

1. レジオネラ症とは

レジオネラ症が独立疾患として最初に認識されたのは、1976年夏のことでした。米国フィラデルフィアのベルビュー・ホテルで、在郷軍人会ペンシルバニア州支部総会が開催された時、同州各地から参加した会員の221名が、帰郷後に原因不明の重症肺炎を発病し、そのうち34名が死亡しました。この重症肺炎は、米国疾病予防センター（CDC）の精力的な調査により独立疾患と認められ、在郷軍人会（The Legion）にちなんで、在郷軍人病（Legionnaires' disease）と呼ばれました。半年に及ぶ研究の結果、新しい病原菌が発見され、*Legionella pneumophila* と命名されました。その後、レジオネラ症には、肺炎型だけでなくインフルエンザのような熱性疾患型があることが、1965年のミシガン州ポンティアック衛生局庁舎内の集団発生にまでさかのぼって判明し、この病型をポンティアック熱と呼ぶようになりました。レジオネラ肺炎にかかると、悪寒、高熱、全身倦怠感、頭痛、筋肉痛などが起こり、呼吸器症状として痰の少ない咳、少量の粘性痰、胸痛・呼吸困難などが現れ、症状は日を追って重くなっていきます。腹痛、水溶性下痢、意識障害、歩行障害を伴う場合もあります。潜伏期間は、通常2日から10日前後です。

1999年4月に施行された、感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律（いわゆる感染症法）においては、レジオネラ症は全数把握の4類感染症に分類され、診断した医師は1週間以内にその情報を最寄りの保健所に届けることが義務づけられました。

現在欧米では、レジオネラ肺炎は市中肺炎の2～8%を占め、レジオネラ属菌は、肺炎球菌に次いで重要な肺炎の原因菌にあげられています。これまで、わが国のレジオネラ肺炎症例の実態は把握されていませんでしたが、感染症法の施行に伴い、今後は患者の実態がより正確に把握されると期待されます。ちなみに、感染症法の施行後2000年11月までに報告された症例数は178例となっています。

II. 感染源および感染経路

通常、レジオネラ肺炎は、レジオネラ属菌を包んだ直径 $5\mu\text{m}$ 以下のエアロゾルを吸入することにより起こる気道感染症です。レジオネラ属菌は本来、環境細菌であり、土壌、河川、湖沼などの自然環境に生息していますが、一般にその菌数は少ないと考えられます。冷却塔水、循環式浴槽水など水温 20°C 以上の人工環境水では、アメーバ、繊毛虫など細菌を餌とする原生動物が生息しています。これらの細胞に取り込まれたレジオネラ属菌は、死滅することなく細胞内で増殖することができます。その菌数は、通常、水 100mL あたり $10^1\sim 10^2$ CFU^注、多い時は 10^6 CFU に達します。

レジオネラ肺炎は健常者もかかりますが、糖尿病患者、慢性呼吸器疾患患者、免疫不全者、高齢者、幼弱者、大酒家や多量喫煙者は罹りやすい傾向があります。土木・粉塵作業、園芸作業、旅行との関連も指摘されています。海外におけるレジオネラ集団感染の事例としては、この菌に汚染された冷却塔の冷却水から発生したエアロゾルが感染源であったケースが最も多く報告されています。レジオネラ属菌に汚染された循環式浴槽水、シャワー、ホテルのロビーの噴水、洗車、野菜への噴霧水のエアロゾル吸入、浴槽内で溺れて汚染水を呼吸器に吸い込んだ時などに感染・発病した事例が報告されています。レジオネラ感染症は基本的に肺炎ですが、汚染水の直接接触で外傷が化膿し、皮膚膿瘍になったり、温泉の水を毎日飲んで発症した事例もあります。

ただし、患者との接触によって感染したという報告はありませんので、患者を隔離する必要はありません。

注：CFU は：Colony Forming Unit（集落形成単位）の略で、1CFU はもとの水の中にいた生菌数 1 個に相当します。と表現する場合があります。

Ⅲ. 水景施設の概要

(1) 水景施設とはどのような施設ですか。

「水景施設」は人工的に作られた水関連施設の総称で、人が水を眺めたり、水音を聞いたり、水に触れたり、そこに棲んでいる生物とふれあうといった「親水」を考慮しているものを指します。

水景施設は、その空間のアメニティを向上させるために設置されることが多く、公園や広場のような不特定多数の人が集まる屋外のオープンスペースをはじめとして、ホテルのロビーやショッピングセンターのイベントスペースなどの室内にも多く設置されています。

「親水施設」「修景施設」「ビオトープ池」などの呼び方は、水景施設のある特定の利用形態を想定した場合の呼びかたです。「親水施設」は子どもが水遊びをすることも想定しています。「修景施設」は人の入る可能性が少なく、近くで眺めたり水音を聞くような景観用の施設です。「ビオトープ池」は水生生物などが生息する自然観察施設です。

水景施設は、演出形態や護岸あるいは水底などの施設形態や使用される水の水質、さらに生息する生物の有無などによって利用形態がある程度決まってきます。ただし、設置者が想定していないような使われかたをすることが多いため、その管理にはあらゆる利用形態を想定しておく必要があります。

