

VII-49 二酸化塩素処理が藻類の凝集沈降性に与える影響

東北工業大学大学院 学生会員 ○福島健市
東北工業大学 正会員 今野 弘
東北工業大学 正会員 斉藤孝市

1. はじめに

水道水源の富栄養化により増殖した藻類は浄水処理過程において様々な問題を提起している。これら藻類を効率よく沈降除去するために前塩素処理を行うことが多いが、THMの生成や細胞内有機物の溶出など難しい側面がある。欧米の水道では、THMを生成しないことから二酸化塩素が酸化剤や消毒剤として導入されている²⁾。日本では、平成12年4月の「水道施設の技術的基準を定める省令」により、浄水への二酸化塩素の使用が可能となり、今後水道で使用されることが考えられる。そこで本研究では、塩素耐性の異なる二藻類を使用し、藻類を含む原水への前処理としての二酸化塩素について次亜塩素酸ナトリウムと比較しながら藻類の表面電位、凝集沈降性に与える影響を考察した。

2. 実験方法と条件

藻類は、S市水道局より譲り受けた *Phormidium* と、宮城県釜房湖から採取して寒天培地法により単離に成功した *Nitzschia* を使用した。*Phormidium* はCT培地、*Nitzschia* はCsi培地、照度2000lx、温度20℃の条件で培養を行った。図1は藻類の培養結果であり、13～15日目の定常期の藻類を供した。

凝集実験の条件と手順を表、図2に示した。原水の藻類個数濃度は、塩素処理する場合は *Nitzschia* は200 /mL、*Phormidium* と無処理の *Nitzschia* は2000 /mLで行った。

二酸化塩素は、浄水試験方法の二酸化塩素標準原液の調製方法を参考に、硫酸、亜塩素酸ナトリウム溶液を使用薬品として生成し、イオンクロマトグラフ法により分析を行った。

3. 実験結果と考察

3.1 塩素消費量及びその状況

表に示す原水(*Phormidium*:2000 /mL, *Nitzschia*:200 /mL)に二酸化塩素濃度が0～2mg/Lとなるように注入、混和し、暗所で1時間静置後に残留する二酸化塩素(ClO_2)、副生成物である亜塩素酸イオン(ClO_2^-)、塩素酸イオン(ClO_3^-)を測定した。図3に、*Phormidium*の場合の二酸化塩素注入濃度と残留濃度の関係を示した。残留する ClO_2 が直線的に増加した部分から回帰式を求め、横軸と交差した値を二酸化塩素消費量とすると0.4mg/Lとなる。二酸化塩素濃度が増加すると ClO_2^- は0.5～0.6mg/L、 ClO_3^- は0.05mg/L以下で一定の値となる。図4には次亜塩の塩素注入濃度と残留塩素濃度の関係を示した。次亜塩の場合も同様に回帰直線を求め、塩素消費量を算出すると、1.8mg/Lとなる。

図5に *Nitzschia* の場合の二酸化塩素注入濃度と残留濃度の関係を示した。*Nitzschia* も *Phormidium* と同様の傾向を示し、直線的増加部分から二酸化塩素消費量は0.2mg/Lと算出された。 ClO_2^- は0.5mg/L以下、 ClO_3^- は0.01mg/L以下で一定となっている。図6に示す次亜塩の塩素注入濃度と残留塩素濃度の関係より、次亜塩の

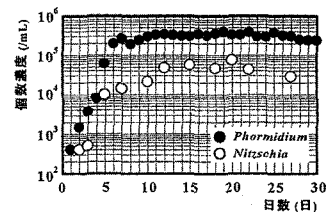


図1 培養曲線

表 実験条件

藻類	種類	個数濃度 (/mL)	<i>Phormidium</i>	<i>Nitzschia</i>
原水			2000	200 or 2000
	pH		7.0	
	アルカリ度 (mg/L)		50	
塩素処理	種類		二酸化塩素	
	攪拌 (rpm・min)		50・20	
	凝集剤		PAC	
凝集実験	注入濃度 (mg-Al/Lとして)		0～10	
	急速攪拌 (rpm・min)		80・2	
	緩速攪拌 (rpm・min)		30・13	
	静置 (min)		15	

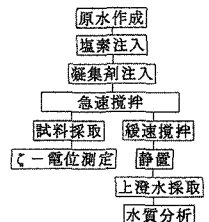


図2 実験手順

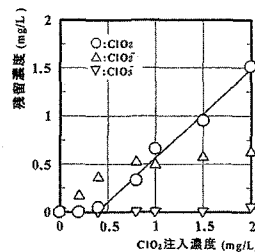


図3 二酸化塩素注入濃度と残留濃度の関係 (*Phormidium* の場合)

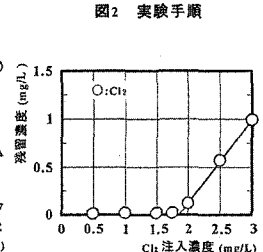


図4 塩素注入濃度と残留濃度の関係 (*Phormidium* の場合)

