

5.3 加湿器

<現指針への意見>

・加湿器以外にも、人工的に霧を発生する装置が市販されているが、レジオネラ症発生の危険因子として問題ないか。

<調査方法>

・インターネットで「霧」、「ミスト」をキーワード検索した。

<調査結果>

・ドライミスト冷却装置、家庭用ミストシャワーなど、新しい人工的な霧発生装置が普及しつつある。

・原水が汚染された場合は、レジオネラ症発生の危険がある。

<改定意見>

・表題を「Ⅲ.加湿器・人工霧発生装置」とする。

5.3.1 ビル空調機に組み込まれた加湿器

<現指針への意見>

・図 15 代表的な加湿器の図は、システム図が古いのではないか。

<調査方法>

・各加湿器メーカーの最新カタログを調査する。

<調査結果>

・気化式・フィルタ式は現在では「タンク式」ではなく、「滴下式」に改められている。

<改定意見>

・図 15 代表的な加湿器の図を各加湿器メーカーの最新カタログを参考に更新する。

5.3.2 家庭用加湿器

<現指針への意見>

・家庭用加湿器は、病院やホテルでも使用されている。家庭用という表記は適切ではない。

<検討>

・家庭用加湿器は給水がタンク式であり、持ち運び可能なことから、常設給水設備の無い箇所でも使用可能であることから、家庭以外の病院やホテルで使用されている。

<改定意見>

・表題を「可搬式加湿器」に改める。また文中の「家庭用加湿器」という用語も「可搬式加湿器」に改める。

5.3.3 人工霧発生装置

<改定意見>

・前述のとおり、表題を「Ⅲ.加湿器・人工霧発生装置」とすることに合わせて項目を新設する。ドライミスト冷却装置、家庭用ミストシャワーなどの人工霧発生装置では、原水が汚染されるとレジオネラ症の原因となることを示唆する。

5.4 水景施設

5.4.1 文献調査

(1) 室内空気中の微生物防止対策に関する研究報告書

Ⅲ. 1. 水景施設における微生物に関する研究

…平成 14 年 3 月(財)ビル管理教育センター

概要：

①水景施設におけるレジオネラ属菌調査

平成 13 年(2001 年)の 4~8 月に大阪府内の 15 施設(屋内 4、屋外 11)を対象として、各施設 3~5 回延べ 57 試料の調査を行った。レジオネラ属菌の検出は 19 試料(33%)で、屋内施設は 16 試料中 11 試料、屋外施設は 41 試料中 8 試料であった。また、残留塩素との関連では、レジオネラ属菌検出試料の 94.7%が残留塩素濃度 0.1 mg/L 未満であり、0.2mg/L 以上では検出されていない。

②「室内空気中の微生物汚染に関する研究報告書」(平成 12 年)の

水景施設周辺における微生物の実態調査から大阪府及び横浜市のデータ解析

平成 12 年(2000 年)9~10 月に大阪府 38 施設、横浜市 44 施設の計 82 施設(屋内 29、屋外 53)についてレジオネラ属菌の調査を行った。レジオネラ属菌の検出は 15 施設(18.3%)で、屋内施設の 20.7%、屋外施設の 17%からレジオネラ属菌が検出された。また、残留塩素が検出された施設はすべてレジオネラ属菌が不検出であった。

③提言

水景施設の 20~30%からレジオネラ属菌が検出されており、清掃頻度、ろ過装置の殺菌、配管の洗浄、塩素などの殺菌装置等、維持管理の必要性が明らかになった。

④水景施設におけるレジオネラ症防止対策マニュアル

水景施設の概要、レジオネラ属菌の検出状況、水景用水の水質管理、水景施設の維持管理などに関して、Q & A 形式で 23 項目が記載されている。

(2) 水景施設の管理

…横浜市衛生局区福祉保健センターパンフレット

概要：水景施設に関して、設備の管理及び水質の管理(水質検査)に関する記述、並びにレジオネラ属菌が検出された場合の対策が示されている

(3) 建築物における噴水等修景用水中のレジオネラ属菌等生息実態調査について

…大阪市環境保健局

(1998 年第 25 回建築物環境衛生管理技術研究集会)

概要：平成 9 年(1997 年)10 月に行った大阪市内の特定建築物 17 の水景施設の水質検査と維持管理状況の調査結果で、4 施設からレジオネラ属菌が検出された。「新版レジオネラ症防止指針」にデータが記載されている。

(4) 特定建築物におけるレジオネラ属菌の生息状況について

…東京都食品環境指導センター・東京都立衛生研究所

(1998 年第 25 回建築物環境衛生管理技術研究集会)

概要：平成 6～8 年(1994～1996 年)に、エアロゾルが飛散しやすい水景施設 79 施設についてレジオネラ属菌の検査を行った、結果、17 施設(21.5%)からレジオネラ属菌が検出された。これも「新版レジオネラ症防止指針」にデータが記載されている。

(5) 水景施設の形態と *Legionella* などの細菌分布

…大阪府各保健所・大阪府健康福祉部・大阪府立公衆衛生研究所
(2002 年第 29 回建築物環境衛生管理技術研究集会)

概要：平成 12 年(2000 年)9 月に大阪府下 38 施設の水景施設に関して、演出形態・維持管理状況・殺菌装置・水温など調査と水質検査を行った、結果、8 施設(21%)からレジオネラ属菌が検出された。

(6) 水景施設の水温変動と *Legionella* 分布

…大阪府各保健所・大阪府健康福祉部・大阪府立公衆衛生研究所
(2002 年第 29 回建築物環境衛生管理技術研究集会)

概要：平成 13 年(2001 年)4～8 月に 15 施設の水景施設に関して、月別に水温・残留塩素濃度などの水質検査を行った、結果、73 検体中 19 検体(26%)からレジオネラ属菌が検出された。水温変動に伴うレジオネラ属菌の消長調査結果では、20℃以上に多く分布することが判った。

(7) 水景施設における *Legionella* 汚染の実態と維持管理手法

…大阪府特定建築物監視指導検討委員会・大阪府立公衆衛生研究所
(ビルと環境：2002 年 6 月号、(財)ビル管理教育センター)

概要：前記 (5)・(6) をまとめたもので、まとめとして、以下が記述されている。

- ①レジオネラ属菌数は、屋外施設よりも屋内施設のほうが多かった。
- ②水温上昇に伴ってレジオネラ属菌の分布は広がり、20℃以上に高く分布することが明らかになった。
- ③遊離残留塩素濃度 0.2mg/L 以上の施設ではレジオネラ属菌は検出されなかった。
- ④ろ過装置は、レジオネラ属菌の増殖源となっていることが推測された。
- ⑤清掃後は、概ね 7～12 日目にレジオネラ属菌を検出した。

(8) 水景施設のレジオネラ属菌の防止 …(株)西原衛生工業所 山崎和生

(空衛：2003 年 12 月号、(社)日本空調衛生工事業協会)

概要：前記 (1) ④の「水景施設におけるレジオネラ症防止対策マニュアル」から、水景施設の演出形態、レジオネラ属菌の防止対策としてのスコア化による検査頻度の考え方、殺菌方法、具体的残留塩素濃度の保持方法などについて記述している。

(9) Minimizing the risk of Legionellosis associated with building water systems

(給水システムに関連したレジオネラ症の危険の最小限化)

6. Architectural fountains and waterfall systems (噴水や滝のシステム)

…ASHRAE (米国暖冷房空気調和技術者協会) Guideline 12-2000

概要：水景施設システムの設計・維持管理上の留意事項を定性的に記述している。

5.4.2 まとめ

各種文献のレジオネラ属菌調査結果に見られるように、水景施設においてもレジオネラ属菌が検出されている。特に噴水などエアロゾルが発生しやすい形態では、レジオネラ症発生の危険性がある。

「新版レジオネラ症防止指針…平成11年11月」では、平成9年の調査結果やレジオネラ汚染の防止対策として、“エアロゾルの発生しにくい施設、循環・ろ過装置、消毒装置の設置、定期的な水質検査及び清掃の実施”などが簡略に述べられている程度であり、最新のデータやより具体的な防止対策を示す必要がある。

