

簡易型火災警報器の実用性能実験結果について

島 光 男*
 小 竹 正*
 小 西 光 雄*
 生 田 日 忍*

1. はじめに

昭和54年中における当庁管内の住宅火災は、941件で、全建物火災の23.5%を占めている。主な出火箇所は、居室の366件に次いで台所、ダイニングキッチン²の284件が多い。また、火災による死者の数は、152人で、そのうち88人(自損によるものを除く)は、一般住宅、共同住宅等から発生している。死者の発生箇所は居室が60人と最も多く、次いで台所が10人である。階数別の状況では一階が42人、二階が40人とほぼ同数となっている。原因別ではガスこんろ、たばこ、ふろかまど、石油ストーブなどが多い、最も多いガスこんろによるものには、揚げ物の中、あるいは揚げ終わったのちに発生しているものが184件(約80%)もある。火災になるまでの経過をみると「電話が鳴動したので対応していた」、「子供が泣いたので様子を見ていた」等、時間的には5分から10分位のわずかな時間その場を離れた際に出火している。

簡易型火災警報器(以下簡警器という)は、一般住宅火災から人命の安全をはかり、損害を軽減する目的で開発され、アメリカではかなり高い普及率となっている。日本でも鑑定基準に適合したものが市販されるようになった。

そこで、現在市販されている10種類の簡警器について、実用性能の把握と、より効果的な活用方法を研究する目的で、これを実大規模の住宅模型に設置し、魚の調理など日常生活条件において、あるいは天ぷら鍋のかけ忘れなど、火災発生初期の煙又は熱による作動実験を行ったので、その結果を報告する。

2. 実験設備及び供試簡警器の感度基準

(1) 実験建物

実験に使用した建物は、図1に示すとおり間口3.55m、奥行5.29mで建面積約19m²、内装は合板張り、外装はスレート張りの平家建である。内部の間取りは、一般住宅の一部を想定したもので、床の間、押入付の居室(和室6畳)、台所(4畳相当)がある。台所には流し台、ガスこんろ、電熱器、換気扇(送风量15m³/分)などが設備してある。

居室と台所との間仕切は襖、外周の開口部はアルミサッシのガラス窓、ガラス戸などである。

(2) 測定器具

実験建物内の温度、煙濃度、風速などを測定するため、次の計測器を使用した。

光電式煙濃度計(光路長1m)	4台
光電式煙濃度計(光路長2m)	1台
イオン化式煙濃度計	1台
自記温度計(アルメル・クロメル熱電対)	1台
ペン書、自記々録計(煙濃度測定)	2台
携帯型電子風速計	2台

