

II-519

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 正員 今野 弘

1. はじめに

水源の富栄養化は、かび臭、ろ過閉塞、凝集阻害など多くの問題を提起している^{1), 2), 3)}。ろ過閉塞や凝集阻害の課題は、研究者が少ないこともあって、あまり現象の解明が進んでいない。ろ過閉塞の原因藻類はシネドラが代表的であるが、それ以外の針状珪藻もろ過池を閉塞させる。凝集の段階で、できるだけ効率よく藻類を除去するために塩素が注入されるが、塩素注入後の接触時間や、THM生成との関連であまり注入できないなどの理由で難しい側面もある。ここでは、藻類の凝集性を検討する立場から、塩素処理による藻類への凝集性、沈降性への影響について、藻類の生物活性をかえて検討した。

2. 藻類の培養と実験方法

実際の水源から単離して培養に成功した藻類はニッチアであったので、それを供試藻類とした。培養条件は、単離したものを培養器内で温度20℃、照度2000lx、培地としてはBG-11培地を用いた。ニッチアの長さは20μm程度であった。培養状況を図-1に表わした。増殖曲線により培養期を対数増殖期、定常期、死滅期の三期に分類し、その各増殖過程ごとに表に示した実験条件で、凝集実験を実施した。塩素処理の凝集性への影響を評価するため1.0mg/ℓの塩素を注入することにしたが、図-2のように塩素要求量が0.2mg/ℓと得られたので、塩素注入量は1.2mg/ℓと定めた。

3. 藻類の増殖過程、塩素処理による沈降性への影響

図-3に、各増殖過程における凝集試験の結果を示した。凝集剤の最適注入量を比較すると、いずれの場合も50~60mg/ℓ程度であり、対数増殖期や定常期より死滅期の方が、若干凝集剤量が少なくなるようにみえるが大きな差異はない。図-4は、定常期のニッチアに塩素を注入して沈殿効果をみたものである。塩素要求量以上の塩素を注入することにより、ニッチアは死滅状態になり、すべての凝集剤量の場合において沈降性が改善されていることがわかる。また凝集剤を注入しなくても相当程度藻類は沈殿除去するように改善されることがわかる。しかし、一方凝集剤の最適注入量は、塩素を注入しない場合の55~60から65~70mg/ℓ程度まで上昇することがわかる。

4. ζ-電位から見た凝集性

図-5に各増殖過程における凝集剤量と藻類の表面電位（ζ-電位）の関係を示した。いずれの増殖期においても当初負側に-20~-35mV程度であったζ-電位は、凝集剤量が増加するにつれてその絶対値が小さくなり、ある凝集剤量で等電点に達する。その後、電位は正側に反転する。これは、凝集剤量が増えることにより、表面の電位が中和され、やがて過剰注入による正側への反転という粘土系凝集と同様の凝集パターンといえる。また、図-5から凝集剤を注入していない場合の電位は、対数増殖期から定常期、死滅期にかけて電位の絶対値が小さくなっていることがわかる。これは、藻類の

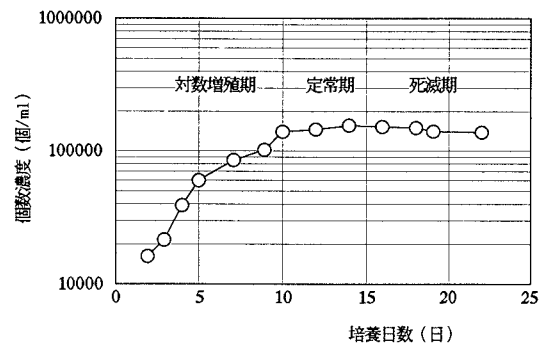


図-1 ニッチアの増殖曲線

表 実験条件

原水	pH	7.0
	アルカリ度 (mg/ℓ)	50.0
藻類	供試藻類	ニッチア (Nitzschia)
	個数濃度 (個/mL)	5000
パラメータ	凝集剤	使用薬品 硫酸アルミニウム
	濃度 (mg/ℓ)	0~100
	藻類の増殖時期	対数増殖期 定常期 死滅期
	塩素処理 (mg/ℓ)	0 もしくは 1.2

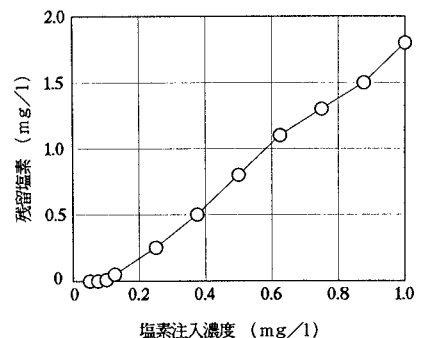


図-2 塩素要求量の決定

増殖により表面に生成した有機物が対数増殖期において最も多くなり、これが負電荷を増し、やがて定常期から死滅期になるにしたがって藻類表面から有機物が剥離するというメカニズム³⁾を表していると考えられる。ζ-電位が増殖時期によって大きく異なる割には、図-3でみる凝集剤の最適注入量は50~60mg/lとあまり変化はない。これは、生物活性の高い対数増殖期においては、ζ-電位が負側に大きく、荷電の中和と水酸化アルミニウムの付着が藻類表面に集中するのに対して、定常期、死滅期では藻類表面から剥離した有機物に優先的にアルミニウムが付着し、荷電中和も同時に起こることにより、両者に費やされるアルミニウム分を合計すると三増殖時期により消費されるアルミニウム分がほぼ同じになる結果と考えられる。

