

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 増田 貴子

海洋の植物プランクトン群集は環境変動に応じてその構造を時空間的に様々に変化させ、新たな環境に適応する。これは、環境変動に対する増殖応答が種によって異なることに起因する。栄養塩、特に窒素の供給は、もっとも顕著な増殖応答をもたらす要因である。本論文は、海洋の6割を占める広大な亜熱帯海域を対象に、真光層への窒素の供給様式が、植物プランクトンの群集構造を決めるメカニズムを明らかにすることを目的として、現在、知見の乏しい(1)下層から真光層への供給、(2)真光層内での再生窒素、(3)窒素固定、を取り上げて以下の解析を行った。

成層海域では真光層下部に亜表層クロロフィル極大が形成され、その群集は下層から供給される硝酸塩に依存すると考えられてきたが直接的証拠を欠いていた。ここで鍵となるのは、亜表層の植物プランクトン群集の増殖速度であるが、測定法上の問題から議論が閉塞していた。そこで、本研究では、新規の試みとして、ラグランジュ観測により現場群集の増殖速度を求めた。この方法は、従来の測定法がもつ難点はないものの同一水塊をどのように追跡するかが鍵となり、海洋観測では前例が無く技術的に難しかった。これを、相模湾に設置された人工湧昇装置「拓海」から20m層に放流された放流水をウラニウムで標識し、追跡することで克服した。放流水と周辺水との希釈や混合をウラニウム濃度の減少をもとに取り除くことにより、クリプト藻類および単細胞性シアノバクテリアが高い増殖活性をもつことを明らかにした。この層ではマイクロモルレベルの硝酸塩が存在し、そのような高濃度域では珪藻類が優占するとされてきたが、本研究により、光律速を受ける珪藻類ではなく、より小型の藻類が、下層からの硝酸塩をトラップする植物プランクトンとして機能していることを明らかにした。

亜熱帯外洋域は通年にわたり成層が発達し表層の栄養塩が枯渇し、貧栄養海域特有の極相状態にあると考えられている。本論文は、この極相群集にナノモルレベルの窒素が供給された場合の植物プランクトン各グループの増殖応答の違いを解析した。なお、マイクロレベルの栄養塩環

境変動がこれまでの研究であったため、新規性が高いといえる。フィリピン海およびグアム沖において、微量金属の混入を避けたクリーンテクニックを用いて、表層群集に、硝酸塩、アンモニウム、尿素の添加実験を計8回行った。いずれの実験においても共通して、(1) *Prochlorococcus*、*Synechococcus*、および真核植物プランクトンの増殖は窒素制限を受けたがナノシアノバクテリア、すなわちサイズの単細胞性シアノバクテリアは窒素制限を受けないこと、(2) *Prochlorococcus* と真核植物プランクトンは再生された窒素に、*Synechococcus* は硝酸塩を利用して増殖がより促進され、窒素化合物の種類によってグループが選択的に増殖応答することを明らかにした。さらに、各グループの増殖応答は、実験開始時の無機態窒素濃度が影響することを見だし、植物プランクトンの増殖応答が、付加される窒素化合物の種類と現場の栄養塩濃度に依存することをナノモルレベルの栄養添加で初めて明らかにした。

この天然群集を用いた実験では窒素供給に対するナノシアノバクテリアの増殖応答が他のグループと大きく異なったが、その原因を解明するために必要な生理学的知見はほとんど無いことから、フィリピン海から単離した *Crocospaera* クローン株を用いた実験的解析を、本論文の第三の内容として行った。この株についてアンモニア制限をかけた連続培養系を確立し、ナノシアノバクテリアの増殖生理を調べた。その結果、供試株がナノモルレベルまでアンモニウムを利用できることから、ナノシアノバクテリアが非窒素固定生物と還元型の窒素をめぐる競争相手となること、細胞あたりの窒素固定活性はアンモニウム供給の有無によらずほぼ一定であること、早い増殖のためには、窒素固定よりも細胞外からのアンモニウム利用能が重要であることが明らかになった。

以上、本研究は、亜熱帯貧栄養海域における植物プランクトン群集動態理解の鍵であった、1) 亜表層植物プランクトンが下層からの硝酸塩供給のトラップとして機能しているのか、それがどのようなグループなのか、2) ナノモルレベルの窒素供給変動に対して群集はどのように応答するのか、3) 単細胞性窒素固定性シアノバクテリアは細胞外窒素を利用するのか、を明らかにした。2)、3) については類例研究がほとんど無く、新知見として極めて重要である。このように本研究は亜熱帯海域の一次生産機構を解明する上で新たな展開を与え、学術上も応用上も極めて貢献するところが大きい。よって審査委員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。