

氏名	鈴木 拓馬
学位の種類	博士（理学）
学位記番号	総博甲第 152 号
学位授与年月日	令和 4 年 3 月 1 8 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項
文部科学省報告番号	甲第 751 号
専攻名	総合理工学専攻
学位論文題目	堆積物中に含まれる浮遊性有孔虫化石の個体サイズ分布とその古生物学的意義 (Paleontologic significance of size distribution of planktonic foraminifera obtained from sediments)
論文審査委員	主査 島根大学准教授 林 広樹 島根大学教授 三瓶 良和 島根大学教授 入月 俊明 島根大学教授 酒井 哲弥

論文内容の要旨

Planktonic foraminifera is an oceanic free-floating single celled protozoa. In the modern ocean, it is classified into approximately 50 species. The oldest planktonic foraminiferal fossil records are appeared from the Jurassic. Carbonate shells of planktonic foraminifera are well preserved into marine sediments especially from ocean drilled cores. The successive and rich appearance of the fossils provide good paleoenvironmental proxies with high special-temporal resolution by chemical and morphological analyses.

In this study, we focused “size” of planktonic foraminiferal shell to consider evolution models about size such as “Lilliput Effect” and “Giantism”. These models have a potential to make clear what the relationship between organism response and environmental fluctuation. The size analysis of planktonic foraminifera has a significant potential for investigation of “Lilliput Effect” and “Giantism” because a size analysis to investigate these evolution models require a lot of individuals of single taxon. Another reason should be pointed out that planktonic foraminifera shows accretion growth by adding a new chamber on its penultimate chamber, therefore the size of planktonic foraminifera well reflects the ontogenic pattern.

Our study is composed of two parts as described bellow:

1. This study aims to reconstruct the temporal size change of *Paragloborotalia siakensis* (LeRoy) during Middle Miocene in the western equatorial Pacific. The core samples we used in this study were drilled at ODP Site 807. The successive sediments well preserved foraminiferal shells, and recorded the transition from the relatively warm face (MMCO: Mid-Miocene Climatic Optimum) to the colder mode Mi-3 with the expansion of the Eastern Antarctica Ice Sheet.

2. In order to understand the secondary change of planktonic foraminiferal size distribution, we compared the sedimentological situation and assemblage in sea floor sediments around the Miyako Island in Okinawa prefecture. These samples are taken by GK18-1 expedition of the National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, through July to August in 2018. The planktonic foraminiferal assemblages are picked up from 12 samples. Sedimentological situation are reconstructed by the particle size analysis and geomorphological analysis.

3. I investigated the planktonic foraminiferal assemblages from Aoso Formation, Shida group, Miyagi prefecture, north east region, Honshu Island Japan.

The factors which change the size distribution of planktonic foraminiferal size distribution. The factors are internal factor, external factor, and disturbance factor. The internal factor includes macro- and micro-evolution and gradualism as evolution and birth-, growth-, death- rate as paleoecology. The external factor has climatic and oceanographic changes which is upwelling, cooling, warming, eutrophic, oligotrophic, and ocean circulation pattern. The disturbance factor is the effect of dissolution, sorting, fragmentation, and overgrowth.

I conducted the evaluate and discuss about these factors by reconstructing the planktonic foraminiferal size distribution in case studies.

論文審査結果の要旨

鈴木拓馬氏の博士論文は、浮遊性有孔虫化石のサイズに着目し、その古生物学的な意義について評価を試みたものである。浮遊性有孔虫は微小な炭酸塩の殻を持つ海洋プランクトンであり、その遺骸は遠洋堆積物に大量に含まれていることから、高時間分解能かつ長期間にわたる生物進化や古海洋の解明に適した材料である。生物の形質のうち、体サイズの変化パターンはGigantismやLiliput effectの観点から近年注目されている。鈴木氏は浮遊性有孔虫のサイズに影響を与える要因についてレビューを行い、それらを内的要因（種分化、成長率、死亡率等）、外的要因（水温、海洋構造、栄養塩量等）、擾乱要因（二次的な溶解、堆積学的な淘汰作用等）に整理した。そしてそれら要因をコントロールして古生物学的な情報を引き出すための3種類のケーススタディを設計した。

最初のケーススタディでは、東赤道太平洋の深海掘削コアを用いて、中期中新世の重要な年代指標種である*Paragloborotalia siakensis*のおよそ500万年間にわたるサイズ変動を解析した。単一種を用いたことにより進化的要因が排除され、また、陸域から遠く離れた遠洋域であること、CCDよりも十分に浅い海域であることから、溶解や淘汰作用といった二次的改変の影響も小さいと考えられた。マイクロX線CTによる殻構造の解析により、対象とした個体はほぼすべて成体と見なされることから、成長率や死亡率等の影響も少ないと考えられた。一方で、中期中新世気候最適期から引き続く急速な寒冷化の層準を含むことから、海洋環境の急激な変化に対する生物の応答（外的・内的要因）が評価できる区間と言える。2地点、合計13,705個体のサイズ測定の結果、Mi3の南極氷床拡大にともなうdwarfingと、その後の湧昇流活発化によるgigantismが復元された。

2番目のケーススタディでは、沖縄県宮古島沖の表層堆積物を用いて、現生種*Globigerinoides ruber*のサイズを分析した。対象となる試料が採取された12地点はすべて半径50 km以内に収まり、プランクトンとしての浮遊性有孔虫の拡散能力を考慮すると、すべて生態的に同一集団と見

なせる。したがって、サイズ分布に影響を与えうる要因のうち、内的要因・外的要因についてはすべて同一と考えられる。しかし、これら地点の水深は 469～1906 m まで大きく変化し、地形も海底谷や斜面など多様である。サイズ測定にあたっては、python および open CV を使った画像からの測定手法を開発した。合計 1,187 個体のサイズ測定を行った結果、同一生態集団であるにも関わらず、堆積学的な作用によりサイズ分布が大きく変化していることが示された。

3 番目のケーススタディとして、宮城県仙台地域の上部中新統青麻層から得られた浮遊性有孔虫化石について、全群集に対するサイズ解析が実施された。合計 1,269 個体の測定の結果、種ごと、試料ごとに異なるサイズ分布パターンが示された。これらは主に淘汰の影響が考えられたが、その中でも種ごとの特性が復元できるという可能性も示された。

以上の研究は鈴木氏の高い研究技量と遂行能力、独創性を示すものであり、古生物学およびその周辺分野に対する貢献が大きいものと判断された。以上により、審査委員 4 名の一致した見解として、鈴木氏の博士論文を合格と判定した。