

富山県八尾地域の楡原層（下部中新統）の堆積環境と チャート礫から産出した中・古生代放散虫化石

柏木健司

富山大学大学院理工学研究部（理学）富山市五福3190

要 旨

下部中新統の楡原層は、北陸地方の新第三系八尾層群の最下部を占め、下部の今生津礫岩部層と上部の芦生砂岩部層の2部層からなる。今生津礫岩部層は、基質支持礫岩を主体に、少量の層状～レンズ状の砂岩を挟在する。芦生砂岩部層は、粗粒～極粗粒砂岩からシルト岩への層厚数 m の上方細粒化層序の繰り返りで特徴づけられる。楡原層は、礫質網状河川で堆積した今生津礫岩部層から、砂質網状河川で堆積した芦生砂岩部層へと、全体に上方細粒化を示す。

今生津礫岩部層中のチャート礫は、ペルム紀古世、三疊紀中世Anisian-Ladinian、同新世Carnian、ジュラ紀中世Aalenianの放散虫化石を産する。これらチャート礫は、東アジア東縁の中・古生代付加体のうち、恐らくジュラ紀付加体中のチャート岩体、ないし中・古生代付加体起源のチャート礫を含む白亜紀～古第三紀堆積岩類からもたらされた。

キーワード：八尾層群，楡原層，網状河川，チャート礫，放散虫化石

KASHIWAGI, Kenji (2012) Sedimentary environment of the Nirehara Formation (Lower Miocene) in the Yatsuo area, Toyama Prefecture of central Japan and Paleozoic and Mesozoic radiolarian fossils from chert pebbles and cobbles. Mem. Fukui Pref. Dinosaur Mus. 11:27-47.

The Nirehara Formation, the lowermost part of the Neogene Yatsuo Group in the Hokuriku Region of central Japan, is composed of two members: the Imozu Conglomerate and the Ashiu Sandstone Members in ascending order. The Imozu Conglomerate Member consists mainly of matrix-supported conglomerate with minor amounts of sandstone layers. The Ashiu Sandstone Member is characterized by the frequent repetitions of the upward-fining sequences of several meters thick from coarse- to very coarse-grained sandstone to siltstone. The Nirehara Formation indicates overall the fining-upward succession from the Imozu Conglomerate Member showing a gravel-bed braided river to the Ashiu Sandstone Member which deposited in a sand-bed braided river.

Chert pebbles and cobbles include some Paleozoic and Mesozoic radiolarian fossils of which ages are Early Permian, Anisian-Ladinian of Middle Triassic, Carnian of Late Triassic, and Aalenian of Middle Jurassic. These chert gravels were thought to be derived from chert bodies in the Late Paleozoic to Mesozoic, possibly Jurassic accretionary complexes along the east margin of the Asian continent, or Cretaceous and Paleogene sedimentary rocks including chert gravels originated from the Jurassic accretionary complexes.

2012年7月11日受付，2012年11月14日受理。

Corresponding author—Kenji KASHIWAGI
Graduate school of Science and Engineering for Research, University
of Toyama, 3190 Gofuku, Toyama 930-8555, Japan
E-mail: kasiwagi@sci.u-toyama.ac.jp
(*を半角@に変えてご入力ください)

編集注)：「古世」「中世」「新世」は、それぞれ「前期」「中期」「後期」と同義。

はじめに

北陸地方の新第三系八尾層群は、日本海形成に相前後して形成された堆積岩類と火山岩類から構成され、下位から上位に楡原層、岩稲層、医王山層、黒瀬谷層、および東別所層に細分される。このうち、黒瀬谷層と東別所層は大型化石と微化石を多産し（中世古，1954b；千地，1955；長谷川ほか，1990；小笠原ほか，1990など）、日本海形成直後の北陸地方の古環境を考える上で重要な地層に位置付けられ

る。また、安山岩質火山岩類と同質火砕岩類からなる岩稲層は、K-Ar年代や古地磁気学的検討から、日本海の形成に密接に関連することが明らかにされている(柴田, 1973; 伊藤・渡辺, 2000)。一方、八尾層群の最下部を占める楡原層は、日本海形成以前の東アジア東縁部の古環境を示す重要な地層である一方で、陸成層(小笠原ほか, 1990; 藤井ほか, 1992a, b; 鮎野, 1992)、海成層(横山, 1930; 津田, 1953, 1955)、ないし陸成層で最上部に汽水成層を伴う(野村ほか, 1978)等と、対立する意見が並立している。また、示準・示相化石ともに報告されておらず、年代学的な検討も不十分である。

以上の観点から、筆者は富山県南部の八尾地域において2011年9月以降、日本海形成以前の東アジア東縁部の姿を復元する目的で、楡原層の岩相層序学的検討を進めている。その過程で、八尾地域南東部の久婦須川流域において、詳細な堆積学的記載に加え、礫岩中のチャート礫を対象に放射虫化石の年代学的検討を行った。その結果、楡原層の堆積環境とチャート礫の供給地質体に関して、一定の知見を得ることができたので報告する。

地質概説

八尾地域に露出する第三系は、横山(1930)により神通川沿いで岩相層序の大枠が示され、八尾付近を模式地として八尾統と命名された。その後、複数の層序区分が提案されている(今村, 1936, 1937; 津田・千地, 1950; 横山, 1950; 津田, 1953, 1955; 中世古, 1953, 1954a; 坂本ほか, 1957; 坂本・野沢, 1960; 坂本, 1966; 早川・竹村, 1987; 藤井ほか, 1992a, bなど)。このうち、独自の地質図を基に岩相層序を報告したのは、今村(1937)、津田(1953)と坂本・野沢(1960)、早川・竹村(1987)に限られる。

本稿で対象とする八尾地域南東部は、国土地理院発行5万分の1地形図「八尾」南東部の久婦須川流域に位置する。津田(1953)は、久婦須川流域の第三系を下位の八尾層群と上位の音川層群に二分し、八尾層群をさらに下位から楡原累層、岩稲累層、黒瀬谷累層、城山累層に細分した。八尾層群は、横山(1930)の八尾統にほぼ相当する。坂本・野沢(1960)は、富山県南部から石川県中部に至る富山積成盆地の第三系を北陸層群として一括し、北陸層群を下位から楡原累層、岩稲累層、医王山累層、八尾累層、音川累層、氷見累層、埴生累層に区分した。八尾累層は、津田(1953)の黒瀬谷累層と城山累層を包括する層序单元である。医王山累層は、久婦須川流域より西方で厚く発達し、久婦須川流域で分布は途切れる(坂本・野沢, 1960; 早川・竹村, 1987)。なお、津田(1953)の城山累層は、砥波地域の東別所累層(藤田・中川, 1948)の東方延長部に位置し、近年の諸報告では東別所累層ないし東別所層が用いられている(例えば、早川・竹村, 1987; 伊藤・早川, 1988; 富山県, 1992; 清水・藤井, 1995; 清水ほか, 2000; 棚座ほか, 2010など)。

本稿では、久婦須川流域の第三系の層序について、津田(1953)の層序区分を基本とする。また、日本地質学会(2001)の地層層序单元の適用に従い、累層を層として表記すると

ともに、層の低次の階層として部層を用いる。即ち、八尾層群は下位から楡原層、岩稲層、医王山層、黒瀬谷層、および東別所層から構成される地質单元である。また、地表地質分布は坂本・野沢(1960)に従い、層序单元を津田(1953)の区分に読み換える(Fig. 1)。八尾地域南東部の八尾層群は、先新第三系の飛騨帯を構成する飛騨変成岩類と飛騨花崗岩類、および飛騨帯構成岩類を被覆する手取層群とは不整合ないし断層関係で接し、東西走向で北に緩傾斜の構造をなす。以下、本稿に関連する楡原層と岩稲層について述べる。

楡原層は八尾層群の最下部を占め、神通川流域の楡原周辺で最も厚く、東方へと次第に層厚を減じる。下位から上位へと礫岩主体の今生津礫岩部層、粗粒～細粒の花崗岩質砂岩からなる芦生砂岩部層、および細粒～粗粒砂岩とシルト岩の互層からなる茗ヶ島砂岩頁岩互層部層の3部層に細分される。このうち、茗ヶ島砂岩頁岩互層部層は久婦須川流域には露出しない。化石は、植物化石片が僅かに報告されている(津田, 1953; 坂本・野沢, 1960)。また、古地磁気はChron C5Cnより古期の逆帯磁を示す(伊藤・渡辺, 2000)。楡原層の堆積環境は、沿岸域の三角州(津田, 1953, 1955)、ないし陸域の河川(小笠原ほか, 1990; 藤井ほか, 1992a, b; 鮎野, 1992)との報告がある。ただし、堆積相の詳細な解析は行われていない。

岩稲層は、安山岩質溶岩と同質火砕岩類から主に構成される。山田川沿いに露出する、凝灰岩中の砂質ないし泥質な層準から、保存不良で同定に耐えない植物化石(津田, 1953)が、久婦須川沿いの本層最上部に挟在されるシルト岩から海生軟体動物化石と植物化石が報告されている(坂本・野沢, 1960)。下位の楡原層との関係は、八尾地域では整合(津田, 1953; 坂本・野沢, 1960; 坂本, 1966; 早川・竹村, 1987; 高橋・周藤, 1999)とされている。一方、富山県東部においては、整合(野村ほか, 1978)ないし不整合(金子, 2001)との報告もある。また、北陸地方全体を総括する一般普及書では、不整合ないし非整合(鮎野・藤井, 1988; 藤井ほか, 1992a)と記されている。本層上部の安山岩のK-Ar年代として久婦須川沿いで 16.3 ± 0.9 Ma、別所川沿いで 16.4 ± 0.9 Maが(柴田, 1973)、本層下部の安山岩のK-Ar年代として庄川沿いで 17.3 ± 1.0 Maが(新村・荒川, 2008)報告されている。また、古地磁気層序では、本層上部は正帯磁のChron C5Cnに対比されている(伊藤・渡辺, 2000)。なお、藤井ほか(1992b)は岩稲層の年代を、能登半島の安山岩質火山岩類や福井県丹生地区の糸生層下部に位置する安山岩類の年代値、および上位の黒瀬谷層の年代等の当時の知見に基づいて、20～18 Maに位置づけた。また、岩稲層の既報告K-Ar年代に基づいて、岩稲層の活動年代を高橋・周藤(1999)は約19～16 Maと、新村・荒川(2008)は約18～16 Maと指摘している。

八尾地域西方の富山県西部から石川県にかけて、岩相的に楡原層と岩稲層に対比される地層の分布が知られている(藤井ほか, 1992b; 鮎野, 1993)。このうち、富山県西部の庄川と小矢部川上流域に分布する刃利礫岩層は、その岩相層序や上下位層との地質関係が比較的良好に研究されている。即ち、刃利礫岩層は古第三系の太美山層群を不整合に覆い、

