

足尾山地のジュラ紀付加体大間々コンプレックスから産出した放散虫及び有孔虫

伊藤 剛^{1,*}・鈴木 紀毅²・指田 勝男³

ITO Tsuyoshi, SUZUKI Noritoshi and SASHIDA Katsuo (2021) Radiolarians and foraminifers from the Omama Complex of Jurassic accretionary complex in the Ashio Mountains, central Japan. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, vol. 72 (4), p. 359–370, 7 figs, 2 tables.

Abstract: Radiolarian and foraminiferal occurrences from the Omama Complex of Jurassic accretionary complexes of the Ashio belt, which distributed mainly in Omama-machi, Midori City, Gunma Prefecture, are reported in this article. Guadalupian–Lopingian (middle–late Permian), Middle–Late Triassic and Jurassic radiolarians occurred in chert; Early and Middle Jurassic radiolarians occurred in siliceous mudstone. Cisuralian–Guadalupian (early–middle Permian) fusulinids and smaller foraminifers occurred in limestone.

Keywords: radiolaria, foraminifer, Omama Complex, Ashio belt, accretionary complex, Ashio Mountains, Gunma Prefecture

要 旨

本論では、主に群馬県みどり市大間々町に分布する足尾帯ジュラ紀付加体大間々コンプレックスから得られた放散虫化石及び有孔虫の産出を報告する。チャートからはグアダルピアン世～ローピンジアン世(中期～後期ペルム紀)・中期～後期三畳紀・ジュラ紀の放散虫が、珪質泥岩からは前期及び中期ジュラ紀の放散虫が産出した。また、石灰岩からはシスウラリアン世～グアダルピアン世(前期～中期ペルム紀)のフズリナと小型有孔虫が産出した。

1. はじめに

関東北部、群馬県北東部から栃木県南西部には足尾山地がそびえる。足尾山地には、足尾帯に属するジュラ紀付加体及び白亜紀～古第三紀花崗岩類が分布する(第1図)。Kamata (1996)は、足尾山地の足尾帯ジュラ紀付加体を黒保根-桐生コンプレックス、大間々コンプレックス、葛生コンプレックスの3つのコンプレックスに区分した。このうち、葛生コンプレックスについてはフズリナや放散虫など豊富な化石産出報告が蓄積されており、化石に基づく年代決定や古生物学的検討が行われている(矢部, 1899; Hanzawa, 1942; Morikawa and Horiguchi, 1956; Morikawa and Takaoka, 1961; Igo, 1964; Igo and Igo, 1977; 指田ほか, 1982; 荒川, 1986, 1997, 1998; 鎌田,

1995, 1997a, b, 2000; Kamata, 1996, 1999; 五十川ほか, 1998; 大高ほか, 1998; Suzuki *et al.*, 2002; Kobayashi, 2006a, b; Tazawa *et al.*, 2016; Muto *et al.*, 2018, 2021)。これに対し、黒保根-桐生コンプレックスや大間々コンプレックスからの放散虫化石の産出報告は限定的である(林ほか, 1990; Kamata, 1996; 高柳ほか, 2001; 元木・指田, 2004)。特に大間々コンプレックスからの産出報告は少なく、放散虫化石の報告で写真が示された例はさらに限られる。

著者の1人である鈴木は、1991年から1993年にかけて卒業研究として大間々コンプレックスの主要分布域であるみどり市大間々町の周辺地域を調査し、放散虫やフズリナなどの化石を発見した。これらは大間々コンプレックスや足尾帯ジュラ紀付加体の地質を検討する上で重要な基礎情報である。最近伊藤が5万分の1地質図幅「桐生及足利」作製のため本地域の地質調査を行っていることを踏まえ、伊藤がペルム紀放散虫の、鈴木が中生代放散虫の、指田がフズリナ類と小型有孔虫の同定をあらためたうえ、ここに報告する。

2. 地質概要

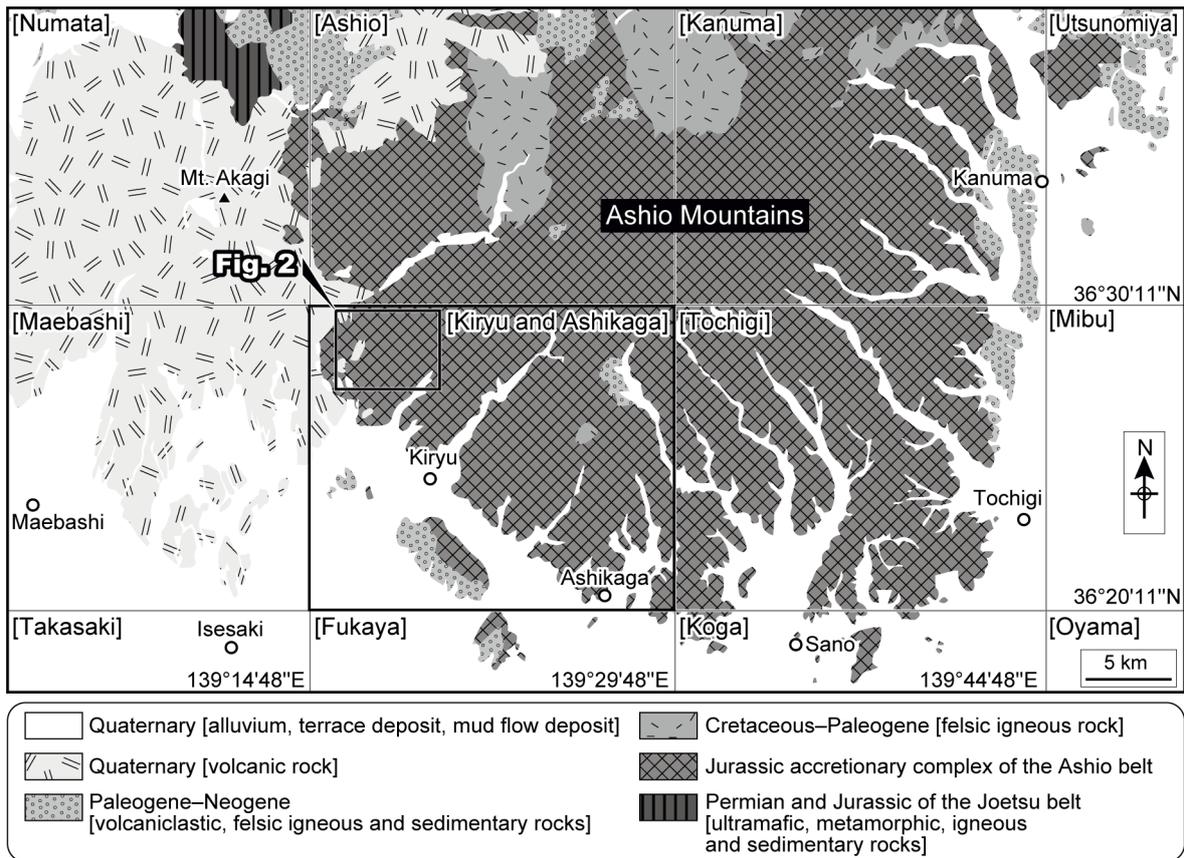
本論で対象とする大間々コンプレックスは、群馬県桐生市からみどり市にかけて露出しており、玄武岩類・チャート・泥岩を主体として少量の炭酸塩岩類・珪質泥岩・砂岩・珪質粘土岩・泥質混在岩を伴う。放散虫やコ

¹ 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation)

² 東北大学大学院 理学研究科 地学専攻 (Department of Earth Science, Graduate School of Science, Tohoku University)

³ タイ王国国立マヒドール大学カンチャナブリーキャンパス (Mahidol University Kanchanaburi Campus)

* Corresponding author: ITO, T., Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan. Email: ito-t@aist.go.jp



第1図 足尾山地の簡略化地質図(須藤ほか, 1991及びGeological Survey of Japan, AIST, 2018に基づく). 鍵括弧内の地名は, 国土地理院発行の5万分の1地形図の地名を示す.

