

多重層布の燃焼性状

—衣服の表地と裏地との組み合わせ—

Flammability Characteristics of Layered Fabric Assemblies —Combination of Face- and Lining-Fabrics for Apparel—

石橋 博・浜崎 洋子

Hiroshi ISHIBASHI · Yoko HAMASAKI

(Received September 7, 1987)

1. 緒 言

各種衣服用生地の燃焼性はかなりよく研究されている。しかし、実際には、それらは表地・裏地として組み合わせられたり、さらに、上衣、中衣、下着のように重ね合わされて着用されたりしている。実際の着衣着火事故もこのような条件の下で起こっている。したがって衣服の燃焼性では、多くの素材の布地が重ね合わされた、いわゆる多重層状態での燃焼性状を知ることが、極めて重要である^{1)~4)}

本研究は、衣服の表地と裏地との関係の組み合わせ、特に婦人子供用の衣服、たとえばワンピース・スカートなどを想定して、表地と裏地との二重層の燃焼性を測定し、燃焼危険性を比較することによって、燃焼性の観点から裏地の選定に役立つことを目的とした。表地には易燃性の綿100%、難燃性の毛100%および熱溶融性のポリエステル100%の布地を、裏地には易燃性のキュプラ100%および熱溶融性のポリエステル100%の布地を選んだ。

衣服の燃焼性試験方法には種々あるが、ここでは衣服の形態を模擬したマッシュルーム形衣服燃焼性試験機による方法によった。試験体への着火方法には、表面接炎とエッジ接炎とがある。着衣着火の事故例では表面着火の方が多いとみられることから⁵⁾、通常のマッシュルーム法⁶⁾では表面接炎の方法が採られている。本研究では、表面接炎とエッジ接炎の両条件について燃焼性を測定した。なお、エッジ接炎の際には、実際のスカートなどに見られるようなヘムを作成し、そのエッジに接炎を行った。また、表地と裏地を間隔なしで重ね合わせたものに加え、

実際の衣服で見られるようなギャザーをつくり、表地・裏地間に若干(2~3cm)の間隔を設けたものについても実験し、比較した。

2. 実験方法

2.1 試験試料

試験試料は第1表に示すとおりで、いずれも0.1%非イオン系界面活性剤水溶液中に入れ、40℃で10分間洗浄したのち、十分に水洗し乾燥する。

第1表 試験試料

	組成 (%)	組織 (生地名)	単位面積当たりの質量 (g/m ²)	厚さ (mm)
表地	綿 100	平織 (ブロード)	127	0.26
	毛 100	平織 (ジョーゼット)	244	0.48
	ポリエステル 100	平織 (ファイユ)	100	0.20
裏地	キュプラ 100	平織 (デシン)	57	0.16
	ポリエステル 100	平織 (デシン)	79	0.15

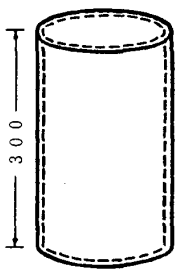
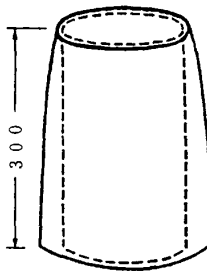
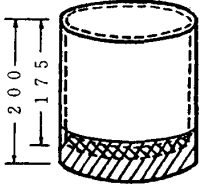
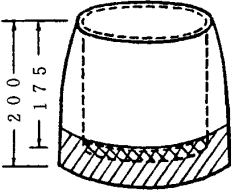
2.2 試験体の作製

(1) 試験体

試験体の形状・大きさ等は第2表に示すとおりである。

第2表 接炎方法・タイプ・試験体の形状・大きさ

(単位: mm)

接炎方法	表面接炎		エッジ(ヘム)接炎		
タイプ	S	SG	E	EG	
形状					
		ギャザー	ヘム	ヘム ギャザー	
大きさ	表地	30×60cm	30×74cm	24×60cm	24×74cm
	裏地	30×60cm		20×60cm	

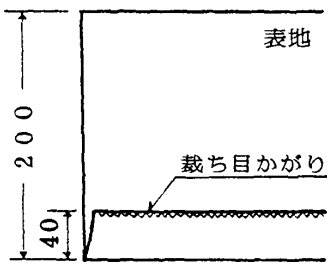
単層の場合は、SまたはEタイプに準じる。ただし、裏地はSタイプのみ。

(2) ヘム・エッジとギャザー

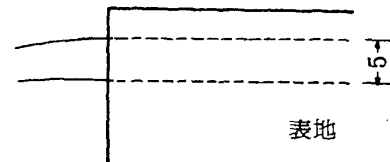
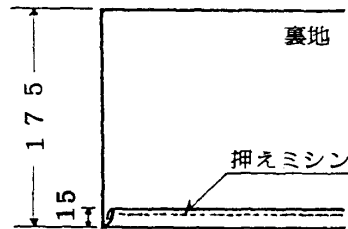
ヘム・エッジの作り方は第1-1図のとおりである。表地材料は裁ち目かがりをしたのち、4cm折り曲げて奥まつり(7~8mm/1目)をし、裏地試料は1cm折り曲げ、さらに1.5cm折り曲げたのち、押えミシンをかける(5~6目/cm)。なお、エッジ部分はアイロンでよくプレスする。

ギャザーは、第1-2図のように、表地試料に0.5cm間隔で2本ミシンをかけ(針目数:5目/cm)、60cmになるように均等にギャザーを寄せる。

(単位: mm)



第1-1図 ヘム・エッジ

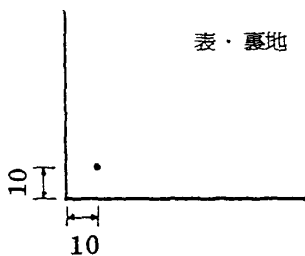


第1-2図 ギャザー

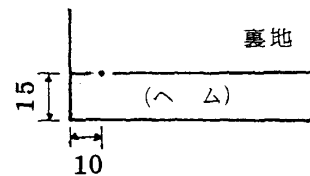
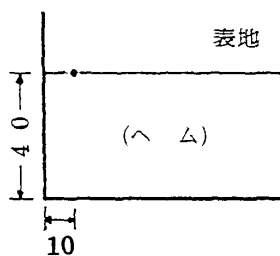
(3) 表地と裏地の重ね合わせ方

