

低延焼性たばこの有効性に関する検証

町井 雄一郎*, 金子 公平*

概要

点火したまま放置すると自然に消火する「低延焼性たばこ (Fire-Safe Cigarette)」について、当庁管内で発生したたばこ火災の着火物のうち、上位を占める「布団等」・「ごみくず・紙くず」・「衣類」に対する延焼性に関する検証を、日本国内で市販されているたばこと比較しながら行った。

その結果、「布団等」・「衣類」において、綿製のものではSBによる消火は困難であり、低延焼性たばこの有効性が低いことがわかった。また、「ごみくず・紙くず」では、シュレッダーダストを用いた燃焼実験において、日本国内市販品たばこと同様に全長燃焼してしまうことが確認された。

1 目的

米国では、たばこによる火災が毎年多く発生し、これにより 800 人程度の死者、1800 人程度の傷者が発生している。これらの軽減化を目的として、2000 年、ニューヨーク州では、世界に先駆けて州内で販売されているたばこを全て「低延焼性たばこ (Fire-Safe Cigarette)」(以下、FSC という) でなければならないことを法制化した。FSC とは、吸わないで放置した場合、自動的に消火してしまうたばこである。

その後、この動きは、米国内のほぼすべての州、EU 諸国やオセアニアにも広がりを見せている。

本検証では、日本の生活環境における FSC の有効性を検証するため、たばこが出火原因である火災の着火物上位である「布団等」、「紙くず・ごみくず」、「衣類」に対し、FSC 及び日本国内で市販されているたばこ (以下、市販品という) の着火性状を比較することを目的とした。

2 「低延焼性たばこ」の消火機構

日本国内で市販されているたばこの巻紙は、吸わない時でも燃焼を継続するために、空気を供給する微細な隙間が設けられている。しかし、FSC の巻紙には、薬剤の塗布等により隙間が塞がれている帯状の部分 (スピードバンブ。以下、SB という) が、2~3 ヶ所設けられている。点火した FSC が、吸われないまま SB まで燃焼してきた場

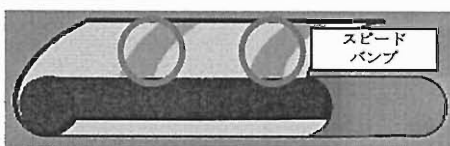


図1 「低延焼性たばこ」のイメージ

合、SB によって巻紙からの空気の供給が妨げられ、自然に消火して

しまう働きがある。

3 検証

(1) 「布団等」に対する着火性比較

「布団等」に対する FSC 及び市販品の着火性の比較について、以下のとおり行った。

ア 布団等及びシートに対する着火性

(7) 平成 21 年から過去 10 年間におけるたばこに起因する建物火災の着火物内訳第 1 位の「布団等」のうち、中綿が綿 100% の布団 (以下、綿布団という)、及び中綿が綿 50% + ポリエステル 50% の布団 (以下、混紡布団という) を可燃物とした。(表 1 左欄)

(イ) 前(7)の各布団を 30cm × 30cm に切断し、前処理として、恒温槽にて 80℃ で 2 時間乾燥し、デシケーター内で室温まで 24 時間以上冷却した。

(ウ) たばこの燃焼に対する布団上のシートの影響を見るために、綿 100% シート (以下、綿シートという)、綿 50% + ポリエステル 50% シート (以下、混紡シートという)、ポリエステル 100% シート (以下、合繊シートという)、アクリル系難燃性繊維 30% + 綿 70% 防災製品シート (以下、防災シートという) を、前(イ)の布団と同じ大きさに切断し、同様の前処理を行って試料とした。(表 1 右欄) また、比較のため、シート無しの状態でも実験を行った。

