

Online ISSN : 2186-490X
Print ISSN : 1346-4272

地質調査研究報告

BULLETIN OF THE GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Vol. 67 No. 5 2016



口絵

3D プリンタによる地質標本の模型製作

兼子尚知・鶴野 光・岩下智洋 133

論文

北海道枝幸町歌登産 *Desmostylus* の記載：歌登第 2 ～第 7 標本の記載

鶴野 光・兼子尚知・高島孝宗 137

北海道歌登産 *Desmostylus* の骨格 Ⅲ. 歌登第 8 標本の再記載と第 1 標本頭蓋形態の再考

犬塚則久・兼子尚知・高島孝宗 167

表紙の写真

デスモスチルス歌登第 3 標本の 2.5 分の 1 サイズ 3D プリンタ出力模型(スケール全長は 10 cm)

北海道枝幸町歌登の中部中新統タチカラウシナイ層より産出し、産業技術総合研究所地質標本館とオホーツクミュージアムえさしに登録・保管されているデスモスチルス歌登標本は、2017 年 9 月に発見から 40 周年を迎える。本号は、記載報告が未着手であった歌登第 2 ～第 7 標本の記載論文、第 8 標本の再記載論文と第 1 標本の頭骨記載の修正を収録し、歌登標本の研究にひと区切りをなすものとなる。

一方、歌登標本は、近年も新たな研究の材料として利用されている。X 線 CT スキャナを用いた化石内部構造の研究や同位体分析などにより、絶滅哺乳類デスモスチルスの謎への挑戦が続いている。本号の口絵では、歌登第 3 標本の頭骨化石(GSJ F07745-1, GSJ F07745-2)の X 線 CT スキャンデータから、3D プリンタで作成した 2.5 分の 1 サイズの模型を紹介する。記載的研究の完了後も、新たな手法を用いた研究の展開で、歌登標本の価値はますます高まると期待される。

(写真・文：兼子尚知)

Cover photograph

A 0.4 times size model of a skull of *Desmostylus* by 3D printer (Scale length is 10 cm)

The Utanobori specimens of *Desmostylus* were uncovered from the Middle Miocene Tachikaraushinai Formation at Esashi Town, Hokkaido, Japan. Some descriptions dealt with the Utanobori specimens have been published, but the 2nd to 7th Utanobori specimens remain unpublished. In this issue, these unpublished specimens are formally described, and the 1st and 8th Utanobori specimens are also redescribed based on new knowledge.

The Utanobori specimens will provide new information through new technology such as X-ray CT scanning and isotope analyses. The cover picture of this issue is 0.4 times size model of the skull of the 3rd Utanobori specimens (GSJ F07745-1, GSJ F07745-2) by using 3D printer based on X-ray CT scanning data. Description of the Utanobori specimens is completed in this issue, expanding opportunity to be used in various studies.

(Photograph and Caption by Naotomo Kaneko)

3D プリンタによる地質標本の模型製作 Modeling of geological specimen by 3D printer

兼子尚知^{1,*}・鶴野 光²・岩下智洋³
Naotomo Kaneko^{1,*}, Hikaru Uno² and Tomohiro Iwashita³

X線CTスキャナによる地質標本の観察は、非破壊・無侵襲でその内部構造を知ることができるため、標本を対象とした研究に不可欠な手段となりつつある。一方、3Dプリンタは、近年その普及がめざましく、出力サービス等が急速に充実した。このような背景を受け、X線CTスキャンデータを基にして3Dプリンタで造形することにより、標本の模型製作が容易になった。印象材で標本の型を取ってそれに樹脂等を流し込む従来の「アナログな」模型(レプリカ)製作手法と比較し、X線CTスキャンデータと3Dプリンタの組合せによる「デジタルな」手法では、拡大または縮小が自在に可能である等メリットが大きい。このほど、地質標本館に収蔵されている化石哺乳類・デスマスチルス歌登^{うたのぼり}第3標本(第1図: 山口ほか, 1981; Uno and Kimura, 2004)の頭蓋骨(GSJ F07745-1)と下顎骨(GSJ F07745-2)のX線CTスキャンデータから、3Dプリンタを用いて2.5分の1(0.4倍)サイズの半透明樹脂模型(本号表紙, 第2図)を製作したので、概要を報告する。



第1図 デスマスチルス歌登第3標本のA: 頭蓋骨(GSJ F07745-1)とB: 下顎骨(GSJ F07745-2). 右上は0.4倍の亚克力樹脂模型. スケール全長は10 cm.

Figure 1 The 3rd Utanobori specimens of *Desmostylus*, A: cranium (GSJ F07745-1), B: mandible (GSJ F07745-2). Upper right is a resin model of 0.4 times magnification. Scale length is 10 cm.

¹産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation)

²農業・食品産業技術総合研究機構 (National Agriculture and Food Research Organization, 3-1-1 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8604, Japan)

³有限会社 ホワイトラビット (White Rabbit Co., Ltd, 2-22-9 Zoshigaya, Tokyo 171-0032, Japan)

*Corresponding author: N. Kaneko, Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan. Email: n.kaneko@aist.go.jp



第2図 X線CTスキャンデータから3Dプリンタで造形した*Desmostylus hesperus*の2.5分の1 (0.4倍) アクリル樹脂模型. 上: 頭蓋骨, 下: 下顎骨. スケール全長は10 cm.

Figure 2 Resin model of *Desmostylus hesperus* 0.4 times the size using a 3D printer from the X-ray CT scanner data. Upper: cranium, Lower: mandible. Scale length is 10 cm.

産業技術総合研究所地質調査総合センター(つくば中央第七事業所)の共同利用実験装置である株式会社日立メディコ製・全身用X線コンピュータ断層装置CT-W2000を用いて、デスモスチルス歌登第3標本の頭蓋骨と下顎骨の断層画像を取得した。画像の1ピクセルは約0.488 mm四方に相当し、ステージ移動量は1.0 mmとした。頭蓋骨は438画像(約122 MB)、下顎骨は375画像(約84 MB)のデータから、2.5分の1の大きさで3Dプリンタ出力を行った。X線CTスキャンデータの処理には、有限会社ホワイトラビット製・3D画像解析ソフトウェアMolcer Plusを用いた。3Dプリンタ出力は、DMM.make 3Dプリント(<http://make.dmm.com/print/> 2016年10月6日参照)を利用し、素材には「アクリル樹脂(高精細)」を選んだ。造形に使用した3Dプリンタは、熱溶解積層法の米国3D Systems社製・ProJet 3500 Hdで、積層ピッチは16 μ mである。拡大写真では模型表面の積層ピッチが視認できる(第3図)が、全体の造形精度は高い。

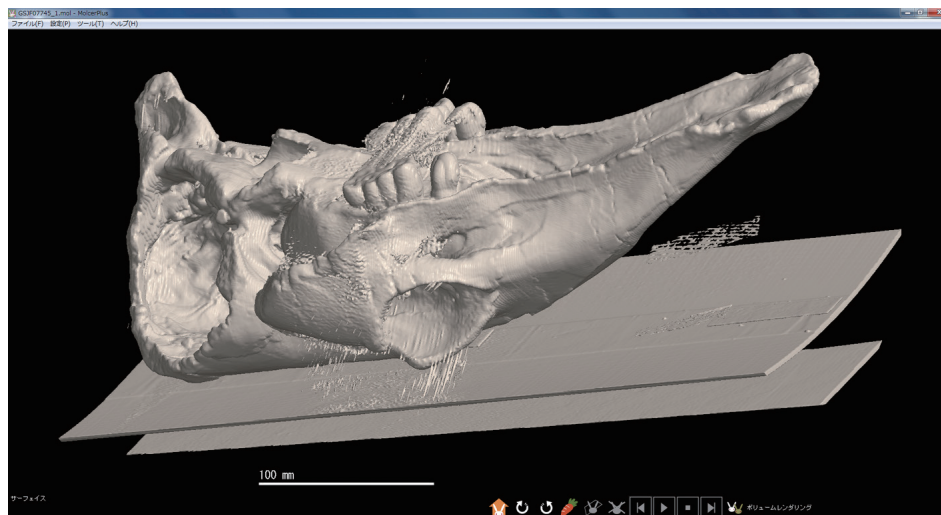
3Dプリンタ造形により、標本研究の高度化が期待できる。例えば、拡大・縮小が自在で、観察に最適な大きさ・重さに造形できるので、手に持った観察が容易になる。さらに、3D多色プリントによって、化石、褶曲や震源分布といった地質構造、堆積物内部構造等、広く地質学的な対象物を立体的に表現することもできる。コンピュータ画面上で2次元的に表示することは可能だが、透明素材によって内部構造を見透かせる立体模型を造形すれば、より深い考察を得ることができるだろう。また、化石のタイプ標本や重要標本等のX線CTスキャンデータをインターネットで配信することにより、遠隔地で模型を出力して標本を観察することも可能となる。

このような模型は、博物館等において研究成果の展示や解説に応用が可能である。展示物として、コンピュータ画面(第4図)や印刷物のような2次元表現より、立体的な模型の方がわかりやすい。標準標本の模型セットや、代表的な標本の模型があれば、教育や普及に大きく資すると考えられる。



第3図 下顎左臼歯部分の拡大写真。左下は実標本。

Figure 3 Enlarged photograph of left lower molar.
Lower left is the same part of specimen.



第4図 サーフェスレンダリング時のコンピュータ画面。

Figure 4 Screen shot of surface rendering.

謝辞：産業技術総合研究所地質情報研究部門の池原 研博士には、X線CTスキャナの使用に関して、多大なる便宜を図っていただいた。古脊椎動物研究所の犬塚則久博士には、デスモステルスに関し、多くのご教示を賜った。ここに深く感謝申し上げます。

文 献

- Uno, H. and Kimura, M. (2004) Reinterpretation of some cranial structures of *Desmostylus hesperus* (Mammalia: Desmostylia) : a new specimen from the Middle Miocene Tachikaraushinai Formation, Hokkaido, Japan. *Paleont. Res.*, **8**, 1–10.
- 山口昇一・犬塚則久・松井 愈・秋山雅彦・神戸信和・石田正夫・根本隆文・谷津良太郎(1981) 北海道歌登産 *Desmostylus* の発掘と復元. 地質調査所月報, **32**, 527–543.

北海道枝幸町歌登産 *Desmostylus* の記載：歌登第 2～第 7 標本の記載

鶴野 光^{1,*}・兼子尚知²・高島孝宗³

Hikaru Uno, Naotomo Kaneko and Takamune Takabatake (2016) Description of the rest of previously studied Utanobori specimens of *Desmostylus* from Esashi Town, Hokkaido, Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol.67 (5), p.137–165, 13 figs, 10 tables, 5 plates.

Abstract: Utanobori specimens of *Desmostylus* stored in AIST, Geological Museum, Tsukuba, Ibaraki, Japan were excavated from the Middle Miocene Tachikarashinai Formation at Esashi Town (former Utanobori Town), Hokkaido, Japan. Some specimens of them was not formally described, and these specimens were described in this paper. All the 1st to 7th Utanobori specimens were considered to be *D. hesperus*, based on the morphology and geological age. Regarding the 3rd Utanobori specimens studied in this paper consisting of several specimens (GSJ F07745-4, GSJ F07745-6, GSJ F07745-7, GSJ F07745-8, GSJ F07745-13, GSJ F07745-14), they were collected within an identical rock. All of the 3rd Utanobori specimens showed nearly same growth stage and did not include overlapped bone elements. Thus, they were highly probable from an identical individual. Comparing stylohyoid, incisor, tibia of the 3rd Utanobori specimens with other corresponding specimens of *D. hesperus* (the 1st Utanobori specimen; GSJ F07743 and the Keton specimen; UHR18466), the stylohyoid of the 3rd Utanobori specimens was much delicate comparing to that of the 1st Utanobori specimens, and the occlusal surface of incisor was worn in different manner from that of the 1st Utanobori specimens. The tibia of the 3rd Utanobori specimens did not have distortion like those of the 1st Utanobori and Keton specimens. These morphological variations showed some intraspecific-variation of *D. hesperus* or difference in preservation state.

Keywords: *Desmostylus hesperus*, Mammalia, Miocene, Utanobori, Esashi, Hokkaido

要 旨

産業技術総合研究所地質標本館に保管されている北海道枝幸町(旧 歌登町)の中部中新統タチカラウシナイ層から産出した*Desmostylus*歌登標本は、一部が記載されたが他は未記載のままであった。本論文では、これらの未記載標本の記載を行う。歌登標本は、その形態と産出層準から、第1～第7標本の中で保存が良く同定可能な標本のすべてが同一種 *Desmostylus hesperus* であるとみなされる。本論文で扱った歌登第3標本は、いくつかの骨を含んでいるが、これらは同一岩体から得られたものであり、ほぼ同じ成長段階を示し、骨要素に部位の重複がない。したがって、これらは同一個体由来である蓋然性が高い。この第3標本の茎状舌骨、切歯、脛骨を他の *D. hesperus* である歌登第1標本(標本番号GSJ F07743)と

気屯標本(標本番号UHR18466)と比較すると、第3標本では、茎状舌骨はより華奢で、切歯の咬耗形態が異なっており、脛骨は他と異なりほとんど捻転していない。これらの形態は *D. hesperus* のなんらかの種内変異もしくは保存状態の差異を表していると考えられる。

1. はじめに

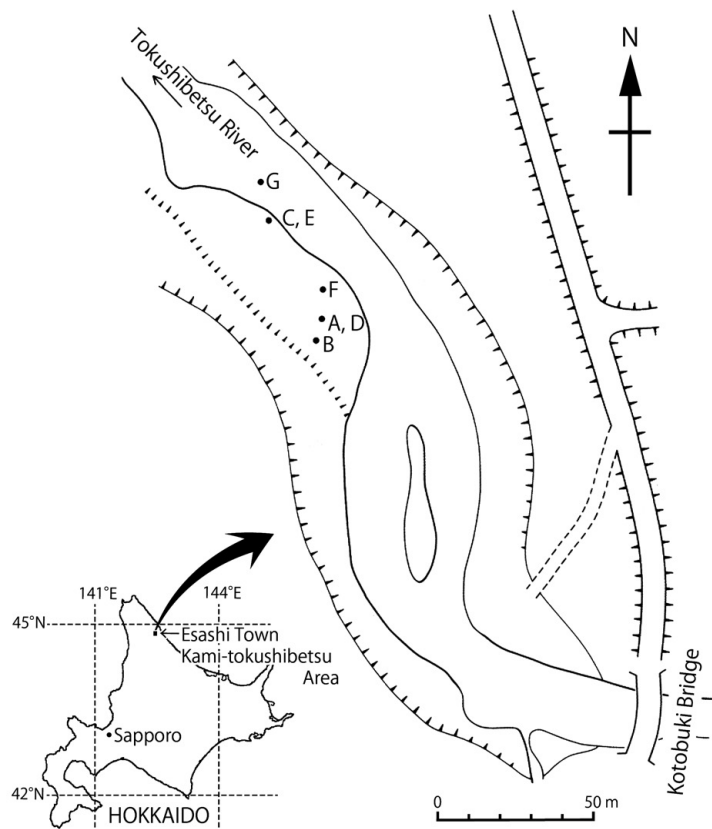
産業技術総合研究所地質標本館に保管されている絶滅した哺乳類の *Desmostylus* 歌登標本(山口, 1978; 山口ほか, 1981)は、歌登第1標本から歌登第7標本までが登録されている(以下、第○標本: ○は番号で記す)。これら一連の標本は、1977年9月13日に、当時地質調査所北海道支所職員であった山口昇一が *Desmostylus* の臼歯化石を発見したことに端を発する。山口は、北海道枝幸郡歌

¹ 農業・食品産業技術総合研究機構 (National Agriculture and Food Research Organization, 3-1-1 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8604, Japan)

² 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation)

³ オホーツクミュージアムえさし (Okhotsk Museum Esashi, 1614-1 Mikasa-cho, Esashi, Hokkaido, 098-5823, Japan)

*Corresponding author: H. Uno. Email: unodesuyojp@gmail.com



第1図 歌登標本の産出地点. 山口ほか(1981)を改変. 図中のAからGは表1の産出地点に対応する.
 Fig. 1 Location map of Utanobori specimens modified from Yamaguchi *et al.* (1981). Figures of A to G in the map correspond to the Figures in Table 1.

登町(現 枝幸町^{かみとくしべつ})上徳志別^{とくしべつがわ}地域を地質調査中、徳志別川^{とくしべつがわ}に架かる寿橋^{ことぶきばし}下流の左岸側河床露頭より *Desmostylus* の白歯化石(第2標本: GSJ F07744)を発見し、続いて全身骨格(第1標本: GSJ F07743)を見いだした(山口, 1978). ただちに組織的な発掘体制が整えられ、1977年9月の第1次発掘調査で第1標本の前半身が発掘収容され、1978年7月の第2次発掘調査では残りの後半身と第3標本から第7標本(第1図, 第1表)も発見・発掘された(山口ほか, 1981). さらに、1985年8月には、前回までの発掘に携わった歌登町職員の小栗 宏が、第1標本発掘地点近傍で第8標本(上腕骨: OME-U-0170, 膝蓋骨: OME-U-0171)を発見した(木村・小栗, 1985). 第8標本は、枝幸町のオホーツクミュージアムえさしに登録・保管されている.

上述した歌登標本のうち、ほぼ完全な全身骨格である第1標本は犬塚(1988; 2009), 犬塚ほか(2016: 本号)が、第3標本の頭蓋(GSJ F07745-1)及び下顎(GSJ F07745-2)はUno and Kimura(2004)が、第8標本の上腕骨及び膝蓋骨は、木村・小栗(1985), 犬塚ほか(2016)が、それぞれ記載を行った.

本論文では、これまでに記載されていない歌登標本(第2標本, 第3標本の一部, 第5標本, 第6標本, 第7標本の一部)を記載する. ただし、第3標本のうちマトリックスと骨の境界があいまいであるか、標本が小さな骨片のみで形態的特徴を見いだせないもの(GSJ F07745-3, GSJ F07745-5, GSJ F07745-9 ~ GSJ F07745-12)は、部位の同定ができなかったため記載を行わない. また、第4標本(GSJ F07746)及び第7標本の一部(GSJ F07749-2)は、部位の同定はできるが保存されている部分が小さいので、記載を行わず図版にのみ示す.

歌登標本の発見の経緯と研究経過を含む「1. はじめに」及び「2. 地質」は兼子が、「3. 歌登標本の種同定」以降は、標本の記載を含めて鶴野が執筆した. 高島は現地での情報収集と標本属性の補完を担当した. なお、本文中の標本番号に用いられている機関の略称は以下のとおりである. GSJ F (産業技術総合研究所地質調査総合センター, Geological Survey of Japan, Fossil), OME (オホーツクミュージアムえさし, Okhotsk Museum Esashi), UHR (北海道大学総合博物館, University of Hokkaido Museum Registration).

第1表 歌登標本の属性. 産出地のAからGは第1図の地図内の地点に対応.
Table 1 Property of Utanobori specimens. Figures from A to G represent the locality of those of Fig. 1.

