

氏名(国籍)	李 相 均 (韓 国)		
学位の種類	博 士 (理 学)		
学位記番号	博 甲 第 4512 号		
学位授与年月日	平成 19 年 12 月 31 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	Biogeochemical Dynamics of the Organic Carbon and Phosphorus in the Subtropical Western North Pacific (亜熱帯西部北太平洋における有機炭素およびリンの生物地球化学的動態)		
主 査	筑波大学教授	理学博士	濱 健 夫
副 査	筑波大学教授	工学博士	福 島 武 彦
副 査	筑波大学教授	理学博士	田 瀬 則 雄
副 査	気象庁気象研究所主任研究官	理学博士	石 井 雅 男

論 文 の 内 容 の 要 旨

海洋に存在する有機物は生物元素の生物地球化学的循環において中心的な役割を果たしている。海洋に存在する有機物のほとんどは溶存態有機物 (Dissolved Organic Carbon: DOM) として存在しており、粒子状の懸濁態有機物 (Particulate Organic Matter: POM) の割合は非常に少ない。特に海洋に存在する溶存態有機炭素 (Dissolved Organic Carbon: DOC) 量は約 700Gt (10^{15} g) C と推定されており、これは大気中に存在する二酸化炭素量の推定値 (750GtC) にほぼ匹敵している。このため、大気、陸上を含む地球表層の炭素循環、さらには大気二酸化炭素量の増加による気候変動においても、海洋の DOC は重要な役割をもつと推定されている。また、海洋の一次生産を制限するとされるリンに関しても、溶存する有機リンが多くの割合を占めており、その微生物利用性についても関心が集まっている。しかしながら、海洋における DOM の動態、および生物地球化学的な役割について、明らかになっていることは少ない。本研究では、西部北太平洋の東経 137 度線上の亜熱帯海域 (北緯 10 - 30 度) の表層 (0 - 200m) における、全有機炭素及びリン濃度の時空間分布の特徴について研究を行った。さらに、有機炭素と有機リンの微生物活性に対する反応性を議論するため、特殊な UV 照射に対する反応性を基にした有機炭素と有機リンの分別法について検討した。

全測点において、海洋表層 (0 - 200m) における全有機炭素 (Total Organic Carbon: TOC) の濃度は夏に高く冬に低い傾向を示した。この TOC 濃度の季節的変動は混合層深度 (Mixed Layer Depth) の変動と共に変化した。すなわち、春から夏にかけて成層が発達する季節においては、生物的生産を反映した蓄積により TOC 濃度の上昇が生じ、秋から冬にかけては鉛直混合の活発化により TOC 濃度が減少することが示唆された。MLD の四季を通じた変動は、低緯度へ行くほど減少したが、表層 50m における DOC 変動幅は、全側点において比較的同様な値 (19.5 - 27.7 μ M) を示した。表層において認められた TOC 濃度の季節変動は、主として UV 照射に対して不安定な DOC によることが明らかとなった。標準物質をもちいた UV 照射実験において、生物体を構成する有機分子の多くが UV 照射に不安定であったことから、TOC 濃度の変動を引き起こす UV に不安定な有機物は、生物体に多く含まれる有機物を多く含むことが示唆された。これは、沿岸海水を用いた DOC の分解実験によっても支持された。

研究対象海域における表層での反応性リン（Reactive Phosphorus：RP）は常に 0.1 μ M 以下と低濃度であった。非反応性リン（Non-reactive Phosphorus：NP）濃度は一般に表層で高く、水深の増加とともに減少する傾向を示したが、鉛直的な分布や季節的な変動は RP とは異なり明確ではなかった。NP は UV 照射に対する反応性によって、UV 照射に対して不安定な有機リン（UV Labile-Organic P：UVL-OP）と安定な有機リン（UV Stable-OP：UVS-OP）に分離した。UVL-OP は全測点で低い濃度であったが、表層から水深 50m までの積算値は RP の積算値を上回っていた。また、UVL-OP の微生物利用性に関して、Glucose-1-phosphate を用いた実験では、UVL-OP が短時間で微生物に利用されることが明らかとなった。これらの結果は、貧栄養海域でのリンの循環において、有機リンの一部が生物地球化学的に非常に重要な役割を果たしていることを示唆している。

Redfield らにより提唱された Redfield 比は、海洋に存在する有機物の炭素、窒素、リンの比標準構成比として知られてきている。この研究では、TOM 及び UVL-、UVS- 画分の有機物について、C/P 比を通して、海洋生態系における有機物の生物地球化学的な特徴を明らかにしようと試みた。表層混合が活発となる冬季では、有機物の C/P 比は鉛直的に均一であり、その値は TOM で 600-1000、UVL-OM で 200-600、UVS-OM で 1000-2000 であった。しかし、成層が発達し MLD が浅くなる時期には、混合層の上部で TOM の C/P 比が 1000-2000 まで増加した。これは、炭素に富んだ有機物が表層に蓄積することによるものと考えられる。本研究での TOM、UVL-OM、そして UVS-OM の C/P 比は、それぞれ既存の研究で報告されている海洋上層部での DOM、〇〇上層部での POM、そして海洋深層水の DOM の C/P 比と一致している。これらの結果は、UVL-OM 画分は、生物体を構成する有機物と同様の有機物を多く含むことを示唆しており、また UVS-OM 画分が微生物的にも安定な物質によって構成されていることを示した培養実験の結果とも良く一致している。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究では、東経 137 度線に沿った北緯 10 度から 30 度にかけての 5 測点において、表層（0-200m）から得られた試料について、全有機炭素およびリンの濃度の変動を明らかにした。本研究が対象とした亜熱帯海域では、これまで有機炭素濃度の季節変動は少ないものと考えられていたが、本研究では、北緯 10 度から 30 度にかけて、全有機炭素濃度がほぼ同程度の変動幅で季節変動を示すことを明らかにすることができた。さらに、この季節変動は、季節的な混合層深度の増減に大きく支配されていることが推定された。亜熱帯海域における全有機炭素の季節変化とその変動要因を明らかにできた点は、本研究における貴重な成果である。

この全有機炭素の季節変動を引き起こす有機物群を推定するため、紫外線照射による分画を試みた結果、紫外線照射に対して不安定な有機物が季節的な変動を示すことが明らかとなった。紫外線照射に対する安定性と、微生物分解に対する安定性は、完全に同一のものと見なすことは困難であるが、沿岸水を用いた分解実験を通して、両者の関係についてある程度の関連づけを行うことができた点は、高く評価することができる。

さらに、紫外線照射を有機リンの分画にも適用し、紫外線に不安定な有機リンが、反応性リンを上回る濃度で亜熱帯海域表層に存在していることを明らかにした。これらから、反応性リンの濃度が著しく低い貧栄養海域の亜熱帯海域では、有機リンの一部が微生物に利用され、生物地球化学的に重要な役割を果たしていることを示すことができた。

本研究を通して得られた成果は、海洋の物質循環、さらには地球環境の変化における海洋物質循環の役割などを理解する上で、非常に有用な情報となるものと期待される。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。