

# 有機物存在下で注入されたアルミニウム系凝集剤のゼータ電位への影響

074206 工藤 茂幸

## 1. はじめに

湖沼や貯水池などの閉鎖性水域を水源とする浄水場では、富栄養化等により藻類が大量発生した場合、異臭やろ過閉塞の原因となり、水中の有機物が凝集剤成分と錯体を形成して凝集阻害の原因ともなる<sup>1)</sup>。凝集阻害は浄水中への溶解性アルミニウムの残留という問題を併せ持っている<sup>2)</sup>。本卒論では、有機物として酒石酸および藻類生産有機物の一種として知られている単糖類のグルコースを使用して、凝集阻害の影響を懸濁粒子のゼータ電位の変化状況から考察した。

## 2. 実験概要

実験は、凝集実験(ジャーテスト)と、その途中における懸濁粒子のゼータ電位の測定からなる。

pH		7.0	
アルカリ度(mg/L)		30	
濁質	種類	カオリン	
	濁度(度)	30	
凝集剤	種類	Alum	
	注入AL濃度(mg/L)	0~8	
有機物(TOC)	酒石酸(mg/L)	0.5	2
	グルコース(mg/L)	10	30
	有機物なし(mg/L)	0	

表には実験条件を示し、実験手順は凝集実験を図1に、ゼータ電位を図2にそれぞれ示した。ジャーテストでは500mLのトルビーカを使用した。所定時間静置後上澄水をサイフォン方式で250mL採水し、そのpH、濁度を測定した。

ゼータ電位の測定のためには図1に示したように、急速攪拌後(終了15s前)50mL採水し、それをマグネチックスターラ(450rpm)で攪拌した。これはフロック形成が起こらないようにするためその後図2の手順で測定した。ゼータ電位は、セルの洗浄、セルセンター合わせなどを行った後に電気泳動速度測定器(ELS-8000;ゼータメータ)で測定し、その結果からゼータ電位が計算できる。

## 3. 実験結果および考察

### 3.1 ゼータ電位測定上の留意ポイント

図3に示した放物線は、セル内の上下方向の電気泳動速度分布の鉛直分布を示したものである。正しく測定されている場合には本来上下対称となるのが器械の説明書に明記されているが、図3では対称形とはなっていない。

このような場合には、正確なデータとはいえず、ゼータ電位も正しく求められないので、図4のように対称形に近い形が得られるように次のような操作を行うこととした。

- (1) セルの洗浄を行い、セルをセットする際にセル内に空気が入っていないかどうかを確認する。
- (2) 試料注入時に、セル内部に空気を入れないように注意する。

その上で図2に示した手順で測定を繰り返した。このような確認をすると、上下対称形に比較的近いデータが得られることが明らかになり、ゼータメータを使用したゼータ電位測定上の留意点であることがわかった。なおゼータ電位は、電気泳動速度分布の鉛直分布図(図4)の静止層における電気泳動速度を用いて計算できる。

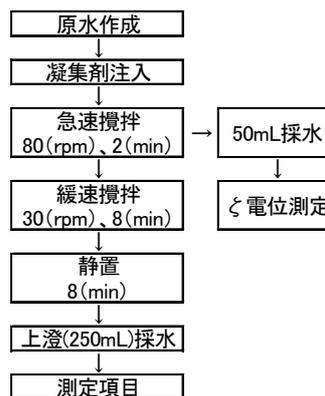


図1 凝集実験の手順

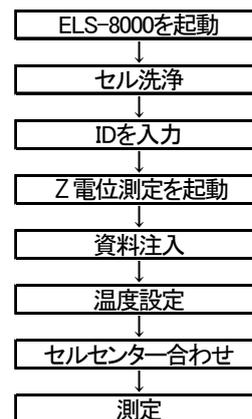


図2 ゼータ電位の測定手順

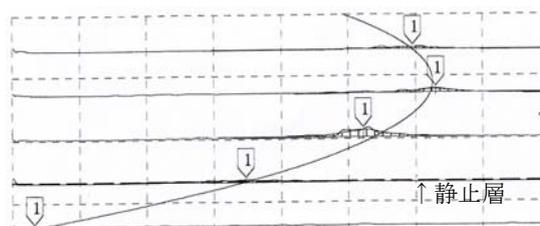


図3 電気泳動速度分布の実測例(悪い例)

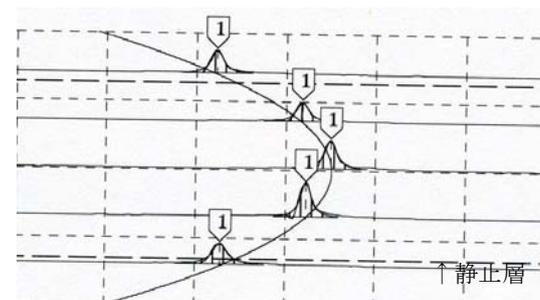


図4 電気泳動速度分布の実測例(良い例)

### 3.2 有機物がない原水の場合のジャーテストの結果とゼータ電位の変化

図5に有機物を含まない原水のジャーテストの結果とその時のゼータ電位の変化状況(図6)を示した。図5によると最適注入AL濃度は6mg/Lと判断できる。それに対するゼータ電位の変化を図6でみると、原水中の懸濁粒子は-50mVであるが、凝集剤の注入によりゼータ電位の絶対値は小さくなり、最適AL濃度では-10mVとなり、結果として沈澱除去率も向上するという一般的な凝集剤の効果が見られた。

