

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 ～京都市上京区エリア周辺を対象として～

Burn-down Risk assessment of historic Buildings in City Under an Expected Post-earthquake Fire Scenario

～An Object of Around Kamigyo Area in Kyoto City～

中藪知孝¹・大窪健之²・樋本圭佑³・田中喙義⁴・中村琢巳⁵

Tomotaka NAKAYABU, Takeyuki OKUBO, Keisuke HIMOTO,
Takeyoshi TANAKA and Takumi NAKAMURA

¹立命館大学大学院 理工学研究科創造理工専攻先端融合科学コース (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)
student, Ritsumeikan University, Dept. of Advanced Integrated Science

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

³京都大学助教 次世代開拓研究ユニット (〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄)
Assistant Professor, Pioneering Research Unit for Next Generation, Kyoto University

⁴京都大学教授 防災研究所 (〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄)
Professor, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

⁵立命館大学ポストドクトラルフェロー 歴史都市防災研究センター (〒603-8341 京都市北区小松原北町58)
Post Doctral Fellow, Ritsumeikan University, Research Center for Disaster Mitigation of Urban Cultural Heritage

There are a lot of wooden cultural heritages in Japan and fire prevention measures are considered as basics of disaster mitigation for cultural heritages. On a high densely area of wooden cultural urban city, it must be hard to control fire spread and it can be a large-scale fire after the earthquake. This study evaluated the risk of fire simulations of historic buildings were destroyed, including buildings that are not designated existing temples in Kyoto and to extract the risk of historic buildings and urban areas.

Keywords : *Post Earthquake Fire, Urban Fire, Risk Assessment, Historic Buildings, Comparative Assessment*

1. 本研究の目的と背景

地震後に起こる同時多発火災では、建物が構造的な被害を受け本来の防火性能が期待できない場合が多い上、密集市街地では建物の倒壊による道路閉塞が発生し公設の消防力が働かない可能性もあり、焼損建物が1000棟を超えるような大規模な市街地火災を何度も経験している。京都は火災による被害を数多く経験した都市の一つであり、その度に失われていった建造物も少なくない。中村¹⁾によると京都の歴史的市街地内には寺院・寺社のうち、歴史的建造物が一棟でも所在する敷地が597件(寺院503件、神社94件)存在し、2130棟の歴史的建造物が存在していることが確認されている。これらの歴史的建造物は木造密集市街地内に集積しており、一般の密集市街地と同様に延焼火災に対して脆弱であるといえる。樋本²⁾によって京都市内に現存す

る文化財建築物の地震火災時による焼失リスクについて評価されているが、未指定である歴史的建造物については焼失リスクが評価されていない。そこで本研究では京都市内でも特に延焼建ぺい率が高く³⁾、西陣を含む歴史的な町並みが残る上京区エリア周辺に点在する未指定を含めた歴史的建造物を対象に、地震による市街地延焼火災を想定した焼失リスクを相対的に評価することで危険なエリアの抽出を行うことを目的とする。

2. 相対焼失リスクの評価方法

(1) 焼失リスクの定義

一般にリスクとは、ある事象の被害とその発生確率の積で定義され、ある事象の被害 (L) × 被害の発生確率 (P) で与えられる。本研究において、焼失リスクとは歴史的建造物の焼失発生確率を指す。よって、事象の被害 (L) は歴史的建造物の焼失を指し、すべての建造物で焼失した場合の被害は統一できることから、被害の発生確率 (P) が焼失発生確率を指す。

市街地において地震が発生し火災が起きるこの時の確率を出火率とする。火災が拡大し、隣棟へ延焼していくことで歴史的建造物へと近づく。延焼の具合は市街地の状況に左右されるため、対象の歴史的建造物に火災が達するかどうかは、周辺市街地の状況が関わってくる。この歴史的建造物への着火の判断を、歴史的建造物が所在する周辺市街地の状況を考慮した物理的延焼性予測モデルを使用して行う。また本研究では、設定したエリア内で歴史的建造物の焼失リスクの比較を行うため出火率を1としている。

(2) 延焼シミュレーションモデル

市街地における建物の延焼計算を行う際、著者ら⁴⁾による物理的延焼性予測モデルを使用した。延焼性予測モデルの概念図を図1に示す物理的延焼性予測モデルは、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。このとき、都市火災の延焼モデルは、建物内部の火災性状予測モデルと建物間の火災拡大性状予測モデルを統合したモデルとなる。

