

一方、実際の浴槽水を汚染する菌に関して、その感染性に関する解析も試みた。アメーバ外に放出されたレジオネラ属菌を、ボトルを用いた浴槽モデルを用いて、温水中における生存性とアメーバに対する感染性を調べた。42℃に保温した滅菌脱塩素水道水を試験水とした場合、ボトル内培養開始直後の菌濃度は4週目に1log程度の低下が観察されたのに対し、アメーバの感染率を指標とした感染性は培養開始後4日以内に当初の1/5から1/10以下に速やかに低下した。循環式浴槽システムの微生物叢の増殖は極めて複雑な要因の影響を受けているものと考えられるが、水中に浮遊するレジオネラ属菌のアメーバへの感染性が速やかに減衰することは注目された。従来、レジオネラ属菌と宿主アメーバの関係において、培地上での増殖能を欠損した(VNC: viable but not culturable)レジオネラ属菌は宿主アメーバに感染することでその増殖活性を回復するものと考えられてきたが、本実験における生存性と感染性の乖離はこの通説を支持するものとは言えず、むしろ逆の関係を示すものとなった。

この感染性が低下するという現象は、レジオネラ属菌が感染する菌量に基づく定量的な結果ではなかったこと、またVNC (Viable but Not Culturable)の存在からは説明が難しい現象であったことから、これを定量的に解析すべく再検討を行った。これには毒性学、薬理学におけるLD50(半数致死量)の考えを応用して、マイクロプレートで培養したアメーバにレジオネラ属菌の希釈系列を感染させ、感染の生じたウェル数の割合から半数感染菌量ID50を算出するという方法を考案した。最終的に菌感染の成否を培養法で確認するという判定法を用いることで、本法はID50を2-3cfuという極微量の菌数で検知する能力を備えた解析法であることが示され、再現性も十分に高く、培養条件による僅かな感染性の変化も検知できる高感度な解析法であることが示された。

この解析法を利用して、浴槽水モデル実験系を用いた感染性変動の解析を行った結果、培養開始時に保持していた感染性は明らかに低下することが示された。用いた菌の培養条件が異なる点、また試験中に菌数が低下した点で前述の結果とは単純には比較できないが、およそ1週間の間に90%程度感染性が低下する傾向は共通していた。実験的ではあるが高い菌数が検出される浴槽水が必ずしも感染源とはならない“Dose paradox”に対する一つの答えになり得るものと考えられる。VNCと感染性の関係は未だ結論を得るには至らないが、この点に関しては水道水中では全菌数および生菌数はほとんど変化しないという報告があり(Ohnoら2003)、長期培養で完全にVNC化した菌を用いて、全菌数および菌のviabilityに関するデータも合わせた解析を今後進めることで明確にしたいと考えている。さらに菌種による感染性の違い、また実際の浴槽水等の汚染とレジオネラ属菌の感染性の関係について明確なデータを求めることで、浴槽水の衛生管理の最適化が図られるものと期待される。

## 結 論

本研究において、アメーバがエアロゾル以外の感染経路となり得ること、また生きた状態でも菌の感染性は低下し得ることなど、レジオネラ属菌感染における“Dose paradox”の問題に対し、宿主アメーバ側から解析することで、いくつかの重要な知見が得られた。レジオネラ感染症においてアメーバの重要性が明らかにされるとともに、これらの知見は実際の浴

槽水の衛生管理の向上、最適化に大いに資するものと思われる。なお将来的には感染性を加味したより実地的な衛生管理基準を議論する時期が来るとも予想されるが、実際の浴槽水の菌に関するデータが存在しない現状では、いかなる汚染も軽視すべきではないことを強調する。

#### 参考文献

1. Berendt R.F. et al., (1980) Dose-response of guinea pigs experimentally infected with aerosols of *Legionella pneumophila*. J. Infect. Dis., 141:186-192.
2. Brieland J.K. et al., (1996) Coinoculation with *Hartmannella vermiformis* enhances replicative *Legionella pneumophila* lung infection in a murine model of legionnaires' disease. Infect.Immun. 64:2449-2456.
3. Brieland J.K. et al., (1997) The role of *Legionella pneumophila*-infected *Hartmannella vermiformis* as an infectious particle in a murine model of legionnaires' disease. Infect.Immun. 65:5330-5333.
4. Clrillo J.F., et al., (1994) Growth of *Legionella pneumophila* in *Acanthamoeba castellanii* enhances invasion. Infect.Immun. 62:3254-3261.
5. Harb O.S. et al., (2000) From protozoa to mammalian cells: a new paradigm in the life cycle of intracellular bacterial pathogens. Environ. Microbiol. 2:251-265.
6. Ohno, A., et al., (2003) Factors influencing survival of *Legionella pneumophila* serotype 1 in hot spring water and tap water. Appl.Environ.Microbiol.69:2540-2547.
7. Page,F.C.(1967) Taxonomic criteria for limax amoeba, with descriptions of 3 new species of *Hartmannella* and 3 of *Vahlkampfia*. J.Protozool. 14:499-521.

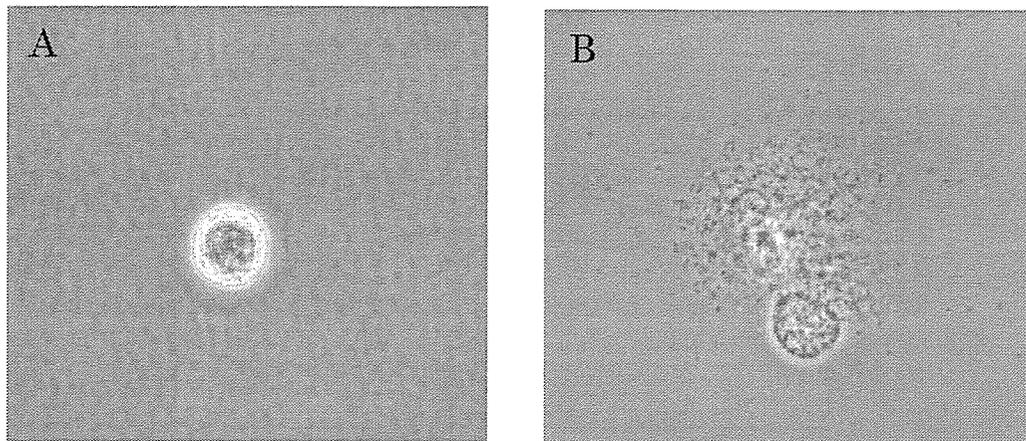


図-1、蒸留水中におけるレジオネラ感染アメーバの自然崩壊

- A: 蒸留水中へ移動直後。菌はアメーバ内で運動を持続する。  
 B: 数分後、アメーバが崩壊し、細胞内の菌が蒸留水中へ放出される。  
 菌には高い運動性が維持されている。

