

論文審査の結果の要旨

氏名 渡 邊 敦

本論文は、分析化学的評価を行った装置を用いて 1000 以上の海水試料の測定を行ない、沿岸海域における生物群集代謝（光合成、呼吸、石灰化、嫌氣的代謝）をアルカリ度－全炭酸図上に示し、海水の炭酸系形成過程と群集代謝との関係を明らかにしたものである。

沿岸の生物群集代謝に伴う海水の炭酸系変化を明らかにして、炭素循環における役割を評価するためには、アルカリ度・全炭酸の変動を測定・解析することがもっとも効果的であることが知られていた。しかしながら、その測定は手分析が主であったため、その効果を活かす成果はあげられていなかった。本研究は、新たに開発された装置の評価に基づいて大量の測定を行ない、全炭酸－アルカリ度図上でベクトルとして生物群集代謝を特定しその量を評価する手法を確立したもので、問題設定とアプローチは適切である。

手法について、本研究で用いた装置の開発は共同研究者らによるものであるが、その評価がなされていなかった。本論文では、この装置の精度、確度、再現性について、厳密な実験に基づいて分析化学的評価を行い、さらに自ら行った手分析による最高精度の測定結果と比較して、その妥当性を検証した。本研究において得られた測定結果のオリジナリティと信頼性はきわめて高い。

さらに本論文では、沿岸における生物群集代謝に伴う海水の炭酸系形成過程を、いくつかの代謝が顕著に現れ、地形構成が異なる 3 つのフィールド（パラオサンゴ礁、石垣島吹通サンゴ礁、中海エスチュアリー）において多数の測定結果に基づいて明らかにした。パラオサンゴ礁は、サンゴ礁原とラグーンからなる比較的閉じた系で光合成と石灰化が卓越する。石垣島吹通サンゴ礁は、パラオサンゴ礁と同様光合成・石灰化が卓越するが、サンゴ礁と海草藻場によって構成され外洋に向かって開いた系である。一方、中海エスチュアリーは、塩分成層によって表層と底層が分かれる系で、表層では光合成が、底層では呼吸と嫌氣的代謝が卓越する。

このように特徴的な 3 つのフィールドを選定して、それぞれの特徴を活かしながら、閉じた系から開放系へ、光合成・呼吸から石灰化、嫌氣的代謝へと、順に議論の対象を広げ、一般的な解を求めていく構成をとっている。本研究の対象は、自らデザインすることができる実験系でなくフィールドにおける観測であるだけに、十分な見通しに基づいたフィールドの選定と精力的なフィールド調査によってはじめて得られた成果であり、きわめて高く評価することができる。

考察において、本論文によってはじめて光合成・呼吸・石灰化・嫌氣的代謝の 4

つの代謝過程を同じ図上に示し、その変化をベクトル合成として示すことができた。また、開放系において、アルカリ度-全炭酸図上に示される海水の炭酸系形成過程が、系の平均的な生物群集代謝（光合成・石灰化群集純生産）と海水の滞留時間とによって決定されることを示した。このことは逆にいえば、物理的な観測によって妥当な滞留時間を求めることができれば、炭酸系の計測によって群集代謝とそれに伴う CO₂ フラックスを見積もることができることを示す。適切な物理観測を行うことができれば、アルカリ度-全炭酸図の解析によって、代謝プロセスやその平均的量を評価することが示され、今後の沿岸域の群集代謝や生態系の健全度評価、CO₂ フラックスの研究の新しい展開につながる。

また選定された3つのフィールドは、海水への淡水の混合が、ほとんどない（パラオ）、わずかにある（吹通）、きわめて大きい（中海）と段階的に異なっており、その影響の補正について従来より妥当な手法を提案して、それに基づいて群集代謝の議論を展開している。これは基本的だが、きわめて重要な成果である。

上記でまとめた通り、本研究は生物地球化学、炭素循環、サンゴ礁保全など様々な分野への展開が期待できる重要な成果を提示しており、オリジナリティの高い研究として高く評価することができる。

なお本論文のうち、第2章の1部は茅根 創, 野崎 健, 加藤 健, 根岸 明, 工藤節子, 紀本英志, 津田雅也, Andrew G. Dickson との共同研究 (Marine Chemistry 誌に印刷公表), 第3章の1部は茅根 創, 秦 浩司, 工藤節子, 野崎 健, 加藤 健, 根岸 明, 池田 穰, 山野博哉, 所 立樹, 灘岡和夫, 田村 仁との共同研究 (Limnology and Oceanography 誌に投稿中, Limnology and Oceanography 誌と Coral Reefs 誌に投稿予定) であるが、いずれも論文提出者が主体となって調査と結果の解析を行ない、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する。

上記の点を鑑みて、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）の学位を授与できると認める。