

供給系ライフラインの震害による生活支障(2)

——予測手順の紹介——

1. はじめに
2. 予測手順
3. おわりに

塩野 計 司*
朱牟田 善 治**

要 約

ユーティリティー・ライフラインの震害による、住民の生活支障の強さを、「影響度」と呼ぶ計量化指標を用いて表し、この指標値を予測するための諸係数を、経験的に導く手法を提案した。この報告では、1987年千葉県東方沖地震の被害調査にもとづいて算出した予測係数を示し、「影響度」を予測する手順を紹介した。

1 はじめに

筆者らは、電気・水道・ガスの停止による、住民の生活支障の強さを、影響度と呼ぶ計量的な指標を導入して測定する方法を提案し〔塩野(1987, 1988), Shiono(1988)〕、ついで、影響度を予測する手法を開発した〔塩野(1989), 朱牟田・塩野(1990)〕。

影響度の予測法は、つぎのようにして開発した：

- 1) 電気・水道・ガスの停止が発生した地域で、影響度を測定する
- 2) ライフラインの停止状況(種類, 期間)や、被災世帯のライフラインへの依存状況など、生活支障の強さに影響すると考えられる事柄を、影響度と併せて調査する
- 3) 影響度の値に影響する要因を識別し、要因ごとの影響の強さを評価する(影響要因分析)

- 4) 影響要因分析の結果にもとづき、影響度の予測式を構成する。

この報告では、1987年千葉県東方沖地震による被害に着目し、上記のプロセスによって構成した影響度の予測式について述べた。とりわけ、予測式に含まれる係数を具体的に示すとともに、予測手順を詳しく紹介した。なお、調査方法や分析結果〔塩野(1988, 1989)〕については、前報との重複をさけるために、詳しい説明を省略した。

2 予測手順

2. 1 指標

ユーティリティー・ライフラインの停止によって、一つの世帯が受ける生活支障の強さを、つぎのように表すことにした：

* 東京都立大学都市研究センター・工学部

** 東京都立大学大学院工学研究科

$$\begin{aligned}
 \text{〔影響度〕} &= \sum_{i=1}^5 \{ \text{〔低下度〕}_i \\
 &\times \text{〔生活活動の低下が続いた日数〕}_i \} \\
 &\dots (1)
 \end{aligned}$$

ただし、

影響度：一つの世帯が受けた影響（生活支障）の強さを示す指標

低下度：生活活動の、普段のレベルからズレの程度を示す指標。つぎの5つの生活活動に注目し、それぞれに調査する：(1)調理、(2)用便、(3)洗面、(4)洗濯、(5)入浴。低下度の値は、活動レベルの低下の程度に応じて、0点（影響なし）から10点（まったくできない）までの点数で与える

i：生活活動の種類を示すサフィックス。

ユーティリティーの停止によって発生する、生活支障のイメージを図-1に示した（一つの世帯について）。縦軸には低下度を示した；横軸には、地震の発生からの時間（日数）を示した。一つの世帯の生活活動レベルの時間的な変化を、階段状の太い線で示した；生活活動のレベルは、地震の発生（ライフラインの停止）によって、急激に落ち込むが、ライフラインの復旧とともに、次第にもとのレベルにもどる。

図-1で、網をかけて示した部分の面積が影響度の値に相当する。生活活動レベルの低下の程度が大きな場合ほど、また、低下の続いた期間が長い場合ほど、影響度の値が大きく（生活支障が強く）評価される。

2. 2 予測式

電気・水道・ガスの停止日数を既知とし、これにもとづいて影響度の値を予測するために、式(1)をつぎのように書き改めた：

$$\begin{aligned}
 DI &= r_{11} \times \min \{ E, G \} \\
 &+ r_{12} \times (\max \{ E, W, G \} \\
 &\quad - \min \{ E, G \}) \\
 &+ r_2 \times W \\
 &+ r_3 \times W \\
 &+ r_4 \times \max \{ W, G \} \\
 &+ r_5 \times W \quad \dots (2)
 \end{aligned}$$

