岡山県東部, 超丹波帯ペルム系上月層中のデボン紀チャート層

Devonian chert in the Permian Kozuki Formation of the Ultra-Tamba Zone, eastern Okayama Prefecture, Southwest Japan

Abstract

竹村 静夫* 竹村 厚司* 植野 輝*†
菅森 義晃** 古谷 裕***

Shizuo Takemura*, Atsushi Takemura*,
Hikaru Ueno*†, Yoshiaki Sugamori**
and Hiroshi Furutani***

2017年3月28日受付.
2017年10月13日受理.

* 兵庫教育大学理数系地学教室
Geoscience Institute, Hyogo University of
Teacher Education, Hyogo 673-1494, Japan

** 鳥取大学地域科学部地域環境学科 / 農学部生命
環境農学科

Department of Regional Environment, Facul-
ty of Regional Sciences/ Department of Agri-
cultural, life and Environmental Sciences,
Faculty of Agriculture, Tottori University,
Tottori 680-8551, Japan

*** 兵庫県立大学自然・環境科学研究所
Institute of Natural and Environmental Sci-
ences, University of Hyogo, Sanda, Hyogo
669-1546, Japan

† 現所属: 兵庫県三田市立武庫小学校
Present address: Muko Elementary School,
Sanda, Hyogo 669-1544, Japan

Corresponding author: S. Takemura,
takesizu@hyogo-u.ac.jp

Devonian chert beds in the Permian Kozuki Formation of the Ultra-Tamba Zone are reported from Mimasaka City, Okayama Prefecture, Southwest Japan. The Kozuki Formation consists mainly of Permian clastic rocks and felsic tuffs with basalts, Carboniferous limestone, and Early Permian cherts, and is therefore interpreted as a Permian accretionary complex similar to the other formations of the Ultra-Tamba Zone. The Devonian chert beds are frequently intercalated with black layers composed of magnetite, in which a well-preserved radiolarian fauna occurs. These magnetite beds with radiolarian shells indicate the sedimentary origin derived from hydrothermal activity on the seafloor. The radiolarian fauna contains *Holoeciscus foremanae* and *H. elongatus*, as well as *Ceratoikiscum avimexpectans* and *Archocyrtium* sp., indicating the Fammenian Age of Late Devonian. These are the oldest fossils in the Chugoku District and the chert beds represent one of the oldest allochthons within the accretionary complexes of Japan, similar in age to the Devonian chert of the Nedamo Belt in the Tohoku District.

Keywords: Devonian radiolarians, Kozuki Formation, Ultra-Tamba Zone, chert, magnetite, Okayama Prefecture

はじめに

超丹波帯は Caridroit et al. (1985) と Ishiga (1986) により提唱された地帯であり, 西南日本では構造的に上位の舞鶴帯と下位の丹波帯の間に位置する. 超丹波帯を構成する地層は, 福井県西部から岡山県西部まで連続的に分布し (Fig. 1), その延長は関東地方 (矢野ほか, 1993) やロシア沿海州 (Kojima et al., 2000) から報告されている. 一般に超丹波帯を構成する地質体は, 中～後期ペルム紀に形成された付加体と解釈されている (例えば, Ishiga, 1986). 今回, 筆者らは, 岡山県東部美作市に分布する超丹波帯上月層中のチャートから, 新たに後期デボン紀の放散虫化石を発見した. 本論ではその放散虫化石と産出露頭の岩相について報告し, その意義を考察する. なお, 本論においてはペルム紀の年代区分を前期・中期・後期と表記し, それぞれは Cisuralian 世, Guadalupian 世, Lopingian 世に相当する.

超丹波帯と上月層の地質

1. 超丹波帯

超丹波帯はほとんどが近畿地方北部とその周辺に西南西–東北東方向に分布し, また一部は丹波帯分布域にナップとして分布している. 全体として砂岩や泥岩を主体とし, 多くの地域でチャートや珪質泥岩を伴い, まれに玄武岩と石灰岩を含む. 超丹波帯は低角な断層で境されたユニットに区分されることが多く, Ishiga (1990) は超丹波帯を構造的上位から UT-3, UT-2, UT-1 の3垂帯に区分した. 以下では, 構造的に最上部を占める UT-3 垂帯から順にその概要を述べる.

UT-3 垂帯は上月層 (猪木・弘原海, 1980) や国崎コンプレックス (菅森, 2009) などからなる. UT-3 垂帯構成層は兵庫県東部から岡山県西部にかけて断続的に分布し, その一般的な岩相は泥岩, 砂岩, 珪長質凝灰岩を主体とし, 相当量の玄武岩類を伴うことが特徴である. UT-3 垂帯に属する上月層の岩相と年代については後ほど詳しく述べる.

