

各種綿のふとん綿としての性能に関する研究

第2報 透湿性について

その1 荷重圧力の影響

松 下 為 隆

On the Characteristics of Various Fiber Mass as used Mattres.

Part 2. On the Moisture Transmission.

(1) On the Compressional Effects.

Tametaka MATSUSHITA

1. 緒 言

ふとん綿の圧縮特性については既に報告¹⁾したが、今回は前報の試料に塩化ビニル繊維の“テピロン”を追加し、レーヨン ス.フ. 及びその樹脂加工 ス.フ. を省略した。省略した理由は、樹脂加工のうち、ジメチロール尿素樹脂 及び Sumitex Resine M-3 によって木綿に近い圧縮特性を与えることは出来たが、総合性能において木綿に劣ることが判明したからである。更にレーヨン ス.フ. の代わりに 太デニールのポリノジック繊維を用いる方が、性能的に期待出来ると思われるからである。

透湿に関する報文は、高分子物フィルム及び成型品について、透過、拡散に関する理論的研究が多い²⁾。織物、繊維塊については報告³⁾が少ない。しかもその測定法も確立されていないため理論式が確立されていない。

2. 実 験 方 法

(1) 試 料

試料名

木 綿 わ た	(カクイ綿1号市販品)
テピロン ス.フ.	(東洋レーヨン市販品)
アロン ス.フ.	(東邦レーヨン 4.5 d 3")
テピロン ス.フ.	(帝人市販品)

以上4種の繊維を ABS 系市販洗剤温液で洗い、水洗風乾したものを用いた。

(2) 綿 量

吸湿曲線より絶乾重を求めた。したがって綿量はほぼ絶乾重となる。綿量として次の5種を秤量した。

0.375 g 0.750 g 1.500 g 3.000 g 6.000 g

(3) 温度

15±1°C 25±1°C

(4) 圧力

2.1 g/cm² 5.0 g/cm² 10 g/cm² 40 g/cm²

(5) 湿度

63±2% R. H.

(6) 時間

8時間, 24時間

(7) 測定容器

第1図に示す。

以上の各試料を直径5 cm, 厚さ約2 mmの円板層状とし略均一な層状となす。これを直径5 cmの塩化ビニール円筒に積層し, 各荷重において8時間加压状態に保って透湿する水分をCaCl₂に捕捉し秤量した。室内湿度測定は2時間毎に行った。

第1表 テトロンの透湿量 (mg)

室温 C°	湿度 % R. H.	綿量 g	圧力 g/cm ²			
			2.1	5	10	40
15±1	64±1	0.375	161	150	147	124
		0.750	134	127	117	106
		1.500	116	111	114	93
		3.000	85	87	92	84
		6.000	84	79	78	68
26	65	0.375	329	339	300	265
		0.750	288	260	251	210
		1.500	248	228	208	177
		3.000	224	202	190	164
		6.000	237	154	144	127

第2表 テピロンの透湿量 (mg)

室温 C°	湿度 % R. H.	綿量 g	圧力 g/cm ²			
			2.1	5	10	40
16±1	64±1	0.375	163	157	158	127
		0.750	139	130	148	107
		1.500	127	122	123	91
		3.000	117	103	107	77
		6.000	87	87	85	79
24	63	0.375	287	255	260	226
		0.750	201	225	226	175
		1.500	193	184	182	146
		3.000	169	160	142	126
		6.000	116	110	127	92

第 3 表 ア ロ ン の 透 湿 量 (mg)

室 温 °C	湿 度 % R. H.	綿 量 g	圧 力 g/cm ²			
			2.1	5	10	40
16	65	0.375	170	162	159	134
		0.750	139	133	135	114
		1.500	131	129	130	116
		3.000	121	116	128	121
		6.000	114	113	135	124
24.5±0.5	62	0.375	286	264	248	215
		0.750	232	238	215	186
		1.500	205	212	200	180
		3.000	184	175	187	178
		6.000	168	177	173	208

