

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 24 日現在

機関番号：13601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23700868

研究課題名(和文) 高い花粉防護効果を有する花粉症用マスクの開発

研究課題名(英文) Development of a hay fever mask with high protection effect

研究代表者

森島 美佳 (MORISHIMA, Mika)

信州大学・繊維学部・助教

研究者番号：50369518

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円、(間接経費) 690,000円

研究成果の概要(和文)：花粉症用マスクに着目し、その機能性と装着感の改善策を見出し、社会適応型さらには個人適応型の最適マスクを提案することを長期的な目標としている。本課題では、マスクに関する意識調査の実施により、花粉症用マスクの問題点を共起分析によって解析した。そして、それらの問題点の改善を目指して、マスク口当てシート材料(糸と布)を試作した。また、防護効果を評価するため、簡易型花粉防護効果評価システムを試作した。

研究成果の概要(英文)：In our long-term goal, solutions for the poor performance and discomfort of wearing a hay fever mask are to be found; moreover, a comfortable mask that can be worn by more people is proposed herein. In this research, a survey on hay fever masks was conducted, and the co-occurrences of problems faced while wearing such masks were analyzed. To address these problems, masks made of yarn and fabric were manufactured. Furthermore, a simple system was proposed to evaluate the protection effect while wearing the mask.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・生活素材

キーワード：マスク

1. 研究開始当初の背景

現代人にとって、花粉症は深刻な問題である。花粉症対策として、衛生用マスクを装着することは、セルフケアを施す上で有用な手段であることが期待されている。花粉症有症者の増加に伴い、その対策として、市販薬品の他に多種多様な製品が開発され、市場拡大がなされている。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、一般的に知られるところである。これらの中でも、花粉症用マスクは、比較的安価でありかつ入手し易い。また、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は、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。これまでに、報告者はマスク装着時におけるフィット性について検討を行ってきた。その結果、マスクの素材、サイズ、開口動作の違いによって、マスクと顔面との隙間形成箇所、ずれ量およびフィット感が異なるということを実験的に明らかにしてきた。

2. 研究の目的

本研究では、花粉症用マスクに着目し、その機能性と装着感の改善策を見出し、社会適応型さらには個人適応型の最適マスクを提案することを長期的な目標としている。

本課題では、マスクに関する意識調査の実施により、花粉症用マスクの問題点を共起分析によって解析した。そして、それらの問題点の改善を目指して、マスク口当てシート材料(糸と布)を試作した。また、防護効果を評価するため、簡易型花粉防護効果評価システムを提案した。

3. 研究の方法

3 - 1. 花粉症用マスクに関する意識調査の方法

2012年11月~2013年2月に、アンケート用紙を用いて衛生用マスクに関する意識調査を実施した。調査対象は、東北、関東、中部、近畿、中国、九州地方の大学に在籍する学生である。質問項目は、(1)あなたは、花粉症ですか? (はい、いいえ)、(2)花粉症の症状は何ですか? (自由回答)、(3)花粉症対策は何ですか? (1.マスク、2.めがね、3.うがい、4.市販薬、5.処方薬、6.注射、7.その他、8.特にない)、(4)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せんか? (ある、ない)、(5)問題点・気になる点は何ですか? (P1.蒸れる、P2.眼鏡が曇る、P3.息苦しい、P4.不恰好、P5.化粧が落ちる、P6.耳が痛い、P7.暑い、P8.邪魔、P9.サイズが合わない、P10.その他)である。

3 - 2. マスク口当てシート材料の試作

3 - 2 - 1. 中空紡績糸の試作

マスク口当てシート材料を試作するにあたり、綿100%の中空紡績糸を作成した。材料には、綿スライバ(3.6ktex, 平均繊維長22mm, 平均繊度0.18tex)と水溶性ポリビニルアルコール紡績糸(PVA, 12.4tex, 弾性限界荷重59.2cN)を使用した。精紡機には、ロータ式オープンエンド精紡機およびリング精紡機を用いた。

中空紡績糸の作製手順として、コア層に水溶性PVA糸、シース層に綿を用いたコアスパンヤーンを作製した。コアスパンヤーンを紡出する際、PVAを糸構造中のコア層に配置するために、PVAには、50cNの張力をかけた。作製したコアスパンヤーンを80℃の熱水に30分間浸漬してPVAを除去した。その後、標準状態にて、24時間乾燥させて中空紡績糸(59.1tex, 撚係数6.0($\times 957\text{tpm} \cdot \text{tex}^{1/2}$), 撚方向Z)を得た。比較試料として、同じ繊度と同じ撚係数を有する単糸も作製した。