試験体のタイプによりヘムやギャザーを作ったのち、表地と裏地を重ねてその上部を粗く縫い合わせる。次に、実際のスカート等と同様に、表地と裏地とを糸で止め、それらが大きく離れないようにする。糸で止める位置は第2図の・印の位置とし、表地・裏地間の糸の長さは3cmとする。

[表面接炎]



[エッジ(ヘム)接炎]



第2図 表地と裏地の止め位置 (単位: mm)

(4) 試料と糸・針の関係

第3表に示したとおりである。

第3表 試料と糸・針の関係

	試料		ミ シ ン 糸		ミシン針	
表	綿	100%	ブロード	綿カタン糸	60番 [60/3(Z)]	11番
	毛	100%	ジョーゼット	絹ミシン糸	50番	11番
地	ポリエステル	100%	ファイユ	ポリエステル スパン糸60番 [60/3(Z)]		9番
裏	キュプラ	100%	デシン	表地に合わせる。	9番	
地	ポリエステル	100%	デシン			

2.3 燃焼性試験方法

(1) 試験装置

米国の一般衣服燃焼性基準案⁶⁾に基づく、スガ試験機株式会社製のマッシュルーム形衣服燃焼性試験機を用いた⁷⁾着火源はNo18注射針のニードルバーナーで、燃料ガスは純メタン(流量 $110 \pm 10 \text{ cm}^3 / \text{min}$)とする。

試験体は、 $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ・ $65 \pm 2 \text{ \% RH}$ の恒温恒湿器中に18時間以上放置したのち、これより取り出して直ちに試験をする。

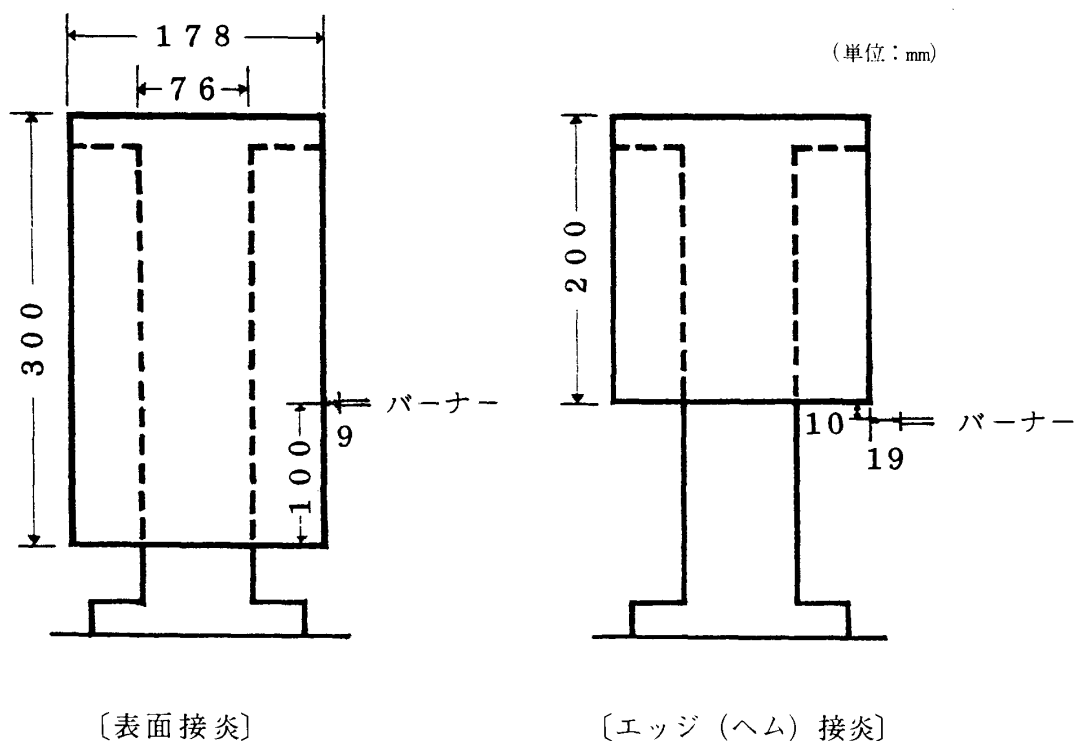
(2) 着火性試験

表地・裏地のそれぞれについて、試験体を試験体支持リングに巻き付け、それを装置内の所定の位置に円筒状に固定し、表面接炎の場合は試験体の下端から10cm上方の位置に、エッジ接炎の場合はヘムの下端に接炎する。着火すれば接炎時間を短縮し、着火しなければ延長するという操作を繰り返す、ISO 6940⁸⁾における着火時間の求め方に準じて、着火するための最小接炎時間を求め、着火時間とする。なお、着火の判定は、試験体が5秒以上燃焼を継続するか、または炭化長が10cm以上の場合とする。なお、表地と裏地とを重ねたものについてはエッジ接炎の着火性試験を省略した。

(3) 熱伝達速度試験

表面接炎の試験体は、試験体中央の下端から10cm上方に直径約5mmの穴をあけ、エッジ接炎の場合はそのまま、着火性試験と同様にして装置内に固定する。表面接炎の場合はその穴の位置に、エッジ接炎の場合は試験体の中央下端に3.0秒間接炎する。ただし、3.0秒間で着火しない試料については12.0秒間接炎する。

接炎開始後80秒間内における、燃焼する試験体から内側のセンサーへの熱伝達速度の最大値を求める。



第3図 接炎方法

(4) 火炎伝播性試験

接炎方向より90°位置の試験体上端から、表地の外側と裏地の内側とにおもりをつけたマーカース糸（50番綿縫糸）を吊り下げる。接炎を開始してから各マーカース糸が燃焼して切れるまでの時間を測定し、それぞれ表側と裏側の火炎伝播時間とする。ただし、単層布の場合は、表側の火炎伝播速度のみとする。

