

各種畳における燃焼性について

Burning characteristics for every kind of Japanese Matts

清水 栄 信*

中屋敷 知 博*

概 要

近年、従来の「わら畳」の他に「化学畳」と称する、ポリスチレンフォームや、インシュレーションファイバーボードを主たる素材とした畳が多く生産されている。

しかし、それらの燃焼性等に関する把握は、あまりなされていない状況である。従って、今回はそれらの基礎的資料を得るため、各種の畳について、いくつかの燃焼実験を実施し、一般的なわら畳と比較・検討を行った。

また、畳の構成素材の一つであるポリスチレンフォームは成層圏のオゾン層破壊の原因とされるフロンガスが発泡剤として使われていることから、それらの確認についても併せて実施した。

その結果、畳の燃焼性は、わらの存在によって大きく異なり、わら畳に比べ化学畳は燃焼速度や有害ガスの発生状況等において危険性が高いことがわかった。しかし新しい素材もわらと組み合わせることにより、それらの危険性がある程度緩和されることも確認された。

また、2種類の畳において、フロン12がポリスチレンフォームの発泡剤として、使用されていた。

We made some experiments on every kind of Japanese Matts. In order to know the burning behavior of them.

As a result, we obtained the following facts.

- 1 Burning characteristics on Japanese Matts vary with existence of straw.
- 2 And non straw type have a risk in rate of burning and toxicity of fumes.
- 3 Two kind of them is composed of polystyrene foam, and that is used Freon12 (Dichloro difluoro methane) as a blowing agent.

1. はじめに

技術の進歩と生活様式の多様化により、我々の生活空間は、様々な物品が持ち込まれている現状にある。そしてこれら物品の燃焼性状の違い、有害ガスの発生状況、また管理状況の良否等が、火災拡大の原因ともなり、避難面や消防活動面に於いて大きな影響を与えていると考えられ、防火対策上重要な問題である。

従って、当研究所ではこれら生活用品等について燃焼実験を行い、その燃焼性状、及び燃焼生成ガスの毒性に関する研究を重ねてきたところである。

今回は、我々の生活に密接な関係である「畳」

に注目し、新しい素材を使用している各種「化学畳」と従来からの「わら畳」についていくつかの燃焼実験を行い、これらの燃焼性状等について検討を行った。

また、畳の構成素材の一つに成層圏のオゾン層破壊の原因とされるフロンガスが発泡剤として使われていると言われており、これらの確認についても併せて実施したので、その結果について概要を報告する。

2. 畳の種類

主な畳の種類は下記に示す6種類である。(畳床の種類と形状については図1に示す。)

- (1) わら畳
- (2) インシュレーションファイバーボードサンドウィッチ畳(1B3層)

*第二研究室

- (5) インシュレーションファイバーボード・ポリスチレンフォーム疊 (IB・FPSサンドウィッチ)
- (6) ポリスチレンフォーム疊 (FPS)

図1 骨床の種類と形状

ガス・煙の状況についての把握する。(密閉空間内の燃焼実験—実験I)

