

コロナウィルス感染予防対策品としてのマスク評価方法の検討

生活科学課 浦上 晃、中橋美幸、塚本吉俊^{*1} 生活工学研究所 溝口正人^{*2}

1. 背景

新型コロナウィルス感染が拡大しており未だ収束の見通しが立たない状況である中、人と接する場面のみならず生活全般においてマスクの使用が求められている。県内を含む多くの企業が新たにマスク製品の開発、製造に乗り出しており、その評価方法について相談を頂いている。一方で、既存のマスク評価試験法(JIS 規格⁽¹⁾)はあくまで材料としての生地の特性評価であり、製品としてのマスクの構造や装着状態の差異を考慮していない。また、その JIS 試験についても培養操作を伴うため設備と時間を要し、対応できる機関、試験数は限られているのが現状である。

そこで本研究では、工業系の公設試験研究機関で実施できる製品としてのマスクの評価方法について検討した。本報告では、マスクの飛沫遮蔽性能を客観的、数値的に測定することを目的として、マネキンヘッド等により構成した評価装置を作製し、画像処理ソフトを用いた飛沫の粒径分布測定による数値データ取得について検討した。

2. 飛沫遮蔽性評価装置の作製

作製した飛沫遮蔽性評価装置の概要図および装置写真を図 1 に、主な使用器具、試薬一覧を表 1 に示す。人のくしゃみ、咳、唾を想定し、マネキンヘッドの口部分の内側からスプレーガンを用いて染料液を噴射させた。噴射量条件を制御するため、流量計、圧力計を用いた。噴射方向の一定距離先にケント紙を設置できる設計とし、紙に付着した噴射飛沫について数値的評価を行った。

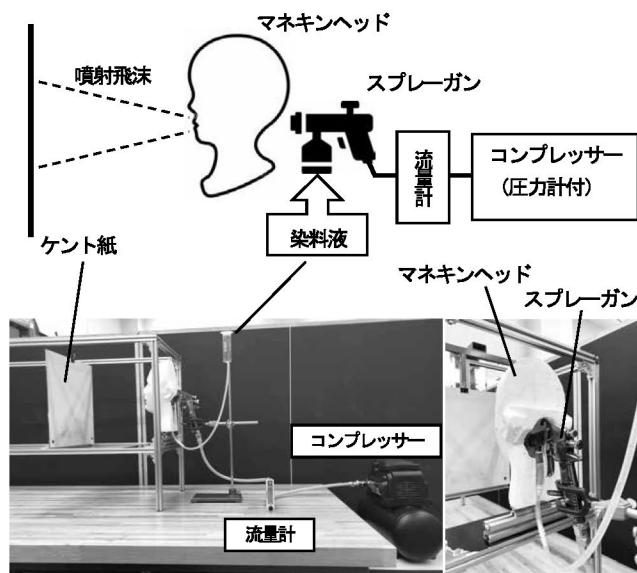


図 1 飛沫遮蔽性評価装置の概要図(上)および写真(下)

表 1 使用器具、試薬一覧

器具等の名称	メーカー、型番等
マネキンヘッド	MERIGLARE 展示用 男性
スプレーガン	アークランドサカモト(株) GTEV-01
流量計	コフロック(株) RK20T-V-1
エアーコンプレッサー	ミナト電機工業(株) CP-8A (圧力計付)
染料液	富士フィルム和光純薬(株) コンゴーレッド 5%水溶液

3. 画像処理による飛沫粒径分布測定

前項 2 の噴射飛沫が付着したケント紙について、粒径分布を測定した。はじめに、ケント紙をデジタル一眼レフカメラ(Nikon D3500、レンズ AFSDXVR18-300G)により解像度 6,000×4,000pixel で撮影した。例として、成人の呼吸量や対面会話を想定し、流量 20L/min、圧力 0.1MPa、噴射時間 1s、紙までの距離 30cm で噴射した紙の撮影画像を図 2 上に示す。次に、フリー画像処理ソフト ImageJ を使用し、撮影した紙画像を二値化後(図 2 下)、面積計算からの飛沫粒径の算出、飛沫数のカウントを行った。

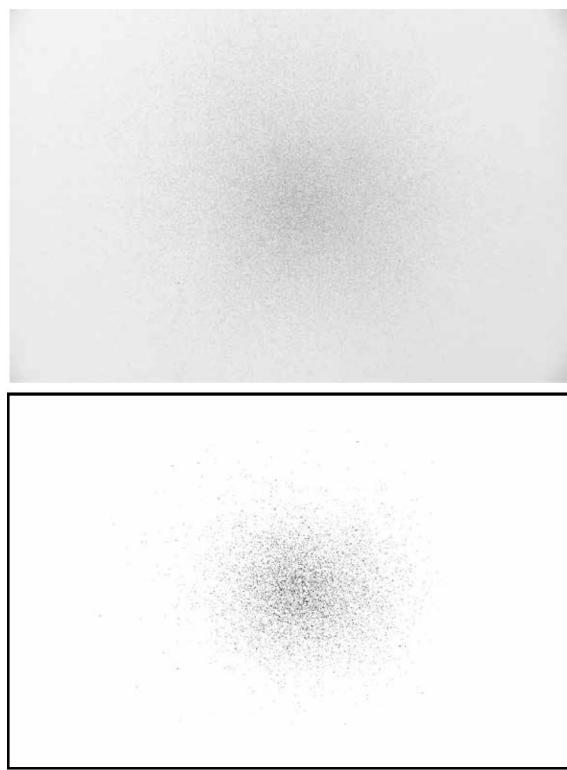


図 2 飛沫を噴射した紙(上)および二値化後画像(下)

