

浴槽水のモノクロラミン消毒の条例化

静岡市保健福祉子ども局保健衛生部保健所生活衛生課

1 はじめに

公衆浴場及び旅館の共同浴室における浴槽水は、塩素系薬剤を使用した遊離残留塩素による消毒が基本となる。しかし、遊離残留塩素は、浴槽水がアンモニア性窒素を含む場合やアルカリ性の場合には、十分な消毒効果が期待できない場合がある。

今回、第二次地方分権一括法の制定により、営業六法関係の衛生措置の基準を市の条例で定めることになり、これに合わせて浴場等の消毒法を見直すこととし、浴槽水がアルカリ性であっても消毒効果が期待でき、残留性、安全性についても使用に耐える消毒方法としてモノクロラミンによる消毒を検討した結果、静岡市の条例において消毒法として規定することにしたので報告する。

2 法令的検討

静岡県では、浴槽水の消毒について、静岡県公衆浴場法施行条例（昭和 49 年静岡県条例第 45 号）第 4 条で、

一般公衆浴場についての衛生及び風紀に必要な措置(以下「衛生措置等」という。)の基準は、次のとおりとする。

(1)～(10) 省略

(11) 循環式浴槽を使用している場合にあつては、次に掲げる措置を講ずること。

ア～キ 省略

ク 浴槽水は、規則で定める方法により消毒を行うこと。

とある。

それを受けた、静岡県の公衆浴場施行細則（平成 15 年静岡県規則第 68 号）では、

第 7 条 条例第 4 条第 11 号クに規定する規則で定める方法は、塩素系薬剤を投入する方法とする。

2 前項の場合において、浴槽水の遊離残留塩素濃度は、1 リットル中 0.2 ミリグラム(気泡発生装置、ジェット噴射装置その他の微小な水粒を発生させる設備(以下「気泡発生装置等」という。))を使用する浴槽の浴槽水にあつては、1 リットル中 0.3 ミリグラム)以上に保つものとする。

と規定されており、塩素系薬剤を使用した遊離残留塩素以外による消毒法は認められていない。

3 静岡市の現状

静岡市内では、主に山間地において湧出又は汲み上げて利用されている温泉のうちに、

アンモニア性窒素を含むものやアルカリ性のものがあり、これらの場合には、塩素剤の投入量と遊離残留塩素濃度が比例しないことや遊離残留塩素の消毒効果が低下することが知られている。

一方で、これらの温泉を使用する施設においてレジオネラ属菌が検出される事例もしばしばみられ、当該施設における浴槽水の管理が問題となっている。

4 遊離残留塩素の効果の問題点

アンモニア性窒素を含む水では、塩素剤を添加していくと最初のうちは塩素注入量に伴って残留塩素が増加するが、この残留塩素は主に結合塩素であり、ある点までくると、今度はこの結合塩素が遊離残留塩素によって分解されるため残留塩素が減少し始める。そして、極小点に達すると、また塩素の投入量に対応して残留塩素量が増加するという反応がみられる。

また、塩素系薬剤の消毒効果は、殺菌力の強い次亜塩素酸 (HClO) と、殺菌力がその 1/100 程度に過ぎない次亜塩素酸イオン (ClO^-) の比率により決まるが、その比率は pH によって変化する。pH6.0 では、約 97% が次亜塩素酸 (HClO) で占められているが、pH7.5 では 50%、pH9.0 では 3.1% と激減するため、アルカリ性の温泉水では、塩素系薬剤の効果が著しく低下する。

5 遊離残留塩素以外の消毒法

(1) 既知の消毒方法の検討

厚生労働省の「循環式浴槽におけるレジオネラ症防止対策マニュアル」(以下「マニュアル」とする。)には、「温泉の泉質等のため、塩素消毒ができない場合には、オゾン殺菌または紫外線殺菌により消毒を行うこと。この場合、温泉の泉質等に影響を与えない範囲で、塩素消毒を併用することが望ましいこと。」とあるため、これらの方法について検討した。

①オゾン殺菌

ア 高濃度のオゾンは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が欠かせない。

イ オゾン処理後の継続的な効果は見込めない。

②紫外線殺菌

ア 消毒効果に残留性がない。

イ 紫外線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度を保つ必要がある。

ウ 紫外線照射量を直接確認することが困難である。

エ 濁りのある泉質の温泉では、紫外線の透過性が保てず、効果が見込めない。

このように、どちらも消毒効果に持続性がないことと維持管理の負担が増すことが考

えられ、遊離残留塩素に代わる循環浴槽水の消毒法としては望ましくないと判断された。

また、マニュアルにはないが、浴槽水の消毒に効果が見込まれる薬剤として、二酸化塩素、臭素などが考えられる。しかし、これらもガスの発生や効果の持続性、さらには取扱いの問題などが考えられ、遊離残留塩素に代わる消毒法として望ましくない。

