

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 27 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22380102

研究課題名（和文） 亜寒帯汽水域の二次生産は何故高いのか？—底生系の卓越とその維持機構の解明—

研究課題名（英文） Why secondary production of boreal brackish water is high? — Clarification over the maintenance mechanism of excellence and over benthic system—

研究代表者

門谷 茂 (MONTANI SHIGERU)

北海道大学・大学院水産科学研究院・教授

研究者番号：30136288

研究成果の概要（和文）：

アサリは全生活史を通して、二次生産は温度に依存していることを明らかにした。密度および生物量が安定し、個体群が多くのコホートによって形成されるため、高い二次生産量を記録した。そのため、生産が活発化する夏季においては、餌となる底生微細藻の現存量を大きく減少させることが確認された。その一方で、生物活性の上昇に伴う、栄養塩類の再生産によって、底生微細藻増殖速度を増加させる可能性が示された。定量的推定によると、アサリにより再生産された栄養塩の多くが底生微細藻によって利用されている可能性が示され、二枚貝による栄養塩の再生産過程と底生微細藻による栄養塩取り込み過程を浮き彫りにした。

研究成果の概要（英文）：

We carried out field surveys to compare the food demand of the clam based on the secondary production of the clam population to both the amount of the clam in the field and stable isotopic contribution to the diet of the clam of the potential food sources. We discuss how the dense patches and high secondary productivity of the clam population are sustained in the ecosystem on tidal flats in the lagoon. The contribution by using only the isotope sign seems to have the risk of somewhat misleading of the contribution. Contribution of the benthic diatom showed relatively wider range based on only stable isotopic data. Subsequently, reasonable contribution of the benthic diatom was estimated up to 68 % based on the phytoplankton biomass and food demand of the clam, and the benthic diatom seemed to be the most important food sources of the clam. In this study, the large amount of the benthic diatom in subtidal area seemed to play a key role of the stock for the food sources of the clam.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	7,900,000	2,370,000	10,270,000
2011 年度	3,600,000	1,080,000	4,680,000
2012 年度	3,800,000	1,140,000	4,940,000
総計	15,300,000	4,590,000	19,890,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：水産学・水産学一般

キーワード：汽水域、物質循環、栄養塩、基礎生産、干潟、二枚貝

1. 研究開始当初の背景

汽水域は、淡水と海水の混じりあう水域を持つ、海跡湖などの汽水湖がその中心となる陸域との関わりが深い沿岸海域である。汽水域の単位面積当たりの漁業生産は極めて高く、年間の1平方キロメートル当たりの魚介類の水揚げ量が100トンを超すことが知られている。汽水域の生物生産と環境の関係は、人類の歴史と共に様々な変化を繰り返してきた。我が国には、そのような汽水域が多く地域に多数分布しており、それぞれ固有の水質環境を示している。個々の汽水域では、さまざまな分野で多くの研究がなされており、それらをベースに比較・検討がなされているが、その実態はまだ緒に就いたばかりである。本研究では、亜寒帯汽水湖における水塊構造と底質の特徴に着目して、北海道東部に散在する水深の浅い海跡潟湖群を研究対象として汽水湖の生物生産性と環境因子の関係について比較・検討を進めた。特に一次生産者の時空間的な分布およびその生産物の二次生産への転送過程や、その堆積および再生プロセスに関する詳細な知見は、沿岸漁業生産の持続性確保に大きく貢献するだけでなく、環境科学的な研究にも重要な役割を果たすと考えている。

2. 研究の目的

本研究では、地球上で最も単位面積当たりの動物生産量が高い場であるとされながらも、研究上の様々な隘路により、これまで包括的な知見が極めて限られていた亜寒帯の汽水干潟域における基礎生産過程や、それに続く食物網のダイナミクスについて、詳細な調査研究を基礎として、窒素を指標としてさまざまな素過程の定量化を進めるとともに、将来の環境管理に必要な不可欠である生物生産構造の特徴の理解とその人為的制御のための方法論を構築することを目的とした。

そこで、本研究は北海道東部に散在する潟湖群を研究対象として、汽水湖の生物生産性と環境因子の関係について総合的に比較・検討する。特に一次生産者の立体的な分布および生産物の二次生産への転送過程の解明は、沿岸漁業生産の持続性確保に貢献するものである。

