

浜松市北区三ヶ日町の秩父帯の石灰岩体から産出した ペルム紀アッセリアン中期—後期のコノドント

Middle–late Asselian conodonts discovered from the limestone body in the Chichibu Belt, Mikkabi, Hamamatsu, central Japan

鈴木 和博 (SUZUKI Kazuhiro)¹⁾・林 誠司 (HAYASHI Seiji)²⁾・
三村 耕一 (MIMURA Kouichi)²⁾

1) 星城高等学校

Seijoh High School, Toyoake, Aichi, Japan

2) 名古屋大学大学院・環境学研究科

Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, Nagoya, Aichi, Japan

要旨：

We investigated the limestone body in Mikkabi, Hamamatsu, central Japan, one of the limestone bodies in the Chichibu Belt. It is widely known that the limestone body here contains very few fossils. Detailed information on the deposition age of the body is still limited, although the deposition age was determined as the Early Permian by fusulinid biostratigraphy. In this study, we intended to find conodonts from the limestone body and to confirm the deposition age by conodonts. From five block samples of the limestone body, we extracted intact and fragmented conodonts and at least three species were determined by comparison with previous studies—*Mesogondolella dentiseparata* (middle–late Asselian), *Mesogondolella* sp., *Neogondolella* sp. (late Carboniferous–late Triassic), and *Streptognathodus* sp. (late Carboniferous–Artinskian). Our results suggest that the limestone body in the Mikkabi area was at least partly deposited in the middle–late Asselian.

はじめに

西南日本の秩父帯については、岩相層序や地質構造、放散虫化石層序をもとに、包括的なユニット区分が提案されている（松岡ほか，1998；山北・大藤，2000）。しかし、愛知県の渥美半島から豊橋市を経て、静岡県浜名湖にかけて分布している秩父帯に関しては、丹羽・大塚（2001）、丹羽（2004）などの研究があるものの、松岡ほか（1998）が提案したユニット区分との対比は未だ十分とは言えない。この対比を困難にしている原因の一つに、この地方の岩石の時代と区分が確立していないことがある。石灰岩の堆積年代は、周囲の岩石の時代を確定する一助となり、秩父帯のユニット区分に有効である。これまでに、愛知県豊橋市石巻山と田原市蔵王山の石灰岩体（鈴木ほか，2009a, b）と浜松市北区滝沢町周辺の石灰岩体（鈴木ほか，2020）の一部が三疊系であることが明らかになっている。しかし、他の石灰岩体については、紡錘虫化石により前期ペルム系とされている（礒見・井上，1972；水垣，1985；丹羽，2004）ものの、より詳細な時代は明らかになっていない。

本研究の目的は、近隣で前期ペルム紀の紡錘虫化石の報告例がある浜松市北区三ヶ日町周辺の石灰岩体からコノドントを採集・同定し、岩体の堆積年代を再確認、さらに、より詳細な年代を確定することである。我々は、三ヶ日町平山の祥月洞付近から採取した角礫質の石灰岩試料中にコノドントのP1ならびにPaエレメントを発見した。これらのコノドントを従来報告されているものと比較検討した結果、今回発見したエレメントはペルム紀前期のアッセリアン中期から後期に生息していたコノドントのものと特定するに至ったのでここに報告する。なお本論において、コノドント抽出と原稿執筆は鈴木と三村が、コノドントの撮影と鑑定は鈴木が、走査型電子顕微鏡の調整ならびに図版作成は林が、地質記載は鈴木が担当した。

