

●各種ビルメンテナンス業務の決め手をさぐる!

管理資材 セレクション・ガイド集

特設
企画

PART77

レジオネラ症防止対策 の巻

■本年度掲載予定テーマ

レジオネラ症
防止対策

ゲリラ豪雨対策

ビルの省エネ①

ビルの省エネ②

ビルの省エネ③

CONTENTS

空調系のレジオネラ対策と
抗レジオネラ用空調水処理剤協議会の活動

抗レジオネラ用空調水処理剤協議会
藤本 和富

空調系のレジオネラ対策 と抗レジオネラ用空調 水処理剤協議会の活動

●抗レジオネラ用空調水処理剤協議会 藤本 和富

1 レジオネラ症の基礎知識

レジオネラ症は、レジオネラ属菌によって引き起こされる肺炎症状の感染症である。日本では在郷軍人病と称されていたが、近年では「レジオネラ症」が病名として一般的に認知されている。この疾患は、1976年7月に米国・ペンシルバニア州フィラデルフィアで開催された在郷軍人会（Legion）大会で集団感染事故（感染者221名、死亡者29名）が発生したことでその存在が広く世界に公知された。

レジオネラ属菌は、自然界の土壌（地表から深さ10cmまで）と淡水（川、湖）に生息するグラム陰性桿菌であり、2011年8月現在、52種と3亜種が報告されている。

日本では、1999年4月1日に施行された「感染症の予防および感染症の患者に対する医療に関する法律」（以下「感染症法」と記す）において、レジオネラ症は4類感染症に指定された。レジオネラ症に伝染性はないが、これを診断した医師は直ちに保健所に届け出ることが義務づけられている。2002年には、宮崎県日向市の入浴施設で国内最大規模の集団感染事故（感染者295名、死亡者7名）が発生し、多くの犠牲者が出たが、空調冷

却塔施設からは1994年の東京都渋谷区での感染以来20年間、大規模な集団感染は報告されていない。

レジオネラ症は日和見感染※1を特徴とし、免疫力の弱い高齢者が発症しやすくなる。レジオネラ症の主な症状には次に挙げる二つがある。

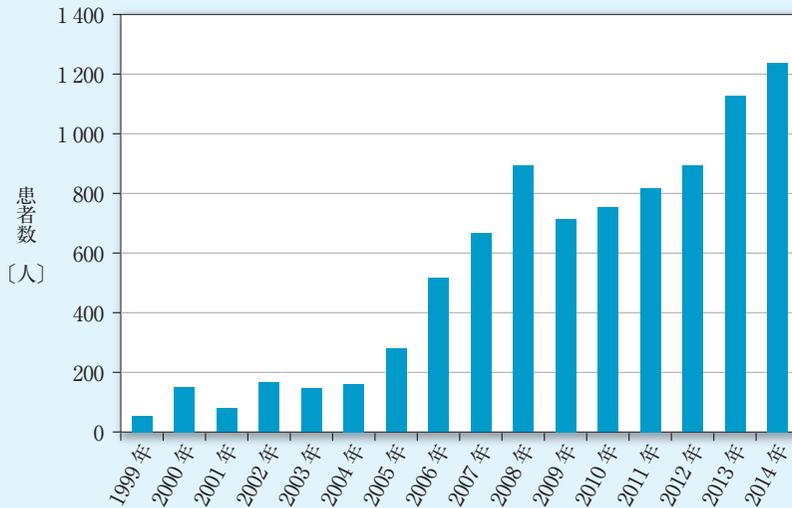
（1）レジオネラ肺炎

レジオネラ肺炎には、多臓器不全を起こして発病後1週間以内に死亡する劇症型から、適正抗菌薬治療で治癒するものまで種々の移行型がある。レジオネラ症は2～10日の潜伏期の後に、発熱（37～40℃またはそれ以上）、全身倦怠感、頭痛、筋肉痛、咳などで始まるが、通常の場合、咽頭炎や鼻炎などの上気道の炎症反応は見られない。

