

審査結果の要旨

論文提出者氏名 藤井 実

地球温暖化防止の為に、CO₂ 排出量の削減や大気中 CO₂ の固定化技術が求められている。海洋生態系を利用した CO₂ 固定は、同じ様に生態系を利用した CO₂ 固定である植林と比べ、土地の制約が無く淡水供給の必要もないという大きな利点がある。反面、観測の困難さから CO₂ 固定量の評価が非常に難しいという欠点が存在する。海洋はひとつに繋がっておりかつ流動していることから、一部の海域の変化は他の海域に変化をもたらすことになる。一部の海域へ対策を施すのであっても、正味の CO₂ 固定量を評価するには海洋全体の収支を考える必要があるが、従来の研究例ではこの議論が欠けている。本論文では、海洋全体の物質収支を考え、かつ CO₂ 対策として必要な今後 100 年間程度の炭素固定に感度の高いパラメータについて検討し、有機物の炭素/窒素比が評価基準として有効であることを示した。また、その結果重要であると考えられる有機物の分解・沈降過程について、主に光合成の大部分を占める植物プランクトンを基質として実験的に検討し、モデル化に成功している。これらにより他の海域への影響も考慮して、海洋全体の炭素固定量を評価する基盤が作成されている。論文は全部で 8 章からなる。

第 1 章では海洋生態系を利用した CO₂ 固定による利点・問題点をまとめている。

第 2 章では、海洋生態系による CO₂ 固定の評価基準について述べている。海洋での CO₂ 固定量は単純に光合成量には比例しないこと、分解過程の粒子状有機物の炭素/窒素比は、100 年程度の長期の炭素固定に対して非常に感度が高いこと等を、鉛直 1 次元の炭素循環モデルを作成して示した。また、関連するパラメータを重要度の高い順に整理して構造を明確化した。

第 3 章では室内実験で得られる結果を、海洋観測結果に適用することを試みている。バッチ式の分解実験における有機物の濃度・サイズの経時変化が、海洋において有機物粒子が沈降する間の変化に対応すると仮定すると、実験結果から有機物粒子のフラックスと組成（炭素/窒素比）両方の鉛直分布をフィッティングパラメータを用いることなく再現出来ることが示された。また、有機物の分解パターンは植物プランクトン種、分解・捕食者の季節・海域・深度によらず同じであることから、実験結果は普遍性の高いものであると考えられる。

第 4 章では、海洋深層へ炭素を輸送する役割を果たすと考えられる準難分解性粒子状有機物（SR-POM）について、その生成過程を実験的に検討した。初期の有機物形態が溶存態、粒子態に関わらず一定割合の SR-POM が生成することから、溶存態有機物を取り込んで利用する細菌を経由して SR-POM が生

成されると考えることが妥当であることを示した。

第 5 章では第 4 章の結果と、基質の炭素/窒素比を変化させた分解実験の結果を併せて、植物プランクトンの分解過程をモデル化している。モデルは様々な基質を用いた分解実験の結果を共通の速度定数で再現することができた。これにより、炭素固定量を決める重要な要素である有機物の炭素/窒素比の推定を精度よく行える可能性が高い。従来の生態系モデルは生物量変化の予測が主目的であり、デトライタスのような非生物の炭素/窒素比は一定値に固定されている。経時変化を予測出来る本モデルは新規性の高いものである。

第 6 章では 5 章のモデルにおける各速度定数の水温依存性について実験的に求めている。海域や深度による水温の違いに対応するとともに、反応のみかけの活性化エネルギーから、4 章で求めた SR-POM の生成過程の妥当性を示した。

第 7 章では得られた研究結果から、海洋生態系を利用した CO₂ 固定に対して幾つかの重要な提言を行っている。

第 8 章は研究成果のまとめである。

以上、本論文は海洋生態系を利用した CO₂ 固定に対し、モデル・実験の両面から重要な知見を得ており、化学システム工学の発展に大いに寄与するものである。よって、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。