

~~~~~  
 原著論文  
 ~~~~~

群馬県富岡市および安中市の富岡層群（下部～中部中新統） から産出したラブカ属（軟骨魚綱・板鰓亜綱）の歯化石

高 乗 祐 司¹・後 藤 仁 敏²・長 谷 川 善 和¹・山 澤 隆³・高 山 義 孝⁴・清 水 勝⁵

¹ 群馬県立自然史博物館：〒370-2345 群馬県富岡市上黒岩1674-1

² 鶴見大学歯学部解剖学教室：〒230-8501 神奈川県横浜市鶴見区鶴見2-1-3

³ 葛袋地学研究会：〒368-0004 埼玉県秩父市山田2241-1

⁴ 群馬古生物研究会：〒371-0047 群馬県前橋市関根町3-15-4

⁵ 群馬古生物研究会：〒376-0002 群馬県桐生市境野町7-163

キーワード：ラブカ，板鰓亜綱，化石と現生，歯，富岡層群，前期中新世，中期中新世，群馬県

1 はじめに

ラブカ *Chlamydoselachus anguineus* Garman は，日本近海はじめ世界各地の深海に生息している，軟骨魚綱板鰓亜綱ラブカ目ラブカ科に属するサメである。日本近海では相模湾や駿河湾，鹿島灘などで生息が確認(波戸岡，1993)されており，主として水深450～760mの深海に生息すると言われ，時には水深1200mからの捕獲記録もある(後藤・橋本，1976)。ただし，駿河湾などではサクラエビ漁などの際に200mより浅い水深で捕獲されることもある(鈴木ほか，1989；田中，1989；白井，1996)。

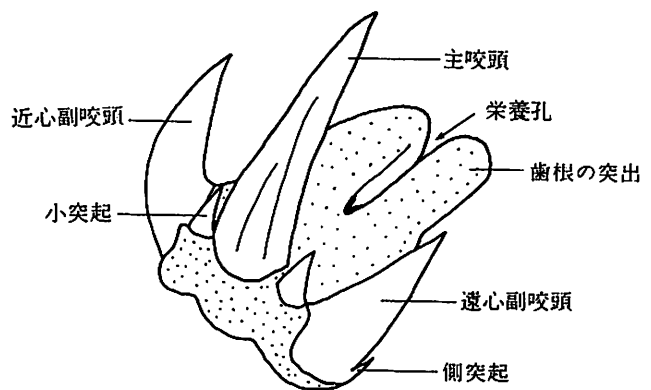
ラブカは，1. 円筒形の胴体をもつ；2. 口が前方に開く；3. 鰓裂が6対ある；4. 鰓弁が鰓孔の外に飛び出す；5. 椎体がほとんど石灰化せずに脊索が永存する，などの特徴の組み合わせを保持している。このうち，鰓弁が鰓孔の外に飛び出すことと，椎体が石灰化せずに脊索が存在することは，他のサメ類では胚子ないし幼魚の特徴である。

また，その歯にもラブカ独特の特徴が観察される(後藤・橋本，1976)。板鰓類の歯は歯根と歯冠から構成されるが，アオザメやメジロザメなど現生の一般的な板鰓類の歯冠では単独の咬頭，もしくは主咬頭とそれに付属した副咬頭から構成されている。この場合，副咬頭は主咬頭に比べて小さい。これに対し，ラブカの歯冠は3本の細長い咬頭で構成されており，主咬頭とその近心と遠心にある副咬頭の大きさはほとんど変わらない(第1図)。また，ラブカでは歯根が2つに分かれて舌側に長く突出し，その間に栄養孔が開いており，ラブカ独特の歯の特徴である。

歯列弓の形態は，上顎が放物線に近く，下顎はV字形である。歯の配列も，歯族が間隔をおいて並び，上顎は左右

に各13の歯族が，下顎は正中に1列，左右に各12の歯族があり，各歯族は唇舌方向に配列する4～6本の歯からなり，その舌側歯肉中には数個の歯胚が存在する(後藤・橋本，1977)。

このような歯の形態と配列は，口が前方に開く，鰓裂が6対あるなどの特徴とともに，古生代デボン紀に生息していた原始的なサメ類，クラドセラケ類と共通する特徴(後藤，1993)でもある。つまり化石記録から推定される板鰓亜綱の3つの進化段階(Schaeffer，1967)のうち，古生代に繁栄した最も原始的なクラドセラケ類を含むクラドガス型板鰓類の基本的な形態だと考えられる。これらの解剖学的特徴からラブカはクラドガス類段階の形質を現在まで持ち続けた「生きている化石(living fossil)」であると考えられている(例えば Schaeffer，1967；後藤・サメの歯化石研究会，1999；後藤，2000)。Ginter and Ivanov (1996) は，



第1図 ラブカの歯の形態を示す模式図(後藤・橋本，1976)
 Figure 1. Schematic diagram of a chlamydoselachian tooth
 (Goto and Hashimoto, 1976)

現生のラブカが歯の形態が似ている古生代デボン紀から石炭紀に栄えた *Phoebodus* 属ないし *Symmorium* 属から直接由来した可能性を指摘している。

1999年4月29日、筆者の一人山澤は群馬県富岡市内匠を流れる下川の河床にあった転石から板鰓類の歯化石を採取した(第2図 a, b)。山澤のクリーニングによって、この歯化石は3本の細長い咬頭をそなえ、その形状からラブカ属のものであることが判明した(後藤ほか, 2000)。

一方、筆者の一人高山も群馬県安中市郷原の碓氷川において、河床に露出した板鰓類の歯化石を発見・採取した(第2図 a, c)。この化石は咬頭の一部を欠損していたものの、3本の細長い咬頭で構成されていることが確認できたためラブカ属のものであることが判明した。そしてこの標本を群馬県立自然史博物館に寄贈した(高乗, 2000a)。この付近では、筆者の一人清水も独自の調査を行っていたが、これらの発見を端緒に採集していた板鰓類化石を再検討した。その結果、その中に遊離したラブカ科の歯の咬頭や歯根が含まれていることを確認し、それらを群馬県立自然史博物館に寄贈した。

本論では富岡層群から産出したこれらのラブカ属化石の記載を行い、その意義について報告する。なお、本報告の内容の一部については、日本古生物学会2000年年会において後藤ほか(2000)が、同学会第149回例会において高乗(2000b)と後藤(2000)が口頭発表を行っている。本報告は両者が独自に進めていた研究を共同研究としてまとめたものである。また、本論文の調査・執筆にあたっては、一部に群馬県立自然史博物館の調査研究事業「富岡層群の地質学的・古生物学的研究」の費用の一部を利用した。

