

兵庫県北播磨地域に分布する丹波帯の地質と年代 その1

Geology and age of the Tamba Belt in Kita-Harima District, Hyogo Prefecture, Southwest Japan (Part I)

竹村 静夫* 竹村 厚司**
TAKEMURA Shizuo TAKEMURA Atsushi

Jurassic accretionary complexes of the Tamba Belt are distributed in Kita-Harima District, central part of Hyogo Prefecture, Southwest Japan. Detailed lithostratigraphic and biostratigraphic studies were made in the southern part of this district to clarify the geology and the age of these complexes. More than 130 radiolarian fossil species occur in 59 specimens, of which the ages are Permian and Jurassic. The ages of clastic rocks range from probably Hettangian, earliest Jurassic to Aalenian, Middle Jurassic.

キーワード：丹波帯，北播磨地域，地質，ジュラ紀，放射虫化石

Key words : Tamba Belt, Kita-Harima District, geology, Jurassic, radiolarian fossil

はじめに

丹波帯は、西南日本内帯の主要な構成要素である美濃・丹波・足尾帯 (Kojima, 2016) の一部であり、その構成層は近畿地方北部に広く分布する。1970年代以降、放射虫化石を中心とした膨大な量の生層序学的研究により、丹波帯などの構成層はジュラ紀に形成された付加体を主体とすることが明らかにされてきた (例えば、Mizutani, 1990)。また、付加体に対する構造地質学的な理解も進み、生層序学的な研究と合わせることで、美濃・丹波・足尾帯構成層の広域的な対比も試みられてきた (例えば、中江, 2000)。このように丹波帯が主としてジュラ紀付加体に起源をもつことは明確であるものの、各地域において丹波帯の形成史が詳細に解明されている例は多くない。その理由としては、(1) 詳細な野外調査に基づく適切な岩相区分が必要とされること、(2) 放射虫化石の産出量や保存状態に問題があること、などがあげられる。

本論が対象とする兵庫県北播磨地域もこのような問題点をもつ地域である。本地域の丹波帯は尾崎ほか (1995) と吉川ほか (2005) に概要がより明らかにされ、4つのコンプレックス区分が示され、京都西山の丹波帯との対比が試みられた。しかし、本地域の丹波帯は岩相や生層序などに関するデータが乏しいため、コンプレックス区分やその広域的な対比を議論することが難しく、地域的な特異性を含む可能性も否定しがたい。また、丹波帯の「標準層序」に準ずる位置にある京都西山地域においては、一部、コンプレックス区分の再検討が行われており (宮地ほか, 2005; 菅森, 2006)、これらの点も

考慮に入れる必要がある。以上の観点から、兵庫教育大学地学教室では、北播磨地域に分布する丹波帯を対象に系統的な研究を行ってきた。本論では北播磨地域の中でも比較的南部に分布する丹波帯の地質と年代について述べる。

地質概説

本研究の調査地域は兵庫県のほぼ中央部に位置する北播磨地域にあり (Fig. 1)、行政区画では市川町、加西市、多可町八千代区・同中区に含まれる。本地域には、丹波帯構成層と生野層群およびこれらに貫入した火山

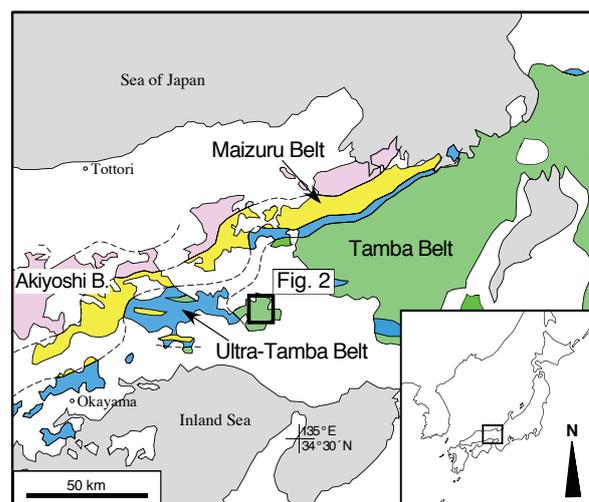


Fig. 1. Location of the study area and the simplified map showing tectonic units in the Kinki-Chugoku regions.

*兵庫教育大学大学院教育実践高度化専攻理数系教科マネジメントコース 准教授

令和2年4月22日受理

**兵庫教育大学大学院教育実践高度化専攻理数系教科マネジメントコース 教授

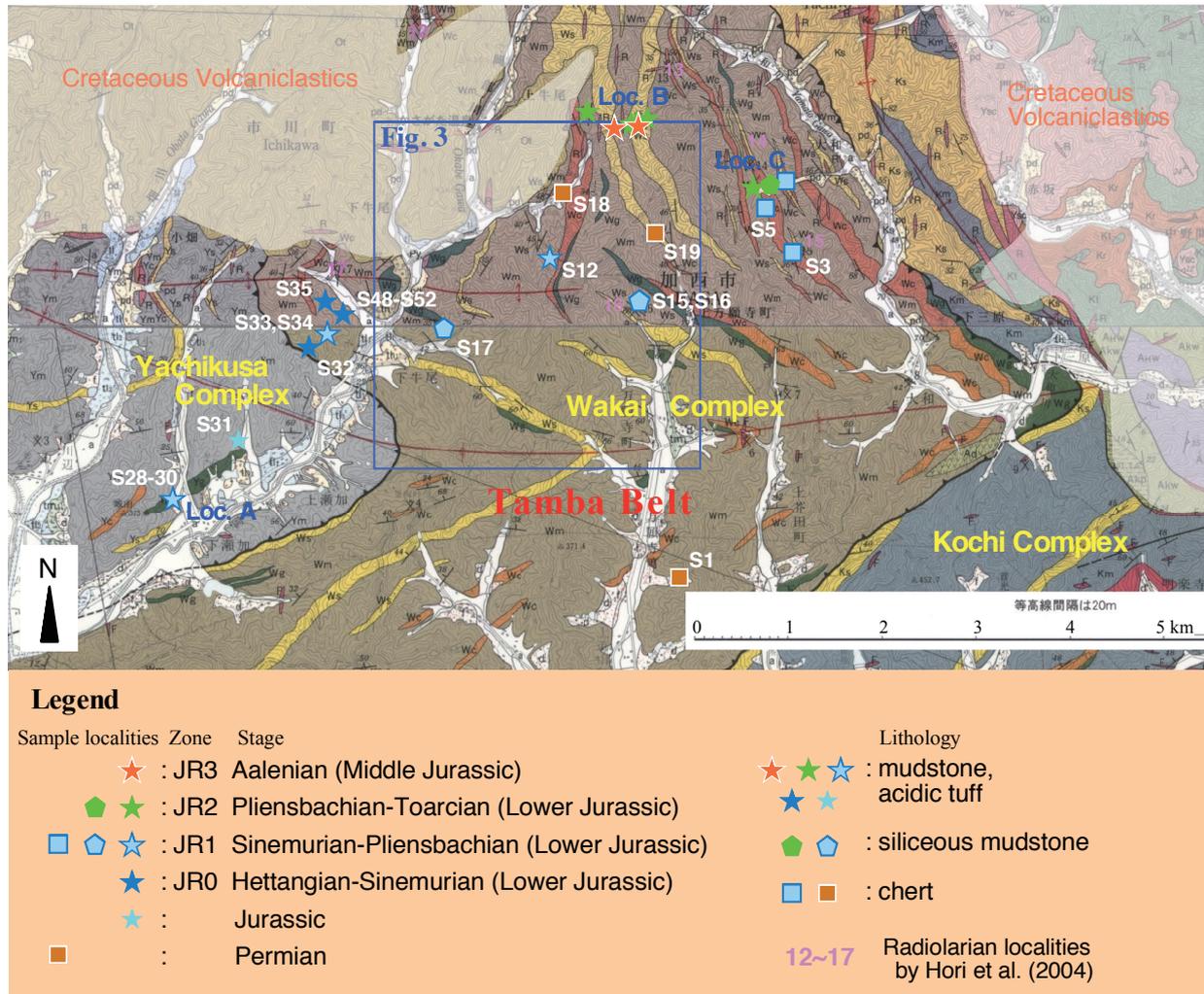


Fig. 2. Locality map of radiolarian occurrences in Kita-Harima District with showing the location of Fig.3 and Locs. A, B and C. The geological maps were used from Ozaki et al. (1995) and Yoshikawa et al. (2005). Sample localities in Locs. B and C are shown in Figs. 5 and 6.