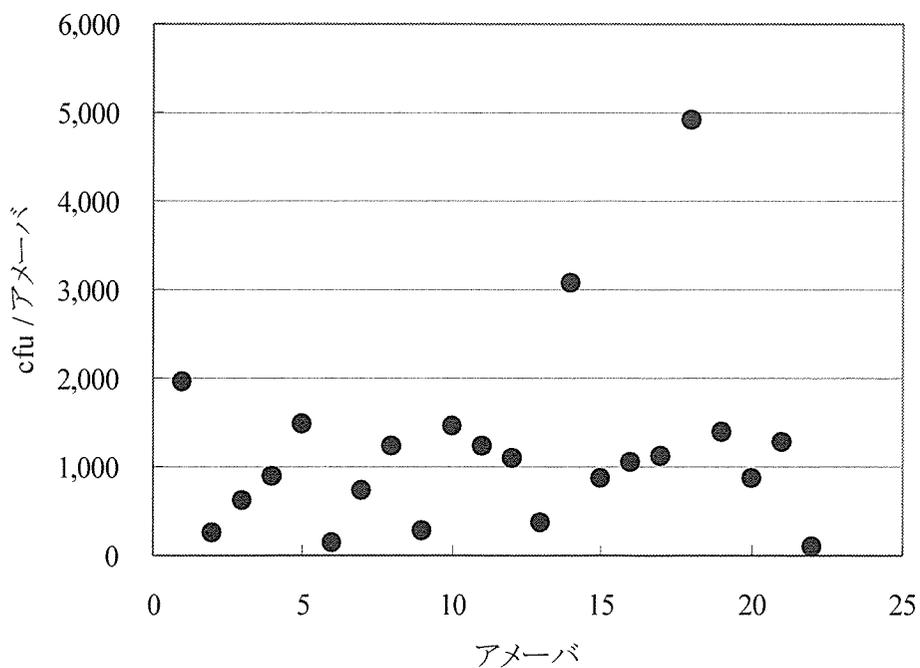


図-2、単離した感染アメーバ内のレジオネラ属菌の菌数分布

- ・ 縦軸はアメーバあたりの菌数を示す。菌数はアメーバ由来の菌浮遊液 1ml より 100  $\mu$ l を BCYE  $\alpha$  培養 (3 回) して得られた cfu の平均値より算出した。
- ・ アメーバあたりの平均菌数としては 1,195 cfu と算出された。

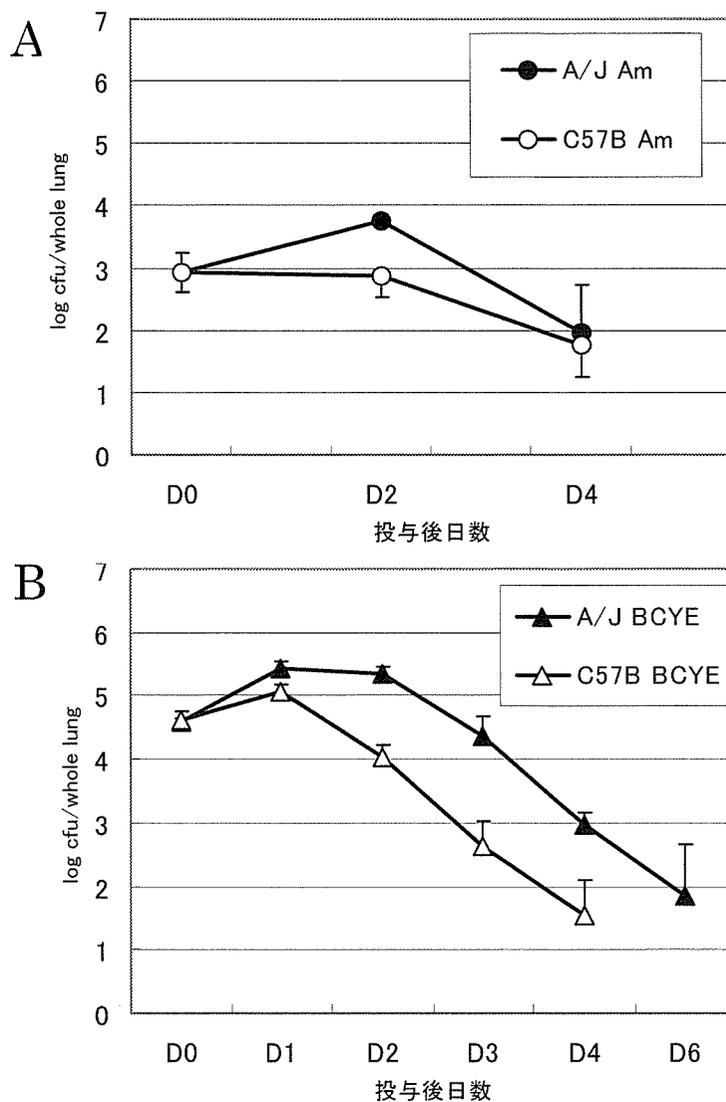


図-3. 単離した感染アメーバ投与 (A) および BCYE $\alpha$  培養菌投与 (B) したマウスからの回収菌数の経時変化

- ・ グラフの縦軸は各マウスの肺からの回収菌数 (log 表示) を示す。マウスは A/J (感受性) ならびに C57B (抵抗性) の 2 系統を試験した。
- ・ 単離した感染アメーバを含む浮遊液または BCYE $\alpha$  培養菌株の浮遊液を経鼻的に投与後、経時的に肺を全摘出し、回収される菌数を BCYE $\alpha$  培養で測定した。
- ・ (A) の D0 のデータ (投与直後) は実験用の感染アメーバ試料より単離した 5 つのアメーバの平均細胞内菌数を示す。

