

火災と気象

[火災鑑定]

K1-06 2017.11/03

火災調査探偵団

火災は、気象条件に対して強い相互作用がある、と思える。しかし、統計から、その関係を導こうとすると、意外と、行き詰ってしまうことが多い。ここでは、湿度と乾燥、を取り上げ、さらに、気象に最も影響される「飛び火火災」について説明する。

fire and weather

Fire seems to have strong interaction with weather conditions. However, when trying to derive that relationship from statistics, unexpectedly, it often ends up getting stuck. Here, I take up the humidity and the drying, and "Flying sparks fires" which are most influenced by weather.

1. 火災と湿度

(1) 湿度

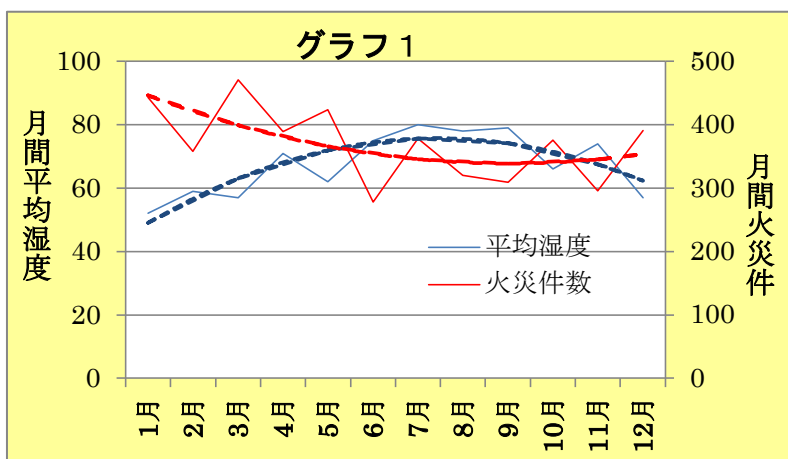
火災と湿度は、関係してそうで、それでいて、あまり明確とはならない関係にある。それは、湿度や温度の出現日数は、年間を通し、正規分布に従い、当然に火災の発生もその正規分布に依存することから、相関関係は分かりそうでわかりにくい面がある。

“湿度”は、相対湿度と実効湿度がある。相対湿度が通常に用いられる湿度で、実効湿度は過去数日間の湿度で木材等の乾燥度を示す。また、乾燥注意報は、最小湿度 25% 以下、実効湿度 50% 以下の時に発令される。乾燥により、林野火災が発生拡大しやすいことは、統計や経験として実証されており、特に、アメリカ西海岸付近では乾燥と強風により数十 ha が焼損する“ブッシュ火災”が数多く発生している。

火災との関連では、実効湿度が影響しそうであるが、データがそろいにくいこともあり何とも言えない。そこで、相対湿度から見てみる。

グラフ 1 は、2015 年の東京地方の月間平均湿度と月間火災件数の月別推移を示す。

図 K106-1 火災件数と湿度 (2015 年東京データ)



図から 7~9 月の平均相対湿度が高くなる時期は火災件数が減り、平均湿度が低い月は火災件数が多くなっている。このように、「湿度と火災」は逆相関関係を示すことがわかる。

このようなマクロ的な関連は明確となる。

グラフ 1 では、3月は「湿度と火災件数」の比較からすると火災件数が多い月となる。3月の「春の火災予防運動」の意図が理解される。昔、前半の1週間が「林野火災(山火事)予防」、後半が「一般火災予防」の2週間であったが、現在は1週間となっている。

