

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 〇川北 潤  
 京都大学防災研究所 正員 林 春男 広島工業大学工学部 正員 能島鶴呂  
 京都大学防災研究所 正員 岩井 哲 京都大学防災研究所 北原昭男

## 1. 研究の目的

ライフライン網が発達した都市域では、地震の影響はライフラインの構造的被害だけでなく供給停止による機能的被害にも及び、これが利用者の生活や社会活動に大きな支障を及ぼす。そのため、利用者の生活支障が被害の程度と復旧の進行状態でどのように変化するのか、さらに、その支障の度合いがどの程度までならば利用者は我慢できるのか、といったことの時系列的・定量的な判断が必要になる。本研究では地震によるライフライン機能被害に対する生活支障の評価法として能島・亀田のモデル<sup>1)</sup>を用いた。このモデルは、(1)利用者が地震後の各時間断面において受けているサービスに対して感じている充足度を「利用者個人単位の充足度曲線」として記述し、(2)ライフライン機能の回復過程を「復旧曲線」として、(3)個人単位の充足度曲線に復旧曲線を重みとする加重平均を行って「利用者全体の充足度曲線」を描き、さらに充足度の累積から利用者全体の生活支障の総合評価値を定めるものである。この評価モデルの個人単位の充足度曲線においては、利用者の主観的心理状態の変化を定性的に考慮に入れてはいるものの、曲線形状とそこに使われるパラメータは、統計的データによって裏付けられたものではない。本研究は、この個人単位の充足度曲線を定量的に表現することを目的とする。ここでは、1983年5月に起こった日本海中部地震による秋田県能代市の被害をケーススタディとして、昨年行った質問紙調査をもとに分析した結果について報告する。

## 2. アンケート調査の概要

本研究では基礎データとして、日本海中部地震の総合的再評価のために1993年3月に実施した質問紙によるアンケート調査<sup>2)</sup>の結果を利用した。本調査は、地盤の液状化による著しい被害を受けた能代市を対象に計5,329票を配布し、3,400票を回収した(回収率63.8%)。その中から「日本海中部地震を能代市で体験した能代市民」である2,840票を抽出し分析に用いた。地震の全体像を把握するために、アンケートの設定

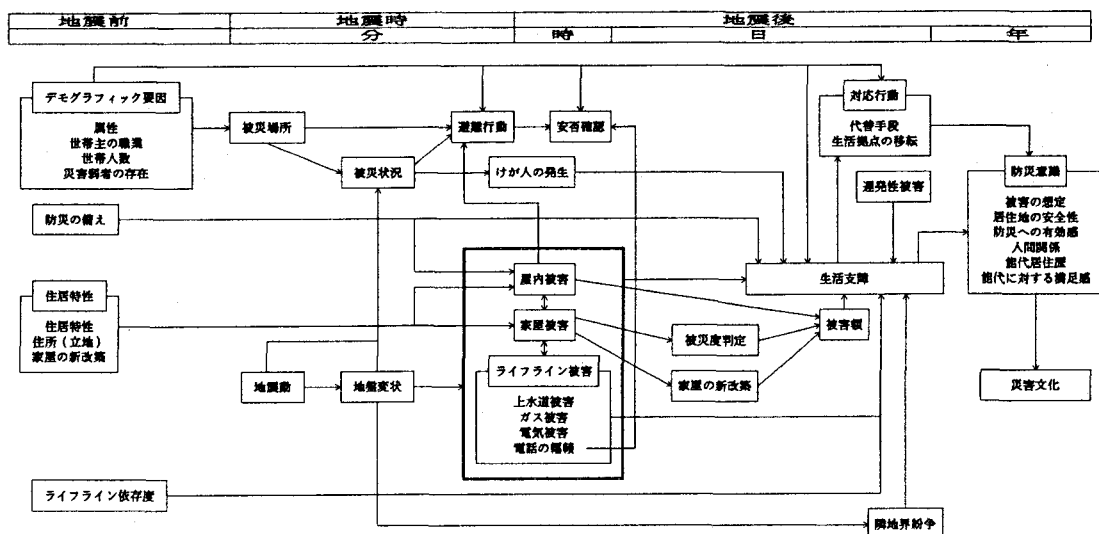


図1 アンケートにみる日本海中部地震の被害構造図

Hiroyuki KAMEDA, Jun KAWAKITA, Haruo HAYASHI, Nobuoto NOJIMA, Satoshi IWAI, and, Akio KITAHARA

