

氏名	MYAT THWE MYINT AUNG		
学位の種類	博 士 ( 農 学 )		
学位記番号	博 甲 第 8 8 3 5 号		
学位授与年月日	平成 3 0 年 9 月 2 5 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Study on Aquatic Coastal Ecosystem Management in Tropical and Temperate Areas Using Microbiological Function Measurement Approaches (微生物機能測定手法を利用した熱帯および温帯沿岸生態系管理に関する研究)		
主査	筑波大学准教授	博士 (理学)	内海 真生
副査	筑波大学教授	Ph.D.	渡邊 和男
副査	筑波大学教授	農学博士	河瀬 眞琴
副査	筑波大学教授	博士 (学術)	中島 敏明

## 論 文 の 要 旨

沿岸生態系管理には、環境、経済、人の健康、活動のバランスをとるために必要な沿岸域の管理手法や体制が含まれている。世界の沿岸域では、現在、人口増や同地域への産業集中による人口集中により環境汚染や生態系劣化が進行し、富栄養化に伴う藻類の異常増殖、生物多様性低下などの問題が発生している。また、低レベルの慢性的な油流出や、時には甚大な油流出による炭化水素汚染の影響を受けている。これらの問題は、沿岸域および海洋が歴史的に人間活動で排出される廃棄物を希釈する無限の能力を本質的に有すると考えられていたため、複雑で解決しにくいものとなっている。持続可能な沿岸生態系開発や管理には、科学的な知見に立脚した施策実施が必要であるが、沿岸生態系管理に資する科学的知見、人為的な影響が沿岸生態系に及ぼす知見、はほとんど蓄積されていない。

審査対象論文で著者は、上記問題を解決するため、沿岸生態系の多様な機能をサポートする微生物群集の構造や機能に着目し、微生物機能測定法を用いて熱帯および温帯域の特徴的な沿岸生態系が持つ機能についてそれぞれ詳細な調査研究を実施することで沿岸生態系管理に資する情報を収集し、得られた結果を用いて沿岸域の包括的管理の提案や沿岸域の持続的維持につなげることを目的に研究を実施した。

第1の対象とした熱帯沿岸域では、著者はミャンマーのマングローブ林における窒素循環に着目し調査研究を行った。マングローブ林は熱帯域で最も重要な沿岸生態系であり、林内での窒素循環の定性・定量的把握と微生物の群集構造や機能測定による生態系評価は、熱帯沿岸域の維持管理に重要な知見を提供する。著者は、ミャンマー連邦共和国Shwe Thaug Yanマングローブ林保護地区で、河口からの距離およびマングローブ優占種の異なる3地点を選定し、各地点底泥中の窒素循環に関与する微生物群集の多様性、窒素固定速度、微生物 (16S rDNA) および窒素固定機能遺伝子 (*nifH*) と炭化水素分解機能遺伝子 (*alkB*) の存在量を測定した。その結果、最上流域 (地点3) の窒素固定速度、微生物密度、*nifH* および*alkB* コピー数が地点1、2より高いことを明らかにした。また、各地点の窒素固定速度と*nifH* コピー数との間に高い相関が認められることを明らかにした。地点1、2の底泥微生物群集構造は類似していたが、地点3は異なっており、 $\beta$ -多様性指数は地点3、地点1、地点2の順で減少していた他、すべての地点で微生物群集の多様性は深さが増すにつれて低下していた。窒素循環に関与すると考えられる微生物は深度に応じて検出され、マングローブ林底泥での窒素循環にこれらの微生物群集が重要な役割を果たしている

ことを明らかにしている。

第2の対象とした温帯沿岸域では、著者は東京湾内での石油炭化水素の生物学的除去に及ぼす温度の影響についてバイオスティミュレーション実験法を用い調査研究を行った。温帯沿岸域は熱帯沿岸域とは異なり、沿岸生態系に植生が優占することはほとんどなく、水中や底泥中の微生物群集が生態系維持に重要な役割を担っている。近年多発している沿岸域での重油流出事故が温帯沿岸域生態系へ及ぼす影響、特に温帯の特徴である水温変化がバイオスティミュレーション効率にどのような影響を与えるかに関する知見は、温帯沿岸生態系の維持管理に重要な知見を提供する。著者は、石油流出事故が多発する東京湾を調査地に選定し、季節毎に湾央、湾奥の2地点から表層海水を採取し、一定濃度のn-アルカンの混合物を実験室内で添加し石油汚染試料を作成した後、培養を行った。現場水温条件で28日間の培養を窒素・リン栄養塩添加系と無添加系でそれぞれ行い、培養期間中の残留炭化水素濃度をGC-MSで測定した他、細菌細胞数、炭化水素分解機能遺伝子 (*alkB*) の存在量も測定した。一連の実験から著者は、石油炭化水素の分解効率は高水温である夏季に最も高く、春、秋、冬の順に低下することを明らかにしている。さらに、炭素原子数34個までのアルカンは、夏季の28日間培養でほぼ分解されたが、炭素原子数にかかわらず、冬季には明瞭な分解が認められないことも明らかにしている。また、アルカン (炭化水素) 分解率と *alkB* コピー数と関連があることは認められたが、必ずしも相関していないことも明らかにしている。

微生物機能測定による熱帯沿岸生態系 (マングローブ林の窒素循環) と温帯沿岸生態系 (石油流出時のバイオスティミュレーション) を対象とした本研究の結果から、著者は沿岸生態系の維持に微生物群集の構造や機能が重要な役割を果たしている、と結論づけている。また、著者は、微生物群集の構造や活性が環境因子の違いや変化により大きく変化することも明らかにしており、著者による一連の研究成果は、持続的な沿岸生態系の利用の際に必要な管理オプションの提示や、将来の沿岸生態系評価に資する調査研究手法を明示するものである。

## 審 査 の 要 旨

本論文は、「Study on Aquatic Coastal Ecosystem Management in Tropical and Temperate Areas Using Microbiological Function Measurement Approaches」と題し、沿岸生態系の底泥や水柱に生息する微生物群集の構造や機能測定から、持続的な沿岸生態系管理手法の構築に資する科学的知見を集積することを目的に実施された。

著者はタイプの異なる2つの気候区の代表的な沿岸生態系 (熱帯のマングローブ林、温帯の内湾) を調査対象に選定し、マングローブ林の持続的管理に必要な底泥中の窒素循環、湾内での石油流出事故に対応する炭化水素分解、に関して微生物群集の構造や機能測定を物理化学的環境因子測定と組み合わせて研究を実施している。この手法は斬新であり、今後の研究発展が大いに期待できるものである。調査研究の結果、著者は、マングローブ林内環境の違いが窒素固定速度、微生物群集の構造や底泥内垂直分布に大きな影響を与えること、内湾水中での炭化水素分解は栄養塩濃度よりも水温の違いが大きな影響を与え、低水温時期は微生物によるバイオスティミュレーションが難しいこと、などの新規知見を多く得ている。これらの結果は、将来的に持続可能な沿岸生態系の維持管理施策を策定する際に重要な知見を提供するものである。微生物群集の構造や機能を定量的に測定し、沿岸生態系管理の指標として用いることを目的に実施され得られた本研究の一連の成果は、科学的のみならず社会的にも意義の大きいものと判断できる。

平成30年7月19日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士 (農学) の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。