Fig. 1. Simplified geological map showing the tectonic units of the Kinki-Chugoku region. Inset map shows the location of the study area within Japan.

UT-2 垂帯は^{おい}大飯層(広川ほか, 1957; Ishiga, 1986)とその相当層からなるが、大飯層に明確に対比される地層は、兵庫県東部以東にだけ分布する。大飯層および相当層は一般に泥岩、砂岩、珪質泥岩、チャートからなり、一部に珪長質凝灰岩を伴う。本層のチャート、珪質泥岩、泥岩からは中期ペルム紀末～後期ペルム紀中頃の放散虫化石が産する(例えば、Ishiga, 1985; 木村, 1988)。

UT-1 垂帯は^{ひかみ}氷上層(広川ほか, 1957; Caridroit et al., 1985; Ishiga, 1986)とその相当層からなり、主に泥岩と緑色砂岩から構成される。氷上層相当層は福井県西部から岡山県南部にかけて広く連続的に分布するが、鍵層を欠くため正確な層序の対比は困難である。本層は中～上部ペルム系とされてきたが(栗本, 1986)、化石の産出に乏しく、詳しい年代は不明に近い状態にある(竹村ほか, 2009)。

2. 上月層

今回、新たにデボン紀チャート層の存在が明らかとなった上月層は、UT-3 垂帯を代表する^{さようちょう}地層であり、岡山県東部の美作市から兵庫県西南部の佐用町にかけて広く分布する。本層は主として泥岩、珪長質凝灰岩、玄武岩類、砂岩からなり、ごく少量の石灰岩とチャート、礫岩を伴う(Fig. 2)。泥岩は一般に珪質またはシルト質で、黒色～暗灰色で強い剥離

Fig. 2. Simplified geological map of the Mimasaka-Kozuki region after Takemura (1997), showing the location of the Shiramizu outcrop (Loc. A).

Fig. 3. (a) Photograph of the Shiramizu outcrop and (b) schematic sketch.

性をもつことが多い。珪長質凝灰岩は暗灰色～灰緑色を呈し、シルトから細粒砂サイズの火山碎屑物から構成される。一般に珪長質凝灰岩は泥岩とともに産し、両者は整然とした互層から、珪長質凝灰岩が含礫泥岩の礫として含まれる場合まで、産状が連続的に変化する。玄武岩類は苦鉄質凝灰岩と変質した玄武岩からなる。石灰岩は玄武岩類に付随して佐用町西部の稗田^{ひょうだ}などに産し、境界部では苦鉄質凝灰岩と互層することがある。チャートは泥岩中のブロック、または玄武岩類に伴われて産するが、その量は少なく、一般に再結晶が著しい。

兵庫県佐用町最西部の稗田付近に分布する上月層の石灰岩からは、*Fusulinella* sp. など石炭紀を示すフズリナ化石やサンゴ化石が産出している(後藤・山際, 1973; 猪木, 1969)。また、同じく稗田付近のチャートからは *Pseudoalbaillella bulbosa* Ishiga など前期ペルム紀初期の放散虫化石が報告された(後藤・堀, 1985)。上月層の碎屑岩類からは、多くの地点の泥岩と珪長質凝灰岩より、*Follicucullus charveti* Caridroit and De Wever などの中期ペルム紀末～後期ペルム紀初期の放散虫化石が報告された(Pillai and Ishiga, 1987)。さらに、一部の泥岩からは *Albaillella asymmetrica* Ishiga and Imoto など前期ペルム紀末～中期ペルム紀中頃の放散虫化石が報告されており(竹村ほか, 1993)、上月層の形成年代はおよそ中～後期ペルム紀であると考えられている(竹村ほか, 2009)。

化石産出地点の岩相

デボン紀の放散虫化石が産出した露頭は美作市東部の白^{しら}水^{みず}に位置し(34°57'53"N, 134°15'41"E; Fig. 2)、南西から北東に流れる小河川沿いに露出する(以下、白水露頭: Fig. 3)。白水露頭の水平方向の幅は 24 m 以上あり、南西部には 10 m 以上にわたり泥岩、北東部には約 14 m の幅で玄武岩類とチャートが露出する。南西部の泥岩は、低角な断層で見掛けの下位にあたる玄武岩類およびチャートと接している(Fig. 3)。

本露頭の北東部では、玄武岩類はチャートを挟んで北東と南西の両側に分布するが、北東端の玄武岩類とチャートの境界は露出状況が悪く、両者の関係は不明瞭である。一方、南西側の玄武岩類とチャートは、一部で弱い剪断面で接するものの、多くは密着・漸移している。

