Relation between Hand of Bath Towel and Physical Properties

NISHIMATSU Toyonori^{a,*}, KANAI Hiroyuki^a, FUJIWARA Megumi^a, TAKAHASHI Kyouhei^a,
KISHINE Nobuyuki^b, FUJITA Hatsume^b, FURUTA Asako^b, MASUKAWA Ayako^b

^a Faculty of Textile Science and Technology, Shinshu University, 3-15-1 Tokida, Ueda-shi, Nagano 386-8567, Japan

^b Rhodin Keikaku Co., Ltd, 4-26-3 Higashi-ikebukuro, Toshima-ku, Tokyo 170-8424, Japan

Received 8 August 2014; accepted for publication 14 October 2014

Abstract

The hand is one of the important qualities of bath towels. It is interesting to study what physical properties of bath towels correlate to their hand. In this paper, the relationship between the sensory values for the good feel and physical properties of twelve bath towels was studied by means of the principle regression analysis and the correlation analysis. The results are as follows.

- (1) As a result of principal component analysis, it was found that two principal component “good in touch” and “sturdy and drying property” were chosen to represent the hand of bath towel.
- (2) The compression feeling was affected by compression properties((To-TM), compression ratio, compression energy, and recovery energy). And the softness feeling was affected by the friction property(MMD), and the warmth by the thermal property(q-max).

Key Words : Hand, Bath towel, Principal component analysis, Compression property, Friction property

バスタオルの「触感」と物理特性との関係

西松豊典^{a,*}, 金井博幸^a, 藤原 恵^a, 高橋恭平^a,
岸根延幸^b, 藤田初芽^b, 古田麻子^b, 升川綾子^b

^a 信州大学繊維学部, ^b 良品計画

1. 緒 言

バスタオルは、JIS [1] によれば「大形長方形で、ふろ上がり、シャワーを浴びたときに用いるタオル」と定義されている。日本では入浴が日常的生活習慣として定着していることを考慮すると、バスタオルは年齢や性別を問わず毎日使用されるものといえる。

2012年8月に実施されたインターネットによるアンケート調査結果[2] (20～50代男性118名, 女性116名)によると、消費者がバスタオルを購入する時に「肌触りの良さ」、「吸水性の良さ」、「丁度よい厚さ」、「丁度よい重さ」、「乾燥しやすさ」を重視すると報告している。

タオルの「触感」に関する研究は数多く行われている。例えば、西松らはバスタオルについて評価した「良感触性」と

物理特性との関係より、「良感触性」は重量、圧縮特性、動摩擦係数が関係していること [3,4]、消費者及び専門家がバスタオルの触感を評価した結果より両者に共通な評価形容語は「ソフト感、厚さ、ふっくら感、なめらかさ」であること、各形容語を評価するときに消費者は重量、専門家は圧縮特性、摩擦特性、重量、厚さを重視すること [5]、バスタオルの触感と物理特性間に任意次数の微分・積分を適用した結果、消費者はタオルの変位量、専門家は変形速度を刺激として受容したときに触感が生じること [6]、消費者及び専門家がカラータオル織物の触感を視覚と触知覚、触知覚だけ、視覚だけで評価したとき、程度の差はあるが両者とも触知覚に対する視覚優位の統合を生じること [7]、視覚と触知覚でカラータオル織物の触感を評価するときにどちらの情報に依存するかについて情報理論を用いて解析した結果、消費者の方が専門家

* 連絡先：信州大学繊維学部先進繊維工学課程 386-8567 上田市常田 3-15-1
E-mail : toyo@shinshu-u.ac.jp, Tel : +81-268-21-5379, Fax : +81-268-21-5598

Table 1 Samples.

Sample	Pile yarn		Yarn count(s)			Pile ratio	Density		Thick [mm]	Weight [g/m ²]
	twist level(tpi)		pile	warp	weft		warp [ends/inch]	weft [picks/inch]		
①	twist	Z9.9	42.1	21.7	32.9	5.1	36.4	56.0	2.02	202.8
②		Z10.5	20.3	20.8/2	28.9	7.7	38.4	58.2	4.28	506.1
③		Z10.5/S8.1	3.4/2	32.1/2	16.7	3.0	37.0	42.0	3.57	426.8
④		Z10.4/S10.3	30.0/2	20.4	19.4	4.6	37.0	50.0	2.92	349.1
⑤		Z12.1/S3.8	41.8/2	41.4/2	21.9	7.5	37.0	52.0	4.23	419.4
⑥		Z9.6/S9.8	31.7/2	30.7/2	31.6/2	6.1	38.0	48.0	5.47	553.4
⑦		Z12.6	20.8	32.8/2	15.3	6.9	38.0	46.6	4.05	481.2
⑧		Z13.4	21.2	31.6/2	20.1	7.4	38.0	54.0	4.51	460.5
⑨		Z9.8	20.7	40.9/2	20.1	5.6	38.0	53.2	3.16	354.4
⑩		Z7.5	33.1	42.4/2	31.1	7.1	39.2	65.4	3.08	326.4
⑪	twistless	0.0/S10.1	53.6/2	43.2/2	21.1	9.3	35.4	54.6	6.06	432.8
⑫		0.0	66.0	43.6/2	22.3	8.6	34.8	60.0	3.89	230.9

