

3) - 2 市街地防火を目指した火の粉の火持ち性状 に関する研究【基盤】

Study on Burning Characteristics of Firebrands for Urban Fire Safety

(研究期間 平成 24~25 年度)

防火研究グループ
Dept. of Fire Engineering

林吉彦
Yoshihiko Hayashi

The fire experiment was conducted for studying a feasibility of a large wooden building. The building went up in flames and a large number of firebrands were generated and transported by the wind. After the experiment, widespread firebrands were collected and measured in order to get new technical information concerning firebrand characteristics and ignitability of buildings. Consequently, firebrand deposition amount and projected area, mass, volume of each firebrand were obtained.

【研究目的及び経過】

火の粉は大規模木造や木造密集市街地の火災で多く発生し、延焼を速める要因の一つである。これまでも火の粉の研究を実施し、市街地防火につながる技術的な情報を提供してきた。ただし、実大実験の実施は困難であり、小規模な実験や CFD (計算流体力学) の結果を基に検討を行ってきた。本研究では、木造 3 階建て学校 (幅約 50m×奥行約 16m×高さ約 15m の総 3 階建て、建築面積は約 830m²、延べ面積は約 2260m²、木材使用量約 680m³) 実大火災実験¹⁾で大量に発生した火の粉を収集、計測した。火の粉の性状や加害性に関して新たな知見を得ることを目的に研究を実施した。

【研究内容】

1) 火の粉が無炎燃焼で降積する範囲

草地の焦げた範囲から判断する。また、加害を及ぼす火の粉の降積密度、質量、投影面積を計測する。

2) 火の粉の発生部位の推定

収集した火の粉を観察し、発生部位の推定につながる製材種別等を明らかにする。

3) 火の粉に関して得られた知見の市街地防火へのフィードバック

①飛火試験の火種サイズを検討する参考資料として、平均的な火の粉サイズを明らかにする。

②本研究で得られた火の粉の飛散範囲を基に、延焼シミュレーションプログラムを改訂する。

【研究結果】

1) 火の粉が無炎燃焼で降積する範囲

火の粉が飛散、降積したエリアの大半は畑地や草地であった。草地の焦げ具合から判断して、火の粉は火源から約 450m までは無炎燃焼状態で降積した (図 1)。約 700m までに 83 の区画を設定し (図 2)、区画毎に火

の粉の降積密度を算出した (図 3)。無炎燃焼で降積する範囲では約 0.15g/m²以上の値である (図 3)。

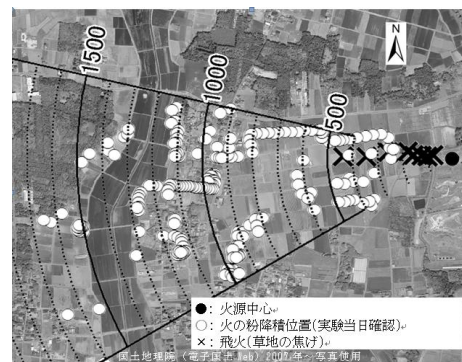


図 1 火の粉の飛散、降積範囲

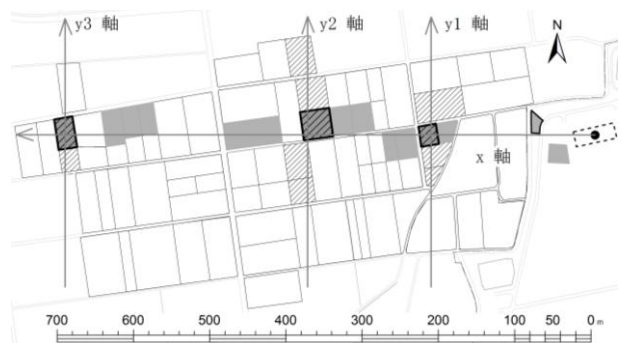
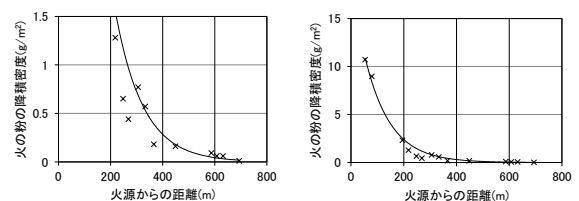


図 2 火の粉を収集した区画



(1) x 軸上 (縦軸: -15) (2) x 軸上 (縦軸: -1.5)

図 3 火の粉の降積密度

火の粉の投影面積と質量を図 4 に散布図で示す。いずれの区画でもプロットの分布範囲は右上がりであり、投影面積と質量は相関する。分布範囲は火源に近いほど広く、火の粉の最大投影面積または最大質量は飛距離と負に相関することがわかる。図中に最小二乗法による原点を通る近似直線を示す。近似直線の傾き（火の粉の投影面積あたりの質量）は飛距離と負に相関している。概して、質量も投影面積も飛距離に伴って小さくなるが、質量の減少の方が大きい。79m、218m の区画では、質量値は近似直線を挟んで上下にばらつきを見せる（図 4(1)、(2)）。火の粉の質量の違いは火の粉の厚さ、密度の違いに起因する。比較的火源に近い区画ほど、火の粉の形状、燃焼状態の違いは大きくなる。

