

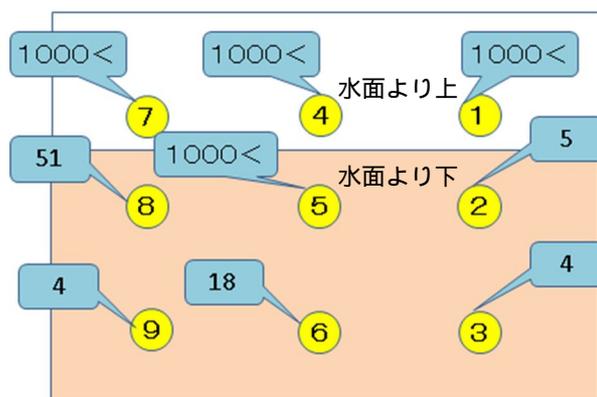
A) 配水池 A の内壁面



B) 綿棒による厚い膜の拭き取り



C) 北壁から拭き取りの従属栄養細菌数



D) 配水池外観



図 1 配水池壁面の従属栄養細菌数

C : フキダシ内の数値が測定値で単位は CFU/cm²、丸数字は本文の測定箇所を意味する

表 1 各機関における給水系及び給湯系の状況

機関	A	B	C	D
配管の材質				
給水	硬質塩化ビニルパイプ鋼管(VA) 埋設部 (HIVP)	水道用内外面硬質塩化ビニルパイプ鋼管 水道用硬質塩化ビニルパイプ鋼管	ビニルパイプ鋼管 (SGP-VA)	塩化ビニルパイプ鋼管(VLP) 水道用硬質塩化ビニルパイプ鋼管 (SGP-VA)
給湯	耐熱性硬質塩化ビニルパイプ鋼管 (HTLP)	屋内配管用ステンレス鋼管 ポリブチレン管	銅管	耐熱性硬質塩化ビニルパイプ鋼管
塩素の添加	なし	あり	あり	なし
受水槽の容量(m ³)	250	290	180	5、58
高置水槽の容量(m ³)	19×2	33、17	なし	1.5、なし
貯湯槽の容量(m ³)	4.5×2、1.5×2	6.0	5.0×2	なし、1.2×2
水道原水の種類	井水	表流水	表流水	表流水
井水使用の有無		なし	あり	なし
給湯方式	集中	集中	局所、集中	局所、集中
温度				
行き ()	60	60	60	60
返り ()	55	55	55	55

表2 給水系における理化学項目と従属栄養細菌数

機関	A	B	C	D
温度()	27.6	28.3	22.6	23.6
pH	7.8	7.4	7.2	7.4
TOC(mg/L)	0.07	0.45	0.9	<0.3
NH ₄ ⁺ (mg/L)	<0.1	0.03	<0.1	<0.1
Ca ²⁺ (mg/L)	19.2	20	4.2	16.2
Mg ²⁺ (mg/L)	6.0	7.0	1.0	4.0
Cl ⁻ (mg/L)	4.3	9.0	1.8	7.2
Fe (mg/L)	<0.05	<0.05	0.01	<0.05
Mn (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Zn (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	0.04
Cu (mg/L)	<0.05	0.01	0.01	0.04
Ni (mg/L)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
遊離残留塩素(mg/L)	0.07	0.15	0.83	0.38
HPC(CFU/ml)	41	5253	1.2	13.2

TOC：総有機炭素、HPC：従属栄養細菌数

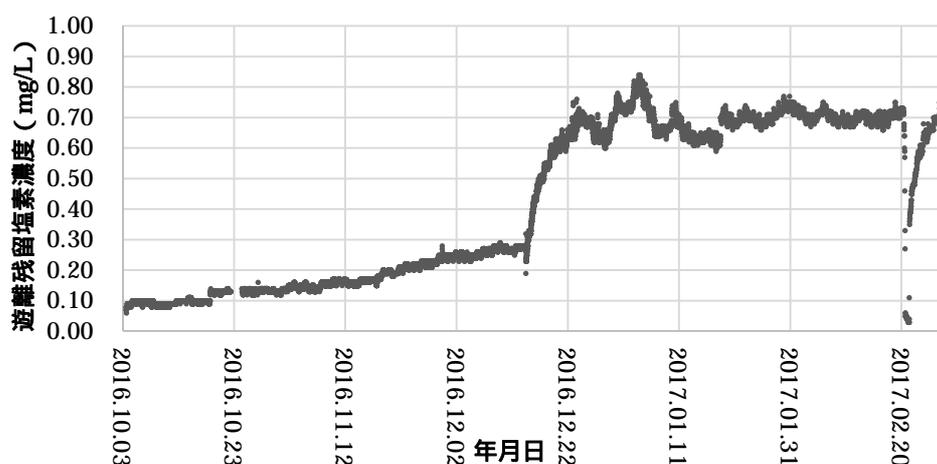


図2 受水槽の塩素濃度の推移

12月14日に追加塩素消毒を開始した。開始前は0.1ないし0.2mg/Lと低い濃度で推移し、気温の低下と共に濃度は上昇傾向にあった。濃度のフィードバック制御はしていない。追加塩素は+0.5mg/Lを目標に一定量の注入とし、塩素濃度はおよそ1週間後に0.7mg/Lで定常状態に達した。追加塩素消毒の開始直後は年始年末や連休が影響し、塩素濃度が若干上下し、1月の半ばから濃度が安定した。濃度計を時々校正した。2月21日に受水槽の清掃点検があり、測定値が一旦落ちて、再開後に回復している。

