

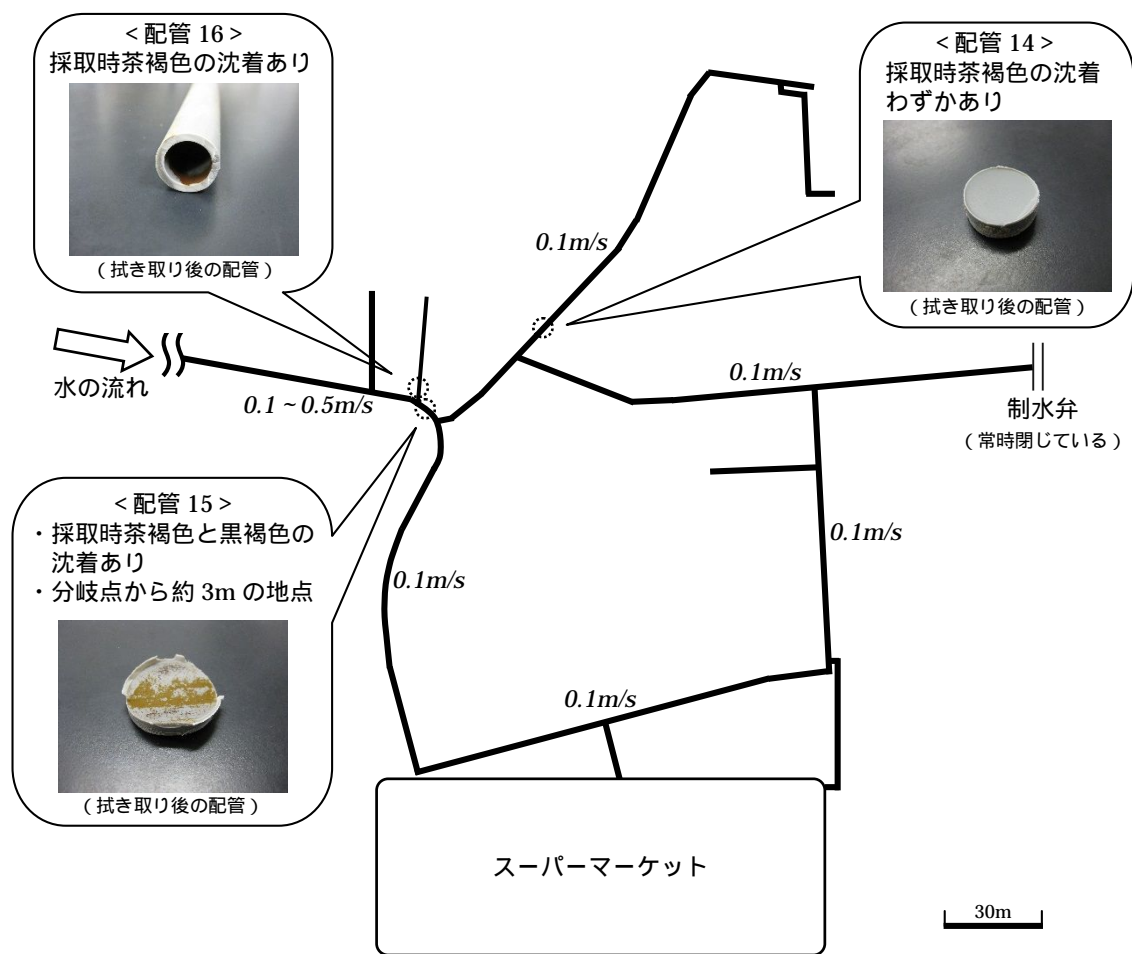
表 1 耐震性貯水槽における従属栄養細菌数の増加

施設	耐震性貯水槽仕様他	採水日	従属栄養細菌 (CFU/mL)	従属栄養細菌 14 日後 (CFU/mL)	一般細菌 (CFU/mL)	残留塩素 (mg/L)	pH 値	水温 ()	採水直前の 推定捨水量(m ³)
N1	圧力式 100 m ³ 鋼製内面珪 杉樹脂塗装 H9 竣工 5.4 回/日(夏季) 採水 50 管 流向設定なし(対称構造)	H26.6.26	10	110		0.20	-	16.5	0.3
		H26.7.28	90	140		0.18	-	19.3	6
		H26.8.25	200	1200		0.16	-	21.5	10
		H26.9.25	8	44	0	0.40	7.5	19.2	0.4
		H26.10.29	12	30		0.44	-	14.4	0.25
		10.29 流出側ドレン	6	10		0.44	-	14.5	-
N2	圧力式 100 m ³ 鋼製内面珪 杉樹脂塗装 H10 竣工 3.6 回/日(夏季) 採水 50 管 流向設定なし(対称構造)	H26.6.26	1	120	-	0.24	-	18.7	0.7
		H26.8.25	12	1700	-	0.12	-	22.2	6
		H26.9.4	2	68	0	0.42	7.5	22.3	0.3
		H26.10.29	18	40	-	0.56	-	14.4	0.15
H1	圧力式 100 m ³ 珪 珪鉄管 H16 竣工 6.0 回/日 流向逆 採水立水栓	H26.7.17	3	38	-	0.34	7.2	20.8	0.25
		7.17 配水本管水栓	0	2	-	0.38	7.2	21.3	-
		H26.8.21	2	7	-	0.31	-	22.0	0.5
		8.21 配水本管水栓	0	3	-	0.35	-	23.0	-
		H26.9.29	0	44	-	0.35	7.2	21.0	0.5
		9.29 配水本管水栓	0	1	-	0.36	7.2	21.3	-
H2	圧力式 100 m ³ 珪 珪鉄管 H19 竣工 24 回/日 流向正 採水立水栓	H26.7.17	4	8	-	0.30	7.2	22.2	0.25
		H26.8.21	0	2	-	0.30	-	23.0	0.5
		H26.9.29	4	16	-	0.36	7.2	23.0	0.5
H3	圧力式 100 m ³ 珪 珪鉄管 H23 竣工 2.4 回/日 流向逆 採水立水栓	H26.7.17	2	660	-	0.28	7.2	24.2	0.25
		7.17 配水本管水栓	0	0	-	0.29	7.2	20.8	-
		H26.8.21	2	14	-	0.25	-	26.0	0.5
		8.21 配水本管水栓	0	1	-	0.29	-	25.7	-
		H26.9.29	0	14	-	0.27	7.2	23.4	0.5
		9.29 配水本管水栓	0	2	-	0.26	7.2	23.0	-
NA1	大気開放式 1000 m ³ PC. 内面塗装なし S59 竣工 採水 50 管 流向正	H26.8.5	32	430	2	0.38	7.5	14.1	0.2
		H26.8.19	85	540	0	0.28	7.3	15.3	0.2
NA2	圧力式 330 m ³ 珪 珪鉄管 S62 竣工 25 回/日 流向正 採水 50 管	H26.8.5	2	5	1	0.38	7.5	19.5	0.2
		H26.8.19	4	5	1	0.30	7.4	17.5	0.2
NA3	圧力式 100 m ³ ×3 基並列 珪 珪鉄管 H7 竣工 0.63 回/日 流向逆 採水 50 管	H26.8.5	114	120	2	0.26	7.8	20.7	0.1
		H26.8.19	36	100	0	0.22	7.5	20.4	0.1
K1	圧力式 50 m ³ 珪 珪鉄管 H8 竣工 5.2 回/日 流向正 採水 50 管	H26.8.22	1	4	-	0.28	7.3	25.2	0.12
K2	圧力式 50 m ³ 珪 珪鉄管 H8 竣工 14.6 回/日 流向正 採水 50 管	H26.8.22	1	40	-	0.42	7.2	23.2	0.12
K3	圧力式 50 m ³ 珪 珪鉄管 H7 竣工 3.5 回/日 流向正 採水 50 管	H26.8.22	0	2	-	0.26	7.2	24.0	0.12
K4	圧力式 60 m ³ 珪 珪鉄管 H9 竣工 1.4 回/日 流向正 採水 50 管	H26.8.22	28	130	-	0.30	7.7	21.8	0.12

表 2 配水管給水管内壁の従属栄養細菌数

配管 No.	採取日	採取形状	管口径	敷設年(年)	使用年数(年)	拭き取り面積 (cm ²)	従属栄養細菌数	
							配管単位面積あたり (CFU/cm ²)	空气中(CFU/mL)
1	H25.12.10	配水管穿孔片	150	H13	12	3.1	52	
2	H26.1.10	配水管穿孔片	75	S45	43	4.9	2	3
3	H26.1.21	配水管穿孔片	75	H7	18	2.8	36	5
4	H26.9.12	配水管穿孔片	75	S60	29	3.1	6	0
5	H26.9.12	配水管穿孔片	100	S59	30	1.1	0	0
6	H26.9.26	配水管穿孔片	75	S40	49	4.9	12	0
7	H26.10.30	給水管	30	S40	49	4.0	0	
8	H26.11.4	給水管	25	S40	49	4.0	0	
9	H27.1.14	配水管穿孔片	150	H13	13	3.1	0	0
10	H27.1.23	配水管穿孔片	75	H7	19	3.1	10(13)	14(20)
11	H27.12.1	配水管	75	S55	35	4.0	48(55)	0(0)
12	H28.1.25	配水管穿孔片	75	S61	29	9.6	2(4)	1(3)
13	H28.1.25	給水管	20	H10	17	4.0	8(15)	
14	H28.2.9	配水管穿孔片	75	H10	17	1.8	11(11)	0(0)
15	H28.2.10	配水管穿孔片	75	S43	47	9.6	1,083(1,688)	4(6)
16	H28.2.10	給水管	16	S43	47	4.0	28(50)	2(3)

