

# 地震災害の指標化に関する試案

## — 個人の損害に着目して —

中村孝明<sup>1</sup>・宮地和子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 工博 株式会社篠塚研究所 主任研究員 (〒160-0023 東京都新宿区西新宿4-5-1 幸伸ビル新宿)

<sup>2</sup>非会員 株式会社篠塚研究所 研究員 (〒160-0023 東京都新宿区西新宿4-5-1 幸伸ビル新宿)

国や自治体が行う地震防災計画に有用な、人命の価値を含めた統一的な災害指標を提案する。同指標は個人が被る被害に着目しこれを形態別に分け、それに対応する個人の損失価値と発生世帯数を掛け、合算することで求める。個人の損失価値は住民の意識調査に基づく。このため人命や精神的打撃など無形の価値が取り込まれる特徴を持ち、対策の選定において住民の意識を反映することができること、公費運用の妥当性について社会的な理解を得やすいことなどが利点として挙げられる。

**KeyWords** : *earthquake disaster prevention, disaster index, the will of the people, the value of lives*

### 1. はじめに

紙面上とはいえ数値実験的に大地震を経験できる地震被害想定は、防災計画の立案に極めて有益である。ところが、被害想定<sup>1)~3)</sup>の多くは、想定地震に基づくライフライン被害や建物の被害戸数、死傷者数を推定することが主な目的であり、具体的な防災対策やその効果を見ることはできない。これは、防災対策の一端として必要ではあるが十分ではなく、対策の効果が見える形で評価できる被害想定モデルの構築が必要である。一方、国や自治体が行う防災対策の費用は諸税から成る公費であり、効率的な運用が前提である。このため、実効性のある対策の選定、実施が行政に求められる。効率的な防災対策を選定するには、対策による効果を定量的に比較することが必要であり、そのためには災害の大きさを示す統一的な数値指標が必要となる。これを災害指標と呼ぶこととする。対策による効果は災害指標の低減となって現れ、対策に必要な費用と共に効率的な対策の選定が可能となる。しかし、災害に伴う損害は、人命、物的損害、経済損失など様々であり、数値指標で一元的に示すことは基本的に難しい。便宜上、金銭対価の試みは行われているものの、人命については除外するかあるいは別途評価するのが実情である。これは、人命の貨幣価値換算が視点や立場によってまちまちであり統一的に定められないこと、

さらに社会通念上の問題も忘れることはできない。

本報は、国や自治体が行う地震防災計画において、個人の損害に着目することの重要性を示すと共に、人命の価値を含めた統一的な災害指標を提案する。そして同指標の評価方法の概要と課題について示す。

### 2. 基本的な考え方

災害に伴う損害は、企業や社会あるいは個人など、眺める視点によって捉え方が異なる。企業から見れば、自社の存続あるいは生産活動の低下など、主に経営面に意識が注がれる。個人の立場では、家族の生命や家屋、財産、さらにライフライン被害に伴う生活への影響などが損害の対象となる。一方社会という視点では、地域住民の安全や信頼の喪失、経済活動停滞による経済損失など広範囲な損害を対象として考えなければならない。このように、視点や立場によって損害に対する意識が異なるため、災害の大きさを示す次元も異なり、同時に対策の在り方も変わってくる。また、社会という一視点から見ても、人命を重視するのか、あるいは経済活動を優先するかによって対策は微妙に変わってくる。対策の在り方がこのように変わってくると、対策の妥当性に疑問が持たれると同時に公費運用における住民の納得感を得ることは難しいことになる。防災対策は、住民の理解や納得感を得ることが重要であり、同時に災害

