

氏名(本籍)	あまの さとう ちえ (岐阜県)			
学位の種類	博士(生物科学)			
学位記番号	博甲第6527号			
学位授与年月日	平成25年3月25日			
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当			
審査研究科	生命環境科学研究科			
学位論文題目	Quantitative Evaluation of Marine Archaeal Communities Contributing to Ocean Carbon Cycle in the Arctic Ocean. (北極海海洋炭素循環に関する古細菌群集の定量的評価)			
主査	筑波大学准教授	博士(理学)	内海真生	
副査	筑波大学教授	農学博士	杉浦則夫	
副査	筑波大学教授	理学博士	中村幸治	
副査	筑波大学准教授	博士(学術)	中島敏明	

論文の内容の要旨

温暖化が危惧される現在、海水融解が顕著である太平洋側北極海では現段階における生態系バランスや物質循環の把握が急務の課題となっている。本論文は、「北極海海洋炭素循環に関する古細菌群集の定量的評価」と題し、将来の温暖化進行時に必要となる現時点での太平洋側北極海における海洋古細菌の分布・バイオマス量・栄養獲得形式の把握を目的として実験及び解析を行った。

研究試料には、2008年、2009年および2010年の北極海調査航海に著者自身が乗船し太平洋側北極海各海域で計画的に採取した北極海海水試料を用いた。実験には古細菌細胞を蛍光顕微鏡下で可視化するCARD-FISH法、安定同位体トレーサーを用いた培養研究法であるRNA-SIP法などの最新手法を用い、培養困難である海洋古細菌群集を定量・定性的に解析した。また、得られたデータは、幾つかの統計解析を組み合わせ、現象把握を行った。その結果、本研究によって古細菌群集の分布は北極海水塊構造や環境因子と関係を持ち、地理的な分布特性を有することが解明された。また、古細菌代謝解明のための培養実験から、従属栄養性ユーリアーキオータの存在を示唆する結果を得た。

実験で得られた古細菌細胞バイオマスを用いて太平洋側北極海の古細菌バイオマスを算出する為、地球の標高データを利用した情報処理技術を用いて海水体積を計算した。得られた海水体積および細菌バイオマス、文献値他から適用した細菌増殖速度より算出した古細菌の炭酸固定量(海洋の植物プランクトン一次生産量に対する古細菌の炭酸固定量)は、全球的には1%程度だと予想されているが、太平洋側北極海では8.3%と高い値となった。この理由として、海水の存在により、北極海の一次生産量は季節的変化が大きく、平均すると他海域より低いことが原因の1つであることが考えられた。本論文を通じて得られた結果より、太平洋側北極海の古細菌細胞密度は他海域と同様に多く($10^4 \sim 10^6$ cells mL⁻¹)、同海域物質循環の中のバランスを取る役割として極めて重要な役割を担っていることが判明した。

さらに、本論文では、従来の船上培養法に代わる新しい現場細菌増殖・活性測定の為の現場培養法となる、ROCS現場培養機を用いた新たな古細菌増殖測定手法を開発した。北極海に適用する前段階として、日本近海(鹿児島湾および駿河湾)において稼働確認実験と古細菌増殖速度測定実験を行い、開発培養機が海洋中

で目的通り稼働し、特定基質の現場添加および培養の実行により現場増殖速度算出が可能となる成果を得た。本培養機を用いることにより、新たな現場対応型の原核生物増殖速度測定手法の発展が期待できる。

審査の結果の要旨

本論文では、「北極海海洋炭素循環に関与する古細菌群集の定量的評価」と題して、現在の海洋微生物生態系、特に海洋古細菌の分布・バイオマス量・栄養獲得形式の把握を目的として研究空白域である太平洋側北極海を研究対象に実験及び解析が行われた。

本論文では、古細菌細胞を蛍光顕微鏡下で可視化する CARD-FISH 法、安定同位体トレーサーを用いた RNA-SIP 法などを用い、培養困難である海洋古細菌を定量・定性的に解析している。著者は近年開発されたこれらの手法の原理を理解し、さらに一部改良を加えることで精度を高めている。また、3年間の調査航海で採取された太平洋側北極海を網羅する試料から著者自身が得たデータについて幾つかの統計手法を組み合わせ、分布特性などの現象解明を行っている。その結果、太平洋側北極海各海域の古細菌、真正細菌群集の詳細な水平、垂直分布構造を世界で初めて明らかにしている。さらに、この一連の細胞密度データを使用し、細菌古細菌群集の分布が、北極海水塊構造や環境因子と関係を持ち、地理的に分布特性を有していることを解明している。また、古細菌代謝実験から、従属栄養性のユーリアーキオータが同海域表層の植物プランクトンが高密度で水中に存在している試料中に高い割合で存在している可能性を示す結果を得ている。これら一連の結果は、太平洋側北極海で初めて明らかにされた新規性の高い成果であり、全海域を対象とした場合にも、数年間の継続的な試料分析を同一海域で行った例は無く、海洋古細菌群集の分布特性に関する重要な新規知見である。

また、著者は地球の標高データを利用した情報処理を用い海水体積を計算している。この手法は、沿岸域等、地形が入組んだ場所における海洋体積計算およびバイオマス計算法として今後活用が期待される手法といえる。太平洋側北極海での植物プランクトン一次生産量に対する古細菌の炭酸固定量は、全球平均（1%程度）と比較し、8.3%と高い値となっている。この数値については、今後さらなる検証が要求されるが、その際のベンチマークとなる成果である。さらに、著者は本論文中で ROCS 現場培養機を用いた新たな古細菌増殖測定手法を提案している。日本近海において稼働確認の実験及び、古細菌増殖速度測定実験を行い、ROCS 現場培養機が海洋中でスムーズに動き、増殖速度算出が可能であることを示した。本手法は新たな原核生物増殖速度測定法として今後の発展が期待される成果である。

平成 25 年 1 月 25 日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（生物科学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。