

要旨

海洋植物プランクトンは、陸上生物も含めた地球上の基礎生産量のうち、約 50%を担っている。そのうち細胞直径が 2-20 μm のナノ植物プランクトンは、全植物プランクトン生物量の約半分程度を占めており、ほぼ全球的に存在している。近年の急速に進む気候変動により、より小型な植物プランクトンが優占するといわれている。ナノプランクトン *Isochrysis galbana* は細胞直径が 5 μm 程度の相対的に小型な種であり、他のナノプランクトンと同様、細胞二分裂で無性的に増殖し、鞭毛で細胞運動をすることからナノプランクトンの自然群集のモデル種として利用されることが多い。また、水中では体長 1 mm 以下の生物の表面付近が低レイノルズ数であるため、粘性力による作用が支配的となる環境下で生息している。このような環境下では、植物プランクトンの周りは栄養塩の交換を妨げる境界層に覆われ、植物プランクトンの栄養塩取り込み速度は栄養塩分子の拡散速度によって制限されてしまう。これを拡散制限という。植物プランクトンは拡散制限から回避するために、運動したり沈降や浮揚などを行う必要が生じる。しかしナノプランクトンの運動や沈降に関する実測例が少ないため不明な点が多い。本研究では、異なる光強度下において *I. galbana* の運動特性および沈降特性の日周変化を明らかにすることにより、どのように拡散制限から回避しているのかについて考察した。

光制限下および光飽和下において、*I. galbana* の沈降速度およびペクレ数（移流／拡散比）の日周変化を調べた。細胞内の炭素化合物含量から求めた細胞の比重および細胞サイズを用いてストークスの式より沈降速度を推定した。炭素化合物および細胞サイズは全ての光強度下において明期に増加し、暗期に減少する日周変化を示した。非線形回帰分析の結果をもとに推定された沈降速度は、全ての光強度下において明期に増加し、暗期に減少する日周変化を示し

た。光制限下となる有光層底部では海水の密度が大きくなるため、実際よりもさらに沈降速度が低下すると考えられることから、光制限下で細胞の比重と海水の密度の差を小さくすることにより浮揚性を増し、有光層に留まりやすくしていることが示唆された。海水の鉛直混合度が高い有光層内により長く留まることは、光合成活動の継続のためには有利であると考えられる。

光制限下および光飽和下において *I. galbana* の運動速度および相対運動速度（細胞サイズ／運動速度比）の日周変化を測定した。運動速度および相対運動速度は、全ての光強度下において明期の中央期で最大を、暗期の中央期で最小となる日周変化を示した。運動速度および相対運動速度の日周変動量は明期、暗期ともに光飽和下の方が有意に高い値を示したことから、光飽和下の方が運動速度の変化が大きいことが明らかとなった。運動速度から求めたペクレ数は拡散制限からの回避の指標となるが、これも同様に明期の中央期に最大を、暗期の中央期に最小となる日周変化を示したことから、明期の中央期により速く動くことで細胞周囲の境界層を薄くし、拡散制限から回避していることが示唆された。また、運動速度から求めたペクレ数は、沈降速度から求めたその約 90-190 倍高い値を示したため、*I. galbana* は拡散制限から回避するために、沈降よりも運動を行うことが有効であることが示された。ナノプランクトンは光環境に合わせて一日の中で運動特性や浮揚性を変化させ、効率よく拡散制限から回避しており、それがナノプランクトンの生存にとって有利な戦略であると思われる。