

4 連ノルパックネットを用いたネット目合いの違いが 濾過効率と採集効率に与える影響に関する研究

動物プランクトンは有機物を高次生物に受け渡すエネルギーの転送者としての役割や、生物ポンプの量を左右する要因として大きな役割を担っている。動物プランクトンの現存量、群集構造および個体群構造の評価には、従来より国により異なる目合いのネットを用いている。目合いの異なるネットに基づく結果を比較するには、各目合いにおける濾過効率や採集効率を把握することが必要であるが、その知見は乏しいのが現状である。本研究は目合い 63, 100, 150, 335 μm のネットを同時に曳網することの出来る 4 連ノルパックネットを開発し、各目合いによる濾過効率および採集効率を比較し、目合いの違いが濾過効率および採集効率に与える影響を明らかにすることを目的として行った。

本研究で用いる 4 つの目合いの形状と網目開孔率を求めるため、網目面積をソフト ImageJ を用いて測定し、網はソフト Inkscape を用いてスケッチすると共に、網目開孔率を求めた。また口径 45 cm、濾過部側長 180 cm のノルパックネットを使用する際の開口比を求めた。2016 年 6 月 2–12 日の日中に、福島沖の水深 29–122 m の全 13 定点において、目合い 63, 100, 150, 335 μm のネットを装着した 4 連ノルパックネットによる鉛直曳き採集を行った。各ネットには濾水計を装着し、濾水量と濾過効率を求めた。試料は 5% 中性ホルマリン海水で固定した。全試料は沈殿量を測定し、目合い 335 μm の試料の湿重量を測定した。各定点における濾水量、濾過効率、湿重量および沈殿量データに基づく Bray-Curtis クラスタ解析を行い、特徴的であった 4 定点の試料について、ZooScan による種同定及びサイズ測定を行った。ZooScan による画像データから、各個体の体積と同等の球体の等価粒径 (Equivalent Spherical diameter: ESD) を算出した。

各ネットの開孔率は目合い 63 μm の 22.8% から、目合い 150 μm の 45.5% の間にあった。開口比は目合い 63 μm の 1.82 から、目合い 150 μm の 3.64 の間にあった。同一定点における各ネットの濾水量は高い比例関係にあった。目合い 335 μm のネットの濾水量を 1 とした時に、目合い 100 μm と 150 μm のネットの濾水量はそれぞれ 0.937 と 0.972 であったが、目合い 63 μm のネットの濾水量は 0.598 と明らかに少なかった。各ネットの濾過効率は目合いによって異なり、目合い 100–335 μm のネットの濾過効率は 89.6–130.7% であったのに対し、63 μm のネットの濾過効率は 53.0–79.8% と明らかに低かった。

ZooScan による最も細かい目合い 63 μm の出現個体数密度を 100% とした時の各ネットの採集効率は、目合い 100–150 μm では 66.8–120.1% と、両目合いとも 100% を超えることがあったが、目合い 335 μm は 6.5–32.3% と明らかに低かった。ZooScan では 17 種/分類群が同定された。各分類群の出現個体数密度をネット目合い間で比較したところ、尾虫類、枝角類およびカイアシ類について目合い間の有意差が検出され、いずれの分類群も目合い 335 μm で少なかった。いずれの目合いでも夜光虫 (*Noctiluca scintillans*) が最優占分類群であった。分類群組成の各ネット目合いによる差は、分類群の体サイズに関係していた。ESD が 400 μm 前後の分類群の目合い 335 μm での採集効率は 10% 以下と他の目合いに比べて明らかに低か

った。一方、全目合いで優占していた夜光虫のサイズは ESD で $557 \pm 135 \mu\text{m}$ (平均 \pm 標準偏差) と大きかった。目合い $335 \mu\text{m}$ の採集効率は、ESD が $500\text{--}600 \mu\text{m}$ にかけて急激に上昇していた。

ネットの濾過効率はネット開口比と密接に関係し、十分な濾過効率を確保するにはネット開口比を 3 以上にする必要があるとされている。本研究で用いた各目合いの開口比は目合い $150 \mu\text{m}$ と $335 \mu\text{m}$ では 3 以上であるが、目合い $63 \mu\text{m}$ と $100 \mu\text{m}$ ではこれよりも低かった。濾過効率は目合い $63 \mu\text{m}$ で低く、濾過効率が低下するような要因 (目詰まり等) があったことを示している。定量採集の条件としては濾過効率が 85% 以上であることが必要とされており、本研究の目合い $63 \mu\text{m}$ はそれを下回り、定量採集とは言えない。

一方、目合い $100\text{--}335 \mu\text{m}$ では曳網水深が浅い定点にて、濾過効率が 100% を超えることが観察された。水深の浅い定点の特徴として、所定水深までのワイヤー降下速度を緩やかにせざるを得ないという点が挙げられる。水深の浅い定点では、ワイヤー降下速度が遅く、所定水深までのワイヤー繰り出しが長い時間かかるのに対し、実際の曳網は所定の曳網速度 ($=1 \text{ m s}^{-1}$) で行うため短い時間で終わる。つまり、実際の曳網を行う時間が短く、濾水量も少ないのに対し、ネットを所定水深にまで下ろす時間が相対的に長く、降下時の上下動による過剰曳網が、濾水量の少ない水深の浅い定点では顕著であったと言える。また目合いが大きいネットほどネット口部での水流はスムーズであるため、目合いが大きいネットにおいてのみ濾過効率が 100% を超える現象が起こったと考えられる。

各目合いの採集効率は目合い $150 \mu\text{m}$ が最も高く、 $63, 100 \mu\text{m}$ が同程度で、 $335 \mu\text{m}$ が一貫して少なかった。これは開口比が目合い $150 \mu\text{m}$ で最も高いことと併せて考えると整合的であるといえる。分類群で各目合い間の出現個体数に有意差の見られた分類群の体サイズはいずれも ESD で $400 \mu\text{m}$ 前後であった。ネットの網目選択について、対象生物の断面最大径が網目の対角線長より小さいとき、網目逸出が生じることが知られている。本研究で用いた目合い $335 \mu\text{m}$ の対角線は $474 \mu\text{m}$ であり、これより小さい各分類群は同目合いでは定量採集されなかったと考えられる。特にカイアシ類は目合い $335 \mu\text{m}$ の出現個体数は他の 3 つの目合いよりも有意に少なく、目合い $63\text{--}150 \mu\text{m}$ ではノープリウスやカイアシ類の初期発育段階を採集し得るのに対し、大型な目合い $335 \mu\text{m}$ ではそれらは網目逸出してしまい、カイアシ類の個体群構造を観察する上でも、正確な評価は困難であると考えられる。

本研究は 4 連ノルパックを用いて、4 つの目合いでの採集効率を比較した。濾過効率と採集効率の観点から、4 つの目合いのプランクトンネットのうち、いずれも良好なパフォーマンスを示した目合い $150 \mu\text{m}$ が定量採集に相応しいと考えられた。従来、ノルパックネットの定量採集には目合い $335 \mu\text{m}$ が用いられてきたが、カイアシ類の初期発育段階の定量などの観点から、目合い $150 \mu\text{m}$ による採集も双子型ノルパックネットや 4 連ノルパックネットで追加すると、歴史的試料との比較も可能となるだけでなく、採集時のカイアシ類個体群構造の評価も可能になり、より正確な中型動物プランクトンの定量評価に繋がるであろう。

濱齊之