

供給系ライフラインの震害による生活支障

1. はじめに
2. 指 標
3. 影響要因
4. 調 査
5. 予 測
6. おわりに

塩 野 計 司*

要 約

電気・水道・ガスの供給停止による住民生活（家庭での日常生活）への影響の強さを、「影響度」とよぶ計量的な指標を使って予測する方法を提案した。予測のための基礎資料は、1987年千葉県東方沖地震の被害を調査して収集した；調査の結果から「影響度」の値を算定し、つぎの2つの要因：(1)ライフライン震害の態様（どの施設が、どれだけの期間にわたって供給を停止したか）、(2)世帯の生活形態（ライフラインへの依存のしかた）との関係を明らかにした。「影響度」の予測には、つぎの入力データを用いる：(1)ライフラインに関する被害想定の結果（復旧日数）、(2)住民の生活形態に関する事前の調査結果。

1. はじめに

供給系ライフラインの被害が震後の住民生活に与える影響は大きい。電気・水道・ガスの供給が突然に停止すれば、家庭での日常生活には、「食」と「住」の問題を中心として、様々な困難が生じる。

住民生活の阻害は、それ自体が重大な災害事象であるのみならず、後続の影響を誘発する原因にもなる。家庭での日常生活の維持が難しくなれば、住民の社会・経済的な活動には停滞が生じる。強い生活支障が長く続けば、自宅での生活が維持できなくなり、一時的な転居が必要になる。ライフラインの震害は、住民の生活支障へと転移し、そこを新たな起点として、後続の災害事象に波及する。

近年、電気・水道・ガスの被害想定には、施設の損傷だけではなく、そこから波及する供給停止（地域、期間）についても定量的に予測したものが多い。予想される供給停止のありさまが、影響人口や復旧日数によって捉えられ、災害の「つよさ」が具体的な数字で示されるようになっている。

これに対し、既往の被害想定の中には、ライフラインの震害による生活支障の「つよさ」を予測したものがない。生活支障の「つよさ」を測る方法がないために、この問題の取り扱い、定性的、間接的な範囲に止まっている。従来調査の中には、生活支障の「つよさ」をライフラインの停止期間に置き換えて考えたものや、地域に保有されている水と食料の量を集計したものなどがある。しかし、ライフラインの停止期間や水・食料の保有量は、生活支障の「つよさ」を表す指標

*東京都立大学都市研究センター・工学部

ではなく、生活支障の「つよさ」に影響する要因にすぎない。

生活支障の「つよさ」が予測できれば、災害対策の「ありかた」を決めることが容易になる。対策は、予測された生活支障の「つよさ」が、許容できる限度を超えたときに必要になる。対策の「ありかた」は、予測された生活支障の「つよさ」が、許容できる限度を超えないことを目標にすれば、おのずと決まってくる。

この報告では、はじめに、電気・水道・ガスの供給停止による生活支障の「つよさ」を、計量的な指標によって表す方法を紹介した。つぎに、この指標を使い、ライフラインに関する被害想定の結果にもとづいて、生活支障の「つよさ」を予測する方法について述べた。

2. 指標

2.1 影響度

ライフラインの機能停止が一つの世帯にもたらす影響を、図1のモデルで表した。図1の横軸には、地震の発生を原点とする時間を与えた。縦軸には、生活活動のレベルを「普段の状態からのズ

レ」の程度として与えた。この値を「低下度」と呼んだ。「低下度」については、つぎの節(2.2)で詳しく述べた。

階段状の太い線によって、生活活動レベルの時間的な変化を示した。生活活動レベルは、ライフラインの機能停止とともに急激に落ちこんだあと、ライフラインの復旧と世帯の自助努力によって、次第にもとのレベルにもどる。

ライフラインの供給停止が一つの世帯にもたらした影響の「つよさ」を、図1の影の部分の面積で表した。「低下度」と「低下の継続期間」の積をとること、あるいは、時間関数としての「低下度」を「低下の継続期間」にわたって積分することに相当する。生活活動レベルが大きく低下した場合ほど、また、低下が長くつづいた場合ほど、ライフライン震害の影響(生活支障の「つよさ」)が大きく評価される。

ライフラインの停止の影響を、家庭での日常生活に注目して調べた。家庭での日常生活を、つぎの5つの行動(生活活動)で代表した：

- 1) 調理
- 2) 用便

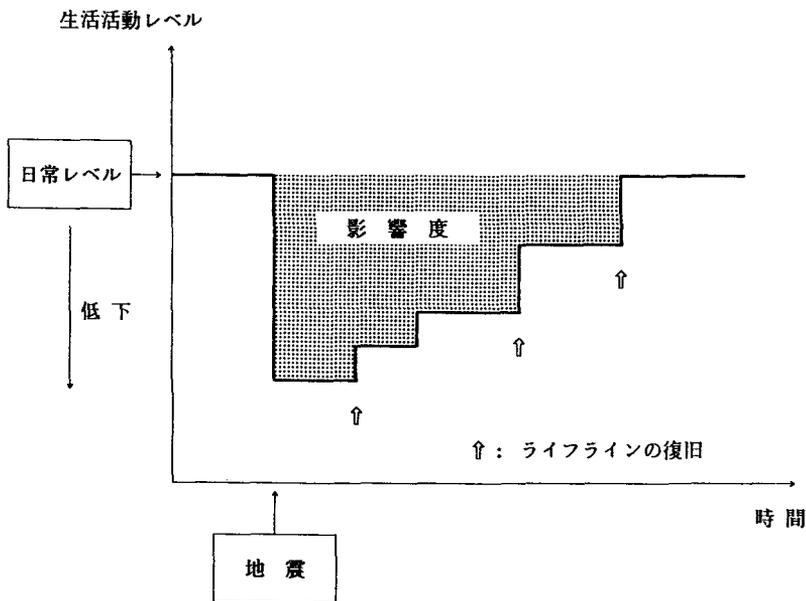


図1 ライフライン震害による生活支障のモデル

- 3) 洗面
- 4) 入浴
- 5) 洗濯

生活活動ごとに算定した「影響度」を「個別影響度」と呼んだ。一つの世帯の生活全体におよぶ影響の「つよさ」を、「個別影響度」の総和で与えた。このようにして得られた指標を「総合影響度」と呼んだ：

$$[\text{総合影響度}] = \sum_i \{c_i \cdot [\text{個別影響度}]\}$$

ただし、 c_i ： i 番目の生活活動の重要性をあらわす重み係数

上の式の重み係数には、どの生活活動にも同じ値(1.0)を与えた。現在の段階では、このような便宜的な方法を使っても、とくに問題は生じない。重み係数の決定は、将来の研究課題とした。

