

## 新型コロナウイルス感染症 COVID-19 の緊急事態宣言下における温泉入浴設備のレジオネラ対策について

小弾正公彰<sup>1)\*</sup>, 東海林慎<sup>1)</sup>, 石谷道生<sup>1)</sup>, 堀川 有<sup>1)</sup>, 中島有二<sup>1)</sup>

(令和3年6月13日受付, 令和3年12月26日受理)

### Measures against Legionella and maintenance and restoration of equipment at hot spring bathing facilities during a state of emergency declared over the COVID-19 pandemic

Tomoaki KODANJO<sup>1)\*</sup>, Makoto SHOJI<sup>1)</sup>, Michio ISHITANI<sup>1)</sup>,  
Yuu HORIKAWA<sup>1)</sup> and Yuuji NAKAJIMA<sup>1)</sup>

#### Abstract

A state of emergency was declared over the COVID-19 pandemic for the first time in Japan on April 7, 2020, and was lifted on May 25, 2020. During this extended period, hot spring bathing facilities and other public places were out of operation, being at risk of exposure to Legionnaires' disease (LD), a class 4 infectious disease caused by Legionella bacteria. We still remain in the midst of the COVID-19 disaster. LD may adversely affect facility operations as well as the health of their users and employees. In addition, measures for safety and hygiene are required not only for the maintenance of facilities during a state of emergency, but also for the resumption of their operation after the lifting of it. The authors have summarized appropriate measures to be taken, and are providing warnings and reminders through publicity activities.

Key words : A state of emergency, COVID-19, Hot spring bathing facilities, Equipment maintenance, Legionella bacteria, Legionnaires' disease (LD)

#### 要 旨

2020年(令和2年)4月7日, 新型コロナウイルス感染症(以下COVID-19)に伴う緊急事態宣言が発出され, この期間中は温泉入浴施設も長い間営業休止になった。そこでは運転休停

<sup>1)</sup>特定非営利活動法人 入浴施設衛生管理推進協議会 〒151-0073 東京都渋谷区笹塚 1-54-7 KSビル2階.

<sup>1)</sup>Bathing Sanitation Management-promotion Association 1-54-7 Sasaduka Shibuya-ku, Tokyo 151-0073 Japan. \*Corresponding author

止中の設備にバイオフィルムの生成や浴槽水等の消毒に不具合が生じる恐れがある。このような場所ではレジオネラ属菌によるレジオネラ症 Legionnaires'disease (在郷軍人病, 以下 LD) に曝されるリスクがあり, 営業再開後の利用者と従業員スタッフの健康や施設運営・経済性への悪影響が危惧される。更にこの期間の設備保全と宣言解除後の運転復旧に向けた安全衛生への対策も求められている。著者らはこれらの期間のレジオネラ対策をまとめて, 温泉入浴設備の LD による事故防止への警鐘と注意喚起を行っている。

キーワード：緊急事態宣言, 温泉入浴設備, レジオネラ, 設備保全, 安全衛生, COVID-19, Legionnaires' disease (LD)

## 1. 長期休停止期間の温泉入浴施設への影響

2020 年 (令和 2 年) 4 月 7 日 (火) 首相官邸 (内閣官房) は安倍晋三内閣総理大臣 (当時) による COVID-19 に伴う緊急事態宣言を発出した。緊急事態宣言は, 5 月 25 日 (月) に解除されるまで 48 日間に亘った。この期間中は社会と経済産業界の活動が休止や縮小したが, その活動休止した施設には, ホテル, 旅館, スーパー銭湯等の温泉入浴施設も含まれる。以前から長期休停止期間中には市中肺炎 (河野ら, 2017) の原因の一つである LD の発生源リスクを負ってしまうことや, 休業施設買入れ後の再稼働営業 (盛岡市, 2015) や設備の老朽化と運転管理不足 (三原市, 2019) による大きな集団感染例がある。その他, 給湯設備においては損傷・錆・腐食・水質悪化・細菌類の繁殖及び水漏れなどの不具合を生じることが知られている (厚生労働省, 2008)。

## 2. 背景と目的

感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律 (厚生労働省, 1998) で施策の一つに位置付けられている感染症発生动向調査に, 感染症 8 分類 114 の疾病名で患者報告数例と累積の感染症週報 (Infectious Diseases Weekly Report : 以下 IDWR) がある。IDWR では全国の LD 患者報告数の累積は毎年増加傾向 (図 1) にある (厚生労働省, 2019)。2010 年~2019 年までの死亡率は最大 6.8%, 最小 2.4% の平均 4.6% である。温泉入浴施設の付帯設備から増殖発生する毒性 (Anthony, 2017) の細菌 *Legionella* 属菌 (*Legionella species* : 以下 *L spp.*) の感染は集団感染による肺炎等

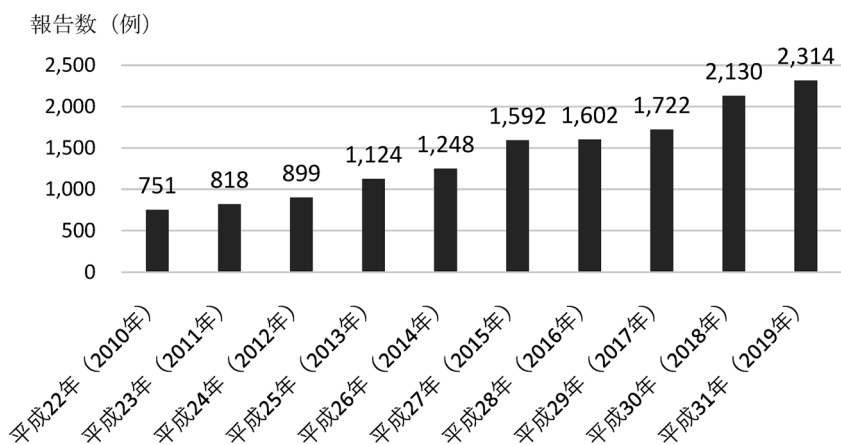


図 1 2010 年~2019 年までの 10 年間の LD 患者報告数 (確定例) 累積推移  
国立感染症研究所 感染症発生动向調査感染症週報 (IDWR) をもとに作成した

