

特別寄稿：放散虫化石の研究を始めた頃

水谷伸治郎*

Shinjiro Mizutani (2019) Personal history of my study on radiolarian biostratigraphy. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 70 (1/2), p. 261–265.

Abstract: I have started to study the recent radiolarian biostratigraphy, when I have met Prof. E.F.Pessagno of UTD (University of Texas at Dallas), who presented an excellent view of a radiolarian body extracted from a Mesozoic siliceous sedimentary rock, June 4, 1976, at International Meeting of IGCP 115 (Siliceous deposits of the Circum-Pacific region) held at USGS, Menlo Park, California. During my stay in Canada and US, I informed to Prof. Pessagno, where I was, and asked to teach me how to separate the fossils from siliceous rocks, and how to examine them. I moved from Canada, to Harvard and finally to UT at Austin. February 16, 1977, I flied from Austin to Dallas-Fortworth, Prof. Pessagno kindly sent a guide who can understand Japanese in order to bring me from the airport to the campus of his lab. Prof. Pessagno demonstrated how to treat the rock-specimen and to separate the fossils and how to observe under SEM (Scanning Electron Microscope), and suggested me what kind of literature is good for us to study the radiolarian biostratigraphy.

After my sabbatical leave, I return to Nagoya; fortunately, I have got a budget for the scientific study in the fall of 1978 in order to purchase an inexpensive SEM (JM-T20) in our lab. The first discovery of a Jurassic radiolaria had been made by a student (Sakai, 1979). Thereafter, we have worked for the evidence of wide distribution of Jurassic formations in the Mino area, central Japan. The results have been published as an authorized paper in Proceedings of Japan Academy (Mizutani *et al.*, 1981).

This paper, entitled “Personal history on my study of radiolarian biostratigraphy”, as noted above, has outlined the memories of my own study on the radiolarian biostratigraphy particularly in relation to the Pessagno’s school of UTD.

Keywords: microfossil, Radiolaria, scanning electron microscope, Mesozoic, Paleozoic, international correlation

要 旨

国際会議IGCP115 (研究課題：“太平洋地域における珪質堆積物”)の会合はカリフォルニアの Menlo Parkに在る米国地質調査所Menlo Park 支所で開かれた。1976年6月4日、参加者の一人、テキサス大学ダラス分校 (University of Texas at Dallas: UTD)のPessagno教授は、中生代珪質堆積岩から分離した一匹の放散虫化石の実に見事な写真を、発表し、映写していた。私の放散虫生層序学的研究は、その写真を見た時から始まった。私は、カナダからハーヴァード大学、そして、テキサス大学オースチン校 (University of Texas at Austin)へと移動するが、その間に、必ずUTDへ行くから、化石の分離の方法、その調べ方などを教えて欲しい、とPessagno教授に頼んだ。

1977年2月16日、私は、オースチンからダラス空港へ飛んだ。Pessagno教授は、日本語の分かる人を迎えに出してくれた。彼は、空港から、Pessagno教授の研究室がある教育・研究棟へ、私を連れて行ってくれた。そ

して、Pessagno教授は、岩石試料の扱い方や化石分離の方法、さらに、走査型電子顕微鏡 (Scanning Electron Microscope) を用いた化石個体の観察法などを教えてくれた。

私は、北米の遊学から帰国して、すぐ、名古屋大学で、1978年秋、比較的値段の安いSEM (JSM-T20)を購入するための研究費を獲得するために努力した。最初のジュラ紀放散虫化石は、当時、卒業論文の研究をしていた4年生の学生、酒井正男君によって発見された。彼の研究は、卒論として、名古屋大学理学部図書室に (Sakai, 1979; として)保存されている。その後、美濃地域には、広くジュラ紀層が分布していることが明らかになり、その結果は、日本学士院に報告され、印刷された (Mizutani *et al.*, 1981)。

本報告、すなわち、“放散虫生層序学研究についての個人的回想”は、北米のPessagno学派に関係をもった私の体験をまとめたものである。

* Corresponding author: S.Mizutani, 2-21, Daiman-cho, Meito-ku, Nagoya City, Aichi, 465-0086, Email: jiro @sd.starcat.ne.jp