2. 2 低下度

「低下度」の値によって、生活活動のレベルが「ふだんの状態から、どれだけズレたか」を示した。生活活動のレベルは、つぎのような点に注目して評価した：

- 1) 行動の回数—用便(ただし、自宅の便所を使う回数)、洗面、入浴(自宅以外での入浴をふくむ)
- 2) 処理したものの量—洗濯
- 3) 行動の内容—調理

ある生活活動が「まったくできない」状態に10、「ふだんどおりにできる」状態に0という点を数を与え、「低下度」の値とした。また、「まったくできない」状態と「ふだんどおりにできる」状態のあいだに1～4つの段階をもうけ、それぞれに適当な点数を与えた。中間的な段階の数は、生活活動ごとに異なる。

以下に、生活活動のレベルと「低下度」の値を対応を示した：

- 1) 調理
 - 自宅ではまったくできない→10
 - 普段どおりにはできない → 5
 - 普段どおり → 0

- 2) 用便(自宅の便所を使う回数)
 - まったく使えない →10
 - ほとんど使えない → 7.5
 - 半分ぐらいに減る → 5
 - 少し減る → 2.5
 - 普段どおり → 0

- 3) 洗面
 - まったくできない →10
 - ほとんどできない → 7.5
 - 半分ぐらいに減る → 5
 - 少し減る → 2.5
 - 普段どおり → 0

- 4) 入浴(回数)
 - 普段の1/5未満に減る →10
 - 1/5～1/4 → 8
 - 1/4～1/3 → 6
 - 1/3～1/2 → 4
 - 1/2以上 → 2
 - 普段どおり → 0

- 5) 洗濯(洗濯ものの量)
 - まったくできない →10
 - ほとんどできない → 7.5
 - 半分ぐらいに減る → 5
 - 少し減る → 2.5
 - 普段どおり → 0

2. 3 低下の継続期間

調理については、「自宅ではまったくできない」日数と、「普段どおりにはできない」日数を調べた。

用便(水洗便所の使用)・洗面・洗濯については、水の確保が基本的な条件となると考え、断水の日数を「低下の継続期間」として使った。

入浴については、地震のあと、はじめて自宅の風呂が使えるようになるまでの日数を調べた。自宅に風呂がない世帯の場合には、いつも使っている公衆浴場が使えるようになるまでの日数を調べた。

2. 4 影響度の地域指標

以上のようにして求めた「影響度」は、世帯指

標としての意味を持っている。このような「影響度」の値を地域ごとに合計したり、平均することによって、地域の「影響度」が求まる。災害対策の資料とするには、地域指標としての「影響度」が適している。

地域の「影響度」を求めるとき、地域の大きさを変えることによって、いろいろなレベルでのゾーニングができる。地域単位には、市区町村や町丁目・小字などのような行政的な境界のほか、水道やガスの供給ブロックなどを使うことが考えられる。

3. 影響要因

「低下度」の値に影響する要因として、つぎの2つを考えた：

- 1) ライフラインの停止態様（停止したライフラインの種類）
- 2) 世帯の生活形態（ライフラインへの依存のしかた）

停止態様の違いによって、「低下度」の値が変わることを示す例を、つぎに示した：

- i) 電気とガス（熱源）がともに停止した場合には、自宅では、まったく調理することができない；どちらか一方だけでも使うことができれば、ごく簡単な調理ならばできる。
- ii) 水道が使えても、電気（洗濯機）が使えなければ、洗濯ものの量は減る；水道も使えなければ、さらに減る。

生活形態の違いによって、「低下度」の値が変わることを示す例を、つぎに示した：

- i) 井戸を持っている世帯では、水の供給を水道だけに依存している世帯に比べ、断水の影響が小さい。
- ii) 調理用、風呂用の熱源に戸別プロパンガスを使っている世帯では、ライフライン震害の影響が調理・入浴の熱源におよぶことはない。
- iii) 水洗便所は、断水の影響を受ける；汲み取り式の便所には、断水の影響がない。

既往の研究のなかには、上に示した2つの要因

（ライフラインの停止態様と住民の生活形態）と生活活動レベル低下との関係を系統的に整理したものがない。筆者らは、この問題について分析するために、実際に発生した生活支障を対象として「低下度」の値を調査することにした。つぎの節（4.）では、そのような意図で行った調査の一つについて述べた。

3. 2 低下の継続期間

「低下の継続期間」には、ライフラインの停止期間が強く影響する。両者の関係を単純化して整理した。ここでは、井戸を持たず、調理用、風呂用ともに都市ガスを利用し、水洗便所を使っている世帯について考えた結果を示した。これ以外の生活形態についても、同じような考え方で整理することができる。

調理に必要な最低限の水は、応急給水などによって入手できる。しかし、電気・ガスを利用しない熱器具（たとえば、携帯用ガスこんろ）を入手することは難しく、調理が「まったくできない」状況を解消するためには、熱源の確保が問題になる。調理が「まったくできない」状態は、電気かガスのどちらか一方が回復するまで続く。

