

地域特性を考慮した都市の地震災害危険度の評価に関する研究

— その2 都市の地震災害危険度の評価手法及び評価結果 —

正会員 李 康頌*1) 同○伊藤典子*2) 同 小松亜紀子*3)
同 中埜良昭*4) 同 浦川 豪*5) 同 村上處直*6) 同 岡田恒男*7)

1.はじめに 本報では、その1の検討において抽出・分類された地域社会の様々な地域特性の要因、すなわちミクロ及びマクロな視点に立った地域特性を考慮した地震災害の全段階から見た都市が潜在的に有している地震災害の危険性を、多変量解析法(主成分分析)を導入し、都市間で相对比较・分析し評価する手法を提案する。

更に、これを用いて日本の主要都市を対象に、それらに潜在する地震災害危険度を評価する。

2.都市の地震災害危険度の評価手法 図1に都市の地震災害危険度の評価手法の概要を示す。同図が示すように、本手法は、主に次のStep-(1)~Step-(5)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。

Step-(1) 地域特性の情報データの収集 その1の検討において抽出・分類した各評価軸別の地震災害危険度に関わる地域特性の要因の情報データ(表1の「具体的なデータ」の項を参照)を対象都市ごとに各種の統計資料・現地調査等を基に調査・収集する。

Step-(2) 評価軸別の総合特性値の算出 多変量解析法である主成分分析法^[1]を用いて各評価軸別の地震災害危険度に関わる総合特性値(各地域特性の要因の相関に基づき導出される主成分・固有値・寄与率・因子負荷量等)を算出する。

Step-(3) 主成分の Kategorization 及び因子スコアの算出 Step-(1)で算出された総合特性値を用いて、主成分の Kategorization を行い、各 Kategorization 別の都市の因子スコアを算出する。 Kategorization に当っては、その情報の損失を少なくするため、累積寄与率 80%、固有値 1、因子負荷量 0.8 を、それぞれ超える要因(すなわち、地域特性 RC_i)を同一 Kategorization に分類した^[1]。

Step-(4) 各都市のクラス化 Step-(3)の各 Kategorization に対する因子スコアを基に、次式(1)を用いて各都市のクラス化を行う。なお、都市のクラス化の結果は同式が示すように、対象都市の内、各 Kategorization に対する因子スコアが最も高い都市が 10 クラス、最も低い都市が 0 クラスとしてクラス化した。

$$CL(t, n) = \{CS_i(n) - \text{Min}[CS_i(n)]\} \times 10 / \text{MCS}_i(n) \quad \text{式(1)}$$

ここで、 $CL(t, n)$ = 都市のクラス値 $[0 \leq CL(t, n) \leq 10]$

$CS_i(n)$ = 各 Kategorization (t) に対する各対象都市の因子スコア

$$\text{MCS}_i(n) = \text{Max}\{CS_i(n) - \text{Min}[CS_i(n)]\}$$

t = 各 Kategorization, n = 対象都市

Step-(5) 各都市の評点化及びグルーピング 各都市の評点化は、次式(2)を用いて行う。

$$R(n) \text{ or } D(n) = \sum CL(t, n) \quad \text{式(2)}$$

ここで、 $R(n)$, $D(n)$ = 地震災害危険度(評価軸別)の評点で、 $R(n)$ 又は $D(n)$ はそれぞれ評価軸別の危険度又は難易度を示す。

$$t=1 \text{ の場合: } [0 \leq R(n) \text{ or } D(n) \leq 10]$$

$$t=2 \text{ の場合: } [0 \leq R(n) \text{ or } D(n) \leq 20]$$

$$t=T \text{ の場合: } [0 \leq R(n) \text{ or } D(n) \leq 10T]$$

(t : Kategorization, T : 全 Kategorization 数)

