

新潟県糸魚川地域手取層群水上谷層の礫岩中の珪質岩礫から産出した 放射虫化石

Radiolarian fossils from siliceous rock pebbles within conglomerates in the Mizukamidani
Formation of the Tetori Group in the Itoigawa area, Niigata Prefecture, central Japan

伊藤 剛^{a, b} 酒井佑輔^a 茨木洋介^{a, c}
吉野恒平^a 石田直人^d 梅津 暢^a
中田健太郎^e 松本明日香^a 日野原達哉^f
松本 健^f 松岡 篤^f

Tsuyoshi Ito^{a, b}, Yusuke Sakai^a,
Yousuke Ibaraki^{a, c}, Kohei Yoshino^a,
Naoto Ishida^d, Toru Umetsu^a,
Kentaro Nakada^e, Asuka Matsumoto^a,
Tatsuya Hinohara^f, Ken Matsumoto^f
and Atsushi Matsuoka^f

^a 新潟大学大学院自然科学研究科

Graduate School of Science and Technology, Niigata University,
Niigata 950-2181, Japan

^b 中国地質大学武漢地質過程与鉱産資源国家重点実験室
State Key Laboratory of Geo-processes and Mineral Resources,
China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

^c フォッサマグナミュージアム

Fossa Magna Museum, Itoigawa 941-0056, Japan

^d 新潟大学産学地域連携推進機構産学地域人材育成センター
Public Collaboration Research Center, Niigata University,
Niigata 950-2181, Japan

^e 国立科学博物館地学研究部

Department of Geology and Paleontology, National Museum of
Nature and Science, Tsukuba 305-0005, Japan

^f 新潟大学理学部地質科学教室

Department of Geology, Faculty of Science, Niigata University,
Niigata 950-2181, Japan

Abstract

The Tetori Group ranging from Middle Jurassic to Lower Cretaceous interbeds chert-bearing conglomerates at several horizons. To observe etched surface of conglomerates with hydrofluoric acid is an effective method to clarify the relationship between rock types of pebbles and their radiolarian contents. Mesozoic radiolarian fossils were obtained from conglomerates of the Mizukamidani Formation of the Tetori Group in the Itoigawa area, Niigata Prefecture, central Japan. Triassic and Jurassic radiolarian fossils occurred from chert pebbles; Jurassic radiolarians were obtained from siliceous mudstone pebbles. These siliceous pebbles were probably derived from the Tamba-Mino-Ashio terrane, a Jurassic accretionary complex of East Asia, on the basis of radiolarian-bearing rock types and their ages. This indicates that the Jurassic accretionary complex had already been exposed on land when the conglomerates were deposited. These radiolarian age data are significant for specifying the stratigraphic position of the Mizukamidani Formation within the Tetori Group.

Keywords: *central Japan, chert pebbles, etched surface, Mesozoic radiolaria, Mizukamidani Formation, Niigata Prefecture, Tetori Group*

はじめに

手取層群は北陸地方を中心に分布するジュラ系中部統～白亜系下部統であり、砂岩や礫岩などの碎屑岩相を主体とする（松川ほか，2003）。礫岩の組成は大陸・島弧起源と考えられるものが主体であるが、チャート礫や珪質岩礫なども含まれる（磯見・野沢，1957など）。これらのチャート礫や珪質泥岩礫からは放散虫化石の産出が報告されている（斉田，1987；竹内ほか，1991など）。しかしながらこれらの産出報告の中には、礫岩をそのまま薬品処理して得られた残渣の観察に基づくものもあり、礫種を明らかにしたうえで産出した放散虫化石について報告した例は少ない。含放散虫礫の起源を推定する場合、どのような種類の礫から放散虫化石が産出したのかという情報が重要である。礫種とその礫から産する放散虫化石の関係を明瞭に示すためには、フッ酸処理した岩石のエッチング面を直接観察する手法が有効である。竹内ほか（1991）は、富山県黒部川上流域の手取層群の礫岩を対象としてエッチング面の観察を行っているが、方法については詳しく言及していない。

2010年より新潟大学と糸魚川市の連携事業として糸魚川地域に分布する中生界の検討を開始した。その一環として新潟県と富山県の県境付近に露出する水上谷層の調査を行っている（酒井ほか，2012本号）。その過程でチャート礫が優勢な礫岩層を複数の層準で認識した。これらの礫岩のエッチング面を観察したところ、3層準の礫岩層のチャート礫および珪質泥岩礫から中生代放散虫化石の産出を確認した。本論ではエッチング面を観察するための礫岩の処理方法を示すとともに、それによって得られた放散虫化石の報告を行う。これに加え、本研究および既存研究にて報告された含放散虫礫の起源について議論する。

手取層群の礫岩中からの 放散虫化石産出報告

手取層群の礫岩中の珪質岩礫および泥質岩礫から産出する放散虫化石については、1980年代以降い

くつかの研究がある。本章ではこれらの研究についてレビューする。放散虫化石の種名などの表記については、分類学的研究の進展などにもない修正する必要があるものもあるが、ここでは元の論文の表記に従う。

斉田（1987）は福井県九頭竜川上流域の田茂谷地域に分布する手取層群伊月頁岩層相当層の礫岩から *Triassocampe* (?) sp. や *Tricolocapsa* (?) cf. *fusiformis* Yao といったトリアス紀あるいはジュラ紀の放散虫化石を得た。また、同層のチャート礫からは *Triassocampe* (?) sp. を抽出した。これらの産出から、放散虫化石を含むチャートや珪質頁岩が地層形成時に露出していたことを示した。竹内ほか（1991）は富山県黒部川上流域の手取層群の礫岩から得た残渣と礫のエッチング面の観察を行った。その結果、ペルム系頁岩礫およびトリアス系チャート礫、ペルム紀とトリアス紀の放散虫化石を含む礫岩、ジュラ紀放散虫化石を含む礫岩の存在を報告している。これらの残渣とエッチング面の検討のほか、薄片観察によって頁岩礫から *Pseudoalbaillella* sp. などのペルム紀放散虫化石を認識した。彼らはこれらの礫の起源を、ペルム系頁岩礫は飛騨外縁帯に、トリアス紀およびジュラ紀放散虫化石を含む礫岩は広義の美濃テレーン（丹波帯・美濃帯・足尾帯・Nadanhada帯・Western Silhote-Alin帯を包括する）に求めた。また、含放散虫礫は赤岩層群上部層準に含まれることから、赤岩層群形成後期に美濃テレーンが陸化・露出したとしている。松川・高橋（1999）は、岐阜県北部の荘川村付近に分布する石徹白亜層群大谷山層上部のチャート礫からペルム紀からトリアス紀を示す放散虫化石を得た。これに基づき、竹内ほか（1991）の指摘より早い時期に美濃テレーンが陸化・露出したことを指摘した。富田ほか（2007）は富山県北東部に分布する水上谷層および黒菱山層の礫岩から放散虫化石を抽出した。彼らは水上谷層上部の泥岩礫から *Follicucullus porrectus* Rudenko や *Pseudoalbaillella* sp. cf. *P. fusiformis* (Holdsworth and Jones) といったペルム紀放散虫化石を得た。また黒菱山層下部のチャート礫から *Pseudoalbaillella* sp. cf. *P. fusiformis* などのペルム紀放散虫化石および *Pseudostylosphaera japonica* Nakaseko and Nishimura