No.7、8、11、16 は拭き取った 3 箇所、No.13 は拭き取った 2 箇所の平均値
()内は培養 14 日後の値



斜体数値は流速（平成 16 年度日最大配水量発生時）

図 1 配管 14～16（表 2）の区域図

表 2 にある配管 15 以降の、およそ口の字になったループ部分には、大口需要者のスーパーマーケットと、アパートを中心とした 50 家庭ほどの家屋が存在する。右端の常時閉じている制水弁は、別系統との非常時の融通を目的としたもので、その付近の滞留解消も将来の課題となり得る。

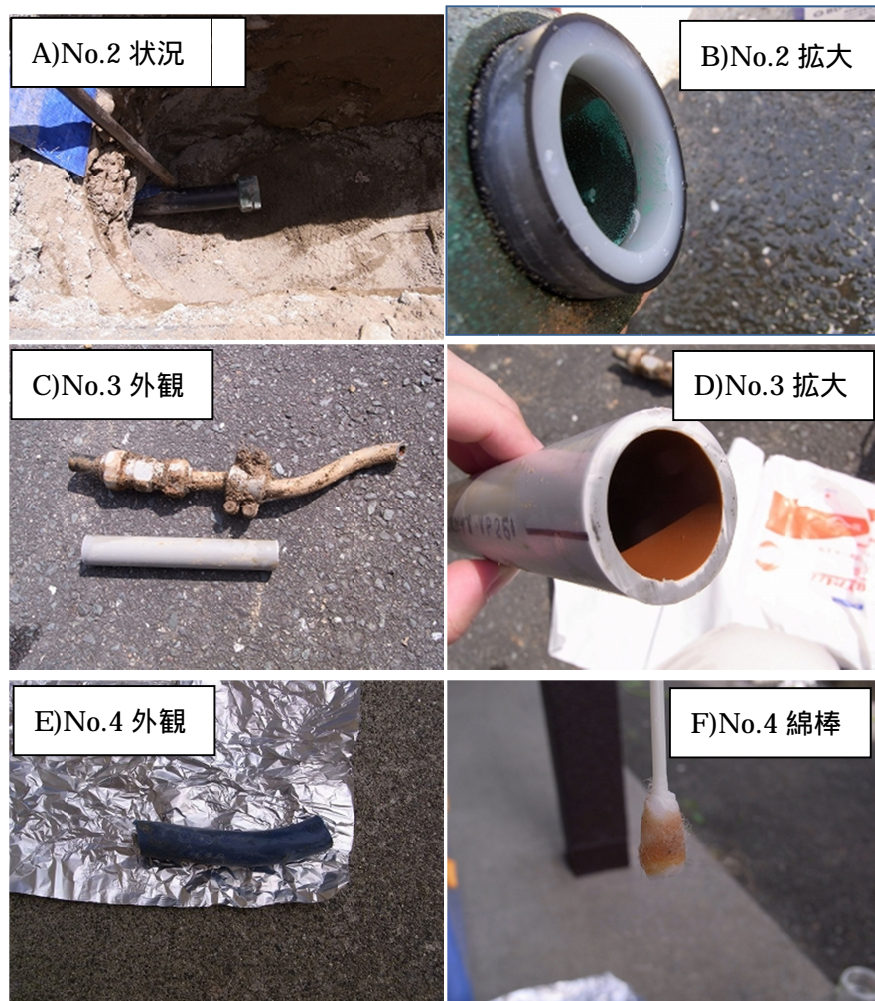


図2 従属栄養細菌数を測定した配管等の一部写真

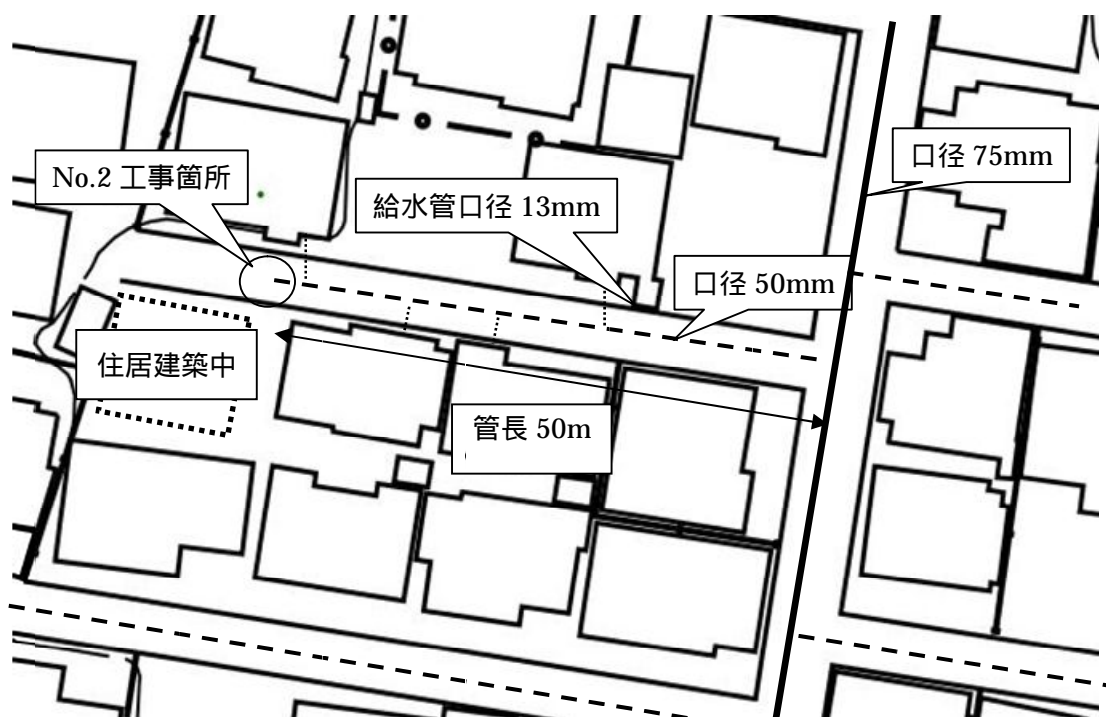


図3 No.2 (図2) の配管状況図

表 3 配管内拭き取りの従属栄養細菌数

サンプル No.	採水日	工事内容	気温	水温	残留塩素	使用年数	管種	材質	口径	ふき取り面 積	従属栄養細菌数(測定数)				従属栄養細菌数 (cfu/cm2)	
											7 日後		14 日後		7 日後	14 日後
1	7/22	漏水配管修繕工事	31.0	26.5	0.47	>30	給水管	鉛	13mm	6.1	0	0	1	7	0	0
1	7/22	漏水配管修繕工事	31.0	26.5	0.47	10	給水管	PE 二層管	13mm	6.1	1	2	5	10	<1	1
2	8/6	配管伸長設置工事	37.5	-	0.17	15	配水管	PE	50mm	2	0	0	4300	4200	0	2125
2	8/6	配管伸長設置工事	37.5	-	0.17	15	配水管	PE(汚れていた部分)	50mm	2	0	0	2500	3500	0	1500
2	8/6	配管伸長設置工事	37.5	-	0.17	15	配水管	鉄キャップ	50mm	3.1	0	0	4500	3600	0	1306
3	8/21	漏水配管修繕工事	36.0	25.6	0.40	39	給水管	鉛	13mm	6.1	0	3	1	4	<1	<1
3	8/21	漏水配管修繕工事	36.0	25.6	0.40	<30	給水管	PE 二層管	13mm	6.1	0	3	0	3	<1	<1
3	8/21	漏水配管修繕工事	36.0	25.6	0.40	>39	配水管	VP	25mm	11.8	0	0	0	0	0	0
4	10/15	漏水配管修繕工事	26.0	23.0	0.39	32	給水管	鉛	13mm	6.1	0	0	0	0	0	0
4	10/15	漏水配管修繕工事	26.0	23.0	0.39	32	給水管	鉛	13mm	6.1	0	0	0	1	0	<1
5	11/27	漏水配管修繕工事	13.0	17.5	0.34	38	給水管	鉛	13mm	6.1	13	9	18	18	2	3

サンプル No.1,3,4,5 の水温と残留塩素は近隣の公園や神社より採水して測定を行った。



図4 布設替え工事と採取（表4の試料1、2に対応）

A: 工事現場の様子

B: 切り落とした配水本管

C: 拭き取り後、茶色の汚れが落ちた様子

表4 布設替え工事の配管内面の従属栄養細菌数

試料番号、管種	従属栄養細菌数				使用年数
	培養7日後		14日後		
	懸濁液 (cfu/mL)	同単位面積当たり (cfu/cm ²)	懸濁液 (cfu/mL)	同単位面積当たり (cfu/cm ²)	
モルタルライニング 鋳鉄管	24	60	32	80	35年 (S55竣工)
モルタルライニング 鋳鉄管	36	90	178	440	35年 (S55竣工)
モルタルライニング 鋳鉄管	52,000	130,000	56,000	140,000	26年 (S64竣工)
エポキシ粉体ライニング 鋳鉄管 (異形管)	23,000	57,000	23,000	58,000	26年 (S64竣工)
モルタルライニング 鋳鉄管	430	1,100	590	1,500	49年 (S41竣工)
モルタルライニング 鋳鉄管	520	1,300	600	1,500	49年 (S41竣工)

