総説

難燃性繊維の火災成長期における安全性

大 江 昭二郎

1. 防災規制の現状について

昭和44年、消防法の改正によって不特定の人の集まる場所においては、カーテン、どん帳等インテリア繊維製品の防災、難燃性能を有するものの使用が義務づけられている。さらに、昭和53年11月1日、消防法施行令の一部を改正する政令が公布され、防災対象製品としてじゅうたん等製品が新たに追加されることになった。従来、防災の規制はカーテン製品のように主として垂直方向で使用されるものを対象としてきたわけであるが、今回新たに床敷物を加えることによって、水平方向におかれる製品についても規制の対象になったわけである。失火による火源が、一番接しやすい物体をおさえなくてはならない、すなわち、たばこ、マッチなど失火頻度の高い火源に接する確率の一番大きいのは、じゅうたん等床敷物であるという考えから今回とられた措置は止むをえないと考える。防災防火対象物(防災物品を使用しなければならないところ)と、防災難燃性能をもたなければならないインテリア製品の概要について以下表で示してみた¹⁾。

そのほか、寝たきり老人や、旅館、ホテル、宿泊施設等で使用する寝具類(ふとん、座ぶとん、毛布、敷布、枕等)についても、消防庁は昭和49年11月に「防災製品認定委員会」を設けて難燃寝具類の自主規制を実施している。これら寝具類は、毎日使用する上、直接肌に触れるものだけに接触皮膚障害性、経口毒性のないことなど安全性面のチェックが必要となっている。また、家庭内で使用するカーテン、カーペット類製品についても、家庭用品品質表示法によって難燃性の表示が義務づけられている。

表1 防災、防火対象物

消防法第8条の3で規制しているもの	高層建築物(高さ31mを超えるもの)、地下街
消防法施行令第4条の3で規定している防火対象物	劇場、映画館、演芸場、公会堂又は集会場
	キャバレー、ナイトクラブその他これに類するもの、遊技場又はダンスホール
	待合、料理店、飲食店その他これに類するもの
	百貨店、又はマーケット、その他物品販売を含む店舗又は展示場
	旅館、ホテル又は宿泊所、病院、診療所又は助産所
	老人福祉施設、救護、更生施設、児童福祉施設(母子寮、児童厚生施設を除く)身体障害者厚生援護施設(身体障害者収容)又は精神薄弱者援護施設
	幼稚園、盲学校、聾学校又は養護学校
	公衆浴場のうちトルコ浴場、サウナ浴場その他これらに類するもの
	映画スタジオ、又はテレビスタジオ

表2 防災、難燃対象物品

カーテン、暗幕、どん帳、布製ブラインド
じゅうたん等の敷物(昭和53年11月1日の政令改正、昭和54年7月1日施行)
展示用合板または繊維板
舞台において使用する大道具用の合板または繊維板
工事用シート(表1の防災対象物にかかわらずほとんどの防火対象物に適用)

Safety of Flame Retardant Fabrics at a Time on Fire Growth

SHOJIRO OE

Industrial Research Institute of Kanagawa Prefecture

神奈川工業試験所 製品試験科長

2. 防災、難燃繊維の使用状況

防災、難燃製品の使用状況については、消防庁が全国的な調査を例年3月に実施している。昭和54年3月31日現在における使用の実態について表3から表5²⁾に示してみた。防災、防火対象物において使用されるカー

表3 カーテン, どん帳等

(昭和54年3月31日現在)