表 1 試料一覧

使用した布団等	使用したシート
綿布団	綿シート
混紡布団	混紡シート
	合繊シート
	防災シート

(エ) シート無の場合は、中綿の上に包布である綿 100% の

布のみを重ねたものを試料とした。

(イ) シーツ有りの場合は、前(イ)の試料の上に、各シートを重ねて試料とした。

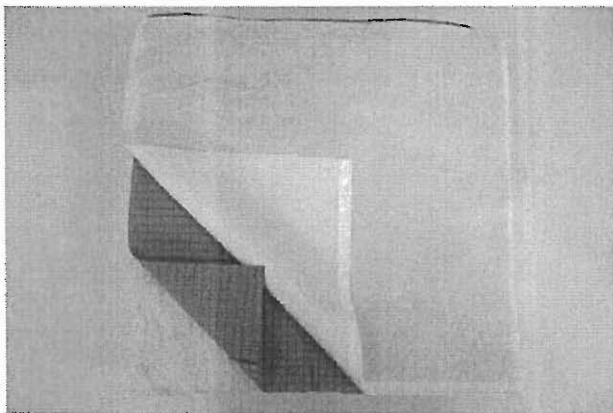


図2 試料の状況

(ロ) 着火源として、マイルドセブンオリジナル（日本たばこ産業株式会社）のFSC及び市販品を使用した。使用本数は、実験条件ごとにFSC・市販品共に30本とした。
 (ハ) 点火したFSC及び市販品を、各試料上に等間隔で3本並べ、その燃焼の様子を観察した。

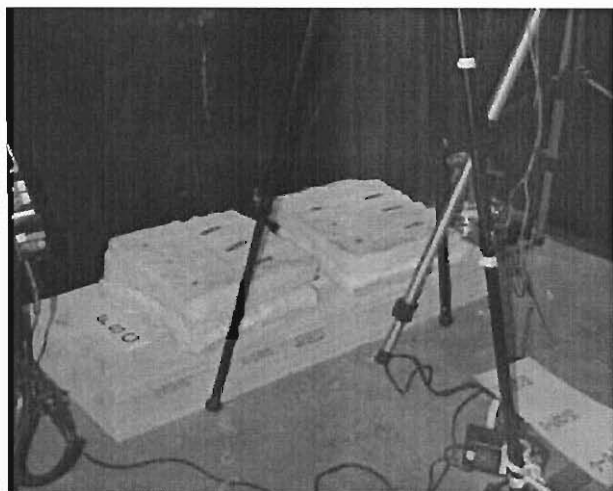


図3 実験状況

イ 製造会社別FSCによる燃焼性比較実験

日本国内で流通するたばこの製造主要3社で取り扱われるFSC及び市販品について、その布団に対する燃焼性の比較を以下のとおり行った。

(ア) 可燃物は、前ア(イ)の布団のうち、綿布団とし、前ア(イ)に示す前処理等を行って試料とした。
 (イ) 着火源は、表2に示す銘柄及び製造会社のFSCを、それぞれ20本使用した。

表2 使用した製造会社別FSC

使用したFSCの銘柄	製造会社	バンブ幅(mm)	バンブ間隔(mm)
マイルドセブンオリジナル	日本たばこ産業株式会社	7	20
マールボロ	フィリップモリス	5	22
クールFK	プリティッシュ・アメリカン・タバコ	6	20

(ロ) 点火した各FSCを、試料上に等間隔に横に2本並べ、その燃焼の様子を観察した。なお、本実験は、前ア(イ)に示すシート無しで行った。

ウ たばこの燃焼がSBに到達するまでの残存部分の長さの違いによる影響

FSCに設けられているSBによる消火の成否が、FSCの燃焼部分からSBまでの距離に影響を受けることが予想される。これを確認するために、以下のとおり、実験を行った。

(ア) 可燃物は、前ア(イ)に示す布団のうち、綿布団とし、前ア(イ)に示す前処理等を行って試料とした。
 (イ) 着火源は、マールボロ（フィリップモリス・ジャパン）のFSCを使用した。表面にあるSBのうち、先端部分のSBと次のSBの間隔を3等分し、等倍、3分の2、3分の1にそれぞれ切りそろえたものを、各10本用意した。（図4）

(ロ) 前(イ)の各FSCを点火し、等間隔に2本試料上に置き、その燃焼の様子を観察した。
 (ハ) また、5分の1に切りそろえたものを10本用意し、同様の実験を行った。

