

C - 3 1 超音波加湿器の微生物学的安全対策とその評価

Evaluation of countermeasures of microbiological safety of ultrasonic humidifier

佐藤吾郎、山崎省二（国立公衆衛生院）¹

安藤磐、牧野誠二（ユーキャン（株））²

Abstract

The ultrasonic humidifier has many advantages for instant it can be built into a wide range of varying sizes from a compact unit and it can give precise humidity control. However, in case the water used for humidification should become microbiologically contaminated, it is said to cause scattering of microbes.

Against this, a new type of ultrasonic humidifier has been developed with the capability to subject the humidification water to the ultraviolet ray radiation as well as heating as a microbiological safety measure for the ultrasonic humidifier.

Through the test and evaluation conducted with use of *Serratia marcescens* which is comparatively stable in water, both ultraviolet ray radiation and heating proved to possess outstanding bactericidal.

Keyword

加湿器 humidifier、超音波 ultrasonic、紫外線 ultraviolet ray、殺菌 bacteriocido、霊菌 *Serratia marcescens*

1. はじめに

超音波加湿器は、気化式加湿器等と比較してコンパクトなユニットから大きな加湿量が得られ、ON - OFF 制御や比例制御が可能で、正確な湿度制御ができる。また、空気調和機ユニットなどで静圧損失並びに消費エネルギーが少ないなど多くの利点を有する。しかし、加湿水が微生物学的に汚染された場合には、微生物飛散の程度が高いとされ、空気調和用の加湿装置として気化式加湿器が多く利用されている。

一方、この気化式加湿器においても実際には細菌飛散が起きていることを山崎らは報告している。¹⁾⁻³⁾

そこで、加湿器として多くの利点を有する超音波加湿器の微生物学的安全対策として、加湿水槽の水を紫外線照射あるいは加熱殺菌ができる超音波加湿器を開発し、その評価を水中で比較的安定している *Serratia marcescens*（霊菌）を用いて行った。

2. 実験材料

紫外線照射超音波加湿器

構造をFig 1 に示す。

この紫外線照射超音波加湿器は、加湿水槽に5本の紫外線殺菌灯（出力：3W 波長：253.7nm 形式：QCGL3W-21 岩崎電気株）を110mm間隔に配置したものである。加湿能力は、6l/hである。

加熱殺菌超音波加湿器

構造をFig. 2 に示す。

この加熱殺菌超音波加湿器は、加湿水槽内にヒーターを設置し、加湿前に加湿水槽の水を加熱し蒸気を発生させ、水槽内、ホース、噴出し口を殺菌するよう設計されている。加湿能力は、1l/hである。