表3 医療機関 A において追加塩素を行った前後の検査結果

検体名	採取日	温度 (°C)	遊離残留 塩素 (mg/L)	LAMP (核酸検出)	レジオネラ培養		
					検出菌および血清型	菌数 (CFU/100mL)	
5B内科 処置室給湯蛇口	給水系	2015年11月18日	31.5	0.02	+	<i>Legionella</i> sp.	10
	給水系	2016年10月3日	21.7	0.09	-		不検出*
	給水系	2017年2月21日	17.1	0.30	-		不検出
	給湯系	2017年2月21日	50.1	0.10	-		不検出
5B内科 談話室水道蛇口	給水系	2015年11月18日	29.2	0.03	+	<i>Legionella pneumophila</i> 血清群5	180
	給水系	2016年10月3日	25.4	0.07	-		不検出
	給水系	2017年2月21日	19.7	0.30	-		不検出
	給湯系	2017年2月21日	44.0	0.10	-		不検出
3A小児科306 病室水道蛇口	給水系	2015年11月18日	25.3	0.04	+	<i>Legionella pneumophila</i> 血清群1および5	1,670
	給水系	2016年10月3日	39.7	0.02	+	<i>Legionella pneumophila</i> 血清群5 <i>Legionella anisa</i>	920
	給水系	2017年2月21日	37.8	0.10	+	<i>Legionella feeleii</i> 血清群1	1,100
	給湯系	2017年2月21日	34.7	0.05	+	<i>Legionella feeleii</i> 血清群1 <i>Legionella pneumophila</i> 血清群5 <i>Legionella anisa</i>	1,300
手術室 準備室水道蛇口	給水系	2015年11月18日	23.5	0.03	-	<i>Legionella feeleii</i> 血清群1	130
	給水系	2016年10月3日	22.1	0.09	-	<i>Legionella</i> sp.	2,160
	給水系	2017年2月21日	24.4	0.40	-	<i>Legionella feeleii</i> 血清群1	240
	給湯系	2017年2月21日	46.5	0.10	-		不検出
手術室 洗浄水道蛇口 (右側奥)	給水系	2015年11月18日	24.7	0.03	+	<i>Legionella</i> sp.	3,320
	給水系	2016年10月3日	35.7	0.06	-	<i>Legionella</i> sp.	20
	混合	2017年2月21日	38.2	0.20	+	<i>Legionella feeleii</i> 血清群1 <i>Legionella anisa</i>	100
受水槽	給水系	2015年11月18日	18.0	0.11	+	<i>Legionella pneumophila</i> 血清群5	120
	給水系	2016年10月3日	21.2	0.10	-		不検出
	給水系	2017年2月21日	14.2	0.20	-		不検出

*不検出 (10CFU/100mL 未満)

