

令和 7 年度分担研究報告書

冷却塔の稼働時モニタリングとその特性把握

研究分担者 本間義規 国立保健医療科学院 建築・施設管理研究部

研究要旨

冷却塔からのレジオネラ属菌を含むバイオエアロゾルの発生は、①レジオネラ属菌の循環水への混入、②循環水中での増殖、③ファンによる大気中飛散、の 3 段階のプロセスを経る必要がある。これまで②段階の対策が多く議論され、定期的な維持管理が行われていれば集団感染のリスクは低く維持することができていたが、こうした対策が適切に実行されない場合の集団感染リスクは、気候変動に伴う近年の夏期高温高湿化の影響もあって上昇しつつある。

冷却塔に起因するレジオネラ症集団感染は 2 種類の拡散パターンが存在する。1 つは、空調系統或いは開放窓等からレジオネラ属菌を含んだエアロゾル粒子が室内に侵入し感染するケース、もう一つは冷却塔ファンで上空放出されたエアロゾル粒子が広域拡散するケースである。これは③段階の精査が必要であり、いずれの場合にも対応可能なリスク推定手法の構築が求められる。

令和 7 年度は、集団感染事例が発生した建物を対象とする屋外検証実験、実建物に設置された冷却塔の循環水温（上部散水槽温度、下部循環水槽温度）、ファン風速のモニタリングを行い以下の 3 点を把握した。

- 1) レジオネラ集団感染が発生した医療施設の感染拡散メカニズムについて検討したところ、大気汚染分野で利用される大気拡散モデルは概ね CFD 解析結果と整合することを確認した。今後、パフモデルに基づくレジオネラ属菌の気中濃度を用いて換気回路網シミュレーションを行い、院内感染が生じていたかどうかの検証につなげる。
- 2) 実建物に設置された冷却塔のファン風速、循環水温（上部散水槽温度、下部循環水槽温度）、ファン風速のモニタリング、検水培養を行い評価した。冷却塔の稼働状態は負荷変動や外気条件によって変化する。冷房負荷シミュレーションなども併用し、定常運転とならない状況のリスク上昇がどの程度か検討する必要がある。
- 3) 今回の測定では、比較的汚染度の高い冷却塔循環水でもレジオネラ属菌は検出されなかった。単に確率的にレジオネラ属菌が混入していなかっただけなのかあるいは検査法の感度の問題なのかは不明である。

A. 研究目的

A.1. 冷却塔のしくみ

冷却塔は冷房負荷の大きな建物、例えば大規模施設の空調設備あるいは 24 時間連続運転が必要なクリーンルームや医療施設等で活用されることが多い。冷却塔は圧縮式冷凍機或いは吸収式冷凍機における放熱側排熱のために用いられる設備である。水と空気を接触させることで蒸発させその蒸発潜熱で水温を下げる物理現象

を利用する。32℃の水の蒸発潜熱は 2425kJ/kg であり、循環水の 1%を蒸発させると残り 99%の水温を約 5.8℃低下させることが可能である。循環水量は一般に 1 冷凍トン (3.86kW) あたり 13 リットル/分 (圧縮式冷凍機) 或いは 17 リットル/分 (吸収式冷凍機) を条件とし、設計上の蒸発水量は循環水量の 1%、飛散損失水量 (キャリオーバー) は循環水の 0.1%、ブローダウン量 (蒸発によって残りの冷却水が濃縮されるのを

防ぐために必要な水量、通常 0.1～0.5%) が必要となる。保有水量（下部水槽や配管内を満たしている水の合計）は 1 冷凍トンあたり 30～50 リットルである（従って、冷却能力 1000kW の保有水量は 8～13 トンと見積もられる）。

A.2. 冷却塔に起因するレジオネラ集団感染

冷却塔の循環水を大気と接触させると、大気中の浮遊微生物やガス成分によって汚染されることになる。どのような菌が混入するのかは地理的状況、地域特性（周辺土木工事の有無、周辺農作業の状況、周辺の樹木被覆率等）や大気流等に依存することが多く、浮遊菌のうち特にレジオネラ属菌は循環水内で増殖するため問題視されている。冷却塔から発生するバイオエアロゾルにはレジオネラ属菌を含む可能性が高く、ヨーロッパ（スペイン、ポルトガル、フランス等）、アメリカ、オーストラリア等では広域伝播による死者を含む集団感染事例が報告されている¹⁾。日本ではこれまで事例が少なかったが、2023 年に医療施設の冷却塔が原因とされる集団感染（院内での感染、市中感染）が発生した²⁾。感染者のうち 13 名は受診歴のない近隣住民であり、かつ医療施設から 0.3～13.6km 圏内で見られることから、日本で広域拡散が確認された初の事例であると考えられている。東京都や大阪府等でも同様の集団感染が発生している疑いがあり、気候変動に伴う夏期高温高湿化が懸念されるなか、今後も同様のリスクが増加する可能性を否定できない。

A.3. 循環水中のレジオネラ属菌発生機序

冷却塔からのレジオネラ属菌を含むバイオエアロゾルの発生は、①レジオネラ属菌の循環水混入、②循環水中での増殖、③ファンによる大気中飛散、の各プロセスを経る必要がある³⁾。①の段階で菌を循環水に混入させないことが何より重要であるが、AHU と異なり HEPA フィルターは、プロペラファンでは差圧の確保が困難なことから実務上利用されない。従って②の段階において、殺菌剤の使用、清掃・維持管理（バイオフィルム対策）対策の徹底が求められる。ただ、循環水温が 32～37℃と増殖に適した温度であること、近年の夏期高温多湿化に伴い、さらに条件が悪くなってきている。③段階の大気空気と十分混合させるプロセスそのものは、