1. はじめに

この度、私は、八尾 昭先生と揃って、「NOM功労賞」という名誉ある賞をいただいた。2017年3月5日付である。いただいた賞状には、“MIC・NOM in山形”の実行委員長本山 功の名が最後に記されている。副賞として、*Pantanellium* のレプリカが付いている。私は、今回の集会には、出席していなかったのですが、たまたま共同研究者の永井ひろ美さんが、ガラス瓶に、丁寧に、保管されているレプリカを、私の代わりになって、預かって、帰名された。彼女の好意によって、私は、この受賞のことも知った。それを眺め、私は、新種、*Pantanellium foveatum* を、共同研究者の木戸 聡君と記載し、発表した(Mizutani and Kido, 1983)ことがあるので、そのレプリカを見て、それが何であるか、すぐにわかった。それにしても、実によくできていて、それを眺めながら、嬉しさがこみあげてきた。

私は、この機会に、私が、微化石放散虫の研究を始めた頃のことを、思い出し、それを記録しておこうと考え、筆をとることにした。個人的な記録ではあるが、しかし、我が国において、当時、どのような環境や雰囲気があったかを知るために、参考になる。学問というのは、ある時期に、急激に発展し、その流れが変わることがよくある。そのような変化が、予告もなく、半年か1年のうちに起こる。それには、ある程度の蓄積があり、また、その当時、陰になって研鑽を積んでおられた先人たちの努力も必要であった。幸にして、私は、その頃の記録を、日付単位で残しているのです。以下、その記録をみながら、思い出を書くことにする。

2. 思い出

名古屋大学を卒業し、大学院に進んだ私は、当然、近くの山岳地帯の地質を選んで、地質学的研究を進めていた。当時、この地域、すなわち、『秩父古生層』と呼ばれていた地域は、主として、石灰岩の中に含まれている化石の研究を中心に行われていた。しかし、私は、実に不可解な印象を持ち続けていた。それは、実体として、そこには、石灰岩よりも、チャートや砂岩・頁岩が量的に多いからであった。何故、石灰岩の研究だけをするのであろうか？私は実際に、野外の調査をしながら、考えた。その結果は、明らかであった。石灰岩には、化石が、しかも、はっきりと肉眼やルーペで分かる化石が含まれているからであった。多くの研究者は、そのような化石を探していたのであった。化石が大切であるならば、化石(まだ、みつからないけれども、実際に見つかるかもしれない化石)のことを考えてもいいと、私は考えるようになった。

私は、すべての採取した岩石を薄片にして、偏光顕微

鏡で観察するよう心がけていた。野外で、肉眼で、観察して、さらに、鏡下で調べると、多くの事実が見つかることがしばしばあった。また、それ以外にまだわからないことを示唆する事実が見つかることも少なくなかった。そのなかの新しいことの一つは、小さな過去の生物体であろうと思われた、今でいうところの放散虫であった。

3. 経過

私は、その頃、すでにMizutani (1966)を書いていた。そして、そこに書いたことを話の種にして、国際地質對比計画IGCP115の会合に出ようと思ひ、それに出席することを、IGCP 115の関係者に連絡しておいた。私が、この微化石放散虫の研究を本気になって、真剣に取り組もうとしたのは、この時からであった。

19760604：私は、Pessagno, E. F. Jr. 教授(UTD, Univ. Texas at Dallas)に会った。私は、IGCP 115 (siliceous deposits in the circum-Pacific region)の国際集会に出席するために、アメリカの地質調査所(USGS) Menlo Park, Californiaに居た。そして、その会合で、Pessagno教授が、我々の前で、2 m × 1 mもの大きさのデイトライト・スクリーン一杯に、走査型電子顕微鏡(SEM)で撮った、“一匹の放散虫化石の写真”を映写し、彼の研究について語っていたのであった。彼が示した放散虫の骨格の細かな組織・構造がその隅々まで明瞭に認識できた。その解像力のすばらしさに、私は驚いた。

その日、会合が終わってから、私は、彼をつかまえて、必ず、UTDの研究室に行くから、放散虫の研究について、教えてほしい、と頼んだ。私のお願いの口ぶりが真剣であり、また、具体的であったこともあり、彼は、私の熱意がわかったのであろう、彼は、私に約束してくれた。私は、その後、カナダからハーヴァードへ移り、さらに、テキサスのオースチンへ移った。その都度、私は、彼に手紙を書いて、自分が何時、UTDへ行くかを連絡した。その予定どおり、私は、UTDへ行き、彼から、詳しく、技術と知識とを学んだ。