Fig. 1 Simplified geologic maps of the Ashio Mountains (modified after from Sudo *et al.*, 1991; Geological Survey of Japan, AIST, 2018). Geographical names in brackets indicate 1:50,000 topographic maps published by Geospatial Information Authority of Japan.

ノドントなどの化石がわずかに報告されており, チャートはペルム紀からジュラ紀の, 泥質岩は中期ジュラ紀の年代を示す(例えば, Kamata, 1996). 炭酸塩岩類からは, フズリナ・腕足類・サンゴ・三葉虫・脊椎動物・ヘリコプリオン類が報告されており, ペルム系とされている(例えば, Yabe, 1903; 林・長谷川, 1981; 大間々町誌編さん室, 1996; Igo *et al.*, 2000; Tazawa *et al.*, 2012).

調査地域は, 群馬県みどり市大間々町小平^{おだいら}と桐生市黒保根町八木原及び桐生市河内町である. 本論で報告する化石の産出地点を第2図に示す. チャートは黒色・灰色・暗灰色・赤色を呈し, 珪質層と泥質薄層との細互層により成層する. 珪質泥岩は主に暗灰色で, 塊状あるいは非常に弱く成層する. 鏡下で多くの放散虫化石が観察される珪質泥岩もある.

炭酸塩岩類は, 灰白色~灰色を示す石灰岩が多くみられる. 石灰岩は塊状(第3図A)あるいは単層の厚さが5~30 cm程度で層状をなす(第3図B). また石灰岩は主に生砕屑性で, 粒子としてはペロイドが多く, フズリナや

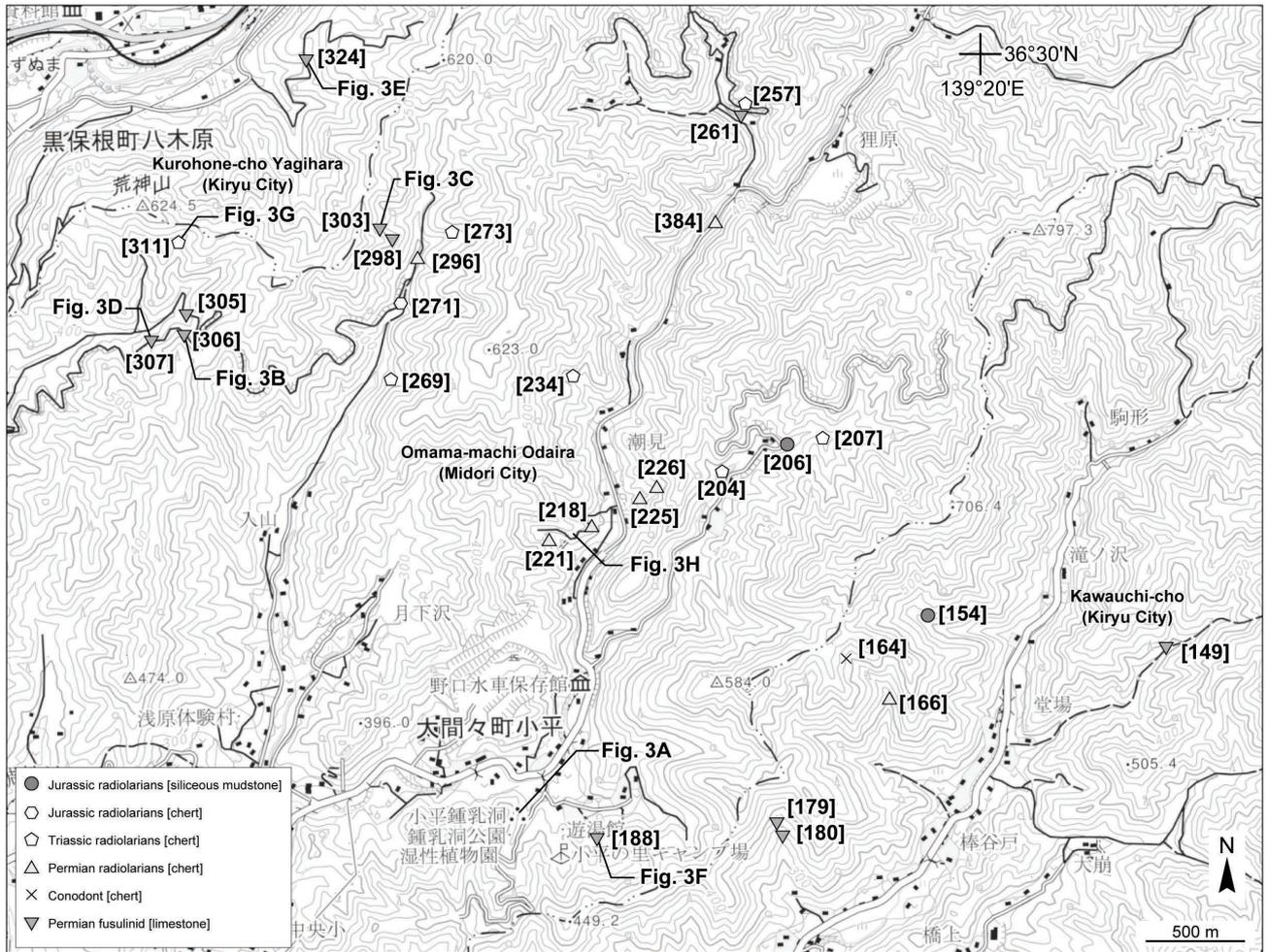
ウミユリも含まれる. Dunham (1962)による堆積組織の分類に基づく, 粒子支持で泥質部を含むパックスストーン(第3図C-E)や, 同じく粒子支持で泥質部を欠くグレインストーン(第3図F)がみられる. また, 再結晶石灰岩(第3図G)やドロストーンも観察される(第3図H).

3. 産出した化石と年代

3.1 ペルム紀放散虫

計7個のチャート試料からペルム紀放散虫化石が得られた(第1表). 代表的な放散虫の走査電子顕微鏡(SEM)画像を第4図に示す.

1試料(試料#166)からは*Follicucullus* sp.が産出した.*Follicucullus*属は中期ペルム紀に現れ(例えば, Wang and Yang, 2011), 下部三畳系からもわずかに報告例がある(例えば, Sugiyama, 1997). *Follicucullus*属が特に多産するのはグアダルピアン統キャピタニアン階~ローピンジアン統ウーチャーピンジアン階(中部~上部ペルム系)であり(例えば, Zhang *et al.*, 2014), 試料#166の年代はこ



第2図 本研究で報告した化石の産出地点。基図については、国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万5千分の1地形図を使用した(承認番号: R2Jhs 66-GISMAP44702号)。地形図は北海道地図株式会社GISMAP50000R+「桐生及足利」による。

Fig. 2 Fossil occurrence localities reported in this study. Base from the Geospatial Information Authority of Japan with its approval (Approval number: R2Jhs 66-GISMAP44702). This map uses GISMAP50000R+ “Kiryu and Ashikaga” by Hokkaido-Chizu Co. Ltd.

