

1983年日本海中部地震後に能代市民が体験した 生活支障と各種被害の関連性

林 春男・亀田 弘行・岩井 哲・北原 昭男・能島 暢呂

WHAT KINDS OF TROUBLE PEOPLE IN NOSHIRO CITY HAD TO ENDURE
AFTER 1983 NIHONKAI-CHUBU EARTHQUAKE?

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

Synopsis

In the rehabilitation stage of lifelines after earthquake, there would be no room for argument that people tend to experience various kinds of inconvenience due to the functional failure of lifeline systems. However, we do not know yet the exact nature and degree of such inconvenience people may experience during the lifeline functional failure. In order to make it the optimal the rehabilitation processes of lifelines after earthquake, we need to have some empirical data for the quantitative understanding of the inconveniences. In this paper, we would like to present a model that describe the inconveniences due to lifeline functional failure based on the experiences by those who lived in Noshiro-city at the time of 1983 Nihonkai-chubu earthquake.

1. はじめに

ライフラインは都市生活に不可欠なインフラストラクチャーであり、地震時の耐震信頼性の向上は都市地震防災の重要な課題である。ライフライン地震工学の分野では、ライフライン施設の構造的信頼性の向上とシステムとしての信頼性の向上を目的として多くの研究や技術開発が行われ、ライフライン被害の軽減が図られてきた。しかし、1994年1月17日早朝（現地時間）に発生したノースリッジ地震の例からも明らかにように、依然としてライフラインには大きな構造被害および機能被害が発生し、地域住民は多大な生活支障を体験している。大都市圏で発生する地震災害を想定した場合、ライフライン復旧期間の長期化が懸念されるため、住民の生活支障も一層深刻化するものと予想される。そのため、ライフライン被害の極小化と同時に、地震発生後に地域住民が体験する生活支障の極小化を目的としたライフラインの復旧戦略を構築する必要がある。本稿では、これをライフライン・マネジメント・アプローチと名付け、その基本モデルの紹介と、このモデルの中心概念である生活支障の構造に関する検討を、1983年日本海中部地震後に能代市民の生活支障を事例として分析する。

2. ライフライン地震工学

2.1 ライフライン地震工学の目標

ライフライン地震工学は、1971年に米国ロスアンジェルス郊外で発生したサンフェルナンド地震を契機として成立した新しい工学分野である。大都市圏を襲ったこの地震は、ライフラインの機能障害による都市機能の低下という新しいタイプの災害の存在を明らかにした¹⁾。地震によってライフラインの機能障害が発

生しても、それ自体が直接住民の生命・財産に対する脅威とはなりにくい。むしろ、都市生活の前提となっているライフラインが停止することで、人々の日常生活や社会機能に生じる混乱や不便さが問題とされている。地震防災には、地震から生命・財産を保全する「耐震安全性」の向上と、日常生活や社会機能が支障なく遂行されることを保証する「耐震信頼性」の向上という2つの目的があるといわれる²⁾。この区別にしたがうと、ライフライン地震工学の主たる目的は耐震信頼性の確保にあるといえる。

2.2 ライフライン地震災害はゼロにならない

過去 30 年間にわが国で発生した地震災害をみても、1964 年新潟地震の際の新潟市、1978 年宮城県沖地震の際の仙台市、1983 年日本海中部地震の際の能代市、1993 年の釧路沖地震の際の釧路市、同年北海道南西沖地震の際の長万部町などの例がしめすように、どの地震でも震源に近い軟弱地盤地域でライフライン機能障害が発生している。

ライフライン地震災害の実態を、1993 年釧路沖地震の際の釧路市のガス供給システムを例にして考えてみよう³⁾。1993 年 1 月 15 日の夜 8 時過ぎに発生した釧路沖地震は、 $M=7.8$ という地震規模の割には被害が少なかった。しかし、釧路市では 9,103 戸でガス供給が停止し、全面復旧までに 23 日を要し、地域住民にとって大きな生活支障をもたらした。釧路ガスがほぼ市内全域をカバーする釧路市では、71,719 件の需要家に対して 6B (5,000kcal/m³) の都市ガスを、2,765 km の導管設備によって供給している。管路構成の内訳は Table 1 にしめすように、中圧本管 51 km (導管設備延長の 1.8 %), 低圧本管 243 km (8.8 %), 支管 526 km (19.0 %), 供給管 144 km (5.2 %), 灯外内管 913 km (33.0 %), 灯内内管 888 km (32.1 %) である。施設構成をみると、細い管径の施設が大部分を占めていることがわかる。

今回の地震による導管設備の被害件数は 317 カ所にのぼり、その内訳は中圧本管 3 カ所、低圧本管 17 カ所、支管 113 カ所、供給管 73 カ所、灯外内管 97 カ所、灯内内管 14 カ所となっている。被害の出やすさから見ると、供給管が 1 km あたり 0.5 件ほどと最も高く、ついで支管、灯外内管の順になっている。

