

阪神・淡路大震災による経済被害推計*

Estimation of the Economic Damages Caused by the Hanshin-Awaji Great Earthquake

高橋 顕博** 安藤 朝夫*** 文 世一****

By Akihiro TAKAHASHI, Asao ANDO and Se-il MUN

1. はじめに

平成7年1月に起きた阪神・淡路大震災により、神戸市を中心とした地域で多くの人的・物的被害が生じた。震災から2年を経た現在においても、不自由な生活を強いられている人々が少なくない。

一般に地震による被害は、被災構造物・施設等の直接的被害を基本として把握されてきた。しかし、震災が社会に与える影響はそうした直接的な被害に限られず、例えば、工場のような生産設備及びパートのような販売施設の破壊や道路・港湾といった輸送施設の破壊は生産活動や消費活動の減少をもたらした。直接的被害と比較して決して小さいものではない。さらに、生産活動・消費活動の減少が産業の衰退や雇用の減少をもたらすことを考慮すれば、むしろこの間接的影響の方が社会に与える影響は大きいと考えられる。事実、雇用の減少による人口流出は起こっており、神戸・芦屋・西宮の3市において震災後の1年間に約10万人強の人口が流出している¹⁾。

そこで本研究は、間接的な震災の影響を捉えるために生産設備及び輸送施設の被害を考慮した経済被害を推定するモデルを構築し、それにより震災による間接的経済被害を推定することを目的としている。この間接的な被害には直接的な被害も形を変えて含まれることになるが、それらを区別して求めることは不可能である。その意味で本研究で推計される間接的被害には直接的被害も含まれることを留意されたい。推計に当っては、震災前後における産業の所得(付加価値額)の変化を間接的な被害としている。

*key words: 整備効果計測法, 産業立地, 防災計画

**学生員 東北大学大学院情報科学研究科

***正会員 工博 東北大学助教授 情報科学研究科

****正会員 工博 東北大学助教授 情報科学研究科
(〒980 仙台市青葉区荒巻字青葉 TEL022-217-7497)

表-1 地域対応表

地域1(兵庫)	兵庫県
地域2(近畿)	福井県、滋賀県、京都府、大阪府、奈良県、和歌山県
地域3(東日本)	地域1、地域2以東の日本
地域4(西日本)	地域1、地域2以西の日本
地域e(海外)	日本以外の世界

2. モデルの概要

(1) 地域区分と産業分類

本モデルは計量経済モデルと産業連関表を組み合わせ、被災地の経済被害を他地域との関係において把握しようとしている。本モデルでは、被災地域として兵庫県を想定し、日本全国を(1)兵庫県、(2)兵庫県を除く近畿地域、(3)近畿以東の日本及び(4)近畿以西の日本に区分し、これに外国を加えた5地域で分析を行っている(表-1参照)。分析に際しては、1996年時点で入手可能な最新の産業連関表が1990年のものであるため、1990年を分析の基本年とする。

また、産業分類に関しては通産省の産業連関表産業分類における統合大分類(32分類)²⁾を基本として、交通施設被害をモード毎に詳しく捉えるために運輸部門を鉄道、道路(トラック)、船舶及びその他の運輸の4部門に分割し、合計で35部門として分析を行っている(表-2参照)。

(2) モデルの定式化

生産設備の破壊による生産の減少を考慮するために、(1)式に示すような生産設備(資本量 K_j^s)と従業者数(労働量 L_j^s)を生産要素とし β_j と γ_j をパラメータとするCobb-Douglas型生産関数³⁾を用いて震災後の生産額 X_j^s を求める。

$$\hat{X}_j^s = \beta_j (K_j^s)^{\gamma_j} (L_j^s)^{1-\gamma_j} / a_{0j}^s \quad (1)$$

表-2 本研究の産業部門分類 (35分類)

1農林水産業	19水道・廃棄物処理
2鉱業	20商業
3食料品	21金融・保険
4繊維製品	22不動産
5パルプ・紙・木製品	23鉄道輸送
6化学製品	24道路輸送
7石油・石炭製品	25水運
8窯業・土石製品	26その他の運輸
9鉄鋼	27通信・放送
10非鉄金属	28公務
11金属製品	29教育・研究
12一般機械	30医療・保険・社会保障
13電気機械	31その他の公共サービス
14輸送機械	32対事業所サービス
15精密機械	33対個人サービス
16その他の製造業	34事務用品
17建設	35分類不明
18電力・ガス・熱供給	---

a_{ij}^s : 地域 s における産業 j の付加価値率

この Cobb-Douglas 型生産関数は次に示すレオンチェフ型生産関数⁴⁾の一部を構成する。(2)式は、最も制約の厳しい投入財の供給量が生産額を決定することを想定しており、 a_{ij}^s は財 i の投入係数、 x_{ij}^s は地域 s における産業 j が調達できる財 i の量である。

$$X_j^s = \min \left\{ \frac{x_{1j}^s}{a_{1j}^s}, \frac{x_{2j}^s}{a_{2j}^s}, \dots, \frac{x_{nj}^s}{a_{nj}^s}, \hat{X}_j^s \right\} \quad (2)$$

