

病院の冷却塔に起因した レジオネラ症集団感染事例について

はな い か ひろ と
花鳥賊 広人

宮城県 大崎保健所 獣疫薬事班

1. はじめに

レジオネラ症は、レジオネラ属菌に起因する感染症で、汚染されたエアロゾルの吸入や水の誤嚥により感染し、肺炎等の症状を引き起こす¹⁾。レジオネラ肺炎は高齢者や免疫機能低下の見られる患者では、死亡に至る可能性がある疾患である²⁾。

レジオネラ属菌は土壌等の環境中に広く存在する細菌であり³⁾、空気調和設備の冷却塔、入浴設備、給水給湯設備、加湿器等に付着したアメーバ等の微生物を介し繁殖する²⁾。これらの設備に起因したレジオネラ症の集団感染事例は世界中で確認されており、日本では入浴施設が原因となる事例が多い¹⁾。

令和5年7月頃から大崎保健所管内にある病院（以下、X病院とする）で、受診歴のある8人がレジオネラ肺炎を発症し、うち2人が死亡するレジオネラ症集団感染事例が発生した。

初動調査により、冷却塔が感染源の可能性が高いと考えられた。病院は、建築物における衛生的環境の確保に関する法律に定められる特定建築物には該当しないが、感染源の特定や改善の助言を行うため継続的に施設の立入調査等を行った。今後、同様

事例の発生防止の一助となることを目的とし、施設調査により判明したことや、集団感染に至った原因について報告する。

2. 大崎保健所管内で起きた レジオネラ症集団感染事例の概要

令和5年6月28日から令和5年7月4日までの間に、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に基づくレジオネラ症の届出が4件提出され、患者全員が発症前にX病院を利用していたことが判明した。X病院が感染源である可能性が高いことから、7月4日から5日にかけて、感染源特定のための施設立入調査を実施し、施設概要と管理状況の聞き取り、給水給湯系及び空調系の検体採取、残留塩素濃度測定等を行った。その結果、7月5日に検体採取した冷却塔2基の冷却水から、建築物における維持管理マニュアル⁴⁾の指針値100CFU/100mL（以下、指針値とする）を大幅に超える9,700万CFU/100mL及び6,800万CFU/100mLのレジオネラ属菌が検出され、外調機のプレフィルターや中性能フィルターの内側（フィルターを通過した室内側）を拭き取った検体の一部でも遺伝子検査（リアルタイムPCR検査）で陽性となっ

た。また、冷却塔と患者から検出されたレジオネラ属菌の血清群及び遺伝子型が一致したことから、冷却塔が原因であると考えられた。最終的に、冷却塔からレジオネラ属菌が不検出となったことを確認した8月4日までに、病院利用歴のある8人、利用歴のない近隣住民等13人からレジオネラ症の届出があり、内2名が死亡した。

3. 調査方法

- (1) X病院に感染源となる設備等の有無、冷却塔及び外調機の維持管理等について聞き取り
- (2) 入院患者が利用し得る給水給湯設備を対象とし、DPD試薬を用いて残留塩素濃度を比色法により測定
- (3) 入院患者の食事に利用する厨房のお湯の温度を、デジタル温度計を用いて測定
- (4) 冷却塔、入院患者が利用し得る給水給湯設備を対象とし、滅菌済容器により採水を行い、県保健環境センターでろ過濃縮法による濃縮検体及び希釈した検体を用いた培養検査で、レジオネラ属菌数を測定⁵⁾
- (5) 冷却塔の充填材及び外調機のプレフィルター、洗浄対応型中性能フィルターを対象とし、Pro・media ST-25 PBS（株式会社エルメックス社製）を用いて拭取りを行い、県保健環境センターで遺伝子検

査（リアルタイムPCR検査）を実施
(6) 採水検体及び拭取り検体を用いて、定性のための培養検査を実施

4. 調査結果

- (1) 聞き取りの結果
 - イ 冷却塔の清掃方法
 - ・冷却塔内部の水槽はデッキブラシを使用し、こすり洗いをした後に水洗い
 - ・充填材はハンドブラシを用いて、両端のみこすり洗い
 - ・稼働前、稼働終了後に化学的洗浄は実施せず
 - ・上記の清掃は稼働開始前の春と稼働終了後の秋の計2回実施
 - ロ 冷却塔の維持管理方法
 - ・週1回冷却塔のファンの作動状況について目視確認
 - ・冷却水中に複合型冷却水処理剤を投入し、レジオネラ属菌を抑制
 - ・冷却水に汚れがあっても、複合型冷却水処理剤を投入しているため清掃しない
 - ・毎年1回（7月）冷却水のレジオネラ属菌検査を実施
 - ・稼働終了後は循環配管中にある冷却水を排水
 - ・冷却塔の清掃記録なし。週1回、薬液タンク中の複合型冷却水処理剤の残量を記録し、記録後薬液を補充

