【学位論文紹介】

「肌着の触感評価法の確立に関する基礎的研究」

文化女子大学大学院　須田　理恵

指導　文化女子大学大学院教授　田村　照子

1．緒言

2005 年京都議定書発効に端を発した環境省の「クール ビズ」「ウォーム ビズ」提案に呼応して，夏はより涼しく冬はより暖かい肌着の開発が各肌着メーカーにより進められている。肌着は長時間に亘り人体に密着して着られることから，安全性，機能性，快適性を含む着心地の良さが求められ，従来から肌着の着心地に関する研究事例は多い。しかし，クールビズ，ウォームビズ対応の肌着を開発するに当たって重要と考えられる，環境温度条件と肌触り評価との関係について検討したものは少なく，また，市場で肌着を購入する際の手触り評価と実際の着心地評価との関係についての検討事例も見当たらない。さらに，近年肌着の触感が単なる心理反応によってではなく，自律神経系や中枢神経系等を含む生理反応によって評価され，その影響が論じられ始めているが，これに関する追試実証データはいまだ乏しくその有効性に関する検討が課題として残されている。そこで，本論文では，肌着の触感評価法確立のための基礎研究として，触感評価における手触りと着用感の関係，これに及ぼす環境温度条件の影響を検討すると共に，心拍変動解析および近赤外線分光法による脳内血流動態観察を用いて，肌着の肌触りが自律・中枢神経反応に及ぼす影響を調査し，その評価法としての有効性について検討を加えた。以下に，本論文の構成を示す。

第 1 章「序論」

第 2 章「肌着素材の物性評価」

第 3 章「手触りによる官能評価」

第 4 章「着用による官能評価」

第 5 章「着用時の生理反応 1 ―心拍変動解析による評価―」

第 6 章「着用時の生理反応 2 ―近赤外線分光分析法（NIRS）による評価―」

第 7 章「総括」

本稿では，第 2 章～第 4 章の結果を統合し，手触り感・着用感と素材物性の関係に及ぼす環境温度条件の影響について検討した結果をまとめた。なお，本内容は 2007 年 5 月に開催された日本家政学会年次大会で報告した。

2．研究方法

対象とした肌着素材は，試料提供企業が 2005 年度市販用に開発した 10 種の肌着用編み地で，夏用素材 5 種，冬用素材 5 種である。素材物性の評価項目のうち，熱・水分特性としては，Wet 法，Dry 法による熱損失値，熱伝導率，熱コンダクタンス，接触冷温感（q-max），保温性，透湿性，吸湿性，吸水性の各項目を測定した。力学特性としては，通気性，剛軟性，引っ張り，曲げ，せん断，表面摩擦，表面粗さ，圧縮性の各項目を測定した。測定方法は， JIS 法または KES 法に準じた。試料の諸元と物性の測定結果を表 1 に示す。

手触り感と着用感の評価には SD 法を用い，いずれも 2004 年 9 月から 10 月にかけて文化女子大学人工気候室 A 室で実施した。環境温度条件は，裸体または肌着 1 枚の着装条件でほぼ温熱中立環境と考えられる 28℃を中心に，同条件で我慢できる寒冷環境の 22℃，汗ばむ程度の暑熱環境としての 34℃，各湿度 50%一定，の 3 条件とした。被験者は，日常 M サイズを着用している体型の 18 歳から 34 歳の健康な成人女性 16 名で，平均年齢は 24.9 歳，平均身長 157.8cm，平均体重は 49.9kｇである。被験者には，あらかじめ実験内容および評価の仕方等について説明し，実験参加への同意を得た。実験は，1 日に 1 条件とし，生理反応の日内変動を考慮して，同一被験者については同一時刻に実施した。実験の手順は，各環境温度条件に制御された実験室に入室後，そのままの状態で 15 分間椅座安静を保った後に開始した。

手触り感の評価実験では，20×20cm の正方形にした試料布の上部のみを台紙に固定させた状態で，布地に触れながら口頭にて回答してもらった。評価項目は，表 2 に示す 9 項目の形容詞対で，先行研究等で用いられた形容詞対の中から，特に皮膚に接触したときに使われる用語 9 対を抽出・選定した。試料の提示順は，ランダムである。接触方法は，はじめに縦方向，次に横方向，終わりに布地表面を指先でつまみながら横方向の順序とし，各被験者に統一した。なお，視覚的な影響を排除するため，机上にスチールボードを立て，被験者からは試料が見えないよう配慮した。図 1 に手触りの実験風景を示す。

着用感の評価実験では，肌着を頭から被った後左右の腕を通し裾を整えるという順序で各被験者に統一し，着用直後の印象を口頭にて回答してもらった（図 2）。着用感の評価項目は，手触り感の評価項目とほぼ同様であるが，一部表現を着用時にあわせ，またフィット感をあらわす項目を追加した。肌着のサイズ・形状は，M サイズの若年女性の体型に適度にフィットする婦人用半袖 U 首肌着の形状となるよう，各試料とも同一デザイン・同一パターンでの製作を依頼した。なお，繰り返し実験による布地の疲労や型崩れ等の影響を回避し，各環境温度下における試料の状態を等しくするため，いずれの試料についても被験者ごとに 3 条件分を用意した。試料の着用順序はランダムである。

3．結果および考察

3－1 手触り評価に及ぼす環境温度条件の影響

手触り感の総合的快適感評価に関与する感覚を抽出する目的で，各環境条件別に，「総合的な快適」を目的変数とし「好き」を除いた他の 7 評価項目を説明変数とする重回帰分析を行った。その結果，なめらかさを X_1，柔らかさを X_2，べたつき感を X_3，とすると，22℃では，$Y=0.417X_1+0.209X_2+0.349$，28℃では，$Y=0.278X_1+0.231X_2-0.332X_3-0.610$，34℃では，$Y=0.431X_2+0.119$ が得られ，それぞれ，決定係数は 0.983，0.951，0.707 であった。これらの結果から，手触りによる総合的な快適感は，いずれの温度条件においても共通して「なめらかさ」「柔らかさ」「べたつき感」といった布地の風合いや表面的な性質を示す官能量でほぼ説明できることが示された。次に，各環境温度条件下の手触りの快適感に寄与する布地物性を明らかにする目的で，説明変数を物性値とした重回帰分析を行った。結果，通気性を X_1，ウェール方向の表面摩擦変動 MMD を X_2，コース方向 MMD を X_3，コース方向の表面の凹凸の変動 SMD を X_4，平面重を X_5，ウェール方向の曲げ剛性 B を X_6 とすると，22℃では，

Table1 Characteristics of samples

Sample No.	Fiber count	thickness (cm)	weight (g/m²)	apparent specific gravity	yarn density wale (course) (1/cm)	porosity percentage (%)	air permeability (cm3/cm2/sec)	surface MIU wale (course)	surface MMD wale (course)	surface SMD (μm) wale (course)	bending rigidity (cm) wale (course)	q-max (W/cm²)	warmth retaining property (%)	moisture regain (%)	water vapour permeability (%)	water absorbing property (cm)	season
1	Cotton:50%, ethylene vinylalcohol fiber:40%, polyester:10%	0.105	124.5	0.12	36 / 47	91.4	315.6	0.206 / 0.312	0.023 / 0.051	3.793 / 15.057	2.32 / 0.92	0.080	20.3	3.4	27.6	7.6	summer
2	Cotton:100%	0.137	135.5	0.10	43 / 50	93.6	197.9	0.249 / 0.379	0.025 / 0.054	2.467 / 20.000	2.74 / 0.86	0.084	26.5	6.0	29.4	6.0	summer
3	polyester:43%, acrylic:27%, Cotton:25%, polyurethane:5%	0.113	140.3	0.12	48 / 35	90.8	−	0.178 / 0.317	0.018 / 0.030	11.502 / 20.000	1.34 / 1.22	0.080	18.6	3.1	30.8	5.6	summer
4	Cotton:100%	0.116	154.3	0.13	30 / 41	91.4	199.5	0.193 / 0.234	0.012 / 0.021	3.192 / 7.770	2.18 / 1.14	0.103	22.3	6.0	27.8	1.7	summer
5	Cotton:100%	0.091	141.2	0.15	34 / 53	90.0	344.6	0.178 / 0.281	0.041 / 0.020	3.633 / 7.997	1.94 / 1.5	0.115	14.1	6.9	27.0	2.4	summer
6	Cotton:81%, nylon:17%, polyurethane:2%	0.107	152.7	0.14	41 / 33	90.2	182.2	0.222 / 0.243	0.015 / 0.015	3.748 / 3.097	2.62 / 1.44	0.095	23.7	5.2	27.8	1.6	winter
7	polyester:54%, Cotton:46%	0.088	135.7	0.15	39 / 47	89.4	194.5	0.304 / 0.226	0.012 / 0.014	1.958 / 5.730	1.38 / 2.38	0.093	25.8	2.6	28.9	1.6	winter
8	Cotton:80%, Wool:20%	0.121	183.4	0.15	30 / 44	89.9	142.0	0.199 / 0.230	0.012 / 0.014	2.560 / 7.343	2.22 / 1.52	0.101	23.4	7.6	26.4	7.5	winter
9	nylon:50%, Cotton:19%, acetate compound acrylic:16%, acrylate fiber:12%, polyurethane:3%	0.099	203.8	0.21	39 / 39	83.0	139.6	0.202 / 0.325	0.020 / 0.021	5.360 / 9.830	1.76 / 2.52	0.117	19.6	3.5	29.5	1.5	winter
10	rayon:68%, nylon:27%, polyurethane:5%	0.116	222.7	0.19	43 / 59	86.2	169.5	0.180 / 0.281	0.013 / 0.026	3.151 / 5.861	0.68 / 1.42	0.109	17.9	8.4	25.2	2.2	winter

