Kobe University Repository : Kernel

PDF issue: 2025-07-06

高湿度条件下の毛布の性能

井上，真理
倉田，理史

(Citation)
神戸大学発達科学部研究紀要,7(2):147-157

(Issue Date)
2000-03

(Resource Type)
departmental bulletin paper

(Version)
Version of Record

(JaLCDOI)
https://doi.org/10.24546/81000372

(URL)
https://hdl.handle.net/20.500.14094/81000372

神戸大学発達科学部研究紀要
第7巻第2号　2000

高湿度条件下の毛布の性能

井上真理＊・倉田理史＊＊

The Effect of High Moisture on Blanket Properties

Mari INOUE and Satoshi KURATA

1．はじめに

寝具は、就寝中の身体からの発汗によってその含水状態が変化する。この変化は、寝具の力学的特性や表面特性を大きく変化させ、寝心地はもとより寝具の機能に影響を及ぼす。寝具の中で布団の性能に関する研究は多くなされ[1, 2]、湿度が圧縮特性に与える影響[3]も捉えられている。毛布については、これまで、毛布の品質要求項目調査から衛生的機能、着心地の要求が高いことが明らかにされ[4]、要求度の高い品質要求性能に関する試験結果から、力学的諸性質について検討した研究[5]をはじめ、風合いのよい毛布の条件を検討した研究[6]、毛布のパイル糸の密度が保温性に及ぼす影響を検討した研究[7]等がある。

寝床内の温湿度は人間の体温、発汗により大きく変化し、親水性繊維から成る毛布は勿論のこと、疎水性の合成繊維から成る毛布においても、布の組織や繊維表面にかかえる水は毛布の性質を大きく変化させるであろうことが予想される。従来から繊維材料の力学的性質は標準温湿度条件下での試験がJIS規格において規定され慣行されてきているが、本研究では、標準温湿度条件下での毛布の初期性能を繊維別に捉えるとともに、高湿度条件において、毛布の物理的特性がどのように変化するかを捉え、毛布の設計の基礎的資料を得ることを目的としている。

近年、毛布は、四季を通じて利用されるようになっている。素材、構造は多種多様であり、消費者の嗜好に合わせてそれぞれ選ぶことができる。毛布の性能として実用的には保温性が本来の性能であったが、近年の快適な室内環境条件のもとでは、風合い・肌触りのよさ、接触冷温感などの温熱的快適性能などが重視されるようになってきている。筆者らは、近年アパレル用布地のために開発された低荷重域において精密測定できる計測機器[8]を毛布に用いて、毛布の初期の性能として肌触りのよさを表面特性と圧縮特性より捉え、温熱的な快適性能を熱・水分・空気の移動特性より捉えることにより、毛布の客観的評価方法を明らかにしている[9]。毛布を風合いとの関連で評価する場合は既存の秋冬用紳士スーツ地用に開発されたKN101-W/301-W式を用いることが有効であるから、本論文ではKN101-W/301-W式を用いて、毛布の風合いの客観的評価を行い、素材や用途の異なる毛布について高湿度条件における各特性の特徴を明らかにする。

＊ 神戸大学発達科学部（生活環境論講座）
＊＊神戸大学大学院総合人間科学研究科修士課程

（1999年10月29日　受付
1999年11月20日　受理）

2．実験方法

（１）試料

繊維の種類、布の構造の異なる各種の家庭用および業務用の市販毛布を偏りなく78試料収集した。試料の詳細をTable 1に示す。繊維の種類は、主としてアクリル、ウール、綿で、構造は、織物、マイヤー、ニューマイヤー、タフトである。これら各種の繊維、構造を含むように、78試料の中から、13試料を選び、高湿度条件下の毛布の諸特性について検討するための試料とした。13種類の毛布には、家庭用毛布だけでなく、業務用毛布が含まれている。高湿度条件下の毛布の諸特性について検討するための試料をTable 2に示す。

Table 1　Details of sample (N=78).

Fiber & Structure	Number of samples (Ratio, %)	Thickness Mean (mm)	Thickness CV (%)	Weight Mean (g/m^2)	Weight CV (%)
Animal	19 (24.4)	9.9	50.6	601	17.9
Cotton	16 (20.5)	7.4	28.5	480	24.2
Linen	2 (2.5)	9.5	14.4	523	2.1
Silk	1 (1.3)	9.3	-	581	-
Promix	1 (1.3)	7.1	-	347	-
Acrylics	39 (50.0)	15.0	28.1	774	22.9
Weave	30 (38.5)	8.0	29.6	577	22.5
Mayer	26 (33.3)	16.6	30.2	804	28.9
New mayer	11 (14.1)	13.9	18.6	663	9.3
Tufted	11 (14.1)	9.4	20.7	523	8.2

CV; Coefficient of variation
(=Standard Deviation/Mean value x 100, %)

