

徳島県北川地域の四万十帯付加コンプレックスから産出した白亜紀放射虫化石

原 英俊^{1,*}・原 康祐²・栗原敏之²

Hidetoshi Hara, Kousuke Hara and Toshiyuki Kurihara (2012) Cretaceous radiolarians from the Shimanto accretionary complex in the Kitagawa district, Tokushima Prefecture, Southwest Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 63 (11/12), p. 301-308, 7 figs.

Abstract: Cretaceous radiolarians were recovered from three mudstone samples within the Shimanto accretionary complex in the Kitagawa district, Tokushima Prefecture, Southwest Japan. Two of them, red mudstone and gray mudstone, in the Osodani Unit yield radiolarian faunas indicating the ages of late Albian to Cenomanian and late Cenomanian, respectively. Black mudstone within the Taniyama Unit includes a representative radiolarian fauna presenting a Turonian age. Based on the age determination by our present data together with the radiolarian evidences reported from surrounding area, the accretionary age of the Osodani Unit is constrained to be Turonian to early Coniacian, and those of the Taniyama Unit is reinterpreted as the age of Turonian to Santonian. New findings of radiolarian fossils in the Kitagawa district help establish the age constraint for the Cretaceous Shimanto accretionary complex in eastern Shikoku.

Keywords: radiolaria, Shimanto accretionary complex, Cretaceous, Kitagawa, Tokushima, Shikoku

1. はじめに

5 万分の 1 地質図幅「北川」の調査研究にて、北川地域に分布する四万十帯白亜系付加コンプレックスの泥岩より、放射虫化石を見出したので報告する。一般に、四万十帯付加コンプレックスでは、岩相層序と放射虫化石年代に基づいた層序構造区分が行われている。しかし、本地域の四万十帯付加コンプレックスは、7 万 5 千分の 1「剣山」図幅(平山ほか, 1956)にて日野谷層群として初めて命名された以降、15 万分の 1 徳島県地質図(徳島県, 1972)、20 万分の 1 四国地方土木地質図(四国地方土木地質図編纂委員会, 1998)、5 万分の 1 表層地質図(徳島県, 1985)で広域地質図は公表されているものの、層群より低次階層の地層区分やユニット区分が行われておらず、研究の進展が遅れている。また、北川地域における放射虫化石の産出については、中川ほか(1980)及び須鎗(1986)による散点的な報告、石田(1987)による^{とちだに}棚谷層からの報告以外はない。なお、本地域の東隣の椋谷地域では、公文(1981)、石田(1998)、君波ほか(1998)によって、岩相及び放射虫化石年代により、四万十帯白亜系付加コンプレックスの構造層序区分が行われている。さらに君波ほか(1998)及び石濱・君波(2000)では、砂岩組成及び砂岩・泥岩の化学組成に基づき、岩相区分を行っている。本報告では、北川地域から新たに産出した

放射虫化石とその年代について、東隣地域との比較も交え報告する。

2. 地質概要

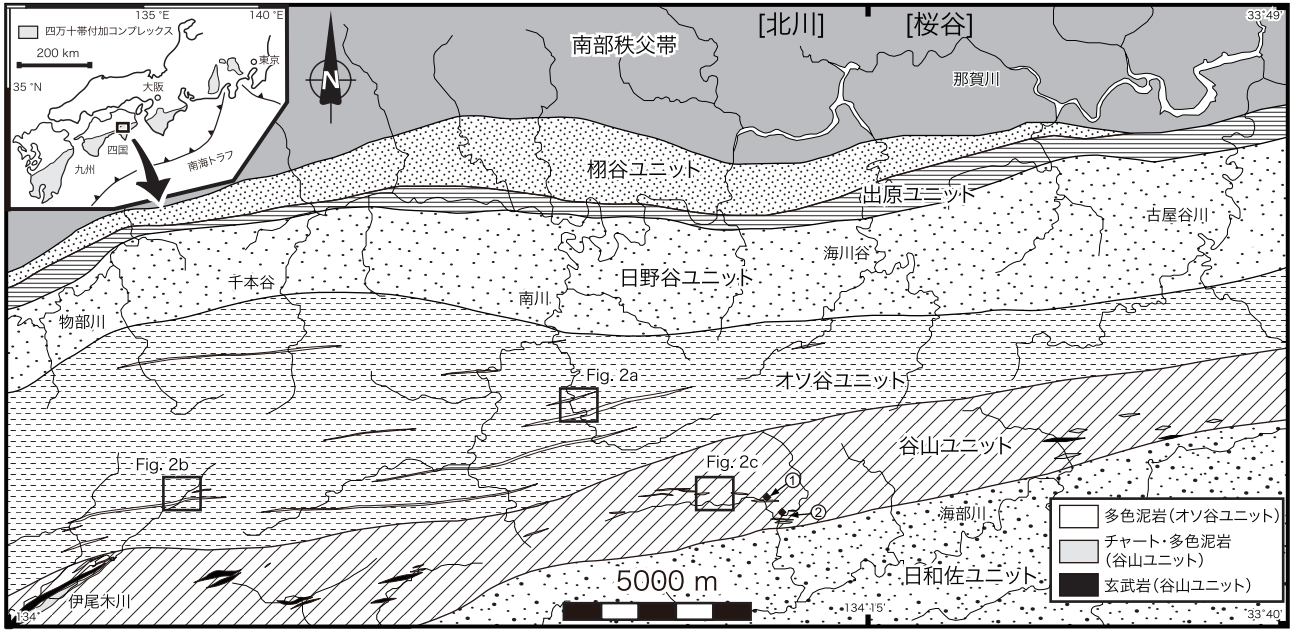
北川地域周辺の四万十帯付加コンプレックスの地質図を第 1 図に示す。今回、本地域の四万十帯付加コンプレックスを、石田(1988)及び君波ほか(1998)に従い、また岩相層序に基づき、北から棚谷ユニット・出原ユニット(石田, 1998)、^{ひのたに}日野谷ユニット・オソ谷ユニット・谷山ユニット・^{ひわき}日和佐ユニット(君波ほか, 1998)に区分した。なお本報告では、岩相層序区分の単位としてユニットを用い、これまで石田(1988)及び君波ほか(1998)で使用されていた累層及び層を、すべてユニットに置き換えた。なお棚谷ユニット・出原ユニット・日野谷ユニット・オソ谷ユニットは長石に富む砂岩を特徴とし、谷山ユニット・日和佐ユニットは岩片に富む砂岩を特徴とする(公文, 1981)。またオソ谷ユニットと谷山ユニットの間では、この砂岩組成の違いとともに、砂岩の化学組成(SiO_2 , TiO_2 , Fe_2O_3 , MgO , Sr など)の違いも指摘されている(君波ほか, 1998; 石濱・君波, 2000)。

