

# 修士論文内容の要旨

ふりがな	ふかい ゆうり	
氏名	深井 悠里	
専攻名	海洋生物資源科学専攻	
入学年度	平成 30 年 4 月	
指導教員名	主査 今村 央 教授	副査 平譚 享 准教授 副査 山口 篤 准教授 副査 松野孝平 助教
論文題目	太平洋側北極海陸棚域の水柱および堆積物中における珪藻類群集の時空間変動	
<p>植物プランクトンは海洋生態系の基盤であり、なかでも珪藻類は細胞の大きさと増殖能の高さから質および量的に重要な役割を担っている。珪藻類の多くの種は、増殖に不適な環境になると高い耐久能力を有する休眠期細胞を形成し、海底まで沈降する。そのため、海底堆積物中には多くの珪藻類休眠期細胞が存在しており、その種組成や現存量は水柱での生産を反映すると考えられる。さらに、堆積物中の休眠期細胞は長期的に堆積したものであるため、休眠期細胞群集を調査することで、海水分布変動といった長期の環境変化に伴う珪藻類群集組成の変化を捉えることができる。</p> <p>季節海水域である太平洋側北極海の陸棚域では、近年急激な海水減少が報告されている。特に 2018 年の海水減少は著しく、海洋環境や海洋生態系に影響を与えた。当該海域の植物プランクトンブルームでは珪藻類が優占するが、海水分布変動に伴う珪藻類群集内における組成の変化については不明な点が多い。本研究では、太平洋側北極海の陸棚域において、水柱内の珪藻類群集と堆積物中の休眠期細胞群集を調査し、海水分布の年および地理的な変動が珪藻類の群集組成に与える影響を評価することを目的とした。また、珪藻類休眠期細胞の室内発芽実験を行い、海水分布変動による光環境の変化が、休眠期細胞の発芽に伴い生じる初期群集へ与える影響について考察を加えた。</p>		
<p>1. 北部ベーリング海の水柱における植物プランクトン群集の年変動</p> <p>調査は、北海道大学水産学部附属練習船おしよる丸によって、2017 年 7 月 9-21 日および 2018 年 7 月 2 日-12 日に、北部ベーリング海において行った。調査海域の 68 観測点（2017 年は 40 地点、2018 年は 28 地点）において CTD 観測を行い、その内 26 地点（2017 年は 14 地点、2018 年は 12 地点）で海水試料を得た。得られた海水試料を用いて、栄養塩を分析すると共に、植物プランクトンの同定と計数を行った。衛星データとして、AMSR-2 の海面水温のデータと海氷密接度のデータを取得した。海氷後退日は、海氷密接度が最後に 20% 以下となった日と定義した。植物プランクトン群集は、クラスター解析によって区分し、その後、NMDS と one-way ANOVA を行うことによって水理環境および海氷後退日と植物プランクトン群集との関係を評価した。</p> <p>水柱の植物プランクトン群集は、チリコフ海盆において明確に年変化していた。つまり、2017 年は細胞密度が高く、<i>Chaetoceros socialis</i> などの冷水性種が優占する群集が分布していたのに対し、2018 年は細胞密度が低く、<i>Thlassionema nitzschioides</i> などのコスモポリタン種が優占する群集が分布していた。このような珪藻類群集の差違には、海氷後退時期の変化に伴うブルーム時期の変化や、ブルーム開始前に供給されたであろう栄養塩量の変化、南部海域からの海流の流入などが複合的に関係していると考えられた。</p>		

## 2. 北部ベーリング海の海底堆積物中における珪藻類休眠期細胞群集の年変動

調査は、北海道大学水産学部附属練習船おしよ丸第 40 次および 56 次航海中の 2017 年 7 月 9–21 日および 2018 年 7 月 2 日–12 日に、北部ベーリング海において行った。調査海域の 19 観測点（2017 年は 11 地点、2018 年は 8 地点）において、堆積物試料を採取し、Most Probable Number Method (MPN) 法によって堆積物中に含まれる休眠期細胞密度を推定した。加えて、Aqua-MODIS の海表面 Chl. *a* 濃度データと AMSR-2 の海氷密接度のデータを取得し、海氷密接度が最後に 20% 以下となった日を海氷後退日と定義した。

