

地域特性を考慮した都市の地震災害危険度の評価手法に関する研究

○正会員 李 康碩\*1) 同 中 塾 良 昭\*2) 同 浦 川 豪\*3) 同 村 上 處 直\*4) 同 岡 田 恒 男\*5)

1.序論 世界的にも有数の地震国である日本は、これまで1923年の関東大震災をはじめとする数多くの被害地震を経験しており、これらの経験から地震対策の検討が進められてきたが、従来の地域防災計画等、地震対策の前提となる被害想定は、都市ごとのミクロな視点に立った地域特性、すなわち地盤・地形特性、用途・高さ・構造形式・築年等別の建物特性、建ぺい率・道路等の市街地特性、空地等の情報を用いて行われるのが通例であった。

しかしながら、1995年阪神・淡路大震災にも示されたとおり、都市における地震災害は自然環境や人間活動及び人工環境等、地域社会の特性を様々な側面から考慮した評価が必要であることが大きく認識された。そのためには従来の被害想定で用いた都市のミクロな視点に立った地域特性のみならず、地勢・地形、活断層の分布状況、過去の地震災害の発生状況、有感地震発生状況、風・気温・積雪量等の気候状況、建築構法の地域特性、都市間交通システム、港湾・空港等の近隣地域状況、人工埋立地等の都市発展・拡大状況、等の都市のマクロな視点に立った地域特性も反映できる地震災害危険度の評価手法の確立が必要である。

本研究では、従来のミクロな地域特性のみならず、マクロな視点に立った地域特性も考慮に入れて、都市あるいは都市群の地震災害危険度を評価するための手法を提案することが目的である。なお、上記手法の提案に当たって、ミクロ及びマクロな視点に立った地域特性を考慮した都市の地震災害危険度の評価事例も紹介する。

なお、本研究では、地震発生度・活断層分布・風・積雪マップ等のように、都市群あるいは地方ごとに比較的広い範囲に亘りゾーニングが可能な地域特性を「マクロゾーニングに基づく情報」、ある特定の対象物や限られた地域特有の特性を「マイクロゾーニングに基づく情報」と定義する。

2.地域特性を考慮した地震災害危険度の評価手法 本研究の手法は第1節で述べたように都市の地震災害に関わる地域社会の特徴、すなわちマイクロ及びマクロゾーニングに基づく情報を考慮に入れて、各都市の分析・パターン化を行い、そこに潜在する地震災害危険度を評価し、今後の地震対策に生かすものである。

図1に地域特性を考慮した都市の地震災害危険度の評価手法の概念図を示す。同図が示すように本手法は、主に次のStep I～Vより構成されている。以下に、各ステップ別に分けて、本手法の概要を示す。なお、下線部分の地域特性は、後述する第3節の検討において、現段階では考慮出来なかったが、今後はそれらを考慮し、都市の地震災害危険度の評価を行う予定である。

