難燃素材の現状

田 中 豊

1. はじめに

1990年における国内の難燃繊維の消費量は33,500トンと推定され、これは全繊維消費量のわずか1.6%にしかすぎない。用途別にみるとインテリア

用途が26,000トンで一番多く、次いで衣料・家庭用約4,000トン、産業用3,500トンであった。人口の高齢化、都市の高層過密化などによる防災の社会的ニーズが高まり、難燃素材および難燃商品の開発は急速に進行している。

2. 難燃素材

- 1) 消防白書によれば
 - 年間火災発生；5万件
 - 火災による死亡者；2,000人弱
- 2) 表1に示すような消防法による法規制と行政指導が実施されている。
- 3) これらの防災物品および防災製品を作るには、
 - 難燃性または耐熱性繊維を使用；素材難燃
 - 可燃性繊維の生地を難燃加工；後加工難燃の2方法があるが、難燃性能の均一性や洗濯耐久性などの観点から素材難燃の方向に進んでいる。
- 4) 防災製品は単に防災性能を有するのみでは充分

表1 防災物品と防災製品の品目

防 災 物 品 (消防法に基づくもの)	防 災 製 品 (行政指導：防災製品認定委員会)
<ul style="list-style-type: none">・カーテン・布製ブラインド・暗幕・じゅうたんなど・展示様の合板・どん帳その他舞台で使用する幕類・舞台で使用する大道具用の合板・工事用シート	<ul style="list-style-type: none">・側地類（敷布、カバーを含む）・詰物類・ふとん類・毛布類・テント類・シート類・幕類・非常持出袋・防災頭巾・衣服類・布張り家具等・布張り家具等側地

表2 防災繊維素材（全品目用）〔PA群〕²⁾ 1992年5月22日現在

コード	繊維素材名	商品名	会社名	認定年月日	備 考
PA-1	ポリクラール	コーデラン	(株)興人	1987. 8. 20	
PA-2	難燃アクリル	ルフネン (VH1, VO1)	鐘紡(株)	1988. 1. 5	
PA-3	アクリル系	カネカロン	鐘淵化学工業(株)	1988. 5. 16	
PA-4	難燃アクリル	スーハーパーザー	三菱レイヨン(株)	1988. 5. 16	
PA-5	難燃ポリノジック	タフバン	東洋紡績(株)	1988. 5. 16	Poly (n-propoxy-phosphazene)
PA-6	アラミド (ポリ- <i>m</i> -フェニレン イソフタルアミド)	コーネック	帝人(株)	1991. 10. 17	
PA-7	アラミド (ポリメタフェニレン イソフタルアミド)	アピエール	ユニチカ(株)	1992. 5. 22	

※認定年月日は当該繊維を用いた防災製品として認定された年月日とする

Y. Tanaka, The Current Flame-retardant Fibers, 東洋紡績(株), General Manager of Manmade Fibers Development & Processing Dept., Toyobo Co., Ltd.

