

学位論文審査結果の要旨

Aluminum 凝集剤 (Aluminum sulfate 等、以下 alum と略す) は排水や浄水処理、藻類ブルームの制御に最も一般的に使用されてきた。シアノバクテリア除去のために alum 凝集剤を用いた今までの研究は、浄水処理中の凝集処理課程が主な研究対象であり、湖沼浄化に alum 凝集剤を用いた場合はリンの除去が主な目的であった。しかし、自然の湖沼、ダム湖、または公園池で発生したアオコを制御する方法として alum 凝集剤を使用するためには、alum 処理後、長時間にわたるシアノバクテリア細胞濃度変化、またはアオコ毒素 microcystin (以下 MC と略す) の動態に関する研究が必要である。したがって、本研究では、実験室規模の凝集剤処理を行って、alum 処理による長時間のシアノバクテリアの濃度変化と毒素の動態を明らかにするために以下の実験を行った。本研究では、microcosm experiment と precipitation experiment を行い、alum 処理による長時間の影響と沈降物の変化を明らかにした。

自然の湖沼などのアオコ抑制のためには、処理水だけではなく、沈降物も研究する必要があるため、microcosm 実験と precipitation 実験を行った。Alum 添加した後、大量の細胞外 MC-LR が溶出された。今までの研究と反対に本研究の結果は Alum 処理によって、大量の毒素溶出が発生した。さらに、Alum 処理後、上澄みと沈降物のシアノバクテリア細胞密度の変化及び毒素流出量を調べた。Half-maximum は少量の MC が溶出された反面、Maximum の場合は大部分の細胞が損傷され、大量の MC が溶出された。さらに、Maximum の 0~4 日間の毒素溶出の結果は細胞と Alum が完全に凝集して沈降した後、細胞損傷より毒素が溶出したことが観察された。走査型電子顕微鏡 (SEM) による *Microcystis* 細胞の観察でも沈降後の細胞は周囲と細胞膜に水酸化アルミニウムの凝集粒子に囲まれ、細胞膜が引き裂けることが観察された。この結果からでも Maximum の場合は、*Microcystis* 細胞膜に多大な損傷を与えることが分かった。

Alum 処理にアオコ制御に関する今までの大半の研究は、Alum 処理が細胞に損傷を与えないこととアオコ毒素 MC が細胞外に溶出しないことと主張した。しかし、韓智仙の本研究により、Alum と細胞損傷の間には処理時間重要であることを明らかにした。一般的な浄水処理には 24 時間を超えることが無いが、湖沼におけるアオコ制御のための Alum 処理が数カ月かかることもあることから、アオコ毒素 MC が細胞外に溶出することは十分想定できる。よって本発表の結論は、湖沼におけるアオコ制御のための Alum 処理は、湖底泥に長い間 Alum が残留することと Alum 処理の際にアオコ毒素が溶出することを十分に考慮することが必要である。

本学位論文は、湖沼のアオコや藻類のブルームの制御のために使用されている alum 凝集剤がシアノバクテリアとその毒素 MC の動態に及ぼす影響を明らかにした初めての論文である。以上のように、本申請論文は alum 凝集剤によってシアノバクテリアの毒素が溶出されることを初めて明らかにすることができた研究成果として、新規性、学術的価値、アオコ制御への応用可能性などから、博士 (理学) の学位論文として価値あるものと判断した。

公表主要論文名

- 1 . **Jisun Han**, Bong-seok Jeon and Ho-Dong Park (2012) Cyanobacterial cell damage and cyanotoxin release in response to alum treatment. *Water Science & Technology: Water Supply* 12, 549-555.
- 2 . **Jisun Han**, Bong-seok Jeon, Noriko Futatsuki and Ho-Dong Park (2013) The effect of alum coagulation for in-lake treatment of toxic *Microcystis* and other cyanobacteria related organisms in microcosm experiments. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 96, 17-23.