

学位論文題名

海洋における生物活性物質の分布およびその存在意義

学位論文内容の要旨

海洋における物質循環あるいは生態系を解明するためには、食物連鎖網の底辺に位置する植物プランクトンの生物量およびその活性状態（生体かあるいは非生体か）の解明が重要である。海水中の生物活性物質（Chl *a*、ATP、DNA）は、植物プランクトンおよび微小動物プランクトンを含めた海洋微小生物の生物量および活性状態を把握する上で極めて有効な化学成分であると考えられている。例えば、Chl *a*は植物プランクトン生物量の指標となり、ATPおよびDNAは海洋微小生物集団の生物量の指標として有効な物質である（e.g. Bailiff and Karl, 1991）。特に、ATPは、細胞の死後急速に分解することから、海洋微小生物の生体生物量の指標として最も有効な化学物質と言える。しかし、海水中におけるこれら生物活性物質の存在量や分布および各生物活性物質間の関係についての議論は未だ十分になされていない。本研究は、上記生物活性物質の時空間変化および海洋微小生物、特に植物プランクトンの生体生物量の見積りおよび活性状態を明らかにし、各生物活性物質の存在意義について議論することを目的とした。

海水試料は、噴火湾、ベーリング海ポリニア海域、北太平洋外洋域、アラスカ湾およびベーリング海盆において採取され、Whatman GF/Fフィルターを用いてろ過された。POC濃度はCHN元素分析計を用いて、Chl *a*濃度はParsons *et al.* (1984)に従い蛍光法を用いて、ATP濃度はParsons *et al.* (1984)に従いルシフェリン-ルシフェラーゼ法を用いて、DNA濃度はHolm-Hansen *et al.* (1968)およびRobertson and Tait

(1971)の方法に従って蛍光法を用いて測定された。また、外洋域における微小植物プランクトン数(ラン藻類、ピコおよびナノ真核藻類)はFlow-Cytometerを用いて測定された。

噴火湾

春季ブルーム時期において、各化学成分濃度(POC、Chl a、ATP、DNA)の間に有意な正の相関が見られ、それらの化学成分は明らかに植物プランクトン生物量の変動に影響されていた。全微小生体炭素生物量は、ATPを用いて算出すると、30m以浅においてPOCの約30%であり、Chl aから算出した植物プランクトン炭素生物量は全微小生体炭素生物量の約70%におよんでいた。しかし、DNAから求められた炭素生物量はATPより求めた炭素生物量をはるかに上回っていた。これは、DNAの多くが非生体粒子として存在していることを意味するものである。一方、春季ブルーム後には、POCとATPの間に有意な正の相関性を示すけれども、ATPとChl aおよびATPとDNAの間には相関性は認められなかった。このことは、多くのATPが微小動物プランクトンの生体生物量を表現していることを示唆している。この時期の植物プランクトンも含めた全微小生体炭素生物量は、POCの10~15%の範囲内であった。春季ブルーム後のDNA量は、春季ブルーム時期と比較してほぼ同じであり、DNA/ATP比は春季ブルーム時期に比べて3倍近く高い値を示した。このことは、春季ブルーム後におけるDNAの多くが春季ブルームと同様に非生体粒子として存在していることを意味している。

夏季ベーリング海ポリニア海域

Chl a濃度は、強く発達した密度躍層の上層で低く、下層で極めて高い値を示した。また、Chl aサイズ分画の結果は、上層では小型の植物プランクトンが優占し、下層では大型の植物プランクトンが優占していたことを示した。POC、ATPおよびDNA濃度もまた上層で低く下層で高かった。上層におけるPOC/Chl a、ATP/Chl aおよび

POC/ATP比は、生体植物プランクトン生物量が極めて小さいが、比較的高い生理活性をもつ生体植物プランクトンであることを示唆していた。それに対して、下層ではPOC/Chl a比は、POCの大部分が植物プランクトンによるものであることを示していたが、極めて高いPOC/ATP比および極めて低いATP/Chl a比はその植物プランクトンが生理的活性の低い、つまり"低活性"あるいは"死んだ"状態にあることを示していた。一方、下層における低いDNA/Chl a比は、そのDNAのほとんどが植物プランクトンによることを示していたが、高いDNA/ATP比は、POC/ATPおよびATP/Chl a比から予想されたように、その植物プランクトンが"低活性"あるいは"死んだ"状態にあることを示していた。