2 産出地付近の地質

富岡層群は、下位から牛伏層・小幡層・井戸沢層・原田

第2図 富岡層群のラブカ属化石の産地。b, cはともに国土地理院発行5万分の1地形図「富岡」図幅に加筆。

a. 富岡層群のラブカ属化石産地のインデックスマップ。1はYT99042901, 2はGMNH-PV-576と他標本の産地を示す。

b. YT99042901の産地(★1)。+は、北緯36度14分、東経139度12分を示す。

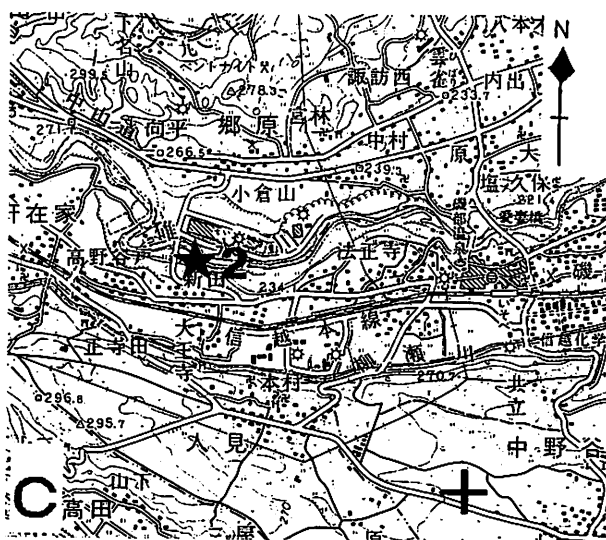
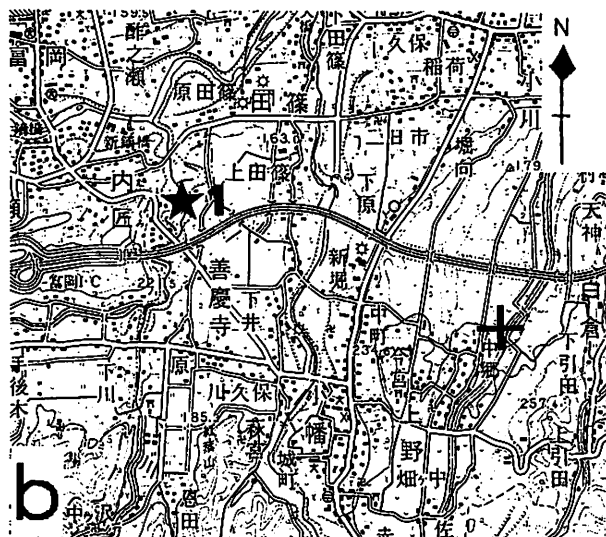
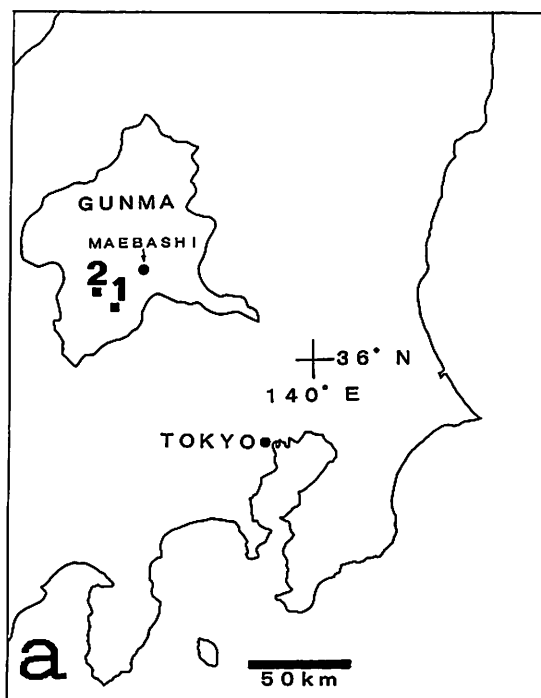
c. GMNH-PV-576ならびに他標本の産地(★2)。+は、北緯36度17分、東経139度27分を示す。

Figure 2. Localities of *Chlamydoselachus* sp. from the Tomioka Group. The maps 'b' and 'c' are modified from 1/50000 topographical map [Tomioka].

a. Index map of localities of *Chlamydoselachus* sp. from the Tomioka Group. '1' indicates the locality of YT99042901. And '2' indicates the locality of GMNH-PV-576 and other specimens.

b. '★1' indicates the locality of YT99042901. '+' indicates, 36°14'N, 139°12'E.

c. '★2' indicates the locality of GMNH-PV-576 and other specimens. '+' indicates, 36°17'N, 139°27'E.

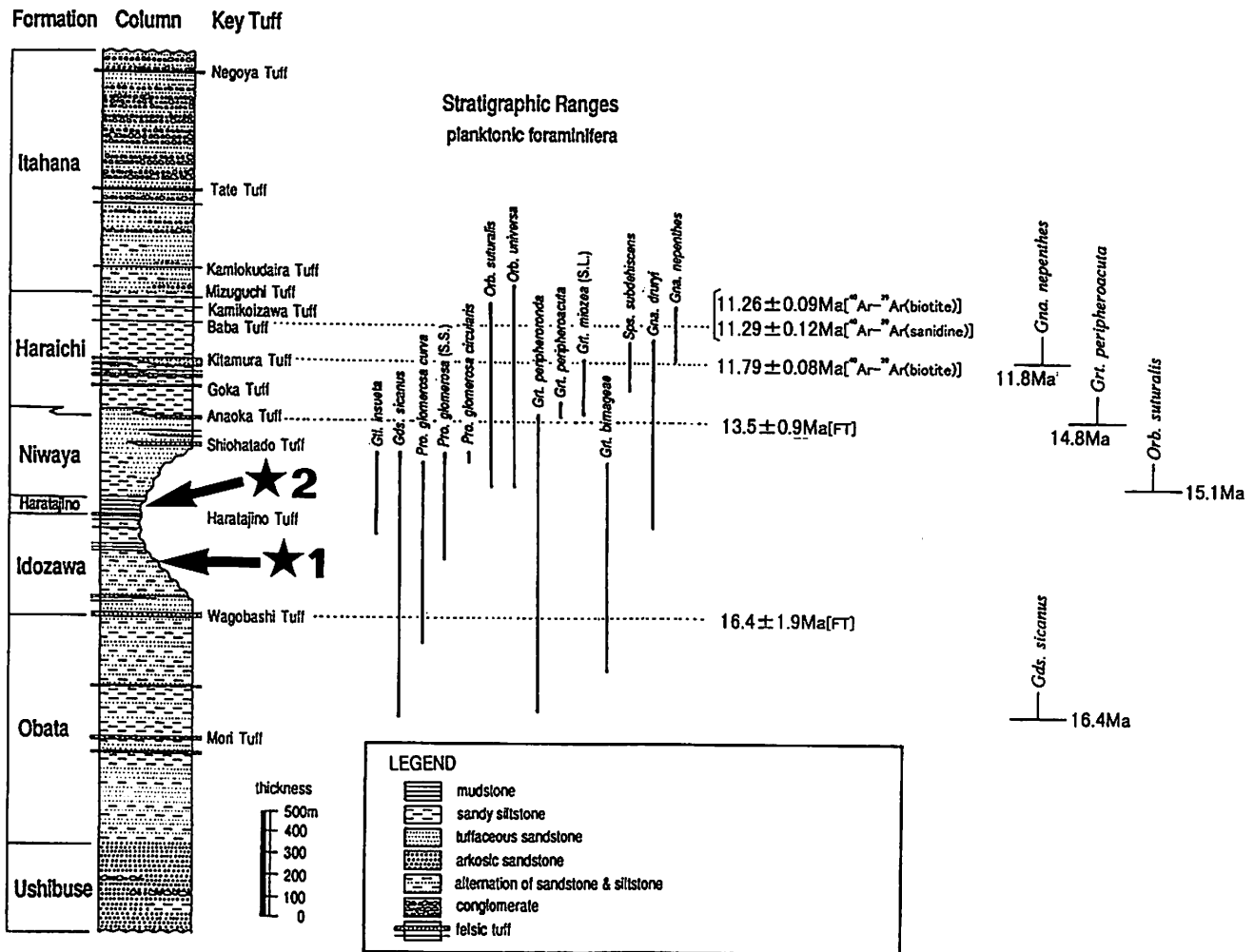


じの 篠層・庭谷層・原市層・板鼻層の7つの累層から構成されており（大石・高橋，1990），現在のところラブカ化石はこのうち井戸沢層と原田篠層から産出が確認されている（第3図）。その時代は，前期中新世から後期中新世とされている。

山澤が採集したラブカの歯化石（YT99042901）は暗灰色～青灰色のシルト岩からなる転石に由来する。この母岩からは，硬骨魚類の鱗，まれにその歯や骨，ゴカイ，有孔虫，まれに軟体動物やウニ類の化石が産出する。この転石は，産地付近の地質と岩相から判断して，採集地に分布している富岡層群下部の井戸沢層に由来するものと考えられる。井戸沢層は主として青灰色シルト岩からなる地層で層厚は約450mとされる（大石・高橋，1990）。井戸沢層の最下部は20mの層厚を有する和合橋凝灰岩であり（大石・高橋，1990），フィッシュン・トラック法により $16.4 \pm 1.9\text{Ma}$ とい

う絶対年代が得られている（野村・大平，1998）。したがって井戸沢層は前期中新世後期に堆積したものと考えられる。

高山が採集したラブカ化石（GMNH-PV-576）は，碓氷川の河床に露出する砂質シルト岩から直接採集された。本産地付近に分布しているのは富岡層群原田篠層である。原田篠層は層理の明瞭な硬質砂質シルト岩からなり，層厚は約40mである（大石・高橋，1990）。ラブカ化石の母岩には *Sagarites* や底生有孔虫の殻片が含まれている。原田篠層の基底は原田篠凝灰岩であるが，その絶対年代は未測定である。しかし，上下の層中に含まれる凝灰岩層の絶対年代の対比や微化石層序の比較から，その年代は中期中新世前期と考えられる。また，Kurihara (2000) は，追記として林広樹（東北大学）からよせられた原田篠層の浮遊性有孔虫化石群集の予察的な解析結果を示した。それによるとラブカ化石の産出層準の上位の層準には *Praeorbulina cir-*



第3図 ラブカ属化石の産出層準（野村・大平，1998を修正・加筆）。
 ★1：YT99042901，★2：GMNH-PV-576と他の標本の産出層準。
 図中の浮遊性有孔虫の属名は下記のとおり。

Figure 3. The Horizon of *Chlamydoselachus* sp. from Tomioka Group. Modified from Nomura and Ohira (1998).