(5) 炎滴着火性試験

試験機内に取り付けた試験体の下方にガーゼ（日本薬局方「タイプ1」）を置き、燃焼により試験体の一部が溶融滴下し、ガーゼに着火するか否かを試験する。⁹⁾

2.4 燃焼危険性評価方法

既報⁷⁾に従って、各燃焼試験の測定値を等級化し、その等級の組み合わせと溶融・炎滴着火性から燃焼危険性を評価する。

なお、一般衣服の燃焼性基準案⁶⁾の評価基準（MAFT-Class）による評価も参考までに行った。

第4表 MAFT—Classの評価基準⁶⁾

Class	熱伝達速度 (J/cm ² ·sec)	着火時間 (t-sec)
1	≤0.40	—
2	>0.40	>1
3	>0.40	1 ≥ t > 1/2
4	>0.40	≤1/2

3. 実験結果

3.1 燃焼性状

表地・裏地の単層およびそれらの二重層の燃焼性試験結果を第5表および第6表に示した。

第5表 単層布の燃焼性試験結果

表地	単層布	タイプ	着火時間	火炎伝播時間	熱伝達速度	最高熱伝達速度に達する時間	溶融炎滴着火性	
			(sec)	(sec)	(J/cm ² ·sec)	(sec)	溶融	炎滴
表地	綿	S	1.2	43	1.78	8	-	-
		E	0.5	62	1.81	9	-	-
	毛	S	5.6	IBE (残炎67)	0.58	31	-	-
		E	(3.5)	DNI	DNI (0.10)	-	-	-
裏地	ポリエステル	S	1.5	IBE (残炎7)	0.06	3	M	FD (1/3)
		E	1.2	DNI	DNI (0.03)	-	M	FD (2/4)
裏地	キュプラ	S	0.8	23	1.45	6	-	-
		ポリエステル	S	0.7	IBE (残炎25)	0.14	5	M

IBE：着火するがマーカース糸に達するまでに消火 DNI：着火しない
熱伝達速度の()内は接炎中の値
M：熱溶融性 FD：炎滴着火性 (炎滴着火回数/試験回数)

第6表 二重層布の燃焼性試験結果

二重層布(表地-裏地)	タイプ	着火時間	火炎伝播時間	熱伝達速度	最高熱伝達速度に達する時間	溶融炎滴着火性	
		(sec)	(sec)	(J/cm ² ·sec)	(sec)	溶融	炎滴
綿-キュプラ	S	1.8	36<51>	1.55	11	-	-
	S G	1.3	35<50>	1.85	12	-	-
	E	(0.5)	61<69>	1.35	10	-	-
	E G	(0.5)	28< >	1.69	9	-	-
綿-ポリエステル	S	1.5	35<19>	1.95	10	M	FD (1/2)
	S G	1.3	36<20>	1.89	9	M	FD (2/2)
	E	(0.5)	60<57>	1.85	10	M	FD (2/2)
	E G	(0.5)	53<14>	1.87	12	M	FD (2/2)
毛-キュプラ	S	8.8	IBE<IBE・45>	0.67	22	-	-
	S G	7.5	IBE<IBE・50>	1.24	15	-	-
	E	(3.5)	ばらつき<ばらつき>	0.59	25	-	-
	E G	(3.5)	IBE・58<35>	1.25	12	-	-
毛-ポリエステル	S	8.1	IBE<IBE>	0.27	14	M	FD (3/3)
	S G	7.5	IBE<IBE>	0.49	36	M	FD (3/3)
	E	(3.5)	IBE・DNI<DNI>	DNI (0.07)	-	M	- (0/3)
	E G	(3.5)	IBE<DNI・IBE>	0.05 (*0.09)	-	M	FD (1/4)
ポリエステル-キュプラ	S	1.5	50<46>	1.32	12	M	FD (2/2)
	S G	1.5	46<43>	1.37	12	M	FD (2/2)
	E	(1.2)	DNI・40<DNI・34>	DNI (0.02) (*1.38)	-	M	FD (3/8)
	E G	(1.2)	46<44>	1.09	11	M	FD (3/3)
ポリエステル-ポリエステル	S	1.5	IBE<IBE>	0.25	10	M	FD (3/4)
	S G	1.5	IBE<DNI>	0.03	6	M	FD (2/3)
	E	(1.2)	DNI・IBE<DNI・IBE>	DNI (0.02) (*0.35)	-	M	FD (4/8)
	E G	(1.2)	DNI・IBE<DNI・IBE>	DNI (0.04) (*0.06)	-	M	FD (4/7)

着火時間()内：表地単層の値 火炎伝播時間< >内：裏側の値
IBE：着火するがマーカース糸に達するまでに消火 DNI：着火しない
熱伝達速度()内：接炎中の値, (*)：着火した場合の値
M：熱溶融性 FD：炎滴着火性 (炎滴着火回数/試験回数)

(1) 〔表地〕綿－〔裏地〕キュプラ

易燃性で、非溶融性の繊維どうしの組み合わせである。着火性は、綿表地の単層が表面接炎で1.2秒で着火するのに対し、綿－キュプラの二重層の場合、Sタイプで1.8秒であり、綿単層より着火時間がやや長くなっている。SGタイプは、表地と裏地との間に若干(2～3 cm)の間隔があるため、1.3秒で綿単層の値に近い。エッジ接炎は、着火源が裏地に直接接触することがないので、単層の場合と同じとみて、測定を省略した。なお、エッジ(ヘム)接炎は、表面接炎に比較して非常に着火しやすい。

綿－キュプラ二重層の火炎伝播速度は、表面接炎(S・SGタイプ)の場合、表側で綿単層より加速され、裏側でキュプラ単層よりかなり遅い。これは、キュプラの燃焼によって表地の燃焼は促進されるが、裏地自体は表地に囲まれ空気(酸素)の供給が不十分になり、燃焼が抑制されるためである。エッジ接炎の場合、ヘム部分の燃焼が非常に遅いため、表面接炎に比べて火炎伝播が一般に遅い。Eタイプでは綿単層のときとほぼ同様で、裏地によって燃焼が加速されないが、ギャザーのあるEGタイプではかなり加速され、綿単層の約2倍の速度であった。いずれの接炎方法でも表側の方が裏側よりも火炎伝播速度が大きい。

