震災時における避難者数推移および避難所選択行動の特性

—地域防災計画における避難所の計画に関する研究—

CHARACTERISTICS OF THE TRANSITION IN THE NUMBER OF REFUGEES
IN SHELTERS AND THE BEHAVIOR OF CHOOSING SHELTERS
IN THE EARTHQUAKE DISASTER

—A study on the planning of shelters in regional plans for prevention of disasters—

阪田 弘 一*

Koichi SAKATA

This study researched characteristics of the transition in the number of refugees in shelters and the behavior of choosing shelters in the Earthquake Disaster. Results are follows.

(i) The number of refugees in shelters exponentially decreases. The number of refugees in The Niigata Earthquake and The Northridge Earthquake is well represented by a simple exponential model. And a sum of two simple exponential model well represent them in some part of Kobe under The Great Hanshin-Awaji Earthquake Disaster.

(ii) The degree of the damage to buildings and the velocity of the restoration may influence the transition in the number of refugees in shelters.

(iii) The Huff model can express the refugees behavior of choosing shelters in certain areas of Kobe in The Great Hanshin-Awaji Earthquake Disaster.

Keywords : *Great Hanshin-Awaji Earthquake Disaster, shelter, the transition of the number of refugees, behavior of choosing shelters*

阪神・淡路大震災、避難所、避難者数推移、避難所選択行動

1 はじめに

(1) 研究の目的

阪神・淡路大震災は、これまで日本では経験したことのない近代都市を襲った直下型地震による災害であったことから、構造物の破壊による直接的な人的被害に加え、多数の避難所および避難所生活者の発生、さらには劣悪な環境下における長期にわたる避難生活者の存在という、これまでの地域防災計画では想定されていなかった2次的な問題を引き起こすこととなった¹⁾。それまで各地方自治体で作成された地域防災計画における震災時の避難計画の多くは、地震にともなう大火災の発生により多数の犠牲者を出した関東大震災での被害の実態をふまえた広域避難計画を前提として、燃え広がる火災から一時的に生命の安全を確保するため、住民の日常生活圏から離れた広大なオープンスペースである広域避難場所へ避難することを重視していた。しかし、阪神・淡路大震災では広範囲にわたる大火災の発生には到らず、避難者の行動も関東大震災とは異なる様相を示した。つまり阪神・淡路大震災での避難者行動は従来の避難計画で対応できるものではなかったといえる。

しかし阪神・淡路大震災で展開されたような避難者行動は予想しえなかったことではない。震災前の既往研究において谷口ら(文2)や室崎ら(文3)による住民意識分析は、震災時においては居住地に

近く、安全と考える施設または認知度の高い施設へ避難するという意識を持つ住民が多数を占めるという結果を導いており、震災後の著者ら(文4)の分析は、阪神・淡路大震災における避難者の避難所選択行動が以上の結果を裏付けるものであったことを明らかにしている。よってこれらの成果をふまえ、阪神・淡路大震災と同様の特徴を持つ避難者行動が行われた場合にも対応できるよう避難計画を改める必要があるといえる。

避難計画の改善に際しては、より適正な避難所の施設規模や配置計画を策定することが重要である。そのためには、地域防災計画を策定する際の単位となる市町村などの広範囲な地域(以下、広域とする)において、想定される地震による地震発生から各時点の避難者数、およびその避難者の各避難所への予測、配分が重要な計画手段となる。予測に際しては、まず避難者行動の特性をその動向を左右すると思われる被災地の地域特性や被害・復旧特性などの要因との関連で捉えることが必要であろう。

そこで本研究は避難所の施設規模や配置計画に資するための基礎的研究として、震災時における地震発生直後からの避難所における避難者数の推移、および阪神・淡路大震災における避難者の避難所選択行動の傾向を把握するとともに、それらの避難者行動に影響を及ぼす要因との関係を探ることを目的とする。

* 大阪大学大学院 助手・博士(工学)

Research Assoc., Graduate School of Eng., Osaka Univ., Dr. Eng.