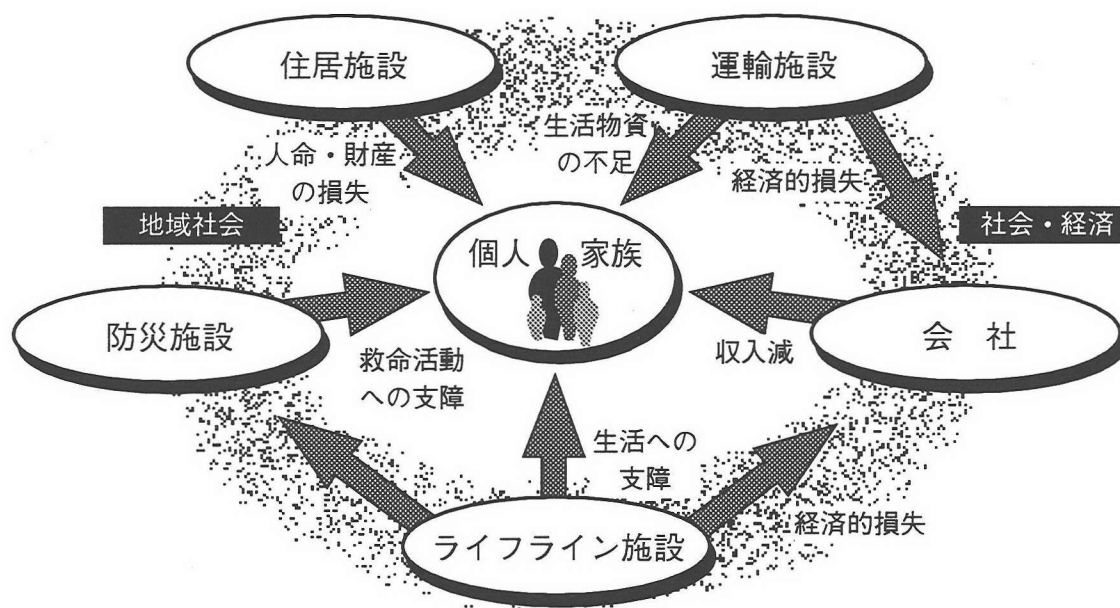


図-1 地震被害による個人生活への影響

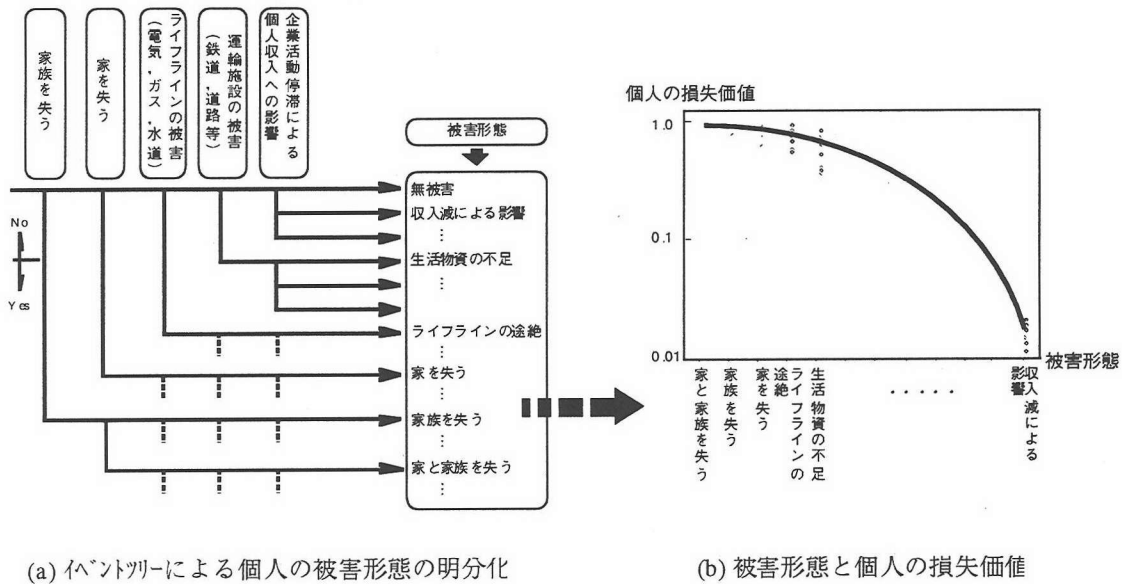
に対する漠然とした不安や恐怖心を和らげることも必要である。そのためには、住民の生活や損害の重大さに視点を置いた、住民本位の防災対策を考えることが必要である。そこで、災害に伴う痛みは全て個人に帰着するとの見方をし、個人あるいは住民の視座で損害の重大さを捉える。これにより、見るべき損害が明確化できると共に、統一的な災害指標の具現化が可能となると考える。図-1は、地震に伴う様々な被害が、最終的には個人生活の物的損失、心的負荷となって現れることを示した概念図である。例えば、企業活動は個人生活を支える手段であり、企業活動が停滞することによる損害は、企業で働く人々の失業あるいは収入減となって生活に影響する。地域社会の崩壊は、地域社会という無形の枠組みが困るのではなく、社会を構成する最小単位である個人や家族が損害を被るのである。また、社会的損失あるいは経済損失などは、単に不特定多数の人が被った損害を社会という視点で巨視的に表現したものであり、実質的な損害は個人に集約される。

