



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	水道水中のアルミニウムの制御操作因子に関する研究
Author(s)	新井, 健太郎; 田畑, 彰久; 亀井, 翼 他
Description	第6回衛生工学シンポジウム (平成10年11月5日 (木) -6日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 6 水処理 2 . 6-5
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 6, 222-225
Issue Date	1998-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7353
Type	departmental bulletin paper
File Information	6-6-5_p222-225.pdf



6-5 水道水中のアルミニウムの制御操作因子に関する研究

新井健太郎、田畑 彰久、亀井 翼、眞柄 泰基（北海道大学）

1. 研究目的と背景

浄水処理に一般的に用いられている凝集剤は、硫酸アルミニウム（硫酸バン土）及びポリ塩化アルミニウム（PAC）のアルミニウム系凝集剤である。アルミニウムがアルツハイマー病と関連づけて論じられていることは周知の通りであり、処理水中の、特に浄水処理の基幹的プロセスである凝集操作に起因する残留アルミニウムを極力排除させることが急務の課題となっている。現在、我が国では水道水の白濁を防止する観点から、水道水中のアルミニウムについて快適水質項目として目標値（0.2mg/L以下：総濃度）を設定しているが、国際的には、水質基準などのレベルを0.05mg/L（溶解性のみ）に設定する動きがある。

しかしながら、不適切な凝集操作や低水温のために処理水中にアルミニウムが残留する例もしばしばであり、また、THMの前駆物質である藻類や溶解性有機物の除去のために、あるいはクリプトスポリジウムなど、原虫の除去のためにアルミニウム系凝集剤を過剰に使用する傾向が否めない。

すなわち、懸濁物質あるいは色度成分の凝集除去の観点からのみに目を向けられてきたアルミニウム系凝集剤の使用条件を、根本的に見直すべき時期に至ったと考える。

よって本実験では、水質条件として濁度成分、色度成分、操作条件として凝集剤注入量、pH、がどのように溶存Al濃度に影響するかを検討した。

2. 実験方法

水質条件は、低濁時（濁度5度）、高濁時（濁度50度）、濁度色度混在時（濁度5度、色度30度）の3条件で行い、低濁時と高濁時はカオリンを添加し、アルカリ度を30度に調整した純水、濁度色度混在時は泥炭地で採取した水を孔径0.45 μ mのメンブレンフィルターで濾過し、カオリンを添加したもの（アルカリ度220度）を用いた。

凝集剤は硫酸バン土を使用し、ジャーテストにより実験した。水温は約20℃で行った。残留Al濃度は、フレイムレス原子吸光分光光度計で測定した。

表1 水質条件について

	濁度	色度	アルカリ度
低濁時	5度	—	30度
高濁時	50度	—	30度
濁度色度混在時	5度	30度	220度

3. 実験結果

①濁度成分のみ pH7.0一定 凝集剤注入量変化

まず、低濁時と高濁時において凝集 pH を 7.0 一定とし、凝集剤の注入量を変化させたときの残留濁度と溶存 Al 濃度について調べた (図 1)。

低濁時は凝集剤注入量 1.2mg/L-as Al、高濁時は 1.1mg/L-as Al 付近から凝集し始めた。

それに対し溶存 Al 濃度は、注入量に関わらずほぼ $<0.003\text{mg/L}$ であった。

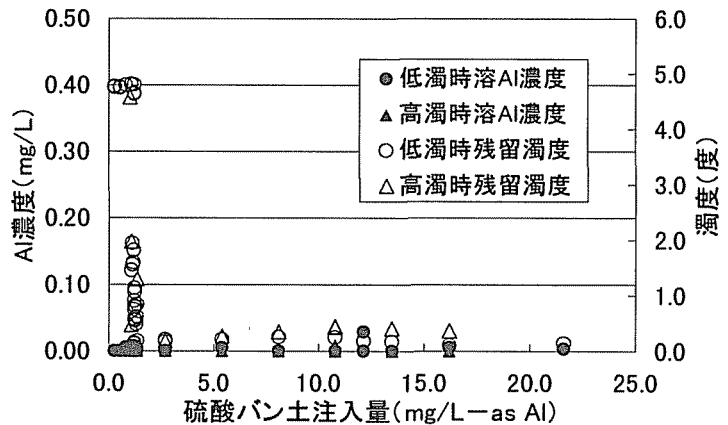


図 1 注入量変化による残留濁度、残留溶解性 Al 濃度

②濁度成分のみ 凝集剤注入量一定 pH変化

次に注入量を低濁時は 1.2、12 (mg/L-as Al) 高濁時は 1.1、11 (mg/L-as Al) という 4 条件で pH を変化させたときの溶存 Al 濃度を調べた (図 2)。濁度の大小、注入量の大小に関わらず pH6.0~7.0 付近の溶存 Al 濃度は $<0.003\text{mg/L}$ になった。