岩類が分布する (Fig. 2)。丹波帯構成層は主に泥岩、砂岩、チャートとからなり玄武岩類と珪長質凝灰岩を伴う。生野層群は後期白亜紀の珪長質火山岩類からなり丹波帯を不整合に覆う (例えば、吉川ほか, 2005)。

本地域周辺の丹波帯構成層は構造的上位から、八千種、若井、河内、岡崎の4コンプレックスに区別される (尾崎ほか, 1995; 吉川ほか, 2005)。この内、構造的最低部を占める岡崎コンプレックスと区分された地層は本研究が対象とした地域には分布しない。

上牛尾周辺地域の地質

市川町上牛尾周辺地域を例として、本地域の丹波帯の概要を示す (Fig. 3)。本地域の丹波帯は岩相から、上万願寺ユニット、上牛尾ユニット、下牛尾ユニットの3層に区分される。なお、本地域の地層は吉川ほか (2005) では若井コンプレックスに含まれる。

上万願寺ユニットは泥岩基質中に側方への連続性が乏しいレンズ状の形態をもつ玄武岩類のスラブを挟在する。見掛けの層厚は約 800m である。成層構造の保存状態を基準とすると、本層は破断相 (中江, 2000) に区分される。泥岩は一般にシルト質であるが、まれに珪質なものもある。砂岩は細～粗粒で一般に塊状であるが、一部の砂岩は泥岩の薄層を挟む。砂岩の内、細粒砂岩は石英、長石を多く含むワッケであり、中～粗粒砂岩は石英および火成岩 (凝灰岩を含む) 由来の岩片に富む石質アレナイト～ワッケに区分される。チャートは灰～暗灰色または褐色の層状で、極まれに石灰岩を挟在する。玄武岩類は一部に枕状構造を残し、針状の斜長石が球果状に集合した組織が認められる。

上牛尾ユニットは、泥岩基質中に砂岩やチャート、玄武岩類の比較的小さなスラブを挟在することで特徴付けられ、混在相 (中江, 2000) に区分される。見掛けの

層厚は約400mである。泥岩はシルト質で、一般に砂岩やチャートでレンズ状またはブロック状の礫として含み、一部では珪質泥岩と互層をなす。砂岩は極細粒～粗粒と変化に富むが、細粒と粗粒のものが多い。細粒砂岩は基質が約50%の泥質な砂岩である。粗粒砂岩は石英と流紋岩片に富み、基質が少ないもの(約10%)と、多いもの(約20%)がある。チャートは多くが層状で、灰～暗灰色または緑灰色を呈し、一部では塊状で強く再結晶する。

下牛尾ユニットは、泥岩基質中に側方への連続性が比較的良好な砂岩とチャートのスラブを挟在し、まれに連続性の乏しい玄武岩類が含まれる。大局的な岩相は破断相である。泥岩はシルト質で、まれに細粒砂の葉理を伴う。また、泥岩は珪質泥岩の薄層および砂岩やチャートのレンズ状あるいはブロック状の礫(径数mm～数cm)を含む。一部には褐色の珪質泥岩も見られる。砂岩は主に中粒で石英と流紋岩片を多く含む石質ワッケである。

本地域の地層は、北部では北北東走向で西に傾斜し、

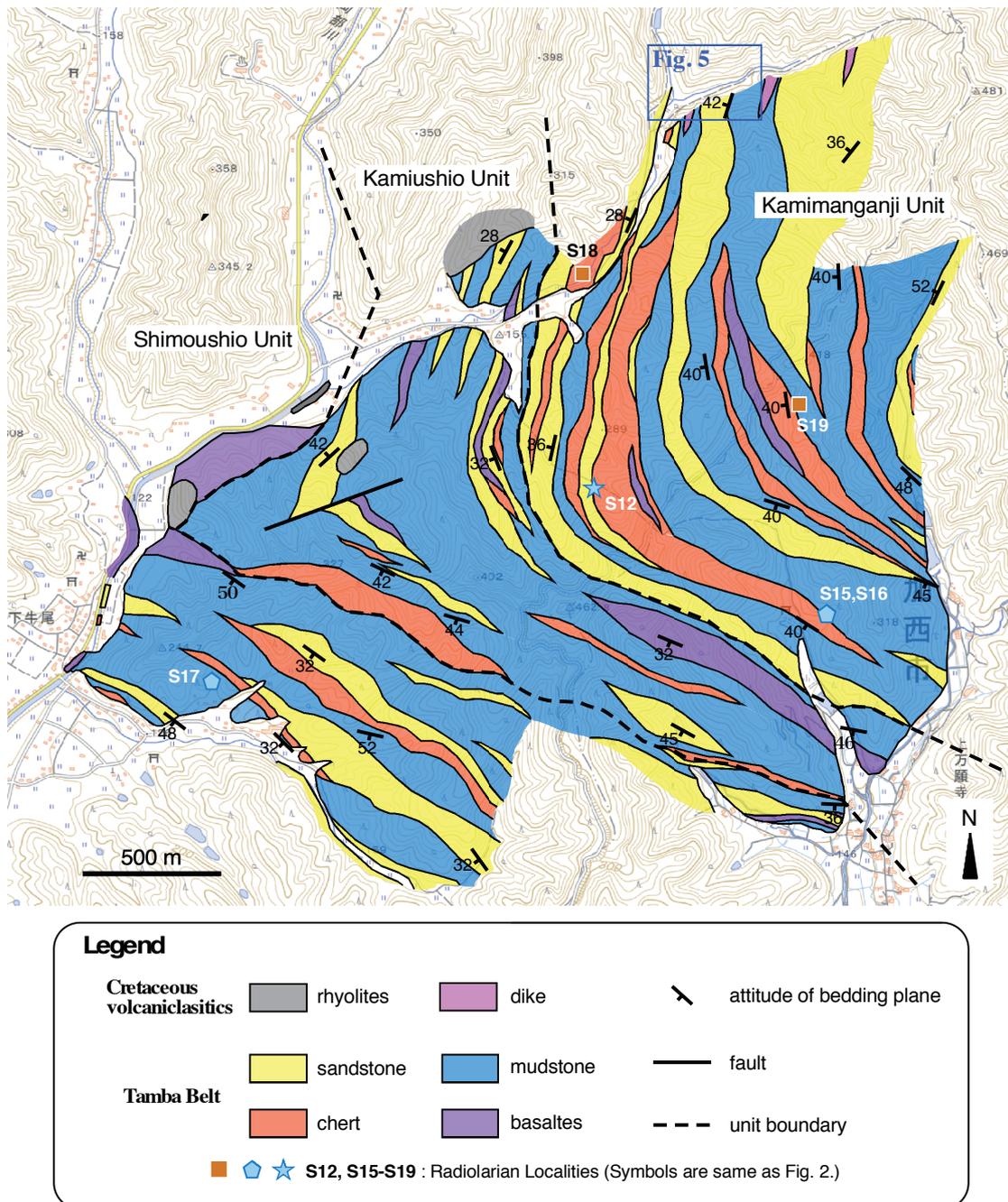


Fig. 3. Geological map of Kamiushio District after Harigae (2011MS), showing the localities of Fig. 5 and other radiolarian occurrences. The geographical maps of 1:25,000, “Awagamachi” and “Hojo” were used, published by the Geospatial Information Authority of Japan.