（2）ポンティアック熱

ポンティアック熱は、レジオネラ属菌に汚染されたエアロゾル吸入後、12時間～3日程度で発症する。症状は、発熱、全身倦怠感、頭痛、咽頭痛、関節痛などのインフルエンザに似た症状が主である。そのほか、腹痛、悪心、下痢などの消化器症状が見られることもある。

※1 日和見感染：通常の免疫状態では感染しても発症しない。弱毒微生物によって引き起こされる感染症。



注) 2014年の患者数は、2014年第52週速報データによる。

図1 レジオネラ症患者数の推移 (1999～2014年)

2 最近のレジオネラ症発症状況とその背景

図1は、1999年から2014年にかけてのレジオネラ症患者数の推移である¹⁾。これらを見ると、2005～2008年にかけてレジオネラ症患者数が急増している。この背景には、尿中抗原法（イムノクロマト法）という検査法が認定され、レジオネラ症の確定診断が保険適用となったことがあると考えられる。一方、2009年には患者数が減少している。これはリーマンショックの経済変動により、主たる感染源と考えられてきた浴場施設（24時間風呂、健康施設）などの減少が関係しているのかもしれない。

2011年10月から新たに「核酸同定法」が認定され、菌種の同定も正確になってきている。その結果、2012年には過去最悪の2008年を超えて899人となり、以降は増加の一途をたどっている。

3 空調冷却水系におけるレジオネラ症防止の対策ポイント

（公財）日本建築環境衛生管理教育センターの『第3版 レジオネラ症防止指針』²⁾（以下『指針』と記す）の第4章「冷却塔と冷却水系」に、詳しく対応策が記されている。また、関連図書として、当協議会が発行している『冷却水系のレジオネラ症防止に関する手引き』³⁾（以下『手引き』と記す）



写真1 チューブのブラシ洗浄



写真2 化学的洗浄の例

を併せて利用すれば、レジオネラ対策の理解がもっと深められる。

なお、この記事では、『指針』の中からレジオネラ症の感染未然防止についてポイントを絞って

表1 水処理計画の立案から管理までの概要

[事前調査]

対象設備の概要	①クーリングタワーの形式(丸型・角型) ②保有水量・循環水量
稼働・運転状況	①運転時間(年間, 月間) ②運転負荷 ③冷却水温度差
周辺調査	○冷却塔の設置環境
水質分析	○補給水

[水処理計画, 導入]

循環式冷却水系の水バランス
濃縮倍数
冷却水のブロー管理(図2)
薬注装置の導入(写真3)

[定期点検]

