

水景施設実態調査結果一覧(その2)

T-重忠 Y-横浜 O-大坂	サンプリング時の状況 記載事項があれば-										水質検査結果							アメーバ調査結果	
	検体番号	残留遊葉濃度 (mg/l)	水温 (°C)	気温 (°C)	外観	前回清掃日	清掃後からの経過日数	レジオネラ属菌数 (CFU/100ml)	大腸菌群数 (MPN/100ml)	レジオネラニューモフィラ血清群	大腸菌 (MPN/100ml)	一般細菌数 (CFU/ml)	pH	酸素伝導度 (μS/cm)	キノ4消費量 (mg/l)	濁度	宿主アメーバ類	アメーバ数 (gfi./100ml)	
Y-9	22	2.0	26.5	24.5		00/09/05	27	<10	<2		<2	3	8.0	192	2.5	<0.1		0	
Y-10	23	2.0	22.5	20.5		00/09/10	22	<10	<2		<2	21	7.8	222	4.4	1.1		0	
Y-11	24	不検出	27.4	26.8	1	00/08/23	26	<10	43		<2	170,000	7.8	194	18.4	0.3	Naegleria 2, Echinamoeba 2	6	
Y-12	25	1.5	21.0	22.5		00/09/26	6	<10	<2		<2	150	7.8	311	13.5	1.2	Vannella 6	10	
Y-13	26	不検出	25.0	28.3		00/07/06	74	240	1.4	8	<2	43,000	7.8	156	2.4	0.1	Naegleria 2, Hartmannella 2	8	
Y-14	27	不検出	22.7	27.5		00/09/17	1	<10	<2	<2	<2	57	7.8	162	4.1	0.7		100	
Y-15	28	不検出	27.3	26.0	1	00/08/26	31	80	1	<2	<2	15,000	8.0	221	2.6	<0.1		0	
Y-16	29	不検出	24.4	23.1	1	00/09/23	3	130	1.3	130	<2	1,600	7.9	176	3.3	2.0	Naegleria 5, Hartmannella 2	10	
Y-17	30	1.5	22.8	24.6	1	00/09/21	5	<10	<2	<2	<2	5	7.2	96	3.2	0.2	Hartmannella 8	10	
Y-18	31	不検出	21.2	23.9	1	設置後で清掃未実施		60	1	1300	<2	5,800	7.5	124	6.2	1.0	Naegleria, Vannella, Hartmannella, Acanthamoeba, Echinamoeba many	100	
Y-19	32	不検出	25.5	26.5		00/08/25	31	<10	<2	<2	<2	9	7.9	216	3.5	<0.1		0	
Y-20	33	不検出	20.5	25.2	1	00/09/25	31	<10	2	<2	<2	2,300	7.8	161	7.8	<0.1	Naegleria 10, Hartmannella 10, Willaertia 2	22	
Y-21	34	不検出	22.0	27.3		00/09/21	5	<10	<2	<2	<2	9	7.8	142	2.6	<0.1		0	
Y-22	35	不検出	22.5	26.8		00/09/18	8	<10	<2	<2	<2	25	7.9	146	2.7	0.4	Vannella 16	16	
Y-23	36	不検出	20.5	24.4	1	00/08/23	33	10	1	8	8	230	7.9	200	5.1	6.0	Hartmannella, Vannella many	100	
Y-24	37	不検出	23.5	22.0		00/08/20	36	<10	348	<2	<2	2,200	8.0	152	6.0	4.8	Naegleria, Vannella many	100	
Y-25	38	不検出	21.7	24.0		00/8/00		<10	278	8	8	120,000	8.0	210	9.1	1.1	Naegleria 2	2	
Y-26	39	不検出	21.0	24.0		00/8/00		<10	130	9	880	7.9	307	9.6	1.2	Naegleria 6	6		
Y-27	40	不検出	23.9	26.4	1	00/09/12	20	<10	<2	<2	<2	170,000	7.6	185	3.3	0.4	Hartmannella 4, Echinamoeba 4	8	
Y-28	41	不検出	19.3	20.5	1	00/09/12	20	<10	33	<2	<2	4,100	7.9	209	4.6	0.1	Hartmannella 4, Vannella 8	14	
Y-29	42	0.7	23.8	20.6	1	00/09/22	10	<10	<2	<2	<2	20	7.6	206	6.5	0.7		40	

水景施設実態調査結果一覧(その3)