Utanobori specimen (歌登標本)	Registration Number (標本登録番号)	Part (部位)	Discovery date and Discoverer (発見年月日及び発見者; 敬称略)	Occurrence Point (産出地点)	Bibliography (文献)
1st specimen (第1標本)	GSJ F07743	Whole skeleton (全身骨格)	1977. 9. 13 Shoich Yamaguchi (山口昇一)	A (See Figure 1, following the same)	Inuzuka (1988) (犬塚, 1988)
2nd specimen (第2標本)	GSJ F07744	Cusp of lower right M2 (右下第二大臼歯近心咬柱)	1977. 9. 13 Shoich Yamaguchi (山口昇一)	B	present paper (本稿)
3rd specimen (第3標本)	GSJ F07745-1	Cranium (頭蓋)	1978. 7. 25 Hozumi Ushiroyama (後山穂積)	C	Uno and Kimura (2004)
3rd specimen (第3標本)	GSJ F07745-2	Mandible (下顎)	"	"	"
3rd specimen (第3標本)	GSJ F07745-3	Undetermined (不明)	"	"	-
3rd specimen (第3標本)	GSJ F07745-4	3rd right rib (右第三肋骨)	"	"	present paper (本稿)
3rd specimen (第3標本)	GSJ F07745-5	Undetermined (不明)	"	"	-
3rd specimen (第3標本)	GSJ F07745-6	Left tibia (左胫骨)	"	"	present paper (本稿)
3rd specimen (第3標本)	GSJ F07745-7	Left femur (左大腿骨)	"	"	"
3rd specimen (第3標本)	GSJ F07745-8	Femur (胸骨)	"	"	-
3rd specimen (第3標本)	GSJ F07745-9	Undetermined (不明)	"	"	-
3rd specimen (第3標本)	GSJ F07745-10	Undetermined (不明)	"	"	-
3rd specimen (第3標本)	GSJ F07745-11	Undetermined (不明)	"	"	-
3rd specimen (第3標本)	GSJ F07745-12	Undetermined (不明)	"	"	-
3rd specimen (第3標本)	GSJ F07745-13	Hyoid (舌骨)	"	"	present paper (本稿)
3rd specimen (第3標本)	GSJ F07745-14	Coronoid process (筋突起)	"	"	"
4th specimen (第4標本)	GSJ F07746	Fragment of molar (臼歯断片)	1978. 7. 25 Discoverer unknown (不明)	D	-
5th specimen (第5標本)	GSJ F07747-1	Lower incisor (下切歯)	1978. 7. 25-26 Hozumi Ushiroyama and Minoru Tanaka (後山穂積・田中実)	E	present paper (本稿)
5th specimen (第5標本)	GSJ F07747-2	Lower incisor (下切歯)	"	"	"
6th specimen (第6標本)	GSJ F07748	Right femur (右大腿骨)	1978. 7. 26 Hozumi Ushiroyama and Minoru Tanaka (後山穂積・田中実)	F	"
7th specimen (第7標本)	GSJ F07749-1	Right ulna (右尺骨)	1978. 7. 26 Minoru Tanaka (田中実)	G	"
7th specimen (第7標本)	GSJ F07749-2	Distal portion of 5th right metatarsal (右第五中手骨遠位)	1978. 7. 29 Hiroshi Oguri (小栗宏)	Downstream of the Kotobuki Bridge (春橋下流)	-
8th specimen (第8標本)	OME-U-0170	Right humerus (右上腕骨)	1982. 8 Hiroshi Oguri (小栗宏)	in vicinity of A (A近傍)	Kimura and Oguri (1985); Inuzuka <i>et al.</i> (2016) (木村・小栗, 1985; 犬塚ほか, 2016)
8th specimen (第8標本)	OME-U-0171	Left patella (左膝蓋骨)	"	"	"

Geological system	Stratigraphic units	Thickness (m)	Remarks
Pliocene	Utanoboriyama Volcanics	10+	
Miocene	Shibiutan Formation	400-600+	↑ Occurrence of <i>Denticulopsis praedimorpha</i> *1
	Tokushibetsu Formation	0-200+	← 13.7±0.7Ma (K-Ar) *2 ← Occurrence of <i>D. hesperus</i>
	Tachikaraushinai Formation	50-250+	← 13.8±0.9Ma (K-Ar) *2
	Ofuntarumanai Formation	300+	← 14.3±1.0Ma (FT) *3
Pre-Miocene	Basement rocks		

第2図 上徳志別地域の層序概念図. 藤元ほか(1998)を改変. K-Ar: カリウムアルゴン年代, FT: フィッショントラック年代, *1: 藤元ほか(1998), *2: 柴田ほか(1981), *3: 興水・金(1986). ©日本地質学会.

Fig. 2 Summary of stratigraphy in the Kamitokushibetsu district modified from Fujimoto *et al.* (1998). K-Ar: K-Ar age dating, FT: Fission-track age dating, *1: Fujimoto *et al.* (1998), *2: Shibata *et al.* (1981), *3: Koshimizu and Kim (1986). © The Geological Society of Japan.

2. 地質

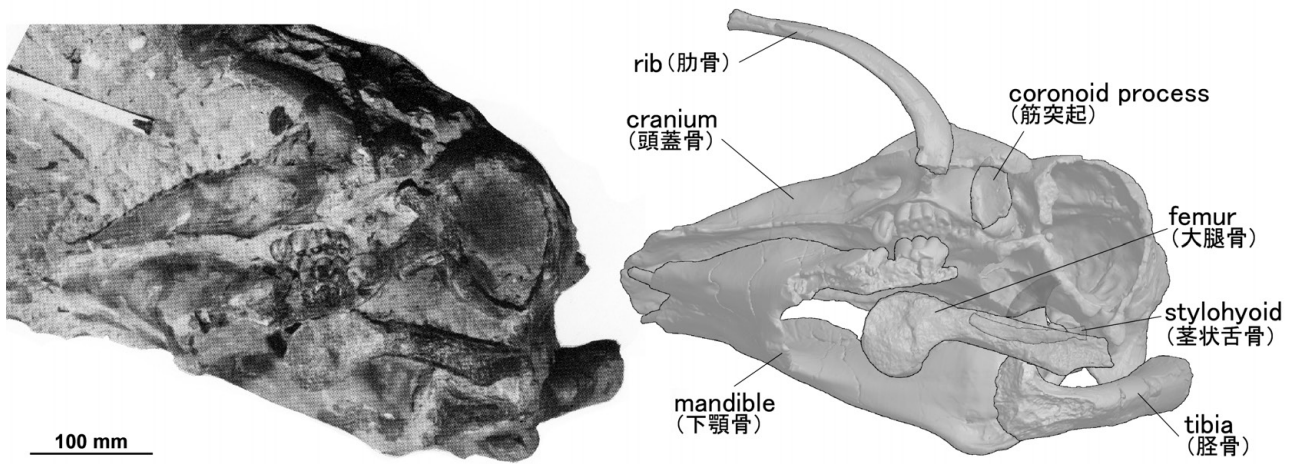
Desmostylus 歌登標本は、すべてがタチカラウシナイ層(酒匂ほか, 1961)から産出している(山口, 1978; 山口ほか, 1981). 本地域の新第三系は、頁岩・ホルンフェルス及び花崗岩からなる基盤岩類を不整合で覆い、下位よりオフンタルマナイ層・タチカラウシナイ層・徳志別層・志美宇丹層・歌登山火山岩類に区分される(藤元ほか, 1998). タチカラウシナイ層は、オフンタルマナイ層を不整合で覆い、徳志別層に整合で覆われ、その岩相は側方への変化が激しいとされる(酒匂ほか, 1961). 藤元ほか(1998)によると、歌登標本産出地付近では、基底部に溶結凝灰岩(層厚約30 m, 以下同)が見られ、上位に向かって凝灰質礫岩(10 m)、軽石を多く含む垂炭薄層を挟有する細粒砂質凝灰岩(20 m)が累重し、貝化石を産し10~30 mmの円礫を含む淘汰の悪い極粗粒~中粒砂岩(30 m以上)に漸移し、最上部は凝灰質細粒砂岩(10 m以上)が占める。*Desmostylus* 化石を産したのは、本層上部の極粗粒~中粒砂岩で、二層準認められる貝化石密集層のうち下位のものの直上と考えられる。

興水・金(1986)は、オフンタルマナイ層の緑色凝灰岩のフィッショントラック年代を14.3±1.0 Maと報告した。柴田ほか(1981)は、歌登標本産出地の層序的下位及び上

位から採取した試料のK-Ar年代を測定し、それぞれ13.8±0.9 Ma, 13.7±0.7 Maの値を得た。柴田ほか(1981)はどちらの試料も“徳志別集塊岩”(=徳志別層)としたが、藤元ほか(1998)は、下位の試料はタチカラウシナイ層基底部の溶結凝灰岩、上位の試料は徳志別層下部の安山岩溶岩であるとしている。藤元ほか(1998)は、志美宇丹層から得られた珪藻化石より、その層準が*Denticulopsis praedimorpha*帯(12.8~11.5 Ma)に相当することを報告した。これらより、本地域に分布する新第三系は、中期中新世に堆積したと考えられる(第2図)。

歌登標本が産出したタチカラウシナイ層上部からは、次のような軟体動物化石が産出している。すなわち、外洋の水深20 mから30 m以浅の砂泥底に生息する*Anadara hokkaidoensis*, *Neogenella hokkaidoensis*, *Protothaca nodai*, 冷温帯から中間温帯を示す*Olivella* sp., *Anadara hokkaidoensis*, *Dosinia (Phacosoma) owadaensis*である(小笠原, 1991; 藤元ほか, 1998; Ogasawara, 2011)。また、秋山・熊野(1973)は、花粉化石の分析により、Taxodiaceaeが多産することから、当時の気候は現在より温暖多湿であったと推定した。

Desmostylus 歌登標本は、臼歯咬柱の一部である第4標本が円磨された状態であるものの、その他は摩耗せずによく保存されている。大きな欠損のほとんどは、標本



第3図 剖出前の歌登第3標本. 左図は山口ほか(1981)を改変. 右図は剖出後の標本を左図に対応させて並べたもの. 第3標本のその他の骨は, 母岩内であって見えていない.

Fig. 3 The 3rd Utanobori specimen before cleaning. Left figure is after Yamaguchi *et al.* (1981). Right figure is specimens after cleaning are arranged corresponding to Yamaguchi *et al.* (1981). Other undisplayed specimens are still buried in the matrix.

が河床に露出したため削られたものである。第1標本は、ほぼ全身が関節して産出し、第3標本の頭蓋と下顎は、上下の臼歯が咬合した状態で産出した。第3標本の右茎状舌骨(GSJ F07745-13)と左の筋突起(GSJ F07745-14)は、それらが解剖学的に本来あるべき場所から剖出されたので、頭骨に関節した状態とみなすことができる(第3図)。すなわち右茎状舌骨は、第3標本の頭蓋の顆旁突起基部の頸静脈孔付近から、右下顎体内側に沿って保存されていた。同様に、左の筋突起は、左の側頭窩に保存されていた。また、共産する二枚貝化石は多くが合弁で産出する。これらのことから、歌登標本はほぼ現地産であり、*Desmostylus*の生息場所に近い場所から長距離を運搬されることなく堆積したと考えられる(松井ほか, 1984)。

3. 歌登標本の種同定

本邦で産出する*Desmostylus*属は、*D. japonicus*または*D. hesperus*であるが、従来その同定基準に議論があった(犬塚, 1984)。犬塚(1988)は、第1標本の頭蓋(GSJ F07743-1)と下顎(GSJ F07743-2)の記載を行った際に、第1標本と第3標本の頭骨が類似した形態をもつこと、及び両者の産出状況から、2個体は同一種であるとしたが、具体的な種の同定は行わなかった。その後、頭骨の形態や歯式の違い、産出年代の違いによって、*D. japonicus*と*D. hesperus*が明確に識別できることが明らかとなった(甲能, 2000)。すなわち、*D. japonicus*は、その産出が16 Maよりも古い地層に限られる。形態は、吻部の幅が広く、上顎骨が側方に凸になる。眼窩間がほとんど隆起

せず、頭頂骨に矢状稜が発達する。下顎筋突起の前後幅が大きい。上顎に犬歯と切歯をもつ、などの特徴がある(Inuzuka *et al.*, 1994)。一方、*D. hesperus*は、その産出が16 Maよりも新しい地層からのみ知られている(甲能, 2000)。吻部の幅が狭く、上顎骨は側方に凹になる。眼窩間が明瞭に隆起し、矢状稜は発達しない。下顎筋突起の前後幅は小さく華奢である。上顎には犬歯及び切歯がない、などの特徴がある(Inuzuka *et al.*, 1994)。

犬塚(2009)は、第1標本の体骨格を記載する際に、上述した頭骨の特徴から第1標本を*D. hesperus*と同定した。さらに、第1大白歯が使用され、第2大白歯が未萌出の段階であることから、第1標本は*D. hesperus*の若い個体であるとした。Uno and Kimura(2004)は、第3標本の頭蓋及び下顎を記載する際に、頭骨の形態から第3標本の頭骨を*D. hesperus*と同定し、第1標本同様に第1大白歯を使用中の若い個体であるとした。

*Desmostylus*属においてほぼ全身が関節した体骨は、これまで気屯標本(UHR18466)と第1標本が知られている(Inuzuka, 1984; 犬塚, 2009; 長尾, 1941; 長尾・大石; 1934; Shikama, 1966)。気屯標本は、頭蓋形態と産出層準より*D. hesperus*と同定されている(Inuzuka *et al.*, 1994; 甲能, 2000)。さらに、第2大白歯が使用されていることから、成体個体と考えられた(犬塚, 1989; 長尾, 1935)。第1標本と気屯標本は、ほぼ全身の骨格が関節状態で産出し、この2標本が*D. hesperus*の若い個体と成体個体の体骨形態の基準となりうる(犬塚, 1980a, b, 1981a, b, 1982, 2009; Inuzuka, 1984; Shikama, 1966)。ただし、*D. japonicus*は全身骨格が知られていないため、

体骨における *D. hesperus* と *D. japonicus* の違いは明らかではない。

本論文では、歌登標本の種について次のように考察する。歌登標本は、保存が良く摩耗が認められないので二次化石ではなく、現地性である蓋然性が高く、地層の堆積と同年代のものである。以下の標本、第2標本(GSJ F07744; 臼歯断片)、第3標本の一部(GSJ F07745-6; 脛骨, GSJ F07745-7; 大腿骨, GSJ F07745-8; 胸骨)、第5標本(GSJ F07747-1, GSJ F07747-2; 切歯)、第6標本(GSJ F07748; 大腿骨)及び第7標本(GSJ F07749-1; 尺骨)は、第1標本及び気屯標本との形態の類似性から、*Desmostylus* 属と判断できる。よって、産出した地層の年代から、これらは *D. hesperus* と同定される。

4. 第3標本の産状と個体識別

第3標本(GSJ F07745-4; 肋骨, GSJ F07745-6; 脛骨, GSJ F07745-7; 大腿骨, GSJ F07745-8; 胸骨, GSJ F07745-13; 茎状舌骨, GSJ F07745-14; 筋突起)は、すべて同一岩塊からのものである(第3図)。これらのうち、茎状舌骨と筋突起は、頭骨に関節した状態である。その他の骨は体骨であるが、摩耗していないので、長距離の運搬は受けていないと考えられる。また、部位の重複がない(第1表)。肋骨は、*Desmostylus* 属とは同定できないが、同時代に生息していたと考えられる海生哺乳類の形態とは異なる。これまで、歌登標本が産出した上徳志別地域からは、*Desmostylus* 属以外の陸生あるいは海生哺乳類化石の産出報告はない。したがって、第3標本の岩塊に他種の哺乳類化石が混入する可能性は極めて低いと考えられる。

第3標本の頭骨は、歯列の状態から第1標本と同じ程度の若い個体だと考えられる。第3標本の体骨を第1標本の同一部位と比較すると、形態及び大きさが極めて類似しているため、成長段階がほぼ同程度の若い個体のものであると考えられる。すなわち、第3標本は、頭蓋と下顎が関節し、それらと関節状態の骨(茎状舌骨、筋突起)、単離してはいるが現地性で成長段階が頭骨と同じ骨で構成される。このことから、第3標本のすべての骨は、同一個体由来であるという蓋然性が高い。したがって、第3標本と第1標本の頭骨及び体骨の比較、歌登標本とその他の *D. hesperus* の標本を比較することが可能となり、個体変異を議論できる。

5. 記載

記載内の計測部位の選定は、犬塚(1988, 2009)に従う。点描画は、各標本のCT画像データから有限会社ホワイトラビット製・3D画像解析ソフトウェアMolcer Plusによって正投影図を出力し、犬塚(2011)の方法を応用して

作成した。

束柱目 Order Desmostylia Reinhart, 1953

デスモスチルス科 Family Desmostylidae Osborn, 1905

デスモスチルス属 Genus *Desmostylus* Marsh, 1888

Desmostylus hesperus Marsh, 1888

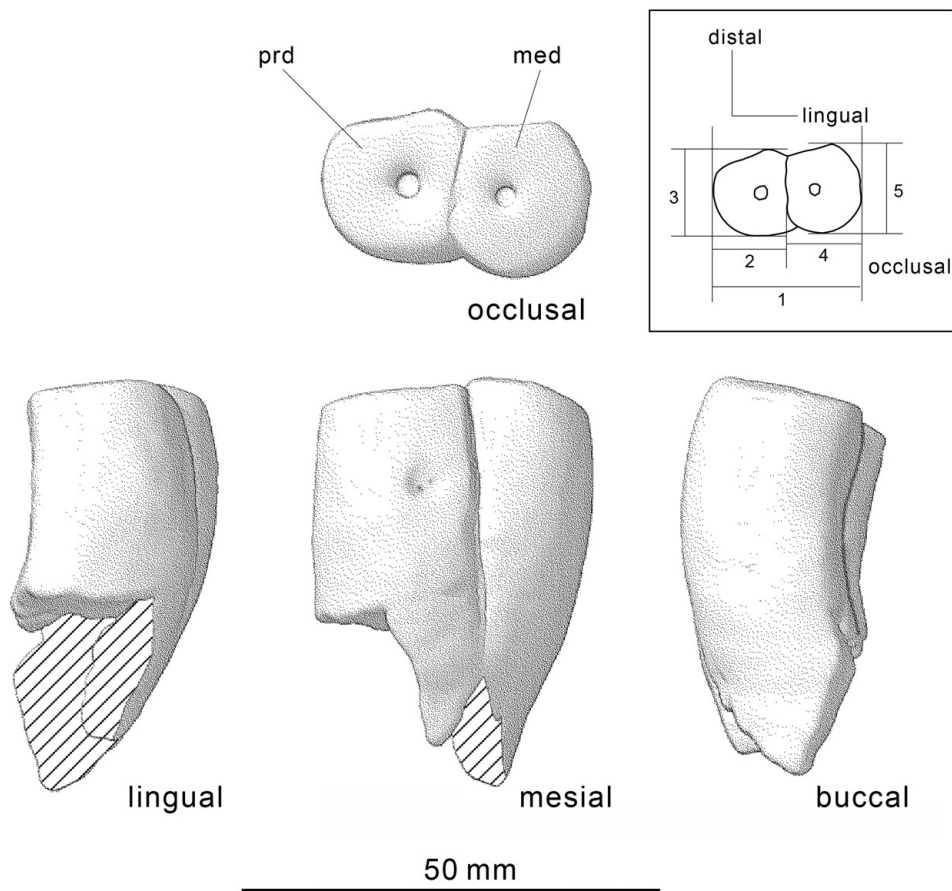
5.1 第2標本 GSJ F07744, 下顎右側大白歯近心端, 第4図. 第2表. 図版4, 1-4.

本標本は、山口(1978)のP. 17, 写真2-4及び山口ほか(1981)のPlate 2, Figure 3に掲載されている、厚いエナメル質が円柱状になる典型的な *Desmostylus* の大白歯の2咬柱のみの標本。歯根部分はまったく保存されていない。2本の咬柱の遠心側に、頬舌に並ぶ2本の咬柱が接していたことを示す破断面が観察され、咬柱が近遠心及び頬舌方向に整列していたと考えられる。頬側あるいは舌側からみると、遠心側に全体が緩く湾曲する。隣接する歯との間にできる接磨面が、頬側咬柱(プロトコニド)の近心面の咬合面近くの位置に認められる。プロトコニドの頬側は歯冠セメント質が全体を覆っているが、舌側咬柱(メタコニド)の舌側は、歯根側の破断箇所から、咬合面までの3分の2ほどはセメント質が覆い、残りの3分の1はエナメル質が露出している。咬合面に露出する象牙質の面積は小さい。咬合面は一連のなめらかな面を作るが、わずかに中央が近遠心に高く、頬舌に向かって下のような弱い傾斜がある。

5.2 第3標本(山口ほか, 1981のPlate 2, Figure 4)

5.2.1 GSJ F07745-4, 右第3肋骨, 第5図. 第3表. 図版2, 6-7.

肋骨頭や肋骨結節を含めて近位端は保存されていないが、変形はほとんどない。肋骨角はわずかに保存されている。横断面が凸湾する側を前面として、肋骨角が曲がる方向を内側と判断し、右側肋骨と同定した。また、大きさと湾曲の程度を第1標本と比較して、第3肋骨とした。全体が保存されていないので、湾曲の程度は完全にはわからないが、内側への湾曲が肋骨角付近で強くなる。内外幅は肋骨角で最も大きいが、肋骨体全体でほぼ一定で、遠位端付近に向かって徐々にすぼまる。横断面は、肋骨体近位では内外に長く外側が膨らむ涙滴形で、中央部では前面が凸湾し後面は平らなD字形で、胸骨端から5分の1付近から前後に膨らみ、胸骨端では前後長と内外長があまり変わらない円形に近い形になる。肋軟骨との結合面は凹凸のある粗面を作る。近位から見て、近位側3分の1の部分が肋骨体に対して反時計方向にねじれる。肋骨体の内側縁は胸骨端から5分の1の部分は幅が広い鈍い縁を作り、その他の部分は鋭い稜になっている。外側縁では胸骨側から3分の1が鋭い稜だが、肋骨体中央部の外側縁では幅が広く鈍角な縁になっている。



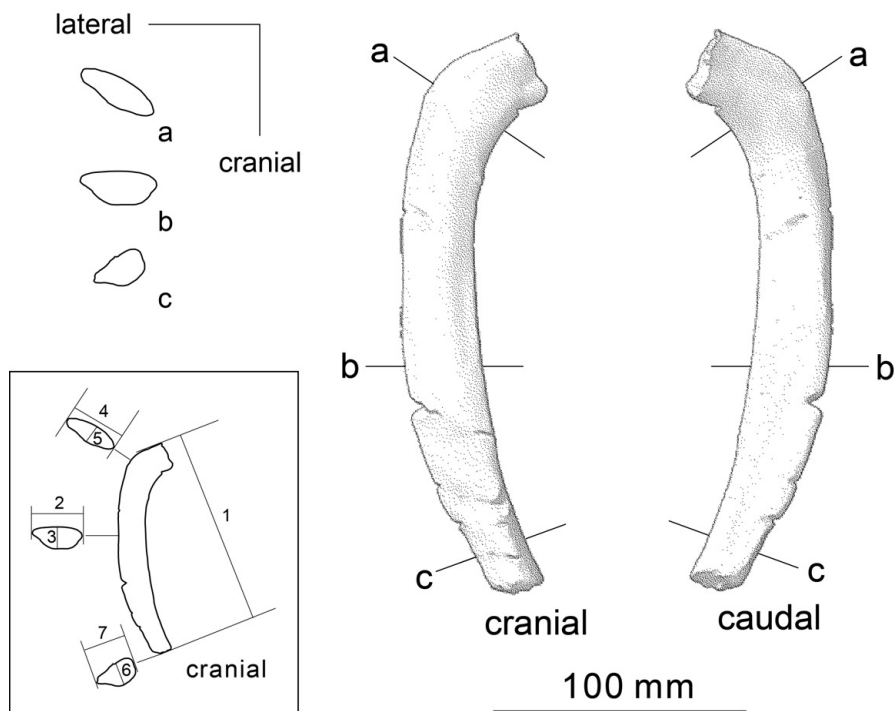
第4図 歌登第2標本. 下顎右側臼歯近位端 (GSJ F07744). buccal ; 頬側面, distal ; 遠心, lingual ; 舌側面, mesial ; 近心面, occlusal ; 咬合面, prd ; プロトコニド, med ; メタコニド. 枠内は計測部位を示す (測定値は第2表). 1 : 最大頬舌径, 2 : 頬側咬柱の頬舌径, 3 : 頬側咬柱の遠近心径, 4 : 舌側咬柱の頬舌径, 5 : 舌側咬柱の近遠心径.