重篤な病気をも引き起す(館田ら, 2017). 環境の水種別における *L* spp. の陽性率は浴槽水 22.8%, シャワー水 29.4%で感染源リスクの報告がある(倉, 2015). 源泉掛け流し式については, 全国 13 府県の循環系を持たない 182 箇所の温泉施設の *L* spp. 等病原微生物汚染実態の調査において, 採取した全 403 試料中の 29.5%にあたる 119 試料から *L* spp. を検出した. 採取点別では源泉 8.3%, 貯湯槽 23.8%, 湯口 22.3%及び浴槽 39.4%の *L* spp. による汚染の報告がある(烏谷ら, 2009).

COVID-19 緊急事態宣言下の IDWR の LD 患者報告数(図 2)について, 緊急事態宣言が発出された 2020 年 4 月 7 日第 14 週の 5 週間経過後の第 19 週報(5 月 10 日)を境に LD 患者報告数の減少傾向が始まった(表 1). 前年 2019 年同週(22 週目)との比較では, 要因未解明だが-10%近くの減少が認められた. 最大の減少率週は第 25 週の 6 月 21 日に現われ, -18.1%の最大減少率になっていた. それ以降においても 2019 年との同週(45 週目 11 月 20 日)比較では-12%近くに LD 患者報告数が減少(表 2)していた(厚生労働省, 2020a).

LD の患者報告数が減少しているのはとても好ましい事だが, この現象について深く考察しなけ

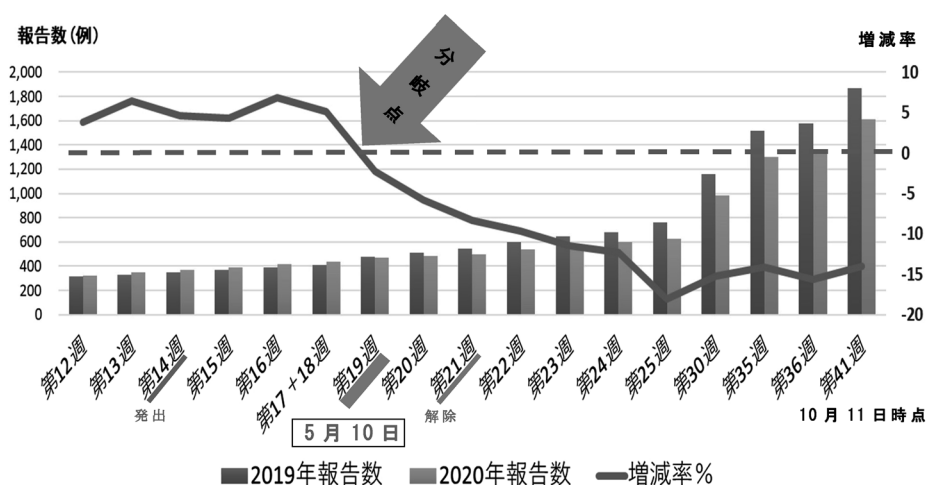


図 2 2020 年 10 月現在 COVID-19 緊急事態宣言下 LD 患者報告数(確定例)週報値比較  
 2020 年 第 14 週 4 月 7 日に COVID-19 緊急事態宣言発出後の第 19 週 5 月 10 日を境目に, 前年 2019 年との比較に LD 報告数累積は減少し始めた. 第 21 週 5 月 25 日の解除後も減少は続き, 第 25 週 6 月 21 日に最大減少率-18.1%を示した. その後も-10%程度の減少率で推移していた.  
 国立感染症研究所 感染症発生動向調査週報(IDWR)ダウンロード 2020 年をもとに作成した

表 1 COVID-19 緊急事態宣言発出日と解除日の年次別 LD 報告数累積比較

	2020 年	前年 2019 年
前週の第 13 週	348	327
発出日(4 月 7 日)第 14 週	367	351
±増減分岐点出現週 第 19 週	469 (5 月 10 日報告)	480
解除日(5 月 25 日)第 21 週	499	544
後の週の第 22 週	538	596
減少率(21 週目)	前年比-8.3%	
減少率(22 週目)	前年比-9.7%	
最大減少率(第 25 週目出現)	625: 前年比-18.1% (2019 年 763)	

表 2 年次別 11 月 20 日第 45 週現在の LD 報告数比較

2019 年第 45 週 (11 月 20 日報告数累積)	2,079	減少数 (差) : 248 減少率 (%) : -11.93
2020 年第 45 週 (11 月 20 日報告数累積)	1,831	

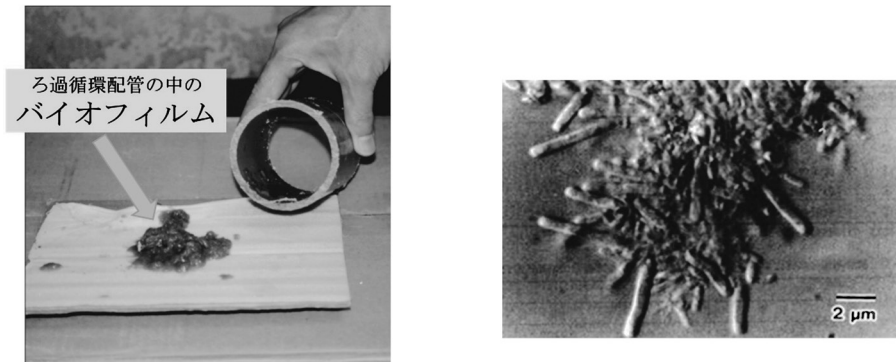


図 3 BF とその中に生息の *L spp.*

バイオフィームは微生物の集合体、*L spp.* もその一員で、その中に多量存在する (特定非営利活動法人 入浴施設衛生管理推進協議会, 2019a)