19770216：手紙で連絡しておいたUTDのPessagno教授のところへ行った。体験のあるかたは御存じだと思うが、この空港、すなわち、Dallas-Fortworth (DFW)というのは実に大きな空港である。二つの空港が一つになっている、その間に、連絡のために、電車が走っている。

私は、DFW空港に着き、バスに乗って、North Central Bus Terminalに着いた。親切にも、日本語の分かる人が迎えにきてくれていた。彼は、私を認め、車に乗せてくれて、空港からPessagno教授の居る教育・研究棟へ送ってくれた。

とにかく、挨拶をして、翌日から、彼の実験室へ行き、そこで、(1)まず、珪質岩からHFを使って、化石体の分離をする。その方法を、Pessagno教授は、実際に、安全

眼鏡をかけ、ヴィニールの実験着を着て、私の目の前で、実演してくれた。(2) 近くには走査型電子顕微鏡(SEM)があった。彼は、かつて、有孔虫の研究をしていたが、一念発起して、放散虫の研究をすることに、方針を変えた。そのために、必要不可欠なのは、SEMであった。それを手に入れるために、彼は、いかに奔走したか、そして、何度、アメリカ東部の研究所などへ出張したかなど、その頃の苦労話を、私に語ってくれた。(3)そして、分離された化石体、つまり、放散虫を、乾燥し、それを双眼顕微鏡の下で、観察して、考える。(4)次いで、普通の光学顕微鏡を使い、その鏡下で、面相筆を使って、化石体を、一匹ずつ、拾いあげて、SEM用の試料台に並べてゆく。縦に5～10匹くらい並べて、(5) SEM観察のための処理を行い、観察・撮影となり、研究用の試料ができあがる。

Pessagno教授は、すでに、かなりのデータを集めていて、彼独特の放散虫の分類とそれに基づく生層序の案をもっていた。大学院でそれを講義しているのだから、それを勉強しなければならないと、私に教えてくれた。

私のフィールドノートには、Feb. 18, 1977に、その時、観察して、印象に残った「放散虫の本体から外に伸びた spines が捻じれているスケッチ」が記されている。そして、メモとして、“この種の twisting spine : Triassic - Jurassicの特色”と書かれている。

その日、夕刻、論文の別刷などいただき、また空港の North Central Bus Terminal へ送っていただき、プラニフ航空 Boeing 727で、オースチンへ戻った。

19810206:私は、その後も、彼と交流を続けた。そして、原稿や資料を送って、彼の意見を求めた。何度も、私の考えを伝え、また、彼の意見を訊いた。

19820312:彼に求めた手紙によって、私は、その当時の、少なくともアメリカにおける放散虫化石の生層序について知識を得ることができた。その頃の極めて重要な動きは、いわゆる Deep Sea Drilling Project (DSDP) というアメリカ中心で進められていた海洋底掘削計画であった。これについては、地球科学の歴史で、すでに多くの解説がなされていると考えて、ここでは、割愛する。

1978秋:私は、帰国して、すぐに、この研究に取り組んだ。さしあたり、絶対に必要なものはSEMであった。私は、八方手をつくして、情報を集めた。そして、さしあたって必要なSEMは高性能なものではなく、初心者用の機器でよいことを知り、科学研究費を得るために書類を作成した。

その時期は、すでに、半年をすぎていた1978年秋ではあったが、私は、運よく、欲しい小型のSEM(日本電子株式会社のJSM-T20)を購入することができた。

19790113:その日、私と二人で、SEMの像を観察して、帰宅した酒井正男君から、電話があった。彼は、卒業研究として、岐阜県飛騨金山地域の調査をしていた。彼は、

云った「ジュラですよ！今日みた放散虫は」(Sakai, 1979)。

その後、私は、まず、その頃、地質調査所で、放射年代測定の研究を続けていた柴田 賢(その後、名古屋大学教授)先生にお願いして、その化石がでた地層の放射年代を測定してもらった。同時に、大学院生の岡村行信君と一緒に、その露頭付近を精査しなおした。

19791020:私は、名古屋大学において、開催された日本古生物学会、第124回例会で、これらの結果を口頭発表した。その内容は、実に大きな問題をはらんだ事実であったが、しかし、私が新しい古生物の研究をしていることは、誰も知らなかったこともあり、私の発表についての反応は、ほとんど、無かった。

