

水中有機物とアルミニウム凝集剤の反応および定量化についての考察

東北工業大学 ○今野 弘 斎藤孝市
吉田和久 佐藤源樹

1. はじめに

水中の有機物はいろいろなものに由来しており、その性質は浄水処理や処理水の水質に大きな影響を及ぼすことが知られている。THMや異臭味、そして凝集阻害^{1),2)}や残留アルミニウム³⁾などである。これらは別に新しい問題ではないが、最近でも多くはないが、着実に研究が進められていることは喜ばしいことである。著者らもそれらをテーマに研究しているが、長年気がになっていることがらがあり、今回それに新しく着手した。

水需要の変化で、ダムや湖沼の水源への依存度は、現代より大幅に増えることはないと考えられるが、すでに存在している比較的新しい多くの貯水池の富栄養化は、一気に解決する状況にないと考え、原水中に存在する大量の藻類の影響は、これから浄水処理過程でさまざまな問題を引き起こすと考えられる。

本稿では藻類などが生産する有機物と凝集剤の反応の基本的な点について改めて検討した結果を報告する。

2. 実験条件および方法

表-1 原水条件

pH	(-)	7.0				
アルカリ度	(mg/L)	30				
使用有機物	なし	酒石酸		培地ろ過液		
TOC濃度	(mg/L)	0	4.9	10.3	5.1	9.9
E260	(m ⁻¹)	0.0	0.0	0.0	0.62	1.26

表-1に凝集実験の原水条件を示した。本研究では、pHを中性付近(7.0)にし、アルカリ度を30mg/Lに調整した原水を用いたが、濁質を加えていない。凝集剤は濁質の荷電を中和し、水酸化物を生成するが、濁質が無い状態では荷電中和機能は働かずに水酸化物を生成するためだけに働くので、水中有機物が水酸化物生成を阻害する影響を検討するには、その方が適すると判断したためである。有機物としては、化学式は明らかで自然の果実に存在し、食品添加物としても用いられる有機化合物の酒石酸(C₄H₆O₆)と藻類を培養した後の培地を用いた。培地はCT培地で*Phormidium tenue*を培養条件20℃、2500lxで培養し、定常期から死滅期に至った後のものである。どちらもTOC濃度を5,10mg/Lに調製した。それらのTOC濃度で波長260nmで測定した紫外線吸光度(E260)は、表-1に示したように得られた。50mmセルの場合に換算すると高い方(1.260)でも、0.063(一)程度であるので、一般の原水水質に比較して決して高いとはいえない濃度レベルである。

表-2 実験条件

凝集剤の種類	PAC	
	Alum	
AL注入濃度	(mg/L)	0~10
急速攪拌	(rpm)	80
攪拌時間	(min)	2
緩速攪拌	(rpm)	30
攪拌時間	(min)	8
静置時間	(min)	8

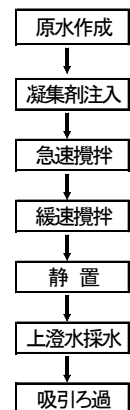


図-1 ジャーテストの手順

凝集剤としては、PACと世界の水道界ではまだ用いられている硫酸アルミニウム(Alum)の二種類とした。実験は有機物の有無による注入した凝集剤のうち残留する溶解性アルミニウム濃度を評価するために、通常のジャーテストを図-1に示す手順と表-2の攪拌条件等で実施した。ジャーテスト後の測定項目は濁質が無いので、濁度測定の代わりに溶解性アルミニウム濃度、pH、TOCなどであり、溶解性アルミニウムは0.45μmのメンブランフィルターでろ過した後にアルミン法で測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 有機物が存在しない場合の溶解性アルミニウムの残留について

図-2は、有機物が存在しない場合における注入したアルミニウム濃度と残留した溶解性アルミニウム濃度との関係を示したものである。凝集剤として硫酸アルミニウム(Alum)を用いた場合には、注入の低濃度部(4mg/L以下)と高濃度部(6mg/L以上)で高い溶解性アルミニウム(溶解性AL)の残留がみられる。低濃度部における状況は、目視

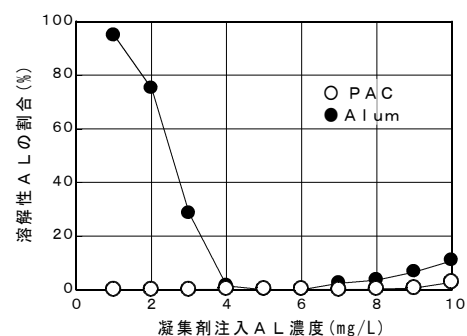


図-2 凝集剤注入濃度に対する溶解性ALの残留割合

観測によると注入アルミニウム濃度の増加とともに白濁し、4～6 mg/Lにおいては、微小な水酸化物らしき浮遊物が観測されるが、大きく成長して沈澱するようなことはない。濃度が高くなると再び白濁するようになる。

