

粉体ろ過法検討の詳細について

1. 提供した消耗品

粉体ろ過法試薬：37mm 粉体ろ過用プラスチック容器、ハイドロキシアパタイト粉体、90mm 支持フィルター

標準試料：ホルマリン固定したクリプトスポリジウムオーシスト (*Cryptosporidium parvum* H8 株)、模擬粒子としての $3\mu\text{m}$ の蛍光ビーズ ($2.76\pm0.06\mu\text{m}$ 、Fluoresbrite calibration grade YG、Polyscience)

その他消耗品：粉体溶解用試薬の一部として 0.5M EDTA(ethylenediaminetetraacetic acid)、1M Tris-HCl 緩衝液 (tris-hydroxymethyl- aminomethane, pH7.6)、免疫磁気ビーズ、ショ糖、蛍光抗体、封入剤、観察用フィルター、スライドグラス等

2. 実験条件

粉体ろ過法では原水、あるいは浄水におけるろ過水量と回収率を検討した。昨年 3 月の検討会で示したとおり、標準試料を添加した添加回収実験後、粉体を酸溶解した直後に直接の捕捉回収率、免疫磁気ビーズ法あるいはショ糖浮遊法による精製後の総合回収率を求めた。ろ過濃縮した試料の一部を用いて顕微鏡下での計数を行って回収率を求めた。

検証方法に関して変更を行った。原水のろ過濃縮法としても使用可能であることが期待されたことから、浄水だけでなく、原水のろ過水量と回収率の評価を実施した。粉体ろ過のみの捕捉回収率の評価だけでなく、免疫磁気ビーズ法等の精製を含む総合的な回収率を評価した。ポリタンク保存との比較、(クリプトスポリジウムよりサイズが大きい) ジアルジアでの検討、保存期間の検討、ろ過圧とケーキ厚の検討は行わなかった。

添加回収試験の結果は 5 機関の結果が出揃い、内 3 施設は免疫磁気ビーズ法を含む評価、1 施設はショ糖浮遊法による精製を含む評価も行った。

【フロー】

ろ過水量の検討

- (1) 上水、あるいは原水を試料とし、連続的に濃縮する (時間とろ過水量をグラフ化)

回収率の検討 (浄水)

- (2) ホルマリン固定クリプトスポリジウムあるいは蛍光ビーズを、数百 mL の浄水等に添加し、ろ過濃縮、続けて 100L 程度の浄水をろ過濃縮
- (3) 粉体の一部を取り出して溶解処理、顕微鏡下で計数する（直接の捕捉回収率の評価）
- (4) 免疫磁気ビーズ法あるいはショ糖浮遊法による精製を行い、顕微鏡下で計数する（総合的な回収率の評価）

回収率の検討（原水）

- (5) ホルマリン固定クリプトスポリジウムあるいは蛍光ビーズを、数百 mL の原水等に添加し、ろ過濃縮、続けて 20L 程度の原水をろ過濃縮
- (6) 以下、浄水と同様。粉体の一部を取り出して溶解処理、顕微鏡下で計数する（直接の捕捉回収率の評価）
- (7) 免疫磁気ビーズ法あるいはショ糖浮遊法による精製を行い、顕微鏡下で計数する（総合的な回収率の評価）

3. 資料の編集方針

協力機関の検証作業の経過は電子メール等で泉山宛に連絡いただき、必要により技術的助言を行うことで検証が行われるように努めた。各機関において検証を行う際の労力や方法選択などの都合により、方法と結果は必ずしも一律ではなくなったが、検証シートの書式に記入いただくことで表記の統一を図った。

各施設が作成した検証シートは事前に泉山宛に送付いただき、必要により表記の改善修正の助言は行ったが、内容の最終的な判断は各施設においてなされた。協力 5 機関の検証シートを別添に列挙する。

粉体ろ過濃縮法検証作業 結果整理票

1. 検証実施機関

項 目	記 入 欄
機関名	浜松市上下水道部
所属	浄水課水質管理グループ
担当者名	高藤 俊

2. 検証結果概要

項 目	記 入 欄
原水の概要	・原水の水系(天竜川表流水)、採水地点(大原浄水場検水台)、濁度(7~126 度) ・通常時のクリプト検出オーダー0 個
原水のろ過水量	・原水に対するろ過等の処理操作の概要 ・3~13L
浄水の概要	・凝集沈殿急速ろ過、塩素消毒、濁度 0.05 度未満
浄水のろ過水量	・340~510L
捕捉回収率	・原水において、$102.2 \pm 9.0\%$、蛍光ビーズ、固定クリプトスポリジウム使用 ・浄水において、$102.6 \pm 6.3\%$、蛍光ビーズ、固定クリプトスポリジウム使用
総合回収率	・原水において、$60.2 \pm 4.8\%$、固定クリプトスポリジウム使用、磁気ビーズ法使用 ・浄水において、$59.2 \pm 17.5\%$、固定クリプトスポリジウム使用、磁気ビーズ法使用
その他特記事項	

3. 1 ろ過濃縮操作詳細

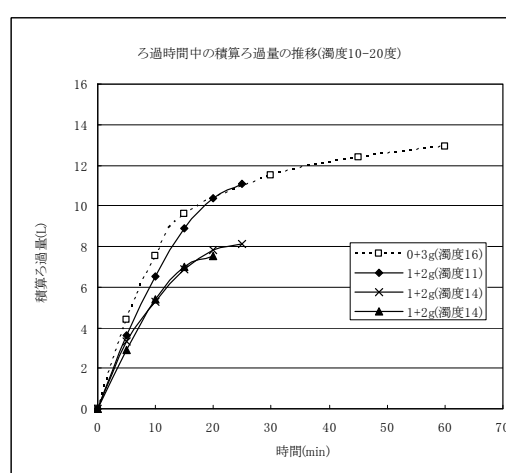
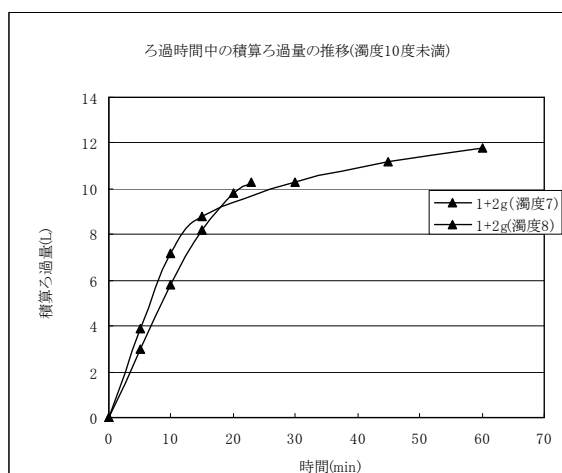
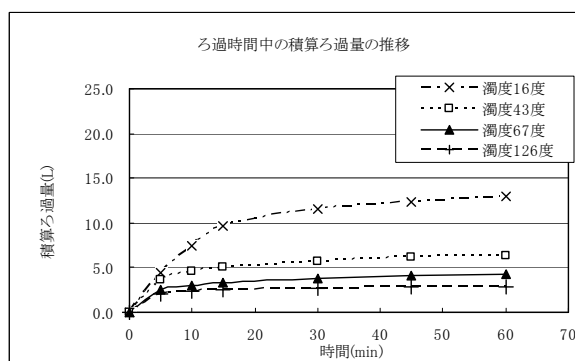
項 目	記 入 欄
使用したろ材カートリッジ名称等	サンプリングユニット(37YS3HAAN)、FSC 用アパタイト、メンブレンフィルター(Y100A090A)、FSC 用ホルダー
使用したろ過装置の名称等	クリプトスポリジウムサンプリングシステム
添加試料	・蛍光ビーズ ・ホルマリン固定クリプトスポリジウムオーシスト ・ColorSeed
観察用フィルター	PTFE