管路構成の大部分を占める低圧管路網に十分な耐震信頼性を持たせるには、膨大な経済的負担と時間が必要となり、合理的な防災投資とはいいいがたい。そのため低圧ガス管の地震対策は、ある程度の被害の発生を見込んだ上で、そうした地震による被害をどれだけはやく復旧させるかという「早期復旧」を主体とせざるをえない。したがって、今後とも地震によるライフライン被害はゼロにはならないことになる。

2.3 ライフライン系の防災戦略

ライフライン系には、①広域に展開し、②階層構造を持つネットワークシステムを形成するという特徴がある。そのため、地震においても、①軟弱地盤の影響を受けやすく、②システムの下部要素ほど数が多くなるために破壊されやすく、③システムの破壊箇所によって、システム全体への影響度に差がでることが、指摘されている。

こうしたライフライン系の特徴を反映して、ライフラインの地震対策には、「NDNR 戦略」と「SDQR 戦

Table 1 Damages of Kushiro Gas Lines due to 1993 Kushiro-oki Earthquake

Line Types	Pipe Length (km)	Damages	Damages/km
Middle-pressured Trunk Line	51 (1.8%)	3	0.059
Low-pressured Trunk line	243 (8.8%)	17	0.070
Low-pressured Brunch Line	526 (19.0%)	113	0.215
Service Line	144 (5.2%)	73	0.507
Customer Line-Outside	913 (33.0%)	97	0.106
Customer Line-Inside	888 (32.1%)	14	0.016
Total	2765	317	0.115

略」2つの戦略が用いられている⁴⁾。NDNR 戦略とは "No Damage No Repair" の略で、被害の予防に重点をおく戦略であり、システムの階層構造の上部に位置する比較的少数の拠点施設に適応される。一方、SDQR 戦略とは "Some Damages Quick Repair" の略で、ある程度の被害発生を受け入れ、その影響をいかに極限化・極少化するか重点をおく戦略であり、多数をしめるシステムの下位要素に適応されている。NDNR 戦略の具体例には、建造物の耐震強度の向上による物理的被害の軽減、ルートの多重化などによるシステムの冗長性の向上などがあげられる。また、SDQR 戦略の具体例として、サービスエリアのブロック化、一定の地震動強度を超えた場合の緊急自動サービス停止、資器材の適正配置と訓練による早期復旧体制の整備などがなされている。

2.4 ライフライン系の防災戦略の特徴

この両者の戦略に共通することは、これらが本質的にはライフライン事業者側の防災努力のみを対象とした戦略であることである。そこには、ライフラインの機能障害によって生活に影響がでる被災者や社会機能についての考慮が希薄である。もちろん被災者の生活支障や社会機能の混乱を極小化するための防災努力である以上、これらの戦略に被災者の生活支障や社会的影響が考慮されていないわけではない。しかし、そこでとり上げられている被災者の生活支障や社会的混乱は、復旧曲線として表現されるライフライン機能障害率の時間的経過である。つまり、ライフライン地震工学の目標は、機能障害率の被災からの時間経過による積分値を極小化する技術を開発することである。そこにはライフライン側の復旧努力と被災住民や当該地域社会の努力の相互作用という観点が欠けている。

3. ライフライン・マネージメント・アプローチ

ライフラインの復旧過程がライフライン側の努力と被災住民や地域社会の側の努力の両者の相互作用によって規定されるとはどのようなことだろうか。ライフライン災害の例として台風 9119 号による広島市の長期停電の事例をみてみよう。強風とその後の塩害によって大規模かつ長期間にわたる停電を経験した広島市民は、電力会社の対応に大きな不満をいだいていた⁵⁾。中国電力では他の電力会社からの応援もおおきながら、復旧作業に鋭意取り組んだ。しかし、電力会社に対する住民の評価は、停電のお詫びと復旧に鋭意努力している旨の情報を繰り返すだけで、復旧過程についての十分な情報提供がなされなかったと批判的であった。この例から明かなようにライフライン側の努力とそれに対する住民の評価は必ずしも対応しているわけではない。しかも、この場合にはライフラインの側から住民の不満を極小化する試みも積極的にはなされていなかった。その背景にライフラインの側だけを対象とした防災の姿がある。ライフライン側と住民や地域社会の側の相互作用の観点にたつと、復旧活動の目標として復旧に要する時間の極少化だけではなく、その間に被災住民がいだく不満や不安を極少化も考慮されるべきであるといえる。逆に、復旧能力が十分ある時には、住民の不満や地域社会での機能障害が深刻にならない程度のスピードで復旧できる能力の投入が最適であり、必ずしも最大限の能力を投入する必要性がないことになる。

台風 9119 号の例と同じように、これまでライフライン地震防災も、主としてハードな技術開発を中心としてライフライン側だけの努力によって被災の極少化につとめてきた⁶⁾。復旧曲線を指標にして現在の技術水準をみると、かりに人口 30 万人以下の都市が震度 V 程度の地震災害に襲われたとしても、ライフラインの復旧までに、電力 1 日、上水道 1 週間、ガス 1 カ月程度を要する水準にまで達している。しかし、現在のライフライン側だけのハードな技術を主体とした地震防災では、これ以上の被害軽減を行うことはかなり困難であると予想される。そのためライフライン地震防災においても、ライフラインの機能障害によって生活支障をこうむる被災者の側を考慮し、被災者が抱く不満や不安を極少化する相互作用の視点が必要となる。本稿ではこれを「ライフライン・マネージメント・アプローチ」と名付ける。

