

直下地震 被災危険度のマクロゾーネーション

- その1 都市の地震危険度要因及び研究方針 -

○正会員 中埜良昭*1) 同 女屋 智*2) 同 倉沢延寿*3)
同 浦川 豪*4) 同 李 康碩*5) 同 村上處直*6) 同 岡田恒男*7)

1 研究背景及び目的

日本では、これまで数多くの被害想定手法に関する研究が進められてきたが、従来の手法は地域を多数のメッシュに分割し、各メッシュごとのミクロ情報等を利用した「マイクロゾーネーション」の概念に基づて行われるのが通例であった。しかしながら、1995 年阪神・淡路大震災が示したとおり、都市における地震危険度は自然環境や人間活動及び人工環境等、社会の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ミクロな手法のみならず、地勢、気候、活断層の位置と数、過去の自然災害の有無、都市内及び都市間交通システム、近隣地域からのアクセス及び支援の可能性、構造物の特性、都市人口及び面積、経済状況、歴史的背景等のマクロな情報を反映できる地震危険度評価手法の確立が必要である。

本研究では、都市の地域特性に基づくマクロな視点から都市に潜在する地震危険度を評価する手法、すなわち「マクロゾーネーション」の概念に基づき、都市あるいは都市群の地震危険度に大きくかかわると考えられる要因を抽出するとともに、今後これを利用して地震被害を軽減するための対策を効率良く推進してゆくための基礎資料を得ようとするものである。

2 都市の地震危険度要因及び研究方針

表 1 は 1995 年兵庫県南部地震を中心として過去の被災都市のパターンを検討し、都市の地震危険度にかかわる要因を抽出したものである^[1]。都市の地震危険度要因は同表に示すように地勢、活断層の位置と数、過去の自然災害の有無などの自然環境や人口、人口密度、都市面積、経済状況、建物の特性、道路の状況、公園などの人間活動及び人工環境を含む、各都市の地域特性に大きく関係していると考えられ、また、それらの要因は①地震直後の都市の被害(建物倒壊、地震後の火事等の直接被害)、②救援活動のための都市間のアクセス・サポートビリティ(救援活動の難易度)、③復旧活動による都市の回復力、等から総合的に評価する必要がある。本研究では、上記の内、①都市の被害に着目し、対象都市を選定し、まず(その 1)でマクロ統計

データに基づいてこれら都市の地域特性を検討し、次に(その 2)及び(その 3)では各都市の地域特性をもとに多変量解析手法^{[2],[3]}を用いて都市及び都市群をクラス化し、都市に潜在する地震危険度を評価するとともに、1995 年兵庫県南部地震で被災した神戸市の被害状況との対応についても検討する。なお、解析ケースは 1995 年兵庫県南部地震で示されたとおり、大都市における都市の被害は更に都市内の地域特性によって異なることを考え、1)都市レベルにおける地震危険度、2)都市規模にあわせた区レベルにおける地震危険度をそれぞれ設定した。なお、②救援活動のための都市間のアクセス・サポートビリティ及び③復旧活動による都市の回復力については、共著者 4)及び 6)を中心として、本大会の都市計画部門で議論される予定である。

3 対象都市及び調査項目

3-1 対象都市

対象都市を表 2 に示す。対象都市としては日本の主な 30 都市及び政令指定都市 128 区を対象とした。但し、千葉市は都市レベルのみ対象とした。これらの都市及び区を対象に、以下の項目についての統計データを収集した。

3-2 調査項目

表 1 の●印が本研究で調査した地震危険度要因の項目であり、以下にそれらの項目及び調査方法を示す。

自然環境 (1)軟弱地盤割合^{[4],[5]} 軟弱地盤として取り扱った地盤は、次のような地盤([軟弱地盤])である。なお、割合の算定は都市の面積に対する人口集中地域(人口密度 1000 人/km²以上)の軟弱地盤の比率を用いた。

[平野の後背湿地、自然堤防、扇状地、海岸砂丘、河床、干潟、扇状地性低地、砂州、三角地勢低地、埋め立て地、盛り土] (2)活断層数^[6] 各都市の市街地から半径 30km 以内にある確実度 I、II の活断層、もしくは海底活断層であることが確実及び推定されるものの数である。(3)被災地震の震度回数^[7] 1600 年～1992 年の各都市が受けた震度 5 以上の回数である。

