

県内家庭紙メーカーの製品品質の現状と課題

製紙科 堤 真一 深沢博之 村松重緒*
齊藤将人 河部千香 目崎陽子

Research for the quality of toilet paper produced by manufactures in Shizuoka

Shinichi Tsutsumi, Hiroyuki Fukasawa, Shigeo Muramatsu,
Masato Saito, Chika Kawabe and Yohko Mesaki

70 kinds of toilet tissue papers produced by the manufactures in Shizuoka, outside of Shizuoka and outside of Japan were collected. The products made in Shizuoka, outside of Shizuoka and outside of Japan are respectively 44, 11, and 15. And the 15 kinds of physical properties were measured, such as ISO brightness, softness, and residue no ignition. In this paper for example we revealed toilet tissue papers in Japan could be a single fiber easier than that foreigner. But we can't conclude because the kinds of collected toilet tissue papers were not enough. Further research will be done.

1. はじめに

静岡県は、東京を中心とした大都市圏に近いという立地条件もあり、古紙を原料とした家庭紙メーカーが集積している。最近では、古紙原料事情の悪化、大手企業を中心とした国内シェア向上、2ヶ月連続で国外からトイレットペーパーの輸入量が倍増¹⁾するなど、産地間競争が厳しくなっている。そこで、トイレットペーパー製品品質調査を行い、国内における県内家庭紙製品の品質に関する位置付けを明確にし、かつ、他産地品に対する品質を比較して県内家庭紙製品の現状把握を行った。

2. 試験方法

2.1 現地調査及び試料収集

県内で製造されるトイレットペーパー製品（以下；TP製品）の品質評価のため製造企業へ訪問し、製品の収集を行った。大手家庭紙メーカー、他県産、並びに国外産製品は、市販品を用意した。

収集したTP製品は、70製品で県内が44製品、大手が4製品、県外が7製品、国外が15製品である。

収集したTP製品の形態は、シングル製品（以下；S製品）、2枚重ね製品（以下；W製品）、3枚重ね製品（以下；T製品）である。TP製品の原料は、古紙パルプ（以下；Rパルプ）とバージンパルプ

（以下；Vパルプ）に区分した。原料別に収集製品の内訳を見ると、県内の9割弱がRパルプからなる製品で、大手がVパルプで、県外がRとVパルプの製品割合が半々、国外の7割弱がVパルプからなる製品となっている（表1）。

表1 収集製品の形態と原料

	試料数 個
県内S(R)	21
県内S(V)	2
県内W \geq (R)	17
県内W(V)	4
県内計	44
大手S(V)	4
大手計	4
県外S(R)	2
県外S(V)	2
県外W(R)	2
県外W(V)	1
県外計	7
国外S(R)	4
国外S(V)	1
国外W(V)	7
国外T(V)	3
国外計	15
試料数合計	70

S：シングル製品
W：2枚重ね製品
W \geq ：2枚重ね以上の製品
T：3枚重ね製品
R：古紙パルプ
V：バージンパルプ

なお、国外製品の収集先は、米国、カナダ、フランス、韓国、ブラジル（7製品）、中国（2製品）、豪州（2製品）の7カ国でRパルプからなる製品が

*) 現 静岡県工業技術研究所

【報告】

ブラジルの4製品のみで、残り11製品が全てVパルプからなる製品であった。

2.2 TP製品の物性試験方法

TP製品の物性試験は、15項目の試験を実施した。試料は23℃±1℃、50±2%r.h.に24時間以上放置した後、試験に供した。

坪量、破裂強さ、ほぐれやすさはJIS P 4501の方法で測定した。

厚さは、試料を10枚重ねた状態でテスター産業(株)製繊維用厚さ測定器を用い、10秒以上経過した後の厚さを20回測定した。

白色度はJIS P 8148の方法で、試験片を40枚以上重ねて測定した。

柔らかさはJAPAN TAPPI No.34の方法で、試験片は製品状態で寸法を100mm角に採取して縦・横方向の測定をした(図1)。



図1 ハンドルオメータによる柔らかさの測定

灰分はJIS P 8251の方法で測定した。

表面特性はカトーテック(株)製自動化表面試験機 KES-FB4-AUTO-A型を用い、動摩擦係数(MIU)、動摩擦気数の変動(MMD)、及び表面粗さ(SMD)の変動を測定した。試験片は製品状態で縦方向に長さ20cmに裁断し、外巻き側を表、内巻き側を裏として、それぞれ4組ずつ採取した。