より約 20% 多く視覚情報量に依存することを明らかにしている [8]. 高寺ら [9] は糸密度, パイル倍率, パイル糸の撚り数が異なるタオルの触感に「表面のなめらかさ, ボリューム感」で評価されること, 触感には圧縮特性と曲げ特性が関係していることを明らかにした. Singh らはタオルの厚さ, 重量, 圧縮特性, 摩擦特性よりタオルの風合いを表わす 4 形容語と総合風合いの客観評価式を提案し, 専門家が評価した官能量と評価式より求めた値とにより一致がみられたと報告している [10]. しかし, これらの研究では官能検査に用いられた形容語が「良感触性」だけ, あるいは物理特性に関連した形容語のみを用いていること, 官能検査を行っている被験者が 20 代男性や専門家に限定されている.

そこで, 本研究ではバスタオルの主な購入層である 20 ~ 50 代の女性が代表的な市販バスタオルの「触感」に関連する種々の形容語について触知覚のみで官能検査を行った. そして, 評価された「触感」評価形容語について主成分分析を用いてバスタオルの「触感」を評価する主要因を検討した. さらに, 「触感」評価量とタオルの「触感」に関連する物理特性(圧縮特性, 摩擦特性, 温熱特性)や基本特性(目付, 厚さ, 糸番手数, 糸密度, パイル倍率)との相関関係について考察した.

2. 試料及び実験方法

2.1 試料

タオル商社の専門家が市販されているバスタオルの中から, 触感が異なる 12 種類のバスタオルを選定した. これらは全て綿 100% の両面パイル・バスタオルである. 本実験で用いた 12 種類のバスタオルの詳細を Table 1 に示す.

2.2 バスタオルの「触感」官能検査

ヒトが物に触れたときに感じる対象物の触感は, 「温冷感」, 「硬軟感」, 「乾湿感」, 「粗滑感」で表現されるといわれている [11].

そこで, 4 種類の触感をそれぞれ表現する 6 種類の形容語(あたたかい-冷たい, やわらかい-かたい, しなやかな-ごわごわした, しっとりした-乾いた, なめらかな-ざらざらした, すべりやすい-すべりにくい)を物理形容語として選定した.

同様にして, バスタオルの基本特性に関連する 4 種類の形容語(重い-軽い, 厚い-薄い, 大きい-小さい, パイルが長い-短い), 消費者が求める「肌触りのよいバスタオル」のイメージ調査結果 [2] から 9 種類の形容語(ふんわりした-やせた, 吸水性がよさそう-悪そう, がっしりした-がっしりしていない, 高級感がある-ない, 肌になじむ-なじまない, 乾きやすそう-乾きにくそう, がさがさした-がさがさしない, 肌触りがよい-悪い, 好き-嫌い)をイメージ形容語として選定した.

被験者は主なバスタオル購入層である 20 ~ 50 代の女性 40 名(20 代: 10 名, 30 代: 9 名, 40 代: 11 名, 50 代: 10 名)とした. バスタオル購入時を想定して, 「大きい-小さい」を評価するときには被験者の視覚情報は遮断しなかったが, 他の形容語については触った印象で評価をするように被験者へ指示した. 実験室内のテーブル上に 12 種類の試料を各 2 枚ずつ設置した. 各試料は, Fig. 1 に示すように, 1 枚は Fig. 1(a) のように店頭に並んだバスタオル(12 枚折り)を再現した. 他の 1 枚は重ねないで, 1 枚のバスタオル(破線で囲った部分)を触って評価するために Fig. 1(b) のように設置した.

Fig.1 State of sample.

Fig.2 Movement for sensory evaluation.

なお、官能検査は消費者が店頭でバスタオルを購入するシーンを想定したので、未洗濯の試料を用いた。

SD法により、被験者は各試料について、19種類の形容語を9段階尺度（非常に、かなり、少し、やや、どちらともいえない）で評価した。また、官能検査時に「評価しにくい形容語」についても回答させた。

官能検査の再現性を良くするために、各形容語について官能評価する際の試技を以下のように設定した。これらの試技はバスタオル購入時における消費者の動作[2]を参考にした。

- ①「重い」は、Fig.2(a)に示すように12枚折りの試料を両手に乗せて評価。
- ②「あたたかい」は、Fig. 2(b)に示すように試料上に利き手を置いて評価。
- ③「しっとりした」、「なめらかな」、「すべりやすい」、「パイルが長い」は、Fig.2(c)に示すように試料を利き手で上下左右の4方向になでて評価。
- ④「しなやかな」、「厚い」、「ふんわりした」、「吸水性がよさそう」、「がっしりした」、「高級感がある」、「肌になじむ」、「乾きやすそう」、「がさがさした」は、Fig.2(d)に示すように試料を利き手の親指を上にしてはさみ、さらに指を動かして評価。このようなはさむ動作を行わせたのは、20～50代の女性44名に対して予備実験を行った結果、バスタオル購入時における代表的な動作と判明したからである。
- ⑤「大きい」は、Fig.2(e)に示すように試料を両手で縦に広げて評価。
- ⑥「肌触りがよい」、「好き」は、試技(a)～(d)を用いて総合評価。

