



和歌山県有田市の秩父帯北帯から産したグアダループ世（ペルム紀中世）放散虫Follicucullus 群集

メタデータ	言語: ja 出版者: 地学団体研究会 公開日: 2024-01-17 キーワード (Ja): キーワード (En): Wakayama, Arida, Northern Chichibu Belt, Permian, Guadalupian, Capitanian, Follicucullus assemblage 作成者: 藤田, 裕也, 鈴木, 寿志, 桑原, 希世子 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10466/0002000183

和歌山県有田市の秩父帯北帯から産したグアダループ世（ペルム紀中世）放散虫 *Follicucullus* 群集

藤田裕也*・鈴木寿志*¹⁾・桑原希世子²⁾

Follicucullus assemblage (Radiolaria) from the Guadalupian (Middle Permian) of the Northern Chichibu Belt, Arida City, Wakayama Prefecture, Japan

FUJITA Yuya*, SUZUKI Hisashi*¹⁾ and KUWAHARA Kiyoko²⁾

Abstract The Guadalupian *Follicucullus* assemblage, which is made mostly of the genus *Follicucullus* (Radiolaria), was found from Arida City, Wakayama Prefecture. The fossil locality in the southern area of Arida City is geologically attributed to the Northern Chichibu Belt, which is occupied by such lithologies as chert, sandstone, mudstone and green rocks. Radiolarian fossils were extracted with diluted hydrofluoric acid from a bedded chert layer exposed at the Mandarin Coastal Street. The occurrence of *Follicucullus porrectus* Rudenko and *Follicucullus* cf. *scholasticus* Ormiston et Babcock and the lack of *Follicucullus charveti* Caridroit et De Wever indicate a Capitanian horizon of the Guadalupian Series. This is the first report of the occurrence of Permian radiolarians from the Arida City area. The significance of the occurrence of Permian chert in the Northern Chichibu Belt is discussed as well as the formative factor of the *Follicucullus* assemblage (deep water current or oceanic environmental change).

Key Words : Wakayama, Arida, Northern Chichibu Belt, Permian, Guadalupian, Capitanian, *Follicucullus* assemblage

はじめに

有田市は和歌山県の北部に位置し（第1図a）、有田川周辺の低地から南北の山地に至る斜面にはみかん畑が広がっている。地質学的には有田川を挟んで北側に三波川変成帯が、南側に秩父帯北帯が分布する（第1図b）。このように地質分布が南北で大きく異なる地域においてみかんの栽培が行われていることから、筆者らはみかん栽培と基盤地質の関係に着目して研究を進めてきた（北西ほか2021）。その研究の一環として秩父帯北帯の地質を調べる過程で、チャートから多くの *Follicucullus* 属を含む放散虫群集を発見した。有田市およびその周辺地域の秩父帯北帯において、これまでにペルム紀放散虫の産出は知られておらず、新たな発見である。ここにその内容を報告し、産出の意義を議論する。

なお、本論で用いるペルム紀の世区分については、Henderson and Shen (2020) などによる現在の3区分を基本と

し、古世を南ウラル世、中世をグアダループ世、新世を楽平世とする。ただし、引用文献における過去の記述では、その意味する年代が現在と違っている可能性があるため、明らかに異なる場合を除き、引用のまま古世、中世、新世の表記を用いる。

調査地域の地質概略

調査地域である有田市地域の地質は、有田川を挟んで北側に三波川変成帯が、南側に秩父帯北帯が分布する（第1図b）。両者は御荷鉾構造線（ないしは有田川構造線）によって境される。北側の三波川変成帯には緑色片岩や御荷鉾緑色岩類が、南側の秩父帯北帯には主にチャート、緑色岩、砂岩、泥岩、石灰岩が分布する。

これまでに有田市地域の秩父帯北帯から、ペルム紀の紡錘虫、三疊紀のコノドントおよびジュラ紀の放散虫化石が

2022年3月30日受付 2022年6月6日受理 担当エディター：林 広樹

* 大谷大学文学部国際文化学科 Department of Intercultural Studies, Faculty of Letters, Otani University