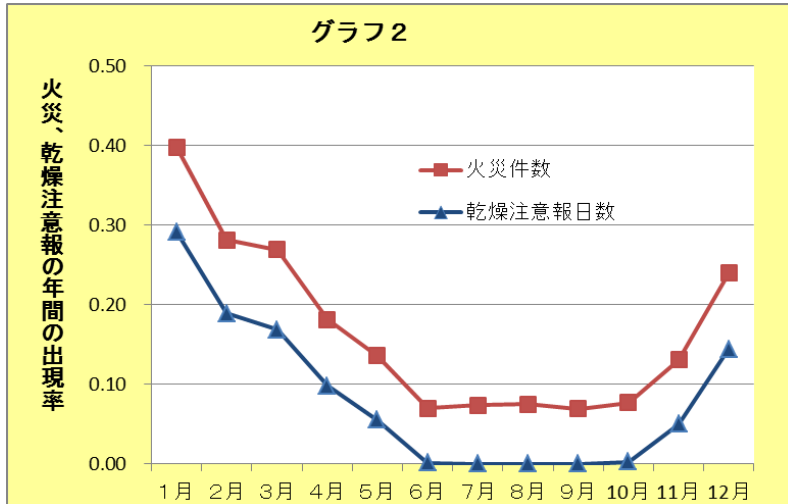
なお、予防運動期間は、地域差があり、北海道の火災予防運動は4月となる。

グラフ 1 で火災と湿度の曲線が交わる湿度が、だいたい年間平均湿度の 67%付近となる。月間の最低湿度は、本州では、2月と5月に低い日が出現することが多く、特に、5月の湿度の低い日は、人の行動にも悪い影響（錯誤、物忘れ等）をおぼすと言われ、低い湿度による揮発性と静電気等の影響で、危険物施設での火災や事故が発生しやすい傾向が見られる。東京都板橋の第一化成工業の危険物施設爆発火災は5月26日に発生しており、週末の土曜日、湿度が極めて低い環境の中で、過酸化ベンゾイルの詰め込み作業時が行われており、これらが事故要因になったと考えられる。

(2) 火災と乾燥 (2006年から10年間統計-東京)

「火災と湿度」に似た関係として、乾燥を取り上げる。

図 K106-2 火災注意報と火災件数の年間出現率(東京の10年間)



グラフ 2 は、月間の乾燥注意報の出現日数を年間数値で除した比率と火災件数を同様に除した比率を、10年間のデータとして示す。グラフ 2 は、乾燥注意報の出現と火災件数の発生率は、似た形状となっている。

火災は年間を通して発生していることから月別の差異が少ないが、乾燥注意報の発令の比率と考え合わせると火災件数の増減と似た関係となる。

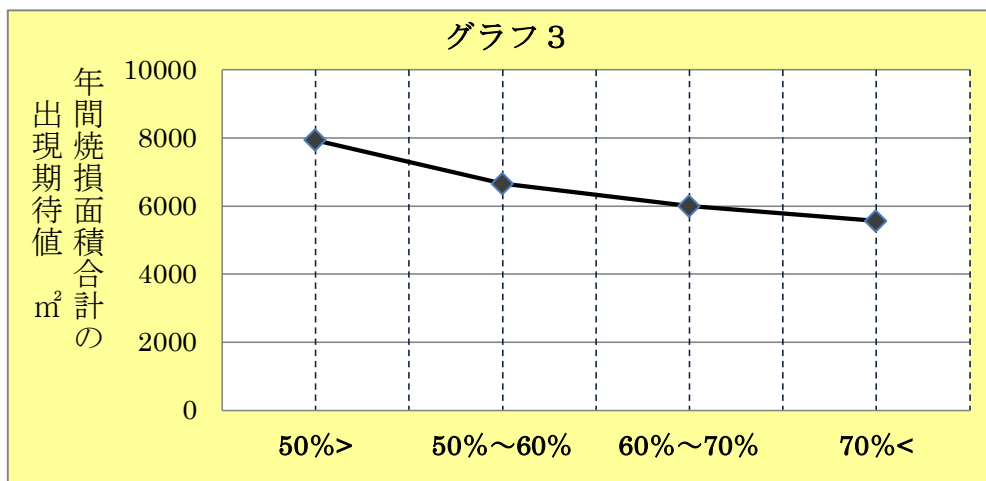
(3) 湿度と火災 (2006年から10年間統計-東京)

湿度の違いによる「火災」への影響として、湿度別の焼損床面積をとりあげた。

湿度別の焼損床面積に、火災件数を除して得た値を、出火時の湿度別にプロットしたものがグラフ 3 である。

湿度の場合、出現日数が異なることからその頻度を火災件数に置き換えて件数で除した比率としてグラフ化した。湿度が 50%未満の時と 70%を超える時では、焼損床面積で 3 割近い増加となる。

図 K106-3 年間の焼損床面積の出現期待値(m²)と湿度(東京、10年間)



2. 強風と延焼火災

強風時、特にフェーン現象下にある時は、延焼拡大して広域火災となっていることは、過去の災害史に見られる。しかし、**風速と延焼速度の関係**は、最近では、広域火災となった地域の建物形態や都市構造が影響し、古い街並みや駅前市場などで発生することが多く、必ずしも「風速と延焼」との関係に集約されるものではない。