Table 2　Samples for test under high moisture condition

Sample No.	Fiber	Structure	Thickness (mm)	*THV*
Home use				
S1	Acrylic	Mayer	21.46	5.02
S2	Acrylic	New Mayer	12.82	4.49
S3	Acrylic	New Mayer	12.89	4.87
S4	Acrylic	New Mayer	10.47	6.12
S5	Acrylic	New Mayer	10.56	5.61
S6	Acrylic	New Mayer	16.25	4.18
S7	Acrylic	New Mayer	15.15	3.95
S8	Wool	Weave	6.23	4.20
S9	Wool	Weave	5.90	3.82
S10	Cotton	Tufted	7.79	3.63
S11	Cotton	Weave	4.85	3.20
Business use				
G1	Wool	Weave	7.90	3.32
G2	Acrylic	Weave	7.68	2.62

（２）物理特性の測定

毛布の性能に関わる諸特性をTable 3に示している。JIS標準温湿度条件の測定は、20±２℃、65±５%RHの恒温恒湿室で行った。また高湿度条件として、夏季の使用時における湿度条件、発汗条件を考慮し、相対湿度90%RHの条件下で試料布を調湿した。温度は20℃である。高湿度条件測定の試料に関しては、標準条件及び高湿度条件下での水分率を測定した。特性値の測定は、KESF方式の測定基準[8]に添ったが、圧縮ならびに表面試験は次に示すように毛布の測定用に改良された測定条件と一部改良モデルの試験機を用いて行った。

１）**圧縮特性：**　毛布の力学的特性に圧縮特性が最も重要な特性であることは、すでに報告している[9]。圧縮特性の測定は、ハンディー圧縮試験機[10]を用い、毛足が長い布においては、加圧板の周辺効果が圧縮特性に及ぼす影響が考えられることから、加圧面積25cm^2の円形加圧板を用いた。測

Table 3 Measurement parameters (KESF-parameters)

Blocked properties	Symbol	Properties	Unit	Measurement conditions
Compression	*LC*	Linearity of compression-thickness curve	-	Maximum pressure: Pmax=5kN/m^2
	WC	Compression energy	N.m/m^2	Plates area: 0.0025m^2
	RC	Compression resilience	%	
Surface	*MIU*	Coefficient of friction	-	Twenty parallel steel piano wires 0.5mm in diameter and 10mm in length. Contact force: 0.5N
	MMD	Mean deviation of *MIU*	-	
	SMD	Geometrical roughness	μm	Contact force: 0.1N
Thickness & Weight	*T*	Fabric thickness at pressure 50N/m^2	mm	
	W	Mass per unit area	g/m^2	
Thermal transport	qmax	Initial maximum value of heat flux	W/m^2	Contact force: 1kN/m^2, Area: 0.05m^2, ΔT: 10℃
	P_f	Packing factor	%	P_f=100*W*/(*T*. ρ), ρ:Fiber density
	A_ρ	Apparent density	kg/m^3	A_ρ =*W*/*T*

Table 4-1 Mean and standard deviation in surface and compression properties

		LC -	*WC* N.m/m^2	*RC* %	*MIU* -	*MMD* -	*SMD* μm	*T* mm	*W* g/m^2
All samples (N=78)	Mean	0.538	8.53	48.1	0.395	0.0093	2.54	11.9	661
	SD	0.064	4.74	5.3	0.080	0.0030	1.43	5.1	184
Acrylic (N=39)	Mean	0.568	11.51	46.2	0.435	0.0084	2.04	15.3	780
	SD	0.055	4.04	4.6	0.060	0.0018	0.68	4.0	176
Wool (N=18)	Mean	0.532	6.93	53.7	0.342	0.0096	2.42	9.9	601
	SD	0.058	4.64	3.0	0.066	0.0015	0.57	5.0	107
Cotton (N=16)	Mean	0.487	4.53	46.8	0.359	0.0097	3.18	7.3	501
	SD	0.058	1.26	5.1	0.066	0.0033	2.00	2.1	64
Cashmere		0.505	4.68	50.2	0.320	0.0082	1.56	6.7	465
Linen #1		0.577	4.58	43.3	0.629	0.0274	9.34	8.6	515
Linen #2		0.482	6.93	42.5	0.433	0.0119	2.30	10.5	531
Silk		0.464	4.76	44.6	0.340	0.0109	3.89	9.3	581
Promix(Sinon)		0.484	3.56	48.3	0.289	0.0072	4.77	7.1	347

Table 4-2 Mean and standard deviation in *qmax* and structure

		qmax W/m^2	P_f %	A_ρ kg/m^3
All samples (N=78)	Mean	0.0693	4.67	60.9
	SD	0.0126	1.33	19.1
Acrylic (N=39)	Mean	0.0636	4.48	53.2
	SD	0.0111	0.94	12.3
Wool (N=18)	Mean	0.0665	5.33	70.4
	SD	0.0057	1.76	23.2
Cotton (N=16)	Mean	0.0815	4.54	69.1
	SD	0.0074	1.44	21.5
Cashmere		0.0727	5.29	69.8
Linen #1		0.0693	4.08	59.5
Linen #2		0.0847	3.46	50.5
Silk		0.1063	4.58	62.3
Promix(Sinon)		0.0967	4.02	49.0

