

熊本県白亜系からのサメ歯化石の産出

北村 直司

(熊本市立熊本博物館 〒860-0007 熊本県熊本市古京町3-2)

Occurrence of shark teeth from Cretaceous formations in Kumamoto, Central Kyushu, Japan

Naoshi KITAMURA

(Kumamoto City Museum, FurukyoTown 3-2, Kumamoto City, Kumamoto 860-0007, Japan)

Abstract

Cretaceous formations are distributed in two geologic regions in the Kumamoto area; one being of the lower Cretaceous found in the Kurosegawa belt and the other being of the upper Cretaceous in the Inner belt of Southwest Japan. Fossil shark teeth were found within the Kawaguchi and Yatsushiro Formations of the Kurosegawa belt and the Mifune and Himenoura Groups of the Inner belt of Southwest Japan. The occurrences of fossil shark teeth from these Cretaceous formations are described in this paper. Environmental conditions influencing the shark's lives as represented by the shark tooth fossils are demonstrated by analyses of co-existing mollusk assemblages found not only in marine, but also in brackish and fresh water areas in the Cretaceous Period. Analysis has yielded many species of Lamniformes which diversified in that period.

Key word : 熊本県の白亜系, サメの歯化石, ネズミザメ目

はじめに

熊本県に分布する白亜系からは、時折、軟骨魚類板鰓類サメの歯化石が産出する。田代 (1976) は上天草市龍ヶ岳町に分布する姫浦層群樋之島層からサメの歯化石の産出をはじめて報告し、その後、熊本県下の白亜系からサメの歯化石の産出が報告されている (亀井, 1987; Yabumoto and Uyeno, 1994; 北村ほか, 1995; 北村, 1997; 北村・川崎, 2000, 2001)。

本論では筆者および協力者がこれまでに熊本県下に分布する下部白亜系川口層および八代層, 上部白亜系御船層群下部層および姫浦層群下部層群樋之島層から採取したサメの歯化石11科19属の産状を報告する。さらに、サメの歯化石の産出層準に含まれる軟体動物化石群を基にした堆積環境を推定し、白亜紀サメ類の古生態について考察する。

サメの歯化石の産出層と産状

1. 下部白亜系

1.1 川口層

川口層は八代市坂本の、球磨川沿い原女木に露出し、北東方向に分布する (図1-i)。岩相は礫岩や礫質砂岩に始まり、中粒から粗粒のアルコース砂岩を挟む砂岩泥岩互層を経て、泥質岩優勢互層に至る上方細粒化を示す。本層から産出したサメの歯化石 (*Heterodontus* sp.) の層準はTamura and Nishida

(1989) による柱状図の海成層の層準より約10m上位であり (図1-ii), *Eomiodon matsumotoi*などの汽水生二枚貝や巻貝の*Tulotomoides japonicus*など淡水にもいる軟体動物化石 (Iwasaki, 1989) が随伴する。

1.2 八代層

八代層は八代市宮地東方の上宮山に分布する。田代・池田 (1987) によれば、下部は厚さ10cm前後で汽水生貝化石の密集層を含む泥質岩にはじまり、礫岩、礫質砂岩を不規則に挟む中～粗粒砂岩泥岩互層である。砂岩と泥岩の単層の厚さは数m～10数mで、これらが繰り返すやや泥岩優勢の互層である。田代・池田 (1978) の‘主部’は薄い礫岩にはじまり、比較的厚い (厚さ40m前後) のシルト岩、さらに中粒砂岩、細粒砂岩泥岩互層、細粒砂岩がそれぞれ40～50mの厚さで重なる。上部は薄い礫岩に、砂岩泥岩の不規則な互層、中粒砂岩が重なり、泥岩を経て最上部には礫質砂岩となる。サメの歯化石 (*Carcharias* sp.) は、上宮山 (図2-i) の八代層‘主部’に属し、下部との境から約60m上位にあたる砂岩から産出した (図2-ii)。随伴する化石として、*Pterotrigonia* (*Pterotrigonia*) *hokkaidoana*や*Neithea* (*Neithea*) *matsunotoi*など浅海生二枚貝とともにアンモナイト (*Pseudohaploceras* sp.) がある。

2. 上部白亜系

2.1 御船層群

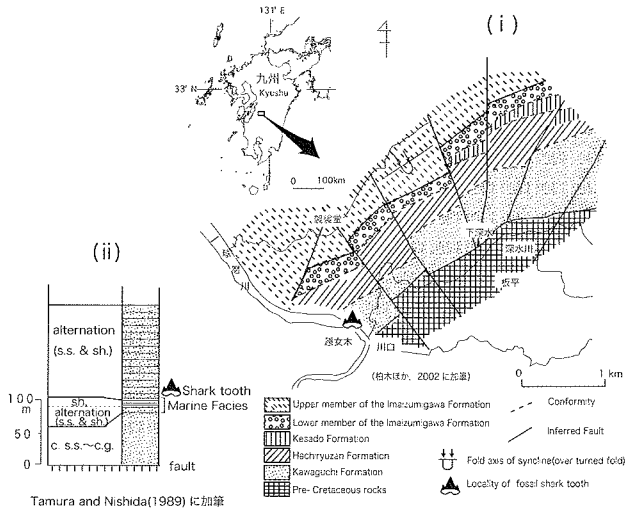


図1. 球磨川下流域下部白亜系の分布と川口層サメの歯化石産出層準.

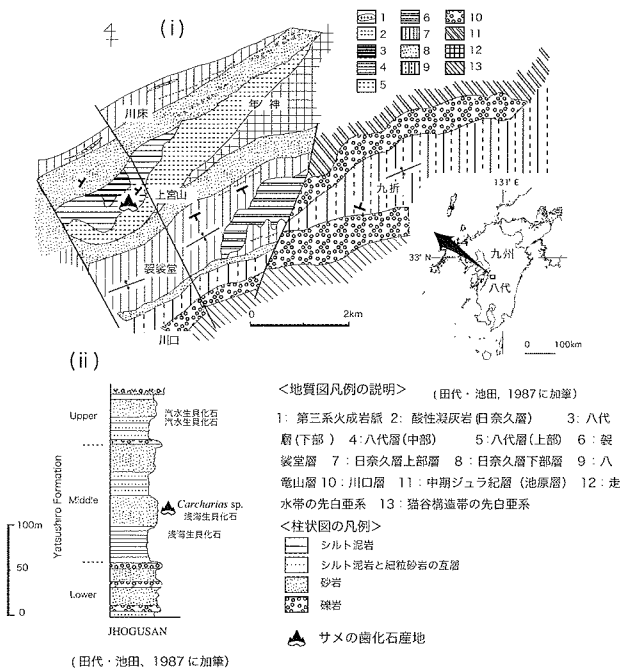


図2. 八代山地の地質図および八代層サメの歯化石産地.