3. 供試簡警器の種別及び感度基準

実験に使用した簡警器は写真1に示す10台で、その内訳は、光電式4台、イオン化式5台、定温差動式1台で、いずれも製造メーカーの異なるものである。

写真1では、A、D、E、Fが光電式、B、C、G、H、Iがイオン化式、Jが定温差動式である。

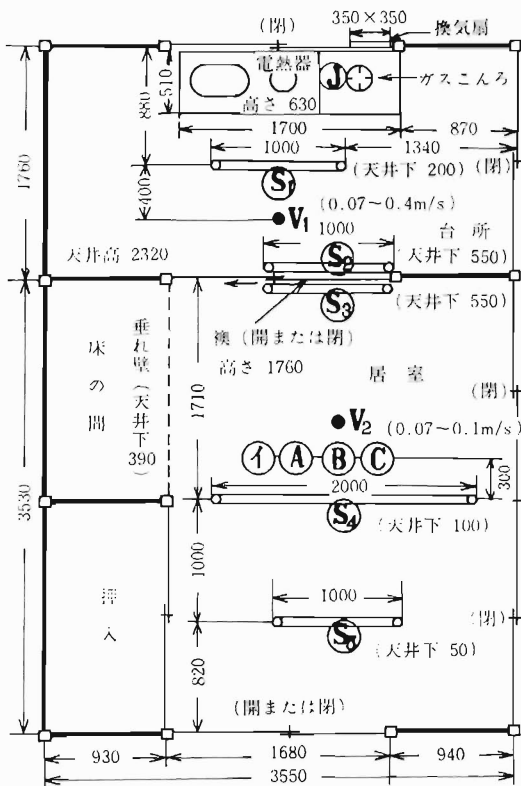
鑑定基準に定める電気式簡警器の感度基準のうち主な事項は次のとおりである。

(1) 差動式

ア. 作動試験

(A) 室温より30度高い風速85cm/秒の垂直気

* 第三研究室



(注) 簡警器：光電式A、B、イオン化式C、定温差動式J。
 煙濃度計：S₁、S₂、S₃、S₄、S₅ 風速計：V₁、V₂
 イオンセンサー：①

図1 実験設備

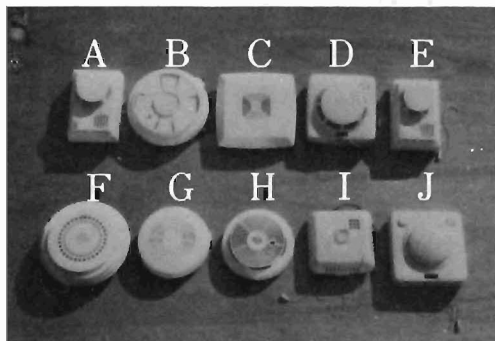


写真1 実験に使用した簡警器

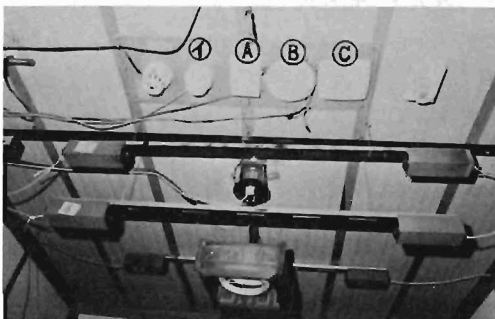


写真2 居室内の簡警器及び煙濃度計

流に投入したとき、30秒以内で作動すること。

(B) 室温から15度/分の割合で直線に上昇する水平気流を加えたとき、4分30秒以内で作動すること。

イ. 不作動試験

(A) 室温より15度高い風速60cm/秒の垂直気流に投入したとき1分以内で作動しないこと。

(B) 室温から3度/分の割合で直線的に上昇する水平気流を加えたとき、15分以内で作動しないこと。

(2) 定温式

ア. 作動試験

温度80度で風速1m/秒の垂直気流に投入したとき、40秒以内で作動すること。

イ. 不作動試験

温度45度で風速1m/秒の垂直気流に投入したとき、10分以内で作動しないこと。

(3) イオン化式

ア. 作動試験

電離電流の変化率0.36の濃度の煙を含む風速20cm/秒の気流に投入したとき、1分以内で作動すること。

イ. 不作動試験

電離電流の変化率0.12の濃度の煙を含む風速20cm/秒の気流に投入したとき、5分以内で作動しないこと

(4) 光電式

ア. 作動試験

1 m当りの減光率が20%の濃度の煙を含む風速20cm/秒の気流に投入したとき、1分以内で作動すること。

イ. 不作動試験

1 m当りの減光率が2.5%の濃度の煙を含む風速20cm/秒の気流に投入したとき、5分以内で作動しないこと。

4. 実験内容

(1) 魚を焼いた場合の発報実験

ア. 実験方法

実験建物内の簡警器、温度計、煙濃度計の取り付け位置は図1のとおりである。

簡警器については、台所のガスこんろ直上部

表1 焼き魚の煙による簡警器の発報実験結果

実験 No.	換気扇	魚の数 (さんま) (匹)	加熱源	煙濃度(最大値)/m		発報した 簡警器 種別	簡警器発報時の		
				台所内 S ₁	居室内 S ₄		居室内光電式煙濃度 S ₄ (%/m)	居室内イオン化式煙濃度 ① 変電イオン 化流オン	時間 (分、秒)
1	ON (稼動)	2	電熱器	12	0.5	発報せず			
2	"	2	"	15.5	0.4	"			
3	"	2	"	41	0.5	"			
4	"	2	"	42	2.3	"			
5	"	2	"	42	3.3	"			
6	"	2	"	30.5	2.5	"			
