

IV-23

ファジーマトリックスを用いたライフラインの  
地震被害・復旧の予測法について

東北学院大学工学部 学生員 ○木間 緑  
東北学院大学工学部 正会員 佐武 正雄

1. まえがき

地震によるライフラインの被災とその復旧は市民生活にとって重要な問題である。地震被害は様々な要因が複雑に関連している。地震被害とその復旧については、従来、研究がなされており、地震の性質や都市の性格に応じて変化する被害や復旧を予測する手法が求められてきた。しかし、従来のライフライン被災・復旧の予測手法は地質、震度などを精密に考慮しているため、かなり複雑で全体の概要やその他のシステムとの関連を求め難い欠点があった。ここではファジーマトリックスを応用してライフラインの被害・復旧を予測する新しい手法を提案し、考察する。

2. ライフラインの支障要因

ライフライン施設が被害をうける要因は数多くあるが、水道の場合を例にとり、水道施設に被害を及ぼす要因の主なものを挙げ、その関係を図-1に示した。

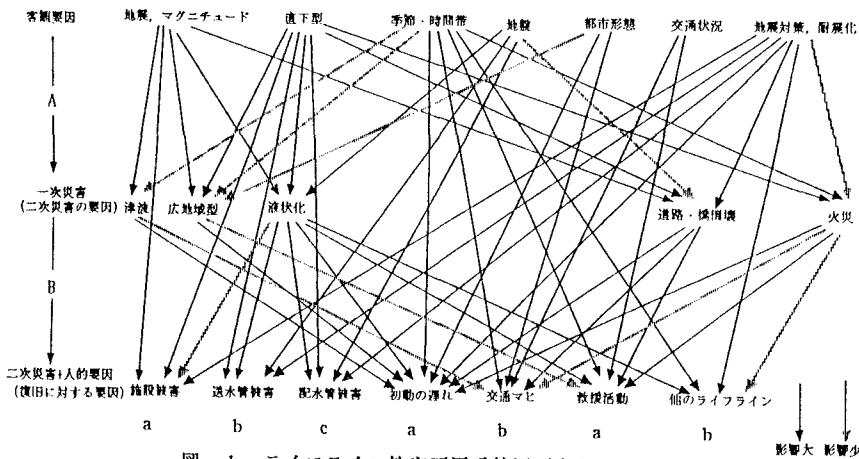


図-1 ライフライン被害要因系統図（水道）

これを見ると、それぞれの要因が複雑に重なり合って、水道施設、送水管、配水管などが被災する過程が分かる。3年前の阪神大震災では家屋の全壊や焼失倒壊などによって実質的にライフラインの復旧が不可能なところを除き、電気が復旧するまでに1週間、ガスで1ヶ月以上、水道で約1ヶ月半の日時を要した。

3. ファジーマトリックスを用いる被災・復旧の予測

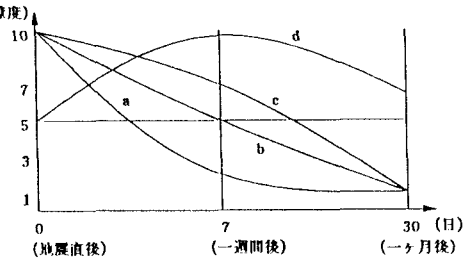
地震によってライフラインが受ける被害と復旧を予測しておくことには、事前に対策を立てるために必要である。そこでファジーマトリックスを応用して予測を行う一つの方法を提案する。

図-1のライフライン被害要因系統図などを参考にして、客観要因、一次災害（二次災害の要因）、二次災害と人的要因（復旧に対する要因）というように段階ごとにまとめ、これらを結びつけるファジィマトリックスを作成して予測を行う。

復旧過程のメンバーシップ関数については図-2に示す復旧特性を参考にし、解析の中で用いる乗法では、Min-Max法、Min-Mean法の2種類の手法を検討したが、ここではMin-Mean法を用いて、水道施設の被害・復旧状況を予測した。解析には以下に示すA, B, Cと各地震の特徴を示すDと復旧特性を示すEを用い、 $G=(C^T \times D) \times E$ として、復旧の予測を行った。解析結果（Gマトリックス）を図-3のグラフに示す。

Aマトリックス

	津波	広地域	液状化	道路・橋	火災
マグニチュード	0.8	0.6	0.6	0.8	0.3
直下型	0.0	0.5	0.8	0.8	0.8
季節・時間	0.4	0.5	0.1	0.1	0.9
地盤	0.2	0.2	1.0	0.5	0.1
都市形態	0.2	0.5	0.2	0.3	0.3
交通状況	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1
地震対策	0.2	0.3	0.3	1.0	0.6



Bマトリックス

	施設被害	送水管被害	配水管被害	初期の交通遅れ	交通マヒ	救援活動	他のライフライン
津波	0.2	0.1	0.2	0.8	0.4	0.5	0.4
広地域	0.2	0.2	0.4	0.7	0.2	0.5	0.2
液状化	0.6	1.0	1.0	0.9	0.8	0.8	0.7
道路・橋	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0	1.0	0.2
火災	0.1	0.1	0.3	0.7	0.5	0.7	0.4

図-2 復旧特性

C (A×B) マトリックス

	施設被害	送水管被害	配水管被害	初期の交通遅れ	交通マヒ	救援活動	他のライフライン
マグニチュード	0.22	0.20	0.30	0.62	0.46	0.54	0.34
直下型	0.18	0.22	0.30	0.56	0.46	0.56	0.30
季節・時間	0.12	0.10	0.20	0.36	0.26	0.36	0.24
地盤	0.22	0.28	0.30	0.38	0.36	0.36	0.28
都市形態	0.14	0.12	0.22	0.30	0.24	0.30	0.22
交通状況	0.04	0.04	0.04	0.06	0.06	0.06	0.06
地震対策	0.16	0.14	0.22	0.46	0.44	0.48	0.26

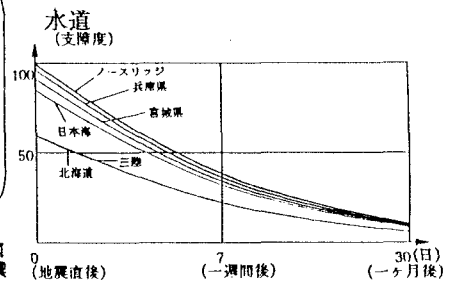


図-3 各地震復旧予測

G=(C<sup>T</sup>×D)×Eマトリックス

	宮城県沖地震	日本海中部地震	ノースリッジ地震	北海道東方沖地震	三陸はるか沖地震	兵庫県南部地震
地震直後	85.6	79.6	95.5	55.2	55.7	90.0
1週間後	34.1	32.0	38.3	22.1	22.2	36.2
1ヶ月後	10.7	9.9	11.9	6.9	7.0	11.3

上記のような結果になった。予測結果と、実際の被害・復旧状況と比較すると、まだ十分に良い予測とはなっていない。しかし、要因分析その他の方法により、より適切な値を求め、できるだけ正確なメンバーシップ関数を与え、復旧状況予測グラフを検討すれば、この手法でかなりよい予測ができ実用に役立てることができるとは思わないかと思う。

#### 4. あとがき

本文ではライフラインの被害とその復旧について考察し、ファジィマトリックスを用いる予測手法を提案した。この手法についてさらに検討し、実用化できるように研究を進めたい。被害予測のための適切な手法の確立が期待される。