

I - B 408

震災度評価の計量化に関する一考察

豊橋技術科学大学	正会員	栗林 栄一
豊橋技術科学大学	正会員	蔣 建群
豊橋技術科学大学	学生員	堀田 静香

1. はじめに

大規模な地震、特に都市直下型地震では都市の人的被害・物的被害・経済的被害は甚大なものとなる。本研究では兵庫県南部地震及び唐山地震震災被害を対象に、人的被害（人口）・直接（ストック）被害額・間接（フロー）被害額を抽出し、震災にかかる諸指数を調査した。これらの指数を使うことで両地震の災害の定量的な分析を試みた。これにより社会・都市構造の違いによる人的被害・直接被害額・間接被害額の傾向を分析し、先進国および発展途上国における震災度の計量化について考察した。

2. 等価損失年数の定義

本研究では等価損失年数を定義した。ここでいう等価損失年数とは震災による損害がその地域の震災前年の相当量の何年分に相当するかというものであり、以下の式によって算出する。

$$\text{等価損失年数（年分）} = \text{震災被害} \div \text{震災前年の相当量} \quad (\text{式1})$$

それと対応して被害率を資源に対する震災被害の比率として以下の式で定義する。

$$\text{被害率（\%）} = \text{震災被害} \div \text{震災前年の資源} \quad (\text{式2})$$

等価損失年数はいろいろな指数を用いて計算できるが、ストックの直接被害を対象にする場合、家計・民間企業・政府の3部門から考察する。具体的には、家計に対しての等価損失年数＝家計の被害額÷震災前年家計最終消費支出；民間企業に対しての等価損失年数＝民間企業の被害額÷（震災前年の市内総支出－震災前年家計最終消費支出－震災前年行政の歳出）；政府に対しての等価損失年数＝政府の被害額÷震災前年国・地方公共団体の歳出として定義できる。それらの指標と比較するため、被害率を以下のように算出できる。即ち、家計に対しての被害率＝家計の被害額÷家計の資産額；民間企業に対しての被害率＝民間企業の被害額÷民間企業の資産額；政府に対しての被害率＝政府の被害額÷政府の資産額。

一方、人口・ストック・フローの面から等価損失年数と被害率を総合的に考察するのは重要と考えられる。具体的には、人口に対しての等価損失年数＝震災死亡者数÷震災前年の死亡者数；ストックに対しての等価損失年数＝直接被害総額÷震災前年の市内総支出；フローに対しての等価損失年数＝間接被害額÷震災前年の市内総支出。また、人口に対しての被害率＝震災死亡者数÷震災前年の人口；ストックに対しての被害率＝直接被害額÷震災前年の資産額；フローに対しての被害率＝間接被害額÷震災前年の資産額となる。

3. 結果と考察

対象とする兵庫県南部地震及び唐山地震の地震諸元と両市の市勢を表1に示す。これをみると両地震とも都市直下型地震であり、発生時間もともに深夜から明け方にかけての時間帯である。両市の市勢の違いを見ると神戸市の面積が約唐山市の1/2、人口が1.4倍、人口密度が2.8倍である。しかし、唐山市の中心である唐山市区では人口密度が1.1万人/km²で、神戸市の最も人口密度が高い長田区と同程度である。神戸市の1人あたりGDPは420.3万円で、唐山市の1人あたりGNPの31.6万円よりずっと大きい、唐山市は人口の構成比が0.11%なのに対しGNPの構成比が0.8%と高く、神戸市と同様自国の経済重要都市といえる。

震災の被害を家計・民間企業・政府の3部門から考察する場合、神戸市では、港湾・鉄道に関しては神戸市の被害額が公表されているためその値を用いた。ライフラインの被害額については供給停止戸数の割合と公表されている兵庫県の被害額から神戸市の直接被害額を推計した。また、前年度の値には神戸市統計書よりH5年度の値を代入した。神戸市の家計、民間企業、政府のストックの直接被害額の調査結果を見ると比