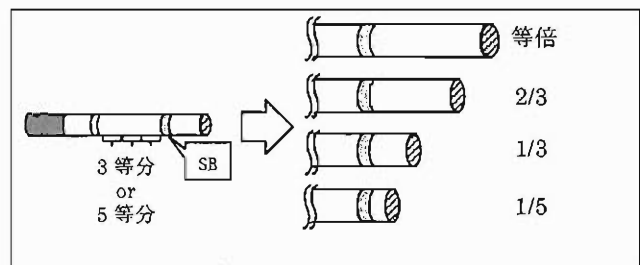


図4 着火源イメージ

(2) 「ごみくず・紙くず」に対する着火性比較

たばこ火災の着火物第2,3位である「ごみくず・紙くず」として、シュレッダーダストに対する着火性比較実験を以下のように行った。

ア 再生紙及び新聞紙のシュレッダーダストを同じ体積を量りとり混合し、60℃の恒温槽内で2時間乾燥させ、可燃物とした。なお、シュレッダーダストは、大きさの異なるものを2種類準備し、13mm×6mmのものをシュレッダーダスト（大）、14mm×2mmのものをシュレッダーダスト（小）とした（図5）。

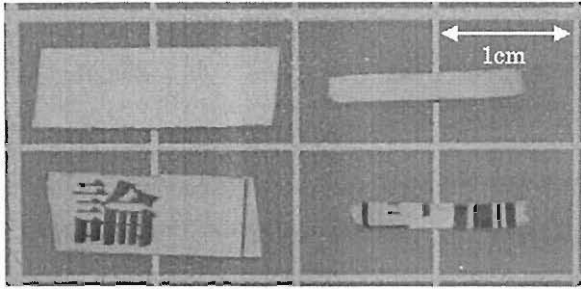


図5 使用したシュレッダーダスト

イ 着火源は、マイルドセブンオリジナル（日本たばこ産業株式会社）のFSCを使用した。また、比較のため、同銘柄の市販品も使用した。使用本数は、各10本とした。

ウ 前イのFSCの先端から5mmの位置までガスバーナーを用いて着火し、さらに1cm定常燃焼させた。市販品も同様に点火した。

エ ステンレストレイ（40cm×52cm）に、厚さ2cmとなるように前アのシュレッダーダストを敷きつめ、その上にウのFSCを等間隔において、燃焼状況を観察した（図6）。

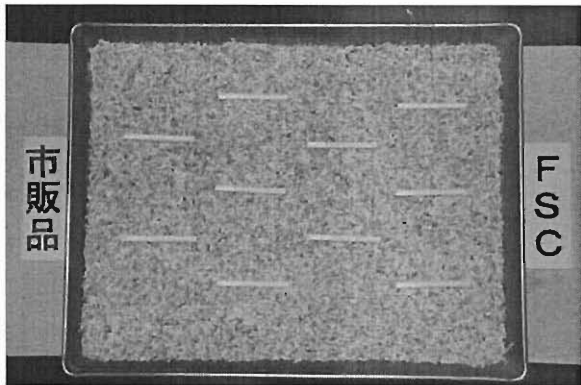


図6 実験状況

(3) 「衣類」に対する着火性比較

たばこ火災の着火物第4位である「衣類」に対する着火性の比較実験を以下のように行った。

ア 表3に示す材質の衣類を、前処理として、恒温槽にて80℃で2時間乾燥し、デシケーター内で室温まで24時間以上冷却した。

表3 使用した衣類の材質

- ・綿100%
- ・綿80%ポリエステル20%混紡
- ・綿30%ポリエステル70%混紡
- ・ポリエステル100%

イ 着火源は、マイルドセブンオリジナル（日本たばこ産業株式会社）のFSCを使用した。また、比較のため、同銘柄の市販品も使用した。使用本数は、材質ごとに18本とした。

ウ 点火したマイルドセブンオリジナルのFSC及び市販品を、前アの衣類の表面上に6本中3本置き、その燃焼状況を観察した。また、下の実験状況に示すとおり、衣類の下部に幅2.5cmのひだを3か所折り、残り3本をひだの中に入れて燃焼させた。これを計3回行った。実験状況を図7に示す。