Kameda & Nojima はライフライン・マネージメント・アプローチの観点にたち、Fig. 1 に示すようにラ

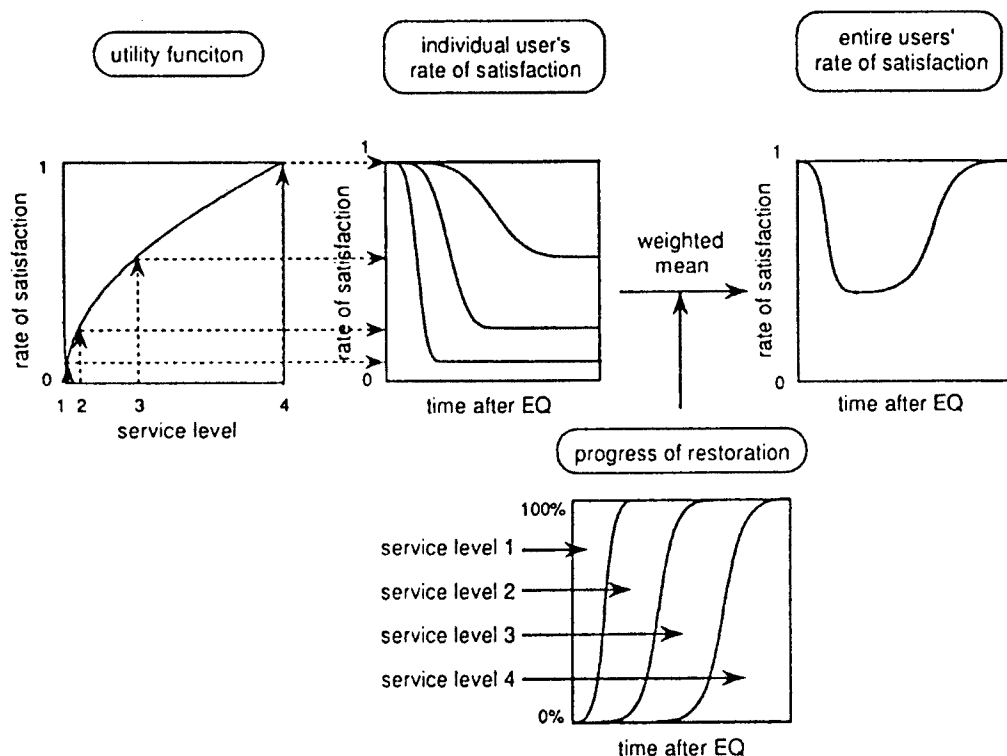


Fig. 1 Schematic Illustration of Engineering / Psychological Evaluation of Post-earthquake Performances of Lifelines [Adopted from Kameda & Nojima (1992)]

ライフラインのサービス水準別の復旧状況と利用者の要求の時間的変化との相互作用から災害復旧過程を評価すべきであるというモデルを提出している⁷⁾。すなわち、地震直後はライフラインのサービス水準は最低となり、その後徐々に回復していく。地震直後には被災住民のニーズにも大きな変化があり、その後徐々に平常に戻っていく。ライフラインの復旧はその両方によって規定されるというモデルである。このようなライフライン・マネジメントアプローチにたつと、モデルに組み込むべき人間側の要因を明らかにすることが次のステップとして必要となる。

4. ライフライン地震防災からみた人間

人間は大変に複雑なシステムであり、その全貌が解明された訳でもない。このことは、ライフライン地震防災においてライフライン側と人間の側の相互作用を考える上で、人間側の要因として万人が認めるものは存在しないことを意味する。そこで、本稿では人間の欲求充足の過程に着目する。しかし、以下に展開する議論もあくまでも今後の実証的な検討を必要とする仮説に過ぎないことに留意しなければならない。

ライフラインは人間の欲求を充足させる役割をはたしている。人間の欲求は通常つぎの3種類に大別されるといわれている⁸⁾。第1のグループは、学習なしに獲得されており、欲求の発生や充足に他者との相互作用を必要としない生物学的な欲求のグループである。飢えや渇き、安全志向、休息などがこのグループに属する欲求である。第2のグループは同じように学習を必要としないが、他者の存在があってはじめて欲求の発生や充足が可能になる生物学的な欲求のグループであり、恋愛、性、攻撃性の欲求などがこのグループに属する。第3のグループは学習を通じて獲得される社会的欲求であり、達成動機、社会的承認を求める欲求、財

産を増やそうとする欲求などがこのグループに属する。これら3種類の欲求のなかで、ライフラインはとくに最初の2種類の「生物的欲求」の充足と密接に関連しているといえる。

