

歴史都市における文化遺産防災のための重要道路区間の抽出に関する研究*

*Identification of the Important Road Links for Cultural Heritage Disaster Mitigation in Historical Cities**

小川 圭**・塚口 博司***・中村 真幸****・本郷 伸和*****

*By Keiichi OGAWA**, Hiroshi TSUKAGUCHI***, Yoshiyuki NAKAMURA**** and Nobukazu HONGO******

1. はじめに

日本の歴史都市においては、寺社仏閣に代表される多数の文化遺産が市街地に存在しており、またその周辺には門前町のような歴史的な町並みが多く存在している。また、都市構造や道路ネットワークの形態も近代的な都市の町並みとは異なり、幅員の小さい道路や屈曲路、袋小路など、都市防災の観点からは課題のある道路が多く存在している。

都市防災を考える上で、市民の生命や財産を守ることが重要であることはいうまでもないが、それとともに都市の文化を守ることも重要と考えられる。とりわけ、文化遺産を数多く有する歴史都市においては、文化遺産の存在が市民の日常生活にも関わっており、また重要な観光資源ともなっている。そのため、文化遺産に対する防災を考えることは、歴史都市を維持してゆく上で重要であると考えられる。したがって、歴史都市の防災の検討においては、一般的な都市と同様の市街地防災をおこなうとともに、文化遺産に対する防災についても考えておく必要があると考えられる。またその際には、上述のような歴史的な市街地のもつ都市構造や道路ネットワークの特性を考慮しておこなう必要がある。

代替性のない文化遺産は焼失してしまうと復元することはできなくなるため、文化遺産防災においては火災による焼失を防ぐことが重要であると考えられる。このため、本研究では震災時に文化遺産において発生し得る火災について考えることにする。

文化遺産防災を考えるにあたっては、当然のことながら文化遺産自体の防災性を高めることが重要であり、こ

れまでも多くの対策が実施されてきた。しかしながら、個々の文化遺産において実施されている対策のほとんどは初期消火に対応するものであり、それ以降の消火に対しては消防車両が現場に到達して消火活動をおこなうことが前提とされている。したがって、震災時においても文化遺産を火災から守るためには、より確実、迅速に消防車両が到達できるようにすることが必要である。

本研究ではこのような視点から、多数の文化遺産が市街地に点在し、かつ幅員の小さい道路が多く存在する日本の歴史都市において、震災時においても文化遺産を火災から守ることを目的として、消防車両の到達のために重要となる道路リンクの抽出をおこなう。

具体的には、文化遺産が数多く存在する典型的な歴史都市である京都市を対象に、文化遺産の分布状況と消防施設の配置状況、それらを連結する道路ネットワークの整備状況をもとに、地震災害を想定した文化遺産防災においてとくに重視すべき道路リンクや区域の抽出をおこなう。その上で、それらの重要道路リンクや区域における道路ネットワークの整備や震災時の交通管理を検討するため、道路ネットワークの視点からみた文化遺産の安全性評価との比較や、震災時に想定される交通需要との比較をおこない、その特性を把握する。

なお、本研究での具体的な検討は都市全体が典型的な歴史都市といえる京都市を対象としておこなうが、全国各地に「小京都」と呼ばれる都市があるように、同様の特性の市街地をもつ都市は他にも多く存在する。本研究での方法は、このような歴史的な市街地をもつ他の都市においても応用できるものと考えている。

2. 最短経路にもとづく重要道路リンクの抽出

(1) 最短経路と重要道路リンクの抽出方法

前述のように、震災時においても文化遺産を火災から守るためには、できるだけ確実、迅速に消防車両が到達できることが必要であると考えられる。

すなわち、文化遺産を災害から守るためには、周辺地域の道路ネットワークが十分に整備されていることが重要である。このとき、文化遺産の分布状況、消防施設の配置状況や道路ネットワークの特性から、とくに重要な

* キーワード：防災計画，交通網計画，交通管理

** 正会員，博（工学），
立命館大学理工学部都市システム工学科 講師
〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1
TEL: 077-561-5033, FAX: 077-561-2667
E-mail: kogawa@se.ritsumei.ac.jp

*** フェロー会員，工博，
立命館大学理工学部都市システム工学科 教授

**** 学生会員，立命館大学大学院
理工学研究科環境社会学専攻 博士課程前期課程

***** 正会員，修（工学），大阪市役所

道路リンクやそれらが多く存在する区域が特定されれば、文化遺産防災を考える上で有用な情報となる。たとえば、これらの道路リンクや区域を重点的に整備しておくことや、震災時に道路リンクの被災状況を迅速に把握することにより、緊急車両の誘導や交通管理に活用することなどが考えられる。

そこで本研究では、京都市内に存在する国指定の重要文化財を対象に、消防施設と文化遺産とを連結する道路ネットワークの把握をおこなった。

図-1に、京都市内に存在する271箇所の文化遺産所在地の分布状況と、消防施設の配置状況を示す。なお、ここでは文化遺産を所在地ごとに分類し、複数の文化遺産が同一の所在地に存在する場合にも1箇所として取り扱うこととした。また、個々の文化遺産の内容に対する重要度の差異も考慮しないこととした。現実的には1箇所に多数の文化遺産が存在する場合には重要度が高くなることや、個々の文化遺産ごとに重要度が異なることなどが想定されるが、個別に内容の異なる文化遺産の重要度を定量化することは困難であること、また1件の重要文化財として指定される文化遺産の規模も個別に異なることから、ここではすべて一律の重要度であると仮定して以下の分析をおこなう。

これらの分布状況と配置状況をもとに、文化遺産防災の視点からみた重要な道路リンクの抽出をおこなうこととする。このため、京都市内の道路ネットワークについて、道路リンクごとの延長や幅員、接続状況を入力したGISデータベースを構築した。なお、筆者らはこれまでも、このGISデータベースを用いて道路ネットワークの視点からみた文化遺産の安全性評価や、消防施設・文化遺産間の最短経路の抽出、重要道路リンクの抽出などについての分析をおこなっている¹⁴⁾。

本研究においてもこのGISデータベースを利用して、個々の文化遺産ごとに消防施設と文化遺産とを連結する最短経路を抽出し、この経路上にある道路リンクの抽出をおこなった。ここでは、複数の消防施設からのアクセス性を考慮するため、個々の文化遺産に対して最寄り3箇所の消防施設からの最短経路を抽出することとした。

最短経路の抽出にあたっては、消防車両が通過できることを考慮して、幅員が4m以上の道路リンクのみを対象とした。具体的には、文化遺産が幅員4m以上の道路リンク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最短距離の経路とした。一方、文化遺産が幅員4m以上の道路リンクに面していない場合には、文化遺産から幅員4m以上の道路リンクに最短距離で到達できる地点を選定し、消防施設からこの地点までの最短距離の経路と、この地点から文化遺産までの最短距離の経路をあわせたものとした。