熊本県上益城郡御船町福良の南から上梅木にかけて、ペルム系水越層を不整合に覆って、基底層、下部層および上部層からなる御船層群（松本，1939）が分布する（図3-i）。基底層は厚さ10m程度の薄い礫岩で、径数cmの礫からなる。下部層は泥岩と細粒～粗粒砂岩の互層からなる。上部層はおもに赤紫色の凝灰質泥岩、泥質砂岩からなり、数層準に酸性凝灰岩を挟む。サメの歯化石は福良、下梅木および岡岳の層準から産出する（図3-ii）。

(1) 御船町福良の御船層群下部層
上益城郡御船町福良には、水越層を不整合に覆って、御船層群基底層および下部層が分布する（図4-i）。福良では基底層の厚さは約11mで、その上に下

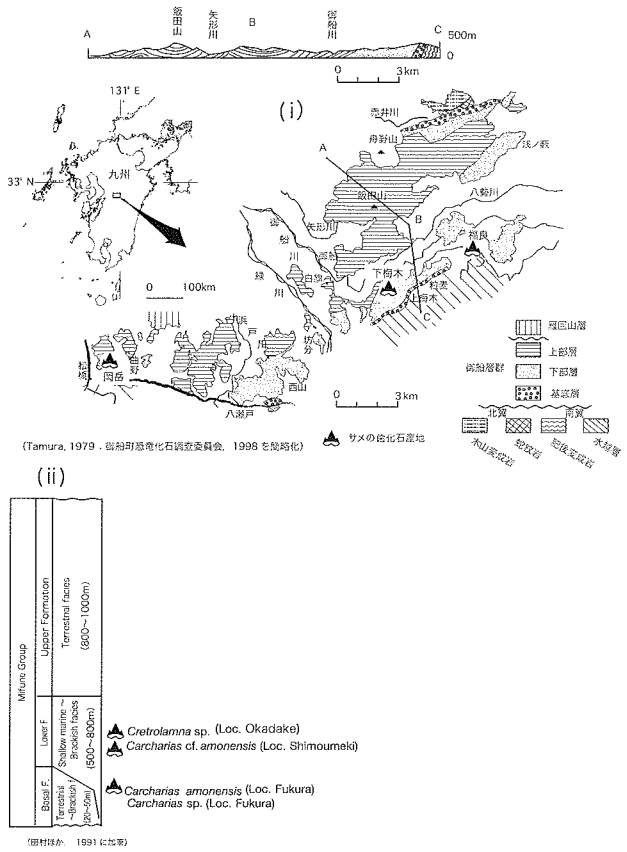


図3. 御船層群の分布とサメの歯化石産地

部層が重なる。御船川と滑川の間分布する御船層群はほぼ東西方向の軸を有する向斜構造をなしている。

サメの歯化石 (*Carcharias amonensis*, *Carcharias* sp.) は下部層の下底面より約20m上位の砂岩層（塊状でレンズ状に泥質なパッチを挟む）から産出した（図4の⑩）。この砂岩層の下部には汽水生巻貝の *Oligoptyxis pyramidaeformis* が密集し、また、随伴する二枚貝化石として *Pseudasaphis japonicus*, *Septifer cressentiformis*, *Tetria asanoyabensis*, *Eomiodon matsubasensis* などの汽水生種がある。

(2) 御船町下梅木の御船層群下部層
御船町下梅木には、御船層群基底層と下部層が分布し（図3-i）、下部層の下底面より約300m上位からサメの歯化石 (*Carcharias* cf. *amonensis*) が産出する。

(3) 宇城市松橋町岡岳の御船層群下部層
宇城市岡岳には御船層群下部層が分布しており（図3-i）、下部層の砂岩からサメの歯化石 (*Cretrolamna* sp.) の産出が報告されている（北村，1997）。この産出層準はTamura and Matsumura (1974) により、御船層群から唯一のアンモナイト *Eucalyco-ceras* cf. *spathi* と二枚貝の *Inoceramus concentricus costatus* の産出（産出地点は岡岳グランド）が報告されて、この層準は御船層群下部層の中位にあたり、堆積盆に最も海進が及んだ時期であったと考えられている。これらに加えて *Acanthotrigrionia mifunensis*

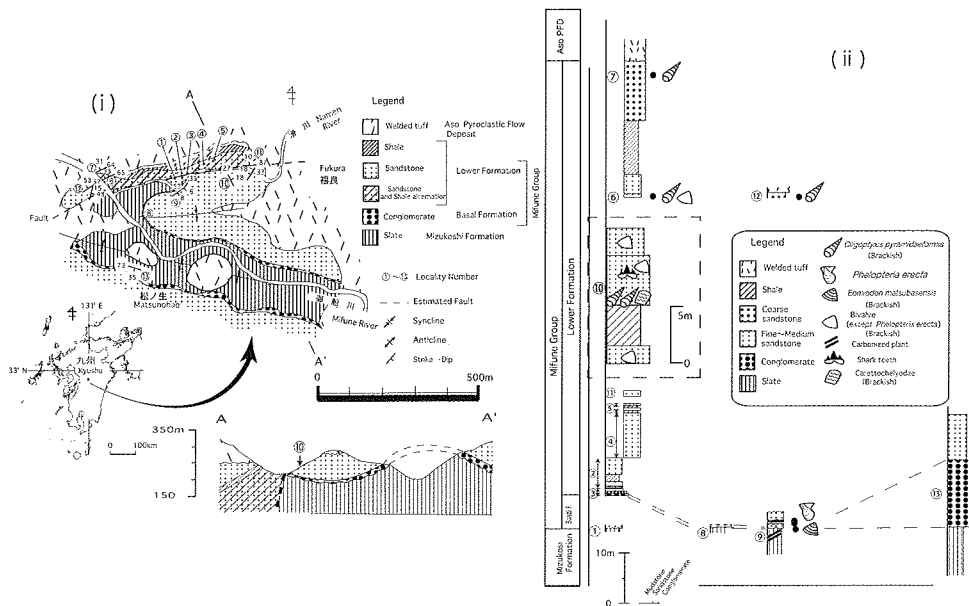


図4. 福良地域の地質図, 地質断面図および柱状図.

(=*Pterotrigonia mifunensis*), *A. mashikensis*, *Brachiodontes* sp. *Leptosolen* sp. *Messosaccella* sp. の産出も報告され (Tamura and Matsumura, 1974), さらに筆者も, *Pterotrigonia* (*Ptilotrigonia*) *mashikensis*, *Pterotrigonia* (*Ptilotrigonia*) *higoensis*, *Septifer mifunensis*, *Crenella gyliakiana*, *Anthonya mifunensis*, *Eomiodon matsubasensis*など多くの浅海生二枚貝の産出を得ている.

2.2 姫浦層群

姫浦層群はNagao (1930) により命名され, 主に熊本県の宇土半島から天草上島東海岸, 天草市下島, 鹿児島県甕島にかけて分布することが明らかにされた. その後, 田代・野田 (1973) は姫浦層群を宇土半島から天草上島東岸にかけて分布する下部亜層群と天草下島に分布する上部亜層群に区分した. 田代ほか (1986) は天草上島東岸に分布する下部亜層群を下位のSantonianを主とする樋之島層と上位のCampanianにあたる阿村層に区分した. 現在までに得られているサメの歯化石はいずれも樋之島層からの産出である. これまでの報告に基づいて各地の姫浦層群におけるサメの歯化石の産出を示す (図5).

(1) 柵島 (くぐしま)

上天草市龍ヶ岳町柵島では, 肥後変成岩 (花崗閃緑岩) を不整合に覆って, 上部白亜系姫浦層群樋之島層下部層 (田代ほか, 1986) が分布する (図6-i). 柵島では島の中央部分に北東-南西方向の断層があって, その東半部と西半部で樋之島層の岩相が繰り返す. 東半部は下位から上位へ粗粒砂岩, 細粒砂岩および頁岩が重なり, 西半部では, 粗粒砂岩, 細粒砂岩, 砂岩泥岩互層, 礫岩が重なる. サメの歯化石を含む層準は2層準で確認される (図6-ii). 下位の層準 (Loc. a) は下部層の下底面より132m上位の厚さ70cmの黒色塊状泥岩である. 上位の層準

(Loc. b) は同じく下部層の下底面から170m上位にあり, 厚さ1mの, 中粒~粗粒の砂岩や亜円~亜角礫 (径4~8cm) がしばしば含まれる細粒砂岩である. なお, 上記の露頭以外で海岸に落ちている転石からサメの歯化石が得られるが, これらの転石はLoc.aやLoc. bの層準から分離した可能性が高いものと考えられる.