定条件は、KESFによる布の風合い評価のための中厚地のものに対する標準測定条件である最大荷重5kN/m²、圧縮速度0.2mm/secで測定した。特性値としては、圧縮特性の線形性*LC*(-)、圧縮エネルギー*WC*（Nm/m²)、圧縮レジリエンス*RC*（%）[8]を取り上げ、ランダムに選んだ3測定個所の平均を求めた。

2）**表面特性：**　触感と直接関わると考えられる表面特性には、カーペットのように板状の剛性をもつ試料の表面特性の測定に設計されたKESFのモディファイ機のKES-SE表面試験機[11]を用いた。測定は、接触荷重50gfのKESF標準摩擦子（SE-STD型）[11]による標準測定によった。ただし、5×5mm²の接触面は、毛足が比較的長い厚手の毛布には面積が小さすぎて不安定であることから、10×10mm²の大きさの摩擦子を用いた。

3）**毛布の厚さと重さ：**厚さは、前述の圧縮特性の測定により、50N/m²における厚さを試料の厚さT(m)として用いた[8]。単位面積当りの標準状態における質量W(g/m²)を測定し、パッキングファクターP_f(%)を（1）式で、見かけ密度A_ρ(g/m³)を（2）式で求めた。

$$P_f = \frac{W}{T \cdot \rho} \times 100 \qquad \cdots(1)$$

$$A_\rho = \frac{W}{T} \qquad \cdots(2)$$

ここでρは繊維の密度(g/m³)である。

4）　**接触冷温感：**接触冷温感として、被測定物より10℃高い温度の熱板を被測定物に接触させたときの、熱流束最大値*qmax*[12]を測定した。

3．毛布の初期性能

（1）母集団の物理特性

毛布の母集団78点全試料及び毛布を構成している繊維別の各特性値の平均値と標準偏差値をTable4-1、4-2に示す。毛布の構造に関しては、Table 5のように、各構造の毛布の繊維が、織物とタフトはそれぞれ毛と綿が50%以上を占め、マイヤーはアクリルが77%、ニューマイヤーはアクリルが100%を占めていることから、その構造の大半を占める繊維の性質とほぼ対応していると考え、繊維別の特徴について考察した。

圧縮、表面、構造特性から毛布全般の特徴は、一般の外衣用布地、たとえば秋冬用紳士スーツ地（N=214）の平均厚さが0.746mm、平均重さが26.4mg/cm²[8]であるのに対して毛布の平均厚さが10.0mm、平均重さが59.5mg/cm²と厚さで10倍以上、重さで2倍以上であることが挙げられる。毛布78点を母集団とし、その平均値を基準として各繊維別にその特徴を捉えることにする。

羊毛毛布の各特性値の平均値は全体的に母集団の平均値付近にあるが、圧縮特性の*RC*が平均値よりやや大きい。これは羊毛繊維の持つ反撥力によるものと推察される。カシミアはすべての特性値で羊毛より1/2～1σ低い値を示し、圧縮柔らかく、滑りやすい性質を表している。絹や、再生繊維のプロミックスの特徴は、圧縮柔らかく、また表面粗さ*SMD*が大きい点にある。綿毛布は、特に*SMD*が母集団の平均値より1/2σ程度大きく、表面特性値の標準偏差が大きいのが特徴である。綿毛布の圧縮特性値は母集団の平均値と比べて、すべて1σ程度小さく、また薄くて軽い。これは、綿毛布の毛足が短く、圧縮されやすいが、羊毛のような反撥力はないことが示されている。麻は、綿と同傾向に

あり、特に表面特性値は毛布の母集団の平均値より２～３σ近く大きい。アクリル毛布の特徴は、毛布全体の母集団の平均値と比較して、圧縮特性では*LC*、*WC*が１σ程度大きく、表面特性では1/2σ程度*MIU*が大きく、*MMD*、*SMD*は小さく、また厚く、重いことである。アクリル毛布のほとんどは、マイヤーまたはニューマイヤー毛布であり、細番手の糸を用いた毛足の長い起毛状の２枚重ねの毛布である。この構造上の特徴が、摩擦抵抗は大きいが、表面はなめらかで、圧縮かたい理由であると考えられる。

Table 5 Relationship between structure and fiber

Structure	Number of samples (Ratio, %)					
	Acrylic	Wool	Cotton	Linen	Silk	Sum.
Weave	6(20.0)	16(53.3)	7(23.3)	1(3.3)	—	30(100)
Mayer	20(76.9)	2(7.7)	4(15.4)	—	—	26(100)
New Mayer	11(100)	—	—	—	—	11(100)
Tufted	2(18.2)	1(9.1)	6(54.5)	1(9.1)	1(9.1)	11(100)

接触冷温感の測度としての*qmax*は、綿麻だけでなく、絹、プロミックスも大きい値を示し、これらの毛布が、春夏用として冷たい接触感を与える毛布であることを示している。比容積P_fと見かけ密度A_ρは、試料間のばらつきがアクリルでは小さく、羊毛、綿繊維で0.5～1.5σの範囲にあるが、平均値は繊維間に大きな差がみられない。