Fig. 1 The way of touching a sample

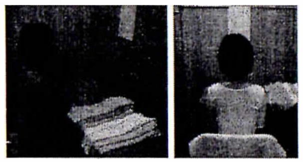


Fig. 2 Scenery of wearing test

Table 2 Scales of sensory evaluation

（手触り）

−3		＋3
ざらざらした	—	なめらかな
かたい	—	柔らかい
重い	—	軽い
べたつく	—	べたつかない
厚い	—	薄い
しっとりした	—	さらっとする
あたたかい	—	冷たい
総合的に不快	—	総合的に快適
嫌い	—	好き

（着用感）

−3		＋3
滑りが悪い	—	滑りが良い
ごわごわする	—	しなやかな
しっとりした	—	さらっとする
肌触りが暖かい	—	肌触りが冷たい
着用して暑い	—	着用して涼しい
着用して重い	—	着用して軽い
着用してきつい	—	着用してゆるい
総合的に不快	—	総合的に快適
嫌い	—	好き

$Y=-0.508X_1-0.406X_4+0.385$，28℃では，$Y=-0.548X_1+0.673$，34℃では，$Y=-0.209X_4-0.198X_1+0.416$ が得られ，それぞれ決定係数は，0.948，0.732，0.823 であった。これらの結果から，手触りによる快適感は，いずれの温度条件においても共通して，通気性，コース方向の表面の凹凸の変動である SMD の物性値の寄与が大きく，いずれも負の係数を持つことから，糸密度が大きく通気性が小さく表面の凹凸が小さい布地ほど総合的に快適と評価されること，これに及ぼす環境温度条件の影響は僅少であることが示された。

3－2着用感に及ぼす環境温度条件の影響

着用感の総合的な快適感評価に及ぼす「好き」を除いた他の7評価項目の関与を調べる目的で，各環境条件別に，「総合的な快適感」を目的変数とする重回帰分析を行った。結果は，しなやかさを X_1，ゆるみ感を X_2，さらっと感を X_3 とすると，22℃では，$Y=0.529X_1+0.269$，28℃では，$Y=0.520X_2+0.504X_1+0.019$，34℃では，$Y=0.576X_2+0.621X_1+0.483X_3-0.093$ が得られ，それぞれの決定係数は，0.871，0.971，0.940 であった。これらの結果から，着用感における快適感については，

環境温度の影響が見られ，22℃では，しなやかさ，28℃ではこれにゆるみ感が加わり，34℃では，さらに清涼感が加わることが示された。特に，34℃においては，清涼感が抽出され，夏場の快適な肌着を考えた場合当然の結果だと言える。次に，各環境温度条件下の着用時の快適感に関与する物性値を明らかにするために，物性値を説明変数として重回帰分析を行った。結果，コース方向の表面摩擦係数の変動 MIU を X_1，ウェール方向の表面の凹凸の変動 SMD を X_2，コース方向 SMD を X_3，吸湿性を X_4，コース方向の引張り特性の直線性 LT を X_5，圧縮仕事量 WC を X_6 とすると，22℃では，$Y=-0.676X_2-0.378X_1-3.987$，28℃では，$Y=-0.701X_2+0.320X_4-1.465$，34℃では，$Y=-0.289X_5-0.452X_2+0.567X_6-2.151$ が得られ，それぞれの決定係数は，0.775，0.790，0.942 であった。これらの結果から，着用時の快適感には，22℃では布地表面の滑らかさが，28℃では吸湿性が，34℃では引張り，圧縮などの力学特性が大きく関与することが示された。今回 34℃の快適感と物性値の関係において，布地の表面の滑らかさに加え，引張り，圧縮などの特性が抽出されたことは，暑い環境では発汗を生じ，皮膚の表面が濡れることによって皮膚・布地間の摩擦が増大し，滑りが悪くなったり張り付いたりすることが考えられ，それにより着用する際に，布地が引張られる等の力学特性が効いたのではないかと考えられる。このような結果が手触り感で認められなかったのは，手掌と胴部における発汗反応の差異が考えられ，手触り感と着用感では環境温度条件の影響が異なることが示された。肌着の快適性評価に際しては，手触り感と着用感との乖離に留意し，クールビズ，ウォームビズなどの肌着設計をする場合，目的とする温熱条件下における人体着用実験が不可欠であることが示唆された。

謝辞

学位論文を執筆するにあたり終始細やかな御指導ならびに御高閲を賜りました文化女子大学大学院被服環境学教授田村照子先生に，心から感謝の意を表し厚く御礼申し上げます。また本研究の試料の調整・提供をいただきました株式会社ワコール人間科学研究所，並びに研究を遂行するにあたり貴重なご助言を頂きました同大学被服衛生学研究室の諸先生，実験に協力して頂いた被験者の方々に感謝を申し上げます。

【学位論文紹介】

野外活動のための被服類に関する被服衛生学的研究

長野県短期大学　前田亜紀子
指導　九州大学大学院　栃原　裕

１．はじめに

本論文の目的は、被服の役割に着目し、ヒトー被服ー環境系について、特に野外での被服着用時における快適性に焦点を当て、被服衛生学的見地から、登山における被服類の使用状況、透湿性防水素材の有効性、濡れた衣服の影響について明らかにすることである。

２．総論

もしも人類が直立二足歩行を行わず、体毛を失わず、十分な発汗機能を備えず、そして文化を得ることがなかったら、被服は現状とは大いに違ったものになったことであろう。そこで先ず、人類の進化、被服の歴史、および被服の役割について概括した。さらに、ヒトはなぜ被服を身につけるのかという、これまで幾度も繰り返されてきたテーマについて、筆者なりの見解を述べた。

次に、被服の対自然環境および対社会環境における役割を取り上げ、被服衛生学領域における被服内気候および快適性研究の動向について論じた。最後に、雨衣等の素材として注目されている透湿性防水素材を取り上げ、これの歴史および研究の動向についてまとめた。

３．登山用装備品および被服類の実態調査

3-1. 目的

本調査では、野外活動の中で最も一般的であり、幅広い年齢層の間で行われている登山に着目した。日本においては、中高年者を中心とする登山ブームのため、この年代層における事故が増大している。その原因として、体力や身体機能の低下、準備不足、装備品や被服類の不備などが考えられる。登山では装備品の重量や嵩が限られる上、雨や雪などの天候の急変に備える必要がある。したがって、これらは適切に選択されなければならない。

本章の目的は、アンケート調査を実施し、先ず登山者の特徴について明らかにし、さらに装備品および被服類がどのような考え方に基づき、どのように使用されているのか、そうした実態について明らかにすることであった。

3-2. 方法

長野県地区における登山者を調査対象とし、筆者が登山口において直接依頼した。調査用紙はＢ４版４枚から成るものであり、設問は以下より構成される。すなわち、①基本事項および登山経験、②秋季の山小屋１泊登山を想定した質問、③実際の山行の概要、④被服類の着用および準備状況、⑤携行した装備品および類被服。得られた回答数は 147 通であった。

3-3. 結果および考察

回答者の年齢は 18～77 歳であり、平均年齢（±SD）は男性 50.6（±14.9）歳、女性 51.8（±12.8）歳であった。男性は全体の 53.7%を占めた。40 歳未満を若年群、40 歳以上を中高年群として区分すれば、両者の比率は、各々21.7%、および 78.3%であった。次に、初心者とベテランに区分した。先ず登山歴 15 年未満を初心者、これ以上をベテランとした。さらに、質問事項として設けてあった登山計画立案に対する関心の高さ、および装備品と被服類に対する確立の度合いについて加味し、これらの数値が低い者はベテランから外した。その結果、初心者 72.1%、ベテラン 25.9%、不明 2.0%となった。

被服類の使用率については、雨衣 98.8%、帽子 83.9%、手袋 82.2%が高率であった。これらは登山時に際し、最も重要なアイテムとして認知されていることになる。なお今回の登山者の山行実態として、雨天決行は 10%であったことから、雨衣が降雨対策のみならず、防寒防風のために使用され、雨衣の機能として透湿性を求める者が高率であることが判明した。特に、雨衣の透湿性についてベテラン群が重視していた。被服類のスペアの持参率は、下着類が高率であった（靴下 61.2%、シャツ類 53.7%、パンツ類 51.0%）。また、手袋 41.5%や帽子 22.4%がスペアとして持参された理由としては、紫外線対策、体温調節、手の保全などにおいて重要であり、着脱が容易な分、紛失することも多いためと推察される。

装備品計 56 品目に関する携行率について調査した結果、男女、年齢、初心者とベテランの間に違いが認められる品目があった。男性の携行率が有意に高かったものは、地図や磁石類、食器や炊事用具などであった。一方、女性で有意に高かったものは、頸用マフラーや魔法瓶、使い捨てカイロなどであった。年齢別比較では、若年男性において有意に高かった品目は、地図、磁石、電池式照明具、呼び笛、コンロ・ストーブ類・燃料であった。中高年女性では、ペットボトル、ステッキ、魔法瓶、傘が他の群に比し有意に高かった。これらについては、若年男性登山者が単独行を好む傾向にあること、中高年女性における品目が個人使用のものに集中していたことが関与していると推察した。習熟度による比較において、ベテランで有意に高かった品目は、電池式照明具、コンロ、ストーブであった。その一方、初心者がベテランより携行率が有意に高い品目はなかった。これらについては、グループ行動での必要性、経験や技術を要すること、専門性、重量や嵩、男女各々嗜好の違いなどの観点が影響しているものと考察した。

４．野外活動用外衣の被服衛生学的研究

4-1. 目的

透湿性防水素材が温熱ストレスを低減させ得ることはこれまで多数報告されている。しかし、実際に散水した実験は極めて少ない。ゴアテックスは広く普及しているが、他にも優れた素材がある。透湿性素材は非透湿性素材より常に優れるといえるのであろうか。

本研究の目的は、上記について明らかにすることであった。最大の特色は、実験室内にて散水を行い、作業を行わせたことである。そして、生理・心理的測定と被服内気候の測定とを合わせ、雨衣着用時での快適性について検討した。