(2) 水景施設の演出形態にはどのようなものがありますか。

水景施設の演出形態は、水の操作方式から「流水」「落水」「噴水」「溜水」の4つの基本形態に分けられます。そこから水の状態に応じて表-1のようなさまざまな名称が用いられています。また、利用形態から「親水施設」「修景施設」「自然観察施設」の3つの施設形態があります。

この4つの演出形態と3つの施設形態を組み合わせることで、図-1のように空間の形状や設置目的に合った水景施設が作られています。

表-1 水景施設の演出形態と手法¹⁾

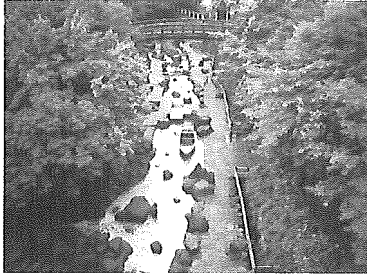
演出形態		動的演出形態		
		流水状態	形態	
流れ系	流水	流れ水路 湧水泉	せせらぎ(浅瀬)・小川(溪流)・早瀬(急流) 曲水・斜流	人工的 自然的 直線的 曲線的
	落水	滝 多段滝 水盤 壁泉	筋落ち(糸状)・布落ち(帯状)・膜落ち(面状) すだれ落ち(綿状) 滴り落ち(球状) 流れ落ち・伝い落ち・段落ち 滑り落ち・壁落ち	人工的 自然的
噴射系	噴水	噴水	噴射 放水	間欠的 連続的
	溜水	池堀 徒渉池 プール	起流(流水・渦流) 起波(波流・さざ波)	

親水施設

修景施設

自然観察施設

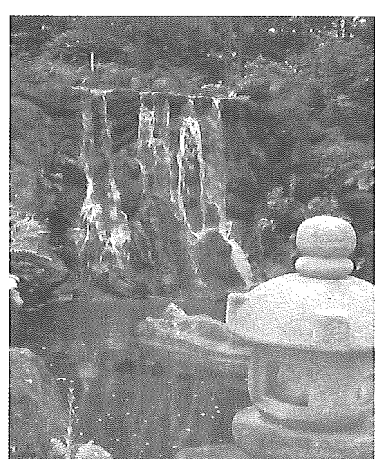
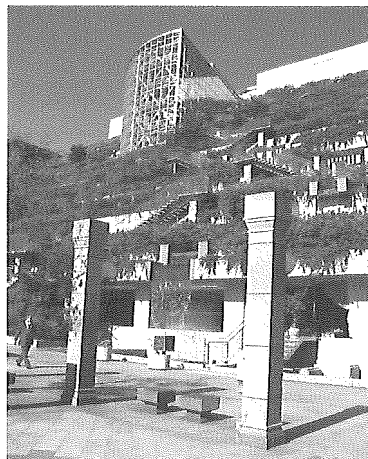
流水



噴水



落水



溜水

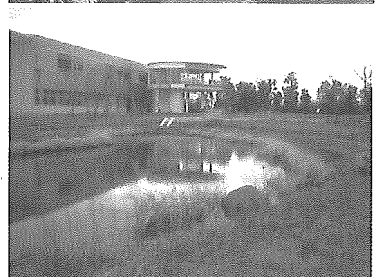
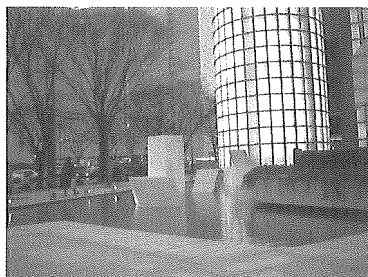


図-1 水景施設の演出形態と利用形態

(3) 水景施設における基本的な水処理の方法はどのようになっていますか。

水景施設に用いられる原水は、施設の設置場所の特性に応じて選択されます。自然の水源としては、「地下水」「湧水」「河川水」「湖沼水」「海水」「雨水」が、人工の水源としては「水道水」「再生水（排水再利用水、下水処理水）」があります。原水の水質と量は安定したものであることが望ましく、原水を複数組み合わせる使用することもあります。

水景施設の水は、大きく「一過的利用」「循環的利用」「部分循環利用」の3つの利用方法があります（図-2）。

水景施設は、河川水や湖沼水、海水などの自然の水源を用いるものを除いて多くは循環的利用であり循環装置を備えています。循環装置に用いるポンプは、浄化施設へ水を送り込むとともに、流水や落水では水を高い位置に引き上げ、噴水ではノズルを用いることで水を噴き上げさせます。

水景施設は、全体的に自然の水環境と比較して水の循環量が少なく、自然浄化もあまり期待できないので水質は悪化しやすい傾向にあります。そこで、循環的利用においては、良好な水質を確保するために「除塵装置」「水質浄化装置（ろ過装置）」「消毒、殺藻装置」などの浄化施設を原水や利用形態に応じて備える必要があります。循環装置を備えた水景施設の基本的な構造を図-3に示します。