の間の可能性が高い。

2試料(#218, #384)からは*Parafollicucullus?* sp.が産出している。*Parafollicucullus*属は上部石炭系～ペルム系から産出するため(例えば, Aitchison *et al.*, 2017), これらの試料の年代は少なくとも後期石炭紀～ペルム紀と推定される。また, 試料#218に含まれる*Pseudoalbaillella?* sp.のいくつかの標本(第4図3, 4)は, 短いpseudoabdomenを持つなどの点で*Pseudoalbaillella scalprata* Holdsworth and Jonesに類似する。Xiao *et al.* (2018)の示したUA帯での*Pseudoalbaillella scalprata*の産出区間は最大でUA3–UA10(シスウラリアン統アッセリアン階～グアダルピアン統キャピタニアン階)であり, これらの2試料の年代はアッセリアン期～キャピタニアン期の可能性がある。

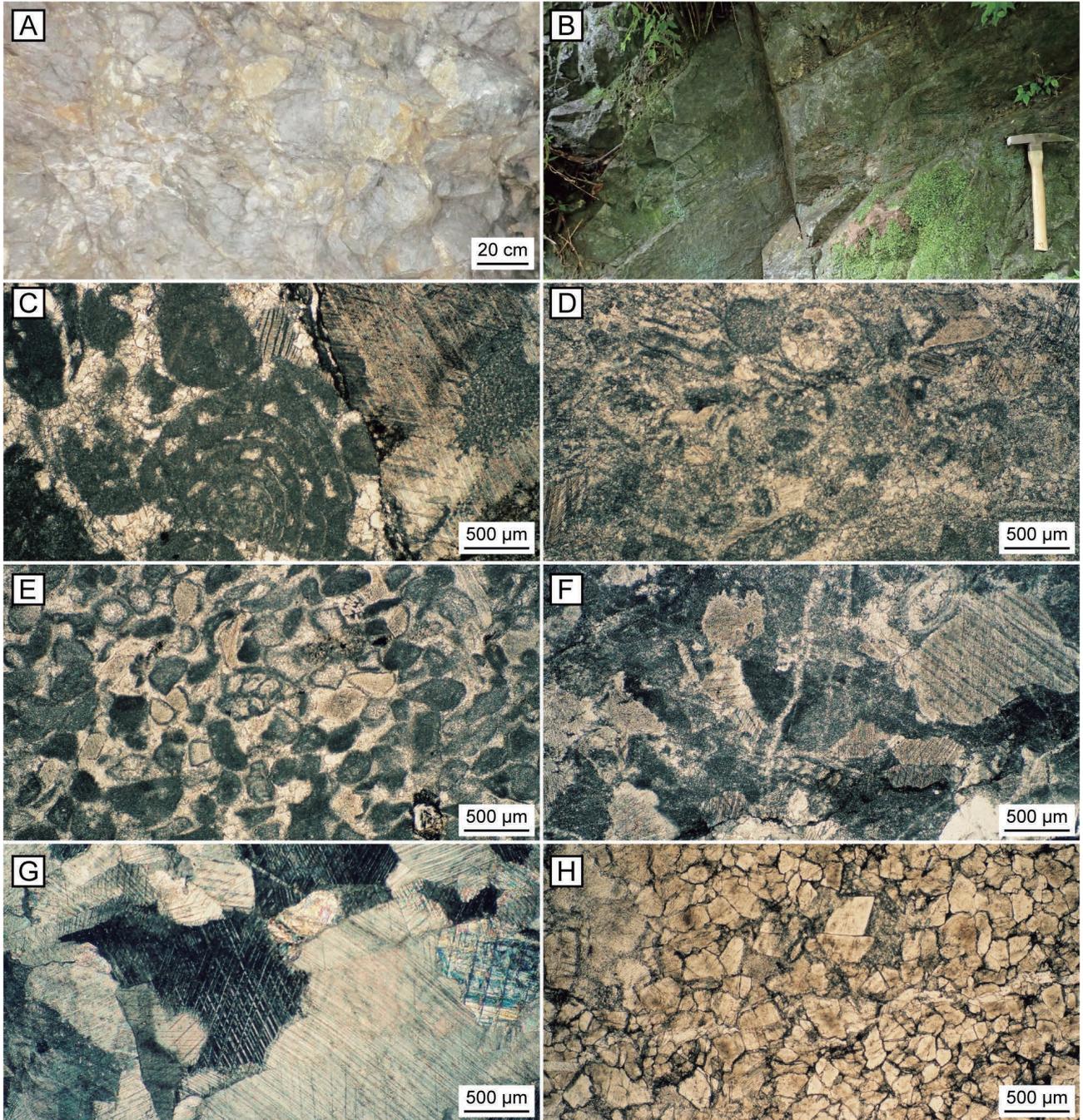
3試料(#221, #226, #296)から*Latentifistula texana* Nazarov and Ormistonが得られた。この種は下部ペルム系で記載さ

れた(Nazarov and Ormiston, 1985)。形状が類似した種の存在などにより見掛け上の産出区間が長いため詳細な年代は不明であるが(例えば, Xiao *et al.*, 2018), この2試料は前期ペルム紀の年代を示す可能性がある。また, 試料#225からは*Latentifistula?* sp.が産出する。*Latentifistula*属やその類似属は石炭系～ペルム系から産出する(例えば, Aitchison *et al.*, 2017)。そのため, この試料の年代は少なくとも石炭紀～ペルム紀と考えられる。

3.2 三疊紀放散虫

チャート7試料から三疊紀放散虫が産出した(第1表)。代表的な放散虫のSEM画像を第5図に示す。

2試料(#234, #311)は, *Muellertortis?* sp.を含む。これらはねじれた太いspineを持つ点から*M. cochleata* (Nakaseko and Nishimura)に類似しており, 破損した同種の可能性



第3図 大間々コンプレックスの炭酸塩岩の露頭・薄片写真。(A)塊状石灰岩。(B)層状石灰岩。(C)ペロイダル生物碎屑性グレインストーン。(D)生物碎屑性グレインストーン。(E)ペロイダル生物碎屑性グレインストーン。(F)ウミユリパックストーン。(G)再結晶石灰岩。(H)ドロストーン。C-G:クロスニコル;H:オープンニコル。試料番号:C:#303;D:#307;E:#324;F:#188;G:#311;H:#219。

Fig. 3 Photographs of outcrop and thin section of carbonate rocks of the Omama Complex. (A) Massive limestone. (B) Bedded limestone. (C) Peloidal bioclastic grainstone. (D) Bioclastic grainstone. (E) Peloidal bioclastic grainstone. (F) Crinoidal packstone. (G) Recrystallized limestone. (H) Dolostone. C-G: Crossed polar; H: Open polar. Sample number: C: sample #303; D: #307; E: #324; F: #188; G: #311; H: #219.

第1表 大間々コンプレックスのチャート及び珪質泥岩から得られた放散虫及びコノドントの産出リスト。
SM：珪質泥岩；Ch：チャート。

Table 1 Occurrence list of radiolarians and conodonts obtained from chert and siliceous mudstone of the Omama Complex. SM: Siliceous mudstone; Ch: chert.