(2) 火源の違いによる各種畳の燃焼挙動について把握する。(自由空間の燃焼実験一実験II)
なお、方法の詳細については、表1に示す。

- (1) 室内で畳が燃焼した場合の燃焼挙動および

表1 實驗方法

備考 (1) 試験体は恒温槽において40℃で24時間以上乾燥した。
(2) 現在のアイソンは、自動温度制御装置を有し、一定温度以上に上昇しない構造となつて

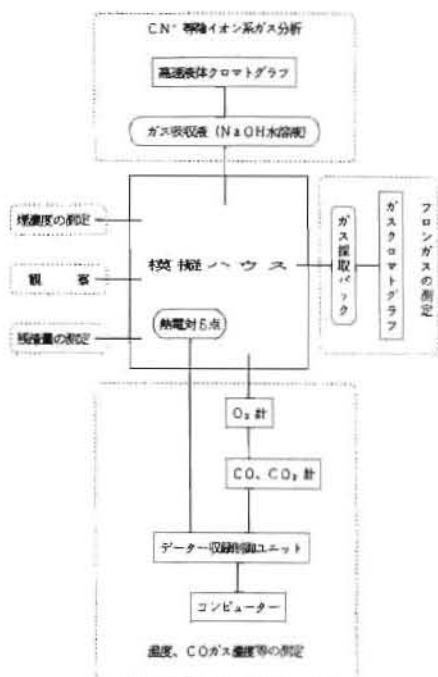


図2 実験概要

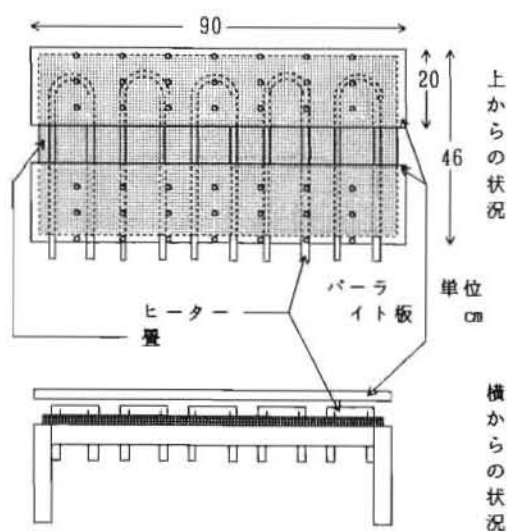


図3 燃焼装置

4. 実験結果と考察

(1) 実験 I

結果の概要を表2に、観察結果を表3に、そして燃焼状況の写真を別添に示す。
以下各項目について説明を加える。

ア 燃焼状況

各畳の着火時間は、点火から6～8分の間であり、それほど大きな違いはなかったものの、従来のわら畳に比べ新しい素材の畳の方が早い着火傾向を示した。

また残存量においては、わら畳や稲わらとの併用タイプであるIB三層畳、そしてFPS三層畳の場合で全体の40～60%、それに対し他の畳の場合は1～3%程度であり、燃焼性の違いを更に示した。

この結果から、畳の構成における稲わらの存在が、燃焼性に強く関与しているものと考えられ、当然のことながら燃焼物の表面温度や室内温度においてもその違いがはっきり認められた。(図4参照)

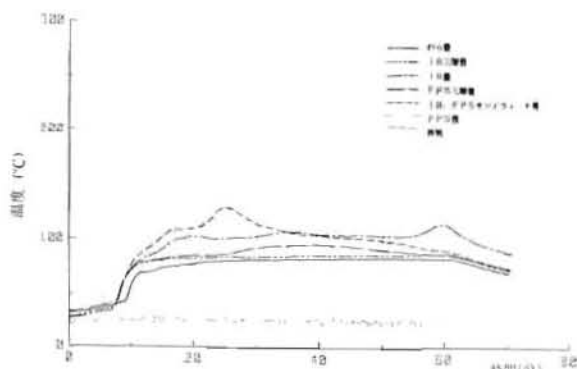


図4 室内温度変化

なお稲わらが使われている畳の場合、実験の後半から煙に近い燃焼状態で推移していることが目視によって確認されている。

イ 煙の発生状況

煙の発生は、畳の主な構成素材がポリスチレンフォーム、稲わら、インシュレーションファイバーボードの順で高くなり、特にポリスチレンフォームは合成系特有の煤を伴った、濃い煙が発生しており、目視観察においてIB・FPS畳(No5)、FPS畳(No6)の2種類は全く見通しのきかない状態であった。(図5参照)

なお煤は殆どの有機物から発生するが、物質構造による差が大きく、木材などのセルロース系物質からの発生は比較的少なくポリスチレンのようにベンゼン核や、ポリ塩化ビニルのように二重結合を有する物質は特に多いと言われている。

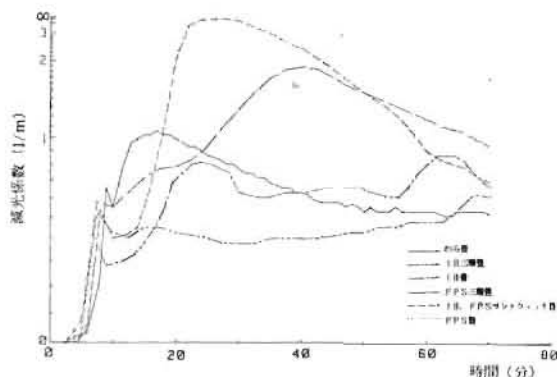


図5 煙濃度変化

ウ 燃焼生成ガスの発生状況

(ア) CO (一酸化炭素)

