

珪藻類の増殖動態に与える窒素: ケイ素比の変動の影響

窒素 (N) とケイ素 (Si) は珪藻類の増殖に不可欠な無機栄養であり、ここ数十年、沿岸域に流入するケイ素の量は安定、もしくは減少の傾向であるが、窒素の量は増加している。沿岸海水中の N:Si 比は人為的な影響によって変動し、海水交換の小さい海域において、珪藻類に対する Si 制限が顕著にみられる。本研究においては、春季の穏やかな沿岸海域において、珪藻類が優占するプランクトン群集を用い、N 制限と Si 制限の環境条件を設定したメソコズム実験を行い、様々な無機 N:Si 比の影響を検討した。

ノルウェーのトロンハイムフィヨルドの植物プランクトン群集を用いて、富栄養化影響についてメソコズム実験を行った。実験は 1999 年及び 2000 年の 6 月に行い、直径約 1 m、水深約 1.9 m、体積約 1.5 m<sup>3</sup> のメソコズムを用い、トロンハイム海洋機構大規模施設内の外部海水を含んだ水槽中に吊り下げた。ノルウェー、トロンハイムフィヨルドの 3–5 m 層の海水 300 L と、120 m 層の海水 1200 L を 200 µm メッシュで濾過した後混合し、塩分 27 psu とし実験に供した。各実験における N:Si (µM) 比は、実験 A で 8:14, 8:7, 14:14, 28:14, 実験 B で 8:7, 28:14, 28:7, 実験 C については 12:12, 28:7 とした。栄養塩は硝酸として NaNO<sub>3</sub>、ケイ酸塩として Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> · 5H<sub>2</sub>O を添加した。また、全ての実験区においてリン酸塩として KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> を添加した (5 µM)。実験は 3 回行い、初年度に実験 A と B をバッチ系で、2 年目に実験 C 半連続系で行った。実験 A は 13 日間、実験 B は 10 日間、実験 C は植物プランクトン種組成が確立され安定するまでの 6 日間と、その後定常状態が観察されるまで行われた。成層化を防ぐため、メソコズム内の海水は毎日攪拌し、実験 C では、2 日おきに 20 % の海水を交換した。HUGRUN を用いて水温、光量を毎日測定し、サンプリングは実験 A, B は毎日、実験 C では 2 日に 1 回行った。クロロフィル *a* については、試料を孔径 20 µm 及び 0.2 µm の 25 mm のポリカーボネイトフィルター上で濾過捕集し、フィルターを 90 % アセトン中に入れ、4 °C の暗所で保存した後、24 時間以内にターナー蛍光光度計を用いて測定した。実験 B のみ、予熱した径 25 mm の GF/C フィルターに濾過捕集し、捕集物をエッペンドルフチューブ内に入れ -20 °C の下保存し、グルカンを分析した。濾液は Technicon Autoanalyser を用いて栄養塩分析に供した。副試料を 25 mm Geruman AE フィルターで濾過し、濾過捕集物を -20 °C で冷凍保存した後、60 °C で 6 時間乾燥させ、Carlo Erba NSC 分析器 NA1500 を用いて粒状態 C, N を分析した。海水副試料 50 mL を 1 % ルゴール液または 4 % グルタルアルデヒドで固定し、4 °C 暗所下で保存した後、Leica DM IRB 倒立顕微鏡下で、珪藻類を計数した。

栄養塩濃度は、硝酸塩、ケイ酸塩とも実験 A, B の開始 3 日間で大きな減少は見られなかったが、3–4 日後に大きく減少、特に N:Si 比が ≤ 2:1 となる実験区では硝酸塩の枯渇と同時にケイ酸塩の摂取が停止した。一方で N:Si 比が ≥ 2:1 となる実験区では硝酸塩の枯渇に先駆けてケイ酸塩が枯渇し、実験 C でも同様の結果が得られた。総クロロフィル *a* 濃度は全てのメソコズムにおいて、実験開始 3–4 日後に栄養塩の吸収とともに増加し、栄養塩の枯渇に伴ってピークに達し、その後急速に減少した。実験 C では、独立栄養性鞭毛藻類の増加により 14 日後以降にクロロフィル *a* 量が増加した。実験 A, B それぞれでの硝酸塩の累積摂取量と、クロロフィル *a* のピークとの有意な相関関係が N:Si 比が ≤ 2:1 の実験区で観察された。しかし、N:Si 比が ≥ 2:1 の場合、有意な相関は見られなかった。これは実験 C においても同様であった。全てのメソコズムにおいて、バイオマス量と細胞数で珪藻類が優占しており、特に *Skeletonema costatum* が最も優占した。栄養塩飽和環境下で珪藻類は指数関数的に増加、やがて定常状態となり、栄養塩の枯渇によって減少したが、珪藻類の細胞数増加と栄養塩摂取量の近似相関関係は認められなかった。植物プランクトン群集中の粒状態 C は、実験 A, B では実験開始の 3 日間、実験 C では実験開始の 6 日間で比較的安定していた。N 制限下では、硝酸塩の枯渇に続いて粒状態 C が蓄積され、粒状態 C:N 比は上昇し、やがて粒状態 C の固定が停止し粒状態 C:N 比は減少した。一方、Si 制限時は、Si, NO<sub>3</sub> の枯渇後も C:N 比に変化は見られなかった。クロロフィル *a* 量と粒状態 C は植物プランクトンの対数増加期にのみ近似相関関係を示した。

沿岸植物プランクトン群集に対する Si 制限は N:Si 比が 4:1 の際に生じ、N 制限から Si 制限への切り替えは、珪藻群集の種構成には影響を与えず、珪藻類群集の動態や代謝に影響を与えることが示唆された。沿岸域において、窒素とケイ素の存在量の変動によって引き起こされる植物プランクトン群集への影響は、今後も検討されるべきである。

中野 温美

\*\*\*\*\*  
次回のゼミは (10/23 (月) 9:30~, N204 にて) 児玉さん、終さんの予定です。