しかし、私は、問題の重要性を考え、この研究をとにかく、発表しておきたかった。①新しい微化石放散虫の新種の記載、また、②放射年代の測定結果、そして、③美濃帯の地質、などについて、いろいろな新事実と新しい考えを述べた総合的な内容の作品をどこが早く、出版を引き受けてくれるであろうか？それぞれ3編の論文にして、別々に投稿しなさい、と言われるのではないかなどと思っていた。

私は、自分でも困った。そして、いろいろ悩んだ末、その頃、名古屋大学で、地史学講座の助教授であった糸魚川淳二先生に相談し、お願いして、彼が中心になって編集・出版している「瑞浪市化石博物館研究報告」に投稿することにした。

19811001:糸魚川先生の御厚意もあって、私の原稿は、受理され、印刷・発行された(水谷, 1981)。私の書いた最初の化石についての論文であった。この報告は、化石の新種の記載もあり、Appendixとして、後半は、英文で書かれた。最後に、Pessagno教授に謝辞が述べられている。もちろん、その論文は、原稿の段階から、その別刷まで、Pessagno教授に送った。

私は、化石に限らず、いわゆる地域地質の報告は、多くは、地方誌やそれぞれの地域の雑誌に投稿され、報告されることが多いことを知っていた。しかし、私たちが問題にしたこの美濃地域でのジュラ紀層の産出については、もっと多くの研究者の目に触れるような出版物に出す必要があると考えた。それで、東京で地質学会があったときに、ついでに、学士院会員である小林貞一先生に、私たちの研究成果を話してみようと考えた。私は、学会の講演が終わってから、小林貞一先生宅に電話した。先生は、早く、会ってくださるといふ。そして、先生宅の地図を、浜田隆士さんに書いてもらった。

19810403:小林先生宅に、私は、15:40から18:00まで、お邪魔して、実に、様々なことを教わった。先生は、放散虫に関する私の考えをすぐ理解された。そして、私に学士院記事に投稿するように言われた。それについては、原稿の長さや内容について解説された。同時に、先生が学士院の会議で、その原稿を紹介し、受理・出版する

同意を得る必要がある。小林先生は、そのために、『幻灯器』で映すための図を数枚準備することを強く、要求された。

もちろん、私は、飲んで、先生の注意事項を守って、原稿を書き、東京へ送った。それは、すぐ出版された(Mizutani *et al.*, 1981)。

19790122-24：名古屋大学へ集中講義をお願いした岡田博有先生が来られたが、彼から、国内でも、微化石放散虫の持つ意義とその結果の重要性が認識されはじめており、その研究が、大阪大学の中世古幸次郎先生のところまで進められていることを教えてもらった。私は、早速、大阪へ出かけ、中世古先生にお会いした。

19811014・15：大阪で、研究集会が開かれた。私達は30名くらいと考えていた参加者は、なんと、その4倍、120名もの研究者が手弁当で、参加した(中世古, 1982)。この時の参加者の熱気あふれる熱意を、私は、今でも忘れることができない。

私は、幸いにして、岩波書店の編集部(岩波講座：地球科学の編集に参加していたので)顔ができていた。そのつてを使って、この微化石放散虫の研究をもっと、広く、詳しく、具体的に、関係者に紹介することを考えた。さっそく、中世古先生と八尾先生に連絡して、私が原稿を書き、八尾先生に年代区分と化石の関係図を描いて下さいとお願いした。

19830301：その原稿は、「放散虫化石と日本列島の中生代」と題して印刷・出版された(中世古ほか, 1983)。

19860515：これが公刊された直後、小川勇二郎先生らが編集・出版する高等学校の地学の教科書が出た。注目すべきことに、その教科書の中に、上記の八尾先生がまとめた年代と化石の関係図がそのまま採用されて、印刷、出版された(力武ほか, 1986, p.137, 図87)。

私は、これを知って、いずれ、この放散虫化石は、これまでのいわゆる紡錘虫と同じように、入学試験の問題に取り上げられ、話題になるであろうと思った。そうすれば、もう自動的にこの放散虫化石は、より多くの人達によって、話題になるであろう、と感じたのであった。

4. その頃の動き

上記のように、1979～1982には、我が国において、とくに、中生代の地質に関しては、大きな変化が起こった。そのさなか、中世古先生を中心として、『JRS81Osaka』(Japanese Radiolarian Symposium, 1981, 大阪)大阪微化石研究会誌特別号No.5, 大阪微化石研究会編, 1982)が出版発行された(以下、ここでは赤本“アカホン”と記す)。この本は、その頃の放散虫研究のバイブルであった。我が国のほとんどの中生代層の研究者は、この本を座右において、新事実を述べた論文を読み、また、自分の研究対象とする地域の地史を再検討するた