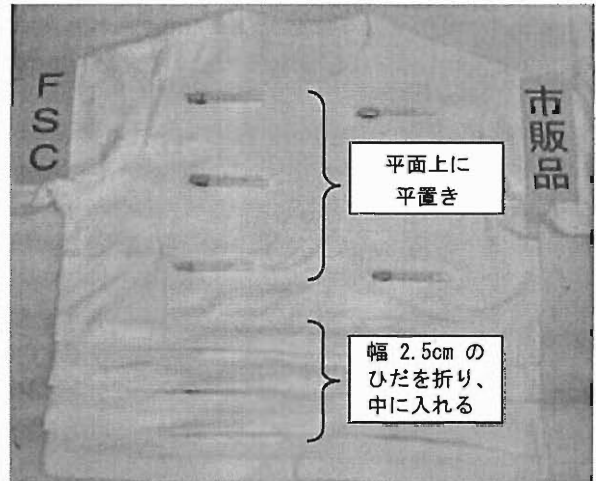


図7 実験状況

4 結果及び考察

(1) 「布団等」に対する着火性比較

ア 布団等及びシートに対する着火性

着火源がFSCの結果を表4、市販品の結果を表5に示す。実験終了時の状況を図8から図10に示す。

表4 布団等及びシートに対する着火性比較結果【FSC】（単位：本、カッコ内：割合）

シート等 条件種別	布団 種別	全長 燃焼	消火
無	綿 布団	26 (86.7%)	4 (13.3%)
	混紡 布団	25 (83.3%)	5 (16.7%)
綿 シート	綿 布団	28 (93.3%)	2 (6.7%)
	混紡 布団	26 (86.7%)	4 (13.3%)
混紡 シート	綿 布団	11 (36.7%)	19 (63.3%)
	混紡 布団	4 (13.3%)	26 (86.7%)
合繊 シート	綿 布団	3 (10.0%)	27 (90.0%)
	混紡 布団	0 (0.0%)	30 (100.0%)
防災 シート	綿 布団	0 (0.0%)	30 (100.0%)
	混紡 布団	0 (0.0%)	30 (100.0%)

表5 布団等及びシートに対する着火性比較結果【市販品】(単位:本、カッコ内:割合)

シート等 条件種別	布団 種別	全長 燃焼	消火
無	綿 布団	30 (100.0%)	0 (0.0%)
	混紡 布団	30 (100.0%)	0 (0.0%)
綿 シート	綿 布団	30 (100.0%)	0 (0.0%)
	混紡 布団	30 (100.0%)	0 (0.0%)
混紡 シート	綿 布団	30 (100.0%)	0 (0.0%)
	混紡 布団	30 (100.0%)	0 (0.0%)
合繊 シート	綿 布団	30 (100.0%)	0 (0.0%)
	混紡 布団	30 (100.0%)	0 (0.0%)
防災 シート	綿 布団	30 (100.0%)	0 (0.0%)
	混紡 布団	30 (100.0%)	0 (0.0%)

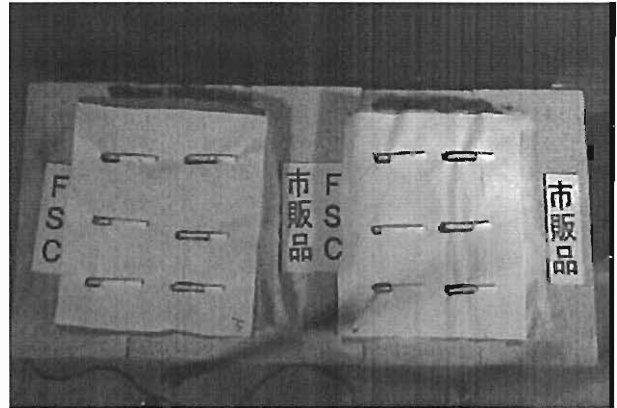


図10 実験終了時の状況(綿布団-防災シートの例)

この結果を布団別にみると、FSCのSBによる消火成否の傾向は、布団の種別によらず、むしろ、シートの種別によって変化していることがわかる。

シート種別ごとにみると、綿シートの場合、両布団とも9割程度のFSCがSBによる消火に失敗している。一方、混紡シートの場合は綿布団で6割強、混紡布団で9割弱のFSCがSBによる消火に成功し、合繊シートに至ると、両布団とも9割以上のFSCがSBによる消火に成功している。

