

火災シミュレーションによる火災リスク評価と水利整備方針に関する研究

～兵庫県篠山市福住地区を対象として～

Development Planning of Fire Fighting Water Conservancy by Fire Risk Assessment of Simulation

大和田智彦¹・大窪健之²・金度源³・林倫子⁴

Tomohiko Owada, Takeyuki Okubo, Dowon Kim and Michiko Hayashi

¹立命館大学大学院 理工学研究科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)

Graduate student, Graduate School of science and engineering, Ritsumeikan University

²立命館大学教授 理工学部都市システム工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)

Professor, Ritsumeikan University, Dept. of Civil Engineering

³立命館大学専門研究員 衣笠総合研究機構 歴史都市防災研究所 (〒603-8341 京都市北区小松原北町 58)

Postdoctoral Fellow, Kinugasa Research Organization, Ritsumeikan University

⁴立命館大学助教 理工学部都市システム工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)

Assistant professor, Ritsumeikan University, Dept. of Civil Engineering

Traditional wooden buildings must be subjected to some measures against fire it can be fire around fast when fire occurs. The initial fire fighting becomes important as a countermeasure. For the actual conditions of irrigation equipment present, the value of the fire risk assessment obtained by fire simulation, it is necessary to continue to propose the development of more effective irrigation facilities. In this study, using a fire simulation of physical properties prediction model gutter this have developed as a target Hyogo Prefecture Sasayama Fukuzumi preservation district, Calculating the fire risk assessment based on the characteristics of the building, that propose a water conservancy development guidelines .

Keywords : fire simulation, Sasayama Fukusumi district, the value of the fire risk

1. 研究の背景と目的

(1) 研究の背景

日本にはたくさんの伝統的建築物が存在しており、それらの伝統的建築物は現代の生活にもまだ使用されているものも多く、切り離せないものである。伝統的建築物はほとんどが木造建造物で、このような木造建造物の市街地は火災が発生してしまうと極めて火の回りが早いと言え火災に対して何らかの対策を施さなければならない。対策として初期消火における早期の火災対策が重要となってくる。そのためには現状の水利設備の実態を把握し、火災シミュレーションによって得られた火災リスク評価の値を参考にして、より有効な水利設備の整備を提案していく必要がある。2014年には兵庫県篠山市福住地区で地区防災計画策定が行われた。ワークショップでは、福住地区の住民の方に参加してもらい、福住地区における災害危険性に対する課題点と対策案を抽出する事で、住民の意見や提案を反映した地区防災計画策定を目指した。

その中で地震火災についても住民の方と協議を行う機会があったため本研究では、福住地区における建造物の火災リスク評価と水利整備指針の提案を行い役立てるものとする。

(2) 目的

本研究では兵庫県篠山市福住地区を対象として樋本らが開発した物理的性状予測モデルの延焼シミュレーションを用いて、建物の特性をふまえた火災リスク評価を算出する事で、水利整備指針を提案する事を目的とする

(3) 対象地域について

兵庫県篠山市福住地区は、2012 年は重要伝統的建造物群保存地区に指定され、文化遺産や伝統的町並みにおける防災計画の強化がより一層求められている地区である。福住の町並みは篠山盆地の東約 12 k m、篠山川の支流靱井川が形成した河岸段丘上に位置する。篠山盆地を東西に横切る山陰街道（篠山街道）が盆地を東に抜け、靱井川とほぼ平行して走るようになるあたりから、街道に沿って連続した街並みが広がっている。今回対象としている福住、川原、安口、西野々の 4 大字は山陰街道沿いに位置し、疎塊状に集落が並ぶ景観を露呈している。

2. 延焼シミュレーションについて

(1) 延焼シミュレーション

市街地における建物の延焼計算を行う際、樋本らによる物理的延焼性状予測モデルを使用した。物理的延焼性状予測モデルは、市街地における火災拡大を現象の物理的な知見に基づいて定式化したものである。ここでは、都市火災を多くの建物火災の集合と捉え、他の建物火災の影響下における個々の建物火災の延焼性状を予測することで、市街地全体の延焼性状予測へとつなげている。