T-調査 Y-構内 O-大庭	サンプリング時の状況 記載事項があれば-1										水質検査結果							アメーバ調査結果	
	施設番号	検体番号	残留遊葉濃度 (mg/l)	水温 (°C)	気温 (°C)	外観	前回清掃日	清掃後からの経過日数	レジオネラ属菌数 (CFU/100ml)	レジオネラニューモフィラ血清群	大腸菌数 (MPN/100ml)	大腸菌 (MPN/100ml)	一般細菌数 (CFU/ml)	pH	電気伝導度 (μS/cm)	Kmno4消費量 (mg/l)	濁度	宿主アメーバ類	アメーバ数 (cfu/100ml)
Y-30	43	不検出	23.5	25.0			99/10/06	362	<10		<2	<2	0	7.9	126	2.5	0.2		2
Y-31	44	不検出	23.5	25.0			00/04/17	168	<10		<2	<2	7	8.0	987	1.2	0.2		4
Y-32	45	>2.0	23.3	25.1			00/09/04	28	<10		<2	<2	0	8.1	319	5.0	<0.1		0
Y-33	46	不検出	23.0	25.1			00/09/04	28	<10	130	17	16,000	7.6	174	3.7	0.9		2	
Y-34	47	0.7	21.8	22.5			00/09/14	18	<10	<2	<2	1	7.8	217	1.9	0.3	Hartmannella 4, Vannella 2	6	
Y-35	48	不検出	20.3	19.0			00/09/24	8	<10	26	<2	3,700	7.9	235	4.3	0.3		2	
Y-36	49	1.5	21.0	20.0	1		00/09/18	14	<10	<2	<2	0	7.8	201	2.6	0.3		0	
Y-37	50	不検出	21.0	25.5			00/09/08	28	<10	<2	<2	240	7.9	311	6.7	0.4	Vannella many	100	
Y-38	51	不検出	19.0	22.1			00/09/22	18	<10	13	8	45,000	7.8	186	4.1	2.5	Naegleria 4	8	
Y-39	52	不検出	20.7	22.8	1	未実施(8/22リニューバル)			<10	1,090	40	4,200	7.6	166	5.3	1.7	Hartmannella many	100	
Y-40	53	不検出	18.7	21.5	1		00/09/27	13	<10	10,900	10,900	19,000	7.6	150	4.6	2.1	Echinamoeba many	100	
Y-41	54	不検出	23.3	24.2			00/10/05	5	<10	49	8	140,000	7.8	233	5.7	2.5	Naegleria 24, Hartmannella 2	48	
Y-42	55	不検出	19.0	23.0			00/1/00		<10	8	2	1,500	7.8	749	4.9	0.6		6	
Y-43	56	不検出	19.5	23.0	1		不明		510	3,480	1090	1,200	8.2	174	14.3	23.0		10	
Y-44	57	不検出	20.0	24.0	1		98/10/00	741	590	46	<2	4,000	8.0	186	31.5	34.0	Vannella 2	8	
O-1	58	5.0	26.5	25.3			00/03/11	179	<10	<2	<2	0	8.4	637	0.1			0	
O-2	59	不検出	24.6	26.7			00/07/28	40	<10	2,400	170	190	8.3	279	1.7			20	
O-3	60	不検出	29.2				00/08/11	31	1200	<2	<2	4	8.2	285	1.5			4	
O-4	61	不検出	29.2	28.3			00/06/20	84	36	<2	<2	0	8.0	216	0.8			0	
O-5	62	0.1	24.3	27.3			00/09/03	9	<10	330	<2	1,200	7.9	435	14.3			0	
O-6	63	0.4	24.6	23.9					<10	<2	<2	5	7.7	247	0.5			0	

水景施設実態調査結果一覧(その4)

T-東区 Y-横浜 O-大坂	サンプリング時の状況										水質検査結果										アメーバ調査結果	
	施設番号	整理番号	残留酸素濃度 (mg/l)	水温 (°C)	気温 (°C)	外観	前回清掃日	清掃後からの経過日数	レジオネラ属菌数 (CFU/100ml)	シジミヤシロコキバクテリア汚染	大腸菌数 (MPN/100ml)	大腸菌群数 (MPN/100ml)	大腸菌 (MPN/100ml)	一般細菌数 (CFU/ml)	pH	電気伝導度 (μ S/cm)	KmnO4消費量 (mg/l)	濁度	宿主アメーバ類	アメーバ数 (gfu/100ml)		
O-7	64	不検出	24.0	23.9			00/08/20	23	<10	NA	490	<2	<2	10,000	8.1	416	4.3			0		
O-8	65	1.5	23.8	25.0			00/08/20	23	<10		<2	<2	<2	1	8.1	656	8.2			0		
O-9	66	1.0	25.3	25.0			00/08/20	23	<10		<2	<2	<2	1	8.0	274	4.8			0		
O-10	67	不検出	31.0	33.4			00/08/23	20	<10		7,000	<2	<2	3,000	7.5	231	5.7			0		
O-11	68	不検出	29.3	27.5			00/09/01	12	820	NA	2	<2	<2	29,000	8.2	353	1.4			0		
O-12	69	不検出	29.4	27.5			00/08/03	41	<10		<2	<2	<2	87	8.7	125	2.6			8		
O-13	70	不検出	22.2	23.8			00/07/30	45	<10		<2	<2	<2	1	8.1	526	2.5			6		
O-14	71	>2.0	25.8	34.8			00/06/14	91	<10		<2	<2	<2	1	8.0	277	7.2			64		
O-15	72	不検出	29.0	30.4			00/07/00		<10		<2	<2	<2	1,400	8.1	234	2.1			8		
O-16	73	不検出	26.0	30.4			00/07/00		17	NA	<2	<2	<2	630	8.1	232	1.7		Hartmannella 2, Naegleria 4, Vannella 4, Willaertia 16	28		
O-17	74	0.2	26.3	31.2			00/02/28	198	<10		<2	<2	<2	1	8.2	287	0.2		Naegleria 4, Hartmannella 8	28		
O-18	75	不検出	27.7	32.5			00/07/19	88	6,300	5	330	79	<2	50	8.2	191	2.5		Acanthamoeba 4, Willaertia 2, Naegleria 2, Vannella 4, Hartmannella 4	30		
O-19	76	不検出	24.5	26.5			00/08/28	21	<10		2,200	<2	<2	1,300	8.5	148	6.5		Naegleria 2, Acanthamoeba 2, Hartmannella 2	18		
O-20	77	不検出	23.0	26.5	1		00/09/14	4	56	NA	24,000	11	5,000	8.1	248	15.4			0			
O-21	78	不検出	23.0	26.5	1		00/03/20	182	<10		3,300	23	820	7.7	115	17			H.veriformis 6	14		
O-22	79	不検出	25.0	28.2			00/08/07	44	20	NA	220	2	5,900	7.7	182	1.8			4			
O-23	80	不検出	28.0	30.8			00/09/07	13	<10		4,900	8	390	8.5	192	5.6			Echinamoeba 2, Vannella 2	18		
O-24	81	不検出	24.0	26.7			00/08/23	29	<10		790	790	300	300	7.8	176	0.1			4		
O-25	82	不検出	25.3	23.0			00/09/14	7	<10		700	<2	310	8.1	200	1.8			Vannella 4, Echinamoeba 2	28		
O-26	83	不検出	23.2	27.7					<10		13,000	79	810	8.0	172	9.6			Echinamoeba 6, Hartmannella 4, Naegleria 14, Vannella 2	38		
O-27	84	不検出	25.0	27.7					<10		4,900	26	450	8.2	165	9.8			Echinamoeba 2, Vannella 2, Willaertia 2	18		

