震度7地域における人間行動と住宅の類型

—1995年兵庫県南部地震を対象にして—

HUMAN BEHAVIOR BY HOUSE-TYPES IN THE SHINDO 7 AREA

—A case study of the 1995 Hyogo-ken Nanbu Earthquake—

金 丙 坤*, 舟橋 國男**, 奥 俊信***, 家本 修****

Byoung-gon KIM, Kunio FUNAHASHI, Toshinobu OKU
and Osamu IEMOTO

This paper analyzes the human behavior in the Shindo7 area by the house-types made up from a questionnaire survey of the 1995 Hyogo-ken Nanbu Earthquake. There were differences between the behavior in a wooden detached house and behavior in an apartment house, mainly constructed by steel or reinforced concrete. And the meanings in the selected behavior items corresponded to the characteristics of the house-types. Disaster measures and training methods have to be prepared by the each house-type.

Keywords : Human Behavior, 1995 Hyogo-ken Nanbu Earthquake, House-type, Questionnaire Survey

人間行動, 1995 年兵庫県南部地震, 住宅の形態, アンケート調査

1. はじめに

本来, 住宅は外部空間からの避難所であり, 外敵から身を守り, 安らぎや睡眠を提供する場所であったといわれる^{※1}。

しかし, 地震等の災害による環境の変化は, 住み慣れた空間にもかかわらず住宅内部での対応行動や同居者間の役割分担などにおいて, 緊迫した状況に対応すべき能力がうまく働かなかったり, あるいは空間環境の状況によっては, むしろ避難や脱出行動の障害要因になる場合もある。

安息の場である住宅において, 冬期の早朝に多くの人々が睡眠中であった時, その直下に生じた1995年兵庫県南部地震は, 居住者に強い驚愕を与え, いわば生活環境の図と地を反転させた。

本研究は, 住宅に関わる諸要因, 特に形式, 構造, そして被害等によって, 災害時の居住者行動は大きく影響され, 対応行動や脱出・避難行動にも差が存在するという仮説を元に, 1995年兵庫県南部地震時の震度7地域を対象にして, 住宅類型と行動との関連を分析し, その実体を把握する。そして, 現行の防災対策やマニュアル等の居住施設への適用におけるあり方を提案する。

用いたデータは日本建築学会近畿支部所属会員を対象に実施されたアンケート調査^{※1}により得られたもので震度7地域の回答者を対象とする。

2. 地震時の人間行動に関する既往の研究

建築空間での災害に遭遇した人々の行動について多数の研究結果が報告されている。特に火災の場合は, 様々な角度からの研究が進んでおり, 行動の実態や建築計画への提案が出されている。

しかし, 火災ほどの発生頻度ではない故か, 地震を対象にする研究は少なく, 被災者の行動に着目した研究報告は以下のようである。

伊藤ら^{※2}は宮城県沖地震後に仙台都市圏の5つの住宅地と4つのマンションを選定し, 住宅地における状況の再現を通じて住宅地の形態や空間の持つ意味を規定した。それによると「生活空間」の第一の原点は住居であり, その規模は広い方が望ましいが, 種々の条件から狭い住戸を作らねばならない場合, そのまわりに狭さを補完する空間が必要である。「生活空間」の第二の原点として, 自己の所有する車空間の存在を指摘し, 災害時の住居の代わりとして車の活用を述べている。しかし, 大震災の場合, 広域避難における車による移動と避難時期の遅れという問題を提起している。また, 震災時における生活空間は, 団地にあつては平面的な広がり狭く, 広場や住棟出入口周辺等で集中的に密度が高くなり, 一般住宅地ではより広く拡散的である, ということを報告している。

* 大阪大学大学院 大学院生・工修

** 大阪大学工学部建築工学科 教授・工博

*** 和歌山大学システム工学部環境システム学科 教授・工博

**** 大阪経済大学経営情報学部 教授・工博

Graduate Student, Graduate School, Osaka University, M. Eng.

Prof., Dept. of Architectural Engineering, Osaka University, Dr. Eng.

Prof., Dept. of Environment System, Wakayama University, Dr. Eng.

Prof., Dept. of Management Information, Osaka University of Economics, Dr. Eng.