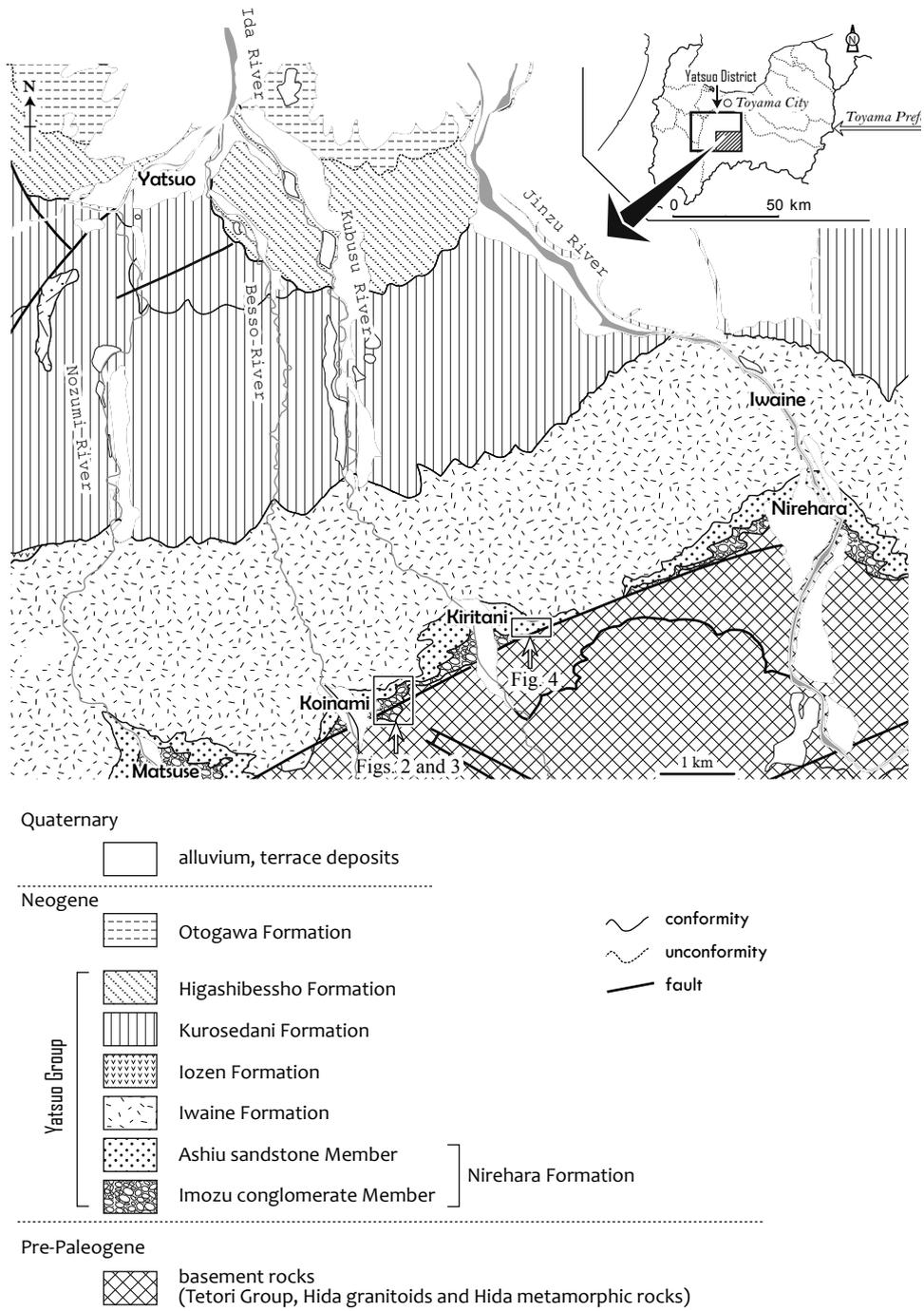


FIGURE 1. Geological outline in the southeastern part of the Yatsuo area, southern Toyama Prefecture of central Japan, and locations of Figures 2 and 4. Modified from Sakamoto and Nozawa (1960).

白中月長石流紋岩に整合に覆われ、岩稲層に不整合に覆われる(須藤, 1979). なお、刃利礫岩層と白中月長石流紋岩は、雁沢(1983)により刃利層として一括され、その下部の刃利礫岩部層と上部の白中月長石流紋岩部層にそれぞれ相当する。白中月長石流紋岩は、K-Ar年代値として24, 25 Ma(柴田, 1973), フィッション・トラック年代値として 22.2 ± 2.9 , 23.7 ± 2.9 Ma(雁沢, 1983), 25.0 ± 1.0 Ma(中島ほか, 1983)が報告されている。富山県西部の刃利礫岩層から南西に約35 kmに分布する鷲走ヶ岳月長石流紋岩は、先古第三系の基盤岩類を不整合に覆い、岩稲層に不整合に覆われる。鷲走ヶ岳月長石流紋岩は、活動年代としてRb-Sr全岩アイソクロン年代値に基づき 19.5 ± 0.6 Ma以前(石田ほか, 1998), および被熱水変質の時期としてフィッション・トラック年代により約20~22 Maが(伊藤ほか, 2001)報告されている。

刃利礫岩層の堆積年代、および白中月長石流紋岩と鷲走ヶ岳月長石流紋岩の活動年代は、上下位の地層との層序関係と放射年代値に基づく、暁新世末~中新世前期の約20~25 Maに含まれる(石渡, 2006)。一方、楡原層の堆積年代は、岩稲層の活動年代(高橋・周藤, 1999; 新村・荒川, 2008)と層序関係を参考にすると、20 Ma前後と想定できる。いずれにしても、楡原層とその相当層は大まかに中新世前期の年代を示し、東アジア大陸東縁部の分裂に始まり、日本海および島弧の形成に至る過程の一部を記録している。

楡原層の岩相

本研究を行ったのは、富山県富山市南部八尾地区(旧八尾町)のうち、久婦須川流域の桐谷付近に位置する。検討を実施した林道の位置をFig. 1に、林道沿いの岩相分布と岩相柱状図をそれぞれFigs. 2~4に、代表的な岩相の産状をFigs. 5~8に示す。なお、桐谷東方の林道に沿う楡原層の露出は不良であり(Fig. 4)、以下の岩相記載は桐谷~小井波間の林道沿いの情報に基づく(Figs. 2, 3)。

八尾地域南東部の楡原層は、下位の礫岩卓越相と上位の砂岩卓越相に区分され、それぞれは津田(1953)の今生津礫岩部層と芦生砂岩部層に対比される。検討したルート沿いにおける今生津礫岩部層は、礫岩を主体に所々に層厚数十cmの砂岩層ないしシルト岩層を層状~レンズ状に挟在する。調査軌線沿いでの層厚は約150 mである。下限の先古第三系の基盤岩類との関係は露頭欠如のため不明で、上限は芦生砂岩部層と断層で画される。また、西南西~東北東走向で南に急傾斜する断層が2箇所確認されている(Fig. 5-2)。

今生津礫岩部層中の礫岩は、径数 cm~十数 cmの円~亜円礫を主体に、粗粒~極粗粒砂岩からなる基質中に礫を基質支持で含む(Fig. 5-1)。礫種は、流紋岩類が卓越し、チャート礫も頻繁に見られ、ごく希に花崗岩礫やシルト岩礫が伴われる。石灰岩類や緑色岩類、および砂岩や泥岩などの陸源碎屑岩類を含む付加体起源の礫は、チャート礫を除いて観察する限りにおいて確認できなかった。また、楡原層との対比が指摘されている刃利礫岩層中に多量に含まれる正珪岩礫は、久婦須川流域の楡原層の礫岩では観察さ

れなかった。今生津礫岩部層に挟在される粗粒~極粗粒砂岩層は、一般に層厚数 cm~数十 cm前後で側方にレンズ状に尖滅する。上下位の地層境界は数 cm~十数 cm前後の凹凸を伴い礫岩と接する。しばしば、斜交葉理やシルト岩同時侵食礫を伴う。層厚10~20 cmのシルト岩層の挟在も認められ、葉理に沿ってしばしば植物化石片が多産する。芦生砂岩部層との境界付近では、層厚数mの砂岩層も見られる。礫岩中に挟在される砂岩層とシルト岩層は、それら層相において後述する芦生砂岩部層に酷似している。

芦生砂岩部層は、下部(層厚約35 m)中部(層厚約60 m)、および上部(層厚約45 m)に便宜的に分けられ、調査ルートでの全層厚は約170 mである(Fig. 2)。下部は、主として粗粒~極粗粒砂岩から構成され、層厚1~2 mの礫岩層を1層準に挟在する。この礫岩は、岩相的に今生津礫岩部層中のそれと酷似しているが、露出不良のために礫の配列等の堆積構造の詳細は不明である。

芦生砂岩部層の中部と上部は、粗粒~極粗粒砂岩から中粒~細粒砂岩、ないしシルト岩への上方細粒化層序が、層厚数m単位で繰り返すことで特徴付けられる(Fig. 3)。一方、挟在されるシルト岩は、中部では層厚数十 cm~2 mで、上部では層厚数m(例えば、区間Lの下部のシルト岩は層厚約4 m)と相対的に厚くなる。層理面の姿勢は、南西~北東から西南西~東北東走向で、北に30~50°傾斜である。変位量が最大で数十 cm程度の小断層が所々に観察され、とくに区間Eから区間Gで数多く発達する。

粗粒砂岩中には、トラフ型斜交層理が頻繁に見られ(Figs. 5-3, 6-1, 7-1)、径数 mm~数 cmの灰色を呈するシルト岩同時侵食礫が斜交層理に沿ってしばしば配列する(Fig. 5-4)。区間Eの層厚50 cmのシルト岩は灰色を呈し、下部と上部に層厚数cmのシルト岩角礫層を伴い、側方に極粗粒砂岩と同時異相の関係にある(Fig. 6-1~6-3)。区間Lの厚さ60 cmのシルト岩は、極粗粒~粗粒砂岩で充填されている亀裂を周囲に伴い、しばしば砂岩中で角礫状に分離している(Fig. 5-5, 5-6)。

砂岩中に認められる斜交層理の古流向を、計測値ごとにFig. 3中に矢印で示す。芦生砂岩部層の中部では、北西~南西の概ね西向き古流向が卓越し、東北東の古流向も認められる。上部では、南南西、北北西、および西南西の古流向が認められる。

芦生砂岩部層を構成する砂岩は、「層理は極めて不明瞭である。局部的に小規模な偽層をなしている。」(津田, 1953)や「塊状、均質の砂岩で、淘汰もよく、層理やラミナはほとんど発達しない。」(坂本・野沢, 1960)等の記載にあるように、葉理や層理の発達に乏しいとされてきた。区間Hの砂岩と区間L中程の砂岩には、柱状図で層理や葉理を示していない(Fig. 3)ものの、露出不良ないし風化の為に堆積構造が識別しにくくなっている可能性がある。区間F~G間の層厚十数mは、小断層が頻繁に発達し、走向にやや平行な露頭であるため、現地での記載を省いているものの、所々にシルト岩の配列による層理が発達する。また、露頭の風化状態等により、堆積構造の見え方は大きく異なる(Fig. 6-1の左2/3と右1/3)。以上の点を考慮すると、芦生砂岩部層の主たる構成要素である砂岩は、むしろ層理や葉理

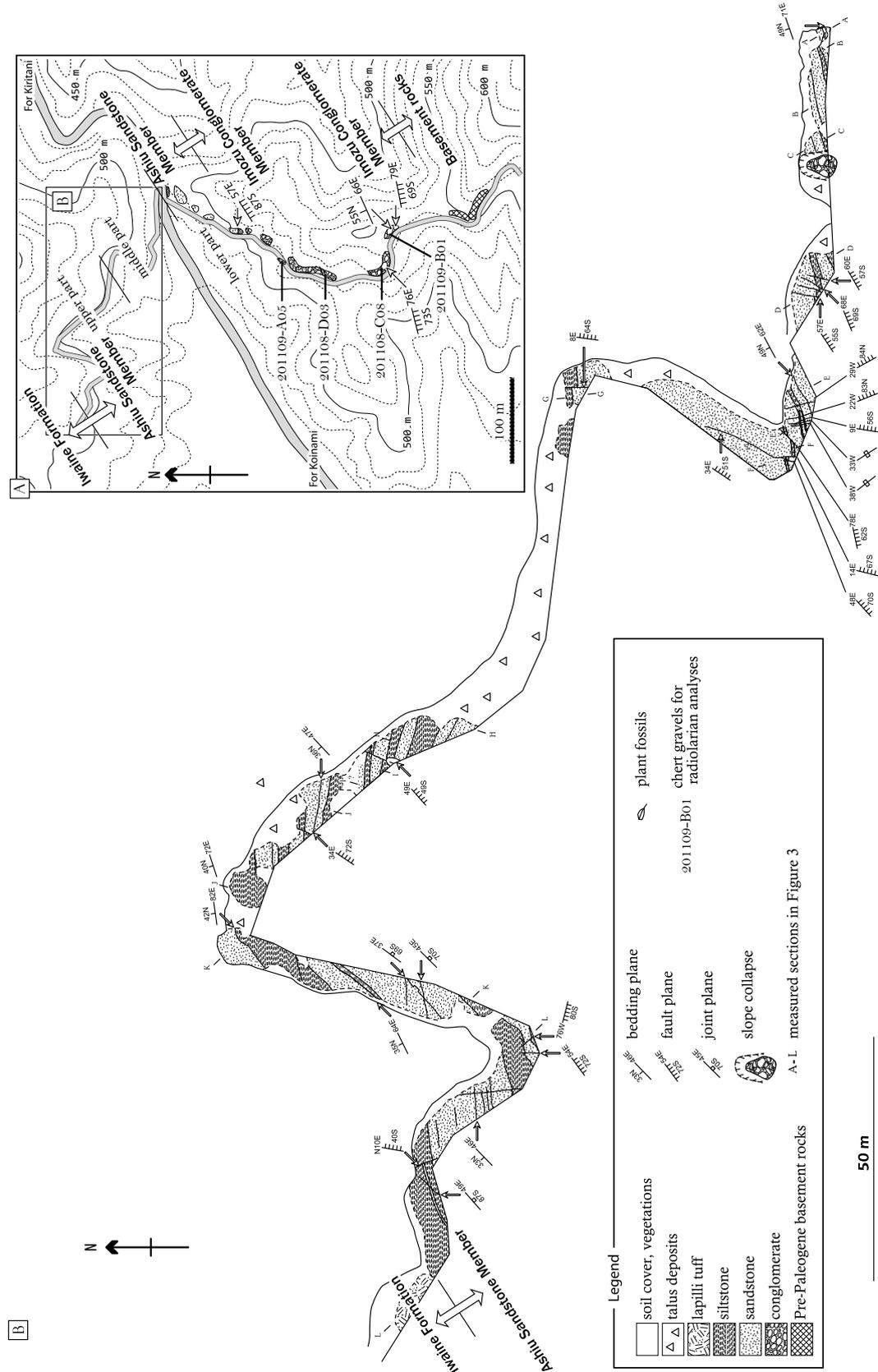


FIGURE 2. Lithofacial distributions of the Nirehara Formation along the forest road west of Kiritani. Based map is 1/25,000 map of Yatsuo by Geographical Survey Institute of Japan.

