

論文審査の結果の要旨

氏名 池田 敬

本論文は7章からなる。第1章は背景説明、第2章は第四紀における海洋炭素同位体記録、第3章は本研究の手法、第4章は海洋炭素同位体分布の順解析、第5章は第四紀の炭素循環の逆解析、第6章は議論、第7章は結論が述べられている。

本論文の目的は、氷期・間氷期サイクルと呼ばれる気候変動が生じてきたことで知られる第四紀の海洋物質循環を、海洋表層水及び深層水の炭素同位体比の時系列データをもとに鉛直1次元海洋物質循環モデルを用いて解析及び復元することである。そのために、論文提出者は、第四紀の炭素同位体データをコンパイルするとともに、鉛直1次元海洋物質循環モデルの開発を行った。その結果、第四紀の海洋における有機物サイクル及び炭酸塩サイクルは氷期にその機能が低下し間氷期に増加すること、海水の炭素同位体比及び栄養塩濃度は中層水と深層水において逆位相で変化すること、陸上生物圏は氷期に縮小し間氷期に拡大すること、大気二酸化炭素濃度の変動に10万年周期成分が卓越するのは炭酸塩サイクルの変化によってもたらされたアルカリ度変化と関係している可能性があること、などが明らかになった。

第四紀の地球環境変動を研究する古気候・古海洋学においては、これまで国際深海底掘削計画などによって取得された膨大な量の海底堆積物コアの分析と、その定性的解釈が研究の中心であった。そして、海洋大循環モデルなどを用いた定量的な議論は、最終氷期極相期(約2万年前)に限られており、炭素同位体比の時系列データに基づき、氷期・間氷期サイクルを通じた海洋炭素循環が定量的に議論されたことはなかった。そうした中、海洋表層における生物活動による有機物及び炭酸塩の生産・沈降・分解、海水の湧昇、などに

起因した物質の鉛直分布の形成過程を考慮した海洋鉛直1次元物質循環モデルを新たに開発し、第四紀における海洋物質循環の定量的な時系列解析を行うという本論文の問題設定は、博士論文にふさわしい課題であるといえる。

本論文では、海洋物質循環モデルの順解析と逆解析という二通りの手法を用いた議論が行われている。それは、はじめに海洋物質循環システムの一般的な挙動を把握した上で、これまでに得られている過去約40万年にわたる大気二酸化炭素濃度・海洋表層水の炭素同位体比・海洋深層水の炭素同位体比の時系列データを境界条件として用いて海洋物質循環の復元を行う、というものである。これは、第四紀の海洋物質循環の研究としては、これまでにない新しい試みであり、逆解析によって得られた復元結果の解釈を行う上で、順解析によって得られた知見が重要な役割を果たしている。

海洋における物質の鉛直分布は、海洋循環と海洋生物化学過程のバランスの変化に応じて決定される。本論文によって、炭素同位体比や栄養塩濃度の変化は海洋中層水と深層水とで逆位相であるが、アルカリ度変化は同位相であること、などの特性が定量的に示された。また、それらの変動パターン及び時間スケールは、物質の沈降過程における溶解プロファイルや物質存在度及び物質フラックスとで決まる物質の海洋中での滞在時間に支配されていることが明らかにされた。さらに、アルカリ度の変動特性が大気二酸化炭素濃度の変動特性(10万年周期成分の卓越)と関係している可能性があるという、新しい概念を提案した。モデルから推定された中層水の炭素同位体比の時系列変動や最終氷期極相期における陸上生物圏サイズなどは、これまでに得られているデータと整合的であり、本論文の解析結果を強く支持するものである。

問題設定、手法、結果及びその考察の全体にわたって、本論文のオリジナリティは高いと判断される。本論文によって、第四紀の氷期・間氷期サイクルにおける海洋炭素循環に関する新しい描像が確立し、今後の古気候学・古海洋学的データの取得と解釈に大きな影

響が及ぶことになる。さらに、本論文で開発された海洋物質循環モデルの改良によって、第四紀や他の地質時代における海洋物質循環や地球環境変動の研究がさらに発展することが期待される。

本委員会は、平成14年3月28日、提出された論文に基づいて論文審査会を行った。その結果、論文内容については十分であったが、論文の構成と記述について不十分な点があり、それらを修正した論文の再提出を待ち、その論文を各審査委員が審査した結果、審査委員全員が合格と判定した。

なお、本論文第3章及び第5章は、田近英一・多田隆治との共同研究であるが、論文提出者が主体となって数値計算及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。