今回、放射虫化石を産出した層準は、オソ谷ユニットと谷山ユニットに含まれる。オソ谷ユニットは、砂岩・泥岩・砂岩泥岩互層を主体とし、走向方向に連続性の良

¹ 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Institute of Geology and Geoinformation)

² 新潟大学大学院自然科学研究科 (Graduate School of Science and Technology, Niigata University, Niigata 950-2181, Japan)

* Corresponding author: H. HARA, Central7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan. Email: hara-hide@aist.go.jp



第1図 北川地域周辺の四万十帯付加コンプレックスの地質図。

桜谷地域は、君波ほか (1998) 及び石田 (1998) の地質図を参照した。なお出原ユニットは、石田 (1998) の出原層に対比され、君波ほか (1998) の成瀬累層及び古屋累層に相当する。◆は、中川ほか (1980) による放射虫化石産出地点を示す (①：チャート、②：泥岩)。

Fig. 1 Geological map of the Shimanto accretionary complex in the Kitagawa district, and its surrounding region.

Geological map in the Sakuradani district is based on Kiminami *et al.* (1998) and Ishida (1998). The Izuhara Unit corresponds to the Izuhara Formation (Ishida, 1998), and both of the Naruse and Furuya formations (Kiminami *et al.*, 1998). A filled lozenge indicates the radiolarian locality given by Nakagawa *et al.* (1980). ①: chert, ②: mudstone

い多色泥岩や凝灰岩を挟在する。砂岩泥岩互層は破断相を示すことがある。泥岩から、チューロニアン期～コニアシアン期前期の放射虫化石が報告されている (君波ほか, 1998)。谷山ユニットは、砂岩・泥岩・砂岩泥岩互層を主体とし、玄武岩・チャート・多色泥岩の岩体を伴うことを特徴とする。砂岩泥岩互層は頻繁に破断相を呈し、チャートや多色泥岩を含む混在岩もしばしば認められる。泥岩・珪長質凝灰岩・緑色泥岩から、コニアシアン期～サントニアン期の放射虫化石が報告されている (君波ほか, 1998)。

3. 放射虫化石年代

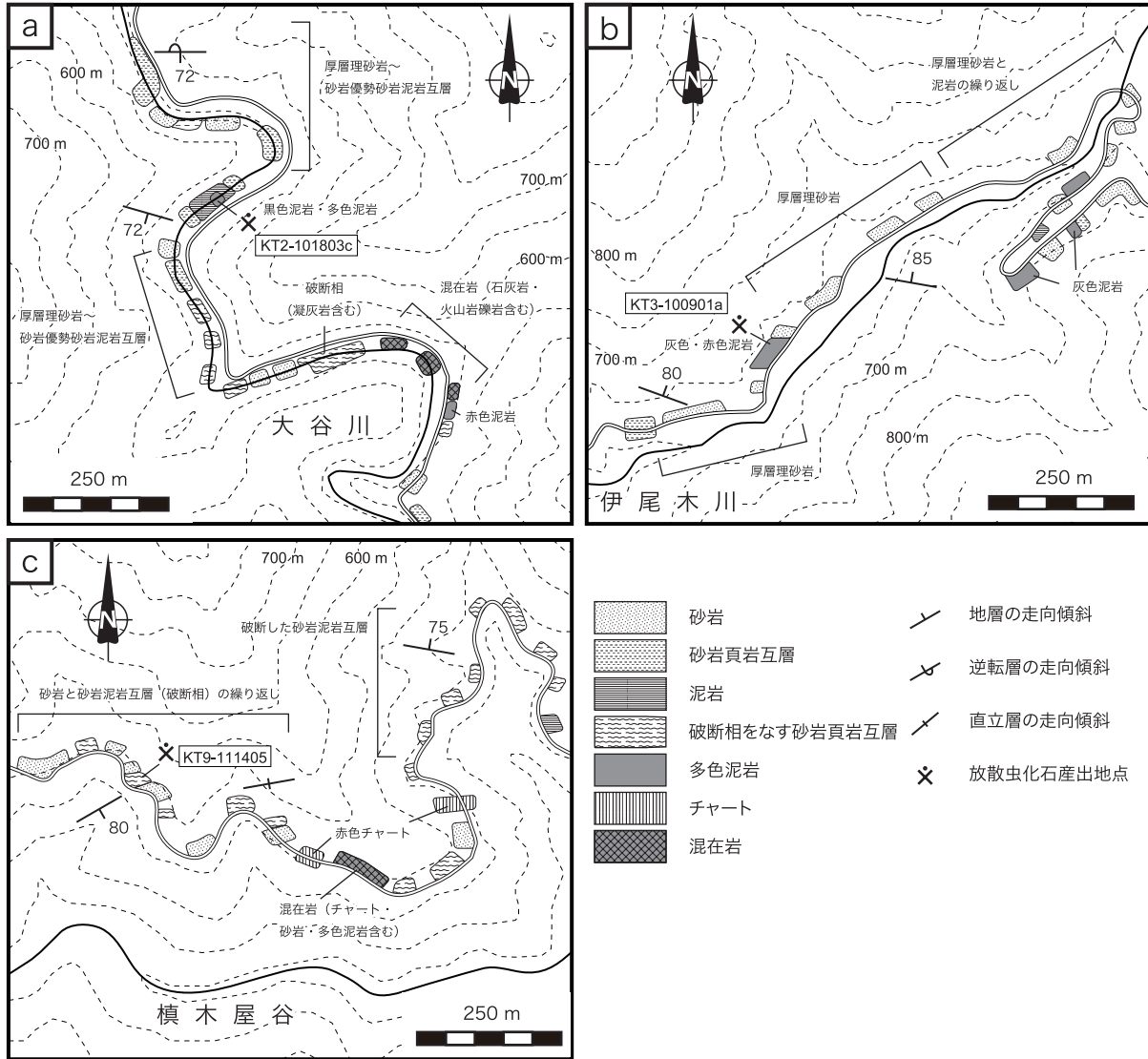
北川地域における四万十帯付加コンプレックスの放射虫化石年代を求めるために、泥岩・珪質泥岩・多色泥岩について 113 試料を採取した。試料は洗浄した後、ポリビーカー内で約 5% のフッ化水素酸溶液に 10～20 時間浸した。試料を水洗しながらステンレス篩 (開孔 63 μm) を用いて、残渣試料を回収した。この作業を 2 回繰り返した。回収された残渣試料は、蒸発皿にてエタノール洗浄し、その後ホットプレートにて乾燥させた。実体顕微鏡下で、残渣試料中に放射虫化石が認められた試料について、放射虫化石を残渣からピックアップし、走査

