



図1 拭き取り検査キット

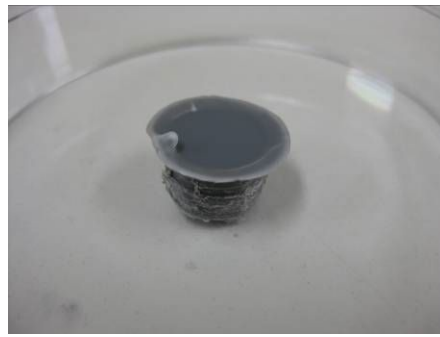


図2 くり抜いた配管(配管 No.1)

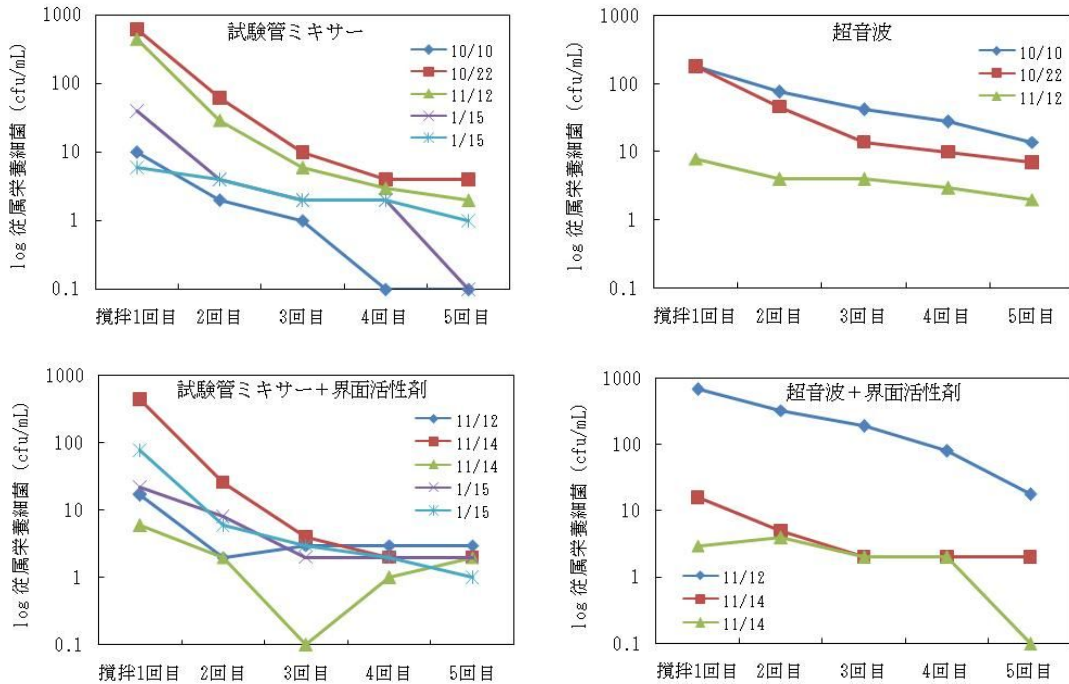


図3 懸濁液中の従属栄養細菌数 (cfu/mL)
(数値0は0.1としてプロットした。)

表1 配管実試料測定結果

配管 No.	採取日	使用年数 (年)	拭き取り面積 (cm ²)	従属栄養細菌		
				配管懸濁液 (cfu/mL)	配管単位面積あたり (cfu/cm ²)	空气中懸濁液 (cfu/mL)
1	12/10	12	3.1	16	52	
2	1/10	43	4.9	1	2	3
3	1/21	18	2.8	10	36	5

表2 家庭で採取した水試料の性状と *Legionella* 属菌の汚染状況

試料	家庭数	検体数	温度 ()		pH		塩素濃度 (ppm)		HPC (CFU/ml)		培養 陽性	菌数 (CFU/ml)	LAMP 陽性	アメーバ増菌後	
			平均	範囲	平均	範囲	平均	範囲	平均 ^a	範囲				培養陽性	LAMP 陽性
台所 蛇口水	4	6	29.3	23.5-42.0	7.6	7.2-7.8	0.63	0.5-0.8	189	0-932	0		1	0	0
風呂 蛇口水	4	5	29.8	24.5-42.0	7.5	7.2-7.8	0.47	0-0.8	145	1-484	0		0	0	0
風呂 給湯水	4	7	34.4	26.5-39.0	7.5	7.1-7.8	0.20	0-0.8	5,726	13-32,800	0		1	0	0
洗面台 蛇口水	3	4	26.0	25.5-26.5	7.4	7.2-7.8	0.47	0-0.8	16,897	6-46,000	1 ^b	370	2	0	0
庭 蛇口水	1	2	24.8	24.8	7.4	7.4	0.6	0.6	0	0	0		0	0	0
公園 蛇口水	-	1	26.5	26.5	7.3	7.3	0	0	-	-	0		0	0	0
合計		25									1		4	0	0