地質概況とこれまでに報告された紡錘虫化石

浜名湖西方から天竜川西方に至る秩父帯は、大まかに北部の井伊谷層と南部の都田層に区分され、北縁は三波川帯の変成岩類と西南西－東北東方向の断層で接し、南縁は沖積層に被覆される（図1：斉藤，1955；礒見・井上，1972）。井伊谷層と都田層のうち浜名湖西方に見られる地層については、丹羽（2004）が丹羽・大塚（2001）を踏まえて再検討し、ユニットT1，ユニットT2，ユニットT3の3ユニットに区分した（図2：Niwa and Tsukada, 2004）。ユニットT1は碎屑岩類のスラブを主体とし、チャートスラブと混在岩を伴う。ユニットT2はチャート，玄武岩類，石灰岩のスラブおよび混在岩を主体とし、碎屑岩類のスラブを伴う。ユニットT3は混在岩を主体とし、碎屑岩類とチャートのスラブを伴う。ユニットT1は御荷鉾緑色岩（三波川帯）の構造的上位，ユニットT2はユニットT1の構造的上位，ユニットT3はユニットT2の構造的上位にあたる。大まかに、ユニットT1とT2は井伊谷層に、ユニットT3は都田層に相当すると言える（図2：丹羽，2004；Niwa and Tsukada, 2004）。

井伊谷層のチャートからはペルム紀中期からジュラ紀中期の放散虫化石が、珪質泥岩からはジュラ紀中期からジュラ紀後期の放散虫化石が報告されている。一方、秩父帯の南部に位置する都田層のチャートからはペルム紀および三疊紀の放散虫化石が、泥岩と凝灰岩からはジュラ紀の放散虫化石が報告されている（丹羽，2004；Niwa and Tsukada, 2004）。

礒見・井上（1972）は、浜名湖北西部の浜松市北区三ヶ日町平山地区（図2）にも広く井伊谷層に相当する地層が分布し、それよりも東の地域と同様に玄武岩類や緑色岩類を含むと述べている。ただ、この地域における玄武岩類や緑色岩類の上下の地層には砂岩が多く見られ、それよりも東地域に見られる模式的な井伊谷層とやや異なる。玄武岩類や緑色岩類の層は、平山の北西約2 kmの山腹から中山峠にかけて連続的に現れ、赤色凝灰質頁岩や赤色チャートなどの挟在層を含めた厚さは100 m内外で、西方の豊橋地域に続いている。そして、この玄武岩類や緑色岩類に伴い、厚さ20～30 m程度の石灰岩体が見られる（礒見・井上，1972）。

井伊谷層のうち、ユニットT2の祥月洞（図2）付近の石灰岩から礒見・井上（1972）によって紡錘虫化石（*Pseudofusulina* sp.と*Schwagerina* spp.）が報告され、年代は前期ペルム紀後期と推定している。またそのほか、ユニットT2から、水垣（1985）が祥月洞南方約1.5 kmの三ヶ日町の中山峠東方においてペルム紀前期の紡錘虫化石（*Pseudofusulina* spp.と*Pseudoschwagerina* (?) sp.）を、丹羽（2004）が三ヶ日町の中山峠北方から紡錘虫化石を図示報告している。Watanabe（1991）によれば、*Pseudofusulina*属はペルム紀アッセリアン後期からアーティンスキアンを、*Schwagerina*属は石炭紀後期からペルム紀サクマリアンを、*Pseudoschwagerina*属は石炭紀後期からペルム紀アッセリアン中期を産出レンジに含む。これらのことから、三ヶ日町平山地区の石灰岩（ユニットT2）はペルム紀前期に堆積したものと考えられている。

