様式 C-19

科学研究費補助金研究成果報告書

平成 23 年 6 月 1 日現在

機関番号： 13601
研究種目： 若手研究（B）
研究期間： 2008～2010
課題番号： 20700580
研究課題名（和文） 花粉捕集効率の向上を目指した花粉症用マスクのデザイン開発に関する研究
研究課題名（英文） Study on improving the design of hay fever masks to enhance their pollen trapping efficiency
研究代表者
森島　美佳（MORISHIMA MIKA）
信州大学・ファイバーナノテク国際若手研究者育成拠点・助教
研究者番号：50369518

研究成果の概要（和文）：
本研究では，現代人にとって深刻な花粉症に要する衛生用マスクについて，その機能性と装着感の改善策を見出し，各個人に対応する最適な衛生用マスクを開発することを目標としている．マスクを装着した際の花粉捕集効率は，マスク自体の性能だけでなく，装着感や装着状態によっても影響が及ぼされることが予測される．本課題では，大学生を対象とした花粉症用マスクに対する意識調査を実施し，装着感に関する問題点を明らかにした．また，機能性について，マスク周辺の気流を可視化するシステムを試作し，呼気の漏れ挙動およびマスクと顔面間に形成される隙間を検出し，定量的に評価した．

研究成果の概要（英文）：
This study aims to offer suggestions for improving the effectiveness of masks used for avoiding hay fever and for eliminating the discomfort caused at the time of wearing these masks. In this study, the awareness of university students with regard to hay fever masks was investigated. Moreover, a simple observation system to study the air flow was produced experimentally. Based on the results of the air-flow observations, the air gap between mask and face were detected and quantitatively-assessed.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合　計
2008 年度	800,000	240,000	1,040,000
2009 年度	600,000	180,000	780,000
2010 年度	400,000	120,000	520,000
年度			
年度			
総　計	1,800,000	540,000	2,340,000

研究分野：総合領域
科研費の分科・細目：生活科学・生活科学一般
キーワード：マスク，花粉症，装着感，捕集効率

１．研究開始当初の背景

現代人にとって深刻な花粉症に要する衛生マスクに着目し，その機能性と装着感の改質，改善策を見出し，個人個人に最適な衛生マスクを開発することを本研究の長期的な目標としている．

花粉症に関連する国内の研究において，信田の報告[1]では，花粉アレルギーの大半を占めるスギ花粉症が 1960 年代に初めて見出され，1970 年代後半から花粉症有症者が増加しているとある．また，海外において，1992 年に発表された R.SONYA らの報告[2]では，

喘息と花粉症が関連しており，1990 年前後から中高年層よりも若年層において花粉症有症者数が増加しているとある．さらに，同研究者らは，花粉症を自覚する者の半数が，医師の診断や処方箋なしで薬品を投与し，その 1/3 の者が眠気を感じるとった副作用の問題を指摘している．

近年，花粉症有症者の増加に伴い，花粉症対策として，市販薬品の他に，数多くの製品が開発され，盛んに市場展開されている[3]．マスク，メガネ，防護服，温熱吸入器，鼻・眼洗浄機，空気清浄機，花粉防止スプレーなどの花粉防護用具は，一般的に知られている．これらの中でも，花粉症用マスクは，比較的安価かつ入手し易く，簡便に日常使用することができ，症状を軽減させる有用な用具であることが期待される．

現在市販されている花粉症用マスクについて，実験的には多量の花粉を口当シート自体に吸着することができる．しかしながら，実際の装着時におけるその効果について，明らかでないところが多い[4-6]．国民生活センターによる口当シート自体の捕集性能に関する評価結果では，捕集率は 99.5%以上の値を示すことが報告されている[4]．一方，マスク装着時の捕集性能は，口当シート自体の捕集率よりも約 20%低下するケースがあると述べられている．また，大久保・奥田による報告では，花粉症用マスクは，約 83%の花粉を侵入阻止しているとの報告がなされている[5]．