人間を含む生物には、それらが生存できる外的環境と内的環境が存在する。内的環境とは体温、血圧や血中血糖濃度などをさし、外的環境の変化に関わらず内的環境が恒常性を持つことが知られており、ホメオスタシスとよばれている。体温調節を例にすると、どのような外気温のなかでも私たちの体温はほぼ摂氏36-37度に保たれる。体温が高くなると、血管が膨張し、発汗するという条件反射によって体温を低下させる。逆に、体温が低くなると血管収縮の条件反射がおきるといふ具合である。生体にとって最適な水準からの逸脱は生体にとってそれを補正する行動をとらせる欲求として知覚されることになる。欲求が形成されると、それを低減あるいは充足させる反応がとられる。ホメオスタシスは基本的に自律神経系によって制御されている負のフィードバック機構だが、着るものの調節や冷暖房の利用などのように意識的な反応によって環境自体を積極的に変化させることもしばしばある。Fig. 2に示すような負のフィードバック機構が人間行動の多くを動機づけている生物学的な基礎であるといえる。

大規模な地震の発生という急激な外的環境の変化によって、被災者の日常生活は混乱し、多くのものが失しなわれる。生命や財産が危険にさらされることも多い。生活のアメニティーや心のやすらぎは当然のように損なわれる。地震発生以前に人々が持っていた生活のバランスが地震によって破壊された時、人の行動は壊されたバランスを旧に復すか、あるいは新しいバランスを確立するために動機づけられていると考えられる。ライフラインの機能障害は生活のアメニティーの確保と密接な関係を持っている。なぜならば、人間の持つ基本的なホメオスタシスの充足が生活のアメニティーの確立の基本だからである。ライフラインの機能停止が長期化すると、人間の基本的なホメオスタシスの充足が困難になり、生活支障が強くなると説明できる。

したがって、Fig. 2は地震後のライフラインの機能障害による生活支障を概念化したものであると考えられることも可能である。ライフラインの機能停止によって、人々はニーズの発生を低減するために通常とっている行動がとれない事態が発生する。時間の経過とともに、人々のニーズは高まるが、ニーズ充足行動がとれないために生活支障が強くなると考えられる。そうした状況を打開する方策として、少なくともがまん、代替行動、疎開の3種類の対応策が存在すると考えられる。

- 1) ニーズそのものの発生を抑制する。いいかえれば、「がまん」する。
- 2) 通常のニーズ充足行動ではない、新しい行動によってニーズの充足を図ろうとする。いいかえれば

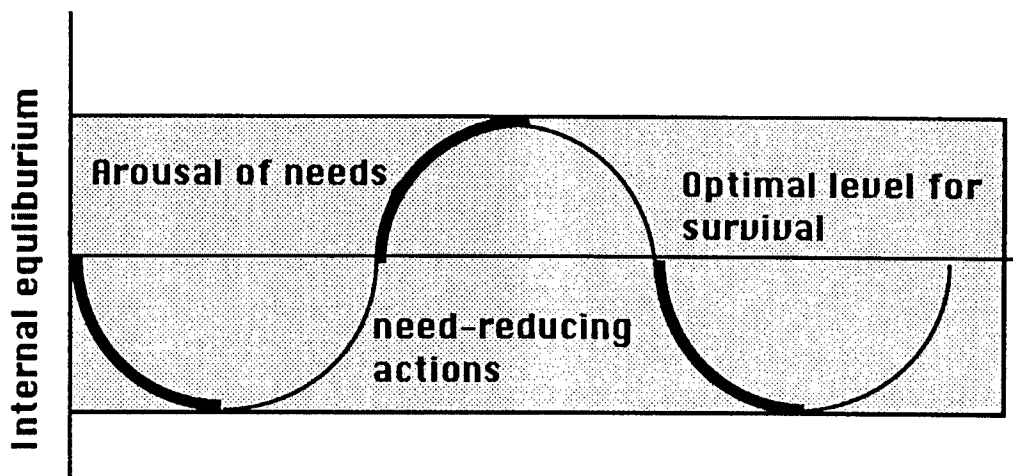


Fig. 2 Conceptual Model of Human Seeking the Internal Equilibrium

「代替行動」を選択する。

3) そうした状況そのものから身を移す。いいかえれば、災害の現場から「疎開」する。

5. ライフライン・マネジメントモデル

ライフライン側の努力と住民側の努力の相互作用という観点から、ライフライン地震防災をどのように考えるかを示すモデル図がFig. 3である。図の上から下にかけて地震災害の発生前、災害発生時、発生後の3つの時間のステージが示されている。図の左側はライフライン側の状況を示し、図の右側は住民側の状況を示している。中央にはライフライン・マネジメントモデルの中心概念である住民の生活支障 (Crisis) が位置している。このモデルではこれを極少化することがライフラインの地震防災の目標となる。生活支障の規定因として、従来ライフライン地震工学で扱われてきたものが太い箱で示されている。すなわち、発災前の「ライフラインへの依存度 (lifeline dependence)」, 発災時の「ライフライン被害の程度 (lifeline functional damages)」, 発災後の「ライフラインの応急復旧 (lifeline emergency recovery operations)」の3要因である。さらにこのモデルでは住民側の規定因として、発災前の「家庭での備え (household preparedness)」と発災後の「住民の対応 (coping responses)」の2要因を考慮している。図から明かなように、ライフライン地震工学とライフライン・マネジメントアプローチとの関係は対立的ではなく、ライフライン地震工学に住民側の対応の要因を加えて、より総合的なモデル化を試みているに過ぎない。