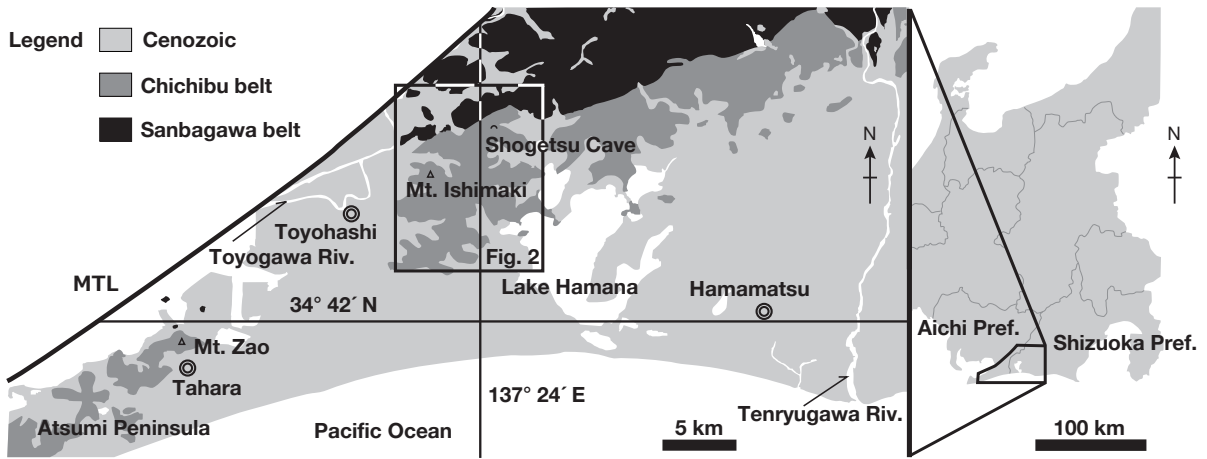


Fig. 1 Simplified geological map around the study area based on Saito (1955), Isomi and Inoue (1972), and Nakashima *et al.* (2008, 2010).

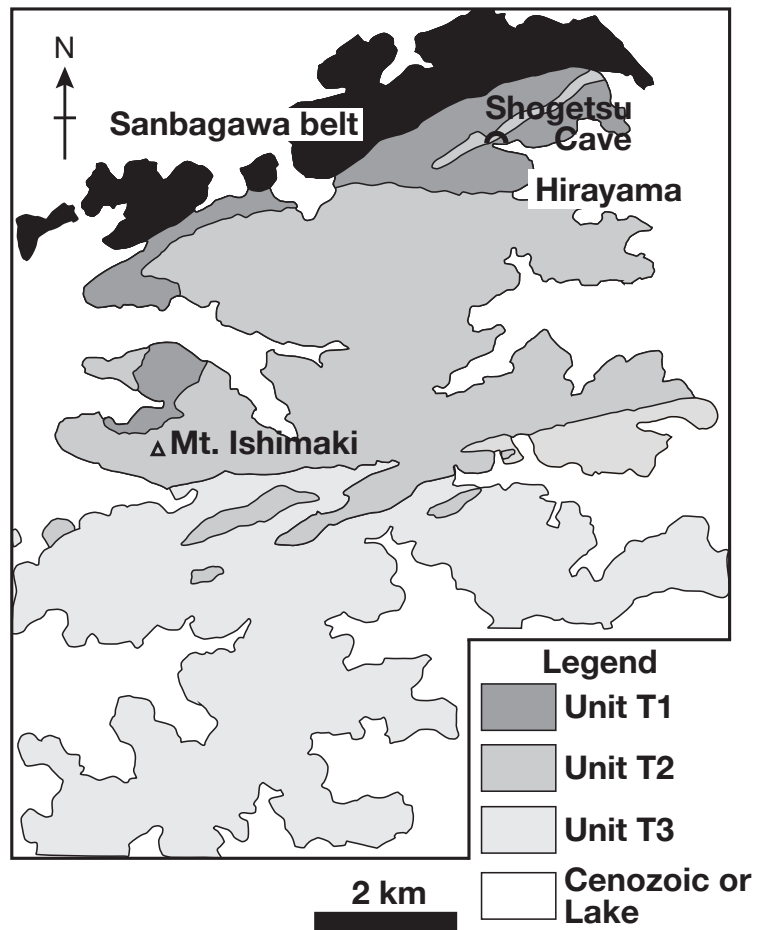


Fig. 2 Geological division of the study area (modified from Niwa, 2004).

試料および処理法・観察法

調査対象の石灰岩体は浜松市北区三ヶ日町奥平山地区に分布し、この地区内には鍾乳洞（祥月洞）が存在する。調査地点には国道301号線を三ヶ日町奥平山で西方に曲がり、農免農道を2 kmほど走ると到達する。筆者らは2018年12月より2020年11月の間にコノドントの抽出を目的として、祥月洞の最初の洞口付近で1試料、第2洞口と第3洞口の間で3試料、第3洞口の約30 m西方で1試料、それぞれ2 kg程度の石灰岩を採取した（図3a）。試料を採取した地点周辺の石灰岩は、暗灰色から灰色を呈しており、一部に玄武岩質の薄い脈を夾在する粒度の粗い石灰岩である（図3b）。また、露頭の石灰岩は塊状であり、明確な層理面は確認できない。

