

廃材イグサを利用した上衣の 快適衣服内環境の感性工学的検証

熊本県立大学 福岡 義之
(共同研究者) 尚綱短期大学 兼子 良子
福岡女子短期大学 田北 智瑞子

“Kansei” Engineering Verification of Comfortable Environment in Clothe Using a Wasted Rush Material

by

Yoshiyuki Fukuoka

*Faculty of Environmental and Symbiotic Sciences,
Prefectural University of Kumamoto*

Yoshiko Kaneko

Faculty of Domestic Science, Shokei Junior College

Chizuko Takita

Faculty of Home Economics, Fukuoka Women's Junior College

ABSTRACT

The purpose of this study was to clarify the fabric characteristics of the rush material blouse in response to human thermal responses and its amenity during the heat loading in women. As comparison of the rush material, the clothes of 3 kinds materials (rush20% pulse cotton80%, cotton100% and nude) were used in the present experiment. The eleven females were exposed by 43-degree water heat loading for 30 min and a 30-min recovery. Individual skin temperatures, local sweat rate, body temperature, and in-clothes temperature-humidity were measured throughout the experiment. Although the mean skin temperature ($\bar{T}_{sk}$) under rush blouse was abrupt increased at early heat loading, it tended to be lower than under

cotton100% blouse. During recovery period, both $\bar{T}_{sk}$ and core temperature (T_{core}) under the rush blouse decreased slowly compared with cotton100% and became significant at later of recovery ($p<0.05$). The increases of inner-clothe temperature and humidity were significantly higher in the rush blouse than in cotton blouse, suggested that would be attributed to the material property of heat retaining. In addition, thermal sensation, wet sensation, and comfort sensation in the subjective evaluation mostly corresponded to some skin temperatures in regions of back, forearm, sweating rate, and in-cloth temperature and/or humidity. These findings suggest the rush material suppresses the change of microclimate within clothing during the thermal stress in human, would be expected the application as winter shirt in elderly or the garment for the mountain climbing.

要 旨

自然素材を有効利用したイグサ繊維について製品開発を行い、このイグサの含有の有無が温熱生理反応に及ぼす影響と衣服着用による快適性について感性工学的検討を行った。温熱負荷直後の $\bar{T}_{sk}$ （平均皮膚温）の上昇はイグサ混紡の方が綿100%に比べて急峻な傾向にあったが、負荷終了直前ではむしろ綿100%の方が高かった。回復期にはイグサ混紡の $\bar{T}_{sk}$ は綿100%に比べてその減衰が緩徐であった。一方、 T_{core} （深部体温）は若干異なる傾向にあり、非着用条件で温熱負荷後半高い傾向にあった。発汗反応は綿100%よりイグサ混紡の方が低く、温熱負荷後半で綿100%の発汗量が高い傾向にあった。このことから、衣服着用時の発汗反応には T_{core} よりも $\bar{T}_{sk}$ の修飾が大きかったものと推察される。背部の衣服内温度は、温熱負荷後半イグサ混紡で有意に高く、衣服内温湿度は回復期においてイグサ混紡の方が有意に高かった。このことは素材の保温性に起因するものと考えられる。主観的感覚の温冷感、皮膚温の変化、湿潤感、発汗反応、快適感、衣服内温度・湿度の変化にそれぞれ対応していることが示唆された。以上のことから、イグサ混紡素材は、生体

への温熱ストレス変動を大きく緩和する衣服素材として、例えば高齢者の冬季シャツあるいは登山トレッキング用上衣としての応用が期待できよう。

緒 言

環境保護や健康志向の中で、エコロジー、環境保全、スーパー繊維など¹⁾ 様々な新しい衣服素材が登場して衣生活を多様化している。「地球環境」を考えると、合成繊維では「焼却時の地球温暖化」や「有害ガスの発生の恐れ」などの問題が生じてくる。このように環境に負荷をかけない環境保全改良型商品開発として、天然素材を活用することが第一である。熊本はイグサの産地であり、畳表としての需要のほかに多方面でのイグサ利用が考えられているが、イグサは空気浄化、保温・断熱性、湿度調節、弾力性、吸音性、芳香性、調和性など優れた機能を持っているといわれる。そこで我々は自然素材を有効利用してエコロジーと機能性を満たす繊維としてのイグサに着目し、健康で環境に優しい商品創りとして、イグサの優れた機能を利用できないかの観点から、廃材イグサ（畳表生産時の残存）を使用した衣服製品開発（環境保全開発）をまず行った。

これまで衣服着用における着心地や快適性に関

して素材の湿潤熱^{2, 3, 4, 5)}, 保温性⁶⁾, 収着熱⁷⁾, 吸湿性や熱水分移動特性^{8, 9, 10, 11)}, など多くの報告があるが, イグサ混紡のような天然セルロース繊維利用の衣服着用に関する快適性の研究はあまりみられない。これまで我々は, 衣服着用や被服面積の相違・素材の違いの影響^{12, 13, 14)}を検討してきた。さらに, テンセル, 綿, およびポリエステル異なる衣服素材におけるヒトの体温調節に及ぼす影響を検討した。その結果, 温熱生理的反応や主観的温熱感覚からテンセル素材布の特性である親水性能, 湿潤熱の影響を確認した(日本家政学会誌に再投稿中)¹⁵⁾。