染色用試薬	EasyStain・Merifluor
その他特記事項	

3. 2 原水結果

項 目	記 入 欄
原水詳細	大原浄水場原水
粉体使用量	初期分:1 g 追加分:2 g もしくは初期分 0 g 追加分:3g
流速(範囲)	0.0~0.9 L/min
ろ過圧	30~50 kPa
ろ過水量	3~13L →グラフ参照
粉体ろ過後の精製方法	免疫磁気ビーズ法
単純捕捉回収率	・98.2±7.0%(蛍光ビーズ:6 回測定) ・112.5%(クリプトスポリジウムオーシスト:2 回測定)
精製後の回収率	・62.9%(クリプトスポリジウムオーシスト:2 回測定) ・55.0%(ColorSeed、クリプトスポリジウムオーシスト:1 回測定) ・21.3%(ColorSeed、ジアルジアシスト:1 回測定)
その他特記事項	

グラフ(時間 VS 積算水量他)



1.原水-蛍光ビーズ捕捉回収率

		蛍光ビーズ(原水)	
	濁度	捕捉回収率(%)	
0+3g 粉体ろ過	12.3	102.6	±4.4(3 回測定)
1+2g 粉体ろ過	12.3	94.9	±7.7(3 回測定)
平均		98.2	±7.0(6 回測定)

2.原水-クリプトスポリジウムオーシスト捕捉回収率

		クリプトスポリジウムオーシスト(原水)	
	濁度	捕捉回収率(%)	
0+3g 粉体ろ過	10.8	116.7	(1 回測定)
1+2g 粉体ろ過	8.6	108.2	(1 回測定)
平均		112.5	(2 回測定)

3.原水-蛍光ビーズとクリプトスポリジウムオーシストを合わせた捕捉回収率

		捕捉回収率(%)	
原水		102.2	±9.0(8 回測定)

4.原水-総合回収率

		クリプトスポリジウムオーシスト(原水)	
	濁度	総合回収率(%)	
0+3g 粉体ろ過	12.3	61.2	(1 回測定)
1+2g 粉体ろ過	12.3	64.5	(1 回測定)
平均		62.9	(2 回測定)

		Color seed クリプト(原水)	
	濁度	総合回収率(%)	
0+3g 粉体ろ過	7.1	55.0	(1 回測定)

		Color seed ジアルジア(原水)	
	濁度	総合回収率(%)	
0+3g 粉体ろ過	7.1	21.3	(1 回測定)

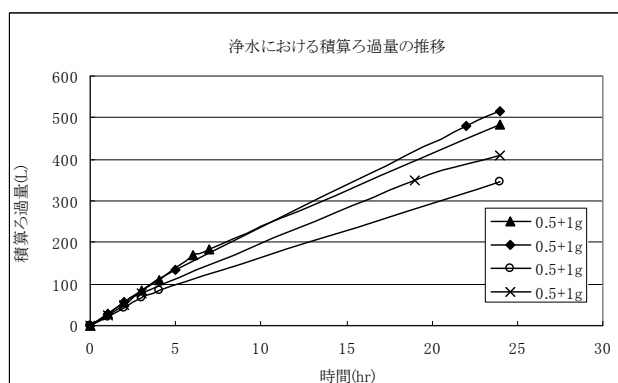
5.原水-クリプトスポリジウムオーシストと Color seed を合わせた捕捉回収率

		クリプト総合回収率(%)	
原水		60.2	±4.8(3 回測定)

3.3 浄水結果

項 目	記 入 欄
浄水詳細	大原浄水場浄水
粉体使用量	初期分: 0.5 g 追加分: 1 g
流速(範囲)	0.1~0.7L/min
ろ過圧	30~50 kPa
送水	ポンプ使用
ろ過水量	340~510L →グラフ参照
粉体ろ過後の精製方法	免疫磁気ビーズ法
単純捕捉回収率	・104.0±7.1%(蛍光ビーズ:3 回測定) ・101.2±6.5%(クリプトスポリジウムオーシスト:3 回測定)
精製後の回収率	・63.5±18.6%(クリプトスポリジウムオーシスト:3 回測定) ・46.3%(ColorSeed、クリプトスポリジウムオーシスト:1 回測定) ・29.3%(ColorSeed、ジアルジアシスト:1 回測定)
その他特記事項	

グラフ(時間 VS 積算水量)



1. 浄水-蛍光ビーズ捕捉回収率

		蛍光ビーズ(浄水)	
		濁度	捕捉回収率(%)
0.5+1g 粉体ろ過	0.05 度未満	104.0	±7.1(3 回測定)

2. 浄水-クリプトスポリジウムオーシスト捕捉回収率

		クリプトスポリジウムオーシスト(浄水)	
		濁度	捕捉回収率(%)
0.5+1g 粉体ろ過	0.05 度未満	101.2	±6.5(3 回測定)

3. 浄水-蛍光ビーズとクリプトスポリジウムオーシストをまとめた回収率

	捕捉回収率(%)
浄水	102.6 ± 6.3(6 回測定)

4. 浄水-総合回収率

		クリプトスポリジウムオーシスト(浄水)
	濁度	総合回収率(%)
0.5 + 1g 粉体ろ過	0.05 度未満	63.5 ± 18.6(3 回測定)

		Color seed クリプト(浄水)
	濁度	総合回収率(%)
0.5 + 1g 粉体ろ過	7.1	46.3 (1 回測定)

		Color seed ジアルジア(浄水)
	濁度	総合回収率(%)
0.5 + 1g 粉体ろ過	7.1	29.3 (1 回測定)

5. 浄水-クリプトスポリジウムオーシストと Color seed を合わせた捕捉回収率

	クリプト総合回収率(%)
浄水	59.2 ± 17.5(4 回測定)

4. 検証結果に基づいた粉体ろ過濃縮法の評価

項 目	記 入 欄
ケーキ厚	・原水は粉体量 3g、直径 90mm でろ過を行い、ろ過後のケーキ厚は約 1mm であった。浄水は粉体量 1.5g、直径 37mm でろ過を行い、ろ過後のケーキ厚は約 2mm であった。両方とも粉体の漏出などは見られず問題なくろ過できた。
ろ過水量	・原水は高濁度の場合、1 回では 10L に達しなかったが、複数回に分けて濃縮することで対応可能と考えられた。 ・浄水は一度に 20L 以上をろ過することが可能であり、現行の 20L に対して複数回分を濃縮可能であった。 ・ろ過速度がカートリッジフィルター法に比べ遅いため、ろ過に時間がかかる。浄水 20L をろ過する場合、2L/min でろ過できるカートリッジフィルター法は 1 検体当たり 10 分程度で終了するが、粉体ろ過法ではフィルター径 37mm では 40 分、洗浄操作も含めると 1 時間近くかかった。このため、浄水であっても検査の際は 20L を 20 分でろ過できるフィルター径 90mm を使用したほうがよいかもしれない。