クレープ率は、製品から採取した試験片を水に投入し、投入後の試験片(縦)寸法から、初期試験片(縦)寸法を引いた値と、初期試験片(縦)寸法の比率として算出した。採取した試験片の寸法は、縦方向に152.4mmで横方向に12.7mmとした。水を張ったトレイに試験片を投入し、1分程度経過した後の試験片(縦)長さを、JIS B 7507に規定のノギスで測定した。

2.3 ハンドルオメータによる柔らかさ評価

ハンドルオメータによる柔らかさの評価については、過去の報告²⁾³⁾に記載があるように、坪量による補正が必要となる。今回は、縦及び横方向の平均値を坪量で除した値を比柔らかさ・縦(又は横)として算出した。

また、算出した比柔らかさ・縦と、比柔らかさ・横の二乗和の平方根を合成比柔らかさとした。

3. 結果

3.1 物性試験結果

15項目の試験結果を表2と表3に示す。県内製品と他地域の比較は、他地域の試料数が少ないため正確に行えないが、特徴的な事項を記述する。Rパルプからなる製品について破裂強さは、県内S及びW製品が平均で104kPa、84kPaと県外製品より高い値であった(表2)。白色度は、県内S及びW製品が平均でそれぞれ76%と他地域のRパルプ品より高い値であった。灰分は、県内W製品が平均で3.0%と県外と比べ高い値であった(表2)。柔らかさ・縦は、県内S製品が39.4 mN/100mmと県外と同等で国外より低い値となった。県内W製品が77.7 mN/100mmと県外製品より高い値であった(表3)。

国内と国外製品を通じて最も特徴的な結果が“ほぐれやすさ”であった。県内S及びW製品が平均で25秒、23秒と国内製品が100秒以内でほぐれるのに対し、国外のVパルプ製品で100秒以経過してもほぐれない製品があったため、VパルプからなるS製品・W製品・T製品の平均値が、JISで定める品質規格を満たさない結果となった(表2及び表4)。

3.2 ハンドルオメータによる柔らかさ評価

ハンドルオメータによる柔らかさの値を坪量で補正し、比柔らかさ・横と比柔らかさ・縦をグラフのY軸とX軸にプロットしたものが図2である。Y軸とX軸共に、数値が小さいほど弱い力で曲げられることを表している。傾向としては、国外>大手>県外の順で数値が小さくなっている。県内は、最も小さい値を示す製品があるものの、バラツキが大きく大手製品や県外製品より値が大きいものも見られた(図2)。

表2 トイレットペーパーの物性測定結果（その1）

	試料数	坪量 g/m ²	破裂強さ kPa	ほぐれやすさ s(秒)	厚さ mm	ISO白色度 %	灰分 %
県内S(R)	21(19)	18.5	104	25	1.52	76.00	2.6
県内W \geq (R)	35(25)	16.8	84	23	1.81	75.95	3.0
大手S(V)	4(4)	21.1	80	19	1.72	87.10	0.33
県外S(R)	2(2)	17.8	88	39	1.63	73.25	2.7
県外S(V)	2(1)	17.3	152	29	0.86	88.55	0.20
県外W(R)	4(2)	17.6	53	17	1.62	74.55	0.80
県外W(V)	2(1)	16.8	52	69	1.60	87.85	0.24
国外S(R)	4(4)	18.4	121	25	2.10	74.85	3.2
国外S(V)	1(0)	33.2	152	546	5.15	-	0.42
国外W(V)	14(10)	17.5	89	228	2.20	84.30	0.59
国外T(V)	9(7)	15.3	82	148	1.31	88.35	0.26

