

内容の要旨及び審査結果の要旨

【書式 11】

平成 31 年 1 月 31 日

氏名（本籍）	菅井 洋太			
学位の種類	博士（工学）			
学位記番号	甲 第 168 号			
学位記の授与日	平成 31 年 3 月 18 日			
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 創価大学大学院学則第 31 条第 2 項該当 創価大学学位規則第 3 条の 3 第 1 項該当			
論文題目	Enrichment of organic matter and microorganisms in the sea surface microlayer of temperate coastal waters and its roles in air-sea gas exchange			
論文審査機関	工学研究科委員会			
論文審査委員	主査委員	農学博士	戸田 龍樹	印
	委員	農学博士	古谷 研	印
	委員	博士（農学）	濱崎 恒二	印

<論文の内容の要旨>

海洋最表層のわずか 1 mm 未満の層である海面マイクロ層は、大気と海洋の境界に位置しているため、大気-海洋間のガス交換を通して地球温暖化に重要な役割を果たしていると考えられている。これまで、様々な海域で海面マイクロ層における有機物や微生物群集の集積が報告されてきたが、その時系列変動に関する知見は非常に限られている。また、海面マイクロ層は大気-海洋間のガス交換を制御しているが、大気-海洋間のガスフラックスを算出する際に海面マイクロ層における気体の生成・消費は考慮されていない。そこで、本博士論文では、温帯沿岸域の海面マイクロ層における、有機物と微生物群集の集積の季節性、および気体の生成・消費の大気-海洋間のガス交換における役割を明らかにすることを目的とした。まず、年間を通じた現場観測を実施し、海面マイクロ層における有機物濃度と微生物現存量の周年変動を明らかにした。次に、海面マイクロ層では太陽光による有機物の光化学的分解と細菌の活動により、間接温室効果ガスとして知られる一酸化炭素（CO）が活発に生成・消費されていると考えられるため、海面マイクロ層における CO の生成・消費とそれらの大気-海洋間の CO 交換への影響を明らかにした。

本博士論文は、4 章から構成されている。第 1 章では、総合序論として、これまでの大気-海洋間のガスフラックスの算出における課題を整理し、大気-海洋間のガス交換における海面マイクロ層の役割について言及した。第 2 章では、相模湾沿岸において 2 年間の現場観測を実施し、海面マイクロ層における有機物濃度と微生物現存量の季節変動を調査した。第 3 章では、1 年間の現場観測と培養実験を実施し、海面マイクロ層における CO の生成・消費が大気-海洋間の CO 交換に与える影響を評価した。第 4 章では、総合考察として、海面マイクロ層の研究の方法論の問題を踏まえ、大気-海洋間の CO 交換における温帯沿岸域の海面マイクロ層の役割を議論した。

第 2 章では、2013 年 9 月から 2015 年 9 月にかけて、相模湾沿岸（水深 120 m）の海面マイクロ層と海面直下（水深 0.5 m）における有色溶存態有機物などの有機物の濃度と植物プランクトン、細菌などの微生物群集の現存量の季節変動を調査した。その結果、有機物や微生物群集が海面マイクロ層に春季に多く集積することを 2 年連続で観測した。これは、外部から調査海域への無機栄養塩の供給によって海面マイクロ層において植物プランクトンブルームが引き起こされたためであると考えられ、温帯沿岸域では春季に特徴的な海面マイクロ層が形成されることを明らかにした。

第3章では、2017年6月から2018年6月にかけて、海面マイクロ層と海面直下におけるCOの生成・消費速度と海洋-大気フラックスを調査した。その結果、海面マイクロ層におけるCO生成速度と消費速度はどちらも春季から秋季にかけて高い値を示した。COの生成・消費速度と海洋-大気フラックスを比較することにより、海面マイクロ層におけるCO消費は年間を通して大気-海洋間のCO交換を考慮する際に無視できるが、CO生成は夏季にCOの海洋-大気フラックスを高めることを明らかにした。また、有機物が集積した際には海面マイクロ層におけるCO濃度が極めて高くなり、大気-海洋間のCO交換が抑制されることを明らかにした。

第4章では、まず、海面マイクロ層のサンプリングなどの方法論の問題による、海面マイクロ層のデータの解釈の注意点について議論した。その後、大気-海洋間のCO交換における温帯沿岸域の海面マイクロ層の役割が季節によって異なることを議論し、海面マイクロ層における気体の生成・消費や有機物の集積を考慮した大気-海洋間のガス交換について考察した。

本博士論文の内容の一部は、査読制度を有する下記の権威ある学術雑誌2編に掲載されており、本博士論文の研究成果が国際的に高く評価されていることを示している。

- 1) Youta SUGAI, Kenji TSUCHIYA, Victor Shinichi KUWAHARA, Shinji SHIMODE, Kazuhiro KOMATSU, Akio IMAI and Tatsuki TODA.
Bacterial growth rate and the relative abundance of bacteria to heterotrophic nanoflagellates in the euphotic and disphotic layers in temperate coastal waters of Sagami Bay, Japan.
Journal of Oceanography. Vol. 72 : pp. 577-587, 2016.
- 2) Youta SUGAI, Kenji TSUCHIYA, Shinji SHIMODE and Tatsuki TODA.
Seasonal variations in microbial abundance and transparent exopolymer particle concentration in the sea surface microlayer of temperate coastal waters.
Aquatic Microbial Ecology. Vol. 81 : pp. 201-211, 2018.

<論文審査結果の要旨>

海面マイクロ層は、全球的な物質循環や気候変動に重要な役割を果たしていると考えられている。しかし、海面マイクロ層の研究では、海面マイクロ層と海面直下を比較することで、様々な海域で海面マイクロ層に有機物や微生物群集が集積していることが明らかになっているが、それらの集積の時空間変動や生物地球化学的な役割に関する知見は非常に限られている。

これに対し、本博士論文は、相模湾沿岸において現場観測を実施し、海面直下とは異なる海面マイクロ層の化学的・生物学的性質を年間を通して初めて明らかにした。また、海面マイクロ層の生物地球化学的な役割として大気-海洋間のガス交換に着目し、大気-海洋間の相互作用における海面マイクロ層の重要性を示す研究として今後の研究の発展に繋がると期待される。本博士論文は、海面マイクロ層の化学的・生物学的性質のダイナミックな変動とその要因や気候変動における海洋の役割を理解するための基礎的な知見となる点で、海洋生態学や生物地球化学の進展に貢献すると考えられる。

以上のことから、本博士論文は、博士（工学）として十分な価値を有するものと認める。

最終試験の結果の要旨

【書式 12】

平成 31 年 1 月 31 日

フリガナ 申請者氏名	スガイ ヨウタ 菅井 洋太	専 攻 名	環境共生工学 専攻
審査委員会委員	主査委員	戸田 龍樹 印	
	委 員	古谷 研 印	
	委 員	濱崎 恒二 印	
要旨			
<p>審査委員 3 名により、学位論文の内容および関連する分野に関して口頭で試問を行った。その結果、申請者が博士（工学）として十分な学力と研究能力を有するものと判定された。よって、審査委員会は最終試験の結果を合格と認定した。</p>			