

5 万分の 1 地質図幅「鳥羽」地域における秩父累帯南帯の泥岩から見出された 中期及び後期ジュラ紀放射虫化石

内野隆之^{1,*}・石田直人²

Takayuki Uchino and Naoto Ishida (2017) Middle and Late Jurassic radiolarian fossils from mudstone in the Southern Chichibu Belt in the Toba District (Quadrangle series 1:50,000), Shima Peninsula, Mie Prefecture, Southwest Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 68 (2), p. 25-39, 8 figs, 1 table.

Abstract: The Tsuiji Group (Middle to Late Jurassic accretionary complex) and the Imaura Group (Middle Jurassic to Early Cretaceous shallow-marine deposit) are distributed in the Southern Chichibu Belt, Shima Peninsula, Mie Prefecture. During a geological survey on the Toba District (Quadrangle series 1:50,000), we discovered Middle and Late Jurassic radiolarian fossils from mudstone of both groups and decided depositional ages in detail based on many radiolarian fossil species. A mudstone sample from the Tsuiji Group indicates early to middle Callovian, and mudstone samples from the Imaura Group are concentrated in three age groups: middle Bathonian to late Callovian, late Callovian to middle Oxfordian, and early Tithonian. The ages fall within the ranges of those that previous works reported.

Keywords: Middle Jurassic, Late Jurassic, radiolarian fossil, Tsuiji Group, accretionary complex, Imaura Group, shallow-marine deposit, Southern Chichibu Belt, Shima Peninsula, Mie Prefecture

要 旨

三重県志摩半島の秩父累帯南帯には、中期～後期ジュラ紀付加体からなる築地層群と中期ジュラ紀～前期白亜紀浅海層からなる今浦層群が分布する。5 万分の 1 地質図幅「鳥羽」を作成する過程で、両層群の泥岩から中期及び後期ジュラ紀の放射虫化石を見出し、多くの化石種を基に、より精度の高い堆積年代を示すことができた。築地層群の泥岩はカロビアン期前半～中頃を、そして今浦層群の泥岩はバトニアン期中頃～カロビアン期後半、カロビアン期後半～オックスフォードイアン期中頃、チトニアン期前半という 3 つの時代を示すことが明らかになった。これらの時代はこれまで報告されていた年代データの範囲に収まる。

1. はじめに

三重県志摩半島における地体は北から三波川帯、秩父累帯、四万十帯に区分され、秩父累帯は更に北から「北帯」、「中帯」あるいは「黒瀬川帯」、「南帯」の 3 帯に区分される(例えば、山際・坂, 1967; 坂ほか, 1988; 坂ほ

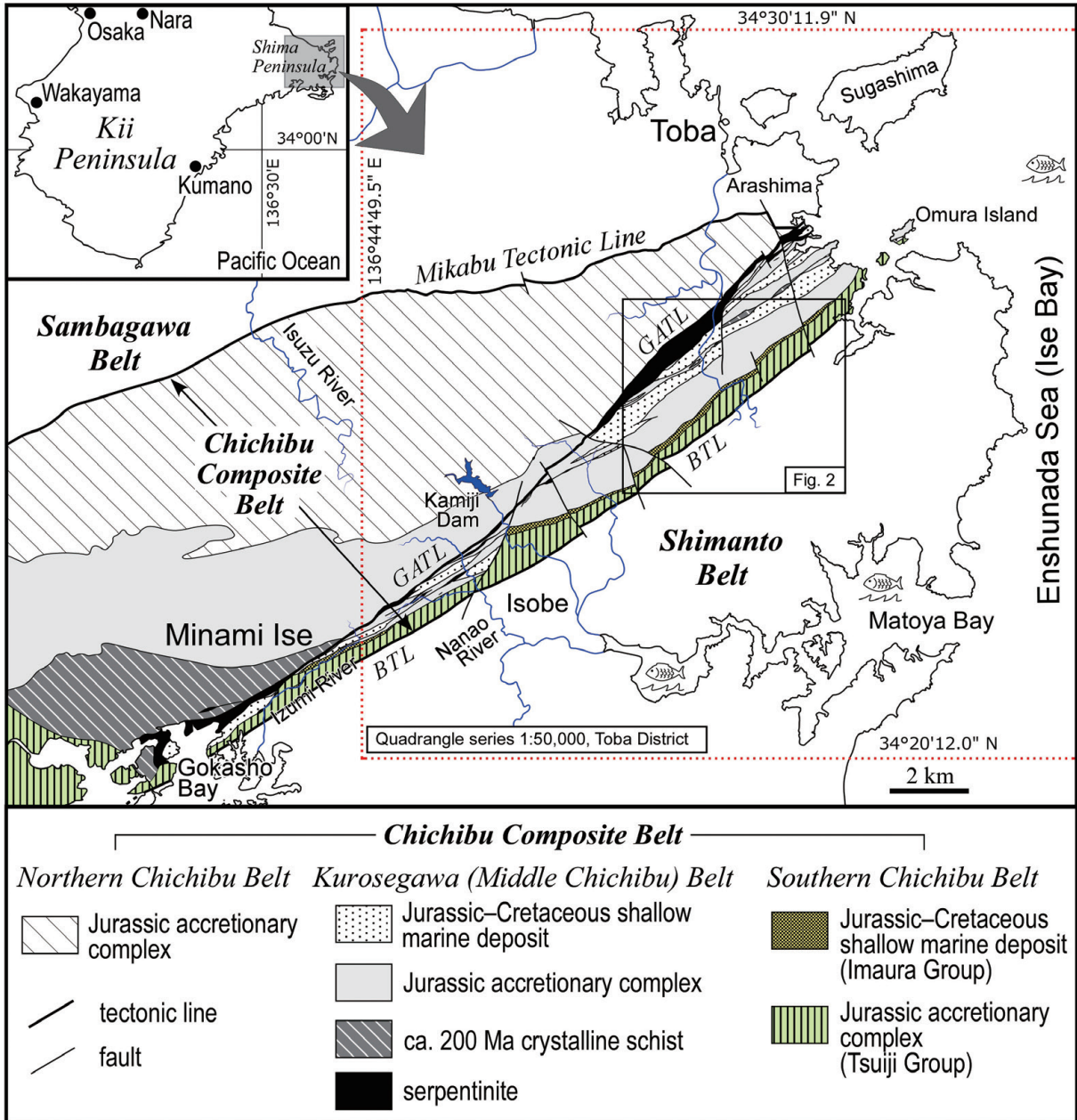
か, 1999; 坂, 2009)。北帯にはジュラ紀の付加体が分布し、中帯(坂ほか, 1999 以降、黒瀬川帯と呼ばれることが多い)にはジュラ紀の付加体と中期ジュラ紀～前期白亜紀の碎屑岩(浅海層)のほか、蛇紋岩、深成岩、角閃岩、デボン紀珪長質凝灰岩、ペルム紀碎屑岩(浅海層)、200 Ma 前後の結晶片岩などが分布する。南帯にはジュラ紀の付加体と中期ジュラ紀～前期白亜紀の碎屑岩類(浅海層)が分布している。そして、秩父累帯南側の四万十帯には白亜紀の付加体が、北側の三波川帯には苦鉄質～超苦鉄質岩類(御荷鉾緑色岩類)と泥質片岩類が分布している(第 1 図)。特に秩父累帯は、造構過程の議論が未だ決着していない黒瀬川帯を含むことや、同累帯全域で微化石(紡錘虫や放射虫)及び大型化石(恐竜や軟体動物)を産することから、過去より幾つもの研究がなされてきた(日下部・宮村, 1958; 山際・坂, 1967; 山際, 1969, 山際ほか, 1979; 菅野ほか, 1980; 吉倉・寺嶋, 1984; 坂・手塚, 1988; 坂ほか, 1988; 磯崎ほか, 1992; 杉山ほか, 1993; 梅田・山際, 1997; 坂ほか, 1999; 富田ほか, 2001; 太田ほか, 2012; 内野・鈴木, 2016)。

産業技術総合研究所地質調査総合センターでは、三波川帯、秩父累帯、四万十帯にまたがる志摩半島の東部

¹ 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation)

² 鳥取大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 (Department of Social Systems and Civil Engineering, Graduate school of Engineering, Tottori University)

* Corresponding author: T.Uchino, Central 7, Higashi 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan, Email: t-uchino@aist.go.jp



第1図 志摩半島における秩父累帯の地質概略図。南伊勢町の秩父累帯の分布については坂(2009)による。緯度・経度は世界測地系を使用。

BTL：仏像構造線，GATL：五ヶ所-安楽島構造線。

Fig. 1 Geological map of the Chichibu Composite Belt in the Shima Peninsula. Distribution of the Chichibu Composite Belt around Minami Ise Town is from Saka (2009). Latitude and longitude are represented by the world geodetic system. BTL: Butsuzo Tectonic Line, GATL: Gokasho-Arashima Tectonic Line.

域を区画とした5万分の1地質図幅「鳥羽」の作成を現在行っている(第1図)。その調査・研究過程において、秩父累帯南帯の泥岩から中期及び後期ジュラ紀の放射虫化石を見出した。この放射虫化石が示す地質時代のデータは、中～後期ジュラ紀付加体とその被覆層との関係や、ジュラ紀～白亜紀にかけての付加体の発達過程を検討す

る上で重要である。

なお、本地域の地質体にはこれまで基本層序単元である「層」が無いまま「層群」が使用されていることが多い。これは、地層命名規約上不適切ではあるが、本論では従来から使用されてきた地層名(例えば、今浦層群)を踏襲する。

2. 秩父累帯南帯の地質

本地域の秩父累帯南帯（以下、南帯と表記する）は、鳥羽市大村島から度会郡南伊勢町まで最大1 km程度の幅を持ち北東-南西方向に帯状に分布する（第1図）。南帯の中央～南部にかけては中期～後期ジュラ紀付加体からなる築地層群が最大900 mの幅で分布し、また同帯の北部には中期ジュラ紀～前期白亜紀浅海層からなる今浦層群が最大200 mの幅で狭長に分布している。南帯と南側の四万十帯との境界は中角北傾斜の仏像構造線であり、これまでに2箇所で断層露頭が確認されている（山際ほか，1976；坂・山口，1985）。一方、南帯と北側の黒瀬川帯（中帯）との境界も岩石の分布状況から高角の断層と推定されており、この断層の北東部については恵利原-櫛ヶ峰断層と呼ばれている（坂ほか，1988）。南伊勢町における南帯と黒瀬川帯との境界断層には小規模な蛇紋岩が伴われることがある（坂ほか，1979）。築地層群と今浦層群の境界は主に高角断層と考えられているが、2箇所で不整合とみなされる露頭が報告されている（坂，1983；坂ほか，1999）。

