新潟県蒲原山地の足尾帯泥岩から見出された前期ジュラ紀放射虫化石

Early Jurassic radiolarian fossils from mudstone of the Ashio Terrane in the Kambara Mountains, Niigata Prefecture, Japan

内野隆之* 堀 利栄**

Takayuki Uchino* and Rie S. Hori**

2010年1月25日受付.

2010年6月11日受理.

* 産業技術総合研究所地質情報研究部門
Geological Survey of Japan, AIST, Tsukuba Central 7, 1-1-1
Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan

** 愛媛大学大学院理工学研究科
Department of Earth Science, Graduate School of Science and
Engineering, Ehime University, 2-5, Bunkyo-cho, Matsuyama,
Ehime 790-8577, Japan

Corresponding author; T. Uchino, t-uchino@aist.go.jp

Abstract: Early Jurassic radiolarian faunae were extracted from mudstone samples collected at three localities (Se1, Ik1, and Jo2) in an accretionary complex within the Ashio Terrane in the Kambara Mountains, Niigata Prefecture, Japan. The faunae of both Se1 and Ik1 are dominated by *Canoptum* species, in association with two characteristic species belonging to *Gorgansium* (*G. sp. A* and *G. sp. B*) for Se1, and species belonging to *Parahsuum*, *Lantus*, and *Helvetocapsa* for Ik1. The fauna in Jo2 consists mainly of the species of *Parvicingula*, *Zhamoidellum*, and *gen. et sp. indet. B*.

Based on a comparison of these radiolarians with those from North America, Europe, and Southwest Japan, the ages of the faunae from Se1, Ik1, and Jo2 are Hettangian, Late Pliensbachian, and Middle to Late Toarcian/Aalenian?, respectively.

This is the first report of radiolarian fossils from terrigenous clastic rocks (mudstone) in the Kambara Mountains; thus, this result contributes to reconstructions of oceanic plate stratigraphy in the region and to correlating the area with other accretionary complexes in the Ashio Terrane.

Keywords: Radiolaria, Early Jurassic, Hettangian, Pliensbachian, Toarcian, accretionary complex, Ashio Terrane, Kambara Mountains

はじめに

新潟県に位置する蒲原山地^{かんばら}には、新第三系の基盤として白亜紀～古第三紀花崗岩類とともに足尾帯の付加体が分布している (Fig. 1). 足尾帯の付加体は、蒲原山地以外ではおもに

Fig. 1. Index map showing the distribution of the Ashio Terrane and the accretionary complex in the Kambara Mountains. ISTL: Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line, MTL: Median Tectonic Line, TTL: Tanakura Tectonic Line.

朝日山地・飯豊山地・魚沼山地・帝釈山地・八溝山地・足尾山地に分布しており (Fig. 1), 一般に前期～後期ジュラ紀の付加年代を示すとされている (例えば, Kamata, 1996; 指田・堀, 2000; 原・柏木, 2004). しかし、蒲原山地・飯豊山地・朝日山地に関しては、陸源性碎屑岩類からの化石報告がなく、付加年代が明らかにされている訳ではない。飯豊山地から南東の福島県会津若松南方に分布している足尾帯の泥岩からは、属・科レベルで同定された放射虫化石がわずかに産する (福島県教育委員会, 1985) が、ジュラ紀～白亜紀より詳細な時代の特定はなされていない。今回、蒲原山地西部に分布する足尾帯の泥岩から前期ジュラ紀の放射虫化石を見出した。本報告は、蒲原山地に分布する付加体の海洋プレート層序を復元し、足尾帯における他地域の付加体と対比するための重要な知見である。

地質概説および化石産出地点の岩相

蒲原山地の付加体は、南部・北部では大規模な白亜紀～古第三紀花崗岩類に貫入され、西部・中央部・東部では新第三

紀の堆積岩と不整合あるいは断層で接している (Fig. 1). 泥岩ないし砂岩泥岩互層を主体とし、緑色岩・石灰岩・層状チャート・珪質泥岩を含む。まれに、緑色岩・チャート・珪質泥岩・砂岩を数 m 以下の岩塊として含む混在岩が産する。付加体構成岩の層界面および鱗片状劈開面の走向は、概ね北東—南西ないし北北東—南南西を示す (Fig. 1) が、傾斜は一定の方向を示さない。