いずれの報告においても，マスクを装着することによって，花粉防護効果は認められるものの，マスク装着時における花粉の侵入箇所や挙動については詳細には明らかにされていない．さらに，マスクを装着した際の息苦しさ，蒸れ感などの不快感は，マスクの種類やサイズの選択および密着性といったマスクの装着状況に影響を及ぼし，防護効果が充分に得られないことが懸念される．

２．研究の目的

本課題では，実際にマスクを装着した際，より高い花粉捕集効率を有するマスクを開発することを長期的な目標としている．その基礎研究として，装着感および機能性の観点からアプローチする．

装着感については，これまで明らかにされてこなかった花粉症用マスクに対する問題意識について大規模調査を実施した．また，機能性については，マスク周辺に生じる気流挙動を可視化し，マスクと顔面間の隙間に関する知見を得るため，マスク装着時における呼気の漏れ挙動を可視化するシステムを試作した．試作したシステムを用いて，マスクと顔面間に形成される隙間を定量的に評価した．

３．研究の方法

（１）．花粉症用マスクに対する意識調査

本研究では，用紙法を用いてマスクに対する意識について，若齢者を対象として調査を実施した．主な質問項目は，①「花粉症ですか.」，②「花粉症の症状は何ですか.」，③「花粉症対策は何ですか.」，④マスクを着用する者に対して「着用するマスクは，花粉症用として市販されているものですか.」，⑤花粉症用マスクを着用する者に対して「花粉症対策としてマスクを着用するとき，問題点・気になる点はありますか.」，⑥問題点・気になる点がある者に対して「問題点・気になる点は何ですか.」である．なお，質問②～⑥については花粉症有症者を質問対象としている．実施期間は，2009 年 10 月～2010 年 2 月である．調査対象者は，東北，関東，中部，近畿および九州地方の大学に在籍する学生である．

（２）．気流観測システムの試作

装着時における花粉捕集効率の向上を目指したマスクを開発していくための基礎研究として，マスク装着時における呼気の漏れ挙動を可視化するシステムを試作した．図 1 に，試作した気流観測システムの概要図を示した．本システムは，主に黒色に着色したヘッドマネキン，チューブ，発煙管，ポンプ，電力供給スイッチ，キセノンランプ，デジタルビデオカメラ 1 台，黒色の別珍および遮光布で二重に覆われたチェンバー(幅 1180㎜，高さ 900㎜，奥行 450㎜)から構成される．本実験で用いたヘッドマネキンのサイズについて，全頭高(頭頂点からオトガイ点までの垂直距離)は 208㎜，頭幅(左右の側頭点の間の直線距離)は 150㎜ である．ヘッドマネキンの口部前方から後方へチューブ(外径 8㎜，内径 6㎜)を貫通させ，その先端に塩化第 2 スズと軽石が充填された発煙管(柴田科学)，エアポンプ(送気量 3.3×10^{-5}/㎥・s^{-1})，電力供給スイッチを設置した．電力を供給することにより，マスク周囲から漏れ出す白煙を，ビデオカメラを用いて撮影速度 30fps で撮影した．

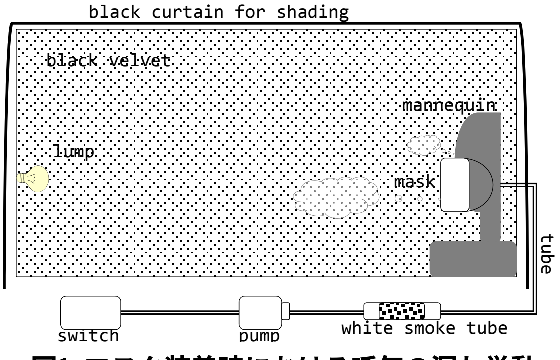


図1 マスク装着時における呼気の漏れ挙動可視化試作システムの概要図

（3）．気流観測

本実験では，サイズが異なる平面型ガーゼマスク 3 種類を採用し，適切な位置で装着させた状態および下へシフトさせて装着させた状態の計 6 条件で気流挙動を観測した．試料マスクのサイズ，厚さ，質量，素材を表 1 に示した．ヘッドマネキンと同様に，試料マスクについても黒色に着色した．実験に際し，シート周囲のみからの白煙漏れ挙動を観察するため，口当シートへの白煙の吸収を防ぐようシートの顔面側には厚さ 300 番手のセロハンを接着した．