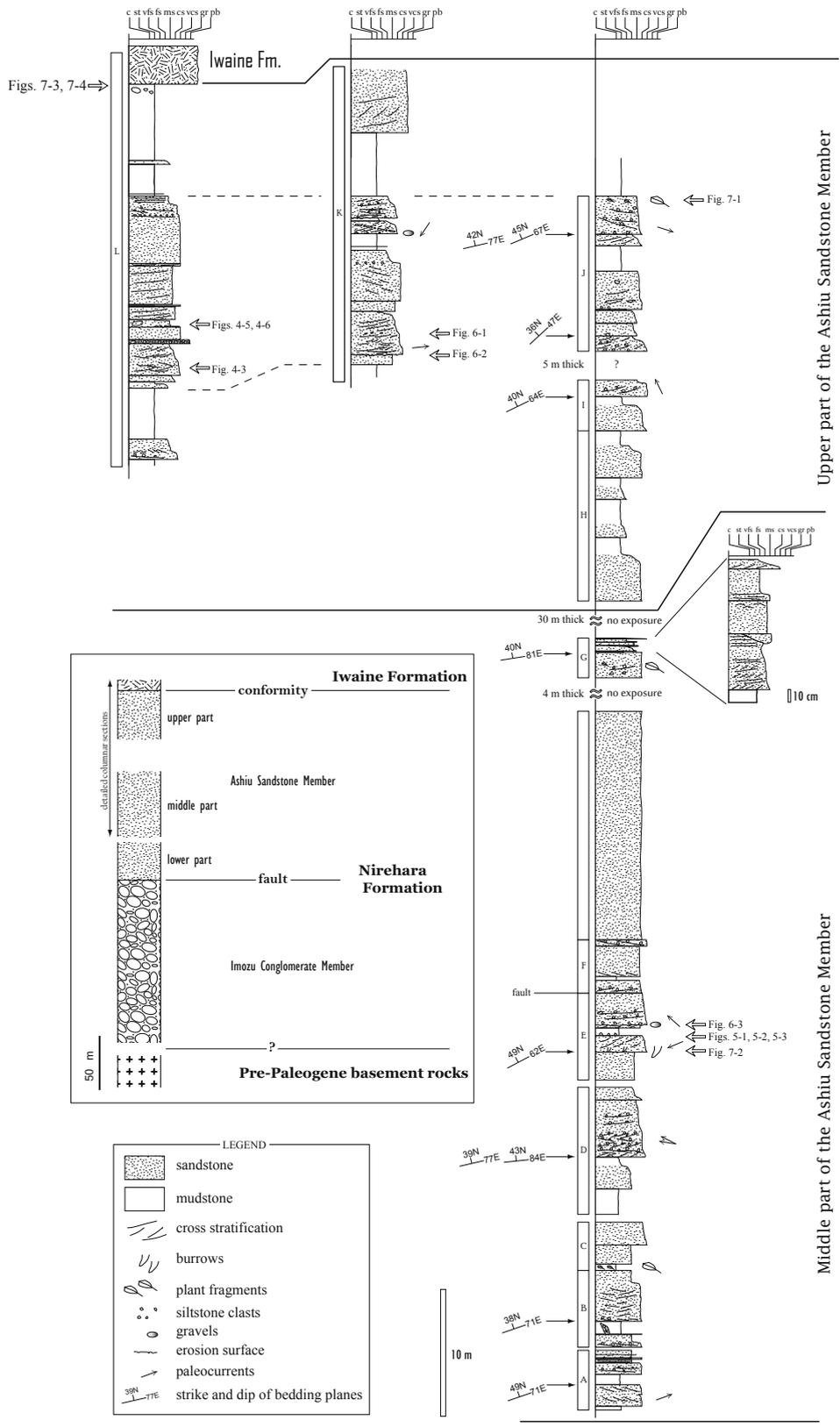


FIGURE 3. Columnar sections of the middle to upper parts of the Ashiu Sandstone Member of the Nirehara Formation along the forest road west of Kiritani.

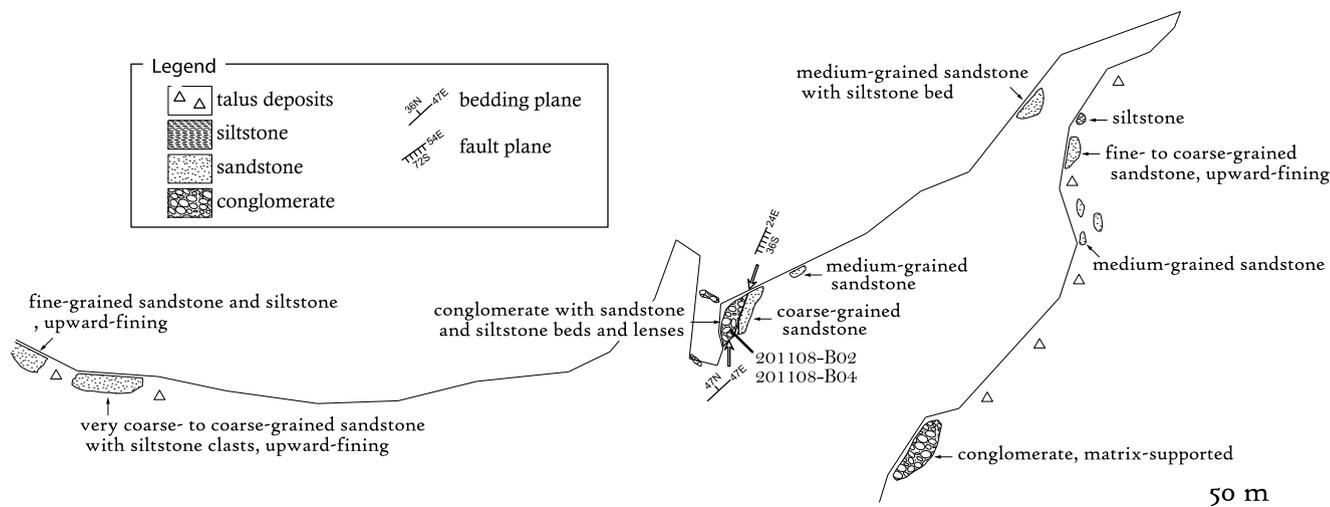


FIGURE 4. Lithofacial distributions of the Nirehara Formation along the forest road east of Kiritani. Based map is 1/25,000 map of Yatsuo by Geographical Survey Institute of Japan.

等の堆積構造に富む可能性が高い。

砂岩層基底における明瞭な侵食面が、区間Eの1地点と区間Kの2地点の計3地点で観察される (Fig. 6-2, 6-3). 侵食面は数 cm~十数 cm深で波状をなし、極粗粒~粗粒砂岩により埋積されている。このうち、区間Eでは径1~5 cm以下の円礫が侵食面上にみられ (Fig. 6-3)、それら礫層は今生津礫岩部層のそれと同様である。

榆原層の芦生砂岩部層と岩稲層との地質関係は、区間Lで観察される (Fig. 3)。芦生砂岩部層の層厚10 m弱の塊状シルト岩は、層厚約30 cmで上方細粒化する中粒砂岩層を挟み、岩稲層直下の約1 mで岩稲層起源の火山礫凝灰岩の角礫を含む (Fig. 3)。その上位の岩稲層は火山礫凝灰岩からなり、芦生砂岩部層のシルト岩に累重する (Fig. 8-3, 8-4)。地層境界付近は、水の浸み出しがあるなど良好な露頭状況ではないものの、シルト岩中に火山礫凝灰岩の礫が含まれ、断層を示唆するせん断構造が認められないことから、両者の関係は整合である可能性が高い。

榆原層から産する大型化石として、今生津礫岩部層中のシルト岩層から、葉理に平行に配列した植物化石が産した。これら植物化石は主に植物片で構成され、現時点で同定可能なものは得られていない。芦生砂岩部層では、区間Eの層厚約130 cmの斜交層理砂岩の下部約40 cmに、径数 mmの茶斑状模様が観察され、生物擾乱を受けているものと考えられる。形態がはっきりしないことから、生痕化石名を同定するに至っていない (Fig. 8-2)。また、区間Jの砂岩中に炭化材化石が観察される (Fig. 8-1)。

チャート礫中の放散虫化石とその時代

榆原層の今生津礫岩部層に含まれるチャート礫を対象に、野外においてルーペで放散虫化石の有無を確認して試料を採取し、実験室内でフッ酸処理に供した。チャート礫は、

露頭表面から礫単体として採取可能である一方、礫表面の窪みには基質の砂粒子がしばしば付着している。そのため、フッ酸処理に先んじて流水にて基質の砂粒子を出来る限り除去したものの、除去しきれなかった試料についてはそのまま処理に供した。得られた放散虫化石はFigs. 9~11とTable 1に、時代指標種に基づくそれぞれの放散虫化石時代はFig. 12に示される。本稿では、三疊紀放散虫化石については基本的にSugiyama (1997)の分類に従い、同定と時代決定を行っている。ペルム紀とジュラ紀については、それぞれIshiga (1990)とMatsuoka (1995a)の化石帯区分と指示時代に依っている。また、放散虫化石の実体顕微鏡下での選択は、時代示準種を中心に行っているため、報告する構成種は正確な群集構成を反映していない。

なお、ジュラ紀と三疊紀は一般に、大きく3つの世 (Epoch) に細分される (例えば、Ogg et al., 2008)。本稿では、これら世に対応する表記として、「古世」「中世」「新世」を用いる。これらの日本語表記については、八尾 (2011) に詳しい解説がなされている。

試料201108-D03: *Eptingium manfredi*, *Pentactinocarpus fusiformis*, *Pseudostylosphaera compacta*, *Pseudostylosphaera japonica*, *Spinotriassocampe anuulata*, *Triassocampe coronata*, *Triassocampe deweveri*, *Triassocampe transita*, *Yeharaia mascula*などが産した。*Pentactinocarpus fusiformis*は、Sugiyama (1997)のTR3Bに産出が限定され、その時代は三疊紀中世Ladinian前期を示す。*E. manfredi*, *P. japonica*, *T. anuulata*, *T. deweveri*, および*Y. mascula*は、その時代で共産する。

試料201109-A05: *Eptingium manfredi*, *Ladinocampe* sp. A sensu Sugiyama 1997, *Muelleritortis* spp., *Paratriassocampe* sp., *Pseudostylosphaera compacta*, *Pseudostylosphaera* sp. cf. *P. japonica*, *Spinotriassocampe anuulata*, *Triassocampe campanilis*, *Triassocampe coronata*, およびコノドントの



FIGURE 5. Characteristic examples of lithofacies observed in the Nirehara Formation of the southeastern Yatsuo area. The localities of each photograph are indicated in Figures 2 and 3. **1**, Matrix-supported conglomerate of the Imozu Conglomerate Member ; **2**, Sandstone beds and lenses (black arrows) and minor fault (white arrows) in the Imozu conglomerate Member ; **3**, Cross-stratified coarse- to very coarse-grained sandstone of the Ashiu Sandstone Member ; **4**, Gray siltstone clasts occurring along the cross stratification in the Ashiu Sandstone Member ; **5-6**, Slightly-brecciated deformation of the siltstone bed in the Ashiu Sandstone Member.