表1 給水給湯設備の残留塩素濃度、温度、レジオネラ属菌の培養検査結果

採取日	検体名	採取方法	遺伝子検査結果	レジオネラ属菌の培養検査結果		残留塩素濃度 (mg/L)	温度
				定性	定量 (CFU/100mL)		
7月4日	受水槽	採水	(-)	陰性	不検出 (※1)	0.5	未実施
	高架水槽					0.4	
	1階 厨房 水					0.4	
	1階 厨房 湯					0	60℃
	3階 洗面台					0.4	未実施
	3階 シャワー室 湯					0	

※1 検出限界以下（10CFU/100mL未満）

表2 冷却塔及び外調機のレジオネラ属菌の培養検査結果

採取日	検体名	採取方法	遺伝子検査結果	レジオネラ属菌の培養検査結果	
				定性	定量 (CFU/100mL)
7 月 5 日	冷却塔 No. 1	採水	+	陽性	6,800 万
	冷却塔 No. 2				9,700 万
	冷却塔 No. 1	拭き取り	(-)		未実施
	冷却塔 No. 2		(-)		
	1 階外調機プレフィルター		+	陰性	/
	1 階外調機中性能フィルター		(-)		
	2 階外調機プレフィルター		(-)		
	2 階外調機中性能フィルター		+		
	3 階外調機プレフィルター		+		
	3 階外調機中性能フィルター		(-)		
7 月 9 日	清掃業者による冷却塔本体の物理的清掃				
7 月 14 日	冷却塔 No. 1	採水	未実施	陽性	480 万
	冷却塔 No. 2				360 万
	冷却塔 No. 1	拭き取り			未実施
	冷却塔 No. 2				
7 月 19 日	殺菌洗浄剤による化学的洗浄				
7 月 23 日	清掃業者による冷却塔本体の物理的清掃				
7 月 28 日	7 月 5 日の採水検体と同じ	採水	未実施	陰性	不検出
7 月 28 日	7 月 5 日の拭き取り検体と同じ	拭き取り	未実施	陰性	/

ハ 薬液の注入方法

- ・冷却水の加水量に比例して薬液を投入する補給水比例方式

(2) 給水給湯設備の残留塩素濃度、温度、レジオネラ属菌の検査結果（表1）

- ・給水給湯設備の採水検体による培養検査ではレジオネラ属菌不検出、遺伝子検査は陰性
- ・給水系では残留塩素濃度が0.4mg/L以上保たれていたことを確認
- ・ボイラー直結の厨房のお湯は60℃で、レジオネラ属菌が死滅する温度が保持されていたことを確認

(3) 冷却塔及び外調機の

レジオネラ属菌の検査結果（表2）

- ・7月5日の採水検体から、6,800万及び9,700万CFU/100mLのレジオネラ属菌を検出
同検体の採水時に、冷却塔内部の水槽壁面のぬめり及び冷却水の濁りを確認（写



写真1 冷却塔内部

真1)

また、冷却塔内部に藻が生えており、充填材にはスケールの蓄積があることを確認

- ・7月5日の外調機の拭き取り検体（フィルターを通過した室内側）の遺伝子検査では、一部の検体で陽性となった。
- ・清掃業者による冷却塔本体の物理的清掃を実施した後の採水検体（7月14日採水）

から、360万及び480万CFU/100mLのレジオネラ属菌を検出

- ・物理的清掃及び化学的洗浄を実施した後の検体（7月28日採水）で、レジオネラ属菌が不検出になったことを確認

5. 集団感染に至った原因と終息に至った要因の考察

(1) 冷却塔設備の清掃不十分

ハンドブラシによる清掃では充填材の両端をこする程度で、中心部分まで汚れを落とすことができないため、物理的清掃が不十分であったと考えられた。建築物における維持管理マニュアル⁴⁾では、充填材の物理的清掃の一般例として高圧ジェット洗浄で汚れを落とすことや、定期的な物理的清掃を行うとともに化学的洗浄を冷却塔の運転開始時と終了時に行い、運転中は殺菌剤を連続的に投入することが必要とされている。使用開始前に化学的洗浄を実施していなかったことにより、循環配管中の汚れを除去できていなかったことも発生要因の1つと考えられた。

(2) 複合型冷却水処理剤への過信

立入時の聞き取りでは、「冷却水に汚れや藻が生えている状態でも、複合型冷却水処理剤を投与しているため、清掃しなくても問題ない」とX病院より回答があった。しかし、冷却水の検体採取時には、冷却塔内部水槽に生物膜と思われるぬめりも存在していたことから、レジオネラ属菌が繁殖しやすい環境が形成され、生物膜により処理剤が効きにくい状態になっていたと考えられた。

処理剤販売業者への聞き取りでは、「X病院で使用している複合型冷却水処理剤は、レジオネラ属菌を含む細菌類への殺菌効果や殺藻効果はあるが、生物膜内に生息するレジオネラ属菌に対しては届きにくい部分もあるため、レジオネラ属菌の殺菌能力や