本研究では, 綿100%とイグサの混紡上衣(イグサ混紡: 綿にイグサを20%含有)を製作した後, 2つの実験(着用実験と温熱負荷実験)を実施した。まず, イグサ混紡上衣の着心地に関するアンケート調査を行った。さらに, 暑熱負荷時の衣服内環境や体温調節反応からイグサ混紡上衣の感性工学的特性を明らかにするために, 温熱負荷実験を行った。

1. 方法

1. 1 着用実験

製品化されていないため, まず被験服(長袖ブラウス)の製作を行った。10名の若年女性にそ

の被験服を1週間, 1日約2時間着用してもらい, 着心地の主観的感覚調査を実施した。比較対照の実験として, 綿100%の長袖ブラウスも同様に実施した。アンケート用紙を用いて5段階評価を行った(図1)。

1. 2 温熱負荷実験

1. 2. 1 被験者

被験者は健康な成人女子11名であり, 年齢 20.8 ± 1.4 歳, 平均身長 158 ± 1.5 cm, 平均体重 50.6 ± 1.8 kgであった。女性を被験者にする場合には性周期の影響を考慮する必要がある¹⁶⁾, 各被験者の卵胞期に実施した。また日内変動を考慮して被験者毎に午前, 午後に分け影響が起こりにくいよう考慮した。実験にあたり事前に実験の目的, 方法, 測定項目などの説明を行い, 被験者としての同意を書面にて得た。なお, 本研究は熊本県立大学ヒトを対象にした倫理規定委員会の承認を得た。

1. 2. 2 環境気候条件

人工気候室において, 気温 26 ± 1 ℃, 湿度 $50 \pm 5\%$ RHに設定した。気流は, 不感気流であった。

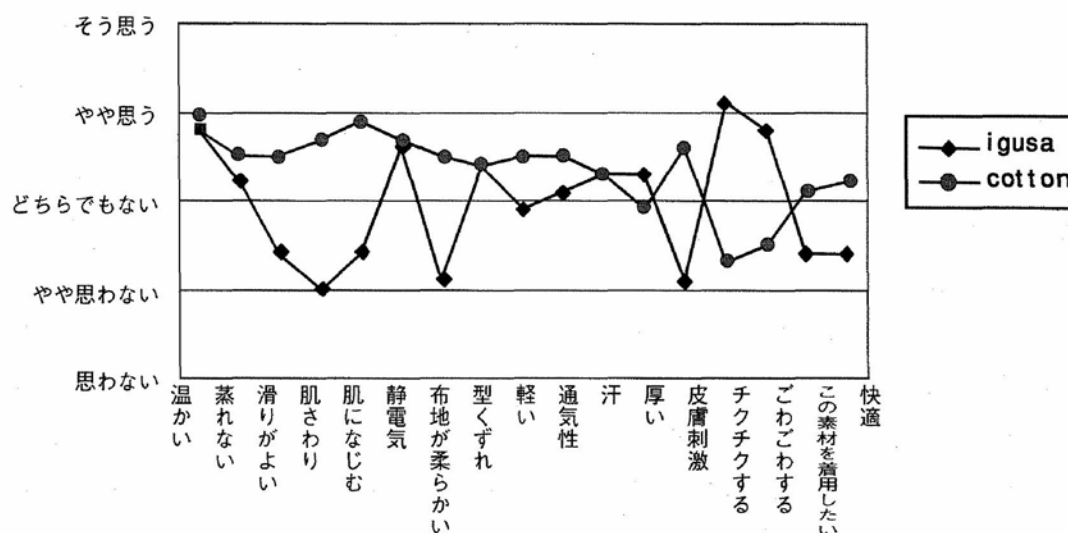


図1 イグサ上衣の着心地アンケート

1. 2. 3 被験服

衣服の素材は、綿100%、綿80%とイグサ20%混紡の2種類の長袖ブラウスとした。実験に使用した素材は綿と同一の試料にイグサを粉碎し混紡したもので、綿とイグサ混紡の織り組織も同一とした。下衣にはハーフパンツ（綿100%）、下着（綿100%）を着用した。被験服は、被験者のそれぞれの体型に合わせて適合する9号、11号の長袖ブラウスとした。被験服の開口部については、襟元および袖口は閉じさせたが、ブラウスの裾は閉じてはいない。なお、対照実験として、ブラウス非着用のブラジャーとショーツの条件も実施した。布の特性は表1に示す通りである。

被験服のclo値は、綿ブラウスとイグサ混紡のブラウスどちらも0.44 cloであり、非着用時（下着のみ）が0.19 cloであった。布の試験はJIS L 1096 一般織物試験方法に準拠して行った。通気性は、フラジール型試験機を用いて測定した。吸水性は吸水率試験、乾燥性は蒸発性自由水分量を求めた。また吸湿性は、標準状態における水分率を求めた。熱水分移動特性についてはサーモラボⅡ（KES-F7）を用いた。衣服内気候測定用のセンサの厚みは5mmで、被験服とセンサ間の間隔は1cm以内とした。中橋⁴⁾は間隔が1cm程度までは、上端を開放したものと密閉したものでは保温率はほぼ等しいと述べている。

