

II-409 フミン質とアルミニウムの凝集形態

北海道大学工学部 正会員 亀井翼 松井佳彦 丹保憲仁
丹治雅人

1. はじめに

本研究はフミン質を構成する諸成分が注入されたアルミニウム塩とどのような形態の結合をして除去されているかを溶解性残留アルミニウムの問題と関連して検討することを目的として行った。

2. 実験方法

石狩泥炭地井水及び札幌市下水処理放流水を孔径 $0.45\mu\text{m}$ のメンブランフィルタでろ過して得られるろ液を凝集実験に用いた。凝集剤としては硫酸アルミニウム、塩化アルミニウム及びポリ塩化アルミニウム(PACl)を用い、あらかじめ予備実験により実験結果の再現性が最も良い凝集剤濃度、攪拌方法等々の諸条件を選びpH7で凝集実験を行った。凝集処理水は孔径 $0.45\mu\text{m}$ 及び $0.1\mu\text{m}$ のメンブランフィルタでろ過し、そのろ液について1cmセルを用いたUV260nm吸光度(E260)、TOC、残留アルミニウム及びTOC、E260のみかけ分子量分布(高速液体クロマトグラフィ、カラムGL-W520)を測定し、どのような粒径のフミン質がどのような粒径のアルミニウムと結合しているかの検討を行った。

3. 結果と考察

泥炭地井水と下水放流水中のE260発現成分のみかけ分子量分布を表1、泥炭地水Aを用いた凝集処理実験の結果を図1に示す。pH調整のためのアルカリ剤を注入すれば硫酸アルミニウムの除去効率もポリ塩化アルミニウム(PACl)と殆ど遜色がないことが図1からも明かである。このときの溶解性残留アルミニウム($<0.45\mu\text{m}$)濃度は図2に示すとおりである。Al注入量が少ない領域では注入されたAlの大部分が $0.45\mu\text{m}$ 以下の状態でフミン質と結合して存在していることが判る。Alの粒径の程度を更に細かく検討した結果は図3のようである。また全E260を構成する高分子のグループ1、中分子のグループ2、低分子のグループ3の除去パターンを図4～図6に示す。みかけ分子量の大きい順に少ないAl注入量で除去されることが図から明かである。また図4～図6と図3を対比することにより高分子のグループ1は最初 $0.45\mu\text{m}$ 以下のAlと結合しAl注入量の増大とともに成長し粗大フロックとして凝集除去されるが、低分子のグル

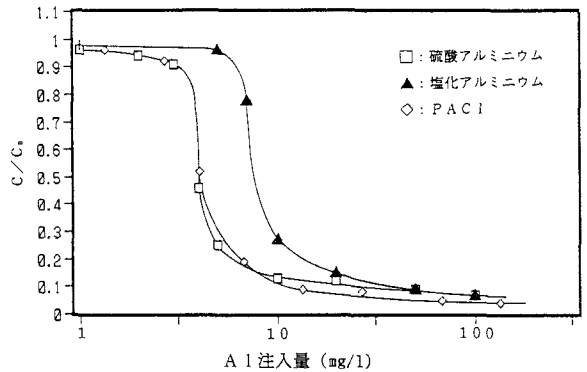


図1 E260発現成分の除去パターン（泥炭地水A）

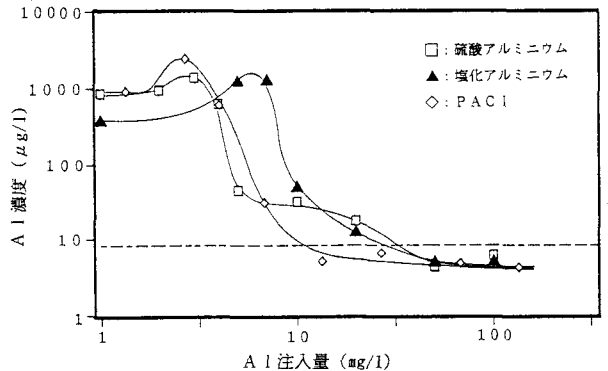


図2 凝集剤注入量と溶解性残留アルミニウムの濃度の関係（泥炭地水A）

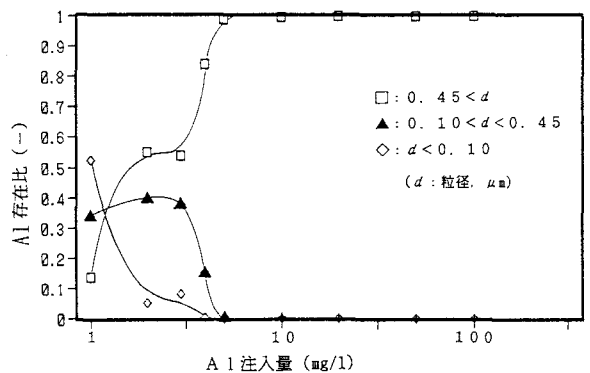


図3 メンブランフィルタによる凝集処理水の分画

凝集剤：硫酸アルミニウム。

ープ3は水中のAlの全てが0.45 μ m以上に成長した後も徐々に不溶性アルミニウム粒子表面に吸着した形で除去が行われている。さらに図2～図6に示されるAlの粒径の存在比とE260の除去パターンを対比して検討した結果をまとめてみると以下のようになる。

a. pH中性付近におけるアルミニウム塩によるフミン質の除去機構は全てのフミン質が不溶性アルミニウム粒子表面に吸着した形で行われるのではなく、フミン質を構成している成分のタイプによって異なる。