‘★1’ indicates the horizon of YT99042901. And ‘★2’ indicates the horizon of other specimens.

The generic name of planktonic foraminifera in this figure is as follows.

- Gtl.* *Globigerinatella* ; *Gds.* *Globiberinerooides* ; *Pro.* *Praeorbulina* ; *Orb.* *Orbulina*
Grt. *Globorotalia* ; *Sps.* *Sphaeroidinellopsis* ; *Gna.* *Globigerina*

cularis が含まれており、これは Blow の浮遊性有孔虫化石帯の N.8 帯上部から N.9 帯下部を示すという。この事実は本層の年代が中期中新世前期であることを支持するものである。

なお、原田篠層の古環境は、層相や底生有孔虫化石の群集解析の結果から漸深海帯であると推測されている (大石・高橋, 1990)。さらに、同層のラブカ化石産出層準付近から産出する 24 種の軟体動物化石は、漸深海帯に生息する種類であり、その群集構造は現在の相模湾漸深海帯の底生貝類相と属組成が類似し、本層堆積時の海洋環境が相模湾の中層水のそれと類似していたと示唆されている (Kurihara, 2000)。

3 略 号

本論文中で用いられている略号は、下記のとおりである。

GMNH-PV : 群馬県立自然史博物館古脊椎動物化石標本
YT : 山澤 隆化石コレクション

4 古生物学的記載

ラブカ属の歯の記載用語については、後藤・橋本 (1976)、Pfeil (1983)、矢部・後藤 (1999) を参考とした。

SYSTEMATIC PALEONTOLOGY

軟骨魚綱 Class Chondrichthyes

板鰓亜綱 Subclass Elasmobranchii

ラブカ目 Order Chlamydoselachiformes Fowler, 1947

ラブカ科 Family Chlamydoselachidae Garman, 1884

ラブカ属 Genus *Chlamydoselachus* Garman, 1884

ラブカ属の未定種

Chlamydoselachus sp. indet.

産出層準 : 富岡層群井戸沢層 (前期中新世後期)

産出場所 : 群馬県富岡市内匠の下川河床

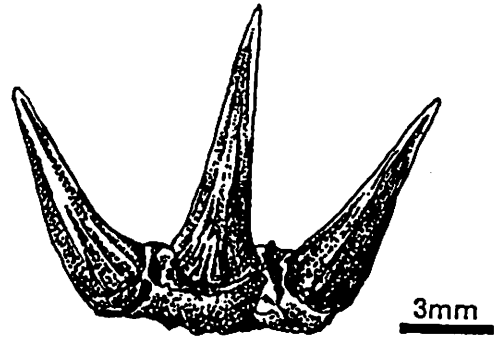
採集者 : 山澤 隆

標本番号 : YT99042901

記載 (第 4 図, 図版 I : 1~4, 第 1 表)

小型の歯化石で、剖出は完了しているほぼ完全な歯化石である。歯冠は暗褐色の光沢のあるエナメロイドに覆われた主咬頭および近遠心 2 つの副咬頭の 3 咬頭からなる。各咬頭は舌側に傾斜するほか、咬頭側を上方と仮定して、唇側から見て右側の副咬頭と主咬頭はやや右側に傾斜する傾向があることから、唇側から見て右側が遠心側、左側が近

心側と推定される。各咬頭は細長く、その近心遠心両側には切縁が発達しており、唇側面と舌側面を区別できる。各咬頭の切縁は、隣接面観においてゆるやかに S 字形に湾曲している。各咬頭の唇側面は全体的にはわずかに膨隆するのみで平面に近いが、基部近くではかなり膨隆している。一方、各咬頭の舌側面は全体に大きく膨隆している。した



第 4 図 YT99042901 (唇側面観) のスケッチ。スケールバーは 3 mm を示す (原図は後藤美樹子氏による)。
Figure 4. A drawing of YT99042901 (Labial view). Scale bar indicates 3 mm. Illustrated by Ms. Mikiko Goto.

	YT99042901	GMNH-PV-576	GMNH-PV-635
Tooth Height	9.4	6.8+	1.8+
Crown width	11.5	11.4	4.4
Root width	7.0	4.7+	4.4
Labio-lingual length	6.9	-	3.2+
Main cusp			
Height	8.4	6.3+	0.79+
Width	3.0	2.2	1.1
Thickness	2.4		1.1
Mesial cusp			
Height	7.7	7.4	
Width	2.7	2.0	1.2
Thickness	2.5		1.0
Distal cusp			
Height	7.2	7.2	
Width	2.5	1.7	1.1
Thickness	2.2		1.0

	a	b	c	d
GMNH-PV- 636	6.985	5.979	2.038	2.174
637	6.245	5.31	1.531	1.505
638	5.896	4.845	1.869	1.873
639	3.81	2.743	0.862	1.034
640	5.69	4.334	1.327	1.509
641	4.824	3.568	1.271	1.399
642	5.158	3.92	1.394	1.457
643	3.082	2.334	0.827	0.933
644	4.077	3.106	1.035	1.042
645	4.361	3.443	1.242	1.22
646	5.117	3.89	1.001	1.324
647	3.582	2.705	1.038	1.204
648	3.715	2.763	0.976	1.067
649	3.842	2.498	1.437	1.532
650	4.023	3.146	0.953	1.164
651	4.112	3.278	0.988	1.266
652	3.644	2.928	0.842	0.89
653	3.406	2.565	0.76	0.947

a: Cusp height in labial surface b: Cusp height in lingual surface
c: Cusp width d: Cusp thickness

第 1 表 富岡層群産ラブカ属化石の計測値。単位はmm。
Table 1. Measurement of *Chlamydoselachus* sp. from the Tomioka Group.

がって、各咬頭の大部分ではその横断面は半円形に近いが、基部においてはその横断面が楕円形をしめす。また、咬頭の基部付近にはわずかな隆線が観察される。主咬頭と近心副咬頭および遠心副咬頭の間には小突起がある。副咬頭の外側には側突起は観察されない。

歯根は黄褐色の骨様組織からなり、舌側に突出しており、その先端は近心・遠心両側に分岐しており、近心根と遠心根が区別されるが、遠心根は突出した先端まで保存されているが、近心根はその先端が欠如している。

標本の計測値を第1表に示す。

産出層準：富岡層群原田篠層（中期中新世前期）

産出場所：群馬県安中市郷原、碓氷川河床

採集者：高山義孝、清水 勝

標本番号：GMNH-PV-576（高山採集）

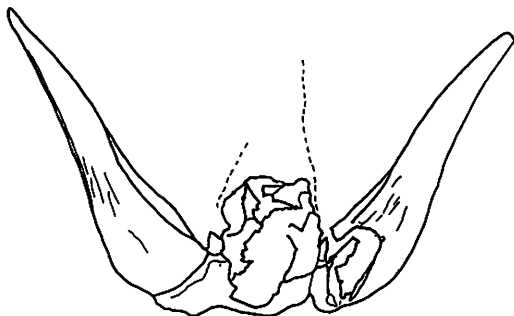
GMNH-PV-635, GMNH-PV-636, GMNH-PV-637,
GMNH-PV-638, GMNH-PV-639, GMNH-PV-640,
GMNH-PV-641, GMNH-PV-642, GMNH-PV-643,
GMNH-PV-644, GMNH-PV-645, GMNH-PV-646,
GMNH-PV-647, GMNH-PV-648, GMNH-PV-649,
GMNH-PV-650, GMNH-PV-651, GMNH-PV-652,
GMNH-PV-653（以上、清水採集）

記載（第5～8図、図版I：5～11、第1表）

GMNH-PV-576（第5図、図版I：5）

小型の歯化石である。剖出すると化石が破損する可能性があるため母岩に付着した状態で保存されており、歯の唇側面しか観察できない。歯根が剖出できないため、全体の形態ならびに副咬頭の近遠心関係については不明である。

歯冠は褐色の光沢のあるエナメロイドに覆われた3本の細長い咬頭で構成される。各咬頭は歯根から放射状に伸びるが、中央の主咬頭は河床表面に露出した後に失われ、その雌型のみ保存されている。歯冠を構成する各咬頭の間隔はほぼ等しい。主咬頭が存在せず、その傾斜が不明なために、歯の近遠心方向を区別することはできない。咬頭側を



第5図 GMNH-PV-576（唇側面観）のスケッチ。スケールバーは1mmを示す（原図は内田康子氏による）。

Figure 5. A drawing of GMNH-PV-576 (Labial view). Scale bar indicates 1 mm. Illustrated by Ms. Yoko Uchida.