防火防犯対策 物の区分	(一)		(二)		(三)		(四)	(五)	(六)			(九)	(十)	高層 建築物	合 計	
	劇場等	公会 堂等	キャバ レー等	遊技 場等	料理 店等	飲食店	百貨 店等	旅館等	社会福 祉施設	幼稚 園等	特殊 浴場	テレビ スタジオ 等	特定複合 用途防火 対象物			一般複合 用途防火 対象物
使用状況区分	2842	32,444	6,565	11,332	12,091	49,524	66,572	85,790	44,900	30,254	17,342	248	138,292	2,981	69	508,954
	1,526 (66.6)	11,830 (58.8)	2,345 (53.3)	3,815 (58.1)	4,446 (54.2)	17,193 (55.3)	19,271 (57.2)	25,146 (63.2)	16,846 (69.8)	8,881 (70.8)	916 (73.3)	137 (80.6)	41,774 (50.9)	838 (57.0)	40 (63.5)	198,858 (59.4)
使用状況区分	765	8,301	2,051	2,755	3,758	13,893	14,446	24,693	10,858	6,953	4,288	33	40,271	633	23	135,859
	2,291	20,131	4,396	6,570	8,204	31,086	33,717	67,074	36,004	23,799	13,169	170	82,045	1,471	63	334,717
使用状況区分	551	12,313	2,169	4,762	3,887	18,438	32,855	18,716	8,896	6,455	4,173	78	56,247	1,510	6	172,237
	2,291	20,131	4,396	6,570	8,204	31,086	33,717	67,074	36,004	23,799	13,169	170	82,045	1,471	63	334,717
使用状況区分	551	12,313	2,169	4,762	3,887	18,438	32,855	18,716	8,896	6,455	4,173	78	56,247	1,510	6	172,237
	2,291	20,131	4,396	6,570	8,204	31,086	33,717	67,074	36,004	23,799	13,169	170	82,045	1,471	63	334,717

表 4 展示用の合板または繊維板

[illegible]

ン、どん帳等にすべて難燃製品を使用しているものは、59.4%で53年度の57.7%より若干の改善がなされている。テレビスタジオ等(80.6%)特殊浴場(73.3%)社会福祉施設(70.8%)が比較的高い率で、反面、高層建築物(44.9%)特定複合用途防火対象物(雑居ビル50.9%)キャパレー等(53.3%)の普及状態の悪いことが示されている。

表5 工事用シート

使用状況の区分		防火防火対象物の区分	工事中の建築物	比率 (%)
工事中の建築物数			30,090	
工用シートを用いるものを	全部防火シートを使用しているもの		14,392	80.0
	全部又は一部について防火シートを使用していないもの		3,591	20.0
	小計		17,983	100.0
工事用シートを使用していないもの			12,107	

一方、展示用の合板または繊維板については、難燃製品の使用が48.8%で、53年よりも逆に使用率が低下している。また、工事用シートでは、さすがに災害防止面から比較的兴趣も高く、その普及率も約80%と年を追って改善されている。過去しばしば発生した工事現場における火災も、ここ数年ほとんど報告されていない。

いうまでもなく、火災のほとんどが人災であり、今後の火災予防の主眼は失火防止にそそがれるはずである。難燃製品の使用は、火災の拡大を防止して初期消火の機会や安全避難の機会を確保するためには有効であろう。しかし、他火源による火災成長時にあっては、単に燃えにくいだけの性能付与だけでは安全性面で問題がある。

今後、難燃製品の具備すべき条件として考えていかなばならぬことは、二次災害面(発煙、有害ガス発生)に関わる問題があげられる。それと同時に、難燃のかなめとなる難燃性試験方法についての見直しも大いに必要と考える。

3. 各国における難燃規制と試験方法について

わが国とアメリカにおける難燃規制の現状と試験方法

表6 日本における繊維製品難燃規制の一覧

(1979. 7. 20 現在)

規制対象繊維製品	規制法令	自主規制 (行政指導によるもの)	試験方法の概要
カーテン、どん帳、幕類、工事用シート	消防法施行令第4条の3 (自治省消防庁) 消防庁告示第11号 (48. 6. 1) 耐洗たく性		45°傾斜ミクロ又はメッセルバーナ法 炭化面積、残炎、残じん 水洗い試験、ドライクリーニング各々5回
床敷物 (綴通を除く)	自治省消防庁 消防法施行令第4条の3 (54. 7. 1)		45°傾斜エアームックスバーナー法 炭化長、残炎
寝具、寝装品類		(49. 6. 25 消防安65号) 防火製品認定委員会認定基準	経口毒性、皮膚障害性試験 45°メセナミン法、耐洗たく
家庭用カーテン類 家庭用床敷物	通産省 家庭用品質表示法 (難燃性のものはラベル表示)		JIS L 1091 A-1, A-2法 JIS L 1091 B法(メセナミン法)
壁装材料	建設省 建築基準法 告示第1231号 燃焼ガス 追加(52. 4. 1)		燃焼炉法 発煙、発熱量、燃焼ガス毒性
航空機内装材料 (総重量5.75 t以上の旅客機)	運輸省 航空法施行規則付属書第1		カーテン他一般繊維布 垂直法 シートベルト等 水平法
鉄道客車内装材料 寝台車寝装品		運輸省鉄道監督局行政指導第 81号(44. 5)	JIS Z 2150(メッセルバーナ法準拠) 毛布については燃焼ガス毒性試験
自動車内装材料		業界自主規制 有機資材燃焼試験 (JISD1201)	米連邦規格FMVSS 302引用 水平法、L・O・I法(発煙性含)
カーフェリー等船舶内装材		運輸省船舶局行政指導	敷物、カーテン等 消防法準拠 壁装材 建築基準法
玩具類		業界自主規制、玩具協会安全 基準	水平法、一秒接炎
防衛庁調達品		防衛庁規格	毛布 JIS L 1091 B法(メセナミン法) カーテン マウスによるガス毒性

