HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	亜寒帯汽水湖の生物生産過程における微細藻類（植物プランクトン、付着微細藻、底生微細藻）の役割の評価［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	寺崎, 恵未
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	乙第6924号
Issue Date	2014-06-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/56691
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Emi_Terasaki_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士（環境科学）　　氏 名 寺 崎 恵 未

学 位 論 文 題 名

亜寒帯汽水湖の生物生産過程における微細藻類（植物プランクトン、付着微細藻、底生微細藻）の役割の評価
（Evaluation of the role of microalgae (phytoplankton, periphytic microalgae, and benthic microalgae) in biological production processes at subarctic coastal lagoon）

汽水湖は河川を通して陸から栄養塩が供給されるが、半閉鎖的であるため湖内に滞留しやすい性質を持っている。加えて、養殖が盛んな汽水湖では水柱に膨大な量の養殖施設と養殖魚介類が存在するため、独自の生態系や物質循環系となっている。また、養殖の負荷により富栄養化が進行しやすく、貧酸素水塊などによって養殖業に影響が出ている。養殖域における独自の物質循環系を把握することは、環境収容力を評価するため、また、環境を改善維持するために必要な基本的情報である。本研究では、ホタテガイ養殖が盛んな亜寒帯汽水湖（サロマ湖）において、水柱に垂下して養殖しているホタテガイを中心とした物質循環系における物質とエネルギーの主な流れとなる摂餌と排泄に着目し、微細藻類群集（植物プランクトン、これまで顧みられなかった付着藻類および底生藻類）の役割について評価した。また、堆積物表層の有機物起源を推定し、基礎生産量と有機物起源から低次生産過程について明らかにすることを目的とした。

三タイプの微細藻類群集の現存量は水温の推移に基本的に同調しており季節変動が見られた。しかしながら、春季ブルーム後はリン制限下であるため水温が上昇しているにもかかわらず現存量が著しく少なかった。三タイプの微細藻類群集の基礎生産量も同様に季節変動を示し、春季秋季ブルームが見られた。付着藻類のChl a現存量は植物プランクトン、底生藻類に比べて低かったが、基礎生産量は0.1－15g C/m²/dayと高く光合成速度が速いことがわかった。これまでホタテガイ餌資源として評価されてこなかった付着藻類は物質循環系において基礎生産者として大きな役割を果たしていることが明らかとなった。また、サロマ湖におけるこれら三タイプの微細藻類群集の総基礎生産力は高く、生物生産性の高い湖であることが明らかとなった。三タイプの微細藻類群集の総餌資源量はホタテガイの餌要求量に対して夏季は不足していたが春季と秋季以降は十分に賄っていた。また、三タイプの微細藻類群集は互いに補い合ってホタテガイの餌要求量を賄っていることが明らかとなった。これまで便宜的に植物プランクトンのみを物質循環系の起点である一次生産者として扱ってきた。しかしながら、ホタテガイ養殖施設において付着藻類は重要な餌資源であり、これまで顧みられなかった付着藻類の新たな活動範囲と物質循環系に果たす役割を

提示することができた。この情報は新知見であり、他垂下養殖域においても同様に付着藻類の寄与が働いていると推察される。二枚貝垂下養殖域において養殖ロープに付着した付着藻類の餌資源としての役割は大きく、餌資源量を評価する際は植物プランクトン、底生藻類だけでなく付着藻類の基礎生産量を考慮する必要がある。