産出化石については、石灰岩から後期石炭紀および中期ペルム紀の紡錘虫化石が、チャートから中期～後期ペルム紀の放散虫化石および三疊紀のコノドント化石が報告されており (例えば, 長谷川, 1985; 内野ほか, 2010), また、珪質泥岩からは前期および中期ジュラ紀の放散虫化石が報告されている (Mizutani et al., 1984). なお、蒲原山地の付加体における微化石報告に関する詳しい研究史は、内野ほか (2010) に述べられている。

放散虫化石は、五泉市夏針の仙見川河床の地点 Se1 (Fig. 2.A) に露出する砂岩泥岩互層の泥岩、五泉市川内と雷山を結ぶ林道脇の地点 Ik1 (Fig. 2.A) に露出する泥岩、および五泉市下戸倉の城ノ入川林道脇の地点 Jo2 (Fig. 2.B) に露出する砂岩泥岩互層の泥岩から得られた。

地点 Se1 には泥岩優勢の砂岩泥岩互層が、幅約 1 m で露

出し、南側に露出する層厚約 2.5 m の層状チャートと北傾斜の断層で接している。砂岩の単層は層厚 1～2 cm であるが、層厚約 10 cm の砂岩層も挟在する。泥岩は暗灰色を呈し、葉理を示す部分がある。砂岩泥岩互層は全体に剪断変形を受けており、断層付近の砂岩はレンズ状を示す。この砂岩泥岩互層中には約 30 cm の黒色塊状チャートの岩塊も含まれている。鏡下では、泥岩は石英・長石粒子を含み、また、弱い圧力溶解が見られる (Fig. 3.A)。

地点 Ik1 の泥岩は、塊状で暗灰色を呈し、葉理を示す部分がある。泥岩の露出幅は約 2 m で、周囲に層状チャートや緑色岩が露出するが、泥岩との関係は露頭が欠如しているため不明である。鏡下では、泥岩は石英・長石粒子を多く含む (Fig. 3.B), また、粘土鉱物が定向配列を示す部分もある。

地点 Jo2 には砂岩泥岩の等量互層が約 5 m の幅で露出する。砂岩層の単層は層厚 10～30 cm である。泥岩は暗灰色を呈する。砂岩泥岩互層は全体に破断相を示す。鏡下では、泥岩は石英・長石を多く含む (Fig. 3.C). 泥岩の比較的粗粒な部分は、最大長径 1 mm 程度の雲母鉱物の粒子が含まれる。

放散虫化石と年代

泥岩試料を 5 % フッ化水素酸溶液で 24 時間浸した後、65 メッシュおよび 250 メッシュの篩を用いて残渣を得た。この作業を 1 試料につき 5 回程度繰り返した。約 40 試料を処理し、うち上記 3 地点の試料から年代決定に有効な放散虫化石が得られた。3 地点から得られた放散虫化石の種構成は著しく異なっている。

1. 地点 Se1

地点 Se1 の泥岩から得られた放散虫化石を Fig. 4 に示す。本試料では特に *Canoptum* 属が多産する。*Canoptum* aff. *laxum* とした個体は、やや丸く広がった circumferential ridge の発達で *C. laxum* に類似する。しかし、Blome (1984) のホロタイプと比べ殻室の数や外形がやや異なる。本個体は未記載種である可能性が高いが、形態的類似性から本論では暫定的に *C. aff. laxum* とした。*Canoptum* cf. *praeannulatum* とした個体は、Pessagno and Whalen (1982) のホロタイプと比べ殻室が少ないが、それは最終殻室周辺の欠損によるものであると判断した。また、最終殻室周辺に向い殻室の幅が少しずつ伸びる特徴から、本個体を *C. cf. praeannu-*

Fig. 2. (A) Localities of the Hettangian and the Late Pliensbachian radiolaria-bearing mudstones (Se1 and Ik1). (B) Locality of the Middle to Late Toarcian/Aalenian? radiolaria-bearing mudstone (Jo2).

