

四国東部，南部黒瀬川帯（坂州帯）の栗坂層轟セクションにおける ジュラ紀後期放射虫層序とアンモナイト年代*

石田啓祐^a・辻野泰之^b・香西 武^c・佐藤 正^d・HIRSCH Francis^c

^a 徳島大学総合科学部自然システム学科，〒770-8502 徳島市南常三島町1-1,
ishidak@ias.tokushima-u.ac.jp

^b 徳島県立博物館，〒770-8070 徳島市八万町向寺山文化の森総合公園

^c 鳴門教育大学自然系地学教室，〒772-8502 鳴門市高島748

^d 財団法人 深田地質研究所，〒113-0021 東京都文京区本駒込2-13-12

Late Jurassic radiolarian biostratigraphy and ammonite ages in Todoro Section of the Kurisaka Formation, Southern Kurosegawa Terrane (Sakashu Belt), East Shikoku

Keisuke ISHIDA^a, Yasuyuki TSUJINO^b, Takeshi KOZAI^c,
Tadashi SATO^d and Francis HIRSCH^c

^a *Laboratory of Geology, Faculty of Integrated Arts and Sciences, University of Tokushima, 1-1
Minamijosanjima, Tokushima 770-8502, Japan. e-mail: ishidak@ias.tokushima-u.ac.jp*

^b *Tokushima Prefectural Museum, Bunka-no-mori Park, Tokushima 770-8070, Japan*

^c *Laboratory of Geosciences, Faculty of Science Education, Naruto University of Education, 748 Takashima,
Naruto 772-8502, Japan*

^d *Fukada Geological Institute, Hon-Komagome 2-13-12, Bunkyo-Ku, Tokyo 113-0021, Japan*

ABSTRACT

The LAD (last appearance datum) of the radiolarian *Kilinora spiralis* (Matsuoka, 1983) is found to concur with the FAD (first appearance datum) of the ammonite *Ataxioceras (Ataxioceras) kurisakense* Kobayashi and Fukada, 1947 in the Todoro Section of the Kurisaka Formation, Southern Kurosegawa Terrane (Sakashu Belt), Shikoku, SW Japan. Providing a clue to the still pending chronological discrepancy between European and North American radiolarian zones, the constraint by ammonite age prolongs the range of the *Kilinora spiralis* Zone, a remarkable Upper Jurassic radiolarian zone in Japan - NW Pacific region, into the Lower Kimmeridgian.

Keywords: *Late Jurassic, radiolarian zonation, ammonite age, Kilinora spiralis, Ataxioceras (Ataxioceras) kurisakense, Kurisaka Formation, SW Japan.*

*日本地質学会第115年学術大会で講演発表（秋田，2008年9月21日）。

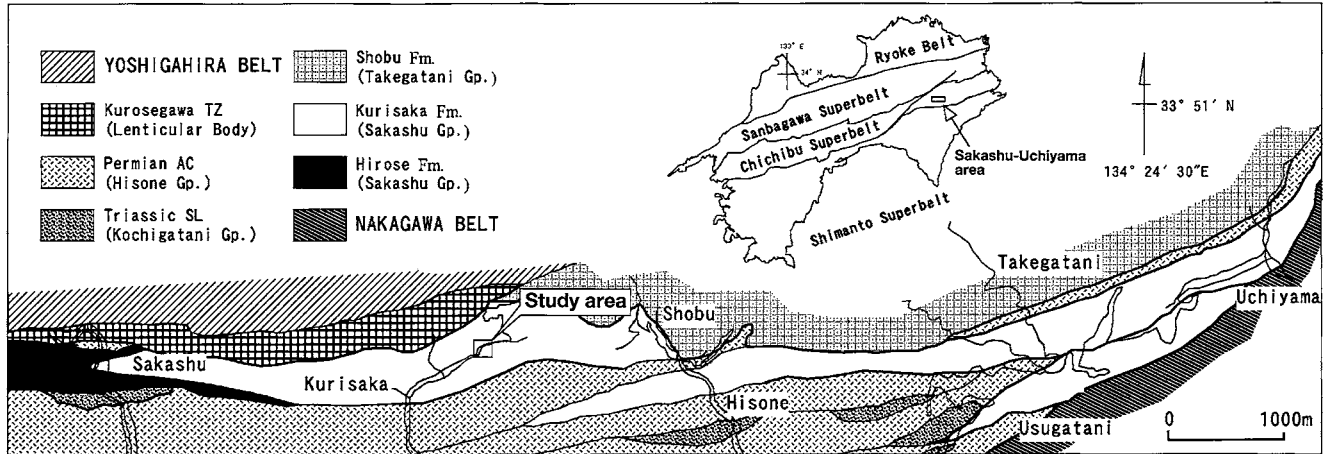


図1. 地質概略と栗坂層轟セクション位置図. AC: 付加コンプレックス. TZ: 構造帯. SL: 陸棚堆積相.

1. はじめに

一般に本邦のジュラ系層序で、放散虫とアンモナイトが共産することはきわめて稀であり、これまでに横田・佐野 (1986) や Zeiss et al. (2003) が両者の関係を報告している以外、一連の層序から両者が報告された例は少ない。四国東部の南部黒瀬川帯 (坂州帯: 石田・香西, 2003) に分布する栗坂層 (Kobayashi and Iwaya, 1941) は、ジュラ紀後期のアンモナイトを産することで知られる (Kobayashi and Fukada, 1947) (図1)。Ishida (1997) はアンモナイト産出セクションより放散虫群集を検出し、栗坂層が大型化石と微化石の統合層序を確立する上で重要なセクションであることを示した。石田・香西 (2004) は、栗坂層の放散虫年代が、中・上部ジュラ最下部白亜系に及ぶことを、さらに佐藤ほか (2008) は、アンモナイト産地で知られる轟 (とどろ) の砂質泥岩層 (約 4 m) より、テチス型 Kimmeridgian と Tithonian 前期のアンモナイトが集中して産することを明らかにした。筆者らは、轟セクションにおけるアンモナイトと放散虫化石の産状と層序の調査を継続した。その結果は、本邦のジュラ系放散虫生層序 *Kilinora spiralis* (JR6) 帯 (Matsuoka, 1995) のアンモナイト年代に関して重要となるので報告する。

Matsuoka (1995) による日本と北西太平洋地域のジュラ紀放散虫層序には *Kilinora spiralis* 帯 (JR6) が設定されており、示準種である *Kilinora spiralis* は、その特徴的な形態と装飾により、関連種からは容易に識別することが可能である。また JR6 帯は、付加体における海洋プレート層序を構成する遠洋性のチャート相、半遠洋性の珪質泥岩や多色頁岩相のみならず、前弧海盆堆積物の細粒凝灰岩や泥質岩相、さらには陸棚の礁成石灰岩に至る多様な環境の堆積相において識別されている。JR6 生層序帯は *Kilinora spiralis* の EFAB (evolutionary first appearance biohorizon) と *Tricolocapsa conexa* の LOB (last occurrence biohorizon) で明確に規定されている (Matsuoka,

1995)。しかしながら *Kilinora spiralis* (JR6) 帯に関しては、放散虫以外のタクサや放射年代等の年代層序に関する直接的な根拠は今までのところ与えられていない。本邦の上部ジュラ系放散虫層序に関しては、最上部の *Loopus primitivus* 帯 (JR8) に関してのみ、紀伊由良地域の秩父南帯由良層のセクションから Kimmeridgian 後期のアンモナイトが産出したことにより、その下限が規定されている (Zeiss et al., 2003)。

