

東京都木造住宅密集地域における震災時延焼抑制のための耐火改修促進政策の効果分析

嵐田 涼子¹・小澤 一雅²

¹東京大学大学院 工学系研究科社会基盤学専攻 (〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1)

E-mail:arashida@ken-mgt.t.u-tokyo.ac.jp

²フェロー会員 東京大学大学院教授 工学系研究科社会基盤学専攻 (同上)

E-mail:ozawa@civil.t.u-tokyo.ac.jp

東京都の木造住宅密集地域では地震火災の延焼による大きな被害が想定されている。現状では、行政の対策は住宅の建て替えを中心としているが、一方で耐火性能を向上させる住宅改修は建て替えのデメリットを補う有効な対策である。本研究では、木造住宅密集地域住民へのアンケート調査及び地震火災延焼シミュレーションによって耐火改修促進政策の費用及び効果を算出した。費用は耐火改修への補助金支出額の合計、効果は政策によって削減できる行政支出額の合計とした。その結果、効果が費用を大きく上回ること、費用が多いほど効果と費用の差は大きくなる一方、費用対効果は低くなることが分かった。

Key Words : *conected area of wooden houses, Fire-proof housing renovation, willing-to-pay*

1. はじめに

(1) 研究の背景

東京都内の広範に広がる木造住宅密集地域（以下、「木密地域」）は地震火災に対して脆弱性を持つ。敷地の狭小性などが原因で建て替えが困難である¹⁾木密地域において耐火性能を向上させるような改修（以下、「耐火改修」）は火災リスクを減少させる有効な方策である。

池田ら²⁾は、560棟の仮想市街地において、全ての建物を耐火性の高い外壁材・開口部材を用いて改修した際の延焼抑制効果は、全ての建物が建て替えによって準耐火造となった場合と同程度であると示した。このように、既往研究では耐火改修の有効性が確認されており、また、住宅の改修は建て替えに比べ費用・手間ともに住民への負担が少ない。しかし、東京都内の木密地域に対して実際に行われている施策は建て替え促進が主であり、耐火改修を促進する政策を導入するにあたっての適切な補助金額や導入による効果の推計などは行われていない。

(2) 研究の手法と目的

本論文では、木密地域における耐火改修促進政策の検証に向けて、アンケート調査を用いて対象地域住民の耐火改修に対する支払い意思額を推計したのち、延焼のシミュレーションで耐火改修への補助金導入による延焼抑制効果を調査する。その後、政策に必要な補助金額を費

用、地震発生後の行政支出のうち政策導入によって削減可能な金額を効果として、補助金額別に費用と効果を推計し、効果と費用の差及び費用対効果を比較することにより、政策の費用及び効果を検証することを目的とする。

2. アンケート調査

(1) アンケート調査の概要

都内の木密地域である「足立区千住柳町」において、戸建住宅に居住している518世帯に対しアンケート調査を行った。配布は自治会を通して行い、回収は郵送またはFAXとした。115票が回収され回収率は21.8%であった。

(2) 調査票

調査票は、以下の9質問で成る。

①世帯主の年齢 ②建築年 ③持ち家・借家

④木造・非木造 ⑤用途 ⑥5年以内の改修履歴

⑦耐火性能 ⑧耐火改修への支払い意思額 ⑨自由記述

このうち、②建築年 ⑤用途 ⑦耐火性能については、ゼンリン住宅地図（1973, 1982, 2016）及び足立区土地建物用途別現況図(2011)、建物構造別現況図(2011)によって地図データとして把握していた。また、対象地域の工務店経営者へのインタビューから、耐火改修の費用は概ね160万円であると推計したため、⑧支払い意思額は0円、

40万円、80万円、100万円、120万円、160万円、いくらであろうとやりたくはない の7選択肢を用意した。

(3) 調査結果の補正

前述の通り、対象地域の建物建築年、用途、耐火性能の分布はあらかじめ入手していた。得られた回答の集計では3点全てにおいて実際の分布と異なっていたので、この3点の分布が現況と等しくなるよう、表-1のように回答に重み付けを行った。

(3) 調査結果

耐火改修への支払い意思額は、図-1 のようになった。「いくらであろうとやりたくはない」が3分の1を超えた。また、「80万円」「100万円」という回答が最も多く、ともに20%となった。

「いくらであろうとやりたくはない」を選んだ場合、理由を聞いた。理由は、多い順に、①高齢だから（14件）②改修を行っても、被害が出るのは避けられないと思うから（9件）③リフォームには手間がかかるから（2件）④最近リフォームした（2件）などとなった。この回答のうち①は「年齢」、③④は「5年以内の改修履歴」と関連があることから、これらの回答と支払い意思額の関係性を調べたところ、図-2、図-3のようになった。