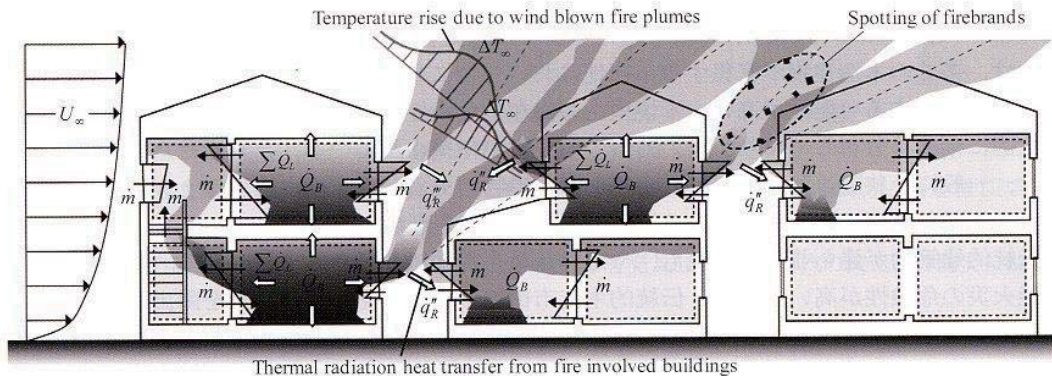


図1 延焼性状予測モデル
(都市火災の物理的延焼性状予測モデルの開発から引用)

(3) 歴史的建造物の定義

対象としている歴史的建造物とは、中村¹⁾により京都市街地に現存する寺社建築の悉皆的な所在調査が行われた寺社・寺院内の建造物を対象としている。なお、本研究における歴史的建造物とは、中村の現地調査で対象とする歴史的建造物の定義から、外観の目視を主とし、聞き取りと京都府庁文書を援用した、昭和戦前 (1945年) と判断できる全ての構築物を歴史的建造物と定義づける。すなわち寺院の仏道や門、庫裏ないし神社の社殿や神楽殿などの主要な建物とともに、手水舎、井戸屋形、門番所、境内社といった従来の文化財調査では見過ごされやすい建物も含まれている。

(4) 計算対象市街地の切り取り

対象とする市街地は中村¹⁾による京都の歴史的市街地に現存する寺社建築の悉皆的な所存調査によってリストアップされた歴史的建造物データを含む上京区エリア周辺である。図2に示すように他エリアとの境は幅員13m以上で緊急輸送道路に指定されている道路、川、線路を基準に区切りこれらは延焼遮断帯になると仮定し対象市街地はエリア外からの延焼の影響を受けないものとする。また対象市街地を南北に通る広幅員道路である堀川通を境に計算対象エリアを表1に示す境界となる道路によって西エリアと東エリアに分けた。