表7 アメリカにおける難燃規制

規制繊維製品	規制法令	自主規制	試験方法の概要
一般繊維(衣料, インテリア)	消費者製品安全委員会 (CPSC) 可燃性繊維法 (1967改正)		CS 191 45° 傾斜 ニードルバーナー法 1秒接
子供寝衣 0-14X	消費者製品安全委員会 子供寝衣可燃性基準 FF 3-71		垂直法, 3秒接, 炭化長
マットレス, マットレスパッド	消費者製品安全委員会 FF 4-72 (1973 施行)		水平タバコ法 パッドは10回洗たく後試験
床敷物, 小さな床敷物	消費者製品安全委員会 FF 1-70, FF 2-70 (1971 施行)		水平メセナミン法, 炭化長
一般衣料 毛布 布 家具	消費者製品安全委員会 検討中		マッシュルーム法, 着火, 熱 伝導性水平ニードルバーナー 法, シガレット法
自動車内装材料	運輸省(DOT) FMVSS-302		水平法, 燃焼距離 燃焼時間
航空機内装材料	運輸省 Title No.14 Chapter 1-FAA		垂直 12秒接 発煙性 ASTM STP 422 検討中
玩具		業界自主規制 MFTP 0005, 4080 A	水平法
キャンプ用スリーピングバッグ		業界自主規制 CPAI-75	水平メセナミン法, 水平法 CPAI-75 準拠
キャンプ用テント		業界自主規制 CPAI-84	天井, 壁側布 垂直試験 グラウンドシート 水平試験
家電製品(プラスチック繊維部品)		UL Standard 1270 (Audio) 1979 UL Standard 1410 (TV) 1977	UL-94 V 垂直試験 水平
軍需物品		Military Flammability Specifications Cloth, Sheet etc	FTMC 191-5903 垂直, 12秒接

について表6と表7³⁾に対比して示してみた。表から明らかなように、わが国では規制の対象が各種インテリア製品、産業資材製品が大部分を占めているのに対し、アメリカでは、消費者保護法によって子供寝衣製品を含めた衣料製品分野での規制が強くうたがわれている。イギリス、オーストラリア各国も、アメリカの規制に近い傾向にある。最近の花火事故等でみられる子供の火傷例をまつまでもなく、わが国でも近い将来、衣料製品への規制についてさらに拡大されるものと予想される。さらに、興味あることは、わが国では燃焼性抑制のほか二次災害面(発煙, 発熱, ガス等発生)を或程度重視している傾向があるが、アメリカでは今もって、まず燃えにくくすること、初期火災防止面(燃焼の耐洗たく, 耐久性を含めた)に力をいれていることである。

4. 難燃性繊維の燃焼性能について

難燃性繊維は、(1)材料の糸に燃えにくい繊維を使用しているものと、(2)燃えやすい繊維を使っているが、難燃後加工をして燃えにくくしたものとに大別される。燃えにくい繊維として、不燃性のガラス繊維のほか、モ

ダアクリル、ポリクラーラ系が代表的にあげられ、そのほか繊維製造時に難燃剤をねり込んだ難燃ポリエステル、難燃ポリノジックなどが市場化されている。一方、燃えやすい繊維としては、綿、レーヨン、ナイロン、アクリル、ポリエステルなどがあげられるが、ナイロン等合成繊維は一般に難燃後加工のむずかしい繊維である。綿、レーヨン製品には、一部耐洗たく性能を示す難燃加工剤もあるが、大部分は洗たくによって効果を消失することから洗たくの都度、再加工が必要になってくる。

