

当院におけるレジオネラ定期環境調査と *Legionella pneumophila* serogroup 5 による 給水汚染対策

伏見 華奈¹⁾・土屋 憲^{1,2)}・池ヶ谷佳寿子^{1,2)}・加瀬澤友梨^{1,2)}・齋藤 敦子¹⁾
更谷 和真^{1,3)}・徳濱 潤一^{1,3)}・原田 晴司^{1,3)}・高森 康次^{1,4)}・柴田 洋⁵⁾
増田 昌文^{1,5)}

Regular Environmental Investigation for Legionella and Countermeasures to Prevent Contamination by Legionella pneumophila Serogroup 5 in the Feed-water System of Our Hospital

Kana FUSHIMI¹⁾, Ken TSUCHIYA^{1,2)}, Kazuko IKEGAYA^{1,2)}, Yuri KASEZAWA^{1,2)}, Atsuko SAITO¹⁾,
Kazuma SARATANI^{1,3)}, Junichi TOKUHAMA^{1,3)}, Seiji HARADA^{1,3)}, Kouji TAKAMORI^{1,4)}, Hiroshi SHIBATA⁵⁾ and
Masafumi MASUDA^{1,5)}

¹⁾Infection Control Committee, Shizuoka City Shimizu Hospital, ²⁾Department of Clinical Laboratory, Shizuoka City Shimizu Hospital,

³⁾Department of Pharmacy, Shizuoka City Shimizu Hospital, ⁴⁾Department of Oral Surgery, Shizuoka City Shimizu Hospital,

⁵⁾Department of Respiratory Medicine, Shizuoka City Shimizu Hospital

(2017 年 10 月 31 日受付・2017 年 12 月 19 日受理)

要 旨

当院は、院内感染対策の一環として院内全フロアの給水を対象に年 4 回レジオネラ定期環境調査を行っている。救急センターのある 1 階フロアの給水から *Legionella pneumophila* serogroup 5 が検出され、滞留水対策を講じたが繰り返し検出された。レジオネラ属菌の定着による系統的な汚染を疑い、救急センターエリア全給水箇所を調査し汚染の原因究明と対策を行った。

12 箇所で *L. pneumophila* SG 5 が検出された。同時測定した水温が 7 箇所 30℃ 以上に上昇していた。配管経路が地下の機械室・ボイラー室を経由しており、水温上昇の原因と考えられた。対策として配管経路の改修工事を行い、水温を下げることでレジオネラによる系統的汚染を制御できた。撤去した給水管の継手は内腔に錆が堆積しており、レジオネラ増殖の温床と考えられた。

今回、レジオネラ定期環境調査を起点に給水の系統的レジオネラ汚染に対し、迅速な対策をとり、これを終息することができた。当院は、今日まで院内感染によるレジオネラ症の報告はないが、発生した場合患者の不利益となるばかりでなく病院経営への影響が大きい。病院管理者は危機管理の一環として、給水系のレジオネラ属菌の検出状況を日常的に監視し、早期に検出限界以下にするための対策を通じ、レジオネラ症の発生リスクの低減に努める必要があると考える。

Key words : レジオネラ, 給水系, 環境調査, 感染対策

序 文

レジオネラ属菌は自然界に広く分布しており、冷却塔水、循環式浴槽水、温泉、加湿器などの人工水源環境の温水中にも生息していることが知られている。レジオネ

ラ属菌で汚染された人工水源環境のジャグジーや加湿器、噴水などから発生したエアロゾルを吸入することで感染しレジオネラ肺炎を発症する¹⁾。レジオネラ肺炎は、四肢の脱力や意識障害などの神経・筋症状を伴い急速に全身状態が悪化するなど、重症化し易く、死亡率は高い。特に基礎疾患のある患者に院内感染として発症した際の死亡率は 50% に及ぶ²⁾。

Stout³⁾ らは、院内感染によるレジオネラ症のアウト

¹⁾静岡市立清水病院感染対策委員会, ²⁾静岡市立清水病院検査技術科, ³⁾静岡市立清水病院薬剤部, ⁴⁾静岡市立清水病院口腔外科, ⁵⁾静岡市立清水病院呼吸器内科

