

II-396 二成分（カオリン・フミン酸）添加原水の凝集と直接ろ過

北見工業大学 正員 海老江 邦 雄
 北見工業大学 学生員 天 野 重 己
 北見工業大学 学生員 飯 沼 真 治

1. ま え が き

河川表流水を水源とする浄水場の代表的な除去対象物質は、粘土系濁質とフミン酸などの有機物質とである。特に後者は、THM前駆物質であるだけにろ過の段階までで十分に低減化させることが大切である。

カオリンとフミン酸を添加した二成分原水から各成分を分離定量する方法については既に報告した。ここでは、3種類の原水（カオリン、フミン酸、二成分原水）を対象に、凝集剤として PACを用いたジャーテストと、PACとノニオン系ポリマー（推定分子量 1,200万）を併用した直接ろ過実験を行ない、各成分の除去特性を比較検討した結果について報告する。

2. ジャーテスト

本学水道水を用いて調整した上記3種類の原水に PACを注入した試料のジャーテスト（急速混和100rpm・5分、緩速混和 40rpm 20分、沈殿20分）結果を図1に示す。

カオリン原水では $\text{pH} > 5.8$ で残留率が10%以下またフミン酸原水では $\text{pH} < 5$ で残留率が60%程度となる凝集領域が出現した。フミン酸ブロックは密度が小さいため重力沈降による分離が十分に進まなかったものと考えられる。それに対し、二成分原水のジャーテストにおける各成分の除去率の動きは類似しており、酸性側で高く、アルカリ性側で低かった（カオリン除去率の方が10～15%高い）。すなわち、 $\text{pH} 7$ では二成分原水中のフミン酸残留率は変わらないがカオリン除去率は著しく低下した。また、 $\text{pH} 5$ では二成分原水中の両成分の除去率が大幅に改善される結果となった。これはフミン酸ブロックがカオリン粒子を取り込んで高密度化したことが原因と推測される。

3. 直 接 ろ 過

1) ろ過実験：図2にろ過装置の概要を掲げた。ろ過筒は透明アクリル板製で有効断面積は 2.4cm^2 （幅30mm、奥行 8mm）、内部には珪砂（径0.84～1.00mm）を60mm厚（空隙率44.3%）で充填した。本学水道水に対しカオリン20mg/l、フミン酸 5mg/l 加えて原水を調整した。凝集剤注入率は後掲の通り。ろ速は 240m/d、ろ過時間は2または4時間とした。 pH 制御下でのろ過運転中、損失水頭、原水・ろ過水中のカオリン、フミン酸濃度の測定およびろ層内の顕微鏡観察を行った。

2) ろ層内の抑留状況：カオリン原水の場合、 $\text{pH} 4$ ではカオリンが核となった微量のブロックが、また、 $\text{pH} 7$ では白色の凝集性ブロックが蓄積した。単一ろ材を用いたポリマー併用ろ過の抑留表面は濃い白色で PAC 単独時よりも凹凸が激しかった。フミン酸原水のろ過（ $\text{pH} 4$ と5）では30分経過頃から薄茶色の点状のブロックが認められ1時間後にはろ層全