1. 2. 4 測定方法

被験者は、気温 $26 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $50 \pm 5\%$ の人工気候室で体重測定後、被験服を着装、皮膚温、耳内温、衣服内温・湿度測定用の各センサ、および発汗用換気カプセルを装着した。15分間椅座安静後、その後、被験者の両下肢を 43°C のウォーターバスに膝まで浸水させ、30分間温熱負荷を行った。ウォーターバスの温度を 43°C に保持するためにサーモスタット（タイテック社製、C-630）を用いた。30分間の温熱負荷後脚を出し、

水分をふき取り回復期として30分間測定を継続した。実験前後に精密体重計（メトラー・トレド社製、1Plus）を用いて体重を測定し、体重減少量を総水分蒸発量とした。また測定開始から終了まで、被験者の主観的温熱感覚の温冷感、湿潤感、および快適感を5分間隔で申告させた。

1. 2. 5 測定項目ならびに測定部位

皮膚温は、胸部、背部、上腕部、大腿部、下腿部の5点の皮膚温を測定し、平均皮膚温（ $\bar{T}_{sk}$, $^{\circ}\text{C}$ ）をRamanathanの4点法¹⁷⁾により胸部、上腕部、大腿部および下腿部の皮膚温から算出した。今回は耳内温を深部体温（ T_{core} , $^{\circ}\text{C}$ ）として測定した。局所発汗量は2チャンネル型の連続蒸散・発汗測定装置（AMU-100Ⅱ）を用いて0.3 L/minの N_2 ガスを流し、カプセル内の湿度の変化を測定した。各サーミスタの温度および発汗用湿度計のデータは、10秒毎にGP-IBインターフェースを介して、パーソナルコンピューター（NEC社製、9801BX3）に転送し、1分間隔毎の局所発汗量（ M_{sw} , $\text{mg}/\text{cm}^2/\text{min}$ ）、 $\bar{T}_{sk}$ 、および T_{core} などを算出した。また、衣服内温・湿度は、胸部と背部の2点を小型温湿度（ティアンドディ社製、おんどとりTR-71S）で測定し、1分毎に記録した。

主観的な感覚は、実験開始直後から終了時まで5分間隔に被験者に申告させた。温冷感は7段階：暑くもなく寒くもなく快適である状態を（4）、暑さの強度；やや暑い（3）、暑い（2）、非常に暑い（1）、逆に寒さの強度；やや寒い（5）、寒い（6）、非常に寒い（7）とした。また湿潤感については、汗が出ていない（1）、やや汗がでている（2）、確かに汗がでている（3）、非常に汗がでている（4）、汗がでている（5）、の5段階とした。快適感は快適を（4）、少し不快（3）、不快（2）、非常に不快を（1）として被験者に申告させた。

1. 2. 6 統計処理

衣服内温湿度の綿着用とイグサ着用条件の間の有意差検定は対応のある t-test を行った。時間経過に伴う3条件（非着用、綿100%、およびイグサ混紡）の各諸量の変化の有意差検定は反復測定分散分析を行い、条件間の多重比較検定には Tukey 法を用いた。また、今回は3条件の差異を中心に、安静時からの有意な変化に関する結果記述は省略した。統計的有意水準は危険率5%未満とした。なお、結果は平均値±標準誤差で示した。

2. 結果および考察

2. 1 着用実験

着心地の意識調査では、デザイン、機能性、色彩、かわいさ、きれいな色、肌触り、適合サイズに関心があつた。生理衛生の項目では、最近の傾向として1回着用後更衣を行っており、かなり衛生面には関心を持っていた。さらにイグサ混紡と綿100%の着用感について調査を行った結果、温感・素材感では2者間に差異はみられなかったが、感触と快適感において綿100%素材の方が好まれる傾向がみられた。このことはイグサ混紡によるちくちく感などの肌触りや蒸暑感が影響していると考えられる（図1）。今回は縫製したばかりのブラウスを着用したので、このような結果になったと推察している。数回の洗濯によりそのゴワゴワした感触がかなり改善されたので、再度、着心地調査を継続してみたい。

2. 2 温熱負荷実験

2. 2. 1 部位別皮膚温

胸部、背部、前腕部・大腿部および下腿部の皮膚温の時間経過を図2に示した。胸部皮膚温では素材間には差異は認められなかったが、温熱負荷によりいずれの素材も約1℃の上昇がみられた。非着用では安静時で衣服着用との差は1.25℃と低く、温熱負荷開始後の変動は他と同じ傾向を示し

た。

背部皮膚温は安静時から温熱負荷開始後20分間過ぎまでイグサ混紡が綿100%より有意に高く（ $p<0.05$ ）、回復期ではイグサ混紡が綿100%に比べ緩やかな下降がみられた（ $p<0.05$ ）。温熱負荷により発汗反応が起こり、皮膚から蒸発した汗が衣服内湿度を高める。温熱負荷後の背部皮膚温の有意な緩やかな減衰は、素材の吸水・吸湿性がやや綿100%より優れていることによるものと考えられる（表1）。つまり、イグサ混紡は吸湿性が