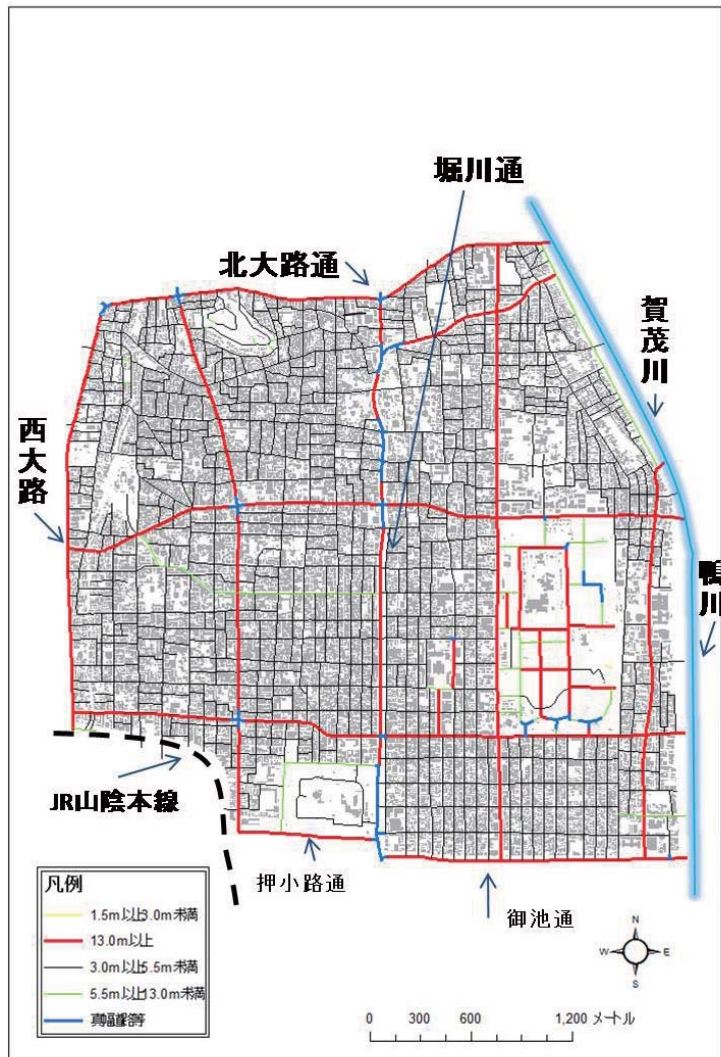


図2 計算対象市街地

表1 計算対象エリア

	境界となる道路
西エリア	西大路・北大路・堀川通・押小路通・JR山陰本線
東エリア	堀川通・北大路・加茂川・鴨川・御池通

(5) 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⁶⁾。そこで、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、出火位置は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、出火が起きてからの計算時間は24時間と設定する。これは、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しているためである。これにより、地域内のいずれの場所で出火が起きても、延焼を遮断するものがない限り、市街地火災は拡大していく。

表2 モンテカルロシミュレーションの計算条件

	西エリア	東エリア
対象建物数 (うち木造建物の割合)	25862 (96%)	17634 (93%)
出火位置	ランダム	
出火時間	ランダム	
計算継続時間(hrs)	24	
気象条件	AMeDAS標準年気象データ	
試行回数	800	

(6) 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のうち、歴史的建造物に着火した回数（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として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、相対焼失リスクは下記の式(1)で求めることができる。

$$\text{相対焼失リスク} = \frac{\text{着火回数}}{\text{地域内の建物棟数で正規化した出火回数}} = \frac{\text{着火回数}}{\frac{\text{出火回数}}{\text{地域内の建物棟}}} \quad (1)$$

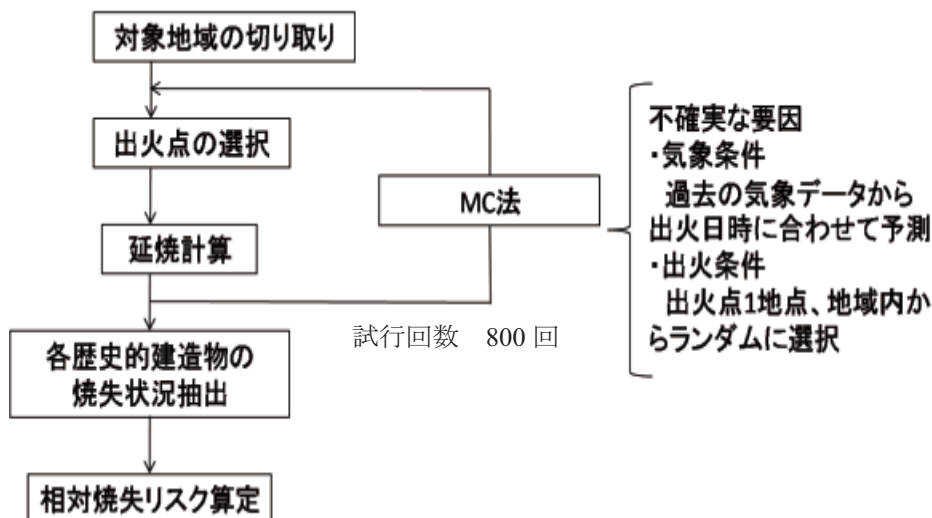


図3 相対焼失リスク算定のフロー

3. 相対焼失リスクの評価についての分析

(1) 対象市街地における相対焼失リスク分布について

延焼シミュレーションの計算結果を基に対象エリア内の建物すべての相対焼失リスクを算定した。図4は対象市街地の建物の相対焼失リスクの値を基にGISを用いて1～6の6段階に色分けしたものである。西エリアで相対焼失リスク値が高い建物が集積しており、またエリアの中心部に焼失リスクが高い建物が多い結果となった。一方、東エリアの相対焼失リスクは主に1～4の間で分布しており、西エリアほど相対焼失リスクは高くないことが分かる。この理由としては東エリアでは京都御所の空地面積が広いことによって大規模な延焼拡大に至らなかったことが考えられる。また、どの出火点からも対象エリアの中央に延焼が及ぶ可能性があるため、市街地中央エリアの焼失リスクが高い結果となっている。