採水と分析(冷却水, 補給水)
薬剤濃度チェック
薬注装置設備点検

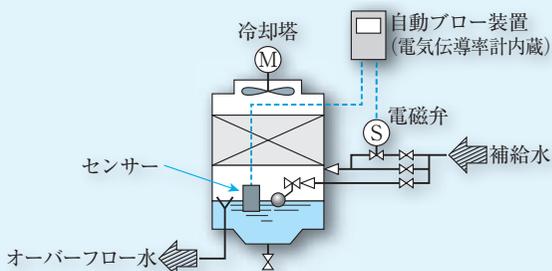


図2 冷却水のブロー管理を行う自動ブロー装置

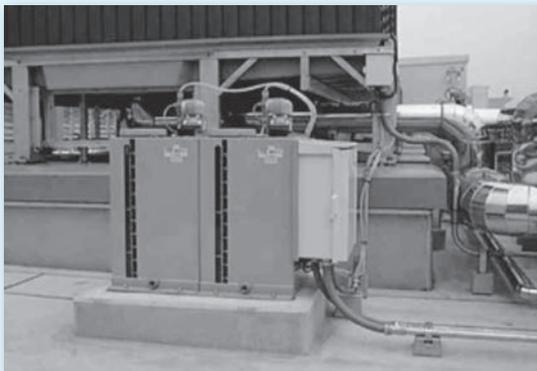


写真3 薬注装置の例

説明する。まず基本的な考え方であるが、冷却塔のような水利用施設などでは、レジオネラ属菌による汚染を低減することが重要となる。

冷却塔汚染低減策としては、清掃や洗浄が重要で、高圧水による洗浄や熱交換器のチューブをブラシで洗浄する物理的な方法と、薬剤を用いた化学的洗浄の2種類がある(写真1・2)。また、菌数を増加させない方法として、適切な薬剤を用いて殺菌や抑制を行う継続的な処理がある。

3-1. 物理的清掃や化学的洗浄による汚染低減

汚染の低減には、定期的な清掃によって外部混入の泥などの汚れを取り除き、レジオネラ属菌増殖の場となるバイオフィームなどの生息環境をつくらせないようにする。清掃には高圧水を使用した物理的な洗浄もあるが、すでにバイオフィームが形成されているような施設には、化学的洗浄(過酸化水素など)を行うとより効果的である。1年間の冷却塔の運転スケジュールを考慮し、適切な清掃頻度やタイミングを決めて管理していくことが重要になる。

3-2. 薬剤による継続的な殺菌処理

次に、冷却水がレジオネラ属菌で汚染されない環境を維持する必要がある。そのためには、継続的な殺菌処理を行うことが重要である。ちなみに、当協議会では登録薬剤制度を設けており、登録薬

剤を利用することで施設管理者がレジオネラ属菌対策に効果のある薬剤を安心して選定できるようにしている。薬剤処理を行う場合、設備や補給水水質分析、冷却塔設置位置の確認などの事前調査を行い、水処理計画を作成することが必要になる(表1)。

表2は、自然界と冷却塔でのレジオネラ属菌生息状況である。このデータによると、自然界では9割以上が不検出であるが、無処理の冷却水では不検出の割合が低下し、殺菌処理を必要とする菌数レベルである 10^2 CFU/100mL以上が20%を超え、 $10 \sim 10^2$ CFU/100mLを合わせると34%にも達する。冷却水を薬剤処理すると、無処理と比較して改善される。しかしながら依然として12%程度はレジオネラ属菌が検出されている。この要因は、レジオネラ属菌の抑制に必要な有効成分が保持されないことによるものであり、次のような点に注意し、薬剤の注入を管理する必要がある。

(1) 薬剤添加量や濃度が不足する場合

原因-1 薬注装置の維持管理不良

薬剤を薬注装置で添加している場合、薬注ポンプのエアーロック、薬剤の補充不足、薬注ポンプ

表2 自然界と冷却塔でのレジオネラ属菌生息状況

	無処理冷却水 ^{注1}		多機能型登録薬剤 ^{注2}		河川、湖沼、湧水 ⁴⁾	
調査期間	2008年4月 ～2009年3月		2013年4月 ～2014年3月		1998年3月 ～1998年12月	
菌数 [CFU/100mL] ^{注3}	検体数	割合 [%]	検体数	割合 [%]	検体数	割合 [%]
不検出 (1×10^1 未満)	1 194	66	11 118	88	41	91
$1 \times 10^1 \sim 1 \times 10^2$ 未満	201	11	637	5	0	0
1×10^2 以上	412	23	819	7	4	9
合 計	1 807	100	12 574	100	45	100