糸の物性評価として、糸軸方向と糸側面方向の吸水性を測定した。糸軸方向の吸水特性について、JIS L1097 バイレック法を援用して実験を行った。測定には、高さ200mm, 幅50mm, 厚さ3mmのアクリル性の試験枠に、作製した糸を一定の荷重12gfをかけて5回巻きつけた後、枠の端部分で試料糸を固定しテープにて固定したものを採用した。浸漬液は、0.05%赤色直接染料液を用いた。

糸側面の吸水特性について、試料糸をスライドガラスに30回巻きつけ、繊維表面に0.05%赤色直接染料液50 μL を滴下した。観察には、デジタルカメラによってインターバル撮影を行い、得られた画像から、時間経過に伴う水滴の高さの変化を観測した。

3 - 2 - 2. 編物の試作

マスクと顔面のフィット性の向上を目指して、編構造を有する布をプリミティブモデルとして作製した。試料作製にあたり、まずは紡績糸の試作し、それを用いて平編物を作製した。

材料には、綿スライバ(3.6ktex, 平均繊維長22mm, 平均繊度0.18tex)を採用した。ロータ式オープンエンド精紡機を用いて、番手30.1tex, 撚係数 $4.0 \times 957\text{tpm} \cdot \text{tex}^{1/2}$, 撚方向Zの条件で単糸を作製した。

作製した単糸の物性について、糸の繊度(大栄科学精器製作所, SSD-3), 毛羽および糸むら(Uster社, Uster Tester UT—), 引張強伸度(TOYO BOLDWIN, TENSILON-20)の測定を行った。

作製した単糸を用いて、自動丸編機(圓井繊維機械株式会社, 7-ST-1)で平編物を作製した。丸編機の径は3.5inch, 針数は180本針である。

作製した編物の物性について、厚さ(株)大栄科学精器製作所, FS-60DS), 通気性(カトーテック KES-F8-API), 引張強伸度(TOYO BOLDWIN, TENSILON-20)を測定した。

3 - 3 . 簡易型花粉防護効果評価システムの作成の方法

主にヘッドマネキン, チューブおよびパーティクルカウンターとそれを制御するためのパーソナルコンピュータから構成される簡易型花粉防護効果評価システムを作成した。

ヘッドマネキンの作成にあたり, ハンディ3D スキャナー((株)オーピーティー, Artec 3D スキャナー Eva)を用いて, 若年男性1名の3次元頭部形状を測定した。被験者の閉口時および最大開口時における頭部を測定した。さらに, 獲得された3次元データをもとに, 3D プリンター(Stratasys 社, uPrint SE)を用いて頭部マネキンを造形した。あらかじめ, 口唇部には, 3次元 CAD 設計ソフトウェア(solidworks 社, solidworks2007)を用いて開口部分を設けた。室内環境下に置かれたチェンバー内に設置されたマネキン開口部にチューブを貫通させ, その先にパーティクルカウンター(HACH 社製, HHPC-6), パーソナルコンピュータを設置した。

4 . 研究成果

4 - 1 . 花粉症用マスクに関する意識調査の結果

実施したアンケートを集計した結果, 3042名から有効回答が得られた。その内訳は, 男性1475名, 女性1567名である。花粉症有症者率は, 男性41.1%, 女性42.5%であり, 男女間に有意な差は認められなかった($P=0.429$)。集計された有症者率について, 他の調査結果と比較すると高い値を示した。これは, 医師の診断による結果ではないことが一つの要因であると考えられる。なお, 2009年に行った報告者らの調査結果において, 本調査から得られた値とほぼ同様の値を示しており, 妥当な値であると判断した。

表1に, 花粉症対策について集計した結果を示した。マスク, 処方薬, 市販薬, うがい, 特になし, めがね, 注射の順に多い傾向が示された。男女ともに, 花粉症対策としてマスクを採用する者の割合が最も高いことがわかった。各対策について, 男女間の差を χ^2 検定により検討した。その結果, 男性よりも女性の方が, マスクおよび処方薬を採用する者の割合が高いことがわかった。

マスク着用時の問題意識について集計した結果を表2に示した。「蒸れる」, 「眼鏡が曇る」, 「息苦しい」の順に, 問題意識が高い傾向が示された。これらの問題点は, マスク着用時におけるマスク被覆内および周囲の熱特性, 水分特性および気流特性に起因することが推察された。

