

社会の防災力の評価に関する一考察 —— 巨大災害による総被害額評価方法への適用 ——

河田恵昭・朴 基顕*・柄谷友香**

*Andersen Consulting
**京都大学大学院工学研究科

要 旨

近年、都市災害による危険性の増加に伴い、災害による総被害を定量化する必要性が高まってきている。本研究では、被害に新たな枠組みを構築し、平均寿命と国内総生産（GDP）との関係を用いて、災害によって社会がうける総被害を定量的に評価する方法を提案した。また、阪神・淡路大震災および南関東地震に本方法を適用した結果、それらによる総被害額はそれぞれ約33兆円および140兆円から238兆円に達することが明らかになった。

キーワード：社会の防災力、都市災害、巨大災害、平均寿命、国内総生産

1. まえがき

自然災害に関する防災・減災の必要性が大きいことはいまでもない。しかしながら、総合的な災害対策を講じ、かつ効率よく実施するためには複雑といわれている「社会の防災力」というものを定量的に評価する必要がある。従来、この「社会の防災力」はどのような視点から捉えられてきたのであろうか。たとえば、様々な災害の事例から明らかのように、災害時に共通の問題となるのが死者数と被害額である。つまり、人間の命と経済の問題であるといえる。中埜（1989）によると、「およそ一切の文明は究極において死に対する抵抗を意味するといつてよい」といわれている。また、世界情勢の動きを経済活動と平均寿命を結びつけて論じている例もある（長谷川、1991）。さらに、人命は何にも替えられない貴重なものであるという点に立脚して、河田（1995）は平均寿命と自然災害の被害に関する問題を論じている。本研究では、以上のような概念に着目しつつ、その一考察として巨大災害による総被害額評価方法への適用を試みたい。

つぎに、社会のなかでの災害に対する経済的被害の捉え方についてであるが、現在、経済的被害として定量的に捉えられているのは、社会資本や資産などの自然外力による破損の程度を名目額で表した、いわゆる直接被害のみの場合がほとんどである。しかし、直接被害は災害によって被った損失を表す上で1つの指標となりうるが、残念ながらそのすべてを表しているとはいえない。なぜなら、阪神・淡路大震災を通して指摘されているように、災害による被害には、外力による直接的なもの以外に間接的なものおよび二次的なものが含まれ、各種の統計によるとそれらの影響も被災者の生活や被災国の経済にとって無視できないほど大きいからである。

災害が社会に与える影響を全体的に捉えることの必要性はかねてから主張されているが、そのための研究はまだほとんどなされていないのが現状である。昨今人間をとりまく都市、社会環境や自然環境の変化により、巨大災害発生の危険性の増大が指摘されている。このようななかで、効率的かつ十分な防災投資を迅速に行い、被害の最小化を可能にするためにも、被害額推定法の一刻も早い確立が望まれてい

る。

そこで本研究では、直接被害、間接被害および二次的被害、つまり災害によって社会が受ける影響を全体的に捉えるために総被害を定義し、かつその規模を定量的に評価する方法を確立することを目的とする。

2. 被害とは

2.1 被害の構造

近年、都市において災害が発生した場合、その被害は拡大する傾向にあるといわれている。その原因としては、人口、施設、情報、そしてエネルギーにおける過度の集中、大量の流通、不十分または不均衡な都市環境整備事業、そして大きな災害がなかったことによる住民の防災意識の希薄化などがあげられる。

南海地震や南関東地震など、近い将来大都市近郊での巨大災害の発生が危惧されているだけに、被害を最小限に食い止めるための対策が必要である。そしてそのためには、まず災害によってどのような被害が生じるのかを明らかにしなければならない。

それでは現在、被害とはどのように捉えられているのであろうか。国土庁は災害による被害の内容を大別してつぎの3つに分類している。

- ・直接被害（人的被害、構造物被害）
- ・間接被害（都市機能の低下、災害後の対応に伴う財政の悪化、風評被害など）
- ・二次的被害（被災者の精神的ストレス、社会的弱者支援機能の低下など）

阪神・淡路大震災の場合、その被害はどのようであったのか。神戸市は、1996年にまとめた阪神・淡路大震災による被害統計のなかで、人的被害、家屋被害、ライフラインおよび公共施設被害などの直接的な被害のほか、震災が市民生活、経済活動、自然環境に及ぼした影響に関してつぎのようなものを被害としてあげている。（神戸市、1996）

「・・・直接被害にとどまらず、避難所生活の長期化、それに伴う精神的疲労や子ども・高齢者、障害者への心理的影響、学校等教育機能の低下、ライフラインの復旧の遅れ・交通渋滞などによる不便な生活の長期化や都市機能の低下、雇用の不安定化など市民の生活に対する震災の影響は様々な面に現れた。また、産業面においても、企業の市外への移転や被災に伴う生産量の低下、港湾施設の被害に伴うコンテナ貨物の他港へのシフト、高速道路の寸断や復旧

工事による交通容量の不足等により、神戸のみならず日本経済へ深刻な影響をおよぼした。さらに、大量の災害廃棄物処理の長期化や、これに伴う環境への影響など、震災がもたらした被害は広範囲で多方面にわたる深刻なものとなった。」