「親水施設」の場合、水景用水は「親水用水」としてまず衛生性の確保を考慮する必要があります。利用形態によってはプール並みの浄化装置が必要となります。「修景施設」の場合、「景観用水」として人が水を触れる可能性があることを想定する必要があります。「ビオトープ池」などの場合は、「自然観察用水」として、水生生物が生息できるような水質を確保することが必要となります。

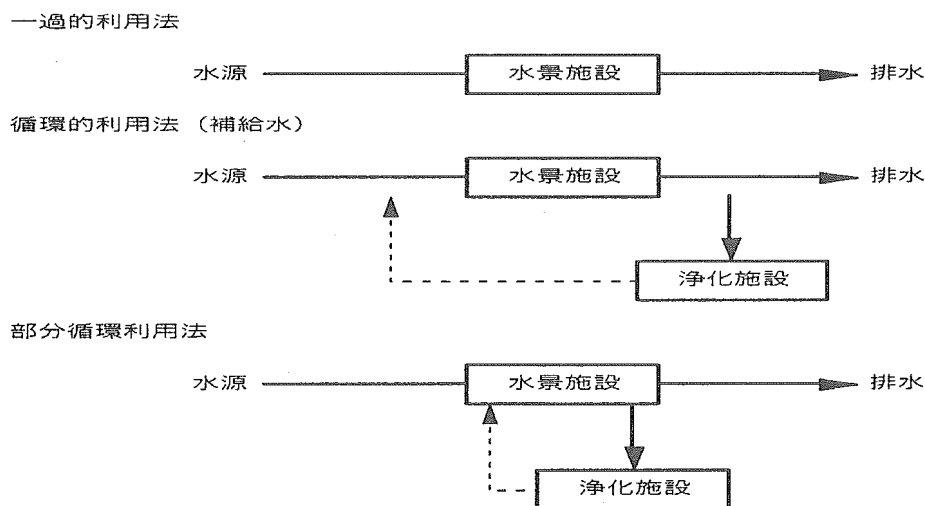
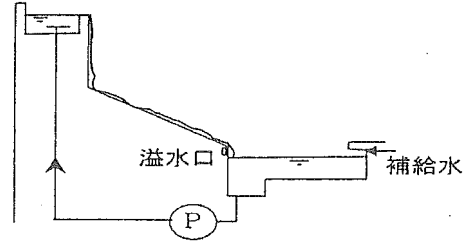
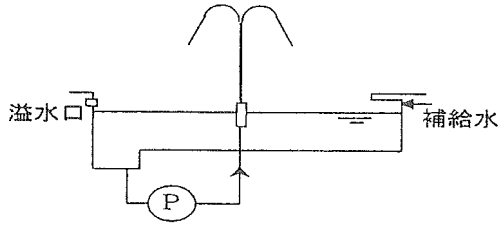
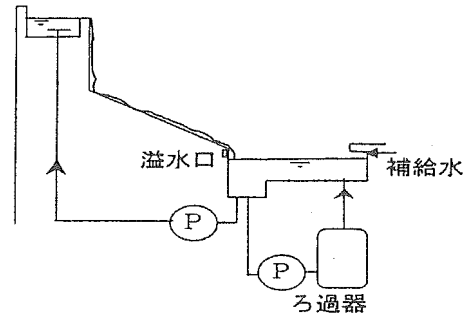
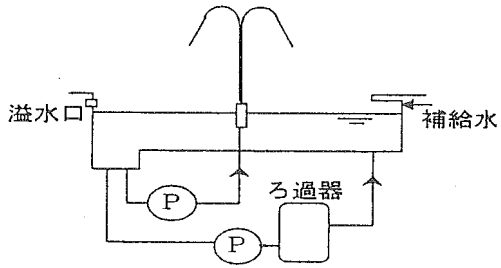


図-2 水景施設の水利用方法

1. 循環ポンプのみ



2. 循環ポンプ+ろ過器



3. 循環ポンプ+ろ過器+殺菌装置 (殺藻装置)

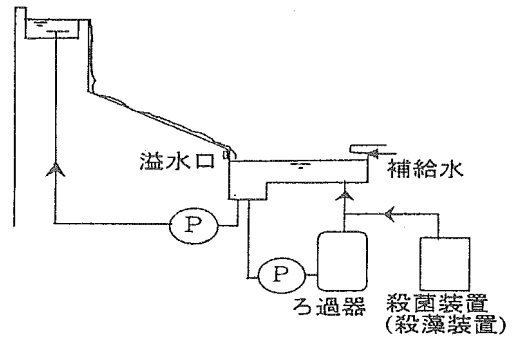
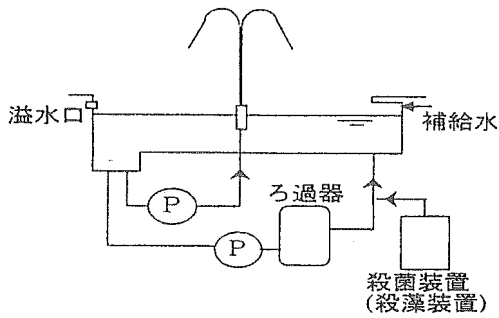