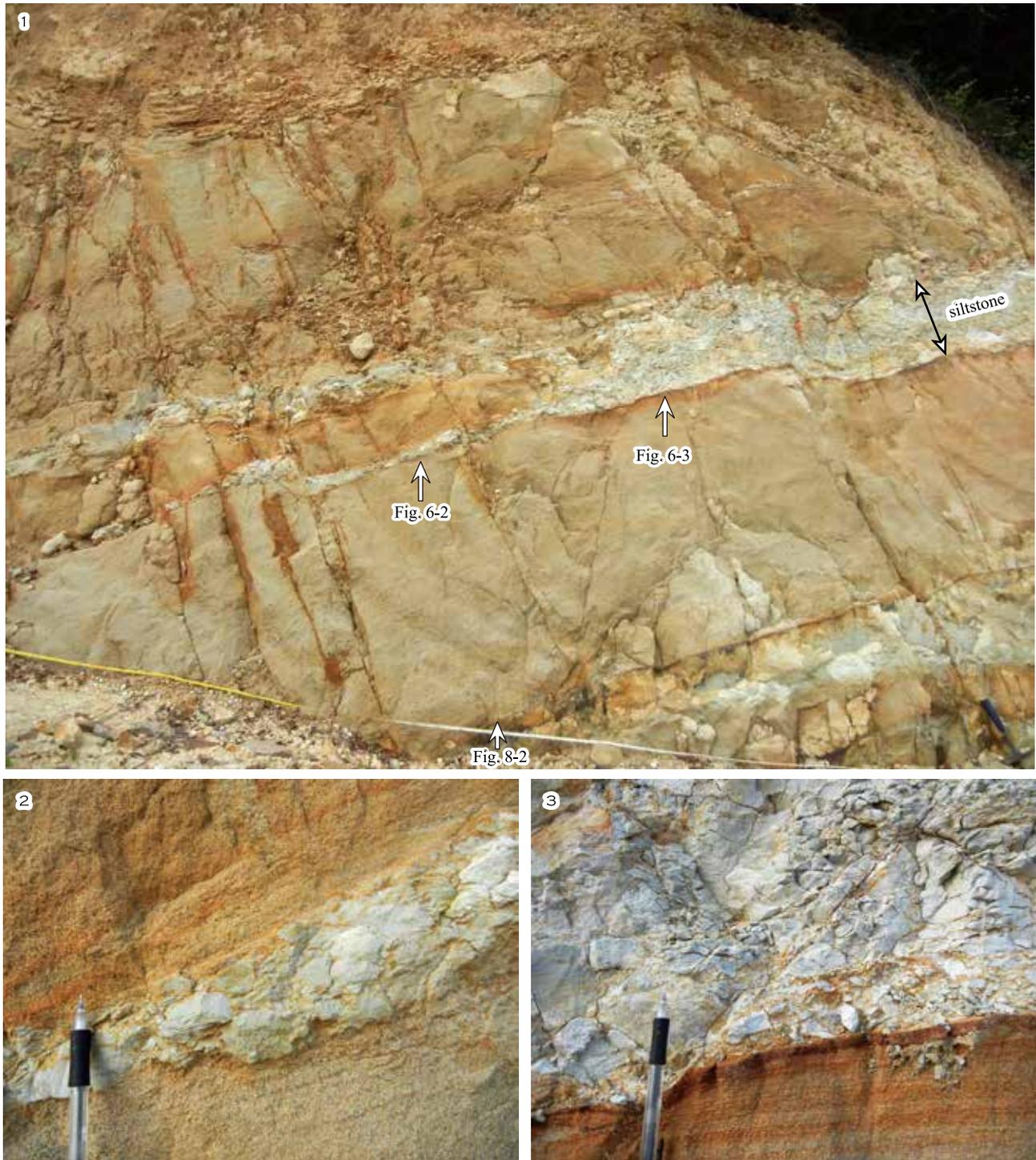


FIGURE 6. Characteristic lithofacies of the siltstone in the Ashiu Sandstone Member of the Nirehara Formation. **1**, Overview of the interbedded coarse- to very coarse-grained sandstone and siltstone. A siltstone bed, ca. 60 cm thick, is observed in the middle of the photograph ; **2-3**, Siltstone clasts are densely packed at the lowermost part of the siltstone bed.

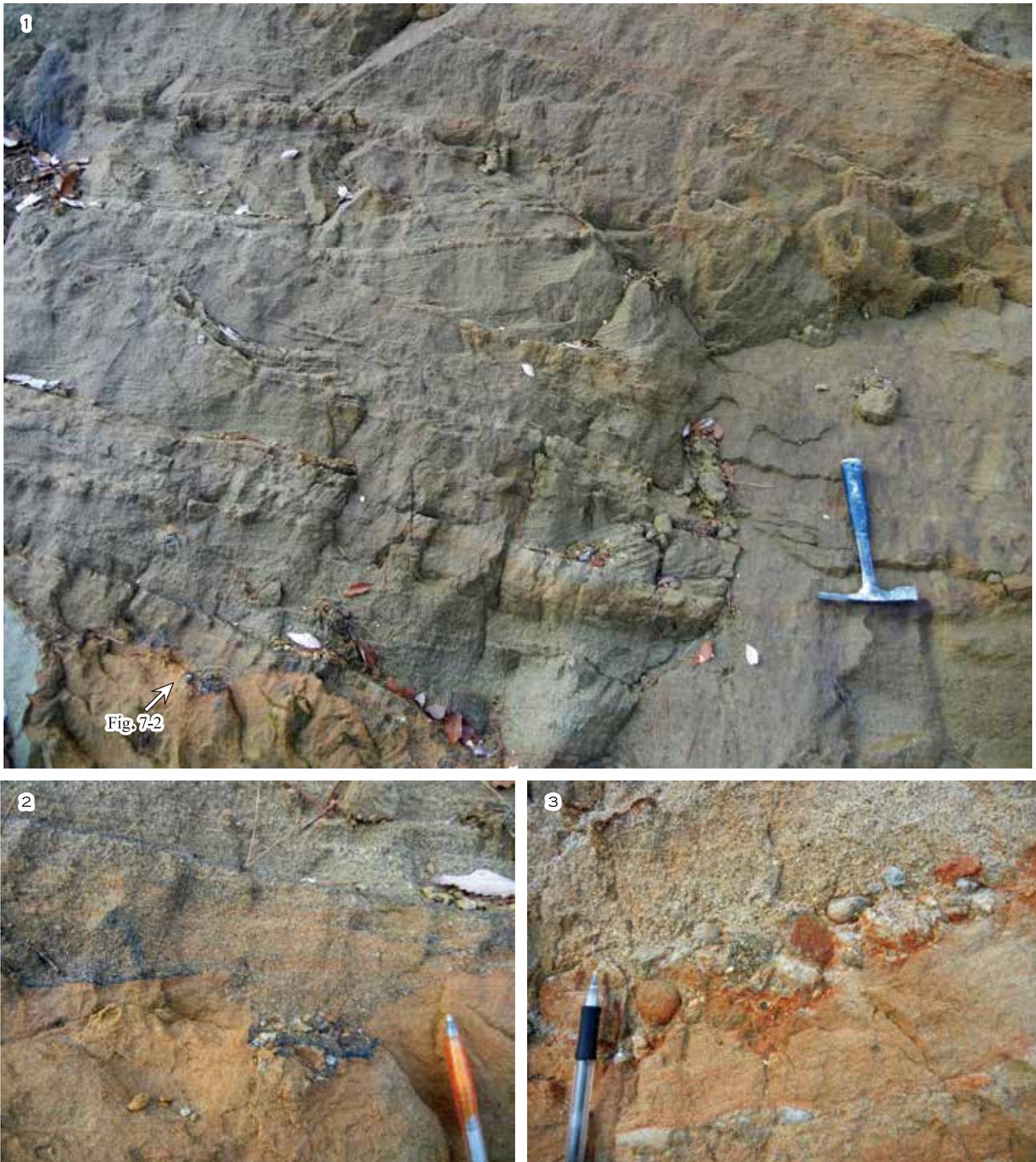


FIGURE 7. Characteristic lithofacies of the coarse- to very coarse-grained sandstone in the Ashiu Sandstone Member of the Nirehara Formation. 1, Cross-stratified coarse- to very coarse-grained sandstone with basal erosional surface ; 2-3, Undulate erosional surfaces, up to several centimeters of incised relief, in the Ashiu Sandstone Member.



FIGURE 8. Fossil occurrences in the Nirehara Formation, and Geological relationship between the Nirehara Formation and the Iwaine Formation. 1, Plant fossil in the medium-grained stratified sandstone of the Ashiu Sandstone; 2, Many brown, circular spots in the basal part of the cross-stratified sandstone of the Ashiu Sandstone Member. They are probably trace fossils; 3, Geological relationship between the Iwaine Formation (left side) and the underlying Ashiu Sandstone Member of the Nirehara Formation (right side). Arrow indicates the boundary. Circled hammer for scale; 4, Lapilli tuff of the Iwaine Formation.

破片などが産した。 *E. manfredi*, *P. japonica*, *S. anuulata*, *T. campanilis*, *T. coronata*が共産するのは、TR2C最上部～TR3C下部の三疊紀中世Anisian後期である (Sugiyama, 1997)。 *Paratriassocampe*属は、三疊紀中世Anisian中期～後期の産出レンジを示し (O' Dogherty et al, 2011), 上記の時代に矛盾しない。

試料201109-B01: *Pseudostylosphaera compacta*, *Pseudostylosphaera* sp. A, *Triassocampe* spp.などが産した。 *Pseudostylosphaera* sp. Aは、長さの異なる2本のspineを持つ点で、 *Pseudostylosphaera spinulosum* Nakaseko and Nishimuraと *Pseudostylosphaera timorensis* Sashida and Kamataに類似する。一方、 *P.* sp. Aは前者に比較してspineは細く、後者とはより短いspineを持つなど、形質の相違も認められる。 *P. timorensis*は、三疊紀中世 Ladinian から報告されている (Sashida et al., 1999)。以上から、本試料の

年代は三疊紀中世Ladinianの可能性が高い。

試料201108-C08: *Cenosphaera parvispinosa*, *Japonocampe* sp., *Ladinocampe* sp., *Laxtorum ? carnicum*, *Muelleritortis* sp. cf. *M. cochleata*, *Paratriassocampe* sp., *Triassocampe sulovenssis*, *Yeharaia elegans*などが産した。 *T. sulovenssis*と *M. cochleata*, *Y. elegans*は、TR4A中部の三疊紀中世Ladinian後期で共産する (Sugiyama, 1997)。 *Ladinocampe*属は、三疊紀中世Anisian後期～Ladinianの産出レンジを示し (O' Dogherty et al, 2011), 上記の時代に矛盾しない。一方、 *Japonocampe*属の産出は三疊紀新世Carnian後期～Norianに限定され (O' Dogherty et al, 2011), *Laxtorum ? carnicum*はTR6A下部～中部の三疊紀新世Carnian後期のレンジを示す (Sugiyama, 1997)。 *Japonocampe* sp.と *Laxtorum ? carnicum*の共産は、三疊紀新世Carnian中期を示す。以上から、本試料には三疊紀中世 Ladinian後期と同新世 Carnian