	・グラフには示していないが、低濁度（8 度）の原水を粉体量 2g(初期 0g、追加 2g)の条件でろ過した場合、ろ過水量が 17L に達したこともあった。
ろ過圧	・ポンプと内蔵のレギュレーター使用によりろ過圧は一定に保つことができた。30kPa と 50kPa を比較した場合、50kPa の方がろ過速度が速いものの最終的なろ過水量等に大きな違いは感じられなかった。浄水で行った長時間の連続運転でも問題なかった。
回収率	・捕捉回収率は約 100%であり、粉体ろ過での蛍光ビーズやクリプトの漏出等は確認されなかった。 ・総合回収率は原水および浄水ともにホルマリン固定クリプトスポリジウムでは概ね 60%近くであり、回収率が低すぎるといった問題はなかった。 ・ジアルジアの総合回収率がクリプトスポリジウム比べて低いのは、染色に EasyStain を用いたため検出しづらかったことが理由として推測される。
再現性	・原水は同程度の濁度では、同じろ過条件であれば、ろ過水量に差は見られなかった。 ・浄水にて 4 回繰り返し実施した濃縮操作で、ろ過水量は 300～500L であり概ね安定していた。 ・原水および浄水ともに複数回の回収率試験で、総合回収率は概ね安定していた。
実用性評価	・カートリッジフィルター法では、ろ過後、ろ過濃縮物の容量は濁度に関係なく 1 検体当たり 200～250ml になる。粉体ろ過の場合は粉体 1.5g あたり 45ml 目安にまとめるため検体が浄水や低濁度の原水場合ではろ過濃縮物を 50ml 以下でまとめることができ、その後の手間を軽減できると思われる。 ・原水が高濁度な水系(年間平均濁度 30 度)であるため、通常はカートリッジフィルター法で検査を行っているが、高コストであるといった問題があった。粉体ろ過は「メンブレンフィルターを使った方法並みの低コストであるにも関わらずろ過量が多い。」といった点でメリットを感じた。
精度管理上の留意事項	・粉体ろ過では検体ごとのチューブ交換ができないため界面活性剤を含んだ浄水で洗浄を念入りに行う、検体の順番に注意するといったことが必要と思われる。
その他特記事項	・37mm カートリッジを用いたろ過では、最初の底面からの水の充填の際に底面のフィルター部が浮き、ろ過が正常に行われないことが 3 回ほど連続であった。フィルターがずれてしまう条件はわからなかったが、最初に精製水をろ過して正常にろ過されているか確認した後、取水口を検体に切り替え行った方がよいように思

	えた。正常に行われているかどうかはろ過速度で確認できる(正常時は 0.6L/min だが異常時は流速 0.8L/min ほどになる) ・濁度 10 度程度の原水を検査した際、濃縮物を 50ml チューブより 15ml チューブに移し Buffer 交換のため遠心した際、ペレットがかなり硬くほぐすのに 40 分ほどボステックスしなければならず苦労したことがあった。界面活性剤濃度を上昇させることで解消するかもしれない。
--	---

粉体ろ過濃縮法検証作業 結果整理票

1. 検証実施機関

項 目	記 入 欄
機関名	宮城県仙南・仙塩広域水道事務所
所属	水質担当
担当者名	佐々木美江／上村弘

2. 検証結果概要

項 目	記 入 欄
原水の概要	・ダム湖水を着水井で採取、濁度 1.0～5.7 度 ・通常時のクリプト検出オーダー 0 個/10L
原水のろ過水量	・ろ過装置に 90mm ケーキろ過フィルターをセット、ろ圧 30kPa で 60 分ろ過 ・30.5～37.4L/1 時間
浄水の概要	・急速沈殿ろ過(PAC 使用)・濁度 0.001～0.005 度
浄水のろ過水量	・366～463.9L/24 時間
捕捉回収率	・原水 83～105%(蛍光ビーズ) ・浄水 80～99%(蛍光ビーズ)、82～100%(クリプトスポリジウムオーシスト)
総合回収率	・原水 23～57%(クリプトスポリジウムオーシスト)
その他特記事項	

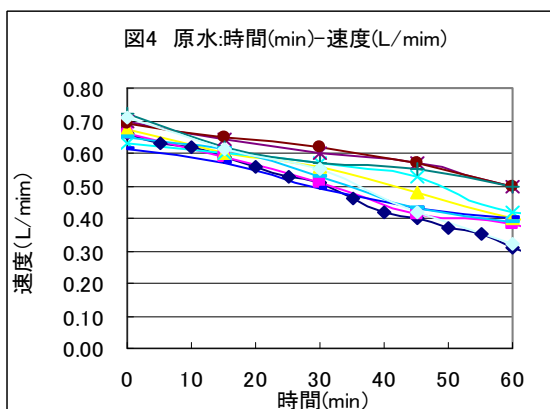
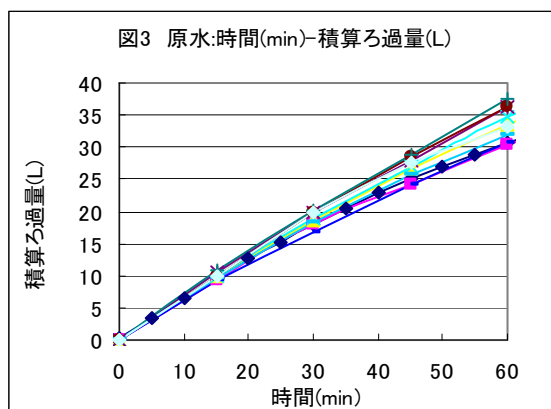
3. 1 ろ過濃縮操作詳細

項 目	記 入 欄
使用したろ材カートリッジ名称等	ケーキろ過フィルター(粉体:ハイドロキシアパタイト)
使用したろ過装置の名称等	クリプトスポリジウムサンプリングシステム (ADVANTEC FSC-037-090)
添加試料	・蛍光ビーズ ・ホルマリン固定クリプトスポリジウムオーシスト
観察用フィルター	PTFE
染色用試薬	Merifluor
その他特記事項	

3. 2 原水結果

項 目	記 入 欄
原水詳細	・ダム水面下 19～20m から取水し、約 11.7km を経て場内の着水井へ導水。着水井の水は水質検査室の給水栓へも導水。この給水栓から採水 ・実験はプランクトン数が増加する 6 月を中心に 9 月まで実施(総プランクトン数 300～1,500 個/mL) ・濁度 1.0～5.7 度 ・通常時のクリプト検出オーダー 0 個/10L
粉体使用量	初期分: 1 g 追加分: 2 g
流速(範囲)	0.22～0.72 L/min
ろ過圧	30～47 kPa
ろ過水量	・30.5～37.4L/1 時間 →グラフ参照
粉体ろ過後の精製方法	ショ糖浮遊法
単純捕捉回収率	・83～105%(蛍光ビーズ)
精製後の回収率	・23～57%(クリプトスポリジウムオーシスト)
その他特記事項	精製方法(ショ糖浮遊法)の回収率を確認するため、PBS30mL に固定クリプトスポリジウムを 200 個程度添加して回収率を求めたところ、86～96%の回収率であった

結果等



3. 3 浄水結果

項 目	記 入 欄
浄水詳細	・原水と同様に水質検査室の給水栓から採水 ・急速沈殿ろ過(PAC 使用)、残留塩素濃度(0.5～0.6mg/L) ・濁度 0.001～0.005 度

	・容量 46,200 m ³ 給水量 553,300 m ³ /日
粉体使用量	初期分: 0.5 g 追加分: 1 g
流速(範囲)	0.23~0.46 L/min
ろ過圧	45~57 kPa
送水	ポンプ使用
ろ過水量	366~463.9L/24 時間 →グラフ参照
粉体ろ過後の精製方法	—
単純捕捉回収率	・80~99%(蛍光ビーズ) ・82~100%(クリプトスポリジウムオーシスト)
精製後の回収率	—
その他特記事項	