この例からもわかるように、近代都市における災害では、人的被害や構造物被害などの直接被害もさることながら、それを原因とする甚大な経済的被害が発生する。

さらに経済的被害は、大きく分けてストック被害とフロー被害の2つに分類されている。

ストック被害とは、労働力の減少、社会資本および資産の損失など、災害によって直接被る被害であり、一般的には直接被害とよばれているものである。

フロー被害とは、直接被害が原因となって経済活動が乱されるために生じる被害であり、ライフライン、交通および教育といった基本的な公的サービスの途絶による都市機能の阻害および生産能力の減少に起因する雇用、サービス、所得の損失などの間接被害と、財政の悪化、インフレ、国際収支の悪化、開発プロジェクトの延期・中止、投資環境の悪化および貧富の差の拡大などの二次的被害に分類される。

先端的あるいは労働集約的企業活動は全国的な、あるいは世界的なネットワークをすでに形成している場合が多い。このことより、ライフラインのネットワークの故障と同様に、企業活動の1地点での停止はネットワーク全体に影響を及ぼす恐れがあるといえる。また、その影響が長期化すると、二次的な被害を生み出す可能性が高いといわれている。したがって、このように経済システムを構成する各要素が高度に関係を結び、それぞれがもつ機能を補完し合うことによって成り立っている先進諸国経済では、ストック被害が仮に少なくとも、フロー被害という面では甚大になる可能性があろう。

以上より、災害による経済的な被害を推定するためには、ストック被害およびフロー被害の両者ともに評価する必要性のあることがわかる。このうちストック被害は構造物などの被害を経済的に換算するものであり、それを試算することは容易でないものの、決して不可能ではない。しかしフロー被害は近代社会においてストック被害よりも大きくなるのが予想されるにも関わらず、それを推定するのは非常に困難であり、これまで定量的な評価を試みた例はほとんどない。

それでは災害による被害の定量化は不可能なのであろうか。被害のこのような捉え方からは、それを定量化するための糸口がみいだせない。そこで、被害の構造を再構築する必要がある。

2.2 被害の定義

被害は、誘因となる自然外力が社会に作用し、素因となる社会の防災力のバランスが崩れることによって発生する。そして、被害が発生することではじめて災害として捉えられる。被害を定量的に捉えようとする場合、災害をどのように捉えるかということが重要な問題となる。本研究では、災害を「環境の急激な変化によって、その地域に暮らす人々のそれまでの生活様式の維持が困難になる事態である」と定義する(林, 1996)。

つぎに被害を生み出す素因である社会について考えてみよう。人間の1つの行為を、社会的な営みであると捉えるか、経済的生産活動であると捉えるかによって、人間の集団すなわち社会は2つの側面から捉えられる。1つは社会システムとしての捉え方であり、いま1つは経済システムとしての捉え方である。

マクロ経済学では、人間の社会的な営みのなかでも睡眠、入浴および食事などの基本的人間活動については経済的生産活動とみなさない。なぜならこの活動は、個人が純粋にその行為から満足感や快感を得るためのものであり、他人が代行することはできないような活動だからである。しかし、これはそのような基本的人間活動も個人が自分に対する価値の生産を行っていると考えることによって、経済的生産活動であると解釈することができる。この考えに基づく経済システムは広義の経済システムとよばれる。これに対して、基本的人間活動を除外した経済システムは狭義の経済システムとよばれる。前者は後者を内包し、その境界は生産境界とよばれる。生産境界とはある行為が生産的活動かどうかを区別するための基準である。これ以降、経済システムといえば、特に注意がないかぎり広義の経済システムを表すものとする。

社会システムと経済システムは、人間の同一の行為を異なる観点から捉えることによって特定される。つまり、言い換えれば両者は同じものを指すのである。被害の素因である社会を2つの側面からみることにより、被害そのものも2つの側面から定義できるものと考えられる。すなわち1つは社会システムにおける被害であり、いま1つは経済システムにおける被害である。これらのうち社会システムにおける被害とは、直接被害、間接被害および二次的被害に分類される。これらの被害を全体として捉えたものが総被害であり、死者が発生した、構造物が倒壊した、生活が困難になったなど、一般には定量的に表現される。一方、経済システムにおける被害は経済的被害とよぶことができる。経済的被害は前述

したように、ストック被害とフロー被害に分類される。そして、直接被害はストック被害に対応し、間接被害ならびに二次的被害がフロー被害に対応するものと考えられる。一般に、これらは定量的に表現される。以上の関係を Fig.1 に示す。

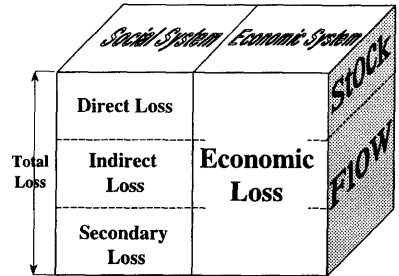


Fig. 1 Framework of loss

さらに、被害を具体的にみてみよう。災害の定義にしたがって被害を社会システムのなかで捉えた場合、自然外力によって変化した環境に人々が再適応しようとする過程に付随する困難の大きさの総計が総被害となる。また同様に、被害を経済システムのなかで捉えた場合、環境の変化によりシステムが機能不全に陥った結果、価値の生産力が減少したために生じた損失であると考えることができよう。これは、経済システムのなかでの災害による環境の変化が、具体的には人的被害による労働力の減少、質の低下、構造物の破壊やライフラインネットワークの機能障害による生産力の減少であると考えられることによる。とくに近代国家では、被災地のみならず国全体における経済活動の停滞、もしくは機能低下を引き起こす。そして、災害による資産、労働力およびそれらのつながりなどの損失によって生産力は低下し、災害以前の経済構造のなかで生み出されていた価値が減少してしまう。価値の生産は経済システムの機能であり、生産力の低下は経済システムにおける被害であると考えることができる。