配管径は全て100mmであった。採取場所は全て側面側で行った。

参考として、採取日は1,2が平成27年5月22日、3,4が28日、5,6が6月5日だった。

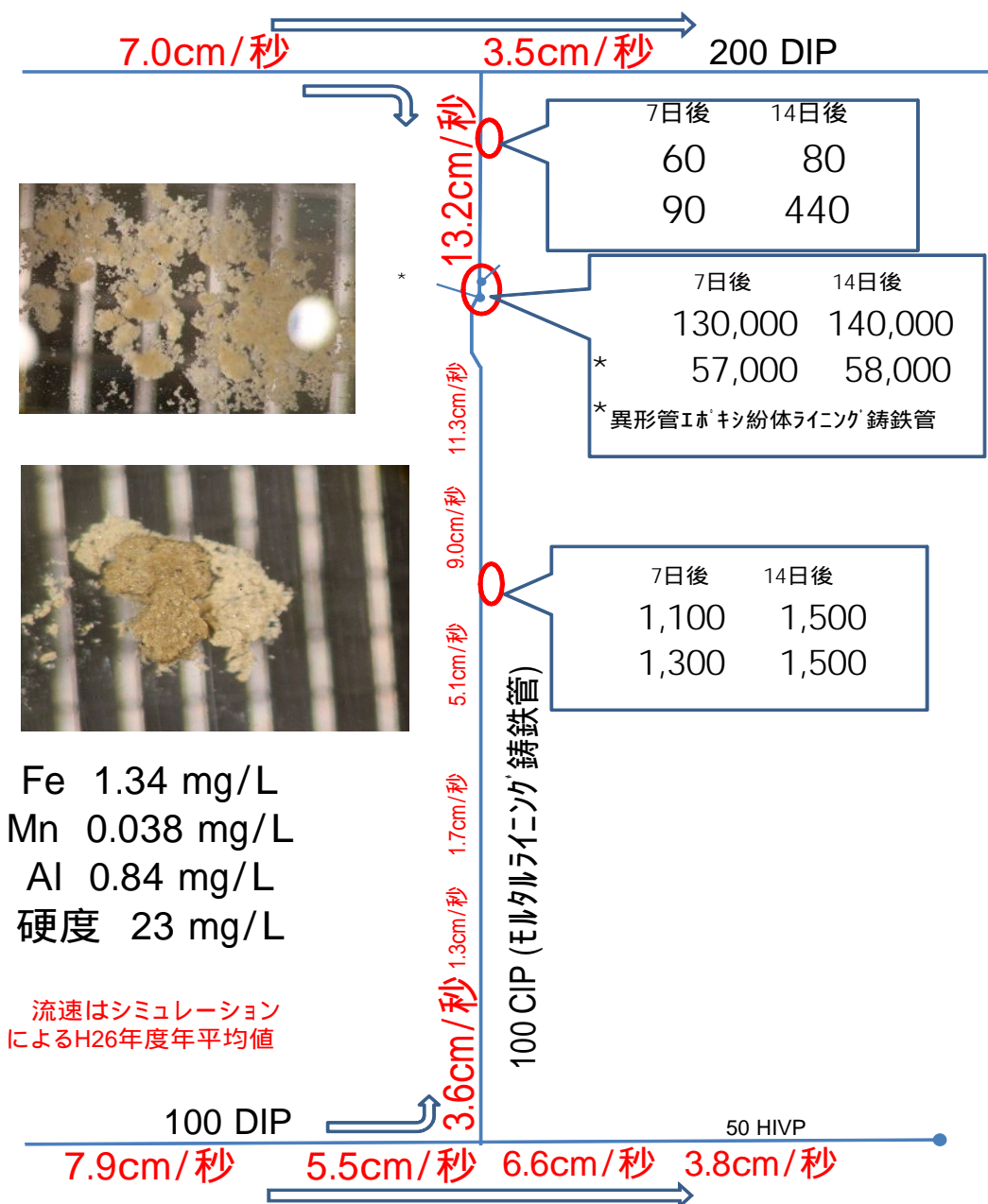


図5 採取試料の位置関係の模式図

縦方向の線が問題の配水管で、布設替え工事を行った。丸1から6の後の数値は従属栄養細菌数を表し、表4より再掲した。試料3,4の箇所が左に曲がっているのは、迂回のために配管が上方向に立ち上がっていることを意味しており、左を通った意味ではない。図の上と下に、左右に伸びる配水管がある。上の配水管は右に続いているが、下の配水管は、右下で行き止まりになっている。左の写真は、3,4の配管内から採取されたゴミで、元素分析の結果を下に記入した。配管にそって、シミュレーションにより求めた年平均の流速、管径、管の種類等を記入した。

表 5 家庭環境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	試料数	レジオネラ培養陽性	濃度 (cfu/100mL)	LAMP陽性	アメーバ増菌後		温度		塩素濃度 (mg/L)		従属栄養細菌数 (log10 CFU/mL)			
							培養陽性	LAMP陽性	平均	範囲	平均	範囲	平均a	範囲		
台所	蛇口水	H25	4	6	0	1	0	0	29.3	23.5 ~ 42.0	0.63	0.5 ~ 0.8	2.3	不検出 ~ 3.0		
		H26	6	8	0	1	1d	3	26.5	24.0 ~ 30.0	0.14	0.0 ~ 0.53	2.3	0.3 ~ 5.1		
浄水器	蛇口水		2	2	0	0	0	0	24.4	22.5 ~ 26.2	0.00	0.0 ~ 0.0	3.9	3.7 ~ 4.2		
浴室	蛇口水	H25	4	5	0	0	0	0	29.8	24.5 ~ 42.0	0.47	0.0 ~ 0.8	2.2	1.0 ~ 2.7		
		H26	8	8	0	1	0	1	26.0	18.5 ~ 36.0	0.19	0.0 ~ 0.45	2.3	0.3 ~ 4.0		
	給湯水	H25	4	7	0	1	0	0	34.4	26.5 ~ 39.0	0.20	0.0 ~ 0.8	3.8	13.0 ~ 4.5		
		H26	9	10	1b	6	0	7	32.5	28.0 ~ 39.0	0.12	0.0 ~ 0.50	3.6	1.4 ~ 6.3		
洗面台	蛇口水	H25	3	4	1c	2	0	0	26.0	26.0 ~ 26.5	0.47	0.0 ~ 0.8	4.2	6.0 ~ 4.7		
		H26	4	5	0	0	0	1	25.6	25.6 ~ 30.0	0.16	0.02 ~ 0.33	2.0	0.6 ~ 3.5		
庭	蛇口水		1	2	0	0	0	0	24.8	24.8 ~ 24.8	0.60	0.6 ~ 0.6	不検出	不検出 ~ 不検出		
公園	蛇口水		-	1	0	0	0	0	26.5	26.5 ~ 26.5	0.00	0.0 ~ 0.0	-	- ~ -		
合計			68	2		12	1	12								

a:幾何平均、b: *L. pneumophila* SG1 c: *Legionella* sp. L-29 d: *L. anisa*

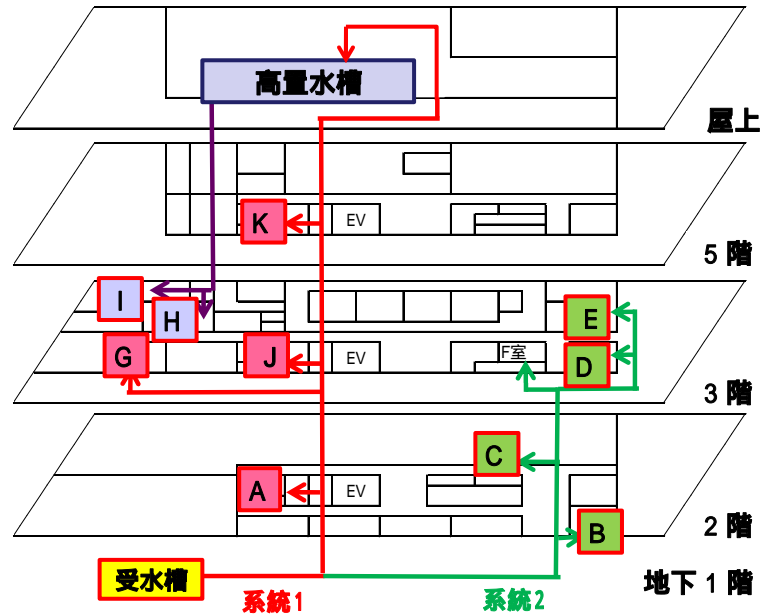


図6 調査対象とした新築の特定建築物の水道配管模式図

調査対象外のフロア（地上1階と4階）は図から省略した。配管は地下受水槽から2系統にわかれていた。系統2は、各階の右側で分岐し3階まで伸びていた。系統1は、各階の左側に分岐しつつ、屋上まで伸びて高置水槽に入り、不思議な複雑な構造だが高置水槽から出た配管は3階の2つの部屋のみに入っていた。