調理のために使う水や熱を、応急給水や代替的な熱器具によって、普段どおりに確保することは難しい。調理が「普段どおりににはできない」状態は、電気・水道・ガスがすべて回復するまで続く。

用便（水洗便所の使用）・洗面・洗濯が普段どおりにできるようになるためには、水道の回復を待つ必要がある。断水のあいだは、様々な方法で水を入手することが考えられるが、運べる水の量には限りがあり、活動レベルの低下は避けられない。

自宅の風呂が使えるようになるためには、水道とガスがともに回復する必要がある。水道を使わずに浴槽を満たすだけの水量を確保することは難しい。また、その水を沸かすための熱源には、簡便な代替手段が見当たらない。

以上に述べた事がらを式で表せば、表1のようになる。

表1 低下の継続期間（生活活動レベル）

生活活動	低下の継続期間(g)
1) 調理	
自宅ではまったくできない	$g = \min$ [停電, ガス停止]
普段どおりにはできない	$g = \max$ [停電, 断水, ガス停止]
2) 用便（水洗便所の場合）	$g = \text{trm}$ [断水]
3) 洗面	$g = \text{trm}$ [断水]
4) 入浴	$g = \max$ [断水, ガス停止]
5) 洗濯	$g = \text{trm}$ [断水]

\min [] は、[] 内の事象のうち、もっとも短いものの日数を表す。
 \max [] は、[] 内の事象のうち、もっとも長いものの日数を表す。
 trm [] は、[] 内の事象がつづく日数を表す。

4. 調査

筆者の一人は、1983年日本海中部地震による能代市での被害に注目し、「影響度」を試行的に調査した〔塩野（1987）、Shiono（1988）〕。その後、1987年千葉県東方沖地震では、試行調査の成果をふまえ、発展的な調査を行った〔塩野（1988）〕。ここでは、1987年千葉県東方沖地震での調査について述べた。

4.1 方法

「影響度」の調査は、世帯べつアンケートで行った。付録1にアンケート用紙を示した。

アンケート調査の目的を、つぎの3点においた：

- 1) 「影響度」を算定すること
- 2) 生活形態を調べること
- 3) 電気・水道・ガスが停止した日数を調べること

「影響度」を算定するために、つぎの2つの事がらを調査した：

- i) 生活活動レベル（低下度）
- ii) 低下の継続期間

前節で述べたように、「低下度」の値に影響する要因として、世帯の生活形態とライフラインの停止態様（停止したライフラインの種類）が考えられる。この点について分析するために、上記の

2)と3)を調査の目的に加えた。

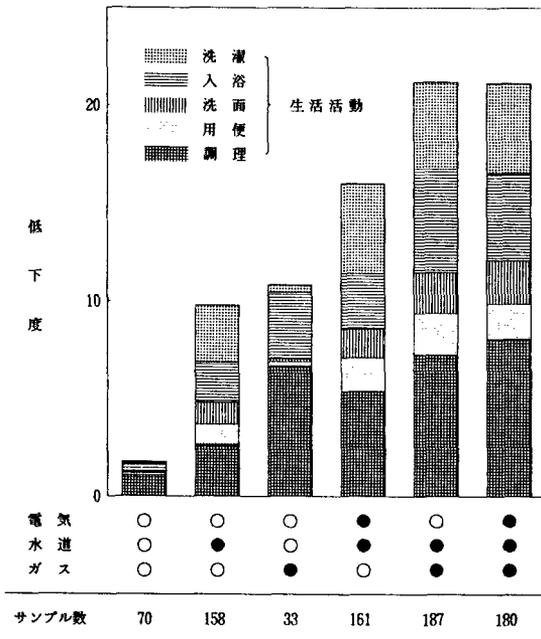
世帯の生活形態を分類するために、つぎの4つの事がらを調査した：

- i) 井戸〔なしーあり〕
- ii) 調理用の熱源〔都市ガスー戸別プロパンガスーその他〕
- iii) 風呂用の熱源〔都市ガスー戸別プロパンガスーその他〕
- iv) 便所〔水洗ー汲み取り〕

4.2 結果

(1) 停止したライフラインの種類と「低下度」
 電気・水道・ガスのうち、どれが停止したかに注目して世帯を分類し、それぞれに「低下度」の平均値を求めた（図2）。一つの分類に含まれる世帯が少なく、サンプル数が20に満たない場合（たとえば、電気だけが停止）は除いて整理した。

「低下度」の値は、多くのライフラインが停止した世帯ほど、大きくなる傾向を示した；ライフラインの停止という、外部からのインパクトが大きき場合ほど、生活活動レベルの低下が著しい。電気・水道・ガスのうち、どれも停止しなかった世帯での「低下度」の値は、0と見なしてもよい程度に止まった。水道またはガスだけが停止した世帯では10程度、2つのライフライン（電気と水道、水道とガス）が停止した世帯では15～20になり、3つのライフラインがすべて停止した世帯で



供給停止(あり ● ; なし ○)

図2 ライフラインの停止態様ごとの低下度

は20を超した。

(2) 生活形態と「低下度」

生活形態べつに求めた「低下度」の平均値を図3に示した。

図3では、つぎのような世帯が左がわに来るようにした：

- 1) 井戸(水道の代替手段)を持っていない
- 2) 調理用に都市ガスを使っている(ライフラインに依存)
- 3) 風呂用に都市ガスを使っている(ライフラインに依存)
- 4) 便所が水洗化されている(ライフラインに依存)

このような基準にしたがって生活形態をならべれば、ライフラインに大きく依存するものほど左がわに来るようになる。ただし、生活形態2から8の並び方は、必ずしも一意的なものではない。

