

車椅子用レインコートの素材の違いが 運動時の衣服内気候に及ぼす影響

中山 竹美*・林 千穂*

Effects of different clothing materials of raincoat for the use of wheelchair on microclimate (temperature, humidity) and physiological parameters inside raincoat during intermittent exercise

Takemi NAKAYAMA* and Chiho HAYASHI*

Abstract: We compared the effects of two kinds of raincoat with different materials for the use of wheelchair clothing microclimate inside the raincoat and some physiological parameters at an ambient temperature of 27°C and a relative humidity of 70%. One was made of nylon (N) and another was special raincoat being made of Goretex (G). Six young female adults were served as participants. After they took a rest for 15min, they repeated three work/rest cycles of 10min exercise of pulling the rubber belt fixed on the floor followed by 5min rest. Main results were summarized as follows: 1) Clothing microclimate absolute humidities on the chest and back were significantly lower in G than in N. 2) Skin temperatures on the back and forearm were significantly lower in G than in N. 3) Humidity sensation was more improved in G than in N. 4) Rectal temperature and heart rate were tended to be lower in G than in N. The present findings suggest that raincoat materials are of importance in the improvement of microclimate humidity inside raincoat during rest and exercise.

Key words: raincoat, materials, wheelchair, microclimate humidity

I. 緒 言

雨天時の外出には、傘やレインコートなどの雨具は必需品であるが、車椅子常用者は、四肢の障害のため、市販されている雨具をそのまま使用することはできない。

筆者らは、今まで車椅子常用者が雨の日も気軽に外出できるようなレインコートの設計を目的に

研究を行ってきている¹⁾²⁾。車椅子用レインコートのデザインについては、一人で着脱できることを前提に検討を重ね、上半身と下半身を分けて二部式にし、下半身を足部も一緒に簡単に被覆できる前掛け式にしたレインコートを考案した¹⁾。

近年、車椅子用レインコートは市販されてはきているが、そのほとんどの素材は雨の侵入を防ぐための防水性に重点が置かれているため、特に高温高湿時の着用時の不快感は大きいことが推測される。

そこで本研究では、高温高湿時の着用時の不快

*〒380-8525 長野市三輪8-49-7 長野県短期大学
*Nagano Prefectural College, 8-49-7 Miwa,
Nagano 380-8525, Japan.

感を軽減するために、レインコートの素材に着目し、レインコートの素材の違いが衣服内気候に及ぼす影響をみるために、梅雨時から夏季にかけての外出を想定し、透湿性の異なる2種類の素材を用い、運動時の衣服内気候に及ぼす影響を比較検討した。

II. 実験方法

実験は、2種類のレインコートを自然に着用し、運動負荷を行った時の衣服内気候の測定（実験1）と、レインコート内の背の衣服内空気層を変えて着用した場合の衣服内気候の測定（実験2）の2つを行った。

1. 実験1

1-1) 実験条件

実験は、環境気温27℃、相対湿度70%の人工気候室で行った。温度と湿度の算出には長野における6～8月の気象月表（長野地方気象台）を用い、温度は、この期間の降雨日の気温から算出した。湿度については、人工気候室内の風速が0.1m/sec以下（不感気流）であることから降雨日の実際の湿度（79%）よりやや低く設定した。

被験者は健康な女子学生6名で、その身体特性（平均±SD）は、年齢 19.6 ± 0.5 才、身長 161.8 ± 5.0 cm、体重 53.0 ± 3.2 kgである。実験に際しては被験者の性周期を考慮し、同一被験者については、高温期か低温期のいずれかに統一した。低温期は4名、高温期は2名であった。

1-2) 着用衣服

実験は2種類の二部式レインコートを用いた。

1つは市販のカレンダー加工とコーティング加工を施したナイロン製の車椅子用レインコート（N）で、他の1つはナイロンタフタ、ゴアテックスおよびナイロントリコットをラミネートした布を用いた小林ら¹⁾のデザインによる試作の車椅子用レインコート（G）である。GとNのデザインは細部はやや異なるが、実験に際しては着用時の袖丈やゆるみ等については、できるだけ同じになるように調節した。NとGそれぞれを着用した写真をFig. 1に示した。