表 1　試料性能

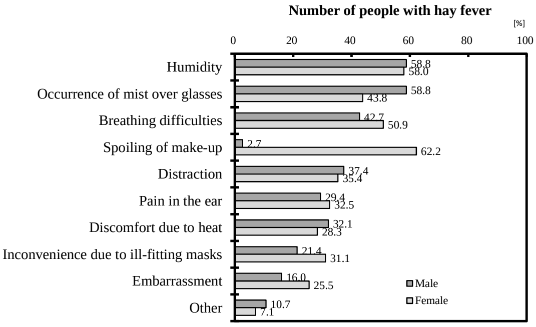
Specifications		Unit	L	M	S
Size	Warp	mm	95.8	89.8	85.8
	Weft	mm	135	124	115
Thickness		mm	3.84	2.36	2.49
Mass		g	13.7	8.19	6.12
Material			Cotton　100%		

4．研究成果

（1）．　花粉症用マスクの問題点

マスクに対する意識調査を集計した結果，1519 名(平均年齢 20.1 歳(SD=2.6))から有効回答が得られた．その内訳は，男性 715 名(平均年齢 20.4 歳，SD=2.6)，女性 804 名(平均年齢 19.9 歳，SD=2.6)であった．本調査における花粉症有症者の割合は，40.5%(男性 36.5%，女性 44.0%)であった．これまでの調査研究において，Greisner らは，大学 1 年生のうち 30.9%の者が皮膚テストで陽性反応を示したと報告している[7]．また，Richards らは，自己申告による調査を実施した結果，15-24 歳の男性 31.3%および女性 39.2%の者が花粉症有症者であったと報告している[1]．これらの結果と比較すると，本調査による花粉症有症者の割合は，やや高い傾向を示した．これは，アレルゲンを特定していないこと，自己申告に基づいた結果であること，また発症年齢の若齢化に起因されると推察された．

花粉症用マスクの問題点･気になる点の有無を集計した結果(質問⑤)，男性 83.7%，女性 88.3%の者が「ある」と回答し，現在市販されているマスクに十分満足していないことが示唆された．問題点・気になる点を集計した結果(質問⑥)を図 2 に示した．男性(n=36)は，「蒸れる」および「眼鏡が曇る」(58.8%)，「息苦しい」(42.7%) といった意識を抱いていることがわかった．一方，女性(n=68) は，「化粧が落ちる」(62.2%)，「蒸れる」 (58.0%)，「息苦しい」(50.9%)などの問題点を挙げた．男性と女性の回答傾向を比較すると，相関係数は 0.37(p=0.29)であり，性別間で差がみられることが明らかになった．



Individual problems in using hay fever masks according to question (5): What are the problems you face in wearing and using hay fever masks?
(males *n*=36 , females *n*= 68)

図 2 花粉症用マスクの問題点

（2）．　気流挙動の解析結果

試作した気流観測システムを用い，呼気に伴うマスク周辺の気流挙動をビデオカメラで記録した．各条件で観測した結果，L サイズのマスクを下へシフトさせて装着させた際，マスク上端におけるヘッドマネキンの鼻翼部分から，白煙の漏れ量が顕著に多かった．マスクの装着の位置によって，マスクと顔面間に形成される隙間の量が異なることが実験的に明らかになった．適切な位置で装着しない場合，より大きな隙間が形成され，マスクを装着しても花粉防護効果が十分に得られないことが示唆された．

