

温泉の殺菌処方について

特定非営利法人（NPO）
入浴施設衛生管理推進協議会
会長 中島 有二

はじめに

平成11年に制定された感染症新法により、レジオネラ感染症と診断した医師は必ず7日以内に、所轄の保健所に届けなければならないとされ、それ以降、わが国においてはレジオネラ感染症の感染者数がほぼ正確に知られることとなった。その後の約4年間の統計によると、レジオネラ感染症による死亡者数は合計34名であり、そのうち約8割が入浴施設の浴槽水が感染源とみなされている。

このような統計を見ると、レジオネラ感染症対策の重点が、大型入浴施設となっているのが納得できるところである。厚生労働省の強い指導により、ここ数年でほとんどの都道府県がいわゆる公衆浴場法とよばれる条例を、レジオネラ対策を盛り込み改定している。温泉管理者は、最新の条例をよく理解して、各自が管理する入浴施設の実情に合わせ、最善のレジオネラ対策を講じてほしい。

本稿では、温泉に有効な殺菌法について紹介するとともに、塩素以外の殺菌法を選択するための、法的な根拠について、最新の公開情報をもとに分かりやすく説明してみたい。

1. 温泉に有効な殺菌法の紹介

塩素系薬剤は、入浴施設のレジオネラ汚染の殺菌法として厚生労働省の指導指針の中核であり、プールや水道水でも採用されている最も一般的な消毒方法である。

水道水や井戸水を浴槽水として利用している施設であれば、この厚生労働省の推奨する塩素系薬剤を正しく用いて、濾過循環装置や配管内に生物膜が発生しないように管理することで、レジオネラ属菌の発生を防止することは比較的容易にできるようである。

しかし、温泉施設によっては塩素殺菌が有効でない泉質（表1）や、塩素を添加し

ないで天然の泉質にこだわりたいという施設の営業方針がある場合には、塩素以外の方法も検討せざるを得ない。そのような場合には、費用と保守性、利便性などを考慮しながら、泉質に適合する最適な殺菌法を選定し、その効果を検証することが求められている。また、確かな殺菌効果を得るために、複数の殺菌法の組み合わせが推奨される場合もある。

従って、塩素殺菌以外の殺菌法について、その正しい知識を持つ必要性があり、ここでは、紙面の関係もあり、実績のある代表的な殺菌方法をご紹介します。

表1 . 塩素殺菌が有効でない泉質

	泉 質	現 象
1	鉄・マンガン等酸化作用が多い	着色現象がある
2	硫化水素など還元性物質が多い	還元性が損なわれ、且つ塩素が無効化する
3	pH が9以上のアルカリ泉、4以下の酸性泉	塩素が無効化する pH領域である
4	炭酸水素ガスを多く含む	塩素の添加で強アルカリ性に変化する
5	フミン酸質などの有機物が多い アンモニア成分が多い	結合塩素が生成され、殺菌効果が減少する

1-1) 塩素系薬剤

塩素消毒は、水中に残留し、広範囲な殺菌消毒が可能、汚れの一部を酸化分解し、水の浄化作用がある、取扱いが簡便で、比較的成本が安い、などの利点がある。

一方、pHが低すぎても、高すぎても効果が低下するといった弱点があるので、浴槽水の塩素濃度を測定するときにはpHを一緒に測定し、pHの状態によっては、塩素濃度を調整する必要もでてくる。最近の塩素業界では浴槽水における使用可能pHを5.8～8.6の間としているが、天然温泉などでpH8.0を超える場合には、残留塩素濃度を0.5～1.0mg/Lの範囲で管理するか、他の殺

菌法との併用が望まれる。

塩素系薬剤としては、次亜塩素酸ナトリウム（液体）や次亜塩素酸カルシウム（粉末または錠剤、通称：さらし粉）、塩素化イソシアヌル酸（粉末または錠剤）、電解次亜塩素酸（発生装置）などがあり、それぞれの特徴は次のとおりである。

次亜塩素酸ナトリウム（液体）

- 水酸化ナトリウムに塩素ガスを反応させて製造。
- 有効塩素濃度：5～12%
- 強いアルカリ性(皮膚や目に直接接触させない)。
- タンクに薬液を入れポンプを使って注入。
- 注入ポンプのノズルが詰まりやすいので点検が必要。

