

## 市販布の通気性について (第一報)

### — 布の通気性と保温性の関係について —

吉 村 亞矢子  
和 田 園 子

#### Abstract

We carried out various experiments before washing to examine the relationship between the “air permeability” and “thermal insulation” of several marketable fabrics.

The types of fabrics we used in these experiments were cotton, cotton/polyester blend, cupra rayon/silk blend, nylon, polyester, and, polyester/polyurethane blend.

In addition, we then washed the fabrics and carried out the same experiments again.

The results obtained are as follows :

- 1) Although “air permeability” and “thermal insulation” are related, our studies could not definitely establish the relationship between them.
- 2) The relationship between “air permeability” and fabric thickness depends on the type of fabrics.
- 3) After washing, “air resistance” is reduced due to a lack of necessary finishing processes.

**Key Words :** air permeability, air resistance, thermal insulation.

## 1. はじめに

布の運氣性は、衣服の保温性と快適性に重要な役割をもっている。

繊維の短所を補うため、混紡、交織が施されてきた。しかし、現在では、消費ニーズの多様化によって、高度な性能が望まれるので、混紡、交織のみでは対応出来なくなってきた。

そこで、布に物理的、化学的な処理を行って性能を改善する仕上げ加工技術が開発されている。

本報では、市販布の木綿、木綿/ポリエステル、キュプラレーヨン/絹、ナイロン、ポリエステル、ポリエステル/ポリウレタンの無混紡及び混紡布を用い、仕上げ加工としてはオイルクロス、ワッシャー、撥水、ソフトエントラント、シワ、レル、減量、染色、高光沢、ストレッチ、防縮の各加工、無加工の18種類を用いて、通気性及び保温性の検討を行った。

18種類の市販布の用途は、スキーウェア、スポーツウェア、ジャケット、ライトコート、スィムウェア、レオタード、ドレス、スーツ、フォーマルドレス、ランジェリーと多岐にわたる。

また、洗たくの繰り返しにより、加工剤の脱落などにより通気性及び保温性がどのように変化するかも検討したので報告する。

## 2. 実験方法

Table 1. 試験布の性質

試験布No	織物名	材質	加工	特徴 / 用途
1	ブロード	綿 100%	シルケット加工	100番手ブロード/ブラウス、シャツ、シーツ
2	ユニチカローン	綿 100%	オイルクロス	空気制御性(防寒性)に優れる/ブルゾン、ジャケット
3	スタナーツイル エントラント	ナイロン 100%	ワッシャー・撥水・ソフトエントラント®加工	特殊複合化技術による合成繊維独自の高性能性/スキーウェア
4	スタナー <sup>デン</sup> Xタッサー	ナイロン 100%	シワ、撥水加工	ブライト異型断面糸同士の特殊複合化技術/スポーツウェア
5	レルレビーシルク混 コート地	キュプラ 90% 絹 10%	レル®, 撥水コーティング加工	ベンベルグ®特有の上品な光沢としなやかさに絹をブレンド/ライトコート
6	プロップⅣファイユ	ポリエルテル 100%	減量、染色加工	特殊高応力収縮糸と他の新合繊を多層渦流エア交絡加工技術により複合化/ブラウス、ドレス
7	プロップⅣデシン	ポリエステル 100%	減量、染色加工	ポリエステル新原織「プロップ」と多重多型混成糸とを複合化/ドレス、ブラウス
8	トリコット FC 加工	ポリエステル 100%	FC 加工(高光沢、ストレッチ加工)	サランにも似た美しく艶やかな光沢とドレープ性、ストレッチバック性を持つ/ランジェリー
9	パコニア® ブロードクロス	ポリエステル 100%	シワ加工	ポリエステル原綿にセラミックスを練込んだ素材/ブラウス、スーツ
10	ラピア®Ⅴサテン	ポリエステル 100%		三角断面構造を持つ制電加工糸/フォーマルドレス、ランジェリー
11	シルミー 5 サテン クレープ	ポリエステル 100%	無地染	ポリエステル異収縮混織糸で上品な光沢とドレープ性に優れる/ブラウス、ドレス
12	ミロード 6 クレープ デシン	ポリエステル 100%	無地染	ポリエステルのサイドスリットヤーン使用で爽やかな肌触りとドレープ性がある/ブラウス、ドレス
13	シルミー 5 クリスタル クレープ	ポリエステル 100%	無地染	ポリエステル異収縮混織糸でタテ糸に通常より太い糸を使用した中肉クレープ/ブラウス、ドレス
14	トリコットスエード	ポリエステル82% ポリウレタン18%		スエードの風合いを最大限に生かした 2WAY ストレッチ素材/スィムウェア、レオタード
15	“レルレビー®”シルク 混ブロード	キュプラ 90% 絹 10%	レル®加工(恒久防縮加工)	吸・放湿性、制電性、肌触りをそのままに加工/ブラウス、ジャケット
16	“シエゼール®”	キュプラ 90% 絹 10%	スワサーブ®加工 (サンドウォッシュタイプ)	独特の表面効果と風合いがある/ブラウス、スーツ、ジャケット
17	2WAY トリコット トリンティ®	ナイロン 85% ポリウレタン 15%	浸染加工	新タイプのポリウレタン繊維で水中塩素に対する耐久性向上/スィムウェア、レオタード
18	ブロード	ポリエステル 65% 綿 35%	シルケット加工	60番手ブロード/ブラウス、シャツ、シーツ