2.1 築地層群

築地層群は、山際・坂(1967)により命名され、厚い塊状砂岩と側方に連続性の良い層状チャートが構造的に繰り返し分布する「チャート-砕屑岩コンプレックス」(Kimura and Hori, 1993)をなし、玄武岩、海山型石灰岩及び混在岩を僅かに含む。また、本層群は志摩半島に分布する付加体の中では変形が比較的弱く、整然相を示す部分も多い。

化石については、石灰岩から*Yabeina*属などの中期ペルム紀(原典では後期ペルム紀)の有孔虫化石が報告されている(山際，1969)ほか、チャートから中期三畳紀と中期ジュラ紀(一部、前期ジュラ紀?)の放散虫化石が、そして珪質泥岩から中期ジュラ紀～後期ジュラ紀前半の放散虫化石が報告されている(菅野ほか，1980；坂・手塚，1988；Ohba and Adachi, 1995)。また、泥岩からも中期ジュラ紀～後期ジュラ紀前半の放散虫化石が報告されている(坂・手塚，1988)。

本層群は、岩相及び放散虫化石年代から、四国の斗賀野層群(松岡，1984)に対比されている(坂・手塚，1988)。

2.2 今浦層群

今浦層群は提唱された当初、山際(1957)により今浦層と命名された。その後、山際・坂(1967)によって今浦層群として層序単元の階層が格上げされた。本層群は泥岩、砂岩、砂岩泥岩互層を主体とし、陸棚型石灰岩を僅かに伴う。泥岩は植物片化石を多く含み、風化部分は数mm～数cm角で細かく割れる特徴を示す。砂岩泥岩互層は

断層沿い以外では整然相を示す。石灰岩は暗灰色を呈し、短径が最大数～10数m、長径が最大数10 mの岩塊として泥岩中に産する。これらの石灰岩は、ハンマーで叩くと石油臭がすること、陸源性砕屑物を含むこと、含有化石の種類などの特徴により、古くから礁性の鳥巢式石灰岩として認識されている(例えば、飯塚，1929)。

産出化石については、石灰岩から後期ジュラ紀を示すとされる珊瑚や層孔虫の化石が報告されている(例えば、藤本，1942；坂ほか，1979；山際ほか，1979)。また、泥岩から中期ジュラ紀、後期ジュラ紀、前期白亜紀の3つの異なる時代を示す放散虫化石が報告されている(坂・手塚，1988)ほか、後期ジュラ紀を示すアンモナイト(佐藤ほか，2005)、ウニ、二枚貝などの大型化石も報告されている(山際・坂，1967)。

今浦層群は付加体(築地層群)を被覆した前弧海盆堆積物であると考えられており(坂・手塚，1988)、四国の鳥巢層群に対比されている(山際・坂，1967；坂ほか，1979)。

3. 放散虫化石年代

3.1 試料採取地点

付加体からなる築地層群の1地点(T1)、浅海層からなる今浦層群の3地点(I1～3)の泥岩から放散虫化石が得られた。それらの試料採取地点及び周辺ルートマップをそれぞれ第2図と第3図に示す。

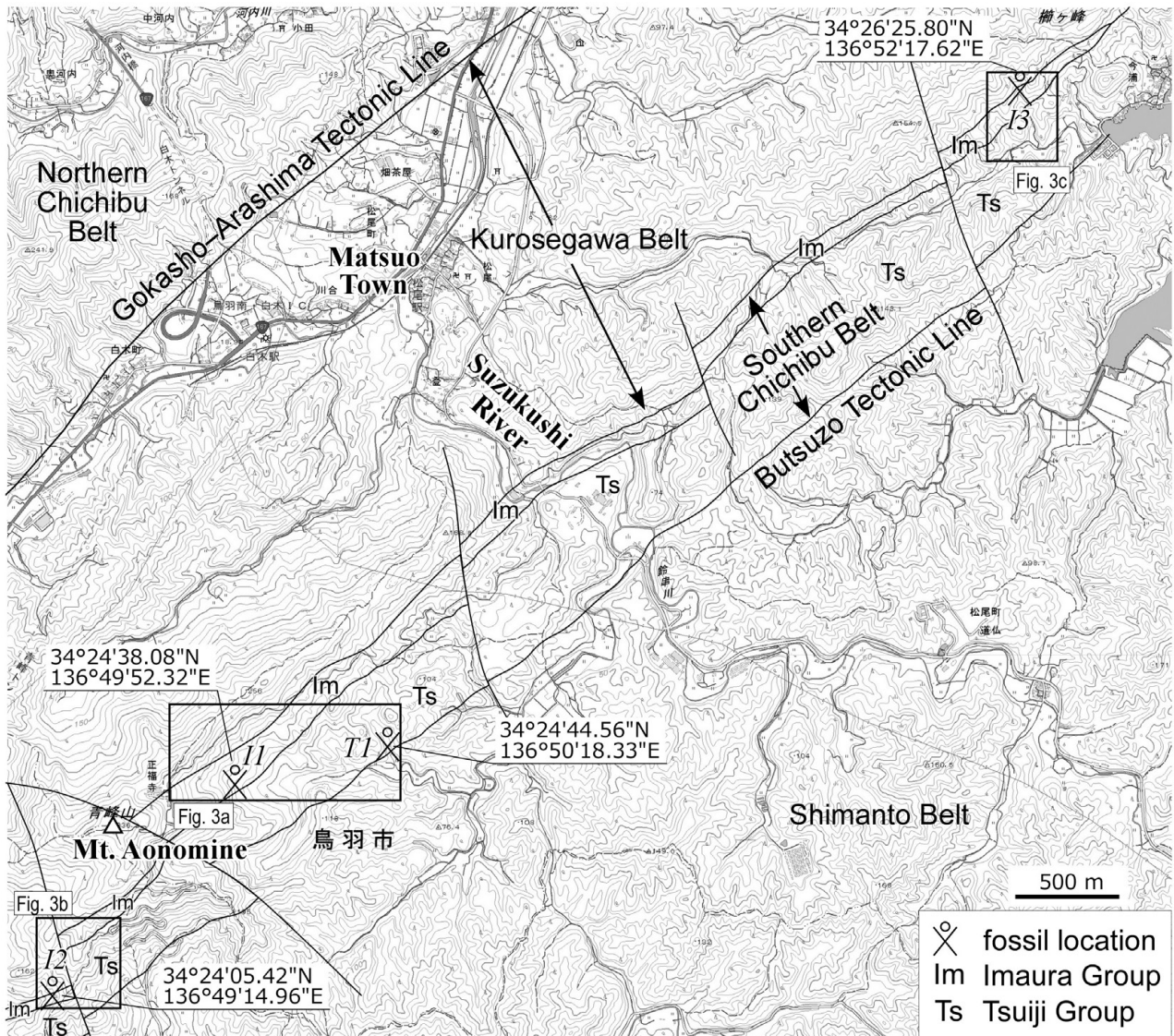
3.1.1 築地層群

T1試料は、青峰山東北東、鳥羽市松尾町の岳河内川(鈴串川支流)枝沢に露出する砂岩泥岩互層中の泥岩である。この砂岩泥岩互層は露頭幅約4 mで、層厚30 cm以下の砂岩と泥岩が等量で互層し、整然相を示す。露頭は連続しないが、南隣(下位)にはチャート岩塊を含む混在岩が、北隣(上位)には砂岩優勢砂岩泥岩互層が産する(第3図a)。

3.1.2 今浦層群

I1試料は、青峰山東北東の岳河内川に注ぐ小沢(T1から西南西に約750 m離れた地点)に露出する泥岩である(第3図a)。この泥岩は露頭幅約3 mで、層厚2 mの砂岩層を挟有し、全体として整然相を示す。露頭は連続しないが、西隣(上位)には塊状砂岩が、東隣には数mm～数cm角で細かく割れる特徴を示す泥岩を優勢に含む砂岩泥岩互層が産する。なお、この谷では長径4 m以下の鳥巢式石灰岩の転石が幾つかみられた。

I2試料は、青峰山南南西、磯部町沓掛から青峰山へ向かう青峰登山道(磯部道)の6合目付近の西斜面、標高約115 m地点に産する泥岩である(第3図b)。この泥岩は露頭幅約3 mで、層厚数cm単位で成層しており、数mm～数cm角で細かく割れる特徴を示す。露頭は連続しな



第2図 ジュラ紀放射散虫化石産出地点. T1：築地層群の化石地点. I1-3：今浦層群の化石地点. 地形図は地理院地図 (<http://maps.gsi.go.jp/#15/34.421105/136.851201/>) を使用.

Fig. 2 Locations of Jurassic radiolarian fossils. T1: fossil location in the Tsuji Group, I1-3: fossil location in the Imaura Group. Topographic map is from the GIS map (<http://maps.gsi.go.jp/#15/34.421105/136.851201/>) of the Geospatial Information Authority of Japan.

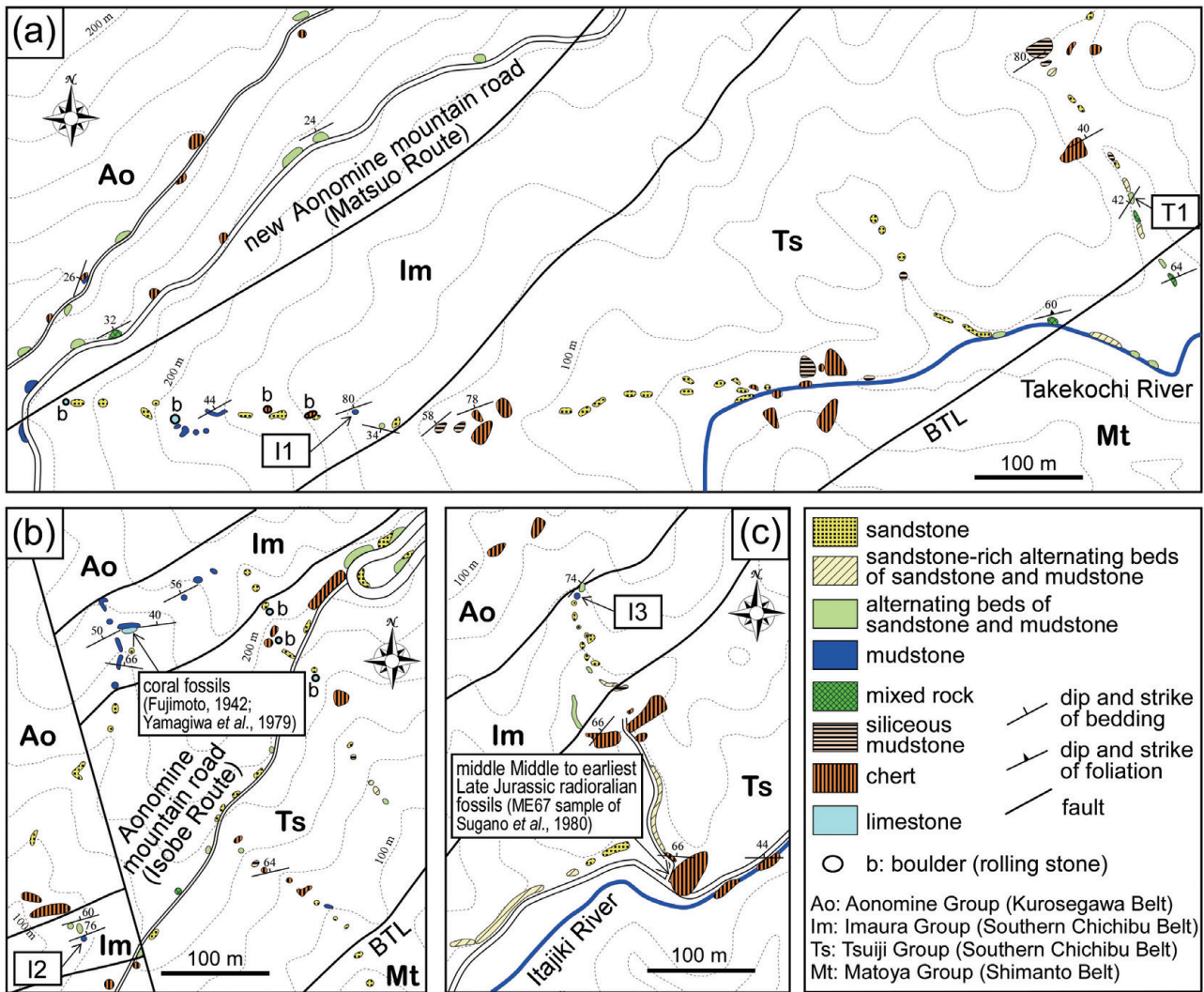
いが、北隣(上位)には整然相を示す砂岩泥岩互層が産する。なお、本地点から約300 m北方の標高約190 m地点には、藤本(1942)や山際ほか(1979)で報告された珊瑚化石を含む鳥巢式石灰岩が産している。この石灰岩露頭と含放射散虫泥岩露頭との間には、黒瀬川帯のジュラ紀付加体青峰層群(山際・坂, 1967)や南帯の築地層群が分布するため、I2を含む今浦層群は左横ずれを示す北北西-南南東走向の胴切断層により相対的に南にずれていると判断される(第3図b)。