Fig. 3. Photomicrographs of the radiolaria-bearing mudstone of the point Se1 (A), point Ik1 (B) and point Jo2 (C). Fld: feldspar, Qtz: quartz, Ps: pressure solution, R: radiolarian fossil. Crossed polars.

Fig. 4. Hettangian radiolarian fossils from mudstone at the point Se1. 1: *Canoptum* aff. *farawayense* Blome, 2: *Canoptum* aff. *laxum* Blome, 3: *Canoptum* cf. *praeannulatum* Pessagno and Whalen, 4: *Canoptum* cf. *unicum* Pessagno and Whalen, 5: *Canoptum*? sp., 6: *Relanus*? sp., 7: *Nassellaria* gen. et sp. indet. A, 8-9: *Sarla*? spp., 10: *Livarella* sp., 11-12: *Gorgansium* spp., 13: *Gorgansium* sp. A, 14: *Gorgansium* sp. B, 15-16: *Natoba* sp. A sensu Kashiwagi (2003), 17: *Paronaella* sp., 18: *Zhamoidellum* sp., 19: *Saitoum* sp., 20: *Haekelicyrtium* sp.

*latum*とした。*Canoptum* cf. *unicum*とした個体は、Pessagno and Whalen (1982) のホロタイプと比べ頭部周辺における殻表面の滑らかな部分がやや長く、殻室の数が少ないが、それは殻表面における微細結晶の付着と最終殻室周辺の破損のためであると判断した。地点 Se1 から得られた *Canoptum* 属の個体は、他の *Canoptum* 属にない *C. unicum* に特徴的な頭部構造を示すため、*Canoptum* cf. *unicum* とした。本報告で *Gorgansium* sp. A および *Gorgansium* sp. B とした個体 (Fig. 4 の 13 と 14) は、ともに主棘がねじれ、外殻の孔配列が半球で 3～4 個と非常に少なく、既存記載種と著しく異なる特徴を示す。

<年代> *Canoptum praeannulatum* および *Canoptum unicum* は Pessagno and Whalen (1982) によってカナダのクイーンシャーロット諸島および米国オレゴン州から記載された種で、*C. praeannulatum* は Hettangian に産し (Pessagno and Whalen, 1982), *C. unicum* は Hettangian 中部～Sinemurian 下部に産するとされている (Whalen and Carter, 1998)。*Natoba* 属は Pessagno and Poisson (1981) によってトルコのアンタルヤから記載され、Sinemurian 後期?～Pliensbachian 前期を示すとされるが、Kashiwagi (2003) は紀伊半島に分布する秩父帯中の Hettangian 上部～Sinemurian 下部に対比されている珪長質凝灰岩から *Natoba* sp. A を見出している。*Canoptum farawayense* および *Canoptum laxum* は三畳系 Carnian 上部～Norian 中部に産するとされるが、ともに産出上限は不明である (Blome, 1984)。しかし Yoshida (1986) によれば、*C. farawayense* は少なくとも Rhaetian まで産出が確認できる。*Livarella* 属

はおもに三畳系 Norian 上部～Rhaetian に産するとされるが (例えば、Yoshida, 1986; Tekin, 2002), Yeh and Cheng (1998) はフィリピンของプスアンガ島の Sinemurian 下部から見出している。*Haekelicyrtium* 属は一般に三畳系上部に産するとされているが、Carter et al. (1998) はカナダのクイーンシャーロット諸島の Hettangian 最上部～Sinemurian 最下部の地層からも見出している。*Gorgansium* 属は三畳系 Norian からジュラ系 Callovian 下部まで長期間産出する (Pessagno and Blome, 1980)。*Saitoum* 属は Hettangian から白亜系 Albian まで長期間産するとされる (Whalen and Carter, 1998) が、猪郷・西村 (1984) は *Canoptum triassicum* 群集帯から見出ししており、その下限は Rhaetian 末期まで伸びる可能性がある。

