

第IV部門

文化遺産の防災性に基づく道路モニタリングシステムに関する一考察

立命館大学理工学部 フェロー会員 塚口博司

立命館大学理工学部 学生員○林 雄一

立命館大学理工学部 正会員 小川圭一

1. はじめに

歴史都市である京都には後世に残すべき文化遺産が多数存在する。歴史的価値が高く、唯一無二の存在である文化遺産は自然災害から守るべき存在であると考えられる。しかし、これらの多くは、市街地の中に点在しており、災害に対して脆弱性をはらんでおり、都市構造や交通ネットワークの視点から文化遺産防災について考えることが必要である。本稿では、まず、文化遺産と消防署間の交通ネットワークを対象として、文化遺産の防災性評価を行う。次に、文化遺産防災における重要な道路区間を抽出し、道路の状況把握を行うために効果的な道路モニタリングシステムの提案を行うことを目的とする。なお、本稿では筆者ら¹⁾の既往研究をベースとし、京都市全域を対象として分析を行うことにした。

2. 交通ネットワーク特性を考慮した文化遺産の防災性評価

文化遺産の防災性評価指標を提案し、交通ネットワークを考慮した文化遺産の防災性評価を行う。それにより、どの文化遺産が防災面で危険性が高いかを明らかにする。

(1)文化遺産と消防署間の最短経路距離

文化遺産の防災性を評価する指標として、幅員 4m 以上の道路リンクを用いた消防署から文化遺産までの最短経路距離を測定する。文化遺産が幅員 4m 以上の道路に面している場合には、単純に幅員 4m 以上の道路リンクのみを用いた経路を最短経路とした。一方、文化遺産が幅員 4m 以上の道路と全く面していない場合は、文化遺産から幅員 4m 以上の道路に最短で到達できる地点を選定し、消防署からこの地点までの最短経路を合わせたものとした。

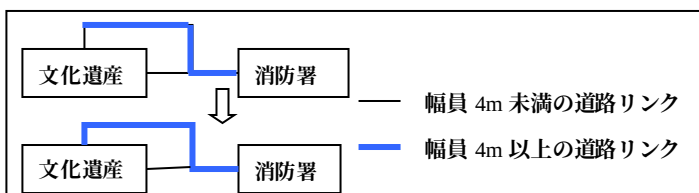


図1 文化遺産と消防署の最短経路距離の定義

(2)代替経路の存在に関する分析

最短経路に含まれる道路リンクが閉塞した場合に、代替となる経路がどの程度存在するかについては、図2に示すように道路面積率を指標として用いることにした。

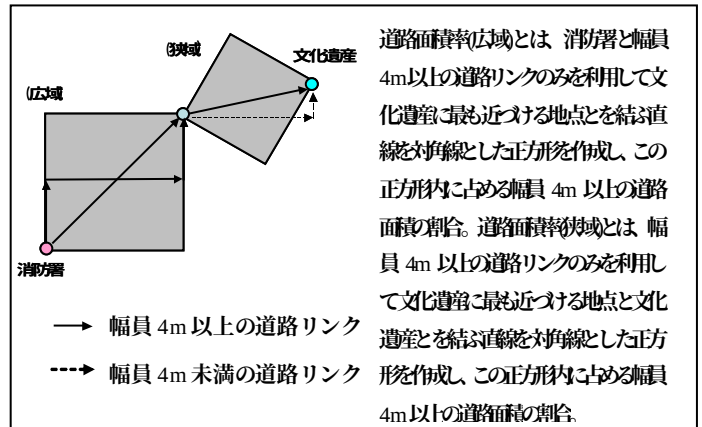


図2 道路面積率(広域、狭域)の定義

(3)文化遺産と消防署間の実距離・最短経路距離比率

文化遺産と消防署間の最短経路が、どの程度効率的に両者を結んでいるかを表すために、実距離・最短経路距離比率を用いる。この比率は、文化遺産と消防署間の最短経路距離を両者間の直線距離で除したものである。

(4)文化遺産の防災性評価指標の提案

以上の分析に基づいて、交通ネットワーク特性を考慮した文化遺産の防災性評価指標を作成する。ここでは、次の10指標を提案している。

指標1	(X1)	全幅員4m以上の道路を利用した文化遺産と消防署間の最短経路距離
指標2	(X2)	全幅員4m以上の道路を利用した文化遺産と消防署間の最短経路距離
指標3	(X3)	全幅員4m以上の道路による最寄り消防署に対して最短経路対象となる文化遺産数
指標4	(X4)	文化遺産から全幅員4m以上の道路までの最短経路距離
指標5	(X5)	文化遺産から全幅員5m以上の道路までの最短経路距離
指標6	(X6)	文化遺産から全幅員12m以上の道路までの最短経路距離
指標7	(X7)	文化遺産と消防署間の実距離・最短経路距離比率
指標8	(X8)	道路面積率(広域)
指標9	(X9)	道路面積率(狭域)
指標10	(X10)	文化遺産が存在する行政区の人口密度

表1 文化遺産の防災性評価指標

(5)文化遺産の防災性評価の算定結果

表1の10指標を組み合わせて、交通ネットワーク特性を考慮した文化遺産の防災性評価を行うことと

し、表2に示す4種の総合指標を作成した。なお、指標1～指標10についてはいずれも0.1～1.0の10段階評価とし、安全側が1.0となるように基準化した値を用いることとした。

