

平成22年 6月 7日現在

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2006～2008

課題番号：18360293

研究課題名（和文） 伝統的町並みの街区・住民特性に応じた  
地震火災リスク低減方策に関する研究研究課題名（英文） Reduction Measures for Earthquake Fire Risk considering  
Historical Townscape and Characteristics of Residents

研究代表者

北後 明彦（HOKUGO AKIHIKO）

神戸大学・都市安全研究センター・教授

研究者番号：30304124

研究成果の概要：京都や奈良のような歴史的な市街地では、木造の建物が建て詰まっているため、火災安全上の問題を看過できない。本研究では、延焼シミュレーションに基づき歴史環境と調和した市街地全体の火災安全性能向上方法を検討した。具体的には、火災安全対策として外壁の防火改修及び地域住民による消火活動を取り上げ、それぞれの対策による延焼遅延効果を定量的に評価することができた。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	3,800,000	1,140,000	4,940,000
2007年度	4,800,000	1,440,000	6,240,000
2008年度	3,700,000	1,110,000	4,810,000
年度			
年度			
総計	12,300,000	3,690,000	15,990,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学 都市計画・建築計画

キーワード：減災、防災計画、火災、地震、消火、伝統的建造物

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 伝統的町並みを改善する際、道路拡幅し、建物を現代的工法により不燃化すると、その町並みのもつ魅力を失うことにつながる。

(2) 伝統的な建築物に相応しい外壁や軒裏などの防火的な仕様が開発されつつあるが、これがどの程度、地区全体の延焼リスク低減につながるか示されてこなかった。

## 2. 研究の目的

(1) 伝統的町並みにおける防火改修や地震時の消火、及び、予測される延焼リスクに対

する住民の意向をふまえて、地震火災時の延焼リスクを低減させる方策を見いだす手法を開発することを目的とする。

(2) 防火改修による延焼阻止効果や住民消火を組み込んだ延焼シミュレーションを用いた延焼危険性のリスク評価を行うことによって、達成すべき防火改修の程度や消火設備の形式、配置密度等を明らかとする。

## 3. 研究の方法

(1) 伝統的な町並みにおいて地域住民に受け入れられる防火改修や地震時の住民によ

る消火方法等の意向について調査を行う。

(2) 延焼シミュレーションモデルへ防火改修、及び、消火による延焼阻止効果を組み込む。

(3) 防火対策の延焼阻止効果を定量的に評価するために、延焼シミュレーションをベースとした地震火災リスク計算を行う方法を構築する。

(4) 伝統的町並みのデータを収集し、ケーススタディにより防火改修、及び、消火活動による効果を確認する。

#### 4. 研究成果

(1) 伝統的な町並みの住民の防火対策と美観についての意向について、重要伝統的建造物群保存地区（伝建地区）に指定されている和歌山県湯浅町、岐阜県高山市三町、及び、奈良県橿原市今井町において実施し、受け入れられる延焼範囲、防火改修、消火活動等について、街区内の一般住民へのアンケートにより把握した。また、これらの市街地についての建物・道路等のデータの収集・整備を行った。

(2) 住民特性に応じたリスク低減方策を検討するため、住民による初期消火活動体制の有効性について、ヒアリングとアンケート調査を重要伝統的建造物群保存地区において行い、消火設備等の配置状況を明らかとするとともに、住民自身の意識や意欲、消火設備などのハード設備についての認識を把握し、地域住民による初期消火活動が防災対策として有効に機能するための要素について整理した。その結果、重要伝統的建造物群保存地区の選定から年月がたっており計画防災計画が策定されている地区では改善の余地はあるものの比較的水利や設備は整備されており、火災に備えた訓練も行われていること、また、住民の防災意識の向上には防災訓練が重要であり、防災訓練を行うことで、住民は防災にたいして関心を持つことができることが明らかとなった。

(3) 研究分担者らがこれまでに開発してきた都市火災性状予測モデルに対して、放水の物理的・火災抑制効果、ならびに都市火災時における住民の消火活動行動を組み込むことで、可搬ポンプ等を利用した地域消火活動の有効性を定量的に評価可能なモデルへと発展させた。ケーススタディとして、同形状の建物が等間隔に並んだ仮想的な市街地に本モデルを適用し、消防水利の整備状況が市街地の火災安全に及ぼす効果について基礎的な検討を加えた。

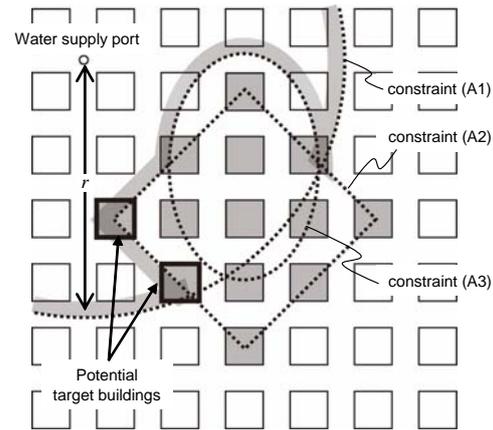


図1 住民消火の対象物設定

(4) 伝統的市街地における延焼火災に対する住民の消火活動能力の定量化を図ることを目的として、消防用可搬ポンプを利用した消火活動実験を行った。本実験の内容は、住民行動シナリオに基づいており、消防水利までのポンプ移動、エンジン起動、ホース延伸、放水開始という、一連の作業に要する時間の測定を行った。