\*ユニチカ(株): 2、6、7、11、12、13      東レ(株): 3、4、8、14、17  
 (株)旭化成テキスタイル: 5、15、16、      クラレ(株): 9      帝人(株): 10

## 2-1 試験布の準備

試験布は通気性試験及び保温性試験との共通試料で30×30cmのものを2枚採取し、1枚はそのままの状態、残りの1枚は一般家庭用洗濯機（全自動 National NA-F45Y5）を使用し、標準洗濯（弱アルカリ性合成洗剤 25g/30ℓ）を5回繰り返したものを用意した。また、未洗濯試験布と洗濯済試験布のそれぞれの布の厚みを厚み計（UPRIGHT DIAL GAUGE RI-B OZAKI MFG. CO., LTD.）により測定を行った。

さらに、未洗濯試験布及び洗濯済試験布の重さを電子天秤（Chyo Balance JP-160）により計量した。

## 2-2 通気度試験機による測定

布及び繊維の通気性を精度よく簡便に計測することを目的とした通気度試験機 KES-F8-API（KATO TECH CO., LTD）を使用した。この試験機はプランジャー/シリンダーのピストン運動によって定流量空気を試料に送り、大気中へ試料を通して放出、吸引する機構で、1サイクル10秒以内に試料による圧力損失を半導体差圧ゲージを用いて計測し、試料の通気抵抗 $R_a$ をデジタルパネルにより直読する。

測定原理は定常流差圧測定方式をとっており、

$$V = \Delta P / R \text{ または } V = C \Delta P$$

$V$  ; 単位面積当たりの通気量、 $\text{m}^3/\text{m}^2 \text{ S}$

$\Delta P$  ; 圧力差、 $= P_1 - P_2$ 、 $P_a$  ( $= \text{N}/\text{m}^2$ )

$R$  ; 通気抵抗、 $P_a \cdot \text{S}/\text{m}$

$C$  ; 通気度、 $\text{m}/P_a \cdot \text{S}$

従って $R$ 、 $C$ は

$R = \Delta P / V$ 、 $C = 1 / R$ の様に求めることができ、この装置では $V$ は一定で、 $4 \times 10^{-2} \text{m}^3/\text{S}$  ( $= 4 \text{ cc}/\text{S} \cdot \text{cm}^2$ ) となる。

試験布は、保温性試験との共通試料（30×30cm）のものを採取し、測定位置を変えて5回測定し、平均値を求めた。また、SENSがLでも測定できない程通気抵抗の高いものは、ギアを換えてピストン速度を0.2cm/secにして測定を行った。なお、標準ギアのピストン速度は2cm/secである。

圧力差は、Lレンジにて200Pa/Vに較正してある。ただし、Pa（パスカル）は次のような単位である。

$$1 \text{ g}/\text{cm}^2 = 98.07 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ kg} = 9.807 \text{ (ニュートン)} \quad (1 \text{ Pa} = 1 \text{ N}/\text{m}^2)$$

