

粉末活性炭の凝集機構に関する基礎研究

東北大学工学部 康 世芳
後藤光電
佐藤敦久

1. はじめに

近年、水道水源の富栄養化に伴う異臭味処理対策として全国の半数以上の浄水場で応急的に粉末活性炭処理法を採用している。粉末活性炭は既存の処理施設に添加され、実際の添加量は最大で100mg/l程度である。しかし、(1)適切な凝集処理、(2)急速砂ろ過池での粉末活性炭のリークなどの問題は未解決のままである。

そこで、本研究では凝集機構に及ぼす影響因子であるpH、ゼータ電位、凝集剤の種類及び濁質濃度に着目して一連のジャーテストを行い粉末活性炭の凝集機構を考察した。

2. 実験試料及び方法

実験には仙台市近郊の浄水場で使用中の粉末活性炭を用いた。粉末活性炭の粒径分布幅は広く、比較的すみやかに沈降する粒子も存在するので、70ℓのポリタンクに100g/l懸濁液を3時間静置して粗粒子を沈降させ、上澄水を20ℓをとり試料原液とした。このとき粉末活性炭上澄水のpH、アルカリ度、SSはそれぞれ9.6～10.0、100～120mg/l、450～660mg/lである。尚、ジャーテストに用いた粉末活性炭の粒径は2.5μmである(コールターカウンタ法による)。

ジャーテストは表-1に示す実験条件で行った。試料原液を蒸留水に所定濃度になるように添加し、試料量は1ℓとした。アルカリ度は重炭酸ナトリウムで50mg/lを加え、凝集剤には硫酸バンドとPACを用いた。また、pH調整には0.1N HClあるいはNaOH溶液を用いた。ジャーテストは急速攪拌100rpm、5分、緩速攪拌40rpm、15分で行い、10分間静置後の上澄水を200mlとり、pH、アルカリ度、残留SS、濁度(吸光度660nm)を測定した。分析方法は上水試験方法に準じた。また、形成したフロックのゼータ電位は顕微鏡電気泳動測定法により測定した。尚、実験は簡易恒温室内で行い、水温は20±2℃であった。

3. 実験結果及び考察

(1) pHとゼータ電位 : 粉末活性炭の各pHにおけるゼータ電位と濁質残留率の関係を図1に示した。凝集剤を添加しない場合の粉末活性炭のゼータ電位は、-50～-60mvである。一方、凝集剤を添加した場合には等電点の付近で良好な凝集沈澱が生成する。尚、図2に示すように凝集剤の増加に伴い、凝集pHゾーン6.0～7.0(濁質残留率30%以下)はアルカリ側へ移行する傾向にある。これに対

表1 実験条件(mg/l)

粉末活性炭濃度	20-200	50
pH	3-10	3-10
凝集剤量	硫酸バンド 20-200	PAC 20-100

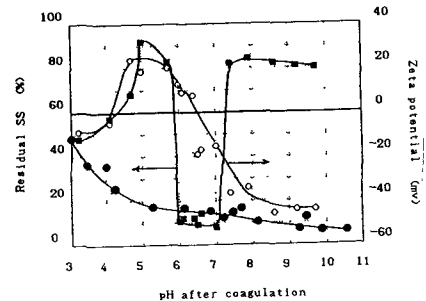


Fig.1 Residual SS, zeta potential vs. pH (powdered activated carbon C_0 = 50mg/l, alum = 40 mg)

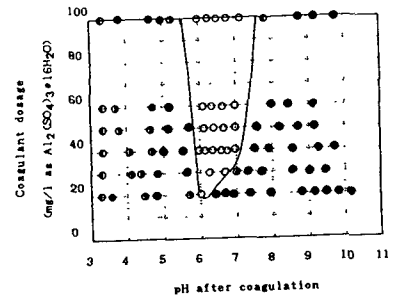


Fig.2 pH Zone of coagulation vs. coagulant type (powdered activated carbon C_0 = 50 mg/l)

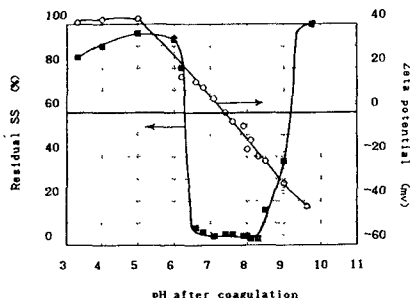


Fig.4 Residual SS, zeta potential vs. pH (powdered activated carbon C_0 = 50 mg/l, PAC=32 Al mg/l)

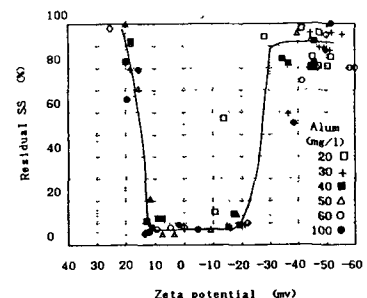


Fig.3 Zeta potential vs. residual SS (powdered activated carbon C_0 = 50 mg/l, pH=5-10)