以上の事から判断して、Se1 地点から産出する放射虫種の生存期間が最も重複するのは前期ジュラ紀 Hettangian である。*C. farawayense* は Rhaetian が産出上限だが、この試料の個体は参照種であるため、特に矛盾はないと判断できる。

2. 地点 Ik1

地点 Ik1 の泥岩から得られた放射虫化石を Fig. 5 に示す。特に *Parahsuum* 属、*Lantus* 属、*Canoptum* 属および *Helvetocapsa* 属が多産する。*Foremania* cf. *sandilandsensis* とした個体は保存が悪いものの、Gorican et al. (2006) が示した種内変異に従って同定した。

<年代> *Parahsuum simplum* および *Parahsuum ovale* の産出期間はそれぞれ *Parahsuum* aff. *longiconicum* 帯～*Parahsuum*? *grande* 帯 (Sinemurian 中部～Aalenian 下部)、*Parahsuum* aff. *longiconicum* 帯～

Fig. 5. Late Pliensbachian radiolarian fossils from mudstone at the point Ik1. 1: *Canoptum anulatum* Pessagno and Poisson, 2: *Canoptum* cf. *artum* Yeh, 3-4: *Parahsuum ovale* Hori and Yao, 5: *Parahsuum* cf. *simplum* Yao, 6-7: *Parahsuum* spp. 8: *Foremania* cf. *sandilandsensis* Whalen and Carter, 9: *Archaeodictyomitra*? sp., 10: *Zhamoidellum yehae* Dumitrica, 11-12: *Helvetocapsa minoensis* (Matsuoka), 13-14: *Helvetocapsa* cf. *plicata* s.l. (Matsuoka), 15: *Katroma*? sp., 16-17: *Lantus obesus* (Yeh), 18-19: *Lantus praeobesus* Carter, 20: *Paronaella* cf. *grahamensis* Carter, 21: *Eucyrtidiellum* cf. *unumaense* (Yao), 22: *Broctus ruesti* Yeh.

Trillus elkhornensis 帯 (Sinemurian 中部～Toarcian 下部) とされている (Hori, 1990; 2002). *Lantus obesus* は Yeh (1987) によりアメリカオレゴン州東中央部の Toarcian 下部から *Pseudoristola obesa* Yeh として記載され, Gorican et al. (2006) によって属名が変更された. *Lantus praeobesus* Carter は, Li (1988) の *Hemicryptocephalis dengqensis* Li や, 柏木・八尾 (1993) の *Stichocapsa* sp. をシノニムとして含み (Gorican et al., 2006), いずれも Pliensbachian 上部から産する. *Canoptum anulatum* の産出範囲は, おおよそ Pliensbachian 上部～Toarcian 下部とされている (Pessagno and Whalen, 1982). *Canoptum artum* は Yeh (1987) によってアメリカオレゴン州東中央部から記載された種で Pliensbachian 後期～Toarcian 前期を示すとされる. *Helvetocapsa minoensis* および *Helvetocapsa plicata* s.l. (Gorican et al., 2006) は美濃帯南条山地から, それぞれ *Tricolocapsa minoensis* Matsuoka, *Stichocapsa plicata* Matsuoka および *Stichocapsa plicata semiplicata* Matsuoka として記載され (Matsuoka, 1991), *Archicapsa pachyderma* 帯 (Toarcian 下部) の特徴種であるが, 産出上限および下限は不明である. 服部 (1987) が美濃帯南条山地のマンガノジュールから報告した Pliensbachian を示す群集中には, *Tricolocapsa* sp. B として *H. minoensis* が見出されている. *Broctus ruesti* は Yeh (1987) によってアメリカオレゴン州東中央部から記載された種で, Pliensbachian 後期を示すとされている. *Foremania sandilandsensis* は

