

最近の特異火災から 収れん火災

東京消防庁予防部調査課

1. はじめに

火災の原因調査の中で、発火源と出火箇所が距離的に異なる火災がある。代表的なものとして漏電火災、低温着火火災があり、また今回取り上げた「収れん火災」もそのひとつにあげられる。これらの火災は、出火箇所の焼損状況を詳細に見分しただけでは出火原因が判断できないため、いずれも原因判定の困難な火災であるが、調査員としては推理小説を解いているような知的好奇心をかきたたせられる火災でもある。

「収れん火災」は、太陽光線が凸レンズの屈折や凹面鏡の反射によって光がある点で焦点を結び、太陽エネルギーにより可燃物を発火させる火災をいうこととしており、一般に夏より冬に多い季節火災でもある。

2. 火災事例 1

(1) 火災の概要

この火災は、平成2年1月28日12時41分に江戸川区の防火造2階建、専用住宅の2階サンルームから出火し、延べ113㎡のうち15㎡を焼損した部分焼火災である。

出火時、主婦と次女が1階台所で昼食の仕度をしていると、外で騒がしい声がしたので路上に出てみると、自宅の2階南側サンルームから炎と煙が噴出しており、火災を発見し

ている。近隣者が消防に通報し、消防隊が到着したときには、サンルームから激しく噴炎し、奥の8畳間も延焼中で、ガラスが溶解し、サッシは熱で変形し垂れ下がった状態であった(写真1、2)。

損害は、サンルーム・8畳間の15㎡及び隣室の天井が焼損し、階下の一部が水損した。

焼損状況から、サンルームからの出火は明らかとなった。出火原因として、電気関係、タバコ等が考えられたが、焼き物件の見分からいずれも否定され、発掘されたのが、鏡の破片であった。そこで、立会者に質問すると、昼前にサンルームのベランダに布団を干し、物干し等に衣類等を干しにいったとのことであった。この時、加湿器の上に鏡を置いて、窓を背にして髪をとかし、しかも拡大面(凹面鏡)を使用したとのことであった。



写真1 消火作業の状況



写真2 焼損状況

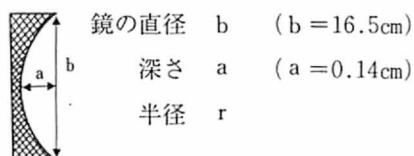
当日の気象は、晴、気温5.6℃、湿度37%、実効湿度40%であった。

(2) 実験

早速、同場所で類似の凹面鏡を用いて再現実験を試みた。立会人の質問内容に基づき位置を確認して行った。凹面鏡は南側窓からの入射光をうけ実験用の衣類に焦点を結び、約一分後に黒変し煙が立ち上がった。

このことからサンルーム内に置かれた凹面鏡による「収れん火災」と判定された。

凹面鏡の焦点



$$\text{焦点 } f \div \frac{r}{2} \div \frac{a^2 + (b/2)^2}{4a} = 116\text{cm}$$

立会人にその時の状況を再現してもらった。質問内容から、正座して鏡をのぞきこんで髪をとかしたとのことであり、その時のだいたいの位置関係は図1のとおりで、太陽光の位置は南端から113cmの高さであった。視線が鏡に対し垂直であったとすると、太陽光に対し12°のずれを生じる。

この時の焦点は、 $X_f=81.6\text{cm}$ 、 $Y_f=143\text{cm}$ となる(図1)。

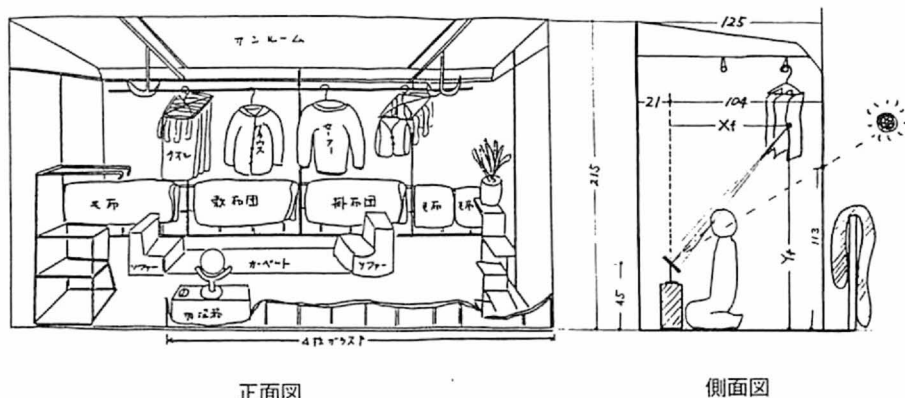
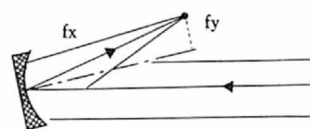


