

厚生労働行政推進調査事業費補助金
(新興・再興感染症及び予防接種政策推進研究事業)
(分担) 研究年度終了報告書

インフルエンザウイルス、229E, OC43 ヒト・コロナウイルスの不活化条件の検討

研究分担者 西村秀一 国立病院機構仙台医療センター臨床研究部ウイルス疾患研究室長

研究要旨：インフルエンザウイルス、ヒト・コロナウイルス 229E、ヒト・コロナウイルス OC43 を実験対象として空間や環境表面を想定した人工環境下で UV 照射やオゾンガスや二酸化塩素ガス、次亜塩素酸ガスや環境の温度や湿度による不活化条件を検討した。これらのウイルスは、SARS-CoV-2 に性質の似たエンベロープ RNA ウイルスであり、SARS-CoV-2 の代用として BSL2 レベルで使用可能なウイルスである。すでに当研究室で立ち上がっているインフルエンザウイルスの系ならびにコロナウイルス 229E の系で実験をスタートさせ、さらに同じβコロナウイルスに属するコロナウイルス OC43 を高濃度に培養し、感染価を測定する系を作りあげ、それを実験系に追加した。

各種波長をもつ紫外線を、環境表面に塗布したウイルスに照射し、ウイルスの失活を調べた結果、深紫外線領域の光源の中で、従来効果が高いと言われている 254nm よりも 275nm に有意に高いウイルス失活効果があることを OC43 で確認した。さらにコストの低い蛍光管式の波長 254nm の 30W の UV ランプでも空気流調整を組み合わせることで、低湿度環境下であっても空間に浮遊させたコロナウイルス OC43 を短時間で失活しうることを確認した。

空中浮遊インフルエンザウイルスの活性維持に湿度依存性があることを確認した後に 229E ならびに OC43 ウイルスも同様の性質を持つことを見出した。また空中浮遊 OC43 ウイルスの活性がインフルエンザウイルス同様、低濃度オゾンで低下すること、さらにそれには湿度依存性があることを見出した。また、低濃度二酸化塩素についても空中浮遊ウイルスに対して比較的高い湿度が必要であるという湿度依存性のもとで不活化効果を持つことを確認した。一方、低濃度次亜塩素酸ガスについても空中浮遊ウイルスに対する失活効果を認めたが、それには湿度依存性がないことを見出した。

A. 研究目的

令和 2 年 1 月末に WHO が国際緊急事態宣言を出した新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) は、わが国では同年 2 月に「感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律 (感染症法)」の指定感染

症に指定され、現在も全国で新規感染者の報告が続いている。感染症の伝播抑制には、病原体で汚染された器機、環境の消毒・滅菌を適切かつ迅速に行う必要がある。感染症法第 27 条及び第 29 条に基づく病原体に汚染された場所等の消毒・滅菌は、平成 30 年

12月27日付で改訂された「感染症法に基づく消毒・滅菌の手引き」によって行われ、

COVID-19へはSARS・MERSの記載が準用されている。しかし、新型コロナウイルス(SARS-CoV-2)は他のウイルスと不活化条件の異なる例が報告されている。

COVID-19の流行は消毒薬需要の急増を招き、消毒薬の供給不足は社会問題となった。独立行政法人製品評価技術基盤機構(NITE)は、経済産業省の依頼により消毒薬の不足に対処するため、専門家による検討委員会を設置してSARS-CoV-2に汚染された物の消毒に有効な物資を選定して公表した。同様の物資の公表は海外でも行われている。ただし、NITEは評価対象物資から医療機関で通常使用されている物資を除外したため、未検証の物資が多く残されている。また、市中にはSARS-CoV-2の消毒効果を検証することなく、その有効性を謳う物資が出回っている。そこで、本研究は①SARS-CoV-2に対する一般的な消毒・滅菌方法の条件を実験的に明らかにすること。②マスクや防護服といった个人防护具の再利用に資する新たな消毒方法を確立すること。そして、それらを基に③SARS-CoV-2の消毒・滅菌の手引きを作成することを目的とする。

本研究には研究分担者として参加しSARS-CoV-2のサロゲートウイルスとしてインフルエンザウイルス、ヒト・コロナウイルス229E、ヒト・コロナウイルスOC43を実験対象として空間や環境表面を想定した人工環境下でUV照射やオゾンガスや二酸化塩素ガス、次亜塩素酸ガスや環境の温度や湿度による不活化条件を検討した。

