

修士論文

夏季の南極海東インド洋区における*Thysanoessa macrura*の
個体群構造、体長組成および食性に関する研究

北海道大学大学院水産科学院
海洋生物資源科学専攻

浦部 一平
2023 年

修士論文内容の要旨

ふりがな	うらべ いっぺい	
氏名	浦部 一平	
専攻名	海洋生物資源科学専攻	
入学年度	令和3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	夏季の南極海東インド洋区における <i>Thysanoessa macrura</i> の 個体群構造、体長組成および食性に関する研究	

南極海生態系においてオキアミ類は、一次生産者から高次栄養段階生物へ物質やエネルギーを伝達する重要な役割を担っている。オキアミ類の一種である *Thysanoessa macrura* は、南極海の広範囲に分布し、マクロ動物プランクトン群集において数的に優占する。本種は、他の南極海産オキアミ類と比較して再生産時期が早く、春季の植物プランクトンブルームに先立つ9-11月頃に産卵を行う。また、その食性は植物プランクトンへの依存度が低い雑食性であり、これにより植物プランクトンが少ない秋季から冬季の成熟と早期の再生産が可能になると考えられている。このような *T. macrura* の生態は、南極海の季節性や環境の変化に対する本種の適応力の高さを示唆するもので、様々な環境変動の影響が懸念される今後の南極海生態系において、本種はより重要な存在になると考えられる。しかし、本種に着目した研究知見は未だ少なく、広範囲を対象とした調査や個体群構造と食性を複合的に調べた例はほとんどないのが現状である。本研究は、夏季の南極海東インド洋区において、*T. macrura* の個体群構造と成体の体長組成を明らかにし、胃内容物および安定同位体の分析に基づく食性の評価を行うことを目的として行った。

本研究に用いた試料は、水産庁開洋丸第10次南極海調査において採集された。調査期間は、Leg 1 (80-120.32° E) が2018年12月15日-2019年1月7日、Leg 2 (125.83-150° E) が2019年1月26日-2月23日であった。動物プランクトン試料は、全43観測点にてRMT1(開口面積1 m²、目合い335 μm) およびRMT8(開口面積8 m²、目合い4.5 mm) を用いた水深0-200 mの斜行曳きにて取得した。採集後、10%ホルマリン海水で固定した。植物プランクトン試料は、4地点にてニスキンX採水器を用い、光合成有効放射1%水深より500 mLを採水した。採水後、グルタルアルデヒド(終濃度1%)にて固定した。RMT1試料は、元田式分割器を用いて適宜分割し、*T. macrura* を発育段階(カリプトピスI-III期、ファーシリアI-VI期)毎に実体顕微鏡下で計数した。RMT8試料は、同様に適宜分割し、*T. macrura* の成体について100個体を下限に体長を測定した。その後、実体顕微鏡下で発育段階(幼体、雌成体、雄成体)の同定および計数を行い、湿重量を測定した。また、4観測点を選定し、各点雌雄5個体ずつについて胃内容物および体組織の分析を行った。胃内容物分析では、実体顕微鏡下で胃を摘出して胃充満度を5段階で評価した後、倒立顕微鏡下で100細胞/個体に達するまで胃内容物の同定および計数を行った。体組織分析では、胃摘出後の体組織をドライオープンで乾燥させた後、乾燥重量と窒素安定同位体比($\delta^{15}\text{N}$)の測定を行った。採水試料は、サイフォンチューブを用いて濃縮した

後、スライドグラス上に 0.3–1 mL をとり、倒立顕微鏡下で植物プランクトンの同定および計数を行った。環境データのうち、水温および塩分は XCTD により取得し、海面 Chl. *a* 濃度は衛星観測データ (GlobColour Project) を用いた。海氷融解日 (Melt day) および海氷融解からの日数 (TSM) は、Arctic Data archive System より取得した海氷密接度をもとに算出した。解析では、発育段階毎の個体数データから平均発育指標 (MSI) を算出した。また、成体の雌雄毎の体長-頻度分布に基づき、Bray-Curtis 法と群平均法によるクラスター解析を行った。このとき、環境パラメータと発育段階組成および体長組成との関連を、dbRDA および DistLM により評価した。次に、取得した各パラメータについて、Leg 間の差を Mann-Whitney *U*-test により評価した。また、胃内容物と環境中の植物プランクトンの組成に基づき、Ivlev の選択度指数を算出した。さらに、乾燥重量、胃充満度、窒素安定同位体比について回帰分析を行った。