以上をまとめると、災害による総被害は、社会システムのなかでは自然外力によって変化した環境に人々が再適応する過程に付随する困難の大きさであり、経済システムのなかでは環境変化による価値の生産量の減少であると考えることができる。そして、繰り返しいうようであるが、この両者は同じものを別の視点から捉えたものに過ぎない。

3. 総被害額評価手法の提案

3.1 総被害の定量化

前章で述べたように、災害は環境を変化させ、社会システムのなかで人々に困難な生活を強いる。また、災害は経済システムの機能不全を引き起こし、価値の生産量を減少させる。しかも、総被害と経済的被害は同じものを別の視点から捉えたものにすぎない。すなわち、両者の関係を明らかにすることによって互いに変換することが可能になり、さらに社会システムにおける被害を経済システムのなかで捉えることによって被害額という形で表せる。このような被害の視点を変換する過程が、総被害額の定量化にほかならないであろう。

以上より、総被害の定量化は、それぞれのシステムを代表する指標をみつけだし、その2つの指標間の関係を解明することによって可能となろう。ここでは、社会システムの変化を「平均寿命」という指標で表し、経済システムの機能不全による価値の生産量の減少を「国内総生産（GDP：Gross Domestic Product）」という指標で表すことにした。そこで、つぎにそれぞれの指標に関する説明を加え、同時にその適用妥当性を検証する。

3.2 平均寿命

(1) 平均寿命とは

危険性とはまさに生命に対するものであり、したがって、社会システムの変化、すなわち社会の防災力を評価する指標はなんらかの形で生命と結び合わさっていないといけないであろう。人々の生命は様々な要因によって支えられている。これを巨視的にみたときに、環境の変化は人々の死亡傾向の変化で表すことができると考えられる。このことは、災害による被害の規模を記述するとき、人的被害の大きさが代表されることが多いことからわかる。これについては、人的被害の大きさが自然外力や社会のもつ防災力など様々な要因の複雑な関係によって決定されるため、その社会が災害によって受けた影響を最も端的に表現するのに適しているからであろう。ここで、死亡傾向の変化は、すなわち死亡率の変化であり、人口学的には平均寿命で表すことができる。平均寿命が社会の様々な要因によって決定されるということは種々の研究によって明らかにされている。そこで、つぎにその一例を取り上げ、平均寿命のもつ意味について考えてみよう。

(2) 平均寿命とその適用妥当性

古川（1996）は平均寿命を決定する社会指標が何かを明らかにするために多変量解析の一種であるク

ラスタ分析を行い、平均寿命が国民所得、国内総生産にしろる社会保障費の割合、1人当たりエネルギー消費量、千人当たりテレビ（ラジオ）台数、水道普及率、歳出にしろる教育・文化費用の割合、在学率などと強い関係があることを明らかにした。そしてこの結果から、富と情報を表す量が平均寿命に大きな影響を及ぼすと結論づけている。これは視点を転換すれば、平均寿命とは社会という巨大かつ複雑なシステムを富と情報の量という切り口から捉えるための指標であるといえよう。

つぎに、富と情報量という視点から社会システムを俯瞰することができるのかについて考えてみたい。社会における価値観の多様さを近代化の尺度とするならば、近代都市では高い水準にある多様性を維持するために、各個人のもつ目的を実現するための手段がシステムとして整備されている。その結果、より快適な環境を求めて人口や資産が集中し、さらなる快適を追求する過程でより高度なシステムが出現していく。そのようなシステムの多くは、近代化の進歩に伴い経済循環に組み込まれる傾向をもち、多くの富を生み出してゆく。また同時に、人口や資産の集中した社会は、多くの情報を消費しつつ、新たな情報を生産する土壌になる。つまり先進諸国において、社会の多様化、すなわち近代化は流通する富と情報の量の増加を意味するのである。このことより、特に経済的な視点から社会を眺めるうえで、富と情報の量は重要な指標となりうるということがわかるであろう。また、Kernial S.Sandhu et al（1986）によると、日本とアセアン諸国における人々の死亡率（死亡傾向）は社会・経済的な様々な要因と相関関係を有しているということがすでに明らかにされている。

さらに、視点を少し変えて平均寿命を捉えてみよう。Fig.2は13世紀以降の世界の巨大自然災害における死亡確率と平均寿命との関係を示したものである。これによると、平均寿命の増加とともに自然災害による死亡確率の上限値は徐々に低下していることがわかる。社会の防災ポテンシャルは、平均寿命によって決定されるため（河田，1995）、Fig.2に示す死亡確率の減少は、経年的に平均寿命が上昇することによって社会の防災ポテンシャルが増加した結果であるといえる。防災ポテンシャルが高い、すなわち災害に強い社会は、ハードウェアによる対策とソフトウェアによる対策を織り交ぜた総合的な施策を必要とするということは、多くの研究者、実務者の共通の認識であろう。したがって、このような点からも社会システムというものを巨視的に表す指標として、平均寿命を用いることの妥当性がうかがえる。