一方、家や家族を失うような大災害を前にして、個人は無力で弱い存在である。また、被った損害は個人の金銭的な能力、精神的な余裕を遥かに超えるものであり、特に精神的な打撃や悲愴感は、その後の復興を遅らせると共に、社会に暗い影響を残す。この点について、心的外傷やその後のケアの重要性について様々な立場から述べられている<sup>4)~7)</sup>。また、荒木ら<sup>8)</sup>は構造安全性のレベルにおいて、精神的な損失を考慮した安全性の確保が求められると述べている。個人の視点に立つ更なる利点は、悲壮感

や心的打撃など無形の損害を取り込めることである。災害への備えは、個人の目あるいは住民の意識を通してはじめて、その本質が見えてくるものと考えている。

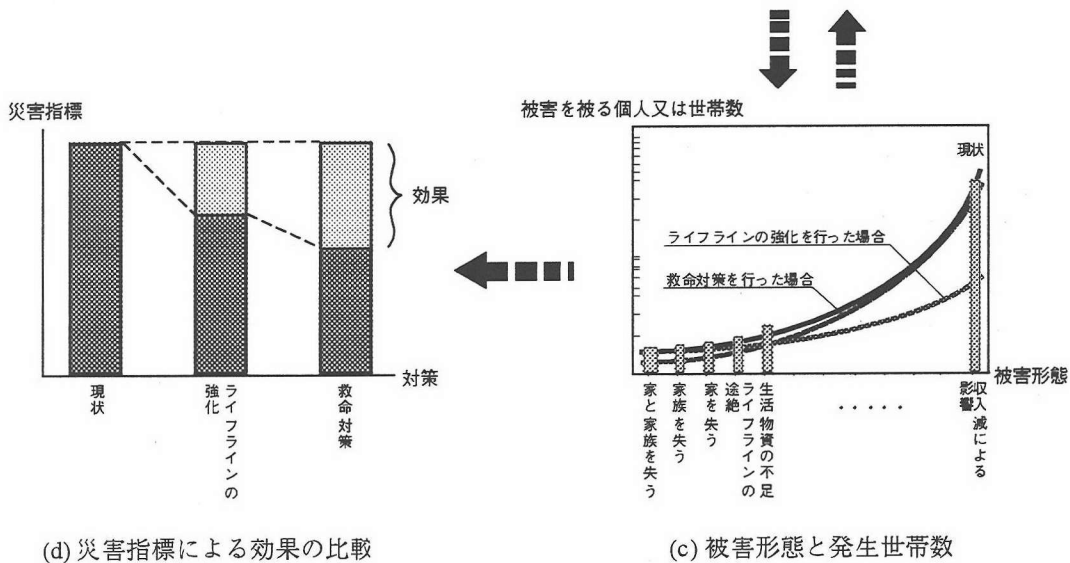
### 3. 評価方法の概要

個人あるいは家族が被る被害形態には様々なものがあり、これらを網羅的に分類、明確化する必要がある。被害形態は被害の組み合わせによって記述でき、図-2(a)に示すイベントツリー<sup>9)</sup>によって明分化される。図では、被害として家族を失う、家を失う、ライフライン被害、運輸施設(鉄道、道路等)被害、企業活動の停滞の5つを仮定しており、被害形態は計48となる。そして、各被害形態の重大さ(損失価値)を住民の平均的な価値観に基づき評価する。これは住民の意識調査に基づくものの、家と家族を同時に失うような最悪の状態を基準化するところが特徴である。図-2(b)に個人の損失価値について示す。最悪の状態が生じた場合を1.0とし、最悪の状態との相対比によって各被害形態の重大さが数値化される。次に、図-2(c)に示すように、想定される地震に対し各被害形態の発生世帯数を評価する。これに個人の損失価値を掛けて合算し、災害の大きさを示す指標を算定する。これは、人命や心的打撃など無形の価値についても考慮されることから、災害に対する民意を反映した統一的な災害指標と言える。一方、防災対策の効果は図-2(c)に示すように、各被害形態の発生世帯数の低下となって現れ、結果として災害指標は小さくなる。図では、