結果等

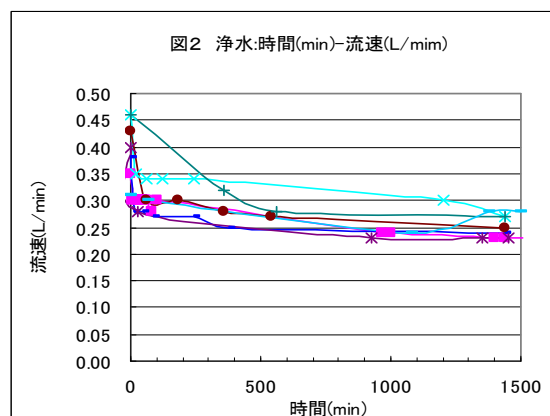
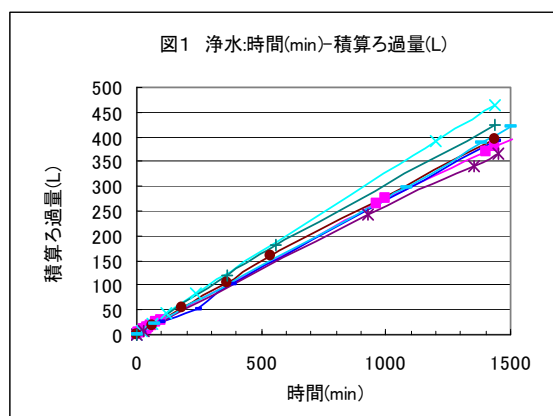


表 蛍光ビーズを用いた単純捕捉回収率

実施回数	浄水(%)	原水(%)
1	94	106
2	80	83
3	92	105
4	99	-

表 固定クリプトを用いた捕捉回収率

実施回数	浄水(%) ^{*1}	原水(%) ^{*2}
1	87	31
2	96	24
3	101	23
4	108	57
5	82	23
6	100	-

^{*1} 精製操作なしの単純捕捉回収率

^{*2} ショ糖浮遊法後の総合回収率

4. 検証結果に基づいた粉体ろ過濃縮法の評価

項 目	記 入 欄
ケーキ厚	・厚さは目視で 1~2mm あり、特に抜けるなどの異常は認めなかった。

ろ過水量	・原水は1時間に30.5～37.4L、浄水は24時間に366～463.9Lと十分量のろ過ができた。 ・原水は一度に現行の10Lに対して3回分以上を、浄水は現行の20Lに対して10倍以上の濃縮が可能であった。
ろ過圧	・ポンプと内蔵のレギュレーター使用によりろ過圧は一定に保たれた。長時間の連続運転でも問題はない様子であった。
回収率	・浄水の単純捕捉回収率は82から100%と高く、ろ過濃縮物の酸処理後に蛍光顕微鏡で計数する方法が大変に有利と考えられた。 ・原水の単純捕捉回収率は83～105%と高かったが、総合捕捉回収率は23から57%と低く、今後の検討が必要と思われた。
再現性	・複数回の回収率試験で、回収率は概ね安定していた。
実用性評価	・濃縮物はコンパクトで冷蔵保存も容易な大きさなので、浄水・原水いずれも実用性は十分と考えられた。 ・浄水は数百リットルが濃縮可能であった。現行の浄水20Lは水の重量があったので保管できなかったが、これなら容易に14日分の浄水試料を保管できる。 ・ろ過水量が多いので濃縮物の一部試験のみで従来の試験と同等の検査水量が達成できる。 ・保管した濃縮物は浄水であれば精製なしでも検査可能であり、検査時間が大幅に短縮されるので緊急対応に適していると考えられた。 ・濃縮操作が簡単なので、濃縮操作は誰にでもできる ・ろ過しているときは、常に機械を見ている必要がないので人員を割くことがない。 ・浄水から原水の濃縮へ切り替えるときの洗浄操作が容易である。
精度管理上の留意事項	・ろ過面が適正に保たれていれば高い回収率が保証されていると考えられた。 ・捕捉回収率の評価の際は界面活性剤を使用して行ったが、そういう操作を実際の検査でも行うことが重要ではないかと考えられた。 ・攪拌槽内に粉体を入れるため、攪拌子が十分に回転しないことがあるので注意が必要だと思われる。
その他特記事項	・浄水で使用するフィルターはプラスチックで再利用できない。大量に廃棄されるかもしれないので環境に考慮したほうがよい。

粉体ろ過濃縮法検証作業 結果整理票

1. 検証実施機関

項 目	記 入 欄
機関名	桐生市水道局
所属	水質センター
担当者名	川口 有希子

2. 検証結果概要

項 目	記 入 欄
原水の概要	・原水の水系:表流水、採水地点:浄水場取水口、 濁度:0.6~39.5 ・通常時のクリプト検出オーダー:0 個/10L
原水のろ過水量	5.2~62.9L
浄水の概要	凝集沈殿ろ過、塩素消毒、濁度:<0.1
浄水のろ過水量	278.7~552.5L
捕捉回収率	・原水において、81~90%、蛍光ビーズ使用 ・浄水において、87~101%、蛍光ビーズ使用 ・浄水において、103~111%、固定クリプトスポリジウム使用
総合回収率	・原水において、67~83%、固定クリプトスポリジウム使用、磁気ビーズ法使用
その他特記事項	

3. 1 ろ過濃縮操作詳細

項 目	記 入 欄
使用したろ材カートリッジ名称等	原水:メンブレンフィルター(直径 90mm、3 μ m 粒子 99%捕捉)、 FSC 用アパタイト、FSC 用原水ろ過ホルダー 浄水:サンプリングユニット(37YS3HAAN)
使用したろ過装置の名称等	クリプトスポリジウムサンプリングシステム FSC-037-090
添加試料	・蛍光ビーズ ・ホルマリン固定クリプトスポリジウムオーシスト
観察用フィルター	親水性 PTFE、直径 25mm、孔径 1 μ m
染色用試薬	Merifluor
その他特記事項	

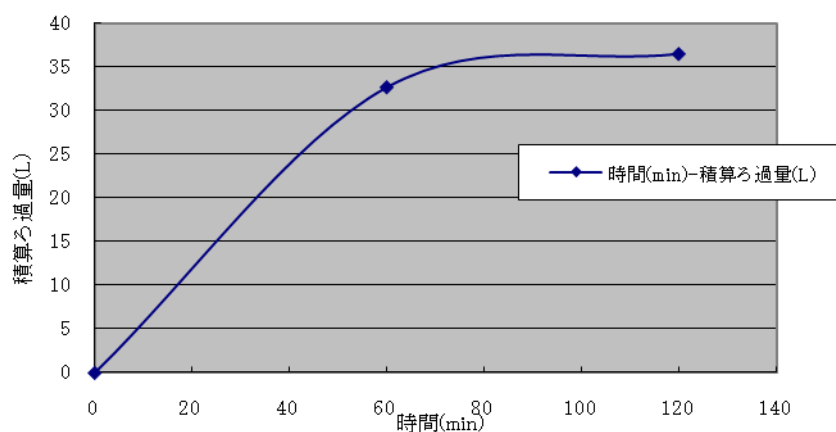
3. 2 原水結果

項 目	記 入 欄
原水詳細	・利根川水系渡良瀬川表流水 採水地点:浄水場取水口、濁度:0.6~39.5 ・通常時のクリプト検出オーダー:0 個/10L
粉体使用量	原水①・②:初期分 1 g、追加分 2 g 原水③:初期分 1 g、追加分 0 g 原水④:初期分 1 g、追加分 1 g
流速(範囲)	0.02~0.85L/min
ろ過圧	40~74 kPa
ろ過水量	5.2~62.9L →グラフ参照(原水①~④)
粉体ろ過後の精製方法	免疫磁気ビーズ法
単純捕捉回収率	81~90%(蛍光ビーズ)
精製後の回収率	67~83%(クリプトスポリジウムオーシスト)
その他特記事項	

