関東山地南東部, 秩父累帯南帯の中部ジュラ系チャート・珪質泥岩から産した混在放散虫化石群集

Mixed radiolarian assemblages from the Middle Jurassic chert and siliceous mudstone in the Southern Chichibu terrane, southeastern part of the Kanto Mountains

Abstract

石田直人* 村田正文**

Naoto Ishida and Masafumi Murata***

2005年8月3日受付.

2006年1月5日受理.

* 熊本大学大学院自然科学研究科環境共生科学専攻

Department of Environmental Science, Graduate School of Science and Technology, Kumamoto University, Kumamoto 860-8555, Japan

** 兵庫県芦屋市東山町 10-2

Higashiyama-cho 10-2, Ashiya, Hyogo 659-0091, Japan

Corresponding author; N. Ishida, ishida21-jpn@nifty.com

Mixed radiolarian assemblages, comprising fossils of different ages, were detected from the Unazawa Formation of the Southern Chichibu terrane, in the southeastern part of the Kanto Mountains. The Unazawa Formation composed of chert, siliceous mudstone and coarse clastic rocks in ascending order, represents a chert-clastic sequence. The mixed assemblages found in four samples from the Middle Jurassic (Aalenian to Bathonian) chert and siliceous mudstone, contain a few reworked radiolarians. The reworked components include six genera and twelve species, and their age assignments range from late Early Permian to Middle Triassic, but lack any Early Triassic representatives. Mode of occurrences of the reworked fossils and textural properties of their host sediments suggest that the reworked components redeposited individually from source sediments in pelagic and hemipelagic environments. Considering the reworking-features of pelagic sediments in the Central Pacific, it is suggested that plausible sources of the reworked radiolarians were the sediments on the flanks of submarine highs, like seamounts.

Key words: radiolarians, mixed radiolarian assemblage, reworking, Middle Jurassic, chert, siliceous mudstone, Unazawa Formation, Kanto Mountains

はじめに

放散虫は、珪質の殻をもち石灰質の微化石と比較して溶解しにくいことから、化石として堆積物中に保存され易い性質がある。このため、一度堆積して地層中に含まれた放散虫化石が洗い出されて再堆積する可能性が、これまでに指摘されている(中世古, 1984)。再堆積した放散虫化石は、東海地方や北陸地方の新第三系(菅野, 1986)、和泉山脈の上部白亜系(橋本ほか, 2001)あるいは四国の下部白亜系(石田・橋本, 1991)など、陸源性碎屑岩からなる地層から報告されている。また現世の大洋底堆積物においても、中央太平洋から北西太平洋にかけての広い範囲や、伊豆-小笠原海溝の海側斜面堆積物から再堆積した放散虫化石が報告されている(Thiede, 1981; 菅野, 1986)。しかし、放散虫化石の再堆積は現世の大洋底の広い範囲から報告されているにもかかわらず、付加複合体中の過去の大洋底と見なされる堆積物においては、美濃帯のチャートから数例認められたのみである(例えば, Sugiyama, 1992; 小嶋ほか, 1999)。

このたび筆者らは、関東山地南東部の秩父累帯南帯に分布する珪質堆積岩類から再堆積した放散虫化石を含む混在群集を見出した。混在群集を産する地層・岩石の特徴や混在群集の種構成、産状について検討を進めたところ、この混在群集はペルム紀・三畳紀・ジュラ紀の放散虫化石から構成される

こと、過去の大洋底堆積物と見なされる遠洋・半遠洋性の地層に含まれること、幅広い時代の堆積物から古い時代の放散虫化石がもたらされていることなどの特徴を有することが明らかになった。以下にその結果について報告する。なお本論文では、種としての生存期間が重複しない複数種の放散虫化石が構成する群集に対して「混在放散虫化石群集」または略して「混在群集」と呼ぶことにする。また、機構に関わらず、混在に至る作用を表現するのに「混入」と表記する。

地質概要

関東山地南東部にあたる東京都奥多摩町^{おくた ま}周辺には、秩父累帯南帯のジュラ紀付加複合体^{うなざわ}が広く分布している。今回、混在放散虫化石群集を産出した海沢層^{うなざわ}(藤本, 1939; 高島・小池, 1984; 酒井, 1987)は秩父累帯南帯に分布する地層の一つである。混在群集を産出した露頭は、奥多摩町南東部にある御岳山^{みたけ}の山頂から西北西約 600 m の地点に位置し、御岳山から奥多摩町鳩ノ巣集落^{はとのす}へ通じる登山道沿いに見られる(Fig. 1)。本研究では、この登山道沿いの混在群集を産する露頭を含む地層断面に対して、御岳セクションと呼ぶことにする。なお後述の通り、海沢層分布域は同一の層序ユニットが構造的に重なる地質構造で特徴付けられる。海沢層の示す範囲について、層序ユニットの重なり全体を指す場合(高島・小池, 1984)と、層序ユニットの個々を指す場合(酒井,

Fig. 1. Locality map showing the Mitake section (MT) which yields the mixed radiolarian assemblages. Topographic map is a part of 1: 25,000 map sheet 'Musashi Mitake' published by Geographical Survey Institute of Japan.

1987) とがあるが、本研究では後者に従う。

御岳セクションを含む御岳山周辺の地質図を Fig. 2 に示す。御岳山の南西には、五日市断層（高島・小池, 1984）と倉沢断層（酒井, 1987）との幅約 3.5 km の間に、海沢層が 6, 7 回繰り返して分布する。この海沢層が繰り返す分布は、海沢層がなすスラストシートが構造的に累重する覆瓦構造が形成されていることによる。この地域の地層は N20 ~ 40° W の走向で、北東に 40 ~ 75° で傾斜するのが一般的である。海沢層は、下位からチャート、珪質泥岩、粗粒碎屑岩類の順に累重する層序からなり、その層厚は最大 800 m 程度である。この層序は松岡（1983）によって四国西部の斗賀野層群において識別され、松岡（1989）によりチャート・碎屑岩シーケンスとされた層序と同一である。海沢層はコノドンや放散虫化石に基づいて、下部三畳系から上部ジュラ系の下部とされている（高島・小池, 1984; 酒井, 1987 など）。

海沢層が繰り返して分布する地域のほぼ中央付近には、海沢層のなすスラストシートに挟まれて白丸層（藤本, 1932）が断続的に分布する。白丸層は、著しく剪断された玄武岩質基質に海山型石灰岩や玄武岩、玄武岩質火山碎屑岩、ドロマイト質石灰岩とチャートの互層などの径数 mm から 100 m 以上に及ぶ大小様々な大きさのブロックを含む地質体である。白丸層の石灰岩ブロックからは、中期石炭紀から中期ペ