3. 研究の方法

亜寒帯汽水域における物質収支の定量化と他の系での知見を比較し、亜寒帯汽水域が生物生産の場として、他の生態系と比べてどのように位置づけられるのかを明らかにするこ

とを目的とした。また、調査対象とした亜寒帯汽水域の生態系システムが安定しているのかどうかの判断を行うこととした。さらに、このシステムの安定性は何によって支えられているのかについて、総合的な考察を加えた。これらの結果と、現場における様々な観測値より、亜寒帯汽水域における物質循環過程を定量的に明らかにすることにより、生物生産構造の理解を進めることを目指した。

サンプリングは、火散布沼においてほぼ1ヶ月おきに、潮下帯に設けた調査地点において、下記の項目について行った。

海水試料：Chlorophyll *a* (Chl.*a*) およびフェオ色素、粒状有機炭素および窒素、粒状リン、無機態栄養塩(DIN(NH₄-N, NO₂+NO₃-N), DIP(PO₄-P))、堆積物試料：Chl.*a* およびフェオ色素、全有機炭素および窒素(TOC, N)、間隙水中の無機態栄養塩、酸揮発性硫化物態硫黄(AVS-S)、水質：水温、塩分、溶存酸素、生物試料：底生動物群集の現存量、水分含有量、炭素含有量。

またフィールド内の重要な基礎生産者として考えられる底生微細藻類群集は、ガラスビーズの入ったボックスを現場の干潟に設置し、現場の海水をボックス内に取り入れる事によって、現地で増殖させたものを採取した。そして、懸濁粒子・沈降粒子・表層堆積物および各種生物を適宜各地点において採取し、凍結乾燥させたのち、必要に応じ脱脂脱灰処理後、炭素および窒素の安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$)を測定し、それらを総合・統合化して解析した。

4. 研究成果

これまで亜寒帯汽水域における二枚貝を中心とした生態系解析に関する研究は、北欧を中心に実施されてきたが、我が国の亜寒帯汽水域において初めて包括的な研究をする事が出来た。とりわけ、二枚貝による栄養塩の再生産過程と底生微細藻による栄養塩取り込み過程を包括的に明らかにした。

その主要な研究成果の一部は、既に国際誌などに印刷公表され、国内外において高く評価されている。更に本研究で得られた多くの研究成果について、現在論文執筆中であり、今後1~2年の間に数報以上の論文を公表する予定である。また、これらの成果に加えて、これまで蓄積されてきた研究成果を基に、初学者・市民向けの啓蒙書の執筆を計画している。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

- 1 Komorita Tomohiro, Tsutsumi Hiroaki, Kajihara Rumiko, Suga Natsumi, Shibamura Seiichiro, Yamada Toshiro, and Montani Shigeru: Oceanic nutrient supply and uptake by microphytobenthos of the Hichirippu Lagoon, Hokkaido, Japan, *Marine Ecology Progress Series*, **446**, 161-171, (2012) (査読あり)
- 2 Suga Natsumi, Kajihara Rumiko, Shibamura Seiichiro, Yamada Toshiro and Montani Shigeru: Estimation of microphytobenthic resuspension fluxes in a shallow lagoon in Hokkaido, Japan, *Plankton and Benthos Research*, **6**, 115-123, (2011) (査読あり)
- 3 菅 夏海、柴沼成一郎、山田俊郎、檜垣直幸、門谷 茂: 亜寒帯汽水湖の火散布沼 (北海道) における栄養塩の時空間分布とその起源、海の研究、**20**, 19-36, (2011) (査読あり)
- 4 Kajihara Rumiko, Komorita Tomohiro, Hamada Akemi, Shibanuma Seiichiro, Yamada Toshiro and Montani Shigeru: Possibility of direct utilization of sea grass as one of the main food resources by small gastropod, *Lacuna decorata*, in a subarctic lagoon, Hichirippu, eastern Hokkaido, Japan with stable isotope evidences of carbon and nitrogen, *Plankton and Benthos Research*, **5**, 90-97, (2010) (査読あり)
- 5 Komorita Tomohiro, Kajihara Rumiko, Tsutsumi Hiroaki, Shibamura Seiichiro, Yamada Toshiro, Higaki Naoyuki, and Montani Shigeru: Reevaluation of the nutrient mineralization process by infaunal bivalves (*Ruditapes philippinarum*) in a shallow lagoon in Hokkaido, Japan. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 383: 8-16. (2010). (査読あり)