表 3 防災繊維素材（衣服類を除く全品目用）〔A群〕
1991年5月現在

コード	繊維素材名	商品名	会社名	認定年月日
A-1	アクリル系	カネロン	鐘淵化学工業(株)	1976. 3. 22
A-2	難燃ポリノジック	DFG	大和紡績(株)	1976. 6. 8
A-3	難燃ポリノジック		東洋紡績(株)	1976. 7. 12
A-4	ポリクラール	コーデラン	(株)興人	1976. 12. 13
A-5	難燃アクリル	ルフネン	鐘紡(株)	1977. 8. 3
A-6	難燃ポリエステル	ハイム (GH,GHM,GF)	東洋紡績(株)	1979. 10. 26
A-7	難燃アクリル	H-704-(V) H-404-(T) V74B	三菱レイヨン(株)	1980. 3. 27
A-8	フェノール系	カインール	日本カインール(株)	1983. 7. 20
A-9	難燃ポリノジック	タフバン	東洋紡績(株)	1984. 1. 9
A-10	難燃アクリル	カシミロン ノンバー	旭化成工場(株)	1986. 3. 27
A-11	難燃ポリエステル	難燃スフ (商標;エクスター)	帝人(株)	1986. 7. 14
A-12	難燃ポリエステル	パラフレイム-E エアロールFR	鐘紡(株) ユニチカ(株)	1986. 7. 18
A-13	ポリ塩化ビニル	テビロン	帝人(株)	1986. 11. 10
A-14	難燃ポリエステル	ナンネック	(株)クラレ	1986. 11. 26
A-15	難燃アクリル	エクスランNX (Wタイプ)	日本エクスラン 工業(株)	1988. 12. 28
A-16	難燃ポリエステル	トレビラCS	ヘキストジャパン(株)	1990. 10. 26
A-17	難燃焼ポリエステル	ホノガード (HONOGUARD) スーパー パラフレイムE	ユニチカ(株) 鐘紡(株)	1991. 5. 7
1A-18	難燃ポリエステル	テック・デルタ (TEC-δ)	旭化成工業(株)	1991. 7. 10

でなく、次の基本条件を満たす必要がある。

- (1)防災性能を有すること
- (2)一般毒性および接触皮膚障害を有しないこと
- (3)その他安全の観点より必要性能を有すること
- (4)品質管理の基準が適正であること
- 5) 日本防災協会に登録されている防災繊維素材を
表 2, 3 に示した。これらの難燃繊維を分類すると
図 1 のようになる。

3. 難燃性能

3.1 繊維の燃焼性

各種文献に載っていた繊維の限界酸素指数

(LOI) を表 4 にまとめた。
少し乱暴ではあるが、一つの目安として見てほしい。

3.2 難燃繊維と耐熱繊維

- 難燃繊維と耐熱繊維との違いは
- 難燃繊維
 - 1) 自己燃焼性が小さく、自己消火性を持つ
 - 2) 染色性を有する。
 - 3) 審美性や風合いを保持している
 - 耐熱繊維
 - 1) 高温時の強力低下率が小さい
- 熱劣化が少ない

図 1 難燃繊維の種類（主要製品を抜粋）．先発 2 製品をアクリル，ポリエステル勢が追う⁵⁾

表 4 各種繊維の燃焼性

分 類	繊 維 名 メーカー	LOI値	融 点 (℃) 分融点 (℃)
可燃性	綿	18.4	溶解せず
	トリアセテート	18.4	293
	ジアセテート	18.6	255
	ポリプロピレン	18.6	164～170
	レーヨン	19.7	溶解せず
	ビニロン	19.7	220～230 (軟化点)
	アクリル	20	190～240 (軟化点)
	ナイロン	22.5～20.1	160～292
	ポリエステル	22.0～20.6	252～292
	羊毛	24.5～25.6	溶解せず
	テクノーラ	25	500
難燃性	防災レーヨン (後加工)	26.4	溶解せず
	ザプロ加工 (羊毛)	27～33	溶解せず
	カネカロン (モダクリル)	27～29	160～190
	ハイム (難燃ポリエステル)	28～32	259
	コーデラン (ポリクラルール)	28	180～200 (軟化点)
	ルフネン (難燃アクリル)	29～37	190～200 (軟化点)
	バイナール (難燃ビニロン)	30～35	
	スーパーコーデラン (ポリクラルール)	33	
	プロテックス (カネカロン)	34～35	
耐熱性	コーネックス	30	380～400
	ノーメックス	30	400
	カイノール	30～34	350
	ケルメル (ポリアミドイミド)	32	350
	プロコン (ポリフェニレンサルファイド)	34	285
	テビロン (ポリ塩化ビニル)	35～37	20
	ポリビニルクロライド (塩ビ系セナイ)	37	100～160
	PBI (ポリベンゾイミダゾール)	41	450
	バイロメックス	55～60	溶解せず
	ピッチ系炭素繊維	60以上	溶解せず
不燃性	ガラス繊維	95	327
	アスベスト	不燃 不燃	760～815