みかけ分子量6,000～0.45 μ mの成分（グループ1）のほぼ100%、およびみかけ分子量6,000～1,000の成分（グループ2）の約70%は所定の（注入Al/各グループのE260）に到達するまでは溶解性の有機-アルミニウム錯体を形成し、所定の（注入Al/各グループのE260）に到達後、有機成分の急激な除去（不溶化）が起こる。一方、グループ2の一部、及び分子量1,000程度以下のグループ3の成分は注入アルミニウムと溶解性の有機-アルミニウム錯体を形成せず、不溶性アルミニウム粒子表面に吸着した形で行われる。

b. 従って、グループ1を含む原水に中途半端な量のアルミニウム注入を行うと溶解性の残留アルミニウムが生じることになる。一方、見かけ低分子量のグループ2及びグループ3が主たる成分である原水の場合には、溶解性の残留アルミニウムはほとんど存在しないことになる。

c. フミン質の除去の場合には凝集除去率が一定のレベルに到達する以前のアルミニウム注入レベルでも塩化アルミニウム以外は硫酸アルミニウムでもポリ塩化アルミニウムでも同様な除去パターンを示す。

4. まとめ

pH7付近におけるアルミニウム塩によるフミン質の除去機構は全てのフミン質が不溶性アルミニウム粒子表面に吸着した形で行われるのではなく、フミン質を構成している成分のタイプによって異なり、溶解性の有機-アルミニウム錯体を形成して除去される高分子成分と、不溶性アルミニウム粒子表面に吸着した形で行われる低分子成分の存在比に応じて全体の凝集パターンが決定される。

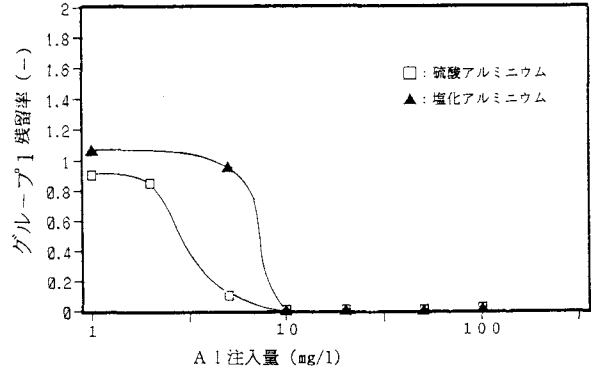


図4 グループ1の除去パターン（泥炭地水A）

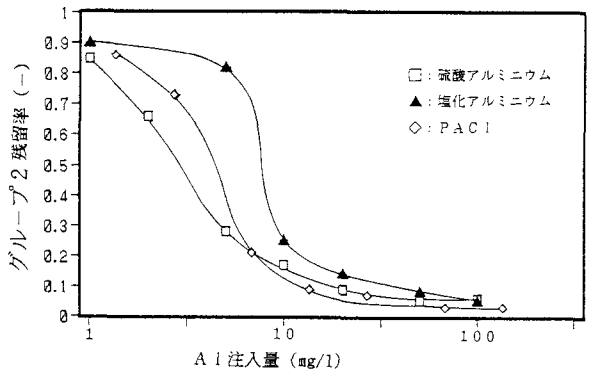


図5 グループ2の除去パターン（泥炭地水A）

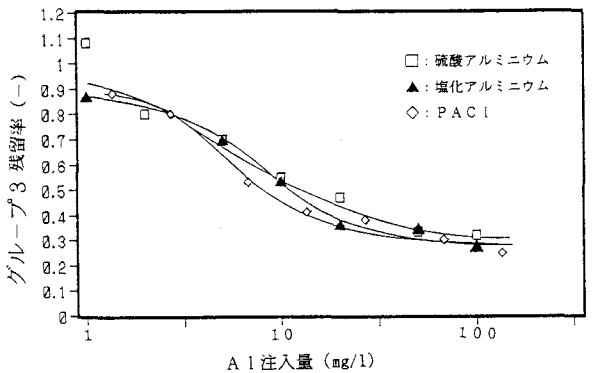


図6 グループ3の除去パターン（泥炭地水A）

表1 泥炭地水と下水放流水中の見かけ分子量分布（E260基準）

	泥炭地水 A	泥炭地水 B	下水放流水
E 2 6 0 (1cmセル)	0.734	0.620	0.097
グループ 1 (0.45 μ m～M.W6,000)	E260存在比(%) 20.5	E260存在比(%) 5.7	E260存在比(%) 1.9
グループ 2 (M.W6,000～M.W700)	76.6	88.5	75.7
グループ 3 (<M.W700)	2.9	5.8	21% (その他1.4%)