

氏名・(本籍)	大 場 忠 道
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理 博 第 1 9 6 号
学位授与年月日	昭和 4 4 年 3 月 2 5 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当
研究科専門課程	東北大学大学院理学研究科 (博士課程) 地学専攻
学位論文題目	Biostratigraphy and Isotopic Paleotemperature of some Deep- Seacores from the Indian Ocean (インド洋深海底コアの生物層位学とアイ ソトープによる古水温の研究)
論文審査委員	(主査) 教授 浅 野 清 教授 畑 井 小 虎 教授 岩 井 淳 一

論 文 目 次

Abstract	
Introduction and previous works	
Acknowledgements	
Materials	
Original data	
Treatment of the cores	
Description of the cores	
Method of study	
Isotopic paleotemperature	
Principle	
Samples	
Sample preparation	
Paleotemperature scale	
Results	
Paleotemperature of the cores	
Benthonic Foraminifera	
Depth habitats of some planktonic Foraminifera	
Planktonic foraminiferal biostratigraphy	
Faunal change in the cores	
Content of Foraminifera	
Dissolution of the test	
Correlation of the cores	
Factor analysis of planktonic foraminiferal assemblage	
Procedure	
R- technique factor analysis	
Q- technique factor analysis	
Correlation and age of the cores, and rate of sedimentation	
Discussion	
Summary	
References	

論 文 内 容 要 旨

近年、海洋地質学の急速な進歩にともなう、深海底堆積物の研究が盛んに行なわれつつある。一般に、深海底に分布する遠洋性堆積物の堆積機構は、陸上または浅海性の堆積物のものと異なり、きわめて遅い堆積速度（多くは $1\text{ cm}/1,000$ 年以下）で、しかも連続的に沈積するものである。そのため、わりあい短い深海底コアでも、その最下部は数十万年～数百万年前の時代を示す堆積物に達していることがある。地質学上、第四紀（現在から約 180 万年前までと言われている）は、地球上が何回かの氷期に見舞われた時代である。したがって、深海底コアは正確な古気候の変遷の研究ばかりではなく、そのきわめて遅い連続的な堆積作用と言う特質から、生物層位学的研究にとっても最適な研究材料を提供するものである。

1962 年から 1964 年にかけて、国際インド洋海洋調査に参加した東京水産大学の海鷹丸と鹿児島大学の鹿児島丸は、中部赤道インド洋—東経 78 度に沿う北緯 6 度から南緯 2 度までの間—から 6 本の深海底コアの採取に成功した。

筆者はこれらのコア（平均 3 m、最長 3 m 85 cm）を研究材料として、インド洋における古気候の変遷と深海底における堆積機構を明らかにすることを目的として本研究を行なった。

研究方法は、酸素同位元素を使った炭酸塩温度計法による古水温の測定、浮遊性有孔虫遺骸群集の生物層位学的解析、統計的群集解析として因子分析法を採用した。

6 本のコアについて、色・模様・構成物・粒度・粗粒破片の量・Foraminiferal number（堆積物 1 g 中の有孔虫の個体数）・炭酸カルシウム含有量を調べ、図示した。北の比較的浅い海底（2,500～4,300 m）から採られた 3 本のコアは浮遊性有孔虫遺骸を豊富に含む *Globigerina* ooze および calcareous clay から成り、南の 4,700～4,800 m の海底から採られた 3 本のコアは、有孔虫の含有量がきわめて少なく、calcareous clay と brown clay の互層および brown clay から成ることを見いだした。さらに、南の 3 本のコアには泥濁流によって運ばれて来た何枚かのシルト層を挟在し、これらのシルト層は水深 100 m 内外に棲息することが知られている底棲有孔虫・介形虫・二枚貝を多数含む。海底地形から判断して、これらはガンジス川河口付近から 4,700～4,800 m の深海底まで約 3,000 km の距離を運ばれて来た二次的堆積物であると推察した。

現在、古水温を推定する手段として最も有効とみなされているものに酸素同位元素比（ O^{15}/O^{16} ）を使った炭酸塩温度計法がある。この方法は原理的には炭酸塩中の O^{18} 濃度が水温変化に対応して変化することにもとづいている。しかし、実際には、(1)材料として用いられる炭酸カルシウムの殻を有する生物の適性、(2)殻中の O^{18} の抽出方法、ならびに同位体比質量分析計の精度、(3)測定値を温度に換算するための温度スケール、などによって測定水温が異なる例が多かった。筆者は、東京大学海洋研究所の堀部純男教授の指導を受け、材料の吟味とテクニックを再検討し、新たな温度スケールを実験的に確立した。

その結果、炭酸塩温度計法は 0.4℃の精度で古水温の相対的变化を推定することが可能であることを明らかにした。実際に、インド洋の北の 3 本のコアーについて、5 cm または 10 cm 間隔に古水温を測定した結果、最も長いコアーにおいて約 6℃の振幅を持つ 2 回の古水温の昇降を認めた。また、3 本のコアーにおける古水温の変化曲線は、最上部付近を除いて、相互に類似することを見いだした。

しかしながら、炭酸塩温度計法による古水温の推定だけでは堆積物の欠如の発見や時代を決めることは出来ないので、浮遊性有孔虫遺骸群集の生物層位学的解析もあわせて行なった。6 本のコアーについて、5 cm または 10 cm 間隔に 310 試料を採集し、115 μ 以上の浮遊性有孔虫を任意に 200 個体拾い出し検鏡した結果、10 属 31 種 1 亜種を同定し、その結果を表示した。