(2) 研究の対象と方法

内容は大きく2つの避難者行動特性の研究からなる。

①地震発生当初からの広域における避難者数推移

阪神・淡路大震災および過去の地震の被災地域における、市または区単位での避難者数の地震発生からの推移を各種統計資料より調査し、その傾向をモデル的に把握したうえで、避難者数推移に影響を及ぼす要因について分析する。

対象地域は、阪神・淡路大震災における神戸市各区、芦屋市、西宮市と、それらに加えて過去の震災の中から避難者数の推移に関するデータが入手できた新潟地震における新潟市、ノースリッジ地震におけるロサンゼルス市とする。表-1に各地震の概要を示す。

②避難者の避難所選択行動

対象地域と避難所は、阪神・淡路大震災時の神戸市灘区において福住小学校を中心として、避難圏域が競合したと考えられ、かつ避難者数が同程度の7箇所9施設の避難所およびその周辺地域とする。表-2に各避難所および避難者名簿の概要を示す。

そして、文4で用いた各避難所で作成された避難者名簿に記載されている避難者の居住地の住所をもとに、避難者の居住地と避難先として選択した避難所の関係をモデル的に把握し、避難者の避難所選択行動の傾向および影響を及ぼす要因との関係を明らかにする。

2 地震発生からの避難者数推移特性

(1) 避難者数推移の実態

図-1は阪神・淡路大震災で被災した各地域^{a1}および新潟地震における新潟市^{a2}とノースリッジ地震におけるロサンゼルス市^{a3,7}における避難者数の地震発生からの推移を示したものである。これより、以下のことがわかる。

- ①避難者数はどの地域や地震についても時間が経過するにともない単位時間当たりの減少数が小さくなる傾向を示している。
- ②地震発生から数日経過した時点で、阪神・淡路大震災における各地域および新潟地震において避難者数はピークとなっている。これは、地震発生後数日が経過してから避難に踏み切った被災者が多く存在したことに加えて、地震発生当初避難所および避難者の全容を各自自治体が把握しきれていなかったことも理由ではないかと考えられる。
- ③阪神・淡路大震災における神戸市各区の避難者数の減少の傾向が7月末から8月初めに当たる200日前後、および8月中旬に当たる210～220日頃の2つの時期で急になっている。これは7月19日の

応急仮設住宅の最終応募発表、8月10日の避難所閉鎖の告知、8月20日の避難所閉鎖などの行政側の動きの影響で避難者が急に減少したものと考えられる。また芦屋市では5月中旬より避難者は急に減少しているが、これは6月中旬に避難所を解消したことが大きく影響していると考えられる。

(2) 避難者数推移の特性

次に、避難者数推移を片対数グラフ化したものが図-2である。

ここで、避難所閉鎖など行政の施策による避難者の推移への影響を除くため、阪神・淡路大震災の神戸市各区および西宮市のデータについては7月末まで、芦屋市については5月中旬までの時期を対象とした。これを見ると、地震の種類を問わず避難者数の推移はどれも直線的な形状をとっていることがわかる。詳細に見ると、新潟地震およびノースリッジ地震の避難者数の推移は指数関数としてのほぼ1つの直線上にあると見なせる。一方、阪神・淡路大震災における各地域の中で東灘区・中央区・垂水区などの避難者数の推移は、地震発生から10日から50日くらいの時期で直線の傾きが緩やかなものに移行していることが読みとれる。これより、避難者数の推移は、

①単純指数モデル

$$Y = a \cdot e^{bx} \quad (1)$$

表-1 対象各地震の概要

地震名	発生日	震源地	地震規模	死者(人)
阪神・淡路大震災	1995.1.17	兵庫県淡路島北部	M7.2	5,502
新潟地震	1964.6.16	新潟県北部西方沖	M7.5	26
ノースリッジ地震	1994.1.17	ロサンゼルス市北西30km	M6.8	57

表-2 対象全避難所および避難者名簿の概要

避難所名	避難所の指定	避難者数 ^{a1} (1995.2.23)	避難者名簿 日付	避難者数 (名簿記録分)	名簿 属性 ^{a2}
岩屋地域福祉センター 西宮保育所	震災時	380人 ^{a4}	1995.2下旬 1	216人	a
岩屋北公園 ^{a3}			1995.3月上旬		
栢住小学校	震災前	500人	1995.2.25	505人	b
稗田小学校	震災前	1,174人	1995.3.16	2,127人	b
原野小学校	震災前	700人	1995.3.16	767人	b
宮崎東養護学校	震災時	975人	1995.7.18	1,319人	a
神戸高校	震災前	350人	1995.3.16	953人	a
王子スポーツセンター	震災前	486人	1995.8.11	571人	a

