

VII-23

塩素処理による藻類の細胞破壊について

東北工業大学 ○（学生員） 鷺出 貴

東北工業大学 （正会員） 今野 弘, 古澤卓哉

1. はじめに

水源の富栄養化により発生した藻類は、浄水処理において異臭味、濾過閉塞など様々な影響を引き起こす。浄水過程において、藻類に対し前塩素処理を行うことが多いが THM 生成が問題視され、その処理は制約を受ける。塩素処理により藻類除去効果が高まると言われ、藻類は塩素処理によって沈降性が向上すること¹⁾²⁾や接触時間を長くすると沈降性が改善する³⁾など、塩素の接触時間や濃度は藻類の細胞破壊に重要な要因となる。破壊された細胞は凝集や沈澱に影響を与えるが、本研究では珪藻類の *Nitzschia* と藍藻類の *Phormidium* の増殖時期を対象として、走査電子顕微鏡(SEM)により塩素処理後の破壊状況を観察し、沈澱現象に与える影響を考察した結果を報告する。

2. 実験方法および実験条件

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* を実験に供し、培養はそれぞれ BG-11 培地と CT 培地を用いた。実験は、表に示した条件と図-1 の手順で進めた。なお、表に示した各藻類の CT 値を決めるために行った沈降実験は 500mL のトルビーカーに所定の個数濃度になるように藻類を入れ、各塩素濃度について種々の接触時間で沈降率を求めた。以上の条件、手順を用いて、藻類種ごとに塩素(次亜塩素酸ナトリウム)の注入量および接触時間を設定し、ジャーテスターで 50rpm の回転数で攪拌し 15 分静置した後、上澄み水より沈降率を求めた。沈降率は{(原水個数濃度 - 上澄み水個数濃度)/原水個数濃度} × 100(%) で求めた。また、沈澱水は SEMpore フィルターに使用した。なお、塩素要求量は *Nitzschia* で 0.2mg/L、*Phormidium* で 0.1~0.2mg/L である。

3. 実験の考察および結果

3.1 藻類の培養結果

図-2 に各藻類の培養結果を示した。藻類種により増殖パターンと培養日数の多少のずれは見られたが、両藻類ともほぼ同様の増殖傾向を示した。約 0~10 日を対数増殖期、約 10~21 日目を定常期、約 21~29 日目を死滅期とし、7 日目、14 日目、21 日目に塩素実験を行った。

3.2 *Phormidium* および *Nitzschia* の塩素濃度による沈降率の変化

図-3,4 はそれぞれ各増殖期における、*Phormidium* と *Nitzschia* の無処理および各塩素濃度(CT 値=30、3000)における沈降率の変化を示したものである。無処理での各増殖期における沈降率は、*Nitzschia* の場合は対数増殖期で約 2% であったことに対し、死滅期においては約 30% と沈降率が約 15 倍向上する。珪藻類のニッチアは、死滅期に向かうにつれて細胞内が空になる⁴⁾との報告があり、内容物の減少に伴い、藻体密度の増加が沈降率の向上に繋がったと考えられる。また、*Phormidium* においても死滅期が約 40% の沈降率であるのに対し、対数増殖期では約 20% と、両藻類とも死滅期に向かうにつれて沈降率が高くなる傾向がある。無処理における両藻類の沈降率を比較すると、一般的に、藻体長の長い *Phormidium* は藻体面積が大きく、水の抵抗を受けやすい為、沈降率が低いと考えられるが、*Phormidium* の沈降率の方が高い。これは藻類種の違いによる異なる機構から生ずる密度の違い

表 実験条件			
藻類	種類	<i>Nitzschia</i>	<i>Phormidium</i>
	個数 (n/mL)	3000	10000
	pH	7.0	
	塩素濃度 (mg/L)	10~60	0.3~6
	接触時間 (min)	50~300	5~100
	CT 値 (mg/L・min)	3000	30

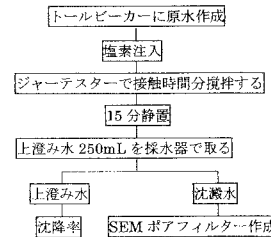


図-1 実験手順

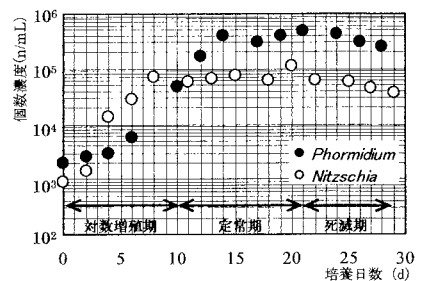


図-2 供試藻類の培養曲線

によるものと思われるが、現段階においては確認することはできない。両藻類とも塩素処理後は、全増殖期で沈降率の向上が見られる。中でも死滅期では、他の増殖期と比較すると大きく沈降率が向上する。また、*Phormidium* は全増殖期において $C \geq 1\text{mg/L}$ ($CT=30$) で沈降率が一定になっている。しかし、*Nitzschia* の対数増殖期においては $C > 30\text{mg/L}$ ($CT=3000$) で沈降率が急増する現象が見られ、また、 $C \leq 30\text{mg/L}$ での沈降率の向上は見られない。これらの図より、沈降率は藻類の増殖時期や塩素濃度の影響を大きく受け、藻類種においても塩素耐性の違いにより、 $CT=30$ 、 3000 と 100 倍も異なることが分かる。