I3試料は、鳥羽市の浦村町今浦付近^{いたじきがわ}の板敷川に注ぐ小沢に露出する泥岩である(第3図c)。この泥岩は露頭幅約

2 mで、数mm～数cm角で細かく割れる特徴を示す。露頭は連続しないが、南隣(下位)には塊状の砂岩が、北隣(上位)には整然相を示す砂岩泥岩互層が産する。

3.2 微化石抽出処理方法

岩石試料は5%のフッ化水素酸溶液に約18時間浸した後、ふるいで選別し、目合い65 μmと250 μmのふるいの間の残渣を得る操作を3回行った。残渣を乾燥した後、実体顕微鏡下で1試料につき約200個体の放射散虫殻を拾い上げ、電子顕微鏡で観察・撮影し、そこから分類形質が残るものを検討対象とした。



第3図 放射虫化石を産した露頭周辺のルートマップ。(a) 岳河内川北西のT1及びI1地点。(b) 青峰登山道(磯部道)西方のI2地点。(c) 板敷川北方のI3地点。

Fig. 3 Route maps around the Jurassic radiolarian fossil locations. (a) T1 and I1, northwest of Takekochi River. (b) I2, west of Aonomine mountain road (Isobe Route). (c) I3, north of Itajiki River.

3. 3 産出化石と時代

放射虫化石の化石帯は，特に断りが無い限り，Matsuoka (1995a) を改訂した松岡(2007)に従った。また，INTERRAD Jurassic-Cretaceous Working Group (1995) で使用されるUnitary Associations Zones (UAZ) との化石帯・時代対比はBaumgartner *et al.* (1995)のFigure 13及びMatsuoka (1995a)のFigure 3に基づいた。

3. 3. 1 T1地点(築地層群)

T1地点の泥岩からは，種レベルで同定された放射虫化石として，*Archaeodictyomitra* aff. *apiarium*, *Archaeospongoprimum imlayi*, *Cinguloturris carpatica*, *Crucella* cf. *theokafensis*, *Emiluvia salensis*, *Eucyrtidiellum* cf.

ptyctum, *Gongylothorax favosus oviformis*, *Homoeoparonaella* aff. *elegans* sensu Baumgartner *et al.* (1995), *Hsuum brevicostatum*, *Orbiculiforma? heliotropica*, *Paronaella* aff. *pygmaea*, *Podobursa* cf. *spinosa*, *Pseudodictyomitra?* sp. D sensu Matsuoka and Yao (1985), *Stichocapsa robusta*, *Stichomitra annibill* sensu Suzuki and Gawlick (2003), *Striatojaponocapsa conexa* sensu Hatakeda *et al.* (2007), *Striatojaponocapsa synconexa* sensu Hatakeda *et al.* (2007), *Tricolocapsa tetragona*, *Tritrabs rhododactylus*, *Triversus* cf. *hexagonatus*, *Williriedellum carpathicum*, *Williriedellum* cf. *marucciae*, *Zhamoidellum ovum*が見出された(第4図；第1表)。その他，属レベルで同定されたものとして*Eoxitus* sp., *Napora* sp.や*Xitus* sp.などがある。

この群集は *Striatojaponocapsa conexa* を含んでおり、本種の産出期間を示した Matsuoka (1995b) を参考にすると、本群集の示す期間は *Striatojaponocapsa conexa* 帯から *Kilinora spiralis* 帯に至ると判断できる。また、*Striatojaponocapsa synconexa* は上記期間にも産するとされ (Hatakeda *et al.*, 2007), *Striatojaponocapsa synconexa* が共存することも、本群集が *Striatojaponocapsa conexa* 帯～*Kilinora spiralis* 帯に相当することと矛盾しない。Aita (1987) や西園 (1996) によると、本群集に含まれる *Cinguloturris carpatica* は、Aita (1987) の *Pseudoristola tsunoensis* (原典では *Amphipyndax tsunoensis*) 間隔帯 (*Striatojaponocapsa conexa* 帯上部に相当) あるいは西園 (1996) の *Stichomitra? tairai* 垂帯 (J6B) から産出し始める。*Stichomitra? tairai* Aita のシノニムである *Stichomitra annibill* (Suzuki and Gawlick, 2003) は、Aita (1987) の *Pseudoristola tsunoensis* 間隔帯 (*Striatojaponocapsa conexa* 帯上部に相当) から *Zhamoidellum mikamense* 帯最下部 (*Hsuum maxwelli* 帯最下部に相当) にかけて産出する (Aita, 1987)。一方、本群集には、*Kilinora spiralis* 帯に産する *Kilinora spiralis* をはじめとする *Kilinora* 属や、同帯に初出現がみられる *Loopus primitivus*, *Solenotryma? ichikawai*, *Guexella nudata*, *Stichocapsa naradaniensis* などが含まれていない。すなわち、本群集は *Kilinora spiralis* 帯を示す化石を含まない。

以上より、本試料の時代は *Striatojaponocapsa conexa* 帯の上部に相当するカロピアン期前半～中頃の可能性を示す。

ところで、*Tricolocapsa tetragona* と *Williriedellum carpathicum* については、従来知られている生存期間との相違が認められるため、一考を要する。*Tricolocapsa tetragona* は、日本において *Striatojaponocapsa plicarum* 帯最上部から *Striatojaponocapsa conexa* 帯中部付近に産出が知られている (例えば、Matsuoka, 1983; Aita, 1987; 西園, 1996)。また、Matsuoka (1986) によると、*Williriedellum carpathicum* (原典では *Tricolocapsa yaoi*) は *Kilinora spiralis* 帯の上部を初産出層準としている。しかし一方で、Suzuki and Gawlick (2003) によると、*Tricolocapsa tetragona* は *Kilinora spiralis* 帯から産することが、また、Baumgartner *et al.* (1995) や Beccaro (2006) によると、*Williriedellum carpathicum* は *Kilinora spiralis* 帯よりも下位の層準から産出することが報告されている。このことは、これら2種が *Striatojaponocapsa conexa* 帯上部でも産出し得ることを示唆するものであるが、これらの種の生存期間と本群集との共存関係については今後更なる検討が必要である。

3. 3. 2 I1地点 (今浦層群)

I1地点の泥岩からは、種レベルで同定された放散虫化石として、*Archaeodictyomitra* aff. *rigida*, *Bistarkum*

cf. *irazuense*, *Cinguloturris carpatica*, *Gongylothorax favosus oviformis*, *Loopus doliolum*, *Loopus primitivus*, *Paronaella* cf. *bronnimanni*, *Paronaella* cf. *mulleri*, *Pseudodictyomitra?* sp. D sensu Matsuoka and Yao (1985), *Pseudoristola* cf. *tsunoensis*, *Trirabs zealis*, *Triversus* aff. *japonicus*, *Xitus* aff. *pulcher* sensu Baumgartner *et al.* (1995), *Zhamoidellum ovum* が、属レベルで同定されたものとして *Hsuum* sp., *Napora* sp., *Pantanellium* sp., *Podobursa* sp., *Praeparvicungula* sp., *Xitus* sp. などがある (第5図; 第1表)。

この群集には、*Loopus primitivus* 帯の指標種である *Loopus primitivus* が含まれる。この種の初産出層準は *Kilinora spiralis* 帯であり (Hori *et al.*, 2002; Ishida, 2008), 最終産出層準は *Pseudodictyomitra carpatica* 帯の下部である (Matsuoka, 1992)。この群集に含まれる *Cinguloturris carpatica* の初産出及び最終産出層準は、それぞれ *Striatojaponocapsa conexa* 帯 (西園, 1996)、ジュラ系／白亜系境界付近 (Baumgartner *et al.*, 1995) とされており、Hori (1999) によると、*Pseudodictyomitra carpatica* 帯にも産出が知られている。これら2種の共存関係から、この群集は *Kilinora spiralis* 帯から *Pseudodictyomitra carpatica* 帯の下部に産出が限定される。また、*Striatojaponocapsa plicarum* 帯上部から *Hsuum maxwelli* 帯に生存期間を持つ *Hsuum maxwelli* gr. (Matsuoka, 1995b) 及び *Pseudodictyomitra carpatica* 帯から産出し始める *Pseudodictyomitra carpatica* が含まれないことから判断すると、この群集は *Loopus primitivus* 帯から産するものに限定でき、チトニアン期前半の可能性を示す。