以下に追記すべき内容を示す。

(主として文献前記(1)「室内空气中の微生物防止対策に関する研究報告書

Ⅲ. 1. 水景施設における微生物に関する研究」平成14年から)

- ①水景施設の形態と循環フロー
- ②水景施設の調査結果の概要とまとめ
- ③水景施設のエアロゾルの発生状況・人と水との接近状況・設置場所・建物用途からのスコア化による水質検査頻度の提案
- ④水景施設の殺菌方法
- ⑤維持管理点検表の例

5.5 蓄熱槽

5.5.1 文献調査

(1) 文献調査

蓄熱槽由来のレジオネラ症罹患事故は、次の文献1件があった。

レジオネラ菌の恐怖、上田瑞男(東京美装興業)、設備と管理(1988-7)

概要：茨城県S市で発生した、建物地下1階のピットを利用した空調用水槽の清掃作業に従事した6名の作業員のうち、5名がレジオネラ症に感染した事例を報告している。

(2) 諸外国の資料

特に見当たらなかった。しかし、帯水層を利用した季節間蓄熱での影響について、次の論文がある。

1) Hicks R J, Stewart D L (Pacific Northwest Lab., WA, USA) : Environmental assessment of the potential effects of aquifer thermal energy storage systems on microorganisms in groundwater (地下水中の微生物に及ぼす帯水層蓄熱システムの潜在的影響の環境アセスメント)、US DOE Rep, PNL-6492, (1988-3)

概要：地下水環境(帯水層)固有の微生物群集および蓄熱システム中の病原菌(とく

に *Legionella*) の繁殖、活動および放出に関連した表題影響の評価である。微生物の成長および活動は、帯水層の多孔性、栄養素の利用率、酸化・還元条件、pH、温度、表面粒子への微生物の吸着などの環境因子によって左右される。開放サイクル蓄熱システムは、閉サイクルよりも地上微生物を搬送する可能性が大きい。

(3) 諸外国と我が国における最近の知見

図 5.5.1 が帯水層での季節間蓄熱の例であるが、日本でも冷暖房や融雪等に使用している事例がある。大規模利用施設としては、四国電力(株)本店ビルが挙げられる。また最近では、夏季の道路表面アスファルトを冷却する目的で実証研究が進められている。帯水層での蓄熱方式は 1 年周期で利用されるのに対して、日本での蓄熱方式は、深夜電力を利用した 1 日周期のものが多い。

日本でも帯水層を利用した季節間蓄熱の普及も考えられることから、調査等の必要性がある。また図 5.5.2~5.5.4 の地下熱利用ヒートポンプシステムも普及し始めており、帯水層利用システムと同様の病原菌の繁殖も考慮する必要がある。地下熱利用ヒートポンプシステム付近の土壌から地下水を汲み上げて利用する場合、地下水からの暴露による病原菌への罹患も考えられる。

一方、日本で広く用いられている蓄熱方式は、欧米でも深夜電力を利用した氷蓄熱やレンガなどに蓄熱する空気調和や給湯システムがある。水の水温を変化させて蓄熱するシステムがどの程度あるのか、対策をどうしているのかなどは不明である。

『建築物等におけるレジオネラ症防止対策について』(平成 11 年 11 月 26 日 生衛発第 1679 号 厚生省生活衛生局長通知) では、蓄熱槽を具体的に記載していない。基準値を考えた場合、この通知に「人が直接吸引する可能性のない場合」として、「 10^2 CFU/100ml (CFU : Colony Forming Unit) 以上のレジオネラ属菌が検出された場合、直ちに清掃・消毒等の対策を講じる。また、対策実施後は検出菌数が検出限界 (10CFU/100ml 未満) 以下であることを確認する。」とある。通知の脈絡から考えて、「人が直接吸引する可能性のない場合」とは、空調設備の冷却塔及び冷却水系を主眼に置いているものと推測でき、蓄熱槽が含まれるか否かは、不明である。

しかし、(財)ビル管理教育センターが平成 11 年に発行した『新版・レジオネラ症防止指針』には、1 ページのみではあるが、記載がある。

(4) まとめ

今年度冬季間に、蓄熱槽のレジオネラ属菌の調査を実施した。過去にレジオネラ症に感染した清掃時の中間季ではなく、温水でレジオネラ属菌が繁殖しやすい時期ではあった。今後、中間季や夏季の調査の必要である。

