HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	亜寒帯汽水湖における低次生産過程に果たす基礎生産者の多様性と懸濁物食性二枚貝の役割に関する研究：現地観測と数値モデルの融合［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	阿部, 博哉
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第12420号
Issue Date	2016-09-26
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/63807
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Hiroya_Abe_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　阿 部 博 哉

学 位 論 文 題 名

亜寒帯汽水湖における低次生産過程に果たす
基礎生産者の多様性と懸濁物食性二枚貝の役割に関する研究
―現地観測と数値モデルの融合―
（Studies on the role of primary producer diversity and suspension-feeding bivalves
in the lower trophic ecosystem in subarctic estuaries and lagoons
–integration between field observation and numerical modelling–）

沿岸域は陸と海の接点に位置し，河川水と外海水のそれぞれの影響を強く受ける場所である。沿岸域には干潟・極浅海域や海草藻場といった多様な景観がみられ，複雑な生態系が形成されている。これまでに，干潟や海草藻場は高い生態系サービスを有することが知られている。これらの場所では水深が浅く海底まで十分に光量が到達することが多いため，様々な基礎生産者（植物プランクトン，海草類，葉上付着藻類，底生微細藻類等）が存在する。それぞれの基礎生産者は光や栄養塩を巡って競合関係にある。また，沿岸域ではその地形的特徴と高い一次生産性を生かして二枚貝類漁業が盛んに行われることが多い。懸濁物食性二枚貝は高い摂食圧や栄養塩の排泄を通じて沿岸域の物質循環過程に大きな影響を与える。二枚貝類漁業は無給餌養殖であることから，その生産は現場の一次生産に支えられている。二枚貝類の成長は環境によって大きく変化するため，海域の環境収容力を見積もることは資源管理において重要な課題である。沿岸域の生物生産性を考える上で，窒素やリンといった親生物元素の挙動を解明することは重要な課題であり，浅海域では物質循環に果たす底生系の役割が大きいため，浮遊系と底生系の相互作用を考慮することが不可欠となる。これまで沿岸域では，赤潮の発生や貧酸素水塊の形成，藻場・干潟の減少，漁業生産性の低下といった様々な問題が報告されてきた。沿岸域の資源を持続的に利用していくためには，流域の開発や港湾開発，漁業活動，気候変動等による影響のバランスを考える必要がある。沿岸域の管理において，生態系の健全性に関する指標が確立されていないことや，利用できるツールが限られていることが指摘されているが，このような場面において数値モデルを用いた解析は重要な役割を果たすと考えられる。北海道東部では多くの汽水湖がみられるが，本研究ではその中で厚岸湖（及び厚岸湾）を中心に，火散布沼，風蓮湖の3つの地域を対象とした。これらの汽水湖に共通した特徴として，水深の浅さと卓越した海草藻場（アマモ，コアマモ）の存在が挙げられる。一方で，流域の土地利用形態（河川からの負荷量）や二枚貝類（アサリ，マガキ）の養殖量といった項目については異なる特徴を有する。それぞれの湖沼では水底質の時空間変動や物質循環に関する研究はいくつか報告されているものの，同一の手法・統一的な視点によるものはみられない。これらの汽水湖では比較的安定した環境が維持されているものの，今後想定され得る環境変化に対して生態系がどのように応答するか（生態系の脆弱性）を評価することが求められる。この場合，物理場が生物化学過程に与える影響を表現できる生態系モデル（3次元物理 - 生態系結合モデル）は有効なツールとして機能する。

本研究では沿岸域の高い生物生産性を支えるメカニズムに着目し亜寒帯汽水湖を対象とし，以下の3項目を主な目的に掲げた。現場観測とそれに基づいて構築された数値モデルを用いて1）多様な基礎生産者の動態を把握する，2）二枚貝類の成長と環境要因の関係性を明らかにする，3）物質循環を定量化し環境変化に対する応答を評価する。本論文は以下の5章から構成されている。

1章では厚岸湖・厚岸湾及び流入河川において水底質のモニタリングを実施し，河口ー厚岸湖ー厚岸湾にかけての淡水と海水の混合形態を捉えることができた。厚岸湾の水質変動には外海水の流入が大きく寄与しており，低温低塩の沿岸親潮水の影響の季節的な変化がみられた。また，ここで得られた結果は以下に続く数値モデルの構築・検証用のデータとしても用いた。

2章では厚岸湖のアサリを対象とし，湖内の漁場に設置した2定点（湖央，湖口）においてアサリ個体群と漁場環境のモニタリングを行った。漁場間で成長様式に大きな違いがみられ，湖央では殻長成長の停滞が示唆された。この要因について生態系モデルを用いて定量的な評価を行い，流れに伴う餌環境（海水交換，底生微細藻類の再懸濁）の違いによって成長速度が異なり，湖央では餌制限が大きく作用することにより成長が停滞することが示された。

3章では厚岸湖及び厚岸湾の沖合生態系，干潟・極浅海域生態系，海草藻場生態系における生産性に着目し，基礎生産者の多様性が一次生産及び物質循環に与える影響を評価した。水深の比較的深い厚岸湾は植物プランクトンが卓越した系であるが，厚岸湖内では付着藻類や底生微細藻類が高い現存量・生産量を有し，物質循環に大きく寄与していることが明らかとなった。また，付着藻類や底生微細藻類が懸濁物食性二枚貝類の餌料として大きく寄与していることが示された。海草藻場の有無による一次生産量の変化をみたところ，海草藻場の存在により高い一次生産性が維持されていることが示された。

4章では厚岸湖及び厚岸湾で養殖されているマガキ（1年群及び2年群）を対象とし，湖内と湾内に設置した定点において垂下試験を実施した。1年群の成長量は地点間で顕著な差はみられなかったものの，2年群では湖内でのみ重量の減少が生じ，積算水温の違いが成熟・産卵状況の違いを生み出していると考えられた。生態系モデルを用いた解析から地点間の成長差を再現することができ，水温と餌環境が成長に与える影響を定量的に評価することができた。マガキの養殖量を現況と比べて増加させた場合湖内の植物プランクトンの現存量は低下し，マガキが植物プランクトン群集に対して，栄養塩排泄による生長促進を上回る形で高い摂餌圧を及ぼしていることが示された。

5章では研究対象域を厚岸湖・厚岸湾及び火散布沼，風蓮湖の3つの地域とし，厚岸湖・厚岸湾に適用してきたモデルを用いて低次生産構造の比較及び環境変化に対する脆弱性の評価を行った。河川負荷量の増加（富栄養化）に応じて厚岸湖及び風蓮湖の一次生産量は増加した。このとき，水柱の植物プランクトン濃度は若干上昇する傾向にあったものの，厚岸湖では二枚貝類の存在によって植物プランクトンの増殖が抑えられていた。また，溶存酸素濃度には顕著な低下はみられず比較的安定した水質環境であった。

上記の研究を通じて，汽水域の低次生物生産に果たす基礎生産者と懸濁物食性二枚貝類の役割を定量的に評価することができた。数値シミュレーション（生態系モデリング）を活用することで，時空間的に限定された観測値を補間したり物質循環過程を定量化したりするだけでなく，将来的な環境変化を予測評価できるようになり，生態系の動態の解明や沿岸域管理のツールとなることがこれまで以上に期待される。また，モデルを通じて示された結果や課題を現場観測や室内実験によって改めて検証することも生態系の理解を深める上で不可欠である。