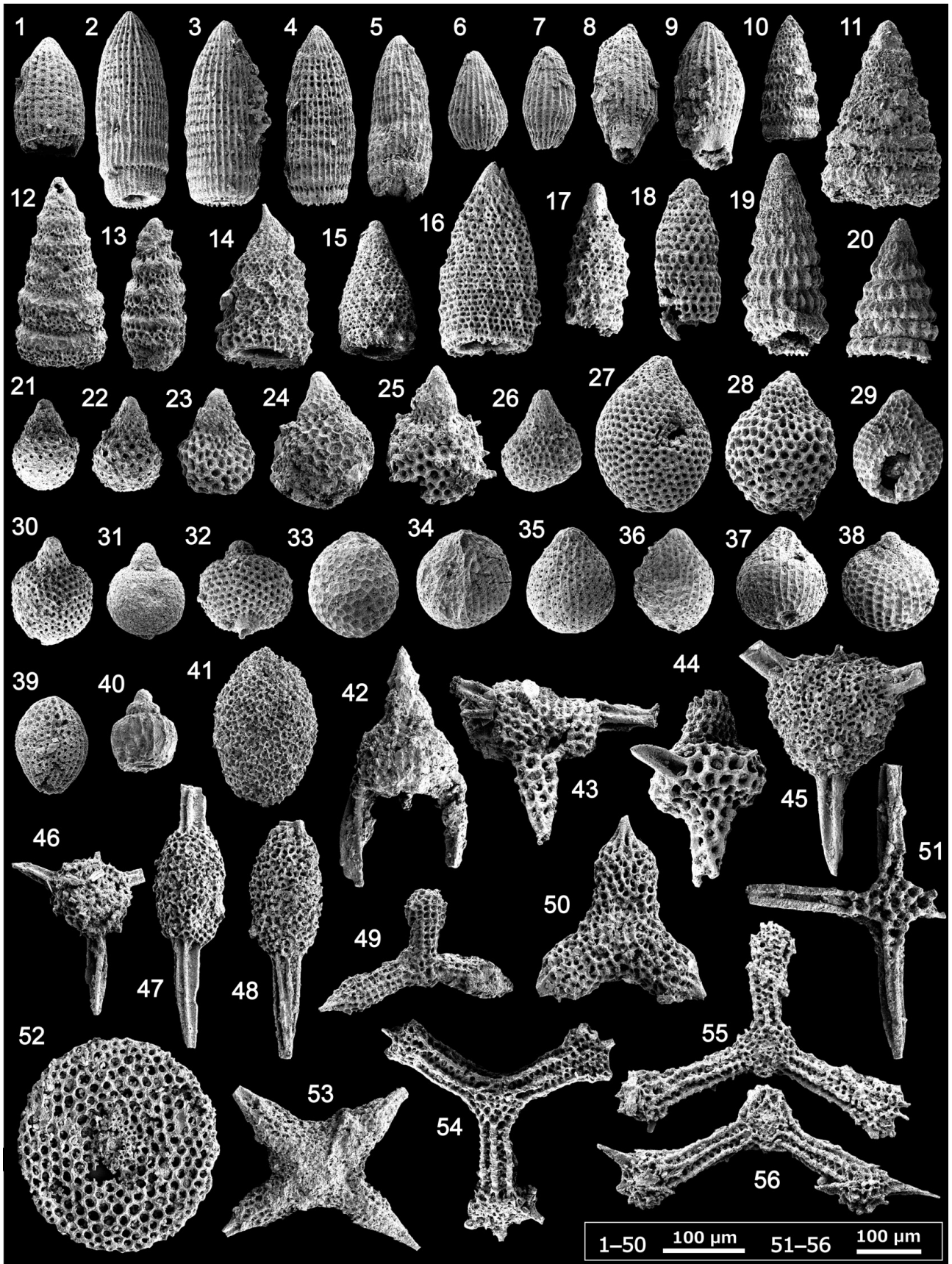
一方、Aita (1987) によると、*Pseudoristola tsunoensis* は、*Pseudoristola tsunoensis* 間隔帯 (*Striatojaponocapsa conexa*

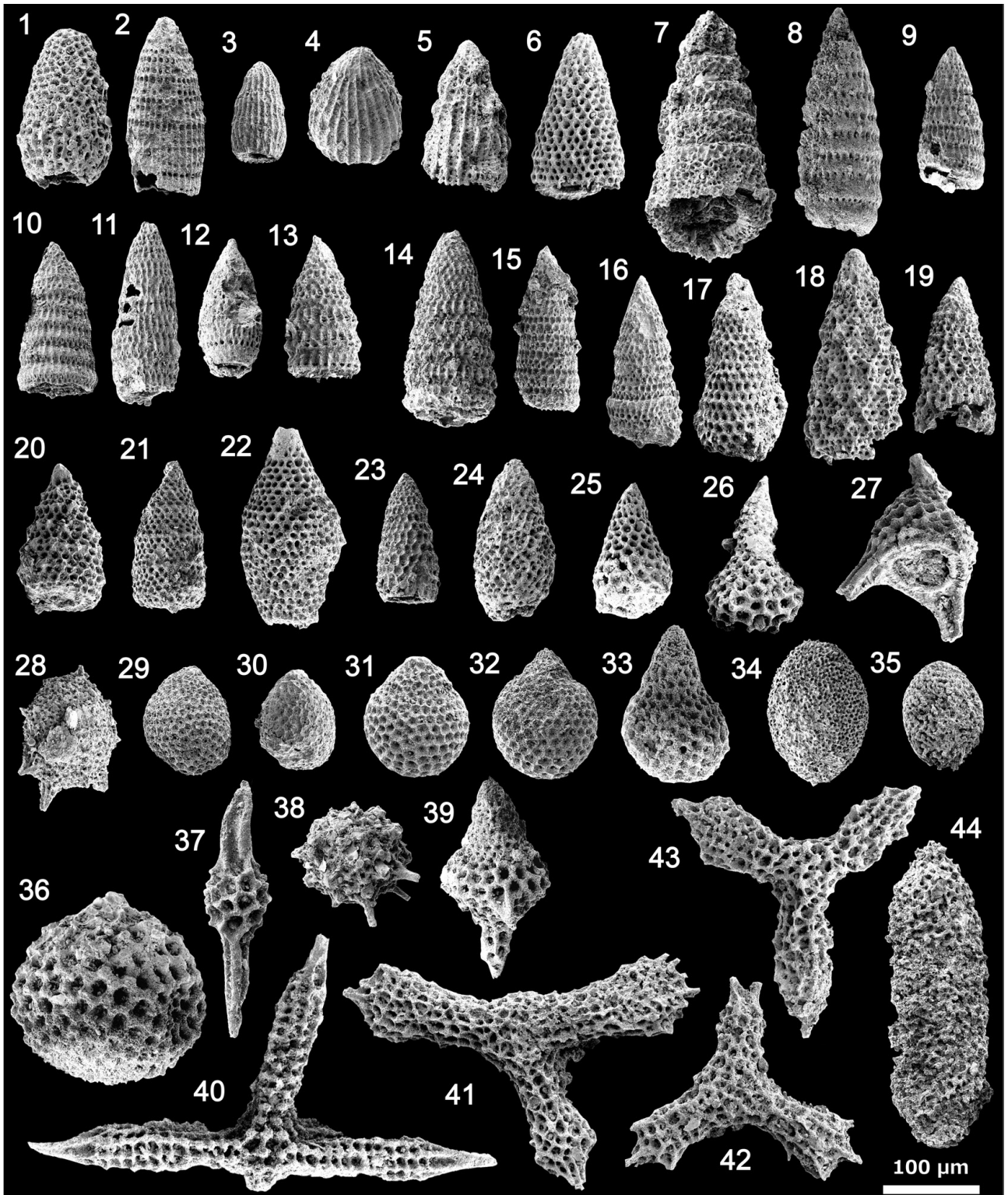
(p. 31 →)

第4図 築地層群の地点T1の泥岩から得られたカロピアン期前半～中頃の放散虫化石の電子顕微鏡画像。

Fig. 4 Scanning electron microscope images of early-middle Callovian radiolarians extracted from mudstone at the location T1, the Tsujii Group.

1: *Archaeodictyomitra* aff. *apiarium* (Rüst), 2-9: *Archaeodictyomitra* spp., 10: *Pseudodictyomitra?* sp. D sensu Matsuoka and Yao (1985), 11-12: *Cinguloturris carpatica* Dumitrică, 13: *Cinguloturris* sp., 14: *Stichomitra annibill* Kocher sensu Suzuki and Gawlick (2003), 15-16: *Xitus* spp., 17: *Eoxitus* sp., 18: *Triversus* cf. *hexagonatus* (Heitzer), 19: *Hsuum brevicostatum* (Ozoldová), 20: *Wrangellium?* sp., 21-25: *Tetracapsa* spp., 26: *Tetracapsa?* sp., 27: *Stichocapsa robusta* Matsuoka, 28: *Zhamoidellum* sp., 29: *Zhamoidellum ovum* Dumitrică, 30: *Williriedellum* cf. *marucciae* Cortese, 31: *Williriedellum* sp., 32: *Williriedellum carpathicum* Dumitrică, 33: *Gongylothorax favosus oviformis* Suzuki and Gawlick, 34-35: *Striatojaponocapsa synconexa* O' Doherty *et al.* sensu Hatakeda *et al.* (2007), 36-37: *Striatojaponocapsa conexa* (Matsuoka) sensu Hatakeda *et al.* (2007), 38: *Tricolocapsa tetragona* Matsuoka, 39: *Helvetocapsa?* sp., 40: *Eucyrtidiellum* cf. *ptyctum* (Riedel and Sanfilippo), 41: *Spongurus* sp., 42: *Napora* sp., 43: *Podobursa* cf. *spinosa* (Ozoldová), 44: *Podobursa* sp., 45-46: *Spongotripus* sp., 47: *Archaeospongoprunum imlayi* Pessagno, 48: *Archaeospongoprunum* sp., 49: *Homoeoparonaella* aff. *elegans* (Pessagno) sensu Baumgartner *et al.* (1995), 50: *Paronaella* aff. *pygmaea* Baumgartner, 51: *Emiluvia salensis* Pessagno, 52: *Orbiculiforma? heliotropica* Baumgartner, 53: *Crucella* cf. *theokaftensis* Baumgartner, 54-56: *Trirabs rhododactylus* Baumgartner.

