

VII-10

Alum とPACによる下水2次処理水の凝集

室蘭工業大学 学生員 加爾肯 馬拉夫
 室蘭工業大学 正員 穂積 準
 室蘭工業大学 正員 吉田 英樹
 室蘭工業大学 学生員 吉田 智志

1.はじめに

下水2次処理水の高度処理における急速ろ過はこれまで懸濁物質と懸濁物質に起因するBODなどの除去を主たる目的としてきた。そのための急速ろ過法の研究が実験室や実施設においてなされ、その成果は設計資料として集大成されている。しかしながら、修景・親水用水などにみられるように最近の下水2次処理水の再利用は用途も広がり、利用規模も拡大しつつある。そういった中で浮遊物質(濁度成分)だけでなく、色度などの溶解性成分についても水質基準化されつつある。そこで本研究では、濁度成分だけでなく、色度成分も対象として、一般に用いられている硫酸アルミニウムと河川などで硫酸アルミニウムよりも除去性能が優れているといわれているPAC(ポリ塩化硫酸アルミニウム)を用いた場合の下水2次処理水の凝集性状について比較^{1,2)}、また、凝集剤添加方法の相違による凝集力の向上について検討を加えた。

2.実験装置と方法

実験は通常のジャーテストによった。①最適凝集pHは下水2次処理水に適當の凝集剤を添加しHCl及びNaOHを用いてpHをそれぞれ3~9に調整する。その後急速攪拌、緩速攪拌を施し、30分間沈殿させたものを測定する。②最適凝集pHにおける凝集剤添加量と除去率の関係は下水2次処理水に凝集剤をそれぞれ0~16 mg Al³⁺/l 添加しpH5.5に調整した後、同様に攪拌して、30分間沈殿させたものを測定したものである。③生成フロクの粒度分布は下水2次処理水に凝集剤をそれぞれ2~8 mg Al³⁺/l 添加しpH5.5に調整し、攪拌する。攪拌後に12~0.45 μmのフィルターでろ過したものを測定したものである。④分割注入は5分間の急速攪拌中、開始時に全体の半分を添加、2.5分後の残りの半分を添加し、以下のようにpH調整を行い、(a)~(d)の場合に普通(一括)・分割注入を行う。凝集剤には硫酸アルミニウムを用いる。(a)下水2次処理水に凝集剤を添加した後pH5.5に調整したから5分間攪拌する(普通)。(b)下水2次処理水に凝集剤の半分を添加した後pH5.5に調整から2.5分間攪拌して、凝集剤の残りの半分を添加した後pH5.5に調整してからまた2.5分間攪拌する。(c)下水2次処理水のpHを5.6に調整してから凝集剤の半分を添加して2.5分間攪拌後にまた、pH5.6に調整して凝集剤の残りの半分を添加して、最後に2.5分間攪拌してpH5.5に調整する。(d)凝集剤を添加すると下水のpHがちょうど5.5になるようにあらかじめ下水のpHを下げておいて、凝集剤の半分を添加してから2.5分間攪拌した後、凝集剤の残りの半分を添加して最後また2.5分間攪拌す

Coagulation of Secondary Wastewater Effluent by Alum and PAC
 by Manav JARHEN, Hitoshi HOZUMI, Hideki YOSHIDA and Satoshi YOSHIDA

る。尚、濁度は積分球式濁度計で測定し、色度は不溶解性物質の影響を除くためにpHを10に調整し、0.45 μm のメンブランフィルターでろ過したものを吸光度計で測定した。

3.実験結果及び考察

図1はPACと硫酸アルミニウムを凝集剤として添加量 $4 \text{ mg Al}^{3+}/\ell$ の場合pH変化に伴う濁度と色度の残留率の変化を示したものである。全体的に見るとPACと硫酸アルミニウムのpHと残留率の関係は類似していることがわかる。また、濁度、色度成分の最適凝集pHはほぼ同じで4~6の間であることをわかる。