応する濁質残留率とゼータ電位との関係を図3に示すように、一般の水処理のpH範囲（pH5.8～8.6）では凝集臨界ゼータ電位はほぼ+10～-12mvの範囲にある。これは丹保ら⁽¹⁾の+12～-12mv及び中村ら⁽²⁾の-20～+20mvの結果とはほぼ一致する。

(2) 凝集剤の種類の影響 : 図4は粉末活性炭50mg/l、PACの注入量が硫酸バンド40mg/l（3.32Almg/l）に相当する時の凝集パターンである。PACの凝集pHゾーンは6.5～8.5にあり、硫酸バンドの6.0～7.0より広い凝集pHゾーンを示す。一方、ゼータ電位についてはPACの場合には酸性域の等電点は存在せずかつ高い正ゼータ電位+40mv付近を示す。図5は原水のpH8.0における硫酸バンドとPACとの凝集効果を比較したものであるがPACのアルカリ度の消費量は硫酸バンドより小さく、かつより少ない注入量においても凝集沈澱を生じる。これらは、PACは高塩基度であり、しかも水溶液ではアコ錯イオン $[Al(H_2O)_6]^{+3}$ を有し配位化合物であるため、OH基を架橋として多核錯体となる強い架橋作用を有するためである。したがって、粉末活性炭濁質を除去する際にも図6に示すようにPACが凝集操作を行う上で簡便であり、硫酸バンドでは凝集pHの調整に注意が必要である。

(3) 濁質濃度の影響 : 粉末活性炭濃度が20～200mg/lで、硫酸バンド20～200mg/l注入時の凝集マップを図7に示した。同図より粉末活性炭の増加に伴い、凝集pHゾーンは酸性側へ移行する傾向にある。しかも凝集pHゾーンの範囲は自然水に存在する無機懸濁質のより狭かつ弱酸性域にある。

これら粉末活性炭の凝集特性は活性炭の表面酸化物等の官能基や含有無機塩の影響があり、粉末活性炭の表面基により塩類の脱吸着がおき、溶出液のpHが変化したり、賦活化条件によっても表面の疎水度が異なるためと考えられる。

4. おわりに

粉末活性炭を用いた一連のジャーテストの結果、以下のような知見が得られた。(1)粉末活性炭のゼータ電位は-50～-60mvにあり、凝集臨界ゼータ電位はほぼ+10～-12mvの範囲にある。(2)粉末活性炭濁質除去の際に、PACの凝集pHゾーンの範囲が広いので、硫酸バンドより凝集操作は容易である。(3)粉末活性炭濃度の増加に伴い、凝集pHゾーンが酸性側へ移行する。これらは粉末活性炭の表面活性に大きく影響されるものと推察された。今後、これらの結果をふまえ粉末活性炭の特性や水処理に適した粉末活性炭の製造や使用法についてさらに検討を加えていきたい。

参考文献

- (1) 丹保憲仁：水道協会雑誌，No. 365，pp. 25-37(1965)
- (2) 中村 他：水道協会雑誌，No. 431，pp. 28-36(1970)

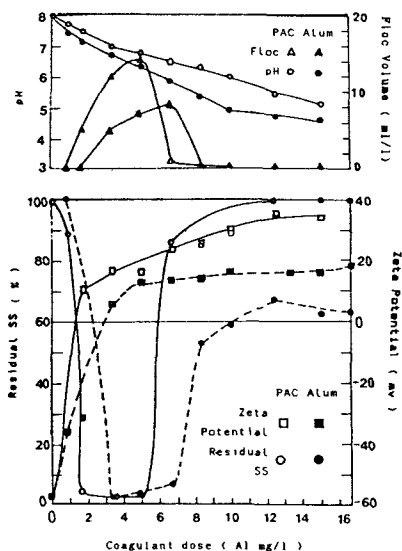


Fig. 5 Coagulation Map vs. Coagulant Type (Powdered Activated Carbon $C_0 = 50$ mg/L, pH = 8.0)

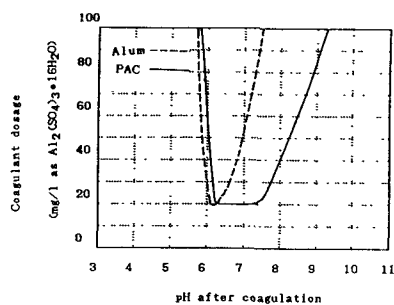


Fig. 6 pH zone of coagulation vs. coagulant type (powdered activated carbon $C_0 = 50$ mg/L)

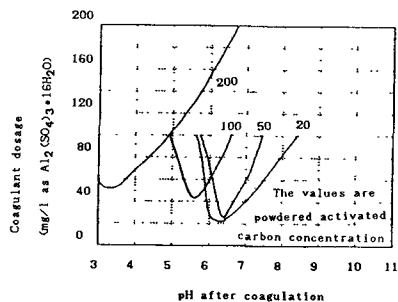


Fig. 7 pH zone of coagulation vs. coagulant dosage