採集した石灰岩試料の中には、一部結晶化している部分や石英脈が認められたため、試料を粉砕する際に石灰岩以外の部分を取り除いた。さらに、試料を数cm角に粉砕し、5%酢酸溶液に常温で数日間浸潤した。試料中に存在する化石を破壊しないように、酸不溶物を水で丁寧に洗浄した後、残渣を回収した。この残渣を25倍率の双眼実体顕微鏡（SZ40, Olympus製）で検鏡し、Sample 1とSample 3の残渣より、コノドントを得た。両試料から見つかったコノドントは、ともに崩れやすく、溶出の途中で破砕したものが多かった。これらのコノドントのうち、元の形状を保存しているものについて、双眼実体顕微鏡、ならびに走査型電子顕微鏡（名古屋大学大学院環境学研究科所蔵の日立ハイテクノロジー製SU6600、または、刈谷市夢と学びの科学体験館所有の日本電子製JCM-6000）で詳細に観察して種の同定を行った。

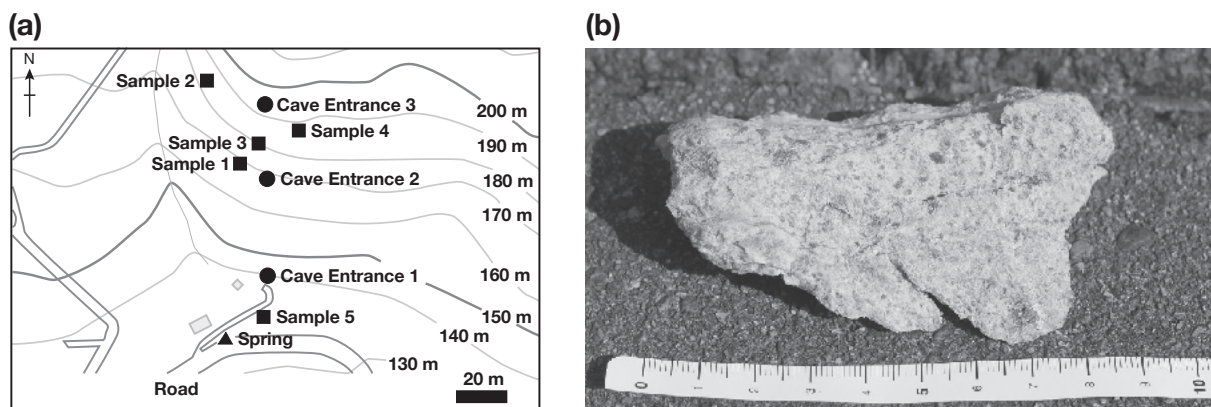
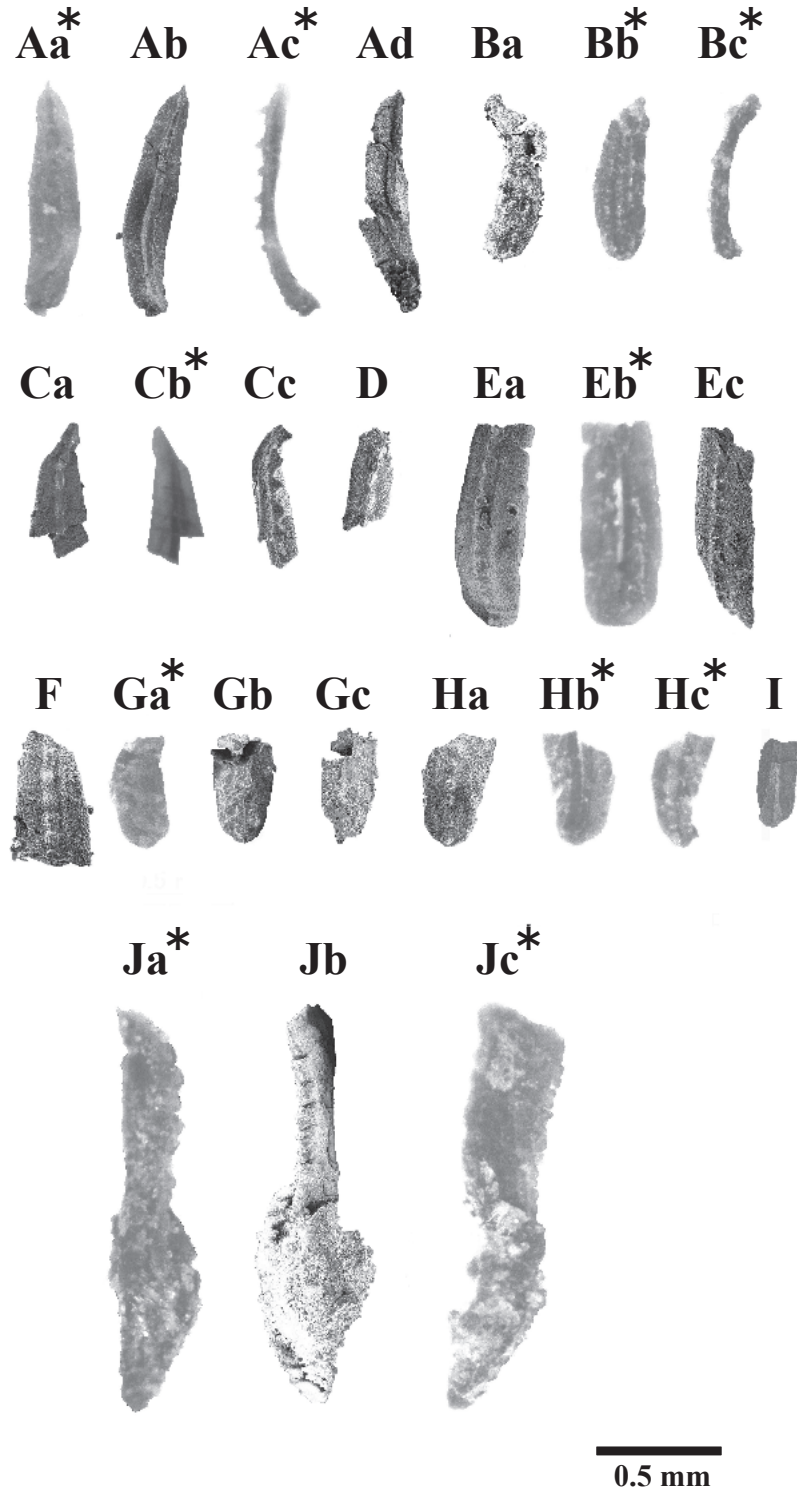