Whalen and Carter (1998) によりカナダのクイーンシャーロット諸島から記載された種で, Sinemurian 下部～上部を示す. *Paronaella grahamensis* は Carter (1988) によりクイーンシャーロット諸島の Toarcian 上部～Aalenian から記載され, 後にメキシコの Sinemurian～Pliensbachian の地層から産出が報告されている (Whalen and Carter, 2002). したがって, 本種は Sinemurian～Aalenian の生存期間を示すと考えられる. *Eucyrtidiellum unumaense* の産出レンジは JR4 帯～JR5 帯 (Bajocian～Callovian 中部) とされているが (Matsuoka, 1995), 八尾 (1997) は Toarcian 前期を示す群集から見出しており, その産出下限は少なくとも Toarcian 下部まで古くなる可能性がある.

以上から, *E. unumaense* と *H. plicata* s.l. を除けば, すべての放散虫が共存し得るのは, 前期ジュラ紀の Pliensbachian 後期ということになる. *Foremania sandilandsensis* は Sinemurian 後期が産出上限だが, この試料の個体は参照種であり, また *Foremania* 属自体は Pliensbachian まで産する (Whalen and Carter, 1998) ため, 特に矛盾はない. 年代の不一致を示す 2 種については, 産出下限の特定など今後の検討を待ちたい.

3. 地点 Jo2

地点 Jo2 の泥岩から得られた放散虫化石群集を Fig. 6 に示す. 特に *Parvicingula* 属および *Zhamoidellum* 属が多産する. また, 本報告で *Nassellaria* gen. et sp. indet. B とした種も特徴的に産する. *Nassellaria* gen. et sp. indet. C は,

Fig. 6. Middle to Late Toarcian/Aalenian? radiolarian fossils from mudstone at the point Jo2. 1-2: *Eucyrtidiellum* spp., 3: *Parahsuum* sp., 4: *Dictyomitrella?* cf. *kamoensis* Mizutani and Kido, 5: *Parvicingula?* sp. cf. *P. spinifera* (Takemura), 6: *Hsuum* sp., 7: *Hsuum* aff. *philippinense* Yeh and Cheng, 8: *Hsuum* cf. *altile* Hori and Otsuka, 9: *Hsuum exiguum* Yeh and Cheng, 10-11: *Parvicingula nanoconica* Hori and Otsuka, 12: *Elodium?* sp., 13: *Homoeoparonaella?* sp., 14: *Hagiastrum* sp., 15: *Nassellaria* gen. et sp. indet. B, 16-18: *Nassellaria* gen. et sp. indet. C, 19: *Zhamoidellum?* sp. A, 20: *Zhamoidellum* sp., 21: *Emiluvia?* sp., 22: *Praeconocaryomma decora* gr. Yeh.

Chiari et al. (2002) で記載された *Tricolocapsa formosa* Chiari, Marcucci and Praela や *Williriedellum nodosum* Chiari と一見類似するが, *T. formosa* とはこぶの発達度, こぶ間に発達する孔の数と配列が異なり, *W. nodosum* とは腹部室の膨らみ方, こぶ間に発達する孔の数と配列, 狭さく部の発達度が異なる.

<年代> *Parvicingula nanoconica* および *Hsuum altile* は Hori and Otsuka (1989) により美濃帯乗鞍岳地域から記載された種で, 産出上限は不明だが, *Hexasaturnalis hexagonus* 帯~*Parahsuum? grande* 帯中部 (Toarcian 中部~Toarcian 上部) を示すとされる. *Hsuum exiguum* および *Hsuum philippinense* は Yeh and Cheng (1996) によりフィリピンスアンガ島から記載された種で Toarcian 後期~Aalenian を示す. *Parvicingula nanoconica*, *Hsuum altile* および *Hsuum exiguum* (Hori and Otsuka, 1989 の *Hsuum?* sp. Y および *Parahsuum?* sp. A) の 3 種は *Mesosaturnalis hexagonus* 帯で共存する (Hori, 1990). *Praeconocaryomma decora* gr. は Yeh (1987) によってアメリカオレゴン州東中央部から記載され, その産出期間は Pliensbachian 上部~Toarcian 下部とされている. *Elodium* 属は Carter (1988) によりカナダのクイーンシャーロット諸島から記載され, Toarcian 中期~Aalenian 後期を示す. *Dictyomitrella? kamoensis* の産出レンジは Baumgartner et al. (1995) によれば UAZone の 3~7 であり, これは Matsuoka (1995) の JR3 帯~JR7 帯下部 (Aalenian ~Kimmeridgian) に相当するとされているが, その産出は Toarcian 中部まで下がる可能性がある (堀, 2004; 柏木ほか,

