

兵庫県南部地震後の神戸市東灘区LPガス漏洩事故による 住民避難の要因分析

Analyses of the Factors that Influenced Residents' Decision to Evacuate
caused by the LPG Leak Accident at Higashinada Ward, Kobe City
just after the Hyogo-ken Nanbu Earthquake of 1995

梅本 通孝¹, 熊谷 良雄², 石神 努³, 村松 健⁴

Michitaka UMEMOTO¹, Yoshio KUMAGAI², Tsutomu ISHIGAMI³
and Ken MURAMATSU⁴

¹ 筑波大学大学院博士課程システム情報工学研究科リスク工学専攻
Doctoral Program in Risk Engineering, Graduate School of Systems and Information Engineering, University of
Tsukuba

² 筑波大学大学院システム情報工学研究科
Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

³ 日本原子力研究所バックエンド技術部デコミッションング技術開発室
Decommissioning Technology Laboratory, Department of Decommissioning and Waste Management, Japan
Atomic Energy Research Institute

⁴ 日本原子力研究所原子炉安全工学部安全評価研究室
Safety Evaluation Laboratory, Department of Reactor Safety Research, Japan Atomic Energy Research Institute

A LPG leak accident occurred at a plant in Higashinada ward, Kobe city, due to the Hyogo-ken Nanbu Earthquake of 1995. In order to make sure residents' safety, Kobe municipal authorities issued evacuation counsel to 72,000 people around the plant on 18 January, 1995. Two years later, a questionnaire on the residents was conducted to grasp the situation of the communication of the counsel and the residents' evacuation. The results of the questionnaire are as follows; 89 percent of respondents got to know the evacuation counsel on that day, and 78 percent among them executed to evacuate caused by the accident.

Key Words : *evacuation counsel, residents, reaction, LPG leak, Higashinada ward, questionnaire*

1. はじめに

1995(平成7)年1月17日に発生した兵庫県南部地震は、阪神・淡路地域一帯に多大な物的被害と人的被害をもたらした。神戸市東灘区沿岸の人工島：東部第二工区(同区御影浜町)に立地するエム・シー・ターミナル(株)神戸事業所(以下「事業所」と言う)では、LPガス貯蔵施設に被害が生じ、臭気が付けられていない状態のLPガスが液状で漏洩する事故(以下「LPG漏洩事故」と言う)が発生した¹⁾。この事故への対処として、翌18日早朝には周辺地域に避難勧告が発令され、対象となる住民は約72,000人に及んだ²⁾。

過去の災害事例から今後の防災対策に有用な知見や教訓を抽出するという視点に立った場合、このLPG漏洩事故事例は、自然災害に起因して二次的に大規模な人為災害が発生し避難勧告が発令されたこと、及び、臭気のないLPガスが漏洩したこと、の2点において非常に希有な特徴を有すると言える。

第一の特徴に関しては、先行の地震によって地域に甚大な被害が生じ、自宅外へ避難する人も多いという特殊

な状況下では、二次災害による避難勧告の情報伝達と、住民の避難行動の双方の場面で少なからぬ支障があったと考えられる。これらの実態を把握することは、大規模な自然災害後に同様の事態の発生が危惧される原子力施設や石油・ガスの精製・貯蔵施設、有害物質を扱う化学工場等の周辺地域での応急対策を検討する上で重要である。

第二の特徴に関しては、漏洩したのが臭気のないLPガスであったということは、住民にとって避難すべき元凶の危険因子が五官で感知できない状態にあったことを意味する。そのような状態が住民の避難意思決定や避難行動にどう影響したのかを検討することは、一部の種類の火山ガス噴出、放射性物質の漏洩・拡散や生物・化学兵器テロ等の応急対策に寄与することにもつながる。

このLPG漏洩事故については、大西ら³⁾が事故発生2年後に避難勧告の対象地域に含まれた六甲アイランドにおいて住民へのアンケート調査を行い(回答者246人)、避難勧告の覚知・避難行動・避難後の帰宅行動・避難勧告解除の覚知等の実態を、主に集合住宅居住者と戸建住宅居住者との比較によって示した。しかし、1980年代以降人工島で計画的に市街地が形成された六甲アイランドは、

本土側の避難勧告対象地域とは物的・社会的な条件が異なるため、住民の対応行動も本土側とは異なる状況にあったことが予想される。

筆者ら⁴⁾は事故発生2年後に本土側の避難勧告対象地域において住民へのアンケート調査を行い(回答者406人)、避難勧告情報の取得時刻・取得手段・取得した情報内容等の状況を、町名や事故現場からの距離等により定義した地域間の比較によって示した。しかし、その検討は住民の情報取得状況にとどまり、その後の避難等の対応行動については触れられていない。また、統計的検討を今後の課題とした。

神戸新聞⁵⁾は、震災発生10年後の特集として、当時の事業所・行政の関係者や一般市民等の証言に基づきLPG漏洩事故の避難勧告発令をめぐる検証記事を連載した。関係者の貴重な証言が数多く得られているが、事故当時の住民避難について定量的な検討は行われていない。

本稿では、筆者ら⁴⁾(以下「前報」と言う)の調査データを用いて、LPG漏洩事故時における地域住民への避難勧告の情報伝達とそれを受けた住民の避難行動の実態を、統計的検討に基づき示すとともに、避難実施の有無に関する要因分析の結果を報告する。

本稿の構成は次の通りである。2.では東灘区の地震被害、LPG漏洩事故、避難勧告の発令・解除等の概要をまとめる。3.で調査の概要を示し、4.で避難勧告発令以前の被害状況等を整理した上で、5., 6., 7.においてそれぞれ避難勧告情報の認知状況、それによる住民避難の実態、及び避難開始以降の状況について調査の分析結果を示す。最後に8.で調査結果のまとめを行う。

2. LPG漏洩事故・対応の概要

(1) 地震による東灘区の被害

1995年1月17日(火)5時46分(24時表記; 以下同様)に発生した兵庫県南部地震は東灘区内にも甚大な被害をもたらした。建築物の被害については、棟数ベースで低層建築物の35.4%、中高層建築物の10.4%が全壊または大破しそれぞれ15.6%、10.5%の建築物に中程度の損傷が生じた⁶⁾。地震発生から3日間に発生した23件の火災によって333棟が焼損し、焼失区域面積は37,468m²に及んだ⁷⁾。

ライフラインにも深刻な被害が生じ、特に電力については、1月17日の本震によって区内全域が停電した。区内南東部と六甲アイランドは翌18日に復旧したものの、後述のLPG漏洩事故に伴う避難勧告対象地域の大部分において電力の供給支障が解消したのは1月21日以降であった⁸⁾。

交通施設については、東灘区深江本町で阪神高速道路3号神戸線の橋梁が18径間約500mにわたり倒壊した⁹⁾。JR西日本東海道線は住吉駅(東灘区)-灘駅(灘区)間で約2kmにわたって高架橋が落橋・倒壊し、阪神電鉄本線は石屋川駅(東灘区)-西灘駅(灘区)間で約3kmにわたり高架橋が倒壊、8箇所落橋した¹⁰⁾。

これらの物的被害に伴い、東灘区の死者数は1,296人(1995年5月8日時点警察庁把握データ)に上った⁷⁾。

(2) LPG漏洩事故と避難勧告発令・解除の推移

LPG漏洩事故とそれに伴う避難勧告の発令・解除の推移を表1に示す。1月17日早朝の本震の発生に伴いエム・シー・ターミナル(株)神戸事業所内でLPガスが液状で漏洩した¹⁾。自衛消防と公設消防が応急措置を講じたが、

