

氏名(国籍)	魏	斌	(中国)
学位の種類	博士(農学)		
学位記番号	博甲第2802号		
学位授与年月日	平成14年3月25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	農学研究科		
学位論文題目	The monitoring and evaluation of the trophic level and the response patterns of phytoplakton in a eutrophic lake (富栄養化湖沼における栄養レベルおよび植物プランクトンの増殖パターンのモニタリングとその評価)		
主査	筑波大学教授	農学博士	前川孝昭
副査	筑波大学教授	農学博士	天田高白
副査	筑波大学助教授	農学博士	杉浦則夫
副査	筑波大学教授	工学博士	松村正利

論文の内容の要旨

本論文では霞ヶ浦の富栄養化のモニタリング、解析・評価及び予測方法が開発された。さらに、霞ヶ浦において観察されている *Microcystis* から *Oscillatoria* への優占種の変遷プロセスを実験室レベルの実験を行なって検討した。

- 1) モニタリングによる近赤外線 (NIR) モデル実験池と霞ヶ浦の湖水中のセストンを用いて、湖水の pH, クロロフィル a, 炭素, 窒素, リンなど富栄養化指標を重要な水質パラメーターとその測定法を確立して測定した。サンプル水からセストンを収集するために使用したろ紙の型, ろ過量, 乾燥時間, そして異なったスペクトル変換法が予測能力に大きな影響を及ぼすことが明らかになった。さらにこれらのデータからアオコ発生の確率強度を判別するためにクラスター分析を行なったところ, その予測が可能であることが証明できた。
- 2) 霞ヶ浦の富栄養化レベルについて, いくつかのモデル式を用いて評価を行った。1970年代以降の霞ヶ浦の栄養状態指数 (TSI) は 55 から 75 の範囲にあり, その富栄養化が明らかになり, 富栄養化の進行に COD が最も重要な因子であることが判った。富栄養化は COD, 全リン, 全窒素の順で関与していることが分かった。クロロフィル a 指標とした藻類の同一性指数を, 回帰分析と判別分析から評価することで富栄養化レベルの変化を明確にできた。一方, 多様性指数 (Margalef 指数, Menhinick 指数, McNaughton 指数, Shannon 指数) は富栄養化状態の評価には有効でなかった。
- 3) 人工ニューラルネットワークを用いて, 環境パラメータである pH, 水温, 濁度, 溶存酸素, COD, 全窒素, 全リン, 動物プランクトンの変化に対する藻類の反応パターンを分析した。その結果, 霞ヶ浦における *Microcystis*, *Phormidium*, *Synedra* の異常発生を予測することが可能となった。しかし, *Oscillatoria* の発生についての予測性は低かった。さらに, クロロフィル a については, 高い精度で予測できた。また, 構築したモデルの感度分析により, 藻類の増減には湖水の pH 値が重要な役割を持っていることを確認した。ほとんどの藻類は全窒素よりも全リンの変化により敏感に反応することがわかった。
- 4) COD が富栄養化に最も関連していることが分かったことから, この COD には難分解性のフミン酸或はフルボ酸等が含まれており, これらが鉄等の金属と錯体を形成することにより, 藍藻類が鉄等によって, 増殖すると

仮定されるので、これらの難分解性CODとして、EDTAを用いた鉄リガンドとの錯体をつくり、注目され *Microcystis* と *Oscillatoria* との混合培養を実施した。この増殖特性と種構成変化の影響に関する実験的検証を行った結果、*M. aeruginosa* の増殖が減少するときに *O. agardhii* が増殖することが観察された。さらに、*O. agardhii* は *M. aeruginosa* よりも低い鉄濃度下において明らかに増殖し、この低濃度の鉄添加状態（0.06mg/l）では迅速に種構成の移行が起きた。EDTAは、植物プランクトンが生物学的に利用可能な鉄分の取り込みを助長することが判った。従って、EDTAは特定の藻類種の増殖に大きく関与すると結論付けられた。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は霞ヶ浦の富栄養化のモニタリング、解析・評価及び予測法確立を目指している。さらに、霞ヶ浦において観察されている *Microcystis* から *Oscillatoria* への優占種の変遷プロセスを実験室レベルの実験によって検討した。

モデル実験池と霞ヶ浦のセストンを用いて、湖沼のpH、クロロフィルa、炭素、窒素、リンなど富栄養化情報に関わる水質パラメーターを測定するために近赤外（NIR）法を応用し、その測定手法を開発した。NIR法による迅速な水質評価が可能であることが示され、その水質データに基づいて栄養状態指数や同一性指数によって富栄養化状態を評価でき、ニューラルネットワークによって各種因子の相対的な重要度を特定できた。また *Oscillatoria* の優占化現象のメカニズムに鉄塩が大きく関与していることが示唆され、今後湖沼の藍藻発生メカニズムと遷移プロセスの解明及び水質動態の解析予測に資する新しい手法と知見を見出すことができ、この成果は水環境修復技術の確立に貢献することが大きいと判断する。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。