各地域の各産業は通常可能な範囲内で生産を行い、絶えず稼働率 100%で生産を行うわけではないが、震災後は被災地を除く地域は代替生産のために原料さえ調達できれば稼働率の上昇があったと推定される。よって、被災地を除く地域の生産額は初期値として稼働率 α を用いて(3)式のように定義される。但し、 α は震災直前の稼働率を 1 とした際の相対値である。

$$X_j^{s'} = \alpha X_j^s \quad (s \neq 1, \alpha > 1) \quad (3)$$

震災による輸送施設の被害が交易に与える影響を考慮するため、財 i のモード m による地域 r から s への交易係数 t_{rm}^{rs} を(4)式のように表す。基本的に交易係数は地域間の交通時間 d_m^{rs} により決定されるとしており、加えて供給地域の生産容量にも影響を受けるために供給側の生産額を組み込んだ形になっている⁵⁾。ここで、 $r(e)$ は和に外国を含むことを意味し、 λ_m はパラメータである。

$$t_{rm}^{rs} = \frac{X_r^r \exp(-\lambda_m d_m^{rs})}{\sum_{r(e)} \sum_m X_r^r \exp(-\lambda_m d_m^{rs})} \quad (4)$$

(4)式の交通時間に関しては、交通需要 C_m^{rs} が与えられた交通容量 $\bar{C}_m^{rs}$ を超えない場合の交通時間を d_m^{rs0} で表し、交通時間が需要に関しては増加し、容量に関しては減少する事を考慮し、パラメータ δ_m を用いて以下のように表される。

$$d_m^{rs} = d_m^{rs0} \exp(\delta_m \frac{\max\{C_m^{rs} - \bar{C}_m^{rs}, 0\}}{\bar{C}_m^{rs}}) \quad (5)$$

交通需要 C_m^{rs} は地域 s における需要、(4)式により得られる交易係数及び重量換算率 ω_i により以下のように表される。ここで、 y_i^s は最終需要額である。

$$C_m^{rs} = \sum_i \omega_i t_{im}^{rs} (\sum_j a_{ij}^s X_j^s + y_i^s) \quad (6)$$

震災前の交通量は最大交通容量に等しいと仮定し、震災前の交通容量は震災前の交通量を用いる。

域内最終需要 y_i^s については、支出 1 単位当たりの財の構成比率 b_{ij}^s が消費 ($j=1$)、投資 ($j=2$) のそれぞれ

について地域固有の値を取ると仮定する。このとき、地域 s の消費支出額を W_1^s 、投資支出額を W_2^s で表せば、財別の域内最終需要額は(7)式ようになる。

$$y_i^s = \sum_{j=1}^2 b_{ij}^s W_j^s \quad (7)$$

消費支出額 W_1^s は域内で生じた所得 (付加価値額 V_j^s) のうち貯蓄にまわされない分が消費に使われるとする。いま、政府が国債を発行して調達した資金により被災地への復興投資を行うとすれば、各地域の消費支出が被災地の投資支出にまわされる。この消費支出減少額を移転所得 TR^s として表し貯蓄率を σ^s で表せば、消費支出額は(8)式のように表される。

$$W_1^s = (1 - \sigma^s) \sum_j V_j^s - TR^s \quad (8)$$

地域 1 は他地域から所得 TR^s を受け取ると仮定すれば、地域 1 はその地域内で生じた所得 (付加価値額) に移転所得の合計 $\sum_{s \neq 1} TR^s$ を加えた分だけ投資を行うことができる。よって、輸移出入額により調整すれば以下のような関係が成り立つ。但し、 $\sum_{s \neq 1} TR^s$ は被災地への復興投資であるから被災地 (地域 1) 以外の地域には表れない。また本研究においては、移転所得額として政府による被災地への復興投資額を用い、各地域の移転所得は各地域の総生産額により決定されると仮定する。また、(9)式の TFM_i^s は輸移出入インバランスであり、(10)式で表す。

$$\begin{cases} W_2^1 = \sigma^1 \sum_j V_j^1 - \sum_i TFM_i^1 + \sum_s TR^s \\ W_2^s = \sigma^s \sum_j V_j^s - \sum_i TFM_i^s \quad (s \neq 1) \end{cases} \quad (9)$$

$$TFM_i^s = \sum_{r,s} \sum_m t_{rm}^s (\sum_j a_{ij}^r X_j^r + y_i^r) + F_i^s - \sum_{r(s) \neq s} \sum_m t_{rm}^{rs} (\sum_j a_{ij}^s X_j^s + y_i^s) \quad (10)$$