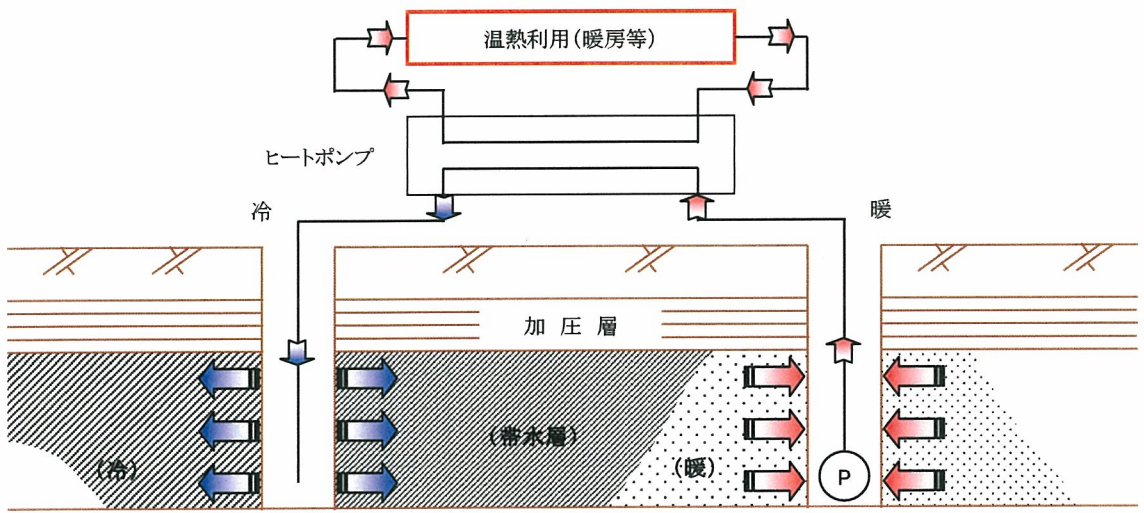


図 5.5.1a 帯水層を利用した季節間蓄熱の事例（冬季）

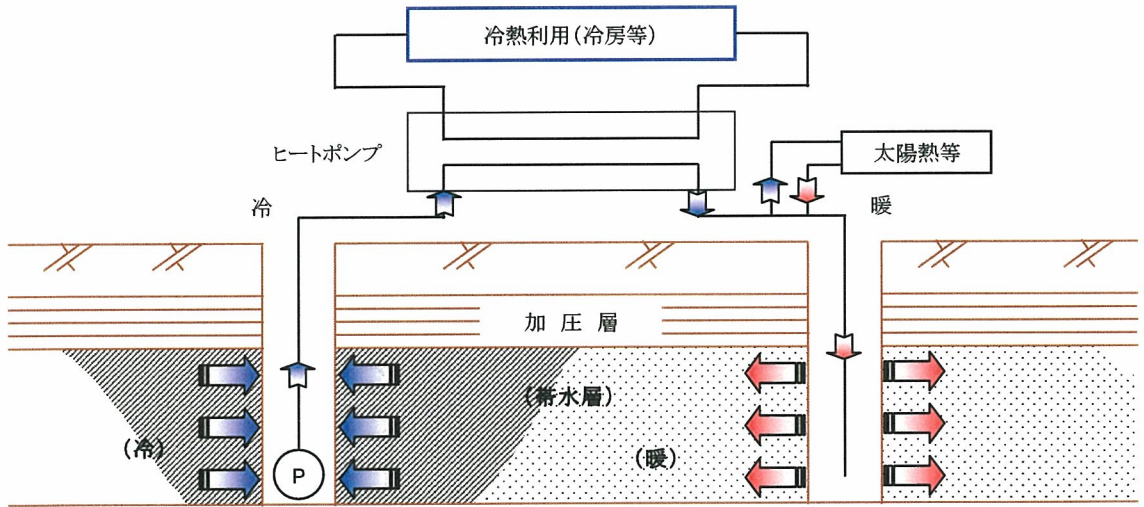


図 5.5.1b 帯水層を利用した季節間蓄熱の事例（夏季）

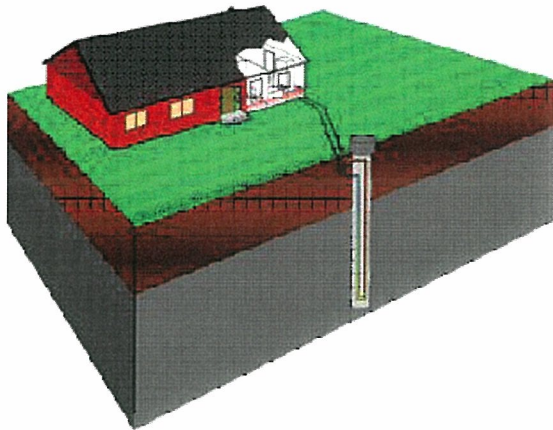


図 5.5.2 地下熱利用ヒートポンプシステム（垂直）

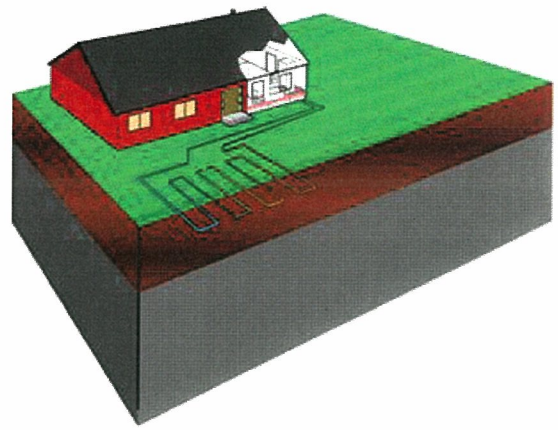


図 5.5.3 地下熱利用ヒートポンプシステム（水平）

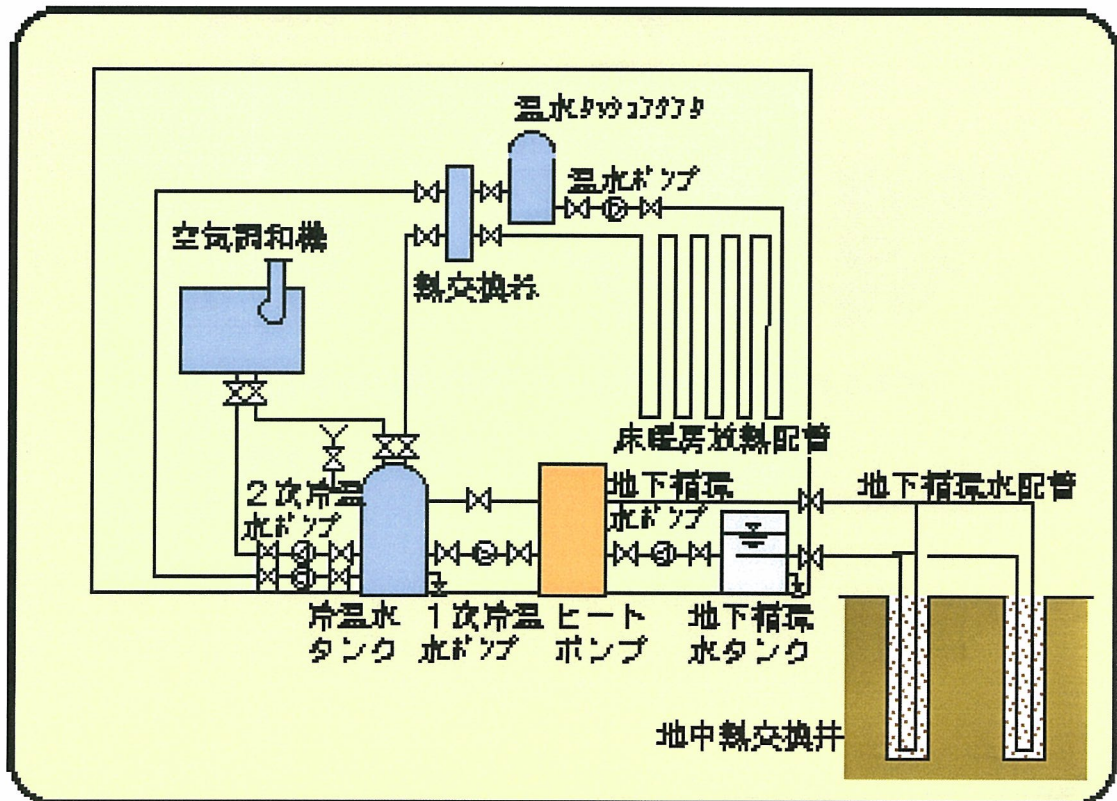


図 5.5.4 地下熱利用ヒートポンプシステムの事例
（岩手県環境保健センター）

5.5.2 蓄熱槽の調査

(1) 調査の概要

平成18年11月から翌年3月までの暖房期間に蓄熱槽の調査を行った。北海道、東北、北陸、関東、四国と九州で実施した。

前述したように、暖房時期の採水・調査である。冷房専用の系統では、使用していないこともあった。

(2) 調査の内容および施設概要

調査結果の一覧を表5.5.1に示す。調査対象の多くは、水を直接加温・冷却する蓄熱槽の系統である。しかし、一部に氷蓄熱と温水蓄熱、潜熱蓄熱材による蓄熱もあった。

温暖な地域では、冷房の熱負荷が多いために、冷温水兼用蓄熱槽と冷水専用蓄熱槽とをバルブを切り替えて、切り離したり、回路に組み込んだりできる事例もある。この場合、冷温水兼用蓄熱槽と冷水専用蓄熱槽が並列になっている場合と、直列になっている場合の双方がある。

また蓄熱槽の上下を温水と冷水とを同時に蓄熱する特殊な技術を用いた事例もある。一般的には、冬季と中間季は温水と冷水の同時蓄熱をするが、夏季は全て冷水とする。冷温水同時蓄熱の場合、ダブルバンドルコンデンサのヒートポンプ冷凍機を使用することが多く、システム運転効率の向上と、廉価な深夜電力利用により大幅なランニングコスト軽減をはかることができる。

表 5.5.1a 蓄熱槽の調査一覧表 (1)

建物識別記号	北海道 A	北海道 B	北海道 C
建物用途	事務所ビル	実験用住宅	テナントビル
建物立地環境	市街地	郊外	市街地
蓄熱槽容量	360 m ³	10 m ³	200 m ³
蓄熱槽用途	冷暖房・防火用水	冷房	冷房・融雪
蓄熱方式	水	水	水
蓄熱槽設置位置	地下1階ピット	地下1階と同レベル	地下2階ピット
蓄熱槽本体材質	コンクリート	コンクリート	コンクリート
蓄熱槽内部仕上げ	エポキシ	エポキシ	防水モルタル
水処理材投入	電解次亜塩素酸	なし	なし
水・ブライン種別	水	水	水
前回換水時期	1996年5月	1997年	2006年11月
採水日	2006年12月	2006年12月	2006年12月
採水水温	38.1 °C	10.3 °C	12.3 °C
遊離残留塩素濃度	0.1 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ
総残留塩素濃度	0.2 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ
pH	pH 7.0	pH 6.8	pH 6.5
レジオネラ属菌	不検出	不検出	不検出

表 5.5.1b 蓄熱槽の調査一覧表 (2)

建物識別記号	東北 A		東北 B-1
建物用途	事務所ビル		研修施設
建物立地環境	市街地		郊外
蓄熱槽容量	350 m ³		350 m ³
蓄熱槽用途	冷暖房		冷暖房
蓄熱方式	水		水
蓄熱槽設置位置	地下3階床下ピット		地下1階床下ピット
蓄熱槽本体材質	コンクリート		コンクリート
蓄熱槽内部仕上げ	トップエポキシ樹脂		トップエポキシ樹脂
水処理材投入	無		無
水・ブライン種別	水		水
前回換水時期	2005年秋		2005年秋
採水日	2006年11月	2007年2月	2007年11月
採水水温	16.6 °C	44.1 °C	47.0 °C
遊離残留塩素濃度	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ
総残留塩素濃度	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ
pH	—	pH 7.6	—
レジオネラ属菌	1.6×10 ² CFU/100ml	5.1×10 ² CFU/100ml	5.1×10 ² CFU/100ml

