



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Spatiotemporal variabilities in phytoplankton and benthic communities in the Pacific Arctic [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	和賀, 久朋
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(水産科学)
Dissertation Number	甲第13096号
Issue Date	2018-03-22
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/70101
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Hisatomo_Waga_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（水産科学）

氏名：和賀 久朋

学 位 論 文 題 目

Spatiotemporal variabilities in phytoplankton and benthic communities in the Pacific Arctic

(太平洋側北極海における植物プランクトンおよびベントス群集の時空間変動)

太平洋側北極海は、北部ベーリング海陸棚域からチャクチ海陸棚域にかけて広がる海域であり、世界でも有数の豊かな生物生産を誇る海域である。当海域では、海表面の植物プランクトンがほとんど消費されることなく海底まで沈降することで、極めて高いベントス（底生生物）バイオマスを支えている。このような特殊な食物網構造を pelagic-benthic カップリングと呼ぶ。1970 年代以降、太平洋側北極海では国際的なモニタリング観測が継続的に行われており、ベントスバイオマスが顕著に高い海域＝ホットスポットがパッチ状に分布することが報告されている。こうしたホットスポットは主に二枚貝や端脚類を食べる海棲哺乳類や海鳥類にとって重要な索餌海域でもある。近年、こうした海棲哺乳類や海鳥類の分布が変化しており、その原因がホットスポットのベントス群集組成やバイオマスの変化であると推察されている。しかしながら、太平洋側北極海においてベントス群集の変化とその原因はよくわかっていない。一般に、植物プランクトンサイズが大きいと速く沈降するので、底生生物へのエネルギー供給量も増加すると考えられる。そこで、植物プランクトンのサイズ組成とベントス群集の時空間変動、および両者の関係性を明らかにすることを本研究の目的とした。本研究では、3 つのホットスポット海域（セントローレンス島南部、チリコフ海盆、チャクチ海南東部）での現場観測や衛星観測、さらには太平洋側北極海に分布する二枚貝の代表種である *Macoma calcaria* の飼育実験を実施し、太平洋側北極海のホットスポットにおける植物プランクトンおよびベントス群集の時空間変動を多角的に評価した。

まず、衛星で得られた海色データから海表面の植物プランクトンサイズ組成を推定する手法を開発した。一般に、海表面の粒子の粒径分布はユング分布に従うことが報告されている。植物プランクトンも粒子であるため、海表面の植物プランクトンバイオマスの指標である Chlorophyll-*a* (Chl*a*) のサイズ分布 (Chl*a* Size Distribution, CSD) もユング分布に従うと仮定すると、そのサイズ分布は CSD の傾き (CSD 勾配) によって表される。一般に、植物プランクトンの光学特性は植物プランクトンの細胞サイズに伴って変化することが報告されている。そのため、植物プランクトンの光学特性を主成分分析によりパラメータ化し、得られた主成分第一から第四モードと CSD 勾配の関係式が構築できた。この関係式 (CSD モデル) により衛星から海表面の植物プランクトンサイズ組成を推定した。現場データと衛星データを使って CSD モデルの精度検証を行なった結果、 $\pm 25.2\%$ の推定誤差であった。Chl*a* をはじめとする海色プロダクトの目標誤差が $\pm 35\%$ であることを考慮すると、CSD モデルにより推定された植物プランクトンサイズ組成は十分信頼できる指標であった。

次に、CSD モデルを用いて、2000 年から 2013 年までの植物プランクトンサイズ組成の経年変化を評価した結果、セントローレンス島南部とチャクチ海南東部において、それぞれサイズ組成の小型化と大型化が観測された。さらに、海底堆積物表面の *Chla* と海表面の植物プランクトンサイズ組成に有意な関係が見られたことから、植物プランクトンサイズ組成はベントスへの餌供給量の指標として利用できることがわかった。つまり、セントローレンス島南部ベントスへの餌供給量が減少し、チャクチ海南東部ではベントスへの餌供給量が増加したと推察される。実際に、ホットスポットに設けられた定点におけるベントスバイオマスは、2000 年から 2013 年にかけてセントローレンス島南部で減少、チャクチ海南東部で増加していた。したがって、本研究は、植物プランクトン群集のサイズ組成が変化することにより、海底へのエネルギー供給量が変わり、その結果ベントスバイオマスが変化する、というメカニズムがあることを示す。

さらに、植物プランクトンサイズ組成とベントスバイオマスの関係をより詳細に評価するために、北海道大学附属練習船おしよ丸 40 次航海において *M. calcarea* の殻長の空間分布を調べた。その結果、植物プランクトンサイズ組成が大きいベーリング海峡では *M. calcarea* の殻長が大きく、南の観測点ほど植物プランクトンサイズ組成と *M. calcarea* の殻長が小さかった。また、給餌条件を変えた飼育実験を行なったところ、成長は、植物プランクトンをより多く給餌した実験区で成長が速く、特に、植物プランクトンを継続的に給餌した実験区で成長が速かった。この結果は、新鮮な植物プランクトンの摂餌に伴う *M. calcarea* の成長を反映したものと考えられる。したがって、大型な植物プランクトンサイズ組成が長期間に涉って維持される海域ではベントスの成長が促進されると予測される。

また、ベントス群集における分類群の多様性にも時空間変動が認められた。近年、ベーリング海峡を通過して北極海に流入する太平洋水の増加が報告されており、この流れに伴う外来種侵入の可能性が指摘されている。ベントス分類群の数は、セントローレンス島南部とチリコフ海盆で 2000 年から 2013 年にかけて有意に増加していた。つまり、これらのホットスポットでは、既存のベントス分類群 (在来種) に加えて新たな分類群 (外来種) が観測されていることが示唆された。一方で、分類群間のバイオマスの均等性を考慮した多様性の指標である Shannon-Weaver の多様度指数には有意な増減は見られなかったことから、外来種のバイオマスは在来種のものよりも低いと推察される。現時点では、当海域の海洋生態系で形成されている食物網構造や生物間相互作用に対する外来種の影響は小さいと考えられるが、今後も北極海に流入する太平洋水の量は増加し続けると予測されているため、引き続きベントス群集のモニタリングが不可欠である。

以上のように、本研究によって、太平洋側北極海における植物プランクトンのサイズ組成がベントス群集の時空間変動に影響することが初めて明らかになった。本研究の成果は、太平洋側北極海における低次栄養段階生物から高次栄養段階生物までの一連の海洋生態系変動の正確な評価や、今後も続くと考えられている海洋環境変動に対する海洋生態系の応答の予測に大きく貢献すると期待される。