

夏季の北太平洋亜寒帯域北緯 47 度線に沿ったカイアシ類群集構造の東西変化

太平洋亜寒帯域は、全球的に見ても生物生産の高い海域である。当海域の動物プランクトン相において、浮遊性カイアシ類は様々な魚類や海鳥等の餌生物として重要であり、中でも体サイズが大型の 4 種 (*Eucalanus bungii*, *Metridia pacifica*, *Neocalanus cristatus* および *N. plumchrus*) は、当海域における動物プランクトンバイオマスの大半を占めることが報告されている。北太平洋亜寒帯域におけるこれら主要カイアシ類の生活史は、東部のアラスカ湾における St. P や、西部の親潮域における Site H において報告されており、*E. bungii* と *M. pacifica* の生活史には東西の海域差があることが示唆されている。しかし、これらの東西差の境界が、北太平洋亜寒帯域のどこに存在するのかについては不明なままである。主要カイアシ類の出現個体数や個体群構造の違いは、餌の植物プランクトン現存量や、カイアシ類を餌とする高次栄養段階生物の成長や生存に大きな影響を与える。そのためカイアシ類の生活史の東西差の境界の位置の解明は、海洋生態系全体のエネルギーフローに大きな影響を与える重要な事柄であるが、これまで不明のままであった。本研究は 2021 年夏季の北太平洋亜寒帯域に、47°N 度線を中心とした東西観測ラインを設け、細かい定点間隔、個体群全体を採集可能な小型な目合いのネットによる、夜間に限られた採集を行い、カイアシ類群集と主要カイアシ類の個体群構造の東西変化を解析したものである。

2021 年 7 月 15 日–8 月 13 日にかけて、北部北太平洋の 47°N 線上の東西観測ライン (145°30'E–151°00'W) 上の 27 定点にて、夜間に目合い 335 μm と 63 μm 、口径 45 cm の NORPAC ネットによる水深 50 m と 150 m から海水面までの鉛直曳き採集を行った。試料は 5%ホルマリン海水にて固定した。採集と同時に CTD による水温、塩分および蛍光センサーによるクロロフィル *a* 蛍光値の測定を行った。陸上実験室において、目合い 335 μm のネットによる動物プランクトン試料は湿重量を測定し、水柱あたりの湿重量バイオマスを算出し、水深 0–50 m と 50–150 m の層別分布を求めた。目合い 63 μm のネットによる動物プランクトン試料は、実体顕微鏡下で種および発育段階毎に同定・計数を行った。カイアシ類主要 4 種 (*E. bungii*, *M. pacifica*, *N. cristatus* および *N. plumchrus*) については、平均発育段階 (MCS) を算出した。カイアシ類群集構造の東西変化を明らかにするため、カイアシ類出現個体数および主要 4 種の各発育段階の出現個体数に基づいて、Bray-Curtis 類似度を用いたクラスター解析を行った。

水深 0–150 m 間のカイアシ類の出現個体数は、2,680–56,174 ind. m^{-3} の間にあり、小型カイアシ類の Nauplii、Cyclopoida および Poecilostomatoida の占有率が高かった。本研究の出現個体数は、既報よりも大幅に高い値だったが、これは採集に用いたネットの目合いが 63 μm と小型であったために、小型の Nauplii、Cyclopoida、Poecilostomatoida や、大型カイアシ類の初期発育段階の個体が定量的に採集されたためであると考えられた。

東西観測ラインに沿って *E. bungii* の個体群は 6 つに分けられ、158°E 以西では若い発育段階が、158°E 以东では後期発育段階の割合が高かった。*E. bungii* の世代時間は、北太平洋亜寒帯域の西側では 1 年、東側では 2 年以上であることが報告されている。*E. bungii* の休眠発育段階は、C3 以降であるとされており、西部において C1 や C2 が優占する定点が多いことは、これらの定点において、*E. bungii* の再生産が本研究の採集日より前に行われていたことを示唆している。東部では世代時間が複数年に及ぶことから、個体群に後期発育段階が優占していたと考えられた。このように *E. bungii* の個体群構造は、夏季に C6 が出現した 158°E 以东と、C6 が出現しなかった 158°E 以西で異なると考えられた。