玄武岩類は変質の進んだ玄武岩と苦鉄質凝灰岩であり、灰緑～暗灰色または赤褐色を呈することが多い。玄武岩に初生鉱物はほとんど残っていないが、鏡下では羽毛状の鉱物が球果状の集合体を構成しているのが観察される(Fig. 4a)。また、二次鉱物として方解石と緑泥石が多く見られ、一部の試料にはぶどう石が生じている。

チャートは赤～茶褐色または灰～黒色を呈し、色調の変化による厚さ数 mm 以下の葉理が発達する。多量の放散虫化石がチャートには含まれている(Fig. 4b)。チャートの上位

Fig. 4. Thin-section photomicrographs of samples from the Shiramizu outcrop. (a) Basalt. Left and right are plane- and cross-polarized light images, respectively. Altered variolitic minerals are scattered throughout the rock mass. (b) Chert. Radiolarian fossils and laminas are observed. (c) Chert and black layer. Radiolarian fossils are not found in the black layer without the boundary region with the chert. (d) Close-up of the boundary between the chert and the black layer. Note that well-preserved radiolarian shells are present in the black layer.

方向は不明であるが、全体の層厚は7 m以上で、N50～70°W、40～75°Nの走向・傾斜を示す。また、チャートは厚さ数mm～十数cmの黒色層を頻繁に挟在する(Fig. 5)。

チャート層内で認められる面構造は、前述したチャートの色調変化とこの黒色層により構成されており、珪質泥岩を伴う一般的な層状チャートとは産状が異なる。これらの黒色層は薄片においても光を透過しない(Fig. 4c)。反射顕微鏡やEDS(エネルギー分散型X線分析装置)などによる観察・分析の結果、黒色層は大部分が磁鉄鉱で構成されており、それに葉理状の磁硫鉄鉱を伴うことが明らかとなった。なお、放散虫化石はチャートの部分に多く含まれるのに対して、黒色層部にはほとんど存在しない(Fig. 4c)。ただし、黒色層部中でもチャートとの境界部には保存良好な放散虫化石が認められる(Fig. 4d)。

産出した放散虫化石とその年代

本研究では白水露頭より主にチャートの試料を約30カ所、泥岩試料を5カ所から採取し、放散虫化石の抽出を行った。

Fig. 5. Field occurrence of bedded chert with black layers (white arrows).

前述したように本露頭のチャート層には主に磁鉄鉱からなる黒色層が挟まれ、両者は容易には分離しない。また、黒色層のチャートとの境界部にも放散虫化石が含まれるため、両者を共に抽出処理の対象とした。

これらの試料に対して、当初は約2%のフッ化水素酸を用いて約24時間の処理を行った。その結果、いくつかの黒色層を含むチャート試料から比較的保存の良い、*Trilonche* 属などの大型で球形の放散虫化石が多数得られた。しかし、*Albaillellaria* などの年代決定に重要な放散虫化石が得られなかったため、黒色層をも溶解させることを目的として、塩酸による処理を加えることにした。具体的には、(1)約12%の塩酸による24~48時間の処理を1回、(2)約2%のフッ化水素酸による約24時間の処理を複数回、(3)以上を組み合わせ(1)と(2)を繰り返す、という手順で処理を行った。その結果、4試料から同定可能な放散虫化石が得られ、そのうち2試料からは *Albaillellaria* などの古生代に特徴的な放散虫が産出し、残りの試料からは球形の放散虫のみが得られた (Fig. 6)。なお、泥岩からは放散虫化石は産出しなかった。

本露頭のチャート(黒色層を含む)試料からは、ほぼ同じ放散虫群集が産出した。そのうち *Albaillellaria* 目では、*Holoeciscus foremanae* Chen および *Holoeciscus elongatus* Kiessling and Tragelehn が産出し、他に *Ceratoikiscum* cf. *avimexpectans* Defrandre も含まれている。Entactinaria 目では *Palaeoscendium cladophorum* Defrandre が産出し、*Trilonche* 属や *Triaenosphaera* 属などの球形の種が多数見られた。さらに、古生代の *Nassellaria* 目ともされる *Archocyrtium* 属や *Popofskyellidae* 科も含まれている。

