

## ■ Review article

## 医療施設における Water Hygiene 管理について

中村 造

東京医科大学病院 感染制御部・感染症科

## The management of water hygiene in health care facilities

Itaru Nakamura

Department of Infection Prevention and Control, Tokyo Medical University Hospital

Key word : 水系システム (water system)、蛇口 (faucet)、シンク (sink)、  
医療関連感染 (healthcare associated infection)

## 1. はじめに

病院における水は一般的に認識されているよりも多様なリスクが潜んでおり、その対峙には専門的知識が必要である。例えば蛇口から出る水は常識的には無菌である、清潔だろうと認識しているのが通常であるが、微生物学的検討を行ってみると蛇口に供給される水自体が既に汚染されていて無菌でない場合や、蛇口末端に何らかの微生物が定着し吐水から排出された水が汚染されてしまうこともある。使用する水が汚染されている場合、手洗いや物品洗浄などで水を使用する度に、手指や物品への微生物汚染が発生することになる。時にこれが原因となり医療施設という特殊環境では患者に医療関連感染症が発生してしまう。自験例では蛇口にレジオネラが定着し院内伝播の原因と推定された事例<sup>1)</sup>や、手洗いシンクの排水口に ESBL 産生 *Klebsiella pneumoniae* が定着し院内伝播の原因と推定された事例<sup>2)</sup>を経験している。予想以上に、医療施設の水系システムは医療関連感染症における大きな問題であると考えられ、本総説では医療施設における水管理の問題点とその対策について解説する。

## 2. 上 水

施設に供給される上水は、通常、自治体から供給される公共用水であり、その質は担保されていると考えられる。一方で上水の利用に、公共用水以外に地下水を利用している施設は少なくはなく、その場合には設備内にある浄化装置により地下水を処理し消毒後に上水として使用される。地下水のみを上水として使用している施設や、公共用水と地下水を混合して使用している施設もある。

上水の処理方法は国や地域により異なり、本邦では塩素消毒が実施されているが、塩素消毒以外にモノクロロミン Monochloramine による消毒や過酸化水素による化学的消毒、フィルターによるフィルトレーション Filtration が実施されている(表 1)。塩素消毒の欠点を踏まえ、上水の塩素消毒を中止し他の方法へ切り替えている国や地域もある。

表 1 各国・地域における上水の消毒方法<sup>7)</sup>

国と地域	消毒方法	備考
日本	Chlorination	N-H-CL
英国	Chlorination	N-H-CL
米国	Monochloramine	H <sub>2</sub> -N-Cl
欧州の一部の国・地域	Monochloramine	H <sub>2</sub> -N-Cl
ドイツ・オランダ・北欧	温度管理のみ 化学的消毒の中止	

### 3. 貯水槽と貯湯槽

施設内に供給された上水は、貯水槽や貯湯槽で建物の各所への分配前に、一旦貯留、保存される。この貯水槽では塩素による消毒が継続され、貯湯槽では加熱による消毒が継続される。貯水槽で十分量の塩素が添加され、その塩素濃度が常時記録されていることが多い。配管で蛇口末端まで水が供給されるに従い塩素濃度が徐々に低下するため、その蛇口末端塩素濃度が規定濃度以上になるように貯水槽の塩素は高濃度で管理されている。通常この高い塩素濃度で管理された貯水槽で微生物が生存することはない。貯湯槽も同様に温度センサーが取り付けられており、蛇口末端まで温度が保たれるように、常時温度が管理されている。貯湯槽からの給湯は建物内の配管を通過するに従い、蛇口末端まで温度が低下していくため、十分な加熱が求められる。貯湯槽は70-80℃前後の高温で管理されるのが通常である。この管理が不十分となると微生物の定着・増殖が可能となり医療関連感染症の原因になる。

### 4. 建物内の配管

貯水槽や貯湯槽から建物内に張り巡らされた配管で分配され、各蛇口から給水や給湯が行われる。この配管は極めて長く、また相当数に及ぶ蛇口が設置されており、この複雑な水システムには多くのピットホールが内在していると考えられる。この極めて長い配管は建物の躯体内、壁面・天井裏に格納されており目視することは通常難しい。ドイツの医療施設では廊下の壁内に配管を確認することが出来き、適宜採水検査が出来る施設もあったが(図1、図2)、本邦では一般的ではない。配管は長期使用や高濃度の塩素消毒の実施による経年劣化、腐食・浸食も起こり得る。この配管管理で重要とされるのが給湯の温度管理である。貯湯槽の温度が十分に高温で維持されていても、配管途中で給水管との近接などにより温度が低下し、配管内の給湯が35-45℃前後まで低下してしまうとレジオネラ菌の配管への定着リスクになり、その後の持続的なレジオネラ菌の暴露が問題となる事例が報告されている。給湯系配管は加熱状態が維持され、蛇口末端まで十分な温度を保って給湯される必要がある。