5.1 ライフラインへの依存度

ライフラインへの依存度は「サービスの利用状況 (lifeline service availability)」と「器具の利用状況 (appliances in use)」の2つの要因によって規定され则认为している。サービスの利用状況の要因は地域社会でどのようなライフラインのサービスが利用されているかを問題としている。井戸やプロパンガスといったスポット系のライフラインと上水道や都市ガスなどのライン系のライフラインでは地震被害に違いがでやすい。また電線が地中化されているか、架空線かによっても被害の様相は異なる。提供されるライフラインサービスの違いにより、ライフラインの機能障害にどのような影響があるかを検討する要因がライフラインへの依存度である。ライフライン施設は地域ごとに設定されることが多いため、サービスの利用状況は地域社会レベルでの変数であると考えている。

一方、ライフラインへの依存度を規定する家庭レベルの変数として器具の利用状況を考えている。1993年釧路沖地震後の対応の一つとして、釧路ガスは都市ガスが長期にわたって途絶した地域の需要家に対して石油ストーブとカセット式コンロを無料で配布した事例がある。都市ガスが途絶していても生活上暖房や調理を続けていかなければならない必要性があるからである。このような代替の器具が存在すれば、ライフラインの機能障害による生活支障は軽減される。そこでライフライン機能障害に対する各家庭でのバックアップ体制を検討するのがこの要因である。

5.2 家庭での備え

家庭での備えに関しても、少なくとも2つの要因が考えられる。第1は、先に述べた器具の利用状況である。ひとつのライフラインだけに依存せず上手に器具を組み合わせることは、ライフラインの機能障害の危険性を軽減できる重要な備えの一つである。しかし、家庭での備えはそれだけでない。停電に備えて懐中電灯、乾電池、携帯ラジオなどを備えることも生活支障を軽減できる。断水に備えて水の汲み置きをするとか風呂の残り湯を落とさないことも生活支障の軽減の上で重要である。このようにライフライン利用の器具の組み合わせ以外の家庭レベルでの備えを総称して「防災の備え (preparations for disasters)」とよぶ。