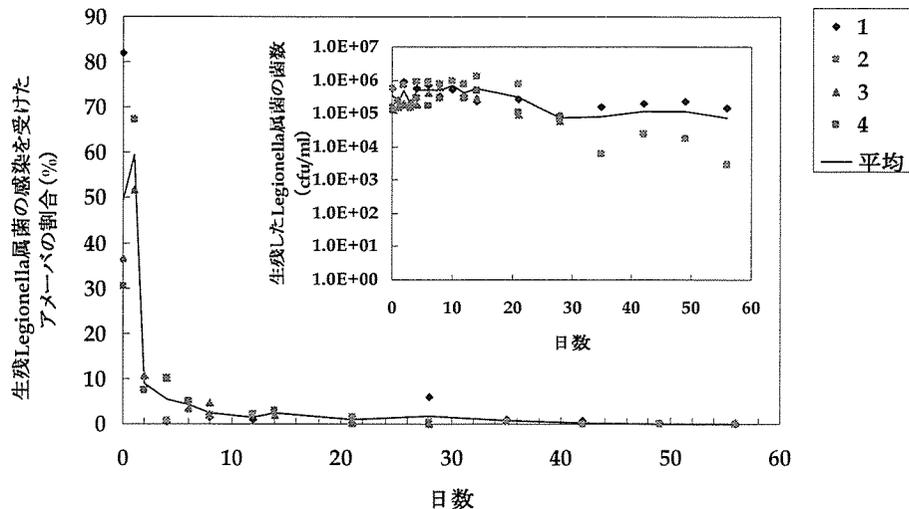


図-4. 試験水（塩素除去水道水）暴露後のアメーバ内増殖菌株の生残性ならびにアメーバに対する感染性の経時変化

- ・ 右上小グラフは暴露後の生残した菌の菌数 (cfu/ml) の経時変化を示す。試験ボトルより経時的に試料を採取し BCYE $\alpha$  で培養、菌数を測定した。
- ・ 大グラフは暴露後生残した菌の感染を受けたアメーバの割合の経時変化を示す。一定量を経時的に採取し培養アメーバに接種し培養 2 日後にアメーバを回収、ギムザ染色で菌の増殖像が確認されたアメーバの割合を算出した。
- ・ 各実験グラフは 4 回の試験の各データとそれらの平均を表示した。

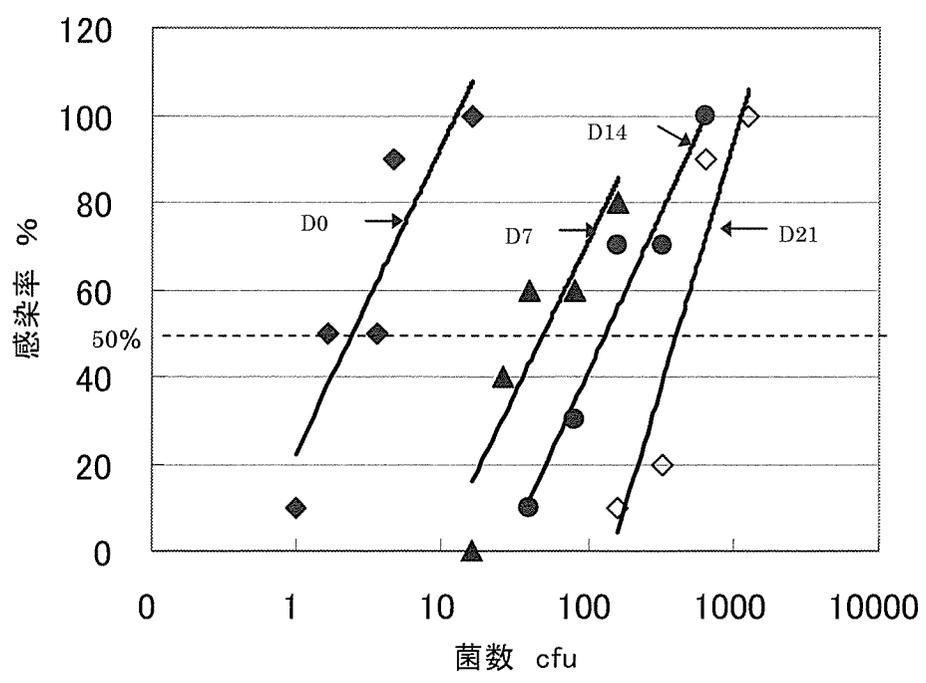


図 5. モデル浴槽水を用いた浮遊培養試験（試験 3）における菌数—感染率曲線の変動

- ・ 縦軸はマイクロプレート法における感染率で、10 ウェル中にレジオネラ属菌の増殖が認められたウェル数の割合を示す。横軸はウェルあたりの菌数を示す。
- ・ 試験は 42℃保温、スターラーによる攪拌条件で行った。
- ・ 菌数は  $10^{-5}$  あるいは  $10^{-6}$  O.D.より 2 倍希釈系列で試験した。
- ・ 菌数—感染率曲線は試験開始時 (D0)より経時的に右方移動し、感染率 50%における cfu (ID50)が上昇したことが示された。

表-1、2つの培養温度（30℃および35℃）におけるID50の算出結果

菌培養条件	試験条件	ID50 (cfu)	95%信頼限界
30℃にて3日間培養	0日目	2.35	1.51-3.43
	0日目	2.51	1.56-4.01
	0日目	2.50	1.81-3.38
35℃にて3日間培養	0日目	5.60	3.06-16.38
	0日目	5.17	2.85-16.41
	0日目	6.72	3.46-25.41

