

研究論文

冷感持続性評価方法の確立

池上大輔*1、深澤正芳*2、山内宏城*3

Establishment of Cool Feeling Sustainability Evaluation Method

Daisuke IKEGAMI*1, Masayoshi FUKAZAWA*2 and Hiroki YAMAUCHI*3

Owari Textile Research Center*1~3

冷感に優れた夏用繊維製品を開発するため、触った瞬間の冷たさを評価する接触冷感以外の評価方法について検討した。実際の使用を考慮すると、瞬間的な接触冷感よりも保温性や熱伝導率評価が適当であることが分かった。また、熱移動量の積分値を求めることで新たな冷感持続性評価を提案することができた。つまり、接触冷感の瞬間的な評価方法に加えて、保温性、熱伝導率、熱移動積算値を用いることによる冷感持続性評価方法を提案することができた。

1. はじめに

繊維業界では冷感に優れた製品が注目され開発・販売されている。この冷感の指標の一つである接触冷感、人が布に触れたときに感じる「ヒンヤリ」感のことをいい、これまで布の熱伝導率や表面特性と接触冷感を関連付けたものはあるが^{1)~3)}、直接布・糸構造と接触冷感を関連付けたものはない。また、瞬間的な接触冷感以外の評価方法は確立されていないのが現状である。今後、夏用繊維製品開発を進めていくために、この要因を解明することが尾州地域の繊維関連中小企業から強く求められている。

前年度の研究では、接触冷感の高い布の開発手法を明らかにするため、接触冷感を向上させるための要因解析を行い、布の厚さ、糸構造が影響していることが示唆さ

れた。そこで、本研究では、実際の着用条件を想定して、瞬間的な接触冷感以外の保温性、熱伝導率、熱移動積算値の熱物性評価を行い、新たな冷感持続性評価方法が提案できるか検討した。

2. 実験方法

2.1 試料と測定条件

接触冷感値の高い素材を中心に、春夏用生地（ウール（W）、綿（C）、麻（Li、RM）、キュプラ（Cu））28点の試料の熱物性（保温性、熱伝導率、積分値）、布・糸構造（密度・番手、撚数）を測定し、傾向を調べた。

○測定機器：KES F7 サーモラボII型（熱物性）

○測定条件：表1のとおり

○温湿度：20℃、65%RH

表1 熱物性、表面・圧縮特性及び糸・布構造と測定条件

特性・構造	特性項目	特性値の内容	単位	備考	測定条件
熱物性	K	消費熱量	W	大きいほど保温性が小さい	ΔT 10℃
	k	熱伝導率	W/cm・℃	大きいほど熱が伝わりやすい	
	qmax	接触冷感	W/cm ²	大きいほど冷たい	
	qint	熱移動量	W・t/cm ²	大きいほど冷たさが持続する	ΔT 10℃ 測定時間 180 秒
	保温性		%	大きいほど暖かい	ΔT 10℃ 測定時間 60 秒
糸構造	毛番手	単位重さあたりの長さ	Nm	大きいほど細かい	—
	撚り数	単位長さあたりの撚り数	回/m	—	—
	撚り係数	撚り数を定める時の数値	—	大きいほど撚りが強い	番手と撚り数より算出 ⁴⁾
布構造	密度	単位巾あたりの糸本数	本/in	大きいほど糸が詰まっている	—
	CF	糸と空間との比率	—	大きいほど糸が詰まっている	番手と密度より算出 ⁵⁾
	目付	単位面積あたりの重量	g/m ²	大きいほど重い	—

*1 尾張繊維技術センター 素材開発室（現三河繊維技術センター 製品開発室） *2 尾張繊維技術センター 素材開発室（現常滑窯業技術センター 三河窯業試験場） *3 尾張繊維技術センター 素材開発室