^{a1}: 神戸市民生局データによる。

^{a2}: a) 日付までに避難していた人全てを記録

b) 日付当日に避難していた人を記録

^{a3}: この3つの避難所は隣接しており、同地域の自治会により一体として運営されていたため、ここでは1つの避難所として扱う。

^{a4}: 岩屋北公園は民生局データ(1995.2.23)には記録されていないため、岩屋地域福祉センターと西宮保育所の合計値を示した。

図-1 地震発生からの避難者数の推移

図-2 地震発生からの避難者数の推移(片対数グラフ)

図 - 3 単純指数モデルの適用

表 - 3 単純指数モデル適用における相関係数	
地震種類	相関係数
ノースリッジ地震(ロサンゼルス市)	0.98
新潟地震(新潟市)	0.97

表 - 4 混合指数モデル適用における各係数				
地域	係数			
	a_1	a_2	b_1	b_2
東灘区	72.637	16.827	-0.0970	-0.0102
灘区	17.385	18.910	-0.0660	-0.0098
中央区	27.152	11.544	-0.0432	-0.0088
兵庫区	20.244	10.149	-0.0516	-0.0078
長田区	6.885	30.130	-0.2183	-0.0106
須磨区	37.370	14.750	-1.8179	-0.0121
垂水区	4.555	2.335	-0.1892	-0.0300
芦屋市	20.248	11.162	-0.7505	-0.0228
西宮市	21.857	20.676	-0.1190	-0.0176

図 - 4 単純指数モデル・混合指数モデルの適用

または,

②混合指数モデル^{*8}

$$Y = a_1 \cdot e^{b_1 X} + a_2 \cdot e^{b_2 X} \quad (2)$$

ただし, Y:避難者数

X:地震発生からの経過日数

a:パラメーター

b:減少の程度を表すパラメーター ($b_1 < b_2$)

として表現することができると考えられる。

したがって、データの不確実さおよび行政の施策による避難者の推移への影響を除くため対象時期に関して、避難者数のピーク時から阪神・淡路大震災の神戸市各区および西宮市のデータは7月末まで、芦屋市では5月中旬までの時期を分析対象時期とするという前提条件のもとで、各モデルによるパラメーターの同定を行うこととする。

a)単純指数モデル

新潟地震およびノースリッジ地震の避難者数の推移、および単純指数関数による回帰式を示したものが図-3である。それぞれの相関係数は、表-3のように両地震ともに高い値を示しており、単純指数モデルの適合性は高いと考えられる。

b)混合指数モデル

新潟地震およびノースリッジ地震を除く、阪神・淡路大震災の各地域の避難者数の推移に対しては、グラフの形状から単純指数モデルは適合しにくいと考えられる。そこで単純指数モデルに加えて混合指数モデルの両モデルをあてはめてみる。そのモデルの形がより避難者数の推移に適合するように、谷村による文8の方法に基づきグラフ上の4点を選び、各点を通るように各係数を求めた。表-4に求めた各係数を、図-4に各地域における混合指数モデルおよび単純指数モデルによる理論値および観測値を示す。これより、混合指数モデルのほうがより観測値に合っていることが読みとれる。さらに各モデルについて、理論値と観測値との相関係数を求めた結果を表-5に示す。これよりどの地域とも混合指数モデルの方が値が大きくなっており、避難者数の推移をよく示すものになっていることがわかる。

(3) 避難者数推移と影響を及ぼす要因の関係

①避難者数推移に影響を及ぼす要因

以上より、対象とした地域における避難所の避難者数は指数関数的な推移を示していることから、地震発生からある時点における避難所の退所者数は同時点の避難者数全体に対して同じ割合で発生する傾向を示しているといえる。次にその割合の地域差がどのような要因の影響により生じているのかについて分析する。

各地域の避難者数推移を決定するのは地域の被災の程度や復旧の速度、また住民の特性など様々な要因の総合的な影響によるものと考えられる。しかし、これらのデータは入手が困難であるものが多い。そこで阪神・淡路大震災における神戸市各区を対象とし、避難者数推移に影響を及ぼすと考えられ、かつデータ収集が可能である〈被害特性〉や〈地域特性〉を示す様々な指標と、表-4に示した混合指数モデルの減少の程度を表すパラメーターbとの関係について検討し、避難者数推移とその影響因子の関係について考察を行う。用いる指標は表-6の通りである。

