

キトサンを活用した藻類細胞の凝集沈殿処理

福島工業高等専門学校 学生会員 ○山部 伊織
福島工業高等専門学校 非会員 佐藤 暁
福島工業高等専門学校 正会員 高荒 智子

1. はじめに

我が国は上水道の水源の約 5 割をダムに依存している¹⁾。一方、ダム等の閉鎖性水域を水源としている浄水場では、*Microcystis aeruginosa* (以下 *M. aeruginosa*) を始めとする藻類の大量発生に起因した凝集阻害²⁾が問題となっている。凝集阻害とは、藻類細胞や藻類由来有機物によって発生する、凝集沈殿効果の低下のことをいう。浄水場では、沈殿しにくい藻類に対して凝集剤を増量させて沈殿除去しているが、この方法は、産業廃棄物の増加や処理コストの増大などの問題を招く。

そこで本研究では、高分子であるキトサンを凝集補助剤として活用することにより、凝集剤の増量をせずに藻類を取り除くことを目指す。キトサンとは、エビやカニなどの甲殻類由来の天然素材であり、安全性が高いことから浄水処理への利用が可能であると考えられる。本研究の目的は、*M. aeruginosa* に対するキトサンの凝集補助効果を確認し、凝集補助剤としての利用可能性を調べることである。

2. 実験操作

2. 1. 藻類の培養及び回収

実験には、*M. aeruginosa* (NIES-91) を純粋培養したものを使用した。*M. aeruginosa* は MA 培地を用いて培養した。培養条件は $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、照度 755lux (12 時間明暗) としてインキュベーターで培養を行った。図 1 に培養した *M. aeruginosa* の増殖曲線を示す。濁度が 200~250NTU の範囲に達した培養液から回収し、細胞回収を行った。回収した培養液を 40mL ずつ遠沈管に取り、遠心分離 (3500g, 15 分) 後、上澄みを捨て沈殿したペレットに対して生理食塩水 40mL を加えて再懸濁することで洗浄を行った。2 回の洗浄操作の後、最終的に得られたペレットに生理食塩水 5mL を加えて懸濁させ、濃縮細胞とした。

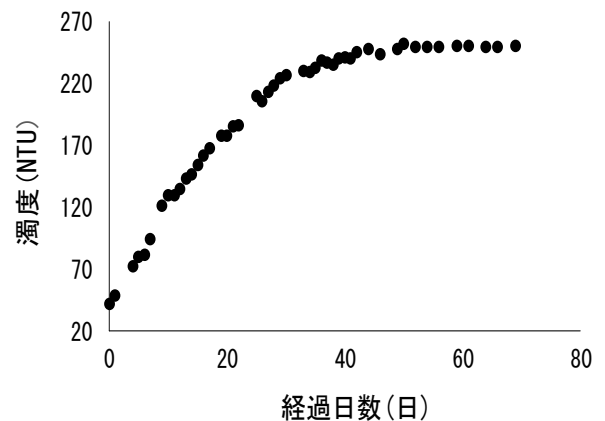


図 1 藻類の増殖曲線

2. 2. 原水作成

凝集実験に用いる原水は、次のように作成した。まず、福島県いわき市の水源となっているダム湖水を $0.45 \mu\text{m}$ メンブレンフィルターでろ過し、ろ水に濃縮細胞及びカオリンを添加することで濁度の調整を行った。濁度調整は、カオリンを用いて濁度 $20 \pm 1\text{NTU}$ になるように調整した後、濃縮細胞を $38 \pm 1\text{NTU}$ になるまで添加をした。その後、アルカリ度を測定し、 20mg/L 以上であることを確認した。最後に、 1M NaOH または 1N HCl を用いて $\text{pH} 8.5 \pm 0.1$ に調整することで原水を作成した。また、濁質成分をカオリンのみで調整した原水をコントロールとした。

2. 3. 実験条件

凝集実験は四連ジャーテスターを用いて行った。原水 100mL に対し、硫酸アルミニウムによる凝集処理を行った。急速攪拌 (170rpm) 1 分、緩速攪拌 (70rpm) 10 分で混合し、キトサンを添加する場合は、1%塩酸でキトサンを溶解させた 1g/L キトサン溶液を 0.5mg/L になるように緩速攪拌開始と同時に添加した。緩速攪拌終了後、10 分間の静置を行い、上澄水 40mL を採水し、pH (TOADKK, HM-25R)、濁度 (WTW, TurB 430T) を測定した。また、処理後

キーワード：キトサン、凝集阻害、*Microcystis aeruginosa*、凝集補助剤

連絡先：福島県いわき市平上荒川字長尾 30, TEL 0246-46-0824, FAX 0246-46-0843

の上澄水に残留した微小フロックに対してゼーター電位（Model502, 日本ルフト製品）を測定した。さらに、上澄水を0.45 μ m メンブレンフィルターでろ過後、ろ過水に対してICP-MSによるアルミニウムの測定（NexION300, Perkin Elmer）を行った。