表6 特定建築物の蛇口初流水において検出された、レジオネラ属菌の経時的変化

採水場所		レジオネラ属菌数(CFU/100mL)						
		入居前	入居 1ヶ月後	入居 3ヶ月後	入居 5ヶ月後	入居 7ヶ月後	入居 9ヶ月後	入居 11ヶ月後
系統1	B1受水槽 出口	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	3階D室	11 <i>L.anisa</i>	<1	25 <i>L.anisa</i>	32 <i>L.anisa</i>	1,600 <i>L.anisa</i>	670 <i>L.anisa</i>	220 <i>L.anisa</i>
	3階F室	20 <i>L.sp</i>	<1	<1	<1	<1	<1	<1
系統2	3階H室	<1	66 <i>L.anisa</i> <i>L.nautarum</i>	19 <i>L.anisa</i> <i>L.nautarum</i>	83 <i>L.anisa</i>	210 <i>L.anisa</i> <i>L.nautarum</i> <i>m</i>	<1	2 <i>L.anisa</i>
	3階I室	12 <i>L.nautarum</i>	42 <i>L.nautarum</i>	240 <i>L.anisa</i> <i>L.nautarum</i>	<1	150 <i>L.anisa</i>	510 <i>L.anisa</i>	1,000 <i>L.anisa</i>

表 7 医療機関の蛇口初流水における、レジオネラ培養陽性となった試料一覧

	医療機関	温度	pH	残留塩素	LAMP	検出菌	菌数 (CFU/100ml)
D	病室 1 蛇口	26.9	7.7	< 0.1	-	<i>L. pneumophila</i> SG5	20
	病室 1 蛇口スリッ				-	<i>Legionella</i> sp.	
	病室 2 蛇口	25.3	7.8	< 0.1	+	<i>L. pneumophila</i> SG1	1,670
						<i>L. pneumophila</i> SG5	
						<i>Legionella</i> sp.	
	洗面台 1	26.4	7.8	< 0.1	-	<i>L. pneumophila</i> SG5	50
	洗面台 2	28.8	7.8	< 0.1	+	<i>L. pneumophila</i> SG5	10
	処置室給湯	31.5	7.8	< 0.1	+	<i>Legionella</i> sp.	10
	浴室蛇口	36.1	7.7	< 0.1	+	<i>L. pneumophila</i> SG5	40
	談話室 蛇口	29.2	7.8	< 0.1	+	<i>L. pneumophila</i> SG5	180
	手術室 水道	23.5	7.8	< 0.1	-	<i>L. feeleyi</i> SG1	130
	手術室 洗浄蛇口	24.7	7.8	< 0.1	+	<i>Legionella</i> sp.	3,320
	受水槽	18.0	7.8	0.11	+	<i>L. pneumophila</i> SG5	120
E	病棟 廊下 洗面台 1	33.7	7.5	< 0.1	+	<i>L. pneumophila</i> SG1	610
	病棟 廊下 洗面台 1				+	<i>L. pneumophila</i> SG1	
	蛇口スリッ						
	病棟 廊下 洗面台 2	33.4	7.5	< 0.1	+	<i>L. pneumophila</i> SG5	10
	病室 1 蛇口	31.1	7.5	< 0.1	+	<i>L. pneumophila</i> SG1	90
	病室 2 蛇口	33.4	7.6	< 0.1	+	<i>L. pneumophila</i> SG1	1,910
						<i>L. feeleyi</i> SG1	
	談話室 蛇口	26.7	7.5	< 0.1	+	<i>L. pneumophila</i> SG1	3,600
	談話室 蛇口 スリッ				-	<i>L. pneumophila</i> SG1	
	ステーション	33.6	7.6	< 0.1	+	<i>L. pneumophila</i> SG1	3,500
F	談話室 蛇口 1	26.7	7.5	0.15	+	<i>Legionella</i> sp.	430
	談話室 蛇口 2	30.9	7.6	0.14	-	<i>Legionella</i> sp.	270
	病棟 洗面台	35.3	7.4	0.16	-	<i>Legionella</i> sp.	130
	病室 蛇口	28.5	7.4	0.16	-	<i>Legionella</i> sp.	20