表1 LPG漏洩事故をめぐる主な動き

日時	事業所	神戸市
1.17. 5:46	*地震発生	*地震発生
10:00	・構内点検でLPGタンクからの漏洩発見	
13:50	・119通報不能 ・119通報 ・漏洩止まらずタンク周囲の溝に留まる	・119通報で事故覚知
1.18. 2:00	・防液堤の亀裂部分から気化ガスが構内に流出	
4:30		・東灘消防署現地へ
6:00	・高発泡放射開始	・避難勧告発令
8:00	・隣接タンクへのLPG移送決定	
17:15	・移送開始	
18:25	・移送の安定を確認	
18:30		・避難勧告「一旦解除」
1.22. 6:00	・隣接タンクへのLPG移送完了	
14:00	・漏洩部分へのテーピング作業	
14:30	・同作業完了	・避難勧告「完全解除」
1.24. 8:00	・元弁より下部の残液の移送開始	
1.31 11:00	・同移送完了	

※ 文献1), 2), 及び関係機関へのヒアリングに基づき作成。

余震により漏洩量の増加が認められたため、東灘区災害対策本部長の要請により、1月18日6時00分付けで神戸市災害対策本部長(神戸市長)名で避難勧告が発令された²⁾。当初、東部第1・2工区とされた対象地域はその後拡大され¹⁾、最終的に東灘区内のJR線以南、天井川以西、灘区との区界以東の範囲、東部第1・2・3工区、及び六甲アイランドからなる地域で住民約72,000人(28,000世帯)が避難勧告の対象となった²⁴⁾。

神戸市は、報道機関に対し報道要請²⁾を行うとともに、ヘリコプター2機、広報車による広報を実施した。また、警察は現場周辺の交通規制・広報活動を行い、海上保安庁は現場周辺海域における航行制限及び火気使用制限の広報を行った²⁾。

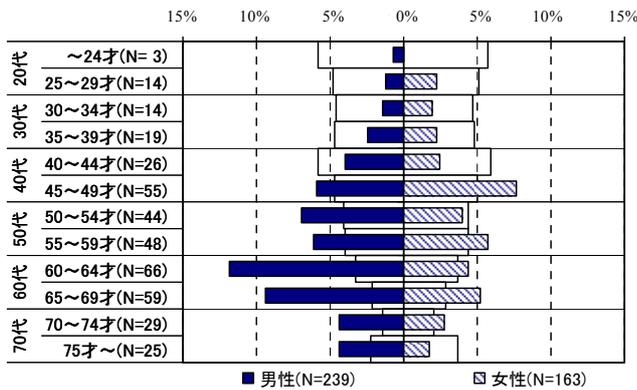
この避難勧告は同日18時30分に「余震で異常が生じた場合には『避難命令』を発動する」ことを予告した上で、「一旦解除」された²⁴⁾。これは、事業所で同日17時過ぎに開始された隣接タンクへのLPガス移送が安定したことを踏まえ、避難勧告が継続すれば寒冷な夜間に屋外で過ごすことを余儀なくされる住民に配慮した措置だったと言う⁵⁾。その後、事業所でのLPガス移送と漏洩防止措置の完了を受け1月22日14時30分に避難勧告は「完全解除」された²⁾。なお、この事故による死傷者の報告はない。

(3) ラジオによる避難勧告報道

ここでは、マスコミの対応状況として、文献11)及び当日の録音資料に基づき、避難勧告が発令された1月18日のNHKラジオ、MBS毎日放送ラジオ、AM神戸によるLPG漏洩事故と避難勧告に関する報道内容をまとめる。

この事故等に関しては、MBSとAM神戸が6時過ぎ、NHKが7時過ぎに第一報を伝え、以降、その他多くの地震関連情報に交え、各局が随時・繰り返して報じた。

それぞれ第一報では「LPGの漏洩・拡散」という危険事象と、避難すべきおおまかな地域を伝えたが、この地域指定の表現が各局で微妙に異なった。MBSでは「国道2号線から南」と伝え、AM神戸では「5時30分に東灘区御



※ 背景は従前の東灘区成人人口に占める各5才階級の構成比¹²⁾。
 ※ 4サンプルが性別・年齢とも不明。

図1 回答者の性別・事故当時の年齢分布(N=406)

影浜町一帯に避難準備勧告が出た」とした。さらにAM神戸は6時30分過ぎには「灘浜町・御影浜町・住吉浜町への避難準備勧告が、避難勧告に変わった」旨を伝えた。7時過ぎのNHKでも避難勧告の対象は同様に報じられたが、7時台のMBSでは「国道2号から南で魚崎幹線西から石屋川線まで、及び六甲アイランド」との表現になった。その後、NHKは10時前に「避難勧告の対象は、国道2号より南側の東西約2.5kmの範囲にある各町、及び六甲アイランドの約7万人」との旨を具体的な町名を挙げつつ伝え、以降はこの表現に定まった。また10時過ぎには「海保が半径2km以内海域での船舶航行等を禁止」と伝えた。

各局とも、避難勧告の原因と対象地域の情報に加え、風による影響、自動車移動の自粛、静電気や火気使用への注意、落ち着いて行動すること、薄着で外に出ないこと等の注意・留意事項にも言及した。10時台のMBSでは対象地域内で自宅に戻る人がいることに触れ、避難を続けるよう呼びかけている。AM神戸では11時30分過ぎに「避難勧告を知らない人がいる」との報告があった。

各局とも18時台には避難勧告の一時解除を報じたが、NHKでは「ガス漏れは夕方までに収まった」としたのに対し、MBSでは「余震でまた漏れ出す可能性もあり、引き続き注意が必要」と加えた。

3. 調査の概要

このLPG漏洩事故事例における地域住民への避難勧告の情報伝達、及びそれを受けた住民の避難行動の実態把握と、今後の類似災害の防災対策への寄与を目的として住民アンケート調査を行った⁴⁾。

(1) 調査実施概要

本調査はLPG漏洩事故から2年後に、避難勧告対象地域のうち、六甲アイランドと東部第1・2・3工区を除く、本土側の対象地域において実施した。調査実施の概要は次のとおりである⁴⁾。

- 実施日程：1997年1月16日～1月23日。
- 対象地域：東灘区御影塚町・御影石町・御影本町・御影中町・住吉南町・住吉宮町・住吉東町・魚崎西町・魚崎南町・魚崎中町・魚崎北町・甲南町・田中町。
- 調査方法：訪問留置-郵送回収方式。
- 抽出方法：町別の従前人口に比例して、住宅地図から無作為に対象住戸を選択。

表2 町別回収票数と従前人口⁴⁾

	回収票数	同左構成比	従前人口	同左構成比
御影塚町	23	5.7%	2,330	3.9%
御影石町	27	6.7%	4,040	6.8%
御影本町	27	6.7%	4,195	7.0%
御影中町	36	8.9%	4,555	7.6%
住吉南町	21	5.2%	2,627	4.4%
住吉宮町	48	11.8%	7,057	11.8%
住吉東町	29	7.1%	4,044	6.8%
魚崎西町	17	4.2%	2,274	3.8%
魚崎南町	56	13.8%	7,720	13.0%
魚崎中町	15	3.7%	4,482	7.5%
魚崎北町	50	12.3%	5,867	9.8%
甲南町	32	7.9%	4,304	7.2%
田中町	22	5.4%	6,106	10.2%
(不明)	3	0.7%	—	—
計	406	100.0%	59,601	100.0%

- 対象者：各戸の世帯主またはそれに代わり得る方。
- 配布票数：1,000票。
- 回収票数：406票。

(2) 調査内容

本調査では、地域住民がLPG漏洩事故での避難勧告をいつ・どのように知り、どれくらいの人がどう避難したのか等を把握するために設問項目を次のとおりとした⁴⁾。

個人属性・住居

性別、年齢、職業、家族構成、災害時要援護者の有無、従前住所、居住年数、住居形式、同構造。

地震被害・その後の状況

自宅被害、世帯内の人的被害、各種乗物の使用可否、地震被害の情報取得手段、1月17日夜の所在。

避難勧告発令の認知

認知時刻、同場所、同手段、得た情報内容、認知直後の感想、同意向、同行動。

避難行動・避難先

避難実施の有無、避難/不避難の理由、避難開始時刻、避難手段、携行品、避難先等の見通し、避難途上の障害、避難先、同決定理由、避難所要時間、避難先の支障点、勧告解除前の帰宅の有無、1月18日夜の所在。