キーワード：震災度、直下型地震、都市防災、等価損失年数、計量化。連絡先：豊橋市天伯町雲雀が丘1-1

較的被害は分散されており3つの部門で特に突出したものは見られないと言える。一方、唐山市の被害額については、当時の社会体制の下、民間企業は政府として考えざるを得なかった。

更に、人口・ストック・フローの面から考察する場合、神戸市では、震災前年死亡者数は神戸市統計書よりH6年死亡者数を、直接被害額は震災復興本部より発表された値を用い算出した。間接被害については神戸市商工会議所が事業所に対して行ったアンケート調査をもとに推計した値を用いた。一方、唐山市では、震災前年死亡者数については世界統計書の1975年度死亡率より算出した。震災前年市内総支出については1975年の市内総生産が公表されていた。ゆえに三面等価の仮説により市内総支出＝市内総生産とした。以上で算出した両市の等価損失年数と被害率を表2に示した。

これらの結果をみると、神戸市では民間企業の被害率が一見して他の部門とそれほど変わらないが、等価損失年数は他の部門に比べ2倍以上であり、企業の被害が一番大きかったと言える。それは民間企業の前年支出が少ないからであると考えられる。一方、唐山市では家計の被害率が突出しているにもかかわらず、等価損失年数が神戸市とほぼ同程度である。これは家計の主な被害に建物が含まれていないためである。

また、唐山市では神戸市と比べて人的被害が突出し、フロー被害も神戸市を上回っているのにも関わらず、ストック被害は1/2以下となっている。これは唐山市が経済発展の初期段階であるために経済発展に追いつかない社会資本、建物の脆弱さによる資産価値の低さが原因であると思われる。

ここで、人口・ストック・フローの等価損失年数を合算して震災直後の総合等価損失年数とし、これを震災度の指標とする。なお、復興に至るまでの過程においては、その年数を更に合算して経年総合等価損失年数とする（式1）。兵庫県南部地震と唐山地震の復興にはそれぞれ約5年と10年を要するとすれば、経年総合等価損失年数はそれぞれ約8年と25年であり（全ての重みを1とする場合）、唐山市の震災度は神戸市の約3倍となり、中国社会と経済に比較的大きい打撃を与えたと判った。このような考え方で先進国と発展途上国の震災度を相互に比較できないであろうかと考えられる。なお、この指標が震災予測に役立つためには、震災におけるフローの損失をより正確に評価する必要がある。

$$N = \alpha_p N_p + \alpha_s N_s + \alpha_f N_f + \alpha_r N_r \quad (\text{式3})$$

ただし、 $\alpha_p, \alpha_s, \alpha_f, \alpha_r$ はそれぞれ人口・ストック・フローの等価損失年数 N_p, N_s, N_f 及び復興必要年数 N_r の重み関数である。

表1 対象地震の緒元及び神戸市と唐山市の市勢

	発生時刻	マグニチュード	震源深さ(km)	面積(km ²)	人口(人)	人口密度(人/km ²)	総生産(10億円)
神戸	95/1/17 5:46	7.2	14	557 (全国の0.15%)	1,520,365 (全国の1.22%)	2,728	GDP: 6,386 (全国の1.37%)
唐山	76/7/28 3:42	7.8	11	1090 (全国の0.01%)	1,060,000 (全国の0.11%)	972	GNP: 335 (全国の0.80%)

表2 対象地震における神戸市と唐山市の等価損失年数及び被害率

		家計	民間企業	政府	人口	ストック	フロー
神戸	等価損失年数(年)	0.674	2.234	1.082	0.43	1.080	1.143
	被害率(%)	26.6	32.8	41.9	0.3	32.6	34.5
唐山	等価損失年数(年)	0.5	—	0.424	13.556	0.424	1.412
	被害率(%)	94.5	—	38.7	14.0	38.7	89.2

参考文献

- 1) 神戸市：第73回神戸市統計書、平成9年3月
- 2) 陶如謙、王子平：河北省震災社会調査、地震出版社、1996年7月