図-3 水景施設の循環フローの例 (噴水と滝の例 ろ過装置、殺菌装置は循環ポンプ内に組み込まれることもある)

IV. レジオネラ属菌の検出状況

(1) 水景施設ではレジオネラ属菌がどの程度検出されていますか。

平成 12 年度に行われた調査²⁾では、82 施設中 15 施設 (18.3%) からレジオネラ属菌が検出され、菌数は 10~6,300CFU/100mL に分布しています。検出した菌種と血清群としては *Legionella pneumophila* SG-I が最も多く、次に *Legionella pneumophila* SG-III となっています。なお、遊離残留塩素濃度が検出された施設からはレジオネラ属菌は検出されていません。調査結果をみる限り、水景施設から検出されたレジオネラ属菌数は冷却水や循環式浴槽水に比較して、少ない傾向にあるようです。

注：SG は serogroup の略で血清群の特徴を示しています。

(2) 設置場所、演出形態等の違いによりレジオネラ属菌の汚染状況は異なりますか。

平成 12 年度に行われた調査²⁾では、次のような結果となっています。

① 設置場所の違いによるレジオネラ属菌汚染状況

水景施設が屋内に設置されている場合と屋外に設置されている場合のレジオネラ属菌の検出状況は表-2のとおりです。屋内設置施設の 20.7%、屋外設置施設の 17.0% からレジオネラ属菌が検出されており、設置場所の違いからはレジオネラ属菌汚染状況に有意な差は見られませんでした。

表-2 設置場所の違いによるレジオネラ属菌汚染状況

レジオネラ属菌数 (cfu/100ml)	屋内		屋外		合計	
	施設数	%	施設数	%	施設数	%
<10	23	79.3	44	83.0	67	81.7
10~<100	3	10.3	4	7.5	7	8.5
100~<1000	2	6.9	4	7.5	6	7.3
1000~	1	3.4	1	1.9	2	2.4
合計	29	100.0	53	100.0	82	100.0

② 演出形態の違いによるレジオネラ属菌汚染状況

噴水、落水、流水、溜水でのレジオネラ属菌の検査結果は、表-3のとおりとなっています。噴水施設の23.3%、落水施設の15.4%、流水施設の11.1%、溜水施設の25.0%からレジオネラ属菌が検出されています。

なお、検出されたレジオネラ属菌数は、噴水及び落水施設で $10^2 \sim 10^3$ CFU/100mLと高い値を示した施設もあります。

表-3 演出形態の違いによるレジオネラ属菌汚染状況

レジオネラ属菌数 (cfu/100ml)	噴水		落水		流水		溜水		合計	
	施設数	%	施設数	%	施設数	%	施設数	%	施設数	%
<10	23	76.7	33	84.6	8	88.9	3	75.0	67	81.7
10~<100	3	10.0	3	7.7	1	11.1	1	25.0	8	9.8
100~<1000	3	10.0	2	5.1	0	0.0	0	0.0	5	6.1
1000~	1	3.3	1	2.6	0	0.0	0	0.0	2	2.4
合計	30	100.0	39	100.0	9	100.0	4	100.0	82	100.0

V. 水景用水の水質管理

(1) 水景施設の水質管理に関して法規等による規定はありますか。

水景施設に関しての法的な水質基準はありませんが、日本水景協会が提案している目標水質値³⁾を表-4に示します。

表-4 水景施設の目標水質値

水質項目	目標水質値		
	親水用水	自然観察用水	修景用水
pH	5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6
BOD (mg/L)	3以下	5以下	5以下
SS (mg/L)	5以下	15以下	10以下
臭気	不快でないこと	不快でないこと	不快でないこと
大腸菌群数	1000個/100mL以下	—	—

また、排水再利用水や雨水利用水を使用する水景施設に対しては、(社)空気調和・衛生工学会の目標水質案⁴⁾として、表-5があります。

表-5 排水再利用水や雨水利用水を使用する場合の目標水質案

用途		散水・修景用水		親水用水
条件		エアロゾル 生成あり	エアロゾル 生成なし	—
外観		不快でないこと	不快でないこと	不快でないこと
臭気(希釈倍率)		20以下	20以下	20以下
濁度		2度以下	5度以下	2度以下
pH		5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6
大腸菌		0個/100mL以下	10個/100mL以下	0個/100mL以下
レジオネラ属菌		100個/100mL以下	—	—
原水の 種類*	し尿を含む雑排水	×	散水○ 修景×	×
	し尿を含まない雑排水	×	○	△
	プール排水	×	○	△
	雨水(屋根集水)	○	○	○

* 原水の種類について ○：原水として利用可能、 ×：原水として利用不可

△：原水として利用しないが、衛生設備の安全措置が講じられれば利用可能

(2) 新版レジオネラ症防止指針でレジオネラ属菌の検査頻度等が示されていますが、具体的にはどのように行えばよいのですか。

水景施設において、レジオネラ症感染危険因子として重要なものは、①エアロゾルの発生状況、②人と水との接近状況、③設置場所、④水景施設が布設された建築物の用途、の4つが考えられます。そのため、レジオネラ属菌の検査頻度は、新版レジオネラ症防止指針に記述されている感染危険因子の点数化の考え方だけでは、具体的な値を求めにくいと思われます。そこで、施設の管理者が自分の施設の水景施設を維持管理する上で必要な水質検査の回数を容易に求められるように、その手法を示します。

