

金属イオンを用いた貯水池藻類に対する浄化方法に関する基礎的研究

呉工業高等専門学校 正会員 黒川 岳司
関西電力株式会社 牧田 直己

1. 序論

現在、ダム貯水池などの閉鎖性水域では異常増殖した植物プランクトンによる異臭や景観の悪化などの問題が起きている。一方、銅イオンは殺藻作用を持つことが広く知られており、藻類に対しても殺藻効果、発生抑制効果があるとされている。また、鉄イオンは凝集剤として利用されているように濁質に対する凝集沈殿能力を持っている。しかし、銅・鉄イオンとも上水の水質基準濃度はそれぞれ 1mg/l、0.3mg/l が設けられているように、貯水池等での使用には注意を要する。本研究では、銅イオンの殺藻能力と鉄イオンの凝集沈殿能力を併用した水質浄化方法を用いた装置（図1）を開発・実用化するため、銅・鉄イオンの電解能や、銅・鉄イオンの濃度が藻類に対する効果に与える影響について実験的に検討することとした。

2. 実験方法

銅・鉄イオンの電解能を求める実験では、50l容器に蒸留水を入れ直流安定化電源（A&D AD-8724D）と銅板または鉄線を導線で繋ぎ電流を流し、測定開始とともに銅板または鉄線を容器中に沈め、銅または鉄を電解させた。銅・鉄イオン濃度は分光光度計（HACH DR/2800）を用いて測定を行った。

銅・鉄イオンの藻類に対する効果の検討では、試料として呉高専内の池の水を採取し、藻類の発生を促すために液体肥料（ハイポネックス）および鉄イオンを添付することで藻類を増殖させた後、実験に供した。金属イオンは銅イオン水および鉄イオン水の標準液を適宜希釈して使用した。藻類の存在量の指標として Chl-a 濃度を用い、その他 pH、DO の経時変化の測定を行った。

3. 結果および考察

3.1 銅・鉄イオン溶出分解量の変移に関する検討

図2、図3は電流を流し続けたときの銅・鉄イオンの電解溶出濃度とこれから算出した電解溶出速度との経時変化である。銅イオンでは 1.2mg/l、鉄イオンでは 3mg/l の濃度になる電解溶出速度が極端に低下し、鉄・銅イオンの電解能が限界に達している。

3.2 銅イオンによる藻類発生抑制および殺藻効果の検討

図4は銅イオンを投入した場合の Chl-a 濃度の経時変化である。なお、銅イオンは 1、0.5、0.1、0mg/l とし、さらに参考として直径 2mm、長さ 10cm の銅線を入れたものでも実験を行った。

銅イオン水を入れた試料では Chl-a 濃度が投入前に比べ下がっており、銅イオンの殺藻能力を確認することができた。さらに、実験を始めてすぐに殺藻効果が現れるのではなく、むしろ3~4日後でも藻類が増加しないという増殖抑制効果を持っていることがわかる。また、これらは銅イオン濃度が高いほど効果が高いという訳では無く 0.1mg/l でも十分な効果があるということが分かる。なお、銅線を用いた場合でも Chl-a 濃度の増加を抑える作用があることが分かる。これは実験中に試料内の銅線がイオン化したため

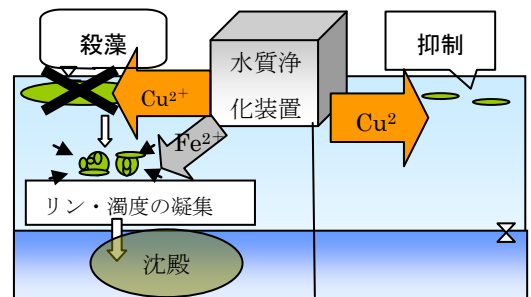


図1 水質浄化装置の概念図

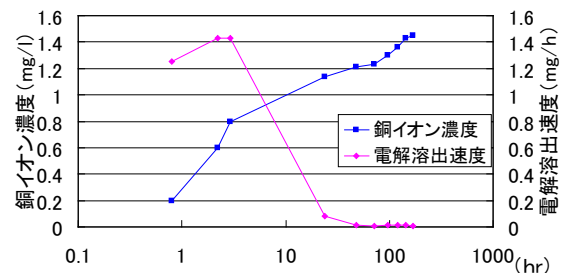


図2 銅イオンの電解溶出速度の経時変化

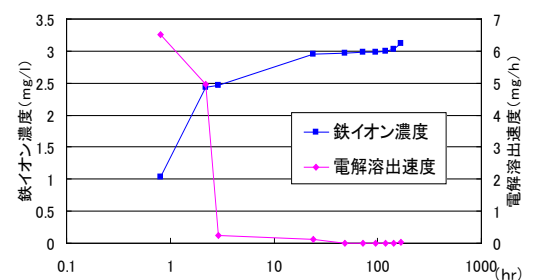


図3 鉄イオンの電解溶出速度の経時変化

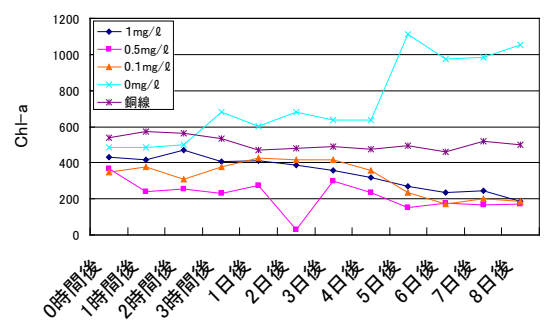


図4 銅イオン投入時の Chl-a の経時変化

と考えられ、実際に銅イオン濃度を計測してみると 0.009mg/l と微量ながら銅イオンが含まれていた。

3.3 銅・鉄イオン併用時における鉄イオンの凝集沈殿能力の検討

図 5、図 6、図 7 は銅・鉄イオンを併用した場合の Chl-a 濃度、DO、pH の変移を表している。なお条件として、銅イオンは 0.1、0.01、0mg/l とし、さらに銅イオン 0.1mg/l+鉄イオン 0.3mg/l、鉄イオン 0.3mg/l を入れたもので実験を行った。図 5 を見てみると、銅イオン+鉄イオンを投入した試料の Chl-a 濃度の变化は、銅イオンだけ投入した試料とあまり変わらず、鉄と銅を併用した場合でも銅イオンの殺藻能力に影響はないと考えられる。

