



Title	Distribution and characteristics of algicidal and growth-inhibiting bacteria in coastal sea and seagrass beds [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	稲葉, 信晴
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(水産科学)
Dissertation Number	甲第12203号
Issue Date	2016-03-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/61528
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Nobuharu_Inaba_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（水産科学）

氏名：稲葉信晴

審査委員	主査	特任教授	五嶋	聖治
	副査	教授	澤辺	智雄
	副査	Supervisory	Vera Lynn Trainer	(NOAA)
		Oceanographer		
	副査	教授	今井	一郎
	副査	准教授	山口	篤

学位論文題目

Distribution and characteristics of algicidal and growth-inhibiting bacteria in coastal sea and seagrass beds

(沿岸海域及びアマモ場における殺藻細菌と増殖阻害細菌の分布と特性)

近年、有害有毒藻類ブルーム（Harmful Algal Blooms: HABs）は、温暖化に伴い地球規模で増加している。天然や養殖の魚介類を大量斃死させる有害赤潮や、有毒藻類由来の毒が二枚貝や大型魚類に蓄積し、食物連鎖を通じて海鳥や鯨類等の大量死や人間への健康被害も引き起こす有毒ブルームは世界中で大問題となっている。

近年、HABsの原因藻類に対して強い致死性を持つ細菌（殺藻細菌: Algicidal bacteria）や藻類増殖を阻害する細菌（増殖阻害細菌: Growth-inhibiting bacteria）の存在が報じられている。また、殺藻細菌がアマモ（*Zostera marina*）葉体のバイオフィルム中に海水中の約 10^3 – 10^4 倍もの高密度で生息する新事実が見出された。本研究では、HABsの緩和・防除対策としてアマモ場の活用を目指し、アマモ場における殺藻細菌の時空間的消長、殺藻細菌の種組成、他微生物との相互関係等の解明に取り組んだ。得られた結果は以下のように要約される。

鹿児島県八代海の沿岸（水深 0m, 10m, 海底上 1m）の海水中の殺藻細菌及び増殖阻害細菌数と植物プランクトン（クロロフィル *a*）量の関係を調査した。その結果、赤潮未発生の海域でもクロロフィル *a* 量が最大の時に、殺藻細菌細胞数も最大となり、通常の水中でも殺藻細菌の数が植物プランクトン量と密接な関係を持って変動する事を明らかにした。

熊本県宮津湾のアマモ場における殺藻及び増殖阻害細菌を含む微生物群集構造の時間的な変動を解析した。殺藻及び増殖阻害細菌はアマモ場海水中から常に検出され、アマモ葉体上のバイオフィルムから検出された密度は海水中の密度と比べ 1000 倍以上であった。しかし、アマモが枯死消失した海水中では、それまで優占していた羽状目珪藻が劇的に減少し、殺藻及び増殖阻害細菌も検出されなくなったことから、アマモの存在がそれら微生物群

集に大きく影響している事を明らかにした。

米国ワシントン州ピュージェット湾全域のアマモ場において、有害赤潮ラフィド藻 *Heterosigma akashiwo* と有毒渦鞭毛藻 *Alexandrium tamarense* species complex に対する殺藻及び増殖阻害能を持つ細菌の分布を調査し、アマモのバイオフィームと海水中に生息するこれらの細菌密度と空間的分布を明らかにした。更に、アマモに加え、コアマモ (*Z. japonica*) とスガモ (*Phyllospadix scouleri*)、及び優占したアオサなど複数種の大型藻類についても殺藻及び増殖阻害細菌の生息密度と細菌組成を調査し、海草や海藻から検出された殺藻及び増殖阻害細菌の組成を明らかにした。これは北アメリカ大陸のアマモ場及び藻場において殺藻細菌の分離に初めて成功したものであり、この現象が世界共通である事を示している。

岡山県の日生町のアマモ場海水及び長島沿岸の海水を用い、有害ラフィド藻 *Chattonella antiqua* の疑似赤潮状態を作り、殺藻及び増殖阻害細菌の出現動態を調べるマイクロコズム実験を行った。その結果、アマモ場海水の浮遊性細菌区及び無濾過海水区で *C. antiqua* 細胞数の劇的な殺滅が確認され、それを追うように殺藻及び増殖阻害細菌細胞数が増加した。部分的 16S rRNA 遺伝子解析を行った結果、リグノセルロースの分解酵素（ラッカーゼ等）の産生が報告されている細菌に近縁の細菌が、殺藻及び増殖阻害細菌である事が見出された。更にそれらの 16S rRNA 遺伝子配列（約 500 bp）を比較した結果、アマモ葉体バイオフィームから分離された細菌と類似度 100%の株が長島沿岸の海水から 3 株検出され、98.5%以上を示す細菌がアマモ場海水から 17 株そして沿岸海水から 20 株検出された。以上の事からアマモ場海水は、*C. antiqua* の有害赤潮の防除能を保有すると同時にそれら細菌を海水に供給していると考えられた。

アマモ場は、様々な生物の生息場及び産卵場であるだけでなく、栄養塩類の吸収や懸濁有機物の沈殿による水質改善、観光地の景観保全、場所によっては藻塩利用や食用、肥料等としても重宝される。これまで景観保全や水産資源保護の観点からアマモ場造成事業が進められていた。

上記の内容は「アマモ場が有害有毒赤潮の発生を抑制予防する」という新たな生態的機能を提示し、アマモ場造成に大きな動機付けを与えるものである。HABs の発生が養殖漁業に与える経済的被害は非常に大きいため、アマモ場による HABs の発生予防は、環境に優しい手法として養殖産業にとっても非常に利用価値が高く、本研究の貢献は非常に高いものと評価できる。よって審査員一同は申請者が博士（水産科学）の学位を授与される資格のあるものと判定した。