このことから、SBの消火の成否は、シートに含まれる綿の割合に影響を受けていることが予想される。これは、綿の繊維がたばこの熱を受けると燃焼し、熱を発生するのにに対し、ポリエステル繊維の場合は、たばこの熱を受けると熔融収縮することによるものである。この熔融現象は、一般に吸熱反応である。FSCがSB付近まで燃焼してきたとき、綿繊維の場合は、その燃焼熱によってFSCの燃焼が維持継続するが、ポリエステル繊維の場合、熔融による吸熱反応によって、FSCの燃焼が抑制される方向に傾いていくこと、つまり、消火に傾いていくことが考えられる。よって、たばこの熱により燃焼する(熱を発生する)綿が多く含まれている場合、SBによる消火は失敗しやすく、たばこの熱により熔融収縮する(熱を吸収する)ポリエステルが多く含まれている場合、SBによる消火は成功しやすくなるといえる。

防災シートでも同様に、繊維自体が燃焼を継続せず燃焼熱を発生し難いことから、FSCのSB付近の燃焼は消火の方向に傾いていくことになる。

なお、市販品については、布団、シートの種別によらず、全て燃焼した。

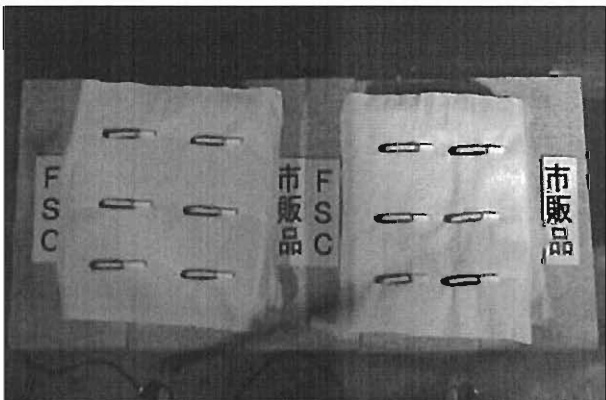


図8 実験終了時の状況(綿布団-綿シートの例)

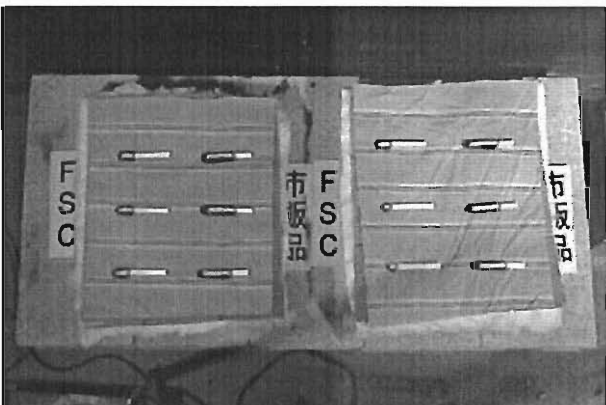


図9 実験終了時の状況(綿布団-合繊シートの例)

イ 製造会社別 FSC による燃焼性比較実験
結果を表 6 に示す。実験終了時の状況を図 11 に示す。

表 6 製造会社別 FSC による燃焼性比較結果
(単位：本、カッコ内：割合)

FSC 銘柄	全長 燃焼	消火
マイルドセブン オリジナル	19 (95.0%)	1 (5.0%)
マールポロ	13 (65.0%)	7 (35.0%)
クール	20 (100.0%)	0 (0.0%)

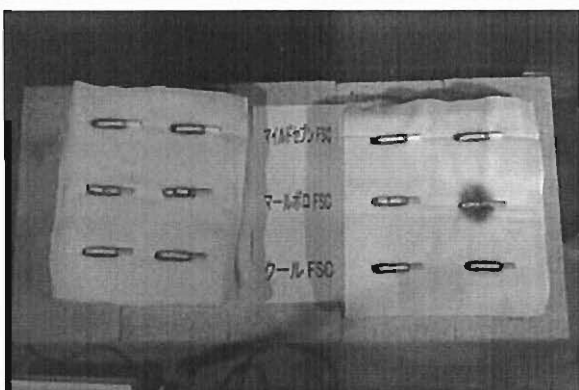


図 11 実験終了時の状況

以上の結果をみると、綿布団上では、どの銘柄の FSC も過半数の割合で、全長燃焼している。よって、綿布団に対する SB による消火は、製造会社によらず困難であるといえる。