(a) イベントツリーによる個人の被害形態の明分化

(b) 被害形態と個人の損失価値



(d) 災害指標による効果の比較

(c) 被害形態と発生世帯数

図-2 災害指標の評価概要

ライフラインの強化策と救命対策を例として採り上げている。そして、図-2 (d) に示すように、なにもしない現状との差（効果）と対策に必要な費用を見比べることで効率的な対策が選定できることになる。

提案の利点としては、①人命を含めた災害規模を統一的な数値指標で表現でき、効率的な対策の選定が容易になる、②災害に対する住民の意識が反映される、③悲壮感や心的打撃など、無形の価値を取り込むことができる、④公費の運用の妥当性について社会的な理解を得やすい、などである。

#### 4. 発生世帯数の評価

地震被害想定では、不明確な自然現象に加え、様々

な不確定要因が内在するため、予測は一般に困難とされる。しかし、地震の発生と伝搬、地盤増幅特性、構造物被害の発生など、全て確率事象、すなわち蓋然的であるとの見方をすれば、確率論的アプローチによって推定は可能となる。その場合、推定情報は期待値として定量的に示される。ここでは、被害形態毎の発生世帯数の評価方法について説明する。

地震動分布の地域性は、想定地震を設定した上で、震源距離と表層地盤の増幅特性を考慮し、評価単位毎に評価する（図-3参照）。評価単位は同じ地震動が作用し、被害の大きさを評価する最小のエリアで、行政界に加え用途地域や都市計画区域等の区分を反映させることが望ましい。その場合の利点としては、エリア内にある建物のタイプが統一化されていること、人口の昼夜の違いがおおよそ評価できる