型電子顕微鏡を用いて画像を撮影した。今回、オソ谷ユニットの赤色泥岩 (KT2-101803c) 及び灰色泥岩 (KT3-100901a)、谷山ユニットの黒色泥岩 (KT9-111405) より年代決定に有効な放射虫化石を見出した。これら化石を産出する泥岩の採取地点及び周辺のルートマップを第 2 図に、泥岩の薄片写真を第 3 図に示す。

以下で述べる放射虫化石の分類は、基本的に O'Dogherty (1994) に従った。オソ谷ユニットの赤色泥岩 (KT2-101803c) と灰色泥岩 (KT3-100901a) の年代決定については、O'Dogherty (1994) の Unitary Association (UA) 法に基づく年代論に従った。谷山ユニットの黒色泥岩 (KT9-111405) については、O'Dogherty (1994) に加え、Pessagno (1976), Taketani (1982), 竹谷 (1995), Hollis and Kimura (2001) 及び Bandini *et al.* (2008) を用いて検討した。なお、O'Dogherty (1994) により提唱された化石帯の年代については、O'Dogherty and Guex (2002) を参考にした。

3.1. 大谷川沿いに露出する赤色泥岩 (KT2-101803c)

南川支流の大谷川沿いに露出する赤色泥岩は、オソ谷ユニットに属し、凝灰質な淡緑色泥岩と灰色泥岩及び黒色珪質泥岩の細互層中に、厚さ約 1 m で挟在される (第 2 図 a)。オソ谷ユニットの中では、多色泥岩に富むセクションである。またオソ谷ユニットでは非常に稀である



第2図 放射虫化石産出地点周辺のルートマップ。

a:KT2-101803c. b:KT3-100901a, c:KT9-111405. 位置については、第1図参照。

Fig. 2 Route maps around the occurrence points of radiolarians.

a: KT2-101803c. b: KT3-100901a, c: KT9-111405. See Fig. 1 for the map locations.

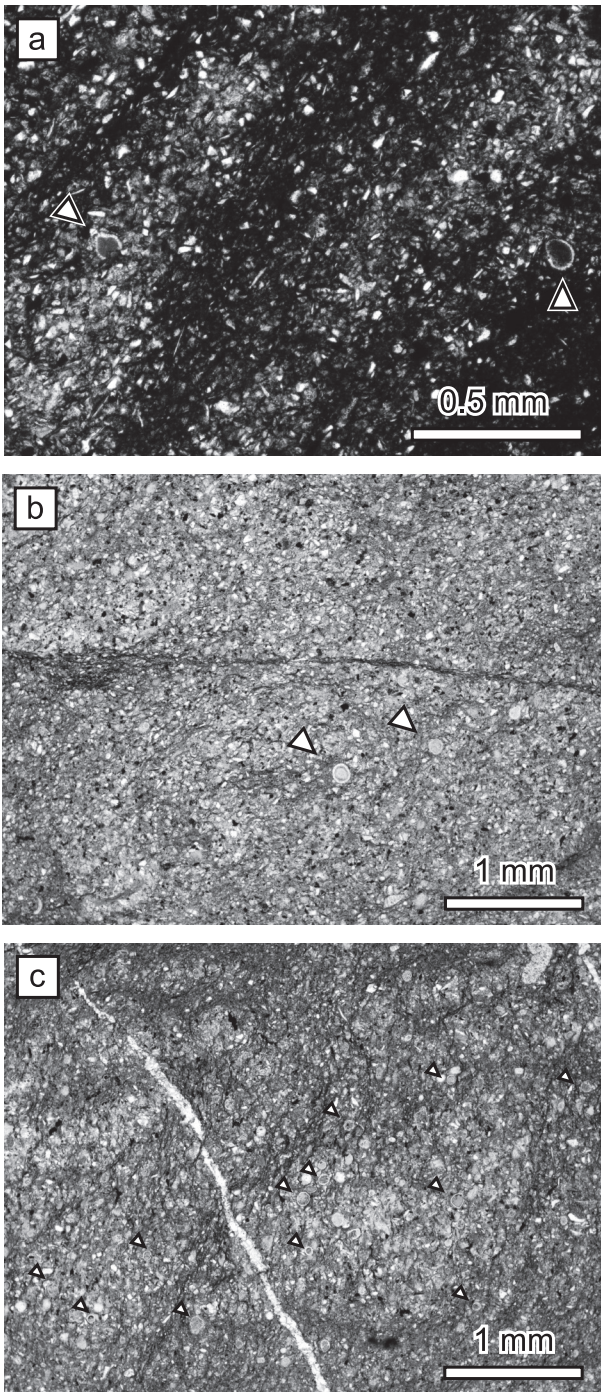
が、石灰岩及び火山岩礫岩を含む混在岩が分布する。放射虫化石が産出する赤色泥岩は、シルト質で、石英・長石・雲母片・岩片などの碎屑粒子を多く含む。泥岩層とシルト層が、層厚1 mm以下の互層をなすこともある(第3図a)。顕微鏡下において、シルト大の放射虫化石が、非常に稀であるが観察される。

