建物火災に伴う火の粉の飛散と 飛び火に関する実態調査

AN INVESTIGATION ON THE DISTRIBUTION OF FIRE BRANDS AND SPOT FIRES DUE TO A HOTEL FIRE

大宮喜文 ——*1 岩見達也 ——*2

Yoshifumi OHMIYA ——*1 Tatsuya IWAMI ——*2

キーワード：
火の粉、飛び火、実地調査、アンケート調査、ホテル火災

Keywords：
Fire brand, Spot fire, Exploration, Survey on questionnaire, Hotel fire

A hotel fire occurred in Shirahama, Wakayama prefecture on November 17th 1998. This building fire was one of the widest burning area of building fires in Japan. During this fire, there was high wind velocity at about 7m/sec. At the same time, there was a lot of number of fire brands. We surveyed the distribution of fire brands and spot fires due to this fire by exploration and questionnaire. As a consequence, it was found that through exploration and questionnaire that there is a relation between the distribution of fire brands and the size of fire brands etc.

1. はじめに

建築物で火災が発生し延焼拡大していくと、建物部材や収納家具などの燃え殻の一部が火の粉となり高温の熱気流とともに舞い上がり、火元建物周辺へ飛散する。気象条件によっては、火の粉の飛散距離が数キロに及ぶ場合もある。このような火の粉の飛散および火の粉を原因とした飛び火に関する調査結果は、過去に幾つか報告されている¹⁾。それら報告の多くは、火の粉の飛散範囲、および飛び火箇所について調査されたものが多く、火の粉の飛散範囲および飛び火は、風速などの気象条件や火元付近の地形などと関係することを明らかにしている²⁾。しかし、火の粉の飛散範囲や飛び火は、火元建物の火源の大きさや火の粉の発生量などとも何らかの相関性があるものと考えられるが、これまでその点を考慮したかたちで実態調査はほとんど行われていない。

そのような背景のもと、1998年11月17日、広範囲にわたり火の粉が飛散した火災が和歌山県白浜温泉（和歌山県西牟婁郡白浜町ホテル天山閣）において発生した。折しも火災発生当時、火元となったホテルのある地域では海から内陸への強風が吹いていた。それがホテルの火災拡大を助長させる結果となったばかりでなく、焼失面積も単体建築物としては大規模なものとなり、多量の火の粉を発生する火災に至った。そこで本稿では、火の粉の発生から着床までの一連の性状と飛び火の被害を把握するため、筆者らが現地調査およびアンケート調査³⁾を行ったので、その結果について報告する。

2. 火災概要^{3) 4)}

図1に示した通り、罹災したホテルの建物は、RC造、S造、木造が混在した複雑な配置となっており、延べ面積は12,589m²であった。火災当時、海から内陸へ南南東の方向へ強風が吹いており、出火場所（推定）が火元ホテルの風上側であったこともあり、ホテル風下方向へ延焼拡大し、12,000m²程度（調査中）の焼損面積となった。特に別館の木造建築物が炎上している際、多量の火の粉が発

図1 火元建物の配置と周辺の概要図

生した。この火災の発生から鎮火に至るまでの時間経過は以下の通りである。

出火日時：平成10年11月17日 18:00頃（調査中）

覚知日時：平成10年11月17日 18:38

鎮火日時：平成10年11月18日 6:00

そして、火災発生から鎮火に至るまでのこの地域の気象条件を整理

*1 建設省建築研究所第5研究部 研究員・工博
(〒305-0802 茨城県つくば市立原1)

*2 建設省建築研究所第6研究部 研究員・工修

*1 Research Engineer, Building Research Institute, MoC, Dr. Eng.
(Tatehara 1, Tsukuba-shi, Ibaraki)

*2 Research Engineer, Building Research Institute, MoC, M. Eng.

