

N-1 鉄-シリカ無機高分子凝集剤による藻類の除去

水道機工（株）長谷川孝雄・鬼塚卓也・○王建中・黒川眞弓・橋本克紘

1. はじめに

筆者らは、高い凝集性能を有する新しい無機高分子凝集剤を開発し¹⁾、第25回衛生工学研究討論会において濁質および有機色度成分に対するアルミニウム-シリカ無機高分子凝集剤の凝集特性²⁾について、また第29回環境工学研究フォーラムでアルミニウムおよび鉄-シリカ無機高分子凝集剤の有効成分濃度の向上と保存安定性の改善、藻類に対する凝集特性について報告した³⁾。本研究では、凝集困難な藻類として指摘されている *Microcystis* などをはじめとする藻類および有機色度成分に対する鉄-シリカ無機高分子凝集剤の凝集効果について検討した。

2. 実験方法

凝集剤にはシリカと鉄のモル比が3:1の鉄-シリカ無機高分子凝集剤（以下、PSIと略記）および従来の代表的な凝集剤であるポリ塩化アルミニウム（PAC）を用いた。試料水として、藻類の種類および存在構成に着目し、霞ヶ浦の湖水および某市の取水源である中国地方の河口堰貯留水を用いた。試料水の主な水質項目を表-1に示す。試料水Ⅰは5月の霞ヶ浦湖水で、藍藻類の *Oscillatoria* が優占種であり、珪藻類の *Nitzschia gracilis* が亜優占種であった。*Oscillatoria* spp. と *Nitzschia gracilis* の細胞数はそれぞれ264, 250個/mlと70, 500個/mlで、全藻類細胞数のそれぞれ約66%と18%を占めていた。試料水Ⅱは2月の河口堰貯留水で、珪藻類の *Stephanodiscus* sp. が優占種であり、藍藻類の *Microcystis* sp. が亜優占種であった。*Stephanodiscus* sp. と *Microcystis* sp. の細胞数はそれぞれ120, 000個/mlと32, 000個/mlで、全藻類細胞数のそれぞれ約70%と20%を占めていた。

表-1 主な水質項目

項 目	単 位	試料水Ⅰ（霞ヶ浦湖水）	試料水Ⅱ（河口堰貯留水）
水温	(℃)	20	13~15
pH		7.93	8.92
アルカリ度	(度)	65.4	56.3
濁度	(度)	21.9	43.1
色度	(度)	18.5	40.8
紫外線吸光度		0.42	0.383
DOC	(mg/l)	4.68	5.66
全藻類	(個/ml)	383,050	178,470
藍藻類	(個/ml)	299,050	46,250
		(<i>Oscillatoria</i> spp.: 254,250個/ml)	(<i>Microcystis</i> sp.: 32,000個/ml)
珪藻類	(個/ml)	81,200	128,060
		(<i>Nitzschia gracilis</i> : 70,500個/ml)	(<i>Stephanodiscus</i> sp.: 120,000個/ml)
緑藻類	(個/ml)	2,800	4,160

ジャーテストは150rpmの急速攪拌を1分間、50rpmの緩速攪拌を10分間とし、静置10分間後の上澄水の濁度および藻類細胞数、上澄水を1μmのガラスフィルタでろ過して得られたろ過水の色度、DOCなどをそれぞれ測定した。藻類細胞数の定量については、界線入りスライドガラスを用い、顕微鏡で計数した。PSIの調製、試料水のpH調整は既報^{1~3)}の通りである。

3. 結果及び考察

霞ヶ浦湖水である試料水Ⅰに対するPSIとPACの凝集効果を、ジャーテストで検討した。凝集剤注入率の増加に伴う上澄水濁度、ろ過水色度およびDOCの変化を図-1に示す。いずれの場合も凝集剤注入率の増加により処理水質は向上するが、PSIを用いた場合、PACに比べて高い処理効果が得られた。

図-2は、試料水Ⅰを対象に、凝集剤注入率の増加に伴う藻類除去率の変化を示したものである。PSIを用いた場合、藻類の種類にかかわらず高い除去率が得られ、0.2mmol/lの注入率でいずれの藻類についても90%の除去率が得られた。PACを用いた場合、0.2mmol/lの注入率では、藻類の種類による除去率の差は顕著であり、緑藻類の除去率が最も高く、次いで藍藻類、珪藻類の順で、その除去率の平均値は70%程度であった。

このように、PACでは藻類の種類で除去率が異なり、PSIでは藻類の種類による影響を受けないと言う結果が得られている(図-2)。そこで、藻類の構成が異なる場合についても同様であるかを検討した。珪藻類の *Stephanodiscus* sp. と藍藻類の *Microcystis* sp. を含む試料水Ⅱを対象に、凝集剤注入率を0.08mmol/lで一定とし、凝集pHを変化させたジャーテストによりそれぞれの藻類の除去効果を検討した⁴⁾。結果を図-3に示す。PSIによる上澄水中の *Stephanodiscus* sp. と *Microcystis* sp. の除去率はほぼ同様で、凝集pHが6以下の場合、99%以上の高い値を示していた。一方、PACの場合、*Stephanodiscus* sp. と *Microcystis* sp. とでは、凝集pHによる除去率の変化は大きく異なり、*Stephanodiscus* sp. の除去率は *Microcystis* sp. の除去率を下回っていた。これは、試料水Ⅰのジャーテスト結果と同様の結果であり、藻類に対する凝集のメカニズムがPSIとPACとでは異なることに起因すると考えられる。即ち、PACに比べて100倍程度の分子量を有することに起因するPSIの強い架橋作用が、藻類の凝集に極めて有効に作用した結果と考えられる。