第 4 表 木 綿 の 透 湿 量 (mg)

室 温 °C	湿 度 % R. H.	綿 量 g	圧 力 g/cm ²			
			2.1	5	10	40
16±1	65	0.375	169	153	154	145
		0.750	160	142	144	141
		1.500	153	135	140	140
		3.000	152	142	143	141
		6.000	146	139	146	147
27.5	65	0.375	319	313	323	220
		0.750	274	277	287	205
		1.500	266	271	273	211
		3.000	262	260	273	247
		6.000	243	240	263	275

3. 実 験 結 果

各試料の見掛けの透湿量を第1表、第2表、第3表、第4表及び第2図、第3図、第4図、第5図に示す。

次に各試料が室内にて吸湿平衡状態となっているため 試料を塩化ビニール製測定容器に入れた後 容器にふたをし試料の吸湿している水分と、繊維間隙及び測定容器中に含まれている空気中の水分を測定して第5表の結果を得た。

第 5 表 各 試 料 の 既 含 水 分

繊 維	室 温 °C	湿 度 % R. H.	綿 量 g	圧 力 g/cm ²			
				2.1	5	10	40
テトロン テビロン アロン	13±1	64±1	0.375~6.000	67±3	68±4	72±5	72±5
	"	"	"	57±6	58±5	59±4	60±5
	"	"	"	80±4	84±4	84±4	83±5
木 綿	"	"	0.375	70	75	79	78
			0.750	86	84	94	95
			1.500	97	100	109	114
			3.000	112	120	116	113
			6.000	112	121	118	119