a: 幾何平均、 b: *Legionella* sp. L-29 検出

表3 家庭の水道関連設備で採取されたスワブ検体等における *Legionella* 属菌の汚染状況

試料	家庭数	検体数	培養	LAMP	アメーバ増菌後	
			陽性	陽性	培養陽性	LAMP 陽性
スワブ						
台所 蛇口	4	5	0	0	0	0
風呂 蛇口	4	6	0	0	1 ^a	2
風呂 給湯口	4	4	0	2	0	0
風呂 シャワーヘッド	3	4	0	0	0	0
洗面台 蛇口	2	3	0	0	1 ^b	1
トイレ 蛇口	3	4	0	0	0	1
洗濯機 蛇口	1	1	0	0	0	0
庭 蛇口	2	3	0	0	0	0
公園 蛇口	-	1	0	0	0	0
合計		31	0	2	2	4

a: *Legionella* sp.検出

b: *Legionella* sp. L-29 検出

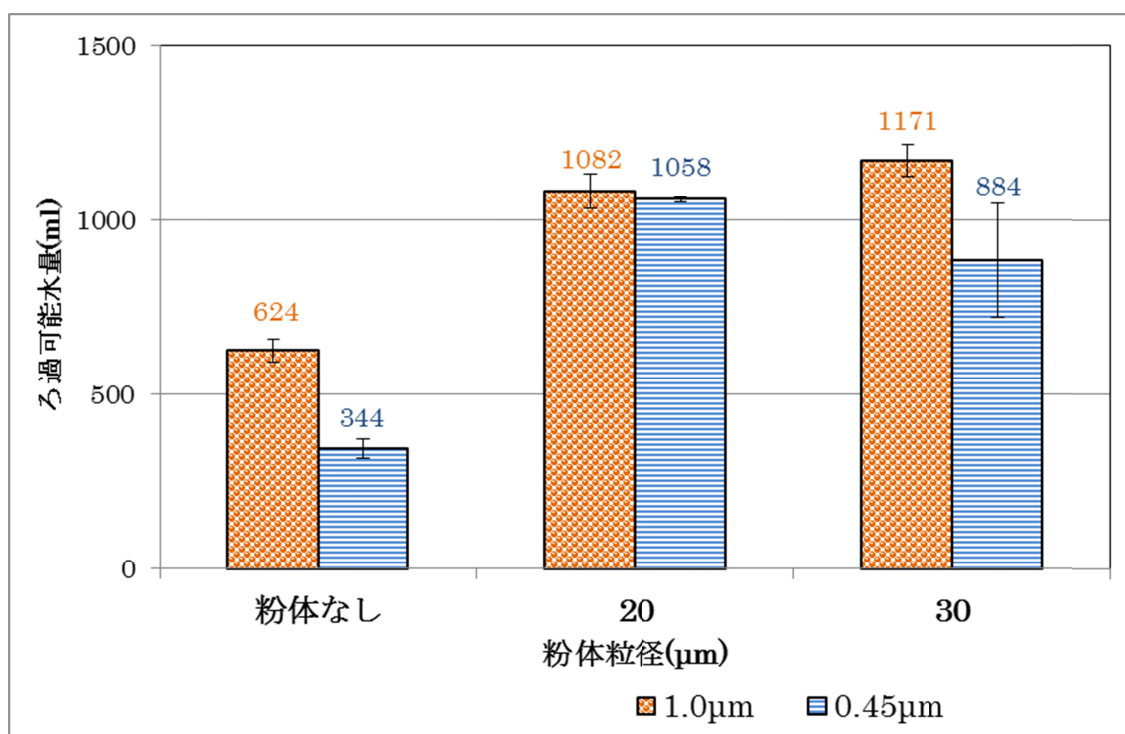


図4 フィルター孔径と粉体粒径の大きさによるろ過可能水量

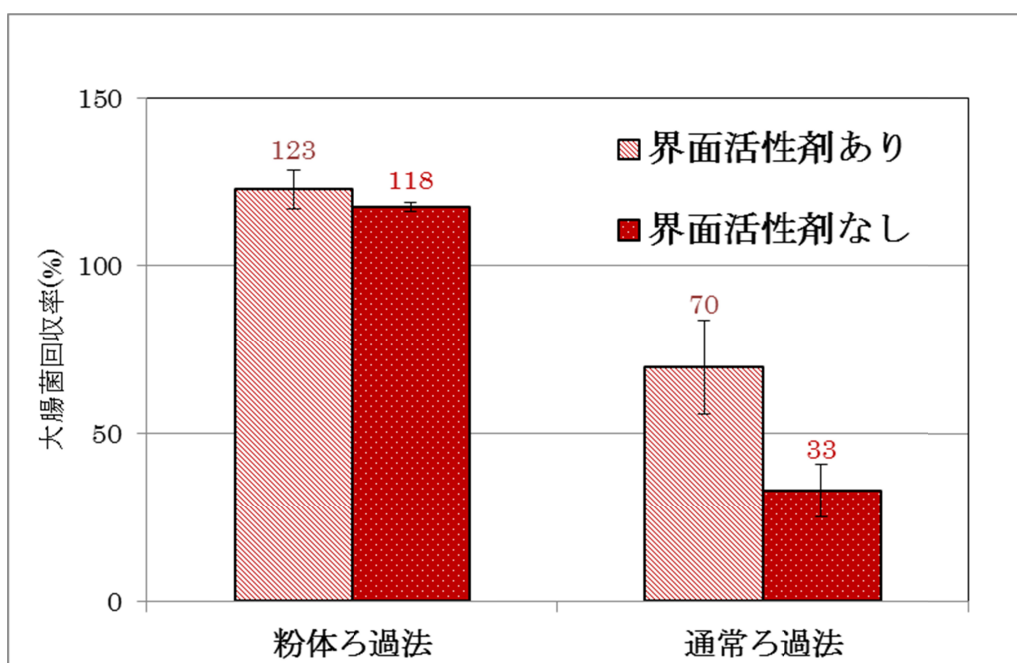


図5 フィルターごと回収する方法における界面活性剤の使用による大腸菌回収率 (XM-G 寒天培地による定量)