Hull (1997) は北西アメリカ地域の Coast Range における *Kilinora spiralis* 群集の年代を、主に放散虫生層序に基づき Oxfordian と見なしている。また北米地域と日本-北西太平洋地域の放散虫生層序帯の対比に関しては、Matsuoka and Yang (2000) が *Kilinora spiralis* 帯を Oxfordian に対比している。しかしながら、ヨーロッパアルプスのテチスに関しては *Kilinora spiralis* 群集の年代が Bathonian と見なされているように (O'Dogherty et al., 2005)、北米地域ならびに日本-太平洋地域との食い違いが依然として残されている。

放散虫生層序を取り巻くこのような現状を踏まえて、より精度の高い国際的な対比を可能にするためには、アンモナイトと放散虫が共産するセクションを精査することは重要な課題である。このようなセクションの一つとして、栗坂層の轟セクションは、とくに日本と北西太平洋地域を特徴づける *Kilinora spiralis* 帯の示準種の産出上限の年代を規定する上で有望であり、有効な情報を提供することが期待できる。

2. 地質概説

四国東部の南部黒瀬川帯はペルム紀付加体とペルム紀末-中生代の被覆岩相から構成され坂州帯と定義されている (石田・香西, 2003; Ishida et al., 2006)。坂州帯は、構造-層序学的に下位より、黒瀬川構造帯構成岩類のシルル-デボン系岩体を伴うペルム紀付加体 (檜曾根層群)、上部ペルム系斜面海盆堆積相 (拝宮層群)、中・上部三畳系陸棚相 (蔵法院層群, 河内ヶ谷層群)、最下部ジュラ系-最下部白亜系前弧海盆堆積相 (坂州層群)、ならびに下部白亜系デルタ-浅海堆積

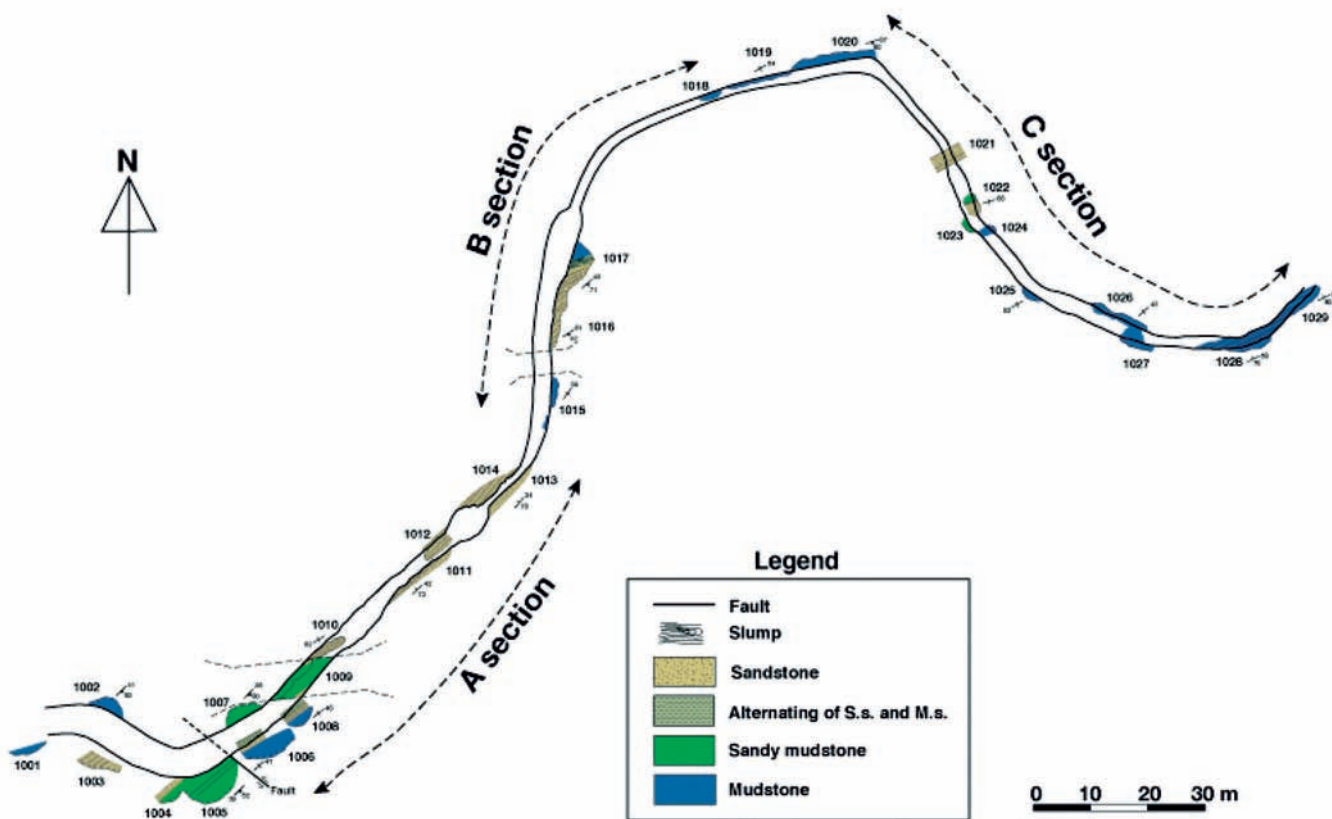


図2. 栗坂層轟セクションのルートマップ。

相(竹ヶ谷層群)から構成される。坂州層群は下部ジュラ系の広瀬層と中部ジュラ系上部～最下部白亜系の栗坂層に区分される。

3. 栗坂層轟セクションの岩相と層序

坂州層群の全層厚は800mに及ぶ。下部の広瀬層は層厚500mあり、末端タービダイト相の泥岩勝ち砂岩泥岩互層で構成される。上部の栗坂層はKobayashi and Iwaya (1941)により設定され、大型化石の産出により上部ジュラ系とされた。その後、放散虫生層序により、中部ジュラ系上部～最下部白亜系と改訂された(石田・香西, 2004)。栗坂層は層厚約300mに及び、主に石灰質の泥岩層と砂岩層からなり、コンドリテス型の生痕化石を普通に伴う砂層を伴う泥底の堆積物とみなされる。両層は小規模ながら流路堆積物中に鳥巢式石灰岩体を伴うことがある。鳥巢式石灰岩は長径数m以下の暗灰色瀝青質で、有機分に富み、造礁性の生物殻やウーイドを伴う。坂州層群の放散虫生層序帯は最下部ジュラ系～最下部白亜系に及ぶ。広瀬層は *Parahsuum simplum* 帯 (JR1) の放散虫群集で特徴づけられる。栗坂層は *Tricolocapsa conexa* (JR5), *Kilinora spiralis* (JR6), *Loopus primitivus* (JR8) および *Pseudodictyomitra carpatica* (KR1) 帯の放散虫群集で特徴づけられる。*Turillus elkhornensis* 帯 (JR2) に対比される *Parahsuum takarazawaense*

群集も坂州層群から報告されている(石田・香西, 2004)。

栗坂層の轟セクションは、徳島県那賀郡栗坂の轟にある小学校跡地の下を流れる拝宮谷河床に露出し(図2)、全層厚が80mに及び、下部・中部・上部で岩相が漸移的に変化する。下部層は塊状の灰色泥岩層(44m)からなり、石灰質で団塊を含む(図3・4)。また下部層の泥岩層は小数ながら薄殻の小型二枚貝を産する。中部層は層厚約11mあり、下位より、基底の平行葉理のある砂岩泥岩層(AK1: 0.3m)、ノジュールを伴う砂質の石灰質泥岩層(TIC3: 0.5m)、平行葉理のある砂岩泥岩薄互層(1m)、石灰質ノジュールを伴い生物擾乱を受けた砂質泥岩層(C1: 4m)、塊状砂岩層(5m)から構成される。上部層は層厚約20mの部分が見られ、細粒の石英砂を伴う灰色の塊状泥岩層を主として、泥質砂岩層と凝灰質砂岩層を伴う。轟セクションの栗坂層は、泥質の沖合環境～極細粒砂質の浅海環境での堆積物の可能性がある。