さらに、それらの中に「消防力」と言う近代的要因のウェイトが大きくなっており、消防活動に着目すると「消防力整備」と「消火水利整備」の2つの要素に分けられる。阪神淡路大震災では、後者の「消火水利整備」が貧弱な中で多数火災により広域火災となっている。つまり、「飛び火」の火源を除いた、輻射による延焼拡大は、消防力（消防本部規模・ポンプ能力・水利等）により阻止されることは、消火活動したものであれば誰もが理解するところである。このため、火災の延焼拡大は、自然要因に求められない現況にある。

特に、消火水利は決定的であり、数十棟が燃える火災現場で、ポンプ車が多数集結しても、現場指揮者の意識は常に「水利」にあり、「水利」の水道口径に余裕があれば複数隊の消火栓部署が可能となり、また、貯水槽などの自然水利が整備されていれば消防車の部署隊数も増える。「水利」さえ確保できれば、放水口数が揃えられ、広域的に延焼のおそれがある局面を、現有のポンプ車能力と隊員の技量から延焼阻止が可能となる。しかし、現実には、旧市街地や開発から取り残された地域ほど「水利」が慢性的に不足し、延焼拡大を招いていると言える。それらを「強風」や「延焼速度」などの要因に求めるよりも「都市」の有り様を、火災から見た視点でとらえる必要があるものと思う。

3. 「飛び火」

(1) 飛び火火災

飛び火火災は、「大火(たいか)火災」の主たる原因として、大きく取り上げられ、気象

との関係で議論されている。

一般に「大火火災」に関して分かりやすい読本は、菅原進一先生「都市の大火と防火計画」（共立出版）があり、理論的な記述は、火災便覧に山下邦博先生が「火災と気象」の中で記述されている。昭和 32 年の火災学会誌の No25(1957 年 11 月)特集号として取り上げられている。

また、東京消防庁の昭和 24（1949 年）～27(1952 年)まで 4 年間の火災 311 件について「煙突と飛び火の距離」の散布図を、塚本先生「火災原因調査ノート」（東京法令出版、昭和 61 年版）に掲載されている。

大火時の「飛び火」の原因考察の一つとし、瓦屋根の「さん瓦」の重ね合わせのすき間に、「飛び火」が入り込んでルーフィング・野地板を燃やし「延焼」するとプロセスの研究が実験により示され、強風時の「飛び火火災」は、瓦屋根であっても危険性があるとされている。

(2) 屋根への「飛び火」の延焼例・糸魚川広域火災

飛び火による「瓦屋根の出火」が、2016 年「糸魚川広域火災」の事例として報告されている。<平成 29 年 5 月「糸魚川市大規模火災を踏まえた今後の消防のあり方に関する検討会」>

2016 年 12 月 22 日糸魚川広域火災は、30 時間燃え続け、147 棟、約 40,000m²が焼損した。

午前 10 時に平均風速約 12m/s、最大風速 13.9m/s、午前 11 時の最大瞬間風速は 27.2m/s を記録しており、延焼中の平均風速 10m/s を超えていた。

図 K106-4 「報告書内の「飛び火」に関する周囲状況」



フェーン現象が起き、強風注意報が発表されていたと報じられている。

このように、強風は延焼において強い影響をおよぼすが、それは、風下側への火炎の伸びによる影響とあわせて「飛び火」も発生する二重の要因が取り上げられる。報告書には、「資料Ⅱ-1」として、飛び火の詳細な調査報告が、図4のように示されている。これらは、屋根からの焼損事例が写真掲載され、良くわかるものとなっている。



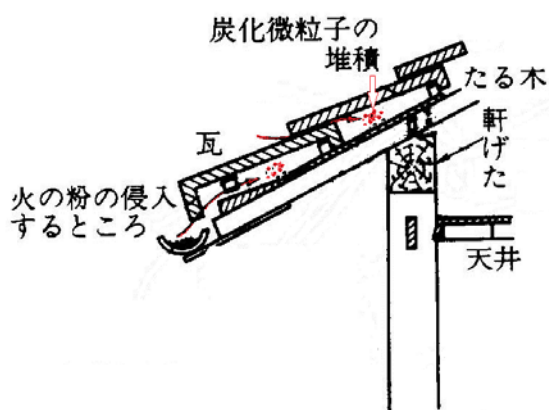
図 k106-5

写真 2-9 エリアG西側の住宅での飛び火の様子（糸魚川消防本部提供）



図 K106-6

写真 2-6 エリアF北西端の住宅での飛び火の様子（糸魚川消防本部提供）



火災教本等で図示されている経路図を参考に示す。

(3) 炎上家屋からの「飛び火」の規模

報告書には「飛び火」の火の粉の大きさと距離について記載されている。炎上家屋の「火の粉」は大きい。煙突の「火の粉」と、炎上家屋の「火の粉」は、その大きさや燃焼力に大きな違いがある。

