

鉄シリカ系高分子凝集剤による濁質・フミン質の凝集沈澱処理

北見工業大学 フェロー 海老江 邦雄 学生員 東 義洋
 学生員 山 木 暁 学生員 川 口 倫 由

1. ま え が き: わが国では、伝統的に PAC 等の Al 系凝集剤が多用されている。現在、健康上の問題などから、種々の Al 代替凝集剤の開発が緊急の課題となっている。重合ケイ酸溶液中で塩化第二鉄を組み合わせた鉄シリカ系高分子凝集剤(以下、PSI)は、PAC の代替凝集剤の一つとして期待されている。同凝集剤の特徴は、それに含まれるシリカと鉄のモル比を原水の処理性に合わせて変化させうることである。PSI の凝集性に関する既往の研究は多いが、モル比が処理性に及ぼす影響については、いまだ十分に検討されていない。今回は、寒冷地の河川表流水を対象に、PSI 中のシリカと鉄のモル比が濁質とフミン質の処理性にどのように影響するかについて検討した結果を報告する。

2. 実験方法および実験条件: 表 1 は凝集試験に用いた河川表流水の原水水質を示している。凝集試験は、一般的な従来のジャーテスト法で行い、処理水を採取して水質分析を行った。凝集剤には、塩化第二鉄(PSI-0)と PSI を使用した。PSI としては、鉄:シリカのモル比を 1:0.5(以下、PSI-0.5)、1:1(PSI-1)、1:3(PSI-3)、1:5(PSI-5)に調整した 4 種類を用いた。鉄の分析については、1,10-フェナントロリンを用いた吸光光度法による。粒子のゼータ電位については、ジャーテスト終了後の試料水に含まれる粒子がブリッグスのガラスセル内の一定距離を泳動する時間を顕微鏡電気泳動装置を用い測定することにより、ゼータ電位を算出した。

3. 実験結果および考察

1) 原水水質が凝集剤注入率に及ぼす影響: 図 1,2 は、凝集剤として PAC と PSI-3 を用いた場合、所定の処理水濁度(PAC:1.5 度、PSI-3:0.17 度)を達成するのに必要な凝集剤注入率と、原水の濁度、E260 との関係を示したものである。同図より、いずれの凝集剤を用いた場合においても、必要な注入率は原水濁度および E260 の増加に伴って高くなるが、濁度よりも E260 との相関が高いことが分かった(PSI-3 の場合、濁度: $R^2 = 0.53$ 、E260: $R^2 = 0.082$)。このことから、最適な凝集剤注入率の決定にあたっては、原水濁度のみならず E260 をも考慮すべきと考えられる。

2) PSI 中の鉄とシリカのモル比と処理性: PSI 中の鉄とシリカのモル比が処理性に与える影響について、重合ケイ酸を含まない PSI-0 の処理性を含めて検討した。凝集 pH は 5.5、凝集剤の注入率は 0.09mmol-Fe/L を採用した。図 3 は、シリカのモル比が異なる PSI による処理水の濁度と色度を示している。同図から、シリカのモル比が高くなるほど濁度および色度は低くなっており、PSI-5 における処理水の濁度は PSI-0 よりも 94.7%、色度は 63.5%も改善されている。よって、濁度および色度除去に関してはシリカのモル比が高い PSI ほど優れていることが分かった。図 4 は、処理水中の鉄濃度と 0.45 μm メン

表 1 使用原水水質

項 目	No.1	No.2
濁 度 (度)	4.71	12.32
色 度 (度)	9.3	20.2
pH 値 (-)	7.49	7.45
E260 (5cm セル)	0.250	0.452