綿－キュプラ二重層の熱伝達速度は、綿単層の場合よりも可燃物量が多く、しかも燃焼速度(火炎伝播速度)が大きいにもかかわらず、SGタイプを除いてやや小さい傾向を示した。これは、内側のキュプラが一部不完全燃焼することにより、炭化被膜を形成し、センサーへの熱の伝達を妨げるためではないかと考えられる。SGタイプは、綿単層の場合よりも熱伝達速度が大きい。また、ギャザーのあるときと、ないときとを比較すると、ギャザーのある方が熱伝達速度が大きい。表地と裏地とがやや離れており、キュプラの燃焼が比較的スムーズに進行しやすいことを反映している。

(2) 〔表地〕綿－〔裏地〕ポリエステル

易燃性で、非溶融性の綿を表地とし、可燃性で、熱溶融性のポリエステルを裏地とした組み合わせである。着火性は、Sタイプの場合、1.5秒で着火する。これは、綿－キュプラのときよりやや着火時間が短く、綿単層の値に少し近い。接炎中に裏地のポリエステルが収縮する傾向にあり、二層間にやや隙間ができるためと見られる。二層間に初めから間隔があるSGタイプでは、綿－キュプラの着火時間と同じ1.3秒であり、綿単層の値(1.2秒)に近い。

綿－ポリエステル二重層の火炎伝播速度は、表面接炎(S・SGタイプ)の場合、表側は綿－キュプラのときとほぼ同じであるが、裏側は非常に速い。これは、裏地のポリエステルが綿の燃焼により収縮・溶融し、これに着火するためと考えられる。エッジ接炎の場合、Eタイプでは綿－キュプラのときとほぼ同様の値であり、綿単層の場合とあまり変わりはない。しかし、EGタイプでは、表側はEタイプよりやや速い程度であるが、裏側の火炎伝播はかなり速い。なおEGタイプでは、綿とポリエステルとが別々に燃焼する傾向にある。

綿－ポリエステル二重層の熱伝達速度は、綿単層の場合よりも、また、綿－キュプラの場合よりも大きい。なお、エッジ接炎よりも表面接炎の方がやや大きい傾向を示し、特にSタイプ

が最も大きい値を示した。これは、表面接炎の場合、ポリエステル製の炎滴が落下する際、綿に融着・着火し、より激しく燃えるためであろう (写真-1, 2)。

以上のように、綿の表地は着火しやすく、これが燃えだすと、裏地のポリエステルが収縮・溶融し、溶融物が滴下したり、さらには火炎を伴った溶融物 (炎滴) が滴下したりする。これらは非常に高温で (500~1000℃), 肌に触れると融着し、ひどい火傷を負うおそれがあり、非常に危険である¹⁰⁾。

(3) [表地] 毛 [裏地] キュプラ

難燃性の毛を表地とし、易燃性で、非溶融性のキュプラを裏地とした組み合わせである。

着火時間は、毛単層が5.6秒であるのに対し、毛-キュプラの二重層の場合Sタイプで8.8秒、SGタイプで7.5秒である。毛は、単層でも着火しにくい方であるが、キュプラを裏地にした場合、さらに着火しにくくなる。これは、二重層の場合、毛に接炎した際に発生する分解生成ガスが毛とキュプラとの二層間にこもるため、燃焼が抑制され、着火しにくいものと考えられる。

それぞれ単層の火炎伝播は、表地の毛が着火してもまもなく自己消火 (残炎67秒) するのに対し、裏地のキュプラは非常に速い。これらを組み合わせた二重層の場合、表地の毛は着火源を取り除くと単層の時と同じように自己消火するが、キュプラに延焼し、それがゆっくりと燃



写真-1 綿単層
Sタイプ, 接炎開始後 40秒

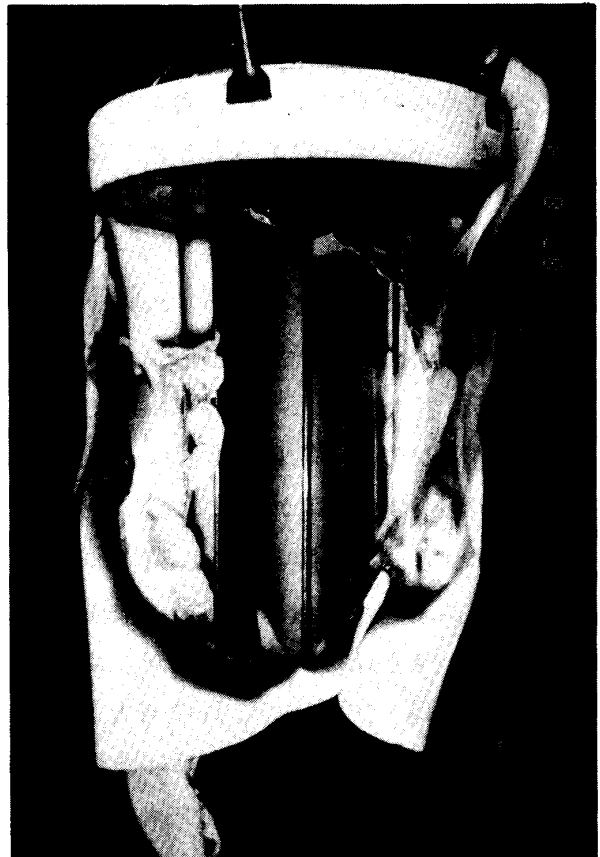
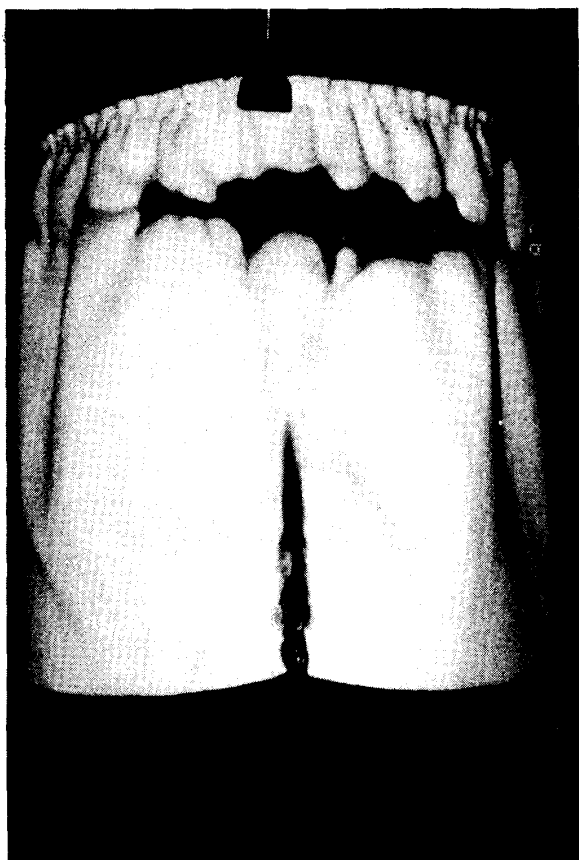