COの発生は、高い場合で0.60% (FPS 畳 (No.6)), 低い場合で0.25% (わら畳 (No.1), FPS三層畳 (No.4)) といずれも30分～1時間暴露で危険または致死に至る高濃度を示しており、一般的な6畳間において1/4畳程度の量の燃焼でも危険な状態に至るものと言える。

なお畳の種類の違いによる濃度差は、イの燃焼状況で述べた傾向とほぼ同様であり、稲わらが使われている場合の方が低濃度であった。(図6参照)

このことは、燃焼速度、即ち爆焼に近いゆっくりとした燃焼と、急激な燃焼の違いによるものが大きな要因と考えられる。

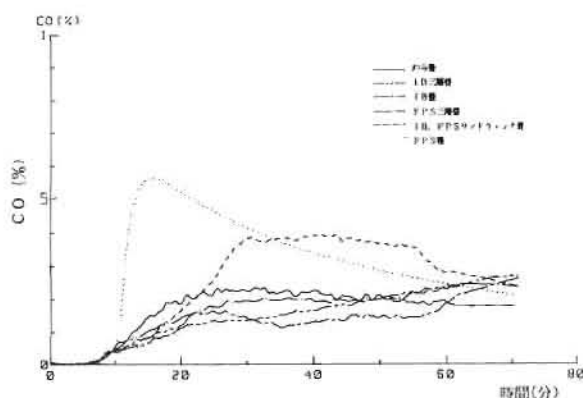


図6 CO濃度変化

(イ) CO₂ (二酸化炭素)

CO₂については畳の種類によって5%以上もの発生 (IB・FPS畳 (No.5), FPS畳 (No.6)) が認められた。

CO₂そのものの毒性はあまり大きくないがこのような濃度となると血圧の上昇や呼吸数の増加等、身体に強い影響を与える場合がある。

なお、畳の種類の違いによるCO₂の発生傾向は、COとほぼ同様であった。

(ロ) O₂ (酸素) 欠乏

酸素は燃焼現象そのものと直接に関連しており、畳の場合も特に燃焼の激しかったポリスチレンフォームが主体の畳の場合は14～15%台の濃度に至った。

なおこの程度の濃度低下では、直ちに危険な状態に至るとは言えないが、吐き気、頭痛等の症状を与える。そして酸素欠乏は即効性があると言われており、燃焼量によっては大きな危険要因になると考えられる。

一方、稲わらが使われている畳の場合は、燃焼が緩慢な為、換気とのバランスから酸素欠乏の危険性は少ないと思われる。

(ハ) その他のガス

H₂CN (シアン化水素) や陰イオン系のガスの発生は微小であった。

発生量が一番大であったH₂Cl (塩化水素) でも10ppm以下であり、その他は5ppm以下と身体に影響を与えるような特筆する濃度には至らなかった。しかしこれらのガスの発生状況は、合成系の素材の方が若干多い傾向を示している。

なお、FPS畳 (No.6) はポリスチレンフォームの発泡剤として使用されているフロンガスの影響が、ふっ素化物が痕跡程度検出した。

エ フロンガスの存在

(ア) 使用の有無

FPS三層畳 (No.4), FPS畳 (No.6) の発泡ポリスチレン部分に注射筒を差込み任意にガスを採取し分析したところ、それぞれ230ppm, 約600ppmのフロン

*備考

発泡ポリスチレンは製法の違いにより、押出しボードと型やきボードの2種類があり、発泡剤としてフロンガスを使用しているものは押出しボードで、主にフロン12が使用されている。なお型やきボードは主にブタンガスが使用されており今回の実験においてはI B・F P Sサンドウィッチ畳 (No 5) が該当している。