（２） 客観的風合い値

既報[9]で、毛布の触感評価への摘要の妥当性が認められている力学量－基本風合い値変換式（eq. KN101-W Men's Winter Suiting[8]）に、測定した圧縮特性、表面特性、厚さ、重量を代入して基本風合い値*KOSHI*、*NUMERI*、*FUKURAMI*を求め、これらを紳士冬用スーツ地のeq. KN301-W Men's Winter Suiting[8]式に代入して総合風合い値を算出した。基本風合い値HV_iは力学的特性値及び表面特性値から次式によって求められる。

$$HV_i = C_{0i} + \sum_{j=1}^{8} C_{ij} \frac{X_j - \overline{X}_j}{\sigma_j} \qquad \cdots(3)$$

ここで、HV_i;基本風合い値（Hand Value）i=1, 2, 3　*KOSHI, NUKERI, FUKURAMI*

Co_i C_{ij};定数（i=1, 2, 3、j=１～８表面・圧縮特性値、厚さ、重量の力学量の数）

KN101-W（Appendix Table A1参照）

X_j;表面、圧縮特性値、厚さ、重量　j=１～８

$\overline{X_j}$;毛布78種のX_jの平均値

σ_j;毛布78種のX_jの標準偏差値

こうして求められた基本風合い値より総合風合い値は次式によって求められる。

$$THV = C_{00} + \sum_{i=1}^{3} Z_i \qquad \cdots(4)$$

$$Z_i = C_{1i} \cdot \frac{HV_i - M_{1i}}{\sigma_{1i}} + C_{2i} \cdot \frac{HV_i^2 - M_{2i}}{\sigma_{2i}} \qquad \cdots(5)$$

ここで、*THV*;総合風合い値（Total Hand Value）

C_{oo}, C_{1i}, C_{2i};定数（i=1, 2, 3）、KN301-W式（Appendix Table A2参照）

HV_i;基本風合い値　HV_1=*KOSHI*, HV_2=*NUMERI*, HV_3=*FUKURAMI*

M_{1i};毛布78種のHV_i値の平均値

σ_{1i};毛布78種のHV_i値の標準偏差

M_{2i};毛布78種のHV_i値の２乗の平均値

σ_{2ii};毛布78種のHV_i値の２乗の標準偏差

この計算には、本実験に用いた毛布（N=78）の平均値$\overline{X_i}$と標準偏差σ_iで各力学量を規格化した値を用いる。KN101式およびKN301式の定数係数と毛布78試料の平均値と標準偏差値をAppendix Table A1，A2に示す。

Table 6　Mean and standard deviation in hand values and total hand values

		eq. KN101W			eq.KN301-W
		KOSHI	*NUMERI*	*FUKURAMI*	*THV*
All (N=78)	Mean	5.71	4.77	4.99	3.15
	SD	0.21	1.39	1.29	0.73
Acrylic (N=39)	Mean	5.67	5.21	5.54	3.39
	SD	0.16	1.10	1.09	0.67
Wool (N=18)	Mean	5.79	4.56	4.74	3.03
	SD	0.24	0.88	1.11	0.42
Cotton (N=16)	Mean	5.72	4.31	4.28	2.92
	SD	0.26	1.67	1.18	0.92
Cashmere		5.75	5.34	4.95	3.45
Linen #1		5.77	-3.09	-0.60	1.18
Linen #2		5.63	2.98	3.60	2.41
Silk		5.80	3.62	3.87	2.50
Promix		5.56	4.85	4.59	2.96

上記のKN301-W式を毛布に適用した結果をTable 6に繊維素材別に示している。羊毛毛布は、その平均値が毛布全体の平均値とほぼ等しい。カシミアは*NUMERI*, *FUKURAMI*が羊毛の平均値よりも高いため、羊毛毛布の平均値よりも総合風合い値が高くなっている。絹は*NUMERI*, *FUKURAMI*が小さく、毛布としての*THV*は低く評価されている。プロミックスは*KOSHI*, *FUKURAMI*が低く、*THV*が低い。麻は綿のこの傾向がさらに顕著である。アクリル毛布は、平均値よりも0.5σ程度*NUMERI*, *FUKURAMI*が高い。これらの影響により、*THV*が高くなっている。

4．高湿度条件下の毛布の性能

高湿度条件下の毛布の性能を調べるために、選定したTable 2に示す試料について、水分率、圧縮特性、表面特性、構造、および接触冷温感を測定し、それらの値を用いて風合い値を算出した。

標準温度湿度条件下の各試料の水分率と、それに対する高湿度条件下の変化の割合をTable 7に示す。標準条件下では、疎水性繊維であるアクリルの水分率が、１～２％であるのに対し、綿が５％前後、羊毛が10％付近である。高湿度条件下の水分率の変化はアクリルが１～1.5倍程度であるのに対して、綿・羊毛は２～３倍となっており、綿・羊毛の物性値の変化が大きいと予測される。