ただし、

DI：影響度

r₁₁：調理の低下度（自宅ではまったくできない状態）

r₁₂：調理の低下度（普段どおりにはできない状態）

r₂：用便の低下度

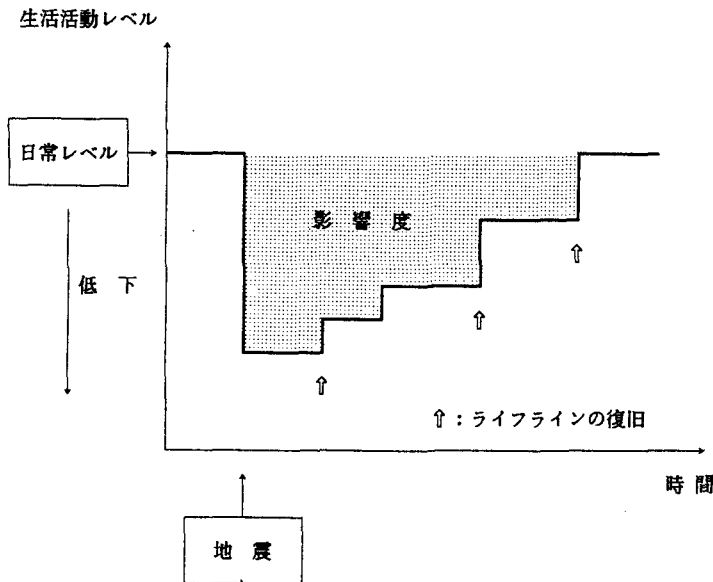


図-1 ライフライン震害による生活支障のモデル

- r_3 ：洗面の低下度
- r_4 ：入浴の低下度
- r_5 ：洗濯の低下度
- E：停電の日数
- W：断水の日数
- G：都市ガスの停止日数
- min〔 〕：日数の最小値
- max〔 〕：日数の最大値

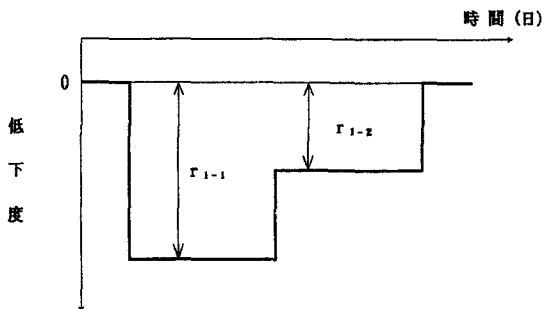
式(2)では、式(1)の「生活活動の低下が続いた日数」を、「ライフラインの停止日数」に置き換えて示した。この置き換えは、調査資料を分析した結果をもとに行ったが、常識的な判断を援用して行った部分もある〔塩野(1989)〕。式(2)に含まれる予測係数 r (低下度)の値は、被害調査を行い、経験的に決定することにした。

予測係数 r の値は、筆者らの研究〔塩野(1988, 1989), 朱牟田・塩野(1990)〕により、つぎの2つの要因の影響を受けることが明らかになっている：

- 1) 停止したライフラインの種類(組み合わせ)
- 2) 世帯の生活形態(普段の生活における、ライフラインへの依存状況)

世帯の生活形態(ライフラインへの依存状況)は、つぎのような点に注目して分類した：

- 1) 井戸〔なしーあり(水道との併用)ー井戸のみ〕
- 2) 調理用熱源
〔都市ガスー戸別プロパンガス〕
- 3) 風呂用熱源
〔都市ガスー戸別プロパンガスーその他



図一 調理の低下度

(まき・石油など)〕

4) 便所〔水洗式ー汲み取り式〕

以上の点に注目して世帯を分類すれば、36通りに分類できるはずであるが、調理用に戸別プロパンガスを用い、風呂用に都市ガスを用いる世帯はきわめて少ないことを考え、このような場合(6通り)は除いて整理した。生活形態の分類(30通