避難勧告解除の認知

認知時刻、同場所、同手段、得た情報内容、認知直後の行動。

なお、本調査の実施はLPG漏洩事故から2年後であり、記憶の希薄化が予想されたため、調査対象者が回答しやすいように設問内容を配慮した。例えば、日時を問う設問では、詳細な時分まで回答を求めるのではなく、「何時頃だったか」と大まかな時刻を尋ねた。また、情報を得た手段を問う設問では、ある情報を得るのに関与した手段の全てを挙げてもらった。これは、避難勧告等の情報を得た際の手段の順番までは思い出せない、という場合に備えたものである。

(3) 回答者の属性

本調査への回答者は406人である。その性別は、男性59%に対し女性40%と男性の方が多い(図1)。また事故当時の年齢としては、20代から30代が少なく、60代が最多で全体の3割を占め、従前人口の年齢構成¹²⁾よりも、回答者はかなり高年齢層に偏っている(図1)。これらの傾向はともに、アンケートを「世帯主またはそれに代わり得る方」に依頼したことによるものと思われる⁴⁾。

次に、回答者の事故当時の住所について、表2に調査を実施した各町別の調査票回収数を、それぞれの震災直

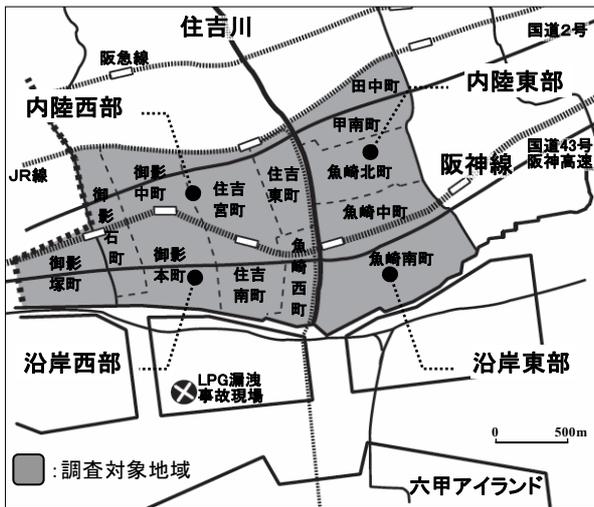


図2 調査対象地域

表3 区域と町名の対応・本調査回答者数

区域	内陸西部	133	内陸東部	119
町名・町丁目	御影石町3・4丁目	11	田中町全域	22
	御影中町全域	36	甲南町全域	32
	住吉宮町全域	48	魚崎北町全域	50
	住吉東町全域	29	魚崎中町全域	15
	魚崎西町4丁目	9		
区域	沿岸西部	95	沿岸東部	56
町名・町丁目	御影塚町全域	23	魚崎南町全域	56
	御影石町1・2丁目	16		
	御影本町全域	27		
	住吉南町全域	21		
	魚崎西町1・2・3丁目	8		

※ 数字は本調査回答者数;住所不明の3人を除く。

前(平成7年1月現在)の人口と比較して示す。表2からは今回のアンケート調査の回収票は調査対象地域内の各町にはほぼ満遍なく分散しており、地域的に著しい偏りはないことがわかる⁴⁾。

これ以降、本調査の分析結果を示していくが、掲載する各図について、統計的検定により有意性が認められるものにはその旨付記する。また、本文中で「有意」と言う場合、 χ^2 検定またはフィッシャーの正確確率検定(両側)で有意水準5%によるものである。

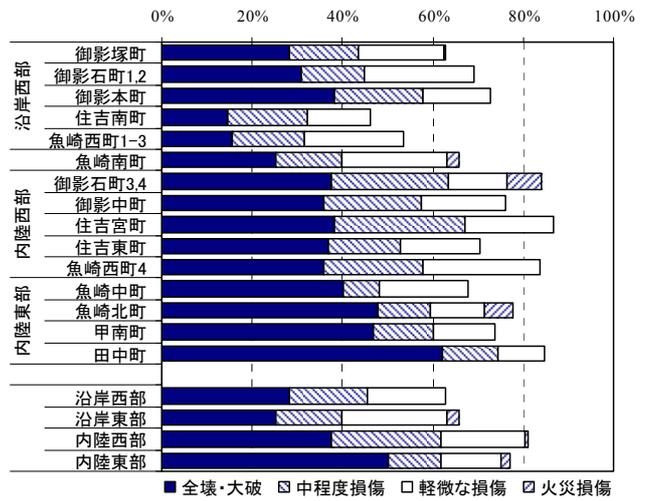
4. 避難勧告発令以前の状況

LPG漏洩事故事例における地域住民への避難勧告の情報伝達や住民の避難行動等の検討に入る前に、それらの前提的な条件として、勧告発令以前の調査対象地域における全体的な地震被害と、回答者宅における被害、さらに、地震発生当日であり避難勧告発令の前夜でもある1月17日夜の回答者の所在について整理する。

(1) 本稿で用いる地域区分

分析に入る前に、これ以降示す調査結果について地理的な要因から検討を加えるために地域区分を定義する。

前報では、調査対象地域内の各町丁目を、事故発生現場を中心に半径500m刻みの同心円の弧を境界とする「距離区分」に振り分け、さらにそれを「海側」と「内陸側」に区分した⁴⁾。しかしこの方法には、円弧が、ある町丁目を横切る場合の処理に主観的判断が伴うほか、実地で



※ 文献6)に基づく;外観目視調査した全建物棟数に対する棟数率。

図3 調査対象地域における地震・火災被害

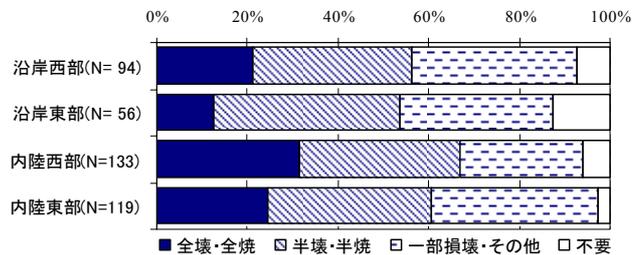


図4 区域別 回答者の自宅被害

はその境界線を明確には認識できない、という難点があった。

そこで本稿では、地域区分を改めて次のように定義する。すなわち、調査対象地域を横断して東西に走る阪神電鉄本線によって「沿岸側」と「内陸側」を分け、地域内を縦断し流れる住吉川によって「西部」と「東部」を分ける。こうして得られる4分割地を「区域」と称し、区域のそれぞれを「沿岸西部」「沿岸東部」「内陸西部」「内陸東部」と呼ぶこととする(図2)。

区域とそれに属する町名・町丁目の対応を表3に示す。基本的に1つの町はいずれか1つの区域に属するが、御影石町と魚崎西町については、阪神電鉄本線が町内を横切るため、町丁目単位で分割した。御影塚町は、同線以北の部分がわずかなため、全域を沿岸西部とした。

LPG漏洩事故の現場には、沿岸西部区域が最も近接しており、内陸東部が最も遠隔である。

(2) 調査対象地域における地震被害

本調査の対象地域では、棟数ベースで全建築物の37.5%が全壊または大破し、17.8%の建築物に中程度の損傷が生じた⁶⁾。地震発生から18日夕方までの間に6件の火災が発生し168棟が焼損、焼損面積は15,957m²に及んだ⁷⁾。死者は約600人であった³⁾。

図3は、本調査の対象地域の各町(丁目)・区域別に地震と火災による建物被害率を棟数ベースで表している。この図3は、震災復興都市づくり特別委員会及び兵庫県都市住宅部が行った建築物被災度調査結果、ならびに建設省(当時)建築研究所が行った火災調査の結果を、建築研究所がGIS化したデータ⁶⁾に基づき作成した。図3から本調査の対象地域での震動による建物被害率は沿岸側よりも内陸側のほうが高い傾向にあり、内陸東部が最も深刻な被害だったことがわかる。つまり、調査対象地域では