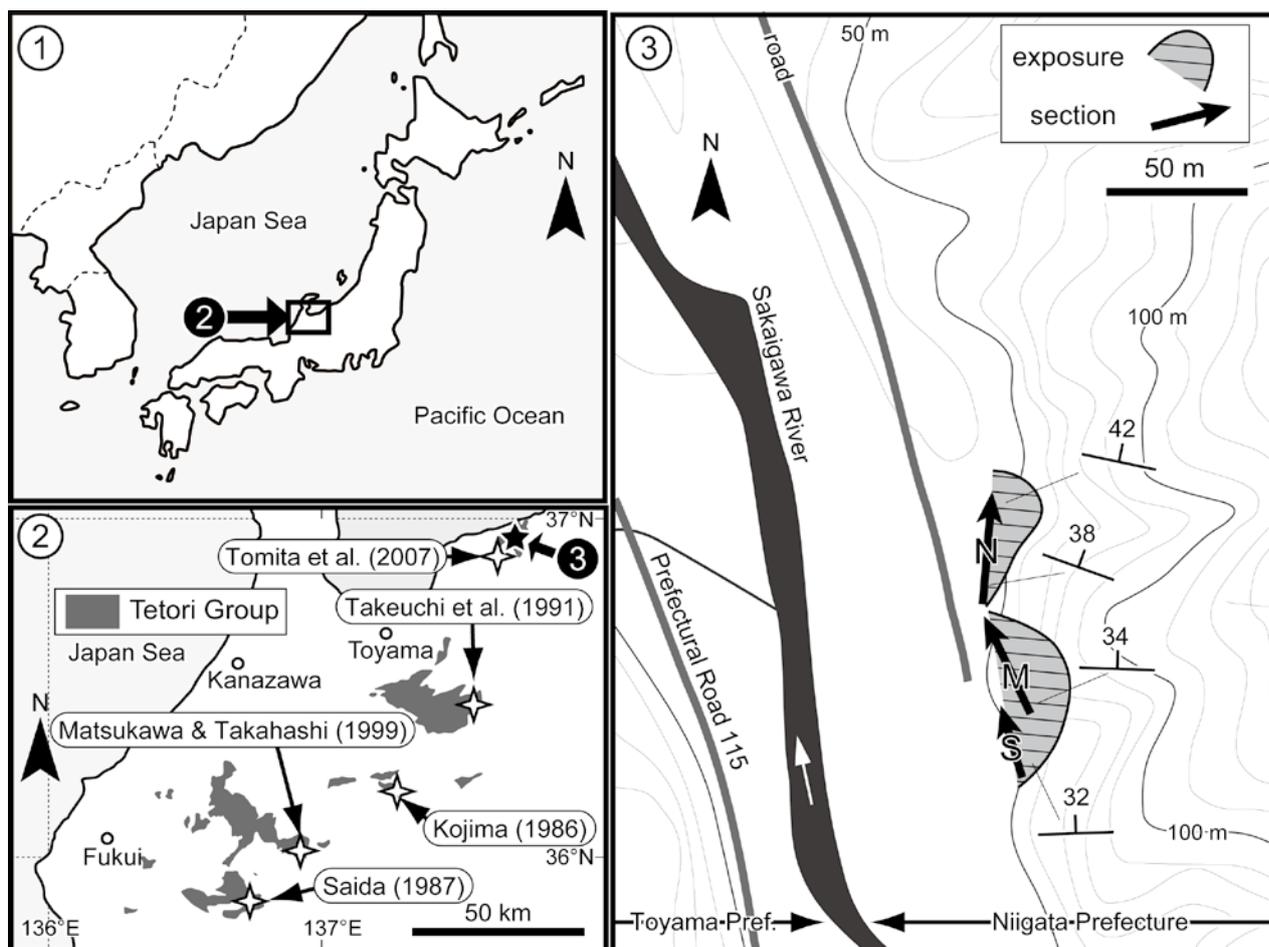


Fig. 1. Locality of the study sections. 2: Distribution of the Tetori Group (after Maeda, 1961) and radiolarian localities in previous studies.

などのトリアス紀放射虫化石を抽出した。彼らは、それまでの竹内ほか (1991) および松川・高橋 (1999) の報告も含め、地域によって含放射虫礫を産出する層準が異なることから、付加体起源の礫の供給時期に場所による違いがあったことを指摘している。

岐阜県丹生川村の横尾地域には横尾礫岩と呼ばれるチャートを多量に含む礫岩が分布している。この礫岩の帰属については手取層群とみなす見解がある (野沢ほか, 1975 など)。小嶋 (1986) は横尾礫岩中の 2 つのチャート礫からペルム紀放射虫化石を得た。1 つの礫からは *Albaillella levis* Ishiga, Kito and Imoto が産出し、もう一方の礫からは *F. scholasticus* Ormiston and Babcock や *F. ventricosus* Ormiston and Babcock が得られている。これらの放射虫化石が示す年代から、この 2 つのチャート礫はペルム紀中世と新世に形成されたものと推定されている。

地質概説および検討セクション

調査地域は新潟県糸魚川市の西端部にあたり、富山県との県境周辺に位置する。検討を行ったセクションは水上谷層により構成され、新潟県と富山県の県境を流れる境川右岸の採石場に露出している。地層の走向はおおよそ N80°W で、北に約 40° で傾斜する (Fig. 1)。本検討では、採石場の南北に延びる切羽に対し、南側から北側に向かって 3 本の柱状図を作成し、それぞれをセクション S, M, N とした (Fig. 2)。セクション S の最上部とセクション M の最下部に同層準の部分がある。また、セクション M からセクション N へは、連続的に地層が露出する。この採石場の水上谷層は、長石質アレナイトと円礫～垂円礫の礫岩が卓越し、これらが数 m から 10m