ればいけない。温泉入浴施設等を感染源にした LD は、「感染症のまん延の防止のための施策」に則り施設所在地の管轄保健所や地方自治体衛生主管部局から迅速に報道機関等へのプレスリリースがあつて、メディアで都道府県の地域及び全国の人々に周知されている背景がある。このことから「営業施設が減ったから」や「利用者数が減ったから」の例を理由にしてしまえば、それは温泉入浴施設において潜在的に多くの LD 発生を窺わせてしまう。それと同時にレジオネラ対策の不足による原因ではという非難や風評を招いてしまう恐れもある。この現象の動向と原因の究明には、より一層の科学的な見解や対応が求められる。著者らは都道府県別の地域毎に、特異性や傾向、罹患率、利用者数、施設数別に注意深く分析を行うことで、温泉入浴設備の今後のレジオネラ対策への有効的なヒントが潜んでいるのではと考えている。なお、このコロナ禍にて、厚生労働省、(2020b) IDWR45 週報のグラフ総覧に 11 年間比較に示されているインフルエンザ等 18 種類の感染症患者(確定例) 定点当りの報告数があり、その中で大きく減少している症例の現象についても詳細に亘る疫学の専門的な行政報告と学術研究による解明が待たれる。

そして今回のような休止中や運転復旧と平時の温泉入浴施設の営業運転中も含め、*L spp.* と関係が深いのが設備の水中に定着しているバイオフィーム (Biofilm, 菌膜・生物膜・ヌメリ等の呼称, 以下 BF) である (図 3)。その BF を制御することがレジオネラ対策に直結していることを特に伝える。

### 3. バイオフィームと水分との関係

#### 3.1 バイオフィームの生成

温泉等の入浴設備における BF の存在は *L spp.* にとってとても好都合である。*L spp.* の生息に最適環境の一つが設備の内部に必然的に発生してしまう多種細菌等から構成する BF の存在である

(森崎ら, 2000). さらに, BF 中にも生息している原生生物のアメーバは *L* spp. の増殖に繋がっており, 浴槽水に十分な消毒剤の濃度が確認できても BF を除去しない限り, 根本的なレジオネラ対策にはならない (加藤ら, 2011). BF の除去にはブラシや高圧洗浄などの物理的な方法と, 過酸化水素などの薬剤の使用による化学的な方法やその併用がある. また除去後も徐々に生成する可能性があるため, 継続的な殺菌や洗浄などを行う必要がある.

水分が存在する環境下において BF は直ぐに生じて成熟し, その層厚が増すと設備面や配管内部で表層分離して浮遊分散しながら拡張を続ける (Paul Stoodley *et al.*, 2001 ; Avidity Science, 2019). 温泉入浴設備の BF 中には泉質による硬度成分のスケールや鉄, ヒトからの毛髪, 繊維屑などを含有し, それらも BF を構成している. 著者らは実際のヒトの未入湯温泉浴槽内 (図 4) と源泉ピット (図 6) において発生する BF の生長と成熟の様子を茨城県堀川温泉において調査した. ナトリウム-硫酸塩泉 (図 5) と硫黄泉 (図 7) の二種類の泉質が異なる温泉を, 24 時間 ATP (Adenosine tri-phosphate) 数値の変化を測定し, 記録した (竹中, 1994). その結果は, 温泉水が無色透明の

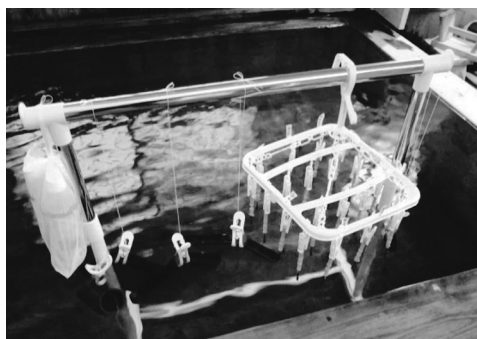


図 4 調査の浴槽

著者らによる現場調査日: 2013 年 (平成 25 年) 5 月 9 日~10 日  
 泉質: ナトリウム-硫酸塩泉/堀川温泉 (茨城県)  
 浴槽の大きさ 1.9 m<sup>3</sup> 掛流し量 32 l/分

経過時間	ATP (RLU平均)
ブランク	7.5
30秒後	2.0
1分後	11.5
5分後	25.0
30分後	23.5
1時間後	21.5
2時間後	15.0
4時間後	37.0
6時間後	58.5
8時間後	84.5
12時間後	111.0
16時間後	89.5
20時間後	74.5
24時間後	150.5

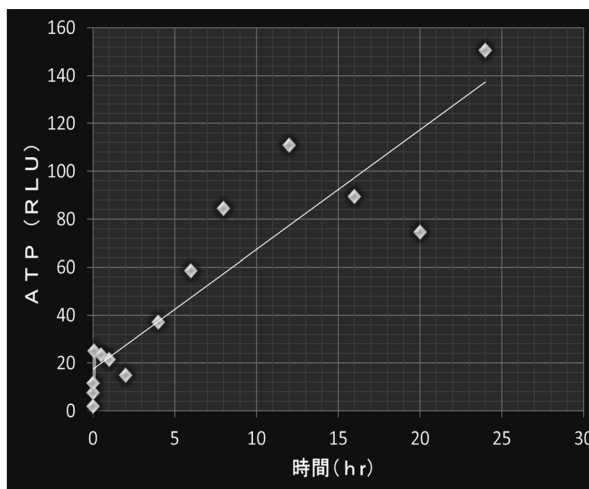


図 5 泉質/ナトリウム-硫酸塩泉 (浴槽温度 40°C) の ATP 測定結果  
 著者らによる現場調査: 24 時間連続観察中の BF 生成と熟成への ATP (水中法) 測定



