

学 位 論 文 題 名

亜寒帯海域における沈降粒子中のアミノ酸および
ヘキソサミンの動態と海域特性に関する研究

学位論文内容の要旨

海洋表層に棲息する植物プランクトンの動態は、二酸化炭素濃度の増加による地球温暖化問題の鍵を握っており、また潜在的な海産資源量を把握する上で極めて重要である。

北部北太平洋亜寒帯海域およびベーリング海は、世界中で最も生物資源の豊富な海域であり、植物プランクトンの生産、すなわち基礎生産の高い海域であると考えられている。しかしながら、これらの海域における研究調査の多くは気象条件により夏季に限られていたため、生物生産の季節変動や年変動はこれまで正確に把握されていない。長期間におけるセジメント・トラップ実験は、これらの海域の生物過程の変動を把握するうえで最も有効な手段の一つである。セジメント・トラップ実験から得られるアミノ酸に関するデータは沈降有機粒子の起源および分解過程のよい指標となり、一方、アミノ糖の一種であるヘキソサミンは動物プランクトンの相対的な寄与を推定するのによい指標となる。

本研究は、生物生産の高い沿岸域および外洋域にセジメント・トラップを設置し、採取した沈降有機粒子中のアミノ酸およびヘキソサミンを測定することにより、それらの季節変動と成分組成比から表層における生物過程およびその海域特性を解明することを目的とした。

沿岸域

沿岸域における有機物粒子の生産および沈降過程を明らかにするために、4つの沿岸域、すなわちチュクチ海、大槌湾、噴火湾口部および噴火湾中央部でセジメント・トラップ実験を行った。

海底付近に沈降するアミノ酸フラックスは、基礎生産量から算出されたアミノ酸生産量の8-45%の範囲であった。ヘキソサミンフラックスは

アミノ酸フラックスと正の相関性($r=0.51$, $n=11$)を示した。これは、有機物粒子フラックスの増加とともに動物プランクトン起源粒子が増加したことを意味する。しかしながら、沈降有機粒子中の植物プランクトン起源粒子と動物プランクトン起源粒子の相対的な割合を推定することができるヘキソサミン／アミノ酸比とアミノ酸フラックスの関係は、負の相関性($r=-0.70$, $n=11$)を示し、有機物粒子フラックスの増加とともに植物プランクトン起源粒子の割合が動物プランクトン起源粒子よりも相対的に多くなっていることを意味する。すなわち、沿岸域において基礎生産量に対する粒状有機物フラックスの割合は、動物プランクトンの捕食に大きく左右されるものと考えられる。

外洋域

外洋域における生物生産過程を明らかにするために、1990年8月から1993年7月の3年間、ベーリング海（設置水深：3200m）および中央北太平洋（設置水深：4400m）においてセジメント・トラップ実験を行った。

ベーリング海におけるアミノ酸フラックスは、晩春から初夏および秋季にかけてピークを持ち、冬季から早春にかけて低い傾向を示した。しかしながら、そのピークの時期および規模は年による変動を示した。一方、中央北太平洋におけるアミノ酸フラックスは、晩春から初夏にかけて高く、冬季から早春にかけて低い傾向を示した。また、そのピークの時期および規模は年による変動を示した。中央北太平洋におけるアミノ酸フラックスは、いずれの時期においてもベーリング海よりも低い傾向を示した。

ヘキソサミンフラックスとアミノ酸フラックスとの相関性についてみると、その関係は両海域ともに正の相関性（ベーリング海； $r=0.60$, $n=35$ ；中央北太平洋； $r=0.69$, $n=33$ ）を示した。しかしながら、中央北太平洋におけるアミノ酸フラックスとヘキソサミンフラックスとの回帰直線の傾き（ヘキソサミンフラックス／アミノ酸フラックス）は、ベーリング海よりも3.2倍高い値であった。これは、両海域において有機物粒子フラックスの増加にともない動物プランクトン起源粒子が増加し、中央北太平洋における動物プランクトン起源粒子の増加量が、ベーリング海よりも大きいことを意味している。すなわち、中央北太平洋における沈

降有機粒子中の動物プランクトン起源粒子の関与はベーリング海よりも大きい。

ヘキソサミン含有量は、ベーリング海では冬季に高い傾向を示し、一方、中央北太平洋では春季から夏季に高い傾向を示した。さらに、中央北太平洋におけるヘキソサミン含有量は、アミノ酸フラックスと正の相関性 ($r=0.47$, $n=33$) を示すのに対して、ベーリング海では負の相関性 ($r=-0.46$, $n=35$) を示した。これは、中央北太平洋では有機物粒子フラックスの増加とともに動物プランクトン起源粒子の割合が相対的に大きくなるのに対して、ベーリング海では植物プランクトン起源粒子の割合が相対的に大きくなることを意味している。

両海域から得られた沈降粒子のサイズ分画 ($<63\ \mu\text{m}$, $63\ \mu\text{m}-1\text{mm}$) を行った結果、 $<63\ \mu\text{m}$ 区分のヘキソサミン含有量は $63\ \mu\text{m}-1\text{mm}$ 区分よりも低い値であり、その区分の大部分が珪藻類によって占められていた。一方、 $63\ \mu\text{m}-1\text{mm}$ 区分は動物プランクトン起源粒子を多く含んでいた。これらのことから、中央北太平洋における動物プランクトンによる捕食圧がベーリング海よりも大きいのではないかと推察された。

