

厚生労働科学研究費補助金（新興・再興感染症及び予防接種政策推進研究事業）  
「新興・再興感染症のリスク評価と危機管理機能の実装のための研究」  
分担研究報告書

環境因子（温度・湿度）の変化による  
浮遊SARS-CoV-2の感染リスクに与える影響に関する研究

研究分担者 “河岡義裕” “東京大学医科学研究所 感染・免疫部門 ウイルス感染分野”

研究要旨

新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）感染症（COVID-19）は空気中を浮遊するエアロゾルや飛沫を介して感染が拡大する可能性が指摘されているが、エアロゾルや飛沫に含まれるウイルスの性状については不明な点が多く有効な除去方法も確立されていない。本研究では、浮遊ウイルスの性状や環境因子による影響を解析するために、バイオセーフティーレベル(BSL) 3施設内に設置可能でありSARS-CoV-2エアロゾルを噴霧・拡散可能なテストチャンバーを開発した。チャンバー内に不活化SARS-CoV-2エアロゾルを拡散させると、粒径 $0.5\mu\text{m}$ より大きなSARS-CoV-2エアロゾルは時間経過とともに沈着するが、 $0.5\mu\text{m}$ より小さな粒子の大部分は少なくとも6時間以上浮遊することが示された。

A. 研究目的

SARS-CoV-2によって引き起こされる呼吸器感染症（COVID-19）の感染拡大は未だ終息の兆しをみせず、世界中で1.4億人以上が感染し300万人が犠牲となっている[Johans Hopkins CSSE 4月20日発表]。COVID-19の主な感染経路は接触感染ならびに飛沫感染と考えられているが、空気中を浮遊するエアロゾルを介した空気感染が生じる可能性も指摘されている[Liu et al. Nature, 2020]。ウイルスエアロゾルについては有効な除去方法が確立されておらず、呼吸器の感受性細胞に直接到達するリスクも高いと想定されるため、空気感染を制御することができれば感染拡大の防止に繋がる。ウイルスエアロゾルは温度ならびに湿度といった環境因子の変化が感染性に影響すると考えられるが、先行研究においては特定の温湿度における浮遊ウイルスの感染性の有無のみを検証しており限定的な情報に留まっている[Doremalen et al, N Engl J Med, 2020]。本研究では、バイオセーフティーレベル (BSL) 3施設内にSARS-CoV-2エアロゾルを噴霧・拡散可能なテストチャンバーを開発することで、浮遊ウイルスの性状や環境因子によるSARS-CoV-2エアロゾルの局在の変化や感染性に与える影響を解明する。

B. 研究方法

BSL3施設内の安全キャビネット内に設置が可能であり、温度ならびに湿度が調節可能な噴霧テストチャンバーを開発する。噴霧ボックスの開発ならびに不活化SARS-CoV-2を用いた解析は、北海道大学大学院工学研究院 林基哉教授、国立保健医療科学院 金勲上席主任研究官、ならびに仙台医療センター 西村秀一センター長とともに行った。

（倫理面への配慮）  
該当しない。

C. 研究結果

温湿度の調節が可能な噴霧テストチャンバーを開発した。断熱材で覆ったステンレス製の断熱機密ボックス（内容積約220L;高さ455mm×幅1200mm×奥行410mm）を作製した。保冷剤を天板に載せ、底面に内蔵されたサーモスタットにてボックス内の温度を一定に保つ。コンプレッサに溜めた空気をバブリングならびにシリカゲルの入った真空デシケーターを通してボックス内に注入することで加除湿を行う。 $\beta$ -プロピオラクトンで不活化したSARS-CoV-2をボックス内に噴霧し、パーティクルカウンターを用いて粒径ごとの経時的推移を測定したところ、粒径 $0.5\mu\text{m}$ より大きい浮遊粒子は時間経過とともに減少した。一方で、粒径 $0.3\sim 0.5\mu\text{m}$ の粒子は経時的に増加して3時間後にはピークに達し、その後は緩やかに減少していくものの6時間後においても大部分が浮遊していた。

D. 考察

不活化SARS-CoV-2を噴霧すると、粒径の大きな粒子は減少するが、粒径 $0.3\sim 0.5\mu\text{m}$ の小さな粒子は徐々に増加した。これは噴霧されたSARS-CoV-2を含む粒子から水分が空気中で蒸発して、粒径が小さくなったためと考えられる。ウイルス粒子の大きさは約 $0.1\mu\text{m}$ であるため、粒径 $0.3\sim 0.5\mu\text{m}$ の浮遊粒子中に含まれ、長時間空中を漂うことが想定される。

E. 結論

- 温度ならびに湿度を調節可能な噴霧テストチャンバーの開発に成功した。

- 粒径の大きなSARS-CoV-2は時間経過とともに沈着するが、 $0.5\mu\text{m}$ より小さな粒子は少なくとも6時間以上浮遊した。

G. 研究発表  
1. 論文発表  
なし

2. 学会発表  
なし

H. 知的財産権の出願・登録状況  
(予定を含む。)

1. 特許取得  
なし

2. 実用新案登録  
なし

3. その他  
なし