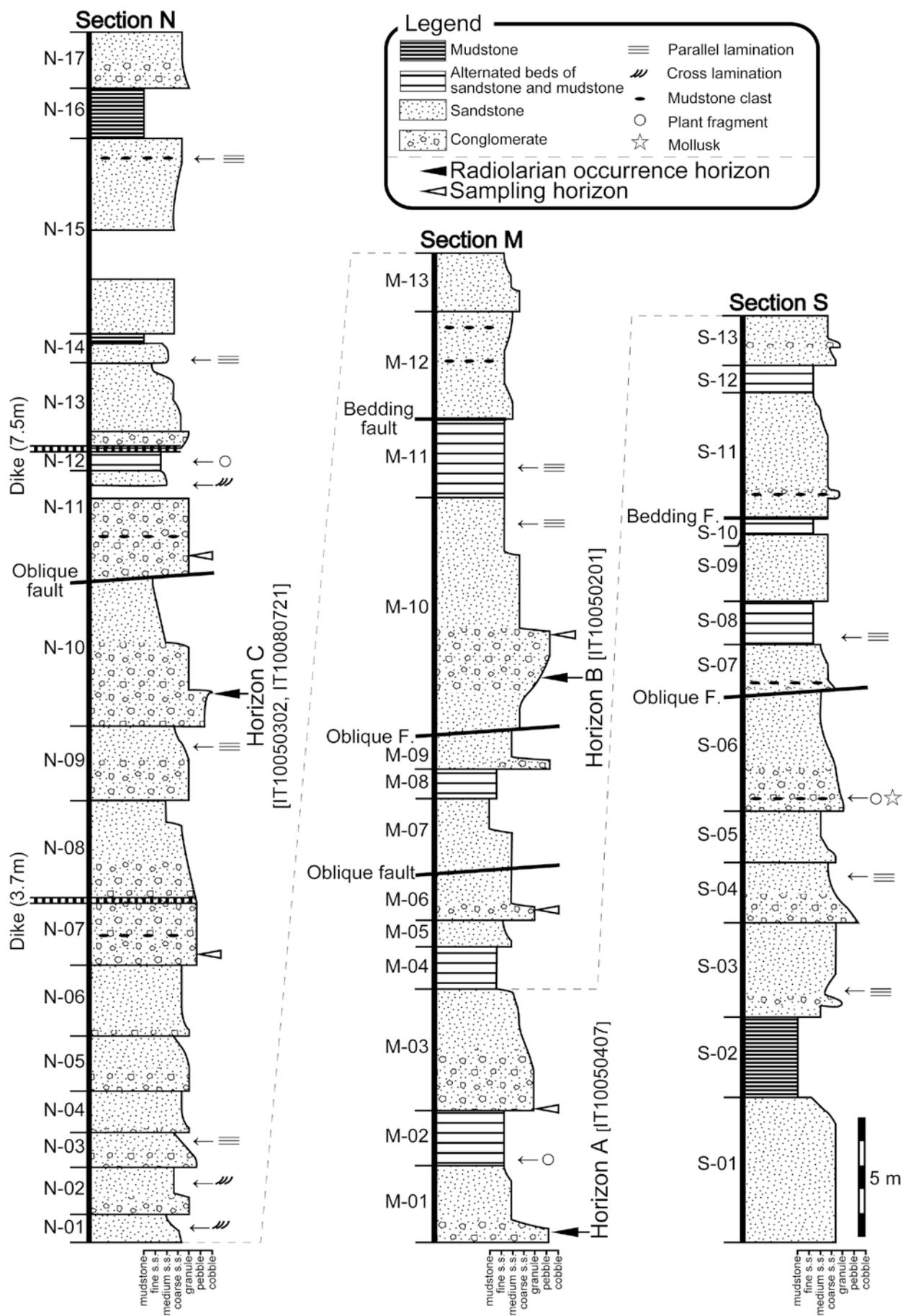


Fig. 2. Columnar sections of the Mizukamidani Formation.

程度の規模の上方細粒化サイクルを繰り返すことで特徴づけられる。礫岩層の礫種はチャートとオーソコーツァイトが優勢である。基質支持の部分が卓越し、礫支持の部分は限られる。いずれのセクションにおいても、複数の層準で炭化した植物片の密集層がみられる。検討セクションの地質構造および詳細な岩相は酒井ほか（2012 本号）が示す。

岩石サンプルの処理および観察方法

セクション M およびセクション N の 8 層準の礫岩層から岩石試料を採取した。試料を採取した層準および放散虫が得られた層準を Fig. 2 に示す。礫岩層の大部分は基質支持であるが、効率的に観察するために、各層準の中で礫が密集している部分を中心に岩石試料の採取を行った。野外でおおよそ 1 辺 10 cm 以上の塊で採取した後、室内にて岩石カッターを用いて数 cm 程度のブロックに分割した。このうち、チャートや珪質泥岩の礫を多く含むものを酸処理した。酸処理の方法は以下の手順で行った。まず各岩石試料を岩石カッターによって半分に切断する。切断した試料の片方を、礫は分離せずに 5% のフッ化水素酸 (HF) 水溶液に浸す。約 24 時間後に HF 水溶液より取り出し、水道水に浸して中和する。約 24 時間後に水より取り出し乾燥させる。この手順により各試料をエッチングされたものとされていないものに分けた (Fig. 3)。

エッチングされた試料の表面を走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いて観察した。エッチング面の写真を Fig. 5 に、得られた放散虫化石の写真を Fig. 6 に示す。放散虫化石を含む礫の産出状況を、既存研究での産出報告と合わせて Table 1 に示す。エッチング面の観察時には、化石の同定のほか、化石と基質の割合、化石群集の構成比、化石の偏在性、化石の配列などについて確認した。化石と基質の割合はどちらが優勢かを認識した後、何によって支持されているかを評価した。保存が不良である試料も多かったため、化石群集の構成比は、主に球状放散虫および放散虫 *Nassellaria* と骨針の割合で評価した。なお、骨針は海綿動物あるいは放散虫の骨格の一部と考えられるが、SEM を用いたエッチング面の観察ではその形

状に大きな差がみられない。これらを完全に区別することは本研究の手法では困難であるため、本論ではこれらを一括して骨針と表現し、その起源となる生物については論じない。観察したエッチング面の中で、化石の分布が偏っているか否かで偏在性を評価した。化石の配列については、骨針や *Nassellaria* などの長軸をもつ化石が一定の方向に配列しているかどうかを判断した。

礫岩の記載および産出した放散虫化石

3 層準より採取した合計 5 つの礫岩試料から放散虫化石を得た。これらの層準を下位よりそれぞれ、層準 A, B, C と呼ぶ (Fig. 2)。以下、各層準の礫岩について岩相的な特徴を記載するとともに、産出した放散虫化石とその年代について述べる。

1. 層準 A

礫岩層の岩相 M-01 の最下部に位置する最大層厚 1 m の白色礫岩層である (Fig. 4.1)。基質支持で淘汰は悪い。礫岩部の厚さは側方に変化する。基質は極粗粒明灰色砂岩である。礫径は平均が約 2 cm で、最大礫の長径が 4 cm ほどである。垂角礫と垂円礫が主体である。礫種はチャート (白色, 黒色, 明灰色, 赤色), 珪質凝灰岩, 暗灰色泥岩, 明灰色砂岩, オーソコーツァイトなどである。チャートが優勢で、一部にマッドクラストの密集部がみられる (Fig. 4.2)。

礫岩層の下部の比較的珪質岩が多い部分から岩石試料 (IT10050407, IT10080702) を採取した。両試料とも、一部礫支持で礫径 1 ~ 2 cm の明灰色 ~ 黒色チャート礫が優勢である。

エッチング面観察 チャート礫は化石などの生碎屑物が優勢である。基質部は消失しているようにみえる場合が多く、生碎屑物支持である。球状放散虫と骨針が優勢であり (Fig. 5.1), わずかに *Nassellaria* がみられる。化石の配列はみられない。偏在性もみられない。

産出放散虫化石とその年代 チャート礫 (IT10050407-1) からは、塔状の多節 *Nassellaria* (Fig. 6.2) が産出した。塔状多節 *Nassellaria* は中生代に特徴的な放散虫化石であり、このチャート

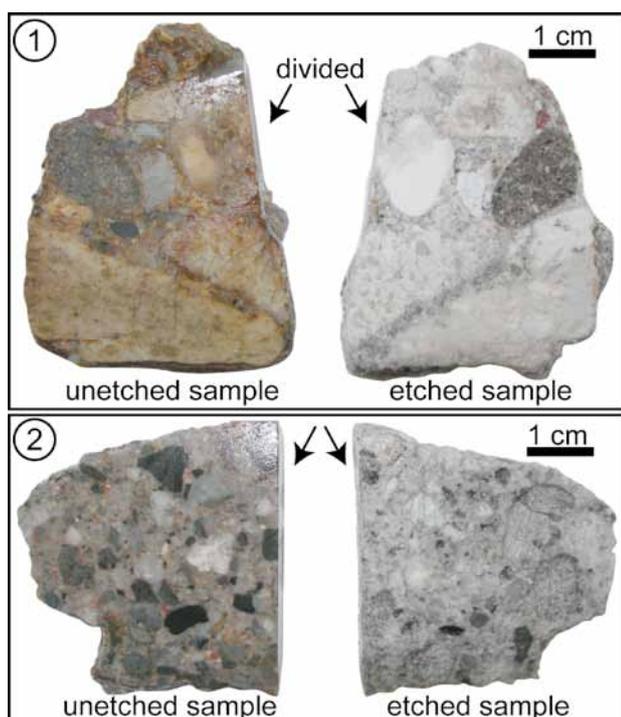


Fig. 3. Photographs of etched and unetched surfaces of conglomerate samples. 1: sample IT10080721 (Horizon C). 2: sample IT10080702 (Horizon A).