Sample locality	154	164	166	204	206	207	218	221	225	226	234	257	269	271	273	296	311	384
Lithology	SM	Ch	Ch	Ch	SM	Ch												
<i>Follicucullus</i> sp.			+															
<i>Parafollicucullus</i> ? sp.								+										+
<i>Pseudoalibaillella</i> ? sp.								+										
<i>Latentifistula texana</i> Nazarov and Ormiston									+		+							+
<i>Latentifistula</i> sp.									+		+							+
<i>Latentifistula</i> ? sp.										+								+
<i>Latentibifistula</i> ? sp.											+							+
<i>Ruzhencevispongus</i> ? sp.											+							+
<i>Triassocampe</i> sp. cf. <i>T. coronata</i> Bragin					+							+						
Ruesticyrtidae gen. et sp. indet.					+							+	+					+
<i>Pseudostylosphaera japonica</i> (Nakaseko and Nishimura) group													+					
<i>Pseudostylosphaera</i> sp. cf. <i>P. fragilis</i> (Bragin)													+					
<i>Pseudostylosphaera</i> sp.							+						+		+			
Spherical Polycystinea													+					
<i>Muellertortis</i> ? sp.												+						+
Hindeosphaeridae gen. et sp. indet.												+						
<i>Spongoxystris koppi</i> (Lahm)																+		
<i>Archaeodictyomitra</i> sp. cf. <i>A. exiguum</i> Blome						+												
<i>Archaeodictyomitra</i> sp. cf. <i>A. rigida</i> Pessagno						+												
<i>Archaeodictyomitra</i> sp.						+												
<i>Pseudodictyomitrella</i> ? sp.																		+
<i>Protunuma</i> sp. cf. <i>P. fusiformis</i> Ichikawa and Yao																		+
<i>Eucyrtidiellum</i> sp. aff. <i>E. omanojaponicum</i> Dumitrica, Goričan and Hori	+																	
<i>Eucyrtidiellum</i> sp.																		+
Bi-polar form of <i>Spumellaria</i>		+																+
conodont fragment			+										+	+				

がある。Sugiyama (1997)によると、*M. cochleata*の産出区間はTR4 (中部三畳系中部ラディニアン階～上部三畳系カーニアン階最下部)に限られており、2試料(#234, #311)の年代は中期ラディニアン期～カーニアン期最前期である可能性がある。

2試料(#204, #257)からは、*Triassocampe* sp. cf. *T. coronata* Braginなどが得られた。Sugiyama (1997)によると、*T. coronata*の産出区間はTR2B-TR3A (中部三畳系アニシアン階)に限られる。したがって、これらの試料の年代はアニシアン期と考えられる。また、試料#257からは、少量のコノドント片が認められた。

1試料(#207)は*Pseudostylosphaera* sp.を含む。O'Dogherty et al. (2009)によると、*Pseudostylosphaera*属の産出区間は下部三畳系オレネキアン階～上部三畳系カーニアン階の下部である。したがって、この試料はオレネキアン期～前期カーニアン期のいずれかの年代を示す。

1試料(#273)からは*Spongoxystris koppi* (Lahm)が得られた。この種は、中部三畳系アニシアン階～ラディニアン階からの産出が知られる(例えば、Sashida et al., 1999; Tekin and Mostler, 2005)。よって、この試料の年代はアニシアン期～ラディニアン期である。

1試料(#269)はRuesticyrtidae gen. et sp. indet.を含む。また、少量のコノドント片が認められた。O'Dogherty et al. (2009)によると、Ruesticyrtidae科の産出区間は中部三畳系アニシアン階～上部三畳系ノーリアン階であり、この試料の年代もこの間であると考えられる。

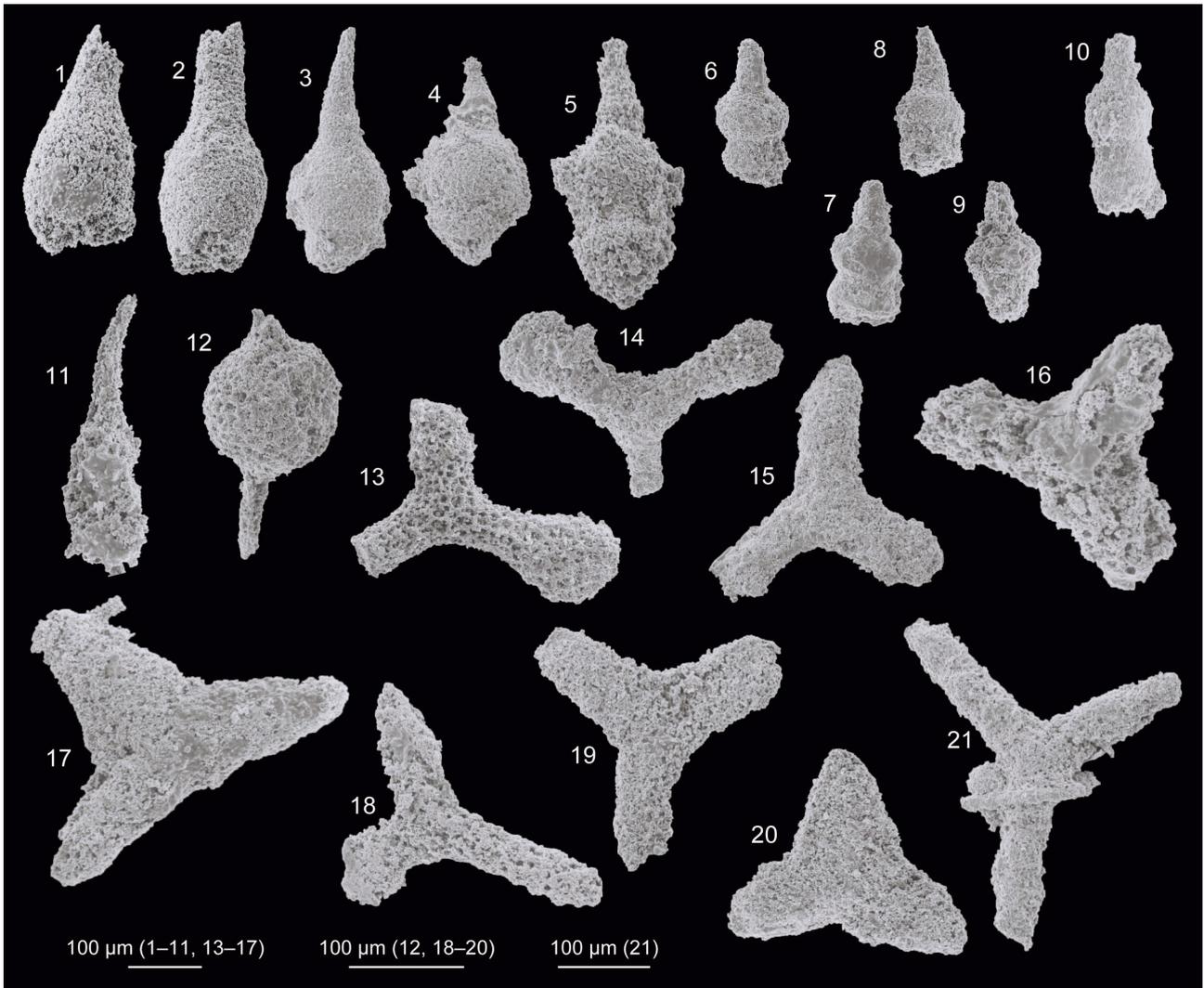
3.3 ジュラ紀放散虫

計3試料からジュラ紀放散虫が得られた(第1表)。1試料はチャートであり、2試料は珪質泥岩である。代表的な放散虫のSEM画像を第6図に示す。

チャート試料(#271)からは、*Protunuma* sp. cf. *P. fusiformis* Ichikawa and Yaoなどが得られた。*Protunuma fusiformis*は、*Striatojaponocapsa plicarum*帯(中部ジュラ系バジジョシアン階～下部バトニアン階, Matsuoka and Ito, 2019)の特徴種である*Striatojaponocapsa plicarum* (Yao)と共産する(例えば、松岡, 1985)。これに基づくと、この試料は、バジジョシアン期～バトニアン期の間の年代であると考えられる。

珪質泥岩1試料(#206)からは、*Archaeodictyomitra* sp. cf. *A. exiguum* Blome及び*A. sp. cf. A. rigida* Pessagnoが産出している。*Archaeodictyomitra exiguum*は、北米では中部ジュラ系カロビアン階から産出する(Blome, 1984)。また、福井県の南条山地では*A. sp. aff. A. exiguum*と*Striatojaponocapsa plicarum*との共産が報告されている(服部, 1987)。したがって、この試料の年代は中期ジュラ紀バジジョシアン期～カロビアン期であると考えられる。