塚越ら^{※3}の日本海中部地震時の人間行動に関する報告では、事業所を対象に、火災要因、事業所の被害及び人間行動に関する実態調査の資料に基づいて、事業所別の地震時行動の特徴と建物被害との関係を報告している。地震時の人間行動として、被害があった場合には被害拡大防止行動、特に「火の始末」という行動の出現割合が低くなっている。また、人間行動と建物被害とは相関があるものの、地区の被害率とは相関がないことが報告されている。

小坂ら^{※4}は、強震下での人間行動把握及び分析の必要性を述べている。その理由として、震度5や6では負傷者の負傷程度は比較的 low、揺れの最中の行動が多様であるため、行動の特徴を読み難いことを挙げている。従って、彼らは最大級の地震として、1948年福井地震に関する被災者の記憶に基づく追跡調査を行い、室内での人的被害及び室内行動に最も深く関連する家屋被害と家具の挙動について把握し、木造建物の「壁にヒビが入る」程度の被害でも屋内の重量家具が移動や転倒を起こすこと、震度が1段階上昇すると死傷者発生率が1オーダー上がる傾向があること、建物倒壊率が6割に達したため、揺れの最中の室内行動は「外に飛び出す」行動が目立つが、建物が「大きく傾く」あるいは「倒壊した」状況では、この行動が制約された等を報告している。

小林^{※5}は、1982年浦河沖地震時の在宅滞在者の行動を当時の行動再現とインタビューを通じて分析し、在宅滞在者の中心であった主婦の行動を綿密に報告している。特に主婦が一人でいた場合には、火気の始末、物の被害防止、避難、保護が多く、要保護者とのみ一緒にいた主婦が、他のだれよりも最も豊富な行動展開を見せている等、各構成員との関係から行動を分析し、それを踏まえて建築計画への提案を行なっている。居間を住宅内部の安全な避難ゾーンとして積極的に位置づける等の居間が持つべき構造と機能、そして、居間と他の隣接空間との関係を示して地震に対する安全家屋のモデルを提案した。

以上のような調査報告の概観からでも、建築空間と被災時の滞在者の行動とは関連が見られ、その空間の使い方と一緒に居た人の存在によって行動は異なっていたことが分かる。

3. 被災者の行動の概要

1) 資料の概要

本論における分析データは、日本建築学会近畿支部が所属会員を対象にしたアンケート調査によるもの^{※2}で、1995年3月17日から郵送配布され、5月末現在2,122通(回収率43.8%)が回収された。揺れの程度に論及する場合は、回答者住所により区分し、震度7地域^{※3}(133通、6.3%)、震度7地域を除いた災害救助法適用地域(826通、38.9%)、そしてその他地域(156通、54.5%)に分けられた。

震度7地域の回答者の属性を表1に示す。

2) 被災時の行動

2.1) 行動項目とデータの概要

回答者の行動を表2に示す。本論で用いたアンケート調査では、地震発生から3段階の時間経過のそれぞれにおい

て行なった行動が51項目の選択肢から複数回答で得られている。その時間経過の区分は、「揺れが続いている間」、「揺れが収まった直後」、「揺れが収まった30分後」である。

また、分析に使われたデータは各時間帯について漏れなく回答している回答者のみを用いた。震度7地域の回答者133人に対して用いたデータは102人であり、全体の約78%である。

2.2) 時間帯ごとの行動特徴

まず、全体的な行動の内容から見れば、「揺れが続いている間」の行動は、18種類の行動項目が選択されており一人当たり約1.4種(全行動選択数÷人数、すなわち147÷102=1.4)の行動が行われた。この時間帯の代表的なものは「1—何も出来なかった」、「7

表1 震度7地域の回答者

年齢	性別	業種 ^{※4}
19才未満	0(0.0%)	男性 121(91.0%)
20~29才	19(14.3%)	女性 10(7.5%)
30~39才	19(14.3%)	・
40~49才	38(28.6%)	・
50~59才	33(24.8%)	・
60~64才	3(2.3%)	・
65才以上	17(12.8%)	・
・	・	・
・	・	・
無回答	4(3.0%)	2(1.5%)
合計	133	133

