

学 位 論 文 題 名

放射性核種を用いた北西部北太平洋における
生物ポンプ能力評価に関する研究

学位論文内容の要旨

北西部北太平洋では、冬季の強い冷却とその結果起きる鉛直混合により深層から栄養塩が供給され、珪藻を主とした春季ブルームが起きることから、植物プランクトンの光合成の働きによって二酸化炭素を吸収する、いわゆる「生物ポンプ能力」が高いとされて来た。しかしながら、本海域において、二酸化炭素が粒子として光合成が行われる有光層から中深層へ、どのくらい沈降しているかほとんど把握されていない。さらに、西部亜寒帯循環域の代表点と言える場所において、全炭酸及び栄養塩の細かい季節変動は、まだ明確には捉えられていない。

そこで本研究では、北西部北太平洋で有機炭素が粒子としてどのくらい沈降しているかを解明するため、 ^{234}Th をトレーサーとして用いて、有光層からの粒状有機炭素(POC)フラックスを見積もることを行った。また、西部亜寒帯循環域に3つの観測定点を設定し、出来るだけ高い頻度で全炭酸及び栄養塩を観測し、同海域における生物ポンプ能力の季節的または地域的変動に関して調査を行った。

本研究海域における表層の全炭酸及び栄養塩濃度は、大きな季節変動を示した。また、北西部北太平洋における全炭酸及び栄養塩消費量の季節変動は、正弦関数にて近似出来ることが分った。本海域における晩冬から秋季までの季節的新生産量は、北太平洋亜熱帯循環域及び北東部北太平洋と比べて2倍かそれ以上であることも分った。

本研究海域におけるPOCフラックスは、全海洋の中でも特に高い値を示し、南大洋における観測値にも匹敵することが判った。また、北西部北太平洋における年間POCフラックスは、北太平洋亜熱帯循環域と比較して2倍近く、北東部北太平洋と比較しても20%近く高いことが判った。この傾向は、海域間の植物プランクトンの種の違いによるものと推測される。新生産量に対するPOCフ

ラックスの割合を「 p -ratio」(particulate/total export production ratio)と定義した。西部北太平洋亜寒帯域にて見積もられた p -ratio は、北太平洋亜熱帯域及び東部北太平洋亜寒帯域の値より高いことが判った。このことより、珪藻が優占している北西部北太平洋では、植物プランクトンによって固定された有機炭素が粒子という形状で、深層へ効率良く輸送されていると推測した。

北西部北太平洋における POC フラックス及び新生産量の水平分布は、西高東低の傾向を示した。この傾向は、アジア大陸からの栄養塩や微量必須元素の供給量の地域差による可能性があるかと推測した。

西部亜寒帯循環域における ^{234}Th フラックスは、経年的に増加していることが分った。また $\text{POC}/^{234}\text{Th}_p$ 比と POC フラックスは、経年的に減少傾向を示した。これらの傾向は、POC サイズの経年的な減少によるものと考えられる。つまり、西部亜寒帯循環域では、生物ポンプ能力が経年的に減少しており、また、植物プランクトンが大型の珪藻から小型の植物プランクトンへ経年的に遷移していることが推測された。

本研究によって、北西部北太平洋における生物ポンプ能力がより定量的に把握出来たと共に、経年変動に関しても大まかな傾向をつかむことが出来た。よって、本研究海域の炭素循環をより明確に捉え、地球温暖化などの気候変動の解明及び予測に大いに貢献出来たと考える。また今後、本海域における炭素循環をより詳細に理解するためには、本研究と同等の方法で生物ポンプ能力をより長期間に渡って評価して行くと共に、植物プランクトンの種（例えば、珪藻、ココリス、など）、粒子のタイプ（例えば、オパール、炭酸カルシウム、など）、溶存有機炭素(DOC)の生成及び移送、そして動物プランクトンによる捕食圧や炭素の鉛直輸送に関する研究などを行っていく必要があると考える。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 久 万 健 志

副 査 教 授 乗 木 新 一 郎

副 査 准教授 渡 辺 豊

副 査 センター長 日下部 正 志 (独立行政法人放射線

医学総合研究所基盤技術センター)