垂直方向に使用されるカーテン、どん帳製品のほとんどが難燃性繊維か、綿、レーヨンの難燃後加工製品が主流となっている。また、水平方向に使用される難燃性じゅうたんでは、もともと燃えにくい毛やアクリル糸を使用したものと、燃えやすい繊維を使っているが、じゅうたん独特の方法で難燃性能を与えたものがある。例えば、タフテッドカーペット製品では、下部のラテックス(主成分ゴム)中に水酸化アルミ等の難燃剤を添加するという方法がとられている。ラテックス中に難燃剤を添加する方法は、ニードルパンチカーペットなどにも適用されている。なお、じゅうたん製品は表面のパイル(毛足)

表 8 垂直方向に使用されるカーテン等難燃性繊維の燃焼性

難燃性繊維			重量 g/m ²			ドライクリーニング後		洗たく(水洗い)後	
				炭化面積 cm ²	L・O・I	炭化面積	L・O・I	炭化面積	L・O・I
織物カーテン	ポリクラーラル	100%	207	11	31.6	11	—	10	31.6
	モダアクリル	100%	187	10	28.5	9.5	—	9	28.5
	アクリル, ポリエステル混紡	70/30%	206	9	25.4	11	—	10	25.4
	レーヨン, 塩ビ交織	90/10%	261	24	39.5	25	—	全焼	21.9
	レーヨン, アクリル交織	75/25%	263	20	40.3	20	—	全焼	21.9
	レーヨン	100%	216	23	38.0	22	—	全焼	19.7
	綿	100%	197	21	33.0	23	—	全焼	19.3
レイトスンカ	ポリクラーラル	100%	146	7	30.3	8	—	6.5	31.1
	モダアクリル	100%	118	6	26.8	7	—	6.5	26.3
	難燃ポリエステル	100%	100	6	30.1	6	—	6	29.8
	塩化ビニリデン	100%	112	7	39.5	7	—	6	39.9
ど暗ん幕帳	ポリクラーラル	100%	305	12	34.2	11	—	12	33.3
	難燃ポリエステル	100%	429	25	31.6	24	—	24	30.7
	レーヨン	100%	330	22	29.4	22	—	全焼	18.4
	綿(別珍)	100%	350	22	37.7	24	—	全焼	19.3

* 炭化面積, A-1 法(45°ミクロバーナー法), L・O・I (酸素指数法)

表 9 水平方向に使用されるカーペット等難燃性繊維の燃焼性

難燃性繊維	エアームックスバーナー法		メセナミン法	
	残炎(秒)	炭化長(cm)	残炎(秒)	炭化長(cm)
(タフテッドカーペット)				
ウーール 100%	0	4.0	—	3.6
アクリル 100%	0	5.8	—	6.5
ナイロン 100%	0	5.0	—	4.0
ポリクラーラル 100%	0	6.0	—	4.5
ウール, アクリル 50/50%	5	6.0	—	5.0
ナイロン, アクリル, ポリエステル 40/40/20%	0	5.0	—	6.5
(ニードルパンチカーペット)				
ポリプロピレンA 100%	0	6.8	—	6.0
ポリプロピレンB 100%	35	8.5	—	15.0

損傷を防ぐ目的から、製品にした後の難燃剤浸漬は行っていないことになっている。

市場化されているいくつかの難燃性繊維の燃焼性能について調査を行った結果を以下表 8 と表 9 に示してみた。

表 8 の結果から、L・O・I 評価(酸素指数)で難燃 3 級(L・O・I 25 以上)以上の指数がえられれば、消防法(45°ミクロバーナー法)でも合格の基準(炭化面積 30 cm²以下)に達することが明らかである。また、綿、レーヨン 100%、およびレーヨン主体の合織交織地を除いた難燃繊維製品はドライクリーニング、水洗い洗濯にも難燃効果は損われず、十分その効果を維持することも確かめられた。

炎が立ちあがるスピードは、私たちが想像しているよりもはるかに早く、例えば、その速度は水平方向の 5 倍位の速さともいわれている。カーテン、どん帳などは、火災の媒体になりやすいことから、燃えにくくすることは初期火災の防止目的から十分の利点があると考ええる。

表 9 は、カーペット類製品のメセナミン法試験と今回新たに規制試験法となったエアームックスバーナー法との比較データーを示したものである。結果的には、近似したデーターがえられた。ニードルパンチカーペット製品(素材ポリプロピレン)で