図3 (a) 1:25,000 scale topographic map showing the sampling points from the Geospatial Information Authority of Japan (GSI). (b) Photograph of the limestone (Sample 3).

産出したコノドントとその年代

Sample 1（図3a）から見つかったコノドントの断片は赤色に変色したり、形態が崩れたりしており、完全体に近い形態を持つものは皆無であった。一方、Sample 3（図3a, b）のコノドントの多くはエレメントが一部破砕した細片（図4B-J）であったが、完全体に近いものが1片（図4A）見つかった。これらのP1・Paエレメントの光学顕微鏡（OM）画像と走査型電子顕微鏡（SEM）画像をまとめて図4に示した。石灰岩中のコノドントは、石灰岩の風化作用に起因する変質のみならず、試料処理過程でも破損する可能性がある。本論では、状態の良くないコノドントの特徴をより多角的、多面的に解析するた



4 Optical microscopy (OM) and scanning electron microscopy (SEM) images of conodont P1 and Pa elements collected from Sample 3. Specimen A, *Mesogondolella dentiseparata*; specimens B–D, *Mesogondolella* sp.; specimens E–I, *Neogondolella* sp.; and specimen J, *Streptognathodus* sp. Specimen A: (a) upper, (b) lower, (c) lateral, and (d) oblique lower views; specimen B: (a) upper, (b) lower, and (c) oblique upper views; specimen C: (a) upper posterior, (b) lower posterior, and (c) lateral posterior views; specimen D: (a) upper, (b) lower, and (c) lateral views; specimen E: upper middle view; specimen F: (a) upper posterior, (b) lower posterior, and (c) oblique lower posterior views; specimen G: (a) upper anterior, (b) lower anterior, and (c) oblique upper anterior views; specimen H: upper posterior view; specimen I: lower posterior view; specimen J: (a) oblique lower, (b) oblique upper, and (c) lateral views. The images with asterisk are OM images, and the others are SEM images.

