

丸亀市城北地区への火災延焼シミュレーション・システムの適用と要因分析

愛媛大学大学院理工学研究科

学生会員○大本翔平

愛媛大学総合情報メディアセンター

正員 二神 透

愛媛大学大学院理工学研究科

学生会員 濱本憲一郎

1. はじめに

日本は地震国と呼ばれており、他国と比べて地震の発生しやすい国である。また、近年は地震の空白地帯と考えられていた箇所での地震発生も目立っており、国内のどの場所においても地震が発生する可能性がある。

地震発生時の二次災害のとしては、地震火災が考えられる。全国各地に存在する密集市街地では、地震火災の潜在的危険性が指摘されている。このような地域では、地震火災被害を低減するための対策が必要となる。そこで、地震火災リスクの提示と、具体的対策を行うための基礎データとして都市の延焼要因の分析を行う。具体的には、重点密集市街地を有する、丸亀市城北地区を対象に、火災延焼シミュレーション・システムを用いて、火災延焼抑止効果の比較と実験計画法に基づく要因分析を行った。これにより、火災延焼抑止に効果的な対策を把握すること、また、火災延焼に影響を与えている要因を把握することができる。

2. 火災延焼シミュレーション・システムの特徴

本研究で用いた火災延焼シミュレーション・システムの特徴は、都市構造マップを作成し、風向・風速や出火点等を入力することで、出火開始からの経過時間ごとの延焼状況や延焼面積が出力される視覚性にある。また、建物の空地化や防火樹木の設置といった、都市計画的な対策を表現することも可能である。したがって、種々の施策と効果を検討し、防災まちづくりのための支援ツールとして活用も期待できる。

3. 火災延焼抑止効果の比較

本研究では、図-1に示す丸亀市城北地区の都市構造マップを基に、都市計画的な対策を盛り込んだ都市構造マップを作成した。そして、表-1に示す7通りの都市構造マップについて、延焼面積の比較を行い、火災延焼抑止効果を把握した。空地化については、現在空き家となっている建物を空地とすることで表現した。道路設置については、以前存在した、城北地区に道路を



図-1 丸亀市城北地区の都市構造マップ

表-1 都市構造マップ一覧

都市構造マップ	防火樹木	シミュレーション番号
現状(対策なし)	無	①
空地化	無	②
	有	③
道路設置	無	④
	有	⑤
空地化 + 道路設置	無	⑥
	有	⑦

表-2 延焼面積一覧

シミュレーション番号	風速3m/s時の延焼面積(m ²)	風速6m/s時の延焼面積(m ²)
①	12693.67	22574.38
②	9072.90	18005.62
③	8226.72	17552.63
④	10364.40	21420.18
⑤	8162.86	21288.18
⑥	7409.16	16878.28
⑦	5536.48	15852.46

通すという計画に従い、南北方向に2本、東西方向に1本の道路を設置することで表現した。防火樹木については、空地化した箇所や設置した道路沿いに配置することで表現した。なお、シミュレーション実施の際には、風速以外のシミュレーション条件の変更は行っていない。各都市構造マップにおける出火から3時間後の延焼面積は、表-2に示す値となった。現状と比較すると、都市計画的な対策を行うことで延焼面積の減少が見られた。例として、風速3m/sの場合の①と⑦で比較すると、都市計画的な対策により、延焼面積が約7000 m²減少するという結果となり、延焼抑止効果が見られ

た。また、①・⑥・⑦の延焼状況を図-2から図-4に示す。図-2と図-3を比較すると、空地化や道路設置による延焼の遅延効果を見ることができる。図-3と図-4を比較すると、防火樹木による延焼抑止効果を見ることができる。一方、風速6m/sの場合には、風速が大きいため、延焼抑止効果は大きく現れなかった。



図-2 3時間後の延焼状況①（風速3m/s）



図-3 3時間後の延焼状況⑥（風速3m/s）



図-4 3時間後の延焼状況⑦（風速3m/s）

4. 火災延焼の要因分析

本研究では、シミュレーションの出力結果に影響を与える要因として、都市構造マップ、風速、風向、建ぺい率の4つを考える。各要因について表-3のように水準を与え、直交表に基づいて、実験パターンを9通り考える。それぞれについて特性値を得て、F検定の後に寄与率を得ることで、各要因の影響度を把握する。なお、

表-3 要因と水準

要 因	水 準		
	1	2	3
都市構造マップ	現状	道路	道路・樹木
風 速	9m/s	6m/s	3m/s
風 向	北西	南東	北東
建 ぺ い 率	現状値	-10%	-20%

表-4 分散分析による寄与率

要 因	寄与率 (%)
都市構造マップ	2.3
風 速	77.8
風 向	6.1
建ぺい率	11.5
誤差項	2.3
合 計	100.0

※ 全要因、F 検定で1%有意

表-5 再分析後の寄与率

要 因	寄与率 (%)
都市構造マップ	48.8
風 速	20.2
建ぺい率	23.8
誤差項	7.2
合 計	100.0

※ 全要因、F 検定で1%有意
なお、風向は誤差項にプール

今回は出火から2時間後の延焼面積を特性値とした。

分散分析の結果、表-4のように寄与率を得た。風速の寄与率が非常に高くなり、寄与率が高くなると考えていた都市構造マップは、低い寄与率を得る結果となった。これは、風速の水準を与えた際に、2つの水準が都市計画的な対策による効果を見捨てる値だったためであると推測した。そこで風速の水準を9・6・3m/sから5・4・3m/sに変更し、再分析を行った。

再分析の結果、表-5のように寄与率を得た。風速の水準を変更したことで、風速の寄与率が大きく低下し、都市構造データや建ぺい率の寄与率が上昇した。

5. 終わりに

本稿では、火災延焼シミュレーション・システムを用いて、火災延焼抑止効果の比較と火災延焼の要因分析を行った。火災延焼抑止効果の比較では、密集市街地において都市計画的対策は有効であることが分かった。しかし、風速が大きいと、都市計画的対策の効果が見られないことが分かった。火災延焼の要因分析では、風速が5m/s以下の場合、延焼面積は都市構造マップによる影響が大きいことが分かった。一方、風速が6m/sを越えると、都市構造マップによる影響が極端に小さくなり、風速の大きさに依存して延焼面積が拡大していくということが分かった。

本研究では、4つの要因について分散分析を行ったが、用いた直交表は小さいものだったため、考慮できる要因数に限界があり、また、交互作用についての考慮もできなかった。そこで、今後の課題として、今回より大きい直交表を用いて分析を行うことで、要因の追加や、要因間の交互作用について考慮を行い、特性値に対する、より詳細な影響度の把握をする必要があると考える。