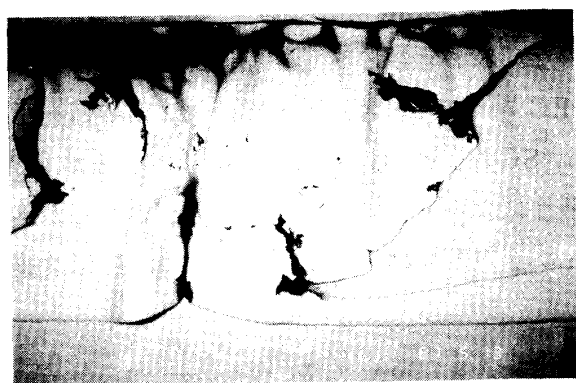
写真-2 綿-ポリエステル二重層
Sタイプ, 接炎開始後 50秒



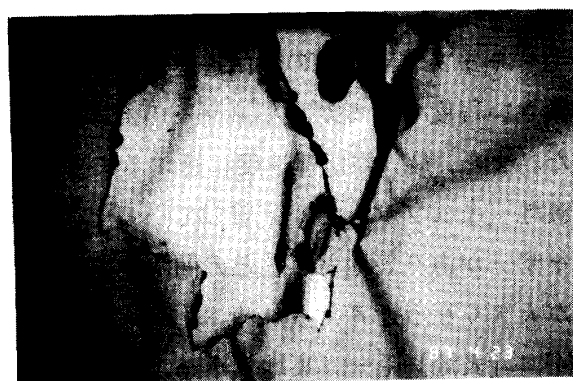
写真一三 毛一キュプラ二重層
EGタイプ、消火後



写真一五 毛一ポリエステル二重層
SGタイプ、消火後



写真一四 毛一キュプラ二重層
EGタイプ、消火後（裏面）

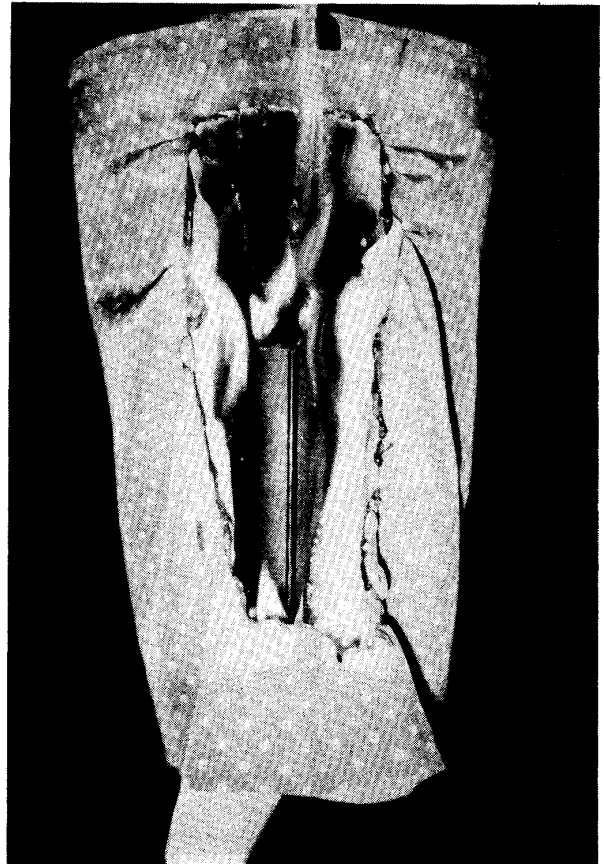


写真一六 毛一ポリエステル二重層
SGタイプ、消火後（裏面）

焼するため、表地に再着火したり、着火しないまでも表地が炭化・収縮したりする（写真一三、四）。なお、ギャザーのない場合に比べて、ギャザーのあるSGおよびEGタイプの方がやや燃えやすい。火炎伝播速度についてはばらつきが大きく、マーカ系に達しないうちに消火する場合も多い。



写真—7 ポリエステル (表地) 単層
S タイプ, 消火後



写真—8 ポリエステル—キュプラ二重層
S タイプ, 接炎開始後 20秒

毛—キュプラ二重層の熱伝達速度は、ギャザーのないSおよびEタイプでは、毛単層よりやや大きい程度であるが、ギャザーのあるSGおよびEGタイプの場合、毛単層の約2倍の値を示した。また、最大熱伝達速度に達するまでの時間も、SGおよびEGタイプの方が早い。表地(毛)と裏地(キュプラ)とが密着していると、毛の難燃性によりキュプラも燃焼が抑制されるが、ギャザーがあり表地と裏地との間隔があると、キュプラが多少燃えやすくなるため、熱伝達速度が大きくなると考えられる。

(4) [表地] 毛—[裏地] ポリエステル

難燃性の毛を表地とし、可燃性で熱溶融性のポリエステルを裏地とした組み合わせである。この二重層の着火性は、毛—キュプラの場合とほぼ同様であるが、Sタイプでは、毛—ポリエステルの方がわずかながら着火しやすい。これは、接炎により裏地のポリエステルが若干収縮・変形することが影響しているものと考えられる。