試験期間とは、培養後に行った試験の日数。

0日目とは培養後、直ちにID50の測定を行ったことを意味する。

表-2、モデル浴槽水を用いた浮遊培養試験におけるID50の変動

菌培養条件	試験条件	ID50 (cfu)	95%信頼限界
試験1 30℃にて3日間培養	42℃、0日目	2.23	1.48-3.18
	42℃、4日目	2.46	1.43-3.74
	42℃、7日目	21.94	12.92-49.04
試験2 30℃にて3日間培養	42℃、0日目	2.01	1.07-2.45
	42℃、7日目	35.80	25.81-49.39
	42℃、14日目	128.46	88.21-182.31
	42℃、21日目	140.67	68.70-215.38
試験3 30℃にて3日間培養	42℃、0日目	2.34	1.50-3.47
	42℃、7日目	48.01	30.45-88.10
	42℃、14日目	126.82	80.78-186.34
	42℃、21日目	351.08	245.34-503.33

## 「HACCP システムの導入を伴う循環式浴槽の管理について」

主任研究者 遠藤卓郎 国立感染症研究所寄生動物部  
分担研究者 黒木俊郎 神奈川県衛生研究所微生物部

循環式浴槽の衛生的管理を機能的かつ効果的に行うために、食品衛生において活用されている HACCP システムを取り入れた管理方法を検討した。

レジオネラ症の防止のために公衆浴場や旅館の浴槽の管理について、厚生労働省から種々の要領が発行されている。これらは清掃・消毒にいたるまで記載されているが、実際の浴槽の管理の現場ではさらに細かい留意点や重点的に管理すべき個所があることは容易に想像される。そこで、循環式浴槽の衛生管理について、一般衛生管理における重点管理項目を検討するとともに、HACCP システムの導入の留意点をまとめた。

レジオネラ感染症の発生を予防するために、循環式浴槽システムにおける衛生管理手法の確立を目指した HACCP システムの導入には一般的衛生管理の徹底が欠かせない。そこで平成 16 年度は浴槽水におけるレジオネラ属菌の発生を防ぐことを目的に、HACCP の手法と検証システムを組み合わせた手法を浴槽水の管理に取り入れる過程を示すことを試みた。浴槽水は食品とはまったく異なるため、食品製造で用いられている HACCP をそのまま導入するのではなく、HACCP の手法を浴槽水の管理に応用できるようなシステムとすることを検討した。平成 17 年度は循環式浴槽の衛生管理について、一般衛生管理における重点管理項目を検討するとともに、HACCP システムの導入の留意点をまとめた。平成 18 年度は一般的衛生管理において重点的に管理すべき設備・部位の特定と、それぞれの設備・部位におけるハザードの解析および対策を検討した。源泉、配管、貯湯槽、吐出口、浴槽、オーバーフロー回収槽、集毛器、ポンプ、ろ過器、薬剤注入装置、熱交換器・加熱器を循環式浴槽システムに特徴的な構成要素であるとし、それぞれの性状と対策等について、具体的な内容となるように検討した。得られた検討結果は現場において活用されやすいように、重要ポイント集としてまとめた。

### A. はじめに

レジオネラ属菌は環境中に広く分布し、条件が整えばどこでも増殖することができる。増殖の場として循環式浴槽システムも適した環境をレジオネラ属菌に提供することがある。その結果、浴槽水中やシャワーヘッド、ろ過装置内においてレジオネラ属菌が増え、それを吸入あるいは誤嚥したことにより感染し、散発事例や集団発生が起きている。特に、循環式浴槽の入浴者における重篤なレジオネラ肺炎の集団発生では多数の患者が含まれ、致死的な事例まで発生しているため、社会的にも公衆衛生学的にも重大な問題として捉えられ、早急な対策が望まれている。

このような状況で、厚生労働省は循環式浴槽をはじめとする浴槽の衛生的管理の要領（衛生等管理要領）等を作成した。これらの要領では、浴槽や関連施設の管理の方法や管理基準が示されている。公衆浴場や旅館等の管理者は厚生労働省が作成した衛生等管理要領を

基にして、それぞれの施設の管理方法を定め、浴槽等の管理を行うことが求められている。そこで本研究では、循環式浴槽の衛生的管理の機能的な進め方を示すことを目指して、HACCP (hazard analysis and critical control points system) を取り入れた管理方法の検討を行った。

本研究においては循環式浴槽システムへの HACCP システムの導入を目指し、その具体的な内容を検討した。HACCP システムを導入するには一般的な衛生管理が確立していることが必要であることから、日常の循環式浴槽システムの衛生管理を強化し、HACCP システムの効果を増大することを目的に、衛生管理を進める上で重点的に管理すべき設備・部位の選定と対策の内容の検討を行った。

## B. 研究方法

### 1. 循環式浴槽の衛生的管理の検討

衛生管理の手法などを決定するには厚生労働省から示された要領などを遵守しなければならない。そこで、関連する資料の収集を行った。

### 2. HACCP システムの導入の検討

循環式浴槽システムへの具体的な導入のステップを検討した。

### 3. 衛生管理の強化に関する検討

HACCP システムの導入の前提となる衛生管理の充実と強化に関する検討と情報の収集を行った。

#### 1) 循環式浴槽システムの構成

一般的な循環式浴槽システムの構成要素を検討し、循環式浴槽システムに特徴的で且つ衛生管理上重要であると想定される設備・部位の設定を試みた。

#### 2) 構成要素の性状・対策等の検討

衛生管理上重要であると想定される設備・部位ごとに、それぞれにおけるハザードの存在と対策の具体的な内容に関する情報を、研究者および研究協力者から収集した。

## C. 結果

### 1. 循環式浴槽の衛生的管理の検討

#### 1) HACCP システムの導入に先駆けて準備すべき項目

食品衛生における HACCP の導入には、一般的衛生管理規定が定められ、機能していることが前提となっている。浴槽水の管理においては、厚生労働省が作成した衛生管理の基準等がある。これらに基づいて一般的な衛生管理の方法を定め、作業書 (マニュアル) に

手法・手順が記載され、管理の記録簿等が整備されて、これにしたがって管理が行われていなければならない。作業書は個々の施設で勝手に作成されるものではなく、衛生等管理要領等で示された管理方法等に基づいていなければならない。