7	"	2	ガスこんろ	2.5	0.65	"			
8	"	2	電熱器	21.5	2.0	A	1.5		6' 12"
9	"	2	"	33.5	3.4	A	1.5		8' 33"
10	OFF (停止)	2	ガスこんろ	9.5	6.6	A	1.0		3' 39"
						B		0.65	8' 20"
						C		0.30	3' 54"
11	"	2	"	10.5	7.8	A	1.35		3' 28"
						B		0.62	8' 17"
						C		0.38	4' 21"
12	ON (稼動)	4	電熱器	45.5	5.4	A	2.5		6' 32"
13	"	4	"	46.5	8.3	A	6.25		4' 41"
						C		0.27	7' 08"
14	"	4	"	61.5	10.8	A	4.95		4' 50"
						C		0.27	5' 57"

(注) A……光電式 B, C……イオン化式

の天井に定温差動式(J)1個、居室中央部の天井に光電式(A)1個、イオン化式(B), (C)2個を取り付けた。

温度測定については、ガスこんろからどの程度の炎が立ち上り、天井付近の温度が何度上昇したときに簡警器が発報するかを調べるため、定温差動式簡警器(J)下面の温度を熱電対により1点測定した。

煙濃度については、ガスこんろで魚を焼いた場合にどの程度の煙が発生し、どのような状況で台所、居室等に拡散し、濃度分布となるかを調べるため、光電式煙濃度計を台所中央部に1台(S₁)、台所と居室との間仕切部に2台(S₂, S₃)、居室に2台(S₄, S₅)、イオン化式煙濃度計①を居室に1台取り付けた。居室内の簡警器付近の光電式煙濃度計については、精度の高い光路長2mの濃度計を使い、その他には光路長1mのものを使用した。

実験は、台所と居室の間仕切を1枚開け、台所の換気扇を稼動又は停止状態において、台所のガスこんろ又は電熱器で魚を焼いた場合、煙の発生量、流動拡散状況、濃度分布、簡警器の作動状況を調べた。

イ. 実験結果

魚(さんま)をガスこんろ又は電熱器で2~4匹焼いた場合の台所内、居室内における煙濃度(最大値)、発報した簡警器の種別、発報時の煙濃度、発報時間等について測定した結果は表1のとおりである。

また、台所内及び居室内における煙濃度の変化状況は、図2の実験例(No.8)に示すとおりである。

居室に取り付けた光電式、イオン化式簡警器の作動率(実験実施回数に対する作動した回数)は、換気扇稼動時、魚2匹(約270g)では約20%、魚4匹(約550g)では概ね100%(煙濃度

2.5%/m以上、電離電流の変化率0.12以上)であった。また、換気扇を停止した条件で実験すると、魚2匹を焼いた場合でも居室に流入する煙量が台所に発生した煙量の約36%となり、簡警器の作動率は概ね100%であった。

簡警器が発報する時の感度については、光電式が煙濃度(減光率)1.0~6.25%/mで発報しており、この中には光電式の不作動試験基準の2.5%/m以下で発報したものが4例、また、2.5%/m以上でも発報しなかったものが1例(実験No.5)あった。イオン化式の場合には、煙濃度(電離電流の変化率)0.27~0.65で発報しており、この中で0.12~0.36以内で発報したものが3例あったが、他の3例は0.36を越える煙濃度で発報した。