ウ たばこの燃焼がスピードバンプに到達するまでの残存部分の長さの違いによる影響

結果を表 7 に示す。実験終了時の状況を図 12 に示す。

表 7 たばこの燃焼がスピードバンプに到達するまでの残存部分の長さの違いによる影響の結果 (単位：本、カッコ内：割合)

SB 間の長さ	全長 燃焼	消火
等倍	8 (80%)	2 (20%)
2/3	7 (70%)	3 (30%)
1/3	8 (80%)	2 (20%)
1/5	9 (90%)	1 (10%)

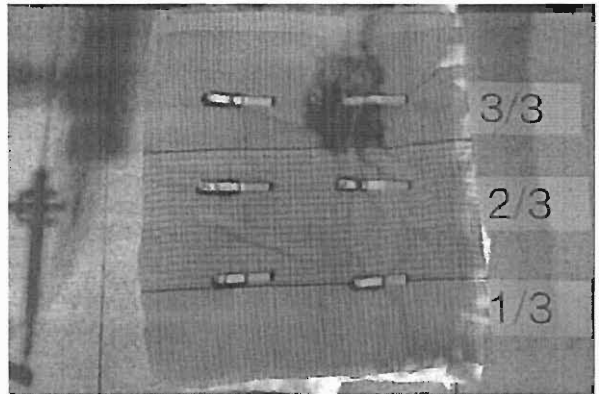


図 12 実験終了時の状況

本実験では、全ての長さにおいて、全長燃焼したものが多く結果となった。よって、綿布団上では、SB までの燃焼の長さは、SB による消火の成否に影響を与えず、消火は困難であると考えられる。

(2) 「ごみくず・紙くず」に対する着火性比較

結果を表 8 に示す。実験終了時の状況を図 13 から図 14 に示す。

表 8 「ごみくず・紙くず」に対する着火性比較結果
(単位：本、カッコ内：割合)

シュレッダー ダスト種別	たばこ 種別	全長 燃焼	無炎 燃焼	消火
大	FSC	3 (30%)	0 (0%)	7 (70%)
	市販品	10 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
小	FSC	9 (90%)	7 (70%)	1 (10%)
	市販品	10 (100%)	8 (80%)	0 (0%)

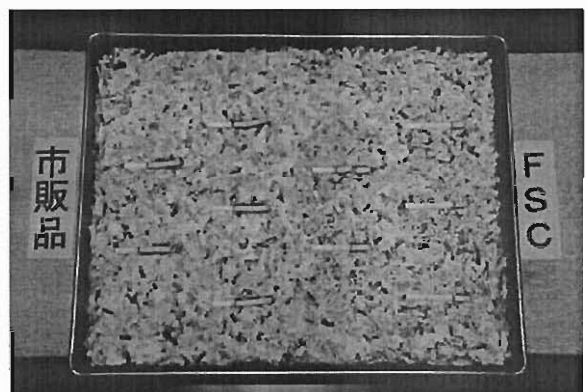


図 13 実験終了時の状況 (シュレッダーダスト大)

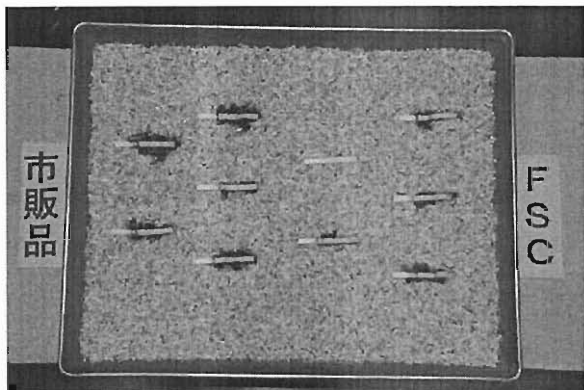


図14 実験終了時の状況（シュレッダーダスト小）

シュレッダーダスト（大）を用いた実験では、使用本数10本中3本のFSCが、全長燃焼した。このことから確率的にみると、シュレッダーダスト（大）の場合、SBによる消火の確率は、70%程度であると考えられる。なお、無炎燃焼は、FSC、市販品いずれも発生しなかった。