概して保存不良であるが本試料から、*Thanarla veneta* (Squinabol), *Thanarla pulchra* (Squinabol), *Thanarla* sp., *Pseudodictyomitra* sp., *Pseudodictyomitra* aff. *pseudomacrocephala* (Squinabol), *Dictyomitra montisserei* (Squinabol), *Dictyomitra* spp. 及び *Xitus mclaughlini* Pessagno の放射虫化石が得られた(第4図)。これらのうち、*T. veneta* が O'Dogherty (1994) の UA12 ~ 19, *T. pulchra* が UA11 ~ 19, *D. montisserei* が UA10 ~ 20, *X.*

mclaughlini が UA10 ~ 19 に生存期間がある。これらの種の生存期間が重複する UA12 ~ 19 が示す年代は、アルビアン期後期~セノマニアン期である。

3.2. 伊尾木川上流沿いに露出する灰色泥岩 (KT3-100901a)

伊尾木川沿いに露出する灰色泥岩は、オソ谷ユニットに属し、厚さ約50 mの赤色泥岩の見かけ上位に、1.5 mの厚さで露出する(第2図b)。オソ谷ユニットの中で、多色泥岩に富むセクションであり、灰色泥岩の上位には、厚さ5 mの黒色泥岩が露出する。灰色泥岩は、塊状で、葉理などは認められない。シルト大の石英・長石・雲母片・岩片などの碎屑粒子を多く含む。碎屑粒子よりやや大きい放射虫化石が、稀に観察される。(第3図b)。



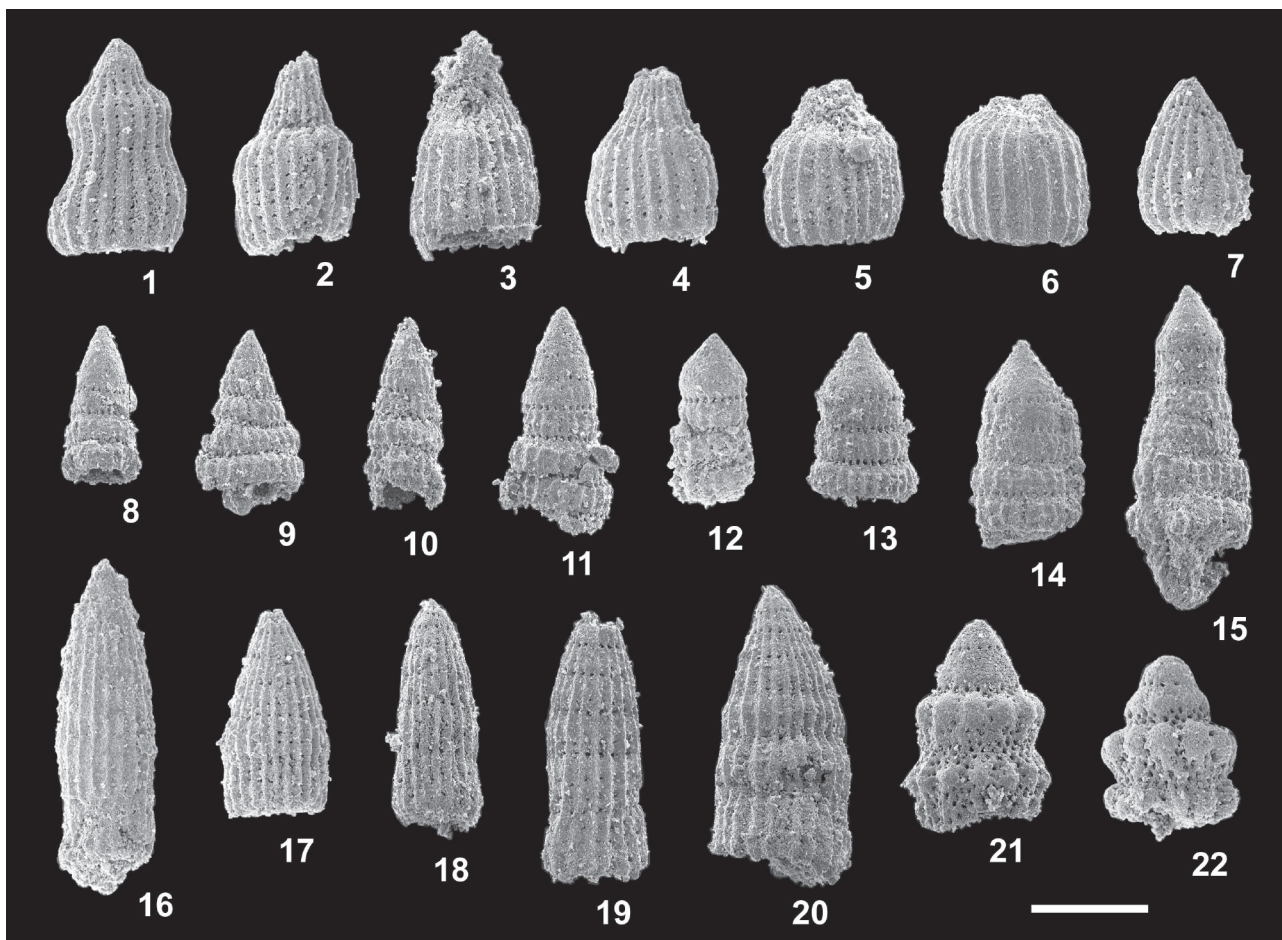
第3図 放射虫化石を産出する泥岩の薄片写真。
 a: オソ谷ユニットの赤色泥岩 (KT2-101803c). b: オソ谷ユニットの灰色泥岩 (KT3-100901a). c: 谷山ユニットの黒色泥岩 (KT9-111405). 単ニコル. 三角矢印は放射虫化石を指す。
 Fig. 3 Photomicrographs of mudstone bearing radiolarians.
 a: Red mudstone of the Osodani Unit (KT2-101803c). b: Grey mudstone of the Osodani Unit (KT3-100901a). c: Black mudstone of the Taniyama Unit (KT9-111405). All photographs were under plane polarized. Head arrows point radiolarian fossils.