3.3 SEMによる各塩素濃度における破壊状況の違い

次に、各塩素濃度における SEM による破壊状況写真を沈降率と関連させて考察した。写真-1,2 より、やはり塩素濃度と細胞の破壊には密接な関係があることが写真より分かる。 $C=0\text{mg/L}$ において糸状体の破壊が全くない *Phormidium* が、 $C \geq 0.5\text{mg/L}$ で徐々に短くなり、糸状のものが破壊される事が分かる。また、図-3 によると、 $C \geq 1\text{mg/L}$ での沈降率が一定の状態であるにも関わらず細胞の破壊が促進されており、 $C > 1\text{mg/L}$ の塩素注入は無意味であると考えられる。一方、同様に *Nitzschia* でも $C > 30\text{mg/L}$ で明らかに細胞破壊を確認することが出来る。しかし、*Nitzschia* は高濃度の塩素注入を行わないと細胞の破壊が望めない。このように、藻類種により塩素耐性が異なることが SEM により確認できた。これらの事より、塩素処理

は、細胞破壊による細胞内有機物を溶出させる事で沈澱効果を改善する効果があることを改めて確認する事ができ、また、それは藻類種によっても大きく異なることを示すことが出来た。

4. おわりに

Phormidium と *Nitzschia* の塩素処理による沈降率の変化状況を検討するために SEM で破壊状況を確認した。その結果、両藻類とも塩素処理で細胞破壊が起こり、内容物溶出により沈澱効果を改善することを確認できた。また、藻類種によって破壊を伴う塩素濃度は異なり、それは増殖時期でも異なることが明らかとなった。今後は、他の CT 値、他の藻類種についても検討を行う必要があると考える。

5. 参考文献 1)今野(1991.9):土木学会年講,pp.408~409, 2)今野(1995.9):土木学会年講,pp.1038~1039, 3)水尻他(2001.5):全国水道研究発表会,pp.282~283 4)水尻真人(2002):藻類の凝集沈降性に対する塩素処理の影響に関する研究,東北工業大学修士学位論文

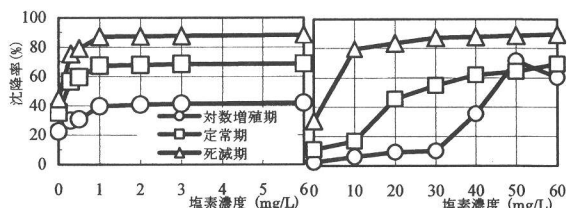


図-3 塩素濃度と沈降率の関係

(*Phormidium* の場合)

図-4 塩素濃度と沈降率の関係

(*Nitzschia* の場合)

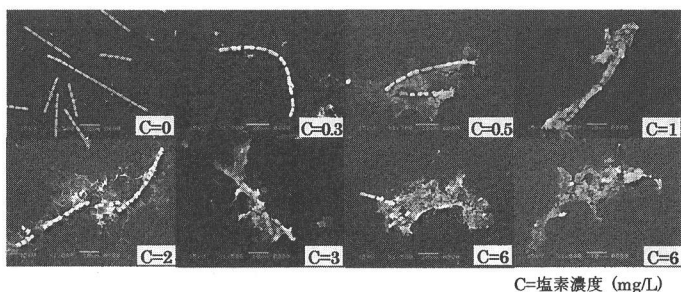


写真-1 *Phormidium* の塩素濃度による破壊状況の違い

[対数増殖期: $CT=30$ ($\text{mg/L} \cdot \text{min}$)]

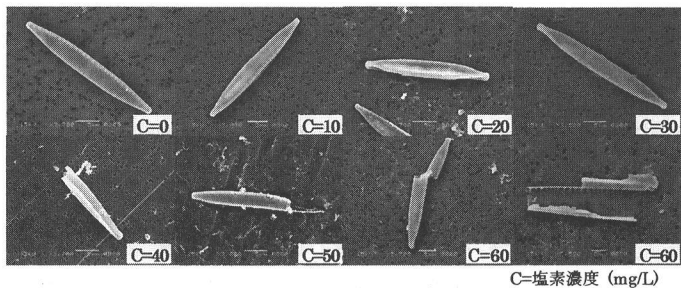


写真-2 *Nitzschia* の塩素濃度による破壊状況の違い

[対数増殖期: $CT=3000$ ($\text{mg/L} \cdot \text{min}$)]