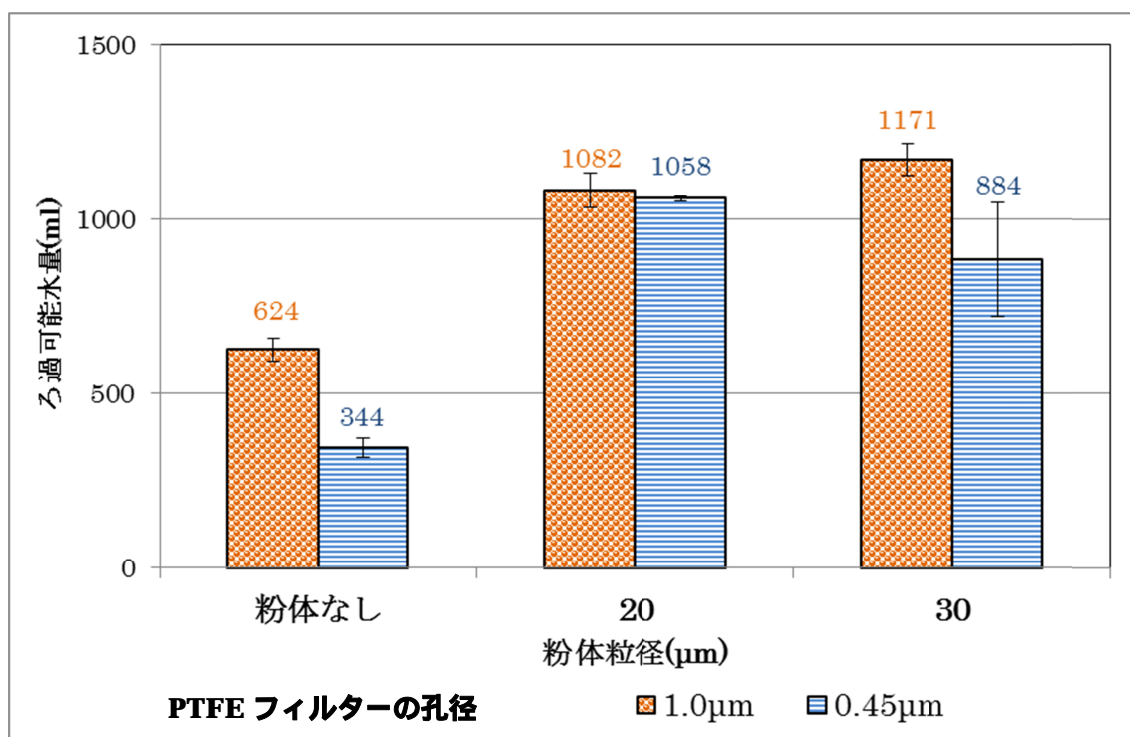


図 7 フィルター孔径と粉体粒径の大きさによるろ過可能水量

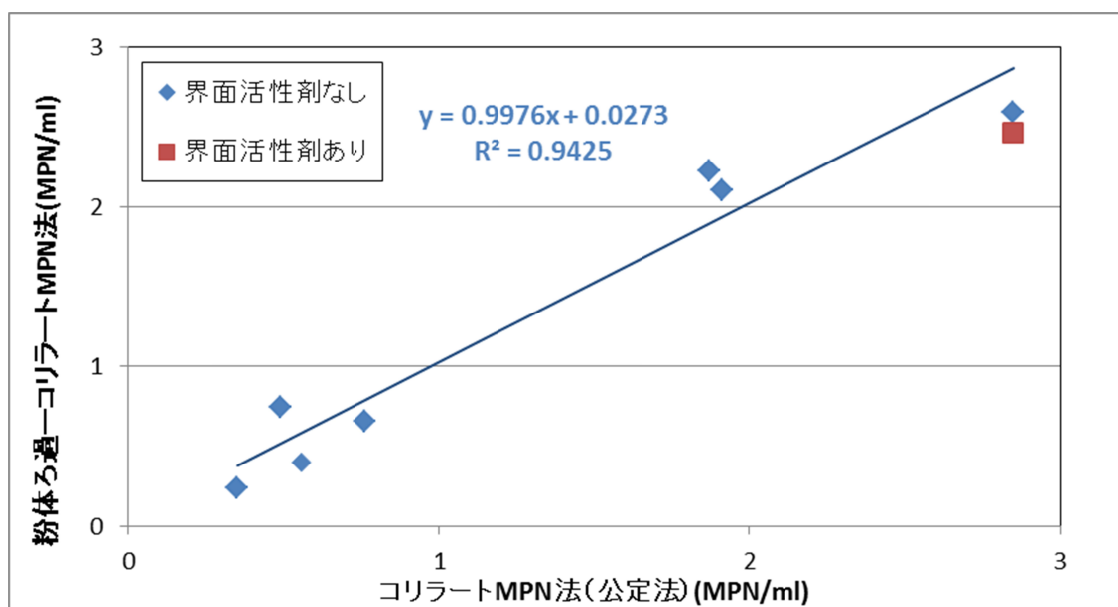


図 8 コリラート MPN 法と粉体ろ過 - コリラート MPN 法

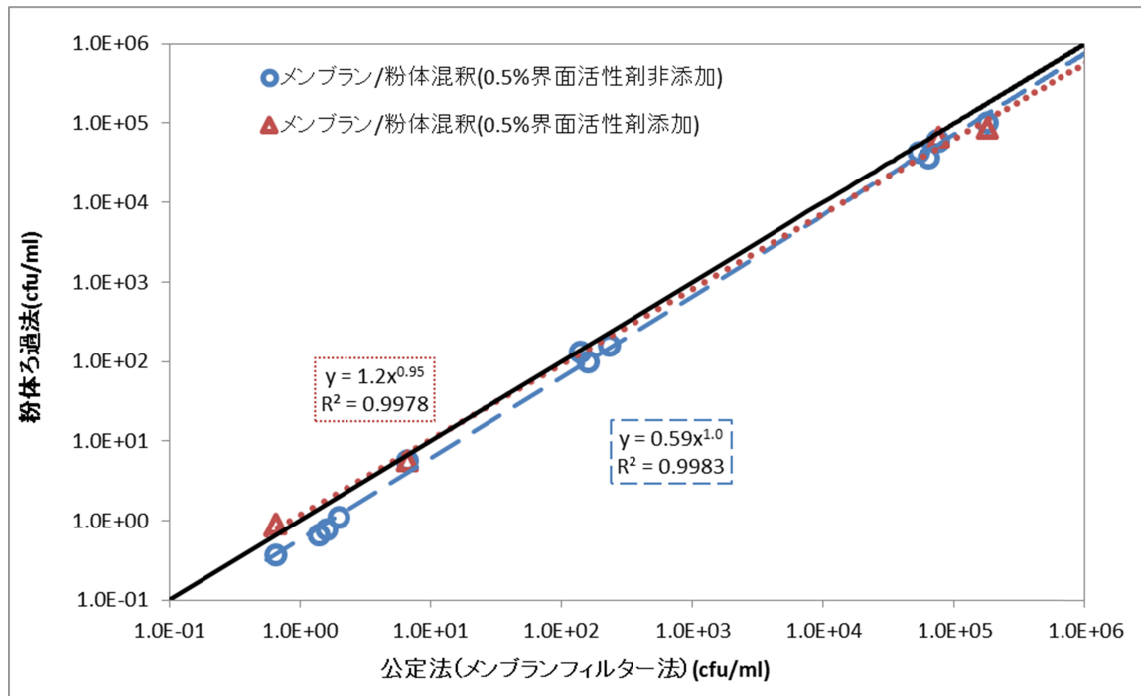


図 9 X-MG 培地・粉体ろ過法(混釈/界面活性剤添加)とメンブランフィルター法による大腸菌数

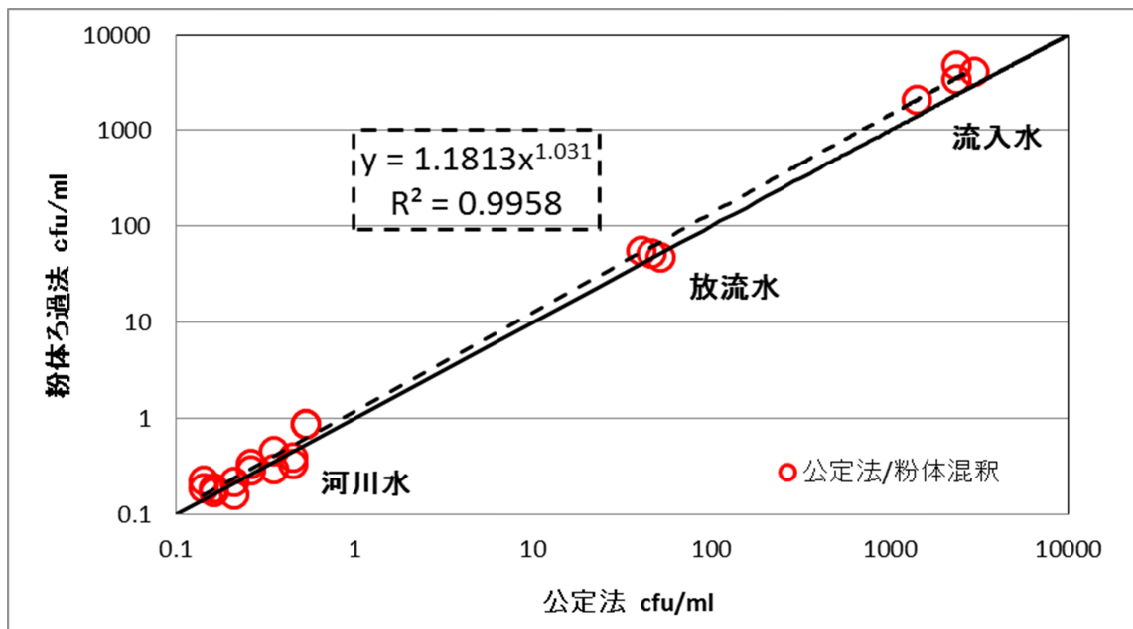


図 10 粉体ろ過法と公定法による嫌気性芽胞菌数

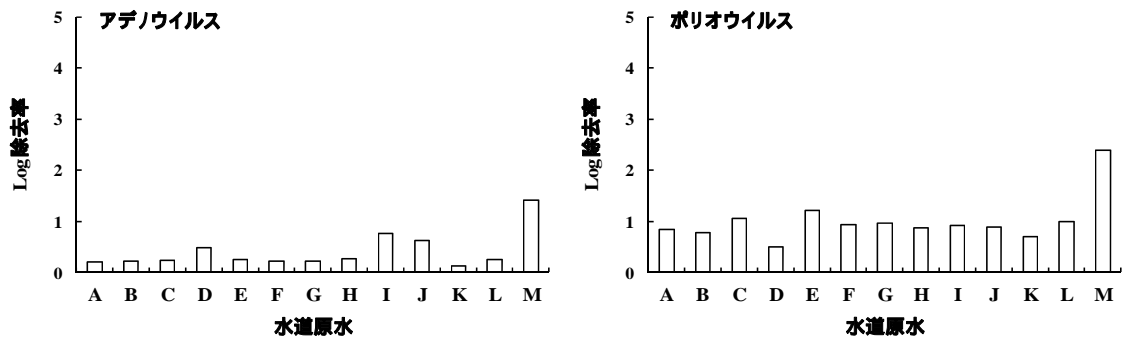


図 11 PACI-50s を用いた凝集沈殿処理におけるウイルス除去 (PFU 法)

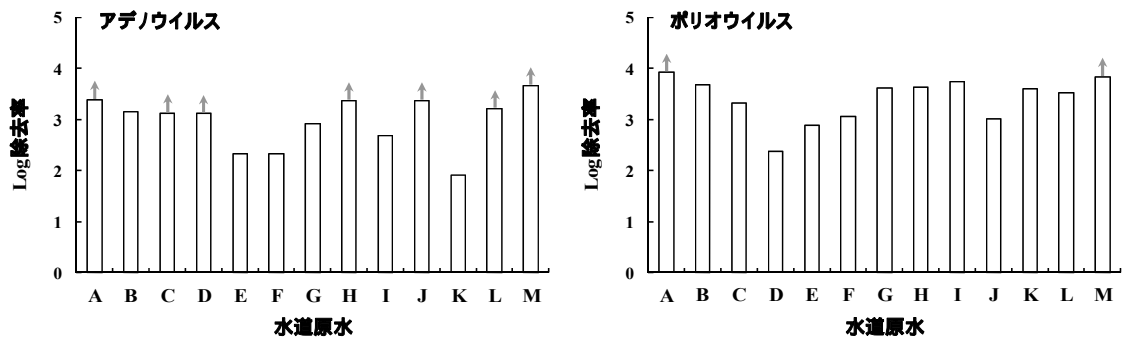


図 12 PACI-50s を用いた凝集沈殿+ろ過処理(急速ろ過を模した 0.45 μ mPTFE フィルターろ過)におけるウイルス除去 (PFU 法)