め、走査型電子顕微鏡だけでなく光学顕微鏡の画像も利用した。コノドントの分類ならびに年代決定は Boardman *et al.* (2009), Wardlaw *et al.* (2015), Henderson (2016), Kozur (1989), 林 (1981) に準拠した。

Sample 3 からプラットフォーム型の P1 エレメントが 9 個体 (A-I) 見出された (図 4)。そのうちの A-C の標本については、プラットフォームに覆われて前側にフリーブレードをもたず、前側のプラットフォームの縁に鋸歯 (serration) がみられないことから、これらはペルム紀における *Mesogondolella* 属である (Kozur, 1988 ; Kozur, 1989 ; Mei and Wardlaw, 1994)。さらに、完全体に近い A の標本のプラットフォームは長く、その後側はほぼ平行、前側は先端に向けて徐々に狭くなっている。上面には低い小歯 (denticles) が 10 数個あり、それらは融合することなく、分離独立している。後端の歯尖 (cusp) は円錐状で後端に向けて若干反り返っている。グループはプラットフォームの幅のおよそ 3 分の 1 を占めている。これらの特徴はペルム紀アッセリアン中期にウラル地方で初出の *Mesogondolella dentiseparata* (Reshetkova and Chernykh, 1986) に酷似しているため、標本 A を *M. dentiseparata* と同定した (図 4A)。この *M. dentiseparata* はアッセリアン後期に堆積した米国ネバダ州の石灰岩からも発見されている (Wardlaw *et al.*, 2015)。これらの地域の産状をまとめて、Henderson (2016) は *M. dentiseparata* はアッセリアン中期から後期にかけて生息していたと報告している (図 5)。標本 A を除いた標本 B-I について、一部は *M. dentiseparata* の可能性も考えられるが、断片であるため確定的なことが言えず、B-D は *Mesogondolella* sp. に、E-I は *Neogondolella* sp. とした (図 4)。 *Mesogondolella* 属の生息期間は Kozur (1989) によれば石炭紀後期からペルム紀中期である (図 5)。 *Neogondolella* 属の生息年代は林 (1981) によれば、石炭紀後期から三畳紀後期である (図 5)。