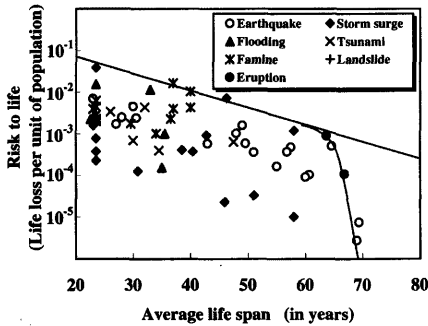


Fig. 2 Changes of risk to life due to catastrophic disaster with average life span (in the world since the 13th century)

3.3 GDP (Gross Domestic Product : 国内総生産)

(1) GDP とは

国民経済計算体系 (SNA : A System of National Accounts) のなかで、経済がその資産を活用して様々な経済活動を行い、その結果生み出した新たな価値、すなわち付加価値を一国全体について合計したものを国民総生産 (GNP : Gross National Product) という。ここで SNA とは、国際連合によって定められた一国の経済循環を表示した勘定表を作成するための標準的な方式であり、付加価値とは経済を構成する各部門の生産額から中間投入 (原材料や半製品など、他部門が算出したもの) を差し引いたものである。

一方、国内総生産 (GDP : Gross Domestic Product) とは、GNP から海外において発生した国民の要素所得をのぞき、国内において発生した外国人の要素所得を加えたもので、文字どおり国内で発生した生産および所得を対象とするものである。つまり一定期間内に一国の国内で生産された付加価値の合計額を表す。

総被害額の推定を行うに際して、経済システムの生産力低下による付加価値の損失量を表す指標には、GNP ではなく GDP を用いる。なぜなら、GDP は GNP にくらべて国内経済活動を正確に反映していると考えられるためである。ちなみに、このような特性により GDP はほかにも国内景気の判断や、短期的な総生産の動向をみる際に多く利用されている。

(2) GDP とその適用妥当性

経済的被害を表す指標として GDP を用いることの妥当性について検討してみよう。SNA において、基本的人間活動は非生産的の活動とみなして対象外とされている。また、食事の給仕や子どもの教育、老

人の介護などの「自家消費される家庭内サービスなどを生産する活動」は経済的の生産活動とみなされてはいるものの、GDP を計算する際の考慮にはいられていない。このことより、GDP は厳密にいうと、狭義の経済システムのなかでも、さらにその一部に含まれる指標であり、残念ながら広義の経済システムの指標とはなり得ないことがわかる。しかし、たとえそれがなり得たとしても、広義の経済システム内で1年間に生産されるすべての付加価値を求めることは非常に困難である。

また、近年経済学の分野でも、これまでフロー量を偏重してきた反省とともに、ストック量の重要性も論じられ始めている。ただし、ストック量を本研究の指標として利用するには経済学のさらなる発展を待たねばならない。

以上により、総被害額の推定には GDP を用いることが最も妥当であると思われる。

3.4 平均寿命と GDP との関係

平均寿命と GDP との関係に対する評価とは、すなわち社会システムと経済システム間に存在する関係の評価を意味する。Fig.3 は、1970 年から 1994 年までの日本における平均寿命と GDP との関係を示したものである。これによると、両指標は非常に高い相関を保ちつつ増加していることがわかる。したがって、日本の場合、その発展段階において社会システムと経済システムはほぼリニアに対応しているといえよう。なお、この関係を式で表すとつぎのようになる。

$$y = 56.1x - 4000 \quad (1)$$

ここに、 x は平均寿命 (歳 : 男女平均)、 y は GDP (兆円) である。

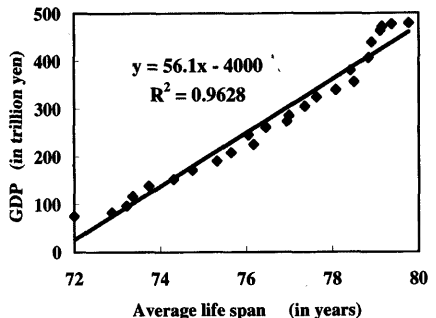


Fig. 3 Relationship between average life span and GDP at current prices in Japan (1970-1994)

それでは、災害によって社会システムが混乱状態にあるときはどうであろうか。つまり発展段階ではなく、平均寿命が減少すると同時に社会システムのポテンシャルも減少するとき、GDP すなわち経済システムはどのような挙動を示すのであろうか。

平均寿命の減少はその算出方法からわかるように死亡率の増加を意味する。つまり、自然災害により人的被害が発生し、死者および負傷者の発生により労働力の減少、もしくは質の低下を引き起こす。さらに自然災害においては、多くの場合、人的被害が単独で発生することはあまりなく、構造物の破壊、破損と同時に発生する。家屋や生産施設、設備、ライフラインの破壊は、経済システムのなかでは資産の実質的な減少、あるいは生産に必要な原料の流通障害の発生を意味し、経済構造が不変であるという仮定の下で生産力は低下する。