このように抽出された個々の文化遺産についての最短

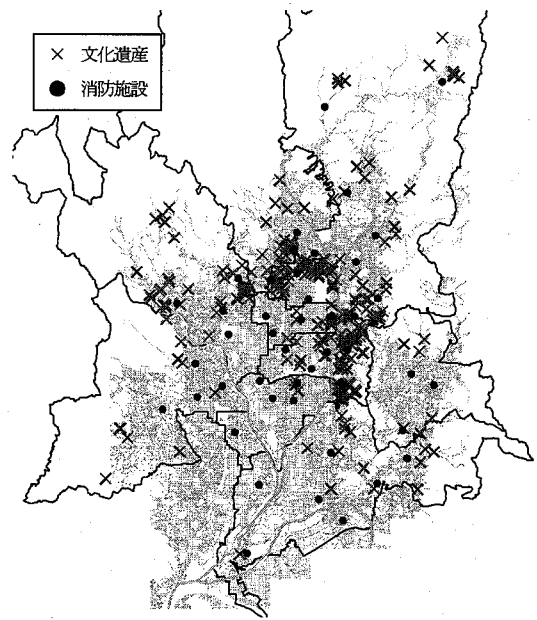


図-1 京都市内の文化遺産・消防施設の分布状況

経路をもとに、道路リンクごとに使用される回数を計測し、使用回数が多いものを文化遺産防災のための重要道路リンクとして抽出することとした。

(2) 最短経路にもとづく重要道路リンクの抽出

抽出された重要道路リンクを使用回数により分類して表示すると、図-2のようになる。これをみると、北区、上京区など中心市街地の北部で東西方向の道路に、東山区など中心市街地の東部で南北方向の道路に使用回数の多い重要道路リンクが存在しており、重要道路リンクが中心部の市街地を取り囲むように存在していることがわかる。また、左京区、右京区では山麓部に多くの文化遺産が存在するため、山麓部に使用回数の多い重要道路リンクが存在していることがわかる。

つぎに、具体的に重要道路リンクの特性をみるため、市街地に重要道路リンクが多く存在する行政区の中から上京区、東山区を取り上げ、最寄り3箇所の消防施設からの最短経路にもとづく重要道路リンクの分布状況を示す。図-3に上京区、図-4に東山区の重要道路リンクの抽出結果を示す。

これをみると、上京区では東西方向の幹線道路（今出川通など）を中心に、区域内の多くの道路リンクが使用されていることがわかる。これは、この付近に多数の文化遺産が存在していることに加え、区域内の道路ネットワークがほぼ格子状になっているために、対象となる文化遺産の位置によって消防施設・文化遺産間の最短経路に使用される道路リンクが異なるためである。一方、東山区では南北方向の幹線道路（東大路通など）を中心に

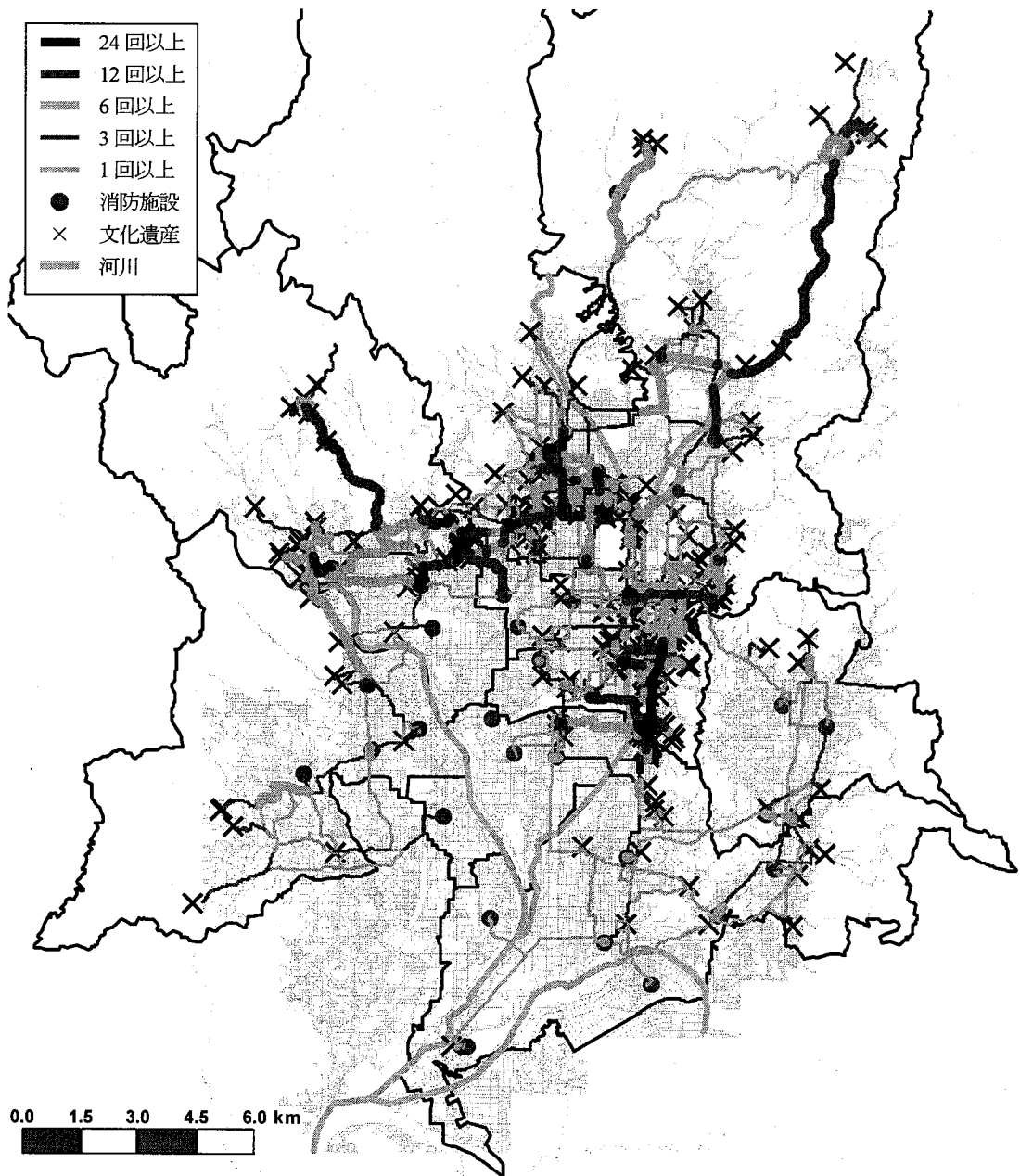


図-2 最短経路にもとづく重要道路リンクの抽出結果（京都市全域）

特定の道路リンクの使用回数が多くなっていることがわかる。これは、この付近に多数の文化遺産が存在していることに加え、区域の東側が東山山麓、西側が鴨川に囲まれているために、区域内の道路ネットワークが少数の南北方向の道路リンクに依存しているためである。