表一 生活形態の分類

	井戸	便所	調理用熱源	風呂用熱源
1	なし	水洗	都市ガス	都市ガス
2	なし	水洗	都市ガス	LPG
3	なし	水洗	都市ガス	その他
4	なし	汲み取り	都市ガス	都市ガス
5	なし	汲み取り	都市ガス	LPG
6	なし	汲み取り	都市ガス	その他
7	あり	水洗	都市ガス	都市ガス
8	あり	水洗	都市ガス	LPG
9	あり	水洗	都市ガス	その他
10	あり	汲み取り	都市ガス	都市ガス
11	あり	汲み取り	都市ガス	LPG
12	あり	汲み取り	都市ガス	その他
13	井戸のみ	水洗	都市ガス	都市ガス
14	井戸のみ	水洗	都市ガス	LPG
15	井戸のみ	水洗	都市ガス	その他
16	井戸のみ	汲み取り	都市ガス	都市ガス
17	井戸のみ	汲み取り	都市ガス	LPG
18	井戸のみ	汲み取り	都市ガス	その他
19	なし	水洗	LPG	LPG
20	なし	水洗	LPG	その他
21	なし	汲み取り	LPG	LPG
22	なし	汲み取り	LPG	その他
23	あり	水洗	LPG	LPG
24	あり	水洗	LPG	その他
25	あり	汲み取り	LPG	LPG
26	あり	汲み取り	LPG	その他
27	井戸のみ	水洗	LPG	LPG
28	井戸のみ	水洗	LPG	その他
29	井戸のみ	汲み取り	LPG	LPG
30	井戸のみ	汲み取り	LPG	その他

井戸：「あり：水道と併用」「井戸のみ：水道を引いていない」

調理用・風呂用熱源：「LPG：戸別プロパンガス」

風呂用熱源：「その他：まき、石炭、石油など」

表-2 低下度 r_{1-1} (調理-1; 図-2 参照)

		ライフラインの停止状況							
		停電 断水 ガス停止	停電 断水 —	停電 — ガス停止	— 断水 ガス停止	停電 — —	— 断水 —	— — ガス停止	— — —
生活 形 態	1	8.5	6.0	6.0	8.5	1.6	2.8	6.0	0
	2	8.5	6.0	6.0	8.5	1.6	2.8	6.0	0
	3	8.5	6.0	6.0	8.5	1.6	2.8	6.0	0
	4	8.5	6.0	6.0	8.5	1.6	2.8	6.0	0
	5	8.5	6.0	6.0	8.5	1.6	2.8	6.0	0
	6	8.5	6.0	6.0	8.5	1.6	2.8	6.0	0
	7	7.8	3.8	6.0	6.0	1.6	1.6	6.0	0
	8	7.8	3.8	6.0	6.0	1.6	1.6	6.0	0
	9	7.8	3.8	6.0	6.0	1.6	1.6	6.0	0
	10	7.8	3.8	6.0	6.0	1.6	1.6	6.0	0
	11	7.8	3.8	6.0	6.0	1.6	1.6	6.0	0
	12	7.8	3.8	6.0	6.0	1.6	1.6	6.0	0
	13	0	0	6.0	0	1.6	0	6.0	0
	14	0	0	6.0	0	1.6	0	6.0	0
	15	0	0	6.0	0	1.6	0	6.0	0
	16	0	0	6.0	0	1.6	0	6.0	0
	17	0	0	6.0	0	1.6	0	6.0	0
	18	0	0	6.0	0	1.6	0	6.0	0
	19	0	6.0	0	0	1.6	2.8	0	0
	20	0	6.0	0	0	1.6	2.8	0	0
	21	0	6.0	0	0	1.6	2.8	0	0
	22	0	6.0	0	0	1.6	2.8	0	0
	23	0	3.8	0	0	1.6	1.6	0	0
	24	0	3.8	0	0	1.6	1.6	0	0
	25	0	3.8	0	0	1.6	1.6	0	0
	26	0	3.8	0	0	1.6	1.6	0	0
	27	0	0	0	0	1.6	0	0	0
	28	0	0	0	0	1.6	0	0	0
	29	0	0	0	0	1.6	0	0	0
	30	0	0	0	0	1.6	0	0	0