冷却メカニズム上避けることができない。そして、気中拡散したレジオネラ属菌による感染パターンは次の 2 種類がある。1 つは、空調系統或いは開放窓等からレジオネラ属菌を含んだエアロゾル粒子が室内に侵入し院内感染するケース⁴⁾、もう一つは冷却塔ファンで上空放出されたエアロゾル粒子が広域拡散し市中感染するケースである⁵⁾。冷却塔周辺のレジオネラ属菌遺伝子量を測定した既往研究⁶⁾の結果では、冷却塔外近傍（1m）で 10 copies/m³（冷却塔内空気 N.D.）、75 copies/m³（冷却塔内空気 130、230 copies/m³）、市街地での計測で最大 200 copies/m³ という結果が得られている（これらは PCR 法による検出である培養法では検出されていない）。

A.4. 本研究の目的

これまで、A.3.②段階での対策が多く議論されてきた。また院内感染を避けるために、冷却塔と OA との離隔距離を 10m 確保するなどの建築的工夫も行われてきた。しかし、国内で市中感染（広域拡散感染）や空調系統以外の院内感染が疑われる事案が発生しており²⁾、さらに湿球温度が高くなりつつあるなか、改めて冷却塔のメカニズムの工学的検証及び対策立案が求められる。また、建物省エネ性能に応じた機器運転への影響についても確認が必要である。

そこで令和 7 年度は、①集団感染事例が発生した建物を対象とする屋外検証実験、②実建物に設置された冷却塔の循環水温（上部散水槽温度、下部循環水槽温度）、ファン風速のモニタリング、検水培養を行い、その特性を把握することを目的とした。

B. 研究方法

B.1. 集団感染事例が発生した建物を対象とする屋外検証実験

測定対象とする医療施設（宮城県大崎市）は 2023 年に集団感染が発生した施設である。当時の冷却塔は既に撤去されていることから、主にシミュレーションによる検証となる。簡易な評価手法として、環境アセスメントで用いられる大気拡散モデル（プリューム・パフモデル）を利用する⁷⁾。算出基礎式を(1)～(3)式に示す。

排風上昇高さ算定 (CONCAWE モデル)

$$\Delta H = 0.157 \cdot Q_H^{0.5} \cdot u^{-\frac{3}{4}} \quad (1)$$

有風時 (プリュームモデル) の地上濃度 C

$$C = \frac{Q}{\pi \sigma_y \sigma_z U} \cdot e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} \cdot e^{-\frac{He^2}{2\sigma_z^2}} \quad (2)$$

無風時 (パフモデル) の地上濃度 C

$$C = \frac{Q}{(2\pi)^{3/2} \gamma} \cdot \left(\frac{2}{R^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} He^2} \right) \quad (3)$$

ただし、 ΔH : 冷却塔排風上昇距離 (m)、 Q_H : 排風熱量(W)、 θ : 温度 (°C)、 C : 濃度(-)、 σ_y 、 σ_z : 排風の y 方向および z 方向の拡散幅(m)、 Q : 単位時間当たりのレジオネラ属菌放出強度 (CFU/s)、 U : 外部風速(m/s)、 u : ファン風速 (冷却塔排風速度) (m/s)、 He : 排風の中心軸の地上からの高さ (有効煙突高) (m)、 α 、 γ : 大気安定度に対して設定された無風時拡散パラメータ

広域拡散時のエリア内濃度分布などの原因究明は、主に数値流体解析 (CFD) を用いて実施するが (CFD 解析担当 : 大沢)、一方で簡易手法 (大気拡散モデル) に基づく濃度推定の妥当性検証にも用いることを考えている。いずれにしても風向・風速データが必要であるため、ブリード超音波風速計 PGWS-100-3 (風速測定範囲 : 0~60m/s、精度 $\pm 2\%$ 、分解能 0.01m/s、風向範囲 : 0~360°、精度 $\pm 2^\circ$ 、分解能 1°) を用い、冷却塔が存置していた場所 (建物最上階) に機器を設置し測定を行った (写真 1)。測定インターバルは 1 分間、測定期間は 2025 年 8 月 28 日~10 月 15 日である。

このほか、周辺浮遊微生物のトラップを目的とした水中増殖実験を行っている (写真 1、2)。100L タンク (W630mm × D480mm × H490mm) に水道水を満たし、エアポンプ (テクノ高槻 HP-40、吐出風量 40L/min) で外気を送り込んでタンク水と外気とを接触させる。検水採取 (500ml×3、9/17、9/29、10/15) とレジオ

ネラ属菌の培養を実施した (培養は宮城県保健環境センター微生物部工藤剛副主任研究員に依頼)。また、Tidbit 水中温度計 (CO-MX2204) でタンク内水温を連続測定した (測定インターバルは 1 分)。

B.2. 実建物に設置された冷却塔稼働時モニタリング

冷却塔の循環水量や蒸発水量等は設計条件として示されることも多いが、前述した大気拡散モデル (広域拡散) や無風時の周辺汚染質濃度の算出に必要なファン風速データについては、稼働している実機で測定する必要がある。そこで、東京都及び埼玉県の建物に設置された強制通風式冷却塔 (以降、これら冷却塔を冷却塔 A、冷却塔 B と称す) のファン風速、循環水温度 (上部散水槽、下部循環水槽) の測定を行った。ファン風速はサトテック・ベーン式風速計 AM-4207SD (測定範囲 : 0.4~30.0m/s、 $\pm (2\% \text{rdg} + 0.2)$ m/s、分解能 : 0.1m/s) を用いて 1 分間隔で測定、水温は Tidbit 水中温度計 (CO-MX2204) を用いて 1 分間隔で測定した。センサーの設置状況、循環水の状態を写真 3、4 に、冷却塔の型式等の詳細を表 1 に示す。

