

大規模林野火災の発生予測

消防庁「大規模林野火災発生予知システム開発調査報告書」から

財団法人 消防科学総合センター

研究員 山 瀬 敏 郎

1. はじめに

林野火災は、気象、地況、林況等の自然条件の影響を大きく受けている。南北に細長い地形をもつわが国では、林野火災の発生は、初冬九州、四国の南岸沿いの地方から始まって次第に北上し、3、4、5月が最も多発期となっている。このことは、林野火災が湿度、風速、降水量等の気象状況と密接な関係をもっているためと考えられる。

そこで、過去の林野火災の発生状況及び気象状況を統計的に分析することにより、気象から大規模林野火災の発生予測を行うことを試みた。

2. 気象と林野火災

まず、気象がどの程度林野火災の発生、拡大に影響しているかを見てみよう。昭和47年から58年の3月から5月(計1,104日)に瀬戸内海周辺地域で発生した林野火災について、^(注1)1日の最低湿度、最大風速及び日較差と林野火災の発生、拡大の関係を整理したものが表1～表3である。気象要素の値は当地域内21か所の気象官署における観測値の平均を用いている。^(注2)これから、日較差は林野火災の発生に、最大風速は拡大に、また最低湿度は発生、拡大ともに影響を与えていることがわかる。影響はいずれも顕著であると言える。

3. 林野火災の発生予測モデルの概念

次に林野火災の発生予測を行うための方法について検討する。1日の最低湿度、最大風速、日較差等はその日が終わってみないとわからない。そこで、ある地域の朝の気象状況

表1 日最低湿度と林野火災の発生、拡大

日 最 低 湿 度	出現日数	1日当り 出火件数	1件当り 焼失面積
40%未満	443	13.8	149
40%以上 50%未満	305	6.4	80
50%以上	356	1.4	60
計	1,104	7.8	128

表2 日最大風速と林野火災の発生、拡大

日 最 大 風 速	出現日数	1日当り 出火件数	1件当り 焼失面積
5 m/s 未満	352	7.5	91
5 m/s 以上 7 m/s 未満	515	8.3	128
7 m/s 以上	237	6.9	188
計	1,104	7.8	128

表3 日較差と林野火災の発生、拡大

日 較 差	出現日数	1日当り 出火件数	1件当り 焼失面積
9℃未満	378	2.2	147
9℃以上 12℃未満	368	7.8	107
12℃以上	358	13.7	137
計	1,104	7.8	128

をもとに、その日の林野火災の発生を予測することを考える。

予測モデルの概念を、以下に湿度と気温だけを用いた簡単な例により説明する。午前9時の湿度と6時から9時までの気温上昇を次のようなカテゴリに分けて各カテゴリにウェイトを与える。

〈気象要素〉	〈カテゴリ〉	〈ウェイト〉
・ 9時の湿度	①60%未満	x_1
	②60%以上 70%未満	x_2
	③70%以上	x_3
・ 6時から9時の 気温上昇	①3℃未満	y_1
	②3℃以上 5℃未満	y_2
	③5℃以上	y_3

また、1日の林野火災の発生状況に関して、

当地域で林野火災が発生した日 (G_1) と発生しない日 (G_2) の2つのカテゴリに分ける。

以上により、過去のデータは表4のように整理される。そこで表4のデータを用いて、1日のウェイトの合計値(R)で林野火災の発生状況(実績)がうまく説明できるように各カテゴリのウェイトを決めてやれば予測モデルが完成することになる。このようなウェイトを決定するための統計手法はすでに確立されており数量化II類と呼ばれる。以上の考え方に基づく林野火災発生予測の概念を図1に示す。

4. 実際の林野火災発生予測モデル

前節の考え方にに基づき、気温、湿度、風速等8種類の気象要素を用いて、瀬戸内海周辺地域の春期(3～5月)に適用するための予測モデルを決定した。結果を表5に示す。ここで、林野火災の発生状況は、次の4つのカ

表4 予測モデルを決定するためのデータ形式

気象要素	9時の湿度			6～9時の気温上昇			1日の ウェイトの合計値 (R)	林野火災発生 状況(実績)
	60%未満	60%以上 70%未満	70%以上	3℃未満	3℃以上 5℃未満	5℃以上		
ウェイト	x_1	x_2	x_3	y_1	y_2	y_3		
○月○日	✓				✓		$x_1 + y_2$	G_1
○月○日			✓		✓		$x_3 + y_2$	G_2
○月○日		✓				✓	$x_2 + y_3$	G_1
○月○日			✓	✓			$x_3 + y_1$	G_2
⋮ ↓								
○月○日	✓					✓	$x_1 + y_3$	G_1