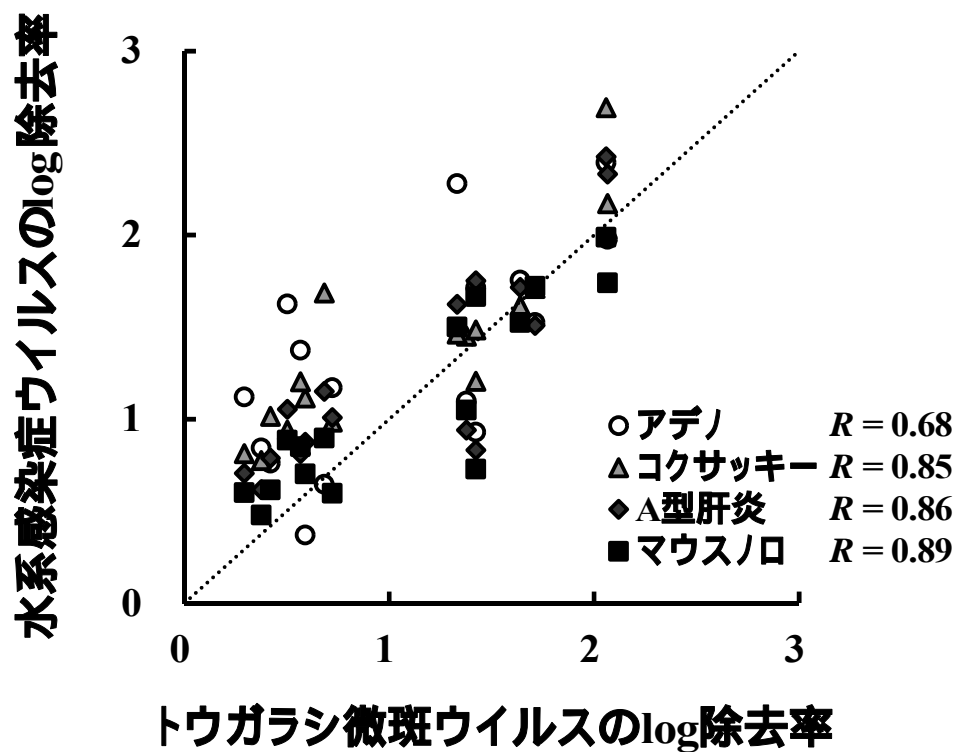


図 13 凝集沈殿、およびろ過処理における、水系感染症ウイルスとトウガラシ微斑ウイルスの除去性

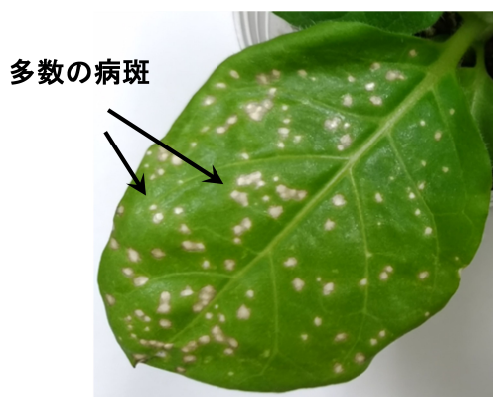


図 14 トウガラシ微斑ウイルスによる *Nicotiana tabacum* cv. *Xanthi-nc* への感染例

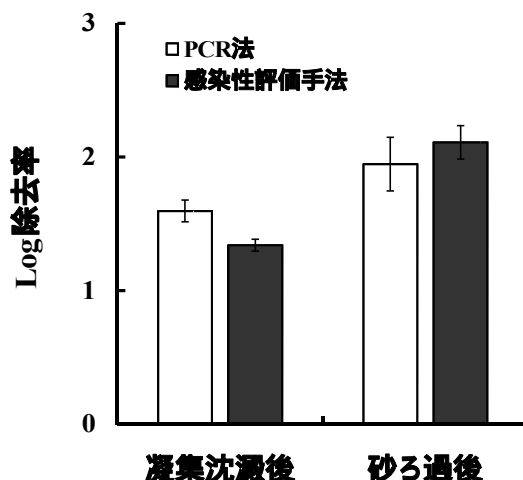


図 15 トウガラシ微斑ウイルスの除去率、PCR 法と感染試験の比較
環境水 C を使用、凝集剤添加濃度は 1.08mg-Al/L、各値は 2 回の測定の平均値

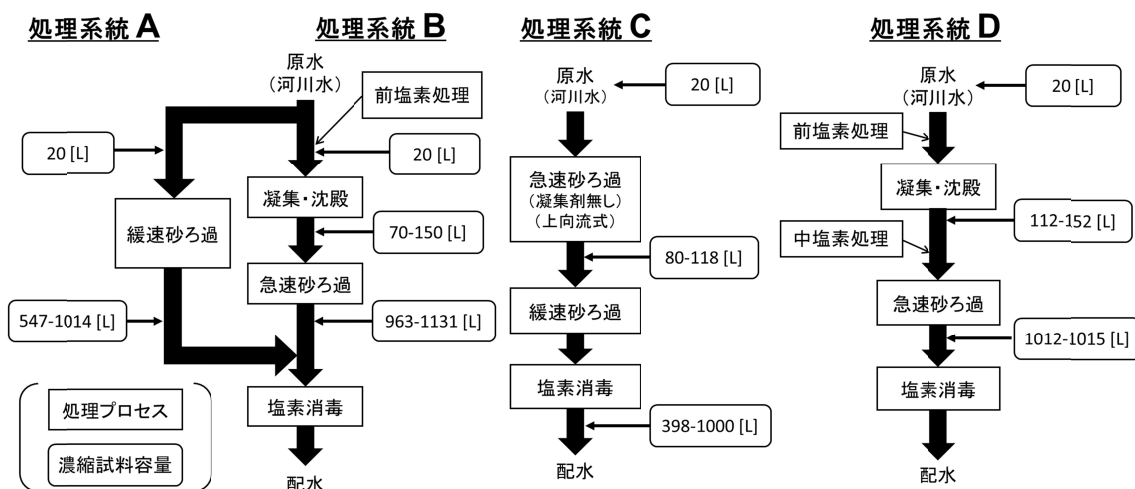


図 16 浄水場における処理フローと採水地点

表 8 各種試料中のウイルスの存在状況

ウイルス		原水中の濃度(Log ₁₀ copies/L) *	各種試料における陽性率
RNA Virus	アイチウイルス	2.55 ± 0.31 (n=3)	19% (18/43)
	ノロウイルス GI	1.74 (n=1)	11% (5/46)
	ノロウイルス GII	2.39 ± 0.62 (n=9)	54% (25/46)
	トウガラシ紫斑ウイルス	4.52 ± 0.49 (n=17)	83% (38/46)
DNA Virus	アデノウイルス 40/41 型	2.61 ± 1.21 (n=12)	41% (19/46)
Virus	JC ポリオーマウイルス	1.82 ± 0.41 (n=11)	33% (15/46)

* Limit of detection: RNA viruses, 0.92 - 1.06 Log₁₀ copies/L; DNA viruses, 0.98 - 1.12 Log₁₀ copies/L.

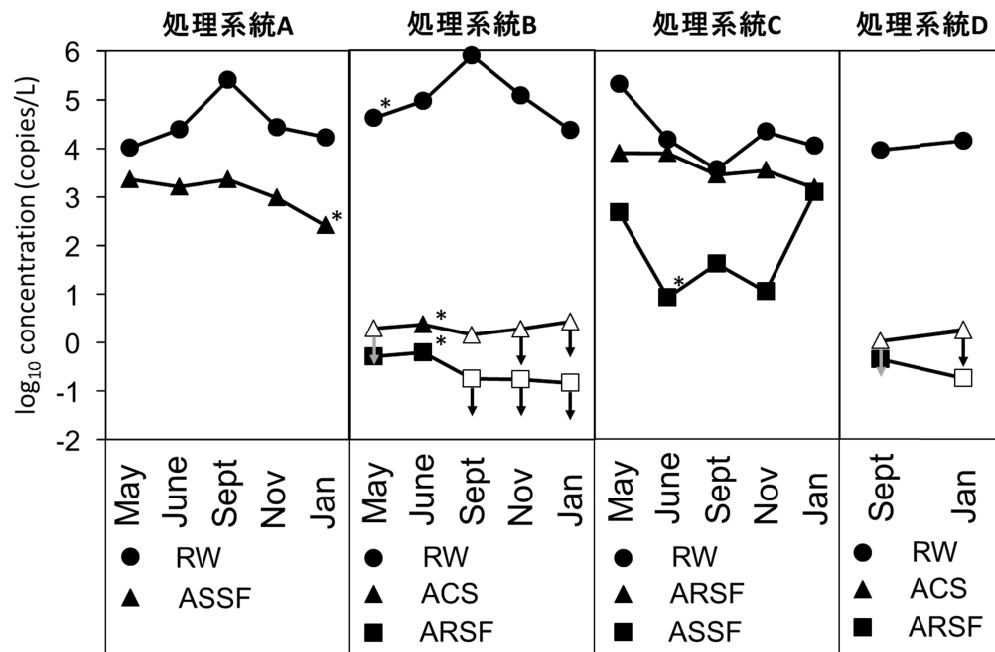


図 17 原水中および各処理工程後におけるトウガラシ微斑ウイルスの定量結果
 白抜きのプロットは定量不可能, 矢印は検出限界未満, アスタリスク(*)は検出阻害をあらわす。RW = 原水(raw water), ACS = 凝集沈殿後(after coagulation-sedimentation), ASSF = 緩速ろ過後(after slow sand filtration), ARSF = 急速ろ過後(after rapid sand filtration)