表 5.5.1c 蓄熱槽の調査一覧表 (3)

建物識別記号	東北 B-1	東北 B-2	東北 B-3
建物用途	研修施設	研修施設	研修施設
建物立地環境	郊外	郊外	郊外
蓄熱槽容量	350 m ³	6 m ³	6 m ³
蓄熱槽用途	冷暖房	暖房	冷房
蓄熱方式	水	潜熱蓄熱材	潜熱蓄熱材
蓄熱槽設置位置	地下1階床下ピット	地上6階屋外	地上6階屋外
蓄熱槽本体材質	コンクリート	鋼製	鋼製
蓄熱槽内部仕上げ	トップエポキシ樹脂	不明	不明
水処理材投入	無	無	無
水・ブライン種別	水	水	ブライン
前回換水時期	2005年秋	無	無
採水日	2007年2月	2007年2月	2007年2月
採水水温	44.1 °C	10.7 °C	4.5 °C
遊離残留塩素濃度	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ
総残留塩素濃度	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ
pH	pH 8.6	pH 5.8	pH 8.4
レジオネラ属菌	2.8×10 ³ CFU/100ml	不検出	不検出

表 5.5.1d 蓄熱槽の調査一覧表 (4)

建物識別記号	東北 C	東北 D	東北 E-1
建物用途	宿泊施設	事務所ビル	事務所ビル
建物立地環境	郊外	郊外	郊外
蓄熱槽容量	15m ³	380m ³	23 m ³
蓄熱槽用途	冷暖房	冷暖房	暖房
蓄熱方式	水	水	潜熱蓄熱材
蓄熱槽設置位置	地下1階 地上	地下1階床下ピット	地上5階屋外
蓄熱槽本体材質	FRP	コンクリート	鋼製
蓄熱槽内部仕上げ	FRP	エポキシ樹脂	不明
水処理材投入	無	無	無
水・ブライン種別	水	水	ブライン
前回換水時期	—	2001年秋	無
採水日	2007年2月	2007年2月	2007年3月
採水水温	55.7 °C	44.8°C	47.8 °C
遊離残留塩素濃度	0.0 mg/l	0.0 mg/l	0.0 mg/l
総残留塩素濃度	0.0 mg/l	0.0 mg/l	0.0 mg/l
pH	pH 6.5	—	pH 8.5以上
レジオネラ属菌	不検出	3.1×10 ³ CFU/100ml	不検出

表 5.5.1e 蓄熱槽の調査一覧表 (5)

建物識別記号	東北 E-2	東北 F	東北 G
建物用途	事務所ビル	事務所ビル	事務所ビル
建物立地環境	郊外	市街地	郊外
蓄熱槽容量	18 m ³	400m ³	4m ³
蓄熱槽用途	冷房	冷暖房	冷暖房
蓄熱方式	潜熱蓄熱材	水	氷・水
蓄熱槽設置位置	地上5階屋外	地下1階地下ピット	屋外
蓄熱槽本体材質	鋼製	コンクリート	FRP
蓄熱槽内部仕上げ	不明	トップエポキシ樹脂	FRP
水処理材投入	無	防錆剤(芙蓉化学)	無
水・ブライン種別	ブライン	水	水
前回換水時期	無	2004年	—
採水日	2007年3月	2007年2月	2007年2月
採水水温	0.6 °C	44.1 °C	33.5 °C
遊離残留塩素濃度	0.0 mg/l	0.0 mg/l	0.0 mg/l
総残留塩素濃度	0.0 mg/l	0.0 mg/l	0.0 mg/l
pH	pH 8.5以上	pH 8.6	pH 6.5
レジオネラ属菌	不検出	不検出	不検出

表 5.5.1f 蓄熱槽の調査一覧表 (6)

建物識別記号	北陸A	関東A	関東B
建物用途	事務所ビル	事務所ビル	事務所ビル
建物立地環境	市街地	市街地	市街地
蓄熱槽容量	360 m ³	670 m ³	450 m ³
蓄熱槽用途	冷暖房	冷暖房	冷暖房
蓄熱方式	水	水(連通管方式)	水(連通管方式)
蓄熱槽設置位置	地下2階地下ピット	1階床下ピット	B1階床下ピット
蓄熱槽本体材質	コンクリート	コンクリート	コンクリート
蓄熱槽内部仕上げ	トップエポキシ樹脂	トップエポキシ樹脂	トップエポキシ樹脂
水処理材投入	無	なし	なし
水・ブライン種別	水	水	水(連通管方式)
前回換水時期	2005年	2006年11月(4年に1回)	? (たぶん未実施)
採水日	2007年3月	2007年1月	2007年1月
採水水温	29.9 °C	32.9 °C	43.0 °C
遊離残留塩素濃度	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/L	0.1mg/L未満
総残留塩素濃度	0.0 mg/ℓ	—	—
pH	pH 5.8	pH 7.0	—
レジオネラ属菌	不検出	2.8×10 ² CFU/100ml	1.9×10 ³ CFU/100ml

表 5.5.1g 蓄熱槽の調査一覧表 (7)

建物識別記号	関東C	関東D	四国A
建物用途	事務所ビル	事務所ビル	事務所ビル
建物立地環境	—	市街地	市街地
蓄熱槽容量	—	300 m ³	98 m ³
蓄熱槽用途	冷暖房	冷暖房	冷暖房
蓄熱方式	水	水	水蓄熱
蓄熱槽設置位置	地下ピット	地下ピット	1階床下ピット
蓄熱槽本体材質	コンクリート	ウレタン/コンクリート	コンクリート
蓄熱槽内部仕上げ	—	—	モルタル防水
水処理材投入	なし	なし	無
水・ブライン種別	水	水	水
前回換水時期	2002年	2005年	—
採水日	2007年1月	2007年1月	2007年2月
採水水温	38.0 °C	36.0 °C	38.2 °C
遊離残留塩素濃度	0.0 mg/L	0.0 mg/L	0.0 mg/ℓ
総残留塩素濃度	—	—	0.0 mg/ℓ
pH	—	—	pH 7.0
レジオネラ属菌	5.1×10 ² CFU/100ml	9.1×10 ² CFU/100ml	不検出

表 5.5.1h 蓄熱槽の調査一覧表 (8)

建物識別記号	四国 B	四国C	四国D
建物用途	事務所ビル	事務所ビル	研修所
建物立地環境	市街地	市街地	市街地
蓄熱槽容量	700 m ³	115 m ³	550 m ³
蓄熱槽用途	冷暖房	冷暖房	冷暖房
蓄熱方式	水蓄熱	水蓄熱	水蓄熱
蓄熱槽設置位置	地下1階床下ピット	1階床下ピット	地下1階床下ピット
蓄熱槽本体材質	コンクリート	コンクリート	コンクリート
蓄熱槽内部仕上げ	シート防水	モルタル防水	シート防水
水処理材投入	無	無	無
水・ブライン種別	水	水	水
前回換水時期	2006年 秋	—	1997年
採水日	2007年2月	2007年2月	2007年2月
採水水温	41.1 °C	42.5 °C	37.2 °C
遊離残留塩素濃度	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ
総残留塩素濃度	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ
pH	pH 7.0	pH 7.0	pH 6.5
レジオネラ属菌	不検出	9.0×10 ⁴ CFU/100mℓ	不検出

表 5.5.1i 蓄熱槽の調査一覧表 (9)