ここで、 F_i^s は地域sにおける財iの輸出を表し、地域内の余剰生産物が輸出にまわると仮定して(11)式で表される。

$$F_i^s = X_i^s - \sum_s \sum_m t_{rm}^s (\sum_j a_{ij}^s X_j^s + y_i^s) \quad (11)$$

3. モデルの解法のプロセス

本章では、震災後の生産額を求める方法を図-1に示すフローチャートに沿って説明する。

(i) 最初に生産のための資本量 K_i^s と地域間の交通容量 $\bar{C}_m^{rs}$ が減少するとして考えられる。そこで、(1)式から被災後の資本量による被災地の生産額の初期値を求める。被災地を除く地域の生産額は震災前の生産額から(3)式により得られる。最終需要額は被災前の需要に復興に伴う移転分 TR^s を調整した値を与えて求める。交通時間は被災前と同じとする。

(ii) 生産額 X_j^s と交通時間 d_m^{rs} に基づく交易係数を(4)式により求める。

(iii) 交易係数に基づく地域間のモード別交易量(交通需要)を求め、初期値として与えられた交通容量を超過していないか確かめる。もしも全ての地域の組み合わせ(r, s)とモードmについて、 $C_m^{rs} \leq \bar{C}_m^{rs}$ ならば(v)に進む。そうでない場合には、容量を超過したモードについて全ての財の輸送量を(13)式に従って減少させた結果を求める。修正にあたっては、貨物輸送の多い産業は大きく減少させサービス産業などは減少が小さくなるようにするため、(12)式に表される ω^{rs} を用いる。 ω^{rs} は当該リンクを通過するすべての財1円あたりの平均的な重量である。ある財の重量換算率 ω_i が ω^{rs} とほぼ同じ値ならばその財は比例的に減少し、大きければ比例的な減少より多く、逆に小さければより少なく減少する。

$$\omega^{rs} = \frac{\sum_m C_m^{rs}}{\sum_m \sum_i t_{im}^{rs} (\sum_j a_{ij}^s X_j^s + y_i^s)} \quad (12)$$

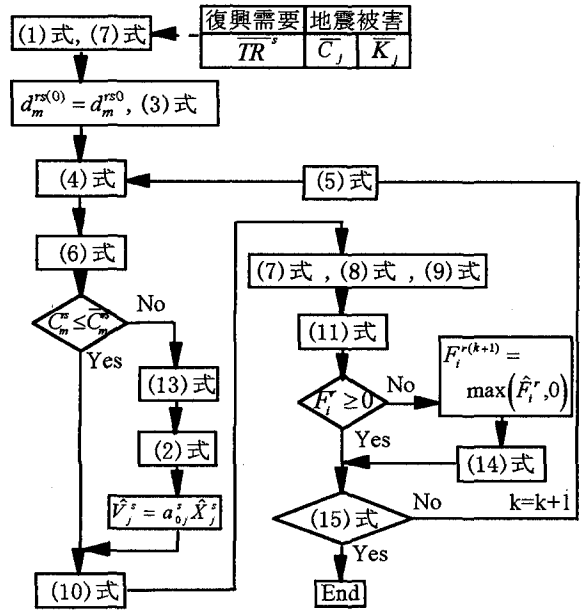


図-1 モデルのフロー

$$x_{ij}^s = \sum_{r(e)} \sum_m \frac{\bar{C}_m^{rs}}{C_m^{rs}} \frac{\omega_i}{\omega^{rs}} t_{im}^{rs} a_{ij}^s X_j^r, \quad y_i^s = \sum_{r(e)} \sum_m \frac{\bar{C}_m^{rs}}{C_m^{rs}} \frac{\omega_i}{\omega^{rs}} t_{im}^{rs} y_i^r \quad (13)$$

(iv) 上で得られた結果を(2)式のレオンチェフ型生産関数に代入し、生産額を改訂する。ここで付加価値率が一定であるとするならば、新しい付加価値率は $V_j^s = a_{0j}^s X_j^s$ で求められる。