現生浮遊性有孔虫は表層海水温度に密接に関連して分布しているので、コアー中の群集組成を調べることで古水温の相対的变化を追求することが可能である。インド洋における現生浮遊性有孔虫の地理的分布は Belyaeva (1964) によって詳細に調べられ、5 つの群集区分が認められている。筆者は、古水温の推定手段として炭酸塩温度計法とは別に、コアー中の浮遊性有孔虫群集を Belyaeva の群集区分に従って解析した結果、北の 3 本のコアーに関しては、温暖種の頻度が炭酸塩温度計法で求めた古水温の変化曲線と全体的に一致する傾向を見いだした。その結果を、図示した。同時に、浮遊性有孔虫の群集変化、*Globorotalia crassaformis* の殻の巻き方（右巻き、左巻き）の変化・絶滅種（*Globorotalia menardii flexuosa*）の出現、などによりこれらのコアーは相互に対比され、2 本のコアーの最上部が数 10 cm 欠如していること、ならびに、それ以外の部分は連続的に堆積したことを明らかにした。一方、南の 3 本のコアーは混濁流によって運ばれて来た二次的堆積物・岩さい・木片と雲母片などを随所に含み、非連続的な堆積物であり、さらに、温暖種の頻度が全体の 5% から 95% と大きく変動していることを明らかにした。特に、温暖種の頻度が低い値を示す層には小さな薄い殻の完全個体が多いのに対して、その高い値を示す層には殻の厚い温暖種とその破片が多く含まれることを見いだした。この現象に関して、*Globorotalia menardii* の殻の特徴を利用して深海底における炭酸カルシウムの溶解の程度を数量的に求めて説明した。さらに、その溶解の程度が底棲有孔虫百分率と良く一致する関係を見だし、図示した。そして、深海底における底棲有孔虫百分率が炭酸カルシウムの溶解の程度を示す可能性を指摘した。

6 本のコアーに含まれる浮遊性有孔虫群集の組成を決定した要因を客観的に判断するために因子分析を行なった。31 種間の相互関係を明らかにする R-技法とコアー 10 cm 間隔に採取した試料間（43 ならびに 93 試料）の相互関係を明らかにする Q-技法を、大型電子計算機（東京大学、計算センター）を使って、それぞれ第 6 因子まで抽出した。そして、現生浮遊性有孔虫の生態ならびにコアーの生物層位学的結果と照らし合わせて、第 3 因子までの意味を推察した。その結果、R-技法による第 1 因子は、全試料中の各種の頻度に関連する一般因子で、コアーの採取された位置によって異なるものであり、第 2 因子は水温を、第 3 因子は浮遊性有孔虫の殻の溶解を表わ

すものであると解釈した。同様に、比較的浅い海底(2,500~3,500 m)から採られたコアの43試料にもとづくQ-技法の各因子はR-技法と同じ意味を与えるものと解釈した。しかしながら、深い海底(4,300~4,800 m)から採られたコアの試料を含めた93試料にもとづくQ-技法の結果では、溶解の因子が水温の因子より群集組成に強く影響を与えたと結論した。この結論は、コアの深度と堆積物中の炭酸カルシウム含有量との関係、ならびに浮遊性有孔虫群集の解析からも裏付けされた。

各コアは、堆積物の色や特徴・有孔虫群集の解析結果・古水温の変化曲線・ C^{14} 法による絶対年代などの11の基準にもとづいて詳細に対比した。

コアの時代論に関しては、古水温の変化曲線・ C^{14} 法による絶対年代・ I_0/Th 法による堆積速度・絶滅種の出現によって考察し、これらのコアの到達している最も古い時代がMindel-Riss間氷期末期であると結論した。また、現在までの古気候と時代区分を明記し、かつ図示した。同時に、各コアの平均堆積速度として1~3 cm/1,000年の値を算出した。

最後に、古気候と堆積機構との関係を総合的に論じた。

論文審査結果の要旨

本研究は1962～1964年の国際インド洋海洋観測に参加した東京水産大学海鷲丸と鹿児島大学鹿児島丸が中部赤道インド洋から採集した6本の深海底コアを分析したものである。

大場は本研究にあたって3方法を併用し、

- 1) 酸素同位体比から、炭酸塩温度計による古水温測定
- 2) 浮遊性有孔虫群の生物層位学的研究
- 3) 因子分析法による統計的解析を行った

第1章はコアの記載で、堆積物・化石有孔虫群の層位的変化を解析し、第2章では O^{18}/O^{16} を使って炭酸塩温度計法の原理を論じ、サンプルテクニクの検討をした結果 $0.4^{\circ}C$ の誤差で、古水温の相対的变化が示されることを確認した。

第3章では、浮遊性有孔虫群の生物層位学的解析結果から、そのうちの温暖種の頻度が、炭酸塩温度計で求めた古水温変化曲線と、全体的には一致するものであることを確認し、第4章では、コア中の浮遊性有孔虫群集の組成を決定した要因を追求するために、因子分析法を適用し、大型電子計算機を用いて、第6因子までを抽出した。そして、それらの因子の古生物学的意味を論じたのである。

第5章では、コアの対比と絶体年数測定結果を論じたもので、最も古いコアとしては約13万年前のものがあること、およびそれ以後の古気候変化と堆積物との関係を総合した。

以上の研究は、わが国で初めて酸素同位体比による炭酸塩温度計法を、実際の材料について古水温を求めた研究として高く評価され、また、有孔虫群集の因子分析法から環境要因を追求したことによって客観性の強い結論を導き出すことに成功している。

よって大場忠道提出の論文は理学博士の学位論文として合格と認める。