4-2. 方法

被験者は健康な成人女性６名とした。環境条件は、気温２種（10℃および 20℃）と、湿度２種（RH40%

およびRH80%）を組み合わせた４種に、散水条件（気温 20℃、RH80%、水温 20℃、雨量 90mm／時）を加えた計５種とした（以下 10･40、10･80、20･40、20･80、20･80R と略す）。雨衣は３種とした。これらは、透湿性素材２種〔ミクロテックス（MT）とゴアテックス（GT）〕および非透湿性素材〔ハイパロン（HP）〕を用い、同一のデザインにて特別に縫製された。なお、MT、GT および HP の透湿性の比率は、覆いなし状態を 100 とすると、各々28、25 および３であった。作業様式は 30 分にわたる漸増負荷による踏台昇降作業とした。作業最終期におけるエネルギー代謝率（RMR）は 6.0 であった。測定項目は、被服内温湿度、直腸温、皮膚温、心拍数、衣服重量および主観申告（温冷感、蒸れ感）、酸素摂取量であった。

4-3. 結果および考察

直腸温と心拍数には、素材間における有意差は認められなかった。一方、被服内温度と被服内絶対湿度（図１）、平均皮膚温（Tsk）、貯熱量、蒸れ感の申告値、以上の各指標において、MT および GT は、HP に比し、温熱ストレスの低減効果が有意であった。さらには、Tsk、貯熱量、あるいは末梢部における主観申告においては、MT と HP 間のみ有意差が認められ、同じ透湿性素材であっても、MT の方が GT より温熱ストレスの低減効果が高かった。ただし、これらの違いは気温 20℃の高湿条件では明確であったが、気温 10℃においては近接した。このことから非透湿性素材であっても透湿性素材に伍して適用できる範囲について知ることができた。

「散水なし」と「散水あり」を比較すると、被服内温度、Tsk、皮膚温、主観申告の各項目は後者において有意に低く、温熱ストレスが低減されることが明らかとなった。これの理由については、散水による外衣表面部の冷却作用のため、熱伝導による熱除去効果がもたらされたと推察した。

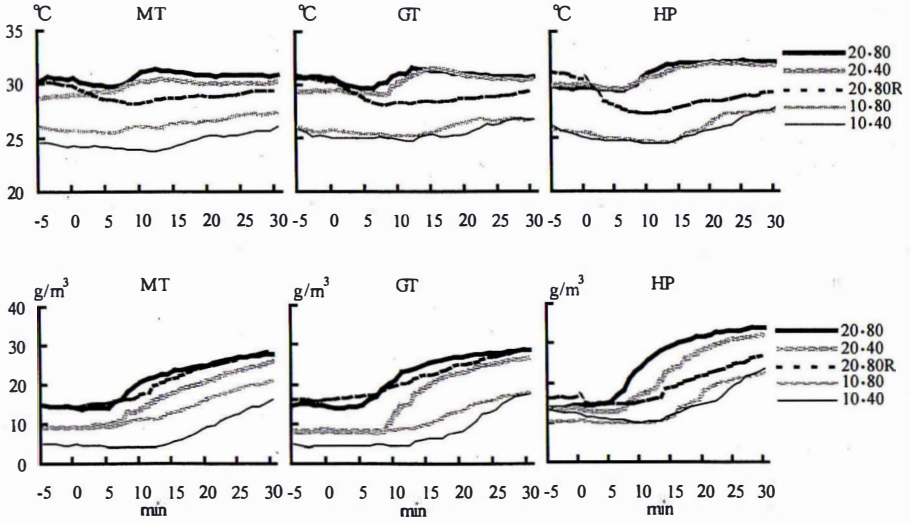


図１　被服内温度（上段）および被服内絶対湿度（下段）の推移
（測定部位はいずれも背部Ｔシャツ外衣間）

図２は被服内温度と体幹部温冷感の相関について、また図３は被服内絶対湿度と背部蒸れ感の相関について示したものである。なお雨衣素材３種については込みにした。温熱的中立点における被服内温度は、気温 10℃条件では 26℃付近である。気温 20℃での３条件（20･40、20･80、20･80Ｒ）を比較すると、散水した場合は申告値も被服内温度も低い側にある。この序列は図３においても同様である。これらの図は、上述した「散水あり」による温熱ストレスの低減効果を明確に示すものである。

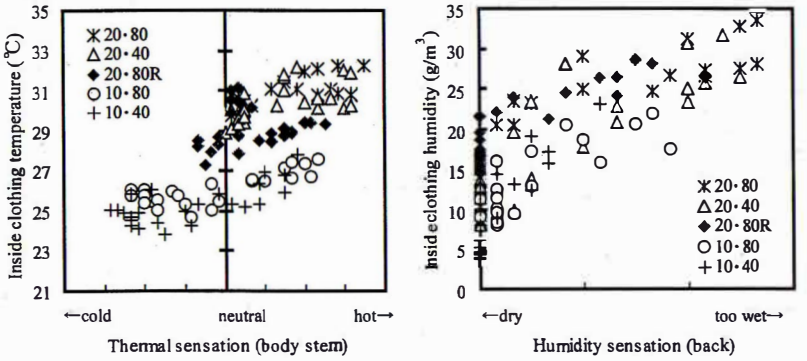


図２　被服内温度と体幹部温冷感の相関　　図３　被服内絶対湿度と背部蒸れ感の相関
（被服内気候の測定部位はいずれも背部Ｔシャツ外衣間である）

５．濡れた衣服の体温調節反応への影響

5-1. 目的

野外活動時に際し、降雨に見舞われることがある。よって濡れた衣服着用時の温熱ストレスについて把握することは重要である。ただし、筆者が知る限り、衣服から水がしたたり落ちるような状態を設定した研究は乏しい。そうした状況では、快適性や温冷感は、どのような影響を受けるのであろうか。

本研究の目的は、濡れた衣服の影響について、気温、衣服様式、水分率、作業強度の各条件を組合せ、生理・心理的観点から検討することである。

5-2. 方法

被験者は健康な成人女子 11 名であった。人工気候室は、気温 30、25、20℃（相対湿度は 80%一定）に制御された。衣服の様式は、スウェット上下（様式 S）と T シャツおよび短パン（様式 T）とした。以上の気温および衣服の組合せにより、条件５種（30S、30T、25S、25T、20S）を設定した。衣服の濡れ条件は、D（乾燥）、W1（湿った状態）、W2（水がしたたり落ちる状態）の３種とした。衣服重量の測定は、条件 D および W1 では着用前に、また条件 W2 では脱衣直後に測定し、個別に高気密性の袋または容器に入れて管理した。条件D、Ｗ１、Ｗ２における衣服、履き物、および器材等を含めた総重量は、様式 S では各々2.0，2.5，3.9kg、様式 T では各々1.4，1.6，1.8kg であった。

条件 D、W1、W2 はこの順序に進行させ、各々において安静期（Dのみ 15 分、W1 と W2 では着替

え期間を含み 20 分）と作業期（10 分）を設定した。作業は踏台昇降運動（台高 10cm、昇降頻度 15 回／分）とした。なおエネルギー代謝率は 2.7 であった。測定項目は、酸素摂取量、直腸温、平均皮膚温、および主観申告（全身温冷感、不快感）とした。

5-3. 結果および考察

図４は酸素摂取量について比較したものである。酸素摂取量は、安静期においては D<W1=W2、作業期においては S>T、さらに D=W1<W2 であることが観察された。これらの結果は、寒冷ストレスの増大、濡れた衣服の重量による生体負担の増加、濡れた衣類が纏わりつくことによる作業効率の低下などが複合してもたらされたといえる。

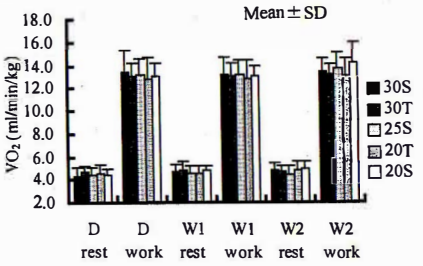


図４　酸素摂取量の比較

直腸温（図５左図）は、条件 30T と 25S では漸増傾向、条件 25T と 20S では漸減傾向を示し、30S は両者の中間に位置した。平均皮膚温（図５右図）は気温の影響を受け、３群（①30S と 30T、②25S と 25T および③20S）に分かれた変化パタンを示し、特に条件 20S において著しく低下した。

これらの結果は、濡れた衣服を着用した場合、気温 30℃では着衣の工夫により温熱ストレスは最小に止め得ること、そして、気温 25℃以下では、特に軽装の場合、寒冷ストレスが生じ得ることを示している。つまり、濡れた衣服の着用が寒冷ストレスをもたらす気温は 25℃と 30℃の間にあり、これにはさらに衣服様式と作業強度が関与することが明らかになった。

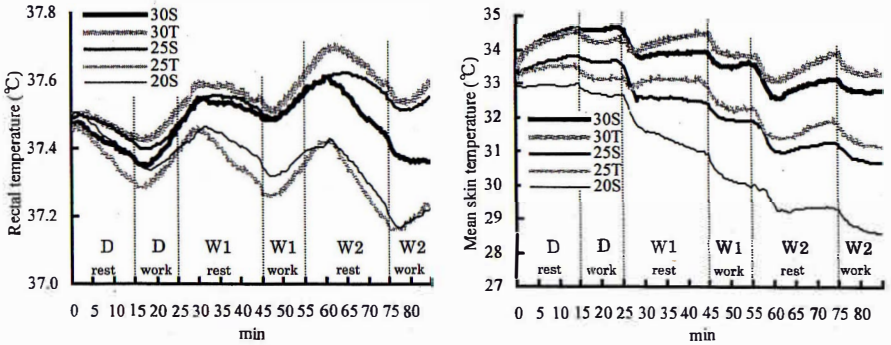


図５　直腸温（左図）および平均皮膚温（右図）の推移

図６に平均皮膚温と全身温冷感の相関関係について示した。各値は安静および作業相における終了時点での全被験者の平均値を意味する。なお、左図は安静期と作業期について、また右図は濡れ条件別に回帰式を得た。全てに有意な相関関係が認められた。

図６左図において、矢印は同一濡れ条件での移行を意味する。全身温冷感の申告値は、作業により「暑い」側にシフトすることが分かる。なお、平均皮膚温の水準が低いほど、また濡れ度が増すほど、