ブレイク発生の経験から、冷却塔だけではなく給水系にもレジオネラが普遍的に存在しており、給水系に意識を向ける必要があると報告している。

本邦におけるレジオネラ定期環境調査に関しては、これまで冷却塔やシャワー設備に注目した報告^{4,5)}があるものの広範囲な病院給水系の定期環境調査に関する報告はなされていない。

1996年に東京都内の大学病院における新生児レジオネラ肺炎の集団発生事例を契機に⁶⁾、当院では1997年から院内感染対策の一環として年4回(4月、7月、10月、1月)院内全フロアの給水を対象とし、レジオネラ定期環境調査を実施している。以前より散発的にレジオネラ属菌が検出されることがあったが、滞留水対策として持続放水を行うことで検出限界以下に維持していた。

2016年4月の定期環境調査で、救急センターのある1階フロアの給水から *Legionella pneumophila* serogroup 5 が検出された。救急センターフロア以外の全階層の検体からはレジオネラ属菌は検出されなかった。レジオネラ属菌が検出された蛇口に対し、通常検出時に行う滞留水対策を2クール講じたが検出限界以下にならなかった。そこで、レジオネラ属菌による給水汚染の原因究明と汚染除去を目的とし、調査と対策を行ったので結果を報告する。

対象と方法

当院は、築29年の鉄骨鉄筋コンクリート造で、本館(地下1階、地上7階)、新館(地上4階)、研修棟(地上3階)から成る。

給水システムは、上水道より地上1階の受水槽(容量250 m³)に蓄えられ、そこから屋上の高置水槽(容量50 m³)へくみ上げ、自然流下によって各フロアの蛇口に供給される高置水槽方式である。持続放水による滞留水対策後も *L. pneumophila* SG 5 が繰り返し検出され、検出限界以下にならないことから、レジオネラ属菌の定着による系統的な給水汚染の可能性を考慮し、1階救急センターエリア内の全給水16箇所を対象とし、初流水から数秒経過後に採水した。

方 法

1. 給水の培養検査と同定

各採取場所の試料(各々50 mL)をアイボーイ50 mL広口(アズワン株式会社)に採水後、試料をレジオネラ検査用0.2M KCl・HCl緩衝液pH 2.2(武藤化学株式会社)で等量混合し、15分間酸処理した。その後Microfil® V(メルクミリポア)に全量を注ぎ吸引ろ過し、メンブレン上に捕捉した。デバイスからメンブレンを外し、レジオネラMWY寒天培地(関東化学株式会社)にのせ、35℃、5%炭酸ガス環境下で7日間培養をした。

菌種の同定は栄養要求性試験でレジオネラ属を確認後、レジオネラ免疫血清「生研」(デンカ生研株式会社)を用い、添付説明書に従い実施した。

2. 水温と遊離残留塩素濃度の測定

レジオネラ属菌が検出された給水箇所の温度上昇を察知したため、各採水場所で5分間放水後の水温と遊離残留塩素濃度を測定した。

3. 系統的レジオネラ汚染への対策

1階救急センターエリアの給水の配管経路を調査し、系統的レジオネラ汚染に対する対策を講じた。

結 果

1. 給水の培養結果

各試料のレジオネラ属菌検出状況を表1に示す。給水No. 4~No. 14およびNo. 16の12箇所から *L. pneumophila* SG 5 が検出された。うち11箇所は、検出菌数が10 CFU/100 mL以上であり、菌数が最も多く検出された箇所では85 CFU/100 mLであった。

2. 水温と遊離残留塩素濃度

16箇所中7箇所の給水温が30℃を超えており、各試料の遊離残留塩素濃度は全て0.2 mg/Lであった(表1)。

3. 給水管経路

1階救急センターエリアの給水は床下から配管されていた(図1)。地下には、貯湯槽、空調熱源機器などが配備されている機械室や、ボイラー室があり、No. 4~No. 14およびNo. 16の給水の配管はこれらの天井を経由していた。機械室の室温は40℃、給水管が配備されている天井付近は約50℃と更に高温であった。

