかもしれない。

一方、Rees and Underwood (2006) は、ジュラ紀のトアルシアン以降のアクロドゥス属の化石記録が全て淡水環境の地層に由来していることから、ジュラ紀を通して、本属が海生環境から淡水環境へと生息環境を移行させたと推定している。また、トアルシアン以降の地層から近遠心長が 15mm を超える本属の歯の産出が認められないことから、ジュラ紀に生じたアクロドゥス属の生息環境の移行は、体サイズの小型化とも関連すると考えられている (Cuny et al., 2014)。

石堂層から見つかった KDC-PV-0007 の近遠心長は 5mm 未満で、他の白亜紀産化石と同様に、アクロドゥス属としては小型の範疇に入る。しかしながら、他の白亜紀産アクロドゥス属化石が淡水環境の地層から産出しているのに対し、KDC-PV-0007 だけは海成層である石堂層からの産出である。石堂層からアクロドゥス属化石が産出した理由としては、河川など水の営力による陸域からの流入やアクロドゥス属自身が有していた塩分濃度に対する適応能力の高さなどが考えられる。しかしながら、現時点では石堂層産アクロドゥス属化石は本報告の1点のみであるため、*Acrodus* とその生息域に関する問題を含め、石堂層のサメ類化石群を解析するには石堂層産サメ類化石標本の追加が待たれる。さらに、石堂層を含む白亜紀のアクロドゥス属化石は、当時絶滅に向かっていた本属を含むアクロドゥス亜科、ならびにこの亜科を含むヒュボドゥス目の進化史に関する重要な記録であり、今後検討可能な標本の増加とそれらに伴う議論が期待される。

## 謝辞

本報告の執筆にあたり、群馬県立自然史博物館ならびに神流町恐竜センターの職員の皆様には、調査研究を含む館業務の中で様々な協力を賜った。査読者である宮田真也博士からのコメントによって、本論文は大きく改善すること