一方、シュレッダーダスト（小）を用いた実験では、10本中9本のFSCが、全長燃焼し、そのうち7本が無炎燃焼を起こしている。よって、シュレッダーダスト（小）の場合、SBによる消火は困難であると考えられる。また、市販品も8本無炎燃焼を起こしていることから、シュレッダーダスト（小）に対する無炎燃焼の発生する確率は、FSCと市販品で著しい差が見られない。

(3) 「衣類」に対する着火性比較

着火源がFSCの結果を表9、市販品の結果を表10に示す。実験終了時の状況を図15から図18に示す。

表9 衣類に対する着火性比較結果【FSC】
(単位：本、カッコ内：割合)

材質	平面			ひだ折		
	消火	全長燃焼	無炎燃焼	消火	全長燃焼	無炎燃焼
綿100%	1 (11%)	6 (67%)	2 (22%)	0 (0%)	4 (44%)	5 (56%)
綿80% ポリエステル 20%混紡	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (44%)	5 (56%)	0 (0%)
綿30% ポリエステル 70%混紡	8 (89%)	1 (11%)	0 (0%)	7 (78%)	2 (22%)	0 (0%)
ポリエステル 100%	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	5 (56%)	4 (44%)	0 (0%)

表10 衣類に対する着火性比較結果【市販品】
(単位：本、カッコ内：割合)

材質	平面			ひだ折		
	消火	全長燃焼	無炎燃焼	消火	全長燃焼	無炎燃焼
綿100%	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)
綿80% ポリエステル 20%混紡	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	8 (89%)	1 (11%)
綿30% ポリエステル 70%混紡	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)
ポリエステル 100%	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)