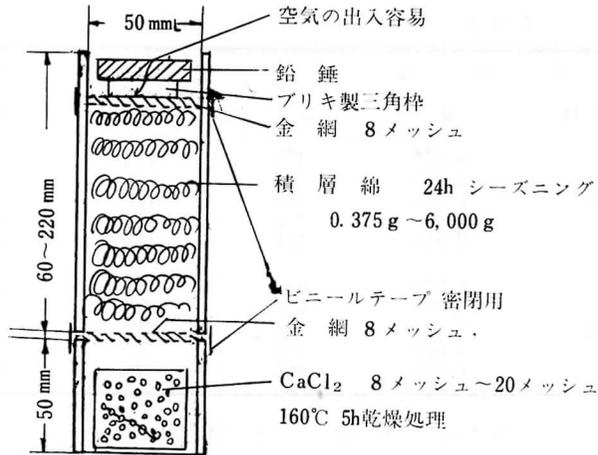


Fig. 1. 測定容器

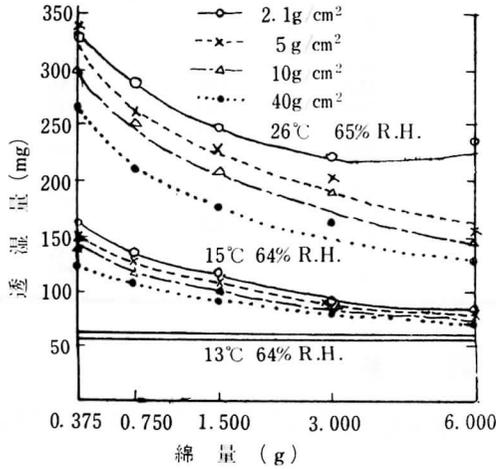


Fig. 2. テトロンの透湿曲線

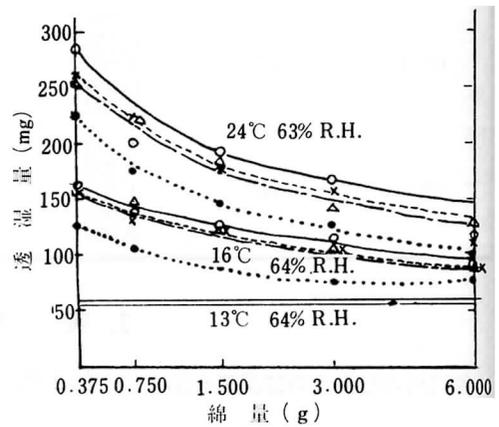


Fig. 3. テピロンの透湿曲線

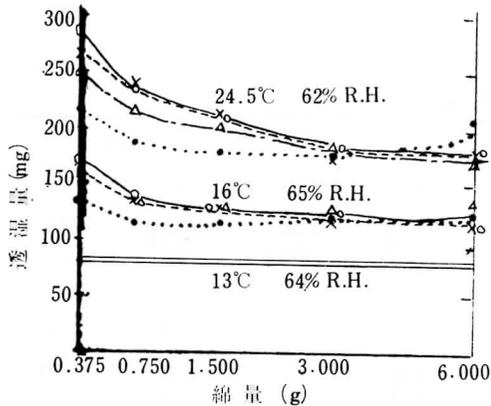


Fig. 4. アロンの透湿量線

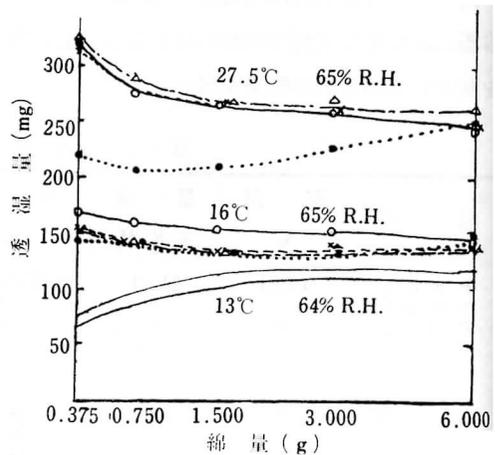


Fig. 5. 木綿の透湿曲線

4. 考 察

恒温・恒湿の試験室がないため温度は $15 \pm 1^\circ\text{C}$ と $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、湿度は $63 \pm 2\%$ R. H. に限定した。各測定値は 3 回以上の平均値をとったので実験回数は 846 回に達した。

ふとん綿における透湿は人体表面からの不感知性発汗が、繊維塊を通じて大気中に透湿することである。又既に吸湿している場合には体温によってふとん綿から水分が蒸散することもある。

本実験において透湿量として測定された水分は、

- i 大気中で吸湿平衡状態となっている綿の含湿水分が CaCl_2 によって乾燥捕捉されたもの
- ii 繊維間隙及び測定容器中にある空気中の水分が、 CaCl_2 により捕捉されたもの
- iii 大気中の水分子が、分子運動によって繊維間を通過して CaCl_2 に捕捉されたもの
- iv CaCl_2 側の綿の水分が放散されるため、順次大気側の綿から吸湿し、放湿と吸湿とが繰り返され、いわゆる透湿平衡状態において CaCl_2 に捕捉された水分。

以上 4 種の水分が含まれる。この中 (i) の水分は吸湿性の大きな木綿では大きく、非吸湿性のテビロンではゼロである。アロン、テロンはその中間である (ii) の水分は計算上は 4 mg 以下であるので無視出来る。(iii) の水分は繊維量、荷重圧力、圧縮特性、温度等が影響する。此等の Factor は相互に函数関係があるので複雑であるが、温度については、

$$U = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

U : 自乗平均速度

M : 分子量

R : 気体恒数

T : 絶対温度

で表わされる分子運動速度の変化を与える。したがって温度のみの影響としては、温度の平方根に比例して水分子は繊維間隙を通過して CaCl_2 に捕捉される筈である。(iv) の水分は吸放湿平衡状態において CaCl_2 に捕捉される水分であるから吸放湿が定常状態にあれば木綿が最大で、アロン、テロン、テビロンの順に小となる。

