

令和2年度“オール近大”新型コロナウイルス感染症 対策支援プロジェクト研究報告書

企画題目	オゾンを用いたコロナウイルスのオンサイトでの不活化に関する研究
研究者所属・氏名	研究代表者：小竹 武 共同研究者：石渡俊二、井上知美

1. 研究、開発・改良、提案目的・内容

今回の新型コロナウイルスの世界的流行によって、マスクや防護服などの医療資材が払底しました。本研究は、医療機関や介護施設等で医療資材が不足した場合に、オンサイト（その時、その場）でウイルスを不活化することによって、これらを再使用できるようにすることを目的とします。

2. 研究、開発・改良、提案経過及び成果

オンサイトでオゾンガスを用いてコロナウイルスを不活化する際に必要となる基礎的な検討を行いました。具体的には、以下の2点です。

①オゾンガスの活性指標

オゾンガスの曝露量はCT値（オゾン濃度と時間の積）として表されますが、同じCT値であってもオゾンガスの活性は湿度に依存して大きく変化します。我が国では四季変化によって湿度差が50%を超えることもあり、オゾンガス活性もその影響をうけるものと予想されますが、詳細は分かっていません。そこでオゾンガス活性の湿度変化を精査するとともに、オゾンガスの活性を容易にモニターできるオゾンガス活性インジケータの開発を目指しました。

開発したインジケータは、プロモフェノールブルー(BPB)を色素、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)膜を支持体として用いました。このインジケータはオゾン曝露量の増加に伴って視覚的に明瞭に色調が変化し、CT値50のオゾン曝露によって完全に脱色しました。湿度を50~90%に変化させてもほぼ同様に色調変化したことから、本インジケータは50~90%の湿度範囲で曝露量CT50を示すインジケータとして使用できることが明らかになりました。さらにインジケータの適応CT範囲を広げるため、インジケータに還元剤であるチオ硫酸ナトリウムを加えたところ、CT値50~400までの範囲で自由に感度を調整可能であることが分かりました。また、インジケータを調製する際の液性はpH7が望ましいことを見出し、インジケータとして再現性にも優れていることを確認しました。BPBはDNAの電気泳動の際に汎用され、その他の調製に必要な器具も通常の実験室に備えられているもので行えることから、緊急事態宣言などによって試薬販売業者が休業している場合でも本インジケータは調製可能です。既に奈良県立医科大学および藤田医科大学のグループによって新型コロナウイルスに対するオゾンの奏功曝露量が報告されており、他のウイルスにおいても不活化に必要なオゾン曝露量CT値が明らかにされれば、本インジケータはオンサイトでのウイルスの不活化の確認に応用できます。

②オゾンガス分布の均質化

オゾンガスは、その分子量の大きさから無風の条件下では下方向に沈降するものと考えられます。オンサイトでウイルスを失活させる際には、このような空間的なオゾンガス濃度の不均一性はウイルスの不活化効果を不均質にするおそれがあります。そこで、オゾンガス濃度の鉛直方向の分布とこれを解決する方法について検討しました。

汎用されている電気化学検出器を用いてオゾン濃度を測定したところ、鉛直方向の上下でオゾン濃度が大きく異なっていました。オゾンガスの濃度勾配は、サーキュレータ稼働条件下、サーキュレータおよび円筒導入条件下においても、維持されていました。しかし、①で調製したオゾンインジケータを用いたところ、鉛直方向でのオゾン活性の差異は認められませんでした。これらの結果は、電気化学検出器によるオゾン濃度測定値とインジケータによる活性測定値の間の齟齬があることを示しているものと考えられます。

3. 本研究と関連した今後の研究、開発・改良、提案計画

上記①と②の成果によって、オゾンガス活性は高さによる偏りなく存在することが分かり、インジケータによって簡便に確認できるようになりました。これらの成果は、オゾンガスを用いたコロナウイルスのオンサイトで不活化に道を拓くものです。また歴史を紐解くと人類は繰り返しパンデミックに襲われており、今回の新型コロナウイルスだけでなく今後の感染症対策に大きく寄与することが期待されます。

しかし、実際にオゾンガスを用いてオンサイトでウイルスなど病原微生物の不活化を行うためには解決すべき点も残っています。例えば、上記のように、電気化学検出器によるオゾン濃度測定値とインジケータによる活性測定値の間には齟齬が認められ、オゾンガス活性を示す分子種が複数存在することが示唆されていますが、その分子が何であるかは全く分かっていません。安心してオンサイトでオゾンガスによって不活化を行うためには、この活性分子種を同定する必要があると考えています。

4. 研究成果の発表等

発表機関名	種類(著書・雑誌・口頭)	発表年月日(予定を含む)
日本薬学会 第141年会	ポスター	令和3年3月26日
日本職業・災害医学会会誌	雑誌	掲載決定

5. 開発・改良、提案課題の成果発表等

特許出願

- ・ 出願番号 特願2021-019941
- ・ 出願日 令和3年2月10日
- ・ 発明名称 オゾンインジケータの調整方法およびオゾンインジケータ