

II-357 粉末活性炭の凝集機構に関する基礎的研究

東北大学工学部 学生員 ○康 世芳
東北大学工学部 正 員 後藤光亀
東北大学工学部 正 員 佐藤敦久

1. はじめに

近年、湖沼や河川等における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において、応急的に粉末活性炭処理法を採用しており、今後も同様の対応が続くものと考えられる。粉末活性炭の実際の添加量は最大で100mg/l程度であるが、適切な凝集処理、砂ろ層からの活性炭リークなどの問題は未解決のままである。本研究は、粉末活性炭の製造方法による粉末活性炭の表面荷電特性や凝集特性について一連のジャーテストを行うことによって明らかにした。さらに、無機のカオリン懸濁液との凝集特性の相違について検討を加えた。

2. 実験試料及び方法

(1) 製造方法による粉末活性炭の表面荷電特性の実験に用いた粉末活性炭の特性を表1に示す。原料は針葉樹を主とした木材炭化物(ノコクズ)である粉末活性炭0.5g/lの懸濁液を作り、0.01N NaOHあるいはHClを用いてpH調整を行った後、顕微鏡電気泳動法によりゼータ電位を測定した。

(2) 凝集特性の実験には、仙台市近郊の浄水場で使用中の粉末活性炭を用いた。また、市販のカオリンを比較懸濁質として用いた。

ジャーテストに用いた濁質試料は、カオリン粒子場合、そのまま2g/lの懸濁液として用意し、粉末活性炭の場合、100g/l懸濁液を3時間静置させて粗粒子を沈降させて、上澄水を使用した。なお、平均粒径はそれぞれ2.0 μ mや2.5 μ mである(コールターカウンター法)。ジャーテストは表2に示す実験条件で行った。試料量は1 g とし、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アルミニウム($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$)及びPACを用い、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100rpm5分、緩速攪拌40rpm15分で行い、10分間静置の後上澄水200mlとり、pH、 Al 加度、残留SS、濁度(吸光度660nm)を測定した。

3. 実験結果及び考察

(1) 製造方法の異なる粉末活性炭の表面荷電特性

賦活温度の異なる粉末活性炭のゼータ電位とpHとの関係を図-1に示した。浄水処理に使用されるpH 6-8付近ではゼータ電位は負に帯電している。また、一般に、微粉碎した活性炭の懸濁液中では、pH 2-4に、等電点があり、pH 2以下で正に帯電することが多いとされる。しかし、賦活温度の相違により、賦活温度(1100 $^{\circ}\text{C}$)の高い粉末活性炭No. 1はpH 5.5以下の酸性域で正のゼータ電位を示す。これはSnoeyink⁽¹⁾、鈴木⁽²⁾の研究結果と一致する。製造過程における水洗、酸洗による粉末活性炭のゼータ電位とpHとの関係を図-2に示した。粉末活性炭製造時に水洗や酸洗と中和などの操作により、ゼータ電位が変る。これは活性炭の表面酸化物等の官能基や含有無機塩の影響のためと考えられる。すなわち、これは活性炭が結晶子集合体の他の、非結晶部が反応性に富み酸化されやすく、活性炭製造時に種々の表面酸化物を生成し、その組成と量は賦活温度、原材料によって異なる。この表面酸化物には、フェ

表-1 粉末活性炭の特性

試料No.	特 性
賦活温度 1	高温賦活 賦活温度 1100 $^{\circ}\text{C}$
2	標準仕様 賦活温度 1000 $^{\circ}\text{C}$
3	低温賦活 賦活温度 900 $^{\circ}\text{C}$
4	ある工場の粉砕品
製造方法 5	試料No.4 $\rightarrow$ 水洗 $\rightarrow$ 乾燥処理品
6	試料No.4 $\rightarrow$ 酸洗(0.5N HCl) $\rightarrow$ 中和(0.1N Na_2CO_3) $\rightarrow$ 水洗 $\rightarrow$ 乾燥処理品

