

氏名（本籍）	虞 功亮		
学位の種類	博 士（学術）		
学位記番号	博 乙 第	2738	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	Dynamics of Harmful Cyanobacteria and Their Monitoring in Lake Erhai, a Chinese Plateau Lake（中国高原湖沼洱海での有害ラン藻類の動態とモニタリング）		
主査	筑波大学教授	工学博士	福島武彦
副査	筑波大学准教授	博士（地球環境学）	松下文経
副査	筑波大学准教授	博士（農学）	田辺雄彦
副査	筑波大学准教授	博士（理学）	内海真生

論 文 の 要 旨

シアノバクテリアの増殖は有害物質の生成、腐敗による悪臭など、一般的に湖沼環境に負の影響をもたらすものである。しかし、シアノバクテリアの増殖特性、分類学的特性、広域のモニタリングに関する研究は未だ十分とはいえる状態にない。本研究は、中国雲南省にある洱海を対象に、こうしたことの解明を目指したものである。洱海は面積 249 km²、平均水深 10.2 m、最大水深 20.7 m の湖で、雲南省では 2 番目に大きな湖沼であり、流域住民にとって貴重な水資源として活用されている。栄養段階としては中栄養から富栄養の段階にある。

まずシアノバクテリアの増殖特性に関しては、2010 年各月ごと湖内数地点で 16S rRNA 遺伝子と *mcy* 遺伝子を用いたリアルタイム PCR 法により *Microcystis* 総数と有害 *Microcystis* の濃度を測定し、こうした藻類の季節変化特性を調べた。また、毒性が懸念される MC（ミクロシスティン）濃度を計測し、これらの変化と栄養塩濃度などの関係を解析した。この結果、従来から指摘されているように全窒素/全リン比（重量比）が 12 より大きく、23 より小さいという中ぐらいの範囲でしか *Microcystis* 総数、有害 *Microcystis* 濃度、MC 濃度の上昇は見られなかったが、この条件を満足してもすべての場合で上昇が生じたわけではなかった。詳細に解析を行った結果、MC 濃度が上昇した 8 月と 11 月には硝酸態窒素の減少が見られ、それが引き金となって *mcy* 遺伝子を有する細胞数が変化して MC 濃度の増加をもたらされた可能性が示唆された。

次に、洱海で検出される臭気発生型シアノバクテリアである *Tychonema* についてその分類学的特性を調べるとともに、洱海での現存量の季節変化特性、ならびに環境因子との関係を解析した。すなわち、形態、色素、遺伝子による系統学的特性、臭気成分を明らかにするとともに、季節変化が栄養塩、水温、透明度などの水質とどのような関係にあるかを調べた。その結果、生活形態などから、洱海の

Tychonema は *Tychonema bourrellyi* と最も近く、その仲間と分類されるべきこと、また環境因子の中では水温、全リン、全窒素などと正の相関を有するものの、それらの変動で *Tychonema* の動態を説明できるわけでないこと、などを明らかにした。

また、湖沼での藻類濃度変化を高時間・空間解像度で捉えることを目標に、リモートセンシング手法を用いてクロロフィル a 濃度の推定を行う方式を検討した。洱海を含む東アジアの 5 湖沼での反射スペクトル測定結果をもとに、その中の 2 湖沼で開発された SAMO-LUT (Semi-Analytical Model Optimizing and Look-Up Tables) 法を適用し、実測されたクロロフィル a 濃度と比較することから、SAMO-LUT 法の有効性と限界を調べた。その結果、琵琶湖では濁度が低く適用が難しいものの、洱海に対しては十分な精度で適用可能であることが示された。

審 査 の 要 旨

シアノバクテリアの大量増殖により世界の多くの湖沼で様々な問題が生じているが、中国雲南省の洱海も例外ではなく、近年それらの負の環境影響が懸念されている。本研究では、現地観測、遺伝子解析を含む様々な化学、生物分析、リモートセンシング解析などを用いて、洱海で発生したシアノバクテリアの分類学的特性、増殖特性、およびリモートセンシングによる推定手法の開発などを行った。開発した手法の多くは、独創性が高いとともに、他の湖沼への適用も期待される。また、こうした手法を駆使することから、湖沼でのシアノバクテリアの増殖を抑制する技術の開発につながる可能性も有している。以上から本研究は関連研究者から高い評価を得ていて、また今後の湖沼水質保全に向けて重要な手掛かりを与えるものと期待されている。

平成 27 年 1 月 26 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（学術）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。