(2) モノクロラミン消毒

次に、モノクロラミンによる消毒について、そのメリットとデメリットを確認した。その結果、おおむね次のように考えられる。

①メリット

- ・ 広範囲の pH 領域で殺菌効果が期待できる。
- ・ バイオフィームへの浸透性が高い。
- ・ 残留性が高く、遊離残留塩素よりも時間経過や入浴者の持ち込む有機物による消費が少ない。
- ・ レジオネラ属菌の宿主アメーバに対して大きな効果がある。
- ・ 刺激性が低い。

②デメリット

- ・ 保管ができず用時調製が必要である。
- ・ 薬剤コストが高くなる可能性がある。
- ・ 遊離残留塩素に比べて遅効性である。

以上のことから、本市では、モノクロラミンに着目し、遊離残留塩素に替わる消毒法として採用できるかどうか更に検討を行った。

6 モノクロラミンの投入実験

モノクロラミンによる消毒は、遊離残留塩素に替わる消毒法として有効と考えられるが、モノクロラミンを消毒に用いる場合の問題点等を探るため、実際の営業施設において投入実験を試みた。

モノクロラミンを用いる消毒は、遊離残留塩素を用いて消毒を行っている施設でも特に大がかりな設備の改修を必要とせず行えることから、実際の営業施設において、当該施設の協力を得て実験を行った。

実験の実施は、静岡市葵区梅ヶ島地区の温泉において、平成 22 年度と平成 24 年度に行った。22 年度には、旅館 4 施設で、営業施設の従業者により現場でモノクロラミンの調製と浴槽への投入を行う実験（以下「手投入実験」という。）を行った。その後、24 年度には、日帰り温泉施設 1 施設で、静岡県環境衛生科学研究所によるモノクロラミンの自動発生・注入装置の実証試験（以下「自動投入実験」という。）を行った。

(1) 手投入実験

平成 23 年 1 月～2 月、温泉旅館 4 施設において、モノクロラミンの調製と浴槽への投入試験を行った。実験に供した温泉は、pH9.63 の単純硫黄泉及び pH9.11 のナトリウム

炭酸水素塩泉である。各浴槽は毎日換水だが、加温のため追い炊き循環を行い、入浴によるオーバーフロー分は新鮮な温泉水を補給している。

①実験概要

期間は1月中旬から2月中旬までの4週間とした。

投入法は、毎朝、浴槽の清掃を行い、新たに温泉水を満水にしたうえで、現場で次亜塩素酸ナトリウム溶液と塩化アンモニウムを反応させて生成したモノクロアミンを3mg/lの濃度になるよう浴槽に投入した。試薬は、浴槽の容量から計算で求めた量をあらかじめ1回分ずつ計量し分包したものを使用した。

実験の開始前と終了時に細菌検査を行った。また、実験の期間中に入浴利用者の意見を収集し、終了後には施設管理者の意見を聴取した。

②実験の結果

細菌検査について、実験開始前は各施設とも一般細菌、従属栄養細菌、レジオネラ属菌が検出された。投入実験終了時の結果は、一般細菌は4施設のうち3施設で減少したが1施設では増加、レジオネラ属菌は4施設のうち2施設で検出。従属栄養細菌はいずれの施設でも大幅に減少した。

③利用者の意見

消毒の塩素臭についてはおおむね好評であったが、入浴利用者の一部から、「硫黄臭が弱くなった。」「ヌルヌル感が少なくなった。」「浴槽水がさらさらしている。(温泉らしさが減った。)」との意見があった。

④施設管理者の意見

施設管理者からは、試薬を反応させるのが負担であるとの意見があった。

⑤考察

一般細菌、レジオネラ属菌を検出した施設は、浴槽の水量が3~5トン程度なのに対して1日の最大入浴者数が50名以上であり、オーバーフローの補給が3トン程度あった。モノクロアミンは朝投入した後追加していないため、利用者の入浴に伴う補給水によってモノクロアミン濃度が大幅に低下していたものと推測される。このため、濃度管理は、1日に1回一定量を投入するだけでは不十分であると考えられ、遊離残留塩素に比べて消費が少ないといわれるが、濃度管理については配慮が必要と判った。

施設管理者の「試薬を反応させるのが負担である」との意見については、この実験では、各施設の浴槽容量に応じた試薬を保健所で計量して供給したため、薬剤の計量等の手間は生じていないが、単に反応させるだけであっても、化学の教育を受けていない者にとっては負担に感じられると思われる。この件については従事者に対する継続的な指導が必要と判断した。

(2) 自動投入実験

平成24年10月から12月まで6週間にわたって、市営の日帰り温泉施設「黄金の湯」において実験を行った。当該実験は、厚生労働科学研究費補助金による健康安全・危機

管理対策総合研究事業において、モノクロラミン消毒の自動化について検証実験を行っており、その一環として、現場にモノクロラミンの自動発生・注入装置を設置して実証実験が行われた。