図1 廊下の壁内に設置された水道配管からの採水ポイント(ドイツ)



図2 廊下の壁内に設置された水道配管からの採水ポイントの拡大(ドイツ)

## 5. 水道の蛇口

一つの建物内には相当数、時に数百カ所に及ぶ蛇口が設置されており、そのすべての蛇口に感染リスクが存在する。蛇口は自動水栓か手動水栓、また単一吐水口の混合栓か複数吐水口の単栓蛇口か、など複数種類の規格が存在し、それぞれにより末端塩素濃度の上昇のしやすさや、給湯の温度調整の可否などの特徴が異なる。自動水栓か手動水栓かで、1回に使用する吐水量が異なる。自動水栓ではタッチレスでの使用が可能であるため、吐水開始時・終了時に手指による蛇口レバーの開閉が不要となり、院内感染対策上の利点大きい。一方で、現在、本邦で広く普及している自動水栓は、使用する水の量が節水モードとなっているため吐水量を最小限に抑えた設定となっていることが多い。その結果、蛇口の吐水口末端に十分な塩素濃度が残留した給水が供給される前に吐水が止まってしまい、蛇口末端の残留塩素が十分な濃度で保てず微生物の定着に繋がるという側面もある<sup>3)</sup>。

また温度管理についても自動水栓の場合には火傷防止のため、人肌に丁度良い、ぬるま湯の温度設定となるため、給湯温度が蛇口手前まで十分に過熱された給湯水が届いていても、蛇口から吐水される場面では加熱消毒が不十分な状態となる欠点もある。自験例のレジオネラ菌の蛇口定着では塩素による給水消毒以外にも、加熱した給湯による蛇口の消毒が有効であった。自動水栓の場合には温度制御を一旦外した状態での給湯の吐水による定期的な吐水口の加熱消毒が必要となる。また自動水栓の場合、吐水センサーを作動させるために手や物品を吐水口に近づける必要があり、これにより吐水口に誤って接触してしまう汚染リスクがある。吐水センサーは、適宜その範囲や感度を調整できるため、反応が悪い場合には設備担当者に相談し丁度良い距離でも吐水が開始になるように調整すると良い。

## 6. シンクはどうなっているか

シンクはそのデザインにより使用後の水が排出口から排水されやすいかどうか異なる。時に排水されにくい構造であることや、吐水がシンク表面に当たった後のスプラッシュバックが発生しやすいシンク構造であることが観察される。吐水使用時のシンクからのスプラッシュ

バックで特に注目すべき現象は、シンク排水口からの跳ね返りである。

シンク排水口はシンク下部配管の微生物がシンク下部の配管から上方にクリープして上昇することから、シンク排水管は下水の微生物と一致する可能性があるシンクの中で最も汚染が強い高リスク箇所である。この部位からの吐水使用ごとのスプラッシュバックによる使用者自身の汚染は医療施設内では脅威であり、注意と対策が必要である。当院でもシンク排水口が薬剤耐性菌の伝播の起点になっていた可能性がある事例を経験している<sup>2)</sup>。この事例では当院では検出頻度が高くない菌種であったため遺伝子学的検討を実施し相同性を確認したが、検出頻度が高い薬剤耐性菌や、そもそも薬剤感性菌の伝播が起こっている場合には、見逃されている可能性がある。近年、シンク表面からのスプラッシュバックを減らしたデザインのシンクが発売されるようになっており、新たにシンクを設置する時やシンク交換時にはそのような特徴を持つ製品の導入を検討したい。

またシンク排水口の流れが悪い場合には汚物の滞留が起こることからスムーズな排水口からの排出が求められる。排水口のサイズや排水口の位置の工夫がなされたシンクもある。また流れが悪いシンクの排水口は一般的な洗浄で解決可能な場合が多いが、時に高圧洗浄が必要な場合もある。

