

四国東部の南部黒瀬川帯(坂州帯)坂州層群(新称)の層序と放散虫年代

石田啓祐*・香西 武**

Stratigraphy and radiolarian ages of the Sakashu Group, South Kurosegawa Terrane (Sakashu Belt) in East Shikoku

ISHIDA Keisuke* and KOZAI Takeshi**

Abstract The post-Norian and pre-Hauterivian cover formation of the Permian accretionary complex is investigated in the lithostratigraphy and radiolarian ages in the Sakashu Belt (South Kurosegawa Terrane), East Shikoku. The cover formation, proved to be the Lower Jurassic-earliest Cretaceous fore-arc basin-deposits, is newly named the Sakashu Group. The group is composed of the Lower Jurassic Hirose Formation (new name), and the Middle Jurassic-earliest Cretaceous Kurisaka Formation (revised). The Hirose Formation unconformably overlies the Carnian and Norian shallow-marine formations. The Kurisaka Formation is unconformably overlain by the Shobu Formation of the Takegatani Group (brackish Hauterivian). The Hirose Formation initiates in the radiolarian *Parahsuum simplum* Zone. The middle to upper part of the Kurisaka Formation at least ranges from the *Tricolocapsa conexa* to the *Pseudodictyomitra primitiva* zones. The Sakashu Group provably encircles the upper Lower Jurassic beds. Because the submarine-slide beds, being intercalated in the Kurisaka Formation, contain the mudstone block of the *Trillus elkhornensis* Zone. The Sakashu Group is correlative with the Kawamata and the Ashikita groups in Kyushu. The Naruho and Kagio formations in West Shikoku, and the Nakanose and Birafu formations in Central Shikoku are correlative to the formations of the Sakashu Group. The fore-arc basin-formations were formed on the Permian accretionary complex of the Kurosegawa Terrane from earliest Jurassic to earliest Cretaceous. The sedimentation was after the deposition of the Triassic shelf-deposits (Zohoin and Kochigatani groups), and before the initiation of Hauterivian delta-sedimentation (Shobu Formation of the Takegatani Group).

Key words : stratigraphy, radiolarian age, Jurassic, earliest Cretaceous, fore-arc basin, Sakashu Group, Kurosegawa Terrane

はじめに

四国の秩父累帯には、その中央部を東西に縦断する形でペルム紀の付加コンプレックス(以下ACと略す)が分布しており、その南北両側に分布するジュラ紀ACを主とした地帯とは、異なる層序構成で特徴づけられる。このペルム紀ACの分布地帯は、黒瀬川帯と呼ばれており(四国地方土木地質図編纂委員会編著、1998など)、中生代の斜面海盆堆積

物(以下SLと略す)により覆われている。四国東部では、上韭生川-鮎喰川断層より東部の黒瀬川帯は、南北2帯に分かれて分布しており、ペルム紀ACを被覆する斜面海盆堆積物の層序構成が異なることが明らかにされており、北部の正木帯と南部の坂州帯に区分されている(石田・香西、2003)、また正木帯と坂州帯の間には、下部白亜系堆積後の構造ユニットである吉ヶ平帯が存在する(石田・香西、2003)。

筆者らは、坂州帯の中生代斜面海盆堆積相の層序と微化石年代の検討の一環として、四国東部の那賀川上流域の徳島県木沢村坂州~相生町内山に分布する栗坂層(Kobayashi and Iwaya, 1941)の岩相層序と放散虫年代を検討した(Fig. 1)。その結果、これまで上部ジュラ系と見なされていた栗坂層の下部は下部ジュラ系に属し、上部三畳系斜面海盆堆積相を不整合に覆うことが明らかとなっ

* 徳島大学総合科学部地球物質科学教室。Laboratory of Geology, Faculty of Integrated Arts and Sciences, University of Tokushima, minamijosanjima 1-1, Tokushima 770-8502, Japan, E-mail: ishidak@ias.tokushima-u.ac.jp

** 鳴門教育大学自然系地学教室。Laboratory of Geosciences, Naruto University of Education, Tokushima 772-8502, Japan

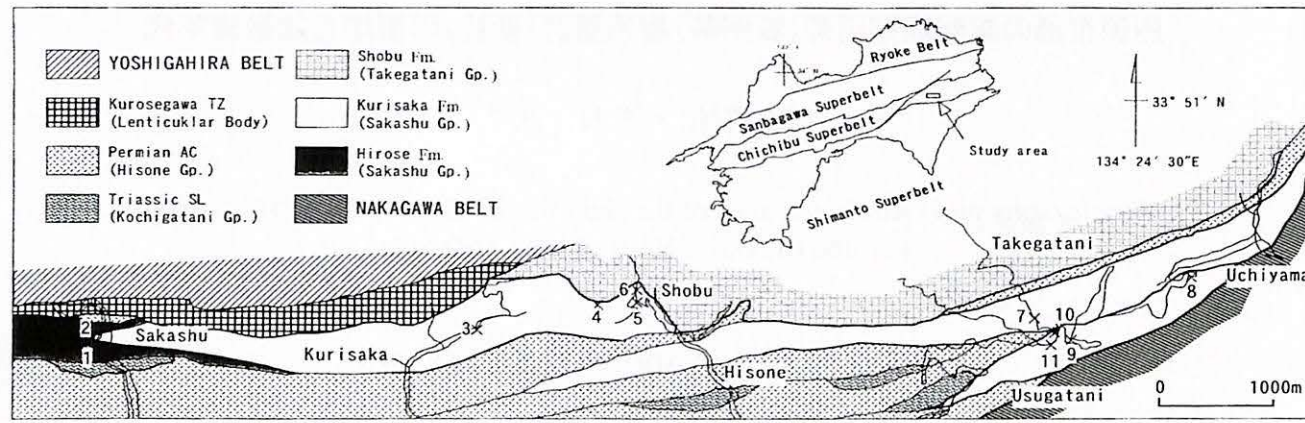


Fig. 1. Geological outline map of the Sakashu Group (Hirose and Kurisaka formations) with the index map. 1-11: radiolarian localities.

た。また、栗坂層の上部は最下部白亜系に及び、下部白亜系のデルター浅海層との間には、層的な欠如が見られることを明らかにしたので報告し、坂州帯の下部ジュラ系～最下部白亜系斜面海盆堆積相の岩相層序を改訂する。

地質概説

四国東部地域の上韭生川～鮎喰川断層以東では、広義の秩父累帯は5帯、すなわち北から南へ、雲早山帯(秩父累帯北帯相当の三疊紀末-ジュラ紀AC分布地帯)、正木帯(黒瀬川帯北部相当のペルム紀ACと白亜系SL分布地帯)、吉ヶ平帯(白亜紀前期後半以降の構造ユニット)、坂州帯(黒瀬川帯南部のペルム紀ACと中生代SL分布地帯)、那賀川帯(秩父累帯南帯相当のジュラ紀-白亜紀初期ACとSL分布地帯)に区分されている(石田・香西, 2003)。坂州帯は、黒瀬川帯(ペルム紀ACとペルム紀末-中生代SL)の南部に相当し、シルルーデボン系の黒瀬川構造帯構成岩類を伴うペルム紀ACの檜曾根層群(平山ほか, 1956)ならびに、ペルム紀末、三疊紀中・後期、ジュラ-白亜紀最初期、白亜紀前期のSLで構成される層序ユニットを基本とする(Fig. 2)。斜面海盆堆積相(SL)はペルム紀末の拝宮層群(平山ほか, 1956)、三疊紀中期の蔵法院層群白ヶ谷層(平山ほか, 1956)、三疊紀後期の河内ヶ谷層群寒谷層と梅ヶ谷層(平山ほか, 1956)、ジュラ紀前期の広瀬層(新称)、ジュラ紀中期～白亜紀初期の栗坂層(改訂)、白亜紀前期の竹ヶ谷層群菖蒲層(Kobayashi and Iwaya, 1941; 石田・香西, 2003再定義: 汽水成Hauterivian)、紅葉川層(石田・香西, 2003: 海成Barremian)、内山層(石田・香西, 2003; 海成Aptian)に区分される。三疊紀SLは数帯に分かれて分布するが、蔵法院層群白ヶ谷層はペルム紀後期SLの拝宮層群と密接に

伴って最南部の1帯にのみ分布し、*Daonella sakawana*, *D. kotoi* と *Trachyceras* sp. を産し、Ladinian に属する。河内ヶ谷層群上部層の梅ヶ谷層は坂州帯中-北部で数帯見られ、*Entomonotis ochotica* をはじめとする二枚貝を産し、Norian 上部に属する。

ペルム紀後期ACと三疊紀後期SLの不整合関係は坂州の坂州木頭川河床で見られ、坂州不整合(市川ほか, 1953)と呼ばれている。坂州帯の北限は東尾スラストで吉ヶ平帯と画され、南限は十二社スラストで那賀川帯と画される。坂州の坂州橋下～上流の広瀬にかけての河床では、檜曾根層群から寒谷層、広瀬層(新称)と栗坂層下部に至る層序が見られる。また上那賀町栗坂～菖蒲にかけては、栗坂層の模式的層序と、その上位に位置する竹ヶ谷層群菖蒲層が見られる(Fig. 3)。

岩相層序

1. 坂州層群(新称)