粒径分布の測定結果を図 3 に示す。カウントした飛沫は 8,304 個存在し、およそ 50~150μm をピークとして数 10

*1 現 生活工学研究所、*2 現 生活科学課

～600μm の範囲の分布が確認できた。会話や咳を伴う呼気中の飛沫の大きさは0.01μm～数mmで、個数濃度としては2μm 前後と120～150μm 付近に分布ピークを持つことが報告されており^②、100μm 付近のピークについては今回の試験結果と概ね一致した。一方、撮影条件上今回の試験では数μm サイズ以下の飛沫を計測することはできなかった。

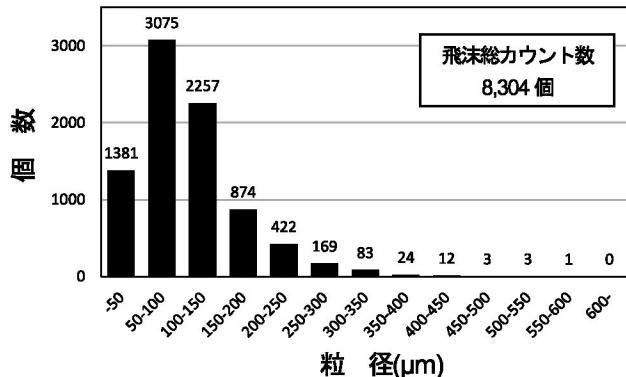


図3 粒径分布測定結果例

4. マスク装着時の飛沫粒径分布測定

マネキンに各種マスク(市販の不織布、ウレタン、ニット、サーナカルマスク)を装着して実験したところ、前項3.の噴射条件では全てのマスクで完全に飛沫の飛散を防止できた(ケント紙に飛沫が付着しなかった)ため、噴射条件を強くしてマスク毎の飛沫遮蔽性能の比較を行った。条件を、流量30L/min、圧力0.2MPa、噴射時間1s、紙までの距離5cmとしたところ、不織布、ニット、サーナカルマスクは飛沫を完全に遮蔽できた一方、ウレタンマスクは飛沫の飛散が確認でき、その粒径分布も計測できた(図4)。これより、本評価装置により噴射条件を調整することで、マスクの種類による飛沫遮蔽性能の数値的比較(粒径分布の差異の計測)が可能となった。

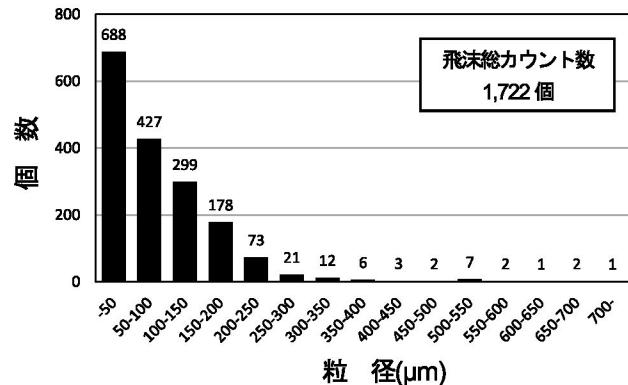


図4 粒径分布測定結果(ウレタンマスク装着時)

5.まとめ

工業系の公設試験研究機関で実施できる製品としてのマスクの評価方法について検討した。マネキンヘッド、スプレーガン等を使用して飛沫遮蔽性評価装置を作製し、画像処理ソフトを用いて飛沫の粒径分布を測定することで、マスクの種類による遮蔽性能の客観的、数値的比較が可能となった。今後は、マスク着用時の内部温度測定(快適性、付け心地評価)やマスク縁部からの飛沫漏洩観察について検討する予定である。

参考文献

- 日本産業規格 : JIS T 9001 医療用マスク及び一般用マスクの性能要件及び試験方法、JIS T 9002 感染対策医療用マスクの性能要件及び試験方法
- Johnson GR et al. : Journal of Aerosol Science 42(2011)839

謝辞

本研究は、産業技術連携推進会議 ナノテクノロジー・材料部会 繊維分科会との共同研究において実施した。

キーワード：新型コロナウィルス、マスク、飛沫遮蔽性能、画像処理、粒径分布

Consideration of evaluation method of the mask to prevent coronavirus

Human Engineering Section; Akira URAKAMI, Miyuki NAKAHASHI and Yoshitoshi TSUKAMOTO*¹

Director of Laboratory; Masato MIZOGUCHI*²

While coronavirus is expanding and is the situation that a convergence isn't in prospect yet, use of a mask is desired in living in general as well as the situation which touches a person. Many enterprises including a prefecture go out on development and production of a mask product newly. On the other hand, mask evaluation test method of existence is characteristic evaluation of fabric as an ingredient to the end, and the difference between the structure of the mask and the attachment state as the product isn't being considered. In this study, evaluation method of a mask as the product which can be conducted in a public test research institute of the industrial system was considered.