

## 初夏の南部オホーツク海におけるプランクトン現存量と 糞粒を介した物質輸送に関する研究

海洋において動物プランクトンは、日周鉛直移動や糞粒の排泄といった生物ポンプにより、深層への有機物の鉛直的な輸送を促進させる役割を持つ。動物プランクトンの糞粒の採集には小口径の漂流型セジメントトラップを3日間ほど係留して定量するのが一般的である。動物プランクトンの摂餌強度は夜間に高く、その結果による糞粒排泄にも昼夜差があり、糞粒量にも昼夜差があることが予想されるが、糞粒量の昼夜差に関する知見は乏しい。動物プランクトンの糞粒による輸送量推定は、西部北太平洋亜寒帯域において幾つか知見があるが、隣接する生物生産の高い南部オホーツク海における知見は無い。南部オホーツク海におけるプランクトン研究は各分類群に関するものが多く、同所的にマイクロサイズからマクロサイズまで種レベルの定量解析を行った研究は無く、海洋プランクトン群集内での物質循環やマスバランスに関する知見は乏しいのが現状である。本研究は初夏の南部オホーツク海において、マイクロプランクトン、メゾ動物プランクトン(カイアシ類)およびマクロ動物プランクトン(オキアミ類)を種レベルで炭素バイオマスにて表現し、動物プランクトンの摂餌・排泄量を生理学的手法により推定すると共に、船上飼育実験に基づく糞粒観察と、細かな目合い(63  $\mu\text{m}$ )の層別ネット採集により採集された糞粒の画像解析を行い、当海域における鉛直的な物質輸送に、動物プランクトンとその糞粒が果たす役割を明らかにすることを目的として行った。

2019年6月29-30日に南部オホーツク海の水深1,862-2,237 mの定点にて、採水(海表面と蛍光値極大層)およびネット採集を行った。メゾ動物プランクトン試料は、開口面積0.25  $\text{m}^2$ 、目合い63  $\mu\text{m}$ のVMPSによる水深0-100, 100-500, 500-1,000 mの昼夜鉛直区分採集を行った。マクロ動物プランクトンは魚群探知機の反応に基づき、開口面積5  $\text{m}^2$ 目合い1.4 mmのMOHTによる水深50-60 mの水平曳き採集を行った。採水試料は1 Lを終濃度1%になるようにグルタルアルデヒドで固定し持ち帰り、静沈濃縮後、マイクロプランクトンについて蛍光顕微鏡下で種およびサイズ測定を行い、体積-炭素含有量式を用いて、炭素バイオマスで表現した。VMPS試料は船上で分割し、一方の生鮮動物プランクトンは優占した種・発育段階毎にソーティングし、現場水温暗黒条件の濾過海水中で一昼夜飼育し、排泄された糞粒を終濃度1%のグルタルアルデヒドで固定した。VMPSの残りの試料とMOHT試料は終濃度5%の中性ホルマリン海水で固定した。試料中に卓越したカイアシ類(VMPS試料)については種・発育段階毎に、オキアミ類(MOHT試料)については種毎に係数を行った。両分類群は体長-体重関係式と炭素含有量を用いて炭素バイオマスで表現した。現場水温と体重より、呼吸量と成長量を推定し、同化効率と純成長効率を仮定することにより、摂餌量と排泄量を推定した。VMPS試料中に多く出現した糞粒は、ZooScanにより同定し、数とサイズを定量し、既報の炭素含有量を用いて炭素量で表した。

マイクロプランクトンにはコスモポリタン種の珪藻類3種(*Chaetoceros socialis*, *C. affinis*,

*Leptocylindrus danicus*) が優占していた。カイアシ類は数的には小型な *Oithona* 属と *Pseudocalanus* 属が優占し、昼間の表層 0–100 m において、*Microsetella* 属が多く出現した。これに対しバイオマスには大型なカラヌス目の *Metridia okhotensis* が卓越し、夜間に上昇する日周鉛直移動を行っていた。オキアミ類の体長には二極分布が見られ、体長が小型の個体 ( $\leq 13$  mm) は *Thysanoessa inermis*、大型の個体 ( $\geq 14$  mm) は *Euphasia pacifica* が多かった。出現個体数では *T. inermis* が多かったが、バイオマスでは大型の *E. pacifica* が多かった。

糞粒現存量は昼間の表層 0–100 m において最も多かった。糞粒のサイズは  $0.01 \text{ mm}^3 \text{ pellet}^{-1}$  付近に昼夜全ての層において極大があった。また大型 ( $\geq 0.2 \text{ mm}^3$ ) の糞粒は夜間にのみ観察された。飼育実験に基づく糞粒観察では、糞粒中に蛍光能を持つ植物プランクトン細胞が観察され、いずれの種の糞粒においてもシアノバクテリアの占有率が 26–65% と最も高かった。また水深 500–1000 m におけるカラヌス目カイアシ類 *Gaetanus variabilis* C5M, C6F において食糞がみられた。

表層 0–100 m におけるマイクロプランクトンの現存量は  $453 \text{ mg C m}^{-2}$  であった。一方、カイアシ類の摂餌量は  $84\text{--}266 \text{ mg C m}^{-2} \text{ day}^{-1}$  の間にあり、オキアミ類の摂餌量は  $13.0\text{--}27.1 \text{ mg C m}^{-2} \text{ day}^{-1}$  の間にあり、カイアシ類の摂餌量に比べてオキアミ類の摂餌量は約 1/10 であった。これら動物プランクトンによる日間摂餌量は、マイクロプランクトン現存量の 22–65% に相当していた。現場水深 0–100 m 層における糞粒現存量は  $105\text{--}296 \text{ mg C m}^{-2}$  であった。対して、カイアシ類による排泄量は  $34\text{--}107 \text{ mg C m}^{-2} \text{ day}^{-1}$  の間にあり、オキアミ類による排泄量は  $5.2\text{--}10.9 \text{ mg C m}^{-2} \text{ day}^{-1}$  の間にあった。これは糞粒現存量の 13–112% に相当していた。

本研究により定量されたマイクロプランクトン、カイアシ類およびオキアミ類の現存量は概ね既報の範囲内にあった。動物プランクトンの摂餌量と排泄量の推定は、呼吸量に基づく推定と成長量に基づく推定の 2 通りを行ったが、両者の差は 1.3–1.6 倍で概ね一致していた。表層では呼吸量による推定が高く、水深の深い 2 層では成長量による推定値が高かったが、これは水深による影響が呼吸量推定式には含まれているが、成長量推定式には含まれていないことの反映と考えられた。

本研究では VMPS で採集された糞粒を ZooScan による同定、計数およびサイズ測定を行った。野外における糞粒の定量方法として、漂流型セジメントトラップの他に採水による大量濾過法などもあり、後者は目合い 10–60  $\mu\text{m}$  のメッシュで濾過して定量している。VMPS の濾水量は大量濾過法の採水量の 2–540 倍で、目合いも 63  $\mu\text{m}$  と細かい。もちろんプランクトンネットによる糞粒の採集には、網目の間から抜け出してしまう網目逸出や、ネット採集による物理的な破壊の影響も考慮する必要がある。しかしそういった欠点はあるものの、糞粒はネット試料中に実際に大量に採集されており、ZooScan を用いた糞粒の同定と、正確なサイズ計測が可能であった。野外環境中における糞粒現存量の昼夜差を評価する上で、本研究で用いた細かな目合いによるネット採集と採集試料の画像解析は、今後用いることの出来る新たな手法と言えるかもしれない。