

パイル地衣服の表面フラッシュ性に 関する研究

Surface Flash Characteristics of Textile Pile Fabrics.

石 橋 博

Hiroshi ISHIBASHI

(Received September 16, 1982)

Test method for determination of surface flash characteristics of textile pile fabrics was investigated, and surface flash characteristics of various apparel fabrics were examined.

Surface flash characteristics were measured with a modified Mushroom Apparel Flammability Tester.

Pile fabrics, such as circular pile stitch fabric (pajamas) and fleecy fabric (trainer) were displayed surface flash characteristics without burning the fabric base. Corduroy, velveteen and towel cloth were not displayed it. The intensity of the flash flame was so low as not to ignite the fabric base, but sufficient to ignite the edge of paper.

1. 緒 言

トレーナーなどのパイル地の衣服を着用中、ガスコンロの火やマッチ、ライターなどの火がその毛羽に着火し、瞬間的に火が走ったという事例が多く報告されている。これはパイル地の毛羽に瞬間的に着火し、炎が毛羽から毛羽に非常なスピードで伝播する表面フラッシュ現象であり、ベースの生地は着火、燃焼しない。なお、表面フラッシュ現象は、パイル部分だけが先行して燃焼する表面燃焼現象とは区別される。

表面フラッシュ性の試験方法については各方面で検討されているが、まだ特に定められた方法はない。表面フラッシュ現象は瞬間的に起こり、しかもその伝播速度が非常に速いため、その測定技術はむずかしい。しかしながら、それぞれの衣服の燃焼危険性を評価するという観点からすれば、表面フラッシングが起こるか否かとその起こりやすさを判定、評価することができれば

よいであろう。

本報では、パイルまたは毛羽のある衣服の表面フラッシュ性を評価する試験方法について検討し、次いで種々の市販衣服および生地について表面フラッシュ性とその他の燃焼特性を測定し、燃焼危険性の評価を行なった。

2. 実験方法

2.1 表面フラッシュ性試験方法の検討

(1) 試験装置

燃焼性試験機には、試料の形態、傾斜角度、支持枠の有無および着火源などの異なる種々の規格のものがある。衣服の燃焼危険性を評価するためには、表面フラッシュ性だけでなく、着火性、火炎伝播性、熱伝達性（速度）などの測定も必要である。ある衣服の燃焼性を評価する際に、できる限り一つの試験機を用いて必要なすべての燃焼特性を測定することが望ましい。既に報告したように⁵⁾、マッシュルーム形衣服燃焼性試験機は試料の支持形態が衣服の形態を模擬し、また燃焼危険性の評価に必要な着火性、火炎伝播性、熱伝達速度および炎滴着火性も測定できる。そこで、マッシュルーム形衣服燃焼性試験機を用いて表面フラッシュ性を測定し、評価する方法について検討した。

(2) 試料の形態と大きさ

マッシュルーム形衣服燃焼性試験機による方法（以下マッシュルーム法と略す⁶⁾）における試料形態は衣服の着用時と同じ円筒状であり、また試料を支持枠に固定しないので、試料の燃焼挙動が衣服のそれに類似するという特徴がある。試料の大きさもマッシュルーム法における30cm×60cm（たて×よこ）で表面フラッシュ性の測定が十分可能であるので、試料の形態、大きさともにマッシュルーム法と同じにした。

(3) 試料の調製

試料は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、水洗し乾燥したのち、20±2℃、相対湿度65±2%の恒温恒湿器内に18時間以上放置する。試験に先立ち、糸または布表面に付着する毛羽をはぐすために、また着用中の摩擦による毛羽の発生を再現させるために、ナイロン製ブラシで軽くブラッシングすることにした。

(4) 着火

着火源は、表面フラッシングの事故例がマッチの先が飛んだとか、ライターやガスコンロの火にちょっと触れただけというように小火源の場合が多く、またかなり小さい火源でも十分に表面