表2 行動項目及び時間帯別の行動選択内容

行動項目	揺れが続いている間	揺れが収まった直後	揺れが収まった30分後
1.何も出来なかった	43 29.3%	1 0.4%	
2.ウロウロした	1 0.7%	2 0.9%	
3.ガタガタ震えていた	2 1.4%		
4.泣きだした	1 0.7%		
5.家族と抱き合っていた	6 4.1%		
6.特に何もなかった	3 2.0%	2 0.9%	
7.様子を見ながら待った	27 18.4%	4 1.8%	1 0.5%
8.それまでしていたことをすぐ止めた	3 2.0%		
9.それまでしていたことを続けた	2 1.4%		
10.布団・枕を被った	22 15.0%	2 0.9%	1 0.5%
11.飛び起きた	15 10.2%	5 2.2%	
12.机の下に入った		2 0.9%	
13.安全な場所へ行った	3 2.0%	4 1.8%	6 2.8%
14.扉や窓を開けた	2 1.4%	9 4.0%	2 0.9%
15.すぐ外に脱出した	1 0.7%	9 4.0%	4 1.9%
16.ストーブを消した	1 0.7%	1 0.4%	
17.調理の火を消した		1 0.4%	
18.ガスの元を切った		9 4.0%	5 2.4%
19.伝動・伝達防止のため家具等を支えた	6 4.1%	2 0.9%	
20.障子・電灯等を壊した	2 1.4%	39 17.3%	6 2.8%
21.非常用品を探した		3 1.3%	1 0.5%
22.風呂に水を張った		1 0.4%	3 1.4%
23.消火に動いた			
24.家族に声をかけた	7 4.8%	40 17.7%	
25.家族を助けた		8 3.5%	2 0.9%
26.怪我の手当てをした			
27.室内を点検した		20 8.8%	16 7.5%
28.外を覗いた		10 4.4%	12 5.7%
29.すぐ外に出て様子を見た		8 3.5%	20 9.4%
30.建物・設備を点検した		2 0.9%	17 8.0%
31.ラジオを聞いた		15 6.6%	22 10.4%
32.テレビを見た		2 0.9%	4 1.9%
33.電話・ファックスをかけた		1 0.4%	9 4.2%
34.パソコン通信した		1 0.4%	
35.家具等の下から這い出た		4 1.8%	1 0.5%
36.再び寝た		3 1.3%	6 2.8%
37.室内の片づけを始めた			19 9.0%
38.洗面・着替え等をした		4 1.8%	12 5.7%
39.調理を始めた			
40.食事をした			2 0.9%
41.お祈りをした			
42.出勤した			2 0.9%
43.登校した			
44.買い物に行った			1 0.5%
45.避難準備した		3 1.3%	3 1.4%
46.避難場所へ向かった		2 0.9%	6 2.8%
47.近所の方々の安全を確認した		3 1.3%	18 8.5%
48.近所の方々の怪我の手当てをした		1 0.4%	1 0.5%
49.近所の方々の後片付けを手伝った		1 0.4%	1 0.5%
50.近所の方々の消火に動いた			
51.その他		2 0.9%	9 4.2%
合計	147 100.0%	226 100.0%	212 100.0%

一様子を見ながら待った'のような不活発な行動が全体の約47.7%を占めている。そして、'10-布団・枕を被った'、'11-飛び起きた'もそれぞれ15.0%、10.2%である。この四つの行動項目を合すると72.9%になる。「揺れが続いている間」の行動は無意識的であり、揺れに対する受動的な反応であると考えられる。

「揺れが収まった直後」の行動は、他の時間帯より多くの行動項目を選び、36種類の行動項目が選択されている。一人当たり約2.2種（全行動選択数÷人数、すなわち $226 \div 102 = 2.2$ ）の行動を選択している。代表的な行動としては、'20-懐中電灯等を探した'が17.3%と、'24-家族に声をかけた'が17.7%を占めている。この時間帯では複数の行動を行ないながら安全確認及び家族の安否確認が行われたと見られる。

「揺れが収まった30分後」の行動としては、30種類の行動項目が選ばれ一人当たり約2.1種（全行動選択数÷人数、すなわち $212 \div 102 = 2.1$ ）の行動を行なっている。'31-ラジオを聞いた'の行動が10.4%、'29-すぐ外に出て様子を見た'が9.4%、'37-室内の片づけを始めた'が9.0%を占めている。他にも点検や避難関係の行動項目に対する選択が他の時間帯より多く、点検や状況判断の時期であったと考えられる。

以上、震度7地域の時間の経過による行動としては、受動的な対応行動から始まって、家族の安否確認や安全確認行動を経て、点検・状況判断へ至り、被害状況による避難行動や近隣への気配りに拡散するような流れであったと考えられる。

4. 住宅の類型と被害

1) 住宅の構造・形式・年数

本論で用いたアンケート調査では、地震発生時に居住していた住宅について、建築形式、建物構造、建物の階数、及び建築後年数に関する項目があり、また、地震の揺れ方の程度と住戸の被害を尋ねている。

震度7地域の回答者が当時居住していた住戸の建物構造は、木造系と鉄骨・RC造系、及びその他に分けられ、木造系の構造としては、木造在来工法が28.4%を占めて、木造系の代表的構造になっている。そして、鉄骨・RC造系構造ではRC造ラーメンが35.3%、RC造壁式が20.6%で主な構造である(図1)。