Table 7　Moisture regain at initial state of samples for test under high moisture and the ratio of change

Sample No.	Moisture Regain, %	The ratio of change
Home use		
S1	1.41	1.376
S2	2.57	0.768
S3	2.57	0.768
S4	1.41	1.156
S5	1.41	1.156
S6	1.55	1.395
S7	1.55	1.395
S8	12.75	1.859
S9	12.14	2.053
S10	5.36	2.035
S11	4.96	2.187
Business use		
G1	10.84	2.056
G2	3.22	1.597

（1） 物理特性値の変化

各計測項目について、標準温度湿度条件下の特性値をTable 8-1, 9-1に、それらに対する高湿度条件下の特性値の変化の割合をTable 8-2, 9-2に示す。また、これらの物理量が高湿度条件による水分率変化によって変化する様相を各繊維の代表的な試料について、Fig. 1に示している。このFigureは、毛布の物理量が一覧できるように特性表示したもので、共通に使われている軸は、毛布78点の平均値と標準偏差値により規格化された軸である。

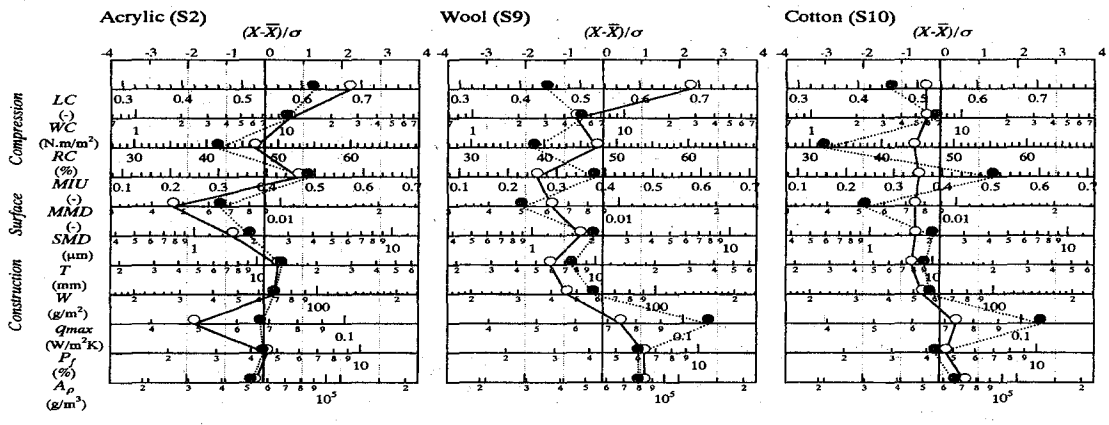

Fig. 1 Change of physical properties under high moisture condition
○ ; at initial state, ● ; high moisture condition

高湿度条件下では、毛布はその重量を増し、厚さも厚くなって、構造変化を生じる。これに伴い、毛布の物理的性質に変化がみられる。繊維組成にかかわらず、高湿度の影響を受ける性質は圧縮線形性*LC*、圧縮レジリエンス*RC*、表面特性、接触冷温感*qmax*である。

圧縮特性は、線形性の低下傾向がみられ、初期の圧縮抵抗が小さくなって、毛足の長い毛布などは肌にまとわりつくようになると考えられる。また、圧縮レジリエンスの低下は、毛布の弾力性が失われ、圧縮回復しにくくなることを示している。

表面特性は、摩擦係数*MIU*の増加は、とくに羊毛・綿素材の場合に顕著で、表面粗さ*SMD*の増加は、羊毛・綿だけでなく、アクリル素材の場合にもみられた。親水性繊維の場合、繊維の膨潤に伴う糸構造および布構造の変化によってもたらされる。高湿度による重量増加と表面特性の変化から、皮膚と毛布間の摩擦抵抗の増加は、就寝時の快適感に与える影響が大きいであろうことが推察される。摩擦係数の変動*MMD*は、アクリル素材の毛布において増加傾向がみられるものがあり、綿・羊毛素材の毛布では全試料について減少傾向がみられた。*MMD*が大きいほどざらつくことから、毛布の中でも特に毛足の長いアクリル毛布の場合、高湿度条件ではざらついた感覚を与えることが明らかになった。

初期熱流束最大値*qmax*は、高湿度で増大する。水分率の変化が小さいアクリルにおいても、変化はみられたが、綿・羊毛の変化は顕著であり、高湿度条件下で冷たい接触感を与えることがわかる。

（2） 風合い値の変化

各特性値を紳士秋冬用スーツ地用に開発された力学量－風合い値変換式KN101-W, KN301-W式に代入して風合い値を算出し、高湿度条件による毛布の肌触りへの影響を調べた。各風合い値及び総合風合い値について、標準温度湿度条件下の値をTable 10に、それらに対する高湿度条件化の値の変化の割合をTable 11に示す。また、物理量と同様に、これらの風合い値が高湿度条件による水分率変化によって変化する様相を各繊維の代表的な試料について、Fig. 2に示している。共通に使われている