ホタテガイは基礎生産者を摂餌した後、水柱に排泄物として有機物を排出し堆積物表層に輸送される。そこで、炭素窒素安定同位体比を用いて表層堆積物における有機物起源とその影響範囲について明らかにした。サロマ湖の表層堆積物におけるδ^{13}Cとδ^{15}N値から、複数の有機物起源が存在すること、少なくとも2つの栄養段階の有機物が混在していることは明らかである。湖西部に位置する第1湖口周辺のδ^{13}C値からサロマ湖の北西に位置する湧別川河川水がオホーツク海を通してサロマ湖に流入していることがわかった。また、湧別川由来陸起源有機物は他河川に遮られることなく、第1湖口から陸に向かって南西、南、南東方向へ輸送され中央域を経て南岸まで到達していることが明らかとなった。また東端は佐呂間別川、西端では芭露川の影響を受けていることが明らかとなった。湖盆域の表層堆積物におけるδ^{13}Cとδ^{15}N値から有機物は栄養段階が一つ高いことがわかった。また、TOC量やphaeopigment量などの生物化学的特徴を加えて総合的に判断すると、有機物起源はホタテガイ排泄物であると推察された。湖岸では非常に高いδ^{13}C値が見られたことから、アマモ起源有機物を反映していると考えられた。また、堆積物表層において陸起源、ホタテガイ起源、アマモ起源有機物の平均寄与率はそれぞれ45±17%、38±16%、17±12%であった。陸起源有機物の寄与率が最も高く、第1湖口から流入する湧別川、芭露川、佐呂間別川起源の有機物がサロマ湖全域に分布しており、主な有機物起源であることが明らかとなった。アマモの平均寄与率は小さく、また、浅瀬域において高いことから、アマモは移流・拡散されず浅瀬域で分解堆積し、局所的に堆積物表層に影響していると推察された。ホタテガイ養殖施設直下と隣接地点において、ホタテガイ排泄物の寄与率は平均50±7‰と高く、ホタテガイ養殖施設、または周辺における堆積物表層の有機物の約半数はホタテガイ由来であった。ホタテガイは摂餌排泄を通して底層への有機物輸送に重要な役割を果たしていることが明らかとなった。また、ホタテガイ排泄物や陸起源有機物の寄与率は陸側やくぼみにおいて高かったことから、サロマ湖内の環流に沿って移流・拡散した後、くぼみや深層に集積堆積していると考えられた。底質環境の悪化が懸念されている湖盆域において、主な有機物起源は河川とホタテガイであった。

以上の結果から、サロマ湖のホタテガイを中心とした物質循環系の炭素収支を具体的に明らかにした。サロマ湖の水柱における植物プランクトン、付着藻類、底生藻類の平均基礎生産量はそれぞれ0.4±0.3gC/m^2/day、0.3±0.3gC/m^2/day、0.3±0.1gC/m^2/dayであり(春季ブルーム時を除く)、一年間の平均総基礎生産量は365gC/m^2/yrとなる。そのうちホタテガイが220gC/m^2/yrを摂餌し、205gC/m^2/yrを排泄物として水柱に排出する（蔵田,1991)。中層における沈降粒子量は基礎生産量と排泄物量から350gC/m^2/yrとなり、排泄物量は沈降粒子量の58%に相当することが明らかとなった。表層堆積物におけるTOC現存量は平均0.5gC/m^{2}であり、平均堆積速度は0.28±0.17g/cm^2/yr（菊地ら, 1984）であることから、埋没量は

64gC/m²/yrと算出された。つまり、中層における沈降粒子量のうち84%が輸送堆積過程において分解され、最終的に16%が堆積物中に埋没することが明らかとなった。
今後サロマ湖の環境を改善・維持するためには、サロマ湖に流入する負荷量を制限することが得策であると考えられる。その中でもコントロールしやすいホタテガイの養殖量を物質循環系の収支に合わせて推定するのが有効であると考えた。ホタテガイの餌供給量が多くなる７月から９月の植物プランクトン、付着藻類、底生藻類の平均総基礎生産量は0.5±0.3 g C/m²/dayであり、ホタテガイ餌要求量は0.5±0.2 g C/m²/dayと同等であった。つまり、基礎生産量の点からは現在のホタテガイ養殖量は適量であり、環境収容力の範囲内に収まっていると推察された。一方、40年間におけるTOC量の変遷から底質環境を良好に保つためには貧酸素水塊が発生する湖盆域において平均TOC量を20mg/g以下にすることが望ましいと推察された。2005年9月における湖盆域の平均TOC量は27±2mg/gであり、そのうち陸起源、ホタテガイ起源有機物は寄与率からそれぞれ12mg/gであることが明らかとなった。つまり、底質環境改善には主な有機物起源である河川とホタテガイ養殖からの負荷量を20%程度削減することが必要である。ゆえに、底質環境の点から判断すると現在の養殖量は環境収容力を超過しており、持続的な養殖業のためには養殖量を早急に再検討する必要があるだろう。