各問題意識について, 男女間の差を χ^2 検

定により検討した。その結果, 男性よりも女性の方が, 「蒸れる」, 「化粧が落ちる」, 「耳が痛い」, 「サイズが合わない」といった問題意識を抱いている者の割合が高いことがわかった。一方, 女性よりも男性の方が, 「邪魔」という回答の割合が高いことが明らかとなった。

表1 花粉症対策の集計結果

	男性 (%)	女性 (%)	P
マスク	56.9	78.8	0.000
処方薬	29.7	40.9	0.000
市販薬	30.6	27.7	0.272
うがい	22.9	21.9	0.665
特になし	17.9	8.7	0.000
めがね	10.6	7.8	0.087
注射	2.4	1.3	0.141
その他	5.0	5.5	0.646

男性 N=585, 女性 N=631

表2 花粉症対策の集計結果

	男性 (%)	女性 (%)	P
P1. 蒸れる	59.4	67.7	0.000
P2.眼鏡が曇る	58.2	48.7	0.458
P3.息苦しい	46.6	47.5	0.138
P4.不恰好	9.2	11.6	0.139
P5.化粧が落ちる	1.6	47.7	0.000
P6.耳が痛い	29.1	45.8	0.000
P7.暑い	24.7	27.8	0.091
P8.邪魔	36.7	23.0	0.006
P9.サイズが合わない	8.8	21.9	0.000
P10.その他	7.6	6.4	0.866

男性 N=251, 女性 N=421

さらに, 各回答者の症状, 対策, 問題点について共起性を検討した。共起性の指標については, 式(1)に従って個人の各回答項目をIとしてJaccard係数を算出した。

$$J=I_a \cap I_b / I_a \cup I_b \quad (1)$$

解析対象とした回答者は, マスクを着用する者のうち, 着用時において問題点があると回答した者のみの回答を抽出した。男性

では、Jaccard 係数が 0.10 以上のとき、{マスク、鼻水(J=0.810)、目が痒い(0.693)、鼻閉(0.402)、蒸れる(0.394)、くしゃみ(0.307)、眼鏡が曇る(0.227)、息苦しい(0.159)、市販薬(0.143)、邪魔(0.108)}という共起性が示された。

また、女性では、Jaccard 係数が 0.10 以上のとき、{マスク、鼻水(0.869)、目が痒い(0.737)、くしゃみ(0.550)、蒸れる(0.414)、鼻閉(0.223)、眼鏡が曇る(0.171)、化粧が落ちる(0.108)}といった共起性が示された。

本調査の結果から、男女共通してみられた「蒸れる」という問題を解決することにより、男性では「眼鏡が曇る」「息苦しい」および「邪魔」、女性では「眼鏡が曇る」「化粧が落ちる」という問題点をも解消されることが予想される。また、症状を考慮すると、吸湿性能および吸水性能の向上が不快感の軽減につながると考察した。

4 - 2 . マスク口当てシート材料の試作

4 - 2 - 1 . 中空紡績糸の水分特性

本研究では、水分特性に関する問題点を改善するため、口当てシートの材料として綿繊維からなる糸および布を試作した。

試作した単糸と中空紡績糸について、中空紡績糸は単糸よりも吸水速度が速いことが確認された。また、紡績機の違いによる糸構造の相違によって、吸水速度は糸中の中空部分の経路長に大きな影響を受けること考察された。

糸中心部に中空構造を有することによって、糸側面からの吸水特性も向上するという結果が得られた。中空紡績糸の糸側面からの吸水特性について、中空紡績糸は単糸よりも吸水速度が速い傾向が示された。また、使用した紡績機の違いによる糸の太さむらの相違が、糸側面における吸水速度に影響を及ぼ



図 1 作製した綿単糸(上図)および編物布(下図)の顕微鏡写真

すことが推察された。

以上の結果から、中空構造を有する紡績糸は、マスク口当てシートの吸水特性を改善することが期待された。

4 - 2 - 2 . 編物の特性

図 1 に、作製した綿単糸の側面および編物表面の表・裏の顕微鏡写真を示した。作製し

た綿単糸の実測織度は、30.1tex であり、機械設定と同様であることが確認された。また、作製糸の毛羽値は 5.0、糸むら C.V は 16.3 であった。切断強度は 1.5 mN/tex および伸度は 68.7% であった。