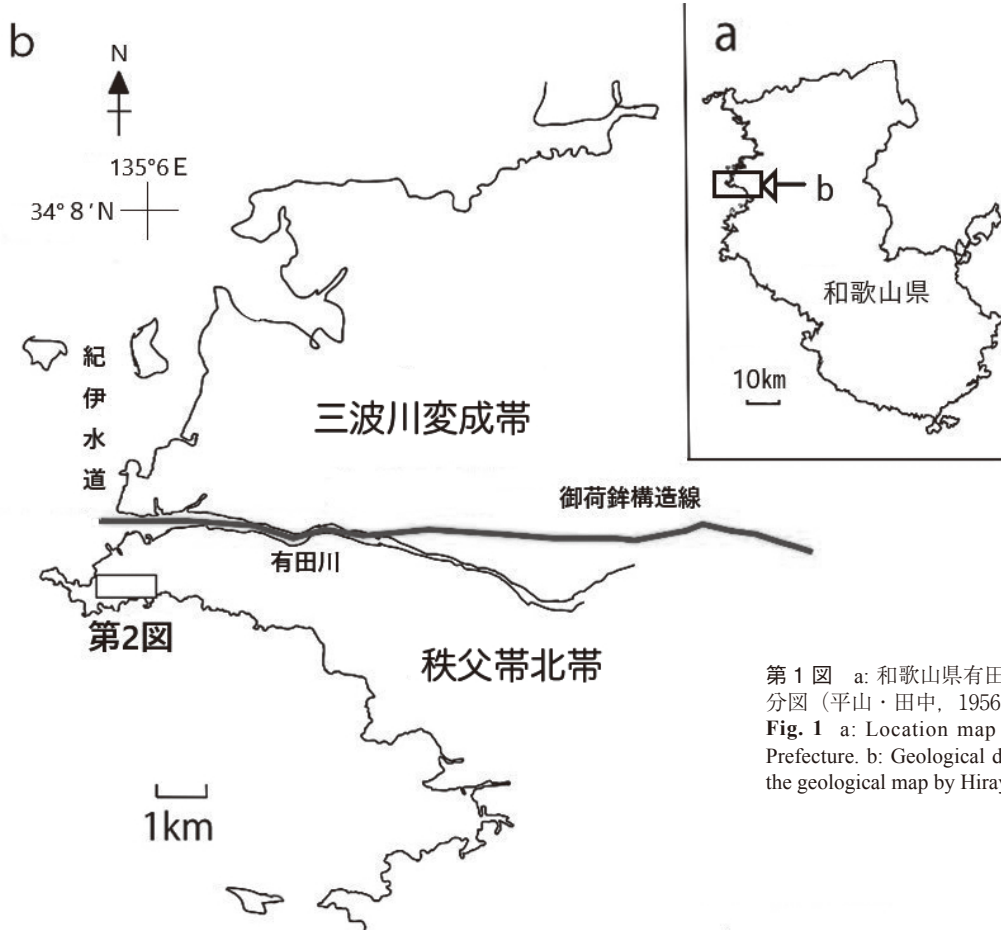
¹⁾ 京都支部 大谷大学文学部国際文化学科 〒603-8143 京都市北区小山上総町

Kyoto Branch, Department of Intercultural Studies, Faculty of Letters, Otani University, Koyama-Kamifusa-cho, Kita-ku, Kyoto 603-8143, Japan (E-Mail: hsuzuki@res.otani.ac.jp)

²⁾ 大阪公立大学国際基幹教育機構

〒599-8531 大阪府堺市中区学園町1番1号

Faculty of Liberal Arts, Sciences and Global Education, Osaka Metropolitan University, Gakuen-cho 1-1, Naka-ku, Sakai 599-8531, Japan



第1図 a: 和歌山県有田市地域位置図. b: 有田市地域地体区分図 (平山・田中, 1956の地質図に基づく).

Fig. 1 a: Location map of the Arida City area in Wakayama Prefecture. b: Geological division of the Arida City area, based on the geological map by Hirayama and Tanaka (1956).

報告されている. 平山・田中 (1956) は, 有田市地域の秩父帯北帯に分布する石灰岩のレンズ状岩体ないしは石灰岩礫岩中の石灰岩礫から *Pseudofusulina* sp., *Neoschwagerina* cf. *craticulifera*, *Yabeina* sp., *Lepidolina* (?) sp. を検出した. そして, それらの層準を二畳系下部統~上部統にわたるとした. 今日のペルム系層序区分に基づく, これらの紡錘虫化石が示す層準は, ペルム系南ウラル統~グアグループ統上部に相当する.

