137 空調冷却水のUV殺菌効果に関する実験研究

○山中泰彦

洞口公俊

森田政明

山吉孝雄

(松下電器産業株式会社)

(大阪府立公衆衛生研究所)

1. はじめに

空調冷却塔・冷却水の大半で、在郷軍人病の起因菌であるレジオネラ属菌の生息が判明し¹⁾²⁾、菌で汚染された冷却水の飛沫が社会問題の一つとなり、この防除が課題となっている。

殺菌灯を用いた紫外放射(UV)流水殺菌は、“水の成分に変化を生じない”、“各種の細菌、ウィルスに有効”、“耐性が発現しない”等の有効な特性を持っている。また、外付けしたUV殺菌タンクにより流水殺菌を行なう“バイパス方式”は、既存の冷却塔に容易に設置でき、高い実用効果が期待できる。

本稿では、室内に空調冷却水の殺菌をシミュレートした実験装置を設置し、殺菌効果に関する基礎実験を行なって、バイパス方式のUV流水殺菌効果を確認するとともに、計算式を導き、殺菌装置の殺菌効果の予測を試みた。

2. UV流水殺菌効果実験

[2.1 実験方法] 図1に実験装置を示す。指標細菌(レジオネラ属菌 *Legionella pneumophila* または、大腸菌 *Escherichia coli*)を混入した試験液を、冷却塔に相当する貯水槽(100ℓ)に満たし、これをポンプにより流水殺菌ランプ(13W×3灯)を設置したUV殺菌タンク(20ℓ)を介して還流させる。このときのUV殺菌タンク流入口、流出口における試験液中の菌量を、殺菌ランプ点灯開始から一定時間毎に測定し、菌量の変化から殺菌効果を求めた。水質(溶解成分)によってUVの水中透過率が変化し、殺菌効果に影響するため³⁾、水に一定量の有機物質(TOC)、鉄イオン(Fe^{3+})を溶解した場合についても併せて実験を行なった。

[2.2 実験結果および考察] 実験結果の一例を図2に示す。実線は、実験結果から求めた回帰直線である。処理流量を一定とすると、UV殺菌タンクの流入・流出試験液中の菌数の対数は、図のように、UV照射時間に対して右下がりの直線となり、流入・流出の2直線は平行となる。この2直線の差分は、UV殺菌タンク内における菌の殺菌効率を、直線の勾配は貯水槽内の菌の減少の度合いを示すと考えられる。

実験では、処理流量を低く抑えると、2直線の差分が大きくなり、UV殺菌タンクでの殺菌効果は大きくなるが、殺菌水の貯水槽への還流量が少ないため、本来目的とする貯水槽内の菌の減少には、かえって時間を要することが判明した。また、UV透過率を変化させた実験は、UV殺菌タンクの殺菌率が90%以上の場合には、貯水槽内の菌の減少時間に大きな変化はなかった。

今回の実験では、5～6分(処理流量40ℓ/min)で菌数が1/10に減少し、実用的な殺菌効果が得られることが確認できた。

図1 UV流水殺菌実験装置

Study on germicidal effects of ultraviolet radiation for the water of air-conditioning cooling towers, Yasuhiko Yamanaka, Kimitoshi Horaguchi, Masaaki Morita, Takao Yamayoshi

3. 殺菌効果予測計算

[3.1 予測計算の考え方] 流水殺菌の殺菌効果は、①単位時間当りの処理流量、②UV照射量、③UV照射時間、④水によるUVの減衰、⑤UVに対する菌の感受性などの条件により異なる。計算ではこれらの要因について、それぞれ以下の条件設定を行なった。

①貯水槽での菌数の変化は、水の流出・流入による菌濃度の変化から求めた。

②円筒形のUV殺菌タンクの中に殺菌灯が集中しているものとし、UVは殺菌灯の管径方向に一樣に拡がるものとした。

③水へのUV照射時間は、UV殺菌タンク内の滞留時間から求めた。

④水および溶解物質の混入によるUVの減衰は、山中らの実験値³⁾から求めた。

⑤菌のD値は、レジオネラ属菌 $30.6(J/m^2)$ 、大腸菌 $30(J/m^2)$ ⁴⁾を用いた。

[3.2 予測計算結果] 予測計算結果を図2中の破線で示す。計算結果は、実験結果とよく一致し、予測計算の妥当性が確認できる。条件を変化させた計算では、実験結果と同様処理流量が貯水槽内の菌の減少に大きく影響するという結果を得た。

4. おわりに

バイパス方式のUV流水殺菌装置で、有効な殺菌効果が得られることを実験確認するとともに、殺菌効果の予測計算を試みた。

今後、より広い範囲の条件での殺菌効果の予測技術を確立し、有効・適切な殺菌効果が得られるUV流水殺菌装置の設計条件を明確化していくとともに、実際の冷却塔にUV流水殺菌装置を設置した場合の有効性について実証実験を重ね、実用化に取り組んでいきたい。

5. 参考文献

- 1) 池戸正成: Legionella属菌の生態調査とその防除法, 岐阜大学医学部要紀, Vol.37, p.939-961, 1989
- 2) 山吉孝雄: レジオネラ症起因菌の生活環境中における生息実態, 日本空気清浄協会誌, Vol.28, No.6, p.862-868, 1991
- 3) 山中泰彦, 洞口公俊, 森田政明, 杉浦渉, 山吉孝雄: 殺菌灯による水殺菌についての一考察, 平成3年度電気関係学会関西支部連合大会予稿集, G13-15, p.G364, 1991
- 4) 小林寛伊: 血清検査室管理, p.94-95

図2 UV流水殺菌実験結果(レジオネラ属菌)
— UV殺菌タンクの流出、流入水中の菌数の推移—
実験条件: 処理流量=40 (ℓ/min)
TOC濃度=50(ppm), Fe^{3+} 濃度=0(ppm)