2005). 以上から本試料中の放射虫群集は前期ジュラ紀の Toarcian 中期~後期から Aalenian に至る可能性が高いと考えられる.

ま と め

新潟県蒲原山地西部に分布する足尾帯付加体中の泥岩から, 蒲原山地の陸源性砕屑岩からは初めての化石報告となる放射虫化石を見出した. その年代は, 前期ジュラ紀の Hettangian, Pliensbachian 後期, Toarcian 中~後期/Aalenian? の 3 つの年代を示す.

謝 辞 査読者である宇都宮大学農学部生物生産科学科の相田吉昭博士および東北大学大学院理学研究科の鈴木紀毅博士には, 本論改善のために有益なご指摘を頂いた. 記して感謝する.

文 献

- Baumgartner, P. O., O'Dogherty, L., Gorican, S., Dumitrica-Jud, R., Dumitrica, 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., O'Dogherty, L., Gorican, S., Urquhart, E., Pillevuit, A. and De Wever, P., eds., *Middle Jurassic to Lower Cretaceous Radiolaria of Tethys: Occurrences, Systematics, Biochronology*, Mémoires de Géologie (Lausanne), Lausanne, Switzerland. no. 23, 37-685.
- Blome, C. D., 1984, Upper Triassic Radiolaria and radiolarian zonation from western North America. *Bull. Amer. Paleont.*, **85**, 1-88.
- Carter, E. S., 1988, Part 2. Systematic Paleontology. In Carter, E. S., Cameron, B. E. B. and Smith, P. L., eds., *Lower and Middle Jurassic*