したものが図2である。図2からも分かるとおり、火災現場付近(観測場所:白浜町消防本部、図3参照)で記録された風速は7m/s前後であり、和歌山地方気象台により強風波浪注意報も発令されていた。新聞によっては最大約18m/s前後の風速であったとの報道もある。また写真1の通り、火元ホテル付近では、海岸線から傾斜した段々状の地形の上に建築物が混在しており、その地形も高低差が入り組む複雑なものとなっている。そのため風向や風速もその地形に大きく影響を受けるものと考えられる。

3. 火の粉の飛散範囲と飛び火の被害状況

図2に示したとおり、火災発生当時、7m前後の強風であったこともあり、火の粉が広範囲にわたって飛散し、飛び火の被害が発生した。ここでは、火の粉の飛散状況と火の粉による飛び火の発生状況について現地調査の結果を示す。

3. 1 火元近隣建築物への火の粉の被害

火元ホテルの近隣建築物に対する火の粉の飛散状況をまず整理する。火元ホテルと東側に隣接するホテル(A-1)の間に幅約1mの歩道があるが、この歩道に多くの火の粉が確認され、特に火元ホテル別館の木造に接する歩道部分では大小様々な火の粉が多量に確認された。また火元ホテル別館の東側に位置する保養所(A-2)は、その外壁面および窓ガラス面にすすが付着し、庭には多量の火の粉が確認された。火災当時、この保養所(A-2)は火元建物に対し風下側に位置したため、大量の煙や火の粉が激しく壁や窓に吹き付けたことが推測できる。また、ホテル南側の木造住宅(A-3)の火元に面する壁付近に多量の粉状の火の粉が確認された。そしてホテル西側の住宅や商店(A-4)と火元との間の4m道路にも火の粉が確認され、これら住宅や商店(A-4)へは、数十cm前後の大きさの火の粉が飛来していたという証言が得られた。以上の現地調査の結果、火元ホテル周辺の建物へは、北側を除く全ての方向に火の粉が飛散していたことが分かった。また、消防や住民による消火活動等が奏功し、これら火の粉による顕著な飛び火の被害は確認されなかった。

3. 2 火の粉の飛散範囲

図3は、火の粉の飛散範囲と飛び火地点を示したものである。図3より火災発生当時、南南東の方向を中心に強風が吹いており、火の粉はその風下方向を中心として広範囲にわたり飛散したことがわかる。図3によれば、火の粉が確認された火災現場からの最長距離は、水平投影直線距離にして約850m、高低差は約100mの地点であった。また火の粉が飛散した最大幅は約500mであり、飛散角度は85度程度(火災現場の最も風上側を起点とした場合)となった。図2の風向から考えると、火の粉の飛散が火元ホテルの東側方向に偏る傾向にあることがわかる。これはこの地域の地形的な要因が影響し、図2に示した一定の方向に必ずしも風が吹いていなかったことが考えられる。また、

写真1 火災現場付近の遠景

図3 火の粉の飛散範囲

火元建物の風下方向に約 200m までの範囲では、火の粉やその燃えかすが「粉雪」のように降り注いでいたとの証言も得られた。

3. 3 火の粉による飛び火の被害

火の粉により、火元ホテルから南東に約 250m離れたところにある保養所 (B-1) と住宅 (B-2) の植栽に飛び火したことが現地調査で確認された (図3および写真1)。また、それら保養所と住宅に面する林 (B-3) では、飛び火により約 100m²が燃えている。さらに、火元建物から南東方向に約 450m 離れたホテル (B-4) の樹木にも飛び火し、これも消防によって消火されている。火災当時、このホテルにも断続的に激しく強風が吹きつけており、ホテルバルコニーでは風上方向に歩いて進むには前屈みにならなければならない程の強風であった様である。その状況から風速は 20m/s 前後であったものと推定される⁵⁾。これ程の強風になったのも、このホテルが火元建物からの風が絞込まれる谷の上方に位置していたためと考えられる。

4. アンケート調査

火災発生から2ヶ月後、この火災における火の粉の飛散に関するアンケート調査を行った。アンケート調査では、火の粉の発生から着床までの一連の性状、および飛び火の被害について把握することを目的とした。

4. 1 方法および内容

火の粉に関するアンケート調査の対象者は、火元ホテルの関係者とその周辺住民である。火元ホテルの関係者については、火災発生当日ホテルに勤務していた人、40 名を対象とし、集合調査の形式を採った。また、火元ホテルの周辺住民に対しては、郵送調査と面接調査の形式を採用した。郵送調査は、周辺住民 249 世帯にアンケート用紙を送付し、52 世帯について回収することができ、回収率は約 21%である。また面接調査では、郵送調査対象以外の周辺住民を対象とし、直接現地で8名からアンケートの回答を得た。