NとGのレインコートの諸元をTable 1に示す。表にみられるようにNとGは透湿性が大きく異なる。

レインコート以外の着用衣服は、車椅子常用者の梅雨時の服装を参考にして、ブラジャー、ショーツ、Tシャツ（綿100%）、ズボン（ポリエステル100%）、ソックス（綿100%）および運動靴と

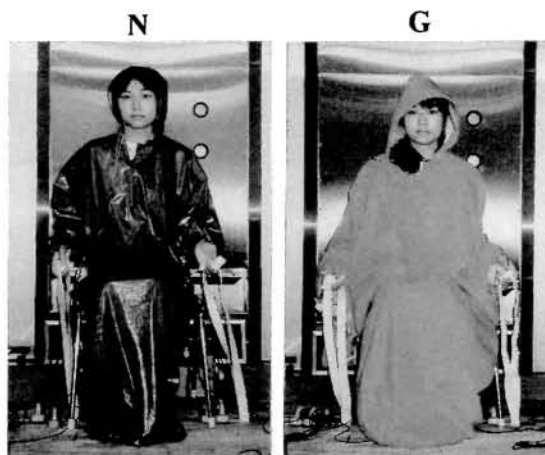


Fig. 1 Two kinds of raincoat. Right : G. Left : N.

Table 1 Properties of experimental garments

Raincoat	Thickness (mm)	Density		Bending resistance		Moisture permeability (g/m ² .24h)	Air permeability (cc/cm ² .s)
		warp (ends/cm)	weft (picks/cm)	warp (mm)	weft (mm)		
N	0.112	48.0	32.5	46	43	390	0.05
G	0.320	46.5	36.5	38	33	6,000	0

した。

1-3) 測定項目

測定項目は、直腸温、皮膚温（前額、胸、上腕、前腕、背、手背、大腿、下腿）、胸と背における衣服内温湿度（Tシャツとレインコートの間）および心拍数である。また、実験前後の各着用衣服の重量差から衣服への付着汗量を算出した。さらに、各運動終了時と安静終了時に着用感として、温冷感、湿潤感、快適感について主観申告を行った。

皮膚温は、温度データメモリ K210（テクノ・セブン）を、心拍数は、スポーツテスター PE3000（キャノントレーディング）を、また、衣服内温湿度は温湿度データストッカー TRH-DM2（神栄）をそれぞれ用い、1分毎に測定し

た。

1-4) 実験手順

被験者は人工気候室に入室し、直腸温の安定を確認後、レインコートを着用し、15分間椅座安静の後、10分間の運動と5分間の安静を3回繰り返す、計60分間の測定を行った。運動負荷は、実際の車椅子運転時に測定した心拍数や、車椅子操作時の上肢の運動等を考慮して、ゴム伸ばし運動を考案した。方法は、椅子に座った姿勢で、床に固定したゴムベルト（幅2.5cm、長さ約40cm）を1分間に40回、メトロノームに合わせて両手で同時に胸部の一定の高さまで引き伸ばす運動である。

主観的評価の尺度は、Table 2 に示した。

各測定項目についての平均値の差の検定は paired *t*-test を用い、有意水準は $p < 0.05$ とした。

それぞれのレインコート着用時の背における空気層は、Nは約1.6cm、Gは約2.4cmであった。また、胸における空気層はN、Gともにレインコートの前身頃が胸部で支えられるため、NとGの間にはほとんど差がなかった。

2. 実験2

2-1) 実験条件

環境条件は実験1と同様に環境気温27℃、相対

Table 2 Scales of subjective sensation

Thermal sensation

1. 非常に暑い (very hot)
2. 暑い (hot)
3. 暖かい (warm)
4. やや暖かい (slightly warm)
5. どちらともいえない (neutral)
6. やや涼しい (slightly cool)
7. 涼しい (cool)
8. 寒い (cold)
9. 非常に寒い (very cold)

Humidity sensation

1. 非常に湿っている (very wet)
2. 湿っている (wet)
3. やや湿っている (slightly wet)
4. どちらともいえない (neutral)
5. やや乾いている (slightly dry)
6. 乾いている (dry)
7. 非常に乾いている (very dry)

Comfort sensation

1. 快適 (comfortable)
2. やや不快 (slightly uncomfortable)
3. 不快 (uncomfortable)
4. 非常に不快 (very uncomfortable)

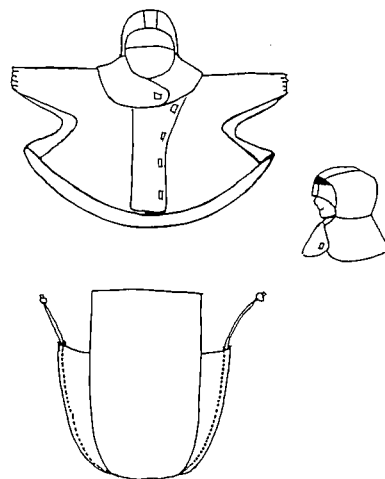


Fig. 2 Design of raincoat.