RMT1 試料に基づく幼生の出現個体数は 0–6131.29 ind. 1000 m³ の範囲にあり、RMT8 試料に基づく幼体以降の出現個体数は 0.16–101.16 ind. 1000 m³ の範囲にあった。これらは南極海全域の報告例に対して少ないものの、当該海域の既報の知見と比較すると増加傾向にある可能性が示唆された。一方 Leg 間では、個体数はいずれも Leg 1 において Leg 2 よりも高かった。また、発育段階組成についても Leg 間で有意差がみられ、Leg 1 においてはカリプトピス幼生 (I–III) およびファーシリア前期 (FI–III) が、Leg 2 においてはファーシリア後期 (FV–VI) が優占していた。調査期間における本種の成長を一定と仮定すると、海域全体で同一のタイミングで再生産が行われたものと推測された。よって、本研究で得られた個体群構造の空間変動から、当該海域においては Leg 1 の期間 (12 月頃) を最後に産卵が終了しており、その後 Leg 2 の期間 (1 月頃) には深海への季節鉛直移動を開始している可能性が示唆された。次に成体の体長に基づくクラスター解析の結果、類似度 31.5%、47.1%、58.9% で 5 つのグループに区別することができた。グループ A は調査海域全体に広く出現していたが、グループ B は Leg 1 にのみ出現し、グループ A よりも大型個体の割合が低かった。DistLM より、体長組成に対する水温と観測日の有意な影響が示されたことから、Leg 2 でみられた高水温が成長速度の増加をもたらしていたと考えられる。また、体長は雄が 10.1–21.9 mm、雌が 11.1–31.5 mm の範囲にあり、雌では最大で 4 歳前後の個体が存在していることが示唆された。最後に食性について、 $\delta^{15}\text{N}$ は平均で 5.56‰ であり、他海域と同様に本種の雑食性の傾向を示す結果となった。一方 Leg 間では、雌雄ともに Leg 2 の方が Leg 1 よりも低くなっていた。また、乾燥重量は雌雄ともに Leg 2 の方が Leg 1 よりも有意に高く、 $\delta^{15}\text{N}$ との間に有意な負の相関を示していた。これは、餌による体組織内の $\delta^{15}\text{N}$ への反映期間を踏まえると、産卵期の後半から発生していた珪藻類ブルームの利用が反映されたものと推測される。 $\delta^{15}\text{N}$ の結果に対し、胃内容物中では *Fragilariopsis* 属および中心目珪藻類が大半 (>90%) を占めており、カイアシ類や有鐘類はごく僅かに出現した。これは、珪藻類が豊富なときにはそれらを摂餌し、珪藻類が少なくなれば動物プランクトンの捕食へと切り替えるというオキアミ類の餌利用によるものであると考えられる。さらに、餌の選択性には雌雄間で差がみられ、雌雄ともに Leg 1 では *Fragilariopsis* spp. を選択的に摂餌していたが、雌は Leg 2 では中心目珪藻類を選択的に摂餌していた。また、雌では乾燥重量と胃充満度との間の正の相関もみられた。このことから、産卵後の深海への季節鉛直移動に備えて効率的に脂質を貯蔵するため、雌は環境中の餌の存在量の変化に合わせて摂餌の対象を変化させていると考えられる。

本研究で得られた *T. macrura* の個体群構造および食性に関する知見は、本種が当該海域の海洋生態系において将来的により重要な構成要素となることを示唆するものであるといえる。今後、本種の生態をより詳細に解明するため、夏季以外の季節における採集や複数の手法を併用した食性の評価を行なっていく必要があるといえる。