

7. レジオネラ症予防対策としての過炭酸ソーダを用いた入浴施設の洗浄方法の研究

○井上芽衣、古田菜摘、西口主真、大槻卓也（船橋市保健所）

今関久和（旧所属 船橋市保健所 現所属 東邦大学薬学部）

【目的】

入浴施設におけるレジオネラ属菌対策として、バイオフィルムの剥離洗浄は重要であるが、現在のところ、日常的にできる簡便な方法がない。過炭酸ソーダ（以下過炭酸ナトリウム）を使用した洗浄方法は、家庭用などにも使われている簡便な方法であるが、詳細な科学的データがないので、基礎データの研究や現場での洗浄試験を行い、洗浄方法としての確立を図る。

【研究計画】

1 過炭酸ナトリウムの使用に関する基礎的実験

(1) 剥離洗浄能力の実験

過炭酸ナトリウムの持つバイオフィルムの剥離能力を、洗濯機およびペットボトル内部に生えた藻を使用して実験する。

(2) 解離と温度の関連

過炭酸ナトリウムは水溶液中で炭酸ナトリウムと過酸化水素に解離する。その際の温度との関連について実験する。

2 浴場施設での洗浄実験

営業している入浴施設において過炭酸ナトリウムを用いた洗浄実験を行う。

【実施内容】

1 基礎的実験

(1)・① 洗濯機を用いた剥離の実験

洗濯機に過炭酸ナトリウム（1%、0.5%）を入れ、バイオフィルム様の汚れの剥離作用を観察した。

(1)・② ペットボトル内部に生えた藻を用いた剥離の実験

ペットボトル内部に生えた藻に対する過炭酸ナトリウムの作用を観察した。

(2) 解離と温度の関連を調べる実験

水温を 15℃、25℃、35℃に調整し、過炭酸ナトリウム（1%）の溶解する状態を観察した。

2 浴場施設での洗浄試験

下表記載の施設 1～3 の 3 施設で洗浄を実施した（表 1）。

施設 1 は 1%、施設 2 および 3 は 0.5%濃度の過炭酸ナトリウムを浴槽水に投入後、発泡が収まるまでの約 1 時間から 2 時間、ジェット、打たせ湯等を稼働させつつ循環させた（施設 3 については循環設備がないためジェット、打たせ湯のみ稼働）。

表 1 各施設の管理状況							
	営業中の塩素消毒	高濃度塩素消毒 (週 1 回)	過酸化水素水による 洗浄	換水 頻度	毎日 清掃	営業終了後 乾燥	備考
施設 1	実施	実施	実施(年 1 回)	毎日	実施	実施	
施設 2	実施	実施	未実施	毎日	実施	実施	
施設 3	実施	実施	未実施	毎日	実施	実施	循環ろ過設備なし 浴槽水は茶色

【結果】

1 基礎的実験

(1)-① 洗濯機を用いた剥離の実験

ふろの残り湯を使い、洗濯機の汚れを過炭酸ナトリウム（1%、0.5%）で洗浄した。洗濯機に風呂の残り湯を入れ、過炭酸ナトリウムを入れると、わずかに発泡しながら汚れが浮いて出た（図 1）。濃度 1%、0.5%いずれも同様の汚れの剥離洗浄作用が見られた。

(1)-② ペットボトル内部に生えた藻を用いた剥離実験

中に藻の生えたペットボトルを 40℃に設定したウォーターバスで温めながら、過炭酸ナトリウム 1%を入れ、変化を観察した。およそ 1 時間後、中に生えていた藻が剥離した（図 2）。



図1 洗濯機での剥離洗浄

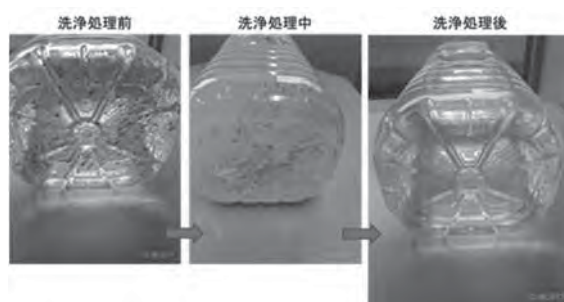


図2 ペットボトルに生えた藻の剥離状況

(2) 解離と温度の関連を調べる実験

水温 35℃において、過炭酸ナトリウム（1%）は 45 分後には完全に解離溶解したが、水温 15℃、25℃においては 1 時間経過後も解離せずに残っていた（図 3）。

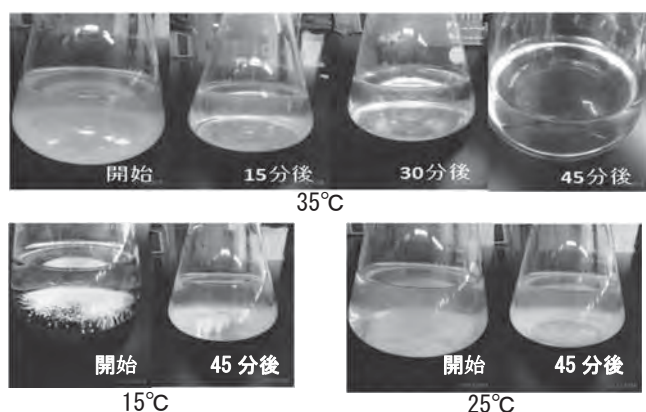


図3 過炭酸 Na の解離と温度



図4 施設1の洗浄

2 浴場施設での洗浄試験

(1)施設 1

過炭酸ナトリウムで洗浄を始めると、激しく発泡が始まった。同時に汚れが落ち出してきた、茶色に着色した泡になる（図 4）。汚れは脂分でべとつく。洗浄処理後にレジオネラ属菌が検出された（表 2）。