なお、バスタオルの「触感」官能検査は実験環境（23℃±2℃、湿度45±5%R.H.）下で24時間放置した試料を用いて、環境（23℃±2℃、湿度45±5%R.H.）を調整した部屋で行った。

2.3 バスタオルの物理特性の測定

(1) 圧縮特性の測定

本研究では、先行研究[3,12]に基づいて引張圧縮試験機(STA-1225,ORIENTEC社製)を用いてバスタオルの圧縮特性を測定した。官能検査で「ふんわりした」、「やわらかい」を評価したときと同様にして、バスタオルは重ねずに1枚の状態での圧縮特性を測定した。測定条件は、先行研究[12]より圧縮板の面積は36.3cm²、圧縮速度は1mm/secとした。最大圧力は、タオルのパイルが潰れる最小の圧力10gf/cm²[12]を用いた。

1枚の試料上で異なる5箇所を測定したときを測定回数1回とし、測定回数は1試料につき5回とした。実験環境は温度23℃±2℃、湿度50%±4%R.H.、実験試料は実験環境下で24時間放置した。

圧縮特性の測定項目は8種類（①初期厚さ（ T_0 :圧力0.5gf/cm²時における試料厚さ）、②最大圧縮時の厚さ（ T_M :最大圧力10.0gf/cm²時における試料厚さ）、③試料の沈み込み量（ $T_0 - T_M$ ）、④圧縮率（ $RA = (T_0 - T_M) / T_0 \times 100$ ）、⑤圧縮仕事量（WC）、⑥回復仕事量（RWC）、⑦圧縮回復性（ $RC = RWC / WC \times 100$ ）、⑧圧縮直線性（LC））である。

(2) 摩擦特性の測定

表面摩擦測定試験機（NT-01,カトーテック株製）を用いて、バスタオルの摩擦特性を測定した。本実験では両面テープを用いて試料をアクリル板に固定することで試料がずれることを防止した。

測定条件は先行研究[12]に基づいて、摩擦子は人間の指先を模擬した楕円形（長軸32mm×短軸14mm）で荷重は28gf、摩擦速度は10mm/sec、測定距離は110mmである。1枚の試料上で異なる5箇所を測定したときを測定回数1回とし、測定回数は1試料につき5回とした。実験環境は温度23℃±2℃、湿度50%±4%R.H.、実験試料は実験環境下で24時間放置した。

摩擦特性測定項目は3種類（①平均摩擦係数（MIU）、②摩擦係数の平均偏差（MMD）、③MIU/MMD（「乾湿感」を表す物理量[13]；すべりやすく、なめらかであるほど値が大きくなる））である。

(3) 温熱特性の測定

接触移動熱量測定装置（NT-H1,カトーテック株製）を用いて、バスタオルの接触温冷感（q-max）を測定した。なお、T-boxの大きさは50×50mmである。測定回数は5回、実験環境は温度23℃±2℃、湿度50%±4%R.H.、実験試料は実験環境下で24時間放置した。

Table 2 Average scores of hand.

