

学位論文の審査結果の要旨

本学位論文は、水の電気化学的処理法による有害藻類（主に有毒アオコ）の制御と湖沼の富栄養化の原因物質である、窒素・リンの除去を試みた研究である。

本審査論文では、伝導度が異なる溶液に対する評価方法を探し、単細胞の *Microcystis* とコロニーの *Microcystis* を用いて電気分解による除去効率を評価した。伝導度が異なる溶液の影響では電気分解中の溶液中の伝導度と電流密度の変化は似ていて、良い相関を持っていた。また、その2つとも増加した。それは電気分解によって細胞が破壊され細胞から溶出されたイオン性物質によって溶液の伝導度が増加したためだと考えられる。異なる溶液の伝導度（電流）による時間に対する細胞濃度の変化を示し $1\text{mA}/\text{cm}^2$ の電流密度では約 24 時間、 $8.1\text{mA}/\text{cm}^2$ の電流密度では約 12 時間で 95% 以上の細胞が分解された。しかし、電流量に換算すると電流密度（溶液の伝導度）に関係なく約 $30 \times 10^3\text{C}$ で 95% の細胞が分解できた。その傾向は *Microcystis* 細胞毒 *microcystin-LR* でも似ていて、約 $60 \times 10^3\text{C}$ で検出されなかった。この結果から、定電圧の電気分解の場合、電極の材料、溶液の量が同じであれば溶液の伝導度（電気分解電流）に関係なく同じ電流量で分解される有機物の量は同じのことが分かり、電気量の比較によって異なる溶液での有機物の除去の比較が可能であることを示唆する。その結果、高い電流密度（高い溶液の伝導度）での *Microcystis* 細胞の分解は速かったが、分解に使用された電気量は約 $30 \times 10^3\text{C}$ で 95% の細胞が分解できた。

電気分解による単細胞とコロニー *Microcystis* 細胞の除去に関する研究では、処理されていない細胞を電子顕微鏡で観察した結果、コロニー細胞の場合細胞の群れが袋に包んでいる様子であり、単細胞の場合その様子はなかった。コロニー細胞と単細胞の処理による分解様子は似ていた。単細胞とコロニー細胞の電気量に対する細胞濃度の変化を示す。単細胞の場合約 $30 \times 10^3\text{C}$ で 95% 以上の細胞が分解されたが、コロニー細胞の場合 $100 \times 10^3\text{C}$ の電気量が超えても細胞の 40% 以上残った。単細胞とコロニーの *M. aeruginosa* 細胞の細胞あたりの細胞外多糖質の量（EPS）と細胞あたりの細胞内多糖質の量（IPS）の比較を示す。単細胞とコロニー細胞の細胞内多糖質の量は似ていたが、細胞外多糖質の量がコロニー細胞の方が約 2 倍高かった。そのため、コロニー細胞の場合厚い多糖質膜で包むことができ、電気分解装置の陽極から発生される活性が高い酸化物から保護することができると考えられる。

電気分解による細胞の分解様子は単細胞とコロニー細胞に変化はなかったが、単細胞の場合約 $30 \times 10^3\text{C}$ で 95% 以上の細胞が分解されたが、コロニー細胞の場合 $100 \times 10^3\text{C}$ の電気量が超えても細胞の 40% 以上残る分解速度の差はあった。除去装置を現場に適用するには現場のものに対する実験を行ってから適用することが必要であろう。

以上のように、本申請論文は水の電気化学的処理法による有害藻類（主に有毒アオコ）の制御と湖沼の富栄養化の原因物質である、窒素・リンの除去を試みた初めての論文で、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

- Bong-seok Jeon, Jisun Han, Kuniaki Makino and Ho-Dong Park (2014) Degradation of microcystin and a possible phosphorus removal mechanism by electrochemical treatment. Environmental Engineering Science. Vol. 31, No. 9: 525-531.
- Bong-seok Jeon, Jisun Han, Seog-Ku Kim, Hye-Cheol Oh and Ho-Dong Park (2015) The removal of Microcystis ichthyoblabe cells and its hepatotoxin microcystin-LR during electrooxidation process using Pt/Ti electrodes. Journal of Environmental Science and Health, Part A. Vol. 50: 1-8.