Table 3 Properties of experimental garments

Raincoat	Thickness (mm)	Density		Bending resistance		Moisture permeability (g/m ² .24h)	Air permeability (cc/cm ² .s)
		warp (ends/cm)	weft (picks/cm)	warp (mm)	weft (mm)		
B	0.287	49.5	46.0	44	42	3,408	0.05

湿度70%の人工気候室で行った。

実験には、透湿性の異なる2種類のレインコートそれぞれについて、レインコートを自然に体に沿うように着用した場合 (little air spaces, 略してLAS条件) と、背中心において第7頸椎より20cm 下ったところのTシャツ上に通風孔を開けた円筒 (直径3.9cm, 高さ3 cm) を固定した場合 (much air spaces, 略してMAS条件) の2種類を行った。

被験者は身長、体重および体表面積ともにほぼ近似した健康な女性3名である。

2-2) 着用衣服

実験に用いたレインコートのデザインを Fig. 2 に示した。これは福井ら²⁾によるデザインをさらに改良したもので、車椅子用レインコートとして試作を重ねた最終のデザインである。実験には、このデザインで2種類の同一サイズのレインコートを製作して用いた。1つは実験1のNと同じ素材のレインコート (A) で、他の1つは実験1のGより透湿性は劣るがNより透湿性の優れた素材のレインコート (B) である。2種類のレインコートはともに、縫目は防水テープを貼り、目止めを行った。Bの素材の諸元を Table 3 に示す。A, Bのレインコートの着用時の背における空気層は、LAS条件でAが約1.5cm, Bが約2.1cmであった。また、MAS条件ではA, Bともに約3.0cmであった。レインコート以外の着用衣服は実験1と同じとした。

2-3) 測定項目

胸、背において、Tシャツとレインコートの間のAとBそれぞれの衣服内温湿度を測定した。測

定は、LT-8 (グラム) により1分毎に測定した。

2-4) 実験手順

被験者は人工気候室に入室し、実験用衣服を着用し、1時間椅座安静を保った。

III. 結 果

1. 実験1

Fig. 3 は、直腸温について、被験者6名の平均値を示したものである。第1回安静時からGの方がNに比べ低下する傾向が見られたが、有意差は認められなかった。また、N, Gともに運動によりやや低下し、安静によりやや上昇するパターンを示した。また、時間の経過とともにNとGの差は大きくなる傾向がみられた。

Fig. 4 は、前腕と背の皮膚温を示したものである。前腕の皮膚温は運動開始によりGはNより大きな低下を示し、安静により上昇するパターンを示した。背の皮膚温は、第2回運動終了後から、Nはやや上昇したのに対し、Gはむしろ低下を示し、実験後半に有意差が認められた。

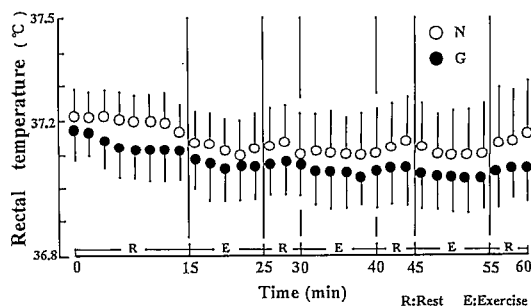


Fig. 3 Rectal temperatures during rest and exercise under the influences of two kinds of raincoat. Values are means \pm S.E.