不合格があったが概して良好である。水平方向におかれる製品は、燃え広がる速さも比較的緩慢であることから、この程度の難燃性があれば、たばこ等の小火源による火災防止には効果を示すと考える。

5. 難燃性繊維の二次災害(煙、有害ガス発生)について

消防法規定では、従来カーテン等製品で行ってきた試験、また今回新たに設定したカーペット等試験のどちらについても発煙性能のチェックは行っていない。難燃性能は、火源に接しても着火しない、あるいは例え着火しても小面積で自己消失する特質をもっている。そのため、その燃焼の面積はきわめて小さくて発煙絶対量からみて

表 10 建築物火災の進行状況

	初 期	成 長 期	最 盛 期	減 衰 期
炎 の 状 態	床上着火	壁に延焼, 炎成長	天井に延焼, 炎最大	残 炎
室内平均温度	100℃以下	500~800℃	800~1000℃	100℃前後
酸素量	供給十分	急速に減少	減 少	供給十分
一酸化炭素	微量	増 大	増 大	減 少
煙	白煙(くすぶり状態)	黒煙, 視界うすれる	猛烈な黒煙	黒煙も減少

も比率的に問題にはならないと考えられるかもしれない。しかし、建物火災という大きな目でみると、カーテン、カーペット等難燃製品が他の部分から延焼してきた大火源(火災成長期)によって大きな面積で燃えあがった場合のあることも想定しなくてはならない。その場合には、発生する煙、ガス等によって人身被害に影響を与えるケースもあるわけであり、発煙性能、発生ガスについても検討する価値は十分あるものと考えるのである。建築物火災の進行状況について表 10⁴⁾に示してみた。

火災成長期には、室内平均温度は500~1000℃近くにあり、煙、COガスも急激に増大する。

わが国で現在規格化されている発煙性測定法は、建築基準法に基づく建築物内装材料の試験(JIS A 1321の表面試験)と、自動車室内有機資材の試験(JIS D 1201の酸素指数、水平試験)の二方法である。前者の試験は、石油ストーブ転倒に相当する程度の熱源に対する安全性が要求されている。繊維製品にこの方法を適用した場合、熱源に曝されている垂直試験体の表面温度は650~700℃まで上昇し、難燃繊維もこの温度範囲では比較的燃えやすい繊維と変らない燃焼挙動を示す。難燃繊維の発煙性傾向を総体的に把握できる点では適切な測定方法とも考える。また後者試験の酸素指数応用による測定方法は、酸素指数値(難燃指数値)を0.5を上回る指数値で燃焼させ

てこの段階での自然の流れの発生煙を減光係数(C_s)で評価するものである。難燃繊維に適用できることから有効な測定法である。今一つの水平法による測定は、繊維の燃焼が持続しないことから発煙性を適切に把握できない嫌いがある。そのほか、測定法として考えられるのは、密閉式電気炉加熱装置の適用がある。加熱炉温度を変えることによって、低温から高温段階(400~800℃)における燃焼、発煙性傾向の関係を透過、減光率から評価するもので、この方法を適用すれば酸欠状態での燃焼挙動も測定が可能である。何はともあれ、測定上の技術的問題解明の鍵は、いろいろの角度から実際の測定を実施し数々のデーターをうることにあると考えるものである。

以下、上記測定法によってえられた各種難燃性繊維の発煙傾向についての考察を試みたい。織物カーテン素材の代表的な難燃性繊維を建築基準法試験で測定した発煙、発熱量曲線グラフを図に示してみた。図示のデーターをまとめたのが表 11の結果である。22×22 cmの各試料を石綿パーライト板にはりつけたものを試験体とし、規定の都市ガス、電熱10分間加熱(受熱面積18×18 cm)による表面試験データーである。発煙量は単位面積当りの発煙係数 C_A 、発熱量は標準温度(石綿パーライト板)をオーバーした温度、時間面積($td\theta$)で表わしたものである。

図 1 難燃性合成繊維の発煙、発熱曲線

図2 難燃性レーヨン、合繊交織繊維の発煙、発熱曲線(水洗い洗たく布との比較)

図3 難燃性セルローズ系繊維の発煙、発熱曲線(水洗い洗たく布との比較)