注1) 抗レジオネラ用空調水処理剤協議会 2008年度調査による。

注2) 抗レジオネラ用空調水処理剤協議会 2013年度調査による。

注3) CFU (Colony Forming Unit) : 集落形成単位

の故障、薬注ポンプ吐出量の過少設定などが原因として挙げられる。

対策-1

日常管理で薬注ポンプの稼働、吐出量、薬液タンクの残量点検を行い、水処理計画どおりの薬注が行われているか確認する。

原因-2 冷却水系保有水量の過少見積り

薬剤を間欠添加する場合、保有水量が過少に見積もられていると、添加量（濃度）不足を招くことになる。

対策-2

冷却水系全体の正確な保有水量を確認し、適切な薬剤量を算出し添加する。

原因-3 停止系統の問題

薬剤を添加しても、循環ポンプが稼働していない系には行き渡らず、レジオネラ属菌が検出されるケースがある。

対策-3

定期的にすべての循環ポンプを稼働し、薬剤を行き渡らせるようにする。

(2) 薬剤有効成分の濃度が低下する要因が存在する場合

原因-4 バイオフィームが付着

冷却水系内にバイオフィームが付着している場合、有効成分がバイオフィームにより消費されて有効濃度不足となり、レジオネラ属菌の抑制が不十分となる。

対策-4

バイオフィーム付着の状況を確認し、冷却塔や冷却水管の清掃を行う、または添加量を標準推奨量よりも増加させる、あるいは化学洗浄を行う。

原因-5 補給水水質や周辺環境の影響

補給水水質や周辺環境の影響により、冷却水中へのアンモニアの混入、高COD（化学的酸素要求量）条件や窒素、リンなどの微生物栄養源が高濃度となる場合、薬剤の有効性の低下や消費が激しくなる要因となる。

対策-5

薬剤の有効成分や添加量の見直し、水質管理値の再設定が必要となる。

原因-6 冷却水系での滞留時間が長く、有効成分の分解消耗が起こる

薬剤を補給水量に対して比例注入している場合は、負荷の低下により、補給水に対する添加量が適正であっても冷却水系内に長時間滞留することとなり、有効成分の分解によって濃度が不足する。

対策-6

薬剤の定期的な一括添加の併用や適切なブローの実施などの対策が必要である。

3-3. 適切な検査頻度で施設の管理状況を確認

『指針』では、表3に示すような感染危険因子のスコア化による検査回数を提示している²⁾。冷却塔の場合、最低で5点、最高9点となる。この検査頻度はあくまで最低限の基準を示しているため、適切な頻度で冷却水のレジオネラ検査を実施し、もしもレジオネラ属菌数が基準を上回るようなことがあれば、速やかに殺菌処理を行う必要がある。

なお、殺菌処理を実施した後は、再検査により検出限界以下であることを確認する。

表3 感染危険因子のスコア化による検査頻度など²⁾

感染危険因子の点数	推奨される対応（検査頻度など）	対象施設の例		
8～9点	常に設備の適切な維持管理を心掛ける	病院	老人施設	特定建築物
	1年に最低2回の細菌検査を実施する			
	水系設備の再稼働時には最近検査を実施する			
6～7点	常に設備の適切な維持管理を心掛ける			
	1年に最低1回の細菌検査を実施する			
	水系設備の再稼働時には細菌検査を実施する			
5点	常に設備の適切な維持管理を心掛ける			その他
	必要に応じて細菌検査を実施する			

表4 冷却水系における現場での検水採取時の注意点

項目	内容
採取容器	滅菌したガラス製またはポリエチレン製容器で採取する
冷却水水质	塩素系薬剤を使用している冷却水を採取する場合は、25%チオ硫酸ソーダで中和処理する
容器充填	容器の中への検水の充填は、上部に空間を残す
採水箇所	注意すべき点としては、丸型の冷却塔（写真4）と角型の冷却塔（写真5）で異なり、丸型冷却塔は流下水、角型冷却塔は下部水槽より採取することである。これは向流接触の丸型と並流接触の角型の構造に関係しているため、注意が必要である



写真4 丸型冷却塔



写真5 角型冷却塔

4 抗レジオネラ用空調水処理剤協議会

4-1. 発足の経緯

抗レジオネラ用空調水処理剤協議会は、1991年6月に水処理会社13社により発足し、2014年で23年を経過している。当協議会は、「冷却水系に生息するレジオネラ属菌による環境汚染防止に用いる殺菌剤の製品供給にあたり、その有効性、安全性の確保をするための自主基準の制定、業界の健全な発展および社会への貢献」を設立目的としている。