12 (化学式 $\text{C}\text{Cl}_2\text{-F}_2$, 分子量120.9, 沸点 -30.0°C) を検出した。

(イ) 燃焼時における発生

F P S畳 (No 6) において、実験の早期に少量検出した。

これは、発泡剤として内包されていたフロンガスが畳の構成素材の燃焼により開放され発生したものと考えられる。

なおF P S三層畳 (No 4) においては検出しなかった。

何れにしても製品内のフロンガスは少量であり、特に問題になるのは製造行程におけるフロンガスの取り扱いであると言える。

(2) 実験II

3種類の火源による燃焼実験結果 (実験1, 2, 3) の概要をそれぞれ表4, 5, 6に示す。以下各実験ごとに説明を加える。

ア 実験1 (大火源による畳の燃焼挙動)

燃焼速度および観察結果から、6種類の畳のうち、わら畳 (No 1), I B三層畳 (No 2), I B畳 (No 3) の3種類は、概ねバーナの炎を受けている場所のみが燃焼しており、燃焼がバーナの炎から外れると、自然に消炎状態となり、急激な燃焼拡大傾向は示さなかった。またF P S三層畳 (No 4) は、一部畳の縁を伝わり延焼の傾向を示したが、全般的には前記の畳とほぼ同様の傾向となった。なお上記4種類の畳は、有炎燃焼には至らなかったものの、何れも燃焼状態を継続しており、確実な消火を行わない限り自己

消火しないものと予想される。

一方、I B・F P Sサンドウィッチ畳 (No 5) については、畳の中央部分に挟まれたポリスチレンフォームが選択的に燃焼しており、バーナの火炎を取り除いた後も燃焼の拡大傾向を示した。F P S畳 (No 6) に至っては、着炎後急激に火勢の拡大を示した。そしてバーナの火炎の有無に関わらず燃焼が継続し、実験開始から終了までの15分間で全体の9割以上が消失した。

温度変化は、測定点をバーナ下部の畳の中層部分としたが、わら畳 (No 1) とI B三層畳 (No 2) は、10分間の加熱でそれぞれ 88.8°C 41.8°C と他の畳の温度変化に比べ、非常に緩慢な上昇であった。しかし熱源を取り除いても上昇傾向を示した。

またI B畳 (No 3) においては、10分時点で 181.8°C に達しており、前記の畳に比べ早い温度上昇を示し、そして以降も上昇傾向を示した。

一方、ポリスチレンフォームを畳の構成素材の1部としたF P S三層畳 (No 4) とI B・F P Sサンドウィッチ畳 (No 5) は加熱10分後にそれぞれの最高温度、 628.9°C , 689.1°C に至ったが、熱源を取り除いた後は下降傾向を示した。そしてポリスチレンフォームが主な構成素材であるF P S畳 (No 6) は、その傾向が更に顕著であり、加熱8分後の時点で最高温度 805.5°C に達している。

以上の結果から、わら畳や稲わらと組み合わせた畳およびインシュレーションボードを主な構成素材とした畳については、通常温度雰囲気下で比較的大きな火炎を受けても急激な延焼危険は少ないと言える。

しかしポリスチレンフォームを構成素材とした脱わらタイプの畳は、一旦着火すると有炎燃焼が継続し延焼拡大危険が大である。

イ 実験2 (アイロンを火源とした畳の燃焼挙動)

裸火以外の火源としてアイロンを使用した燃焼実験の結果、何れの畳も発炎燃焼には至らず、燻焼状態で終始した。そして加熱終了後の状態は、3種類のグループに分かれた。

その第1グループは、わら畳(Na1)、FPS三層畳(Na4)のように、しばらくの間燻焼状態が継続し、以後自己消火したもの、第2グループは、IB三層畳(Na2)、IB畳(Na3)、IB・FPSサンドウィッチ畳(Na5)のように燻焼が長時間継続したもの、そして第3グループとしてFPS畳(Na6)のように加熱終了と同時に自己消火したものであった。

また第2グループの中でもIB三層畳とIB畳の2種類は、加熱終了後も温度上昇が認められ、特にIB畳については水による消火を行っても燻焼状態が長時間継続し暫く放置すると再び火勢の回復が認められた。

以上の結果から、畳の構成素材のうちインシュレーションボードは稲わらより蓄熱効果が大であり、着炎には至らないものの燻焼し易い素材であると言える。なおポリスチレンフォームについては熱により溶融し周囲に空洞部分が出来ると、むしろ断熱効果となり着炎に至らない限り、燃焼継続

