

論文名 アマモ (*Zostera marina*) の葉上付着珪藻類および葉上動物の生態学的研究

研究科名 長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科

氏名 日野出 賢二郎

藻場は、沿岸生態系において多種多様な水生生物の産卵・生育の場として機能している。その他、水質の浄化、波浪の抑制、底質の安定化などの生態系サービスを提供している。また、最も重要な機能として一次生産が挙げられる。外洋や湧昇域における一次生産量のほとんどは植物プランクトンによるものであるが、潮間帯・亜潮間帯と河口域の一次生産量は主に海産大型植物によるもので、これらの単位面積当たりの年平均一次生産量は、陸上の熱帯雨林に匹敵するほど高い。また、海草に付着する珪藻類による生産量も高く、推定値は変動幅が大きい。海草の生産量の 22~61% を占めることが示されているが、その実態は未解決な部分が多く、葉上付着珪藻類の生態学的な知見が求められている。しかしながら、葉上付着珪藻類の種同定は非常に困難であることや生息基盤である生き物であることから生態学的研究は極めて少なく、容易に抽出できる優占種の報告例が多く目立つ。沿岸域は非常に水環境の変化がダイナミックであるため、葉上付着珪藻類の増殖は浮遊性珪藻類と比較して水温や塩分などの影響を受けにくく、それよりも宿主の特異性や生理状態、葉上動物の捕食圧の影響を受けやすいと考えられている。

そこで、本研究では沿岸生態系における宿主植物の葉面積、葉上付着珪藻、葉上動物の動態について、これら 3 つの相互関係を現場調査から定量的に明らかにすることを目的とした。仮説として宿主植物の生理状態（葉面積）と葉上動物の個体数密度の変化が葉上付着珪藻の細胞密度と種組成に影響を与えると考えた。この仮説を検証するために、2017 年 5 月から 2018 年 12 月に、宿主植物 (*Z. marina*) の葉面積と葉上付着珪藻類、葉上動物群集の季節的な変化を定量化した。*Z. marina* 葉面積、葉上付着珪藻の細胞密度、葉上動物の個体数密度の時系列解析を行い、記述的に分析を行った。葉面積は宿主植物の生理状態を表す指標として用いた。*Z. marina* 葉面積のピークは 6 月（生育期）であり、約 4 ヶ月後が葉上付着珪藻類の細胞密度のピークであった。そして、さらにその 4 ヶ月後が葉上動物の個体数密度のピークであった。*Z. marina* 葉面積の増加期に葉上付着珪藻の細胞密度は低く、葉上動物の個体数密度は高かった。また、*Z. marina* 葉面積の減少期に葉上付着珪藻の細胞密度が高く、葉上動物の個体数密度は低かった。このことから、葉上付着珪藻の細胞密度は宿主植物の生理的状态と葉上動物の個体数密度の両方に影響を受けていることが示唆された。しかし、葉上動物の捕食圧が葉上付着珪藻の種組成に与える影響は、データ量が少なく、値の範囲が広いため時系列データから明らかにすることは困難であった。そのため、葉上動物の優占分類群であった端脚類の胃内容物を調査した。その結果、付着柄を形成して付着する *Climacosphenia*

*moniligera* の断片のみが検出された。このことから、本調査で確認された植食性の端脚類は、食物の嗜好性（能動的選択）あるいは摂食様式によって構造的に利用可能な種をより多く摂取する（受動的選択）ことで、葉上付着珪藻の種構成を変化させることが示唆された。

地球規模の気候条件の変化により、海洋生態系の攪乱が予想されている。海洋温暖化はその一つである。近年、藻場は炭素吸収率の高さから気候変動緩和機能を備えた環境として注目を集めている。そこでは物理環境要因が藻場（海産植物）の一次生産量の季節的応答に及ぼす影響を解明することが重要な課題の一つとされている。2015 年 5 月から 2017 年 2 月まで *Z. marina* と *Sargassum siliquastrum* それぞれの群落内で 30 回のモニタリング調査を実施し、環境変数の時系列データを収集した。溶存酸素の時系列データから、2 種類の異なる海産植物群集の生態系生産量と呼吸量を算出した。時系列解析の結果、溶存酸素、光、純生態系生産量はほぼ日周期的に、水温、クロロフィル *a* 蛍光、流速は週周期的に変動した。水温は年間の平均総生態系生産量、光は日周期の総生態系生産量に影響を与え、両群落で同様の傾向を示した。

高水温化は、海産植物種の分布や季節的な事象に変化をもたらし、その機能的多様性の喪失を誘発する脅威と考えられている。温度は光合成と呼吸に関わる生化学的プロセスに大きく影響するため、季節的な海草の成長を制御する主要な要因である。一般に水温の上昇は、海草の成長率とバイオマスの増加につながるが、生長の適正水温を著しく超える場合、むしろ海草の成長率とバイオマスを低下させる。さらに高水温化は独立栄養性生物の一次生産よりも従属栄養性生物による消費をより強く増加させることが知られており、捕食圧の増加はトップダウンを強化し、微細藻類の密度と種組成に影響を与える可能性がある。沿岸域における高水温化は宿主植物のバイオマス（ボトムアップ）と葉上動物の捕食圧（トップダウン）を変化させ、葉上付着珪藻の細胞密度に影響を与えられと考えられる。このことから、高水温化が海草生態系（宿主植物、植物プランクトン、葉上付着珪藻、葉上動物）を変化させ、その結果、生態系総生産（GEP）に影響を与えると仮説を立てた。この仮説を検証するために、長崎県大村湾の東岸沿いの藻場で 2015 年 4 月から 2016 年 12 月までの期間に宿主植物（*Z. marina*）のバイオマスと葉上付着珪藻、葉上動物、植物プランクトンを定量化し、生態系総生産量（GEP）を推定した。調査は、夏季の水温が 30℃ を超えることの多い長崎県大村湾をモデル海域とし行った。2015 年は夏季の水温が 30℃ を下回り、2016 年は夏季の水温が 30℃ を上回った。2016 年は 2015 年と比較して、*Z. marina* バイオマスの減少と単年生の生活史がみられ、葉上動物の個体数密度は増加し、葉上付着珪藻の細胞密度は減少した。また、2016 年の GEP は 2015 年よりも著しく低下した。さらに、2015 年は葉上付着珪藻類の冬季ブルーム期が確認されたが、2016 年は *Z. marina* が単年生の生活史であったことで冬季ブルーム期はみられなかった。2015 年は冬季に GEP の増加がみられ、2016 年は GEP の増加はみられなかった。本研究の結果から、高水温化は海草生態系を変化させ、生態系総生産量に影響を与える可能性を現場調査から見出した。地球温暖化が進行することによる高水温化は沿岸生態系の多様性やその機能を変化させる可能性が示唆された。