図 6 調査の源泉ピット

著者らによる現場調査日：2013 年（平成 25 年）5 月 9 日～10 日  
 泉質：硫黄泉/堀川温泉（茨城県）  
 ピットの大きさ 1.1 m<sup>3</sup> 自噴量 3,000 ℓ/分

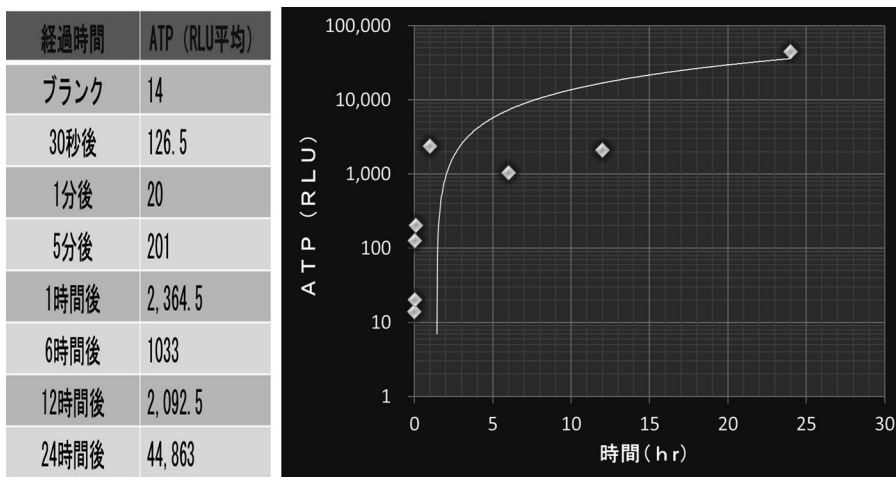


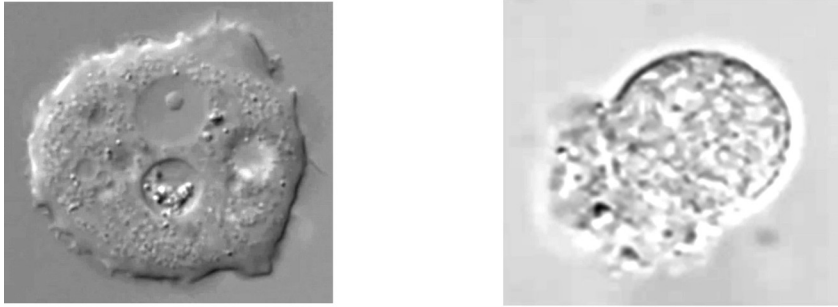
図 7 泉質/硫黄泉（源泉ピット温度 19℃）の ATP 測定結果

著者らによる現場調査：24 時間連続観察中の BF 生成と熟成への ATP（水中法）測定

ナトリウム-硫酸塩泉では BF 生成と成熟に時間を要していた，一方の硫黄泉は BF 生成と成熟までがナトリウム-硫酸塩泉と比べ早かった．この理由として温泉水中に湯ノ花と思われる浮遊物が多く含まれそれ自体の ATP 値（約 1,327～42,435 RLU/0.15 mL サンプリグスティック試料）が高いためその影響を受けていたと考えられる．温泉水中では，時間の経過と共に BF が発生し生長を伴い成熟に至っていることが ATP 数値（伊藤，2009）上昇からもわかり，そして，比較用の採取樹脂板上での目視やヌメリ具合の感触の変化からも確認できた（石谷ら，2013）．BF の悪影響はヒトへの感染症の感染源の他に，設備の接液部材料の腐食発生や配管等に流速の抵抗性から動力負荷の上昇と熱伝導性への影響，臭気の原因にまで至っている．したがって長い運転休止期間中に自然発生する BF の生成阻害と成熟抑止並びに設備保全への適切な処置手法は，施工の作業性・経済性からも滞留水を含む水分無し乾燥いた状態にさせておく事が極めて重要である．

### 3.2 水分と *L. spp.* の活動・増殖および至適温度の関係

BF を生成する細菌の生態には水分と温度および栄養等が必須である（小久保ら，2007）．食品衛



(左) 捕食され増殖する *L spp.* と (右) 破裂し噴出する *L spp.*

図 8 アメーバと *L spp.*

(特定非営利活動法人 入浴施設衛生管理推進協議会, 2019b)

生の微生物制御に最低限必要な水分活性（生物活動に利用可能な水分量の指標、純水を 1.0 としている）が、多くの細菌で 0.9 以下、カビで 0.8 以下及び乾麺などの例で 0.5 以下になるとあらゆる微生物の増殖はしないことが知られている（石原, 2011）。このことにより温泉入浴設備を水分無しの乾いた状態にしておく事が重要であり、経済性からは維持管理上の業務削減による人件費や水道料金等の節約にも有効である。また *L spp.* は水温について 20℃～約 45℃で増殖するが 20℃以下では冬眠状態になり増殖できず、60℃を超えると死滅するとの報告（日本冷凍空調学会, 2006）や、中央式給湯設備のレジオネラ汚染対策の水温実測例がある（金子ら, 1999）。したがって温泉等でのヒトの入浴温度が丁度 *L spp.* の生息には都合が良いといえる。

さらに *L spp.* の増殖と拡散等に大きく作用する要因として、原生生物のアメーバなどの浴槽への侵入が挙げられる。*L spp.* はアメーバに捕食されても消化されずに生存し、この中で 24 時間に 1,000～2,000 倍に増えて最終的にアメーバ栄養体そのものを破裂（図 8）させてしまう。*L spp.* の自然増殖は至適温度下では 4～6 時間毎に二分裂し、24 時間ではわずか 4～6 倍の増え方に過ぎず、宿主になるアメーバ内ではいかに温床化されているのかがわかる。破裂からの *L spp.* が浴槽水を汚染して強い感染源リスクになることや強毒化することがあり、またアメーバがシスト（嚢子）化した際は空气中に飛散し、自由に他所へ拡散することや消毒剤から守ってしまうなどの危険な状態が知られている（八木田・泉山, 2006）。