衛生管理の基準あるいは管理要領等には以下のようなドキュメントがある。

1) レジオネラ症防止対策について

平成 11 年 11 月 26 日

2) 「公衆浴場における衛生等管理要領について」

平成 12 年 12 月 15 日 生衛発第 1811 号 厚生労働省健康局長通知

3) 「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 9 月 11 日 健衛発 95 号 厚生労働省健康局生活課長通知

4) 「社会福祉施設等におけるレジオネラ症防止対策マニュアルについて」

平成 13 年 9 月 11 日 社援基発 33 号

5) レジオネラ症患者の発生時等の対応について（平成 14 年 9 月 3 日）

平成 14 年 9 月 3 日 健感発第 0903001 号 健衛発第 0903001 号

6) 入浴施設におけるレジオネラ症防止対策の実施状況の緊急一斉点検について

平成 14 年 9 月 20 日 健衛発第 0920001 号

7) 公衆浴場法第 3 条第 2 項並びに旅館業法第 4 条第 2 項及び同法施行令第 1 条に基づく条例等にレジオネラ症発生防止対策を追加する際の指針について

平成 14 年 10 月 29 日 健発第 1029004 号

8) 公衆浴場における衛生等管理要領等の改正について

平成 15 年 2 月 14 日 健発第 0214004 号

9) 「レジオネラ症を予防するために必要な措置に関連する技術上の指針」

平成 15 年 7 月 25 日 厚生労働省告示 264 号

10) 各自治体条例

1) ～ 9) は厚生労働省のホームページから入手することができる。

<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/legionella/index.html>

## 1. 管理の概要

### 1) 水質基準

原湯、原水、上り用湯、上り用水の水質基準

ア 色度は 5 度以下。

イ 濁度は 2 度以下。

ウ 水素イオン濃度は pH 値 5.8～8.6。

エ 過マンガン酸カリウム消費量は 10mg/L 以下。

- オ 大腸菌群は 50ml 中不検出。
- カ レジオネラ属菌は不検出 (10cfu/100ml 未満)。

## 2) 浴槽水の水質基準

- ア 濁度は 5 度以下。
- イ 過マンガン酸カリウム消費量は 25mg/L 以下。
- ウ 大腸菌群は 1 個/ml 以下。
- エ レジオネラ属菌は不検出 (10cfu/100ml 未満)。
- オ アンモニア性窒素は 1mg/L 以下。(旅館業における衛生等管理要領)

## 3) 衛生管理

衛生等管理要領の概要を示す。

- (1) 浴槽：毎日完全換水して浴槽を清掃すること。ただし、これにより難しい場合にあっては、1 週間に 1 回以上完全に換水して浴槽を清掃。
  - 毎日完全換水型：毎日清掃し、1 月に 1 回以上消毒。
  - 連日使用型：1 週間に 1 回以上完全換水し、消毒、清掃。浴槽水の消毒は塩素系薬剤を使用し、0.2 ないし 0.4mg/L 程度を保ち、残留塩素濃度は最大 1.0mg/L を越えないよう努める。浴槽水の遊離残留塩素濃度は適宜測定する。
- (2) ろ過器および循環配管：ろ過器を 1 週間に 1 回以上、十分に逆洗浄して汚れを排出する。
  - 消毒を 1 週間に 1 回以上実施。消毒方法とその頻度を定める。
  - 循環配管は通常は遊離残留塩素濃度を 0.2~0.4mg/L に保つ。
  - 年 1 回程度は配管内のバイオフィルムを除去する目的で消毒する。
  - 過酸化水素水：2~3% 過酸化水素水を使用。専門業者に委託する。
  - 塩素消毒：5~10mg/L 程度の遊離残留塩素を含んだ水を数時間循環させる。
  - 加温消毒：60℃以上の高温水を循環させる。
- (3) 循環ろ過装置は 1 時間当たりで、浴槽の容量異常のろ過能力を有すること。
- (4) 集毛器：毎日洗浄
- (5) 貯湯槽：貯湯槽の温度を 60℃以上に保ち、最大使用時においても 55℃以上に保つ。
  - あるいは貯湯槽水の消毒設備を設ける。生物膜の状況を監視し、必要に応じて清掃および消毒。
- (6) 飲用水を供給する受水槽、高置水槽：1 年に 1 回以上清掃。

#### 4) 浴室の管理

水道水以外の水を使用した原水、原湯、上り用水および上り用湯ならびに浴槽水は「公衆浴場における水質基準等に関する指針」に適合するよう水質を管理する。

#### 5) 給水、給湯設備の管理

貯湯槽の温度を 60℃以上に保ち、最大使用時においても 55℃以上に保つ。

#### 6) 浴槽水等の水質基準の検査頻度

毎日完全換水型：1年に1回以上

連日使用型：1年に2回以上（浴槽水の消毒が塩素消毒でない場合、1年に4回以上）。

#### 7) *Legionella* 属菌を含めた水質検査の実施

検査実施の頻度等を決めておく。

管理を行う担当者が常に同じ内容の管理を行うことができるように作業書を作成し、日常の業務は作業書に従って行う。作業書の具体的な例として、「濾過装置管理作業書」、「塩素注入装置作業書」、「浴槽清掃作業書」、「残留遊離塩素濃度測定作業書」、「残留遊離塩素濃度異常測定値対応作業書」、「貯湯槽温度測定作業書」、「患者発生時対応作業書」などがあげられる。

#### 8) 作業書の作成

レジオネラの発生を防ぐには浴槽等の管理だけではなく、施設の構造を改善する必要がある場合がある。ここに挙げる項目は施設上の問題であり、改善や修復により浴槽等の管理を容易にすることができる。HACCP システムの導入に先駆けて、可能な限り施設上の問題点は解決されていることが望まれる。

無駄に長い配管はないか。

デッドエンドの管は無いか。

循環している水が滞留する場所はないか。

貯湯槽は 60℃以上を保てる構造になっているか。

#### 9) 入浴者数による清掃頻度の増加

循環式浴槽における入浴者数は管理要領では特に言及されていない。しかし、入浴者に由来する汚れやほこりなどが持ち込まれ、浴槽水は汚れが蓄積することになる。そこで、入浴者数を計測し、入浴者数に基づいて浴槽水の交換および浴槽の清掃の頻度を増やすことが望まれる。