上方と仮定して、主咬頭の両側にある副咬頭のうち、唇側面から見て左側の副咬頭は完全である。しかし、唇側面から見て右側の副咬頭は基部が破損しており、外側のエナメロイドは保存されているが内部の象牙質が欠如して空洞になっている。2本の副咬頭の両側には切縁が発達し、咬頭の下半分には細かな縦方向の隆線が数本ある。各咬頭の切縁は、隣接面観においてゆるやかにS字形に湾曲している。副咬頭の断面は、咬頭の先端近くでは唇側面が直線状の半円形であるが、咬頭の基部では唇側面に向かってやや膨らむため、楕円形となる。

主咬頭と近心および遠心の副咬頭の間にはともに小突起がある。唇側面から見て左側の小咬頭の先端は破損している。副咬頭の外側に側突起は観察されない。

歯根は黒褐色の骨様組織からなる。近遠心の副咬頭の下で下方に膨らみ、小突起の下部で凹む。本標本ではこの小突起下部の凹みは非対称で、唇側面から見て右側の凹みの方が深い。

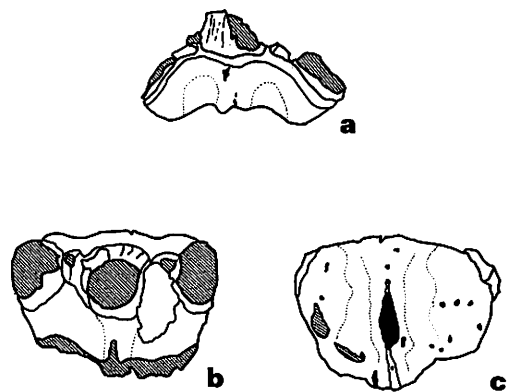
標本の計測値を第1表に示す。

GMNH-PV-635（第6図、図版I：6～7）

歯根の一部である。歯根の咬頭側表面には主咬頭と近遠心両側の副咬頭の基部の破断面が観察できる。破断面はほぼ円形で、年輪状の模様が見える。中心に歯髓腔が開口している。また小突起の断面も観察でき、その断面の形状もほぼ円形を呈する。

主咬頭には唇側面のエナメロイドが一部残っており、その部分には縦方向の細かな隆線が観察できる。基底面観では栄養孔が開口している。これらの開口部の周囲は膨らんでいる。また副咬頭の基部も下方へ膨らむ。

また、歯冠の破断面は比較的新鮮であるものの、一部は



第6図 GMNH-PV-635のスケッチ。スケールバーは1mmを示す（原図は内田康子氏による）。

a. 唇側面観 b. 咬合面観 c. 基底面観。

Figure 6. The sketch of GMNH-PV-635. Scale bar indicates 1 mm. Illustrated by Ms. Yoko Uchida.

a. Labial view, b. Occlusal view, c. Basal view.

丸みを帯び摩耗している。このことから、破損して若干の摩耗を受けてから堆積したものであると考えられる。舌側面の一部が欠損し、そこにマトリックスが充填されているのもこれを支持するものである。

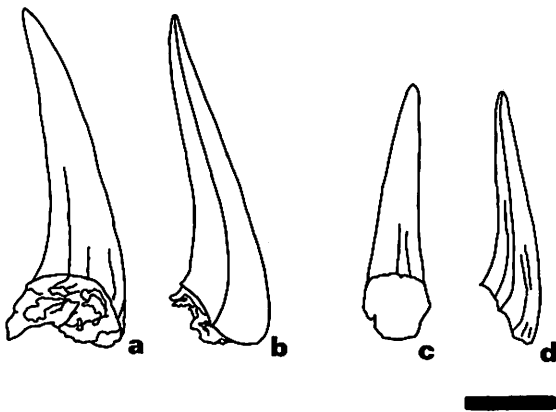
標本の計測値を第1表に示す。

GMNH-PV-636, GMNH-PV-637, GMNH-PV-638, GMNH-PV-639, GMNH-PV-640, GMNH-PV-641, GMNH-PV-642, GMNH-PV-643, GMNH-PV-644, GMNH-PV-645, GMNH-PV-646, GMNH-PV-647, GMNH-PV-648, GMNH-PV-649, GMNH-PV-650, GMNH-PV-651, GMNH-PV-652, GMNH-PV-653
(第7, 8図, 図版I: 8~11)

いずれの標本も遊離した細長い咬頭のみである。ラプカ類の歯では、咬頭の状態のみで主咬頭と副咬頭を区別することは困難である。いずれの咬頭も、その隣接面観において切縁がS字形のカーブを描く。

これらの18点の標本は歯冠の断面の状態から2タイプに区分される(第7図)。一つは歯冠断面に象牙質と歯髄が確認できる標本であり、4標本で確認できる(第7図a, b)。残りの14標本は、エナメロイドのみが保存されており、歯根あるいは象牙質・歯髄が全く存在しない(第7図c, d)。すなわち、エナメロイドの中が中空か、マトリックスが詰まった状態になっている。

現生板鰓類の歯の形成過程から推定すると、前者は歯の形成完了後、化石埋没時あるいは採集時に破損した可能性が高い。後者は、歯の形成途中のものと考えられる。また、



第7図 遊離した咬頭化石(舌側面観ならびに隣接面観)。スケールバーは1mmを示す(原図は内田庸子氏による)。

a. と b. GMNH-PV-638 (a. 舌側面観; b. 隣接面観)。
c. と d. GMNH-PV-642 (a. 舌側面観; b. 隣接面観)。

Figure 7. The sketch of isolated cusp of *Chlamydoselachus* sp. Scale bar indicates 1 mm. Illustrated by Ms. Yoko Uchida.

a. and b. GMNH-PV-638 (a. Lingual view; b. Proximate view).

c. and d. GMNH-PV-642 (c. Lingual view; d. Proximate view).

これらの咬頭化石について咬頭の最大長と最大幅を計測し、グラフ上にプロットするとその分布はほぼ直線上に並ぶ(第8図)。

標本の計測値を第1表に示す。

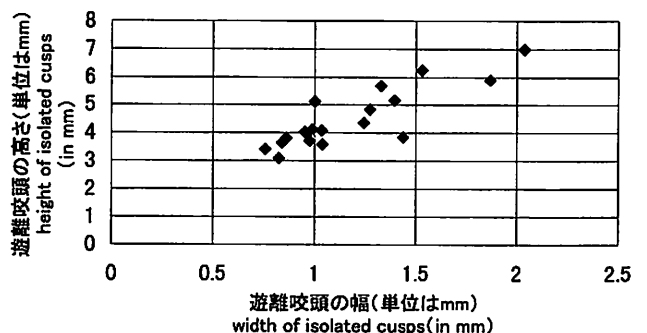
比較

富岡層群産の3標本については、3本の細長い咬頭をもつ特有の歯の形態をしめすことからラプカ科に属するものと同定できる。そこでYT99042901, GMNH-PV-576, GMNH-PV-635の3標本とラプカ科2属の形態的特徴について比較を行った(第2表)。

ラプカ科は白亜紀後期 Campanian 以降の地層から化石種が知られている。化石、現生を含めて2属から構成されており、両属の間で歯の形態が異なる(Pfeil, 1983)。一つは全体に細い歯冠をもつ *Chlamydoselachus* (ラプカ) 属、もう一つは基部のやや太い歯冠をもった *Thrinax* 属である。*Chlamydoselachus* 属の歯を隣接面から見ると、咬頭の切縁は先端に向かってS字を描くことが多い。しかし *Thrinax* 属の側面観では、その歯の切縁は比較的直線的なプロポーションをしめす。また *Chlamydoselachus* 属では主咬頭と副咬頭の間小突起が発達するが、*Thrinax* 属では発達しない。歯の大きさも両属間で異なり、*Chlamydoselachus* 属は現生種も含め、その最大幅が10mm程度であるが、*Thrinax* 属は最大高が14mmを越え、前者に比べて大型である。さらに産出年代においても *Chlamydoselachus* 属の生息時代が白亜紀から現在であるのに対し、*Thrinax* 属の生息時代は白亜紀から中期始新世までである。