次亜塩素酸カルシウム-さらし粉（粉末または錠剤）

- 消石灰（水酸化カルシウム）に塩素を反応させて製造。
- 有効塩素濃度：40～70%
- 中性または弱アルカリ性。
- 専用注入機で投入。
- 配管中にカルシウムスケールが付着しやすい。

塩素化イソシアヌル酸（粉末または錠剤）

- シアヌル酸という安定な有機物に塩素を反応させて製造。
- 有効塩素濃度：60～90%
- 中性または弱酸性。
- 専用注入機、または直接浴槽に投入。
- 塩素の臭気が少なく、残留塩素の保持力が高い。

電解次亜塩素酸（外部発生・注入方式）

- 塩化ナトリウム(食塩)の飽和溶液を電気分解し次亜塩素酸溶液を作る。
- 殺菌メカニズム・特徴・注意点などは塩素系薬剤とほぼ同じ。
- 塩素系薬剤より生成される次亜塩素酸よりも低い有効塩素濃度で幅広い殺菌力があり、即効性に優れている。

電解次亜塩素酸（循環配管内発生方式）

- 配管内の対向する電極により、水中の塩分を電気分解して次亜塩素酸

を発生させる。

- 殺菌メカニズム・特徴・注意点などは 塩素系薬剤とほぼ同じ。

1-2) 二酸化塩素製剤

- 二酸化塩素は強力な酸化剤で、細菌の細胞膜を直接酸化分解する作用がある。塩素の 2.6 倍の殺菌力がある。(塩素系薬剤の種別には含まれない)
- 有機物の分解除去能力が塩素より優れ、結合塩素を生成しない。
- アルカリ域での殺菌力の低下は少ない。
- 反応副生物として血液毒性・臭気のある亜塩素酸イオンが発生するので、長期間利用の場合はその蓄積濃度を管理する必要がある。
- 自動注入方式の二酸化塩素発生装置を利用すると、安全かつ正確に注入できる。
- 浴槽における残留効果がある。

1-3) 銀イオン

- 還元性殺菌なので、人の肌への刺激がなく、温泉特有の還元性を損なうことがない。
- アルカリ性で効果が増大するので、強アルカリ泉でも有効である。
- 塩素殺菌など別の殺菌法との併用で、より高い効果を発揮する。
- 比較的長い残留効果があるので、源泉タンクへの注入にも適している。
- 薬湯や入浴剤に使っても色や香りを消さずに殺菌効果を発揮する。
- 電気分解で生成するもの、濃縮溶液を利用するもの、ゼオライトやセラミックなどに固着させたもの、溶解性ガラスに含有させたものなど、施設規模による選択の多様性がある。

1-4) オゾン

- オゾンの活性酸素の殺菌力は塩素の 5 倍。
- 水中の有機物と反応性が高く、清澄作用が高い。
- 処理する水にオゾン(ガス)を微細な気泡として混入させることで、良

好な殺菌効力が得られる。

- オゾン製造装置が必要であり、高価である。
- 毒性・臭気が強いので、廃オゾン処理が必要。
- 浴槽への残留性がないので、塩素など他の残留性殺菌法と併用する。

1-5) 紫外線

- 化学薬品ではないので、人や水質への影響がない。
- 殺菌力はpHや水質（濁りを除く）による影響を受けない。
- 結合塩素を分解するので、塩素臭を消す効果がある。
- 鉄分を多く含む温泉水は、紫外線を吸収するため効果を得がたい。
- 光を透過しない濁り温泉では効果を得がたい。
- 貯湯槽などに設置した場合、照射が及ばない影の部分は殺菌されない。
- 浴槽への残留性がないので、塩素など他の残留性殺菌法と併用する。

1-6) 加熱殺菌法

- 循環する浴槽水を60度以上に加熱して殺菌する方式。
- 循環配管の材質によっては適用できない。
- 65度で30分間、装置の内部を自動加熱する濾過循環装置も販売されている。
- 殺菌残留性がないので、塩素など他の残留性殺菌法と併用する。

1-7) 混合酸化剤溶液（外部発生・注入方式）

- 塩化ナトリウム(食塩)の飽和溶液を電気分解することで得られる二酸化塩素、オゾン、過酸化水素、次亜塩素酸の混合酸化剤溶液を注入する方式。
- 塩素系薬剤と酸化剤の作用を併せ持っている。
- 遊離残留塩素濃度が検出できるので、自動で注入量を制御することもできる。
- 生物膜を除去でき、発生も完全に抑制できる。
- 有機物の分解除去能力が塩素系より優れ、結合塩素の生成量が少ない。