ルム紀にわたる紡錘虫化石が多数報告されている（例えば、Kobayashi, 1988）。

海沢層分布域の北東側には五日市断層を介して、泥質岩基質中にチャートや石灰岩のブロックを含む下部～中部ジュラ系川井層（酒井, 1987）が分布する。また南西側は倉沢断層を介して、砂岩、泥岩から主に構成され、鳥ノ巣式石灰岩を伴う上部ジュラ系氷川層（藤本, 1939; 安田, 1989）が分布する。

御岳セクションの海沢層

1. 岩相および混在群集の産出層準

御岳セクションには海沢層の層厚約 70 m にわたる部分が含まれ、下位からチャート・珪質泥岩・黒色泥岩・塊状砂岩の順に重なる地層が露出している。御岳セクションでの各地層の姿勢は、走向 N24 ~ 35° W、傾斜 53 ~ 60° NE のほぼ安定した同斜構造を示し、野外での観察からは地層の著しい擾乱や繰り返しは見られない（Fig. 3）。

御岳セクションの中で最下位のチャートは層厚 20 m 以上にわたり、単層厚 1 ~ 数 cm の層状チャートもしくは塊状チャートから構成され、淡灰～青灰色を呈する。チャート最上部の厚さ約 50 cm は、チャート単層内に径 0.5 mm 程の球形をした白色のマンガン炭酸塩マイクロノジュールが濃集した層状チャートであり、露頭表面は黒色のマンガン酸化皮膜により覆われている。チャートの上位には層厚にして約 5 m の露頭欠如を挟んで、厚さ約 45 m の黒褐色を呈する珪質泥岩が重なる。珪質泥岩の最下部の約 1 m はチャートと珪質泥岩の中間的な岩石である。珪質泥岩には厚さ数～数 10 cm の白色酸性凝灰岩が 8 層準に挟まれるほか、厚さ 10 数 cm と数 10 cm の黒色泥岩を 2 層準に挟む。珪質泥岩は酸性凝灰岩を挟む部分に成層構造が見られるほかは大部分塊状である。なお後述の様に、野外で塊状を呈する珪質泥岩にも、研磨面や薄片観察の結果では成層構造が認められる。珪質泥岩の上位には厚さ 2 m の黒色泥岩を介して、厚さ 10 m 以上の塊状砂岩が重なる。砂岩は灰色を呈する中粒から粗粒の石英長石質アレナイトで、長径 1 ~ 数 mm の扁平な泥岩岩片を散点的に含む。

混在群集を産出したのは、Fig. 3 に示した MT-02, 05, 06, 15 の 4 試料である。MT-02 はチャート最上部の層状マンガン質チャート、MT-05, 06 は珪質泥岩の下部、MT-15 は珪質泥岩の最上部にあたる。

2. 放散虫化石層序と時代

御岳セクションの海沢層の時代を決めるため、放散虫化石を抽出して化石層序を検討した。試料は濃度数%のフッ化水素酸で処理を行って放散虫化石を岩石から個体分離し、実体顕微鏡下でハンドピッキングした後、電子顕微鏡を用いて鑑定した。

(1) 放散虫化石層序 御岳セクションの海沢層はほぼ全層準から放散虫化石を産出し、特に珪質泥岩からは保存良好なものが多産する。放散虫化石の産した 16 試料（MT-01 ~ 16）からは 24 属 29 種のジュラ紀放散虫化石が同定され、さらに多数の未記載種が認められた（Table 1）。そのうち主要な

Fig. 2. Geologic map and cross-section around the Mt. Mitake with the locality of the Mitake Section.

Fig. 3. Route map along the Mitake Section (below) and a detailed sketch (above) showing lithology of the Unazawa Formation and sample locations of the mixed assemblages (asterisks). This section consists of chert, siliceous mudstone with intercalations of acidic tuff bed, mudstone and sandstone in ascending order. Numbers with black frame are localities of radiolarian fossils. Every 'MT' of the sample numbers is abbreviated.

Table 1. List of Jurassic radiolarian species from the Unazawa Formation of the Mitake Section.

Species	Samples	MT-01	MT-02	MT-03	MT-04	MT-05	MT-06	MT-07	MT-08	MT-09	MT-10	MT-11	MT-12	MT-13	MT-14	MT-15	MT-16
<i>Acanthocircus</i> spp.				●	●				●		●						
<i>Angulobracchia</i> spp.				●							●					●	
<i>Archaeodictyomitra</i> (?) <i>amabilis</i> Aita			●	●					●		●			●	●		
<i>Archaeodictyomitra</i> <i>suzukii</i> Aita			●	●	●	●	●	●	●								
<i>Archaeodictyomitra</i> spp.			●	●	●	●	●	●	●		●		●	●	●	●	
<i>Archaeospongoprimum</i> spp.					●						●					●	
<i>Archicapsa</i> (?) <i>pachyderma</i> (Tan)				●		●											
<i>Archicapsa</i> spp.				●	●					●					●	●	
<i>Canoptum</i> spp.		●		●	●			●	●							●	
<i>Dictyomitrella</i> (?) <i>kamoensis</i> Mizutani and Kido				●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	
<i>Eucyrtidiellum</i> (?) <i>quinatum</i> Takemura		●															
<i>Eucyrtidiellum</i> <i>unumaense</i> (Yao)				●	●			●	●	●	●	●	●	●		●	
<i>Eucyrtidiellum</i> spp.			●		●			●	●		●			●			
<i>Homoeoparonaella</i> spp.				●				●							●		
<i>Hsuum</i> <i>brevicostatum</i> (Ozoldova)				●		●					●				●		
<i>Hsuum</i> <i>fukazawaense</i> Sashida		●	●														
<i>Hsuum</i> <i>hisuikyoense</i> Isozaki and Matsuda		●	●														
<i>Hsuum</i> <i>maxwelli</i> Pessagno				●	●	●	●			●	●	●	●		●	●	
<i>Hsuum</i> spp.		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	
<i>Mirifusus</i> <i>fragilis</i> Baumgartner															●		
<i>Pantanellium</i> spp.						●					●	●				●	
<i>Paronaella</i> <i>kotura</i> Baumgartner						●											
<i>Paronaella</i> spp.				●							●			●	●		
<i>Parvicingula</i> <i>dhimenaensis</i> Baumgartner			●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	
<i>Parvicingula</i> spp.		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
<i>Protunuma</i> aff. <i>costata</i> (Heitzer)※			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
<i>Protunuma</i> (?) <i>ochiensis</i> Matsuoka											●		●		●	●	
<i>Protunuma</i> <i>turbo</i> Matsuoka				●								●	●		●		
<i>Protunuma</i> spp.			●	●	●						●	●			●		
<i>Ristola</i> sp.											●						
<i>Saitoum</i> spp.			●	●				●	●		●					●	
<i>Sethocapsa</i> <i>funatoensis</i> Aita										●		●			●		
<i>Sethocapsa</i> spp.			●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Spongocapsula</i> <i>palmerae</i> Pessagno				●	●	●	●	●		●	●			●	●	●	
<i>Spongocapsula</i> spp.				●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	
<i>Spongotripus</i> sp.				●					●		●	●				●	
<i>Stichocapsa</i> <i>convexa</i> Yao			●	●	●	●	●	●	●	●	●						
<i>Stichocapsa</i> <i>himedaruma</i> Aita															●	●	
<i>Stichocapsa</i> <i>japonica</i> Yao			●	●	●	●	●	●	●	●	●		●				
<i>Stichocapsa</i> spp.		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
<i>Stichomitra</i> (?) <i>takanoensis</i> Aita											●					●	
<i>Stichomitra</i> (?) sp.		●		●	●			●			●						
<i>Tricolocapsa</i> <i>conexa</i> Matsuoka																●	
<i>Tricolocapsa</i> cf. <i>conexa</i> Matsuoka															●	●	
<i>Tricolocapsa</i> (?) <i>fusiformis</i> Yao										●							
<i>Tricolocapsa</i> (?) aff. <i>fusiformis</i> Yao					●	●			●	●	●					●	
<i>Tricolocapsa</i> <i>latusicostata</i> Aita				●				●	●	●	●	●			●	●	●
<i>Tricolocapsa</i> <i>plicarum</i> Yao			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●
<i>Tricolocapsa</i> aff. <i>ruesti</i> Tan			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●					
<i>Tricolocapsa</i> <i>tetragona</i> Matsuoka														●	●	●	●
<i>Tricolocapsa</i> spp.		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Unuma</i> (?) spp.								●			●	●					
<i>Xitus</i> spp.											●	●			●		
※ Nishizono et al. (1997)									●								