2.2 使用糸・織物規格と接触冷感値

表2に実験に用いた織物規格及び接触冷感値を示す。

表2 全試料の使用糸・織物規格

試料名	組成	目付 (g/m ²)	毛番手(Nm) ^{※1}		撚り数(回/m) ^{※2}		撚り係数		密度(本/m)		CF		
			たて	よこ	たて	よこ	たて	よこ	たて	よこ	たて	よこ	全体
1	W100	156	24.8	26.7	S 535	S 584	107	113	50	42	13	11	19
2	W100	246	30.6	31.0	S 563	S 656	102	118	42	33	10	8	15
3	W100	201	34.0	34.6	S 776	S 873	133	148	79	69	18	15	23
4	W100	143	37.2	40.5	S 761	S 803	125	126	69	59	15	12	21
5	W100	126	45.0	38.1	S 771	S 793	115	128	73	55	14	12	20
6	W100	153	23.4	30.3	S 655	S 603	135	110	42	33	11	8	16
7	W100	152	20.9	20.9	S 560	S 600	122	131	42	32	12	9	17
8	C100	100	87.4	73.2	Z 1072	Z 1064	115	124	103	76	14	12	20
9	C100	162	67.2	67.2	S 697	S 648	85	79	136	107	22	17	26
10	C100	126	98.9	100.0	S 1165	S 1121	117	112	171	103	22	13	25
11	C100	184	26.9	27.1	S 439	S 425	85	82	67	43	17	11	21
12	C100	284	26.1	26.0	S 448	S 437	88	86	106	57	27	15	28
13	C100	173	68.2	64.7	S 703	S 743	85	92	154	112	24	18	27
14	Li100	161	26.2	27.6	Z 436	Z 430	85	82	54	50	14	12	20
15	Li100	243	20.1	18.8	Z 609	Z 811	136	187	51	43	15	13	21
16	Li100	151	28.3	25.8	Z 384	Z 463	72	91	54	42	13	11	19
17	Li100	182	17.0	16.5	Z 383	Z 353	93	87	39	32	12	10	18
18	Li100	217	16.9	15.4	Z 406	Z 292	99	74	42	35	13	12	19
19	RMI00	182	23.1	24.5	S 509	S 491	106	99	53	49	14	13	21
20	RMI00	119	115.4	68.7	測定不可	Z 803	測定不可	97	149	93	18	15	23
21	RM62 E38	253	53.6	45.0	測定不可	S 848	測定不可	126	187	95	33	18	30
22	Cu100	106	56.3	60.0	Z 1024	Z 1025	136	132	82	61	14	10	19
23	Cu100	125	63.8	64.7	S 800	S 825	100	103	103	81	17	13	22
24	Cu100	114	68.2	61.6	S 1291	S 997	156	127	82	69	13	11	19
25	Cu100	164	58.1	57.0	Z 1039	Z 1061	136	141	126	90	22	16	25
26	E94Pu6	197	44.3	43.9	S 853	S 908	128	137	107	92	21	18	26
27	C38 Li42	174	50.0	36.0	S 659	測定不可	93	-	114	73	21	16	25
28	C78	126	69.2	67.7	Z 868	Z 936	104	114	99	94	16	15	22
	AT22		65.7	61.9	Z 751	Z 466	93	59	99	94	16	16	23

※1 単糸相当の番手

※2 上撚り数

単糸の撚り数

2.3 接触冷感評価の q_{max} と q_{int}

KES F7 サーモラボⅡ型装置で接触冷感試験を行うと図1のような波形となる。サーモラボ装置中の熱源板 T-BOX を試料上に載せた瞬間を 0 点とした場合、図1の熱移動量 Q の最大値を q_{max} として接触冷感値を定義している(図2)。接触冷感値は、ほぼ汎用化している評価方法であるが、これとは別に、 $T=0$ からある一定時間経過後における熱移動量 Q の積算値を測定することが可能である。この積算値を q_{int} と定義して、長時間使用した場合熱移動量を冷感持続性として新たに評価できるかどうか検討した。図1の斜線部分が q_{int} であり、この値が大きいほど一定時間における熱移動量が大きく、冷感持続性が高いと考えられる。本来であれば、着用条件を想定して、数時間単位で測定するのが趣旨であるが、装置の測定限界も考慮して表1で示した 180 秒で測定を行い、冷感持続性評価をすることとした。

