

学 位 論 文 題 名

Geochemical studies on particulate nitrogen and its isotope ratio in the western subarctic Pacific

(西部北太平洋亜寒帯域における粒子状窒素化合物及び
その同位体比に関する地球化学的研究)

学位論文内容の要旨

生物が窒素を利用できるかできないかは、局所的な生態系や全球的な生物地球化学の多くの面を制御している。また、窒素は陸上と海洋での正味の基礎生産速度をしばしば制限する。したがって、地球上における窒素循環を解明することは、陸上及び海洋の生態系の理解を進めるうえで非常に重要である。窒素のような生元素の循環に関する研究では、その安定同位体比が有力なツールとして利用されている。著者は、海洋中の粒子状窒素化合物及びその同位体比を用いて、生物地球化学的な窒素循環に関する以下の 3 つの疑問について研究を行った。

- (1) 陸上土壌において粘土鉱物層間に固定されたアンモニウムイオンは、海洋に供給された後も、溶出あるいは海洋中に存在するアンモニウムイオンと交換せず、陸上で固定された際の情報を氷期—間氷期スケールで保持しうるのか？
- (2) 現在、鉄制限といわれている西部北太平洋亜寒帯域において、氷期—間氷期スケールで、堆積物中に保存されている有機態窒素及びその同位体比は過去の海洋循環を記録しうるのか？
- (3) 海洋における深海への有機物輸送に関し、近年「バラストモデル」という概念モデルが提案された。この概念モデルは、海洋における沈降粒子中主成分のバラスト鉱物（炭酸カルシウム、オパール、陸起源粒子）の沈降量が、2000m 以深への有機物輸送量を決定しているということを提唱する。また、そのバラスト鉱物の中で最も重要であるのは炭酸カルシウムだといわれている。オパールの生産が高い西部北太平洋亜寒帯域において、このバラストモデルが成り立つのか？また、そのモデルは粒子状窒素化合物及びその同位体比にどのような影響を及ぼすのか？

これらについて行った研究の結果の概要は、以下のとおりである。

- (1) 海洋堆積物に保存されたアンモニウムイオンは、主にエアロゾルとともに陸上から海洋に輸送され、その同位体比変動は、エアロゾル輸送量の多寡と関係しているようであった。このことは、堆積物中のアンモニウムイオンは、海洋に運ばれた後も、海洋内で保存され、その同位体比は、陸上で固定された際の情報を保持している可能性があることを示唆する。
- (2) 西部北太平洋亜寒帯域で氷期に生物生産が低かったのは、間氷期と比べ成層化が強化したためであるというこれまでの仮説を裏付ける結果を得た。このことは、当該海域において、有機態窒素の同位体比が過去の海洋循環を記録しうることを示す。
- (3) バラストモデルという概念が、西部北太平洋亜寒帯域においても適用されうることを示した。また、当該海域において最も重要なバラスト鉱物はオパールであることを示した。さらに、このモデルを用い、表層における同位体比を保持したまま沈降する粒子状窒素化合物を想定すると、粒子状窒素化合物及びその同位体比の深度方向への変動をよく表現できることが分かった。

学位論文審査の要旨

主査	教授	乗木 新一郎
副査	教授	吉川 久幸
副査	准教授	渡辺 豊
副査	准教授	中塚 武
副査	准教授	山中 康裕
副査	サブグループリーダー	本多 牧生 (海洋研究開発 機構 むつ研究所)

学位論文題名

Geochemical studies on particulate nitrogen and its isotope ratio in the western subarctic Pacific

(西部北太平洋亜寒帯域における粒子状窒素化合物及び
その同位体比に関する地球化学的研究)

生物が窒素を利用できるかできないかは、局所的な生態系や全球的な生物地球化学の多くの面を制御している。また、窒素は陸上と海洋での正味の基礎生産速度をしばしば制限する。したがって、地球上における窒素循環を解明することは、陸上及び海洋の生態系の理解を進めるうえで非常に重要である。窒素のような生元素の循環に関する研究では、その安定同位体比が有力なツールとして利用されている。著者は、海洋中の粒子状窒素化合物及びその同位体比を用いて、生物地球化学的な窒素循環に関する以下の3つの疑問について研究を行った。

- (1) 陸上土壌において粘土鉱物層間に固定されたアンモニウムイオンは、海洋に供給された後も、溶出あるいは海洋中に存在するアンモニウムイオンと交換せず、陸上で固定された際の情報を氷期—間氷期スケールで保持しうるのか？
- (2) 現在、鉄制限といわれている西部北太平洋亜寒帯域において、氷期—間氷期スケールで、堆積物中に保存されている有機態窒素及びその同位体比は過去の海洋循環を記録しうるのか？
- (3) 海洋における深海への有機物輸送に関し、近年「バラストモデル」という概念モデルが提案された。この概念モデルは、海洋における沈降粒子中主成分のバラスト鉱物（炭酸カルシウム、オパール、陸起源粒子）の沈降量が、2000m以深への有機物輸送量を決定しているということを提唱する。また、そのバラスト鉱物の中で最も重要であるのは炭酸カルシウムだといわれている。オパールの生産が高い西部北

太平洋亜寒帯域において、このバラストモデルが成り立つのか？また、そのモデルは粒子状窒素化合物及びその同位体比にどのような影響を及ぼすのか？

これらについて行われた研究結果の概要は、以下のとおりであった。

- (1) 海洋堆積物に保存されたアンモニウムイオンは、主にエアロゾルとともに陸上から海洋に輸送され、その同位体比変動は、エアロゾル輸送量の多寡と関係しているようであった。このことから、堆積物中のアンモニウムイオンは、海洋に運ばれた後も、海洋内で保存され、その同位体比は、陸上で固定された際の情報を保持している可能性が示唆された。
- (2) 西部北太平洋亜寒帯域で氷期に生物生産が低かったのは、間氷期と比べ成層化が強化したためであるというこれまでの仮説を裏付ける結果を得た。このことから、当該海域において、有機態窒素の同位体比が過去の海洋循環を記録しうることが示唆された。
- (3) バラストモデルという概念が、西部北太平洋亜寒帯域においても適用されうることを示した。また、当該海域において最も重要なバラスト鉱物はオパールであることを示した。さらに、このモデルを用い、表層における同位体比を保持したまま沈降する粒子状窒素化合物を想定すると、粒子状窒素化合物及びその同位体比の深度方向への変動をよく表現できることを明らかにした。

審査委員一同は、これらの成果を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であり、大学院博士課程における研鑽や修得単位などもあわせ、申請者が博士（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。