

修士論文内容の要旨

ふりがな	まえかくち まりえ	
氏名	前角地 毬衣	
専攻名	海洋生物資源科学学専攻	
入学年度	平成 29 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 副査 山本 潤 助教 (北方生物圏フィールド科学センター)
論文題目	定量ビデオカメラを用いた北部ベーリング海における 大型クラゲ類の水平、鉛直分布および経年変化の評価	
<p>大型クラゲ類は動物プランクトン食性魚と餌を巡る競合関係にあり、魚卵や仔稚魚の捕食者であることから、魚類の資源量に重大な影響を与える。この大型クラゲ類の定量方法についてはいくつかの問題があり、従来のプランクトンネットやトロール網では、その個体数、バイオマスおよび多様性の過小評価につながるとされている。この問題を克服するため、近年は超音波を用いた音響カメラや無人探査機等のビデオカメラによる調査が行われている。ベーリング海の大規模クラゲ類調査にはこれまでトロール網が用いられてきた。南東部海域については、ビデオカメラを用いた鉛直分布調査が行われており、優占種キタノアカクラゲ (<i>Chrysaora melanaster</i>) の経年変化パターンが一般化加法モデル (generalized additive models; GAM) によって明らかにされている。しかし、本研究の対象海域である北部ベーリング海の大規模クラゲ類については研究が非常に少ないのが現状である。また、クラゲ類は異なる種間で被食-捕食関係があることが知られているが、ベーリング海における生物間関係は明らかにされていない。本研究は 2017 年と 2018 年の夏季に、フレーム枠に水中ビデオカメラを装着したフレームカメラを用いて、北部ベーリング海における大規模クラゲ類の鉛直分布、水平分布および経年変化を明らかにし、大規模クラゲ類の個体数密度に影響を及ぼす環境要因や生物要因を GAM によって評価したものである。</p> <p>2017 年 7 月 9-22 日と 2018 年 7 月 2-12 日にかけて、北海道大学附属練習船おしよる丸の第 40 次 (2017 年) および第 56 次 (2018 年) 航海の途上、北部ベーリング海 (63°00'-66°44'N, 166°30'-174°50'W) に設けた 21 定点 (2017 年) と 14 定点 (2018 年) において、大規模クラゲ類の調査を行った。フレームカメラ (耐圧深度 50 m) を、低速 (0.1 m s⁻¹) で降下および上昇させ、水中映像データを取得した。観測時にはハロゲンライトを点灯させた。2017 年には昼夜に分けた観測を行い、日周鉛直分布の観察を行った。各定点では CTD により水温と塩分を測定した。また、濾水計を装着したガマグチネット (目合い 100 μm, 口径 60 cm) による、2 層 (躍層以浅~海面, 海底直上~躍層) の鉛直区分採集を行い、各定点の動物プランクトンバイオマスを評価した。映像データの観察視野に出現した大規模クラゲ類について、水深 2 m 毎に種同定と計数を行った。水深 10 m 毎に観察視野内の対角線を粒子が通過する時間を測定し、クラゲ類の水平方向の移流の影響を含めた観察体積 (水深 2 m 毎) を算出した。</p>		

最優占種の日周鉛直移動 (diel vertical migration: DVM) の評価には Mann-Whitney *U*-test および Kolmogorov-Smirnov の 2 標本検定を、大型クラゲ類 3 種の個体数密度に与える環境および生物要因の評価には GAM 解析を用いた。

最優占種のキタカブトクラゲ (*Bolinopsis infundibulum*) の昼夜の観測を行った 4 定点のうち、2 定点では分布深度に昼夜差は無く、昼夜差のあった 2 定点では、夜間に浅くなる定点と昼間に浅くなる定点があった。また 4 定点の昼夜の分布深度の差は 5.1–5.5 m と本研究の観測精度 (2 m 毎) に近く、また観察深度幅 (最大 50 m) に比べて小さい。そのため、当海域においてキタカブトクラゲは DVM を行っていないと考えられる。ウリクラゲ属 (*Beroe* spp.) に関しては、本研究において出現個体数が少ないため DVM の評価を行うことはできなかった。鉢クラゲ類キタノアカクラゲは昼夜とも躍層以浅に分布していた。したがって、昼夜共に観察を行った本研究のデータで、大型クラゲ類の鉛直分布の水平変化についての解析は可能であると考えられる。

櫛クラゲ類キタカブトクラゲは、セントローレンス島北部と西部海域に主に分布し、セントローレンス島北部海域では躍層以浅に多く分布していたが、セントローレンス島西部海域では躍層以深に分布していた。この鉛直分布の理由として、物理海洋学的な要因と、生物間相互作用の 2 つの要因が考えられる。1 つ目の物理海洋学的な要因として、2017 年にはこの海域にポリニヤが存在していたことから、海氷生成時に排出される高塩分・高密度のブライン水によってキタカブトクラゲが躍層以深に輸送され、強固に発達した躍層が障壁となり、そのまま躍層以深に分布していたことが考えられる。2 つ目の生物間相互作用による要因として、セントローレンス島西部海域の躍層以浅に多く出現した、大型鉢クラゲ類のキタノアカクラゲを避けて分布していたということが考えられる。GAM 解析からも両種の分布には負の関係が見られた。

鉢クラゲ類キタノアカクラゲはセントローレンス島西部と南部域に主に分布し、多くの定点において躍層以浅に出現が見られた。この鉛直分布の理由として、躍層以浅の豊富なカイアシ類やゼラチン質動物プランクトンを摂餌していたためであると考えられる。GAM 解析より、キタノアカクラゲは水温と正の相関があったが、高水温を好んで分布した結果ではないと考えられる。櫛クラゲ類ウリクラゲ属はセントローレンス島北部からベーリング海峡にかけて主に分布し、ほとんどの定点で出現個体数は躍層以浅に多かったが、セントローレンス島西部海域ではキタカブトクラゲと同様に、躍層以深に主に分布していた。GAM 解析より、ウリクラゲ属はキタカブトクラゲと正の関係があった。2 種の地理的な鉛直分布が一致していた理由として、ウリクラゲ属がキタカブトクラゲを捕食していたことが考えられる。またキタカブトクラゲと同様に、ウリクラゲ属もブライン水によって躍層以深に分布隔離された可能性も考えられる。

2018 年の平均現存量は 2017 年に比べて約 1/20 (キタノアカクラゲ)–1/90 (ウリクラゲ属) と極めて少なかった。2018 年には、2017 年キタカブトクラゲの出現個体数の多かった水温 8°C 以上と 2°C 以下の水塊が全ての海域を通してほとんど見られなかった。したがって、2018 年にキタカブトクラゲの出現個体数が少なかった原因として、生存に適した水塊が存在しなかったためであると考えられる。ポリプ世代をもつキタノアカクラゲが 2018 年に激減した理由として、気候変動との関係が考えられる。2018 年の海氷融解は 2017 年に比べて約 1 ヶ月程早かった。海氷融解が早期に起こった 2018 年は、躍層形成および春季植物プランクトンブルームの開始が遅れ、動物プランクトンは小型カイアシ類が優占し、生物生産が少なくなるため、キタノアカクラゲのエフィラの成長および生存にとって不利な環境条件であったと考えられる。これら気候変動に起因した餌供給量の経年差は、櫛クラゲ類のキタカブトクラゲとウリクラゲ属が 2018 年に激減した理由でもあると考えられた。