

修士論文内容の要旨

ふりがな 氏名	ふかい ゆたか 深井 佑多佳	
専攻名	海洋生物資源科学専攻	
入学年度	令和2年4月	
指導教員名	主査 和田 哲 教授	副査 山口 篤 准教授 副査 松野 孝平 助教
論文題目	CPR を用いた西部北太平洋亜寒帯域における動物プランクトン群集の経年変動 (2001–2020 年) に関する研究	

海洋生態系において動物プランクトンは、生産物を高次栄養段階生物へと仲介し、鉛直的な物質輸送量に影響を及ぼす重要な役割を果たしている。動物プランクトンの世代時間は多くの種で1年以下であるため、海洋生態系に対する経年的な気候変動の影響を表す重要な指標となっている。海表面における動物プランクトンを、広範囲かつ高頻度で採集可能な機器として Continuous Plankton Recorder (CPR) がある。北太平洋における CPR 観測は2001年から開始し、バンクーバーから日本に向かう商船によって曳航採集が行われている。これまで西部北太平洋で採集された CPR 試料を用いて、動物プランクトンに関するいくつかの研究報告があるが、いずれの報告も対象期間は2001–2013年までと短く、それ以降(2014年-)の変化は不明である。また CPR は水平的な広範囲にわたる動物プランクトン群集のデータを取得することができ、北太平洋亜寒帯域においても、大型カイアシ類遺伝子の地理変異や海流による群集変化といった水平分布解析が行われているが、動物プランクトン群集の水平的な変化度合いについて解析した研究はまだない。本研究は2001–2020年にかけて、西部北太平洋亜寒帯域において採集された CPR 試料を用いて、動物プランクトン群集の季節、水平および経年変動パターンを明らかにしたものである。動物プランクトン群集に影響を与える環境要因を明らかにするために、衛星データに基づく海表面水温 (SST)、海面高度 (SLA) およびクロロフィル *a* 量 (Chl. *a*) を求め、それぞれの環境要因について各季節における経年的なレジームシフトを明らかにした。環境要因が動物プランクトン群集の変化に与える要因は、Generalized Dissimilarity Modeling (GDM) により解析した。GDM 解析ではまた、各季節における一般的な動物プランクトン群集を推定するとともに、海洋環境要因の変化が、各季節の動物プランクトン群集に将来的に及ぼす影響を予測した。

2001–2020年の3季節：春季(3–5月)、夏季(6–7月)、秋季(8–10月)に、西部北太平洋亜寒帯域(北緯40–54度、東経143–174度)において、目合い270 μm 、開口部1.27 cm^2 の CPR による表層(水深7m)の水平連続採集を行った。試料中に出現した動物プランクトンのうち、定量採集可能な分類群および種(カイアシ類は発育段階毎)の計数を行った。動物プランクトン計数データは、日周鉛直移動に起因する出現個体数の昼夜変化の影響を除くために、1日単位の平均を求めた。海洋環境データとして、衛星デ

ータに基づく SST、SLA と Chl. *a* を用いた。動物プランクトン群集構造は Bray-Curtis の非類似度に基づくクラスター解析を行い、群集に影響を与える環境要因を非計量多次元尺度法 (Nonmetric Multidimensional Scaling: NMDS) により解析した。各種の出現個体数の群集間の差は one-way ANOVA と Tukey-Kramer test により評価した。また、クラスター解析の結果から群集に経年的な変動が見られた季節において、その群集の指標種および海洋環境データについてレジームシフトの有無を解析した。GDM 解析により、当該海域における一般的な動物プランクトン群集の分布推定と、将来的な海洋環境変動に起因する変化予測を行った。

2001–2020 年における海洋環境の経年変動として、SST と SLA はいずれの季節も上昇していたのに対し、Chl. *a* は春季と夏季に減少し、秋季に上昇していた。各海洋環境要因には、いずれの季節においても 2001–2020 年の調査期間内に、1 回ないしは 2 回のレジームシフトが検出された。

動物プランクトン全分類群の出現個体数に基づくクラスター解析により、種および分類群は、類似度 50% にて 3 つの種群に分けられ、各試料は、類似度 56% にて 7 つ (A–G) の群集に区分された。3 つの種群は、表層への出現時期が季節的に共通する、同種カイアシ類の各発育段階によって構成されていた。各動物プランクトン群集の出現は、季節により大きく異なった。春季に見られた群集 D ではカイアシ類 *Neocalanus cristatus* と *N. flemingeri* が、夏季に出現する群集 E は *N. plumchrus* が、秋季に出現する群集 A ではオキアミ類と *Metridia pacifica* が優占していた。春季の動物プランクトン群集には経年変化が見られなかったが、夏季と秋季には明確な経年変化が見られた。夏季の動物プランクトンの優占群集は 2003/2004 年と 2007/2008 年に変化しており、後者の変化は海洋環境のうち SST 上昇のレジームシフトと一致していた。秋季の動物プランクトン群集には、2010/2011 年と 2013/2014 年に経年変化があり、前者の変化は SST と SLA 上昇のレジームシフトと一致していた。これら海洋環境レジームシフトに同調した動物プランクトン群集の変化はいずれも、主要カイアシ類 *N. plumchrus* の個体数が増える変化をもたらしており、SST や SLA の上昇は同種の成長と生残にプラスの影響を及ぼすことが示唆された。

GDM 解析により、衛星データに基づく 3 つの環境要因の内、SLA と SST が動物プランクトン群集の可変性に与える変数として選択された。SLA は -0.1–0 m と 0.1–0.4 m の間、SST は 10–20°C の間において、動物プランクトン群集の可変性に与える影響が大きかった。これは SLA と SST が低かった春季には動物プランクトン群集に経年変化が無かったのに対し、両者が高くなる夏季と秋季には、経年変化が 2 回ずつ見られたことと一致している。SLA と SST について、各環境要因が変化した場合に、動物プランクトン群集に見られる変化予測を GDM により解析したところ、SST が 0.5°C または 1°C 上昇することにより、動物プランクトン群集の可変性に与える影響は地理的に異なり、北緯 45 度以南の北太平洋移行領域において大きかった。また、SLA が 0.02 m または 0.04 m 上昇することによる動物プランクトン群集に与える影響は、春季および夏季には沿岸域や低緯度にて大きかったが、秋季には外洋域において大きかった。当海域における動物プランクトン食性魚として重要なサケマス類やサンマの摂餌に影響を与える環境要因として、現在は水温のみが想定されているが、今後は、海面高度の変化についても、特に秋季については考慮することが重要である。