

## 密集市街地における道路閉塞と避難困難者に関する研究

1. はじめに
2. 防災意識アンケート調査
3. 困難者の出現率
4. 総括

木村 京一朗\*  
 秋山 哲男\*\*  
 大口 敬\*\*\*  
 小根山 裕之\*\*\*

### 要 約

1995年に発生した阪神淡路大震災などの都市型地震災害では、主に木造建築物と狭隘な街路で構成される密集住宅地域において、建物倒壊による道路閉塞が発生しやすい。道路閉塞が多発すると、避難所への到達不能や大幅な迂回の発生などから、避難所までの到達の可能性や距離、時間に多大な影響が発生する恐れがある。そこで本研究は、狭い道路幅員や建物の倒壊が原因で起きる道路閉塞に着目し、それを計算によって確率的に求め、避難困難者の出現率の分析を試みる。街区ごとに人の孤立可能性を見出し、街区人口、60歳以上の高齢者人口、アンケート調査による障害者人口をそれぞれGIS上に出力して道路閉塞確率との関係を視覚的に示し、避難困難者の出現率を求めた。

### 1. はじめに

1995年に発生した阪神淡路大震災などの都市型震災時では、主に木造建築物と狭隘な街路で構成される密集住宅地域において、建物倒壊による道路閉塞が発生しやすい。道路閉塞が多発すると、避難所への到達不能や大幅な迂回の発生などから、避難所までの到達の可能性や距離、時間に多大な影響が発生する恐れがある。また、多くの街区が閉塞された道路によって孤立地区となり、避難所

までたどり着けない避難困難者を多く出現させる可能性がある。こうした問題に対応するためには、道路閉塞の影響を考慮した、震災時の避難誘導計画など被災者を安全かつ迅速に避難させる避難行動計画が重要である。この場合、道路閉塞の有無は、同レベルの地震であっても状況によって異なる可能性があるため、確率的な事象として捉えるべきものと考えられる。しかしながら道路閉塞の確率的变化を考慮した場合の避難経路特性や避難行動の分析、それらを踏まえた最適な避難行動計画のあり方についてはこれまで十分に研究され

\*東京都立大学大学院工学研究科（修士課程）

\*\*東京都立大学大学院都市科学研究科

\*\*\*東京都立大学大学院工学研究科

ていない。

そこで本研究では対象地域を選定した上で、まず防災意識アンケートを行い、災害時の情報のニーズ・建物倒壊危険性の把握、障害を持つ人の把握等を調査する。

次に、震災時の道路閉塞を確率的な事象と捉えて街路ネットワーク上における道路閉塞確率を求める。道路閉塞確率に応じて一様乱数により道路閉塞の有無を求め、最短経路探索を行う。その試行をモンテ・カルロ法によって繰り返すことにより「地震後に建物を出てから道路を通り避難場所までたどり着けない確率＝到達不能率」として避難行動の困難性をGIS上に表した。

そして、アンケート調査時に行った住民台帳の転記作業によるデータから街区ごとの人口・高齢者人口を集計し、アンケート調査の結果から障害者の人口を集計する。集計したデータをGIS上に出し、道路閉塞確率を考慮した避難困難者出現率を算出し、地域の街区ごとの避難困難の実態を把握する。

対象地域には、東京都板橋区仲町、同区弥生町を選定した。これは当該地区が有数の密集住宅地で都市型震災時には道路閉塞による影響が大きい地区と考えられるからである。

## 2. 防災意識アンケート調査

### 1) 調査目的

平成15年12月～平成16年1月において、大都市における災害危険地域にすむ住民の災害時および被災後の移動・情報ニーズ等の実態を明らかにし、災害時における必要情報の種類、移動支援などの量的把握を目的としたアンケート調査を行った。