以上より、社会システムの変化にしたがって経済システムも災害前の状況とは大きく変貌し、その変化の程度は社会システムの変化に基本的に従うことがわかる。つまり、経済システムと社会システムは相互に因果関係を有しているものといえる。

現在のところ、両者の因果関係に関するこれ以上の考察は残念ながらできない。なぜなら、両者がともに減少段階にある場合、相互における減少率の対応関係が明らかになっていないためである。したがって、減少段階においても発展段階のような線形関係が認められるものとして、「両指標の減少率は、経年的な増加率と等しいものとする」という仮定をおくことにする。この仮定にしたがえば、Fig.3 より、平均寿命が1歳減少することにより、付加価値の生産量は56.1兆円減少するという関係が得られる。これ以降、この関係を「平均寿命とGDPの関係」、関係を表す式(1)を「平均寿命とGDPの関係式」とよぶことにする。

3.5 総被害額評価方法

自然災害による総被害額の推定方法は、つぎのようにまとめられる。

- ① 災害の発生した年の平均寿命が得られない場合、まずこれを計算する。
- ② 「平均寿命とGDPの関係式」より、平均寿命に対応するGDPを求める。
- ③ GDPの経年的な推移を回帰分析することにより、当該年のGDPを予測する。
- ④ GDPの予測値と平均寿命から得られたGDPの差を求める。
- ⑤ ④で求められた差をもって、自然災害による総被害額とする。

なお、災害のあった年におけるGDPは2通りで得られる。1つの方法は、今回行っているように、GDPの経年的な推移から予測して得る方法であり、いま1つはまず平均寿命の経年的な推移から当該年の平均寿命を求め、「平均寿命とGDPの関係式」からGDPを計算する方法である。後者の方法は、GDPを得るのに2段階の仮定を経ねばならず、誤差が大きくなる可能性があるために採用しないものとする。

災害による影響を測定する際に平均寿命を用いることによって、本方法は以下のような長所をもつ。

- ・死者数とその年齢分布が明らかであれば、任意の災害について適用可能である。
- ・総被害額の地域的歴史的比較が可能になる。
- ・死亡者1人当たりの被害額や年齢別被害額などが計算可能であり、人の命の値段に関する踏み込んだ議論が可能になる。

4. 総被害額評価方法の適用例

4.1 阪神・淡路大震災への適用

(1) 概要

1995(平成7)年1月17日、淡路島北部を震源とするマグニチュード7.2の地震が発生し、神戸市をはじめとして阪神地区に多大な被害をもたらした。

この災害による死者は、消防庁の発表によれば6,425人(1996.12.26日現在)であり、10万棟以上の家屋が倒壊、約8,000棟が火災によって消失した。また、電気、ガス、水道および道路などのライフラインの機能が長期間広範囲にわたって阻害され、経済活動や市民の生活に様々な影響を与えたと発表されている(国土庁, 1995)。

ところで、1996年夏に厚生省より発行された1995年簡易生命表において、1995年の平均寿命がすでに発表されている。それによると、男性の平均寿命は76.36歳、女性のそれは82.84歳であり、前の年に比べてそれぞれ0.21歳、0.14歳減少しているとのことであった。簡易生命表における平均寿命が減少したのは、男性の場合1992年以来3年ぶり、女性の場合1988年以來7年ぶりとのことである。

(2) 阪神・淡路大震災による総被害額評価

前章において提案した総被害額評価方法にしたがって、阪神・淡路大震災による総被害額を求めてみよう。

このケースの場合、平均寿命はすでに得られているので直接GDPを求めることができる。厚生省大臣官房統計情報部(1995)より発表された1995年の平均寿命(男女平均)は79.60歳であり、この値

を「平均寿命と GDP の関係」を表す式(1)にあてはめることで、1995 年の GDP が約 451 兆 5,000 億円と推定される。

一方、Fig.4 は 1970 年から 1994 年までの GDP の推移を示したものであり、この全期間における GDP の増加傾向は次式で表せる。

$$y = 17907(x-1969) + 45756 \quad (2)$$

ここに、 x は西暦年 (年)、 y は GDP (兆円) である。

この式(2)により、1995 年における GDP は約 511 兆 3,380 億円と推定される。総被害額は 1995 年の期待された GDP と平均寿命から予想される GDP との差ということであるから、その差を計算するとつぎのようになる。

$$511 \text{兆} 3,380 \text{億円} - 451 \text{兆} 4,570 \text{億円} = 59 \text{兆} 8,810 \text{億円} \quad (3)$$

したがって、阪神・淡路大震災による総被害額は約 59 兆 9,000 億円と推定される。

さて、近年日本は高度経済成長期を経て、すでに安定成長の時期に入ったといわれている。つまり、近年の経済成長率は過去に比べると小さくなっている。実際に Fig.4 に示した GDP の推移をみると、1991 年を境に増加傾向に大きな変化がみられる。つまり、1991 年以前の増加率に比べて、それ以降の増加率は小さく、増加はゆるやかである。そこで、この増加傾向の変化が総被害額評価に与える影響を考慮して、1991 年から 1994 年までのデータを用いて推定を行った。