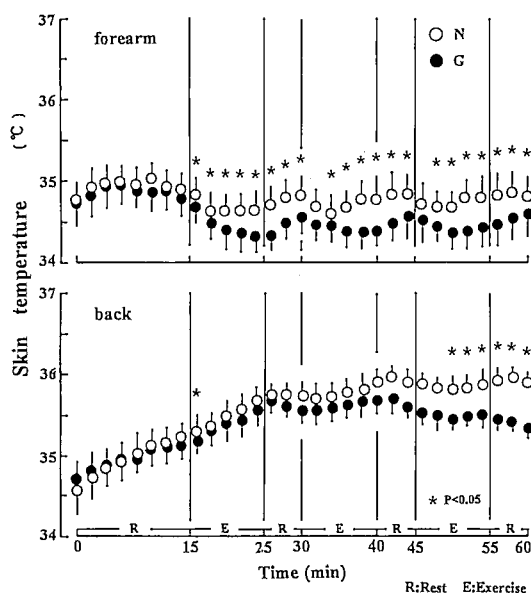


Fig. 4 Skin temperatures of forearm (top) and back (bottom) during rest and exercise under the influences of two kinds of raincoat. Values are means \pm S.E.

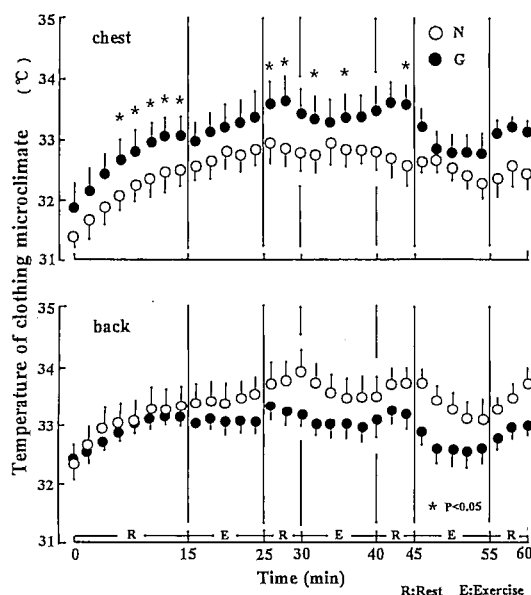


Fig. 5 Clothing microclimate temperatures inside raincoat on the chest (top) and the back (bottom) during rest and exercise under the influences of two kinds of raincoat. Values are means \pm S.E.

その他の前額、胸、上腕、手背、大腿および下腿の皮膚温については、GとNの間に有意差は認められなかった。

Fig. 5 は、胸と背における衣服内温度を示したものである。胸は第1回安静時から、G、Nともに急激に上昇したが、Gの方がNより大きく上昇し、有意差が認められた。一方、背の衣服内温度は、第1回運動開始によりNは上昇したのに対し、Gはほぼ第1回安静時の値を維持し、その後もNより低い傾向を示した。

Fig. 6 は、胸と背における衣服内絶対湿度を示したものである。胸と背ともに運動開始後は、Nの方が急激に上昇したのに対し、Gは上昇が抑制され、胸と背ともに有意差が認められた。

Fig. 7 は、心拍数を示したものである。第1回安静後半から実験終了時までGの方がNに比べ低い傾向が見られたが、有意差は認められなかった。

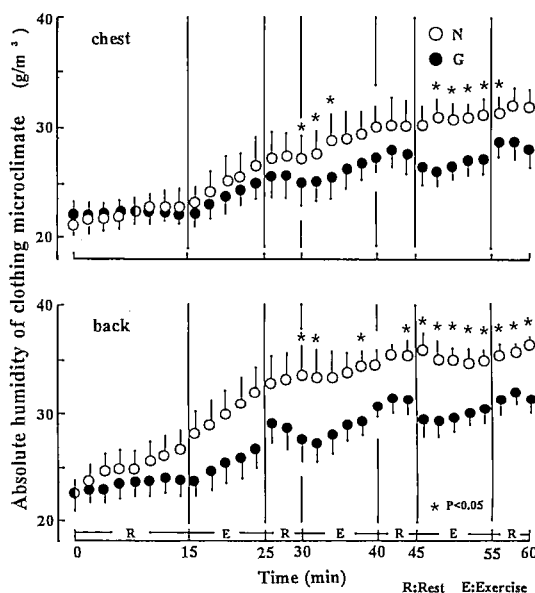


Fig. 6 The absolute humidities in clothing microclimate inside raincoat on the chest (top) and the back (bottom) during rest and exercise under the influences of two kinds of raincoat. Values are means \pm S.E.