(v) 先ほど計算された生産額、交易係数及び最終需要を用いて(10)式により純輸移出入が計算され、(7)、(8)及び(9)式により最終需要額がさらに改訂される。(vi) 以上のようにして求めた生産額及び最終需要額から、(11)式により輸出額が再計算される。本モデルにおいては輸出額は輸入額と分離して計上しているため非負であるが、代入値の多くが推定値であるために必ずしも計算された輸出額が非負であるとは限らない。そこで、 $F_i^s \geq 0$ でない輸出額は0とおい(14)式に示すバランス式に代入して生産額を再改訂する。(14)式の変数はベクトル表示である。

$$X = (I - A)^{-1} (TY + F) \quad (14)$$

(vii) 以上の計算において、全ての組み合わせにおいて $C_m^{rs} \leq \bar{C}_m^{rs}$ 、 $F_i^s \geq 0$ であり、さらに生産額が(15)式のように収束すれば計算を終了する。(Xの右肩における(k)は反復回数を表す)

$$\sum_i \sum_s |X_i^{s(k+1)} - X_i^{s(k)}| < \varepsilon \quad (15)$$

そうでなければ、(5)式を再計算し(ii)以降を繰り返す。

4. モデル適用上の制限事項とパラメータ推定

(1) モデル適用上の制限事項

以下では、3章で述べた解法のプロセスに従って経済被害の推計を行うが、データ上の制約により基本モデルを一部簡略化して適用している。

基本モデルでは交易係数を(4)式のように財別・モード別に直接計算する形になっている。しかし、産業連関表では地域間交易がモード別に区別できないために、ここでは、全モードを合算し財別輸送分担率 μ_m を用いて交易係数の概算値を以下のように表す。ここで、 μ_m は全国一律で $\sum_m \mu_m = 1$ である。

$$t_{im}^{rs} = \mu_m \frac{X_i^r \exp(-\lambda_i d_{im}^{rs})}{\sum_{r(e)} X_i^r \exp(-\lambda_i d_{im}^{rs})} \quad (4')$$

震災の際にはモードの代替が存在したと考えられるが、ここでは財毎の輸送分担率は一定としており(4')式では考慮されていない。輸送分担率 μ_m は1990年の全国貨物純流動調査⁶⁾から別々に求めている。また輸入(r=e)に関しては、輸送手段が船舶に限られるため $m=3$ に限定している。

交通時間に関しても、(4')式のようにモードを合算した交通時間を使用するため以下のように表す。

$$d_{im}^{rs} = d_{im}^{r0} \exp\left(\delta \frac{\max\{\sum_m C_m^{rs} - \sum_m \bar{C}_m^{rs}, 0\}}{\sum_m \bar{C}_m^{rs}}\right) \quad (5')$$

交通時間は単純に合算できないために、国内では代表的な輸送手段であるトラックの所要時間を基準交通時間 d_{im}^{r0} として使用する。海外からの所要時間に関しては、陸上輸送することが不可能なため、所用時間を国内部分に限定し別途寄港時間を設定して基準交通時間として使用する。

(2) パラメータ推定

本モデルに含まれる未知パラメータは、Cobb-Douglas型生産関数(1)式の β_j 、 γ_j と、交易係数(4')式の λ_i 及び交通時間関数(5)式の δ である。

(1)式のパラメータは産業別に付加価値額に基づく生産関数を推定することにより得られる。(1)式の両辺の対数を取り、2つの説明変数をもつ多変量回帰式に変形してパラメータ推定を行う。生産関数はデータの制約上、生産設備が重要である製造業のみで考慮している。本モデルでは1990年を分析の基準

年としているので、データもこの年における47都道府県単位でのデータを用いる。その際、異なる地域レベルで推定されたパラメータを兵庫県に適用するのは適当でないため、 γ_j は全国一律と仮定し定数項 β_j を兵庫県に合うように調整する⁷⁾。各産業の決定係数は0.12~0.70である。 β の値の範囲は1.7~44でt値は2.96~17.93、 γ は0.18~0.80でt値は2.07~10.24である。決定係数のかなり低い産業もあるが、これらに関してもパラメータは有意である。資本量及び労働量のデータとしては、工業統計表⁸⁾の有形固定資産年末現在高及び従業者数を用いる。

パラメータ λ_i は震災前のデータを(4')式に当てはめることで推定できる。生産関数の場合と異なり、異なるレベルで推定されたパラメータを適用できないので、国内4地域間の交易データを作成する必要がある。データとしては、通産省の全国9地域の地域内表と兵庫県表を用いる。