北太平洋外洋域、アラスカ湾およびベーリング海盆

50m以浅においてChl aおよびATP濃度は、ベーリング海盆で最も高く、つづいて亜寒帯およびアラスカ湾で高く、亜熱帯および移行域でもっとも低かった。それに対して、DNA濃度はベーリング海盆で最も高いものの、それ以外では海域差は認められなかった。50m以浅における各化学成分濃度の間にはそれぞれ有意な正の相関性が認められた。特にChl aとATPの相関性が高いことから、ATP量の変動は植物プランクトン生体生物量の変動を示唆している。全海域を通して、ATPより求めた全微小生体炭素生物量は、その大部分が植物プランクトン生体生物量であり、POCに対して7~21%であった。また、低いPOC/DNA比および高いDNA/ATP比は、DNAの多くが非生体粒子として存在していることを示すものである。亜寒帯域の6月から8月にかけて、45°Nではナノ真核藻類の増加にともなって生物活性物質が増加していた。それに対し49°Nではラン藻類が増加していたが、生物活性物質は増加傾向を示さなかった。これらのことから、生物活性物質量がナノ真核藻類の挙動に影響を受けていることが示唆された。

以上の結果から、海水中のATPは明らかに生体微小生物量を表現しており、春季ブ

ブルーム時期および外洋域では、そのほとんどが植物プランクトンによって占められている。しかし、ATPは、ポリニア海域の下層で認められたように、生体植物プランクトンの生理活性状態を表現することが示された。一方、海水中のDNAの多くは、低活性生体生物あるいは非生体粒子として存在しているため、春季ブルーム後や外洋域のように植物プランクトンが少ない場合には生体微小生物量を表現できない。したがって、POC、Chl a、ATPおよびDNAの同時測定は、海水中の生体植物プランクトン生物量あるいはその生理活性状態を把握する上で極めて有効な化学指標であると考えられた。

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 助 教 授 築 田 満

学 位 論 文 題 名

海洋における生物活性物質の分布およびその存在意義

本研究は海洋における物質循環を駆動させる植物プランクトンや海洋細菌などの微小生物量およびその生物活性の指標となる粒状有機炭素 (POC), クロロフィルa (Chl a), アデノシン-3-リン酸 (ATP), デオキシリボ核酸 (DNA) を定量し, これらの物質の海域および季節変動を明らかにすることにより, 海洋における微小生物群集の構造とそれらの生物活性の状態を明らかにすることを目的として行われた. 研究を行った海域は北部北太平洋, ベーリング海, 北海道噴火湾である. 明らかにされた研究内容の概要および評価した点は次の通りである.

(1) 噴火湾において, 春季植物プランクトン大増殖期 (ブルーム時期) において, 各化学成分 (POC, Chl a, ATP, DNA) 量は相互に有意な正の相関が認められた. Chl aから算出した植物プランクトン炭素生物量は全微小生体炭素生物量の約70%を占めた. POCは海洋の生体と非生体の有機炭素, ATPは生きている生物群集を表現するので, 生きている植物プランクトンPOC/ATP比 (培養等で求められた比, 250) を用いると, ブルーム期の30m以浅においても生きている生物群集は約30%であった. 一方, DNAから求められる生物量はATPより求めた生物量を上回ることから, DNA成分は非生体粒子として存在しており, そのDNAは死細胞または休眠胞子に由来すると推定した. また, ブルーム終息後は, 植物プランクトンを含む生体生物現存量は, POCの10~15%の範囲内であり, DNA/ATP比が春季ブルーム時期の約3倍の値を示すことから, ブルーム後には非生体粒子の存在割合が高まることを明らかにした.

(2) 夏季ベーリング海ポリニア海域における成果としては, POC, Chl aおよびDNA濃度は発達した密度躍層の上層で低く, 下層で高い値を有すること

を明らかにした。、各種口径サイズのフィルターによるサイズ分画の結果は、上層では小型の植物プランクトンが、下層では大型の植物プランクトンが優占していることを示した。POC/Chl a、ATP/Chl a およびPOC/ATP比から判断して、生体植物プランクトン生物量は上層において極めて小さいが、比較的高い生理活性をもつ生体植物プランクトンであり、下層に存在する生物群集は大部分が植物プランクトンであるが、生きている状態よりもPOC/ATP比は高く、ATP/Chl a比が低い値をとることから、低活性”あるいは”死細胞で存在すると推察した。

(3) 本研究を行った海域の50m以浅におけるChl aおよびATP濃度は高い順から、ベーリング海盆、亜寒帯、アラスカ湾、亜熱帯および移行域であったが、DNA濃度はベーリング海盆で最も高いものの、それ以外では海域差は認められなかった。ATPより求めた全微小生体炭素生物量は、その大部分が植物プランクトン生体生物量であり、生体生物量は7~21%、残る部分は非生体もしくは活性の低い生体であることを示した。

本研究において着目したPOC、Chl a、ATPおよびDNAの同時測定は、海水中の生体植物プランクトン生物量あるいはその生理活性状態を把握する上で極めて有効な化学指標であることを的確に把握し、さらに、北部北太平洋を中心とする海域における生態系の特徴を上記の化学指標を用いて明らかにした成果を含んでいることから、審査委員は申請者に対して博士（水産学）の学位を授与するに値するものと判定した。