

# 論文内容要旨

(NO. 1)

氏名	有元 純	提出年	令和 2年
学位論文の 題目	Studies on Middle Eocene Stratigraphy and Paleocyanography in the Atlantic and Pacific (太平洋と大西洋における中期始新世の層序学及び古海洋学的研究)		

## 論文目次

### Chapter 1. General Introduction

- 1.1. Significance of Eocene Study
- 1.2. Objectives

### Chapter 2. Study in the Atlantic Region: Reconstruction of the Changes in Upper Ocean Thermal Structure and Foraminiferal Productivity across the Middle Eocene Climatic Optimum in the Northwest Atlantic

- 2.1. Introduction
- 2.2. Material and Methods
  - 2.2.1. Location and Setting
  - 2.2.2. Age–depth Model
  - 2.2.3. Biostratigraphy
  - 2.2.4. Analytical Procedure
    - 2.2.4.1. Sample Preparation
    - 2.2.4.2. Stable Isotope Measurement
  - 2.2.5. Temperature Calibration
  - 2.2.6. Foraminiferal Accumulation Rate
- 2.3. Results
  - 2.3.1. Stable Isotope Results
    - 2.3.1.1. Bulk Carbonate Stable Isotope Results
    - 2.3.1.2. Planktic Foraminiferal Stable Isotope Results
    - 2.3.1.3. Inter-species Oxygen Isotope Gradient
  - 2.3.2. Foraminiferal Accumulation Rate Results
- 2.4. Discussion
  - 2.4.1. Integrated Stratigraphic Correlation
  - 2.4.2. MECO and other climatic events in the U1408 record
  - 2.4.3. Planktic Foraminiferal Stable Isotope Ecology

#### 2.4.4. Middle Eocene Surface Environmental and Productivity Reconstruction at Site U1408

2.4.4.1. Pre-events Period (43.14–41.24 Ma)

2.4.4.2. Pre-MECO Cooling Interval (41.24–40.46 Ma)

2.4.4.3. MECO Interval (40.46–39.99 Ma)

2.4.4.4. Post-MECO Cooling Interval (39.99–39.37 Ma)

2.4.4.5. Post-events Period (39.37–38.59 Ma)

#### 2.4.5. Inter-regional Comparison and Implications for Global Environmental Changes

2.4.5.1. Enhanced Carbonate Production during the Pre-MECO Cooling

2.4.5.2. Temperature, Hydrography and Productivity Evolution during the MECO

2.4.5.3. Post-MECO Climatic Stabilization

#### 2.5. Conclusions

### **Chapter 3. Study in the Pacific Region: Refined Chronostratigraphic Framework of the middle Eocene Marine Succession in Amakusa Area, Southwest Japan**

#### 3.1. Introduction

#### 3.2. Geological Setting

#### 3.3. Lithostratigraphy

3.3.1. Shimoshima Group

3.3.2. Sakasegawa Group

3.3.2.1. Itchoda Formation

3.3.2.2. Oniki Formation

3.3.3. Futae Formation

3.3.3.4. Oniike Formation

#### 3.4. Material and Methods

3.4.1. Rock Sample

3.4.2. TOC Analysis and Stable Isotope Measurement

3.4.3. Planktic Foraminiferal Biostratigraphy

#### 3.5. Results

3.5.1. Carbon Isotope Stratigraphy

3.5.2. Biostratigraphy

3.5.2.1. *Globigerinatheka index* Lowest-occurrence Zone

3.5.2.2. *Acarinina topilensis*/*Turborotalia frontosa* Concurrent-range Zone

3.5.2.3. *Morozovelloides crassatus* Partial-range Zone

3.5.2.4. *Turborotalia increbescens* Lowest-occurrence Zone

#### 3.6. Discussion

3.6.1. Biostratigraphic Frameworks

3.6.2. Integrated Stratigraphic Correlation

#### 3.7. Conclusions

## **Chapter 4. General Conclusions**

### 4.1. Key Findings

### 4.2. Future Perspectives

## **References**

## **Plate**

This PhD thesis focuses on integrated bio- and chemostratigraphy and paleoceanographic reconstruction of the middle Eocene interval (Lutetian–Bartonian Stages/Ages) in the Northwest Atlantic and Northwest Pacific Oceans. Studying middle Eocene geological records are essential to understand the long-term history of environmental changes and biotic evolution during the transitional period, from the maximum warmth in the early Eocene greenhouse world to the late Eocene as the prelude to the Oligocene-to-modern icehouse world.