①実験の概要

当該施設は、浴槽水の消毒として次亜塩素酸ナトリウム溶液を自動注入している。内湯系統と露天風呂系統があるが、このうちの露天風呂系統について、従前の設備に代えてモノクロラミンの自動注入装置を設置した。当該装置は、浴槽水のモノクロラミン濃度 3mg/l を維持するよう自動注入を行う設定とした。

浴槽水は循環式で、1週間ごとに全換水するほか、常時温泉水を補給している。

②自動注入装置の概要

濃度調整は、センサーによる測定を基にしてコントロールされる。短期間のメンテナンスとしては、薬液の補充とセンサーの補正が説明されていたが、毎週、現場でモノクロラミン濃度を測定した結果、6週間の運用のなかでは補正は必要がなかった。また、この期間中、薬液の補充も必要がなかった。

③利用者の意見

モノクロラミン消毒を行っている浴槽の消毒臭については、感じないとした人が 74%、あまり感じないとした人が 21%であった。一方、従前の塩素消毒を行っている浴槽では、感じないとした人は 59%、あまり感じないとした人が 32%である。また、以前に当該温泉を利用したことのある方の回答では、従前との違いを感じないと答えた人が 70%であった。

④施設管理者の意見

実験期間中、現場のスタッフによる維持管理はほとんど必要なく、薬液の消費も従前よりも少なめであったとのことであった。

⑤考察

実際の自動運転中、モノクロラミン濃度は 3~5mg/l で推移していた。装置の保守については、今回は薬液補充も補正も必要がなかったが、長期運用した場合には、次亜塩素酸ナトリウムの自動注入設備と同様、ノズルの洗浄や定期的なメンテナンスは必要と思われる。

薬液の消費が少なかったことについては、当該温泉はアンモニアを含有していることから、次亜塩素酸ナトリウムを注入してもすぐに消費してしまうことが考えられ、従来から、自動注入装置のセンサーが残留塩素を感知するために大量の薬剤が投入されていると判断された。

(3) 実験の結果を受けて

利用者の反応についても、従前の次亜塩素酸ナトリウムによる消毒と同程度以上の評価が得られたものと考えられ、モノクロラミン消毒は現場での実施が可能と判断した。

7 条例化の検討

(1) 目的と方向性

山間地には、アンモニア含有泉、アルカリ性泉が多く、一方、遊離残留塩素による消毒はアルカリ性の下では消毒効果が著しく低下する。しかし静岡県における現行の条例及び規則では、浴槽水の消毒は遊離残留塩素による消毒しか認められておらず、他の方法による消毒を実施しても条例及び規則を遵守していないこととなる。このため、上記泉質に対応できる消毒方法を条例等で規定することが望まれる。

現在知られている消毒方法のうち、残留性があり、かつ維持管理が過度の負担とならないことを前提としたとき、モノクロラミンによる消毒は適当な消毒方法のひとつであると判断できる。ただし、モノクロラミン消毒が遊離残留塩素による消毒に対して、コストや管理面を含めたすべての面で優位にあるとは言えないため、遊離残留塩素による消毒とモノクロラミン消毒を併記し、状況に応じていずれかの方法を選択できることとした。

(2) 関係者への説明と意見聴取

モノクロラミンによる消毒法とその制度化について、中山間地等の旅館、公衆浴場の関係者の方に、講習会等の機会をとらえて説明を行った。これに対しては、薬剤コストの問題やスタッフによる対応の技術的な不安などの意見があった。

また、平成24年9月から10月にかけて、条例制定に関するパブリックコメントを実施した。そのなかに「モノクロラミンによる消毒法を認める」旨の記載をしたところ、このことに対して1件のパブリックコメントが寄せられた。その内容は、

「「塩素系薬剤」とは遊離残留塩素を指すものでしょうか？「モノクロラミン」は水道法でいう結合残留塩素と異なるものでしょうか？厚労省の衛生管理要領では浴槽水の消毒についてオゾン等他の消毒方法についても言及していますが、その他の消毒方法は利用はできないのでしょうか？」

というものであった。これに対して、マニュアルの記載内容を参考として、

「厚労省の衛生管理要領及び静岡県の条例で定めている「塩素系薬剤」は次亜塩素酸ソーダ等、遊離残留塩素により消毒効果を有するものを指しています。水道法でいう結合残留塩素には、モノクロラミンのほかジクロラミン等が含まれますが、消毒効果についてはモノクロラミンが最も強力です。オゾン等の消毒については、持続的効果が期待できないため、循環式浴槽の浴槽水の消毒方法として不十分と考えます。」