表 5 繊維性能比較

	コーネックス	ケブラー	コーデラン	カネカロン	テビロン	タフバン	ハイム
乾強度(g/d)	5~5.5	22	2.8~3.3	2.2~2.8	2.6~4.0	4.0	5~5.5
伸度(%)	35~50	2.4~4.0	20~24	37~40	15~90	14.0	30~35
ヤング率	700~1,000	6,000~13,400	300~400	200~350	200~600	950~1,500	310~870
比重	1.38	1.45	1.32	1.28	1.39	1.5~1.52	1.38
水分率(%)	5~5.5	・	3.0	0.7~1.0	0	10~12	0.4
融点(℃)	415	426炭化	1800~200軟化	150軟化	200~210	—	250~255
酸素指数(LOI)	26~30		28~33	28~32	35~37	30~32	28~30
耐熱性	◎	◎	×	×	×	△	△
燃焼性	370℃で炭化	426℃で炭化	自己消化 ガスによる酸欠	同左	同左	同左	自己消化 ドリップ
吸湿性	○		△	×	×	◎	×
燃焼ガス毒性	◎		×	×	×	◎	◎
			塩素ガス	シアンガス	塩素ガス		
染色堅牢性	×	×	△	○	×	○	○
	染色は難しい	染色は難しい			染色は難しい		

表 6

○プロテックス (カネカロン)	— プレバノ	----- クラボウ
	— デライラ	----- シキボウ
	— ノンプレイズ	----- ダイワボウ
	— 試作中	----- 日東紡
○スーパーコーデラン	—	ボンペーロ----- 日清紡

3) 繊維の一般特性を満たしているが着色しているものが多い（染色が極めて困難）。

3.3 難燃繊維の物性

代表的な難燃繊維や耐熱繊維の性能を表5に示した。オールマイティな難燃繊維はなく、それぞれの繊維が特徴を持っていることが分かる。

3.4 綿高率混素材

従来天然繊維は後加工で難燃化していたが風合いの劣化や耐洗濯性などの問題を持っていた。不燃ガス発生による自己消火性を持つカネカロンとコーデランはさらに難燃性能が強化された。綿高率混用の品種が開発されている。その状況を表6に示す。こ

の技術は非常に興味があるが、アクリルおよびアクリル系繊維の弱点（耐熱性、燃焼ガス）をどのように克服するにかかっていると思う。

4. 用途およびその消費量

4.1 難燃繊維の特徴

完全無欠な難燃繊維はなく、また、各難燃繊維がそれぞれ特徴ある物性を持っている以上用途別に適合する難燃繊維を選んで使用すべきである。表7に難燃素材の特徴と適正用途をまとめた。

難燃ポリエステルは強度、軽さが、難燃ポリノジックは綿風合いと吸湿性が、アクリルおよびアクリル系は風合いと染色性が必要な分野に適していることが分かる。

4.2 用途別消費量

表8に難燃繊維別消費量を示した。ただし、これは1989年のものなので1992年の計画を推定してみた。

1989年19,930トン（カネカロン輸出除ぎ）から

表 7 難燃素材の適正用途

難燃素材	難燃機構	特徴	カーテン	寝装側地	中入綿	寝衣	毛布	車面資材	ボアerpایل	カーペット	作業着	シーツ包布
ポリクラーラル	不燃ガス、炭化	難燃度、毒性小*	◎	○			○	◎				◎
アクリル系	不燃ガス、炭化	難燃度、風合、発色	◎	◎	○		◎		◎	◎		◎
アクリル	不燃ガス、炭化	発色性、バルキー	◎	◎			◎			◎		
ポリエステル	ドリップ	強い、軽量、毒性小*	◎	◎	○		○	◎				
ポリノジック	炭化	吸湿性、毒性小*	○	◎		◎	○	◎			◎	◎