礫は少なくとも中生代のものと考えられる。加えてジュラ紀以降に特徴的な小型の closed-end Nassellaria の共産がみられないため、このチャート礫はトリアス紀のものである可能性が高い。

2. 層準 B

礫岩層の岩相 M-10 下部に挟まれる層厚 2.7 m の褐色礫岩層である (Fig. 4.3)。平均礫径は 3 cm で、最大礫の長径は 12 cm である。淘汰が悪く、亜円礫～円礫が多い (Fig. 4.4)。礫岩層中の一部では、含礫砂岩と礫岩が互層を成す。チャート (黒色, 灰色, 白色, 赤色), 珪質凝灰岩, 明灰色砂岩, 暗灰色泥岩, オースコーツァイト, 安山岩, 花崗岩, 石英岩などからなり、他の礫岩層に比べて礫種が多様である。チャートとオースコーツァイトが優勢である。上位の砂岩層との境界は漸移的である。

礫岩層の下部から岩石試料 (IT10050201) を採取した。この試料には、礫径 2～4 cm の灰色チャートと礫径 4～6 cm オースコーツァイトが多く含まれる。

エッチング面観察 チャート礫は、基質部がエッチングにより失われている場合が多く、化石優勢で

生碎屑物支持である。球状放散虫と骨針が優勢であり (Figs. 5.2, 5.3), 一部に Nassellaria が存在する。骨針と Nassellaria の配列は認識できない。化石はわずかに偏在しており、骨針のみが優勢となる部分などもみられる (Fig. 5.3)。

産出放散虫化石とその年代 層準 B のチャート礫 (IT10050201-1) からは *Pseudostylosphaera* sp. cf. *P. japonica* Nakaseko and Nishimura (Figs. 6.13, 6.14) および *Triassocampe?* sp. (Fig. 6.1) などが産出している。これらは Sugiyama (1997) によるトリアス紀中世～新世の放散虫化石群集に対比される。

3. 層準 C

礫岩層の岩相 N-10 の下部を占める層厚 3.4 m の褐色礫岩層である (Fig. 4.5)。淘汰は悪く礫支持で亜円礫が多い。チャート (黒色, 暗灰色, 灰色), 珪質泥岩, オースコーツァイト, 花崗岩, 細粒砂岩および石英岩からなり、黒色チャートとオースコーツァイトが卓越する (Fig. 4.6)。礫径は平均 2 cm で、最大礫の長径は 10 cm である。

礫岩層中部の、礫岩層中で最大の礫が含まれる部分から岩石試料 (IT10050301, IT10050302, IT10080721) を採取した。これらの試料には、礫径 1～4 cm のチャート礫および礫径 2 cm 程度の珪質泥岩礫が多く含まれる。

エッチング面観察 チャートは生碎屑物優勢かつ生碎屑物支持である。球状放散虫と骨針が優勢であり (Fig. 5.4), わずかに Nassellaria がみられる。化石の配列に定向性は認識できない。わずかに偏在性があり、骨針のみで構成されている部分もみられる。

珪質泥岩は基質支持であり、化石が点在している (Figs. 5.5, 5.6)。含まれる化石の中では Nassellaria の割合が高く、球状放散虫は少ない。骨針はほとんど含まれない。骨針や Nassellaria に定向性は確認できない。化石の偏在性は僅かにみられ、基質に対して化石が多く含まれる箇所がみられる。化石同士が接するほど密集するような部分はみられない。

産出放散虫化石とその年代 2つのチャート礫 (IT10050302-1, IT10050302-2) と1つの珪質泥岩礫 (IT10080721-1) から放散虫化石が産した。IT10050302-1 からは *Archaeodictyomitra* sp. (Fig. 6.5) が得られた。IT10050302-2 からは、4本の骨針を持

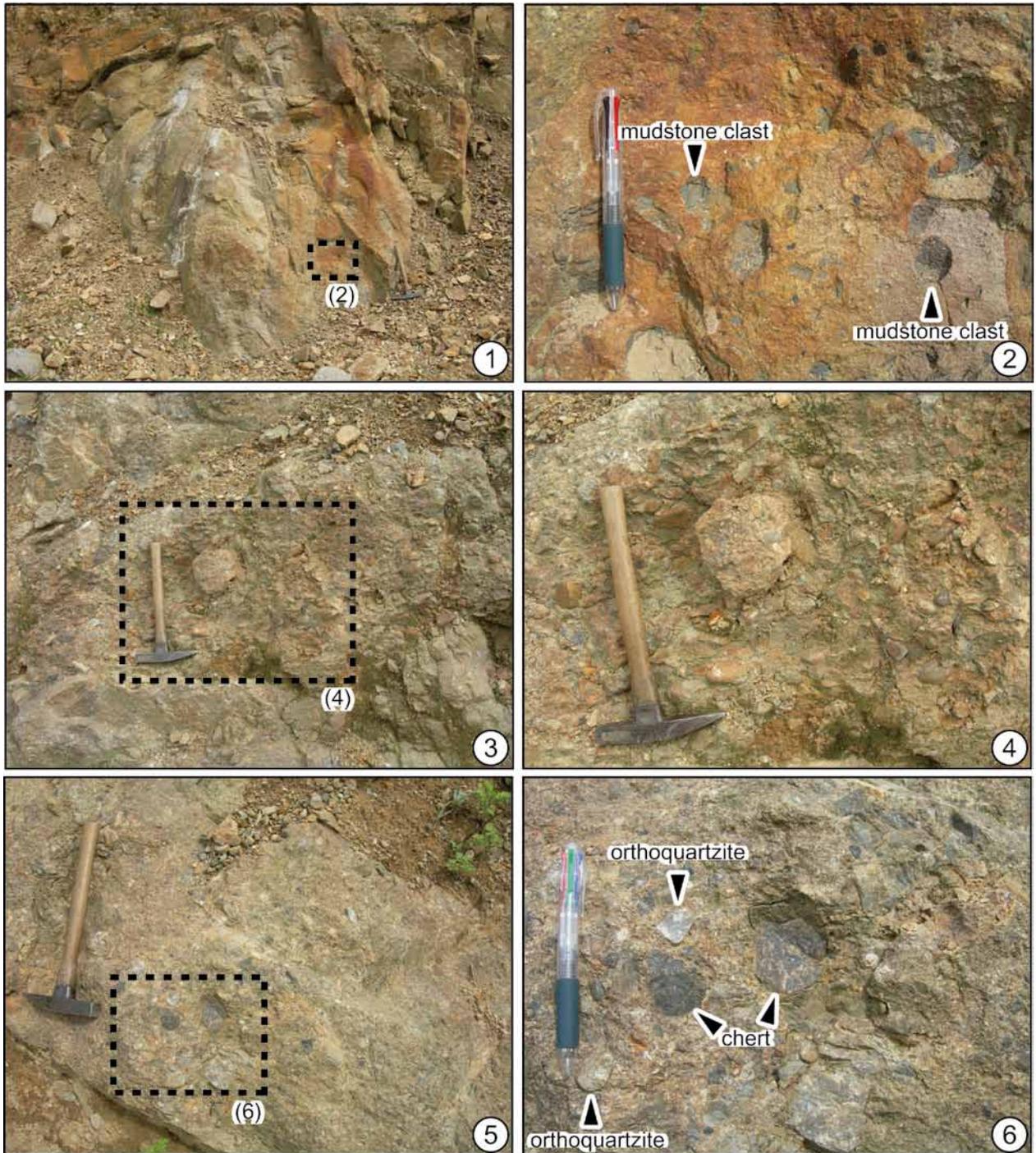


Fig. 4. Field occurrences of conglomerate beds in the Mizukamidani Formation. 1, 2: Horizon A; 3, 4: Horizon B; 5, 6: Horizon C.