人間活動及び人工環境 (1)人口及び人口密度^[8] 人口は昼間に活動している人口(昼間人口)及び夜間に常住している人口(夜間人口)を用いた。また、人口密度

表1 都市の地震危険度要因及び調査項目¹⁾

都市の地震危険度要因の項目			都市の被害	アクセス・サポートビリティ	都市の回復力
項目	詳細項目				
自然環境	地勢・地形	海洋都市, 盆地都市等		◎	
		斜面諸元, 造成宅地等	◎		
	地盤	軟弱地盤割合	◎●		
	活断層	活断層数	◎●		
	気候	風速, 降雪量, 降水量等	◎	◎	◎
過去震害経歴	被災地震の震度回数	◎●			
人間活動及び人工環境	人口	人口(夜, 昼), 人口密度(夜, 昼)	◎●		◎
	都市面積	可住地面積	◎●		◎
	年齢構造	子供人口(14歳以下人口)割合	◎●		
		高齢者人口(65歳以上人口)割合	◎●		
	世帯	世帯数, 世帯密度	◎●		◎
	建物	1971年以前に建設された木造・非木造住宅密度	◎●		
		建ぺい率80%以上の住宅密度	◎●		
	ライフライン	上・下水道, ガス, 電気等	◎		◎
	危険物	工場割合	◎		
	都市内道路	住宅の敷地に接している道路幅6m未満の住宅密度	◎●		◎
		道路面積, 車線数等	◎		◎
	都市内交通	自動車数, 交通量等	◎		◎
	オープンスペース	都市公園数	◎●		◎
		空地面積等	◎		◎
	都市間交通・道路	車線数, 橋量数, 港湾, 空港施設等		◎	
	サポート都市の規模	人口, 人口密度, 都市面積, 経済力等		◎	
	サポート都市との位置関係	車線数, 橋量数, 港湾, 空港施設, 海洋都市, 盆地都市等		◎	
	防災拠点	病院, 消防職員数	◎●		◎
医師, 看護婦数		◎		◎	
経済力	税金, 歳出等			◎	
防災意識	有感地震回数	◎●		◎	

注¹⁾ ◎印が本報でデータ収集した。

表2 対象都市

夜間人口 ^[8]	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)

注) 人口の単位は万人である。

は(1)/(2)とした。(2)可住地面積^[8] 都市面積は都市の総面積から林野面積と主要湖沼面積を差し引いた可住地面積を用いた。(3)子供・高齢者人口割合^[8] 子供及び高齢者人口の割合は総人口に対する14歳以下及び65歳以上人口の割合である。(4)世帯数及び世帯密度^[8] 可住地面積1km²当りの世帯数を世帯密度とした。(5)建物 [1971年以前に建設された木造・非木造住宅密度]^[9] 可住地面積1km²当りの1971年以前に建設された木造・非木造住宅の戸数とした。[建ぺい率80%以上の住宅密度]^[9] 可住地面積1km²当りの建ぺい率80%以上の住宅戸数とした。(6)都市内道路 [住宅の敷地に接している道路幅6m未満の住宅密度]^[9] 可住地面積1km²当りの住宅の敷地に接している道路幅6m未満の住宅戸数とした。(7)オープンスペース^[8] 本研究では都市公園数のみを調査し, 可住地面積1km²当り

の都市公園数をオープンスペースとした。(8)防災拠点 [1病院当りの人口]^[8] 人口を一般病院数で割り, 1病院当りの人口とした。[消防職員1人当りの世帯数]^[8] 世帯数を消防職員数で割り, 消防職員1人当りの世帯数とした。(9)防災意識 本研究では各都市における有感地震回数が多いほど防災意識が高いと仮定した。有感地震回数は気象庁管区气象台で測定された過去32年間の震度1以上の回数の年平均(回数/年)である^[10]。

4. まとめ

過去の被災都市のパターンを分析し, 都市の地震危険度にかかわる要因を抽出すると共に, (その2), (その3)での検討の基礎データ, すなわち検討対象都市の地域特性に関するマクロ統計データを収集・整理した。参考文献 [1]村上直ら, “被災危険度のマクロゾーネーション”, 第1回都市直下地震災害総合シンポジウム論文集, 1996. [2]奥野忠一ら, “多変量解析”, 日科技連出版社, 1971. [3]本田正久, “多変量解析の実例”, 産能大学出版部, 1993. [4]守屋喜久夫, “地震と地盤災害”, 鹿島出版会, 1988. [5]自治省消防庁消防研究所, “簡易地震被害想定システム”, 財団法人消防科学総合センター, 1996. [6]活断層研究会, “日本の活断層”, 東京大学出版部, 1995. [7]宇佐美龍夫, “新編日本被害地震総覧”, 東京大学出版部, 1996. [8]総務庁統計局, “市区町村の指標”, 1995. [9]総務庁統計局, “平成5年住宅統計調査報告”, 1993. [10]国立天文台, “理科年表”丸善株式会社, 1996.

1)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.
 2)銭高組(株) 建築部 Architectural Depart. ;Zenitaka-gumi 3)NKKプラント建設(株) 土木建築技術部 Civil&Arch. Depart.;NKK Plant Engineering Co.
 4)横浜国立大学大学院 博士課程 Graduate Student ;Yokohama National Univ. 5)東京大学大学院 博士課程 Graduate Student;Univ. of Tokyo
 6)横浜国立大学 教授・工博 Professor ;Yokohama National Univ., Dr. Eng.
 7)芝浦工業大学 教授・工博 Professor ;Shibaura Institute of Technology, Dr. Eng.