### 2) 調査方法

対象者は東京都板橋区仲町・弥生町・南常盤台1丁目に居住していた約11,000人の住民を対象とした。アンケート調査票は、過去の研究結果および本研究の委員から構成されたグループによる討議に基づいて作成された。調査票は11項目から構成され、ポスティングによる配布を行った。

表1 アンケート調査項目

住宅の危険度	移動能力	外出の自立度
外出頻度	移動支援ニーズ	情報ニーズ
感覚器系の障害の有無	介護家族の有無	避難生活
についての不安の有無	地域防災力(移動支援、避難生活支援)	回答者の背景(年齢・性別)

### 3) 調査結果

#### 1. 回答状況と回答者の背景

739人から回答があり、回収率は6.5%であった。そのうち、65歳以上の高齢者は、264人(35.7%)であった。

#### 2. 考察

回答者は高齢者の割合(35%)が多いこと。回収率が低かった原因としては、住民の災害に対する危機意識の低さ、アンケート調査という調査方法のもつ限界が挙げられる。回答者は、概して災害に対する危機意識が高いと考えられる。

今回、居住住宅の危険度を調査したが、回答者の約40%が大地震発生時に倒壊の危険が大きい住宅に住んでいることが明らかになった。災害発生時の移動支援ニーズについては、12%の回答者に対して支援が必要と考えられた。災害時のニーズは高く、「家族・友人などの安全確認」に関する情報を必要とする人が約80%と最も多かった。次いで、「火災等の発生状況」に関する情報を必要とする人は約75%、「道路が通行可能かどうか」に関する情報を必要とする人は約65%であった。

他の項目結果からも、災害後の避難所生活に対しての不安や地域住民の「他者を支援する」意思などを示唆することができた。

### 3. 困難者の出現率

まず、対象地域の全ての道路リンクの幅員、沿道条件など必要な情報を収集し、必要に応じて現地調査も行った上でGIS上にデータベース化し、既存研究で提案されている幅員毎の道路閉塞確率算定式(\*)を利用して道路閉塞確率を算出する。そして道路閉塞確率に応じて一様乱数により道路閉塞の有無を求め、最短経路探索を行う。この試

行をモンテカルロ法により繰り返し、到達確率を計算する。

・4m未満道路

$$C_1 = 1 - (1 - ZU)^{2m}$$

・4m以上6m未満道路

$$C_2 = 1 - \{1 - (ZU)^2\}^m$$

・6m以上8m未満道路

$$C_3 = 1 - \{1 - (ZU)^2\}^m - m(ZU)^2 \cdot \{1 - (ZU)^2\}^{m-1}$$

Z:建物倒壊率 U:道路側へのがれき流出率  
m:1リンクに面する片側の平均建物棟数

図1 リンクごとの道路閉塞確率式

次いで、アンケート調査時による住民データから街区ごとの人口を集計し、60歳以上の高齢者人口も別に集計した。さらに、アンケート調査の結果を考慮して、障害者がどの地域に居住しているかを見出し、地図上に出出力した。これにより、それぞれの道路閉塞との関係をGIS上で視覚的に評価することで、困難者の出現率をまとめた。

図2は対象地域の道路閉塞確率と各ノード（出発地）から避難所までの到達確率を示したものである。リンクの幅員が狭く沿道の木造建物率が高い地域では道路閉塞確率が高くなること、このようなリンクに囲まれている街区は震災時に避難経路が全て閉塞されて避難所までの未到達確率が大きくなり、孤立してしまう可能性が高いことがわかった。

図3は街区ごとの人口を濃淡で示し、道路閉塞確率との関係を示したものである。

先述のようにリンクの幅員が狭く沿道の木造建物率が高い地域、つまり避難所までの到達確率が低くなると考えられる街区をわりだし、人口を算出したところ、全体の約80%にあたる住民が避難困難者になる可能性が高いことが示された。対象地域は幅員が狭い道路が非常に多いことと、指定避難所である弥生小学校が広幅員道路と接しておらず、狭幅員道路に囲まれていることから避難所自体が孤立してしまう可能性が高いことが避難困難者の増加につながっていると考えられる。