まず、パラメーター b_1 と b_2 の関連を調べるため相関係数を求めた

表-5 単純指数モデル・混合指数モデル適用における相関係数

地域	相関係数	
	単純指数モデル	混合指数モデル
東灘区	0.908	0.981
灘区	0.966	0.995
中央区	0.990	0.974
兵庫区	0.968	0.988
長田区	0.986	0.989
須磨区	0.982	0.990
垂水区	0.952	0.996
芦屋市	0.930	0.964
西宮市	0.974	0.997

表-6 要因の分析に用いる指標

指標	定義
地域特性	
人口密度(人/㎡)	常住人口 ^{*1} /区面積
建物密度(棟/㎡)	全建物棟数 ^{*2} /区面積
高齢者率	70歳以上人口 ^{*3} /常住人口 ^{*2}
長屋率	1990年の長屋型住宅に住む世帯数 ^{*3} /全世帯数 ^{*3}
被害・復旧	
建物被害率	中程度以上の損傷または火災の被害を受けた建物数/全建物数
特性	
90%水道復旧日数(日)	水道復旧率が90%以上となるまでに要した日数

*1:震災直前の1995年1月4日のデータを用いている。

*2:1995年のデータを用いている。

*3:1990年のデータを用いている。

図-5 90%水道復旧率とパラメーター b_2 の関係

図-6 建物被害率とパラメーター b_2 の関係

図-7 高齢者率とパラメーター b_2 の関係

ところ、0.023という結果となり、両パラメーター間に有意な関係は見られなかった。そこで、パラメーター別に表-6に挙げた各指標について神戸市各区のデータとの関係を回帰分析により見ていく。

1) 90%水道復旧日数とパラメーター b_2 の関係

ライフライン復旧にかかった時間は、地域の復旧の程度を示す指標であると考えられる。図-5は水道が90%復旧するまでにかかった日数とパラメーター b_2 の散布図および回帰式を示したものである。相関係数は0.81であり、復旧が遅いほど b_2 は大きくなるという関係があると考えられる。

2) 建物被害率とパラメーター b_2 の関係

図-6は被害建物率とパラメーター b_2 の散布図および回帰式を示したものである。相関係数は0.72であり、被害を受けた建物が多くなるほど b_2 は大きくなるという関係があると考えられる。

3) 高齢者率とパラメーター b_2 の関係

高齢者率とパラメーター b_2 の散布図および回帰式を示したものが図-7である。相関係数は0.61となっており、地域における高齢者の占める割合が大きくなるほど b_2 は大きくなる関係が伺える。

また、パラメーター b_1 については明確な相関関係はどの指標とも見られなかった。

以上の結果から、第2項(b_2)で表される避難者数の推移は、被害が甚大であり復旧が遅れる地域ほど、また高齢者に代表される災害弱者が居住者に占める割合が大きい地域ほど減少の速度が遅くなると考えられる。

ただしデータ数が少ないため、どの要因との関係に関しても被害の小さかった垂水区のデータが他と極端に離れており、この1データが相関係数に大きな影響を与えている。したがって、新たなデータを加えた検討が今後必要である。

② 避難者特性と避難者数推移の関係

分析対象地域における避難者推移が単純指数モデルおよび混合指数モデルのどちらかにより表現できることが明らかとなったが、地震により適用モデルが異なる理由を避難者特性の違いから考える。

まず、震災時における避難理由から見た避難者の特性は、大きく以下の2種類に分類することができるであろう。

- 1) 余震に対する不安感、ライフラインの途絶により自宅での生活が困難である、などから自宅より安全と考えられ、また多くの人や物資が集まる避難所に避難したが、自宅や親類や知人宅など身を寄せる先はあるもの。
- 2) 自宅が倒壊または焼失し、身を寄せる先も少なく、避難所での生活を余儀なくされるもの。

