

神奈川大学総合理学研究所  
平成13年度プロジェクト

B. 低温性プランクトン藻類光合成の  
変動する光環境に対する応答の解析

生物科学科専任講師  
鈴木祥弘

目的

大気CO<sub>2</sub>濃度の上昇とそれにともなう気候変動を予測し、この変動に対応してゆくことは、人類が存続してゆくために不可欠である。大気CO<sub>2</sub>濃度を決定する要因の一つに海洋による吸収がある。海洋は人類が排出するCO<sub>2</sub>の1/3余りを吸収していると推定されている。海洋は、炭酸塩などの無機物として直接CO<sub>2</sub>を吸収しているばかりではなく、大気CO<sub>2</sub>をもとに合成された有機物の深海への沈降によっても吸収している。この有機物が、光合成など生物の働きにより生産されていることから、この働きは生物ポンプと呼ばれている。近年の研究から、生物ポンプが海洋のCO<sub>2</sub>吸収量の大きな部分を占めることが明らかになってきた。光合成によるCO<sub>2</sub>固定速度や有機物の量を測定し、生物ポンプを詳細に解析することは、海洋のCO<sub>2</sub>吸収量の正確な推定に不可欠である。

海洋によるCO<sub>2</sub>吸収量の推定のために様々な海域で調査研究が行われている。中でも精力的に調査研究が行われている海域に北極圏ポリニア海域がある。極域海洋にありながら、季節風や暖流により春から秋の長期間にわたり結氷しない特殊な海域であるポリニアでは、夏期の海水に反射・減衰されることなく太陽光が海中に透過するため、極低温環境にあるにも関わらず、光合成が活発に行われている。申請者はこの海域の一つノースウォータポリニアで1997～1999年に行われた国際共同調査(NOW project)に参加し、藻類光合成の生理学的

特性の解析をとおして、CO<sub>2</sub>吸収を検討してきた。海域全体のCO<sub>2</sub>固定速度は、藻類の生物量と単位生物量当たりのCO<sub>2</sub>固定速度によって決定される。この生物量とCO<sub>2</sub>固定速度は主に二つの方法によって測定される。一つは観測衛星による藻類の生物量の測定であり、もう一つは、研究船を用いた現場海域での調査研究である。前者は広い海域について長期間継続的な測定が可能であるがCO<sub>2</sub>固定速度の測定ができない。一方、後者は生物量もCO<sub>2</sub>固定速度も測定可能であるが、広い海域で長期間継続的な観測が難しく、様々な環境下で藻類が示す特性の一面しか捉えられない。様々な環境下で藻類が示すCO<sub>2</sub>固定速度を詳細に解析する方法として、現場海域より藻類株を単離培養し、実験室中で作り出した様々な環境条件下で、藻類の特性を解析する方法(環境シミュレーション培養)がある。常温性の藻類については、この方法で様々な特性が解析されてきた。申請者もこの方法で、藻類の光合成・増殖速度の温度特性がそれぞれの藻類の生息環境に極めて良く対応していることを明らかにしている。しかし、極域の低温性藻類は培養が難しく、特性が詳細に解析された例は少なかった。特に、ポリニア海域の藻類については殆ど行われていない。

申請者はNOW projectに於いて十数種類の低温性珪藻類の単離に成功し、これらの細胞に高い増殖速度とそれに対応する光合成・CO<sub>2</sub>固定を行わせることに成功している。本申請研究では、これらの単離株を用いた環境シミュレーション培養で藻類の特性の解析を行う。NOW projectの解析結果から、ポリニア海域では浮遊する海水により断続的に日光が遮断されること、季節風により頻繁に深い層まで混合されることにより、藻類は短期間の内に様々な強度の光に曝されていることが明らかになった。本研究では、特にこの点に着目し、0℃以下の低温環境下で、プランクトン藻類が、現

場海域の激しい光変化にどの様に応答し、光合成速度を維持しているかを明らかにする。ポリニア単離培養株には、これまで殆ど知られていないようなユニークな光応答特性が期待される。この研究により得られた知見は、さらに、ポリニア海域におけるCO<sub>2</sub>吸収速度のより詳細な推定を可能にすると考ええる。

## 方法

### 現場海域光環境の実測

#### a. 光強度の鉛直分布の測定

水深50mまでの光強度の鉛直分布を測定する。

#### b. 光スペクトルの鉛直分布の測定

300nmから1100nmの波長域の相対光強度を測定可能な光ファイバー分光器を用いて、沿岸海域で水深50m（表層の光強度の1%以下に減光する水深）までの相対光強度の鉛直分布を測定する。