本試料からは *Thanarla pulchra* (Squinabol), *Pseudodictyomitra pseudomacrocephala* (Squinabol), *Pseudodictyomitra tiara* (Holmes), *Dictyomitra montisserei* (Squinabol), *Dictyomitra* spp., *Archaeodictyomitra* sp., *Xitus mclaughlini* Pessagno, *Stichomitra stocki* (Campbell and Clark) 及び *Rhopalosyringium mosquense* (Smirnova and Aliev) の放射虫化石が得られた (第5図). これらの中で, *T. pulchra*, *D. montisserei*, *X. mclaughlini* の生存期間は, 前述の通り, それぞれ UA11 ~ 19, UA10 ~ 20, UA10 ~ 19 である. *R. mosquense* もこれらの種とほぼ同様 (UA10 ~ 19) の生存期間をもつ. *P. pseudomacrocephala* は, UA10 から O'Dogherty (1994) の検討した UA の上限である UA21 まで生存期間がある. これらの種に対して, *P. tiara* の生存期間は UA16 ~ 19 であり, *S. stocki* も UA18 になって出現する種である. 以上の種の生存期間が重複するのは UA18 ~ 19 であり, その示す年代はセノマニアン期後期である.

3.3. 榎木屋谷沿いの林道に露出する黒色泥岩 (KT9-111405)

海部川支流の榎木屋谷沿いの林道には, 谷山ユニットの破断相をなす砂岩泥岩互層, 砂岩, チャート及び混在岩が露出する (第2図c). 谷山ユニットを特徴付ける岩相が, 良く露出するセクションである. 今回, 砂岩泥岩互層に挟まれる黒色泥岩から放射虫化石を見出した. 黒色泥岩には, シルト大の碎屑粒子濃集部が認められ, それと珪質な泥質部が層厚数 mm 以下で葉理をなす. 碎屑粒子とほぼ同じ大きさの放射虫化石が, 碎屑粒子濃集部で頻繁に観察される (第3図c).

本試料からは, *Dictyomitra formosa* Squinabol, *Dictyomitra* aff. *formosa*, *Dictyomitra montisserei* (Squinabol), *Dictyomitra multicostata* Zittel, *Stichomitra stocki* (Campbell and Clark), *Stichomitra japonica* (Nakaseko and Nishimura), *Diacanthocapsa brevithorax* Dumitrica, *Diacanthocapsa euganea* Squinabol, *Pseudotheocampe urna* (Foreman), *Hemicryptocapsa prepolyhedra* Dumitrica, *Hiscocapsa uterculus* (Parona), *Pseudoaulophacus putahensis* Pessagno 及び *Alievium* cf. *superbum* (Squinabol) の放射虫化石が得られた (第6図). これらの中で *D. brevithorax*, *D. euganea*, *H. prepolyhedra* 及び *P. putahensis* は, セノマニアン期中 ~ 後期からチューロニアン期にかけて主要な生存期間がある (Taketani, 1982; O'Dogherty, 1994; 竹谷, 1995). また, 保存は不良ながら *A. superbum* が得られており, 本種は研究者によって意見の相違はあるものの, チューロニアン期初頭には確実に出現していた (Pessagno, 1976; O'Dogherty, 1994). *D. multicostata* はチューロニアン期に出現したとされる (O'Dogherty, 1994; Bandini *et al.*, 2008). *P. urna* は, 従来の研究ではコニアシアン期に出現したとされることが多いが (例えば, 竹谷, 1995; Hollis and



第4図 オソ谷ユニットの赤色泥岩から産出した放射虫化石 (KT2-101803c).

1 : *Thanarla veneta* (Squinabol), 2-6 : *Thanarla pulchra* (Squinabol), 7 : *Thanarla* sp., 8-11 : *Pseudodictyomitra* sp., 12-15 : *Pseudodictyomitra* aff. *pseudomacrocephala* (Squinabol), 16 : *Dictyomitra montisserei* (Squinabol), 17-20 : *Dictyomitra* spp., 21, 22 : *Xitus mclaughlini* Pessagno. スケールバーは 100 μ m を示す.

Fig. 4 Radiolarians from red mudstone of the Osodani Unit (KT2-101803c).

Scale bar is 100 μ m.