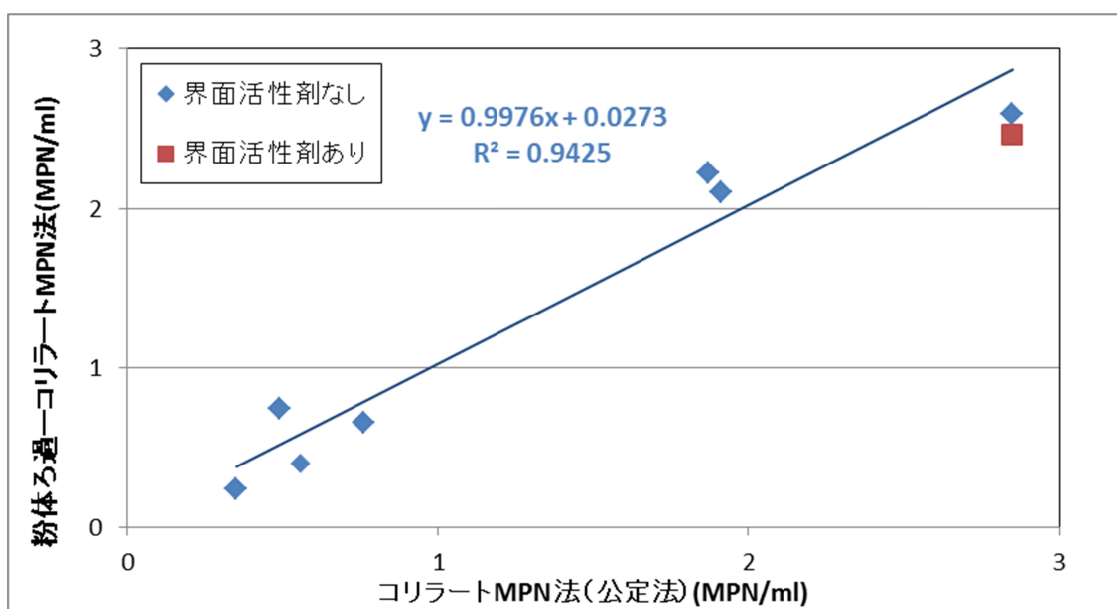


図6 コリラートMPN法と粉体ろ過 - コリラートMPN法

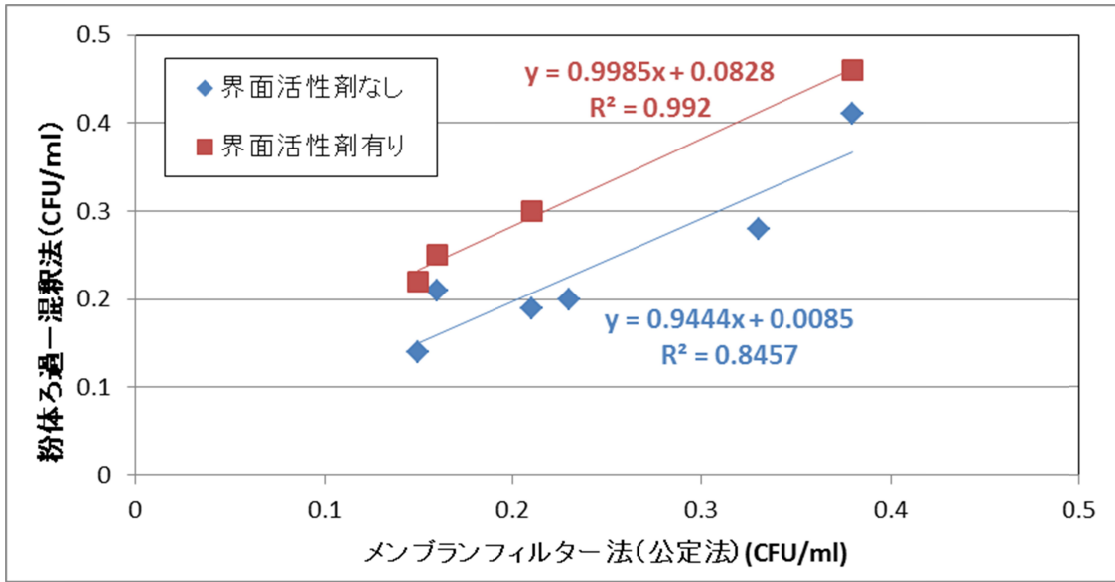


図 7 メンブランフィルター法と粉体ろ過 - 混釈法 (嫌気性芽胞菌)

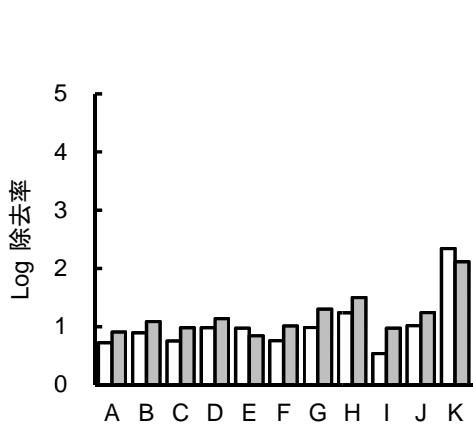


図 8 凝集沈澱処理におけるポリオウイルスの処理性 (□: 従来PACl, ■: 高塩基度PACl)

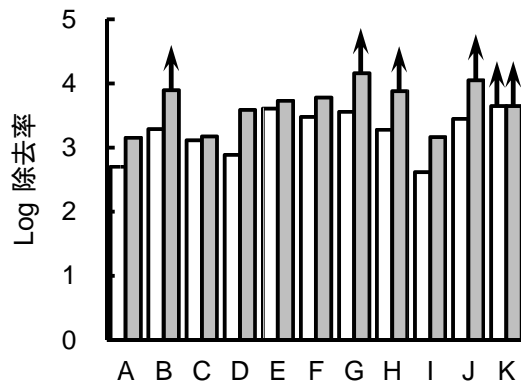


図 9 凝集沈澱処理におけるポリオウイルスの処理性 (凝集沈澱後に $\phi=0.45 \mu\text{m}$ PTFE膜でろ過) (□: 従来PACl, ■: 高塩基度PACl)