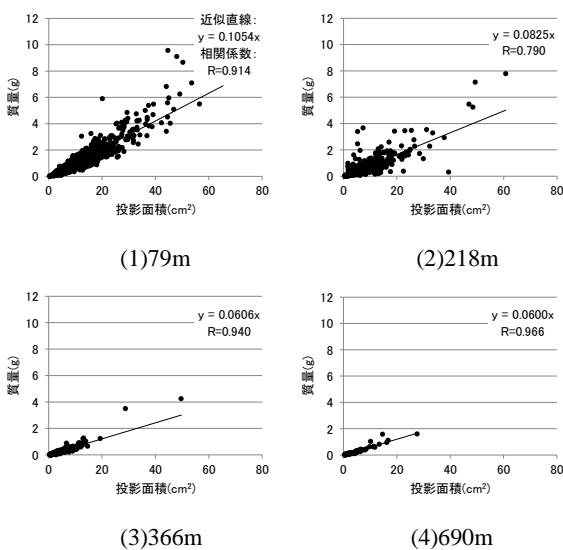


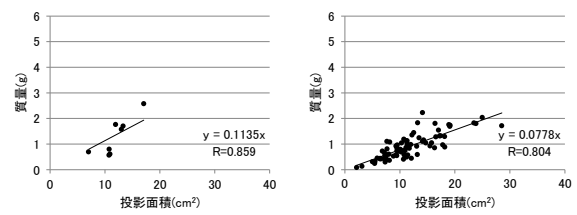
図 4 火の粉の投影面積と質量

2) 火の粉の発生部位の推定

収集した火の粉の中には、繊維方向が直交して重なり合ったものが散見された（図 5）。膨らみは大きくない。合板に由来する火の粉と判断できる。218m 地点の区画の 3~5cm に仕分けされた全 88 個の火の粉の内、合板に由来するものは 8 個であった。合板に由来する火の粉は、単位面積あたりの質量が合板以外の火の粉に比べて大きく（図 6 の近似直線傾きを比較のこと）、厚みが薄い割には質量が大きいことがわかる。



図 5 収集した火の粉 (218m)



(1)合板に由来する火の粉 (2)合板でない火の粉

図 6 合板の質量と投影面積の関係

3) 火の粉に関して得られた知見の市街地防火へのフィードバック

①3~5cm 程度に区分される火の粉の体積を珪砂で置き換えることにより計測した。サンプル数は、9 個 (79m の区画)、10 個 (218、366m の区画) である。投影面積の計測結果とも併せ、正方形柱に置換した場合の底面積と高さを示すと、13.3cm²、1.15cm (79m)、11.7cm²、1.04cm (218m)、11.7cm²、0.89cm (366m) である。また、質量の計測結果と併せ、火の粉の密度を算出すると、0.086g/cm³ (79m)、0.078g/cm³ (218m)、0.076g/cm³ (366m) である。

②火の粉の降積密度の主流方向の減少は指数分布曲線で近似できる（図 3）。風向と直交方向では正規分布形になる。火の粉の発生量、無炎燃焼での堆積量、出火確率なども考慮し、飛火モデルを延焼シミュレーションプログラムに組み込んだ。実市街地においてシミュレーションを行い、風速 10m/s 下で約 90 分後に飛火が起きることを示した（図 7）。

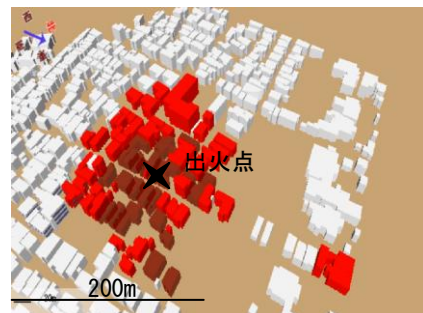


図 7 シミュレーションによる飛火の再現

本研究成果は日本建築学会技術報告集で詳細に公表する²⁾。

【参考文献】

- 1) 長谷見雄二ほか 18 名：木造 3 階建て学校の実大火災実験（予備実験）、（その 1）課題と研究計画～（その 14）火の粉の発生、飛散、着床に関して、日本建築学会大会学術講演梗概集 A-2、pp.287-314、2012.9
- 2) 林吉彦ほか 7 名：大規模木造建物実大火災実験で発生、飛散した火の粉の降積量と個別計測、日本建築学会技術報告集、第 20 巻、第 45 号、pp.605-610、2014.6