



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Community dynamics and photophysiological capabilities of diatoms in the water column and sediments of the Pacific Arctic region [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	深井, 悠里
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第15262号
Issue Date	2023-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/89534
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Fukai_Yuri_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士（環境科学）

氏 名 深井 悠里

学 位 論 文 題 名

Community dynamics and photophysiological capabilities of diatoms in the water column and sediments of the Pacific Arctic region

(太平洋側北極海の水柱および堆積物中における珪藻類の群集動態と光生理能力に関する研究)

太平洋側北極海は水深が浅い陸棚域を有する海域であり、なかでも北部ベーリング海やチュクチ海は基礎生産力が高い海域として知られている。この高い基礎生産力は、食物連鎖を通して当該海域の豊かな海洋生態系を支えている。当該海域は冬季に結氷し、海氷と積雪により水柱へ届く光が制限されるため、基礎生産力が季節的に低下する。春季の海氷融解により水柱の光環境が改善すると、珪藻類を中心とした微細藻類による大規模な増殖（ブルーム）が発生する。そのため、海氷動態の変化はブルーム発達のタイミングや規模へ影響を及ぼすと考えられているが、ブルーム期間に優占する珪藻類の群集動態に関する知見は乏しい。珪藻類は分類群によって増殖特性や動物プランクトンによる被同化効率も異なるため、珪藻群集組成の変化を詳細に評価することは海洋生態系全体への影響を考察する上で重要である。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する。休眠期細胞を含む珪藻類の多くは海底まで沈降するため、一般に、基礎生産力が大きい海域の堆積物中には多くの増殖可能な珪藻類が存在する。しかし、当該海域は浅い陸棚域が広がり、水柱と海底との相互作用が大きいにも関わらず、堆積物中の増殖可能な珪藻類が水柱へ放出された際に示す光生理学的応答について知見は無く、堆積物中珪藻類が有する基礎生産過程への潜在能力は不明である。以上より、本研究では、太平洋側北極海において、時空間的な海氷分布変動が珪藻類の群集組成へ与える影響を評価すること、および当該海域の堆積物中の珪藻類が基礎生産過程に対して果たす役割を明らかにすることを目的とした。

まず、北部ベーリング海において経年的な海氷動態の差異が珪藻群集組成へ与える影響を調査した。当該海域では、2018年の海氷後退時期は2017年よりも早かった。本研究では、まず、夏季の水柱における珪藻群集を比較した。その結果、当該海域のチリコフ海盆における珪藻群集組成は2017年と2018年で明確に異なっており、2017年は細胞密度が高く、*Chaetoceros socialis complex*などの春季・夏季ブルームに特徴的な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、*Thlassionema nitzschioides*などの秋季に特徴的なコスモポリタン種が優占していた。このような夏季の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の規模や開始時期の変化が最も関係していると考えられた。次に、堆積物中の珪藻群集は観測以前の水柱における珪藻群集を反映していると仮定し、堆積物中の増殖可能な珪藻群集を調査した。堆積物中の増殖可能な珪藻群集は、セントローレンス島の南方海域において経年的な違いが明瞭であり、2017年に比較的

高い割合を占めていた海水関連珪藻は2018年には殆ど検出されなかった。一方で2018年には水柱での*Thalassiosira*属によるブルームが拡大した可能性が示された。すなわち、2018年には海水後退時期の早期化に伴い、海水関連珪藻の光環境や生息環境が増殖に不適であった一方で、海水後退後の開放水面では、*Thalassiosira*属などの珪藻類が水柱で活発に増殖したと考えられた。これらの結果から、太平洋側北極海における海水動態の時空間的变化は、春季から夏季のブルームにおける珪藻群集組成に影響を与えることが示唆された。

次いで、太平洋側北極海における地理的な海水動態の差異が珪藻群集組成へ与える影響を評価した。この際、先述の仮定の下、堆積物中の増殖可能な珪藻群集組成を調査した。その結果、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、水柱においてブルームを構成する*Chaetoceros*属や*Thalassiosira*属が優占していた一方、海水の存在時期が長い西部ボーフォート海では海水関連珪藻が優占していた。すなわち、当該海域では、海水後退時期やそれに伴う光環境の違いに起因した異なる珪藻分類群がブルームに寄与していた可能性が示された。

ここまでの研究を通じて、太平洋側北極海の堆積物中には、発芽可能な珪藻類が非常に高密度で存在することが明らかとなった。珪藻類休眠期細胞は光の照射がトリガーとなって発芽する。したがって、堆積物中の珪藻類は光を受けると再び活発に増殖するが、珪藻類にとって劇的な光環境の変化はストレスとなることが知られている。したがって、堆積物中の珪藻類が光照射時に示す光生理学的応答について、チュクチ海の堆積物を用いた室内培養実験を通して調べた。光照射後、堆積物中の珪藻類は培養期間を通して活発に増殖し、特に*C. socialis complex*が群集規模の増大に寄与していた。光合成光化学系IIにおける光化学反応の最大量子収率 (F_v/F_m) や光合成-光曲線パラメーター、微細藻類色素組成の変化より、堆積物中の珪藻類における光合成や光保護に関する生理は光照射後速やかに応答することが示された。また、強光によって光合成活性が低下した場合でも、数日以内に同活性を回復させ、再び活発な増殖を再開させることが示され、堆積物中に存在する珪藻類の光環境の変化に対する高い生理学的可塑性が明らかとなった。加えて、海底に堆積した珪藻類と水柱との相互作用を明らかにすることを目的とし、強風イベントによる堆積物の巻き上がりが起こりやすい秋季にチュクチ海の水柱の珪藻群集を調査した。本研究では、珪藻類は、走査型電子顕微鏡およびDNAメタバーコーディングにより評価し、両手法の利点を活かしたデータセットを構築したのち、相関ネットワーク解析を行った。その結果、南部チュクチ海陸棚域の表層および亜表層において、堆積物由来と考えられる珪藻類休眠期細胞が優占していることが明らかとなり、海底へ堆積した休眠期細胞は容易に有光層内へ輸送されることが示唆された。すなわち、太平洋側北極海の海底堆積物中に存在する珪藻類休眠期細胞は、浅海域特有の環境特性に加え、高い生理学的可塑性を有することによって、発芽し、再び活発に増殖する潜在能力を十分に有していると考えられた。

本学位論文を通して、当該海域の珪藻類は、海洋表層から沈降することで海洋炭素・ケイ素循環に寄与しているのみならず、海底へ堆積した群集が再び増殖し始めることで、基礎生産過程における起点として、生物地球化学循環に寄与している可能性が考えられた。一方、水柱や堆積物中の珪藻群集は、海水動態の変化に伴い、組成が容易に変化することが明らかとなった。したがって、海水減少を含む海洋気候変動が著しい太平洋側北極海において、珪藻群集の変化が生物地球化学循環や海洋生態系全体へどのような影響を及ぼす可能性があるか今後着目すべきである。