

ZooSCAN による動物プランクトンサイズ組成および
群集構造解析の有用性の評価
卒業論文発表

【背景】

動物プランクトンのサイズ組成は、魚類の成長や生残に加え、物質循環の駆動源（生物ポンプ）にも影響を与えることから、水産学および海洋学において重要である。従来の顕微鏡観察では、動物プランクトンのサイズ測定には膨大な時間と労力を必要としたが、1980年代に開発された Optical Plankton Counter (OPC) によって短時間に正確なサイズの測定が可能となったが、分類群や種組成の情報は得られなかった。2000年代に開発された ZooSCAN は、画像データに基づき、動物プランクトンのサイズだけでなく、分類群や種同定も行うことのできる機器であり、その有用性が実証され始めている。しかしながら、それぞれの機器 (OPC と ZooSCAN) の測定特性やキャリブレーションに関する知見は未だ不十分である。本研究は光学機器 (特に ZooSCAN) による動物プランクトンサイズ組成および群集解析の有用性を評価することを目的としている。測定特性評価のために、グリーンランドのカービング氷河末端から外海にかけて採集された動物プランクトン試料を用いて、顕微鏡観察、湿重量測定、OPC 測定および ZooSCAN 測定を行い、各データ間の比較・解析を行った。

【材料および方法】

2016年7月27、29日にグリーンランド北西部ボードインフィヨルドのカービング氷河末端から外海にかけて設けた15定点にて、目合い335 μmのNORPAC netによる海表面直下の水平曳きを行った。得られた動物プランクトン試料は5%中性ホルマリンで固定した。採集と同時にCTDによる海表面下の水温および塩分の測定も行った。室内実験室にて、試料は実体顕微鏡下での種同定と計数を行い、分類群または種毎に湿重量を測定した。同試料を適宜分割した副試料について、OPCによるサイズ測定とZooSCANによる分類群およびサイズ測定を行った。動物プランクトン水平分布を評価するために、種毎の湿重量データに基づき、クラスター解析を行った。OPCおよびZooSCANによるサイズ組成データに基づき、Normalized Biomass Size Spectra (NBSS) 解析を行い、機器による違いを評価した。

【結果および考察】

全動物プランクトン個体数とバイオマスについて、実測（顕微鏡観察および湿重量測定）、OPC および ZooSCAN で比較を行ったところ、いずれも有意な相関関係があり ($r^2=0.861-0.977$, $p<0.0001$)、個体数では OPC と ZooSCAN は顕微鏡よりも過小評価 (0.71-0.78 倍) であったが、両機器間の差は 0.91 倍と小さかった。一方、バイオマスでは、ZooSCAN > 湿重量測定 > OPC の順に値が大きかった。

分類群組成について ZooSCAN と顕微鏡観察の結果を比較すると、個体数では両者は類似していたが、クラゲ類、ヤムシ類、多毛類幼生およびフジツボ幼生は ZooSCAN で過小評価

であった。これは、個体数の少なさや分割による人的要因の影響が考えられた。一方、バイオマスについてみると、湿重量測定に比べて ZooSCAN では過大評価されやすい分類群 (フジツボ幼生と多毛類幼生) と過小評価されやすい分類群 (尾虫類) があることが分かった。前者は、体サイズが小さい分類群なため、正確な湿重量測定が困難なことが原因と考えられる。また、尾虫類は尾部が湾曲しているために、ZooSCAN ではサイズが小さく測定されたことが原因と考えられる。

ZooSCAN および OPC によるサイズ組成データに基づき NBSS 解析を行ったところ、ZooSCAN による傾きが OPC による傾きよりも有意に緩やかであったが、切片では有意差は見られなかった。これは、ZooSCAN では小型サイズの非生物粒子を多数除いたため、切片よりも傾きに大きな影響を与えたことが要因と考えられた。このようにサイズ組成に併せて画像による分類群同定やデトリタス除去の可能な ZooSCAN は、より正確な生態系構造の評価に有用であると考えられる。

実測湿重量に基づいたクラスター解析の結果、動物プランクトン群集は 3 群集 (A、B および C) に区分された。フィヨルドの外海に分布していた群集 A では、クラゲ類が多く出現し、これは外海からクラゲ類が輸送されていたためと考えられる。フィヨルド中央部に分布していた群集 C では、フジツボ幼生が優占し、NBSS の傾きも最も急で高生産を示唆していた。しかし、フジツボ幼生の浮遊生活期間は 2-3 週間と短いために、この高生産は一時的なものであり、1 か月後には急激に生産性が低下すると考えられる。氷河近傍に分布していた群集 B では、NBSS の傾きが他の群集よりも有意に急ではなく、高生産であることは示されなかった。しかしながら、分類群組成では、ヤムシ類およびカイアシ類が多く、特に本来出現しないはずの *Calanus spp.* が出現していたことから、外海からの流入とプルームによる湧昇の可能性が示唆された。輸送されてきた *Calanus spp.* は、水柱の高懸濁物質濃度によって摂餌も再生産も困難な状況であるため、無効分散と考えられるが、海鳥や魚類がプルーム域に多く観察されていることから、高次捕食者の餌となっている可能性があると考えられる。

内藤明弘