4. 栗坂層轟セクションの放散虫

栗坂層から最初に放散虫が検出されたのは、轟セクションの *Ataxioceras* (*A.*) *kurisakense* 産出層準の下位からであった(Ishida, 1997)。これまでに轟セクションから検出された放散虫の産出状況を図5にリストで示す。

Kilinora spiralis は轟セクションの下部層全体を通じて検出される。とくにセクション最下部の3A層準は、*Tricolocapsa conexa*, *Stichocapsa*

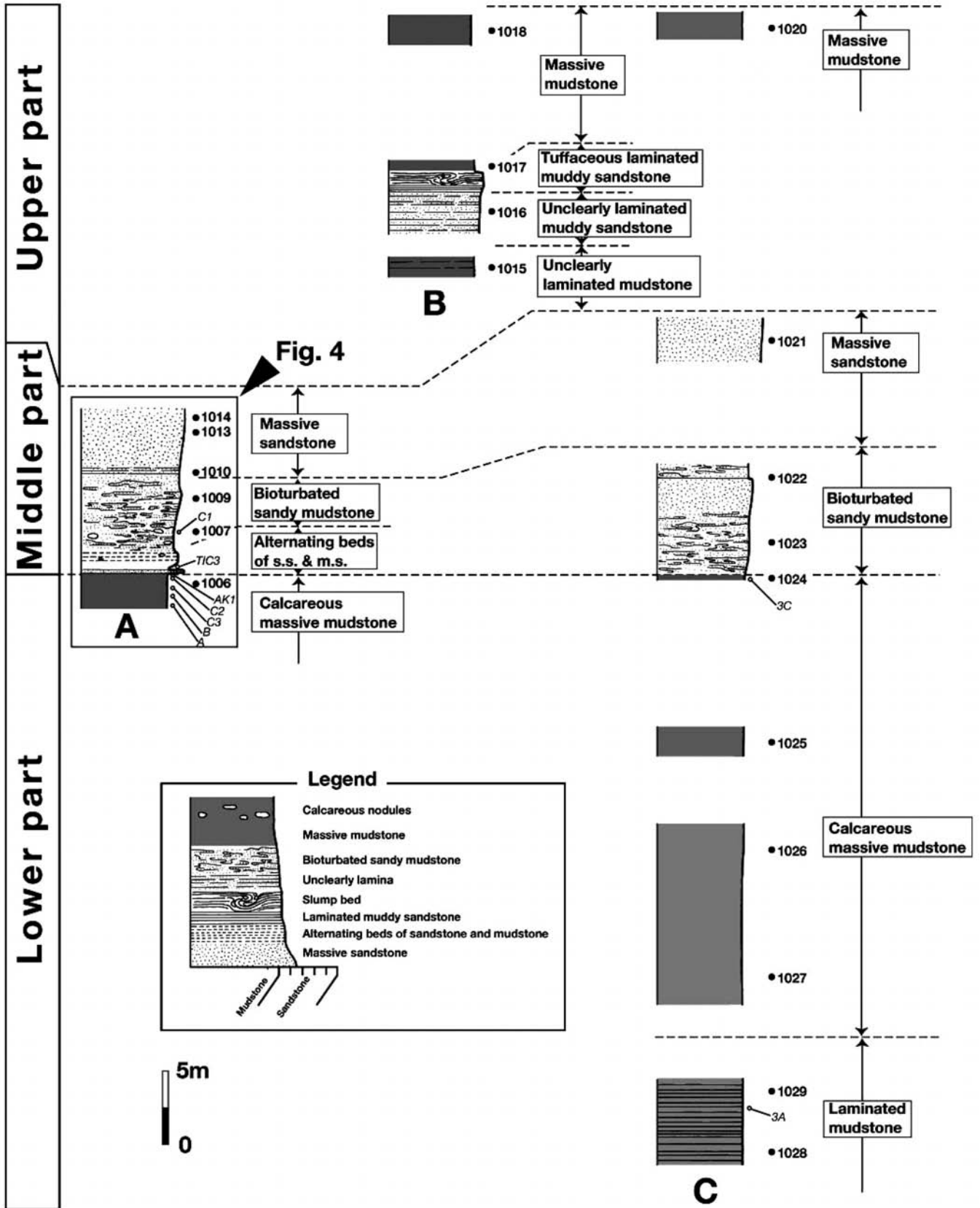


図3. 栗坂層轟セクションの柱状図. AK1, C1: アンモナイト産出層準; 3A, 3C, A, B, C3, C2, TIC3: 放散虫産出層準. A, B, C3, C2, C1 は Ishida (1997) の同層準.

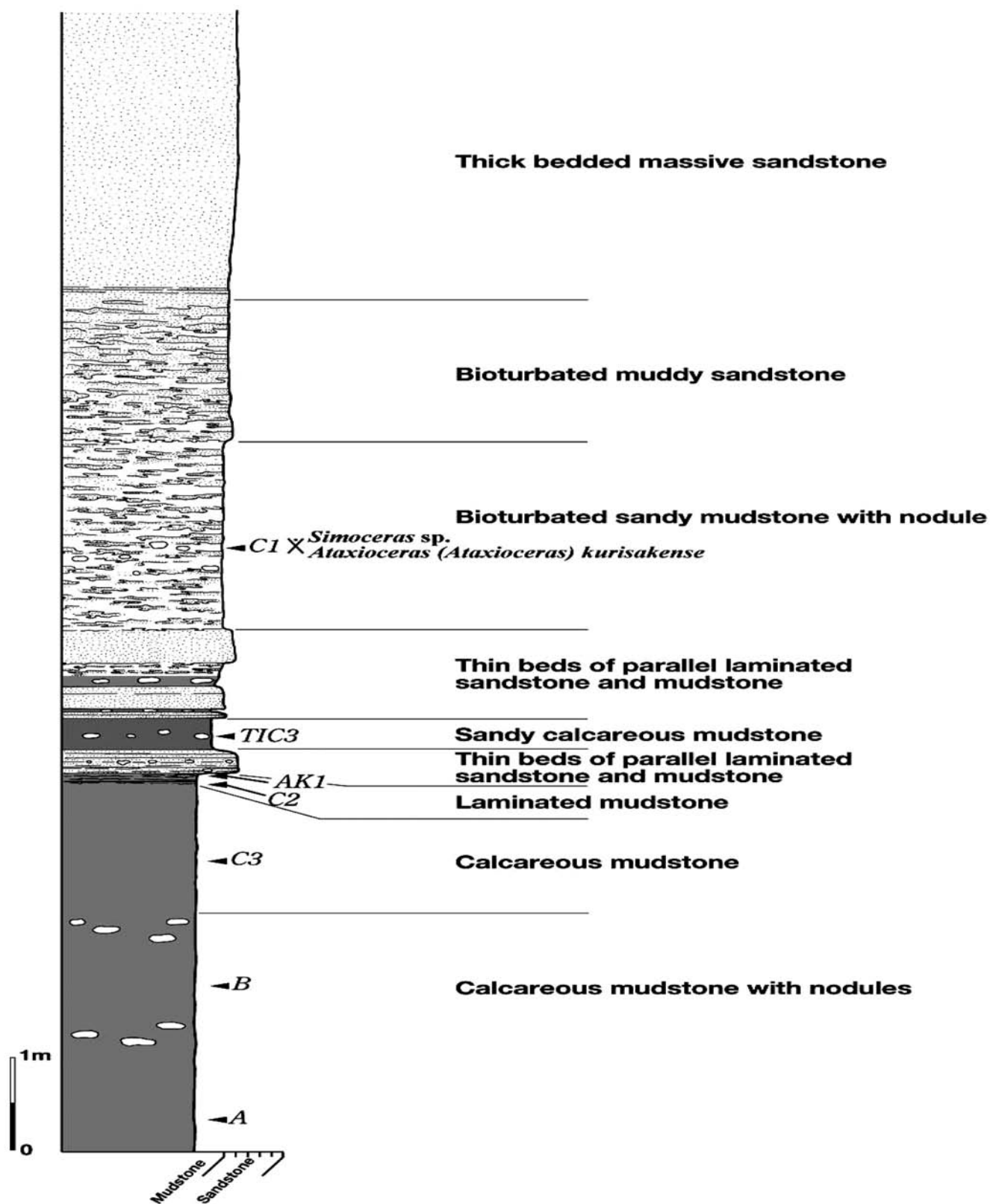


図4. 栗坂層礫セクションAの詳細柱状図. AK1, C1 : アンモナイト産出層準 ; A, B, C3, C2, TIC3 : 放散虫産出層準. A, B, C3, C2, C1 は Ishida (1997)の同層準.