Fig. 4 The 2nd Utanobori specimen, mesial part of lower right molar (GSJ F07744). Figures in frame show measurement points (Table 2), 1: maximum buccolingual width, 2: buccolingual width of buccal column, 3: mesiodistal length of buccal column, 4: buccolingual width of lingual column, 5: mesiodistal length of lingual column.

第2表 歌登第2標本. 右臼歯の計測値 (GSJ F07744). 計測部位の詳細は第4図にある. 1 : 頬舌幅, 2 : 頬側咬柱の頬舌幅, 3 : 頬側咬柱の近遠心長, 4 : 舌側咬柱の頬舌幅, 5 : 舌側咬柱の近遠心長.

Table 2 Measurement of the 2nd Utanobori specimen, right molar (GSJ F07744). Measurement points are illustrated in Fig. 4.

Measurement point of GSJ F07744	(mm)
1. maximum buccolingual width	30.2
2. buccolingual width of buccal column	16.5
3. mesiodistal length of buccal column	19.4
4. buccolingual width of lingual column	13.7
5. mesiodistal length of lingual column	16.7



第5図 歌登第3標本. 右第3肋骨(GSJ F07745-4). a-cは各点の断面図を示す. caudal ;後面, cranial ;前面, lateral ;外側面. 枠内は計測部位を示す(測定値は第3表). 1:最大長, 2:骨体中央内外幅, 3:骨体中央前後径, 4:肋骨角内外径, 5:肋骨角前後径, 6:遠位端前後径, 7:遠位端内外径.

Fig. 5 3rd right rib of the 3rd Utanobori specimen (GSJ F07745-4). a-c denote each cross-section, Figures in frame show measurement points (Table 3).

1: maximum length, 2: medio-lateral width at the middle of shaft, 3: cranio-caudal length at the middle of shaft, 4: medio-lateral width at the angle of the shaft, 5: cranio-caudal length at the angle, 6: cranio-caudal length of the distal end, 7: medio-lateral width of the distal end.

第3表 歌登第3標本. 右第3肋骨の計測値 (GSJ F07745-4). 計測部位の詳細は第5図にある. 1:全長, 2:骨体中央横径, 3:骨体矢状径, 4:骨体最大幅, 5:骨体最大厚, 6:胸骨端矢状径, 7:胸骨端横径.

Table 3 Measurement of 3rd right rib of the 3rd Utanobori specimen (GSJ F07745-4). Measurement points are illustrated in Fig. 5.

Measurement point of GSJ F07745-4	(mm)
1. maximum length	165.9
2. medio-lateral width at the middle of shaft	30.4
3. cranio-caudal length at the middle of shaft	12.4
4. medio-lateral width at the angle of the shaft	28.1
5. cranio-caudal length at the angle	12.5
6. cranio-caudal length of the distal end	21.3
7. medio-lateral width of the distal end	17.4

5. 2. 2 GSJ F07745-6, 左脛骨, 第6図. 第4表. 図版1, 1-6.

後面中央が潰れ, 近位端及び遠位の外側の一部は失われているが, 骨体は大きな変形がない. 骨端は, 近位及び遠位端で外れ失われている. 脛骨粗面である前面の突出部は破損して失われている. 脛骨粗面を前面としたとき, 近位関節面が張り出す方向を外側と判断し, 左脛骨と同定した. 外側縁は, 張り出した近位端から, 骨体中央部に向かって大きく曲がる. 内側縁は, ほぼ直線である. 近位関節面は, 骨体に対して外側に下る斜面となる. 後面は近位から遠位に向かって骨体全体の3分の2くらいまで大きく陥没する. 骨体部の横断面は, 近位では前に頂点をもつ三角形だが, 中央部は幅のわりに前後長が大きく円形に近く, 中央部から遠位は内外に広い円形になる. 遠位端の輪郭が完全ではないが, 近位端と遠位で関節面の明確な捻転は認められない.

5.2.3 GSJ F07745-7, 左大腿骨, 第7図. 第5表. 図版2, 1-5.

小転子より近位部は、ほとんど保存されていない。外側が、大きく失われ小転子の高さでは、骨体の内外の幅の外側から約3分の1程度が失われている。骨自体の変形は小さい。小転子は弱く突出し、小転子の直上の近位部は骨体中央部に向かってくびれる。小転子より遠位の内側縁は弱い稜になる。骨体前面の小転子付近の高さで、弱くくぼんだ溝が遠近方向に走る。内側顆、外側顆とも関節面は後方を向いており、関節面は下面に伸びていない。滑車溝は確認できない。内側顆と外側顆の関節面表面は顆間窩に向かう斜面を作る。後面から見ると、内側顆と外側顆の関節面全体はともに骨体の長軸に対して、わずかに時計回りに傾く。このため、顆間窩の長軸は近位内側から遠位外側方向に伸びる。顆間窩を後ろから見ると遠位に向かって幅が徐々に広がるが、内側顆の外側縁の中央部が膨らみ顆間窩に凸で、外側顆の内側縁中央部はむしろ若干くぼむ。遠位の骨端部に、軟骨の存在をしめす形態は見られない。

5.2.4 GSJ F07745-8, 胸骨. 図版3, 6-7.

2つの胸骨の一部が関節したまま産出した標本。2つの板状の骨で、輪郭は、それぞれD字形とつぶれた楕円形であるが、本来の輪郭をほとんど保持していない。D字形の輪郭をもつものは、明瞭でないが一部本来の輪郭を保持している。2つとも背側は細かい凹凸がある粗面になっており、腹側は全体が凸に膨らみ、表面は比較的平らでなめらかである。

5.2.5 GSJ F07745-13, 右茎状舌骨, 第8図. 第6表. 図版4, 16-19.

本標本は、茎状舌骨に特有の形態を有す。茎状舌骨は前方腹側に斜めに位置しているが、ここでは、方向を表すときには、骨体は前後に伸びるものとして記述する。腹側縁が一部破損しているが、保存状態は良い。前後に伸張する、全体的に内外に薄い棒状の骨である。横断面は、近位端から骨体全長の半分までは、外側が弱く膨らみ、内側が直線的なD字形であるが、それより遠位は内外ともに直線的になる。背側から見ると外側にわずかに曲がり、内外側から見ると腹側を凸にして緩やかに湾曲する。近位端の関節面に、関節面を上下に2分する稜が内外に走っている。上側の関節面はくぼみ、下側の関節面は弱く隆起し粗面になっている。遠位端の関節面は、内側中央部が弱く結節的に隆起する。これらの特徴により右茎状舌骨と同定した。

5.2.6 GSJ F07745-14, 左下顎骨の筋突起, 第3図. 第9図. 第7表. 図版3, 4-5.

下顎骨の左側筋突起の先端部分。本標本は第3標本の

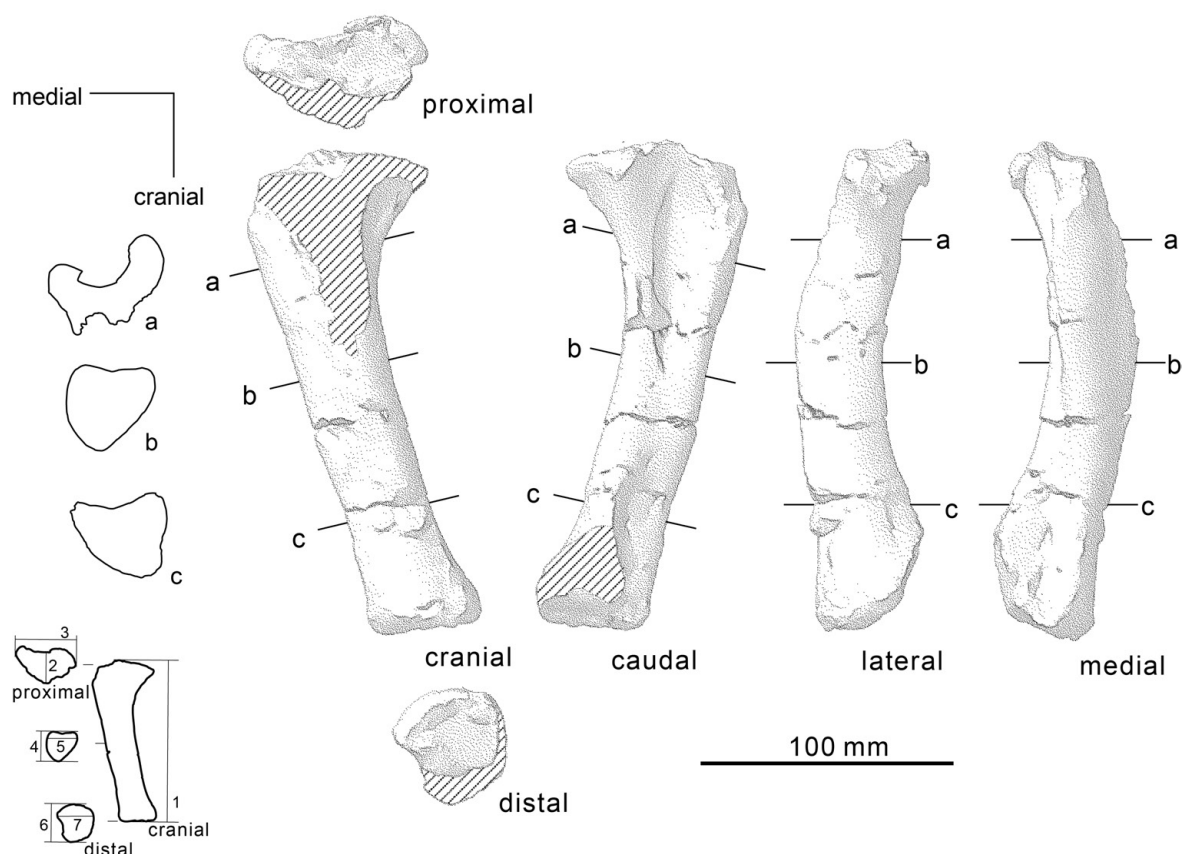
上顎(GSJ F07745-1)の左の側頭窩で割出された。内外方向の厚みは先端に行くほど薄くなる。外側面は、縦に走る溝を作って凹面となる。内側面は、弱く凸面になる。先端部分が後方に向かって後方に湾曲する。

5.3 第5標本 GSJ F07747-1, GSJ F07747-2, 下顎切歯, 第10, 11図. 第8表. 図版4, 8-15.

この2つの標本(山口ほか, 1981のPlate 2, Figure 1)は、同一地点から発掘された。両者とも先端に向かって太さがわずかに大きくなる円柱状の歯である。2本とも切歯の先端部分のエナメル質は、完全に失われている。2つの標本は隣接して産出し、形態が類似しているが、同一個体由来かどうかは判断できない。両者とも、歯根側の端が保存されていないが、GSJ F07747-2は歯根側の端が、剪断されて終わり、長軸に垂直な平らな面ができている。GSJ F07747-2の切歯の腹側にあたる唇側(labial)表面に、地面などとの摩擦によって作られたと思われる粗面がある。GSJ F07747-1には、そのような明確な粗面は見られない。GSJ F07747-1の上顎側にあたる舌側(lingual)には他の牙状の歯と接してできた接磨面が2つある。1つの接磨面は、幅を狭めながら先端から20 mm歯根側に伸びている。この接磨面の中に、幅が5.2 mmで先端から歯根方向に7 mm伸びるもう1つの弱い接磨面がある。GSJ F07747-2先端部には、先端舌側面に歯根方向に伸びるノミで削いだような削面が認められる。この面は、幅が4.2 mmで表面から2.0 mmの一定の深さを持ち、先端から歯根側に13 mm伸びている。この面は、明確な後端を作って急に終わる。その隣に先端から歯根に伸びる幅が5.5 mmで長さ12 mmの接磨面がある。この接磨面は歯根に向かって、幅と深さが小さくなる。2本の切歯とも、エナメル質がないので、萌出してから相当の時間が経過していると考えられる。したがって、これらの接磨面は、後から萌出してきた歯のエナメル質との接触によって作られたと考えられる。

5.4 第6標本 GSJ F07748, 右大腿骨, 第12図. 第9表. 図版5, 1-6.

本標本は、山口ほか(1981)のPlate 3, Figure 2に掲載されており、大腿骨頭及び骨顆部が失われているが、変形はほとんどない右大腿骨である。骨体は、内外幅に対して前後幅が小さい、前後につぶれた扁平形である。大転子が大腿骨頭の基部付近の高い位置にある。大転子は大きく発達し、後側が内側へ倒れこむ。小転子は位置が低く、突出は強くない。小転子の近位はわずかに破損しているが、前後に厚く粗面になっている。転子窩は深く明瞭である。膝窩面は弱く凹面を作り、粗面になっている。第3転子は観察されない。外側の輪郭は中央付近がくぼむが、内側の輪郭は比較的直線を描いている。また、外側縁は内側の小転子のある高さから近位までは、鈍角な



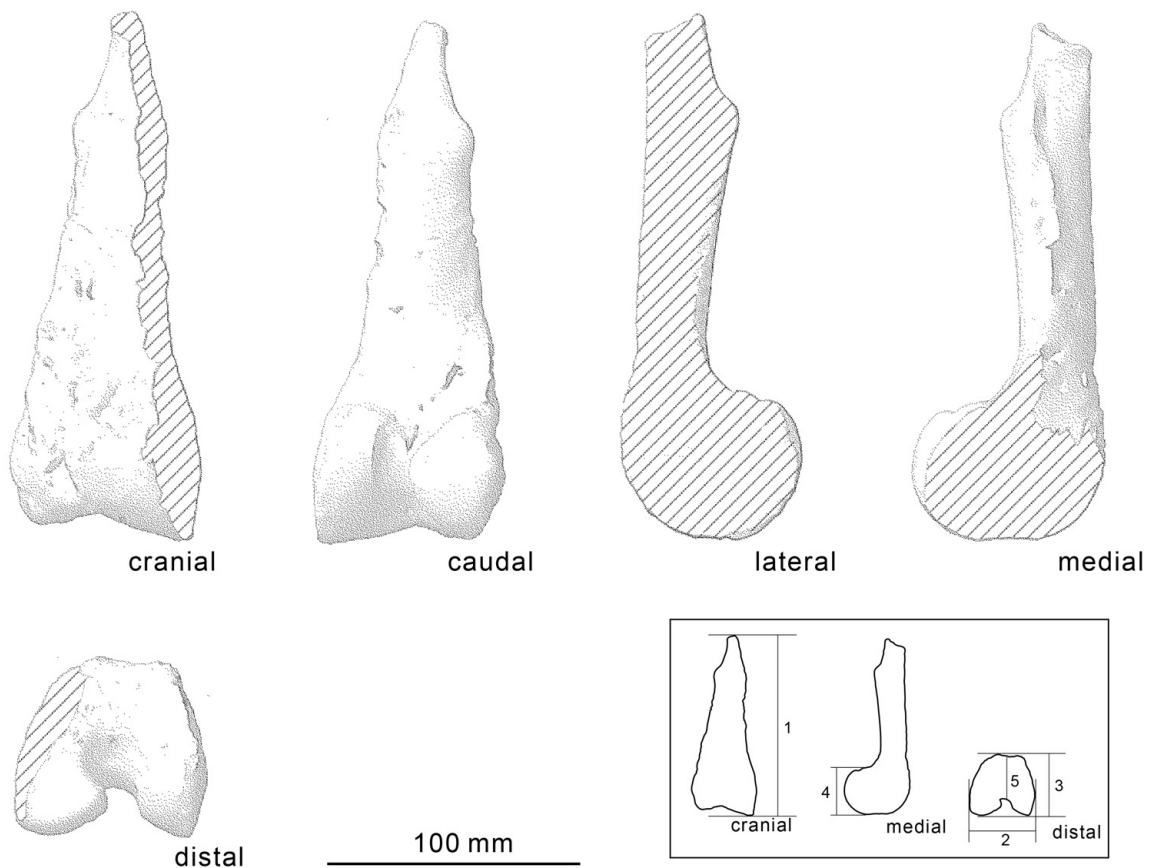
第6図 歌登第3標本. 左脛骨 (GSJ F07745-6). a-cは各点の断面図を示す. caudal ; 後面, cranial ; 前面, distal ; 遠位面, lateral ; 外側面, medial ; 内側面, proximal ; 近位面. 枠内は計測部位を示す(測定値は第4表). 1 : 最大長, 2 : 近位端前後径, 3 : 近位端内外径, 4 : 脛骨体中央前後径, 5 : 脛骨体中央内外径, 6 : 遠位端前後径, 7 : 遠位端内外径.

Fig. 6 Left tibia of the 3rd Utanobori specimen (GSJ F07745-6). a-c denote each cross-section. Figures in frame show measurement points (Table 4), 1: total length, 2: cranio-caudal length of proximal end, 3: medio-lateral width of proximal end, 4: cranio-caudal length at the middle of shaft, 5: medio-lateral width at the middle of shaft, 6: cranio-caudal length at the distal end, 7: medio-lateral width of distal end.

第4表 歌登第3標本. 脛骨の計測値 (GSJ F07745-6). 計測部位の詳細は第6図にある.

Table 4 Measurement of left tibia of the 3rd Utanobori specimen (GSJ F07745-6). Measurement points are illustrated in Fig. 6.