フラッシングが起こりうることなどから小さい火炎の方が望ましい。純メタンを燃料とし、No18 皮下注射針をバーナーとするマッシュルーム法の着火源は、その熱量がマッチのそれに近似し、⁷⁾ 火炎の長さが約2 cmである。試料表面とバーナー先端との距離が0.9cmに設定されていることから、接炎した際に、着火源の火炎が試料表面に突き当たる状態となる。したがって、接炎する際、バーナーが試料に接近し、所定の位置に停止する寸前に火炎が試料表面の毛羽に触れ、表面フラッシングを起こしてしまうことがある。そこで、接炎時間をより正確に設定するためにも、着火源の火炎はマッシュルーム法より小さくし、その火炎の先端が試料表面に接触する程度に燃料ガスの流量を調整することが望ましいので、ガス流量を通常の約1/2の $50 \pm 5 \text{ cm}^3/\text{min}$ とした。なお、これまでの試験では、火炎を小さくしたことにより表面フラッシングを起こさなくなった例はない。

接炎位置は、衣服火災の事故例が衣服のエッジよりも表面の方が多いと推察されることと、カット・エッジへの接炎ではベースの生地への着火の恐れもあるので試料の表面とし、マッシュルーム法と同様に、試料の下端から10cm上方にした。なお、表面フラッシングが接炎位置から下方に向けて進行することはまれであった。

接炎時間は、表面フラッシングが瞬間的に着火することから非常に短くて十分であり、またベースの生地またはパイルには着火しない程度に短くすることが望ましい。これまでの事故例でも、ベースの生地には着火していない。接炎時間制御の機械的精度などの関係もあり、接炎時間は0.5秒とした。これまでの実験の結果、0.5秒接炎で表面フラッシングは十分に起こり、それ以上の接炎時間ではじめて表面フラッシングが起こったという例はまだない。また、0.5秒接炎でベースの生地に表面着火する例はまれであり、非常に薄地のセルロース系生地（綿ローンなど）に着火する位である。

表面フラッシングの伝播速度は非常に速く、これを正確に測定することは技術的にかなり困難であろう。しかしながら、表面フラッシングを起こすか否かを判定・評価するためには表面フラッシングの伝播速度を特に測定する必要はないように考えられる。なお、マッシュルーム法およびマネキン法¹⁾での写真撮影における露出時間（1/2秒または1秒）とフラッシングの広がりとの関係から、表面フラッシングの伝播速度は、垂直方向に約30~40cm/秒、水平方向に約10~20cm/秒程度と推察される。

(5) 判 定

表面フラッシングが起きたか否かは、試料の接炎位置から上方に10cm以上に火炎が伝播したかどうかを肉眼で判定することにした。試料に接炎した際に、着火源の近傍の毛羽だけが瞬間的に着火しても、毛羽から毛羽への火炎の伝播がなければ表面フラッシングとは認め難い。

試験回数は5回以上とし、はじめの5回のうちいずれもが10cm以上の火炎の広がりを見せなくても、1回でも5～9cm程度火炎が走った場合には、さらに試験を5回追加する。それでもフラッシングが起これない場合には表面フラッシュ性がないと評価する。なお、表面フラッシングの起こりやすさは、表面フラッシング回数／試験回数の比率で比較できる。

(6) 要 約

試験装置 マッシュルーム形衣服燃焼性試験機

試料の大きさ 30cm×60cm (たて×よこ)