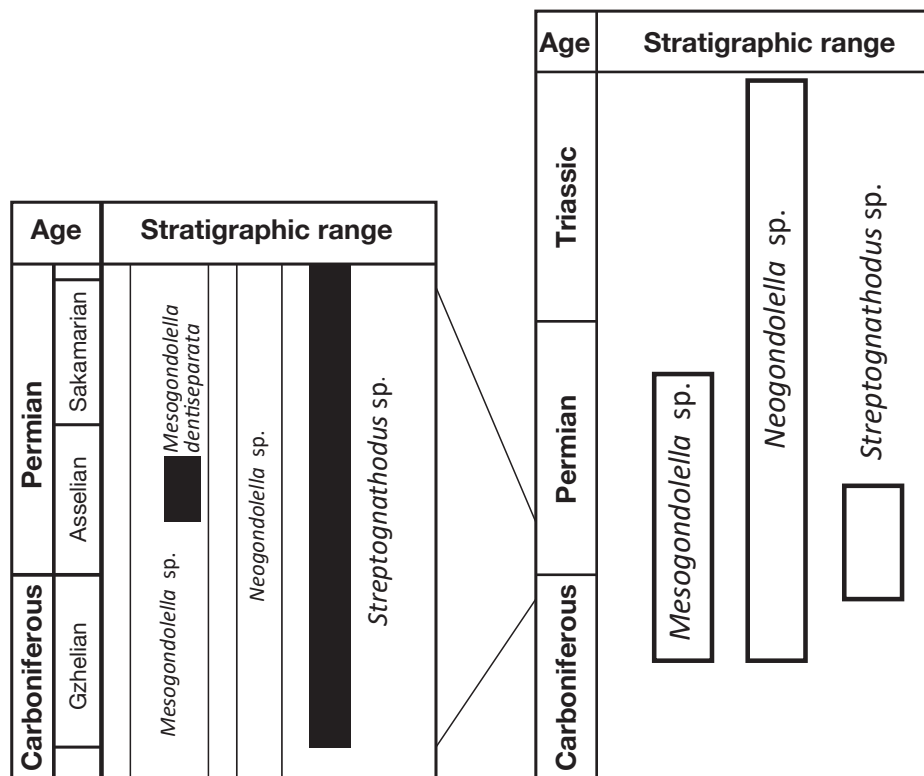


図 5 Stratigraphic ranges of the conodont taxa based on Henderson (2016), Kozur (1989), Hayashi (1981), and Boardman *et al.* (2009).

Sample 3から得られた標本J (図4) は、フリーブレードと後側にプラットフォームが発達していて、*Idiognathodus* 属、*Swadelina* 属、*Streptognathodus* 属のどれかである。プラットフォームの中央には図4Jでは少しわかりづらいが双眼実体顕微鏡による目視観察で認められるトラフがあり、フリーブレードの末端は狭い。これらは、*Streptognathodus* 属のPaエレメントに特徴的なものである (Gunnell, 1933; Boardman *et al.*, 2009)。標本Jの種の特定を試みたが、この個体以外には同様の形態を示すコノドントが採集試料から見つからず、プラットフォーム表面の横線 (transversal ridge) や縁の特徴ならびに縁の装飾の有無や形状を十分に確認することができなかった。結果として、プラットフォームが細く、フリーブレードが長いという特徴はあるものの、種の特定は回避し、*Streptognathodus* sp.とした。*Streptognathodus* 属全体の生息年代は石炭紀グゼリアンからペルム紀アーティンスキアンに及ぶ (図5: Boardman *et al.*, 2009)。

本研究の対象地域の石灰岩体からは*M. dentiseparata*が見出されるとともに、*Streptognathodus* 属のコノドントが見つかったため、この石灰岩の堆積年代はペルム紀アッセリアン中期から後期であることを特定した (図5)。

まとめ

浜松市北区三ヶ日町平山地区に分布する秩父帯に属する石灰岩体から、新たにコノドントを見出した。見出されたコノドント2種のうち1種は、*Mesogondolella dentiseparata* (ペルム紀アッセリアン中期から後期) と特定できた。もう1種は*Streptognathodus* 属 (石炭紀グゼリアンからペルム紀アーティンスキアン) と考えられる。*M. dentiseparata* と *Streptognathodus* 属が共産する石灰岩体の堆積年代は前期ペルム紀のアッセリアン中期から後期を含む。本研究結果は、従来の紡錘虫化石の生層序を用いたペルム紀前期の堆積年代と整合的であるとともに、より詳しい年代情報を提供するものである。本報告は、浜松市北区三ヶ日町一帯における秩父帯の深い理解のために大きく貢献すると期待される。

謝辞

三遠地学研究会の稲垣伸二氏にはフィールド調査に同行していただき、大変お世話になった。愛知県刈谷市の夢と学びの科学体験館のインストラクターの方々には走査型電子顕微鏡画像撮影の便宜を図っていただいた。祥月洞管理人の河部氏には祥月洞の洞口付近の地表の石灰岩採集を快く許可していただいた。原稿執筆に際して、名古屋大学大学院環境学研究科の竹内 誠教授には多くの助言をいただいた。査読者の名古屋大学博物館の東田和弘准教授、同じく名古屋大学環境学研究科の高橋 聡准教授、ならびに編集者の藤原慎一講師には原稿に数多くの助言をいただき、そのことで本稿は大きく改善した。記して厚く感謝申し上げる次第である。

引用文献

- Boardman II, D. R., Nestell, M. K., and Wardlaw, B. R. (2009) Stratigraphy and conodont biostratigraphy of the Uppermost Carboniferous and Lower Permian from the North American midcontinent, Part B. *Kansas Geological Survey*, **255**, 121–139.
- Gunnell, F. (1933) Conodonts and fish remains from the Cherokee, Kansas City, and Wabaunsee groups of Missouri and Kansas. *Journal of Paleontology*, **7**, 261–297.
- 林 信悟 (1981) コノドントの系図. *地団研専報*, *地学団体研究会*, **23**, 1–38.
- Henderson, C. M. (2016) Permian conodont biostratigraphy. *Geological Society, London, Special Publications*, **450**, 119–142.

