

光学式プランクtonカウンターによる夏季北太平洋 180°ラインにおける
動物プランクtonサイズ組成解析

海洋生態系において動物プランクtonは植物プランクtonの一次生産と魚類生産をつなぐ生物ポンプとして重要な役割を担っている。今まで北太平洋では Pacific Decadal Oscillation (PDO) や El Niño に起因した気候レジームシフトが報告されており、海洋生態系に大きな影響を与えることが考えられる。しかし、外洋域において動物プランクtonの長期変動を見た知見は乏しいのが現状である。動物プランクton群集は長期変動だけでなく同じ時期における南北方向でも異なることが知られている。例えば夏季の西部と東部北太平洋において動物プランクtonバイオマスは移行領域にて最大となる報告があるが、この傾向は北太平洋全域で共通するものなのか、中央部における知見は乏しい。また、動物プランクtonバイオマスのサイズに関する知見は魚類の餌資源としての水産学上でも、有機物鉛直輸送の駆動源としての海洋学上でも重要であるが、その知見は少ないのが現状である。サイズに関する知見の乏しい理由として、顕微鏡による動物プランクton試料の解析には膨大な時間や労力がかかることが挙げられる。そのため多くの試料は全湿重量の測定を行うに留まっているのが現状である。これらの点を克服するために近年、光学的にプランクtonサイズ測定を行う Optical Plankton Counter (OPC) による解析が注目されている。OPC では短時間に正確な動物プランクtonの個体数およびサイズ測定が可能になり、生態系構造を表す指標の1つであるバイオマスサイズスペクトラム (NBSS: Normalized Biomass Size Spectrum) 理論への応用も容易である。

本研究は1981年-2000年(20年間)の6月9日~22日にかけて中央部北太平洋子午線(180°)の35°N-51°Nの全351定点にて0-150 m ネット採集された動物プランクtonホルマリン固定試料について OPC による解析を行った。OPC による動物プランクtonサイズデータから出現個体数およびバイオマスを計算した。動物プランクtonは等価粒径 (ESD: Equivalent Spherical Diameter) によって 0-1 mm, 1-2 mm, 2-3 mm, 3-4 mm, 4-5 mm および >5 mm 以上の6つのサイズクラスに区分し解析した。得られた出現個体数および全体のバイオマスデータから NBSS の傾きおよび切片を求め、出現個体数、全体のバイオマス、サイズクラス別バイオマスおよび NBSS の傾きと切片について緯度 0.5°毎の平均と平均からの差である Anomaly を計算し、それぞれについて緯度変化(亜寒帯域 [SA]、移行領域 [TR] および亜熱帯域 [ST]) および経年変化(レジーム 1: 1981-1988 年、レジーム 2: 1989-1997 年およびレジーム 3: 1998-2000 年)による差を one-way ANOVA と Fisher's PLSD によって評価した。

OPCによる推定湿重量は実測値よりやや過大評価(1.176倍)であった。この値は同じ北太平洋外洋域における既報の値に近かった。動物プランクトン出現個体数は19200~84300 inds. m⁻²の範囲にあり、緯度変化がなかったのに対して、バイオマスは1.44~13.2 mg DM m⁻²の範囲にあり、極めて有意な緯度変化(ST < SA < TR)が見られた。これは1個体あたりのバイオマス(=サイズ)がST < SA < TRの順に大きいことの反映であることを考えられた。

サイズクラス別バイオマスはESD 0-1 mm および 4-5 mm ではTRで低かったのに対して、ESD 1-2 mm, 2-3 mm および 3-4 mm ではいずれもST < SA < TRの順に多く、ESD 2-4 mmの大型カイアシ類*Neocalanus*属の全バイオマスへの強い影響が示唆された。TRにてバイオマスが最大であった理由は、SAとTRに優占する大型カイアシ類*Neocalanus*属の発育がTRの高水温によって促進され、後期発育段階(C5)が優占したためと考えられた。ESD 2-3mm, 1-2mm, 0-1mm サイズクラス別バイオマスのピークを示す緯度はそれぞれ41°N-45°N(2-3 mm)、45°N-47°N(1-2 mm)、47°N-48°N(0-1 mm)と北にずれており、これは*Neocalanus*属の発育が高緯度ほど低水温により遅く、若い発育段階(=小型なサイズクラス)であることに起因すると考えられる。NBSSの傾きと切片はTRにて傾きが緩やかで、切片は低くなっていた。NBSSの傾きと切片はボトムアップまたはトップダウン効果の指標となることが知られている。TRにてNBSSの傾きが緩やかで切片が低いことは、トップダウン効果が卓越していることを表しており、TRにてESD 2-4 mmの大型なサイズクラス(*Neocalanus*属)がプランクトン群集全体に対して大きな影響を与えていることが示唆された。

経年変化解析の結果、水温および塩分はレジームシフト毎に変動が見られたものの同海域における水温と塩分間でも位相のずれがあり、水理環境に気候レジームシフトの影響はあまり見られなかった。出現個体数とバイオマスではTRにおける出現個体数にのみ1998年以降に多い傾向が見られたが、その有意性は低く、バイオマスではすべての海域にて経年変動は見られなかった。

北太平洋において気候レジームシフトの影響は東西縁辺部で大きく、中央部は気候レジームシフトの影響を受けにくいことが報告されている。今回の北太平洋中央部の20年間の動物プランクトンデータセット間には1988/89年と1997/98年の2つの気候レジームシフトを含むが、水理環境と動物プランクトンいずれにおいても大きな有意差は見られず、これは上記報告を裏付けるものであると言える。このように中央部北太平洋における動物プランクトンの変動は経年変動よりも緯度変化が卓越することが明らかになった。