

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 17 日現在

機関番号：24506

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25400501

研究課題名(和文) 日本産古生代後期有孔虫類の種多様性と群集組成の時空分布

研究課題名(英文) Taxonomic diversity and spatiotemporal distribution of Late Paleozoic foraminifers of Japan

研究代表者

小林 文夫 (Kobayashi, Fumio)

兵庫県立大学・自然・環境科学研究所・名誉教授

研究者番号：70244689

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：秋吉石灰岩の石炭紀後期～ペルム紀前期の有孔虫群集(主にフズリナ類)を再検討し、筆者の手元にある国内外のそれらとの相違を比較検討した。飛騨外縁帯や美濃帯でも同様の研究を行った。秋吉石灰岩の上部石炭系から下部ペルム系は12のフズリナ化石帯に区分される。AkiyoshiellaやCarbonoschwagerinaに代表される環太平洋域に特徴的なフズリナ類は古太平洋海山列のプレート運動や東アジアの造構論に制約条件を与える。有孔虫多様度は下位の5化石帯で低く、その後徐々に高くなり、ペルム系最下部(10番目の化石帯)で極大になる。この結果はフズリナ類の進化・適応放散と深くかかわっていると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Late Carboniferous to early Permian foraminiferal faunas (mainly of fusulines) of the Akiyoshi Limestone were biostratigraphically and taxonomically reexamined and compared with those in and outside Japan based on many materials long been accumulated in my hand. Similar works were done in contemporaneous limestones in the Hida-Marginal and Mino belts. The Upper Carboniferous and Lower Permian limestones of Akiyoshi are divided into twelve fusuline zones. Akiyoshiella and Carbonoschwagerina characteristic in the Upper Carboniferous of the Circum-Pacific including Japan constraint on the plate movement of Panthalassan seamounts and tectonic evolution of East Asia. Foraminiferal taxonomic diversity is low in the lower five fusuline zones, gradually increasing upwards, and at the maximum in the lowest Permian (tenth fusuline zone). These historical changes are considered to be related deeply to the evolution and adaptive radiation of fusulines.

研究分野：数物系科学、地球惑星科学・層位・古生物学

キーワード：古生代後期有孔虫 フズリナ類 生層序 群集組成 系統進化 多様性 秋吉石灰岩 地質構造の再検討

1. 研究開始当初の背景

古生代後期の有孔虫類(特にフズリナ類)やコノドント化石の詳細な生層序やそれらを基にした群集組成や種多様性の変遷過程に関する多彩な研究が行われてきた。それらは古気候・海水準変動・古地理・プレート運動との関連で、変遷過程の地球科学的意義が議論されてきた。

古生代後期有孔虫化石の多様性に関する最近の研究状況を概観すると、各年代の模式層や特定の地層(たとえばペルム紀 トリアス紀境界層)や長年蓄積されてきた基礎資料がよく整備されていると思われる地域ほど質の高い研究成果が出されている。古生代後期有孔虫類の多様性に焦点を当てた研究は日本では数少ない。海外の研究者に広く知れ渡っている赤坂石灰岩や秋吉石灰岩などパンサラッサ海山起源の有孔虫群集の好適地である日本で精度と信頼度の高い成果があげられ、それらの古生物地理的意義が明確にされるならば、日本の古生代後期有孔虫化石の群集組成の変遷過程と多様性に関する研究は世界の注目の的となるであろう。

2. 研究の目的

日本の古生代後期(石炭紀・ペルム紀)石灰岩は岩相の明確な違いから、飛騨外縁帯・舞鶴帯・黒瀬川帯・南部北上帯の陸棚石灰岩とペルム紀から白亜紀初期に付加した海山石灰岩に2大分される。本研究では堆積時の古地理が大きくかけ離れていたと考えられる石灰岩のうち、特に、秋吉石灰岩の石炭系と下部ペルム系、一の谷層(飛騨外縁帯の陸棚石灰岩)、美濃帯の石炭紀石灰岩分布域に研究対象地域をしばり、地域間・地帯間における種多様度、群集組成の相違や相関関係を明らかにする。ペルム系石灰岩主要分布域の有孔虫類については、これまでの筆者による多く公表論文や未公表の資料から生層序分布や群集組成の詳細が判明していることから、石炭系資料の再吟味と新規資料の入手に重点を置いた。

多様性の年代的变化は有孔虫化石の進化や汎世界的な気候変化・海水準変動と呼応していると考えられるため、海外のものと同様な傾向が予想される。地域差を生み出す最大要因は石灰岩の堆積場と堆積後のプレート運動であろう。石炭紀最新データが追加され、筆者がこれまでに度々指摘してきたように地帯間での差異が新たに、そしてより具体的に定量化されるはずである。得られた成果は古生物学的側面から古生代後期の古地理・プレート運動・テクトニクスの議論に無視できない重要な制約条件を与えることになると考えられる。このような点に本研究の学術的な特徴と意義がある。