Section no. in Todorō, Kurisaka Species / Horizon	Sec. C		Sec. A				
	3A	3C	A	B	C3	C2	TIC3
<i>Tethysetta dhimenaensis</i>	R					A	
<i>Tethysetta</i> sp.	R						
<i>Gongylothorax favosus</i>	A		R		A	A	R
<i>Dictyomitrella</i> aff. <i>kamoensis</i>	R						
<i>Archaeodictyomitra suzukii</i>	A			R	C		
<i>Archaeodictyomitra rigida</i>	A	R					
<i>Archaeodictyomitra oreadita</i>	R			A			
<i>Tricolocapsa plicarum</i>	C			R		A	R
<i>Tricolocapsa tetragona</i>					R		
<i>Tricolocapsa conexa</i>	R		R	R	R	A	R
<i>Eucyrtidiellum nodosum</i>							R
<i>Eucyrtidiellum unumaense</i>	C						
<i>Eucyrtidiellum ptyctum</i>	R						
<i>Kilinora spiralis</i> gr.	R			R	R	A	A
<i>Williriedellum yaoi</i> (Kozur, 1984) in O'Dogherthy	A						
<i>Pseudodictyomitra</i> (?) sp. D in M. & Y. (1985)	A	R			C	A	
<i>Tricolocapsa</i> (?) aff. <i>fusififormis</i>						A	
<i>Loopus</i> cf. <i>doliolum</i>	A						
<i>Parahsuum</i> spp.	C						
<i>Stichocapsa naradaniensis</i>	R	R					
<i>Stichomitra</i> (?) <i>matsuokai</i>	R						
<i>Cinguloturris carpatica</i>	C				R	A	
<i>Cinguloturris getsensis</i>	R						
<i>Protunuma japonicus</i>	R						
<i>Tricolocapsa yaoi</i>						R	
<i>Stichomitra</i> (?) spp.	A						
<i>Thecapsomma cordis</i> Kocher, 1984	R						
	3A	3C	A	B	C3	C2	TIC3

図5. 栗坂層轟セクションから産する放散虫リスト。
A: 多産, C: 普通, R: 稀産。

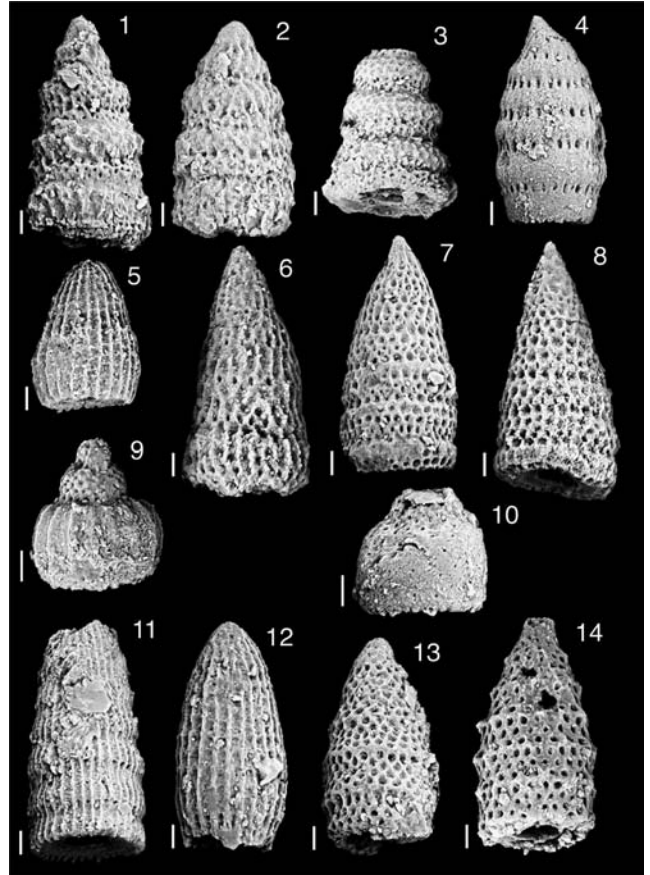


図7. 栗坂層轟セクション 3A 層準より産する放散虫 (その2). スケールは 20µm. 1, 2. *Cinguloturris carpatica* Dumitrica, 1982; 3. *Cinguloturris getsensis* O'Dogherty, Gorican and Dumitrica, 2006; 4. *Loopus* sp. cf. *L. doliolum* Dumitrica, 1997; 5. *Archaeodictyomitra rigida* Pessagno, 1977; 6-8. *Loopus* sp. D gr. = *Pseudodictyomitra* (?) sp. D in Matsuoka and Yao (1985); 9. *Eucyrtidiellum ptyctum* Riedel and Sanfilippo, 1974; 10. *Eucyrtidiellum unumaense* (Yao, 1979); 11. *Archaeodictyomitra oreadita* Hull, 1997; 12. *Archaeodictyomitra suzukii* Aita, 1987; 13, 14: *Tethysetta dhimenaensis* (Baumbartner, 1984).

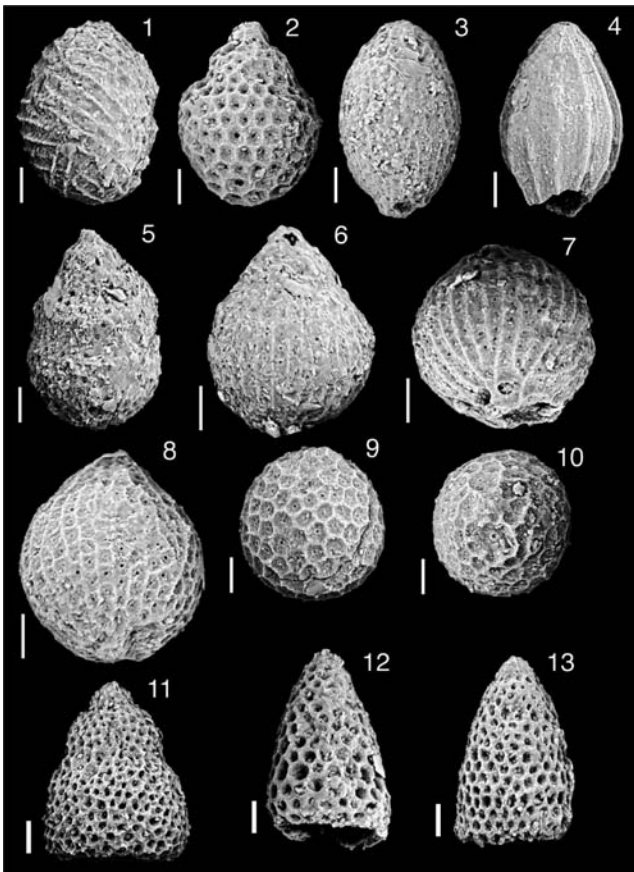


図6. 栗坂層轟セクション 3A 層準より産する放散虫 (その1). スケールは 20µm. 1. *Kilinora spiralis* (Matsuoka, 1983); 2. *Williriedellum yaoi* (Kozur, 1984) in O'Dogherthy et al. (2006); 3. *Stichocapsa naradaniensis* Matsuoka, 1984; 4. *Protunuma japonicus* Matsuoka and Yao, 1985; 5. *Thecapsomma cordis* Kocher, 1984; 6, 7. *Tricolocapsa plicarum* Yao, 1979; 8. *Tricolocapsa conexa* Matsuoka, 1983; 9, 10. *Gongylothorax favosus* Dmitrica, 1970; 11. *Stichomitra* (?) *matsuokai* Hull, 1997; 12, 13. *Stichomitra* (?) spp.