水景施設実態調査結果一覧(その5)

施設番号 T-東京 Y-横浜 O-大阪	サンプリング時の状況 記載事項があれば-1										水質検査結果							アメーバ調査結果	
	整理番号	残留塩素濃度 (mg/l)	水温 (°C)	水温 (°C)	外観	初回清掃日	清掃後からの経過日数	レジオネラ属菌数 (CFU/100ml)	リネオコクシトリスチス血清菌	大腸菌群数 (MPN/100ml)	大腸菌 (MPN/100ml)	一般細菌数 (CFU/ml)	pH	電気伝導度 (μS/cm)	KmnO4消費量 (mg/l)	深度	宿主アメーバ類	アメーバ数 (cfu/100ml)	
O-28	85	>2.0	27.0	31.5		00/09/13	8	<10		<2	<2	13	7.9	203	3.7		Naegleria, Hartmannella, Acanthamoeba, Vannella many	100	
O-29	86	不検出	25.5	31.5		00/01/25	240	<10		5	<2	500	7.8	161	2.6		Naegleria 4, Echinamoeba 4, Willaertia 2	10	
O-30	87	不検出	26.0	31.5		00/09/13	8	<10		<2	<2	1	7.7	181	0.6			0	
O-31	88	不検出	29.0	30.0		00/09/18	3	<10		2	<2	400,000	8.4	434	1.9			2	
O-32	89	1.0	22.0	23.5	1	00/01/20	250	<10		<2	<2	3	8.0	217	3.5			8	
O-33	90	不検出	22.5	25.0		00/09/10	16	108	NA	<2	<2	51	8.1	263	1.7		Naegleria 2, Echinamoeba 12	14	
O-34	91	不検出	25.0	25.0	1	00/06/31	26	<10		1,700	<2	230	8.5	117	2.9			0	
O-35	92	不検出	21.0	24.5	1	00/09/13	13	<10		1,300	<2	700	8.2	211	3.7		Naegleria 8, Echinamoeba 2	10	
O-36	93	不検出	24.5		1	00/09/13	44	<10		<2	<2	46	9.2	158.4	3.4			2	
O-37	94	>2.0	21.0	23.0		00/06/06	112	<10		<2	<2	3	7.9	217	4.2			0	
O-38	95	>2.0	24	23.0		00/06/06	112	<10		<2	<2	1	8.2	368	1.1			6	

2. 4 まとめ

(1) 採水時の気温、水温および遊離残留塩素の分布

気温は採水時19.0℃～34.8℃、水温は18.7℃～31.0℃の範囲に分布していた。また、遊離残留塩素が不検出であった施設は、73施設(79%)であった。

(2) 目視による外観の観察項目とレジオネラ属菌

目視による水景施設の外観を「色・濁り・泡立ち・壁面のぬめり・藻の発生」の5項目に分け、その有無を観察した結果、レジオネラ属菌が検出された施設は、これらの不良項目が多く見いだされる傾向があった。

(3) 水景施設におけるレジオネラ属菌の分布

レジオネラ属菌は調査水景施設95検体の内で21検体(22%)から検出された。屋内水景施設では31検体の内6検体(19%)から検出され、また、屋外では64検体の内15検体(23%)が陽性であった。屋内水景施設のレジオネラ属菌数分布は、屋外施設に比較してやや低い菌濃度分布であった。また、血清群分布は、*L. pneumophila* 血清群1が最も多く、次に血清群3の順であった。