1)の避難者はライフラインが応急にでも復旧したり余震の恐れなどが少なくなってくれば避難生活を送る必要がなくなるため退所の速度は早い。2)の避難者は避難生活が長期にわたりやすく、退所の速度も遅くなることが考えられる。避難者数推移とその影響因子の分析結果で、パラメーター b_2 と建物被害率や高齢者率に有意な関係が認められたことも考え合わせると、1)および2)に属する避難者の推移は混合指数モデルのそれぞれ第1項(b_1)、第2項(b_2)に対応すると考えられる。

一方、新潟・ノースリッジの両地震の避難者数の推移が、減少の早い単純指数関数でモデル化できるのは、震災の様相が異なることから、1)に相当する避難者が多くを占めたことが理由として考えら

れる。避難者特性に影響を及ぼすと考えられる阪神・淡路大震災との違いとしては、

- a) 新潟・ノースリッジの両地震の被災地とも空間的なゆとりがあることから復旧活動がよりスムーズに行えたこと、
- b) 新潟地震では倒壊や火災により居住不能となった家屋は少なく、津波と地下水による被害が甚大であったため避難者は家屋の浸水によるものが多かったこと²⁹⁾、
- c) ノースリッジ地震では迅速に災害救援・復旧対策や被災者援助が行われたこと^{26), 9)}、また被災地周辺地域には当時多くの賃貸住宅が空き家として存在したため、避難者が早期にそこへ多数移転したこと²¹⁾、

などが挙げられる。ただし以上の考察は仮説の域を出るものではなく、今後の検証が必要である。

3 避難者の避難所選択行動特性

(1) 分析方法

文4において避難所の圏域には距離が大きな影響を及ぼす要因として認められたこと、また施設の日常時の利用者圏域が広いほど避難圏域も広くなることなどの傾向が見られたことを明らかにしている。そこで本研究では、避難所選択行動がこれらの要因との関係により説明できるという仮説のもと、距離および施設の魅力度を要因とする代表的な選択行動モデルであるハフモデルの避難所選択行動への適合性について検討する。そして、避難所選択行動と要因との関係を明らかにする。手順は以下の通りである。

- ① 分析対象とする各避難所およびその周辺の避難所を地図上にプロットする。
- ② 各避難所の領域を示すボロノイ図により分析対象範囲を設定する。設定は次の方法による。
- 1) ボロノイ図の核となる避難所を表-1に示した7箇所9施設とする。
- 2) ボロノイ図を作成し、分析対象範囲は分析対象避難所を核としたボロノイ図内に含まれる町丁全てとする。ただし、ボロノイ図内外にまたがって位置する町丁は、その面積の過半がボロノイ図内に含まれている場合のみ、分析対象範囲に含める。
- ③ 区画は各町丁とする。各区画から避難所への距離は区画の重心から避難所敷地の重心までの直線距離とする。また、ハフモデルにおける施設魅力度に相当する指標は、各避難所について収集可能な施設規模に関するデータから採用する。
- ④ ある区画に居住していたことが各避難所の避難者名簿から確認できた避難者の総数に占める、その区画から各避難所への避難者数の割合（以下、避難者率とする）と、ハフモデルを適用して求められた理論値を比較し、両モデルの適合性を検討する。

対象全避難所と避難者の居住地の位置関係を示した希求線図^{*)}を図-8に示す。これより、各避難所の希求線図の広がりには違いがあることがわかる。なお、希求線図の傾向の詳細な分析および作成したボロノイ図については文4を参照にされたい。

(2) 分析の前提条件

分析については、以下の前提条件のもとで行っている。

- ① 対象地域：避難者名簿が入手できた神戸市灘区の一部地域における実態であること。都市部の住宅地である対象地域は震度7の

- 1: 岩屋地域福祉センター・西瀬保育所・岩屋北公園
- 2: 稗田小学校
- 3: 福住小学校
- 4: 摩耶小学校
- 5: 青陽東養護学校
- 6: 神戸高校
- 7: 王子スポーツセンター

図 - 8 対象全避難所の希求線図

表 - 7 対象全避難所の敷地面積

避難所	敷地面積(m ²)
岩屋地域福祉センター他	2,354
青陽東養護学校	4,833
福住小学校	6,306
摩耶小学校	6,320
稗田小学校	7,709
神戸高校	44,119
王子スポーツセンター	191,510

