

VII-122

砂ろ過による低濁原水の高効率処理に関する基礎的検討

北見工業大学 フェロー 海老江 邦雄 学生員 林 田 武志 正会員 土 井 克哉
学生員 李 宰昊 学生員 高 田 善 公

1. ま え が き：最近、水源水質の悪化、特にクリプトスポリジウムなどの感染性原虫や様々な微量有害物質による汚染が顕在化し、それに伴って、安全性の高い水道水が強く求められるようになった。そうした問題を解決するために、オゾン酸化や活性炭吸着などの高度浄水処理を導入する水道事業体が増加しているが、濁質の固液分離効率一つを取り上げて見ても、いまだ十分な処理レベルに達しているとは言い難い。

本研究では、凝集・沈殿・活性炭吸着・砂ろ過からなる浄水工程において、活性炭吸着処理後の低濁水の高効率処理に関して、基礎的に検討した結果を報告したい。

2. 活性炭吸着処理水に含まれる粒子のろ過性：粒子のろ過性の評価に関しては、フミン質を多く含む河川表流水を、急速ろ過法の砂ろ過の前段に活性炭吸着を組み込んで処理している K 浄水場の活性炭処理水を対象とした。この活性炭処理プラントの概要を、表 1 に示す。

この浄水場の沈殿後水、活性炭処理水の濁度および粒子径分布を表 2、表 3 に示す。沈殿後水の濁度が 0.5~0.7mg/l の場合、活性炭処理水の濁度は 0.02~0.08mg/l 程度となっている。また、クリプトなどの原虫と関係がある 5 μ m 以上の粒子割合は、いずれにおいても 2~3%程度であった。これら粒子のゼータ電位については、ブリッグスのガラスセルを用いた顕微鏡電気泳動装置を用いて測定(測定粒子数は 1 回当たり 40 個とし、それぞれ 8 サンプル)している。

図 1 は、ゼータ電位の平均値、標準偏差および変動幅を示す。その結果、ゼータ電位は、原水で -20mV 程度、沈殿後水で -13mV 程度、活性炭吸着処理水では凝集領域を超えた -18mV 程度となった。また、沈殿後水の活性炭吸着処理により、ゼータ電位の平均値が約 5mV 程度低下した。

他方、北見工業大学水道水(深井戸水)にカオリン 20mg/l と PAC10mg/l とを加えて急速攪拌した凝集水を、ろ速 120m/d でろ過した際のろ層流下ブロックのゼータ電位の動きを表 4 に掲げる。同表から、ゼータ電位が高く除去しやすい粒子ほど、表層部において優先的に捕捉され、ゼータ電位が低い粒子ほどろ層内に侵入し、処理水中に多く流出している状況が認められる。さらに、18 時間ろ過後、ろ層にブロックが付着したままの状態です所定位置の砂(有効径：0.94、0.71、0.61mm)を厚さ 1cm 採取し、それらの流動電位を測定(SIMAZU ZP-10B)した結果を図 2 に示す。同図から、

表 1 活性炭吸着筒の仕様と運転条件

装 置 仕 様	運 転 条 件
塩化ビニール製、 $\phi 104 \times 4400$ mm, 2筒	下 向 流
有効径：1.2mm, 均等係数：1.3以下	ろ過速度：180m/d
炭層厚：1500mm	接触時間：12 min

表 2 沈殿後水の濁度と粒子径分布

経過時間	濁度 mg/l	粒 子 数 (個)			合計
		1~2 μ m	2~5 μ m	5 μ m以上	
0:10	0.55	4781	1401	114	6296
1:20	0.60	5554	1713	146	7413
6:00	0.60	4823	1478	127	6428
24:20	0.61	6071	1802	160	8033
31:30	0.76	7321	3112	303	10736
48:00	0.57	5169	1729	168	7066

表 3 活性炭処理水の濁度と粒子径分布

経過時間	濁度 mg/l	粒 子 数 (個)			合計
		1~2 μ m	2~5 μ m	5 μ m以上	
0:10	0.23	1800	191	11	2002
1:20	0.03	308	75	10	393
6:00	0.02	162	56	6	224
24:20	0.04	236	76	14	326
31:30	0.02	284	95	8	387
48:00	0.08	1238	373	28	1639

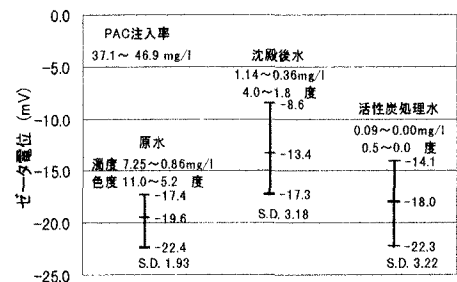


図 1 各処理過程におけるゼータ電位

表 4 砂層流下ブロックのゼータ電位

ろ層厚 (cm)	原水ブロックの ゼータ電位 (mV)	ろ 過 時 間 (min)				
		15	30	90	180	360
20	-10.85 (2.75)	-14.18 (3.72)	-15.84 (3.40)	-17.72 (3.09)	-17.77 (2.78)	-17.77 (2.72)
		-15.78 (3.66)	-16.89 (3.30)	-18.44 (2.89)	-18.61 (2.68)	-18.71 (2.61)
40	-10.85 (2.75)	-16.94 (3.35)	-17.53 (3.12)	-19.64 (2.73)	-19.67 (2.55)	-19.38 (2.44)
		-17.53 (3.12)	-19.64 (2.73)	-19.67 (2.55)	-19.38 (2.44)	-19.38 (2.44)

