

Ⅶ-124

カオリンと共存する原虫モデル粒子の凝集および砂ろ過

北見工業大学 フェロー 海老江 邦雄 正 員 土井 克哉 学生員 李 宰昊
学生員 林田 武志 学生員 高田 善公

1. ま え が き：クリプトスポリジウム（以下、クリプト）に起因する大規模な集団感染症が発生したのを機に、水道事業体などでは、暫定基準（ろ過水濁度 0.1 度）を満たすべく、ろ過による分離効率の向上などに関する種々の研究が行われている。本論では、クリプトなどの原虫の凝集および砂ろ過に関する分離挙動を、蛍光ラテックスマイクロビーズ（以下、蛍光ビーズ、比重 1.05）をモデル粒子として用い、基礎的に検討した結果を報告したい。

2. 蛍光ビーズのゼータ電位の動き

1) 実験条件・方法：クリプトなどの原虫のモデル粒子として用いた蛍光ビーズが単独およびカオリンと一緒に水中に懸濁する場合のゼータ電位を測定した。表 1 に示す原水およびジャーテストの条件で原水の凝集実験を行った。一部の試料を採取して、約 5 秒間超音波をかけてフロックを粉碎した後、ブリックスガラスセル内の蛍光ビーズおよびカオリン粒子のゼータ電位を蛍光顕微鏡を用いて測定した。なお、実験用水道水の水温は 20℃前後、原水の pH は 0.1N-HCl または 0.1N-NaOH を用いて調整した。

2) 結果と考察：図 1 は、Drozd ら¹⁾によるクリプト、Ongerth ら²⁾によるジアルジアのゼータ電位および凝集前後における蛍光ビーズのゼータ電位の測定結果を示している。まず、凝集前における蛍光ビーズの電位の動きをみると、クリプトよりもジアルジアのそれと類似していることが分かる。また、pH に伴うゼータ電位の値は、いずれの粒子についても pH の上昇とともに低下している。一方、凝集後における蛍光ビーズの電位をみると、通常の凝集処理で採用される pH6~7 の領域では、単独およびカオリン共存時の蛍光ビーズのゼータ電位はカオリンと概ね同程度となり、-5~-15mV のほぼ至適凝集領域内の数値を示した。

3. 砂ろ過における蛍光ビーズの動き

1) 実験条件・方法：図 2 に示す小型の直接ろ過装置を用いて、初期流出期および清澄期にマイクロシリンジによって所定数の蛍光ビーズをろ層の表面より 5cm 上の位置から瞬間的に注入した場合、蛍光ビーズがろ層内でどのように抑留されるのかを実験的に検討した。実験条件を表 2 に掲げる。なお、蛍光ビーズ単独の懸濁液は、10

表 1 原水とジャーテストの条件

原 水	カ オ リ ン P A C	20mg/l 10mg/l
	蛍 光 ビ ー ズ pH	6 μ m 2~11
ジャーテスト	急速攪拌	100rpm 5分間
	緩速攪拌	40rpm 10分間

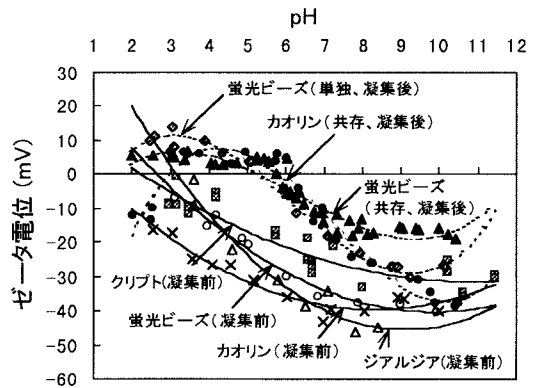


図 1 凝集前後における蛍光ビーズおよび原虫のゼータ電位

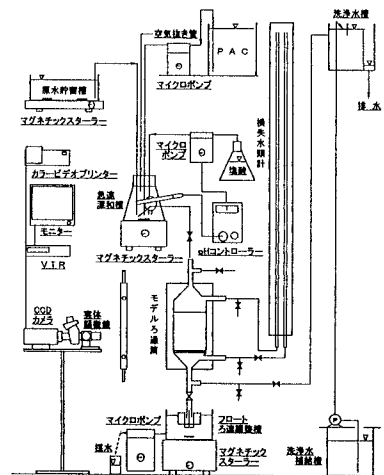


図 2 小型ろ過実験装置

キーワード：クリプトスポリジウム、蛍光ビーズ、ゼータ電位、蛍光顕微鏡、流出数

連絡先：〒090-0015 北海道北見市公園町 165 番地 北見工業大学土木開発工学科

TEL 0157-26-9491 FAX 0157-23-9408

μl 中に 100 個程度（実際には 107.3 ± 3.9 個）含まれるように予め調整した。ろ過終了後、ろ層を乱さないように水抜きをした後、ろ層を 1cm 分ずつ採取し、それらを蒸留水の入っているビーカーに移し、攪拌によってろ材に付着した抑留物質を剥離させた。他方、ろ過運転中に採水したろ過水および剥離懸濁水については孔径 $1\mu\text{m}$ のメンブレンフィルターで上を希薄塩酸溶液でブロックを溶解させながら吸引ろ過した後、フィルター上に残留した蛍光ビーズの数を蛍光顕微鏡下で計数した。表 3