(2) 和田の鼻

上天草市龍ヶ岳町和田の鼻では地層の走向・傾斜 (北東-南西, 30~40°北西) を考慮すると柵島の北西部に分布する樋之島層下部層の延長部が露出すると考えられる (図6-i). ただし, 和田の鼻では, タービダイトによる砂岩泥岩互層を基本にし, 海底土石流による含礫泥岩層を繰り返し挟む. その上に泥岩からなる中部層が不整合に重なる. サメの歯化石は中部層より約38m下位にあたり, 層厚約50cmで, 径4~10cmの亜角礫のスランプ礫を含む黒色塊状泥岩から産出した (図6-iii). 随伴する二枚貝化石は決まった方向を示さないこともあり, サメの歯化石を含む層は海底土石流のような重力流により運ばれて堆積した異地性の産状を示すものと考えられる.

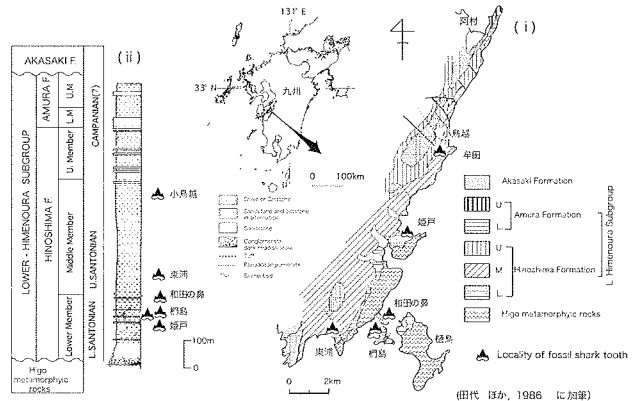


図5. 天草上島南東岸の地質図および柱状図.

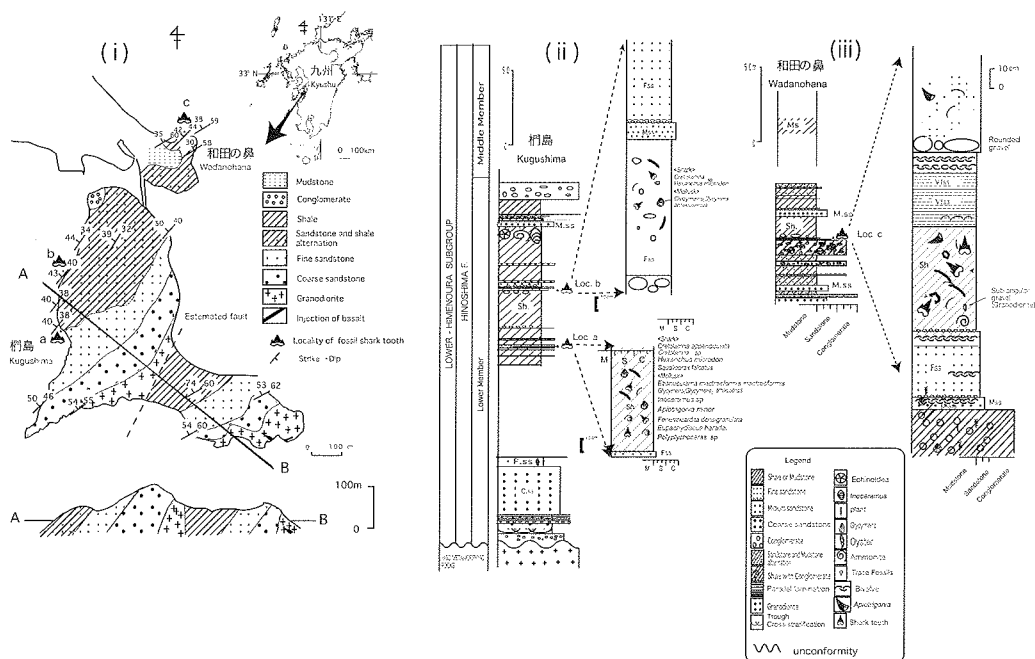


図6. 櫛島と和田の鼻の地質図 (i), 櫛島の柱状図 (ii) および和田の鼻の柱状図 (iii).

(3) 東浦

上天草市龍ヶ岳町東浦 (図7) は肥後変成岩に属する花崗閃緑岩を不整合に覆って、姫浦層群樋之島層下部層の硬い暗灰色細粒砂岩層 (層厚36m) およびその上に重なる中部層の黑色泥岩 (層厚100m以上) からなる。下部層と中部層との境界から約56m上位に挟在する厚さ約20cmの二枚貝化石密集層からサメの歯化石が産出した。細粒砂岩層には *Crassostrea* sp. が含まれるが、方向が一定せず、また、二枚貝化石密集層でも堆積方向が一定しないことから、サメの歯化石を含む層は異地性であると考えられる。

(4) 姫戸

上天草市姫戸町姫戸では姫戸公園下の岬に樋之島層下部層が分布する (図8)。岬の東先端に幅約2mの流紋岩の貫入体があり、そこから北に向かって下位から上位へ淘汰のよい細粒砂岩、層厚30cmの礫岩、層厚80cmの細粒砂岩、それに2~7mmの長石や石英を含む厚さ105cmの角礫岩が重なる。さらに厚さ105cmの細礫岩、層厚80cmの粗粒砂岩、厚さ2mmの粗粒砂岩レンズ状パッチを含む層厚280cmの細粒砂岩が重なっている。サメの歯化石は厚さ80cmの粗粒砂岩から産する。また、レンズ状パッチを含む細粒砂岩からもわずかにサメの歯化石を産出する。なお、厚さ105cmの細礫岩には二枚貝類 *Nippononectes tamurai tamurai*, *N. tamurai immodesta* およびカキ類の破片が産出し、これらには合弁をなすものも認められる。

(5) 小鳥越

上天草市松島町小鳥越の産地は今回の化石産地とし

ては調査地域内で最北に位置する (図5)。ここでは樋之島層中部層の上部に位置する黑色泥岩が分布し、この黑色泥岩からサメの歯化石 *Squalicorax* sp. *Cretascymus* sp. の産出し、アンモナイト *Gaudryceras* sp. の産出を確認した。

共産する軟体動物化石から推測される産出サメ類の古生態

サメの歯化石を含む地層中には、二枚貝、巻貝および時にアンモナイトが共産する。サメ類の古生態を推測すると、歯化石を含む地層の堆積の場にサメが生息拠点を置いていたかどうかは必ずしも論じられない。原地性の産状であればサメが共産する軟体動物の生息場に侵入していた証拠であり、サメの行動した水域を推定することができる。ここではサメの歯化石を含む地層から産出する軟体動物化石によりサメの生息域環境を推定する。

1. 下部白亜系川口層および八代層

川口層のサメの歯化石に随伴して産出するものは *Tulotomoides japonicus*, *Melanoides (Kumania) Kawaguchiensis*, *Eomiodon matsumotoi*, *Crassostrea Kawaguchiensis*, *Cassiopella sebayashiensis*, *Pila fukamiensis*, *Aguilerella (Yoshimopsis) nagatoensis*, *Hayamina carinata* などの巻貝や二枚貝である。このうち、二枚貝の *Aguilerella (Yoshimopsis) nagatoensis*, *Eomiodon matsumotoi*, *Hayamina carinata* は汽水生二枚貝とされ、合弁の個体も含まれることから、群集は原地性と考えられている (田中ほか, 1998)。したがって、サメ *Heterodontus* sp. は汽水域への侵入を果たしていたと考えられる。