「低下度」の値は、図の左がわにある生活形態ほど大きくなった。このことはライフラインに大

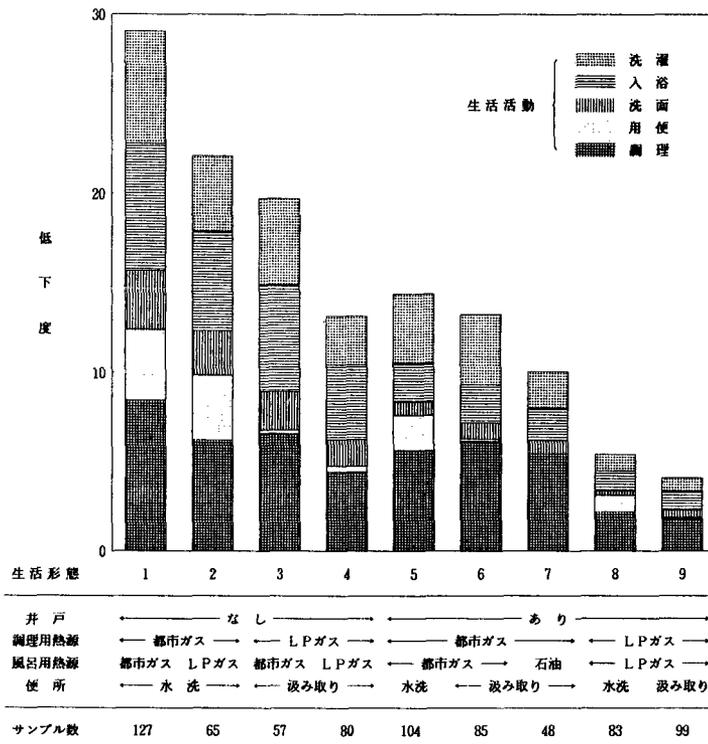


図3 生活形態ごとの低下度

大きく依存する世帯ほど、生活活動レベルが大きく現れることを示している。ライフラインへの依存の程度がもっとも大きな生活形態(1)と、もっとも小さな生活形態(9)では、「低下度」の値にして7倍ほどの違いが見られた。

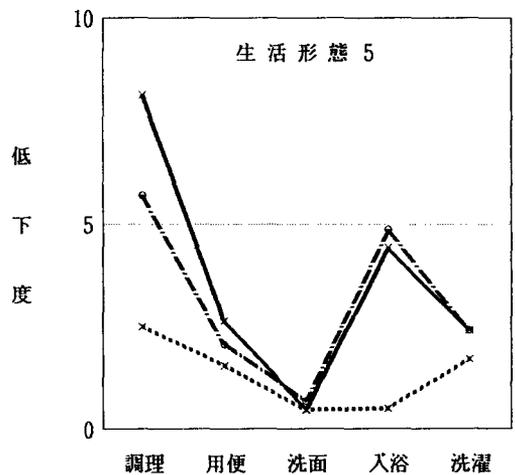
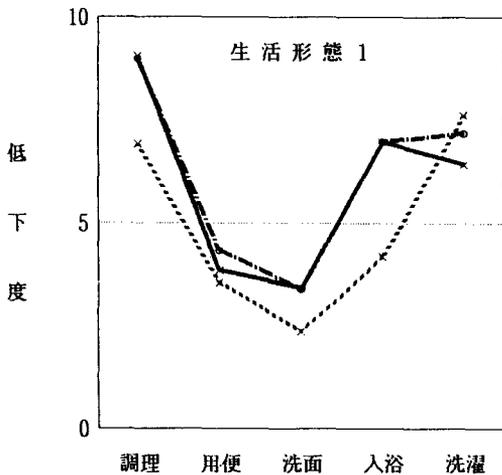
(3) 二つの影響要因を考慮した「低下度」の算定

ここまでは、ライフラインの停止態様と世帯の生活形態という2つの要因が「低下度」の値に与える影響を、別々に調べてきた。ここでは、2つの要因の影響を同時に考慮して、「低下度」の値を整理した。このような整理を行うことによって、「影響度」を予測するための資料が準備できる。

ライフラインの停止態様と世帯の生活形態によって世帯を分類し、分類ごとに「低下度」の平均値を求めた。図4には、停止態様べつに算定し

た「低下度」の値を、2つの生活形態について示した。

図4では、ライフラインの停止形態と世帯の生活形態の違いによって、「低下度」の値が変化の様子が分かる。たとえば、洗面について見ると、井戸のある世帯（生活形態5）では、断水の影響がほとんどないのに対し、井戸のない世帯（生活形態1）では、相当の影響を受けたことが分かる。用便についても、井戸のある世帯の方が、断水の影響が小さい。入浴には、同じ生活形態のなかでの、停止形態の違いによる差が見られる。井戸の有無にかかわらず、ガスが停止した世帯の方が、入浴への影響を強く受けている。



供給停止			
あり ●; なし ○			
	電気	水道	ガス
———	●	●	●
- - - - -	○	●	●
.....	●	●	○

生活形態		
	1	5
井戸	なし	あり
調理用熱源	都市ガス	都市ガス
風呂用熱源	都市ガス	都市ガス
便所	水洗	水洗

図4 ライフラインの停止態様べつ・世帯の生活形態べつの低下度

4. 予 測

4.1 手 法

以上の考察と調査の結果を、予測のための知識として整理すると、つぎのように要約できる：

- 1) 「低下度」の値は、ライフラインの停止形態と世帯のと生活形態から予測できる。
- 2) 「低下の継続期間」は、ライフラインの停止期間から予測できる。

上記の1)と2)の内容は、2つの関数 f と g によって、つぎのように表せる：

低下度 = f (世帯の生活形態；ライフラインの停止形態) ……………(i)

低下の継続期間 = g (ライフラインの停止期間) ……………(ii)

このことは、住民の生活形態とライフライン震害の態様（どれが、どれだけの期間にわたって停止するか）だけを知ることによって、「低下度」の値と「低下の継続期間」が予測でき、「影響度」の値が求まることを示している（影響度 = f × g）。

「低下度」の予測値は、実際に発生した被害で調査した「低下度」の値を、ライフラインの停止態様・世帯の生活形態べつに整理した結果によって与える。図4は、このような方法で整理した結果の一例である。