Polar word (+) (-)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	max-min
warm - cold	-0.40	0.20	0.38	-0.35	0.55	0.50	0.68	1.23	0.53	1.58	2.75	2.40	3.15
soft - hard	1.18	-1.25	-1.18	-0.35	0.18	-0.95	-0.03	1.45	1.33	2.65	2.73	3.33	4.58
flexible - stiff	0.68	-0.95	-1.15	-0.53	0.00	-0.73	-0.35	1.28	1.40	2.28	2.38	2.63	3.78
shittori - dry	-0.03	-0.48	-1.10	-1.08	-0.10	-0.93	-0.38	1.03	1.03	2.10	2.15	2.43	3.53
smooth - rough	0.65	-0.33	-1.08	-0.98	-0.38	-1.18	-0.40	0.88	1.33	2.25	2.23	2.75	3.93
easy to slide - not slide	0.93	-0.15	-0.20	-0.28	0.03	-0.68	-0.18	1.03	1.28	2.15	2.10	2.13	2.83
heavy - light	-2.85	1.10	1.38	-0.88	0.90	1.48	1.63	1.08	-0.48	-1.50	-0.18	-3.10	4.73
thick - thin	-2.85	0.90	0.23	-1.00	0.30	0.88	0.93	0.75	-0.63	-0.65	1.78	-0.88	4.63
large - small	-1.08	0.50	1.30	-0.45	1.50	1.25	1.43	1.18	1.00	0.25	1.43	0.70	2.58
long pile - short pile	-0.75	-0.90	-1.05	-1.35	0.15	-0.55	0.45	1.03	-0.58	0.98	0.90	0.93	2.38
full - poor	-1.55	-0.65	-1.00	-0.93	0.20	-0.25	0.18	1.35	0.80	1.88	2.85	2.95	4.50
good water absorbent - bad water absorbent	-0.30	-0.18	0.18	-0.40	0.48	-0.08	0.63	1.43	0.98	1.25	1.63	0.75	2.03
sturdy - not	-2.90	1.85	0.85	-0.78	0.65	1.55	0.88	0.35	-0.90	-1.93	-0.08	-2.40	4.75
high-class - not high class	-2.53	-0.43	-0.63	-1.88	-0.05	0.13	0.03	1.03	0.18	0.90	2.10	1.45	4.63
familiar with skin - not	0.53	-0.50	-0.50	-0.45	0.43	-0.23	0.65	1.28	1.33	2.23	2.50	2.43	3.00
easy to dry - not dry	2.13	-0.80	0.40	0.70	0.13	-0.83	-0.45	0.13	1.13	1.25	-0.20	1.00	2.96
feel rough - not rough	-0.95	0.05	-0.20	0.15	-0.50	0.00	-0.25	-1.33	-1.33	-2.55	-2.95	-3.10	3.25
good in touch - bad in touch	0.00	-0.55	-0.90	-0.78	0.20	0.03	0.30	1.23	1.53	2.45	2.75	3.13	4.03
like - dislike	-1.20	-0.50	-1.10	-0.70	-0.10	-0.25	0.05	0.98	1.25	1.98	2.33	2.18	3.53

(4) 吸水性の測定

JIS L 1907（繊維製品の吸水性試験方法）に準拠して、表面吸水法により3種類の吸水性（最大吸水速度、最大吸水速度時点の吸水量、飽和吸水量）を求めた。表面吸水法は布面に垂直方向の吸水速度を測定する方法であり、ラローズ法とも呼ばれている。測定回数は5回、実験環境は温度23℃±2℃、湿度50%±4%R.H.、実験試料は実験環境下で24時間放置した。

なお、圧縮特性、摩擦特性、温熱特性、吸水性の測定には官能検査試料と同様に未洗濯の試料を用いた。

3. 実験結果及び考察

3.1 「触感」官能検査結果

各形容語について求めた各試料の評定平均点、評定平均点の最大値と最小値との差 (Max - Min) を Table 2 に示す。

Table 2 より、試料⑩は弱撚糸、試料⑪と⑫は無撚糸をパイル糸に用いているので、これら3試料は「肌触りがよい」、「好き」の評価が高い。よって、パイル糸の撚り数が少ないほど「肌触りがよい」と評価される傾向がみられた。

試料④の触感が悪いのは、先晒シタオルであるからと考えられる。試料②と⑥は、ともに目付が500g/m²以上で重く、太番手で、糸密度がやや高い。そのため、これら2試料は「やわらかい」、「しなやかな」ではなく、「がっしりした」と評価されたと考えられる。

また、Table 2 より「やわらかい」、「重い」、「厚い」、「ふんわりした」、「がっしりした」、「高級感がある」、「肌触りがよい」は試料間の評定平均点差 (Max - Min) が大きいので、評価しやすい形容語であることがわかった。一方で、「パイルが長い」、「吸水性がよさそう」は試料間の評定平均点差が小さく、評価しにくい形容語であることがわかった。

これは、官能検査と同時に「評価しにくい形容語は？」というアンケート調査結果より、評価しにくい形容語は「パイ

Fig.3 Principal component loadings.

Table 3 Correlation coefficient among each adjective.

	warm	soft	flexible	shittori	smooth	easy to slide	heavy	thick	large	long pile
warm	-	0.759	0.778	0.851	0.775	0.750	-0.193	0.411	0.456	0.839
soft	0.759	-	0.991	0.957	0.964	0.964	-0.686	-0.210	-0.078	0.760
flexible	0.778	0.991	-	0.977	0.976	0.974	-0.638	-0.150	-0.029	0.755
shittori	0.851	0.957	0.977	-	0.983	0.967	-0.539	-0.010	0.089	0.806
smooth	0.775	0.964	0.976	0.983	-	0.987	-0.653	-0.152	-0.056	0.718
easy to slide	0.750	0.964	0.974	0.967	0.987	-	-0.663	-0.188	-0.092	0.686
heavy	-0.193	-0.686	-0.638	-0.539	-0.653	-0.663	-	0.780	0.690	-0.138
thick	0.411	-0.210	-0.150	-0.010	-0.152	-0.188	0.780	-	0.834	0.301
large	0.456	-0.078	-0.029	0.089	-0.056	-0.092	0.690	0.834	-	0.391
long pile	0.839	0.760	0.755	0.806	0.718	0.686	-0.138	0.301	0.391	-
full	0.960	0.833	0.860	0.915	0.840	0.805	-0.270	0.312	0.394	0.861
good water absorbent	0.813	0.715	0.758	0.804	0.718	0.727	-0.005	0.398	0.512	0.848
sturdy	-0.168	-0.724	-0.670	-0.548	-0.655	-0.689	0.955	0.813	0.648	-0.208
hight-class	0.927	0.577	0.630	0.737	0.619	0.578	0.106	0.625	0.683	0.814
familiar with skin	0.857	0.968	0.975	0.977	0.955	0.944	-0.509	0.005	0.137	0.846
easy to dry	-0.104	0.504	0.457	0.324	0.445	0.512	-0.826	-0.901	-0.669	-0.026
feel rough	-0.871	-0.961	-0.967	-0.975	-0.968	-0.970	0.598	0.055	-0.054	-0.762
good in touch	0.890	0.939	0.960	0.978	0.946	0.918	-0.488	0.059	0.185	0.823
like	0.905	0.854	0.894	0.938	0.877	0.847	-0.319	0.239	0.312	0.812