生活形態の分類は表-1を参照のこと。

表-3 低下度 r_{1-2} (調理-2; 図-2 参照)

		ライフラインの停止状況							
		停電 断水 ガス停止	停電 断水 —	停電 — ガス停止	— 断水 ガス停止	停電 — —	— 断水 —	— — ガス停止	— — —
生活 形 態	1	4.6	3.8	3.8	4.6	1.2	1.8	3.8	0
	2	4.6	3.8	3.8	4.6	1.2	1.8	3.8	0
	3	4.6	3.8	3.8	4.6	1.2	1.8	3.8	0
	4	4.6	3.8	3.8	4.6	1.2	1.8	3.8	0
	5	4.6	3.8	3.8	4.6	1.2	1.8	3.8	0
	6	4.6	3.8	3.8	4.6	1.2	1.8	3.8	0
	7	4.6	2.8	3.8	3.8	1.2	1.2	3.8	0
	8	4.6	2.8	3.8	3.8	1.2	1.2	3.8	0
	9	4.6	2.8	3.8	3.8	1.2	1.2	3.8	0
	10	4.6	2.8	3.8	3.8	1.2	1.2	3.8	0
	11	4.6	2.8	3.8	3.8	1.2	1.2	3.8	0
	12	4.6	2.8	3.8	3.8	1.2	1.2	3.8	0
	13	0	0	3.8	0	1.2	0	3.8	0
	14	0	0	3.8	0	1.2	0	3.8	0
	15	0	0	3.8	0	1.2	0	3.8	0
	16	0	0	3.8	0	1.2	0	3.8	0
	17	0	0	3.8	0	1.2	0	3.8	0
	18	0	0	3.8	0	1.2	0	3.8	0
	19	0	3.8	0	0	1.2	1.8	0	0
	20	0	3.8	0	0	1.2	1.8	0	0
	21	0	3.8	0	0	1.2	1.8	0	0
	22	0	3.8	0	0	1.2	1.8	0	0
	23	0	2.8	0	0	1.2	1.2	0	0
	24	0	2.8	0	0	1.2	1.2	0	0
	25	0	2.8	0	0	1.2	1.2	0	0
	26	0	2.8	0	0	1.2	1.2	0	0
	27	0	0	0	0	1.2	0	0	0
	28	0	0	0	0	1.2	0	0	0
	29	0	0	0	0	1.2	0	0	0
	30	0	0	0	0	1.2	0	0	0

生活形態の分類は表-1を参照のこと。

表-4 低下度 r_2 (用便)

		ライフラインの停止状況							
		停電 断水 ガス停止	停電 断水 —	停電 — ガス停止	— 断水 ガス停止	停電 — —	— 断水 —	— — ガス停止	— — —
生活 形態	1	4.1	4.1	0	4.1	0	4.1	0	0
	2	4.1	4.1	0	4.1	0	4.1	0	0
	3	4.1	4.1	0	4.1	0	4.1	0	0
	4	0.3	0.3	0	0.3	0	0.3	0	0
	5	0.3	0.3	0	0.3	0	0.3	0	0
	6	0.3	0.3	0	0.3	0	0.3	0	0
	7	1.9	1.9	0	1.9	0	1.9	0	0
	8	1.9	1.9	0	1.9	0	1.9	0	0
	9	1.9	1.9	0	1.9	0	1.9	0	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0
	11	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0	0	0	0
	13	0	0	0	0	0	0	0	0
	14	0	0	0	0	0	0	0	0
	15	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	0	0	0	0	0	0	0	0
	17	0	0	0	0	0	0	0	0
	18	0	0	0	0	0	0	0	0
	19	0	4.1	0	0	0	4.1	0	0
	20	0	4.1	0	0	0	4.1	0	0
	21	0	0.3	0	0	0	0.3	0	0
	22	0	0.3	0	0	0	0.3	0	0
	23	0	1.9	0	0	0	1.9	0	0
	24	0	1.9	0	0	0	1.9	0	0
	25	0	0	0	0	0	0	0	0
	26	0	0	0	0	0	0	0	0
	27	0	0	0	0	0	0	0	0
	28	0	0	0	0	0	0	0	0
	29	0	0	0	0	0	0	0	0
	30	0	0	0	0	0	0	0	0