● : present

Fig. 4. Stratigraphic column of the Unazawa Formation along the Mitake Section showing biostratigraphic distribution of selected fourteen radiolarian species and their age assignment.

14種の層位分布について、岩相柱状図と合わせて示す (Fig. 4).

最下位のチャート (MT-01, 02) からは, *Hsuum hisuikyoense* Isozaki and Matsuda, *H. fukazawaense* Sashida や *Hsuum* spp.などが産出し、塔状で大型の Nassellaria が主に群集を構成する。一方、珪質泥岩・泥岩から産出した放散虫化石は球状で小型の Nassellaria が群集の主要要素である。*Tricolocapsa plicarum* Yao, *T. latusicostata* Aita, *Protunuma* aff. *costata* (Heitzer) sensu Nishizono et al.

(1997), *Parvicingula dhimenaensis* Baumgartner, *Dictyomitrella (?) kamoensis* Mizutani and Kido, *Eucyrtidiellum unumaense* (Yao) の6種については、珪質泥岩・泥岩にわたる広い層準の試料から産出が認められる。*Archicapsa (?) pachyderma* Tan は珪質泥岩最下部の試料 (MT-04 ~ 06) にのみ産出する。*Stichocapsa japonica* Yao, *S. convexa* Yao については珪質泥岩の下半部の試料 (MT-03 ~ 12) からは産出が認められるが、珪質泥岩上部にあたる MT-13 より上位では *S. convexa* Yao が、MT-15 よ

Table 2. List of Permian and Triassic radiolarian species identified in the mixed assemblages from the Unazawa Formation.

Species	Samples			
	MT-02	MT-05	MT-06	MT-15
<i>Albaillella</i> cf. <i>sinuata</i> Ishiga and Watase			●	
<i>Pseudoalbaillella longtanensis</i> Sheng and Wang			●	
<i>Pseudoalbaillella</i> aff. <i>longicornis</i> Ishiga and Imoto	●	●		
<i>Pseudoalbaillella</i> spp.		●	●	
<i>Follicucullus monacanthus</i> Ishiga and Imoto		●	●	
<i>Follicucullus porrectus</i> Rudenko		●	●	●
<i>Follicucullus charveti</i> Caridroit and De Wever		●	●	
<i>Follicucullus ventricosus</i> Ormiston and Babcock		●	●	
<i>Follicucullus scholasticus</i> Ormiston and Babcock		●	●	●
<i>Follicucullus</i> cf. <i>dilatatus</i> Rudenko		●	●	
<i>Follicucullus</i> cf. <i>falx</i> Caridroit and De Wever			●	
<i>Follicucullus</i> spp.	●	●	●	●
<i>Triassocampe deweveri</i> (Nakaseko and Nishimura)			●	
<i>Triassocampe</i> spp.	●	●	●	
<i>Eptingium</i> cf. <i>manfredi</i> Dumitrica			●	
<i>Pseudostylosphaera</i> spp.		●	●	
● : present				

り上位では *S. japonica* Yao がそれぞれ消滅する。また、珧質泥岩上部の MT-13 から上位では *Tricolocapsa tetragona* Matsuoka, MT-15 では *T. conexa* Matsuoka の産出が認められる。

(2) 化石帯区分および時代 御岳セクションの海沢層から得られた放散虫化石層序に対して、西園 (1996) および Nishizono et al. (1997) の放散虫化石帯区分とその時代的位置付けを適用すると、チャートの最上部 (MT-01, 02) は *H. hisuikyoense* 帯に相当し、中期ジュラ紀の前期 (Aalenian) を示す。珧質泥岩の下部から中部 (MT-03 ~ 13) が *T. plicarum* 帯の上半部 *T. latusicostata* 亜帯に相当し、中期ジュラ紀の中期から後期 (Bajocian ~ Bathonian) を示す。珧質泥岩の上部、MT-15 より上位が *T. conexa* 帯下半部の *T. conexa* 亜帯に相当し、中期ジュラ紀の後期 (Bathonian) を示す。本セクションの海沢層には、*T. plicarum* 帯の下半部である *T. plicarum* 亜帯は認められないが、これはチャートと珧質泥岩の間の露頭欠如に相当すると考えられる。

混在群集は、柱状図を作成した層準の最下位から層厚にして 5 m, 14 m, 14.5 m, 56 m の各位置から採取した試料 (MT-02, 05, 06, 15) から産出した。それぞれの層準は MT-02 が Aalenian に、MT-05, 06 が Bajocian/Bathonian 境界付近に、MT-15 が Bathonian にそれぞれ相当する。