C. 研究結果

C.1. 集団感染事例が発生した建物を対象とする屋外検証実験

大気拡散モデル (プリューム・パフモデル) を用いた冷却塔排風上昇高さ ΔH 及び水平到達距離 L の推定結果を図 1 に示す。なお、排風吹出し速度は後述の実測結果を用いた。外部風の影響にもよるが、排風速度 13m/s (冷却塔 B (埼玉県) の実測結果)、ファン直径 1.6m の場合、冷却塔直上 40~60m の高さまで到達し、水平距離は水滴の大きさ ($500 \mu\text{m}$) であれば周囲 30m の範囲、 $50 \mu\text{m}$ であれば 500~1000m の範囲に拡散する結果となった。この結果は CFD 解析とも概ね整合する。

次に、超音波風向風速計を用いた測定結果を図 2、図 3 に示す。日射の影響を受ける日中に風速が大きくなり、夜間に風速が小さくなる傾向にあることがわかる。気象庁統計データによると大崎市の平均風速は 1.5m/s であるが、今回の測定場所では平均風速 1.0m/s となってお

り、ペントハウス等の遮蔽物により外部風の影響が低減している。また風向頻度分布より SW、SSE、NNE が相対的に高くなっている。気象庁統計データでは大崎市のこの時期の最多風向は NW であることから、冷却塔周りはやや複雑な気流場になっていることが想定される（この妥当性は CFD 解析で検証予定）。

周辺浮遊微生物動態の把握を目的とした水中増殖実験を行った。9/17（実験開始後 21 日目）、9/29（実験開始後 32 日目）、10/15（実験開始後 48 日後）に採水を行い、宮城県保健環境センターに持参し分析を依頼した。濾過濃縮を行ったのち培地に塗布し、 $36\pm 1^{\circ}\text{C}$ にて 7 日間培養した。なお選択分離培地として関東化学 GVPC 寒天生培地、栄研化学ポアメディア WYO α 寒天培地を用いた。培養の結果、レジオネラ属菌については 3 回とも 10CFU/100mL（検出限界）未満であった（なお、時間経過に伴い汚染度が高まっていったことや水温センサーへのバイオフィームは確認している）。図 4 にタンク内水温データの推移を示す。実験期間の最高水温は 33.03°C 、最低水温 13.06°C 、平均水温 22.47°C であった。レジオネラ属菌が増殖するのに適した温度でなかったと考えられる。

C.2. 実建物に設置された冷却塔稼働時モニタリング

図 5 に冷却塔 A（東京都）のファン風速の測定結果を、図 6 に同時刻の冷却塔の上部散水槽温度、下部循環水槽温度を示す。ファン稼働時は安定しており、定常稼働時のファン風速は 16m/s 、吹き出し風量は $115812\text{m}^3/\text{h}$ と見積もることができた。テナントビルであるため常に連続した運転を行っている様子が伺えるが、ファンの ON・OFF 発停を行っており、6:00-18:00 の稼働率は 10%未満の日もあれば、93.5%（8:00-18:00 でみれば 100%稼働）の時もある。水温データをみると連続運転時は $5.0\sim 5.7^{\circ}\text{C}$ 程度の理論値通りの稼働である。発停を繰り返している日（9/20）は、下部循環水槽の温度変化が上部散水槽よりも大きいことなどがわかる。

図 7 に外気温度と循環水温度の経時変化およびレジオネラ属菌の培養結果、下部循環水槽画像を示す。冷却塔 A（東京都）は、本実験直前

のタイミングで定期清掃を実施しており（もともと予定されていた清掃）、また連続的な消毒剤注入も行われていたことから、レジオネラ属菌も雑菌（細菌）も全く培養されなかった。

図 8 に冷却塔 B（埼玉県）のファン風速の測定結果を、図 9 に同時刻の冷却塔の上部散水槽温度、下部循環水槽温度を示す。この冷却塔は週 1 回しか稼働しない設定であり（その他の曜日は空冷チラーが稼働）、運転停止時間の長い冷却塔である。従って、循環水の汚れもかなり進んだ状態であった。定常稼働時のファン風速は 13m/s 、吹き出し風量は定常時 $94097\text{m}^3/\text{h}$ と見積もることができた。ただし、稼働時はファンの ON・OFF 発停が頻繁に発生しており、9:00-18:00 の稼働率は 9.7%（9/17）、31.4%（9/30）であった。水温データをみると 9/9 は運転開始後に 5.0°C 程度の温度差を確認できるが、次第に $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 程度しか得られていないことが確認できる。例えば 9/30 13:00-14:00 の平均外気温度は 30.2°C 、相対湿度は 34.4%でありこのときの湿球温度は 19.2°C で機器運転条件（湿球温度 27°C ）よりも低い。従って、このような ON-OFF 運転及びバイパス運転が生じているものと考えられる。

図 10 に外気温度と循環水温度の経時変化およびレジオネラ属菌の培養結果、および下部循環水槽画像を示す。冷却塔 B（埼玉県）は、基本的にシーズン中の槽内清掃を実施していない。連続的な消毒剤注入は行っているため、泡が発生している状態であった。レジオネラ属菌は検出限界以下であったが、雑菌（細菌）は比較的多く確認された。

D. 考察

D.1. 集団感染事例が発生した建物を対象とする屋外検証実験

環境アセスメントに用いられる大気拡散モデル（プリューム・パフモデル）をレジオネラ属菌濃度推定に活用することができれば、計算負荷の大きな CFD 解析を経由しなくとも、各保健所が管轄エリアにおける特定の建築物のリスク評価を行うことが可能となる。今回試算した冷却塔排出風の上昇高さ ΔH と水平距離 L は CFD 解析結果と概ね整合しており、簡易評価の

活用可能性が確認できたといえる。また、発生源におけるレジオネラ属菌放出強度 (CFU/s) は循環水中のレジオネラ属菌濃度 (CFU/m³) とファンに伴う飛散量 (m³/s) の積で表すことができることから、(3)式を用いた院内感染リスク評価も可能となろう。