建築形式から見れば、2～3階建独立住宅(33.3%)と共同住宅(52.0%)が全体の85.3%を占めている(図2)。

また、建築後年数は、平均約18年であり、その分布のレンジは65年にも及んでいる。建築後年数の区分としては、1971年の建築基準法施行令改定と1981年の新耐震設計法施行等の耐震基準が段階的に強化された時期を基準にして全回答の建築後年数を3区分した(図3)。

2) 建物被害と揺れの程度

震度7地域での建物の被害と揺れの程度を図4に示す。アンケートを通じて得られた回答による限り、倒壊したと回答した件数は2件である。その外に建物が大きく傾いたり、柱の歪みがあった件数は8件(「その他」を除いた総84件に対して、約9.5%)である。

建物の形式・構造等のデータと建物の被害をクロス分析して見ると(表3)、いずれの属性も「自宅の被害」とは関連があるとは言

えず、「住戸の揺れ」に対しても関連が認められない。実際に感じた揺れの程度と住戸の被害とが結びつくとは言えない。

なお、建築基準法等の改定を目安にした建築後年数の区分と建物構造とは関連が認められないが、「建築形式」とは有意な関連があり、順位尺度の関連性を図るガンマー(Γ)係数は、 $\gamma = 0.35$ で、最近建てられた建物ほど共同住宅などが多いと一応推定されるが、本論が対象としている震度7地域が神戸市の三宮地域を中心とする地域であることから地域的な特徴も関係していると考えられる。

図1 建物構造

図2 建築形式

図3 建築後年数の年代区分—但し、() 内は建築時期

図4 震度7地域の建物被害と揺れの程度

表3 建築関連のデータ間のクロス分析表

		建築形式	建物構造	建築後年数	住戸の揺れ	備考
建物構造	χ^2	86.26				* $\alpha = 0.05$ 有意 Contingency係数 = 0.679
	DF	28				
	Sig.	0 ^a				
建築後年数	χ^2	20.405	18.254			* $\alpha = 0.05$ 有意 Gamma係数 $r = 0.349$
	DF	8	14			
	Sig.	0.009 ^a	0.195			
住戸の揺れ	χ^2	9.57	14.613	7.253		
	DF	8	14	4		
	Sig.	0.297	0.405	0.123		
自宅の被害	χ^2	17.931	46.525	16.736	15.776	
	DF	24	42	12	12	
	Sig.	0.806	0.291	0.16	0.202	

注：「建築後年数」は耐震補強の強化に基づく世代区分を用いる(図3参照)。
「住戸の揺れ」は、その他を除く。
「自宅の被害」は、その他を除く。

図5 建築形式と建物構造との対応分析結果

次に、建築形式と建物構造には関連が認められ、名義尺度の関連性を説明するコンティジェンシー(Contingency)係数(0.679)によればかなりの関連性が認められた。

従って、住宅と行動との関係を分析するためには建築形式と建物構造を一体化した類型の設定が望ましいと考えられる。

3) 建築形式と建物構造

建築形式と建物構造との関連の類型化には、多変量分析の一手法である対応分析⁵⁾を用いる。対応分析は二つの変数に対する得点を同時分布させるという解析方法⁵⁾で、変数間の関係を図上の距離として表わす。

分析の結果(図5)、X軸の固有値 $\lambda_x = 0.802$ 、Y軸の固有値 $\lambda_y = 0.386$ の説明力を持つ結果が得られた。各軸の寄与率はX軸が75%、Y軸が18%である。その結果、精度を表わす各軸の分散度もX・Y軸ともに0.002と0.019という高い精度を得た。

そして、対応分析の各要因の得点を用いてユークリッド距離を求め、クラスター分析ワード法を用いて建築形式と建物構造との類型化を行なった結果、独立住宅・木造系の構造(タイプI)、共同住宅・鉄骨・RC造系の構造(タイプII)、及びその他(タイプIII)に区分された。

5. 住宅の類型と行動との関連

1) 多次元尺度構成法(MDS)による行動項目の類型化

全時間帯を通じた行動の選択パターンや時間の経過における行動の変遷を把握するため多次元尺度構成法(MDS)を用いた。本多変量解析法は、各時間帯ごとに複数回答された行動項目を数値化し、最少次元でその結果を表現し、類型化するためには適していると思われる⁶⁾。