項目を地震発生との時間関係と項目間の因果関係から整理して描いたものが図1で、これを被害構造図と名付ける。この図より被害は時系列的にも現象的にも多層な構造を持っており、また生活支障はかなり多くの要因に影響されていることがわかる。

### 3. 充足度曲線の算出

利用者個人単位の充足度曲線を定量的に評価するため、因子分析により種々の生活活動に対する39事象の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9事象（炊飯、湯、調理、食器洗い、飲み水、トイレ、入浴、洗面、洗濯）を

選出し、これらを目的関数として数量化理論Ⅱ類による分析を行った。説明変数は被害構造図で示されるように多くの項目があるが、その中から試行を繰り返し、判別比と偏相関係数をもとに、上水道、ガス、電気の停止期間、家屋被害、井戸の有無の5項目を最適な組み合わせとして採用した。井戸の有無は上水道への依存度を表す項目の一つである。数量化理論Ⅱ類は本来、判別のための解析手法であるが、本研究では数量化された各サンプルの値を「ある属性を持つサンプルに対する数量化された新しい外的基準の得点」とみなした。こうして得た困窮度の得点を基準化して充足度曲線を表現した。一例として調理できないという事象に対する充足度曲線を図2に示した。これは完全断水状態（供給0）のサービスレベルに対する充足度曲線を表し、(a)は上水道、(b)はガスの停止期間に対して示したものである。(a)では充足度は漸化的に低下するのに対して、(b)では3日目までに急激に低下しその後あまり変化しない傾向が見られた。また停電による影響は小さく、水、ガスに対する影響が大きいことが分る。こうして得られた充足度曲線はアンケートの分析結果から得られる生活支障の傾向をよく表現している。

### 4. まとめ

アンケート調査のデータを用い、利用者の充足度の時間的変化をライフライン停止期間、家屋被害、井戸の有無を説明変数として充足度曲線を算出した。充足度に影響を与える他の項目の効果は小さく、この5項目で十分評価できる。しかし、充足度曲線が本来一致すべき部分で必ずしも一致していない点や、充足度曲線の初期値は理論的にはどの場合も1であると考えられるがそうならないといった点で矛盾が生じている。今後の課題として、完全断水以外のサービスレベルに適用することが挙げられる。また、今回のモデルは日本海中部地震による被害データを基にしておりこの特定の地震による被害の特徴がモデルに影響を及ぼしている可能性がある。このモデルを普遍化するには他の地震被害についても検討する必要がある1993年釧路沖地震についても同様の分析<sup>3)</sup>を行っている。

〔文献〕1) 能島暢呂・亀田弘行：居住生活支障を考慮したライフライン系の地震時機能障害の評価法，地域安全学会論文報告集 No.2,1992.5, pp.51-60 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ー能代市をフィールドとする都市災害の研究計画ー，地域安全学会論文報告集 No.3,1993.5, pp.94-100 3) 亀田弘行・月岡和紀・北原昭男・能島暢呂・林春男・岩井哲：質問紙調査による1993年釧路沖地震のライフライン被害と生活支障の評価法，平成6年度関西支部年次学術概要，1994.5

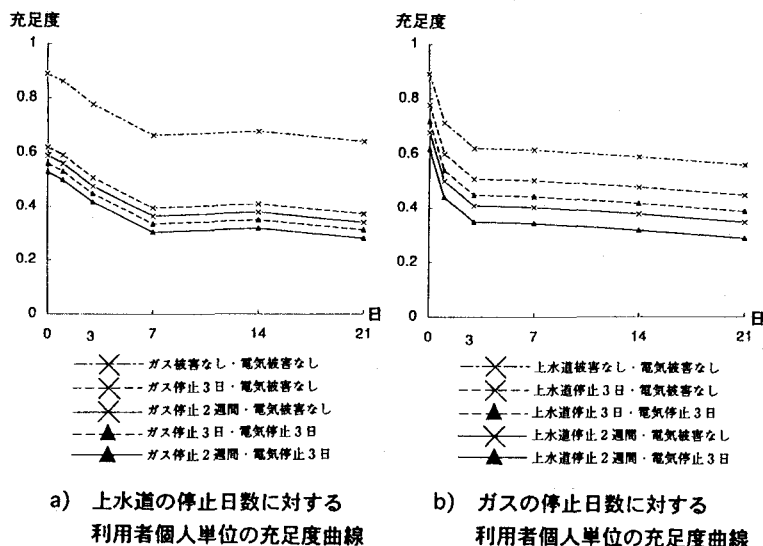


図2 利用者個人単位の充足度曲線（調理できない／建物被害なし・井戸あり）