

[別紙2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 吉川 尚

植物プランクトンは海洋における主要な一次生産者であり、海洋生態系全体の物質循環の起点であるため、その一次生産力は生物海洋学の最も重要な研究課題の一つである。しかしながら、従来の知見は一次生産量の時空間変動に集中しており、その制御機構に関しては不明の点が多い。特に、環境変動に対する一次生産の応答過程を解析するために必要な植物プランクトン群集の光合成光利用特性については大西洋の一部と北米西岸に知見が限られており、全球的な研究の展開が急務となっている。本研究は、海洋における植物プランクトン群集の光合成光利用特性として植物プランクトン群集の光吸収特性、光合成量子収率および光合成一光曲線の諸係数を取り上げ、北太平洋における変動様態を明らかにし、それらと環境要因との関連を明らかにすることを第一の目的とした。次いで、その成果をふまえて培養法によらずに光生物学的な観測から一次生産力を連続モニターする手法を確立したものである。

北太平洋亜寒帯域では 1997 年と 1999 年の夏季に観測を行い、前者では西部環流域では東部環流域に対し表層水の光合成一光曲線の立ち上がり勾配および最大量子収率が高いことを認め、最大光合成速度には東西差が無いことを示した。一方 1999 年には立ち上がり勾配、最大量子収率および最大光合成速度とも東西の環流域間で差異が無いことを示した。1997 年がエルニーニョ期、1999 年がラニーニャ期であったことから、両年に認めた地域的違いの有無を海洋

構造と関連づけて論じた。さらに、両時期とも最大量子収率は硝酸塩や水温から期待されるのに比べて著しく低く、この原因として表層水中の低鉄濃度による影響である可能性を示した。

これを検証するために1999年に鉄添加培養実験を行った。その結果、1~2 nMの鉄添加を受けて、最大光合成速度、立ち上がり勾配および最大量子収率が速やかに増加することを認め、これらが天然海域では鉄律速を受けていること、珪藻類の色素合成が鉄不足により制限されていること、水柱一次生産力が鉄制限にあることを明らかにした。

さらに三陸沖暖水塊周辺域、日本海、東シナ海における観測により光合成の光利用特性には海域毎に異なる特徴を示すことを明らかにした。特に、水柱が成層して有光層底部に亜表層クロロフィル極大層が形成されると、最大光合成速度、立ち上がり勾配および最大量子収率が表層群集とは大きく異なり、これらは弱光環境への光合成の適応として解釈した。

岩手県大槌湾では、植物プランクトン群集の光合成光利用特性を通年にわたり解析し、季節変動を明らかにした。すなわち最大光合成速度、光飽和定数は、晩春-夏季が冬-春に比べて高くこれは水温依存性であること、これに対して最大量子収率と光吸収係数には季節による差異が無いことを示した。水柱が成層する晩春-夏季では最大光合成速度と光飽和定数が表層で亜表層より高くなることを示した。これらの結果をもとに同湾における水柱一次生産力の季節変動が光利用効率の経時変化よりはむしろ海面光量の変動を反映したものであることを示した。

大槌湾における光合成光利用特性の知見から光生物学的な一次生産モニター手法を検討した。検討対象として太陽

光励起下での植物プランクトン生体内蛍光、すなわち自然蛍光によるモニター法を検討した。この方法はすでに外洋域での適用事例はあるが、沿岸域や内湾域では環境変動が激しく植物プランクトン組成が大きく変化するため適用が困難とされていた。精力的な現場観測と実験から、自然蛍光からの推定に必要な諸係数、すなわち植物プランクトン光吸収係数、光合成と蛍光の量子収率の比の最大値およびその光飽和定数がクロロフィル a、水温、光履歴に依存することを明らかにし、自然蛍光法から一次生産を見積もるためのアルゴリズムを開発した。同湾における一次生産の連続モニタリング実証試験に成功し、さらに日本海および相模湾における実証試験の結果、大槌湾で得たアルゴリズムが他海域でも有効であることを認めた。

以上、本研究で得られた植物プランクトン群集の光合成光利用特性の時空間分布とその変動要因に関する成果は西部北太平洋からの初めての知見として重要であり、海色リモートセンシングによる全球的な一次生産把握手法の開発のための基盤知見としても貢献は大きい。さらに自然蛍光法による一次生産モニタリング手法の確立は、沿岸域の生物生産モニタリングの新たなアプローチを提供するものである。このように本研究は海洋の一次生産研究を大きく前進させ、基礎的にも応用的にも極めて学術的価値が高い。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。