* 燃焼ガス ◎：非常に適している ○：適している

1992年32,335トンへ増加している。

5. トピックス

5.1 燃焼ガス論争

(1)難燃アクリルと難燃ポリエステル某社の難燃繊維カタログが発端となって難燃アクリルと難燃ポリエステルの燃焼ガス有毒論争が起きた。表9は電気炉で強制燃焼させ、発生するガス成分を分析した結果を示した。いずれの繊維も多く炭酸ガスや一酸化炭素を発生するが、比較的少量しか出ないシアンガスや塩化水素ガスも毒性指数(発生量/致死濃度)からみると大きな数字を示す。

(2)ニューヨーク州の火災ガス毒性規制ニューヨーク州の火災ガスの毒性規制は、現在その対象となる建材や製品について特定の試験法による毒性評価結果の公開を制度化したもので、その毒性に対する規格、規制を定めたものではない。しかし、将来はあ

まり望ましくない製品を市場から除くところまでもっていくことを考えている。いままでにインプットされたデータファイルから、登録された製品は代表的なLC₅₀でグループ化できることが分かった。

5.2 新製品

最近の新製品として新聞に報道されたもののうち、代表的なものを示した。

- ウォームザックス
- 耐熱繊維メタ系アラミド「コーネックス」使いの寝具。難燃性は良いがコストと風合いは？
- 抗ピル性ハイム
- 難燃繊維として、初めての抗ピル難燃エステル。毛布などの寝具用として使用される。
- コーネックスが次世代ジャンボの座席に採用
- 難燃エステル「ハイム」がのぞみ号の座席シートに採用
- 自動車用難燃カバー開発

表8 難燃素材銘柄別用途構成表(1989年)

ブランド名	1989年	輸出	内 地 向 け											1992年 計 画*	
			カーテン	寝装側地	中入綿	寝衣	毛布	車両資材	エアフィルター	ボアerpایل	カーベツト	作業衣	シーツ包布		その他
ハイム（フィラメント）	800	120	400	100				180							2,600
ハイム（ステープル）	1,600	220	560	160	240		120	300							
エクスター（トレビラCS）	600		600												1,500
タフバン	800	40		190		10								560	900
コーディラン	2,900	290	900	135	135		330	920	190						3,600
カネカロン	33,000	20,000	5,000	200	200		400		50	2,500	2,500	50		2,100	9,500+輸出
ザブスウール	80						63.5					16.5			その他
プロバン（大和紡）	50	10		5								28	5	2	14,235
ブレバノ	100												100		
合 計	39,930	20,680	7,460	790	575	10	913.5	1,400	240	2,500	2,500	94.5	105	2,662	32,335
（％）	100.0%	52.4%	18.9%	2.0%	1.5%	0.1%	2.3%	3.5%	0.6%	6.3%	6.3%	0.2%	0.2%	6.7%	（約+60％/4年）

*織研新聞 '92. 9. 1より推定

*繊維新聞'92.9.1より推定

表9 各種繊維の燃焼ガス (mg/g) ※

		炭酸ガス	一酸化炭素	炭化水素	シアン化水素	塩化水素	亜硫酸ガス	窒素酸化物	毒性指数
A	・ハイム	900	270	124					5.0
	ポリエステル	975	263	14.2					5.0
	モダアクリル	728	166	3.4	32.5			2.1	19.5
	ポリクラヒル	749	265	10.8		100			7.1
	塩化ビニル	520	267	18.1		545			16.9
	ウール	806	145	1.8	16.2		38.2	1.1	15.7
	綿	918	176	0.2					3.5
B	5〜10分吸入による致死濃度(mg/10ℓ)	1,650	60		2	45	80		—

※ 毒性指数Ttotal=A₁/B₁ 炭酸ガス+A₂/B₂一酸化炭素+….