アンケートの内容は大別して、「火元建物の火災の状況」、「火の粉の性状」、および「飛び火の被害」について回答を求め、設問は選択形式中心の構成とした。

4. 2 アンケート結果

1) 火の粉の発生状況

図4は、火の粉の発生状況を把握するため、火の粉が発生した時の大きさと量について回答を求めた結果である。この結果より、「5cm 以下」の大きさの火の粉が「多量」に発生していたという回答が最も多かった。また、火の粉が多量に発生した時期については、木造建築物が炎上している時という回答が最も多かった。

図5は、火の粉が発生した時の火源の平均火炎高さと代表幅について整理した結果である。この結果より、平均火炎高さは約 10m、火炎の代表幅は約 20m という回答が最も多かった。

図6は、火の粉が垂直高さ方向にどの程度上昇したかについて、火の粉の垂直方向への最高高さとその火の粉の上昇高さから平均火炎高さを引いた結果を整理したものである。この結果より、火の粉の垂直方向への上昇高さは、15m から 20m という回答が最も多い結果となった。また、その火の粉の上昇高さから平均火炎高さを引いた高さは、約 10m という回答が最も多い結果となった。従って、火元付近では火の粉は、平均火炎高さの約 2 倍の高さまで舞い上が

図4 火の粉の大きさと発生量

図5 平均火炎高さと代表幅

図6 火の粉の上昇高さ

表1 火の粉飛来の有無

距離 (m)	0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	総計
0-30							0
30-60	1						1
60-90		▲1					1
90-120	1						1
120-150		1	▲2				3
150-180	2	1	1	▲1			5
180-210			2		1	1	4
210-240		4	2	1	1	1	9
240-270		4	4/▲2	2			12
270-300	1		1/▲1				3
300-330	1						1
330-360							0
総計	6	11	15	4	2	2	40

* 表1中の方角の取り方

りながら風下方向へ飛散していったこととなる。

2) 火の粉の飛散状況

表1は回答者の位置と火の粉飛来の有無との関係を示したものである。表中にある「▲」の後の数字は飛来なしと回答した数であり、その他の数字は飛来ありと回答した数である。また、有効回答について、回答者の位置を用いて火元ホテルの中央部からの距離と方角を求めた。方角については、北を0度とし、反時計回りに計測している。表1の結果より、0~100mの範囲で、概ね全方向に火の粉が飛散しているが、距離が離れるにつれ、飛散方向は徐々に、180度~240度の方向に絞られることがわかる。この結果より、火元付近では風向に関係なく概ね全方向へ火の粉は飛散するが、火元から遠のくに連れ、風の影響を受けることがわかる。またアンケート結果から得られた火の粉の飛散範囲は、図3で示した実地調査の結果と概ね一致することが分かる。

表2は、「粉状」を1、「5cm程度」を5、「15cm程度」を15、「30cm程度」を30として、サンプルごとに飛来してきた最大の火の粉の大きさを求め、回答者の位置ごとに平均をとり整理した結果である。表2より火元ホテルからの距離が長くなるほど、火の粉は小さくなる傾向が伺える。200m程度までは、大きな火の粉が比較的多く見られ、500mを越えると粉状のもののみが確認されている。

図7は火の粉の形状ごとの飛散量および飛来した最大の火の粉の大きさの分布を示したものである⁹⁾。火元ホテルから南東の方角の300m程度の範囲内では、すべての形状の火の粉が多量に確認され、粉状の火の粉は広範囲に飛散していることが分かる。また、火の粉の大きさごとの飛散範囲は、火の粉の大きさが小さくなるほどその飛散範囲は風下方向に拡大しており、図4で示した火の粉の大きさ毎の発生量と風速と相関しているものと推測できる。