Holoeciscus 属は Foreman (1963) によってアメリカ、オハイオ州の上部デボン系から記載された放散虫で、*Albaillellaria* 目の特徴である交叉した3本のロッド(鈴木ほか, 2012)がなす三角形の骨格をもち、その三角形が長く伸びて、円筒形に近い殻を有する。その後、本属は世界各地の上部デボン系から数種が報告されている(例えば、Cheng, 1986; Aitchison, 1990)が、これまで日本からは産出していない。本研究で産出した *Holoeciscus* 属はすべて三角形の下端が破損しているが、殻の大部分は保存されており、*H. foremanae* と *H. elongatus* の2種が同定できた。そのうち *H. foremanae* は Cheng (1986) によってアメリカ南部の上部デボン系から記載され、三角形の枠組みの多くを覆う殻を持ち、アメリカやオーストラリア、ドイツ、中国南部、東南アジアなどの上部デボン系から報告されている。*H. foremanae* を含む地層は、アメリカ (Maletz, 2011; Schwartzapfel and Holdsworth, 1996) や ド イ ツ (Kiessling and Tragelehn, 1994)、中国南部の広西壮族自治区 (Wang et al., 1998; Wang et al., 2006) などコノドント化石の産出に基づき、共に最上部デボン系の Famennian 階に対比されている。

H. elongatus は Kiessling and Tragelehn (1994) によってドイツ、フランケン地方の上部デボン系から記載された種で、*H. foremanae* よりも比較的長い円筒形の殻を持っている。また、この種は Schwartzapfel and Holdsworth (1996)

がアメリカ、オクラホマ州の上部デボン系から記載した *H. longus* に類似している。これらの種は上記の *H. foremanae* と共に産出し、Famennian 階を示す。

さらに、本露頭から産出している *Palaeoscendium cladophorum* や *Ceratoikiscum avimexpectans*, *Archocyrtium* 属、*Popofskyellidae* 科など他の種も上部デボン系からの産出が知られている。しかし、本露頭の試料からは、*Albaillellaria* では後期デボン紀前半の Frasnian 期に多く見られる *Helenifore* 属や石炭紀以降に産出する *Albaillella* 属などは産出しない。したがって、本研究の放散虫群集の年代は、最末期デボン紀の Famennian 期であると考えられる。これは現在のところ、中国地方から産する化石としては最も古い年代である(例えば、鈴木・君波, 2009)。

考 察

前述したように白水露頭のチャートには色調変化による葉理が観察され、この葉理と主に磁鉄鉱からなる黒色層(以下、磁鉄鉱濃集層)はほぼ平行である。また、磁鉄鉱濃集層のチャートとの境界部には放散虫化石が含まれる (Fig. 4c)。以上のことから、磁鉄鉱の本質的な起源が熱水活動などにあるとしても、それが堆積層として形成されたことは明らかである。磁鉄鉱濃集層の内部に放散虫化石が含まれないのは、それが短期間の内に形成されたことが原因だと推定される。

磁鉄鉱濃集層を伴うチャートは玄武岩類に挟まれるように分布し、南西側の境界では両者は密着・漸移している。玄武岩類に伴われるチャートおよび鉄鉱物濃集層としては、アラビア半島東部のオマーンオフィオライトの Suhaylah 層などの例が知られている (Fleet and Robertson, 1980; Alabaster and Pearce, 1985; Hara and Kurihara, 2017)。ただし、これらのオフィオライトの鉄濃集層は相当量のマンガンに伴うと報告されているのに対して、上月層の磁鉄鉱濃集層からは EDS を用いた定性分析による限り、マンガンはほとんど検出できなかった。

白水露頭のチャートの年代が後期デボン紀であれば、それと密着・漸移する玄武岩類の年代も後期デボン紀と考えられる。一方、上月層においては、石炭紀のフズリナ化石を産する石灰岩(後藤・山際, 1973)も玄武岩類に挟まれて分布し、前述したように両者の境界部では石灰岩と苦鉄質凝灰岩が互層として産する。以上のことから、こちらの玄武岩類は石炭紀のものと考えられる。このように上月層には、形成年代の異なる玄武岩類(苦鉄質凝灰岩と玄武岩)が存在する可能性が高い。前述したように、石炭紀の玄武岩類はサンゴ化石を含む石灰岩を伴うため、海洋島などが起源だと考えられる。これに対して、デボン紀の玄武岩類はチャートと密着・漸移して産することから、それ以外の起源(例えば、中央海嶺など)が想定される。前述したように上月層の陸源碎屑岩の年代は、ほとんどが中期ペルム紀末~後期ペルム紀初期であり、石炭紀の石灰岩・玄武岩類などはペルム紀に形成された付加体中の異地性岩体とされてきた (Ishiga, 1990)。現時点において上月層で確認できる陸源碎屑岩の年代は、最も古く見積もっても前期ペルム紀末であり(竹村ほか, 1993)、今回、発

Fig. 6. Scanning electron microscope images of selected radiolarian fossils. 1–3: *Holoeciscus foremanae* Cheng, 4 & 5: *Holoeciscus elongatus* Kiessling and Tragelehn, 6: *Ceratoikiscum* cf. *avimexpectans* Deflandre, 7 & 8: *Palaeoscenidium cladophorum* Deflandre, 9: *Trilonche* sp., 10: *Triaenosphaera* cf. *hebes* Won, 11: *Archocyrtium* cf. *dilatipes* Deflandre, 12: *Popofskyellidae*, gen. et sp. indet., Scale bars are 50 μ m.