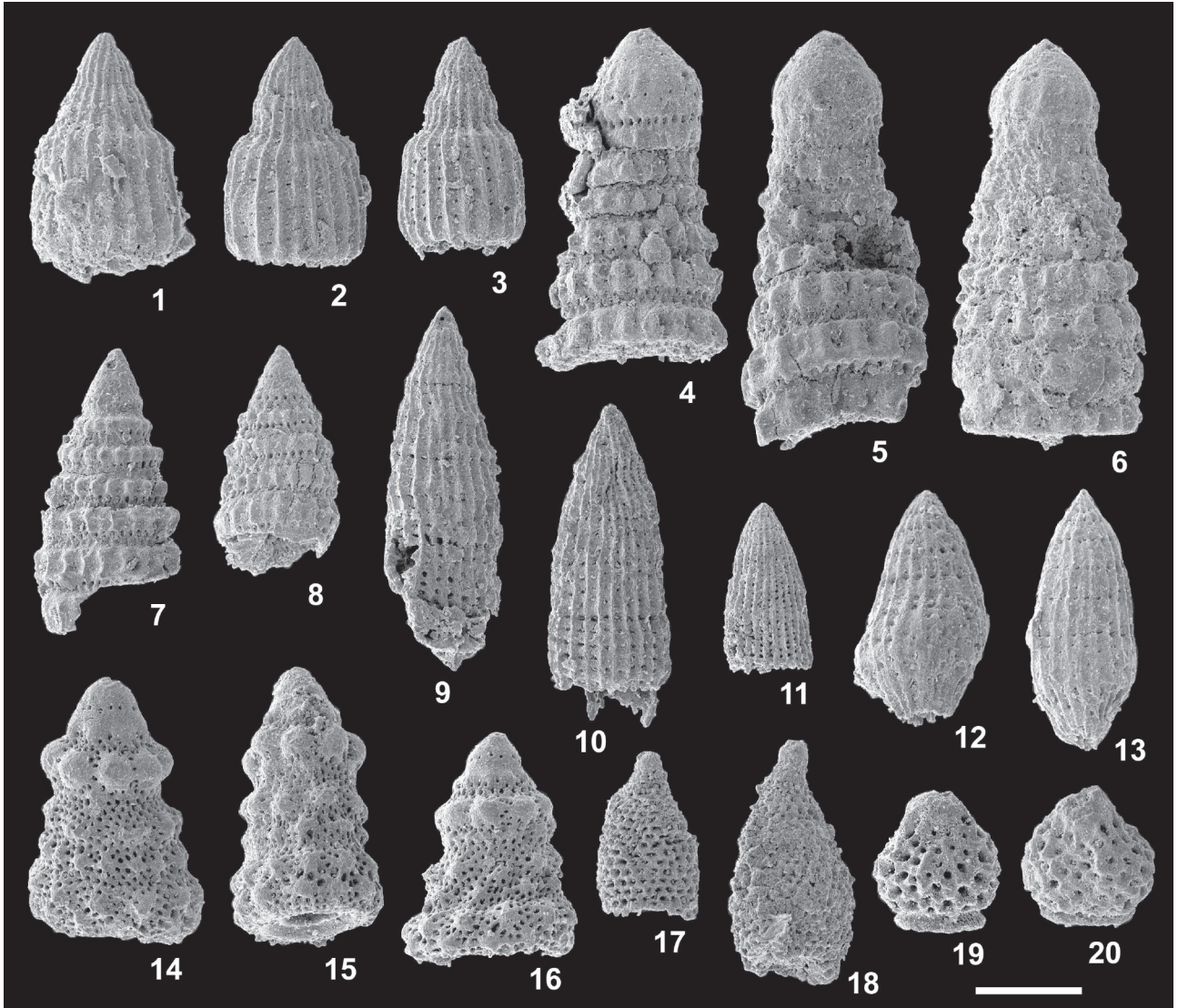
Kimura, 2001), 最近の筆者らの研究 (原・栗原, 2012) によると, チューロニアン階の基底付近から産出する *Rhopalosyringium scissum* O'Dogherty と同時に現れることが明らかになっている. なお, *H. uterculus* の生存期間は O'Dogherty (1994) の UA1 ~ 5 (パレミアン期~アプチアン期) と, 他の種に比べ明らかに古い. これは石田・橋本 (1998) で述べられたような再堆積性のものと考えられる. 以上を総合すると, 本試料の放射虫化石の示す年代はチューロニアン期と考えられる.

4. 放射虫化石年代と岩相との関係

北川地域におけるオソ谷ユニットからの放射虫化石は, 今回の赤色泥岩 (KT2-101803c) 及び灰色泥岩 (KT3-100901a) からの報告が初めてである. その化石年代は, 赤色泥岩がアルビアン期後期~セノマニアン期, 灰色泥岩がセノマニアン期後期を示す. なお東隣の桜谷地域で

は, 泥岩から, チューロニアン期~コニアシアン期前期の放射虫化石の報告がある (君波ほか, 1998). オソ谷ユニットは, アルビアン期後期~セノマニアン期の多色泥岩, チューロニアン期~コニアシアン期前期の泥岩からなる岩相層序ユニットといえる (第7図).

北川地域における谷山ユニットでは, 中川ほか (1980) により, 海部川上流にてチャート・泥岩から放射虫化石が報告されている (化石産出地点については第1図参照). チャートは, *Eucyrtis micropora* (Squinabol), *Thanarla conica* (Squinabol) などの放射虫化石を産し, その年代はオーテリビアン期~アプチアン期とされた. なお, チャートの年代は O'Dogherty (1994) の UA に基づくと, *T. conica* の生存期間 (UA6 ~ 11) によりアプチアン期~アルビアン期となる. 東隣の桜谷地域では, チャートより, オーテリビアン期~パレミアン期ないしパレミアン期~アルビアン期の放射虫化石群集が報告されている (公文, 1981: 赤松層下部層). また, 赤色泥岩より,



第5図 オソ谷ユニットの灰色泥岩から産出した放散虫化石 (KT3-100901a).

1-3 : *Thanarla pulchra* (Squinabol), 4-6 : *Pseudodictyomitra pseudomacrocephala* (Squinabol), 7, 8 : *Pseudodictyomitra tiara* (Holmes), 9 : *Dictyomitra montisserei* (Squinabol), 10, 11 : *Dictyomitra* spp., 12, 13 : *Archaeo dictyomitra* sp., 14-16 : *Xitus mclaughlini* Pessagno, 17, 18 : *Stichomitra stocki* (Campbell and Clark), 19, 20 : *Rhopalosyringium mosquense* (Smirnova and Aliev). スケールバーは 100 μm を示す.