(5) 日本特有の軸組木造土壁工法の景観を生かした防火改修方法の検討のため、建設時期や地域に応じて塗厚に幅が見られる土壁の耐火性能について、面材としての土壁の遮熱性能について検討を行なった。

(6) 具体的な地区として和歌山県湯浅町伝建地区を取り上げ、住民の消火活動を組み込んだ都市火災性状予測モデルに基づき、歴史環境と調和した市街地全体の火災安全性能向上方法を検討するため、火災安全対策として外壁の防火改修及び地域住民による消火活動を取り上げ、その延焼遅延・抑止効果を定量的に評価した。その結果、伝統的構法を生かした建物の防火改修と、地域住民による消火活動の反映について検討を行ったが、いずれも一定の延焼遅延効果を確認することができた。

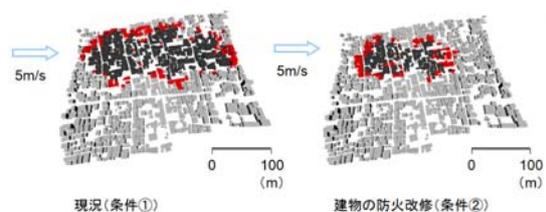
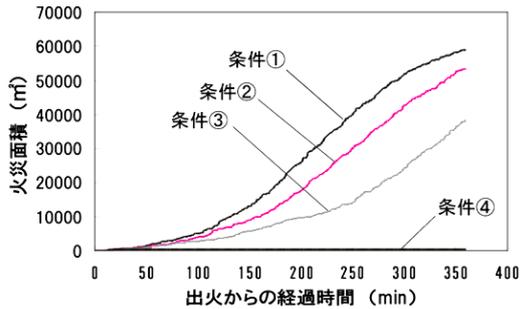


図2 建物の防火改修の効果の一例



条件	建物条件	人的条件
①	現状のまま	消火活動なし
②	外壁の防火改修	
③	現状のまま	火災認知時間10分
④		火災認知時間5分

図3 防火改修と消火活動の効果の比較

(7) 延焼シミュレーションモデル（物理モデル）への防火改修等による延焼阻止効果の組みを行うとともに、実際の市街地で地域消防力によってどの程度火災の拡大が抑制されるかについて検討をケーススタディにより行った。ケーススタディの対象地は高山市三町伝建地区である。また、市街地の更新によって火災安全性の向上を行った神戸市長田区においても同等の検討を行い対策としての効果を比較し、その効果を把握した。地域消防力とその活動対象である火災という現象は、気象条件や出火条件など多様な要因によってその状況が大きく変化するものであるので、リスクの概念に基づき、出火条件や気象条件、地域住民の活動条件を不確定なパラメータとし、モンテカルロシミュレーション（複数回の試行）を実行することで、最終的な損失期待値（火災拡大による焼失棟数など）、すなわち火災リスクを求めている。リスク評価の結果、市街地を更新する手法に比べて、地域消防力の向上により火災安全性を確保する方法は、人的要因による不確定要素を多く含むため、その効果を恒常的に見込むことは難しいこと、火災安全対策立案時には2つの対策の質的な効果の違いを考慮することが必要であることが確認された。

(8) 地震後の火災の場合は、建物があちらこちらで倒壊した状態での市街地火災になるので、倒壊する確率を別途計算して、倒壊すると想定する建物は、内部空間が押し潰された建物部分と、内部空間が保持された建物部分のそれぞれの火災性状を計算するモデルを構築した。このモデルを基に、リスク評価の基準として、地震前の神戸市長田区の状況を把

握するために、地震の影響で消火活動が困難になることを想定して、最大24時間後の焼失棟数を計算し、出火点は1回の計算につき1箇所を評価領域内でランダムに選定、リスク評価の単位は町目毎とし、ある町目内で出火した火災によって焼失する全建物棟数をその町目の火災リスクとし、モンテカルロシミュレーションを実施した。リスク評価の計算対象範囲は、約2.8 km×2.5 kmの長田区46町目、須磨区34町目、計80町目の範囲を選定し、計算結果を図4に示す。