表1 実験2における試料の特性

特性	単位	イグサ	綿
繊維組成	%	綿 80 イグサ 20	綿 100
糸密度 たて糸	ends/cm	17.0	17.8
よこ糸	picks/cm	15.9	16.8
構造 厚さ	mm	0.72	0.75
重量	g/m ²	233.6	226.8
通気量	cc/cm ² /sec	27.8	26.6
吸湿率	%	6.8	6.5
吸水率	%	34.99	31.53
乾燥性	g/202.5cm ²	5.40	4.84
熱伝導特性 K	W/m ² ·K	58.3	59.7
接触冷温感 q _{max}	W/m ²	0.086	0.082
熱損失(乾燥条件)Q _d	W/m ² ·K	9.5	10
(湿潤条件)Q _w	W/m ² ·K	31.7	32.1
水分移動速度 m	g/m ² ·sec	0.00917	0.00912
熱伝導率	W/m.K	0.042	0.043
保温率	%	30.2	27.3

高く、水分を吸着することにより熱を発生し、衣服表面温度が高くなり、皮膚からの放熱を妨げるものと考えられる。温熱負荷後は皮膚表面から汗が蒸発し、衣服に吸着していた水分が蒸発するときに衣服表面から熱が奪われる。表1から湿潤時の熱損失がイグサ混紡で綿100%よりやや低値であることから、緩徐な背部皮膚温が観察されたものと考えられる。

前腕部の皮膚温は、他の部位とは異なり増減の変動が顕著であった。イグサ混紡では温熱負荷開始直後、綿100%と比較して有意な温度上昇がみられ、さらに回復期でも有意に高値を保持した（ $p<0.05$ ）。綿100%では温熱負荷中の前腕皮膚温が上昇し続け、回復期15分まで漸減し続け、約

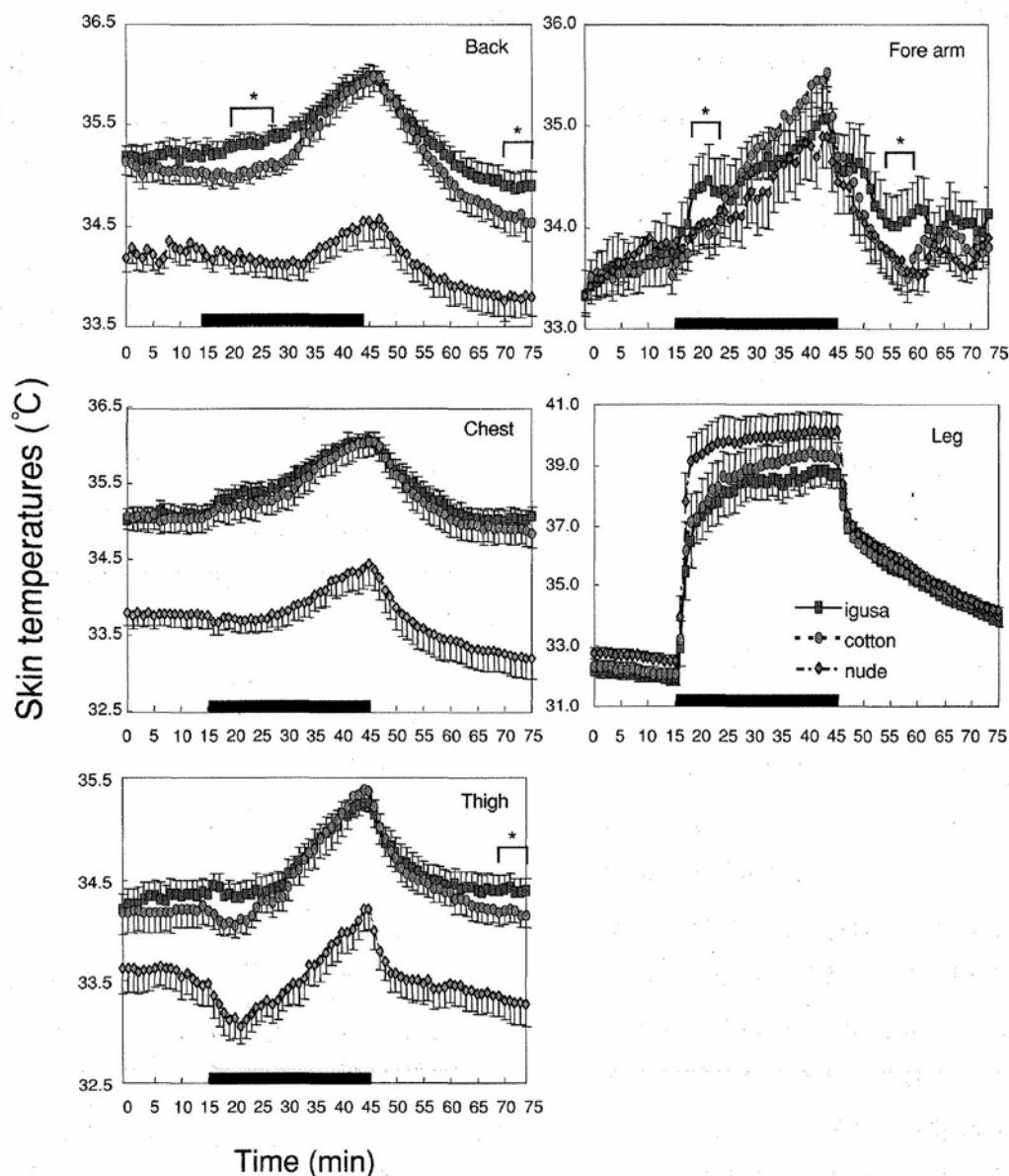


図2 実験中の各部位の皮膚温（背部，胸部，大腿，下腿，前腕）の経時変化．各諸量の経時変化に関する条件間での有意差についてはイグサ混紡と綿との間のみ表示．*： $p < 0.05$ vs. 綿 100%