式(ii)の関数 g には、表1に示したものが使える。

ライフラインの停止期間は、復旧期間にほかならない。したがって、式(ii)は、つぎのように書きかえられる：

低下の継続期間 = g (ライフラインの復旧期間)

最近の被害想定では、ライフラインの復旧期間も、被害箇所数や影響世帯数と同様に、具体的な数字（日数）で示す傾向が定着している。式(ii)の説明変数には、復旧期間の予測結果を使うことができる。

「影響度」の予測値はつぎのようにして求められる：

$$DI = r_{11} \times \min\{E, G\} + r_{12} \times (\max\{E, W, G\} - \min\{E, G\})$$

$$+ r_2 \times W + r_3 \times W + r_4 \times \max\{W, G\} + r_5 \times W$$

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；r₁₁=10）

r₁₂：調理の低下度（普段どおりにはできない状態；r₁₂=5）

r₂：用便の低下度

r₃：洗面の低下度

r₄：入浴の低下度

r₅：洗濯の低下度

E：電気の復旧日数

W：水道の復旧日数

G：ガスの復旧日数

min〔 〕：日数の最小値

max〔 〕：日数の最大値

以上に述べた予測の手順を図5の右がわに示した。図5の左がわには、被害調査を行って予測に必要な基礎資料をつくる手順を示した。

5.2 適用例

1987年千葉県東方沖地震の調査では、「影響度」の値の算定に必要な事がらのほかに、つぎの2つの事がらについても調査した：

1) 世帯の生活形態（電気・水道・ガスの利用状況）

2) 電気・水電・ガス、それぞれの停止日数
これらの2つの調査結果を入力データとし、「影響度」の値を推定した。「影響度」の推定値と測定値を比較する手順を図6に示した。測定値とは、「低下度」と「低下の継続期間」を直接に調査し、その結果から求めた「影響度」の値をさす。