見された後期デボン紀のチャート・玄武岩類もペルム紀に形成された付加体中の異地性岩体と考えられる。

現在、日本列島の「基盤岩類」には、古生代後期以降に形成された付加体が多く存在し、とりわけペルム紀とジュラ紀を形成年代とする付加体が広く分布している（例えば、Kojima et al., 2016）。一般に付加体は、付加体としての形成年代以前の岩石を異地性岩体として含んでおり、例えばペルム紀の付加体である秋吉帯は、前期ペルム紀末～後期ペルム紀初めの陸源碎屑岩と、前期石炭紀中頃～前期ペルム紀中頃の玄武岩・石灰岩やチャートから構成される（例えば、Kammera et al., 1990）。また、ジュラ紀の付加体である美濃-丹波帯は、

ジュラ紀の陸源碎屑岩と、主にペルム紀～ジュラ紀のチャートおよび主にペルム紀の玄武岩・石灰岩から構成される（例えば、Mizutani, 1990）。このような特徴は、前述したように超丹波帯上月層でも同様に認められる。しかし、日本列島の付加体に含まれる異地性岩体は、ペルム紀以降の形成と解釈される付加体では前期石炭紀の中頃（Viséan 期）が最も古く、それ以前のは知られていなかった。今回の発見は、後期古生代の島弧-海溝系において、どのような海洋プレートが沈み込んでいたかを解明するための重要な手掛かりを与えるものである。

最後に、東北地方の^{ねだも}根田茂帯（永広・鈴木, 2003）の赤色

チャートからは後期デボン紀のコノドント化石の産出が報告されている(濱野ほか, 2002). このコノドント化石には後期デボン紀に特徴的な *Palmatolepis* 属の3種が含まれており, そのうち *P. glabra prima* Ziegler and Huddle の産出は Famennian 期の *Palmatolepis crepida* 帯上部から *P. marginifera* 帯下部とされている. 一方, 本研究で新たに得られた放散虫化石の *H. foremanae* 群集は, 中国南部における Wang et al., (2006) によると, 同じ Famennian 期のおよそ *Palmatolepis crepida* 帯から *P. postera* 帯とされており, 白水露頭のチャートの年代は根田茂帯のチャートとほぼ同時代である. 根田茂帯のデボン紀のチャートは MORB 組成の玄武岩とともに産し, さらに赤鉄鉱の濃集層と互層するなど(内野ほか, 2008), 上月層の白水露頭のチャートと類似した産状を示す. このように両地点のチャート層は, 随伴する鉄鉱物の種類やマンガンの有無が異なるものの, それらの堆積年代や鉄鉱物濃集層の存在などの点で類似しており, ほぼ同時代のある程度類似した環境下で堆積したといえる. ただし, 根田茂帯の碎屑岩の年代は前期石炭紀と推定されているのに対し(内野ほか, 2005; 内野ほか, 2008), これまで報告されている上月層の泥岩の年代はペルム紀であり, 上月層ではデボン紀チャート層の形成後, 陸源碎屑岩の堆積場に変化するまで, より長い期間を要したと推定される.

謝 辞

本研究を進めるにあたり, 岡山大学の加瀬克雄名誉教授には鉄鉱物についてご教授を賜りました. また, 現地調査をご快諾頂いた地権者の方, 美作市教育委員会ならびに白水地区の区長の方々にも様々なご支援を頂きました. 査読者の新潟大学の栗原敏之氏ならびに東北大学の鈴木紀毅氏, 担当編集委員である産総研の内野隆之氏からは的確なご指摘を頂き, 本稿は著しく改善されました. 記して感謝いたします.