水柱1cmの圧力が、 $1 \text{ g}/\text{cm}^2$

$$= 9.807 \times 10^{-3} \text{ N} / 1 \text{ m}^2 \times 10^{-4}$$

$$=98.07\text{Pa}$$

通気抵抗“R”は、電気抵抗と同じように圧力/通気量で表され、この装置では通気量を一定にして、圧力と通気抵抗が比例することにより圧力差から通気抵抗を計算する。

$$R = \Delta P / V$$

$\Delta P$  : 圧力差

V : 単位面積当りの通気量  $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{S}$

この装置のVは、 $4 \times 10^{-2} \text{m}/\text{S}$  ( $=4\text{cc}/\text{S} \cdot \text{cm}^2$ ) である。

シリンダー内直径は4 cmであり、シリンダー断面積Sは、

$$S = 2^2 \times \pi = 4 \pi \text{ cm}^2$$

ピストン運動スピードは  $2 \text{ cm}/\text{S}$  であるから、流量は、

$$4 \pi \text{ cm}^2 \times 2 \text{ cm}/\text{S} = 8 \pi \text{ cm}^3/\text{S} \text{ である。}$$

次に、通気穴の直径は2.828cmであるから通気穴面積Aは、

$$A = 1.414^2 \times \pi = 2 \pi \text{ cm}^2$$

単位面積当りの通気量Vは、流量/通気穴面積であるから、

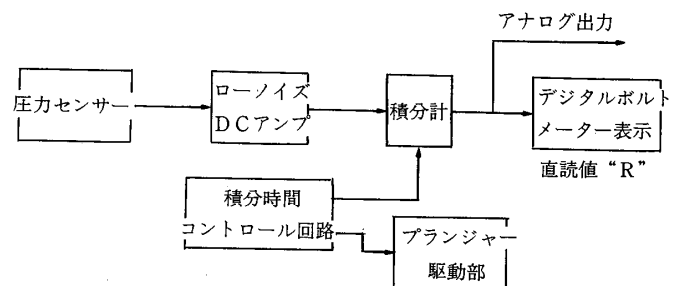
$$\begin{aligned} V &= 8 \pi \text{ cm}^3/\text{S} \div 2 \pi \text{ cm}^2 \\ &= 4 \text{ cm}^3/\text{S} \cdot \text{cm}^2 \\ &= 4 \text{ cm}/\text{S} \quad (1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}) \\ &= 4 \times 10^{-2} \text{ m}/\text{S} \end{aligned}$$

圧力差は、Lレンジにて  $200\text{Pa}/V$  であるから、例えば出力電圧が1 Vであれば通気抵抗“R”は、

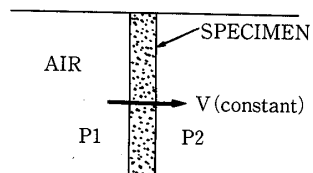
$$\begin{aligned} R &= 200\text{Pa} / 4 \times 10^{-2} \text{ m}/\text{S} \\ &= 5000\text{Pa} \cdot \text{S}/\text{m} \\ &= 5 \text{ KPa} \cdot \text{S}/\text{m} \end{aligned}$$