坂州帯に分布する下部ジュラ～最下部白亜系の斜面海盆堆積相を坂州層群と命名する。坂州層群は、徳島県木沢村坂州～上那賀町栗坂を経て、菖蒲に至る地帯に模式的に分布するほか、檜曾根-竹ヶ谷、白ヶ谷-内山にかけての東西地帯に3帯の分布が見られる。本層群は層厚500mにおよび、上部三疊系川内ヶ谷層群相当のSLを不整合に覆い、デルター浅海相の下部白亜系竹ヶ谷層群菖蒲層に不整合で覆われる。坂州層群は、下部ジュラ系の広瀬層(新称)と中・上部ジュラ～最下部白亜系の栗坂層(再定義)に区分される。

栗坂層はKobayashi and Iwaya (1941)により命名され、礁成石灰岩を伴わないことから、鳥巢層群とは区別されたが、平

Age		Zone & Assemblage	Sakashu Belt	
CRETACEOUS	Aptian	<i>Mesomilsa japonica</i> - <i>Plicatula Takahashii</i> <i>Cheloniceris</i> sp.	Uchiyama Fm.	
	Barremian	<i>Archaeodictyomitra pseudoscalaris</i> AZ	Momijigawa Fm.	
	Hauterivian	<i>Eomiodon matsumotoi</i> - <i>Hayamina cf. carinata</i>	Shobu Fm.	
	Valanginian			
JURASSIC	Upper	<i>Pseudodictyomitra carpatica</i> Zone	Sakashu Group	Kurisaka Fm.
		<i>Loopus primitivus</i> Zone		
		<i>Ataxioceras kurisakense</i> - <i>Somapecten kimurai</i> <i>Stylocapsa (?) spiralis</i> Zone		
	Middle	<i>Tricolocapsa conexa</i> Zone		
	Lower	<i>Trillus elkhornensis</i> Zone		(slide block)
		<i>Parahsuum simplum</i> Zone		Hirose Fm.
TRIASSIC	Upper	<i>Entomonotis ochotica</i>	Umegatani Fm.	
		<i>Halobia</i> sp. - <i>Pseudolimea naumanni</i> <i>Myophoria</i> sp. - <i>Oxitoma pulchra</i>	Sabudani Fm.	
		<i>Daonella kotoi</i>	Usugatani Fm.	
Middle				
Lower				
PERMIAN	Upper	<i>Lepidolina kumaensis</i>	Haigyu Gp.	
		<i>Neobaillella ornithoformis</i> AZ <i>Follicucullus charveti</i> - <i>Albaillella yamakitai</i> AZ <i>Follicucullus sholasticus</i> - <i>F. ventricosus</i> AZ	Hisone Group	
Lower				
CARBON.				
DEVONIAN				
SILURIAN	<i>Schedohalysites kitakamiensis</i>	Suberidani Gp.		

Fig. 2. Stratigraphy of the Sakashu Belt.

山ほか(1956)は石灰岩を伴うことをもとに、本層を鳥巢層群に含めた。本層はアンモナイトの *Ataxioceras kurisakense* を産することから、Kimmeridgian 階に相当すると見なされていた(Kobayashi and Fukada, 1947; Sato, 1974)。筆者らは、坂州帯の中生代斜面海盆堆積相の層序と微化石年代の検討の一環として、四国東部の那賀川上流域の徳島県木沢村坂州～相生町内山に分布する栗坂層(Kobayashi and Iwaya, 1941)の岩相層序と放散虫年代を検討した。その結果、これまで上部ジュラ系と見なされていた本層の下部は下部ジュラ系に属し、上部三疊系斜面海盆堆積相を不整合に覆うことが明らかとなった。また、栗坂層の上部は最下部白亜系に及び、下部白亜系のデルター浅海層の竹ヶ谷層群との間には、層的な欠如と顕著な岩相変化が見られることが明らかとなった。坂州帯の下部ジュラ系斜面海盆堆積相と中・上部ジュラ系斜面海盆堆積相の栗坂層とは、年代にかなりの隔たりがあり、岩相や生物相にはそれぞれ固有の特徴が

見られることから、従来の栗坂層分布地域で新たに発見された下部ジュラ系斜面海盆堆積相を栗坂層とは区別し、広瀬層(新称)と命名する。また栗坂層模式地を中心とした放散虫生層序の検討により、模式地を含む栗坂層の層序が中・上部ジュラ系～最下部白亜系に及ぶことに応じて、栗坂層を再定義する。広瀬層と栗坂層とは、岩相的には整合的累重関係にあるが、両者の詳細な年代層序関係については、今後の詳細な検討が必要である。

広瀬層は上部三疊系Carnian階の寒谷層と不整合関係にあり、Norian階の梅ヶ谷層との間にも層的な欠如がある。坂州層群上位の竹ヶ谷層群(Ishida, 1999; 石田・香西, 2003再定義)は、坂州帯に分布する下部白亜系デルター斜面海盆堆積相で、礫岩から始まる3回の堆積サイクルが見られる。竹ヶ谷層群は基底礫岩を伴う汽水成層から始まっており、最下部の菖蒲層は、Kobayashi and Iwaya (1941)によって、栗坂層の被覆層として命名された。菖蒲層の砂岩・泥岩が

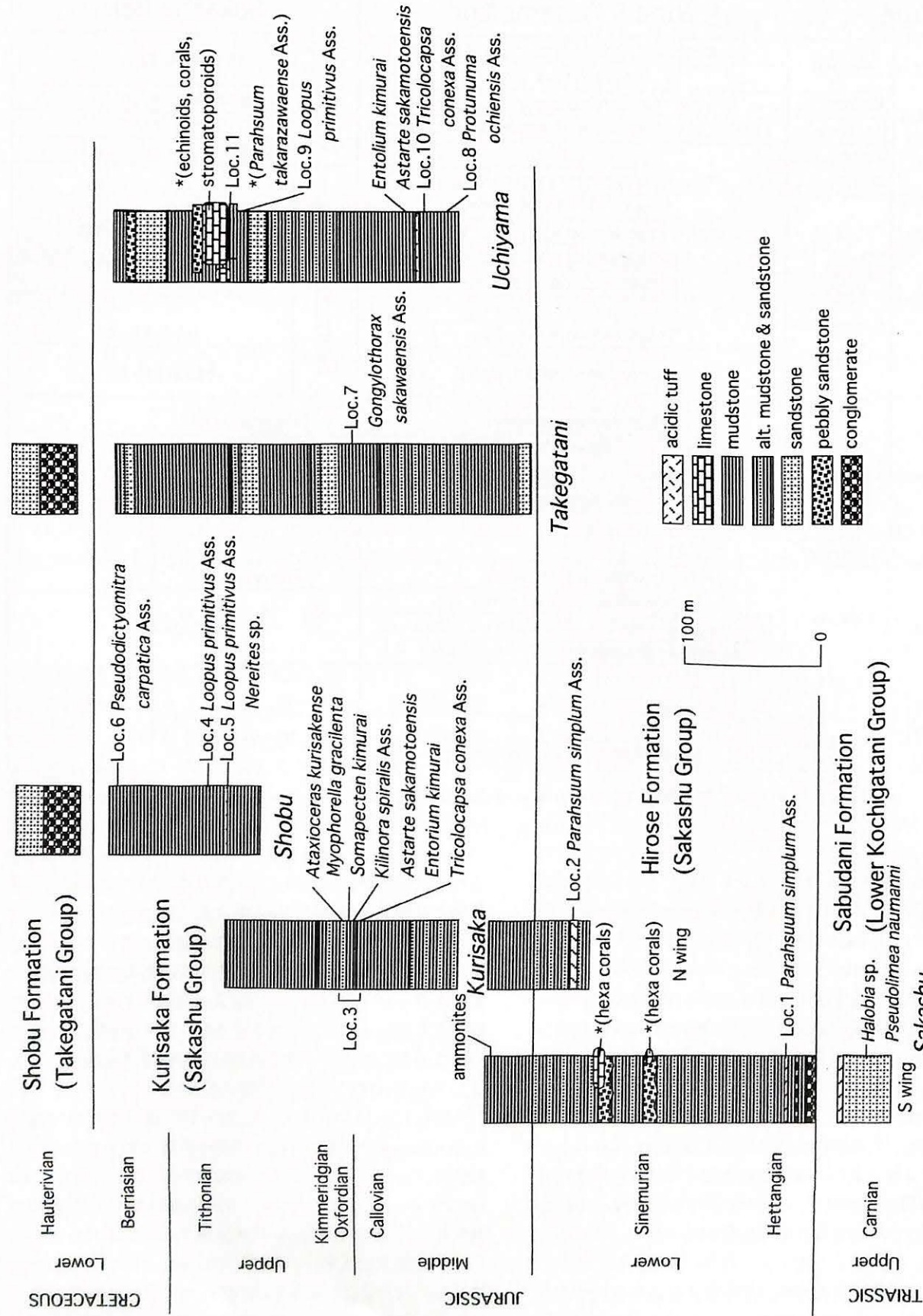


Fig. 3. Stratigraphic columns of the Sakashu Group (Hirose and Kurisaka formations). Asterisks show the reworked fossils found in the sliding blocks.