八代層から随伴する化石には *Pterotrigonia (Ptero-*

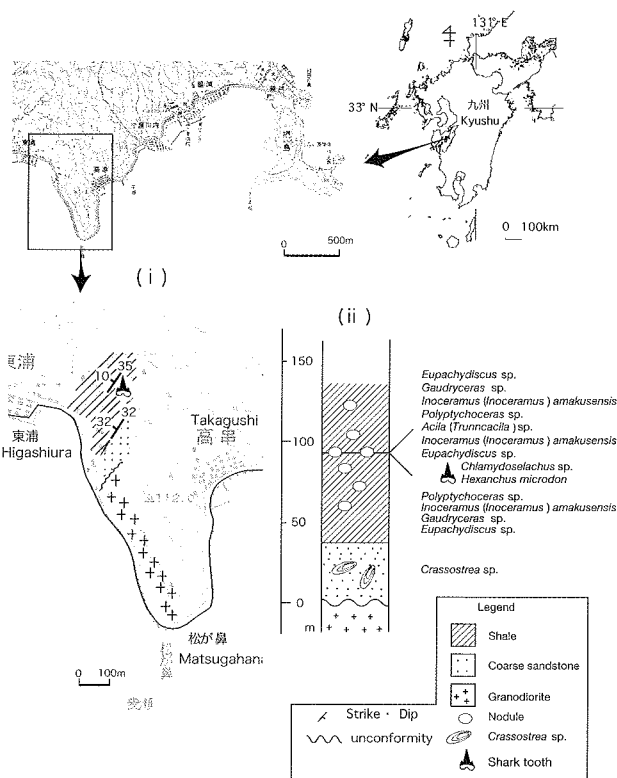


図7. 東浦の地質図および柱状図.

trigonia) hokkaidoana, *Pterotrigonia* sp. *Tetoria yatsushiroensis*, *Neithea matsumotoi*, *Astarte* (*Astarte*) *subsenecta subsenecta*, *Astarte* sp., *Nemocardium yatsushiroense*, *Nanonavis pseudocarinata*, *Plicatula* sp., *Pterinella shinoharai*, *Aguilerella* (*Aguilerella*) *magatensis*, *Entolium yatsushiroense*などの二枚貝類のほか、アンモナイト*Pseudohaploceras* sp.を含んでいる。これらの生息域は浅海と考えられ、サメ*Carcharias* sp.の生息も浅海域であったと思われる。

2. 上部白亜系御船層群

御船町福良のサメの歯化石産出層準 (図4のLoc. ⑩) では、優占種である*Pseudasaphis japonicus*をはじめ、汽水生二枚貝*Matsumotoa* sp. *Septifer cressentiformis*, *Anomia* sp., *Crassostrea kawauchiensis*, *Eomiodon matsubasensis*, *Tetoria asanoyabensis*, *Goshoraia crenulata*や汽水生巻貝*Oligoptyxis pyramidaeformis* (干潟に生息)、また、現生種では汽水に生息するスッポンモドキ*Carettochelyidae*の化石 (筆者ら採集標本を平山 廉氏同定) が含まれる。また、図4のLoc. ⑨では*Eomiodon matsubasensis*が、同Loc. ⑥では*Cymbophora ezoensis*が優占し、*Eomiodon matsubasensis*, *Pseudasaphis japonicus*, *Tetoria mifunensis*などの汽水生二枚貝が産出する。これらには合弁のものも見られる (表1)。

前述軟体動物化石群集はサメ*Carcharias amonensis*, *Carcharias* sp.の汽水域への侵入を示唆するものである。

宇城市松橋町岡岳からはアンモナイト*Eucalyco-*

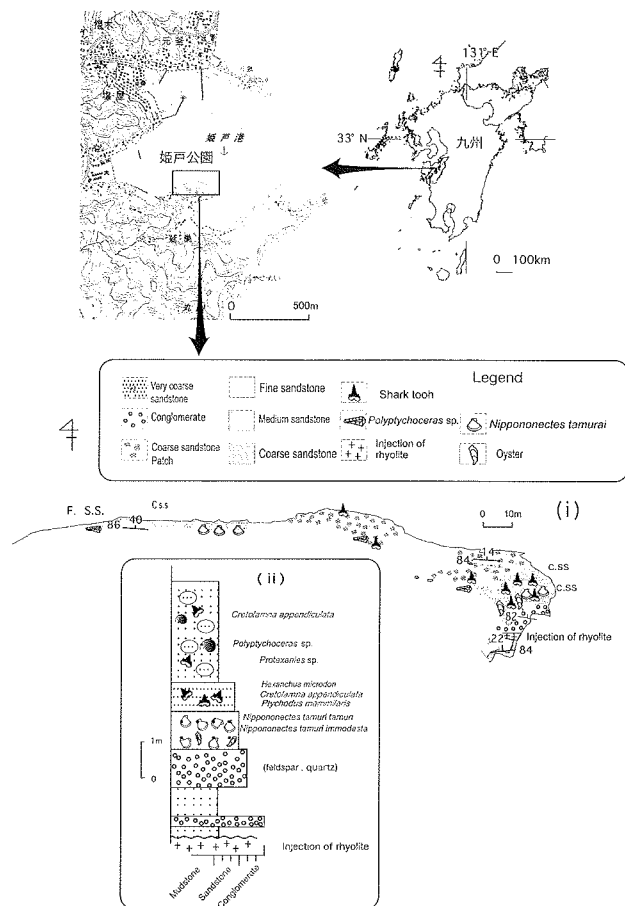


図8. 姫戸公園のルートマップおよび柱状図.

ceras sp. cf. *E. spathi* (Tamura and Matsumura, 1974) が知られており、*Pterotrigonia* (*Ptilotrigonia*) *mashikensis*, *P. (P.) higoensis*, *Crenella glyliakiana*, *Septifer mifunensis*, *Brachidontes mashikensis*, *Matsumotoa unisulcata densestriata*, *Goshoraia crenulata*など主に浅海生の二枚貝類が随伴していることから、当時、岡岳地区には海が広がっていたと考えられる。アンモナイトも遊泳する浅海にサメ*Cretolamna* sp.が侵入していたと考えられる。

3. 上部白亜系姫浦層群

姫浦層群樋之島層から29属41種の軟体動物化石が産出する (表2)。龍ヶ岳町桐島では2層準にサメの歯化石を含む。下位のサメの歯化石*Hexanchus microdon*, *Cretolamna appendiculata*, *Cretolamna* sp., *Squalicorax falcatus*に随伴する二枚貝類には*Fenestricardita densigranulata*, *Nucula* (*Nucula*) *amanoi*, *Glycymeris* (*Glycymeris*) *amakusensis*, *Apiotrigonia minor*, *Inoceramus* sp.などがある。これらを産出する黒色泥岩の上には、表面に生痕化石のある中粒砂岩層、下位に細粒砂岩がある。このサメの歯化石を含む層準はスランプ礫や無方向に堆積した離弁の二枚貝を含むことから、重力流により堆積した異地性の産状を示している。上位に位置するサメの歯化石は*Hexanchus microdon*, *Cretolamna* sp.で、随伴する二枚貝類は*Glycymeris* (*Glycymeris*) *amakusensis*である。

表1. 福良地域から産出する化石種と数量.