- 電解次亜塩素酸（外部発生・注入方式）より塩素臭が少ない。

1-8) 臭素系殺菌剤

- 塩素と同じハロゲン族元素なので、殺菌メカニズムは塩素とほぼ同等。
- アルカリ性域での殺菌力の低下が少ない。
- アルカリ泉では、塩素よりレジオネラ対策に有利。
- 臭素系薬剤と塩素系薬剤の混合物も発売されている。
- 塩素に比べ、価格が高い。
- 浴槽における残留効果がある。

1-9) 化学薬品系（除菌剤）

- 人や環境にも安心な無毒性のカチオン系界面活性剤の第4級アンモニウム塩などの薬品を主成分としている。
- 細菌の細胞膜に作用して殺滅する、結合塩素を作らない。
- アルカリ性温泉でも効果が確認されているものがある。
- 各種の泉質や薬湯用など利用範囲が広い。
- 浴槽における残留効果がある。

2. 塩素以外の殺菌法を選択するための、法的な根拠について

レジオネラ対策のための殺菌方法としての塩素系薬剤の使用について、平成15年2月14日に厚生労働省から各都道府県の生活衛生関係部署に送られた通知第0214004号「公衆浴場における衛生管理要領等の改正について」（表2）の中に、塩素以外の殺菌方法に関する選択の基準が明示されている。

表2. 厚生労働省通知第0214004号より抜粋

浴槽水の消毒に当たっては、塩素系薬剤を使用し、浴槽水中の遊離残留塩素濃度を頻繁に測定して、通常0.2ないしは0.4mg/L程度を保ち、かつ、遊離残留塩素濃度は最大1.0mg/Lを超えないよう努めること。

ただし、原水若しくは原湯の性質その他の条件により塩素系薬剤が使用できない場合、原水若しくは原湯のpHが高く塩素系薬剤の効果が減弱する場合、又はオゾン殺菌等他の消毒方法を使用する場合であって、併せて適切な衛生措置を行うのであれば、この限りではない。

- 注1 温泉水等を使用し、塩素系薬剤を使用する場合には、温泉水等に含まれる成分と塩素系薬剤との相互作用の有無などについて、事前に十分な調査を行うこと。
- 注2 塩素系薬剤が使用できない場合とは、低pHの泉質のため有毒な塩素ガスを発生する場合、有機質を多く含む泉質のため消毒剤の投入が困難な場合、又は循環配管を使用しない浴槽で、浴槽の容量に比して原湯若しくは原水の流量が多く遊離残留塩素の維持が困難な場合などを指す。この場合、浴槽水を毎日完全に換水し、浴槽、ろ過器及び循環配管を十分清掃・消毒を行うこと等により、生物膜の生成を防止すること。
- 注3 高pHの泉質に塩素系薬剤だけを用いて消毒をする場合には、レジオネラ属菌の検査により殺菌効果を検証し、遊離残留塩素濃度を維持して接触時間を長くするか、必要に応じて遊離残留塩素濃度をやや高く設定すること（例えば0.5～1.0 mg/Lなど）で十分な消毒に配慮をすること
- 注4 オゾン殺菌、紫外線殺菌、銀イオン殺菌、光触媒などの消毒方法を採用する場合には、塩素消毒を併用する等適切な衛生措置を行うこと。またオゾン殺菌等他の消毒方法を用いる場合には、レジオネラ属菌の検査を行い、あらかじめ検証しておくこと。
- 注5 オゾン殺菌による場合は、高濃度のオゾンが人体に有害であるため、活性炭などによる廃オゾンの処理を行い、浴槽水中にオゾンを含んだ気泡が存在しないようにすること。
- 注6 紫外線殺菌による場合は、透過率、浴槽水の温度、照射比等を考慮して十分な照射量であること。また、紫外線はランプのガラス管が汚れると効力が落ちるため、常時ガラス面の清浄を保つよう管理すること。

この厚生労働省の見解は、著者や関係有識者の意見を聞いても、概ね妥当性があり、温泉関係者としても尊重したい技術的な見識である。現在、各都道府県で改正が進んでいる公衆浴場法（通称）に基づく条例には、表2の上段、塩素の使用については、概ね、同じように記載されているが、下段の但し書きの部分が外されているケースが多いようである。しかし、厚生労働省のこの見解は公的な意味あるものとして、存在しているのである。最近、温泉地などで保健所が塩素の使用を強制しているといった論調の新聞記事などを見かけることがあるが、このような記事は一面的な主張を記事にしているものであり、事実関係の正当な検証は行われてはいない。最近では、現場サイドにおいての様々な調査研究が行われ、レジオネラ対策は、塩素を添加することだけで解決できるものではないことが分かってきた。厚生労働省の見解も、表2を冷静に総合的に判断すれば、厚生労働省は塩素添加だけで対策を立てることを施設側に求めているのではないことが分かるはずである。