ち球状を呈すると判断される放散虫 (Fig. 6.4) が産出した。IT10080721-1からは *Archaeodictyomitra* sp. (Figs. 6.9-6.11) および closed-end Nassellaria (Fig. 6.12) を得た。チャート礫 (IT10050302-1) および珪質泥岩礫 (IT10080721-1) は *Archaeodictyomitra* sp. を含んでおり、群集構成からこれらはジュラ紀

のものであると考えられる。

手取層群の含放散虫礫の起源

本章では手取層群から産する含放散虫礫の起源について論じる。本研究および既存研究における手取

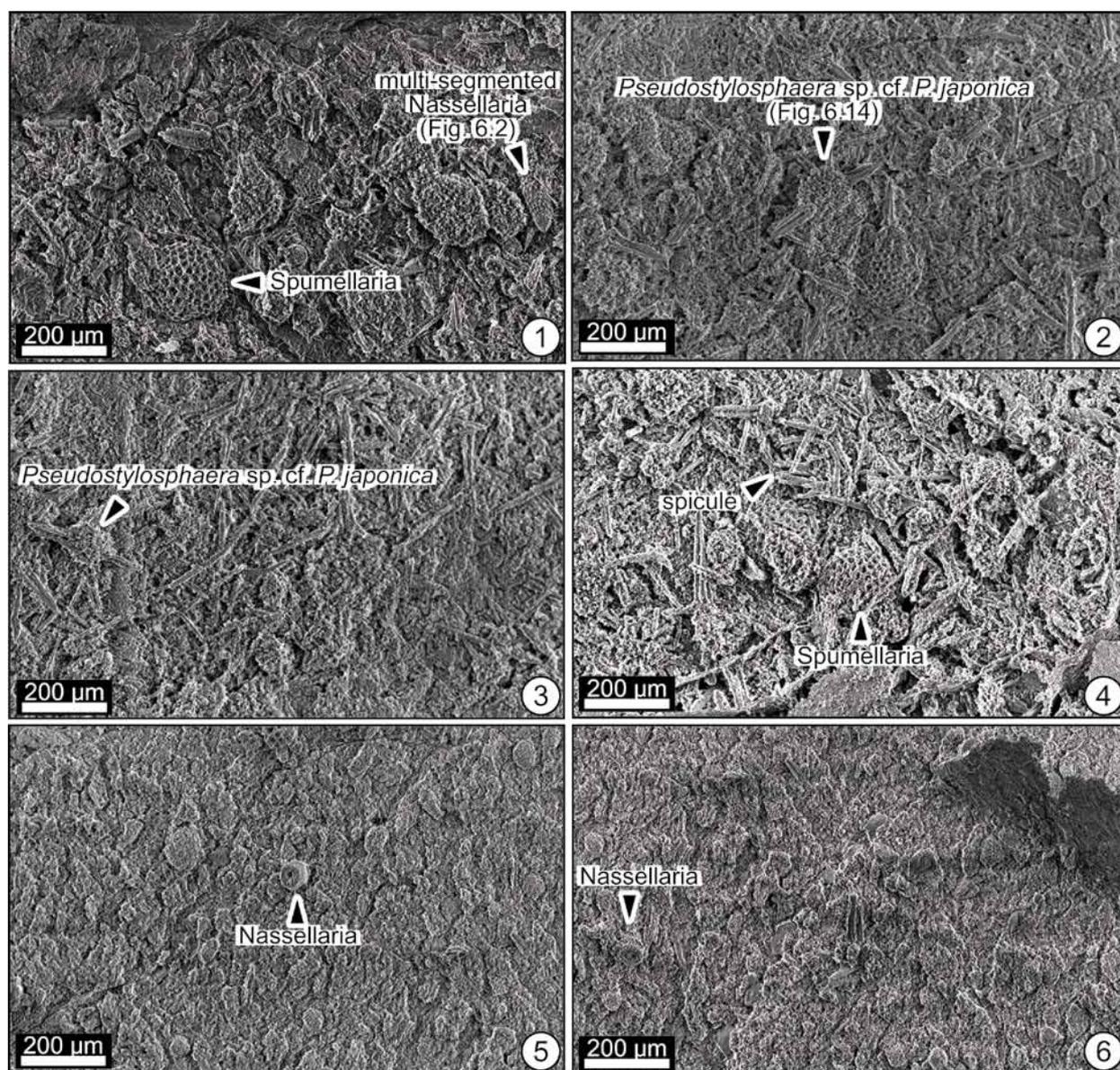


Fig. 5. Photomicrographs of etched surface of siliceous rock pebbles within conglomerates in the Mizukamidani Formation. 1: sample IT10080702-1 (chert: Horizon A); 2, 3: sample IT10050201-1 (chert: Horizon B); 4: sample IT10050301-1 (chert: Horizon C); 5, 6: sample IT10080721-1 (siliceous mudstone: Horizon C).

層群からの含放散虫礫と推定されるそれぞれの礫の起源を Table 1 に示す。本章で用いる秋吉テレーン、舞鶴テレーンおよび丹波-美濃-足尾テレーンの定義は Ichikawa (1990) に従う。飛驒外縁帯についてはその名称や定義について様々な見解があるが(田沢, 2004; 東田ほか, 2004 など), 本論では竹内ほか (2004) による「飛驒帯と美濃帯の間に分布する浅海成古生界(一部中生界)を飛驒外縁帯構成岩類」とするという定義に従う。地体構造区分の名称については, 小嶋ほか (2005) に従い飛驒外縁帯の名称

を使用する。なお礫岩全体を処理した残渣より得られた放散虫化石についてはそれを含んでいた礫種を特定することが困難であるため, ここではその起源について取り扱わない。岐阜県丹生川村の横尾礫岩については, 手取層群に属するということが必ずしも定まっていないが, 本章での議論に含める。

前述の通り本論における検討セクションでは, 層準 A はトリアス系チャート礫を含んでいる可能性が高く, 層準 B はトリアス系中部統~上部統のチャート礫を含んでいる。層準 C はジュラ系チャー