混在放散虫化石群集

御岳セクションの海沢層チャート・珧質泥岩より見出された混在放散虫化石群集は、ペルム紀・三畳紀、そしてジュラ紀の要素から構成されている。ここでは混在が認められた 4 試料の化石群集について、ジュラ紀の群集とペルム紀・三畳紀の群集にわけてそれぞれ記述する。

1. ジュラ紀放散虫化石

混在群集の認められた 4 試料に含まれるジュラ紀放散虫化石については、他の試料から識別された種と共に Table 1 にまとめた。そのうち主なものについては Fig. 4 に示し、以下に述べる。

MT-02 は *Hsuum hisuikyoense* Isozaki and Matsuda, *H. fukazawaense* Sashida, *Hsuum* spp. などを含む。MT-05, 06 には、*Tricolocapsa plicarum* Yao, *Protunuma* aff. *costata* (Heitzer) sensu Nishizono et al. (1997), *Parvicin-gula dhimenaensis* Baumgartner, *Dictyomitrella* (?) *kamoensis* Mizutani and Kido, *Eucyrtidiellum unumaense* (Yao), *Stichocapsa japonica* Yao, *S. convexa* Yao, *Archicapsa* (?) *pachyderma* (Tan) などが認められる。MT-15 には *Tricolocapsa plicarum* Yao, *T. latusicostata* Aita, *T. tetragona* Matsuoka, *T. conexa* Matsuoka, *Protunuma* aff. *costata* (Heitzer) sensu Nishizono et al. (1997), *Parvicin-gula dhimenaensis* Baumgartner, *Dictyomitrella* (?) *kamoensis* Mizutani and Kido, *Eucyrtidiellum unumaense* (Yao) などが産出する。

2. ペルム紀・三畳紀放散虫化石

混在群集を含む 4 試料からは、合わせて 6 属 12 種のペルム紀・三畳紀の放散虫化石が識別された (Table 2)。以下、各試料に見られる混入した要素について述べる。

MT-02 からは *Follicucullus* spp., *Triassocampe* spp. が認められた。この試料中のペルム紀・三畳紀放散虫化石は数個体のみ確認され、いずれも破損が著しく保存状態は極めて悪い。

MT-05 と MT-06 は層厚にして約 50cm 離れて採取した試料である。この 2 試料に見られる混入した放散虫化石は、ほかの 2 試料と比較して種数および個体数が多く、特に MT-06 の方が MT-05 より混在の度合いが高い。

MT-05 にはペルム紀を示す *Pseudoalbaillella* aff. *longicornis* Ishiga and Imoto, *Pseudoalbaillella* spp., *Follicucullus monacanthus* Ishiga and Imoto, *F. porrectus* Rudenko, *F. charveti* Caridroit and De Wever, *F. ventricosus* Ormiston and Babcock, *F. scholasticus* Ormiston and Babcock, *Follicucullus* spp. などが見られた。三畳紀を示すものとしては *Triassocampe* spp., *Pseudostylosphaera* spp. などが認められた。

MT-06 にはペルム紀を示す化石として、*Albaillella* cf. *sinuata* Ishiga and Watase, *Pseudoalbaillella longtanensis* Sheng and Wang, *Ps.* aff. *longicornis* Ishiga and Imoto, *Pseudoalbaillella* spp., *Follicucullus monacanthus* Ishiga and Imoto, *F. porrectus* Rudenko, *F. charveti* Caridroit and De Wever, *F. ventricosus* Ormiston and Babcock, *F. scholasticus* Ormiston and Babcock, *Follicucullus* spp. などが見られた。三畳紀を示すものには *Triassocampe deweveri* (Nakaseko and Nishimura), *Triassocampe* spp., *Pseudostylosphaera* spp., *Eptingium* cf. *manfredi* Dumitrica などが認められた (Fig. 5)。

MT-15 については混入した化石の個体数は少なく、ペル

Fig. 5. Scanning electron micrographs of selected radiolarian fossils in the mixed assemblage of MT-06. Scale bars indicate 100 μ m. 1-5: Jurassic radiolarian fossils; 1. *Tricolocapsa plicarum* Yao, 2. *Archicapsa* (?) *pachyderma* (Tan), 3. *Protunuma* aff. *costata* (Heitzer) sensu Nishizono et al. (1997), 4. *Parvicingula dhimenaensis* Baumgartner, 5. *Dictyomitrella* (?) *kamoensis* Mizutani and Kido. 6-23: Permian radiolarian fossils; 6. *Albaillella* cf. *sinuata* Ishiga and Watase, 7. *Pseudoalbaillella longtanensis* Sheng and Wang, 8. *Pseudoalbaillella* aff. *longicornis* Ishiga and Imoto, 9. *Follicucullus monacanthus* Ishiga and Imoto, 10. *Follicucullus porrectus* Rudenko, 11. *Follicucullus charveti* Caridroit and De Wever, 12. *Follicucullus ventricosus* Ormiston and Babcock, 13. *Follicucullus scholasticus* Ormiston and Babcock, 14. *Follicucullus* cf. *dilatatus* Rudenko, 15. *Follicucullus* cf. *falx* Caridroit and De Wever, 16-17. *Follicucullus* spp., 18-23. *Pseudoalbaillella* spp. 24-28: Triassic radiolarian fossils; 24. *Triassocampe deweveri* (Nakaseko and Nishimura), 25. *Triassocampe* sp., 26-27. *Pseudostylosphaera* spp., 28. *Eptingium* cf. *manfredi* Dumitrica.

Fig. 6. Lithology of siliceous mudstone of MT-06. (a) Bedding perpendicular surface of slab etched by hydrofluoric acid. Siliceous mudstone composed of clayey layers (cl) and radiolarian fossil-rich siliceous layers (si). (b) Thin section photomicrograph of siliceous mudstone with plane-polarized light (PPL). Clayey layers (cl) and radiolarian fossil-rich siliceous layers (si) are seen. Stylolitic dark seams, subparallel to bedding, concentrate along boundaries between clayey layer and siliceous layer. (c) Close-up view of clayey layer (PPL). Several radiolarian shells are observed in fine-grained matrix, mainly composed of clay minerals and fragments of radiolarian shells. (d) Close-up view of siliceous layer (PPL). A number of spherical radiolarian shells and some opaque minerals are contained in siliceous layer. Bedding parallel stylolitic dark seams are seen.