富岡層群産のラプカ科化石 YT99042901と GMNH-PV-576は、全体に細長い咬頭をもち、その切縁の側面観はややS字を描く。主咬頭と副咬頭の間には小突起がある。また、富岡層群の地質年代は前期~中期中新世である。これらの点から総合的に判断すると、富岡層群産ラプカ科化石は現生種 *Chlamydoselachus anguineus* (ラプカ) と同じ *Chlamydoselachus* (ラプカ) 属に同定することができる。

歯根のみからなる GMNH-PV-635は、ラプカ科独特の



第8図 遊離した咬頭化石の咬頭長と咬頭幅の相関関係 (N=19)。

Figure 8. Correlation between length and width of fossil isolated cusp S (N=19).

3咬頭の歯根形態、主咬頭と副咬頭の間にある小突起、大きさ、ならびに産出層準の年代などから *Chlamydoselachus* (ラブカ) 属に同定した。

また、遊離した咬頭のみからなる GMNH-PV-636~653 の標本群については、切縁がS字状のカーブを描く咬頭であること、これらの層準から産出する板鰓類化石群集から *Chlamydoselachus* 属以外に細長い咬頭をもつ種類が未発見であること、*Thrinax* 属の産出年代の上限が始新世であることなどの点から、ラブカ科の *Chlamydoselachus* (ラブカ) 属に同定した。

世界各地の下部～中部中新統から知られている *Chlamydoselachus* 属には、*C. garmani* (環太平洋地域・アメリカ西海岸)、*C. tobleri* (トリニダッド・大西洋地域)、*C. bracheri* (オーストリア・ヨーロッパ地域) の3種が知られている。鮮新統からは *C. lawleyi* (シシリー・ヨーロッパ地域) が知られている。富岡層群から産出した *Chlamydoselachus* 属の歯化石のうち歯冠の形態がよく保存されている YT99042901と GMNH-PV-576の2標本とこれらの種を比較すると、大きさをのぞいて、3つの咬頭が細長く、近遠心の副咬頭が側方に張り出してから上行することなど、化石種よりも現生のラブカ *Chlamydoselachus anguineus* により似ている。しかし、標本数も少なく、歯根と各咬頭の相対的な大きさ、各咬頭間の形態や大きさの差異などを比較し、種内あるいは種間の形態変異を解析するには不十分である。したがって、現時点では種まで同定することは困難であると判断し、本論では *Chlamydoselachus* sp. indet. (ラブカ属の未定種) に同定した。

富岡層群産ラブカ属化石と現生種の形態は非常に類似しているが、その大きさが非常に異なっている。すなわち、現生のラブカの歯の高さが1.3~4.9mm、幅が1.5~6.1mmである(後藤・橋本, 1976) ことから、両標本は現生の最大の歯と比べても、それぞれ1.9倍と1.4~1.8倍となり、かなり大きい。しかし、白亜紀のラブカ類の歯化石には、これよりもかなり大きな標本が報告されている(後藤・サメの歯化石研究会, 1999)。富岡層群産のラブカ属の歯化石は、白亜紀の大型の歯化石と現生のラブカの歯の中間的な大きさを示していると言える。

5 産出の意義

第3表には世界各地のラブカ科化石の産地とその年代を示した(Pfeil, 1983; Cappetta, 1987ほか)。少なくとも1987年にCappettaがレビュー(Cappetta, 1987)を発表した時点では、石川県珠洲市と輪島市に分布する中新統の2ヶ所の産地、ならびに岐阜県瑞浪層群生俵累層産の *Chlamydoselachus?* sp. が報告(後藤, 1972; 糸魚川ほか, 1985)されていた。Cappetta (1987) では、参考文献として後藤(1972)が記載されているが、本文中のラブカ科の項目にその記述がない。

その後、北海道夕張市の蝦夷層群(上野・松井, 1993; 後藤ほか, 1999)や大阪府南部の和泉層群(谷本・谷, 1998; 後藤ほか, 1997; 後藤ほか, 1999; 古熊, 2000)、九州天草の姫浦層群(後藤・人見, 1998; 後藤ほか, 2000; 北村・川崎, 2000)など、日本各地の白亜紀以降のさまざまな地層からラブカ科化石が次々と発見・報告され、環太平洋地域のラブカ科化石に関する情報が増大した。第9図はそれらの化石記録をもとに、ラブカ科を含むラブカ類の系統についてまとめたものである(後藤・サメの歯化石研究会, 1999)。

環太平洋地域の新第三系では、東岸地域のアメリカ西海岸のオレゴン州ならびにカリフォルニア州の下部中新統のラブカ属化石が報告されていた(Welton, 1979; Pfeil, 1983) だけであり、先述の石川県ならびに岐阜県から報告されている *Chlamydoselachus?* sp. を除けば西岸地域である日本やロシアからは今まで未報告であった。

しかし今回、確実にラブカ属に同定することができる化石が富岡層群から発見・記載されることで、その存在が初めて確認されたことになる。

また中期中新世以降のラブカ科化石は、オーストリアの中部中新統とイタリアの鮮新統からの報告の2例だけであり、いずれもヨーロッパ地域からの産出であった(Cigala Fulgosi, 1977; Pfeil, 1983)。

今回の発見は、中期中新世以降の年代を示すラブカ属化石としては世界で3例目であり、環太平洋地域からは初めての産出である。また、この発見により前期から中期中新

	YT99042901	GMNH-PV-576	GMNH-PV-635	<i>Chlamydoselachus</i>	<i>Thrinax</i>
Cusp numbers	3	3	3	3	3
Tooth size	small to medium	small to medium	small to medium(root)	small	large
Crown bent	inclined lingually	?	inclined lingually	slightly inclined lingually	almost erect
Epoch	late Early Miocene	early Middle Miocene	early Middle Miocene	Campanian to Recent	Maastrichtian to Eocene
Small cusplets	exist	exist	exist	exist	absent
Enameloid	with weak ridges	with weak ridges	with weak ridges	with weak ridges	smooth
Cutting edge	reach root	reach root	reach root	reach root	not reach root
Root shape	long>broad	?	long>broad	long>broad	broad>long
Lingual notch	weak	?	weak	weak	strong

第2表 ラブカ科2属ならびに富岡層群産ラブカ科化石の形態の比較。

Table 2. Morphological comparison between two genera of Chlamydoselachidae and fossil chlamydoselachids from the Tomioka Group.

世の日本近海にもラブカ属が生息していたことが判明した。富岡層群産のラブカ属化石は、現生種の多数生息する日本列島から産出した最も新しい時代のものであり、現生種の起源と進化を研究する上で、きわめて重要な資料といえる。

また、ラブカ属化石が産出した井戸沢層ならびに原田篠層の堆積深度は、層相、底生有孔虫群集(大石・高橋, 1990)と軟体動物化石群集(Kurihara, 2000)の解析結果から漸深海帯であると推測されるが、これは現生のラブカの生息深度と調和的である。

ラブカ科の系統については、現生標本の軟骨の形態学的研究による魚類分類学者の一部から、古生代のクラドセラケ類の子孫というような古い系統のものではなく、むしろ比較的新しいものだとの見解(Compagno, 1973; Shirai, 1996)も示されている。一方で、その脳の研究(Masai, 1961; 佐藤, 1987)や核型の研究(朝日田, 1996)は、歯の研究(後藤・橋本, 1976)の結果と一致してラブカが現生サメ類でもっとも原始的な形質を残したサメであることを支持している。こうした問題についても、化石を含めた総合的な視野で検討していくことにより、その進化の実態に迫ることができるであろう。

6 要 約

- 1) 富岡層群井戸沢層(下部中新統)ならびに原田篠層(中部中新統)から産出したラブカ属の未定種 *Chlamydoselachus* sp. の化石21点を記載した。
- 2) 富岡層群産ラブカ科化石の形態は、近遠心両側にS字