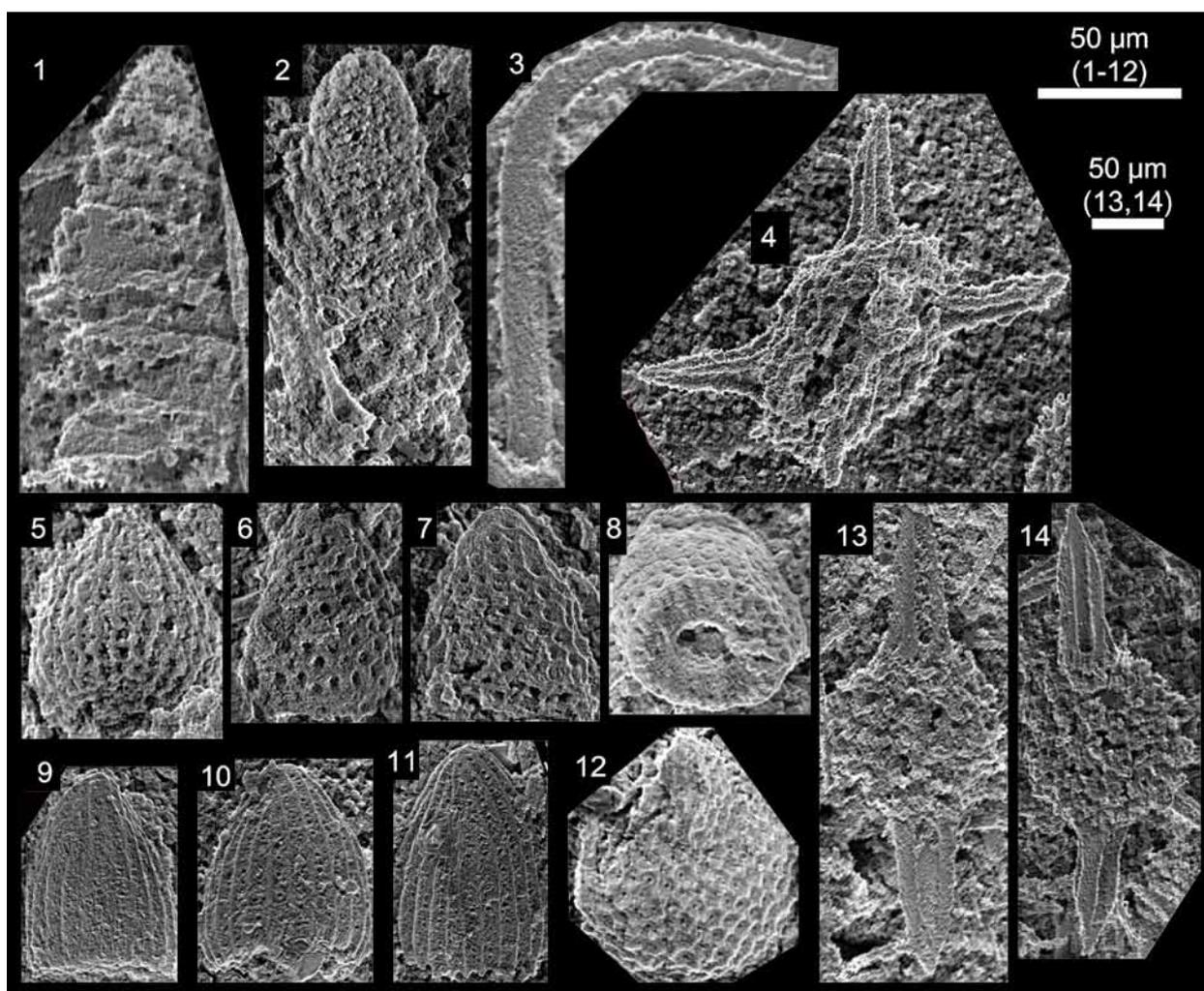


Fig. 6. Radiolarian fossils from siliceous rock pebbles within conglomerates in the Mizukamidani Formation. 1, 3, 13, 14: IT11050201-1 (chert: Horizon B); 2: IT10050407-1 (chert: Horizon A); 4, 5: IT10050302-1 (chert: Horizon C); 6-12: IT10080721-1 (siliceous mudstone: Horizon C). 1: *Triassocampe?* sp.; 2: multi-segmented Nassellaria; 3: spine A2 of Suigiyama (1997); 4: spherical radiolaria? with four spines; 5, 9-11: *Archaeodictyomitra* sp.; 6-8: Nassellaria; 12: closed-end Nassellaria; 13, 14: *Pseudostylosphaera* sp. cf. *P. japonica* Nakaseko and Nishimura.

ト礫とジュラ系珪質泥岩礫を含んでいる。現在知られている地体構造区分上で、トリアス～ジュラ系チャートやジュラ系珪質泥岩を含むテレーンとしては、秩父テレーンや丹波－美濃－足尾テレーンなどのジュラ紀付加体が考えられる。本検討地域に礫を供給しうる地質体に限定すると、本検討で得られた含放散虫礫は丹波－美濃－足尾テレーン起源であると考えられる。

既存研究において報告されている含放散虫礫も丹波－美濃－足尾テレーン起源と考えられるものが多い。齊田 (1987) により報告された *Triassocampe* sp. などを含むトリアス系チャート礫 (1298) や、

竹内ほか (1991) が報告した *Triassocampe* sp. などを含むトリアス系チャート礫 (Yr64 中の礫) は、丹波－美濃－足尾テレーン起源であると考えられる。また、小嶋 (1986) は *F. scholasticus* や *F. ventricosus* などの *F. scholasticus*-*F. ventricosus* 帯の特徴種 (Kuwahara et al., 1998 など) を含むペルム系上部統のチャート礫 (JMP959) と、*Neobaillella ornithoformis* 帯からの産出が知られる *Albaillella levis* (Ishiga et al., 1982a ; Kuwahara et al., 1998 など) を含むペルム系上部統のチャート礫 (JMP882) を報告している。ペルム系チャートを供給しうるテレーンとしては、丹波－美濃－足尾テレーン以外

Table 1. List of radiolarian occurrence from conglomerates of the Tetori Group in the present and previous studies.