原水①

濁度:1.3~2.3

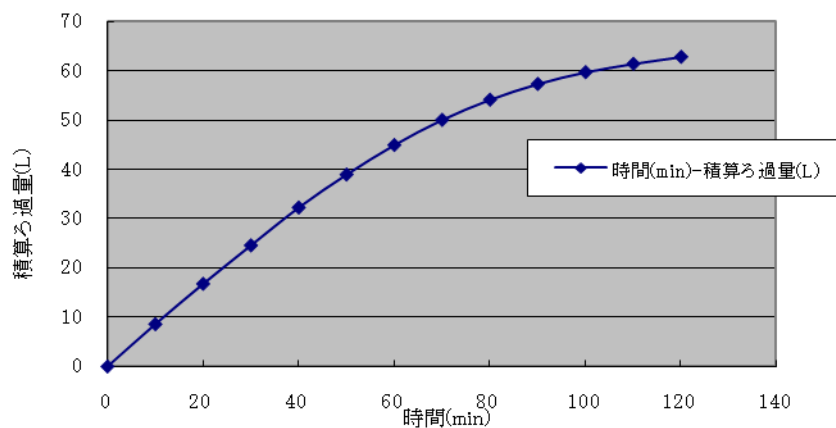
ろ過圧:40~57kPa
(スタート時:40kPa)



原水②

濁度:0.6~1.3

ろ過圧:40~62kPa
(スタート時:40kPa)

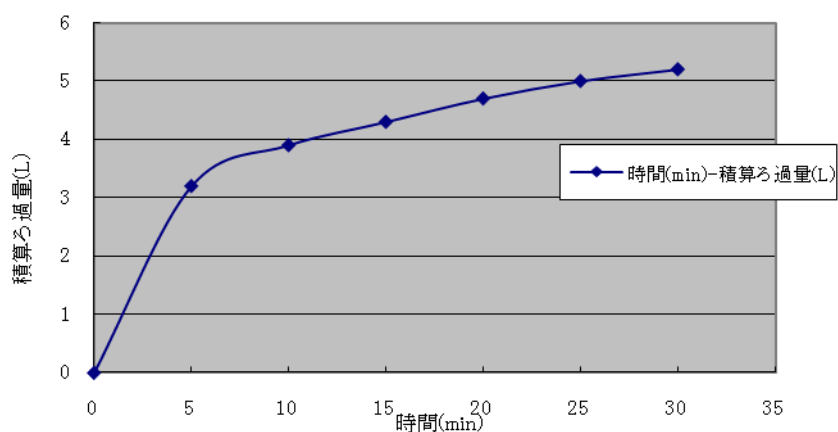


原水③

濁度: 17.6~39.5

ろ過圧: 50~57kPa

(スタート時: 50kPa)

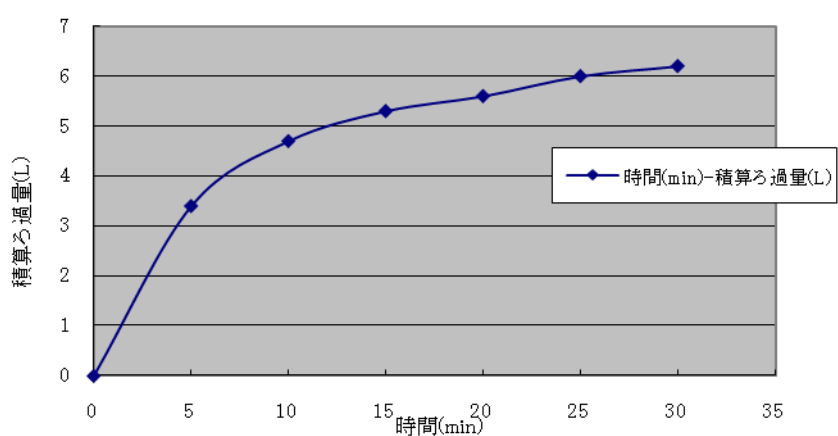


原水④

濁度: 12.3~14.5

ろ過圧: 40~74kPa

(スタート時: 40kPa)



3. 3 浄水結果

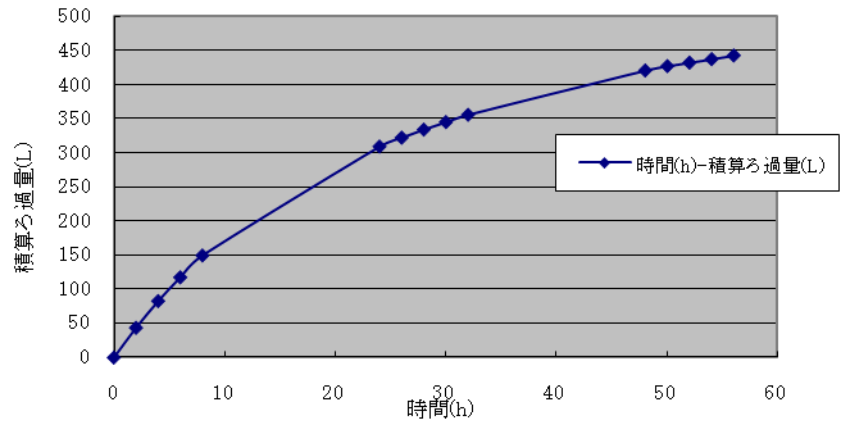
項 目	記 入 欄
浄水詳細	・施設内サンプリング管より採水 ・凝集沈殿ろ過、塩素消毒 ・濁度: <0.1
粉体使用量	初期分: 0.5g 追加分: 1g
流速(範囲)	0.02~0.57L/min
ろ過圧	45~55 kPa
送水	ポンプ使用
ろ過水量	278.7~552.5L →グラフ参照(浄水①~④)
粉体ろ過後の精製方法	粉体溶解後直接染色を実施
単純捕捉回収率	87~101%(蛍光ビーズ) 103~111%(クリプトスポリジウムオーシスト)
精製後の回収率	—
その他特記事項	

浄水①

濁度: <0.1

ろ過圧: 45~50kPa

(スタート時: 50kPa)

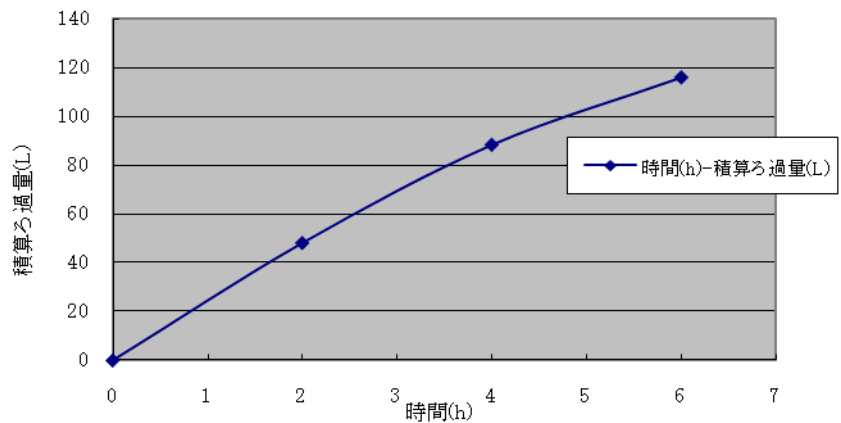


浄水②

濁度: <0.1

ろ過圧: 50~52kPa

(スタート時: 50kPa)

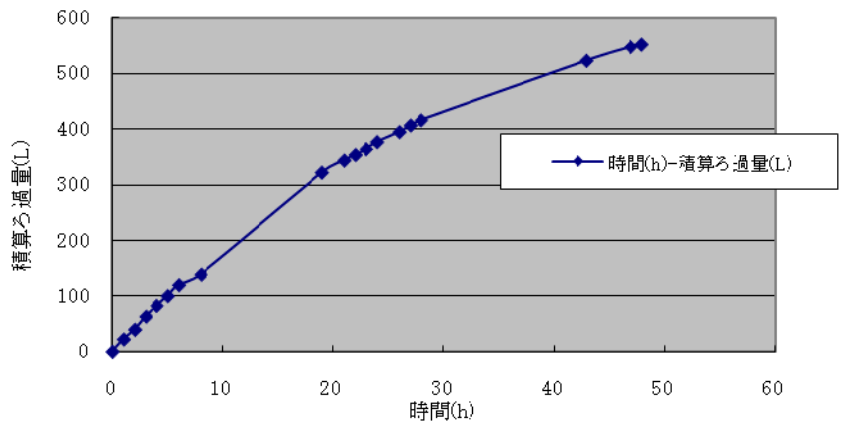


浄水③

濁度: <0.1

ろ過圧: 50~55kPa

(スタート時: 50kPa)