図7では、「影響度」の推定値と権定値を比較

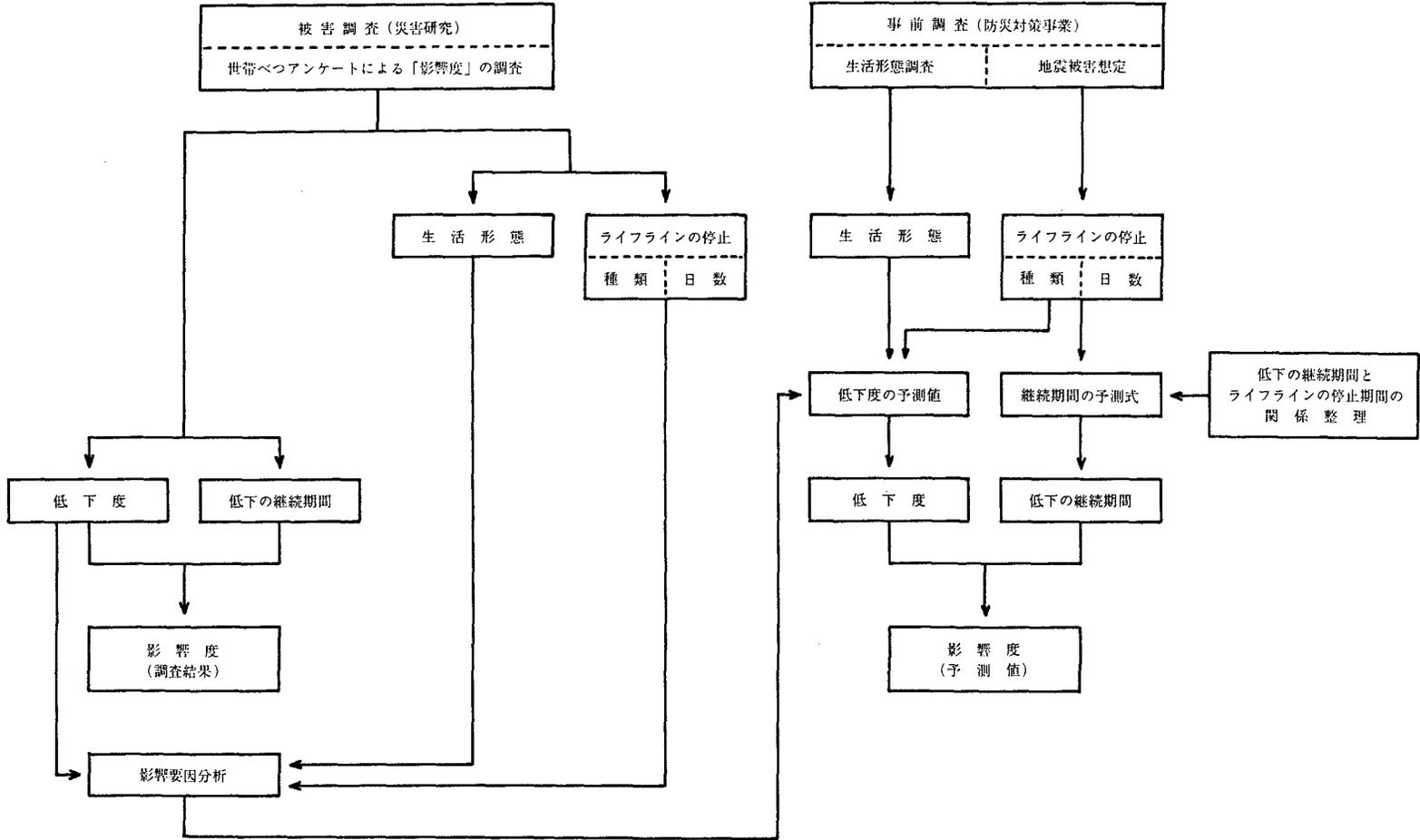


図5 影響度の測定と予測

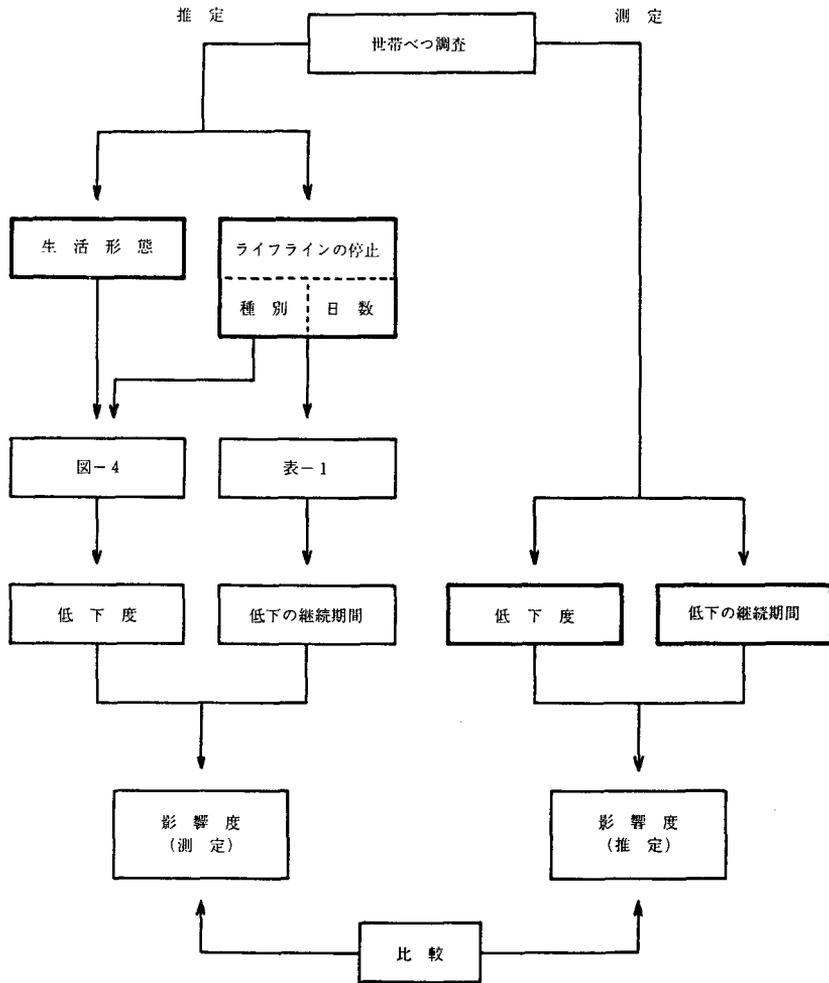


図6 影響度の測定と推定

した。推定値と測定値はよく対応し、この報告で提案した方法が、実用的な意味をもつことを示した。

なお、推定に伴う誤差の原因としては、つぎの3つが重要と思われる：

- 1) 生活形態の分類が巨視的なこと；とりわけ、調理用熱源の代替手段（所有状況）について、詳しく調べられていないこと
- 2) 調理用熱源の代替手段の入手による困難の低減（活動レベルの回復）が評価されていないこと
- 3) 生活活動レベルの低下の継続期間とライフ

ラインの停止期間の対応のつけ方がやや大まかなこと

5. おわりに

この報告では、供給系ライフラインの震害が住民の生活に与える影響に着目し、その「つよさ」を予測する方法について述べた。この方法はつぎのようにまとめられる：

1) 対象事象

家庭での日常生活における困難の「つよさ」を予測する。ただし、家庭での日常生活

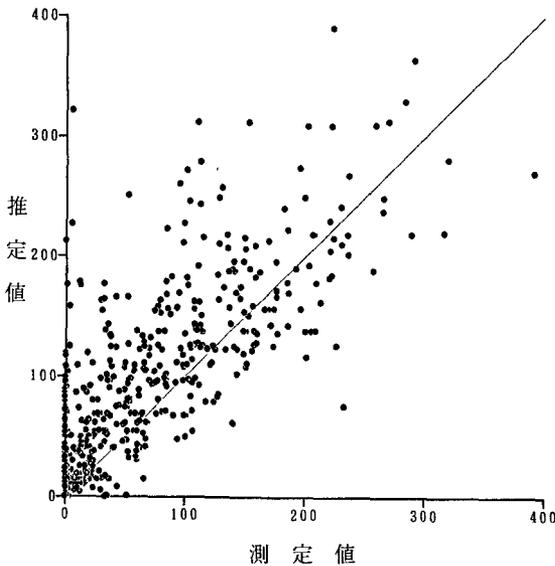


図7 影響度の測定値と推定値の比較

を、つぎの5つの生活活動で代表する：

- i) 調理
- ii) 用便
- iii) 洗面
- iv) 入浴
- v) 洗濯

2) 評価指標

「影響度」とよぶ計量化指標を使う。「影響度」の値は、つぎの2つの指標の積で与える：

- i) 低下度
- ii) 低下の継続期間

3) 低下度の予測

「低下度」の予測値は、実際に発生した生活支障を調査した結果から、経験的に与える。この予測には、つぎの2つの要因の影響を考慮する：

- i) 生活形態（ライフラインへの依存のしかた）
- ii) 供給が停止するライフラインの種別

4) 低下の継続期間の予測

「低下の継続期間」の予測値は、ライフラインの停止期間との関係を整理した結果にもとづいて与える。

5) 入力情報

「影響度」の予測には、つぎの2つの入力情報を用いる：

- i) 生活形態（事前の実態調査によって明らかにする）
- ii) ライフライン震害の態様（被害想定の結果を用いる）
 - a) 停止するライフラインの種類
 - b) 停止する（復旧に要する）期間

