

修士論文内容の要旨

ふりがな	すぎおか りくと	
氏名	杉岡 陸人	
専攻名	海洋生物資源科学専攻	
入学年度	平成 31 年 4 月	
指導教員名	主査 今村 央 教授	副査 山口 篤 准教授 副査 松野孝平 助教
論文題目	夏季の南極海インド洋区におけるメソ動物プランクトン群集の水平分布	

動物プランクトンは、食物網の底辺に近いことから、食物網上位の生物に比べ環境変化に対する応答が早いと考えられる。また南極海は、環境変動の影響がいち早く表れる海域であり、本海域における動物プランクトン群集を調査することは、環境変動が海洋生態系に及ぼす影響を評価する上で極めて重要である。南極海インド洋区では、Antarctic Circumpolar Current (ACC) など流れの強い海流の影響を受け、異なる水塊間の境界であるフロント構造が発達しやすい。一般的に、当該海域における動物プランクトン群集は、南北で構成種が異なり、北部でサルパ類、小型のオキアミ類、端脚類、カイアシ類およびヤムシ類が、南部で大型のオキアミ類や魚類の仔稚魚が優占することが知られている。また、ACC などの海流が蛇行するために、動物プランクトン群集構造は、東西南北の全方向に大きく変化することも報告されている。

当該海域における動物プランクトン研究は、南極海生態系の鍵種である *Euphausia superba* の資源量評価に重点を置かれたものが多い。一方で、カイアシ類やオキアミ類の *Thysanoessa macrura* はその生産性や環境適応能力が高いことから、今後生態系内での重要度が高まることが予想されている。しかし、本海域においては分類群レベルまたは種レベルでの分布について調査したものが多く、大型カイアシ類やオキアミ類の個体群構造に関する知見は乏しいのが現状である。そこで本研究では、南極海インド洋区におけるメソ動物プランクトン群集、優占カイアシ類およびオキアミ類の個体群構造の水平分布と、それらと環境要因との関係について明らかにすることを目的としている。

動物プランクトン試料採集は、南極海東インド洋区の東経 80–150 度、南緯 60–67 度で囲まれる範囲において、水産庁漁業調査船「開洋丸」の KY1804 航海中に行った。調査期間は 2018 年 12 から 2019 年 2 月で、8 本の調査線上に 42 点の観測点を設定し、Rectangular Mid-Water Trawl 1 (RMT1、開口面積 1 m2、目合い 335 μm) を用いて水深 0–200 m 間の斜行曳きを行った。試料採集終了後、同じ観測点で XCTD を投下し、水温および塩分を測定した。陸上実験室にて、動物プランクトン試料を元田式分割器により 1/4–1/128 に適宜分割し、実体顕微鏡下で分類群毎にソーティングおよび計数をした後、湿重量を測定した。カイアシ類については、湿重量測定後に実体顕微鏡下で属および種毎に計数した。また優占大型カイアシ類である *Calanoides acutus*、*Calanus propinquus*、*Metridia gerlachei*、*M. lucens* および *R. gigas* とオキアミ類については、発育段階ごとに計数を行った。その後、平均発育段階 (カイアシ類: MCS (Mean Copepodid Stage)、オキアミ類: MSI (Mean Stage Index)) 計算した。また、Arctic Data archive System 取得した海氷密接度が 15%を下回った最後の日から観測日までを TSM (Time Since sea-ice Melt) と定義し算出した。調査海域の海表面のクロロフィル *a* 濃度は、GlobColour project から取得した。優占大型カイアシ類および *T. macrura* について、観測時間による出現個体数への影響

を検定するために、昼夜間でのウィルコクソンの順位和検定を行った。続いて、分類群毎（カイアシ類は種および属、オキアミ類は種）の個体数データを元にクラスター解析を行い任意の類似度で区切ったグループに区分した。また、群集区分に寄与している環境要因を調べるために Best-bioenv 解析を行った。また、海域全体に分布した群集 C に関して、優占大型カイアシ類および *T. macrura* の個体群の成長を評価するために、出現個体数および発育段階の指標値（MCS と MSI）を用いて Leg 間でのウィルコクソンの順位和検定を行った。さらに、南北での発育段階の変化を評価するために、MCS および MSI が東西で有意に異なった *C. acutus*、*C. propinquus* および *T. macrura* について、目的変数を MCS および MSI、説明変数を TSM とし回帰分析を行った。