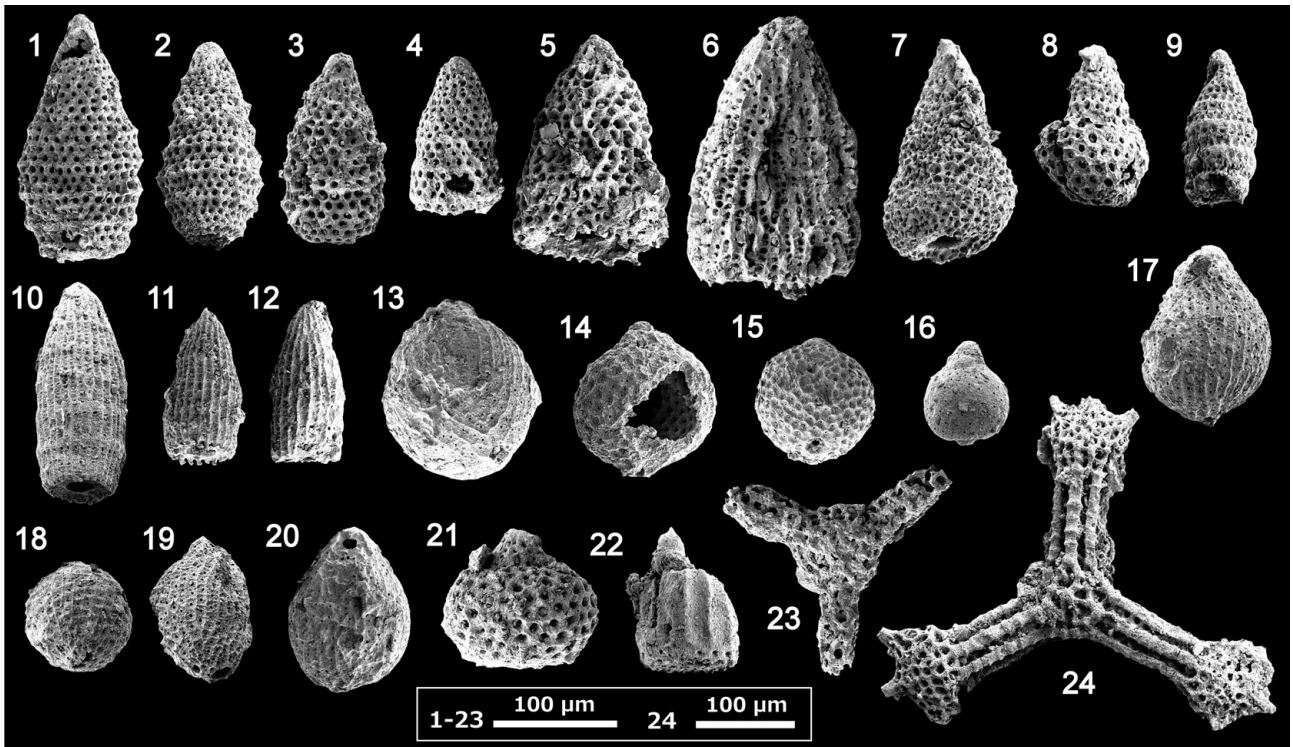




第5図 今浦層群のII地点の泥岩から得られたチトニアン期前半の放散虫化石の電子顕微鏡画像。

Fig. 5 Scanning electron microscope images of early Tithonian radiolarians extracted from mudstone at the II location, the Imaura Group.

1: *Droltus* sp., 2: *Archaeodictyomitra* aff. *rigida* Pessagno, 3-4: *Archaeodictyomitra* spp., 5: *Hsuum* sp., 6: *Triversus* aff. *japonicus* Takemura, 7: *Cinguloturris carpatica* Dumitrică, 8: *Loopus doliolum* Dumitrică, 9-11: *Loopus primitivus* (Matsuoka and Yao), 12: *Loopus*? sp., 13: *Wrangellium*? sp., 14: *Dictyomitrella*? sp., 15-16: *Pseudodictyomitra*? sp. D sensu Matsuoka and Yao (1985), 17: *Pseudoristola* cf. *tsunoensis* (Aita), 18: *Xitus* aff. *pulcher* Pessagno sensu Baumgartner et al. (1995), 19: *Xitus* sp., 20: *Xitus*? sp., 21-26: *Nassellaria* gen. et sp. indet., 27: *Napora* sp., 28: *Orbiculiforma*? sp., 29: *Zhamoidellum* sp., 30: *Gongylothorax* cf. *favosus oviformis* Suzuki and Gawlick, 31-32: *Zhamoidellum ovum* Dumitrică, 33: *Tetracapsa* sp., 34: *Spongurus* sp., 35: *Archicapsa*? sp., 36: *Spumellaria* gen. et sp. indet., 37: *Pantanelium* sp., 38: *Actinomma* sp., 39: *Podobursa* sp., 40: *Tritrabs zealis* (Ozoldová), 41-42: *Paronaella* cf. *bronnimanni* Pessagno, 43: *Paronaella* cf. *mulleri* Pessagno, 44: *Bistarkum* cf. *irazuense* (Aita).



第6図 今浦層群のI2地点の泥岩から得られたバトニアン期中頃～カロビアン期後半の放射虫化石の電子顕微鏡画像。

Fig. 6 Scanning electron microscope images of middle Bathonian to late Callovian radiolarians extracted from mudstone at the I2 location, the Imaura Group.

1–2: *Tethysetta* spp., 3: *Triversus hungaricus* (Kozur), 4: *Triversus* aff. *schardti* O'Dogherty et al., 5: *Triversus* sp., 6: *Hsuum* sp., 7: *Spongocapsula* sp., 8: *Hiscocapsa*? sp., 9: *Pseudodictyomitra* sp., 10–12: *Archaeodictyomitra* spp., 13: *Kilinora*? sp., 14–15: *Williriedellum dierschei* Suzuki and Gawlick, 16: *Williriedellum* sp., 17: *Striatojaponocapsa synconexa* O'Dogherty et al. sensu Hatakeda et al. (2007), 18–19: *Striatojaponocapsa conexa* (Matsuoka) sensu Hatakeda et al. (2007), 20–21: *Nassellaria* gen. et sp. indet., 22: *Eucyrtidiellum* cf. *ptyctum* (Riedel and Sanfilippo), 23: *Spumellaria* gen. et sp. indet., 24: *Tritrabs exotica* (Pessagno).

帯上部に相当)から *Gongylothorax sakawaensis* 帯 (*Kilinora spiralis* 帯に相当)に産するとされる。すなわち本種は、現在の知見では本試料の群集帯 (*Loopus primitivus* 帯) よりも古い時代を示すため、本種の生存期間と本群集との共存関係については今後更なる検討が必要である。また、Aita (1987) では、*Bistarkum irazuense* (原典では *Amphibrachium irazuense*) も *Pseudoristola tsunoensis* と同じ産出期間を示すとしているが、INTERRAD Jurassic-Cretaceous Working Group (1995) では UAZ 14~21 (前期白亜紀の *Pseudodictyomitra carpatica* 帯上部~ *Acanthocircus carinatus* 帯に相当)に産するとしており、本種の産出は長期間にわたる可能性がある。

3. 3. 3 I2地点(今浦層群)

I2地点の泥岩からは、種レベルまで同定された放射虫化石として、*Eucyrtidiellum* cf. *ptyctum*, *Striatojaponocapsa conexa* sensu Hatakeda et al. (2007), *Striatojaponocapsa synconexa* sensu Hatakeda et al. (2007), *Tritrabs exotica*, *Triversus hungaricus*, *Triversus* aff. *schardti*, *Williriedellum dierschei* が、属レベルで同定されたものとして *Archaeodictyomitra* sp., *Hsuum* sp.,

Kilinora? sp., *Pseudodictyomitra* sp., *Tethysetta* sp. などがある (第6図; 第1表)。

この群集には *Striatojaponocapsa conexa* と *Striatojaponocapsa synconexa* が含まれるが、この2種の共存関係は Hatakeda et al. (2007) によれば *Striatojaponocapsa conexa* 帯最下部から *Kilinora spiralis* 帯にかけて知られている。*Kilinora spiralis* は *Kilinora spiralis* 帯下半部に生存期間があるが (例えば、Matsuoka, 1986), この群集には含まれていない。また、*Kilinora spiralis* 帯上部での産出が知られる *Loopus primitivus* や *Solenotryma? ichikawai*, *Stichocapsa naradaniensis* (例えば、Matsuoka, 1986; INTERRAD Jurassic-Cretaceous Working Group, 1995) などが含まれないことから判断して、この群集は *Striatojaponocapsa conexa* 帯から産するものに相当すると考えられる。すなわち、本試料の時代はバトニアン期中頃～カロビアン期後半の可能性がある。

3. 3. 4 I3地点(今浦層群)

I3地点の今浦層群の泥岩からは、種レベルまで同定された放射虫化石として、*Archaeodictyomitra cellulata*,

Cinguloturris cf. *carpatica*, *Dictyomitrella*? *kamoensis*, *Eucyrtidiellum nodosum*, *Helvetocapsa*? cf. *prealpina*, *Hsuum* aff. *baloghi*, *Hsuum brevicostatum*, *Hsuum maxwelli*, *Kilinora spiralis*, *Obesacapsula magniglobosa*, *Parahsuum carpathicum*, *Paronaella kotura*, *Paronaella pygmaea*, *Plicatoracapsa catenarum*, *Praewilliriedellum cephalospinosum*, *Praewilliriedellum spinosum*, *Protunuma*? *ochiensis*, *Pseudoeucyrtis* cf. *firmus*, *Pseudoristola nova*, *Pseudoristola tsunoensis* sensu O' Dogherty et al. (2006), *Sethocapsa aitai*, *Stichocapsa* aff. *magnipora*, *Striatojaponocapsa synconexa* sensu Hatakeda et al. (2007), *Triversus japonicus*が見出された。また、属レベルで同定されたものとして *Tethysetta* sp. などがある(第7図; 第1表)。

本群集は *Kilinora spiralis* 帯の指標種である *Kilinora spiralis* を含む。この種の初産出層準は *Kilinora spiralis* 帯の基底を定義し、生存期間は同帯下半部にある(例えば、Matsuoka, 1986)。また、*Plicatoracapsa catenarum* は、*Kilinora spiralis* とほぼ同じ生存期間を示す(Matsuoka, 1986)。*Sethocapsa aitai* は、Chiari et al. (2002) によりアルバニア北部のミルディタ(Mirdita) オフィオライトの被覆層から新種記載され、その産出期間は UAZ 6 ~ 7 (*Kilinora spiralis* 帯に相当) とされている。*Archaeodictyomitra cellulata*, *Helvetocapsa*? *prealpina*, *Pseudoristola tsunoensis* sensu O' Dogherty et al. (2006) は、O' Dogherty et al. (2006) によってアルプスのゲツツナップと呼ばれる地層から見出された種で、その時代は UAZ 6 付近 (*Kilinora spiralis* 帯下部に相当) を示すとされている。

したがって、この群集の示す時代は *Kilinora spiralis* 帯下半部に相当するカロビアン期後半~オックスフォード期中期である。

4. 考察

築地層群及び今浦層群の泥岩からこれまで得られた放散虫化石の時代を整理し、今回のデータと合わせて年代層序図を作成した(第8図)。なお、陸源性碎屑岩の時代を議論するため、付加体である築地層群に関してはジュラ紀以降のデータを示してある。本章では、今回得られた放散虫化石が、それぞれの地層群において持つ意義について触れる。

4.1 築地層群

築地層群では、菅野ほか(1980)が鳥羽市浦村町今浦の板敷川沿い林道脇のチャート(例えば、ME67試料; 第3図のc参照)から、中~後期ジュラ紀の放散虫化石を報告した。この論文は志摩半島から初めて放散虫化石を報告した画期的なものであるが、当時はまだジュラ紀の放散虫化石の分類及び化石帯区分が十分に