珪質泥岩試料の1つ(#154)からは、*Eucyrtidiellum* sp. aff. *E. omanojaponicum* Dumitrica, Goričan and Horiが産出する。*Eucyrtidiellum omanojaponicum*は、Hori (1990, 1997)の*Eucyrtidiellum*? sp. Cであり、Goričan et al. (2006)によって記載された。Hori (1990, 1997)によると、その産出は*Parahsuum simplum*帯の上部(*Eucyrtidiellum*? sp. C



第4図 大間々コンプレックスのチャートから得られたペルム紀放射散虫。

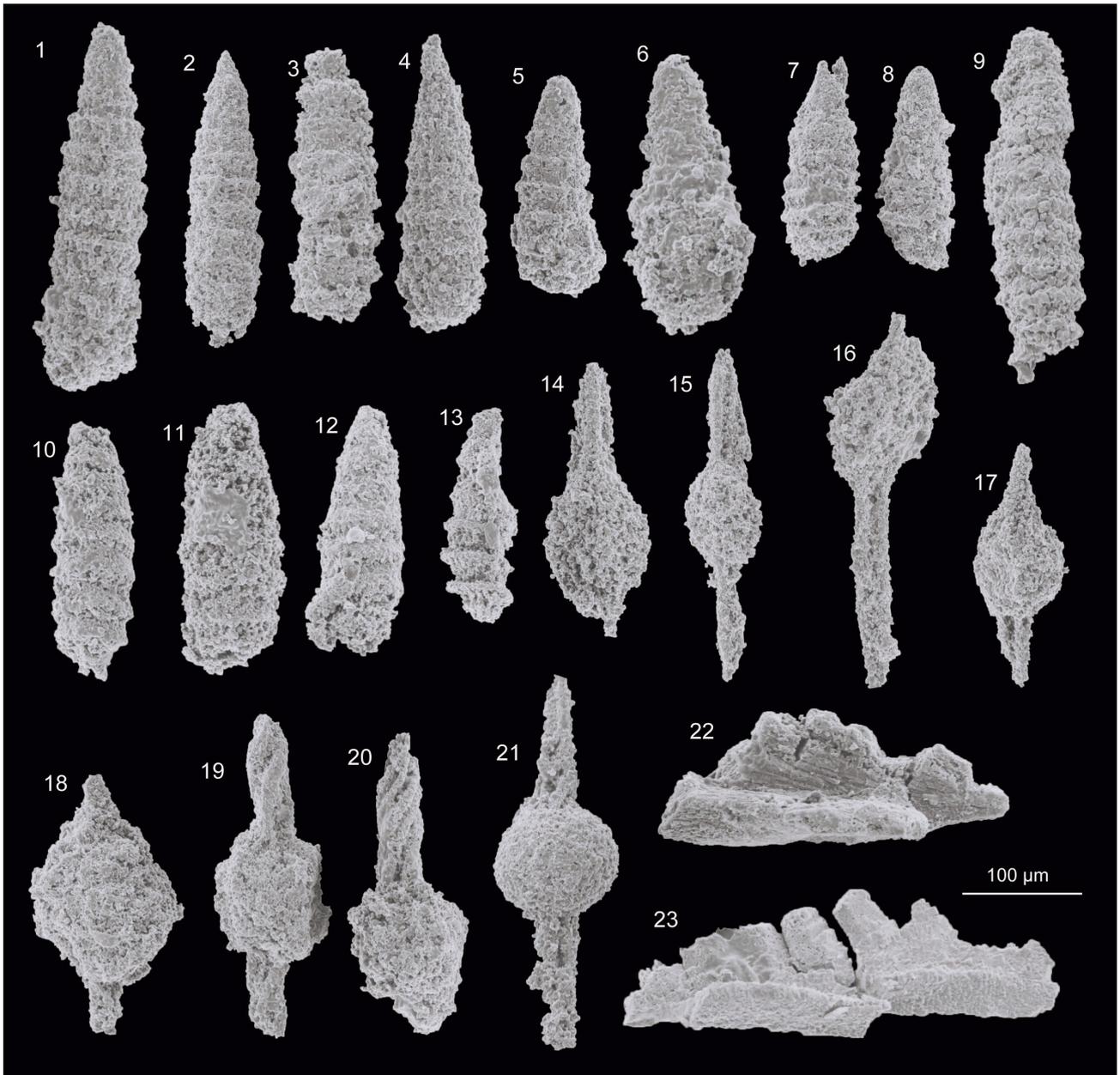
Fig. 4 Permian radiolarians obtained from chert of the Omama Complex.

(1, 2) *Follicucullus* sp. (5, 10) *Parafollicucullus*? sp. (3, 4, 6-9) *Pseudoalbaillella*? sp. (11) *Albaillellaria*? gen. et sp. indet. (12) *Entactinaria* gen. et sp. indet. (13) *Latentifistula texana* Nazarov and Ormiston. (14) *Latentifistula* sp. (15, 18, 21) *Latentifistula*? sp. (16, 17, 19) *Latentifistula*? sp. (20) *Ruzhencevispongus*? sp. Sample number: 1, 2: sample #166; 3, 5-9: #218; 4, 11, 12, 14, 15, 19-21: #226; 10: #384; 13: #221; 16-18: #296.

group帯～*Trillus elkhornensis*帯)に限られており、下部ジュラ系のプリンスバッキアン階にほぼ対比される。大間々コンプレックスの泥質岩からの化石産出記録は乏しいが、珪質泥岩や泥岩から*Striatojaponocapsa plicarum*の産出が報告されている(Kamata, 1996)。前述の通り、この種は中部ジュラ系バジジョシアン階～下部バトニアン階の*Striatojaponocapsa plicarum*帯の特徴種である(Matsuoka and Ito, 2019)。本研究における*Eucyrtidiellum* sp. aff. *E. omanojaponicum*を含む珪質泥岩試料(#154)の年代は前期ジュラ紀プリンスバッキアン期であり、大間々コンプレックスの泥質岩としては最も古い時代を示す。