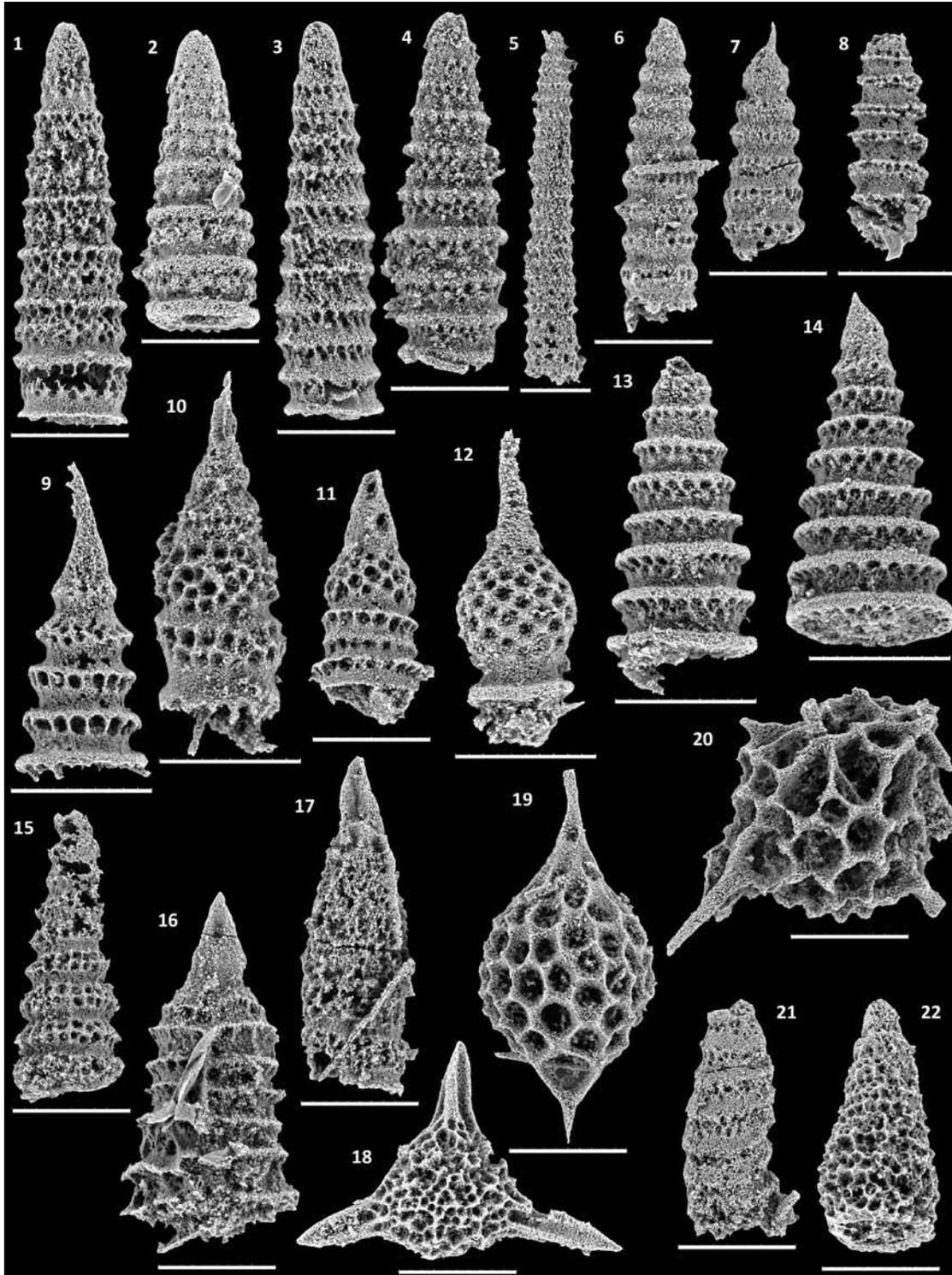


FIGURE 9. Middle and Late Triassic radiolarians from chert pebbles and cobbles of the Imozu conglomerate Member. All scale bars indicate 100 μ m. 1, *Triassocampe deweveri*, 201108-D03 ; 2, *Triassocampe deweveri*, 201108-D03 ; 3, *Triassocampe coronata*, 201108-D03 ; 4, *Triassocampe coronata*, 201109-A05 ; 5, *Triassocampe campanilis*, 201109-A05 ; 6, *Triassocampe campanilis*, 201108-B02 ; 7, *Triassocampe eruca*, 201108-B02 ; 8, *Triassocampe sulovenis*, 201108-C08 ; 9, *Spinotriassocampe annulata*, 201108-D03 ; 10, *Yeharaia* sp. cf. *Y. compsa*, 201108-D03 ; 11, *Yeharaia elegans*, 201108-C08 ; 12, *Yeharaia mascula*, 201108-D03 ; 13-14, *Triassocampe transita*, 201108-D03 ; 15, *Paratriassocampe* sp., 201108-C08 ; 16, *Ladinocampe* sp., 201108-C08 ; 17, *Ladinocampe* sp. A sensu Sugiyama 1997, 201109-A05 ; 18, *Eptingium manfredi*, 201108-D03 ; 19, *Pentactinocarpus fusiformis*, 201108-D03 ; 20, *Pentactinocarpus* sp., 201109-A05 ; 21, *Japonocampe* sp. C sensu Yao 1982 ; 22, *Laxtorum* ? *carnicum*, 201108-C08.

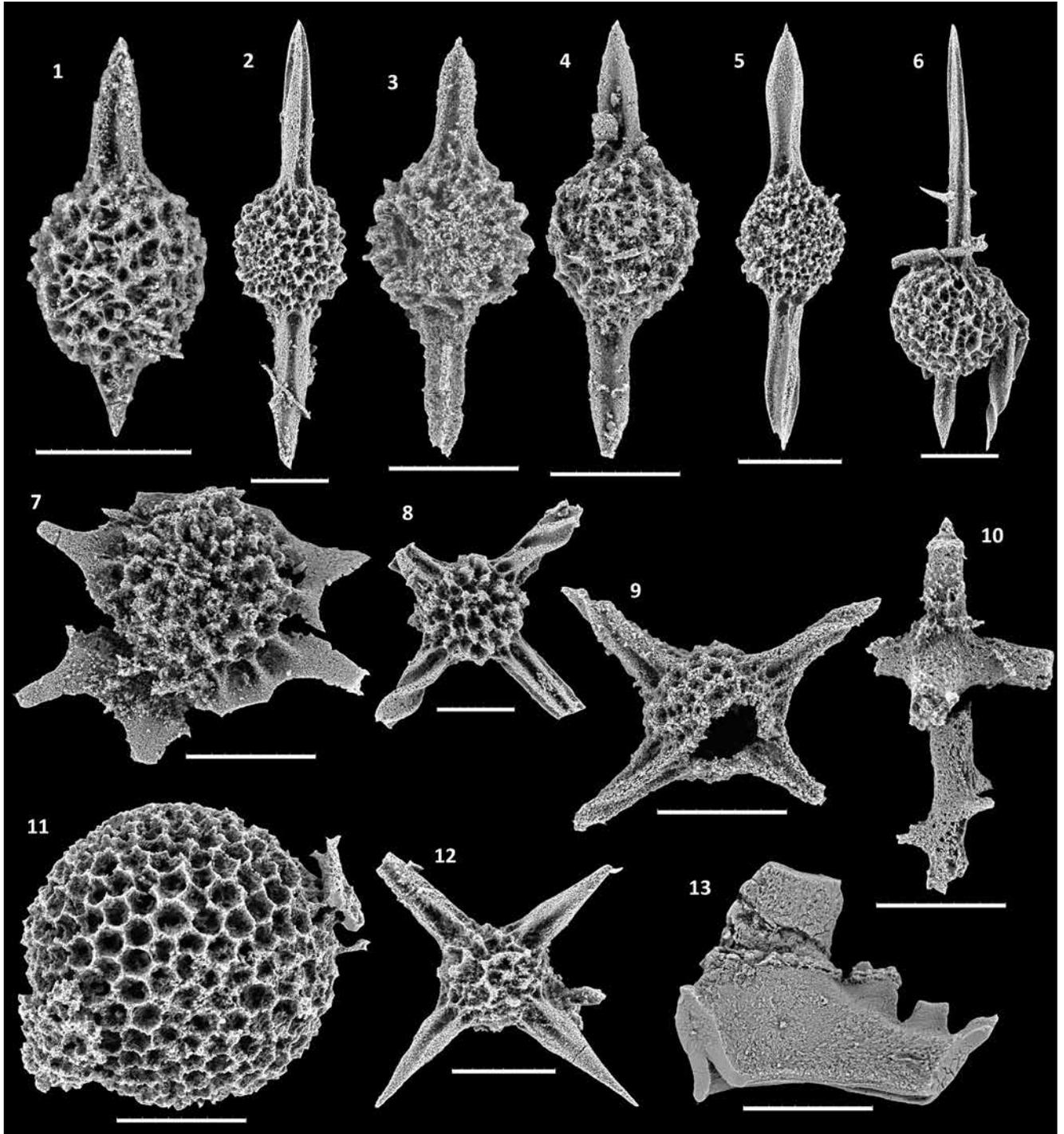


FIGURE 10. Middle Triassic radiolarians from chert pebbles and cobbles of the Imozu conglomerate Member. All scale bars indicate 100 μm . 1, *Pseudostylosphaera* sp. A, 201109-B01 ; 2, *Pseudostylosphaera compacta*, 201108-D03 ; 3, *Pseudostylosphaera* sp. cf. *P. japonica*, 201109-A05 ; 4, *Pseudostylosphaera compacta*, 201109-B01 ; 5, *Pseudostylosphaera japonica*, 201108-D03 ; 6, *Pseudostylosphaera tenue*, 201108-D03 ; 7, *Saturnosphaera pileata*, 201108-C08 ; 8, *Muelleritortis cochleata*, 201108-C08 ; 9, *Muelleritortis* sp., 201109-A05 ; 10, sponge spicule, 201108-C08 ; 11, *Cenosphaera parvispinosa*, 201108-C08 ; 12, *Muelleritortis* sp., 201108-D03 ; 13, conodont fragment, 201109-A05.

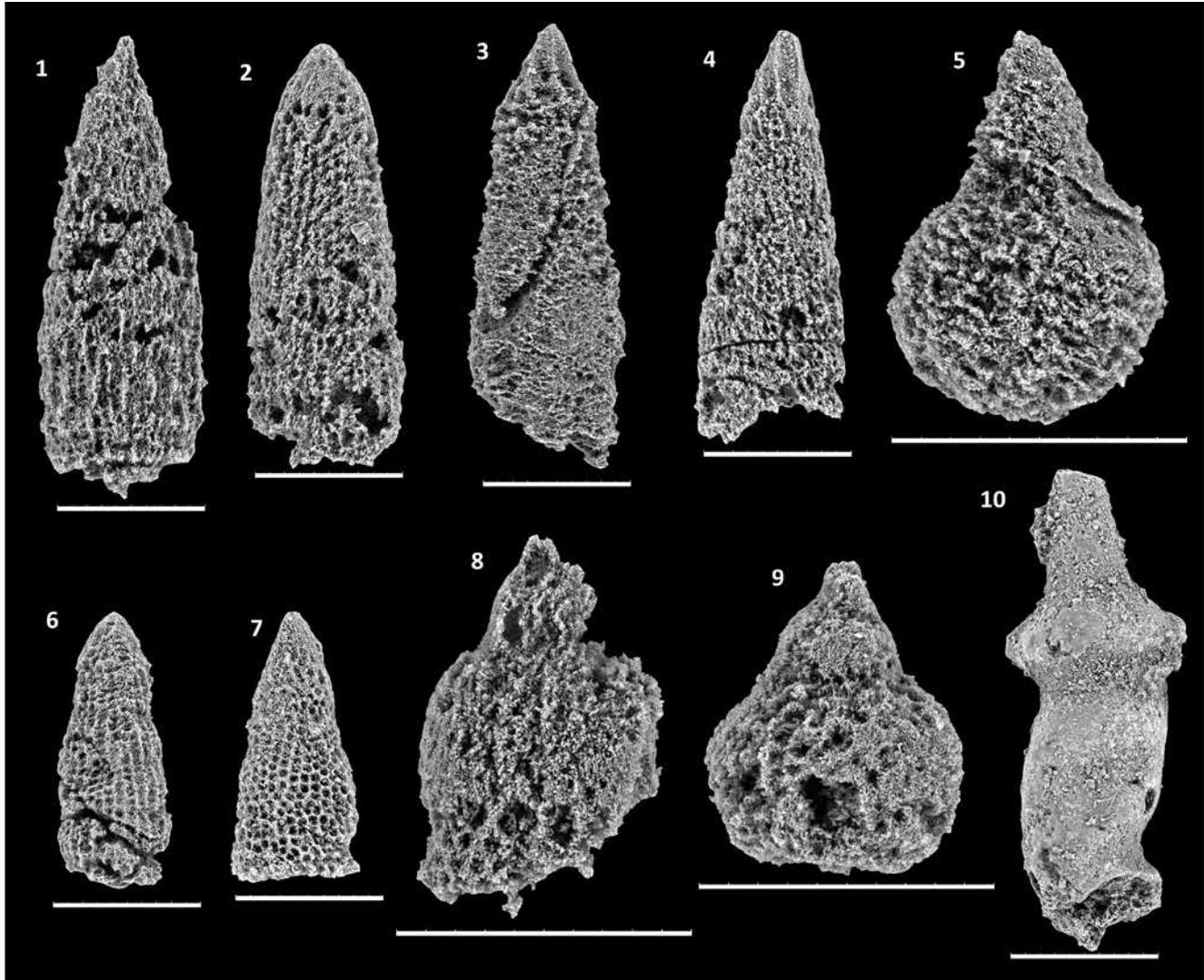


FIGURE 11. Permian and Jurassic radiolarians from chert pebbles and cobbles of the Imozu conglomerate Member. All scale bars indicate 100 μm . 1-2, *Hsuum* sp. cf. *H. hisuikyoense*, 201108-B04 ; 3-4, multisegmented nassellaria, 201108-B04 ; 5, *Stichocapsa* sp., 201108-B04 ; 6, *Parahsuum* ? sp., 201108-B04 ; 7, multisegmented nassellaria, 201108-B04 ; 8, *Eucyrtidiellum* sp., 201108-B04 ; 9, *Sethocapsa* ? sp., 201108-B04 ; 10, *Pseudoalbaillella* sp., 201108-B04.