Table 8-1　Surface and compression properties at initial state of samples for test under high moisture condition

Sample	Compression			Surface			Construction	
	LC	*WC*	*RC*	*MIU*	*MMD*	*SMD*	*T*	*W*
	-	N.m/m²	%	-	-	μm	mm	g/m²
Home use								
S1	0.654	18.48	50.5	0.497	0.0047	0.93	21.46	1077
S2	0.681	10.52	46.8	0.467	0.0047	1.57	12.82	689
S3	0.636	10.17	46.7	0.380	0.0046	1.25	12.89	689
S4	0.530	7.18	51.0	0.362	0.0033	0.94	10.47	603
S5	0.507	7.12	50.6	0.332	0.0040	0.93	10.56	603
S6	0.631	11.74	52.6	0.482	0.0060	1.38	16.25	919
S7	0.633	11.32	52.3	0.503	0.0061	1.96	15.15	919
S8	0.541	4.31	46.9	0.311	0.0056	1.56	6.23	458
S9	0.686	4.83	47.3	0.260	0.0062	1.75	5.90	495
S10	0.514	5.88	44.6	0.353	0.0075	1.71	7.79	565
S11	0.568	2.83	39.7	0.391	0.0066	1.97	4.85	409
Business use								
G1	0.617	4.67	51.7	0.309	0.0077	2.25	7.90	622
G2	0.637	3.17	34.8	0.376	0.0077	2.37	7.68	666

Table 8-2　The ratio of change for surface and compression properties under high moisture condition

Sample	Compression			Surface			Construction	
	LC	*WC*	*RC*	*MIU*	*MMD*	*SMD*	*T*	*W*
Home use								
S1	0.910	1.000	1.007	1.096	1.046	1.659	1.040	1.012
S2	0.909	0.961	0.888	1.039	1.392	1.218	1.035	0.994
S3	0.964	0.977	0.887	1.041	0.943	1.055	1.019	0.994
S4	0.987	1.069	0.938	1.163	0.808	1.310	1.039	0.965
S5	1.040	1.101	0.946	1.112	0.765	1.358	1.024	0.965
S6	0.970	0.985	0.913	1.010	1.087	1.262	0.944	1.014
S7	0.978	1.042	0.915	1.089	1.027	1.007	1.019	1.014
S8	0.880	1.194	0.805	1.316	0.896	1.134	1.146	1.141
S9	0.649	1.078	0.817	1.452	0.808	1.162	1.278	1.207
S10	0.888	1.160	0.717	1.430	0.700	1.216	1.156	1.052
S11	0.995	1.133	0.768	1.085	0.822	1.270	1.022	1.103
Business use								
G1	0.977	1.460	0.772	1.357	0.732	1.098	1.189	1.182
G2	0.941	1.122	0.959	1.084	0.897	1.223	1.066	1.026

Table 9-1　q_{max} and structure at initial state of samples for test under high moisture condition

Sample	q_{max}	P_f	A_ρ
	W/m².K	%	kg/m³
Home use			
S1	0.0797	4.29	50.2
S2	0.0490	4.60	53.8
S3	0.0653	4.57	53.4
S4	0.0680	4.92	57.6
S5	0.0783	4.88	57.1
S6	0.0620	4.83	56.6
S7	0.0523	5.18	60.6
S8	0.0727	5.57	73.6
S9	0.0743	6.36	84.0
S10	0.0737	4.71	72.5
S11	0.0700	5.48	84.3
Business use			
G1	0.0630	5.97	78.8
G2	0.0580	7.42	86.8

Table 9-2　The ratio of changes for q_{max} and structure under high moisture condition

Sample	q_{max}	P_f	A_ρ
Home use			
S1	1.167	0.973	0.973
S2	1.367	0.960	0.960
S3	1.102	0.975	0.975
S4	1.373	0.928	0.928
S5	1.111	0.942	0.942
S6	1.204	1.074	1.074
S7	1.172	0.995	0.995
S8	1.564	0.996	0.996
S9	1.516	0.945	0.945
S10	1.484	0.910	0.910
S11	1.762	1.079	1.079
Business use			
G1	1.550	0.994	0.994
G2	1.230	0.963	0.963

軸は、毛布78点の風合い値の平均値と標準偏差値により規格化された軸である。

アクリル毛布と綿・羊毛素材の毛布とは傾向に差がみられる。アクリル毛布の風合い値はほとんど変化がみられない試料と、*KOSHI*がやや高くなり、*NUMERI, FUKURAMI*がやや低下して総合風合い値*THV*が減少する試料がみられた。これに対して、綿・羊毛素材の毛布は、全試料とも*KOSHI*がやや低下して、*NUMERI, FUKURAMI*が増し、総合風合い値*THV*が高くなった。毛足の立っている毛布の場合は、基布の糸構造、布構造の変化よりも、肌に触れる毛足表面の性質が肌触りに影響することから、一般の織物、編布と異なり、圧縮線形性の減少にともなって圧縮柔らかくなり、摩擦係数の変動の減少にともなってざらつきが小さくなった綿・羊毛素材の毛布に関して、総合風合い値が高くなったものと考えられる。アクリル毛布の場合は、高湿度条件下では水分率の変化が小さいものの摩擦係数は増大していることから、繊維間の摩擦抵抗が増大し、綿・羊毛素材の毛布に比べて毛足がさらに長いことから、*MMD*を増加させ、ざらついて総合風合い値を低下させたと予測される。