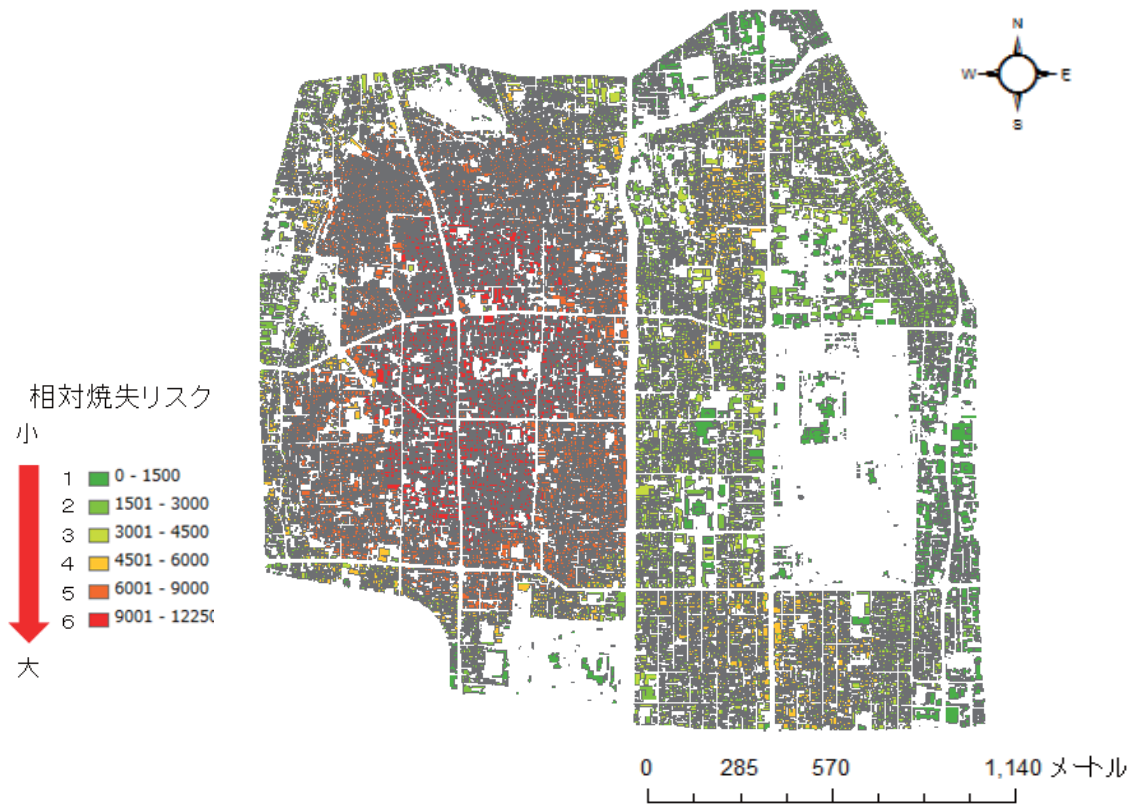


図4 上京区周辺エリアにおける市街地の相対焼失リスク分布

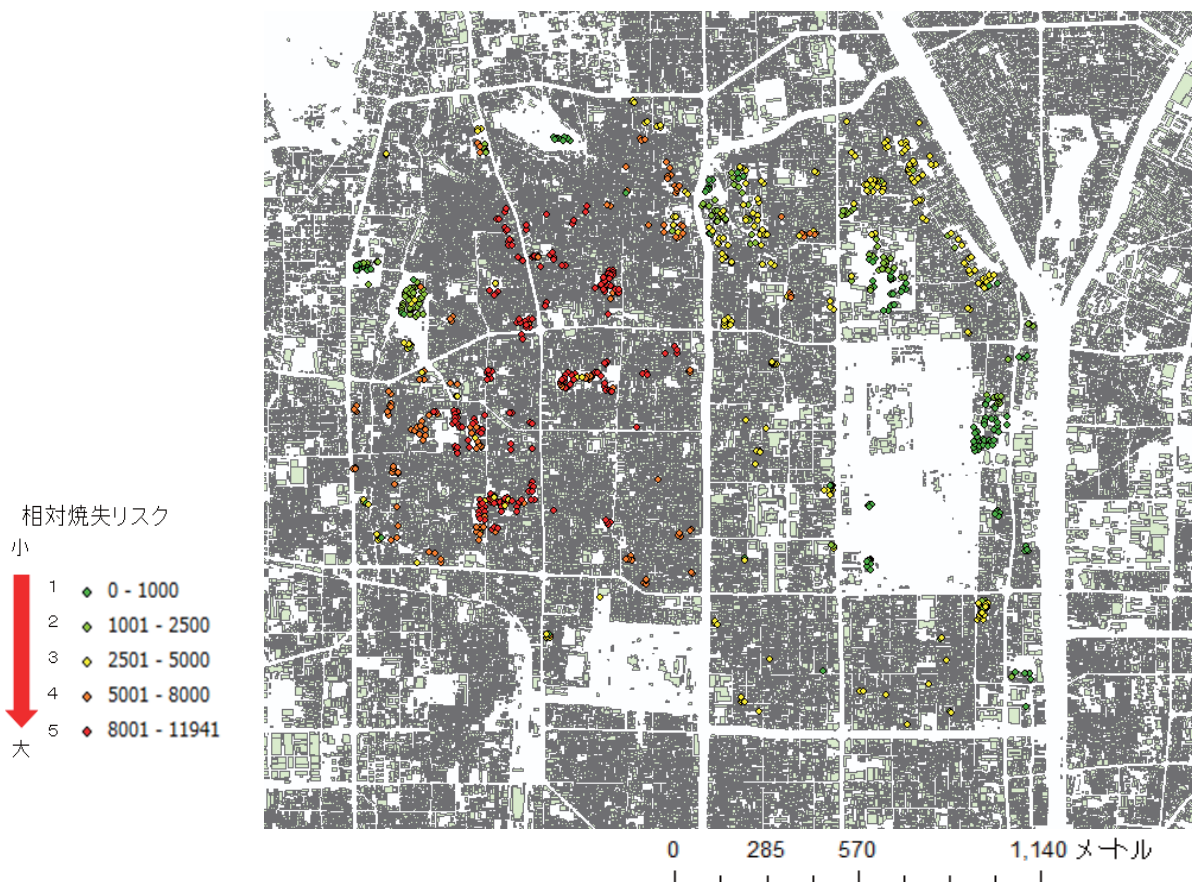


図5 対象エリア内の歴史的建造物の相対焼失リスク分布

(2) 相対焼失リスク分布について

図5は対象エリア内から歴史的建造物の相対焼失リスクのみを抽出し相対焼失リスクの値を基に1～5の5段階で表したものである。図4の市街地の相対焼失リスクと比較してみると歴史的建造物の相対焼失リスクは周辺市街地の相対焼失リスクと大きく差異がないことが分かる。また周囲に空地がある歴史的建造物は比較的相対焼失リスクが小さいことが分かる。

4. 結論

本研究により、市街地における歴史的建造物の相対的な焼失リスクを抽出することができ、これにより、防火対策を講じる必要性の高い歴史的建造物を抽出することが可能となった。また図4に示すように対象エリア西側の中央で焼失リスクが高いことが分かり、歴史的建造物だけでなく周辺の建物の相対焼失リスクも大きいことから早急に防火対策を講じるべきであると言える。

5. 今後の課題と展望

本研究では地震による延焼火災が生じた際の出火件数を一件とした延焼シミュレーションを繰り返し、結果を重ね合わせることで焼失リスクを評価した。今後は同時多発火災を想定し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課題といえる。また今回とは違った市街地状況のエリア内に現存する歴史的建造物の焼失リスク評価を検討していくことも今後の課題のひとつである。

参考文献

- 1) 中村琢巳：京都市街地の寺院・寺社における歴史的建造物の現存状況について－寺社建築GISデータベース構築による京都市街地における文化遺産のストック評価－，日本建築学会関東支部研究発表会，2011.3
- 2) Keisuke Himoto, Tomoki Yukimoto, Takeyoshi Tanaka: Born-down Risk of Historical Buildings in Kyoto City Under an Expected Post-earthquake Fire Scenario, Journal of International City Planning, The International Symposium on City Planning, pp.713-722, 2010,
- 3) 京都市消防局：京都市消防局震災消防水利整備計画，pp.22-26，2004
- 4) 樋本圭佑・田中哮義：都市火災の物理的延焼性状予測モデルの開発，日本建築学会環境系論文集, No. 607, pp. 16-22, 2006
- 5) 京都市：京都市第三次被害想定報告書，pp.23，2003
- 6) 樋本圭佑・秋元康男・北後明彦・田中哮義：伝統的木造密集市街地の延焼火災リスク評価に関する基礎的検討，歴史都市防災論文集，Vol.2，pp.7-14，2008