また、これらの重要道路リンクの中には幅員の小さい道路リンクも多く含まれている。既存研究における阪神・淡路大震災での道路閉塞状況の分析結果によると、震災時には幅員の小さい道路リンクは沿道建造物の倒壊

などにより閉塞する可能性が高いことが指摘されている⁵⁹⁾。このため、これらの重要道路リンクの一部は震災時には閉塞し、使用できなくなる場合もある。このため、文化遺産の防災性を向上するためにはこれらの重要道路リンク、もしくは代替となる周辺の道路リンクについて整備をおこない、震災時にも道路としての機能を維持できるようにしておくことが必要であると考えられる。

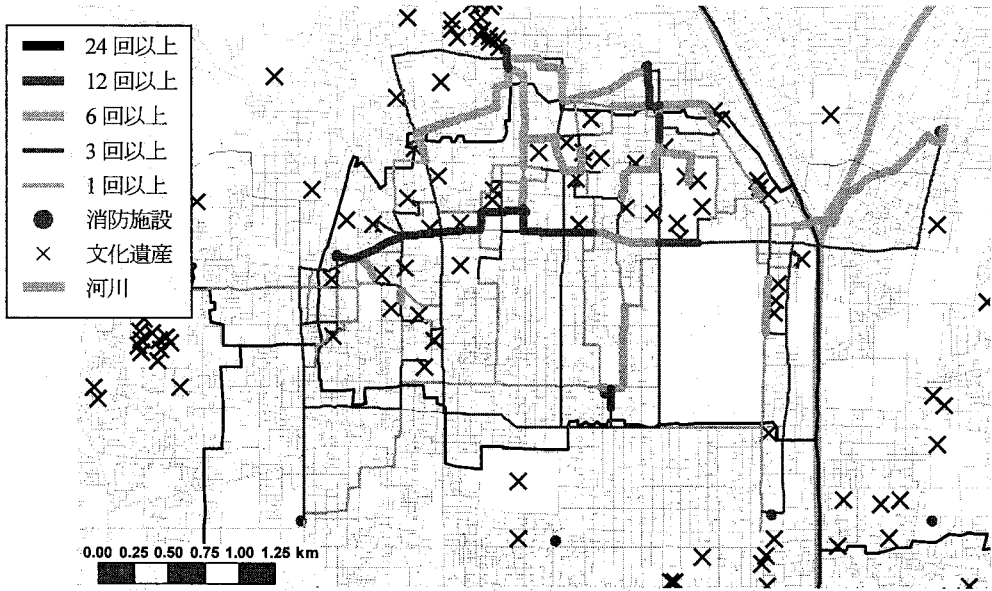


図-3 最短経路にもとづく重要道路リンクの抽出結果（上京区）

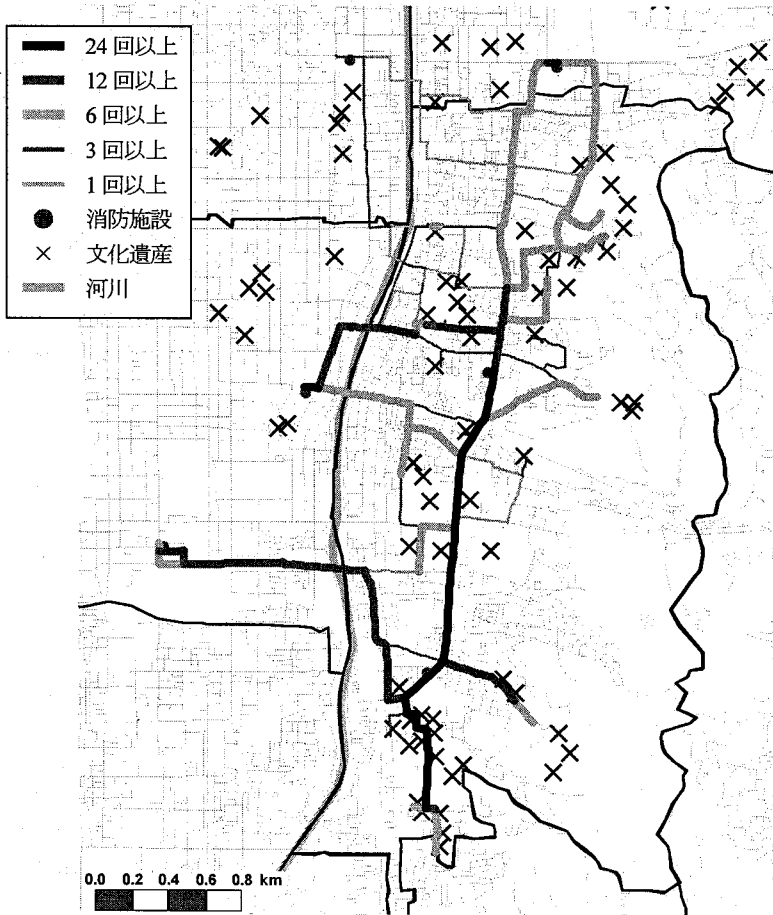


図-4 最短経路にもとづく重要道路リンクの抽出結果（東山区）

(3) 最短経路にもとづく文化遺産の安全性評価

抽出した各々の文化遺産に対する最短経路と重要道路リンクをもとに、文化遺産の安全性についてみることにする。各々の文化遺産について最寄り3箇所の消防施設からの最短経路距離の平均を求めると、図-5 のようになる。消防施設からの平均経路距離が 1,000m 以内の比較的容易に到達できる文化遺産は 10 件と少ないが、平均経路距離が 1,000m~2,000m となる文化遺産は 177 件と多くなっており、現状においても文化遺産防災に対して効果的な消防施設の配置がなされていると考えられる。しかしながら、平均経路距離が 5,000m 以上となる、消防施設から大きく離れた文化遺産も 19 件存在していることがわかる。

図-6 に、平均経路距離が 5,000m 以上の文化遺産について、最寄り3箇所の消防施設からの各々の経路距離と、平均経路距離を示す。これらの文化遺産はいずれも右京区、西京区、左京区に存在している。これをみると、右京区、西京区の文化遺産については最寄り3箇所のいずれの消防施設からの経路距離も大きくなっており、火災が発生した場合には消防施設からの迅速な到達が困難であることがわかる。また、左京区の文化遺産については最寄り消防施設からの経路距離は比較的小さくなっているが、2 番目、3 番目の消防施設からの経路距離が大きくなっている。このため、震災時の道路閉塞や複数箇所での同時火災によって最寄り消防施設からの消火活動が困難な場合には、文化遺産への迅速な到達が困難となることが予想される。また、これらの文化遺産は幅員 4m 以上の道路リンクに面していないものが多く、この点からも震災時に消防車両が迅速に到達することが困難であるため、道路ネットワークの面からの何らかの対策が必要であると考えられる。