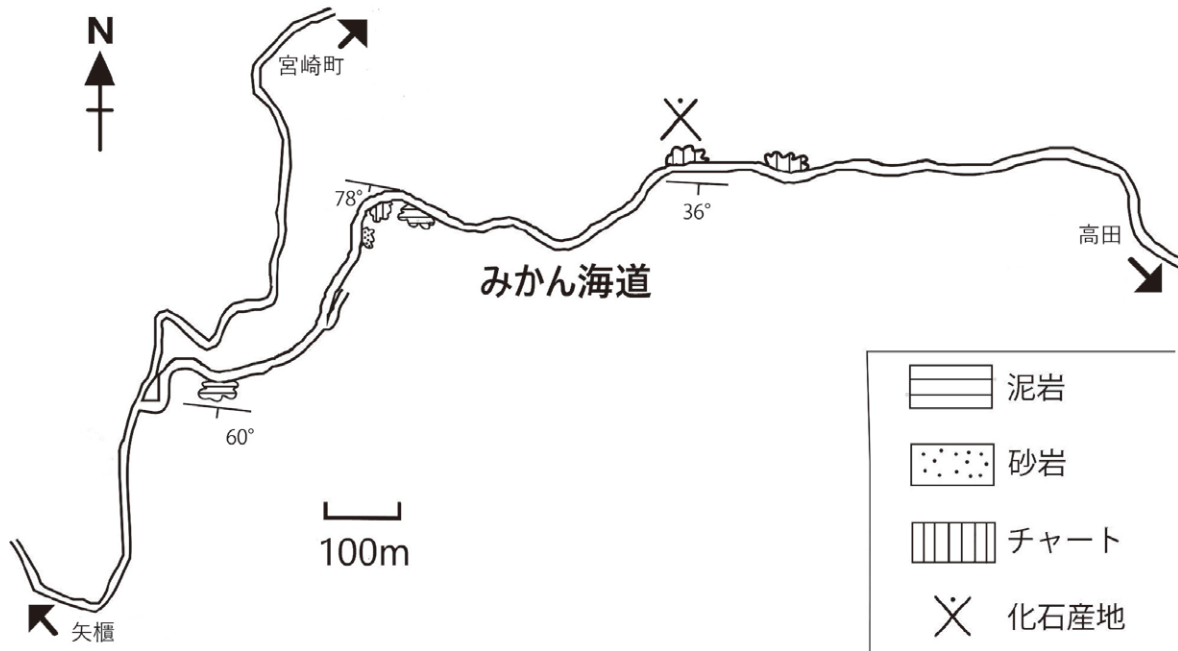
一方, 前島・松田 (1977) は, 有田市地域の秩父帯北帯に分布する複数地点のチャート層より三畳紀型コノドントを発見した. それらは, *Gondolella* cf. *navicula*, *Gondolella polygnathiformis*, *Metapolygnathus bidentatus* であり, 三畳系中部統~上部統の層準を示す. また, 磯崎ほか (1981) は, 有田市およびその近隣地域の秩父帯北帯において, 泥質酸性凝灰岩, 酸性凝灰岩, 泥岩からジュラ紀古世と中世の放散虫化石を報告した. それらのうち, Loc. 1 (みかん海道南方の海岸) の泥質酸性凝灰岩から *Parahsuum simplum* (磯崎ほかでは *Archaeodictyomitra* sp. A と記載) といったジュラ系下部統を示唆する種が産出し, また Loc. 2 (有田市出崎東方) の泥質酸性凝灰岩から *Archaeodictyomitra* aff. *rigida*, *Eucyrtidiellum unumaense*, *Stichocapsa* aff. *convexa*,

Acanthocircus suboblongus といったジュラ系中部統を示唆する種が産出している.

これらのことから, 有田市地域の秩父帯北帯には, ペルム系の石灰岩, 三畳系のチャートおよびジュラ系下部~中部統の泥質酸性凝灰岩を含む付加体が分布することが分かっている. ただし, ペルム系のチャートについては, これまでのところ知られておらず, 本研究での報告が初めてである.

化石産地と試料

本研究で放散虫化石を発見したのは, 有田川より南の山中を走る「みかん海道」という道路沿いの露頭である. みかん海道沿いでは, 泥岩, 砂岩, チャートの露頭が観察された (第2図). 放散虫化石が得られた岩石は層状チャートで, 風化に伴い一見褐色を呈するが, 新鮮な部分は灰白色を示す. 岩石薄片を作成し偏光顕微鏡で観察した結果, 細長い円錐形の *Follicucullus* 属放散虫殻がたくさん含まれている様子が見られた (第3図). なお, 岩石薄片中ではスプメラリア亜目ないしはエンタティナリア亜目とみられる球形放散虫殻も, わずかながら含まれていた.