B. 研究方法

1. 半導体深紫外線LEDの発する波長222nm、254nm、275nmの3種類の深紫外線領域の光源を、固体表面上に塗布したコロナウイルスOC43へ一定時間照射した後、塗布ウイルスを培養液で洗い出しそのウイルス活性を測定することで、波長の違いによる不活化効果の程度を比較した。

2. 25m³の密閉空間中に低濃度の二酸化塩素ガス、オゾンガスならびに次亜塩素酸ガスを発生させ、その中に環境表面にウイルスを塗布したものを置き、さらにネブライザーでウイルスのエアロゾルを発生させ一定時間経過後、空中浮遊ウイルスをゼラチン膜フィルター上に回収し、環境表面並びに空中から回収されたウイルスの活性を定量し、同空間内での不活化効果の検証を行った。また、その際、空間の湿度と温度を振ることで、これらの介入における空間の湿度・温度の影響を調べた。

(倫理面への配慮)

特記事項なし

C. 研究結果

1. 3種類の深紫外線領域の波長の中で、従来効果が高いと言われている254nmよりも有意に高いウイルス不活化効果が275nmにあることを確認した。

2. ウイルスの不活化に高価なLEDを大量に用いることなく空中のウイルスを不活化する工夫をした結果、コストの低い蛍光管式の波長254nmの30WのUVランプでも空気流調整を組み合わせることで、空間に浮遊させたコロナウイルスOC43を短時間で効果的に失活させることを確認した。

3. 空中浮遊インフルエンザウイルスの活性維持に湿度依存性があることを確認した

後に 229E ならびに OC43 ウイルスも同様の性質を持つことを見出した。

4. また空中浮遊 OC43 ウイルスの活性がインフルエンザウイルス同様、低濃度オゾンで低下すること、さらにそれには比較的高い湿度が必要であるという湿度依存性があることを見出した。

5. 低濃度二酸化塩素についても空中浮遊ウイルスに対して湿度依存性に不活化効果を持つことを確認した。

6. 一方、低濃度次亜塩素酸ガスについても空中浮遊ウイルスに対する失活効果を認めしたが、それには湿度依存性がないことを見出した。

D. 考察

本研究により得、一般に空間除菌と称され、商業ベースあるいは企業宣伝ベースで宣伝される UV 光照射や低濃度のオゾンガスや二酸化塩素ガス、次亜塩素酸ガスが、環境表面付着ウイルスや空中浮遊ウイルスに対して実際に失活効果をもたらすためには、環境の温度や湿度とその環境下における濃度の維持が大事であることがわかった。

単に「使った、ウイルスの不活化があった」というだけの情報に踊らされることなく、それらの評価においては、その濃度維持や環境等の使用条件の違いに注意が必要である。

E. 結論

各種不活化法とそれに影響する因子を明らかにした。これらは、汚染除去や感染防御に有用な情報である。

F. 研究発表

1. 論文発表

(1) Hasegawa G, Sakai W, Chiaki T, Tachibana S, Kakita A, Kato T, Nishimura H, Yamakage M. Investigation into the efficacy of a novel extubation-aerosol shield: a cough model study. Infect Prev. Pract. 2022. 4(1):100193, 2022.

(2) Fan Y, Nishimura H et al., Low possibility of influenza virus transmission via fomites: Laboratory and field studies of respiratory masks and environmental surfaces. (in submission)

2. 学会発表

なし

2. 学会発表

なし

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む。）

1. 発明の名称 ウイルス不活化装置並びにウイルス不活化装置付き空気処理装置
共同開発者 ダイニチ工業株式会社 出願日 R2.12.1 出願

2. 発明の名称 空気殺菌・ウイルス不活化装置
共同開発者 株式会社 AiDeal Tech 出願日 R3.1.12 出願 R3.7.12 国際特許出願 R3.11.12 国際特許 19 条補正

3. 発明の名称 オゾン検知システム及びオゾン発生器 共同開発者 日本特殊陶業株式会社 出願日 R3.5.3 出願

4. 発明の名称 加湿システム、オゾン発生器、及び加湿方法 共同開発者 日本特殊陶業株式会社
出願日 R3.5.3 出願

5. 発明の名称 評価システム、オゾン発生器、加湿器、電子看板システム、及び情報提供システム 共同開発者 日本特殊陶業株式会社 R3.5.31 出願

6. 発明の名称 空気殺菌・ウイルス不活性化装置共同開発者 株式会社 AiDeal Tech R3.5.31 出願【発明 2 関連の新規出願】