南部では北西走向で南に傾斜し (Fig. 3), 1つのアンチホームを形成している。地質図から推定される平均的な褶曲軸は走向 N76°E で西へ 32° プランジする (Fig. 4)。翼間角は 110° ~ 120° の開いた褶曲である。

産出した放射虫化石と年代

前項でも述べたように、本研究の丹波帯北播磨地域南部のおよそ 16 地点から放射虫化石が産出している。それらは、兵庫教育大学地学教室の修士論文、卒業論文で検討を行ったもので、修士論文では、春藤 (2007MS) (試料 S2 ~ S5), 張替 (2012MS) (S12 ~ S19), 高田耕嗣 (2015MS) (S28 ~ S35), 卒業論文としては上村 (2006MS) (試料 S1), 寺島 (2009MS) (S6 ~ S11), 永井 (2013MS)

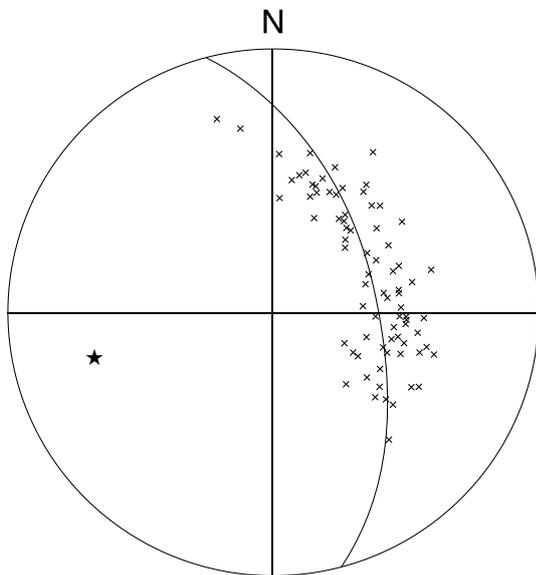


Fig. 4. Equal-area projection (lower hemisphere) of attitude of bedding plane (n=80) after Harigae (2011MS). The star indicates fold axis inferred from the geological map.

Species name	Sample No. Lithology Geologic age	S1	S18	S19
		ch LP	ch LP	ch EP
1 <i>Albaillella levis</i> Ishiga, Kito & Imoto 1982		●		
2 <i>Albaillella protolevis</i> Kuwahara 1999		●	●	
3 <i>Albaillella triangularis</i> Ishiga, Kito & Imoto 1982		●		
4 <i>Albaillella</i> cf. <i>yamakitaj</i> Kuwahara 1999		○		
5 <i>Follicucullus porrectus</i> Rudenko, in Belyansky et al. 1984		●		
6 <i>Neobaillella</i> cf. <i>gracilis</i> Takemura & Nakaseko 1981		○		
7 <i>Neobaillella optima</i> Ishiga, Kito and Imoto 1982		●		
8 <i>Pseudoalbaillella</i> cf. <i>elegans</i> Ishiga & Imoto 1980				○
9 <i>Pseudoalbaillella sakmarensis</i> (Kozur) 1981				●
10 <i>Copicyntra</i> (?) spp.		●		
11 <i>Copielintra</i> (?) sp.		●		
12 <i>Entactinia</i> spp.		●		●
13 <i>Hegleria mammilla</i> (Sheng and Wang) 1985		●		
14 <i>Raciditor</i> (?) sp.		●		

Table 1. Occurrence list of Permian radiolarians. The abbreviation and symbols are the follows; ch: chert, ●: assigned to this species, ○: probable assignment to this species, ●: assigned to this genus, ●: questionable assignment to this genus.

(S20 ~ S27), 久谷 (2018MS) (S36 ~ S47), 前川 (2018MS) (S48 ~ S52), 高田虎太郎 (2020MS) (S53 ~ S59) である。

本地域からはこれまでに、これらの 59 試料 (S1 ~ S59) から 78 属 130 種以上のペルム紀およびジュラ紀放射虫化石が産出している。このうち、S28 ~ S31 の 4 試料は尾崎ほか (1995), 吉川ほか (2005) の八千種コンプレックスからのもので、それ以外の 55 試料はすべて若井コンプレックスに相当する。これらの産出地点を Fig. 2 に、ペルム紀放射虫の産出表を Table 1 に、ジュラ紀放射虫を Table 2 に示す。

・ペルム紀放射虫

ペルム紀の放射虫化石は 3 地点の 3 試料 (S1, S18, S19) から産出した。すべてチャートで、そのうち最も多くを産した S1 は層状チャートの転石で、*Neobaillella optima* や *Albaillella levis*, *A. triangularis* などの放射虫化石を産出し、Ishiga (1986) や Aitchison et al. (2017) などの生層序に従うと、ペルム紀最後の Changhsingian 期である。S18 と S19 は保存が良くないが、S18 は *Albaillella protolevis* を産出し、ペルム紀後期 Wuchiapingian 期であると考えられる。また、S19 は *Pseudoalbaillella sakmarensis* や *P. cf. elegans* を産することからペルム紀前期である Cisularian 世を示す。

・ジュラ紀放射虫

上記のペルム紀以外の放射虫化石は、O 地点の 56 試料から産出した (Table 2)。これらの群集はチャート、珪質泥岩および泥岩から産し、*Canoptum* 属、*Eucyritidiellum* 属、*Hsuum* 属、*Parahsuum* 属、*Praeparvicingula* 属、*Pantanellium* 属、*Trillus* 属などを多く含む。これらは、年代が決定できたものはすべてジュラ紀の放射虫群集であった。このうち、S14 および S53 の 2 試料からはジュラ紀中期 Aalenian 期の放射虫が産出したが、それ以外はすべてジュラ紀前期である。

これまで、日本のジュラ紀前期の放射虫化石分帯では主に Hori (1990) や、ジュラ紀全体の生層序を確立した Matsuoka (1995) が広く用いられてきた。最近、Matsuoka and Ito (2019) は、近年の世界中のジュラ紀放射虫研究の進展により、従来の Matsuoka (1995) の分帯を修正している。本研究の放射虫群集はこの Matsuoka and Ito (2019) による最新の分帯の JR0 から JR3 にあたり、これらを年代順に説明する。

・JR0 (*Bipedis horiae* Zone, ジュラ紀前期 Hettangian 期 ~ Sinemurian 期前期)

本地域西方の市川町下牛尾西の S32, S48, S51 の 3 試料は、少し保存は悪いものの *Pantanellium kluesae* や *Natoba* 属などを含み、*Parahsuum* 属は産出しない。

Canoptum artum や *C. columbianense* 等を産することから、Carter et al. (2010) によれば Pliensbachian 期にあたり、*Trillus* 属を含まないため、JR1 に対比できる。

・JR2 (*Trillus elkhornensis* Zone, ジュラ紀前期 Pliensbachian 期後期～Toarcian 期)

本地域東部の多可町西谷からは、多くの珪質泥岩および泥岩試料 (S2, S7～S11, S37～S47) から JR2 に相当する放散虫化石群集が産出した。また、中部の市川町上牛尾、岩戸神社北東の多くの泥岩などの試料 (S20, S22～S27, S54～S59) からも JR2 にあたる放散虫化石が得られた。これらのほとんどの試料からは JR2 に特徴的な *Trillus elkhornensis* や、*T. seideri* などの *Trillus* 属を産する。