(4) レジオネラ属菌の陽性率と水温の変動

屋外水景施設においては、外気温が低下するとその影響によって水温も低下し、それに伴ってレジオネラ属菌陽性率も減少する傾向が認められた。

(5) レジオネラ属菌の分布と清掃頻度

清掃頻度が6回以上/年になると10³CFU/100 ml以上の高い濃度のレジオネラ属菌分布は減少する傾向が認められた。また、レジオネラ属菌の陽性率も減少する傾向が認められた。

(6) 清掃・換水頻度と過マンガン酸カリウム消費量の関係

清掃頻度の増加に伴って過マンガン酸カリウム消費量は、減少する傾向が認められた。清掃頻度が6回以上/年にすると過マンガン酸カリウム消費量は10mg/l以下にまで減少し、清掃による汚染物質の除去効果が認められた。同様に換水頻度を増しても過マンガン酸カリウム消費量は減少する傾向が認められた。

(7) レジオネラ属菌が高濃度検出された水景施設の管理状況

レジオネラ属菌が 10^3 CFU/ml以上検出されたのは9施設であった。

7-1) 屋内水景施設は、その内3施設で $4\sim 17\text{m}^3$ と小規模の施設であった。演出形態は、噴水に比較するとエアロゾル発生が少ない滝状・落水の形態であった。周囲はアトリウムやエントランスホールになっており、人通りの多い設置状況である。清掃・換水頻度は、1回～12回/年行われていた。また、調査結果は全般的に低い検査値であった。消毒装置は設置されていないか、あるいは、設置されていても遊離残留塩素は検出されていない状況であった。

7-2) 屋外水景施設では、6施設で $0.3\sim 283\text{m}^3$ と小規模のものから大規模のものまでが混在していた。演出形態はエアロゾル発生が多い噴水の形態が多く、大規模なものには流水、落水、溜水、噴水などの全ての形態を備えているものも見られた。周囲は多くの人たちが集う憩いの場になっていた。清掃頻度は、屋内設置施設と同様1回～12回/年行われていたが、換水頻度は1回～4回/年と大規模施設ほど少ない傾向が見られた。消毒装置は設置されていないか、設置されていても故障しているもの、あるいは消毒剤の効果をよく理解していないものなど様々な設置状況であった。

(8) 大腸菌群および大腸菌の分布、陽性率

8-1) 大腸菌群は水景施設95検体のうち、52検体(54.7%)から検出された。屋内水景施設では31検体(32.3%)、屋外水景施設では64検体(65.6%)が陽性であった。屋外に設置された施設は屋内設置施設の2倍以上の大腸菌群陽性率であった。

8-2) 大腸菌は水景施設95検体のうち、28検体(29.5%)から検出された。屋内水景施設では6検体(19.4%)、屋外水景施設では22検体(34.4%)が陽性であった。屋外に設置された施設は屋内設置施設の約1.7倍の大腸菌陽性率であった。

(9) 大腸菌群および大腸菌とレジオネラ属菌

大腸菌群とレジオネラ属菌の関係では両者の間に相関関係は認められなかった。また、大腸菌とレジオネラ属菌の間にも相関関係は認められなかった。一般細菌とレジオネラ属菌についても同様の結果であった。

(10) 大腸菌群および大腸菌の陰性群と陽性群とレジオネラ属菌

大腸菌群および大腸菌を陰性群と陽性群の2群に分け、レジオネラ属菌の有無を検定したところ、有意な差は認められず、これら大腸菌群、大腸菌および一般細菌は、レジオネラ属菌の指標細菌にはなり得ないことが判明した。

(11) 大腸菌群および大腸菌と清掃・換水頻度

大腸菌群数の分布と清掃・換水頻度との関連性は認められなかったが、大腸菌数については、清掃・換水頻度が増すにつれ、2 MPN/100ml未満の低い菌濃度分布域が増加する傾向が見られた。

(12) 過マンガン酸カリウム消費量と電気伝導度

過マンガン酸カリウム消費量の分布状況は最高～最低、平均値±標準偏差は、各々0.1～31.5mg/l、4.74 ± 4.52 mg/lであった。電気伝導度の分布状況は最高～最低、平均値±標準偏差は各々96～987μS/cm、244.23±136.22μS/cmであった。過マンガン酸カリウム消費量と電気伝導度の間に相関関係などの関連性は認められなかった。

(13) 屋内・屋外水景施設における過マンガン酸カリウム消費量の分布

屋内水景施設の過マンガン酸カリウム消費量分布は、最高～最低、平均値±標準偏差は、各々0.5～18.4mg/l、4.07±3.48 mg/lであった。屋外水景施設については、同様に、0.1～31.5 mg/l、5.06±4.91 mg/lであった。屋外水景施設の方が屋内水景施設よりも平均値で約1.0 mg/l、最高値では約1.7倍の値を示した。

(14) pHの分布

pHの分布状況は屋内水景施設では最高～最低、平均値±標準偏差は各々7.3～8.2、7.89±0.19であった。屋外水景施設は同様に各々7.2～9.2、7.95±0.32であった。屋内水景施設の方が屋外施設よりも狭い範囲にpHが分布していた。