まず、1991 年から 1994 年までの GDP の増加傾向は次式で表せる。

$$y = 4790(x-1990) + 460937 \quad (4)$$

ここに、 x は西暦年 (年)、 y は GDP (兆円) である。

式(4)より、1995 年の GDP は約 484 兆 8,860 億円となる。つまり、総被害額はつぎのようにして算出される。

$$484 \text{兆} 8,860 \text{億円} - 451 \text{兆} 4,570 \text{億円} = 33 \text{兆} 4,290 \text{億円} \quad (5)$$

したがって、経済の成長率を考慮に入れたモデルで総被害額の推定を行った場合、約 33 兆円という値を得ることができた。

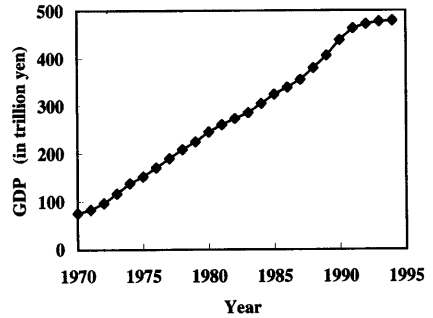


Fig. 4 Annual changes of GDP at current prices in Japan (1970-1994)

(3) 考察

(a) 経済的影響

ここで得られた 33 兆円という値は、現在国土庁より発表されている阪神・淡路大震災による直接被被害額 9 兆 6,000 億円のおよそ 3 倍にあたる。この結果は、世界の災害による被害を集計するなかで経験的に得られているデータとよく一致する。

総被害額が国家予算に占める割合はほぼ 50% であり、1994 年の GDP に占める割合は 7% である。一方、被害がもっとも大きかった兵庫県での経済活動におけるウェイトは、日本全体の 4.1% (GDP 比) に過ぎない。このことから、震災の経済に与える影響がいかに甚大であるのかを理解できる。

消防庁発表による関連死を含む震災死亡者は、1996 年 12 月 26 日の時点で 6,425 人であった。また、死者の平均年齢が約 56 歳であり、前年の平均寿命が約 79 歳であることより、23 年間にわたって生産されるはずであった価値が失われることになる。これにより死者 1 人当たりの総被害額および死者 1 人 1 年当たりの損失は、それぞれ約 52 億円および約 2.3 億円と推定される。これは言い換えれば、日本において 56 歳の人間 1 人当たりの、あるいはさらにその 1 年分の社会的、経済的な「価値」を貨幣換算したものであるといえる。なお、人間の命を値段で評価することについては、賛否両論を含めて様々な意見もあろうが、今後限られた予算のなかでもっとも効率の高い防災投資を行っていくためには、このような視点が重要になるものと考えている。

(b) 災害増幅係数

簡易生命表によると、震災のあった 1995 年の平均寿命は男女平均で 79.60 歳であった。一方、1970 年から 1994 年までの平均寿命の推移より、1995 年の平均寿命を推定すると男女平均で 79.77 歳となり、

両者の間には 0.17 年の差が生じていることがわかる。これについては 1995 年の平均寿命が阪神・淡路大震災の発生によって、それ以前の傾向から推定される基準、すなわち本来到達しているはずの水準に比べて 0.17 年低下したと考えられる。また同じく簡易生命表によると、阪神・淡路大震災による死者の増加による影響を除去した場合、つまり震災による死亡者数を除いて計算した場合、平均寿命は男女平均で 0.10 年伸びると述べている。したがって、1995 年の平均寿命の低下が 0.17 年であるのに対し、震災による死亡者の影響はそのうちの 0.10 年分しか説明できないということになる。

平均寿命の減少がすべて災害によるものと仮定すると、このような震災による死亡の影響だけで説明できない平均寿命の減少は、震災による影響がその他の領域にまで増幅したために生じたものであると考えることができる。すなわち、死亡者の発生による平均寿命の低下量と災害の影響全体を踏まえた平均寿命の低下量との比は、災害による死亡者の発生の影響がどれだけ増幅したのかを表す指標になるものと考えられる。そこでこの値を「災害増幅係数」とよぶことにする。

阪神・淡路大震災の場合、震災による平均寿命の低下は 0.17 年であり、また震災による死亡の影響を除去した場合の平均寿命の伸びが平均で 0.10 年であることより、「災害増幅係数」はつぎのように与えられる。

$$\frac{0.17}{0.10} = 1.70 \quad (6)$$

「災害増幅係数」は、ある年齢における人間 1 人当たりの社会および経済的価値が 1 国内で差はないという仮定の下で、災害による直接的な死亡者数の影響がどの程度増幅して総被害となるのかを表す量であるといえる。ここで、災害によって発生する死亡者数や死者の年齢分布は地域ごとの災害に対する脆弱性に大きく依存するものであることから、今後災害増幅係数は地域の防災力を表す指標として発展させることができるものと考えられる。

(4) 寿命の変化と災害との因果関係に関する考察

近年における日本人全体の死因別死亡統計をみると、毎年約 80 万～90 万人が死亡するうち、もっとも多い死因は悪性腫瘍、ついで心臓疾患、脳卒中の順となっている。これら上位 3 つによって全体の 60%以上が死亡しており、残りの 40%弱がその他の原因によって死亡している（ちなみに不慮の事故