JR2 の群集では *Nassellaria* の種構成の違いで大きく 2 種の群集が見られる。一つは多可町西谷の試料 S7, S8, S37 や S13, S22, S54 のような *Parahsuum simplum* や *P. ovale* などの *Parahsuum* 属を多く含む群集である。もう一つは、多可町西谷の多くの試料のような *Praeparvicingula gigantocornis* や *P. nanoconica*, *P. tllellensis* などの *Praeparvicingula* 属、*Hsuum exiguum* などの *Hsuum* 属を特徴的に含む群集で、JR2 のうちでも Toarcian 期のものであると考えられる。このほか、S4, S38, S47 は *Trillus* 属が産出していないが、*Praeparvicingula* 属を産するため、JR2 にあたると考えた。

・JR3 ("*Laxtrum*" *jurassicum* Zone, ジュラ紀中期 Aalenian 期)

本地域中部、市川町上牛尾の岩戸神社北東の泥岩 2 試料 (S14, S53) からは JR3 に対比できる放散虫群集が産出した。S14 からは、JR3 の指標種である *Laxtrum* (?) *jurassicum* が産出し、これと共に Aalenian 期以降を示す *L* (?) *.hichisoense* や *Tranhsum medium*, *Angulobracchia sicula*, *Hexasaturnalis tetraspinus* も産出している (Carter et al., 2010; Baumgartner et al., 1995)。そのほか、*Eucyrtidiellum disparile* gr. や *Trillus seideri* なども含まれている。S53 からは *Parahsuum simplum* や *P. longiconicum*, *Praeparvicingula gigantocornis*, *P. tllellensis*, *Trillus elkhornensis*, *Tympanoides charlottensis*, *Zartus mostleri* などの Toarcian 期から続く種のほか、Aalenian 期以降の種である *Hsuum matsukai* や *Napora cf. nipponica* が含まれる。

主な放散虫化石産出地点

本研究地域では、およそ 16 地点から年代決定に有効な放散虫化石を得ている。また、堀ほか (2004) で報告された地点のうち、2 地点から再度、放散虫化石を得ることができた。これらの化石産出地点の位置を Fig. 2 に

示す。以下ではこれらのうち、重要性が高いと思われる 3 地点の地質について述べる。

・Loc. A : 市川町下瀬加北 (試料 S28～S30 : 高田, 2015)

市川町下瀬加の城山の東に位置する、下瀬加から北方へ伸びる谷 (通称「押谷」) の入口付近にあたり (Fig. 2), 露頭は小河川の河床ないしは側面に露出する。この露頭は主に数 mm～数 cm の葉理をもつシルト質の黒色泥岩からなり、層状ないしはレンズ状の形態をもつ珪長質凝灰岩を伴う。泥岩には剥離性が発達し、層理面の走向傾斜は N68°W61°N である。なお、本地点の地層は尾崎ほか (1995) では八千種コンプレックスに区分されている。

この珪長質凝灰岩を伴う泥岩の 3 試料からは、*Parahsuum simplum*, *Katroma cf. brevitubulus*, *Natoba sp.*, *Orbiculiformella* (?) sp. *Canoptum* sp., *Mesosatrunalis* (?) sp. などが得られた (Table 2)。全体としてあまり保存は良くないものの、*Parahsuum simplum* を産し、*Trillus elkhornensis* などを産しないことから、Matsuoka and Ito (2019) の JR1 (ジュラ紀前期 Sinemurian 期後期～Pliensbachian 期前期) に対比される。また、S29 から産した *Katroma cf. brevitubulus* は Carter et al. (2010) によれば Pliensbachian 期から Toarcian 期にかけて産出する。したがって、この地点の泥岩の年代はジュラ紀前期の Pliensbachian 期前期に当たる可能性が高い。

・Loc. B (Fig. 5) : 市川町上牛尾、岩戸神社北東 (試料 S13, S14, S20～S27, S53～S59: 張替, 2012; 永井, 2013; 高田, 2020)

市川町上牛尾の岩戸神社の北東に位置する谷沿いである (Fig. 2, 3)。露頭は小河川の河床ないしは側面に点在する (Fig. 5)。主に泥岩と砂岩からなり、珪長質凝灰岩、珪質泥岩、チャート、玄武岩類を伴う。泥岩は一般にシルト質で、砂岩とチャートのレンズ状の礫を含むことがある。砂岩は一般に灰色で細粒、塊状であるが、一部の砂岩は泥岩と互層し、西上位の級化層理を示すことがある。層理面は南北～北北西走向で西傾斜である。本地点の地層は、前述の地質図 (Fig. 3) では上万願寺ユニットに、吉川ほか (2005) では若井コンプレックスに区分される。

本地点の泥岩 (一部、珪長質凝灰岩・珪質泥岩を含む) の 50 試料以上を処理した結果、17 試料から年代決定に有効な化石が得られた。そのうち、多くの試料は *Parahsuum* 属のほか、*Trillus elkhornensis*, *T. seideri* などの *Trillus* 属を特徴的に含む JR2 (ジュラ紀前期 Pliensbachian 期後期～Toarcian 期) の群集を産する。そのほか、一部の試料からは *Eucyrtidiellum disparile* gr. や *Praeparvicingula cf. gigantocornis* など Toarcian 期以降の放