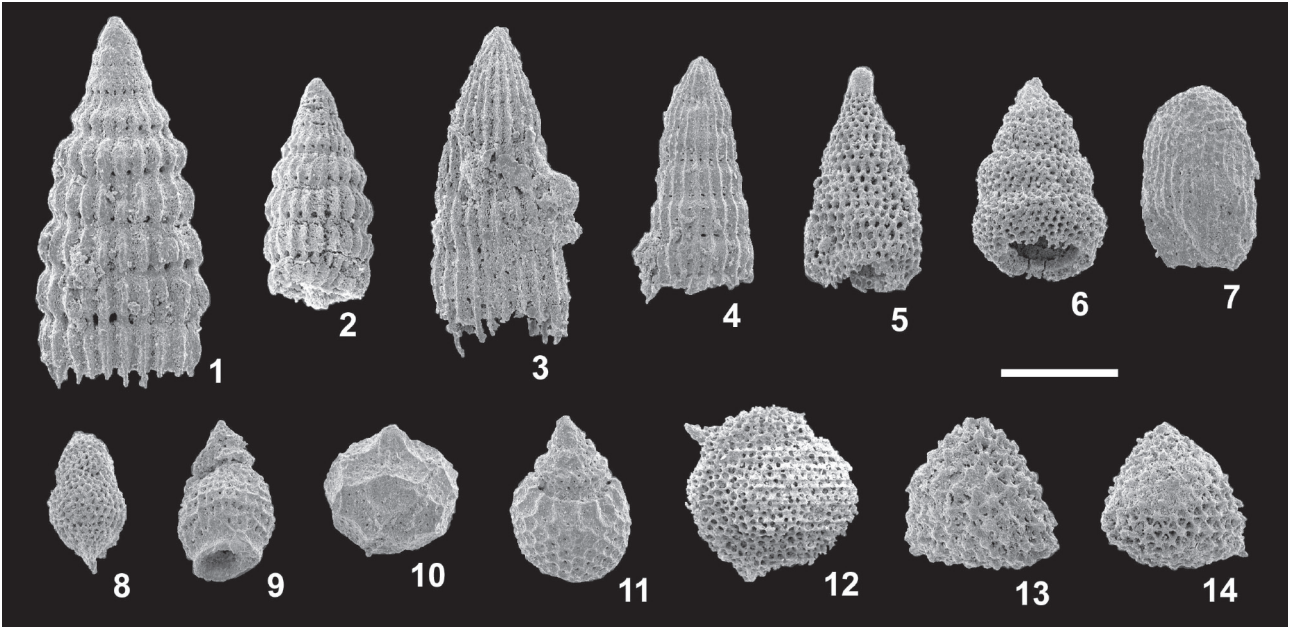
Fig. 5 Radiolarians from grey mudstone of the Osodani Unit (KT3-100901a).

Scale bar is 100 μm.

バレミアン期～アルピアン期の放散虫化石群集が報告されている (公文, 1981).

中川ほか (1980) は、海部川上流の泥岩から、*Artostrobium urna*, *Amphipyndax stocki* (それぞれ本研究の *P. urna*, *S. stocki*) などの放散虫化石を報告し、その年代はコニアシアン期～サントニアン期とした。桜谷地域の泥岩からも、コニアシアン期～サントニアン期の放散虫化石の報告がある (中川ほか, 1980; 君波ほか, 1998)。本報告で見出した黒色泥岩 (KT9-111405) 中の放散虫化石年代は、チューロニアン期であり、これまでに報告された泥岩からの放散虫化石年代に比べやや古い年

代を示す。君波ほか (1998) は、谷山ユニットを T1 部層と T2 部層に分けた。このうち T1 部層に関しては、コニアシアン期前期に消滅した *Pseudodictyomitra nakasekoi* Taketani (本研究では本種に対し *P. tiara* を用いている)、サントニアン期前期に消滅した *Alievium praegallowayi* Pessagno や *Pyramispongia glascockensis* Pessagno が産出すること、また T2 部層からは産出するサントニアン期から出現する *Dictyomitra koslovae* Foreman の産出がないことにより、T2 部層に比べ若干古い年代を示す可能性を示唆している。そのため本化石産出泥岩は、谷山ユニットの T1 部層に含まれる可能性があり、そして谷山ユ



第6図 谷山ユニットの黒色泥岩から産出した放射虫化石 (KT9-111405).

1 : *Dictyomitra formosa* Squinabol, 2 : *Dictyomitra* aff. *formosa* Squinabol, 3 : *Dictyomitra montisserei* (Squinabol), 4 : *Dictyomitra multicostata* Zittel, 5 : *Stichomitra stocki* (Campbell and Clark), 6 : *Stichomitra japonica* (Nakaseko and Nishimura), 7 : *Diacanthocapsa brevithorax* Dumitrica, 8 : *Diacanthocapsa euganea* Squinabol, 9 : *Pseudotheocampe urna* (Foreman), 10 : *Hemicryptocapsa prepolyhedra* Dumitrica, 11 : *Hiscocapsa uterculus* (Parona), 12 : *Pseudoaulophacus putahensis* Pessagno, 13, 14 : *Alievium* cf. *superbum* (Squinabol). スケールバーは 100 μm を示す.

Fig. 6 Radiolarians from grey mudstone of the Taniyama Unit (KT9-111405).

Scale bar is 100 μm.