Fossils	Locality No.					
	⑨	⑨上部	⑩	⑩上部	⑪	⑫
<i>Matsumotoa</i> sp.			2			
<i>Septifer cressentiformis</i>			4	1	1	
<i>Brachidontes mashikensis</i>	1					
<i>Phelopteria erecta</i>		14				
<i>Anomia</i> sp.			3			
<i>Crassostrea kawauchdensis</i>			2			
<i>Cymbophora ezoensis</i>					6	
<i>Leptosolen japonica</i>				1		
<i>Eomiodon matsubasensis</i>	15		3		2	
<i>Pseudasaphis japonicus</i>			5		2	
<i>Tetoria mifunensis</i>					2	
<i>Tetoria asanoyabensis</i>	1		3	4	2	
<i>Tetoria</i> sp.				1	1	
<i>Goshoraia crenulata</i>			1			
Genus and species indet. Bivalve			1			
<i>Oligoptyxis pyramidaeformis</i>			1		1	3
Genus and species indet. Gastropoda	2					
Burrow trace					1	
Bryozoa		2	1			
?Shark teeth			★2			
Carelltochelyidae			1			
Total	19	16	27	7	18	3

このサメの歯化石を含む層準は、下位に30~40cmの中粒砂岩の円礫を含む層準と表面に生痕化石で覆われた上位の中粒砂岩の間の層準にあり、スランプ礫や無方向に堆積した離弁の二枚貝を含むことから、下位の層準と同様に、重力流により堆積した異地性の産状を示している。

龍ヶ岳町和田の鼻で産出したサメの歯化石は、*Ptychodus mammilaris*, *Chlamydoselachus* sp. B, *Hexanchus microdon*, *Notidanodon* cf. *dentatus*, *Hexanchus* sp., *Sphenodus* sp., *Centrophoroides* cf. *latidens*, *Cretodus* sp., *Cretolamna appendiculata*, *Cretolamna* cf. *woodwardi*, *Cretolamna* sp. A, *Cretolamna* sp. B, *Cretoxyrhina* sp., *Paranomotodon* sp., オナガザメ科の属種未定のもの, *Squalicorax* sp., *Pseudocorax* sp. A, *Pseudocorax* sp. B, *Paraorthacodus* cf. *andersoni*, *Synechodus* sp. および所属未定のものを含む。随伴する化石は、硬骨魚類のうち、二枚貝類 *Nucula* (*Nucula*) *amanoi*, *Acila* (*Truncacila*) *hokkaidoensis*, *Ezonuculana mactraeformis mactraeformis*, *Solemya angusticaudata*, *Nanonavis sachalinensis*, *Nanonavis* sp., *Glycymeris* (*Glycymeris*) *amakusensis*, *Glycymeris himenourensis*, *Inoceramus* sp., *Apiotrigonia minor*, *Apiotrigonia* (*Microtrigonia*) *postonodosa*, *Apiotrigonia* sp., *Myrtea* (*Myrtea*) *ezoensis*, *Myrtea* (*Myrtea*) sp., シロウリガイ類? *Miltha amakusensis*, *Thayasira* (*Thayasira*) *himedoensis*, *Fenestricardita densigranulata*, *Fenestricardita ovata*, *Eriphyla* sp., *Izumia trapezoidalis*, *Panopea matsumotoi*, *Thracia* sp., *Periplomya nagaio nagaio*, 腹足類の *Buscyconidae*, その他の巻貝類、アンモナイト類の *Eupachydiscus haradai*, *Eupachydiscus* sp., *Polyptychoceras* sp. を含んでいる。

東浦のサメ化石の種類は、*Chlamydoselachus* sp. B と *Hexanchus* sp. で、軟体動物化石密集層には、離弁の *Acila* (*Truncacila*) sp. や *Inoceramus* (*Inoceramus*)

amakusensis, *Eupachydiscus* sp., また、植物化石を随伴し異地性の産状を呈する。この上下の黒色泥岩は淘汰がよく、ノジュールになった *Eupachydiscus* sp. や *Inoceramus* (*Inoceramus*) *amakusensis*, *Polyptychoceras* sp., *Gaudryceras* sp., *Parvamussium yubarense* を産する。以上のことより、サメ化石を含む化石密集層はこの場に流れ込んで堆積したと考えられる。

姫戸町姫戸では、二枚貝類 *Nippononectes tamuri tamuri*, *Nippononectes tamuri immodesta* (二枚貝類には合弁ものもみられる)、カキ類の一種の破片を含む細礫岩がある。その上位にサメの歯化石 (*Ptychodus mammilaris*, *Hexanchus microdon*, *Cretolamna appendiculata*) を含む粗粒砂岩、さらにその上に細粒砂岩 (含粗粒砂岩パッチ) 中に *Cretolamna appendiculata* 数点がアンモナイト類

(*Polyptychoceras* sp., *Protexanies* sp.) とともに産出する。以上のことにより、*Cretolamna appendiculata*, *Ptychodus mammilaris*, *Hexanchus microdon* は、粗粒砂岩の岩相や随伴する直下のカキ化石や合弁の二枚貝の存在により浅海域で堆積し、その上の細粒砂岩の岩相やアンモナイト化石から考えて、海進が起こり、浅海域から海域へ変化したことが考えられる。なお、*Cretolamna appendiculata* は海域にも及んだと考えられる。この堆積環境の変化に関しては、樋之島層下部層については沿岸環境からタービダイトが卓越し、海底土石流の発生する斜面のある深海環境へ移行した一連の海進を示すとした藤野 (2003) の報告がある。

松島町小鳥越では、樋之島層中部層に属する黒色泥岩から、サメの歯化石 *Squalicorax* sp., *Cretascymnus* sp. の2点が産出している。随伴する化石は少ないが、アンモナイトの *Gaudryceras* sp. が産出している。佐藤ほか (2005) によると、松島地域の樋之島層中部層は、タービダイト縁辺相や沖合の泥岩に相当することが示されており、本地域の沖合の環境で堆積したと考えられる。

上記したように、姫浦層群のサメの歯化石の産出は樋之島層の下部層と中部層から6層準に及ぶが、姫戸公園のサメの歯化石以外は沖合での異地性の流れ込みの産状を示しているため随伴する軟体動物化石によってもその古生態は考察されにくい。

白亜紀におけるサメ類の古生態

1. 汽水域サメ化石の産出

非海生サメ類の中生代化石記録は、Hybodontsが三疊紀を除いて優占していた (Ree, 2002)。その他、イギリスの白亜紀前期 (Barremian) の非海成 Wessex 層からメジロザメ目 (Carcharhiniformes) トラザメ科 (Scyliorhinidae) の産出 (Sweetman and Underwood, 2006)、アフリカのチュニジアの Chenini 層 (Albian) の恐竜化石を含む河川堆積物から、ネズミザメ目 (Lamniformes) の *Cretodus*?, *Protolamna* の産

表2. 天草下島南東部姫浦層群産サメの歯化石および随伴する化石産出頻度リスト. 産出頻度は, rareを△で, commonを○で, Abundantを◎で示す.