第2図 みかん海道の露頭分布図とペルム紀放射虫化石産出地点。

Fig. 2 Outcrop distribution along the Mandarin Coastal Street, indicating the location of Permian radiolarians.

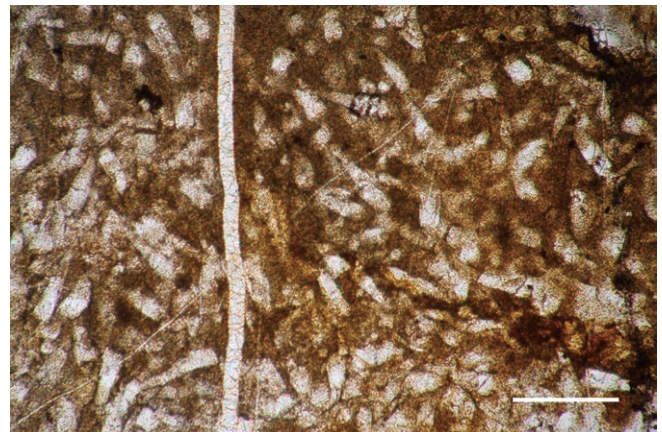
放射虫化石の取り出しと観察

持ち帰った岩石試料をハンマーで小さく砕き、市販の網戸用の防虫網に包んで4%のフッ化水素酸の入ったポリビーカーに約1日浸した。岩石試料を防虫網に包んだまま液体中で振ることで残渣を沈下させ、複数回の水洗を経て残渣を回収した。その後、10%の過酸化水素水に入れ、ホットプレート上で約40分間加熱した。冷却の後、残渣を目開き63 μmの網で濾し、充分水洗した後、シャーレに移して乾燥させた。本研究ではこの作業を2回行った。

次に乾燥後の残渣から双眼実体顕微鏡下で放射虫化石を拾い出し、ホールスライドに集めた。その結果、139個の放射虫化石を拾い出すことができた。それらを走査型電子顕微鏡(テクネックス工房製 Tiny SEM Mighty-8DX)を用いて観察し、デジタル写真を撮影し、同定作業を行った。

放射虫化石とその年代

発見された放射虫群集は、多数の *Follicucullus* 属放射虫の産出で特徴づけられる。化石の保存状態はそれほど良くないが、それらの多くは偽胸部 (pseudothorax) の膨らみの程度から、*Follicucullus porrectus* Rudenko, 1984 (第4図1~3) と判断できる。*Follicucullus porrectus* は極東ロシアから記載された種であり (Belyansky et al. 1984)、日本や中国からも多く産する。一方で、直線的な殻の外形をもつ個体は *Follicucullus scholasticus* Ormiston et Babcock に比較できる (第4図4, 6)。*Follicucullus scholasticus* は Ormiston and Babcock



第3図 岩石薄片の顕微鏡写真。白棒の長さは0.5 mmを示す。

Fig. 3 A photograph of thin section of the fossil-bearing chert sample. Note that many tests of *Follicucullus* species occupy the chert rock. Scale bar denotes 0.5 mm.

(1979)により北米のグアダルーブ統ラマール (Lamar) 石灰岩から記載された種である。

本研究にて有田市地域から得られた放射虫は、構成種の組み合わせから Ishiga (1990) が設定した化石帯のうち、ペルム系グアダルーブ統の *Follicucullus scholasticus* morphotype I 帯に相当する。その後、*Follicucullus porrectus* および *Follicucullus scholasticus* はいずれもキャピタン期 (Capitanian) からペルム紀楽平世の呉家坪期 (Wuchiapingian)・長興期 (Changhsingian) までの長い生存期間をもつことが知られるようになった (たとえば、Zhang et al. 2014; Aitchison et al. 2017; Xiao et al. 2018)。例として Xiao et al. (2018) による化石

帯区分では、*Follicucullus porrectus* は UAZ9 から UAZ15 まで、*Follicucullus scholasticus* は UAZ10 から UAZ14 までの生存期間をもつことが示されている (UAZ は unitary association zone の略)。しかし、本研究の群集からは大量の *Follicucullus* 属が得られているにもかかわらず、UAZ12 以上の構成種、例えば *Follicucullus charveti* は認められず、また *Neobaillella* 属なども検出されていない。したがって、本放散虫群集は、UAZ10 ないしは UAZ11 に対比するのが妥当であり、その年代はペルム紀グアダループ世キャピタン期の前半の可能性が高い。