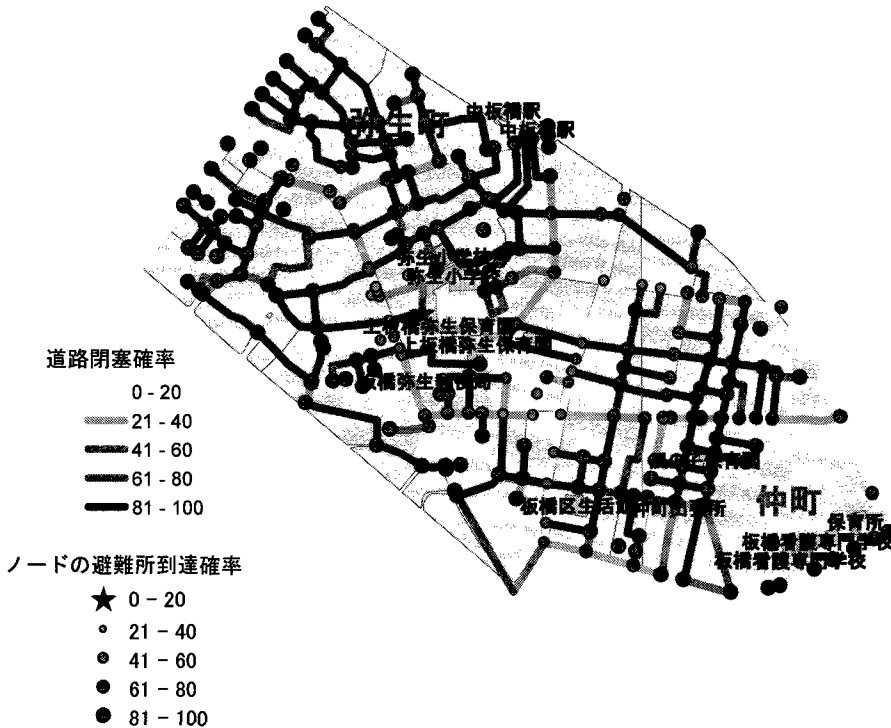


図2 道路閉塞確率とノードから避難所までの到達確率

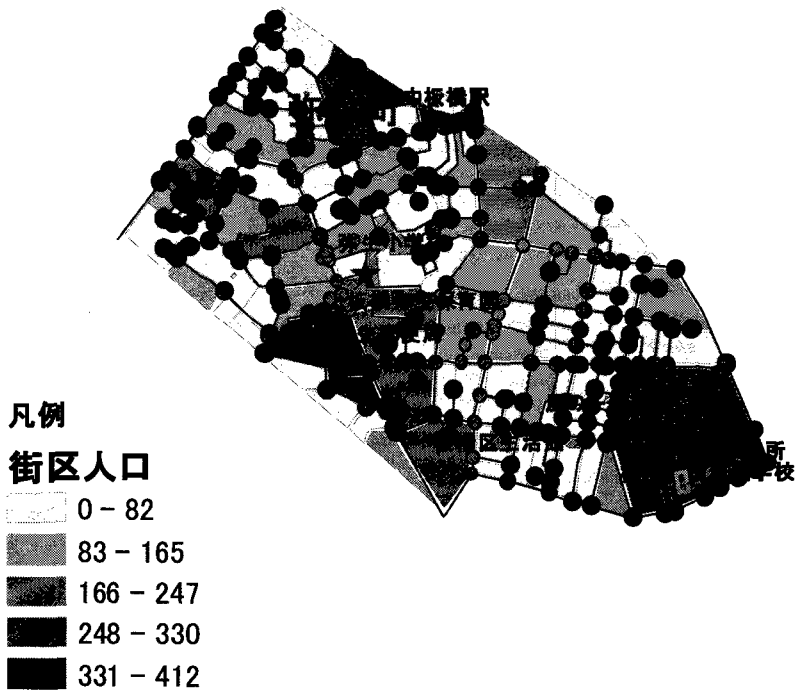


図3 道路閉塞と避難困難者

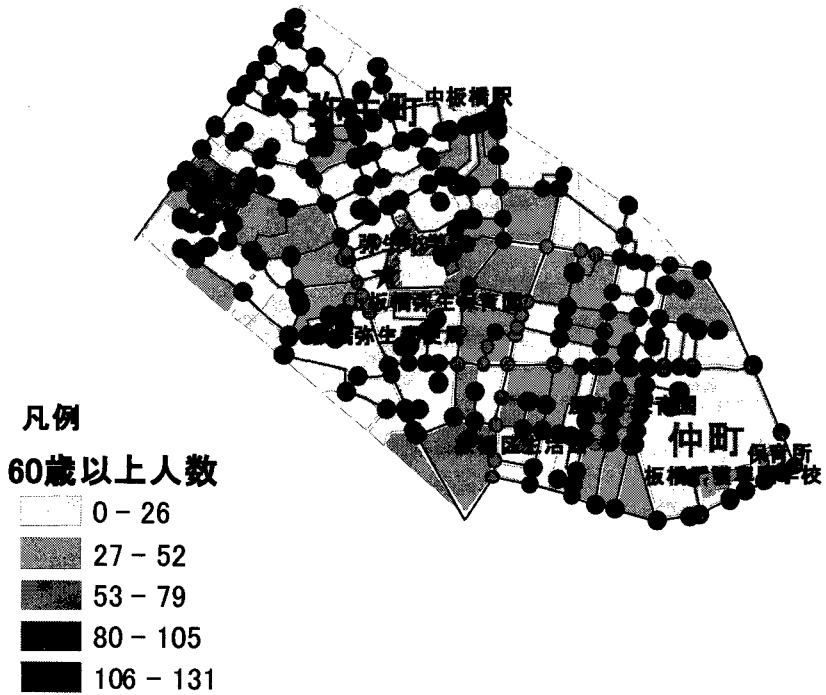


図4 道路閉塞と高齢者