* 2枚以上重ねて巻き取ったものについては、各々1枚ごとを試料とした

* ()で表記の試料数はISO白色度を対象とし、染色や色柄プリントを除いたもの

* 数値は平均値

* 測定結果は県内外及び国外など特定の地域の製品を代表するものではない

S:シングル製品、W:2枚重ね製品、W \geq :2枚重ね以上の製品、T:3枚重ね製品
R:古紙パルプ、V:パーシンプルプ

表3 トイレットペーパーの物性測定結果（その2）

	試料数	柔らかさ		MIU		MMD		SMD		クレープ率 %
		縦 mN/100mm	横 mN/100mm	表	裏	表	裏	表	裏	
県内S(R)	21	39.4	45.7	0.391	0.416	0.0167	0.0182	3.263	3.469	12.2
県内W \geq (R)	17	77.7	98.3	0.378	0.407	0.0132	0.0140	3.532	3.769	14.8
大手S(V)	4	35.4	42.8	0.267	0.240	0.0123	0.0126	2.782	3.036	17.0
県外S(R)	2	39.5	42.6	0.359	0.387	0.0141	0.0171	2.907	2.863	12.3
県外S(V)	2	27.2	30.1	0.374	0.361	0.0090	0.0093	1.811	2.108	7.3
県外W(R)	2	40.8	63.3	0.353	0.376	0.0107	0.0131	3.414	3.217	23.8
県外W(V)	1	45.9	64.2	0.451	0.467	0.0087	0.0092	2.763	2.910	29.9
国外S(R)	4	43.5	56.6	0.374	0.405	0.0154	0.0185	2.885	3.233	12.2
国外S(V)	1	234.5	212.8	0.333	0.248	0.0135	0.0137	5.882	4.739	5.0
国外W(V)	7	79.0	126.2	0.204	0.228	0.0099	0.0106	3.543	3.326	17.2
国外T(V)	3	92.4	145.3	0.240	0.226	0.0081	0.0089	3.037	3.076	14.2