生活形態の分類は表-1を参照のこと。

表-5 低下度 r_3 (洗面)

		ライフラインの停止状況							
		停電 断水 ガス停止	停電 断水 —	停電 — ガス停止	— 断水 ガス停止	停電 — —	— 断水 —	— — ガス停止	— — —
生活 形態	1	2.8	2.8	0	2.8	0	2.8	0	0
	2	2.8	2.8	0	2.8	0	2.8	0	0
	3	2.8	2.8	0	2.8	0	2.8	0	0
	4	2.8	2.8	0	2.8	0	2.8	0	0
	5	2.8	2.8	0	2.8	0	2.8	0	0
	6	2.8	2.8	0	2.8	0	2.8	0	0
	7	0.8	0.8	0	0.8	0	0.8	0	0
	8	0.8	0.8	0	0.8	0	0.8	0	0
	9	0.8	0.8	0	0.8	0	0.8	0	0
	10	0.8	0.8	0	0.8	0	0.8	0	0
	11	0.8	0.8	0	0.8	0	0.8	0	0
	12	0.8	0.8	0	0.8	0	0.8	0	0
	13	0	0	0	0	0	0	0	0
	14	0	0	0	0	0	0	0	0
	15	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	0	0	0	0	0	0	0	0
	17	0	0	0	0	0	0	0	0
	18	0	0	0	0	0	0	0	0
	19	0	2.8	0	0	0	2.8	0	0
	20	0	2.8	0	0	0	2.8	0	0
	21	0	2.8	0	0	0	2.8	0	0
	22	0	2.8	0	0	0	2.8	0	0
	23	0	0.8	0	0	0	0.8	0	0
	24	0	0.8	0	0	0	0.8	0	0
	25	0	0.8	0	0	0	0.8	0	0
	26	0	0.8	0	0	0	0.8	0	0
	27	0	0	0	0	0	0	0	0
	28	0	0	0	0	0	0	0	0
	29	0	0	0	0	0	0	0	0
	30	0	0	0	0	0	0	0	0

生活形態の分類は表-1を参照のこと。

表-6 低下度 r_4 (入浴)

		ライフラインの停止状況							
		停電 断水 ガス停止	停電 断水 —	停電 — ガス停止	— 断水 ガス停止	停電 —	— 断水 —	— — ガス停止	— —
生活形態	1	5.8	3.6	3.6	5.8	0	3.6	3.6	0
	2	3.4	3.4	0	3.4	0	3.4	0	0
	3	3.4	3.4	0	3.4	0	3.4	0	0
	4	5.8	3.6	3.6	5.8	0	3.6	3.6	0
	5	3.4	3.4	0	3.4	0	3.4	0	0
	6	3.4	3.4	0	3.4	0	3.4	0	0
	7	4.7	0.6	2.7	4.7	0	0.6	2.7	0
	8	1.1	1.1	0	1.1	0	1.1	0	0
	9	1.3	1.3	0	1.3	0	1.3	0	0
	10	4.7	0.6	2.7	4.7	0	0.6	2.7	0
	11	1.1	1.1	0	1.1	0	1.1	0	0
	12	1.3	1.3	0	1.3	0	1.3	0	0
	13	0	0	4.2	0	0	0	4.2	0
	14	0	0	0	0	0	0	0	0
	15	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	0	0	4.2	0	0	0	4.2	0
	17	0	0	0	0	0	0	0	0
	18	0	0	0	0	0	0	0	0
	19	0	3.4	0	0	0	3.4	0	0
	20	0	3.4	0	0	0	3.4	0	0
	21	0	3.4	0	0	0	3.4	0	0
	22	0	3.4	0	0	0	3.4	0	0
	23	0	1.1	0	0	0	1.1	0	0
	24	0	1.3	0	0	0	1.3	0	0
	25	0	1.1	0	0	0	1.1	0	0
	26	0	1.3	0	0	0	1.3	0	0
	27	0	0	0	0	0	0	0	0
	28	0	0	0	0	0	0	0	0
	29	0	0	0	0	0	0	0	0
	30	0	0	0	0	0	0	0	0