Measurement point of GSJ F07745-6	(mm)
1. total length	197.3
2. cranio-caudal diameter of proximal end	35.2
3. medio-lateral width of proximal end	68.3
4. cranio-caudal length at the middle of shaft	34.5
5. medio-lateral width at the middle of shaft	36.5
6. cranio-caudal length at the distal end	33.7
7. medio-lateral width of distal end	43.8



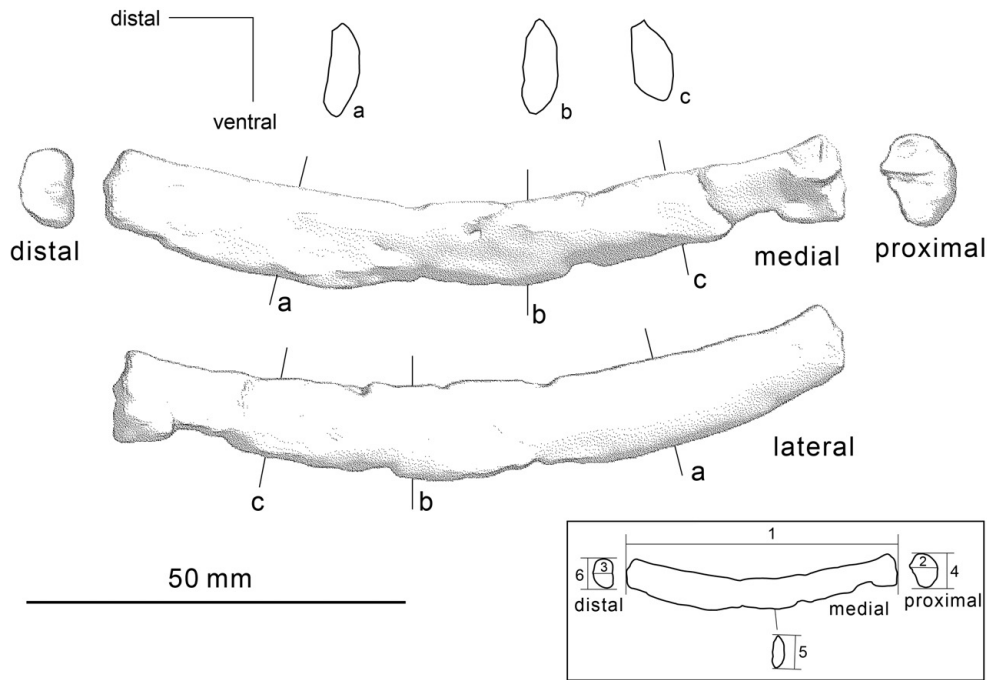
第7図 歌登第3標本. 左大腿骨 (GSJ F07745-7). caudal ; 後面, cranial ; 前面, distal ; 遠位面, lateral ; 外側面, medial ; 内側面. 枠内は計測部位を示す (測定値は第5表). 1 : 最大長, 2 : 骨体遠位端幅, 3 : 骨体遠位端前後径, 4 : 膝蓋面高, 5 : 顆間窩前後径.

Fig. 7 Left femur of the 3rd Utanobori specimen (GSJ F07745-7). Figures in frame show measurement points (Table 5), 1: maximum length, 2: medio-lateral maximum width of distal end, 3: cranio-caudal maximum length distal end, 4: height of the trochlea, 5: cranio-caudal length of the intercondyloid fossa.

第5表 歌登第3標本. 左大腿骨の計測値 (GSJ F07745-7). 計測部位の詳細は第7図にある.

Table 5 Measurement of left femur of the 3rd Utanobori specimen (GSJ F07745-7). Measurement points are illustrated in Fig. 7.

Measurement point of GSJ F07745-7	(mm)
1. maximum length	202.5
2. medio-lateral maximum width of distal end	73.9
3. cranio-caudal maximum length distal end	67.6
4. height of the trochlea	53.4
5. cranio-caudal length of the intercondyloid fossa	44.1



第8図 歌登第3標本. 右茎状舌骨(GSJ F07745-13). a-cは各点の断面図を示す. distal; 遠位面, lateral; 外側面, medial; 内側面, proximal; 近位面. 枠内は計測部位を示す(測定値は第6表). 1: 全長, 2: 近位端幅, 3: 遠位端幅, 4: 近位端深さ, 5: 骨体中央深さ, 6: 遠位端深さ.

Fig. 8 Right stylohyoid of the 3rd Utanobori specimen (GSJ F07745-13). a-c denote each cross-section. Figures in frame show measurement points (Table 6), 1: total length, 2: medio-lateral maximum width of the proximal end, 3: medio-lateral maximum width of the distal end, 4: depth of the proximal end, 5: depth at the middle of shaft, 6: depth of the distal end.

第6表 歌登第3標本. 右茎状舌骨の計測値(GSJ F07745-13). 計測部位の詳細は第8図にある.

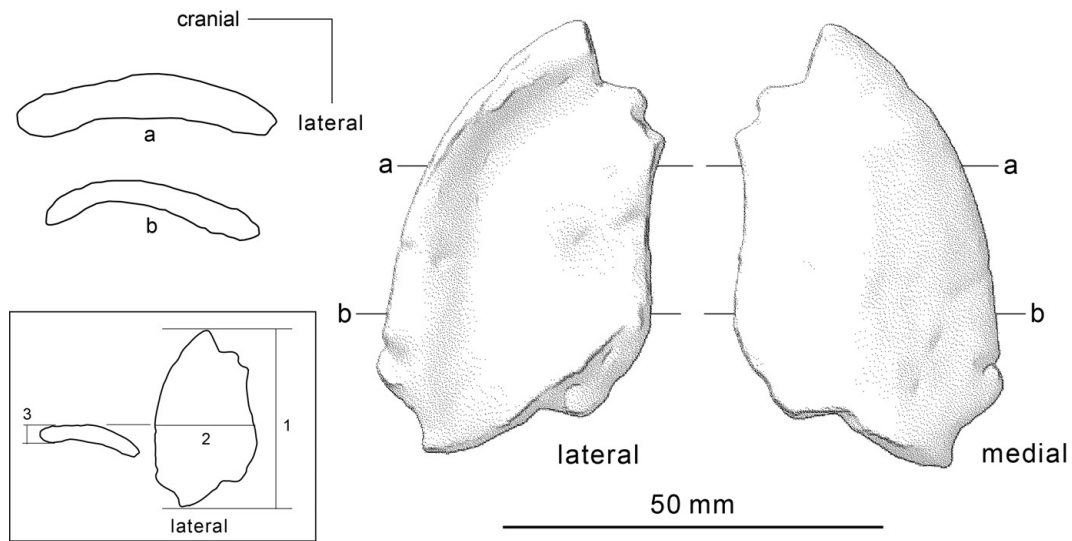
Table 6 Measurement of right stylohyoid of the 3rd Utanobori specimen. Measurement points are illustrated in Fig. 8.

Measurement point of GSJ F07745-13	(mm)
1. total length	97.6
2. medio-lateral maximum width of the proximal end	8.0
3. medio-lateral maximum width of the distal end	6.7
4. depth of the proximal end	10.8
5. depth at the middle of shaft	10.2
6. depth of the distal end	11.9

丸みのある縁になっているが、それより遠位側は鋭い稜となる。骨体断面の輪郭は、近位4分の1から2分の1程度までは前面中央部が前に突出する。このため、前面からみると中央部になだらかな稜が遠近に走っているように見える。しかし近位から2分の1よりも遠位では、前面の突出が弱くなり、断面は徐々に横に長い楕円になる。さらに遠位では、断面輪郭は前面中央部がくぼんでいる。

5.5 第7標本 GSJ F07749-1, 右尺骨, 第13図. 第10表. 図版1, 7-10.

本標本は、山口ほか(1981)のPlate 3, Figure 1に掲載されており、遠位と肘頭部が大きく破損し、近位側半分ほどしか保存されていない。比較的変形は小さい。肘頭及び滑車切痕が下る方向を外側とし、右尺骨に同定した。肘頭部のわずかに保存された部分は、肘頭が骨体に対して大きな角度をもっていたことを表している。滑車切痕



第9図 歌登第3標本. 左筋突起(GSJ F07745-14). aとbは各点の断面図を示す. cranial; 前面, lateral; 外側面, medial; 内側面. 枠内は計測部位を示す(測定値は第7表). 1: 全長, 2: 中央前後径, 3: 中央内外幅.

Fig. 9 Left coronoid process of mandible of the 3rd Utanobori specimen (GSJ F07745-2). a and b denote each cross-section. Figures in frame show measurement points (Table 7), 1: total length, 2: cranio-caudal length at the middle, 3: medio-lateral width at the middle height.

第7表 歌登第3標本. 左筋突起の計測値(GSJ F07745-14). 計測部位の詳細は第9図にある.

Table 7 Measurement of left coronoid process of mandible of the 3rd Utanobori specimen (GSJ F07745-2). Measurement points are illustrated in Fig. 9

Measurement point of GSJ F07745-14	(mm)
1. total length	58.0
2. cranio-caudal length at the middle	34.1
3. medio-lateral width at the middle height	4.5

の幅が広く, 肘突起も鈎状突起も突出は大きくない. 肘突起が尺骨体に対して外側に傾き, 滑車切痕が尺骨体に対して外側に下っていく. 滑車切痕は前から見て遠位半分が内外側に広くなり, 全体の輪郭が三角形に近い形をなす. 滑車切痕は肘突起から遠位内側に向かって伸びる弱い稜で内外に分けられ, 外側の関節面の方が大きく, 遠位まで広がっている. 橈骨切痕は, くぼんで縦に長い楕円形になる. 骨体断面は, 肘頭の突出によって, 近位は後ろに凸で前面は直線的な三角形である. 遠位では, 後ろに緩やかに凸になり, 前が直線的なD字形である.

6. 比較と議論

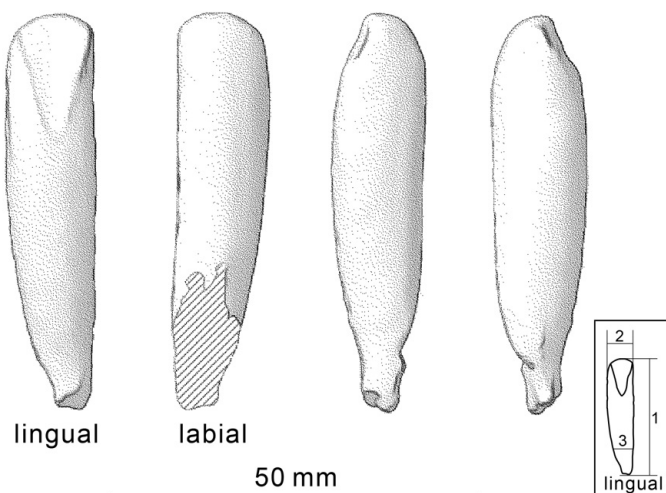
以下に, 本論文で記載した標本のうち切歯, 茎状舌骨

及び脛骨を同種の気屯標本(UHR18466), 第1標本(GSJ F07743), 第3標本(GSJ F07745)と比較し考察する.

6.1 切歯

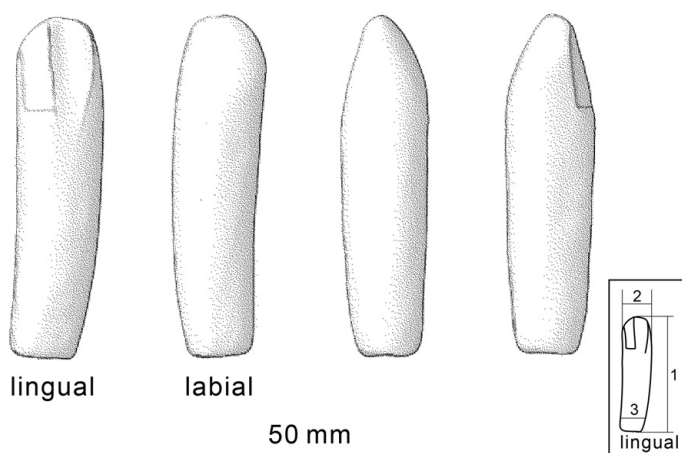
第1標本及び第3標本の下顎の切歯と, 第5標本の2本の下顎切歯(GSJ F07747-1, F07747-2)を比較する. *D. hesperus*の切歯は下顎だけに存在し, 前方外側に突き出している(甲能, 2000). 切歯は大部分が象牙質でできている. 切歯のエナメル質は先端部にのみ存在し, 萌出後は摩耗によって時間経過とともに徐々に小さくなり, やがて失われる(Reinhart, 1959). 切歯と犬歯は, 近心から遠心に向かって順番に萌出するとされている(甲能, 2000).

第1標本の切歯は, エナメル質が表面を覆い横断面形



第10図 歌登第5標本. 下顎切歯 (GSJ F07747-1). labial; 唇側面, lingual; 舌側面. 枠内は計測部位を示す. 1: 全長, 2: 遠位端最大径, 3: 近位端最大径 (測定値は第8表).

Fig. 10 The 5th Utanobori specimen, lower incisors (GSJ F07747-1). Figures in frame show measurement points (Table 8), 1: total length, 2: maximum diameter at the distal end, 3: maximum diameter at the proximal end.



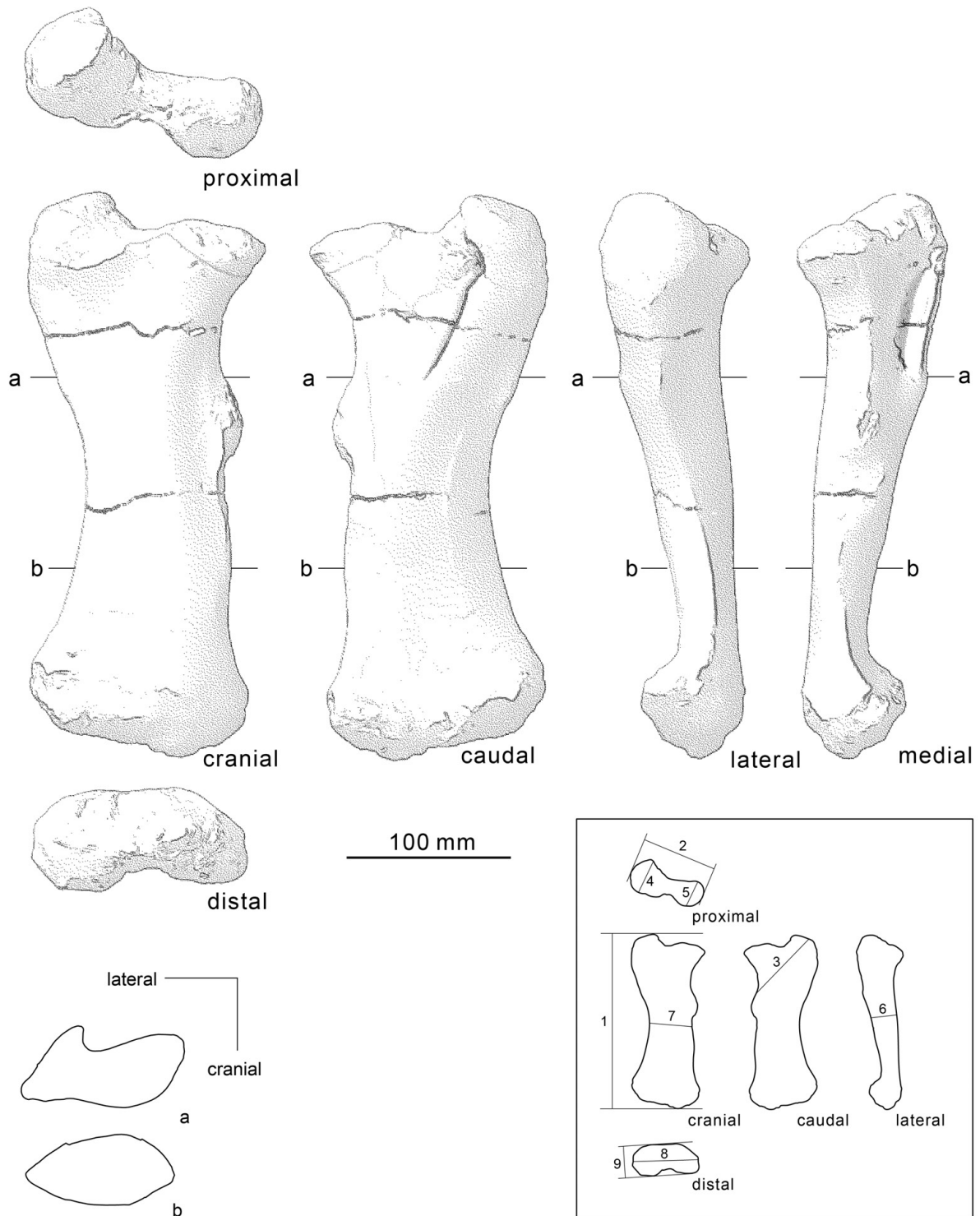
第11図 歌登第5標本. 下顎切歯 (GSJ F07747-2). caudal; 後面, cranial; 前面, distal; 遠位面, lateral; 外側面, medial; 内側面, proximal近位面. 枠内は計測部位を示す. 1: 全長, 2: 遠位端最大径, 3: 近位端最大径 (測定値は第8表).

Fig. 11 The 5th Utanobori specimen, lower incisors (GSJ F07747-2). Figures in frame show measurement points (Table 8), 1: total length, 2: maximum diameter at the distal end, 3: maximum diameter at the proximal end.

第8表 歌登第5標本切歯の計測値 (GSJ F07747-1, GSJ F07747-2). 計測部位の詳細は第10, 11図にある.

Table 8 Measurement of the 5th Utanobori specimen, lower incisors (GSJ F07747-1, GSJ F07747-2). Measurement points are illustrated in Fig. 10 and Fig. 11.

Measurement point of GSJ F07747-1		(mm)
1. total length		53.4
2. maximum diameter at the distal end		11.0
3. maximum diameter at the proximal end		10.3
Measurement point of GSJ F07747-2		(mm)
1. total length		45.7
2. maximum diameter at the distal end		11.2
3. maximum diameter at the proximal end		9.8



第12図 歌登第6標本. 右大腿骨(GSJ F07748). aとbは各点の断面図を示す. caudal;後面, cranial;前面, lateral;外側面, medial;内側面. 枠内は計測部位を示す. 1:最大長, 2:近位端最大幅, 3:転子間長, 4:骨頸矢状径, 5:大転子矢状径, 6:骨体中央矢状径, 7:骨体中央横径, 8:遠位端最大幅, 9:遠位端最大矢状径(測定値は第9表).

Fig. 12 The 6th Utanobori specimen, right femur (GSJ F07748). a and b denote each cross-section. Figures in frame show measurement points (Table 9), 1: maximum length, 2: maximum medio-lateral width of proximal end, 3: length between greater and lesser trochanters, 4: cranio-caudal length of neck, 5: cranio-caudal length of greater trochanter, 6: cranio-caudal length at the middle of shaft, 7: medio-lateral width at the middle of shaft, 8: maximum cranio-caudal length of proximal end, 9: maximum cranio-caudal length of the distal end.

第9表 歌登第6標本. 右大腿骨の計測値(GSJ F07748). 計測部位の詳細は第12図にある.

Table 9 Measurement of the 6th Utanobori specimen, right femur (GSJ F07748). Measurement points are illustrated in Fig. 12.

Measurement point of GSJ F07748	(mm)
1. maximum length	351.0
2. maximum medio-lateral width of proximal end	154.5
3. length between greater and lesser trochanters	182.5
4. cranio-caudal length of neck	72.5
5. cranio-caudal length of greater trochanter	50.4
6. cranio-caudal length at the middle of shaft	45.6
7. medio-lateral width at the middle of shaft	45.6
8. maximum cranio-caudal length of proximal end	135.5
9. maximum cranio-caudal length of the distal end	91.8

状が円形で、先端はわずかに細くなる(犬塚, 1988). 背側に向く舌側面には、指で押したような指圧痕状の咬耗がある. 腹側に向く唇側面は、地面などとの摩擦によって作られたと思われる粗面がある. 第3標本の切歯は、エナメル質が表面を覆い横断面形状が円形で先端に向かって細くなるが(Uno and Kimura, 2004), 舌側面に第1標本の舌側面にあるような咬耗は観察されない. 第5標本の2本の切歯は、いずれにもエナメル質が認められない. 太さは先端に向かってわずかであるが太くなる. 2本とも、唇側には第1標本にあるような粗面が認められるが、舌側には咬耗は観察されない.

*D. hesperus*の上顎には切歯及び犬歯がないので、第1標本切歯の舌側面に見られる形状は、上顎口唇の角質との咬耗によるものと考えられる. 第3標本と第5標本には、そのような形状は見られない. 第5標本はエナメル質が残っておらず、成長段階が同程度である第1や第3標本と比較して、萌出後の時間経過はより長いと考えられる. つまり、第3標本と第5標本の舌側面に咬耗がない理由は、萌出後の時間経過による違いではなく、採餌様式の個体差の可能性もあるが、上顎の口唇形態の個体変異による影響が最も強いためだと考えられる.

6.2 舌骨

第3標本の右茎状舌骨(GSJ F07745-13)と第1標本の左右の茎状舌骨(GSJ F07743-4; 右, F07743-5; 左: 犬塚, 1988の図版VIII, 6-11)を比較する. 舌骨は内舌筋や外舌筋によって舌と結ばれ、舌の動きに関連する(Hiimae and Palmer, 1999). 外舌筋は舌の位置を内舌筋は舌の形を変える上で大きな役割をもっている(Hiimae, 2000).