ユニットの泥岩年代は、チューロニアン期まで含むことが考えられる。したがって谷山ユニットは、オーテリビアン期～アルビアン期のチャート、パレミアン期～アルビアン期の多色泥岩、チューロニアン期ないしコニアシアン期～サントニアン期の泥岩からなる岩相層序ユニットといえる（第7図）。

謝辞：地質情報研究部門の片山 肇氏及び中江 訓氏には、査読を通じ有益なコメントを頂いた。地質標本館の大和田 朗氏、佐藤卓見氏、福田和幸氏には岩石薄片を作成して頂いた。以上の方々に、厚く御礼を申し上げます。

→

第7図 オソダニユニットと谷山ユニットにおける放射虫化石年代と岩相との関係。

Fig. 7 Radiolarians age and lithology in the Osodani Unit and the Taniyama Unit.

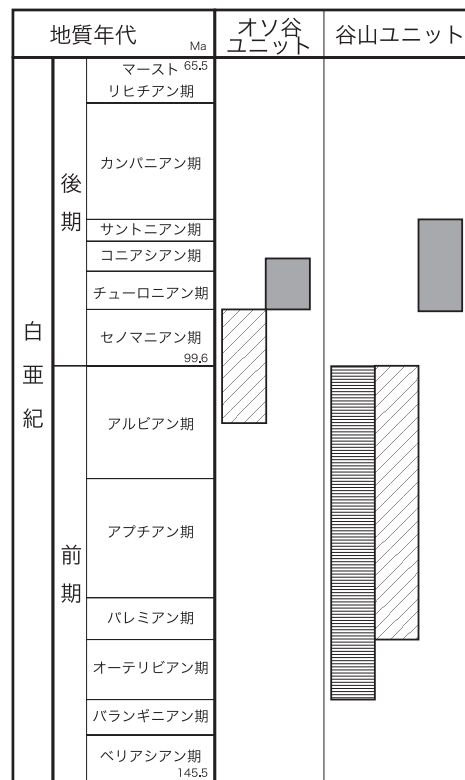


チャート
 多色泥岩
 泥岩

文 献

- Bandini, A., Flores, K., Baumgartner, P. O., Jackett, S.-J. and Denyer, P. (2008) Late Cretaceous and Paleogene Radiolaria from the Nicoya Peninsula, Costa Rica: A tectonostratigraphic application. *Stratigraphy*, **5**, 3-21.
- 原 康祐・栗原敏之 (2012) オマーンオフィオライトにおける後期白亜紀遠洋性堆積物 (スヘイラ層) の岩相層序と放散虫化石群集の再検討. 日本古生物学会 2012 年年会講演予稿集, p. 35.
- 平山 健・山下 昇・須鎗和巳・中川衷三 (1956) 7万5千分の1 徳島県剣山図幅及び同説明書, 徳島県, 52 p.
- Hollis, C. J. and Kimura, K. (2001) A unified radiolarian zonation for the Late Cretaceous and Paleocene of Japan. *Micropaleontology*, **47**, 235-255.
- 石田啓佑 (1987) 四国東部秩父累帯南帯の地質学的・微化石年代学的研究. 徳島大学教養部紀要 (自然科学), **20**, 47-121.
- 石田啓佑 (1998) 四国東部, 四万十累層群の岩相層序と放散虫年代. 大阪微化石研究会誌, 特別号, no. 11, 189-209.
- 石田啓祐・橋本寿夫 (1998) 四国東部, 四万十北帯の上部白亜系チャート - 碎屑岩シーケンスと放散虫生層序. 大阪微化石研究会誌 特別号, no. 11, 211-225.
- 石濱茂崇・君波和雄 (2000) 砂岩と頁岩の化学組成に基づく四国東部秩父累帯南帯・四万十帯北帯の岩石相ユニット. 地質学論集, no. 57, 97-106.
- 君波和雄・松浦卓史・岩田尊夫・三浦健一郎 (1998) 四国東部に分布する白亜系四万十累層群の砂岩組成と白亜紀火山活動との関連. 地質雑, **104**, 314-326.
- 公文富士夫 (1981) 徳島県南部の四万十累帯白亜系. 地質雑, **87**, 277-295.
- 中川衷三・中世古幸次郎・川口輝与隆・吉村隆三 (1980) 四国東端の四万十帯上部ユラ系及び白亜系放散虫化石の概要. 徳島大学学芸紀要 (自然科学), **31**, 1-27.
- O'Dogherty, L. (1994) Biochronology and paleontology of mid-Cretaceous radiolarians from Northern Apennines (Italy) and Betic Cordillera (Spain). *Mémoires de Géologie (Lausanne)*, no. 21, 1-413.
- O'Dogherty, L. and Guex, J. (2002) Rates and pattern of evolution among Cretaceous radiolarians: Relations with global paleoceanographic events. *Micropaleontology*, **48**, 1-22.
- Pessagno, E. A. (1976) Radiolarian zonation and stratigraphy of the Upper Cretaceous portion of the Great Valley sequence, California Coast Ranges. *Micropaleontology, Special Publication*, no. 2, 1-95.
- 四国地方土木地質図編纂委員会 (1998) 四国地方土木地質図及び解説書. (財) 国土開発技術研究センター, 859 p.
- 須鎗和巳 (1986) 四国東部の四万十帯北帯の再検討. 徳島大学教養部紀要 (自然科学), **19**, 45-54.
- Taketani, Y. (1982) Cretaceous radiolarian biostratigraphy of the Urakawa and Obira areas, Hokkaido. *Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser. 2 (Geol.)*, **52**, 1-76.
- 竹谷陽二郎 (1995) 本邦上部白亜系の放散虫化石層序の再検討 - 特に国際対比上有効な層準について -. 地質雑, **101**, 30-41.
- 徳島県 (1972) 徳島県の地質及び15万分の1 徳島県地質図. 徳島県農林水産部農林企画課.
- 徳島県 (1985) 土地分類基本調査「北川」(5万分の1). 徳島県農林水産部, 29 p.

(受付: 2012年11月30日; 受理: 2012年12月27日)