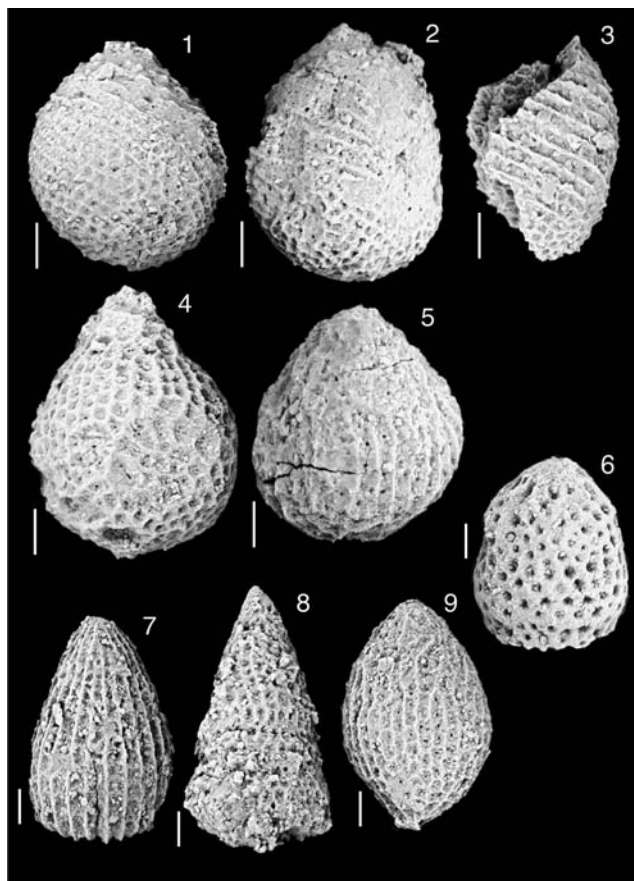


図8. 栗坂層轟セクション 3C 層準および TIC3 層準より産する放散虫. スケールは 20 μ m. 3C 層準: 6-9; TIC3 層準 1-5; 1-3. *Kilinora spiralis* (Matsuoka, 1983) gr.; 4. *Tricolocapsa conexa* Matsuoka, 1983; 5. *Tricolocapsa plicarum* Yao, 1979; 6. *Stichomitra* (?) sp.; 7. *Archaeodictyomitra rigida* Pessagno, 1977; 8. *Loopus* sp. D = *Pseudodictyomitra* (?) sp. D in Matsuoka and Yao (1985); 9. *Stichocapsa naradaniensis* Matsuoka, 1984.

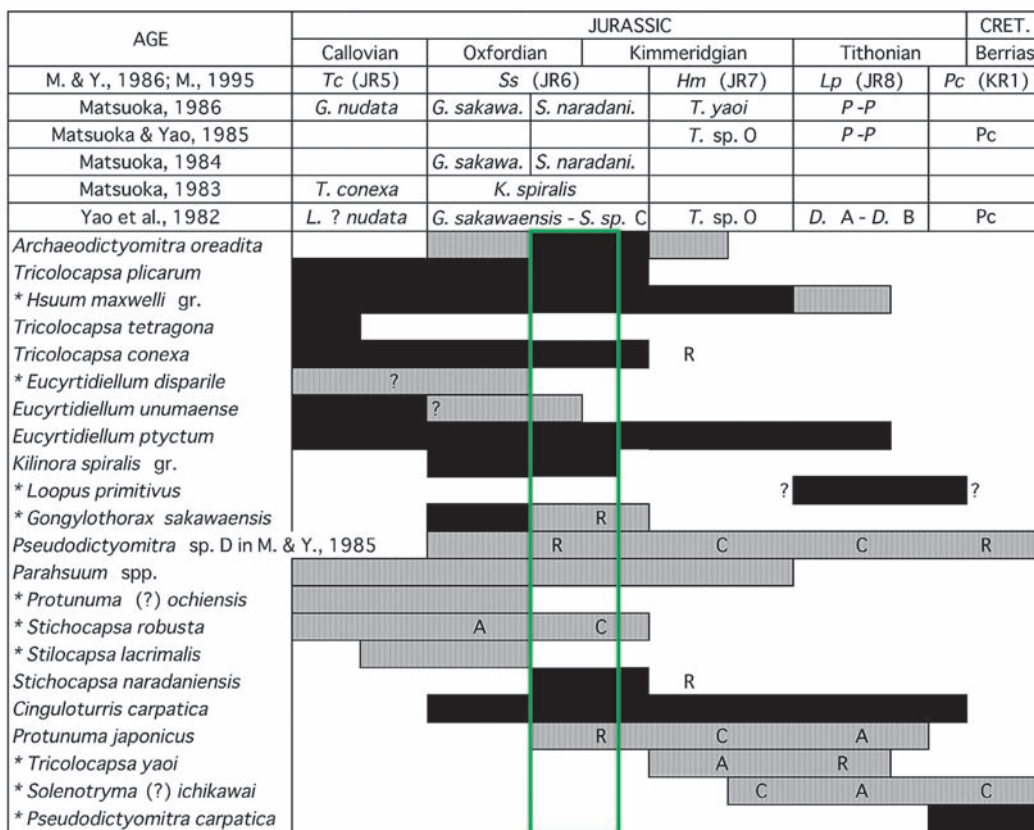


図9. ジュラ紀後期放散虫の既出研究によるレンジ。(Yao et al., 1982; Matsuoka, 1983, 1984, 1985, 1986, 1992, 1995; Matsuoka and Yao, 1985, 1986; Hull, 1995 を編集。) *印は栗坂層轟セクションから産出していない。黒: 信頼度が高いレンジ。A: 多産。C: 普通。R: 稀産。緑枠内: 本論の轟セクション放散虫年代範囲。

naradaniensis, *Eucyrtidiellum ptyctum*, *Protunuma japonicus*, *Gongylothorax favosus*, *Cinguloturris carpatica*, *Loopus* sp. D gr. = *Pseudodictyomitra* (?) sp. D in Matsuoka and Yao (1985)を普通に産し、少数ながら *Kilinora spiralis* の初期の形態を有する固体を産出することで特徴づけられる (図 6・7).

下部層の最上部 (C2 層準) は *Kilinora spiralis* をはじめ *T. conexa*, *T. plicatum*, *G. favosus*, *Loopus* sp. D gr. = *Pseudodictyomitra* (?) sp. D in Matsuoka and Yao (1985), *Tricolocapsa* aff. *fusiformis*, *Cinguloturris carpatica* を多産することで特徴づけられる (図 11-15). 中部層では TIC3 層準が *Kilinora spiralis*, *T. conexa*, *T. plicatum* および *G. favosus* の轟セクションにおける LAD (Last appearance datum: 最終出現面) となっている (図 8, 12-14).