分析は、多次元尺度構成法の一つであるALSCALで行なった。

まず、各時間帯での行動について非類似性距離(ユークリッド距離)を求め、その距離データを用いて分析を行なった。

各時間帯の行動項目の分析結果を2次元平面図に投影したのが図6から図8である。そして、各時間ごとの行動項目の得点を用いてクラスター分析ワード法(ユークリッド距離)で行動項目のグルーピングを行った。また、時間の流れによる行動項目の分布を把握するため、各時間帯の行動項目の分布を1つの図にまとめたのが図9から図11である。

時間帯別の因子未回収率⁷⁾とも言われる stress の値は、0.26, 0.28, 0.28 である。

図の各行動項目は、原点に近いほど行動選択の頻度が少なく、両端部ほどその時間帯の代表的な行動であると言える。そして、互いに近くに位置している行動項目は選択パターンが類似している行動項目であると考えられる。

「揺れが続いている間」の行動は(図6)「1-何も出来なかった」、'7-様子を見ながら」、'10-布団・枕を被った」のような行動項目が原点から離れていることが分かる。このような受動的な行動がこの時間帯の代表的な行動であると言える。また、この時間帯での行動項目は原点を中心にして縦軸に沿って位置し、受動的な行動項目に選択が集中していることが分かる。

「揺れが収まった直後」の行動としては(図7)、「20-懐中電灯等を探した」、'24-家族に声をかけた」のような安全確保行動と「27-室内を点検した」、'28-外を窺った」、'29-すぐ外に出て様子を見た」、'31-ラジオを聞いた」のような点検や状況判断行動が異なった位置を占めている。

「揺れが収まった30分後」の行動は(図8)、全体的に行動項目が散在していて、この時間帯には行動の選択頻度のばらつきが多いことを示している。「29-すぐ外に出て様子を見た」、'31-ラジオを聞いた」、'30-建物・設備を点検した」と「27-室内を点検した」、'28-外を窺った」のような点検・状況判断行動と「47-近所の方々の安全を確認した」のような近隣への気配りが現われている。また、「37-室内の片づけを始めた」、'38-洗面・着替え等をした」、'51-その他」のような行動が離れて位置している。特に「38-洗面・着替え等をした」、'51-その他」の行動はアンケートの内容から見て次の行動への移行や避難後の行動として考えられる。本論では、このような行動を転移行動⁸⁾と呼ぶ。「13-安全な場所へ行った」、'18-ガスの元を切った」、'20-懐中電灯等を探した」、'33-電話・ファクスをかけた」、'46-避難場所へ向かった」のような行動項目は、脱出や避難等を直接示す行動やそれを支援する行動項目であると考えられる。そして、「36-再び寝た」のような被害の軽微さを示す内容であると思わせる行動項目も位置している。

以上で触れた行動以外の行動項目はグループを成し、原点に近く位置している。このようなグループに属する行動は、選択頻度

図6 「揺れが続いている間」の行動分布

図9 各時間帯の行動グループ

図7 「揺れが収まった直後」の行動分布

図10 全時間帯に現われる行動の軌跡

図8 「揺れが収まった30分後」の行動分布

図11 各行動の勢力図

が少なく、時間の経過につれて原点に近づいている(図9)。グループを形成している行動はその時間帯だけの頻度が少ない行動項目か、次の時間帯と連続しながらも「揺れが収まった30分後」に急激に頻度が減り、原点に近づく行動項目である。

また、全時間帯に対して持続的に現われる行動項目6種類についてその現われ方の時間的推移を示したのが図10である。‘20-懐中電灯等を探した’、‘14-扉や窓を開けた’、‘15-すぐ外に脱出した’のような行動は「揺れが収まった直後」に急激に選択頻度が高

くなる行動項目で、揺れの収まりと同時に行われた能動的な行動として安全確保行動と脱出行動として考えられる。

そして、「13-安全な場所へ行った」は「揺れが続いている間」から行われた危機からの脱出行動として、時間の経過に連れて選択頻度が高くなり、「揺れが収まった 30 分後」は避難の意味としても選択されたことがアンケートの回答内容から確認¹⁹された。脱出から避難への経過を見せる行動項目であると考えられる。

他の「7-様子を見ながら待った」、「10-布団・枕を被った」は、「揺れが続いている間」の代表的な受動的な行動であり、危機に対する心理的な恐怖感が持続的に残っていた¹⁰と考えられる。

図 11 は、全時間帯を通じて現われた代表的な行動について、各時間帯毎の行動項目の現われ易さ(本論では、勢力と言う)を示す。多次元尺度構成法の結果図の特徴から、原点から離れるほど頻度が高く、その時間帯の代表的行動であると言える。