3.4 ペルム紀有孔虫

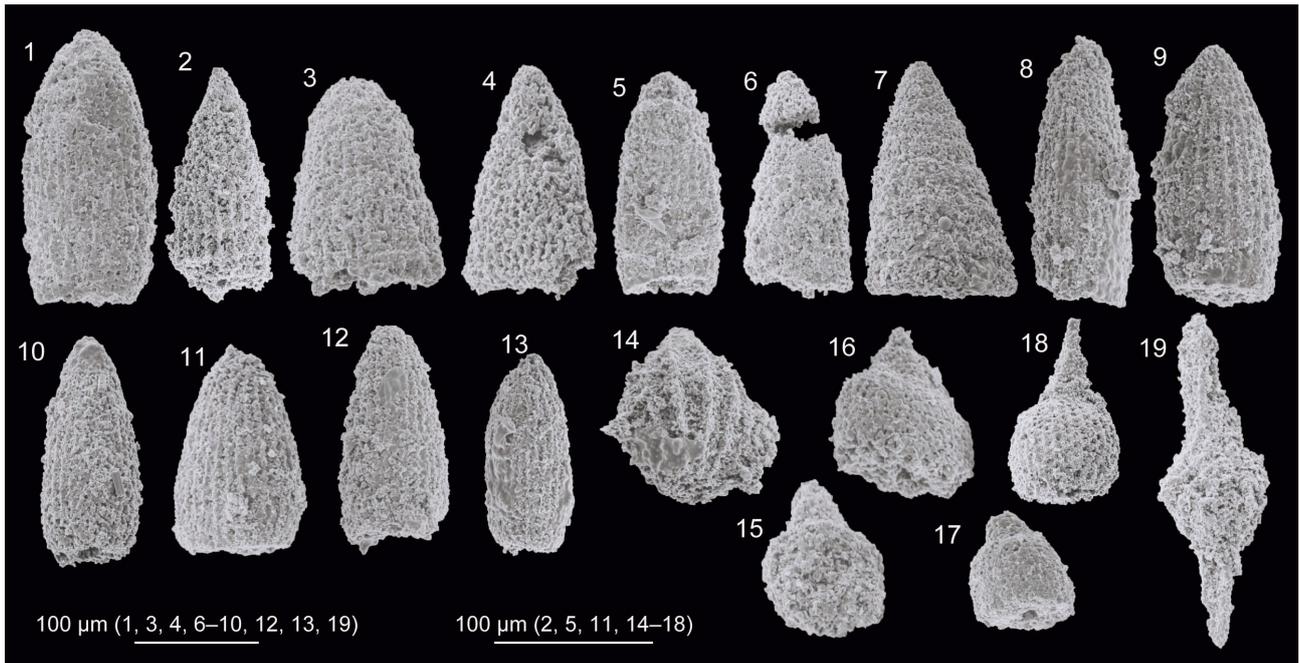
10個の石灰岩試料から有孔虫が得られた(第2表)。代表的な有孔虫の薄片写真を第7図に示す。このうちの7試料(#179, #261, #298, #303, #306, #307, #324)からは*Parafusulina* sp.が産出する。Zhang and Wang (2018)によれば、*Parafusulina*属の産出区間はシスウラリアン統アーティンスキアン階～グアダルピアン統キャピタニアン階である。従ってこれらの試料はアーティンスキアン期～キャピタニアン期のいずれかの年代を示す。この中の1試料(#298)は*Neoschwagerina* sp. aff. *N. simplex tenuis* Toriyama and Kanmeraを含む。Zhang and Wang (2018)によれば、*Neoschwagerina simplex*は南中国地塊ではロー



第5図 大間々コンプレックスのチャートから得られた三疊紀放散虫及びコノドント。

Fig. 5 Triassic radiolarians and conodonts obtained from chert of the Omama Complex.

(1, 5) *Triassocampe* sp. cf. *T. coronata* Bragin. (2-4, 6-13) Ruesticyrthiidae gen. et sp. indet. (14, 15) *Pseudostylosphaera japonica* (Nakaseko and Nishimura) group. (16, 18) Spherical Polycystinea. (17) *Pseudostylosphaera* sp. cf. *P. fragilis* (Bragin). (19) Hindeosphaeridae gen. et sp. indet. (20) *Muelleritortis?* sp. (21) *Spongoxystris koppi* (Lahm). (22) Conodont fragment. (23) Triassic-type conodont fragment. Sample number: 1-4, 18: sample #204; 5, 6, 22: #257; 7, 8, 14-17, 23: #269; 19: #234; 9-13, 20: #311; 21: #273.



第6図 大間々コンプレックスのチャート及び珪質泥岩から得られたジュラ紀放射虫。

Fig. 6 Jurassic radiolarians obtained from chert and siliceous mudstone of the Omama Complex.

(1) *Archaeodictyomitra* sp. cf. *A. exiguum* Blome. (2, 6, 7) Multisegmented *Nassellaria* gen. et sp. indet. (3, 8-13) *Archaeodictyomitra* sp. (4) *Pseudodictyomitrella?* sp. (5) *Archaeodictyomitra* sp. cf. *A. rigida* Pessagno. (14) *Protunuma* sp. cf. *P. fusiformis* Ichikawa and Yao. (15) Unidentifiable *Nassellaria*. (16, 17) *Eucyrtidiellum* spp. (18) *Eucyrtidiellum* sp. aff. *E. omanojaponicum* Dumitrica, Goričan and Hori. (19) Bi-polar form of *Spumellaria*.
Sample number: 1, 3-6: sample #206; 2, 18, 19: #154; 7-17: #271.

第2表 大間々コンプレックスの炭酸塩岩類から得られた有孔虫の産出リスト。

Table 2 Occurrence list of foraminifers obtained from carbonate rocks of the Omama Complex.

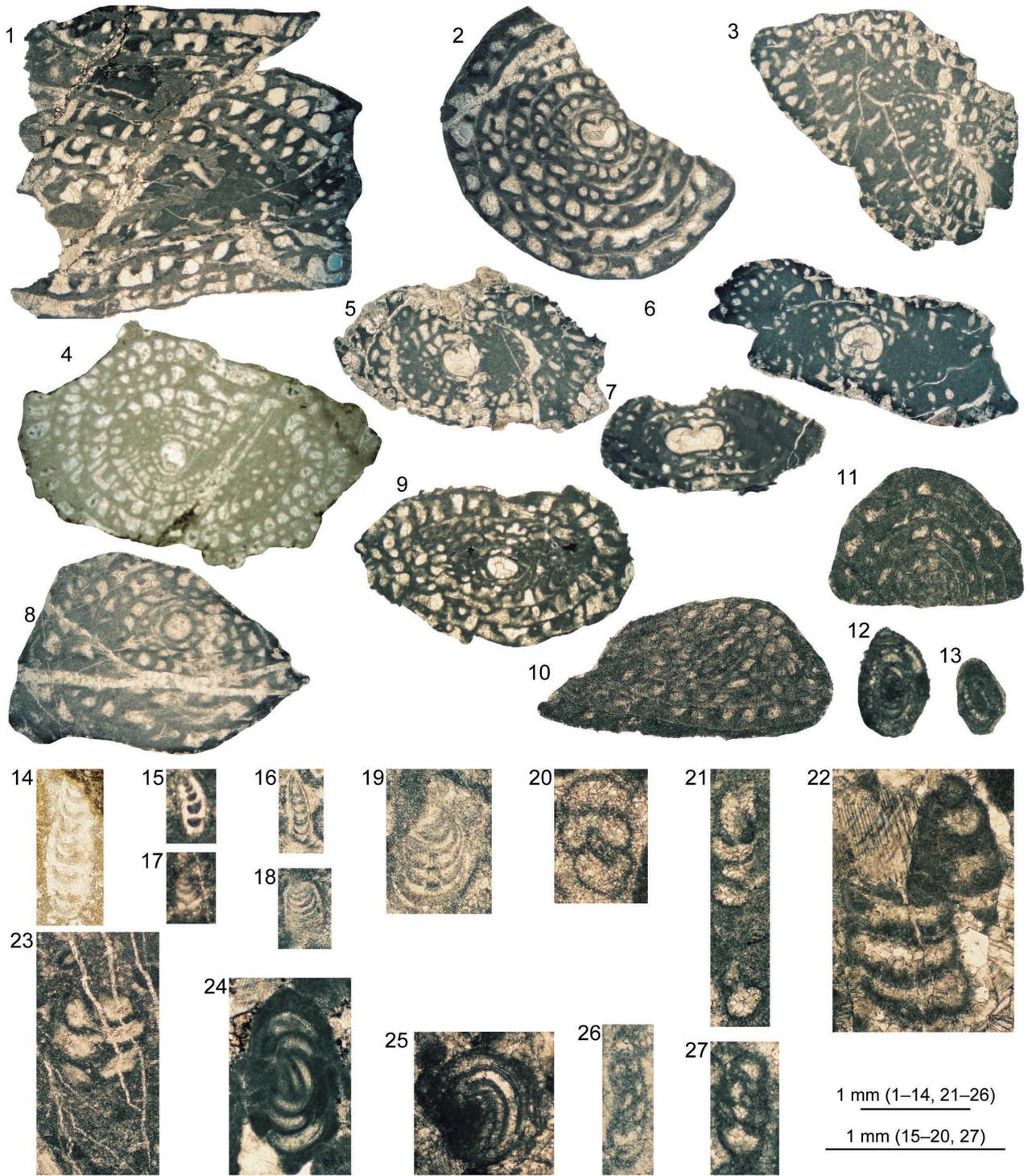
Sample locality	#149	#179	#188	#261	#298	#303	#305	#306	#307	#324
<i>Parafusulina</i> sp.		+		+	+	+		+	+	+
<i>Neoschwagerina</i> sp. aff. <i>N. simplex tenuis</i> Toriyama and Kanmera					+					
<i>Nankinella</i> sp.									+	
<i>Climacamina</i> sp. aff. <i>C. yishanensis</i> Lin		+								
<i>Climacamina</i> sp.							+			
<i>Geinitzina</i> sp.		+				+				+
<i>Lasiodiscus</i> sp.									+	
<i>Neodiscus</i> sp.								+		
<i>Nodosinelloides?</i> sp.	+	+				+		+		+
Gen. et sp. indet.			+							