図-2から、まず年齢が上がるごとに耐火改修への意欲が著しく下がることがわかった。また、意欲がある回答者の支払い意思額は、70代以上は比較的高めであり、60代は回答の幅が大きく、50代は平均的な80、100万円という選択が多いことがわかった。このようになった理由として、70代以上で改修意欲がある場合は地域への強い愛着など特別な理由がある場合がほとんどであるため、60代は、リスクを感じながらも、老後への不安があったり、貯蓄額に大きな格差があるために支払い意思額にばらつきが生じる。50代以下は働く世代であり、100万円程度の支出は許容できるためであると考えられる。

また、図-3 から、5年以内に改修の経験がある場合耐火改修への意欲は10ポイント程度低いこと、また、改修を経験している回答者は支払い意思額が80～100万円程度で落ち着くことがわかった。これは、改修を行った

表-1 回答に課した重み付け（倍）

種類	建築年	耐火造	準耐火造	防火造以下
専用住宅	～S35	-	0.2	1.9
	S36～S45	-	-	2.1
	S46～S55	-	0.3	0.4
	S56～	0.5	0.6	1.7
併用住宅	～S35	-	-	0.7
	S36～S45	-	-	0.3
	S46～S55	-	0.2	0.2
	S56～	0.8	0.6	2.0

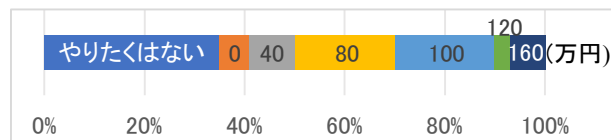


図-1 支払い意思額の分布

ことのある回答者の方が、外壁や開口部への改修を具体的にイメージしやすく、相場の半額程度の金額を選択したためと考えられる。

以上の結果から、年齢と5年以内の改修履歴は支払い意思額に影響を与えると推定した。しかしながら、年齢と5年以内の改修履歴は地図データとして既知ではない。

そこで、地図データとして既知の情報である建築年、用途、耐火性能によって、年齢と5年以内の改修履歴を推定可能か調査した。その結果、年齢は建築年、用途、構造とそれぞれ関係があることが図-4のように分かった。