試料の調製 洗浄後、 20 ± 2 ℃、相対湿度 65 ± 2 %に18時間以上放置。軽くブラッシング。

着火源 No.18皮下注射針、燃料 純メタン、ガス流量 50 ± 5 cm³/min

接炎位置 試料の下端から上方10cm

接炎時間 0.5秒

判定 10cm以上火炎が広がれば表面フラッシュが起こったとする。

試験回数 5回以上

2.2 その他の燃焼性試験方法および燃焼危険性評価方法

表面着火性、火炎伝播性、熱伝達速度および炎滴着火性などの燃焼性試験はマッシュルーム形⁵⁾衣服燃焼性試験機を用いて、既報と同様にして行なった。

燃焼危険性評価の方法も既報⁵⁾と同様である。

3. 実験結果および考察

3.1 表面フラッシュ性

パイルや毛羽のある種々の衣服および生地について試験した結果を第1表に示した。

パイル編地のパジャマ (Pa-1) は、これを着用中たばこに火をつけようとして、マッチの先が飛び、そのズボンに火が燃え移り、手ではたいて消したが、ズボンの半分位こげたという事故のものと同一品である。マッシュルーム法での表面フラッシュ性試験でも、写真1に見られるように、瞬間的に火が走った。また、11回の試験のうち7回表面フラッシングを起こし、表面フラッシングが非常に起こりやすいことが裏付けられた。フラッシング後の生地表面を見ると (写真2)、火が走った部分は毛羽が焼失しているが、ベースの生地はわずかに焦げた色がつくものの特別の変化はない。このように表面フラッシングは毛羽に着火し、毛羽から毛羽への急速な火炎伝播現象であることが明らかである。

表がパイル状になったトレーナーを着用中、ガスコンロやライターの炎がトレーナーに触れて、

第1表 種々の衣服および生地のフラッシュ性試験結果（表面フラッシング回数/試験回数）

試料番号	衣服または生地名	繊維組成（％）	表面フラッシュ性	
			ノーブラッシング	ブラッシング
Pa-1	パジャマ（丸編パイル）	綿／ポリエステル 80／20 ^{注1}		7／11
Pa-2	パジャマ（丸編パイル）	綿／ポリエステル 80／20 ^{注1}		11／16
Tr-1	トレーナー（裏毛生地）	綿 100	2／5	5／5
Tr-2	トレーナー（裏毛生地）	綿 100	2／5	5／5
Tr-3	トレーナー（裏毛生地）	綿 100	3／5	5／5
Tr-4	トレーナー（裏毛生地）	綿 100	1／5	5／5
Tr-5	トレーナー（裏毛生地）	綿／ポリエステル 85／15 ^{注1}	4／5	5／5
Tr-6	トレーナー（裏毛生地）	綿 100	1／5	5／5
Tr-7	トレーナー（裏毛生地）	綿／ポリエステル 85／15 ^{注1}	0／5	5／5
Tr-8	トレーナー（裏毛生地）	綿 100	0／5	5／5
Ve-1	ベロア	ポリエステル 100		0／5
Ve-2	ベロア	レーヨン 100		0／5
Sw-1	セーター（平編）	毛 100		0／5
Sw-2	セーター（平編）	アクリル 100		0／5
Sw-3	セーター（平編）	アクリル／毛 67／33		0／5
Tw-1	トレーニングウェア（ジャージー）	ポリエステル 100		0／5
Tw-2	トレーニングウェア（ジャージー）	表 ポリエステル 100 裏 ポリエステル／綿 50／50		0／5
C-18	別 珍	綿 100		0／5
C-23	コール天	綿 100		0／5
C-19	片面タオルクロス（経添毛織）	綿 100		0／5
C-22	片面タオルクロス（経添毛織）	綿 100		0／5
C-27	両面タオルクロス（片面カットパイル）	綿 100		^{注2} 表0／10,裏10／10
C-20	トリコットパイル（経編パイル）	綿 100		0／10
C-21	トリコットパイル（経編パイル）	綿 100		0／10

注 トレーナーについてはパイル面を表にして試験した。また、Tr1～Tr6は着用と洗濯を10回くり返した後試験した。なお、平編面はいずれも表面フラッシングを起こさなかった。