追加塩素消毒は2016年12月より行い、網掛はそれ以前の測定結果を意味する

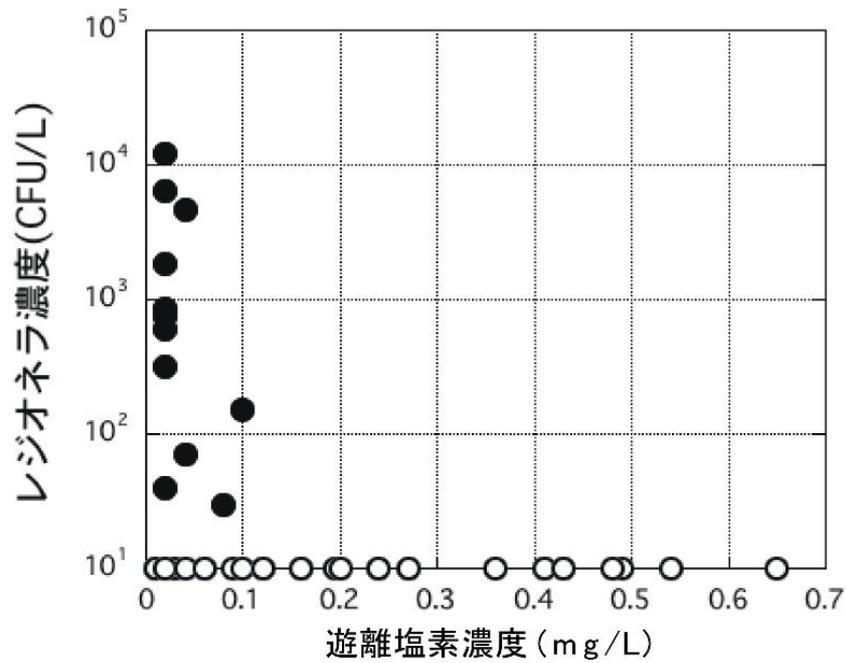


図3 大学の給水栓水の遊離残留塩素濃度とレジオネラ濃度の関係

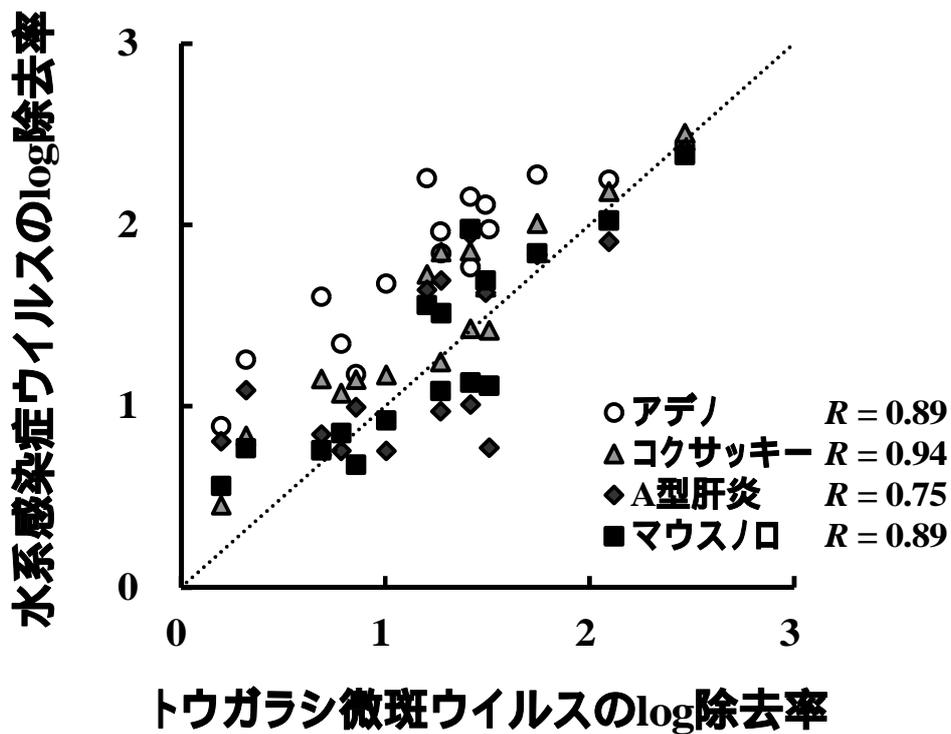


図4 凝集沈澱処理、および凝集沈澱-砂ろ過処理におけるトウガラシ微斑ウイルスと各種ウイルスの除去率の関係

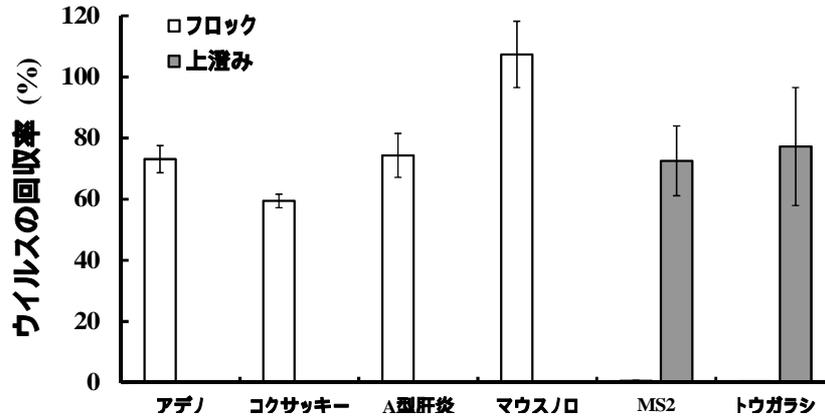


図5 ビーフエクス凝集後のフロックおよび上澄みにおけるウイルスの回収率
(各値は3回の実験結果の平均値にて表記)

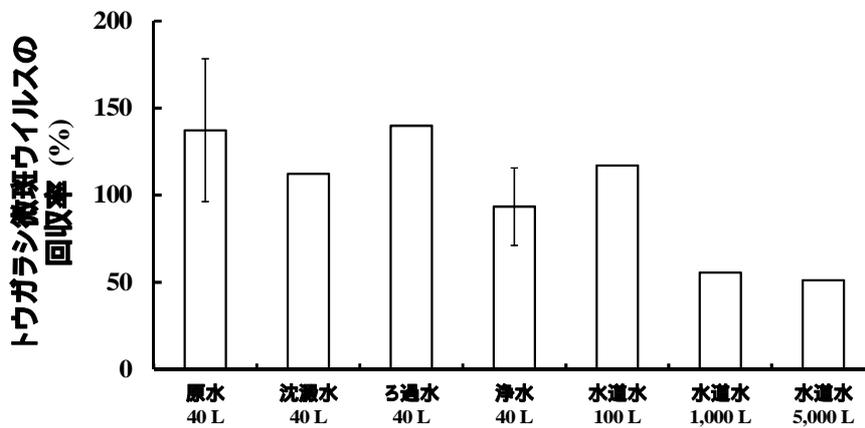


図6 試料水の種類および通水量がトウガラシ微斑ウイルスの回収率に及ぼす影響
(原水および浄水の各値は2回の実験結果の平均値にて表記)

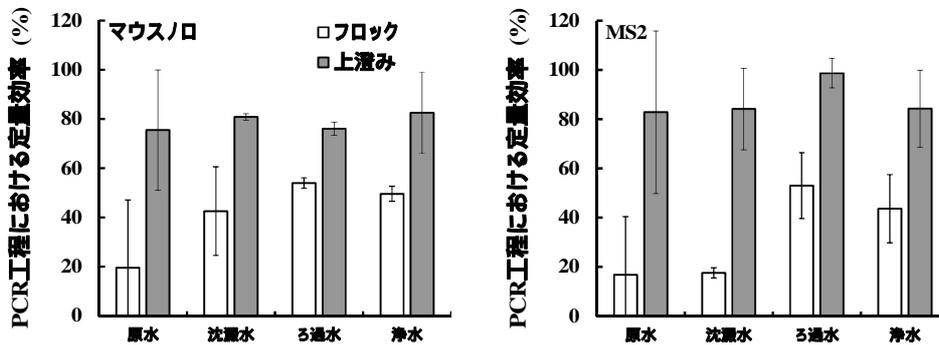


図7 濃縮した浄水場Aの各処理工程水におけるPCR阻害性
(各値は2回の採水における実験結果の平均値にて表記)