BF と同様に、浴槽水が入浴者の垢等や種々の細菌で汚染をうけていると *L spp.* が侵入した場合に増殖してしまう恐れがあることから、常に浴槽水の清潔を維持するため、設備の定期点検と洗浄や消毒などの継続的な衛生管理が必要である（厚生労働省, 2003）。

#### 4. 対策の事例

厚生労働省では COVID-19 の流行を踏まえ、施設等の使用を再開する際について各自治体衛生主管部局宛に「施設の使用再開に伴うレジオネラ症への感染防止対策について」の事務連絡を行っている（厚生労働省, 2020c）。また、海外でも同じように長期休業と休業後の建物の再開や給湯水系に向けて、レジオネラ等感染症対策の取扱いにはアメリカ疾病予防管理センター CDC (USA Centers for Disease Control and Prevention, 2020) (2020)・欧州臨床微生物感染症学会 ESCMID (European Society of Clinical Microbiology and Infectious Disease, 2020) (ESCMID, 2020) の両ガイダンスでも強く注意喚起がなされている。図 9 に示す著者らが作成した解説図では、特に水量・

構成材料数・材質と複雑で種類の多い装備のゾーン別③循環式浴槽の設備機器例を主体に、水分(滞留水)の存在により生じるBF汚染の抑止や遮断が*L. spp.*の生育・増殖の防止対策と結果に繋がる処置例の概要を述べ、提言をしている。

#### 4.1 設備の休止中保全方法の一例

運転休止中に際してのゾーン別対象操作方法の概要について、産業別のボイラ及び附属装置等の水処理方法における乾燥保存方法と満水保存方法例の考え方を参考に、事例をまとめ表3に示す(経済産業省, 2018)。ここで重要になるのは、施設毎に泉質や水質・設備構成・浴槽容積・利用者数等が大きく異なっている点である。そこで事前に掘削・設備・設計・機器・薬剤・メンテナンスの購入契約先メーカー・納入業者・運営委託先等と念入りな調整・相談された内容を予め文書に示しておき、自身の設備に最も相応しい方法を取り入れる努力が求められる。例えば水の抜き難い所

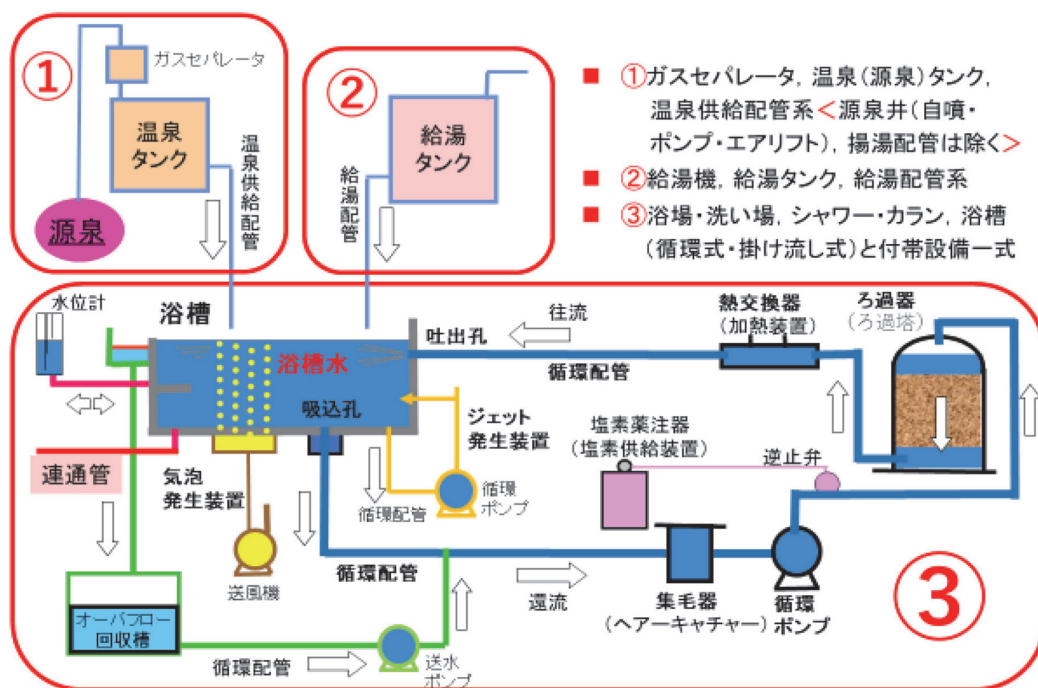


図 9 対象の設備機器類ゾーン別①～③例 (循環式浴槽の設備機器例)  
基本は全部、抜水(排水)して空にする

表 3 休止(中)に際してのゾーン別対象操作の例

<操作の原則>	全てから、抜水(排水)して空にし、出来る限り水分の無い空間の環境状態を作るのがよい
① 源泉系	揚湯ポンプ, エアリフト, 源泉槽, 配湯槽, HP等 メーカー相談
② 給湯水系	熱交換器, 給湯槽, 加圧タンク, ヘッダー類は メーカー等相談
③ 浴槽水系	掛流し・循環浴槽系とも全抜水し空に。シャワー系は暖機運転等
<参考>	I 乾式(乾燥)保存方法・・・抜水、乾燥剤, 気化性防錆剤等
保存方法の種類	II 湿式(満水)保存方法・・・消毒剤添加循環, 専用保存剤等