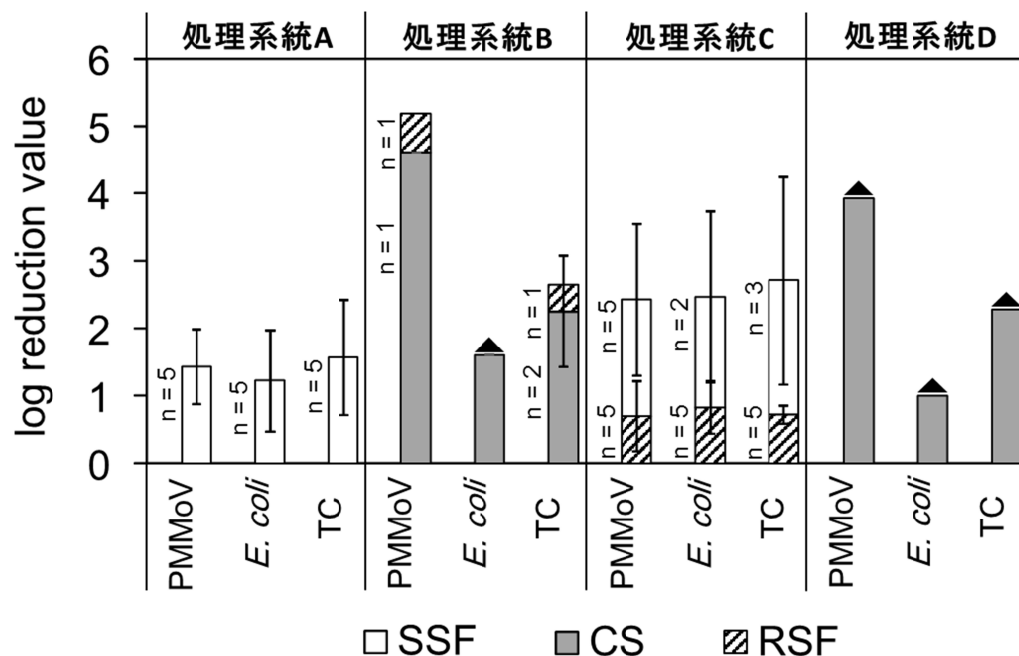


図 18 トウガラシ微斑ウイルスおよび指標細菌の除去効率
 エラーバーは標準偏差を, ▲は不等号付きの値(検出限界未満の測定、すなわち以上の除去率)をあらわす。SSF = 緩速ろ過(slow sand filtration), CS = 凝集沈殿後(coagulation-sedimentation), RSF = 急速ろ過後(rapid sand filtration)

A) 装置外観



B) 吸引ろ過部分



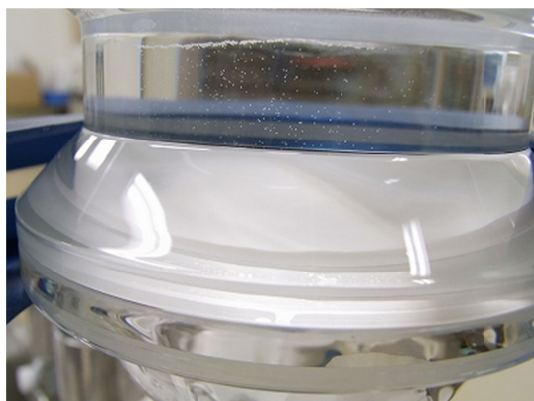
C) ろ過中に発生した気泡



D) 発泡により安定しないろ過ケーキ



E) 脱気後にろ過した場合



F) 脱気後にろ過で安定したろ過ケーキ



図 19 粉体ろ過の陰圧吸引方法

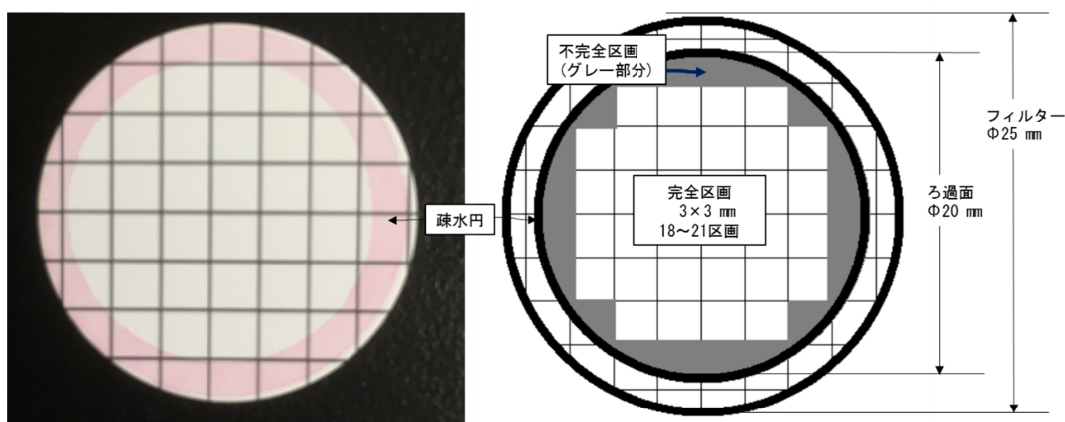


図 20 クリプトスポリジウム計数に MPN 法の応用するための格子入り観察用フィルター

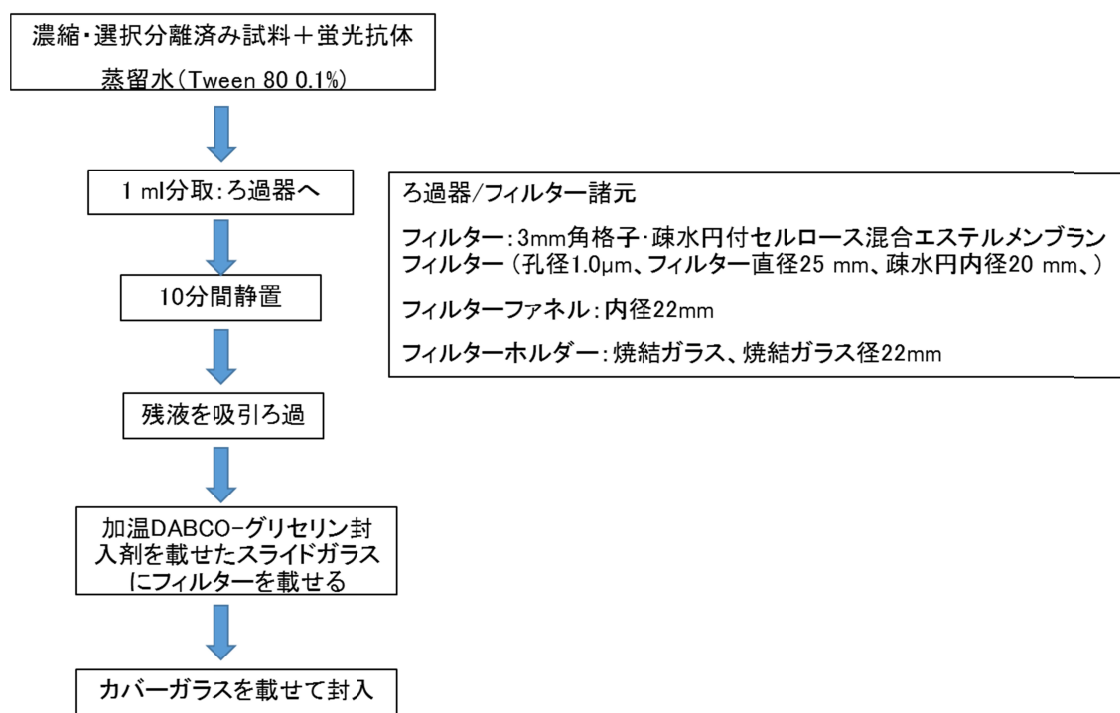


図 21 格子入り観察用フィルター上に、クリプトスポリジウムを均一に分散させる方法

表 9 格子入り観察用フィルター上での、クリプトスポリジウム実数値と MPN 値の比較

	実計測値	MPN値	
		分割なし	2分割
平均値(/ml)	5.43	6.08	5.95
SD	2.76	3.74	3.83
範囲	1 ~ 15	1.01 ~ 22.6	1.01 ~ 20.8