$CL(t, n)$ = 各都市のクラス値

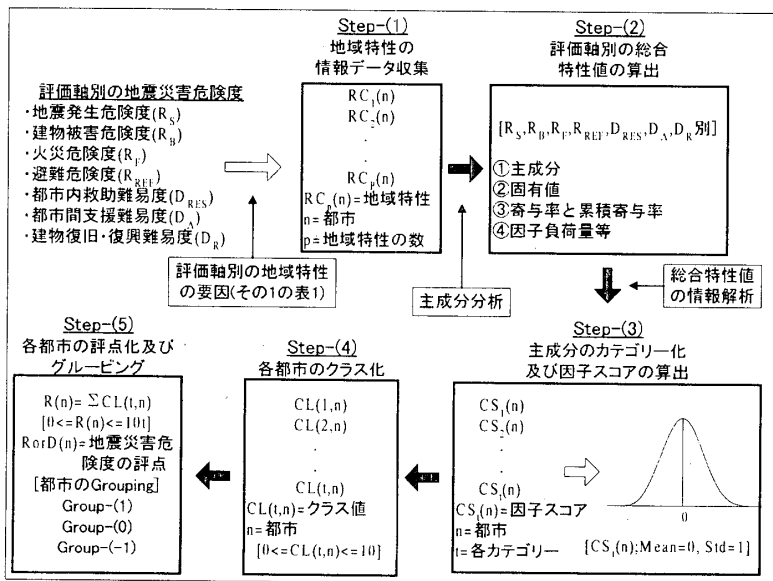


図1 都市の地震災害危険度の評価手法の概要

また、表1に示すように、評点化された各対象都市の平均(M)と標準偏差(S)を用いて、都市あ

表1 グルーピングの方法

危険度	Group	危険度又は難易度評点(RorD)
大 ↑	Group-(4)	$M+2.1S < RorD \leq M+2.7S$
	Group-(3)	$M+1.5S < RorD \leq M+2.1S$
	Group-(2)	$M+0.9S < RorD \leq M+1.5S$
	Group-(1)	$M+0.3S < RorD \leq M+0.9S$
平均Group	Group-(0)	$M-0.3S < RorD \leq M+0.3S$
小 ↓	Group-(-1)	$M-0.9S < RorD \leq M-0.3S$
	Group-(-2)	$M-1.5S < RorD \leq M-0.9S$
	Group-(-3)	$M-2.1S < RorD \leq M-1.5S$
	Group-(-4)	$M-2.7S < RorD \leq M-2.1S$

注)M:危険度又は難易度(評価軸別)の評点の平均, S:標準偏差
 るいは都市群の平均グループを Group-(0)[$M-0.3S < RorD \leq M+0.3S$]とし, その平均グループより地震災害危険度が高ければ(+)側に, 低ければ(-)側になるように, 各対象都市をグルーピングし, 都市に潜在する地震災害危険度を評価する。

3.本手法を用いた都市の地震災害危険度の評価

(1)対象都市 表2に地震災害危険度評価の対象都市を示す。対象都市としては1995年阪神・淡路大震災で被災した地域を含んだ日本の主な29都市及び政令指定都市の141区を対象とした。

(2)評価結果 本研究の手法を用いて都市に潜在する地震災害危険度を評価した。その評価結果の内, 北海道・関東・関西地域を対象に, 評価軸ごとに図4(建物被害危険度), 図5(延焼危険度), 図6(都市内の救助難易度)及び図7(建物