兵庫地域に関しては、兵庫県表の中間投入と最終需要を合わせた財iの地域間取引額は $\sum_{r(e)} T_i^{r1}$ と表され、輸移入として $\sum_{r(e) \neq 1} T_i^{r1}$ が計上されているので、これを控除して兵庫県内の取引 T_i^{11} が得られる。また、国内の他地域からの移入が各地域の生産額に比例すると仮定して、以下の式より他地域からの移入を推定する。

$$T_i^{r1} = \frac{X_i^r}{\sum_{r=2}^4 X_i^r} \left(\sum_{r=2}^4 T_i^{r1} \right)$$

東日本表及び西日本表は全国9地域の地域内表を合計することにより得られるため、地域内取引 T_i^{33} 及び T_i^{44} 、相互間の取引 T_i^{34} 及び T_i^{43} は知ることができる。問題は近畿からの移入を兵庫からの移入とそれ以外の地域とに分けることである。これも上と同様に仮定すれば

$$T_i^{rs} = \frac{X_i^r}{\sum_{r=1}^2 X_i^r} \left(\sum_{r=1}^2 T_i^{rs} \right) \quad (r=1, 2 \text{ and } s=3, 4)$$

である。残る兵庫を除く近畿地域に関しては、交易に関する整合条件から、以下のように定められる。

$$T_i^{r2} = X_i^r - (T_i^{r1} + T_i^{r3} + T_i^{r4} + F_i^r)$$

これらの地域間取引額から本研究の5地域間の交易係数 t_{im}^{rs} を定めることができる。

これに μ_m を乗じ(4')の左辺とし、右辺に生産額及び道路時刻表⁹⁾から求めた交通時間を用いれば、非

線形回帰により λ_i が求められる。 λ の値の範囲は $1.5 \times 10^{-9} \sim 1.3 \times 10^{-4}$ であり、平均は 8.8×10^{-6} である。

また δ に関しては、(4')、(5')及び(6)式により求められる。交通容量 $\bar{C}_m^s$ が現実の交通量より小さい適当な値に減少したと仮定し、その容量に対する交通時間を(5')式で求めて(4')式に代入すれば、変化後の交易係数が計算される。新しい交通量 C_m^s はこの係数を(6)式に代入することにより求められるが、この交通量が最初に仮定した交通容量に最も近くなるように δ を定めればよい。本研究では交通容量が震災前の半分になったという前提の下に推定を行い、 $\delta = 0.97656 \times 10^{-3}$ の値を得た。

(3)式における稼働率に関しては、通産省の調査¹⁰⁾を参考に $\alpha = 1.04$ と仮定した。この値は結果的に分析中に改訂されるが、 α による感応度分析を行った結果、初期値としての α を変化させても結果から推計される α は $1.03 \sim 1.06$ の範囲にある。よって、本研究のように $\alpha = 1.04$ としても結果がそれほど変化しない。それは、この稼働率から計算される生産額は企業の最大生産能力であり、交通施設被害による原料の搬入状況の変化等によって、震災後必ずしも全ての企業が限度額まで生産を行えるわけではないからである。

最後に、貯蓄率 σ' は基準年の産業連関表における投資支出額と付加価値額の比から計算しており、 $0.22 \sim 0.34$ の範囲にある。本研究では、震災後もこの値は変化しないものと仮定している。貯蓄率は国債による資金調達により上昇するが、国債による資金調達は別途に計上しているため上記の仮定を置いても支障はない。

5. 推計結果

(1) 初期値の決定

被害額を推計する前に、初期値としての被害率(K_i^s と $\bar{C}_m^s$ の減少割合)を決定する必要がある。

資本量の減少は、被災地で行ったアンケート調査(配布数 9,758、回収数 323)による有形固定資産の変化のデータから、製造業一律に3.2%の被害としている。回収率が極めて低い、データの制約上使用している。また同じ理由により被害率を一律とした。

交通容量の減少に関しては、震災直後の2月に行

表-3 取引割合の計算結果

	A	B	B'	A*B	A*B'
東灘区	0.035	0.36	0.82	0.013	0.029
灘区	0.024	0.33	0.82	0.008	0.020
中央区	0.022	0.39	0.82	0.008	0.018
兵庫区	0.023	0.26	0.82	0.006	0.019
長田区	0.025	0.26	0.82	0.007	0.021
須磨区	0.035	0.26	0.82	0.009	0.029
それ以外の神戸市	0.110	1.00	1.00	0.110	0.110
芦屋市	0.016	0.22	0.82	0.004	0.013
西宮市	0.079	0.36	0.82	0.028	0.065
それ以外の兵庫県	0.631	1.00	1.00	0.631	0.631
兵庫県全体	1.000			0.824	0.953