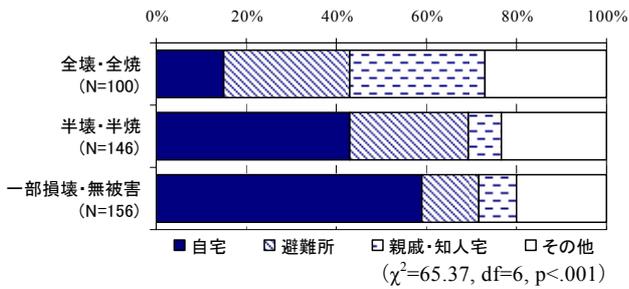


図5 自宅被害程度別 1/17夜の所在

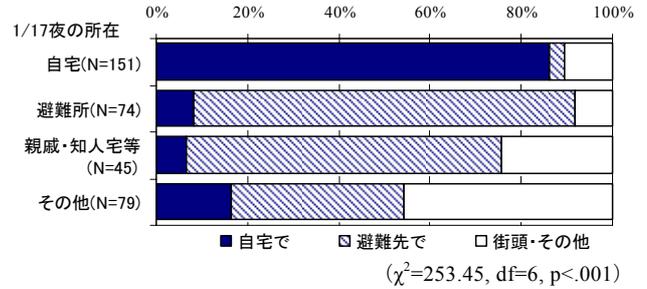


図7 1/17夜の所在別 避難勧告を知った場

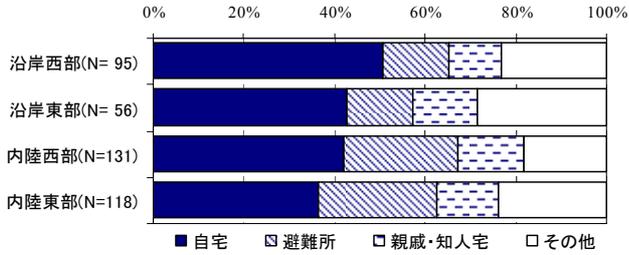


図6 区域別 1/17夜の所在

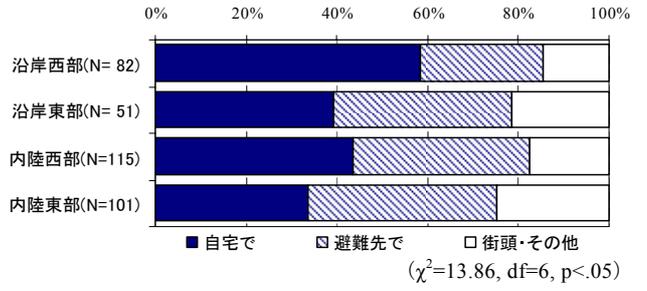


図8 区域別 避難勧告を知った場

LPG漏洩事故現場に近接した区域より遠隔の区域の方が地震被害は大きかった訳である。

(3) 回答者宅の被害

罹災証明の記載内容として、地震またはその後の火災による自宅被害は全回答者の6割が半壊・半焼以上だったのに対し、罹災証明が不要だったのは6%にとどまった⁴⁾。

図4は、この自宅被害を区域別に比較したものである。沿岸側より内陸側のほうが被害の程度が高い点は図3の傾向と同様であるが、内陸東部の被害が比較的少ない点が若干異なる。

(4) 1月17日夜の所在

自宅被害は、回答者の所在に強く影響した。図5は自宅被害の程度別に1月17日夜の所在を示している。被害の程度が大きくなるほど自宅在宅者の割合が低下し、避難所または親戚・知人宅での滞在が増えたことがわかる。特に、全壊・全焼の場合には親戚・知人宅で過ごした人が3割と多い。

図6は、17日夜の所在を4区域間で比較している。自宅在宅者の割合は沿岸西部が51%と最大、内陸東部が36%で最小である。つまり、LPG漏洩事故現場に近い区域ほど、避難勧告前夜の自宅在宅率が高かった訳である。

5. 住民の避難勧告情報の認知状況

ここでは、本調査の全回答者を対象として、1月18日早朝に発令されたLPG漏洩事故による避難勧告情報を、その対象地域の住民が認知した際の状況を把握する。

(1) 避難勧告を知った場

図7は、回答者がLPG漏洩事故の避難勧告を知った場を、1月17日夜の所在別に比較したものである。避難勧告の発令が18日早朝だったこともあり、前夜に自宅にいた場合には避難勧告を知ったのも自宅、という人が86%にも及ぶ。また、ここで言う避難勧告を知った「避難先」には、「避難所」に加え「親戚・知人宅」も該当すると考えられることから、避難勧告を知った場は前夜の所在

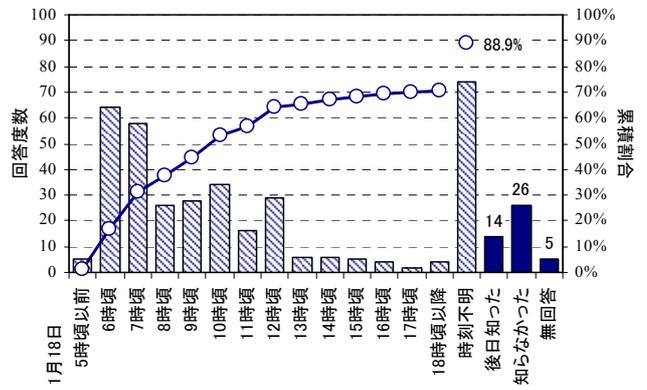


図9 避難勧告を知った日時(N=406)

に大きく依存したと言える。

また、これを区域別に比較すると、自宅で避難勧告を知った人の割合が沿岸西部が59%と最大なのに対して内陸東部は34%と最小である(図8)。これも17日夜の所在(図6)の傾向とよく対応している。

(2) 避難勧告を知った時刻

避難勧告を知った時刻に関しては、前報⁴⁾でのデータに不備が見られたため、本稿では、原票に遡り再吟味し修正を施したデータを用いる。

図9は、全サンプルを対象として避難勧告を知った時刻の度数分布と累積率を示している。前述したようにこの設問では「何時頃だったか」と大まかな時刻を尋ねた。「18日時刻不明」を含めれば、89%が18日中に避難勧告を知ったとしており、時刻別では発令直後の6~7時頃がピークである。その後、各級の度数は徐々に減少し、12時以降の累積率はほぼ横ばいとなっている。

ここで、仮に「18日に知ったが時刻不明」の度数を「5時頃以前」から「18時頃以降」までの度数分布に比例配分して各級に加え、全サンプル数に占める割合を求めると、6時頃には2割程度だった避難勧告の認知率は、9時頃に5割を超え、12時頃には8割に達したと推定できる。

ところで、「5時頃以前」との回答がわずかに見られることについては、避難勧告の発令は18日6時であったが、

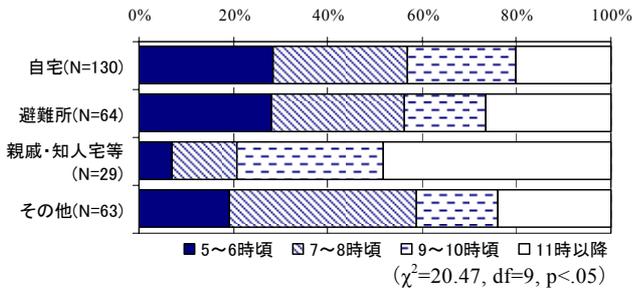


図10 17日夜の所在別 避難勧告を知った時刻

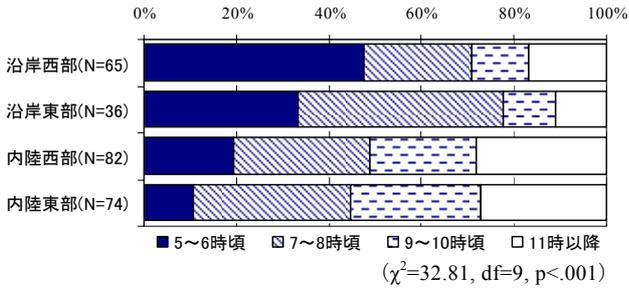


図11 区域別 避難勧告を知った日時(N=346)