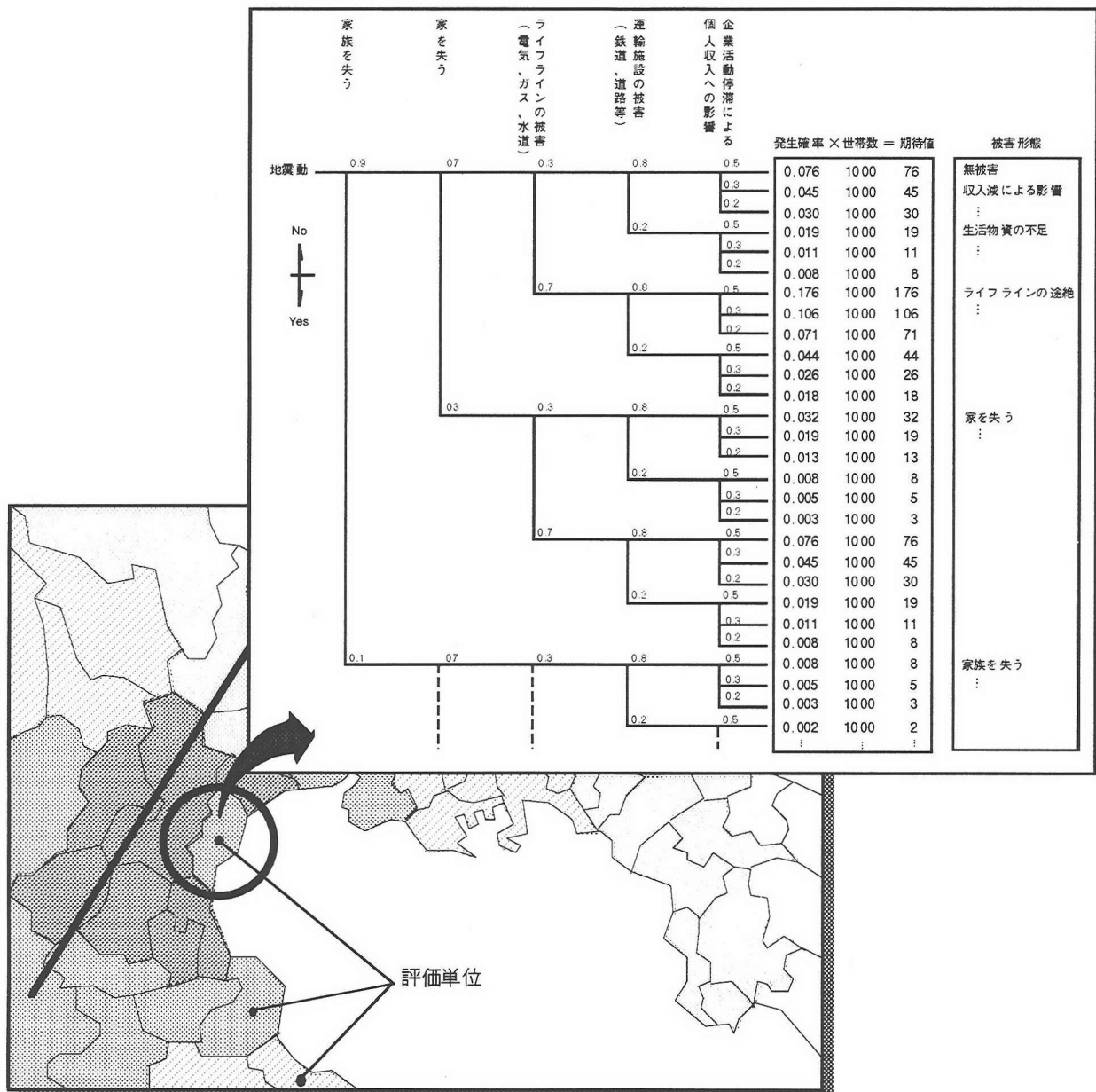


図-3 評価単位とイベントツリー

こと、自治体の情報管理単位が反映されること、などである。評価単位毎、被害形態毎の発生世帯数の期待値は下式によって求めることができる。

$$E_{ij} = P_{ij} \times H_j \quad (i=1,2,\dots,m, j=1,2,\dots,n) \quad (1)$$

ここに、式は総和規約に従い、添字  $i$  は被害形態で  $m$  はその総数、 $j$  は評価単位で  $n$  はその総数を表す。 $E_{ij}$  は被害形態の発生世帯数の期待値、 $P_{ij}$  は評価単位における被害形態の発生確率で、評価単位での地震動の大きさを条件としている。 $H_j$  は各評価単位内の総世帯数である。被害形態の発生確率は、図-3 に示すように各被害の発生確率の積として評価する。

これに評価単位内の世帯数を乗ずることで、各評価単位における被害形態毎の発生世帯数が推定できる。一方、各評価単位で損失価値が一律であるとの考えに基づけば、損害の重大さを考慮した被害形態毎の災害指標がそれぞれ算定できる。

$$D_i = E_{ij} \times S_i \quad (i=1,2,\dots,m, j=1,2,\dots,n) \quad (2)$$

ここに、 $D_i$  は被害形態毎の災害指標値、 $S_i$  は被害形態毎の個人の損失価値である。 $D_i$  によって住民の損失価値を考慮した被害形態毎の災害の大きさが示される。これらの大小比較により、行政としてどのような被害が重要なのか、対策の在り方はどうあ

るべきか、などが明かとなり、防災計画の立案や具体的な対策の抽出が容易となる。統一的な災害指標値  $D$  は、最終的には次式によって求められる。

$$D = D_i \quad (i=1,2,\dots,m) \quad (3)$$

## 5. 損失価値の評価

損失価値の評価は住民の意識調査に基づく。しかし、災害に対する意識や認知度は個人差が大きい上にバイアスも介在し、本来の損失価値を見極めることは難しい。ここでは、損失価値の評価に関する課題や留意点について示す。