以上の点から測定容器にふたをして密閉すると、(i) (ii) の水分が測定されるので、この値を見掛けの透湿量から差引いた数値が (iii)、(iv) による真の透湿量となる。(i) (ii) の水分はテビロン、テロン、アロンに於いて、繊維量が 0.375 g 乃至 6.000 g の範囲においては、その影響は ± 6 mg の範囲内にあり、且つ繊維量と函数関係にない。又 ± 5 mg は測定誤差範囲とした。但し木綿においては繊維量の影響が明らかであるので木綿だけ別に考慮した。

(1) 綿量の考察

綿の量が小で、したがって厚さのうすい場合は、(iii) の影響が大きい。しかし綿の量が 3.000 g 以上の場合は 15°C 付近での透湿量は殆んど綿量の影響をうけなくなる。この傾向は特に綿、アロ

ン等の吸湿性繊維においていちぢるしい。

(2) 圧力の考察

圧力が大きい程繊維間隙は小となり、荷重が $2\text{ g/cm}^2 \rightarrow 40\text{ g/cm}^2$ と変われば厚さは約 $1/4$ となる。圧力が増せば透湿量は減少するが、親水性繊維の木綿においては繊維そのものを通じて吸着された水分が拡散するため、逆に増大する傾向を示す。圧力の影響は木綿において最も少ない。テビロンは 15°C 付近ではテトロンよりやや透湿量が多いが 25°C 付近においてはテビロンは“へたり”のため透湿量はテトロンより少ない。 $6.000\text{ g}; 40\text{ g/cm}^2$ の状態においては、テトロン、テビロンの透湿性はゼロとみてよい。綿量が小で圧力も小であればアロン、テトロン、テビロンの順に透湿量は減少する。24時間の測定においても同様の傾向を示し、綿の量 6.000 g の場合の透湿量は木綿、アロンが大きくテトロン、テビロンは約半分以下である。

(3) 温度の考察

温度の影響は水分の吸湿に関するものと、繊維の熱軟化に関するものとが含まれる。熱軟化の影響は、ふとん綿として考える場合はテビロンだけである。透湿性に関する温度の影響は大きく、温度 15°C の上昇により2～3倍に増大する。特に木綿は、圧力が大きい場合でも透湿性が大きい。これは、木綿は圧縮抵抗が大きく圧力が大となっても繊維間隙が他の繊維より大きいことと、親水性であるため高湿側から低湿側への水分子の拡散透過が容易であるためと考えられる。テビロンは熱軟化点が低いため、温度上昇の影響が大きく、いわゆる“へたり”のため不透湿性の不織布に近い状態となり、透湿性は極めて小さい。

5. 結 論

以上の考察を、消費科学的立場から総括する。

8時間の睡眠により約 200 g の水分がふとんを通じて吸収及び透湿されるのであるが、透湿性は大きい方がよいと考えられる。敷ふとん用としては、木綿は圧縮抵抗大で透湿性最も良く、次にアロンとなる。テトロン、テビロンは圧縮抵抗においても透湿性においても圧力が 10 g/cm^2 以上においては不可といえる。特にテビロンは 25°C になると透湿性は殆んどゼロになってしまう。掛けふとん用としては常用圧力が 1 g/cm^2 以下であるため、いずれの繊維でも大差ない。軽いふとんで、保守管理が容易と云う意味からは、比重小で Bulky なテトロンがよいと云える。

保温性、寝心地、滑り等については、更に研究を続ける予定である。

試料繊維アロンを御寄贈下さった東邦レーヨン K. K. に謝意を表し、又実験に協力された古藤澄子嬢にも併せて謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- 1) 松下為隆：鹿大教紀要 **15**, 93 (1963)
- 2) 矢野 泰：工化 **59**, 773 (1956)
ASTM : E 96—53 T : Part **6**, 1655 (1955)
石川欣造：繊維学会誌 **11**, 414 (1955)
- 3) 多田千代, 盛田テル：家政誌 **11**, 39 (1960)
多田千代：家政誌：137 (1957)
中島朝子, 中島清子, 花田嘉代子：家政誌 **13**, 23 (1962)
辻村美津, 佐野陶子：家政誌 **13**, 29 (1962)