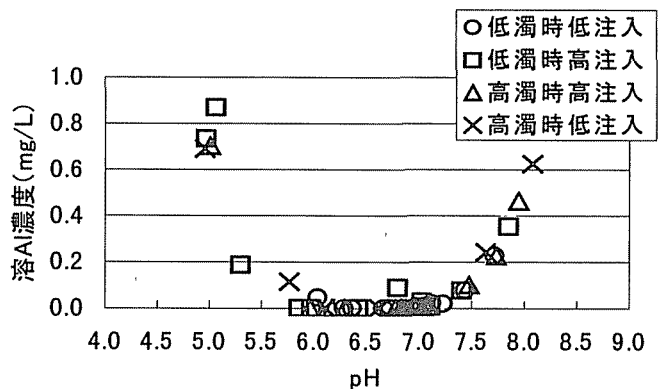


図 2 pH 変化による残留溶解性 Al 濃度

③濁度色度混在時 凝集剤注入量一定 pH変化

濁度色度混在時については、凝集剤注入量を 1.2、12 (mg/L-as Al) としてそれぞれ pH を変化させたときの溶存 Al 濃度を調べた (図 3)。注入量 1.2 mg/L のときは、溶存 Al 濃度が最低となる pH6.2~7.2 付近でも約 0.20mg/L の Al が存在していた。10 倍の注入量の時も同様に pH7.0 弱付近で溶存 Al 濃度は最低となったが、約 0.10mg/L 前後の Al が存在していた。

これらのことから、溶解性

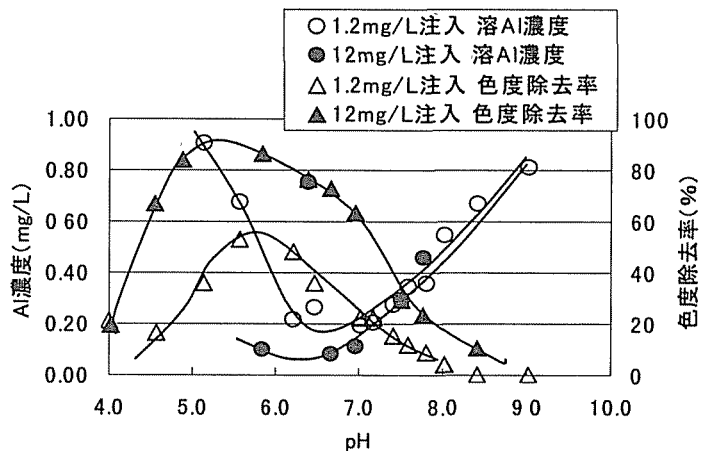


図 3 濁度色度成分混在時 pH 変化による色度除去率と残留溶解性 Al 濃度

Al が存在する重要な因子として、色度成分が挙げられることがわかった。色度成分と Al は、有機錯体のようなものを形成しているのではないかと考えるが、今後更に検討が必要である。

4. 溶解度曲線と実測値の比較

次に溶解度曲線（計算値）と実際の溶存 Al 濃度（実測値）を比較した。

①濁度成分のみの場合

低濁時と高濁時の場合は、pH6.0～8.0 の範囲では、ほぼすべての実測値が、計算値よりも低い値になった（図4）。これは、カオリンとの共沈現象などが関与しているものと思われる。計算値が急激に増加し始める pH7.0 付近からは、実測値も増加し始める。

このことから、溶解度曲線から溶存 Al 濃度を予測することはできないが、溶存 Al 濃度の計算値が 0.05mg/L となる pH は 7.0（ただし pH5.5 以上において）であるから、濁度成分のみの凝集時においては、pH を 7.0 よりもやや低くして凝集すれば、溶解性 Al は、0.05mg/L を越えることはないといえる。