の可能性は少ないと言える。

ウ 実験3 (小火源による畳の燃焼挙動)

タバコによる燃焼実験では、何れの畳も小範囲の燃焼にとどまり自己消火し、燃焼拡大には至らなかった。

温度測定位置は実験1と同様、畳の中層部分としたため、火勢が中心部迄到達せず大きな温度上昇は認められなかった。

しかし、わら畳(Na1)と稲わらと組み合わせたタイプの畳(Na2, Na4)の温度を見ると、非常にめったりにした温度上昇であるが、約3時間弱で最高温度(27.9°C~30.2°C)に至り、以後降下した。

一方、脱わらタイプの畳(Na3, Na5, Na6)は、20分前後と比較的早い時間で最高温度(28.6°C~40.2°C)に至り、以後は徐々に低下または横ばい状態が終始した。

(Na3とNa5の畳は20分以降やや低下したものの、微小ではあるが再び上昇傾向を示し約3時間経過迄27°C代で推移した。)

以上の結果から、何れの畳も小火源に対しては比較的安全である。

しかし、わらを構成素材とした畳のように、微小ながら燃焼が長時間継続している場合も見受けられ、火源が蓄熱されるような条件下では、出火の可能性も考えられる。

表2 結果の概要(実験1)

畳 No.	試 験 体		試験前 の重量 (g)	残存量 (g)	着炎時間	温 度 (℃)		煙濃度 (Ca)	ガ ス 濃 度							
	種 類	密 度				密 度	室 内		燃 焼	O ₂ %	CO%	CO ₂ %	HCNppm	Hcl ppm	NOxppm	SOxppm
1	わ ら 畳	0.35 g/cm ³	0.35 g/cm ³	6,838 54.7%	3,738	8分55秒	84 (55°)	444 (63°)	1.1 (17°)	19.0 (33°)	0.25 (29°)	2.2 (31°)	1以下	10以下	—	1以下
2	I B 三 層 畳	0.35 g/cm ³	0.35 g/cm ³	6,824 42.0%	2,868	7分15秒	87 (36°)	615 (60°)	0.6 (67°)	18.8 (61°)	0.30 (70°)	2.4 (62°)	1以下	10以下	1以下	1以下
3	I B 畳	0.26 g/cm ³	0.26 g/cm ³	4,962 3.3%	162	6分27秒	115 (60°)	790 (61°)	0.9 (62°)	17.3 (61°)	0.35 (70°)	4.4 (60°)	1以下	5以下	—	1以下
4	F P S 三 層 畳	0.25 g/cm ³	0.25 g/cm ³	4,912 61.9%	3,040	7分13秒	98 (52°)	692 (61°)	1.9 (40°)	18.0 (39°)	0.25 (36°)	3.0 (65°)	5以下	10以下	1以下	5以下
5	I B・F P S サンドウィッチ畳	0.15 g/cm ³	0.15 g/cm ³	2,914 1.0%	30	6分44秒	129 (25°)	730 (22°)	5.1 (29°)	15.0 (28°)	0.50 (29°)	5.8 (26°)	5以下	1以下	5以下	5以下
6	F P S 畳	0.07 g/cm ³	0.07 g/cm ³	1,424 3.5%	50	6分27秒	180 (11°)	850 (11°)	9.2 (12°)	14.8 (14°)	0.60 (16°)	5.3 (15°)	5以下	10以下	5以下	5以下

備考 1. 表中のNoは畳床の種類と形状における番号と同様である。

2. 室内温度、煙濃度およびガス濃度の数値はすべて模擬ハウスの中層部分のものである。

3. 温度、煙濃度およびガス濃度の数値は最高値を示す(酸素濃度は最低値)を示し、() 内の数値は、その時の時間(分)を示す。

4. No6の畳において、炭酸程度のふっ素化合物が検出された。

表3 目視観察結果(実験1)