一方で、循環水内のレジオネラ属菌濃度は通常の培養法では推定することが難しく、実際に検出された段階ではかなり広範囲に菌を拡散させてしまう懸念がある。培養法の検出限界以下かつ感染確率もゼロに近いのであれば安心できるが、現時点では、どの濃度までが許容できるかは不明である。今後、用量反応モデルによる検討が必要である。

D.2. 実建物に設置された冷却塔稼働時モニタリング

冷却塔の運転制御は冷房負荷、外気温湿度の影響を大きく受ける。冷却塔は設計最大負荷と最高湿球温度 (通常 27℃) で設計される。通常設計条件よりも低い湿球温度で運転されれば、冷却水温度が下がり、冷凍機の消費エネルギーが減少するようになる。しかしながら、冷却水温度が下がりすぎると冷凍機自体に不具合が生じることもあるため、バイパス運転 (二方弁、三方弁) による冷却水の温度制御を一般に行っている。現時点では多湿傾向にあるため、冷却水温度が下がりすぎるとは考えにくく、むしろ蒸発量を確保するためにファン風量の増大が起りうるかどうかは重要である。この点の検討については空調負荷シミュレーションによる検討が必要である。このほか、冷却塔の稼働時間 (休止時間) がレジオネラ属菌の培養に影響を及ぼすため、夜間停止時或いは休日明け (お盆休み明け) などとも考慮に入れておくことが必要であろう。

E. 結論

冷却塔に起因するレジオネラ症集団感染には院内感染と市中感染の感染パターンがあり、その各々についてレジオネラ属菌の拡散性状 (移動パターン) を把握し対応策を構築することが重要である。令和 7 年度は、冷却塔に起因すると考えられる医療施設のレジオネラ集団感染事例をもとに、実測、実験、簡易シミュレ

ーションを行い、以下の 3 点を把握した。

- 1) 実際に集団感染が発生した医療施設の感染拡散メカニズムについて検討した。その結果、大気汚染分野で利用される大気拡散モデルは概ね、CFD 解析結果と整合することを確認した。今後、パフモデルに基づくレジオネラ属菌の気中濃度を用いて換気回路網シミュレーションを行い、院内感染が生じていたかどうかの検証につなげていく。
- 2) 実建物に設置された冷却塔の循環水温 (上部散水槽温度、下部循環水槽温度)、ファン風速のモニタリング、検水培養を行い、その特性を把握することができた。
- 3) 実建物の冷却塔循環水及び微生物実験とから、検出限界を超える数値を確認することはできなかった。レジオネラ属菌遺伝子量を計測した既往研究⁴⁾でも培養法では検出限界以下であり、そもそも培養法では把握できる範囲が限定されていると思われる。検出限界以下では定量的評価につなげることが難しいことから、PCR 法等の検討も視野に入れる必要がある。

冷却塔は、定期的な清掃、換水、薬剤注入を含めた水質管理が基本であることは、建築物衛生法や政令、省令、通知等により周知されてきた。しかし、夏期高温高湿化が進む中、適切な維持管理が徹底されないに伴う集団感染リスク評価は高まりつつあり、単なる注意喚起以上の情報提供が必要であり、その意味でも冷却塔の定量的リスク評価手法の構築が益々重要となるであろう。

F. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし
3. 著書
なし

G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定含む)

1. 特許取得
なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

参考文献・引用文献

- 1) Sandra Walser, Doris Gerstner, Bernhard Brenner, Christiane Höller, Bernhard Liebl, Caroline E W Herr. Assessing the environmental health relevance of cooling towers A systematic review of legionellosis outbreaks, International Journal of Hygiene and Environmental Health. 2014.
- 2) 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 (IASR Vol.45,p.112-114、2024 年 7 月号)
- 3) 公益財団法人 日本建築衛生管理教育センター、レジオネラ症防止指針第 5 版、令和 6 年 9 月
- 4) M.C. O'Mahony, R.E. Stanwell-smith, H.E. Tillett, D. Harper, J.P.G. Hutchison, I.D. Farrell, D.N. Hutchinson, J.V. Lee, P. J. Dennis, H.V. Duggal, J. A. Scully and C. Denne. The Stafford outbreak of Legionnaires' disease, Epidemiol. Infect. (1990), 104, 361-380
- 5) Peter Ulleryd, Anna Hugosson, Görel Allestam, Sverker Bernander, Berndt EB Claesson, Ingrid Eilertz, Anne-Christine Hagaeus, Martin Hjorth, Agneta Johansson, Birgitta de Jong, Anna Lindqvist, Peter Nolskog and Nils Svensson. Legionnaires' disease from a cooling tower in a community outbreak in Lidköping, Sweden epidemiological, environmental and microbiological investigation supported by meteorological modelling, BMC Infectious Diseases 2012, 12:313, <http://www.biomedcentral.com/1471-2334/12/313>
- 6) 藪崎裕昭、小野寺順子、井上浩章、伊藤雅代、縣邦雄. サイクロン式エアサンプラーを用いた空気中のレジオネラ属菌の検出 (第 2 報)、第 50 回建築物環境衛生管理全国大会抄録集、100-101、2023
- 7) 近藤明. 大気汚染物質の拡散シミュレーション技術、安全工学 Vol.57, No.6、424-432 (1018)
- 8) 中島博志. 冷却塔・加湿装置のレジオネラ対策、空気調和・衛生工学、第 72 巻第 3 号、29-35、1997
- 9) 藤田稔彦、手塚俊一. 強制通風冷却塔の熱的性能とその求め方、日本機械学会論文集 (B 編) 49 巻 443 号、1521-1529、昭和 58 年
- 10) 西村浩一、中村泰人. 冷却塔の水分蒸発量と放熱特性、日本建築学会計画系論文集第 484 号、53-62、1996 年 6 月
- 11) JIS B8609:2008 強制通風式クーリングタワー性能試験方法
- 12) Luna Girolamini, Erika Brattich, Federica Marino, Maria Rosaria Pascale, Marta Mazzotta, Simona Spiteri, Carlo Derelitto, Laura Tositti, Sandra Cristino. Cooling towers influence in an urban environment: A predictive model to control and prevent Legionella risk and Legionellosis events, Building and Environment, 228(2023)
- 13) Diego Villanueva, Kerstin Schepanski. Investigation of atmospheric conditions fostering the spreading of Legionnaires' disease in outbreaks related to cooling towers, International Journal of Biometeorology (2019)63:1347-1356