2℃の急激な変化量であった．

大腿部皮膚温の変動パターンは背部皮膚温のそれと類似し，イグサ混紡が回復期後半で有意に高い値を保持した ($p < 0.05$)．非着用時では温熱負荷直後に大腿部皮膚温の若干の低下が認められ，これは下腿部を温浴することにより大腿部から下腿部への熱移動が起こったと推察される．

下腿部においては非着用・イグサ混紡とも下腿皮膚温が急上し，特に非着用で顕著であった．一方，下腿皮膚温は回復期でいずれの条件も同様な減衰パターンを示した．

2. 2. 2 平均皮膚温 ($\bar{T}_{sk}$)，深部体温 (T_{core})，および平均体温 (T_b)

平均皮膚温，深部体温（耳内温），および平均体温の時間的経過を図3に示した． $\bar{T}_{sk}$ は安静時イグサ混紡が他よりもやや高値を示したが，温熱負荷直後両素材とも急激に上昇し，その変化量は綿 100% > イグサ混紡 > 非着用の順であった．回復期においては綿 100%が急激な下降を示したが，イグサ混紡は比較的緩やかに減少した ($p < 0.05$)．これは部位別皮膚温の変化を反映していると考えられる．非着用時の $\bar{T}_{sk}$ は，終始2つの着用条件

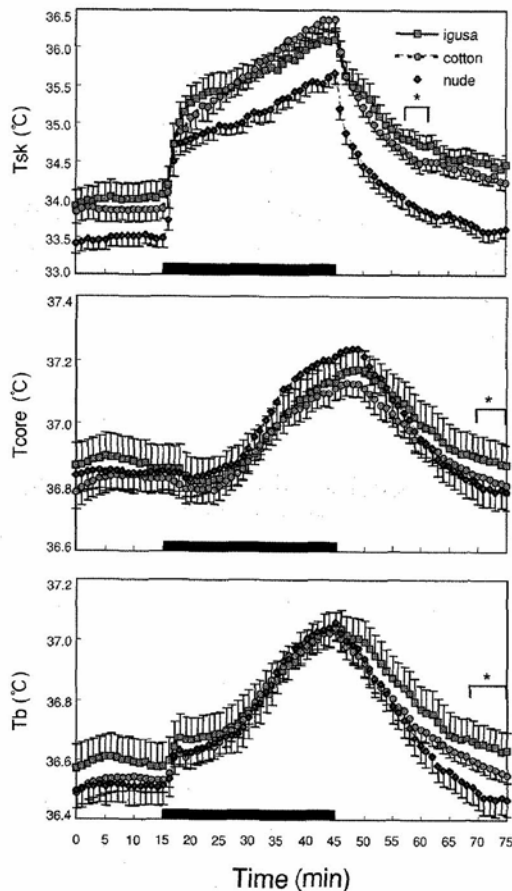


図3 実験中の平均皮膚温 ($\bar{T}_{sk}$), 耳内温 (T_{core}), および平均体温 (T_b) の経時変化. 各諸量の経時変化に関する条件間での有意差についてはイグサ混紡と綿との間のみ表示. *: $p < 0.05$ vs. 綿 100%

よりも有意に低かったことから, 被験服着用が衣服外への熱放散を妨げているものと考えられる.

T_{core} は温熱負荷開始後約 10 分頃から上昇し始め, 負荷終了直後では非着用 > 綿 100% > イグサ

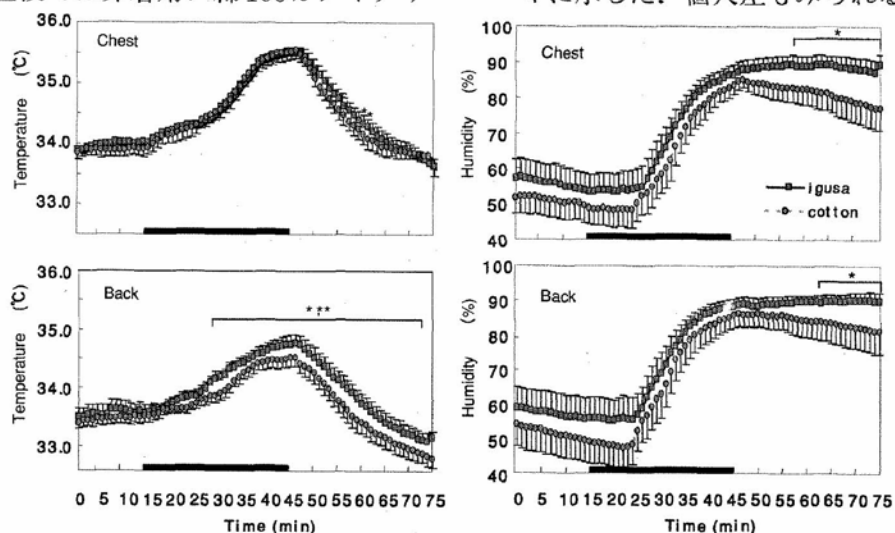


図4 実験中の衣服内温度・湿度 [胸部 (chest), 背部 (Back)] の経時変化. 各諸量の経時変化に関する条件間での有意差についてはイグサ混紡と綿との間のみ表示. *, **: $p < 0.05, 0.01$ vs. 綿 100%