全身温冷感の「暑い」側へのシフト量に比して平均皮膚温の低下度が大きく、その値は 0.5～1.5℃であった。つまり、気温が低く、服の濡れ度が大きいほど、作業による温冷感の改善は乏しいことになる。

図６右図において、全身温冷感が中立である時、平均皮膚温は３条件全てにおいて 33℃に相当した。なお、条件Dすなわち乾いた衣服を着用しているとき、温冷感「中立」付近での曲線の変化はほぼフラットであるのに対し、濡れ度が増すほど、その傾きは急である。つまり、温冷感が中立から「寒い」側にシフトするとき、平均皮膚温の低下度が著しい。この理由について、乾燥した衣類着用では、末梢部皮膚温が低下しても体幹部皮膚温は維持されるのに対し、濡れた衣類着用では、ほぼ全身にわたって皮膚温が低下するためと推察した。

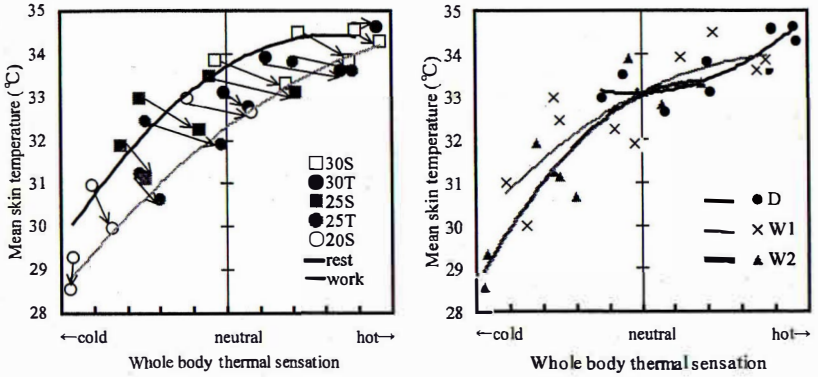


図６　平均皮膚温と全身温冷感の関係

６．総括

登山用装備品および被服類の実態調査では、登山者の衣類に対する考え方や装備品および衣類の実態について把握した。野外活動用外衣の被服衛生学的研究では、透湿性素材と非透湿性素材の雨衣について比較検討し、散水による温熱ストレス低減効果について論じた。濡れた衣服の体温調節反応への影響においては、濡れた衣服の着用がもたらす温熱ストレスについて明らかにした。以上より、野外活動のための衣服の快適性について被服衛生学的見地から検討するという、本論文の目的はひととおり達成したと考える。

しかしながら全てが解明されたわけではない。冬山や高所登山では、衣類は生命に関わるものであり、こうした厳しい状況における調査を充実させる必要がある。また、実際の野外活動では、環境条件は刻々と変化し、行動も長期にわたる。

今後の課題の一つであるフィールド調査について、H19 年度科学研究費補助金が採択された（課題 No.19700567）。登山服の被服内気候観察を中心として、快適性との関係を明らかにしたい。

【学位論文紹介】

引張り荷重下における組紐の力学的特性

日本女子大学　花田美和子
指導教官　京都工芸繊維大学教授　濱田　泰以

第1章　緒　論

組紐とは、繊維束の1本以上を1単位とし、3単位以上を一定の規則に従って、相互に交差させることによって組構造を形成したものと定義される[1]。細長い“紐”の形状に組まれることが多く、これらは一般的に“組紐”と称される。組紐は“結ぶ・ほどく”といった特有の使われ方をしており[2,3]、古くから現代に至るまで、人間の生活様式の変化に関わらず、一貫して同じ用途に使用され続けている数少ない繊維製品の一つである。

靴紐は、現在用いられている最も汎用的な組紐のひとつである。市場に流通している靴紐は多種多様であるが、断面形状、素材、組紐の構造、中心糸の素材等によって分類することが可能であり、これらの組み合わせによって力学的な特性が異なると考えられる。スポーツからファッションまで、また、着用年齢層においては乳幼児から高齢者までと、幅広く用いられている靴紐については、ファッション性以前の消費性能における要求特性である“結び目の安定性”について、十分に考慮する必要があるが、組紐が慣例的に使われているものであるためか、新規構造の開発や、それに付加価値を与えるような商品開発はほとんどみられない。

本研究の目的は、日本古来の伝統的な道具としての組紐に着目し、組紐特有の使用方法である"結ぶ・ほどく"のメカニズムを解明することである。具体的には、引張荷重によって引き起こされる組紐内部の構造変化を詳細に捉え、引張荷重と組紐の構造および力学的変化の関係を明らかにする。さらに本研究で得られた知見によって、実用組紐にとって最も重要な消費性能である"結節の安定性"を追求した組紐の設計を目指すものである。

第2章　引張荷重下における組紐の力学的特性評価手法

本章では、引張荷重下における組紐の力学特性評価手法を確立するためにインストロン万能材料試験機を用いて引張試験を行い、その力学的特性を評価するパラメータについて検討した。供試材として、テキスタイル材料としては比較的伸びの少ないガラス繊維を用い、2本組組紐を作製した（Sample A）。得られた荷重ー変位曲線は、治具に固定する際に生じる“あそび”が解消した後、下に凸の曲線を描きながら勾配を増加させ、一定の傾きをもつ直線となり、最大荷重をもって破断した（Fig.2-1）。この荷重ー変位曲線から“あそび”が解消するまでの変位量aと、組紐本体に荷重がかかり始めてから一定の傾きをもつまでの変位量b、そこから破断に至るまでの変位量cを求め、さらに、bの領域であるS-T間の傾き$\tan\theta$、T以降の領域の傾き$\tan l$を求めた。これらの各数値から、ε、E_θ、Eを以下の式により算出した。なお、これらの値はチャック間距離L_0と“あそび”量aで規格化したものである。

$$\varepsilon = b/(L_0 + a)$$
$$E_\theta = \tan\theta * (L_0 + a)$$
$$E = \tan l * (L_0 + a)$$

ここで、εとは引張荷重が負荷された後、断面がポアソン効果により収縮し、組紐本来の剛性が発現するまでに要したひずみ量であり、断面変形ひずみとする。Eは、十分な負荷が加わった場合の見かけの引張剛性に対応するものである。

荷重ー変位曲線中S-T間で主に見られる断面形状変化は、組紐の要求特性である結節の安定性を評価する上で、重要な特性であり、この変化を定量的に評価することは、組紐設計に必要な指針を与えるものと思われる。Fig.2-2は荷重ー変位曲線に合わせて組紐断面の直径を示したものである。S-T間の領域で組紐の断面形状が急速に収縮している。この収縮は、組紐で結節を作る際に必要な挙動である。ここでの収縮が大きいことは、引張りによって結節が締まりやすいことを意味する。以上のことから、断面変形ひずみε、E_θ、Eは組紐の力学的特性をあらわす重要なパラメータであるといえる。特にεは、組紐固有の要求特性である“結ぶ・ほどく”において、結節の締まりやすさを表現する力学的パラメータである。

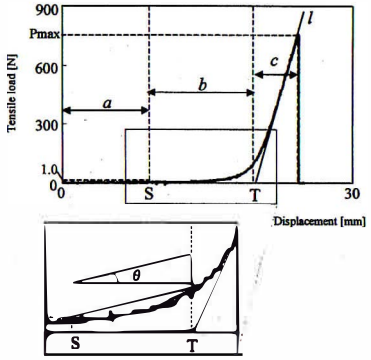


Fig.2-1　Typical load-displacement curve.

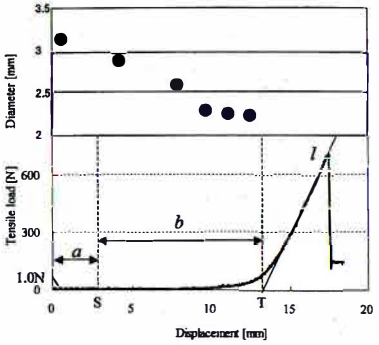


Fig.2-2　Diameter plotted against displacement.

第3章　組紐の構造による引張挙動の予測手法

本章の目的は、組紐の組角度と組紐を構成する繊維束における繊維の体積含有率から、弾性率を予測することである。組紐は斜交する繊維束が互いに交差する構造を有している。この構造を斜交積層板と捉えて、積層理論を適用し、弾性率を予測することを試みる。

一方向に配向した繊維と樹脂で構成される一方向繊維強化複合材料においては、繊維と樹脂の弾性係数、ポアソン比と繊維体積含有率の値を用いて弾性率を予測することが可能である（複合則）。また、一方向強化材をある角度をもって積層した積層型複合材料の弾性率は、積層理論を用いて予測することが可能である。積層理論に要求される入力値は、上述の複合則から得られる一方向繊維強化複合材料の弾性係数、各層の厚さおよび繊維配向角度である。これら繊維強化複合材料における理論式を、組紐の弾性率予測に対して適用することを試みた。

まず、引張荷重と組角度の関係をCCDカメラによる観察により明らかにした。Fig.3-1に繊維配向角度を測定するための引張り試験で得られたSample Aの荷重ー変位曲線および各変位における組角度を示す。荷重ー変位曲線が一定の傾きをもって直線になる部分の傾きを弾性率とする。その直線部分における組角度は23°であった。変曲点後の組紐は固く締まっており、繊維束は横方向の変形が拘束さ

れている。このような状態の組紐は、樹脂で拘束された場合と同様と考えられる。

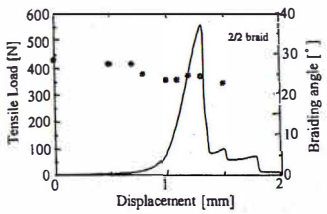


Fig.3-1 Load-displacement curve and braiding angle of Sample A

次に、得られた組角度を用いて、実際に組紐複合材料のロッドを作成し、引張試験によって弾性率をもとめた。そして複合則および積層理論によって予測された弾性率と比較、検討を行なった。複合則および積層理論からもとめた理論弾性率は、1N、98N、180Nの荷重を負荷した場合、それぞれ、20.5、24.3、27.9GPaとなり、引張試験より得られた実験弾性率との比αはいずれも0.79 となった（Tab.3-1）。組紐は繊維束が互いに接触しながら交差するため、繊維束の交差する点で繊維束にクリンプが生じる。一方、理論弾性率は一方向に繊維が配向した斜交積層板の弾性率である。そのため、実験弾性率は理論弾性率よりも小さくなると考えられる。またこの値は、構造が同じ組紐の場合には、形状因子αは同じ値を用いることが可能であると考えられる。このことから、