## 7. 蛇口の汚染

蛇口への微生物の定着は予想以上に多い。当院の事例でも緑膿菌や *Stenotrophomonas maltophilia*、非結核性抗酸菌、レジオネラ菌<sup>14)</sup>などの定着がみられる。多くの人が使用するため蛇口への直接的な接触も起こり得るし、また明らかな接触が無くとも湿潤環境であること、塩素濃度の揮発による低下が発生しやすいことから、一旦微生物が定着すると持続的に検出される事例もある。またこの蛇口への定着には、整流器の存在が影響している可能性がある。整流器は吐水が割れずにストレートに流れるような網目状の小さな器具である。この整流器はその網目状の複雑な構造から一旦微生物が定着すると持続陽性となることがそのデメリットと考えられる<sup>5)</sup>。本邦でもこの整流器が原因で非結核性抗酸菌の持続検出が問題となった事例が報告されている<sup>6)</sup>。



## 8. 温度調整器 Thermostat Mixing valve (TMV)

自動水栓が設置されたシンク下部には給水と給湯が混合し使用しやすい温度に自動調整する温度調整器 Thermostat Mixing valve (TMV) が設置されている (図 3)。欧米を中心にこの温度調整器の感染リスクが指摘されており、その複雑な構造と微生物の繁殖に有利な温度域などの特徴がその原因と考えられている。当院でもこの温度調整器をシンクから分解し微生物学的調査を実施した経験があるが、直前まで使用していたシンクであるにも関わらず *Pseudomonas* 属菌、*Acinetobacter* 属菌が検出されている。



図 3 温度調整器 Thermostat Mixing valve (TMV)

## 9. 必要な対策

まず最も大切な点がこの総説で解説している医療施設における水に関する感染リスクを認識することである。水やその周辺器機は医療者、患者が毎日頻繁に日常的に使用するものであるがゆえに、そのリスクを認識しづらい。もしくは、まさか感染リスクを多く内在しているはずがないだろうと思込んでいる点もある。それゆえ、リスクの認識が日々の行動変容や、医療関連感染の発生時の観察や考察にも繋がり、結果として対策の立案への機動力になると考えられる。

実施すべき具体的な対策については、いまだ科学的な模索が続いており、ガイドラインや明確なエビデンスに

乏しい領域であると言わざるを得ない。上水に対しては定期的な微生物検査の実施や温度管理、消毒薬の濃度管理が望まれる。多くの医療施設では水道法に基づく管理が実施されており、施設担当者により記録されているため、定期的、または有事の際には、感染対策管理者はこの記録を積極的に確認するようにしたい。建物内の配管については、目視可能な配管がほとんどないことから日々の対策介入は困難と思われる。基本的には塩素消毒を中枢側の貯水槽と蛇口末端で測定すること、加熱の程度を貯湯槽と蛇口末端で測定することなどの間接的な指標で配管の管理を行わざるを得ない。

蛇口に対しては、定期的な清掃を立案する必要があるが、清掃・消毒方法に確立したものがない。どの施設でも実施可能な方法は、定期的に十分な吐水を実施すること、つまりフラッシングである。給水・給湯ともに吐水を数分間継続することで十分な塩素濃度を含有する水が吐水されることとなり蛇口末端の消毒が可能となる。また十分に過熱された給湯水が排出されえることも同様に効果がある。可能な限り使用していない、または使用頻度が低い休眠蛇口を減らすことが必要であり、使用頻度が低い蛇口については撤去することもその対策の選択肢となり得る。その他、ブラッシングによる蛇口の清掃も行われるが、ブラシにより汚染を広げるリスクがあり、蛇口ごとのブラシの交換を行った場合、コスト面での課題が残る。

蛇口末端に設置された整流器はその複雑な構造から単に洗浄・消毒では微生物除去が難しい可能性が高い。整流器自体を交換することも選択肢であるが、上水側に汚染がある場合や、使用過程で整流器を汚染した場合には、再度整流器に微生物が定着してしまうことがある。再利用する場合には、超音波洗浄機などで汚れを除去した後、浸漬消毒等で消毒することが現実的と考えられるが、明確な根拠となるものはない。