本研究を行ったベーリング海と中央北太平洋における沈降有機粒子中のアミノ酸およびヘキソサミンの結果と Haake et al. (1993) によって報告された北東太平洋 (Station P) の結果を比較すると、両海域におけるヘキソサミンフラックス、ヘキソサミン含有量およびヘキソサミン/アミノ酸比は、北東太平洋よりもかなり低い値を示している。すなわち、両海域における動物プランクトン現存量や捕食圧は北東太平洋よりも低く、両海域の表層における生物過程は北東太平洋とかなり異なると結論づけられる。

以上の結果から、沿岸域および外洋域ともに有機物粒子フラックスおよびその組成の変動は、動物プランクトンの捕食により大きく左右されることが明らかになった。本研究による結果は、沈降粒子中の有機物組成を詳細に検討することにより、生態系の海域の特性を解明する有効な指標になると考えられる。

学位論文審査の要旨

主査	教授	米田	義昭
副査	教授	松永	勝彦
副査	教授	角皆	静男
副査	助教授	築田	満

学位論文題名

亜寒帯海域における沈降粒子中のアミノ酸および ヘキソサミンの動態と海域特性に関する研究

北方沿岸域を含む亜寒帯海域は世界の海洋の中で有数の生物生産力を有することはよく知られている。従って、海洋における有機物生産、分解及び沈降の規模は極めて大きく、かつ変化に富むものと考えられる。とりわけ有機物生成の担い手である植物プランクトンの季節的消長からみて、粒子の沈降粒子フラックスも季節的に極めて大きいものと予想される。最近地球が温暖化しつつあるのではないかと云われているが、その傍証として海洋における海水温度の上昇が挙げられている。このような海洋環境の変動が生物生産力にどのような影響を与えるのか、また、低次生産生物過程が海洋環境変動に対して如何なる応答を示すか、については長期的な視点に立った検討が必要であることは言うまでもない。

本研究は、その端著として北方沿岸域および亜寒帯外洋域における低次生産過程の年及び季節変化を解明することを目的として行われたものである。研究を行った海域は、外洋域として北部中央太平洋亜寒帯海域及びベーリング海、沿岸海域として噴火湾、チャクチ海、大槌湾を取り上げた。研究手法としては深層に係留したセジメントトラップを用いて時系列的に捕集された沈降有機物粒子、主としてアミノ酸及びアミノ糖などの化学成分組成を化学指標として生物生産過程を調べた。すなわち、タンパク質構成アミノ酸及びその分解中間生成物に関するデータは沈降有機物粒子の起源及び分解過程のパラメーターとし、一方、アミノ糖の一種であるヘキソサミンが亜寒帯域で魚類の主要な餌となる甲殻動物プランクトンの殻に含まれているキチン質の主要な有機物質であることから、海洋の有光層における一次生産と二次生産の関係を知る手懸かりになると考えた。特に、外洋域においては繰り返し3年間の研究を実施して年変動についての検討を行った。

以上の目的及び手法に沿って行われた研究の成果は以下のようにまとめられる。

第一に研究海域全体として、アミノ酸とヘキソサミンの両沈降フラックスは統計的に正の相関関係が認められることから、一次生産から二次生産への生物過程がキチン質を有する甲殻動物プランクトンにより進行していると共に、各海域における両成分のフラックスの比はその関わりの度合いを示すパラメーターになることを示した。第二に3年間にわたる外洋域における時系列的解析では、ベーリング海及び北部中央太平洋海域では晩春から初夏に高い有機物フラックスが観測された他、ベーリング海においては秋期にも極大傾向があることが示され、これら外洋域においては年1回（北部中央太平洋）または2回（ベーリング海）の生産力の極大が存在することを示した。第三に北部中央太平洋におけるヘキソサミンフラックス／アミノ酸フラックス比がベーリング海の比よりも高いことから、北太平洋では相対的に動物起源に富む粒子が沈降していると推定された。第四に沈降粒子中のヘキソサミン含有量とアミノ酸フラックスの関係については、北部中央太平洋では正の相関関係を、一方、ベーリング海では負の相関関係を持つことを明らかにした。これは、北部中央太平洋は動物プランクトンによる摂食過程が植物プランクトン生産力に依存しているが、ベーリング海では植物プランクトンに対する動物プランクトンの応答が相対的に弱いことを示した。その要因については未解決であるが、北東太平洋における既存の資料も併せて考察し、沈降粒子中のヘキソサミン含有量とアミノ酸フラックス比の関係が亜寒帯外洋海域における低次生産過程の海域特性を知る一指標として有効であることを示した。

申請者の研究は海洋における生産過程を沈降粒子の時系列試料を用いて化学的手法、すなわち沈降粒子中のアミノ酸とヘキソサミンフラックス、含有量及び両成分比の解析によって明らかにした点はきわめて独創性に富んでいる。また、この研究によって得られた成果は海洋における低次生産の動態およびその海域特性を解明する有効な化学指標となる可能性を有するので、審査委員一同は申請者の研究が博士の学位（水産学）を授与するに価するものと認めた。