生活形態の分類は表-1を参照のこと。

表-7 低下度 r_5 (洗濯)

		ライフラインの停止状況							
		停電 断水 ガス停止	停電 断水 —	停電 — ガス停止	— 断水 ガス停止	停電 —	— 断水 —	— — ガス停止	— —
生活形態	1	6.7	6.7	0.6	6.7	0.6	6.7	0	0
	2	6.7	6.7	0.6	6.7	0.6	6.7	0	0
	3	6.7	6.7	0.6	6.7	0.6	6.7	0	0
	4	6.7	6.7	0.6	6.7	0.6	6.7	0	0
	5	6.7	6.7	0.6	6.7	0.6	6.7	0	0
	6	6.7	6.7	0.6	6.7	0.6	6.7	0	0
	7	2.1	2.1	0.6	2.1	0.6	2.1	0	0
	8	2.1	2.1	0.6	2.1	0.6	2.1	0	0
	9	2.1	2.1	0.6	2.1	0.6	2.1	0	0
	10	2.1	2.1	0.6	2.1	0.6	2.1	0	0
	11	2.1	2.1	0.6	2.1	0.6	2.1	0	0
	12	2.1	2.1	0.6	2.1	0.6	2.1	0	0
	13	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
	14	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
	15	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
	16	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
	17	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
	18	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
	19	0	6.7	0	0	0.6	6.7	0	0
	20	0	6.7	0	0	0.6	6.7	0	0
	21	0	6.7	0	0	0.6	6.7	0	0
	22	0	6.7	0	0	0.6	6.7	0	0
	23	0	2.1	0	0	0.6	2.1	0	0
	24	0	2.1	0	0	0.6	2.1	0	0
	25	0	2.1	0	0	0.6	2.1	0	0
	26	0	2.1	0	0	0.6	2.1	0	0
	27	0	0	0	0	0.6	0	0	0
	28	0	0	0	0	0.6	0	0	0
	29	0	0	0	0	0.6	0	0	0
	30	0	0	0	0	0.6	0	0	0

生活形態の分類は表-1を参照のこと。

り)を、表-1に示した。

ライフラインの停止形態と、世帯の生活形態に注目して調査サンプルを分類し、低下度(予測係数 r)の値を算定した;結果を表-2~7に示した。予測係数 r の値は、分類ごとの平均値で与えた。

なお、ここに示した値は、1987年千葉県東方沖地震の調査だけから導いた結果であり、暫定的な結果と理解すべきものである。今後、同様な調査の繰り返しを通じて、改定すべき余地を残している。

2.3 予測式のテスト

1987年千葉県東方沖地震の調査では、影響度を直接に測定するための事からのほか、式(2)によって影響度を算定するために必要な、つぎの2つの事からについても調べた:

- 1) ライフラインの停止状況(種別と期間)
- 2) 世帯の生活形態

この報告では、これら2つの調査結果から、つぎの2つの段階をへて、影響度の推定値を算定した:

- 1) ライフラインの停止状況(種別)と、世帯の生活形態にもとづき、低下度の予測値を決定する(表-2~7から予測係数 r を読み取

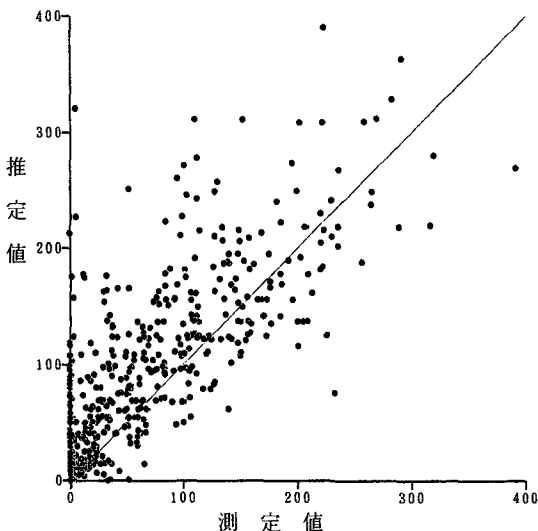


図-3 影響度の実測値と推定値の比較

る)

- 2) 予測係数 r の値と、ライフラインの停止期間を式(2)に代入し、影響度を算出する。

影響度の「推定値」(表-2~7を使って、低下度を間接的に評価)と、影響度の「実測値」(調査によって、低下度を直接的に評価)はよく一致し(図-3;相関係数:0.76)、予測係数 r の妥当性が確かめられた。

2.4 予測の流れ

影響度を予測する手順を、流れ図にして示した(図-4)。

筆者らが提案する予測法は、調査対象域に関する、つぎの2つの情報が既知であることを前提として構成されている:

- 1) 電気・水道・都市ガスの停止日数
- 2) 世帯の生活形態(ライフラインの利用状況と代替手段の保有状況)

したがって、生活支障の強さを予測するための入力情報を準備するために、つぎの2つの事前調

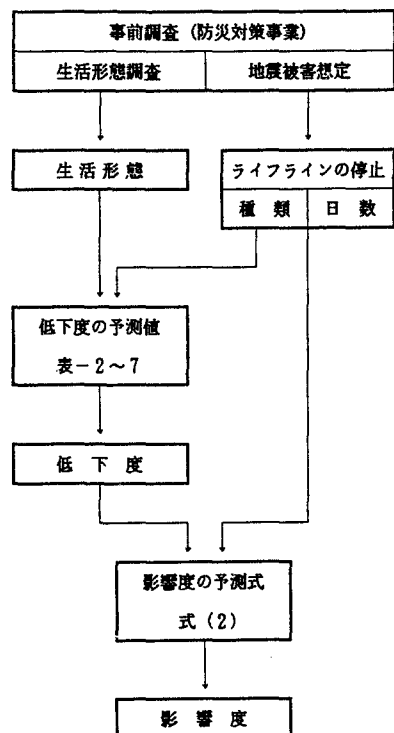


図-4 影響度の予測手順

査を行う必要がある(図-4) :

- 1) ライフライン機能の被害予測調査(電気・水道・都市ガスの所要復旧日数に関する想定)
- 2) 世帯の生活形態に関する実態調査

3 おわりに

1987年千葉県東方沖地震での調査をもとに、電気・水道・ガスの供給停止による、住民の生活支障の強さを、「影響度」と呼ぶ計量的な指標を用いて予測する方法を開発した。この報告では、予測式を提示し、予測式に含まれる予測係数の値を紹介した。

この報告で紹介した予測係数の値は、ただ一つの調査結果にもとづいて誘導したものであり、暫定的な性格をもっている。今後、調査資料の蓄積をへて、より信頼性の高い値として確定していくべきものである。

この報告で提案した予測法は、ライフライン震害による住民の生活支障を、つぎのような視点から捉えることによって構成されている :

- 1) ライフラインの停止は、住民(世帯)の生活に対する「外力」とみなすことができる
- 2) 「外力」の影響は、世帯という「システム」の「特性」によって、様々な強さで現れてくる
- 3) したがって、注目する事象について予測するという問題は、世帯という「システム」が、ライフラインの停止という「外力」をうけたときに、どのような「応答」(生活支障)を示すかを明らかにすること、として定式化できる。