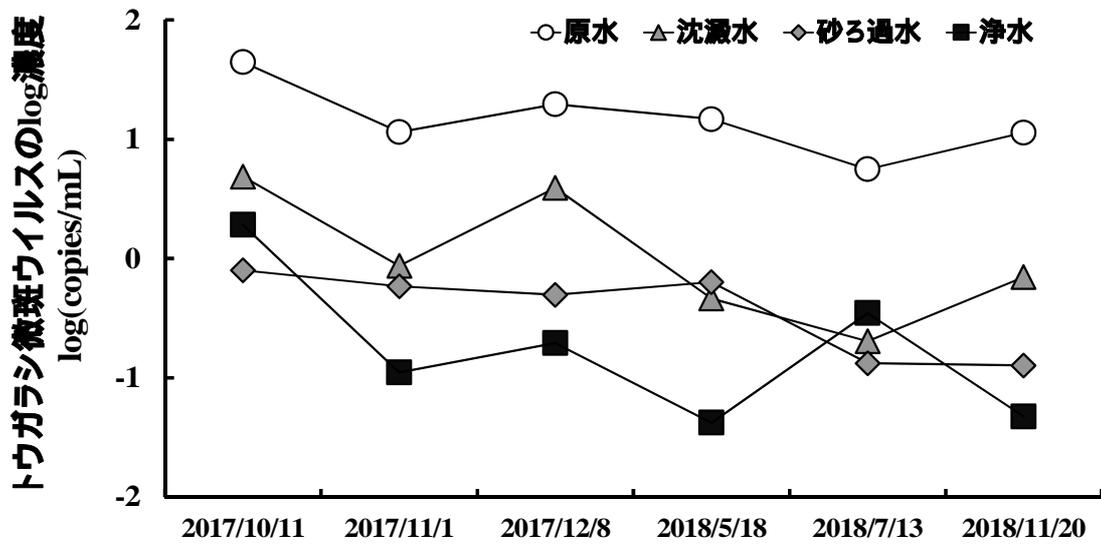


図8 浄水場 A の各処理工程水におけるトウガラシ微斑ウイルス濃度

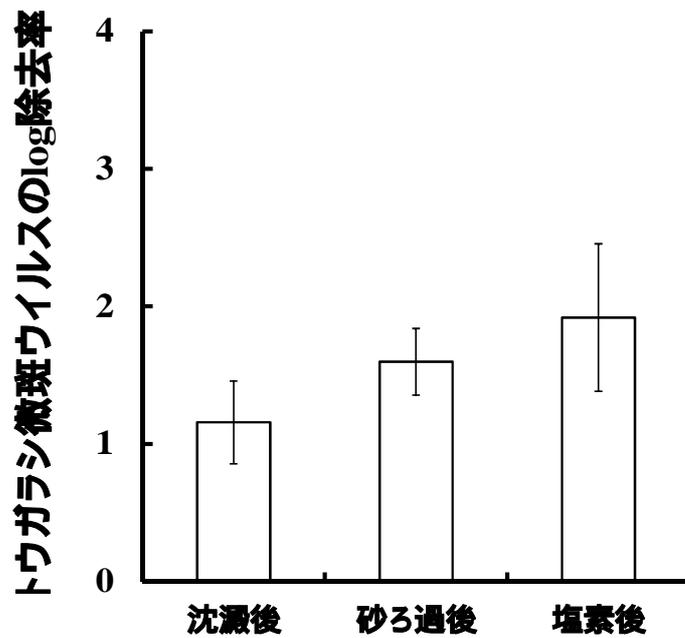


図9 浄水場 A におけるトウガラシ微斑ウイルスの除去率
各値は図8で測定した6回の平均値として求めた

表4 平成15年に提示された、水道を介したクリプトスポリジウム感染リスク

浄水処理における除去率	3-Log	2.5-Log	2-Log	無処理	10 ⁻⁶ DALYs(逆算、2.2-Log相当)	許容感染リスク 10 ⁻⁴ /年(逆算、3.2-Log相当)
原水中のオーシスト濃度	1個/10L					
水道水中の濃度	10 ⁻⁴ 個/L	3.2×10 ⁻⁴ 個/L	10 ⁻³ 個/L	10 ⁻¹ 個/L	6.6×10 ⁻⁴ 個/L	6.8×10 ⁻⁵ 個/L
非加熱の飲水量	1L/日					
曝露量	10 ⁻⁴ 個/日	3.2×10 ⁻⁴ 個/日	10 ⁻³ 個/日	10 ⁻¹ 個/L	6.6×10 ⁻⁴ 個/日	6.8×10 ⁻⁵ 個/日
1オーシスト摂取による感染確率	4×10 ⁻³					
水道を介したクリプト感染確率	4×10 ⁻⁷ /日 (1.5×10 ⁻⁴ /年)	1.3×10 ⁻⁶ /日 (4.6×10 ⁻⁴ /年)	4×10 ⁻⁶ /日 (1.5×10 ⁻³ /年)	4×10 ⁻⁴ /日 (1.5×10 ⁻¹ /年)	2.7×10 ⁻⁶ /日 (9.7×10 ⁻⁴ /年)	2.7×10 ⁻⁷ /日 (1.0×10 ⁻⁴ /年)
1感染あたりの健康影響度	1.03×10 ⁻³ DALYs/感染					
一人あたりの年間の健康影響度	1.5×10 ⁻⁷ DALYs	4.8×10 ⁻⁷ DALYs	1.5×10 ⁻⁶ DALYs	1.5×10 ⁻⁴ DALYs	1.0×10 ⁻⁶ DALYs	1.0×10 ⁻⁷ DALYs