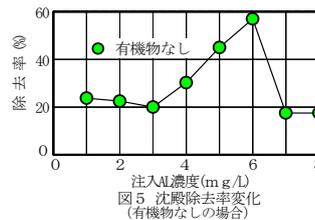


図5 沈澱除去率変化 (有機物なしの場合)

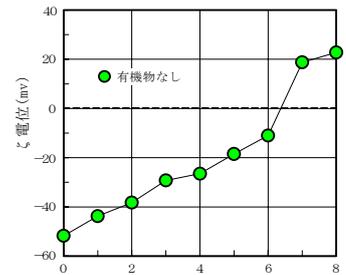


図6 ゼータ電位の変化 (有機物なしの場合)

### 3.3 有機物として酒石酸を含む場合

図7,8は、有機物として酒石酸を含む原水の場合の沈澱除去率とゼータ電位の変化状況である。酒石酸のような有機物を含む場合、凝集に必要な凝集剤のAL濃度は増加する傾向があり、沈澱除去率も20%程度と低いままとなり、その傾向はTOCの増加によって強まるようだ。ゼータ電位も、その絶対値は有機物を含まない場合より10~20mV程度大きいままで、凝集させるには高いAL濃度が必要となることがわかる。

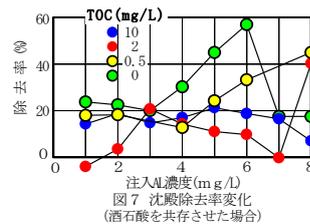


図7 沈澱除去率変化 (酒石酸を共存させた場合)

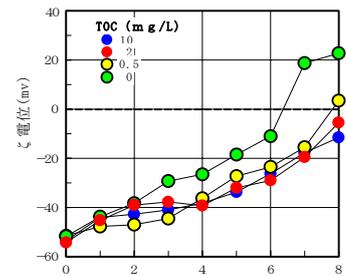


図8 ゼータ電位変化 (酒石酸を共存させた場合)

### 3.4 有機物としてグルコースを含む場合

図9,10は、グルコースのような有機物を含む場合の沈澱除去率とゼータ電位の変化状況である。図9,10により沈澱除去率やゼータ電位の変化は、高いTOCの場合であっても有機物がない場合の原水条件とほとんど同等と得られた。したがってグルコースのような有機物は凝集に影響を与える物質ではないと考えて良いといえる。

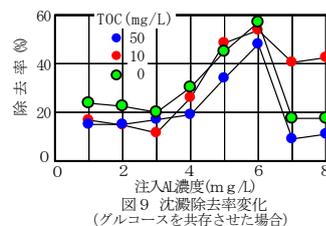


図9 沈澱除去率変化 (グルコースを共存させた場合)

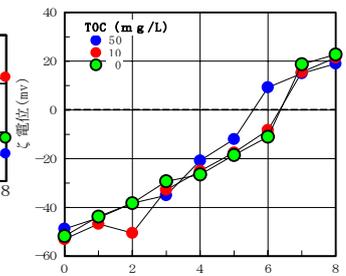


図10 ゼータ電位 (グルコースを共存させた場合)

### 3.5 同一のTOCにおける有機物を含む場合の比較

図11,12は、TOCが10mg/Lの場合の各有機物の沈澱除去率とゼータ電位の変化状況を比較して示したものである。同一のTOCで比較した実験結果で明らかなように、グルコースは有機物を含まない原水条件と沈澱除去率およびゼータ電位の変化で同等であって、グルコースのような有機物は、凝集阻害は起こさないが、酒石酸は、いわゆる凝集阻害を引き起こすことが確認でき、それはゼータ電位の絶対値を増加させるためということで説明することができることが明らかになった。

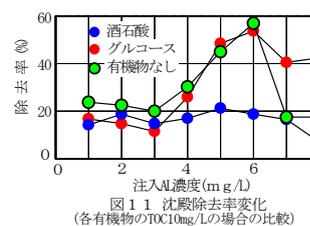


図11 沈澱除去率変化 (各有機物のTOC10mg/Lの場合の比較)

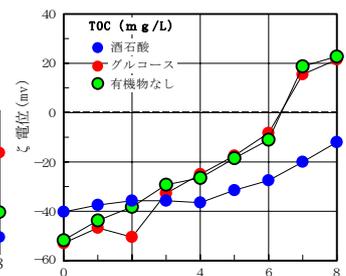


図12 ゼータ電位変化 (各有機物のTOC10mg/Lの場合の比較)

## 4. まとめ

今回の卒論で、(1)藻類生産有機物の一種といわれている単糖類のグルコースは、その存在下でも有機物がない場合と同等の凝集作用が見られ、ゼータ電位から判断しても凝集阻害が見られないこと、(2)それに対して酒石酸は凝集阻害を引き起こし、それは酒石酸が懸濁粒子のゼータ電位の絶対値を増加させて凝集しにくくしていること、などが明らかになった。

### 参考文献

- 1)Bernhardt,et al : WISA,1,pp.41-57,1991, 2)佐藤嘉晃 : 2008年度東北工業大学建設システム工学科卒業論文