注1 パイル部分は綿100％。

注2 カットパイル面を表とした。

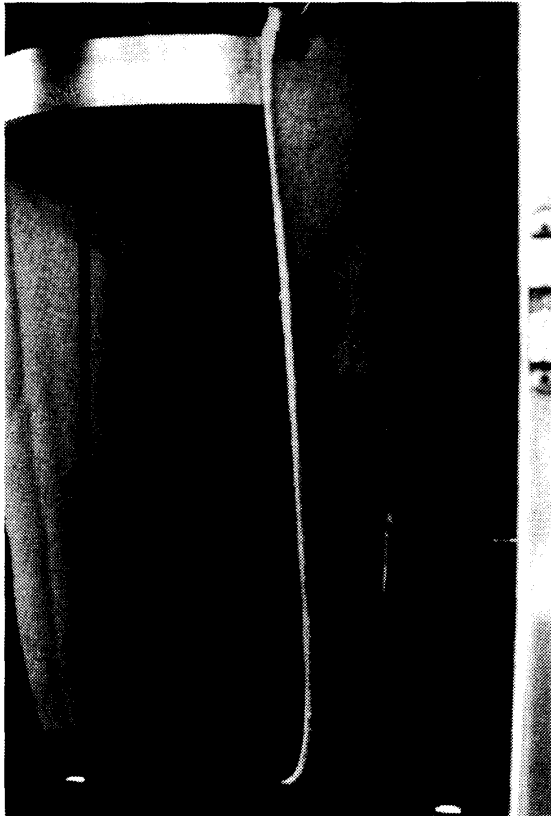


写真1 パジャマ(Pa-1)の表面フラッシング
(露出時間: 1/2秒)

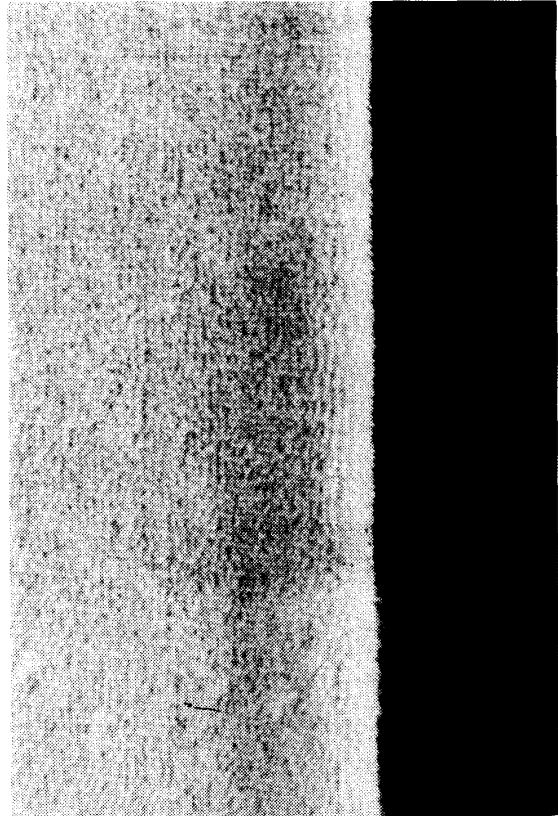


写真2 パジャマ(Pa-1)の表面フラッシング
後の表面
(下方約1/3の位置に接炎)

瞬間的に火が走る事故が相次いで起きている。市販のトレーナー8点について、パイル面を表にして、表面フラッシュ性を測定したところ、表に見られるように、これらも非常に表面フラッシングを起こしやすいことがわかった。特に軽くブラッシングすると、すべての試験でフラッシングが起きた。表面フラッシュの状況(写真3)および生地表面の状況(写真4)はパジャマの場合と同様である。なお、これらの裏毛生地の平編面を表にして試験した結果、いずれも表面フラッシングを起こさなかった。

なお、Tr1～Tr6のトレーナーについては、大阪府立消費生活センターにおけるマネキン人形着用テストにおいても、非常に表面フラッシングを起こしやすいことが確かめられている¹⁾。

表面フラッシングは前述したように伝播速度こそ速いが、その火炎は弱く、はたき消せる程度である。しかしながら、それが他の可燃物へ着火すれば危険性は増大する。そこで、試験片の上部に、10cm幅の新聞紙を巻きつけ、表面フラッシングの火炎が新聞紙のような薄い紙に着火するか否かを試験した。その結果、写真5・6に見られるように、新聞紙に着火し、燃え上った。これまでの事故例では、幸い大きな災害に至っていないが、このように他の可燃物へ二次的に着火し、被害を大きくするという危険性もある。