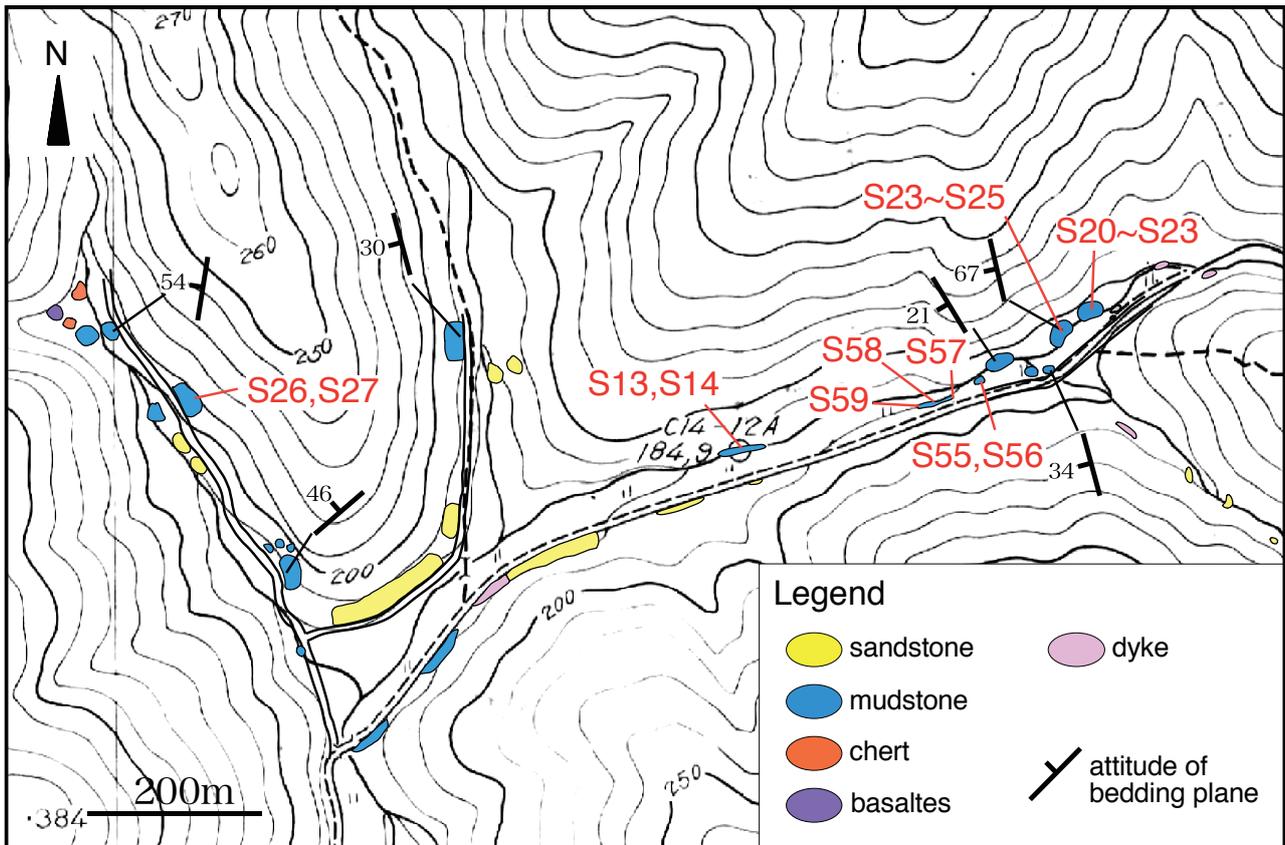


Fig. 5. Route map of Loc. B showing the localities of radiolarian occurrences modified from Harigae (2011MS), Nagai (2013MS) and Takata (2020MS).

散虫種を産している。

この地点からの泥岩試料のうち、前節で述べた2試料(S14, S53)からは、ジュラ紀中期のJR3 (Aalenian 期) に対比できる放散虫群集が産出した。これらジュラ紀中期の泥岩2試料は、前述のJR2に相当する泥岩に挟まれて分布しており、現在のところ関係は不明である。

・ Loc. C (Fig. 6) : 多可町西谷 (試料 S2, S4, S6 ~ S11, S36 ~ 47 : 春藤, 2007 ; 寺島, 2009 ; 久谷, 2018)

多可町八千代区大和西方の西谷周辺に位置する (Fig. 2)。露頭はキャンプ場として整備された公園の北側の山すそに分布し。チャート、珪質泥岩、泥岩、砂岩からなる (Fig. 6)。

チャートと珪質泥岩および一部の泥岩は連続的に露出する。層理面は北北東~北西走向で西に30~40°傾斜する同斜構造を示し、ギャップを含んだ全体の層厚は53mである (Fig. 7)。チャートは一般に赤褐色~灰色を呈し、単層厚5~10cmで成層するが再結晶したものが多い。珪質泥岩は淡緑色~灰色をしており、泥岩との境界付近では葉理質となる。泥岩は暗灰色で、単層厚5~10cmで成層し、一部は葉理質である。砂岩は塊状で

細粒~中粒である。本地点は吉川ほか (2005) では若井コンプレックスに含まれる。

本地点のチャート、珪質泥岩、泥岩から40試料以上を採取し処理した結果、20試料 (チャート1試料、珪質泥岩10試料、泥岩9試料) から年代決定有効な放散虫化石が得られた。このうち、チャート層の試料S36はJR1 (ジュラ紀前期 Sinemurian 期後期~ Pliensbachian 期前期) に対比され、珪質泥岩、泥岩はすべてJR2 (ジュラ紀前期 Pliensbachian 期後期~ Toarcian 期) にあたる (Table 2)。さらに、Loc. Cのすぐ南側に露出するチャート層の試料S5からも、JR1に相当する放散虫化石が得られており、*Katroma brevitubus* を産することから (Carter et al., 2010)、Pliensbachian 期であると考えられる。

Loc. Cの多くの珪質泥岩試料 (S38~S41)、泥岩試料 (S9~S11, S42~45, S47) からは、*Praeparvicingula gigantocornis* や *P. nanoconica*、*Hsuum exiguum* などが産し、*Eucyrtidiellum disparile* gr. や *Hexasaturnalis hexagonus* が産するものもある。これらの種はすべてジュラ紀前期末のToarcian 期以降に産出する種である (Carter et al., 2010)。ただし、珪質泥岩層の最下部からはToarcian 期の種は産出せず (S37など)、Pliensbachian 期の可能性もある。したがって、Loc. Cのチャート上部から珪質泥

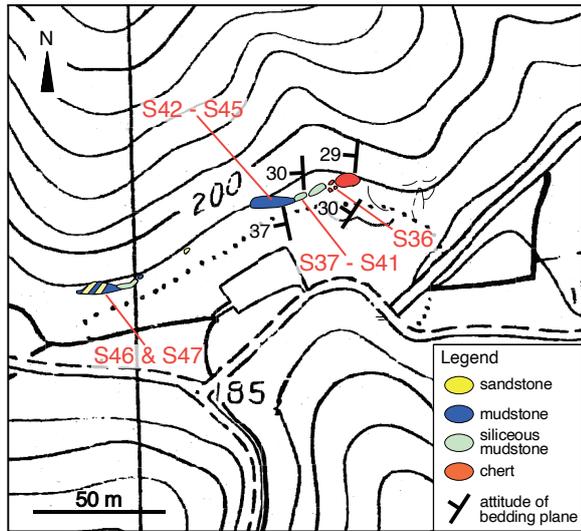


Fig. 6. Route map of Loc. C showing the localities of radiolarian occurrences after Shunto (2007MS), Terashima (2009MS) and Hisatani (2018MS).

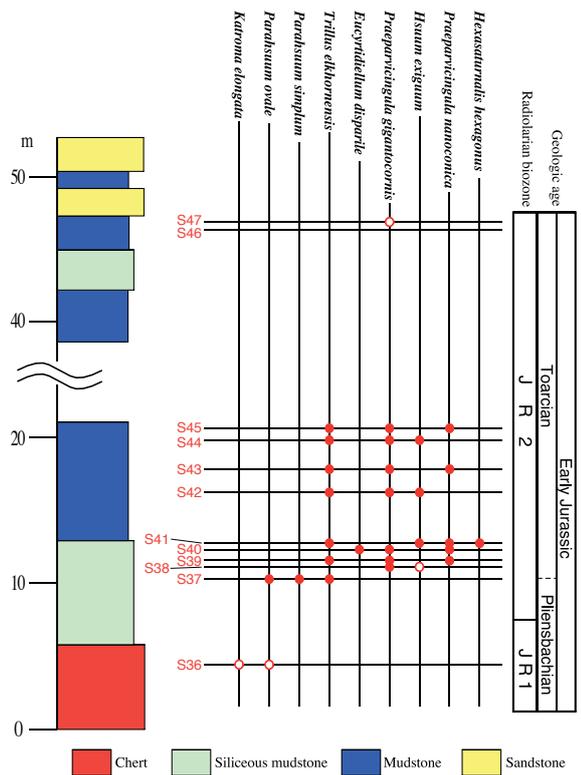


Fig. 7. Geological columnar section of Loc. C showing the stratigraphical distribution and biozones of radiolarian fossils after Hisatani (2018MS).

