

I - 739

ライフラインの地震被害と生活支障の評価法に関する考察

京都大学大学院 学生員 〇月岡和紀 広島工業大学 正 員 能島暢呂
 京都大学防災研究所 正 員 林 春男 京都大学防災研究所 正 員 亀田弘行
 東京大学大学院 学生員 川北 潤

1. 研究の目的

地震により水、ガス、電気などのライフラインが被害を受けると、多数の利用者にサービス停止・低下などの機能的被害が波及し、日常生活の多くの場面に支障を来す。このような機能的被害の累積を軽減し、利用者の困窮を抑制することは重要であるが、これにはサービス水準低下による利用者の困窮度を定量的に評価することが必要となる。能島・亀田・林¹⁾は、ライフライン機能の地震時障害によって利用者が被る生活支障の時間的評価モデルを提案した。この評価モデルで用いられる「利用者個人単位の充足度曲線」は実際の生活の困窮状況から求められるべきものである。そこで本研究では1983年日本海中部地震と1993年釧路沖地震に関するアンケート調査を行い、その結果を用いて「利用者個人単位の充足度曲線」を定量的に求めることを試みた。

2. アンケート調査の概要

アンケート調査は、それぞれ質問紙により行われた。日本海中部地震については、1993年3月に総合的再評価を行うために能代市を対象として実施され、5,329票を配布し、3,400票を回収した（回収率63.8%）。釧路沖地震については、1993年5月に建築士会の会員を対象に実施され、826票を配布し、404票を回収した（回収率48.9%）。これらのアンケート調査に関する報告は、日本海中部地震については文献2に、釧路沖地震については文献3に発表されている。

3. 利用者個人単位の充足度曲線

利用者個人単位の充足度曲線を定量的に評価するために、まず因子分析により種々の生活活動項目に対する困窮度の項目の中からライフラインに強く依存すると推定される項目を抽出した。

日本海中部地震：炊飯、湯、調理、食器洗い、飲み水、トイレ、入浴、洗面、洗濯

釧路沖地震：炊飯、調理、入浴、洗面、洗濯

両者を比較すると、地震による被害の大きさやライフラインに対する依存度などの違いによって項目数は異なるものの内容は良く一致している。次にこれらの項目を従属変量として数量化理論Ⅱ類を用いた分析を行った。説明変量は多くの項目が考えられるが、試行を繰り返した結果、判別比とレンジの値から水道、ガス、電気の被害、建物被害、井戸の有無が最適な組み合わせであると考えられた。なお、釧路沖地震についての分析では、井戸の有無は井戸のある家庭がごく少数であったために説明変量から除いている。表1の(a)、(b)に調理についての分析結果を示した。この分析では、カテゴリースコアの値が大きいほどそのカテゴリーが生活に及ぼす影響が大きいことを表す。また、レンジはアイテム内のカテゴリースコアの範囲の大きさを表し、レンジの大きさからともにガスの被害による影響が最も大きく、次に水道の被害による影響が大きいことが分かる。

数量化理論Ⅱ類は本来判別のための解析手法であるが、本研究ではこの分析結果から算出されるサンプルスコア Y_i （各アイテムのそれぞれ該当するカテゴリースコアの和）の値が生活に関する困難の程度を表すと考えることにし、最も支障が小さい（サンプルスコアが最小）場合に1、最も支障が大きい（サンプルスコアが最大）場合に0となるように次式のように基準化して充足度 S_i を定義した。

$$S_i = 1 - \frac{Y_i - Y_{\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}} = \frac{Y_{\max} - Y_i}{Y_{\max} - Y_{\min}}$$

図1の(a)、(b)に示した充足度曲線は、ガス・電気の被害、建物被害、井戸の有無がある一定の状態であると仮定した場合に、水道が被害を受けている期間の長さによってどのように充足度が変化するかを表した

ものである。この充足度曲線では、水道の被害による充足度の低下の程度は曲線の下がり幅として、また他の被害による充足度の低下の程度は充足度曲線の間隔として表される。日本海中部地震に関する充足度曲線では、充足度が漸化的に低下する傾向が見られる。一方、釧路沖地震に関する充足度曲線では水道が完全に復旧するまでに要した時間が短く、被害を受けた家庭の割合も低いいため3点を取るにとどまっているが、充足度が低下する様子が表されている。