は種々の工夫にて抜き取って空にする事が望ましい(図10)。完全排水や抜水が出来ない箇所は水の移動や再侵入が無いようにする。そうすればBFが生成する可能性は残るが、水は留まっているため他所への再拡散・再拡張の汚染は防ぐことができる。またⅡの湿式(満水)保存方法の一つには消毒剤添加で常時循環があり、次亜塩素酸濃度3mg/L程度を維持、あるいはモノクロラミン(結合塩素)濃度6mg/L程度を維持(森ら, 2019)することで、小規模容量の循環浴槽水系に適用の可能性はある。

#### 4.2 復旧後の一例

復旧後におけるゾーン別対象操作方法の概要を表4にまとめた。休止中と同じく多種の関係先と調整・相談の際に併せて予め運転復旧時の手順や操作および安全衛生性等を文書化して運営スタッフ等と共有化を図り、手際よく復旧を進めるべきである。なお浴槽水系(循環ろ過を含む)とシャワー水・給湯系(岡本ら, 2020)は、必要に応じて配管洗浄(堀川, 2004)と高濃度塩素等の循環洗浄消毒(図11)を行う(小弾正ら, 2014)。そして、衛生状態の確認及び検証のための各種現場検査や水質試験ならびに*L spp.*分析を計画して、安全衛生性を担保するべきである。復旧後の注意点と併せて洗浄方法の一例を示す(図12)。休止中も復旧後も適切な管理とメンテナンスが要求される。

### 5. ま と め

新型コロナウイルス SARS-CoV-2 による COVID-19 と細菌の *L spp.* による LD は、ウイルスと細菌の違いはあるが、集団感染として重篤な症状をもたらし、健康な生活と生命さえも害し、また



図 10 水の排水や抜水のし難い箇所の例

表 4 復旧に際してのゾーン別対象操作

① 源泉系	動力系確認, 水漏れ確認, フラッシング, 必要に応じて消毒
② 給湯水系	動力系確認, 水漏れ確認, 消毒とフラッシング, 水質確認
③ 浴槽水系	動力系確認, 水漏れ確認, 必要に応じて配管洗浄や高濃度塩素の循環消毒及び <i>L spp.</i> 分析, 浴槽内面と浴場内・備品器材の清拭(消毒も)清掃, 浴槽水の水質と消毒効果(濃度)確認

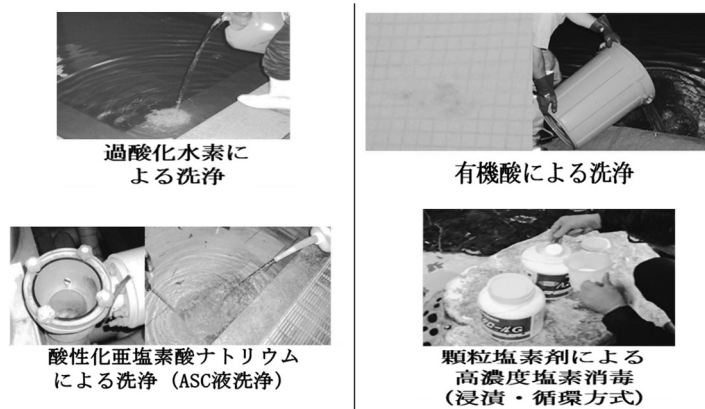


図 11 配管洗浄と高濃度塩素消毒の例

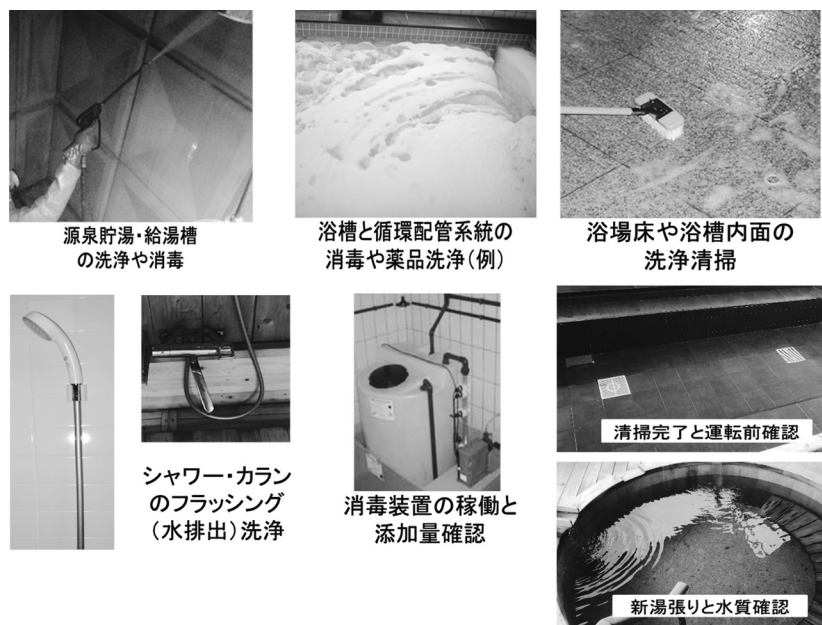


図 12 復旧時のメンテナンス・点検調整先の例

社会経済性をも危機に落とし込む恐れのある病原体である。

LDについてはこのCOVID-19非常事態宣言下の期間、少なくとも運転休止中の温泉入浴設備等にBFを作らせないことやBFを最小状態に留めおくことは、*L spp.*を増殖させないことに繋がる。

適切な対応として、各地各所で使用している温泉は、泉質・水質をはじめ入浴施設等の現場毎に状況が大きく異なっていることから、実際の設備の詳細と運営を再把握された上で対応の手順書等を作成すべきである。温泉の利用者と従業員スタッフをLDにさせないため、設備をLD集団感染の発生源にしないためにも、高いレジオネラ対策スキルで取り組まれることに努める必要がある。

著者らは特定非営利活動法人 入浴施設衛生管理推進協議会 (NPO 浴衛協) (2002) に所属し、最新の情報を NPO 浴衛協 web サイト・ウェビナー対策シンポジウムや YouTube 及び NPO 浴衛