作製した編物の物性について、編物の厚さは表 0.93mm、通気性は $3.8 \times 10^2 \text{ kPa} \cdot \text{s/m}$ であった。編物の切断荷重については、2.9mN/cm(ウェール)、1.8mN/cm(コース)、切断伸度 75.0(ウェール)、134.0(コース)であり、異方性を示すことが確認された。

4 - 3 . 簡易型花粉防護効果評価システム

図 2 に、作製した閉口状態および最大開口状態のヘッドマネキンを示した。これらを、チェンバー内に設置し、簡易型花粉



図 2 作製した閉口状態および最大開口状態のヘッドマネキン

防護効果評価システムとした。

システムの評価実験として、市販ブリーツ型不織布マスクの着用時および非着用時の粒子濃度を測定した。なお、最大開口時のマネキンには、開口部分の背面にテープを貼った後にチューブを貫通させて、背部からの外部環境の影響を遮断した。観測した値について、 $0.3 \mu\text{m}$ 以上のパーティクル数を採用して、非着用時の値に対する着用時の値を算出した。その結果、閉口条件では 36.2%、最大開口条件では 49.2%であり、比較的高い値が示された。閉口条件に比べて最大開口条件では、防護効果が低下することが実験的に明らかになった。

以上の結果から、防護効果を検討する際、マスク着用者の閉口状態だけでなく、開口による密着性低下の影響を考慮する必要があることが推測された。

4 - 4 . 今後の課題

今後、口当てシートのデザインを決定していく予定である。そして、そのデザインを基に、綿単糸および綿中空紡績糸からなる編物口当てシートをプリミティブモデルとして作製し、防護性能およびマスクと顔面間の密着性について検討していく。さらに、作製した簡易型花粉防護評価システムを用いて、マスクを着用した際の防護効果を評価しながら、さらなる改善点を見出していく。以上の検討課題を克服することにより、高い防護性能と着用時の不快感

が少ないマスクを提案していきたい。

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3件)

Mika MORISHIMA, Koya KISHIDA, Takashi UOZUMI, Masayoshi KAMIJO,
“Experiences and Problems with Hygiene Masks Reported by Japanese Hay Fever Sufferers”, *International Journal of Clothing Science and Technology*, vol.26, iss:4 (in press) (2014), 査読有

Mika MORISHIMA, Koya KISHIDA, Takashi UOZUMI, Masayoshi KAMIJO,
“Analysis of Problem Awareness in Hygiene Mask Wearers: A Cross-Sectional Survey”, *International Journal of Affective Engineering*(Special Issue), Vol. 13, No. 1, pp.11-18 (2014), 査読有

森島美佳, “衛生用品「マスク」”*繊維学会誌* 67. P-293-P-297 (2011), 査読無

[学会発表](計2件)

Mika Morishima, Teruyo Gotoh, Saori Yoshii, Hiroaki Utsumi, Reina Kishigami, Kensuke Sakai, “Discussion of Mask-Wearing Effectiveness for Preventing Oral Dryness”, 17th ARAHE Biennial International Congress(2013.7.18)the National Institute of Education, Singapore

Mika Morishima, Saori Yoshii, Teruyo Gotoh, Hiroyuki Kanai, Toyonori Nishimatsu, Reina Kishigami, Hiroaki Utsumi, Kensuke Sakai, "Effectiveness of wearing a mask in elderly care receivers with dry mouth" *Healthcare Systems Ergonomics and Patient Safety* 2011 (2011. 6. 22-24). Oviedo, Spain

[その他]

取材協力, *Science Window* 春号, 独立行政法人 科学技術振興機構発行, 「わたしの体が教えてくれる”ミクロの敵を防ぐマスクの工夫”」, 8 巻, 1 号, pp.36-37(2014) ISBN-13:978-4888903806

森島美佳, 日本感性工学会 優秀発表賞 「衛生用マスクに対する意識と嗜好調査」(2012)

6. 研究組織

(1)研究代表者

森島 美佳 (MORISHIMA, Mika)

信州大学・繊維学部・助教

研究者番号: 50369518

(2)研究分担者

該当者なし

(3)連携研究者

岸田 孝弥 (KISHIDA, Koya)

公益財団法人労働科学研究所・主管研究員

研究者番号: 00106262

魚住 超 (UOZUMI, Takashi)

室蘭工業大学・工学部・准教授

研究者番号: 60184983

上條 正義(KAMIJO, Masayoshi)

信州大学・総合工学系研究科・教授

研究者番号: 70224665