となる。

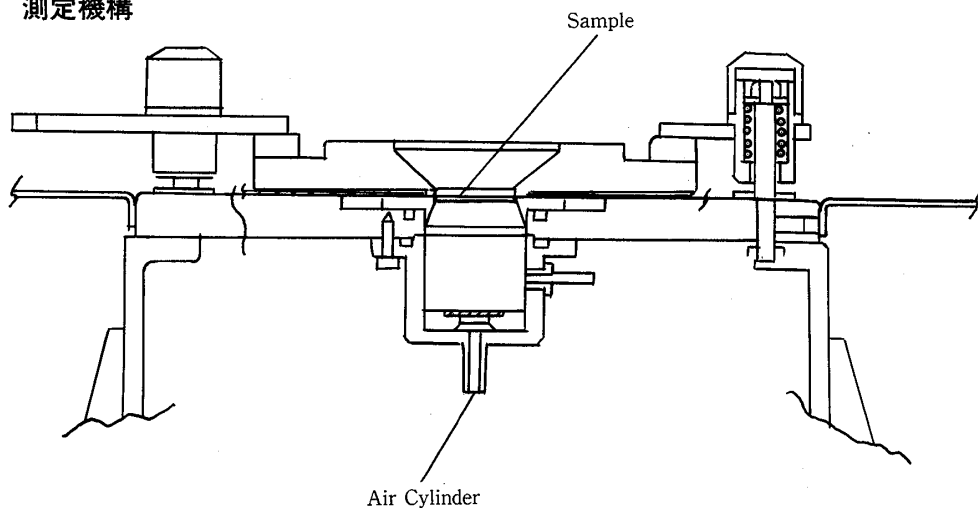
## 構成



## 測定原理 定常流差圧測定方式



## 測定機構



### 2-3 保温性試験機による測定

一般織物・編物及び各種保温材等の保温率を測定することを目的とし、JISL-1096 及び A.S.T. M. D-1518-57T に準じて製作された保温性試験機（㈱大栄科学精器製作所製）を使用した。

この試験機は、人間の体温（36℃）を標準として平らな状態で試験片の自然な放熱量を測定し、次式により保温率を求める。

$$Q(\%) = (1 - \frac{b}{a}) \times 100$$

Q；保温率

a；試験片を置かないブランク状態の放熱量

(cal/cm<sup>2</sup>/S または w/h) { J/cm<sup>2</sup>/S }

b；試験片を置いた状態の放熱量

(cal/cm<sup>2</sup>/S または w/h) { J/cm<sup>2</sup>/S }

試験片は、30×30cmのものを採取し「シワ」を有するものは伸ばし、室温20±2℃、湿度65±5%の室内に10時間以上放置しておいたものを使用し、先ずブランク状態で7200秒間試験を行い、続いて試験布に移り測定した。

## 3. 実験結果

Table 2. Air Permeability (Before Washing)

Samples (No.)	Air Permeability R					Mean
	1	2	3	4	5	
1	1.36	1.47	1.49	1.33	0.39	1.41
2	49.50	55.80	36.20	57.40	55.80	50.94
3	24.90	24.30	22.70	22.90	37.40	26.44
4	3.96	3.91	3.89	4.18	4.19	4.02
5	6.11	6.01	5.66	5.36	6.37	5.90
6	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
7	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
8	0.17	0.13	0.14	0.14	0.13	0.13
9	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.10
11	0.10	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10
12	0.25	0.26	0.25	0.26	0.27	0.26
13	0.18	0.18	0.17	0.19	0.19	0.18
14	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
15	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
16	0.24	0.23	0.25	0.27	0.26	0.25
17	0.07	0.07	0.88	0.09	0.08	0.08
18	0.91	0.89	0.95	1.02	0.92	0.94

Table 3. Air Permeability (After Washing)

Samples (No.)	Air Permeability R					Mean
	1	2	3	4	5	
1	0.27	0.27	0.27	0.27	0.28	0.27
2	1.98	1.80	1.79	2.04	1.62	1.85
3	36.70	33.00	27.50	26.50	31.40	31.02
4	3.15	3.50	5.17	4.99	3.37	4.04
5	0.90	0.95	0.99	1.12	1.19	1.03
6	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
7	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
8	0.10	0.08	0.08	0.09	0.10	0.09
9	0.26	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
10	0.09	0.09	0.08	0.90	0.08	0.09
11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
12	0.21	0.25	0.22	0.24	0.20	0.22
13	0.21	0.20	0.20	0.20	0.19	0.20
14	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
15	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
16	0.18	0.19	0.22	0.20	0.22	0.20
17	0.09	0.10	0.09	0.07	0.07	0.09
18	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27



Table 4. (Before Washisg)

Samples (No.)	Thickness T (mm)	Weight W (mg/cm <sup>2</sup> )	Air Permeability R	Thermal Insulation (%)
1	0.214	10.81	1.41	6.1
2	0.125	8.69	50.94	11.5
3	0.371	16.47	26.44	7.0
4	0.256	12.70	4.02	10.5
5	0.152	10.24	5.90	8.6
6	0.310	12.91	0.27	4.2
7	0.283	10.40	0.27	7.6
8	0.208	10.44	0.13	39.8
9	0.230	12.32	0.27	17.4
10	0.196	8.39	0.10	10.7
11	0.253	10.87	0.10	13.7
12	0.192	8.74	0.26	5.4
13	0.202	8.52	0.18	2.3
14	0.620	23.16	0.27	42.4
15	0.211	13.48	0.27	34.8
16	0.280	14.04	0.25	27.3
17	0.684	19.38	0.08	14.1
18	0.210	11.57	0.94	10.6