めに使った。このアカホンの中に記載されている放散虫化石とその年代は、何度も、検討され、各地のそれと比較された。最初は、あまりにもその生層序学的位置づけがこれまでの通説とは異なっていたため、全く、その結果を信じない人もいた。しかし、よく考えなおしてみると、矛盾もなく、新しい知見として、受け入れた人も居た。これを、分かりやすく“放散虫革命”と呼んだ人も居た。

19880227：この日、私は、重要な手紙を受け取っている。私は、その後も、しばしばUTDのPessagno教授と通信を続けていたが、この手紙は、UTDに、中国から大学院留学生として勉学を続けていたYang Qun(楊 群)氏からの便りであった。彼は、私とUTDで会っていて、すでに、仲が良かった。

私は、彼と共同研究をするため、名古屋大学博物館に招いていて、微化石放散虫の研究を始めていた(Yang and Mizutani, 1991)。楊 群氏は、訪日する機会には、必ず、拙宅に寄り、私や家内とお喋りする間柄になっていた。

私は、名古屋大学-南京大学の国際交流の一環として、何度も南京にでかけたが、その時、有名な中国科学院南京地質古生物研究所(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences = NIGPAS)にも出かけて、我が国における放散虫化石の研究の進歩について、話してきたこともあった。驚いたことに、彼等は、すでに、アカホンを入手し、読んでいた。

なお、私と仲よくなった楊 群氏は、2008年から、このNIGPASの所長を務めるようになっていた。昨年、松岡 篤先生との共同研究のために来日した。私は、久しぶりに、旧交を温めた。何しろ、NIGPASの初代の所長(1950-1953)は、有名な李 四光博士であり、この研究所の中国における地位は、極めて高い。

私は、この日本の国内の熱狂的な動きを見ながら、正式に、文部省科学研究費を頭において、総合研究を実施しようと考えていた。その組織には、すでに、放散虫化石の研究を始めていた多くの人達に加わってもらった。そして、会計年度1982年度は560万円、1983年度は250万円の研究費を得ることができた。そして、中世古先生らを中心にして、20名の研究者からなる総合研究が始まった。

19840331：この成果は“Report of Co-Operative Research on Radiolarian Biostratigraphy of Mesozoic and Paleozoic Groups in Japan.”と題して、出版された。この報告書は、次のような構成になっている。

Part 1: Titles of Reports (この総研に関して、発表された論文の題名の一覧)。

Part 2: News and Info. (この総研に関しては、分担者を集めて、その運営・会計などについて、相談したことは無かった。われわれは、とても忙しかった。時間は貴重であった。だから、そのような相談をすることを一切やめて、連絡紙として、新聞を作り、それを分担者に配布した。それ

を集めて、Part 2としてまとめた。) 一方、

Part 3: Collected Papers (この総研に関して、発表された論文を集めたもの)、ならびに

Part 4: List of papers (この総研が行われる以前に、公表されていた放散虫に関する論文の全リストを集めて、印刷した)を付けた。

実際の会計処理のまとめなどは、事務を通して、文部省に送られていたが、それらを研究者に、具体的に報告などはしていなかった。

しかし、上記のPart 1～4からなる総研報告書は、我が国の地質学者の多くの人が参考にしたいと考えて、内容を知った方から、私のところへ直接、請求が次々と来た。その結果、われわれの研究が実に多くの研究者によって、強い関心をもたれていることが分かった。この総研は、実に、我が国において、時期を得た実績として、好評を博した仕事であった。

しかし、上のような最新のデータを座右において考えている研究者と違って、大きな悲劇を起した例もあった。私たちが、独自に、微化石とSEMという近代兵器を用いて、世界的なレベルで、時代と化石という視点から、我が国の中・古生層の再検討を進めている一方で、このグループから見放された人達は、実に、悲劇的であった。時期は、1980年2月に発行された岩波講座：第15巻(第16回配本)「日本の地質」である。とくにそのの中古生層の部分は、実際には大きく、変わっていたのに、それに合わせて、新しく、矛盾なく地史を組むことができず、古い知識のまま、発行されてしまったのであった。私は、もちろん、新しい事実を知っていたので、この巻の中古生層の原稿を書いていた九州大学の勘米良先生に、放散虫化石研究のことを逐一、お知らせしていた。しかし、その新しい生層序が何を物語るかについての議論はとて、まだ、できなかったもので、仕方なく、この巻は、古い、伝統的なモデルのまま、出版されたのであった。