写真1 超音波風向風速計の設置



写真2 微生物培養実験（100Lタンク）

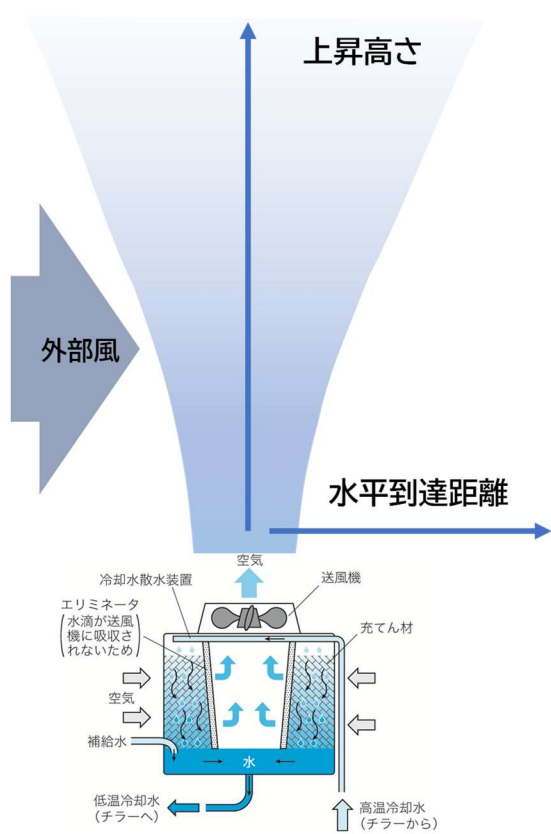


図1 冷却塔排出風の上昇高さ ΔH と水平距離 L の推定結果

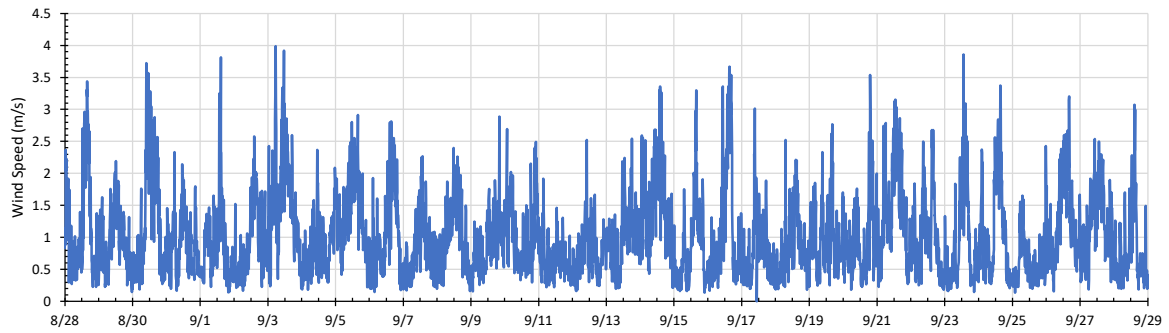


図2 屋上階（冷却塔設置位置）における風速データ

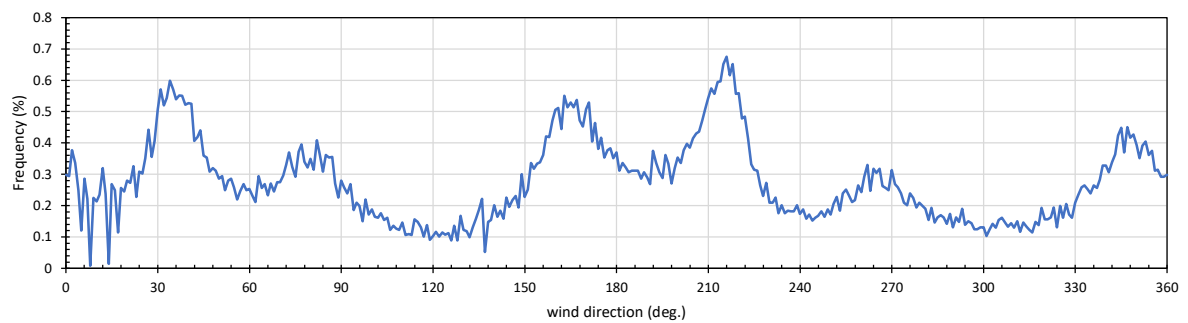


図3 屋上階（冷却塔設置位置）における風向データ

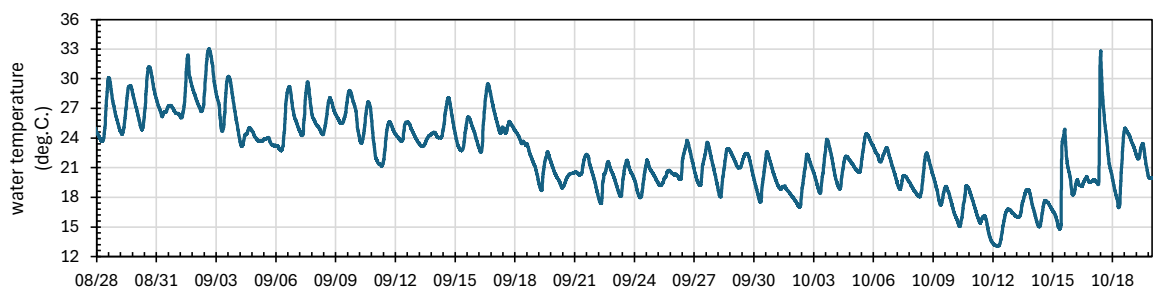
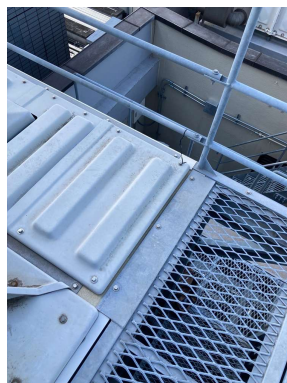