Table 10 Hand values at initial state of samples for test under high moisture condition

Sample No.	eq. KN101-W *KOSHI*	eq. KN101-W *NUMERI*	eq. KN101-W *FUKURAMI*	eq.KN301-W *THV*
Home use				
S1	5.67	7.69	7.56	5.02
S2	5.59	6.95	6.53	4.49
S3	5.61	7.42	6.81	4.87
S4	5.57	8.90	7.68	6.12
S5	5.60	8.31	7.30	5.61
S6	5.73	6.43	6.42	4.20
S7	5.76	6.05	6.14	3.97
S8	5.68	6.43	5.48	4.20
S9	5.80	5.84	4.91	3.82
S10	5.75	5.55	5.16	3.63
S11	5.74	5.10	4.05	3.20
Business use				
G1	5.87	5.00	4.55	3.32
G2	5.98	4.11	3.18	2.62

Table 11 The ratio of change for hand values under high moisture condition

Sample No.	eq. KN101-W *KOSHI*	eq. KN101-W *NUMERI*	eq. KN101-W *FUKURAMI*	eq.KN301-W *THV*
Home use				
S1	0.996	0.943	0.983	0.925
S2	1.003	0.817	0.870	0.806
S3	0.996	1.010	0.994	1.012
S4	0.984	1.049	1.047	1.052
S5	0.985	1.073	1.062	1.083
S6	1.008	0.925	0.935	0.932
S7	0.998	0.968	0.976	0.967
S8	0.999	1.034	1.039	1.039
S9	0.995	1.147	1.167	1.167
S10	0.980	1.144	1.108	1.132
S11	1.006	1.075	1.031	1.085
Business use				
G1	0.994	1.177	1.151	1.178
G2	0.993	1.080	1.118	1.090

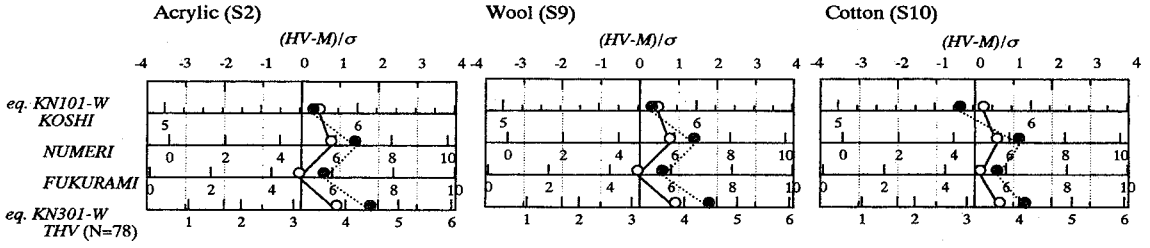

Fig. 2 Change of hand value and total hand value under high moisture condition
○ : at initial state, ● : high moisture condition

５．結論

本研究では、市販毛布の標準温湿度条件下での初期性能の特徴を、収集した78試料の繊維素材別に明確にし、さらに高湿度条件において、毛布の物理特性がどのように変化するかを捉えた。

家庭用のアクリル毛布は、ほとんどの場合、細番手の糸を用いた毛足の長い起毛状の２枚重ねであり、この構造上の特徴として、摩擦抵抗は大きいが、表面はなめらかで、圧縮かたい性質が得られる。これに対して、綿毛布は毛足が短いため、薄くて軽く、圧縮柔らかいが羊毛毛布のもつ反発力はみられないという性質がある。羊毛素材の毛布は特性値としては、アクリル毛布と綿毛布の中間に位置しているということが明らかになった。これらの物理特性値から算出される風合い値は、アクリル毛布は*NUMERI, FUKURAMI*が高く、総合風合い値*THV*が高くなり、綿毛布は*KOSHI, NUMERI, FUKURAMI*とも低く、*THV*も低い。羊毛は毛布全体の平均を示す。

これらの初期性能に対して、就寝時の発汗作用を考慮した高湿度条件下の毛布の特性は、繊維組成にかかわらず、圧縮線形性*LC*、圧縮レジリエンス*RC*、表面特性、接触冷温感に影響を及ぼすことが明らかになった。高湿度条件によるこの変化は、毛布を構成する繊維固有の性質に基づくことはもちろんとして、吸湿、吸水による繊維の膨潤によって繊維表面、繊維間、糸間に介在する水分は繊維間の摩擦拘束を増加させ、毛布の粘弾組成的性質を大きく変化させることが捉えられた。