	full	good water absorbent	sturdy	hight-class	familiar with skin	easy to dry	feel rough	good in touch	like
warm	0.960	0.813	-0.168	0.927	0.857	-0.104	-0.871	0.890	0.905
soft	0.833	0.715	-0.724	0.577	0.968	0.504	-0.961	0.939	0.854
flexible	0.860	0.758	-0.670	0.630	0.975	0.457	-0.967	0.960	0.894
shittori	0.915	0.804	-0.548	0.737	0.977	0.324	-0.975	0.978	0.938
smooth	0.840	0.718	-0.655	0.619	0.955	0.445	-0.968	0.946	0.877
easy to slide	0.805	0.727	-0.689	0.578	0.944	0.512	-0.970	0.918	0.847
heavy	-0.270	-0.005	0.955	0.106	-0.509	-0.826	0.598	-0.488	-0.319
thick	0.312	0.398	0.813	0.625	0.005	-0.901	0.055	0.059	0.239
large	0.394	0.512	0.648	0.683	0.137	-0.669	-0.054	0.185	0.312
long pile	0.861	0.848	-0.208	0.814	0.846	-0.026	-0.762	0.823	0.812
full	-	0.853	-0.262	0.917	0.914	-0.007	-0.891	0.951	0.978
good water absorbent	0.853	-	-0.123	0.852	0.836	-0.002	-0.750	0.807	0.860
sturdy	-0.262	-0.123	-	0.114	-0.555	-0.922	0.602	-0.496	-0.324
hight-class	0.917	0.852	0.114	-	0.734	-0.336	-0.699	0.794	0.874
familiar with skin	0.914	0.836	-0.555	0.734	-	0.323	-0.966	0.981	0.932
easy to dry	-0.007	-0.002	-0.922	-0.336	0.323	-	-0.374	0.241	0.074
feel rough	-0.891	-0.750	0.602	-0.699	-0.966	-0.374	-	-0.962	-0.896
good in touch	0.951	0.807	-0.496	0.794	0.981	0.241	-0.962	-	0.966
like	0.978	0.860	-0.324	0.874	0.932	0.074	-0.896	0.966	-

1% significant

5% significant

ルが長い」、「吸水性がよさそう」、「あたたかい」であったことと一致している。

各被験者が各形容語について評価した各試料の評定平均点について分散分析を行った結果、全ての形容語において試料間に1%で有意差がみられた。各形容語間の相関係数をTable 3に示す。

Table 3より、「肌触りがよい」は、「しっとりした、なめらかな、すべりやすい、やわらかい、ふんわりした、あたたかい、パイルが長い、吸水性がよさそう」と正の相関、「がさがした」と負の相関がみられた。また、「乾きやすそう」は「がっしりした、重い、厚い、大きい」と負の相関がみられた。「がっ

しりした」は、「重い、厚い、大きい」と正の相関がみられた。

次に、バスタオルの「触感」評価要因を検討するために、Table 2に示す各形容語の評定平均点について主成分分析を行った結果をFig. 3に示す。なお、主成分の選定条件は、固有値が1.0以上、累積寄与率80%以上とした。本研究では、試料について測定した多数の評価形容語より少数の主成分を合成する主成分分析を用いた。

Fig. 3より、バスタオルの「触感」を評価する主成分は2種類抽出された。第1主成分は、「肌触りがよい、肌になじむ、しっとりした、ふんわりした、やわらかい」がみられ、「肌触りがよい」に関連する主成分と考えられる。第2主成分は、

Fig.4 Principal component scores.

「がっしりした, 乾きやすそう」がみられ, 「がっしり感と乾燥性」に関連する主成分と考えられる. この結果は, Singhらが提案したタオルの風合い形容語「ふくらみ, ソフトさ」と一致している. しかし, 本研究では試料をバスタオルに限定したこと, 被験者が専門家ではなく消費者であったので, バスタオルを特徴づける形容語「肌になじむ, しっとりした, がっしりした, 乾きやすそう」も抽出されたと考えられる.