ディアン階の、インドシナ地塊ではクングーリアン階最上部～下部ローディアン階の化石帯の指標種である。試料#298の年代に関しては、さらにクングーリアン期最末期～ローディアン期の範囲に限定される可能性がある。

このほかの試料(#149, #188, #305)については年代決定に有効な分類群が見つかっておらず、その年代は不明である。

4. まとめ

- 1) 群馬県みどり市大間々町周辺に分布する足尾帯ジュラ紀付加体の大間々コンプレックスから放射虫及び有孔虫化石を発見した。
- 2) チャート7試料からペルム紀放射虫化石が、7試料から三畳紀放射虫が、1試料からジュラ紀放射虫が得ら



第7図 大間々コンプレックスの石灰岩から得られたペルム紀有孔虫.

Fig. 7 Permian foraminifers obtained from limestone of the Omama Complex.

(1-9) *Parafusulina* sp. (10, 11) *Neoschwagerina* sp. aff. *N. simplex tenuis* Toriyama and Kanmera. (12, 13) *Nankinella* sp. (14-16) *Nodosinelloides?* sp. (17-19) *Geinitzina* sp. (20, 26, 27) Gen. et sp. indet. (21, 22) *Climacammina* sp. (23) *Climacammina* sp. aff. *C. yishanensis* Lin. (24) *Neodiscus* sp. (25) *Lasiodiscus* sp. Sample number: 1, 7: sample #307; 2, 5, 6, 10-13: #298; 3: #306; 4: #261; 8, 14, 19: #324; 9, 17, 23: #179; 15, 22, 24: #306; 16, 18: #303; 20: #180; 21: #305; 25: #307; 26: #188; 27: #180.

れた。ジュラ紀の試料に関しては、中期ジュラ紀バジジョシアン期～バトニアン期の年代であると考えられる。

- 3) 珪質泥岩2試料からジュラ紀放射虫が得られた。1試料は中期ジュラ紀バジジョシアン期～カロピアン期であると考えられる。また、もう1つの試料の年代は前期ジュラ紀プリンスバッキアン期と考えられ、これまでに大間々コンプレックスから報告されている泥質岩としては、最も古い年代を示す。
- 4) 石灰岩10試料から有孔虫が得られた。このうち7試料はシスウラリアン世アーティンスキアン期～グアダルピアン世キャピタニアン期(前期～中期ペルム紀)のいずれかの年代を示す。

謝辞：本研究の一部は、1991～1993年に行われた第2著者鈴木 の卒業研究の結果に基づく。この卒業研究を進めるにあたり、列挙できないほど多くの方々からご指導いただいた。当時の東北大学理学部地学科地学第一の教官をはじめとした皆様に厚くお礼申し上げます。また、地質情報研究部門の原 英俊博士(担当編集者)及び内野隆之博士(査読者)ならびに匿名査読者1名には原稿を査読いただき、本論文の内容は大きく改善された。

文 献

- Aitchison, J. C., Suzuki, N., Caridroit, M., Danelian, T. and Noble, P. (2017) Taxonomy of Paleozoic radiolarian genera. *Geodiversitas*, **39**, 503–531.
- 荒川竜一(1986) 足尾山地南東部の中・古生界(I). 栃木県立博物館紀要, **3**, 1–37.
- 荒川竜一(1997) 足尾帯葛生地域の珪質泥岩から産出したジュラ紀放射虫化石群集(I). 栃木県立博物館紀要, **14**, 1–19.
- 荒川竜一(1998) 足尾帯葛生地域の二酸化マンガンノジュールより算出した中期ジュラ紀放射虫化石群集. 栃木県立博物館紀要, **15**, 51–76.
- Blome, C. D. (1984) Middle Jurassic (Callovian) radiolarians from carbonate concretions, Alaska and Oregon. *Micropaleontology*, **30**, 343–389.
- Dunham, R. J. (1962) Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Textures. *Memoir of the American Association of Petroleum Geologists*, **1**, 108–121.
- Hanzawa, S. (1942) *Parafusulina yabei* n. sp. from Tomuro, Simotuke Province, Japan. *Japanese Journal of Geology and Geography*, **18**, 127–131.
- Geological Survey of Japan, AIST (2018) Seamless digital geological map of Japan 1:200,000. January 26, 2018 version. Geological Survey of Japan, AIST. <https://gbank.gsj.jp/seamless/v2full/> (Accessed:2018-1-26)
- Goričan, Š., Carter, E. S., Dumitrică, P., Whalen, P. A., Hori, R. S., De Wever, P., O’Dogherly, L., Matsuoka, A. and Guex, J. (2006) *Catalogue and Systematics of Pliensbachian, Toarcian and Aalenian Radiolarian Genera and Species*. Založba ZRC, ZRC Publishing, Ljubljana, 446p.
- 服部 勇(1987) 福井県南条山地におけるジュラ紀放射虫について. 福井市立郷土自然科学博物館研究報告, **34**, 29–101.
- 林 信悟・長谷川美行(1981) 足尾帯の秩父系—大型化石およびコノドントによる年代論(その2) —. 中生代構造作用の研究, no. 3, 232–249.
- 林 信悟・飯島静男・石井逸雄・中島照雄・沢口 宏・田中宏之・吉田 尚(1990) 足尾山地南西部の中・古生界. 群馬県立歴史博物館紀要, **11**, 1–34.
- Hori, R. (1990) Lower Jurassic radiolarian zones of SW Japan. *Transactions and Proceedings of Palaeontological Society of Japan, New Series*, no. 159, 562–586.
- Hori, R. S. (1997) The Toarcian radiolarian event in bedded cherts from southeastern Japan. *Marine Micropaleontology*, **30**, 159–169.
- Igo, Hy. (1964) Fusulinids from the Nabeyama Formation (Permian) Kuzu, Tochigi Prefecture, Japan. *Memoirs of the Mejiro Gakuen Woman’s Junior College*, **1**, 1–28.
- Igo, Hy. and Igo, Hh. (1977) Upper Permian fusulinaceans contained in the pebbles of the basal conglomerate of the Adoyama Formation, Kuzu, Tochigi Prefecture, Japan. *Transactions and Proceedings of Palaeontological Society of Japan, New Series*, no. 106, 89–99.
- Igo, Hy., Koizumi, H. and Kaniwa, T. (2000) A Permian Rugosa *Yatsengia kuzuensis*, from north of Kiryu in the Ashio Mountains, Gunma Prefecture, Japan. *Bulletin of the National Science Museum, Series C, Geology & Paleontology*, **26**, 79–86.
- 五十川淳一・相田吉昭・酒井豊三郎(1998) 栃木県葛生町箕輪地区の層状チャートから産出する前期三疊紀放射虫化石. 大阪微化石研究会誌特別号, no. 11, 81–93.
- 鎌田祥仁(1995) 足尾帯葛生地域の黒色珪質頁岩, 黒色チャートから産出する前期三疊紀放射虫. 化石, **59**, 23–31.
- Kamata, Y. (1996) Tectonostratigraphy of sedimentary complex in the southern part of the Ashio terrane, central Japan. *Science reports of the Institute of Geoscience, University of Tsukuba. Section B, Geological Sciences*, **17**, 71–107.
- 鎌田祥仁(1997a) 足尾帯葛生地域におけるチャート-碎屑岩シーケンスの復元. 地質学雑誌, **103**, 343–356.
- 鎌田祥仁(1997b) 足尾山地葛生地域の砂岩・チャート