形の切縁をもつ細長い咬頭と、主咬頭と近遠心両側の副咬頭の間に小突起をもつ。この形態は現生種ラブカ *Chlamydoselachus anguineus* に類似するもので、ラブカ科の既知の2属のうちラブカ *Chlamydoselachus* 属に属するものと判断できる。しかし、富岡層群産標本の大きさは現生種 *C. anguineus* と非常に異なっており、最大の標本では現生種の約2倍の大きさがある。既知のラブカ属化石の中で富岡層群産標本と比較的近い年代のものは、下部中新統から3種、中部中新統から1種、鮮新統から1種が確認されているが、富岡層群産の歯化石はこれらの化石種よりも現生のラブカ *Chlamydoselachus anguineus* により形態が類似している。

しかし、その大きさはかなりの違いがある。以上のことから、本報告ではこれらのすべての標本を *Chlamydoselachus* sp. (ラブカ属の未定種)とした。

- 3) 中期中新世以降のラブカ属化石は現在までに世界で2例の報告があるだけで、富岡層群産ラブカ化石は3例目である。また既知の報告例はいずれもヨーロッパ地域からのものであり、本報告は環太平洋地域ならびに日本からの最初の産出である。そしてその産出年代としては環太平洋地域産のものとしては最も新しいものである。したがって、本報告は現生種の起源を研究する上で重要な資料となっている。

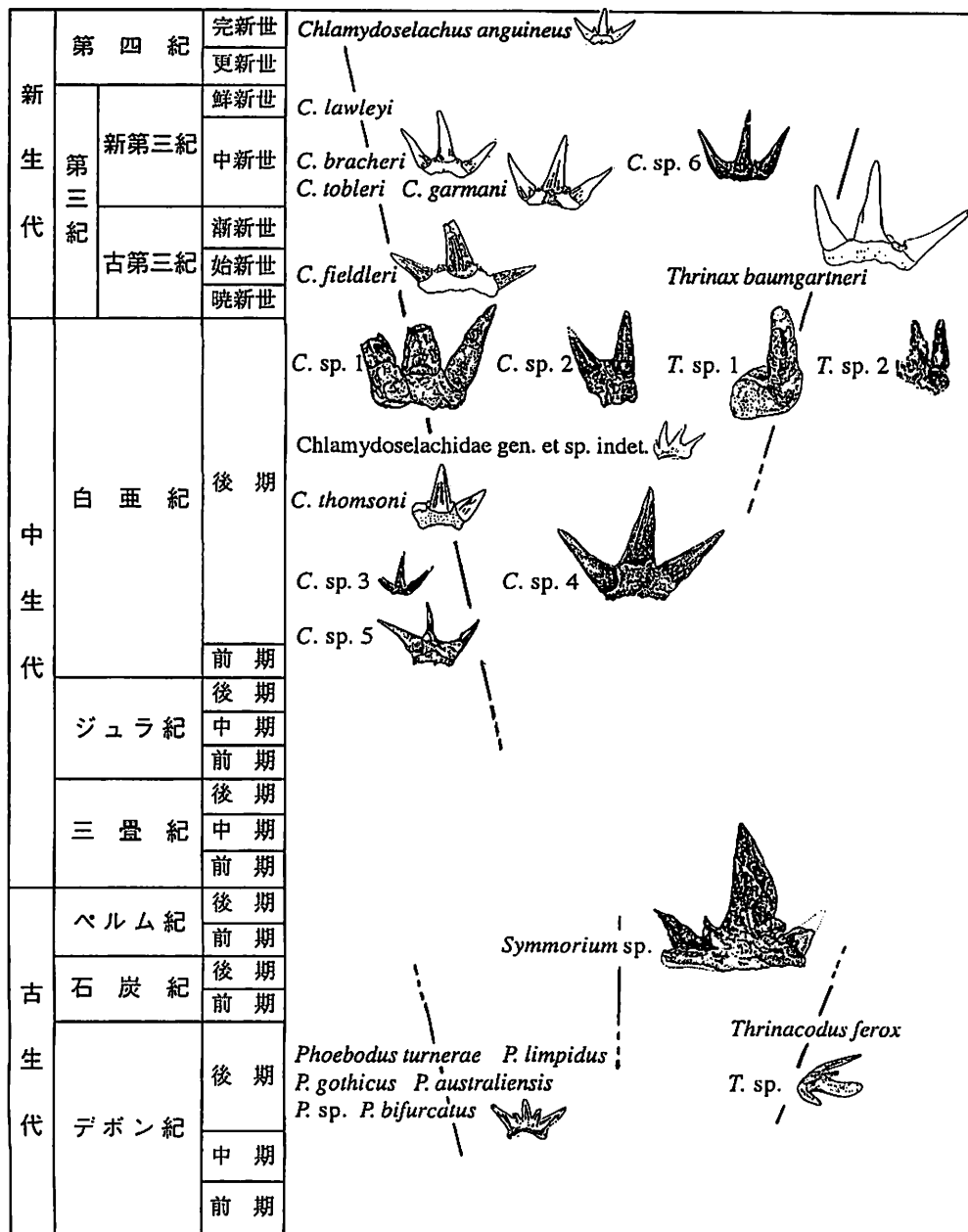
6 謝 辞

本論を執筆するにあたっては、下記の諸氏ならびに団体(敬称略)の方々にお世話になった。ここに記し感謝の意

Name	Age	Locality	Reference
<i>Chlamydoselachus anguineus</i>	Recent	Cosmopolitan	Many Papers
<i>Chlamydoselachus lawleyi</i>	Pliocene	Tuscan, Sicily	Pfeil, 1983
<i>Chlamydoselachus</i> sp.	Middle Miocene	Annaka, Gunma, Japan	this report
<i>Chlamydoselachus</i> sp.	Middle Miocene	Palma, Italy	Cigala Fulgosi 1977
<i>Chlamydoselachus</i> ? sp.	Middle Miocene	Mizunami, Gifu, Japan	Itoigawa et al., 1985
<i>Chlamydoselachus</i> ? sp.	Middle Miocene	Suzu, Ishikawa, Japan	Goto, 1972; Itoigawa et al., 1985
<i>Chlamydoselachus</i> ? sp.	Middle Miocene	Wajima, Ishikawa, Japan	Goto, 1972; Itoigawa et al., 1985
<i>Chlamydoselachus</i> sp.	Lower Miocene	Tomioka, Gunma, Japan	this report
<i>Chlamydoselachus garmani</i>	Lower Miocene	Oregon and California, USA	Welton, 1979; Pfeil, 1983
<i>Chlamydoselachus bracheri</i>	Lower Miocene	Austria and Germany	Pfeil, 1983; Barthelt et al., 1991
<i>Chlamydoselachus tobleri</i>	Oligocene or Miocene	Tnidia, Lesser Antilles Is.	Pfeil, 1983
<i>Chlamydoselachus</i> sp.	Oligocene	California, USA	Philipps, et al., 1976
<i>Chlamydoselachus fiedleri</i>	Middle Eocene	Austria and Germany	Pfeil, 1983
<i>Chlamydoselachus</i> sp.	Middle Eocene	Denmark	Pfeil, 1983
<i>Chlamydoselachus</i> sp.(2 types)	Maastrichtian	Kaizuka, Osaka, Japan	Goto, et al., 1997; Goto, et al., 1999
<i>Chlamydoselachus</i> sp.	Maastrichtian	Sennan, Osaka, Japan	Furukuma, 2000
<i>Chlamydoselachus thomsoni</i>	Campanian	James Ross Is., Antarctica	Richter and Ward, 1990
<i>Chlamydoselachidae</i> gen.et sp.indet.	Campanian	Nemuro, Hokkaido, Japan	Uyeno and Matsui, 1993
<i>Chlamydoselachus</i> sp.	Campanian	Angola	Cappetta, 1987
<i>Chlamydoselachus</i> sp.(3 types)	Santonian	Amakusa, Kumamoto, Japan	Goto and Hitomi, 1998; Goto et al., 2000;
<i>Chlamydoselachus</i> sp.	Santonian	Yubari, Hokkaido, Japan	Kitamura and Kawasaki, 2000 Goto, et al., 1999
<i>Thrinax baumgartneri</i>	Middle Eocene	Austria	Pfeil, 1983
<i>Thrinax</i> sp.	Middle Eocene	Denmark	Pfeil, 1983
<i>Thrinax</i> sp.	Maastrichtian	Kaizuka, Osaka, Japan	Tanimoto and Tani, 1998
<i>Thrinax</i> sp.	Maastrichtian	Sennan, Osaka, Japan	Tanimoto and Tani, 1998

第3表 化石ならびに現生のラブカ科とその時代と分布。

Table 3. Age and distribution of fossil and living forms of the Chlamydoselachidae in the world.



