

藍藻類と珪藻類への塩素処理による影響の比較

東北工業大学 学生員 ○福島健市
 東北工業大学 正会員 今野 弘
 東北工業大学 学生員 鷺出 貴

1. はじめに

富栄養化した水源で発生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澱除去するために前塩素処理を行うことが多いが、塩素処理による細胞内有機物の溶出による凝集障害やTHM生成能の増大を引き起こすなど難しい側面もある。従来より塩素処理の藻類への影響を検討しているが本報告では、珪藻類の *Nitzschia* と藍藻類の *Phormidium* を使用して凝集沈澱に与える影響を検討した。

2. 藻類の培養と実験条件および方法

藻類は宮城県釜房湖からプランクトンネットで採取し、遠心分離機で濃縮した後、寒天培地にて単離に成功した珪藻類の *Nitzschia* と、S市水道局から譲り受けた藍藻類の *Phormidium* を使用した。培養は *Nitzschia* に CSi 培地、*Phormidium* に CT 培地を使用し、照度 2500Lx、温度 20℃前後で行った。実験条件は表に示した。原水 500mL を作成し、所定の塩素濃度(C)、接触時間(T)で塩素処理(；次亜塩素酸を使用)を行った後、PAC を注入し、急速攪拌終了後、泳動速度を測定のために 100mL 採水する。残りの 400mL は緩速攪拌を行った後に 15 分間静置して、上澄水を採取し、個数濃度の測定試料とした。沈降率は、{(原水中の個数濃度 - 上澄水の個数濃度) / (原水中の個数濃度)} × 100 で求めた。なお塩素要求量は両藻類ともに 0.2mg/L である。

表 1 実験条件

原水	藻類	<i>Nitzschia</i> , <i>Phormidium</i>
	種類	個数濃度(/mL)
凝集剤	pH	7.0
	アルカリ度(mg/L)	50
攪拌	種類	PAC
	Al濃度(mg/L)	0.1, 2, 3, 4
塩素処理	急速攪拌(rpm・min)	80・2
	緩速攪拌(rpm・min)	30・13
濃度(mg/L)	濃度(mg/L)	0.7
	攪拌(rpm・min)	50・20

3. 実験結果および考察

(1) 藻類の培養結果

Nitzschia と *Phormidium* の培養結果を図 2 に示した。増殖の著しい時期を対数増殖期、個数濃度がほぼ一定の時期を定常期、個数濃度が少しずつ減少する時期を死滅期とした。なお *Nitzschia* は 7、14、21 日目、*Phormidium* は 9、16、23 日目に実験を行った。

(2) 塩素処理の有無での各藻類のζ-電位と沈降率の変化

a) *Phormidium* の場合

図 3 は塩素処理の有無での各増殖期における *Phormidium* のζ-電位と沈降率の変化を示したものである。無塩素処理時には対数増殖期で -36mV、定常期で -32mV、死滅期で -34mV のζ-電位が、塩素処理を行うことにより、全増殖期において -20~-25mV へと絶対値が小さくなる傾向が見られる。これは、十分な塩素注入によりζ-電位の絶対値が小さくなることから、CT を 14(mg/L・min)で塩素処理を行った結果、細胞破壊を生じる条件だったために細胞破壊後のζ-電位を測定した結果と考えられる。塩素処理の有無による沈降率を比較すると、対数増殖期では 10%程度の向上が見られるのに対し、定常期、死滅期では沈降率の向上が見られず、塩素処理は増殖期ごとの影響をわずかに受けることがわかる。また、CT が 14(mg/L・min)の塩素処理

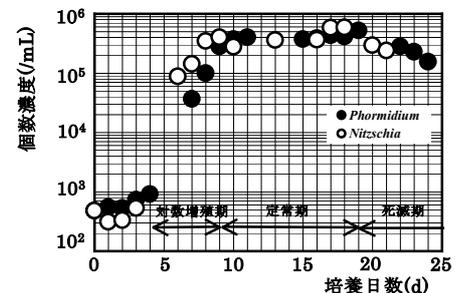
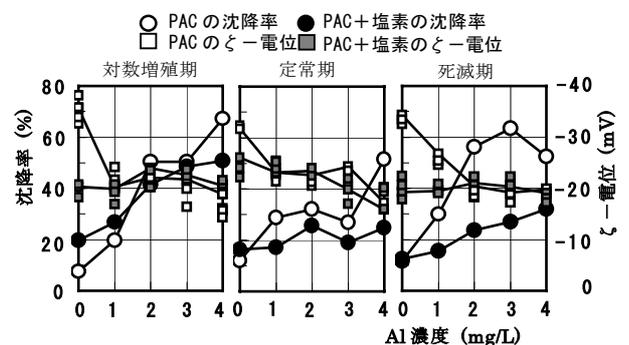


