

2023年5月16日

寒冷地における救急車へのオゾンガスによる空間除菌処理について

株式会社 I H I 物流産業システム
環境ソリューションBU

救急現場においては、新型コロナウイルスを始めとする各種ウイルスなどの感染リスクにさらされているため、常に適切な除菌が求められています。各種除菌方法が救急車内での除菌処理に用いられていますが、オゾンガス処理は、簡易な操作により、適切な効果が得られることから、多くの場所でご利用いただきご好評を頂いております。

日本には四季があり、春の花、夏の海、秋の紅葉、冬の雪と豊かな自然の大自然の恵みを感じるにより、心豊かな生活を享受しております。ただ、オゾンガス処理による空間除菌処理では、四季の違いだけでなく、北海道と沖縄では使用する場所の気温にも大きな差異が出てまいります。今回は、冬季の北海道において、オゾン UVLED エアクリア OUV-III を用いて、実車を用いたオゾンガス処理による車両内オゾンガス濃度や除菌効果などについて紹介いたします。



図1 オゾン UVLED エアクリア OUV-III

1. 試験装置

本試験は、実際に運用している救急車を用いて低温環境下でのオゾンガス処理装置の動作状況及び除菌効果を確認したものです。図2は、本試験評価に使用した供試高規格救急車です。車両内容積は、運転席+傷病者室で約10[m³]（実測して算出）。オゾンガスによる処理装置としては、オゾン UVLED エアクリア OUV-III（当社製）図1を使用しました。



図2 供試車輛（高規格救急車）

2. 試験方法

除菌評価試験に使用した菌種は、日本薬局方に記載のある対象菌から *E.coli*(大腸菌)及び *S.epidermidis* (表皮ブドウ球菌) を選択しています。なお、本試験ではバイオセーフティの観点から *S.aureus* (黄色ブドウ球菌) の代替として *S.epidermidis* (表皮ブドウ球菌) を用い、有効性(除菌効果)を判定しました。

試験対象としては、対象菌をメンブレンフィルターに付着させた菌付着担体を用いて試験評価を行っています。作成したサンプルは、救急車の前側(運転席)、中央部(患者室中央)、後方(ストレッチャー後方)に設置して、各場所での除菌効果を確認しています。

寒冷地での低温環境(氷点下)での影響を評価する為、車両内部の空調を調整することにより、車内温度を低、中、高の3条件に変更させた条件下で、除菌試験を行っています。温度低では暖房を停止、温度中では軽度の暖房(デフロスタのみ作動)、温度高では、暖房を全開(デフロスタ、リアヒータ作動)としました。

3. 試験結果

表1に各温度条件における温度及び湿度測定結果を示します。すべての試験において、車両外部の周囲環境は氷点下となっています。

表 1 寒冷地での試験における温度湿度測定結果

試験条件	測定箇所						社内空調
	患者室 (ストレッチャ)		運転席 (ダッシュボード)		屋外		
	温度 [°C]	湿度 [%RH]	温度 [°C]	湿度 [%RH]	温度 [°C]	湿度 [%RH]	
温度低	4.5	40.3	7.9	40.3	-2.2	52.8	社内空調OFF (リア換気扇ON)
温度中	7.3	34	13.4	34	-0.9	49.2	社内空調OFF(リア換気扇OFF) 1時間ほど走行した直後で社内温度が高かったため、空調OFFで試験
温度高	18.1	24.5	25.5	24.5	-4.2	59.1	社内空調ON (デフロスタON、リアヒータ左右ON、 リア換気扇OFF)

※温度、湿度は試験中の平均値

車内温度を低、中、高の3条件での車内オゾン濃度を測定し、CT値に換算した結果を図3に示す。CT値[ppm・min]とは、オゾンガス濃度と処理時間の積であり、オゾンのトータル暴露量に相当します。

温度低では、中、高と比較すると、低でのCT値が最も大きくなっています。この理由は、オゾナイザにて発生するO₃発生量は、温度が低いほど増えるためと推定されます。また、温度中と比べると測定箇所毎のCT値のばらつきが小さくなっています。これは、リア換気扇によって車内空気が流動し、O₃の拡散を促進したと推測されます。次に、温度中では、車内温度が上がったことでO₃発生量が減少、温度低と比べるとCT値が低下、更に温度高では、空調ONで車内の空気が流動し、測定箇所毎のCT値のばらつきが少なくなることが分かりました。