### 2. シミュレーション培養システム

#### a. 光質のシミュレーション

単色光源である青、青緑、黄色LEDを組み合わせ、測定された海洋の光質をできる限り再現する。

#### b. 光強度のシミュレーション

LED光源は直流電流を制御することで容易に光強度を調節できる。本研究では、D/Aコンバータを介して、PCにより電源を制御することで、光強度を再現する。

#### c. その他の環境のシミュレーション

温度、栄養塩類の環境などの実測も随時行い、シミュレーションを試みる。

## 結果と考察

自然の海中に認められる「青色が卓越する光環境」をシミュレーションするために、本研究ではシミュレーション培養システムを利用する。

シミュレーションの原型として必要な自然の海中光環境に関する詳細な情報を集めるため、現場海洋において光環境を実測し

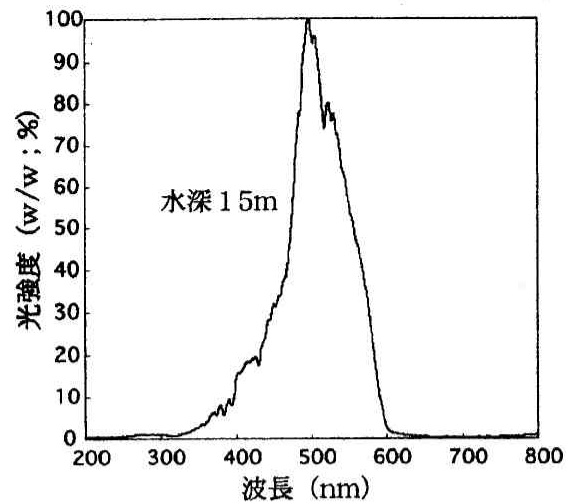


図1. 真鶴港沖合水中の光スペクトル

た。現場環境に関する情報が集積中であること、藻類ブルーム時の優占種であった *Skeletonema costatum* (Grev) Cleve種（珪藻）の単離に既に成功していること、さらにアクセスが容易で頻繁に調査が行えることから沿岸海洋（相模湾、真鶴港沖合）で実測を行った。沿岸海洋の水中では光強度が急速に低下した。さらに、光強度の低下とともに光質も大きく変化していた。海水面に到達した太陽光の約10%の光強度を示した水深15mでは、496nmに単一のピークを持つ青緑色の光組成を示した（図1）。同じように生産性の高い沿岸海洋北海道サロマ湖においても、藻類のブルームが期待される冬季（2月15日）に調査を行った。この時期には海水中のみならず、海水中にも藻類の集積が認められた。海水による吸収に加えてこれら藻類により太陽光が吸収されたため、光強度は海水直下でも海水面に到達した太陽光の約1%に過ぎなかった。光質も大きく変化しており、藻類の吸収の小さい550nmに単一のピークを持つ緑色の光組成を示した。さらに、水深5mの光組成と海水直下の光組成の比較から、水中で600~700nmの波長の光が特異的に吸収されることが明らかになった（図2）。この特異的吸収は海水の吸収とは大きく異なり、海水中に浮遊する植物プランクトン等の懸濁物により吸収されていることが推定された。これらの結果から、海水の吸光のみな

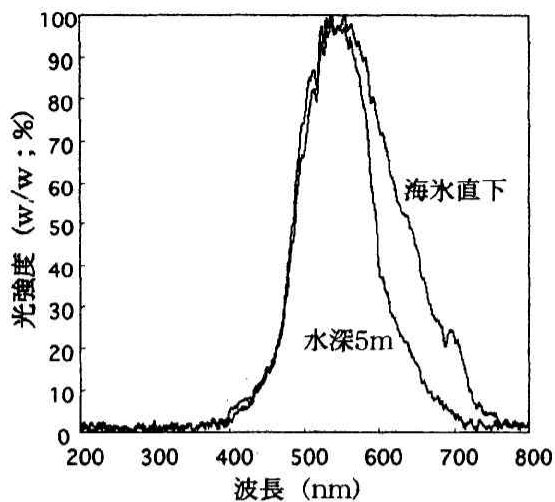


図2.サロマ湖水中の光スペクトル

らずそこに生息する微細藻類自身により、微細藻類の生息光環境は強度も質も大きく変化することが明らかになった。

これらの実測によって得られた現場光環境に関する情報を元に単離株を用いてシミュレーション培養装置の構築を行った。単色光源であるLEDの組み合わせにより、光強度のみならず、光質の再現を試みた。青色LEDによる外洋の海中光環境の再現に加えて、青緑LED（図3）により沿岸の海中光環境の再現を行った。さらに、青緑LEDに緑色LEDと赤色LEDを組み合わせ、海水下面の光環境を再現した。

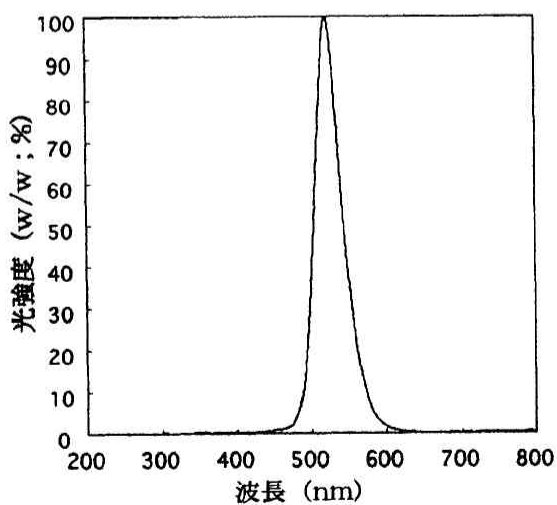


図3. 青緑LEDの波長特性