らは、*Eomiodon matsumotoi*, *E. nipponicus*, *Hayamina carinata* などの汽水生二枚貝類が産出し、Hauterivian と考えられるほか、下部の泥岩は再堆積放散虫群集を産し、*Tricolocapsa plicarum* をはじめとするジュラ紀要素を伴う(香西ほか, 2001)。このように竹ヶ谷層群は栗坂層(再定義)とは堆積相の相違と年代的な間隙がある。

黒瀬川帯のジュラ系を鳥巣層群に帰属させるかどうかに関しては、これまでも議論はあったが、鳥巣層群の模式層(蔵田, 1941a・b; 木村, 1956; 須鎗・石田, 1985)は、秩父累帯南帯のジュラ紀付加体を被覆する斜面海盆堆積相(Matsuoka and Yao, 1985)である。これに対して、本層もその一つである鳥巣層群相当層は、秩父累帯の南半部に数帯に分かれて分布しており、北部のものは、黒瀬川帯ペルム紀ACの被覆岩相として存在する。以上の状況から、坂州帯のペルム紀ACの被覆岩相のうちの最下部ジュラ~最下部白亜系の斜面海盆堆積相を坂州層群(新称)と命名する。

広瀬層 (新称)

分布: 木沢村坂州字広瀬の坂州木頭川河床に模式的に分布する。西方延長は木沢村寒谷に、東方延長は上那賀町西ノ谷に及ぶ。

層厚: 約210m。

岩相・層序: 本層は、模式地の坂州木頭川の坂州橋直下の河床では、上部三疊系Carnian階の寒谷層に属する酸性凝灰岩層(層厚0.4m)を不整合に覆う(Fig. 3)。広瀬層の基底層は、斑状組織の顕著な珉質火成岩類の中~大円礫を主とする礫支持型の礫岩層(層厚2m)に始まり、下部は砂岩泥岩等量ないし泥岩優勢のタービダイト型砂岩泥岩互層を主とする(Fig. 4)。本層下部の泥岩優勢部には、淡緑灰色の酸性凝灰岩薄層(層厚1~3cm)が数枚挟在する。本層の中部には、channel-fill 型の砂岩層(層厚数m以下)が挟在する。Channel-fill 型の砂岩層は下位層の浸食面を充填するもので、剥離泥岩片を多量に伴い、鳥巣式の礫成石灰岩塊(長径数m以下)を含む(Fig. 4)。鳥巣式石灰岩塊には、ウニの棘や、六射サンゴ類が豊富に含まれる。広瀬層の上部は、泥岩優勢~砂岩泥岩等量のタービダイト型砂岩泥岩互層(層厚約50m)からなり、しばしば酸性凝灰岩薄層(層厚2~3cm)が挟在する。広瀬河床においては、本層の上位には、栗坂層相当の黒色の泥岩層(層厚約40m)が整合的に重なる(Fig. 3)。

構造: 模式地の坂州木頭川河床では、広瀬層は、上位の栗坂層と共に、東西方向で東に緩くプランジした軸をもつ、ひとつの向斜構造を形成する(Fig. 1)。したがって、広瀬層は南北両翼に分布が見られ、軸部には栗坂層の最下部の黒色泥岩層が分布する。下位層からの連続層序が見られるのは、南翼である。下部のタービダイト型砂岩泥岩互層は南翼のみに分布が見られ、坂州木頭川左岸河床では、

波長20~30mの開いた褶曲を2回繰り返しており、褶曲軸はほぼ東西で、東または西に緩くプランジしており、地層の走向はN62°W~70°Eの間で連続的に変化し、北または南に傾斜する。中部から上部にかけては、N70°W前後の走向で、50~65°北傾斜し、北上位である。北翼には広瀬層上部のみが分布しており、模式地の河床では、北限は、破碎帯(1.5m)を伴う東西走向北傾斜の衝上性の断層で画されており、ペルム系相当の砂岩層と接する。走向・傾斜はN65~70°E, 65°Nで逆転している。

年代: 本層の下部および上部からは、タービダイト型砂岩泥岩互層の泥岩優勢部分に挟在する酸性凝灰岩薄層より、*Parahsuum simplum* 帯の放散虫群集が産し、最下部ジュラ系に属する。

栗坂層 (再定義)

分布: 南北3帯に分布している。北より、坂州-栗坂-菖蒲、檜曾根-竹ヶ谷、白ヶ谷-内山の分布地帯である。本層の模式的な層序は栗坂-菖蒲にかけて見られる(Fig. 1)。

層厚: 最大層厚約310mと推定される(Fig. 3)。

岩相・層序: 栗坂層の下部は坂州木頭川沿いの広瀬河床で見られ、下位の広瀬層とともに向斜構造を形成し、その軸部に黒色の泥岩層(層厚40m)が分布する。この泥岩層は雲母片と赤いひも状の生痕を多く含み、しばしば砂質の薄層を挟在するほか、鱗片状の劈開が顕著である。この泥岩層からは、広瀬の河床において、数は少ないが、アンモナイトが産している。栗坂層の模式地である上那賀町栗坂~菖蒲にかけては、栗坂層の中部から上部の層序が見られる。本層の中部は石灰質の暗灰色泥岩および泥岩優勢の砂岩・泥岩細互層を主として、層厚2m以下のアルコーズ質砂岩層を挟在する。アルコーズ質砂岩層には、石英脈や酸性火成岩起源の細円礫を混えることがある。上部層は泥岩および泥岩優勢の砂岩泥岩細互層が主であり、生痕の *Nereites* sp. が伴う。泥岩は暗灰~黒色で、互層部は単層が数cm以下の細粒の泥質砂岩層を伴うほか、酸性凝灰岩薄層(層厚1~2cm)を挟在する。檜曾根-竹ヶ谷の分布地帯では、栗坂層は砂岩、泥岩、泥岩優勢砂岩泥岩細互層からなり、層厚約300mに及ぶ。白ヶ谷-内山の分布地帯では、泥質岩層中に最大径が30mを超える鳥巣式石灰岩塊や円礫混じり砂岩塊を伴う海底地すべり堆積物が挟在する。栗坂層は広瀬層に整合的に累重し、下部白亜系菖蒲層に不整合に覆われる。

構造: 坂州-栗坂-菖蒲の分布地帯では、下位の広瀬層とともに、東に緩くプランジした向斜構造を形成するが、栗坂から東方の菖蒲にかけては南翼のみが分布するため、全般にN70~80°W走向で60°前後に北傾斜する。檜曾根-竹ヶ谷の分布地帯では、N70~80°Eの走向で60°前後に北傾斜する。また白ヶ谷-内山の分布地帯では、N70~80°E

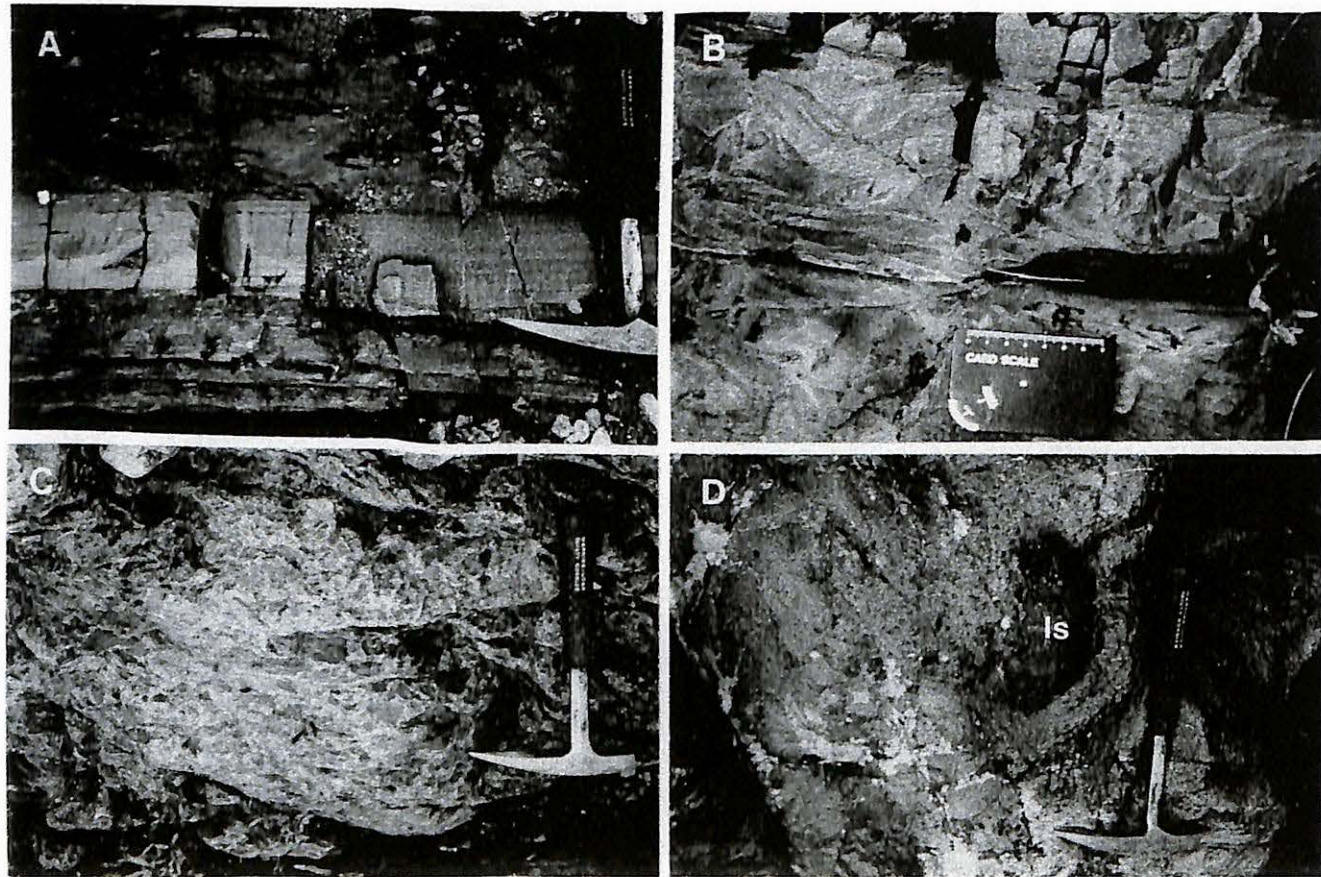


Fig. 4. Lithological features of the Hirose Formation at Hirose, Sakashu. A: a graded sandstone bed in the alternating beds of sandstone and mudstone. B: convolute lamination in the turbiditic sandstone and mudstone. C: basal part of the channel-fill sandstone beds with rip-up mudstone clasts. D: reef limestone (Is: Torinosu-type) block in the channel-fill sandstone.