図1 サンルームの出火前の予想図

$$f_x \doteq r \left(1 - \frac{\cos \theta}{2 \cos(a + \theta)} \right)$$

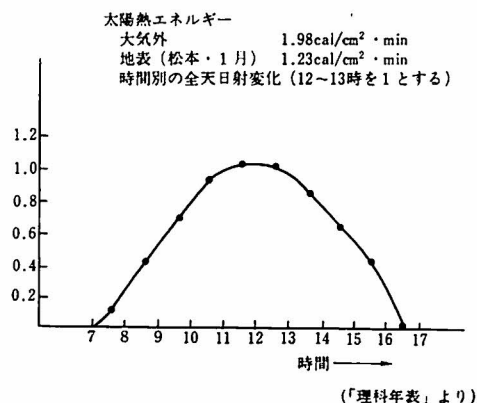
$$f_y \doteq r \left(\frac{\sin \theta}{2 \cos(a + \theta)} \right)$$

($a \doteq 2$ $\theta = 12$ $r = 231.5$)
を代入し、 f_x, f_y を算出

立会人の出火前の様子をもう一度聞くと、干物の途中でソファに足をのばす姿勢で10分程休んでおり、この時に干物のタオルが頭のすぐ上にあったとのことであった。現場の位置関係と計算結果からも、このタオルが凹面鏡の焦点に一致している。

(3) 太陽光線

太陽の熱エネルギーは、世界放射基準(WRR)では大気圏外の日射量を 1.38kW/m^2 ($=1.98\text{cal/cm}^2 \cdot \text{min}$)に統一している。この値に大気の透過率が減じられる。東京に近い松本の1月の直達日射量では、 $I = 1.23\text{cal/cm}^2 \cdot \text{min}$ となる。この値によると、例えば直径10cmの円面を太陽の入射方向に垂直にさせると、約1分間で1ccの水を沸騰させる熱量に相当するエネルギーである。



次いで、太陽光線の位置を考えると、

東京(北緯 $35^{\circ}40'$)で

夏至南中時 78.1°

冬至南中時 31.1°

このため、建物の軒先を通して室内に差し込んだ日差しは、夏至では全く入らないが、冬至には窓から308cmも差し込むことになる。昼一間半も差し込む日差しは、室内に無造作に置かれた凹面鏡に入射して焦点を結びやすくなる(図2)。

火災当日の太陽の入射角度は 33° であった。

過去10年間の東京消防庁管内の収れん火災を月別に見ると、46件の火災のうち凹面鏡が25件あり、11月から2月の冬季に18件(72%)発生している(表1)。冬季に多いのは、入射光の角度ばかりでなく、月別天気日数で1月、12月の快晴日が他の月に較べて非常に多く、また室内暖房により乾燥していることにも要因がある。

出火の危険性は、凸レンズであっても凹面鏡であっても太陽の入射角に垂直になるほど大きくなる。では入射角によりどのくらい相違するのかをこの火災事例からみると、太陽光線に鏡面は 12° ずれていたため、入射量のエネルギーは98%に減ぜられていた。さらに、太陽の運動に連れて焦点が移動するが、その速度は $S = f \tan \theta$ ($\theta \doteq 3^{\circ}$)、火災事例の場合 $S = 6.2\text{cm}/10\text{min}$ (10分間で6.2cm動く)。焦点距離が長いと太陽の移動による焦点のずれも大きく焦点近くに可燃物があっても、発煙、焼け焦げだけで終わることがある。その事例として、建物外壁に貼られていたステンレス板が道路をへだてた飲食店ののれんに焦点を結び、焼損した例がある。特異事例として次に紹介する。しかし、市販の凹面鏡

の焦点距離はだいたい50cm程度であり、実験結果では表2のとおり30秒程度で焼け込みを始め、表面温度計での計測では、480℃に達する。このため、焦点が可燃物に一致すれば出火危険が生じることとなる。

