

岐阜大学工学部		安藤 由華
岐阜大学流域圏科学研究センター	正会員	湯浅 晶
岐阜大学工学部	正会員	李 富生
同上	正会員	松下 拓

1. はじめに

全国の水道施設において、膜ろ過施設は 1993 年度から導入が始まり、順調に普及してきている。ところが、膜ろ過の前処理として行う凝集処理は従来の凝集沈殿処理における凝集条件に基づいて行われており、その条件が膜ろ過に適しているか否かは検討されていない。そこで本研究では、膜ろ過の高効率化を図るため、ろ過抵抗を抑制することのできる凝集条件について検討を行った。

2. 実験方法

実験装置の概要を図 1 に示す。河川水(木曽川)2L をビーカー入れ、凝集剤 (PAC : Polyaluminum chloride) を 20mg/L になるように添加した。直ちに HCl または NaOH で pH を 5 段階(5.06, 6.50, 6.73, 6.95, 8.61) に調整し、急速攪拌 (150rpm×5min) と緩速攪拌 (50rpm×15min) を行った。攪拌後の凝集処理水を 0.5 μ m の PTFE 膜を用いて 100kPa で吸引ろ過し、ろ過抵抗を STI (Milli-Q 水と試料水を 100mL 膜ろ過するのに要したそれぞれの時間を t_1 , t_2 とするとき, $STI=t_2/t_1$) で表した。また原水とろ過水の濁度, TOC, E260, 色度を測定し、これらの 4 項目の除去率 (除去率とは原水値とろ過水値の差を原水値で除した値を指す) を算出した。凝集作用とろ過抵抗の要因を探るために、PAC 添加後の試料水に対してはゼータ電位を、凝集処理水に対しては微粒子数を測定した。pH を変化させた結果から、PAC 添加後にゼータ電位が最も 0mV に近い pH を選出し、この pH の下で PAC 添加濃度 (5, 10, 20, 30mg/L) を変化させて、同様の実験を行った。

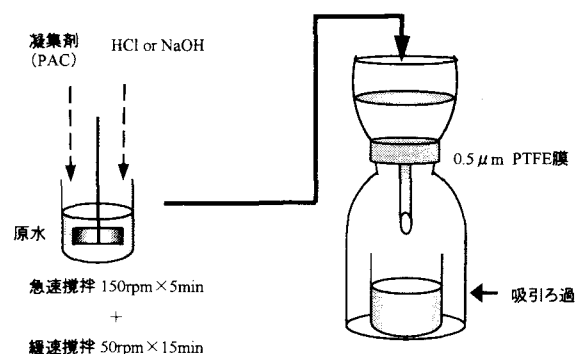


図 1 実験フロー

3. 結果と考察

3.1 pH 変化がゼータ電位と除去率に与える影響

pH の違いによるゼータ電位を図 2 に、濁度, TOC, E260, 色度の除去率を図 3 に示す。pH6.5~6.8 でゼータ電位の値が 0mV 付近となっており、凝集しやすいという結果を得た。しかしこの範囲で凝集しやすいにも関わらず、除去率は濁度を除く 3 項目において pH5 付近が高かった。これはゼータ電位を測定する際に、対象とならなかった溶解性の物質が pH5 付近で凝集しやすかったためではないかと考えられる。また pH が 7 より高くなると凝集能力がなくなり、除去率も低下することが分かった。

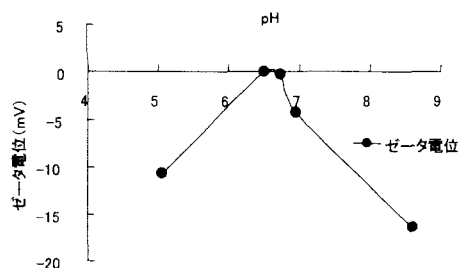


図 2 pH とゼータ電位の関係 (PAC 20mg/L)

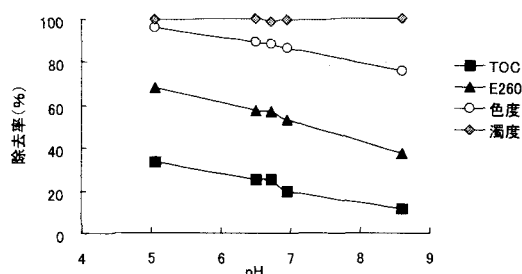


図 3 pH と除去率の関係 (PAC 20mg/L)