この手法は、4つの危険因子の個々の評価の総和に基づいてレジオネラ属菌の検査回数を求めるものです。まず個々の因子ごとに下記に示すそれぞれの表-6～9から該当するリスクに対する点数を求めます。

表-6 エアロゾルの発生状況による危険度

エアロゾルの発生状況	水景施設の演出形態	点数
あ る	噴水・落水	10
多少ある	噴水・落水	5
な し	流水・溜水	1

* 噴水・落水はエアロゾルの発生状況によって分ける

表-7 人と水の接近状況による危険度

人の水の接近状況	点数
容易に飛沫を浴びる位置まで近づける、あるいは水に触れることができる	10
風向き等により飛沫を浴びることがある、あるいは無理をすれば水に触れることができる	5
距離があり飛沫を浴びることはない、あるいはガラス等で隔離されている	1

表-8 設置場所による危険度

屋内・外の別	状況	点数
屋 内	建築物の内部にある	5
半屋内	建築物の壁面や屋根等が近くにある	3
屋 外	主たる建築物から離れて独立にある	1

表-9 水景施設が付設された建築物の用途による危険度

建築物の用途	点数
病院・高齢者福祉施設等	5
学校・保育園等	3
特定建築物（除く学校）	1

次に、この4つの危険因子ごとに求めた点数の合計を算出し、これに基づき表-10よりレジオネラ属菌の検査回数を求めます。

表-10 合計点数に基づく水質検査の回数

危険度	合計点数	水質検査の回数
4	22～30	1年以内に3回以上 ^{注1}
3	18～21	1年以内に2回以上 ^{注2}
2	11～17	1年以内に1回以上 ^{注3}
1	4～10	必要に応じて実施 ^{注4}

注1：3回のうち1回は、休止期間がある場合には設備の稼動初期に、通年運転の場合には水温の上昇する夏期に実施する

注2：2回のうち1回は、休止期間がある場合には設備の稼動初期に、通年運転の場合には水温の上昇する夏期に実施する

注3：休止期間がある場合には設備の稼動初期に、通年運転の場合には水温の上昇する夏期に実施する

注4：常に設備の維持管理に心がけ、必要に応じて（設備に関連したと考えられる発熱患者や肺炎患者の発生が疑われた場合など）実施する。

この結果、レジオネラ属菌が 10^2 CFU/100mL以上検出された場合には、直ちに噴水、落水などを止め、エアロゾルが発生しないようにします。

復帰は清掃・消毒を実施し、レジオネラ属菌の検査を再度行い不検出（10CFU/100mL未満）を確認した後とします。

なお、この維持管理に関する考え方は「新版レジオネラ症防止指針」の記述より具体的に示してありますが、この内容であっても絶対的なものではなく目安を示すものであります。従って、各施設の実態に即した方法で使用してください。

以下に具体例を挙げて使い方を説明します。

(例)

- ・ 設置場所：屋内
- ・ 演出形態：落水（滝状、連続的）
- ・ 人と水の接近状況：水景施設のそばまで近づける
- ・ 建築物の用途：学校

まず、危険因子ごとに点数を求めます。

① エアロゾルの発生状況

演出形態が落水で現場を確認したところ、エアロゾルの発生が多少見られましたので、点数は表-6より5点とします。

② 人と水の接近状況

水景施設のすぐ近くまで近づけるので、表-7より点数は10点となります。

③ 設置場所

屋内であることから、点数は表-8より5点となります。

④ 建築物の用途

学校であることから、点数は表-9より3点となります。

以上から、点数の合計は、5点+10点+5点+3点=23点となります。

最終的なレジオネラ属菌の検査回数は、表-10より年間3回以上必要という結論になります。なお、3回のうち1回は、施設の休止期間がある場合には設備の稼動初期に実施します。通年運転の場合には水温の上昇する夏期に実施することが必要です。

なお、水質検査の結果レジオネラ属菌が 10^2 CFU/100mL以上検出された場合には、直ちに落水を止めてエアロゾルが発生しないようにします。そして清掃、消毒等の対策を講じ、対策後はレジオネラ属菌が不検出（10CFU/100mL未満）であることを確認することが必要です。

(3) 水景用水の殺菌にはどのような方法がありますか。

水景施設の殺菌方法としては、塩素系薬剤の添加、紫外線の照射、オゾンの添加、銅イオン・銀イオンの添加などがあります。それぞれの殺菌方法の水景施設の利用形態に対する適応性と、特性を表-11、12に示します