表2 施設1の浴槽水等細菌検査結果				
	レジオネラ属菌 (cfu/100mL)	大腸菌	一般細菌 (/mL)	備考
3日前	不検出	—	—	
洗浄処理前*	不検出	陰性	82	
洗浄処理後	30	陰性	16	すすぎ2回目で採水
11日後	不検出	—	—	
* 洗浄直前に湯張りをしたものを採水				

(2)施設 2

施設 1 と同様、過炭酸ナトリウムを入れると発泡し、汚れが浮き出た（図 5）。

洗浄処理前の水質検査は、前日の営業終了後、消毒剤を入れない状態で一晩置いた浴槽水を採水したもので、一般細菌、レジオネラ属菌が検出されているが、洗浄処理後は検出されなくなった（表 3）。



図5 施設2の洗浄

表3 施設2の浴槽水等細菌検査結果				
	レジオネラ属菌 (cfu/100mL)	大腸菌	一般細菌 (/mL)	備考
洗浄処理前*	3,000	陰性	420,000	
洗浄処理後	不検出	陰性	0	すすぎ1回目で採水
* 営業終了後、消毒剤を入れない状態で一晩置いたものを採水				

(3)施設 3

循環ろ過配管がない施設なので汚れはあまり出ないと想定していたが、想定外に汚れが出た（図 6, 7 および表 4）。

過炭酸ナトリウムを入れ発泡が始まると、真っ黒な汚れが浮き出た。

打たせ湯の配管からはゼリー状の真っ黒な塊が多数出てきた。排水後、浴槽内設置物の隙間にホースで水をかけると、打たせ湯の配管から出たものと同じゼリー状の真っ黒な塊が多数剥がれ落ちてきた。

茶色の湯による浴槽壁のタイルに付着した汚れは、擦ると容易に落とすことができた。



図6 施設3の洗浄①(浴槽水表面)

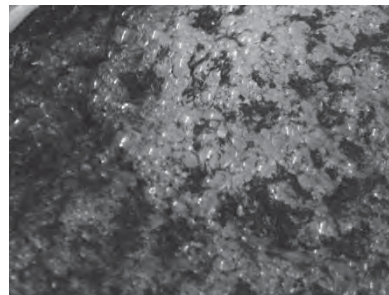


図7 施設3の洗浄②(①の拡大)

表4 施設3の浴槽水等細菌検査結果				
	レジオネラ属菌 (cfu/100mL)	大腸菌	一般細菌 (/mL)	備考
洗浄処理前*	38,000	陽性	65,000	
洗浄処理後	10	陰性	24	すすぎ2回目で採水
* 営業終了後、消毒剤を入れない状態で一晩置いたものを採水				

【考察と今後の課題】

- 1 過炭酸ナトリウムはろ過器内や循環配管内のバイオフィルムに対して剥離洗浄作用を有しており、今回の試験においてその使用は濃度 0.5%、水温 35℃から 40℃程度、作業時間は1時間半程度が最も経済的であり、老朽化の進む施設に対しても適用できることを確認した。
- 2 浴槽水の水質検査においてレジオネラ属菌不検出であっても、循環配管やろ過器内に形成されたレジオネラ属菌を含むバイオフィルムが洗浄により剥がれ落ちて壊れ、その後の検査でレジオネラ属菌が検出される可能性がある。
 洗浄処理後のレジオネラ属菌検査で、1回のすすぎで検出されない場合もあれば2回すすぎでも検出される場合もあった。何度もすすぐには時間も使用水量も多くかかりすぎてしまうため、すすぎ後に高濃度塩素を使用して、循環系内に残存するレジオネラ属菌等を消毒する方法が良いと思われる。
- 3 過炭酸ナトリウムによる洗浄は特殊な資格等を必要とせず、また、過酸化水素水と比較して非常に安価であり、危険性も低いので施設管理者自身で実施できることを確認した。
- 4 入浴施設におけるレジオネラ属菌対策には二つの方法がある。一つ目はバイオフィ

ルムを剥離洗浄し、循環系外に出してしまうことであり、二つ目は消毒することである。

「洗浄してきれいにしてから消毒剤を用いる」ことは衛生学の基本であり、洗浄は消毒にとっても欠かすことのできない重要な要素である。常にバイオフィルムを念頭に置いて日常管理の中にバイオフィルム剥離を目的とした洗浄を組み込み、レジオネラ属菌対策の基本を確立することが今後の課題である。

【参考文献】

- 1 塩素管理の改善に奏功した過炭酸ソーダによる配管洗浄事例
(兵庫県丹波県民局丹波健康福祉事務所 林 宏美 源田 健 吉田裕行)
- 2 漂白剤・漂白活性化剤(横浜国立大学教育人間科学部 大矢 勝)

【経費使途明細】

洗浄剤(クエン酸、過炭酸ナトリウム等)	66,428円
細菌検査用材(一般細菌数、大腸菌、レジオネラ属菌等)	207,088円
水質検査用材(DPD試薬等)	1,620円
試料採取用材(滅菌スポイト、無菌ポリ袋、拭取り検査用材等)	19,980円
消耗品(インク代、記録用CD-R等)	5,486円
合計	300,602円
大同生命厚生事業団助成金	300,000円