表 - 8 ハフモデル適用におけるパラメーターおよび相関係数

モデルタイプ	パラメーター	相関係数*
ハフモデル	4.15	0.89

*: 理論値と観測値の相関係数

地域を含む激震地であったが、大きな火災はなく主な建物の被害は倒壊であった。

②対象時期：避難者名簿の内容が地震発生から1ヶ月以上経過した、ある程度避難生活が長期化した時期のものであり、各避難者がどの時期にどのような経過でその避難所に到ったのかについては不明であること。

③対象避難者：避難所を避難先として選択した者であり、かつ避難者名簿に記載されていた者であること。親類、縁者や知人宅など避難所以外の避難先を選択した者や、地震発生直後のごく短期間避難していたが避難者名簿には記載されていない者も少なからず存在していたと考えられるが、そうした避難者は扱っていない。

(3) ハフモデルの避難所選択行動への適用

ハフモデルは施設利用者の施設選択行動を「施設の魅力度」と「施設から居住地がある区画までの距離」という2つの要因で説明するモデルである。式(3)にハフモデルを示す。

$$T_{ij} = \frac{W_j d_{ij}^{-\beta}}{\sum_j W_j d_{ij}^{-\beta}} \quad \text{: ハフモデル} \quad (3)$$

ただし、 T_{ij} : i区画からj施設を選択する施設選択率

W_j : 施設jの施設魅力度

d_{ij} : i区画の重心からj施設までの直線距離

β : 距離抵抗を表すパラメーター

ここで、「施設魅力度」は本来数量的に捉えることの困難な指標であるが、ハフモデルにおいては、施設の延床面積と施設の魅力が線形関係にあるという仮定のもと、施設の「延床面積」で「施設魅

図 - 9 避難距離とモデル誤差の関係

図 - 10 敷地面積とモデル誤差の関係

力度」を説明している。しかし避難所はその形態面から大きくオープンスペースのみの〈広場型〉、建築物とオープンスペースを合わせ持つ〈学校型〉、建築物のみの〈施設型〉の3タイプが存在しており^{※1}、〈広場型〉からは延床面積は求められないことになる。よって本研究では「施設魅力度」として、どのタイプからも測定可能な施設規模に関する指標である「敷地面積」を採用し、モデルの適合性の検討を行うものとする。指標の有効性についてはモデルによる理論値と観測値の適合性の程度により判断する。表-7に各避難所の敷地面積を示す。

(4) 避難所選択行動の特性

①モデルの適合性

ハフモデルを作成したデータに適用した結果を表-8に示す。ここで式(3)のパラメーターの同定方法は梅らが文12において開発した最尤法を用いたキャリブレーションによる。表より、相関係数は0.89と高い値を示していることがわかる。

よってモデルの理論値と観測値の相関係数が大きいほどモデルの適合性が高いという判断基準からは、施設魅力度の指標として敷地面積は有効であり、そしてハフモデルは避難所選択行動の傾向をよく説明するモデルとして有効であるといえる^{※2}。

②パラメータ値からみた要因の影響

β 値は距離抵抗を表すパラメーターであるが、4.15と非常に高い値を示している。これより、避難者の居住地と避難所間の距離の増大にともない、その避難所の選択率が極端に下がる傾向が強いことがわかる。

③モデル誤差からみた避難所選択行動特性

モデル誤差と施設規模および避難距離との関係を図-9、10に示す。ここでモデル誤差とは選択率の観測値から理論値を減じたものである。これよりモデル誤差と施設規模の関係については、明確な傾向は見られない。一方、モデル誤差と避難距離の関係については、避難距離が小さい600mくらいまでの範囲でモデル誤差が大きくなっていることがわかる。詳細に見ると、避難所のごく近傍の区画の理論値は観測値よりも大きく、少し離れた区画での理論値は観測値よりも小さくなっている傾向が見られる。つまり居住地からごく近傍にある避難所の実際の選択行動は同モデルにはフィットしていない傾向を示しているといえる。この理由として、居住地近傍の避難所がすでに満員であったため、離れた避難所へ移動しなくてはならなかった避難者が多く存在したこと、また避難距離の測定に直線距離を用いており、被害を受け多数の障害が存在していた対象地域における避難者の実際の避難距離を必ずしも表現できてはいないことなどが考えられる。