このような定式化に続く問題の一つは、注目す

るシステムを「どれだけ詳しく」記載すべきか、という点にある。筆者らが、これまでに到達した段階は、世帯の特性を、巨視的なフレームワークのもとで記載したものであるとの位置づけができる。この研究からの発展課題として、微視的なフレームワークのもとでの調査法・予測法の開発を取り上げることが考えられる。

文献一覽

塩野計司

1987 「ライフライン震害の影響調査法—電気・水道・ガスの供給停止と住民生活—」『総合都市研究』, 東京都立大学都市研究センター, No.32, pp.23-25。

1988 「ライフライン震害の住民生活への影響—計量的な方法による1987年千葉県東方沖地震の調査—」『総合都市研究』, 東京都立大学都市研究センター, No.35, pp.33-46。

1989 「供給系ライフラインの震害による生活支障」『総合都市研究』, 東京都立大学都市研究センター, No.38, pp.149-167。

朱牟田善治・塩野計司

1990 「供給計ライフラインの震害による住民の生活支障—調査法と予測法—」『第8回日本地震工学シンポジウム(1990)—国際防災の10年記念—論文集』, 1990.12.12-14, 東京, 第2分冊, pp.2229-2234。

Shiono, Keishi

1988 "A method for evaluating the difficulty posed on residents' daily living activities by the interruption of lifeline services" Proceedings of the Ninth World Conference on Earthquake Engineering, Tokyo and Kyoto, August 2-10, 1988, Vol. VIII, pp.989-994.

Key Words (キー・ワード)

Earthquake Damage (地震被害), **Damage Estimation** (被害予測), **Utility Lifeline** (供給系ライフライン), **Difficulty in Daily Living** (生活支障), **Numerical Evaluation** (計量的評価)

INCONVENIENCE IN RESIDENTS' DAILY LIVING ACTIVITIES FROM
POST-EARTHQUAKE SUSPOENSION OF UTILITY SERVICES
PART 2. PROCEDURE FOR ESTIMATION

Keishi Shiono* and Yoshiharu Shumuta**

*Center for Urban Studies, Tokyo Metropolitan University

**Graduate School of Technology, Tokyo Metropolitan University

Comprehensive Urban Studies, No.41, 1991, pp.37-46

We proposed a method for estimating difficulties people experience in daily life at home during the disruption of power, water, and gas supplies. We measured the extent of inconvenience in terms of a numerical score named the difficulty index, DI, which was defined as follows:

$$DI = \sum_i (DOR_i \times TOR_i)$$

where,

DOR: Degree of restriction, which is to indicate the extent to which a living activity was restricted compared with the normal, or pre-earthquake, situation. A score of 10 was given when an activity was totally restricted, and 0 when an activity was not affected at all.

TOR: Term of restriction, which is the number of days during which an activity was affected due to lifeline suspension.

i: The suffix to identify the type of activities as follows: 1) cooking, 2) toilet use, 3) washbasin use, 4) bathing, and 5) washing clothes, which represent people's living at home.

Based on our survey results from the 1987 Chiba-Ken-Toho-Oki earthquake, we composed the following formula for the estimation of TOR.

$$TOR_i = f_i(T_p, T_w, T_g)$$

where T_p , T_w , and T_g are the term of disorder for power, water, and gas, respectively.

We also measured, in the 1987 disaster, DOR's applicable to the estimation of a DI in future events. First, we classified the investigated households into numerous groups according to living pattern and disaster situation. "Living pattern" was defined as the extent to which a household depended on lifeline services before the disaster. "Disaster situation" was defined in terms of which of the three utilities were suspended. Second, we calculated the average DOR's for all living patterns in all disaster situations and tabulated the result in this report.

We examined the performance accuracy of our estimation formula by applying the survey results from the 1987 earthquake. Comparison of the estimated DI's with the directly measured DI's resulted in good correspondence.