

氏 名	やま した なお ゆき 山 下 尚 之
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 2095 号
学位授与の日付	平 成 13 年 11 月 263 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 環 境 地 球 工 学 専 攻
学位論文題目	ラン藻毒素ミクロシスチンの水環境中における運命に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 松 井 三 郎 教 授 森 澤 眞 輔 教 授 津 野 洋

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、湖沼等の淡水域においてアオコを引き起こすラン藻類の生産する毒素ミクロシスチン (microcystin) に着目し、その水環境中における運命を明らかにすることを目的として研究を行ったものであり、7章からなっている。

第1章は序論であり、ラン藻毒素の特徴とその毒素による動物や人への被害についてまとめ、本論文の目的と構成を示している。

第2章では、ミクロシスチンの分析方法について、高速液体クロマトグラフ (HPLC)、高速液体クロマトグラフ質量分析計 (LC/MS)、酵素免疫測定法 (ELISA 法) の3種類の方法について検討している。ELISA 法を用いてミクロシスチン分析を行う場合、次亜塩素酸ナトリウム等の酸化剤は、分析結果に大きな影響を与えることが示唆され、アスコルビン酸ナトリウム等の還元剤による中和が必要であることが示されている。また、湖水の DOM (Dissolved Organic Matter) 成分であるフミン質は、ELISA 分析の結果に影響を与えることが認められ、フミン質濃度が高くなるにつれて、ミクロシスチン濃度が過大評価されることを明らかにしている。

第3章では、関西地域の重要な水道水源となっている琵琶湖において調査を実施し、琵琶湖におけるミクロシスチンの動態を明らかにしている。琵琶湖湖水からミクロシスチンを検出するとともに、夏期におけるミクロシスチン濃度の上昇を観測している。また、琵琶湖をその水源としている水道水についても、ミクロシスチンの測定を行っており、夏期のラン藻類増殖時においても水道水中からミクロシスチンは検出されず、ミクロシスチンは浄水過程において除去されることを示唆している。また、ラン藻類に含まれる光合成色素フィコシアニンとミクロシスチン濃度との関連を調べており、水質指標としてのフィコシアニンの有用性を明らかにしている。

第4章では、琵琶湖南湖から京都市にかけて人工的に作られた水路である琵琶湖疏水におけるラン藻類とミクロシスチンの挙動について明らかにしている。測定の結果、琵琶湖疏水の水からミクロシスチンを検出しており、その濃度は京都市浄水場の取水口付近で高くなったことを述べている。また、フィコシアニン濃度および *Microcystis* 属群体数とミクロシスチン濃度との間の相関関係についても言及している。

第5章では、琵琶湖等の水域から単離したラン藻株について、ミクロシスチン含有の有無に関する分析を行っている。その結果、*Microcystis* 属の *M. aeruginosa* については、多くの株がミクロシスチンを含有しており有毒であったが、*M. ichthyoblabe* は、有毒のものと無毒のものの両方のタイプがいることを明らかにしている。また、*M. wesenbergii* についてはすべて無毒でミクロシスチンを含有していないという結果を得ている。一方、*Anabaena* 属については、単離を行ったすべての株からミクロシスチンは検出されなかったという結果を得ている。

第6章では、湖沼の底質中におけるミクロシスチンの動態について考察している。底質中ミクロシスチンの抽出については、近年新しく開発された高速溶媒抽出装置を用いており、抽出溶媒として50%メタノール水溶液を用いることにより、最も高い回収率が得られたとしている。また、夏期にアオコが継続的に発生する富栄養化池において、底質中ミクロシスチン

の調査を行っており、底質中マイクロシスチン濃度は、水中マイクロシスチン濃度の変化と関連して変化し、水中マイクロシスチン濃度の上昇とともに、底質中マイクロシスチン濃度も上昇することを明らかにしている。一方、底質中にマイクロシスチンが蓄積されるという傾向は観察されず、底質中のマイクロシスチンは、バクテリア等の作用により比較的速やかに分解されることを解明している。

第7章では、本論文で得られた成果をまとめて結論とし、今後の展望についても言及している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、湖沼等の淡水域においてアオコを引き起こすラン藻類の生産する毒素マイクロシスチン（microcystin）に着目し、その水環境中における運命を明らかにすることを目的として研究を行ったものであり、得られた主な成果は、以下の通りである。

1. マイクロシスチンの分析方法について、高速液体クロマトグラフ（HPLC）、高速液体クロマトグラフ質量分析計（LC/MS）、酵素免疫測定法（ELISA 法）の3種類の方法について検討し確立した。ELISA 法を用いてマイクロシスチン分析を行う場合、次亜塩素酸等の酸化剤やフミン質は、分析結果に影響を与えることが明らかとなった。

2. 琵琶湖においてマイクロシスチンの調査を実施した結果、琵琶湖湖水からマイクロシスチンが検出された。マイクロシスチン濃度と、藻類に含まれる光合成色素であるクロロフィルおよびフィコシアニンとの関連を調べたところ、フィコシアニンとマイクロシスチン濃度の間に高い相関関係が認められ、水質指標としてのフィコシアニンの有用性を明らかにした。

3. 琵琶湖および富栄養化した池から、ラン藻類の株を単離し、単離したラシ藻株がマイクロシスチンを生産するかどうかについて分析を行った。その結果、*Microcystis* 属の *M. aeruginosa* については、多くの株がマイクロシスチンを含有しており有毒であったが、*M. ichthyoblabe* は、有毒のものと無毒のものの両方のタイプがいた。一方、*M. wesenbergii* についてはすべて無毒であった。

4. 継続的にアオコの発生が見られる富栄養化池から底質を採取し、底質中におけるマイクロシスチンの挙動を調べたところ、底質中からマイクロシスチンが検出され、その濃度は水中のマイクロシスチン濃度の変化と同様な傾向が示された。一方、底質中にマイクロシスチンが蓄積されるという傾向は観察されなかった。

以上要するに、本論文は、人間や水生生物へ毒性影響を及ぼす可能性のあるラン藻毒素マイクロシスチンの水環境中における生産の特徴や底質における分解等を明らかにしており、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成13年9月21日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。