

都内の特定建築物の冷却塔におけるレジオネラ症の発生防止対策

—レジオネラ属菌の発生状況と冷却塔の維持管理の効果—

松井 隆一^{a,b}, 藤木 敬行^{a,c}, 嶋原 茂^{a,d}, 高橋 佳代子^{a,e}, 木原 真隆^{a,f}, 大貫 奈穂美^{a,g}, 古田 賢二^e

冷却塔に起因するレジオネラ症の発生を防止するため、建築物における衛生的環境の確保に関する法律（以下、建築物衛生法という。）においてその管理基準が規定されている。冷却塔におけるレジオネラ属菌の検査及び維持管理状況の聞き取りを行い、都内の特定建築物で実施している維持管理方法の効果を検討した。全175施設から採取した検体のうち81検体（46.3%）からレジオネラ属菌が検出された。冷却塔の下部水槽の清掃が年1回程度では、検出率は60%以上という高い値であったのに対し、月1回程度では37%であった。洗浄方法を比較すると、化学洗浄及び換水を行っている冷却塔では、検出率は37.5%であり、化学的洗浄のみの場合（50%）よりも低い検出率であった。なお、化学洗浄を行っている冷却塔では、洗浄後は菌数が大幅に低下しており、化学洗浄自体の効果が高いことは確認できた。冷却水系に用いる殺菌剤に着目すると、多機能型は、単一機能型に比べてレジオネラ属菌の検出率が低く、それらを併用する場合には、さらに低くなるという傾向が見られた。これらの調査から、厚生労働省が「建築物における維持管理マニュアル」で示している維持管理方法が重要であることが確認され、冷却水管の化学的洗浄後の換水の実施や冷却水への殺菌剤添加により、より効果的にレジオネラ属菌の発生を抑制できる可能性が示唆された。

キーワード：冷却塔、冷却水管、レジオネラ属菌、建築物における維持管理マニュアル

はじめに

多くの特定建築物では冷却塔が設置されており、冷却塔で増殖したレジオネラ属菌が飛散すると建築物内外で多数の人がレジオネラ症を引き起こすおそれがある。冷却塔の維持管理については、建築物衛生法に管理基準が規定されている^{1,2)}。また、平成20年には、厚生労働省が「建築物における維持管理マニュアル」（以下、維持管理マニュアルという。）において、冷却塔下部水槽の清掃、冷却水管の化学的洗浄、冷却水への殺菌剤添加等、具体的な管理方法を示した³⁾。

東京都による調査では、特定建築物における冷却塔のレジオネラ属菌検出率が、例年約50%と高く、依然として環境衛生上の課題となっている。そこで、冷却塔における維持管理状況とレジオネラ属菌発生状況についての調査を行い、冷却塔の効果的な維持管理について検討した。

調査概要

1. 調査対象

特定建築物の空調用冷却塔175台

2. 調査期間

平成21年度から23年度まで（6月から9月までの期間）

3. 調査項目

1) 維持管理状況の調査（図1）

冷却塔下部水槽の清掃頻度、冷却水管の清掃方法、冷却塔用補給水槽の清掃状況、冷却水への殺菌剤使用状況等について、聞き取りを実施した。

2) 冷却水の採水検査

規模：175検体

項目：レジオネラ属菌（検出限界5 CFU/100 mL）

^a 東京都健康安全研究センター広域監視部建築物監視指導課（当時）

163-8001 東京都新宿区西新宿 2-8-1

^b 現所属：東京都スポーツ振興局スポーツ祭東京推進部運営課

163-8001 東京都新宿区西新宿 2-8-1

^c 現所属：東京都水道局水質センター監視課

113-0033 東京都文京区本郷 2-7-1

^d 退任

^e 東京都健康安全研究センター広域監視部建築物監視指導課

169-0073 東京都新宿区百人町 3-24-1

^f 現所属：東京都福祉保健局健康安全部環境保健衛生課

163-8001 東京都新宿区西新宿 2-8-1

^g 現所属：東京都福祉保健局健康安全部薬務課

163-8001 東京都新宿区西新宿 2-8-1

(検査実施機関：健康安全研究センター環境保健部環境衛生研究科)

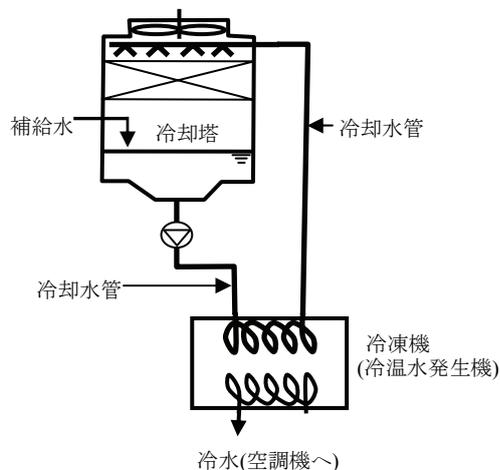


図1. 開放式冷却塔の冷却水管

結果及び考察

1. レジオネラ属菌の検出状況 (表1)