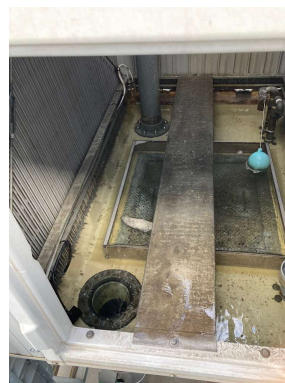
図4 100L タンク内の水温推移



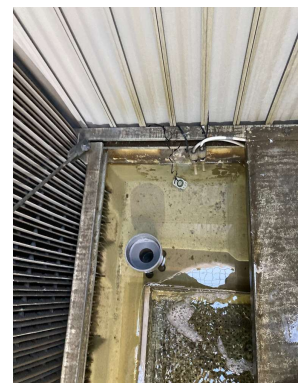
風速計設置（東京都）



上部散水槽（東京都）



下部循環水槽（東京都）



水温センサー（東京都）

写真3 実測した冷却塔 A（東京都）のセンサー設置状況及び循環水の状態



風速計設置（埼玉県）



上部散水槽（埼玉県）

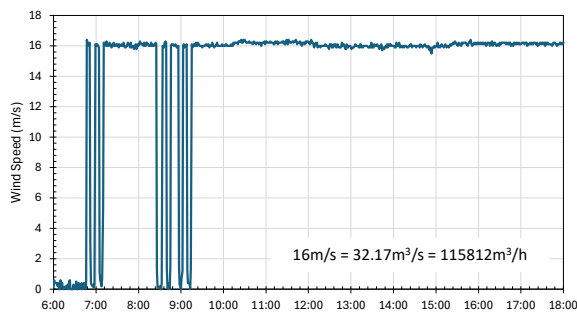


下部循環水槽（埼玉県）

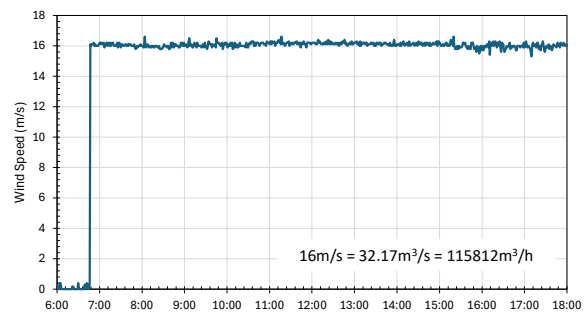
写真 4 実測した冷却塔 B（埼玉県）のセンサー設置状況及び循環水の状態

表 1 実測冷却塔の詳細

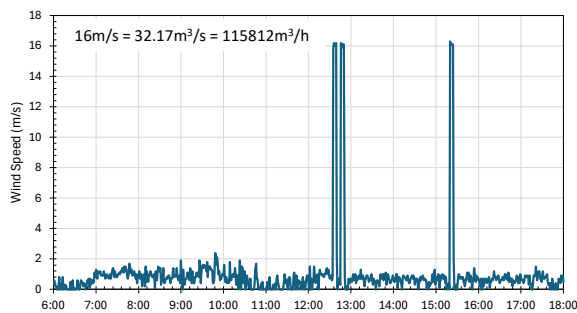
測定した冷却塔	東京都日本橋	埼玉県和光市
型式	SHINWA-SDW-U125ASSD	SHINWA SDW-U200ASD
冷却能力	795.3×2 kW	1390 kW
水量	2000×2 L/min	3300 L/min
入口水温度	37.7℃	37.5℃
出口水温度	32℃	32℃
湿球温度	27℃	27℃
製造年月日	2018年2月	2004年1月
備考	超低騒音型	低騒音型



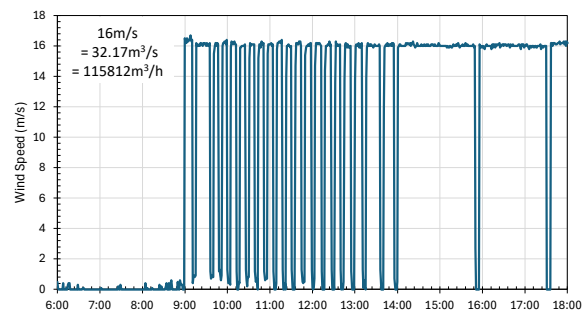
(a) 2025/9/17(稼働時間 88.6%)



(b) 2025/9/18 (稼働時間 93.5%)

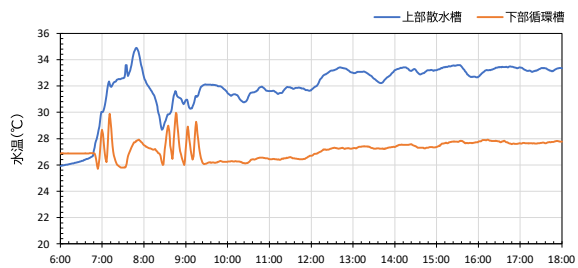


(c) 2025/9/19 (稼働時間 6.7%)

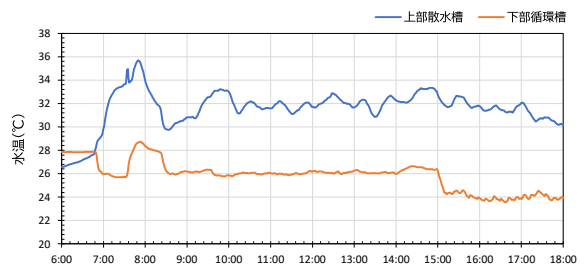


(d) 2025/9/20 (稼働時間 59.6%)