ム紀を示す *Follicucullus porrectus* Rudenko, *F. scholasticus* Ormiston and Babcock, *Follicucullus* spp. が数個体見出された。

混入した放散虫化石の保存状態は MT-02 を除くと比較的良好である。MT-05, 06, 15 に見られるペルム紀・三疊紀化石については、殻の破損や化石表面の磨耗などの著しい物理的な損傷は受けていない (Fig. 5)。ただしフッ化水素酸処理によって個体分離したペルム紀・三疊紀放散虫化石の実体顕微鏡での観察では、一部の化石については再結晶化が進み、殻の一部分が半透明化した個体が見られる。同じ試料中のジュラ紀放散虫化石は不透明な白色を呈しており、再結晶化はペルム紀・三疊紀の個体の方が進行している。なおチャートから採取した MT-02 については、混入した放散虫化石の保存状態は不良だが、同様にジュラ紀放散虫化石も再結晶化しており保存状態は極めて悪い。

混在群集における群集全個体に占めるペルム紀・三疊紀放散虫化石の個体数の割合は、極めて少ない。最も混在の割合が高い MT-06 であっても、酸処理後の個体分離した試料での計数では明らかに 1% 以下であった。ただし定量的な混入比率は、酸処理過程での化石の破損が想定されること、属種の同定できない化石が多いことなどの理由により、算定しなかった。混入した放散虫化石の多様性が最も高い MT-06 におけるペルム紀・三疊紀放散虫化石の構成の概容は、*Follicucullus* 属が最も多く約 7 割を占め、次いで *Pseudoalbaillella* 属が約 2 割、残りの約 1 割が三疊紀の *Pseudostylosphaera* 属、*Triassocampe* 属などである。他の試料で

も、混入した放散虫化石の大半はペルム紀のものであり、中でも *Follicucullus* 属の占める割合が高い。

混在群集を含む珪質泥岩の岩相

混在群集を含む岩石の構成要素や組織、混在群集の産状を確かめるために観察を行った。試料として混在の割合が高い MT-05, 06 とその上下の層準の混在の認められない岩石を採取し、岩石切片・岩石薄片を作成した。岩石切片は層理面に平行および垂直に切断して、研磨したものと濃度数%のフッ化水素酸でエッチングしたものを作成した。岩石切片は肉眼および実体顕微鏡によって、岩石の構成要素や組織について観察した。特に化石の産状については、エッチングした切片を実体顕微鏡や電子顕微鏡で観察した。岩石薄片は層理面に垂直な面で作成して、偏光顕微鏡で岩石の構成要素や組織について観察した。

1. 珪質泥岩の岩相

MT-05, 06 を含む露頭の珪質泥岩は野外観察では大部分が塊状に見えるが、珪質泥岩の岩石切片には厚さ 2 ~ 4 cm 程度の珪質部と厚さ数 mm の粘土質部の細互層が認められ、特にエッチングした切片では明瞭である (Figs. 6a, b)。珪質部は粒子として多量の放散虫化石を含むほか、径 0.2 mm 程度の石英・斜長石粒子を極わずかに伴い、基質は微細な粘土サイズの粒子が埋めている (Fig. 6d)。珪質部には級化構造や葉理などの内部構造は認められない。粘土質部は微細な粘土サイズの粒子から主に構成され、微細な放散虫殻の破片が多数含まれる。またわずかに微細な不透明鉱物が見られ、破

Fig. 7. Scanning electron micrographs showing occurrence-mode of reworked Permian radiolarians in HF-etched surfaces of siliceous mudstone (MT-06). All samples are cut parallel to bedding. Note that Permian radiolarians occur as individuals. (a) *Follicucullus scholasticus* Ormiston and Babcock coexists with *Tricolocapsa* (?) sp. and *Archaeodictyomitra* sp. (b) *Follicucullus* sp. coexists with *Tricolocapsa plicarum* Yao and *Stichocapsa japonica* Yao. (c) *Pseudoalbaillella* sp. coexists with *Hsuum* sp. (d) *Follicucullus porrectus* Rudenko is observed among Middle Jurassic radiolarian fossils.

片化していない放散虫化石も散点的に含まれる (Fig. 6c). 粘土質部には劈開が発達することが多く、薄片では黒いフィルム状に見え、特に珪質部との境界部には密に発達する (Fig. 6b). これらの特徴は、混在群集を含むか否かにかかわらず珪質泥岩全体に共通している。また、観察した限りでは、御岳セクションの珪質泥岩に碎屑岩脈は認められなかった。

2. 混入した放散虫化石の産状

放散虫化石の産状の観察には珪質部のエッチング切片を用いた。実体顕微鏡・電子顕微鏡による観察では、エッチング切片の表面には無数の放散虫化石が見られる。混在群集を含む MT-06 の試料では、多数のジュラ紀放散虫化石とともにペルム紀の化石が点在するのが観察できた。電子顕微鏡によって観察された混入した放散虫化石の産状を Fig. 7 に示す。ペルム紀を示す *Follicucullus scholasticus* Ormiston and Babcock とジュラ紀に特徴的な *Tricolocapsa* (?) sp. や *Archaeodictyomitra* sp. とが隣接して産したり (Fig. 7a),

ペルム紀の *Follicucullus* sp. と中期ジュラ紀の示準種である *Tricolocapsa plicarum* Yao や同じく中期ジュラ紀に見られる *Stichocapsa japonica* Yao とが同一単層中に認められたりする (Fig. 7b). このほか、ペルム紀の *Pseudoalbaillella* sp. がジュラ紀の *Hsuum* sp. と近接して産したり (Fig. 7c), *F. porrectus* Rudenko が単体でジュラ紀放散虫化石群集中に産したりするのが観察できた (Fig. 7d). これらのペルム紀放散虫化石は全て単体で珪質部中に含まれており、一部分に濃集することなく一個体ずつ点在している。また混入した三疊紀放散虫化石についても、*Pseudostylosphaera* sp. や *Triassocampe* sp. がジュラ紀の放散虫化石と共に単体で岩石中に含まれるのが、実体顕微鏡による観察で認められた。

考 察

1. ジュラ紀放散虫化石の混在化の有無

海沢層から見出された混在群集中のペルム紀・三疊紀放散虫化石は、若い時代の堆積物中に混入したものと判断される。しかし混在群集中のジュラ紀放散虫化石も、より古い時代から混入した可能性がある。このため、混在群集中のジュラ紀放散虫化石について混入の有無について検討する。まず MT-02, 05, 06, 15 の混在群集のうち、ジュラ紀の放散虫化石群集と上下の層準の混在群集を含まない試料から得られたジュラ紀の群集との種構成の差を検討する。さらに御岳セクションの海沢層から得られた放散虫化石層序と、従来の同時代の化石層序とを比較して矛盾が認められるかを検証する。御岳セクションの海沢層チャート・珪質泥岩から産出したジュラ紀放散虫化石については、Fig. 4 および Table 1 に示した。