Classification	Locality	櫛島 Kugushima			和田の鼻 Wadanohana		東浦 Higashiura	姫戸 Himedo	小鳥越 Kotorigoe
		Loc. a	Loc. b	Float	Loc. c	Float			
<i>Ptychodus mammilaris</i>				△	△			△	
<i>Chlamydoselachus</i> sp. A				△					
<i>Chlamydoselachus</i> sp. B					△	△			
<i>Hexanchus microdon</i>	△	△		○			△		
<i>Hexanchus</i> sp.				○		△			
<i>Notidanodon dentatus</i>				△					
<i>Notidanodon cf. dentatus</i>				△					
<i>Notidanodon</i> sp.				△					
<i>Sphenodus</i> sp.				△					
<i>Centrophoroides cf. latidens</i>					△				
<i>Cretascymnus</i> sp.								△	
<i>Cretodus</i> sp.					△				
<i>Cretolamna appenriculata</i>	◎	△	◎	◎			◎		
<i>Cretolamna cf. woodwardi</i>			△	○					
<i>Cretolamna</i> sp.				△					
<i>Cretoxyrhina</i> sp.				△					
<i>Protolamna sokolovi</i>					△				
<i>Paranomotodon</i> sp.				△					
Alopiidae genus and species indet.					△				
<i>Pseudocorax</i> sp. A				△					
<i>Pseudocorax</i> sp. B				△					
<i>Squalicorax falcatius</i>	△								
<i>Squalicorax</i> sp.				△				△	
<i>Paraorthacodus cf. andersoni</i>				△					
<i>Synechodus</i> sp.				△					
Shark vertebrae				△					
Osteichthyes scale				△					
<i>Nucula (Nucula) amanoi</i>	△			○					
<i>Acila (Truncacila) hokkaidoensis</i>				△					
<i>Acila</i> sp.						△			
<i>Ezonuculama mactraeiformis mactraeiformis</i>	△			○					
<i>Solemya angusticaudata</i>	△			○					
<i>Nanonavis sachalinensis</i>				○					
<i>Nanonavis</i> sp.				△					
<i>Glycymeris (Glycymeris) amakusensis</i>	◎	◎	◎	◎					
<i>Glycymeris himenourensis</i>	△			△					
<i>Inoceramus (Inoceramus) amakusensis</i>						△			
<i>Inoceramus (Inoceramus) balticus toyajoanus</i>						△			
<i>Inoceramus (Platyceramus) higoensis</i>	△					△			
<i>Inoceramus</i> sp.	△			△		△			
<i>Nippononectes tamuri tamuri</i>							◎		
<i>Nippononectes tamuri immodesta</i>							○		
<i>Parvamusium yubarensis</i>						△			
<i>Parvamusium</i> sp.	△								
<i>Ostreina fragment</i>							◎		
<i>Apiotrigonia minor</i>	△		○	◎					
<i>Apiotrigonia (Microtrigonia) postonodosa</i>				△					
<i>Apiotrigonia</i> sp.				△					
<i>Myrtea (Myrtea) ezoensis</i>				◎					
<i>Myrtea (Myrtea) sp.</i>				△					
<i>Calyptogenia</i> sp. ?				○					
<i>Mitria amakusensis</i>				◎					
<i>Thayasira (Thayasira) himedoensis</i>				△					
<i>Fenestricardita densigranulata</i>	△			△					
<i>Eriphyla</i> sp.	△			△					
<i>Izumia trapezoidalis</i>				△					
<i>Panopea matsumotoi</i>				◎					
<i>Thracia</i> sp.				△					
<i>Periplomya nagaoi nagaoi</i>				△					
<i>Galeodes</i> sp.				△					
<i>Astraea (Coelobolma) sp.</i>				△					
<i>Aporhais</i> sp.				△					
<i>Dentalium</i> sp.				○					
<i>Eupachydiscus haradai</i>				△		△			
<i>Eupachydiscus</i> sp.	△			△		△			
<i>Protexanites</i> sp.				○			△		
<i>Gaudryceras</i> sp.				○		△			
<i>Polyptychoceras</i> sp.	△			○		△	◎	△	
Anthozoa			○	○			△		
Crinoidea			△	△					
Echinoidea			△						
Crustacea	△								

出(Benton et al., 2000), カナダのDinosaur Park層 (Campanian) という海岸平野の河川堆積物からヒポドゥス科 (Hybodontidae) の*Hybodusmontanensis*, テングザメ目 (Orectolobiformes) の*Cretorectolobus olsoni*, *Eucrossorhinus microcuspidatus*, ネズミザメ目 (Lamniformes) の*Odontaspis aculeatus*, *Carcharias steineri*, *Archaeolamna kopingensis judithensis*の産出が報告されている (Beavan and Russel, 1999) .

以上をみると, サメ類の中でネズミザメ目は白亜

紀にはすでに世界中の非海成域に広がっていたと考えられる. 日本では, 中生代や新生代海成層からのサメ化石の産出には多くの報告がある (後藤, 1972; 後藤・木村, 1998; 中生代サメ化石研究グループ, 1977; Yabumoto and Uyeno, 1994) 一方で, 岐阜県御手洗層 (ジュラ系) のシジミ (*Corbicula* sp.) を含む層から産出したヒポドゥス類 (北浦ほか, 1974) 以外, 汽水成層からの産出は知られていなかった. 下部白亜系川口層からのネコザメ類

(*Heterodontus* sp.)、および上部白亜系御船層群下部層からのネズミザメ目 *Carcharias amonensis*, *Carcharias* cf. *amonensis*, *Carcharias* sp. の産出は当時の東アジアの汽水域にサメ類が生息したことを示している。なお、現在の淡水域のサメ類の多くがメジロザメ類で、ネズミザメ目は含まれない (Compagno and Cook, 1995)。また、ネズミザメ目の現生種 *Carcharias taurus* と *C. tricuspidatus* は、どちらも暖かく浅い海に生息している (Compagno et al., 2004)。このことから考えると、*Carcharias* は少なくとも八代層が形成された Albian には出現し、白亜紀 (Cenomanian) において浅海だけでなく、汽水域にも広く分布し、現在では浅海のみで生息するようになったと考えられる。また、Underwood (2002) によると *Heterodontiformes* (ネコザメ目) はヨーロッパのジュラ紀や白亜紀前期には水深の浅い石灰岩質の大陸棚 (Carbonate shelves) で最も豊富であったと述べ、現生でも浅海域に生息していて、汽水域や淡水域には生息していない (Compagno et al., 2004)。

2. 浅海域サメ化石の産出

堆積環境として浅海域をしめす層から産出した姫浦層群樋之島層姫戸公園産サメ化石には、*Cretolamna appendiculata* を優占種として、他に *Ptychodus mammilaris*, *Hexanchus microdon* がある。同じく、宇城市松橋町岡岳に分布する御船層群の浅海堆積層から *Cretolamna* sp. が産出している。Underwood (2002) は、ヨーロッパでの初期の Neoselachian の古生態学上の研究から、ジュラ系と下部白亜系のタクサにおいて *Hexanchids* (カグラザメ類) は、storm wave base より深海の環境に限られていたことを述べている。富田 (2006) は、芦屋層群 (Oligocene) における研究から、カグラザメ類の生息域が漸新世において現在と同様の深い海域であったと報告している。一方、上野ほか (1984) は、芦屋層群 (Oligocene) における研究から、カグラザメ類は漸新世において浅海域に生息し、その後、鮮新世からは深海へ生息域を移したと報告している。また、現生の *Hexanchus* は、深海に生息している (Compagno et al., 2004)。しかし、今回得られた姫戸公園産の標本に基づけば、*Hexanchids* は姫浦層群樋之島層下部が堆積した白亜紀後期 (Santonian)

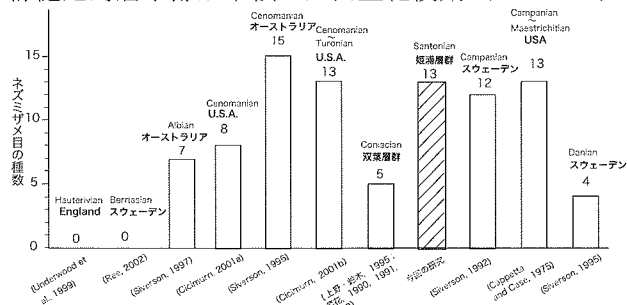


図9. ネズミザメ目の産出種数比較図。

に、すでに浅海域にも広がっていたことを示している。

以上のことから、カグラザメ類は、ジュラ紀～白亜紀前期にかけて深海に生息し、白亜紀後期 (Santonian) では浅海にも広がり、新生代漸新世からは再び深海にのみ分布を狭めるようになったと考えられる。また、Albian-Campanian にかけて Europe, North and South America, North and West Africa, Asia に広く分布していた *Ptychodus mammilaris* は、絶滅したグループであるが、その古生態についてはこれまで何も報告されていなかった。しかし、姫戸公園の標本によれば、*Ptychodus mammilaris* は白亜紀後期 (Santonian) において浅海にも広がっていたことが示唆されるとともに、桐島、和田の鼻、および東浦のカグラザメ類や、桐島、和田の鼻から産出した *Cretolamna appendiculata*, *Ptychodus mammilaris* は異地性の産状ではあるが、同様の浅海域で生息していた可能性が示唆される。