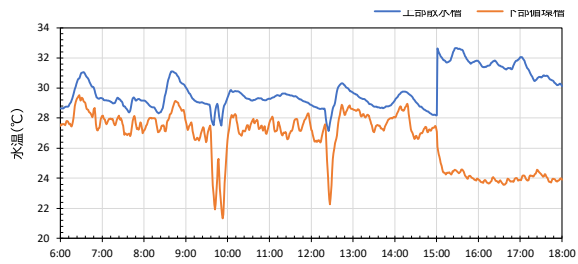
図 5 冷却塔 A（東京都）のファン風速測定結果



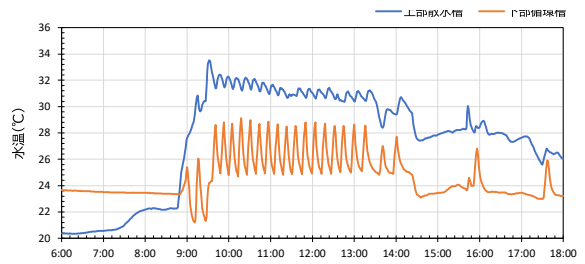
(b) 2025/9/17(稼働時間 88.6%)



(b) 2025/9/18(稼働時間 93.5%)

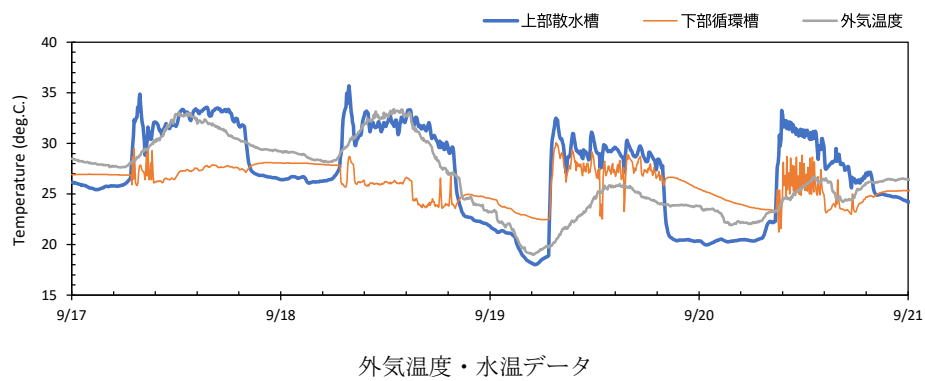


(c) 2025/9/19(稼働時間 6.7%)

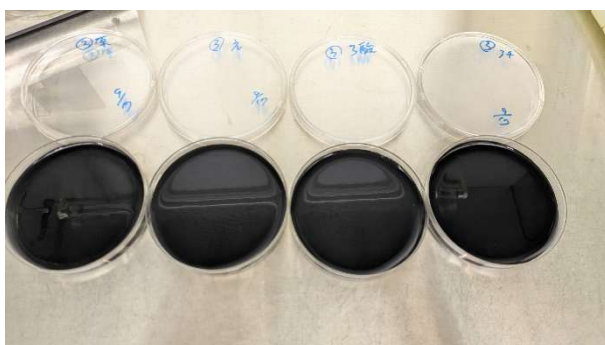
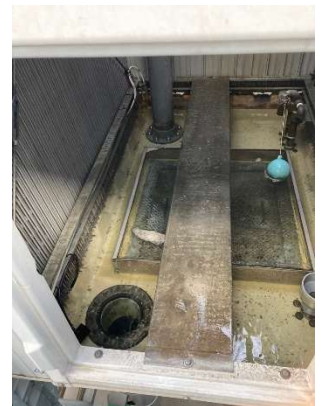


(d) 2025/9/20(稼働時間 59.6%)

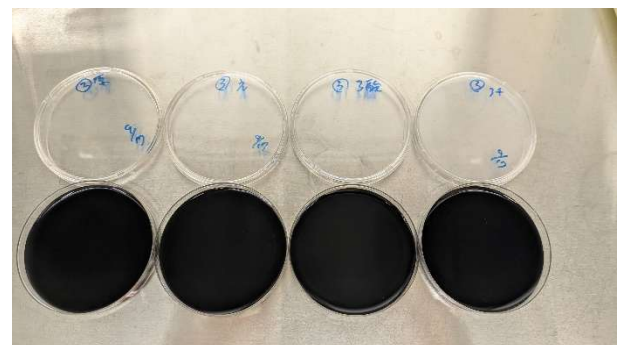
図 6 冷却塔 A（東京都）の循環水温度測定結果



外気温度・水温データ

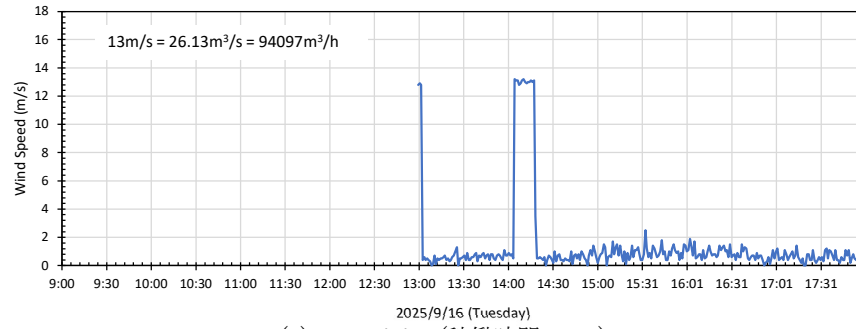


9/20 画像 (9/16 採水)