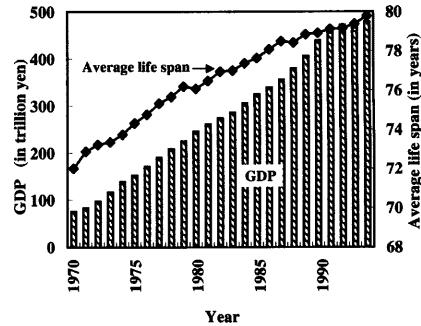


Fig. 5 Annual changes of GDP at current prices and average life span in Japan

による死亡は 4%前後である)。そして、この傾向を示すように、マクロにみた場合平均寿命は GDP とともに年々増加している。これについては、経年的に社会において富と情報が蓄積し、死亡率が低下しているためであろう。このことより、部分的な平均寿命の減少は、あくまで災害などの擾乱によって一時的に死亡率が上昇し、平均寿命に負の変動が生じたために発生したものと考えられる。つまり、今回の平均寿命の変化は、死亡率を決定する定常部分の本質的な構造変化の結果として生じたというより、あくまで一時的に起きた変動部分の影響によるものであったといえるのではなからうか。

今回の計算は 1995 年における平均寿命の減少が阪神・淡路大震災の影響のみによるものであるという仮定の下で行っている。震災が寿命を減少させた原因の 1 つであるのはほぼ間違いなさであろうが、このような仮定が妥当なのかどうかについて検討を加える必要がある。

1995 年のインフルエンザによる死者は 1,244 人であり、前の年に比べて約 3 倍の伸びをしるしているが、そのなかで兵庫県死者は 64 人であり、全体の 5.14%を占めている（厚生省大臣官房統計情報部, 1995）。兵庫県の人口が全国に占める割合は 4.30%に過ぎず、ここに震災の影響が現れているといっても過言ではないであろう。つまり、阪神・淡路大震災がほかの死因による死亡に影響を与えたということは十分考えられる。

以上より、1995 年における平均寿命の減少はそもそもっとも大きな原因であったと思われる阪神・淡路大震災によるものと仮定しても問題はないであろう。

4.2 南関東地震への適用

(1) 概要

1988（昭和63）年12月、国土庁は中央防災会議における「南関東地域震災応急対策活動要領」（1988）のなかで、相模湾を震源域とする関東大震災規模の地震が南関東地域（東京、神奈川、埼玉、千葉）に再来した場合の被害想定を行っている。その結果によれば、震災による死者は火災による焼死者を含めて最大15万人（南関東地域）、負傷者は20万人におよぶと考えられている。また、建物被害は80万棟が全壊もしくは半壊となり、260万棟の家屋が焼失するとのことである。

ここでは、この結果に基づいて総被害額の算定を行ってみる。なお、ここで対象とする災害を再度記述しておく、「1994年10月1日から同年12月31日までに、日本において死者15万人を発生させる災害」である。災害の発生する年を1994年としたため、この災害以外の影響を極力排除したいと考えたためである。

(2) 南関東地震による総被害額評価

(a) 平均寿命の推定

まず、地震が発生したと仮定した場合の平均寿命を求めなければならない。そこで、新たに必要となるデータは死者の性別年齢別死亡分布であるが、これについては阪神・淡路大震災時における年齢別の死亡者数分布データを死亡率に変換し、総死者を15万人として年齢別死亡分布を再計算して利用することにした。ただし、その死亡分布には厚生省のものと消防庁のものがあり、ここでは前者のものに基づいて求めている。平均死亡年齢は、56歳（男52歳、女58歳）である。また、元のデータは5歳階級別になっており、このままでは各歳別の生命表を計算することができないので、1994年の人口データを用いて各歳の死者数を推定している。ここで得られた死者数を生命表作成に必要なデータである1994年の性別年齢別年間死亡者数に加えて平均寿命を計算した。人口など、その他の必要なデータは、全て1994年のものをそのまま用いている。

これらのデータを用いて平均寿命を計算したところ、男女それぞれ74.51歳および80.12歳となった。単純平均して1994年の平均寿命（男性76.57歳、女性82.98歳）と比較すると、2.47歳だけ本来の値より減少していることがわかった。

(b) 総被害額評価

つづいて(a)で求めた平均寿命の変化量を用いて総被害額推定を行う。

さきほど求めた平均寿命と『平均寿命とGDPの関係』を表す式(1)より、災害発生を仮定した場合

のGDPを求めると約339兆円となる。また、1994年における本来のGDPは、Fig.4より約479兆円であるから、死亡による損失額はつぎのように計算される。

$$479\text{兆円} - 339\text{兆円} = 140\text{兆円} \quad (7)$$

さて、この値はあくまで災害による死者の発生の影響だけを表したものに過ぎない。今回の推定において基礎データとして用いた国土庁による15万人という人的被害の推定値は、関東大震災以後の火災による焼失面積と死者数などの関係を適用して求めたものであり、それ以外による要因については考慮されていない。特に都市災害の場合、災害が発生する時間帯によっては住民の多くが住宅以外の場所で被災する可能性は高い。さらに首都圏の場合、昼間は他の地域からの数十万人単位の人口流入により人口集中度は1日のなかでもピークに達しており、このような状況で人的被害の規模を左右すると考えられている災害発生後72時間以内の捜索・救助活動が十分かつ円滑に実施されるのかどうかは不明である。また、災害が原因であると明らかに認定されうる死者が15万人にも達する場合、災害の影響で死期が早まったケースや復旧活動中の過労死、災害との因果関係があると認められる死亡（災害関連死）なども相当数発生することが予想され、災害発生年の死亡秩序を大きく変化させることは十分考えられる。これらの影響は平均寿命の減少につながり、実際の総被害額はさらに大きくなるであろう。以上のように、災害の影響は死者だけにとどまらず、その他の領域に増幅していくといえる。したがって、将来の災害に対して総被害額の推定を試みる場合には、それと同時にその増幅についても考慮に入れる必要がある。