実際にはそれ以前にも一部で事故発生と避難の必要性が住民に伝えられることがあったようである⁵⁾。

次に、前夜(1月17日夜)の所在別に、避難勧告を知った時刻を比較する。図10は、避難勧告を「当日(1月18日)中に知ったが時刻不明」または「当日は知らなかった」というサンプルを除き、当日中に避難勧告を知った場合の時刻分布を示している。なお「当日は知らなかった」との回答は、前夜の所在毎に8~11%とほぼ一定であるため、その有無は図10の傾向に大きく影響しない。図10によれば、17日夜を親戚・知人宅で過ごした場合には避難勧告を知るタイミングが著しく遅いことがわかる。この原因として、避難勧告の対象地域外の親戚・知人宅に身を寄せていたという特殊事情が推察される。ただし、実際に地域外の親戚・知人宅にいた回答者数は不確定であるため、以下の分析では17日夜の所在が親戚・知人宅だったサンプルを必要に応じて除外することとする。

そこで図11では、17日夜を親戚・知人宅で過ごしたサンプルを除外し、各区域別に避難勧告を知った時刻を比較した。図11には、住民が避難勧告の認知は、内陸側よりも沿岸側のほうが早く、東部よりも西部のほうが早い傾向にあったことが明瞭に表れている。これは、避難勧告の対象地域が当初は東部第1・2工区とされたことなどから、避難勧告の広報活動が事故現場に近接した沿岸側から重点的に開始されたためではないかと推測される。

(3) 避難勧告を知った手段

前報では、回答者が避難勧告に関する情報を得た各手段(複数回答)の利用率を、全回答者中に占める割合により示した⁴⁾。利用率が比較的高い手段はラジオ30%、近隣の住人28%、消防車・パトカー27%であった。一方、停電の影響でテレビは6%と低率であった。前報ではさらに、表4に対応を示す「元の選択肢」への回答の論理和を1回答者毎に求め、「マスコミ」「私的ルート」「行政ルート」という指標でも検討したが、この3種類の利用率は34~37%といずれも単独では4割に満たず、当日中に9割の人に避難勧告を周知できたのは、これらが相互補完した結果であったことを示した⁴⁾。

今回、個別の情報手段について、「17日夜の所在」「区

表4 情報手段の分類⁴⁾

分類名	元の選択肢
マスコミ	ラジオ,テレビ
私的ルート	自治・町内会役員,近隣の住人
行政ルート	消防・警察官,区役所職員,消防車・パトカー,広報車

表5 各種要因と情報を得た手段との関連

要因	条件	比較的多利用の情報手段
17日夜の所在	・自宅,避難所	・自治・町内会役員
	・自宅	・近隣の住人
	・自宅	・私的ルート
	・避難所	・避難先管理者
	・親戚・知人宅*	・テレビ*
	・親戚・知人宅	・マスコミ
区域	・沿岸西部	・自治・町内会役員
	・沿岸東部,内陸東部	・近隣の住人
	・内陸東部	・うわさ
勧告知った場	・自宅	・近隣の住人
	・自宅	・私的ルート

※ χ^2 検定(*のみフィッシャーの正確確率検定)による。いずれも両側5%水準で有意。

域」「避難勧告を知った場」の各要因との関連性を検討したところ、表5に掲載の要因と手段の間に有意な傾向が認められた。ただし「17日夜の所在」での分析では全サンプルを対象とし、それ以外では17日夜を親戚・知人宅で過ごしたサンプルを除外し分析を行った。

表5は、各要因が表中に記載の条件の場合には、対応する情報手段の利用が比較的多かった、という関係を表している。自宅で近隣の住人から、避難所で避難先管理人から情報を得たとの回答が多いのは順当な結果である。避難勧告当日この地域の大部分は停電だったにも関わらず、親戚・知人宅でテレビを利用との回答が多いが、これはそこが避難勧告の対象地域外であった可能性を示唆するものと考えられる。以上で言及した情報手段は、場所依存性が高い手段と言える。一方、行政ルートに属する各項目やラジオは表5には表れておらず、つまり、これらの手段は場所依存性が比較的低かったと言える。

(4) 避難勧告の情報内容・種類

前報では、回答者が避難勧告に関して得た情報内容・種類を示した⁴⁾。「LPガスの漏洩」という危険因子については、回答者全体の73%、当日中に避難勧告を知った回答者に限れば82%の人が情報を得ていた。しかし、神戸市から報道機関への報道要請に含まれた避難の方角・避難先の場所・安全な区域等の内容については、最多の「避難の方角」でも約半数にとどまり、これら避難の具体的方法に関する内容の周知は低調だったと指摘した⁴⁾。

今回、この得られた情報内容と、「地理的要因」「避難勧告を知った時刻」「同手段」との関連性を検討した。

表6は、各情報手段の利用と、得られた情報内容との関連性を示している。ともに複数選択式の設問であったため、1回答者についてある情報手段と情報内容との組み合わせを取り上げた際、後者は前者によって得られたものとは必ずしも断言できないが、回答者全体として見れば、おおよその傾向把握は可能である。

表6からまず言えるのが、情報手段の違いによって伝わる情報内容・種類に差があった、ということである。

表6 各種要因と情報を得た手段との関連

情報手段	情報内容・種類											
	LPガスの漏洩	MCTでの事故	避難の時期	避難先の場所	避難の方角	避難の道順	安全な区域	持参・携行物品	避難上の注意事項	火気使用禁止	誘導に従うよう	「避難しろ」だけ
ラジオ	○			○								
テレビ				○								
自治・町内会役員							○					
近隣の住人				●			○					○
避難先管理者												
消防・警察官			○								○	
区役所職員								○			○	
消防車・パトカー			○									
区役所広報車		○										
うわさ									●			○
マスコミ	○		○						○		○	●
私的ルート							○					○
行政ルート		○										

※ フィッシャーの正確確率検定、両側5%水準で有意；
 ○：行側の情報手段によって列頭の内容取得が比較的多い。
 ●：行側の情報手段では列頭の内容取得が比較の少ない。

次に、同じ分類(表4)に属する手段間での傾向の類似が目を引く。このような類似は、ラジオとテレビでの「避難先の場所」、自治・町内会役員と近隣の住人での「安全な区域」、消防・警察官と区役職員での「誘導に従うように」、消防・警察官と消防車・パトカーでの「避難先の場所」で見られる。うわさでは「避難しろ」が多く「火気使用禁止」は少なかったが、マスコミでは両内容の結果が入れ替わり、うわさとマスコミの情報内容は対称的だったと言える。

地理的要因、及び避難勧告を知った時刻と、得られた情報内容との関連性については、17日夜の所在が親戚・知人宅だったサンプルを除外し検討した。その結果、区域との関連性では「安全な区域」の情報についてのみ有意性が認められ、内陸東部では他区域よりもこの情報を得た人が多かった。また、避難勧告を知った時刻との関連性では、「避難の方角」についてのみ有意性が認められ、早い時期(18日5・6時頃)に避難勧告を知った場合、この情報を得た人が多かったことが見出された。