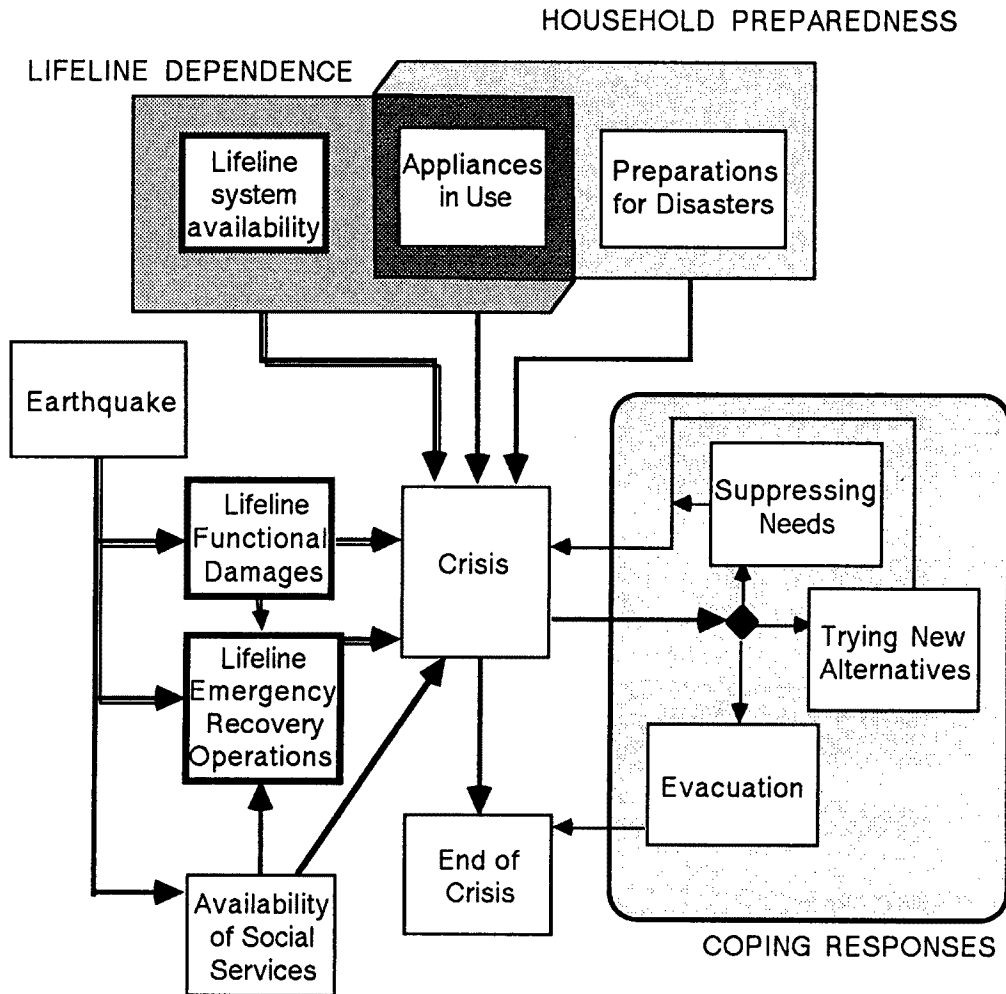


Fig. 3 A Lifeline Earthquake Management Model

5.3 社会サービスの提供—文明の島の存在

生活支障の程度は、生活に必要な各種の社会サービスの提供がライフラインの途絶地域の周辺で継続されるかどうかによっても大きく変わってくる。その一例として、台風9119号の際に広島市中心部に出現した「文明の島」について見てみよう。先に述べたように広島市の旧市街地域は1991年9月27日の晩から強風のために全市の99%で停電し、そして9月29日の夜半からは塩害のために再び全市の62%で停電し、最長5日間停電が持続した。しかし広島市の中心街では配電線の地中化がなされていたため塩害による停電をまぬがれ、周辺の停電地域に住む住民に対して必要な社会的サービスの提供と心理的な安心感を提供したために、広島市では停電による社会的混乱はほとんどみられなかった⁹⁾。M=7.0程度の直下型地震の発生が危惧される首都圏でも、被害がもっとも集中するのは直径15km程度の範囲であるという。逆にいえば、被災地域の周辺には比較的被害の少ない地域が連なるわけであり、こうした周辺地域から被災地域への援助がスムーズになされるかどうかによって、被災地域の住民の生活支障も大きく異なることが予想される。

5.4 住民の対応行動

第4節で被災後の住民行動には、がまん、代替行動、疎開の少なくとも3種類があると仮説した。これら3種類の行動選択肢のどれが選択されるかは、基本的にはその時点で認識された各選択肢のコストとベネフ

ィットの分析にもとづいて、被災者自身にとってもっとも合理的と思える選択肢が選ばれると仮説している。しかし、個々の状況でどの行動が選択されるかの予想は、その状況での各選択肢のコスト・ベネフィットが不明であるため、必ずしも明確なものにならない。

さらに、生活支障は時間的経過につれてその厳しさを増していくので、住民の対応行動も固定されたものではなく、時間的経過に応じて変化していくものと仮説される。ニーズの形成とその充足というサイクルを前提とすると、ニーズの抑制であるがまんが生活支障の初期での対応行動になりがちであると予想される。ついで、ニーズの抑制が不可能な状況になると、それまでコストが大きいと認識されていた代替行動が合理的なものとなり対応行動の主体となる。そうした経過を経た後、最終的には疎開が選択されるという対応行動の変化のパターンの存在が予想される。

6. 1983 年日本海中部地震後に能代市民が体験した生活支障

以上のようなライフライン・マネジメントモデルの妥当性を検証するために、1983 年 5 月 26 日に発生した日本海中部地震で地盤の液状化と側方流動によって大きな被害をうけた秋田県能代市の市民を対象として、地震から 10 年が経過した 1993 年 3 月の時点で住民に対する意識調査を行った。この調査は防災研究のために地理情報システム (GIS : Geographic Information System) を活用した地域統合情報処理手法の開発を通して、災害科学と情報科学が共同して新しい都市耐震研究の方向性を見いだすことを目的とした研究活動の一環として実施された¹⁰⁾。調査は地震工学、建築耐震工学、ライフライン地震工学、社会心理学、情報工学などの複合的な観点から日本海中部地震による被害を総合的に捉え直すことを目的とした多岐にわたる内容を持っていた。能代市役所の全面的な協力を得て、教育委員会と自主防災組織を通して、米代川左岸の地域を対象として、教育委員会ルートから 2,520 票、自主防災組織ルートから 880 票の計 3,400 票を回収した。今回の分析では教育委員会ルートと通して回収された第 1 期分 1,508 名分を対象に解析した。市内の小・中学校生の保護者である回答者は、地震当時 20 歳台後半から 30 歳台の人が 71.3 % と大部分を占めていた。

6.1 生活支障の構造の解析

日本海中部地震によって能代市民が体験した生活支障の性質を明らかにするために、従来の調査研究で用いられた生活支障に関する項目を¹¹⁾、Table 2 に示すような 39 項目に整理し、「まったく困らなかった」から「非常に困った」までの 5 段階尺度で各人の困窮度の評定をもとめた。主因子解による因子抽出を行ったところ、固有値 1.0 以上の基準を満たす 5 因子が抽出され、全分散の 57 % を説明していた。そこでこれら 5 因子についてヴァリマックス回転を行った結果が Table 3 である。

第 1 因子は全分散の約 18 % を説明するもっとも重要な因子で、洗い物、洗顔、洗濯、飲料水、調理、入浴、給湯、炊飯、水洗トイレなど、いずれも水に関する生活支障に関する項目に高い因子負荷量がみられた。そこで、第 1 因子は「水関連因子」とであると解釈された。