- 角礫岩の転石から得られた後期ペルム紀～後期三疊紀の放散虫(予察). 大阪微化石研究会誌特別号, no. 10, 97–107.
- Kamata, Y. (1999) Lower Triassic (Spathian) radiolarians from the Kuzu area (Tochigi Prefecture, central Japan). *Geodiversitas*, **21**, 657–673.
- 鎌田祥仁(2000)足尾帯白岩地域における葛生コンプレックスのチャート—碎屑岩シーケンスの覆瓦構造. 地質学論集, no. 55, 203–221.
- Kobayashi, F. (2006a) Middle Permian foraminifers of the Izuru and Nabeyama formations in the Kuzu area, Tochigi Prefecture, Japan Part 1. Schwagerinid, neoschwagerinid, and verbeekinid fusulinoideans. *Paleontological Research*, **10**, 37–59.
- Kobayashi, F. (2006b) Middle Permian foraminifers of the Izuru and Nabeyama formations in the Kuzu area, central Japan Part 2. Schubertellid and ozawainellid fusulinoideans, and non-fusulinoidean foraminifers. *Paleontological Research*, **10**, 61–77.
- 松岡 篤(1985)高知県佐川地域秩父累帯南部の中部ジュラ系毛田層. 地質学雑誌, **91**, 411–420.
- Matsuoka, A. and Ito, T. (2019) Updated radiolarian zonation for the Jurassic in Japan and the western Pacific. *Science Reports of Niigata University (Geology)*, no. 34, 49–57.
- Morikawa, R. and Horiguchi, M. (1956) *Parafusulina nakamigawai* n. sp. from the Adoyama Formation in the Neighborhood of Kuzu City, Tochigi Prefecture. *Science Reports of the Saitama University, Series B (Biology and Earth Sciences)*, **2**, 261–264.
- Morikawa, R. and Takaoka, Y. (1961) Two new species of the *Parafusulina yabai* type from Tomura, Totigi Prefecture, central Japan. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, no. 41, 33–40.
- 元木葉月・指田勝男(2004)足尾山地の「砥石」に関する年代学のおよび層序学的検討(予報). 大阪微化石研究会誌特別号, no. 13, 47–57.
- Muto, S., Takahashi, S., Yamakita, S., Suzuki, N., Suzuki, N. and Aita, Y. (2018) High sediment input and possible oceanic anoxia in the pelagic Panthalassa during the latest Olenekian and early Anisian: Insights from a new deep-sea section in Ogama, Tochigi, Japan. *Palaeogeography. Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **490**, 687–707.
- Muto, S., Okumura, Y. and Mizuhara, T. (2021) Late Kungurian conodonts of the pelagic Panthalassa from seamount-capping limestone in Ogama, Kuzuu, Tochigi Prefecture, Japan. *Paleontological Research*, **25**, 105–119.
- Nazarov, B. B. and Ormiston, A. R. (1985) Radiolaria from the Late Paleozoic of the Southern Urals, USSR and West Texas, USA. *Micropaleontology*, **31**, 1–54.
- O'Dogherty, L., Carter, E. S., Dumitrica, P., Goričan, Š., De Wever, P., Hungerbühler, A., Bandini, A. N. and Takemura, A. (2009) Catalogue of Mesozoic radiolarian genera. Part 1: Triassic. *Geodiversitas*, **31**, 213–270.
- 大間々町誌編さん室(1996)大間々町誌「基礎資料VIII」大間々町の地形・地質. 大間々町誌刊行委員会, 群馬県大間々町(現 桐生市).
- 大高真由美・相田吉昭・酒井豊三郎(1998)足尾山地, 葛生町箕輪地区の中部三疊系層状チャート層の放散虫化石層序. 大阪微化石研究会誌特別号, no. 11, 95–113.
- 指田勝男・猪郷久治・猪郷久義・滝沢 茂・久田健一郎・柴田知則・塚田邦治・西村はるみ(1982)関東地方のジュラ系放散虫化石について. 大阪微化石研究会誌特別号, no. 5, 51–66.
- Sashida, K., Kamata, Y., Adachi, S. and Munasri (1999) Middle Triassic radiolarians from West Timor, Indonesia. *Journal of Paleontology*, **73**, 765–786.
- 須藤定久・牧本 博・秦 光男・宇野沢 昭・滝沢文教・坂本 亨・駒澤正夫・広島俊男(1991) 20万分の1地質図幅「宇都宮」, 地質調査所.
- 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.
- Suzuki, N., Akiba, N. and Kanoh, H. (2002) Late Olenekian radiolarians from bedded chert of Ashio terrane, northeast Japan and faunal turnovers in western Panthalassa during Early Triassic. *Journal of China University of Geosciences*, **13**, 124–140.
- 高柳充志・堀 常東・指田勝男(2001)栃木県足利北部地域における足尾帯堆積岩コンプレックスの構造層序と放散虫化石. 大阪微化石研究会誌特別号, no. 12, 113–127.
- Tazawa, J., Hayashi, S., Nakamura, K., Shimizu, M. and Takakuwa, Y. (2012) Early Permian brachiopods from Kiryu, Ashio belt, central Japan. *Bulletin of Gunma Museum of Natural History*, **16**, 41–48.
- Tazawa, J., Okumura, Y., Miyake, Y. and Mizuhara, T. (2016) A Kungurian (early Permian) brachiopod fauna from Ogama, Kuzu area, central Japan, and its palaeobiogeographical affinity with the Wolfcampian—Leonardian (early Permian) brachiopod fauna of West Texas, USA. *Paleontological Research*, **20**, 367–384.
- Tekin, U. K. and Mostler, H. (2005) Longobardian (Middle Triassic) entactinarian and nassellarian Radiolaria from the Dinarides of Bosnia and Herzegovina. *Journal of*

- Paleontology*, **79**, 1–20.
- Wang, Y. J. and Yang, Q. (2011) Biostratigraphy, phylogeny and paleobiogeography of Carboniferous–Permian radiolarians in South China. *Palaeoworld*, **20**, 134–145.
- Xiao, Y. F., Suzuki, N. and He, W. H. (2018) Low-latitude standard Permian radiolarian biostratigraphy for multiple purposes with Unitary Association, Graphic Correlation, and Bayesian inference methods. *Earth-Science Reviews*, **179**, 168–206.
- 矢部長克 (1899) 戸室のフズリナに付て. 地質学雑誌, **6**, 189–194.
- Yabe, H. (1903) A fusulina-limestone with *Helicoprion* in Japan. *The Journal of the Geological Society of Japan*, **10**, 1–13.
- Zhang, L., Ito, T., Feng, Q. L., Caridroit, M. and Danelian, T. (2014) Phylogenetic model of *Follicucullus* lineages (Albaillellaria, Radiolaria) based on high-resolution biostratigraphy of the Permian Bancheng Formation, Guangxi, South China. *Journal of Micropaleontology*, **33**, 179–192.
- Zhang, Y. C. and Wang, Y. (2018) Permian fusuline biostratigraphy. In Lucas, S. G. and Shen, S. Z., eds., *The Permian Time Scale*, Geological Society, London, Special Publication, **450**, 253–288.
- (受付 : 2020年6月18日 ; 受理 : 2021年5月21日)