MT-02 は化石の保存状態が悪いので、種の同定ができたのは *Hsuum hisuikyense* Isozaki and Matsuda, *H. fukazawaense* Sashida の 2 種である。この 2 種については、直下から採取した MT-01 から産している。

MT-05, 06 は保存の良好なジュラ紀放散虫化石を多数含む。主なものは、*Tricolocapsa plicarum* Yao, *Protunuma* aff. *costata* (Heitzer) sensu Nishizono et al. (1997), *Parvicingula dhimenaensis* Baumgartner, *Dictyomitrella* (?) *kamoensis* Mizutani and Kido, *Eucyrtidiellum unumaense* (Yao), *Stichocapsa japonica* Yao, *S. convexa* Yao, *Archicapsa* (?) *pachyderma* (Tan) などである。これらは下位の MT-03, 04 や上位の MT-07, 08 と比較しても、ほぼ同じ群集構成である。

MT-15 は同様に保存良好なジュラ紀放散虫化石を多数含む。主なものとして、*Tricolocapsa plicarum* Yao, *T. latusicostata* Aita, *T. tetragona* Matsuoka, *T. conexa* Matsuoka, *Protunuma* aff. *costata* (Heitzer) sensu Nishizono et al. (1997), *Parvicingula dhimenaensis* Baumgartner, *Dictyomitrella* (?) *kamoensis* Mizutani and Kido, *Eucyrtidiellum unumaense* (Yao) などが挙げられる。これらは下位の MT-14 や上位の MT-16 と比較しても、種構成に大きな違いは認められない。

御岳セクションの海沢層からは *Tricolocapsa plicarum* Yao が *T. conexa* Matsuoka より先に出現する。この産出順序は、Matsuoka (1983) が四国西部佐川周辺地域において秩父累帯南帯の斗賀野層群から報告している。また美濃帯においても、Matsuoka (1988) によって岐阜県上麻生地域におけるチャート・碎屑岩シーケンスの珪質泥岩 (Wakita, 1988 による上麻生ユニット) から報告されている。*T. latusicostata* Aita が *T. plicarum* Yao よりも後に出現し、また *T. conexa* Matsuoka よりも先に産出することは、Aita (1987) による四国西部三瓶地域の俵津層や西園 (1996) による九州西部球磨川流域の吉尾層から報告されている。*T. conexa* Matsuoka と *T. tetragona* Matsuoka の初産出層準が近接していることは、Aita (1987) や西園 (1996) によって報告されており、さらに同様のことが Furukubo et al.

(1985) による海沢層珪質泥岩の放散虫化石層序にも認められている。また、*Archicapsa* (?) *pachyderma* Tan の産出が *T. plicarum* 帯の下部に限られることや、*T. conexa* Matsuoka の出現層準と *S. japonica* Yao および *S. convexa* Yao の消滅層準が近接していることは、西園 (1996) によって示されている。この様に御岳セクションの海沢層から得られた放散虫化石層序は、これまでに報告されている他地域の同時代の放散虫化石層序や、海沢層の放散虫化石層序とは矛盾しない。

以上述べた様に混在群集中のジュラ紀群集は、混在の認められない上下の層準の化石群集と比較して種構成に有意な差はなく、御岳セクションの放散虫化石層序にも他地域との矛盾は認められない。このため、御岳セクションから産出するジュラ紀の放散虫化石については、少なくとも混入したことを示す証拠は認められず、現地性の群集と考えられる。

2. 混入したペルム紀・三疊紀放散虫化石

(1) 種の生存期間 海沢層の混在群集に含まれるペルム紀・三疊紀放散虫化石のうち、代表的な種の生存期間を Fig. 8 に示す。Fig. 8 の各種の生存期間は、Ishiga (1986, 1990, 1991), Kuwahara et al. (1998) および Sugiyama (1997) を編集したものである。

再堆積した放散虫化石は、前期三疊紀を除く前期ペルム紀の終わりから中期三疊紀までの種が認められる。このうち最も古い時代に生存期間をもつのは *Albaillella sinuata* Ishiga and Watase であるが、これが出現する前期ペルム紀の終わりから混入した中期ジュラ紀までの時間差は、Gradstein and Ogg (1996) の年代に従うと約 100 m.y. である。また最も若い時代まで生存期間がのびる *Triassocampe deweveri* (Nakaseko and Nishimura) が消滅する三疊紀の中期/後期境界付近から中期ジュラ紀までは、約 60 m.y. の時間差がある。この様に、混入した放散虫化石の生存していた時代とそれらが含まれるチャートや珪質泥岩の時代には、約 60 m.y. から 100 m.y. の間の時間差がある。

また混在群集中のペルム紀・三疊紀放散虫化石の間には、互いに生存期間が重ならない関係にある種が存在する。例えばペルム紀の *Follicucullus* 属と三疊紀の *Triassocampe* 属は、生存期間が重ならない関係にある。またペルム紀の放散虫にも *Albaillella sinuata* Ishiga and Watase と *Follicucullus* 属の様に、同時期に生存していない関係のものがある。このことから、混入した放散虫化石は前期ペルム紀の終わりから三疊紀中頃にかけての幅広い時代の堆積物に由来していると考えられる。

(2) 混入の機構 御岳セクションにおける混在群集を含む地層や採取した岩石試料からは、運搬機構を直接示す観察結果は得られなかった。ペルム紀・三疊紀放散虫化石が中部ジュラ系チャートや珪質泥岩に含まれる機構としては、ペルム紀・三疊紀の放散虫化石が中期ジュラ紀に再堆積するか、中部ジュラ系の堆積後に碎屑岩脈によって注入するかのいずれかが想定される。この点については次の様に考えられる。

碎屑岩脈によるペルム紀・三疊紀の化石の注入を考えた場合、混在群集を含む岩石には堆積構造を切って形成された脈

Fig. 8. Ranges of selected Permian and Triassic radiolarian species identified in the mixed assemblages. The ranges of each species are referred from Ishiga (1986, 1990, 1991), Kuwahara et al. (1998) and Sugiyama (1997).