毛—ポリエステルの二重層は、表面接炎(S・SGタイプ)の場合、着火すると溶滴や炎滴の落下を伴って燃焼するが、いずれもマーカース糸に達しないうちに消火する。エッジ接炎のEタイプは表地の試験体表面に沿って炎がまっすぐに上がるが、裏地は溶融するのみで着火はしない。EGタイプは、Eタイプと燃焼挙動が似ているが、一度だけ表面接炎のS・SGタイプのよう

に燃焼することがある。

毛ーポリエステル二重層の熱伝達速度は、表面接炎、エッジ接炎のいずれのタイプでも小さく、SGタイプを除いて $0.4 \text{ J/cm}^2 \cdot \text{sec}$ 以下の値を示している。また、SGタイプも熱伝達速度は $0.49 \text{ J/cm}^2 \cdot \text{sec}$ と割合小さく、最大となるまでの時間が36秒と長い。

このように毛の表地は着火しにくく、たとえ着火しても間もなく自己消火し燃え広がらないため、熱伝達速度も毛ーキュプラの場合の $1/2$ 以下と小さいが、裏地が熔融し、場合によっては炎滴落下のおそれもあり、毛ーキュプラに比べると、危険性は高い（写真－5，6）。

(5) 〔表地〕ポリエステルー〔裏地〕キュプラ

可燃性で熱熔融性のポリエステルを表地とし、易燃性で非熔融性のキュプラを裏地とした組み合わせである。この二重層の着火時間は、いずれもポリエステル単層の場合と同じである。しかし、表地のポリエステル単層の場合は、着火しても約7秒で消火するのに対し（写真－7）、ポリエステルーキュプラの二重層の場合は、燃焼するポリエステルから裏地のキュプラに着火・延焼し、その燃焼によりポリエステルも燃焼を継続し、多数の炎滴を落下する（写真－8）。最小着火時間を求めるための接炎中（1.4～1.7秒間）に裏地のキュプラに直接着火することはなかった。なおキュプラへの着火は、Sタイプの場合、接炎を開始してから5～6秒後である。

火炎伝播性については、前述のとおり、表地のポリエステル単層では着火してもまもなく消火し、火炎の広がりは見られないが、ポリエステルーキュプラの二重層ではこれらが融着しながら表側、裏側共ほぼ同じ速さで燃え広がった。なお、火炎伝播速度はキュプラ単層時よりも遅くなっている。

一方Eタイプは、表地と裏地との間隔がなく、接炎により表地が収縮・湾曲する時に裏地と一緒に持ち上げてしまうため、裏地が着火源より遠ざかる。そのため表地の燃焼の仕方によって裏地に着火する場合としない場合とがある。しかし、着火すると他のタイプと同様の燃え方をする。

ポリエステル単層の熱伝達速度は、ポリエステルが着火してもまもなく消火するために非常に小さい。しかし、ポリエステルーキュプラの二重層の場合、両者が融着しながら激しく燃えるため、熱伝達速度はかなり大きい。ギャザーなしのエッジ接炎のEタイプはばらつきがあり、8回中5回は不着火であるが、着火した場合は他のタイプと同様の熱伝達速度を示す。

なお、SタイプとSGタイプとを比較すると、ギャザーがないSタイプの方が表地と裏地とが融着して燃えやすい。

(6) 〔表地〕ポリエステルー〔裏地〕ポリエステル

可燃性で、熱熔融性であるポリエステルどうしの組み合わせである。いずれの接炎方法およびタイプでも、炎滴・溶滴落下を伴い燃焼する。表面接炎のSタイプは、表地と裏地とが付いたり離れたりしながら燃焼し続け、50秒間程で消火する。ギャザーのあるSGタイプは、表地のみ燃焼し、裏地は熔融するだけである。エッジ接炎のEタイプは、接炎時に表地が収縮・湾曲

する際に裏地も一緒に持ち上げるため、裏地には着火しない場合が多いが、Sタイプ同様に燃焼することもある。EGタイプの場合も、着火したりしなかったりではばらつきが大きい。いずれの場合も、マーカー糸に達する前に消火し、火炎の広がりは見られなかったが、炎滴が落下した。

ポリエステルーポリエステル二重層の熱伝達速度は、単層の場合と同様に非常に小さい。すなわち、表面接炎のSタイプは $0.25\text{J}/\text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ 、SGタイプは $0.03\text{J}/\text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ と小さい値である。エッジ接炎のEおよびEGタイプは、着火する場合と着火しない場合とがあり、ばらつきが大きい。しかし、着火した場合でも熱伝達速度は小さく、表面接炎の場合と同程度である。

(7) 燃焼特性の裏地別比較

各表地ごとに、着火性、火炎伝播性、熱伝達速度および炎滴着火性等の燃焼特性について、裏地がキュプラとポリエステルとの場合を比較すると第7表のとおりである。

第7表 燃焼特性の裏地別比較

表地	裏地			
	着火性	火炎伝播性	熱伝達速度	炎滴着火性
綿	キュプラ<ポリエステル	キュプラ<ポリエステル	キュプラ<ポリエステル	キュプラ× ポリエステル○
毛	キュプラ<ポリエステル	キュプラ>ポリエステル	キュプラ>ポリエステル	キュプラ× ポリエステル○
ポリエステル	キュプラ=ポリエステル	キュプラ>ポリエステル	キュプラ>ポリエステル	キュプラ○ ポリエステル○

表地が綿の場合、着火性、火炎伝播性および熱伝達速度はいずれもキュプラよりポリエステルの方が大きく、またポリエステルの場合、炎滴着火性がある。このように、いずれの燃焼特性からしても、綿の裏地にはポリエステルよりもキュプラの方が適している。

毛が表地の場合、火炎伝播性と熱伝達速度はポリエステルよりキュプラの方が大きい、ポリエステルの場合は炎滴着火性があるので、毛の裏地にはキュプラの方が良い。

ポリエステルが表地の場合、着火性はキュプラとポリエステルは同じであり、またいずれも炎滴着火性があるが、火炎伝播性と熱伝達速度はポリエステルよりキュプラの方がはるかに大きい。したがって、ポリエステルの表地には、キュプラよりポリエステルの方が危険性が低い。