表2 地震災害危険度評価の対象都市

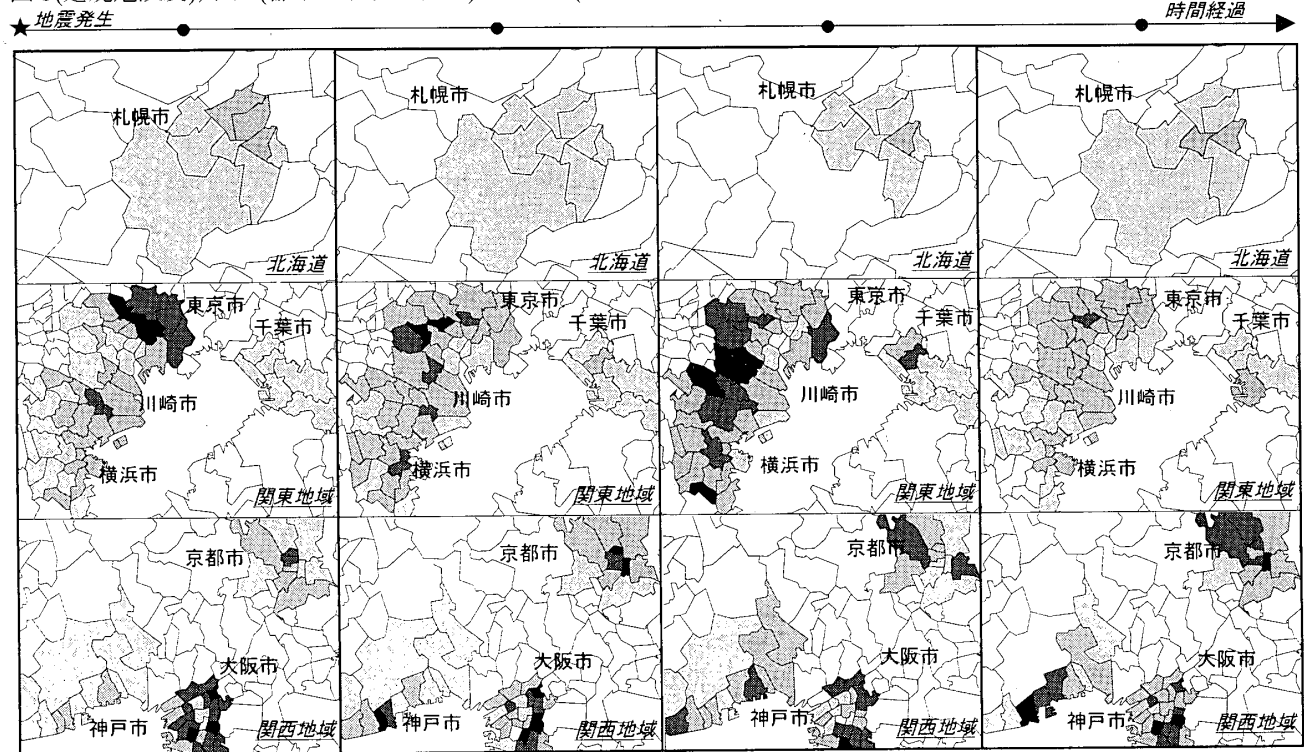
人口[万人]	対象都市
30以下	芦屋,鳥取,宝塚,釧路,福井,宮崎,青森,八戸
30~50	高知,高松,長野,西宮,静岡,新潟
50~100	浜松,岡山,熊本,千葉(6区),仙台(5区)
100~200	川崎(7区),広島(8区),福岡(7区),京都(11区),神戸(9区),札幌(9区)
200以上	名古屋(16区),大阪(24区),横浜(16区),東京(23区)

の復旧・復興難易度)に, それぞれ示す。同図より, 次のことが言える。

①図4~図7に示した各危険度あるいは難易度ごとに, 危険度又は難易度を都市間で比較することにより, 地震対策が急がれる耐震性の乏しい地域の選別が可能である。更に, 例えば神戸地域との比較により, 各地域において推定された危険度あるいは難易度の具体的なイメージを把握することが可能である。②各都市ごとに図4~図7を比較することにより, 地震発生後のどの段階で最も困難が生じるか, すなわち地震災害危険度の時系列パターンの把握が可能である。更に, この結果は地震対策を立案する上での基礎資料となりうると考えられる。

4.まとめ 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手法の提案及び適用事例を検討し, その意義について示した。

[参考文献][1]奥野忠一ら「多変量解析法」日科技連出版社,1974
 [謝辞]本研究は文部省科学研究費補助金・特点領域研究[B-1)課題番号 08248109(研究代表者:村上直真)]によるものである。



Gr.(-6,-5) Gr.(-4,-3) Gr.(-2,-1) Gr.(0,1) Gr.(2,3) Gr.(4,5) [グループが高い程, 危険度或いは難易度が高くなると予測される]
 図4 建物被害危険度 図5 延焼危険度 図6 都市内の救助難易度 図7 建物の復旧・復興難易度

1)東京大学生産技術研究所 研究機関研究員・博(工) Postdoctoral Research Fellow :Institute of Industrial Science, Univ. of Tokyo, Dr. Eng.
 3) (株)積水ハウス 千葉支店 Sekisui House Chiba Office 2) (財)日本建築センター 評定部(構造) Technical Appraisal, Structural Safety. :The Building Center of Japan
 4)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.
 5)横浜国立大学大学院 博士課程 Graduate Student :Yokohama National Univ.
 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.