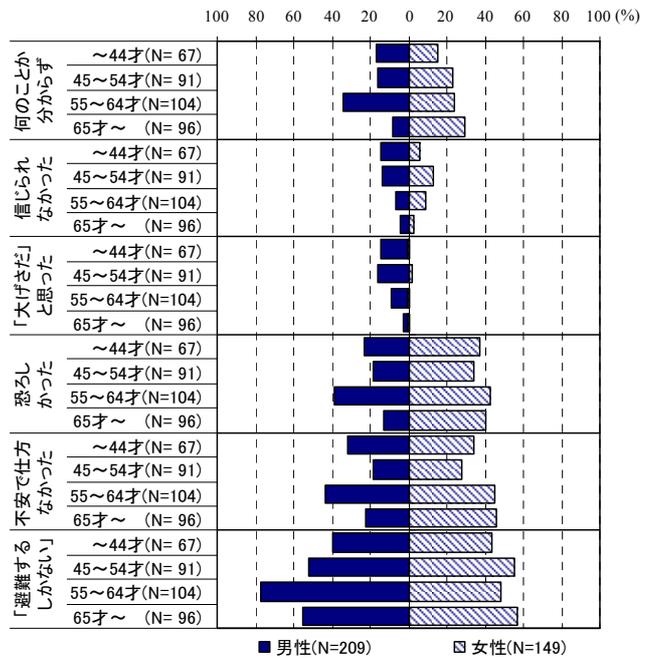
6. LPG漏洩事故での住民避難の実態

ここでは、LPG漏洩事故により避難勧告が発令された1月18日中にその情報を知った回答者361人を対象として、避難勧告を知った直後の感想、行動意向、及び避難実施の有無について検討する。

(1) 避難勧告の感想・行動意向

図12は、避難勧告を知った直後の感想を回答者の性別及び年代別に示したものである。全体傾向としては、信じられなかった(8%)、大げさだと思った(5%)という楽観的な見方はわずかなのに対し、恐ろしかった(27%)、不安で仕方なかった(30%)との危機感のある回答は若干多く、避難するしかないと思った人は過半(52%)に及んだ。回答者の性別・年齢で比較した場合、女性のほうが男性よりも「恐ろしい」「不安」との回答が多く、高齢層ほど「避難する」が多い、という有意な傾向が認められた。

避難勧告を知った直後の感想と行動意向とは高い相関関係にあり、楽観的な感想を抱いた場合にはすぐに避難



※ 性別・年齢とも不明の3人を除く。

図12 性別・年齢別 避難勧告知った直後の感想(M.A.)

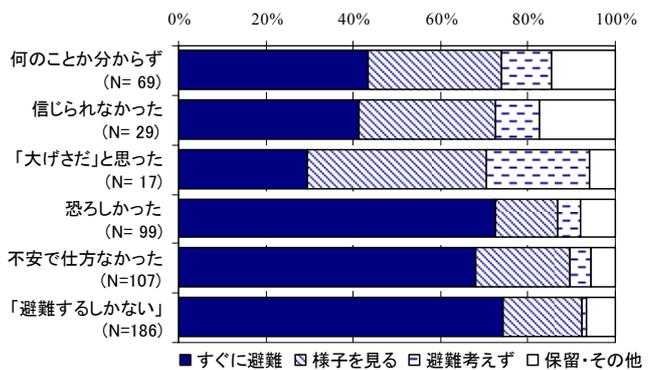


図13 避難勧告知った直後の感想(M.A.)と行動意向

しようと考えた(以下「即避難意向」と言う)人が少数なのに対し、危機的な感想を持った場合にはそれが7割程度に達する(図13)。

この行動意向は、地震による被害とも関連が見られ、自宅の被害程度が大きいほど即避難意向は低下する、という有意な傾向が認められた。また、図14には、各区域の町名・町丁目(表3)別に、地域の建物被害と本調査回答者の即避難意向との関係を示す。ここで、地域の建物被害状況を示す1つの指標として、「全壊または大破」及び「火災焼損」の棟数に「中程度の損傷」棟数を1/2倍し加え、これを全調査対象建物棟数で除した値を「建物滅失率」と定義し、その建物被害データは文献(6)に基づいた(図3)。即避難意向率とは、各町名・町丁目の全回答者中に占める即避難意向者の割合を示すものである。なお、この分析に当たっては17日夜の所在が親戚・知人宅だったサンプルを除いた。また図14では回答者の総数が10人未満のデータを省いた。

図14からは、建物被害が大きいほど即避難意向は弱い傾向にあったことがわかる。それは各区域間の差としても表れており、即避難意向は沿岸側よりも内陸側のほうが弱かったと言える。その理由としては、建物被害の要因と、事故現場からの距離的な要因の2つが考えられる。つまり、内陸側での建物被害の大きさが避難を妨げたと

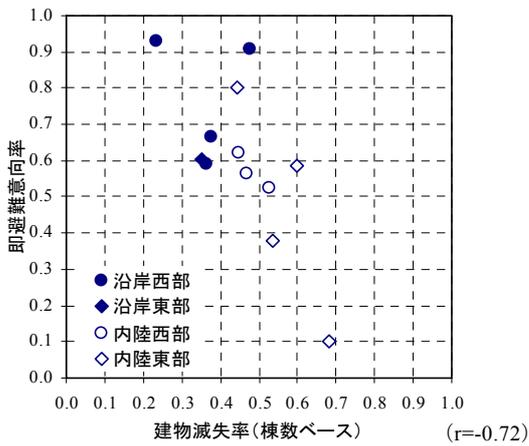


図14 町名別の建物被害と即避難意向

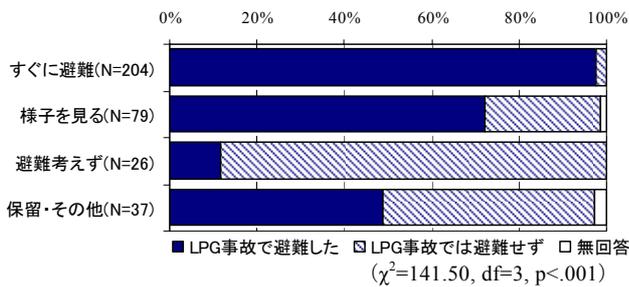


図15 勧告知った直後の意向とLPG漏洩事故での避難

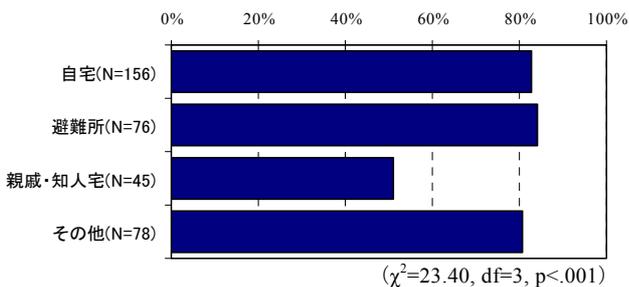


図16 17日夜の所在別LPG漏洩事故での避難率

する見方と、事故現場から離れていることが避難の必要性を低く判断させた見方、の双方の可能性が推察される。

避難勧告を知った状況との関連性としては、避難勧告を早い時期に知った場合には即避難意向が強く、一方で、テレビやうわさで情報を得た場合には即避難意向は低い、という有意な傾向が認められた。

(2) LPG漏洩事故避難の実施状況

これら避難勧告を受けての第一印象は、そのまま実際の避難実施の有無を左右する形となった。

図15に、避難勧告を知った直後の行動意向と、LPG漏洩事故理由による避難実施状況との関係を示す。回答者全体としての避難率は、1月18日中に避難勧告を知った回答者361人に対し77.6%(本調査の全回答者406人中においては70.7%：避難勧告を「知らなかった」と回答または無回答の一方、避難は「した」と答えた7人を含む)であったが、図15によれば、即避難意向であった人の98%が実際に避難したのに対し、「避難を考えなかった」という人はその9割が不避難であった。この傾向は、避難勧告を知った直後の感想との関係でも同様であり、「避難するしかない」と思った場合には96%が避難を行っていた。