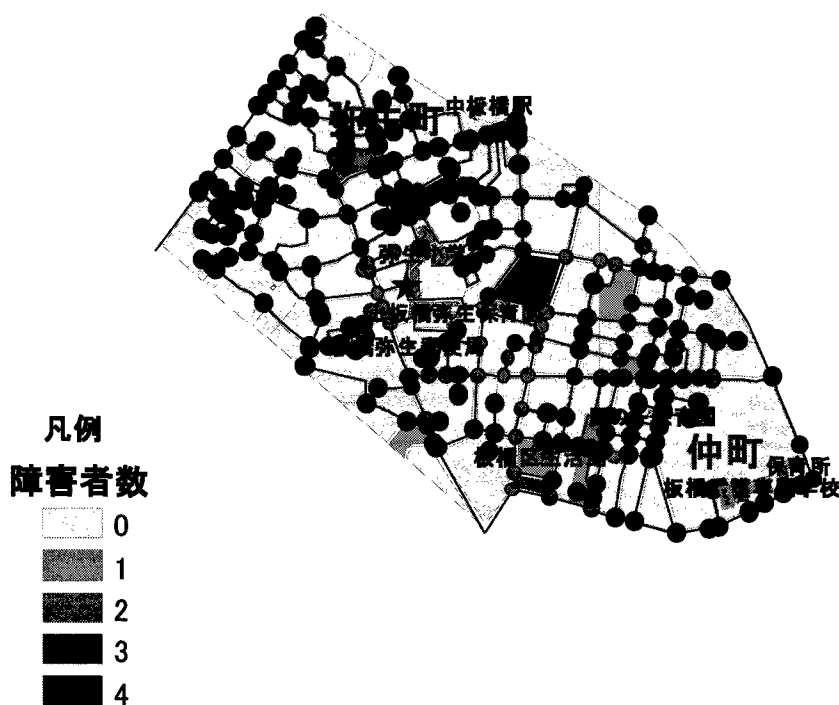


図5 道路閉塞と障害者

図4は街区ごとの高齢者（60歳以上）の人口を集計し、濃淡で示したものである。図より、高齢者は避難所周辺より仲町側に集中していることが読み取れる。また、道路閉塞により避難が困難になる可能性が高いと考えられる高齢者の人口は40%を超えている。