第 2 因子は全分散の約 11 % を説明する因子である。社会的混乱、病気、品不足、火災、物価の高騰、衛生状態の悪化、津波に関する不安、子供が地震におびえること、余震についての不安、の各項目への因子負荷量が高かった。社会的混乱から衛生状態の悪化までは災害によって社会的に不安定な状態になることへの不安、あるいは社会的アナキーの発生に対する不安ともいえる項目である。一方、多くの犠牲者を生んだ津波への不安や、頻発する余震に関する不安およびそれにおびえる子供の姿は、地震後の環境変化に対して被災者が持つ直接の不安感をあらわす項目である。したがって、これらの項目は自分が住む世界は大丈夫だろうかを問う「環境の安定性に関する不安」の因子であると解釈できる。

第 3 因子は全分散の 10 % を説明する因子で、冷房、暖房、ラジオ、テレビ、冷蔵庫、掃除、停電、といった電力に関する項目が高い因子負荷量を持つ因子であり、基本的には「電力関連因子」とで考えられ

Table 2 A Factor Analysis of Inconveniences and Troubles Experienced
by the People Living in Noshiro city at the time of 1983 Nihonkai-Chubu earthquake

INCONVENIENCES AND TROUBLES	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4	FACTOR 5
Doing dishes	0.86584	0.17753	0.06806	0.09941	0.07736
Washing faces	0.86309	0.16889	0.02811	0.03491	0.11819
Doing laundry	0.86012	0.17821	-0.02825	0.03785	0.14984
No drinking water	0.83905	0.16515	0.00806	0.05487	0.13812
Cooking	0.82733	0.14109	0.17603	0.11977	0.00897
Taking a bath	0.81836	0.16672	-0.03388	0.02906	0.20423
Boiling water	0.77551	0.13829	0.23652	0.11684	0.02278
Cooking rice	0.73027	0.11554	0.28622	0.19596	0.00749
Flushing toilet	0.49723	0.01150	0.26798	-0.00135	0.09512
Social Disorder	0.04628	0.74643	0.37002	0.08061	0.10072
Disease	0.26725	0.72174	0.22129	0.13249	0.17003
No merchandize to sale	0.30858	0.70529	0.19265	0.19779	0.08382
Fire	0.02465	0.69957	0.24025	0.12614	0.12336
Inflation	0.05642	0.69550	0.32499	0.08450	0.11260
Sanitation	0.40827	0.67203	0.12509	0.11219	0.16958
Tsunami	0.21962	0.53543	-0.10383	0.28913	0.12831
Child fearing earthquake	0.14903	0.48986	0.04510	0.26226	0.09651
Aftershock	0.30539	0.48041	-0.18941	0.35801	0.18437
No cooling	0.11179	0.16041	0.71388	0.00632	0.10242
No heating	0.14748	0.22234	0.67593	0.01145	0.18495
No radio	0.25105	0.17487	0.65273	0.18705	-0.01007
No television	0.29815	0.14972	0.60280	0.28223	0.01561
No refrigerator	0.47575	0.09224	0.53094	0.22461	0.03648
No cleaning a house	0.47726	0.20973	0.52530	0.09743	0.10206
No lights	0.22810	0.06491	0.49815	0.37432	0.17097
No injuries (personal)	-0.03186	0.07666	0.45030	0.05394	0.12897
No injuries (family)	-0.04454	0.05296	0.38816	0.07650	0.17280
No contact with friends and relatives	0.09854	0.17591	-0.02375	0.76541	0.02520
No contact with family	0.06776	0.18203	0.01150	0.71275	0.04088
No information regarding disasters	0.09625	0.19936	0.12334	0.70885	0.07609
No commuting	0.04609	0.15833	0.33028	0.59112	0.17350
No business communications	0.03775	0.12632	0.31085	0.58641	0.08452
No business	0.07646	0.07430	0.28168	0.53030	0.23384
Repairing the house	0.11779	0.12762	0.04345	0.08046	0.79193
Cleaning up outside the house	0.09496	0.09326	0.15328	0.05285	0.77992
Repairing gates and walls	0.07460	0.12004	0.17020	0.04437	0.73142
Cleaning up mess inside the house	0.20304	0.13875	0.01539	0.15805	0.64999
Repairing furniture	0.15752	0.18348	0.15091	0.11670	0.57538
Troubles in relation to real estate	-0.01641	0.06568	0.32175	0.10172	0.53690
EIGENVALUE	7.00055	4.39759	4.09598	3.41680	3.32015
PROPORTION	0.1795	0.1128	0.1050	0.0876	0.0851

る。自分あるいは家族のケガという異質のものがこの因子に比較的高い因子負荷を示す理由として、本調査でのケガの発生率が約 1.5 % と低率であったこと、逆にいえばほとんどの人が困らなかったと回答したことがあげられる。一方、能代市の場合も電力被害が他のライフライン被害に比較して早期に復旧しており、相対的に困窮度が低かった。どちらも相対的に困窮度が低いという共通点がみられ、同一の因子に含められたと考えられる。

