

紋別港における動物プランクトン群集サイズ組成の季節変化：
光学式プランクトンカウンターによる解析

プランクトン群集のサイズ組成は、それらを餌とする魚類の餌選択性、成長率および死亡率に影響を与えるだけでなく、生物ポンプによる有機物輸送量に影響を及ぼす。このように、動物プランクトン群集のサイズ組成を調べることは、水産学・海洋学いずれの面でも重要である。光学式プランクトンカウンター (OPC: Optical Plankton Counter) は動物プランクトンのサイズと個体数を短時間で測定することが可能な機器で、近年野外試料への応用が行われている。紋別港はオホーツク海南部沿岸域に位置し、宗谷海峡から流入した高温高塩分な宗谷暖流と、サハリン東岸を南下する低温低塩分な東樺太海流が流入し、優占水塊が季節的に大きく変化する海域であるが、その動物プランクトンサイズ組成に関する知見は乏しい。本研究は紋別港にて周年にわたり採集された動物プランクトン試料についてOPCによる測定を行い、そのサイズ組成の季節変化を明らかにすることを目的として行った。

2011年1月から12月にかけて約3日間隔で、紋別市氷海展望塔 (オホーツクタワー) への渡海橋から、口径45 cm、目合い335 μm のNORPACネットを水深9 mの海底直上からの鉛直曳きを行い、ホルマリン固定された108試料をOPC測定した。水温と塩分をCTDにて測定した。表面海水をバケツで採水し、一部を凍結し栄養塩用試料とし、オートアナライザーでNO₃を測定した。一部はGF/Fフィルターにて濾過し、色素を90%アセトンあるいはジメチルホルムアミド (DMF) にて抽出し、蛍光法にてクロロフィル a (Chl. a) 測定を行った。その他の環境データとして、紋別における気象データ (気温、降水量、最大風速および風向) を気象庁HPより、日間潮位差のデータをJ-DOSSよりダウンロードした。OPC測定データはX軸を動物プランクトンサイズ、Y軸をバイオボリュームで表示したNBSS (Normalized biomass size spectra) 解析を行った。また、等価粒径 (Equivalent Spherical Diameter: ESD) 0.25- 5.0 mm間を0.1 mm毎の48サイズクラスのバイオボリュームに分け、クラスター解析と多次元尺度構成法 (NMDS) による多変量解析を行った。また、動物プランクトンの全出現個体数、バイオボリューム、NBSSの傾きおよび切片の変動を左右する環境要因を明らかにするために、SEM (Structural Equation Modeling) 解析を行った。

直接検鏡で得られた出現個体数 (X) とOPC測定によって得られた出現個体数 (Y) の間には $Y = 1.006X$ ($p < 0.0001$) と極めて高い相関があり、OPC解析の妥当性が示された。またクラスター解析により、全試料は6つのグループ (A~F) に分けられた。各グループの出現には季節性があり、Aは1~2月、Bは7~11月中旬、Cは3~5月、Dは11~6月、Eは3~4月、Fは4~5月に多く見られた。各グループの平均バイオボリュームはAが最も少なく、Cが最も多かった。サイズごとのバイオボリュームの割合を見ると、ESDが0.25-1 mmの小型なサイズサイズクラスを50%以上占めるグループが多く、一方CはESDが3-5 mmの大型なサイズが50%以上を占めていた。各グループのNBSSで最も傾きが急であったのはグループBであり、Cが最も傾きが緩やかであった。グループAでは傾き切片ともに低い値であった。グループBでは枝角類が多く優占しており、グループCではオキアミ類の卵やノープリウス幼生、およびカイアシ類*Neocalanus cristatus*が有意に多かった。グループDではカイアシ類*Acartia longiremis*やフジツボ類および腹足類の幼生が多かった。グループFではカイアシ類*Tortanus discaudatus*とヒドロクラゲ類が多くみられ、またオキアミ類の卵とノープリウス幼生がグル

ープCに次いで多くみられた。一方、グループAにはほかのグループより出現個体数が有意に多い種は見られなかった。NBSSに見られた極大はそれぞれ各グループで有意に出現個体数が多い種のサイズと一致しており、グループBは枝角類*Podon* spp.、グループCはオキアミ類の卵とノープリウス幼生およびカイアシ類*N. cristatus*、グループDでは*A. longiremis*、グループEでは*E. herdmani*とよく一致していた。SEM解析では、動物プランクトンの全出現個体数、全バイオボリューム、NBSSの傾きおよび切片にて水温と負の相関関係が見られた。

動物プランクトンサイズ組成の変動は結氷期の1,2月、植物プランクトンブルーム期を含む3~6月、夏季の7月~11月に分かれ、夏季にグループB、結氷期にグループAが一致するが、3-6月のブルーム期にはグループC-Fが短期的に入れ替わる点が特徴的であった。各グループの水温塩分の値も主に3タイプに分けられた。最も低温かつ低塩分なグループA、平均水温3~7°C、塩分32~33の範囲内にあるグループC~Fと、水温塩分が最も高いグループBであった。既報の水塊区分から判断すると、Bはオホーツク海表層水と宗谷暖流の混合水、グループAは東サハリン海流水、C~Fはオホーツク海表層水及び混合水と判断される。南部オホーツク海では、冬季に東サハリン海流が流入し、結氷期が訪れ、流氷の衰退後宗谷暖流水が流入し、5~7月にかけてオホーツク海表層低塩分水と入れ替わる。夏季には宗谷暖流水の流入量が最大になることが知られている。水塊の季節変動と一致しており、宗谷暖流水が多く流れる夏季はグループBのみで変動がほとんどなく、東サハリン海流およびオホーツク海表層低塩分水が分布する冬~春季は特に結氷後サイズ組成の変動が大きくみられた。

夏季に見られたグループBは枝角類が多くみられた。主に出現が多くみられた枝角類はどれも休眠卵を持つことが知られており、出現していない時期も休眠卵として生息していると考えられる。結氷期に見られたグループAでは平均バイオボリュームが最も低く、休眠卵からの孵化や動物プランクトンの加入が見られなかったためと考えられる。グループCに多く出現したオキアミ類の卵やノープリウス幼生および*N. cristatus*は植物プランクトンに起因するものであり、再生産や成長が行われていたと考えられる。これらのグループA-Cはその出現季節が互いに異なっていたが、グループD-Fの出現期間は他グループと重複が見られた。水塊区分からは明確な差異は見いだせないが、それぞれグループのバイオボリュームやサイズ組成ではグループ間で大きな差異が見られた。動物プランクトン群集の水平的な時空間変動が大きいことが伺え、このことが、互いに優占種の異なる動物プランクトン群集が、短い時間間隔で交換することをもたらしていると考えられる。

結氷期に見られたグループAの傾きは-1よりも緩やかであり生産性が低かった。流氷後退後のグループC-FではCを除いて傾きが急であり生産性が高かった。グループCは最も傾きが緩やかであり、*N. cristatus*などの大型動物プランクトンの加入によるもので転送効率が高かったと考えられる。夏季に見られたグループBは傾きが急であったことから生産性は高いが動物プランクトンが少なく、転送効率は低かったと考えられる。

紋別港における動物プランクトンサイズ組成の季節変化をもたらしているのは基本的に水塊変動であった。冬~春季には流氷等も存在し、短期的なサイズ変動が大きい、夏~秋季にはバイオマスも少なく、小型なサイズが優占し、短期的な変動は乏しいことが季節的な特徴であった。