- 磯見 博・井上 正昭 (1972) 浜松地域の地質. *地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅)*, 地質調査所, 35+4p.
- Kozur, H. W. (1988) Division of the gondolellid platform conodonts. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **102**, 244–245.
- Kozur, H. W. (1989) The taxonomy of the gondolellid conodonts in the Permian and Triassic. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **117**, 409–469.
- 松岡 篤・山北 聡・榊原 正幸・久田 健一郎 (1998) 付加体地質の観点に立った秩父累帯のユニット区分と四国西部の地質. *地質学雑誌*, **104**, 634 – 653.
- Mei, S. L. and Wardlaw, B. R. (1994) Jinogondolella: A new genus of Permian gondolellids. *International Symposium on Permian Stratigraphy, Environments and Resources, Abstracts*, 20–21.
- 水垣 桂子 (1985) 浜名湖北西地域の秩父系に産する放射虫化石. *瑞浪市化石博物館研究報告*, **12**, 171–181.
- 中島 礼・堀 常東・宮崎 一博・西岡 芳晴 (2008) 豊橋及び田原地域の地質. *地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅)*, 産総研地質調査総合センター, 113+3p.
- 中島 礼・堀 常東・宮崎 一博・西岡 芳晴 (2010) 伊良湖岬地域の地質. *地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅)*, 産総研地質調査総合センター, 69+3p.
- 丹羽 耕輔 (2004) 浜名湖西方地域の秩父帯の再区分. *名古屋大学博物館報告*, **20**, 71–78.
- 丹羽 耕輔・大塚 勉 (2001) 浜名湖西方地域の秩父帯付加コンプレックスから産出した後期古生代および中生代放射虫化石. *信州大学理学部紀要*, **36**, 77–93.
- Niwa, K. and Tsukada, K. (2004) Jurassic radiolarian fossils from the Miyakoda Formation in the Lake Hamana area, Shizuoka Prefecture, central Japan. *Journal of Earth and Planetary Sciences, Nagoya University*, **51**, 1–10.
- Reshetkova, N. P. and Chernykh, V. V. (1986) New species of Asselian conodonts from the western slopes of the Urals. *Paleontological Journal*, **4**, 99–104.
- 齋藤 正次 (1955) 5万分の1地質図幅「三河大野」および同地質説明書. *地質調査所*, 36p.
- 鈴木 和博・山北 聡・丹羽 耕輔・東田 和弘・田中 剛 (2009a) 豊橋市の北部秩父帯石巻山石灰岩から産した後期三疊紀コノドント化石. *名古屋大学博物館報告*, **25**, 1–7.
- 鈴木 和博・東田 和弘・田中 剛 (2009b) 愛知県田原市の蔵王山石灰岩から産出した後期三疊紀コノドント化石. *名古屋大学博物館報告*, **25**, 9–13.
- 鈴木 和博・林 誠司・三村 耕一 (2020) 浜松市北区滝沢町の秩父累帯滝沢石灰岩体から産出した三疊紀後期 (カーニアン後期～ノーリアン前期) コノドント. *地質学雑誌*, **126**, 327–332.
- Wardlaw, B. R., Gallegos, D. M., Chernykh, V. V., and Snyder, W. S. (2015) Early Permian conodont fauna and stratigraphy of the Garden Valley Formation, Eureka County, Nevada. *Micropaleontology*, **61**, 369–387.
- Watanabe, K. (1991) Fusuline biostratigraphy of the Upper Carboniferous and Lower Permian of Japan, with special reference to the Carboniferous–Permian boundary. *Palaeontological Society of Japan, Special Papers*, **32**, 1–150.
- 山北 聡・大藤 茂 (2000) 白亜紀左横すべり断層系としての中央構造線–黒瀬川断層系による日本列島先白亜紀地質帯の再配列過程の復元. *地質学論集*, **56**, 23–38.