走向で50~60°南傾斜し、南上位である。

年代：栗坂層の詳細な年代下限は不明であるが、少なくともジュラ紀中期Callovian階(*Tricolocapsa conexa*帯)~白亜紀最初期(*Pseudodictyomitra carpatica*帯)に及んでおり、広瀬層との整合的な層序関係から、下限はジュラ紀前期後半~中期初めに及ぶ可能性がある。また層内の地すべり堆積物からは、ジュラ紀前期後半(*Trillus elkhornensis*帯)の放散虫が検出される。

放散虫年代

1. 広瀬層

本層の下部からは、坂州橋上流河床において、本層基底礫岩の上位約15mの泥岩優勢砂岩泥岩互層に挟在する酸性凝灰岩薄層(Loc. 1: Fig. 3)より、*Parahsuum simplum*が産する(Fig. 5)。本層の上部からは、坂州木頭川の広瀬河床において、向斜北翼の泥岩優勢タービダイト型砂岩泥岩互層に挟在する酸性凝灰岩薄層(Loc. 2: Fig. 3)より、

Parahsuum simplum, *Parahsuum ovale*, *Gigi* sp., *Bagotum* sp.を主要な構成種とする放散虫群集が産し(Fig. 5), Hori (1990)の*Parahsuum simplum* Assemblage Zone, とくにSubzone IIに対比される。またMatsuoka (1995a)の*Parahsuum simplum* Zone (JR1)に対比され、下部ジュラ系下部に属する。このように、広瀬層は、下部から上部までが下部ジュラ系下部の*Parahsuum simplum* Zone (Hori, 1990; Matsuoka, 1995a)に属する。

2. 栗坂層

栗坂層の模式的な層序は坂州-栗坂-菖蒲の分布地帯で見られる。本層下部の黒色の泥岩層(Fig. 3)からは、放散虫は検出されていないが、アンモナイトが検出されている。栗坂層の中部はKobayashi and Iwaya (1941)による栗坂層の模式地でもあり、アンモナイトの*Ataxioceras kurisakense*を産することから、Kimmeridgian階下部に相当すると見なされていた(Kobayashi and Fukada, 1947; Sato, 1974)。Ishida (1997)は、模式地の栗坂セクション(Loc. 3)において、放

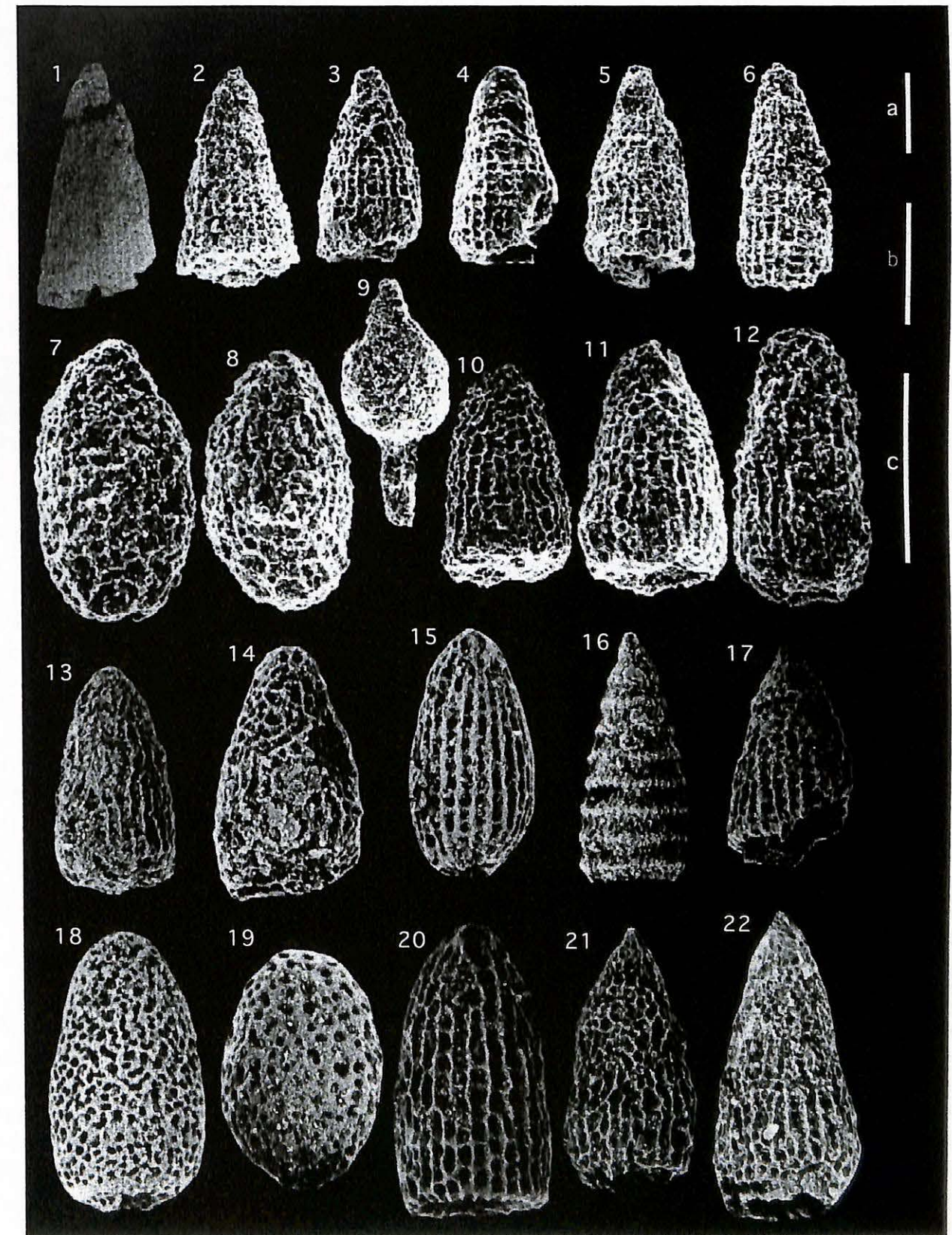


Fig. 5. SEM photographs of Lower Jurassic radiolarians from the Hirose Formation (1-12) and the sliding mudstone-block in the Kurisaka Formation (13-22). Scale bars (a-c) indicate 100 μ m. a: 1, 9. b: 2-6, 10-17, 21, 22. c: 7, 8, 18-20. 1-6: *Parahsuum simplum* Yao (1: Loc.1; 2-6: Loc.2); 7,8: *Bagotum* sp. (Loc.2); 9: *Gigi* sp. (Loc.2); 10-12: *Parahsuum ovale* Hori and Yao (Loc.2); 13: *Parahsuum ovale* Hori and Yao (Loc.11); 14: *Parahsuum takarazawaense* Sashida (Loc.11); 15: *Broctus* sp. (Loc.11); 16: *Canoptum anulatum* Pessagno and Poisson (Loc.11); 17: *Parahsuum kanyoense* Sashida (Loc.11); 18: *Bagotum* sp. (Loc.11); 19: *Archicapsa pachyderma* (Tan Shin Hok) (Loc.11); 20: *Parahsuum* sp. (Loc.11); 21: *Droltus hecatensis* Pessagno and Whalen (Loc.11); 22: *Noritus* cf. *lillihornensis* Pessagno and Whalen (Loc.11).