Area (Reference)	Sub Group/ Member	Rock facies of sample (sample number)	Observation	Major fossil occurrence	Age	Origin
Lower reaches of the Sakagawa River, Niigata Prefecture (This study)	Akaiwa Subgroup	chert (IT10050407-1: Horizon A)	etched surface	multi-segmented Nassellaria	Triassic?	Tamba-Mino-Ashio
		chert (IT10050201-1: Horizon B)	etched surface	<i>Pseudostylosphaera</i> sp. cf. <i>P. japonica</i> , <i>Triassocampe</i> ? sp., spine A2 of Sugiyama (1997)	Middle-Upper Triassic	Tamba-Mino-Ashio
		chert (IT10050302-1: Horizon C)	etched surface	<i>Archaeodictyomitra</i> sp.	Jurassic	Tamba-Mino-Ashio
		chert (IT10050302-2: Horizon C)	etched surface	spherical radiolaria? with four spines	?	?
		siliceous mudstone (IT10080721-1: Horizon C)	etched surface	<i>Archaeodictyomitra</i> sp., closed-end Nassellaria	Jurassic	Tamba-Mino-Ashio
Uppermost reaches of the Kuzuryugawa River, Fukui Prefecture (Saïda, 1987)	uppermost part of the Itoshiro Subgroup or Akaiwa Subgroup	conglomerate (I256)	residue	<i>Tricolocapsa</i> (?) cf. <i>fusiformis</i> , <i>Parahisuum</i> sp., <i>Triassocampe</i> (?) sp.,	Triassic and Jurassic (mixed)	-
		chert (I298)	residue	<i>Triassocampe</i> (?) sp., <i>Archaeospongoprunum</i> sp., conodont	Triassic	Tamba-Mino-Ashio
		siliceous shale	residue	<i>Triassocampe</i> (?) sp., Jurassic radiolaria	Triassic and Jurassic (mixed)	?
		shale (Yr103)	residue	<i>Follicucullus</i> sp. cf. <i>F. scholasticus</i> morphotype II	Permian	Akiyoshi, Maizuru or Hida-Gaien
Upper reaches of the Kurobegawa River, Toyama Prefecture (Takeuchi et al., 1991)	Akaiwa Subgroup	shale (Mt907)	thin section	<i>Pseudoalballiella</i> sp., <i>Alballiella</i>	Permian	Akiyoshi, Maizuru or Hida-Gaien
		conglomerate (Yr64)	residue	<i>Follicucullus</i> sp. cf. <i>F. scholasticus</i> m. I, <i>Triassocampe deweveri</i> , <i>Pseudostylosphaera</i> sp. cf. <i>P. occostyla</i>	Permian and Triassic (mixed)	-
		chert (part of Yr64)	etched surface	<i>Triassocampe</i> sp., <i>Pseudostylosphaera</i> sp.	Triassic	Tamba-Mino-Ashio
Upper reaches of the Shogawa River, Gifu Prefecture (Matsukawa & Takahashi, 1999)	Itoshiro S.	conglomerate (Mt722)	residue	<i>Hsuum</i> sp., Nassellaria	Jurassic	-
		chert	?	?	Permian or Triassic	?
Northeast part of Toyama Prefecture (Tomita et al., 2007)	Akaiwa S.	mudstone	?	<i>Follicucullus porrectus</i> , <i>Pseudoalballiella</i> cf. <i>fusiformis</i>	Permian	Akiyoshi, Maizuru or Hida-Gaien
		chert	?	<i>Pseudoalballiella</i> sp. cf. <i>P. fusiformis</i> , <i>Pseudoalballiella</i> sp. aff. <i>P. longicornis</i>	Permian	Akiyoshi or Tamba-Mino-Ashio
		chert	?	<i>Pseudostylosphaera japonica</i> , <i>Triassocampe</i> sp.	Triassic	Tamba-Mino-Ashio
Yokoo area, Nyukawa Village, Gifu Prefecture (Kojima, 1986)	Itoshiro Subgroup? (Nozawa et al., 1975)	chert (JMP882)	residue?	<i>Alballiella levis</i> , <i>Follicucullus</i> sp.	Permian	Tamba-Mino-Ashio
		chert (JMP959)	residue?	<i>Follicucullus ventricosus</i> , <i>F. scholasticus</i> , <i>F. monacanthus</i> , <i>Ruzhencevispongus</i> sp., <i>Pseudoalballiella</i> sp.	Permian	Tamba-Mino-Ashio

にペルム紀付加体である秋吉テレーンも想定される。しかしこれまでに秋吉テレーンから報告された最も若いペルム系チャートはペルム系中部統下部の *Pseudoalbaillella globosa* 帯のものであるため (Ishiga et al., 1986 ; 佐野ほか, 1987 ; 五島, 1988 など), これらのペルム系チャートも丹波-美濃-足尾テレーン起源と考えるのが妥当である。一方でペルム紀放散虫を含む泥岩も竹内ほか (1991) や富田 (2007) により報告されている。竹内ほか (1991) は *F. sp. cf. F. scholasticus* morphotype II Ishiga を含むペルム系泥岩礫 (Yr103) の起源を飛騨外縁帯に求めている。 *Follicucullus scholasticus* morphotype II (= *F. ventricosus*) と共産する *F. porrectus* は飛騨外縁帯からも凝灰岩からではあるが産出報告がされている (竹内ほか, 2004)。そのため、竹内ほか (1991) が報告した泥岩礫や富田ほか (2007) が報告した *F. porrectus* を含むペルム系泥岩の起源を飛騨外縁帯に求めることは妥当性がある。その一方で、*F. scholasticus* などを含む泥岩は秋吉テレーンからも報告されている (Ishiga et al., 1986 ; 佐野ほか, 1987 など)。また、舞鶴テレーン中の泥岩からも *F. scholasticus* などのペルム紀放散虫化石が産出している (例えば、Nishimura and Ishiga, 1987 ; 石賀ほか, 1988)。このため、上記の泥岩礫は秋吉テレーンあるいは舞鶴テレーン起源である可能性もある。富田ほか (2007) は *Pseudoalbaillella sp. cf. P. fusiformis* や *Pseudoalbaillella sp. aff. P. longicornis* Ishiga and Imoto を含むペルム系チャート礫の産出を報告しているが、これらはペルム系中部統下部の *Pseudoalbaillella globosa* 帯付近からともに多産する (Ishiga, 1986 など)。これらの放散虫化石は秋吉テレーンと丹波-美濃-足尾テレーンの両テレーンのペルム系チャートからの産出が報告されているため (Ishiga et al., 1982b ; 佐野ほか, 1987 など), 富田ほか (2007) の報告したペルム系チャート礫の起源はこのどちらかのテレーンに求められると考えられる。

これらを総合すると、ジュラ紀付加体の丹波-美濃-足尾テレーンと思われる含放散虫礫は手取層群分布域内では広くみられるのに対し、秋吉テレーンか舞鶴テレーンあるいは飛騨外縁帯に起源が求めら

れる含放散虫礫を含むのは、竹内ほか (1991) により報告された富山県西部黒部川上流域および富田 (2007) により報告された富山県北東部に分布する手取層群のみである。このような分布域の違いは手取層群堆積時のジュラ~白亜紀における各テレーンや地質体の露出状況を反映していると考えられる。

おわりに

これまでの研究における手取層群の礫岩からの放散虫化石産出報告は点的であり、検討が行われていない地域も多い。また既に検討されている地域であっても、放散虫化石が含まれていた礫種が不明確である場合も少なくない。本論で示した HF 処理後のエッチング面を観察する手法によって、礫岩の岩相と放散虫化石の関係をより明瞭に示すことが可能になる。そのため、今後他地域でも同様の検討を行っていく必要があると思われる。また、化石帯のレベルで年代を特定できる中生代放散虫化石が、手取層群中に含まれる礫から産出した例は少ない。これらを明らかにすることにより、礫岩層の形成年代がより明確になり、後背地を含めた手取層群の層位や堆積場が明らかになっていくと期待される。

今回検討を行った水上谷層は、その層位的な位置づけをジュラ系来馬層群の最上部とみなす見解もある (例えば、小林ほか, 1957)。酒井ほか (2012 本号) は本論で報告した放散虫化石に基づく年代的な観点から、同層は手取層群に帰属させることが妥当であると結論付けた。また、珪質岩礫の放散虫年代ならびに礫種構成から、水上谷層は赤岩亜層群の薬師沢右俣礫岩部層および長尾山礫岩砂岩互層に対比されている。

近年になり、手取層群の細粒碎屑岩からも放散虫化石の産出が報告されている (平澤・柏木, 2008 ; 平澤ほか, 2010 ; Kashiwagi and Hirasawa, 2010)。放散虫化石の産出は海成層の存在を直接的に示すとともに、地層の堆積年代を表す。手取層群の中で大型化石の産出が乏しい地域や層準において、放散虫化石に代表される微化石は層位を検討する上での有効な手段となり得る。