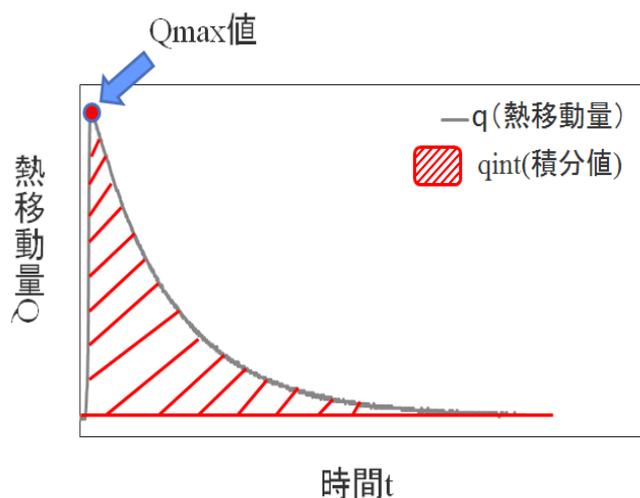


図1 接触冷感試験の波形

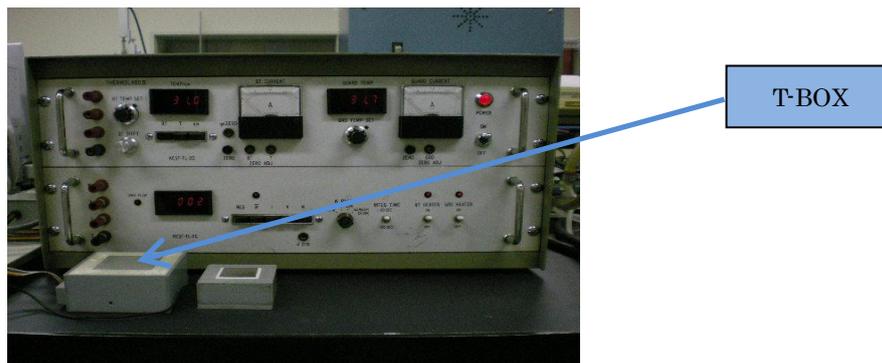


図2 サーマラボⅡ型試験機概要

3. 実験結果及び考察

表3 熱物性評価試験結果

試料名	熱物性				
	qmax	qint	K	k(×10 ⁻⁴)	保温性(%)
1	0.154	3.93	2.76	3.930	9.09
2	0.154	4.47	2.30	4.471	9.90
3	0.143	4.15	2.04	4.151	9.09
4	0.176	3.93	3.12	3.931	6.82
5	0.167	3.64	3.24	3.642	3.79
6	0.125	3.67	1.88	3.670	5.30
7	0.133	3.89	1.93	3.889	3.79
8	0.139	4.56	2.82	4.563	5.30
9	0.170	5.06	2.85	5.056	7.58
10	0.168	4.88	3.50	4.879	7.58
11	0.150	5.22	2.46	5.224	1.52
12	0.131	6.16	2.10	6.159	5.30
13	0.143	4.73	2.43	4.734	10.90
14	0.143	5.04	2.61	5.043	7.58
15	0.136	5.78	1.94	5.781	9.09
16	0.166	4.38	3.32	4.382	9.09
17	0.161	4.93	2.65	4.925	5.30
18	0.150	5.68	2.15	5.680	6.82
19	0.151	4.61	2.39	4.608	9.09
20	0.160	4.45	3.02	4.450	7.58
21	0.162	5.18	2.48	5.178	8.91
22	0.162	4.17	3.69	4.171	8.33
23	0.180	4.45	3.67	4.448	2.27
24	0.121	4.58	2.33	4.576	8.33
25	0.174	4.69	2.79	4.687	3.79
26	0.184	5.01	3.32	5.012	5.30
27	0.152	5.09	2.74	5.085	3.03
28	0.128	4.27	2.10	4.274	10.60

表3に試料毎の熱物性試験（保温性、熱伝導率、qint値）の結果を示す。

3.1 保温性試験

1.52～10.6%の間の値となった。通常、梳毛糸で目付220g/m²程度である場合、経験上約20%近辺の値となることを考慮すると、いずれの生地も値が低いことが分かる。しかし、素材毎での優劣は確認できなかったことから、素材での影響は低いと考えられる。糸の番手や織物規格に影響している可能性が高いと考えら