実験 番号	時 間 (分) →										
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	40°	50°	60°	70°
1	実験開始	白煙の発生	白煙多くなる	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	実験終了
2	実験開始	白煙の発生	白煙多くなる	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	実験終了
3	実験開始	白煙の発生	白煙多くなる	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	実験終了
4	実験開始	白煙の発生	白煙多くなる	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	実験終了
5	実験開始	白煙の発生	白煙多くなる	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	実験終了
6	実験開始	白煙の発生	白煙多くなる	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	炎の・灰色に拡大	実験終了

表4 結果の概要(実験1)

登 No	試 験 体		試験前 の重量	残存量	着火 時間	燃 焼 速 度		温 度 変 化			目 視 観 察 整		
	種	類 密 度				長さの測定	容積の測定	0 分	10分	15分	炎の高さ	燃 焼 状 況	
1	わ	ら 登	0.35 g/cm ³	6,370 g	6,162 g 96.7%	45秒	0.7cm/分	3.96m ³ /分	26.8℃	88.8℃	122.4℃	約20cm	バーナー-offの時点で消 炎。以後くん焼の継続
2	I B	三層登	0.35 g/cm ³	6,754 g	6,540 g 96.8%	39秒	0.1cm/分	40.7m ³ /分	26.9℃	41.8℃	71.8℃	約10cm	バーナー-offの時点で消 炎。以後くん焼の継続
3	I	B 登	0.26 g/cm ³	5,485 g	5,201 g 94.8%	43秒	0.7cm/分	72.8m ³ /分	26.0℃	181.8℃	408.2℃	約25cm	バーナー-off後 5 分07秒 で消炎。以後くん焼の継続
4	F P S	三層登	0.25 g/cm ³	4,822 g	4,528 g 93.9%	36秒	0.6cm/分 2.4cm/分	78.4m ³ /分	27.6℃	628.9℃	218.8℃	約10cm	バーナー-off後 5 分45秒 で消炎。以後くん焼の継続
5	I B、F P S サンドウィッチ登		0.15 g/cm ³	2,980 g	2,456 g 82.4%	36秒	2.2cm/分	233m ³ /分	28.2℃	689.1℃	451.0℃	約100cm	バーナー-off後も有炎燃 焼の継続。特にポリスチ レン部分が選択的に燃焼
6	F P S	登	0.07 g/cm ³	1,442 g	104 g 7.2%	36秒	6.0cm/分	1,774m ³ /分	39.8℃	702.5℃	160.4℃	約80cm	バーナー-off後も有炎燃 焼の継続。更に火勢の拡大

備考 (1) 登No 4のFPS三層登における長さによる燃焼速度における●印の数値は、登の縁を伝って延焼した数値である。

(2) 温度変化における網掛け部分は最高温度を示す。なお登No 6のFPS登は実験開始から8分後に805.5°Cの最高温度を示した。

表5 結果の概要(実験2)

畳 No	試 験 体	試験前 の重量	燃 焼 重量	燃焼速度	温 度 変 化			加熱終了後の燃焼状況
					0分	60分	65分	
1	わ ら 畳	6,108g	68g	3.0m ² /分	24.4℃	681.7℃	578.6℃	暫くの間くん焼状態が継続し、自然消火した。
2	I B 三層畳	6,508g	72g	3.1m ² /分	23.8℃	657.5℃	666.7℃	くん焼状態が継続した。
3	I B 畳	5,000g	104g	6.1m ² /分	24.5℃	679.4℃	702.8℃	水による消火を行なってもくん焼状態が継続した。アイロンかけ面の金属が溶融
4	F P S 三層畳	4,590g	84g	5.1m ² /分	23.6℃	683.3℃	571.0℃	くん焼の後、自然消火。アイロン下部のポリスチレン部分が溶融
5	I B, F P S サンドウィッチ畳	2,797g	81g	8.3m ² /分	23.5℃	697.4℃	581.6℃	くん焼状態が継続した。 下部のポリスチレン部分が溶融
6	F P S 畳	1,345g	31g	6.8m ² /分	23.5℃	580.9℃	509.8℃	アイロン下部のポリスチレン部分が溶融し空洞状態となる。