Table3-1 Comparison between experimental modulus and predicted modulus and shape factor. (Sample A)

	1N	98N	180N
Experimental Modulus (kN)	74.7	76.3	77.9
Predicted Modulus (kN)	94.2	96.4	98.4
Shape Factor α	0.79	0.79	0.79

組紐の弾性率（実験値）＝組紐の理論弾性率×形状因子α

の関係が得られる。ここで、上記の関係を満たすような仮想の樹脂弾性率を予測した結果、組紐の引張荷重が 1N、98N、180N の際の仮想樹脂弾性率はそれぞれ、0.3MPa、1.4MPa、3.1MPa となった。

得られた樹脂の弾性率は仮想の値であるが、この値が大きいほど組紐内部が引き締められた締結状態であり、小さいと締結状態が緩く変形性が大きい状態を示す。このように、複合材料の理論を用いることによって得られた仮想樹脂弾性率は、繊維束同士の摩擦など、繊維束間の拘束状態を表すパラメータと考えられ、組紐の変形性をあらわす新しいパラメータとなる可能性が示唆された。

第4章　引張荷重下における繊維束の配向状態

本章では引張荷重下における組紐の内部構造の変化を詳細に検討した。組紐の断面観察を行い、繊維束の断面積と図心座標をもとめ、その軌跡から繊維束の三次元配向状態をもとめた。そこから繊維束の配向角度、クリンプ率、繊維束内における繊維体積含有率 Vf の変化を定量化し、それらのパラメータと引張荷重との関連を論じた。さらに、繊維束内 Vf の部位差について着目し、繊維の分布状態の不均一性について検討した。

Fig.4-1 は組紐を構成する繊維束の図心を 3 次元で表したものである。2 本組（丸唐組）組紐を構成する繊維束は右回りと左回りの 2 経路から成り立っており、それぞれが角の丸い四角形の軌跡を描きながららせん状に連続

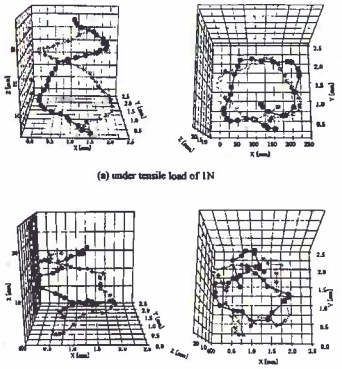


Fig.4-1 3D path of centroid for fiber bund lof Sample AC at 1N

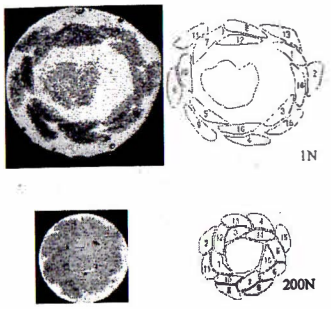


Fig.4-2 Photographs of the cross section of sample under tensile loading.

している。軌跡は 4 辺の中間部で内側に凹になっているが、それは両経路が交差する点付近であり、外周側に位置する繊維束が内側の繊維束を圧縮するためにおこると考えられる。繊維束の配向角度は組紐の軸方向の引張荷重によって減少する。同時に、繊維束はそのらせん状の構造により、引張によって組紐の中心に向かって収束するため、繊維束同士が交差する点において圧縮がおこる。それによって繊維束の断面積は縮小し(Fig.4-2)、繊維束内 Vf は増加する。繊維束が互いに接触することにより、その経路にうねりが生じ、引張荷重の増加にともなってクリンプ率が増大する。さらに、繊維束内 Vf は隣接する繊維束との接触部では大きく、非接触部では小さくなる(Fig.4-3)。

これらの数値は組紐の引張特性を構成する要因の一つである。特に繊維束内における繊維の体積含有率の不均一性についての検討は新たな試みであり、複合材料の強化材として用いられる際に、力学的特性に影響を及ぼす重要な要素となると考える。

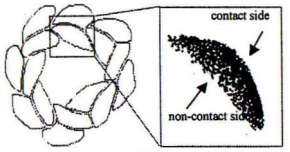


Fig.4-3 Heterogeneity of the fiber volume fractic in the fiber bundle.

第 5 章　繊維束形状を考慮した組紐の繊維束配向予測

本章では、繊維束配向状態（繊維束の図心の軌跡）の予測手法を確立することを目的とした。これまでになされた組物の繊維束の 3 次元配向予測に関する研究としては多田 [4][5]、Wang[6]、Lomov[7][8][9] らによるものが挙げられるが、ここで提案する手法は、繊維束図心の軌跡のみならず、繊維束を点としてではなく面積をもった形状形状とし、組紐に荷重が負荷された場合の内部構造変化や繊維束同士の接触によるクリンプをも考慮したモデルである。

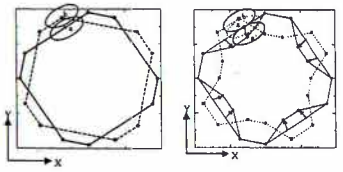


Fig.5-1 Predicted fiber bundle path considering the shape of the cross section.

第 4 章でおこなった断面観察の結果、2 本組組紐を構成する繊維束の断面形状は楕円形とみなすことが出来る。そこで Fig.5-1 に示すように、2 本組組紐を構成する繊維束の配向状態の予測手法を確立した。

Fig.5-2 に、引張荷重 200N における組紐の配向予測図に、実験により得られた繊維配向を重ねた結果を示す。d_1:d_2 は楕円の短径と長径の比であるアスペクト比である。配向予測による図心軌跡と、実測による図心軌跡とで囲まれた領域の面積をもとめ、その差から両者の一致性を評価すると、引張荷重 1N の場合、d_1 : d_2 は 1 : 3.0、200N の場

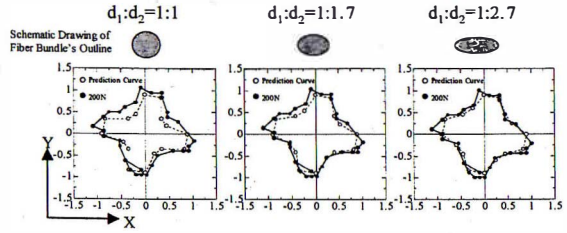


Fig.5-2 Predicted fiber bundle path by the ratio d 1:d2 vth the path obtained from experiment. (200N).

合では、1：1.7 が最も面積の差が小さくなり、両者の一致性が高いと評価された。

第6章　実用組紐の力学的特性

市販のポリエステル製靴紐を供試材とし(Fig.6-1)、その力学的特性を評価した。Sample PA 、PB は丸唐組（2/2braid）で，断面は円形である．中心部にはポリエステル製のメリヤス編の編芯を有する．Sample PC は平織構造(1/1weave)で紡錘型断面を有する．Sample PD は細長い帯状の布を表裏で剥ぎ合わせた筒状の形状である．中心部にはクリンプ加工を施したポリエステル繊維束が挿入されている．断面形状の異なる 4 種類の供試材中、円形断面を有する Sample PA および PB の断面変形ひずみ ε が比較的大きく、丸打組物の断面の変形のしやすさが示唆された。

Sample	PA	PB	PC	PD
Geometry of cross-section				
W [mm]	5.6	3.4	6.6	7.5
T [mm]	5.6	3.4	3.8	1.8
Area [mm²]	24.6	9.1	19.7	13.5
Structure	2/2 braid		1/1 weave	1/1 braid
lateral view				

Fig.6-1 Cross-sectional properties of Sample PA-PD.

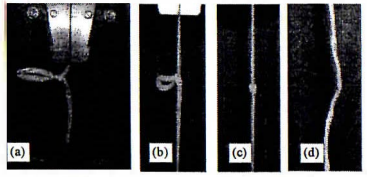
実用組紐にしばしば見られる中心糸は、組紐本体に強度を付与するのみならず、断面変形の度合いにも影響を与えるものであった。中心糸有りの断面変形ひずみ ε は中心糸無しのそれよりも約 1.4 倍大きくなったことから、中心糸の挿入が結節の締まりやすさを高める可能性が示唆された(Tab.6-1)。

Table 6-1 Tensile properties of the braids with core fiber or without

Sample	L_0 [mm]	core fiber	ε	E [kN]
PA	150	with core	0.282	1.48
		without core	0.202	2.05
		core fiber	0.219	0.567
PB	150	with core	0.123	1.28
		without core	0.0762	1.03
		core fiber	0.0701	0.567
PC	150	with core	0.0752	3.57
		without core	0.0763	1.93
		core fiber	0.0469	1.61

第 7 章　結節の引き解け評価手法

実用組紐のほどけにくさを評価するために、実際に組紐で結節を作製し、その結節がほどけるのに要する荷重、変位を測定した。供試材には第 6 章で使用した市販の靴紐 4 種類を用いた。実験方法を Fig. 7-1 に示す。まず供試材を引き解け結びにし、ループ径を固定し、初期荷重 P_0 で引き締めた後（1st Test）、(a)に示すように供試材の両端をチャッキングし、結節がほどけるまで引張り（2nd Test）、その際の荷重ー変位曲線を得た。得られた荷重—変位曲線からほどけにくさの指標となりうるパラメータ、P^2_{max}/P_0、P_{avg}/P_0、$U/\phi/P_0$ を得た（Fig.7-2）。その結果、Sample PA 、PD が比較的ほどけにくい紐であることが示唆された。また、これらのほどけにくさの指標と組紐の力学的特性値である見かけの引張剛性 E との間には負の相関が、断面変形ひずみ ε との間には正の相関が見られた。したがって、E が小さく、ε が大きい組紐はほどけにくいと考えられる。これらのことから、第 2 章で確立した組紐の力学的特性は、実用組紐のほどけにくさの指標と関連しており、これらの力学的特性値からほどけにくさを推測することが可能であることが確認できた。



(a) Initial setting　(b) (c) The process of being　(d) being loose con

Fig.7-1 Photographs of Sample-PC taken in 2nd Test.