()内は標準偏差

キーワード：砂ろ過、低濁原水、高効率処理、ゼータ電位、電位調整

〒090-8507 北見市公園町 165 番地 上・下水道工学研究室 Tel 0157-26-9501 Fax 0157-23-9408

表層部のろ層では-5mV程度、下層部では-20mV程度と、ろ層が深くなるほどゼータ電位は低下し、表4の砂層流下ブロックと同レベルの値となっている。この下層部のゼータ電位は、ろ層の当初の電位を示していると考えられる。

これらのことから、活性炭吸着処理水に含まれる低いゼータ電位を持つ濁質粒子が砂層に流入しても、砂層のゼータ電位そのものが低いため、濁質の除去率が低く、ろ層がいつまでも熟成状態にならない初期漏出期が長時間続くことが予想される。したがって、活性炭固定層から流出する粒子を砂層において除去するためには、先ず第一に、PAC注入による粒子の電位調整が可能か否かを検討することが必要と考えた。

3. PACによる低濁水中の粒子のゼータ電位調整：表5に掲げる北見工業大学水道水に少量のカオリンを添加して調整した低濁水と上述の活性炭吸着処理水に所定量のPACを注入して急速攪拌を行った後、少量の試料を採取し、そこに含まれる粒子のゼータ電位を測定した。

図3および図4は、それら試料中の粒子のゼータ電位の平均値、標準偏差および変動幅を示している。図3から、カオリン粒子そのもののゼータ電位は-27mV程度であること、注入率5mg/lまでは注入率に比例してゼータ電位は上昇するが、この注入率を超えると殆ど変化なく、-16mV程度となることが分かる。このように、PAC注入率5mg/l以上でゼータ電位が上昇しないのは、PAC5mg/l程度の注入で、カオリン粒子表面の大部分がPACによって覆われてしまったことを意味する。

それに対し、図4では、PAC注入率の上昇につれて、徐々にではあるが、ゼータ電位は上昇傾向を示している。これは、活性炭処理水には、カオリン粒子に比べて径が小さく多数の粒子(結果としてPACの付着面積が大きい)を含まれていたことと関係していると考えられる。いずれにしても、極めて低濁な水の場合、粒子のゼータ電位の調整を目的にPAC注入を行うことは、種々の観点から考えても適切ではない。

4. あとがき：今回の実験によって、活性炭処理水中の粒子は、ゼータ電位が低いこと、および、これを砂ろ過で高効率分離することは、電位の観点からは困難なことが分かった。また、PACによる粒子の電位調整については、濁度に対するPAC注入率が過大となり、適切とは考えられないことを示した。今後は、PACによる濁質粒子の電位調整にとらわれないPACの微量注入の効果、および、ろ層表面のプレコーティングの効果などについて検討する予定である。

【 文 献 】

海老江邦雄ら：直接砂ろ過における初期漏出濁度の抑制に関する研究、水道協会雑誌、第729号、pp10-20

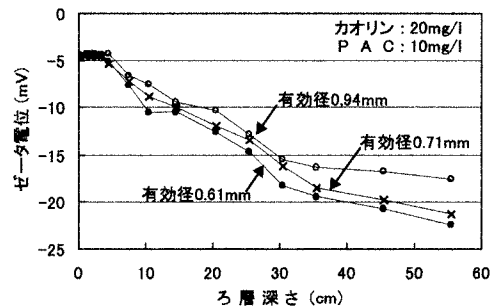


図2 ろ過18時間後の砂のゼータ電位
(ろ速120m/d、pH7.0)

表5 ジャーテストの条件

対象原水	濁度 (mg/l)	PAC注入率 (ppm)	攪拌条件 回転数 時間
カオリン	0.31~0.94	0, 5, 10, 15, 20	150(rpm) 10(min)
活性炭処理水	0.00~0.87		

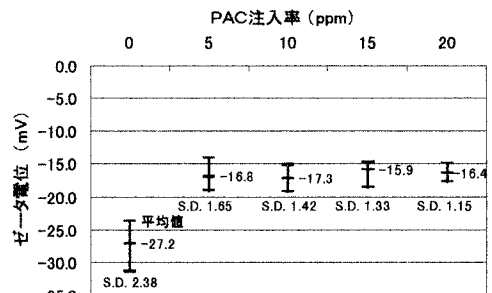


図3 カオリン粒子のPAC注入に伴う
ゼータ電位の動き

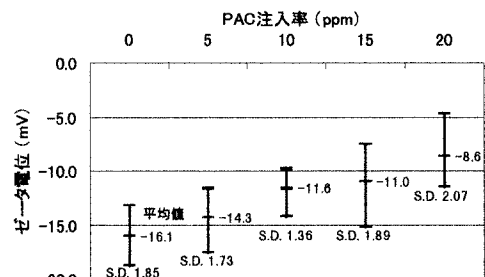


図4 活性炭処理水中の粒子のPAC
注入に伴うゼータ電位の動き