

# 論文審査の結果の要旨

氏名 藤根和穂

本論文は、石灰質ナノプランクトンの膜脂質であるアルケノンと呼ばれる有機化合物の不飽和度(二重結合の数)の温度依存性(いわゆるアルケノン古水温計)を利用して、過去16万年に渡る日本海の表層水温変動の復元を試み、その古海洋学的意味を考察した論文である。論文は全部で7章からなる。

第1章では先ず、日本海における古海洋環境の変遷とその意味を理解する上で、表層水温変動の復元が重要である事、にも拘らず今まで余りその試みがなされていなかった事、アルケノン古水温計がその目的に最も適しているが、何故か最終氷期極相期の日本海におけるアルケノン古水温は、異常に高い値を示してしまう事が説明されている。次に、従来の研究のレビューに基づき、アルケノン古水温計が抱える様々な問題点をリストアップしたうえで、アルケノン古水温計を日本海堆積物に適用するには、これらアルケノン古水温計の持つ問題点を一つ一つ評価してゆく事が重要である事を説明している。そして最後に、本研究の目的が、日本海堆積物について、アルケノン古水温計が持つ様々な問題点を一つ一つ評価して問題点が無い事を確認した上で、それを用いて第四紀後期における日本海表層水温の変動を高時間解像度で復元し、その変動を引き起こしている原因を明らかにする事にある事を述べている。

第2章では、特に対馬暖流の起源と経路、その季節変動に重点をおいて、日本海の現在の海況をレビューすると共に、今回使用した2つのコアの採取地点(隠岐堆および秋田沖)、およびそれら2本のコアの年代モデルについて説明がなされている。

第3章では、アルケノン類の同定、定量法、および補足データとして使用した有機炭素、全窒素、全硫黄の定量法についての記載がなされている。

第4章では、まず、アルケノン類および有機炭素、全窒素、全硫黄の分析結果を詳しく記述し、その上で、2本のコアについて、アルケノン古水温を推定する際に用いるC37アルケノンの不飽和度指標の過去160万年間にわたる時代変動を記述している。そして、日本海堆積物にアルケノン古水温計を適用する上で、考えられる問題点をすべて列挙した上で、それらを一一つ評価して棄却し、最終氷期極相期を除けば、アルケノン古水温計は正常に機能している事を示した。また、最終氷期日本海堆積物から、炭素数34および36のアルケノエイトを発見し、これを生合成する未知の生物が、同時に不飽和度の高い炭素数37のアルケノンを生合成し、それが最終氷期極相期において異常に高いアルケノン古水温を引き起こしている可能性を示唆している。特に、炭素数34のアルケノエイト(C<sub>34:2EE</sub>)が、堆積物から報告されたのは、これが初めてである。

第5章では、この様にしてアルケノン古水温計の信頼性を確認できた時期（最終氷期極相期を除く時期）について、日本海東部の南北2地点におけるアルケノン古水温を過去160万年間に渡り高時間解像度で復元し、その変動を記述している。そして、しばしば北の地点の水温が南の地点より高くなる時期があることを見出し、それが基本的に対馬暖流自体の水温および流入量の増加を反映している可能性がある事を指摘している。更に、こうした南北水温逆転期が、東アジアにおいて夏季モンスーンが強まる時期に相当する事を見出し、それが南シナ海、あるいは西赤道太平洋の水温上昇と関係している可能性を指摘している。

そして、第6章では、これらの研究から得られた結論を短くまとめ、更に、第7章で、残された今後の問題について述べている。

審査委員会においては、本論文を、有機化学的側面、古海洋学的側面、古気候学的側面から総合的に審査を行った。そして、研究を進める際に、先ず、i) 環境復元に用いようとするアルケノンを用いた古水温復元法の手法的問題点を徹底的に吟味した事、ii) その過程で今まで堆積物中から発見された事の無い新たな有機化合物 ( $C_{34:2EE}$ ) を発見した事、iii) それを生合成したであろう未知のアルケノン生産者が（あるいは、環境変化により既知のアルケノン生産者がその生理機能を変化させて）、同時に不飽和度の高い（従って高いアルケノン古水温を示す） $C_{37}$  アルケノンを生産していた可能性を示した事、iv) 最終氷期極相期における異常に高いアルケノン水温が表層水低塩分化の進行に伴う通常のアルケノン生産者の消滅と未知のアルケノン生産者の出現により引き起こされた可能性が高い事を示した事は、有機地球化学的に見て、また古海洋学的にも、極めて独創性の高い研究であると判断された。本成果は、今後  $C_{34:2EE}$  の起源の同定、それに基づいたアルケノン温度計の校正への重要な展開の端緒を開いたといえる。更に、論文の後半において、v) 過去160万年に渡る日本海表層水温変動を、アルケノン古水温計を用いて高時間解像度で復元した事、vi) ~1万年スケールで対馬暖流の流量および水温が大きく変動した事を見出し、それが東アジア夏季モンスーンの変動に同調した南シナ海あるいは西赤道太平洋における古表層水変動に起因する可能性が高い事を示した事、vii) 更に数千年スケールでも対馬暖流の脈動を続けてきた可能性を指摘した事は、複雑で困難な課題に果敢に挑んで得た成果であると高く評価された。

なお、本論文の研究は、山本正伸、多田隆治との共同研究であり、その成果は、論文提出者が筆頭著者となり両名との共著の形で3つの論文に分けて発表を予定しているが、論文提出者が主体となって分析、データ解析、結果の解釈を行い、原稿執筆を行ったものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断した。

上記の点を総合的に審査した結果、本論文は有機地球化学および古海洋学の新しい発展に寄与するものであり、博士（理学）の学位に十分値すると結論した。