

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 篤出 貴

1. はじめに

富栄養化した水源から発生した藻類は、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、凝集処理の側面から考察すると、塩素処理による細胞内有機物の溶出により凝集障害を引き起こすなど、難しい側面もある。そこで、本研究では塩素耐性の異なる珪藻類の *Nitzschia* と藍藻類の *Phormidium* を使用し、塩素処理の有無が凝集沈澱に与える影響を藻類種、増殖期の違いにより検討した。

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。実験は表に示した実験条件で行った。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、溶解性アルミニウム測定のために 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 実験条件

項目	藻類	種類	<i>Nitzschia, Phormidium</i>
	種類	個数濃度(/mL)	2000
原水	pH		7.0
	アルカリ度(mg/L)		50
	塩素濃度(mg/L)		0.1, 2, 3, 4
凝集剤	種類		PAC
	急速攪拌(rpm・min)		80・2
	緩速攪拌(rpm・min)		30・13
攪拌	速度(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 1 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。

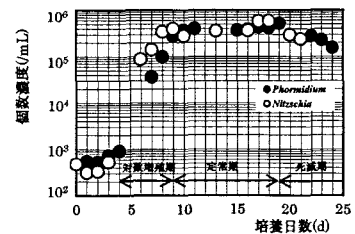


図 1 藻類の培養曲線

(2) 塩素処理の有無での各藻類のとー電位と沈降率の変化

a) *Phormidium* の場合

図 2 は塩素処理の有無での各増殖期における *Phormidium* のとー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 のとー電位が、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とー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、十分細胞破壊を生じる条件だったために細胞破壊後のとー電位を測定することになっ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分かる。また、CT が 14(mg/L・min)の塩素

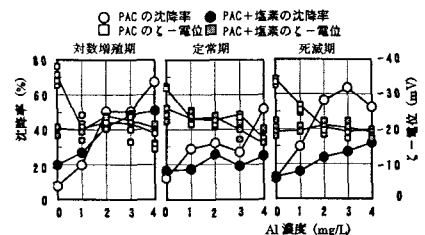


図 2 塩素処理の有無によるとー電位と沈降率の関係
[*Phormidium* の場合；CT=14(mg/L・min)]

処理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。定常期での凝集不良について把握するために上澄・沈澱水のζ電位と溶解性Alの関係を図3に示した。PAC注入により荷電中和が起こっていること、沈澱水のζ電位が高いこと、また溶解性Alの濃度に変化がないことから、凝集は進んでいるが、密度が小さいなどの不良なフロックが多くできたためだと考えられるが、明らかではない。塩素処理後に凝集剤を注入しても沈降率は向上しているが、無塩素処理の同Al濃度の値と比べると沈降率が低下している。これは塩素処理によって生じた細胞破壊により溶出した細胞内有機物が凝集剤と反応して、中和能力が低下したためだと考えられる。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言える。写真は死滅期の*Phormidium*への、塩素処理の有無によるAl濃度3mg/L注入時のフロックの画像である。無塩素処理での写真1と塩素処理した写真2を比較すると、写真1のフロックの塊が密であるが、写真2では隙間の多いフロックになっている。また、フロック径も写真2は小さくなっている。これにより、塩素処理はフロックに悪影響を及ぼすことが分かる。

b) *Nitzschia* の場合

図4に塩素処理の有無による*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言える。

4. おわりに

本研究では塩素耐性の異なる藻類を使用し、塩素処理の有無による凝集沈澱性を考察した。*Phormidium*は塩素耐性が弱く塩素処理によりζ電位を中和される方向に働くものの、CTが14(mg/L・min)程度の小さい値では高い沈降率は得られず、凝集性に関しても凝集阻害が起こることから、塩素処理は凝集沈澱性には効果がないと考えられる。また塩素処理によりフロック状況にも悪影響を与えることが確認できた。*Nitzschia*はPAC注入による凝集の効果が非常に高く、90%以上の高い沈降率を得られるが、塩素処理を行っても凝集性や沈降性には大きな影響を与えないことが明らかになった。

参考文献 1) 斎藤新司:藻類のζ電位の活性による違い,東北工業大学卒業論文,2002.

2) 篤出他:塩素処理による藻類の細胞破壊について,東北支部技術研究発表会講演概要,pp756-757,2002.

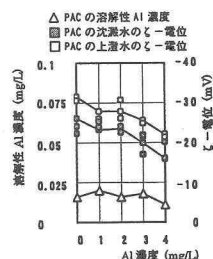
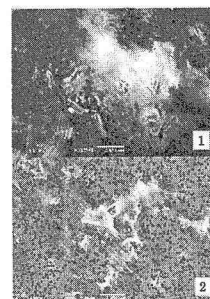


図3 ζ電位と溶解性Al濃度の関係 (*Phormidium*; 定常期の場合)



1: C=0(mg/L), ×850
2: CT=14(mg/L・min), ×1500
写真 塩素処理の有無でのフロック状況 [*Phormidium*, 死滅期; 沈澱水]

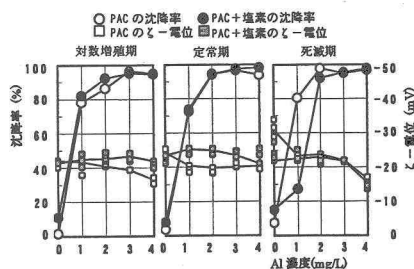


図4 塩素処理の有無によるζ電位と沈降率の関係 [*Nitzschia*の場合; CT=14(mg/L・min)]