第 4 因子は全分散の約 9 % を説明している。友人や家族と連絡がとれない、災害に関する情報が入らない、通勤や仕事に支障がでる、といった項目で因子負荷量が高かった。そのため、この因子は被災後の各個人にとって重要な人やことに関する情報入手の困難さに関連していると考えられる。それを困難にさせている原因には、電話の輻輳あるいは交通機関の混乱などが存在している。したがって、この因子は直接的には「個人的な情報ニーズに関する因子」であると解釈されるが、間接的には「通信・交通関連因子」とであると位置づけられる。

第 5 因子も全分散の 9 % を説明している。この因子では家の修理、家の周囲の片付け、門や塀の修理、屋内の片付け、家具の修理、土地に関するもめ事、といった普通の個人にとって大切な不動産である土地・家屋に関する項目に因子負荷量がたかかった。そこでこの因子は「土地・家屋関連因子」とであると解釈される。これまでの 4 因子がどちらかというと耐震信頼性に関する因子であったのに対して、土地家屋関連因子は耐震安全性と関連した因子である。

以上の結果をまとめると、日本海中部地震で能代市民が体験した生活支障には、①断水に原因をもつ支障、②環境の安定性に関する不安感、③停電に原因を持つ支障、④電話・交通の混乱に原因を持つ情報ニーズ、⑤土地や家屋への被害を原因とする支障、の比較独立した 5 つの生活使用が存在していることがあきらかになった。そのうち、土地と家屋の被害に関連する生活支障は、まさに耐震安全性に関わる問題である。また、断水、停電、電話・交通の 3 種類の生活支障は、ライフラインの機能障害による直接的影響に関わるものであり、生活のアメニティーと結びついている。最後の環境の安定性についての不安感は、地震による環境変化に自分自身を適応させていく過程で生ずる不安であり、心のやすらぎと深く関わっている。

この結果では、熱エネルギーの供給源である都市ガスの機能障害は水関連因子の中に完全に吸収された形になっていた。復旧にもっとも時間がかかるライフラインでありながら、単独の因子として抽出されなかったことは興味深い。その背景には熱エネルギー供給としての都市ガスは暖房を除くと、そのほとんどが水と組み合わせられて利用される形態であること、さらに熱エネルギーの供給がもっとも代替しやすいことも関連していることがあげられる。

7. おわりに

本稿では、ライフライン側の努力と住民側の努力の双方の相互作用によって、地震後に住民が経験する生活支障を極少化することを目的としたライフライン・マネジメントモデルについて、その概要を述べた。そして、日本海中部地震から 10 年後に秋田県能代市民が当時の生活支障をどのように評価しているかについてのデータをもとに、生活支障の構造分析を行った。その結果、①土地・家屋の被害に関連した支障、②水供給に関連した支障、③電力供給に関連した支障、④電話・交通の混乱にもとづく情報ニーズの発生、⑤社会はどうなっていくのかという環境の安定性に関する不安という 5 つの生活支障が存在していることが明らかになった。

今後は他の地震災害でもこうした生活支障がみられるのかという知見の外的妥当性の検討と同時に、各生活支障と被害との定量的な関係の解析を行う必要がある。

参考文献

- 1) Duke, C. M. & Moran, D. F. : Guideline for evolution of lifeline earthquake engineering. Proc. US National Conf. on Earthquake Engineering. 1975, pp.367-376.
- 2) 亀田弘行：都市防災におけるライフライン系の地震対策. 土木学会関西支部平成3年度講習会テキスト「より安全な都市を目指して－ライフライン系の地震防災から－」, 1991, pp.1-10.
- 3) 釧路市：平成5年（1993年）釧路沖地震記録書, 1993, pp.105-111.
- 4) Hayashi, H. : The correspondence between soil liquefaction and observable surface structure damages in Noshiro city, Akita due to Nihonkai-chubi earthquake. Proc. 4th US-Japan Workshop on Earthquake Resistant Design of Lifeline facilities and Countermeasures for Soil Liquefaction., NCEER, 1993, pp.555-568.
- 5) 林春男：台風9119号によるライフライン災害に対する広島市民の反応. 京都大学防災研究所年報, vol. 35, B-1, pp.259-270.
- 6) Nojima, N., Kameda, H. & Shinozuka, M. : Fundamental structure of earthquake disaster countermeasures in lifelines., J. of Natural Disaster Science, Vol. 12, No. 1, 1990, pp.29-47.
- 7) Kameda, H. & Nojima, N. : Developments of lifeline earthquake engineering. Proc. of IDNDR International Symposium on Earthquake Reduction Technology, 1989, pp.111-128.
- 8) Gleitman, H. : Psychology, 3rd ed. W.W.Norton & Co. New York, 1992.
- 9) Hayashi, H. : "Island of civilization"-a lesson for large scale lifeline functional failure. Proc. of IDNDR Aichi / Nagoya Conference, UNCRD, 1993, pp.xxx-xxx.
- 10) 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. 地域安全学会論文報告集, No. 3. pp.93-100.
- 11) たとえば, 志賀敏男（編）：大地震時における都市生活機能の被害予測とその保全システムに関する研究, 自然災害特別研究成果, No.A-58-1, 1984.