また、酸素指数法、密閉加熱炉適用の発煙性傾向についてまとめてみたのが表12の結果である。酸素指数法は12×5 cmの試料を使用、密閉加熱炉法は0.2 gの試料を使用した。いずれも最小透過率 $T_{\min}$ %から減光係数 C_s を算出した。

$$C_s = \frac{23}{L} \log_{10} \frac{100}{T_{\min}}$$

(L …光路長, $T_{\min}$ 最小透過率)

難燃性繊維は、広く考えれば有機系高分子に属するので或程度の発煙性はやむをえないかも知れない。しかし、その発生は、少なくとも難燃1級(C_A , 30以下, $td\bar{\theta}$, 0)の範囲内にとどめるのが安全性面から考えて必要であろうと考える。表11の結果から、難燃素材によっては(例えばモダアクリル、難燃ポリエステル、アクリル、ポリエステル混紡製品など)発煙傾向の大きいことが示され

ている。一方、レーヨン、綿100%、レーヨン主体の合繊交織製品では、難燃剤が発煙性増大に役かっていることが明らかである。これら製品を、一度水洗い洗たくすれば難燃剤は脱落し、未加工に近い製品に戻ってしまうが、今度は逆に発熱量($td\bar{\theta}$)で規制をオーバーするので問題である。以上のことから、綿、レーヨンを主体とした製品は、安全性面から考えて難燃加工を施すことが必須条件にはなるが、発煙、発熱量の両面を考慮にいった適性な加工が必要であろうと考える。

また、表12の結果からは、両測定法の間に相関性のあることが認められ、この方法でも、とくに難燃性合繊繊維で発煙性が著しい。

発煙性のほか、発生する有害なガスも見逃せない問題である。火災の際の死者の90%は窒息によるということで、この90%死者のうち、そのまた90%近くが一酸化

表 11 難燃性繊維の発煙性と発熱性(建築基準法試験)

難燃性繊維	重量 g/m ²	発煙量 C _A	発熱量 (t dθ)	残炎(秒)	区 分
(織物カーテン)					
ポリクラー 100%	207	25.5 (26.0)	0 (0)	0 (0)	難燃 1 級相当
モダアクリル 100%	187	40.0	0	0	難燃 2 級
アクリル, ポリエステル混紡 70/30%	206	41.0	0	0	難燃 2 級
レーヨン, 塩ビ交織 90/10%	261	27.2 (7.0)	0 (3分以内標準曲線オーバー)	0 (0)	難燃 1 級 —
レーヨン, アクリル交織 75/25%	263	40.8 (11.0)	0 (9.0)	0 (0)	難燃 2 級 (難燃 2 級)
レーヨン 100%	216	22.0 (6.0)	0 (3分以内標準曲線オーバー)	0 (0)	難燃 1 級 —
綿 100%	197	16.5 (4.8)	0 (16.0)	0 (0)	難燃 1 級 (難燃 2 級)
(レースカーテン)					
ポリクラー 100%	146	21.0	0	0	難燃 1 級相当
モダアクリル 100%	118	24.0	0	0	難燃 1 級
塩化ビニリデン 100%	112	23.0	0	0	難燃 1 級
(どん帳)					
難燃ポリエステル 100%	390	66.0	20.0	0	難燃 3 級相当

* () 水洗い洗たく後

表 12 難燃性繊維の発煙性
(酸素指数, 密閉加熱炉, 3 分燃焼)

難燃性繊維	密閉加熱炉法 (600℃, O ₂ … 20%)		酸素指数法		区分
	透過率%	減光係数 C _S	透過率%	減光係数 C _S	
(織物カーテン)					
ポリクラー 100%	2.0	7.82	2.0	7.82	発煙 4 級
モダアクリル 100%	1.0	9.20	1.0	9.20	発煙 4 級
アクリル, ポリエステル混紡	1.0	9.20	1.5	8.39	発煙 4 級
レーヨン, 塩ビ交織	51.5	1.32	73.0	0.63	発煙 2 級
レーヨン, アクリル交織	10.0	4.60	46.2	1.54	発煙 3 級
レーヨン 100%	90.0	0.21	84.0	0.35	発煙 2 級
綿 100%	86.5	0.29	90.0	0.21	発煙 2 級
(レースカーテン)					
ポリクラー 100%	1.0	9.20	1.5	8.39	発煙 4 級
モダアクリル 100%	1.5	8.39	1.0	9.20	発煙 4 級
塩化ビニリデン 100%	1.0	9.20	6.8	5.37	発煙 4 級
(どん張, 暗幕)					
ポリクラー 100%	2.0	7.82	1.0	9.20	発煙 4 級
難燃ポリエステル 100%	5.0	5.99	1.0	9.20	発煙 4 級
レーヨン 100%	97.0	0.06	97.0	0.06	発煙 1 級
綿 100%	83.0	0.38	95.0	0.10	発煙 1 級