図 6 の pH に着目してみると、pH はどの試料も変移にあまり違いが無いことがわかる。さらに、どの試料も pH が上がっていることが分かる。これは藻類が光合成を行い二酸化炭素が減ったためと考えられる。図 7 の DO に注目してみると、DO は水中に含む酸素の量であるため、若干ばらつきはあるものの藻類の増加に伴い DO も増加している。

写真 1 は、容器を振って 30 秒後の鉄イオン 0.3mg/l 投入した試料と何も添加していない試料の比較である。2つの試料を比べると若干鉄イオンを投入した試料の方が藻類が少ないように見えるが、それほど大きな違いは確認できなかった。したがって本研究での条件では鉄イオンの凝集沈殿能力は発揮されないことが分かる。

3.4 装置の開発にむけて

今回の実験により銅イオンは微量でも藻類の抑制効果があること、さらに鉄イオンの凝集沈殿効果はあまり期待できないことが分かった。そこで水質浄化装置の開発に向け、池の大きさと銅イオン水の層を仮定し、装置の銅イオンの排出必要量を検討し、さらに必要量の銅イオンを電解溶出するのにかかる時間を検討した。その結果、半径 8m の池で銅イオンの層の幅が 5cm、電流の大きさが 0.1A、銅イオン濃度を 0.01mg/l にすると仮定した場合、銅イオンの必要量が 100.5mg 必要となり、発生に必要な時間は 11.2 時間となった。

4. 結論

本研究では金属イオンを用いた貯水池藻類の浄化方法に関する実験・検討を行い、以下の知見が得られた。

1. 銅イオンは濃度が 1.2mg/l、鉄イオンは濃度が 2.5mg/l になると電解能が限界に達し溶出速度が低下する。
2. 銅イオン濃度が高いほうが殺藻能力は高いが、0.01mg/l と少量の銅イオン濃度の場合でも藻類の増殖抑制効果が期待できる。
3. 銅線だけを投入した場合でも、水中で銅線がイオン化するため藻類を抑制することができる。
4. 鉄イオンは銅イオンの藻類の殺藻・抑制能力に影響を与えない。
5. 鉄イオンの凝集沈殿効果は低く、あまり期待できない。

以上のことから銅イオンの藻類の増殖抑制効果を生かした装置を設置することで、藻類の発生の予防ができる。

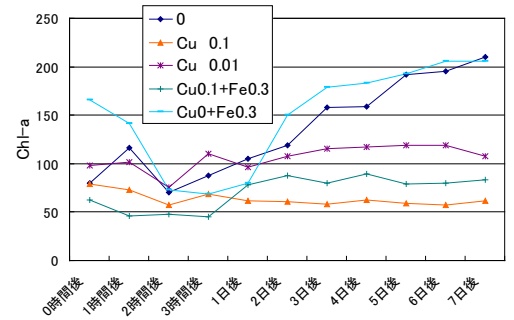


図 5 銅・鉄イオン併用時の Chl-a 濃度の変化

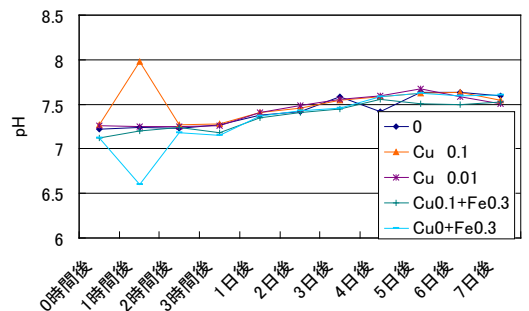


図 6 銅・鉄イオン併用時の pH の変化

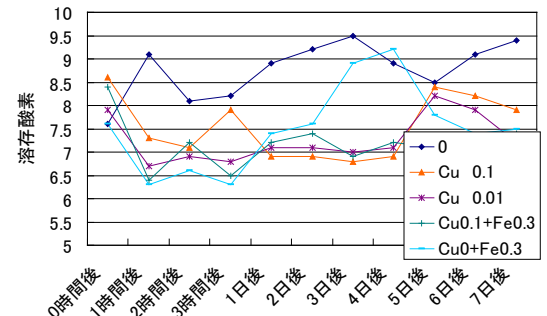


図 7 銅・鉄イオン併用時の DO の変化

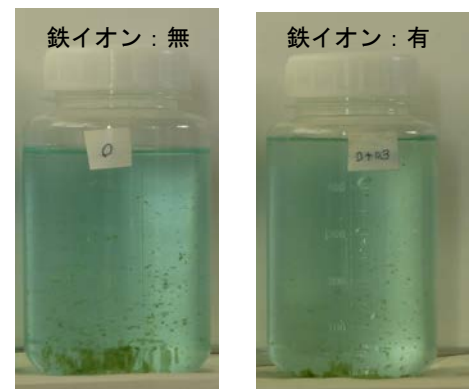


写真 1 藻類の沈殿の様子