使用細菌： *Serratia marcescens*（*S. Marcescens*）

菌液の調整：トリプトソイブイオンで37℃24時間培養の細菌をリン酸緩衝生理食塩水（PBS）を用いて 10^7 cfu/mlの菌液濃度に調整した。

加湿空気中の浮遊細菌の測定：MBS - 1000（ミドリ安全株）を用いて測定した。

1 Goro Sato, Shoji Yamazaki (National Institute of Public Health, Japan)

2 Iwao Ando, Seiji Makino (UCAN CO. , LTD, JAPAN)

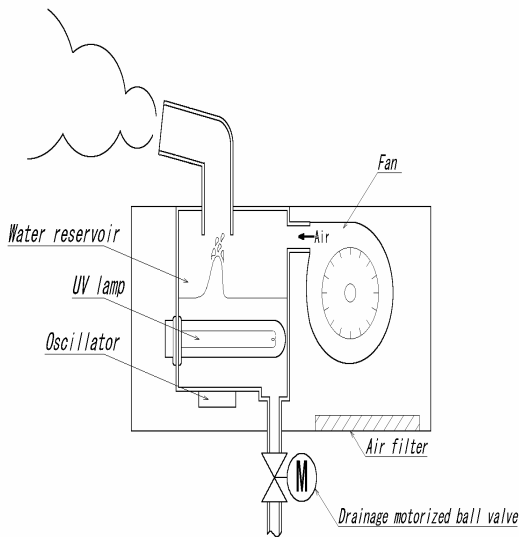


Fig. 1 Structure of ultrasonic humidifier with ultraviolet lamp

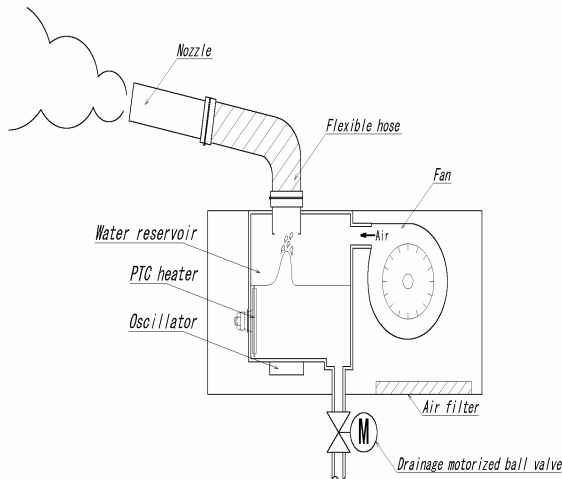


Fig. 2 Structure of ultrasonic humidifier with heater

3. 実験方法

紫外線照射超音波加湿器の微生物学的安全性試験

S. Marcescens を用いた試験

紫外線照射超音波加湿器の加湿用水槽内に蒸留水を入れ、菌液を2 ml滴下し、紫外線照射及び超音波加湿稼働 超音波加湿稼働 紫外線照射稼働 蒸留水の貯留のみ の条件で菌液滴下直後から3時間まで1時間毎に水槽内の水を5ml採取し、そのうち、0.1mlをトリプトソイ寒天培地に接種し、24時間37℃にて培養した。また、
 の条件では、1時間ごとに3時間まで加湿空気を100l、トリプトソイ寒天培地を設置した空中浮遊細菌測定器で採取し、同条件で培養した。なお、
 の超音波加湿運転は、15分ごとに1分間行った。

水道水を用いた試験

紫外線照射超音波加湿器の加湿用水槽内に水道水を入れ、紫外

線照射及び超音波加湿稼働 超音波加湿稼働の条件で、4日間連続稼働をおこない、24時間毎に水槽内の水を5ml採取し、そのうち0.1mlをトリプトソイ寒天培地に接種し、24時間37℃にて培養した。なお、
 の超音波加湿運転は、15分ごとに1分間行った。

加熱殺菌超音波加湿器の微生物学的安全性試験

加熱殺菌超音波加湿器の加湿用水槽内に蒸留水を入れ、菌液を1ml滴下後加湿を開始し、加湿開始10分後水槽内の水5mlと加湿空気を100l採取した。本加湿器の機能上、加湿用水槽内の水を全排水し、再給水後、蒸気噴出し口が90°、30秒に達するまで加熱し、全排水する。この後、加湿水槽に蒸留水を給水し、再度加湿を開始した。

再度加湿開始10分後再度、水槽内の水5mlと加湿空気100 lを空中細菌測定器にて採取した。また、加湿停止後、ホースを50mlの蒸留水で洗浄し、洗浄液を検体とした。なお、採取した検体は、上記と同条件で培養した。

4. 結果

紫外線照射超音波加湿器の微生物学的安全性試験

S. Marcescens を用いた試験

結果をTable. 1に示す。

紫外線照射及び超音波加湿稼働 紫外線照射稼働の条件の場合、水槽中の水からは*S. marcescens* は稼働後、全測定時で検出されなかったが、超音波加湿稼働 蒸留水の貯留のみの条件では、水槽中の水から約 $10^4 \sim 10^5$ cfu / mlの*S. marcescens* が検出された。

加湿空気中の浮遊細菌数の結果をTable. 2に示す。

では*S. marcescens* は稼働後、全測定時で検出されなかったが、では、各時間とも、約 10^1 cfu / 100lのレベルで検出された。

Table. 1 Bacterial numbers in water of humidifier

Operating after time(h)	Operating condition of humidifier			
	UV + US	US	UV	NON
	cfu/ml			
1:00	< 10	5.75×10^4	< 10	1.63×10^5
	< 10	6.75×10^4	< 10	1.04×10^5
	< 10	1.12×10^5	< 10	6.50×10^4
2:00	< 10	1.28×10^5	< 10	6.50×10^4
	< 10	8.80×10^4	< 10	6.50×10^4
	< 10	6.60×10^4	< 10	6.95×10^4
3:00	< 10	6.70×10^4	< 10	6.75×10^4
	< 10	9.05×10^4	< 10	7.25×10^4
	< 10	6.65×10^4	< 10	7.20×10^4

UV : ultraviolet US : ultrasonic NON : no operation

Table. 2 Bacterial numbers in humidified air of the humidifier

Operating after time(h)	Operating Condition of humidifier	
	US + UV	US
	cfu/100/	
0	-	60
1	0	23
2	0	35
3	0	62