機械室・ボイラー室を経由する配管経路が水温を上昇させ、レジオネラ属菌増殖の原因と考えられた。そこで、1階救急センターエリア内の給水管を撤去し、別経路から新規の給水管を取り付け、配管経路を切り替える改修工事を行った(図2)。撤去前の給水管は、外側は亜鉛メッキ銅管、内側は塩化ビニール製の材質で防錆加工されており、20 mmの断熱材で保温されていた(図3)。撤去した給水管の内腔は、継手の部分に錆が強く付着し、全周性に厚く堆積し狭窄部位を形成していた(図4)。

改修工事終了後は、給水の水温が全箇所ですべて低下(最高24℃、最低14℃、平均22℃)し、*L. pneumophila* SG 5 が検出された給水12箇所のうち、10箇所が検出限界以下になった(表1)。レジオネラ属菌が検出された残りの2箇所については、改修工事終了後に使用がなかったため滞留水対策として使用頻度を上げることで、検出限界以下になった(表1)。

考 察

1976年7月米国フィラデルフィアの在郷軍人集会において参加者82名が重症肺炎を発病し29名が死亡し

表 1 給水系のレジオネラ検出状況

採取場所 No.	遊離塩素濃度 (mg/L)	改修工事前			改修工事後			定期環境調査	
		温度 (°C)	培養検査		温度 (°C)	培養検査		培養検査	
			菌数 (CFU/100ml)	検出菌および 血清型		菌数 (CFU/100ml)	検出菌および 血清型	菌数 (CFU/100ml)	検出菌および 血清型
1	0.2	24	-	検出されず	22	-	検出されず	-	検出されず
2	0.2	23	-	検出されず	22	-	検出されず	-	検出されず
3	0.2	35	-	検出されず	24	-	検出されず	-	検出されず
4	0.2	36	85	<i>L. pneumophila</i> SG 5	23	-	検出されず	-	検出されず
5	0.2	32	15	<i>L. pneumophila</i> SG 5	22	-	検出されず	-	検出されず
6	0.2	32	75	<i>L. pneumophila</i> SG 5	22	-	検出されず	-	検出されず
7	0.2	14	63	<i>L. pneumophila</i> SG 5	14	-	検出されず	-	検出されず
8	0.2	33.7	55	<i>L. pneumophila</i> SG 5	23	-	検出されず	-	検出されず
9	0.2	27	25	<i>L. pneumophila</i> SG 5	23	>1000	<i>Legionella</i> sp	-	検出されず
10	0.2	27	10	<i>L. pneumophila</i> SG 5	23	-	検出されず	-	検出されず
11	0.2	33	78	<i>L. pneumophila</i> SG 5	23	>1000	<i>L. pneumophila</i> SG 5	-	検出されず
12	0.2	33	63	<i>L. pneumophila</i> SG 5	23	-	検出されず	-	検出されず
13	0.2	25	58	<i>L. pneumophila</i> SG 5	22	-	検出されず	-	検出されず
14	0.2	25	5	<i>L. pneumophila</i> SG 5	22	-	検出されず	-	検出されず
15	NT	NT	-	検出されず	NT	-	検出されず	-	検出されず
16	0.2	23	20	<i>L. pneumophila</i> SG 5	22	-	検出されず	-	検出されず