次に, 各試料の「触感」について, その特徴を明確化するために主成分得点を算出した. 算出した主成分得点より評価が類似した試料をまとめ, 12 試料をいくつかのグループに分類するために, 各試料の第1主成分得点と第2主成分得点を用いてクラスター分析を行った. ここで, クラスター分析とは得られたサンプルの全ての組み合わせについて距離を算出し, その距離の近いサンプル同士を群(クラスター)としてまとめ, いくつかの集団に分類する手法である.

12 試料における主成分得点に基づいてクラスター分析を行い, グループ分けした結果を Fig. 4 に示す. 実線の枠で示した群がクラスターである.

Fig. 4 において, 第1象限より, 試料⑪は「非常に肌触りがよく, 厚くてがっしりした」イメージ, 試料⑧は「やや肌

触りがよく, 厚くてがっしりした」イメージ, 試料⑤と⑦は「やや, がっしりした」イメージ, 試料②, ③, ⑥は「非常にがさがさした」イメージ, 試料④は「非常にがさがさして, 乾きやすそう」イメージ, 試料①は「非常に薄くて, 乾きやすそう」イメージ, 試料⑨は「やや肌触りがよい」イメージ, 試料⑩, ⑫は「非常に肌触りがよい」イメージであることがわかる.

3.2 「触感」と物理特性との相関

各試料について圧縮特性を測定した結果を Table 4 に示す. Table 4 より, 試料⑥, ⑦, ⑧, ⑪, ⑫は厚いバスタオルである. 圧縮率(RA)より, 試料①, ⑦, ⑩, ⑫は沈み込みやすい, 圧縮仕事量(WC)より, 試料⑧, ⑪, ⑫は圧縮されやすい, 圧縮回復性(RC)より, 試料①, ③, ⑪は圧縮後の回復性が良いことがわかる.

測定した圧縮特性と「触感」評価形容語間の相関係数を Table 5 に示す.

Table 5 より, 初期厚さ(T_0)は「あたたかい, 厚い, パイルが長い, ふんわりした, 吸水性がよさそう, 高級感がある」と正の相関がみられた. また, 試料の厚さ(T_0)が薄いほど, 「乾きやすそう」と評価する傾向がみられた.

沈み込み量($T_0 - T_M$)は, 「あたたかい, やわらかい, しなやかな, しっとりした, パイルが長い, ふんわりした, 吸水性がよさそう, 高級感がある, 肌になじむ, 肌触りがよい」と正の相関がみられた. 圧縮仕事量(WC)及び回復仕事量(RWC)は, 「やわらかい, しなやかな, しっとりした, パイルが長い, ふんわりした, 高級感がある, 肌になじむ, 肌触りがよい」と正の相関がみられた.

特に, 「やわらかい, しなやかな, しっとりした, パイルが長い, 肌になじむ, 肌触りがよい」は, 沈み込み量($T_0 - T_M$), 圧縮率(RA), 圧縮仕事量(WC), 回復仕事量(RWC)と有意な正の相関がみられた.

このように, 被験者は試料の初期厚さ, 沈み込み量, 圧縮しやすさ, 回復しやすさなどをもとに, バスタオルの「触感」を評価していることがわかった.

被験者が「しっとりした, なめらかな, すべりやすい, パ

Table 4 Result of Compression properties.

Sample	$T_0(\text{mm})$	$T_M(\text{mm})$	$T_0 - T_M(\text{mm})$	RA(%)	WC(gf · cm ²)	RWC(gf · cm ²)	RC(%)	LC(-)
①	4.50	2.24	2.26	50.25	16.09	6.69	41.55	0.04
②	6.80	4.54	2.26	33.09	18.81	7.27	38.58	0.05
③	6.19	4.05	2.14	34.51	18.01	7.69	42.67	0.05
④	4.92	3.01	1.91	38.78	15.85	6.23	39.31	0.05
⑤	7.09	3.89	3.20	45.19	23.06	8.91	38.65	0.04
⑥	8.42	5.47	2.95	35.02	29.05	10.71	36.88	0.05
⑦	8.50	3.96	4.53	53.35	29.72	9.75	32.86	0.04
⑧	8.29	4.34	3.94	47.58	35.29	11.26	31.92	0.05
⑨	6.31	3.43	2.88	45.61	26.29	9.30	35.39	0.05
⑩	6.08	3.02	3.06	50.26	26.81	9.34	34.85	0.05
⑪	9.47	5.55	3.92	41.35	36.42	14.69	40.34	0.05
⑫	8.17	3.11	5.05	61.90	39.30	15.36	39.11	0.04

Table 5 Correlation coefficient between sensory values and compression properties.