ができた。また、編集委員の木村敏之博士には、出版にあたって様々な労をとっていただいた。以上の皆様に御礼を申し上げる。

## 引用文献

- Agassiz, L. (1833–1843) : Recherches sur les Poissons Fossiles. Tome 3 : Imprimerie de Petitpierre, Neuchâtel, 390+32pp.
- Bonaparte, C. L. (1838) : Selachorum tabula analytica. *Nuovi Annali della Science Naturali Bologna*, 1 (2) : 195-214.
- Brito, P. M. and Richter, M. (2016) : The contribution of Sir Arthur Smith Woodward to the palaeoichthyology of Brazil – Smith Woodward's types from Brazil. *Geological Society, London, Special Publications*, 430: 201-217.
- Cappetta, H. (2012) : Chondrichthyes · Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii : Teeth. In Schultze, H.-P. (ed.) *Handbook of Paleoichthyology* 3E : 512 p. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München.
- Casier, E. (1959) : Contribution à l'étude des Poissons fossiles de la Belgique. XII Sélaciens et Holocephales sinémuriens de la province de Luxembourg. *Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique, Bulletin*, 35 : 1-27.
- Cuny, G., Suteethorn, V., Buffetaut, E. and Philippe, M. (2003) : Hybodont sharks from the Mesozoic Khorat Group of Thailand. *Maharakham University Journal*, 22 special issue : 49-68.
- Cuny, G., Suteethorn, V. and Kamha, S. (2005) : A review of the hybodont sharks from the Mesozoic of Thailand. In Wannakao, L., Srisuk, K., Youngme, W. and Lertsirivorakul, R. (eds.) *Proceedings of the International Conference on Geology, Geotechnology and Mineral Resource of Indochina (GEOINDO 2005)*. Khon Kaen University, Khon Kaen, 588-593.
- Cuny, G. Liard, R., Deesri, U., Liard, T., Khamha, S. and Suteethorn, V. (2014) : Shark faunas from the late Jurassic-Early Cretaceous of northeastern Thailand. *Paläontologische Zeitschrift*, 88 : 309-328.
- Dalinkevicius, J. A. (1935) : On the fossil fishes of the Lithuanian Chalk. I. Selachii. *Mémoires de la Faculté des Sciences de l'Université de Vytautas le Grand*, 9 : 243-305.
- Dixon, F. (1850) : The Geology and Fossils of the Tertiary and Cretaceous Formations of Sussex. 469 p., London (private publication).
- 後藤仁敏 (1999a) : 日本産の古生代魚類化石の復元。月刊海洋, 号外, (16) : 45-53. (Goto, 1999a, in Japanese).
- 後藤仁敏 (1999b) : 赤坂石灰岩の魚類化石～日本最古の古生代魚類化石について。特別展「のぞいてみよう！ 5億年前の海～三葉虫が見た世界」図録, p.72-77, 神奈川県立生命の星・地球博物館, 小田原. (Goto, 1999b, in Japanese).
- 後藤仁敏・久家直之・蜂矢喜一郎 (1991) : 日本産中生代のヒボドゥス上科板鰐類3属の歯化石について。地質学雑誌, 97:743-750. (Goto et al., 1991, in Japanese).
- 後藤仁敏・田中 猛・金子正彦・鈴木秀史・高柴祐司・サメの歯化石研究会 (2020) : サメの歯化石のしらべ方。地学団体研究会地学ハンドブックシリーズ, (27) : 1-95.
- Hasegawa, T., 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.
- Hasegawa, Y., Manabe, M., Kase, T., Nakajima, S. and Takakuwa, Y. (1999) : An ornithomimid vertebra from the Early Cretaceous Sebayashi Formation, Sanchu Terrane, Gunma Prefecture, Japan. *Bulletin of Gunma Museum of Natural History*, (3) : 1-6.
- Hay, O. P. (1902) : Bibliography and catalogue of the fossil Vertebrata of North America. *Bulletin of the United States Geological and Geographical Survey of the Territories*, 179 : 1-868.
- Hayami, I. (1965a) : Lower Cretaceous Marine Pelecypods of Japan, Part 1. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series D, Geology*, 15 (2) : 221-349.
- Hayami, I. (1965b) : Lower Cretaceous Marine Pelecypods of Japan, Part 2. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series D, Geology*, 17 (2) : 73-150.
- Hayami, I. (1966) : Lower Cretaceous Marine Pelecypods of Japan, Part 3. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series D, Geology*, 17 (3) : 151-249.
- Huxley, T. H. (1880) : On the application of the laws of evolution to the arrangement of the vertebrata, and more particularly of the Mammalia. *Proceedings of the Zoological Society*, 1880 : 649-662.
- 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 the Geological Society of Japan*, (48) : 60-75.
- Karasawa, H., Kato, H. and Terabe, K. (2006) : A new member of the Family Prosopidae (Crustacea : Decapoda : Brachyura) from the Cretaceous of Japan. *Revista Mexicana de Ciencias Geologicas*, 23 : 344-349.
- Kato, H. and Karasawa, H. (2006) : New nephropid and glypheid lobsters from the Mesozoic of Japan. *Revista Mexicana de Ciencias Geologicas*, 23 : 338-343.
- Kase, T. (1984) : Early Cretaceous marine and brackish-water Gastropoda from Japan. *National Science Museum Monographs*, 1, 1-189.
- Kubota, K., Takakuwa, Y. and Hasegawa, Y. (2017) : Second discovery of a spinosaurid tooth from the Sebayashi Formation (Lower Cretaceous), Kanna Town, Gunma Prefecture, Japan. *Bulletin of the Gunma Museum of Natural History*, (21) : 1-6.
- 久保田克博・高柴祐司・佐藤和久・木村敏之 (2011) : II 山中層群の古生物学的研究 (4) 瀬林層産出のバキコルムス科魚類の歯化石。群馬県立自然史博物館自然史調査報告書, (5) : 112-116.
- Kuhn, E. (1945) : Über *Acrodus*-Funde aus dem Grenzbitumenhorizont der anisischen Stufe der Trias des Monte San Giorgio (Kt. Tessin). *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 38 : 662-673.
- Leriche, M. (1927) : Les Poissons du Crétacé marin de la Belgique et du Limbourg hollandais (note préliminaire). Les résultats stratigraphiques de leur étude. *Bulletin de la Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, 37 (3) : 199-299.
- Maisey, J. G. (1989) : *Hamiltonichthys mapesi*, g. and sp. nov. (Chondrichthyes; Elasmobranchii), from the Upper Pennsylvanian of Kansas. *American Museum Novitates*, 2931 : 1-42.
- Matsukawa, M. (1983) : Stratigraphy and sedimentary environments of the Sanchu Cretaceous, Japan. *Memoirs of the Ehime University, Natural Science. Series D*, 9 (4) : 1-50.
- Matsukawa, M. (2019) : Barremian – Aptian (Lower Cretaceous) ammonites from eastern part of the Sanchu Cretaceous, Japan. *Bulletin of Tokyo Gakuzei University, Division of Natural Sciences*, 71 : 129-152.
- 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. (Matsukawa and Tomishima, 2009, in Japanese).
- Molnar, L., 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 Gakuzei University, Division of Natural Sciences*, 61 : 105-117.
- Obata, I., Matsukawa, M., Tanaka, K., Kanai, Y., Watanabe, T. (1984) : Cretaceous cephalopods from the Sanchu area, Japan. *Bulletin of the National Science Museum, Series C (Geology and Paleontology)*, 2 (10) : 9-37.
- Obata, I., Matsukawa, M., Tsuda, H., Futakami, M. and Ogawa, Y. (1976) : Geological age of the Cretaceous Ishido Formation, Japan. *Bulletin of the National Science Museum, Series C (Geology and Paleontology)*, 2 (3) : 121-138.
- Owen, R. (1846) : Lectures on the comparative anatomy and physiology of the vertebrate animals, delivered at the Royal College of Surgeons of England in 1844 and 1846. Part 1. Fishes. Longman, London, 308pp.
- Patterson, C. (1966) : British Wealden sharks. *Bulletin of the British Museum (Natural History)*, *Geology*, 11 : 283-350.
- Rees, J. (2008) : Interrelationships of Mesozoic hybodont sharks as indicated