### (1) 個人差と属性

損失価値の個人差は、家族構成、生活形態や収入、知識や経験、さらに精神的成熟度など、置かれている立場や個人に関わる様々な背景が影響している。これらを属性要因と呼ぶ。また、国や地域によって異なる文化や歴史観、社会通念などは、価値意識の地域差となって現れる。この属性や地域性によって、損失価値は幅を持ち、同時に価値意識の類似する集団による稠密化も予想される。このため、単純に平均化を行うと、平均から隔たりのある有意な集団の意思は十分反映されないという問題が生じかねない。そこで、調査段階において個人の生活形態や収入なども同時に調査し、価値意識の異なる集団の属性を明らかにする必要がある。そして、価値意識の異なる集団の種別化と共に、集団毎の損失価値を別途評価する。種別化された損失価値は、個人の生活形態や収入、知識や経験等属性を条件としたものであることに留意が必要である。災害指標を評価する上では、評価単位内で条件に合致した個人あるいは世帯数の構成比を考慮し、加重平均化などにより、意識の違いを反映した評価単位毎の損失価値を評価する。この場合、評価単位毎に損失価値は異なることとなり(2)式は次のように改善される。

$$D_i = E_{ij} \times S_{ij} \quad (i=1,2,\dots,m, j=1,2,\dots,n) \quad (4)$$

ここに、 $S_{ij}$  は被害形態毎、評価単位毎の個人の損失価値である。

### (2) バイアスとその扱い

バイアスは災害に対するイメージや先入観、印象の大きさによって影響を受ける認識の差である。悲劇的な印象を与える惨劇は過大に認識され、逆に地

味で淡々とした印象を与える被害は過小に認識される。イメージを与える情報源は、災害の当事者を除けば、災害を経験した知人からの情報やマスコミ報道である。特にマスコミの影響は大きく、災害の取り上げ方や情報の発信回数によって劇的なイメージの度合いが決定される。一例を挙げると、交通事故で亡くなる人は年間およそ1万人であり、自然災害での年間当たりの死亡者数に比べはるかに大きい。しかし、自然災害による死亡報道は衝撃的な最期として扱われ、何度も報道される。これによって人々は自然災害による落命を悲劇的であると、イメージしてしまう。これをリスクという視点で捉えると、交通事故での死亡はリスクとして認知できるものの、自然災害を原因とした死亡はリスクとして受容できないということになる。これは、マスコミなど、事前情報が作り上げたイメージによるところが非常に大きい。神谷ら<sup>10)</sup>、沼田ら<sup>11)</sup>は兵庫県南部地震前後でアンケート調査を行った結果、地震災害に対するイメージに大きな変化があることを示し、その原因として神谷らはマスコミ報道を指摘している。

一方、個人の損失価値の評価で問題となるバイアスは、人命の価値との対比において、ライフラインや運輸施設の被害、あるいは収入源による影響などが過小あるいは過大に評価されることである。これにより、社会基盤施設や経済活動の重要性が過小視あるいは過大視され、結果としてバランスを欠いた防災対策が選考されてしまう。このバイアスの処理について、様々な情報が氾濫する現状では、先入観やイメージを払拭するのは困難であるため、一対比較法や類似の質問を繰り返すことで回答を収れんさせる方法など、意識調査の方法を工夫することが必要であろう。また、このような主観価値の調査は、社会学あるいは心理学の範疇であり、そこで蓄積された経験や知見によるところが大きいであろう。

尚、本節を執筆するに当たり、岡本<sup>12)</sup>、田中<sup>13)</sup>らの文献を広く参考にしたことを追記しておく。

## 6. 復旧期間の扱い

災害で家を失うことは、個人にとって衝撃的な出来事である。さらに、再建の見通しが全く立たず、避難生活も長期に亘れば、罹災者意識は高揚し悲壮感は計りしれないものとなる。しかし、数カ月で再建することが約束されていた場合、家を失う価値はそれほど大きいとは言えないであろう。同様に、電気やガス水道が途絶しても、数日で回復するのと数カ月に及ぶ場合とでは、生活に与える影響は全く違

う。このように復旧期間の長短によって損失価値が異なることから、時間の要素を取り入れた検討が必要となる。ここでは、評価精度について時間要素の扱いを採り上げ考察する。