松橋町岡岳の *Cretolamna* sp. (Cenomanian) は浅海堆積層から産出している。*Cretolamna* は、Albian に出現し Eocene には絶滅している (Cappetta, 1987)。また、Underwood (2006) は、白亜紀後期、特に浅海環境の中に Lamniformes (ネズミザメ目) が多様化していると述べているが、本研究により八代層 (Albian) での浅海堆積層からの *Carcharias* sp. の産出や御船層群 (Cenomanian) での *Carcharias* の汽水域への広がり、そして、樋之島層 (Santonian) での 13 種およびネズミザメ目の産出 (図 9) が明らかになり、このことは東アジアでの白亜紀後期におけるネズミザメ目の多様化を示すものである。

結論

1. 熊本県に分布する下部白亜系川口層から 1 目 1 科 1 属 1 種 (*Heterodontus* sp.)、下部白亜系八代層から 1 目 1 科 1 属 1 種 (*Carcharias* sp. B)、上部白亜系御船層群から 1 目 2 科 2 属 4 種 (*Carcharias amonensis*, *Carcharias* cf. *amonensis*, *Carcharias* sp. A, *Cretolamna* sp.)、上部白亜系姫浦層群樋之島層から 5 目 9 科 17 属 25 種 (*Ptychodus mammilaris*, *Chlamydoselachus* sp. A, *Chlamydoselachus* sp. B, *Hexanchus microdon*, *Hexanchus* sp., *Notidanodon dentatus*, *Notidanodon* cf. *dentatus*, *Notidanodon* sp., *Sphenodus* sp., *Centrophoroides* cf. *latidens*, *Cretascymnus* sp., *Cretodus* sp., *Cretolamna appendiculata*, *Cretolamna* sp., *Cretoxyrhina* sp., *Protolamna sokolovi*, *Paranomotodon* sp., *Alopiidae* Genus and species indet., *Pseudocorax* sp. A, *Pseudocorax* sp. B, *Squalicorax falcatus*, *Squalicorax* sp., *Paraorthacodus* cf. *andersoni*, *Synechodus* sp.) が産出した。

2. 随伴する軟体動物化石をもとに、堆積環境を推測すると川口層と福良地域の御船層群下部層が汽水域、八代層と松橋地域の御船層群下部層は浅海域

で、姫戸公園の樋之島層下部層は浅海域から海域への変化時に堆積したと考えられる。

3. *Carcharias*は、すくなくともAlbianには出現し、白亜紀において浅海だけでなく汽水域にも広く分布し、現在では浅海のみ分布するようになったと考えられる。

*Heterodontus*は、白亜紀前期に浅海だけでなく汽水域にも広がって生息し、現在は浅海だけに生息の範囲を狭めて行ったと考えられる。

*Hexanchus*は、ジュラ紀～白亜紀前期にかけて深海に生息し、白亜紀後期 (Santonian) では浅海にも広がり、新生代漸新世からは深海にのみ分布を狭めるようになったと考えられる。

Cretolamna appendiculata, *Ptychodus mammularis*は、絶滅したグループであるが、白亜紀後期 (Santonian) において浅海にも広がっていたことが示唆される。

4. 八代層 (Albian) での浅海堆積層からの *Carcharias* sp.の産出や御船層群 (Cenomanian) での *Carcharias*の汽水域への広がり、そして、樋之島層 (Santonian) での13種におよぶネズミザメ目の産出は、東アジアでの白亜紀後期におけるネズミザメ目の多様化を示すものである。

おわりに

熊本県に分布する下部および上部白亜系からは、日本の他地域と比較して豊富なサメの歯化石が産出することが明らかになった。また、これらのサメ類の古生態を随伴する軟体動物化石の生態学的な情報に基づいて考察した。その結果、これまであまり議論されてこなかった、東アジア地域における白亜紀サメ類の多様性について考察することができた。今後、これらの情報に基づく白亜紀におけるサメ類の古生態や多様性についてより詳細な検討が期待される。

謝辞

本論で取り扱ったサメ類歯化石の採取にあたっては、山田良二氏、川崎信司氏、野田 栄氏、福井吉嗣氏、人見友幸氏、井元義夫氏、藤崎正人氏、竹原美紀氏、水上貴志氏、古庄一夫氏、古庄和隆氏、緒方幸雄氏および熊本市立博物館化石同好会の皆様には多大なる協力を頂き、また、有意義な論議をしていただいた。熊本大学大学院自然科学研究科小松俊文准教授には現地での指導や助言をいただいた。早稲田大学平山 廉博士にはスポンモドキの鑑定でお世話になった。また、元熊本大学大学院自然科学研究科教授の長谷義隆氏には論文の構成や文章表現についての改善に終始ご指導頂いた。これらの方々から心からの謝意を表します。

引用文献

Benton, J.M., Bouaziz, S., Buffetaut, E., Martill, D., Ouaja,

M., Soussi, M., Trueman, C. (2000): Dinosaurs and other fossil vertebrates from fluvial deposits in the Lower Cretaceous of southern Tunisia, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **157**, 227-246.

Beavan R. N. and Russell P. Anthony (1999): An Elasmobranch Assemblage from the Terrestrial-Marine Transitional Lethbridge Coal Zone (Dinosaur Park Formation: Upper Campanian), Alberta, Canada, *Journal of Paleontology*, **73** (3), 494-503.

Cappetta, H. (1987): Chondrichthyes II. Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii, in Schultze, H.P. and O. Kuhn (ed.), *Handbook of Paleichthyology*, 3B, 193p., Fisher, Stuttgart, New York.

Cappetta, H. and Case, G.R. (1975): Selaciens nouveaux du Cretace du Texas, *Geobis*, **8** (4), 303-307.

Cicimurri, D. J. (2001a): Fossil selachians from the Belle Fourche Shale (Cretaceous, Cenomanian), Black Hills region of South Dakota and Wyoming. *The Mountain Geologist*, **38** (4), 181-192.

Cicimurri, D. J. (2001b): "Cretaceous Elasmobranchs of the Greenhorn Formation, Western South Dakota" Proceedings of the 6th Fossil Resource Conference, Geologic Resources Division Tech. Report, NPS/NRG/GRDIR/01/01.

Compagno, L. J.V., and S.F. Cook (1995a): The exploitation and conservation of freshwater elasmobranchs: status of taxa and prospects for the future. *Journal of Aquaculture and Aquatic Sciences*, **7**, 62-90.

Compagno, L. and Dando M., Fowler S. (2004): A Field Guide to the Sharks of the World, 368p., Harper Collins Publishers Ltd., London.

中生代サメ化石研究グループ(1977): 日本産板鰐類化石 (第1報). 瑞浪化石博物館研究報告, **4**, 119-138.

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**, 585-600.

後藤仁敏・上野輝彌・藪本美孝 (1993) : 日本産の板鰐類化石について. 日本古生物学会142回例会講演予稿集, 26.

Goto, M., Uyeno T. and Yabumoto Y. (1996): Summary of Mesozoic Elasmobranch remains from Japan. *Mesozoic Fishes-Systematics and Paleoecology*, G. Arratia and G. Viohl (eds.), 73-82, Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München Germany.

後藤仁敏・木村方一 (1998): 北海道の板鰐類化石に関する一総括, *Journal of Fossil Research*, **31**(1), 1-6.

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, 24.