両者の茎状舌骨を比較すると、第1標本は短く太く(犬塚, 1988, p. 156), 第3標本は長く細い(第6表). 第1標本は中央部で曲がり、第3標本は全体が緩やかに湾曲する. 第1標本は、前後の関節面が平らである. 第3標本の関節面は、前面では結節状に中央部が弱く突出し、後面は深さ方向の中央部に内外方向に走る稜があり関節面を上下に分けている. 現在のところ比較数が少ないが、

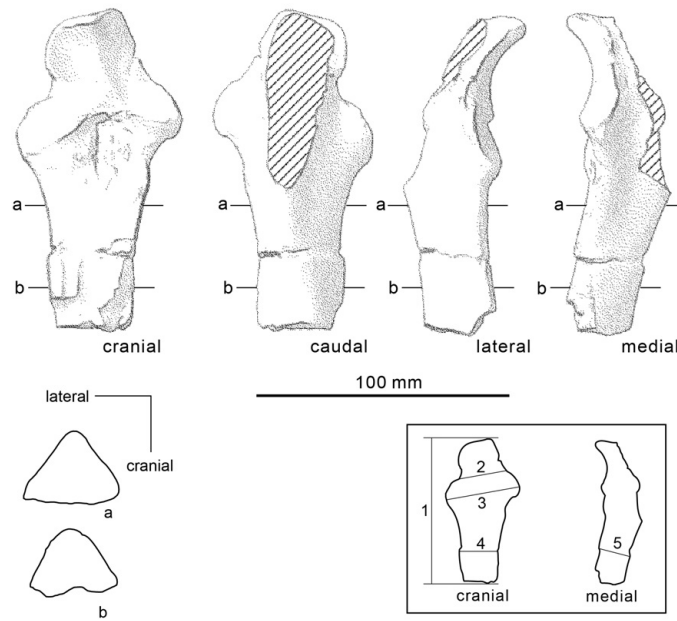
2つの茎状舌骨に形態変異があることから、*D. hesperus*に舌の機能に係わる個体差があった可能性がある.

6.3 胫骨

第3標本の左胫骨(GSJ F07745-6)と第1標本の左右の胫骨(GSJ F7743-90; 右, F7743-91; 左: 犬塚, 2009の第33図, 図版XVII, 15-18)及び気屯標本(UHR18466-30; 左: 犬塚, 1982のFig. 8, 図版I, 13-18)の胫骨を比較する. 本論文で扱った第3標本の胫骨は、胫骨粗面が大きく破損する. 上下の関節面は保存されておらず、足根骨との下関節面の外側も破損しているが、変形は小さいと考えられ、円筒形を呈する. 第1標本の右胫骨と気屯標本の左胫骨は、関節面や胫骨粗面の保存はいいが、骨体は大きく変形を受け、両者とも幅に対して前後長が短い扁平になっている(犬塚, 1982, 2009). 第1標本の左胫骨は近位が大きく失われているが(犬塚, 2009), 第3標本の胫骨に近い円筒形である. また、第1標本の右胫骨と気屯標本左胫骨は、近位の関節面の内外軸に対して、遠位関節面の内外軸の外側が前に出るように、遠位側が捻転している(気屯標本=40°; 第1標本=20°). 第1標本の左胫骨は、近位が失われているため捻転の程度を判断できない. 第3標本の胫骨の骨体は、遠位関節面が完全ではないものの、捻転はほとんどないように見える. 胫骨の捻転は*D. hesperus*の姿勢の復元を考える上で重要な意味をもつので、今後の検討が必要である.

7. まとめ

地質標本館に収蔵されている*Desmostylus*歌登標本の中で、未記載標本の記載を行った. ここでは、形態と産出状況からすべての歌登標本を*Desmostylus hesperus*に同定した. 同一岩塊から剖出された第3標本は、骨の成長段階、骨要素の重複がないこと、産出状況を総合的に判断すると同一個体由来である蓋然性が高い. 第3標本と第1標本及び気屯標本を比較すると、次に述べるような形態の相違が見られる. 第3標本の茎状舌骨は細く長く、



第13図 歌登第7標本. 右尺骨 (GSJ F07749-1). aとbは各点の断面図を示す. 枠内は計測部位を示す. 1: 最大長, 2: 滑車切痕最小横径, 3: 滑車切痕横径, 4: 骨体中央前後径, 5: 骨体中央幅 (測定値は第10表).

Fig. 13 The 7th Utanobori specimen, right ulna (GSJ F07749-1). a and b denote each cross-section. Figures in frame show measurement points (Table 10), 1: maximum length, 2: minimum medio-lateral width of semilunar notch, 3: medio-lateral width of radial notch, 4: cranio-caudal length at the middle of the shaft, 5: medio-lateral width at the middle of the shaft.

第10表 歌登第7標本. 右尺骨の計測値 (GSJ F07749-1). 計測部位の詳細は第13図にある.

Table 10 Measurement of the 7th Utanobori specimen, right ulna (GSJ F07749-1). Measurement points are illustrated in Fig. 13.

Measurement point of GSJ F07749-1	(mm)
1. maximum length	125.6
2. minimum medio-lateral width of semilunar notch	26.5
3. medio-lateral width of radial notch	65.6
4. cranio-caudal length at the middle of the shaft	29.3
5. medio-lateral width at the middle of the shaft	34.5

近位の関節面には稜が存在する. 一方, 第1標本のは太く短く, 関節面は平らである. 第3標本の切歯には明確な咬耗がないが, 第1標本の切歯は指圧痕状の咬耗がある. 第3標本の脛骨には, 第1標本や気屯標本にあるような強い捻転が見られない.

謝辞: *Desmostylus* 歌登標本の発見者である山口昇一博士, 同標本発掘に尽力された元 歌登町職員・故小栗 宏氏には, 産地情報を提供していただき, 現地調査に際して多

大なご協力を賜った. 歌登町 (現 枝幸町) の町民の方々には, 発掘や標本の運搬などにご協力いただいた. また, その後のクリーニングや復元研究には北海道教育大学の木村方一名誉教授や同大学の学生の諸氏ほか, 多数の方々のご協力を得た. 足寄動物化石博物館の澤村 寛館長には, 標本のレプリカを作製していただいた. 北海道大学総合博物館の小林快次博士には, 気屯標本の観察に関して便宜を図っていただいた. 元産業技術総合研究所北海道センターの羽坂なな子氏には発掘当時の資料入手

について、地質情報研究部門の池原 研博士にはX線CTスキャナー装置の使用に関して便宜を図っていただいた。古脊椎動物研究所の犬塚則久博士には、発見当時より歌登標本の研究を主導していただき、本論文の校閲を通して貴重なご意見を賜った。以上の方々に篤く御礼申し上げます。

文 献

- 秋山雅彦・熊野純男(1973) 北海道歌登町上徳志別産デスモスチルス。地質雑, **79**, 781-786.
- 藤元栄一・島本昌憲・野田芳和・小笠原憲四郎(1998) 北海道歌登町上徳志別地域に分布する新第三系の層序と年代。地質雑, **104**, 425-441.
- Hiimeae, K. M. (2000) Feeding in Mammals. In Schwenk K., ed. *Feeding: Form, Function and Evolution in tetrapods vertebrates*. Academic Press, San Diego, pp. 411-448.
- Hiimeae, K. M. and Palmer, J. B. (1999) Food transport and bolus formation during complete feeding sequences on foods of different initial consistency. *Dysphagia*, **14**, 31-42.
- 犬塚則久(1980a) 樺太産 *Desmostylus mirabilis* の骨格 I. 環椎・胸椎。地球科学, **34**, 205-214.
- 犬塚則久(1980b) 樺太産 *Desmostylus mirabilis* の骨格 II. 腰椎・仙骨・尾椎。地球科学, **34**, 247-257.
- 犬塚則久(1981a) 樺太産 *Desmostylus mirabilis* の骨格 III. 肋骨・肩甲骨・寛骨。地球科学, **35**, 1-18.
- 犬塚則久(1981b) 樺太産 *Desmostylus mirabilis* の骨格 IV. 中手骨。地球科学, **35**, 240-244.
- 犬塚則久(1982) 樺太産 *Desmostylus mirabilis* の骨格 V. 肢骨。地球科学, **36**, 117-127.
- 犬塚則久(1984) デスモスチルスの研究と諸問題。地団研専報, **28**: デスモスチルスと古環境, 1-12.
- Inuzuka, N. (1984) Skeletal Restoration of the Desmostylians: Herpetiform Mammals. *Mem. Fac. Sci., Kyoto Univ., Ser. Biol.*, **9**, 157-253.
- 犬塚則久(1988) 北海道歌登町産 *Desmostylus* の骨格 I. 頭蓋。地調月報, **39**, 139-190.
- 犬塚則久(1989) *Desmostylus* 白歯の歯種同定の再検討—*D. japonicus* の模式標本(戸狩標本)を中心として。地質雑, **95**, 17-31.
- 犬塚則久(2009) 北海道歌登産 *Desmostylus* の骨格 II, 体骨。地質調査研究報告, **60**, 257-379.
- 犬塚則久(2011) パソコン点描ソフトによる骨の実測図の作成法。化石, **89**, 33-38.
- Inuzuka, N., Domning, D. P. and Ray, C. E. (1994) Summary of taxa and morphological adaptations of Desmostylia. *The Island Arc*, **3**, 522-537.
- 犬塚則久・兼子尚知・高島孝宗(2016) 北海道歌登産 *Desmostylus* の骨格 III. 歌登第8標本の再記載と第1標本頭蓋形態の再考。地質調査研究報告, **67**, 167-181.
- 木村方一・小栗 宏(1985) 最大の *Desmostylus* の上腕骨と膝蓋骨。化石研究会誌, **18**, 11-20.
- 甲能直樹(2000) *Desmostylus japonicus* Tokunaga and Iwasaki, 1914, 完模式標本(NSM-PV5600) 研究の100年。足寄動物化石博物館紀要, **1**, 137-151.
- 興水達司・金 喆祐(1986) 北海道中～東部地域の新生界のフィッシュントラック年代(その2): 西部帯・中央帯の“グリーン・タフ”岩層。地質雑, **92**, 559-568.
- Marsh, O. C. (1888) Notice of a new fossil sirenian, from California. *Amer. Jour. Sci.*, ser., **3**, 35, 94-96.
- 松井 愈・山口昇一・木村方一(1984) 北海道およびサハリンから産出した *Desmostylus* の層準と産状。デスモスチルスと古環境, 地団研専報, **28**, 51-61.
- 長尾 巧(1935) *Desmostylus* 属の歯式及各歯の構成に就いて。地質雑, **42**, 605-614, pls. 17-18.
- 長尾 巧(1941) *Desmostylus* の骨格に就て。矢部教授還暦記念祝賀講演録, 43-52.
- 長尾 巧・大石三郎(1934) 樺太国境付近にて発見されたるデスモスチルス(*Desmostylus*) の遺骸に就て。地学雑, **46**, 103-111.
- 小笠原憲四郎(1991) 北海道歌登町中新統タチカラウシナイ層の貝類化石群—その古環境と地史的意義。日本古生物学会講演予稿集, 33-33.
- Ogasawara, K. (2011) Miocene mollusca from the Tachikaraushinai Formation, northern Hokkaido, Japan. *Earth Evolution Sciences*, **5**, 3-24.
- Osborn, H. F. (1905) Ten years progress in the mammalian palaeontology of North America. *The American Geologist*, **36**, 199-229.
- Reinhart, R. H. (1953) Diagnosis of the New Mammalian Order, Desmostylia. *Journal of Geology*, **61**, 187-187.
- Reinhart, R. H. (1959) A review of the Sirenian and Desmostylia. *Univ. California Publ. Geol. Sci.*, **36**, 1-146.
- 酒匂純俊・鈴木 守・魚住 悟・金山喆祐(1961) 5万分の1地質図幅「乙忠部」及び同説明書。北海道開発庁, 46p.
- 柴田 賢・山口昇一・石田正夫・根本隆文(1981) 北海道歌登町産 *Desmostylus* 包含層の地質年代。地調月報, **32**, 545-549.
- Shikama, T. (1966) Postcranial skeletons of Japanese Desmostylia. *Palaeont. Soc. Japan, Spec. Paper*, **12**, 1-202.
- Uno, H. and Kimura, M. (2004) Reinterpretation of some cranial structures of *Desmostylus hesperus* (Mammalia:

北海道歌登産 *Desmostylus* の記載 (鶴野ほか)

Desmostylia): a new specimen from the Middle Miocene Tachikaraushinai Formation, Hokkaido, Japan. *Paleontological Research*, **8**, 1–10.

山口昇一(1978) 北海道歌登町上徳志別からデスモステルスの発見. 地質ニュース, no. 281, 15–19.

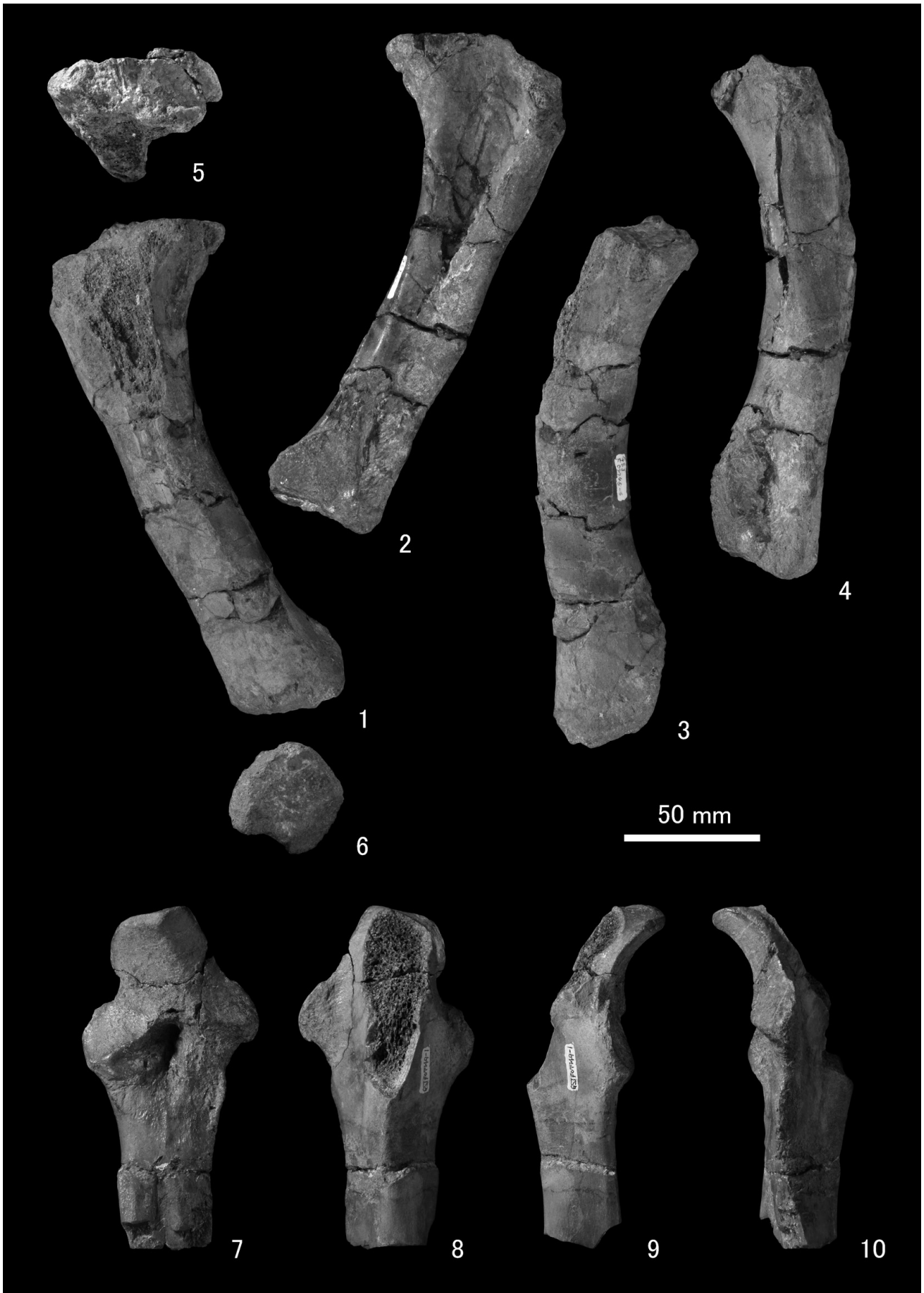
山口昇一・犬塚則久・松井 愈・秋山雅彦・神戸信和・石田正夫・根本隆文・谷津良太郎(1981) 北海道歌登産 *Desmostylus* の発掘と復元. 地調月報, **32**, 527–543.

(受 付 : 2016年3月23日 ; 受 理 : 2016年10月21日)

図版1 歌登第3標本の左脛骨(GSJ F07745-6)と第7標本の右尺骨(GSJ F07749-1).
Plate 1 Left tibia of the 3rd Utanobori specimen (GSJ F07745-6) and right ulna of the
7th Utanobori specimen (GSJ F07749-1).

1-6: Left tibia, 7-10: Right ulna

1, 7: cranial view, 2, 8: caudal view, 3, 10: lateral view, 4, 9: medial view



図版2 歌登第3標本の左大腿骨(GSJ F07745-7)と右第3肋骨(GSJ F07745-4).
Plate 2 Left femur (GSJ F07745-7) and right 3rd rib (GSJ F07745-4) of the 3rd Utanobori specimens.

1-5: Left femur, 6-7: Right 3rd rib

1, 6: cranial view, 2, 7: caudal view, 3: lateral view, 4: medial view, 5, distal view

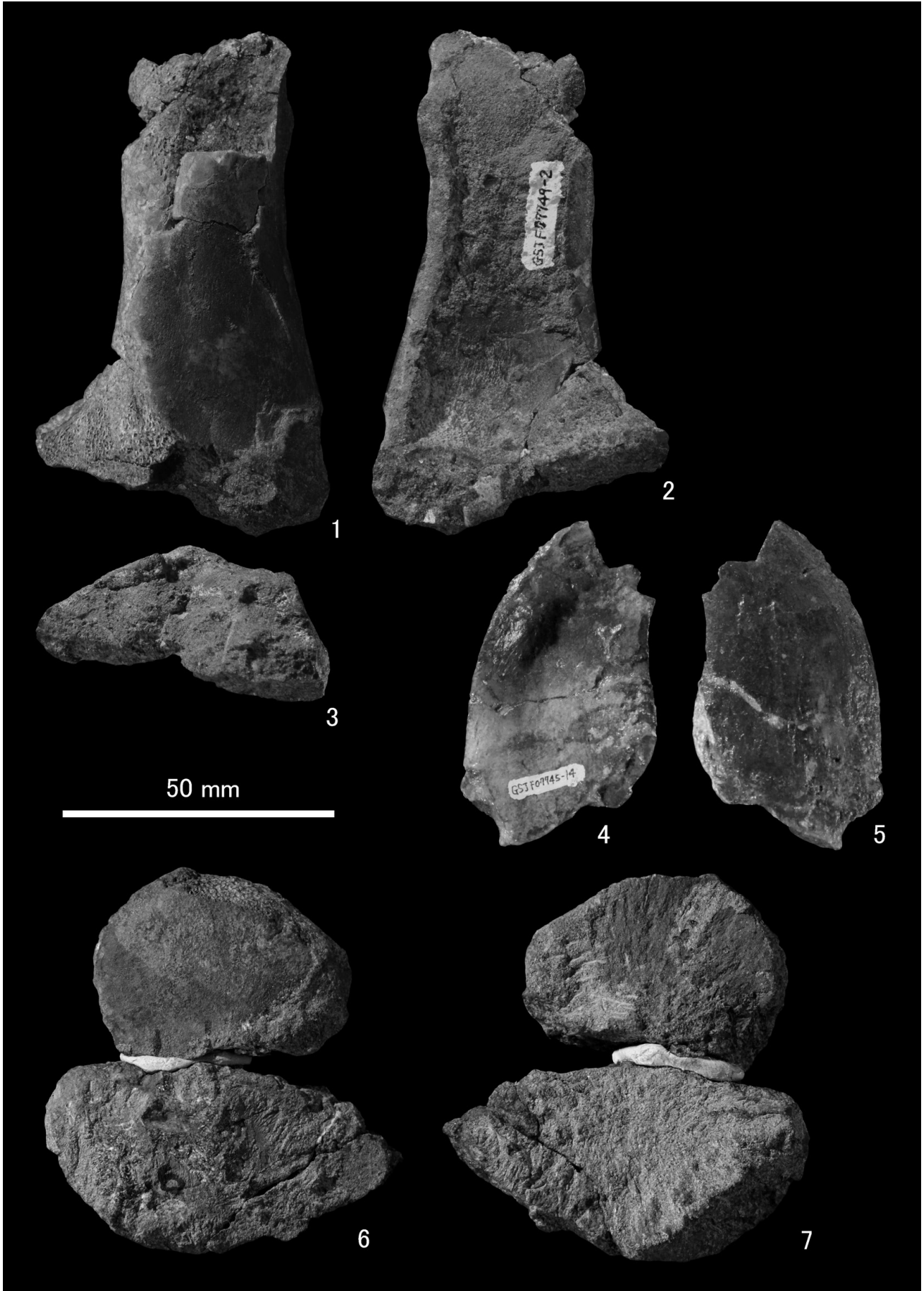


図版3 歌登第7標本の右第5中手骨遠位 (GSJ F07749-2), 第3標本の左下顎骨の筋突起 (GSJ F07745-14), 第3標本の胸骨 (GSJ F07745-8).