確立されていなかったため、生存期間に基づく時代決定には限界があった。菅野ほか(1980)の図版に掲載されたME67試料の放散虫化石写真を再検討したところ、*Diacanthocapsa*? sp. (菅野ほか, 1980のPlate 3のFig. 2)は *Striatojaponocapsa synconexa* に、*Hsuum*? sp. (同Plate 4のFig. 5)は *Hsuum brevicostatum* に、*Parvicingula hsui* (同Plate 4のFig. 7)は *Tethysetta elongatus* に、*Tricolocapsa* sp. A (同Plate 3のFig. 3)は *Praezhamoidellum* aff. *yaoi* に同定でき、それらに加え *Striatojaponocapsa* (原典では *Tricolocapsa* 属) *plicarum*, *Hsuum maxwelli*, *Tricolocapsa* cf. *rüsti* などが含まれていることから、それらの種で構成される群集が示す時代は、現在の知見では *Striatojaponocapsa plicarum* 帯上部~ *Striatojaponocapsa conexa* 帯(バトニアン期~オックスフォード期初頭)に限定することができる。

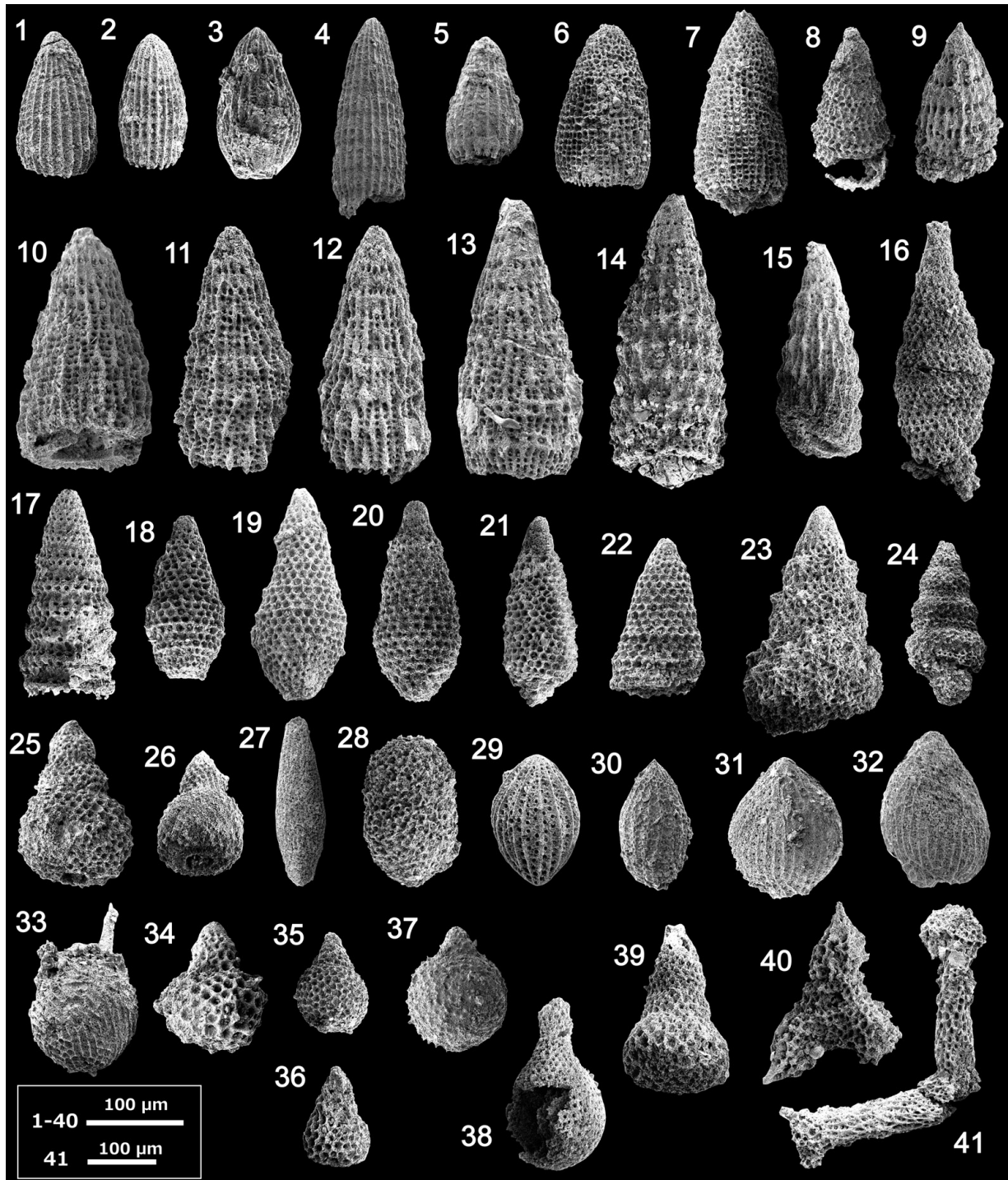
坂・手塚(1988)は、鳥羽市浦村町^{おのうら}浦湾の海岸や青峰山南斜面の登山道沿いにおいて複数地点の泥岩から放散虫化石を見出し、それらの化石群集から本層群の泥岩が中期ジュラ紀後半~後期ジュラ紀初頭(*Striatojaponocapsa conexa* 帯)と後期ジュラ紀前半(*Kilinora spiralis* 帯~ *Hsuum maxwelli* 帯下部)の2つの時代を示すとした。ちなみに、Ohba and Adachi (1995)は鳥羽市今浦から *Kilinora spiralis* で代表される後期ジュラ紀前半(*Kilinora spiralis* 帯)を示す珪質泥岩を見出している。なお、彼らは鳥羽市大村島(第1図)より *Kilinora spiralis* を含む後期ジュラ紀前半(*Kilinora spiralis* 帯)を示す泥岩を見出し、これを築地層群のものと考えた。しかし、この泥岩は中期ジュラ紀~前期白亜紀の浅海層からなる松尾層群(山際, 1957)より北側に産し、岩相的にも黒瀬川帯のジュラ紀付加体(青峰層群)に含められるべきであるため、本議論からは除外する。

築地層群の泥岩から放散虫化石を報告した坂・手塚(1988)では、放散虫化石の標本写真は掲載されていない。本研究では、豊富な化石種の写真を提示し、築地層群の泥岩についてカロビアン期前半~中頃といったより精度の高い堆積年代を明らかにすることができた(第8図)。そして、この時代は、中期ジュラ紀中頃~後期ジュラ紀前半という坂・手塚(1988)が示した年代データの範囲に収まる。

4.2 今浦層群

今浦層群の堆積年代に関しては、鳥巢式石灰岩及び泥岩中の化石に基づき、これまで後期ジュラ紀と考えられていた(例えば、山際ほか, 1979; 坂ほか, 1979)。例えば、泥岩中から得られたアンモナイト化石は後期ジュラ紀のキンメリッジアン期後半~チトニアン期前半を示している(佐藤ほか, 2005)。

しかし、坂・手塚(1988)は、南伊勢町泉川(鳥羽地域西隣の区画)や磯部町恵利原の泥岩から放散虫化石を抽出し、*Striatojaponocapsa plicarum* と *Japonocapsa*



第7図 今浦層群(南帯)のI3地点の泥岩から得られたカロピアン期後半～オックスフォードイアン期中頃の放射虫化石の電子顕微鏡画像。

Fig. 7 Scanning electron microscope images of late Callovian to middle Oxfordian radiolarians extracted from mudstone at the I3 location, the Imaura Group.

1: *Archaeodictyomitra cellulata* O'Dogherty et al., 2-5: *Archaeodictyomitra* spp., 6: *Parahsuum* aff. *carpathicum* Widz and De Wever, 7: *Parahsuum carpathicum*, 8: *Dictyomitrella?* *kamoensis* Mizutani and Kido, 9: *Loopus?* sp., 10-12: *Hsuum maxwelli* Pessagno, 13: *Hsuum* aff. *baloghi* Grill and Kozur, 14: *Hsuum brevicostatum* (Ozoldová), 15: *Hsuum* sp., 16: *Pseudoecyrtis* cf. *firmus* Hull, 17: *Dictyomitrella?* sp., 18: *Tethysetta* sp., 19: *Tethysetta?* sp., 20: *Pseudoristola tsunoensis* (Aita) sensu O'Dogherty et al. (2006), 21: *Triversus* sp., 22: *Triversus japonicus* Takemura, 23: *Obesacapsula magniglobosa* Aita, 24: *Cinguloturris* cf. *carpatica* Dumitrică, 25: *Sethocapsa aitai* Chiari et al., 26: *Eucyrtidellum nodosum* Wakita, 27: *Helvetocapsa?* cf. *prealpina* O'Dogherty et al., 28: *Spongurus* sp., 29: *Protunuma?* *ochiensis* Matsuoka, 30: *Plicatorocapsa catenarum* (Matsuoka), 31-32: *Striatojaponocapsa synconexa* O'Dogherty et al. sensu Hatakeda et al. (2007), 33: *Kilinora spiralis* (Matsuoka), 34: *Tetracapsa* sp., 35: *Tetracapsa?* sp., 36: *Stichocapsa* aff. *magnipora* Chiari et al., 37: *Praewillriedellum spinosum* Kozur, 38: *Praewillriedellum cephalospinosum* Kozur, 39: *Pseudoristola nova* Yang and Wang, 40: *Paronaella pygmaea* Baumgartner, 41: *Paronaella kotura* Baumgartner.

第1表 築地層群及び今浦層群から得られた放射虫化石のリスト.

Table 1 List of the radiolarian fossils extracted from the Tsuiji and Imaura groups.