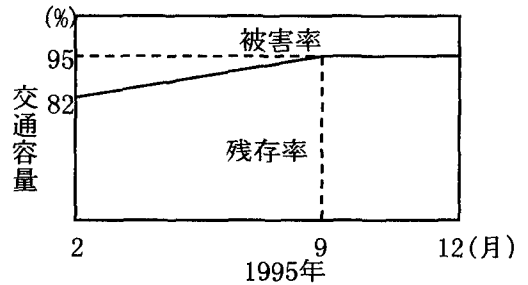


図-2 被害率の推定

われた交通量調査(京都大調査)及び平成2年における国勢調査の各地域人口により計算しており、表-3に従って説明する。表中の記号の意味は以下の通りである。

A: 各地域の人口が兵庫県人口に占める割合(取引割合の代替指標)

B: 震災直後の各地域の交通容量残存率

B': 平成7年9月の各地域の交通容量残存率

ここで各地域の取引はその地域の人口に比例的であると仮定すれば、人口により取引を代替することが可能である。交通量は通常、断面を基準として測定するため必ずしも地域の交通量を表しているとは限らないが、ここでは地域の全交通量と断面交通量には比例関係があると仮定し、さらに交通量=交通容量であるとして残存率を計算している。求めたA及びBを乗ずることにより、各地域の震災直後の取引割合が出る。もし地域の交通容量残存率が1であるならば震災直後も取引割合は変わらないことになる。この値の県内合計をとり、震災前の兵庫県全体の取引を1とした場合の震災後の取引割合が得られる。分析は一年を通したものであるから、取引割合を一年通したものにしなければならない。兵庫県の主要

道路は平成7年9月の阪神高速湾岸線の復旧により、阪神高速神戸線を除く全ての道路が復旧した。阪神高速神戸線の復旧が本格化したのは平成8年に入ってからであるため、平成7年内には復旧しなかったものとした。平時の交通量調査により、神戸線が兵庫県の瀬戸内海沿岸地域における全交通容量の約18%を占めていると仮定し、平成7年9月の瀬戸内沿岸地域の交通容量残存率（B'）を82%としている（沿岸地域の垂水区は被害が軽微なため北区及び西区同様残存率を100%としている）。A*Bと同様の計算を行い、平成7年9月の兵庫県の取引割合が得られる（A*B'）。以上求めた二時点の取引割合により一年を通した取引割合が求まる（図-2参照）。平成7年2月の兵庫全体の取引割合が82%、9月の取引割合が95%と得られ、2月から9月まで道路の復旧に伴い直線的に回復していったと仮定し、さらに9月以降は9月の水準を保つとする。以上の仮定により一年を通した取引割合は約90%となり、残り10%を県全体における交通容量の被害率と仮定する。

また移転所得額は、平成7年経済白書¹¹⁾によると平成6年度第二次補正予算から約1兆円、平成7年度補正予算から約1兆4千億円が被災地域への援助として投入されている。その際の援助は主にインフラ復旧のためであったと推察されるから、1995年価格における兵庫地域の $\sum_{i=1}^n TR_i^*$ は2兆4千億円であると仮定する。これを次節で述べるように、1990年価格へと調整して2兆2,250億円として代入した。

(2) 1990年と1995年の価格調整

2章で述べたように本研究においては分析の基準年を1990年としているが、震災は1995年に発生しており、実際の影響額を推計するにあたってはこの2つの年次における価格調整が必要である。この価格調整は1990年及び1995年における生産額の名目値及び実質値があれば簡単に推計することができるが、1996年の時点で入手可能な最新の日本統計年鑑（平成8年度版）では1993年までのデータしか得られないため、1995年のデータをそろえることができない。ところで、兵庫県における最新の県民経済計算により平成6年度の県内生産額の名目値、県内総支出額の名目値及び実質値が入手可能なため、これにより平成6年度の県内生産額の実質値を計算し

1990年と1995年の価格調整を行う。平成6年度のデータは多くが1994年のものであるが、年度のため1995年を一部含んでおり、1995年のデータと仮定しても支障はないと判断した。また、2年次の価格は全国で一律であると考えられるため、兵庫地域で推計した結果を全国に適用している。以下、安藤らの研究¹²⁾を参考に財別デフレータを推計した。デフレータの値の範囲は0.94～1.3であり、単純平均は1.1である。これにより2年次の名目及び実質の生産額が計算され、生産額でウェイトした加重平均より全産業を通した平均デフレータは1.079と推計された。

(3) 被害推定結果と考察

a) 各産業の付加価値額への影響

(1)で示した初期値を与えて推計を行い、財別デフレータにより1995年価格に調整した結果（付加価値ベース）を表-4に示す。ここで、影響額がマイナスの産業及び地域は被害が生じたことを意味する。