Table 5. (After Washing)

Samples (No.)	Thickness T (mm)	Weight W (mg/cm <sup>2</sup> )	Air Permeability R	Thermal Insulation (%)
1	0.228	12.20	0.27	22.1
2	0.170	10.06	1.85	17.2
3	0.391	17.70	31.02	21.0
4	0.270	14.53	4.04	5.9
5	0.172	11.93	1.03	8.2
6	0.312	14.06	0.27	13.5
7	0.290	12.36	0.27	10.3
8	0.212	12.56	0.09	25.3
9	0.241	13.11	0.27	21.5
10	0.207	10.23	0.09	33.1
11	0.251	12.00	0.10	22.3
12	0.183	9.83	0.22	17.2
13	0.209	10.09	0.20	22.9
14	0.658	29.22	0.27	32.0
15	0.245	15.42	0.27	14.8
16	0.320	14.69	0.20	23.7
17	0.655	23.70	0.09	6.9
18	0.230	11.28	0.27	22.0

Fig 1. Air Permeability Before and After Washing

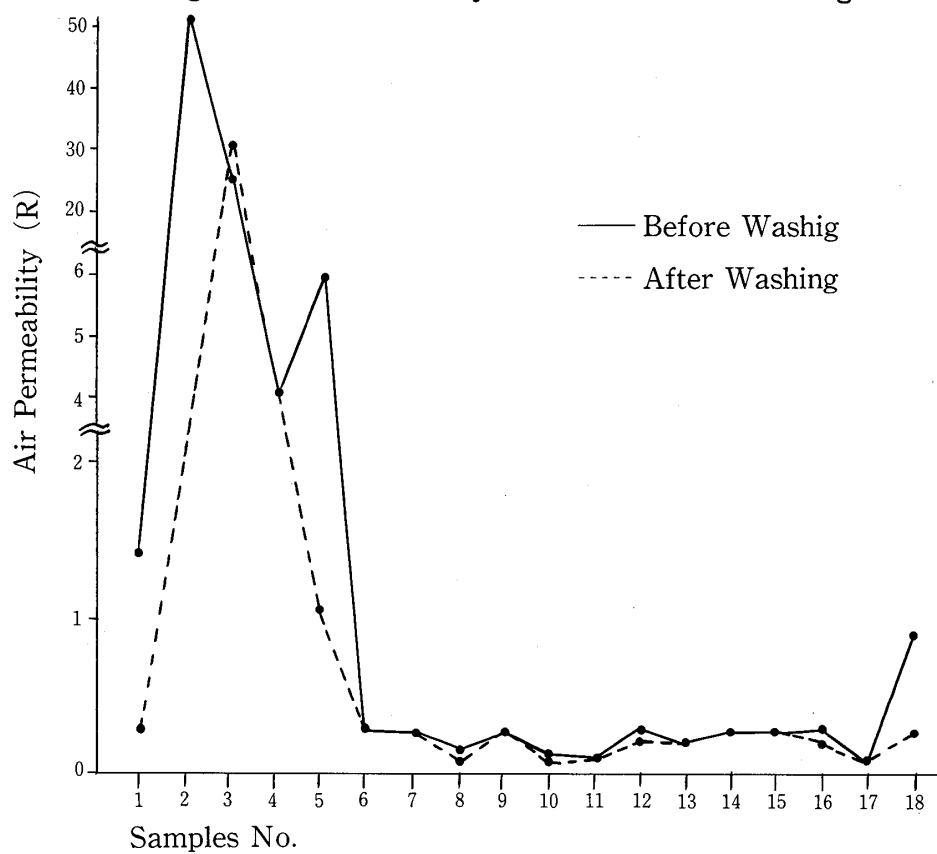


Fig 2. Thermal Insulation Before and After Washing

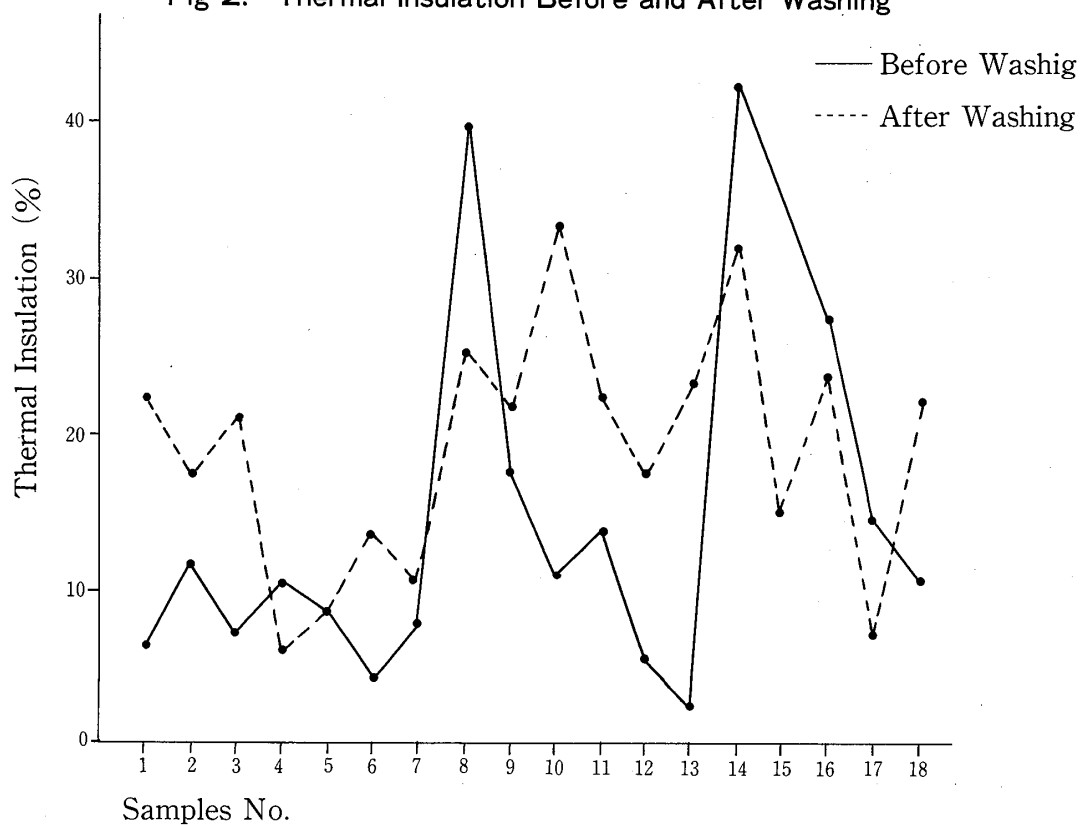


Fig 3. Comparison of Air Permeability and Thermal Insulation (Before Washing)