混紡の順であった. しかし, 回復期ではイグサ混紡の T_{core} での減衰が最も遅く, 回復期後半では有意に高い値を保持した ($p < 0.05$). T_b は温熱負荷直後上昇し, T_{core} と同様, イグサ混紡で回復期後半において有意に高い値を保持した ($p < 0.05$). 深部体温の緩徐な変化は体表面からの蒸発による熱損失が小さく, 衣服に吸着した水分の放散が抑制された結果と考えられる. イグサ混紡の上衣は暑熱負荷に対するこれらの諸量の変動が比較的小さく, 感性工学的な解釈としては, その負荷度を軽減する効果があったと解釈できる.

2. 2. 3 体重減少量

体重減少量はイグサ混紡 > 綿 100% > 非着用の順で, イグサ混紡で 143.7 ± 11.6 g, 綿 100% 137.3 ± 12.8 g, 非着用 133.5 ± 12.8 g であり, 素材間に有意な差は認められなかった. しかし, 非着用とイグサ混紡の間では有意差が認められた ($p < 0.05$). イグサ混紡において放熱量が大きいことにより, 体温の上昇も小さく抑制するといったストレス緩和効果を有することが示唆された.

2. 2. 4 衣服内温・湿度

胸部・背部の衣服内温・湿度の時間的経過を図4に示した. 個人差もみられるが, 衣服内温度に

ついて胸部では素材間に大差ないが、背部においてはイグサ混紡が有意に高い衣服内温度を示していた。特に、温熱負荷後半から回復期においてイグサ混紡が綿100%よりも有意に高い値を保持した ($p<0.05$)。

衣服内湿度は胸部、背部ともに温熱負荷約10分後より上昇し始め、80%以上の高湿度となった。温熱負荷終了後もイグサ混紡は、高湿度を維持し続けるが、綿100%着用では緩やかに低下し始め、イグサ混紡との差がより大きくなった。回復期の後半にイグサ混紡と綿100%との間に有意な差が認められた ($p<0.05, 0.01$)。吸水率はイグサ混紡>綿100%、蒸発性自由水分量はイグサ混紡>綿100%の順であった。イグサ混紡は綿100%より親水性能がやや高く、より湿潤熱を誘発すると考えられる。その結果、衣服表面温度が高くなり、皮膚温の上昇および発汗の促進につながると考えられる。

イグサ混紡が着用時に衣服内温度・湿度ともに、綿100%素材と比較して有意に上昇したのは、イグサの中空構造による含まれる空气の保温効果が影響していると考えられるが、今後の検討としたい。また改質された繊維において、吸湿性を付与した繊維素材は綿100%素材より衣服内湿度の変動が小さくなる。一方で、吸湿のある素材は吸湿発熱や放湿吸熱の作用があり、衣服内温度の変動は大きくなる¹⁸⁾。したがって、イグサ混紡は吸湿性が綿100%よりやや高くなっているが、放湿吸熱の面からもさらに検討が必要であろう。

2. 2. 5 発汗量 (Msw) と衣服内湿度

発汗量の時間的経過を図5に示した。Mswは安静時において胸部・前腕部ともほとんど差がみられないが、温熱負荷によりいずれも発汗が多くなり、綿100%>イグサ混紡>非着用の順になった。このことから、衣服着用時の発汗反応にはTcoreよりもTskの修飾が大きかったものと推察