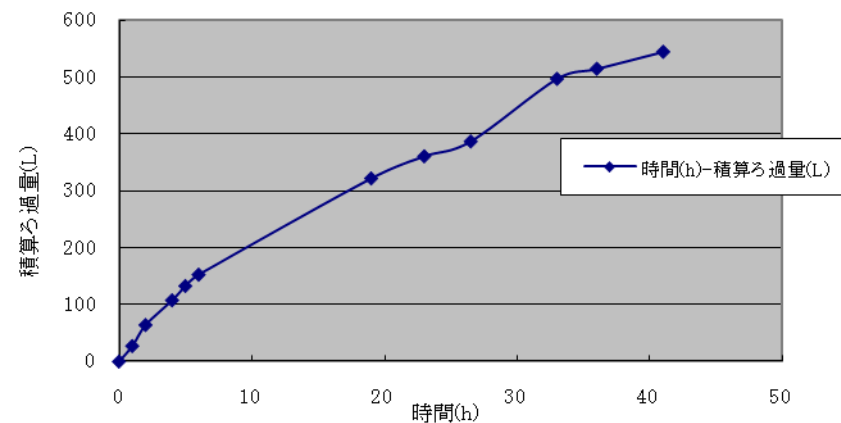


浄水④

濁度: <0.1

ろ過圧: 50~55kPa

(スタート時: 50kPa)



回収率結果

検水	濁度	アパタイト量	粒子の種類	添加量	回収率	分子	分母	計算方法	プロトコル
浄水(約50L)	<0.1	1.5g	3μm蛍光ビーズ	10 ⁵ 個	101%	111	110	顕微鏡	
浄水(約50L)	<0.1	1.5g	3μm蛍光ビーズ	10 ⁵ 個	87%	134	154	顕微鏡	
原水(約20L)	2.3	3.0g	3μm蛍光ビーズ	10 ⁵ 個	81%	120(=30×4)	148	顕微鏡	
原水(約20L)	2.2	3.0g	3μm蛍光ビーズ	10 ⁵ 個	90%	120(=30×4)	132	顕微鏡	
浄水(約100L)	<0.1	1.5g	オーシスト	10 ³ 個	103%	90	87	顕微鏡	粉体溶解後直接染色
浄水(約100L)	<0.1	1.5g	オーシスト	10 ³ 個	111%	82	74	顕微鏡	粉体溶解後直接染色
原水(約20L)	0.8	3.0g	オーシスト	210個	67%	61	91	顕微鏡	粉体溶解後磁気ビーズ法で精製
原水(約20L)	0.8	3.0g	オーシスト	210個	83%	86	103	顕微鏡	粉体溶解後磁気ビーズ法で精製

4. 検証結果に基づいた粉体ろ過濃縮法の評価

項 目	記 入 欄
ケーキ厚	・原水は 90mm の直径に対して 3g、浄水は 37mm の直径に対して 1.5g でろ過できた。追加層の粉体が少々残存することがあったが、厚さは 1～2mm あり、異常は感じなかった。 ・粉体を減らした場合も異常は感じなかった。
ろ過水量	・原水は高濁度の場合、1 回では 10L に達しなかったが、複数回に分けて濃縮することで対応可能と考えられた。 ・浄水は十分なろ過水量であった。
ろ過圧	・原水においては、ろ過圧は一定に保たれなかった。 ・長時間の連続運転でも問題はなかった。 ・使用中にろ過圧が出なくなるトラブルが発生した。
回収率	・捕捉回収率は 81～111%と高く、ろ過濃縮物の酸処理後に直ちに蛍光顕微鏡で計数する方法が有利と考えられた。 ・精製後もそれなりの回収率が得られた。
再現性	・原水、浄水それぞれ 4 回繰り返し実施した濃縮操作で、特に原水のろ過水量は濁度に従って変動した。 ・複数回の回収率試験で、回収率は概ね安定していた。
実用性評価	・精製操作以降は通常の検査と変わらないため、本法の操作に慣れれば、従来通りの試験が可能であると考えられた。 ・浄水は 20L の 10 倍以上を濃縮可能であり、試料の一部試験のみで従来と同等の検査水量が達成できる。 ・ろ過水 20L のポリタンク保存を実施しているが、粉体ろ過では圧倒的に多い水量を扱うことができ、保存もコンパクトになると思われた。 ・浄水の場合、精製なしでも蛍光染色された粒子の有無を基準に最短時間での試験が可能と思われた。 ・ろ過後のろ紙の分割、酸処理後の洗浄は手間であった。

精度管理上の留意事項	・装置の確実な洗浄方法が必要であると思われた。マニュアルに記載されている洗浄方法で十分であるか検証が必要と考える。 ・陽性試料検鏡の際、陽性試料が集塊状になることがあった。その点について考慮する必要がある。
その他特記事項	・利便性は高いが、プラスチックの大量廃棄は避けることが好ましい。 ・ろ過中の音や振動が大きいこと、原水ろ過終了後の排水に時間がかかること、攪拌槽が扱いづらいこと等、気になったので、可能であれば装置の改良をお願いしたい。 ・攪拌槽の投入口に粉体を添加しづらいので、改善をお願いしたい。

粉体ろ過濃縮法検証作業 結果整理票

1. 検証実施機関

項 目	記 入 欄
機関名	神奈川県企業庁水道水質センター
所属	微生物課
担当者名	北村壽朗、渡邊洋大、齊藤巧介

2. 検証結果概要

項 目	記 入 欄
原水の概要	—
原水のろ過水量	—
浄水の概要	・当センターの蛇口より採水した水道水、塩素消毒、濁度<0.1
浄水のろ過水量	・220～340L/24 時間
捕捉回収率	・浄水においてほぼ 100%、蛍光ビーズ使用 ・浄水において 70～80%固定クリプトスポリジウム使用
総合回収率	—
その他特記事項	—

3. 1 ろ過濃縮操作詳細

項 目	記 入 欄
使用したろ材カートリッジ名称等	ADVANTEC 37YS3HAAN
使用したろ過装置の名称等	ADVANTEC FSC-037-090
添加試料	・蛍光ビーズ ・ホルマリン固定クリプトスポリジウムオーシスト
観察用フィルター	PTFE
染色用試薬	EasyStain
その他特記事項	—

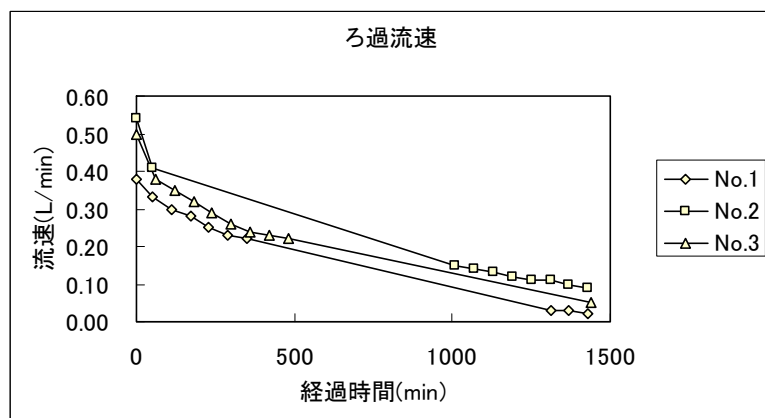
3. 2 浄水結果

項 目	記 入 欄
浄水詳細	当センターの蛇口より採水した水道水、塩素消毒、濁度<0.1
粉体使用量	初期分: 0.5 g 追加分: 1 g
流速(範囲)	0.02～0.54 L/min→グラフ参照