表 10 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

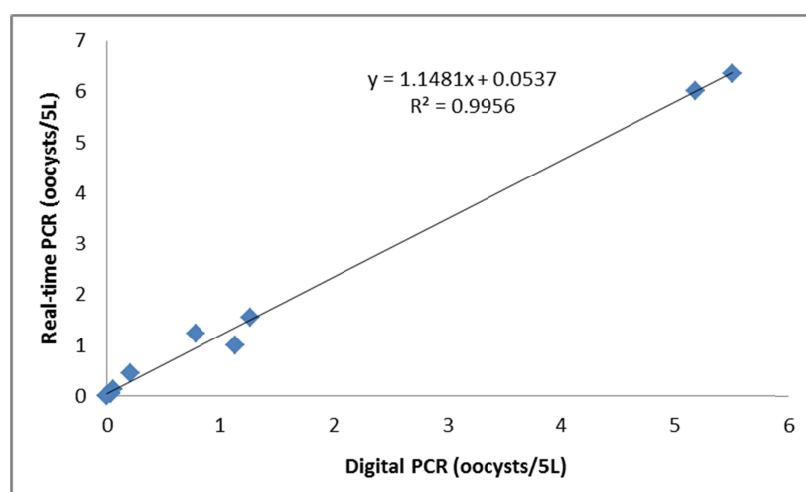


図 22 デジタル PCR とリアルタイム PCR によるオーシストの定量値の比較

表 11 相模川水系における遺伝子検出法を用いた原虫調査

	採水場所	採水日	検水量 (L)	クリプトスポリジウム			ジアルジア		
				検鏡法 (個)	遺伝子検出法		検鏡法 (個)	遺伝子検出法	
					(個相当)	(コピー)		(個相当)	(コピー)
相模川 本川	相模川座架依橋	2014.5.29	5	0	ND	ND	0	ND	ND
		2014.8.21	5	0	ND	ND	0	ND	ND
		2014.11.20	5	0	ND	ND	0	ND	ND
支川	鳩川さくら橋	2014.5.29	5	0	ND	ND	0	ND	ND
		2014.8.21	5	0	ND	ND	0	ND	ND
		2014.11.20	5	0	0.51	9,200	0	ND	ND
	中津川第一鮎津橋	2014.5.29	5	0	ND	ND	1	ND	ND
		2014.8.21	5	0	0.83	15,000	0	ND	ND
		2014.11.20	5	3	13	240,000	0	ND	ND
		2015.1.22	5	1	8.9	160,000	4	ND	ND
		2015.2.17	5	3	39	700,000	0	ND	ND
	小鮎川第二鮎津橋	2014.5.29	5	0	0.061	1,100	0	ND	ND
		2014.8.21	5	0	0.32	5,700	0	ND	ND
		2014.11.20	5	0	ND	ND	0	ND	ND
		2014.12.17 *	10	8	7.8	140,000	1	ND	ND
		2015.1.22	5	4	11	200,000	0	ND	ND
		2015.2.17	5	7	0.12	2,200	0	ND	ND
	貫抜川境橋	2014.5.29	2.5	0	ND	ND	0	ND	ND
		2014.8.21	5	0	ND	ND	0	ND	ND
		2014.11.20	2.5	0	0.27	4,900	1	ND	ND
	玉川酒井橋	2014.5.29	5	0	ND	ND	0	ND	ND
		2014.8.21	5	0	ND	ND	0	ND	ND
		2014.11.20	5	0	0.72	13,000	0	ND	ND
	永池川平泉橋	2014.5.29	2.5	0	ND	ND	0	ND	ND
		2014.8.21	2.5	0	ND	ND	0	ND	ND
		2014.11.20	2.5	0	ND	ND	0	ND	ND
相模川 本川	寒川取水堰	2014.4.21 *	10	2	2.2	40,000	0	ND	ND
		2014.5.29	5	0	ND	ND	0	ND	ND
		2014.7.14 *	10	0	0.78	14,000	0	ND	ND
		2014.8.21	5	0	ND	ND	0	ND	ND
		2014.10.20 *	10	0	3.1	56,000	0	ND	ND
		2014.11.20	5	0	ND	ND	0	ND	ND
		2015.1.13 *	10	1	1.6	28,000	1	ND	ND
畜舎下流	蟹淵排水路	2014.12.17 *	10	188	3.6	65,000	13	ND	ND
		2015.1.22	2.5	55	2.2	39,000	19	ND	ND
		2015.2.17	2.5	42	1.8	32,000	0	ND	ND

* 印は検鏡法と遺伝子法の試料を採水時から別々に分けた。無印は免疫磁性体粒子法による分離後に試料を分けた。
「ND」は検出限界未満のことで、対象の遺伝子が増幅しなかったことを示す。

表 12 表 11 において検出されたクリプトスポリジウムの遺伝子型

採水日	鳩川さくら橋	中津川第一鮎津橋	小鮎川第二鮎津橋	貫抜川境橋	玉川酒井橋	寒川取水堰	蟹淵排水路
2014.4.21						<i>C. suis</i>	
2014.5.29			<i>C. andersoni</i>				
2014.7.14						<i>C. suis</i>	
2014.8.21		<i>C. suis</i>	<i>C. sp.</i>				
2014.10.20						<i>C. suis</i>	
2014.11.20	<i>C. sp.</i>	<i>C. suis</i>		<i>C. sp.</i>	<i>C. sp.</i>		
2014.12.17			<i>C. suis</i>				<i>C. suis</i>
2015.1.13						<i>C. suis</i>	
2015.1.22		<i>C. suis</i>	<i>C. suis</i>				<i>C. suis</i>
2015.2.17		<i>C. suis</i>	<i>C. suis</i>				<i>C. suis</i>

C. sp. : ヘビから分離 *C. sp.* : カモから分離 *C. sp.* : 上海の下水から分離

表 13 X 浄水場の通常運転時の不活化効果

		計算条件			計算結果		
		水温 5.8			対象	クリプトス ポリジウム	ジアルジア
		溶存 O ₃ (mg/L)	HDT (min.)	C* (mg/L)			
					k_{10}	0.068124	1.571291
接 触 槽	流入水	N.D.	---	---	-log(I/I ₀)	---	---
	1 段目出口	N.D.	4	0.000		---	0.00
	2 段目出口	0.05	4	0.025		---	0.13
	3 段目出口	0.11	4	0.055		0.01	0.25
滞留槽出口		0.09	10	0.090		0.06	0.63
合計		---	---	---		0.07	1.01

表 14 X 浄水場のオゾン注入強化時の不活化効果

		計算条件			計算結果		
		水温 5.4			対象	クリプトス ポリジウム	ジアルジア
		溶存 O ₃ (mg/L)	HDT (min.)	C* (mg/L)			
					k_{10}	0.065633	1.526999
接 触 槽	流入水	N.D.	---	---	-log(I/I ₀)	---	---
	1 段目出口	0.32	4	0.160		---	0.51
	2 段目出口	0.60	4	0.300		0.07	0.72
	3 段目出口	1.01	4	0.505		0.12	0.91
滞留槽出口		0.89	10	0.890		0.37	1.51
合計		---	---	---		0.56	3.65

表 15 X 浄水場の過去のオゾン注入強化時における不活化効果

		計算条件			計算結果		
		水温 5			対象	クリプトス ポリジウム	ジアルジア
		溶存 O ₃ (mg/L)	HDT (min.)	C* (mg/L)			
					k_{10}	0.063234	1.483956
接 触 槽	流入水	N.D.	---	---	-log(I/I ₀)	---	---
	1 段目出口	N.D.	4	0.000		---	0.00
	2 段目出口	0.13	4	0.065		---	0.28
	3 段目出口	0.25	4	0.125		0.03	0.43
滞留槽出口		0.21	10	0.210		0.12	0.91
合計		---	---	---		0.15	1.62

注 採水は平成 25 年 2 月 21 日。オゾン注入率目標値 0.7mg/L で制御している。

表 16 Y 浄水場の過去の不活化効果（冬季）

		計算条件			計算結果		
		水温 5			対象	クリプトス ポリジウム	ジアルジア
		溶存 O ₃ (mg/L)	HDT (min.)	C* (mg/L)			
					k_{I0}	0.063234	1.483956
接 触 槽	流入水	N.D.	---	---	-log(I/I ₀)	---	---
	1 段目出口	N.D.	4	0.000		---	0.00
	2 段目出口	0.01	4	0.005		---	0.03
	3 段目出口	0.07	4	0.035		0.01	0.17
	滞留槽出口	0.05	7	0.050		0.02	0.34
合計		---	---	---		0.03	0.54

注 採水は平成 21 年 2 月 19 日。

表 17 Y 浄水場の過去の不活化効果（夏季）

		計算条件			計算結果		
		水温 28			対象	クリプトス ポリジウム	ジアルジア
		溶存 O ₃ (mg/L)	HDT (min.)	C* (mg/L)			
					k_{I0}	0.538137	7.681560
接 触 槽	流入水	N.D.	---	---	-log(I/I ₀)	---	---
	1 段目出口	N.D.	4	0.000		---	0.00
	2 段目出口	0.02	4	0.010		---	0.23
	3 段目出口	0.06	4	0.030		0.06	0.49
	滞留槽出口	0.02	7	0.020		0.07	0.54
合計		---	---	---		0.13	1.26

注 採水は平成 21 年 8 月 28 日。

表 18 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
Sep 2005	Western Turkey	191	Public rinking water supply contaminated by sewage or animal waste following heavy rainfall 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)
Feb 2007	City and county of Galway / Ireland	182	Public water supply using Lough Corrib (a large lake) Heavy precipitation of histic 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

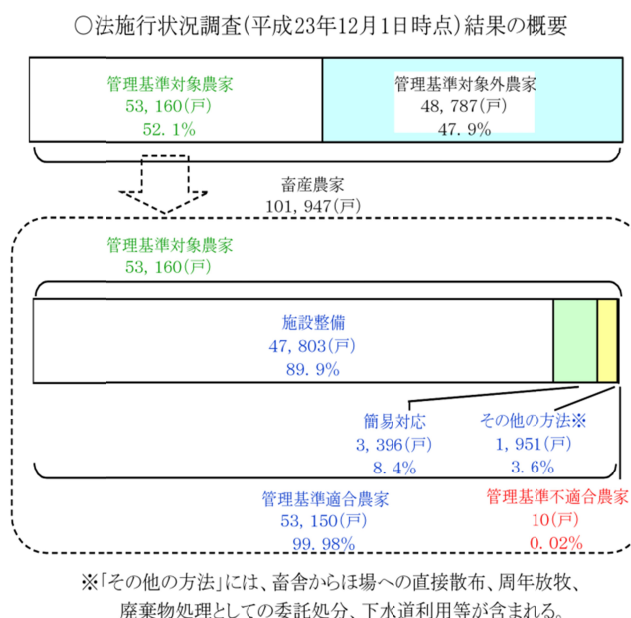


図 23 家畜排せつ物法の施行状況 （http://www.maff.go.jp/j/chikusan/kankyo/taisaku/t_monдай/04_zyokyo/index.html より）

表 19 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	-	-	-	-	-	-

表 20 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。
		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。

- 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 24 水道の微生物対策の歴史的経緯

表 21 集団感染事例の感染者数を 1 人未満に抑えるのに必要なバリア

	事例		
	越生町	スウェーデン	ミルウォーキー
発症者数(人数)	8,812	27,000	400,000
同、対数表記(Log)	3.9	4.4	5.6
発症者を 1 人未満に抑えるために、 求められる除去性能(Log)	>3.9	>4.4	>5.6
患者が 10 日で集積したとする場合(Log)	>2.9	>3.4	>4.6