Plate 3 Right 5th metacarpal of the 7th Utanobori specimen (GSJ F07749-2), left fragment of coronoid process (GSJ F07745-14) and fragment of sternum (GSJ F07745-8) of the 3rd Utanobori specimens.

1-3: Right 5th metacarpal, 4-5: coronoid process, 6-7: sternum

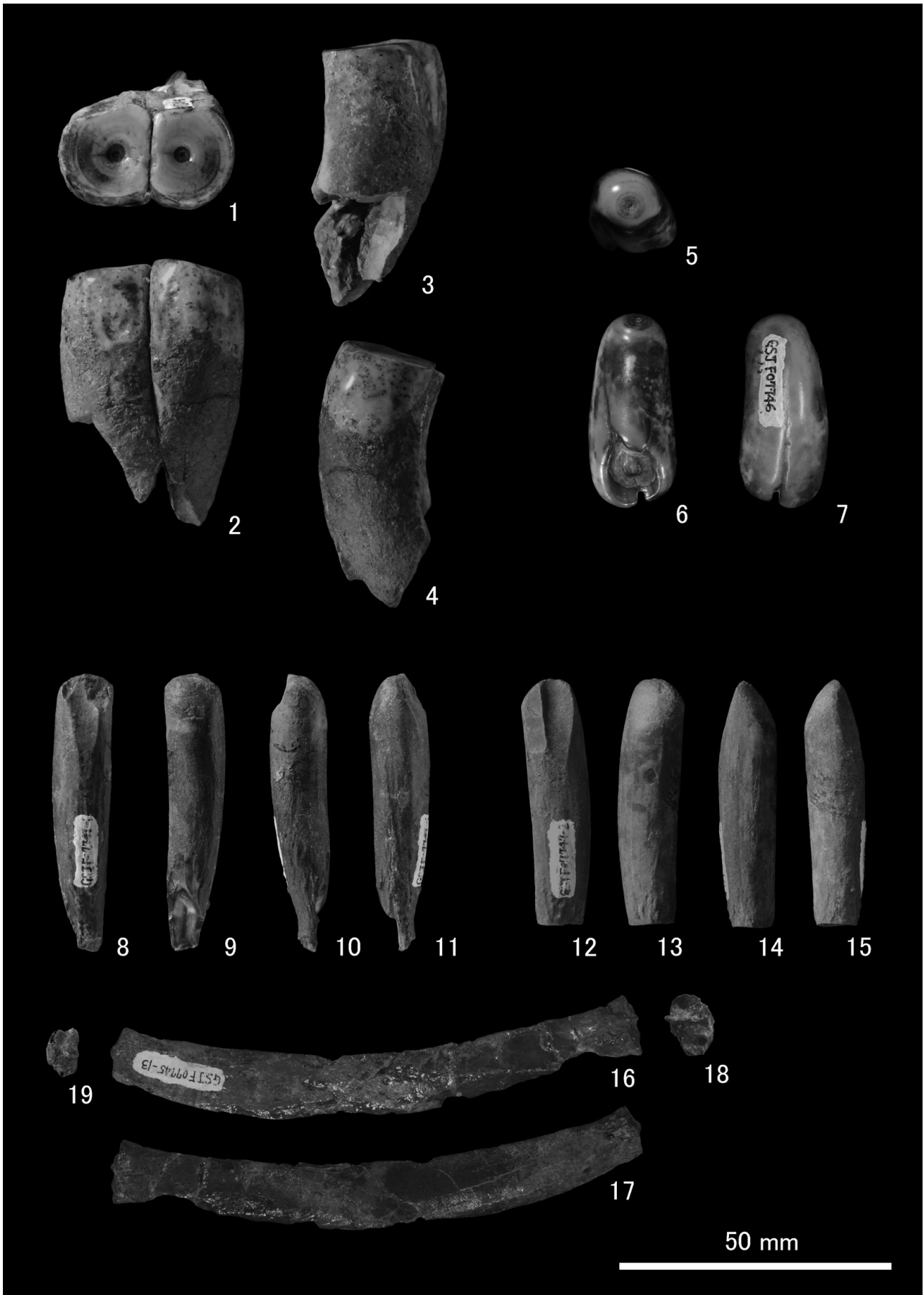
1, 6: dorsal view, 2, 7: ventral view, 3: distal view, 4: lateral view, 5: medial view



図版4 歌登第2標本の右下顎臼歯断片(GSJ F07744), 歌登第4標本の臼歯断片(GSJ F07746), 歌登第5標本の下顎切歯(GSJ F07747-1 and GSJ F07747-2), 歌登第3標本の右茎状舌骨(GSJ F07745-13).

Plate 4 1-4, Fragments of lower right molar of the 2nd Utanobori specimen (GSJ F07744), 5-7: fragment of molar of the 4th Utanobori specimen (GSJ F07746), 8-15: incisors of the 5th Utanobori specimens (GSJ F07747-1 and GSJ F07747-2) and 16-19: right stylohyoid of the 3rd Utanobori specimen (GSJ F07745-13).

1, 5: occlusal view, 2: mesial view, 3: buccal view, 4: lingual view, 6, 7, 10, 11, 14, 15: one side and another side of tooth, 8, 12: dorsal view, 9, 13: ventral view, 16: medial view, 17: lateral view, 18: caudal view, 19: cranial view



図版5 歌登第6標本の右大腿骨(GSJ F07748).

Plate 5 1-6, Right femur of the 6th Utanobori specimen (GSJ F07748).
1: cranial view, 2: caudal view, 3: medial view, 4: lateral view,
5: proximal view, 6: distal view



北海道歌登産 *Desmostylus* の骨格

Ⅲ. 歌登第 8 標本の再記載と第 1 標本頭蓋形態の再考

犬塚則久^{1,*}・兼子尚知²・高島孝宗³

Norihisa Inuzuka, Naotomo Kaneko and Takamune Takabatake (2016) The skeleton of *Desmostylus* from Utanobori, Hokkaido, Japan, III. Redescription of the 8th Utanobori specimen and reconsideration for cranial morphology of the 1st specimen. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol.67 (5), p.167–181, 2 figs, 2 tables, 2 plates, 1 appendix.

Abstract: The 8th Utanobori specimens described previously are re-described, because of misidentification of the side and direction of the patella and osteologically insufficient description and discussion of the humerus. The right humerus (OME-U-0170) is more than 525 mm in length, and the left patella (OME-U-0171) is 112 mm in maximum thickness. The body length of an adult male *Desmostylus* is estimated at 387 cm and the weight at about 3.5 t from the largest humerus. The patella about 50 percent thicker than that of an Asiatic elephant suggests a larger moment arm of the knee extension, which proves that *Desmostylus* had a lateral-type limb posture.

In the appendix, the cranial morphology of the 1st Utanobori specimen is reconsidered based on addition of specimens for comparison.

Keywords: *Desmostylus*, Hokkaido, Mammalia, Miocene, osteology, Utanobori, vertebrate paleontology

要 旨

Desmostylus 歌登第 8 標本の既存記載研究は、膝蓋骨の面と方向の同定を誤っていること、上腕骨の記載及び比較が骨学的に不十分であることから、ここに再記載を行う。右上腕骨の長さは 525 mm 以上、左膝蓋骨の最大厚は 112 mm である。最大の上腕骨のサイズから、*Desmostylus* のオトナオスの体長は 387 cm、体重は約 3.5 t と見積もられる。*Desmostylus* の膝蓋骨はアジアゾウのそれより約 50% 厚く、これは膝関節回転軸からのモーメントアームが長く、膝の伸展力が体格に比して大きかったことを示唆する。このことは *Desmostylus* が側方型の姿勢であったことを裏付けるものである。

歌登第 1 標本の頭蓋骨については他標本の情報の追加により議論を再考し、巻末に補遺として掲載した。

1. はじめに

産業技術総合研究所地質標本館に保管されている絶滅哺乳類 *Desmostylus* の歌登標本は、第 1 標本から第 7 標本

までが登録されている。これらの標本は、1977 年 9 月 13 日に当時地質調査所北海道支所職員であった山口昇一が北海道枝幸郡歌登町(現 枝幸町)上徳志別地域で白歯化石を発見したことがきっかけとなり、同月の第 1 次発掘調査にて全身骨格(第 1 標本)の前半身を発掘収容、1978 年 7 月の第 2 次発掘調査での後半身の発掘収容と他標本の発見及び発掘を経て登録された(山口、1978; 山口ほか、1981)。1985 年 8 月には、前回までの発掘に携わった同町の小栗 宏が、第 1 標本発掘地点近傍にて第 8 標本を発見した(木村・小栗、1985)。この標本は、産出地である枝幸町のオホーツクミュージアムえさしに保管されている。これら歌登標本は、すべて中部中新統タチカラウシナイ層より産出した(山口ほか、1981; 鶴野ほか、2016: 本号)。

Desmostylus 歌登標本のうちほぼ完全な全身骨格である第 1 標本(標本番号 GSJ F07743)は犬塚(1988, 2009)が、第 3 標本の頭蓋及び下顎(GSJ F07745-1, GSJ F07745-2)は Uno and Kimura (2004)が、第 2 標本から第 7 標本までの一部(GSJ F07744 ~ GSJ F07749)は鶴野ほか(2016)が、第 8 標本の上腕骨及び膝蓋骨は木村・小栗(1985)がそれ

¹ 古脊椎動物研究所 (Paleo-Vertebrate Institute, 45-25-303 Saiwai-cho, Itabashi-ku, Tokyo, 173-0034, Japan)

² 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation)

³ オホーツクミュージアムえさし (Okhotsk Museum Esashi, 1614-1 Mikasa-cho, Esashi, Hokkaido, 098-5823, Japan)

*Corresponding author: N. Inuzuka, Email: ashoroa@yahoo.co.jp

ぞれ記載した。第8標本は成体の上腕骨と膝蓋骨からなる。従来*Desmostylus*の成体の体骨は気屯標本しか正式な記載がなく、しかも気屯標本は膝蓋骨を欠き、上腕骨は著しく変形している。したがって第8標本は今後の*Desmostylus*の形態的特徴を知る基準となる点で重要なものである。しかし、第8標本の記載は膝蓋骨の左右や方向の同定が誤っており、上腕骨と膝蓋骨とも比較・考察を欠いているためここで再記載を行う。さらに第1標本の頭蓋(犬塚, 1988)を再考した結果を補遺にまとめておく。

本論文では歌登で産出した一連の標本を歌登標本(第1から第8)と呼び、地質標本館保管の第1から第7標本の番号はGSJ F07743 ~ GSJ F07749、オホーツクミュージアムえさし所蔵の第8標本は上腕骨OME-U-0170と膝蓋骨OME-U-0171である。第1標本は関節状態で産した同一個体で骨ごとにハイフンをはさんで枝番号がつけてある。その他のハイフンをつけたものはクリーニング中に同一の岩塊からでたか、現地で短時間に近接して発見した標本で、必ずしも同一個体とは限らない。

歌登標本の来歴は兼子が、第8標本と第1標本の記載と論議は犬塚が執筆し、高島は現地での情報収集と標本データの補完を分担した。

2. 記載

2.1 第8標本 右上腕骨 Right humerus (標本番号 OME-U-0170) 第1図, 図版1

この骨は単離して発見されたため分類群を同定する根拠がある。これはその大きさからカバ*Hippopotamus amphibius*やシロサイ*Ceratotherium simum*(以下、サイとする)に匹敵する大型哺乳類で、上腕骨稜がそれらよりも遠位にまで伸びる点から東柱目に同定できる。東柱目のうち*Paleoparadoxia*よりも上腕骨顆の幅に対する滑車径が大きい点から*Desmostylus*に同定できる。

近位の骨端軟骨が未骨化であるため上腕骨頭 Caput humeri や大結節 Tuberculum majus を含む骨端を欠く。近位半前面がわずかに陥没しているほかは変形がみられない。滑車上孔 Foramen supratrochleare が貫通しているが、辺縁部が滑らかではないので、破損による可能性がある。

全体の輪郭を前からみるとX状で、骨体中央が細い。横からみると近位部は後に、遠位部の骨顆 Condylus humeri は前に突出する縦長のS字形である。

近位からみた輪郭は前外方から後内方に長く、長軸は遠位の滑車軸に対して約40°反時計回りにねじれている。表面は軟骨が付着していた粗面となっている。大結節にあたる前外方は小さく、骨頭にあたる内側部の方が大きい。遠位からみると横長の滑車状で、中央が前後にくぼむ。後内側には前腕屈筋群がおこる内側上顆 Epicondylus medialis、後外側には前腕伸筋群がおこる外

側上顆 Epicondylus lateralis が突出する。

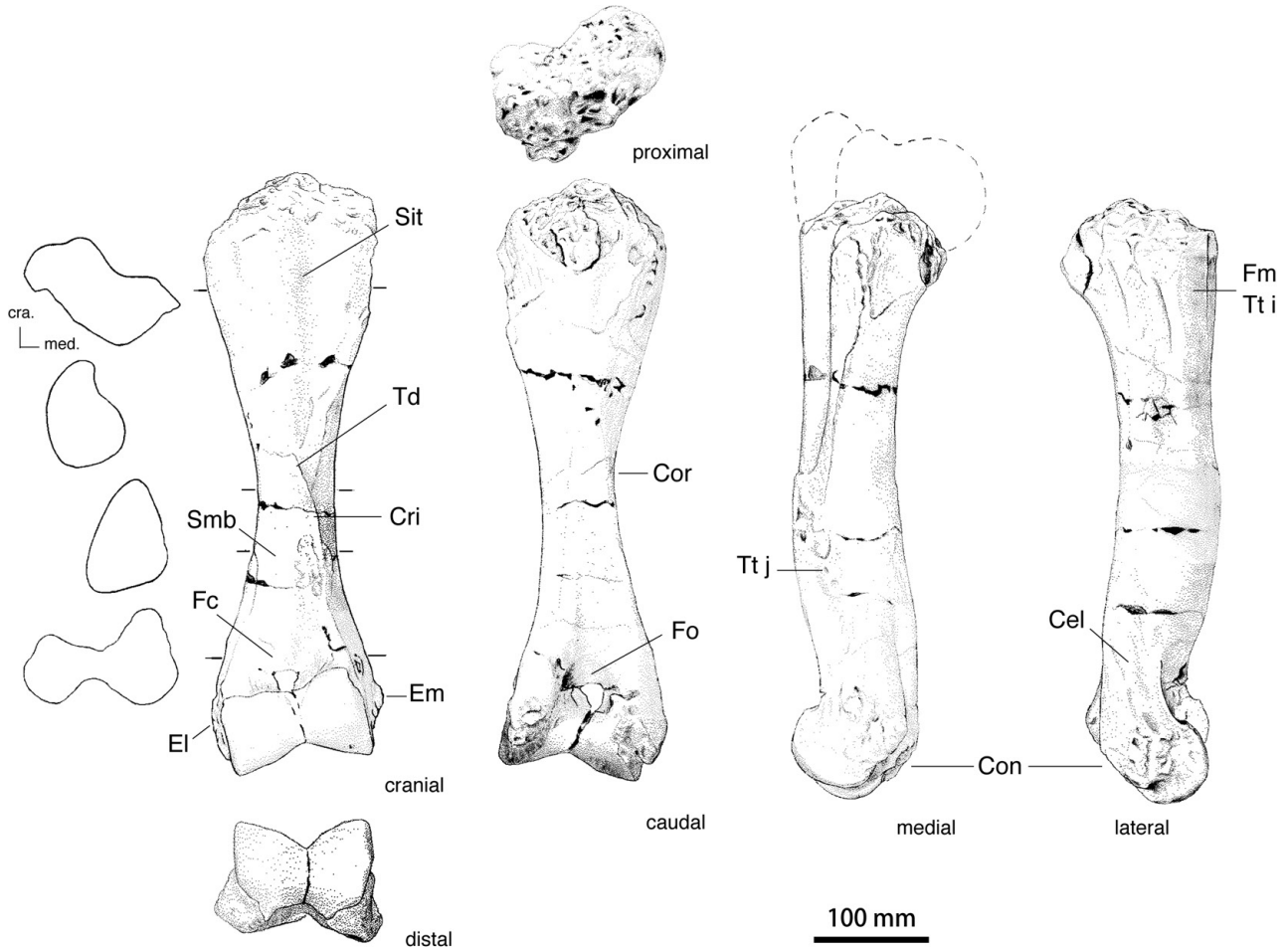
上腕二頭筋 M. biceps brachii (M.: 筋 musculus の略) 長頭腱が通る結節間溝 Sulcus intertubercularis は骨体近位前面の中央部にある幅広く130°に開く浅い溝である。溝の中心部は前方より25°内側を向く。

棘下筋がつく棘下筋面 Facies m. infraspinati (m.: 筋 musculus の略) は大結節稜の外側前面で、骨端軟骨より下に伸びるやや凸の粗面である。小円筋 M. teres minor がつく小円筋粗面 Tuberositas teres minor は棘下筋面と区別できない。三角筋 M. deltoideus がつく三角筋粗面 Tuberositas deltoidea は前面中央で縦長の細い稜となり、外側上方から内側下方に斜走する。骨体中央の前縁は内側面と外側面と鋭角の稜となる。浅胸筋 Mm. pectorales superficiales (Mm.: 筋の複数形 musculi の略) と上腕頭筋 M. brachiocephalicus がつく上腕骨稜 Crista humeri は三角筋粗面の下方延長で骨体下半の前縁となり、下方に向かって伸び鉤突窩にいたる。骨体前縁は全体が著しい粗面となっている。極端に遠位にあるがこれが三角筋粗面の可能性もある。上腕頭筋がつくとと思われるくぼみが内側面遠位部に認められる。上腕骨稜のすぐ後で三角筋粗面の内側下方にあたる。上腕筋 M. brachialis が通る上腕筋溝 Sulcus m. brachialis は骨体近位外側面から遠位の前面にかけて螺旋状にねじれる滑らかな面となっている。

上腕骨体 Corpus humeri の縁の構成は近位部では内外側の2縁、中央部は前縁、内側後縁、外側後縁の3縁となり、より遠位では内側前縁、内側後縁、外側後縁の3縁となる。前縁はやや近位外側から遠位内側まで直線状に走る。後縁は近位で中央にあり、遠位に向かって内外に2分する。遠位の後面と内側面はほぼ直角に交わり、内側前縁と外側後縁は内側後縁より鋭い。

骨体の近位は前面と後面からなる。中央部は内外両側面と狭い後面からなり、遠位では前外側面、内側面、後面の3面からなる。中央部の内側は凹面、外側は凸面で、遠位の3面はいずれもより平面である。内側面遠位部には隆起粗面が認められる。上腕骨稜より10 mmほど後方に離れ、三角筋粗面の内側下方のくぼみの下方にあたる。前上方から後下方に伸び、上半は凸面で下半はくぼみ、粗線が斜走する。これは大円筋 M. teres major と広背筋 M. latissimus dorsi がつく大円筋粗面 Tuberositas teres major に相当するかもしれない。骨体の断面は近位では前面がW字形に波打ち、後面は中央が高く凸湾する。中央部は横幅よりも前後に長い滴形で、遠位部では直角三角形である。

上腕骨顆は骨体長軸に対して55°で前に突出する。関節面の広がりには中央部で約320°にもなる。上腕骨滑車の内側部は円錐形で、内側に向かって径が増大する。中央部の最小径54 mmに対して内側端で最大径92 mmになる。滑車外側部は内側部よりも細く、中間が太い円柱形である。外側端の径は79 mmである。内側上顆は滑車の回転



第 1 図 *Desmostylus* 歌登第 8 標本の右上腕骨。

Fig. 1 Right humerus of the 8th Utanobori specimen of *Desmostylus*.