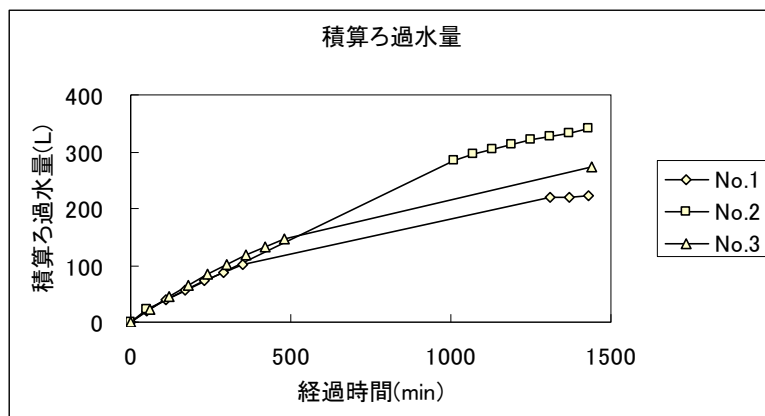
ろ過圧	50～62 kPa
送水	ポンプ使用
ろ過水量	220～340L/24 時間→グラフ参照
粉体ろ過後の精製方法	－
単純捕捉回収率	・ほぼ 100%、蛍光ビーズ使用 ・70～80%、固定クリプトスポリジウム使用
精製後の回収率	－
その他特記事項	・固定クリプトスポリジウムを使用してろ過した際に、粉体を保持するフィルター2 枚のうちの 1 枚の端が浮き上がる問題が生じて、粉体が2枚のフィルターの間に入った。フィルターが不完全だったために若干の回収率低下が生じたと考えられた。この問題は3 回中、2 回生じた。フィルターの端が浮き上がった問題は、フィルターをプラスチック容器に内蔵する際の封入が不完全で生じたのではないかと考えられた。

検証結果

・浄水ろ過流速



・浄水積算ろ過水量



・単純捕捉回収率蛍光ビーズ使用(浄水 100L ろ過)

実験 No.	採水日	計測ビーズ数 (50 μ L 中)	平均計測ビーズ数 (50 μ L 中)	捕捉回収率(%)	平均捕捉回収率 (%)
1	11 月 10 日	112	123	104	105
		122			
		136			
2	11 月 11 日	131	130	110	
		133			
		125			
3	11 月 12 日	82	117	99	
		126			
		142			
添加ビーズ数 確認	—	126	118	—	—
		120			
		107			

・単純捕捉回収率固定クリプトスポリジウム使用(浄水 100L ろ過)

実験 No.	採水日	計測オーシスト 数(4.5mL 中)	平均計測オーシ スト数(4.5mL 中)	捕捉回収率(%)	平均捕捉回収率(%)
1	11 月 29 日	82	78	82	77
		83			
		70			
2	12 月 1 日	79	75	79	
		73			
		73			
3	12 月 3 日	68	67	71	
		70			
		61			
添加オーシス ト数確認	—	88	95	—	—
		93			
		104			

4. 検証結果に基づいた粉体ろ過濃縮法の評価

項 目	記 入 欄
ケーキ厚	・カートリッジ内の1枚のフィルターの端が浮き上がり、フィルターの下にもハイドロキシアパタイトが入るという問題が起きた。ケーキ厚が薄くなると回収率が低下する心配があるので、カートリッジ製造工程でプラスチック容器へフィルターを内蔵する際の封入を丁寧に行うべきと考えられた。
ろ過水量	・浄水において 220L～340L/24 時間のろ過水量は十分であった。
ろ過圧	50～62kPa と若干の上昇がみられたが、フィルターの問題とは無関係と考えられた。
回収率	・蛍光ビーズの単純捕捉回収率はほぼ 100%であった。ハイドロキシアパタイトがカートリッジの壁に付着することがあった。若干ではあるが、回収率の低下をきたすことが心配されたが、捕捉回収率を見る限り問題はないと考えた。 ・固定クリプトスポリジウムの単純回収率は約 80%と蛍光ビーズと比較すると回収率は下がっていたが、この時のフィルターの端が浮き上がる問題が生じたことが理由として考えられた。
再現性	・繰り返し行なった試験では、概ね同じ結果となった。
実用性評価	・サンプリングシステムの取り扱いは簡単で、使いやすいと感じた。またカートリッジも小型なので保存にも便利であった。 ・回収率についても比較的良好であると感じた。
精度管理上の留意事項	—
その他特記事項	・蛍光ビーズが固定クリプトスポリジウムをろ過したフィルターでも観察された。洗浄してもサンプリングシステム内に蛍光ビーズが除去されず残留していた可能性があり、洗浄を徹底することが重要と考えられた。あるいはサンプリング装置は少なくとも原水用と浄水用を分けて、可能であればサンプリング地点ごとに用意することが必要と考えられた。 ・回収率の評価は、フィルターへの封入をろ過から約 2 週間で実施した。

粉体ろ過濃縮法検証作業 結果整理票

1. 検証実施機関

項 目	記 入 欄
機関名	新潟市水道局
所属	技術部水質課
担当者名	水野 聡

2. 検証結果概要

項 目	記 入 欄
原水の概要	・信濃川(表流水), 採水地点: 青山浄水場原水, 濁度: 5~20 度 ・通常時のクリプト検出オーダー: 原水 10 リットル中 0~3 個
原水のろ過水量	・流水のままサンプリング装置ポンプで連続ろ過 ・6~10L
浄水の概要	・横流式沈澱池+砂ろ過, 中間塩素処理 - ろ過水濁度: 0.01~0.03mg/L
浄水のろ過水量	・420~480L(24 時間)
捕捉回収率	・原水において, 70~92%, 蛍光ビーズ使用 ・浄水において, 81~100%, 蛍光ビーズ使用
総合回収率	・浄水において, 21~53%, 固定クリプトスポリジウム使用, 磁気ビーズ法使用
その他特記事項	—

3. 1 ろ過濃縮操作詳細

項 目	記 入 欄
使用したろ材カートリッジ名称等	FSC 用原水ろ過ホルダー, 浄水用サンプリングユニット
使用したろ過装置の名称等	クリプトスポリジウムサンプリングシステム
添加試料	・蛍光ビーズ ・ホルマリン固定クリプトスポリジウムオーシスト
観察用フィルター	なし(ウェルスライド法)
染色用試薬	Merifluor, EasyStain
その他特記事項	

3. 2 原水結果

項 目	記 入 欄
原水詳細	青山浄水場原水, 濁度 5.2~15.4 度
粉体使用量	初期分: 0 g 追加分: 3 g
流速(範囲)	0.78 ~ 0.06 L/min
ろ過圧	45~69 kPa
ろ過水量	6~10L →グラフ(図-1)参照
粉体ろ過後の精製方法	免疫磁気ビーズ法
単純捕捉回収率	・70~92%(蛍光ビーズ, 表-1 参照)
精製後の回収率	—
その他特記事項	—