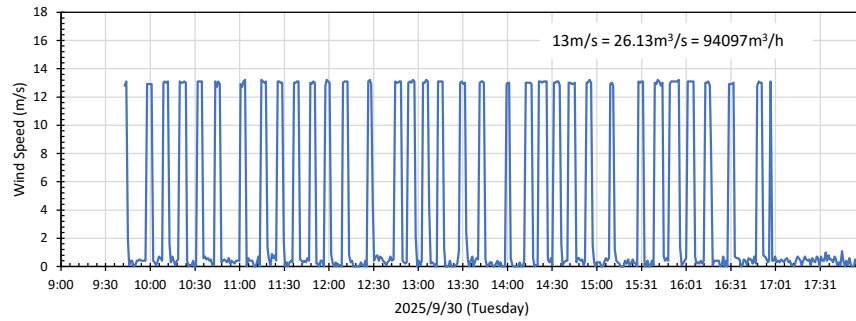


9/23 画像 (9/16 採水)

図 7 冷却塔 A（東京都）の外気温度・循環水温度の経時変化及び培養結果

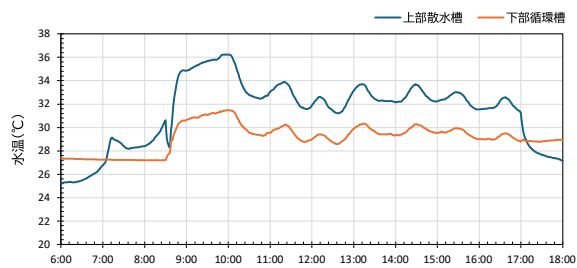


(a) 2025/9/16 (稼働時間 9.7%)

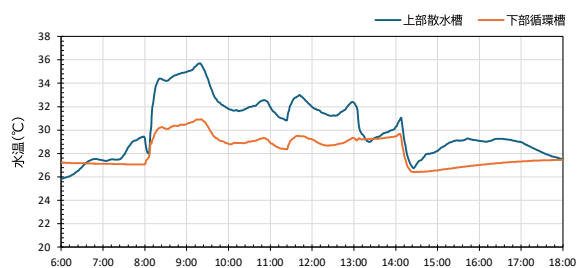


(b) 2025/9/30 (稼働時間 31.4%)

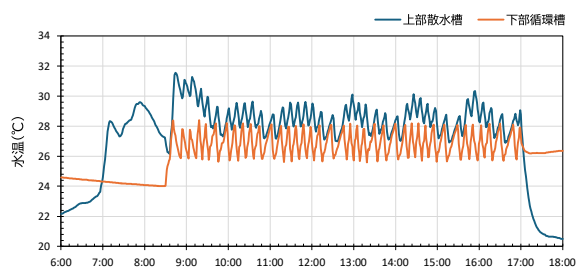
図 8 冷却塔 B (埼玉県) のファン風速測定結果



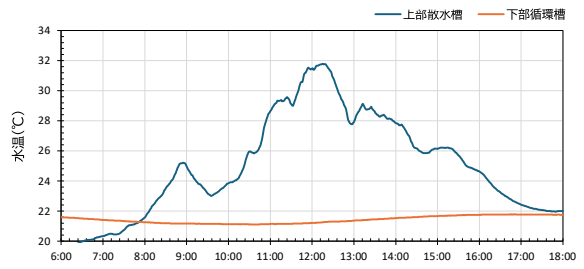
(a) 2025/9/9



(b) 2025/9/16

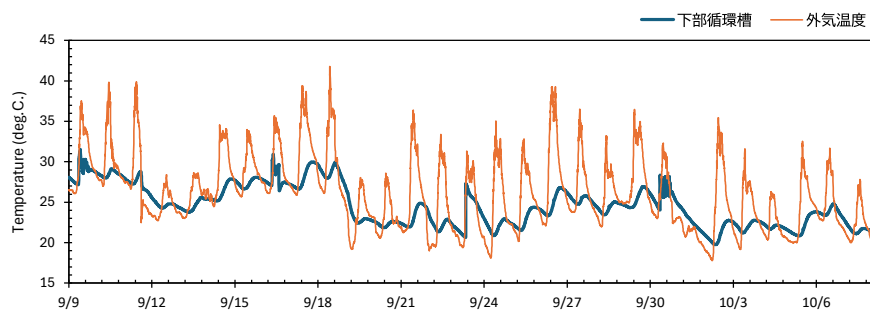


(c) 2025/9/30

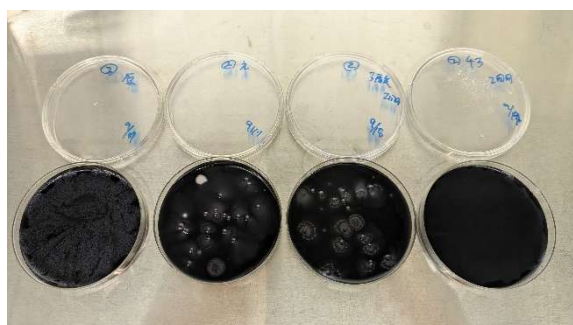


(d) 2025/10/7

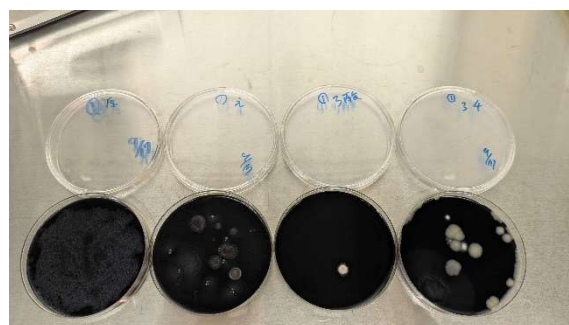
図 9 冷却塔 B (埼玉県) の循環水温度測定結果



(a) 外気温度・水温データ



(b) 9/23 下部散水槽画像 (9/16 採水)



(c) 9/23 上部散水槽画像 (9/16 採水)

図 10 冷却塔 B (埼玉県) の外気温度・循環水温度の経時変化及び培養結果