

第IV部門

歴史都市における災害時の効果的な避難誘導経路の抽出方法に関する研究

立命館大学工学部	学生員	○前川貴哉
立命館大学工学部	正会員	小川圭一
立命館大学工学部	フェロー	塚口博司
立命館大学工学部	正会員	安隆浩

1. はじめに

京都市は多数の文化遺産をもつ歴史都市であり、かつ国内外から観光客が訪れる観光都市であるために、都市防災においてもこれらを考慮した視点が必要となる。その一つとして観光客の安全を確保するための広域避難場所への避難誘導経路の確立が挙げられる。そこで本研究では GIS（地理情報システム）を用いて、距離、リンク数、通行可能率という 3 つの評価指標の下で観光客の多く集まる文化遺産から広域避難場所への避難経路の検討を行う。また東山区と上京区という異なる道路環境を対象とし、各評価指標にもとづく経路の特徴を道路ネットワークの特性の違いから分析する。

2. 対象地域の選定と現状

本研究では文化遺産が多く存在する地域の中から道路ネットワークが基盤の目状になっている上京区と、山際という地形により複雑な道路ネットワークをもつ東山区を対象地域とした。上京区には国指定の重要文化財が 39 存在しており、広域避難場所は 2 か所となっている。ただし、本研究では最も近い広域避難場所への避難を想定するため、上京区に隣接した右京区 2 ヶ所、中京区 1 ヶ所の広域避難場所も加え、39 の文化財から 6 ヶ所の広域避難場所への避難誘導経路の抽出を行う。一方、東山区には国指定の重要文化財が 52 存在しており、広域避難場所は 3 ヶ所となっている。よって 52 の文化財から 3 ヶ所の広域避難場所への避難誘導経路の抽出を行う。

3. 評価指標の概要

避難誘導経路の抽出は、距離、通行可能率、リンク数の 3 つの評価指標の下で行う。距離による抽出は、単純に最も距離の短い経路の抽出となる。通行可能率による抽出は、各リンクにおける災害時の通行可能率の積により避難誘導経路全体の通行可能率を算出し、その積の値が最も大きい経路の抽出を行う。リンク数

による抽出は、交差点の数が最も少ない経路の抽出となる。これは交差点数を少なくすることで、地理不案内な観光客に対してのわかりやすい経路誘導ができるという仮定に基づいている。いずれの評価指標の下で求めた経路に対しても、距離、通行可能率、リンク数の値を算出し、相互に比較することにする。

4. 通行可能率の設定方法

本研究で取り扱う通行可能率とは、地震発生時に、その道路が通行可能である確率を、幅員とリンクの長さに応じて設定した値である。既往の研究¹⁾において、阪神・淡路大震災時の神戸市における道路閉塞状況のデータをもとにリンク長 100mあたりの道路通行可能率が、表 1 のように示されている。これをもとに道路閉塞がポアソン分布に従うと仮定して幅員とリンク長に応じて各リンクの通行可能率を設定している。

表 1 100m 当たりの通行可能率（震度 6）

道路幅員 (m)	通行可能率(歩行)
～4	0.579
4-6	0.630
6-8	0.716
8～	1.0

5. 上京区における避難誘導経路の抽出・分析

各評価指標により抽出された経路の距離、リンク数、通行可能率の平均を表 2 に示す。

表 2 各評価指標における平均値

平均	距離 (m)	通行可能率	リンク数
評価指標			
距離	966.12	0.299	20.01
通行可能率	1550.64	0.602	26.70
リンク数	1073.91	0.360	15.64

通行可能率を用いて経路を抽出することにより、通行可能率は高くなっているが、距離は長くなっている。これは通行可能率の高い道路へ迂回できていることを

表しているが、徒歩による避難の距離には限界があるため、距離が非常に長くなっていることは問題であると考えられる。その原因は広域避難場所と周辺道路の関係にあると考える。各広域避難場所の迂回率を表3に示す。迂回率は通行可能率で抽出された経路の距離が、最短経路の距離に対して、どれくらい迂回しているのかを示す値である。

$$\text{迂回率} = \frac{\text{通行可能率で抽出された経路の距離} - \text{最短経路の距離}}{\text{最短経路の距離}}$$

表3 各広域避難場所の迂回率

広域避難場所	対象文化財数	迂回率
二条城	3	0.173
京都御苑	20	0.230
立命館大学グラウンド	1	0.722
洛星高校グラウンド	10	1.168
鴨川右岸	5	2.410

二条城、京都御苑、立命館大学グラウンドは迂回率が低い値を示しているのに対して、他の2つは高くなっている。この違いは広域避難場所が幅員8m以上の道路と面しているかどうか依存している。8m以上の道路と面していると、一度8m以上の道路に出ることによって広域避難場所まで幅員の広い道路を通ることができる。しかし、8m以上の道路と面していないと避難場所周辺で通行可能率の低い道路があるため、迂回を強いられることになる。よって基盤の目状の道路ネットワークでは広域避難場所が8m以上の道路と面していれば大きな迂回をすることなく、安全な避難経路に誘導することが可能となる。また、8m以上の道路と面していない広域避難場所に関しては周辺道路の改善が必要であると考えられる。

6. 東山区における避難誘導経路の抽出・分析

各評価指標により抽出された経路の距離、リンク数、通行可能率の平均を表4に示す。

表4 各評価指標における平均値

平均 評価指標	距離 (m)	通行可能率	リンク数
距離	697.79	0.413	16.39
通行可能率	884.15	0.519	19.09
リンク数	862.02	0.371	12.80

上京区に比べると各評価指標の値の差が小さくなっている。距離により抽出された経路と比較して、通行

可能率により抽出された経路においても通行可能率が上昇していないことは道路閉塞の際に適切な代替経路がないことを示していると考えられる。東山区は山際に行くほど道路ネットワークが少なくなるという特徴があり、広域避難場所が山際に近いかが重要となる。各広域避難場所の迂回率を表5に示す。

表5 各広域避難場所の迂回率

広域避難場所	対象文化財数	迂回率
円山公園	33	0.347
日吉ヶ丘高校グラウンド	15	0.035
泉涌寺	3	0
月輪中学校グラウンド	1	0

東山区は南北に広域避難場所の特性が異なっており、北側にある円山公園は山際から離れた場所にあるために道路ネットワークも多く、代替経路が存在する。対して他の3つの広域避難場所は南側にあり、どれも山際に近い所にあることから、避難する際に山際に近づいていくことになる。特に日吉ヶ丘高校グラウンドは15か所の文化財からの避難場所となっているが、周辺は道路ネットワークが少なく、避難経路が限定され迂回することができない。さらに道路閉塞が発生すれば孤立する可能性もある。このため、東山区の南側は避難場所を山際から離れた場所にするなどの改善が必要であると考えられる。

7. おわりに

本研究では京都市の上京区、東山区の2地区で、複数の評価指標にもとづく避難誘導経路を抽出し、比較分析を行った。その結果、上京区では基盤の目状の道路ネットワークであることから、広域避難場所が8m以上の道路と面していれば安全な道路を利用した避難が可能となるが、東山区は山際にある避難場所は避難経路が限定されることにより代替経路がない場合が多いことが分かった。本研究の結果からは2つの対象地域とも広域避難場所の改善が必要であると言えるが、広域避難場所を新設するのではなく、現状の京都市内で利用可能な敷地を活用し、安全な避難経路での誘導を可能にすることが今後の課題であると考えられる。

<参考文献>

- 1) 塚口博司、小川圭一、本郷伸和：大震災時における道路通行可能率の推定、歴史都市防災論文集、Vol.2、pp44-48、2008