From this perspective, the expanded and well-preserved sedimentary records at IODP Site U1408 (Expedition 342; Southwest Newfoundland Ridge) provides both the new reference for the regional and global stratigraphic scheme and information on previously not well-known upper ocean hydrographic and productivity responses to the environmental perturbation across the MECO (~40.5–40.0 Ma) (Chapter 2). Newly generated bulk carbonate carbon and oxygen isotope ( $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$ ) stratigraphy in the U1408 succession, spanning 4.5-million-year-long interval, is firmly correlative with those in the circum-North Atlantic reference sections, combined with the existing orbitally-tuned magnetobiochronology. Well-preserved planktic foraminiferal multi-species  $\delta^{18}\text{O}$  data reveal the upper ocean warming of ~4 °C and complex response of thermocline during the MECO, associated with declined foraminiferal productivity.

On the other hand, the integrated stratigraphy of the middle Eocene hemipelagic succession, the Sakasegawa Group, exposed in Amakusa area (Southwest Japan) was investigated to refine the chronostratigraphy and provide the basis for the future studies to reveal paleoenvironmental history at the previously under-studied Northwest Pacific continental margin (Chapter 3). Revised  $\delta^{13}\text{C}$  stratigraphy derived from sedimentary total organic carbon (TOC) in the Amakusa composite section contains several globally traceable marker horizons, which is calibrated with planktic foraminiferal and calcareous nannofossil biozones. The integrated stratigraphic correlation with the reference strata in the Pacific and circum-Atlantic regions has revealed that the Sakasegawa Group is correlative with the stratigraphic interval from the middle Lutetian to the upper Bartonian, spanning ~8 million years at maximum estimation according to the latest age model. Finally, the MECO horizon would be constrained in the middle part of the Sakasegawa Group.

論文審査の結果の要旨

前期始新世から漸新世以降に至る時期は、長期的な環境変動と生物進化の関係を理解するために重要である。本研究では、北西大西洋および北西太平洋両地域で、この中間にある中部始新統（ルテシアン階～バートニアン階）において古海洋環境の復元を行った。

第2章では、北西大西洋ニューファンドランド沖の IODP U1408 地点において研究成果である、約 450 万年間の区間において、全岩炭酸塩の酸素炭素同位体比を用いた化学元素層序を作成し、微化石層序、古地磁気層序を併用して標準層序と対比し、年代層序を確立した。この年代層序を基にして、大規模温暖化（MECO : 40.5~40.0 Ma）発生時の環境変動、特に海洋表層の成層状態の変化と生物生産に及ぼす影響を考察するため、表層、中層、深層の各深度に生息する保存状態の良い浮遊性有孔虫化石殻の酸素同位体比を測定した。その結果、MECO 発生時の海洋表層において約 4 °C の温暖化が生じていたことが明らかになった。また、この温暖化時には有孔虫の生産量は、低下していたことも示した。

第3章では、南西日本の天草地域に分布する半深海性の地層である中部始新統坂瀬川層群における統合層序を検討した結果を示した。この地層では、全岩有機炭素の炭素同位体比を検討し、浮遊性有孔虫化石および石灰質ナノ化石層序と合わせて総合的に解釈し、大西洋地域の標準層序と対比した。その結果、坂瀬川層群はルテシアン階の中部からバートニアン階最上部に対比され、約 800 万年間にわたることが明らかとなった。さらに MECO イベントの層準は、坂瀬川層群の中部に存在する可能性が高いことも示した。この報告は東アジア地域の海成層からは初めての報告となった。

本研究は MECO 発生時の表層水塊の変遷を初めて明らかにした成果として高く評価される。また、日本の陸上の地層においてはじめて MECO 層準が分布していることを見出し、研究の乏しかった北西太平洋大陸縁辺域でも MECO に関する古環境を復元できる可能性があることを示した。これらの成果はいずれも始新世の研究において大きな知見となった。このように有元君は、自立して研究活動を行うに必要な高度の研究能力と学識を有していることを示しており、本研究は博士（理学）の学位論文として高く評価でき、合格と認める。