図5は道路閉塞確率と障害者の関係を示したものである。ただし、アンケート調査の結果から集計したものであるため、実際の障害者の人口とは異なる。

#### 4. 総括

本研究の結果をまとめると、アンケート調査から災害時の情報のニーズ・倒壊危険性の実態の把握・一般住民の災害に対する意識の低さを示唆することができた。また、道路幅員・沿道の建物状況等といった対象地域のネットワークの特徴を考慮に入れた道路閉塞確率を求めることで、確率的ではあるが現状の災害時の予測として実態を表現することができた。

道路閉塞確率は、住民の情報ニーズにあった「道路が通行可能かどうか」というリアルタイムな情報とは質は異なる。しかし、避難経路が道路閉塞の確率性に依存することから、避難所までの避難距離の平均と散らばり及び避難所への到達不能性に関する情報などを統合化し、誘導すべき避難経路を求めることで避難行動的な情報の指標となりうる。これにより、避難経路の最適性を示唆することができれば、住民に提供する情報の評価をすることができるであろう。事前情報として地域住民の被災時の被害軽減に貢献できるのではないだろうか。

#### 参考文献

- 新階寛恭・家田仁 他（2000）「都市内地区施設等の震災時における防災効果のマクロな評価方法」：「土木計画学研究・講演集」Vol.23-2, p299-302.
- 市川総子・阪田知彦・吉川徹（2004）「建物倒壊および道路閉塞のモデル化による避難経路の危険度を考慮した避難地への到達可能性に関する研究」：「GIS—理論と応用」概要 p1-4, p17-24.
- 竹内光生・近藤光男（2003）「地震による道路区間閉塞

を考慮した避難経路の分析－須崎市を事例として  
－：「土木計画学研究・講演集」Vol.26.  
日本建築学会編（2004）建築設計資料集成「地域・都  
市Ⅱ－設計データ編」p80-83.

国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所  
（2003）「まちづくりにおける防災評価・対策技術の  
開発－総合技術開発プロジェクト」

**Key Word**（キー・ワード）

**Road Blockage**（道路閉塞），**Reduced Mobility People**（避難困難者），**High Density of Residential Area**（密集市街地）

## A Study on Road Blockage and Reduced Mobility People in the High Density of the Residential Area

Kyoichiro Kimura\*, Tetsuo Akiyama\*\*, Takashi Oguchi\*\*\* and Hiroyuki Oneyama\*\*\*

\*Graduate Student, Tokyo Metropolitan University

\*\*Graduate School of Urban Science, Tokyo Metropolitan University

\*\*\*Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan University

*Comprehensive Urban Studies*, No.85, 2005, pp.85-91

In a city type earthquake such as the Hanshin-Awaji(Kobe) Earthquake that occurred in 1995, a road blockage by a collapse building occurred easily because of the high density of the residential area chiefly composed of timber buildings and narrow streets. Severe problems might ensue if the blockages frequently prevent people from getting to refuge sights quickly. This research pays attention to the road blockage that occurs because of the collapse of closely constructed buildings onto narrow streets. A statistical calculation of the appearance rate of reduced mobility people was found. The isolation possibility of each block, the block population, the population of senior citizens 60 years or older, and the population of the disabled people by a questionnaire survey were found and output on GIS respectively. The relation to the road blockage probability was shown in the sight, and the appearance rate of the reduced mobility people was requested.