表-11 水景施設の利用形態別殺菌方法の適応性⁵⁾

殺菌方法 利用形態	塩素系薬剤の 添加	紫外線の照射	オゾンの添加	銅イオン・銀 イオンの添加
生物がない場合	○	○	○	○
生物がいる場合	×	○	△	×

○ : 適している △ : 注意を要する × : 使用不可

表-12 各殺菌方法の特性⁶⁾

殺菌方法 特性	塩素系薬剤の添 加	紫外線の照射	オゾンの添加	銅イオン・銀イオ ンの添加
効果・機能	殺菌・殺藻・脱色	殺菌・殺藻・酸 化	殺菌・殺藻・酸化・ 脱色	殺菌・殺藻
残留特性	残留持続性がある	残留持続性がな い	残留持続性が短い	残留持続性が長い
水道水質基準	0.1mg/L以上			銅 1mg/L以下
人体への毒性	酸の混入で塩素ガス 発生、強アルカリのため 取り扱い注意、トリハ ロメタンの生成有り	直接照射は有害	大気 0.1PPM 水 0.05PPM	銅は 10mg/L以上は 有害、銀は 1mg/L 以上は有害
生物への毒性	魚類致死量 0.2mg/L(遊離残留 塩素)		魚類致死量 0.005mg/L	魚類致死量 銅 0.1mg/L
生物処理との併用	不可	可能	可能	不可
方式・機構	薬剤注入方法	紫外線ランプ	無声放電法、 電解法	電解法
維持管理	定期的薬剤補充、有 効塩素量の測定	ランプ交換 ランプ保護管の 清掃	専門家による点 検、機器類の定期 点検、溶存リン・排 リンの濃度監視	専門家による点検、 銅・銀イオンの濃度 測定、電極の交換

(4) 塩素系薬剤にはどのようなものがありますか。

塩素系薬剤には、表-13に示すように、次亜塩素酸ナトリウム（液剤）、次亜塩素酸カルシウム（粉末、顆粒、錠剤）、塩素化イソシアヌル酸（顆粒、錠剤）などがあり、その使用方法は種類によってそれぞれ異なります。しかし、どの塩素系薬剤を使用しても、水中で次亜塩素酸、次亜塩素酸イオンが生じ、その殺菌効果によって消毒が行われます。

表-13 塩素系薬剤の種類

種 類	有効塩素(%)	性 状
次亜塩素酸ナトリウム	5~12	液体（アルカリ性）
次亜塩素酸カルシウム		
さらし粉	30	固体（アルカリ性）
高度さらし粉	70	固体（中性）
塩素化イソシアヌル酸		
トリクロロイソシアヌル酸ナトリウム	85~90	固体（酸性）
トリクロロイソシアヌル酸カリウム	85~90	
ジクロロイソシアヌル酸ナトリウム	60	固体（酸性）
ジクロロイソシアヌル酸カリウム	60	

(5) 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。

塩素系薬剤から生じる次亜塩素酸（HClO）や次亜塩素酸イオン（ClO⁻）の有効塩素は、有機物や化学物質と反応すると消費され、濃度低下が起こります。水景施設の水槽、配管、ろ過装置やポンプ内に微生物が繁殖していたり、土砂や粉塵等が堆積していたりすると、有効塩素の消費が激しくて必要な塩素濃度を確保できないことが想定されます。そのため、塩素系薬剤の使用前には施設を十分清掃し、可能な限り汚れを取り除く必要があります。

また、塩素系薬剤を注入（投入）するにあたり、ろ過装置のろ材などに微生物が繁殖している場合などには、発泡したり、塩素系薬剤の消費が激しくて必要な塩素濃度を確保できなかつたりすることが想定されます。このため、消毒の前には逆洗などの徹底した前処理が必要です。

なお、ろ過装置に塩素消費量以上の過剰な塩素系薬剤を注入すると、水景用水中の塩素

濃度が高くなり、トリハロメタンや塩素臭が発生しやすくなり、資機材が腐食するなどのおそれがあります。

(6) 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

塩素系薬剤を使用するにあたっては、有効成分の減少と事故の発生を防ぐため、取り扱いと保管に注意する必要があります。

塩素系薬剤は、他の薬品などとの接触や高温多湿を避け、光を遮った場所に保管します。各メーカーから販売されている錠剤、ペレット、粒径の大きい顆粒のものは、消防法上の危険物には該当しませんが、固形の塩素系薬剤は強力な酸化性物質であるため、取り扱いを誤ると発火、爆発の危険があります。特に、塩素化イソシアヌル酸と次亜塩素酸カルシウムを混合して使用・保管すると、発熱・発火する恐れがあります。

また、次亜塩素酸ナトリウムは強アルカリ性のため、皮膚に対して強い腐食性があるため、直接皮膚に接触しないようにします。特に眼に入らないように注意します。なお、衣服や機械器具に付着すると腐食・損傷する恐れがあります。

保護具としては、保護マスク、保護眼鏡、保護手袋などがあり、必要に応じて使用します。

<塩素系薬剤の取り扱い時の救急措置>

- ・皮膚に付着した場合は、流水で十分に洗い流します。
- ・眼に入った場合は、流水で15分間以上洗眼します。
- ・吸入した場合は、新鮮な空気の所へ運び、仰向けか横向きに寝かせ、身体を暖めて血液の循環を良くし、酸素補給を十分にします。
- ・いずれの場合も、医師に事故者を診察してもらうことが必要です。