(2) 計算条件

地震火災による被害は、出火地点や出火件数といった出火条件、外気温や風速、風向といった気象条件などの不確実な要因によって左右される。本研究では、こうした不確実な要因を考慮したモンテカルロシミュレーションを行うことにより、より現実に近い延焼火災状況を想定する。また、出火点は 1 点とし繰り返し計算を行った結果を重ね合わせることで焼失リスクを算出する。また、地震火災時の同時多発火災を想定し公設の消防力が働かないとし、焼け止まるまで延焼が続けるとする。

(3) 相対焼失リスクの算定

本研究では、切り取った市街地ごとに行った計算を着火した回数（焼失確率）によって相対焼失リスクを評価した。ただし、相対焼失リスクとは、出火が起きたと仮定した上での焼失確率、つまり出火率を 1 とし考えた焼失確率であり、本延焼計算ではそれぞれのエリアごとに建物総数が異なり、出火率が等しくないため、出火回数を地域内の建物総数で正規化したもので置き換える必要がある。このことから、相対焼失リスクは以下の式で求めることができる。

$$\text{相対焼失リスク} = \frac{\text{着火回数}}{\text{地域ないの建物棟数で正規化した出火回数}} = \frac{\text{着火回数}}{\frac{\text{出火回数}}{\text{地域内の建物棟数}}}$$

図式 1

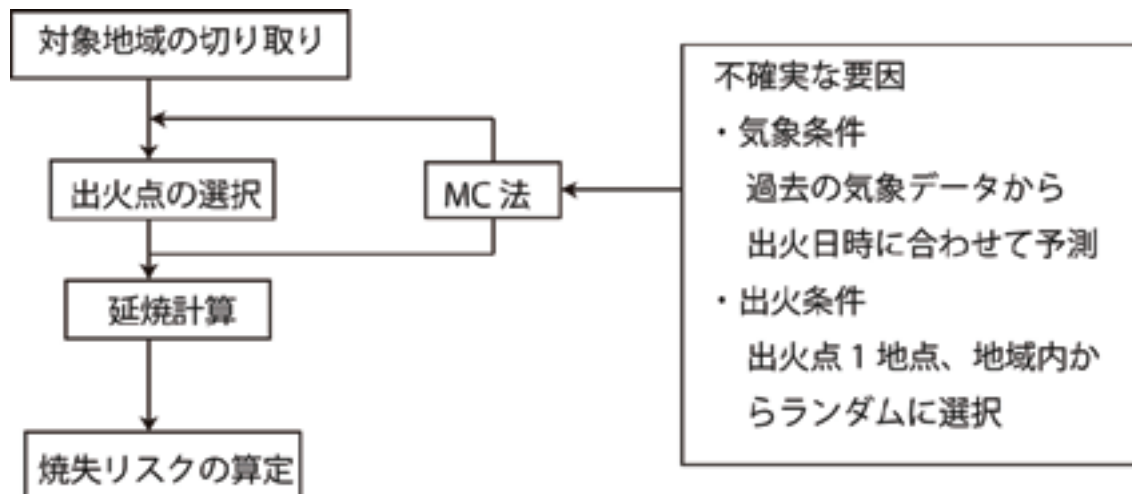


図1 焼失リスク算定フロー

3. 焼失リスクと初期消火分析

(1) 各大字ごとの火災リスク評価



図2 大字福住



図3 大字川原



図4 大字安口



図5 大字西野々

(2) 考察

大字福住地区では、他の大字と比べて相対焼失リスクの高い建物が集まっていることがわかった。また、大字西野々が一番焼失リスクの低い建物が集まっているということが分かった。このような分析結果になった理由としては、大字福住は建物の密集度が高く建物数も多いため、延焼火災が発生しやすく建物からの出火率が高いことが挙げられる。また、大字西野々での焼失リスクの低い理由は、建物の密集度が他の大字に比べて低く延焼火災が起こりにくかったためと考える事が出来る。4つの大字の中では大字西野々が一番火