中期を示す群集が含まれる。ただし、後者に属する個体は僅か5個体に留まり、産出個体の多くは前者の群集に含まれる。従って、三畳紀中世Ladinian後期を示す個体が、同新世Carnian中期の群集に含まれる再堆積個体である可能性は低い。以上から、本試料の時代は三畳紀中世Ladinian後期であり、同新世Carnian中期を示す個体は、砂粒径のチャート粒子から産出したと判断される。

試料201108-B02 : *Triassocampe campanilis*, *Triassocampe eruca*, *Muelleritortis* spp.などが産した。 *T. campanilis*と *T. eruca*は、TR2A中部～TR2B中部の三畳紀中世Anisian前期で共産する (Sugiyama, 1997)。

試料201108-B04 : 本試料からは、高さ200～300 μm を越

す細身の多節塔状Nassellariaが多産するものの、表面装飾の保存不良のため同定可能な個体は僅かである。 *Eucyrtidiellum* sp., *Hsuum* sp. cf. *H. hisuikyoense*, *Sethocapsa* ? sp., *Stichocapsa* sp.などが産した。なお、縦方向に深い溝を伴う太く頑丈なapical hornを持ち、頭部に孔配列が認められる多節塔状Nassellaria (Fig. 10の3-4)は、上記形質と長身で細身の外形から、*Laxtorum* ? *hichisoense* Isozaki and Matsudaに類似する。ただし、胸部から腹部、およびそれ以降の殻室の殻表面の装飾は、保存不良のため不明であることから、属レベルでの正確な同定も困難である。 *H. hisuikyoense*は、*Laxtorum* ? *jurassicum* Isozaki and Matsudaとしばしば共産する (松岡, 1984 ; Isozaki and Matsuda, 1985 ; Matsuoka,

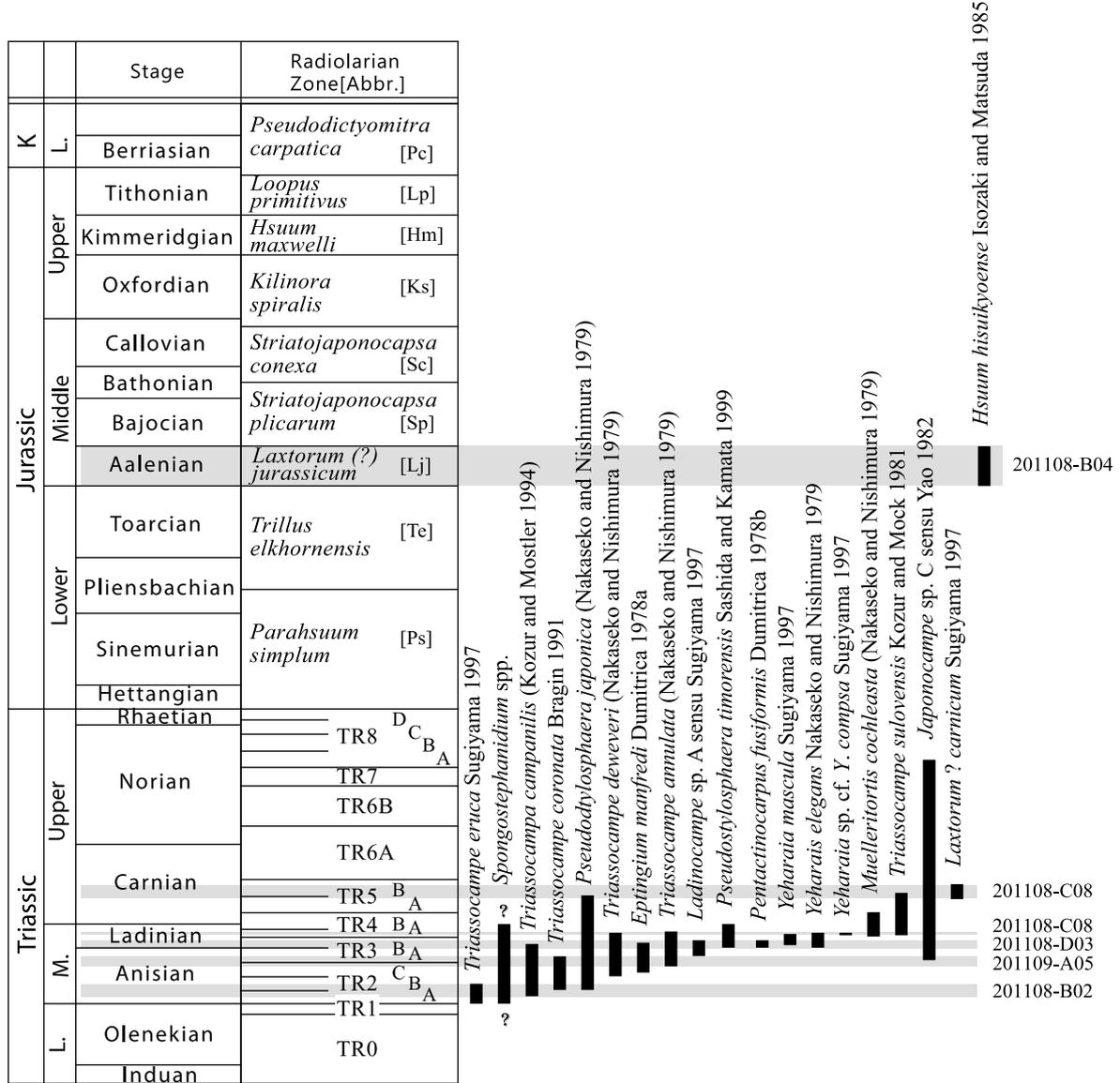


FIGURE 12. Ages of chert clasts based on radiolarian biostratigraphy. Triassic radiolarian zonation and ranges are based on those of Sugiyama (1997) and Jurassic ones are after Matsuoka (1995a).

1995b). *L. ? jurassicum*はLj帯の指標種であり、Lj帯はジュラ紀中世前期Aalenianを示す (Matsuoka, 1995a)。以上から、本試料の時代はジュラ紀中世前期Aalenianと判断される。なお、*Laxtorum ? hichisoense*の産出は、上記の時代に矛盾しない (Isozaki and Matsuda, 1985)。

一方、本試料からは1個体であるものの、*Pseudoalbaillella* sp.を得た。本個体は、apical coneの近位部、pseudothoraxのwing、およびpseudoabdomenの遠位部を欠損する。なお、pseudoabdomenは末端でやや曲面を描く輪郭を持ち、欠損部分は恐らくU字ないしL字形で連続すると推定できる。また、annulationはpseudoabdomenで不明瞭に認められるものの、apical coneには発達しない。以上の形質は、

Pseudoalbaillella u-forma gr. Holdsworth and Jones, *Pseudoalbaillella sakmarensis* (Kozur), ないし *Pseudoalbaillella chilensis* Ling and Foytheに共通する (Holdsworth and Jones, 1980; Ishiga et al., 1984; Ling and Foythe, 1987; 桑原, 1992)。また、これら3種の産出レンジはペルム紀古世に限定される (Ishiga, 1990)。以上から、*Pseudoalbaillella* sp.の示す年代はペルム紀古世のある時期と判断される。ペルム紀古世を示す放射虫化石は、ジュラ紀中世前期Aalenianを示す放射虫化石に混ざって僅か1個体の産出に留まり、チャート礫に付着していた砂粒径のチャート粒子から産出したものと考えられる。

以上から、チャート礫の時代はペルム紀古世(試料201108-

TABLE 1. List of Paleozoic and Mesozoic radiolarians from chert pebbles and cobbles in the Imozu Conglomerate Member of the Nirehara Formation.

radiolarian species	sample number					
	201108-B02	201108-C08	201108-D03	201109-A05	201109-B01	201108-B04
Permian radiolarians						
<i>Pseudoalbail l ella</i> sp.						○
Triassic radiolarians						
<i>Cenosphaera parvispinosa</i> Kozur et al. 1996		○				
<i>Cenosphaera</i> spp.	○		○	○	○	
<i>Entactinia</i> spp.				○		
<i>Eptingium manfredi</i> Dumitrica 1978a			○	○		
<i>Eptingium</i> spp.			○	○		
<i>Hozmadia</i> ? spp.			○	○		
<i>Japonocampe</i> sp. C sensu Yao 1982		○				
<i>Ladinocampe</i> sp.A sensu Sugiyama 1997				○		
<i>Ladinocampe</i> sp.		○				
<i>Laxtorum</i> ? <i>carnicum</i> Sugiyama 1997		○				
<i>Muelleritortis cochleata</i> (Nakaseko and Nishimura 1979)		○				
<i>Muelleritortis</i> spp.	○	○	○	○		
<i>Pantanellium</i> ? sp. A sensu Sugiyama 1997			○			
<i>Paratriassocampe</i> spp.		○		○		
<i>Pentactinocarpus fusiformis</i> Dumitrica 1978b			○			
<i>Pentactinocarpus</i> spp.			○	○		
<i>Plafkerium</i> ? sp.					○	
<i>Pseudodylosphaera compacta</i> (Nakaseko and Nishimura 1979)			○	○	○	
<i>Pseudodylosphaera japonica</i> (Nakaseko and Nishimura 1979)			○			
<i>Pseudostylosphaera</i> sp. cf. <i>P. japonica</i> (Nakaseko and Nishimura 1979)				○		
<i>Pseudodylosphaera tenue</i> (Nakaseko and Nishimura 1979)			○			
<i>Pseudostylosphaera</i> sp. A					○	
<i>Pseudostylosphaera</i> spp.	○	○	○	○	○	
<i>Saturnosphaera pileata</i> (Nakaseko and Nishimura 1979)		○				
<i>Spinotriassocampe annulata</i> (Nakaseko and Nishimura 1979)			○	○		
<i>Spongostephanidium</i> spp.					○	
<i>Triassocampe campanilis</i> (Kozur and Mostler 1994)	○			○		
<i>Triassocampe coronata</i> Bragin 1991			○	○		
<i>Triassocampe deweveri</i> (Nakaseko and Nishimura 1979)			○			
<i>Triassocampe eruca</i> Sugiyama 1997	○					
<i>Triassocampe sulovenssis</i> Kozur and Mock 1981 in Kozur and Mostler 1981		○				
<i>Triassocampe transita</i> (Kozur and Mostler 1994)			○			
<i>Triassocampe</i> spp.	○	○	○	○	○	
<i>Yeharaia</i> sp. cf. <i>Y. compsa</i> Sugiyama 1997			○			
<i>Yeharaia elegans</i> Nakaseko and Nishimura 1979		○				
<i>Yeharaia mascula</i> Sugiyama 1997			○			
<i>Nassellaria</i> gen. et sp. indet		○				
<i>Spumellaria</i> gen. et sp. indet	○		○	○	○	
Jurassic radiolarians						
<i>Eucyrtidiellum</i> sp.						○
<i>Hsuum</i> sp. cf. <i>H. hisuikyoense</i> Isozaki and Matsuda 1985						○
<i>Parahsuum</i> ? sp.						○
<i>Sethocapsa</i> ? sp.						○
<i>Stichocapsa</i> sp.						○
multisegmented nassellaria						○

B04), 三疊紀中世Anisian~Ladinian (試料201108-D03, 2011009-A05, 201109-B01, 201108-C08, 201108-B02), 三疊紀新世Carnian(試料201108-C08), ジュラ紀中世Aalenian (試料201108-B04) を示す。

考察

楡原層の堆積環境

八尾層群の堆積盆と古環境の変遷を考える上で、最下部を占める楡原層の堆積環境は、堆積盆の初期状態を復元する上で重要である。以下では、楡原層のうち今生津礫岩部層と芦生砂岩部層の堆積環境をそれぞれ復元し、楡原層堆積時の古環境を考察する。

八尾地域南東部の楡原層は、下部の今生津礫岩部層と上部の芦生砂岩部層に細分され、両者は断層関係で接する。ただし、今生津礫岩部層の最上部に層厚数mの粗粒砂岩層が挟在され、芦生砂岩部層の下部に今生津礫岩部層に類似する層厚数mの礫岩層がみられる点で、両部層は漸移的な岩相変化を示すと判断できる。従って、今生津礫岩部層と芦生砂岩部層は、津田(1953)と坂本・野沢(1960)が指摘しているように、初生的に整合関係にあると推定される。

今生津礫岩部層は、基質支持礫岩で大部分が占められ、薄い粗粒砂岩層とシルト岩層を挟在する。また、海生化石は産出せず、挟在されるシルト岩層中に植物化石を希に産する。以上の特徴は、今生津礫岩部層が扇状地を特徴づける礫質網状河川で堆積したことを示唆する(Miall, 1977, 1992)。挟在される砂岩薄層は、平常時の低水位時における、小規模な流路で堆積したものと考えられる(Miall, 1992)。

芦生砂岩部層は、粗粒~極粗粒砂岩から中粒~細粒砂岩、ないしシルト岩へ至る上方細粒化層序の繰り返して特徴付けられる。砂岩層は、発達する斜交層理に基づく、流路内の砂州の移動に伴って堆積したと考えられる。シルト岩層は塊状を呈し、砂岩薄層等の挟在は極めて希で、少量の植物片を僅かに含むのみで、生物擾乱の痕跡も認められない。以上の層相的特徴は、シルト岩が植生のまばらな放棄河道の沼沢地を埋めた堆積物であることに加え、沼沢地が活動的流路からある程度隔離された環境にあったことを示唆する。さらに、粗粒砂岩中に含まれるシルト岩同時侵食礫は、活動的流路の変遷に伴って沼沢地のシルトが礫として頻繁に洗い出されたことを示す。芦生砂岩部層は、数m層厚の上方細粒化の繰り返し、および少量の細粒泥質堆積物の挟在に基づく、砂質網状河川で堆積したと判断できる(Miall, 1977, 1992; Godin, 1991)。なお、中部のうち区間Eの粗粒砂岩中に明瞭な生物擾乱が観察されることから、一時的にこの河川は海域と近接する関係にあったと推定される。

