

論文審査の結果の要旨

氏 名 秦 浩 司

本論文の目的は、サンゴ礁における炭素に関わる群集代謝の特徴と生成物（有機炭素）の系外への流出を、現地調査による測定に基づいて明らかにして、炭素循環におけるサンゴ礁の機能を評価することである。そのために、有機炭素生産・炭酸カルシウム生産を、海水の炭酸系（全炭酸、アルカリ度）変化によって見積もるとともに、群集代謝に伴って変化する CO_2 分圧を実測し、系外への生産物のフラックスを測定した。その結果、サンゴ礁が全体として有機物の過剰生産を持つこと、群集代謝に伴って CO_2 分圧が変動すること、過剰生産に見合った量の有機物の系外への流出があること、白化による生物群集の劣化によって群集代謝と CO_2 変動が低下することなどが明らかにされた。

サンゴ礁は高い光合成ポテンシャルを持つが、生態系全体としての過剰生産は0とされていた。しかしながらこれは一次近似としての値であり、従来の研究には、手法上の問題と系外のフラックスを測定していないという問題があった。生態系の過剰生産が0という見方は、サンゴ礁は極相に達した生態系であり、炭素や栄養塩などの生元素を系内でリサイクルして系外とのやり取りがないという概念と結びついている。従来の研究に含まれていた問題点を整理した上で、現地における調査・観測に基づいてこの概念を再検討するという本論文の問題設定は、博士論文に見合った課題を取り上げている。また、本論文ではこうした調査を、裾礁型サンゴ礁である石垣島と、堡礁型サンゴ礁であるパラオ諸島の2つのタイプのサンゴ礁において行って、それぞれの結果を比較することによって、サンゴ礁一般に通じる議論を展開している。

手法上の問題について、サンゴ礁における大きな光合成生産と呼吸との微妙なバランスである過剰生産を高い精度で見積もるには、測定精度や誤差の見積もりの問題と測定が限られた時間・場所で行われていたという問題があった。本研究ではもっとも高い精度で生産を見積もることができる全炭酸と全アルカリ度の組み合わせを用いて、さらに1日あたりの積算の際の誤差の評価を行って、これまで一次近似で0とされてきた過剰生産を、見積もりの誤差も含めて評価した。さらに、こうした調査を通年で行い、その季節による変化、あるいは群集構成の変化による違いを評価した。

サンゴ礁系外へのフラックスについては、海水中の有機炭素含有量と海水フラックス、サンゴ礁外海水中の濃度勾配、セジメント・トラップによる沈降粒子の捕集など、異なる手法によって、系外へ流出する様々な過程における有機炭素のフラックスを求めた。こうして求めたフラックスは、独立に見積もった過剰生産の量と比較し、整合的であることを評価した。これは、サンゴ礁が過剰生産を持つという本論文の概念を、両側面から支持する成果になっている。

サンゴ礁における群集代謝の問題は、大気 CO₂ との関係においても重要である。有機炭素の過剰生産は CO₂ 吸収過程であるが、炭酸カルシウム生産は CO₂ 放出過程である。本論文では、群集代謝とともに CO₂ の観測を行って、両者の関係を定量的に明らかにすることができた。さらに研究期間中に起こった白化前後の生産量や CO₂ 変動を比較することによって、白化によるサンゴ群集の劣化に伴う群集代謝の劣化を示し、さらにこれによって健全な群集の機能を評価することに成功した。また、生産量の見積もりに関して、個々の誤差は大きくなるが連続的に測定できるという pH-CO₂ 法の特徴をいかした生産量の新しい見積もり法を提案した。

問題設定、手法、選定したフィールド、結果とその考察の全体にわたって本論文のオリジナリティが高いと判断される。本論文によって、サンゴ礁生態系の群集代謝の位置づけについての概念は変革を迫られ、この概念に基づいた研究の展開が必要となる。また、海水の炭酸系の変化を用いた海洋生態系の群集代謝と CO₂ 変動の測定手法が確立したことによって、こうしたアプローチの他の生態系への適用も期待される。

なお本論文第3章の一部は、鈴木 淳、丸山 正、蔵野憲秀、宮地重遠、池田 穰、茅根 創との共同研究 (*Limnology and Oceanography* 誌に公表)、第4章の一部は、工藤節子、山野博哉、蔵野憲秀、茅根 創との共同研究 (*Marine Ecology Progress Series* 誌に公表) であるが、いずれも論文提出者が主体となって調査・分析を行い、筆頭著者として論文をまとめたもので、論文提出者の寄与が十分であると判断される。

以上の点を総合的に審査した結果、本論文は地球惑星科学、とくに地球システム科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判断される。