浄水処理における除去率として無処理ないし3-Logの範囲を想定し、原水濃度1個/10L、飲水量1L/日、感染確率0.4%、1.03×10⁻³DALYs/感染、を仮定した場合の、最終的な水道を介した年間クリプトスポリジウム感染確率およびDALY(障害調整生存年数 disability-adjusted life year(s))を求めた。表の右側2列は、平成15年の会議資料に提示されていなかったが(厚生科学審議会資料、平成15年)、10⁻⁶DALYsあるいは微生物許容感染リスク10⁻⁴/年の達成に必要な除去率を同じ仮定のもとで逆算した。

表5 感染確率10%に更新した場合の、水道を介したクリプトスポリジウム感染リスク

浄水処理における除去率	3-Log	2.5-Log	2-Log	無処理	10 ⁻⁶ DALYs(逆算、3.6-Log相当)	許容感染リスク10 ⁻⁴ /年(逆算、4.6-Log相当)
原水中のオーシスト濃度	1個/10L					
水道水中の濃度	10 ⁻⁴ 個/L	3.2×10 ⁻⁴ 個/L	10 ⁻³ 個/L	10 ⁻¹ 個/L	2.7×10 ⁻⁴ 個/L	2.7×10 ⁻⁶ 個/L
非加熱の飲水量	1L/日					
曝露量	10 ⁻⁴ 個/日	3.2×10 ⁻⁴ 個/日	10 ⁻³ 個/日	10 ⁻¹ 個/L	2.7×10 ⁻⁵ 個/日	2.7×10 ⁻⁶ 個/日
1オーシスト摂取による感染確率	10 ⁻¹					
水道を介したクリプト感染確率	10 ⁻⁵ /日 (3.7×10 ⁻³ /年)	3.2×10 ⁻⁵ /日 (1.2×10 ⁻² /年)	10 ⁻⁴ /日 (3.7×10 ⁻² /年)	10 ⁻² /日 (3.7/年)	2.7×10 ⁻⁶ /日 (9.7×10 ⁻⁴ /年)	2.7×10 ⁻⁷ /日 (1.0×10 ⁻⁴ /年)
1感染あたりの健康影響度	1.03×10 ⁻³ DALYs/感染					
一人あたりの年間の健康影響度	3.8×10 ⁻⁶ DALYs	1.2×10 ⁻⁵ DALYs	3.8×10 ⁻⁵ DALYs	3.8×10 ⁻³ DALYs	1.0×10 ⁻⁶ DALYs	1.0×10 ⁻⁷ DALYs

表6 感染確率 10%、非加熱の飲水量 200mL、0.0015DALYs を仮定した場合

浄水処理における除去率	3-Log	2.5-Log	2-Log	無処理	10 ⁻⁶ DALYs(逆算、3.0-Log 相当)	許容感染リスク 10 ⁻⁴ /年(逆算、3.9-Log 相当)
原水中のオーシスト濃度	1 個/10L					
水道水中の濃度	10 ⁻⁴ 個/L	3.2×10 ⁻⁴ 個/L	10 ⁻³ 個/L	10 ⁻¹ 個/L	9.1×10 ⁻⁵ 個/L	1.4×10 ⁻⁵ 個/L
非加熱の飲水量	0.2L/日					
曝露量	2×10 ⁻⁵ 個/日	6.3×10 ⁻⁵ 個/日	2×10 ⁻⁴ 個/日	2×10 ⁻² 個/日	1.8×10 ⁻⁵ 個/日	2.7×10 ⁻⁶ 個/日
1 オーシスト摂取による感染確率	10 ⁻¹					
水道を介したクリプト感染確率	2×10 ⁻⁶ /日 (7.3×10 ⁻⁴ /年)	6.3×10 ⁻⁶ /日 (2.3×10 ⁻³ /年)	2×10 ⁻⁵ /日 (7.3×10 ⁻³ /年)	2×10 ⁻³ /日 (0.73/年)	1.8×10 ⁻⁶ /日 (6.7×10 ⁻⁴ /年)	2.7×10 ⁻⁷ /日 (1.0×10 ⁻⁴ /年)
1 感染あたりの健康影響度	1.5×10 ⁻³ DALYs/感染					
一人あたりの年間の健康影響度	1.1×10 ⁻⁶ DALYs	3.5×10 ⁻⁶ DALYs	1.1×10 ⁻⁵ DALYs	1.1×10 ⁻³ DALYs	1.0×10 ⁻⁶ DALYs	1.5×10 ⁻⁷ DALYs