Cel: Crista epicondyli lateralis (外側上顆稜), Con: Condylus humeri (上腕骨顆), Cor: Corpus humeri (上腕骨体), Cri: Crista humeri (上腕骨稜), El: Epicondylus lateralis (外側上顆), Em: Epicondylus medialis (内側上顆), Fc: Fossa coronoidea (鈎突窩), Fm: Facies m. infraspinati (棘下筋面), Fo: Fossa olecrani (肘頭窩), Sit: Sulcus intertubercularis (結節間溝), Smb: Sulcus m. brachialis (上腕筋溝), Td: Tuberositas deltoidea (三角筋粗面), Tti: Tuberositas teres minor (小円筋粗面), Ttj: Tuberositas teres major (大円筋粗面)

軸よりも後下方が隆起し、表面は粗面となっている。外側上顆の隆起の中心も滑車軸よりはるかに後にある。遠位からみた外側上顆は内側上顆より幅広い。外側上顆稜 Crista epicondyli lateralis は内側上顆稜より近位まで続き、より長い。肘頭窩 Fossa olecrani は横径 59 mm の横長の楕円形陥凹で、内外両側縁は明瞭である。鈎突窩 Fossa coronoidea は長径 85 mm ほどの上内側から下外側に長い楕円形で、肘頭窩より広く浅い。内側に高い垂三角形の陥凹で、内側と下縁は明瞭である。滑車上孔は鈎突窩の外側より、肘頭窩の中央に貫通する。内側と遠位に尖る三角形に破断しているの、本来の滑車上孔ではなく破損の可能性もある。

計測部位は犬塚 (2009) の第 21 図に示した通りで、計

測値 (単位 mm) は第 1 表のとおりである。

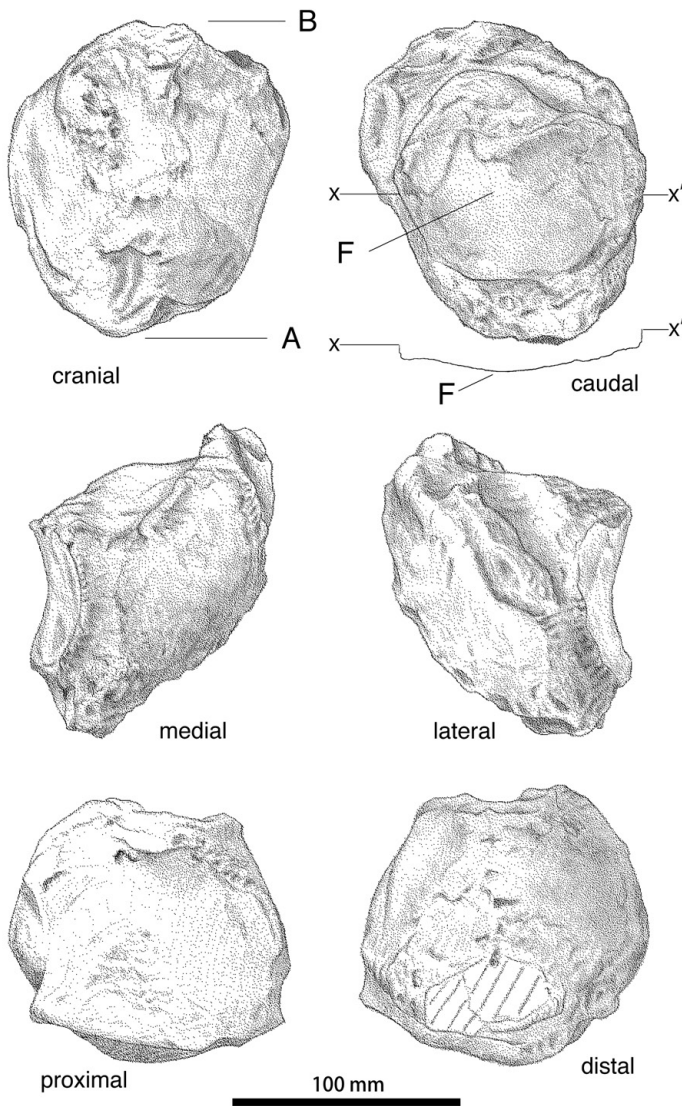
2.2 第 8 標本 左膝蓋骨 Left patella (標本番号 OME-U-0171) 第 2 図, 図版 2

膝蓋骨としてはアジアゾウ *Elephas maximus* (以下、ゾウとする) の成体よりも大きく、とくに高さと比較すると前後に厚い点、関節面の縦稜が低く、内外側面のなす角が 150° 以上ある点から束柱目に同定できる。前後の長軸が *Paleoparadoxia* よりも強く外側に傾くことから *Desmostylus* に同定できる。近位からみた時、後方の関節面 Facies articularis に対して最も前に突出する点が面に垂直より外側に傾くことと関節面上縁の最後端が下縁の最後端よりも内側にあるから左側と同定できる。

第1表 右上腕骨(OME-U-0170)の計測値。
計測部位は犬塚(2009)の第21図に図示。

Table 1 Measurement of right humerus of OME-U-0170.
Measuring points are illustrated in Inuzuka (2009), Figure 21.

	(mm)
1. Maximum length	525+
全長:最近位端から上腕骨顆遠位端までの長軸に平行な長さ	
2. Cranio-caudal diameter of proximal end	137
近位矢状径:大結節前端から骨頭後端までの最大前後径	
3. Width of proximal end	153+
近位横径:大結節外側端から小結節内側端までの最大幅	
4. Cranio-caudal diameter of head	-
骨頭矢状径:上腕骨頭後端から大結節との境の中央点までの長さ	
5. Width of humeral head	-
骨頭幅:上腕骨頭の最大横径	
6. Height of greater tubercle	-
大結節高:大結節の最高点から骨頭上端までの垂直の高さ	
7. Minimum width of shaft	67
体最小横径:上腕骨体の最小幅	
8. Cranio-caudal diameter of shaft in the middle	96
体中央矢状径:最小幅を示す位置の前後径	
9. Maximum width of distal end	148
遠位最大幅:内側上顆内側端から外側上顆外側端までの最大横径	
10. Width of trochlea at distal end	124
滑車下端幅:上腕骨滑車遠位端の横径	
11. Width of olecranon fossa	59
肘頭窩幅:肘頭窩の最大幅	
12. Maximum height of trochlea	84
滑車最大高:上腕骨滑車の下端から鉤突窩までの高さ	
13. Cranio-caudal diameter of medial condyle	106
内側顆矢状径:内側顆前端から後端までの前後径	
14. Cranio-caudal diameter of lateral condyle	100
外側顆矢状径:外側顆前端から後端までの前後径	
15. Width of supratrochlear foramen	-
滑車上孔幅:滑車上孔の最大幅	
16. Height of supratrochlear foramen	-
滑車上孔高:滑車上孔の最大高	



第2図 *Desmostylus*歌登第8標本の左膝蓋骨. x-x' は, 膝蓋骨関節面の断面を表す.

Fig. 2 Left patella of the 8th Utanobori specimen of *Desmostylus*. x-x' represents a cross-section of articular surface.

- A: Apex patellae (膝蓋骨尖)
- B: Basis patellae (膝蓋骨底)
- F: Facies articularis (膝蓋骨関節面)

下端の膝蓋骨尖 Apex patellae を欠く。変形はない。前面の輪郭は縦長の楕円形で、中央は幅広く、上下に尖る。横からみると後上方の角を中心とした四分円ないし扇形である。

前面は全体として前下方に面し、中心部が最も高く隆起し、表面には細かい縦の線条が走る。大腿四頭筋 *M. quadriceps femoris* がつく前面上端の中央を縦走する浅い溝の表面には細かい線刻が多数上下方向に走る。後面のほとんどを占める関節面は横長で下に凸の腎臓形で、縦に凹面、横に凸面の鞍形である(第2図、後面 = caudal の断面線を参照)。関節面を縦の稜で分けると内側の方が外側より広い。

近位の膝蓋骨底 Basis patellae は前に凸の半円形で、隆起した辺縁部と中心部の間は半同心円状に滑らかな凹面となっている。後縁の輪郭は関節面の上縁にあたり、後縁は中央より内側にかたよる。遠位からみた輪郭はほぼ

円形である。後縁の輪郭は凸湾する。関節面の下縁にあたり、中央が最も後にくる。

内外側面とも粗な稜が前上方から後下方にかけて斜走し、外側面の膨隆のほうが強い。

膝蓋骨の計測値(単位 mm)は、第2表のとおりである。

3. 比較

3.1 上腕骨

東柱目の上腕骨は *D. hesperus* の気屯標本 (UHR18466 : 犬塚, 1982 ; Inuzuka, 1984), 歌登第1標本 (GSJ F07743 : 犬塚, 2009), *Ashorea laticosta* (AMP 21 : Inuzuka, 2011), *Behemotops katsui* (AMP 22 : Inuzuka, 2006), *Paleoparadoxia weltoni* のアリナ岬標本 (UCMP 114285 : Clark, 1991), *P. media* の泉標本 (PV 05601 : Shikama, 1966), *P. tabatai* のスタンフォード標本 (UCMP 81302 : Inuzuka, 2005) と比

第2表 左膝蓋骨(OME-U-0171)の計測値.
Table 2 Measurement of left patella of OME-U-0171.

	(mm)
1. Maximum height 最大高:膝蓋骨の最大高	139
2. Maximum breadth 最大幅:膝蓋骨の最大横径	120
3. Maximum thickness 最大厚:膝蓋骨の最大前後径	112
4. Articular surface height 関節面高:関節面の最大高	66
5. Articular surface breadth 関節面幅:関節面の最大横径	108

較できる。

Desmostylus 属の上腕骨は気屯標本では前後に、歌登第1標本では内外に圧平されている。骨頭の向きは気屯標本よりやや上向きだが、骨体の後縁はほぼ直角に後に曲がる。気屯標本は前後に圧平されているので、どこまでが元の形かが正確にわからない。いっぽう歌登第8標本は骨頭を欠くものの、まったく変形がなく、気屯よりも大きい老齢個体のため最もよく *Desmostylus* を代表している。主に第1大臼歯を使用中の歌登第1標本と比較することで上腕骨の発生の方向がわかる。すなわち上腕筋溝が鈍くなる。上腕骨稜下部が後弯し、骨体がS字状になる。滑車関節面が広がる。肘頭窩が深まり、鉤突窩は浅くなる。

デスモスチルス科の中では上腕骨全体のプロポーシオンは *Ashoroa* のほうが長さ に比してより太く、S字状になるが、*Desmostylus* ではより直線状である。上腕骨稜は *Ashoroa* のほうが粗面の発達がよく、上腕筋溝の凹湾は深い。上腕骨軸に対する滑車軸の傾斜は *Ashoroa* のほうが強く 20° で外側に下がる。*Ashoroa* では鉤突窩の外縁がなく、前面との間は鈍く隆起するだけである。肘頭窩は幅狭く、その縁ははっきりしているが、*Desmostylus* では滑らかに後面に移行する。

束柱目の中では上腕骨稜は *Ashoroa* と *Paleoparadoxia* では内側に凸湾するが、*Desmostylus* では直線状である。外側上顆稜は *Ashoroa* と *Desmostylus* では直線状だが、*Paleoparadoxia* では前に曲がる。滑車の幅に対する直径は *Ashoroa* と *Desmostylus* のほうが *Paleoparadoxia* より大きい。滑車溝は *Paleoparadoxia* と *Desmostylus* のほうが *Ashoroa* よりも深い。肘頭窩の幅は *Paleoparadoxia* と *Desmostylus* のほうが *Ashoroa* よりも広い。上腕骨体外側縁下半部を前からみると、*Paleoparadoxia* では凹湾する

が、*Desmostylus* では直線状である。

哺乳類の中で、テチテリア類に含まれる束柱目と長鼻目のゾウ、及び束柱目に生態が近いと考えられる偶蹄類のカバの三者を比較した。束柱目の上腕骨頭の輪郭は円形ないし垂三角形だがゾウでは前後に長い楕円形、カバでは垂三角形である。骨頭の向きは束柱目とカバでは後向き、ゾウでは上向きである。大結節の位置は *Paleoparadoxia* とカバでは骨頭より高いが、*Desmostylus* とゾウでは低い。大結節の向きは束柱目とカバでは骨頭の前外方、ゾウでは前方である。結節間溝は束柱目では浅いが、ゾウとカバでは深い。結節間溝の向きは束柱目とゾウでは前、カバでは前外方である。小結節は *Desmostylus* とゾウでは小さく、*Paleoparadoxia* とカバでは大きい。

三角筋粗面は束柱目では前面中央にあるが、ゾウとカバでは外側にかたよる。上腕骨稜は束柱目とカバでは内側に凸だが、ゾウでは外側に凸湾する。上腕筋溝は束柱目ではほぼ中央にあるが、ゾウとカバでは下半部にかきられる。

外側上顆稜は束柱目では広い面となるが、ゾウでは縦長で前後に厚い面、カバでは短い稜となる。上腕骨滑車の案内稜は束柱目とゾウにはなく、カバにある。滑車関節面は束柱目とカバでは深い、ゾウでは浅い。外側上顆の位置は束柱目ではかなり後にあるが、ゾウでは回転軸の位置が最も高く隆起し、カバでは前後に長い。肘頭窩は束柱目とカバでは狭くて深い、ゾウでは広く浅い。鉤突窩は束柱目では深い、ゾウとカバでは浅い。

3.2 膝蓋骨

膝蓋骨は *D. hesperus* の歌登第1標本(犬塚, 2009)、*B. katsui* (Inuzuka, 2006)、*P. tabatai* のスタンフォード標本(Inuzuka, 2005)と比較できる。

Desmostylus の歌登第1標本は若い個体なのでそれと比較することで膝蓋骨の成長の方向が分かる。膝蓋骨は成長するにつれて高さのわりに幅が広がる。上縁が前上方に突出する。外側への傾きは弱まる。関節面が低く幅広くなる。

束柱目の中では上からみた膝蓋骨長軸の外側への傾きは *Behemotops* で 20°、*Desmostylus* で 10° で *Paleoparadoxia* より強い。*Behemotops* や *Desmostylus* の関節面は幅広く低い、*Paleoparadoxia* ではほぼ正方形である。関節面最後端の位置は *Desmostylus* の下縁と *Paleoparadoxia* の上縁はほぼ中央にあり、*Paleoparadoxia* の下縁は中央より外側、*Desmostylus* の上縁はより内側にくる。*Paleoparadoxia* の方が *Desmostylus* より前後の厚さに比して幅が狭い。前上方への突出はより弱い。関節面の凹凸は *Desmostylus* より強い。関節面の輪郭は *Desmostylus* のほうが *Paleoparadoxia* より低く幅広い。前面の傾斜は *Desmostylus* のほうが *Paleoparadoxia* より強い。前面の臑

付着溝は *Desmostylus* より上下に長い。

Desmostylus の膝蓋骨は成体としては初めての標本なので、現生哺乳類のうち体格で匹敵するゾウ、カバ、サイと比較した。膝蓋骨の最大径はカバとサイでは概ね100 mm以内で手のひらにおさまるが、ゾウと東柱目は100 mmを超えるほどである。厚さはカバとサイでは高さに比して薄い、ゾウではより厚く、東柱目ではさらに厚い。前からみた輪郭は東柱目とゾウでは楕円形だが、カバとサイでは上下と内外側に尖る四辺形である。関節面の輪郭は東柱目では長方形だが、ゾウでは幅より高さのある楕円形でカバでは横長の垂三角形、サイでは不正四辺形である。内外側の関節面のなす角は東柱目では150～160°だが、ゾウでは上部の120°から下部の140°、カバでは130°、サイでは90°ほどである。関節面の縦稜は東柱目とゾウでは中央だが、カバとサイでは外側1/3にある。このため関節面の横断面の形は東柱目とゾウでは浅いV字形だが、カバでは内側端が縦稜と同程度まで後に曲がるので横S字形となる。サイでも横S字形だが、内側溝がより深く内側端は外側端よりも前に留まる。関節面中央の縦稜は東柱目では低い、ゾウやカバ、サイでは高く、大腿骨の膝蓋溝の深さに対応している。横からみた縦稜の輪郭は東柱目では一様に凹湾するが、ゾウとサイでは上部が凸で中部から下部までが凹湾、カバではほぼ平坦で下部が凸湾する。

4. 論議

4.1 個体識別

歌登第1標本は1個体分のほぼすべての骨が関節状態で産出したので、*Desmostylus* の骨同士の相対的大きさを知る唯一の手がかりとなる。ただし歌登第1標本は若い個体なので、体の部位ごとの比率が成体と同じとはかぎらない。

第8標本は上腕骨と膝蓋骨が隣接して産出し、いずれも成体のものだが、同一個体か別個体かは不明である。ここでは両者が同一個体の可能性を大きさから推定してみる。第8標本の上腕骨は近位の骨端が外れていて残りの全長が525 mmある。第1標本の相同部位の長さは約222 mmである。したがって第8標本の上腕骨長は第1標本の約2.4倍ある。上腕骨遠位端の幅では第1標本で85 mmあり、第8標本では148 mmあるので第8標本は約1.7倍となる。

いっぽう膝蓋骨の最大高は第1標本で69 mmあり、第8標本では139 mmである。したがって第8標本の膝蓋骨の最大高は約2倍である。しかし最大厚では第1標本で46 mmあり、第8標本では112 mmあるので第8標本の膝蓋骨は約2.4倍となる。

以上の結果から第8標本は第1標本のおおよそ2倍ほどの大きさがあることがわかる。成体の骨の形は若い個

体のものと相似形ではないので、同じ骨でも計測部位によってかなり比率の差がある。互いに関節する骨同士なら同一個体に属する骨かどうかはかなりの確からしさをもって判定できるが、さもなくば難しい。結局第8標本の上腕骨と膝蓋骨は同一個体に属する可能性が否定しきれないというに留まる。

4.2 体格と成長段階

Desmostylus の全身骨格は第1大白歯を主に使用中の歌登第1標本と第2大白歯段階の気屯標本の2体あり、Inuzuka (1996) は各々の復元骨格から体長と体重を次のように推定した。すなわち歌登第1標本は175 cmで290 kg、気屯標本は275 cmで1,283 kgである。

歌登第8標本の上腕骨の残存全長から第1標本との比率によって全長を求めると574 mmとなる。成体の気屯標本の上腕骨全長は408 mmなのでこの比1.4をもとに第8標本の体長を計算すると387 cmとなり、体重は1,283 kg \times 1.4 \times 1.4 \times 1.4=3,521 kg (約3.5 t)となる。

歌登第1標本と気屯標本は大白歯の大きさからいずれも *D. hesperus* のオスの個体と推定されている。上顎大白歯の歯冠長は歌登の第1大白歯で約50 mm、気屯の第2大白歯で約70 mmある (Inuzuka *et al.*, 1994)。 *D. hesperus* の第3大白歯には歯冠長が84～88 mmのものが知られており、歌登第8標本は体格との比率からみて第3大白歯を使用中のオスの成体(オトナオス)であると考えられる。

4.3 他目との比較機能形態

東柱目の上腕骨は全体として長鼻目のゾウとも偶蹄類のカバとも一致しない。現生、化石の大型獣や海生獣類とも異なる。しいてあげれば骨体中央が側扁し、三角筋稜や回外筋稜が未発達な点で絶滅長鼻目の *Moeritherium* にいくらか似ている。これは原始有蹄類の一般形に近いことを意味し、大型化や水生適応による適応形質ではない。ゾウやカバと部分的に似た点があるが、どちらとも異なる浅い二頭筋溝や深い鈎突窩といった点を見るとむしろ側方型の前肢という独自の特殊化と関連したものと考えられる。

膝蓋骨のおもな機能は大腿四頭筋腱の摩擦の軽減と脱臼の予防、そして停止腱を関節軸から隔ててモーメントアームを伸ばす点にある。膝蓋骨関節面は大腿骨の膝蓋溝に対応する。関節面が横に広がって膝蓋溝との接触面積が増え、凹凸の噛み合わせが複雑になると膝関節の1軸性蝶番関節の機能は厳密になる。サイやカバの関節面はこうした形なので膝をもっぱら屈伸運動に限定し、下腿の回旋を許さないことを意味する。

また大腿骨膝蓋溝の深さは膝蓋腱の脱臼防止に関わるので、膝蓋骨の縦稜の隆起程度は陸上での移動速度と相関する。もっぱら陸生のサイで最も鋭く、半水生のカバ

と重量型のゾウがそれにつぐ。鱗脚類のように最も鈍角の束柱目は陸上ではカバよりも遅く歩き、水生の程度はより強かったことがうかがわれる。

ゾウとほぼ同大の束柱目の膝蓋骨でもゾウより前後に約50%厚いので、膝関節の回転軸からのモーメントアームもより長くなる。このため膝の伸展力は体の割にきわめて大きく、束柱目の体肢が側方型だったことを裏付けている。

5. まとめ

オホーツクミュージアムえさしに保管されている *Desmostylus* 歌登第8標本(右上腕骨 OME-U-0170, 左膝蓋骨 OME-U-0171)の再記載と、*Desmostylus* 歌登第1標本頭蓋(GSJ F07743-1)の再検討を行った。第8標本の右上腕骨は最大の大きさで変形がなく *Desmostylus* の成体の上腕骨を代表している。第8標本は、上腕骨のサイズから体長387 cm, 体重約3.5 tと推定され、第3大臼歯を使用するオスの成体であると考えられる。