協マンスリーレポートにおいて配信し, レジオネラ対策の重要性について啓発と広報を行っている。これらの情報の活用や共有により, 温泉入浴施設に適切な入浴衛生と設備保全が普及し, LD の防止となることを期待する。

## 謝 辞

本稿は, 千葉県鴨川市太海に在る城西国際大学安房キャンパス観光学部で開催された日本温泉科学会第 73 回大会での一般講演 11 の内容をまとめたものである。本誌への執筆の機会とご指導をいただきました長島秀行前編集委員長に感謝いたします。

## 引用文献

- Anthony T. Tu (杜祖健) (2017) : 日本の温泉の毒性学. 温泉科学, **67**, 16-22.
- Avidity Science (2019) : 科学コーナーバイオフィーム. バイオフィームの構造, 9. URL <https://www.avidityscience.co.jp/info/biofilm/> (2020 年 9 月 25 日アクセス)
- European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases (ESCMID 2020) : ESCMID Study Group for Legionella Infections—ESGLI, URL [https://www.escmid.org/research\\_projects/study\\_groups/study\\_groups\\_g\\_n/legionella\\_infections/](https://www.escmid.org/research_projects/study_groups/study_groups_g_n/legionella_infections/) (2020 年 10 月 9 日アクセス)
- 堀川 有 (2004) : 過酸化水素水による浴槽の配管洗浄—濃度管理に基づいた科学的な洗浄方法—. 温泉工誌, **29**. No 2/3, 133-137.
- 石谷道生, 小弾正公彰, 堀川 有, 玄地 学, 中島有二 (2013) : ATP 測定による浴場衛生管理法—水中法 (液中法) によるパイロット的測定事例報告 (その 1)—. 第 23 回レジオネラ対策シンポジウム, 入浴施設衛生管理推進協議会 (NPO 浴衛協).
- 石原那美 (2011) : 水分活性と微生物の生育について. 愛産研食品工業技術センターニュース, 2-3. URL [http://www.aichi-inst.jp/shokuhin/other/up\\_docs/news1112-all.pdf](http://www.aichi-inst.jp/shokuhin/other/up_docs/news1112-all.pdf) (2020 年 10 月 1 日アクセス)
- 伊藤 武 (2009) : 新しい衛生管理法 ATPふき取り検査 改訂増補版. 鶏肉情報センター, 東京.
- 金子岳夫, 古畑勝則, 紀谷文樹 (1999) : 中央式給湯設備のレジオネラ汚染対策—維持管理についての実測例. 空気調和・衛生工学会論文集, **24** (73). 1-10.
- 烏谷竜哉, 黒木俊郎, 大谷勝実, 山口誠一, 佐々木美江, 齊藤志保子, 藤田雅弘, 杉山寛治, 中嶋洋, 村上光一, 田栗利紹, 藏元 強, 倉 文明, 八木田健司, 泉山信司, 前川純子, 山崎利雄, 縣 邦雄, 井上博雄 (2009) : 掛け流し式温泉におけるレジオネラ属菌汚染とリスク因子. 感染症学誌, **83** (1), 36-44.
- 加藤尚之, 大野 章, 齋藤宏治, 山口恵三 (2011) : 温泉施設に分布する *Legionella pneumophila* の侵入経路の解明に関する研究. 温泉科学, **60** (4). 434-444.
- 経済産業省 (2018) : 日本産業標準調査会. JIS B 0126 : 2018 火力発電用語—ボイラ及び附属装置, 12. URL <https://www.jisc.go.jp/pdfa5/PDFView/ShowPDF/IwMAAIX9-FwCwjTOOjP0> (2020 年 9 月 25 日アクセス)
- 小久保彌太郎, 亀井俊郎, 丸山孝治, 上門英明, 鮫島 隆, 山中洋之, 諸角 聖, 荻島太一, 柳川義勢 (2007) : 現場で役立つ食品微生物. 1. 水分活性と微生物の関係, 89-91. 中央法規出版, 東京.
- 小弾正公彰, 吉田鉄也, 岩城義啓, 桑原良一 (2014) : 浴槽水と循環ろ過配管設備系統への高度洗浄処理の酸性化亜塩素酸ナトリウム (ASC) 薬液適用と省資源・省力化 ECO 洗浄方式導入および洗浄結果評価方法について. 温泉管理士会報, (50), 19-33.