[Step I]地震災害危険度評価軸の設定 評価軸を地震災

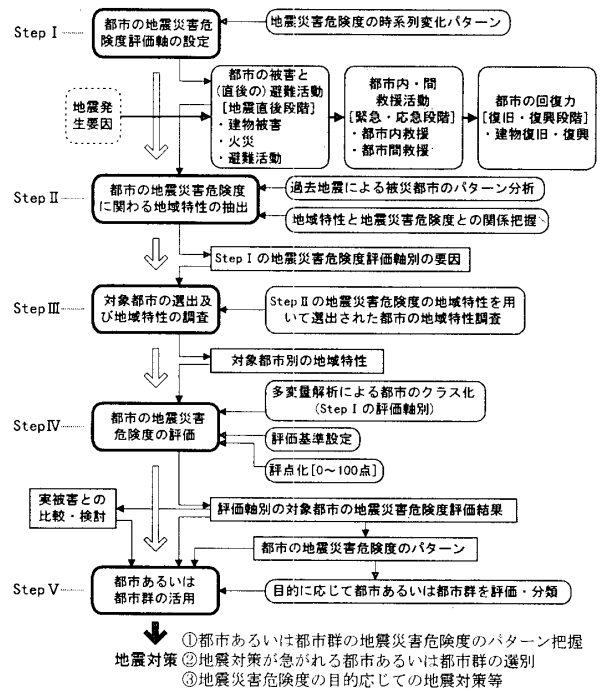


図1 都市の地震災害危険度の評価手法の概念図

害危険度の時系列の変化を基に、各段階に応じて生じるパターンを考慮し、以下のように設定した。

- (1)地震発生度—活断層分布、震害経歴等
(2)都市の被害と(直後の)避難活動[地震直後段階]—住民生活の基本となる建物を中心に、建物の被害、火災、それに伴う避難活動
(3)都市内・間の救援活動[緊急・応急段階]
(4)都市の回復力[復旧・復興段階]—主に建物の復旧・復興
[Step II]地震災害危険度に関わる地域特性の抽出 過去の地震による被災都市のパターンを検討・分析し、地震災害危険度と地域特性との関連性を考慮し、Step I で設定した評価軸別の地震災害危険度に関わる地域特性を、以下のようなマイクロ及びマクロゾーニングに基づく情報を中心に抽出する。
(1)地震発生度 [マクロゾーニングに基づく情報]—活断層の位置と数、震害経歴(震度V以上回数)、有感地震回数
(2)都市の被害と(直後の)避難活動 ①建物被害:[マイクロゾーニングに基づく情報]—都市面積(可住地面積)、都市人口と構造(人口密度、老人人口等)、地盤・地形(振動に影響させる表層・液状化・土砂崩壊の地盤・地形)、建物特性(構造種別、高さ、建設年度等) [マクロゾーニングに基づく情

報]—地勢(津波による被害)、建築構法の地域特性(凍結深さと基礎形式、積雪や風と屋根形式、断熱効果と壁率・壁開口率等)、都市の発展・拡大(斜面地、造成地等の埋立地状況) ②火災:[マイクロゾーニングに基づく情報]—都市面積(可住地面積)、都市人口と構造(人口密度、老人人口等)、建物特性(木造、非木造等)、市街地特性(密集度[建ぺい率、隣棟間隔等]、道路状況[建物との接道条件])、オープンスペース(公園、学校等)、消防状況(消防員、消火栓等)、平常時の地域の建物出火状況 [マイクロゾーニングに基づく情報]—気候(風速、風向) ③避難活動:[マイクロゾーニングに基づく情報]—都市面積(可住地面積)、市街地特性(密集度[建ぺい率、隣棟間隔等]、道路状況[建物との接道条件])、避難地(道路、公園、学校等)

**(3)都市内・間の救援活動** ①都市内救援:[マイクロゾーニングに基づく情報]—都市面積(可住地面積)、消防状況(消防員、消火栓等)、医療関係(病院数、医師等)、市街地特性(密集度[建ぺい率、隣棟間隔等]、道路状況[建物との接道条件、延長長さ])、車保有数 ②都市間救援:[マイクロゾーニングに基づく情報]—地勢(海洋都市、盆地等)、支援都市数、支援都市の人口、支援都市間道路・鉄道状況、空港状況、港湾状況

**(4)都市の回復力** [マイクロゾーニングに基づく情報]—建物特性(敷地面積、接道条件等)、建物所有関係(持家率、民営借家等)、世帯関係(高齢世帯等)、経済力(年間所得)

**[Step III]対象都市の選出及び地域特性の調査** Step IIの評価軸別の抽出された地震災害危険度に関わる地域特性を用いて、本 Step では阪神・淡路大震災で被災した地域及び日本の代表的都市を選定し、地震災害危険度評価に使用する地域特性を調査する。

**[Step IV]都市の地震災害危険度評価** Step IIIの各都市の地域特性を基に多変量解析手法(因子分析法)を用いて各都市をクラス化・評点化(0~100 点)し、そこに潜在する地震災害危険度を評価する。

**[Step V]都市あるいは都市群の活用** 都市の地震災害危険度のパターン等を基に、目的に応じて都市あるいは都市群を評価・分類し、それらの活用、すなわち地震

表 1 対象都市

人口(万人)	対象都市
30 以下	芦屋, 川西, 鳥取, 伊丹, 宝塚, 釧路, 福井, 宮崎, 青森
30~50	高知, 高松, 長野, 西宮, 静岡, 新潟, 尼崎
50~100	浜松, 岡山, 熊本, 千葉, 仙台(5 区)
100~200	広島(8 区), 福岡(7 区), 京都(11 区), 神戸(9 区), 札幌(9 区)
200 以上	名古屋(16 区), 大阪(24 区), 横浜(16 区), 東京(23 区)