建物識別記号	四国E	四国F	四国G(還管)
建物用途	事務所ビル	事務所ビル	事務所ビル
建物立地環境	市街地	市街地	市街地
蓄熱槽容量	60 m ³	70 m ³	200 m ³
蓄熱槽用途	冷暖房	冷暖房	冷暖房(還)
蓄熱方式	水蓄熱	水蓄熱	水蓄熱
蓄熱槽設置位置	1階床下ピット	1階床下ピット	1階床下ピット
蓄熱槽本体材質	コンクリート	コンクリート	コンクリート
蓄熱槽内部仕上げ	モルタル防水	シート防水	シート防水
水処理材投入	無	無	無
水・ブライン種別	水	水	水
前回換水時期	—	—	—
採水日	2007年2月	2007年2月	2007年2月
採水水温	41.8 °C	38.3 °C	40.6 °C
遊離残留塩素濃度	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ
総残留塩素濃度	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ
pH	pH 7.2	pH 7.2	pH 6.5
レジオネラ属菌	3.0×10 ⁴ CFU/100mℓ	3.1×10 ³ CFU/100mℓ	4.7×10 ² CFU/100mℓ

表 5.5.1j 蓄熱槽の調査一覧表 (10)

建物識別記号	四国G(往管)	四国H-1	四国H-2
建物用途	事務所ビル	研究所	研究所
建物立地環境	市街地	郊外	郊外
蓄熱槽容量	200 m ³	1,500 m ³	1,500 m ³
蓄熱槽用途	冷暖房(往)	冷房専用	冷暖房
蓄熱方式	水蓄熱	水蓄熱	水蓄熱
蓄熱槽設置位置	1階床下ピット	地下1階床下ピット	地下1階床下ピット
蓄熱槽本体材質	コンクリート	コンクリート	コンクリート
蓄熱槽内部仕上げ	シート防水	シート防水	シート防水
水処理材投入	無	無	無
水・ブライン種別	水	水	水
前回換水時期	—	2003年 春	2003年 春
採水日	2007年2月	2007年2月	2007年2月
採水水温	44.8 °C	35.0 °C	45.5 °C
遊離残留塩素濃度	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ
総残留塩素濃度	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ
pH	pH 6.5	pH 6.5	pH 6.5
レジオネラ属菌	2.6×10 ² CFU/100ml	1.1×10 ² CFU/100ml	不検出

表 5.5.1k 蓄熱槽の調査一覧表 (11)

建物識別記号	九州A	九州B	九州C
建物用途	事務所ビル	事務所ビル	事務所ビル
建物立地環境	市街地	市街地	市街地
蓄熱槽容量	600m ³	200m ³	120m ³
蓄熱槽用途	冷暖房	冷暖房	冷暖房
蓄熱方式	水蓄熱	水〔ハイブリッド〕	水〔ハイブリッド〕
蓄熱槽設置位置	地下1階ピット	屋外	屋外
蓄熱槽本体材質	コンクリート	コンクリート	鋼板
蓄熱槽内部仕上げ	アスファルト	アスファルト	不明
水処理材投入	なし	なし	有り
水・ブライン種別	水	水	水
前回換水時期	2006年春	なし	なし
採水日	2007年2月	2007年2月	2007年2月
採水水温	41.4 °C	40.0 °C	52.1 °C
遊離残留塩素濃度	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ
総残留塩素濃度	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ	0.0 mg/ℓ
pH	pH 7.2	pH 7.0	pH 7.2
レジオネラ属菌	3.1×10 ² CFU/100ml	5.6×10 ² CFU/100ml	不検出

(3) レジオネラ属菌生息状況

表 5.5.1 の通り、26 施設、30 システム（系統）で、33 検体の蓄熱槽水のレジオネラ属菌検査を実施した。システム数と検体数の違いは、2 システムで時期を違えて 2 回実施したこと、1 システムで同時期に 2 検体を採水したからである。

次に諸条件ごとのレジオネラ属菌の検出数割合を示すが、ここではシステム数と菌数の対数で解析した。同システムで 2 回検査したデータは、菌数の多いものをデータとして用いた。

システム基準では、30 システム中、14 システム（46.7%）から培養法でレジオネラ属菌を検出した。検体数基準では、33 検体中、17 検体（51.5%）からレジオネラ属菌を検出した。

菌種は *L. pneumophila* SG1 (SG:血清型 1 群) が最も多く、その他 *L. pneumophila* SG3、SG5、SG6、SG7、SG8、SG12 が検出された。

条件ごとに、考察した結果が図 5.5.5～図 5.5.13 である。

地域別の結果は、図 5.5.5 の通りである。北海道・東北のシステムで、不検出の割合が高く、関東甲信越以西で検出の割合が高くなっている。暖房長い北海道・東北でレジオネラ属菌が繁殖しやすいと予想されたが、違った結果になった。

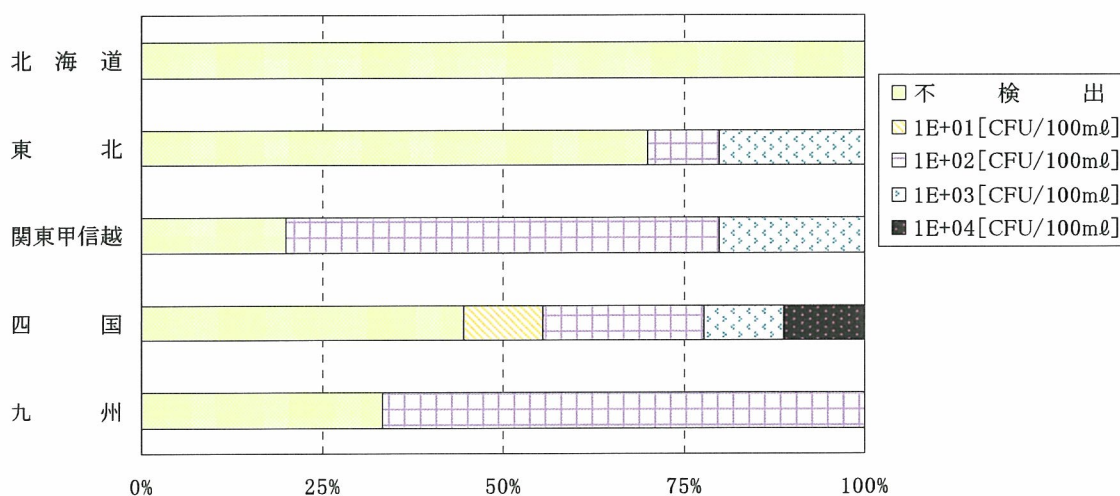


図 5.5.5 地域別レジオネラ属菌検出率（システム基準）

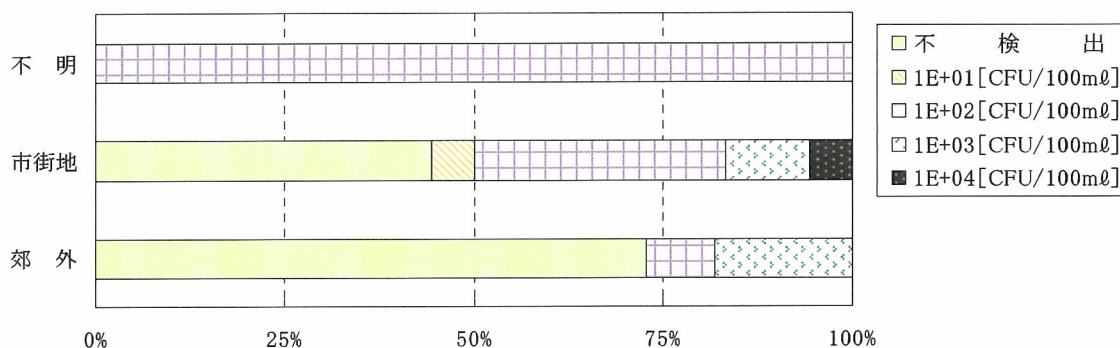


図 5.5.6 建物立地環境別レジオネラ属菌検出率（システム基準）

建物の立地環境は、図 5.5.6 の通りである。郊外の方が、市街地より不検出の割合が高い。

蓄熱槽の容量別の結果は、図 5.5.7 の通りである。99 m³以下の蓄熱槽からのレジオネラ属菌の検出の割合が、100 m³以上の蓄熱槽より低い結果となった。

蓄熱槽の設置位置の違いによるものは、図 6.5.8 である。屋内外を問わず、地上に設置した蓄熱槽からの検出の割合が低く、建物床下のピットを利用した蓄熱槽からの検出割合が高い。これは、図 6.5.9 の内部仕上げとの関係も考えられる。内部仕上げでは、FRP の水槽を利用した蓄熱槽 2 槽は、両方とも不検出であった。レジオネラ属菌の検出の違いが、設置位置と関係深いのか、槽内部仕上げと関係が深いのかは、不明である。