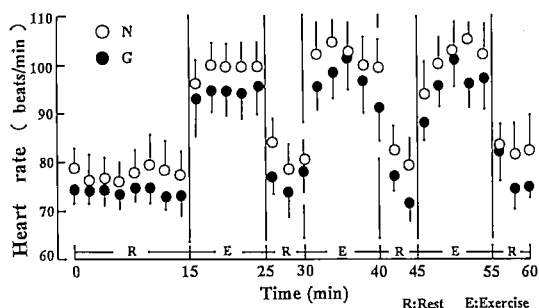


Fig. 7 Heart rate during rest and exercise under the influences of two kinds of raincoat. Values are means \pm S.E.

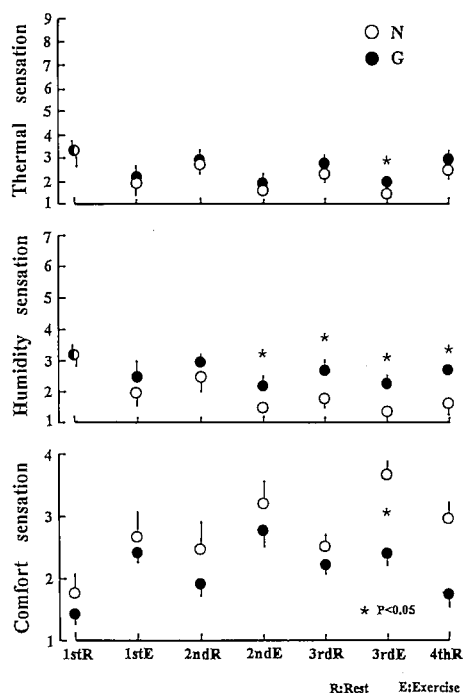


Fig. 8 Thermal (upper), humidity (middle) and comfort (bottom) sensations at every end of rest and exercise under the influences of two kinds of raincoat. Values are means \pm S.E.

Fig. 8 は、温冷感、湿潤感、快適感について 6 名の平均値を示したものである。湿潤感は、第 2 回運動終了時から実験終了時まで G の方が N より「乾いた側」へ評価され、G と N の間に有意差が認められた。また、温冷感と快適感については、G の方が N より温冷感により「涼しい側」へ、快

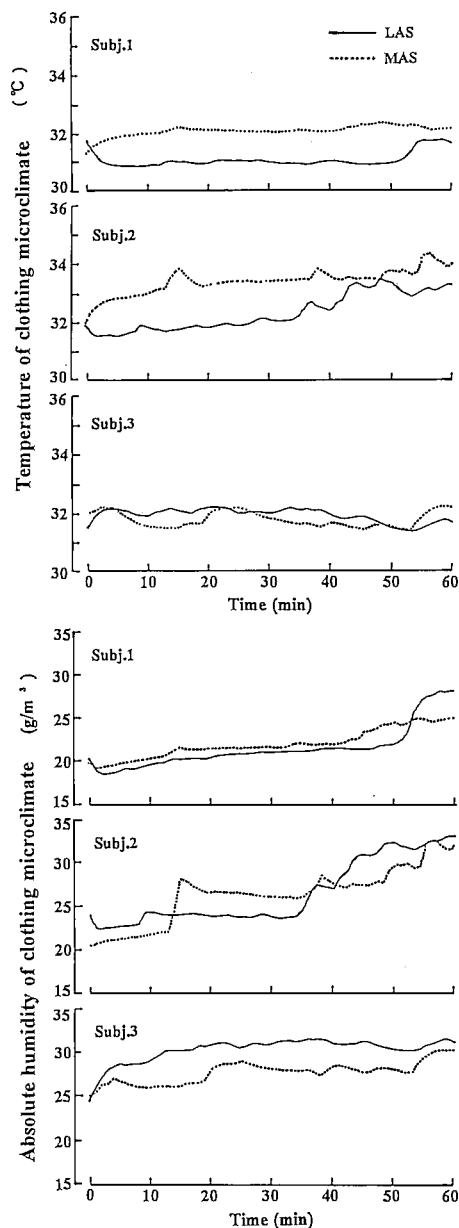


Fig. 9 An individual comparison of the microclimate temperatures (top) and the microclimate humidities (bottom) between two conditions in A.