次に塩素注入の有無によるζ-電位の変化を図-6に示した。凝集剤を添加しない場合のζ-電位は、死滅期とほぼ同程度である。これは塩素を注入すると藻類は死滅し、定常期の藻類表面に付着していた有機物が剥離することにより、表面の電位の絶対値が死滅期と同程度まで低下する結果と考えられる。しかし、塩素処理したニッチアの電位は、凝集剤の増加によって中和されることはなく、電位が正側に反転することもない。したがって塩素処理したニッチアの凝集沈降性の改善は、凝集剤を添加しない原水中のニッチアの沈降性が著しく改善されていることから考えて、ニッチアが塩素により殺藻され、シリカ質のみの単体となって密度が大きくなった(シリカの密度2.6g/cm³)ことによる影響が大きいのではないかと考えられる。凝集剤の最適注入量が塩素処理の後多くなったのも、藻類表面上の有機物というより細胞内から溶出した有機物とアルミニウムの結合により消費されているものと考えられる。

5. おわりに

ニッチアのζ-電位は、表面に産出した有機物が負電荷を増し、その有機物が対数増殖期から定常期、死滅期にかけてその表面に産出した有機物が表面から剥離することと荷電の中和により表面電位の絶対値が小さくなる。塩素処理は、藻類の凝集性というより沈降性を改善する効果がある。

謝辞 本研究のための実験は、本学研究室泉山浩君(当時4年次学生)に負うところが大きい。記して謝意を表する。

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, No. 705, pp. 2~16, 1993
- 2) 斉藤昭二・有井鈴江: 前塩素注入の有無による大型珪藻4種の凝集沈殿除去特性, 水道協会雑誌, pp. 18~27, 1993
- 3) 今野 弘: 藻類の表面状態と凝集の関わり, 第29回環境工学研究フォーラム講演集, pp. 138~140, 1992

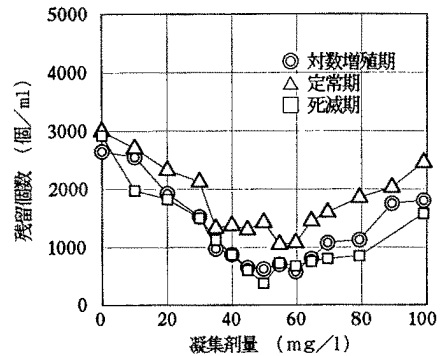


図-3 凝集試験結果(各増殖過程)

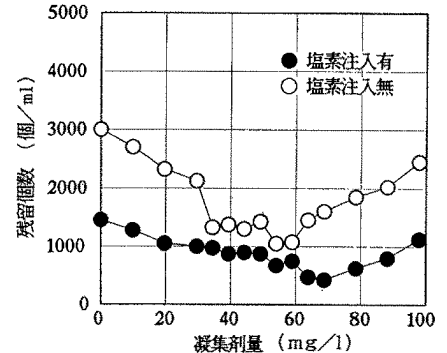


図-4 凝集試験結果(塩素注入)

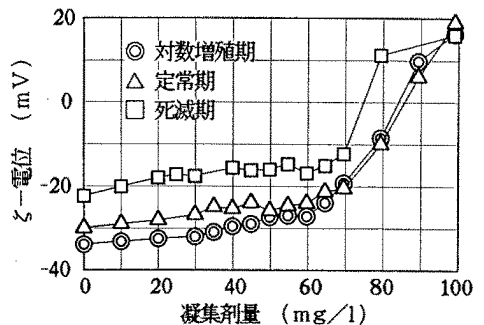


図-5 ζ-電位と凝集剤量(各増殖過程)

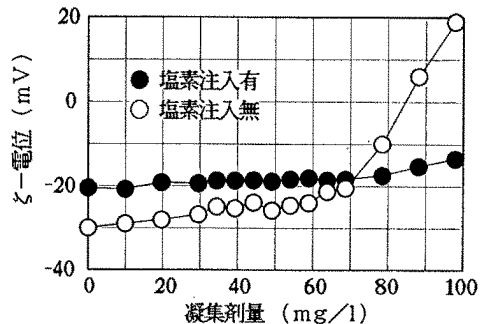


図-6 ζ-電位と凝集剤量(塩素注入)