炎上家屋の場合は、「燃えている木片等」とも言える「燃焼物」であり、風呂屋の煙突の「火の粉」とは異なる。

写真 K106-1 阪神淡路地震火災時の「飛び火」の実態



実事例をこのホームページの「飛び火」で扱っている。また、阪神淡路大震災時の「飛び火」としても掲載しているのが、火災現場から 100m 以上離れた、庭先で採取した「燃えた木切れ(飛び火)」である。大きさが 6 cm 以上もある木片もあり、芝生の庭先に多数落ちていた。この時は、屋根瓦が地震でずれ落ち、下地板が露出している住宅屋根面に「飛び火」により容易に屋根材が燃えて拡大していることが認められている。

4. 出火原因としての「飛び火」火災

昔の火災統計では、発火源「煙突」又は「汽車の火の粉」で調べると、経過のほとんどは「飛び火」と出てくる。

塚本先生の「火災原因調査ノート」では、「煙突が低い」と風の影響が少なく、一応煙突高さ 15m 以上の場合として、次の経験式が提起されている。

統計結果から

$$[X = 1.9y + 4z - 26] \quad (X; \text{飛散距離}, y; \text{煙突の高さ}, z; \text{風速})$$

この式だと、木造二階建ての建物火災で、火災高さ $y=15\text{m}$ とすると、風速が 10m/s だと、飛散距離 $X=42.5\text{m}$ となり、街区程度の飛び火が起きることとなる。

次に、火災便覧掲載、山下先生によると「煙突から出た火粉の散布」は大気汚染濃度分布式にあてはめて考察されるとして、

地上の汚染濃度の最大距離は、

$$[X = h / (\sqrt{2} \times \sqrt{v^2 / U})]$$

(h : 煙突高さ, U : 平均速度, v^2 : 風速変動の自乗平均, $\sqrt{v^2 / U}$: 風の乱れの強さ)

東京の消防署の望楼を使って調べたところ、市街地の風の乱れの強さは $\sqrt{v^2 / U} = 1/4 = 0.25$ に近い値がえられたことから、煙突 (8m~12m) の風速 (5m~12m/s) では、近似式 $X = 2\sqrt{2} \times h = 2.8h$ の近似式となる、と示されている。

つまり、煙突高さ (h) に 2.8 倍した水平距離が最も影響しやすい距離となる。 $h=15\text{m}$ であれば、 $X=42\text{m}$ となり、 $[h:15\text{m}, v:10\text{m/s}]$ の条件では、塚本氏とほぼ一致するが、煙突高さ等の条件による両式の違いは大きい。

これらは、「火の粉」の微小火源に着目した際に、火災原因を考える際、地域の範囲を立証上の必要条件とする場合に有用となる。

5. 参考

「飛び火火災」は、火災現場ではよく遭遇し、手持ちのポンプ隊等の消防力を再断言に活用して、広域火災に至る前に鎮圧するものようにしている。これらは、消防活動上の貴重な経験であり、事後に伝える「火災の態様」でもあるが、統計上から見ると単なる「一件の火災」として片づけられ、そこには「飛び火火災」と言える何も残されることがない。

最も大規模な飛び火を含む「火災」は、東日本大震災時の気仙沼市内の火災で、湾内の沿岸地域一帯から、さらには、「大島」までも含めて一件の火災とされている。このため、どのような地域の範囲で、どのような時系列で、どれだけ多くの火災が頻発したか、が全く不明なものとなってしまうている。個別の消防活動（消防団等の活動報告）はあるが、どれほど多くの火災であったかは、統計としては出てこない。

飛び火火災は、確かに、数十年前は当たり前のことであり、一つひとつを「件数」とする考え方がないのは当然と思えるが、これからは、どのような飛び火がどのような範囲で何件発生したかを「統計」として把握する考え方も求められるものと思う。

[以上]

Y.Kitamura