栗坂層轟セクションから産する放散虫と関連種の既出研究によるレンジを図 9 に示した. 編纂にあたっては, 秩父南帯の斗賀野層群付加体チャート-碎屑岩相の海洋プレート層序セクションにおける中-上部ジュラ系放散虫生層序に関する一連の研究 (Yao et al., 1982; Matsuoka, 1983, 1984, 1985, 1986, 1995; Matsuoka and Yao, 1985) ならびに北西太平洋 ODP LEG 129 Site 801 (Matsuoka, 1992) の放散虫岩セクションの生層序を引用している. またその後に記載された若干の種については Hull (1995) を参照した.

5. 轟セクションのアンモナイト

Ataxioceras kurisakense は栗坂層の轟から産した標本を模式として, 高知県美良布層の久保川から産した標本と共に記載された (Kobayashi and Fukada, 1947). 今回の調査で, 従来多くの標本が採集されている中部層 C1 層準より下位の葉理のある泥岩 (AK1 層準: 0.1 m) が *Ataxioceras* (*A.*) *kurisakense* の当セクションでの FAD (First appearance datum: 初産出基準面) を記録した (図 10 - 12). このことから AK1 層準は Kimmeridgian に属するとみなされる (Sato, 1992). この AK1 層準は下部層の最上部にあたり, 石灰質泥岩から平行葉理のある砂岩泥岩薄層を経て, 中部層最下部の砂質泥岩層に漸移する. TIC3 層準 (*K. spiralis* と *T. conexa*, *T. plicatum* の最終出現面) より上位では, C1 層準を含む生物擾乱を受けた砂質泥岩から Kimmeridgian と early Tithonian という隣接ながら異なる年代を示す二つのアンモナイト亜群集が集中して産する (Sato et al., 2008). その一つは *Ataxioceras* (*Ataxioceras*) *kurisakense* - *Orthosphinctes* (*Ardescia*) sp. 亜群集で, テチス域の Kimmeridgian 要素で特徴づけられ, もう一つは *Neochetoceras mizunoi* - *Lytogyroceras* sp. - *Simoceras* sp. 亜群集で, 同じくテチス域の early Tithonian 要素で特徴づけられる (Sato et al., 2008). このことから, 著者らは C1 層準のある生物擾乱を受けた砂質泥岩層 (約 4 m) は Kimmeridgian - early Tithonian に相当すると暫定的に見なしている. 得られたアンモナイトの多く



図 10. 轟セクション下部層最上部 AK1 層準より産した *Ataxioceras* (*Ataxioceras*) *kurisakense*. スケールは 1 cm. 徳島県立博物館 (標本番号 TKPM-GFI5492).



図 11. 栗坂層轟セクションの放散虫 (白) 及びアンモナイト (黄) 産出地点, 露頭全景. 赤の線と矢印は AK1 層準の走向と傾斜.

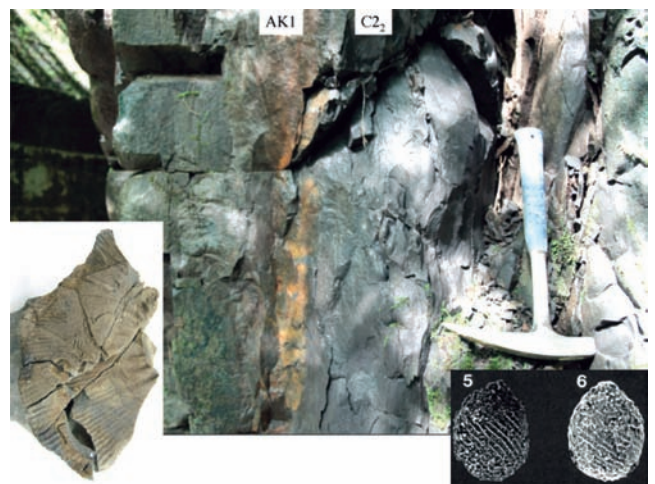


図 12. 轟セクション中部基底の砂質泥岩層直下の AK1 層準 (赤さび部) と産出した *Ataxioceras* (*Ataxioceras*) *kurisakense* (左下) ならびに直下の C2 層準 C2₂ 地点の塊状泥岩層から産した放散虫 *Kilinora spiralis* gr. (右下 5, 6). 両層準は密着し, 岩相は漸移する.



図 13. 栗坂層轟セクションの放散虫産出地点. AK1の白線と矢印は *Ataxioceras (Ataxioceras) kurisakense* 初産出層準の走向・傾斜. 右上白枠は C3 層準より放散虫と共に産する二枚貝化石.

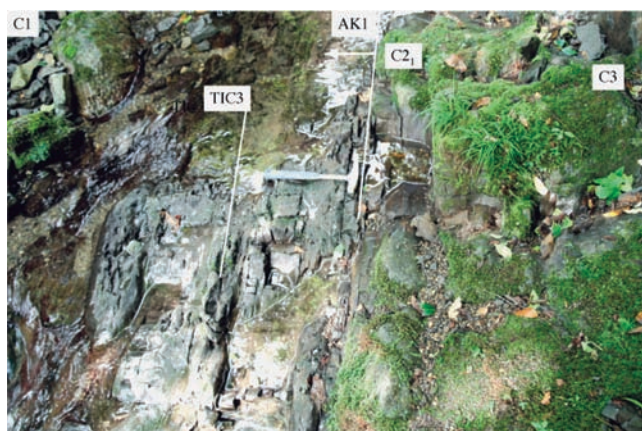


図 14. 栗坂層轟セクションの放散虫産出地点. AK1の白線と矢印は *Ataxioceras (Ataxioceras) kurisakense* 初産出層準の走向・傾斜を, TIC3 の白線は *Kilinora spiralis* の最終出現面を示す. 左上は C1 層準の二つのアンモナイト亜群集を産する生物擾乱の著しい砂質泥岩層の位置を示す.

はこの層に由来する転石からであるが、轟河床の露頭 C1₁ からは *Ataxioceras (Ataxioceras) kurisakense* が、隣接する C1₂ からは *Simoceras sp.* がそれぞれ産している (図 8, 11). Kimmeridgian と early Tithonian という異なる年代を示す二つのアンモナイト亜群集が C1 層準を含む生物擾乱を受けた砂質泥岩から産することの詳細とその理由に関しては、さらに検討を進めている。

6. *Kilinora spiralis* 帯の年代

轟セクションの下部層から中部層にかけて産する放散虫群集は *K. spiralis* と *S. naradaniensis* および *T. conexa* の共産で特徴づけられるように、*K. spiralis* 帯上部の要素で構成される。一方、栗坂層轟セクションの上部層とその上位は *Loopus*



図 15. 栗坂層轟セクションの *Ataxioceras (Ataxioceras) kurisakense* 初産出層準 (hzAK1 赤さびが特徴的) ならびにその上下の放散虫産出層準 TIC3 および C2 地点から産した *Kilinora spiralis* gr.

primitivus 帯 (JR8) から *Pseudodictyomitra carpatica* 帯 (KR1) に及ぶことが明らかにされている (石田・香西, 2004; Ishida et al. 2006). 今回の検証を踏まえた栗坂層轟セクションにおける放散虫並びにアンモナイト生層序は、以下のようになる。

- 上部層上部: *Pseudodictyomitra carpatica* 帯 (KR1: Tithonian 最上部~Berriasian)
- 上部層下部: *Loopus primitivus* 帯 (JR8: Tithonian)
- C1 層準: *Neochetoceras mizunoi* - *Lytogyroceras sp.* - *Simoceras sp.* 亜群集 (Tithonian 下部)
- C1 層準: *Ataxioceras (Ataxioceras) kurisakense* - *Orthosphinctes (Ardescia) sp.* 亜群集 (Kimmeridgian)
- TIC3 層準: *Kilinora spiralis* 帯上部 (放散虫同種の LAD) (Kimmeridgian 下部)
- AK1 層準: *Ataxioceras (A.) kurisakense* (アンモナイト同種の FAD) (Kimmeridgian 下部)
- 3A - C2 層準: *Kilinora spiralis* 帯 (Oxfordian~)