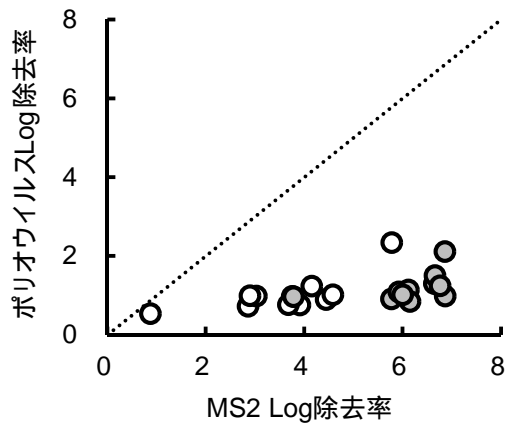
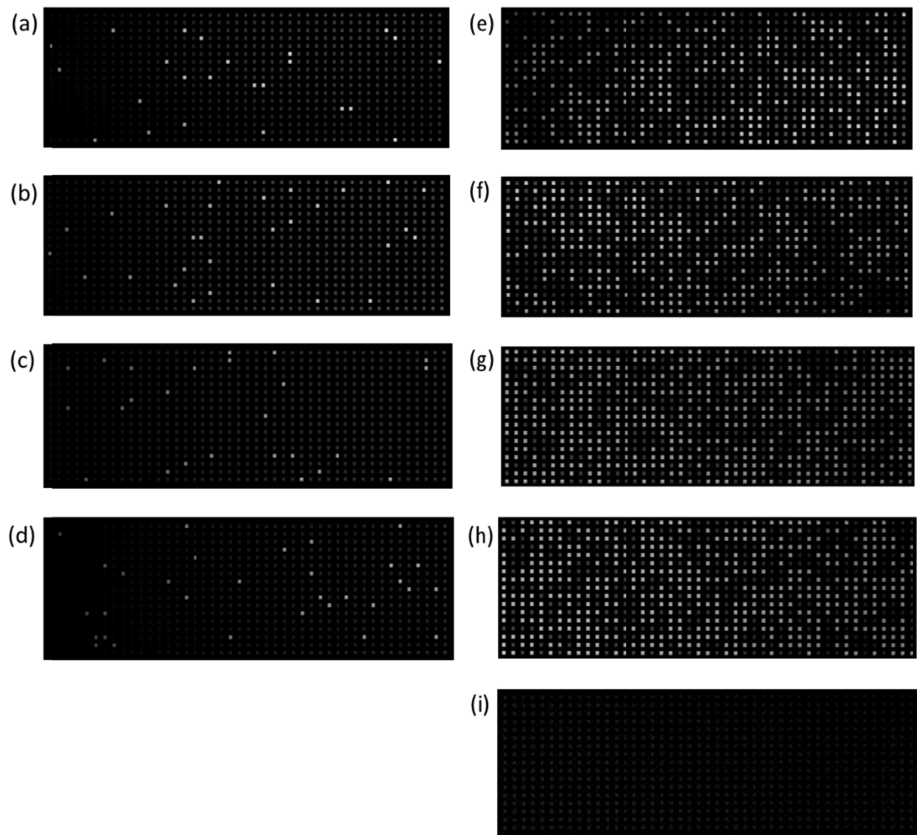


図 10 凝集沈澱処理におけるポリオウイルスと大腸菌ファージMS2の処理性の比較(○：従来PACI, ●：高塩基度PACI)

表 4 デジタル PCR 法によるクリプトスポリジウム由来核酸の定量結果

標準試料名	陽性セル数/反応	推定コピー数/反応	コピー数/オーシスト
逆転写なし DNA 試料 (1 反応あたり 1 oocyst 相当の DNA を用いた PCR)			
Std.1 (1 回目)	24	24	24
Std.1 (2 回目)	29	30	30
Std.2 (1 回目)	25	25	25
Std.2 (2 回目)	31	32	32
平均 (DNA)	27±3	28±4	28±4
逆転写あり cDNA 試料 (1 反応あたり 0.025 oocysts 相当の RNA を用いた RT-PCR)			
Std.1 (1 回目)	292	368	14,700
Std.1 (2 回目)	325	423	16,900
Std.2 (1 回目)	455	692	27,700
Std.2 (2 回目)	461	707	28,300
平均 (cDNA)	383±87	550±180	21,900±7,080



1

図 11 デジタル PCR の結果 (白いセルは陽性, 黒いセルは陰性を示す。)

- (a), (b): 逆転写なし DNA 試料 (Std.1; 1 oocyst/reaction)
- (c), (d): 逆転写なし DNA 試料 (Std.2; 1 oocyst/reaction)
- (e), (f): 逆転写あり cDNA 試料 (Std.1; 0.025 oocysts/reaction)
- (g), (h): 逆転写あり cDNA 試料 (Std.2; 0.025 oocysts/reaction)
- (i): 陰性対象