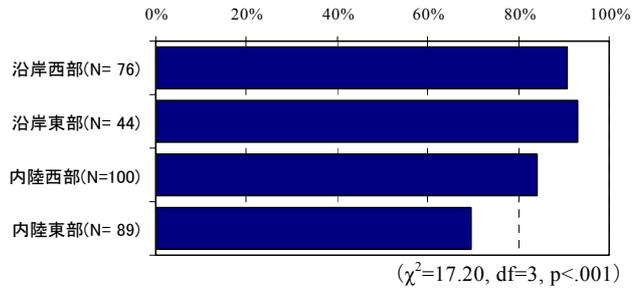


図17 区域別LPG漏洩事故での避難率

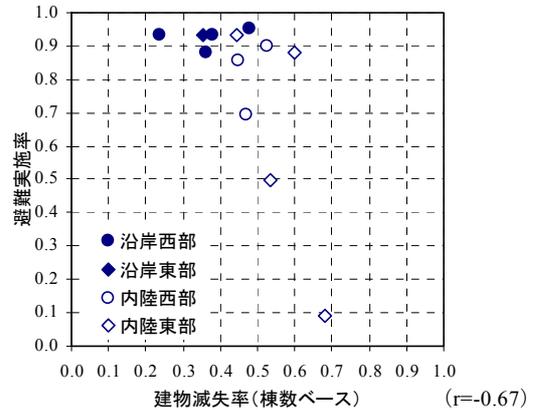


図18 町名別の建物被害とLPG漏洩事故での避難率

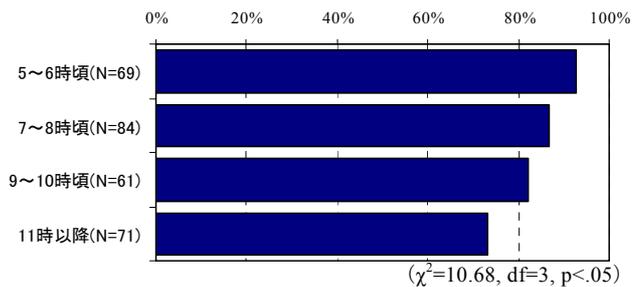


図19 避難勧告知った時刻別LPG漏洩事故での避難率

従って「避難したいとは思ったが、実際には避難できなかった」というケースは極めて稀であったと言える。即避難意向だったにも関わらず実際には避難しなかった、という回答は5サンプルあったが、全員の住所が内陸東部または西部であること以外には、この5人に共通する要因は見当たらない。

本調査では、避難した理由/避難しなかった理由を複数選択式で尋ねた。避難実施者の理由は「避難勧告が出たから」が73%を占め、これ以外の理由に大差をつけ支配的であった。また、不避難者の理由は「勧告を知らなかった」または「その他の理由」に回答が二極化しており、これらからは避難勧告の認知以外に、避難実施の有無を分ける要因を窺い知ることはできない。

しかし、LPG漏洩事故での避難率には、上記の行動意向との関連の他にも、地理的要因や地震による被害状況等との相関が見られる。

図16は、1月17日夜の所在別に避難率を比較して示したものである。避難勧告前夜を親戚・知人宅で過ごした場合、避難率は5割まで落ち込んでいる。この理由としては、前述した避難勧告の対象地域外へ身を寄せていたという特殊事情が推測される。

そこで、前夜を親戚・知人宅で過ごしたサンプルを除き、区域間での避難率を比較したのが図17である。事故

表7 避難実施有無に関する数量化Ⅱ類分析の結果

アイテム名	カテゴリ名	度数	カテゴリ数量	レンジ	偏相関係数
区域	沿岸西部	69	0.337	1.474	0.270
	沿岸東部	41	0.637		
	内陸西部	89	0.226		
	内陸東部	83	-0.837		
	全壊・全焼	59	-0.328		
自宅被害	半壊・半焼	112	0.387	0.714	0.173
	一部損壊・無被害	111	-0.216		
	自宅	129	0.032		
1/17夜の所在	避難所	63	0.470	1.850	0.253
	親戚・知人宅	29	-1.380		
	その他	61	0.104		
	5・6時頃	67	0.238		
避難勧告知った時刻(1/18)	7・8時頃	84	0.027	0.535	0.183
	9・10時頃	60	0.048		
	11時頃以降	71	-0.298		
	自治・町内会役員から避難勧告情報	41	0.677		
自治・町内会役員から避難勧告情報	情報得ず	241	-0.115	0.793	0.128
	情報得た	95	0.519		
近隣住人から避難勧告情報	情報得た	187	-0.264	0.783	0.152
	情報得ず	187	-0.264		

避難実施者の重心: 0.203 固有値: 0.210
 不避難者の重心: -1.039
 分割点: -0.418 的中率: 76.2%

-1.5 -1.0 -0.5 0.0 0.5 1.0 1.5

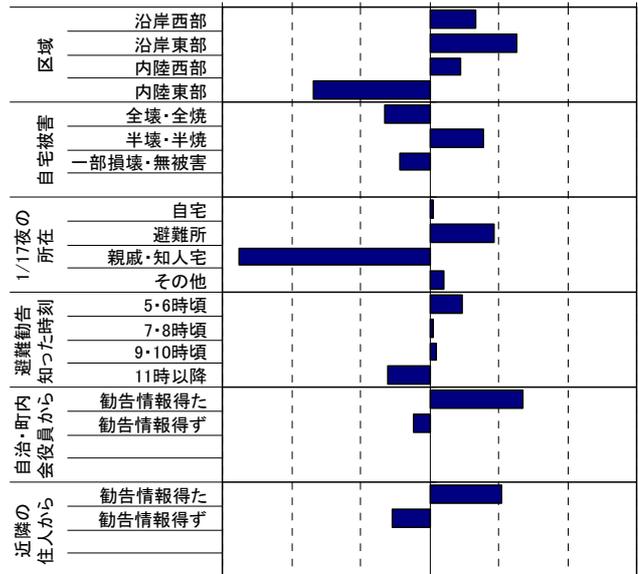


図20 避難実施有無に関する数量化Ⅱ類分析結果:カテゴリ数量(N=282)

現場に近い沿岸側では避難率が9割を超えたのに対し、事業所から最も離れ、かつ地震被害が最も深刻だった内陸東部では7割程度にとどまる。また、各区域の町名・町丁目別の建物被害と、避難率との関係を図18に示す。ここでも回答者の総数が10人未満のデータは省いた。図18からは、沿岸側での避難率は軒並み9割程度に達するのに対し、内陸側では避難率のパラツキが大きく、さらに建物被害が大きいほど避難率が低下する形となっていることが見て取れる。

避難勧告を知った状況との関連性としては、避難勧告を早期に知った場合(図19)、近隣の住人や自治・町内会役員から情報を得た場合にはそれぞれ避難率が高い、という有意な傾向が認められた。

なお、回答者の性別、年齢、世帯内の災害時要援護者の有無、避難勧告を知った場、及び避難勧告で得た情報内容・種類の各要因と、避難実施有無との間に有意な関連性は認められなかった。

(3) 避難実施有無の要因分析

前節では、個別の要因毎に避難実施有無との関連性を検討し、有意性が認められる要因を抽出した。そこで、各要因が回答者の避難実施有無に及ぼす影響の程度を同時並列的に比較するために、数量化Ⅱ類分析による検討を行った。分析対象は1月18日中に避難勧告を知った361サンプルとし、避難実施の有無(2値)を外的基準、前節で抽出された各要因を説明変数候補とした。

まず、避難勧告を知った直後の感想または行動意向のいずれか一方を説明変数に含めた場合、固有値と的中率の観点からかなり当てはまりの良いモデルが得られる。これは、前節で見た両要因と避難実施有無との関連性の高さを踏まえれば当然の結果である。しかし、避難勧告を受けてどのように感想し、どう行動意向を持ったのかということは、「避難をしたかどうか」と同程度に結果論的な事柄である。そのような要因が支配的なモデルによる検討は本分析の目的上あまり意味がない。

そこで、この両要因を説明変数から除外し、その他の要因について検討することとした。その結果を表7、及び図20に示す。表7中の各説明変数間の相関はいずれも低く、多重共線性の懸念はない。欠損値による不適合を