学 位 論 文 題 名

放射性核種を用いた北西部北太平洋における 生物ポンプ能力評価に関する研究

北西部北太平洋では、冬季の強い冷却とその結果起きる鉛直混合により深層から栄養塩が供給され、珪藻を主とした春季ブルームが起きることから、植物プランクトンの光合成の働きによって二酸化炭素を吸収する、いわゆる「生物ポンプ能力」が高いとされてきた。しかしながら、本海域において、二酸化炭素が粒子として光合成が行われる有光層から中深層へ、どのくらい沈降しているかほとんど把握されていない。さらに、西部亜寒帯循環域の代表点と言える場所において、全炭酸及び栄養塩の細かい季節変動は、まだ明確には捉えられていない。本研究は、北西部北太平洋で有機炭素が粒子としてどのくらい沈降しているかを解明するため、 ^{234}Th をトレーサーとして用いて、有光層からの粒状有機炭素(POC)フラックスを見積もり、生物ポンプ能力を評価することを目的とした。また、西部亜寒帯循環域に3つの観測定点を設定し、高頻度での全炭酸及び栄養塩を観測し、同海域における生物ポンプ能力の季節的または地域的変動に関しても調査を行った。

本研究海域における表層の全炭酸及び栄養塩濃度は、大きな季節変動を示し、北西部北太平洋における全炭酸及び栄養塩消費量の季節変動は、正弦関数にて近似出来ることを明らかにした。本海域における晩冬から秋季までの季節的新生産量は、北太平洋亜熱帯循環域及び北東部北太平洋と比べて2倍かそれ以上であることも示した。

本研究海域におけるPOCフラックスは、全海洋の中でも特に高い値を示し、南大洋における観測値にも匹敵することを明らかにした。また、北西部北太平洋における年間POCフラックスは、北太平洋亜熱帯循環域と比較して2倍近く、北東部北太平洋と比較しても20%近く高いことを示した。この傾向は、海域間の植物プランクトンの種の違いによるものと推察される。新生産量に対するPOCフラックスの割合を「 p -ratio」(particulate/total export production ratio)と定義し、西部北太平洋亜寒帯域にて見積もられた p -ratioは、北太平洋亜熱帯域及び東部北太平洋亜寒帯域の値より高いことを示した。このことより、珪藻が優占している北西部北太平洋では、植物プランクトンによって固定された有機炭素が粒子という形状で、深層へ効率良く輸送されていることを明らかにした。

北西部北太平洋における POC フラックス及び新生産量の水平分布は、西高東低の傾向を示し、この傾向は、アジア大陸からの栄養塩や微量必須元素の供給量の地域差による可能性があることを示した。

西部亜寒帯循環域における ^{234}Th フラックスは、経年的に増加していることを明らかにした。また $\text{POC}/^{234}\text{Th}_p$ 比と POC フラックスは、経年的に減少傾向を示し、これらの傾向は、POC サイズの経年的な減少によるものと考えられる。つまり、西部亜寒帯循環域では、生物ポンプ能力が経年的に減少しており、また、植物プランクトンが大型の珪藻から小型の植物プランクトンへ経年的に遷移している可能性を明らかにした。

本研究によって、北西部北太平洋における生物ポンプ能力がより定量的に把握されたことに伴い、経年変動に関しても傾向をつかむことが出来たと考える。また今後、本海域における炭素循環をより詳細に理解するためには、本研究と同等の方法で生物ポンプ能力をより長期間に渡って評価すると共に、植物プランクトンの種（例えば、珪藻、ココリス、など）、粒子のタイプ（例えば、オパール、炭酸カルシウム、など）、溶存有機炭素(DOC)の生成及び移送、そして動物プランクトンによる捕食圧や炭素の鉛直輸送に関する研究を行っていく必要があることも示唆している。

以上のとおり、申請者は北西部北太平洋における炭素循環を明確に捉え、地球温暖化などの気候変動の解明及び予測に貢献するところ大いなるものがある。

よって、申請者は博士（環境科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。