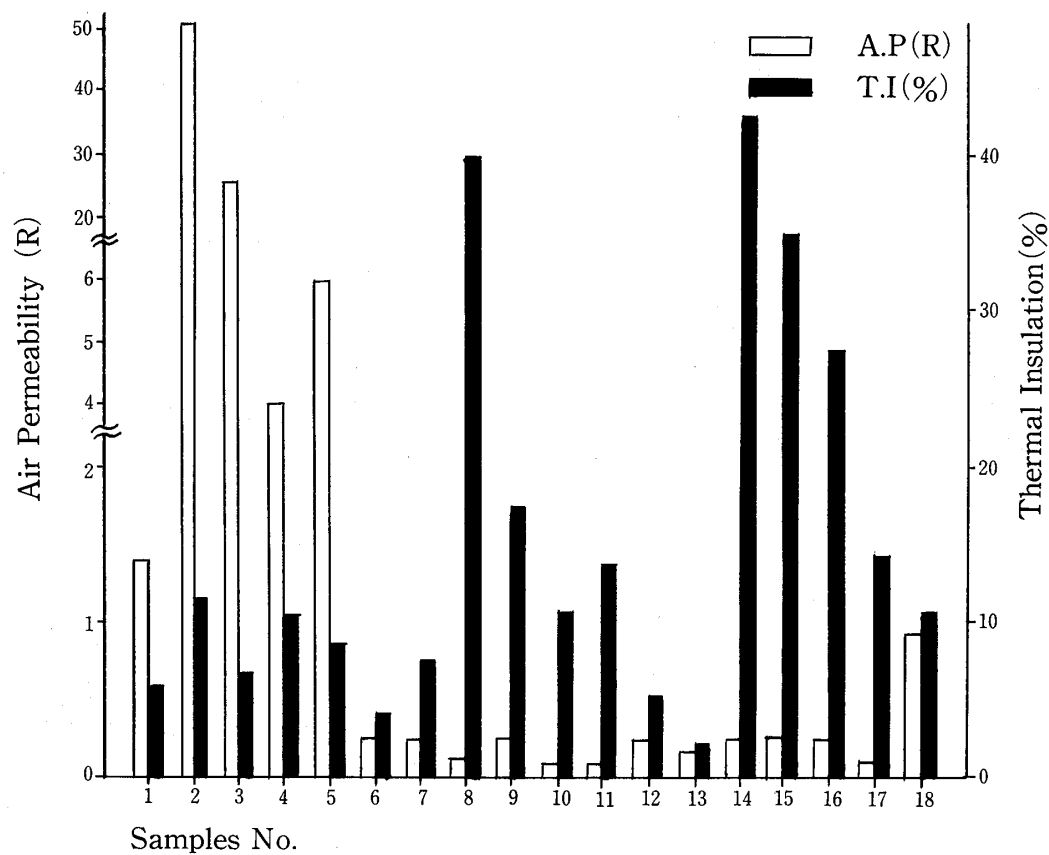
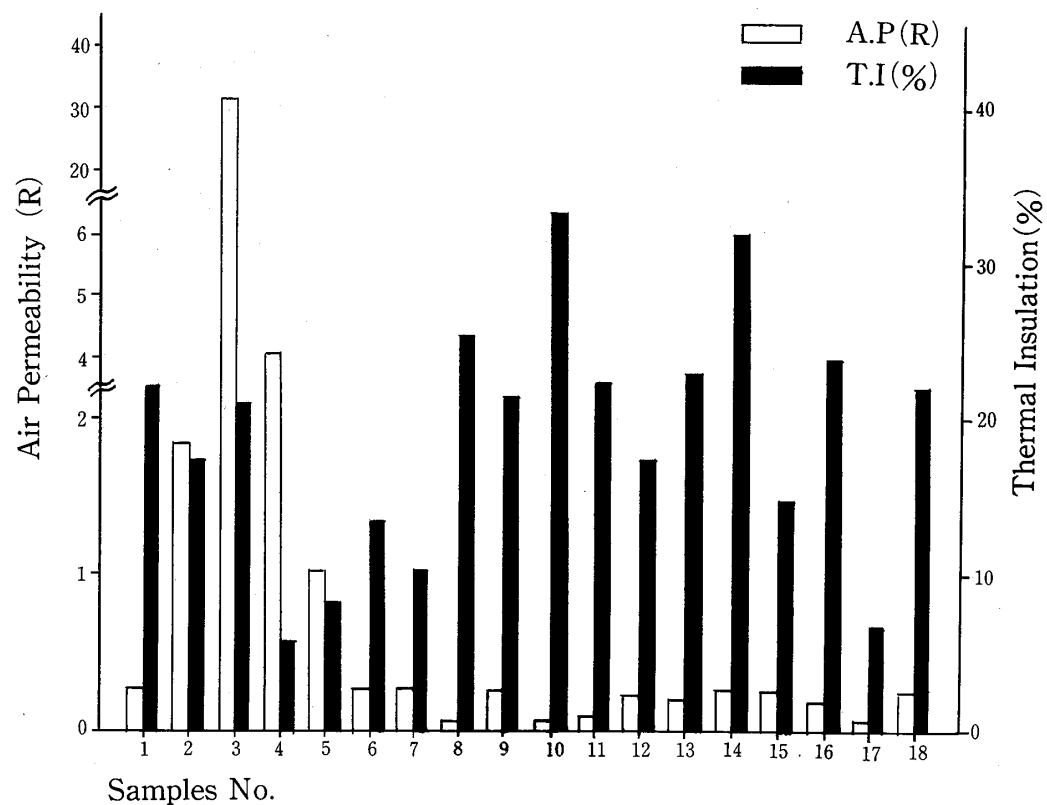


Fig 4. Comparison of Air Permeability and Thermal Insulation (After Washing)



#### 4. 考 察

1. 通気性については、布の構造、布の厚さT、重さWと仕上げ加工（糊つけも含む）の種類によって異なるのが普通であるが、仕上げ加工には種々なものがあり、通気抵抗度Rは大きく変化することが認められた。