被災地である兵庫では、製造業で約7,600億円、商業で約2,000億円、産業全体で約2兆円の経済被害が生じた。震災の被害は被災地である兵庫県に限らず他地域にも大きな被害をもたらした、日本全国で約13.5兆円の被害が生じたと推計された。しかし、住民一人当たりの被害額としては、表-5に示すように被災地域である兵庫がやはり一番大きく、他地域は比較的小さい被害額となった。これは兵庫以外の地域では兵庫で行えなくなった生産を代りに行う代替生産により所得が伸びたためである。

b) 震災による人口流出

企業が資本の減少に伴って労働者を解雇すると仮定すれば、これらの被害をCobb-Douglas型生産関数に逆に代入して労働量の減少を計算することもできる。この仮定に基づけば、兵庫における製造業に従事する労働者のうち約14万人が職を失うことになる。資本力のある大手企業は震災により被害を受けてもすぐに労働者の解雇には至らないが、震災直後の構造物破壊や交通マヒの状態が長く続けば、いずれは解雇に踏み切られると思われる。その意味で14万人という値は決して非現実的な値ではない。また、失業者の多くは兵庫を離れるため、現在起こっている大規模な人口流出の原因となっていると考えられる。

c) 県民経済計算による被害額との比較

表-4 推定結果 (1995年価格)

産業	兵庫	近畿	東日本	西日本
1	-22	-14	-192	-80
2	-1	-3	-13	-7
3	-86	-29	-173	-52
4	-28	-45	-98	-38
5	-39	-31	-137	-44
6	-59	-44	-179	-48
7	-18	-12	-64	-20
8	-25	-18	-86	-25
9	-88	-25	-92	-42
10	-18	-11	-57	-8
11	-57	-44	-143	-25
12	-108	-55	-235	-40
13	-100	-70	-384	-45
14	-52	-15	-250	-41
15	-6	-10	-63	-3
16	-82	-70	-287	-41
17	-210	-130	-799	-194
18	-25	-28	-119	-30
19	-16	-19	-81	-20
20	-214	-230	-882	-175
21	-73	-77	-338	-58
22	-138	-113	-625	-115
23	-13	-10	-49	-4
24	-49	-30	-142	-48
25	-17	-4	-23	-16
26	-40	-20	-102	-27
27	-21	-25	-113	-28
28	-39	-47	-279	-93
29	-69	-61	-301	-71
30	-47	-55	-252	-122
31	-8	-8	-38	-8
32	-115	-150	-767	-120
33	-106	-119	-582	-141
34	0	0	0	0
35	-13	-10	-51	-12
合計	-2,002	-1,632	-7,996	-1,841

(単位：10億円)

表-5 一人当たりの影響額(1995年価格)

兵庫	近畿	東日本	西日本
-370,475	-103,080	-105,324	-69,593

(単位：円)

兵庫県における県民経済計算より震災による経済被害を推計することが可能である。その推計結果を表-6に示す。まず震災前の経済は直線的に成長していたと仮定し、1992年と1993年の生産額の実績値から1994年の予測値を計算する。この予測値は震災が起こらなかった場合の生産額である。表中のA及びBの意味は以下の通りである。

A：震災の起こる前の1994年4月～12月の値

B：震災の起きた後の1995年1月～3月の値

A及びBの値は1994年度の実績値を単純に12で除して月数を乗じて求めている。

Aの値は震災前の値であるから実績値及び予測値で

表-6 県民経済計算による被害額推計 (名目値)

年度	実績値	推計値	被害額
1992	20,084		
1993	20,390		
1994	19,523	20,692	
A	15,519	15,519	
B	4,004	5,173	1,169

(単位：10億円)

同じ値とし、1994年度の値からAの値を引いてBの値を求める。このBにおける実績値と予測値の差が1995年1月～3月までの影響額となる。これによると4半期で約1兆円強の被害額が出たことになるが、この被害額には本研究で定義した被害以外の間接的被害も含まれており、本研究で定義した間接的被害のみを抜き出せば若干小さい値になると考えられる。また企業の生産能力も次第に回復するため、この4半期データを単純に4倍して1年の被害にすることはできない。故に、県民経済計算による影響額もモデルにより推計した被害額とほぼ同じ値になると考えられ、推計結果は概ね妥当である。

県民経済計算のデータは3ヶ月分に限られているため、ここで行った比較は確かではない。正確な被害額を知るためには平成7年度の兵庫県における県民経済計算を待つ必要があり、その際にはより正確な比較を行うことが可能となる。

6. おわりに

(1) 結論

本研究では震災の間接的経済被害を推計する1つの方法として産業連関表と計量経済モデルを組み合わせた被害推計モデルを構築して、それにより実際に被害推計を行うことを目的とし分析を行っている。本研究で得られた結論は以下のようである。