図 12a 装置外観



図 12b 装置外観

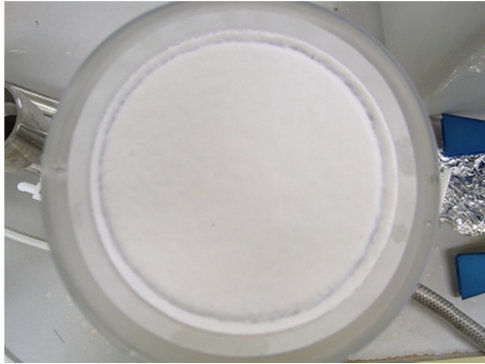


図 13a ステンレススクリーンのろ過ケーキ

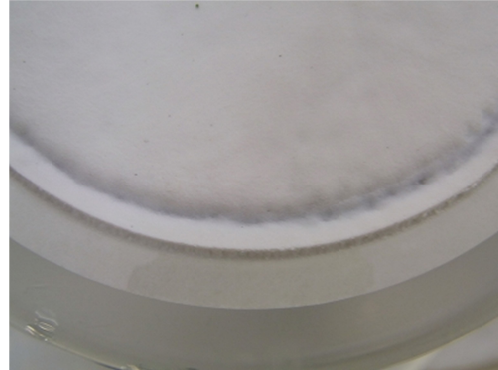


図 13b ステンレススクリーンのろ過ケーキ（拡大）

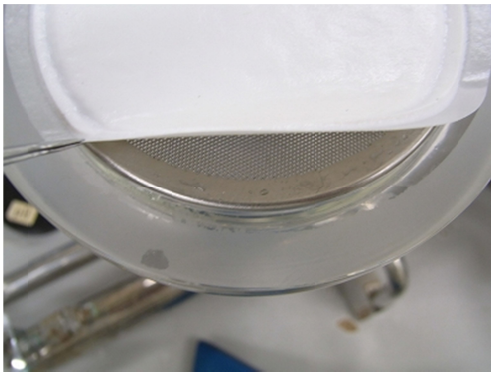


図 13c ステンレススクリーンとろ過ケーキの状況

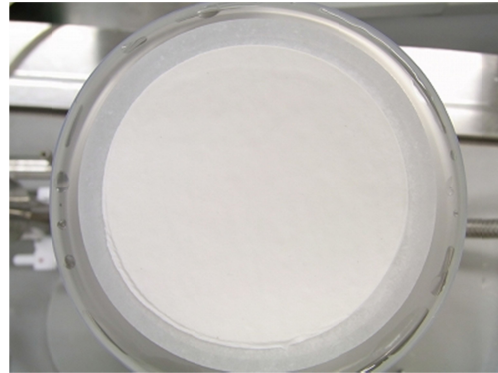


図 13d 焼結ガラス製のろ過ケーキ



図 14a ろ過中に発生した気泡



図 14b 発泡により安定しないろ過ケーキ

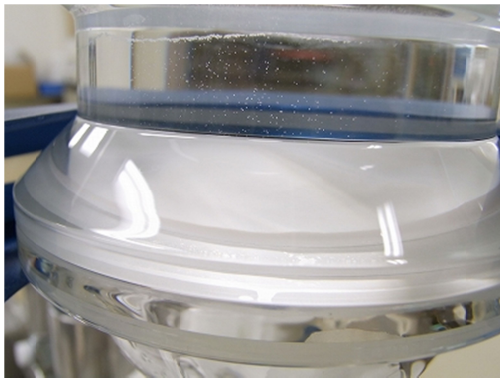


図 14c ろ過終了直前の様子



図 14d ろ過ケーキ

表 5 水道クリプト等検出対応一覧

(厚生労働省水道課調べ、<http://www.env.go.jp/council/09water/y090-34/ref02.pdf> より)

