

地震発生時の避難行動に対する基盤整備の研究*

-京都市を事例として-

A study on infrastructure improvement for evacuation behavior in case of earthquake*

- A case study of Kyoto -

遠度寛**・井上豊宏***・村橋正武****

By Hiroshi ENDO **・Toyohiro INOUE***・Masatake MURAHASHI ****

1. はじめに

中央防災会議の地震調査委員会によると、今後 30 年以内に東南海・南海地震が発生する確率は 50% であり、その規模はマグニチュード 8 を超える可能性が高い。当該地震の被災が想定される京都市では、海溝型地震である東南海・南海地震の発生の可能性が高まると共に、内陸型地震が起りやすい活動期に入ったと言われている。京都市第 3 次地震被害想定によると、市内全域に最大の被害をもたらす花折断層地震（マグニチュード 7.5、震度 6 強以上）では、建物倒壊は約 118000 棟、焼失面積は最大 1.1k m² に上ることが示唆されている。こうした甚大な被害から人命を守ることは、地震発生時の最優先課題であり、法令等に基づき避難計画を定めることになっている。しかし、木造密集市街地が連坦し町家が混在する京都市のような市街地では、安全な避難行動のための基盤（避難場所、避難路）が十分に確保されているとは言い難い。そこで、本研究では京都市を対象として、現行の避難計画では避難場所が不足することや倒壊により道路が通行不可となることを示す。また、来たる地震への早急な事前対策という観点から、現存する空間を活用して新たな避難場所として整備する方策や、沿道建物の更新も含めて避難路としての道路空間を確保する方策を提案する。

2. 避難行動の想定

*キーワード：避難行動、避難場所、避難路、基盤整備

**正員、工修、東京都下水道局

(東京都江東区東陽7-1-14)

***学生員、立命館大学大学院理工学研究科創造理工学専攻

(滋賀県草津市野路東1-1-1、TEL077-566-1111、FAX077-561-2667)

****フェロー、工博、立命館大学理工学部都市システム工学科

(滋賀県草津市野路東1-1-1、TEL077-566-1111、FAX077-561-2667)

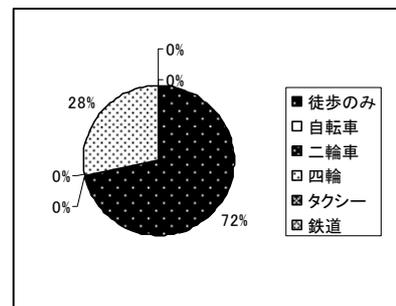


図-1 避難行動における利用交通手段（発生 4 時間以内）

(1) 一時避難行動の考え方

「京都市地域防災計画 震災対策編」では、近隣の一時避難と二次災害である火災からの避難である広域避難の2段階の避難が計画されている。本研究では、地震発生直後の人命を守るという観点から重要性の高い一時避難を対象とする。また、夜間人口が都市生活や活動を検討する場合の基礎指標であることから、夜間人口をベースに人々の行動を把握する。そのため、一時避難の起点を住宅とする。次に、避難の交通手段としては歩行を想定する。既往研究¹⁾によると阪神淡路大震災で震度6、7であった地域の避難行動における利用交通手段は図-1の通りである。徒歩のみによる避難が72%と多く、またアンケートの対象者が免許保有者に限定されていることから、自動車で避難可能な人も徒歩を選択する傾向にあったと推測される。一方、28%は自動車により避難しているが、既往研究²⁾から考えると、この28%は親戚・知人宅へ避難したと考えられる。つまり、一時避難場所・広域避難場所に避難する住民の交通手段は徒歩であることが考えられる。また、学区ごとに一時避難が行われると想定し、一時避難場所は学区ごとに割り付けた。理由は、①学区ごとに一時避難場所が指定され住民に周知されている、②住民自治活動の単位として学区が根付いている、ということによる。