* 製品形態で測定した

* 数値は平均値

* MIU,MMD,SMDの測定面は"表"が製品の外巻き面で"裏"が内巻き面で表裏共に手で触れる面となる

* 測定結果は県内外及び国外など特定の地域の製品を代表するものではない

S:シングル製品、W:2枚重ね製品、W \geq :2枚重ね以上の製品、T:3枚重ね製品
R:古紙パルプ、V:パーシンプルプ

表4 大手、県外、国外産の製品別物性測定結果

	坪量 g/m ²	破裂 強さ kPa	ほぐれ やすさ S	厚さ mm	ISO 白色度 %	柔らかさ		灰分 %	MIU		MMD		SMD		クレー 率 %
						縦 mN/100mm	横 mN/100mm		表	裏	表	裏	表	裏	
A大手S(V)	23.3	72	25	2.31	86.15	37.8	43.0	0.36	0.338	0.248	0.0113	0.0086	2.473	2.759	18.1
B大手S(V)	20.2	64	16	1.48	88.50	25.3	47.4	0.30	0.256	0.248	0.0193	0.0160	3.784	4.166	20.0
C大手S(V)	21.0	107	16	1.76	89.55	49.5	39.3	0.32	0.250	0.243	0.0085	0.0129	2.134	2.215	12.2
D大手S(V)	19.7	76	17	1.34	84.15	28.8	41.6	0.33	0.225	0.222	0.0102	0.0129	2.736	3.005	17.8
①県外S(R)	18.2	89	18	2.19	76.95	55.5	51.6	0.89	0.276	0.315	0.0166	0.0183	3.595	3.476	12.4
②県外S(R)	17.4	87	60	1.06	69.55	23.5	33.6	4.5	0.441	0.459	0.0115	0.0160	2.219	2.249	12.3
③県外S(V)	16.9	142	21	0.732	88.55	27.8	27.4	0.22	0.272	0.234	0.0090	0.0086	1.561	1.843	5.9
④県外S(V)	17.7	162	36	0.989	♣87.20	26.6	32.9	0.18	0.477	0.488	0.0089	0.0100	2.062	2.373	8.8
⑤県外W(R)	18.0	64	20	1.62	♣72.60	44.2	54.8	1.0	0.294	0.329	0.0101	0.0131	3.210	2.961	16.7
	17.5	53	13	1.65	73.50			0.69							
⑥県外W(R)	17.2	47	17	1.48	♣70.80	37.4	71.7	0.71	0.412	0.422	0.0113	0.0131	3.619	3.473	30.9
	17.8	47	16	1.74	75.60			0.78							
⑦県外W(V)	17.0	52	75	1.60	♣82.00	45.9	64.2	0.26	0.451	0.467	0.0087	0.0092	2.763	2.910	29.9
	16.7	52	64	1.60	87.85			0.23							
ブラジルS(R)	18.3	96	18	2.51	77.30	36.4	69.0	1.4	0.315	0.329	0.0150	0.0178	3.130	3.737	20.0
ブラジルS(R)	18.1	156	32	2.10	80.95	59.7	75.6	1.7	0.374	0.434	0.0149	0.0203	2.666	3.080	9.4
ブラジルS(R)	18.6	122	8	2.05	81.40	40.9	39.2	1.1	0.416	0.483	0.0162	0.0209	3.018	3.179	10.2
ブラジルS(R)	18.4	110	43	1.72	59.85	36.9	42.7	8.7	0.391	0.375	0.0157	0.0152	2.726	2.935	9.0
豪州S(V)	33.2	152	546	5.15	♣84.65	234.5	212.8	0.42	0.333	0.248	0.0135	0.0137	5.882	4.739	5.0
豪州W(V)	17.2	85	17	2.44	81.25	64.9	126.5	0.63	0.280	0.402	0.0106	0.0116	3.731	3.076	20.9
	17.0	79	24	1.70	79.95			0.71							
米国W(V)	24.4	87	725	3.05	87.75	140.8	200.1	0.30	0.147	0.129	0.0069	0.0061	3.623	2.792	16.0
	24.3	96	483	3.10	87.90			0.26							
カナダW(V)	18.4	99	13	2.77	83.95	73.0	104.2	0.40	0.165	0.200	0.0100	0.0127	2.915	3.103	14.6
	17.2	87	11	2.61	84.65			0.39							
フランスW(V)	19.2	115	14	1.87	88.20	104.0	148.5	0.49	0.185	0.214	0.0116	0.0118	5.542	3.680	10.6
	16.1	103	16	2.25	86.50			0.61							
ブラジルW(V)	15.6	79	513	2.28	♣79.45	58.9	107.8	0.71	0.221	0.223	0.0093	0.0096	2.848	3.885	19.0
	15.9	79	746	1.53	♣83.05			0.74							
ブラジルW(V)	15.2	78	59	1.66	♣83.15	55.8	98.6	0.56	0.211	0.208	0.0083	0.0111	2.712	2.453	20.8
	15.1	77	60	1.80	♣88.35			0.58							
ブラジルW(V)	15.3	99	110	2.31	82.70	55.5	97.8	1.4	0.215	0.220	0.0123	0.0110	3.435	4.295	18.2
	14.3	82	400>	1.43	80.10			0.56							
中国T(V)	15.4	89	44	0.99	88.85	59.6	120.3	0.32	0.311	0.308	0.0084	0.0098	2.651	2.629	13.4
	16.0	97	30	0.94	89.25			0.29							
	15.4	80	29	1.07	89.15			0.28							
中国T(V)	14.1	76	400>	1.07	88.15	84.8	124.4	0.22	0.244	0.173	0.0092	0.0081	2.626	2.821	16.8
	15.1	76	400>	1.13	87.75			0.20							
	15.0	86	400>	1.13	88.00			0.21							
韓国T(V)	15.6	75	8	1.95	♣81.15	132.9	191.1	0.27	0.167	0.197	0.0068	0.0088	3.836	3.779	12.5
	15.7	79	10	1.78	♣79.65			0.27							
	15.3	78	7	1.70	87.20			0.27							