3.2 燃焼危険性評価

単層布および表地と裏地との二重層布について、燃焼性試験結果より燃焼危険性を評価した結果を第8表に示す。なお、MAFT Classについても参考までに並記した。

表地の単層は、毛が[A] (低危険性)、綿とポリエステルが[C] (やや高危険性) である。また、裏地の単層は、キュプラとポリエステルの両者とも[C] (やや高危険性) である。

表地と裏地との二重層布では、毛ーキュプラのSタイプが[A] で危険性が低いと評価されるが、その他の場合はいずれも[C] であり危険性がやや高いと評価された。

燃焼危険性区分だけでは必ずしも十分な比較ができないので、各種燃焼性の特性値から総合的に比較することを試みた。二重層布の燃焼特性と総合評価を組み合わせ別に比較すると、第

第8表 単層および二重層布の燃焼危険性評価⁷⁾

[表面接炎]

試料布 (表地-裏地)	タイプ	燃焼性等級 ⁷⁾			溶融 炎滴着火性	燃焼 危険性 評価	MAFT Class ⁶⁾	
		着火性 (sec)	火炎 伝播性 (sec)	熱伝達 速度 (J/cm ² ·sec)				
単層	表地	綿	S 2 (1.2)	3 (43)	3 (1.78)	— —	C	2
		毛	S 1 (5.6)	1 (IBE)	2 (0.58)	— —	A	2
		ポリエステル	S 2 (1.5)	1 (IBE)	1 (0.06)	M FD	C	1
	裏地	キュプラ	S 3 (0.8)	4 (23)	3 (1.45)	— —	C	3
		ポリエステル	S 3 (0.7)	1 (IBE)	1 (0.14)	M FD	C	1
二重層	綿-キュプラ	S 2 (1.8)	3 (36)	3 (1.55)	— —	C	2	
		SG 2 (1.3)	3 (35)	3 (1.85)	— —	C	2	
	綿-ポリエステル	S 2 (1.5)	4 (19)	3 (1.95)	M FD	C	2	
		SG 2 (1.3)	4 (20)	3 (1.89)	M FD	C	2	
	毛-キュプラ	S 1 (8.8)	1 (145)	2 (0.67)	— —	A	2	
		SG 1 (7.5)	3 (40)	3 (1.24)	— —	C	2	
	毛-ポリエステル	S 1 (8.1)	1 (IBE)	1 (0.27)	M FD	C	1	
		SG 1 (7.5)	1 (IBE)	2 (0.49)	M FD	C	2	
	ポリエステル-キュプラ	S 2 (1.5)	3 (46)	3 (1.32)	M FD	C	2	
		SG 2 (1.5)	3 (43)	3 (1.37)	M FD	C	2	
		ポリエステル-ポリエステル	S 2 (1.5)	1 (IBE)	1 (0.25)	M FD	C	1
			SG 2 (1.5)	1 (IBE)	1 (0.03)	M FD	C	1

燃焼性等級 () 内：測定値

IBE：着火するがマーカースに達するまでに消火， M：熱溶解性， FD：炎滴着火性。

燃焼危険性評価 A (低危険性)～D (高危険性)

MAFT-Class 1 (低危険性)～4 (高危険性)

9表のとおりである。なお、おもに表面接炎のSタイプとSGタイプについて、より危険な方の値で比較をした。

第9表 二重層布の燃焼特性・総合評価の組み合わせ別比較

燃焼特性 総合評価	二重層布 (表地-裏地)
着火性	綿-ポリエステル・綿-キュプラ>ポリエステル-キュプラ・ポリエステル-ポリエステル ≧毛-ポリエステル・毛-キュプラ
火炎伝播性	綿-ポリエステル>綿-キュプラ>ポリエステル-キュプラ>毛-キュプラ・ 毛-ポリエステル・ポリエステル-ポリエステル
熱伝達速度	綿-ポリエステル>綿-キュプラ>ポリエステル-キュプラ>毛-キュプラ> 毛-ポリエステル>ポリエステル-ポリエステル
炎滴着火性	○ 綿-ポリエステル, 毛-ポリエステル, ポリエステル-キュプラ, ポリエステル-ポリエステル
総合評価	綿-ポリエステル>ポリエステル-キュプラ>綿-キュプラ・ポリエステル-ポリエステル >毛-ポリエステル>毛-キュプラ

着火性は、綿を表地とした場合が最も着火しやすく、次にポリエステルであり、毛の場合はかなり着火しにくい。着火性については、裏地の種類の影響をあまり受けず、表地の着火性に支配される。

火炎伝播性は、綿-ポリエステルが最も大で、特に裏側の伝播が収縮・溶融しながら燃えるので速い。次いで綿-キュプラ、ポリエステル-キュプラと続く。その他の組み合わせは着火しても火炎が伝播しないで、途中で消火する場合が多い。

熱伝達速度は、綿-ポリエステルが最大で、綿-キュプラもほぼ同様で、次にポリエステル-キュプラ、毛-キュプラが続く。毛-ポリエステルとポリエステル-ポリエステルは非常に小さい。

炎滴着火性は、表地または裏地にポリエステルが組み合わせられるといずれの場合でも観察された。

溶融・炎滴の火傷危険性を重視しながら、これらの燃焼特性から各二重層の燃焼危険性を総合的に評価をし、比較をすると、第9表の最下欄のとおりである。最も危険性が高いのは、綿-ポリエステルで、次にポリエステル-キュプラである。その次に、綿-キュプラ、ポリエステル-ポリエステルと続き、毛を表地とする組み合わせが最も危険性が低い。

表地と裏地との組み合わせごとに、燃焼危険性総合評価を接炎タイプ別に比較すると、第10表のようになる。組み合わせによって傾向は一様でないが、ポリエステルを含む組み合わせでは、表面接炎のSまたはSG

第10表 燃焼危険性総合評価のタイプ別比較

表 地	裏 地	
	キ ュ プ ラ	ポ リ エ ス テ ル
綿	SG>EG>S>E	S>SG>EG>E
毛	EG>SG>S>E	SG>S>EG>E
ポリエステル	S>SG>E・EG	S>SG>E・EG