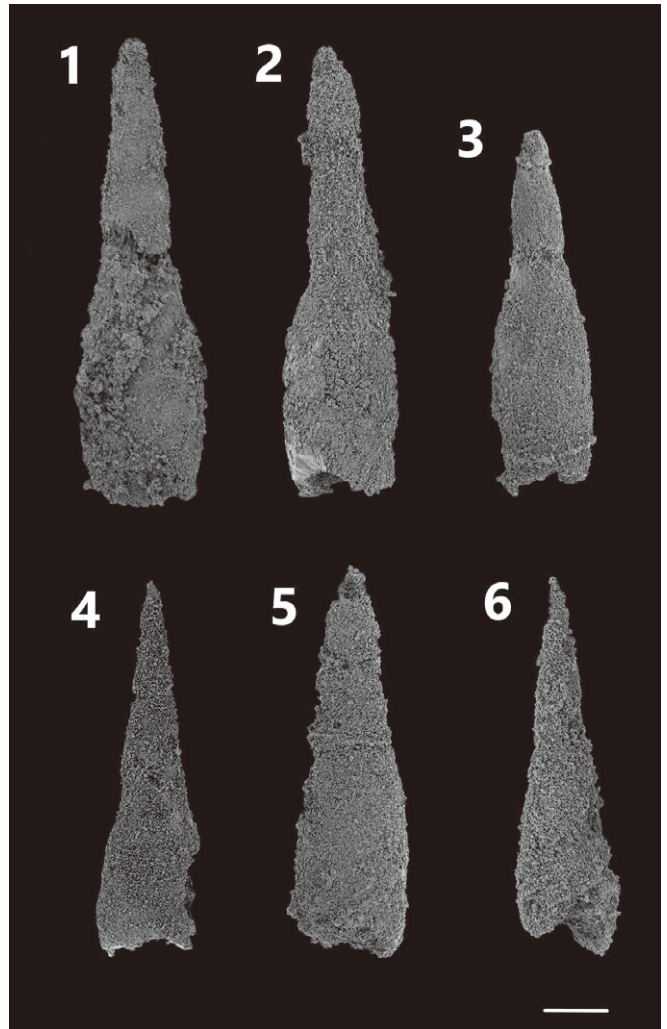
なお、石賀 (1986) は *Follicucullus charveti* の産出がもっぱら碎屑岩相に限定されると述べた。しかし、その後の研究でチャート相からも *F. charveti* が産することが明らかにされている。例えば、郡上八幡地域においてチャートの連続層序を検討した Kuwahara et al. (1998) は、*F. charveti* がチャートから普通に産することを示した。したがって、上述の年代論で *F. charveti* が産出しないことを論拠としたが、この議論はチャート相においても成り立つとみられる。

考 察

秩父帯北帯のペルム紀放散虫化石

本研究での検討の結果、有田市地域の秩父帯北帯から初めてペルム紀の放散虫化石を確認することができた。これまでに紀伊半島においては、黒瀬川帯の碎屑岩類などからペルム紀の放散虫化石が報告されてきた (例えば、桑原ほか 2009) が、秩父帯北帯からのものは限定的である。有田市地域より東方に位置する和歌山県清水-美里地域において、栗本 (1986) は清水層の 2 地点のチャートからペルム紀放散虫化石の産出を報告した。*Pseudoabaillella* sp. と *Follicucullus* sp. の共産からはペルム紀中・新世の、*Follicucullus* cf. *monacanthus* の産出からはペルム紀中世の地質年代であるとした。また梅田 (1998) は鳥羽地域の青峰層群の 2 地点のチャートから、それぞれ *Abaillella levis* と *Eostylodictya* sp. の産出を報告し、前者をペルム紀新世の、後者を古生代後期の地質年代であるとした。都築・八尾 (2006) は地質学会の講演要旨において志摩半島の秩父帯北帯のチャートから *Abaillella* sp. の産出を述べている。

