




論文審査及び最終試験又は学力の確認の結果の要旨

甲・乙	氏名	Afifah Fatimah Azzahra Ahmad Wadi	
学位論文名	Effects of Strain Differences, Humidity Changes, and Saliva Contamination on the Inactivation of SARS-CoV-2 by Ion Irradiation		
学位論文審査委員	主査	川畑 茂	  
	副査	山崎 修	
	副査	矢野 彰三	

論文審査の結果の要旨

新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) は、冬だけでなく夏にも流行が見られる呼吸器系のウイルスである。多くの呼吸器系ウイルスは冬に流行するが、SARS-CoV-2が夏にも感染が広がる詳しい理由はまだ分かっていない。SARS-CoV-2は、飛沫や接触によって感染が広がる。感染症の予防策としては、ワクチン接種、手洗い、マスクの着用に加え、アルコールなどの化学物質やイオン照射による微生物の不活性化が知られている。本研究では、イオン照射を用いてSARS-CoV-2を不活性化する際に、湿度や唾液がどのような影響を与えるのかを詳しく調べた。P3のセイフティーキャビネット内にイオン照射装置を設置し、武漢株、アルファ株、デルタ株、オミクロン株の4種類のSARS-CoV-2に対して、湿度30%、60%、80%の条件下でイオン照射の効果を検証した。一般的に、ウイルスは湿度が低いほど不活性化しやすいことが知られている。一方、イオンの生成には水分が必要である。このことから、「イオン照射が最も高い抗ウイルス効果を発揮するには、適切な湿度条件があるのではないか」という仮説を立てた。ウイルス力価は、TCID₅₀法で測定した。その結果、湿度が低いほどイオン照射の効果が高いことが明らかとなった。しかし、オミクロン株は、他の株に比べて全ての湿度条件で不活性化されにくかった。ただし、イオン照射の時間を長くすれば、全ての湿度条件においてウイルスの不活性化が促進された。このことから、イオン照射は湿度30%の条件で特に高い抗ウイルス効果を示すことが確認された。次に、唾液がイオン照射に与える影響を調べた。ウイルス感染歴のない10人から唾液を採取し、遠心分離とろ過滅菌により唾液サンプルを作成した。唾液がウイルスに付着すると、イオンとウイルスとの接触を妨げる可能性があるため、「唾液が存在するとイオン照射の効果が弱まるのではないか」と予想した。その結果、武漢株では唾液があるとイオン照射の効果が低下することが分かった。一方、オミクロン株では、逆に唾液があるとウイルスが不活性化されやすくなり、イオン照射の効果もより強くなるという予想外の結果が得られた。

本研究から、オミクロン株は他の株と比べて、全ての湿度条件で不活性化されにくく、イオン照射による不活性化にもより長い時間が必要であることが判明した。オミクロン株のスパイクタンパク質には他の株よりも多くの変異があり、変異によりスパイクタンパク質の安定性を高めている可能性が指摘されている。従って、スパイクタンパク質が原因である可能性が高いが、オミクロン株にはスパイク以外にも変異があるため、さらなる研究が必要である。夏は冬と比べて唾液の分泌が低下することが知られている。オミクロン株は高湿度でも長時間感染性を保つため、夏はオミクロン株にとって最も流行しやすい環境であると推測される。

長時間のイオン照射は、全ての湿度条件下で、唾液の有無にかかわらずウイルスを不活性化させた。これらの結果は、イオン照射がSARS-CoV-2の感染予防に有効な手段であることを示唆している。

最終試験又は学力の確認の結果の要旨

(主査：川畑 茂)

昨今のパンデミックにおける喫緊の課題であるSARS-CoV-2感染に焦点を当てており、実地医療に適用可能な研究内容である。申請者は自身の問いに対して大きな仮説を2つ立て、科学的に検証し、得られた結果が仮説をどのように支持していくか、あるいは仮説と反するかを丁寧に解釈していった。審査会では研究の新規性や研究倫理の重要性を的確に述べ、今後のindependent researcherとしての実力が備わっていると十分に考えられ、学位の授与に値すると判断した。

(副査：山崎 修)

ウイルス株の違い・湿度の変化・唾液の存在の条件下でSARS-CoV-2に対するイオン照射の有効性を示した臨床的に価値の高い研究である。審査時のプレゼンテーションや質疑応答も非常に丁寧で的確であり、関連する知識も豊富であることから学位の授与に値すると判断した。

(副査：矢野 彰三)

申請者は、イオン照射によるSARS-CoV-2の不活化効率について詳細に検討し、ウイルス株や湿度の違い、さらに唾液存在下での効果の違いを初めて明らかにした。質疑応答は的確で、関連領域の知識や考察力も充分にあることより、医学博士の学位授与に値すると判断した。

(備考) 要旨は、それぞれ400字程度とする。