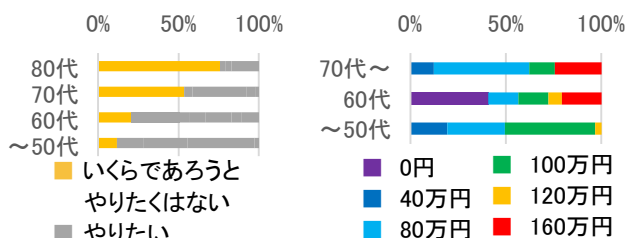


図-2 (左) 年齢と改修意欲

(右) 改修意欲がある回答者の年齢と支払い意思額

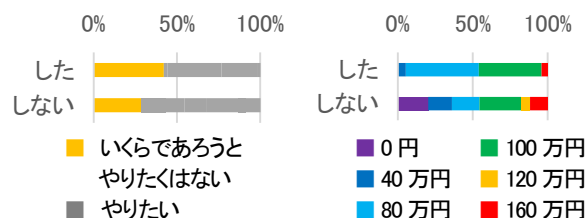


図-3 (左) 5年以内の改修経験と改修意欲

(右) 改修意欲がある回答者の改修履歴と支払い意思額

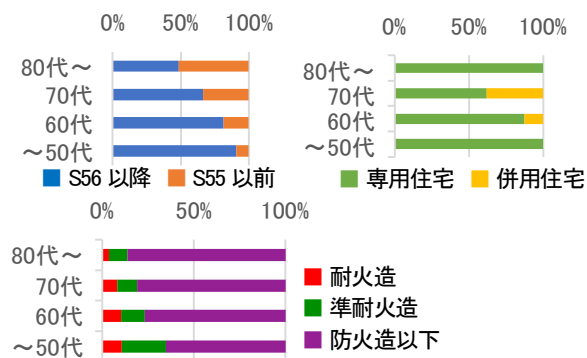


図-4 (左上) 年齢と建築年 (右上) 年齢と用途

(下) 年齢と構造

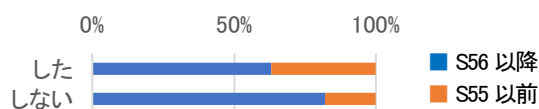


図-5 5年以内の改修履歴と建築年

また、5年以内の改修履歴は建築年と関係があることが図-5のように分かった。

以上から、対象地域の全ての耐火性能が防火造以下の戸建住宅の支払い意思額を、以下の手順で推定する。

- ① 全ての住宅を建築年（昭和55年以前、56年以降の2通り）×用途（専用住宅、併用住宅の2通り）×構造（耐火造、準耐火造、防火造以下の3通り）の12カテゴリに分類する。
- ② アンケート結果も同様の12カテゴリに分類し、カテゴリ毎の回答者の年齢分布を得る。
- ③ 全地域の12カテゴリがそれぞれアンケート結果と同じ年齢分布を持つと仮定し、その分布となるように各住宅へランダムに世帯主年齢を割り振る。
- ④ 同様に、建築年を元に各住宅へランダムに5年以内の改修履歴を割り振る。
- ⑤ 全ての住宅を、割り振られた年齢（50代以下、60代、70代以上の3通り）×改修履歴（2通り）の6カテゴリに分類する。アンケート結果も同様に分類し、アンケート結果と同じ支払い意思額分布となるよう各住宅にランダムに支払い意思額を割り振る。

この手順で、対象地域の全ての耐火性能が防火造以下の戸建住宅の支払い意思額を図-6のように推定した。その結果、対象住宅のうち36%が「いくらであろうとやりたくない」、21%が「40万円以下」、13%が「80万円」、30%が「100万円以上」となった。

(4) 支払い意思額と補助金額

行政が供出する補助金について考察する。耐火改修に必要な費用を1軒あたり160万円と設定すると、ここから補助金額を引いた額が住民の自己負担額となる。これが支払い意思額以下の場合、住民は耐火改修を行うとする。この前提を図-6で示した支払い意思額の分布に当てはめ

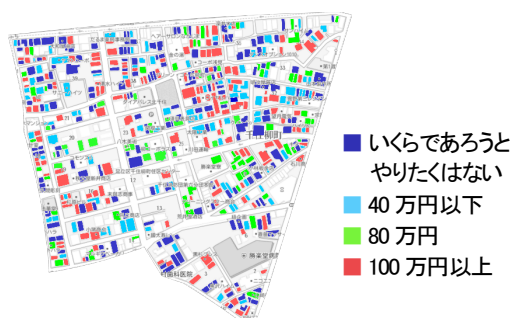


図-6 支払い意思額の分布

ると、補助金額が60万円のとき30%、80万円のとき43%、160万円のとき64%の対象住宅が改修を行うこととなる。

3. 延焼シミュレーション

(1) 延焼シミュレーションプログラムの概要

対象地域の延焼シミュレーションには、国土交通省国土技術政策総合研究所が開発したプログラム「新総プロモデル」³⁾を利用する。このプログラムは、火災実験と実際の市街地火災のデータに基づいて作られ、町丁目程度の小規模な範囲を対象としている。対象地域の全ての建物について、それぞれ耐火性能などのデータを入力し、1分、1軒単位の延焼シミュレーション結果を出力する。

(2) 延焼シミュレーションの設定と結果

前章で述べたように、補助金額と割り振られた支払い意思額に応じて、各々の住宅が耐火改修を行うかどうかを決定する。耐火改修を行うと建物は準耐火造に変化すると仮定し、現況、補助金60万円、80万円、160万円の4パターンについてそれぞれシミュレーションを行った。

出火点は、対象地域内で位置の偏りがなく全649軒の建物から50軒を無作為に選び、それぞれ1回ずつ計50回のシミュレーションを行った。風速は8m/s、風向は北向き、シミュレーション時間は300分に固定した。

50の出火点で焼失した累計軒数の平均を1時間刻みで取ると図-7のようになった。300分後の焼失棟数は補助金60万円のとき現況に比べて32%減、80万円のとき38%減、160万円のとき56%減という結果になった。

4. 費用対効果の算出

本論文では、費用は供出する補助金額の合計とした。東京都の全木密地域内で耐火性能が耐火造以下である住宅は、地域内の全世帯数210万世帯⁴⁾に、区の大半が木密住宅に指定されている中野区における対象住宅の割合0.14戸/世帯⁵⁾を乗して30万棟とする。第2章で推計した、

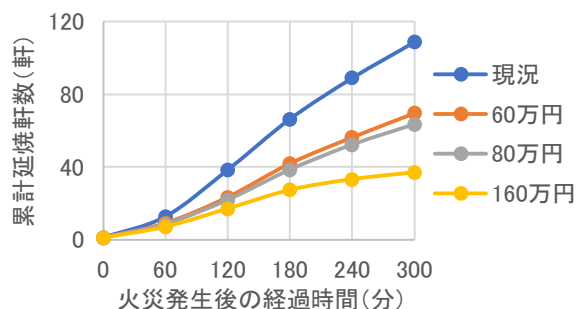


図-7 火災発生後の経過時間と累計延焼軒数

表-2 各補助金額の費用、効果

補助金額	60万円	80万円	160万円
費用(億円)	540	1032	3072
効果(億円)	10228	12091	17773
効果-費用(億円)	9688	11059	14701
費用対効果	19倍	12倍	6倍