図4 長田区周辺の震災前火災リスク

(9) 以上より、外壁などの防火改修による延焼阻止効果を耐火試験によらずとも把握できる手法が得られるので、この防火改修、及び、可搬式ポンプによる住民消火を組み込んだ延焼シミュレーションを用いた延焼危険性のリスク評価を行うことによって、達成すべき防火改修の程度や消火設備の形式、配置密度等を明らかとすることが可能となった。また、ここで示した方法で、伝統的町並みに限らず日本各地の密集市街地の延焼リスクを計算すると、それらの地域は阪神・淡路大震災が発生する前の神戸市長田区周辺の市街地と比べて、延焼しやすいかどうか分かり、単に数量的な予測結果に比べて一般の人々にはイメージがしやすいものとなる。地域の人々によるまちづくりによってこれらの密集市街地の安全化をはかろうとする際に、個々の建物の構造を燃えにくいものとしたり、小公園等を設置した場合に、この方法を適用すれば、どの程度、延焼しにくくなるかわかるので、この方法は、安全化の検討支援ツールとして活用できる。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① 樋本圭佑、西田幸夫、諸隈貴寛、芝真理子、秋元康男、北後明彦、関澤愛、田中哮義、地域防災力評価のための消防用可搬ポンプを利用した消火活動実験、日本建築学会計画系論文集、査読有、Vol. 73、No. 634、2008、pp. 2665-2672
- ② 樋本圭佑、幾代健司、秋元康男、北後明彦、田中哮義、放水の物理的<sup>①</sup>火災抑制効果に着目した地域住民の消火活動モデル、日本火災学会論文集、Vo. 56、No. 3、2006、pp. 53-63.

[学会発表] (計 11 件)

- ① 樋本圭佑、向坊恭介、秋元康男、黒田良、北後明彦、田中哮義、地震動による建物構造被害と火災加熱による損傷の進行を考慮した地震火災延焼性状予測モデルの開発、平成 22 年度日本火災学会研究発表会概要集、2010、pp. 156-157.
- ② 水上点晴、北後明彦、田中哮義、土壁の塗厚と遮熱性能の関係について、平成 22 年度日本火災学会研究発表会概要集、2010、pp. 286-287.
- ③ 田中悠介、竹内優介、三原淳子、北後明彦、秋元康男、密集市街地における延焼リスクと住民意向を考慮した街区環境のあり方に関する研究—豊中市庄内地域におけるまちづくり計画策定過程を通じて—、2009 年度建築学会大会学術講演梗概集(建築計画)、2009、pp. 359-360.
- ④ 北後明彦、久保一樹、田中哮義、関澤愛、西田幸夫、樋本圭佑、地震火災時における地域消防力の簡易評価手法の開発、平成 21 年度日本火災学会研究発表会梗概集、2009、pp. 268-269.
- ⑤ 田中哮義、関澤愛、北後明彦、西田幸夫、石原慶大、内山彬光、松浦朋裕、地域消防力の向上に関する実験的研究、平成 21 年度日本火災学会研究発表会梗概集、2009、pp. 234-235.
- ⑥ Akihiko HOKUGO、Yusuke TANAKA、Yasuo Akimoto、Keisuke HIMOTO、Takeyoshi TANAKA、A Study on Housing Environment Considering the Fire Risk and Resident Intention in Densely Built-up Urban Area、The 9th IIASA-DPRI FORUM on Integrated Disaster Risk Management (IDRiM)、CD-ROM、Oct. 2009.
- ⑦ 芝真理子、北後明彦、秋元康男、樋本圭佑、関澤愛、諸隈貴寛、西田幸夫、田中哮義、地震火災時における地域消防力評

価手法に関する研究、平成 20 年度日本火災学会研究発表会梗概集、2008、pp. 222-223.

- ⑧ 秋元康男、樋本圭佑、北後明彦、田中哮義、火災リスク評価を用いた密集市街地の火災安全に関する研究、平成 20 年度日本火災学会研究発表会梗概集、2008、pp. 202-203.
- ⑨ 秋元康男、樋本圭佑、北後明彦、田中哮義、延焼シミュレーションを用いた火災安全対策に関する基礎的検討—和歌山県湯浅町湯浅伝建地区におけるケーススタディー、2007 年度建築学会大会学術講演梗概集A-2 防火、2007、pp. 323-324.
- ⑩ 北後明彦、北村文枝、芝真理子、秋元康男、関澤愛、諸隈貴寛、西田幸夫、住民による初期消火活動の有効性に関する研究—伝統的建造物群保存地区におけるケーススタディーを通じて—、平成 19 年度日本火災学会研究発表会梗概集、2007、pp. 36-37.
- ⑪ 秋元康男、樋本圭祐、北後明彦、田中哮義、密集市街地における建築物の地震被害を反映した延焼性状予測モデルの開発—兵庫県南部地震に伴う市街地大火の検証—、2006 年度建築学会大会学術講演梗概集A-2 防火、2006、pp. 323-324.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

北後 明彦 (HOKUGO AKIHIKO)  
神戸大学・都市安全研究センター・教授  
研究者番号：30304124

### (2) 研究分担者

田中 哮義 (TANAKA TAKEYOSHI)  
京都大学・防災研究所・教授  
研究者番号：70293959