一方、紀伊半島以外の秩父帯北帯に目を向けると、四国東部においては、須槍ほか (1982) が徳島県旧木沢村~上勝町西部地域の 2 地点のチャートからペルム紀古世の放散虫化石を報告した。また鈴木・板谷 (1994) は徳島県上勝町地域を調査し、ペルム紀古世からジュラ紀古世に至る放散虫化石をチャートから発見した。四国中央部の秩父帯北帯においては、Fujinaga and Kato (2005) が、高知県国見山地域の鉄マンガン鉱床の赤色チャートからペルム紀古世の放散虫化石を、Kuwahara et al. (2006) が、高知県穴内マンガン鉱床のチャートからペルム紀中世の放散虫化石を報告している。関東山地の秩父帯北帯においては、指田 (1992) が埼玉県の 12 地点



第 4 図 放散虫化石の電子顕微鏡写真。白棒の長さは 50 μm を示す。
Fig. 4 Scanning electron micrographs of Guadalupian radiolarians from a chert of the Arida City area. Scale bar denotes 50 μm .
 1-3: *Follicucullus porrectus* Rudenko, 1984.
 4: *Follicucullus* cf. *scholasticus* Ormiston et Babcock, 1979.
 5: *Follicucullus* sp.
 6: *Follicucullus* cf. *scholasticus* Ormiston et Babcock, 1979.

のチャートからペルム紀古世ないし中世の放散虫化石を目録に示した。これらはいずれもペルム紀古・中世の地質年代を示しているが、四国の秩父帯北帯の 2 地点においては、ペルム紀最末期長興期の *Neobaillella optima* 帯の放散虫化石群集が詳しく調べられた (桑原・山北 2001)。

このように、ペルム系チャートの分布は秩父帯北帯では普遍的とみられ、ペルム系下部統から最上部までを網羅しているとみられる。したがって、有田市地域においても、さらなる検討によって、ペルム系南ウラル統 (下部統) や楽平統 (上部統) のチャートが発見されると期待される。

Follicucullus 群集について

本研究で発見された放散虫群集は、溶解残渣および岩石薄片において、ほぼ全ての個体が *Follicucullus* 属で占められていた。このように、日本の中・古生代付加体から発見される放散虫化石群集には、時としてある特定の属で優占されるものがみられる。代表的な群集として、ジュラ系下部統の泥岩など碎屑岩類から発見される *Canoptum* 群集が挙げられる(鈴木 1993, 1995)。 *Canoptum* 群集では、 *Canoptum* 属が群集の個体数のうち9割に達することがある。本研究では特に個体数の計測を行っていないが、第3図に示したように岩石薄片には *Follicucullus* 属の殻がびっしり詰まっている様子が観察され、処理残渣から拾い出された放散虫個体もほぼ *Follicucullus* 属のみであった。ここではこのような *Follicucullus* 属が優占する群集を *Follicucullus* 群集と呼ぶことにする。

ジュラ紀の *Canoptum* 群集の場合、泥岩中の複数層準に出現することから、特定の化石帯を示すものではないことが明らかにされた(鈴木 1995)。一方でペルム紀の *Follicucullus* 群集の場合、 *Follicucullus* 属がペルム紀グアグループ世に多産することから、年代層序学的意味がありそうである。しかし、ペルム紀グアグループ世には *Albaillella* 属や *Entactinosphaera* 属なども生息していたにもかかわらず、なぜ *Follicucullus* 属のみが優占するのであろうか。

ひとつの可能性として、深海底における水の流れが特定の形状の放散虫殻のみを選別した可能性がある。Imoto (1984) は、丹波地体群のペルム系チャートの層理面上に *Follicucullus* 属放散虫殻が定向配列する様子を示した。チャートに観察された斜交葉理などの堆積構造から、海底での水流により *Follicucullus* 属放散虫殻が一定の方向に並んだという。そのような場合、 *Entactinosphaera* 属などの球形殻は転がりやすく、より遠方へ運ばれるだろう。 *Follicucullus* 群集はそのような流れによる選別・淘汰により形成された可能性がある。

一方で、ある海洋環境に応じて *Follicucullus* 属放散虫のみが大繁栄し、他の放散虫属が環境に適応できずに、排除された可能性が挙げられる。Noble et al. (2011) は、北米のグアグループ統ラマール石灰岩において、 *Follicucullus* 属の卓越する群集が *Copiellintra* 属などのスプメラリア亜目放散虫が卓越する群集へと入れ替わる層序変化を報告した。また、放散虫を産出した石灰岩の酸素・炭素安定同位体比などの地球化学的分析結果を示し、 *Follicucullus* 属の卓越する群集が遠洋深海環境で形成され、スプメラリア亜目放散虫の卓越する群集が陸水の影響がある表層海水で生じたとした。この研究結果に基づけば、表層海水に放散虫の生息できない環境が生じたことによって、深海に生息する *Follicucullus* 属のみが卓越した群集が形成されたこととなる。