岩下部は Pliensbachian 期，珪質泥岩から泥岩，砂岩層は Toarcian 期であり，若井コンプレックス（吉川ほか，2005）の構成層には前期ジュラ紀の中～後半に形成されたチャート碎屑岩シークエンスが含まれていることが判明した（Fig. 7）。

丹波帯北播磨地域南部の年代

本研究では，北播磨地域に分布する丹波帯の南部地域から産出した放射虫化石群集と，それらの年代について報告した。この地域全体で 59 試料から放射虫化石が産出したが，岩相別に見ると，チャートが 6 試料，珪質泥岩が 14 試料，凝灰岩が 7 試料，泥岩が 32 試料である。これまでに述べたように，これらの年代は，3 試料のチャート（S1，S18，S19）がペルム紀であるほかは，すべてがジュラ紀前期から中期の年代である。また，ジュラ紀の試料のうちでは，Loc. B のジュラ紀中期の泥岩 2 試料（S14，S53）を除き，ほとんど全てがジュラ紀前期の年代を示す。

従来，本地域の丹波帯の放射虫化石は尾崎ほか（1995）および，堀ほか（2004）によって，その群集と年代が報告されてきた。吉川ほか（2005）の報告は，堀ほか（2004）と同じである。このうち，尾崎ほか（1995）は北条図幅の内に分布する丹波帯のうち，八千種コンプレックスから 1 地点，若井コンプレックスから 5 地点，河内コンプレックスから 1 地点から化石を報告している。また，堀ほか（2004）の 17 地点は，すべて若井コンプレックスからのものである。

尾崎ほか（1995）の八千種コンプレックスの試料は頁岩で，*Canoptum* sp. のみが産出し，年代は三畳紀後期からジュラ紀前期とされていた。本研究では Loc. A の泥岩から JR1 に対比される放射虫化石が産出したため，八千種コンプレックスの少なくとも一部はジュラ紀前期の Sinemurian 期後期～Pliensbachian 期前期に形成されたことが判明した。

本研究の試料の大部分を占める若井コンプレックスは，全体として南北方向の走向を持ち西へ高角度で傾斜する。本研究地域南部の北条図幅の範囲では，東西方向の褶曲軸が顕著であるが，北播磨地域の丹波帯全体として，東方から西方へ構造的に上位の地層が分布している。

本研究の若井コンプレックスからの放射虫化石年代を見ると，陸源碎屑岩の泥岩や泥岩に挟まれる凝灰岩からは，前節の A, B, C の 3 地点から多く産出している。そのうち，構造的下位にあたる本地域東部の Loc. C では，ジュラ紀前期末の Toarcian 期（JR2 上部）である。その上位の本地域中央部の Loc. B では，JR2（ジュラ紀前期 Pliensbachian 期後期～Toarcian 期）から JR3（Aalenian 期）にわたる。本地域西部の Loc. A では，JR0（ジュラ紀最前期 Hettangian 期～Sinemurian 期前期）と思われ，構造的上位の Loc. A が最も年代が古い。ただし，構造的にさらに上位の八千種コンプレックスの年代は，Loc. A より新しく，Loc. B, C より古い。

従来，若井コンプレックスからはジュラ紀前期以前の年代しか知られていなかった。今回の研究により，若井

コンプレックスの泥岩から Aalenian 期の放散虫化石が産出したことにより、このコンプレックスの形成はジュラ紀中期にまで至ることが判明した。また、若井コンプレックスはその内部で様々な年代を示しているため、本研究より北の地域をも合わせた考察が必要である。

謝辞

本論は著者の2名と兵庫教育大学地学教室の卒業・修了生との協働に基づくものである。真摯な姿勢で研究に取り組まれた学部卒業生（上村純一さん、寺島泰宏さん、永井友望さん、久谷雄太さん、前川直哉さん、高田虎太郎さん）および大学院修了生（春藤綾子さん、張替勇亮さん、高田耕嗣さん）のみなさまに記して感謝いたします。

文献

- Aitchison, J. C., Suzuki, N., Caridroit, M., Danelian, T., Noble, P., 2017. Paleozoic radiolarian biostratigraphy. *Geodiversitas*, 39, 503-531.
- Baumgartner P. O., 1984. A Middle Jurassic-Early Cretaceous low latitude radiolarian zonation based on unitary associations and age of Tethyan radiolarites. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 77, 729-841.
- Baumgartner P. O., O'Dogherty, L., Gorican, S., Dumitrica-Jud, R., Dumitrica, P., Pillecuit, A., Urquhart, E., Matsuoka, A., Danelian, T., Bartolini, A., Carter, E. S., De Wever, P., Kito, N., Marcucci, M., Steriger, 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., Pillecuit, A., De Wever, P. (eds.), *Middle Jurassic to Lower Cretaceous Radiolaria of Tethys: Occurrences, Systematics, Biochronology*. *Mémoires de Géologie (Lausanne)*, 23, 37-685.
- Belyansky, G. S., Nikitina, A. P., Rudenko, V. S., 1984. O sebucharskoy svite Primor'ya [On the Sebuchar Formation of the Primorye]. In: Poyarkova, Z. N., Ed., *Novye dannye po detal'noy biostratigrafii fanerozoia Dal'nego Vostoka, Vladivostok: DVNC Akademii Nauk SSSR*, 43-57. (In Russian)
- Carter, E.S., Cameron, B. E. B., Smith, P. L., 1988. Lower and Middle Jurassic radiolarian biostratigraphy and systematic paleontology, Queen Charlotte Islands, British Columbia. *Geological Survey of Canada, Bulletin*, 386, 1-109.
- Carter, E. S., Gorican, S., Guex, J., O'Dogherty, L., De Wever, P., Dumitrica, P., Hori, R. S., Matsuoka, A., Whalen, P. A., 2010. Global radiolarian zonation for the Pliensbachian, Toarcian and Aalenian. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 297, 401-419.
- Carter, E. S., Whalen, P. A., Guex, J., 1998. Biochronology and paleontology of Lower Jurassic (Hettangian and Sinemurian) radiolarians, Queen Charlotte Islands, British Columbia. *Geological Survey of Canada, Bulletin*, 496, 1-162.
- Cordey, F., 1998. Radiolaires des complexes d'accrétion de la Cordillère Canadienne (Colombie-Britannique). *Commission Géologique du Canada, Bulletin* 509, 1-209.
- De Wever, P., 1981. Une nouvelle sousfamille, les Poulpinae et quatre nouvelles espèces de Saitoum, Radiolaires mésozoïques téthysiens. *Géobios*, 14, 5-15.
- De Wever, P., 1982. Nassellaria (radiolaires polycystines) du Lias de Turquie. *Revue de Micropaléontologie*, 24, 189-232.
- Gorican, S., Carter, E. S., Dumitrica, P., Whalen, P. A., Hori, R. S., De Wever, P., O'Dogherty, L., Matsuoka, A., Guex, J., 2006. Catalogue and systematics of Pliensbachian, Toarcian and Aalenian radiolarian genera and species. *Zalozba ZRC/ZRC Publishing, ZRC SAZU, Ljubljana*, 446p.
- 張替勇亮, 2012MS. 兵庫県市川町北東部周辺における丹波帯の地質. 兵庫教育大学 2011 年度修士論文.
- 久谷雄太, 2018 MS. 兵庫県多可町八千代区西谷地域の丹波帯の地層と放散虫化石群集. 兵庫教育大学 2017 年度卒業論文.
- Hori, R., 1990. Lower Jurassic radiolarian zones of SW Japan. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, 159, 562-586.
- Hori, R., Otsuka, T., 1989. Early Jurassic radiolarians from the Mt. Norikuradake Area, Mino Terrane, Central Japan. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, 32, 175-199.
- Hori, R., Yao, A., 1988. Parahsuum (Radiolaria) from the Lower Jurassic of the Inuyama Area, Central Japan. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, 31, 47-61.
- 堀 利栄・栗本史雄・後藤博弥, 2004. 兵庫県生野地域から産出する放散虫化石. 指田勝男(編) 第8回放散虫研究集会論文集, 大阪微化石研究会誌特別号, 13, 59-68.
- Ishiga, H., 1986. Late Carboniferous and Permian Radiolarian Biostratigraphy of southwest Japan. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, 29, 89-100.
- Ishiga, H., Imoto, N., 1980. Some Permian radiolarians in the Tamba District, southwest Japan. *Earth Science (Chikyu Kagaku)*, *Journal of the Association for Geological Collaboration in Japan*, 34, 333-345.
- Ishiga, H., Kito, T., Imoto, N., 1982. Late Permian radiolarian assemblages in the Tamba district and an adjacent area,

