

循環式浴槽における適切な洗浄方法の検討 ～ レジオネラ汚染の防止策 ～

井出 瞬・戸田 未希・長尾 直人・脇谷 壮太郎（日本水処理工業株式会社）

1. はじめに

公衆浴場業、旅館業等における循環式浴槽のレジオネラ症防止対策については、「ろ過器及び循環配管は一週間に1回以上、ろ過器を十分に逆洗して汚れを排出するとともに、ろ過器及び循環配管について、適切な消毒方法で生物膜を除去すること」や「年に1回程度は循環配管内の生物膜の状況を点検し、必要があれば生物膜を除去することが望ましい」と定められている。しかし、このように指導がなされているにも係わらず、レジオネラ属菌の感染例は後を絶たない。このことから我々は通常行われている「5%過酸化水素」洗浄では不十分な場合があるのではないかと考え、浴槽内のバイオフィルムの除去と浴槽水中の浮遊レジオネラ属菌の死滅させる洗浄方法として、「5%過酸化水素」洗浄後に「次亜塩素酸ナトリウム」消毒を組み合わせた方法を提案し、効果について検証する。

2. 調査概要

検証する洗浄方法は下記の通りである。

「5%過酸化水素」にて浴槽及び配管を洗浄・中和・換水後、「次亜塩素酸ナトリウム」を循環させ消毒する

(1) 次亜塩素酸ナトリウムによるレジオネラ属菌の消毒実験

洗浄方法については、特に次亜塩素酸ナトリウム循環時の「遊離残留塩素濃度」と「循環時間」に着目し、前実験として、各濃度の遊離残留塩素をレジオネラ属菌液に添加し、レジオネラ属菌の検出状況について検証を行った。

(2) 洗浄調査

前実験より適切な遊離残留塩素濃度と循環（処理）時間を把握した上で、大阪府・京都府・奈良県・兵庫県下の浴槽施設 17 箇所で現場調査を行い、レジオネラ属菌生存率と洗浄方法の有効性について検証を行った。

なお、レジオネラ属菌の分析方法については、上水試験法に準じた「培養法」と迅速な遺伝子増幅検査法の1つである「LAMP(Loop-Mediated Isothermal Amplification)法」を用いた。

3. 調査結果

(1) 次亜塩素酸ナトリウムによるレジオネラ属菌の消毒実験

レジオネラ属菌液に次亜塩素酸ナトリウムを 0.1～10mg/L（計 8 点）になるように添加し、経時的に LAMP 法にてレジオネラ属菌の検出の有無を確認した。分析結果を表 1 に示す。

表 1. 各次亜塩素酸ナトリウム濃度と循環（処理）時間におけるレジオネラ属菌^{※1}の検出状況

	次亜塩素酸ナトリウム濃度【単位:mg/L】															
	10		2		1		0.8		0.6		0.4		0.2		0.1	
	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②
処理後 10 分後	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
処理後 20 分後	—	—	—	—	—	+	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+
処理後 30 分後	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+
処理後 40 分後	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+
処理後 50 分後	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+
処理後 60 分後	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+

※1 実験対象として Legionella pneumophila を使用

※2 + … 陽性(レジオネラ属菌検出) - … 陰性(レジオネラ属菌不検出)

※3 各濃度・時間においてサンプルを2つ用意し、測定している。①、②はサンプル番号。

表1より、レジオネラ属菌が検出されないと考えられる遊離残留塩素濃度は、処理時間にもよるが0.8mg/L以上であり、その消毒効果は濃度が高いほど効果的である。しかし、浴槽水の消毒については、「遊離残留塩素濃度は1.0mg/Lを超えないように努めること」と法令で定められていることや濃度が高くなることにより配管の劣化、腐食を起こすことにより、1.0mg/Lが最も適切な濃度であると考えられる。また処理時間については、洗浄作業時間の効率性を考慮し、10～30分までが最良であると考えられる。

(2) 洗浄調査

「5%過酸化水素+水入れ換え(3回)」で洗浄した場合の分析結果を表2に示す。生菌検出率については培養法の結果より、水入れ換えを行うにつれて減少していることが分かった。なお、各時点で検出した生菌数は10～40 CFU/100mLであった。しかし、LAMP法の結果より、洗浄前の検出施設数9件(53%)については、過酸化水素洗浄後、水入れ換えを3回実施しても同様に死菌が検出され、洗浄効果があまりみられなかった。

「過酸化水素洗浄+3回水入れ換え」を行った後、「次亜塩素酸ナトリウム消毒」を行った場合の分析結果を表3に示す。生菌について検出はみられなかった。また、LAMP法の結果より、次亜塩素酸ナトリウム消毒を実施10分後ではまだ3施設(18%)でレジオネラ属菌の検出が確認されたが、20分後、30分後ではともに検出が確認されなかった。

表2. 過酸化水素+水入れ換え3回行った場合の検出現場数
【単位:検体】

	検出数	
	培養法	LAMP法
実験前(洗浄前)	1 (6%)	9 (53%)
清掃後 水入れ替え1回目	3 (18%)	14 (82%)
清掃後 水入れ替え2回目	2 (12%)	14 (82%)
清掃後 水入れ替え3回目	0 (0%)	9 (53%)

表3. 過酸化水素+水入れ換え3回+次亜塩素酸ナトリウムを行った場合の検出現場数
【単位:検体】

	検出数	
	培養法	LAMP法
洗浄後 消毒処理10分後	0 (0%)	3 (18%)
洗浄後 消毒処理20分後	0 (0%)	0 (0%)
洗浄後 消毒処理30分後	0 (0%)	0 (0%)

4. 考察

本調査においては、浴槽内のバイオフィルムの除去と浴槽水中の浮遊レジオネラ属菌の死滅させる洗浄方法として、過酸化水素による洗浄後に低濃度(1.0mg/L)・短時間(10分～30分)の次亜塩素酸ナトリウムが有効であるといえる。

レジオネラ対策で行われる過酸化水素洗浄は、系統内に存在する生物膜を隔離、破壊することで除菌するが、反面系統内に菌を拡散させることにもなり、幾度となく水入れ換えをしなければ、効果が少ないため、十分に配慮が必要であることも分かった。このことより、過酸化水素浴槽洗浄後に次亜塩素酸ナトリウム消毒を行うことで、レジオネラ属菌への消毒・殺菌効果を高め、洗浄後のレジオネラ属菌の再発生リスク低減に対して、より一層期待されることが考えられる。

今後は、この調査結果をもとにより多くの施設でデータ取りを行っていきたいと考えている。

今回の調査にご協力いただきました栄研化学株式会社の皆様に御礼申し上げます。