表-2 ジャーテストの実験条件

濁質種類	粉末活性炭、カオリン
凝集剤種類	硫酸アルミニウム、PAC
pH	3-10

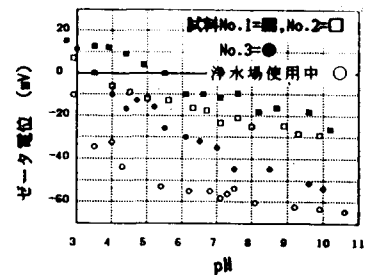


図-1 賦活温度の異なる粉末活性炭のゼータ電位とpHとの関係

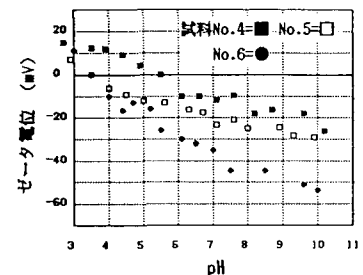


図-2 製造方法の異なる粉末活性炭のゼータ電位とpHとの関係

ノール基、カルボキシル基が確認されている⁽³⁾。また、活性炭のゼータ電位がpHの低いところで正を示すのは、表面の塩基性基の解離が促進されることと、酸性域でのフェノール、カルボン酸の解離が減少するためとされる。

(2) 粉末活性炭及びカオリンの凝集特性の比較

図-3は懸濁溶液が20mg/lの場合の粉末活性炭、カオリンの凝集マップである。カオリンの凝集pHゾーンは6.5～8.0域と広く、粉末活性炭では6.0～7.5域で凝集が生じる。しかも粉末活性炭及びカオリンの等電点を比較した場合、カオリンでは凝集剤の注入量にそれほど影響されないが、粉末活性炭では、注入量の増加に伴い本実験範囲でpHが6から7に増加した。この原因の一つに塩基置換容量(CEC)の相違が考えられる。これに、CECの小さいカオリンではpHの変化による粒子表面の活性がそれほど影響しないものと考えられる。

(3) 粉末活性炭の凝集特性

粉末活性炭50 mg/lの各pHにおける凝集剤注入量(硫酸アルミニウムに相当注入量)と凝集pHゾーン(濁質残留率30%以下)との関係を図-4に示した。凝集剤の注入量の増加に伴い、凝集のpHゾーンはアルカリ側へ、移行する傾向にある。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。これは、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。また、粉末活性炭濃度20、100、200mg/lに対し硫酸アルミニウム20～200mg/l注入時の凝集マップは図-5に示すように、粉末活性炭濃度の増加に伴い、凝集pHゾーンは酸性側へ移行する傾向がある。しかも無機懸濁質のカオリンのより狭くかつ弱酸性域にある。したがって粉末活性炭濁質を除去する際にPACが凝集操作を行う上で簡便であり、硫酸アルミニウムでは凝集pHの調整に注意が必要である。

参考文献：(1) Snoeyink: Environ. Sci. and Tech., Vol. 1, No. 3, p. 228 (1967); (2) 鈴木：化学工学協会第16回秋季研究発表講演要旨集、p. 41 (1982); (3) 井出哲夫：水処理工学、理論と応用、p. 387 (1976)

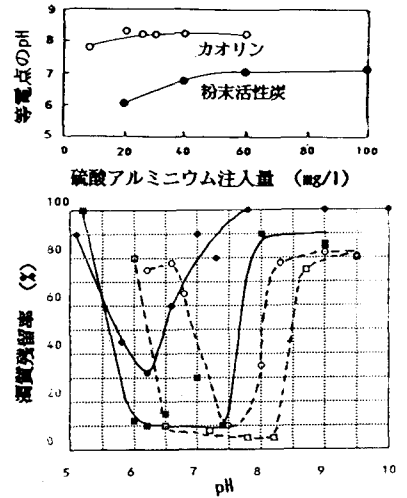


図-3 粉末活性炭とカオリンとの凝集特性の比較
(初期濃度C. = 20 mg/l)

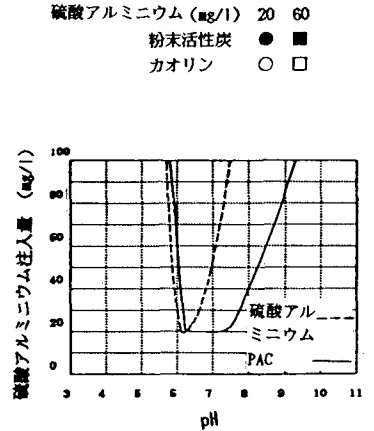


図-4 凝集pHゾーンと凝集剤種類との関係
(初期濃度C. = 50 mg/l)

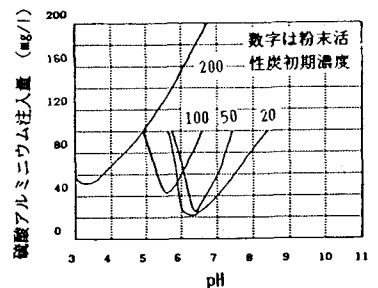


図-5 凝集pHゾーンに及ぼす粉末活性炭初期濃度の影響