4-2. 主な活動内容

(1) レジオネラ症防止の啓発活動

当協議会では、

- 冷却水系のレジオネラ症防止の手引き作成
- 冷却水系のレジオネラ症防止のプレゼン資料の作成
- ホームページでのレジオネラ症防止に関する情報提供

を行っており、空調用冷却水系におけるレジオネラ症発症防止に寄与する活動を展開中である。最近では「海外の空調系のレジオネラ規制動向調査」も実施し、広く情報公開に努めている。

(2) 薬剤登録制度

当協議会では、水処理薬剤が薬事法などの規制対象外のため、個々の製造者により独自に行われていた有効性や安全性の評価を統一し、1992年7

月に「抗レジオネラ用空調水処理剤自主基準」を制定している。自主基準は、

- 目的
- 適用範囲
- 有効性の確認
- 安全性の確認
- 表示事項
- 排水による環境汚染の防止

からなり、1993年から登録薬剤のリストを公表している。最新の登録薬剤リストは、当協議会ホームページ (<http://www.legikyogr.jp>) にアクセスすることで入手できる。

(3) 検査の精度向上と標準化の取組み

レジオネラ検査の精度向上の一貫として「冷却水系における検水採水時の注意点」を定め、ホームページで公開している(表4)。また、検査方法の標準化に取り組み、標準的な検査法としてホームページに公開している。

(4) Q & A 集の作成・公開

当協議会は、レジオネラに関するQ & A集を作成し、『手引き』で公開している。以下に、その中から代表的な項目を記載する。

[レジオネラ症について]

Q 1 レジオネラ属菌は、ヒトに対してどれだけ危険なのでしょうか。

A 1 レジオネラ属菌は自然界に広く分布している細菌です。レジオネラ属菌感染の主な症状は高熱・咳・たん・頭痛などですが、重篤な場合には肺炎を起こして死に至る場合もあります。レジオネラ属菌は健康な人に対する病原性は低いのですが、ガン・代謝障害・アルコール中毒者・高齢者など、抵抗力の弱った人に対しては強い病原性を発揮する、いわゆる「日和見感染」を起こす細菌です。世界保健機構(WHO)が制定したLaboratory biosafety manual(実験室生物安全指針L)に基づき、各国で病原体の危険性に応じて4段階のリスク群が定められています。リスク群分類を基準としてバイオセーフティレベル(BSL)分類が定められています。レジオネラ属菌は全菌種とも、BSL2_{※2}に分類されています。

※2 同レベルのウイルスに、インフルエン

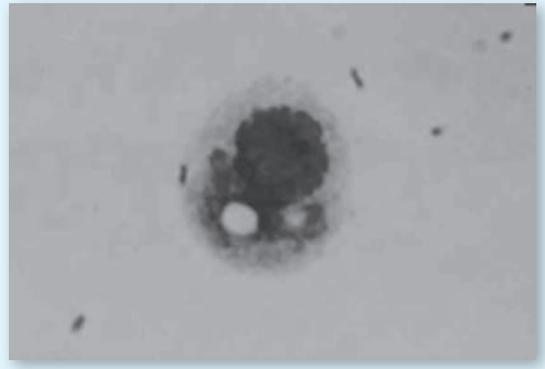


写真6 レジオネラ属菌のアメーバへの寄生

ザウィルスなどがあります(ただし、レジオネラ属菌はウイルスではなく、細菌です)。

Q 2 レジオネラ症は「感染症法」の第4類感染症に指定されていますが、もし罹患した場合、隔離などの措置を受けるのでしょうか。

A 2 感染症法によれば、レジオネラ症と診断した医師は、直ちに患者の年齢、性別、診断方法などを保健所に届け出る規定になっています。医師による届出だけで、患者が隔離などの措置を受けることはありません。

[冷却水系とレジオネラ属菌について]