スポーツシューズの中で最も靴紐のほどけが生じてはならないマラソンシューズには、Sample PD のような長方形断面の組紐が用いられてきている。一方、動きの激しいバスケットボールシューズにおいては、Sample PA のような大きな断面積を有する丸打組紐が用いられている。これらは経験によるものであるが、今回の試験で得られた規格化された結果の比較を通して、その理由の一端が確認された。一方、Sample PC はすべての項目において 4 種類の供試材中最も小さい値を示した。靴紐着用実験および着用感の申告において、紡錘形断面の靴紐のほどけやすさが指摘されており[10]、本章での評価はそれらの結果と一致している。

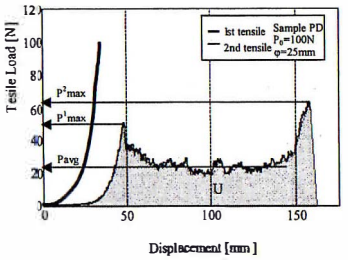


Fig.7-2 Typical load-displacement curve obtained from 1st test and 2nd test.

第 8 章 結　論

本研究の特徴は、古くから日常的に用いられてきたにもかかわらず、その力学特性についてはほとんど注目されていなかった“結ぶ道具”としての組紐に着目し、引張力学特性と構造との関係を詳細に検討したことである。今後は、本研究で確立された引張力学特性とほどけにくさの評価方法、構造からの弾性率予測、繊維束の 3 次元配向予測の手法をさまざまな組紐に応用することによって、より高い消費性能をもつ実用組紐の設計や、組物複合材料の強化形態として有用な組紐の開発が可能である。

≪参考文献≫

[1]　藤田昌三郎，組紐を設計する 設計の基本から中世組紐の解明まで，美術出版社

[2]　額田巌，ひも，法政大学出版局，1986

[3]　額田巌，結びの文化,東洋経済新報社，1983

[4]　多田牧子，組物の 3 次元構造の解明と製組方法に関する研究（博士論文），pp.50-51，2003

[5]　多田牧子・仲井朝美・濱田泰以，経路図法による組糸の 3 次元経路の推定，繊維学会誌，59-6，pp.243-246，2003

[6]　Youqi Wang, Digital element approach: a powerful computational tool in textile fabric mechanics, Proceedings of the 8th Japan International Symposium, pp.1157-1160, 2003

[7]　S.V.Lomov, R.S.Parnas, S.Bandyopadhyay Ghosh, I.Verpoest, A. Nakai, Experimental and Theoretical Characterization of the Geometry of Two-Dimensional Braided Fabrics, Textile Research Journal, 72, pp.706-712, 2002

[8]　S.D. Pandita, K.Nishiyabu, I.Verpoest, Strain concentrations in woven fabric composites with holes, Composite, Structures, 59, pp.361-368, 2003

[9]　S.V. Lomov, I. Verpoest, T. Peeters, D. Roose, M. Zako, Nesting in textile laminates: geometrical modelling of the laminate, Composites Science and Technology May, Composites Science and Technology, 63, pp.993-1007, 2003

[10]　花田美和子・芦澤昌子，歩行の安全性を考慮したウォーキングシューズ用靴紐の設計 ― 靴紐のほどけやすさについての着用実験より ―，青葉学園短期大学紀要，48，pp.47-54，2003

【学位論文紹介】

タイトスカートのスリット丈に与えるストレッチ素材の効果

金城学院大学大学院人間生活学研究科　平岩暁子
指導　金城学院大学大学院　成瀬正春

第１章 序論

新しい素材やスタイル、および流行が次々に生み出され、現代の若者のファッションはめまぐるしく変化している。ファッションや流行を追求することは、心理的満足を得るために欠かすことの出来ない要素である。また衣服の機能には実用的機能と美的機能がある。実用的機能としては「保健衛生上の機能」、「生活活動上の機能」が挙げられ、美的機能としては「整容装身上の機能」、「自己表現上の機能」、および「社会生活上の機能」が挙げられる。実用的機能と美的機能の両方の機能を兼ね備えた衣服が作られることが望ましいが、外衣では美的機能が優先または重視され、機能の偏りが見られる。若者の中には多少の着心地を犠牲にしてもおしゃれなものを着たいという欲求を持っている現状があり、ファッションと人の健康は必ずしも一致せず、時には相反する場合があると考えられる。

タイトスカートは、ウェストからヒップにかけてフィットさせ、そのまま裾までまっすぐな形状のスカートを言う。女性らしさや上品な印象を与え、日常着やおしゃれ着、スーツのボトム、制服などとして多くの女性に着用されている。しかしタイトスカートはその形状から下肢の動作領域を狭くさせ、歩行や階段昇降など日常生活中の動作に不都合や不自由を生じさせる。とっさの動作に遅れを生じさせたり、無理な体勢により身体のバランスを崩させ、転倒などの事故や怪我を誘発させたりする可能性が考えられる。

本研究では、膝丈タイトスカートのスリット丈が下肢部動作性に与える影響を検討した。次に近年多用されているストレッチ素材を使用することにより、膝丈タイトスカートの下肢部動作性がどの程度改善されるか検討した。本研究の目的は、女性らしいラインを持ち外見的に美しい美的機能を維持しつつ、動作性が良好である実用的機能が付与された膝丈タイトスカートを作製するための要件を提示することである。

第２章　膝丈タイトスカートのスリット丈に対する主観的および客観的評価について

日常生活の動作に必要な下肢の動作領域を確保するために、タイトスカートには裾部分にスリットなどの切り込みを入れるのが通常である。またスリットには動作性の向上のみならず、装飾の効果もある。スリットは女性らしい、セクシーなど粋な味を醸し出すが、長すぎるスリットは下品な印象を与えることがある。そこで社会性やＴＰＯを考慮に入れた膝丈タイトスカートにおけるスリット丈の適正許容限界を求めるため、アンケート調査を実施した。女子大学生とその母親を対象とした。膝から段階的に 0cm、10cm、15cm、20cm とスリットを入れた膝丈タイトスカートの立位と昇段の写真を並べ、スリットの長さによって、見た感じが「下品」「好ましくない」と感じるようになる境界線を選択させた。図１に膝丈タイトスカートのスリット丈における許容限界の総合評価を示した。家族間で客観的に評価した許容限界は、自分自身に対する主観的評価よりスリット丈は短くなる傾向であった。また家族以外の他人に対する評価は、家族間への評価より寛容になった。このことは自分の家族が、社会の中で下品または不快と思われたくないという心理が働くため、家族に対しての許容限界値が厳しくなるのではないかと考えられる。

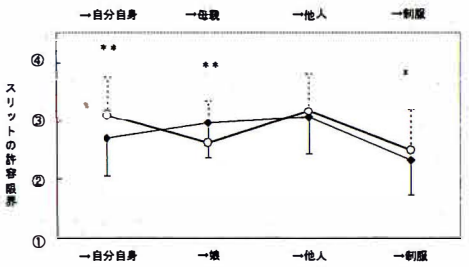


図1　膝丈タイトスカートのスリット丈における許容限界の総合評価

—○—：娘群の評価　—◆—：母親群の評価　**：P≦0.01　*：P≦0.05
①:スリット膝上0cm ②:スリット膝上10cm ③:スリット膝上15cm ④:スリット膝上20cm

制服への評価は、自分自身への主観的評価、また家族または家族以外の他人に対する客観的評価よりも低値を示した。制服はその集団の構成員であることを明示し、他者からの信頼を得るうえでも重要な役割を果たすものである。制服着用時には着用者個人の行動や個性はコントロールされる。そのため仕事の制服として着用される場合には、一般的なおしゃれ着を着用している時とは、適正スリットの基準が異なると思われた。

自分自身への主観的評価、そして家族間、他人への客観的評価はおよそ 15cm であることが分かった。衣服の社会生活上の役割、TPO も考慮した時、膝丈タイトスカートの許容限界スリット丈は膝上 15cm であり、それより長くならないよう配慮する必要性を認めた。

第３章　スリット丈の違いがノンストレッチ膝丈タイトスカートの下肢部動作性へ及ぼす影響

スリット丈の違いがノンストレッチ膝丈タイトスカートの下肢部動作性へ及ぼす影響を明らかにすることを目的として着用実験を行った。スリットを段階的に変化させたノンストレッチ膝丈タイトスカートを被験者に着用させた。被験者は日常の衣服生活において９号サイズの既製服を着用している女性 10 名である。図２に膝丈タイトスカートの製図を示した。タイトスカートは、ヒップラインでＨ／4＋1.5 ㎝のゆとりを入れ、裾まで直下した基本的な形状とした。スリットは後ろ中心に設定し、膝上 0, 10, 15, 20 ㎝（以降 NS0, NS10, NS15, NS20 と称する）とした。スカート丈は各被験者の膝蓋骨中央丈とした。各タイトスカート着用時における昇段運動時の下肢部動作性の相違について検討した。昇段所要時間、衣服圧、膝の高さおよび下腿との台面の接触角をパフォーマンスの指標として、また動きやすさ、および快適さを主観申告の指標として検討した。

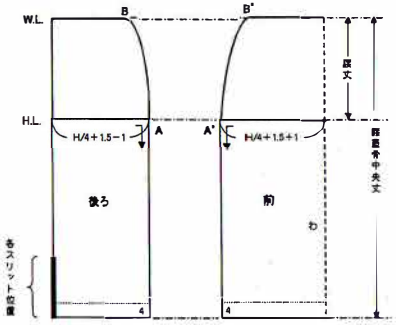


図2　タイトスカートの製図

NS0 の昇段所要時間は 0.92±0.09 秒であった。膝の高さは 35.8±2.2cm、下腿と台面との接触角は 63.2±6.4°であった。NS0 では歩行足の膝を身体の中心側へ強く折り込みながら足部を蹴り上げる動作が観察された。昇段運動に必要なタイトスカートの