これは、低濃度域では、溶解度積以下の濃度では水酸化物が生成せず、すべて溶解性ALとして存在し(ALが1mg/Lの場合)、それ以上の濃度では小さいながらも水酸化物として過され、一部溶解性ALとして残留することになる。高濃度注入域では、pHも低下してやはり溶解度積で説明される以下の濃度は溶解性ALとして残留する。通常の水処理ではこれだけのAL濃度は残留することは稀であり、これら濃度の相当程度は低濃度域では濁質の荷電中和作用に働いていて、有効なALで溶解性として残留することはないが、高濃度域での溶解性ALの残留分は、過剰注入分として残留することになると考えられる。この点は濁質の有無によるジャーテストで確認できる。

PACを用いた場合には、低濃度域の溶解性ALは、まったく観測されない。これは目視観測では低濃度域でも水酸化物が生成し、Alumよりはフロックが大きく成長して、実験中に沈澱する程度であった。高濃度域においては、PAC注入によるpH低下もAlumほどは大きくないため8mg/L以上になると過剰注入で溶解性ALが残留するようになる。

3.2 有機物が存在する場合の溶解性アルミニウムの残留性

図-3に有機物として酒石酸を添加した場合の注入AlumのAL濃度と残留した溶解性ALとの関係を示した。酒石酸添加による影響としては、TOCの増加により残留溶解性ALのピーク濃度を示す注入AL濃度が高濃度側に移行すること、そのピーク値が高くなること、および注入濃度の高濃度側においても、過剰注入の影響が強く出ることなどである。図-4には、有機物として培地を添加した場合の結果を示したが、図-4をみると酒石酸添加の影響は、培地を添加した場合にも現れていることがわかる。このような溶解性ALが、濁質の荷電中和に効果的に働くのであればよいが、凝集阻害の現象によれば同じ濁質量に対して、最適凝集剤濃度が増加してしまうということがあるので、有機物と反応した溶解性ALが凝集に効果的に働くことは考えにくい。一方実際の浄水処理において凝集阻害を生じているような場合でも、このような高濃度のAL濃度が溶解性ALとして残留していることは、浄水場の管理データによる限り認められない。したがって図-3,4に現れている溶解性ALの濁質の存在下における働きあるいは定量性を今後は是非確認していきたい。

図-5は、有機物存在下でのPACの場合の凝集剤濃度と残留溶解性ALの関係である。過剰注入側では水質基準値以上のAL残留が認められるが、低濃度域における溶解性ALの残留は認められない。日本における凝集剤の使用状況から考えて、有機物の存在が、溶解性ALに影響しないという浄水場の管理データと比較してももつともな結果といえる。しかしAlumを使用している世界の浄水場における残留AL濃度は是非確認されるべきである。

4. おわりに

酒石酸や藻類培養後の培地を用いて、有機物とALの反応性と溶解性ALの残留性について、基本的な確認実験をした。反応した溶解性ALの働きや定量性について、さらに検討を進めていきたい。

参考文献

- 1) Bernhardt, H etc(1982); Proc of Japanese and German Workshop on Waste Water and Sludge Treatment, pp.583～637,
- 2) 菅原他(1995); 水協誌64(5), pp.2～11,
- 3) 三田地君人; 東北工大(2000) 修士論文

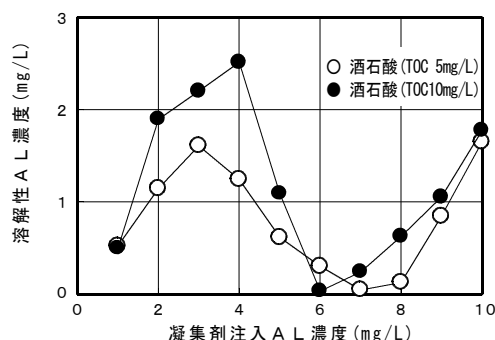


図-3 有機物が存在する場合の溶解性ALの残留性 (酒石酸、Alumの場合)

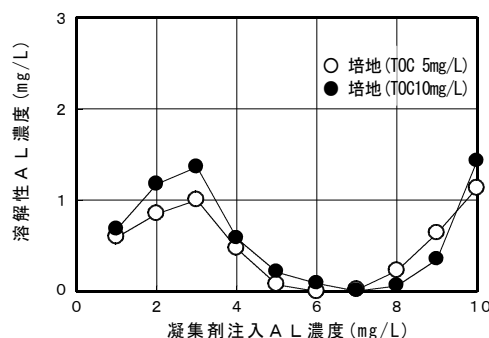


図-4 有機物が存在する場合の溶解性ALの残留性 (培地、硫酸バンドの場合)

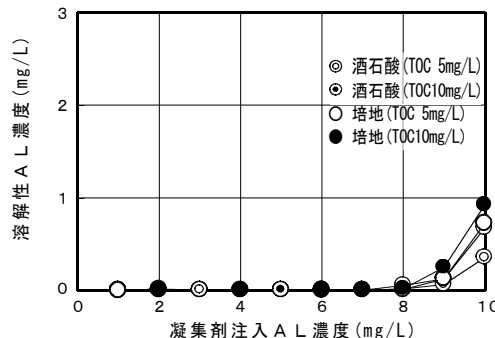


図-5 有機物が存在する場合の溶解性ALの残留性 (酒石酸及び培地、PACの場合)