図2はpH 5.5における凝集剤添加量に伴う濁度と色度の残留率の変化を示したものである。河川などにおいては、凝集剤としてPACを用いた方が硫酸アルミニウムを用いるより除去率が高くなるといわれているが、図2では濁度、色度のいずれにおいても除去率はほぼ一致しており、下水2次処理においてはPACと硫酸アルミニウムの凝集能力の相違は認められない。また、これらの金属凝集剤を使った場合、色度は50%程度、濁度はほぼ100%除去可能であることをわかる。

図3、4は同一原水にそれぞれPAC、硫酸アルミニウムを Al^{3+} として同一量添加した場合の濁度、色度の0.45 μm 以上のフロックの粒度分布を比較したものである。これは、色度の粒度分布は未凝集の溶解性分、つまり0.45 μm のフィルターを通過した成分を除き、0.45 μm 以上のフロックを100%として求めたものである。図よりPAC、硫酸アルミニウムによる生成フロックの粒度分布はほとんど同じであることがわかる。また、図には示さないが、凝集剤添加量が $6 \text{ mg Al}^{3+}/\ell$ の場合においても同様の結果が得られた。

以上の結果から、下水2次処理水の濁度、色度の最適凝集pH、凝集剤添加量が $4 \text{ mg Al}^{3+}/\ell$ より大きい場合、生成フロックの粒度組成は、

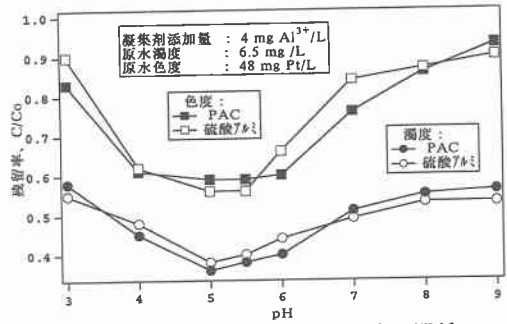


図1 pHと濁度、色度の残留率の関係

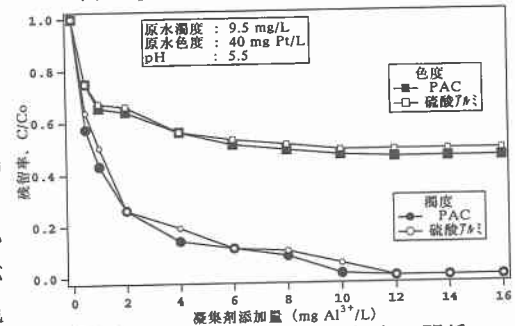


図2 凝集剤添加量と残留率の関係

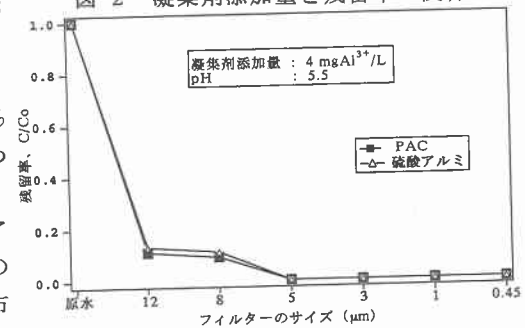


図3 PACと硫酸アルミニウムの粒度分布(濁度)

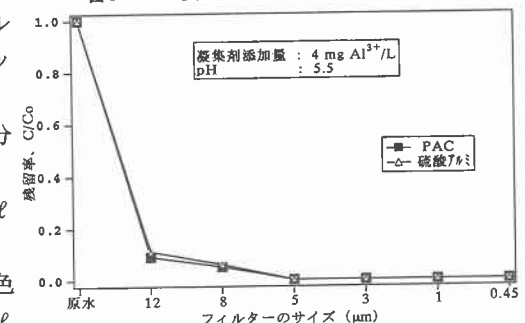


図4 PACと硫酸アルミニウムの粒度分布(色度)