周囲寸法が不足し、両膝の距離を十分取ることができなかったためと考えられる。このことにより下腿と台面との接触角が小さくなり、結果として膝の高さが低くなった。また膝を身体の中心側へ折り込んで足部を蹴り上げる動作は、体勢が大きく非対称となり、バランスよく身体を支えることが困難になる。そのため次の体移動を行う際、体のバランスを整え直す時間が必要となり、昇段の所要時間が長くなったと推察される。図３にノンストレッチ膝丈タイトスカートのスリット丈の違いによる衣服圧の相違を示した。各スリット丈における平均値、標準偏差、および各スリットの「＋１S.D.」と「－１S.D.」の回帰曲線を示した。２本の回帰曲線に挟まれる領域は、被験者による評価の 68.26%が含まれる領域である。NS0 では 5.2±1.8kPa であり、衣服の衛生学的許容値である 3.9kPa を超える大きな拘束を受けることが分かった。主観申告では「動きにくい～非常に動きにくい (-2.6±0.3)」および「不快(-2.1±0.6)」を示した。

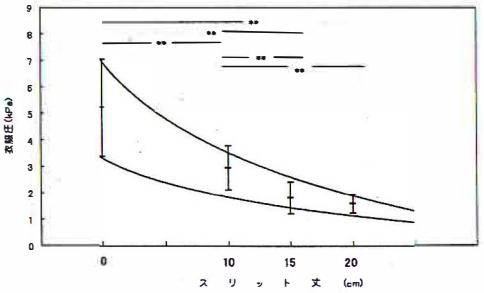


図3 ノンストレッチ膝丈タイトスカートのスリット丈の違いによる衣服圧の相違
：ノンストレッチ膝丈タイトスカートの mean±S.D.　＊＊：p≦0.01

NS10 ではパフォーマンスにおいて NS0 と比較して全ての項目について改善が見られた。昇段所要時間は 0.87±0.08 秒であった。膝の高さは 38.0±1.6cm、下腿と台面との接触角は 71.5±6.2°であった。スリットが昇段の動作によって開き、膝丈スカート裾位置での周囲寸法が増加し、下肢の動作範囲が広がったと考えられる。衣服圧は 3.0±0.8 kPa であった。主観申告は「動きにくい～少し動きにくい (-1.5±0.6)」、および「不快～少し不快 (-1.3±0.7)」であった。

NS15、NS20 とスリット丈が長くなるに従い、昇段所要時間、膝の高さ、および下腿と台面との接触角には有意な差は認められなくなったが、主観申告はスリットが長くなるに従い有意にプラス側へ改善した。このことより日常動作を行うために必要であると従来から言われているスリット膝上 10cm を加えれば、パフォーマンスはほぼ満たされることが分かった。しかしスリット膝上 10 cmでは動きやすさ、快適さは中立よりマイナス側の評価しか得られず、主観申告を満足させる十分な改良には至らないことが分かった。スリット丈と主観申告の動きやすさと快適さの間には、各々 r ＝0.83、 r ＝0.82 の強い相関関係がみられた。「動きにくくはない」または「不快ではない」との評価を得るための下限スリット丈は、動きやすさを指標にすると 19.5cm であり、快適さを指標にすると 18.7cm であった。ノンストレッチ膝丈タイトスカートにおいてパフォーマンスのみならず、主観申告においても十分な評価を得るためには、膝上 20 cmのスリット丈が必要であることが示唆された。

第４章　ストレッチ素材の伸長性が膝丈タイトスカートの下肢部動作性に及ぼす影響

膝丈タイトスカートにストレッチ素材を使用すると、その伸長性によって下肢部動作性にどのような影響を及ぼすかを明らかにすることを目的とし、着用実験を行った。ストレッチ素材は経

緯両方へ約 30%伸長するツーウェイストレッチタイプの織物を使用した。タイトスカートの生地の諸元を表１へ示す。第３章で用いたノンストレッチ素材も同時に掲載した。ストレッチ膝丈タイトスカート (ST) の製図は、図１と同型であり、スリットは無しである。

表1　タイトスカートの生地諸元

		ストレッチ素材	ノンストレッチ素材
組　成	[%]	綿　95.0 ポリウレタン 6.0	綿　100.0
組　織		綾織	綾織
厚　さ	[mm]	0.58	0.38
正　量	[g/m²]	323.4	198.8
織糸密度	経 [本/cm]	35.6	22.4
織糸密度	緯 [本/cm]	21.0	45.8
伸長率	経 [%]	30.9	3.1
伸長率	緯 [%]	27.3	6.6
剛軟度	経 [mm]	61	67
剛軟度	緯 [mm]	74	81

ST のパフォーマンスは、伸長性を持たない NS0 と比較すると全ての測定項目において有意に改善が認められた。昇段所要時間は 0.88±0.09 秒であった。膝の高さは 37.3±2.0cm であり、下腿と台面との接触角は 68.4±6.1cm であった。ストレッチ素材の伸長性により、下肢の動作に応じてスカート裾部分が伸長し、必要周囲寸法に近似した数値まで裾周り寸法を確保できたと考えられる。そのため下肢の動作範囲が広がり、膝が高く上がるようになったことにより、膝の折り込みが緩和されたと考えられる。ST の衣服圧は 2.9±1.0kPa であり、NS0 と比較して有意に低値を示した。また ST と NS10～NS20 のパフォーマンスには有意な差はみられなくなり、ST のパフォーマンスのレベルは NS10～NS20 と同じであることが分かった。つまりストレッチ膝丈タイトスカートは、その伸長性によってスリットを加えなくてもとっさの動作などには対応できるスカートであると言える。

ST の主観申告は、「少し動きにくい (-1.1±0.6)」、および「少し不快～どちらでもない (-0.5±0.7)」であった。ST の主観申告は、NS0 と比較すると有意な差が認められ、申告は各々約１スケール分ずつプラス側へ改善した。ストレッチ素材の生地の伸長性と主観申告の動きやすさ、快適さの間には各々 r ＝0.80、 r ＝0.68 の相関がみられた。また衣服圧と主観申告の動きやすさとの間には r ＝-0.51 で負の相関関係がみられた。しかし ST の申告は中立よりマイナス側の申告しか得られず、十分な改良には至らないことが分かった。「動きにくさ」や「不快感」を感じさせない膝丈タイトスカートの製作を考えると、ストレッチ素材を使用しただけでは不十分であり、スリットなどを加えて更に下肢の動作範囲を広げる工夫が必要であることが示唆された。

第５章　15cm のスリットを加えたストレッチ膝丈タイトスカートが下肢部動作性に及ぼす影響

第５章では、第４章で使用したストレッチ素材に、第２章で得たスリットの適正許容限界である膝上 15cm を加えたストレッチ膝丈タイトスカートが、実用的機能にもたらす効果について検討した。

S15 のパフォーマンスに関しては、昇段所要時間は　0.88±0.10 秒であった。膝の高さは 38.3±1.2cm であり、下腿と台面との接触角は 72.3±4.2°であった。衣服圧は 1.8±0.6kPa であった。S15 のパフォーマンスは NS10～NS20 と同レベルであることが分かっ

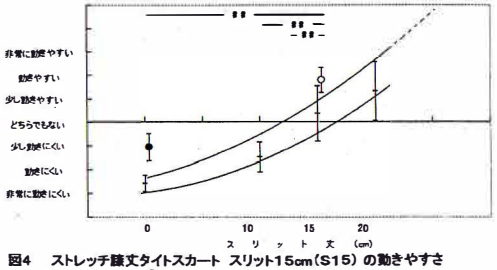


図4　ストレッチ膝丈タイトスカート スリット15cm(S15) の動きやすさ
：ストレッチ膝丈タイトスカート スリット15cm(S15)のmean±S.D.
：ストレッチ膝丈タイトスカート (ST) のmean±S.D.
：ノンストレッチ膝丈タイトスカートの mean±S.D.
＊＊：S15とNS0～NS20のT検定　＊＊：p≦0.01

た。図４に主観申告の動きやすさを示した。図５に快適さを示した。S15 の申告は「少し動きやすい～動きやすい(1.7±0.5)」、および「少し快適～快適(1.6±0.8)」であった。S15 は NS0～NS20 の２本の回帰曲線に挟まれた領域を大きく越えた。このことは動きやすさや快適さを決定する因子はスリット丈とストレッチ素材の伸長性であることが示唆された。不特定の着用者の 2/3 以上が「動きやすい」または「快適」であるという評価を得るためには、S15 の「－１S.D.」を下限とした範囲を満たす必要がある。S15 の効果をスリット丈で表わすと、S15 の動きやすさの下限値は 23. 8cm であり、S15 快適さの下限値は 21.5cm であった。

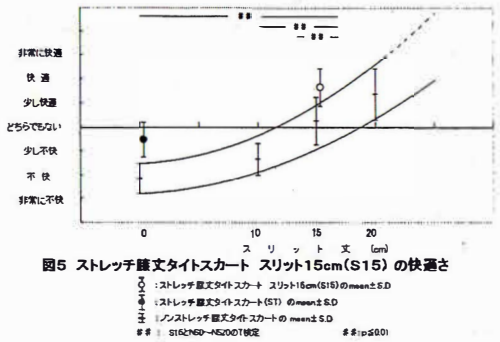


図5 ストレッチ膝丈タイトスカート スリット15cm(S15) の快適さ

第６章　総括

膝丈タイトスカートにストレッチ素材を用いると、日常生活の動作をするために必要であると従来から言われているスリット膝上 10 cmと同等のパフォーマンスが得られ、スリットを加えなくてもとっさの動作に対応できたり、昇段の際膝を高く上げられるなどの実用的機能を満たすことができることが分かった。一方動きやすさや快適さの主観申告を満足させるためには、ノンストレッチ素材の場合にはスリットを膝上 20cm 加える必要性を認めた。しかし社会性やＴＰＯも考慮に入れた時、スリットの許容限界は膝上 15cm であり、それ以上長いスリットを加えることは適当ではない。そこでストレッチ素材を用い膝上 15cm のスリットを加えると、日常生活の動作に必要なパフォーマンスを満たす上に、ノンストレッチ素材にスリット膝上 20 cmを加えた時を超える主観評価が得られることが分かった。ストレッチ膝丈タイトスカートにスリットを 15 cm加えると、動きにくさや不快さをほとんど感じることなく日常動作を行うことができ、「動きやすい」、または「快適である」という良い評価が、着用者の 2/3 から得られることが確認できた。