①震災による間接的被害を推計するモデルを構築することができた。このモデルは各地域の地域内産業連関表と地域間を繋ぐ交易係数により成り立ち、震災の被災地への影響のみならず他地域への波及も捉えることができる。

②兵庫県の県民経済計算との比較により、推計結果はおおよそ妥当であるという結果を得た。しかし、より正確な比較を行うためには平成7年度の県民経済計算の結果を待つ必要がある。

③震災による被害は被災地を中心として日本全国に波及している。日本全体では約 13 兆円の経済被害が生じ、その約 15%が兵庫で生じている。兵庫ではこの被害により約 14 万人の労働者が解雇されると考えられる。

以上のように震災の間接的被害を推計することができた。全ての震災の影響を捉えることはできないため限定的ではあるが、間接的被害を推計することができたという点で本研究は十分に意義がある。

(2) 今後の課題

交通関連のモデルに関しては、正確なデータが入手困難であったため単純なモデルに置き換えた。例えば、交通時間関数などは震災前後の交通時間の変化といったデータが入手できればそれに適合したモデルを構築できる。また、モデル構築課程で設けた仮定もデータの入手困難からやむをえず置いている。例えば、震災前の交通容量は震災前の交通量と等しいといった仮定である。これらの関数や仮定が存在するために、本研究における推計結果は限定的に評価されるべきである。しかし、信頼できるデータが入手できればより正確な被害を推計することが可能な枠組みを提供するものである。

参考文献

- 1)総務庁統計局：平成2年・平成7年国勢調査（平成7年は速報値）
- 2)総務庁：平成2年(1990年)産業連関表 -計数編(2)-
- 3)Hal R. Varian：Intermediate Microeconomics :A Modern Approach, 2nded., W.W.Norton&Company, 1990.
- 4)Wassily Leontief：Input-Output Economics：second Edition, OXFORD UNIVERSITY PRESS, 1986.
- 5)柴田 貴徳, 安藤 朝夫：多地域財・価格均衡に基づく中国基幹交通施設整備の効果分析, 土木計画学研究・論文集, No.10, pp.167-174, 1992年11月
- 6)運輸経済研究センター：全国貨物純流動調査（平成2年）
- 7)安藤 朝夫：都市圏活動立地モデルの構成に関する基礎的研究, 土木計画学研究・講演集, No.8, pp.531-536, 1986年1月
- 8)通商産業大臣官房調査統計部編：平成2年工業統計表
- 9)道路時刻表研究会編：道路時刻表 1994 年版, 道路整備促進期成同盟会全国協議会
- 10)東洋経済新報社：経済統計年鑑' 95, pp.158
- 11)経済企画庁：平成7年経済白書, pp.6-9
- 12)安藤 朝夫, 堺 美智雄：産業連関表の都市圏への適用のためのノン・サーバイ改訂について, 土木学会論文集, No.401/IV-10, pp.33-40, 1989.

阪神・淡路大震災による経済被害推計

高橋 顕博, 安藤 朝夫, 文 世一

阪神・淡路大震災の被害には構造物の破壊のような直接的被害のみならず産業活動の衰退のような間接的被害もみられた。本研究では産業連関表と計量経済モデルを組み合わせ、建物被害と交通被害により間接的被害を推計するモデルを構築し、実際に被害推計を行うことを目的とする。分析は被災地域として兵庫県を想定し、日本全国を(1)兵庫県、(2)兵庫県を除く近畿地域、(3)近畿以東の日本及び(4)近畿以西の日本に区分し、これに外国を加えた5地域で行われた。交通被害の影響は交易係数及び交通容量を等して分析される。被害は所得の減少による人口流出や地域間交易(取引)の変化で評価される。分析の結果、全国で約 13 兆円の経済被害が生じ、その約 15%は兵庫県で生じた結果を得た。これらの推計結果は兵庫県の県民経済計算との比較により妥当であると検証された。

Estimation of the Economic Damages Caused by the Hanshin- Awaji Great Earthquake

Akihiro TAKAHASHI, Asao ANDO, Se-il Mun

This study proposes a model to estimate the damages by the Hanshi-Awaji great earthquake. The model combines I-O framework with econometric model and estimates indirect damages by the loss of buildings and destruction of transport facilities. Japan has subdivided into four areas considering the magnitude of damages. The damages are evaluated in terms of income loss, unemployment, and changes of inter-regional trade. The results showed that direct and indirect economic damages reached about 13 trillion yen in Japan as a whole and those of some 15% in Hyougo. Validity of the results was confirmed by the accounts statistics.