維持管理のために水景水に使用された薬剤とpHの関係では、薬剤を使用は26検体、未使用は69検体であった。薬剤使用群と未使用群の2群に分けてpHをみると、薬剤使用群では最高～最低、平均値±標準偏差は、各々7.6～8.7、7.91±0.25であり、薬剤未使用群では同様に各々、7.2～9.2、7.94±0.30であった。薬剤未使用群の方がpHの分布域が

広い傾向が認められた。

(15) アメーバ類とレジオネラ属菌検出率

Naegleria 属および *Hartmannella* 属、あるいはそのいずれかが存在する水景施設では、レジオネラ属菌検出率が有意に高い値を示した。

(16) アメーバ数と水温

水景施設の水温が高くなるに従ってアメーバ数が減少していく傾向が認められ、今回の水景調査で分離されたアメーバ類の多くは、高温域に適応しづらい生物群である可能性が指摘される。

(17) アメーバ数と清掃・換水掃頻度の関係

清掃・換水掃頻度が増すにつれてレジオネラ属菌の陽性率は減少する傾向が認められたが、アメーバ数との関係においては認められなかった。

2. 5 考察

水景施設におけるレジオネラ属菌の分布調査を行い、併せて理化学分析値と清掃・換水頻度など維持管理状況との関係を解析した。

(1) レジオネラ属菌の分布と維持管理

レジオネラ属菌は、調査水景施設の22%から検出され、屋内施設のレジオネラ属菌分布は、屋外施設と比較してやや低い菌濃度分布を示した。また、水景施設のレジオネラ属菌の濃度分布は、他の冷却塔水、循環式浴槽水などの環境材料と比較して低く、陽性率も低い傾向が認められる^{3,4)}。血清群分布は *L.pneumophila* 血清群1に高く分布しており、これは冷却塔水の場合と同様の結果である³⁾。このことは両者の土壌性細菌の進入経路や生息温度条件³⁾などからみて、両者の設置状況が他の環境水より類似していることを示すものと考えられる。

屋外に設置された水景施設のレジオネラ属菌の陽性率と水温の関係は、水温が低下するに従って陽性率も減少する傾向が認められている。これは外気温が低下するとその影響を受けて水温も低下し、レジオネラ属菌の増殖に影響を与えたものと考えられる。

レジオネラ属菌の分布と清掃頻度との関係では、清掃頻度を増して6回以上/年にすると高い菌濃度の分布は減少し、陽性率も減少する傾向が認められる。また、水景施設の有機物汚染指標を表す過マンガン酸カリウム消費量と清掃頻度との関係についてみると、清掃頻度を増すと10mg/ℓ以上の高値は減少してゆき、清掃頻度を6回以上/年では高い値の過マンガン酸カリウム消費量は全く検出されなくなる。これらの結果は、清掃頻度を増すことによる汚染物質の除去効果を示しているものと考えられる。同様に換水頻度が6回以上/年に増加すると過マンガン酸カリウム消費量は減少する。これらは清掃頻度の場合と同様に換水による汚染物質の除去効果を示すものと考えられる。団野らは^{6,7)}給湯設備の清掃はレジオネラ属菌の減少に効果があると指摘している。水景施設においてもレジオネラ属菌の陽性率の減少には、清掃頻度、換水頻度を増すことによる汚染物質の除去効果があるものと考えられる。

以上のことから、清掃・換水頻度を増して6回以上/年にして汚染物質を除去した上で、塩素など消毒剤を注入することがレジオネラ属菌抑制の有効な対策になるものと考えられる。具体的なレジオネラ属菌に対する汚染対策は、金子らが報告⁸⁾しているように施設を一律的に考えるのではなく水景施設の設置場所、親水度などの用途を精査して、それぞれの施設に合った対策内容を実施していくことが重要であると考えられる。

(2) 大腸菌などの微生物試験および理化学試験

今回調査の水景施設ではレジオネラ属菌ばかりでなく大腸菌群および大腸菌も高い陽性率を示した。屋外水景施設の大腸菌群および大腸菌の陽性率は屋内施設の約2倍であった。また、過マンガン酸カリウム消費量も屋外施設の方が高い値を示した。これは土砂や落ち葉などが入り込み易い環境に設置されていることが、高い陽性率、過マンガン酸カリウム消費量分布につながったものと考えられる。

山吉ら⁹⁾はレジオネラ属菌の代替指標に他の試験項目がなれない理由として、大腸菌群などより遅い増殖速度を報告している。今回の調査でも大腸菌群、大腸菌、一般細菌とレジオネラ属菌の間に相関関係は認められていない。さらに大腸菌群および大腸菌を陰性群と陽性群の2群に分けて、レジオネラ属菌の有無を検定したところ、有意な差は認められなかった。これらのことから大腸菌群、大腸菌および一般細菌は、レジオネラ属菌の指標細菌にはなり得ないと考えられる。

大腸菌数と清掃・換水頻度については、大腸菌数は、清掃・換水頻度が増すにつれて減少する傾向が見られている。これは水景施設の大腸菌陽性率の減少には、清掃・換水頻度を増すことによる汚染物質の除去効果が有効であることを示していると考えられる。