- 厚生労働省 (1998) : 感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律, URL [https://www.mhlw.go.jp/web/t\\_doc?dataId=79998826&dataType=0&pageNo=1](https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=79998826&dataType=0&pageNo=1) (2020 年 9 月 25 日アクセス)
- 厚生労働省 (2008) : 建築物における維持管理マニュアル. (健衛発第 0125001 号平成 20 年 1 月 25 日) 厚生労働省健康局生活衛生課長, URL <https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/seikatsueisei09/03.html> (2020 年 9 月 25 日アクセス)
- 厚生労働省 (2019) : 国立感染症研究所 感染症発生動向調査週報 (IDWR) 52 週. URL <https://www.niid.go.jp/niid/images/idsc/idwr/IDWR2019/idwr2019-52.pdf> (2020 年 10 月 14 日アクセス)
- 厚生労働省 (2020a) : 国立感染症研究所 感染症発生動向調査週報 (IDWR) 45 週. URL <https://www.niid.go.jp/niid/images/idsc/idwr/IDWR2020/idwr2020-45.pdf> (2020 年 11 月 21 日アクセス)
- 厚生労働省 (2020b) : 国立感染症研究所 感染症発生動向調査週報 (IDWR) 45 週. 8-13, URL <https://www.niid.go.jp/niid/images/idsc/idwr/IDWR2020/idwr2020-45.pdf> (2020 年 11 月 21 日アクセス)
- 厚生労働省 (2020c) : 施設の使用再開に伴うレジオネラ症への感染防止対策について. (2020 年 5 月 13 日事務連絡) 厚生労働省医薬・生活衛生局生活衛生課, URL <https://www.mhlw.go.jp/content/11130500/000630227.pdf> (2020 年 9 月 30 日アクセス)
- 厚生労働省 (2003) : レジオネラ対策のページ, 医薬・生活衛生局生活衛生課, URL <https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000124204.html> (2020 年 9 月 25 日アクセス)
- 倉 文明 (2015) : レジオネラ症の国内外の動向. ビルと環境, 149, 36-44.
- 河野 茂・青木洋介・今村圭文・門田淳一・志馬伸朗・高橋 洋・塚田弘樹・寺本信嗣・朝野和典・比嘉 太・松本哲哉・丸山貴也・三木 誠・宮下修行・迎 寛・吉田雅博・青木信将・井出昇太郎・上地隆史・大塚竜也・片岡裕貴・倉井大輔・小宮幸作・中村 造・南宮 湖・野口真吾・原永修作・藤倉雄二・堀田信之・間辺利江・茂呂 寛・葛谷雅文・佐々木英忠・中田紘一郎・中浜 力・渡辺 彰・鈴木昭仁 (2017) : 成人肺炎診療ガイドライン 2017. 各論 1 市中肺炎, 9-32. 日本呼吸器学会, 東京.
- 三原市 (2019) : 三原市内の公衆浴場施設におけるレジオネラ症集団感染事例報告書. レジオネラ症集団感染対策検討委員会, URL <https://www.city.mihara.hiroshima.jp/uploaded/attachment/59180.pdf> (2020 年 9 月 24 日アクセス)
- 森 康則, 永井佑樹, 赤地重宏, 杉山寛治, 田中慶郎, 茶山忠久, 西 智広, 濱口真帆, 吉村英基, 泉山信司 (2019) : 次亜塩素酸ナトリウム消毒を阻害する高アルカリ温泉水に対するモノクローリン消毒の実地検証—三重県津市の榊原温泉における検討—. 温泉科学, 69 (2), 90-102.
- 盛岡市 (2015) : 入浴施設におけるレジオネラ症の集団発生について. 盛岡市保健所保健予防課生活衛生課, URL <http://www.city.morioka.iwate.jp/kenkou/kenko/kansen/1016936/1006594.html> (2020 年 9 月 24 日アクセス)
- 森崎久雄, 大島広行, 磯部賢治, 高安秀樹, 恩田智彦, 笠原康裕, 新垣隆資, 岩淵範之, 砂入道夫, 中嶋陸安, 太田寛行, 鳥井康弘, 古畑勝則, 豊田剛己, 木村真人, 森川和子, 深見公雄, 牧陽之助, 森本昌義, 仁加保務, 古川清明, 山本茂貴, 本間 茂, 井上富士男, 中西一弘, 崎山高明, 亀井俊郎, 長井直士, 高橋時夫, 小杉直輝, 清水喜治 (2000) : バイオフィルム—その生成メカニズムと防止のサイエンス—. サイエンスフォーラム, 東京.
- 日本冷凍空調学会 (2006) : 最近気になる用語 147 レジオネラ属菌. 図 2 レジオネラ菌と水温の関係,

- URL <https://www.jsrae.or.jp/annai/yougo/147.html> (2020年10月9日アクセス)
- 岡本 耕, 山本有紀子, 磯目賢一, 宮良高雄, 中村 造, 縣 邦雄, 島崎 大, 倉 文明, 宮崎寛康, 橋爪美樹, 藤原満里子, 笹原鉄平, 吉村 章, 中村麻子 (2020): 知る・学ぶ・実践する水回りの感染制御. 感染対策 ICT ジャーナル, ヴァン メディカル, 東京.
- Paul Stoodley, Suzanne Wilson, Luanne Hall-Stoodley, John D. Boyle, Hilary M. Lappin-Scott, and J.W. Costerton (2001): Growth and detachment of cell clusters from mature mixed-species biofilms. *Appl Environ Microbiol*, 2001 Dec ; 67 (12) : 5608-5613. doi : 10.1128/AEM.67.12.5608-5613.2001. American Society for Microbiology.
- 竹中 皇 (1994): 細菌バイオフィルム解析法としての ATP 測定の意義, 感染症学誌, 68 (6), 759-766.
- 特定非営利活動法人 入浴施設衛生管理推進協議会 (NPO 浴衛協) (2002): 入浴施設の衛生管理. URL <http://www.npo-spa.jp/special/> (2020年9月25日アクセス)
- 特定非営利活動法人 入浴施設衛生管理推進協議会 (2019a): 入浴施設レジオネラ対策テキスト〈全国版〉. Ver. 1701, 2-5. 入浴施設衛生管理推進協議会 (NPO 浴衛協). 東京.
- 特定非営利活動法人 入浴施設衛生管理推進協議会 (2019b): 入浴施設レジオネラ対策テキスト〈全国版〉. Ver. 1701, 2-4. 入浴施設衛生管理推進協議会 (NPO 浴衛協). 東京.
- 館田一博, 小瀬博之, 古畑勝則, 倉 文明, 関 雅文, 比嘉 太, 宮下修行, 高橋幸雄, 井上浩章, 枝川亜希子, 前川純子, 赤井仁志, 松村佳明, 柳 宇, 松鷲さとみ (2017): レジオネラ症防止指針第4版. 日本建築衛生管理教育センター. 東京.
- USA Centers for Disease Control and Prevention (CDC Updated Sept. 22, 2020) (2020): Guidance for Reopening Buildings After Prolonged Shutdown or Reduced Operation, URL <https://www.cdc.gov/nceh/ehs/water/legionella/building-water-system.html> (2020年10月9日アクセス)
- 八木田健司, 泉山信司 (2006): 水中の健康関連微生物シリーズⅢ. 原虫問題水中の健康関連微生物シリーズ—5. 生活用水の病原アメーバ汚染とその健康影響—水系環境のアメーバ汚染, モダンメディア, 52 (8), 252-259.