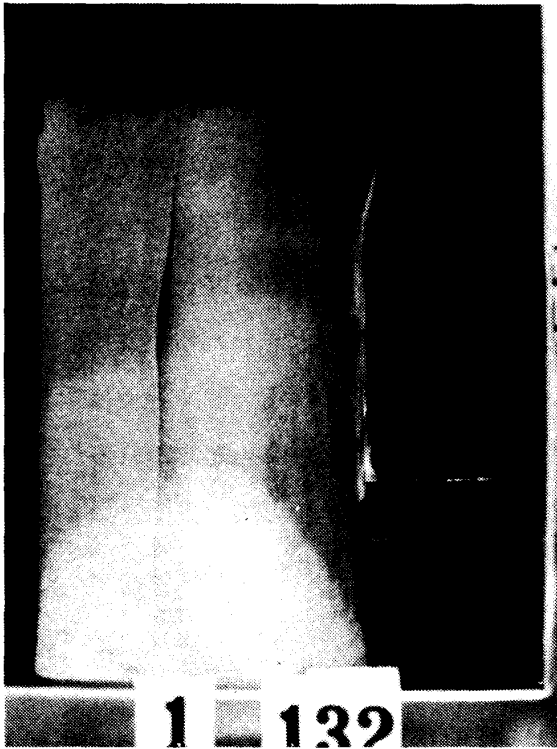


写真3 トレーナー(Tr-1)の表面フラッシング
(露出時間：1/2秒)

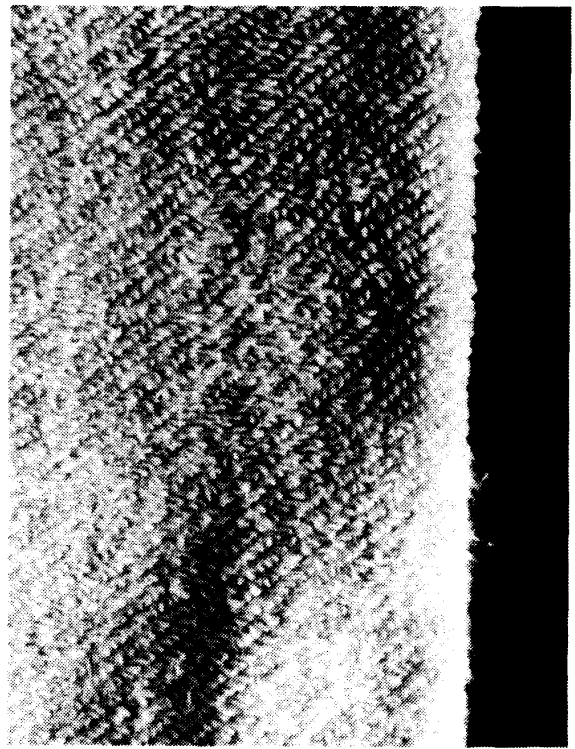


写真4 トレーナー(Tr-1)の表面フラッシング
後の表面
(下方約1/3の位置に接炎)



写真5 新聞紙への着火性－接炎直後
トレーナー(Tr-5)



写真6 新聞紙への着火性－3秒後
トレーナー(Tr-5)

各種のペロア、セーターおよびトレーニングウェアは表面フラッシングを起こさなかった。

別珍およびコール天も表面フラッシングを起こさなかった。これらの生地は、その表面に毛羽が突き出することは少なく、またたとえ毛羽が生じても、毛羽と毛羽との間隔が離れ、火炎を伝播することはないためであろう。なお、別珍やコール天のように、パイルの高さが均一で、しかもその密度が大きいような場合には、パイルが先行して燃焼する表面燃焼の現象も起こりにくい。