れる。試料8、20、23のように、糸番手を細くし、織物密度をやや多くして規格することにより、どの素材を用いても春夏用の生地を作成することが可能であることが分かった。

3.2 熱伝導率試験

麻の熱伝導率が一番高く、次いで綿、キュプラ、ウールの順番となった。一番高い値は6.16W/cm・°C、一番低い値は3.64W/cm・°Cとなった。麻、綿は繊維自体の熱伝導率が高いためであると考えられる⁴⁾⁵⁾。また、

接触冷感値 q_{max} と比較すると、 q_{max} が高くても熱伝導率は必ずしも高くならないことが分かった。相関関係を見ると、相関係数 R 値が低いことから熱伝導率 k と q_{max} には相関がないことが分かっており、瞬間的な熱移動と定常的な熱移動であるためと考えられる⁶⁾ (図3)。

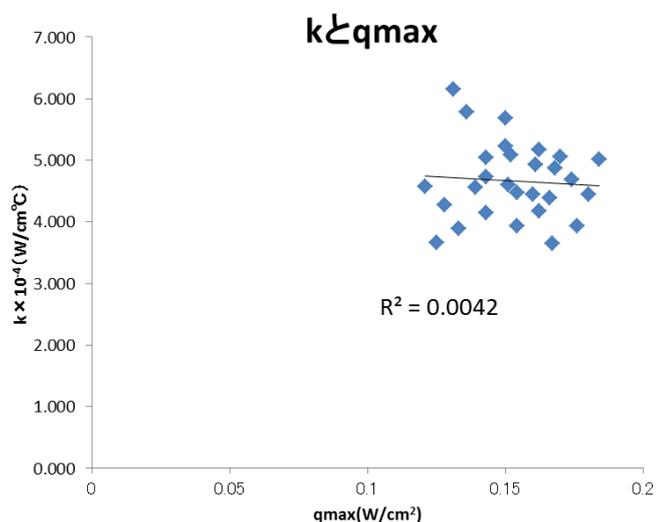


図3 熱伝導率 k と q_{max} との相関図

3.3 熱移動積算値 (q_{int}) 試験

3.53~4.10W・t/cm²の範囲の結果となった。素材による優劣は確認できなかった。また熱伝導率、 q_{max} 、保温率の相関性があるか確認したが、相関性は確認できなかった。生地のも性(糸番手、密度、厚さ等)の相関性があるか確認したが、相関性は確認できなかった。 q_{int} は熱移動量の合計値であり、温度差による影響が強いと思われるため、試料毎の差が生じなかったと考えられる。図1のグラフより q_{int} は熱移動量の積

分値であることから冷感持続性の評価としては適性があることが示唆された。

4. 結び

本研究により、保温性、熱伝導率、熱移動積算値を測定することにより、冷感持続性の評価方法を提案することが可能となった。特に、熱移動積算値は持続性を評価する新たな評価方法の提案であり、測定時間や環境条件を考慮することで、今後確立できる可能性があることが示唆された。また、素材、糸番手や織物規格を工夫することにより、夏用の繊維製品の開発が可能であることが示唆された。今後は、持続性評価方法も検討しながら、生地の規格設計を検討していき、クールビズに対応した繊維製品の開発を実施する。

謝辞

本研究にあたり、春夏用生地 28 点のサンプル試料を提供していただいた中伝毛織(株)に厚くお礼申し上げます。

文献

- 1) 川端季雄, 赤木陽子: 織機誌, **30**, 13(1977)
- 2) 姉尾順子, 米田守宏, 丹羽雅子: 家政誌, **37**, 1049(1986)
- 3) 今井順子, 米田守宏, 丹羽雅子: 織消誌, **28**, 414(1987)
- 4) TEXTILE HANDBOOK, 愛知県繊維振興協会編
- 5) Textile Handbook Mikawa, 愛知県繊維振興協会編
- 6) 杉山儀, 池上大輔, 藤田浩文: あいち産業科学技術総合センター研究報告, **3**, 100(2014)