3. 火災事例2

この火災は、昭和63年11月25日12時25分に八王子市内の防火造2階建、飲食店併用住宅の北側道路に面した出入口上部に掛けたのれんが焼損した火災である。

店主の妻が、店に入ってきた客からのれんが燃えていると知らされ、出入口戸を開けると店内に煙と火の粉が入ってきたため、勝手口から外へ出て燃えているのれんを消火した。

焼損したのれんは、140cm×55cmの木綿の素材で、右端から60cm、上端から22cmを起点として左上部へ焦げた線が伸び、左側上部角の22cm×14cmが焼失していた。

再現実験の結果、当該店舗の北側道路（幅10m）を挟んで対面する耐火造6階建ビルの外壁に貼られていた「鏡面仕上げのステンレス板」に歪みが生じていたため、反射した太陽光線がのれんの位置に×字型に焦点を結んだ。実験日は曇天だったため発火には至らな

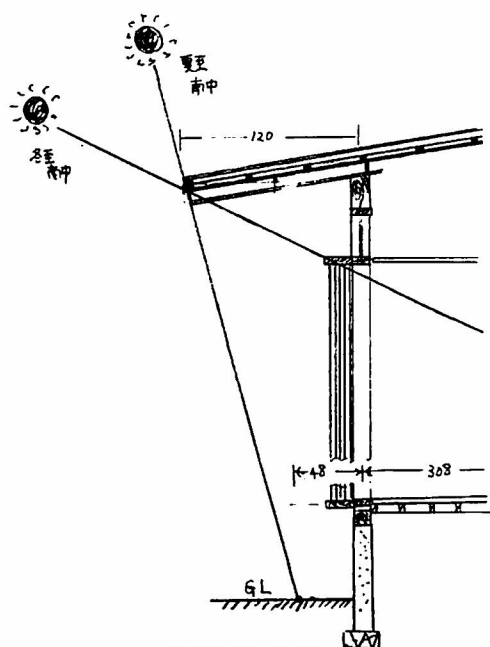


図2 住宅への太陽光線の入射

表1 月別火災発生状況（全46件）

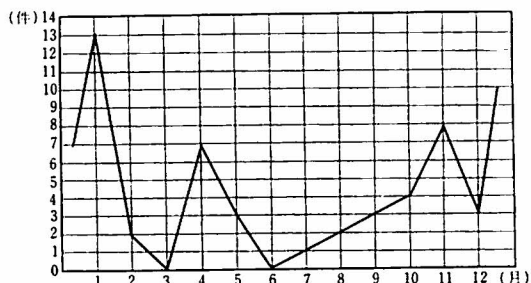


表2 凹面鏡からの距離50cmの場合（黒布地）焦点距離48cm

経過時分	変 化 等	焼け込み径
02秒	発煙しすぐ綿に燃焼する。	
30秒	煙活発に出、焼け込みが進み、次第に穴が開く。	18mm
1分00秒	焼け込みも次第に大きくなり、煙が活発に出る。	30mm
25分00秒		180mm
30分18秒	発炎する。	270mm



写真2 ビルの外壁に貼られたステンレス板

かった。

このステンレス板は、美的景観を高めるため、南側外壁に各階4か所ずつ、90cm×100cmの大きさに貼られていた(写真2)(図3)。

火災後、調査結果からステンレス板に無反射フィルムを貼り、再出火防止を図った。

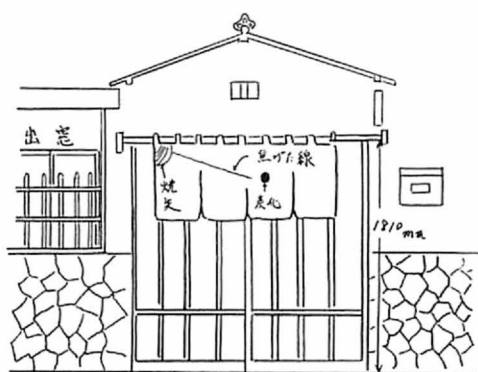


図3 飲食店舗の入口ののれん

4. おわりに

室内に何げなく置いた凹面鏡が火災の原因となって貴重な財産を焼失させる結果となり、ここに収れん火災の怖さがある。

年間の発生件数は少ないが、意外性が多く、凹面鏡ばかりでなく、虫かごなどについている凸レンズ、鍋のふた、ステンレスのボールなども収れん火災の原因となっている。自然エネルギーの利用がクローズアップされている昨今だが、太陽熱エネルギーで火災を引き起こすことは防ぎたいものである。