PACと硫酸アルミニウムでは同じであると考えられる。

図5、6は下水2次処理水に硫酸アルミニウム添加を最適注入量より少なくした場合及び過剰にした場合の濁度、色度の粒度分布を比較したものである。添加量が $2\text{ mg Al}^{3+}/\ell$ と少ない図5では、各フィルターでろ過した濁度、色度の残留率を比較すると色度成分の方が多く残留していることがわかる。この場合 $5\ \mu\text{m}$ 以下の濁度成分は存在していないが、色度成分は $5\ \mu\text{m}$ 以下のものが若干存在している。つまり $5\ \mu\text{m}$ 以下のフロックは色度成分の単独フロックであることを示している。また、凝集剤添加量が $8\text{ mg Al}^{3+}/\ell$ と多い図6を見ると、色度と濁度の粒度分布はほぼ同じであることがわかる。したがって、凝集剤添加量が多くなるにつれて、色度成分の単独フロックは減少し、色度と濁度の成分は合体したフロックとなって凝集しているものと思われる。一方、図7、8は下水2次処理水にPACを添加した場合の濁度、色度の粒度分布を比較したものである。図よりPACも硫酸アルミニウムの濁度の粒度分布はほぼ同じ傾向を示している。つまり、これらの濁度の粒度分布の結果からはPACと硫酸アルミニウム添加により同様なフロック形成をしているものと考えられる。ただし、色度の場合凝集剤添加量が少ない($2\text{ mg Al}^{3+}/\ell$)の場合には、PACの方が $12\ \mu\text{m}$ 以上の大きさのフロックが多いことがわかる。この点では、色度の除去では硫酸アルミニウムよりもPACの方が効果的であることがわかる。しかし、凝集剤添加量が多くなるにつれてPACと硫酸アルミニウムの色度の粒度分布はほとんど一致していることから、凝集剤の量が多い場合には、PACと硫酸アルミニウムによる凝集効果の差は小さくになると考える。

図9と図10は凝集剤として硫酸アルミニウム($4\text{ mg Al}^{3+}/\ell$)を用いた場合の普通注入と分割注入の4通りの凝集剤添加方法による残留率を