つぎに、各々の消防施設について最短経路対象となった文化遺産の数を図-7 に示す。ここでは、各文化遺産に対して最寄り3箇所の消防施設を取り上げ、消防施設の側からみて対象となる文化遺産の数を算定している。これをみると、消防施設ごとの文化遺産の数には偏りが生じていることがわかる。具体的にみると、上京区・大宮出張所、東山区・本署、北区・大徳寺出張所に対して最短経路となる文化遺産の数が 50 件以上となり、もっとも多くなっている。そのため、文化遺産防災の視点からはこの周辺の消防施設の増強や、道路ネットワークの整備などをおこなうことにより、特定の消防施設への一極集中を防ぐ必要があると思われる。

3. 安全率にもとづく重要道路リンクの抽出

(1) 安全率を考慮した経路の抽出

前章では、消防施設・文化遺産間の最短経路にもとづ

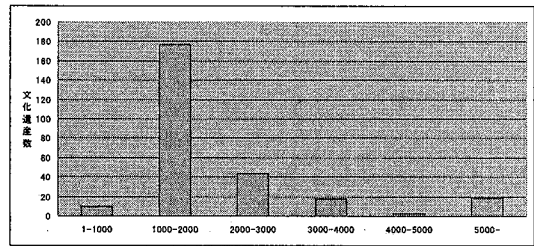


図-5 各文化遺産に対する平均経路距離の分布

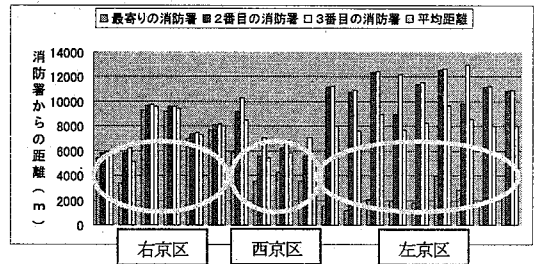


図-6 消防施設・文化遺産間の最短経路距離の比較

く重要道路リンクの抽出をおこなった。その結果、北区、上京区、東山区などで市街地内に重要道路リンクが多く存在する区域が存在することが示された。また、重要道路リンクの中には幅員の小さい道路リンクも多く存在していることが示された。

これらの道路リンクは震災時においては沿道建造物の倒壊などにより閉塞する恐れがあり、長期的な文化遺産防災の視点からはこれらの道路リンク、もしくは代替となる周辺の道路リンクの整備をおこなうことが必要であると考えられる。しかしながら、現実的にこれらの道路リンクについて短期間で整備をおこなうことは困難であるため、現状の道路ネットワークの状況にもとづいた消防車両の誘導や交通管理をおこない、震災時の消火活動のための道路ネットワーク機能の確保をおこなう必要があると考えられる。

そこで本章では、現状の道路ネットワークにおける道路幅員にもとづき、震災時にも機能を維持できる可能性の高い経路に消防車両を誘導することを考慮して、消防施設・文化遺産間の経路の抽出をおこなう。具体的には、阪神・淡路大震災での道路リンクの閉塞状況にもとづき、道路幅員ごとの道路リンクの安全率を設定し、これをもとに消防施設・文化遺産間の経路の安全率を算定する。これにより、消防車両を安全率をもっとも大きい経路に誘導するものとして、消防施設・文化遺産間の経路の抽出をおこなう。これにより、現状の道路ネットワークにもとづく消防施設・文化遺産間の経路の抽出と重要道路リンクの抽出がおこなえるものと考えられる。

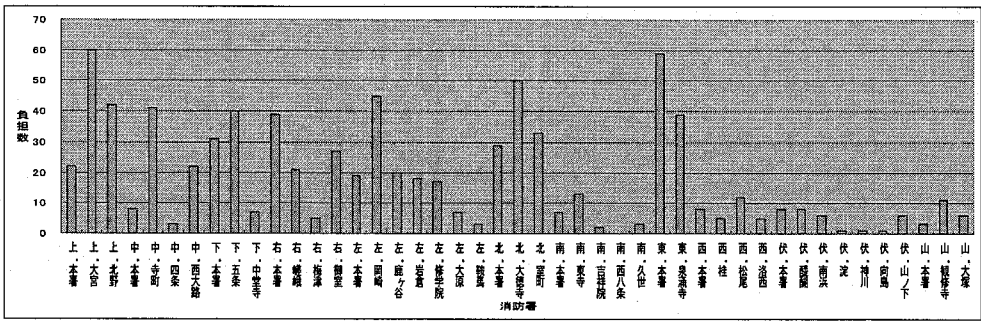


図-7 各消防施設の最短経路対象となる文化遺産の数

表-1 道路幅員別の安全率と閉塞率

道路幅員 [m]	閉塞箇所数	平均閉塞間隔 [m]	100mあたりの平均閉塞箇所数	100mあたりの安全率	100mあたりの閉塞率
4~6	71	100.5	0.9954	0.3696	0.6304
6~8	70	119.7	0.8355	0.4337	0.5663
8~10	6	295.1	0.3389	0.7126	0.2874
10~16	1	1458.5	0.0686	0.9337	0.0663
16~	0	-	0.0000	1.0000	0.0000

(2) 道路リンクの安全率の設定

道路リンクの安全率の設定にあたっては、既存研究における阪神・淡路大震災での道路閉塞状況の分析結果を用いることとした^{8,9)}。

道路閉塞の要因としては、道路幅員、沿道建造物の状況など、多数の要因が考えられるが、既存研究においては道路幅員によって閉塞状況がおおむね説明できることが示されている^{5,9)}。そこで、阪神・淡路大震災における道路閉塞状況をもとに、道路幅員ごとの閉塞率を求めることとした。

既存研究における道路閉塞状況の分析をもとに、道路幅員ごとの道路リンクの閉塞箇所数を求めると表-1 のようになる^{8,9)}。これより、道路延長 100m あたりの平均閉塞箇所数を求め、道路閉塞の有無がランダムに発生すると仮定すると、道路延長 100m あたりの閉塞箇所数はポアソン分布にしたがうことになる。これより、道路延長 100m の区間内で閉塞がまったく起こらない（閉塞箇所数が 0 となる）確率がこの区間の安全率となり、これを 1 から引いた（閉塞箇所数が 1 以上となる）確率がこの区間の閉塞率となる。同様の仮定をおくことにより、延長の異なる道路リンクに対しても平均閉塞箇所数を設定できることから、道路幅員に応じた安全率、閉塞率を算定することができる。

表-1 に、道路延長 100m の区間における道路幅員ごとの平均閉塞箇所数、安全率、閉塞率を示す。これを見ると、幅員 16m 以上の道路リンクであれば閉塞率が 0 となっており、震災時にも道路リンクの機能を維持できると考えられるが、幅員の小さい道路リンクについては