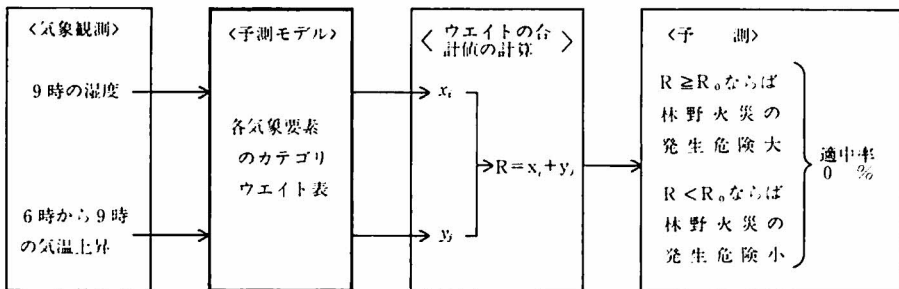


図1 林野火災発生予測モデルの概念

表5 瀬戸内海周辺地域の春期（3月～5月）に適用するための予測モデル^{(*)1),(*)2)}

気象要素	カテゴリ	ウエイト
気温 (9時)	10℃未満	0.183
	10℃以上15℃未満	0.084
	15℃以上	-0.186
気温上昇 (6時から9時)	3℃未満	-0.223
	3℃以上5℃未満	0.054
	5℃以上	0.169
湿度 (9時)	60%未満	0.297
	60%以上70%未満	0.094
	70%以上	-0.272
風速 (9時)	3 m/s 未満	-0.007
	3 m/s 以上	0.027
雨量 (9時)	5以下	0.281
	6以上9以下	0.100
	10	-0.114
降水状況 (9時)	降水なし	0.241
	降水あり	-0.531
実効湿度 (前日)	65%未満	0.242
	65%以上75%未満	-0.052
	75%以上	-0.376
実効降水量 (前日)	2mm未満	0.370
	2mm以上4mm未満	-0.024
	4mm以上	-0.215

- (*)1) 昭和47年から58年の3月から5月、計1104日のデータをもとにウエイトを決定した。
- (*)2) 気象要素の値は地域内21か所の気象官署の観測値の平均を用いた。
- (*)3) 降水状況は、ウエイトを決める段階では降水地点の比率（21か所の気象官署のうちの降水を記録した地点の比率）を用いた。
- (*)4) 実効湿度は木材の含水量を表わすものであり、次式で計算した。
$$H_e = \frac{H_n + rH_{n-1} + r^2H_{n-2} + \dots + r^nH_0}{1 + r + r^2 + \dots + r^n}$$
 $H_{(k)}$ ：実効湿度を計算する日のk日前の平均湿度
ここでは、 $r=0.5$ 、 $n=10$ 日としている。
- (*)5) 実効湿度の式で、湿度の代わりに降水量を用いて計算した（ $r=0.7$ ）。

表6 林野火災発生状況によるウエイト合計の平均値

林野火災発生状況のカテゴリ	日数	1日のウエイトの合計の平均値
G ₁ : 林野火災が発生しなかった日	250	-1.223
G ₂ : 1ha未満の林野火災が発生した日	443	0.030
G ₃ : 1ha以上10ha未満の林野火災が発生した日	295	0.613
G ₄ : 10ha以上の林野火災が発生した日	116	0.965

表7 10ha以上の林野火災の発生地点の危険度分布(瀬戸内海周辺地域、3～5月)

危険度の範囲	林野火災件数(10ha以上)	危険度の範囲	林野火災件数(10ha以上)
-0.8	0	0.7～0.8	9
-0.8～-0.7	1	0.8～0.9	13
-0.7～-0.6	0	0.9～1.0	7
-0.6～-0.5	0	1.0～1.1	13
-0.5～-0.4	1	1.1～1.2	7
-0.4～-0.3	0	1.2～1.3	18
-0.3～-0.2	3	1.3～1.4	9
-0.2～-0.1	1	1.4～1.5	23
-0.1～0.0	0	1.5～1.6	7
0.0～0.1	0	1.6～1.7	14
0.1～0.2	3	1.7～1.8	10
0.2～0.3	1	1.8～1.9	6
0.3～0.4	7	1.9～2.0	0
0.4～0.5	3	2.0～	0
0.5～0.6	7		
0.6～0.7	7	計	170