- radiolarian biostratigraphy and systematic paleontology, Queen Charlotte Islands, British Columbia, Bull. Geol. Surv. Canada, **386**, 26-109.
- Carter, E. S., 1993, Biochronology and paleontology of uppermost Triassic (Rhaetian) radiolarians, Queen Charlotte Islands, British Columbia, Canada. *Mémoire de Géologie (Lausanne)*, **11**, 1-175.
- Carter, E. S., Whalen, P. A. and Guex, J., 1998, Part I. Lithostratigraphy and Biostratigraphy. In Carter, E. S., Whalen, P. A. and Guex, J., eds., *Biochronology and paleontology of Lower Jurassic (Hettangian and Sinemurian) radiolarians, Queen Charlotte Islands, British Columbia*, Bull. Geol. Surv. Canada, **496**, 4-36.
- Chiari, M., Marcucci, M. and Prela, M., 2001, New species of Jurassic radiolarians in the sedimentary cover of ophiolites in the Mirdita area, Albania. *Micropaleontology*, **48** (Supplement, 1), 61-88.
- 福島県教育委員会 [Education Board of the Fukushima Prefecture], 1985, 会津盆地南縁山地の基盤岩類調査報告. 福島県立博物館調査報告 [Research Report of the Fukushima Museum], no. 9, 43p. *
- Goričan, Š., Carter, E. S., Dumitrica, P., Whalen, P. A., Hori, R. S., De Wever, P., O'Dogherty, L., Matuoka, A. and Guex, J., 2006, *Catalogue and systematics of Pliensbachian, Toarcian and Aalenian radiolarian genera and species*. Založba ZRC/ZRC Publishing, 446p.
- 長谷川美行 (Hasegawa, Y.), 1985, 青海—白馬山塊, 魚沼山塊および蒲原山塊に露出する先第三系の地質時代. 総研「上越帯・足尾帯」研究報告 No. 2 [Research report No. 2 — Joetsu Terrane and Ashio Terrane—], 69-84.
- 服部 勇 (Hattori, I.), 1987, 福井県南条山地におけるジュラ紀放射散虫について. 福井市立郷土自然科学館研究報告, (Bull. Fukui Municipal Mus. Nat. Hist.), no. 34, 29-101.
- 原 英俊・柏木健司 (Hara, H. and Kashiwagi, K.), 2004, 新潟県黒又川周辺地域に分布する足尾帯ジュラ紀付加コンプレックス. 地質雑 (Jour. Geol. Soc. Japan), **110**, 348-362.
- 堀 常東 (Hori, N.), 2004, 5 万分の 1 地質図幅「豊橋」地域の秩父帯チャート及び碎屑岩から産するジュラ紀放射散虫化石. 地質調査研報 (Bull. Geol. Surv. Japan), **55**, 335-388.
- Hori, R., 1990, Lower Jurassic radiolarian zones of SW Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, **159**, 562-586.
- 堀 利栄 (Hori, R.), 2002, 下部ジュラ系放射散虫化石層序と IGCP458 (トリアス・ジュラ系境界事件). 日本地質学会新潟大会プレシンポジウム—ジュラ系—, 講演予稿集 (Proc. with progr., Pre-symp. 109th Ann. Meet. Geol. Soc. Japan), 47-52.
- Hori, R. and Otsuka, T., 1989, Early Jurassic radiolarians from the Mt. Norikura-dake area, Mino Terrane, central Japan. *Jour. Geosci., Osaka City Univ.*, **32**, 175-199.
- 猪郷久治・西村はるみ (Igo, H. and Nishimura, H.), 1984, 栃木県安蘇郡葛生町唐沢における後期三疊紀—前期ジュラ紀放射散虫化石の層位的分布 (予報). 東京学芸大学紀要, 4 部門 (Bull. Tokyo Gakugei Univ. Sect. 4), **36**, 173-193.
- Kamata, Y., 1996, Tectonostratigraphy of the sedimentary complex in the southern part of the Ashio Terrane, central Japan. *Sci. Rep. Inst. Geosci. Univ. Tsukuba, Sec. B*, **17**, 71-107.
- Kashiwagi, K., 2003, Faunal change of earliest Jurassic (Late Hettangian-Middle Sinemurian) radiolarian assemblages: an example of the Early Jurassic accretionary complex of the Chichibu Belt, western Kii peninsula, southwest Japan. *Tenth Meeting of the International Association of Radiolarian Palaeontologists, University of Lausanne, INTERRAD X, Abstracts and Programme*, 72-73.
- 柏木健司・丹羽正和・常盤哲也 (Kashiwagi, K., Niwa, M. and Tokiwa, T.), 2005, 紀伊半島中央部の三之公地域の秩父累帯から産したジュラ紀古世放射散虫化石. 地質雑 (Jour. Geol. Soc. Japan), **111**, 170-181.
- 柏木健司・八尾 昭 (Kashiwagi, K. and Yao, A.), 1993, 紀伊半島西岸湯浅地域から産したジュラ紀—白亜紀古世放射散虫化石とその意義. 大阪微化石研究会誌, 特別号 (News of Osaka Micropaleontologists, Spec. Vol.), no. 9, 177-189.