実験結果の一例として，L サイズのマスクを下へシフトさせて装着させた際に得られた画像を図 3 に示した．マスク周辺から漏れ出す白煙量についての知見を得るために，オープンソースの画像解析ソフトウェア(ionForge，imageDiff)を用いて，得られた白煙吐出後と白煙吐出前との差分画像を作成し，白煙のみを抽出した(図 4)．その後，抽出した白煙の輝度情報をもとに，濃度分布図(図 5)を得た．各濃度のピクセル数をカウントし，それらの面積をそれぞれ算出した．図 6 に，サイズが異なるマスク 3 種類(L，M，S)を，位置が異なる状態(S:適切な位置で装着させた状態，D:下へシフトさせて装着させた状態)で装着させた際に観測された白煙の面積を示した．本実験において，S サイズのマスクに比して，L，M サイズのマスクを下へシフトさせて装着させた状態では，白煙の漏れ量が多いことが示唆された．一般的に，L サイズのマスクは男性用，M サイズのものは女性用，S サイズのものは女性用あるいは子供用として市販されている．本実験で採用したヘッドマネキンは，日本人頭部寸法データベース 2001 における青年群女性の値(全頭高 218.0mm， SD=8.8mm， 頭幅 153.3 mm，SD=4.8mm)と比較すると，標準偏差の範囲内にあるもののやや小さい頭部形状を有する[8]．このことから，S サイズのマスクに比べ L および M サイズのものは，本実験で採用したヘッドマネキンに対して適合性が低く，マ

図 3 マスク装着時の白煙漏れ挙動

図 4 差分画像

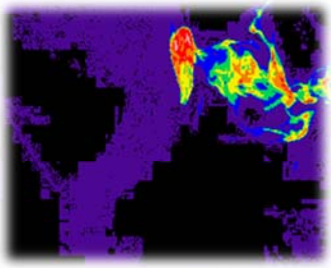


図 5 濃度分布図

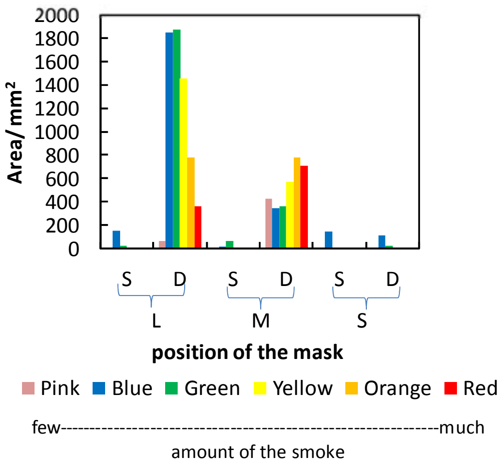


図 6 白煙の面積

スクと顔面間により大きな隙間が形成されていることが推察された.

以上の結果より,適切なサイズのものを適切な位置で装着しなければ,より大きな隙間が形成され,マスク装着による花粉防護効果は十分に得られないことが実験的に明らかとなった.さらに,口の開け方などの個人個人の使用特性が異なることも,マスクを装着する際には考慮する必要があるであろう.また,本実験の結果から,意識調査によって得られた花粉症用マスクに対する問題点の一つである「メガネの曇り」は,マスク装着時におけるマスクと顔面間の隙間における呼気の漏れとその上昇に因ることが考察された.

【引用文献】

[1]信田隆夫,“花粉症に関する調査研究”,空気清浄,第36巻第1号,p.17-27(1998).

[2]SONYA RICHARDS, DAVID THORNHILL, HEATHER ROBERTS, URSULA HARRIES,“How many people think they have hay fever, and what they do about it”, British Journal of General Practice, 42, 284-286, (1992).

[3]木村統治,‘花粉症グッズ”, Practice in Medicine, Vol.18 No.12, p.2800(1998).

[4] 国民生活センター,”たしかな目”,国民生活センター, 3, p.42 (2004)

[5]大久保公裕,奥田稔,“花粉防御器具の有用性”,医薬ジャーナル, Vol.37, No.1, p.493-497(2001).