3.2 pH 変化がろ過抵抗に与える影響

図4にpHに伴う凝集処理水の粒子数分布とSTIの動きを示した。比較のため、凝集処理を行わなかった場合の結果も図中に示している。pHが6.5より高くなると粒子数分布に大きな差異はなく、ろ過抵抗はほぼ変わらないことが判明した。pH5.06では粒子数分布は凝集をしなかった場合とほぼ変わらないにも関わらず、それらのSTIを比べるとpH5.06のほうが非常に高かった。これはPACを添加したことによって、ろ過抵抗を生じやすいフロックが形成されたことによるものと推測される。また図3よりpH5.06ではE260の除去率が高かったことから、フミン質から成るフロックがろ過抵抗に寄与したとも推測できる。

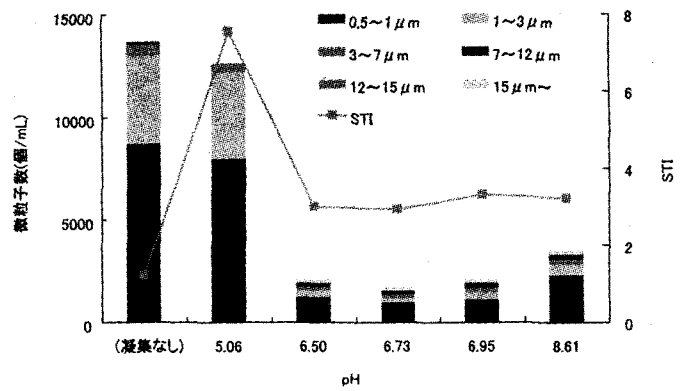


図4 pHと粒子数分布及びSTIの関係 (PAC 20mg/L)

3.3 PAC 添加濃度がろ過水に与える影響

3.1よりゼータ電位の値が0mV付近であったpH6.74を基準としPAC濃度を変化させたときの濁度、TOC、E260、色度の除去率を図5に示す。濁度はほぼ同じ除去率を示したが、その他の3項目についてはPAC添加濃度の上昇に伴い、除去率が高くなっている。その3項目中、除去率はTOCが最も低いことから、E260と色度で表される有機成分の他に、凝集されにくい成分がpH7付近で存在していることが明らかである。

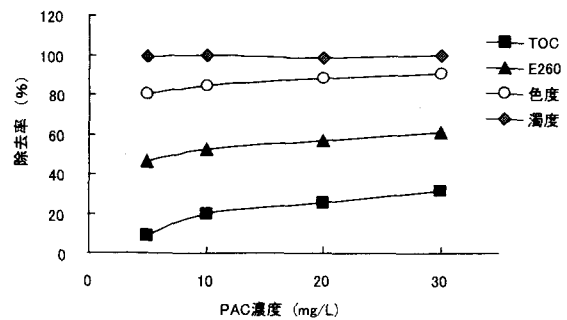


図5 PAC添加濃度と除去率の関係 (pH=6.74)

3.4 PAC 添加濃度による凝集処理水のろ過抵抗に与える影響

図6にPAC添加濃度による凝集処理水の粒子数分布とSTIの動きを示した。比較のため、凝集処理を行わなかった場合の結果も図中に示している。凝集を行わなかった場合と比べてPACを添加することによりろ過抵抗は大きくなっているが、今回検討した4段階のPAC添加濃度のうち、最大のろ過抵抗を示したのは添加濃度が一番小さい5mg/Lであった。これはPAC添加濃度5mg/Lの下で形成されたマイクロフロック(0.5μm~3μm)に起因するものであると解釈される。

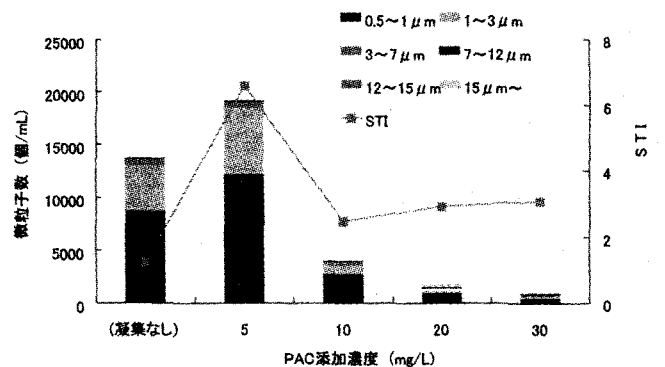


図6 PAC濃度と粒子数分布及びSTIの関係 (pH=6.74)

4. おわりに

木曽川の試料水を凝集処理及び膜ろ過過程で、濁度、色度、E260、TOC、ゼータ電位、微粒子数分布の指標により検討した。その結果、フミン質の最適凝集領域に近いpH5付近で、マイクロフロックの大量形成によりろ過抵抗が最も高くなること、ゼータ電位が0mV付近となるpH7付近では5mg/LのPAC添加によりろ過抵抗が最大になることなどを明らかにした。