

ピコ植物プランクトン凝集処理において 上澄み水に残留する粒子の特性

東北大学	学生会員	○館祥之
仙台市	非会員	多田早奈恵
東北大学院	正会員	野村宗弘
東北大学院	正会員	坂巻隆史
東北大学院	正会員	西村修

1. 研究背景

わが国の水道普及率は97%を超え¹⁾、公衆衛生の向上と生活環境の改善に寄与するとともに、産業経済活動を支え国民生活に欠くことのできないライフラインになっている²⁾。水道の使命である安全で快適な水道水を安定して供給するために、全国の水浄場での適切な処理は必要不可欠である。

近年、全国の水浄場や水道事業体において生物障害の発生が問題となっている。秋葉らによるアンケート調査の結果では、2010年10月から2012年9月までの2年間に生物障害が発生したのは、79の水道事業体のうち49の事業体(62%)、239の水浄場のうち102の水浄場(43%)であり、多くの水道事業体が生物障害に悩まされていることが明らかになった³⁾。

中でも異臭味障害に次いで多いろ過漏出障害は、10年前の調査と比較して増加傾向にある³⁾。ろ過漏出障害は、0.2~2 μm と非常に微小なサイズのピコ植物プランクトンによって発生するといわれており³⁾、水浄場では発生時の対処に苦慮している。ろ過漏出障害を引き起こすピコ植物プランクトンの細胞数が高まった際、水浄場では凝集剤の注入量を増加させる方法や二段凝集法によって対応しているが³⁾⁴⁾、最適な処理条件に関する知見が乏しいことや、根本的なろ過漏出発生メカニズムが明確ではないことが課題として挙げられている。また、

凝集剤の適正量を超えた多量注入は、凝集効果を悪化させるといった研究報告⁵⁾もあるため、ピコ植物プランクトンによる凝集阻害の改善のための検討が必要であると考えられる。

そこで本研究では、ろ過漏出障害を引き起こすとされるピコ植物プランクトンの凝集処理プロセスの改善を研究目的とし、一般に用いられているポリ塩化アルミニウム（通常PAC）添加量を変化させ、凝集効果やピコ植物プランクトンへの影響を検証した。

2. 実験方法

本研究で対象にしたピコ植物プランクトンは、(独)国立環境研究所 NIES-1348 の *Synechococcus* sp. である。CB培地にて温度条件 $20\pm1^{\circ}\text{C}$ 、光条件 $18\mu\text{mol photons/m}^2/\text{sec}$ 、12-h light/12-h darkで培養を行った。培養した *Synechococcus* sp. を一晩曝気した水道水で濁度が2度程度になるよう希釈し、さらに、pHを7程度、アルカリ度を30程度に調整したものを原水として使用した。行ったジャーテストの攪拌条件は、衛生工学実験指導書⁶⁾を参考に、急速攪拌(100 rpm)1分経過後に凝集剤を注入し、さらに5分間の急速攪拌(100 rpm)、15分間の緩速攪拌(30 rpm)、静置は30分間とした。凝集剤はPACを用い、凝集剤添加量を0、20、40、60、80、100(mg/L)とした。なお、凝集

キーワード ピコ植物プランクトン、凝集
連絡先 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉
6-6-06
022-795-7470

剤添加後の pH を 7.0 で一定となるような pH 調整を前もって行った。また、アルカリ度も最大凝集剤添加時でも 30 程度残るように原水を調整した。測定項目としては、pH、濁度、ゼータ電位、粒子数を測定した。

3. 結果および考察

3.1 濁度

凝集剤添加量を変化させた際の上澄み水中の濁度の結果を図-1 に示した。凝集剤を添加すると、大きく濁度は下がり、そのまま最適と思われる凝集剤添加量まで値を下げ、最適量を過ぎると逆に濁度が上昇した。

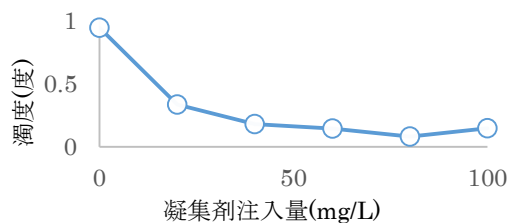


図-1 凝集剤添加量と濁度の関係

3.2 粒子数

凝集剤添加量を変化させた際の上澄み水中の粒径別の粒子除去率の結果を図-2 に示した。ここでは、粒子数も濁度と同様、最適と思われる凝集剤添加量までは、その数を減らすのが、最適量を過ぎると、逆に粒子数が増える結果となった。添加量が少量(20mg/L)の時は、粒径 1.0～2.0 μm の粒子の除去には大きな効果を示さないが、2.0 μm 以上の粒径を持つ粒子には効果を示すことが分かった。しかし、最適と思われる凝集剤添加時においても、粒径 1.0～2.0 μm の粒子は除去率が悪い。これは、ピコ植物プランクトン自体の粒径が 1.0～2.0 μm であることから、フロックを形成していないピコ植物プランクトンが上澄み水に残留していることを意味する。

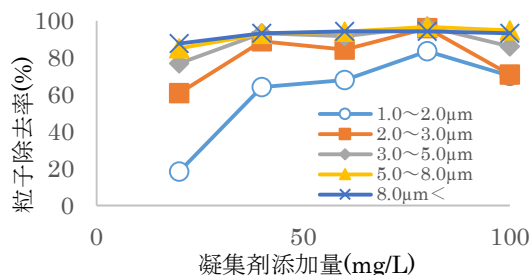


図-2 凝集剤添加量と粒径別の粒子除去率の関係

3.3 ゼータ電位

凝集剤添加量を変化させた際の上澄み水中の粒子のゼータ電位の結果を図-3 に示した。ゼータ電位も濁度・粒子数同様、凝集剤添加量が少量の場合でも影響が見られた。また、その後凝集剤添加量を増やしてもゼータ電位の値が大きく変化することはなかった。

先の残留する粒子の多くがサイズのピコ植物プランクトンそのもので、さらにゼータ電位としてはそのものより荷電中和していることから、単に凝集剤添加量を増やす方法で残留する微小な粒子を除去することは困難であると考えられ、このような凝集特性をふまえて、凝集剤添加量以外の制御因子を見つけ出す必要がある。

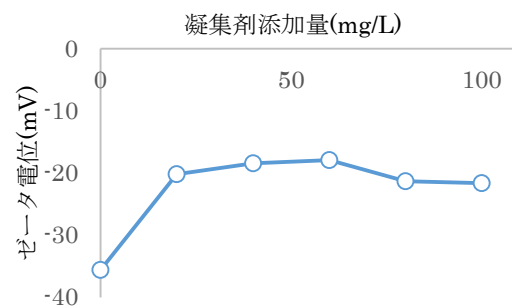


図-3 凝集剤添加量とゼータ電位の関係

参考文献

- 1) 厚生労働省 HP, <水道普及率の推移>
- 2) 厚生労働省健康局, 新水道ビジョン資料, 2015
- 3) 秋葉ら, 平成 24～26 年度 総合研究報告書, 「水道システムにおける生物障害の実態把握とその低減対策に関する研究」2014
- 4) 藤本ら, 水道協会雑誌, 第 82 巻, 第 5 号, 2013
- 5) 丹保ら, 衛生工学, 16:37-47, 1968
- 6) 社団法人土木学会, 衛生工学実験指導書(プロセス編), 1981

謝辞

本研究は、厚生労働科学研究費補助金(健康安全・危機管理対策総合研究事業, H27-健危一般-003)により行われた。