3. 研究の方法

各調査地域・試料ごとに岩石学的特徴・化石群集全体を明らかにする。そして、有孔虫

化石の生層序分布、種単位での群集組成、石灰岩相との関係を議論する。さらに、石灰岩相の相違・サンプル総数・顕鏡薄片枚数の違いを考慮に入れ、地域間・地帯間における種多様度、群集組成の相違や相関関係を明らかにする。同定あるいは同種・異種の判定が難しい場合は必要に応じて化石個体の顕微鏡デジタル写真撮影を行い、複数の写真の比較検討から種内変異を把握した後、再度鏡下観察を行い、最終的な種の同定と構成種の総数を決定する。

海外の同年代の種多様度については、公表論文から年代的推移の概要は把握されるが、識別された種数の絶対値の厳密な比較は現実には困難である。その最大要因は、有孔虫化石の属レベルでの鑑定には特に大きな問題はないが、種レベルになると、場合によっては有意な個人差が存在し、各著者による種数の総和はそれにより大きく支配される。この個人差を適切に補正することは非常に難しい。それゆえ、本研究では得られたすべての研究成果は提出するが、海外の種多様度の比較については、年代に由る多様度変化の概要と一般的な傾向についての論述に止める。

4. 研究成果

筆者の45年以上の研究体験と最新の国際的な研究動向から、最近3年間は研究素材が豊富な秋吉石灰岩の、特に石炭紀ペルム紀境界層に的を絞って、野外調査と石灰岩サンプリングを行った。石灰岩岩石薄片と顕微鏡観察、有孔虫類(フズリナ類)と石灰岩相のデジタル画像作成を行い、文献調査と並行して、筆者の手元にある国内外のそれらと比較検討した。秋吉以外では飛騨外縁帯や美濃帯の石灰岩でも同様な調査研究を進め、多くの新知見が得られたが、未だ論文作成には至っていない。最近3年間の調査日数は31日、採集石灰岩サンプルは約650点、作成薄片は11,618枚に達する。秋吉石灰岩石炭紀ペルム紀フズリナ類の研究成果を以下に要約する。

秋吉台若竹山付近の秋吉石灰岩層群は下部から上部に12のフズリナ化石帯に区分される：(1)*Akiyoshiella ozawai* Zone, (2)*Fusulinella biconica* Zone, (3)*Kanmeraia itoi* Zone, (4)*Fusulinella bocki-Kanmeraia pulchra* Zone, (5)*Protriticites subschwagerinoides* Zone, (6)*Montiparus matsumotoi-Quasifusulinoides ohtanii* Zone, (7)*Rauserites arcticus-Carbonoschwagerina* n. sp. Zone, (8)*Rauserites stuckenbergi-Triticites simplex* Zone, (9)*Carbonoschwagerina morikawai-Jigulites horridus* Zone, (10)*Jigulites* n. sp. -*Carbonoschwagerina minatoi* Zone, (11)*Sphaeroschwagerina fusiformis-Pseudoschwagerina muongthensis* Zone, (12)*Pseudoschwagerina*

miharanoensis-Paraschwagerina *akiyoshiensis* Zone。(1)から(4)は Moscovian の Vereyan, Kashirian, Podolskian, Myachkovian に、(5)から(7)は Kasimovian 下部、中部、上部に、(8)から(10)は Gzhelian 下部、中部、上部に、(11)と(12)は Asselian 下部と上部に対比されると考えられる。一方、特に Moscovian や Gzhelian では共通種が少ないため、ロシアや中央アジアの stratotype との詳しい対比は難しい。

フズリナ生層序区分や対比に関しては同地でなされた Ozawa & Kobayashi (1990) や Watanabe (1991) のものと大差はないが、Y. Ota & M. Ota (1993) や真名ヶ岳東方での Ueno (1989, 1991) のものとは、inflated schwagerinids の属種の同定を含め、異なる点が多い。

フズリナ化石帯の分布、層厚、出現順序については Ozawa & Kobayashi (1990) や Watanabe (1991) のものとは異なる結果が得られた。同一化石帯が何度も繰り返し現れること、方解石細脈にひんぱんに貫かれた石灰岩や再結晶化した石灰岩が化石帯の延びの方向や断層沿いに分布することから、若竹山地域の地質構造は以前考えられたよりはるかに複雑であることがフズリナ生層序から明らかになった。