NT：検査未実施 SG：serogroup

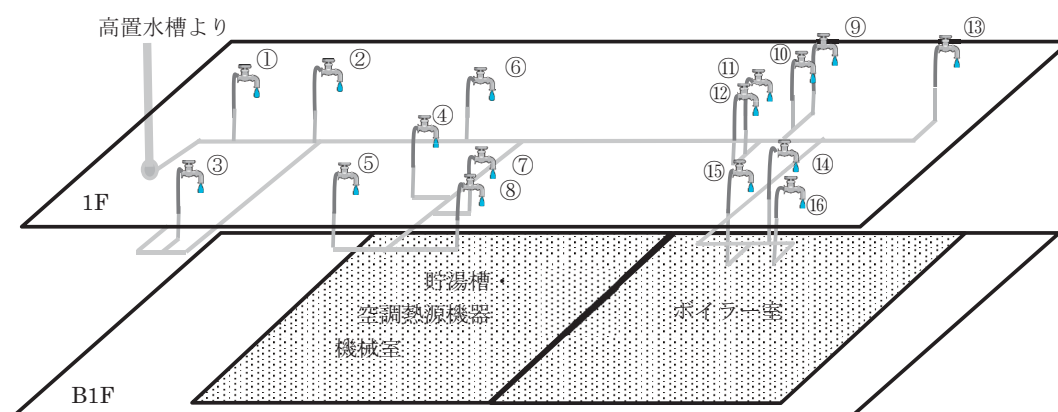


図 1 救急センターエリアの給水管経路

た⁷⁾。この重症肺炎は在郷軍人会（The Legion）にちなんで在郷軍人病（Legionnaires' disease）と名付けられ、その後の研究で *Legionella pneumophila* が起因菌として同定された⁸⁾。

レジオネラは自然界の土壌や淡水、人工環境水のバイオフィームに生息する。特に発育至適温度に近い 25℃～43℃ の停滞または循環する人工環境水には高率に生息する。そのため、厚生労働省監修の『第4版レジオネラ症防止指針』¹⁾によれば給水温度上昇を防止するため、給水管を高温となる場所には設置しない事が提唱されており、特に室温が高くなるボイラー室などに設ける際には断熱材の厚さを検討する必要があると示されている。

古畑⁹⁾らは、レジオネラ属菌の感染源は空調用冷却塔

ばかりではなく、上水系、特に給湯系において10%程度にレジオネラ菌属が検出され、給水系からはレジオネラ菌属のDNAが検出されたものの、生菌は検出されなかったと報告している。

今回の調査では、1階救急センターエリアで *L. pneumophila* SG 5 が検出され、給水の水温が異常に高かった。これは、給水配管経路が高温となった機械室とボイラー室を経由していたことに加え、一般的な給水管の断熱材の厚さ（20 mm）だったため断熱効果が不十分であり、水温が上昇したと考えられた。経路中 NO.7 については 14℃ と常温だったが、使用頻度の少ない端末であったための温度低下と考えられ、中枢側で増殖したレジオネラ属菌が迷入してきたものと推察した。また、