散虫群集を検出し、*Ataxioceras kurisakense*の産出層準との関係を考察した。栗坂セクション(約10m)は下位より、A部層：石灰質ノジュールを伴う泥岩層(3.2m)、B部層：石灰質泥岩層(1.5m)、C部層：葉理泥岩層(0.5m)、D部層：葉理砂岩・泥岩互層(0.5m)、E部層：石灰分の多い砂質泥岩層(0.5m)、F部層：葉理砂岩・泥岩互層(1.4m)、G部層：石灰質ノジュールを伴う泥質砂岩層(1m)、H部層：珪長質硬砂岩層(1.5m)で構成される。A部層の下部(層準A：セクション基底BSより1m)からは、*Tricolocapsa conexa*, *Gongylothorax favosus*が産するのに対して、A部層上部(層準B：BSより2.5m)とB部層(層準C3：BSより4m)・C部層(層準C2：BSより5.5m)の泥岩からは、兩種に加えて*Kilinora spiralis*が特徴的に多産し、*T. plicarum*, *Tricolocapsa tetragona*, *Tricolocapsa* aff. *fusiformis*, *Eucyrtidiellum nodosum*, *Archaeodictyomitra suzukii*が伴う(Fig. 6)。さらに、B・C部層からは*Cinguloturris carpatica*が加わり、G部層の泥質砂岩(層準C1：BSより8.6m)からはアンモナイトの*Ataxioceras kurisakense*(Fig. 7)が産する(Ishida, 1997)。したがって、栗坂セクションでは、A部層下部は*Tricolocapsa conexa*帯(Matsuoka and Yao, 1986; Matsuoka, 1995a)に、A部層上部～C部層は*Kilinora spiralis*帯(Matsuoka and Yao, 1986; Matsuoka, 1995a)に属する。またG部層はKimmeridgian下部に属する。

本層の上部は黒色泥岩～細粒砂岩泥岩細互層からなり、しばしば酸性凝灰岩薄層が挟在する。細粒のタービダイト相と見られる。上部からは、栗坂-菖蒲間の峠付近(Loc.4)の泥岩層より*Loopus primitivus*, *Cinguloturris carpatica*, *Eucyrtidiellum ptyctum*で特徴づけられる群集が、また菖蒲(Loc. 5)の凝灰岩薄層を挟在し*Nereites* sp.の生痕を伴う細粒砂岩泥岩細互層からは、*Loopus primitivus*で特徴づけられる放散虫群集が産し(Fig. 6)、いずれも*Loopus primitivus*帯(Loc. 4は下部, Matsuoka, 1995b)に属する。

本層最上部からは、菖蒲(Loc. 6)の細粒黒色泥岩層(Loc. 5の約80m上位)より*Pseudodictyomitra carpatica*, *Loopus yangi*で特徴づけられる群集が産し(Fig. 6), *Pseudodictyomitra carpatica*帯(Matsuoka, 1995a,b)に属する。*Loopus yangi* *Dumitrica*はMasirash島(Oman)のBerriasianから報告されていることから(Dumitrica et al., 1997), 栗坂層最上部は最下部白亜系に及ぶと見なすことができる。

榎曾根-竹ヶ谷の分布地帯では、栗坂層は砂岩、泥岩、泥岩優勢砂岩泥岩細互層からなり、層厚約300mに及ぶ。竹ヶ谷南方の竹ヶ谷-白ヶ谷林道沿いの泥岩優勢砂岩泥岩互層(Loc. 7, Fig. 3)からは、*Gongylothorax sakawaensis*, *Ristola dhimenaensis*, *R. cf. boesii*, *Mirifusus* sp., *Podobursa* cf. *polyacantha*, *Tetratras* spp.で構成される群集が産し、Baumgartner and INTERRAD J-C W.G. (1995)のUAZ6-7,

Matsuoka (1995a)の*Kilinora spiralis*帯に相当する(香西ほか, 2001)。

白ヶ谷-内山の分布地帯では、栗坂層は層厚約250mに及び、砂岩、泥岩、泥岩優勢砂岩泥岩細互層からなり、下部に鳥巢式石灰岩塊を伴う海底地すべり堆積物が、上部にアルコズ質砂岩層が挟在する。本層からは、内山(Loc. 8)の泥質岩から*Protunuma ochiensis*, *Hsuum maxwelli*, *Dictyomitrella* (?) aff. *kamoensis*を伴う群集が産し、*T. conexa*帯中部 - *Kilinora spiralis*帯(Matsuoka, 1983)に属する。内山西方の内山-白ヶ谷林道沿いでは、鳥巢式の石灰岩塊を伴う海底地すべり堆積物直下の泥岩優勢砂岩泥岩細互層(Loc. 9)より、*Loopus primitivus*, *Svinitzium* sp., *Pantaneillum lanceola*, *Cinguloturris carpatica*, *Archaeodictyomitra apiarium*, *A. minoensis*, *Solenotrifa ichikawai*の共産で特徴づけられる放散虫群集が産し(Fig. 6), *Loopus primitivus*帯(Matsuoka, 1995b)に属する。竹ヶ谷-白ヶ谷林道沿いでは峠より竹ヶ谷側の本層下部の黒色泥岩層(Loc. 10)より、*Tricolocapsa conexa*が産し、*T. conexa*帯ないし*Kilinora spiralis*帯(Matsuoka and Yao, 1986; Matsuoka, 1995a)に属する。また、その上位100m付近の泥質岩層に挟在する海底地すべり堆積物からは、林道頂上部付近の鳥巢式石灰岩塊に隣接する黒色泥岩(Loc. 11)より、*Archicapsa pachyderma*, *Parahsuum kanyoense*, *P. takarazawaense*, *Canoptum anulatum*, *Droilus hecatensis*, *Noritus* cf. *lillihornensis*, *Parahsuum ovale*, *P. sp.*, *Broctus* sp., *Bagotum* sp.が産し(Fig. 5, 香西ほか, 2001), *Trillus elkhornensis*帯(Matsuoka, 1995a), ないしは*Parahsuum takarazawaense*帯(Sashida, 1988)相当の堆積物に由来すると考えられる。当地域の鳥巢式石灰岩からは、ウニ、層孔虫などが産し、六射サンゴはEguchi (1951)による記載がなされている。

大型化石年代

栗坂層からは、上那賀町轟からTamura (1960)によって、21種の二枚貝が記載されている。これらの二枚貝類は熊本県栗坂本層、福島県相馬中村層群中ノ沢層からも知られる。栗坂層轟の二枚貝産出層準は、筆者らの栗坂セクションにおけるD～G部層からの産出と見なされ、G部層(層準C1)よりKimmeridgian下部を示す*Ataxioceras kurisakense* Kobayashi and Fukadaが産し(Fig. 7), 2.1m下位のC部層(層準C2)からは、*Kilinora spiralis*帯の放散虫群集が産することから、二枚貝産出層準は、両者の間すなわち、Oxfordian上部ないしKimmeridgian下部と考えられる。坂本層は、岩相から上部層、下部層に区分され、上部層下部の含石灰質頁岩細互層から二枚貝類、上部の黒色頁岩層から二枚貝類及びTithonianを示すアンモナイト*Aulacosphinctes*