具体的には、高湿度条件により、

１）　繊維組成に関せず、圧縮レジリエンスが低下し、弾力を失い、塑性変形成分が増す。

２）　繊維組成にかかわらず、表面摩擦係数、表面粗さの増大がみられ、この変化は特に綿・羊毛素材の毛布において顕著である。

３）　表面摩擦係数の変動は、アクリル毛布においては増大する試料がみられ、綿・羊毛素材の毛布においてはすべて減少した。

４）　接触冷温感の測度としての初期熱流束最大値qmaxは、高湿度で増大し、高湿度条件下で冷たい接触感を与えることがわかった。

５）　物理特性値から算出した総合風合い値は、綿・羊毛素材の毛布では高くなり、アクリル毛布では低下するものがみられることを確認した。

謝辞

本研究を実施するにあたり、奈良女子大学学長丹羽雅子先生に実験装置の使用の便宜をはかっていただいた。ここに深く感謝いたします。

文献

１）與倉弘子、鋤柄佐千子、丹羽雅子：”羊毛敷ふとんわたの繰り返し圧縮による性能変化（第１報）－モデルふとんの繰り返し着用による厚さ変化－“、繊維製品消費科学会誌36、pp. 594-601 (1995)

２）與倉弘子、鋤柄佐千子、丹羽雅子：”羊毛敷ふとんわたの繰り返し圧縮による性能変化（第２報）－繰り返し圧縮試験によるモデルふとんの厚さ変化－“、繊維製品消費科学会誌37、pp. 535-543 (1996)

３）Sachiko Sukigara, Hiroko Yokura and Masako Niwa: The effect of moisture transfer on the compression properties of wool futon padding , International Journal of Clothing Science and Technology, Vol. 8, pp. 29-41 (1996)

４）水梨サワ子、辻井康子、丹羽雅子：”毛布の消費科学的研究　第１報　毛布の品質要求調査”、繊維製品消費科学会誌３，pp. 33-38 (1962)

５）水梨サワ子、辻井康子、丹羽雅子：”毛布の消費科学的研究　第２報　市販毛布の品質試験”、繊維製品消費科学会誌３，pp. 205-212 (1962)

6）阿部久美子、加藤三千夫：“毛布における種々の風合い因子について“、京都女子大学被服学会雑誌27、pp. 35-40 (1982)

7）赤井智幸：“毛布の保温性（第1報）パイル糸の密度の影響について”、繊維製品消費科学会誌29、pp. 64-68 (1998)

8）川端季雄：“風合い評価の標準化と解析　第2版”、風合い計量と規格化研究委員会、日本繊維機械学会 (1980)

9）Masako Niwa, Mari Inoue and Sueo Kawabata: “Objective Evaluation for the Hand Touch Feeling of Blankets”, Textile Research Journal, to be submitted.

10）丹羽雅子、科学研究費補助金（研究代表者　川端季雄：課題番号61300012）研究報告書、pp. 156-161 (1988)

11）丹羽雅子、科学研究費補助金（研究代表者　川端季雄：課題番号61300012）研究報告書、pp. 162-165 (1988)

12）米田守宏、川端季雄：繊維機械学会誌、34、p. 199 (1981)

Appendix

Table A1　Coefficient C_{ij} applied to the equation for converting mechanical values into primary hand values for men's winter suiting fabrics (KN101-W, N=214)[8)]

					KOSHI (Stiffness) $i=1$ $C_{01}=5.7093$	*NUMERI* (Smoothness) $i=2$ $C_{02}=4.7533$	*FUKURAMI* (Fullness) $i=3$ $C_{03}=4.9799$
			Blankets (N=78)		eq. KN 101-W		
	j	X_j	$\bar{X}_j$	σ_j	C_{1j}	C_{2j}	C_{3j}
Comp.	1	*LC*	0.5383	0.0644	0.0073	-0.1703	-0.2042
	2	log*WC*	0.8605	0.2557	-0.0646	0.5278	0.8845
	3	*RC*	48.100	5.3329	-0.0041	0.0972	0.1879
Surf.	4	*MIU*	0.3952	0.0797	-0.0254	-0.1539	-0.0569
	5	log*MMD*	-2.0490	0.1183	0.0307	-0.9270	-0.5964
	6	log*SMD*	0.3562	0.1946	0.0009	-0.3031	-0.1702
Const.	7	log*T*	1.0343	0.1945	-0.1714	-0.1358	0.0837
	8	log*W*	1.8049	0.1198	0.2232	-0.0122	-0.1810

Table A2　Coefficients C_{ij} applied to the equation for converting from the fabric characteristic values to the men's-winter suiting fabrics (eq. KN301-W, N=214) [8)]

		eq. KN301-W		Blanket (N=78)			
i	HV_i	C_{1i}	C_{2i}	M_{1i}	M_{2i}	σ_{1i}	σ_{2i}
1	*KOSHI*	0.6750	-0.5341	5.7093	32.6327	0.1926	2.1660
2	*NUMERI*	-0.1887	0.8041	4.7533	24.4984	1.3890	11.7438
3	*FUKURAMI*	0.9312	-0.7703	4.9799	26.4127	1.2784	12.0376
		$C_{00}=3.1466$					