魚を焼き始めてから居室中央の光電式、イオン化式簡警器が発報するまでの時間は、3分28秒~8分33秒であった。

なお、台所のガスこんろ直上の天井に取り付けた定温差動式簡警器の周囲温度は33~51°Cで発報温度に達しなかった。

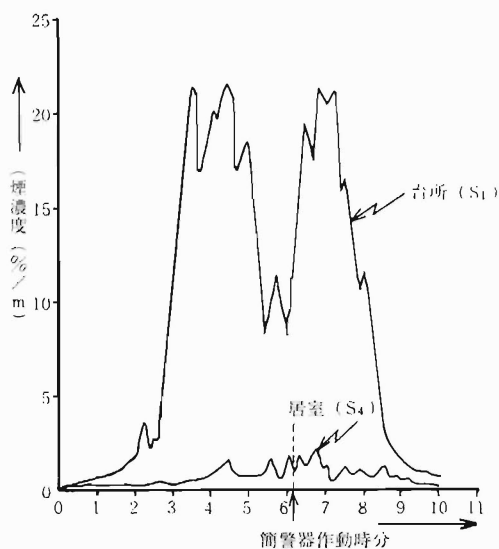


図2 煙濃度(表1, 実験No.8)

(2) 天ぷらを揚げた場合、やかんをかけ忘れた場合、天ぷら鍋をかけ忘れた場合等の発報実験ア. 実験方法

図3に示すとおり台所天井に定温差動式を、居室天井に光電式及びイオン化式を取り付け、台所のガスこんろで天ぷらを揚げた場合、やかんをかけ忘れた場合、天ぷら鍋をかけ忘れた場合について簡警器の作動状況を調べた。また、図4に示すとおり光電式、イオン化式簡警器を台所の隅に取り付け、天ぷらを揚げた場合及び天ぷら鍋をかけ忘れた場合について簡警器の作動状況を調べた。

イ. 実験結果

各種実験条件における簡警器発報時の煙濃度、発報時間は、表2に示すとおりである。

天ぷら鍋(直径26cm、深さ8cm)にサラダ油を約1.4ℓ入れ、160°Cから200°C位の油温で普通に天ぷらを揚げた場合は、今回の実験ではいずれの条件でも簡警器は発報しなかった。(表2, 実験No.1, 7, 8参照)

ガスこんろにやかんをかけ忘れた場合は、1ℓの水が蒸発するまで行ったが、水蒸気等で簡警器が発報するようなことはなかった。(表2, 実験No.5, 6参照)

