

アリューシャン列島ウニマック水道における動物プランクトン群集の 水平・鉛直分布:特に浮遊性翼足類とオキアミ類の蝟集分布について

アリューシャン列島は北部北太平洋とベーリング海の間にある列島で、島嶼間の水道は両海域間の海水交換を可能にしている。東部アリューシャン列島に位置するウニマック水道は、北部北太平洋の陸棚域と東部ベーリング海陸棚域を繋ぐ唯一の水道で、アリューシャン列島南岸を西進するアラスカ沿岸流 (ACC: Alaskan Coastal Current) の西限に位置している。ウニマック水道は狭く浅い水道であり、夏季にはザトウクジラや海鳥が蝟集する現象が知られている。ザトウクジラや海鳥はオキアミ類を餌としており、餌であるオキアミ類を捕食するために当海域に蝟集すると考えられている。しかし、当海域におけるオキアミ類を含む動物プランクトン群集構造については不明な点が多いのが現状である。本研究は夏季のウニマック水道における動物プランクトン群集の特徴と、その形成メカニズムを明らかにすることを目的として行なった。

2017年8月6-16日にかけて、海洋研究開発機構所属、海洋地球研究船みらい MR17-04 航海の途上、アリューシャン列島ウニマック水道を中心とした計15定点にて、目合い63 μm 、口部面積0.25 m^2 のVMPSによる水深0-25, 25-50, 50-75, 75-100, 100-150 mの5層鉛直区分採集を行った。採集と同時にCTDによる水温、塩分およびクロロフィル *a* 蛍光値の測定を行った。陸上実験室にて、船上でホルマリン固定した動物プランクトン試料を適宜分割し、実体顕微鏡下で分類群毎に計数・ソートし、湿重量を測定した。各定点における各分類群の湿重量データはLog (X+1) 変換した後に類似度マトリックスを作成後、デンドグラムを作成し、いくつかのグループに分けた。各クラスターの分離に効いている分類群を明らかにするためにSIMPER testを行った。バイオマスの、単一種が動物プランクトン試料中に優占していた有殻翼足類 (*Limacina helicina*) とオキアミ類 (*Thysanoessa* spp.) については、動物プランクトン試料を大型ビーカーに移して攪拌し、比重の重い上記2分類群が底に沈んだのを確認した後に、他の分類群を含む上澄みを除くことにより、該当2分類群の試料を作成し、その試料についてZooScanによる測定を行った。ZooScanの画像データより、*L. helicina* の殻径とオキアミ類の全長を求め、それぞれヒストグラムを作成し、コホート解析を行った。翼足類 *L. helicina* の殻径とオキアミ類 *Thysanoessa* spp. の全長の、定点間または深度間の差異を評価するために、定点と採集深度を独立変数、殻径または全長を従属変数とするtwo-way ANOVAを行った。試料間の *L. helicina* の殻径と *Thysanoessa* spp. の全長の差はポストホックテスト (Tukey-test) により評価した。

動物プランクトンバイオマスは定点間の差が大きく、バイオマスに占める分類群の割合も定点により大きく異なっていた。バイオマスに基づくクラスター解析により、定点は2グループに分けられた。ベーリング海側にオキアミ類 *Thysanoessa* spp. が優占する群集 (群集1) と、太平洋側に有殻翼足類 *L. helicina* の優占する群集 (群集2) が見られた。当海域は通常、北西方向に向けてACCが流れ込むが、水道内ではベーリング海からの水とACCが混合し、潮汐周期により流速や流向が短期的に変動することが報告されている。太平洋側に起源のある *L. helicina* とベーリング海側に起源のある *Thysanoessa* 属は、太平洋側からのACCとベーリング海からの干潮流によって狭い水道内に流れ込み、時空間的に狭い範囲で大きく変動する、動物プランクトン群集構造を形成すると考えられる。

各定点の *L. helicina* の殻径には 1–3 つのコホートが存在し、太平洋側の定点では、ベーリング海側よりも大型の個体が多い傾向があった。また *L. helicina* の殻径には、定点による差と採集層による差が共に極めて有意に検出され、定点×採集層の交互作用も極めて有意であった。*L. helicina* は表層に多く分布することが様々な海域にて報告されており、当海域においても 0–75 m 間にピークが確認された。本研究で観察された *L. helicina* の最大出現個体数密度は 3,891 ind. m⁻³ であり、他にも 1,000 ind. m⁻³ を超えた定点が複数存在した。1 m³ 中に同一種の動物プランクトンが 1000 個体以上も出現するこの密度は極めて高く、蝟集現象と呼ばれるべき密度である。また *L. helicina* の最大バイオマス密度は 3,788 mg WW m⁻³ であり、これら最大出現個体数密度および最大バイオマス密度ともに、本種に関する既報の値を大きく超えていた。本研究で観察された *L. helicina* の最大殻径は 5.06 mm であった。成長速度から当海域における本種の寿命はおおよそ 2 年と推測された。

オキアミ類 *Thysanoessa* 属は夜間に表層に移動する日周鉛直移動を行うことが、様々な海域にて報告されている。本研究においても、ベーリング海側とウニマック水道の夜間の表層にて高い個体数密度が確認された。本研究で観察された *Thysanoessa* spp. の最大出現個体数と最大バイオマスの密度はそれぞれ 38.49 ind. m⁻³ と 343.56 mg WW m⁻³ であり、ともに既報の値を大きく超えるものであった。オキアミ類は遊泳力が高く、採集時に採集器具の網口より遊泳逃避する「網口逃避」があることはよく知られている。一方、本研究は小口径のネットの通常による鉛直曳き採集であったにも関わらず、高密度分布が複数の定点で確認されたのは、元々野外において *Thysanoessa* spp. が、かなりの高密度で分布していたからであると考えられる。実際、別途行われた ROV (remotely operated vehicle) にてオキアミ類が高密度に分布していたことが観察されている。この夜間の高密度分布群は、ウニマック水道に存在するすり鉢状海底地形に沿った定点で確認された。元々ベーリング海側斜面域に多い *Thysanoessa* spp. は干潮流によってウニマック水道に運ばれ、ウニマック水道内でのすり鉢状海底地形にトラップされ、この群集が日周鉛直移動を行い、夜間に表層で高密度分布を形成すると考えられた。

本研究を通して、ウニマック水道では通常のカイアシ類を中心とした動物プランクトン群集に加えて、有殻翼足類 *L. helicina* とオキアミ類 *Thysanoessa* spp. の高密度分布が形成されることが明らかになった。その高密度分布の要因として ACC による輸送 (*L. helicina*) と、潮汐流によりベーリング海から輸送された個体群のすり鉢状地形によるトラップ (*Thysanoessa* spp.) が考えられた。*Thysanoessa* 属は体サイズが大型で栄養価が高いため、魚類、海鳥類およびヒゲクジラ類等の餌となっている。本研究を行ったウニマック水道では、夏季にオキアミ類 *Thysanoessa* 属を摂餌するために、海鳥類やヒゲクジラ類が蝟集する、通称「アリュウシャンマジック」が起こることが知られている。これはすり鉢状地形にトラップされた *Thysanoessa* 属の高密度分布が、ザトウクジラにより海表面に追いやられ捕食されることにより、そこに海鳥が集まり、高次生物の蝟集現象が起こると考えられる。本研究により、ウニマック水道における動物プランクトン高密度分布形成と生物蝟集現象のメカニズムについての仮説が提唱された訳であるが、定量的な確証を得るには至っておらず、今後より詳細な検証研究が必要であるといえる。

佐藤 直