状の構造が認められるはずである。またペルム紀・三畳紀放散虫化石も、その脈に沿って含まれることが想定される。ところが実際には、混在群集を含む珪質泥岩に碎屑岩脈は認められず、混在群集中のペルム紀・三畳紀放散虫化石も一個体ずつ散点的に珪質部に含まれている。このことから混入化石の碎屑岩脈による注入の可能性は低く、ペルム紀・三畳紀放散虫化石は供給源となった堆積物から個体分離し、再堆積したと判断される。

3. 混在群集の形成過程

(1) 混在群集の形成された時代・堆積環境 御岳セクションの放散虫化石層序から、混在群集の含まれる堆積物の時代は中期ジュラ紀 Aalenian から Bathonian にわたることが判明し、ペルム紀・三畳紀放散虫化石の再堆積はこの時期に生じている。また、混在化の生じた堆積環境については次の様に推測される。付加複合体中のチャートから碎屑岩へと一連に移り変わる層序（チャート・碎屑岩シーケンス）について、松岡（1984）は海洋プレート上の堆積場が海溝へ移動するのに伴って堆積環境が順次変化したものとして説明し、チャートは陸源性碎屑物の届かない遠洋域の大洋底で、珪質泥岩は海溝海側の陸源性碎屑物の到達限界付近で堆積したと考察した。御岳セクションに見られる珪質泥岩は、放散虫に富む珪質部と比較的薄い粘土質部の細互層から構成され、シルトサイズ以上の陸源性碎屑物をほとんど含まないという特徴をもつ。微細な粘土分が多いという特徴を除けば、珪質泥岩はその下位の層状チャートに類似し、遠洋域の大洋底と同様な堆積環境により形成されたと考えられる。混在群集はチャートの最上部と珪質泥岩から産しており、松岡（1984）の考察と海沢層の珪質泥岩の特徴から判断すると、混在群集は海溝海側の陸源性碎屑物の到達限界付近の遠洋・半遠洋域の大洋底において、遠洋域と同様な堆積環境で形成されたと考えるのが最も妥当である。

(2) 再堆積した放散虫化石の供給源 海沢層の混在群集について最後に残る問題は、再堆積した放散虫化石の供給源についてである。再堆積が生じた海溝海側の遠洋・半遠洋環境という場を考慮すると、再堆積化石の供給源としては海溝海側の堆積物が候補の1つと考えられる。一方で海溝や海溝陸側斜面を流下する重力流によって、海溝陸側に分布する堆積物から陸源性碎屑物と共に放散虫化石が再堆積する可能性も無

視できない。しかし、混在群集を含む珪質頁岩（MT-06）には先述の層状チャートに類似する細互層が認められ、再堆積化石は粗粒碎屑物を含まない珪質部内部に認められる。層状チャート（MT-02）からも混在群集が産することを含め、混在群集を含む岩石には陸源性碎屑物の流入を示す証拠は認められず、再堆積化石が海溝陸側の堆積物から供給された可能性は極めて低いと言える。

それでは再堆積はどの様にして生じたのであろうか。放散虫化石の再堆積については現世の大洋底の広い範囲から認められている。以下では現世の大洋底における再堆積現象に着目し、海沢層の事例と比較した上で供給源について考察する。

大洋底における放散虫化石の再堆積については、Thiede (1981) による包括的な報告がある。これは中央太平洋を中心として北西太平洋を含む広い範囲の大洋底から採取された35地点の DSDP のコアから、放散虫を含む微化石の再堆積現象が認められたものである。また伊豆一小笠原海溝海側斜面の表層付近の堆積物においても、現生の放散虫遺骸群集中に中新世や白亜紀型の放散虫化石の再堆積が認められている（菅野, 1986）。これらの事例は、大洋底や海溝海側斜面における放散虫化石の再堆積現象であり、海沢層の事例で想定される堆積環境と良く一致する。また中央太平洋の事例の場合、再堆積した化石とそれを含む堆積物との時間差は最大約 75 m.y. である。これは海沢層の事例で見積られる約 60 m.y. から 100 m.y. の間の時間差と同程度である。さらには、生存期間が重ならない種が共に再堆積して若い時代の堆積物に取り込まれている点も、海沢層と中央太平洋の事例に共通している。

Thiede (1981) は中央太平洋の混在群集について、再堆積した微化石は石灰質のものが主体を占めることから、炭酸塩補償深度で浅にある海山側面などの地形的な高まり上の堆積物が供給源であると考え、これらの堆積物が極域からの底層水塊の流入の活発化によって剝離され、再堆積が生じるという機構を考察した。海沢層の事例について同様な再堆積機構を想定した場合、御岳セクション周辺で海山を想起させるものには、後期古生代の石灰岩と玄武岩質火山岩類から構成される白丸層がある。海沢層の再堆積した放散虫化石の供給源についてひとつの可能性を指摘すると、白丸層がかつて形

成していた様な海山周辺の堆積物が挙げられる。

ま と め

関東山地南東部に分布する秩父累帯南帯の海沢層に含まれる珪質堆積岩類から、混在放散虫化石群集が産出した。これには次の様な特徴がある。

1. 混在群集はチャート・碎屑岩シーケンス中の遠洋性堆積物（チャート）、半遠洋性堆積物（珪質泥岩）から産出した。
2. 混在群集は、現地性の群集である中期ジュラ紀放散虫化石と再堆積した極少数のペルム紀・三畳紀の放散虫化石から構成される。
3. 混在群集は、中部ジュラ系 Aalenian から Bathonian にかけての 4 試料に見出された。
4. 再堆積した放散虫化石には、前期ペルム紀の終わりから中期三畳紀にわたる 6 属 12 種が認められる。ただし前期三畳紀の種は認められない。
5. 再堆積した放散虫化石は化石単体で岩石中に含まれ、保存状態は比較的良好である。
6. 再堆積した放散虫化石の供給源として、海山の様な地形の高まりが可能性の一つに挙げられる。

謝 辞 本研究は、筆者のひとり石田が熊本大学理学部地球科学教室の学部・博士前期課程在籍時に行った研究の一部をまとめたものである。熊本大学理学部地球科学教室の岩崎泰顕教授（当時）には電子顕微鏡の使用を快諾していただくとともに、使用中に様々な御助力をいただいた。同教室の清水洋教授（現所属、広島大学理学部）、豊原富士夫博士には研究を進めるにあたり、多くの御助力をいただいた。九州大学大学教育センターの山縣 毅博士（現所属、駒沢大学文学部）には混在群集の確認の追試に御協力いただいた。本論文をまとめるにあたり、岐阜大学工学部の小嶋 智教授、九州大学大学院理学研究院の佐野弘好教授、坂井 卓博士には貴重な御意見をいただいた。査読者の徳島大学総合人間科学部石田啓祐教授、新潟大学理学部松岡 篤教授、および編集幹事の産業技術総合研究所中江 訓博士には原稿改善についての有益な御指摘を多数いただいた。以上の方々に厚くお礼を申し上げる。

文 献

- Aita, Y., 1987, Middle Jurassic to Lower Cretaceous radiolarian biostratigraphy of Shikoku with reference to selected sections in Lombardy basin and Sicily. *Sci. Rep. Tohoku Univ.*, 2nd. ser. (Geology), **58**, 1-91.
- Furukubo, M., Tonishi, K., Sashida, K. and Igo, H., 1985, Biostratigraphy of the Middle Jurassic radiolaria in the south zone of the Chichibu Terrain in the Kanto Mountains, Central Japan. *Ann. Rep., Inst. Geosci. Univ. Tsukuba*, **11**, 27-31.
- Gradstein, F. M. and Ogg, J., 1996, A Phanerozoic time scale. *Episodes*, **19**, 3-5.