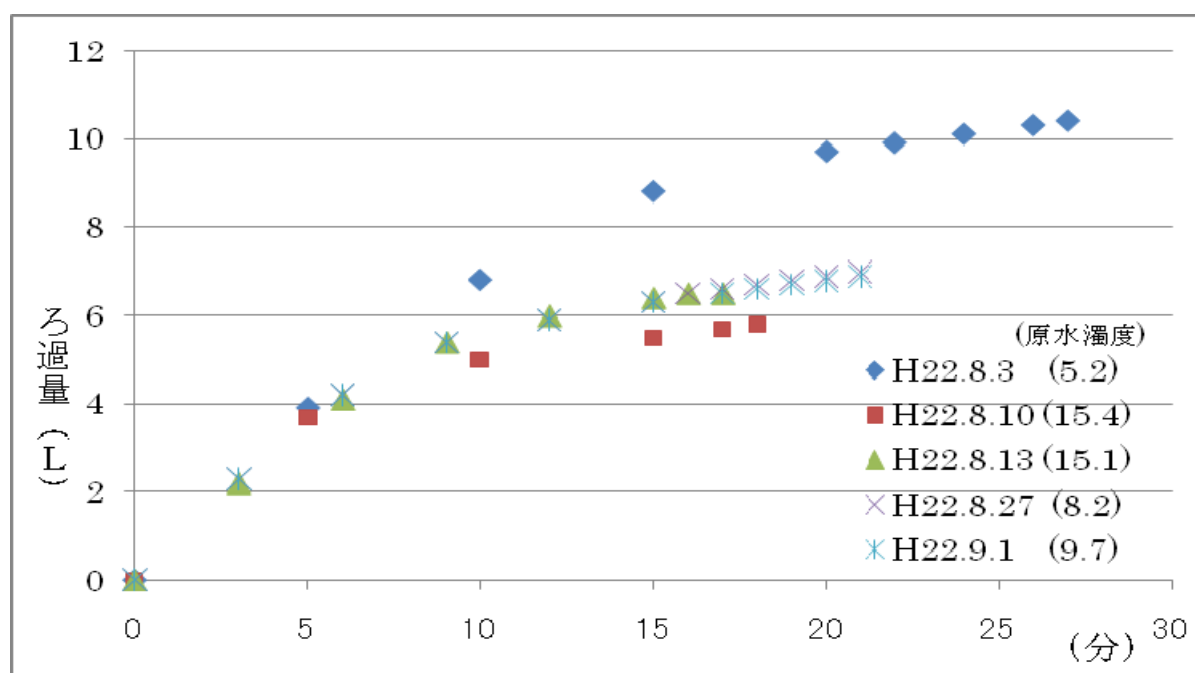


図-1 青山浄水場原水のろ過水量とろ過時間の関係

表-1 青山浄水場原水への蛍光ビーズ添加回収率評価調査結果

調査日	ろ過量(L)	原水濁度	添加量	回収量	回収率
H22.12.7	5.0	5.8	102	94	92.2%
H22.12.16	4.9	18.9	111	78	70.3%
H22.12.22	5.0	4.1	108	80	74.1%

3.3 浄水結果

項 目	記 入 欄
浄水詳細	青山浄水場浄水, ろ過水濁度 0.022~0.034mg/L
粉体使用量	初期分: 0.5 g 追加分: 1 g
流速(範囲)	0.55 ~ 0.22 L/min
ろ過圧	58~62 kPa
送水	ポンプ使用
ろ過水量	420~480L(24 時間) →グラフ(図-2) 参照
粉体ろ過後の精製方法	免疫磁気ビーズ法
単純捕捉回収率	・81~100%(蛍光ビーズ, 表-2 参照)
精製後の回収率	・21~53%(クリプトスポリジウムオーシスト, 表-3 参照)
その他特記事項	—

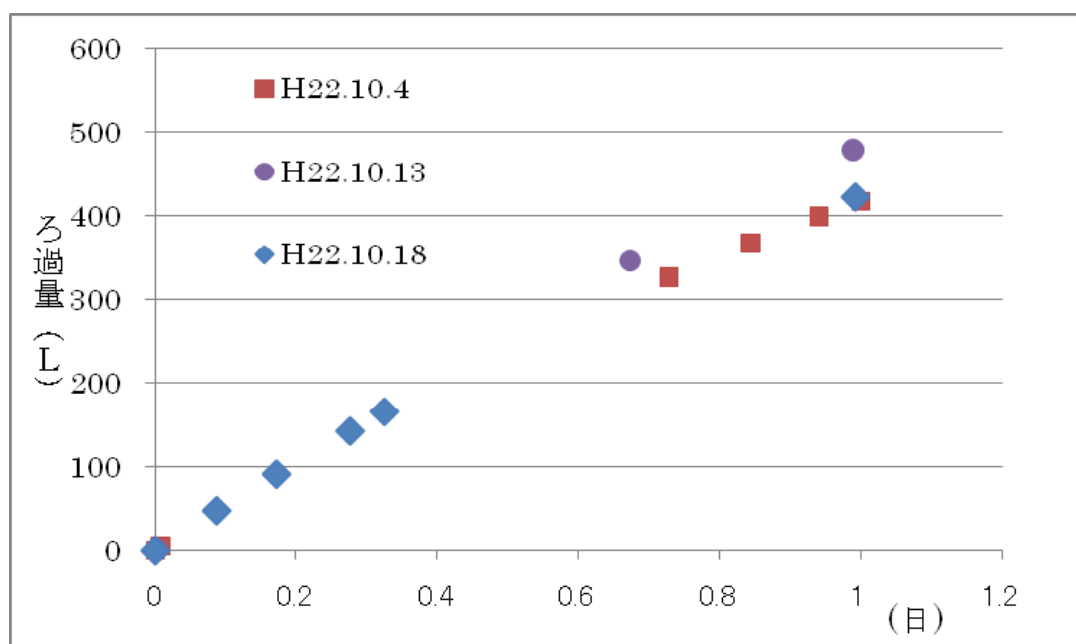


図-2 青山浄水場浄水のろ過水量とろ過時間の関係

表-2 青山浄水場浄水への蛍光ビーズ添加回収率評価調査結果

調査日	添加量	回収量	回収率
H22.11.18	118	118	100.0%
H22.11.22	107	87	81.3%
H22.11.24	107	99	92.5%

表-3 青山浄水場浄水へのクリプトスポリジウムオーシスト添加回収率評価調査結果

調査日	添加量	回収量	回収率
H23.2.8	85	45	52.9%
H23.2.8	85	18	21.2%
H23.2.8	85	33	38.8%

4. 検証結果に基づいた粉体ろ過濃縮法の評価

項 目	記 入 欄
ケーキ厚	・原水、浄水とも 1mm 程度の、適切な厚さの粉体ろ過膜層が形成され、その処理についても特段の困難はなかった。
ろ過水量	・原水については、通常時の濁度であれば、2 回のろ過で 10L のろ過が可能である。 ・浄水については、24 時間で 400L のろ過が可能であった。 ・いずれも十分なるろ過水量が得られた。
ろ過圧	—
回収率	・浄水について固定クリプトスポリジウム使用による免疫磁気ビーズ精製後の回収率は、3 回実施の平均が 38 ± 16 (SD) %であった。平時の PTFE フィルター濃縮法使用の精度管理の 50% に比較して、若干低い傾向にあった。一方、浄水に蛍光ビーズ使用しての捕捉率は 91 ± 9 % と高く、精製工程以降に損失があったと考えられた。 ・本検証では平時に使用しているウェルスライド法で行ったが、染色前の乾燥操作で塩類の析出が見られたことから、粉体溶解後に徹底して洗浄する必要があった。本検証では使用しなかったが、観察用フィルター (PTFE あるいはセルロースアセテート) はフィルター上での洗浄操作が可能であり、回収率維持に有利と考えられた。
再現性	・上記の通り、免疫磁気ビーズ精製後の再現性を維持するための注意が必要と考えられた。
実用性評価	・平時の精度管理に比べて若干低いながら、クリプトスポリジウムを回収することが出来た。原水なら 2 回のろ過で濃縮が可能であり、浄水では大容量の濃縮が可能であった。
精度管理上の留意事項	・酸アルカリ洗浄を確実に実施すること ・界面活性剤濃度を適切に管理すること ・ブロッキング試薬を適時使用することが精度を確保するのに重要と思われた。
その他特記事項	—