謝辞

フォッサマグナミュージアム学芸員の竹之内耕博士には調査地域の地質についてご教示を賜るとともに、原稿について有益なご助言を頂いた。富山市科学博物館学芸員の藤田将人博士には水上谷層の対比について貴重なご意見を頂いた。新潟大学自然科学研究科の二階堂 崇氏には、トリアス紀放射虫の同定に関してコメントを頂いた。古見 浩，大倉正敏，太田泰明，馬場健司，山田隆雄，山田諒介，星田和紀，佐藤毅一，中村行雄の各氏には，調査への参加および協力をして頂いた。糸魚川教育委員会には，青海中学校付属セミナーハウスの使用に際し，便宜を図って頂いた。ここに記して謝意を表する。

文献

- 五島 昇，1988，帝釈地域のペルム紀珪質 - 泥質岩類の層序と粗粒碎屑岩類との構造的関係。地質学雑誌，94，501-514。
- 平澤 聡・柏木健司，2008，富山県南東部の手取層群有峰頁岩部層から産したジュラ紀新世放射虫化石とその意義（予報）。日本地質学会第115年学術大会講演要旨，35。
- 平澤 聡・柏木健司・藤田将人，2010，富山県に分布する上部ジュラ～下部白亜系手取層群の海成層と恐竜足跡化石。日本地質学会第117年学術大会見学旅行案内書，地質学雑誌，116，補遺，103-121。
- Ichikawa, K., 1990, Pre-Cretaceous Terranes of Japan. In Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. and Yao, A. eds., Pre-Cretaceous Terrane of Japan. Publication of IGCP project No.224, Pre-Jurassic Evolution of Eastern Asia, 1-11.
- Ishiga, H., 1986, Late Carboniferous and Permian radiolarian biostratigraphy of southwest Japan. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, 29, 89-100.
- Ishiga, H., Kito, T. and Imoto, N., 1982a, Late Permian radiolarian assemblages in the Tamba district and an adjacent area, southwest Japan. *Earth Science (Chikyū Kagaku)*, 36, 10-22.
- Ishiga, H., Kito, T. and Imoto, N., 1982b, Middle Permian radiolarian assemblage from the Tamba district and adjacent area, southwest Japan. *Earth Science (Chikyū Kagaku)*, 36, 272-281.
- 石賀裕明・高松雅俊・滝川 卓・西村貢一・徳岡隆夫，1988，岡山県井原北西および金川地域の舞鶴層群の放射虫生層序。島根大学地質学研究報告，7，39-48。
- Ishiga, H., Watase, H. and Naka, T., 1986, Permian radiolarians from the Nishiki Group in Sangun-Chugoku Belts, southwest Japan. *Earth Science (Chikyū Kagaku)*, 40, 124-136.
- 磯見 博・野沢 保，1957，5万分の1地質図幅「船津」および同説明書。地質調査所，78p。
- Kashiwagi, K. and Hirasawa, S., 2010, Jurassic radiolarians and other microfauna recovered from the trace fossils of the Kiritani Formation of the Tetori Group in the Yatsuo area, Toyama Prefecture, northern Central Japan. *Paleontological Research*, 14, 212-223.
- 小林貞一・小西健二・佐藤 正・速水 格・徳山 明，1957，来馬層群（ジュラ系下部）。地質学雑誌，63，182-194。
- 小嶋 智，1986，岐阜県高山市丹生川村横尾付近に分布する礫岩より二疊紀放射虫化石の産出。大阪微化石研究会誌特別号，no. 7，175-179。
- 小嶋 智・竹内 誠・東田和弘，2005，飛騨外縁帯の英語表記について。地質学雑誌，111，54-55。
- Kuwahara, K., Yao, A. and Yamakita, S., 1998, Reexamination of Upper Permian radiolarian biostratigraphy. *Earth Science (Chikyū Kagaku)*, 52, 391-404.
- 前田四郎，1961，手取層群の地史学的研究。千葉大学文理紀要，3，396-426。
- 松川正樹・高橋 修，1999，手取層群分布域南東部の石徹白亜層群の礫岩から産出した放射虫化石とその地質学的な意義。日本地質学会第106年学術大会講演要旨，165。
- Nishimura, K. and Ishiga, H., 1987, Radiolarian Biostratigraphy of the Maizuru Group in Yanahara area, Southwest Japan. *Memoirs of the Faculty of Science and Engineering, Shimane University*, 21, 169-188.
- 野沢 保・河田清雄・河合正虎，1975，5万分の1地質図幅「飛騨古川」および同説明書。地質調査所，79p。
- 酒井佑輔・伊藤 剛・茨木洋介・吉野恒平・石田直人・梅津 暢・中田健太郎・松本明日香・日野原達哉・

- 松本 健・松岡 篤, 2012, 新潟県糸魚川地域境川右岸の手取層群水上谷層の岩相と層序. 糸魚川市博物館研究報告, no. 3, 1-11.
- 齊田縦道, 1987, 福井県大野郡和泉村田茂谷地域の手取層群中のチャート礫に含まれる三疊紀およびジュラ紀放散虫化石. 地質学雑誌, 93, 57-59.
- 佐野弘好・飯島康夫・服部弘通, 1987, 中国山地中央部秋吉帯古生界の層序. 地質学雑誌, 93, 865-880.
- Sugiyama, K., 1997, Triassic and Lower Jurassic radiolarian biostratigraphy in the siliceous claystone and bedded chert units of the southeastern Mino Terrane, central Japan. *Bulletin of Mizunami Fossil Museum*, no. 24, 79-193.
- 竹内 誠・河合政岐・野田 篤・杉本憲彦・横田秀晴・小島 智・大野研也・丹羽正和・大場穂高, 2004, 飛騨外縁帯白馬岳地域のペルム系白馬岳層の層序および蛇紋岩との関係. 地質学雑誌, 110, 715-730.
- 竹内 誠・斎藤 眞・滝沢文教, 1991, 黒部川上流域の手取層群の礫岩から産出した放散虫化石とその地質学的意義. 地質学雑誌, 97, 345-359.
- 田沢純一, 2004, 飛騨外縁帯の古生代～中生代テクトニクスに関する従来の研究と今後の課題. 地質学雑誌, 110, 567-579.
- 富田 覚・竹内 誠・亀高正男, 2007, 富山県北東部に分布する手取層群の礫岩から産出した放散虫化石とその地質学的意義. 日本地質学会第114年学術大会講演要旨, 243.
- 東田和弘・竹内 誠・小嶋 智, 2004, 飛騨外縁帯の再定義. 地質学雑誌, 110, 640-658.

要約

ジュラ系中部統から白亜系下部統の手取層群には、チャート礫を含む礫岩層が複数の層準に存在する。これらの礫岩中の礫の種類とその礫から産出した放散虫化石の関係を示すには、フッ酸処理を行ったエッチング面を観察する手法が効果的である。新潟県糸魚川地域の手取層群水上谷層の礫岩から中生代放散虫化石が産出した。チャート礫からはジュラ紀およびトリアス紀放散虫化石が、珪質泥岩礫からはジュラ紀放散虫化石が得られた。礫種と放散虫化石に基づく年代から推定すると、これらの礫はジュラ紀付加体の丹波－美濃－足尾テレーン起源である可能性が高い。このことは水上谷層の礫岩の堆積時に、ジュラ紀付加体が既に陸化していたことを示す。また、これらの放散虫年代は同層の層位を特定する上で意味を持つ。