- by dental morphology-preliminary results. *Acta Geologica Polonica*, 58 (2) : 217-221.
- Rees, J., and Underwood, C. J. (2006) : Hybodont sharks from the Middle Jurassic of the Inner Hebrides, Scotland. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*, 96 : 351-363.
- Seilacher, A. (1973) : Fabricational Noise in Adaptive Morphology. *Systematic Zoology*, 22 (4) : 451-465.
- 高桑祐司 (1999) : 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. (Takakuwa, 1999, in Japanese).
- 高桑祐司・佐藤和久・木村敏之 (2008) : III 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. (Takakuwa et al., 2008, in Japanese).
- 高桑祐司・佐藤和久・木村敏之・久保田克博 (2011) : II 山中層群の古生物学的研究 (3) 石堂層から産出したカグラザメ科の歯化石. 群馬県立自然史博物館自然史調査報告書, (5) : 107-112. (Takakuwa et al., 2011, in Japanese).
- Tanaka, K. (1965) : Cretaceous echinoids from the Sanchu Graben, central Japan. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (59) : 126-142.
- 渡辺幸雄 (2004) : 岐阜県産古生代軟骨魚類化石. サメの歯化石たより, (32) : 4-5. (Watanabe, 2004, in Japanese).
- Woodward, A. S. (1888) : Notes on some vertebrate fossils from the Province of Bahia, Brazil, collected by JOSEPH MAWSON. *Annals and Magazine of Natural History, Ser. 6*, 2 : 132-136.
- Xue, X.-X. (1980) : New materials of Hybodontidae in Gansu and Shaanxi. *Vertebrata Palasiatica*, 18 : 9-15.
- 矢部英生・後藤仁敏 (1999) : 板鰐類の歯に関する用語. 化石研究会会誌, 32 (1) : 14-20.
- Yabe, H., Nagao, T., Shimizu, S. (1926) : Cretaceous Mollusca from the Sanchu Graben in the Kwanto Mountainland, Japan. *Science Report, Tohoku Imperial University, Ser. 2, Geology*, 9: 33-76.
- Yabe, H. and Obata, T. (1930) : On Some Fossil Fishes from the Cretaceous of Japan. *Japanese Journal of Geology and Geography*, 8 : 1-7.
- Yamagishi, H. (2004) : Elasmobranch remains from the Taho Limestone (Lower - Middle Triassic) of Ehime Prefecture, Southwest Japan, *In* Arratia, G. and Tintori, A. (eds.) *Mesozoic Fishes*, 3 : 565-574, Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München.