[学会発表] (計 13 件)

- 1 Rumiko Kajihara: Evaluation of river water influence on an ecosystem response in subarctic lagoons (Japan), Asian Marine Biology Symposium, 2012 年 12 月 15 日, Cape Panwa Hotel, タイ、プーケット
- 2 Yasuyo Tsuji: The relationships between environmental properties and primary producers in a brackish lake surrounded by the dairy belt in the subarctic zone, Asian Marine Biology Symposium, 2012 年 12 月 15 日, Cape Panwa Hotel, タイ、プーケット
- 3 梶原留美子: 河川流入の有無が亜寒帯汽水湖 (厚岸湖と火散布沼) の低次生物生産過程に及ぼす影響の比較、日本海洋学会秋季大会、2012 年 9 月 14 日、東海大学清水校舎、静岡県

- 4 梶原留美子: 亜寒帯汽水湖におけるマガキの成長に影響を与える主要な環境因子の把握、日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会、2012 年 10 月 6 日、東邦大学理学部習志野キャンパス、千葉県
- 5 辻 泰世: 風蓮湖に置ける塩分傾度と植物プランクトンの出現特性について、日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会、2012 年 10 月 6 日、東邦大学理学部習志野キャンパス、千葉県
- 6 川原 創: 亜寒帯汽水湖 (風蓮湖) におけるヤマトシジミ (*Corbicula japonica*) の栄養段階解析とシジミ浮遊幼生の分布に対する環境要因の関係、日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会、2012 年 10 月 6 日、東邦大学理学部習志野キャンパス、千葉県
- 7 角田 聡: サロマ湖浅海部における底生微細藻類現存量とその水柱有機物現存量への寄与の評価、日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会、2012 年 10 月 6 日、東邦大学理学部習志野キャンパス、千葉県
- 8 森田高弘: 亜寒帯汽水湖 (火散布沼) における底生微細藻類群集の塩分・温度依存性と比生長速度、日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会、2012 年 10 月 6 日、東邦大学理学部習志野キャンパス、千葉県
- 9 菅 夏海: 汽水湖における粒状態および溶解態炭素・窒素・リン比と微生物群集ダイナミクス、日本海洋学会秋季大会、2011 年 9 月 27 日、九州大学筑紫キャンパス、福岡県
- 10 関口郁恵: 個体識別法とコホート解析によるアサリ (*Ruditapes philippinarum*) の成長の比較、日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会、2011 年 9 月 17 日、高知大学朝倉キャンパス、高知県
- 11 梶原留美子: 亜寒帯汽水湖における炭素・窒素安定同位体比および現存量を用いた底生動物の炭素源と基礎生産との量的関係把握、日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会、2011 年 9 月 17 日、高知大学朝倉キャンパス、高知県
- 12 門谷 茂: 渡り鳥が亜寒帯汽水湖の物質循環過程に与える影響、日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会、2011 年 9 月 17 日、高知大学朝倉キャンパス、高知県
- 13 張間千鶴: 亜寒帯汽水湖におけるアマモ (*Zostella marina*) の分解による栄養塩再生の推定、日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会、2010 年 10 月 11 日、東京大学柏キャンパス、千葉県

[図書] (計 1 件)

- 1 Suga Natsumi and Montani Shigeru: The

effect of microphytobenthic resuspension on
suspended particulate matter dynamics in a
shallow lagoon in Hokkaido, Japan,
Interdisciplinary Studies on Environmental
Chemistry – Environmental Pollution and
Ecotoxicology, M.Kawaguchi et al. Eds.,
TERRAPUB, pp.353-365, (2012)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

門谷 茂 (MONTANI SHIGERU)

北海道大学・大学院水産科学研究院・教授

研究者番号：30136288

(2) 研究分担者

工藤 勳 (KUDO ISAO)

北海道大学・大学院水産科学研究院・准教授

研究者番号：00195455