4. まとめ

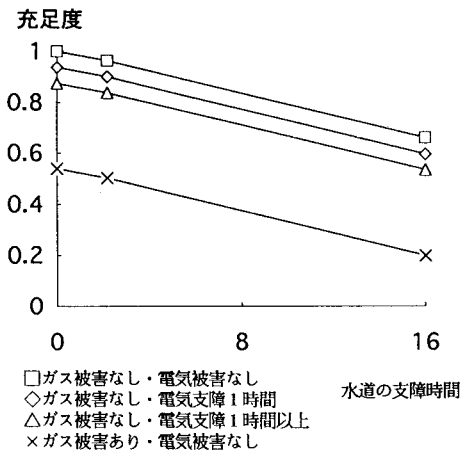
日本海中部地震および釧路沖地震の被害に関するアンケート調査結果を用いて、利用者個人単位の充足度曲線を描いた。この充足度曲線では充足度が低下することおよびその低下の程度を表現することができたが、まだ改善すべき点も多い。今後の課題としては、1) 充足度の初期値は理論的にはどの場合でも1であると考えられるので1となるような方法を考える、2) 地震直後の心理的影響を採り入れる、3) このモデルを普遍化するために他の地震被害についても検討することなどが挙げられる。

参考文献 1) 能島暢呂、亀田弘行、林春男：地震時のライフライン機能障害 表1 (b) 数量化理論Ⅱ類による分析結果（日本海中部地震）

に対する利用者の対応システムを考慮した生活支障の評価法，地域安全学会第3回研究発表会，地域安全学会論文報告集，pp.195-202，1993.5. 2) 亀田弘行・林春男・浜田政則・角本繁：1983年日本海中部地震による被害の総合的再評価—能代市をフィールドとする都市災害の研究計画—，地域安全学会論文報告集 No.3，pp94-100，1993.5 3) 岩井哲・他：1993年釧路沖地震による建物・ライフライン被害と生活への影響に関するアンケート調査，第9回日本地震工学シンポジウム，1994（投稿中）

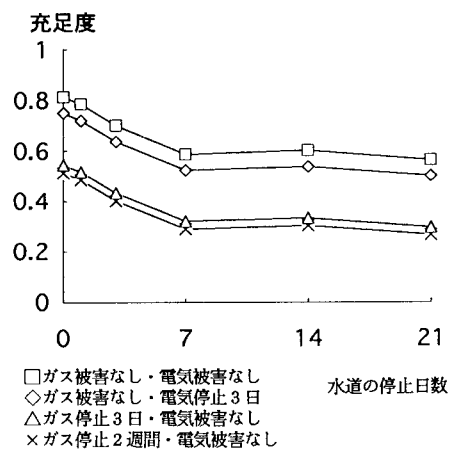
表1 (a) 数量化理論Ⅱ類による分析結果（釧路沖地震）

アイテム	カテゴリ	カテゴリスコア	レンジ
水の支障期間	被害なし	-0.11	1.40
	当日	0.04	
	それ以上	1.29	
ガスの被害	被害なし	-0.31	1.89
	被害あり	1.58	
電気の支障期間	被害なし	-0.10	0.51
	1時間	0.16	
	それ以上	0.41	
建物被害	被害なし	-0.12	0.30
	被害あり	0.18	



(a) 釧路沖地震

アイテム	カテゴリ	カテゴリスコア	レンジ
水の停止期間	なし	-0.55	1.32
	当日	-0.42	
	2～3日	-0.03	
	1週間	0.49	
	2週間	0.43	
	3週間	0.60	
	それ以上	0.77	
ガスの停止期間	なし	-0.49	1.59
	当日	0.33	
	2～3日	-0.42	
	1週間	0.75	
	2週間	0.78	
	3週間	0.90	
	それ以上	1.04	
電気の停止期間	なし	-0.13	0.81
	当日	0.17	
	2～3日	0.15	
	1週間	-0.46	
	それ以上	-0.64	
建物被害	全壊	0.49	0.56
	半壊	0.16	
	一部壊	-0.02	
	被害なし	-0.07	
井戸の有無	あり	-0.24	0.35
	なし	0.11	



(b) 日本海中部地震

図1 充足度曲線（調理できない／建物被害なし・井戸なし）