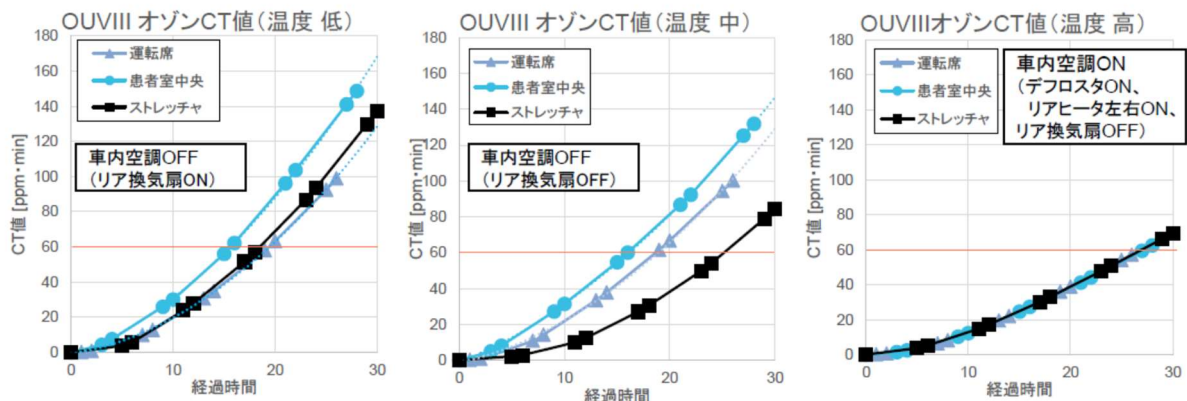


図 3 温度条件の差異によるCT値の比較

図 4 は、オゾンガス処理による除菌試験後の菌付着担体であり、全ての場所で菌が除菌できていることが分かります。オゾンガス処理においては、処理時間30分、全ての温度条件下で、運転席、中央、後部のすべての場所で99.99[%]以上の除菌効果が得られました。

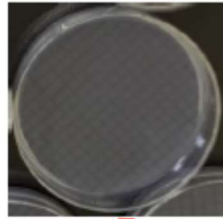
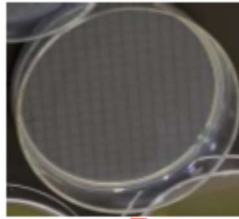
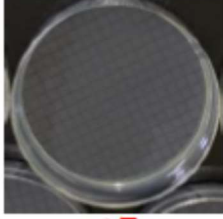
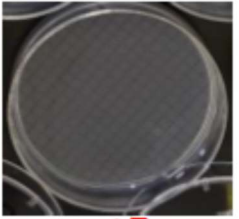


	<i>Escherichia coli</i> (大腸菌)	<i>Staphylococcus epidermidis</i> (表皮ブドウ球菌)
前 運転席	 0個	 0個
中央 患者室中央	 0個	 0個
後 ストレッチャ後方	 0個	 0個

図4 オゾンガス処理による除菌後の菌培養結果

オゾン UVLED エアクリア OUV-IIIでは、車内温度が低、中、高の3条件での車内オゾン濃度 CT 値に差異が見られています。車両内温度の低下に伴いオゾン発生量が増加、車両内オゾンガス到達濃度が高くなり、これに対して、車内温度が上昇する場合は、逆にオゾン発生量が減少、温度低と比べて CT 値が低下する結果となっています。車両の暖房運転を行うと、車内の雰囲気空気が流動、測定箇所毎の CT 値のばらつきが低減できることも検証できました。除菌効果としては、30分間のオゾン処理にて、いずれの場所においても 99.99[%]以上の殺菌効果が確認されました。

4.まとめ

寒冷地での低温環境において、オゾン UVLED エアクリア OUV-IIIを用いた運転確認検証を行い、正常作動が確認できると共に 30 分間処理にて、車両内にて 99.99[%]以上の除菌効果が確認できました。また、菌種の違いによる差異は認められず、大腸菌、ブドウ球菌、両方とも同等な効果が得られています。

以上

今回紹介させて頂いた内容により、オゾン発生量は周囲の環境温度によって変化することの理解の一助となると幸いです。今後もお客様の疑問や課題に対して適切な情報提供を行って参りますので、当社 HP(メールでのお問合せ)からお気軽にお問い合わせください。