年度	件数	都道府県市町村	種別	浄水処理	長期的対応	備考
平成8年度	1	埼玉県越生町	上水道	急速ろ過処理	膜ろ過施設設置	浄水からクリプトスポリジウムを検出。住民 14,000 人のうち 8,800 人が感染。
平成9年度	2	鳥取県鳥取市	簡易水道	塩素処理のみ	上水道事業に併合	原水からクリプトスポリジウムを検出。感染症患者なし。
		兵庫県山崎町	簡易水道	塩素処理のみ	膜ろ過施設設置	原水からクリプトスポリジウムを検出。感染症患者なし。
平成10年度	2	福井県永平寺町	簡易水道	急速ろ過処理	浄水処理管理強化	原水及び浄水からジアルジアを検出。感染症患者なし。
		兵庫県夢前町	簡易水道	塩素処理のみ	膜ろ過施設設置	原水からクリプトスポリジウムを検出。感染症患者なし。
平成11年度	1	山形県朝日村	上水道	塩素処理のみ	広域用水供給事業から受水	浄水からクリプトスポリジウム及びジアルジアを検出。感染症患者なし。
平成12年度	3	青森県三戸町	簡易水道	塩素処理のみ	膜ろ過施設設置	浄水からジアルジアを検出。感染症患者なし。
		沖縄県名護市	小規模水道	簡易ろ過及び塩素処理	上水道事業に併合	浄水からクリプトスポリジウムを検出。感染症患者なし。
		岩手県平泉町	簡易水道	塩素処理のみ	水源変更、急速ろ過施設設置	浄水からジアルジアを検出。感染症患者なし。
平成13年度	5	愛媛県今治市	上水道	塩素処理のみ	当該水源は使用中止	浄水からクリプトスポリジウムを検出。感染症患者なし。
		岩手県釜石市	簡易水道	緩速ろ過処理	浄水処理管理強化	原水及び浄水からジアルジアを検出。感染症患者なし。
		兵庫県山崎町	簡易水道	塩素処理のみ	膜ろ過施設設置	原水からクリプトスポリジウムを検出。感染症患者なし。
		鹿児島県財部町	上水道	塩素処理のみ	膜ろ過施設設置予定	原水からクリプトスポリジウムを検出。感染症患者なし。
平成14年度	1	愛媛県北条市	上水道	急速ろ過、活性炭処理	ろ材入替、浄水処理管理強化を予定	浄水からクリプトスポリジウムを検出。感染症患者なし。
		山形県新庄市	簡易水道	塩素処理のみ	応急対策として膜処理装置設置、長期的には上水道事業と統合予定	原水からジアルジアを検出。感染症患者なし。
平成15年度	2	大分県別府市	上水道	塩素処理のみ	当該水源は使用中止	原水からジアルジアを検出。感染症患者なし。
		山形県米沢市	小規模水道	塩素処理のみ	応急対策として膜ろ過施設設置、長期的には水源変更	浄水からジアルジアを検出。感染症患者なし。
平成16年度	1	兵庫県宝塚市	上水道	急速ろ過処理	安全確認迄の間飲用制限、浄水処理管理強化を実施	原水及び浄水からジアルジアを検出。感染症患者なし。
平成17年度	0	該当なし				
平成18年度	1	大阪府能勢町	簡易水道	急速ろ過	濁度計を設置し常時濁度管理を徹底	原水及び浄水からクリプトスポリジウムを検出。感染症患者なし。
平成19年度	2	富山県富山市	簡易水道	塩素処理のみ	上水道事業に併合	原水からジアルジアを検出。感染症患者なし。
		富山県高岡市	簡易水道	急速ろ過(濁度管理不可)	紫外線処理施設設置予定	原水からジアルジアを検出。感染症患者なし。
平成20年度	1	山形県村山市	簡易水道	塩素処理のみ	膜ろ過施設設置	原水からジアルジアを検出。感染症患者なし。
平成21年度	0	該当なし				
平成22年度	2	富山県南砺市	専用水道	塩素処理のみ	紫外線処理施設の設置あるいは隣接簡易水道への切り替え	原水からジアルジアを検出。感染症患者なし。
		千葉県成田市	小規模貯水槽水道	—	貯水槽を更新	給水栓水からクリプトスポリジウム及びジアルジアを検出。小規模貯水槽水道の利用者 43 人のうち 28 人が体調不良、4 人がジアルジアに感染。
平成23年度	1	長野県伊那市	簡易水道	急速ろ過		原水及び浄水からクリプトスポリジウムを検出。感染症患者なし。
平成24年度	1	群馬県	用水供給	急速ろ過		浄水からジアルジアを検出。感染症患者なし。
計	26					