* 数値は平均値

* ほぐれやすさで右側に">"の表記があるものは、試料がほぐれないため400秒で測定を中止した

* ISO白色度で左側に"♣"の表記があるものは、染色または色柄プリントされたもの

* 測定結果は各国等の製品を代表するものではない

S: シングル製品、W: 2枚重ね製品、T: 3枚重ね製品
R: 古紙パルプ、V: パーシパルプ

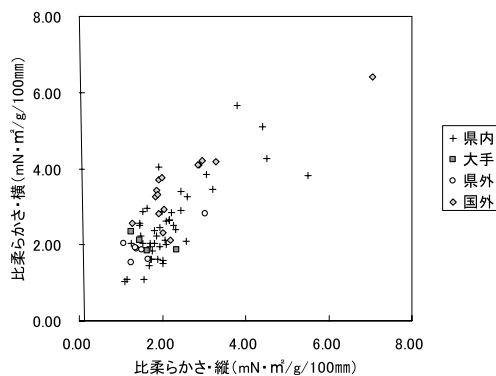


図2 ハンドルオメータによる柔らかさの評価

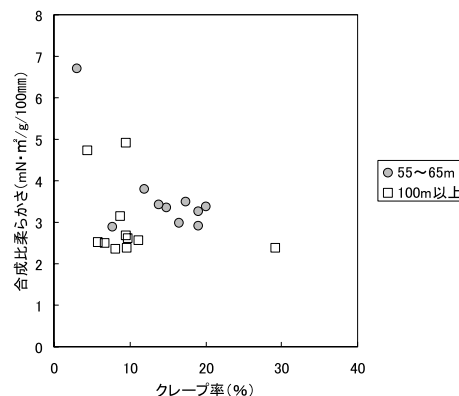


図4 巻き長さの違いによる柔らかさとクレープ率の関係

4. 考察

ハンドルオメータによる柔らかさ評価において、県内製品を対象に傾向を見てみる。対象製品は、RパルプからなるS製品21個である。

図3は、製品の巻き長さに着目して縦・横の比柔

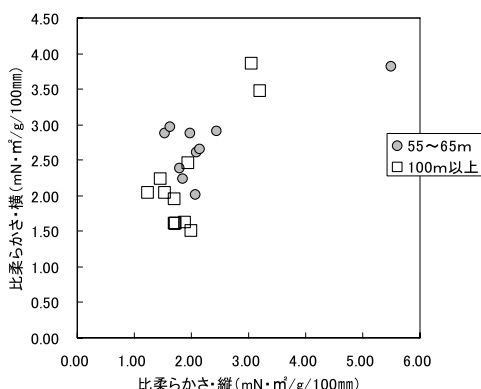


図3 製品の巻き長さ柔らかさの傾向

らかさを表したものである。丸の点が巻き長さ55m (1個)、60m (5個)、65m (4個)の製品である。四角の点が巻き長さ100m以上の製品である。巻き長さ100m以上の製品は、100m、105m、150m、170mが各1個で、130mが7製品である。丸と四角の分布を見てみると、四角の点で3個例外があるものの、巻き長さの違いで分布が2つに分かれる事が見て取れる。比柔らかさは、縦・横共に数値が小さいほど弱い力で曲げられることを表しているため、四角のグループである100m以上の長尺製品の方が柔らかい傾向となる。

図4は、製品の巻き長さの違いによる柔らかさと製品のクレープ率の関係を示したものである。クレープ率が丸(60m程度)の平均で15.6%、四角(100m以上)の平均で8.4%となり、長尺製品が低い値となった。表5は、2つの100m以上の長尺製品において、原反と製品のクレープ率を比較したもので原反に比べ製品のクレープ率が9%低下している。100m以上の長尺製品は、巻き取りの径を12cm以内にするため、巻き長さ60m程度の製品に比べ強い力で巻き取る必要があり、クレープが強制的に伸ばされることで長尺製品のクレープ率が低下したと考えられる。

表5 原反と製品のクレープ率の差

製品名	原反クレープ率 %	製品クレープ率 %	差 %
A	15.6	6.7	9.0
B	18.6	9.5	9.1

* 製品A、B共に100m以上の長尺もの

100m以上の長尺製品の方が柔らかい傾向となる要因として、加工工程におけるクレープ率の変化が仮定されるが、今回は巻き取り装置の力について調査を行っていない。加工工程におけるクレープ率の変化が柔らかさに与える影響については、TP原反の物性調査も含め今後検討を行う必要があると考えられる。