いわゆる日本列島全体についての構想は、その頃から、新しい地史の組み立てを考えておられた市川浩一郎先生の登場まで、待たなければならなかった(Ichikawa *et al.*, 1990)。それについては、また、別の機会に、別の研究者によってなされるであろうから、ここでは、割愛する。

謝辞：私は、今、88歳になった。このような老人になって、昔のことを思い出して、私を、この名誉ある功労賞に推薦して頂いた方にまず、お礼を言いたい。本当に、私にとっては、身に余る、予期もしなかったことであり、それだけに、こみあげてくる嬉しさも大きかった。また、賞状には、放散虫研究集会一同、とある。実際には、“MRC・NOM in 山形”の実行委員長 本山 功先生には、お世話になった。特に、深く謝意を表したい。この原稿を書くに際しては、かつての共同研究者であった山口大学の脇田浩二先生にも相談した。もちろん、八尾 昭先

生にも、連絡をとり、相談しながら、書いた。永井ひろ美さんは、私の代わりになって、副賞のPantaneliumのレプリカを持って来て下さった。いうまでもなく、私が昔、一緒になって研究した酒井正男君ほか、多くの名大の当時の大学院生の諸君には、お世話になっている。それらの努力が、私独りに功労賞として、結晶したのだと、私にはみえる。その点、私は、数々の幸運に恵まれたと思う。それらすべてを大切に、今後も、気力が続く限り、勉強を続けるつもりである。それが、私の謝意を示す最も良い方法だと信じ、この謝辞の項の結びとする。

文 献

- Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. and Yao, A. eds. (1990) Pre-Cretaceous Terranes of Japan. IGCP 224, publication, Osaka, 413pp.
- Mizutani, S. (1966) Transformation of silica under hydrothermal conditions. *Jour. Earth Sci., Nagoya Univ.*, **14**, 56–88.
- 水谷伸治郎(1981) 飛騨金山のジュラ紀層について、瑞浪市化石博物館 研究報告, No.8, 147–190.
- Mizutani, S. (1984) Report of Co-operative Research on radiolarian Biostratigraphy of Mesozoic and Paleozoic groups in Japan. (Part 1A: published papers, 5pp.), (Part 1B: orally presented papers 5pp.), (Part 2: no.1–no.21.), (Part 3: twenty papers), (Part 4A: alphabetical order of authors, 22pp.), (Part 4B: chronological order of published year of papers, 22pp.)
- Mizutani, S., Hattori, I., Adachi, M., Wakita, K., Okamura, M., Kido, S., Kawaguchi, I. and Kojima, S. (1981) Jurassic formations in the Mino area, central Japan. *Proc. Japan Acad.*, **57**, ser.B, no.6, 194–199.
- Mizutani, S. and Kido, S. (1983) Radiolarians in middle Jurassic siliceous shale from Kamiyaso, Gifu Prefecture, central Japan. *Trans. Proc. Paleont. Soc. Japan*, N.S., No.132, 253–262.
- 中世古幸次郎(1982) 発刊にあたって、NOM特別号, No.5, I–II.
- 中世古幸次郎・水谷伸治郎・八尾 昭(1983) 放散虫化石と日本列島の中生代, *科学*, **53**, 177–183.
- 大坂微化石研究会編(1982) 第一回放散虫研究集会論文集, 大阪微化石研究会誌 特別号, No.5. 485pp.
- 力武常次・小坂丈予・永田 豊・萩原幸男・小川勇二郎(1986) 高等学校地学, 教研出版, 東京, 287pp.
- Sakai, M. (1979) Geology of the northwestern part of Kanayama-cho, Mashita-gun, Gifu Prefecture, *B.Sci., Dess., Dept. Sci., Nagoya Univ.*, T267, 36pp.
- Yang, Q. and Mizutani, S. (1991) Radiolaria from the Nadanhata terrane, Northeast China. *Jour. Earth Sci., Nagoya Univ.*, **38**, 49–78.

(受 付 : 2017年5月15日 ; 受 理 : 2018年9月18日)