Q 3 レジオネラ属菌は、冷却水循環系のどこに生息しているのでしょうか。

A 3 レジオネラ属菌を含めた細菌類は、循環冷却水中よりも冷却塔や循環配管内に形成されたバイオフィーム(細菌類・原生動物などの微生物や土砂からなる粘性を帯びた付着物)の中に多く生息しています。特にレジオネラ属菌は、バイオフィーム中の原生動物(アメーバなど)に寄生して増殖することが知られています(写真6)。

Q 4 レジオネラ属菌は、どのようにして冷却塔に入り込むのでしょうか。

A 4 レジオネラ属菌は、土壌や淡水中に広く存在する細菌で、土埃などととも空気中を運ばれ、冷却塔から冷却水中に混入すると考えられています。

Q 5 レジオネラ属菌は、どのようにして検

査するのでしょうか。

A 5 レジオネラ属菌は、一般的な細菌検査法では検出されず、専用の方法での検査が必要です。冷却水を採取して持ち帰り、『指針』第5章レジオネラ属菌の検査法（「付録2. レジオネラ属菌検査法について」参照）記載の方法に従って検査を行って下さい。

Q 6 レジオネラ属菌の検査の際、菌種まで同定していますか。

A 6 2007年の時点で、レジオネラ属菌には55菌種が確認されています。現在、レジオネラ属菌種の病原因子が解明されていないので、すべての菌種がレジオネラ症を引き起こす可能性があると考えする必要があります。したがって、通常の検査では菌種まで同定していません。ただし、『指針』では、「レジオネラ症患者集団発生はもとより散発患者が確定診断された場合には、感染源として疑われる環境水のレジオネラ属菌検査を実施して、レジオネラ属菌が検出された場合には、地方衛生研究所などの協力を得て、菌種と血清群を同定し、可能であれば患者株と環境株の分子遺伝学的異同を決定しなければならぬ」としています。

Q 7 冷却塔運転開始時にやることは何でしょうか。

A 7 冷却塔の使用開始時には、冷却塔の物理的清掃を行うとともに系内の化学的洗浄を行います（化学的洗浄は使用終了時にも行う）。冷却水系を化学的に殺菌洗浄するには、過酸化水素、有機系殺菌剤、または塩素剤を循環させます。化学的洗浄により冷却水系全体がかなりの程度まで殺菌され、レジオネラ属菌数も検出限界以下となります。また、数日以上にわたる使用休止後は、再開する前に殺菌などの処理を行ってください。

Q 8 定期的なレジオネラ属菌の殺菌対策は必要なのでしょうか。

A 8 清掃、消毒などの対策により、レジオネラ属菌数が検出限界以下であることがいったん確

認できても、その系内でのレジオネラ属菌の完全消滅を意味するわけではなく、また新たな混入も考えられるため、再び増殖する場合があります。よって、定期的な清掃（物理的清掃）を行うとともに化学的洗浄と運転中の殺菌剤の継続的な投入などの定期的・継続的な殺菌対策が必要です。

[化学的洗浄について]

Q 9 化学的洗浄を実施した場合、効果はどの程度継続するのでしょうか。

A 9 適切な化学的洗浄を行った場合、洗浄直後は冷却水系のレジオネラ属菌数を検出限界以下にすることができます。しかし、効果は長続きせず、冷却水系の運転状態や季節などの外的環境にもよりますが、レジオネラ属菌数は10日程度で洗浄前の状態に戻ります。したがって、化学的洗浄後は、継続的に薬剤などによる殺菌処理が必要です。

[継続的な殺菌処理]

Q10 殺菌剤の効果を維持させるためには、どのような注意が必要なのでしょうか。

A10 冷却水中のレジオネラ属菌を殺菌剤で処理する場合、効果を持続させるには、水処理対策が必要です。殺菌剤の効果を維持させるための水処理対策としては、冷却水系の濃縮管理とスケール、バイオフィーム、腐食の防止策も重要です。冷却水の濃縮管理は、自動ブロー装置による電気伝導率管理で行い、スケール、バイオフィーム、腐食防止は、各機能を有する薬剤の添加によって行ってください。