## 2. HACCP システムの導入の検討

HACCP の特徴は、管理の対象物とそれに発生する危害を明確にし、さらに対象物の製造過程におけるその危害の発生を防ぐための事項と管理方法を定めておくことにある。この管理手法を浴槽の管理に導入することで、安全性の高い浴槽環境を提供することが可能となるものと期待される。

HACCP システムでは以下の手順により HACCP プランを作成し、プランに基づいて衛生管理が行われる。

- 手順 1 専門家チーム編成
- 手順 2 製品の記述
- 手順 3 意図される使用方法の確認
- 手順 4 製造工程一覧図及び施設に図面
- 手順 5 現場確認
- 手順 6 危害分析 (HA)
- 手順 7 重点管理点 (CCP) の特定
- 手順 8 管理基準の設定
- 手順 9 モニタリング方法の設定
- 手順 10 改善措置の設定
- 手順 11 検証方法の設定
- 手順 12 記録保存及び文書作成規定の設定

HACCP システム導入の決定から実際に管理を行って、その管理方法の検証と改善措置までを行うことを想定した、循環式浴槽の管理方法を検討する。HACCP プランの作成は、上に掲げた手順 1～12 に従って、浴槽水の管理手法に合わせていく。ここでは、*Legionella* 属菌の発生を防ぐ手段として塩素消毒を実施することを前提にする。

### 1. HACCP システムの過程の検討

HACCP システムに基づいた管理の進め方を第 1 段階から第 7 段階まで段階ごとに示した。

#### 第 1 段階

HACCP システムの導入を決定する。

#### 第 2 段階

HACCP プランを作成する。以下の手順 1～12 でプランの作成を進める。

### 手順1 HACCP チームの編成（誰が何をするかを明確にする）

浴槽の管理に携わるスタッフの役割分担を決めておく。役割を担うことで責任を負うことになり、誠実な取り組みが求められることになる。

漠然と全員が参加するのではなく、浴槽水の管理における役割を明確にする。既に決まっているのであれば、HACCP システムの導入に際し、管理に携わる人の役割分担を再確認あるいは役割を新たに分担する。必要に応じて書き記す。

直接浴槽水の管理に携わらないスタッフでも関連した役割を担うことも可能である。

必要に応じて、衛生教育・研修の受講を実施する。

### 手順2 製品の記述（管理の対象を明確にする。）

管理の対象物を明確にする。HACCP の対象は浴槽水となる。浴槽水を安全で安心できるように管理することを再確認する。原水の水質および衛生管理の基準に基づいた基準値を明記する。

### 手順3 意図される使用方法の確認

浴槽の利用者の利用方法を明らかにしておく。気泡発生装置の有無、浴槽ごとの泉質の違い、内湯と露天風呂での客の入浴状況の違いなどを再確認する。

### 手順4 製造工程一覧図及び施設に図面

浴槽に関連した設備や一連の配管の設置の構造を把握する。設備担当者と風呂担当者が設備の構造を再確認する。必要に応じて概略図を作る。浴槽システムの設備ごと、作業ごとに作業書を作成する。

原水、原湯の取り入れ、原湯と水道水との割合、浴槽水の循環、打たせ湯やジェットバスの構造、配管、排水といった一連の水の流れや浴槽に関連した設備の構造を図面などから把握する。

図面などからではわかりにくい場合があり、概要図に書き直して構造等を理解しやすくすることも必要である。

設備の構造が把握されていない場合が見受けられる。管理を行う上で十分に構造を知っておく必要がある。

### 手順5 現場確認

現場を確認する。実際の浴槽と図面などが一致しているかをあらためて浴槽などの構造について確認・再確認する。

改造・改築などにより図面と一致していない場合もあるため、詳細にチェックする。

## 手順 6 危害分析 (HA)

浴槽からの危害としてレジオネラ属菌の発生とする。まず、危害（レジオネラ属菌）に関する情報の収集を行う。

レジオネラが増殖しやすい場所を復習する。レジオネラは温度と pH などが適当であれば源泉から浴槽までのどこでも増殖する。侵入する場所はどこか、特に増えやすい場所はどこかを知っておく。

*Legionella* 属菌による疾病：

レジオネラ肺炎＝しばしば重篤

ポンティアック熱＝風邪様疾患

*Legionella* 属菌 50 種

代表菌種 *L. pneumophila*

どこにでも存在する（生息する）土壌、河川、湖沼、水たまり、浴槽水、シャワーヘッド、蛇口、給湯水、加湿器、冷却塔水など温水中で増殖する。25～43℃が増殖の適温  
自由生活性アメーバに寄生（細菌などを餌とする）

高温に比較的強い。

至適 pH 5－10

不活化の方法

塩素濃度 0.4ppm 以上。

温度：60℃では増殖できず、75℃以上で死滅する。

事故例：

収集したレジオネラ属菌に関する情報および原湯の取入れから浴槽、濾過装置といった一連の施設、装置の中からレジオネラ属菌が発生する可能性が高い箇所を取り出し、危害リストを作成する。

## 手順 7 重要管理点 (CCP) の特定

源泉から浴槽までに重要管理点となるのは、塩素濃度と水温がある（その他に pH、紫外線量など）。重要管理点の設定に際して「重要管理点整理表」を作成する。

日常行っている温度管理、塩素濃度管理が重要であることを再確認する。実施していないのであれば重要性を確認する。

清掃や消毒のときに、どこを重点的にするか、どこを注意すればよいかを決める。

測定方法や測定個所のマニュアルを作り、あるいは見直しを行い、測定値を記録簿に記録する。

浴槽を重要管理点と定め、浴槽水の遊離残留塩素濃度を測定し、適切な濃度を保つ。

貯湯槽の温度管理が可能であれば、これを重要管理点として温度の測定を行い、レジオネラ属菌を含めた微生物の増殖を抑える。

#### 手順 8 管理基準の設定

塩素消毒における残留塩素濃度の範囲や貯湯槽の温度を衛生等管理要領に基づいて設定する。

衛生等管理要領ではレジオネラ対策として残留遊離塩素濃度はおおむね 0.2～0.4mg/L とすることが望ましいとなっており、水質基準では 1.0mg/L を越えないように努めるとなっていることから、管理基準を 0.2～1.0mg/L とする。実際の運用では、操作基準（Operation limit）を例えば 0.3～0.8mg/L とする。