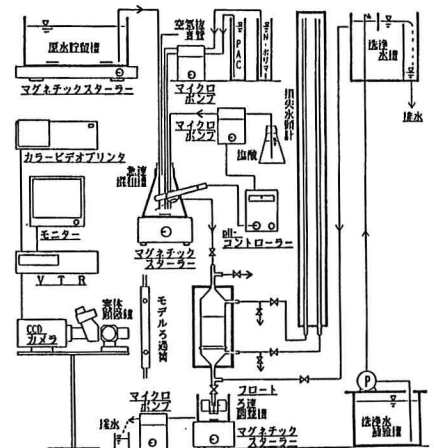


図1 ろ過実験装置

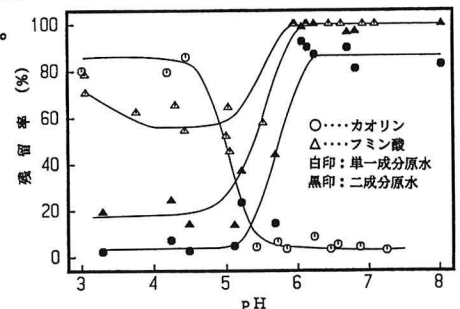


図2 ジャーテスト結果

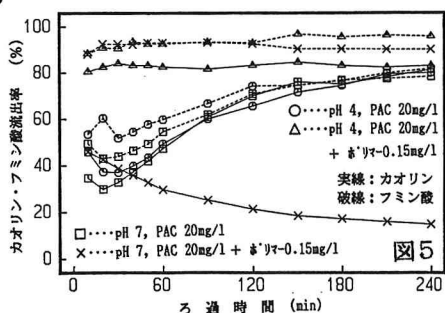
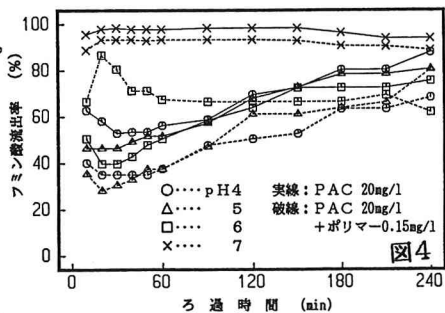
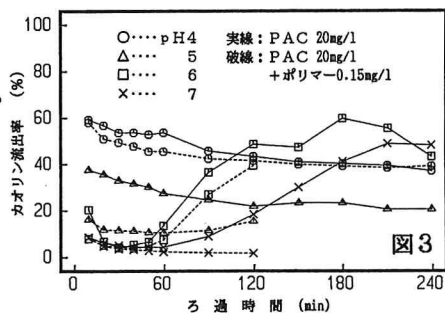


写真1 カオリン原水ろ過

体が茶褐色となった。pH 6ではフロックは殆んど認められなかった。pH 7でポリマー併用時には、PACのみ注入時と同様に、褐色の微フロックが抑留される状況が観察された。これらはその色の濃さや動きから、フミン酸のA1フロックがポリマーによって高密度化されたものと考えられる。さらに、二成分原水のろ過の場合、pH 4では PAC単独、ポリマー併用の両方で30分経過頃からカオリンとフミン酸の混合フロックが確認され、次第に増加して行った。pH 7では、PACのみ注入時には3時間経過してもフロックは認められなかったが、ポリマー併用時には薄茶色の柔らかで粘着性のフロックと、pH 7におけるフミン酸原水のろ過時と同様に、濃い褐色で密実な微小フロックが点在する形での抑留状況が観察された。



3) 損失水頭とカオリン、フミン酸流出率の動き：カオリン原水のろ過では、損失水頭はpHの上昇（ $pH > 5$ ）とともに増加している（ポリマー併用ろ過時の発生量の方が多くpH 7で60cmに達した）。図3でカオリン除去率は非凝集性領域のpH 4で50%程度にも達しており、凝集領域のpH 7ではろ過初期は低濁であるが1時間後には終期流出が認められる。また、全てのpHでポリマーの有効性が認められた。フミン酸原水のろ過の場合、損失水頭発生量は全体的に少ないが、いずれのpHにおいてもポリマー併用時に7~10cm程度大きな値を示した。図4で低pHほど流出率は低く、pH 7での除去率は5~10%以内となった。ポリマーの効果はpH 4, 5で認められるがpH 6, 7では逆に除去率を低下させている。ついで、二成分原水のろ過の場合、損失水頭の発生量とポリマー併用に伴う増加程度は、フミン酸原水の場合と同様であった。図5を見ると、PACのみ注入時にはジャーテストの結果とは逆にpH 4より7における流出率が低く、各成分の除去傾向はジャーテストと同様であった。ポリマー併用時にはpH 7のカオリン流出率が極端に低下（83%から24%へ）したのを除き、PACのみ注入の場合より流出率は高い。



4. あ と が き

3種類の原水を対象に各成分の除去特性などについて比較検討した。カオリン原水の直接ろ過では中性pH付近、フミン酸原水の場合にはpH 4, 5付近における除去率が高かった。さらに、二成分原水の場合にもpH 4, 5付近における両成分の除去率が高く、混合原水になるとカオリンの除去はフミン酸の凝集状態に影響されることが明らかになった。ジャーテスト結果との比較ではろ過初期の除去傾向が類似することなどが認められた。ろ過の経過とともにジャーテストの結果との相違が大きくなるのは、ろ過効果は、本来、現象の積分的結果に影響されるためと考えられる。今後は、これらの結果を踏まえてろ層厚さ60cmのもとで実験を実施したい。