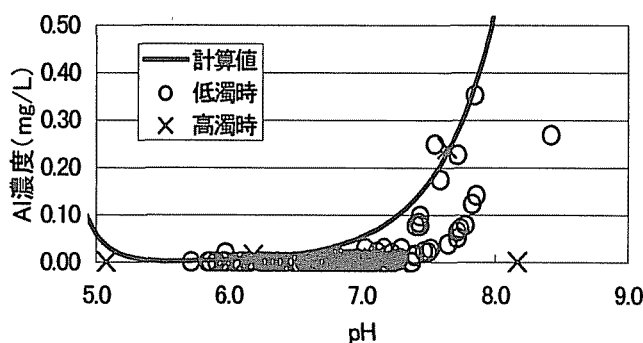


図4 低濁、高濁時における残留溶存 Al 濃度と溶解度曲線

②濁度色度混在時の場合

濁度色度混在時の場合は、図5のように計算値よりも実測値の方が高く、溶解度曲線からの溶存 Al 濃度の推定は困難であるという結論に達した。

なお、濁度のみの場合は計算値よりも実測値の方が溶存 Al 濃度が低いこと、色度成分が含まれると計算値よりも実測値の方が濃度が高くなることから、この図からも色度成分が溶存 Al 濃度に大きく影響しているが分かる。

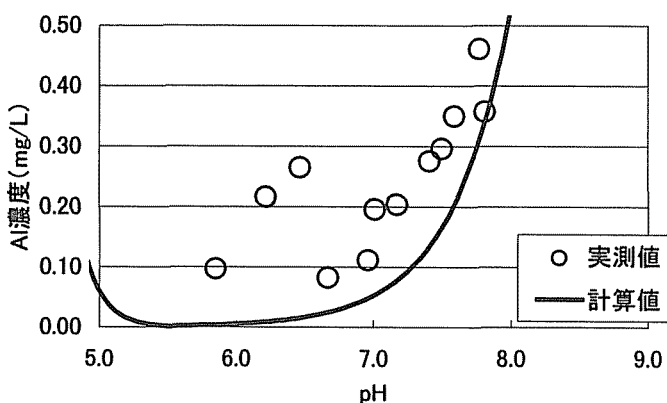


図5 濁度色度混在時における残留溶存 Al 濃度と溶解度曲線

5. 結論

上記の結果より以下の結論を得た。

i. 濁度成分凝集時における残留溶存 Al 濃度に関する操作制御について

濁度成分のみ存在する場合、濁度、凝集剤の注入量如何に関わらず pH を適切に保てば、溶存 Al 濃度はほぼ 0 に近い値（本実験では $3 \mu\text{g/L}$ 未満）に制御できることがわかった。溶存 Al 制御からみた最適凝集 pH は 6.0~7.0 付近であった。

よってこの付近の pH で濁度を十分に凝集できる、最小限の凝集剤を注入することが最適な操作条件だといえる。pH7.3 付近から明らかに溶存 Al 濃度は増加してくるので、見かけ上は良好なフロックができるかもしれないがこれ以上の pH での凝集は望ましくない。

ii. 色度、濁度成分混在時における残留溶存 Al 濃度に関する操作制御について

色度成分が残存した場合、色度成分の影響で溶存 Al 濃度が多量に残留することがわかった。残留溶存 Al 濃度を最小にするような pH は、やはり 6.0~7.0 付近であった。よって、この付近の pH で、色度を十分に除去できるように凝集剤を注入することが、溶存 Al を最小濃度にするための最適な操作条件だといえる。

iii. 溶解度曲線と実測値との比較について

pH6.0~7.0 付近において、濁度成分では溶解度曲線よりも低い値となった。よって計算値が 0.05mg/L （現在水質基準などに用いようと検討されている値）となる pH7.0 以下で凝集を行えば、溶存 Al 濃度は低く制御できることがわかった。

色度成分が存在する場合には、色度成分がアルミニウムの溶解に大きく影響を及ぼすことが溶解度曲線からもわかったが、凝集操作の際、溶解度曲線から溶存 Al 濃度を予測はできないことがわかった。

<参考文献>

- i. 黒田洋一郎：ボケの原因を探る、pp.147-162、岩波新書、1992
- ii. 丹保 憲仁、伊藤 英司：天然有機着色水の凝集に関する電気泳動的研究、水道協会雑誌、第 508 号、pp.38-50
- iii. Harry W. Gehm , Jacob I. Bregman : HANDBOOK OF Water Resources and Pollution Control、VAN NOSTRAND REINHOLD
- iv. 丹保 憲仁：水処理における凝集機構の基礎的研究（IV）、水道協会雑誌、第 367 号、pp.13-20
- v. 丹保 憲仁、小笠原紘一：浄水の技術、技報堂出版、1985
- vi. 丹保 憲仁：上水道（土木学会編、新体系土木工学 88 巻）、技報堂出版、1980