閉塞率が大きくなっており、震災時には道路リンクの機能を維持できない可能性が高いことがわかる。

(3) 安全率にもとづく重要道路リンクの抽出

そこで、現状の道路ネットワークにもとづく消防施設・文化遺産間の連結性を示す指標として、消防施設・文化遺産間において安全率のもっとも大きい経路を抽出することとした。経路に含まれる道路リンクが 1 箇所でも閉塞するとその経路は利用できないことから、経路に含まれる道路リンクの安全率をすべて掛け合わせるにより、経路全体としての安全率を算定した。これをもとに、安全率をもっとも大きくなる経路を消防施設・文化遺産間の経路として抽出した。なお、安全率をもっとも大きい経路が複数存在する場合には、その中で最短距離のものを抽出することとした。

このように抽出された文化遺産ごとの消防施設・文化遺産間の経路をもとに、前章と同様に道路リンクごとに使用される回数を計測し、使用回数が多いものを重要道路リンクとして抽出することとした。

前章と同様に、市街地に重要道路リンクが多く存在する行政区の中から上京区、東山区を取り上げ、最寄り 3 箇所の消防施設からの安全率の大きい経路にもとづく重要道路リンクの分布状況を示す。図-8 に上京区、図-9 に東山区の重要道路リンクの抽出結果を示す。

これらを前章の図-3、図-4 と比較すると、上京区、東山区とも、最短経路にもとづく重要道路リンクでは幅員の小さい道路リンクが多く抽出されていたのに対し、安全率にもとづく重要道路リンクでは幹線道路を中心と

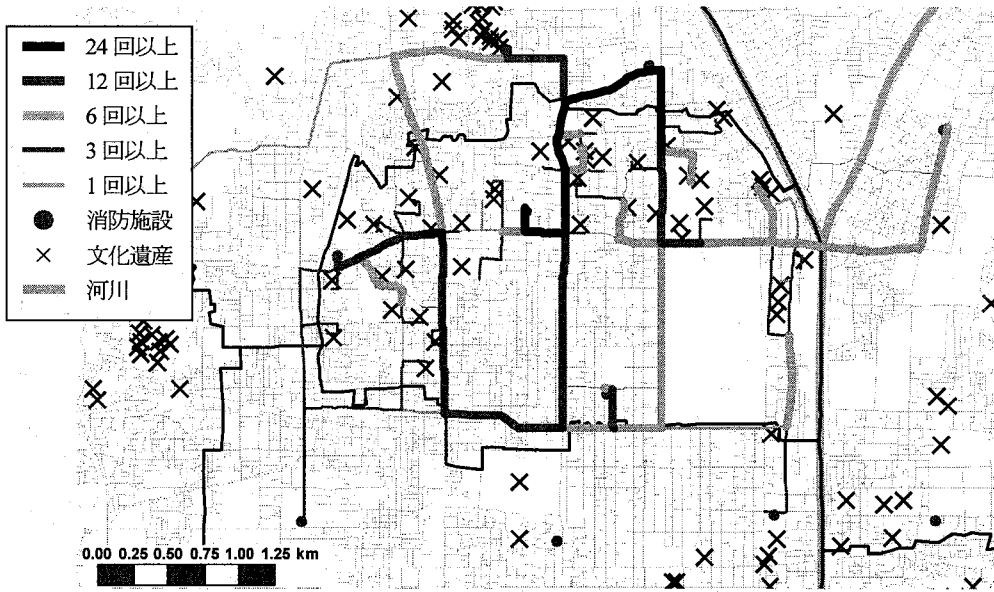


図-8 安全率にもとづく重要道路リンクの抽出結果（上京区）

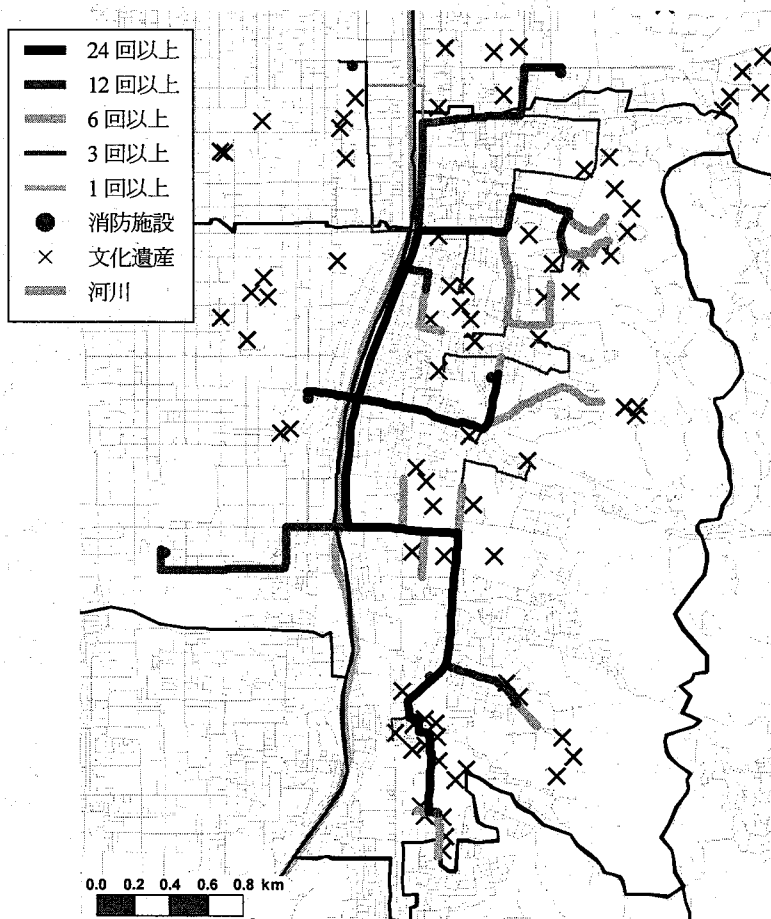


図-9 安全率にもとづく重要道路リンクの抽出結果（東山区）

して幅員の大きい道路リンクが多く抽出されている様子がわかる。また、上京区においては東西方向の幹線道路（今出川通）、東山区においては南北方向の幹線道路（東大路通）が区域の中心に存在するが、それらの道路は部分的に幅員の小さい箇所があるため、抽出された経路はこの部分を迂回するようになっている。そのため、このような部分的に幅員の小さい箇所を整備することによって、震災時の道路ネットワーク機能を高めることが可能であると考えられる。

最短経路を用いた場合と安全率のもっとも大きい経路を用いた場合について、最寄り消防施設からの経路距離の平均をみると、最短経路では 1000.7m、安全率の大きい経路では 1324.5m となり、32.4%増大していることがわかる。また、最寄り3箇所の消防施設からの経路距離の平均をみると、最短経路では 1495.1m、安全率の大きい経路では 1893.7m となり、26.7%増大している。このような経路距離の増大は消防車両の到達時間の増大をもたらすことから、消防車両がより迅速に文化遺産に到達できるようにするためには、できるだけ最短経路に近い経路距離で消防車両が到達できるような道路ネットワークの整備をおこなうことが重要であると考えられる。