トリコットパイル地は2点とも表面フラッシングが起こらなかった。これはループパイルの径が小さく、火炎伝播を起こしうのような大きさの毛羽が生じにくいと思われる。

片面タオル地も2点とも表面フラッシングが起こらなかった。これらの場合は、毛羽は生じるが、原料糸のより数などの関連で、火炎の伝播が起きやすい状態にはないと思われる。

両面タオル地は、表のシャーリング面はおそらく別珍などと同じような理由で表面フラッシングが起こらなかったが、裏のパイル面は表面フラッシングが非常に起こりやすかった。

3.2 その他の燃焼特性および燃焼危険性評価

結果を第2表に示した。

パジャマの場合、ベースの生地への表面着火時間は1.5秒前後である。熱伝達速度は、ポリエステル混紡のためやや大きく、燃焼危険性の高いCにランクする。

トレーナーの場合、表面着火時間はそれらの表面パイルの状態によって異なり、約1秒から5秒の範囲にある。生地がやや厚いこともあり、火炎伝播速度は遅いが、熱伝達速度は大きい。燃焼危険性評価は、表面着火しやすい1点(Tr-2)を除いてBにランクする。

ペロアは、ポリエステル100%のものが炎滴着火性のためCにランクするが、レーヨン100%のものは熱伝達速度が小さくBである。なお、レーヨン100%ペロアはパイル部分だけがやや先行して燃え、表面燃焼の現象を示すが、表面が炭化し、燃焼の進行は抑制される傾向にあった。

セーターの場合、毛100%のものは着火しにくく、たとえ着火しても途中で消炎し燃焼を継続しない。したがって、熱伝達速度も小さく、燃焼危険性はもっとも低危険性のAにランクする。アクリル100%のものは2.7秒で着火し、火炎伝播速度も速く、非常に激しく燃焼し、炎滴着火性もあり、Cにランクする。アクリル/毛混紡のものは、難燃性の毛の混紡によって、アクリルの燃焼性がある程度抑制され、毛、アクリルそれぞれ単独の場合の中間的な値を示し、Bである。

トレーニングウェアは、いずれも溶融し、炎滴を落下しながら激しく燃焼する。トレーニングウェアはデザイン的には身体によくフィットしているため、火に触れる機会は少ない。しかし、一端火が着くと溶融しながら燃焼するため、手ではたいて消火することができないので注意が必要であろう。トレーニングウェアは炎滴着火性があるために、燃焼危険性はCとなる。