は、フィルター上で確認された蛍光ビーズの数と流入ビーズ数に対する回収率を示す。同表で見られる回収率が $86 \sim 92\%$ と高い値を示していることから、この方法は蛍光ビーズの抑留挙動および流出数を把握するのに有効と考えられる。

2) 実験の結果と考察：図 3 は、ろ過 4 時間後における蛍光ビーズのろ層内抑留分布を、また、表 3 はろ過の経過に伴うビーズの流出状況を示す。図 3 によると、ろ過 15 分後の初期漏出期に蛍光ビーズを注入した場合、ろ過の熟成が十分でないため、蛍光ビーズは深層抑留の形態となった。一方、ろ過 2、3 時間後に注入した場合には、ろ層の熟成が進行しているため、蛍光ビーズは表層抑留の傾向を示した。また、表 3 によると、蛍光ビーズ注入直後におけるろ過水への流出率は、清澄期に注入した場合には濁度成分とほぼ同程度であるが、初期漏出期の注入では、濁度成分の流出率よりも高くなっている。これらの結果から、初期漏出期に蛍光ビーズ、すなわちクリプトなどの原虫が流入した場合には、ろ過水に漏出しやすいことが推測される。また、蛍光ビーズの流出は短時間で終息するが、抑留ブロックの水流せん断剥離に随伴していると考えられるビーズの流出が一部で起こっている。この場合のビーズ流出は、今回の実験において採用したろ層厚が 6cm と非常に浅かったためと考えられるので、ろ層を深くした実験で確認することが必要である。

4. あとがき：今回は、モデル粒子としての蛍光ビーズについて、凝集とろ過挙動を実験的に検討した。今後は、より多くのろ過条件で同様の実験を行うとともに、実際の原虫と比較を行うなど、凝集、ろ過における特定粒子の挙動を把握したいと考えている。最後に、実験に協力いただいた卒論生の小関佳代子および松井輝明両君に感謝したい。

【 文 献 】

- 1) C. Drozd & J. Schwartzbord : Hydrophobic and Electrostatic Cell Surface Properties of Cryptosporidium Parvum, Applied and Env. Microbiology, Vol. 62, No. 4, pp. 1227-1232 (1996)
- 2) J. E. Ongerth & J. P. Pecoraro : Electrophoretic Mobility of Cryptosporidium Oosysts and Giardia Cysts, Jour. of Env. Eng., ASCE, Vol. 122, No. 2, pp. 228-231 (1996)

表2 ろ過実験の条件

原 水	カオリン P A C pH	20mg/l 10mg/l 7
ろ 層	ろ材径 均等係数 ろ層厚さ	0.71mm 1.41 60mm
ろ 過	120m/d、4時間	
蛍光ビーズ	直径 $6\mu\text{m}$ 107.3 ± 3.9 個注入	

表3 蛍光ビーズの確認数と回収率

項 目	蛍光ビーズ注入時間		
	15min	2hr	3hr
抑留ビーズ数	68	90	88
流出ビーズ数	30	5	4
計	98	95	92
回収率 (%)	91.6	88.8	86.0

注) ビーズ流入数 107 個として回収率を計算した。

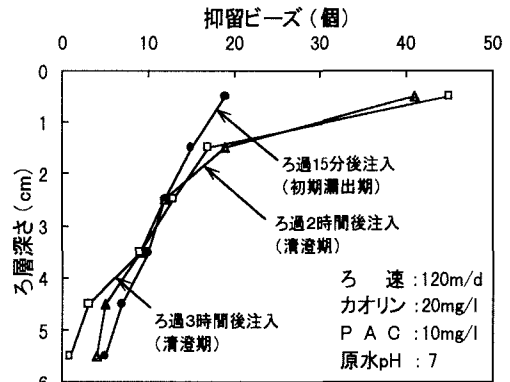


図3 蛍光ビーズのろ層内抑留

表4 ろ過の経過に伴う蛍光ビーズの流出数と割合

ろ過時間 (hr)	蛍光ビーズ注入時間			濁 度 (ng/l)
	15min	2hr	3hr	
0.0~0.5	24 (24.5%)	-	-	3.55 (17.8%)
0.5~1.0	3 (3.1%)	-	-	1.06 (5.3%)
1.0~1.5	1 (1.0%)	-	-	0.78 (3.9%)
1.5~2.0	0 (0.0%)	-	-	0.74 (3.7%)
2.0~2.5	0 (0.0%)	3 (3.2%)	-	0.73 (3.7%)
2.5~3.0	0 (0.0%)	1 (1.1%)	-	0.74 (3.7%)
3.0~3.5	0 (0.0%)	0 (0.0%)	3 (3.3%)	0.72 (3.6%)
3.5~4.0	1 (1.0%)	0 (0.0%)	1 (1.1%)	0.72 (3.6%)
ろ速調整時	1 (1.0%)	1 (1.1%)	0 (0.0%)	-
合 計	30 (30.6%)	5 (5.3%)	4 (4.3%)	0.86 (4.3%)

注) カッコ内は流出率を示す。