参考文献

- 1) 加工技術, 1991, 9月防災の現状と普及の動き
- 2) 日本防災協会, 防災製品の認定関係資料
- 3) 日本防災協会, 防災製品の認定関係資料
- 4) 日本防災協会, 防災製品の認定関係資料
- 5) NIKKEN NEW MATERIALS, 1992, 1, 27
- 6) 日本繊維新聞 H4, 9, 11
- 7) 日本繊維新聞 H4, 9, 11
- 8) C. J. Hilado ; Flammability, Handbook for Plastics, Technomics 1969
- 9) 秋田一雄; 消防研究所報告, 1959, 9, 1
- 10) 上原陽一; 日本防災協会, 繊維と防災, 防災の理論
- 11) 新耐熱・耐炎繊維の展開, 大阪ケミカルマーケティングセンター, 1990, 7月
- 12) 加工技術, Vol. 26 No.9 1991 難燃繊維カネカロン「プロテックス」
- 13) NIKKEN NEW MATERIALS, 1992, 1, 27
- 14) NIKKEN NEW MATERIALS, 1992, 1, 27
- 15) NIKKEN NEW MATERIALS, 1992, 1, 27
- 16) 繊維新聞, 1992, 9, 1
- 17) 新耐熱・耐炎繊維の展開, 大阪ケミカルマーケティングセンター, 1990, 7月

- 18) 新耐熱・耐炎繊維の展開, 大阪ケミカルマーケティングセンター, 1990, 7月
- 19) 新耐熱・耐炎繊維の展開, 大阪ケミカルマーケティングセンター, 1990, 7月
- 20) 堀内三郎; 山本啓一; 第58次日本法医学総会, 昭和49, 5, 16~17
- 21) 畠啓; 日本防災協会, 繊維と防災, 帝人難燃繊維と製品
- 22) 藤居良助; 日本防災協会, 繊維と防災, 日本カイノール(株), 防災繊維としての「カイノール」

田中 豊 (たなか ゆたか)
昭和35年名古屋工業大学紡織学部卒, 現在, 東洋紡績(株)参与, 化合繊開発加工部長兼福井事務所長として, 化合繊分野における開発管理全般を担当。(東洋紡績(株)化合繊開発加工部, 〒530 大阪市北区堂島浜2-2-8, TEL. 06-348-3622, FAX. 06-348-3602)

繊維産業に携わる研究者・技術者は日本繊維機械学会の会員に!

日本繊維機械学会は, 繊維産業(繊維製造~アパレル~流通)に携わる研究者・技術者の結集体として昭和23年創立以来, 46年にわたって産学協同を基調に絶やまざる活動を続けております。

また, 本学会内に設置された研究会(不織布研究会, 生活環境と繊維の研究会, 産業資材研究会, 風合い計量と規格化研究会, 被服心理学研究会, アパレル産業情報化研究会, 織機研究会, 繊維産業のシステム化研究会, コンポジテックス研究会, R&D フォーラム)にもそれぞれの分野の専門会員各位が参加されています。

学会活動の活発化や会員の相互啓発は会員が多数であればあるほど, より高まり深くなります。会員各位におかれましてもお知り合いの方でまだ未入会の方がおられましたら, ぜひご入会をおすすめいただきますようお願い致します。入会申込書は学会事務局(TEL. 06-443-4691, FAX. 06-443-4694)宛ご請求下さい。

「会員の広場」欄への投稿案内

会員各位の関心を反映し, 知識, 経験を紹介するため「繊維工学」誌上に「会員の広場」欄を開設しています。本欄は次の2項目により構成されていますが, 形式は問いませんので各位積極的に原稿をお寄せ下さい。なお, 掲載の可否は編集委員会にご一任下さい。

Q & A: 「繊維工学」誌上に掲載の記事に対する質問やご意見, アドバイス等, また, 日常の研究, 工場やビジネスの中で疑問を感じたりされたことをお寄せ下さい。回答とともに無記名で掲載します。ただし, 原稿には氏名, 勤務先等を明記して下さい。

シグマ: 情報, 提案, 随想等を幅広く紹介します。800字程度でご自由にお寄せ下さい。

繊維工学編集委員会