除き結果的にこの分析での有効サンプル数は282となった。カテゴリ数量が大きなものほど避難実施を促す方向に作用した項目である。

各アイテムのレンジと偏相関係数から、外的基準である避難実施の有無に対しては「区域」及び「1月17日夜の所在」の2要因の影響が強かったことがわかる。これらに続き他の4要因は比較的小さく影響を及ぼしたと言える。

このカテゴリ数量でも、勧告前夜に親戚・知人宅に所在したことが(LPG漏洩事故では)不避難の方向に強く作用したことが表れているが、そこには前述した特殊事情が推測される。そこで、これに該当するサンプルを除いた上で同様の分析を試みたところ、カテゴリ間の相対的な大小関係(つまり避難実施有無への影響の程度)には変化がなく、表7・図20の結果と同様の傾向が確認された。

7. 避難開始以降の状況

ここでは、LPG漏洩事故によって避難を実施した回答者287人を対象として、避難開始以降の状況をまとめる。

(1) 避難行動の状況

避難開始のタイミングは各人が避難勧告を知った時刻分布にほぼ従属する形となっており、避難勧告を「知らなかった」または無回答の一方で「避難した」と言う7人を除くと、避難開始が避難勧告を知ったのとほぼ同時刻という場合が49%、1時間後20%、2時間後8%と続いた。仮に避難開始時刻が不明の度数を各級に比例配分すれば、ほぼ同時刻が60%、1時間後は24%と推定される。いずれにしても避難勧告認知後の避難の立ち上がりは早かったと言える。この時間差は沿岸西部では短い(早い)のに対して内陸東部では長く、避難勧告を受けて即避難意向だった場合には短い、という有意な傾向が認められた。

避難の手段は徒歩が71%を占めたが、自動車で避難した回答者も23%いた。自動車利用率は事故現場に最も近接した沿岸西部で高く、最も遠隔の内陸東部では低い、という有意な傾向が認められた。ガス漏洩での避難には適切でないにも拘わらず、事故現場に近いほど避難距離

が長くなるが故に自動車利用が増えたものと考えられる。

避難先の種類としては、指定避難所または臨時開設の避難所が37%、親戚・知人宅20%のほか、公園・空地に避難した人が24%存在し、避難先の受け入れが確保されない状況での避難措置だったことを裏付けている。

(2) 避難先到着以降

避難勧告は1月18日18時30分に「一旦解除」されるが、それ以前に避難をやめ自宅に戻る人が見られ、避難を継続するよう呼びかけが行われた。本調査回答者でも避難実施者の24%が「家族全員で帰宅した」と答え、これに家族の一部が帰宅した場合を加えると43%の世帯で勧告解除前の帰宅行動があった。この行動は、避難勧告を受けて「すぐに避難を」とは考えなかった場合に有意に多く、避難の必要性に対する第一印象が、そのまま解除前の帰宅行動にも影響した形である。

避難した回答者が、避難勧告解除を知った日付としては、1月18日中の34%及び翌19日中の14%に集中した。しかし、「解除を知らなかった」という回答者が38%も存在し、特に勧告解除を待たず家族全員が帰宅した場合には6割に及ぶ。この避難勧告の終了は多くの住民にとって曖昧な形のものだったことが窺える。

8. まとめ

兵庫県南部地震後の神戸市東灘区LPG漏洩事故事例における地域住民への避難勧告の情報伝達と、それを受けた住民の避難行動の実態を把握するために、事故から2年後に避難勧告対象地域住民へのアンケート調査を行い、406人から回答を得た。この収集データを用いて、避難勧告発令以前の地震被害状況等を整理した上で、住民の避難勧告情報の認知状況、LPG漏洩事故での避難実施の有無、及び避難行動の状況等について、個人属性や地理的要因等との関連性を分析した。さらに避難実施の有無について各要因の影響を並列的に比較検討した。本調査で得られた主な結果を以下に示す。

- 回答者の避難勧告の認知率は当日9時頃に5割、12時頃8割に達したと推定され、当日中に89%に及んだ。
- 当日中に避難勧告を知った回答者中におけるLPG漏洩事故での避難率は78%に上った。
- その避難のタイミングは、避難勧告の認知とほぼ同時が60%、1時間後が24%と推定される。
- 避難手段は徒歩が7割に対し自動車利用が23%あった。
- 避難した世帯の45%で勧告解除前の帰宅行動があった。
- 避難勧告の解除を知らなかった回答者が38%に及んだ。
- ただし、上記の避難勧告の認知状況、避難実施状況等は各種の要因の条件によって変動を生じる。
- 特に、避難実施状況には地理的要因と、勧告前夜の所在という2要因が強く影響した。
- 事故現場に近接した区域のほうが住民の避難勧告の認知時期が早く避難率が高い、という傾向が認められた。
- また、勧告前夜の所在が親戚・知人宅であった場合には避難勧告の認知が遅く避難率は低かった。

本事例は、大規模災害後の二次災害であり、危険因子

が五官で感知不能、という特徴を有するものであった。

上記の調査結果の中で、地理的要因(区域)には事故現場からの距離的要素とともに、前日の地震被害による要素も含まれると考えられる。また、勧告前夜の所在は地震による自宅被害の程度に左右されたものである。さらに、本事例で避難率が7割超と高かったのは、危険因子が五官で感知できないという特殊条件のほか、激甚な地震被害によって住民の危険回避の意識が変化したことも原因したと考えられる。このように本事例の住民避難には、先行の地震被害の影響が色濃く表れた。

これを踏まえれば、今後、大規模災害後に二次的な発生が懸念される災害の応急対応計画としては、通常の被害想定に加え、先行災害の被害とその影響の考慮が必要不可欠と言える。特に、先行災害と二次災害の両方で避難が必要となるような場合、後者の避難では住民の所在把握や情報伝達、逃げ遅れ者の有無の確認等の場面で通常の災害時以上の支障が生じることが予想され、こうした事態に備えた対応策が求められる。

補注

(1) 当時の行政関係者へのヒアリング、神戸市から報道機関への報道要請資料、及び文献11)等に基づく。

(2) 神戸市から報道機関に対する報道要請内容の詳細については、文献4)を参照のこと。

(3) 糸井川栄一筑波大学大学院システム情報工学研究科教授(前 国土交通省建築研究所所属)提供データに基づく。

参考文献

- 1) 高圧ガス保安協会：兵庫県南部地震に伴うLPガス貯蔵設備ガス漏洩調査最終報告書、高圧ガス保安協会、1995。
- 2) 神戸市：阪神・淡路大震災神戸復興誌、神戸市震災復興本部総括局復興推進部企画課、2000。
- 3) 大西一嘉、木村康隆：兵庫県南部地震におけるLPG漏洩に伴う住民避難に関する研究、地域安全学会論文報告集、No.7、pp.222-227、1997。
- 4) 梅本通孝 他：阪神・淡路大震災時の神戸市東灘区LPGガス漏洩事故事例における住民への避難勧告の情報伝達、地域安全学会論文報告集、No.7、pp.228-233、1997。
- 5) 神戸新聞：二日目の震災 避難勧告は伝わったか、平成17年1月18日-1月30日朝刊、2005。
- 6) 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、建設省建築研究所、1996。
- 7) 日本火災学会：1995年兵庫県南部地震における火災に関する調査報告書、日本火災学会、1996。
- 8) 阪神・淡路大震災調査報告編集委員会：阪神・淡路大震災調査報告 ライフライン施設の被害と復旧、土木学会、1997。
- 9) 阪神・淡路大震災調査報告編集委員会：阪神・淡路大震災調査報告 土木構造物の被害 橋梁、土木学会、1996。
- 10) 阪神・淡路大震災調査報告編集委員会：阪神・淡路大震災調査報告 交通施設と農業施設の被害と復旧、土木学会、1998。
- 11) 毎日放送：阪神大震災の被災者にラジオ放送は何ができたか、同朋舎出版、1995。
- 12) 総務庁統計局：平成2年国勢調査報告第2巻 第1次基本集計結果その2 28兵庫県、総務庁統計局、1991。

(原稿受付 2005.5.27)