生物膜の除去能力が高い殺菌洗浄剤を年1回以上併用することを推奨する」と回答があった。

(3) 汚染された冷却水の飛散

冷却塔の取扱説明書には、冷却水が送風機によって空気とともに放出される水滴の量と、ルーバから外部へ飛散する水によって損失する水量の和は、循環水量の約0.1%であると記載がある。

X病院の冷却塔の循環水量は120,000L/hであり、計算上では1時間当たり約120Lの冷却水を損失していることになり、冷却塔2基を24時間運転した場合、1日あたり最大約5,760Lの水が損失・飛散していたものと推測された。飛散していた水量も多く、冷却水は高濃度のレジオネラ属菌に汚染されていたことから、エアロゾルを吸入した高齢者等の易感染性者を中心にレジオネラ症を発症したと考えられた。新型コロナウイルス感染防止のために窓を開けて換気をした際に、エアロゾルが病室に入ったことや、外気取込口から外調機のフィルターを通過して病院全体にレジオネラ属菌の汚染が広がった可能性がある。

(4) 外調機の中性能フィルターを

エアロゾルが通過していた可能性

7月5日の外調機のフィルターを拭き取った検体の一部で、遺伝子検査陽性となった。

病院で使われていたフィルターは、JIS規格で中位径が $1.6\sim 2.3\mu\text{m}$ の粒子を65%以上捕集できたものを使用していた。よって、試験粒子と同等またはそれ以下の粒子径のエアロゾルは外調機のフィルターを通過し、病院内へ拡散した可能性がある(図1)。※感染成立に適したエアロゾル径： $1\sim 5\mu\text{m}$ ⁶⁾、レジオネラ属菌の菌体サイズ： $0.3\sim 0.9\times 2\sim 20\mu\text{m}$ ⁵⁾

(5) 終息に至った要因

物理的清掃による冷却塔本体のスケールや生物膜の除去の徹底に加え、殺菌洗浄剤の併用による化学的洗浄で、循環配管中の



図1 外調機のフィルター

生物膜の除去及びレジオネラ属菌の殺菌を行ったことで、レジオネラ属菌を除去することができたと考えられた。

6. 終息及び再発防止のために 行ったこと

(1) 清掃についての助言

レジオネラ属菌の特性についての説明や、建築物における維持管理マニュアル⁴⁾に則った物理的清掃方法の助言、X病院が使用していた複合型冷却水処理剤と併用できる殺菌洗浄剤を提案した。

(2) 設備変更の助言

X病院より今後の対応として、冷却塔交換やパッケージエアコンへの変更が考えられるが、費用面で難しいとの相談があり、水冷式のチラーから空冷式のチラーへの変更の助言を行った。

(3) 各種記録様式の提供及び

チェックシートの作成

- ・X病院用に冷却塔の年間管理記録表を作成し、提供
- ・医療機関への監視の際に活用することを目的に、冷却塔を確認するチェックシート及び技術職ではない職員の参考となるように、冷却塔の参考写真票を作成した。

7. まとめ

今回のレジオネラ症集団感染事例は、冷却水中でレジオネラ属菌が大量に増殖し、冷却塔の稼働により拡散したことに起因するものと考えられた。増殖した原因としては、冷却塔稼働前の清掃が不十分であったこと、複合型冷却水処理剤の効果を過信し、冷却塔の稼働中に汚れを確認しても清掃しなかったことが挙げられる。レジオネラ属菌を除去するには、冷却塔本体の物理的清掃のみでは不十分であり、循環配管中の化学的洗浄を行うことが必要であるとわかった。

同様の事例を防止するためには、冷却塔の稼働開始前、稼働終了後に物理的清掃及び化学的洗浄を徹底すること、稼働中は殺菌剤を投与し、汚れの確認・清掃やレジオネラ属菌の水質検査を定期的に行うこと、またその記録類を保管・管理しておくことが必要であると考えられた。

参考文献

- 1) レジオネラ症防止指針 第4版. 公益財団法人 日本建築衛生管理教育センター. 2017. p 1, p3-6.
- 2) 平成15年7月25日厚生労働省告示第264号 レジオネラ症を予防するために必要な措置に関する技術上の指針. p2.
- 3) 倉 文明, 前川純子. “レジオネラ症とは”. 国立感染症研究所. 2014.
<https://www.niid.go.jp/niid/ja/diseases/ra/legionella/392-encyclopedia/530-legionella.html> (参照 2024-07-22).
- 4) 建築物環境衛生維持管理要領等検討委員会. 建築物における維持管理マニュアル. 平成20年1月. p24-26.
- 5) 令和元年9月19日 薬衛生発0919第1号別添「公衆浴場における浴槽水等のレジオネラ属菌検査方法」
- 6) 東京都保健医療局. 公衆浴場・旅館業・プールにおけるレジオネラ症防止対策.
https://www.hokeniryo.metro.tokyo.lg.jp/kankyo/eisei/yomimono/yokujyou_ryokan.html (参照 2024-07-22)