文 献

- Aitchison, J. C., 1990, Significance of Devonian-Carboniferous radiolarians from accretionary terranes of the New England Orogen, Eastern Australia. *Mar. Micropaleont.*, **15**, 365–378.
- Alabaster, T. and Pearce, T. A., 1985, The interrelationship between magmatic ore-forming hydrothermal process in the Oman Ophiolite. *Economic Geol.*, **80**, 1–16.
- Cheng, Y. N., 1986, Taxonomic studies on Upper Paleozoic Radiolaria. *Natl. Mus. Nat. Sci., Taiwan, Spec. Publ.*, **1**, 311p.
- Caridroit, M., Ichikawa, K. and Charvet, J., 1985, The Ultra-Tamba Zone, a new unit in the Inner Zone of Southwest Japan-its importance in the nappe structure after the example of the Maizuru area-. *Earth Sci. (Chikyu Kagaku)*, **39**, 210–219.
- 永広昌之・鈴木紀毅(Ehiro, M. and Suzuki, N.), 2003, 早池峰構造帯とは何か—早池峰構造帯の再定義と根田茂帯の提唱—(Re-definition of the Hayachine Tectonic Belt of Northeast Japan and a proposal of a new tectonic unit, the Nedamo Belt). *構造地質(Japan. Jour. Struct. Geol.)*, **47**, 13–21.
- Fleet, A. J. and Robertson, A. H. F., 1980, Oceanic-ridge metaliferous and pelagic sediments of the Semail Nappe, Oman. *Jour. Geol. Soc. London*, **137**, 403–422.
- Foreman, H. P., 1963, Upper Devonian Radiolaria from the Huron member of the Ohio shale. *Micropaleont.*, **9**, 267–304.
- 後藤博弥・堀 利栄(Goto, H. and Hori, R.), 1985, 西南日本上月—龍野帯(上郡帯) 北部の地質(Geology of northern part of the Kozuki-Tatsuno Belt(Kamigori Belt), Southwest Japan)*. 日本地質学会第92年学術大会講演要旨(92th Annu. Meet. *Geol. Soc. Japan, Abstr.*), 189.
- 後藤博弥・山際延夫(Goto, H. and Yamagiwa, N.), 1973, 兵庫県佐用郡上月町に分布する石炭系から発見された紡錘虫について(Fusulinids from the Upper Palaeozoic in Kozuki-machi, Sayo-gun, Hyogo Prefecture, Southwest Japan). *地質雑(Jour. Geol. Soc. Japan)*, **79**, 643–644.
- 濱野幸治・岩田圭示・川村信人・北上古生層研究グループ(Hamano, K., Iwata, K., Kawamura, M. and Kitakami Paleozoic Research Group), 2002, 早池峰帯緑色岩中の赤色チャートから得られた後期デボン紀コノドント化石(Late Devonian conodont age of red chert intercalated in greenstones of the Hayachine Belt, Northeast Japan). *地質雑(Jour. Geol. Soc. Japan)*, **108**, 114–122.
- Hara, K. and Kurihara, T., 2017, Radiolarian age and lithostratigraphy of Late Cretaceous pelagic sediments overlying basaltic extrusive rocks, northern Oman Mountains. *Ofoliti*, **42**, 21–38.
- 広川 治・磯見 博・黒田和男(Hirokawa, O., Isomi, H. and Kurokawa, K.), 1957, 小浜地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅) (*Geology of the Obama district. With Geological Sheet Map at 1: 50,000*), 地質調査所(Geol. Surv. Japan), 31p.
- 猪木幸男(Igi, S.), 1969, “上郡帯”より石炭紀さんご化石の発見(Findings of the Carboniferous corals from the so-called Kamigori Structural Belt, Japan). *地調月報(Bull. Geol. Surv. Japan)*, **20**, 77–78.
- 猪木幸男・弘原海 清(Igi, S. and Wadatsumi, K.), 1980, 上郡地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅) (*Geology of the Kamigori district. With Geological Sheet Map at 1: 50,000*), 地質調査所(Geol. Surv. Japan), 70p.
- Ishiga, H., 1985, Discovery of Permian radiolarians from Katsumi and Oi Formations along south of Maizuru Belt, Southwest Japan and its significance. *Earth Sci. (Chikyu Kagaku)*, **39**, 175–185.
- Ishiga, H., 1986, Ultra-Tamba Zone of Southwest Japan. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, **29**, 89–100.
- Ishiga, H., 1990, Ultra-Tamba Terrane. In Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. and Yao, A., eds., *Pre-Cretaceous Terranes of Japan*. Publ. IGCP 224, Osaka, 97–107.
- Kammera, K., Sano, H. and Isozaki, Y., 1990, Akiyoshi Terrane. In Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. and Yao, A., eds., *Pre-Cretaceous Terranes of Japan*. Publ. IGCP 224, Osaka, 49–62.
- Kiessling, W. and Tragelehn, H., 1994, Devonian radiolarian faunas of conodont-dated localities in the Frankenwald (Northern Bavaria, Germany). *Abh. Geol. B.-A. Wien*, **50**, 219–255.
- 木村克己(Kimura, K.), 1988, 京都府綾部市西部の超丹波帯の地質と造構環境(Geology and tectonic setting of the Ultra-Tamba Belt in the western part of Ayabe City, Kyoto Prefecture, Southwest Japan). *地質雑(Jour. Geol. Soc. Japan)*, **94**, 361–379.
- Kojima, S., Kemkin, I. V., Kametaka, M. and Ando, A., 2000, A correlation of accretionary complexes of southern Sikhotealin of Russia and the Inner Zone of Southwest Japan. *Geosci. Jour.*, **4**, 175–185.
- Kojima, S., Hayasaka, Y., Hiroi, Y., Matsuoka, A., Sano, H., Sugamori, Y.,...Uchino, T., 2016, 2b Pre-Cretaceous accretionary complexes. In Moreno, T., Wallis, S., Kojima, T. and Gibbons, W., eds., *The Geology of Japan*, Geol. Soc., London, 61–100.
- 栗本史雄(Kurimoto, C.), 1986, 京都府福知山地域の超丹波帯—構成岩類と分布について—(Ultra-Tamba Zone in the Fukuchiyama area, Kyoto Prefecture: its constituent rocks and dis-