国際的な放散虫生層序の対比と年代を特定するためには、主要な種のレンジを確定することは重要である。轟セクションにおける *Tricolocapsa plicatum* と *T. conexa*, *K. spiralis* ならびに *S. naradaniensis* の共産は、四国中央部黒瀬川帯の坂州層群美良布層の模式セクションでも見られることから (香西ほか, 2004; Kozai et al., 2006), *T. plicatum* の最終出現面は *K. spiralis* および *T. conexa* の最終出現面と同じく, *K. spiralis* 帯の上限に及ぶと推測される。轟セクションの放散虫層序は、このような若干の種のレンジの修正提案を除いて、従来の日本および北西太平洋地域のジュラ紀後期前半の放散虫生層序 (Matsuoka and Yao, 1986; Matsuoka, 1995) を支持するといえる。

グローバルに見ると、*Kilinora spiralis* 帯に関

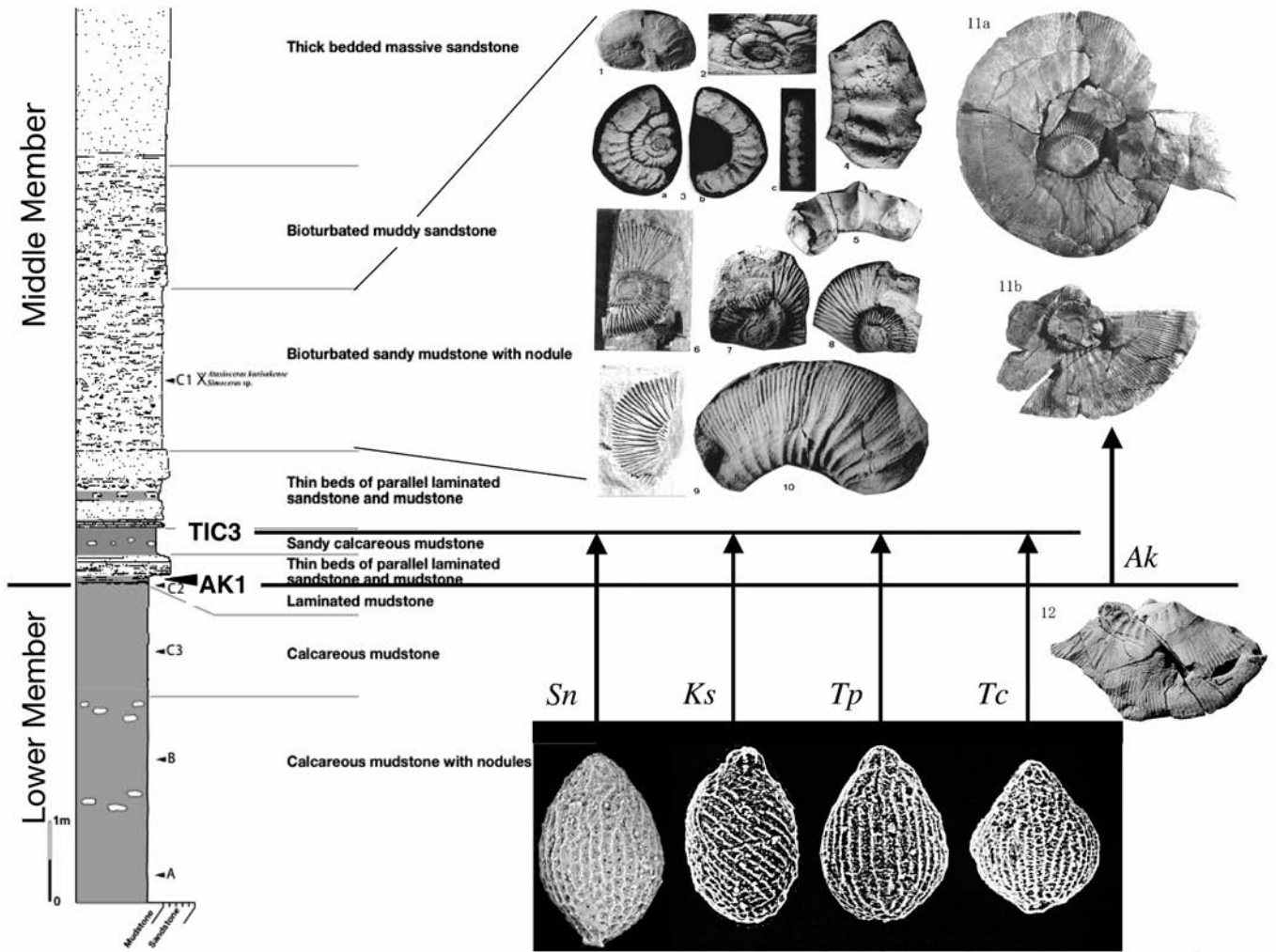


図 16. 栗坂層轟セクションにおける層序と放散虫およびアンモナイト化石の産出状況の概要. Sn: *Stichocapsa naradaniensis*; Ks: *Kilinora spiralis*; Tp: *Tricolocapsa plicarum*; Tc: *Tricolocapsa conexa*; Ak: *Ataxioceras (Ataxioceras) kurisakense*; 1. *Neochotoceras mizunoi*; 2. *Lytogyroceras* sp.; 3-5. *Simoceras* sp.; 6-9. *Orthosphinctes (Ardescia)* sp.; 10-12. *Ataxioceras (Ataxioceras) kurisakense*; 1-10:佐藤ほか (2008) Fig.7より転載.

しては、北米西海岸の Stanley Mountain 地域では Coast Range ophiolite を被覆する遠洋性堆積物から南部ボレアル群集とされる放散虫群集が産し、*K. spiralis* の年代は、放散虫生層序から Oxfordian とみなされている (Hull, 1997). 一方、Alpine Tethys (Gets Nappe) の *K. spiralis* を伴う放散虫岩の年代は、オフィオライトメランジュ中で随伴するはんれい岩の放射年代 (165Ma, 166Ma) から Bathonian とみなされており (O'Dogherty et al., 2005), 緑色岩と放散虫岩の層序ないし随伴関係の詳細な検討が期待される.

堆積学的視点からの検証に関しては、轟セクションの各岩相境界は漸移し、微化石の再堆積等に関して、放散虫生層序からは、レンジの異

なる要素が多種多数混在するといった現象や生層序の逆転等はこれまでのところ見られない. 唯一、レンジが若干古いとされる *Tricolocapsa tetragona* が C3 層準から 1 個体検出されているのみである (Ishida, 1997).

ODP Site 801 では、赤色放散虫岩と粘土岩の互層 (試料 129-801B-33R-1, 8-10cm~129-801B-34R-1, 15-17cm) が *K. spiralis* 帯の下部にあたり、*K. spiralis*, *Stichocapsa robusta*, *Tricolocapsa conexa* の豊産で特徴づけられる. 一方、Site 801 のセクションでは、*K. spiralis* 帯の上部を特徴づける *Stichocapsa naradaniensis* が産しないことから、その上位の *Cinguloturris carpatica* 帯の褐色放散虫岩 (試料 129-801B-29R-1, 16-17cm~129-801B-32R-CC) との間にハイエイタスが存在することが指摘された (Matsuoka, 1992). このハイエイタスは、*K. spiralis* 帯の上部から *Hsuum maxwelli* 帯の下部にあたり、上部ジュラ系下部階の上半から中部階下半の層序間隙に位置づけられた (Matsuoka, 1995).