- Li, H.-S., 1988, Early Jurassic (Late Pliensbachian) radiolaria from the Denggen area, Xizang (Tibet). *Acta Micropalaeontologica Sinica*, **5**, 328-332.
- Matsuoka, A., 1991, Early Jurassic radiolarians from the Nanjo Massif in the Mino Terrane, central Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, **161**, 720-738.
- Matsuoka, A., 1995, Middle Jurassic to Early Cretaceous radiolarian occurrences in Japan and the Western Pacific (ODP Sites 800-801). In Baumgartner, P. O., O'Dogherty L., Gorican S., Urquhart E., Pillevuit A. and De Wever P., eds., *Middle Jurassic to Lower Cretaceous Radiolaria of Tethys: Occurrences, Systematics, Biochronology*, Mémoires de Géologie (Lausanne), Lausanne, Switzerland, no. 23, 937-966.
- Mizutani, S., Uemura, T. and Yamamoto, H., 1984, Jurassic Radiolarians from the Tsugawa Area, Niigata Prefecture, Japan. *Earth Sci. (Chikyū-Kagaku)*, **38**, 352-358.
- Pessagno, E. A., Jr. and Blome, C. D., 1980, Upper Triassic and Jurassic Pantanellinae from California, Oregon, and British Columbia. *Micropaleontology*, **26**, 225-273.
- Pessagno, E. A., Jr. and Poisson, A., 1981, Lower Jurassic Radiolaria from the Gümlü Allochthon of southwestern Turkey (Taurides Occidentales). *Bull. Mineral Res. and Explor. Inst. Turkey*, **92**, 47-69.
- Pessagno, E. A., Jr. and Whalen, P. A., 1982, Lower and Middle Jurassic Radiolaria (multicyrtid Nassellariina) from California, east-central Oregon and the Queen Charlotte Islands, B.C. *Micropaleontology*, **28**, 111-169.
- 指田勝男・堀 常東 (Sashida, K. and Hori, N.), 2000, 八溝山地の中生界とユニット区分. 地質学論集 (Mem. Geol. Soc. Japan), no. 55, 51-66.
- Tekin, U. K., 2002, Late Triassic (Late Norian-Rhaetian) radiolarians from the Antalya Nappes, Central Taurides, Southern Turkey. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, **108**, 415-440.
- 内野隆之・上野勝美・桑原希世子 (Uchino, T., Ueno, K. and Kuwahara, K.), 2010, 新潟県蒲原山地の足尾帯海洋性岩石から見出された放射散虫・紡錘虫化石. 地質雑 (Jour. Geol. Soc. Japan), **116**, 118-123.
- 八尾 昭 (Yao, A.), 1997, ジュラ紀—中世放射散虫化石群集の変遷. 大阪微化石研究会誌, 特別号 (News of Osaka Micropaleontologists, Spec. Vol.), no. 10, 155-182.
- Yeh, K.-Y., 1987, Taxonomic studies of Lower Jurassic Radiolaria from east-central Oregon. *Nat. Mus. Nat. Sci., Taiwan, Spec. Publ.*, **2**, 1-169.
- Yeh, K.-Y. and Cheng, Y.-N., 1996, Jurassic radiolarians from the northwest coast of Busuanga Island, North Palawan Block, Philippines. *Micropaleontology*, **42**, 93-124.
- Yeh, K.-Y. and Cheng, Y.-N., 1998, Radiolarians from the Lower Jurassic of the Busuanga Island, Philippines. *Bull. Nat. Mus. Nat. Sci., Taiwan*, **11**, 1-65.
- Whalen, P. A. and Carter, E. S., 1998, Part II. Systematic Paleontology. In Carter, E. S., Whalen, P. A. and Guex, J., eds., *Biochronology and paleontology of Lower Jurassic (Hettangian and Sinemurian) radiolarians, Queen Charlotte Islands, British Columbia*, Bull. Geol. Surv. Canada, **496**, 36-141.
- Whalen, P. A. and Carter, E. S., 2002, Pliensbachian (Lower Jurassic) Radiolaria from Baja California Sur, Mexico. *Micropaleontology*, **48**, 97-151.
- Yoshida, H., 1986, Upper Triassic to Lower Jurassic radiolarian biostratigraphy in Kagamigahara City, Gifu Prefecture, central Japan. *Jour. Earth Sci., Nagoya Univ.*, **34**, 1-21.

* English translation from the original written in Japanese.