次にサラダ油を約1.2~1.4ℓ入れた天ぷら鍋をガスこんろにかけ忘れた場合は、ガスこんろに点火して15分から20分経過後に油温が250°C

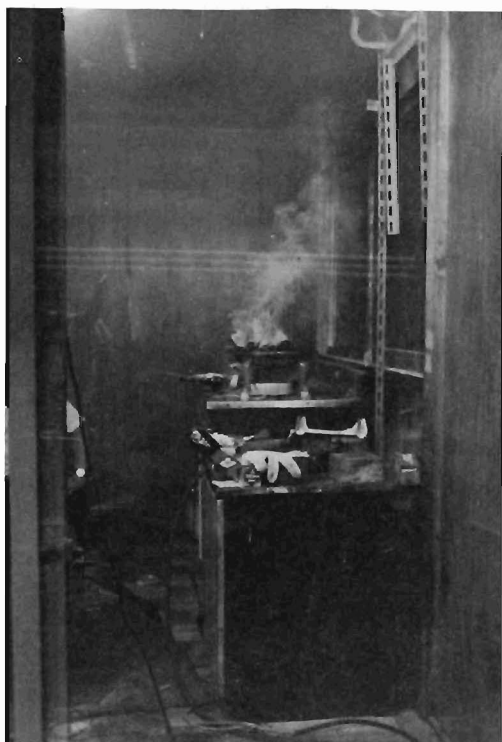


写真3 魚を電熱器で焼いている状況

〔注〕 D, E, F……光電式 G, H, I……イオン化式
 J……定温差動式

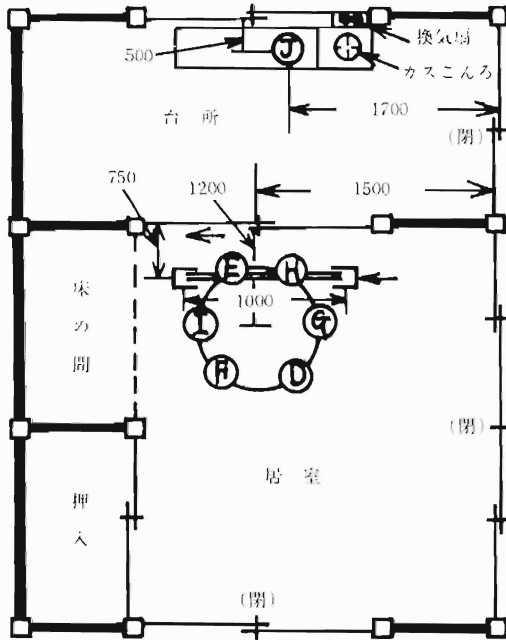


図3 簡警器取付位置 (No. 1～6)

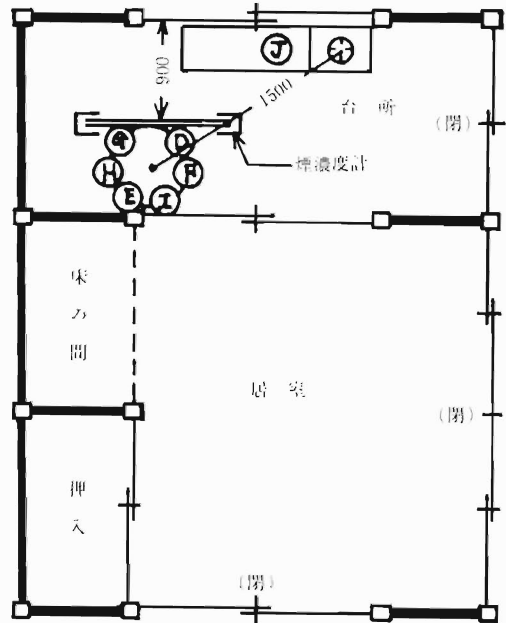


図4 簡警器取付位置 (No. 7～10)

～280℃になり、非常に多量の煙が発生する。このような状態になると、台所の換気扇を稼動してあっても、あるいは間仕切の襖が閉じている状態であっても、若干のすき間から居室へ煙が流入し、図3のように居室に簡警器(光電式、イオン化式)が取り付けられている場合の、発

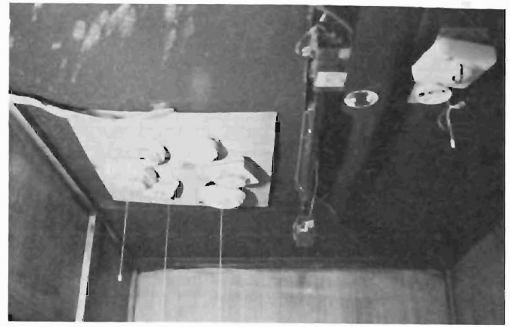


写真4 台所天井に取り付けた簡警器

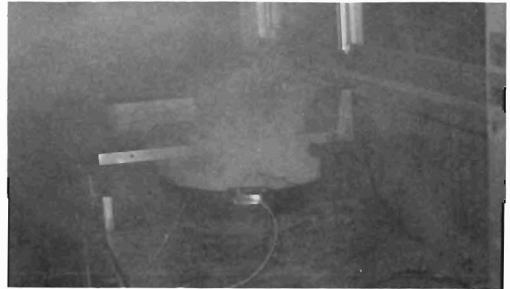


写真5 天ぷら鍋をかけた状態



写真6 天ぷら鍋の油が発火した状況

報時間は23分20秒から31分25秒、発報時の煙濃度は、3～52%/mであった。(表2、実験No2, 3, 4参照)また、図4のように台所に簡警器が取り付けられている場合の、発報時間は14分23秒から26分50秒、発報時の煙濃度は13～28%/mであった。(表2、実験No9, 10参照)