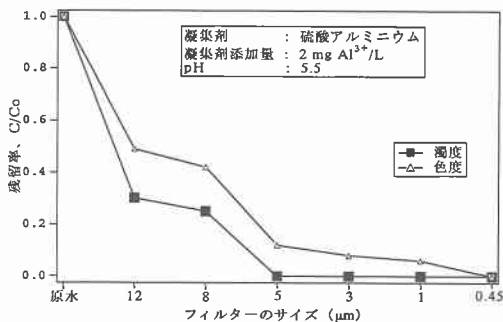


図5 濁度と色度の粒度分布比較

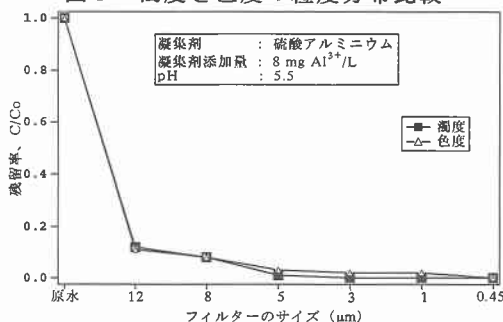


図6 濁度と色度の粒度分布比較

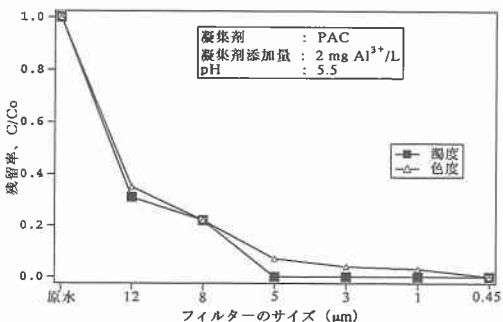


図7 濁度と色度の粒度分布比較

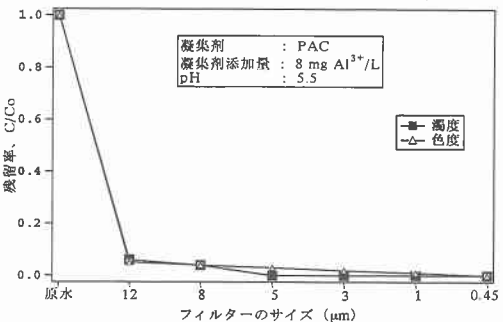


図8 濁度と色度の粒度分布比較

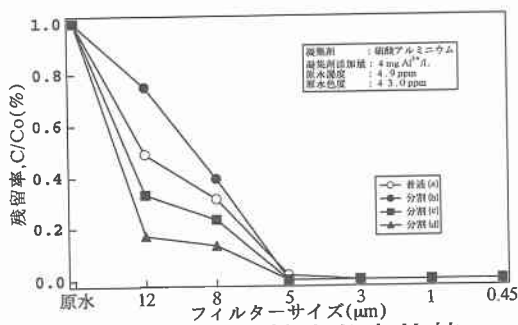


図9 濁度の粒度分布比較

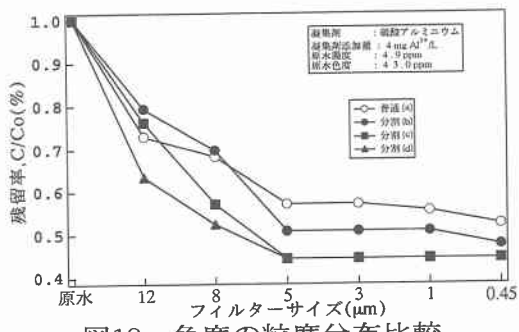


図10 色度の粒度分布比較

粒度分布で比較したものである。二つの図から見ると(a)~(d)の添加方法には残留率の大きな差があったことから、普通注入と分割注入の場合を比較すると明らかに(b)、(c)、(d)の添加方法による粒度分布の方が(a)より残留率が低いことがわかる。つまり、それだけ大きなフロックが形成され、粒度分布の改善は得られた。(a)~(d)で5 μ mでの濁度の除去率を見るとほぼ同様に100%程度である。0.45 μ mでの色度の除去率を見るとそれぞれ45%、52%、55%程度である。これらの数値から、最も粒度分布・色度除去率が良いのは(c)と(d)の場合である。

4. 結論

- (1) 下水2次処理水に対しては、PACと硫酸アルミニウムのpHに対する残留率の変化は類似しており、濁度成分、色度成分の最適凝集pHは4~6の間であり、色度成分の凝集限界は50%程度であり、濁度成分はほぼ100%凝集しうる。
- (2) 下水2次処理水中の凝集剤添加量が少ない場合、PACと硫酸アルミニウムの色度粒度分布を比較するとPACを用いた場合の方が大きなフロックを形成している。
- (3) 下水2次処理水中の濁度成分、色度成分は合体したフロックとなって凝集するが、一部は色度成分の単独フロックとして凝集する。しかし凝集剤添加量が多くなるにつれて、色度の単独フロックは減少する。
- (4) 凝集剤の分割注入によっては粒度分布の向上は得られ、凝集剤添加時のpHが粒度分布及び色度除去率に影響を及ぼす。

参考文献

- (1) 五百蔵浩史、穂積準、吉田英樹及び加爾肯馬拉夫：塩凝集剤による下水2次処理水の濁度・色度の凝集、土木学会第50回学術講演演概要集第2部(B)、pp1046~1047、(平成7年9月)
- (2) N'guessan Bi Tozan Michel, Hitoshi Hozumi, Hideki Yoshida, Manav Jarhen and Hirofumi Ioroi: Coagulation of Secondary Wastewater Effluent by Aluminum Sulfate, PROCEEDINGS OF THE 49TH ANNUAL CONFERENCE OF THE JAPAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS, 2-(B), (1994, 9)