6) 生活形態の調査

世帯の生活形態は、つぎの4つの要因に注目して分類する：

- i) 井戸〔なしーあり〕
- ii) 調理用熱源〔都市ガスー戸別プロパンガスーその他〕
- iii) 風呂用熱源〔都市ガスー戸別プロパンガスーその他〕
- iv) 便所〔水洗ー汲み取り〕

この報告で紹介した方法には、つぎのような特長がある：

1) 計量的な考え方を導入し、生活支障の「つよさ」を具体的な数字で表せるようにした。このことによって、生活支障の「つよさ」を地域ごとに比較することが容易になり、災害対策に利用しやすい資料が準備できるようになった。

2) 生活支障の「つよさ」を評価するために、被害想定によって得られた物的被害の情報（停止するライフラインの種類；復旧期間）を使うようにした。このことによって、ライフライン震害の「つよさ」を入力とし、生活支障の「つよさ」を出力とする、具体的なシステム・モデルが構成できた。

3) 予測の基礎データは、定式化された被害調査（「影響度」の測定）によって得られる。したがって、機会を捉えて被害調査を繰り返すことにより、基礎データの蓄積が進み、予測の実用性・信頼性が向上する。

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』32号, pp. 23-35.

塩野計司

- 1988 「ライフライン震害の住民生活への影響」『総合都市研究』35号, pp. 33-46.

Shiono, Keishi

- 1988 "A Method for Evaluating the Difficulty Posed on Residents' Daily Living Activities by the Interruption of Lifeline Services." Proceedings of Ninth World Conference on Earthquake Engineering, Tokyo and Kyoto, Vol. VIII, pp. 989-994.

Key Words (キー・ワード)

Earthquake Damage (地震被害), Damage Survey (震害調査), Damage Estimation (被害予測), Lifeline (ライフライン), Utility Service System (都市供給施設), Difficulty in Daily Living (生活支障)

付録1 「影響度」の調査に用いるアンケート票

地震被害による生活への影響調査

この調査について

東京都立大学

この調査では、昨年12月17日の千葉県東方沖地震での被害についてうかがいます。調査のねらいは、ガス・水道・電気の停止による日常生活への影響を明らかにすることにあります。地震のさいに経験されたことを、このアンケートを通じて私たちにお伝えください。ご協力をお願い申し上げます。

この調査の結果は、統計的な方法によって分析されます。また、お答えの内容をそのままの形で公表するようなことはいたしませんので、皆様にご迷惑をかけることは決してありません。

この調査についての問い合わせ先は；

東京都立大学工学部 塩野 計 司

158 東京都世田谷区深沢 2-1 電話 (03) 717-0111 内線 4416

つぎの方法でお答えください；

1. それぞれの質問にただ一つの答えを選び、番号に○をつけてください。
2. 空欄には、ふさわしい数字や文字を記入してください。

はじめに、普段の生活についてうかがいます。

〔1〕 普段の生活で使っている水は

1. 水道水
2. 井戸水
3. その両方

〔2〕 水道が断水したときに、その代わりとして使える井戸が

1. ある
2. ない

〔3〕 普段、台所で使っているガスは

1. 都市ガス
2. プロパン・ガス
3. ガスを使っていない

〔4〕 ごはんを炊くのは

1. 電気で
2. ガスで
3. その他 ()

〔 2 ページに進んでください。〕

普段の生活についてうかがいます。

〔5〕風呂をわかすのは

1. 都市ガス 2. プロパン・ガス 3. まき、石炭
4. 石油 5. その他 () 6. 風呂はない

〔6〕12月の中旬ごろ風呂にはいるのは、普段なら

1. 毎日 2. ほとんど毎日 3. _____日に1回

〔7〕地震のとき、風呂おけには水が

1. はいっていた〔底から_____センチくらいの深さまで〕
2. はいっていなかった

〔8〕お宅の便所は

1. 汲み取り式 2. 水洗式

〔9〕お宅（住宅）の建てかたは

1. 一戸建 2. 集合住宅 3. その他 ()

〔10〕ご家族の人数は

_____人

〔11〕世帯主の年齢は

_____歳

〔12〕家業は

1. 農林業 2. 漁業 3. 商工業自営
4. 給与所得者 5. 年金生活者 6. その他 ()

〔13〕お住まいの場所（住所）は

市
町
村

つぎに、地震にともなう電気・水道・ガスの支障についてうかがいます。

〔14〕地震のあと、電気はいつ復旧しましたか。〔2. を選んだ方は、() 内の適切なことばを選んでください。〕

1. 停電はなかった
2. 地震のあった日に（昼食の前、夕食の前、夕食の後）
3. 翌日（1日後）に
4. _____ 日後に

〔15〕地震のあと、断水はありましたか。

1. あった
2. なかった〔「なかった」を選んだ方は、問【19】に進んでください。〕

〔16〕断水は、いつはじまりましたか。〔2. を選んだ方は、() 内の適切なことばを選んでください。〕

1. 地震の直後
2. 地震のあった日に（昼食の前、夕食の前、夕食の後）
3. 翌日（1日後）に
4. _____ 日後に

〔17〕断水のあと、自宅の水道がはじめて使えたのはいつでしたか。〔1. を選んだ方は、() 内の適切なことばを選んでください。〕

1. 断水が始まったその日のうちに（昼食の前、夕食の前、夕食の後）
2. 断水が始まった日の翌日（1日後）
3. 断水が始まった日から_____ 日後

〔18〕断水のあと、短時間の断水や水のにごりなどがなくなり、水道がすっかり元にもどったのはいつでしたか。〔1. を選んだ方は、() 内の適切なことばを選んでください。〕