温度管理では、貯湯槽の温度の管理基準を 60～75℃以上とし、操作基準を例えば 65～80℃とする。

既に塩素消毒や温度管理を行っているのであれば、通常管理が正しいかどうかを再確認する。

#### 手順 9 モニタリング方法の設定

モニタリングはリアルタイムに、あるいは高い頻度で計測可能な項目を対象とする。浴槽の管理では残留遊離塩素濃度を、貯湯槽の水の管理では水温をモニタリングの対象とする。

ここでは、残留塩素濃度の計測方法を設定する。計測の担当者、計測に用いる試験法、計測の間隔などを決める。残留遊離塩素濃度の自動測定装置があれば常時測定が可能となる。キット（DPD 試薬等）や簡易測定装置を使用する場合は、測定の頻度あるいは測定時刻を定める。例えば営業開始から 1 時間おきに測定する。

温度についても、自動測定装置があれば常時測定が可能である。それ以外の場合は、測定の頻度や測定時刻などを定める。

通常管理の測定が正しいかどうかを再確認する。測定したら記録する。

#### 手順 10 改善措置の設定

モニタリングの対象とした残留遊離塩素濃度と貯湯槽の温度が操作基準から逸脱した場合の改善措置を設定する。

残留遊離塩素濃度が管理基準から逸脱した場合は、逸脱状態が続いた時間を記録するとともに、逸脱した原因を明らかにする。

残留遊離塩素濃度が低い状態が 1 日以上続いた場合は、生物膜を形成する微生物や *Legionella* 属菌が増殖した可能性があるため、直ちに高濃度塩素などによる浴槽や配管、濾過装置などの消毒を行う。

貯湯槽の温度が設定した基準よりも下がった場合は、温度が低い状態がどのくらいの

長さの時間続いたかを記録するとともに、原因を明らかにし、管理基準に戻す。温度が低い状態が1日以上続いた場合は、微生物が増殖した可能性があるため、直ちに消毒や清掃を行う。

規定値から外れたらどうするかを再確認する。マニュアルを作成する。

#### 手順 11 検証方法の設定

1. 作業書に従って管理を進め、これによりレジオネラの増殖がないことを確認するために、定期的にレジオネラ検査を依頼する。

衛生等管理要領では次のように決められている。

毎日完全換水型 : 1年に1回以上

連日使用型 : 1年に2回以上（浴槽水の消毒が塩素消毒でない場合、1年に4回以上）

2. モニタリングの対象である残留遊離塩素濃度の測定に使用するキットや測定器の信頼性を検証するための方法を定める。必要に応じてメーカーなどに相談する。

#### 手順 12 記録保存及び文書作成規定の設定

モニタリングの結果や重点管理点の実施状況は記録を残し、保存する。

記録の確認あるいは HACCP の進め方等について、定期的にチームによる検討会を開催することも、各スタッフの役割の確認や HACCP の効果の確認に必要であり、モチベーションの維持にも役立つ。いつもの記録が重要であることを再確認する。必要な記録簿を作成し、誰が記録するか、どこにおいておくかなどを決める。

以上を受けて、清掃や消毒方法の見直し、マニュアルや記録簿の作成や変更を行う。これらに従って管理を進めていく。

### 第3段階

HACCP を含めた管理を実際に実施する。

### 第4段階

HACCP 等の効果の判定、評価

衛生等管理要領を基に作成された作業書と HACCP プランに従って浴槽の衛生管理を行う。浴槽等の表面でのヌメリの発生や年〇回のレジオネラ属菌検査の結果から、導入された HACCP システムを伴う管理方法の評価を行う。

### 第5段階

危害発生の措置は HACCP プラン手順 10 で決められているので、それに従って改善措置を行う。

例えば、レジオネラ属菌の増殖が認められた場合は、過酸化水素による浴槽および配管系の殺菌を実施するなどの措置を行う。

## 第 6 段階

HACCP の進め方を再検討する。

具体的には、例えば清掃方法を変える、清掃頻度を増やす、塩素濃度の記録を見直して濃度を変える、などが挙げられる。

## 第 7 段階

改善後の HACCP システムを再度実施する（第 3 段階へ戻る。）（表 3 および図 1：平成 16 年度報告書参照）。

### 2. 清掃や消毒の実施方法、その他の衛生的管理方法の検討

実施方法を検討あるいは見直す際に、レジオネラ等の病原菌に対して十分な効果があるという科学的根拠などに基づいてその方法を決めることが重要である。

例えば、浴槽の清掃は洗剤だけでは不十分であり、殺菌効果のある消毒剤を併用することが望ましい。また、こうした清掃・消毒は 1 週間に 1 度ではその間にレジオネラ等が増殖する可能性が高く、少なくとも 3 日に 1 度の頻度とすることが望まれる。

#### 〔1〕マニュアル（作業書）の必要性

1. いつも決められた内容で行うことができる。
2. 担当者が代わっても同じ内容で実施できる。
3. 新人にそのまま伝えることができる。
4. 記録簿に詳細を記載しなくても実施内容を把握できる。
5. 問題の発生時に原因を探しやすい。
6. 内容を変更した場合に伝達が容易になる。

#### 〔2〕そろえるべきマニュアルの例

##### 貯湯槽

温度管理マニュアル

清掃・消毒マニュアル

異常発生時対応マニュアル

## 浴室

清掃マニュアル  
日常管理マニュアル  
異常発生時対応マニュアル

## 浴槽

温度管理マニュアル  
湯張りマニュアル  
清掃マニュアル  
消毒マニュアル  
異常発生時対応マニュアル

## 濾過装置

日常管理マニュアル  
清掃・消毒マニュアル  
異常発生時対応マニュアル

## 配管、ヘアキャッチュー

日常管理マニュアル  
清掃・消毒マニュアル  
異常発生時対応マニュアル

## 自動塩素注入装置

日常管理マニュアル  
保守点検マニュアル  
異常時対応マニュアル

## その他の各種装置

日常管理マニュアル  
保守点検マニュアル  
異常発生時対応マニュアル

### 〔3〕記録簿の作成あるいは見直し

記録簿の様式は特に決められているわけではないので、使いやすいものを作成する。既に使用されている記録簿があれば、見直して、必要に応じて変更する。記録簿は必ず2重チェックができるようにする。すなわち、記録の内容により毎日、1週間あるいは1ヶ月

