



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Water-column light utilization efficiency of phytoplankton and transparent exopolymer particles in the western subarctic Pacific [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	野坂, 裕一
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第11344号
Issue Date	2014-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/55418
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Yuichi_Nosaka_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

地球圏科学専攻 博士（環境科学） 氏 名 野坂 裕一

学 位 論 文 題 名

Water-column light utilization efficiency of phytoplankton and transparent exopolymer particles in the western subarctic Pacific

（西部北太平洋亜寒帯域における植物プランクトンによる水柱の光合成
光利用効率と透明細胞外重合体粒子に関する研究）

西部北太平洋亜寒帯域は、生物による海洋表面の二酸化炭素分圧（ $p\text{CO}_2$ ）を下げる季節的な効果が全海洋中で最も高い海域の1つであり、これは主に、春季の珪藻ブルーム（大発生）による高い基礎生産力に起因すると考えられている。北海道の北東、カムチャツカ半島の東部に位置する西部北太平洋亜寒帯の循環域は、アラスカ海流、東カムチャツカ海流、親潮海流、亜寒帯海流から構成される反時計回りの循環型海流域である。夏季の循環域は、植物プランクトンの増殖が主要栄養塩類よりもむしろ、鉄濃度によって制限される HNLC（high-nitrate, low-chlorophyll）海域である事が知られている。HNLC の循環域において、植物プランクトンによる水柱の光合成光利用効率（以降、 Ψ ）の調査は幾度か行われてきたが、その知見は少ない。そこで、本研究では 2008 年夏季の循環域と亜熱帯―亜寒帯移行域における Ψ を調査した。さらに、2001 年と 2004 年に行われた HNLC 海域での 2 つの鉄添加実験 (SEEDS-I と SEEDS-II) の Ψ 値を見積もり、 Ψ と植物プランクトン群集組成との関係等を詳細に調査した。その結果、循環域における Ψ 値は、同じ日積算の光合成有光放射 (PAR) 照度で比較したとき、全球海洋で得られた Ψ の上限値よりも高い値が得られる事が明らかとなった。SEEDS-I と SEEDS-II では、鉄添加により一時的な植物プランクトンブルームが観測されたが、 Ψ 値には有意な影響を与えなかった。しかしながら、2008 年航海、SEEDS-I、SEEDS-II の 3 航海における Ψ 値と植物プランクトン群集組成の比較から、高い Ψ 値には独立栄養性の鞭毛藻類が関係していた可能性が示された。本海域の夏季においてこれまでに報告された Ψ 値を取りまとめた結果から、同じ日積算 PAR 照度で比較したとき、循環域は全球海洋の Ψ 値よりも平均的に高い Ψ 値が得られる事が明らかとなった。このことは、西部北太平洋亜寒帯域で報告された高い生物炭素ポンプ効率に

影響しているかもしれない。

高い Ψ 値と高い生物炭素ポンプ効率北海道に近い親潮域の春季珪藻ブルームにおいても報告されている。しかしながら、沈降粒子を接着させ、生物炭素ポンプ効率を高める透明細胞外重合体粒子（以降、TEP）の研究は一度も行われていない。海水中の TEP 濃度は、珪藻ブルーム最盛期に高まる事が報告されているが、一方でブルーム終焉期に TEP 濃度が高まる事も報告されており、珪藻ブルーム期の TEP 生産機構は良く理解されていない。よって、2010 年と 2011 年に行われた春季親潮珪藻ブルーム期の TEP 調査航海に参加し、春季親潮珪藻ブルーム期の TEP を調査した。尚、TEP はアルシアンブルー染色後、分光光度法によって濃度を決定した。海水中の TEP 濃度はブルーム最盛期に高まり、ブルーム終焉期で低下する事が示された。混合層深度内の TEP 濃度は、Chl *a* 濃度と共に有意に増加した事から、TEP は主に植物プランクトンに由来していた事が示唆された。しかしながら、TEP 濃度と TEP 前駆態物質である DOC の生産速度との間には有意な相関が見られなかった。そのため、TEP と TEP 前駆態物質は、バクテリアによる分解や動物プランクトンによる捕食、移流や混合などの物理過程に影響されていたと考えられた。より詳細な TEP 生産過程を理解するために、春季親潮珪藻ブルーム最盛期で優占した珪藻類 *Thalassiosira nordenskioeldii* を使って室内培養実験を実施した。本株は 2011 年の航海で現場から採集され、単離・無菌化された。海水の栄養塩濃度は春季親潮珪藻ブルーム発生前の濃度に調整、水温はブルーム最盛期の温度に調整、光照度は約 $100 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ に調整し、12 時間：12 時間の明暗周期で培養を行った。培養は 40 日間行われ、このうち、0–28 日目は対数増殖期、28 日目以降は定常期であった。ボトル中の TEP と DOC 濃度は培養日数と共に増加した。対数増殖期における細胞当たりの TEP 生産速度と DOC 生産速度との間には有意な相関があり、TEP は *T. nordenskioeldii* から排出された DOC の一部から生成されていた事が示唆された。また、細胞当たりの TEP 生産速度は、定常期よりも対数増殖期において有意に高かった事から、親潮春季珪藻ブルーム最盛期で得られた高い TEP 濃度は、珪藻類の高い生物量と細胞当たりの TEP 生産速度に起因していたと考えられた。

本研究において全球の上限値を超える高い Ψ 値が観測された事から、西部北太平洋亜寒帯域は、植物プランクトンによる光エネルギーから有機炭素への転換効率が全海洋中で最も高い海域である可能性が示された。さらに、親潮域においては、ブルーム最盛期の珪藻類が海水中の TEP 濃度を高める事が明らかとなり、本海域における高い生物炭素ポンプ効率に寄与している事が示唆された。