八尾地域南東部の楡原層は、今生津礫岩部層から芦生砂岩部層にかけて、礫質網状河川から砂質網状河川へと変化した。両部層間の岩相変化は漸移的であり、同様に環境変化も連続的である。芦生砂岩部層では、中部に比較して上部でシルト岩の層厚が相対的に厚く、岩稲層直下でのシルト岩の層厚は約10mに達する(Fig. 3)。以上から、楡原層

は全体に上方細粒化層序を示す。碎屑粒子径の減少要因としては、河川の碎屑物運搬力の減少、後背地からの碎屑物供給量の減少、ないし河川勾配の減少等が挙げられる。芦生砂岩部層は、全体にわたりシルト岩同時侵食礫と斜交層理が普遍的に発達することから、河川の運搬力の大幅な減少は想定しづらい。現時点では、後背地からの碎屑物供給量が、楡原層の堆積期間を通じて次第に減少した、ないし海域の拡大によって河川勾配が緩くなったためと判断される。

チャート礫の起源

今生津礫岩部層中のチャート礫は、楡原層の後背地地質の情報的一端を示す。以下では、チャート礫の放散虫化石時代に着目して、その供給源について考察する。

今生津礫岩部層のチャート礫から産した放散虫化石の時代は、三疊紀中世Anisian~Ladinianに集中し、三疊紀新世Carnian, ジュラ紀中世前期Aalenian, およびペルム紀古世も認められる。このうち、中生代放散虫化石群集は、本邦ジュラ紀付加体中に多量かつ広く分布する中生代チャート岩体から産する放散虫化石群集に類似する(例えば, Isozaki and Matsuda, 1985; Sugiyama, 1997)。古生代を示す放散虫化石は、1個体の*Pseudoalibaillella* sp.であるものの、形態的に比較できる化石種の産出は、古生代後期のペルム紀付加体である秋吉帯(五島, 1988)や、ジュラ紀付加体中のチャート岩体(例えば, Ishiga and Imoto, 1980; 服部・吉村, 1982; Ishiga et al., 1984; 桑原, 1992; Sugiyama, 1997; 山中, 2001; 堀, 2004)から知られている。従って、その後背地として、八尾地域の南方に位置し中部地方の広い範囲を占める美濃帯のジュラ紀付加体と、飛騨外縁帯中に断片的かつレンズ状に露出する秋吉帯のペルム紀付加体が、候補として挙げられる。

楡原層は、約19~16 Maの岩稲層(高橋・周藤, 1999)の下位に整合で位置することから、その堆積場は日本海形成以前の東アジア東縁部に求められる。現在は日本列島とは日本海を介して離れているものの、ロシア沿海州地域とその近辺のジュラ紀付加体には、中・古生代チャート岩体が豊富に含まれ(小嶋・亀高, 2000)、チャート岩体から産する放散虫化石群集は美濃帯産のそれに類似する(Kojima and Mizutani, 1987; Mizutani and Kojima, 1992; 亀高ほか, 1997; Kojima et al., 2008)。日本海拡大以前における、沿海州と日本列島の先第三系基盤岩類の連続性は、先第三紀基盤構造(山北・大藤, 1999)や約250 Ma前後の高圧変成帯(Ishiwatari and Tsujimori, 2003; 石渡・辻森, 2012)の分布に基づき復元されている。また、日本海拡大以前の漸新世後期に、沿海州付近から日本列島付近へと南南西に流下する河川系が存在していた可能性が、大陸起源の正珪岩礫を含む礫岩を伴う地層分布から復元されている(梅田, 1997)。楡原層の芦生砂岩部層は、大まかに西方への古流向を示し、北西方向も認められる。また、今生津礫岩部層の礫岩の古流向として、礫の覆瓦構造に基づき東から西への流れが卓越していたことが報告されている(小笠原ほか, 1990)。楡原層の古流向は、礫の後背地として沿海州や美

濃帯のジュラ紀付加体を想定することに矛盾は無い。以上から、楡原層に含まれる中生代チャート礫の起源として、沿海州や美濃帯に広く露出するジュラ紀付加体中のチャート岩体が、候補として挙げられる。一方、楡原層の礫岩中において、ペルム紀放射虫化石を含むチャート礫ないし粒子の産出は極めて希であり、その起源は中・古生代付加体が想定できる。ただし、東アジア東縁部におけるペルム紀付加体の分布は、日本列島を含む東アジア東縁部の中生代を対象とした総括論文 (Ichikawa et al., 1990; 山北・大藤, 1999; 小嶋・亀高, 2000) を参照する限りにおいて、ジュラ紀付加体の広範な分布に比較して明らかに断片的で狭い。また、産出放射虫化石は大部分が三畳紀を示し、ペルム紀放射虫化石はペルム紀のみならずジュラ紀付加体中のチャート岩体にも普遍的に含まれる。以上から、チャート礫の大部分はジュラ紀付加体のチャート岩体起源と判断される。

さらに、楡原層のチャート礫の起源として、白亜紀～古第三紀堆積岩類からの再食礫の可能性も考慮する必要がある。例えば、ジュラ紀付加体起源のチャート礫は、北陸地方では白亜紀古世の手取層群赤岩層群 (齊田, 1987; 竹内ほか, 1991) や福井県の漸新世後期～中新世初期 (約27～22 Ma) 矢良巣岳礫岩層 (梅田, 1997) で知られている。手取層群に関しては、チャート礫中の放射虫化石を対象とする研究事例は多くなく、含まれる放射虫化石群集の詳細は十分に明らかにされているとは言い難い。矢良巣岳礫岩層中のチャート礫産放射虫化石は、三畳紀中世Anisian～Ladinianに集中し、僅かにペルム紀とジュラ紀の放射虫化石が報告されている (梅田, 1997)。そのうち、三畳紀を示す放射虫化石の群集構成は、ジュラ紀付加体中のチャート産のそれに酷似し (梅田, 1997)、楡原層のチャート礫中の群集構成とも類似する。従って、楡原層のチャート礫の起源として、ジュラ紀付加体由来のチャート礫を含む白亜紀～古第三紀堆積岩類も候補として挙げられる。

楡原層のチャート礫は、その年代に含まれる群集構成の類似性に基づくと、東アジア東縁に分布する中・古生代付加体に含まれるチャート岩体由来し、その大部分はジュラ紀付加体のチャート岩体起源と判断される。一方、それらチャート礫が付加体中のチャート岩体から直接にもたらされたものか、白亜紀～古第三紀の堆積岩類中から洗い出されて再堆積した再食礫かは、現時点では確定するに十分なデータは得られていない。

まとめ

富山県南部八尾地域南東部の久婦須川流域において、楡原層の堆積相とチャート礫産放射虫化石を検討した。本研究で明らかになった点は、以下にまとめられる。

1. 八尾地域南東部の楡原層は、下位の今生津礫岩部層と上位の芦生砂岩部層から構成される。両者は、現在は断層関係で接するものの、初生的には整合関係であったと推定される。
2. 今生津礫岩部層は、基質支持礫岩を主体に、層状～レンズ状の砂岩層とシルト岩層を挟在する。岩相的特徴から、

扇状地性の礫質網状河川による堆積物と判断される。

3. 芦生砂岩部層は、粗粒～極粗粒砂岩からシルト岩への上層細粒化層序の繰り返りで特徴付けられる。斜交層理砂岩は流路内の砂州の移動により形成され、シルト岩は放棄河道の沼沢地の静滞水域で堆積した。砂岩に頻繁に含まれるシルト岩同時侵食礫は、流路変遷に伴うシルト層の侵食により、砂岩中に礫として取り込まれた。以上の特徴は、芦生砂岩部層が扇状地性の砂質網状河川で堆積したことを示す。
4. 楡原層は、今生津礫岩部層から芦生砂岩部層にかけて上層細粒化層序を示す。これは、後背地からの碎屑物供給量の減少、ないし海域拡大による河川勾配の緩傾斜化に起因すると判断される。
5. 今生津礫岩部層中のチャート礫は、三畳紀中世Anisian～Ladinianを示す放射虫化石群集を多く産し、三畳紀新世Carnian、ペルム紀古世とジュラ紀中世前期Aalenianの群集を伴う。これら放射虫群集は、東アジア東縁部に広く分布する中・古生代付加体中のチャート岩体産のそれに、群集構成でよく類似する。
6. 今生津礫岩部層のチャート礫の起源としては、東アジア東縁部の中・古生代付加体のうち、とくにジュラ紀付加体中のチャート岩体、ないし中・古生代付加体起源のチャート礫を含む白亜紀～古第三紀堆積岩類からの再食が想定できる。

謝辞

富山市科学博物館の藤田将人博士には現地にて楡原層の堆積環境について議論して頂き、同博物館 (当時) の石川雄士さんには文献検索と複写に際してご助力を頂いた。芦屋大学の桑原希世子博士にはペルム紀放射虫化石について、信州大学の保柳康一教授には楡原層の堆積相について、丁寧なご教授を頂いた。富山大学自然科学研究支援センター機器分析施設の低真空電子顕微鏡の使用に際しては、山田聖技術職員にご指導とご協力を頂いた。査読者の竹村厚司教授 (兵庫教育大学) と石渡明教授 (東北大学)、および編集幹事の一島啓人博士には、原稿を改善する上で有益なご指摘を頂いた。以上の方々には心から感謝します。

引用文献

- Bragin, N. Y. 1991. Radiolaria and Lower Paleozoic units of the U.S.S.R. East regions. Academy and Sciences of the U.S.S.R. 469: 1-122.
- 千地万造. 1955. 富山県八尾町付近における八尾層群の微化石層序について. 地質学雑誌 61: 162-172.*
- Dumitrica, P. 1978a. Family Eptingiidae n. fam., extinct Nassellaria (Radiolaria) with sagittal ring. Dări de seamă ale sedintelor 64: 27-38.
- Dumitrica, P. 1978b. Triassic Palaeoscenediidae and Entactiniidae from the Vicentinian Alps (Italy) and eastern Carpathians (Romanian). Dări de seamă ale sedintelor 64: 39-54.
- 藤井昭二・清水正之・金子一夫. 1992a. 新生界: pp. 45-87,