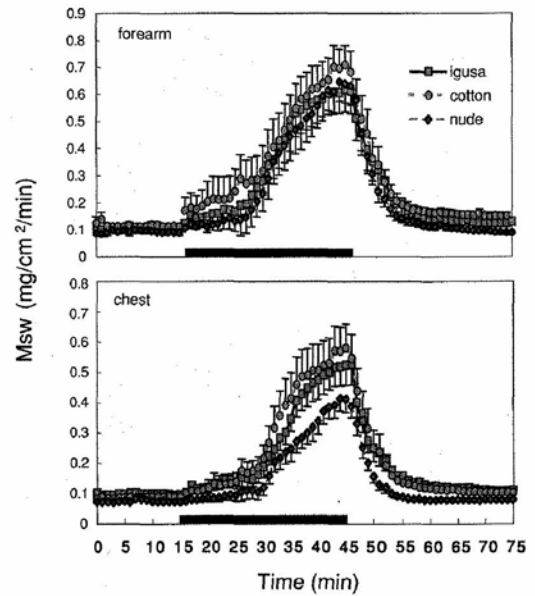


図5 実験中の局所発汗量(前腕, 胸部)の経時変化。発汗応答における経時変化に伴う条件間の有意差はなかった。

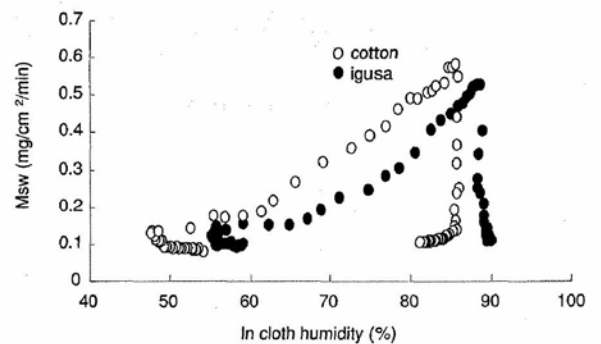


図6 温熱実験中の発汗量(Msw)と背部の衣服内湿度(in-cloth humidity)との関係

される。前腕部で綿100%の反応は早く、イグサ混紡より高く推移し、温熱負荷後15分頃から急激な上昇を示した。温熱負荷終了後Mswは急激に減衰し、10分過ぎには安静レベルまで達した。このように、回復期における発汗反応は急激に変化する一方、前述した衣服内温・湿度の急激な変化を抑制する作用がイグサ混紡にはあるようである。同じ発汗量に対してイグサ混紡が綿100%より約10%の高い衣服内湿度を保持した(図6)。この図からも、天然素材(イグサ素材)の特性である優れた吸湿性によるものと、素材の保温性の影響が考えられる。

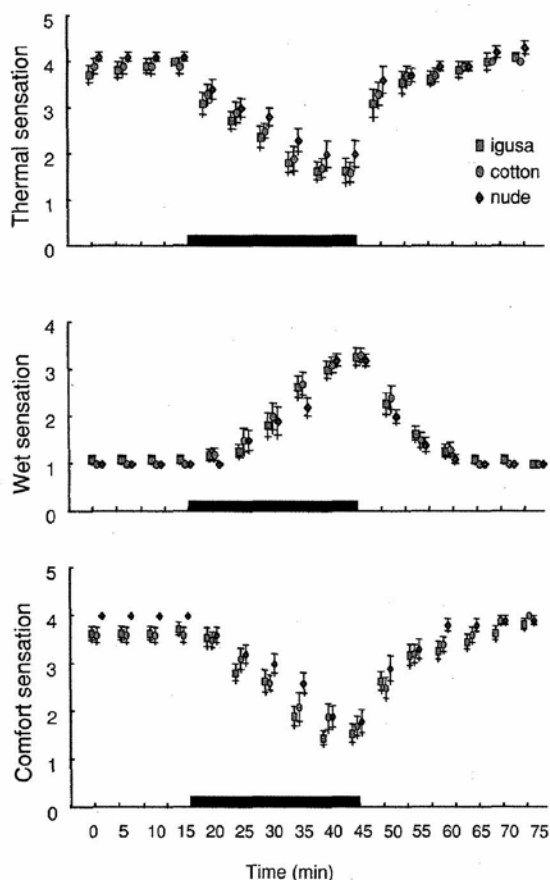


図7 実験中の温冷感, 湿潤感, 快適感の経時変化。いずれの諸量の経時変化においても条件間での有意差はなかった。

2. 2. 6 主観的温熱感覚

主観的な感覚の時間的経過を図7に示した。温冷感では素材の違いによる有意な差は観察されなかったが、温熱負荷をかけて5分後から15分の申告で綿100%よりイグサ混紡の方が暑いと感じている人が多かった。しかし、綿着用者は温熱負荷後半にかけて徐々にイグサ混紡の感覚に近づいた。このことは、前腕部、胸部、および背部皮膚温の変化を反映しているのではないだろうか。

湿潤感についても同様に、綿100%とイグサ混紡の差異は明確でなかった。湿潤感では、温熱負荷後5分過ぎから綿素材で汗をかいていると感じる人が多くなった。また、回復期では約15分で湿潤感が初期レベルまで改善されている。このことは図5の時間経過に伴う発汗反応とはほぼ一致する。

快適感では、温熱負荷後の不快感がイグサ混紡

で若干強い傾向にあったが、回復期では綿100%もイグサ混紡もほぼ同じように推移していた。被服衛生学的には、快適感は衣服内温度と湿度との関係によって決定される。今回の衣服内温度および湿度変化から考えると、温熱負荷時はイグサ混紡で衣服内温度・湿度とも高レベルの環境をつくり、不快感が若干強くなったと推察される。しかしながら、回復期では衣服内湿度がイグサ混紡で高値を保持していたが、快適感覚には差がみられなかった。このように主観的温熱感覚、特に、快適性については必ずしも被服衛生学的指標と対応しないこともあると推察される。

3. まとめ

天然素材のイグサ開発は環境保全として一役を担うものであり、イグサを上衣として設計開発し、感性工学的な観点から性能評価を試みた。このイグサの含有がヒトの体温調節や暑熱環境下で発汗反応とどのように関わるのかを検証し、素材の違いが温熱生理反応に及ぼす影響と衣服着用による快適性について検討を行い、次の結果を得た。

イグサ混紡の着心地感覚では、温感・素材感では綿100%素材との差異はみられなかったが、感触と快適感において綿100%素材の方が好まれる傾向がみられた。縫製したばかりのイグサ混紡ブラウスではちくちく感などの肌触りや蒸暑感が影響していると考えられる。