(3) アメーバ類の汚染とレジオネラ属菌

水景施設のレジオネラ属菌の調査に併せて、アメーバ類の汚染調査を行った。その結果、宿主となる *Naegleria* 属および *Hartmannella* 属、あるいはそのいずれかが存在する水景施設では、レジオネラ属菌陽性率が有意に高い値を示した。これはレジオネラ属菌汚染の根本対策には、アメーバ対策が重要位置を占めることを示唆している。

アメーバの分離状況で特徴的なことは、水景施設の水温が低下するに従ってアメーバ数が増加していく傾向が認められたことである。このことは今回分離されたアメーバ類の多くは低温域に適応し、高温域には適応しにくい生物群である可能性が考えられる。

レジオネラ属菌の陽性率は、清掃・換水頻度が増すにつれて減少傾向が認められたが、アメーバ数には認められなかった。

今回の調査において、遊離残留塩素が検出された施設においてレジオネラ属菌陽性率は有意に低いが、アメーバ類の生息には影響を与えていない。これは塩素などの消毒剤は浮遊しているレジオネラ属菌に対しては有効¹⁰⁾であるが、生物膜内部への浸透性は良くなく、また、アメーバ類や嚢子内のレジオネラ属菌に対しても消毒効果は低いと指摘されている

報告¹¹⁻¹³⁾ からみて、アメーバ類に対する低い浸透性によるものと考えられる。

以上のことから、宿主アメーバ類も視野に入れてレジオネラ属菌汚染の根本対策を考えると、現行の消毒法、清掃法の再考が求められる。

文 献

- 1) Gorman, G. W., Feeley, J. C., Steigerwalt, A., Edelstain, P. H., Mopss, C. W. and Brenner, D. J., :*Legionella anisa*: a new species of *Legionella* isolated from portable waters and coolig tower. *Apple. Env. Microbial.* 49, 301-309 (1985)
- 2) 厚生省生活衛生局企画課監修：新版 レジオネラ症防止指針, (財)ビル管理教育センター. P. 21-22, 東京(1999)
- 3) 藪内英子：臨床と微生物, 25, 1, 11-16 (1998)
- 4) 藪内英子, 王 笠, 荒川迪生他：日本の温泉水中の*Legionella*属菌の分布, 感染症雑誌, 64, 549-551 (1994)
- 5) 江花恭子, 関 喜美子, 山田浩子, 佐藤 誠：冷却塔水のレジオネラ属菌の生息調査について(1), 福島県衛生公害研究所年報, 13, 65-70(1996)
- 6) 団野直子, 金子岳夫, 古畑勝則, 岡田誠之, 高柳 保, 紀谷文樹:大規模中央式給湯水の水質の問題点とその対策に関する研究：空気調和・衛生工学会論文集, 60, 19-28(1996)
- 7) 中川奈穂子, 高柳 保, 古畑勝則, 紀谷文樹:大規模中央式給湯水の水質の問題点とその対策に関する研究：空気調和・衛生工学会論文集, 67, 19-28(1997)
- 8) 金子岳夫, 古畑勝則, 紀谷文樹:中央式給湯設備のレジオネラ汚染対策：空気調和・衛生工学会論文集, 73, 1-10(1999)
- 9) T. Yamayoshi and N. Tatsumi: Ultraviolet inactivation of *Legionella* in running water with submerged light bulbs, *Proc. of indoor air quality and climata*, 4, 413-416(1993)
- 10) 藪内英子, 王 笠, 矢野有也, 山吉孝雄, 荒川迪生：*Legionella* 属菌に対する塩素の消毒効果, 感染症学雑誌, 69, 2, 151-157(1995)
- 11) 黒木俊郎, 佐多 辰, 山井志朗, 八木田健司, 勝部泰次, 遠藤卓郎:循環式浴槽における自由生活性アメーバと *Legionella* 属菌の生息状況, 感染症学雑誌, 72, 10, 1056-1063 (1998)
- 12) 高橋武秀, 藪内英子, 遠藤卓郎, 古畑勝則:「24時間風呂」の衛生問題と行政の対応, 環境感染, 13, 2, 129-136(1998)

13) 八木田健司, 遠藤卓郎, 太田宗広, 藪内英子, 家庭用循環式浴槽の浴槽水からの *Legionella* 属菌宿主アメーバの検出, 環境感染, 12, 2, 89-93(1997)

3. 水景施設における維持管理対策について

水景施設の維持管理としては、文献「建築と都市の水環境計画、日本建築学会編、彰国社、1991年」などによれば、一般的には水の演出としての機能（景観など）を維持するために、以下のような考え方で行われる、とされている。

3. 1 水質の保全

- ・水質汚濁の原因は砂塵・落ち葉・雨水の流入・藻の発生・鳥や小動物（フン）などであり、これらの相乗作用により汚濁が促進される。
- ・ろ過器や消毒装置の点検・整備だけでは不十分で、貯水部や流水部の底部や側壁に沈殿、付着した汚泥や水垢・藻の除去のための清掃が必要となる。
- ・屋外は月1回（最低年4回）、屋内は隔月1回（最低年3回）の水替え兼清掃を行う。

