

氏名（本籍）	酢谷 大輔		
学位の種類	博 士 （農学）		
学位記番号	博 乙 第	2742	号
学位授与年月日	平成 27 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	環境変動に起因する水圏生物群集構造の変化を予測する手法の開発		
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	理学博士	中村 幸治
副査	筑波大学教授	博士（学術）	中島 敏明
副査	筑波大学准教授	博士（生物工学）	楊 英男

## 論 文 の 要 旨

観測や室内実験から、水圏生物の制御因子は明らかとなってきたが、環境因子が変化した場合の群集構造変化を観測や実験の結果から予測した研究はほとんどない。数値シミュレーションモデルによる生物群集構造変化予測では、特性が異なる数種・グループで構成される単純系での予測は行われているものの、ある水域の群集構造の制御因子の実態を反映し予測を行う方法は確立されていない。このため、特定の個体群密度が著しく増加・減少して生じる問題を解決するために環境因子をどう制御すればよいか、が不明である。本研究は、水域において生物群集構造を決定している制御因子と種のニッチを観測データより統計解析を用いて明らかにし生物種をグループ化し、グループによる生理学的特性の違いを数値シミュレーションに反映させ群集構造変化を定量的に予測する一連の変化予測手法を開発することを目的に行った。研究は、酸性水流入により酸栄養となっていたが近年急激なpH上昇とマイクロサイズ (>20  $\mu\text{m}$ ) の植物プランクトン群集構造が変化している福島県猪苗代湖を選定した。

まず、猪苗代湖の湖水pHの変動原因を検討し、安達太良山硫酸酸性水が主に二酸化硫黄ガスの不均化反応、硫黄鉱床形成時の硫化水素ガスの非生物学的酸化反応から生成されており、安達太良山の火山活動が活発化すると硫酸イオン濃度が低下し、これに応じて湖水pHが上昇していることを明らかにした。

次に、環境因子の中から猪苗代湖および上流に位置する檜原湖、小野川湖、秋元湖のマイクロサイズ (>20  $\mu\text{m}$ ) 植物プランクトン群集組成の違いを決定している因子をCCAにより抽出し、抽出された因子に対する種のニッチをOMI分析から評価することで種をグループ化した。4湖沼で出現頻度の高い77種を抽出し環境因子との関係をCCAで解析したところ、4湖沼の植物プランクトン群集組成の違いは、酸とアルミニウムの阻害レベルと栄養成分の多寡で説明可能であった。また、48種の植物プランクトンについては広範囲分布種 (Type a)、好酸性種 (Type b)、中性中栄養種 (Type c)、中性貧栄養種 (Type d) の4つにグループ化できた。さらに、将来猪苗代湖で富栄養化が進行した場合、これまで同湖であまり出現していないType c種が出現してくることが予想された。また、既往生態系モデルで考慮されていないpHの生物に対する影響を明らかにするため、pHの生物に対する影響を考慮した生態系モデルを新たに構築し、屋外水槽実験結果を用い有効性を検証したところ、異なるpH環境での植物プランクトンの生理特性および水大気境界面の二酸化炭素ガス輸送を適切に計算可能であった。

最後に、構築した生態系モデルを猪苗代湖に適用して流域からの人為活動による負荷量や火山活動が

変化した場合の生物群集構造の変化を予測した。酸とアルミニウムに対する耐性、光合成におけるリン要求性、リン摂取時の親和性、の3つの生理学的特性の違いを植物プランクトンおよびナノプランクトンのパラメータ値に反映させ変化予測を行い、硫酸酸性水の溶存成分濃度が現状と同程度で人為活動による流域からの負荷量が増加する場合、Type a種とd種のバイオマスが現状よりも増加し、これまであまり出現していないType c種が急増する結果となった。この予測結果はOMI図から予想された結果と一致し、これまでの観測データからも支持されたことから、環境変動に起因する水圏生物群集構造の変化を予測する一連の手法の開発に成功し、その有効性を示すことができたと言える。

## 審 査 の 要 旨

本論文は、これまで実験室レベルの解析を元に行われていた実水圏環境の生物個体群密度の変化予測について、現場測定データを最大限活用し、様々な生物個体群を含む生物群集構造の変化について新しいモデルを構築し、過去のデータとの整合性検証ならびに将来の変化予測を行ったものである。

著者は、安達太良山から流入する酸性水の影響により湖水pHが近年大きく変化している福島県猪苗代湖を対象に、まず、この湖水pH変化の原因をこれまでの観測データおよび現地調査から解明した。次に、pH変動に伴う猪苗代湖内の生物群集（植物プランクトン）の変化についてCCAおよびOMI分析を用いて重要な環境因子の抽出および抽出した因子の状況に応じて植物プランクトン個体群が大きく4つのtypeに分類できることを明らかにした。また、上述した解析を元に、猪苗代湖の湖水pHが今後変化した場合の湖内植物プランクトン群集構造の変化予測モデルを構築し、過去の測定データも含めた過去・未来検証を行い、新しく構築したモデルが適合可能であることを明らかにした。この一連の新モデル作成手法は従来のモデル作成手法と大きく異なる新規でより適合度の高い手法の提案であり極めて重要な知見といえ、今後の発展が期待される成果である。

平成27年1月23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学力の確認を行い、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。