温熱負荷直後の $\bar{T}_{sk}$ や T_b の上昇はイグサ混紡の方が綿100%に比べて急峻な傾向にあったが、負荷終了直前ではむしろ綿100%の方が高かった。回復期にはイグサ混紡の $\bar{T}_{sk}$ 、 T_b のいずれも綿100%に比べてその減衰が緩徐であった。一方、 T_{core} は若干異なる傾向にあり、非着用条件において温熱負荷後半で高い傾向にあった。発汗反応は綿100%よりイグサ混紡の方が低く、温熱負荷後半で綿100%の発汗量が高い傾向にあった。このことから、衣服着用時の発汗反応には T_{core} よ

りも Tsk の修飾が大きかったものと推察される。背部の衣服内温度は温熱負荷後半でイグサ混紡が有意に高く、かつ衣服内湿度は回復期においてイグサ混紡の方が有意に高かった。このことは素材の保温性に起因するものと考えられる。主観的感覚ではイグサ混紡が綿 100% よりやや蒸し暑さを感じ、やや不快感が強かった。温冷感の前腕部、胸部、および背部皮膚温の変化を、湿潤感・発汗応答を、快適感・衣服内温・湿度の変化を反映していることが示唆された。

衣服内温・湿度は、ヒトの衣服快適性を大きく左右する指標である。衣服内環境（温・湿度）変化から、イグサ混紡の上衣は、生体への温熱ストレス変動を大きく緩和する衣服素材として、急激な環境条件の変化（例えば、秋季や冬季）に対応するためのインナーの上衣として、例えば高齢者の冬季シャツあるいは登山トレッキング用上衣としての応用が期待できよう。今後改良を加え、衣服素材としてのデザインやファッション性を加味した衣服本来の快適性の重要性、衣服と地域環境、地域の特性を生かしたユニバーサルデザイン（UD）などの製品開発に取り組み、イグサ利用の活性化に寄与したい。

謝 辞

本研究に対し、貴重な研究助成金を交付して頂いた、石本記念デサントスポーツ科学振興財団に深く感謝致します。また、試料の熱物性特性の測定には多大なご協力とご指導を賜りました神戸大学発達科学学部井上真理助教授には改めてここに感謝の意を表します。実験に協力いただいた熊本県立大学環境共生学部の学生さんと岡本孝美助手にもお礼申し上げます。

文 献

- 1) 林田隆夫；エコロジー，環境保全，スーパー繊維ほか，繊維製品消費科学会誌，45，107～117

- (2004)
- 2) 田村照子；基礎被服衛生学，文化出版局，8-99 (1985)
- 3) 島崎恒蔵他；衣服材料の科学，建帛社，125 (2000)
- 4) 中橋美智子，吉田敬一；新しい衣服衛生，南江堂，58 (1997)
- 5) 水谷千代美，辻井敬亘，宮本武明；合繊系高吸収性繊維の繊維構造と湿潤熱，デサントスポーツ科学，21，95～102 (2000)
- 6) 長田泰公，小林茂夫，芳住邦雄，高野倉陸子，渡邊千穂，運動時・労働時の快適性に関する被服衛生学的研究，デサントスポーツ科学，12，227～236 (1991)
- 7) 平田耕造；温熱生理学からみた快適肌着の未来展望，繊維製品消費科学会誌，42，33～35 (2001)
- 8) 中西正恵，丹羽雅子；織物構造モデルに基づく定常状態における織物水分移動抵抗の予測日本家政学会誌，47，889～897 (1996)
- 9) 中西正恵，丹羽雅子；衣服材料を通しての定常状態下での熱・水分移動の解析（第1報），日本家政学会誌，46，567～575 (1995)
- 10) 中西正恵，丹羽雅子；衣服材料を通しての定常状態下での熱・水分移動の解析（第2報），日本家政学会誌，46，567～575 (1995)
- 11) 上田博之，松平光男；素材布の熱・水分移動特性と運動時体温調節反応の対応性，デサントスポーツ科学，15，192～199 (1994)
- 12) 乙益絹代，兼子良子，田北智瑞子；暑熱環境における作業衣開口状態相違が温熱生理反応に及ぼす影響，熊本県立大学生生活科学部紀要，95～106 (1997)
- 13) 乙益絹代，兼子良子，田北智瑞子；冷房環境下における下肢部被覆面積の相違が皮膚温に与える影響，熊本県立大学生生活科学部紀要，1～10 (1998)
- 14) 兼子良子，福岡義之，田北智瑞子；寒冷環境下の体温調節に及ぼす有風時の運動負荷と衣服開口の影響，熊本県立大学生生活科学部紀要，61～70 (1999)
- 15) 田北智瑞子，兼子良子，香川治美，福岡義之；温熱負荷時の体温調節からみたテンセル素材衣服の特性，日本家政学会誌（再投稿中）
- 16) Fukuoka, Y., Kaneko, Y., Takita, C., Hirakawa, M., Kagawa, H. and Nakamura, Y.; The effects of exercise intensity on thermoregulatory responses to exercise in women. *Physiology and Behavior*, 76, 567～574 (2002)

- 17) Ramanathan, N. L. ; A new weighting system
for mean surface temperature of the human body,
Journal of Applied Physiology, 19, 531 ~ 533

(1964)

- 18) 薩本弥生他；快適ライフを科学する，丸善株式会
社, 41 ~ 46 (2003)