塩素要求量は1.4mg/Lとなった。

両藻類ともに二酸化塩素消費量は塩素消費量と比較して数分の一となったが、これは二酸化塩素の酸化力が次亜塩と比較して数倍強いといわれており、それを示す結果となった。なお、以後の実験の塩素注入濃度は、残留濃度が1mg/L程度になるように注入濃度を調整した。

3.2 藻類への塩素処理による凝集沈降性への影響

a) *Phormidium* の場合

図7に*Phormidium*への塩素処理の有無による沈降率と ζ -電位の関係を示す。沈降率は、無処理の場合の最適凝集剤注入濃度は2~3mg/Lであるのに対して、塩素処理を行うと最適凝集剤注入濃度が6~7mg/Lに増加した。これは、*Phormidium*が両塩素処理により細胞破壊を引き起こし、細胞内有機物の溶出による凝集阻害が生じた現象であると確認できる。二酸化塩素処理により、凝集剤注入量は増加するが、無処理、次亜塩と比較して高い沈降率が得られた。 ζ -電位については、無処理の場合-32mVであるが、次亜塩では-23mV、二酸化塩素では-24mVとなり、絶対値の低下が見られる。バラツキはあるものの、塩素処理した場合の ζ -電位には、凝集阻害により荷電中和のための凝集剤注入量の増加が見られる。二酸化塩素処理での沈降率の改善は、 ζ -電位からは説明ができず、フロックの粒径、密度などの別な面から考察する必要がある。

b) *Nitzschia* の場合

図8に*Nitzschia*への塩素処理の有無による沈降率と ζ -電位の結果を示す。沈降率は両塩素処理の有無に関わらず凝集剤注入濃度2mg/Lで90%程度と高い沈降率となった。*Nitzschia*は塩素耐性が高いこと、またPACによる凝集性が非常に高いことから両塩素処理による沈降率への影響が小さいと考えられる。二酸化塩素処理した場合の沈降率は無処理、次亜塩に比べてわずかに低い値であるが大きな違いは認められない。 ζ -電位については、無処理の場合-29mVであるが、次亜塩では-24mV、二酸化塩素では-20mVとなり、*Nitzschia*でも絶対値の低下がみられる。二酸化塩素の場合には、無処理、次亜塩と比べて ζ -電位の絶対値は小さくなる。二酸化塩素処理により沈降率が若干低下しているが、 ζ -電位では説明ができなかった。

4. おわりに

本研究では、二酸化塩素および次亜塩での前塩素処理が、耐性の異なる二藻類の凝集沈降性に対する影響を考察した。結果として以下のことが明らかになった。①二酸化塩素は、次亜塩と比較して*Phormidium*, *Nitzschia*の両藻類に対して数倍低い塩素消費量を示した。②塩素耐性の弱い*Phormidium*に対しては両塩素剤ともに細胞破壊を引き起こすために、凝集阻害の傾向が見られ、表面の電位にも影響を及ぼす。③*Nitzschia*はPAC注入により高い凝集性を示すが、両塩素剤ともに凝集沈降性に与える効果が小さい。

参考文献

- 1) 斉藤昭二：藻類による浄水処理障害—かび臭、ろ過閉塞、着濁、水道協会雑誌, No62-6, pp2-16, 1993
- 2) Aieta, E.M. et al: A Review of Chlorine Dioxide in Drinking Water Treatment, Jour.AWWA, vol.78, No.6, pp.62-72, 1986

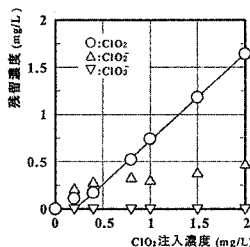


図5 二酸化塩素注入濃度と残留濃度の関係 (*Nitzschia*の場合)

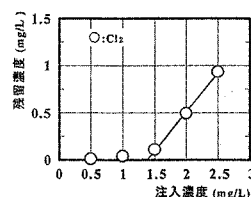


図6 塩素注入濃度と残留濃度の関係 (*Nitzschia*の場合)

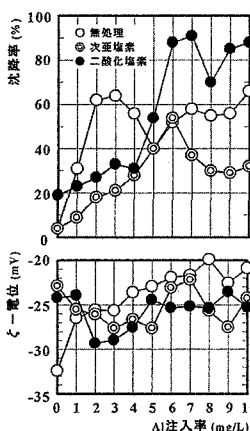


図7 凝集剤注入率と沈降率及び ζ -電位の関係 (*Phormidium*の場合)

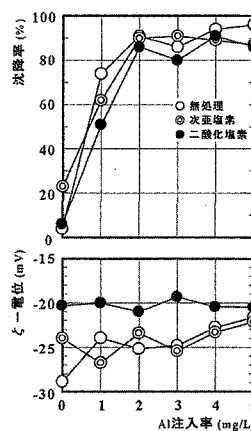


図8 凝集剤注入率と沈降率及び ζ -電位の関係 (*Nitzschia*の場合)