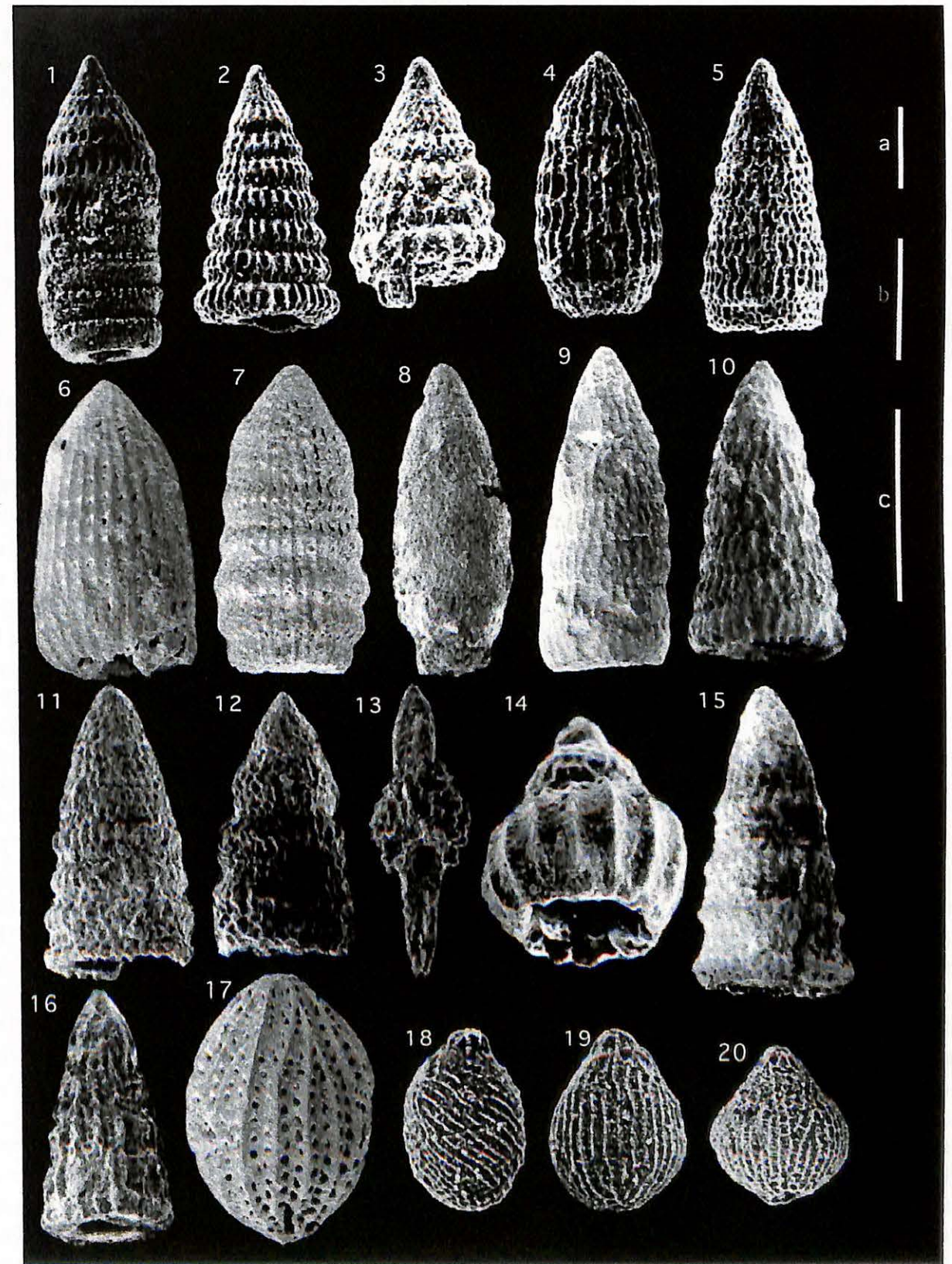


Fig. 6. SEM photographs of Middle Jurassic - earliest Cretaceous radiolarians from the Kurisaka Formation. Scale bars (a-c) indicate 100 μ m. a: 13. b: 1,2,4,5,16,18-20. c: 3,6-12,14,15,17. 1: *Loopus yangi* Dumitrica (Loc.6); 2,3: *Pseudodictyomitra carpatica* (Loznyiak) (Loc.6); 4: *Archaeodictyomitra apiarium* (Ruest) (Loc.6); 5: *Loopus primitivus* (Matsuoka and Yao) (Loc.5); 6: *Archaeodictyomitra apiarium* (Ruest) (Loc.9); 7: *Archaeodictyomitra minoensis* Mizutani (Loc.9); 8: *Solenotrifa ichikawai* Matsuoka and Yao (Loc.9); 9,10: *Loopus primitivus* (Matsuoka and Yao) (Loc.9); 11: *Svinitzium* sp. (Loc.9); 12: *Cinguloturris carpatica* Dumitrica (Loc.9); 13: *Pantaneillum lanceola* (Parona) (Loc.9); 14: *Eucyrtidiellum ptyctum* (Riedel and Sanfilippo) (Loc.4); 15: *Dictyomitrella* (?) aff. *kamoensis* Mizutani and Kido (Loc.8); 16: *Hsuum maxwelli* Pessagno (Loc.8); 17: *Protunuma ochiensis* Matsuoka (Loc.8); 18: *Kilinora spiralis* (Matsuoka) (Horizon C2 of Loc.3); 19: *Tricolocapsa conexa* Matsuoka (Horizon C2 of Loc.3); 20: *Tricolocapsa plicarum* Yao (Horizon A of Loc.3).

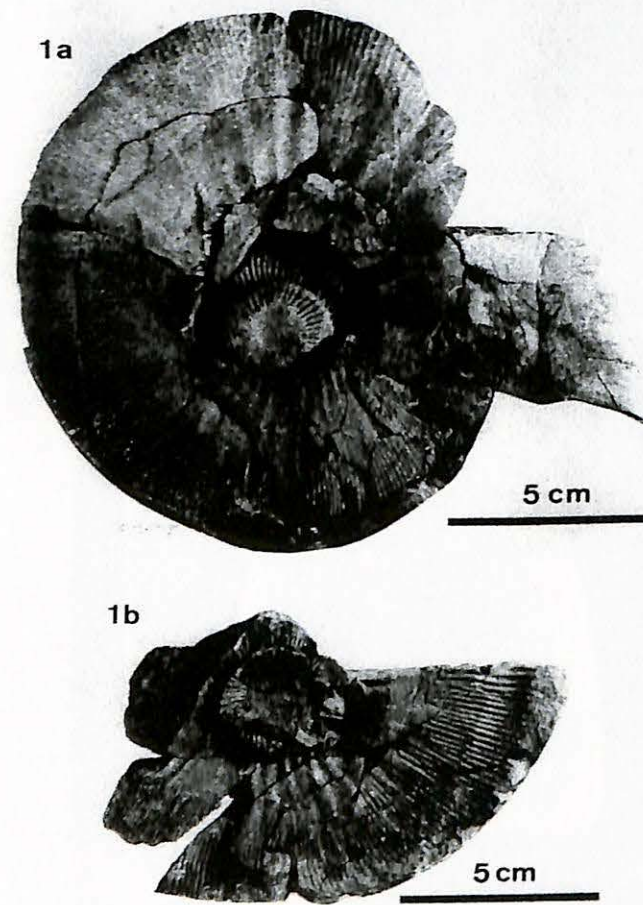


Fig. 7. *Ataxioceras kurisakense* Kobayashi and Fukada, 1947 from the Kurisaka Section (Loc. 3, Horizon C1 of the Member G).

sp. の産出が報告されている(田村, 1960). また上部層からは, *Hsuum maxwelli* 帯及び *Loopus primitivus* 帯の放散虫群集が産出し, KimmeridgianからTithonianとされる(西園, 2001). これらのことから, 坂本層上部層下部はKimmeridgian, 上部はTithonianと考えられる. また, 相馬中村層群中ノ沢層は産出する化石から, OxfordianからKimmeridgianとされる(Mori, 1963). 栗坂層から産出する, *Grammatodon takiensis* Kimura, *Parallelodon kobayashii* (Tamura), *Entolium kimurai* Tamura, *Somapecten kamimaensis* Kimura, *Lima tosana* Kimura, *Exogyra kumensis* Tamura, *Astarte defecta* Tamura, *A. sakamotoensis* Tamura, *Protocardia tosensis* Kimura, *Pleuromya ? punctostriata* Tamura, *Corbula grobosa* Tamuraは, 中ノ沢層, 坂本層からも産出が報告され(Tamura, 1959a-c, 1960), また, *Eopecten kurisakensis* Tamura, *Gervillia tatenosawensis* Tamuraは中ノ沢層から産出が報告されている(Tamura, 1960). これらは, 栗坂層セクションにおける二枚貝産出層準の地質年代と矛盾しない. 白ヶ谷一内山の

分布地帯では, 酸性凝灰岩薄層を挟む黒色泥岩層において, *Tricolocapsa conexa* 層準(Loc. 10)の上位約12mより, *Entolium kimurai*, *Astarte sakamotoensis* が産している.

対 比

近年, 九州・四国の各地で, 黒瀬川帯のペルム紀AC上に分布し, 鳥巣層群相当の浅海層と見られていた地層群の層序と, 放散虫年代が明らかにされている. 本章では, 九州, 四国各地域の関連層の概要を説明し, 今回明らかになった四国東部地域の層序との対比を行う(Fig. 8).

1. 九州の黒瀬川帯

球磨川流域に分布する黒瀬川帯のペルム紀AC上に分布する斜面海盆堆積相ジュラ系は, 日奈久帯に属する河俣層群(宮本ほか, 2001), 美生層(佐野, 1977)・池原層(横田・佐野, 1986), および坂本帯の坂本層(田村, 1960; 松本・勘米良, 1964)が知られている.

日奈久帯

日奈久帯に属する美生地域のジュラ系は, 美生層(佐野, 1977)・池原層(横田・佐野, 1986)が知られており, 美生層からは, 中部層の下部よりアンモナイトの *Cadonites* sp., *Planisphinctes ?* sp. が報告され(Hirano and Sano, 1977), 下部層の最上部から *Unuma echinatus* 群集帯の放散虫が報告されており, 美生層は中部ジュラ系(Bajocian - Bathonian)とみなされていた(横田・佐野, 1986). また美生層の西側に分布する池原層からは, *Ristola altissima* をはじめとする放散虫群集の産出により, 上部ジュラ系 Tithonian 下部相当と見なされていた(横田・佐野, 1984).

宮本ほか(2001)は, 美生層および池原層分布地域を含めたジュラ系の層序と放散虫年代を検討し, 日奈久帯美生地域に分布するジュラ系斜面海盆堆積相が, *Laxtorum jurassicum* 帯~*Loopus primitivus* 帯に及ぶことを明らかにした. また, 当ジュラ系は下部白亜系によって, 傾斜不整合に覆われることを明らかにし, 新たにジュラ系河俣層群を提唱した.

