

VII-34

藻類の凝集沈降性に対する凝集剤の影響

東北工業大学 ○学 佐川 佳子, 正 今野 弘

東北工業大学大学院 学 水尻 真人

1. はじめに

水源が富栄養化し、発生した藻類によって、浄水処理に大きな障害が起こる。障害例としては、異臭味、濾過閉塞¹⁾、毒性物質や THM の生成などである。これらに対処するために、藻類に対して前塩素処理をすることが多い。しかし塩素注入後の接触時間や THM の生成との関係で、塩素をあまり注入できない。珪藻類は、塩素処理によって凝集性ではなく、沈降性が向上するといわれている²⁾。本研究では、凝集剤は一般的によく使用される Al 系凝集剤二種類と、これからの凝集剤として考えられている Fe 系凝集剤の計三種類を使用し、珪藻類の凝集沈降性の効果について、塩素処理と凝集剤注入による沈降率と ζ -電位変化を測定することによって増殖時期や様々な凝集剤との関係を考察した。

2. 藻類の培養と凝集実験の条件および方法

藻類は宮城県釜房湖からプランクトンネットで採取した。それを遠心分離機で濃縮し、寒天培地に単離した。培地は EDTA を除いた BG-11 培地を用いた。培養条件は 18℃、2000Lx である。凝集実験の条件を表に示した。凝集剤の種類は AL 系凝集剤として硫酸アルミニウム、ポリ塩化アルミニウム (PAC)、Fe 系凝集剤として塩化第二鉄を使用した。濃

原水	藻類	増殖 濃度 (個/mL)	ニチア (珪藻類)
B 水	アルカリ度 (mg/L)	150 ~ 3500	6.5 ~ 1.1
		43 ~ 53	
凝集剤	種類	硫酸アルミニウム 塩化第二鉄 ポリ塩化アルミニウム (PAC)	
		Al, Fe 濃度 (mg/L)	0 ~ 14.22
攪拌	速度	80rpm	2min
		30rpm	13min
塩素処理	濃度 (mg/L)	17	
		接触時間 (min)	15

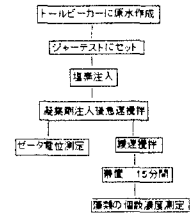


図-1 凝集実験の手順

度は AL, Fe 濃度として示した。凝集実験の手順を図-1 に示した。 ζ -電位の測定は緩速攪拌をしてしまうとブロックができ、測定ができなくなってしまうため急速攪拌後すぐに測定した。以上の条件、手順を用い、各増殖時期ごとに凝集実験を行い、沈降率、 ζ -電位を測定した。沈降率は、(原水中の個数濃度 - 上澄み水中の個数濃度) $\times$ 100 / (原水中の個数濃度) として求めた。なお原水の塩素要求量は 0.2mg/L であった。

3. 実験結果および考察

3.1 藻類の培養結果 単離できた藻類は珪藻の *Nitzschia* (ニチア) で、その培養結果を図-2 に示した。増殖の著しい時期 (約 0 ~ 12 日目) を対数増殖期、個数濃度がほぼ一定で増減がない時期 (約 12 ~ 22 日目) を定常期、個数濃度がわずかに減少する時期 (約 22 ~ 28 日目) を死滅期とした。図中の凝集実験日は各増殖期に凝集実験を行った日である。

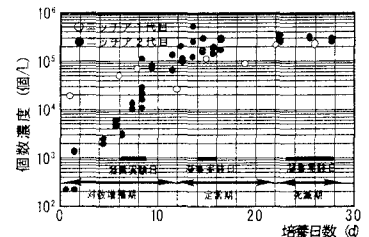


図-2 ニチアの増殖曲線

3.2 凝集剤による藻類沈降率の増殖期による違い

凝集剤による藻類沈降率の各増殖期における違いを図-3 に示した。PAC はどの増殖時期、濃度でも沈降率はほぼ 90 % を超え最も高い。硫酸アルミニウムは定常期、死滅期においては濃度 9mg/L 程度が最適注入濃度と考えられるが、対数増殖期では沈降率が高くなりつづき、最適値は求まらない。塩化第二鉄はどの増殖期でも最適値は硫酸アルミニウムとほぼ同程度だが、沈降率が最も低い。対数増殖期では硫酸アルミニウムと同じく最適値はもっと高い濃度にある。そこで次に沈降率の高い PAC を除いて、他の二種類の凝集剤で塩素処理による効果を検討した。

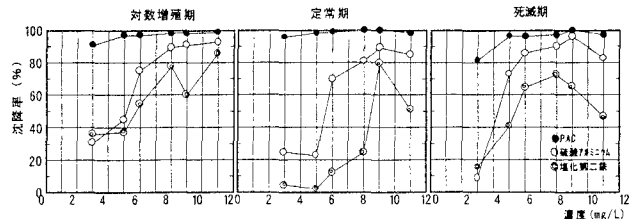


図-3 凝集剤による藻類沈降率の増殖期における違い

そこで次に沈降率の高い PAC を除いて、他の二種類の凝集剤で塩素処理による効果を検討した。

3.3 塩素処理の有無による藻類沈降率と ζ -電位変化

(1) 硫酸アルミニウムの場合

硫酸アルミニウムにおける塩素処理の有無による沈降率および ζ -電位の変化を図-4に示した。塩素処理をしない場合、凝集剤注入前の ζ -電位は、対数増殖期で約-20mV、定常期で約-15mV、死滅期で約-30mVと異なる。