- Southwest Japan. Earth Science (Chikyu Kagaku), Journal of the Association for Geological Collaboration in Japan, 36, 10-22.
- Isozaki, Y., Matsuda, T., 1985. Early Jurassic radiolarians from bedded chert in Kamiaso, Mino Belt, central Japan. Earth Science (Chikyu Kagaku), Journal of the Association for the Geological Collaboration in Japan, 39, 429-442.
- Kishida, Y., Hisada, K., 1985. Late Triassic to Early Jurassic radiolarian assemblages from the Ueno-mura area, Kanto Mountains, Central Japan. Memoirs of Osaka Kyoiku University, Ser. III, 34, 103-129.
- Kito, N., De Wever, P., 1992. Nouvelles especes d'Hagiastriidae (Radiolaires) du Jurassique moyen de Sicile (Italie). Revue de Micropaléontologie, 35, 127-141.
- Kojima, S., 2016. Mino-Tamba-Ashio Belt. In Moreno, T., Wallis, S., Kojima, T., Gibbons, W., eds., The Geology of Japan, Geological Society, London, 75-80.
- Kozlova, G. E., 1971. On the occurrence of Radiolarians in the Lower Kimmeridgian deposits of the Timano-Uraljok Area (in Russian). VNIGRI, Leningrad, 201, 1175-1177.
- Kozur, H., 1981. Albaillellidea (Radiolaria) aus dem Unterperm des Vorurals. Geologisch-Paläontologische Mitteilungen Innsbruck, 10, 263-274.
- Kuwahara, K., 1999. Phylogenetic lineage of Late Permian Albaillella (Albaillellaria, Radiolaria). Journal of Geoscience, Osaka City University, 42, 85-101.
- 前川直哉, 2018 MS. 兵庫県市川町下牛尾地域の丹波帯の地質と年代. 兵庫教育大学 2017 年度卒業論文.
- Matsuoka, A., 1991. Early Jurassic Radiolarians from the Nanjo Massif in the Mino Terrane, central Japan. Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series, 161, 720-738.
- Matsuoka, A. 1995. Jurassic and Lower Cretaceous radiolarian zonation in Japan and in the western Pacific. The Island Arc, 4, 140-153.
- Matsuoka, A., Ito, T., 2019. Updated radiolarian zonation for the Jurassic in Japan and the western Pacific. Science reports of Niigata University (Geology), 34, 49-57.
- 宮地良典・楠利夫・武蔵野寛・田結庄良昭・井本伸広, 2005. 京都西南部地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 90p.
- Mizutani, S., 1990. Mino Terrane. In Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S., Yao, A., eds., Pre-Cretaceous Terranes of Japan. Publ. IGCP 224, Osaka, 121-136.
- Nagai, H., Mizutani, S., 1990. Jurassic *Eucyrtidiellum* (Radiolaria) in the Mino Terrane. Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series, 159, 587-602.
- 永井友望, 2013MS. 兵庫県市川町北東部に分布する丹波帯からの放散虫化石. 兵庫教育大学 2012 年度卒業論文.
- 中江 訓, 2000. 西南日本内帯ジュラ紀付加複合体の広域対比. 地質学論集, 55, 73-98.
- 尾崎正紀・栗本史雄・原山 智, 1995. 北条地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 101p.
- Pessagno, E. A. Jr., Blome, C., 1980. Upper Triassic and Jurassic Pantanelliinae from California, Oregon and British Columbia. Micropaleontology, 26, 225-273.
- Pessagno, E. A. Jr., Poisson, A. 1981. Lower Jurassic Radiolaria from the Gümüşlü Allocton of southwest Turkey (Taurides Occidentales). Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey, 92, 47-69.
- Pessagno, E. A. Jr., Whalen, P., 1982. Lower and Middle Jurassic Radiolaria (multicyrtid Nasselliina) from California, east-central Oregon and the Queen Charlotte Islands, B. C. Micropaleontology, 28, 111-169.
- Sashida, K. 1988. Lower Jurassic multisegmented Nassellaria from the Itsukaichi area, western part of Tokyo Prefecture, central Japan. Science Reports of the Institute of Geoscience, University of Tsukuba, Section B: Geological Sciences, 9, 1-27.
- Sheng J., Wang, Y., 1985. Fossil Radiolaria from Kufeng Formation at Longtan, Nanjing. Acta Palaeontologica Sinica, 24, 171-183. (In Chinese with English abstract)
- 春藤綾子, 2007MS. 兵庫県多可町付近の丹波帯の地質. 兵庫教育大学 2006 年度修士論文.
- 菅森義晃, 2006. 京都西山地域の上部ペルム系高槻層, 中部三畳系島本層及び三畳紀堆積岩複合体. 地質学雑誌, 112, 390-406.
- 高田耕嗣, 2015MS. 兵庫県市川町南東部周辺における丹波帯の地質. 兵庫教育大学 2014 年度修士論文.
- 高田虎太郎, 2020MS. 兵庫県市川町上牛尾地域の丹波帯の形成年代. 兵庫教育大学 2019 年度卒業論文.
- Takemura, A. 1986. Classification of Jurassic Nassellarians (Radiolaria). Palaeontographica. Abteilung A: Palaeozoologie-Stratigraphie, 195, 29-74.
- Takemura, A., Nakaseko, K., 1981. A New Permian radiolarian genus from the Tamba Belt, Southwest Japan. Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series, 124, 208-214.
- Tan, S. H., 1927. Over de samenstelling en het ontstaan van krijt- en mergelgesteenten van de Molukken. Jaarboek van het mijnwezen in Nederlandsch-Indie, jaar- gang 55, 1926, verhandelingen, 3rd gedeelte, 5-165.

- 寺島泰宏, 2009MS. 多可町中三原地区西谷地域の地質と放散虫化石. 兵庫教育大学 2008 年度卒業論文.
- 上村純一, 2006MS. 加西市北部における丹波層群の地質. 兵庫教育大学 2005 年度卒業論文.
- Whalen, P. A., Carter, E. S. 2002. Pliensbachian (Lower Jurassic) Radiolaria from Baja California Sur, Mexico. *Micropaleontology*, 48, 97-151.
- Yao, A. 1972. Radiolarian fauna from the Mino Belt in the northern part of the Inuyama Area, Central Japan, Part I: Spongosaturnalids. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, 15, 21-65.
- Yao, A. 1979. Radiolarian fauna from the Mino Belt in the northern part of the Inuyama Area, Central Japan, Part II: Nassellaria 1. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, 22, 21-72.
- Yeh, K. Y., 1987. Taxonomic studies of lower Jurassic Radiolaria from east-central Oregon. National Museum of Natural Science, Taiwan, Special Publication, 2, 1-169.
- Yeh, K. Y., CHENG Y. N., 1996. Jurassic radiolarians from the northwest coast of Busuanga Island, North Palawan Block, Philippines. *Micropaleontology*, 42, 93-124.
- 吉川敏之・栗本史雄・青木正博, 2005. 「生野」地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅). 産総研地質調査総合センター, 48p.

Explanation of Plates

All the yellow scale bars indicate 100 μ m.