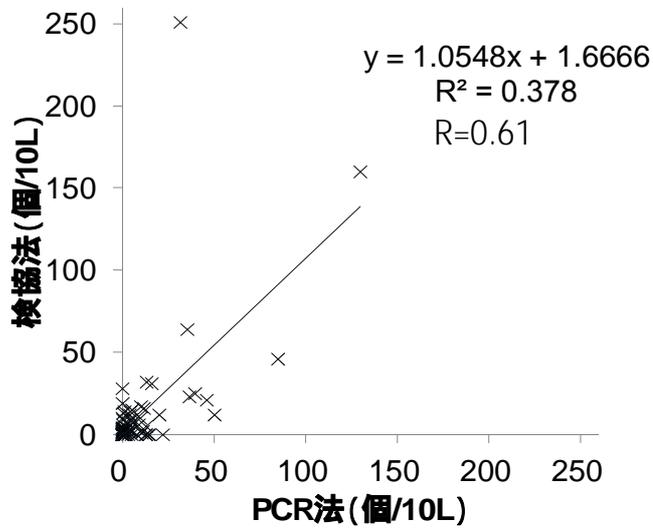


図 10 クリプトスポリジウム検査のPCR法と顕微鏡法の相関

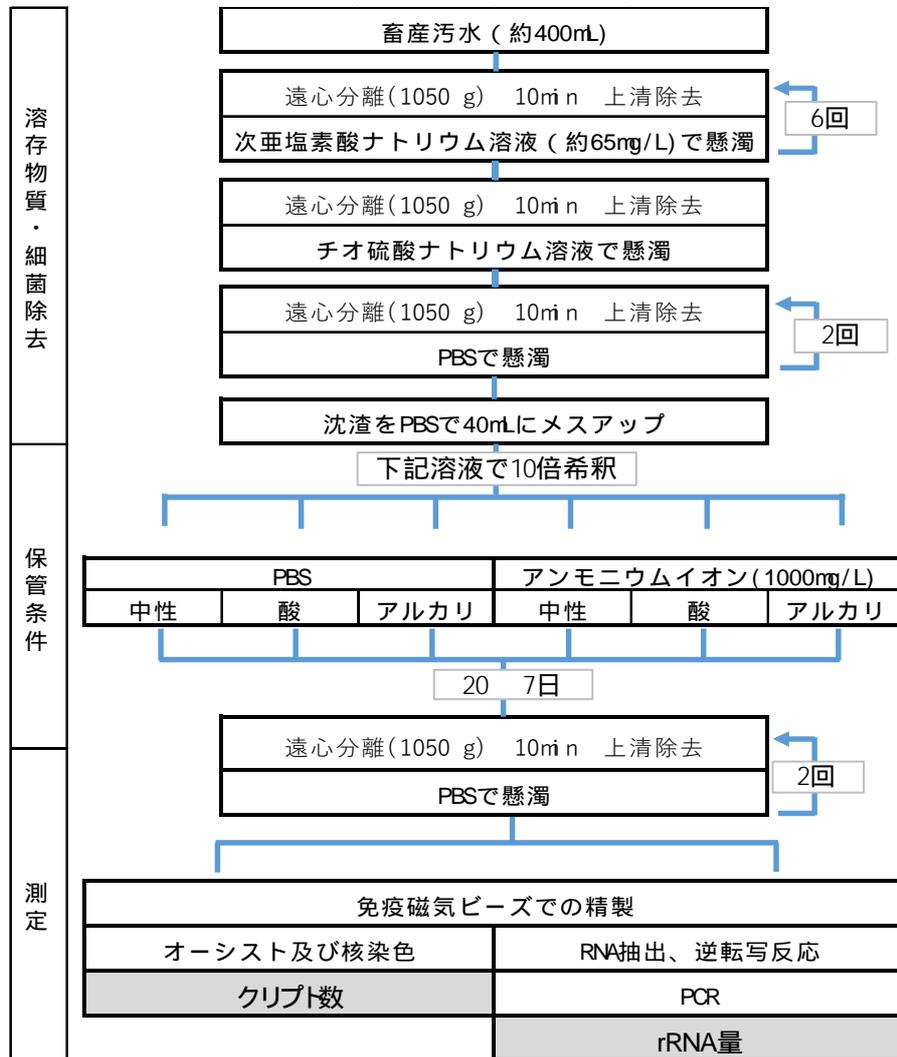


図 11 クリプトスポリジウム不活化実験の流れ図

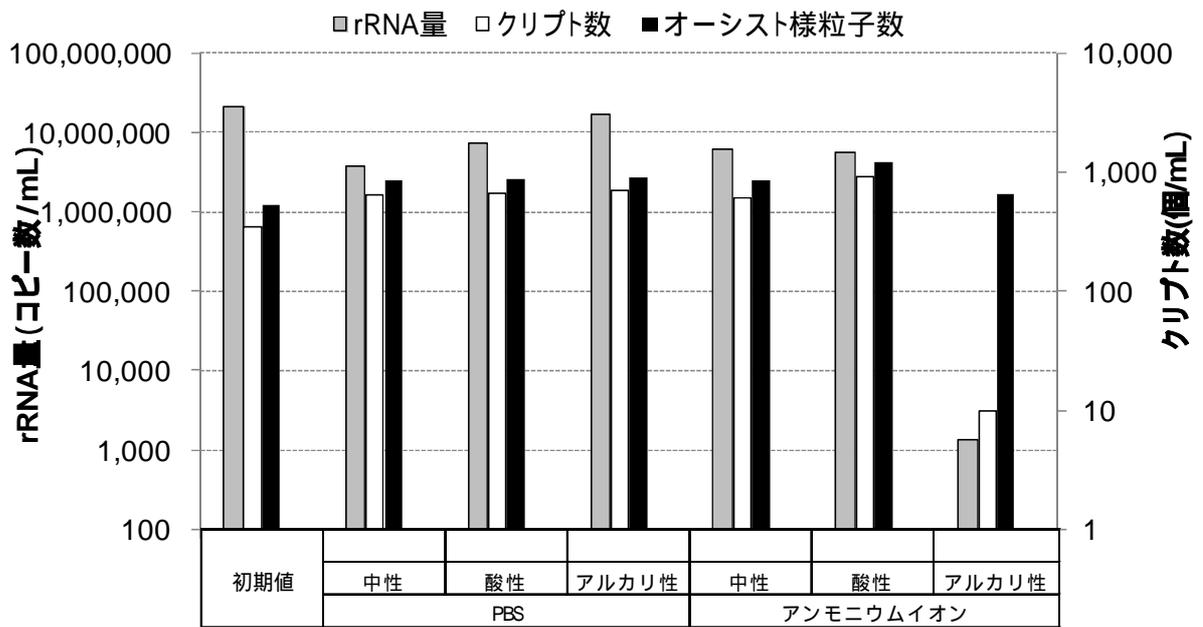


図 12 クリプトスポリジウムが減少する pH とアンモニア条件の検討

表 7 浄水場出口の濁度の分布 (H26 年度 (2014))

測定値の種別	全系統数 n =	濁度の測定値の分布 (度) (濁度の階級毎の系統数)										
		~ 0.1	~ 0.2	~ 0.4	~ 0.6	~ 0.8	~ 1.0	~ 1.2	~ 1.4	~ 1.6	~ 2.0	2.1 ~