(2) 分析対象地域

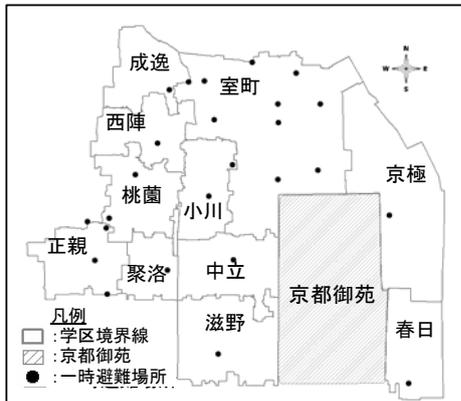


図-2 分析対象地域（京都市上京区）

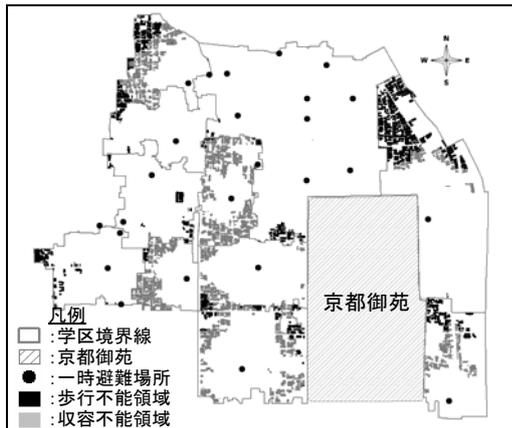


図-3 避難圏外の分布（閉塞なし）

DM データ（立命館大学 21 世紀 COE プログラム京都市市街地建物実態調査）の充実した京都市上京区において歩行距離から京都御苑が広域避難先となる一時避難場所を抽出し、その一時避難場所を有する 11 学区を分析対象地とした。結果を図-2 に示す。

3. 避難場所の収容能力に対する避難圏の設定

(1) 避難圏、避難圏外の設定方法

避難場所の収容能力を把握するため、はじめに全道路が閉塞することなく通行可能という仮定を置き、各一時避難場所の収容能力を前提に歩行距離から避難圏と避難圏外を設定する。その際、一時避難場所までの歩行距離より避難圏外となる住宅群を「歩行不能領域」、一時避難場所の収容可能人数より避難圏外となる住宅群を「収容不能領域」と定義する。

(2) 避難圏外人口の算定

抽出した避難圏外を図-3 に示す。対象地域全体では、歩行不能領域に 4372 人、収容不能領域に 6476 人の住民が存在する。これは対象地域全人口の約 24%に相当する。

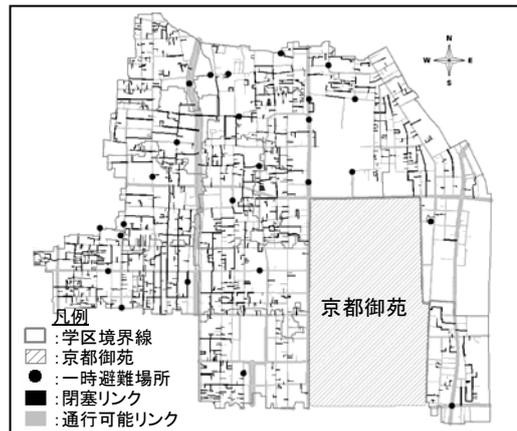


図-4 建物倒壊による閉塞リンク

(3) 避難圏外を解消するための方針

歩行不能領域の解消には道路新設による歩行距離の短縮、収容不能領域の解消には現在の一時避難場所の周辺を整備することによる面積拡大が考えられるが、整備費用や権利調整の面から早急な整備は困難である。そこで、2 つの避難圏外ともに、一時避難場所を追加指定することにより対処する方策が実現させやすい。

4. 一時避難時の道路閉塞状況

(1) 道路閉塞確率の算定

地震発生時の建物倒壊による道路閉塞を、国土交通省の研究³⁾を援用した次式を用い道路リンクごとに確率を求める。

$$(\text{リンク閉塞確率}) = 1 - \prod_{i \in \text{沿道建物}} (1 - \text{全壊率} * P_F * P_B)$$

$$P_F = \min\{1, 1.1753 * (\text{ネット建蔽率}) - 0.0514\}$$

$$P_B = \exp(-Wr/a)$$

Wr : 道路幅員

a : 建物倒壊による平均瓦礫長

(2) 閉塞リンクの抽出

国土交通省の基準を援用し、上式にて道路閉塞確率が 0.4 以上となるリンクを閉塞リンクと定義する。図-4 に閉塞リンクを示す。

(3) 閉塞リンクに関する考察

表-1 をみると、幅員 6m 以上の道路リンクの内、閉塞リンクであるものは 1 箇所のみである。つまり、幅員 6m 以上の道路は避難路として機能すると考える。また、表 1 をみると、幅員 4m 未満の道路の総延長が全道路の総延長に占める割合は、81.0%であり、閉塞リンクのほとんどが幅員 4m 未満である。つまり、

表-1 幅員別の閉塞リンク

| 幅員別 | リンク数(本) | リンク数の構成比(%) | 総延長(m) | 総延長の構成比(%) |
|-------|---------|-------------|---------|------------|
| 0-2 | 638 | 48.6 | 17276.2 | 34.8 |
| 2-4 | 530 | 40.4 | 22958.4 | 46.2 |
| 4-6 | 144 | 11.0 | 9373.5 | 18.9 |
| 6-8 | 1 | 0.1 | 76.2 | 0.2 |
| 8-10 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| 10-12 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| 12- | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| 合計 | 1313 | 100.0 | 49684.3 | 100.0 |