- tribution). 地球科学(*Earth Sci. (Chikyū Kagaku)*), **40**, 64–67.
- Maletz, J., 2011, Tetraentactinia barysphaera Foreman, 1963: skeletal structure and age of a biostratigraphically important Famennian (Upper Devonian) radiolarian from the Ohio Shale, USA. *Paläontol. Z.*, **85**, 383–392.
- Mizutani, S., 1990, Mino Terrane. In Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. and Yao, A., eds., *Pre-Cretaceous Terranes of Japan*. Publ. IGCP 224, Osaka, 121–136.
- Pillai, D. L. and Ishiga, H., 1987, Discovery of Late Permian radiolarians from Kozuki Formation, Kozuki-Tatsuno Belt, Southwest Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **93**, 847–850.
- Schwartzapfel, J. A. and Holdsworth, B. K., 1996, Upper Devonian and Mississippian radiolarian zonation and biostratigraphy of the Woodford, Sycamore, Caney and Goddard Formations, Oklahoma. *Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Spec. Publ.*, **33**, 1–275.
- 菅森義晃(Sugamori, Y.), 2009, 兵庫県東南部、川西一猪名川地域の超丹波帯(Ultra-Tamba Terrane in the Kawanishi-Inagawa area, southern part of Hyogo Prefecture, Southwest Japan). 地質雑(*Jour. Geol. Soc. Japan*), **115**, 80–95.
- 鈴木紀毅・相田吉昭・栗原敏之(Suzuki, N., Aita, Y. and Kurihara, T.), 2012, 第4章 微化石の世界, 4.2 微化石のかたち: 放散虫の時代と場所による違い(Chapter 4, Microfossil world, 4.2 Shape of microfossils: Variety of radiolarian shapes in different geologic ages and habitats). 谷村好洋・辻 彰洋編著, 微化石—顕微鏡で見るプランクトン化石の世界(*Microfossils: Their Microscopic World Explored*). 東海大学出版会(Tokai Univ. Press), 152–176.
- 鈴木茂之・君波和雄(Suzuki, S. and Kiminami, K.), 2009, 2. 中・古生界, 2.1 概説. 日本地質学会編, 日本地方地質誌6: 中国地方(*Regional Geology of Japan, Part 6: Chugoku*), 朝倉書店(Asakura Publ.), 27–30.
- Takemura, S., 1997, Folding and related structures of the Maizuru and Ultra-Tamba zones in the Kozuki-Mimasaka area, Southwest Japan. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, **40**, 1–14.
- 竹村静夫・菅森義晃・鈴木茂之(Takemura, S., Sugamori, Y. and Suzuki, S.), 2009, 岡山県東部周辺の舞鶴帯と超丹波帯(Maizuru and Ultra-Tamba zones in eastern Okayama and southwestern Hyogo prefectures, southwest Japan). 地質雑(*Jour. Geol. Soc. Japan*), **115**, S123–S137.
- 竹村静夫・鈴木茂之・石賀裕明(Takemura, S., Suzuki, S. and Ishiga, H.), 1993, 兵庫県西南部“上郡帯”上月層からの放散虫化石 *Albaillella asymetrica* の発見と地質構造解析による層序の再検討(Stratigraphy of the Kozuki Formation, “Kamigori Zone” Southwest Hyogo Prefecture, Japan, reconsideration with the discovery of *Albaillella asymetrica* (radiolarian fossil) and the structural analysis). 地質雑(*Jour. Geol. Soc. Japan*), **99**, 675–678.
- 内野隆之・栗原敏之・川村信人(Uchino, T. Kurihara, T. and Kawamura, M.), 2005, 早池峰帯から発見された前期石炭紀放散虫化石—付加体碎屑岩からの日本最古の化石年代—(Early Carboniferous radiolarians discovered from the Hyachine Teraane, Northwest Japan: the oldest fossil age for clastic rocks of accretionary complex in Japan). 地質雑(*Jour. Geol. Soc. Japan*), **111**, 249–252.
- 内野隆之・川村信人・川村寿郎(Uchino, T., Kawamura, M. and Kawamura, T.), 2008, 北上山地前期石炭紀付加体「根田茂帯」の構成岩相と根田茂帯・南部北上帯境界(Lithology of the Nedamo Terrane, an Early Carboniferous accretionary complex, and its southern boundary with the South Kitakami Terrane). 地質雑(*Jour. Geol. Soc. Japan*), **114**, S141–S157.
- Wang, Y. J., Luo, H. and Aitchison, J. C., 2006, Influence of the Frasnian-Famennian event on radiolarian faunas. *Eclogae Geol. Helv.*, **99**, Suppl. 1, 127–132.
- Wang, Y. J., Luo, H., Kuang, G. D. and Li, J. X., 1998, Late Devonian-Late Permian strata of cherty facies at Xiaodong and Bancheng counties of the Qinzhou area, SE Guangxi. *Acta Micropalaeont. Sin.*, **15**, 351–366 (in Chinese with English abstract).
- 矢野賢治・石田啓祐・双木英人・坂元恵一郎・加藤孝幸(Yano, K., Ishida, K., Namiki, H., Sakamoto, K. and Kato, T.), 1993, フォッサマグナ東方における超丹波帯相当層の発見(New findings of a formation corresponding to the Ultra Tamba Zone to the east of the Fossa Magna). 日本地質学会第100年学術大会講演要旨(100th Annu. Meet. Geol. Soc. Japan, Abstr.), 456.