そこで、前節で新たに定義した災害増幅係数を用いることにする。南関東地震の災害増幅係数は明らかでないが、仮に阪神・淡路大震災の場合と等しいとすると、総被害額はつぎのように計算される。

$$140(\text{兆円}) \times 1.7 = 238(\text{兆円}) \quad (8)$$

以上より、南関東地震が1994年に発生したと仮定したときの総被害額は、140兆円から238兆円となることが推定される。

(3) 考察

最大238兆円という総被害額は、日本の国内総生産の約半分を占めており、総資産の約3%に相当している。このような規模をもつ災害の発生は日本の

将来に大きく影響を与えるものと考えられる。

東海総合研究所は1988年に国土庁の発表資料をもとにして、南関東地震による経済的影響の試算を行っている。それによると、南関東地震による推定被害額は1993年の物価水準に換算して約125兆円になるという(東海銀行, 1988)。ただし、この125兆円という数字は、建物などの純固定資産に、耐久消費財や棚卸資産を加えた直接(ストック)被害による影響を考慮したにすぎず、間接(フロー)被害は考慮されていない。また、自動車やその他の消費財なども含まれていない。これにより、南関東地震の場合、総被害額は推定されている直接被害額のおよそ2倍に達することがわかった。

5. あとがき

本研究では、被害の新たな枠組みを用いた、自然災害による総被害額の評価手法について提案し、阪神・淡路大震災および南関東地震による総被害額の推定を行った。その結果、明らかになったのはつぎのようである。

- 1) 被害は、総被害と経済的被害の大別して2つの捉え方ができる。
- 2) 被害の定量化とは、すなわち総被害の経済的被害への換算を意味する。
- 3) 総被害は平均寿命の変化によって定量的に表現できる。
- 4) 総被害額は平均寿命とGDPとの関係を用いることによって推定できる。
- 5) 本方法を阪神・淡路大震災および南関東地震に適用した結果、それらによる総被害額は約33兆円および140兆円から238兆円に達する。

また、本研究で提案した総被害額評価方法は、死者数とその年齢分布が明らかな任意の災害について適用可能であり、この適用結果を用いることによって総被害額の地域的歴史的比較をはじめ、死亡者1人当たりの被害額および年齢別被害額の評価ができることもわかった。しかしながら、今回『社会の防

災力』を評価する指標の1つとして平均寿命を用いたが、この妥当性についてはまだ議論の余地を残しているものといえる。したがって、今後はさらに『社会の防災力』に関する定量的な評価手法の確立に努めていきたい。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、種々の助言および資料を快く提供してくださった神戸市復興本部、市民防災室、厚生省大臣官房統計情報部および消防庁震災対策指導室のみなさまに謝意を表する次第であります。

参考文献

- 河田恵昭(1995):都市大災害, 近未来社, 234pp.
厚生省大臣官房統計情報部(1995):平成7年簡易生命表, 厚生省統計協会.
神戸市(1996):阪神・淡路大震災—神戸市の記録 1995年—.
国土庁(1988):南関東地域震災応急対策活動要領.
国土庁(1995):1995(平成7)年防災白書, 大蔵省印刷局.
東海銀行(1988):調査月報(No.498).
中埜 肇(1989):近代の思想(改訂版), 放送大学教育振興会, 134pp.
長谷川慶太郎(1991):国家が見捨てられる時, 学士会会報, No.790, pp.40-44.
林 春男(1996):情報システム—防災 CALS の確立—, 京都大学防災研究所公開講座(第7回), pp.77-89.
古川俊之(1996):寿命の数理, 朝倉書店, 242pp.
Kernial S.Sandhu et al(1986):日本とアセアン諸国における死亡率の社会経済的相関に関する研究, 総合研究開発機構.

Study on Estimation of Disaster Prevention Potential
---The Application to Total Loss Estimation---

Yoshiaki KAWATA, PAK Kihyeon*, Yuka KARATANI**

* Andersen Consulting

** Graduate School of Engineering, Kyoto University

Synopsis

The objectives of this paper are to propose the estimation method of total loss by which our society suffers from catastrophic disasters. We try to define the framework of disaster damage from social and economical viewpoint. It was found that the relation between the average life span and Gross Domestic Product (GDP) can be used to estimate total losses due to natural disasters. We applied this method to the Great Hanshin-Awaji Earthquake disaster and the coming South Kanto Earthquake disaster. As a result, estimated total losses in the former case could reach as much as 33 trillion yen and in the latter case it will be 140 trillion yen to 238 trillion yen which varies under some assumptions.

Keywords: disaster prevention potential; urban disaster; catastrophic disaster; average life span; Gross Domestic Product (GDP)