以上のことから、実用的機能と美的機能を備えた膝丈タイトスカートを作製するためには、ストレッチ素材を活用することが有用であることを提示した。

【海外レポート】

「パリ、ひとり巡り」

高野倉　睦子（神戸女子大学）

2005 年 8 月 30 日～9 月 10 日、被服構成学部会主催の第３回海外研修旅行に参加し、リヨン、パリ、ミラノ、フィレンツェを巡りました。主な見学先は、リヨンでは織物歴史博物館、装飾芸術博物館、リヨン繊維化学技術大学（ITECH）、フランス繊維アパレル研究所、シルク染色工房、パリではルーブル美術館、プレタポルテのコレクション（所謂パリコレ）、ミラノではアパレルメーカー、コモ湖畔の染色工場、絹教育博物館そしてサンタ・マリア・デッレ・グラツィエ教会（最後の晩餐）、フィレンツェでは皮革製品の縫製工場、ウフィツィ美術館、ピッティ宮殿内衣装博物館など盛り沢山の研修旅行でした。この研修旅行のはじめにプールポワンに出会い、感激したことが私の「パリひとり巡り」の動機となり、パリのモード織物美術館、装飾芸術博物館そしてオランジュリー美術館が休館中であったことが 2006 年に再度パリを訪れることを決定的にいたしました。05 年はすべてバス移動であったため、ほとんどの所在地を知らずにおりましたが、06 年は位置を地図で確認し、水と地下鉄と自分の足だけを頼りに 2 週間パリ中を駆け巡ったため、何が何処にあるかを把握することができました。これは大きな収穫でした。しかしこの時、もっと早くに来るべきであったと痛感させられました。それは道に迷った時、地図を裸眼で確認することがつらいことです。日差しが強いためサングラスをかけていることに加え、さらに老眼鏡を必要とするという状況は非常に不便でした。そして時々出会う日本人観光客からパリの治安の悪さを聞くたびに、一人で行動している私の緊張は高まり、旅行客と悟られないよう目的地に向かって一心不乱に歩きました。そんな時の友人からのアドバイスは、「道に迷ったら建物についているプレートで通りの名称と番地を確認すること」でした。したがって外出時には、行き先によってホームが異なるため、利用する地下鉄の路線番号、終着駅名と降車駅名、地下鉄を下車してから目的地までの通りの名称を覚えていなくてはいけませんでした。乗り換えがある場合はさらに記憶すべきことが増えます。この固有名詞の記憶がたいへんでした。例えば「3 号線の△△駅方面に乗ってオペラ駅に行き、7 号線○○方面に乗り換えて××駅で下車し、…」これがすべてアルファベットです。せめてカタカナ、いやローマ字であってくれればと思いながら、毎晩次の日の予定を決めて、地下鉄と通りの名称の予習です。この苦労がわかっていれば、日本で地図をカラーで拡大コピーして来たのに！っと連日心の中で叫びました。パリにはコピーができるコンビニがないため、この時ほど日本の便利な生活に感謝したことはありませんでした。地下鉄の乗降時も面白い光景です。降車者が手動でドアを開け、それ以外のドアは開きませんので、乗車者が自分で開けます。私にはそのレバーの位置が高く、開けるのに一苦労のため、なるべく降車者の立っているドアの前に立つようにしました。また地下鉄の改札は入場時だけで、出る時は必要ありません。そのため駅構内に入るとすぐ、切符がたくさん捨てられております。これと似た現象は道路でも起こっており、道路はまさに巨大な灰皿と化し、吸殻が山のよう

に捨てられ、これが憧れのパリ？と思う一面でした。朝のシャンゼリゼ通も例外ではなく、ゴミ箱は溢れ、歩道がゴミの山でした。午前7時と午後4時に大きなブラシ付清掃車が走り、清掃員の去った後、美しいパリの町に変身いたします。しかし、さすが文化の国と思う面は、夏季のため有名な美術館や博物館は午後9時頃まで開館しており、7時以降は無料で2時間は楽しめました。蚤の市も面白いところでした。靴屋では右靴が山積みになっており、気に入ったものがあると左を出してもらい試着します。左右揃って履くと右は日に焼けて色あせ、山積みにされていた時間が伺え、新品の左はビビットカラー、その落差に驚きました。それがロンドンで見たアディダスの90ポンド（約19800円）とそっくりのスニーカーで、たった20ユーロ（約2800円）であることに2度驚き、これは通称アジダス、この一文字の差は大きいのでした。

生活用品では外出先の直径30cmのトイレットペーパーの巻きの大きさに驚き、トイレの洗浄用ボタンの大きさと位置、手洗い水用ペダルの位置（写真1）が多種多様でこれを探し当て、水が出た時の喜びはまるでパズルを解いた時の爽快感に似ております。思わず「あたり～！」と声が出てしまいました。また築100年というアパート内のエレベーターは映画のように手動で開閉し、1人か2人用で、基本的に相乗りはせず、特に面識のない人とは乗り合わせず、エレベーターが戻って来るまで待ちます。一度男性が先に乗っておりましたが、大荷物を抱え、急いでいたので乗ってもよいかというと、たいへん困惑した顔をされたので、相乗りはしないということを実感いたしました。

移動の途中で休んだチュイルリー公園、リュクサンブール公園などにある椅子は2種類あり、空いている椅子を自分のお気に入りの場所まで各自がズルズルと引っ張っていき、そこでくつろぎます。がっちり固定されている日本の公園のベンチと比べて可動式であることに驚き、さすが個人を大切にする国ならではの発想と感動いたしました。またブーローニュの森には野生のウサギが住み、朝7時頃にはその愛らしい姿を見ることができました。貴婦人達が帽子を競う社交場、武豊がディープインパクトに騎乗し、速さを競った歴史あるロンシャン競馬場はこの森の中にあり、豊かな自然に触れることもできました。

05年に訪問したITECHやファッション系専門学校（写真2）で感じたのですが、採光をよく考慮した教室や自習用スペースは明るく、グレーの多い日本の教室や実験室とは異なり、青や黄が使われ、カラフルで楽しい雰囲気で学んでいることが伺え、カラー時代の一歩先を感じました。自分の足で巡ったパリをご紹介させていただきました。

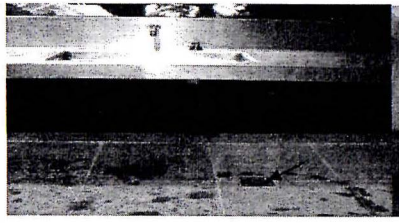


写真1　手洗い水用ペダル（床）

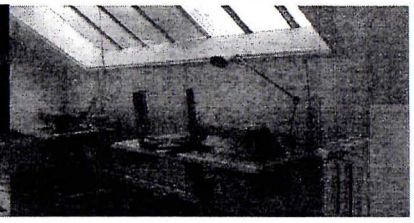


写真2　自習用スペース

【大学院生の声】

社会人ドクターの日々

九州大学大学院芸術工学府　博士後期課程　佐藤希代子

学士も修士も教育学で学習した私は、中学･高校の教員を経て、現在はデニムや制服の産地である倉敷にて短大の教員をしている。中学･高校では、消費者・生活者の立場での授業展開が主であったが、短大では生産者の立場での授業が求められている。就職する卒業生は企画分野で採用されることも多く、授業担当は被服衛生分野であるが、勤務校では商品企画・デザインに役立つ芸術工学という観点からの授業を望まれている。このような状況で、九州大学大学院にて綿貫先生のお世話になることとなった。

衣服の着心地というのは生理学的にも心理学的にも行動学的にも影響を受ける。そこで、ヒトを取り巻く環境としての衣服の設計条件、基本理念、応用デザイン等について、ヒトにとって優しく、環境にも優しい衣服のデザインに活かせるべく研究を計画しており、現段階は圧刺激と生体の反応について研究の過程にある。

十数年前、綿貫先生が大阪市立大学にいらした頃、研究生としてお世話になったご縁もあり、今回もお世話になっているのだが、最近は研究が停滞している。博多のある西の方に向かい、いたらない院生の現状をわびる気持ちでいっぱいなのであるが、そんなことするよりも少しでも研究を進めて･･･という日々を悶々と送っている。

プライベートでは小学生と保育園児の母として育児もしているが、自分の子どもも含め多くの子どもに接して刺激を受けることが多い。観察するとその行動や言動がおもしろく、「モノつくり」の創意工夫や発想の豊かさを思い知らされるのである。取り組む姿勢の純粋さや集中力には脱帽する思いで、自分に足りないことを気づかされる。自然と対話し、「なぜ？どうして？」「もっと！もっと！」と、よい意味での貪欲さや、がむしゃらな姿勢を見せつけられる。これらは見習わなければならないのかもしれない。そのように考えている現在だが、先日、ちょっとした不注意で足指を骨折してしまった。そうなると、それはそれで、普段はあまり見えず、気づかなかったことも少し見えたりするので不思議である。日常生活の中で見落とされがちなものに気づく機会にもなり、発想を転換せざるを得ない状況にもなったりする訳だが、アンテナを張っていればいろんな情報をキャッチできるということを体験することになったのである。

このように、様々な雑念と日々戦いながら博士後期課程2年となってしまいました。とてもいい院生とは言えない現状ですが、破門されることなく、指導教授として根気強く指導をしてくださる綿貫茂喜先生には感謝の気持ちでいっぱいです。今年こそは必ず論文を2報は投稿しようと決意をしています。頑張ります！そして目標として、早くこれらをまとめて学位論文としたいと考えています。