現状の道路ネットワークにおいて消防施設から文化遺産に到達するためには震災時にも機能を維持できる可能性の高い経路を利用することが適切である。すなわち、震災時の消防車両の誘導や交通管理においては、これらの道路リンクを重視する必要があると考えられる。また長期的な文化遺産防災の視点からは、このような震災時にも機能を維持できる道路リンクにもとづく経路距離を短縮できるよう、効果的な道路ネットワークの整備をおこなうことが重要であると考えられる。

4. 重要道路リンクと重要区域の特性把握

(1) 文化遺産の安全性評価との比較

つぎに、前章までの方法により抽出された重要道路リンクと、それらが多く存在する区域について、文化遺産の安全性評価や震災時の交通管理の視点から特性の把握をおこなう。

まず、既存研究において筆者らがおこなってきた、道路ネットワークの視点からみた文化遺産の安全性評価の結果と比較することにする¹²⁾。これは、伏見区、山科区、西京区を除く京都市内の8行政区に存在する文化遺産について、最寄り消防施設からの最短経路距離や、直線距離に対する最短経路距離の迂回率、文化遺産周辺の道路面積率などの指標にもとづき、道路ネットワークの視点からの安全性評価をおこなったものである。図-10に、算定された各文化遺産の安全性評価結果を4段階に分類したものを示す。

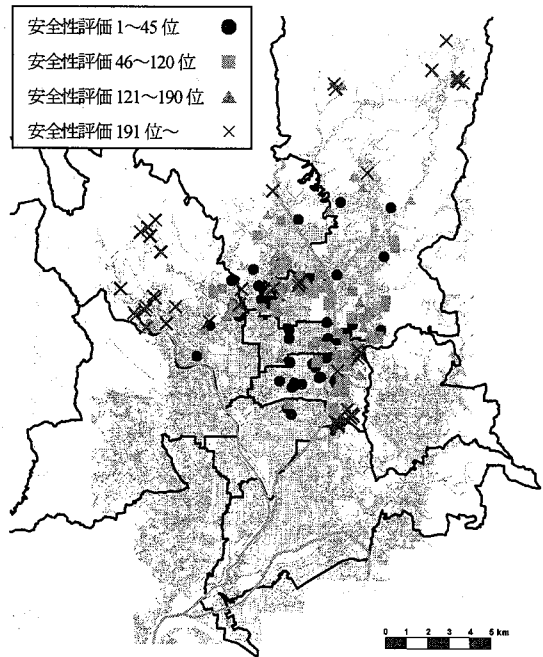


図-10 文化遺産の安全性評価の結果

これを見ると、相対的に安全性の低い文化遺産が上京区、東山区の市街地縁辺部や、左京区、右京区の上麓部に多く存在することがわかる。これは、これらの区域に文化遺産が多く存在することに加え、これらの区域が山麓や河川などに囲まれており、道路ネットワークが比較的不十分であることに起因すると考えられる。

これを図-2で示した重要道路リンクと比較すると、重要道路リンクが多く存在する区域と安全性の低い文化遺産が多く存在する区域との多くが重複していることがわかる。したがって、これらの区域は文化遺産防災においてとくに重視すべき区域であると考えられる。

(2) 震災時に想定される交通需要との比較

抽出された重要道路リンクが多く存在する区域について、震災時に想定される交通需要との比較をおこなう。

都市防災において、震災時にも道路ネットワークの機能が発揮できるように適切な交通管理をおこなうことは重要であるが、文化遺産防災においても交通管理は重要であると考えられる。先に示したような重要道路リンクが多く存在する区域や、安全性の低い文化遺産が多く存在する区域において、震災時にも道路ネットワークを有効に活用するためには、震災時に発生し得る交通を適切に管理することが求められる。

しかしながら、交通管理をおこなうためには文化遺産防災を含めた都市防災に対する市民の意識や、震災時における市民の交通行動の把握をおこなう必要がある。そ

ここで筆者らは、2004年11月に京都市民を対象とした「大規模地震災害への対応と地震発生時における行動に関する市民意識調査」をおこなった¹⁰⁾。

アンケート票は京都市民5,000世帯(10,000名)に対して郵送により配布し、郵送により回収した。回答世帯数は864世帯、回答者数は1,443名であった。回収率は世帯ベースで17.3%、回答者ベースで14.4%である。

設問の内容は以下の3項目に大別される。

- ① 防災に関する一般的な考え方
- ② 平常時の交通行動
- ③ 大規模地震の発生を想定した場合の交通行動

まず、一般的な都市防災に対する市民意識をみると、京都市民の多くは大規模な地震災害を差し迫った問題であると感じており、日常から震災時の対応について考えている市民が多いことがわかった。

つぎに、文化遺産防災に対する意識として、市民が求める文化遺産の防災対策に対する考え方を図-11に示す。これをみると、市民の安全を確保した上で文化遺産防災に取り組むべきであると考える市民が多いことがわかるが、一方で1/3以上の市民が、文化遺産防災を市民の安全確保と同程度に考えるべきであると回答している。また、図-12より、文化遺産防災の方法については、文化遺産のみを独立して守るのではなく周辺地域と一体として守ることを望んでいることがわかる。

また、震災時における交通行動に対する意識としては、図-13のように、震災時には救助活動などの人命に直接かかわる交通や、緊急物資の輸送、家族の安否確認のための交通などを優先すべきであると考えている市民が多いことがわかる。また、自家用車の利用に対する意識としては、図-14のように、緊急活動への支障とならないように自家用車の利用を自粛すべきであると考える市民や、自家用車の利用をすべきでないとする市民が大部分であることがわかる。

そのため、震災時の交通管理を考えるにあたっては、救助活動、安否確認や緊急物資の輸送のための交通を確保した上で、文化遺産を守るために必要となる交通を確保できるような交通管理を実施することが必要になると考えられる。

つぎに、アンケート結果から得られた震災時に想定される市民の交通行動についてみることにする。ここでは、震災後の広域的な道路状況に対する影響を把握するため、震災後10日間程度の間、回答者自身の住居に大きな被害がなく、ある程度の通常の生活ができると仮定した場合に想定される交通行動について分析をおこなった。なお、住居に大きな被害があり、長期的な避難生活などが必要となるような場合については、現実的に広域的な交通行動をできる余地が小さいと思われるため、別途検討をおこなうものとし、ここでは取り扱っていない。

