

論文審査の結果の要旨

氏名：藤 井 貴 敏

博士の専攻分野の名称：博士（理学）

論文題目：キノプロファイル法を用いた微生物叢解析による底質環境評価手法の構築

審査委員：（主査） 日本大学教授 竹 村 貴 人
（副査） 日本大学教授 藤 森 裕 基
（副査） 日本大学教授 武 村 武

微生物は地球上において生物量として優占し、その代謝を介して有機物を無機物へ変換する能力が、生態系における物質循環過程の1つを構成していると言える。そのため、微生物群集の環境評価指標としての重要性は理解されているが、その多様性の時空間分布および変動要因に関する普遍的な知見は少ない。従来用いられてきた遺伝子学的手法では、標的とする微生物種の塩基配列情報が必要であり、その情報が他の微生物に共通な特徴を持つ場合には正確な定量は不可能である。また、環境変化によって微生物種が変化する場合には追跡が困難となる。このように、実際の環境にはあらゆる汚濁物質が存在し、微生物種の変化も生じることが予想されるため、特定の微生物種を指標とした環境モニタリングでは環境リスクに対応した十分な評価とは言えない。そこで本論文では、化学的な指標と生物指標の双方から水環境を評価し、総合的な底質環境評価手法について提示することを目的に、異なる水域を多地点調査し、微生物叢・量に変化をもたらす因子について考察し、新たな評価手法を提案したものである。

本論文は、環境との対応関係が分かりやすく、分布が普遍的な微生物を用いた評価をキノプロファイル法により行い、化学的な指標と生物指標の双方から水環境を含めた総合的な底質環境評価手法について提示したものであり、以下の6章から構成される。

第1章では序章として、微生物叢解析による底質環境評価の有用性を述べ、本論文の背景である既往の環境評価手法の問題点および不足している知見について述べており、本論文での研究位置付けを明確化している。また、その課題を克服するために、キノプロファイルに基づく様々な環境下における微生物叢と化学的・物理的に評価した汚濁状況を関連付けることで、微生物叢解析による底質環境評価手法を提示するための背景について述べている。

第2章では瀬戸内海の底質と微生物叢の関係について述べており、干潟における好氣的・嫌氣的な条件によって異なる生物反応を経て、物質循環が微生物叢に寄与していることを示している。本章では、瀬戸内海の4干潟の合計35地点サンプリングを行い、底質と微生物叢の関係について評価している。その結果、強熱減量(IL)、礫含有率、砂含有率などの堆積物の物理化学的パラメータはキノン量およびキノン組成を決める因子であることが明らかになった。また、好気性菌と嫌気性菌の割合を示すユビキノン(UQ)/メナキノン(MK)モル比はヘドロの状態を示す有機物量(強熱減量:IL)および酸化還元電位(ORP)と強い相関があることを見出し、その背景として有機物が重要であることを示し、UQ/MKモル比が底質の汚濁状況を把握する指標となることを提案している。

第3章では中海を対象として、湖沼底層の時・空間的な環境変化を評価するための底質特性と微生物叢を合わせた解析を行なっている。中海は干潟のように干満の差で底質が干出せず、強固な塩分成層が形成されているため、底層水の貧酸素化が生じやすい特徴を有することから、ほとんどの地点でMK量がUQ量を上回っており、嫌気性菌が優占する環境であることを明らかにした。また、中海はMK類が優占する環境であるため、ILおよび全キノン量が高い地点はUQ/MKモル比を下げ、ORPは負の値を示す傾向にあること明らかにした。

第4章では農業域の小水路における微生物叢と水質の関係性を明らかにするために、河川底質の微生物叢に着目し、汚濁物質が生態系の基盤である微生物に及ぼす影響を評価している。その結果、放流先の用水路の放流先の用水路の水質に対して強い影響を及ぼした農業集落排水処理水の水質は溶存態窒素濃度と溶存態リン濃度で高い値を示しており、キノン種はUQ-8、MK-8も同様な傾向にあることを明らかにした。この

ことから、栄養塩濃度が高い農業集落排水処理水放流による影響は用水路内の微生物叢を変化させ、特に脱窒菌の増加に寄与していることを、キノン種を用いた評価から明らかにした。

第5章は干潟の底質環境を評価する上で、ベントスと微生物叢の関係について述べている。調査地域を瀬戸内海とし、ベントスの個体数、種数、多様性指標とキノンプロファイル法から求められた微生物の量、種数、多様性との関係性を統計的に解析している。その結果、微生物が豊富な地点であるほど、ベントスにとって良好な環境であり、微生物が他の生物に利用可能な物質に変換することで干潟の物質循環に寄与していることを指摘している。また、本論文での手法では、ベントスが生息できない底質環境も評価することが可能であることを示している。

第6章では本研究で得られた結果を総括し、今後の展望について述べている。本論文では底質の微生物叢は過去の人為的な環境負荷や水質の変動を反映した評価が可能であることを示した。また、本論文で示したキノンプロファイル法での微生物叢の評価は底質環境などの汚濁度を評価する手法の一つになり得ることを提案している。

以上のように本論文は、キノンプロファイル法を用いた微生物叢解析による総合的な底質環境および水質の評価手法について述べてるものである。これまで微生物叢を用いた環境評価の研究事例が少なかったことから、広い分野への適用が期待されるものであり、本論文は高く評価できる。

よって本論文は、博士（理学）の学位を授与されるに値するものと認められる。

以 上

令和2年1月9日