膝蓋骨はゾウの成体よりも大きくゾウよりも前後に約50%厚いことから、膝関節回転軸からのモーメントアームはかなり長く、膝の伸展力は体格に比してきわめて大きかったと考えられる。このことは束柱目の体肢が側方型だったことを裏付けている。また、膝蓋骨の縦稜隆起は鈍角であることから束柱目は陸上ではカバよりも遅く歩き、水生の程度はより強かったことがうかがわれる。

謝辞：本標本を記載するに当たり、山口昇一博士に発掘当時の写真や資料を提供していただき、発掘・復元に係わった故小栗 宏氏ほか44名の枝幸町民の方々には化石クリーニングや復元研究にご協力いただいた。足寄動物化石博物館の澤村 寛館長には標本のレプリカを作製していただいた。農業・食品産業技術総合研究機構の鶴野光博士には本論文の校閲をしていただいた。以上の方々に厚く感謝申し上げます。

文 献

- Abel, O. (1922) *Desmostylus*: Ein mariner Multituberculate aus dem Miozän der Nordpazifischen Küstenregion. *Acta Zoologica.*, **3**, 361–394.
- Abel, O. (1925) *Geschichte und Methode de Rekonstruktion vortzeitlicher Wirbeltiere*. Verlag von Gustav Fischer, Jena, 327pp.
- Clark, J. M. (1991) A new Early Miocene species of *Paleoparadoxia* (Mammalia: Desmostylia) from California. *Jour. Vert. Paleont.*, **11**, 490–508.
- Domning, D. P., Ray, C. E. and McKenna, M. C. (1986) Two new Oligocene desmostylians and a discussion of tethytherian systematics. *Smithson. Contr. Paleobiol.*, **59**: 1–56.
- Hay, O. P. (1915) A contribution to the knowledge of the extinct sirenian *Desmostylus hesperus* Marsh. *Proc. U. S. Nat. Mus.*, **49**, 381–397.
- 井尻正二・亀井節夫(1961) 樺太産の *Desmostylus mirabilis* Nagaoと岐阜県産の *Paleoparadoxia tabatai* (Tokunaga) の頭蓋骨の研究. *地球科学*, **53**, 1–27.
- 犬塚則久(1982) 樺太産 *Desmostylus mirabilis* の骨格 V. 肢骨. *地球科学*, **36**, 117–127.
- Inuzuka, N. (1984) Skeletal Restoration of the Desmostylians: Herpetiform Mammals. *Mem. Fac. Sci., Kyoto Univ., Ser. Biol.*, **9**, 157–253.
- 犬塚則久(1988) 北海道歌登町産 *Desmostylus* の骨格 I. 頭蓋. *地調月報*, **39**, 139–190.
- Inuzuka, N. (1996) Body sizes and mass estimates of desmostylians (Mammals). *Jour. Geol. Soc. Japan*, **102** (9), 816–819.
- Inuzuka, N. (2005) The Stanford skeleton of *Paleoparadoxia* (Mammalia: Desmostylia). *Bull. Ashoro Mus. Paleont.*, **3**, 3–110.
- Inuzuka, N. (2006) Postcranial skeletons of *Behemotops katsuei* (Mammalia: Desmostylia). *Bull. Ashoro Mus. Paleont.*, **4**, 3–52.
- 犬塚則久(2009) 北海道歌登産 *Desmostylus* の骨格 II. 体骨. *地質調査研究報告*, **60**, 257–379.
- Inuzuka, N. (2011) The postcranial skeleton and adaptation of *Ashoroa laticosta* (Mammalia: Desmostylia). *Bull. Ashoro Mus. Paleont.*, **6**, 3–57.
- Inuzuka, N., Domning, D. P. and Ray, C. E. (1994) Summary of taxa and morphological adaptations of Desmostylia. *The Island Arc*, **3** (4), 522–537.
- 木村方一・小栗 宏(1985) 最大の *Desmostylus* の上腕骨と膝蓋骨. *化石研究会誌*, **18**, 11–20.
- Reinhart, R. H. (1959) A review of the Sirenia and Desmostylia. *Univ. California Publ. Geol. Sci.*, **36**, 1–146.
- Shikama, T. (1966) Postcranial skeletons of Japanese Desmostylia. *Paleont. Soc. Japan, Special Paper.*, **12**, 1–202.
- Uno, H. and Kimura, M. (2004) Reinterpretation of some cranial structures of *Desmostylus hesperus* (Mammalia: Desmostylia): a new specimen from the Middle Miocene Tachikaraushinai Formation, Hokkaido, Japan. *Paleont. Res.*, **8**, 1–10.
- 鶴野 光・兼子尚知・高島孝宗(2016) 北海道枝幸町歌登産 *Desmostylus* の記載：歌登第2～第7標本の記載. *地質調査研究報告*, **67**, 137–165.
- VanderHoof, V. L. (1937) A study of the Miocene sirenian

北海道歌登産 *Desmostylus* の骨格 Ⅲ. 歌登第 8 標本 (犬塚ほか)

Desmostylus. *Univ. California Publ. Geol. Sci.*, **24**, 169–262.

山口昇一(1978) 北海道歌登町上徳志別からデスモステルスの発見. 地質ニュース, no. 281, 15–19.

山口昇一・犬塚則久・松井 愈・秋山雅彦・神戸信和・

石田正夫・根本隆文・谷津良太郎(1981) 北海道歌登産 *Desmostylus* の発掘と復元. 地調月報, **32**, 527–543.

(受 付 : 2016年3月23日 ; 受 理 : 2016年10月21日)

図版1 *Desmostylus* 歌登第8標本の右上腕骨 (OME-U-0170).

Plate 1 Right humerus of the 8th Utanobori specimen of *Desmostylus* (OME-U-0170).

- 1: cranial view (前面),
- 2: caudal view (後面),
- 3: medial view (内側面),
- 4: lateral view (外側面),
- 5: proximal view (近位面),
- 6: distal view (遠位面).

Scale bar: 100 mm.

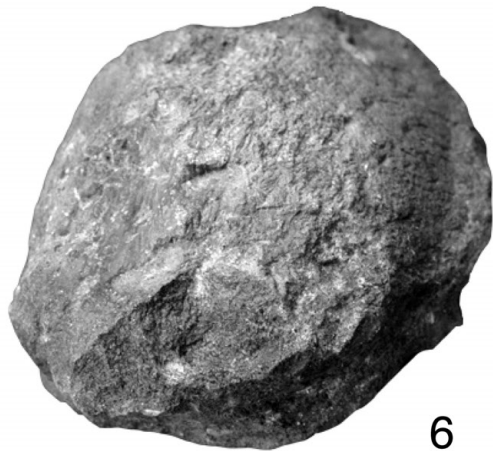
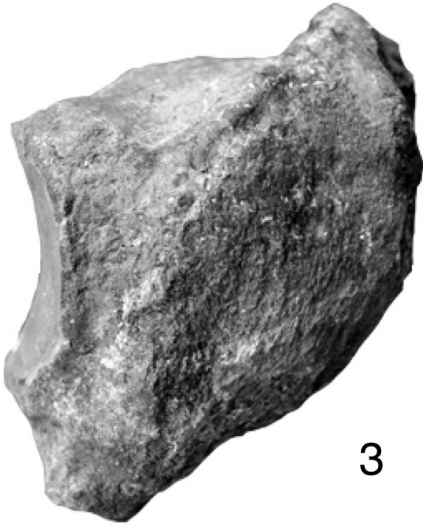


図版2 *Desmostylus* 歌登第8標本の左膝蓋骨(OME-U-0171).

Plate 2 Left patella of the 8th Utanobori specimen of *Desmostylus* (OME-U-0171).

- 1: cranial view (前面),
- 2: caudal view (後面),
- 3: medial view (内側面),
- 4: lateral view (外側面),
- 5: proximal view (近位面),
- 6: distal view (遠位面).

Scale bar: 100 mm.



補遺

歌登第1標本(GSJ F07743)の頭蓋の記載(犬塚, 1988)を, その後の追加標本との比較・検討により得られた知見に基づいて一部改める。

頭蓋の再検討

犬塚(1988)の「5. 比較」の章の「5.1 オregonおよびカリフォルニア標本との差異」の節(p. 160-161)では, Oregon標本(USNM8191; 以下, Oregonとする)及びカリフォルニア標本(UCMP 32742)との差異を列挙してある。これらのうち,

- ・口蓋正中部は平坦である。Oregonでは正中は両側より隆起する。
- ・眼窩下孔の位置は眼窩直下にある。Oregonではより前の眼窩前下方にある。
- ・後頭顆上縁の高さは大後頭孔の上縁の高さと等しい。Oregonではより低い。
- ・頭蓋後面の静脈孔の大きさでは, 上の乳突上孔は乳突孔よりも大きい。Oregonでは逆に下の乳突孔のほうが大きい。

の4項目は削除する。

- ・外耳孔や茎乳突孔の前壁はより高く, 孔はより横向きである。

には, 「Oregonでは下壁がより高く, 孔はより下向きである。」を追加する。

- ・横からみて下顎窩の前方はなめらかに頬骨弓下縁に移行する。Oregonでは屈折する。

は, 「Oregonでは湾曲する」と訂正する。

犬塚(1988)の「5.5 比較のまとめ」の節で, 「5.5.2 *Desmostylus* としての形質」の項(p. 173)では,

- ・鼻骨後端の位置は後眼窩突起のレベルにあるが, *Paleoparadoxia*ではより後である。
- ・側頭線の間隔が広く, 頭頂面は平坦である。*Paleoparadoxia*ではより狭く, 矢状稜を形成する。
- ・脳頭蓋が幅広く, 膨隆が強く, それだけ側頭窩が狭い。

の3項目は削除する。

同じく「5.5.3 歌登標本独自の形質」の項(p. 174)で,

- ・側頭骨頬骨突起下面が前後に長く, 後部の幅がかなり広い。

を削除する。さらに,

- ・口蓋後端と後鼻孔後縁の間隔が短い。
- ・後鼻孔がより後向き。
- ・鋤骨下端が口蓋後縁より前に付着する。
- ・頬骨弓後部下面が下顎窩の面と平行である。

の4項目を追加する。

同じく「5.5.4 *Desmostylus* の幼体の形質」の項(p. 174)

では,

- ・吻部の両側縁が凹湾する。
- ・左右の側頭線の間隔が狭い。
- ・顔面が全体として短く, 高い。

の3項目は削除する。

・頭蓋全体として長さのわりに幅広く, 高い。は, 「長さのわりに高い。」と改める。

- ・脳函の前部の幅と後部の幅の差が大きい。

は, 「脳函の前部が狭い。歳とともに幅広がり, 後部の幅をしのぐ。」と訂正する。

- ・頬骨弓前幅と後幅の差が大きい。

は, 「前幅の方が狭く, 歳とともに前の方が広がる。」と改める。

- ・側面からみて顔面前部上縁が凸湾し, 前方への傾斜が強い。

は, 「口蓋に対する前頭骨の前方への傾斜が強い。」と補足する。これらのほかに,

- ・鼻骨後端の位置が後眼窩突起のレベルより前にある。成長とともに後に伸びてより後に達する。
- ・頬骨弓が内傾する。歳とともに垂直にたつ。
- ・頭頂部が丸い。歳とともに平坦化する。

の3項目を追加する。

論議の章, 頭蓋骨や孔の同定の節の中でも鼓室上洞はもともと異なる見解がある同定が難しい部位である。Hay (1915), Abel (1922), 井尻・亀井(1961)は鼓室上洞の存在を認めず頬骨弓後端の大きな孔を外耳孔とし, いっぽうAbel (1925)が提唱した鼓室上洞をVanderHoof (1937), 犬塚(1988)は認めている。Uno and Kimura (2004)は歌登第3標本の記載にあたり前者の見解をとっている。その根拠として, この孔の特徴がDomning *et al.* (1986)やClark (1991)が長鼻目にみられると指摘しているし, より下にある小孔は腹側に開き, 顆旁突起の前面にそって浅い溝が下に伸びていて, それは神経血管孔の特徴である。したがって頬骨弓後端の大きな孔は外耳孔で, 下の小孔が茎乳突孔と同定している。

しかしながら, Domning *et al.* (1986)やClark (1991)は外耳孔の位置や腹側の閉じ具合を長鼻目と束柱目の共有派生形質に使っているが, そもそも鼓室上洞を外耳孔と誤認しているので同定の根拠としては使えない。Uno and Kimura (2004)が単一の茎乳突孔と誤認した顆旁突起の基部にある孔は, 実は犬塚(1988)が図示したように2孔に分かれている。第3標本は第1標本より保存が悪く, 前にある外耳孔とより内側後方の茎乳突孔の間が浅い。第1標本では顆旁突起の前面にそう浅い溝が小さい方の茎乳突孔に通じているのが観察できる。したがって鼓室上洞の存在を認めずにより内側の孔の同定をすると孔の数が余ってしまう。

犬塚(1988)が鼓室上洞の同定の根拠としてあげた下顎窩の直上にあるという位置, 漏斗状に拡がるという形

状、周囲の骨と連続的に移行する、つまり腹側に骨の結合がみられないことから外耳孔に同定できないという点は議論されていない。外耳道であれば長鼻目や海牛目にみられるように腹側に骨の結合部がみられるはずだが、*Desmostylus* では乳歯が生えている幼体にもそれが観察されない。したがって頬骨弓後端の大きな孔は束柱目特有の鼓室上洞であるとの見解は変わらない。

頭蓋骨や孔の同定の節の後鼻孔部の骨はオレゴン標本で記載されたものである。同標本の実物を検討した結果、これは左翼状骨が蝶形骨から剥がれて内側に転位し、正中の鋤骨に引っかかっているだけである。つまり埋没後の二次的変形であり、Hay (1915), VanderHoof (1937), Reinhart (1959) が考えた別の骨や病的異常ではない。

頭蓋の機能的特性のうち咀嚼筋と顎関節の項では「*Desmostylus* では臼歯の機能として純粹なすり潰し運動よりは、むしろ圧碎運動が期待されていることが読みとれる。」は削除する。圧碎運動に適した顎関節の形態は遊びの少ない蝶番関節であり、平坦な *Desmostylus* の下顎窩と凸面の下顎頭の組合せとは一致しないからである。また「*Desmostylus* には先に述べたような臼歯部後退の必要があって、下顎枝前部が後方に移動し、この結果として急傾斜した筋突起後縁や前後に短い下顎切痕が形成されたものと推定される。」も削除する。下顎体にある臼歯歯槽と下顎枝の位置との間には連関があるとは考えられないからである。

地質調査総合センター研究資料集

- | | | |
|-----|---|-----------------------------|
| 620 | 第12回水文学的・地球化学的手法による地震予知研究についての日台国際ワークショップ予稿集 | 謝 正倫・小泉 尚嗣・松本 則夫
編 |
| 621 | 第13回水文学的・地球化学的手法による地震予知研究についての日台国際ワークショップ予稿集 | 小泉 尚嗣・松本 則夫・謝 正倫
編 |
| 622 | 地質標本館2015夏の特別展ジオパークで見る日本の地質(ポスターデータ) | 渡辺 真人 |
| 623 | 産総研による貞観地震の復元 | 澤井 祐紀 |
| 624 | 蛍光X線分析装置(地質調査総合センター鉱物資源研究グループ設置)による岩石化学分析の精度と測定限界 | 森田 沙綾香・高木 哲一・昆 慶明・
荒岡 大輔 |
| 625 | 北海道厚岸町における湿原堆積物の説明 | 澤井 祐紀・田村 明子・黒坂 朗子 |
| 626 | 富士火山山頂部におけるテフラ層序記載 | 山元 孝広・石塚 吉浩・高田 亮・
中野 俊 |
| 627 | 福岡県柳川市における産業技術総合研究所ボーリングの柱状図 | 松浦 浩久 |
| 629 | 吸気フィルタの火山灰目詰試験 | 山元 孝広・古川 竜太・奥山 一博 |
| 630 | 西暦869年貞観地震の復元 | 田村 明子・澤井 祐紀・黒坂 朗子 |
| 631 | 浅間火山におけるプリニー式噴火時の降灰評価 | 山元 孝広 |
| 632 | 支笏カルデラ形成噴火のマグマ体積 | 山元 孝広 |
| 634 | ウラン-鉛年代データ解析のためのPythonスクリプト | 野田 篤 |
| 635 | 大山倉吉テフラの降灰シミュレーション | 山元 孝広 |

地質調査総合センターの最新出版物

5 万分の 1 地質図幅	茂原・母島列島・新潟及び内野・播州赤穂
20 万分の 1 地質図幅	横須賀 (第 2 版)・大分 (第 2 版)・松山 (第 2 版)
200 万分の 1 地質編集図	No. 4 日本地質図 (第 5 版) No. 11 日本の火山 (第 3 版)
特殊地質図	No. 12 富士火山地質図 (第 2 版)
海洋地質図	No. 87 金華山沖表層堆積図 (1:20 万) No. 88 見島沖海底地質図 (1:20 万)
鉱物資源図	No. 7 南西諸島 (1:50 万)
構造図	No. 14 全国主要活断層活動確率地図
火山地質図	No. 18 蔵王火山地質図 (1:2.5 万) No. 19 九重火山地質図 (1:2.5 万)
水文環境図	No. 9 富士山
空中磁気図	No. 46 養老断層地域高分解能空中磁気異常図 No. 47 富士火山地域高分解能空中磁気異常図
重力図	No. 30 徳島地域重力図 (ブーゲー異常) No. 31 京都地域重力図 (ブーゲー異常) S3 甲府地域重力構造図 (ブーゲー異常)
海外地球科学図	アジア鉱物資源図 (1:500 万) 東アジア地域地震火山災害情報図 (1:1000 万)
海陸シームレス地質図	S-5 海陸シームレス地質情報集「駿河湾北部沿岸域」
燃料資源図	FR-3 燃料資源地質図「関東地方」
土壌評価図	E-6 表層土壌評価基本図「茨城県地域」
数値地質図	G-16 20 万分の 1 日本シームレス地質図 DVD 版 G-17 九州地質ガイド GT-4 全国地熱ポテンシャルマップ S-2 海陸シームレス地質情報集「新潟沿岸域」 S-3 海陸シームレス地質情報集「福岡沿岸域」 V-3 口永良部島火山地質データベース P-2 日本重力データベース DVD 版 G20-1 20 万分の 1 数値地質図幅集「北海道北部」第 2 版 G20-2 20 万分の 1 数値地質図幅集「北海道南部」第 2 版
その他	日本の熱水系アトラス 海と陸の地球化学図 関東の地球化学図

地質調査研究報告編集委員会

委員長	鈴木 淳
副委員長	田中 明子
委員	石塚 治
	清水 徹
	昆 慶明
	高倉 伸一
	大谷 竜明
	長森 英明
	内野 隆之
	高橋 浩
	工藤 崇
	板木 拓也
	森尻 理恵
	加瀬 治

事務局

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
地質調査総合センター
地質情報基盤センター 出版室
<https://www.gsj.jp/inquiries.html>

Bulletin of the Geological Survey of Japan Editorial Board

Chief Editor: Atsushi Suzuki
Deputy Chief Editor: Akiko Tanaka
Editors: Osamu Ishizuka
Toru Shimizu
Yoshiaki Kon
Shinichi Takakura
Ryu Ohtani
Hideaki Nagamori
Takayuki Uchino
Yutaka Takahashi
Takashi Kudo
Takuya Itaki
Rie Morijiri
Osamu Kase

Secretariat Office

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
Geological Survey of Japan
Geoinformation Service Center Publication Office
<https://www.gsj.jp/en/>

地質調査研究報告 第67巻 第5号
平成28年12月15日 発行

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
地質調査総合センター

〒305-8567
茨城県つくば市東1-1-1 中央第7

Bulletin of the Geological Survey of Japan
Vol.67 No.5 Issue December 15, 2016

Geological Survey of Japan, AIST

AIST Tsukuba Central 7, 1-1-1, Higashi,
Tsukuba, Ibaraki 305-8567 Japan

BULLETIN OF THE GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Vol. 67 No. 5 2016

CONTENTS

- Modeling of geological specimen by 3D printer
Naotomo Kaneko, Hikaru Uno and Tomohiro Iwashita 133
- Description of the rest of previously studied Utanobori specimens of *Desmostylus* from Esashi Town,
Hokkaido, Japan
Hikaru Uno, Naotomo Kaneko and Takamune Takabatake 137
- The skeleton of *Desmostylus* from Utanobori, Hokkaido, Japan, III. Redescription of the 8th Utanobori
specimen and reconsideration for cranial morphology of the 1st specimen
Norihsa Inuzuka, Naotomo Kaneko and Takamune Takabatake 167