さらに11個の100mを超える長尺製品について柔らかさの傾向を検討した。図5は、図3より長尺製品のみを選択して表示した。ここでは、原質工程の入り口である離解設備に着目して結果を表示した。

【報告】

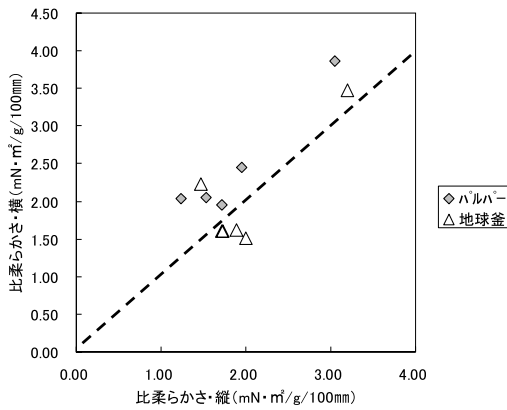


図5 古紙離解装置の違いによる柔らかさの傾向

菱形がパルパーで、三角が地球釜である。グラフの破線は、縦／横の値が1：1のラインである。興味深い点としては、破線の右下に位置する製品で、パルパー設備で生産された製品が見られない点である。破線右下に位置する製品は比柔らかさで縦よりも横の値が低い事を示す。この結果より離解装置の違いで製品の柔らかさに影響があることも考えられるが、断定するのは拙速であると考え。原料となる古紙の相違や、離解装置以外の除塵設備など他の原質工程の影響、抄紙機や抄紙条件の違い、加工工程など柔らかさに影響する因子の検討が不足しているからである。このため、離解装置の違いが製品の柔らかさに影響があるかどうかについては、他に考えられる因子を含めて検討を行う必要があり、今後の課題となる。

5. まとめ

品質評価は、坪量、破裂強さ、ほぐれやすさ、厚さ、白色度、柔らかさ（縦・横）、灰分、表面特性【MIU（表・裏）、MMD（表・裏）、SMD（表・裏）】、伸び率の15項目を国内外のトイレットペーパー70製品で実施した。今回の品質評価で国外の“ほぐれやすさ”が日本の品質規格を大幅に上回る値であるなど、特出した結果が得られたが、対象としたTP製品の形態や原料が異なるものであった

め、15項目の試験結果については、平均値での比較しか行えなかった。今後製品品質の比較を行う場合には、古紙パルプを原料とした県内製品の生産量は年間で約30万トンと全国の約3割のシェアを占める点を考慮して、古紙パルプ製品に絞るなど、対象とする製品や試験項目を絞って行う必要性を感じた。

柔らかさの評価についての考察では、製品の巻き長さ100mを超える長尺製品が加工工程で60m程度の製品に比べ強い力で巻き取られることで、柔らかさが発現したのではないかと推察した。また、原質工程の離解設備が柔らかさに影響する可能性を見いだした。ただし、柔らかさに影響する因子は、原料となる原料古紙、離解装置以外の原質工程設備、抄紙機、加工工程にもあると考えられるため、対象となる因子を絞って検討を行う必要がある。さらに、消費者がTP製品に求める品質は、例えば風合いが良くてしっかりした製品というように、一見矛盾するものもあるなど千差万別である。今回は柔らかさについて考察を行ったが、消費者ニーズを踏まえた品質評価の検討を行う必要性も感じた。

謝辞

本研究を行うにあたりトイレットペーパー製品の提供及び調査に協力いただきました県内家庭紙企業の皆様に深く感謝いたします。また、国外製品を提供いただきました企業様にも深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 日刊紙業通信：第16648号， 3 P， (株)日刊紙業通信社 (2012.3.13).
- 2) 齊藤将人他：トイレットペーパーの柔らかさ評価法の検討， 静岡県工業技術研究所研究報告， 第1号， 67-72 (2008) .
- 3) 望月彰人他：再生トイレットペーパーの柔らかさ向上について， 静岡県富士工業技術センター報告， 第6号， 16-19 (1996) .