などに1度、記録の記入者以外の管理責任者が記録簿を確認できるように作成する。記録簿の1例を示した(表2:平成17年度報告書参照)。

#### [4] 危害調査およびCCPの設定

レジオネラは源泉から温泉が湧出してから浴槽までどこでも増殖する可能性がある。したがって、危害の発生個所は全個所となる。しかし、そのなかでレジオネラが侵入する場所、特に増殖しやすい場所があるため、そこを重点的に頻繁に対応することになる。

その個所は貯湯槽などの槽状構造物、濾過装置、ヘアキャッチャー、注湯口および浴槽である。これらの場所はレジオネラが侵入する場所であり、そこで増殖しやすい構造ともなっている。

これに対して配管中は基本的にレジオネラは侵入せず、上流から流れてくる。構造的に清掃や消毒が難しい面もある。上流を適切に管理することで配管の清掃や消毒の頻度を減らすことが可能となる。

HACCPにおける重要管理点の設定条件は、リアルタイムで監視することで安全性を確保することである。循環式浴槽では塩素濃度と貯湯槽などの温度、場合によっては温泉水のpHが条件に当てはまる。貯湯槽での水温が60℃の達せず、温泉水への塩素添加を行わない浴槽では、換水と清掃、消毒によりレジオネラを発生させない管理をすることになる。

### 3. 一般的衛生管理の強化、充実のための検討

#### 1) 循環式浴槽システムの構成要素

循環式浴槽システムを構成する要素を「源泉」、「配管」、「貯湯槽」、「吐出口」、「浴槽」、「オーバーフロー回収槽」、「集毛器」、「ポンプ」、「ろ過器」、「薬剤注入装置」、「熱交換器・加熱器」とした。このうち「オーバーフロー回収槽」、「集毛器」、「ポンプ」、「ろ過器」、「薬剤注入装置」および「熱交換器・加熱器」を循環式浴槽システムに特徴的であるとし、さらに衛生管理を進める上で必要と考えられる構成要素であるとした。

#### 2) 構成要素の性状・対策等の検討

日常の衛生管理を進める上で重点的に管理することが想定される重要ポイントとして設備・部位を特定し、それぞれにおける「危害」の性状、「対策」の具体的な内容を研究者および研究協力者から収集し、これをまとめた。まとめた結果を資料1(平成18年度報告書参照)に示した。

HACCPシステムにおいて重要管理点となり得る部位には明記して、容易に他と区別がつくようにした。

### D. 考察

循環式浴槽システムは、浴槽で使用する湯が装置を循環することで継続的に利用するた

めのシステムである。湯を再利用することで使用量を節約し、経費の節約をもたらし、また、温泉では資源の保護に役立つ。その一方で、微生物が増殖しやすく、適切な管理を行わなければバイオフィームが装置内に形成され、レジオネラ属菌が増殖してレジオネラ感染症の発生を招く危険性がある。

循環式浴槽システムの衛生管理指針の方向を図2に示した。循環式浴槽システムは湯やそれに伴う経費の節約、あるいは資源の保護といった利点がある一方で、レジオネラ属菌が増殖しやすく、消毒などの適切な管理を実施しなければならないという問題点がある。図2に示したように、浴槽を設置するに当たって、供給される水道や温泉の量、経費と浴槽施設の規模、入浴者数といった要因を十分把握し、循環式システムの導入の必要性が検討されなければならない。すなわち、需要と供給のバランス、安全性の確保の重要性、入浴者の認識など、様々な幅広い要因を包含した検討が必要である。その結果、循環式浴槽システムでなくとも湯の交換により十分に入浴施設の運営が可能であるならば、あるいは入浴の効能や安全性が想定と異なるのであれば、衛生管理の観点からも循環式浴槽システムの導入は控えることも選択肢として選定されてもいはずである。

HACCP システムは危害分析重要管理点などと翻訳されている、食品の製造過程管理手法である。米国の宇宙食の安全性を保証するシステムとして開発された。その後、米国のFDAが米国内の食品製造者に対してHACCPシステムの導入を義務付け、WHOやCodexにより世界的に普及されていった。わが国では平成7年に食品衛生法が改正され、「総合衛生管理製造過程」という名称でHACCPシステムの導入を行った。

浴槽水におけるレジオネラ属菌の発生を防ぐことを目的に、HACCPの手法と検証システムを組み合わせた手法を浴槽水の管理に取り入れる過程を示すことを試みた。浴槽水は食品とはまったく異なるため、食品製造で用いられているHACCPをそのまま導入するのではなく、HACCPの手法を浴槽水の管理に応用できるようなシステムとすることを検討した。

浴槽の湯を循環するのは、ろ過装置によりゴミや汚れを取り除き、あるいは加熱器により水温を40～42℃程度に保つことで、湯の数日にわたる利用を可能にすることを目的にしている。しかし、このように湯が維持されると、装置や設備の湯に接している表面にバイオフィームが形成され、そこはレジオネラ属菌にとって定着・増殖に適した環境となる。そのため、レジオネラ症の発生を防ぐためには換水と清掃・消毒による効率的な徹底した管理が不可欠となる。

浴槽を含む源泉から貯湯槽、ろ過装置、集毛器とそれらをつなぐ配管といった一連の設備・装置の管理は、一般衛生管理が行われるのが普通であり、厚生労働省のレジオネラ症の防止対策に関するマニュアルでも示されている。一般衛生管理

一般的衛生管理に加えHACCPシステムにより効率的にレジオネラ症の予防のための管理が行えることが期待される。双方を適切に進めることでその効果の確実性が保たれ、また向上する。すなわち、レジオネラ属菌を含めた微生物の侵入、定着、増殖を防ぎ、浴槽