3. 実験結果

図2に凝集実験後の上澄水の残留濁度に結果を示した。浄水場では、沈殿処理後の濁度を2度（1.17NTU相当）以下に設定している。この基準を実験結果に対応させると、凝集剤のみで処理した場合、凝集剤注入率25.0mg/Lでも濁度は1.71NTUを示し、基準を達成することはできなかった。一方、キトサンと凝集剤の併用処理の場合、凝集剤注入率25.0mg/Lで濁度が1.136NTUとなり、濁度2度以下相当の処理水が得られた。このことから、キトサンの凝集補助作用により凝集阻害が改善され、凝集処理効率を維持することが可能であることが示された。

また、処理後の上澄水に残留した微小フロックのゼーター電位を測定したところ、図3のような結果が得られた。キトサンと凝集剤の併用処理の場合、荷電中和が促進され、微小フロックのゼーター電位は低い凝集剤注入率でも、よりゼロに近い値を示した。キトサンは構造中に複数個のアミノ基を保持していることから、アミノ基のプラスの電荷が濁質成分に吸着し、荷電中和反応に寄与した可能性が示唆された。

水道水中への凝集成分（アルミニウム）の残留は、健康影響への懸念から低減化が求められている。本実験では、キトサンのアルミニウム残留への寄与を確認するため、処理水中の溶解性アルミニウムの測定し、図4のような結果を得た。今回の実験では、キトサンの使用による処理水中のアルミニウム濃度の増加は確認されなかったことから、浄水処理での利用が可能であることが示された。

4. まとめ

藻類細胞を含んだ原水に対して硫酸アルミニウム及びキトサンの併用処理を行い、凝集阻害の改善とキトサンの凝集補助効果について検討した。その結果、併用処理を行うと凝集剤注入率を低減させることが示され、キトサンによる凝集阻害の改善が確認された。また、キトサンとの併用処理を行った場合は浄水場の基準である濁度2度（1.17NTU相当）を達成した。上澄水に残留した微小フロックのゼーター電位の結果より、キトサンによる凝集補助効果は架橋作用のみでなく、荷電中和反応にも寄与している可能性が示唆された。

5. 参考文献

- 1) 公益社団法人 日本水道協会, <http://jwwa.or.jp/shiryou/water/water.html>（最終検索日 2018年10月16日）
- 2) 鈴木孝佳ら, 環境工学研究論文集, 第41巻, pp339-346, 2004

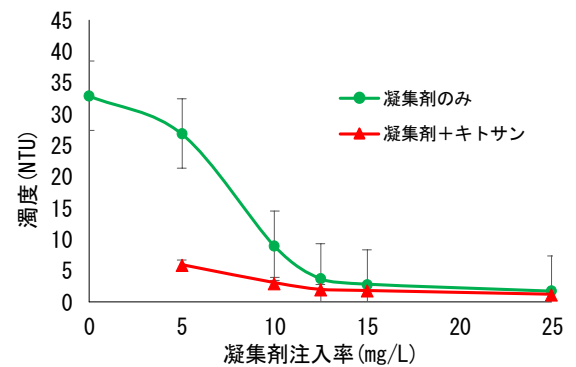


図2 処理後の上澄水の濁度

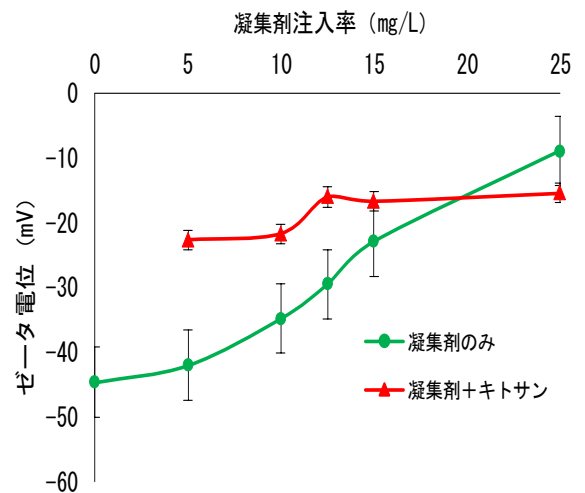


図3 上澄水中の微小フロックのゼーター電位

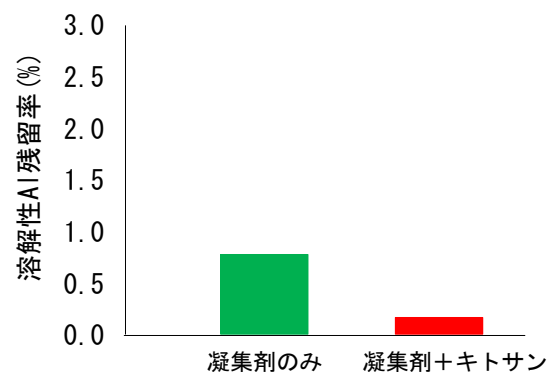


図4 上澄水中の溶解性アルミニウム濃度（凝集剤注入率：12.5mg/L）