備考 (1) 何れの畳においても
発炎燃焼には至らなかった。
(2) 温度変化における耐
掛け部分は最高温度を
示す。
なお畳No.6のFPS
畳実験開始から56分後
に583.3℃の最高温度
を示した。
(3)アイロンのかけ面の金
属は、発光分光による
分析の結果、アルミニ
ウムと亜鉛の合金で
あった。

表6 結果の概要(実験3)

畳 No	試 験 体	温 度 変 化 (℃)						
		開 始	最 高 値	1時間後	2時間後	最 高 値	3時間後	4時間後
1	わ ら 畳	22.7	—	26.1	27.1	29.5 (173分)	27.4	24.8
2	I B 三層畳	22.8	—	28.0	29.5	30.2 (173分)	30.1	26.2
3	I B 畳	22.5	30.7 (22分)	26.5	27.5	—	27.7	24.6
4	F P S 三層畳	22.2	—	26.9	27.7	27.9 (172分)	27.7	23.6
5	I B, F P S サンドウィッチ畳	21.9	28.6 (22分)	26.8	27.3	—	27.3	23.5
6	F P S 畳	22.3	40.2 (20分)	25.4	25.4	—	25.1	22.2

備考 (1) たばこ自身の燃焼は
実験開始から約3分で
終了した。
(2) 何れの畳においても
有炎燃焼には至らず最
終的には自己消火した。

5. ま と め

実験Ⅰの結果から、畳を構成する主な3種類の素材のうち、着火後の延焼拡大危険は、①ポリスチレンフォーム②インシュレーションファイバーボード③稲わらの順で高く、これら素材の構成割合の違いによって畳の燃焼性が大きく異なり、特に稲わらで構成されていない畳ほど燃え易く、それに伴いCOを代表する有害ガスの発生も多量となることが確認された。また実験Ⅱの結果から畳の燃焼は、火源の種類の違いや大小によっても燃焼性が微妙に異なっているため、各畳について画一的に火災危険性を評価することは適当でないが、緊急性を主眼として延焼危険、有害ガス・煙の発

生危険、そして避難危険等の各項目を考慮すると、従来からのわら畳より新しい素材で構成された化学畳の方が火災危険性が高いと言える。

なお今回は生活物品の1つとして畳の燃焼性について検証を行ったが、一般に延焼危険が少ないと考えられていた畳においても生産性・機能性を求め、新しい技術による新素材等が次々に生産されている状況にあり、その傾向は他の物品においても同様であると予想される。そして、それらが火災に遭遇した場合、今迄と違った新しい危険要因が生じる可能性も考えられ、今後も我々の身近な生活物品等に注目し研究を重ねていく考えである。



写真 1-1 わら畳の燃焼状況

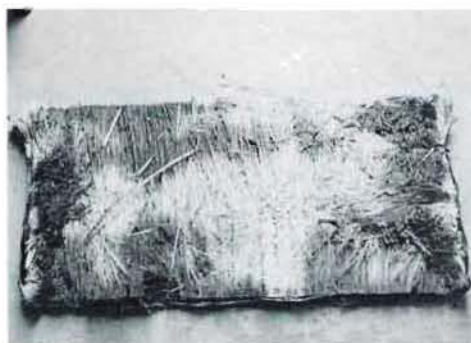


写真 1-2 わら畳の残存状況



写真 2-1 I B 三層畳の燃焼状況



写真 2-2 I B 三層畳の残存状況



写真 3-1 I B 畳の燃焼状況



写真 3-2 I B 畳の残存状況



写真 4-1 F P S 三層畳の燃焼状況



写真 4-2 F P S 三層畳の残存状況



写真5-1 IB・FPSサンドウィッチ畳の燃焼状況



写真5-2 IB・FPSサンドウィッチ畳の残存状況



写真6-1 FPS畳の燃焼状況



写真6-2 FPS畳の残存状況

6. 参考文献

- (1) 日本火災学会：“火災便覧” 共立出版
- (2) 東京消防庁消防科学研究所：“火と煙と有毒ガス” 東京法令出版
- (3) 財団法人日本規格協会：“JISハンドブック建築関係”

- (4) 東京と環境研究所：“環境トピックシリーズ No.2 フロン オゾン層の破壊”
- (5) 東京消防庁火災予防審議会“住宅・共同住宅における火災危険の解明に係る各種実態調査報告書”