	T ₀	T _M	T ₀ -T _M	RA	WC	RWC	RC	LC
warm	0.715	0.340	0.758	0.421	0.874	0.925	-0.142	0.022
soft	0.230	-0.252	0.605	0.740	0.658	0.681	-0.149	-0.189
flexible	0.260	-0.181	0.580	0.673	0.679	0.695	-0.186	-0.086
shittori	0.360	-0.078	0.629	0.632	0.727	0.741	-0.214	-0.053
smooth	0.234	-0.199	0.557	0.658	0.635	0.666	-0.132	-0.093
easy to slide	0.161	-0.227	0.473	0.609	0.570	0.611	-0.073	-0.033
heavy	0.402	0.706	-0.088	-0.601	-0.053	-0.167	-0.301	0.325
thick	0.803	0.913	0.321	-0.390	0.438	0.395	-0.287	0.359
large	0.790	0.724	0.489	-0.113	0.543	0.497	-0.310	0.102
long pile	0.648	0.150	0.844	0.649	0.849	0.767	-0.497	-0.212
full	0.641	0.211	0.773	0.524	0.888	0.893	-0.301	0.020
good water absorbent	0.583	0.253	0.642	0.401	0.768	0.687	-0.473	0.149
sturdy	0.435	0.779	-0.110	-0.679	-0.058	-0.119	-0.167	0.335
hight-class	0.825	0.528	0.739	0.269	0.893	0.873	-0.370	0.169
familiar with skin	0.410	-0.069	0.697	0.690	0.764	0.767	-0.255	-0.130
easy to dry	-0.669	-0.867	-0.161	0.505	-0.219	-0.175	0.231	-0.263
feel rough	-0.336	0.084	-0.599	-0.611	-0.699	-0.764	0.044	0.074
good in touch	0.469	0.010	0.709	0.640	0.813	0.826	-0.255	-0.066
like	0.542	0.145	0.687	0.507	0.827	0.814	-0.352	0.102

1% significant

5% significant

イルが長い」を評価するときに試料を1方向ではなく上下左右4方向に触れていたため、パイル糸に対して順目方向（パイルの根元からパイル先端へ摩擦する方向）、逆目方向それぞれに試料のたて糸方向とよこ糸方向について摩擦特性を測定した。そして、「順目方向（たて方向、よこ方向）」と「逆目方向（たて方向、よこ方向）」の4方向の摩擦特性の平均値を求めた。算出した結果を Table 6 に示す。また、各試料について測定した q-max の結果、表面吸水法により測定した吸水性の結果も Table 6 に示す。

測定した摩擦特性、温熱特性及び吸水性と「触感」評価形容語間の相関係数を Table 7 に示す。

Table 7 より、摩擦係数の平均偏差 (MMD) と「なめらかな」、「すべりやすい」と負の相関がみられた。また、Table 7 にお

いて、「乾湿感」を表す MID/MMD は「乾きやすそう」と相関がみられなかった。

Table 6 より、薄い試料である①、④、⑩の q-max は大きく、無撚糸タオル⑪、⑫の q-max は小さい。これは、パイル糸に撚りがないのでパイル層内の含気率が高くなって熱を逃がしにくくなり、無撚糸タオル⑪、⑫は q-max が小さくなったと考えられる。Table 7 より、「あたたかい」と q-max 間に 5% 有意の負の相関がみられた。

Table 6 より、試料②、③、⑥の最大吸水速度、最大吸水速度時点の吸水量及び飽和吸水量は大きい。

測定した吸水性と「触感」との相関関係を Table 7 に示す。Table 7 より、「吸水性がよさそう」と「吸水性」測定値とは相関がみられなかった。これは、Table 3 より「吸水性がよさ

Table 6 Result of friction and thermal properties, and water absorbency.

	MIU(-)	MMD(-)	MIU/MMD (-)	q-max [w・10 ⁻² /cm ²]	Maximum water absorption speed (ml/s)	Amount of water absorption (ml)	Amount of saturation water absorption (ml/m ²)
①	0.247	0.035	7.294	3.36	0.07	0.07	500
②	0.292	0.053	5.869	3.18	0.17	0.32	1750
③	0.270	0.045	6.446	2.94	0.18	0.33	1650
④	0.276	0.038	7.900	3.36	0.13	0.15	1310
⑤	0.318	0.066	5.405	3.14	0.10	0.18	1390
⑥	0.336	0.046	8.387	3.16	0.15	0.25	2220
⑦	0.237	0.040	6.448	3.18	0.12	0.18	1560
⑧	0.278	0.036	8.113	3.28	0.09	0.15	1070
⑨	0.310	0.041	7.724	3.32	0.16	0.27	1570
⑩	0.290	0.034	9.229	3.40	0.02	0.02	120
⑪	0.302	0.052	6.872	2.86	0.12	0.23	1840
⑫	0.342	0.067	5.231	2.66	0.04	0.05	830

Table 7 Correlation coefficient between sensory values and three properties.