3. 2 機器の点検整備

- ・各種機器類は機器の耐久性の向上や故障・損傷を少なくするために、専門メーカーや保守管理業者による定期点検が必要となる。

今回の水景施設における実態調査結果から、レジオネラ汚染対策としての維持管理として、以下のような項目が挙げられる。

- a. 清掃（換水）頻度を多くする。
- b. 定期的な水質検査を行う。
- c. 塩素・オゾン・紫外線など、あるいはそれらを組み合わせた消毒装置を設置する。

ただし、すべての水景施設がこのような維持管理対策を講ずることは、現実的には難しい。水景施設の規模（水量）・場所・形態などにより、これらの項目を応用的に採用する考え方が必要になるものと考えられる。

例えば、レジオネラ感染の元となるエアロゾルの発生しやすい形態（噴水・落水など）で屋内設置の場合は、清掃頻度を多くして対応する、規模が大きくて清掃頻度を増やすことが困難な場合は、塩素消毒装置などを導入する、など、個々の水景施設に応じた対策をとることが必要であろう。

表-10および表-11に、これらのことをまとめた感染因子の点数化とそれに基づく維持管理

例を示す。

ただし、これは前述のとおり目安を示したものであり、具体的な維持管理は、施設の管理者が状況に応じて判断した上で対応することが求められる。

表-10 水景施設のレジオネラ感染危険因子の点数化

危険因子			人の接近	
			有り	無し
エアロゾルの発生	多い (噴水・落水)	屋内設置	4	3
		屋外設置	3	2
	少ない (流水・溜水)	屋内設置	2	1
		屋外設置	2	1

表-11 点数化に応じた維持管理例

点数	清掃	水質検査
4	6回/年以上	2回/年以上
3	3回/年以上	1回/年以上
2	1回/年以上	1回/年
1	必要に応じ	必要に応じ

※子供が水景施設内に立ち入る可能性がある場合には、点数にかかわらず、清掃回数は6回/年以上とする。

また、「抗レジオネラ用空調水処理剤」の水景施設への適用も今後の研究課題と考えられる。

4. 総括

水景施設は、水の演出形態により、観賞用あるいは修景用として活用されている施設であり、近年、都市及び地域環境のアメニティーの向上のために、建築物内外あるいは公園等に設置されるようになり、特に、昭和 60 年代以降にその設置例が急速に増加している。

設置例も、様々な要求に応えるために、規模・形態・設備内容・設置場所等により多種多様なものが存在している。

この背景を受け、本研究では、現在水利用施設全般で問題となっているレジオネラ汚染に関する水景施設における実態を把握するため、東京、横浜及び大阪において屋内・屋外合わせて 93 施設を対象として平成 12 年 9 月～10 月に亘り調査を実施した。

上述の通り本調査は、調査地域、調査施設及び調査期間に制限があったため、水景施設全般のレジオネラ汚染の実態並びに維持管理の状況を把握するには至らなかったが、結果として、様々な施設の存在を確認するとともに、約 2 割程度の施設よりレジオネラ属菌が検出され、その検出数は循環式浴槽の調査報告例に比べれば、低いレベルであったが、検出された施設全てにおいて残留塩素が不検出であったことが判明した。

なお、レジオネラ属菌の検出と調査施設の管理概要等との比較検討を試みたが、清掃実施の状況の中で清掃頻度と換水回数が最も影響している傾向が認められたものの、その他については、顕著な相関は認められなかった。

この結果より、維持管理に関しては、定期的な点検・清掃・消毒を適切に実施すること、特に消毒に関しては、日常的に残留塩素等の測定を実施して、検出を確認するとともに、健康影響あるいは排水の環境負荷の観点より高濃度とならないような管理が必要であることが伺えた。

さらに、エアゾロルが多く発生すると考えらる演出形態、建築物内部に設置されている施設、及び不特定多数が利用する施設においては、レジオネラ汚染に対する対策はより一層重要となるため、各施設の状況等を熟知して維持管理に努めることが必要であると考えられる。

今回の調査の対象とした施設は、水景施設を付帯する建築物の大半は規模の大きい、いわゆる特定建築物に該当する建築物であったため、レジオネラ汚染問題の重要性を一早く認識し、維持管理に反映させたいとする管理者の積極的な姿勢が伺えた。しかし、一般に水景施設は、給排水衛生設備といった生活に必須とされる水利用施設とは異なり、快適性

といった付加価値が求められるものであり、その維持管理はともすると補足的に取り扱われる危険性をはらんでいるため、今後も、適切な維持管理と実施に関する周知徹底が重要となる。

IV. 建築物の水利用設備におけるレジオネラ防止対策の検討

1. マニュアル作成の目的と背景

レジオネラ症は、1976年、米国フィラデルフィア市のホテルにおける集団感染を契機に認識されたが、わが国においても近年、レジオネラ症に対する理解が深まり、その発症が給水・給湯設備、空調設備、循環式浴槽など水利用設備に関係すること、本菌が環境水中に生息していることが知られるようになった。