タイプの方が危険性が高い。ポリエステルの炎滴が、落下の途中付着しながら燃焼するためである。

最後に、各表地ごとに裏地がキュプラとポリエステルとの場合について、燃焼危険性の総合評価を比較すると、第11表のとおりである。

綿-キュプラと、綿-ポリエステルとを比較すると、両者とも同じ〔C〕ではあったが、綿-ポリエステルの方が火炎の広がりが速く、また熱伝達速度が大きく、さらには炎滴着火性もあり、より危険性が高い。

毛-キュプラと、毛-ポリエステルとでは、毛-キュプラの方が火炎伝播性がやや大きいですが、溶融・炎滴着火性がなく危険性が低い。

ポリエステル-キュプラとポリエステル-ポリエステルとでは、両者とも〔C〕ではあるが、

第11表 燃焼危険性総合評価の裏地別比較

表 地	裏 地
綿	キュプラ<ポリエステル
毛	キュプラ<ポリエステル
ポリエステル	キュプラ>ポリエステル

ポリエステル—キュプラの方が火炎伝播性と熱伝達速度とがかなり大きく、より一層危険性が高い。ポリエステルどうしの組み合わせは、ポリエステル単層の場合と同様で、溶融・炎滴着火性があるということだけで〔C〕と評価されている。

以上のように、燃焼危険性は評価（A～D）だけでは必ずしも十分な比較ができないので、着火性・火炎伝播性・熱伝達速度の燃焼性等級と溶融・炎滴着火性の結果等から総合的に比較・評価する必要があると認められた。

なお、MAFT Classは、炎滴着火性を評価の対象としていないため、燃焼危険性の評価結果とはかなり異なっている。すなわち、毛—ポリエステルのSタイプおよびポリエステル—ポリエステルのS・SGタイプは、炎滴着火性を示すにもかかわらず〔1〕である。炎滴着火性を示すこれらの組み合わせおよびタイプの場合に、危険性がもっとも低い〔1〕に評価されるということは、評価基準自体に問題があると言えよう。

4. 総 括

衣服の表地と裏地との組み合わせを想定して、種々の二重層について燃焼性を測定し、燃焼危険性を比較検討した結果、次のことが明らかにされた。

1. 易燃性の表地（綿）に熱溶融性の裏地（ポリエステル）を組み合わせると、非常に着火しやすく、しかも裏地が溶融して肌に付着するおそれがあるため、非常に危険である。
2. 熱溶融性の表地（ポリエステル）に、易燃性で非溶融性の裏地（キュプラ）を組み合わせると、非常に燃えやすくなり危険である。
3. ポリエステルを表地または裏地にすると、いずれの場合も炎滴着火性が認められた。
（上記1～3とから、同一衣服内に易燃性の織物と熱溶融性の織物とを一緒に使用することは避けるべきであろう。）
4. ポリエステルの表地には同じポリエステルの裏地の方が危険性はやや低い。ただし、熱溶融性であるため注意が必要である。
5. 難燃性の表地（毛）の場合は、着火しにくいので裏地の素材の影響は少ないが、キュプラに比べれば、熱溶融性のポリエステルの方が危険性は高い。
6. 表面接炎に比べ、エッジ（ヘム）接炎の方が着火しやすい。ただし、ポリエステルを組み合わせた場合は、表面接炎の方が溶滴・炎滴が落下しながら燃焼するので危険である。
7. ギャザーがある場合（SG・EGタイプ）とない場合（S・Eタイプ）とでは、一般的に、裏地がキュプラのときは前者の方が、ポリエステルのときは後者の方がそれぞれ燃えやすい。

文 献

- 1) E.A.McCullough and C.J.Noel, J.Consumer Product Flammability, 6, 119 (1979)
- 2) M.Finkel and I.Block, Proceedings of the Tenth Annual Meeting of the Information Council

- on Fabric Flammability, New York, Information Council on Fabric Flammability, 255 (Dec. 8-9, 1976)
- 3) R.Ishikubo, R.Yamamoto and Y.Shimizu, Bull. Tokyo Kasei Daigaku, 23(2) 167 (1983)
 - 4) S.R.Hobart and S.P.Rowland, Textile Research Journal, 54, 437 (1978)
 - 5) E.Braun, V.B.Cobble, S.Herzer, J.F.Krasny, R.D.Peacock, A.K.Stratton, NBSIR 76-1072 Back - up Report for the Proposed Standard for the Flammability of General Wearing Apparel (June 1976)
 - 6) "Part 1633 - Proposed Standard for the Flammability of General Wearing Apparel (PFF -)", J.Consumer Product Flammability, 4, 288 (1977)
 - 7) 石橋 博, 鹿児島県立短期大学紀要 自然科学篇, No.32, 35 (1981)
 - 8) I S O 6940-1984 Determination of Ease of Ignition of Vertically Oriented Specimens.
 - 9) 石橋 博, 鹿児島県立短期大学紀要 自然科学篇, No.35, 51 (1984), No.37, 15 (1986)
 - 10) 大矢英次郎, 「衣服火災と熱傷」, 丸善京都支店 (1983)

Flammability Characteristics of Layered Fabric Assemblies - Combination of Face- and Lining-Fabrics for Apparel -

Summary

The flammability characteristics of layered fabric assemblies were investigated and the results compared to the burning behavior exhibited by the single-layer components. Women's dress fabrics and lining-fabrics of cotton, wool, polyester, cupra were tested as single - and double - layer assemblies using the Mushroom Apparel Flammability Tester.

When face - fabric of cotton which may ignite readily is combined with lining - fabric of polyester which melt, their greate danger lies in the possibility of the molten material coming in contact with the body. Under these conditions extensive and severe burns can occur to the body.

Face - fabric of polyester melt which heat is applied and generally drip away from the flame. Because of this fabric may not burn. When combined with lining - fabric of cupra which burn readily, polyester is unable to drip away and may burn strongly. Cupra acts as a support to prevent the burning fiber from dripping away. Fabrics which burn readily and fabrics which melt or drip shall not be used together in the same garment.

In the case of face - fabric of wool, there is not a marked difference between cupra and polyester. However because of the melting property of polyester, cupra is safer than polyester.