災が起りにくいということが分かった。

4. 初期消火における消火範囲の分析

各大字内には消火栓の近くにホース格納庫が存在し、それぞれ 2~4 本のホースが格納されている。それらのホースによる消火可能範囲は、初期消火の消火可能範囲を求める式⁴⁾より導き出された消火範囲を参考にし、地図上に円で示すものとする。

断水している場合は各大字に設置してある可搬式ポンプまたは消防ポンプのみで消火を行うものとし消火栓は使えないと仮定して考える。

$$r = \sqrt{2} \times L / 2$$

r : 消火可能範囲 (m)

L : ホースの総延長 (m)



図6 可能消化範囲

(1) 消防団もしくは住民による初期消火範囲 a) 断水していない場合



図7 大字福住



図8 大字川原



図9 大字安口



図10 大字西野々

b) 断水している場合



図 11 大字福住



図 12 大字川原



図 13 大字安口



図 14 大字西野々

c) 考察

断水していない場合消火栓の消火可能範囲は若干であるが、建物を消火可能範囲で網羅できない場所が発生していることがわかった。これは、消火栓のホース格納庫にあるホースの本数を増やすことによって現状の消火設備に加えて整備しなくても字ごとの建物を消火可能範囲で網羅することができる。

また、断水した場合はどの大字でも水源からの消火可能範囲を網羅できていないことが分かった。新しく防火水槽を新設するかため池等を作る必要があることが分かった。特に大字福住では焼失リスクの高い建物が多く早急な防火対策が必要となってくる。