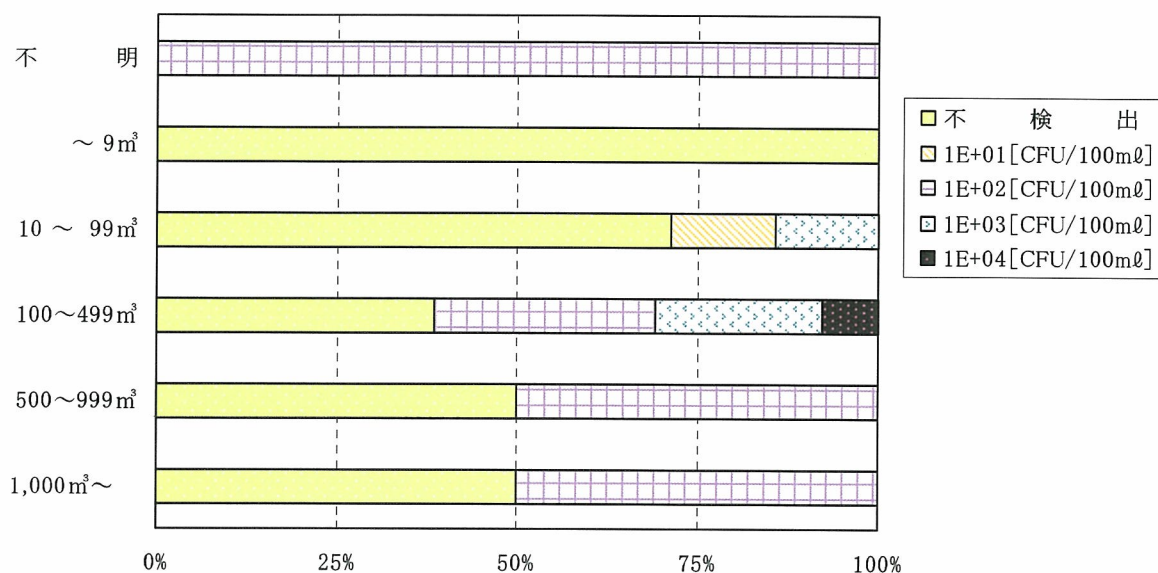


図 5.5.7 蓄熱槽容量別レジオネラ属菌検出率 (システム基準)

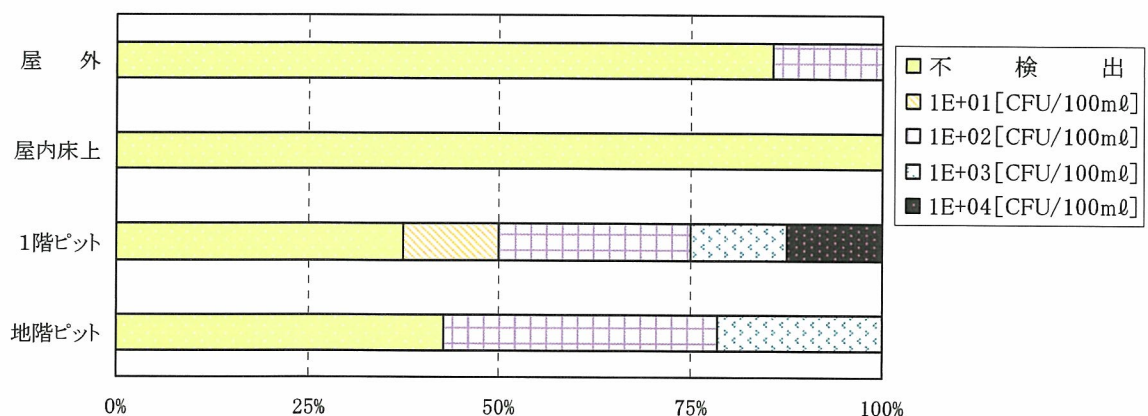


図 5.5.8 蓄熱槽設置位置別レジオネラ属菌検出率 (システム基準)

図 5.5.10 は、熱媒が水だけか、ブラインも添加しているかの違いを比較したものである。ブラインの蓄熱槽では、不検出であった。

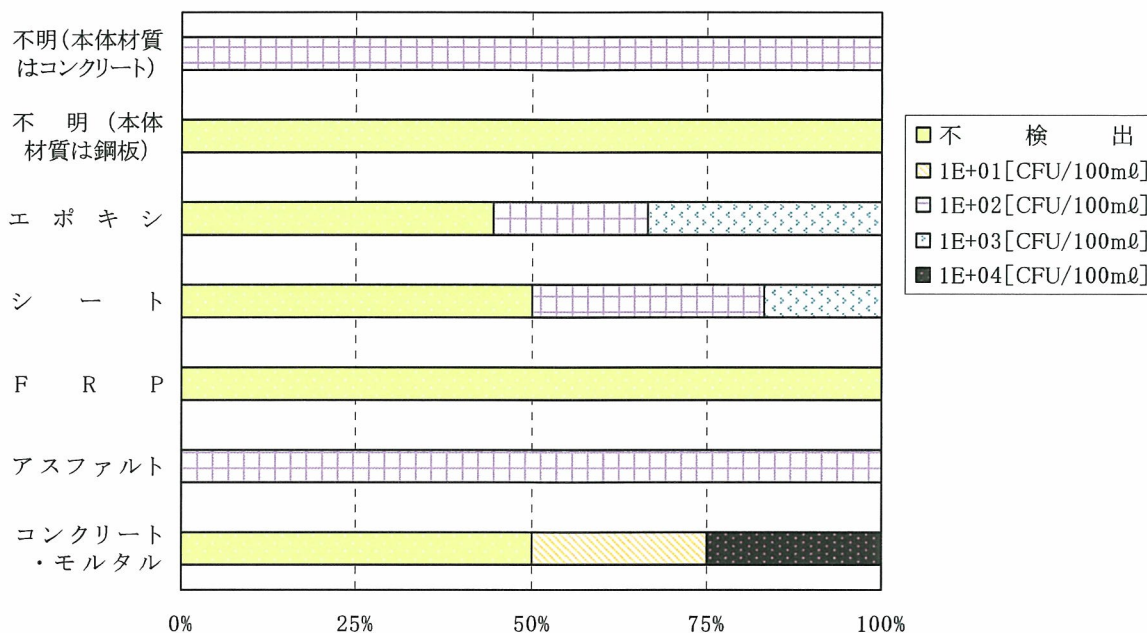


図 5.5.9 蓄熱槽内部仕上げ別レジオネラ属菌検出率 (システム基準)

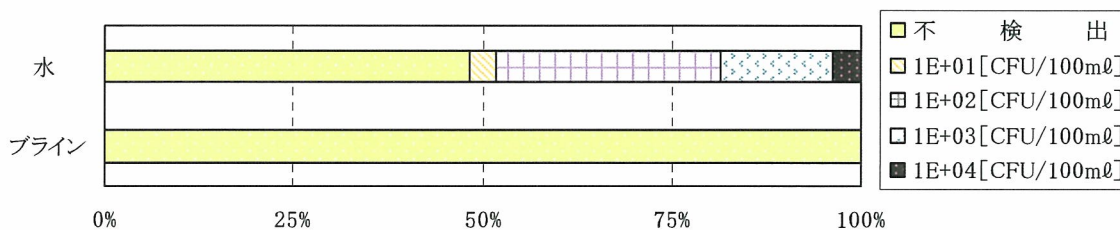


図 5.5.10 水・ブライン別レジオネラ属菌検出率 (システム基準)