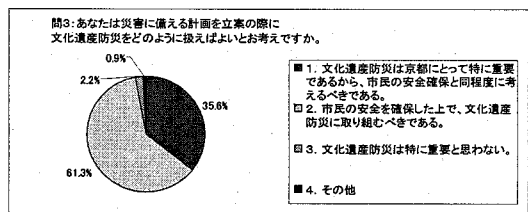


図-11 文化遺産防災に対する市民意識

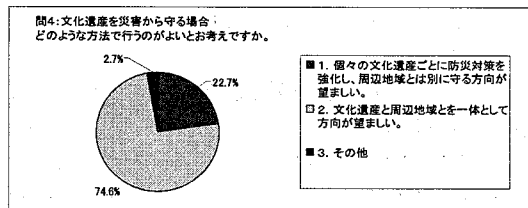


図-12 文化遺産防災の方法に対する市民意識

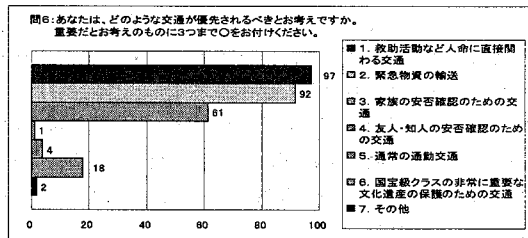


図-13 震災時における交通の優先順位に対する意識

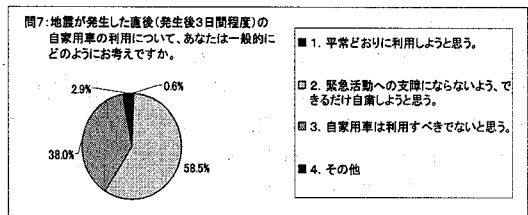


図-14 震災時における自家用車利用に対する意識

この結果、日常的な交通行動については、通勤・通学行動に関しては平常時の6割程度の行動が発生し得ること、買物行動に関しては居住している行政区内でおこなう市民が多く、広範囲の交通混雑への影響は比較的小さいと考えられることなどがわかった。また、日常的な交通行動以外に発生し得る交通行動としては、親族・知人の安否確認のための行動が全体の6割程度と最も多く、その他にも状況確認や被災した親族・知人の支援のための行動などが想定されることがわかった。また、その際の交通手段として自家用車が利用される可能性が高いことがわかった。

これにより、震災時に発生し得る市民の交通行動は、

以下の2種類に大別される。なお、ここでは広域的な道路状況に対する影響を把握するため、前述のように居住している行政区内でおこなうものが多い買物行動については除外し、通勤・通学行動や安否確認行動など、広域的な移動をする交通行動のみを対象とすることとした。

- ① 日常的な交通行動（買物を除く）のうち、震災時においても発生する可能性があるもの（通勤・通学行動など）
- ② 日常的な交通行動では発生しないが、震災時には発生する可能性があるもの（親族・知人の安否確認行動など）

アンケート結果にもとづく震災時の交通行動を行政区単位でのODにまとめ、比較的交通需要の多いODを図示したものを図-15に示す。ここでは、前述の①、②の交通行動の各々について、その行政区で発生する交通量全体の10%を超える交通量となる目的地（行政区）に対するものを図示している。

震災時においても発生する買物以外の日常的な交通行動については、北区と上京区の間、上京区と中京区の間、中京区と下京区の間、東山区と伏見区の間、下京区と南区の間、右京区と西京区の間などにおいて南北方向の交通が多く、北区と右京区の間、上京区と左京区の間、中京区と東山区の間、中京区と右京区の間、東山区と下京区の間、伏見区と山科区の間などにおいて東西方向の交通が多いと考えられる。

一方、日常的な行動以外に震災時に発生する可能性のある交通行動については、北区と上京区の間、上京区と中京区の間、中京区と下京区の間、下京区と南区の間、南区と伏見区の間、右京区と西京区の間などにおいて南北方向の交通が多く、北区と左京区の間、左京区と中京区の間、中京区と東山区の間、東山区と下京区の間、東山区と山科区の間、伏見区と山科区の間などにおいて東西方向の交通が多いと考えられる。

アンケート結果においては、これらの非日常的な交通行動に対する交通手段として自家用車が多く挙げられている。図-14に示したように、一般的な意識としては震災時には自家用車の利用を自粛すべきである、あるいは自家用車の利用をすべきでないとする市民が多くなっているが、現実的な交通行動を想定すると自家用車を利用すると回答する市民が多くなっている。このことから、震災時においてこれらの区域での自動車交通が多くなることが予想される。

これらの分析結果を、図-2で示した重要道路リンクの抽出結果、図-10で示した文化遺産の安全性評価の結果と比較すると、上京区、東山区といった、重要道路リンクが多く存在し、かつ安全性の低い文化遺産が多く存在する区域において、区域を通過する交通需要も多くなっていることがわかる。ここでの交通行動の分析結果は

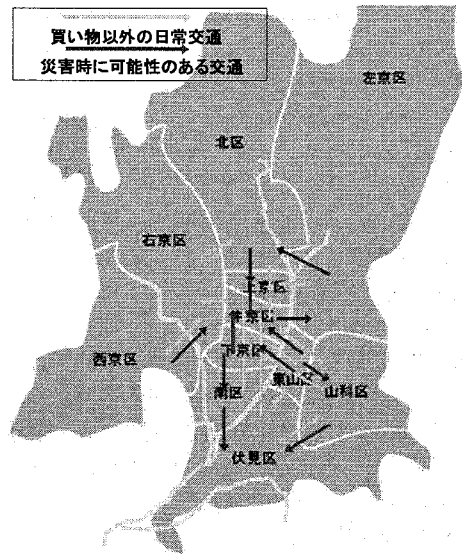


図-15 震災時に多いと考えられる交通需要

震災後10日間程度を想定したものであり、これらの交通行動がすべて震災発生直後に発生するわけではないが、震災後の一定期間内にこれらの区域で多数の自動車交通が発生する可能性があることは考慮する必要があると考えられる。被災状況によってはこれらが比較的早期に発生し、文化遺産防災のための交通に対して影響を及ぼすことが考えられる。このため、道路ネットワークの整備とあわせて震災時には適切な交通管理をおこない、交通需要を抑制することが必要となると考えられる。

5. おわりに

本研究では、道路ネットワークからみた歴史都市における文化遺産防災についての分析をおこない、京都市を対象として文化遺産防災のための重要道路リンクの抽出をおこなった。その結果、北区、上京区など中心市街地の北部で東西方向の道路に、東山区など中心市街地の東部で南北方向の道路に使用回数の多い重要道路リンクが存在しており、重要道路リンクが中心部の市街地を取り囲むように存在していることがわかった。また、左京区、右京区では山麓部に多くの文化遺産が存在するため、山麓部に使用回数の多い重要道路リンクが存在していることがわかった。また、安全率にもとづく重要道路リンクを抽出することにより、現状の道路ネットワークにおいて震災時にも機能を維持できる可能性の高い経路を利用して消防車両の誘導や交通管理をおこなう上で、重視すべき道路リンクを抽出することができた。