まず、Table 2 に示すように、試料No. 2、No. 3、No. 4、No. 5 については、繊維は綿ブロード、ナイロン、キュプラ/絹であるが、通気抵抗度Rは大きい。それらの布には、仕上げ加工としてオイル加工、撥水加工、レル加工などが施されている。布の用途もブルゾン、ジャケット、スキーウェア、スポーツウェア、ライトコート用である。

これらに比べて試料No. 17、No. 11、No. 8、No. 13、No. 14、No. 15、No. 6、No. 7 は通気抵抗度Rは小さい。繊維はポリエステル、ポリエステル/ポリウレタン、ナイロン/ポリウレタンで、仕上げ加工として、FC 加工、浸染加工及び無加工である。布の用途はスイムウェア、レオタード、ブラウス、ドレスなどである。

つぎに、洗濯を繰り返した布については、Table 3 及び Fig 1 に示すように、試料No. 2、No. 3、No. 4 については通気抵抗度Rは大きい。洗濯前と比較すると、No. 3 以外は通気抵抗Rは小さくなっている。特に、No. 5 については $R=5.90$ から $R=1.03$ とかなり小さくなっている。これらは加工剤が脱落したものと考えられる。また、布地は洗濯により、Table 4、5 に示すように厚さT、重さWは増加している。

2. 保湿性については、繊維の種類、布の厚さT、によって異なると考えられるが、今回の実験の結果では試料No. 14、No. 8、No. 15、No. 16が保温性が良い。繊維は、ポリエステル/ポリウレタン、ポリエステル、キュプラレーヨン/絹で、仕上げ加工はスエード加工、FC 加工、レル加工、スワサーブ加工が施されている。布地の用途はスイムウェア、レオタード、スーツ、ジャケットなどである。これらに比べて試料No. 13、No. 6、No. 12、No. 1、No. 3 は保温性が低い。繊維はポリエステル、綿、ナイロンで、加工はシルケット加工、ワッシャー加工、減量加工、染色加工が施されている。布の用途は、ブラウス、ドレスなどである。

つぎに、洗濯の繰り返し後測定した結果を Fig 2 で示すように、試料No. 4、No. 8、No. 14、No. 15、No. 16、No. 17の6 試料が保温性が低くなり、12試料は良くなっている。これは、洗濯の繰り返しにより加工も脱落するが、布の厚さT、重さWは増加しているのでこのような結果となったとみられる。

## 5. ま と め

種々の用途の市販布を用いて、通気性及び保温性について実験を行った。通気性及び保温性は、被服材料の用途に応じて、それぞれ考えなければならないと思われる。日本の気候に合った衣類（夏服から冬服まで）が、これらの着用性能のみを支配するわけではないが、大変重要な性能である。本報では、18種類の試料で検討を行った結果、つぎのことが明らかになった。

1. 布の通気性と保温性の相関関係は、Fig 3、4に示すように顕著ではない。
2. 布の厚さTと通気抵抗度Rとの関係についても、Table 4、5に示すように顕著ではない。
3. 洗濯の繰り返しによって、通気性も保温性も変化することが明確であり、これは、被服材料の耐久性とも関係が深い。本報では、ランドリーのみであるが、ドライクリーニングを行えばまた異なったデータが得られたと思われる。
4. 洗濯の繰り返しにより、厚さT、重さWは増加している。布の通気性はW/Tの影響があると考えられる。

以上の点が明らかになったが、被服材料は用途によって通気性及び保温性がどの程度が適当であるかは、まだまだ研究の余地があると考えられる。本報は一枚の布の通気性及び保温性の検討を行ったが、冬の衣料として重ね布の検討も次報の課題としたい。

## 参考文献

- 1) 日本規格協会：JIS L-1096
- 2) 川端季雄：通気性測定装置の開発とその応用 繊維機械学会誌 Vol. 40 No. 6 (1987)
- 3) 中西正恵、丹羽雅子：被服材料の通気性に関する研究(第1報) 日本家政学会誌 Vol. 40 No. 9 (1989)
- 4) 吉村亜矢子、小松原好美：市販布の風合い試験について(第1報) 夙川学院短期大学研究紀要 第1号(1977)