図5は、かけ忘れた天ぷら鍋の油が発火し、炎が天井に達するまでの台所内煙濃度の変化、簡警器の作動状況を示したものである。サラダ油の発火温度は360℃前後で、今回の実験ではガスこんろに点火してから32分経過後に発火し、その後、約1分ないし2分で天井まで炎が拡大

表2 簡警器発報時の煙濃度、発報時間

実験 No.	実験項目及び条件				煙濃度 (%/m) 発報時間 (分・秒)							
	ふすま	台所窓	換気扇	天ぷら鍋の 油量 ml (油温 °C)	光電式 (居室)			イオン化式 (居室)			定温差 動式 (台所)	
					D	E	F	G	H	I		J
1	天ぷらを揚げる	半開	閉	ON	新 1400 (160-200)	X	X	X	X	X	X	X
2	天ぷら鍋のかけ 忘れ	"	"	"	古 1000 (310)	X	8 23' 20"	X	X	X	X	X
3	"	"	"	"	新 1400 (300)	X	3 24' 20"	8 27' 20"	X	8 28' 10"	X	X
4	"	閉	半開	OFF	古 1300 (290)	47 30' 25"	9 26' 30"	15 28' 40"	52 31' 25"	X	52 31' 0"	X
5	やかん (水1ℓ) のかけ忘れ	半開	"	"	/	X	X	X	X	X	X	X
6	"	閉	閉	"	/	X	X	X	X	X	X	X
						光電式 (台所)			イオン化式 (台所)			定温式 (台所)
7	天ぷらを揚げる	閉	閉	ON	新 1400 (160-200)	X	X	X	X	X	X	X
8	"	"	半開	OFF		X	X	X	X	X	X	X
9	天ぷら鍋のかけ 忘れ	"	閉	ON	新 1200 (280-310)	20 23' 10"	13 14' 23"	14 26' 50"	28 24' 10"	26 24' 15"	28 24' 10"	X
10	" (32分後油が発火)	"	半開	OFF	古 1300 (310-370)	19 18' 0"	13 15' 40"	24 19' 10"	/	/	/	74°C 33' 40"

(注) X印は発報しなかった実験例

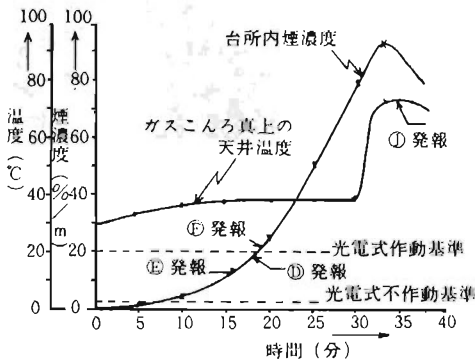


図5 煙濃度、温度 (表2、実験No.10)

する状況となった。

このような火災初期の状況において、台所の隅に取り付けた3台の光電式が15分40秒から19分10秒の時点で発報したのに対し、ガスこんろ直上の天井に取り付けた定温差動式は、油が発火してから1分40秒経過し、炎が天井付近まで

拡大した33分40秒の時点(天井温度74°C)で発報した。

以上の実験結果から、天ぷら鍋のかけ忘れの場合には、簡警器の種別として煙感方式の方が熱感方式より実用上有利であることがわかった。

5. 考 察

実験結果を総合的に考察すると、一般住宅では魚の調理などの煙で簡警器が発報することがあるので、換気方法、簡警器の取り付け位置などは、非火災報が出ないように考慮する必要がある。

また、天ぷら鍋のかけ忘れなどの場合は、油の発火以前に異常な煙が発生するため、光電式又はイオン化式などを設置しておくことが火災を未然に防止する方法として非常に有効である。

今後も住宅火災について発生初期の実態を解明し、火災になる異常な状況をより早的確に発見する方法の研究を重ねていく予定である。