1. 断水が始まったその日のうちに（昼食の前、夕食の前、夕食の後）
2. 断水が始まった日の翌日（1日後）
3. 断水が始まった日から_____ 日後

【19】地震のあと、ガス（プロパン・ガスも含む）はいつ使えるようになりましたか。

〔2. を選んだ方は、() 内の適切なことばを選んでください。〕

1. ガスの停止はなかった
2. 地震があったその日のうちに（昼食の前、夕食の前、夕食の後）
3. 翌日（1日後）に
4. _____ 日後に

〔 4 ページに進んでください。〕

地震のあとの生活についてうかがいます。

〔20〕地震のあと、電気が使えないことによって、どのくらい困りましたか。

- | | |
|---------------|--------------|
| 1. 停電はなかった | 3. あまり困らなかった |
| 2. ぜんぜん困らなかった | 5. 非常に困った |
| 4. かなり困った | |

〔21〕地震のあと、水道が使えないことによって、どのくらい困りましたか。

- | | |
|---------------|--------------|
| 1. 水道を引いていない | 2. 断水はなかった |
| 3. ぜんぜん困らなかった | 4. あまり困らなかった |
| 5. かなり困った | 6. 非常に困った |

〔22〕地震のあと、ガスが使えないことによって、どのくらい困りましたか。

- | | |
|---------------|---------------|
| 1. ガスを引いていない | 2. ガスの停止はなかった |
| 3. ぜんぜん困らなかった | 4. あまり困らなかった |
| 5. かなり困った | 6. 非常に困った |

〔23〕自宅では食事のしたくがまったくできず、よそで食事をしたり、調理しなくても食べられるもの（パンやかん詰など）だけで食事をすませたことはありましたか。また、そのようなことはいつまで続きましたか。

1. そのようなことはまったくなかった
2. 地震のあった日の昼食まで
3. 地震のあった日の夕食まで
4. 翌日（1日後）まで
5. _____ 日後まで

〔24〕普段と変わらない食事ができるようになったのは、いつからでしたか。

1. 地震のあった日の昼食から
2. 地震のあった日の夕食から
3. 翌日（1日後）から
4. _____ 日後から

〔25〕地震のあと、洗面や歯みがきの回数は普段にくらべてどのように変わりましたか。洗面や歯みがきに不自由した期間全体での、平均的な様子をお答えください。

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. 変わらなかった | 2. わずかに減った |
| 3. 半分くらいに減った | 4. ほとんどできなくなった |
| 5. まったくできなくなった | |

〔26〕断水のあいだ、洗濯ものの量は普段にくらべてどのように変わりましたか。

1. 変わらなかった
2. わずかに減った
3. 半分くらいに減った
4. ほとんど洗濯できなかった
5. まったく洗濯できなかった

〔27〕断水のあいだ、自宅の便所を使う回数は普段にくらべてどのように変わりましたか。

1. 変わらなかった
2. わずかに減った
3. 半分くらいに減った
4. ほとんど使えなかった
5. まったく使えなかった

〔28〕普段は自宅で入浴しますか。

1. はい
2. いいえ〔「いいえ」を選んだ方は、問【31】に進んでください。〕

〔29〕地震のあと、自宅で入浴できるようになったのはいつからでしたか。

1. 地震のあったその日から
2. 翌日（1日後）から
3. _____ 日後から

〔30〕地震のあと、自宅以外の場所（親戚や知人の家、公衆浴場など）で入浴したことはありましたか。また、そのようなことは何回ありましたか。

1. なかった
2. あった（_____回）

〔 つぎのページに進んでください。 〕

【31】地震のあと、いつもどおりの場所（行きつけの公衆浴場など）で入浴できるようになったのはいつからでしたか。

1. 地震のあったその日から
2. 翌日（1日後）から
3. _____ 日後から

〔32〕地震のあと、いつもとは違う場所（親戚や知人の家、遠くの公衆浴場など）で入浴したことはありましたか。また、そのようなことは何回ありましたか。

1. あった（_____回）
2. なかった

〔 つぎのページに進んでください。 〕

INCONVENIENCE IN RESIDENTS' DAILY LIFE ACTIVITIES FROM POST-EARTHQUAKE SUSPENSION OF UTILITY SERVICES

Keishi Shiono*

*Center for Urban Studies, Tokyo Metropolitan University
Comprehensive Urban Studies, No. 38, 1989, pp.149-167

We proposed a method for estimating difficulties people experience in daily life at home due to water, power and gas supply disruption. We measured the extent of inconvenience in terms of a numerical score named the difficulty index DI.

The difficulty index was defined as:

$$DI = \sum_i \{ (\text{Degree of Restriction})_i \times (\text{Term of Restriction})_i \}$$

Where the Degree of Restriction (DOR) is a numerical score between 0 and 10 indicating the extent to which an activity is restricted compared to the normal situation: 10 for total restriction, and 0 when the activity is not affected. Term of Restriction (TOR) is the number of days during which an activity was restricted due to lifeline disruption. The suffix i identifies the type of activity restricted. We used the following five representative daily life activities:

- 1) cooking
- 2) toilet use
- 3) washbasin use
- 4) taking a bath
- 5) washing clothes.

Based on our experience from disaster surveys, we speculated on the relationship between the TOR's and the terms of suspension of lifeline services. We traced a household's dependance on water, power and gas services for daily life activities and composed the following formula for TOR estimation:

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

where T_p , T_w , and T_g are the terms of power, water and gas supply disorders; the suffix i denotes the type of activity.

By conducting a survey on the 1987 Chiba-Ken-Toho-Oki earthquake, we measured DOR's applicable to DI estimation in future disasters. First, we classified the investigated households into numerous groups according to living pattern and disaster situation. "Living pattern" was defined as the extent of a household's dependence on lifeline services before the disaster. "Disaster situation" identified the suspended lifelines. Then, we calculated the average DOR for all living patterns in all disaster situations.

The DI estimate DI-E, was expressed as:

$$DI-E = \sum_i \{ (\text{Average DOR})_i \times f_i (T_p, T_w, T_g) \}$$

Applying this formula, we calculated DI-E's for the households affected in the 1987 disaster. Comparison of the results with the measured DI's produced good correspondence and confirmed the effectiveness of the procedure developed in this study for estimating daily life inconvenience from suspension of utility services.