と回答した。

これらから、関係者への周知・指導が運用後の課題となることを再認識した。

(3) 濃度の基準の検討

水道法施行規則第17条第3号ただし書き「ただし、供給する水が病原生物に著しく汚染されるおそれがある場合又は病原生物に汚染されたことを疑わせるような生物若しくは物質を多量に含むおそれがある場合の給水栓における水の遊離残留塩素は、0.2mg/l(結

合残留塩素の場合は、1.5mg/l) 以上とする。」及び米国EPAの定める最大濃度はモノクロラミン濃度 4mg/l であることから、1.5～4mg/l の間であれば飲料水であっても安全かつ十分な消毒効果が期待できると考えられ、かつ厚生労働科学研究（健康安全・危機管理対策総合研究事業）において継続して行われているモノクロラミン消毒実証実験では 3mg/l で十分な消毒効果を得られていること等を参考とし、3mg/l の濃度で遊離残留塩素による消毒に匹敵する十分な消毒効果が得られると判断した。

(4) 規定の内容

平成 25 年 4 月 1 日から施行する静岡市公衆浴場法施行条例では、県条例と同様に、浴槽水の消毒が必要であることを規定した。

第 4 条 一般公衆浴場及びその他の公衆浴場に係る法第 3 条第 2 項に規定する入浴者の衛生及び風紀に必要な措置（以下「衛生措置等」という。）の基準は、次のとおりとする。

(1) ～ (6) 略

(7) 循環式浴槽を設置する場合にあっては、次に掲げる措置を講ずること。

ア～ス 略

セ 浴槽水は、規則で定める方法により消毒を行うこと。

この条例による委任を受けて、浴槽水の消毒法として従前は遊離残留塩素による消毒のみであったものを、以下のように二つの選択肢を設けた。

(1) 浴槽水に塩素系薬剤を投入する方法。この場合において、浴槽水の遊離残留塩素濃度は、1 リットル中 0.2 ミリグラム(気泡発生装置、ジェット噴射装置その他の微小な水粒を発生させる設備(以下「気泡発生装置等」という。))を使用する浴槽の浴槽水にあっては、1 リットル中 0.3 ミリグラム)以上に保つものとする。

(2) 浴槽水にモノクロラミンを投入する方法。この場合において、浴槽水のモノクロラミン濃度は、1 リットル中 3 ミリグラム以上に保つものとする。

実際に、遊離残留塩素による消毒を行うか、モノクロラミンによる消毒を行うかは、それぞれのメリットデメリットを勘案して事業者が選択できることになる。

また、旅館業においても浴室の安全管理やレジオネラ等の感染症リスクは同等であるとして、旅館業法施行条例及び同規則についても同様としている。

8 今後の課題

以上のように、アルカリ性温泉等の浴槽水の消毒法としてモノクロラミンによる消毒を採用することとした。

しかし、今後の運用については検討すべき事項が多くあると考える。

現時点では、コストなどの問題から自動注入式の機器を導入することは困難であると推

察され、当面はモノクロラミン消毒を行うとしても手投入になると考えられる。この場合、現場発生型であることやその手順、濃度管理方法などについて、各施設の営業者及び現場担当者に指導していくことが必要と考えている。そのため、平成 25 年度からは、山間地の浴場、旅館等営業者に対して、講習会を地区ごとに実施するよう検討している。内容としては、基礎的な知識のほか、実際にモノクロラミンを生成させ浴槽に投入することも体験できるものとした。また、薬剤販売業者、消毒業者、測定機器業者などにも周知を図る必要があると認識している。

更に、今後の課題として、浴槽水の消毒のみでなく、レジオネラ対策で重要なろ過器内部や配管の消毒等に対してモノクロラミンを用いることを検討していきたい。

9 謝辞

今回のモノクロラミン消毒法の制度化にあたっては、静岡県環境衛生科学研究所の佐原先生はじめ厚生労働科学研究（健康安全・危機管理対策総合研究事業）の皆様にご貴重な助言や資料の提供をいただきました。この場をお借りして、感謝の意を表します。

10 参考資料

循環式浴槽におけるレジオネラ症防止対策マニュアル（平成 13 年 厚生労働省）

静岡県公衆浴場法施行条例（昭和 49 年静岡県条例第 45 号）

静岡県公衆浴場施行細則（平成 15 年静岡県規則第 68 号）

循環式浴槽における浴水の浄化・消毒方法の最適化に関する研究

（H16～18 厚生労働科学研究費補助金 地域健康危機管理研究事業）

公衆浴場におけるレジオネラの消毒方法に関する研究

（H20～21 厚生労働科学研究費補助金 健康安全・危機管理対策総合研究事業）

公衆浴場等におけるレジオネラ属菌対策を含めた総合的衛生管理手法に関する研究

（H22～23 厚生労働科学研究費補助金 健康安全・危機管理対策総合研究事業）