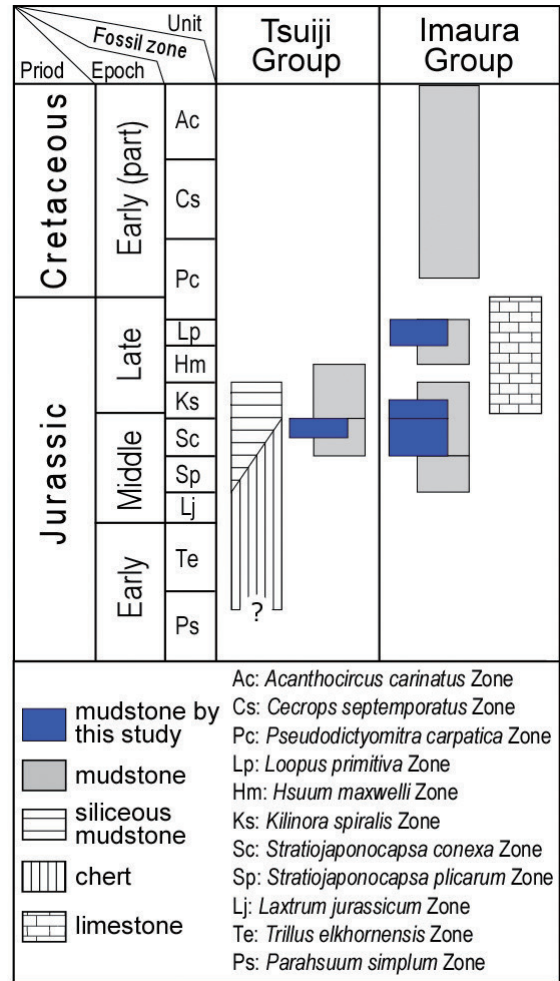
| | Location | T1 | I1 | I2 | I3 |
|--|----------|--------|--------|--------|---------|
| | Group | Tsuiji | Imaura | Imaura | Imaura |
| <i>Actinomma</i> sp. | | | * | | |
| <i>Archaeodictyomitra apiarium</i> (Rüst) | | aff. | | | |
| <i>Archaeodictyomitra cellulata</i> O'Dogherty <i>et al.</i> | | | | | * |
| <i>Archaeodictyomitra rigida</i> Pessagno | | | aff. | | |
| <i>Archaeodictyomitra</i> sp. | | * | * | * | * |
| <i>Archaeospongoprimum imlayi</i> Pessagno | | * | | | |
| <i>Archaeospongoprimum</i> sp. | | * | | | |
| <i>Archicapsa</i> sp. | | | ? | | |
| <i>Bistarkum irazuense</i> (Aita) | | | cf. | | |
| <i>Cinguloturris carpatica</i> Dumitrică | | * | * | | cf. |
| <i>Cinguloturris</i> sp. | | * | | | |
| <i>Crucella theokaftensis</i> Baumgartner | | cf. | | | |
| <i>Crucella</i> sp. | | * | | | |
| <i>Dictyomitrella?</i> <i>kamoensis</i> Mizutani and Kido | | | | | * |
| <i>Dictyomitrella</i> sp. | | | ? | | ? |
| <i>Droetus</i> sp. | | | * | | |
| <i>Emiluvia salensis</i> Pessagno | | * | | | |
| <i>Eoxitus</i> sp. | | * | | | |
| <i>Eucyrtidiellum nodosum</i> Wakita | | | | | * |
| <i>Eucyrtidiellum ptyetum</i> (Riedel and Sanfilippo) | | cf. | | cf. | |
| <i>Gongylothorax favosus oviformis</i> Suzuki and Gawlick | | * | cf. | | |
| <i>Helvetocapsa?</i> <i>prealpina</i> O'Dogherty <i>et al.</i> | | | | | cf. |
| <i>Helvetocapsa</i> sp. | | ? | | | |
| <i>Hiscocapsa</i> sp. | | | | ? | |
| <i>Homooparonaella elegans</i> (Pessagno) sensu Baumgartner <i>et al.</i> (1995) | | aff. | | | |
| <i>Hsuum baloghi</i> Grill and Kozur | | | | | aff. |
| <i>Hsuum brevicostatum</i> (Ozoldová) | | * | | | * |
| <i>Hsuum maxwelli</i> Pessagno | | | | | * |
| <i>Hsuum</i> sp. | | | * | * | * |
| <i>Kilinora spiralis</i> (Matsuoka) | | | | | * |
| <i>Kilinora</i> sp. | | | | ? | |
| <i>Loopus doliolum</i> Dumitrică | | | * | | |
| <i>Loopus primitivus</i> (Matsuoka and Yao) | | | * | | |
| <i>Loopus</i> sp. | | | ? | | ? |
| <i>Napora</i> sp. | | * | * | | |
| <i>Obesacapsula magniglobosa</i> Aita | | | | | * |
| <i>Orbiculiforma?</i> <i>heliotropica</i> Baumgartner | | * | | | |
| <i>Orbiculiforma</i> sp. | | | ? | | |
| <i>Pantanelium</i> sp. | | | * | | |
| <i>Parahsuum carpathicum</i> Widz and De Wever | | | | | *, aff. |
| <i>Paronaella bronnimanni</i> Pessagno | | | cf. | | |
| <i>Paronaella kotura</i> Baumgartner | | | | | * |
| <i>Paronaella mulleri</i> Pessagno | | | cf. | | |
| <i>Paronaella pygmaea</i> Baumgartner | | aff. | | | * |
| <i>Plicafuracapsa catenarum</i> (Matsuoka) | | | | | * |
| <i>Podobursa spinosa</i> (Ozoldová) | | cf. | | | |
| <i>Podobursa</i> sp. | | * | * | | |
| <i>Praewilliriedellum cephalospinosum</i> Kozur | | | | | * |
| <i>Praewilliriedellum spinosum</i> Kozur | | | | | * |
| <i>Protunuma?</i> <i>ochiensis</i> Matsuoka | | | | | * |
| <i>Pseudodictyomitra?</i> sp. D sensu Matsuoka and Yao (1985) | | * | * | | |
| <i>Pseudodictyomitra</i> sp. | | | | * | |
| <i>Pseudoeucyrtis firmus</i> Hull | | | | | cf. |
| <i>Pseudoristola nova</i> Yang and Wang | | | | | * |
| <i>Pseudoristola tsunoensis</i> (Aita) | | | cf. | | |
| <i>Pseudoristola tsunoensis</i> (Aita) sensu O'Dogherty <i>et al.</i> (2006) | | | | | * |
| <i>Sethocapsa aitai</i> Chiari <i>et al.</i> | | | | | * |
| <i>Spongocapsula</i> sp. | | | | * | |
| <i>Spongotripus</i> sp. | | * | | | |
| <i>Spongurus</i> sp. | | * | * | | * |
| <i>Stichocapsa magnipora</i> Chiari <i>et al.</i> | | | | | aff. |
| <i>Stichocapsa robusta</i> Matsuoka | | * | | | |
| <i>Stichomitra annibill</i> sensu Suzuki and Gawlick (2003) | | * | | | |
| <i>Striatojaponocapsa conexa</i> (Matsuoka) sensu Hatakeda <i>et al.</i> (2007) | | * | | * | |
| <i>Striatojaponocapsa synconexa</i> O'Dogherty <i>et al.</i> sensu Hatakeda <i>et al.</i> (2007) | | * | | * | * |
| <i>Tethysetta</i> sp. | | | | * | *, ? |
| <i>Tetracapsa</i> sp. | | *, ? | * | | *, ? |
| <i>Tricolocapsa tetragona</i> Matsuoka | | * | | | |
| <i>Tritrabs exotica</i> (Pessagno) | | | | * | |
| <i>Tritrabs rhododactylus</i> Baumgartner | | * | | | |
| <i>Tritrabs zealis</i> (Ozoldová) | | | * | | |
| <i>Triversus hexagonatus</i> (Heitzer) | | cf. | | | |
| <i>Triversus hungaricus</i> (Kozur) | | | | * | |
| <i>Triversus japonicus</i> Takemura | | | aff. | | * |
| <i>Triversus schardti</i> | | | | aff. | |
| <i>Triversus</i> sp. | | | | * | * |
| <i>Williriedellum carpathicum</i> Dumitrică | | * | | | |
| <i>Williriedellum dierschei</i> Suzuki and Gawlick | | | | * | |
| <i>Williriedellum marucciae</i> Cortese | | cf. | | | |
| <i>Williriedellum</i> sp. | | * | | * | |
| <i>Wrangellium</i> sp. | | ? | ? | | |
| <i>Xitus</i> aff. <i>pulcher</i> Pessagno sensu Baumgartner <i>et al.</i> (1995) | | | * | | |
| <i>Xitus</i> sp. | | * | *, ? | | |
| <i>Zhamoidellum ovum</i> Dumitrică | | * | * | | |
| <i>Zhamoidellum</i> sp. | | * | * | | |

(原典では *Tricolocapsa?*) *fusiformis* の産出で示される中期ジュラ紀中頃 (*Striatojaponocapsa plicarum* 帯), *Striatojaponocapsa conexa* や *Dictyomitrella? kamoensis* の産出で示される中期ジュラ紀後半～後期ジュラ紀前半 (*Striatojaponocapsa conexa* 帯～*Kilinora spiralis* 帯), *Kilinora spiralis* や *Cinguloturris carpatica* の産出で示される後期ジュラ紀前半 (*Kilinora spiralis* 帯) だけでなく (ジュラ紀放射虫化石の標準写真は掲載), *Acaeniotyle umbilicata*, *Holocryptocanium astiensis*, *Pseudodictyomitra* cf. *carpatica*, *Pseudodictyomitra* cf. *depressa*, *Thanarla* cf. *conica*, *Williriedellum peterschmittae* などの産出で示される前期白亜紀バラングニアン期～パレミアン期 (*Pseudodictyomitra carpatica* 帯上部～*Acanthocircus carinatus* 帯) の時代が識別できることを明らかにした (第8図). 今浦層群がこのような中期ジュラ紀～前期白亜紀の長期間にわたる時代を示すことに関し, 坂・手塚 (1988) や坂ほか (1999) は, 鳥巣石灰岩が泥岩中のレンズ状岩塊として産することや, 一部にチャートや砂岩を岩塊として含む産状が認められることを根拠として, ジュラ紀の化石を含む泥岩の再堆積による可能性を支持している.

本研究では前期白亜紀の放射虫化石は得られなかったものの, 泥岩からの豊富な化石種に基づき, バトニアン期中頃～カロビアン期後半 (*Striatojaponocapsa conexa* 帯付近), カロビアン期後半～オックスフォーディアン期中頃 (*Kilinora spiralis* 帯付近), チトニアン期前半 (*Loopus primitiva* 帯付近) という異なる3つの時代を示す放射虫化石が得られた (第8図). このことは, 今浦層群の泥岩が比較的長い堆積年代幅 (約2,000万年) を持つという点で坂・手塚 (1988) の結果と類似している. 本研究では, 放射虫化石が抽出された泥岩が礫質であったり, 露頭周辺で崩壊堆積物や土流堆積物などが認められたりといった, 放射虫化石あるいは含化石泥岩の再堆積に繋がる証拠は確認できていない. したがって, 現時点では今浦層群の堆積年代にはある程度の幅があると考えておく. ただし, 分布幅から推定される今浦層群全体の層厚は200 m程度とさほど厚くなく, 遠洋性堆積物に比べ一般に堆積速度の速い陸源性碎屑物を主体とする今浦層群が中期ジュラ紀から前期白亜紀までゆっくりと堆積した (堆積速度は1,000年で1 cm) のかどうか, すなわち付加テクトニクスが進行する基盤上で長期間安定的に堆積できるかについては, 今後検討されるべき課題である.