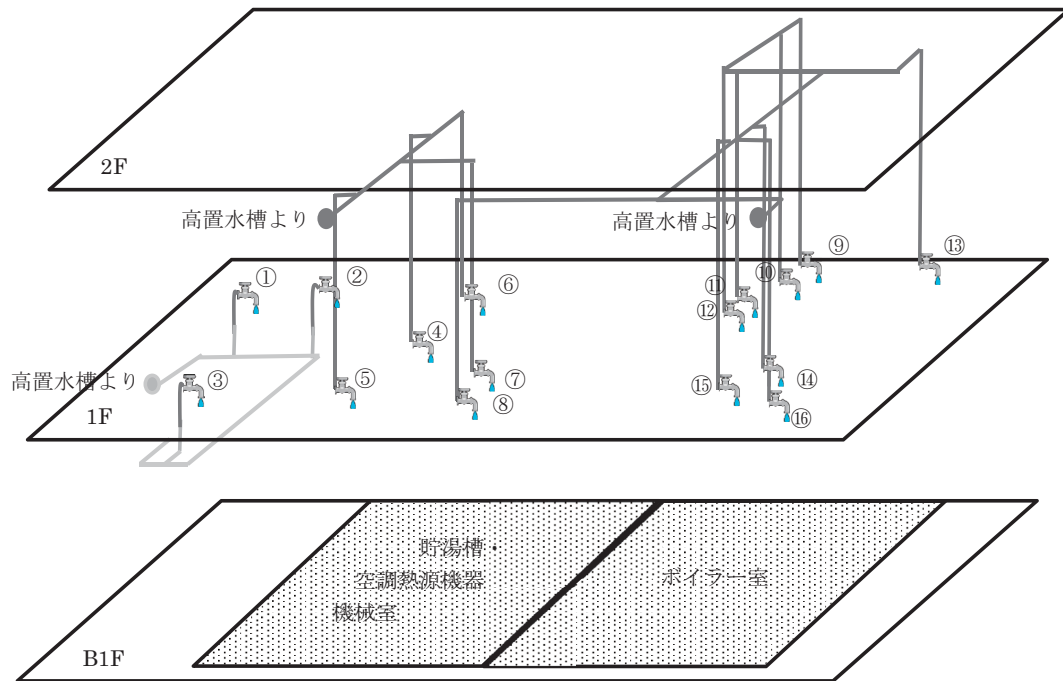


図2 改修工事後の給水管経路



図3 撤去した給水管の断面

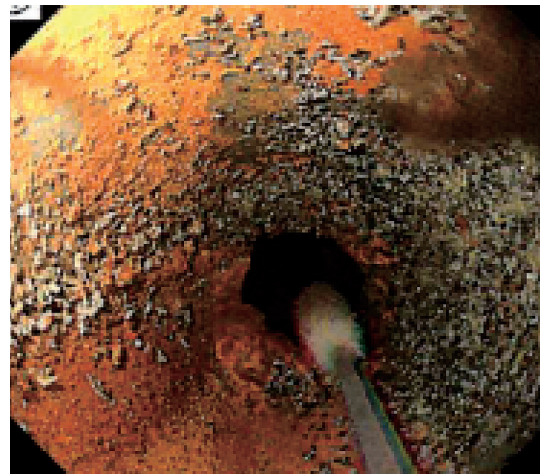


図4 撤去した給水管の内腔

レジオネラ属菌は可溶性ピロリン酸鉄などの鉄化合物がアメーバ細胞内での発育因子¹⁰⁾であり、給水管の継手部分に錆が堆積していたことも水温上昇とともにレジオネラ属菌の増殖に好条件となり給水の汚染を引き起こしていた要因と示唆された。

今回、給水の配管経路を切り替える改修工事によって、水温上昇というレジオネラ属菌増殖の大きな要因を取り除き、系統的レジオネラ汚染を終息させることができた。

レジオネラ汚染対策には、塩素消毒（遊離残留塩素濃度2～6 mg/L）と高温殺菌、紫外線照射、オゾン殺菌、銀イオン殺菌などの方法が示されている¹⁾。しかし、24時間の稼働を要求される病院の給水系ではいずれの方法も実施が難しく、一旦錆やバイオフィームが発生した給

水管に増殖したレジオネラ属菌を排除することは極めて困難である。

我々は今回の経験から、環境調査を行うことで汚染状況を把握し、速やかな対応策に繋げることができ、医療機関における給水系のレジオネラ定期環境調査の重要性を再認識した。当院ではこれまでに院内感染としてのレジオネラ感染症は報告されていないが、院内感染としてのレジオネラ感染症が発生した場合、患者の不利益だけでなく、原因箇所の特定、検出株の遺伝子型の解明などで、対策をとるまでに長い時間がかかることによる感染拡大の危険があり、病院側も経済的損失、信用喪失など

多くのリスクが懸念される。レジオネラの環境検査は一般的には行われておらず、多大なマンパワーやコストがかかるが、病院管理者は危機管理の一環として院内給水系を含む定期的な監視や適切な施設管理を通じてレジオネラが増殖しやすい条件をできるだけ除去し、レジオネラ感染リスクの低減に努めるべきと考える。

本論文は第32回日本環境感染学会総会（2017年神戸）にて発表した要旨に加筆したものである。

利益相反自己申告：申告すべきものなし。

文 献

- 1) レジオネラ症防止指針編集委員会：第4版レジオネラ症防止指針，日本建築衛生管理教育センター，2017. p. 1-165.
- 2) 荒川迪生，稲松孝思，江崎孝行，大井田隆，斉藤 厚，副島林造，他：本邦レジオネラ肺炎患者について—1979年から1992年まで—。環境感染誌 1993; 8(2): 1-10.
- 3) Stout J, Yu VL, Vickers RM, Zuravleff J, Best M, Brown A, *et al.*: Ubiquitousness of *Legionella pneumophila* in the watersupply of a hospital with endemic Legionnaires' disease. N Engl Med J 1982; 306: 466-8.
- 4) 荒田昭二，上地裕美，兼田信子，大仲一善，山名琢薫：当

院における冷却塔のレジオネラ属菌検出状況。南大阪医学 2009; 56(1): 59-67.