時間要素を取り込むには、予想される被害の状態を復旧期間で定義し、細分化することが必要となる。ライフラインを例にとると、図-2 (a) に示すイベントツリーのライフライン被害の分岐を無被害、数日、数週間、数カ月などに細分化することで対処する。これにより、復旧期間の影響を取り込んだ被害形態が明分化され、地震動の大きさを条件とした被害の可能性が定量化される。しかし一方では、被害形態の数が多くなり、損失価値の評価において復旧期間を取り入れたより細かい調査を実施しなければならない。時間要素を取り入れることは、評価精度の向上を期待したものであるが、同時に煩雑さも増大する。また、数日、数週間、数カ月など、分類するに価する有意な被災情報等が入手できる保証はなく、意識調査においても細分化された価値意識が正しく得られるかどうかは疑問である。更に、復旧期間が対策の選定に影響しないのであれば、その検討は意味を成さないことにもなる。実用化を目指す上では、対策の選定に影響しない範囲で、単純化を目指す方が賢明である。時間要素を扱う簡便な方法としては、平均的な復旧期間や影響期間を設定した上で、当該モデルに取り込むことが考えられる。これは、復旧期間によって異なる損害の重大さを、ある状態すなわち特定の期間に凝縮して扱うことに他ならない。

一方、ライフライン以外にも、運輸施設の被害や企業活動の停滞による影響など、精度を目指す項目はいくらでもある。被害想定は様々な被害の積み重ねであり、一つの被害の精度に拘っても、結果として精度向上が期待できるとは限らない。評価精度の問題は、モデルの詳細さとの兼ね合いであり、結果への影響、モデル全体のバランス、労力と受益、さらに実用性などを検討した上で、思い切った単純化を行うことが必要である。

## 7. まとめ

国や自治体が行う地震防災計画において、個人の損害に着目することの重要性を示すと共に、人命の価値を含めた統一的な災害指標を提案した。そして、同指標の評価方法の概要ならびに課題や留意点について考察した。提案した災害指標は、人命や心的打撃など無形の価値が取り込まれる特徴を持ち、対策

の選定において住民の意識を反映することができること、公費運用の妥当性について社会的な理解を得やすいことなどが利点として挙げられる。

自治体が行う地域防災の基本は、住民の意思や意向を行政が代行して行うことであるとの前提に立つことである。そのためには集団の意思を如何にして防災対策に反映させるかが重要な課題となる。本提案は、個人の損害の重大さに視点を置いているものの、実質的には社会あるいは住民という集団の意思を防災対策に反映させようとの試みの一つである。

尚、本報で示した災害指標の考え方は、地震に限らず、風水害、火山、雪害など様々な自然災害に応用が可能である。

謝辞：個人の損失価値の評価において、東京女学館短期大学、広田すみれ助教授にご助言を頂いた。ここに記して感謝する次第である。

## 参考文献

- 1) 東京都：東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書，1997，p.241.
- 2) 三重県：三重県地域防災計画被害想定調査報告書，1997，p.199.
- 3) 宮崎県：宮崎県地震被害想定調査報告書，1997，p.345.
- 4) 林春男：心的ダメージのメカニズムとその対応，こころの科学 65，1996，pp.27-33.
- 5) 大島彰：震災救援とこころのケア，こころの科学 65，1996，pp.48-52.
- 6) 中村孝明：災害に伴う個人の損害価値，土木学会安全問題討論会97 論文集，1997，pp.89-94.
- 7) 野田正彰：災害救済の文化を創る，岩波ブックレット No.360，1995，p.54.
- 8) 荒木真美子，その他：社会的合意を得た構造安全性の構築—その2 阪神・淡路大震災が与えた心の被害を事例として—，建築学会大会学術講演梗概集，B-1，1997，pp.29-30.
- 9) 中村孝明，水谷守：地震リスクマネージメントにおけるイベントツリー解析，JCOSSAR 95，1995，pp.75-80.
- 10) 神谷秀美，その他：阪神淡路大震災の前後における首都圏住民の地震防災意識と対策の変化，地域安全学会論文集，No.6，1996，pp.129-136.
- 11) 沼田竜一，その他：社会的合意を得た構造安全性の構築—その1 阪神・淡路大震災の影響による住宅の強度イメージの変化とその社会的影響—，建築学会大会学術講演梗概集，B-1，1997，pp.27-28.
- 12) 岡本浩一，リスク心理学入門，サイエンス社，1995，p.161.
- 13) 田中良久，心理学的測定法，東京大学出版，1992，p.298.