調査海域を通して、動物プランクトン出現個体数は $7.27\text{--}1.43 \times 10^5 \text{ ind. } 10^3 \text{ m}^{-3}$ 、バイオマスは $1.85 \times 10^3\text{--}3.94 \times 10^6 \text{ g } 10^3 \text{ m}^{-3}$ の範囲にあった。全出現個体数、優占カイアシ 4 種および *T. macrura* について、昼夜差の有無を検定したところ、*M. gerlachei* のみ夜間に多くなることが示された。分類群毎（カイアシ類は種および属毎、オキアミ類は種毎）の出現個体数データに基づいてクラスター解析を行ったところ、A-E の 5 つの群集に区分することができた。また、Best-bioenv 解析の結果、環境要因の中で特に群集分けに貢献していたものは、経度と水温であった。

一部の群集はフロントにより区分され、SACCF (Southern ACC Front) の北側に群集 B、SB (Southern Boundary of ACC) および ASF (Antarctic Slope Front) 以南に群集 E が分布していた。群集 B は中層以深に生息するカイアシ類が多かったことから、局所的な湧昇域となっていると考えられる。群集 E はいずれも陸棚上に位置し、個体数が低いことが特徴であった。陸棚上には南極大陸を中心に Antarctic Slope Current が反時計回りに流れており、流れ強すぎることにより動物プランクトンの生息に不適とされている。また、群集 E が出現した観測点付近では、40 m 以深に水温の低い水塊が流入していた。つまり群集 E は、Antarctic Slope Current の影響が強いために個体数が少なく、組成としては *E. crystallorophias* などの冷水性種が優占していたと考えられる。一方で、海域全体に広く分布した群集 C は、個体数が最大であったが、特徴種はなく、平均的な群集組成を示した。過去の研究では、時間経過による群集構造の変化がみられたが、本研究では群集 C の広範囲分布から、経時的な変化は見られないと考えられる。これは、調査対象の動物プランクトンのサイズの違いによるものであり、本研究のメソ動物プランクトンにおいてのみ特異的に見られる現象であると考えられる。しかし、同群集内のカイアシ類とオキアミ類の優占種の個体群構造には、明確な空間変動が見られた。

優占種である大型カイアシ類 4 種とオキアミ類 *T. macrura* の個体数と MCS および MSI を東西で比較したところ、*C. acutus* の MCS、*C. propinquus* の出現個体数および MCS、*T. macrura* の出現個体数および MSI で有意差が見られた。このうち、*C. acutus* の MCS と *T. macrura* の MSI の東西での変化は、水温から予想される発育時間から概算した数値とほぼ一致したため、時間経過による成長を反映していると考えられる。一方で、*C. propinquus* に関しては、MCS の変化が水温からの概算値よりも小さいこと、および西部において MCS が小さいことから、西部で初期発育段階の個体数が過小評価されていた可能性が考えられる。

東西差に加えて、上記 3 種について、海水融解タイミングによる個体群への影響を評価するために、目的変数を MCS および MSI、説明変数を TSM とした回帰分析を行った結果、3 種ともに正の相関がみられた。相関係数は *T. macrura* で最も高く、*C. propinquus* で低かった。これらの種は、海水融解後の植物プランクトンブルームを利用して、表層で再生産を行うことが知られている。ゆえに、*C. acutus* と *T. macrura* の個体群構造が TSM と関係していたことは、両種の再生産が植物プランクトンブルーム発生に応答して行われていた結果だと考えられる。また、*C. propinquus* については、TSM と MCS の相関係数が低く傾きが小さかったことから、本種の再生産と植物プランクトンブルームとの関係性は、生活史が類似している *C. acutus* と比べて弱いことが示唆される。

本研究により、夏季の南極海インド洋区のメソ動物プランクトン群集構造は、特異的な水理環境による局所的な変化はあるものの、東西および調査時期による明確な差は見られず、水理環境による影響も小さいことが判明した。しかし、一部の種では個体群構造が空間変化しており、これらは調査時期および植物プランクトンブルームのタイミングによって決定されることが明らかとなった。