適感は「快適側」への良好な評価が得られた。

また、着用衣服への付着汗量は、G の方が N より被験者全員が少ない値を示したが、有意差は認められなかった。

2. 実験 2

Fig. 9 は, LAS 条件と MAS 条件における空気層の差が B より大きかった A について, 背における衣服内温度と絶対湿度を, 被験者 3 名それぞれについて示したものである。衣服内温度は, 3

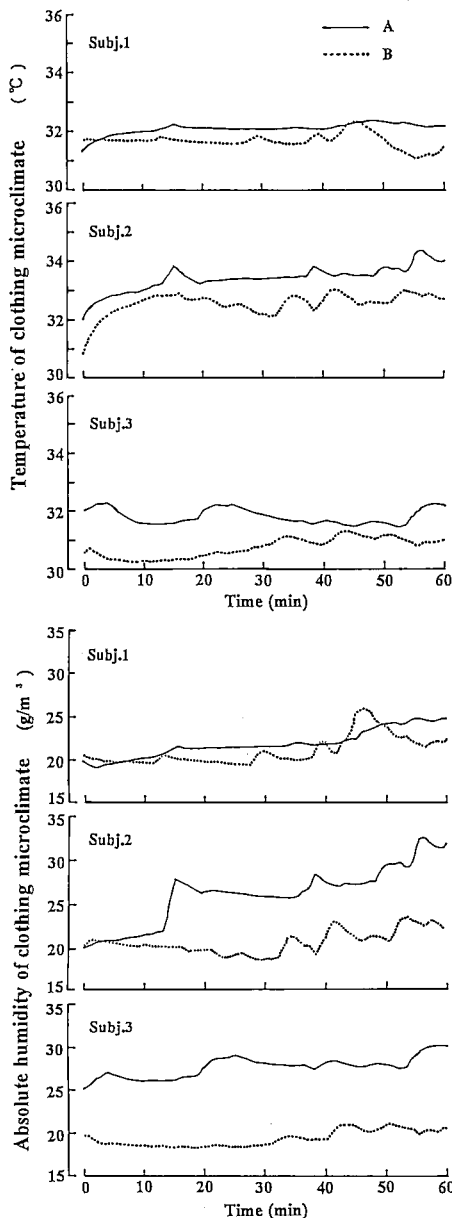


Fig. 10 An individual comparison of the microclimate temperatures (top) and the microclimate humidities (bottom) between A and B.

名中 2 名が空気層の大きい方が高い値を示した。また, 絶対湿度は, 空気層の違いによる差はみられなかった。

B については, 衣服内温度と絶対湿度ともに, LAS 条件と MAS 条件との間に差はみられなかった。

Fig. 10 は, MAS 条件の A と B それぞれの衣服内温度と絶対湿度を示したものである。

衣服内温度は B の方が 3 名ともに低い値を示した。また, 絶対湿度は 3 名中 2 名は B の方が低い値を, また他の 1 名は A と B の差は少なかったが実験後半で B と A の差が広がり, B の方が A より低い値を示した。

IV. 考 察

実験 1 において, 背における衣服内温度および衣服内湿度は, G の方が N より低い値を示した。背部を被覆したレインコートの N と G の大きな違いは, 着用時の空気層が G の方が大きかったことと, G の方が素材の透湿性が大きかったことである。なぜ G の方が衣服内温湿度が低かったのだろうか? その理由について以下考察する。

衣服内温湿度は, 衣服内の空気層の厚さや開口部により影響を受けるが, 衣服の両端開放の場合は, 空気層の厚さが大きくなる程, 放熱量は大となることが報告されている³⁾。また, 田村⁴⁾は ASTM 保温性試験機を用いて空気層と保温性について実験を行った。その結果, 開口部を開けた場合は, 空気層の増加にともない保温率は増すが, さらに空気層を増加させると保温率は逆に低下したが, 開口部を閉じた場合は, 空気層の厚さの違いによる保温効果にはあまり大きな差はなく, 空気層が大となっても保温率は低下しなかったとし, その理由は, 開口部を閉じた場合は対流が起こりにくくなったためとしている。