(7) 有効塩素と残留塩素の違いは何ですか。

有効塩素：殺菌効力のある塩素系の成分を有効塩素といいます。塩素系薬剤が水に溶解してできる次亜塩素酸(HClO)や次亜塩素酸イオン(ClO⁻)と、窒素化合物と反応して生成するクロラミンがあります。

残留塩素：有効塩素が、水中で殺菌作用を起こしたり、汚染物と反応したり、紫外線の作用で分解した後に、なお残留している有効塩素を残留塩素とといいます。
 残留塩素には、遊離残留塩素と結合残留塩素があります。次亜塩素酸（HClO）や次亜塩素酸イオン（ClO⁻）を遊離塩素と呼び、クロラミンを結合塩素と呼びます。これらの総和を総塩素あるいは総残留塩素と呼びます。

$$\text{総残留塩素} = \text{遊離残留塩素} + \text{結合残留塩素}$$

遊離塩素、遊離型塩素、遊離有効塩素、遊離残留塩素などの用語はすべて同じ意味で使われています。

（８）水景用水の塩素濃度を保持する場合の薬剤の注入（投入）量はどの位ですか。

消毒のための塩素系薬剤の投入量は、水景施設の形態・仕様、ろ材の汚れの状況、水質などによって遊離残留塩素の消費量が異なるため、水景施設の水量（施設内＋ろ過装置＋配管内の合計）からだけでは一概に決定することはできません。水景施設内の遊離残留塩素濃度を測定しながら、その投入量を決める必要があります。

下記に参考として、遊離残留塩素の消費が全く無いことを条件に、水景施設の水量から塩素系薬剤の投入量の算出例を示します。

1) 残留塩素が検出されていない場合（遊離残留塩素の消費が全く無いことが条件）

$$V = Q \times (R_2 - R_1) \times \frac{100}{C}$$

- V : 塩素系薬剤の添加量 (g)
- Q : 水景施設水量 (m³)
- R₁ : 原水の塩素濃度 (mg/L = g/m³)
- R₂ : 目標塩素濃度 (mg/L = g/m³)
- C : 塩素系薬剤の有効塩素濃度 (%)

（計算例）

- a. 施設水量が 20m³の水景施設で、有効塩素濃度 12%の次亜塩素酸ソーダを使用して、残留塩素濃度 0.3 mg/L にするには、上式にそれぞれ数値を代入して、以下の結果を得ます。

$$20 \times (0.3 - 0.0) \times (100/12) = 50 \text{ g } (\approx 50 \text{ mL})$$

したがって、有効塩素濃度 12%の次亜塩素酸ソーダを 50mL 投入します。

- b. 施設水量が 40m³の水景施設で、有効塩素濃度 30%のさらし粉を使用して、残留塩素濃度 0.4 mg/Lにするには、上式にそれぞれ数値を代入して、以下の結果を得ます。

$$40 \times (0.4 - 0.0) \times (100 / 30) = 53.3 \text{ g}$$

したがって、有効塩素濃度 30%のさらし粉を 53.3 g 投入します。

2) 残留塩素の減少量に応じて添加する場合

塩素濃度を保つためには、遊離残留塩素の消費された分を定期（定時）的に注入すればよいのですが、水景施設の形態・仕様、ろ材の汚れの状況、水質などや日射状況によっても遊離残留塩素の消費量が異なるため、水景施設の水量（施設内＋ろ過装置＋配管内の合計）からだけでは一概に決定することはできません。定期（定時）的に残留塩素濃度を測定して、その施設の減少割合を把握して、減少割合に応じた量を注入して濃度を保つようにします。

（計算例）

施設水量が 30m³の水景施設で、残留塩素濃度が 2 日で 0.1 mg/L 減少した場合。

- a. 有効塩素濃度 12%の次亜塩素酸ソーダの自動注入装置の場合

減少した量（ $30 \times 0.1 = 3$ 、 $3 \times (100/12) = 25 \text{ g} \approx 25 \text{ mL}$ ）を 2 日間で注入します。

- b. 有効塩素濃度 80%の高度さらし粉を投げ込む場合

減少した量（ $30 \times 0.1 = 3$ 、 $3 \times (100/80) = 3.75 \text{ g}$ ）を 2 日ごとに投入します。

（または、1 日 1 回 $3.75/2 \approx 2 \text{ g}$ を投入する。）

（9）残留塩素濃度の測定にはどのような方法がありますか。

残留塩素の測定方法には、比色法、吸光光度法、滴定法、電流滴定法などがあります。一般には、比色法（DPD法）を用いた携帯型の簡易測定器が使用されています。

DPD法（N, N-Diethyl-p-phenylene-diamine 法）

比色管にリン酸緩衝液、DPD（ジエチル-p-フェニレンジアミン）試薬を添加後、検水を取り混和し発色させます。検水中の残留塩素がDPDと反応して生じる桃～桃赤色を標準比色列と比較して、遊離残留塩素濃度（mg/L）を測定する方法です。