	MIU	MMD	MIU/MMD	q-max	Maximum water absorption speed	Amount of water absorption	Amount of saturation water absorption
warm	0.106	-0.182	0.247	-0.640	-0.406	-0.234	-0.073
soft	-0.217	-0.557	0.539	-0.252	-0.805	-0.738	-0.594
flexible	-0.186	-0.546	0.551	-0.232	-0.749	-0.674	-0.543
shittori	-0.142	-0.465	0.467	-0.315	-0.706	-0.585	-0.476
smooth	-0.258	-0.577	0.519	-0.280	-0.731	-0.634	-0.546
easy to slide	-0.348	-0.640	0.542	-0.239	-0.725	-0.636	-0.578
heavy	0.508	0.650	-0.392	0.066	0.675	0.755	0.716
thick	0.518	0.474	-0.216	-0.339	0.453	0.615	0.709
large	0.604	0.493	-0.148	-0.460	0.294	0.466	0.576
long pile	0.175	-0.041	0.177	-0.302	-0.669	-0.498	-0.347
full	0.134	-0.234	0.368	-0.491	-0.522	-0.380	-0.188
good water absorbent	0.068	-0.265	0.450	-0.214	-0.455	-0.294	-0.185
sturdy	0.556	0.704	-0.474	-0.062	0.768	0.849	0.823
high-class	0.333	0.040	0.164	-0.530	-0.230	-0.040	0.105
familiar with skin	-0.135	-0.455	0.482	-0.308	-0.734	-0.621	-0.465
easy to dry	-0.628	-0.687	0.440	0.240	-0.621	-0.722	-0.806
feel rough	0.218	0.508	-0.441	0.421	0.676	0.564	0.460
good in touch	-0.038	-0.384	0.435	-0.375	-0.656	-0.544	-0.383
like	0.034	-0.325	0.435	-0.346	-0.545	-0.424	-0.251

1% significant

5% significant

そう」と「あたたかい、パイルが長い、ふんわりした」とは正の相関がみられ、被験者は「あたたかい、パイルが長い、ふんわりした」と感じると「吸水性がよさそう」と評価したからと考えられる。一方、最大吸水速度、最大吸水速度時点の吸水量及び飽和吸水量は「乾きやすそう」と負の相関がみられた。

したがって、被験者の「吸水性がよさそう」のイメージと実際の吸水性は一致しないことがわかった。

4. 結 言

12種類の市販バスタオルについて20～50代女性がSD法による「触感」官能検査を行った。さらに、バスタオルの物理特性を測定して、種々の物理特性と「触感」との相関関係を検討した。その結果、得られた知見を以下に示す。

- (1) 主成分分析を行った結果、バスタオルの「触感」は「肌触りのよさ」、「がっしり感と乾燥性」により評価されることがわかった。
- (2) 圧縮特性と「触感」との相関関係より、沈み込み量 ($T_0 - T_M$)、圧縮率 (RA)、圧縮仕事量 (WC) 及び回復仕事量 (RWC) は「やわらかい、しなやかな、しっとりした、ふんわりした、高級感がある、肌になじむ、肌触りがよい」と正の相関がみられた。
- (3) 摩擦特性と「触感」との相関関係より、摩擦係数の平均偏差 (MMD) は「なめらかな、すべりやすい」と負の相関がみられた。
- (4) 温熱特性と「触感」との相関関係より、「あたたかい」は接触温冷感 (q-max) と負の相関がみられた。
- (5) 吸水性とイメージ形容語「吸水性がよさそう」との間には、有意な相関はみられなかった。しかし、「乾きやすそう」は最大吸水速度、最大吸水速度時点の吸水量、飽和吸水量と負の相関がみられた。

謝 辞

本研究の一部は、科研費（基盤研究 (S)No.24220012）の助成を受けて行ったものである。

References

- [1] JIS L 0212-3 (1999) Glossary of textile terms Part3:bedding, others
- [2] Questionnaire about Bath Towel (August, 2012) Ryohin Keikaku
- [3] Nishimatsu T, Sawaki T (1982) J Text Mach Soc Japan (predecessor journal of J Text Eng), **35**, T146-T152
- [4] Nishimatsu T, Sawaki T (1984) Text Res J, **54**, 699-705
- [5] Nishimatsu T, Sakai T (1985) Sen'i Gakkaishi, **41**, T396-T402
- [6] Nishimatsu T, Sakai T (1985) Sen'i Gakkaishi, **41**, T438-T447
- [7] Nishimatsu T, Sakai T (1987) Sen'i Gakkaishi, **43**, 553-557
- [8] Nishimatsu T, Sakai T (1988) Sen'i Gakkaishi, **44**, 88-95
- [9] Takatera M, Kunihiro S, Yazaki Y, Otake A, Shimizu Y (2005) J Kansei Eng Japan, **5**, 103-110
- [10] Singh J.P., Behere B.K., Matsudaira M (2014) J Text Inst, **105**, 467-476
- [11] Kats D (2003) "Shokkaku no Sekai", 55-134, Shinyousha
- [12] Kamura W, Hyodo H, Kanai H, Nishimatsu T, Ogura E (2012) Japanese J Ergonomics 2012 Meeting Proceedings, 52-53
- [13] Kawazu K, Koike K, Imada M, Yasuda K (1999) Automotive Eng Japan, 1999 Proceedings (No.87-99), 19-22