1 次勢力行動は、各時間帯の代表行動である。2 次勢力行動は、1 次勢力行動ほど多く行われていないが、各時間帯の行動項目の中心的な行動項目であると言える。そして、3 次勢力行動は、選択頻度が少なく、群れを形成して原点に近づく行動項目であり、多様な行動内容を含んでいる。

以上から震度 7 地域での被災者行動を行動の内容から見ると、「揺れが続いている間」の行動としては、受動的な行動と能動的な行動とに分けられる。「揺れが収まった直後」の行動としては、点検及び状況判断、安全確認、脱出行動として区分される。そして、「揺れが収まった 30 分後」の行動は、点検・状況判断、近所への気配り、脱出、転移行動に分けられる。

2) 住宅類型と行動との関連

以上のように行動の多次元尺度構成法の結果を踏まえて、行動と住宅類型について時間帯別の関連を分析する。

分析手法としては、対応分析¹⁵を用いて住宅類型と行動を同時分布させて、それらの位置関係から住宅類型別の行動項目を取り上げ、多次元尺度構成法の結果の行動類型と比較しながら解析する。しかし、住宅類型のタイプⅢ(H3)は特定が出来ない組み合わせであるため、行動との関連には触れないこととする。

2.1) 揺れが続いている間(図 12)

「揺れが続いている間」の行動は受動的な行動と能動的な行動で類型化された。各行動項目と住宅類型との対応分析の結果を図 12 に示す。

住宅類型のタイプⅠ(H1)に居住していた回答者は、9-それまでしていたことを続けた、6-特に何もしなかった、13-安全な場所へ行った、24-家族に声をかけた、5-家族と抱合っていたのような能動的な行動を取ったことが分かる。特に「13-安全な場所へ行った」のような積極的な危機からの脱出行動が行われていたことが特徴と言える。

タイプⅡ(H2)に居住していた回答者は、1-何も出来なかった、7-様子を見ながら待った、10-布団・枕を被ったのような受動的な行動として類型化された行動項目が隣接して位置している。しかし、能動的な行動である「19-転倒・転落防止のため家具等を支えた」、「11-飛び起きた」の行動項目も位置している。

本時間帯の住宅類型と行動との関連から、独立住宅(タイプⅠ)より比較的に高層である共同住宅(タイプⅡ)の場合が外部から

の力の伝播、揺れの増幅などの複雑な要因が関係して、対応行動の積極性に差を与えていたと考えられる。

2.2) 揺れが収まった直後(図 13)

「揺れが収まった直後」の行動類型は、点検・状況判断行動と安全確認行動、そして脱出行動で区分された。

住宅類型のタイプⅠ(H1)に属する回答者は、「13-安全な場所へ行った」、「16-ストーブを消した」、「17-調理の火を消した」、「18-ガスの元を切った」のような脱出や 2 次災害防止のための行動が行われたと考えられる。

タイプⅡ(H2)では、「45-避難準備した」、「46-避難場所へ向かった」のように避難関係の項目を直接選択していることがわかる。そして、「47-近所の方々の安全を確認した」、「48-近所の方々の怪我の手当てをした」、「49-近所の方々の後片づけを手伝った」等の近隣への気配りも見られ始めた。そして、「20-懐中電灯等を探した」、「27-室内を点検した」、「15-すぐ外に脱出した」のように安全確認、点検、脱出などの複雑な行動様相をとっていたことが分かる。また、「35-家具等の下から這い出た」、「38-洗面・着替え等をした」のような転倒等による被害や次の行動への移行を目的にする転移行動も位置している。

タイプⅠ(H1)とタイプⅡ(H2)の両タイプともが点検や状況判断行動及び安全確認行動である「24-家族に声をかけた」、「28-外を窺った」、「31-ラジオを聞いた」等の行動を取っていたことが分かる。

住宅類型のタイプⅡ(H2)では、多様な行動内容から被害状況が様々であったと考えられるし、また被震された建物内での近隣住戸への気配りによって脱出や避難という行動への移行がタイプⅠ(H1)より遅れていたと考えられる。

2.3) 揺れが収まった 30 分後(図 14)

「揺れが収まった 30 分後」の行動は、状況判断行動、点検・近隣への気配り、脱出・点検行動、そして他の行動への準備行動とも言える転移行動で区分された。

住宅類型のタイプⅠ(H1)で居住していた回答者は、「13-安全な場所へ行った」の脱出行動、「25-家族を助けた」、「32-テレビを見た」、「27-室内を点検した」等の点検や状況判断行動、そして家族の助け合い等の行動が行われたと考えられる。