[6]井出武,榎本雅夫,“花粉マスクの性能と効果”,レシピ,Vol.2, No.1 p.26-27(2003).

[7]Greisner, WA, Settipane, RJ, and Settipane, GA, Natural history of hay fever: a 23-year follow-up of college students. Allergy Asthma Proc., 19(5):271-275, 1998

[8]河内まき子・持丸正明, 2008:日本人頭部寸法データベース 2001,産業技術総合研究所 H16PRO-212

5. 主な発表論文等

(研究代表者,研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

① 森島美佳,素材と形状が異なる花粉症用マスクのフィット性能,感性工学研究論文集,査読有,24,1011~1020,2009

〔学会発表〕(計 10 件)

① 森島美佳,岸田孝弥,金井博幸,西松豊典,魚住超,上條正義,衛生用マスクに対する意識と嗜好調査,第 6 回日本感性工学会春季大会,2011 年 3 月 3 日,九州大学

② Mika Morishima, Koya Kishida, Takashi Uozumi, Masayoshi Kamijo, Investigation into How Hay Fever Masks are Actually Worn, International Conference for the 40th anniversary of Human Ergology Society, June 21 2010, Chukyo University, Japan_

③ 森島美佳,快適な衛生用マスクの開発を目指した開口サイズの計測,平成 22 年

度繊維学会年次大会,2010年6月19日,タワーホール船堀

④ 森島美佳，魚住 超，上條正義，安静時および開口動作時における衛生用マスクの着用効果と問題点に関する検討，産業保健人間工学会第14回大会，2009年10月17日， 順天堂大学

⑤ Mika Morishima, Takashi Uozumi, Masayoshi Kamijo, Development of System to Study a Air Leak Behavior of Mask Worn to Prevent Hay Fever, September 7 2009, the 10th Asian Textile Conference, Shinshu University, Japan

⑥ Mika Morishima, A study on the Fit of Hay Fever Masks Depending on the Characteristics of the Users, THE 38th TEXTILE RESEARCH SYMPOSIUM, September 5 2009, Fuji Institute of Education and Train, Japan

⑦ Mika Morishima, Comparative Study on Three-directional Changes in Shift Length of a Two-dimensional Gauze Mask for Preventing Hay Fever with Different Mouth Movements, 17th World Congress of the International Ergonomics Association, August 4 2009, Beijing Jiuhua International Conference and Exhibition Center, China

⑧ Mika Morishima, Study on the Three-dimensional Shift Length of a Two-dimensional, THE 37th TEXTILE RESEARCH SYMPOSIUM, August 21 2008, Hotel Inter-Burgo DAEGU, KOREA

⑨ 森島美佳，デザインが異なる花粉症用マスクのフィット性能に関する一考祭，平成20年度繊維学会年次大会，2008年6月20日，タワーホール船堀

⑩ 森島美佳，花粉症用マスク装着時における顔面各部位でのフィット性能に関する比較検討，日本繊維機械学会第61回年次大会，2008年5月29日，大阪科学技術センター

〔その他〕

① Best Poster Award, International Conference for the 40th anniversary of Human Ergology Society, "Investigation into How the Hay Fever Masks are Actually Worn" (2010)

６．研究組織

(1)研究代表者

森島　美佳（MORISHIMA MIKA）
信州大学・ファイバーナノテク国際若手研究者育成拠点・助教
研究者番号：50369518

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし

(4)研究協力者

魚住　超（UOZUMU TAKASHI）
室蘭工業大学・大学院工学研究科・准教授
研究者番号：60184983

金井　博幸（KANAI HIROYUKI）
信州大学・繊維学部・講師
研究者番号：60362109

上條　正義（KAMIJO MASAYOSHI）
信州大学・大学院工学系研究科・教授
研究者番号：70224665

岸田　孝弥（KISHIDA KOYA）
中京大学・心理学部・教授
研究者番号：00106262

西松　豊典（NISHIMATSU TOYONORI）
信州大学・繊維学部・教授
研究者番号：0252069