最高値、表流水	464	441	16	6	0	0	0	1	0	0	0	0
最高値、ダム湖沼	147	146	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
平均値、表流水	464	463	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
平均値、ダム湖沼	147	147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

日本水道協会の水道水質データベースより抜粋

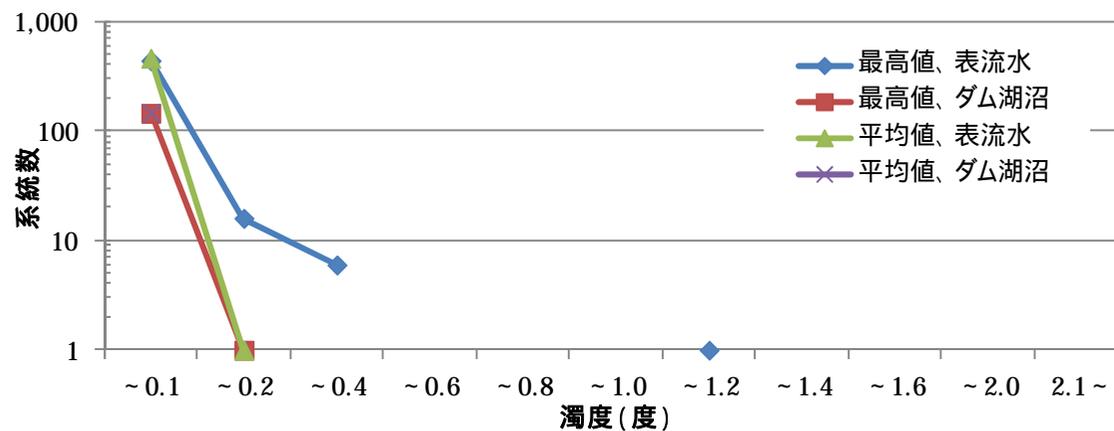


図 13 浄水場出口の、濁度の分布 (H26 年度(2014)、表 7 より再掲)