各補助金額ごとの改修割合を当てはめ、それぞれ費用を算出した。効果は、まず倒壊家屋1棟当たりの行政の支出額を、阪神淡路大震災の例を適用し3800万円とする⁶⁾⁷⁾。

また、前章で得られた各補助金額ごとの焼失棟数削減率を、首都直下地震発生時の都内の予想焼失棟数⁸⁾に当てはめ、補助金額ごとの焼失を免れる棟数を算出し、各々の場合に削減できる支出を算出する。都内の焼失棟数は地震発生時間に応じて3通り予想されているため、その平均を取り95000棟とした。また、首都直下地震の発生確率は今後30年間で70%⁹⁾であるため、簡便のため30年後の費用対効果を考えることとする。つまり、削減できる支出に70%を乗じて、効果とする。各補助金額の費用、効果は表-2のようになった。全ての補助金額において効果は費用の6倍以上になった。また、効果と費用の差は補助金額が増加するに従って増加するが、費用対効果は減少した。

5. 結論

本論文では、耐火改修促進政策の費用及び効果を検証するため、都内の木密地域である足立区千住柳町において耐火性能が防火造以下の戸建て住宅世帯主に対してアンケート調査を行い、結果を現況と比較分析することで全ての対象世帯の耐火改修に対する支払い意思額を推計した。その結果、対象住宅のうち36%が「いくらであろうとやりたくはない」、21%が「40万円以下」、13%が「80万円」、30%が「100万円以上」となった。

その後、60万円、80万円、160万円の3通りの補助金額

について、耐火改修に対する補助金政策が導入された場合の延焼シミュレーションを行い、政策の延焼抑制効果を検証した。その結果、300分後の焼失棟数は現況に比べ補助金60万円のとき32%減、80万円のとき38%減、160万円のとき56%減という結果になった。

最後に、それぞれの補助金額に応じて政策の費用と効果を推計し、効果と費用の差と費用対効果を算出することで比較を行った。全ての補助金額において効果は費用の6倍以上になること、効果と費用の差は補助金額が増加するに従って増加すること、また費用対効果は補助金額が増加するに従って減少することが分かった。

以上から、耐火改修促進政策は費用を大きく上回る効果をもたらすこと、また適正な補助金額は、効果と費用の差に着目するか、費用対効果に着目するかによって変化することが分かった。

謝辞： 本研究を進めるにあたり、調査にご協力頂きました足立区千住柳町の皆様及び足立区役所の皆様に対し、ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 東京都：「木密地域不燃化 10 年プロジェクト」実施方針, 2012
- 2) 池田紗英子ほか：木造密集市街地における部分的補強改修の適用可能性の検証：耐震防火同時補強技術の普及促進に向けた研究、学術講演梗概集 2012(防火), pp. 65-68, 2012
- 3) 国土交通省：国土交通省総合技術開発プロジェクトまちづくりにおける防災評価・対策技術の開発報告書, 2003
- 4) 東京都：平成 9 年度東京都住宅白書, 1997
- 5) 総務省：平成 25 年度住宅・土地統計調査, 2013
- 6) 国土交通省：住宅・建築物の耐震化の促進, 2012
- 7) 林敏彦：復興 10 年総括検証・提言データベース住宅復興における取り組み, 2006
- 8) 東京都：首都直下地震等による東京の被害想定, 2012
- 9) 内閣府：防災対策推進検討会議首都直下地震対策検討ワーキンググループ最終報告, 2013

(2017.10. 受付)

Cost-benefit Analysis of a Policy Encouraging Fire-proof Housing Renovation in a Congected Area of Wooden Houses

Ryoko ARASHIDA, Kazumasa OZAWA

A Congected area of wooden houses in Tokyo Prefecture has a high risk of fire spread if a great inland earthquake occurs nearby. Fire-proof housing renovation is one of the effective measures to reduce the risk. This study performs a cost-benefit analysis of a policy that encourages this renovation. Using a self-administered questionnaire and simulating fire spread, this research discovered the following facts. The benefit of the policy is much more than the cost of the renovation. The benefit increases, as the amount of subsidy also increases. However, the cost-benefit decreases as the amount of subsidy increases.