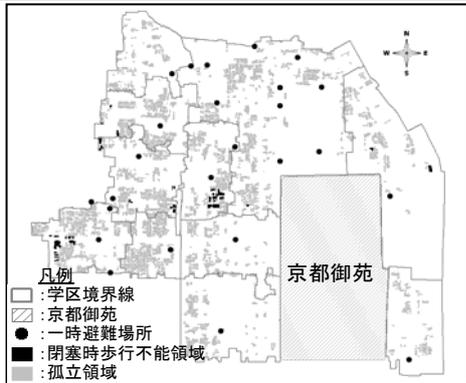


図-5 避難圏外の分布（閉塞あり）

閉塞リンクの解消を目指すには、幅員 4m 未満の道路に手を加える必要がある。

5. 道路閉塞を踏まえた避難圏の設定

(1) 避難圏、避難圏外の設定方法

先述の閉塞リンクを通行不可能とした場合の避難圏、避難圏外を再設定する。その際、個々の住宅から一時避難場所までの歩行距離が歩行可能距離よりも長くなるために、新たに避難圏外となる住宅群を「閉塞時歩行不能領域」、閉塞リンク沿道の住宅群又は周囲のリンクが全て閉塞するために避難できない住宅群を「孤立領域」と定義する。

(2) 避難圏外人口の算定

抽出した避難圏外を図-5 に示す。対象地域全体では、閉塞時歩行不能領域に合計 396 人、孤立領域に合計 13724 人の住民が存在する。これは対象地域全人口の約 31%に相当する。

(3) 避難圏外を解消するための方針

多くの既往研究に見られるように、閉塞時歩行不能領域の解消には、閉塞する道路空間の整備による道路ネットワークの確保が考えられる。しかし、その整備は費用や権利調整の面から早急な整備は困難であり、地震への早期対策としては適さない。そこで本研究では、閉塞時歩行不能領域の周辺に一時避難場所を追加指定する考え方に立つ。また、「孤立領域」の解消には、何より閉塞する道路空間を整備する必要がある。

表-2 0.1ha 以上の敷地（土地利用）

| 土地利用 | 敷地数 | 敷地構成比(%) | 非建蔽率(%) | 非木造建物割合(%) | 樹木割合(%) |
|--------|-----|----------|---------|------------|---------|
| 道路 | 131 | 32.8 | 100.0 | 0.0 | 9.5 |
| 寺社 | 70 | 17.5 | 71.2 | 8.7 | 29.4 |
| 商業施設用地 | 58 | 14.5 | 43.4 | 67.2 | 13.9 |
| 住宅用地 | 36 | 9.0 | 55.4 | 45.3 | 19.7 |
| 公共用地 | 28 | 7.0 | 52.5 | 74.3 | 13.1 |
| 学校等 | 21 | 5.3 | 58.5 | 83.6 | 15.2 |
| 福祉厚生施設 | 20 | 5.0 | 57.8 | 70.2 | 4.8 |
| その他 | 18 | 4.5 | 75.7 | 50.0 | 11.8 |
| 工業用地 | 9 | 2.3 | 76.5 | 71.4 | 1.1 |
| 駐車場 | 5 | 1.3 | 99.7 | 0.0 | 4.1 |
| 公園 | 4 | 1.0 | 99.8 | 100.0 | 67.8 |
| 合計 | 400 | 100 | - | - | - |

6. 一時避難場所の追加指定・整備

(1) 一時避難場所の追加指定

現在、一時避難場所には学校等と公園が数多く指定されている。一時避難場所の指定は地元住民組織が行っており、住民の共有財産である公的空間を指定することが一般的である。私的空間も指定されているがその数は少ない。しかし、不足する一時避難場所を追加指定するには、地権者の合意を前提として、その対象を私的空間にまで拡充することが必要となる。そこで候補地抽出のため、一時避難場所の指定基準面積（0.1ha）以上の敷地を抽出し、表-2 に示すように土地利用別の敷地数・構成比を求めた。京都の特徴として寺社と商業施設用地が相対的に多い。なお、道路を避難場所とすることは緊急車両の通行等に支障があるため対象外とする。寺社と商業施設用地はその数が多いこともあり、比較的広範囲に分布している。そのため図-6 に示すように、寺社と商業施設用地の追加指定を行うと、孤立領域以外の避難圏外（歩行不能領域・収容不能領域・閉塞時歩行不能領域）の住民全員 11244 人を避難させることができる。今後は一時避難場所の対象を私的空間である寺社や商業施設用地へ拡充することを検討する。