(著者プロフィール)

竹村静夫 兵庫教育大学理数系地学教室。研究分野: 構造地質学, 層序学, 地学教育。本研究では, 計画と野外調査, 岩相の検討, 原稿執筆(古生物学的な部分を除く), 総括を担当。

E-mail: takesizu@hyogo-u.ac.jp

竹村厚司 兵庫教育大学理数系地学教室。研究分野: 古生物学(放散虫化石), 層序学, 地学教育。本研究では, 野外調査と放散虫化石の同定, 原稿執筆(古生物学的な部分)を担当。E-mail: takemura@hyogo-u.ac.jp

植野 輝 兵庫県三田市立武庫小学校。本研究では, 野外調査と微化石抽出を担当。

菅森義晃 鳥取大学地域学部地域環境学科 / 農学部生命環境農学科。研究分野: 農学および地域学。本研究では, 計画と野外調査, 微化石抽出を担当。E-mail: sugamori@muses.tottori-u.ac.jp

古谷 裕 兵庫県立大学自然・環境科学研究所。研究分野: 古生物学(放散虫化石), 地学教育。本研究では, 放散虫化石の同定を担当。E-mail: furutani@hitohaku.jp

(要 旨)

竹村静夫・竹村厚司・植野 輝・菅森義晃・古谷 裕, 2018, 岡山県東部, 超丹波帯ペルム系上月層中のデボン紀チャート層. 地質雑, **124**, 117–125. (Takemura S., Takemura A., Ueno H., Sugamori Y. and Furutani H., 2018, Devonian chert in the Permian Kozuki Formation of the Ultra-Tamba Zone, eastern Okayama Prefecture, Southwest Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **124**, 117–125.)

中～後期ペルム紀に形成されたと考えられる超丹波帯上月層は, その一部にデボン紀のチャート層を含むことが判明した. このチャート層は玄武岩類とともに産し, 磁鉄鉱の濃集層を頻りに挟在する. 磁鉄鉱濃集層を含むチャートからは, 放散虫化石 *Holoeciscus foremanae* などが産出し, その年代は後期デボン紀 Famennian 期である. これは中国地方から産する化石として最も古い年代であるとともに, 日本列島の付加体中に含まれる異地性岩体としては, 東北地方の根田茂帯のチャートとならんで最も古いことを示す.

科学論文では、学説の検証可能性を保証することが重要です。そのため、地質学雑誌掲載論文には、重要な証拠となった試料がどこで得られたかを示しているものがあります。言うまでもないことですが、見学や採取を行う場合、各自の責任において地権者や関係官庁への連絡と許可の取得の必要があることにご注意下さい。詳しくは、以下のサイトをご覧ください。

<http://www.geosociety.jp/publication/content0073.html>

一般社団法人日本地質学会