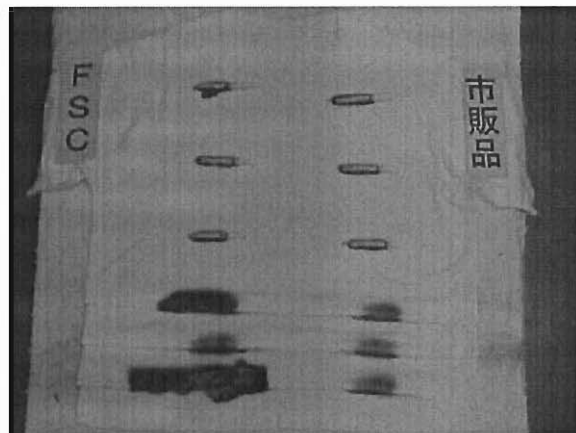


図15 実験終了時の状況（綿100%）

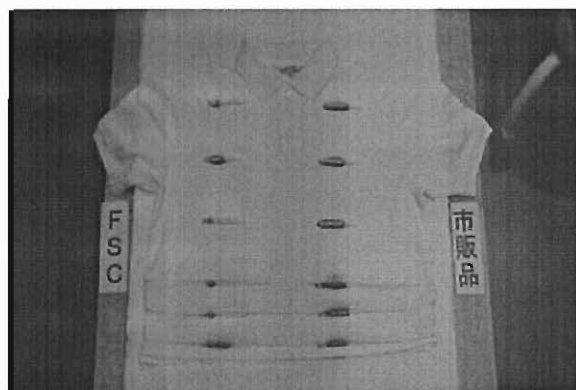


図16 実験終了時の状況（綿80%ポリエステル20%）

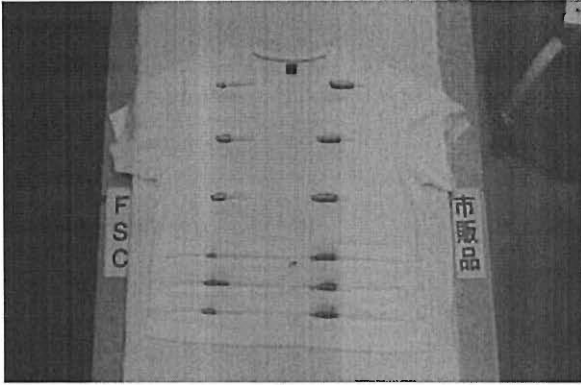


図 17 実験終了時の状況（綿 30%ポリエステル 70%）

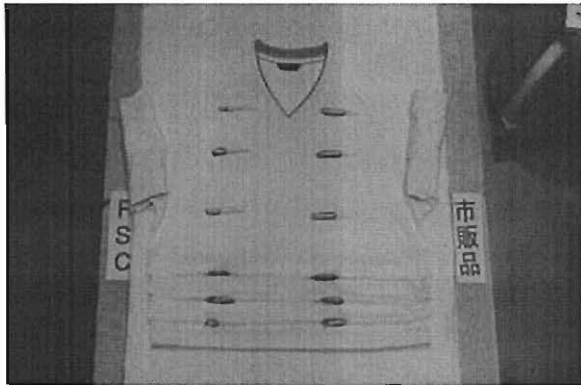


図 18 実験終了時の状況（ポリエステル 100%）

綿 100%の衣類において、平面に置いた FSC のうち 9 本中 6 本が全長燃焼、2 本が無炎燃焼した。また、ひだ折部分において 9 本中 4 本が全長燃焼、5 本が無炎燃焼した。このことから、綿の衣類に対しての SB による消火は困難であると考えられる。

ポリエステルが混紡している衣類については、前(1)のシートと同様に、その混紡割合によって SB による消火が行われる割合が多くなる傾向がみられた。

ひだ折部分での FSC の燃焼状況は、ポリエステルが混紡している衣類であっても、SB による消火が困難になる傾向にある。これは、燃焼による熱が衣類のひだによって逃げにくく、燃焼が維持され、SB による消火が困難になっているものと考えられる。

市販品は、全て全長燃焼し、綿 80%ポリエステル 20%混紡の衣類で 1 本無炎燃焼した。

5 おわりに

(1) シートの無い場合、綿布団、混紡布団ともに、その材質によらず、SB による消火は困難であり、FSC の有効性は低いと考えられる。

(2) シートを敷いた場合、SB による消火の成否に対するシートの材質による影響が大きい。

ア 綿シートでは、SB の消火は困難であり、FSC の有効性は低い。

イ 混紡シート及び合繊シートでは、綿の割合が大きいほど SB の消火は困難であり、FSC の有効性は低くなる傾向になると考えられる。

ウ 防炎シートでは、SB による消火の確率は高く、FSC の有効性は高いと考えられる。

(3) 綿布団上では、製造会社の違いに関係なく SB の消火は困難であり、FSC の有効性は低い。

(4) 綿布団上では、SB まで燃焼する長さを短くしても消火は困難なままで、FSC の有効性は低い。

(5) シュレッターダスト（大）において、SB による消火の確率は、70%程度と考えられる。

(6) シュレッターダスト（小）において、SB による消火は困難であると考えられる。

(7) 両シュレッターダストに対する無炎燃焼の発生確率は、FSC と市販品において著しい差がないと考えられる。

(8) 綿 100%の衣類に対して、FSC の SB による消火は、18 本中 1 本であり、FSC の有効性は低いものと考えられる。

(9) ポリエステルが混紡している衣類については、ポリエステルの混紡割合が多くなると、SB による消火が行われる割合が多くなる傾向がみられた。

(10) ひだ折部分での FSC の燃焼状況は、ポリエステルが混紡している衣類であっても、SB による消火が困難になる傾向にある。

Verification Concerning the Effectiveness of the Fire Safe Cigarette

Yuuichirou MACHII*, Kouhei KANEKO*

Abstract

A "fire safe cigarette" is designed to extinguish itself automatically when left lit. We made a comparative study of "fire safe cigarettes" and the Japanese cigarettes on the market, in terms of ignitability to "futon mat and the like," "waste and paper scraps," and "clothing". These categories rank high in the list of the ignitable substances in cigarette fires that occur in the TFD's service area.

As a result, we confirmed that when the lighted "fire safe cigarette" was placed on "futon mat and the like" or "clothing" made of cotton, it was hard to extinguish by itself, showing its low effectiveness. When the cigarette was in contact with tissue paper in the category of "waste and paper scraps", it ignited the shredder dust in the same manner as the domestic cigarettes on the market.