試薬と検水を混和してから比色するまで、1分以内に行います。

(10) 冷却塔水に使用している抗レジオネラ剤は水景施設に使えますか。

抗レジオネラ用空調水処理剤は、冷却水系のレジオネラ属菌に対する除菌を目的として商品化されているものです。安全性に関しては業界の自主基準で一定の事項を定めていますが、人が接触する可能性がある水景施設に使用することは考慮されていません。

殺菌剤の成分としては、酸化剤（塩素剤など）や各種の有機系薬剤が用いられており、その成分や濃度は製品によって様々です。

水景施設は、人（特に幼児）との接触も考えられる親水的なものであることや、殺菌剤成分の分解特性や毒性、皮膚刺激性などを考慮すると、抗レジオネラ用空調水処理剤を水景施設に使用することは控えるべきです。

(11) レジオネラ属菌以外の水質検査について教えてください。また、結果からどのようなことを判断したらよいですか。

V. 1の表-4、5に示したとおり、目標水質値として水景用水に提案されている項目は次の9項目です。

理化学項目：pH、BOD、SS、臭気、外観、濁度

微生物項目：大腸菌群、大腸菌、レジオネラ属菌

この中で臭気、外観、pHは現場で測定する必要のある項目です。

- ・ pH：液性（酸性・アルカリ性）をみています。液性が酸性やアルカリ性に傾きすぎると皮膚や粘膜に刺激があるため、中性（pH7）付近が望ましく、目標水質値は水道水の水質基準値を用いています。化学物質が混入すると、液性が著しく変化することがあるため、指標のひとつとされています。
- ・ BOD（生物学的酸素要求量）：汚れが微生物によって分解され、20℃、5日間に消費した酸素量を表します。
- ・ SS（懸濁物質・浮遊物量）：水中に浮遊している有機物質や泥粒で、水の濁りの原因になる物質重量を表します。
- ・ 濁度：水中に浮遊している有機物質や泥粒を測定し、カオリンなどの標準物質を使って比較して「度」で表します。

BOD、SS、濁度は数値が高いと有機物による汚染があることが疑われます。

- ・ 大腸菌群：公衆衛生の分野で使われる用語で、乳糖を迅速に発酵して酸とガスを産生する菌群を指し、*Escherichia*（大腸菌）、*Citrobacter*、*Enterobacter*、*Klebsiella*など

の属の菌種が含まれます。大腸菌群は人及び動物の排泄物による汚染の指標菌として使われており、大腸菌群数が多いと腸管伝染病の病原菌の存在する確率が高いと考えられます。

- ・大腸菌：自然界にも存在しますが、糞便由来の汚染指標菌として使われます。菌数が多いと糞便混入の可能性や病原性のある微生物が存在する確率が高いと考えられます。pH が酸性やアルカリ性に傾きすぎたり、他の項目の数値が高すぎたりした時は、何らかの異常が考えられるため、事故防止・衛生管理の観点から、清掃・換水等を行うことがよいでしょう。

これらの項目以外にレジオネラ属菌に注目すると、次の検査項目があげられます。

- ・水温：レジオネラ属菌は 25～43℃の温度が生息しやすく、最適温度は 36℃付近です。このため、水温が上昇する夏季はレジオネラ属菌が繁殖しやすくなると思われます。実際に、平成 12 年度に行われた調査¹⁾では、82 試料中 15 試料からレジオネラ属菌が検出されており、そのうち水温が 20℃以上であったのは 14 試料 93.3%となっています。また、その後の継続調査でも、レジオネラ属菌を検出した 18 試料中 14 試料 77.8%が水温 20℃以上で、水温が低い季節から追跡調査を行っている事例でも水温が 20℃を超えるとレジオネラ属菌が検出されています。これらのことより、水温が 20℃以上になるとレジオネラ属菌の増殖に注意を払う必要があると思われます。
- ・残留塩素濃度：レジオネラ属菌を抑制するために塩素殺菌装置を設置している場合、残留塩素濃度を測定します。これは殺菌装置の適正な維持管理の確認と、レジオネラ属菌の殺菌効果の指標に用いることができます。平成 12 年度に行われた調査¹⁾では、水景用水 82 試料のうち、残留塩素が検出された 19 試料については、レジオネラ属菌は全て不検出となっています。一方、塩素剤を添加しているにも関わらず、レジオネラ属菌を検出した施設が 1 件あります。この施設は自動添加殺菌装置を設置していますが、水景用水から遊離残留塩素は検出されず、添加する塩素量が少なすぎたことが原因と考えられます。
- ・過マンガン酸カリウム消費量：平成 12 年度に行われた調査¹⁾では、塩素が検出されなかった 63 試料について、過マンガン酸カリウム消費量とレジオネラ属菌検出の有無を調査したところ、過マンガン酸カリウム消費量が 10mg/L を超過すると、レジオネラ属菌が 60.0%と高率で検出されています。過マンガン酸カリウム消費量が高い時は、確認の意味でレジオネラ属菌を検査するとよいでしょう。

一般細菌数、大腸菌群数、大腸菌数：

平成 12 年度に行われた調査²⁾では、これらの一般的な細菌検査項目とレジオネラ属菌との間に相関は見られず、これらの項目はレジオネラ属菌の簡易的な代替指標にはならないことが確認されています。