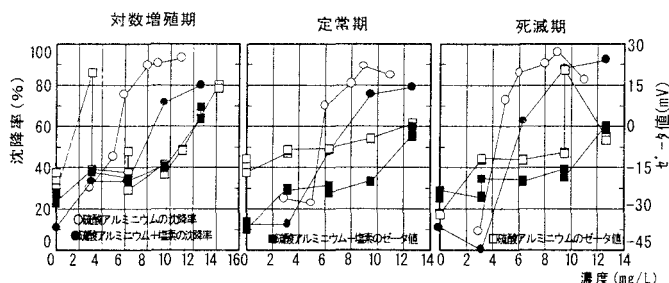


図-4 硫酸アルミニウムにおける塩素処理有無による沈降率、ゼータ値

これは藻類表面に付着している藻類生産有機物の量の影響と考えられる。凝集剤を加えると、 ζ -電位値はどの増殖時期でも少しずつ中和側に变化していく。 ζ -電位と沈降率を比較すると、 ζ -電位値が 0 の値に近づくとも沈降率は高くなることがわかる。塩素処理をする場合、凝集剤注入前の ζ -電位値は、対数増殖期で約-26mV、定常期で約-37mV、死滅期で約-25mV となり、死滅期以外は塩素処理をしないときより ζ -電位値が低くなる。沈降率も凝集剤注入量が増えると高くなるが、塩素処理をしない場合と比べると約 80 ~ 90 %と低くなっている。これがいわゆる凝集阻害の影響と考えることができる。つまり塩素処理により細胞が破壊され、細胞内有機物が液中に溶出し、それが一部は藻類表面に吸着されて、電位がマイナス側に増加したり、液中の有機物と凝集剤のアルミニウムが反応するために、藻類の荷電を中和するアルミニウム分が減少して、その分アルミニウムの中和能力が低下して藻類の ζ -電位値が全体的にマイナス側に大きくなる。結果として凝集沈澱能力が低下して沈降率が低下するという現象が如実に表れていると考えることができる。

(2) 塩化第二鉄の場合

塩化第二鉄における塩素処理有無による沈降率、 ζ -電位の変化を図-5に示した。塩素処理をしない場合の凝集剤注入前の ζ -電位値は、硫酸アルミニウムの場合と同じである。凝集剤を注入すると、 ζ -電位値は多少のばらつきがみられるものの、硫酸アルミニウムと同じくどの増殖期でも中和側に变化して

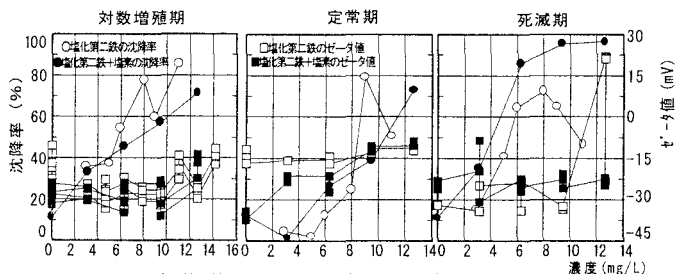


図-5 塩化第二鉄における塩素処理有無による沈降率、ゼータ値

いく。 ζ -電位と沈降率を比較すると、また ζ -電位値が 0 の値に近づくともほぼ沈降率は高くなるというのも硫酸アルミニウムと同様であり、塩素処理をすると ζ -電位値がマイナス側に低下し、Fe 系凝集剤の注入によって荷電中和されるとい現象も同じである。しかし、硫酸アルミニウムと比較して同一の AL、Fe 濃度で比較すると Fe の中和能力が小さいといえる。その分沈降率が AL 系凝集剤より低いわけである。

4. おわりに

本研究で、1) PAC はどの増殖時期、濃度でも沈降率は最も高く、硫酸アルミニウムがそれに次ぐ、2) 硫酸アルミニウムや塩化第二鉄は定常期、死滅期においてはほぼ同一の最適注入濃度だが、沈降率は Fe 系凝集剤が低い、3) 凝集剤注入前の ζ -電位は、藻類表面に付着した藻類生産有機物の影響で対数増殖期で約-20mV、定常期で約-15mV、死滅期で約-30mV である、4) 硫酸アルミニウム、塩化第二鉄を加えると、 ζ -電位値はどの増殖時期でも少しずつ中和側に变化していき、沈降率も高くなる、5) 塩素処理をすると、処理しない時と比較して ζ -電位値が低くなり、沈降率も低くなる、などが明らかになった。

参考文献

- 1) 齋藤昭二：藻類による浄水処理障害－かび臭、濾過閉塞、着濁、水道協会雑誌第 62 巻第 6 号、(1993.6)、
- 2) 今野弘：浄水上における藻類分離操作に関する基礎的研究、文部省科研費報告書(1998.3)、