冷却水175検体中81検体からレジオネラ属菌が検出され、検出率は46.3%であった。そのうち、100 CFU/100 mL以上検出された冷却水は52検体あり、検出率は29.7%であった。

表1. 冷却塔下部水槽の清掃頻度とレジオネラ属菌

	冷却塔数	検出数	検出率%
1回/月程度	54	20(11)	37.0(20.4)
2~6回/年程度	70	31(19)	44.3(27.1)
1回/年程度	48	29(21)	60.4(43.8)
清掃頻度不明	3	1(1)	33.3(33.3)
合計	175	81(52)	46.2(29.7)

() 内は100 CFU/100 mL以上検出

2. 冷却塔下部水槽の清掃頻度とレジオネラ属菌

清掃回数が少ないほど高い検出率であり、年1回程度の

清掃では検出率が60%を超えた。

使用期間中の冷却塔の維持管理については、建築物衛生法第4条に基づく建築物環境衛生管理基準で1月以内ごとに1回点検し、必要に応じて清掃することが義務付けられている。また、維持管理マニュアルでは、使用期間中の維持管理の流れとして、定期清掃（毎月1回程度の物理的洗浄）が示されている。表1に示したように、冷却塔下部水槽の清掃頻度が高いほど、検出率は低くなっており、月1回以上の清掃が必要であることが改めて確認された。

3. 冷却水管の清掃方法とレジオネラ属菌 (表2)

物理的洗浄を行っている冷却塔は、清掃未実施の冷却塔とほぼ同じ検出率であった。化学的洗浄を行っている冷却塔のうち、換水も行っている冷却塔の検出率は37.5%であり、換水を行っていない冷却塔よりも低い検出率であった。

冷却水系のレジオネラ属菌を抑制するには、定期的な物理的洗浄を行うとともに化学的洗浄と殺菌剤添加とを併用することが望ましいことが、維持管理マニュアルに示されている。清掃に伴う冷却水の入れ替え（換水）と化学的洗浄を合わせて実施している冷却塔では、化学的洗浄のみ、物理的洗浄のみの冷却塔と比べ検出率が低くなっており、化学的洗浄に加えて換水を実施した方がレジオネラ属菌抑制の効果が高いことがわかった。

4. 化学的洗浄実施前後での採水検査結果 (図2)

化学的洗浄の効果を検証するため、同一の冷却塔において清掃前と概ね清掃一週間後に採水した検体を比較した。清掃前に高いレジオネラ属菌数が検出された冷却塔においても、清掃後は大幅に菌数が減少した。使用された洗浄剤の主成分は、グルタルアルデヒド、塩化アンモニウム等有機系殺菌剤又は塩素系殺菌剤であったが、両方とも効果が確認できた。

5. 殺菌剤の使用状況とレジオネラ属菌 (表3)

殺菌剤について、維持管理マニュアルで示されている多機能型と単一機能型との比較を行った。単一機能型を使用している冷却塔では、多機能型を使用している冷却塔より

表2. 冷却水管の清掃方法とレジオネラ属菌検出率

洗浄方法	冷却塔数	検出数	検出率%
化学洗浄（換水あり）	72	27(16)	37.5(22.2)
化学洗浄（換水なし）	14	7(6)	50.0(42.9)
物理洗浄	9	6(4)	66.7(44.4)
洗浄未実施	37	25(18)	67.5(48.6)
合計	132	65(44)	49.2(33.3)

() 内は100 CFU/100 mL以上検出された割合

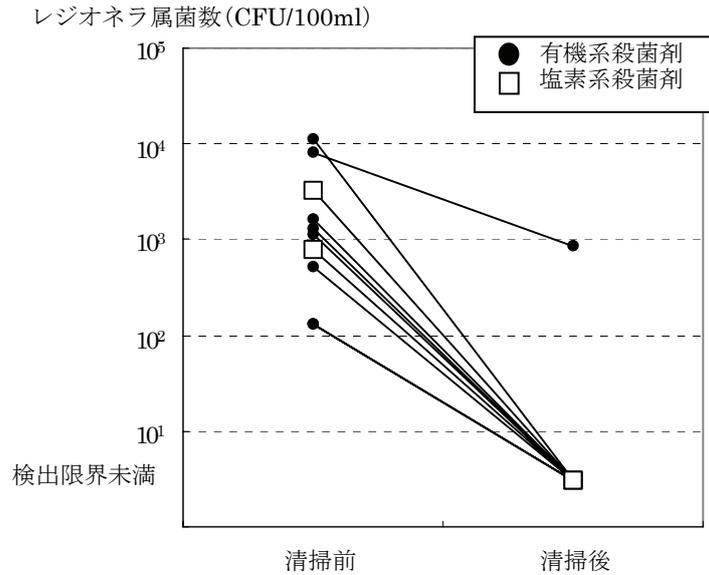


図2. 化学洗浄実施前後でのレジオネラ属菌検査結果

表3. 多機能型殺菌剤及び単一機能型殺菌剤とレジオネラ属菌

	冷却塔数	検出数	検出率%
多機能型のみ使用	106	46(32)	43.4(30.2)
単一機能型のみ使用	15	9(5)	60.0(33.3)
多機能型及び単一機能型の併用	14	2(0)	14.3(0)
殺菌剤未使用	8	6(4)	75.0(50.0)
合計	143	63(41)	44.1(28.7)