坂本帯

坂本帯の坂本層は, 大型化石による研究(田村, 1960; 松本・勘米良, 1964)により, 上部からは *Aulacosphinctes* sp. が産し Tithonian(田村, 1960)とみなされている. 放散虫は *Tricolocapsa conexa* 帯ないしは *Kilinora spiralis* 帯から *Loopus primitivus* 帯にかけての群集が産し, 上限は Tithonian, 下限は Oxfordian 以前にさかのぼると推測されている(西園, 2001). 太田・坂井(2003)は, 海浦地域の坂本帯ジュラ系を井出鼻層, 京泊層, 坂本層の3つの累層からなる葦北層群を提案した. 井出鼻層は *Haugia cf. variabilis* を産し,

AGE	ZONE & ASSEMBLAGE	KYUSHU				SHIKOKU			
		Hinagu Subzone	Sakamoto Subzone	Shirokawa	Sakawa-Niyodogawa	Monobegawa	Nakagawa		
CRETACEOUS	Barremian	<i>Archaeodictyonitra pseudoscalaris</i> AZ	Miyamoto et al., 2001	Ohta & Sakai, 2003	Hada et al., 1992	Hada, 1996	Kozai & Ishida, 2003, 2004	This paper	
	Hauterivian		Yokota & Sano, 1984	Nishizono, 2001	Ishida, 1987	Katto & Matsumoto, 1982	Ishida & Kozai, 2004		
	Valanginian	<i>Cecrops septemporus</i> Zone							
	Berriasian	<i>Pseudodictyonitra carpatica</i> Zone							
JURASSIC	Upper	<i>Loopus primitivus</i> Zone	Kawanata Group	Ikebaru Fm.	Ashikita Group	Sakamoto Fm.	Birafu Fm.	Kurisaka Fm.	
		<i>Hsuum maxwelli</i> Zone							
		<i>Stylocapsa (?) spiralis</i> Zone							
	Middle	<i>Tricolocapsa conexa</i> Zone	Bisho Fm.	Kyodomari Fm.	Kagio Fm.	Kaiseikan facies "Tarinosu Gp."			
		<i>Tricolocapsa plicarum</i> Zone							
	Lower	<i>Laxtorum (?) jurassicum</i> Zone	?	Idenohana Fm.	Naruho Fm.	Nakanose Fm.			
<i>Parahsuum simplum</i> Zone									
TRIASSIC	uppermost	<i>Canoptum triassicum</i> Zone					Hirose Fm.		

Fig. 8. Correlation of Jurassic fore-arc basin formations on the Kurosegawa PAC in Shikoku and Kyushu.

Toarcian 後期と見なされており, 京泊層からは *Tricolocapsa plicarum* 帯の放散虫が検出されている.

2. 四国の黒瀬川帯

四国西部

成穂層は愛媛県城川町地域で, 黒瀬川帯のペルム系宮成層群と土井層群に構造的に挟まれて分布する粗粒碎屑岩相で, 土居層群と見なされていた黒色泥岩や珪長質凝灰岩から *Canoptum* spp. を伴う放散虫群集が検出され, 三疊紀最後期~ジュラ紀初期とみなされた(Hada et al., 1992). 同じく Hada et al. (1992) によれば, 同層からは *Dictyonitrella* sp. が産するとされており, ジュラ紀前期と見なされる.

嘉義尾層群は, 愛媛県の城川町嘉義尾を模式として中川ほか(1959)により命名された. 珪長質凝灰岩を頻りに伴う砂岩・泥岩層で, 下部層が砂岩優勢で, 上部層が泥岩優勢となる. また下部層は花崗岩円礫を含む礫岩を伴う. 三滝火成岩類を不整合に覆うことがある. 泥質岩より *Unuma typicus* を伴う群集などの *Tricolocapsa plicarum* 帯の放散虫群集が検出されており, ジュラ紀中期前半と見なされる(石田, 1987; Hada et al., 1992).

四国中央部

高知県佐川地域では, 中~上部三疊系斜面海盆堆積相の蔵法院層群1帯と川内ヶ谷層群2帯の東西分布を挟んで, それらの北側にいわゆる介石山帯の鳥巣層群相当層が分布しており(甲藤, 1982), 南部黒瀬川帯(坂州帯)に属する. 日高村岩目地では, タービダイト型砂岩・泥岩互層と泥質岩からなる層厚30m以上の地層が分布しており, 生痕化石の *Nereites cf. murotoensis* とともに, 泥岩優勢の砂岩泥岩互層部からは, アンモナイトの *Euaspidoceras* sp. aff. *E. pyrha* Spath が産しており, Callovian 上部と見なされている(甲藤・松本, 1982). このことから, 介石山帯の鳥巣層群相当層は, 栗坂層下部の *Tricolocapsa plicarum* 帯に対比される. 高知県仁淀村地域では, 砂岩・泥岩互層および黒色泥岩からなり, 珪長質凝灰岩と礫岩を伴う地層から,

Canoptum sp., *Eucyrtidiellum* sp., *Eucyrtidiellum* sp. cf. *E. pessagnoii* などの放散虫が検出され, 三疊紀最後期からジュラ紀初期と見なされ, 中ノ瀬層と命名された(Hada et al., 1992). 中ノ瀬層の放散虫群集は *Eucyrtidiellum* spp. を伴うことから, ジュラ紀前期と見なされる.

高知県東部の物部川地域には, 砂岩・泥岩を主として, 鳥巣式の石灰岩を伴う地層が分布しており, 領石統の鳥巣-領石漸移層と見なされていた(蔵田, 1941a). 森野ほか(1989)は, 香北町西の川沿いを模式として, 美良布層と命名し, 同層から放散虫と二枚貝類を検出して, その年代を Valanginian 後期~Barremian とした. 香西ほか(2004)は模式地の岩相層序と放散虫を再検討し, 下部層が *Kilinora spiralis* 帯(ジュラ紀後期初), 中部層が *Loopus primitivus* 帯(ジュラ紀後期末), 石灰岩を挟んで, それより上部層が *Pseudodictyonitra carpatica* 帯(白亜紀前期初)に及ぶことを明らかにし, Kimmeridgian アンモナイトの産出層準(Kobayashi and Fukada, 1947)ともあわせて, 美良布層がジュラ紀後期~白亜紀初期の連続層序を持つことを明らかにし, 構造的な位置からも, 四国東部の栗坂層に対比される黒瀬川帯南部の地層であることを論じた.

四国東部

今回, 明らかになったように, 四国東部の那賀川流域では, 黒瀬川帯南部(坂州帯)のペルム紀ACを被覆するいわゆるジュラ紀後期の浅海公海相とされた栗坂層は, Kimmeridgian アンモナイトの産出層準(Kobayashi and Fukada, 1947)を挟んで, ジュラ紀中期後半(*Tricolocapsa conexa* 帯)~白亜紀初期(*Pseudodictyonitra carpatica* 帯)に及ぶ泥質岩優勢層である. また, 栗坂層の西方延長域で, 下部相当と見なされていた砂岩・泥岩層は, ジュラ紀前期初(*Parahsuum simplum* 帯)のタービダイト型互層であり, 広瀬層と命名された.

広瀬層と栗坂層の年代層序関係については今後の課題であるが, 広瀬層の基底礫岩層は, 上部三疊系寒谷層(Carnian)の *Halobia* sp., *Pseudolimea naumanni* などと伴う

浅海成砂岩層と酸性凝灰岩層を不整合に覆い、また栗坂層の最上部は、礫岩で始まる下部白亜系(Hauterivian)汽水成層によって覆われる。以上に基づき、広瀬層と栗坂層からなる四国東部南部黒瀬川帯のジュラ紀—白亜紀初期の斜面海盆堆積相は坂州層群と命名された。

上記記述した岩相と放散虫年代ならびに地帯構造上の帰属に基づき、九州西部の川俣層群や葦北層群、四国西部の成穂層・嘉義尾層、また四国中央部の中ノ瀬層や介石山帯の鳥巢層群相当層、ならびに物部川流域の美良布層は、四国東部で新たに定義された坂州層群に対比される。とくに広瀬層は、四国中央部の中ノ瀬層、四国西部の成穂層に対比される。また、栗坂層は、四国中央部の美良布層、九州西部の坂本層、池原層に対比される。

四国・九州における放散虫生層序学的検討結果を概観すると、黒瀬川帯ベルム紀AC上に分布し、主としてジュラ紀後半のいわゆる浅海陸棚層と見られていた地層群は、下部ジュラ系(*Parahsuum simplum* 帯)~最上部ジュラ系(*Loopus primitivus* 帯)および最下部白亜系(*Pseudodictyomitra carpatica* 帯)に及ぶ前弧海盆堆積相と考えられる。

ま と め

四国東部の南部黒瀬川帯(坂州帯、石田・香西、2003)に分布する、いわゆる鳥巢層群相当層は、下部ジュラ系の広瀬層(新称)と中部ジュラ系~最下部白亜系の栗坂層(再定義)に区分された。また、広瀬層と栗坂層からなり、上下限が不整合で隔てられた下部ジュラ系~最下部白亜系海成層は坂州層群(新称)と命名された。

広瀬層は*Parahsuum simplum* 帯に属し、タービダイト型砂岩・泥岩層を主として、異地性岩塊として鳥巢式石灰岩を含む。広瀬層基底の火成岩円礫を主とする礫岩層は、上部三疊系Carnian階の寒谷層を不整合に覆う。Norian階の梅ヶ谷層も不整合に覆うものと推定される。

栗坂層は泥岩勝ち砂岩泥岩互層を主として砂岩・泥岩層を伴い、中部から上部は*Tricolocapsa conexa* 帯~*Pseudodictyomitra carpatica* 帯に及ぶ。栗坂層下部の泥岩層はアンモナイトを産し、広瀬層の泥岩勝ち砂岩泥岩互層に整合的に連続する。栗坂層は竹ヶ谷層群葛蒲層(下部白亜系 Hauterivian 階の汽水層)に不整合に覆われる。

岩相と放散虫年代ならびに地帯構造上の帰属に基づき、九州西部の川俣層群や葦北層群、四国西部の成穂層・嘉義尾層、また四国中央部の中ノ瀬層や介石山帯の鳥巢層群相当層、ならびに物部川流域の美良布層は、四国東部で新たに定義された坂州層群に対比される。とくに広瀬層は、四国中央部の中ノ瀬層、四国西部の成穂層に対比される。ま