炭素(CO ガス)中毒によるものといわれている。有機炭素を有する難燃性繊維は、一般のプラスチック製品と同様、燃焼するときは必ず CO ガスを放出し、とくに火災成長期には大きいものと予想される。CO ガスは、無色、無臭であるから一層仕末が悪い。その点、強烈な臭を放出する塩酸ガス等の塩素類を製品に添加すれば、早期脱出の瞬間が与えられるとして安全性面から有効であると

もいわれている。有害なガス測定は、その材料が燃える状態によって左右されることから適切な試験法はいまだに解明されていない現状である。

白金線コイルを応用した CO 検知装置⁵⁾を使用しての総体的データを表 13 に示してみた。難燃性繊維の 2g を採取、密閉式加熱炉温度 700℃ に設定して燃焼させたときの発生 CO ガスを測定したものである。

表 13 難燃性繊維の燃焼時に発生するCOガス

難燃性繊維	O ₂ … 20%		O ₂ … 10%	
	CO (vol %)	燃焼最高温度(℃)	CO (vol %)	燃焼最高温度(℃)
ポリクラー ル 100%	0.87	930	2.35	840
モダ アクリル 100%	0.94	980	3.14	780
アクリル, ポリエステル混紡	1.55	920	3.58	870
レーヨン, 塩ビ交織	0.13	750	0.44	750
レーヨン, アクリル交織	0.46	750	0.66	760
レーヨン 100%	0.06	780	0.17	760
綿 100%	0.06	770	0.44	760
ポリクラー ル 100%	1.28	930	2.58	810
モダ アクリル 100%	1.21	990	2.80	800
塩化ビニリデン 100%	0.87	840	2.41	750
ポリクラー ル 100%	0.92	920	1.90	830
難燃ポリエステル 100%	0.80	950	3.19	790
レーヨン 100%	0.11	830	0.17	780
綿 100%	0.11	780	0.53	770

* N₂ + O₂ 混合空気流入量 11.4 l/min, ガス採取速度 1 l/min

CO ガス発生量は酸欠状態燃焼時で著しく、難燃性合成繊維でその発生がとくに大きい。それに反し、レーヨン、綿 100% は全般的に少ない傾向にある。また、燃焼時最高温度も合成繊維が高くフラッシュオーバーの危険性も十分考えられる。

6. 評価からみた技術的問題と今後の展望

難燃性繊維の火災安全性について、二次災害面(煙、ガス)を中心に評価を加えてみた。

最近、生活の近代化に伴って、各施設、家庭等で使用するカーテン類製品はウォッシュブル性のすぐれた合成繊維が好まれる傾向にある。そのうえ、織物およびレースのカーテンを二重に使用しているところも多くみかけられ、これが大火源で燃えあがった場合の煙、ガス発生を考えるとその危険性のさらに大きいことが予想されるのである。その点から考えれば、多少取扱いが不便でもレーヨン、綿素材製品の方が比較的安全な繊維といえるようである。

もっとも、これまで述べてきた評価方法のみで危険性

の有無を論ずることは早計かも知れない。燃焼そのものがデリケートな問題を多く含んでおり、技術的問題を解明するには、多角的な面からより一層の検討が必要であろうと考える。私見になって恐縮ではあるが、今後検討すべき問題として、煙、ガス発生を抑制するような適切な加工法がないものかどうかということである。たとえば、難燃性繊維に無機系の抑制剤を含ませて一時的にせよその発生を減少させるような開発が見出されれば安全性面から考えて有効であろう。抑制法の開発、適切な安全評価方法の検討が急務のように考える次第である。

文 献

- 1) 日本防災協会; 防災読本
- 2) 日本防災協会; 防災ニュース, No. 60
- 3) 日本防災協会; 防災ニュース, No. 59
- 4) 日本繊維製品消費科学会; これからのインテリア, 選び方, 使い方
- 5) 大江昭二郎; 織学誌, 33, P-325 (1977)

(昭和 55 年 5 月 21 日受理)