テゴリに分けている。

- ①林野火災が発生しなかった日（G₁）
- ②1ha未満の林野火災が発生した日（G₂）
- ③1ha以上10ha未満の林野火災が発生した日（G₃）
- ④10ha以上の林野火災が発生した日（G₄）

これらのカテゴリ別にウエイトの合計値(R)の平均を示したのが表6である。これから、大規模な林野火災が発生した日になる程Rの値が大きくなっていることがわかり、この値

を危険度と呼ぶことにする。

5. 消防本部における林野火災の発生予測

消防本部で観測した気象データを用いて表5から危険度を算定し、管内の大規模林野火災の発生危険性を予測することを考える。そのため同地域、同期間（昭和47年～58年、3月～5月）に発生した10ha以上の林野火災（170件）について、発生当日の最寄の気象官署のデータから危険度を算定し、その分布を

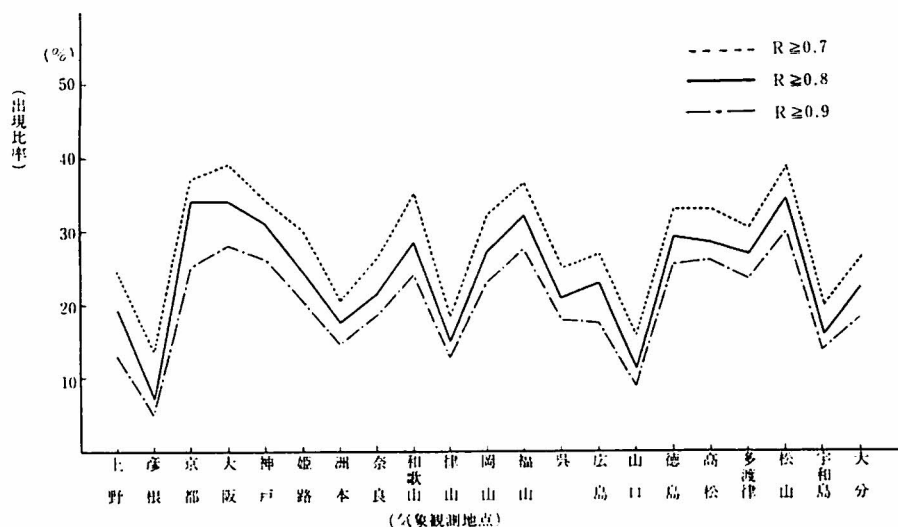


図2 気象観測地点別の $R \geq 0.7$, $R \geq 0.8$, $R \geq 0.9$ となる日の出現比率
(瀬戸内海周辺地域, 3～5月)

調べると表7のようになった。

これから、10ha以上の林野火災の発生状況は、

- ・ $R \geq 0.7$ となる地点の付近で
136件/170件(80.0%)
- ・ $R \geq 0.8$ となる地点の付近で
127件/170件(74.7%)
- ・ $R \geq 0.9$ となる地点の付近で
114件/170件(67.1%)

となっていることがわかる。

次に、当地域内21か所の気象官署で、 $R \geq 0.7$, $R \geq 0.8$ 及び $R \geq 0.9$ となる日がどの程度の比率で出現するかを見たのが図2である。これによると、出現比率は地点によりかなり異なり、気象条件からみて、大規模林野火災が発生しやすい地点とそうでない地点が把握できる。

各気象官署の出現日数の平均をとると、

- ・ $R \geq 0.7$ となる日
314日/1104日(28.4%)
- ・ $R \geq 0.8$ となる日
266日/1104日(24.1%)
- ・ $R \geq 0.9$ となる日

224日/1104日(20.3%)

となる。

したがって、瀬戸内海周辺地域の春期において、例えば危険度 R の基準を0.8とした場合、過去の大規模林野火災のうち約75%が $R \geq 0.8$ の地点で発生しており、消防本部ではその位置によっても異なるが、平均して4日に1日の割合で警戒を行うということになる。

6. おわりに

以上に述べたように、大規模林野火災の発生予測に関して、比較的簡単な方法により実用に耐えられる程度の精度が得られたと思う。ここでは、瀬戸内海周辺地域について述べたが、他の地域の結果については、消防庁「大規模林野火災発生予知システム開発調査報告書」に示してあるので参照されたい。

(注1) 1日の最高気温と最低気温の差

(注2) 気象庁「普通気候観測・時日別累年値」による。