- 富山県(編), 10万分の1富山県地質図説明書. 内外地図株式会社, 東京.**
- 藤井昭二・粕野義夫・中川登美雄. 1992b. 北陸地域における新第三系の層序対比と新第三系古地理. 地質学論集 37: 85-95.*
- 雁沢好博. 1983. フィッション・トラック法によるグリーン・タフ変動の年代区分 その2-富山県太美山地域-. 地質学雑誌 89: 271-286.*
- Godin, P. D. 1991. Fining-upward cycles in the sandy braided-river deposits of the Westwater Canyon Member (Upper Jurassic) Morrison Formation, New Mexico. *Sedimentary Geology* 70: 61-82.
- 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.*
- 長谷川四郎・丸山俊明・小笠原憲四郎・酒井豊三郎・茂林俊宏・高橋宏利・田中裕一郎. 1990. 富山県八尾地域の中新統複合浮遊性微化石層序. 日本古生物学会1990年年会予稿集: 62.**
- 服部 勇・吉村美由紀. 1982. 福井県南条山地における主要岩相分布と放射虫化石. 大阪微化石研究会誌, 特別号 5: 103-116.*
- 早川秀樹・竹村厚司. 1987. 富山県八尾地域の第三系. 地質学雑誌 93: 717-732.*
- Holdsworth, B. K., and D. L. Jones. 1980. Preliminary radiolarian zonation for Late Devonian through Permian time. *Geology* 8: 281-285.
- 堀 常東. 2004. 愛知県田原市蔵王山に分布するチャートから産するペルム紀放射虫化石. 大阪微化石研究会誌 特別号 13: 1-11.*
- 藤田和夫・中川衷三. 1948. 富山県砺波地方の第三紀層. 地質学雑誌 54: 125.**
- Ichikawa, K., S. Mizutani, I. Hara, S. Hada, and A. Yao. 1990. Pre-Cretaceous terranes of Japan. *Nippon Insatsu Shuppan Co. Ltd., Osaka*, 413 pp.
- 今村外治. 1936. 富山県地質概要. 富山博物学会誌 1: 1-25.**
- 今村外治. 1937. 神通川流域の地質に就いて. 富高博物同好会誌 3: 1-11.**
- 石田勇人・石渡 明・加々美寛雄. 1998. 新第三系北陸層群の鷲走ヶ岳月長石流紋岩質溶結凝灰岩. 地質学雑誌 104: 281-295.*
- Ishiga, H. 1990. Paleozoic radiolarian; pp. 285-295 in K. Ichikawa, S. Mizutani, I. Hara, S. Hada and A. Yao (eds.), Pre-Cretaceous terranes of Japan. *Nippon Insatsu Shuppan Co. Ltd., Osaka*.
- Ishiga, H., and N. Imoto. 1980. Some Permian radiolarians in the Tamba district, Southwest Japan. *Earth Science (Chikyu Kagaku)* 34: 333-345.
- Ishiga, H., N. Imoto., M. Yoshida, and T. Tanabe. 1984. Early Permian radiolarians from the Tamba Belt, Southwest Japan. *Earth Science (Chikyu Kagaku)* 38: 44-52.
- 石渡 明. 2006. 月長石流紋岩 大陸縁のリフト帯火山活動; pp. 334-335. 日本地質学会(編), 日本地方地質誌 4 中部地方. 朝倉書店, 東京.**
- Ishiwatari, A., and T. Tsujimori. 2003. Paleozoic ophiolites and blueschists in Japan and Russian Primorye in the tectonic framework of East Asia: A synthesis. *Island Arc* 6: 2-24.
- 石渡 明・辻森 樹. 2012. 東アジアの250Ma大陸衝突帯と日本-八重山プロモントリー説再考一. 地学雑誌 121: 460-470.*
- Isozaki, Y., and T. Matsuda. 1985. Early Jurassic radiolarians from bedded chert in Kamiaso, Mino Belt, Central Japan. *Earth Science (Journal of the association for the geological collaboration in Japan)* 39: 429-442.
- 伊藤康人・早川秀樹. 1988. 富山県八尾地域に分布する新第三系の古地磁気層序. 地質学雑誌 94: 515-525.*
- 伊藤康人・渡辺真人. 2000. 八尾地域の前期中新世地磁気層序の精密化. 地質調査所月報 51: 37-45.*
- 伊藤康人・土志田正二・北田数也・壇原 徹. 2001. 石川県に分布する鷲走ヶ岳月長石流紋岩質溶結凝灰岩の古地磁気とフィッション・トラック年代. 地質調査研究報告 52: 573-579.*
- 亀高正男・小嶋 智・I. V. Kemkin. 1997. 極東ロシア, タウハテレーンから産出した中生代放射虫化石. 大阪微化石研究会誌 特別号 10: 143-154.*
- 金子一夫. 2001. 富山県東部に分布する中新世火山岩-火山碎屑岩の層序と造構造史. 地質学雑誌 107: 729-748.*
- 粕野義夫. 1992. 新第三紀の古地理変遷-丘陵の主体をつくる地層-岩石類-; pp. 16-19, (有)アーバンクボタ編集室(編), アーバンクボタ 31 北陸の丘陵と平野. 大日本印刷, 大阪.**
- 粕野義夫. 1993. 石川県地質誌 新版・石川県地質図(10万分の1)説明書. 石川県・北陸地質研究所, 金沢, 321 pp.**
- 粕野義夫・藤井昭二. 1988. 新第三系; pp. 103-108, 日本の地質『中部地方II』編集委員会(編), 日本の地質5 中部地方II. 共立出版, 東京.**
- 小嶋 智・亀高正男. 2000. 東アジアのジュラ紀付加コンプレックス. 地質学論集 55: 61-72.*
- Kojima, S., and S. Mizutani. 1987. Triassic and Jurassic radiolarian from the Nadanhada range, northeast China. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, 148: 256-275.
- Kojima, S., K. Tsukada, S. Otoh, S. Yamakita, M. Ehiro, C. Dia, G. Leontievna, K., Vladimir, A. Dymovich, and P. Eichwald. 2008. Geological relationship between Anyui Metamorphic Complex and Samarka terrane, Far East Russia. *Island Arc* 17: 502-516.
- Kozur, H. W., and H. Mostler. 1981. Beiträge zur Erforschung der mesozoischen Radiolarien. Teil IV: Thalassosphaeracea HAECKEL, 1862, Hexastylacea HAECKEL, 1882 emend. PETRUŠEVSKAJA, 1979, Sponguracea HAECKEL, 1862 emend. und weitere triassische Lithocyliacea, Trematodiscacea, Actinommacea und Nassellaria. *Geologisch-Paläontologische*

- Mitteilungen Innsbruck 1 : 1-208.
- Kozur, H. W., and H. Mostler. 1994. Anisian to Middle Carnian radiolarian zonation and description of some stratigraphically important radiolarians. *Geologisch-Paläontologische Mitteilungen Innsbruck* 3 : 39-255.
- Kozur, H. W., K. Krainer and H. Mostler. 1996. Radiolarians and facies of the Middle Triassic Loibl Formaion, South Alpine Karawanken Mountains (Carinthia, Austria). *Geologisch-Paläontologische Mitteilungen Innsbruck* 4 : 195-269.
- 梶座圭太郎・清水正明・大藤 茂. 2010. 年代学から見た飛騨変成作用から日本海誕生を経て今日に至るまでの包括的構造発達史. *地質学雑誌* 116 補遺 : 83-101.**
- 桑原希世子. 1992. 三重県宮川地域からの石炭紀新世-ペルム紀古世放散虫化石群集. *大阪微化石研究会誌 特別号* 8 : 1-7.*
- Ling, H. Y., and R. D. Forsythe. 1987. Late Paleozoic pseudoalbalillelid radiolarians from southernmost Chile and their geological significance; pp. 253-260 in G. D. Mckenzie(ed.), *Gondwana Six: Structure, Tectonics, and Geophysics*, Geophysical Monograph 40.
- 横山次郎. 1930. 石川富山兩縣下の第三紀層概観. *地球* 14 : 161-174.**
- 横山次郎. 1950. 富山・石川両県下の新第三系; pp. 154-158, *日本地方地質誌 中部地方*. 朝倉書店, 東京都.**
- 松岡 篤. 1984. 高知県西部秩父累帯南帯の斗賀野層群. *地質学雑誌* 90 : 455-477.*
- Matsuoka, A. 1995a. Jurassic and Lower Cretaceous radiolarian zonation in Japan and in the western Pacific. *The Island Arc* 4 : 140-153.
- Matsuoka, A. 1995b. Middle Jurassic to Early Cretaceous radiolarian occurrences in Japan and the western Pacific (ODP sites 800-801); pp. 937-966 in P. O. Baumgartner, L. O'Dogherty, S. Gorican, E. Urquhart, A. Pillevuit and P. De Wever(eds.), *Middle Jurassic to Lower Cretaceous radiolaria of Tethys: occurrences, systematics, biochronology*, Mémoires de Géologie (Lausanne), 23.
- Miall, A. D. 1977. A review of the braided-river depositional environment. *Earth-Science Reviews* 13 : 1-62.
- Miall, A.D. 1992. Alluvial deposits; pp. 119-142 in R. G. Walker and N. P. James(eds.), *Facies models: response to sea level change*. Love Printing Service Ltd., Ontario.
- Mizutani, S., and S. Kojima. 1992. Mesozoic radiolarian biostratigraphy of Japan and collage tectonics along the eastern continental margin of Asia. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 96 : 3-22.
- 中島正志・森本祐一郎・鈴木由紀江・渡邊 勇・三浦 静. 1983. 福井県第三系のフィッシュン・トラック年代. *福井大学教育学部紀要 第II部 自然科学* 33 : 53-65.*
- 中世古幸次郎. 1953. 富山県南部の上部新第三紀層の層序. *大阪大学教養部理科報告* 2 : 87-100.*
- 中世古幸次郎. 1954a. 富山県南部の上部新第三紀層の層序の修正. *大阪大学教養部理科報告* 3 : 97-105.*
- 中世古幸次郎. 1954b. 富山県南部の中新世放散虫化石群集について(予報)ー日本新生代微化石層序学的研究 その5ー. *大阪大学教養部理科報告* 3 : 107-118.*
- Nakaseko, K., and A. Nishimura. 1979. Upper Triassic Radiolaria from Southwest Japan. *Science Reports, College of General Education, Osaka University* 28: 61-109.
- 日本地質学会. 2001. 国際層序ガイドー層序区分・用語法・手順へのガイド. 共立出版, 東京, 238 pp.*
- 野村忠昭・米道 博・藤田至則. 1978. グリーンタフ地向斜発生期における陥没と火山活動と沈降運動との関係. *地球科学* 32 : 185-193.*
- O' Dogherty, L., P. De Wever, S. Gorican, E. S. Carter and P. Dumitrica. 2011. Stratigraphic ranges of Mesozoic radiolarian families. *Palaeoworld* 20 : 102-115.
- Ogg, J. G., Ogg, G. and Gradstein, F. M. 2008. *The concise geologic time scale*. Cambridge University Press, New York, 177 p.
- 小笠原憲四郎・金子一夫・清水正之・広岡公夫. 1990. 八尾周辺の第三系. *日本地質学会第97年学術大会 見学旅行案内書* : 1-23.**
- 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畳紀およびジュラ紀放散虫化石. *地質学雑誌* 93 : 57-59.**
- 坂本 亨. 1966. 富山積成盆地南半分の新生界とその構造発達史. *地質調査所報告* 213 : 1-28.*
- 坂本 亨・今井 功・水野篤行・角 靖夫・井上正昭. 1957. 富山積成盆地南縁部の新生界. *地質調査所月報* 10 : 75-82.*
- 坂本 亨・野沢 保. 1960. 5万分の1地質図幅「八尾」および同説明書. 工業技術院地質調査所, 川崎, 69+8 pp.*
- Sashida K., Y. Kamata, S. Adachi and Munasri. 1999. Middle Triassic radiolarians from west Timor, Indonesia. *Journal of Paleontology* 73: 765-786.
- 柴田 賢. 1973. 北陸層群中の火山岩類のK-Ar年代. *地質学論集* 8 : 143-149.*
- 清水正之・藤井昭二. 1995. 後期中新世音川動物群ー音川動物群から大桑型動物群への遷移ー. *地球科学* 49 : 419-432.*
- 清水正之・藤井昭二・葉室俊和. 2000. 北陸層群・東別所層から新たに発見されたAturiaと、これに随伴する軟体動物化石. *地球科学* 54 : 43-48.*
- 新村太郎・荒川洋二. 2008. 富山県西部の中新統岩稲累層に産する安山岩のK-Ar年代. *熊本学園大学論集『総合科学』* 15 : 19-27.*
- 須藤定久. 1979. 富山県太美山山地の地質(概報). *地質学論集* 17 : 187-194.*
- 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 the Mizunami Fossil Museum* 24: 79-193.
- 高橋俊郎・周藤賢治. 1999. 富山県南部の中新統岩稲累層のアダカイト質安山岩, 高マグネシア安山岩, カルクアルカリ系列安山岩およびソレアイト系列安山岩の成因.

- 地質学雑誌 105 : 789-809.*
- 竹内 誠・斉藤 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射虫化石とその地質学的意義. 地質学雑誌 97 : 345-356.*
- 富山県. 1992. 10万分の1 富山県地質図説明書. 内外地図株式会社, 東京, 201 pp.**
- 津田禾粒. 1953. 富山県八尾町付近の地質—特に八尾層群に関する地史学的研究一. 新潟大学理学部研究報告 1 : 1-35.*
- 津田禾粒. 1955. 八尾層群の堆積環境について—いわゆる Green Tuff 地域の中新統に関する堆積環境の研究 (その1) —. 地質学雑誌 61 : 532-542.*
- 津田禾粒・千地万造. 1950. 八尾付近の地質学的諸問題. 地質学雑誌 56 : 303-304.**
- 梅田美由紀. 1997. 美濃帯南条山地中生界を覆う後期漸新世礫岩層中の正珪岩礫の特徴とチャート礫より得られた放射虫化石. 地球科学 51 : 199-211.*
- 山北 聡・大藤 茂. 1999. 日本海形成前の日本とロシア沿海州との地質学的連続性. 富山大学環日本海地域研究センター研究年報 24 : 1-16.**
- 山中雅之. 2001. 丹波帯篠山地域ペルム紀層状チャートの放射虫生層序及び放射虫の形態変異. 大阪微化石研究会誌 特別号 12 : 13-22.*
- Yao, A. 1982. Middle Triassic to Early Jurassic radiolarians from the Inuyama area, central Japan. Journal of Geosciences, Osaka City University 25 : 53-70.
- 八尾 昭. 2011. 地質系統・年代の日本語表記. 地質学雑誌 117 : 303-306.*

* : in Japanese with English abstract

** : in Japanese