タイプⅡ(H2)の場合、「28-外を窺った」、「51-その他」、「29-すぐ外に出て様子を見た」等の点検行動や転移行動を行い、「15-すぐ外に脱出した」、「18-ガスの元を切った」、「33-電話・ファクスをかけた」、「20-懐中電灯等を探した」のような脱出行動を行ったことが分かる。そして、「45-避難準備した」、「46-避難場所へ向かった」のような避難行動も位置している。

このような脱出行動は最終的に避難行動へ繋がるものであると考えられる。そして、「47-近所の方々の安全を確認した」、「48-近所の方々の怪我の手当てをした」、「49-近所の方々の後片づけを手伝った」の近隣への気配りも持続されていることがわかる。

6. まとめ

地震時の行動発生要因としては、個人への社会的期待やその責任等による各自の役割分担によるものや、周囲の環境、特に物理的な環境からの制約や触発されるものもある。

図 12 「揺れている間」の行動の対応分析結果図

図 13 「揺れが収まった直後」の対応分析結果図

図 14 「揺れが収まった 30 分後」の対応分析結果図

注：図 12、図 13、図 14 では、行動項目は「b」で住宅類型は「H」を頭文字にする。そして、住宅類型は直線で結び^{注11}各類型の相互位置を分かりやすくした。

震度 7 地域での人間行動に関する研究事例は少なく、まだ比較検討が出来ないという問題点はあるが、本論では、時間経過による地震時の人間行動について分析を試み、発震当時の住宅類型との関連性分析を通じて以下のような結果が読み取れた。

まず、多次元尺度構成法による震度 7 地域の行動の特徴から見れば、時間の経過によって緩和されるものの、いくつかの特定の行動に選択が集中している。特に「揺れが続いている間」では、積極性の差は存在するが、全体的に揺れに対する無意識的な対応行動が現われる。

「揺れが収まった直後」の行動は、点検や状況判断行動が主に行われ、家族の安全確認行動や危機からの脱出行動がその後に続く。

「揺れが収まった 30 分後」の行動では、各行動の選択頻度の差が少なくなるが、他の時間帯で現われなかった行動が出現し、このような行動は前段階で避難や脱出が済んだ人々が避難所や自分の住宅から離れて行われた行動であると考えられる。

建物構造と建築形式との関連が強いことから両者を一体化した住宅類型を求め、木造系独立住宅と鉄骨・RC 造系共同住宅、その他に分けられた。

木造系独立住宅（住宅類型のタイプ I）では、「揺れが続いている間」には、能動的な対応行動が取られていた。その能動的行動の中には、わずかな頻度ながら脱出行動も含まれている。「揺れが収まった直後」の

行動としては、脱出や被害拡散防止のための行動も見られる。そして、「揺れが収まった 30 分後」には、点検や持続的な脱出行動を取り、家族を助ける等の行動やテレビ等を通じた情報収集活動も行なっていた。

一方、鉄骨・RC 造系共同住宅（住宅類型のタイプ II）の「揺れが続いている間」の行動としては、転倒等の防止のために家具を支えたりする行動は行われるものの、全体的に受動的な行動を取っていた。「揺れが収まった直後」の行動は、近隣への気配りや点検、そして脱出や避難行動をとっていた。「揺れが収まった 30 分後」には、状況判断や近隣への気配りなどが行われた。

建築形式の特徴から、木造系独立住宅の脱出行動（行動項目 13）は、鉄骨・RC 造系共同住宅の避難行動（行動項目 15、45、46）とは行動に差があると考えられる。独立住宅の場合は、住宅の中か敷地内などへの脱出であり、ある範囲内での危機からの離脱であると考えられる。しかし、居住空間が限定されている共同住宅の場合、脱出・避難行動は、居住空間から完全に撤退し、一時的に生活の場の移転を意味することであると思われる。

本論における兵庫県南部地震の震度 7 地域における住宅の構造や形式と行動との関連分析による限り、建物構造よりは、建築形式と行動との関連がより強いのではないと思われる。行動に影響する要因の中で、住み慣れた空間は大きな役割をもち、生活空間の構成や共同住宅のような被災された空間内での近隣住戸の存在、そして避難に伴って住宅から「離脱する」ことの領域的な意味の差が要因として災害発生時の避難へ至るまでの行動の流れを左右していると考えられる。このような要因は、危機の消滅後にも影響して住宅への復帰の制限など日常生活への障害として存在すると思われる。