- 5) 國重龍太郎，大湾知子，富島美幸，武加竹咲子，久田友治，小出道夫，他：当院における院内レジオネラ感染対策部署間連携活動支援システム構築の検討。環境感染誌 2015; 30(1): 14-21.
- 6) 山下直哉：レジオネラ症。日本小児科学会雑誌 2000; 104(1): 23-4.
- 7) Fraser DW, Tsai TR, Orenstein W, Parkin WE, Beecham HJ, Sharrar RG, *et al.*: Legionnaires' disease: description of an epidemic of pneumonia. N Engl J Med 1977; 297(22): 1189-97.
- 8) Brenner DJ, Steigerwalt AG, McDade JE: Classification of the Legionnaires' disease bacterium: *Legionella pneumophila*, genus novum, species nova, of the family Legionellaceae, familia nova. Ann Intern Med 1979; 90(4): 656-8.
- 9) 古畑勝則：水環境におけるレジオネラ属菌の汚染と制御。日本食品微生物学会雑誌 1998; 15(1): 1-9.
- 10) Feeley JC, Gibson RJ, Gorman GW, Langford NC, Rasheed JK, Mackel DC, *et al.*: Charcoal-Yeast Extract Agar: Primary Isolation Medium for *Legionella pneumophila*. Journal of Clinical Microbiology 1979; 10: 437-41.

〔連絡先：〒424-8636 静岡県静岡市清水区宮加三 1231
静岡市立清水病院感染防止対策室 伏見華奈
E-mail: smz-hp-kansenbousil@bz04.plala.or.jp〕

Regular Environmental Investigation for Legionella and Countermeasures to Prevent Contamination by Legionella pneumophila Serogroup 5 in the Feed-water System of Our Hospital

Kana FUSHIMI¹⁾, Ken TSUCHIYA^{1,2)}, Kazuko IkeGAYA^{1,2)}, Yuri KASEZAWA^{1,2)}, Atsuko SAITO¹⁾,
Kazuma SARATANI^{1,3)}, Junichi TOKUHAMA^{1,3)}, Seiji HARADA^{1,3)}, Kouji TAKAMORI^{1,4)}, Hiroshi SHIBATA⁵⁾ and
Masafumi MASUDA^{1,5)}

¹⁾Infection Control Committee, Shizuoka City Shimizu Hospital, ²⁾Department of Clinical Laboratory, Shizuoka City Shimizu Hospital,

³⁾Department of Pharmacy, Shizuoka City Shimizu Hospital, ⁴⁾Department of Oral Surgery, Shizuoka City Shimizu Hospital,

⁵⁾Department of Respiratory Medicine, Shizuoka City Shimizu Hospital

Abstract

Our hospital regularly performs an environmental investigation for Legionella, four times a year for the feed-water system, as part of our countermeasures to prevent hospital infection. Since *Legionella pneumophila* serogroup 5 (SG 5) was detected in the water feed on the first floor, where the emergency center is located, we took countermeasures to deal with the accumulated water, but repeatedly detected the bacteria. Suspecting systematic contamination by colonization of Legionella bacteria, we investigated all sites of the feed-water system in the area where the emergency center is located, to clarify the cause of the contamination and take appropriate countermeasures.

L. pneumophila SG 5 was detected at 12 sites. The water temperature, which was measured in the investigation, was 30°C or higher at seven sites. This was considered to be caused by the piping route, which was through the mechanical and boiler rooms in the basement. As countermeasures, we repaired the piping route and successfully controlled the systematic contamination by Legionella by lowering the water temperature. Rust was found to have accumulated in the lumen of dismantled feed-water pipes and was considered to form a hotbed for the increase of Legionella.

We successfully controlled the systematic contamination of the feed-water system by Legionella, which was detected during a regular environmental investigation for the bacteria, by immediately taking appropriate countermeasures. Although there has been no development of hospital infection by Legionella in our hospital, such a development would not only cause detriment to patients but also have a large impact on hospital management. Hospital administrators should monitor the detection of Legionella bacteria in the feed-water system on a daily basis as a part of risk management and make efforts to reduce the risk of legionellosis by taking countermeasures to reduce the detection of the bacteria to below the detection limits in the early phase.

Key words: Legionella, feed-water system, environmental investigation, infection control