また、抽出された重要道路リンクについて、道路ネットワークの視点からみた文化遺産の安全性評価や、震災時に想定される市民の交通需要と比較することにより、

上京区、東山区といった重要道路リンクが多く存在する区域において安全性が低い文化遺産が多く存在し、かつ震災時に想定される交通需要も多くなっていることがわかった。すなわち、道路ネットワークの整備とあわせて震災時には適切な交通管理をおこなうことが必要であることが示された。

なお、本研究では都市全体が典型的な歴史都市といえる京都市を対象として具体的な検討をおこなったが、本研究で示した重要道路リンクの抽出は、市街地内に複数の文化遺産が存在し、かつ幅員の小さい道路が多く存在する他の都市の歴史的な市街地においても、同様に応用できるものと考えられる。

今後の課題としては、以下の諸点が挙げられる。

重要道路リンクの抽出においては、本研究では安全率の設定において阪神・淡路大震災における道路閉塞状況の分析結果を用いることとしたが、このような道路閉塞状況は道路幅員のみならず、沿道建造物の状況などによっても異なるものと考えられる。歴史都市においては伝統的な木造建築物など他の都市とは異なる建造物も多く、とくに文化遺産周辺の市街地においてはそれらの建造物が多く存在している。これらの影響を考慮するには、沿道建造物の状況に応じた安全率の再設定をおこない、重要道路リンクを抽出することも必要となると考えられる。

震災時に想定される交通需要については、本研究では行政区単位でのODにもとづき考察をおこなったが、より詳細な利用経路の分析をおこなうことにより、震災時における道路ネットワークの利用状況を把握し、適切な交通管理を検討する必要があると考えられる。また、本研究では震災後10日間程度に想定される交通行動について検討をおこなったが、文化遺産防災のための消火活動の視点からは震災発生直後に発生し得る交通行動についてより重点的に検討する必要があるため、これらの交通行動の発生時期についても検討をおこなう必要があると考えられる。

また、重要道路リンクや周辺の道路ネットワークが震災時にも機能を発揮できるようにするためには、道路リンクを構造面から強化するとともに、震災時に道路リンクの被災状況の把握をおこない、適切な消防車両の誘導をおこなうことが必要である。このためには、震災時において道路リンクの機能障害の有無を把握する道路モニタリングシステムを構築することが有用であると考えられる。そのため、適切な消防車両の誘導を可能とする監視カメラの配置計画やそれによる効果の検討をおこない、道路モニタリングシステムの有用性の検証をおこなう必要があると考えられる。

なお、本研究では震災時においても文化遺産が守るべきものであることを前提として、文化遺産防災のみに特化して検討をおこなっているが、現実には震災時におい

て守るべきものには市民の生命、財産、インフラストラクチャーなどさまざまなものがあり、限りある資源をさまざまなものの防災に向けていかなければならない。こういったさまざまな防災の中での文化遺産防災の位置付けを明確にするためには、防災全般の中での文化遺産防災の重要性を市民がどのように捉えているか、市民の意識や行動の面からできるだけ定量的に捉えていく必要があると考えている。

謝辞

本研究のデータベース作成および分析作業の遂行にあたっては、立命館大学理工学部学生 山内健次氏（現・株式会社朝日ビルマネジメンサービス 勤務）、東郷真也氏（現・株式会社カナエ 勤務）にご協力いただいた。ここに記して感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 小川圭一, 東郷真也, 本郷伸和, 塚口博司: 道路ネットワーク特性に基づく文化遺産の防災性評価指標の提案, 土木学会第60回年次学術講演会講演概要集, CD-ROM, 第IV部門, IV-026, 2005.
- 2) 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, pp.49-58, 2005.
- 3) 中村真幸, 本郷伸和, 塚口博司, 小川圭一: 文化遺産防災における道路モニタリングシステムの提案 ~京都市における事例研究~, 平成17年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集, 第IV部門, IV-18, 2005.
- 4) 中村真幸, 塚口博司, 小川圭一, 本郷伸和, 山内健次, 東郷真也: 文化遺産防災における重要道路区間の抽出と道路モニタリングシステムに関する一考察, 土木計画学研究・講演集, Vol.32, CD-ROM, No.39, 2005.
- 5) 堀健一, 石田東生: 震災時の連結信頼性からみた住区内街路網構成の評価, 阪神・淡路大震災土木計画学調査研究論文集, pp.415-424, 1997.
- 6) 家田仁, 望月拓郎, 上西周子: 街路閉塞現象による機能的障害と地区の危険度評価法, 阪神・淡路大震災土木計画学調査研究論文集, pp.433-440, 1997.
- 7) 小谷通泰, 前野達也, 伊藤美由紀: 震災による地区道路網の閉塞状況に関する分析, 第16回交通工学研究発表会論文報告集, pp.89-92, 1996.
- 8) 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, pp.101-111, 1996.
- 9) 塚口博司: 一般街路の被害と閉塞, 阪神・淡路大震災調査報告 共通編-3 都市安全システムの機能と体制, pp.173-186, 1999.

- 10) 本郷伸和, 山内健次, 塚口博司, 小川圭一:文化遺産防災のための災害時交通行動に関する市民意識の分析, 土木学会第 60 回年次学術講演会講演概要集,

CD-ROM, 第IV部門, IV-025, 2005.

歴史都市における文化遺産防災のための重要道路区間の抽出に関する研究

小川 圭一・塚口 博司・中村 真幸・本郷 伸和

本研究では、多数の文化遺産が市街地に点在し、幅員の小さい道路が多く存在する歴史都市において、文化遺産防災のために重要となる道路リンクの抽出をおこなった。具体的には、典型的な歴史都市である京都市を対象に、文化遺産の分布状況と消防施設の配置状況、それらを連結する道路ネットワークの整備状況をもとに、文化遺産防災においてとくに重視すべき道路リンクや区域の抽出をおこなった。その上で、それらの重要道路リンクや区域における道路ネットワークの整備や震災時の交通管理を検討するため、道路ネットワークの視点からみた文化遺産の安全性評価との比較や、震災時に想定される交通需要との比較をおこない、その特性を把握した。

Identification of the Important Road Links for Cultural Heritage Disaster Mitigation in Historical Cities

By Keiichi OGAWA, Hiroshi TSUKAGUCHI, Yoshiyuki NAKAMURA and Nobukazu HONGO

In this research, the important road links for cultural heritage disaster mitigation in historical cities are identified. Concretely, distributions of cultural heritages, fire stations and road network in Kyoto City are analyzed and the important road links and areas for disaster mitigation of urban cultural heritages are identified. The important road links and areas are analyzed comparing with the safety evaluation of cultural heritages and the traffic demand estimation at the earthquake disaster situation, in order to examine the road network development and the traffic management.