(2) 寺社の防災性確保のための方策

以下では、寺社の防災性を確保するための方策について述べる。表-2 より、寺社は非建ぺい率（非建ぺい部分の面積／敷地面積）が高く避難可能な面積が大きい。一方、非木造建物割合（非木造建物の建築面積／敷地面積）が少ないことからわかるように、木造建築がほとんどであり寺社仏閣の倒壊・出火の危険性がある。しかし、樹木割合（樹帯の面積／敷地面積）が相対的に高く、樹木の建物倒壊や放射熱の軽減効果が既往研究⁴⁾や実例⁵⁾から示されており、倒壊や放射熱の軽減が期待できる。そこで、寺社については文化財環境保全地区の指定による地域性緑地の確保や、保

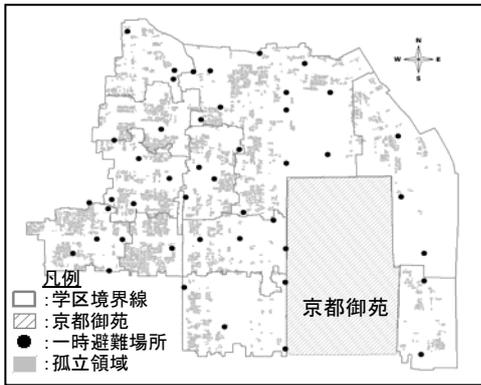


図-6 避難圏外の分布（追加指定後）

存樹・保存樹林制度等により既存樹木の保全に力を注ぐ。また、樹木の建物倒壊軽減効果を過大評価することは避け、また倒壊を防止するための助成制度を活用して寺社仏閣の耐震化・免震化を促進する。寺社仏閣の火災被害に対しても同様に、防災施設整備を進める。特に文化財未指定のものについては、防災施設整備が管理者の自己負担となるため、地元住民組織による自主防災組織助成事業等を活用し、費用負担を図ることも検討する。

7. 道路空間の整備

孤立領域の解消には、道路整備が必要である。しかし、幅員 4m 程度の道路が数多く存在し、それら全てについて拡幅事業を実施することは困難である。また、京都市には狭小敷地が数多く存在する。そこで、街並み誘導型地区計画を策定し、沿道建物の壁面位置を指定し、現状 4m の道路空間を 6m の道路空間とするとともに、容積率制限や斜線制限を緩和することで従前の居住面積の確保に努める。ただし、地区計画には時間の制限がなく、地震に対する早急な対策という面では課題が残る。そこで、時限事業としての建替え補助制度の創設・活用が必要であり、権利調整にはまちづくり活動支援事業等の活用が必要である。

また、町家であることから建築基準法の接道規定や建築構造に基づく建替えや改修が困難であり、木造建物の老朽化が進行しているが、近年、こうした未更新木造建物の建替えや改修を可能とすることで防災性を確保する取り組みが全国で見られる。袋路内では、建築基準法第 86 条に基づく一団地認定制度を検討する。これは、行政が一団地認定の適用を図る地区に指定し、その領域内の地権者が建替えを行う際に発効する仕組みである。この仕組みは建替えを発意する地権者がい

ることが重要となる。そこで、先述の建替え補助制度により建替え意向を促す。また、認定区域内の地権者の合意形成には先述のまちづくり活動支援事業等の活用が求められる。京都の特徴である町家が立地している道路では、町家の改修により耐震性を向上させ、倒壊に備えることが重要となる。これには、京町家耐震診断・改修支援制度の活用が望ましい。また、幅員 4m 未満の道路に接する町家は建築行為に該当する改修は行えない状況にあるため、建築基準法第 42 条 3 項道路指定を行い改修可能な状況を作り出すことも必要である。ただし、先行事例である京都市祇園町南側地区では、活発な住民活動が制度活用の前提条件とされているように、まちづくり活動支援事業等を活用して住民活動を活性化させることも重要である。

以上より、各種の方策を組み合わせることで孤立領域を解消することが望まれる。

8. おわりに

京都市の木造密集市街地では、安全な避難行動のための基盤が十分に確保されていないことを指摘し、その対策として現存する私的空間を避難場所として整備する方策や、沿道建物の更新も含めた道路空間の整備方策を検討した。今後は、昼間人口等も対象とした詳細な避難行動の分析・評価と、それに対する基盤整備方策の検討が必要である。

参考文献

- 1) 本間正勝ほか：大規模災害時の交通行動実態 - 阪神・淡路大震災を例として -，土木計画学研究委員会 阪神・淡路大震災調査研究論文集，pp. 327-332，1997.
- 2) 村田明子：阪神・淡路大震災時の火災と市民行動(その 8)広域避難，日本火災学会，Vol. 48，No. 6 pp. 45-48，1998.
- 3) 国土交通省：総合技術開発プロジェクト報告書 まちづくりにおける防災評価・対策技術の開発，2003.
- 4) 岩河信文：都市における樹木の防火機能に関する研究，日本造園学会造園雑誌，Vol. 48，No. 1 pp. 26-31，1984.
- 5) 日本造園学会阪神大震災調査特別委員会：公園緑地等に関する阪神大震災緊急調査報告書，1995.