表2 文化遺産の防災性評価

総合指標1	$Y1 = \frac{X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8+X9+X10}{10}$
総合指標2	$Y2 = X1 \times X2 \times X3 \times X4 \times X5 \times X6 \times X7 \times X8 \times X9 \times X10$
総合指標3	$Y3 = X1^2 \times X2 \times X3 \times X4^3 \times X5^2 \times X6 \times X7 \times X8 \times X9^2 \times X10$
総合指標4	$Y4 = \frac{X1+X8}{2} \times X2 \times X3 \times \frac{X4+X9}{2} \times X5 \times X6 \times X7 \times X10$

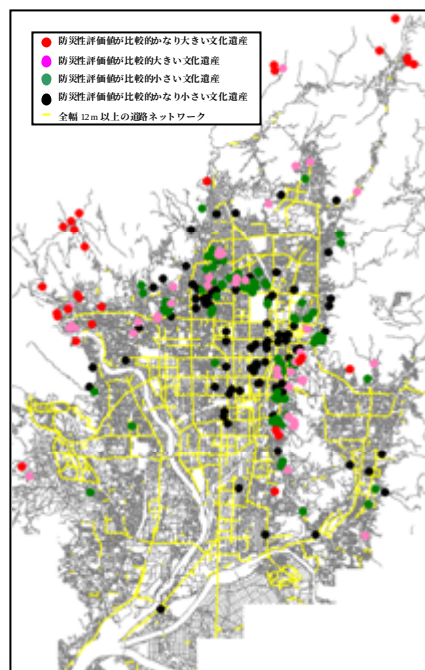


図3 文化遺産の防災性評価算定結果

山麓付近や、山間部に存在していることが多い。そのため、狭小な道路が多く、また、代替道路として利用可能な道路が少ないため、周辺の交通ネットワークが弱く、災害発生時には、危険性が高いと考えられる。一方、中京区、下京区などの市内中心部に存在する文化遺産は、防災性が高い(災害時の危険性が低い)ことがわかる。これらは、幅員が広い道路に面している場合が多く、交通ネットワークが充実しているためであると考えられる。

3. 東山区の最短経路群によって構成される重要リンクの抽出

図3より、防災性が低い文化遺産が極めて多く存在する東山区において、文化遺産と消防署間の最短経路群によって構成される重要な道路区間を重要リンクとして抽出する。なお、最短経路を構成する道路は、震災発生時における緊急車両等の通行可能性を考慮し、幅員4m以上の道路とした。図4より、文化遺産と消防署間において使用回数が増える重

各総合指標の順位の合計値をランク付けした結果、防災性が低い(災害時の危険性が高い)文化遺産は、北区、上京区などの市街地北部と左京区、東山区などの市街地東部に多く存在している。これらは市街地から離れた

山麓付近や、山間部に存在していることが多い。そのため、狭小な道路が多く、また、代替道路として利用可能な道路が少ないため、周辺の交通ネットワークが弱く、災害発生時には、危険性が高いと考えられる。一方、中京区、下京区などの市内中心部に存在する文化遺産は、防災性が高い(災害時の危険性が低い)ことがわかる。これらは、幅員が広い道路に面している場合が多く、交通ネットワークが充実しているためであると考えられる。

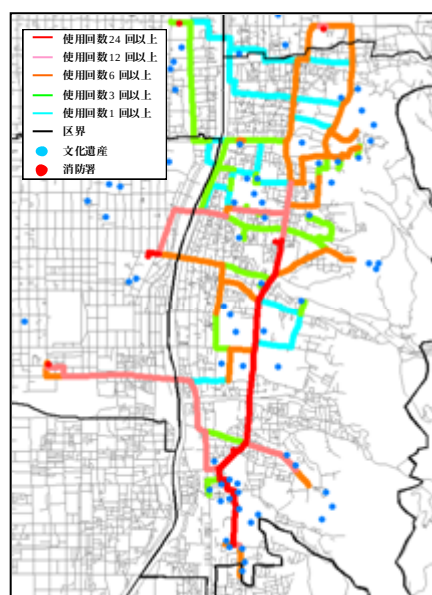


図4 東山区における重要リンク

要な道路リンクが存在していることがわかる。文化遺産を災害から守るためには、この重要な道路リンクが集中する区域における道路ネットワークを特に重点的に整備・強化しておくことが必要である。

4. 重要リンクにおける道路モニタリングシステムの提案

文化遺産と消防署を結ぶ重要リンクに対して地震などの自然災害が発生した場合、どの程度機能障害を起こしているのか、つまり被害状況を迅速に把握することが必要である。そのためには、重要リンクの被害状況をリアルタイムで把握するシステムとして、カメラを用いた道路モニタリングシステムを構築することが効果的であると考えられる。この道路モニタリングシステムは、災害時における緊急車両の経路選択、平常時においても交通渋滞の把握ならびに交通管理などに応用することが期待でき、利用価値が高いと思われる。

5. おわりに

本研究では、交通ネットワークを考慮して、文化遺産の防災性を評価し、どの文化遺産が防災面で危険性が高いかを明らかにした。また、文化遺産が非常に多く存在する東山区において、文化遺産防災のために特に重要となるリンクの抽出を行った。今後は、建造物や街路樹等を考慮に入れた即地的な道路モニタリングシステムを具体的に構築するために3次元GISを用いて、カメラの設置場所等について検討する予定である。

【参考文献】1) 小川圭一、塚口博司、本郷伸和、中村真幸：緊急時のアクセス性を考慮した文化遺産防災に関する研究、交通科学、vol.36 No.1 pp49～58 2005

2) 塚口博司、戸谷哲夫、中辻清恵：阪神・淡路大震災における道路閉塞状況に関する研究 IATTS Review Vol.22 No.2 pp101～111 1996