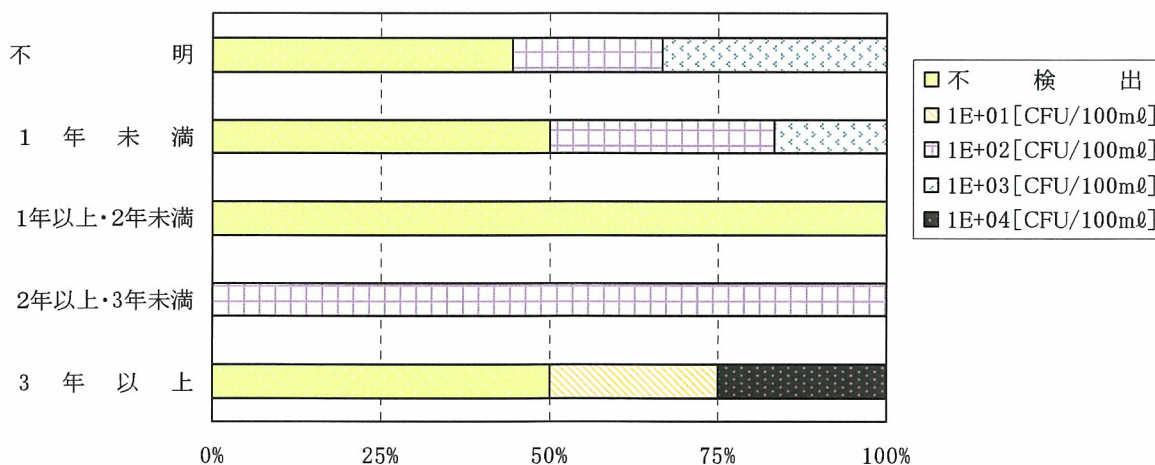


図 5.5.11 前回換水時期別レジオネラ属菌検出率 (システム基準)

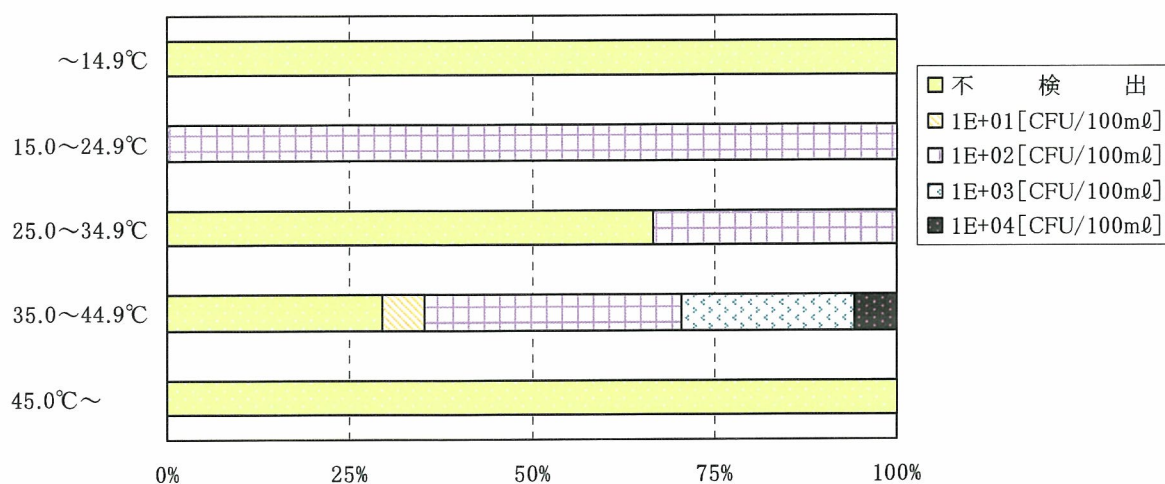


図 5.5.12 採水時水温別レジオネラ属菌検出率（システム基準）

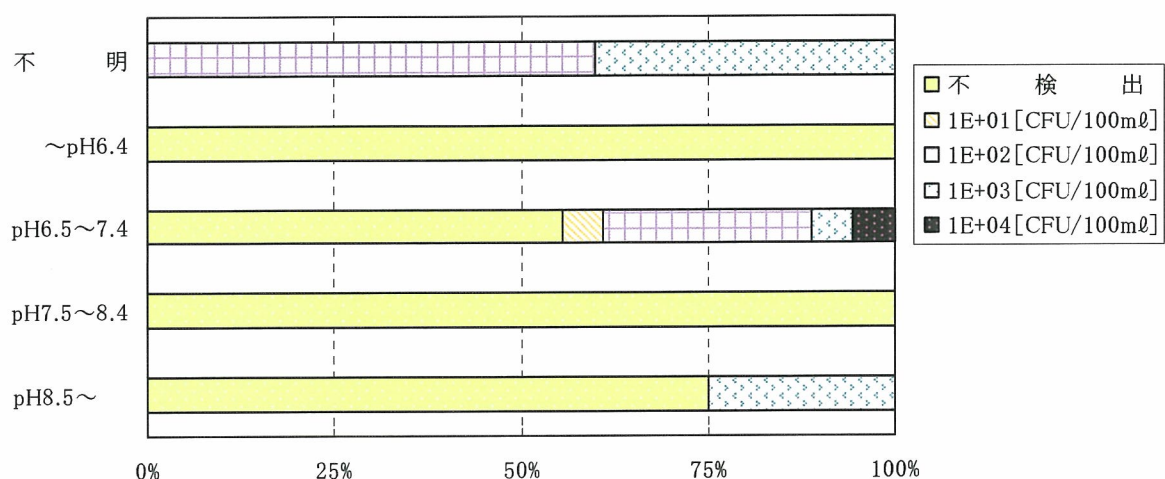


図 5.5.13 採水時 pH 別レジオネラ属菌検出率（システム基準）

蓄熱槽水の前回換水時期別で、比較したのが図 6.5.11 である。1 年未満のシステムと、3 年以上（竣工後換水したことがないシステムも含む）のシステムで、共に 50% の割合で不検出、また検出された菌数にも傾向が見られないことから、換水からの期間とレジオネラ属菌の検出には関連が見られなかった。

蓄熱槽水採水時の水温で比較したものが、図 6.5.12 である。14.9 度以下のシステムと、45.0°C 以上のシステムでは不検出であった。15.0°C~44.9°C のシステムには、とくに関連性が見られない。

蓄熱槽水の採水時の pH で比較したものが、図 6.5.13 である。pH6.4 以下のシステムと、pH7.5~8.4 のシステムからは不検出であった。とくに pH の違いによるレジオネラ属菌検出の割合の特性は、見られなかった。

(4) 検査法の違いによる検出数の差異

培養法に併せて実施した新規遺伝子増殖法の LAMP 法（Loop-Mediated Isothermal Amplification）では、31 検体中、25 検体（80.6%）でレジオネラ陽性であった。培養法（Culture）と LAMP 法でのレジオネラ陽性・陰性の違いは、表 5.5.2 の通りである。

表 5.5.2 検査方法による
レジオネラ陽性数の違い

		LAMP法	
		陽性	陰性
培養法	陽性	18 検体	1 検体
	陰性	7 検体	5 検体

LAMP 法は、死菌、VNC（Viable but non-culturable：培養不能）菌や核酸（DNA・RNA）のみでも検出する。培養法・陰性かつ LAMP 法・陽性の蓄熱槽水 7 検体は、過去にレジオネラ属菌の生息、または培養法でレジオネラ属菌を分離できない培養不能菌が生息していたことも考えられる。

(5) まとめ

建築物に設置されている蓄熱槽のレジオネラ汚染状況については過去の調査報告例がなく、今回冬季におけるレジオネラ属菌生息状況調査を実施した。

蓄熱槽は、マンホールで密閉されているため、冷却塔のような近隣への放散、給湯や循環式浴槽のような利用者に対する感染の心配はない。しかし、前述したように、過去に蓄熱槽の清掃時に作業者が集団感染した事例もある。

このことから蓄熱槽でも、槽内やマンホール付近で清掃・点検等をする作業者は、ゴーグルやマスク等の保護具を使用し、罹患防止に努める必要がある。ただし、検出されたレジオネラ属菌が多い場合は、事前に消毒等の措置を行い、100CFU/ml 未満に減ったことを確認から、清掃や点検の作業に取り掛かるべきである。これらを踏まえ、蓄熱槽でのレジオネラ属菌の確認方法や消毒を含めた防護方法や作業手順、マニュアルも必要と考えられる。