- 橋本寿夫・香西 武・石田啓祐, 2001, 和泉山脈の和泉層群上部白亜系に混在する再堆積ジュラ紀・白亜紀前期放散虫化石. 大阪微化石研究会誌, 特別号, no. 12, 271-282.
- 藤本治義, 1932, 関東山地東南部の地質学的研究. 地質雑, **39**, 430-457.
- 藤本治義, 1939, 関東山地の鳥ノ巣統に就いて. 矢部教授還暦記念論文集, **1**, 457-479.
- 石田啓祐・橋本寿夫, 1991, 四国東部秩父累帯下部白亜系の放散虫群集とそのアンモナイトによる年代. 徳島大教養紀要 (自然科学), **25**, 23-67.
- Ishiga, H., 1986, Late Carboniferous and Permian radiolarian biostratigraphy of Southwest Japan. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, **29**, 89-100.
- Ishiga, H., 1990, Paleozoic radiolarians. In Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. and Yao, A., eds., *Pre-Cretaceous terranes of Japan*. Publ. IGCP Project 224, 285-295.
- Ishiga, H., 1991, Description of a new *Follicucullus* species from Southwest Japan. *Mem. Fac. Sci. Shimane Univ.*, **25**, 107-118.
- Kobayashi, F., 1988, Late Paleozoic foraminifers of the Ogawadani Formation, southern Kanto Mountains, Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N.S.*, no. 150, 435-452.
- 小嶋 智・安藤英之・木田昌宏・水谷伸治郎・坂田祐子・杉山和弘・塚本 齊, 1999, 美濃帯の三畳紀層状チャート中の碎屑岩層: その岩石学的特徴と放散虫年代. 地質雑, **105**, 421-434.
- Kuwahara, K., Yao, A. and Yamakita, S., 1998, Reexamination of Upper Permian radiolarian biostratigraphy. *Earth Science (Chikyū Kagaku)*, **52**, 391-404.
- Matsuoka, A., 1983, Middle and Late Jurassic radiolarian biostratigraphy in the Sakawa and adjacent areas, Shikoku, Southwest Japan. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, **26**, 1-48.
- 松岡 篤, 1983, 高知県秩父累帯南帯のトリアス・ジュラ系中にみられるチャート層と碎屑岩層との整合関係. 地質雑, **89**, 407-410.
- 松岡 篤, 1984, 高知県西部秩父累帯南帯の斗賀野層群. 地質雑, **90**, 455-477.
- Matsuoka, A., 1988, First appearance biohorizon of *Tricolocapsa conexa* within Jurassic siliceous mudstone sequences of the Kamiasso area in the Mino Terrane, central Japan: A correlation of radiolarian zones of the Middle Jurassic. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **94**, 583-590.
- 松岡 篤, 1989, ジュラ紀テレーンをつなぐ鍵ーチャート・碎屑岩シーケンスー. 構造地質, no. 34, 135-144.
- 中世古幸次郎, 1984, 放散虫化石の生層序における役割について. 地学雑, **93**, 508-514.
- 西園幸久, 1996, 放散虫化石層序に基づく秩父帯南帯の堆積史とその収束過程. 熊本大理紀要 (地球科学), **14**, 45-226.
- Nishizono, Y., Sato, T. and Murata, M., 1997, A revised Jurassic radiolarian zonation for the South Belt of the Chichibu Terrane, western Kyushu, Southwest Japan. *Marine Micropaleont.*, **30**, 117-138.
- 酒井 彰, 1987, 五日市地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地域図幅). 地質調査所, 75p.
- 菅野耕三, 1986, 放散虫化石の再堆積の問題について. 大阪微化石研究会誌, 特別号, no. 7, 131-139.
- Sugiyama, K., 1992, Lower and Middle Triassic Radiolarians from Mt. Kinkazan, Gifu Prefecture, Central Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N.S.*, no. 167, 1180-1223.
- Sugiyama, K., 1997, Triassic and Lower Jurassic radiolarian biostratigraphy in the siliceous claystone and bedded chert units of the southeastern Mino Terrane, Central Japan. *Bull. Mizunami Fossil Museum*, no. 24, 79-193.
- 高島清行・小池敏夫, 1984, 関東山地南東部, 御前山ー五日市地域の中生界の層序と地質構造. 横浜国立大紀要, Sec.2, no. 31, 29-50.
- Thiede, J., 1981, Reworking in upper Mesozoic and Cenozoic central Pacific deep-sea sediments. *Nature*, **286**, 667-670.
- Wakita, K., 1988, Origin of chaotically mixed rock bodies in the Early Jurassic to Early Cretaceous sedimentary complex of the Mino terrane, central Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **39**, 675-757.
- 安田 守, 1989, 関東山地東南部秩父累帯の鳥ノ巣層群相当層一岩相と放散虫年代ー. 地質雑, **95**, 463-478.

(要 旨)

石田直人・村田正文, 2006, 関東山地南東部, 秩父累帯南帯の中部ジュラ系チャート・珪質泥岩から産した混在放散虫化石群集. 地質雑, **112**, 197–209. (Ishida, N. and Murata, M., 2006, Mixed radiolarian assemblages from the Middle Jurassic chert and siliceous mudstone in the Southern Chichibu terrane, southeastern part of the Kanto Mountains. *Jour. Geol. Soc. Japan.* **112**, 197–209.)

関東山地南東部の秩父累帯南帯に分布する海沢層から, 時代の異なる放散虫化石が同一単層中に含まれる混在放散虫化石群集が産出した. 混在群集は中部ジュラ系 (Aalenian ~ Bathonian) チャート・珪質泥岩中の 4 試料から認められ, 極少数のペルム紀・三畳紀放散虫化石と多数の中期ジュラ紀放散虫化石から構成される. ペルム紀・三畳紀の放散虫化石は 6 属 12 種が識別され, その時代は前期三畳紀を除く前期ペルム紀の後期から中期三畳紀にわたる. 混在群集中のペルム紀・三畳紀化石は, 遠洋・半遠洋域において化石単体で再堆積したと見られる. 中央太平洋の遠洋性堆積物における再堆積した微化石の事例を参考にすると, 再堆積化石の供給源は海山の様な大洋底上の地形的高まり側面の堆積物である可能性が考えられる.