これら石炭紀からペルム紀の 12 化石帯で 312 サンプル、4446 枚の石灰岩薄片の鏡下観察で 38 属 120 種のフズリナ類が識別された。時代ごとの内訳を[サンプル数、薄片数/属数、種数]であらわすと：Kashirian [6,137/9,12]; Podolskian [34,383/10,14]; Myachkovian [39,280/8,17]; Early Kasimovian [39,339/7,11]; Middle Kasimovian [23,230/7,12]; Late Kasimovian [34,522/12,19]; Early Gzhelian [30,436/14,27]; Middle Gzhelian [25,493/15,24]; Late Gzhelian [28,430/16,29]; Early Asselian [27,762/19,37]; Late Asselian [19,335/13,29]になる。同地には Sakmarian は分布しないが次の Yakhtashian では[8,99/8,11]になる。

サンプルごとの多様度は 10 から 20 枚の薄片の鏡下観察で概要がわかる。今回の例では、多様度は Kashirian から Middle Kasimovian で低く、その後徐々に高くなり、Early Asselian で極大になる。若竹山付近では Sakmarian の試料はないが(欠如しているため)、Late Asselian 以降は多様度は低下していく。この傾向は北米全体のデータベースをコンパイルした Groves & Wang (2009) の増減様式と符合し、フズリナ類の進化・適応放散の結果と考えられる。中国では 1 層序断面の Asselian だけで schwagerinids は 140 種に及ぶという報告もある(Shi et al., 2012)。種概念の違いの一端に過ぎないと考えられる。多様性の歴史的推移の議論には慎重を要する。

古生物地理学的に重要な属種は

Akiyoshiella ozawai と *Carbonoschwagerina* に代表される。前者は日本以外ではプリティシユコロンビアの Panthalassa 起源の石灰岩とウスリー地方に知られている。後者はプリティシユコロンビアの Panthalassa 起源の石灰岩と North China 地塊北東縁の変動帯からも報告されている。古太平洋(Panthalassa)海山のプレート運動や東アジア地塊の衝突過程を考察するうえで重要である。さらに、*Carbonoschwagerina* では Kasimovian 後期から Gzhelian 後期に漸進的定向進化を示す *Carbonoschwagerina* n. sp., *C. nakazawai*, *C. morikawai*, *C. minatoi* が確認された。石炭紀後期の inflated schwagerinids の適応放散の代表例と解釈される。

これらの成果を、本文プラス図表の説明でタイプスクリプト 235 ページ、フズリナ図版 49、図 10、表 5 にまとめ、2016 年 4 月にスイスの国際誌 *Revue de Paléobiologie* に投稿した。現在、査読中である。

若竹山付近の石炭 ペルム系の重複構造は、基本構造形成については秋吉海山が付加した際の逆断層運動によるところが大きく、付加後のトリアス系美祢層群堆積前と白亜紀以降の日本列島基盤岩類の再配列によりさらに大きく修正されたと考えられる。秋吉石灰岩全体の地質構造の概要把握と若竹山付近の重複構造の波及程度を明らかにするため、龍護峰から帰水に調査範囲を広げ、秋吉石灰岩だけで約 21,000 枚の石灰岩薄片を用意し、フズリナ生層序を基に秋吉石灰岩の構造解析を進めている。サンプル採集間隔など現地調査精度は若竹山付近に比べると劣るため、生層序マッピングの精度が落ちるが、多量のフズリナ古生物学的・石灰岩岩石学的情報を入手できた。今後はこれらを整理しながら、関連情報を追加し、フズリナ生層序をベースにした各種論文作成に励んでいく所存である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 2 件)

Fumio Kobayashi, Morphologic variation and microspheric forms of *Parafusulina japonica* from Tamanouchi, Itsukaichi-Ome area, west Tokyo, Japan. *Paleontological Research*, 査読あり、第 20 巻、2016 年、印刷中。

Fumio Kobayashi and Roland Wernli, Early Cretaceous (Berriasian to Valanginian) foraminifers from the Torinosu limestone at the type locality of Sakawa, Shikoku, Japan, *Revue de Paléobiologie*, 査読あり、第 33 巻、2015 年、ページ 67-78。

[学会発表](計 2 件)

小林文夫 秋吉石灰岩若竹山付近の石炭紀

ペルム紀フズリナ生層序。日本古生物学会
第 165 回例会[京都大学総合博物館(京都府京
都市)、2016 年 1 月 29 日~1 月 31 日]
小林文夫 石炭紀 ペルム紀フズリナ類の
多様性 秋吉石灰岩若竹山付近。日本古生
物学会第 165 回例会[京都大学総合博物館(京
都府京都市)、2016 年 1 月 29 日~1 月 31 日]

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

小林文夫(兵庫県立大学、自然・環境科学研究
所、名誉教授)

研究者番号: 70244689

(2)研究分担者

なし