UV : ultraviolet US : ultrasonic

水道水を用いた試験

結果をTable. 3に示す。

紫外線照射及び超音波加湿稼働の条件の場合、4日間をとおし細菌は検出されなかったが、超音波のみによる運転の場合、1日後には約 10^5 cfu/mlの細菌が検出され、4日間継続して検出された。

Table. 3 Bacterial numbers in water of humidifier

Operating after time(h)	Operating condition of humidifier		
	UV + US	US	UV
	cfu/ml		
0	< 10	< 10	< 10
24	< 10	3.85×10^5	2.45×10^2
48	< 10	5.22×10^5	1.05×10^2
72	< 10	3.52×10^5	
96	< 10	3.22×10^5	2.78×10^2

UV : ultraviolet US : ultrasonic

加熱殺菌超音波加湿器の微生物学的安全性試験

結果をTable.4に示す。

菌液滴下後の加湿水槽内の水では、 10^4 cfu/mlの*S. marcescens*が検出されたが、加熱殺菌後の水槽内水からは、*S. marcescens*は検出されなかった。加湿空気においても、菌液滴下後では、3~8cfu/100l検出されたが、加熱殺菌後には検出されなかった。なお、蒸気通気ホースを洗浄した洗浄液からも*S. marcescens*は検出されなかった。

Table. 4 Bacterial numbers in water of humidifier, humidified air and washing water of the hose

	Water of humidifier	Humidified air	Washing water of the hose
	cfu/ml	cfu/100l	cfu/ml
	Before heating	6.85×10^4 6.50×10^4 6.05×10^4	3 10 8
After heating	< 10 < 10 < 10	0 0 0	0 0 0

5. 考察

紫外線照射超音波加湿器の微生物学的安全性試験

本試験の結果、加湿用水槽内で紫外線照射をすることで、水槽内の*S. marcescens*を殺菌することができ、清潔な加湿空気を送風できると考えられた。しかし、紫外線照射による*S. marcescens*の死滅時間について不明な点があったことから、水槽内に菌液滴下後15分後に採取したところ*S. marcescens*は検出されなく、短時間に殺菌されることが判った。

紫外線照射による水の殺菌は、常温で使用可能であり、水質に大きな影響を与えないとされることから、食品製造施設の原料水の殺菌などにも使用されている。⁴⁾⁵⁾しかし、紫外線照射による水の殺菌は、水に含まれるイオンや、有機物の存在などにより殺菌力の低下を招くとされている。⁵⁾この対策のため本超音波加湿器には、時間単位の定期的な加湿水槽の全排水が組み込まれている。

加熱殺菌超音波加湿器の微生物学的安全性試験

水槽内水を加熱し、蒸気を発生させることで、水槽内及びホース、噴出し口を殺菌することができた。しかし、本機器の殺菌方法は、紫外線照射超音波加湿器の連続殺菌とは異なり、一定時間ごとに殺菌することから、目的に合わせて使用する必要がある。

6. 結論

- 加湿用水槽内で紫外線照射をすることで、水槽内の*S. Marcescens*及び水道水中の細菌を殺菌することができ、清潔な加湿空気を送風できると考えられた。
- 水槽内の水を加熱し、蒸気を発生させることで、水槽内及びホース、噴出し口の細菌を殺菌することが可能であり、清潔な加湿空気を送風することが実験的に評価された。

引用文献

- 1) 山崎省二、木村昌伸、竹下節、Jan Wettergard : 加湿器から空中への細菌飛散の機序に関する研究、第9回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会予稿集(1990) p83~86
- 2) 上村裕、木村昌伸、山崎省二、竹下節、角屋信治、Jan Wettergard : 加湿器からの空中への細菌飛散の防止、第10回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会予稿集(1991) p107~110
- 3) S. Yamazaki, H. Kimura, R. Funakubo, M. Tukeshta ; Control of bacterial dispersion from humidifier to the humidified air. The Future Practice of Contamination Control London(1991) p303~307
- 4) 浦上逸男、吉川正樹、宇田川純子、菅原龍幸 : ナチュラルミネラルウォーターに対する紫外線殺菌効果とミネラル成分に及ぼす影響、防菌防黴 Vol.25 No.12 (1997) p697~701
- 5) 向阪信一 : 紫外線を利用した製造ラインの微生物制御の基礎と応用、防菌防黴 Vol.26 No.7 (1998) p359~370