Plate 1

1. *Atalantria* sp., S16
2. *Bipedis* sp., S15
3. *Canoptum* cf. *anulatum* Pessagno & Poisson, S16
4. *Canoptum* *artum* Yeh, S16
5. *Canoptum* *colombiense* Whalen & Carter, S17
6. *Canoptum* cf. *merum* Pessagno & Whalen, S51
7. *Droltus* *samignacioensis* Whalen & Carter, S16
8. *Eucyrtidiellum* *disparile* gr. Nagai & Mizutani, S10
9. *Eucyrtidiellum* cf. *gunense* gr. Cordey, S53
10. *Eucyrtidiellum* *nagaiae* Dumitrica, Gorican & Matsuoka, S20
11. *Gigi* *fustis* De Wever, S15
12. *Hsuum* *exiguum* Yeh & Cheng, S9
13. *Hsuum* cf. *lucidum* Yeh, S25
14. *Hsuum* *matsuokai* Isozaki & Matsuda, S53
15. *Hsuum* *plectocostatum* Carter, S9
16. *Katroma* *brevitubus* Dumitrica & Gorican, S5
17. *Lantus* *praebesus* Carter, S15

18. *Laxtorum* (?) *jurassicum* Isozaki & Matsuda, S14
19. *Laxtorum* (?) *hichisoense* Isozaki & Matsuda, S14
20. *Napora* cf. *nipponica* Takemura, S53

Plate 2

1. *Napora* *pyramidalis* Baumgartner, S53
2. *Natoba* *minuta* Pessagno & Poisson, S17
3. *Parahsuum* *edenshawii* (Carter) , S5
4. *Parahsuum* *longiconicum* Sashida, S25
5. *Parahsuum* *ovale* Hori & Yao, S37
6. *Parahsuum* *simplum* Yao, S16
7. *Praeparvicingula* cf. *elementaria* (Carter) , S14
8. *Praeparvicingula* *gigantocornis* (Kishida & Hisada) , S9
9. *Praeparvicingula* *nanoconica* (Hori & Otsuka) , S9
10. *Praeparvicingula* *tllellensis* Carter, S53
11. *Stichocapsa* *biconica* Matsuoka, S46
12. *Stichocapsa* *convexa* Yao, S13
13. *Transsuum* *medium* Takemura, S14
14. *Wrangellium* aff. *thurstonense* Pessagno & Whalen, S16
15. *Angulobracchia* *sicula* Kito & De Wever, S14
16. *Archaeohagiastrum* cf. *munitum* Baumgartner, S14
17. *Archaeospongoprurum* cf. *coyotense* Whalen & Carter, S53
18. *Crucella* *squama* (Kozlova) , S53
19. *Hexasaturnalis* *hexagonus* (Yao) , S41
20. *Hexasaturnalis* *tetraspinus* (Yao) , S14

Plate 3

1. *Homoeoparonaella* cf. *lowryensis* Whalen & Carter, S16
2. *Pantanellium* *danaense* Pessagno & Blome, S15
3. *Pantanellium* *inornatum* Pessagno & Poisson, S16
4. *Pantanellium* *kluense* Pessagno & Blome, S48
5. *Parasaturnalis* *diplocyclis* (Yao) , S25
6. *Trillus* *elkhornensis* Pessagno & Blome, S9
7. *Trillus* *seidersi* Pessagno & Blome, S14
8. *Tympaneides* *charlottensis* Carter, S53
9. *Xiphostylus* *simplus* Yeh, S37
10. *Zartus* *mostleri* Pessagno & Blome, S53
11. *Albaillella* *levis* Ishiga, Kito & Imoto, S1
12. *Albaillella* *protolevis* Kuwahara, S1
13. *Albaillella* *triangularis* Ishiga, Kito & Imoto, S1
14. *Albaillella* cf. *yamakitai* Kuwahara, S1
15. *Follicucullus* *porrectus* Rudenk, o S1
16. *Neoalbaillella* cf. *gracilis* Takemura & Nakaseko, S1
17. *Neoalbaillella* *optima* Ishiga, Kito and Imoto, S1
18. *Pseudoalbaillella* cf. *elegans* Ishiga & Imoto, S19
19. *Pseudoalbaillella* *sakmarensis* (Kozur) , S19
20. *Hegleria* *mammilla* (Sheng and Wang) , S1

Plate 1

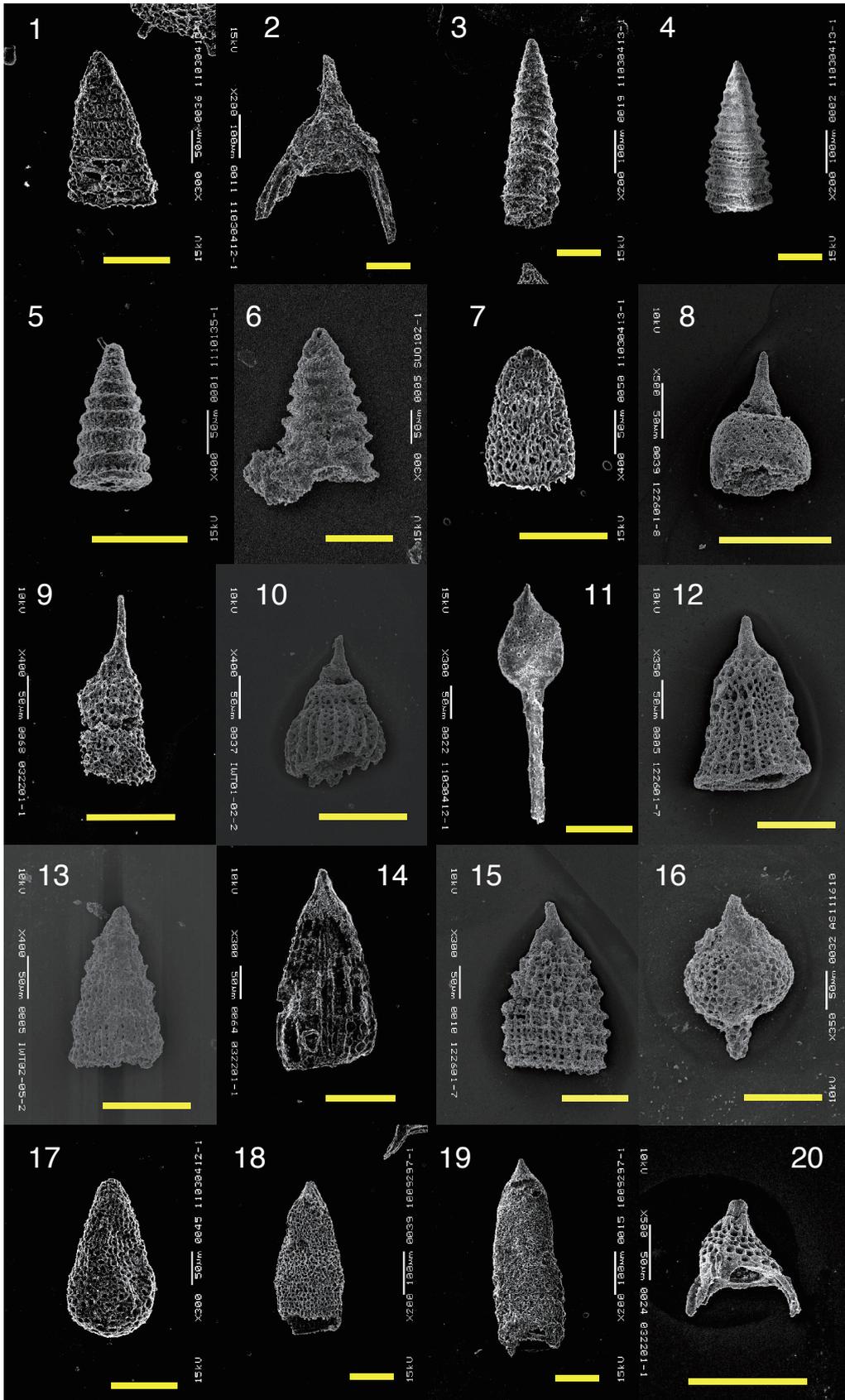


Plate 3