栗坂層轟セクションにおける今回の放散虫の再検討ならびに佐藤ほか (2008) のアンモナイトの再検討の結果を総合すると、*K. spiralis* 帯の上部は *Ataxioceras (A.) kurisakense* の初出層準を含み Kimmeridgian 前期に及ぶ. またその上位

に連続する砂質泥岩層内の C1 層準付近では Kimmeridgian と early Tithonian のアンモナイト群集が集中して産出することが明らかとなった。本論で「集中して産出する」と表現しているのは、C1 層準を含む生物擾乱を受けた砂質泥岩層の中で、例えば両亜群集が生物擾乱や再堆積等により混在しているのか、あるいは無堆積やハイエータス等により時代の異なる両群集が層準的に隣接しているのかといった課題に関しては、堆積学的な状況の詳細も含めて、さらに検討を進める必要がある。例えばハイエータスに関わっては、生物生成物以外の堆積物の供給の休止や堆積速度の減少に伴って、その期間の生物情報が特定層準に集中することは、遠洋性堆積物ならびに浅海性堆積物におけるシーケンス内や境界付近で起こり得る現象である（例えば、安藤・近藤, 1999; Ishida and Hirsch, 2001; Mikami et al., 2008 など）。轟セクションの砂質泥岩層内の C1 層準付近に Kimmeridgian と early Tithonian のアンモナイト群集が集中する現象は、時期的には ODP Site 801 の *K. spiralis* 帯上部のハイエータスと近接している。両者の関連の有無については今後の課題である。

7. まとめ

四国東部の南部黒瀬川帯栗坂層の轟セクションにおいて、ジュラ紀後期の放散虫生層序とそのアンモナイト年代に関して検証した。その結果、放散虫の *Kilinora spiralis* 帯の上部はアンモナイトの *Ataxioceras (Ataxioceras) kurisakense* の初出層準を含み Kimmeridgian 前期に及ぶことが明らかとなった。また轟セクションで *K. spiralis* と *T. conexa* の最終出現層準より上位に連続する砂質泥岩層内では、佐藤ほか (2008) で報告した Kimmeridgian と前期 Tithonian の 2 つのアンモナイト亜群集が集中して産出する。轟セクションの各岩相境界は漸移し、微化石の再堆積等に関わる重大な混在や生層序の逆転等は見られない。このような轟セクションの放散虫の産出状況は、日本および北西太平洋地域のジュラ紀後期前半の放散虫生層序 (Matsuoka and Yao, 1986; Matsuoka, 1995) を支持する結果といえる。

謝 辞

調査に際して、東海化石研究会の水野吉昭氏並びに蜂矢喜一郎氏には、アンモナイト産出層準の検証に協力頂いた。愛媛大学大学院理工学研究科の堀 利栄 准教授には原稿を査読頂き、有益な助言を頂いた。記してお礼申し上げます。

文 献

安藤寿男・近藤康生. 1999. 化石密集層の形成様式と堆積シーケンス -化石密集層は堆積シ

ーケンス内でどのように分布するのか- . 地質学論集, no. 54, 7-28.

Hull, D.M. 1997. Upper Jurassic Tethyan and southern Boreal radiolarians from western North America. *Micropaleont.*, **43**, supplement 2, 1-202.

Ishida, K. 1997. *Stylocapsa (?) spiralis* Assemblage (Radiolaria) from the Kurisaka Formation of the Torinosu Group in East Shikoku, SW Japan. *NOM Spec. Vol.*, no.10, 193-203.

Ishida, K. and Hirsch, F. 2001. Taxonomy and faunal affinity of Late Carnian - Rhaetian conodonts in the southern Chichibu Belt, Shikoku, SW Japan, *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, **107** (2), 227-250.

石田啓祐・香西 武, 2003. 四国東部秩父累帯の地帯区分と層序. 徳島大学自然科学研究, **16**, 11-41.

石田啓祐・香西 武, 2004. 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. 大阪微化石研究会誌 特別号, no.13, 135-148.

Ishida, K., Kozai, T. and Hirsch, F. 2006. The Jurassic System in SW Japan: review of recent research. *Progress in Natural Science*, **16**, Special Issue, 108-118.

Kobayashi, T. and Fukada, A. 1947. A new species of *Ataxioceras* in Nippon. *Jap. Jour. Geol. Geogr.*, **20** (2-4), 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, 近藤康雄, 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.

Kozai, T., Ishida, K. and Kondo, Y. 2006. Radiolarians, bivalves and the J/K boundary in the Birafu Formation, southern Kurosegawa Belt, Central Shikoku, SW Japan. *Geosciences Journal*, **10** (3), 217-235.

Matsuoka, A., 1983. Middle and Late Jurassic radiolarian biostratigraphy in the Sakawa and adjacent areas, Shikoku, Southwest Japan. *Journal of Geosci. Osaka City Univ.*, **26**, 1-48.

Matsuoka, A., 1984. Late Jurassic Four-Segmented Nassellarians (Radiolaria) from Shikoku, Japan. *Journal of Geosci. Osaka City Univ.*, **27**, 143-153.

Matsuoka, A., 1986. *Tricolocapsa yaoi* assemblage (Late Jurassic radiolarians) from the Togano Group in Shikoku, Southwest Japan. *Journal of Geosci. Osaka City Univ.*, **29**, 101-115.

Matsuoka, A. 1992. Jurassic and Early Cretaceous radiolarians from LEG 129, SITES 800 and 801, western Pacific Ocean. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*. **129**, 203-221.

Matsuoka, A. 1995. Jurassic and Lower Cretaceous radiolarian zonation in Japan and in the western Pacific. *The Island Arc*, **4**, 140-153.

Matsuoka, A. and Yang, Q. 2000. A direct correlation

- between North American and Japan-Pacific radiolarian zonal schemes for the Upper Jurassic. *GeoResearch Forum*, **6**, 119-128.
- Matsuoka, A. and Yao, A. 1985. Latest Jurassic radiolarians from the Torinosu Group in Southwest Japan. *Journal of Geosci. Osaka City Univ.*, **28**, 125-145.
- Matsuoka, A. and Yao, A. 1986. A newly proposed radiolarian zonation for the Jurassic of Japan. *Marine Micropaleontology*, **11**, 91-106.
- 松岡 篤, 1986. ジュラ紀・白亜紀境界付近における放射虫化石群の変化 (予報) -とくに多節 Nassellaria について-. *化石*, no. 40, 1-15.
- Mikami, T., Ishida, K. and Suzuki, S. 2008. Conodont biostratigraphy across the Carnian - Norian boundary in the Jifukudani Creek, Tamba Terrane, SE Kyoto, Japan, *Stratigraphy*, **5** (2), 163-178.
- O'Dogherty, L., Bill, M., Gorican, S., Dumitrica, P. and Masson, H. 2005. Bathonian radiolarians from an ophiolitic mélange of the Alpine Tethys (Gets Nappe, Swiss - French Alps). *Micropaleontology*, **51** (6), 425-485. (2006)
- Sato, T., 1992. Southwest Asia and Japan. In: Westermann, G.E.G. ed. "The Jurassic of the Circum-Pacific". Cambridge Univ. Press, 194-213.
- 佐藤 正, 辻野泰之, 石田啓祐, 香西 武, 蜂矢喜一郎. 2008. 徳島県那賀町栗坂から新たに採集されたジュラ紀後期アンモナイト. 徳島県立博物館研報, no.18, 1-20.
- 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射虫化石. 大阪微化石研究会誌特別号, no.7, 53-58.
- Zeiss, A., Schweigert, G., Sato, T. and Yao, A. 2003. Late Kimmeridgian Ammonites from the Yura Formation of Kii, SW Japan. *N. Jb. Geol. Palaeont. Mh.*, 2003 (1), 1-10.
- 八尾 昭, 松岡 篤, 中谷登代治, 1982. 西南日本のトリアス紀・ジュラ紀放射虫化石群集. 大阪微化石研究会誌, 特別号, no.5, 27-43.