レジオネラ症は、免疫力の低下した人が感染することが多いことから、特に、高齢者が多く利用している社会福祉施設等での循環式浴槽の利用に当たっては、細心の注意が必要である。わが国では、年々高齢化が進んでおり、社会福祉施設内の衛生確保のため、一層綿密な維持管理が必要と考えられるにもかかわらず、これまで利便性やコスト削減等を考慮して、循環式浴槽等の設備機器の導入が行われてきており、多くの人々の健康への影響が危惧される場所である。また、公衆浴場、温泉などの一般施設の循環式浴槽についても、実態に則した具体的な防止対策を定めることが望まれている。

(財)ビル管理教育センターでは、平成9年度厚生科学研究の報告書を踏まえ、「新版レジオネラ症防止指針」を1999年11月に発行し、その中では水利用設備をその危険度に応じて点数化し、防止対策を段階的に定めている。また、社会福祉施設における衛生環境に関する実態調査を行い、その報告を2000年3月にまとめたところである。その中で、循環式浴槽の概要、問題点、消毒方法について述べている。その後、福祉施設管理者、入浴施設経営者などから、レジオネラ汚染問題だけでなく、浴槽循環システムにおける衛生上の問題点に対して多くの質問が寄せられているので、今回、実態に則した具体的な防止対策を定めた実施要領を作成することとし、建築物の水利用設備におけるレジオネラ防止対策検討委員会を組織した。

この委員会は、平成12年度厚生科学研究「室内空気中の汚染物質に関する調査研究」の3委員会（室内空気環境中及びダクト内の浮遊微生物の実態調査委員会、水景施設周辺における微生物の実態調査委員会、建築物の水利用設備におけるレジオネラ防止対策検討委員会）の中の1つである。

2. 循環式浴槽におけるレジオネラ症防止対策マニュアル

循環式浴槽におけるレジオネラ症防止対策マニュアル

目 次

はじめに	1
I. レジオネラ症とは	2
II. 感染源および感染経路	3
III. 循環式浴槽の管理方法	4
1. 関連法規等に規定されている管理概要	4
2. 設備の概要	6
(1) 循環式浴槽とは、どのようなシステムの浴槽をいいますか。	6
(2) 湯の循環方式には、どのような方法がありますか。	7
(3) ろ過器の機能について教えてください。	9
(4) ろ過器にはどのような種類のものが使われていますか。	9
3. 構造上の問題点と対策	11
(1) 循環式浴槽の構造上の問題点とチェックポイントを教えてください。	11
4. 浴槽の水質管理	14
1) 水質基準・検査方法・検査頻度	14
(1) 浴槽水の水質に関する基準はありますか。	14
2) 消毒方法	15
(1) 浴槽水などの消毒方法に関する規定はありますか。	15
(2) 塩素系薬剤にはどのようなものがありますか。	15
(3) 塩素系薬剤の注入（投入）にはどのような方法がありますか。	16
(4) 塩素系薬剤による消毒方法で注意すべきことは何ですか。	16
(5) 塩素系薬剤を使用するにあたっての一般的な注意事項は何ですか。	17
(6) 有効塩素と残留塩素の違いは何ですか。	18
(7) 塩素系薬剤で浴槽水を消毒する場合の注入（投入）量はどのくらいですか。	19
(8) 残留塩素濃度の測定にはどのような方法がありますか。	20

(9) アルカリ性の温泉水では、塩素系薬剤の消毒効果が低下する理由は何ですか。 -----	20
(10) 塩素系薬剤の他にどのような消毒方法がありますか。また、使用上の注意点は何か。 -----	21
5. 浴槽の管理方法 -----	22
(1) 浴槽の清掃・消毒に関する規定はありますか。 -----	22
(2) 循環式浴槽の維持管理上の注意点について教えてください。 -----	22
(3) その他の浴槽設備の管理で注意することは何か。 -----	24
6. その他 -----	26
(1) 感染の危険因子について教えてください。 -----	26
(2) レジオネラ症に罹らないようにするには、どうしたらよいのでしょうか。 -----	26
(3) レジオネラ症が疑われる患者が発生した場合の対応を教えてください。 -----	26
(4) 浴槽水のレジオネラ属菌の検査はどこに依頼すればよいのでしょうか。 -----	27
(5) 検査を行うにあたり、検体の採取・輸送などで注意しなければならないことは何か。 -----	27

はじめに

この防止対策マニュアルは、「Ⅰ. レジオネラ症とは」、「Ⅱ. 感染源および感染経路」、「Ⅲ. 循環式浴槽の管理方法」の3つからなっています。Ⅰ及びⅡは、レジオネラ症の紹介と発生機構についての解説、Ⅲにおいては、循環式浴槽を中心とした設備概要と衛生上の問題点、管理上の安全対策について、「公衆浴場における衛生等管理要領」、「旅館業における衛生等管理要領」及び「新版レジオネラ症防止指針」などの最新の知見をもとに、現時点における望ましい対応方法を記述しました。

なお、本防止対策マニュアルは、循環式浴槽の利用・使用者から設備維持管理者、設計者、製造・販売者並びに行政関係者などの多くの方に利用して頂きたく、参考となるべきことを、Q&A方式を用いて項目別に分かり易いかたちでまとめました。