後藤仁敏・サメの歯研究会 (1999): 日本産のラブカ歯化石とラブカ類の進化. 地学団体研究会第53回総会シンポジウム・ポスター要旨集, 143-

- 144.
- 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年会予稿集, 53.
- Goto, M. and The Japanese Club for Fossil Shark Tooth Reserch (2004): Tooth remains of chlamydoselachian sharks from Japan and their phylogeny and paleoecology, *Earth Science (Chikyu Kagaku)*, **58**, 361-374.
- Iwasaki, Y. (1989): Three Gastropod Fossils from the Cretaceous Kawaguchi Formation, Kyushu. *Kumamoto Journal of Science, Geology*, **12**(1), 31-38.
- 亀井俊幸1987: 天草棚島の化石. わたしたちの自然史. 北九州自然史友の会誌, **25**, 1-3.
- 柏木健司・田中 均・坂本大輔・高橋 努・一瀬めぐみ (2002): 九州西部八代地域の川口層から産出した白亜紀古世放射虫化石, *地球科学*, **56**, 203-208.
- 北村直司・木戸良二・中川友幸・井元義夫(1995): 熊本の白亜紀サメ化石. 熊本博物館館報, **6**, 45-61.
- 北村直司 (1997): 熊本県の白亜系から産出した魚類化石. 熊本博物館館報, **9**, 29 - 47.
- 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.
- 北村直司・川崎信司 (2001): 熊本県上部白亜系姫浦層群樋之島層から新たに発見された板鰓類化石. 熊本博物館館報, **13**, 41-49.
- 北浦嗣豊・吉田勝治・大江文雄 (1974): 岐阜県御手洗産サメの歯について. *化石の友*, **11**, 2-3.
- 松本達郎 (1939): 熊本県御船地方の地質学的研究 (特に白亜系を中心として). *地質学雑誌*, **46**, 1-12.
- 御船町恐竜化石調査委員会 (1998): 熊本県重要化石分布確認調査報告 御船層群の恐竜化石. 御船町教育委員会, 1-47.
- 菜花 智 (1990): 「魚類」の項. いわき市鶴房地内足沢層化石包有状況調査報告書, 6-7, 1-20, 図版1-8, 海竜の里整備事業化石発掘調査団, いわき.
- 菜花 智 (1991): 「魚類」の項. いわき市鶴房地内足沢層化石包有状況調査報告書, 12, 1-26, 14図版, いわき市教育委員会海竜の里整備事業化石発掘調査団, いわき.
- 菜花 智 (1992): 「魚類」の項. いわき市鶴房地内足沢層化石包有状況調査報告書, 9-10, 1-26, 図版1-11, いわき市教育委員会海竜の里整備事業化石発掘調査団, いわき.
- Nagao, T. (1930): On some Cretaceous fossils from the Islands of Amakusa, Japan. *Jour. Fac. Sci., Hokkaido Imp. Univ., Ser. 4*, **1**, 1-26.
- Rees J. (2002): Shark fauna and depositional environment of the earliest Cretaceous Vitaback Clay at Eriksdal, southern Sweden, Transactions of the Royal Society of Edinburgh. *Earth Sciences*, **93**, 59-71.
- 佐藤 壮・熊谷太朗・永田紘樹・小野麻衣子・小松俊文 (2005): 白亜系姫浦層群樋之島層の海底レビーからオーバーバンク堆積物に含まれる二枚貝化石群. 三笠市立博物館紀要, **9**, 1-10.
- Siverson M. (1992): Biology, Dental Morphology and Taxonomy of Lamniform Sharks from The Campanian of the Kristianstad Basin, Sweden, *Paleontology*, **35**, Part 3, pp. 519-554.
- Siverson M. (1995): Revision of the Danian Cow Sharks, Ssdn Tiger Sharks, and Goblin Shark (Hexanchidae, Odontaspidae, and Mitsukurinidae) from Southern Sweden, *Journal of Vertebrate Paleontology*, **15** (1), 1-12.
- Siverson M. (1996): Lamniform Shark of the mid Cretaceous Alinga Formation and Beedagong Claystone, Western Austraria, *Palaeontology*, Vol. **39**, Part 4, 1996, pp. 813-849, 6 pls.
- Siverson M. (1997): Sharks from the Mid-Cretaceous Gearle Siltstone, Southern Carnarvon Basin, Western Australia, *Journal of Vertebrate Paleontology*, **17**(3), 453-465.
- Sweetman S.C. and Underwood C. J. (2006): A Neoselachian Shark from the Non-Marine Wessex Formation (Welden Group: Early Cretaceous, Barremian) of the Isle of Wight, Southern England, *Palaeontology*, **49**, Part 2, 457-465.
- Tamura, M. (1979): Cenomanian Bivalves from the Mifune Group, Japan. Part 3. *Mem. Fac. Educ. Kumamoto Univ., Nat. Sci.*, **28**, 59-74, pls. 1-3.
- Tamura, M. and Matsumura, M. (1974): On the Age of the Mifune Group, Central Kyushu, Japan, with a Description of Ammonite from the Group by Matsumoto, T., *Memoirs of the Faculty of Education, Kumamoto University, Natural Science*, **23**, 47-56, pl.1.
- Tamura M., N. Nishida (1989): Marine Bivalves from Lower Cretaceous Kawaguchi Formation, *Memoirs of the Faculty of Education, Kumamoto University, Natural Science*, **38**, 19-27.
- 田村 実・岡崎美彦・池上直樹 (1991): 御船層群上部層よりの肉食・草食恐竜の化石群の産出について. 熊本大学教育学部紀要, **40**, 31-45.
- 田中 均・高橋 努・宮本隆実・利光誠一・一瀬めぐみ・桑水流淳二・安藤秀一 (1998): 熊本県八代東域の下部白亜系と二枚貝化石相, 熊本大学教育学部紀要 (自然科学), **47**, 11-40.
- Tashiro, M. (1976): Bivalve faunas of the Cretaceous Himenoura Group in Kyushu. *Palaeontological*

- Society of Japan Special Papers*, 19, 1-102, pls. 12.
- 田代正之・池田昌久 (1987) : 熊本県八代山地の下部白亜系. 高知大学学術研究報告 (自然科学), **36**, 71-91. pls. 30-34.
- 田代正之・野田雅之 (1973) : 九州のいわゆる姫浦層群の地質時代. 地質学雑誌, **79** (7), 465-480.
- 田代正之・谷内康浩・岡村真・安田尚登・前田晴良 (1986) : 天草・姫浦層群下部亜層群の堆積環境に関する研究. 高知大学学術研究報告 (自然科学), **35**, 151-167.
- 富田武照 (2006) : 漸新世板鰐類の生息域の復元. 日本古生物学会2006年年会予行集, 23.
- Underwood C. J. (2002): Shark, Rays and Chimeroid from the Kimmeridgian (Late Jurassic) of Ringstead, Southern England, *Palaeontology*, **45**, Part 2, 297-325, 4 pls.
- Underwood J. C. (2006): Diversification of the Neoselachii (Chondrichthyes) the Jurassic and Cretaceous, *Paleobiology*, **32**, 215-235.
- Underwood J. C., Mitchell F. S. and Veltkap J. K. (1999) : Shark and Ray teeth from the Hauterivian (Lower Cretaceous) of North-East England, *Palaeontology*, **42**, Part 2, pp.287-302, 3 pls.
- 上野輝彌・鈴木千里 (1995) : 福島県いわき市上部白亜系足沢層の一露頭から採集された *Squalicorax* 等のサメの歯. 国立科学博物館専報, 28, 59-64.
- 上野輝彌・藪本美孝・久家直之 (1984) : 芦屋層群の魚類化石, *Bull. Kitakyushu Mus. Nat. Hist.*, **5**, 135-142.
- Yabumoto, Y. and T. Uyeno (1994): Late Mesozoic and Cenozoic Fish Fauna of Japan, *The Island Arch*, **3**, 255-269.

(2008年1月10日受理)