4. おわりに

濁質や有機色度成分のみならず、藻類の凝集処理においてもPSIは極めて効果的であることが分かった。また、藻類の種類を問わない高い凝集効果は、PSI特有のシリカポリマーの架橋作用に基づくものであることが推察された。

今後は、上記のような実験結果に基づき、パイロットプラント規模の実験装置を用い、PSIの実用化特性を追求していきたい。

参考文献

- 1) 長谷川孝雄、鬼塚卓也、鈴木実、江原康浩、橋本克紘、丹保憲仁、新しい無機高分子凝集剤の研究、第39回全国水道研究発表会講演集、pp. 104~109(1988)
- 2) 長谷川孝雄、鬼塚卓也、鈴木実、江原康浩、橋本克紘、後藤克己、丹保憲仁、新しい無機高分子凝集剤、第25回衛生工学研究討論会講演集、pp. 123~125(1989)
- 3) 長谷川孝雄、橋本克紘、重合ケイ酸を主体とした無機高分子凝集剤とその凝集効果、第29回環境工学研究フォーラム講演集、pp. 34~36(1992)
- 4) 長谷川孝雄、王建中、黒川眞弓、橋本克紘、重合珪酸・鉄凝集剤によるミクロキスティスの分離、化学工学会第30回秋季大会研究発表講演要旨集、p. 96(1997)

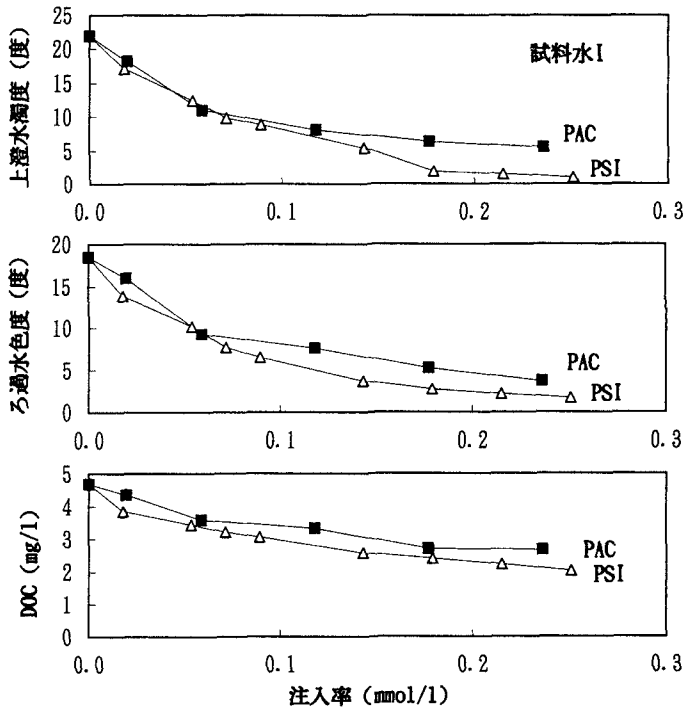


図-1 注入率による上澄水濁度、ろ過水色度、溶解性有機成分の変化

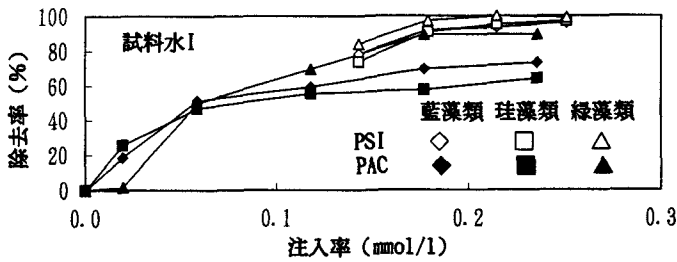


図-2 注入率による藻類の除去率の変化

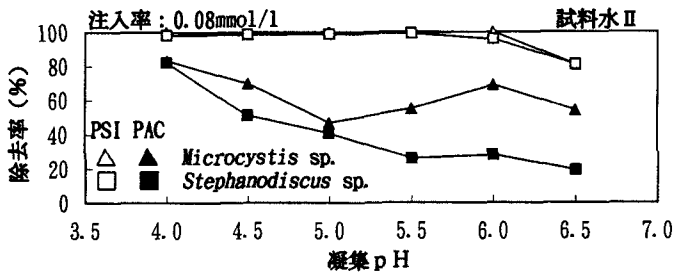


図-3 上澄水中の*Stephanodiscus* sp. と *Microcystis* sp. 細胞数の除去率の変化