た、栗坂層は、四国中央部の美良布層、九州西部の坂本層、池原層に対比される。四国・九州各地域における放散虫生層序学的検討結果によれば、黒瀬川帯のベルム紀AC上に分布し、主としてジュラ紀後半のいわゆる浅海陸棚層と見なされていた地層群は、下部ジュラ系(*Parahsuum simplum* 帯)~最下部白亜系(*Pseudodictyomitra carpatica* 帯)に及ぶ前弧海盆堆積相と考えられる。

謝 辞

本稿をまとめるにあたって、鳴門教育大学 清水義久氏には一部の試料の処理と写真撮影に協力いただいた。筑波大学生命環境科学研究科の指田勝男教授には、原稿を見ていただいた。徳島大学総合科学部 難波亜里子嬢には、資料の整理を手伝っていただいた。記して厚くお礼申し上げます。

文 献

- Baumgartner, P.O. and INTERRAD Jurassic-Cretaceous Working Group, 1995, Middle Jurassic to Lower Cretaceous Radiolaria of Tethys: Occurrences, systematics, biochronology. *Memoires de Geologie* (Lausanne), no.23, 1172p.
- Dumitrica, P., Immenhauser, A. and Dumitrica-Jud, R., 1997, Mesozoic Radiolarian biostratigraphy from Masirah ophiolite, Sultanate of Oman. *Bull. National Museum of Natural Science*, no.9, 1-106.
- Eguchi, M., 1951, Mesozoic Hexacorals from Japan. *Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd Ser.* (Geol.), 24, 1-96.
- Hada, S., Sato, E., Takeshima, H. and Kawakami, A., 1992, Age of the covering strata in the Kurosegawa Terrane dismembered continental fragment in southwest Japan. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleocology*, 96, 59-69.
- Hirano, H. and Sano, H., 1977, Middle Jurassic ammonites from Bisho, Kumamoto Prefecture, Kyushu. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan., N.S.*, no.106, 100-105.
- 平山 健・山下 昇・須鎗和巳・中川衷三, 1956, 7万5千分の1徳島県剣山図幅および同説明書。徳島県, 52p.
- Hori, R., 1990, Lower Jurassic radiolarian zones of SW Japan. *Trans. Proc. Paleont. Soc. Japan, N.S.*, no.159, 562-586.
- 市川浩一郎・石井健一・中川衷三・須鎗和巳・山下 昇, 1953, 坂州不整合について。徳島大学学芸紀要(自然科学), 3, 61-74.
- 石田啓祐, 1987, 愛媛県野村—土居地域の秩父累帯中・南帯の放散虫年代と岩類の配列。日本地質学会第94年学術大会演旨, 大阪, P.232.
- Ishida, K., 1997, *Stylocapsa (?) spiralis* Assemblage (Radiolaria) from the Kurisaka Formation of the Torinosu Group in Shikoku, SW Japan. *NOM, Spec. Vol.*, no.10, 193-203.
- Ishida, K., 1999, Radiolarians as tracers for provenance of gravels in Lower Cretaceous molasse (Outer Zone of SW Japan). *Geodiversitas*, 21(4), 637-656.
- 石田啓祐・香西 武, 2003, 四国東部秩父累帯の地帯区分と層序。徳島大学総合科学部自然科学研究, 16, 11-41.
- 甲藤次郎(編), 1982, 佐川町地質図(その1・その2)および同説明書。内外地図, 東京, 37p.
- 甲藤次郎・松本達郎, 1982, 高知県加茂中学校周辺の鳥巢層群からの生痕化石とアンモナイトについて。高知大学学術研究報告, 30, 43-50.
- 木村敏雄, 1956, 鳥巢層群の層序および鳥巢石灰岩に関する研究。地質雑, 55, 515-526.
- Kobayashi, T. and Fukada, A., 1947, A new species of Ataxioceras in Nippon. *Japanese Jour. Geol. Geogr.*, 20, 45-48.
- Kobayashi, T. and Iwaya, Y., 1941, On the imbricated structure of the Sakuradani area in the province of Awa. *Proc. Imp. Acad.*, 17, 110-115.
- 香西 武・石田啓祐, 2003, 四国中央部黒瀬川帯美良布層の放散虫年代と二枚貝群集。第8回放散虫研究集会講演要旨, つくば, 0-18.
- 香西 武・石田啓祐・近藤康生, 2004, 四国中央部黒瀬川帯美良布層の放散虫年代と二枚貝群集。大阪微化石研究会誌, 特別号, no.13, 149-165.
- 香西 武・石田啓祐・橋本寿夫・森江孝志・中尾賢一・森永 宏・元山茂樹・福島浩三, 2001, 徳島県相生町に分布する黒瀬川帯の地質。阿波学会紀要, no.47, 1-17.
- 蔵田延男, 1941a, 斗賀野盆地四近の地質学的研究—鳥巢統の層序学的考察を主題として(其の2)地質雑, 48, 1-16.
- 蔵田延男, 1941b, 斗賀野盆地西方に発達する鳥巢統の層序学的研究。地質雑, 48, 36-41.
- 松本達郎・勘米良亀齡, 1964, 5万分の1図幅「日奈久」および同説明書。地質調査所, 147p.
- Matsuoka, A., 1983, Middle and Late Jurassic radiolarian biostratigraphy in the Sakawa and adjacent areas, Shikoku, Southwest Japan. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, 26, 1-48.
- Matsuoka, A., 1995a, Jurassic and Lower Cretaceous radiolarian zonation in Japan and in the Western Pacific. *The Island Arc*, 4, 104-153.
- Matsuoka, A., 1995b, Radiolaria-based Jurassic/Cretaceous boundary in Japan. *Proc. 15th International Symposium of Kyungpook National University*, 219-232.
- Matsuoka, A. and Yao, A., 1985, Latest Jurassic radiolarians from the Torinosu Group in Southwest Japan. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, 29, 125-145.
- Matsuoka, A. and Yao, A., 1986, A newly proposed radiolarian zonation for the Jurassic of Japan. *Marine Micropaleontology*, 11, 91-106.
- 宮本隆実・中村佐代子・桑水流淳二, 2001, 西九州美生地域のジュラ系川俣層群(新称)の放散虫化石層序。大阪微化石研究会誌, 特別号, no.12, 227-251.
- Mori, K., 1963, Geology and paleontology of the Jurassic Somanakamura Group, Fukushima Prefecture, Japan. *Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser.2*, 35, 33-65.
- 森野善広・香西 武・和田 貴・田代正之, 1989, 高知県物部地域の鳥巢式石灰岩を含む下部白亜系美良布層について。高知大学術研報, 38, 73-83.
- 中川衷三・須鎗 和巳・市川浩一郎・石井健一・山下 昇, 1959, 黒瀬川構造帯周辺の地質。徳島大学学芸紀要(自然科学), 9, 33-58.
- 西園幸久, 2001, 九州黒瀬川地帯の坂本層から産出したジュラ紀放散虫化石。大阪微化石研究会誌, 特別号, no.12, 203-214.
- 太田 亨・坂井 卓, 2003, 西九州海浦地域の黒瀬川帯中・古生界層序の改訂とジュラ系葦北層群(新称)の層序。地質雑, 109, 671-688.
- 佐野弘好, 1977, 球磨山地における中部ジュラ系の層序。地質雑, 83, 135-137.
- Sashida, K., 1988, Lower Jurassic multisegmented Nassellaria from the Itsukaichi area, western part of Tokyo Prefecture, Central Japan. *Sci. Rep. Inst. Geosci. Univ. Tsukuba, Sec. B*, 9, 1-27.
- Sato, T., 1974, Ammonoid fossils of Japan I (Jurassic ammonites 6 - Torinosu Group and Soma Group). *Series of "Atlas of Japanese Fossils"*, no. 35-210, Tsukiji Shokan Pub. Co., Ltd., Tokyo, 4p.
- 四国地方土地地質図編纂委員会(編著), 1998, 20万分の1四国地方土地地質図および同説明書, (財)国土開発技術研究センター, 859p.
- 須鎗和巳・石田啓祐, 1985, 鳥巢層群の放散虫年代。徳島大学教養部紀要(自然科学), 18, 93-101.
- Tamura, M., 1959a, Trigonidae, Ostreidae, Bakevelliidae, Pteriidae, Cardisae and Astartidae from the Upper Jurassic Sakamoto Formation in central Kyushu, Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, 33, 23-32.

- Tamura, M., 1959b, Taxodonta and Isodonta from the Upper Jurassic Sakamoto Formation in central Kyushu, Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N.S.*, **34**, 53-65.
- Tamura, M., 1959c, Some pelecypoda from the Upper Jurassic Sakamoto Formation in Central Kyushu, Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N.S.*, **35**, 113-120.
- Tamura, M., 1960, Upperjurassic pelecypods from the Torinosu Group in Shikoku, Japan. *Mem. Fac. Education, Kumamoto Univ.*, **8**, 227-225.
- 田村 実, 1960, 坂本層群—九州—の層位学的研究. 地質雑, **66**, 371-383.
- 横田 諭・佐野 弘好, 1986, 熊本県八代郡美生の中期ジュラ紀型アンモナイト産出層からの放散虫化石. 大阪微化石研究会誌, 特別号, no.7, 53-58.