図 1 藻類の培養曲線

図 2 塩素処理の有無によるζ-電位と沈降率の関係 [*Phormidium* の場合；CT=14(mg/L・min)]

キーワード：藻類、塩素処理、凝集、沈澱、藍藻類、珪藻類

連絡先：〒982-8577 仙台市太白区八木山香澄町 35-1 東北工業大学 TEL 022-229-1151 FAX 022-229-8393

では高い沈降率は得られない。これは CT が 30(mg/L・min)で沈降性が向上する結果と比較して、1/2 の CT の条件のためと考えられる。無塩素処理に PAC を注入することで対数増殖期、死滅期の沈降率は Al 濃度が 2,3mg/L でも 50%以上だが、定常期は他と比較すると 30%程度と低い値である。これらのことから塩素処理により沈降率の向上は得られず、凝集においても凝集を阻害して沈降率が低下することから、CT が 14(mg/L・min)での塩素処理は、*Phormidium* の沈降性および凝集性のどちらへも効果的でないといえる。

b) *Nitzschia* の場合

図 5 に塩素処理前後の有無による *Nitzschia* の ζ -電位と沈降率の変化を示した。無塩素処理時における *Nitzschia* の ζ -電位は、対数増殖期で -23mV、定常期で -24mV、死滅期で -31mV であるが、塩素処理後に全増殖期で約 -22mV になる。*Nitzschia* は CT が 14(mg/L・min)程度の塩素処理では細胞破壊が起こらず、 ζ -電位にも大きな変化がないと考えられる。ただし、死滅期の場合にのみ若干(-)側に高くなる理由は明らかでない。塩素処理を行っても、全増殖期共に沈降率の大きな違いは認められない。PAC を注入することで *Nitzschia* はたいへんよく凝集することが分かるが、塩素処理によりその効果が大きく変化することはない。つまり、*Nitzschia* の場合は、塩素処理の有無に関わらず Al 濃度 2,3mg/L 程度で全増殖期共に最適注入量に至っており、PAC による凝集効果が非常に高い事が分かる。ただ *Nitzschia* は、塩素処理による凝集および沈降性への影響は小さいといえる。

(3) *Phormidium* と *Nitzschia* の塩素処理による影響の比較

これまでの結果を参考にして図 4 に *Phormidium* と *Nitzschia* の塩素処理による影響の比較をまとめて一覧に示した。この結果、藻類種により塩素処理に対する影響のされ方、については凝集性および沈降性に対する影響が異なることが一覧で明らかである。一般に水源には各種の藻類が共存しているので塩素処理の影響が混合されて複雑になることを示す証左の一つである。

		<i>Phormidium</i>	<i>Nitzschia</i>
1	塩素耐性	弱い	強い
2	細胞破壊	C=1mg/L,T=15min 程度で破壊 (CT=15)	C=30mg/L,T=100min 程度で破壊 (CT=3000) したがって、一般に細胞は破壊しない
3	ζ -電位	塩素処理前	-30~-35mV (増殖時期により異なる)
		塩素処理後	-20~-25mV (細胞破壊)
4	沈降率	塩素処理前	アルミニウムが増える と高くなる
		塩素処理後	同Al濃度で悪くなる (凝集阻害のため)
5	その他の影響	塩素はフロックに悪影響を及ぼしている	—

図 4 *Phormidium* と *Nitzschia* の塩素処理による影響の比較

4. おわりに

本研究では塩素耐性の異なる藍藻類と珪藻類を用いて塩素処理の影響を比較した。大きな違いが明らかになったので、今後さらに詳しく検討したい。

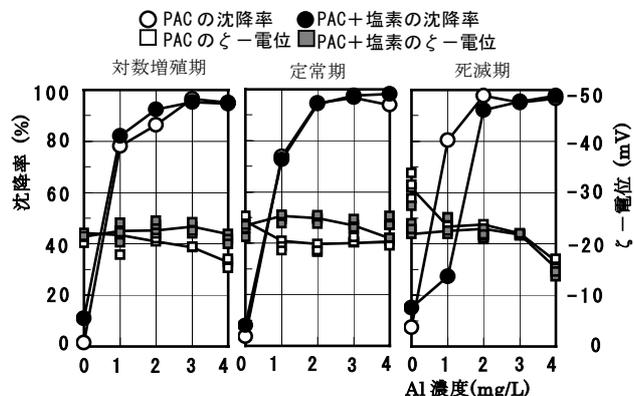


図 3 塩素処理の有無による ζ 電位と沈降率の関係 [*Nitzschia* の場合 ; CT=14(mg/L・min)]