* 原水からクリプトスポリジウム等が検出された場合で「対策指針」に基づく対策が講じられていない施設の事例を含む。

表 6 水道蛇口による集団感染（疑い含む）

Cryptosporidium			
Month / year	Location / country	Est. cases	Susp. cause
Aug 2001	Nuernberg / Germany	201	Potentially tap water during field exercise among military recruits
Aug-Nov 2004	Bergen / Norway	133	Additive during large giardiasis outbreak Public rinking water supply contaminated by sewage or animal waste following heavy rainfall
Sep 2005	Western Turkey	191	Cyclospora co-infection
Sep-Dec 2005	North-west Wales	218	Public water supply (the absence of effective treatment to remove Cryptosporidium oocysts at the water treatment works) Public water supply using Lough Corrib (a large lake)
Feb 2007	City and county of Galway / Ireland	182	Heavy precipitation of historic proportions and the water source reaching the highest level on record
Nov 2010	Ostersund / Sweden	10000	Contaminated water supply

Giardia			
Month / year	Location / country	Est. cases	Susp. cause
May-Sep 2004	Ohio / USA	3-1450	Sewage contaminated groundwater
Aug-Oct 2004	Bergen / Norway	2500	Leaking sewage pipes and insufficient water treatment
Oct 2005	Izmir / Turkey	196	Faecal contamination in public water supply

Toxoplasma			
Month / year	Location / country	Est. cases	Susp. cause
Aug 2004-Jul 2005	Coimbatore City / India	249	T. gondii (ocular) / probably contaminated supplying water after heavy rainfall

Baldursson S, Karanis P. Waterborne transmission of protozoan parasites: review of worldwide outbreaks - an update 2004-2010. Water Res. 2011 Dec 15;45(20):6603-14.
 より、100 人を超える、かつ、蛇口あるいは水道が疑われるものを抜粋

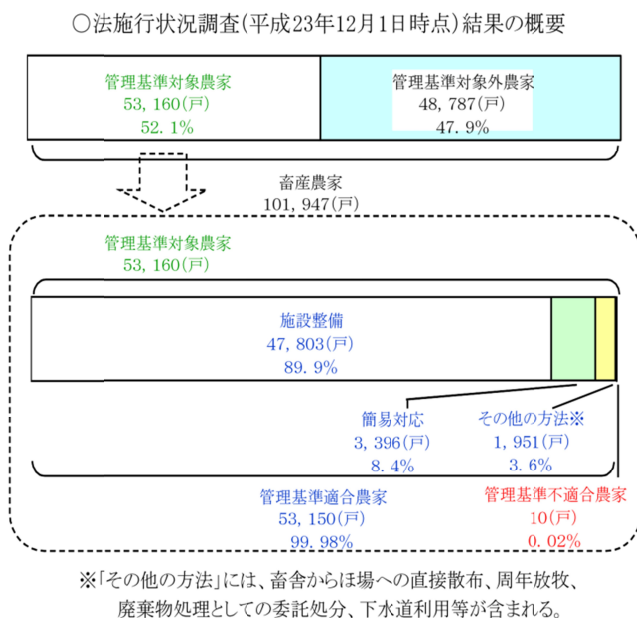


図 15 家畜排せつ物法の施行状況 (http://www.maff.go.jp/j/chikusan/kankyo/taisaku/t_monдай/04_zyokyo/index.html より)

表 7 全国 30 箇所の原水検査 (H23, 24 年度、当該研究)

試料No.	クリプトスポリジウム			ジアルジア		
	顕微鏡 (oocysts/5L)	qPCR (oocysts/5L)	RT-LAMP (Tt値, min)	顕微鏡 (cysts/5L)	qPCR (cysts/5L)	LAMP (Tt値, min)
1	5	0.32	47	-	-	-
2	1	-	-	-	-	-
3	1	0.15	33	-	-	-
4	-	0.36	39	-	0.28	39
5	2	-	-	-	2.2	-
6	2	0.02	33	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-
8	2	-	-	1	-	-
9	2	1.1	27	3	-	-
10	2	-	-	-	-	-
11	10	-	-	1	14	55
12	222	0.11	33	5	-	-
13	2	0.89	30	3	11	37
14	-	-	-	-	3.8	39
15	1	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-
18	-	1.1	31	-	0.82	53
19	-	3.2	29	5	0.97	39
20	-	-	-	3	3.2	57
21	23	1.3	39	2	-	-
22	-	1.2	30	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-	-
27	33	6	33	-	-	-
28	1	3.4	29	3	-	-
29	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-

- かつて、ろ過なし、消毒なしで、コレラ流行などあった
- ろ過導入、一般細菌数を下げた (病原体汚染を減らした)
- 塩素消毒で、細菌ウイルスをほぼ不活化した
- 濁度基準、紫外線照射や膜ろ過で、耐塩素性病原微生物を対策しつつある

図 16 水道の微生物対策の歴史的経緯