M. pacifica の個体群構造は Mp1–Mp3 の 3 つに分けられ、MCS は Mp1–3 にかけて上昇し、出現個体数は Mp1–3 にかけて減少していた。このことは、再生産が最近行われた海域では Mp1 が見られ、より成長の進んだ個体の分布する海域では Mp3 が見られることを意味していると言える。最も若い発育段階が多く、出現個体数も多かった Mp1 は 158°E 以西において見られた。*E. bungii* と *M. pacifica* は成体が表層で摂餌をしながら再生産を行う income breeder である。これら 2 種の個体群構造の東西変化パターンは互いによく似ており、158°E 以西では若い発育段階が多い個体群、158°E 以東では後期発育段階の多い個体群が見られた。このように、158°E 付近に income breeder 2 種の生活史タイミングを分ける境界が存在することが示された。

東西を通して、*N. cristatus* の個体群は 2 つ、*N. plumchrus* の個体群は 4 つに分けられた。再生産を深海で行う capital breeder である両種は、北太平洋亜寒帯域の東西で生活史や世代時間は異ならないとされている。今回 *N. cristatus* が 2 グループのみに分かれたのは、その生活史タイミングに明確な東西差がないため、東西で個体群構造にも明確な差がなかったものと解釈することができる。また、*N. cristatus* と *N. plumchrus* は冷水性であるため、東西観測ラインが最も南下した定点では両種とも出現しなかった。低緯度域はより昇温が早く進み高温になるため、両種は休眠を行うために深海に潜ったと解釈された。動物プランクトン湿重量バイオマスの層別分布は、東西ラインの東側にて水深 50–150 m の占める割合が高くなっており、東側では高水温層が深くまで拡大していた。これは、これら大型な冷水性のカイアシ類が、高水温を避けた鉛直分布を行ったことの影響だと考えられる。

クラスター解析に基づく東西変化において、動物プランクトン群集構造と主要種の個体群構造の全てに 158°E 付近にて不連続な変化が見られた。158°E 以西には、親潮域に特徴的なオホーツク海に起源のある中冷水が見られた。これらのことは 158°E を境界に、それ以東は広い意味で北太平洋亜寒帯循環として捉えて良いことを示している。水平的なカイアシ類一世代の間の海流輸送は、5000 km に及ぶとされ、この水平輸送距離を考慮すると、*Neocalanus spp.* など深海で再生産を行う capital breeder の個体数の水平差は、かなり薄まった形でしか表れないものと解釈することができる。いっぽう、*E. bungii* や *M. pacifica* といった income breeder は、各海域の一次生産の多寡やタイミングに応じた再生産を行うため、その個体群構造に水平的な差異が出やすいと言える。

E. bungii と *N. plumchrus* の個体群構造について、東部北太平洋亜寒帯域の 165.0°W と 161.5°W の隣接する 2 点では若い発育段階の個体のみが見られ、これはサルパ類が卓越した定点と一致していた。東部の St. P では、サルパ類が夏季に大量に発生し、昼間は水深 300–750 m に分布し、夜間には 100 m 以浅に上昇する日周鉛直移動を行うことが知られている。サルパ類は大型で群体を形成し、動物プランクトンに対し非選択的な摂餌を行い、大きな摂餌インパクトを与えることが知られている。また、*E. bungii* と *N. plumchrus* は、発育段階により分布水深が異なり、若い個体が浅い層に分布し、後期発育段階がより深い層に分布する。これらのことから、本研究で取り扱った 4 種のカイアシ類のうち、*E. bungii* と *N. plumchrus* の後期発育段階は、サルパ類の群体と鉛直的な分布水深が重複したことにより、これらの種の後期発育段階が捕食除去されてしまったと考えられる。反対に両種の若い発育段階は、その鉛直分布がサルパ類の群体と重複しなかったため、捕食されなかったものと解釈される。このようにサルパ類の大量発生によるカイアシ類群集への影響は、その鉛直分布が重複した種または発育段階にのみ、特徴的に見られるものであることが示唆された。

安齋七星