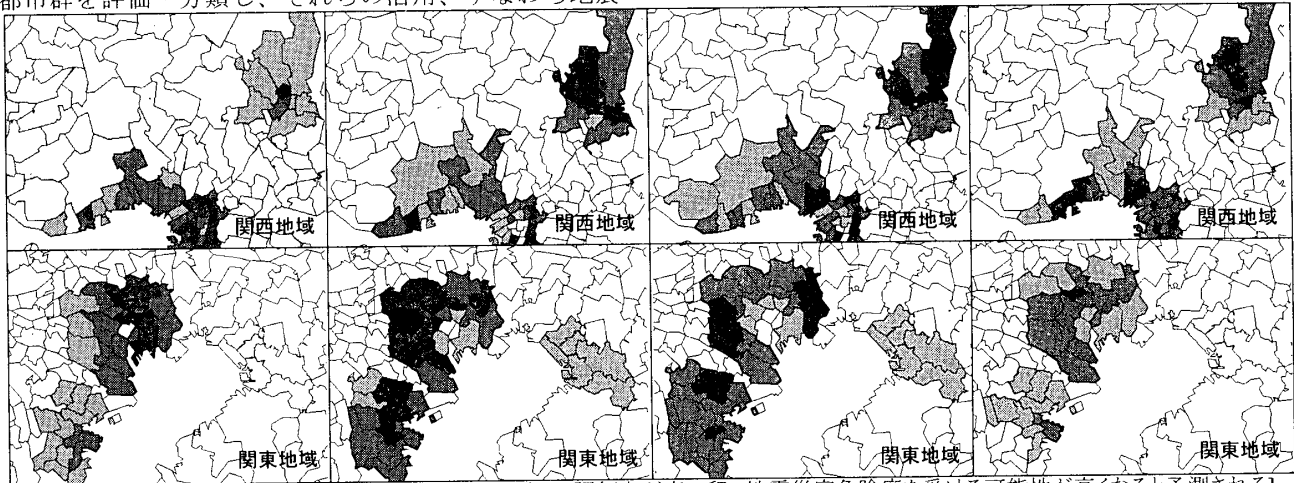
対策に生かす段階である。

**3.本手法を用いた都市の地震災害危険度の評価** 本研究の手法を用いて都市に潜在する地震災害危険度の評価を試みた。地震災害危険度の評価に当たっての第 2 節の Step II の地震災害危険度に関わる地域特性は、同 Step の地域特性の内、下線部分は現段階で考慮していないものである。なお、対象都市は表 1 に示す都市である。その評価結果の内、関東・関西地域における都市の被害(建物被害、火災)を図 2 と図 3 に、都市内の救援活動を図 4 に、都市の回復力(建物の復旧・復興)を図 5 に、それぞれ示す。

上記の地震災害危険度の評価結果を用いて、モデル都市として阪神・淡路大震災で被災した地域を含む過去被災都市との比較・検討により、地震対策が急がれる都市あるいは都市群の選別が可能であり、また、各地震災害の目的に応じての地震対策、すなわち選別された都市あるいは都市群の都市の被害と(直後の)避難活動、救援活動及び都市の回復力等、それらに潜在する地震災害危険度に大きな影響を与えた要因を特定する等、地震対策の基礎資料として活用することが可能であると思われる。

**4.まとめ** マイクロ及びマイクロゾーニングに基づく地域特性を考慮に入れた都市の地震災害危険度の評価手法の提案及び適用事例もあわせて紹介した。

その評価手法を確立するためには、今後さらに詳しい検討が必要であると考えられるが、本研究で提案した都市の地震災害危険度の評価手法は従来の地震災害想定手法で用いたマイクロゾーニングに基づく地域特性のみならず、マイクロゾーニングに基づく地域特性も考慮されており、本手法を用いることにより、地震対策が急がれる地域の選別及び地震対策の基礎資料としての活用が可能であると考えられる。



20 以下 20~40 40~60 60~80 80 以上 [評価点が高い程、地震災害危険度を受ける可能性が高くなると予測される]  
 図 2 都市の被害(建物被害) 図 3 都市の被害(火災) 図 4 都市内の救援活動 図 5 都市の回復力

【謝辞】 本研究は文部省科学研究費補助金・重点領域研究[(B-1)課題番号 08248109(研究代表者:村上處直)]によるものである。

- |                      |                     |   |
|----------------------|---------------------|---|
| 1)東京大学大学院 博士課程       | Graduate Student    | :Univ. of Tokyo   |
| 2)東京大学生産技術研究所 助教授・工博 | Associate Professor | :Institute of Industrial Science, Univ. of Tokyo, Dr. Eng |
| 3)横浜国立大学大学院 博士課程     | Graduate Student    | :Yokohama National Univ.                                  |
| 4)横浜国立大学 教授・工博       | Professor           | :Yokohama National Univ., Dr. Eng                         |
| 5)芝浦工業大学 教授・工博       | Professor           | :Shibaura Institute of Technology, Dr. Eng                |