また、 *Follicucullus* 属の殻構造の特徴から当時の海洋環境

を考察してみたい。 *Follicucullus* 属の殻表面は、非晶質シリカの層で覆われており、殻底部の開開口部を除けば殻表面に孔は見られない。そのような特徴は、時代が異なるもののジュラ紀の *Canoptum* 群集の構成種にも当てはまる。 *Canoptum* 属の殻表面は *Follicucullus* 属と同じように非晶質シリカの層で覆われている。また *Canoptum* 群集には、 *Natoba* 属や *Pseudocanoptum* 属が伴われるが、いずれも殻の表面が非晶質シリカの層で覆われる。ジュラ紀には *Parahsuum* 属のような多孔質な殻をもつ属が生存していたが、 *Canoptum* 群集にはそのような属種が含まれない(鈴木 1995)。このことから、鈴木(1996)は *Canoptum* 群集の出現が、放散虫の殻表面の孔による外界とのやりとりがなくても生存できるような海洋環境の出現を示唆していると考察した。もちろん、ジュラ紀とペルム紀とでは生存在した属種は異なるうえ、ペルム紀の方が炭酸塩補償深度が浅かったという海洋構造の違いも影響すると推察されるが、同様な殻構造をもつ属のみが集まり卓越する群集を形成している点は、似たような海洋環境変動を示唆している可能性があり、興味深い。

以上のように *Follicucullus* 群集の形成について、堆積過程による二次的濃集と海洋環境変動によるものの2つの可能性を述べた。いずれの可能性が高いのか、現段階では分からないが、今後他の地域から産する *Follicucullus* 群集を含めた研究を進めることで、より確かな結論を導くことができると期待される。

謝辞 有田市地域の現地調査にあたって、大谷大学文学部国際文化学科の北西由香里氏と同大学社会学部コミュニティデザイン学科の岡崎真実子氏にお世話になった。また本研究で観察した岩石薄片の作成は、(有)旭地研の岩田修一氏にお願いした。産業技術総合研究所の伊藤 剛博士ならびに匿名の査読者には、丁寧な査読をいただき、適切なお助言を賜った。ここに記して、これらの方々にお礼を申し上げる。なお、本研究を進めるに際し、大阪府立大学高等教育推進機構プロジェクト型研究費および日本学術振興会科研費(課題番号 26106005「ポスト冥王代」、17H02008「変動帯の文化地質学」)の助成を受けた。

文 献

- Aitchison JC, Suzuki N, Caridroit M, Danelian T and Noble P (2017) Paleozoic radiolarian biostratigraphy. In: Danelian T, Caridroit M, Noble P and Aitchison M (eds.), Catalogue of Paleozoic radiolarian genera. *Geodiversitas*, 39: 503-531.
- Belyansky GS, Nikita AP and Rudenko VS (1984) About Sebuchaz suite of Primorye. In: Poyarkova ZN (ed.), New data on detail biostratigraphy of Phanerozoic of Far East. Vladivostok, Far East Science Center, USSR Academy of Sciences, 43-57. *
- Fujinaga K and Kato Y (2005) Radiolarian age of red chert from the Kunimiyama ferromanganese deposit in the Northern Chichibu Belt, Central Shikoku, Japan. *Resource Geology*, 55: 353-356.