第9図 化石記録にもとづくラブカ類の系統（後藤・サメの歯化石研究会，1999による）。

富岡層群産のものは，代表として *Chlamydoselachus*. sp. 6 として YT99042901 を示した。

Figure 9. Schematic diagram of phylogeny of chlamydoselachian sharks.

The *Chlamydoselachus*. sp. 6 indicates YT99042901, as a representative of the specimens of the Tomioka Group (Goto et al., 1999).

を表す。

栗原行人氏（筑波大学大学院）には原田篠層産の貝類化石についてご教示をいただいた。中島 一氏（群馬県安中市），石原克彦氏（群馬県桐生市），そして群馬古生物研究会の会員諸氏には，化石産地に関する情報を提供していただいた。

昆 健志氏（琉球大学大学院），飯本美孝博士（北九州市立自然史博物館）には口頭発表の際に有益な助言をいただいた。矢部英生博士（新潟大学積雪災害研究センター）には文献についてご教示いただいた。

後藤美樹子氏（鶴見大学歯学部）ならびに内田庸子氏（群

馬県立自然史博物館）には図表の作製を手伝っていただいた。またホリス・バツツ氏（東京都練馬区）には，英文要旨の作成にあたり有益な助言をいただいた。以上の方々に厚く御礼申し上げる。

7 参考文献

- 朝日田卓(1996)：染色体および DNA から見た板鰐類の系統。月刊海洋，28(6)：346-353。
 Barthet, D., Fejfar, O., Pfeil, F. H., and Unger, E. (1991)：Notizen zu einem Profil der Selachier-Fundstelle Walbert-

- sweiler im Bereich der miozän Oberen meeresmolasse Süddeutschlands. Münchener Geowiss. Abh. (A), 19: 195-208.
- Cappetta, H. (1997): Chondrichthyes II, Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii, Handbook of Paleichthyology, 3B, Gustav Fischer (Stuttgart), 193pp.
- Cigala Fulgosi, F. (1977): *Heptranchias perlo* (Bonnaterre) (Selachii, Hexanchidae) nel Serravallino di Visiano (Medesano Parma, Emilia Occidentale): Considerazione tassonomiche e filogenetiche. Bol. Soc. Paleont. Ital., 16 (2): 245-256.
- Compagno, L. J. V. (1973): Interrelationships of living elasmobranchs. Zool. J. Linn. Soc., 53 (Suppl. 1): 15-61.
- 古熊俊治(2000): 泉南市の和泉層群からラブカの歯の化石が見つかる。Nature Study, 46(12): 9.
- Ginter, M. and Ivanov, A. (1996): Relationships of *Phoebodus*. Modern Geology, 20: 263-274.
- 後藤仁敏(1972): 日本産の化石軟骨魚類についての一総括。地質学雑誌, 78(11): 585-600.
- 後藤仁敏(1985): 板鰐類における歯の進化と適応。地団研専報, 30: 19-29.
- 後藤仁敏(1993): 歯でわかるサメの進化。朝日百科・動物たちの地球, 4(1): 8-9.
- 後藤仁敏(2000): 生きている化石ラブカ。日本古生物学会第149回例会講演予稿集, p.12.
- 後藤仁敏・伊達芳正・加納学(1992): 夕張市および貝塚市の上部白亜系から発見されたラブカの歯化石2標本について。日本古生物学会第148回例会講演予稿集, p.20.
- 後藤仁敏・伊達芳正・谷本正浩(2001): 大阪府貝塚市蕃原の和泉層群(白亜紀後期)から発見されたラブカの歯化石。日本古生物学会1997年年会予稿集, p.25.
- 後藤仁敏・橋本巖(1976): 生きている古代魚ラブカ *Chlamydoselachus anguineus* の歯に関する研究 I. 歯の形態・構造・組成について。歯科基礎医学会雑誌, 18: 362-377.
- 後藤仁敏・橋本巖(1977): 生きている古代魚ラブカ *Chlamydoselachus anguineus* の歯に関する研究 II. 歯と皮膚の発生について。歯科基礎医学会雑誌, 19: 159-175.
- 後藤仁敏・人見友幸(1998): 天草上島の姫浦層群(白亜紀後期)から発見されたラブカ属の歯化石。日本古生物学会1998年年会予稿集, p.24.
- 後藤仁敏・人見友幸・山澤隆(2000): 姫浦層群(白亜紀後期)および富岡層群(第三紀中新世)から発見されたラブカの歯化石2標本について。日本古生物学会2000年年会予稿集, p.53.
- 後藤仁敏・サメの歯化石研究会(1999): 日本のラブカ歯化石とラブカ類の進化。地学団体研究会第53回総会(長野)シンポジウム・ポスター要旨集, p.143-144.
- 波戸岡清峰(1993): ラブカ目。In 日本産魚類検索 全種の同定(中坊徹次編), p.111, 東海大学出版会(東京)。
- 糸魚川淳二・西本博行・柄沢宏明・奥村好次(1985): 瑞浪層群の化石3 サメ・エイ類(板鰐類)。瑞浪市化石博物館専報, 5, 89pp., 38pls.
- 北村直司・川崎信司(2000): サメの歯紹介 No.14 *Chlamydoselachus* sp. サメの歯化石だより, 15: 8-9.
- Kurihara, Y. (2000): Middle Miocene deep-water molluscs of the Haratajino Formation in the Isobe district, the Annaka-Tomioka area, Gunma Prefecture, central Japan. Bulletin of Gunma Museum of Natural History, 4: 1-22.
- Masai, H. (1961): On the brain pattern of *Chlamydoselachus anguineus*. Yokohama Med. Bull., 12: 231-238.
- 野村正弘・大平寛人(1998): 群馬県富岡地域に分布する中新統中凝灰岩のフィッシュントラック年代。群馬県立自然史博物館研究報告, 2: 35-42.
- 大石雅之・高橋雅紀(1990): 群馬県高崎地域に分布する中新統一帯に庭谷不整合形成過程について。東北大学理学部地質学古生物教室研究邦文報告, 92: 1-17.
- Phillip, F. J., Welton, B. and Welton, J. (1976): Paleontologic studies of the middle Tertiary Skooner Gulch and Galloway Formations at Point Arena, California. The Neogene Symposium. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Pacific Section, San Francisco, California, pp.137-154.
- Pfeil, F. H. (1983): Zahnmorphologische Untersuchungen an rezenten und fossilen Haien der Ordnung CHLAMYDOSELACHIFORMES und ECHINORHINIFORMES. Palaeo Ichthyologica, 1, 315pp.
- Richter, M. and Ward, D. J. (1990): Fish remains from the Santa Marta Formation (Late Cretaceous) of James Ross Island, Antarctica. Antarctic Science, 2(1): 67-76.
- 佐藤やす子(1987): 古代的魚類ラブカ *Chlamydoselachus anguineus* の脳。板鰐類研究連絡会報, 23: 20-29.
- Schaeffer, B. (1967): Comments on elasmobranch evolution. In: Sharks, Skates and Rays (eds. Gibert, P.W., Mathewson, R.F. & Rall, D.P.), p.1-35, Johns Hopkins Press (Baltimore).
- 白井滋(1996): カグラザメ目。In: 日本動物大百科第5巻・両生類・爬虫類・軟骨魚類(千石正一・疋田務・松井正文・仲谷一宏編), p.154-155. 平凡社(東京)。
- Shirai, S. (1996): Phylogenetic interrelationships of neoselachians (Chondrichthyes: Euselachii). In: Interrelationships of Fishes (eds. Stiassny, M. L. J., Parenti, L. R. & Johnson, G. D.), p.9-34, Academic Press (San Diego).
- 鈴木克美・久保田正・田中彰・西源二郎(1989): 駿河湾産深海性軟骨魚類主としてラブカの生態学的研究。昭和63年度科学研究費補助金(一般研究C)研究成果報告書, 83pp.
- 高桑祐司(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.
- 高桑祐司(2000a): 富岡層群のラブカ化石。デメテル(群馬県立自然史博物館だより), 14, p.8
- 高桑祐司(2000b): サメ・エイ類からさぐる富岡層群の古環境。日本古生物学会第149回例会講演予稿集, pp.10-11.
- 田中彰(1989): ラブカ, 採集と飼育, 51(2): 61-63.
- 谷本正浩・谷雅則(1999): 大阪府阪南市および貝塚市の和泉層群(白亜紀後期 Maastrichtian)で見つかった *Thrinax* sp. (ラブカ科)の化石。地学研究, 46(4): 221-223.
- 上野輝彌・松井信輝(1993): 北海道根室市産出の後期白亜紀魚類化石。国立科学博物館専報, 26: 39-46.
- Welton, B. J. (1979): Late Cretaceous and Cenozoic Squalomorphii of the Northwest Pacific region. Ph. D. thesis, Univ. Calif. Berkeley. 553pp.
- 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.