() 内は100 CFU/100 mL以上検出

もレジオネラ属菌の検出率が高かった。また、多機能型と単一機能型を併用している冷却塔では、前記2タイプの単独使用より検出率が低い傾向であった。なお、検出された冷却塔2台は、いずれも冷却水管の清掃を実施していなかった。

単一機能型を使用している冷却塔のうち、防錆剤や抗スケール剤を併用している冷却塔は15台のうち2台だけであった。

多機能型薬剤は総合水処理剤あるいは複合水処理剤などと呼ばれ、スケール防止剤、腐食防止剤、スライムコントロール剤とレジオネラ属菌の殺菌剤（または抑制剤）を含有するものであり、薬注装置を使用し、連続的に注入して、その効果を発揮するものである。また、単一機能型薬剤とは、スライムコントロール・レジオネラ属菌の殺菌機能を有するタイプを示す。多機能型及び単一機能型を併用することにより、レジオネラ属菌を抑制する効果があることが示唆された。

ま と め

本調査結果から、「建築物における維持管理マニュアル」で示された月1回程度の冷却塔の清掃、冷却水管の化学的洗浄及び冷却水への殺菌剤添加の重要性が、改めて確認できた。また、化学的洗浄の際に冷却水を換水することや多機能型殺菌剤と単一機能型殺菌剤を併用することにより、効果的な管理を実施できる可能性も示唆された。

今後は、本調査結果を踏まえて冷却塔の維持管理方法を指導していくと共に、化学的洗浄における換水の有効性や殺菌剤の使用方法について、より詳細な調査を行っていく。

文 献

- 1) 厚生労働省：建築物における衛生的環境の確保に関する法律（昭和45年法律第20号）
- 2) 厚生労働省：建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行規則（昭和46年厚生省令第2号）
- 3) 厚生労働省健康局生活衛生課長：健衛発第0125001号、建築物における維持管理マニュアルについて（通知）、2008.

**Control of Legionella in the Cooling Towers of Large-scale Buildings in Tokyo:
Monitoring Legionella spp. and Evaluation of the Effectiveness of Cooling Tower Systems Maintenance**

Ryuichi MATUI^{a,b}, Takayuki FUJIKI^{a,c}, Shigeru SIHGIHARA^{a,d}, Kayoko TAKAHASHI^{a,e}, Shinryuu KIHARA^{a,f}, Nahomi ONUKI^{a,g},
and Kenji FURUTA^e

The Law for Maintenance of Sanitation in Buildings prescribes a management guideline for cooling towers to prevent community outbreaks of Legionnaires' disease resulting from cooling towers of large-scale buildings. In this study, we investigated the prevalence of *Legionella* spp. and the maintenance practice of cooling towers of many large-scale buildings in Tokyo. *Legionella* spp. were detected in 81 of the total 175 water samples (46.3%) obtained from cooling tower systems. The detection rate of *Legionella* spp. exceeded 60% for buildings where the lower tank of the tower was rarely cleaned (once a year), whereas it was 37% for buildings where the tank was frequently cleaned (once a month). *Legionella* spp. were less frequently detected in cooling towers cleaned by chemicals with simultaneous water exchange than in those cleaned by only chemicals (37.5% and 50%, respectively). However, chemical cleaning itself was believed to be effective for *Legionella* control because *Legionella* spp. dramatically decreased at 1 week after chemical cleaning. In addition, it was shown that multifunctional treating agents were more effective than single functional agents were; furthermore, their combined usage tended to be even more effective. These results may support the appropriateness of the maintenance guidance for cooling towers described in *Maintenance Manual of a Building* by the Ministry of Health, Labour and Welfare of Japan, which instructs building managers to clean cooling tower tanks once a month, to clean chilled water ducts with chemicals, and to add disinfectant to the cooling water. Moreover, our data suggests that chemical cleaning followed by water exchange and/or the addition of disinfectant to the cooling water may be more effective for control of *Legionella* spp.

Keywords: cooling tower, clean chilled water ducts, *Legionella* spp., *Maintenance Manual of a Building*

^a Tokyo Metropolitan Institute of Public Health, at the time when this work was carried out, 2-8-1, Nishishinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 163-8001, Japan

^b Present Address: Sports Festival in Tokyo Promotion Division, Bureau of Sports, Tokyo, 2-8-1, Nishishinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 163-8001, Japan

^c Present Address: Water Quality Management Center, Bureau of Waterworks, 2-7-1, Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0033, Japan

^d retire

^e Tokyo Metropolitan Institute of Public Health, 3-24-1, Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0073, Japan

^f Present Address: Environmental Health and Sanitation Section, Bureau of Social Welfare and Public Health, 2-8-1, Nishishinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 163-8001, Japan

^g Present Address: Pharmaceutical Affairs Section, Bureau of Social Welfare and Public Health, 2-8-1, Nishishinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 163-8001, Japan