- Henderson CM and Shen SZ (2020) The Permian Period. In: Gradstein FM, Ogg JG, Schmitz MD and Ogg GM (eds), *Geologic Time Scale 2020*, Elsevier, Volume 2: 875-902.
- 平山 健・田中啓策 (1956) 5 萬分の 1 地質図幅「海南」および同説明書. 地質調査所, 62p.
- Imoto N (1984) Late Paleozoic and Mesozoic cherts in the Tamba Belt, southwest Japan (part 2). *Bull Kyoto Univ of Education, Ser B*, 65: 41-71.
- 石賀裕明 (1986) 日本の石炭紀新世 - ベルム紀放射虫化石層序とくにベルム紀新世の *Follicucullus* 属放射虫の分布と系統について. 大阪微化石研究会誌特別号, 7: 1-8.
- Ishiga H (1990) Paleozoic radiolarians. In: Ichikawa K, Mizutani S, Hara I, Hada S and Yao A (eds), *Pre-Cretaceous Terranes of Japan*. Publication of IGCP Project No. 224: Pre-Jurassic Evolution of Eastern Asia, Osaka, 285-295.
- 磯崎行雄・前島 渉・丸山茂徳 (1981) 和歌山県・徳島県秩父累帯北帯先白亜系からのジュラ紀型放射虫化石の産出. 地質雑, 87: 555-558.
- 北西由香里・藤田裕也・鈴木寿志 (2021) 有田みかんと地質 (予察報告). 地質と文化, 4: 25.
- 栗本史雄 (1986) 和歌山県清水 - 美里地域の秩父累帯北帯. 地質雑, 92: 737-748.
- Kuwahara K, Fujinaga K and Kato Y (2006) Radiolarian age of manganese ore and red chert from the Ananai stratiform manganese deposit in the Northern Chichibu Belt, central Shikoku, Japan. *Resource Geology*, 56: 415-421.
- 桑原希世子・堀 利栄・八尾 昭 (2009) 紀伊半島西部黒瀬川帯からのベルム紀古世放射虫化石の産出. 大阪微化石研究会誌特別号, 14: 537-544.
- 桑原希世子・山北 聡 (2001) 四国の北部秩父帯チャート相上部ベルム系の微化石層序. 大阪微化石研究会誌特別号, 12: 51-59.
- Kuwahara K, Yao A and Yamakita S (1998) Reexamination of Upper Permian radiolarian biostratigraphy. *Earth Sci (Chikyu Kagaku)*, 52: 391-404.
- 前島 渉・松田哲夫 (1977) 和歌山県湯浅北方秩父累帯北帯“古生層”からのトリアス紀コノドント化石の発見とその意義. 地質雑, 83: 599-600.
- Noble PJ, Naraoka H, Poulson SR, Fukui E, Jin Y and O'Connor S (2011) Paleohydrographic influences on Permian radiolarians in the Lamar Limestone, Guadalupe Mountains, west Texas, elucidated by organic biomarker and stable isotope geochemistry. *Palaios*, 26: 180-186.
- Ormiston A and Babcock L (1979) *Follicucullus*, new radiolarian genus from the Guadalupian (Permian) Lamar Limestone of the Delaware Basin. *Jour Paleontol*, 53: 328-334.
- 指田勝男 (1992) 関東山地東縁部の秩父帯北・中帯. 地学雑誌, 101: 573-593.
- 須槍和巳・桑野幸夫・石田啓祐 (1982) 御荷鉦緑色岩類およびその周辺の層序と構造—その 2. 四国東部秩父累帯北帯の中生界層序に関する 2・3 の知見—. 徳島大学教養部紀要 (自然科学), 15: 51-71, 付図 1-3, 付表 1-1, 1-2.
- 鈴木寿志 (1993) 徳島県上勝町地域に分布する梅木ユニット (秩父帯北帯) から産した *Canoptum* 群集 (放射虫). 大阪微化石研究会誌特別号, 9: 109-117.
- 鈴木寿志 (1995) 鹿足コンプレックスの灰色泥岩層における *Canoptum* 群集 (ジュラ紀放射虫) の産状. 地質雑, 101: 451-461.
- 鈴木寿志 (1996) 放射虫の殻構造と古環境: ジュラ紀の *Canoptum* 群集と *Parahsuum-Stichocapsa* 群集の比較. 日本地質学会第 103 年学術大会講演要旨: 388.
- 鈴木寿志・板谷徹丸 (1994) 徳島県上勝町地域に分布する黒瀬川帯・秩父帯北帯・三波川帯の付加体. 地質雑, 100: 585-599.
- 都築 宏・八尾 昭 (2006) 志摩半島東部地域の秩父北帯のジュラ紀付加コンプレックス. 日本地質学会第 113 年学術大会講演要旨: 45.
- 梅田真樹 (1998) 紀伊半島東部, 鳥羽地域の秩父帯青峰層群からの中・古生代放射虫化石. 地球科学, 52: 106-114.
- Xiao Y, Suzuki N and He W (2018) Low-latitude standard Permian radiolarian biostratigraphy for multiple purposes with Unitary Association, Graphic Correlation, and Bayesian inference methods. *Earth-Sci Rev*, 179:168-206.
- Zhang L, Ito T, Feng Q, 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. *Jour of Micropalaeont*, 33: 179-192.

* in Russian