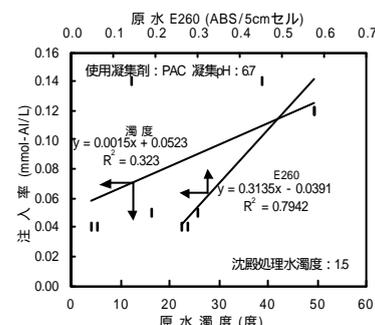


図 1 原水水質と注入率の関係

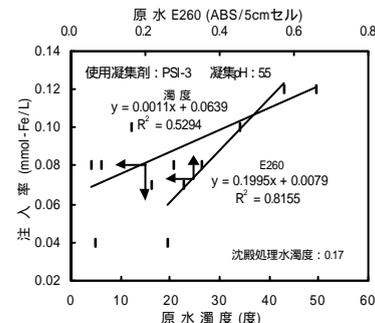


図 2 原水水質と注入率の関係

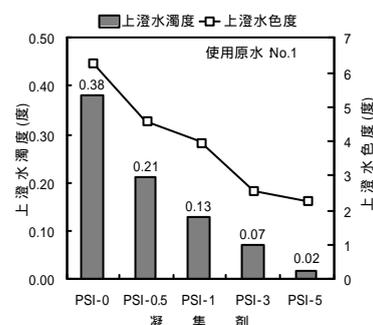


図 3 Fe と Si のモル比と処理性

キーワード: PAC、PSI、凝集、フミン質、ゼータ電位

連絡先: 〒090-8507 北見市公園町 165 番地 北見工業大学 TEL0157-24-9501 FAX0157-23-9408

プランフィルター(MF)でろ過した水中の鉄濃度とを示している。同図において、処理水中に鉄が最も多く残留したのは PSI-0 の場合であり、シリカのリモル比が大きくなるに伴って鉄濃度は低下する傾向を示した。したがって、シリカのリモル比が高い PSI を用いた場合ほど、鉄の残留を低下させうると考えられる。さらに、0.45 μm MF ろ過水中の鉄については、処理水中の鉄の傾向とは異なり、シリカのリモル比が高い PSI を使用した場合ほど高濃度となった。PSI 中のケイ酸の大半は重合ケイ酸であるが、一部はケイ酸モノマーの形態となっている。したがって、この場合には、凝集剤中のケイ酸モノマーと鉄イオンが反応して生成された 0.45 μm 以下のシリカ鉄コロイドがろ過水中に検出されたものと考えられる。図 5 は、PSI のリモル比に伴う処理水中の E260 と 0.45 μm MF ろ過水の色度とを示している。同図において、重合ケイ酸を含まない PSI-0 の場合に最も低く、シリカのリモル比が高くなるに伴い濃度が上昇している。これは、PSI の主成分である PSI-0 はフミン質に対して強い荷電中和能力を持っているが、アニオン性の重合ケイ酸が高い濃度で共存する場合には、その荷電中和能力が低下するため、相対的に E260 の除去率が低下したものと考えられる。

3) 残留色度成分の粒径分布とゼータ電位： 図 6, 7 は PSI-3 と PSI-0 で処理した水を孔径 0.45、1.0、5.0、10 μm の MF でろ過し、ろ過水の色度と注入濃度との関係を示したものである。図 6 において残留色度成分の粒径分布を見ると、0.04 および 0.06 mmol-Fe/L では 0.45 μm 以上の色度成分粒子が増加している。しかしながら、0.08 mmol-Fe/L では中間粒子(0.45 ~ 10 μm)および溶解性色度成分(0.45 μm 以下)の占める割合は小さくなっている。0.08 mmol-Fe/L 以上では、残留する各粒径の色度は殆ど変化していない。図 7 においては、PSI-3 の場合とは異なり、0.04 および 0.06 mmol-Fe/L では 10 μm 以下の色度成分が増加し、特に 0.45 μm 以下の粒子による色度上昇が顕著である。これは、凝集剤由来の残留鉄によるものと判断される。また、10 mmol-Fe/L 以上では、注入率の増加に伴う各粒径の色度成分は僅かに減少しているが、10 μm 以上の色度成分の残留量には殆ど変化は認められなかった。

つぎに、図 8 は、図 6、7 に見られる粒子のゼータ電位の動きを示している。PSI-0 および PSI-3 のいずれを用いた場合にも、注入率の増加に伴って粒子のゼータ電位は上昇するが、前者は後者よりもゼータ電位を大幅に上昇させている。この原因としては、PSI-3 中の鉄塩は、濁度および色度成分だけでなく、凝集剤を構成する重合ケイ酸の荷電中和にも消費されたためと考えられる。いずれの凝集剤を用いた場合にも処理性が良好となった 0.08 mmol-Fe/L における粒子のゼータ電位は、PSI-3 では -17 mV 、PSI-0 で -16 mV 付近であった。

4. あ と が き： PSI 中の鉄とシリカのリモル比は、その処理性に大きく影響することを明らかにした。今回は、凝集沈殿のみの処理性評価であったが、今後は、その後に配置される砂ろ過池における処理性をも考慮した、鉄とシリカの適正なリモル比について検討したいと考えている。

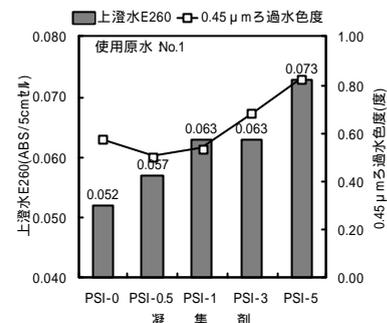


図 4 Fe と Si のリモル比と処理性

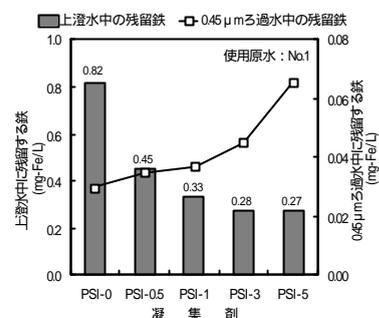


図 5 Fe と Si のリモル比と処理性

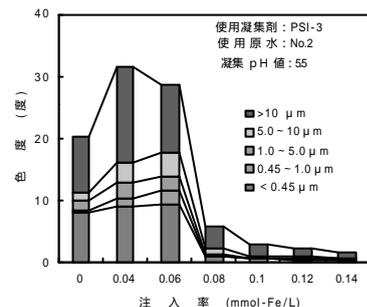


図 6 注入率に伴う残留色度成分

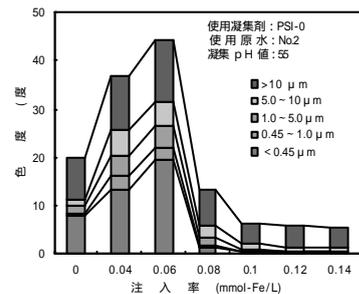


図 7 注入率に伴う残留色度成分

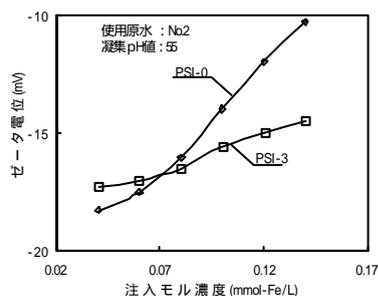


図 8 注入率に伴うゼータ電位