シンクは、定期的な洗剤とスポンジによる日常清掃が適応されるし、効果も期待できる。目に見える汚れや、ぬめりを除去することで菌量の減少が可能である。排水口に対してはブラッシングによる汚れやぬめりの除去が必要であるがそのブラシの汚染による他の排水口への微生物の拡大を防止する必要がある。時に配管/排水管への消毒薬流し込みを併用している施設もある。ただこの消毒薬はどの消毒薬がより現実的かまたは効果的かは不明である。第4級アンモニウム製剤や次亜塩素酸製剤、ア

ルコール製剤などが使用されることが多いがそれぞれの適正な濃度や接触時間は不明であり、使用時にはそれらの消毒薬の特徴を踏まえた適応が求められる。なお、高濃度塩素の使用時には排管の浸食が進行しやすいため注意したい。

近年、シンク下部の配管に加温装置を装着することでシンク下部の配管を加熱消毒できるとの報告があり注目されている。本邦でも加熱器が販売されているが、購入コストやコンセントの設置などの問題もありすべての医療施設での利用は難しい。

## 10. Water safety plan と Water safety team<sup>7)</sup>

当院で実施している Water safety plan を示す (表 2)。医療施設における Water Hygiene 管理は、本総説からもわかる通り、微生物から設計・設備まで扱う分野が幅広く、感染管理担当者だけでは対応しきれない。欧米では、すでに、感染管理チーム Infection Control Team (ICT) とは別に Water Safety Team (WST) を組織し対応する必要性があると考えられている。本邦ではこれが実施されている施設は限定的であるが、今後普及が望まれる。ただ本邦の現状からは ICT とは別の組織を作るというよりは WST を ICT に内在させる形で活動する方が現実的と考えられる (表 3)。

表 2 Water Safety Plan の具体的<sup>7)</sup>

プラン	頻度	備考
蛇口の微生物検査	4 カ月毎	1 フロア 10 カ所程度
クーリングタワーの微生物検査	毎月	
貯水槽、貯湯槽の微生物検査	毎年	
給水蛇口末端の塩素濃度確認 (>0.2ppm)	4 カ月毎	1 フロア 10 カ所程度
給湯蛇口末端の温度確認 (>55℃)	4 カ月毎	1 フロア 10 カ所程度
貯湯槽の温度確認 (>60℃)	毎日	
微生物検査陽性蛇口のフラッシング	毎日	

表 3 Water Safety Team の推奨される構成員<sup>7)</sup>

1. 病院責任者
2. 感染管理専門家
3. 設備管理者 (水システムに精通しているもの)
4. 微生物専門家
5. 清掃スタッフ・委託業者
6. 安全管理者
7. 患者代表者

■利益相反：なし

## ■引用文献

- 1) Nakamura I, Amemura-Maekawa J, Kura F, Kobayashi T, Sato A, Watanabe H, *et al.* Persistent Legionella contamination of water faucets in a tertiary hospital in Japan. *Int J Infect Dis.* 2020;93:300-4.
- 2) Nakamura I, Yamaguchi T, Miura Y, Watanabe H. Transmission of extended-spectrum  $\beta$ -lactamase-producing *Klebsiella pneumoniae* associated with sinks in a surgical hospital ward, confirmed by single-nucleotide polymorphism analysis. *J Hosp Infect.* 2021;118:1-6.
- 3) Halabi M, Wiesholzer-Pittl M, Schöberl J, Mittermayer H. Non-touch fittings in hospitals: a possible source of *Pseudomonas aeruginosa* and *Legionella* spp. *J Hosp Infect.* 2001;49(2):117-21.
- 4) Nakamura I, Miura Y, Umeda A, Imura R, Watanabe Y, Watanabe H. The *Legionella* contamination of tap water in a brand-new hospital in Japan before patients move in. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2020;41(8):998-9.
- 5) Lv Y, Xiang Q, Jin YZ, Fang Y, Wu YJ, Zeng B, *et al.* Faucet aerators as a reservoir for Carbapenem-resistant. *Antimicrob Resist Infect Control.* 2019;8:205.
- 6) Takajo I, Iwao C, Aratake M, Nakayama Y, Yamada A, Takeda N, *et al.* Pseudo-outbreak of *Mycobacterium paragordoniae* in a hospital: possible role of the aerator/rectifier connected to the faucet of the water supply system. *J Hosp Infect.* 2020;104(4):545-51.
- 7) 中村 造. 病院における Water Hygiene 管理. 日本環境感染学会誌. 2019;34(6):271-6.