従って、災害対策や予防訓練、そして事後対策の策定にも一律

的な役割や要領ではなく、人々が感じる生活空間に根ざしたものを用意する必要があるといえよう。

注

- 1) 日本建築学会近畿支部：兵庫県南部地震に関する建築学会近畿支部所属会員のアンケート調査・第1次集計結果1995，第2次集計結果1996を参照。
- 2) 回答者以外の当時の同居者行動も記入されているが、本論では学会会員である回答者本人のデータのみを対象とする。
- 3) 気象庁資料の「現地調査による震度7の分布」を元に実地図にその位置を写し、震度7地域を推定した。その町名は、注1の第2次集計結果に掲載されている。
- 4) 業種として公団公社と不動産業も選択肢に挙げられているが、震度7地域には該当者がいなかった。
- 5) 対応分析は、符号分析とも言われる分析手法で、クロス集計表を用いて、変数間の関係の性質を明らかにする方法である。クロス集計表を通じて2つの変数間の性質は明らかになるが、変数が名義尺度であり、特に多くのカテゴリーを含んでいる場合、その変数間の関係の性質は常に明らかであるとは言えない。しかし、対応分析では、行スコアと列スコアを計算し、スコアに基づいてプロットを作成し、似かよったカテゴリー同士はお互いの近くにプロットされる。従って、本研究のような名義尺度同士の分析には対応分析が適していると考えられる。
- 6) 多次元尺度構成法は、データ間の順位を見比べるだけでなく、各変数間の選択パターンによる類似的な判断も可能にする分析方法である。本論では各行動項目との選択パターンの類似的な関係や類型化を行うため、少数の次元で行動項目を把握し、住宅関連の建物構造・建築形式、そして建築後年数との関連を把握する。
- 7) 適合度ともいい、 $0 \leq \text{stress}$ である。“0”の時は完全な適合を意味し、“1”以上は取らない。
- 8) 本論での転移行動というのは、ある行動に移るために行われた準備等に関わる予備行動であると定義する。例えば、アンケートの分類番号0239の西宮市の回答者の行動項目メモからは、「外に出るためにコート等に替えた」のように記録されていた。
- 9) 「揺れが収まった30分後」で行動項目「13-安全な場所へ行った」を選択した回答者は6人で、その半分の3人がアンケートの避難について

の項目で「家族全員が避難した」と答えていた。

- 10) 「揺れが収まった直後」と「揺れが収まった30分後」との時間帯で行動項目7と10を選択した回答者は8例で7人であった。その中、「揺れが続いている間」の行動項目として「1-何も出来なかった」と回答した人が5人、揺れている間に家具・設備機器等の転倒・落下による怪我人も3人である。特に、「揺れが収まった30分後」で行動項目10を選択した回答者は、それ以外に「20-懐中電灯等を探した」、「22-風呂に水を張った」、「31-ラジオを聞いた」のような行動項目を同時に選択していた。以上のように行動項目7と10を選択した人数は時間の経過に伴い急激に減ったが、全時間帯に行われた行動の変遷を見ると、「揺れが続いている間」のショックや怪我等による恐怖感が持続されていたと考えられる。
- 11) 本来、対応分析を用いた結果を図で表わす時、一変数の内容を結ぶ線の表現は、順位尺度で構成された変数を表現する時によく使われる方法であり、本論のような名義尺度である場合は、適当であるとは言えない。しかし、2つの変数を投入し、その結果を表わすのに解析の基準にした住宅類型を線で結びその位置関係を見易くするために順位尺度の表現を利用した。折れ線上に位置したり、近接している行動項目は線で結ばれている両端の住宅類型に共通して影響を受けているのを意味し、その強弱は各住宅類型からの距離から判断する。

引用文献

- 1) Otto Friedrich Bollnow, *Mensch und Raum*, 大塚恵一、池川健司、中村浩平訳：人間と空間、せりか書房、1988, pp. 119~126
- 2) 伊藤滋、高野公男、鈴木隆雄：地震時における行動と生活空間についての一考察、第15回日本都市計画学術研究発表会、1980
- 3) 塚越 功、糸井川栄一、熊谷良雄：日本海中部地震における人間行動一亭業所種別からみた特徴の分析、第19回日本都市計画学会学術研究論文集、1984
- 4) 小坂俊吉、望月利男：大地震震源近傍における人的被害と室内の人間行動、都市計画138、1985
- 5) 小林正美：建築空間における災害時の人間行動と建築計画—1982年浦河沖地震住宅内滞在者の行動分析、日本建築学会計画系論文第408、1990
- 6) 大隅 昇、L. ルバル、A. モリノウ、K. M. ワーウィック、馬場康維：記述的多変量解析法、日科技連、1994

(1997年9月10日原稿受理、1998年5月8日採用決定)