Q11 殺菌剤の添加方法にはどんなものがあるのですか。

A11 間欠添加方法と連続添加方法があります。

○間欠添加方法（衝撃添加方法）

殺菌剤（単一機能型薬剤）を2～7日の間隔で、保有水に対して所定濃度になるような量の薬剤を一度に添加する方法です。この場合、レジオネラ属菌数を減少させた後に菌が立ち上がるまでの時期を殺菌効果持続期間としています。

○連続添加方法

薬液注入ポンプなどで連続注入し、冷却水中の殺菌剤濃度を一定に維持してレジオネラ属菌を抑制します。この場合、防食・防スケールと殺菌効果を併せ持つ多機能型薬剤、または殺菌剤（単一機能型薬剤）を連続添加することで冷却水は殺菌され、安定した効果が得られます。しかし、処理を継続していても冷却水中のレジオネラ属菌数が増加し始めた場合は、高濃度の衝撃添加、化学的洗浄の実施などの対策が有効です。

Q12 レジオネラ属菌は、殺藻剤で藻を除去することにより殺菌できるのでしょうか。

A12 殺藻剤によって藻類を除去した場合も、細菌類、原生動物からなるバイオフィームが存在することがあります。そうした環境ではレジオネラ属菌が増殖するので、殺藻剤による処理は根本的なレジオネラ属菌の殺菌対策にはなりません。

[薬剤を取り扱う場合の注意事項]

Q13 古くなって使わなくなった水処理薬剤は、どのように処分すればよいでしょうか。

A13 各水処理薬剤のMSDS（化学物質等安全データシート）に記載された処理方法で適切に廃棄処分を行ってください。

Q14 薬剤を添加した冷却水を排出する場合、どのような注意が必要なのでしょうか。

A14 排水に関する法律・施行令・施行規則の基準を守って放流を行ってください。原則として、薬剤処理を施した冷却水のブロー水は、公共下水道などの終末処理場を有する場所へ排出するものとし、池、湖、水田、河川、海などに直接排水しないことをお願いします。

* * *

昨年は、西アフリカでエボラ出血熱のアウトブレイクが深刻な危機を招き、国内ではデング熱の拡大も懸念された。

レジオネラ症も患者数が増加傾向にある。これらの感染症防止には正確な知識に基づき、その対策が的確に行われることが大切である。レジオネラ対策も薬剤処理をすればそれで安心というわけにはいかない。日常の設備管理、薬剤処理がレジオネラ属菌汚染防止に不可欠である。薬剤製造者、設備管理者、建築物所有者、これらが三位一体となったレジオネラ症防止対策が特に重要である。関係者におかれては、この記事を参考にさせていただき、ここで紹介した書籍でさらなる知識を深めていただければ幸甚である。

<引用・参考文献>

- 1) 国立感染症研究所「4類感染症発生动向調査年別報告数一覧（全数把握）」2014年
- 2) (公財)日本建築衛生管理教育センター『第3版 レジオネラ症防止指針』2009年
- 3) 抗レジオネラ用空調水処理剤協議会『冷却水系のレジオネラ症防止の手引き』2001年
- 4) 宮本幹、山口義夫、笹津備規「環境汚染」No.15, p.127～132, 2000年

実務に役立つ基礎知識を絵と図で優しく解説した入門書！

**完全
図解**

空調・給排水衛生設備の 基礎知識早わかり

大浜 庄司 著

A5判 208ページ 定価 2592円（本体 2400円＋税）

ビル管理の現場技術者を志す人が空調設備と給排水衛生設備について初めて学ぶのに最適の書。両設備分野の基本的な技術情報を細分化して1ページ1テーマの構成とし、ページの上半分には絵や図や表を、下半分に簡潔でわかりやすい解説文を配してあります。