4 まとめ

本研究において、震災時の避難者行動に関して明らかになったことは以下の通りである。

(1) 避難者数推移特性について

①阪神・淡路大震災における神戸市各区、西宮市、芦屋市および新潟地震、ノースリッジ地震での避難者数推移の実態を分析した結果、調査対象とした地震における避難者数の推移はどれも指数的な減少傾向を示すことがわかった。

②地震発生当初からの避難者数の推移は、新潟地震、ノースリッジ

地震については単純指数モデルで、阪神・淡路大震災における神戸市各区、西宮市、芦屋市については混合指数モデルで表現できることがわかった。

③避難者の減少には、建物被害の程度やライフラインの復旧速度が影響を及ぼす要因であることが示唆された。

(2) 避難所選択行動特性について

①阪神・淡路大震災における神戸市灘区の一部地域における避難者の避難所選択実態をもとに、避難者の避難所選択行動の傾向は距離と施設魅力度を要因とする代表的な施設選択行動モデルであるハフモデルによるモデル式で説明できることがわかった。

②モデル式のパラメーター値から、避難所選択行動においては距離が非常に大きな影響を及ぼす要因であることが確認できた。

③避難者の避難所としての施設に対する嗜好の程度を表す指標として、避難所の敷地面積が有効であることがわかった。

ただし、避難所選択行動についての結果は、阪神・淡路大震災の大規模火災の発生しなかった地域におけるデータのみから導かれたものであり、避難所選択行動の特性がハフモデルにより説明されることが一般性を持ちうるのかを論じるに当たっては、他の震災時におけるデータによる追試が必要であり、今後の課題としたい。

謝辞

震災で大きな被害を受け困難な状況にありながら、快く調査に応じて下さった避難者や神戸市職員の方々に感謝いたします。そして終始、適切な助言を賜った大阪大学大学院柏原士郎教授、吉村英祐助教授、横田隆司助教授に心より感謝の意を表したいと思います。

■注釈

- 1) 神戸市民生局発表データによる。
- 2) 利用施設と利用者の居住地を直線で結んだ図。
- 3) なお本報告では触れていないが、施設魅力度パラメーターを導入した修正ハフモデルの適合性についても検討を行っている。その結果、理論値と観測値の相関係数はほぼハフモデルと同様の値を示しており、モデル作成の労力と得られる効果の観点から、ハフモデルの方が修正ハフモデルに比べ避難所選択行動を説明するモデルとして有効であると判断した。

■参考文献

- 1) 柏原士郎、上野淳、森田孝夫編：阪神・淡路大震災における避難所の研究、大阪大学出版会、1998年12月
- 2) 谷口汎邦、植田光洋、山香祥一郎、内田伸志：既成市街地における住民の避難意識に関する基礎的研究、1997年度日本建築学会大会学術講演梗概集（中国）、pp705～706、1977年
- 3) 室崎益輝、磯脇正二、北後明彦：避難地選択嗜好と空間認知度、日本建築学会近畿支部研究報告集、pp.205～208、1980年
- 4) 阪田弘一、柏原士郎、吉村英祐、横田隆司：阪神・淡路大震災における避難所の圏域構造に関する研究—神戸市灘区の避難所を対象として—、日本建築学会計画系論文集、No.501、pp.131～138、1997年11月
- 5) 新潟県編：新潟地震の記録—地震の発生と応急対策—、新潟県、1965年
- 6) 日本建築学会：1994年ノースリッジ地震災害調査報告、丸善、1996年
- 7) 建設省建築研究所：平成7年兵庫県南部地震被害調査最終報告書、1996年
- 8) 谷村秀彦：A mixed Exponential Model of the Hospital Service Area、日本建築学会論文報告集、No.193、pp.59～68、1972年3月
- 9) 近代消防、1994年4月
- 10) 建築雑誌、vol.114、日本建築学会、1999年11月
- 11) 梅林、柏原士郎、吉村英祐、横田隆司、阪田弘一：地域施設の選択利用行動への競合着地モデルの適用性—地域施設選択利用行動のモデル化に関する研究、日本建築学会計画系論文集、No.480、pp.129～136、1996年2月
- 12) 阪田弘一：阪神・淡路大震災における避難の実態調査に基づく避難計画に関する研究、大阪大学学位論文、1999年

(2000年5月10日原稿受理、2000年7月5日採用決定)