3) 飛び火性状

表3は火の粉による飛び火の発生した場所を整理した結果である。飛び火の被害は、火元ホテルから200m以内の範囲で多く発生しており、200m以内のアンケート回答者の39.1%の人が飛び火の被害を受けたと回答している。また、火元ホテルの風下方向では400m以上離れた位置にも飛び火の被害が及んでいる。なお、火元に極めて近く回答者の中には、被害はなかったが消防による放水によって被害を免れたという回答もあった。表2と表3の結果を照らし合わせると、1cmを超える大きさの火の粉が飛散する範囲では、飛び火の発生する可能性があったことがわかる。

5. まとめ

和歌山県白浜温泉で発生した火災による火の粉の飛散範囲および飛び火被害を調査するため、実地調査とアンケート調査を行った。

実地調査から火の粉の飛散範囲については、風向がその範囲に大きく影響すること、特に地形が複雑なところでは、その地形が風速や風向を変化させるため、火の粉の飛散範囲に大きく影響することなどが確認された。今回の実地調査の結果、火の粉の最長飛散距離は約850mとなり、火元建物を中心とした火の粉の飛散角度は、約85°という結果となった。また、火の粉による樹木への飛び火が数例確認され、樹木への飛び火の危険性が高いことも確認された。

さらに火の粉の飛散から着床に至るまでの一連の性状を把握するためアンケート調査を行った。まず火の粉の発生元である火源の大きさ、および火元付近での火の粉の発生量とその大きさの関係について整理した。その結果、木造建築物が炎上している際に火の粉の大きさが小さいものほど多量に発生する傾向にあることがわかった。また、火の粉の形状とその大きさによる飛散範囲および飛び火の被害を明らかにし、火の粉の飛散範囲については、概ね実地調査と同様の結果が得られた。そして、1cmを超える大きさの火の粉が飛散する範囲では、飛び火の発生する可能性があり、特に火元から200m以内の範囲では、飛び火の被害が多かったことが明らかとなった。

今後は、火災発生当時の火元建物の写真やビデオ映像の解析を行い、火災性状や火の粉の一連の性状について整理する予定である。

表2 火の粉の大きさ

距離(m) 方角(°)	0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	平均
0-30	30.0						30.0
30-60							
60-90		0.0					0.0
90-120							
120-150		30.0	0.0				10.0
150-180	30.0	15.0	15.0	0.0			15.0
180-210			10.0		1.0	1.0	5.5
210-240		15.3	3.0	1.0	5.0	1.0	8.2
240-270		1.0	3.0	8.0			3.6
270-300	5.0		7.5				6.7
300-330	1.0						1.0
330-360							
平均	16.5	12.0	4.9	4.3	3.0	1.0	7.6

表3 飛び火による被害

距離(m) 方角(°)	0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	総計
0-30							
30-60							
60-90							
90-120							
120-150							
150-180			1				1
180-210	2			1			3
210-240		4	1				5
240-270	1	1		1			3
270-300							
300-330	1						1
330-360							
総計	4	5	2	1	1		13

図7 火の粉の形状別飛散量

備考) アンケート調査は、日本火災学会「地震時の出火・延焼シナリオに関する調査委員会」(主査:辻本 誠)が行った火の粉に関するアンケート調査について示したものである。

謝辞 今回の調査に際し、和歌山県、田辺市役所、白浜町消防局、そして罹災したホテルの関係者の方々には多大なご協力を頂いた。また、本調査を行うにあたり、京都大学助教授原田和典氏にご指導を頂いた。ここに記して感謝いたします。

参考文献

- 1) 石田正次、塚本孝一：火の粉の分布に関する現地調査、火災、第7巻第1号、p3~7、1957
- 2) 堀内三郎：建築防火、p191~195、1972、10
- 3) 関沢愛：白浜温泉ホテル天山閣の火災概要、火災誌 Vol.48 No.6、p49~51、1998、12
- 4) 近代消防編集局：和歌山県白浜温泉ホテル天山閣火災、近代消防、p39~43、1999、2
- 5) 新建築学大系8、p411、1969、5
- 6) 亀井幸次郎：大火時の飛び火の性状、火災、第7巻第1号、p15~21、1957

[1999年4月20日原稿受理 1999年7月27日採用決定]