(2) 消防隊による消火範囲

a) 断水していない場合



図 15 大字福住

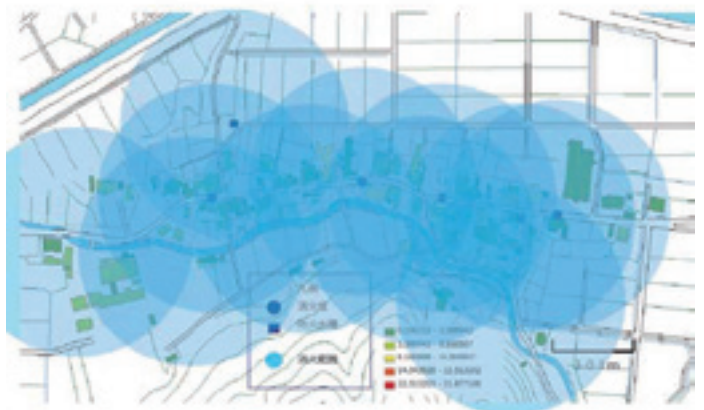


図 16 大字川原

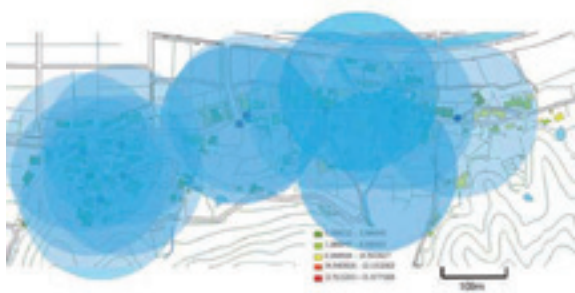


図 17 大字安口

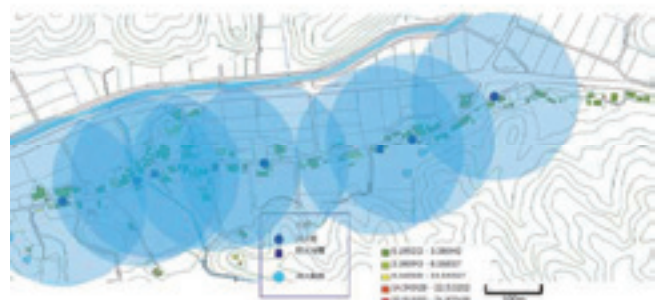


図 18 大字西野々

b) 断水している場合



図 19 大字福住



図 20 大字川原



図 21 大字安口

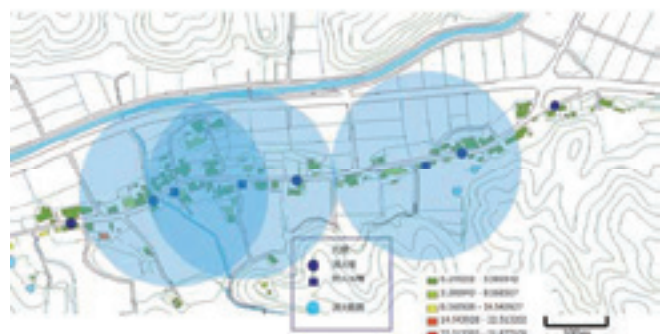


図 22 大字西野々

c) 考察

消防隊が来た場合の断水しなかったときの現状は広い範囲で消火可能範囲で囲われており現状の消火栓の位置等は問題がないということが分かった。断水時もしっかりと他の水源でカバーできるものである。しかし、安口の中の内安口西の地域には消火栓以外の水源がなく火災が延焼しやすい状況である。その地区には防火水槽等の水源の建設が必要だということが考えられる。

(3) 住民による初期消火について

住民としての初期消火としては身近な水源がでより早く消火できるのがよい。現地調査によって福住地区ではたくさんの水路が張り巡らされていることがわかった。図 23 は隣保の境界線と水路を示した大字安口の図である。住民の手によって初期消火を行うには家一軒で 250⁴⁾ 必要である。幸いなことに一隣保あたりに何本かの水路が通っており水路整備し各大字の初期消火を隣保単位で消火活動を連携して出来れば自分の隣保での火災に対応することができる。



図 23 大字安口

5. まとめ考察

本研究では、伝統的建造物群保存地区が地震火災の際に、延焼により焼失するリスクについて評価を行い、現状の水利整備状況から火災リスクと照らし合わせて危険な地点を見つける事を行った。焼失リスク評価をおこなった結果、4 大字の中で一番焼失リスクの高い建物が多く集まっていたのが大字福住であった。現在の水利整備状況を消火可能範囲として円で囲み危険な地域を抽出した。抽出した結果から初期消火における消火栓のホースの整備の必要性また、断水時における多量の水を確保できる水源が必要であり特に焼失リスクの高い大字福住地区に必要であるということがわかった。また現地調査で得られた水路の場所と隣保のごとに分けられた地図から、隣保単位での水路の取水からの初期消火の策定に大いに活かされるものである。

6. 課題

本研究では地震による延焼火災が生じた際の出火点の数を一点として、市街地の延焼シミュレーションを繰り返した結果を重ね合わせることで建造物の焼失リスクを評価したが、実際に地震火災が発生した場合、同時多発火災となることは想像できる。今後は複数の出火点を想定した延焼火災が生じた場合の焼失リスクを評価することが今後の課題といえる。また、地震時の建物の倒壊を考慮した延焼モデルを用いて焼失リスクを評価することで、より現実に近い焼失リスク評価を行うことも可能であると考えられる。

謝辞：本研究に関わる福住重伝建地区の住民の方、先生方、篠山市教育委員会社会教育委員会社会教育文化財課の皆様にはワークショップの運営、論文の執筆に当たり多大なるご協力を賜った。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 樋本圭佑：都市火災の物理的延焼性状予測モデルの開発（2006. 9）
- 2) 雪本知希：京都市内に点在する文化財建築物の地震火災による焼失リスク（2010. 2）
- 3) 中藪知孝：市街地における歴史的建造物の地震火災による焼失リスク評価
- 4) 京都市環境防災水利計画（2006. 3）