例えば、掛流しの温泉施設であれば、注2に書かれている「循環配管を使用しない浴槽で、浴槽の容量に比して原湯若しくは原水の流量が多く遊離残留塩素の維持が困難な場合」ということが該当する施設である。また、東京で湧き出るフミン酸質が非常に多い温泉で、塩素がほとんど効かないことが分かっているにもかかわらず、塩素を入れている施設がある。このような温泉は同じく注2に書かれている「有機質を多く含む泉質のため消毒剤の投入が困難な場合」にズバリ的中する施設なのである。これらの施設には、きちんと「この場合、浴槽水を毎日完全に換水し、浴槽、ろ過器及び循環配管を十分清掃・消毒を行うこと等により、生物膜の生成を防止すること。」という解決策が示されている。従って、保健所の衛生指導員には、このような処置をするということを条件にして、「塩素を添加しないでも良い」というような許可申請をすれば済むことである。

せっかくの温泉を効果の得られない状態で、塩素漬けにする必要は無いのである。要は、自主的に現場に合った解決策を選択し、検証してみることが必要なのである。

3 . NPO 活動の紹介

日本国内には温泉施設以外にも、公衆浴場、スーパー銭湯、一般旅館ホテル、民宿、老人福祉施設、スポーツクラブ、ゴルフ場、学生寮、社員寮、工場内浴場、保養所等々、

様々な形態の入浴施設がある。著者の調査によると、国内の入浴施設は合計で約 18 万ヶ所と推測される。ということは、この入浴施設と同数 = 約 18 万人の施設責任者が存在していることになる。さらに、大規模施設になると複数の施設管理担当者が勤務していることや、これらの入浴施設から清掃や保守管理を請け負っている業務委託会社の方々も計算に加える必要がある。このように計算してみると、入浴施設の清掃と保守の実務に管理責任者として携わっている人の総計は約 30 万人と推測される。

入浴施設の管理を職務としている人が、レジオネラ対策のための最善の処置をするためには、まずレジオネラ対策の基本的な知識の習得が不可欠である。私が会長を務める特定非営利法人（NPO）入浴施設衛生管理推進協議会では、レジオネラ対策の最新情報を公開し討議する場としての「入浴施設衛生管理シンポジウム」や、入浴施設衛生管理者のための資格研修会を開催し、履修され試験に合格された方には、認定証の発行などを行っている。わが国の入浴施設が、本当に衛生的で安全・快適な癒しのスペースとなることを願い、私たち NPO はこの活動に賛同し、参加される会員を募り、平成 16 年 10 月末には約 480 名の会員が集まっている。

以上

本稿の執筆にあたり、NPO 入浴施設衛生管理推進協議会の会員様よりたくさんの最新情報と貴重なご意見をいただきました。ご協力、ありがとうございました。

特定非営利法人（NPO）入浴施設衛生管理推進協議会の紹介：

レジオネラ症の最新防止対策を啓蒙し、会員間の情報交換により安全で衛生的な入浴施設を作っていくことを目的として設立された、入浴施設衛生管理に携わる管理責任者を正会員とする全国組織です。平成 15 年 4 月から活動を始め、ホームページで最新情報を発信し、全国各地で、ほぼ毎月、レジオネラ症防止対策シンポジウムを開催するなど、活発な活動を行っています。専門委員が編集した「入浴施設衛生管理者講座：テキスト」を用いた講習会や資格認定も平成 15 年 9 月から始めています。現在は東京に本部を置き、北海道、愛知県（中部地区）、熊本県（九州地区）に支部が開設し、来年中には、さらに全国に 10 ヶ所の支部を設けていく予定です。入浴施設の衛生問題を共有している他の組織とも連携を深め、情報交換や研修会の講師の紹介や派遣なども行っています。

<本部事務局>

〒100-0006 東京都千代田区有楽町 2-1-1

Tel/Fax: 03-3507-0249 E-mail rejio@npo-jp.net

URL <http://www.rejio.npo-jp.net>