（社）空気調和・衛生工学会の『蓄熱式空調システム 計画と設計』（平成 18 年 7 月発行）には蓄熱槽の水替えについて、「水質が長期的に安定している場合は、水替えを実施しないほうがよい。これは、水替えをすることによって溶存酸素や遊離炭酸が増加し、逆に腐食を促進させるためである（一般的な水替えの目安は、4～5 年に 1 回）。」（pp.172～173）と記載されている。このように、頻繁に蓄熱槽水を水替えする必要はなく、日常は点検や水質管理等程度に留めるべきである。

5.6 循環式浴槽

5.6.1 文献調査

(1) 文献の概要

平成 16 年度までの日本国内での文献は、次の（社）空気調和・衛生工学会 安全・防災委員会 浴場施設におけるレジオネラ対策小委員会が作成した 2 冊の報告書と指針にある程度、網羅されている。この 2 冊については、(2) に『浴場施設のレジオネラ対策指針』の要点を別記し、『浴場施設におけるレジオネラ対策指針のための調査・実験研究』との関連も記載する。

- 1) 浴場施設におけるレジオネラ対策指針のための調査・実験研究、空気調和・衛生工学会 安全・防災委員会 浴場施設におけるレジオネラ対策小委員会 (2006-5)
- 2) 浴場施設のレジオネラ対策指針、空気調和・衛生工学会 安全・防災委員会 浴場施設におけるレジオネラ対策小委員会 (2006-11)

平成 17 年度以降に(社)空気調和・衛生工学会と(社)日本水環境学会の大会で発表された文献を下記に示す。

- 3) 施設におけるレジオネラ対策に関する研究(その 1) 事故発生施設の調査と設備上の問題点、小川正晃(ユニ設備設計)ほか、空気調和・衛生工学会大会(平成 17 年度)
概要 平成 12 年と平成 14 年にレジオネラ症集団感染事故のあった石岡市 H 浴場と宮崎 S 温泉浴場、また平成 14 年に更新開業して掛け流し浴槽からレジオネラ属菌が発生して、休業した宮崎 K 温泉浴場の 3 施設の調査結果と考察である。
- 4) 浴場施設におけるレジオネラ対策に関する研究(その 2) 砂式ろ過器のろ過性能試験、中村勉(須賀工業)ほか、空気調和・衛生工学会大会(平成 17 年度)
概要 砂式ろ過器のろ過性能実験の結果である。濁度の除去率はワンパスでは 40% 未満であること、LV 値は 40 程度にすべきことや、ろ過層厚は 600 mm が望ましいことがわかった。
- 5) 浴場施設におけるレジオネラ対策に関する研究(その 3) 砂式ろ過器の逆洗効率試験、稲田朝夫(須賀工業)ほか、空気調和・衛生工学会大会(平成 17 年度)
概要 砂ろ過器の逆洗性能実験の結果である。支持層がある場合は、LV 値が 50 以上では支持層とろ過層の砂が混じりあい、一部の砂が流出する。LV 値が 40 以上でろ過層の膨張率が 10% を超え、DIN の規定を満足することがわかった。
- 6) 浴場施設におけるレジオネラ対策に関する研究(その 4) 入浴による水質の変化 赤井仁志(ユアテック)ほか、空気調和・衛生工学会大会(平成 17 年度)
概要 入浴による水質の変化を実験室で実測したものの報告である。過マンガン酸カリウム消費量原単位は 400mg/人、濁度の原単位は 50mg/人、遊離残留塩素濃度減少の原単位は 55~120mg/人であることがわかった。
- 7) 浴場施設におけるレジオネラ対策に関する研究(その 5) 各種温泉水質と塩素添加時の ORP、遊離残留塩素の挙動、縣邦雄(アクアス)ほか、空気調和・衛生工学会大会(平成 17 年度)
概要 温泉水に塩素を添加した場合の酸化還元電位 (ORP) と遊離残留塩素濃度の変化を実験したものである。塩素消毒に関わる項目として pH、ORP、アンモニウムイオンや COD が関わることがわかった。
- 8) 浴場施設におけるレジオネラ対策に関する研究(その 6) 各種温泉水質におけるレジオネラ属菌の増殖挙動、森林博之(関東学院大学)ほか、空気調和・衛生工学会大会(平成 17 年度)
概要 温泉水の水質の違いにより、*L.pneumophila* の増殖とバイオフィーム存在下での増殖特性を実験した結果である。レジオネラ属菌が生存できない泉質、増殖しにくい泉質、生存可能な泉質の違いは、pH、アルカリ度と ORP によることがわかった。

- 9) 浴場施設におけるレジオネラ対策に関する研究(その 7) 各種温泉水質におけるレジオネラ属菌の消毒効果、野知啓子(関東学院大学)ほか、空気調和・衛生工学会大会(平成 17 年度)・・・温泉水の泉質の違いによるレジオネラ属菌の塩素等による不活化実験の報告である。微酸性電解次亜塩素酸による消毒では、次亜塩素酸ナトリウムよりも消毒効果の高い泉質があった。塩素消失量の多い泉質には、二酸化塩素の消毒効果が顕著であることがわかった。
- 10) 浴場施設におけるレジオネラ対策に関する研究(その 8) 浴槽内の流動現象に関する実験、興水知(加倉工業)ほか、空気調和・衛生工学会大会(平成 17 年度)
概要 実験用浴槽での浴槽水の流れの実験と実際の施設の浴槽を使用した実験の報告である。吐水口からの流量の違いによって、到達距離や拡散角度に違いが生じることがわかった。
- 11) 浴槽施設における消毒副生成物の実態と挙動、鎌田素之(関東学院大学)ほか、日本水環境学会年次大会(平成 17 年度)
概要 浴槽施設で消毒副生成物を調査した結果、トリハロメタン濃度は平均 53.5 $\mu\text{g}/\text{l}$ 、最大 270 $\mu\text{g}/\text{l}$ であった。トリハロメタン生成能は、平均 113.6 $\mu\text{g}/\text{l}$ 、最大 220 $\mu\text{g}/\text{l}$ であり、トリハロメタン前駆物質として、人為的な有機物負荷の寄与が大きいことがわかった。
- 12) 強アルカリ性電解水による *Legionella pneumophila* の殺菌効果の検討、菱田隆人(ヤマト)ほか、日本水環境学会年次大会(平成 17 年度)
概要 強アルカリ性電解水は、pH10~11 で急速にレジオネラ属菌を死滅させる。強アルカリ性電解水を中和しても同様の効果が得られることがわかった。
- 13) 循環式浴槽システムにおける浴槽水水質の最適化に関する検討、田神香(関東学院大学)ほか、空気調和・衛生工学会大会(平成 18 年度)
概要 家庭用循環浴槽水のレジオネラ対策として、紫外線照射と塩素消毒を併用したシステムが有効であることがわかった。また模擬砂ろ過装置では、溶解性有機物は除去できないこともわかった。
- 14) 気泡浴槽および超音波浴槽における消毒剤の挙動、前田信治(東北文化学園大学)ほか、空気調和・衛生工学会大会(平成 18 年度)
概要 気泡浴槽と超音波浴槽では、通常の浴槽より塩素消失量が多いことがわかった。塩素の発散の主要素は、気泡浴槽では空気の供給、超音波浴槽ではノズルからの噴出力による攪拌である。
- 15) 浴槽水の消毒剤濃度現地測定法に関する調査研究(その 1) 遊離残留塩素濃度、赤井仁志(ユアテック)ほか、空気調和・衛生工学会北海道支部学術講演会(平成 18 年度)
概要 原水・原湯での遊離残留塩素濃度の測定値は、DPD も SBT も同様の値を示すことがわかった。一方、浴槽水では DPD の指示値が高く、SBT が低いことがわかった。DPD で浴槽水を測定すると結合残留塩素濃度も遊離残留塩素濃度として計測すると考えられた。
- 16) 浴槽水の消毒剤濃度現地測定法に関する調査研究(その 2) 二酸化塩素濃度、阪中 郁(タクミナ)ほか、空気調和・衛生工学会北海道支部学術講演会(平成 18 年度)