別珍、コール天等その他の生地については既に報告したので省略する。⁵¹⁾

第2表 衣服生地、衣服生地の燃焼性試験結果ならびに燃焼危険性評価

試料番号	衣 服 生 地		単位面積当りの 質量 (g/m ²)	厚さ (mm)	表面着火 時間(s)	火炎伝播時間 (s)		熱伝達速度 (J/cm ² ・s)	垂直試験 炭化長 (cm)	燃 焼 性 等 級			燃 焼 危険性 評価
	組 成 (繊維)	組 織 (衣服名)				I	II			着火性	火炎 伝播性	熱伝達 速度	
Pa-1	綿/ポリエステル 80/20	パイル編 (バジャマ)	188	0.85	1.3	77	110	2.07	BEL	2F	2	4	C
Pa-2	綿/ポリエステル 80/20	パイル編 (バジャマ)	203	0.78	1.6	100	165	2.02	BEL	2F	2	4	C
Tr-1	綿 100	裏毛編 (トレーナー)	351	1.43	3.8	178	250	2.19	BEL	1F	1	4	B
Tr-2	綿 100	裏毛編 (トレーナー)	379	1.45	0.8	192	240	2.66	BEL	3F	1	4	C
Tr-3	綿 100	裏毛編 (トレーナー)	364	1.37	4.0	190	256	2.19	BEL	1F	1	4	B
Tr-4	綿 100	裏毛編 (トレーナー)	413	1.47	2.0	221	282	2.76	BEL	2F	1	4	B
Tr-5	綿/ポリエステル 85/15	裏毛編 (トレーナー)	378	1.35	3.3	122	174	1.94	BEL	1F	1	3	B
Tr-6	綿 100	裏毛編 (トレーナー)	318	1.40	3.6	150	215	2.25	BEL	1F	1	4	B
Tr-7	綿/ポリエステル 85/15	裏毛編 (トレーナー)	378	1.26	4.1	265	311	1.56	BEL	1F	1	3	B
Tr-8	綿 100	裏毛編 (トレーナー)	422	1.49	5.1	225	302	2.10	BEL	1F	1	4	B
Ve-1	ポリエステル 100	ペロア	216	0.53	3.1	1BE	—	0.07	6.4	1	1	1	M,FD
Ve-2	レーヨン 100	ペロア	371	1.22	1.0	109	240	0.38	BEL	3	2	1	B
Sw-1	毛 100	平 編 (セーター)	403	1.36	8.4	1BE	—	0.22	0.9	1	1	1	A
Sw-2	アクリル 100	平 編 (セーター)	381	1.50	2.7	67	101	2.16	BEL	2	2	4	M,FD
Sw-3	アクリル/毛 67/33	平 編 (セーター)	393	1.54	4.3	107	191	0.91	BEL	1	2	2	M
Tw-1	ポリエステル 100	ジャージー (トレーニングウェア)	233	0.93	1.7	80	126	0.46	24.0	2	2	2	M,FD
Tw-2	表 ポリエステル 100 裏 ポリエステル/綿 50/50	ジャージー (")	258	0.86	1.8	65	88	0.49	BEL	2	2	2	M,FD

略号 IBE:着火するがマーカー系に達するまでに消火, BEL:全長燃焼, F:表面フラッシュ性, M:熱溶解性, FD:炎滴着火性

4. 総 括

パイルや毛羽のある衣服および生地表面フラッシュ性の試験方法について検討した。マッシュルーム法を応用した試験法により、表面フラッシュ性を判定、評価することができた。表面フラッシュ現象は生地表面の毛羽に着火し、毛羽から毛羽に非常に速い速度で火炎が伝播するものであり、セルロース系繊維からなり、太くて、甘より糸を使ったパイル地製品の場合に特に起こりやすいことがわかった。また、表面フラッシングの火炎は弱い、新聞紙のような薄い紙には容易に着火することも明らかにできた。

着火性、火炎伝播性、熱伝達速度および炎滴着火性なども試験し、燃焼危険性を総合的に評価した。なお、燃焼危険性を評価する際に、表面フラッシュ性のあるもののランクを特に下げることはしなかったが、表示において表面フラッシュ性のある旨を明記し、消費者に注意を促すなどの配慮がぜひ必要であろう。

幸い、これまでの事故例では大事に至ってはいないが、表面フラッシングに驚き、手に持っている熱いやかんや鍋を落とし、やけどなど二次的災害につながる恐れもある。一日も早く表面フラッシュ性の測定法を確立し、規格化されることを望むものである。

付記：本研究のうち、トレーナーについては大阪府立消費生活センターと共同で行なったものであり、同センターの荻野周子技師の協力に深く感謝します。また、本研究に助力された本学教務補助員南 昭子氏に感謝します。本研究は、昭和57年度日本家政学会九州支部大会（昭和57年5月、鹿児島）において発表した。

参 考 文 献

- 1) 大阪府立消費生活センターニュースNo154 (昭和57年7月)
- 2) 東京都消費者センター、今月の消費者相談 1981.2 (昭和56年3月)
- 3) くらしの目, No10, p39 (1982, 9-10月号)
- 4) 北出正俊：防災ニュース, No70 (昭和57年7月)
- 5) 石橋 博：鹿児島県立短期大学紀要 自然科学編 第32号, 35 (1981)
- 6) "Part 1633- Proposed Standard for the Flammability of General Wearing Apparel (PFF-)", J. Consumer Product Flammability, 4, 288 (1977).
- 7) 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).