5. まとめ

志摩半島に分布する秩父累帯南帯の築地層群 (付加体) と今浦層群 (浅海層) の泥岩から放射虫化石を見出した. 前者は中期ジュラ紀後半 (カロビアン期前半～中頃) の時代を, 後者は中期ジュラ紀後半 (バトニアン期中頃～カ



第8図 築地及び今浦層群の岩相・放射虫化石年代を示した年代層序図. 築地層群に関してはジュラ紀以降のものを記した. 放射虫化石帯は松岡 (2007) に従った.

Fig. 8 Chronostratigraphic column illustrating the relation between lithofacies and radiolarian age of the Tsuiji and Imaura groups. The post-Triassic ages are shown for the Tsuiji Group. Radiolarian zonation is from Matsuoka (2007).

ロビアン期後半), 後期ジュラ紀前半 (カロビアン期後半～オックスフォーディアン期中頃), 後期ジュラ紀後半 (チトニアン期前半) という3つの時代を示す. これらの時代はこれまでの既存研究で示された年代データの範囲に収まる.

謝辞: 地質調査総合センター地質試料調製グループの技官諸氏には薄片を作成していただいた. 査読者の中江訓博士 (地質情報研究部門) には原稿改善に有益なご指摘をいただいた. 記して感謝の意を表す.

文 献

- Aita, Y. (1987) Middle Jurassic to Lower Cretaceous radiolarian biostratigraphy of Shikoku with reference to selected sections in Lombardy basin and Sicily. *Tohoku Univ. Sci. Rep., Second series (Geology)*, **58**, 1–91.
- Baumgartner, P. O., O’Dogherty, L., Gorican, S., Dumitrică-Jud, R., Dumitrică, P., Pillevuit, A., Urquhart, E., Matsuoka, A., Danelian, T., Bartolini, A., Carter, E. S., De Wever, P., Kito, N., Marcucci, M. and Steiger, T. (1995) Radiolarian catalogue and systematics of Middle Jurassic to Early Cretaceous Tethyan genera and species. In Baumgartner, P. O. *et al.*, eds., *Middle Jurassic to Lower Cretaceous Radiolaria of Tethys: Occurrences, Systematics, Biochronology*. Mém. Géol. (Lausanne), no. 23, 37–685.
- Beccaro, P. (2006) *Radiolarian biostratigraphy of Middle-Upper Jurassic pelagic siliceous successions of western Sicily and the southern Alps (Italy)*. Mém. Géol. (Lausanne), no. 45, 120p.
- Chiari, M., Marcucci, M. and Prella, M. (2002) New species of Jurassic radiolarians in the sedimentary cover of ophiolites in the Mirdita area, Albania. *Micropaleontology*, **48**, 61–88.
- 藤本治義 (1942) 三重県鳥羽地方の地質について. 地質雑, **49**, 585.
- Hatakeda, K., Suzuki, N. and Matsuoka, A. (2007) Quantitative morphological analyses and evolutionary history of the Middle Jurassic polycystine radiolarian genus *Striatojaponocapsa* Kozur. *Marine Micropaleontology*, **63**, 39–56.
- Hori, N. (1999) Latest Jurassic radiolarians from the northeastern part of the Torinoko Block, Yamizo Mountains, central Japan. *Sci. Rep. Inst. Geosci., Univ. Tsukuba, Section B*, **20**, 47–114.
- Hori, N., Saito, M. and Toshimitsu, S. (2002) Late Jurassic radiolarian fauna from the Ikenohara Formation of the Kurosegawa Belt in the Toyo-Izumi area, Kumamoto Prefecture, Kyushu, Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **53**, 689–724.
- 飯塚保五郎 (1929) 7万5千分の1「鳥羽」図幅および同説明書. 商工省地質調査所, 28p.
- INTERRAD Jurassic-Cretaceous Working Group (1995) *Middle Jurassic to Lower Cretaceous Radiolaria of Tethys: Occurrences, Systematics, Biochronology*. Mém. Géol. (Lausanne), no. 23, 1230p.
- Ishida, N. (2008) Late Jurassic radiolarian assemblages in the Southern Chichibu Terrane, Western Kyushu, Southwest Japan. *Stratigraphy*, **5**, 22–38.
- 磯崎行雄・橋口孝泰・板谷徹丸 (1992) 黒瀬川クリッペの検証. 地質雑, **98**, 917–941.
- Kimura, K. and Hori, R. (1993) Offscraping accretion of Jurassic chert-clastic complexes in the Mino-Tamba belt, central Japan. *Jour. Structural Geol.* **15**, 145–161.
- 日下部吉彦・宮村 学 (1958) 伊勢市南方の古生層について. 地質雑, **64**, 269–280.
- 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.
- 松岡 篤 (1984) 高知県西部秩父累帯南帯の斗賀野層群. 地質雑, **90**, 455–477.
- Matsuoka, A. (1986) *Tricolocapsa yaoi* Assemblage (Late Jurassic Radiolarians) from the Togano Group in Shikoku, Southwest Japan. *Jour. 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. In Larson, R. L., Lancelot, Y. *et al.*, eds., *Proc. Ocean Drilling Prog., Sci. Results*, **129**, 203–220.
- Matsuoka, A. (1995a) Middle Jurassic-Lower Cretaceous radiolarian zonation in Japan and the Western Pacific, and age assignments based on the Unitary Associations methods. In Baumgartner, P. O. *et al.*, eds., *Middle Jurassic to Lower Cretaceous Radiolaria of Tethys: Occurrences, Systematics, Biochronology*. Mém. Géol. (Lausanne), no. 23, 1049–1057.
- Matsuoka, A. (1995b) Jurassic and Lower Cretaceous radiolarian zonation in Japan and in the western Pacific. *Island Arc*, **4**, 140–153.
- 松岡 篤 (2007) ジュラ系放散虫化石帯区分の改訂と主要放散虫種の垂直分布. 日本古生物学会2007年年会講演予稿集, 73.
- Matsuoka, A. and Yao, A. (1985) Latest Jurassic Radiolarians from the Torinosu Group in Southwest Japan. *Jour. Geosci., Osaka City Univ.*, **28**, 125–145.
- 西園幸久 (1996) 放散虫化石層序に基づく秩父帯南帯の堆積史とその収束過程. 熊本大理紀要(地球科学), **14**, 45–226.
- O’Dogherty, L., Bill, M., Goričan, S., Dumitrică, P. and Masson, H. (2006) Bathonian radiolarians from an ophiolitic mélange of the Alpine Tethys (Gets Nappe, Swiss-French Alps). *Micropaleontology*, **51**, 425–485.
- Ohba, H. and Adachi, M. (1995) Permian, Triassic and Jurassic radiolarians from Omura and Ogura Island in the eastern part of the Shima Peninsula, Southwest Japan. *Jour. Earth Planet. Sci. Nagoya Univ.*, **42**, 55–67.
- 太田 亨・今井智文・石田直人・坂 幸恭 (2012) 三重

- 県志摩半島東部の黒瀬川帯中生界から見出されたジュラ紀・白亜紀放射虫化石. 地質雑, **118**, 588–593.
- 坂 幸恭(1983) 志摩半島西部, 秩父帯のジュラ紀層について(予報). 早稲田大学教育学部学術研究[生物学・地学], **32**, 29–39.
- 坂 幸恭(2009) 中・古生界, 紀伊半島東部地域. 日本地質学会編, 日本地方地質誌5:近畿地方, 朝倉書店, 134–140.
- 坂 幸恭・手塚茂雄(1988) 志摩半島の秩父帯南帯. 地学雑, **97**, 10–24.
- 坂 幸恭・山口宗司(1985) 志摩半島中央部, 磯部町における仏像構造線の露頭. 地質雑, **91**, 235–238.
- 坂 幸恭・塚本員久・大矢芳彦・海野龍一(1979) 志摩半島西部, 秩父帯の上部中生界. 地質雑, **85**, 81–96.
- 坂 幸恭・手塚茂雄・岡田洋一・市川昌則・高木秀雄(1988) 蛇紋岩メランジュ帯としての志摩半島, 五ヶ所-安楽島構造線. 地質雑, **94**, 19–34.
- 坂 幸恭・加藤 潔・津村善博・大場穂高(1999) 志摩半島の秩父帯と黒瀬川帯. 日本地質学会第106年学術大会見学旅行案内書, 163–186.
- 佐藤 正・水野吉昭・蜂矢喜一郎・安井 謙(2005) 三重県志摩半島から採集されたジュラ紀アンモナイト. 瑞浪市化石博紀要, **32**, 235–243.
- 菅野耕三・中世古幸次郎・脇本礼子(1980) 志摩半島東部に分布する築地層群から産する放射虫化石について. 大阪教育大紀要Ⅲ, **28**, 111–121.
- 杉山和弘・小澤智生・畔柳勇生・古谷 裕(1993) 三重県志摩半島東部のジュラ系白根崎層(新称)および白亜系松尾層群の層序と放射虫化石. 大阪微化石研究会誌特別号, no. 9, 191–203.
- Suzuki, H. and Gawlick, H. -J. (2003) Biostratigraphie und Taxonomie der Radiolarien aus den Kieselsedimenten der Blaa Alm und nördlich des Loser (Nordliche Kalkalpen, Callovium–Oxfordium). *Mitteilungen der Gesellschaft der Geologie und Bergbaustudenten in Österreich*, **46**, 137–228.
- 富田幸光・桂嘉志浩・東 洋一・亀井節夫(2001) 鳥羽市恐竜化石の記載と分類. 三重県大型化石発掘調査団編, 鳥羽の恐竜化石, 三重県鳥羽市産恐竜化石調査研究報告書, 三重県立博物館, 13–31.
- 内野隆之・鈴木紀毅(2016) 三重県志摩半島の黒瀬川帯から見出された後期ペルム紀整然層と広域対比. 地質雑, **122**, 207–222.
- 梅田真樹・山際延夫(1997) 三重県鳥羽地域の黒瀬川帯から産出したデボン紀放射虫化石. 地質雑, **103**, 1081–1084.
- 山際延夫(1957) 志摩半島東部中生界の層序と構造. 地質雑, **63**, 263–272.
- 山際延夫(1969) 志摩半島東部に分布する築地層群. 大阪教育大学紀要第Ⅲ部門, **18**, 71–81.
- 山際延夫・坂 幸恭(1967) 志摩半島東部の中・古生界. 日本地質学会第74年年会地質見学案内書, 24p.
- 山際延夫・坂 幸恭・岩橋豊彦・杉田福松(1976) 志摩半島の仏像構造線についての新知見. 地質雑, **82**, 409–412.
- 山際延夫・鳴橋憲一・辻井安喜・藤田孝子・和田朋子(1979) 志摩半島東部に分布する上部ジュラ系今浦層群産出の珊瑚化石について(第1報). 地学雑, **88**, 29–39.
- 吉倉紳一・寺嶋禎一(1984) 志摩半島中央部の五ヶ所-安楽島構造線から見いだされた角閃岩の地質学的意義. 岩鉱, **79**, 311–317.

(受 付 : 2016年10月24日 ; 受 理 : 2017年1月17日)