休眠期細胞群集は、本海域内のセントローレンス島の南側海域において種組成に大きな年変化が見られた。すなわち、2017 年には海氷内で増殖するアイスアルジーの *Fragilariopsis/Fossula* 属が高密度に分布していたが、2018 年には主に水柱内で増殖する *Thalassiosira* 属が高密度であった。北部ベーリング海における海氷の後退時期は 2017 年と 2018 年で大きく異なっていた。特にセントローレンス島の南方海域では、2017 年には 4 月中旬から 5 月初旬にかけて海氷が後退していたのに対し、2018 年には 3 月下旬にはすでに海氷が後退していた。本海域では、日長が長くなる 4 月から 5 月にかけてアイスアルジーは特に増殖することが知られている。すなわち、2017 年はアイスアルジーの増殖に十分な光環境となる 4 月中旬であっても海氷が存在していたためアイスアルジーが増殖できたのに対し、2018 年は当海域における海氷後退時期が非常に早かったためにアイスアルジーは増殖できず、代わりに水柱における珪藻類ブルームの規模が拡大したと考えられた。

## 3. 北部ベーリング海からボーフォート海の堆積物中における珪藻類休眠期細胞の水平分布

調査は、北海道大学水産学部附属練習船おしよ丸によって 2018 年 7 月 2–12 日に、米国の砕氷船 Healy によって 2018 年 8 月 9–23 日および 10 月 30 日–11 月 15 日に、北部ベーリング海、チュクチ海、ボーフォート海において行った。調査海域の 48 観測点において堆積物試料を採取し、MPN 法によって堆積物中に含まれる休眠期細胞密度を推定した。その後、クラスター解析によって休眠期細胞群集を区分した。加えて、AMSR-2 の海氷密接度のデータを取得し、海氷密接度が最後に 20% 以下となった日を海氷後退日と定義した。

休眠期細胞は北部ベーリング海とチュクチ海で高密度、西部ボーフォート海で低密度であった。また、休眠期細胞群集は海氷後退の時期に伴って変化しており、開放水面期間が長い北部ベーリング海やチュクチ海では、春季のブルームを構成する *Chaetoceros* 属や *Thalassiosira* 属が優占していた。一方、海氷の存在期間が長い西部ボーフォート海では、珪藻類が増殖に十分な光環境にさらされる期間が短いため、弱光下でも増殖可能なアイスアルジーが優占していた。このように、堆積物中に含まれる休眠期細胞群集の地理的分布は、海氷の存在期間の違いに起因した基礎生産者の違いを反映していることが示唆された。

## 4. 珪藻類休眠期細胞の発芽に対する光強度の影響

海底堆積物は、2018 年 7 月 2–12 日に、北部ベーリング海に設けた 8 観測点において採取した。得られた試料は、MPN 法を利用して、明暗周期 14h L:10h D、光強度 1, 5, 10, 25, 50  $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  の条件下でそれぞれ培養し、発芽する休眠期細胞の密度および種組成と、光強度との関係を調査した。

すべての試料において、光強度の増加に伴い休眠期細胞の発芽密度は増加し、発芽した休眠期細胞の群集組成も変化した。この要因として、発芽に必要な光強度が種ごとに異なっていることが考えられた。中心目珪藻類と羽状目珪藻類とを比較すると、中心目珪藻類の発芽密度は、強光条件下 (50  $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) で急激に増加したが、羽状目珪藻類の発芽密度は光強度の増加に伴いほぼ一定に増加した。特に、中心目珪藻類のうち高密度で出現した 3 属 (*Attheya* 属、*Chaetoceros* 属および *Thalassiosira* 属) に着目したところ、種ごとに光強度に対する応答は異なっていた。以上より、発芽する休眠期細胞群集は光強度によって異なるため、海氷分布変動に伴う光環境の変化が珪藻類の初期群集に影響を及ぼす可能性が考えられる。

本研究により、海氷分布変動が、春季や夏季の珪藻類群集に種レベルで影響を与えることが明らかとなった。珪藻類群集が種レベルで変化することにより、基礎生産量や動物プランクトンの同化効率に影響を及ぼす可能性が懸念される。そのため、今後は、環境が変わりゆく北極海で、珪藻類群集が種レベルで変化したことによる、海洋生態系への影響にも詳細に着目すべきである。