Abstract

Tooth remains of *Chlamydoselachus* (Chondrichthyes, Elasmobranchii)
from the Tomioka Group (Lower to Middle Miocene)
in Tomioka and Annaka City, Gunma Prefecture, central Japan

TAKAKUWA Yuji ^{1*}, GOTO Masatoshi ², HASEGAWA Yoshikazu ¹,
YAMAZAWA Takashi ³, TAKAYAMA Yositaka ⁴ and SHIMIZU Masaru ⁵

¹ Gunma Museum of Natural History : 1674-1, Kamikuroiwa, Tomioka, Gunma, 370-2345, JAPAN

*E-mail Address : BXJ04105@nifty.ne.jp

² Department of Anatomy, School of Dental Medicine, Tsurumi University :
2-1-3, Tsurumi, Tsurumi-ku, Yokohama, Kanagawa, 230-8501, JAPAN

³ Kuzubukuro Earth Science Research Club : 2241-1, Yamada, Chichibu, Saitama, 368-0004, JAPAN

⁴ Gunma Fossil Club : 3-15-4, Sekine-machi, Maebashi, Gunma, 371-0047, JAPAN

⁵ Gunma Fossil Club : 7-163, Sakaino-machi, Kiryu, Gunma, 376-0002, JAPAN

We described 21 fossil teeth of the frilled shark, *Chlamydoselachus* sp., from the Idozawa Formation (late Early Miocene) and Haratajino Formation (early Middle Miocene) of the Tomioka Group in Gunma Prefecture.

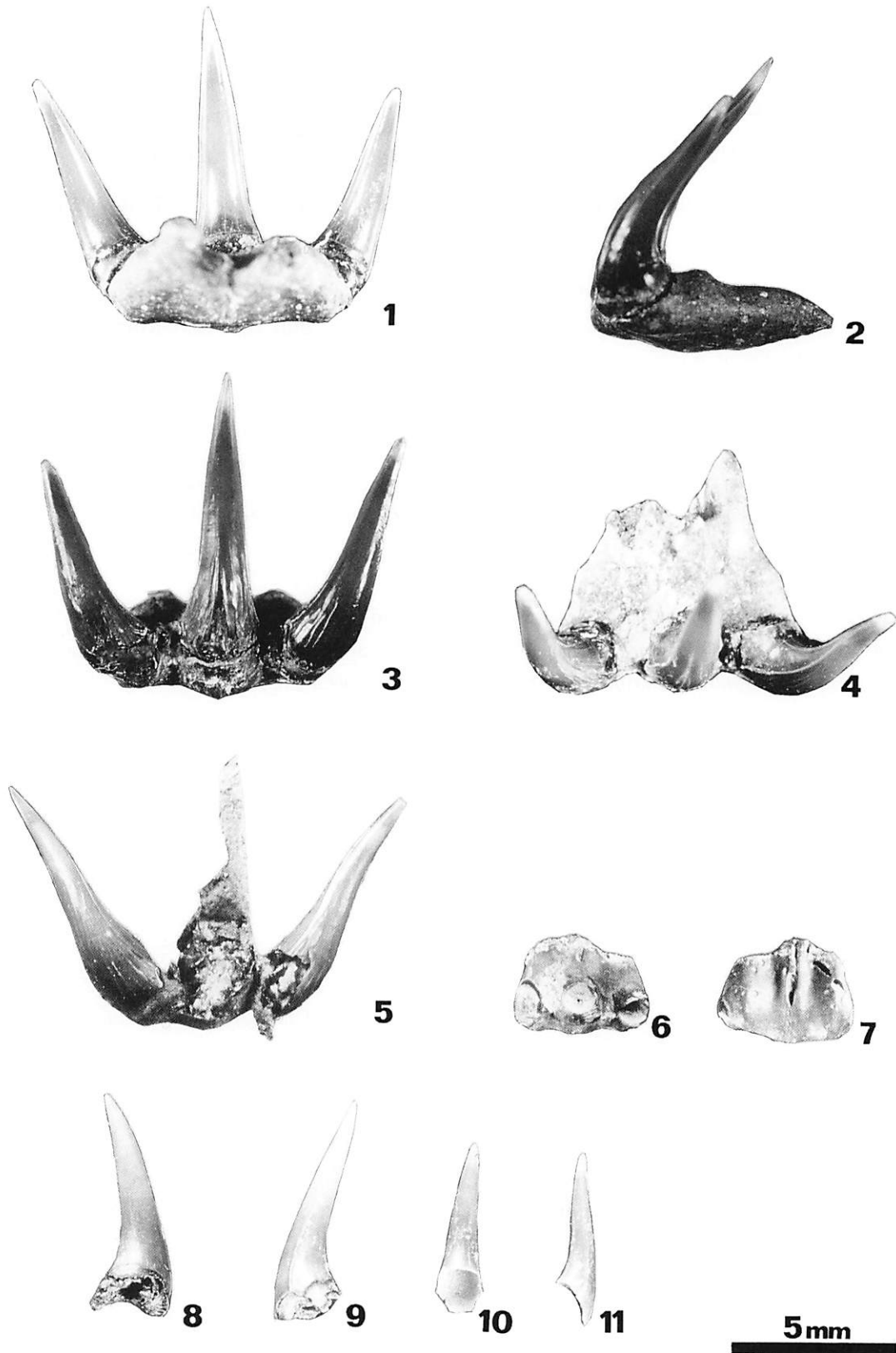
The proportions of the teeth, slender shape of the cusps with cutting edges and existence of small cusplets between the main cusp and each lateral cusps all indicate that the fossil teeth from the Tomioka Group belong to the genus *Chlamydoselachus* which include recent species *Chlamydoselachus anguineus* Garman. However, the tooth height of largest fossil is 9.4mm.

And crown width of it is 11.5mm. These measurements are almost two times larger than those of a large recent specimen.

Since specimens are few, it is difficult to find inter-specific variation among these teeth, so we identified them as *Chlamydoselachus* sp..

These fossil specimens represent the latest remain of chlamydoselachid in the circum-Pacific area, and the third occurrence of Neogene chlamydoselachid remains in the world.

Key Words : *Chlamydoselachus*, frilled shark, Elasmobranchii, fossil and recent, teeth, Tomioka Group, Lower Miocene, Middle Miocene, Gunma Prefecture



図版 I 富岡層群産ラブカ化石 *Chlamydoselachus* sp.

1-4. 井戸沢層産標本 (YT99042901)

1. 舌側面観 2. 遠心面観 3. 唇側面観 4. 咬合面観

5-11. 原田篠層産標本 (GMNH-PV-576, 635, 638, 642)

5. GMNH-PV-576 (唇側面) 6. GMNH-PV-635 (咬合面観) 7. 同 (基底面観) 8. GMNH-PV-638 (舌側面観)

9. 同 (隣接面観) 10. GMNH-PV-641 (舌側面観) 11. 同 (隣接面観)

Frilled shark fossil, *Chlamydoselachus* sp. from the Tomioka Group, Japan

1-4. Specimen from the Idozawa formation (YT99042901)

1. Lingual view 2. Distal view 3. Labial view 4. Occlusal view

5-11. Specimens from the Haratajino formation (GMNH-PV-576, 635, 638, 641)

5. GMNH-PV-576 (Labial view) 6. GMNH-PV-635 (Occlusal view) 7. 同 (Basal view) 8. GMNH-PV-638 (Lingual view)

9. 同 (Proximate view) 10. GMNH-PV-641 (Lingual view) 11. 同 (Proximate view)