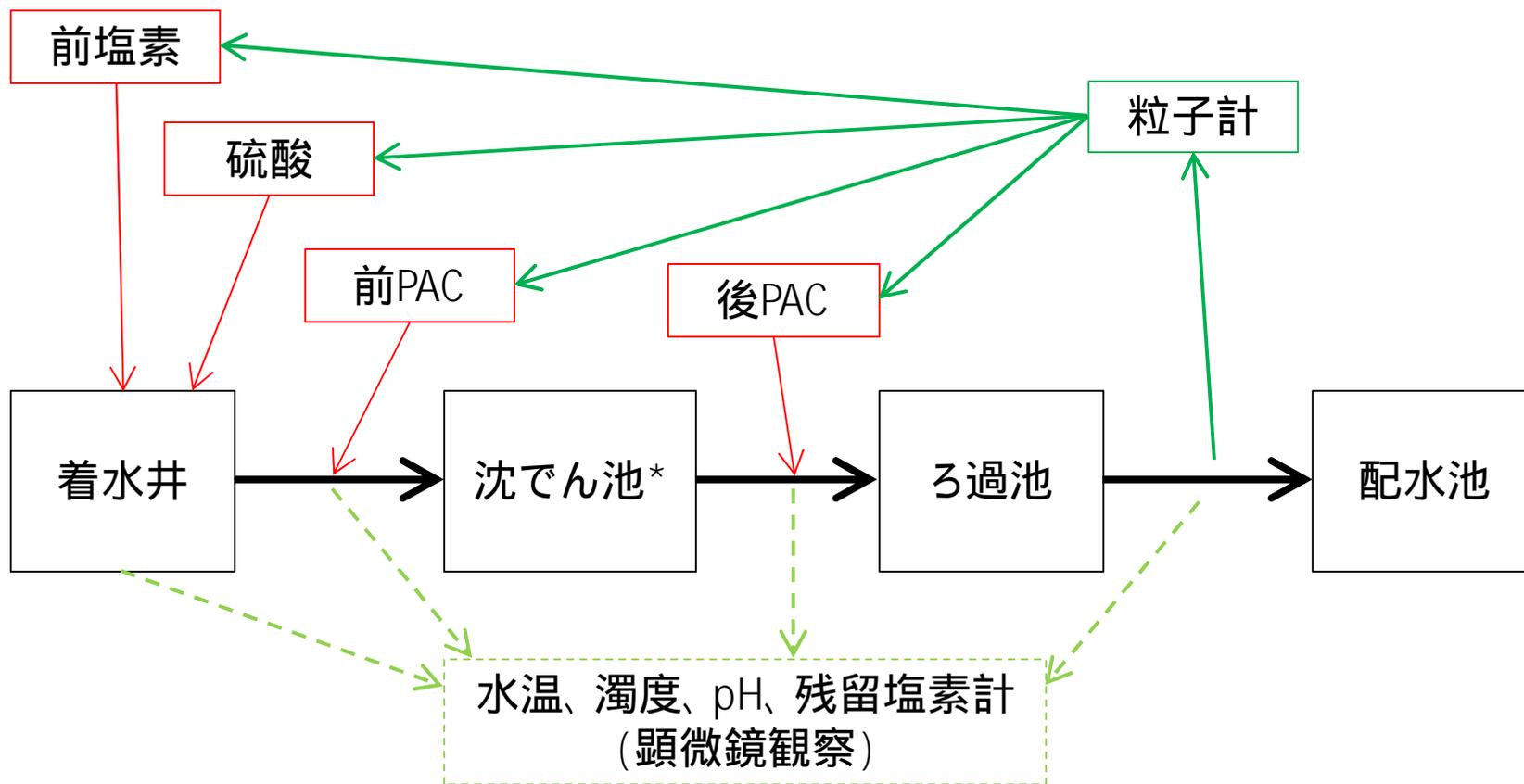


図 14 浄水処理工程、粒子数の監視と制御の概略図

*パルセーター（スラッジブランケット型脈動式高速凝集沈でん池）

表8 小雀浄水場におけるろ過池出口の粒子数制御の例

(1系の7月22日から48時間分の計測値、制御値一覧)

日時	原水濁度	前PAC注入率 (mg/L)	凝集沈殿後の濁度	後PAC注入率 (mg/L)	ろ過池粒子数 (個/mL)	説明
7/22 06時	3	24.5	0.1	1.6	1	
07時	3	24.2	0.1	1.7	1	
08時	3	24.3	0.1	1.6	1	
09時	3	24.3	0.1	1.7	1	
10時	3	24.3	0.1	1.6	1	
11時	3	24.2	0.1	1.7	1	
12時	3	24.1	0.1	1.6	1	
13時	3	24.1	0.1	1.6	1	
14時	3	24.7	0.1	1.6	2	
15時	3	26.0	0.1	1.7	3	
16時	3	25.9	0.1	1.6	5	
17時	3	26.8	0.2	1.9	8	
18時	3	26.8	0.4	2.4	11	原水濁度に変化はないが、凝集沈殿後の濁度が上昇を開始、ろ過池の粒子数も上昇を開始、前PAC、後PACの注入率を上げて対応
19時	3	26.7	0.6	2.9	27	
20時	3	26.7	0.8	2.8	25	
21時	3	27.6	0.8	3.5	25	
22時	3	28.2	0.7	3.6	15	
23時	3	28.2	0.6	2.7	8	
7/23 00時	3	28.3	0.5	2.5	5	
01時	3	28.4	0.4	2.5	2	
02時	3	27.1	0.3	2.5	2	
03時	3	26.3	0.2	2.4	2	
04時	3	24.6	0.1	1.9	2	凝集沈殿後の濁度と粒子数が戻り、PACの注入率を下げた
05時	3	24.5	0.1	1.8	2	
06時	3	24.4	0.1	1.8	2	
07時	3	24.7	0.1	1.6	4	
08時	3	24.9	0.1	1.8	5	
09時	3	24.8	0.1	1.8	5	
10時	3	23.2	0.1	1.7	4	
11時	3	21.8	0.1	1.6	4	
12時	3	22.7	0.1	1.7	5	
13時	3	24.4	0.1	1.8	5	
14時	3	24.4	0.1	1.8	4	
15時	3	24.3	0.1	1.6	4	
16時	3	24.3	0.1	1.6	5	
17時	3	25.7	0.1	2.1	6	原水と凝集沈殿後に変化ないが、ろ過池の粒子数が増え、主に後PACの注入率を上げて対応し同時に前PACも予防的に若干増量
18時	3	26.3	0.1	2.4	9	
19時	3	26.4	0.1	2.4	12	
20時	3	26.4	0.1	2.5	13	
21時	3	26.3	0.1	2.5	13	
22時	3	25.5	0.2	2.7	14	
23時	3	24.6	0.2	2.5	10	
7/24 00時	3	24.6	0.2	2.2	7	
01時	3	24.2	0.1	1.8	5	粒子数が10を下回ったので、後PACの注入率を下げた
02時	3	24.1	0.1	1.8	3	
03時	3	24.5	0.1	1.9	3	
04時	3	24.4	0.1	1.8	3	
05時	3	23.9	0.1	1.7	2	

*値の変化を強調するため、前PAC注入率が26.5、凝集沈殿後濁度が0.2、後PACが1.9、粒子数が6個を超えた値にアンダーライン
この間、ろ過池出口の濁度は0.00を維持している
数値はいずれも1時間平均の値
この間、pHは7.0から7.1の間で制御し(原水は7.7から8.4)、アルミニウムの溶出を防ぎつつ、凝集効率を高めていた