実験 1 の背において, N は G より空気層は小さかったが衣服内温湿度は高い値を示した。しかし,

実験2ではA(N)をGと同程度の大きな空気層にした場合(MAS条件)の方が、実験1と同じように自然に着用した場合(LAS条件)より衣服内温度は高い値を示した(Fig. 9)。従って、Nは、空気層が1.5~3 cmの間では、空気層が少ない方が衣服内の温度は低い値を示すことが推測される。一方、Gと同じように透湿性が優れ、剛軟度もGと近似したBは、空気層が2~3 cm(LSA条件とMAS条件)では、衣服内温湿度には差が認められなかった。また実験2において、空気層を同じにした場合(MAS条件)にはBの方が衣服内温度も絶対湿度もAより低かった(Fig. 10)。これらのことから、実験1の結果については、空気層の違いより、素材の違いがレインコート着用時の衣服内気候に影響を与えたことが示唆される。レインコート着用時は、レインコートの上部の開口部が雨の侵入を防ぐためしっかり閉じられ、しかもフードで頭部が被覆されるため、衣服内の上部への対流が起りにくくなり、空気層の違いによる衣服内温湿度への影響が少なくなったと考えられる。レインコートと同様に頭部にフードを被り、全身を被覆する農業散布用防除衣について、Hirabayashi-Yamashita⁵⁾は素材の異なる2種類の防除衣を着用した時、透湿性に優れた素材を用いた防除衣の方が衣服内湿度は有意に低かったことを報告している。また、乙益ら⁶⁾は、やはり農業防除衣の実験において、農業防除衣の型態の違いより素材の違いが生理的反応に影響を与えたことを報告している。

実験1において、胸の衣服内温度がGの方がNより高かったのは、Gは前身頃が二重仕立てになっていたことから、保温性が高くなったためと考えられる。また、前腕の皮膚温がGの方がNより有意に低い値を示したのは、Nの袖口がゴムで留められていたのに対し、Gの袖口は開放されていたことから両手によるゴム引き伸ばし運動により、Gの方が袖口からの換気が大きかったことが大き

な理由として考えられる。しかしこの換気の影響は、上腕の皮膚温にはNとGの差はみられなかったことから、上腕までは及ばなかったと推測される。

また、着用感が、Gの方がNより良好な評価が得られたのは、Gの背の皮膚温や衣服内温湿度がNより低い値を示したことが関係していると考えられる。

今回は、発汗量を測定しなかったので発汗量の比較はできないが、着用衣服への付着汗量がGの方が少ない傾向がみられたことから、Gの方が発汗が抑制されたことが推測され、直腸温や心拍数もGの方が低い傾向がみられたことから、Gの方が、生理的負担が少なかったことが推測される。

今回の実験では、レインコートのようにほぼ全身を被覆する場合の衣服内気候の改善には素材が大きく影響することが示唆されたが、今後、実際の雨天時を想定した着用実験や車椅子常用者の雨天時のフィールド実験も行い、さらに改良をすすめていきたい。

最後に、本研究にあたり、車椅子用レインコートについての情報をご提供頂いた(財)東京都福祉機器総合センターの岩波君代氏、実験に協力頂いた本学卒業生の和田育世さん、また、レインコートの試作にご協力頂いたジャパングアテックス(株)、実験用レインコートをお貸し頂いた長野市古里デイ・サービスセンターならびに素材を提供して下さいました多比良(株)に深くお礼申し上げます。

引用文献

- 1) 小林里絵, 武居紀子: 車椅子常用者のためのレインコートの試作, 長野県短期大学衣生活ゼミ研究論文集, 1-14 (1995)
- 2) 福井綾子, 藤田彩香: 着脱の自立を配慮した車椅子用レインコートの試作, 長野県短期大学衣

- 生活ゼミ研究論文集, 31-46 (1997)
- 3) 岩崎芳枝, 中橋美智子, 鳴海多恵子, 生野晴美:『消費者のための被服材料』, 実教出版, 東京, PP.115 (1988)
 - 4) 田村照子:『基礎被服衛生学』, 文化出版局, 東京, PP.118-119 (1985)
 - 5) Hirabayashi-Yamashita, Y., Hayashi, C., Imamura, R. and Tokura, H.: Sweat responses pesticide-proof clothing influenced by textile materials, *Applied Human Science*, 14, 141-147 (1995)
 - 6) 乙益絹代, 田北智瑞子: 農薬防除衣に関する衛生学的研究 (第1報), 日本衣服学会誌, 28, 7-15 (1984)