

IV-17

阪神・淡路大震災による経済被害推計モデル

東北大学 学生員○高橋頭博  
 東北大学 学生員 榎谷浩之  
 東北大学 正 員 安藤朝夫  
 東北大学 正 員 文 世一

1. 背景と目的

平成7年1月に起きた阪神大震災により、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。一般に地震による被害は、被災構造物・施設等の物理的損失を基本として把握されてきている。しかし地震が社会に与える影響は生産設備の喪失による生産活動の停止など多方面にわたっている。生産活動の停止や消費活動の減少が起きると、地域の所得（付加価値額）が減少する。問題を考えるにあたっては、生産活動の衰退による生産額の減少を推定する必要がある。

ここで本研究においては、地震による輸送部門の被害及び生産設備の被害による経済被害を推定するモデルを構築することを目的としている。

2. モデルの概要と定式化

本モデルは計量経済モデルと産業連関表を組み合わせ、被災地と他の地域との関係を考慮し経済的被害を把握するものである。また、モデルは生産設備の損壊による生産の減少並びに交通施設の破壊による地域間交易の変化を考慮している。分析に際しては産業を90部門に分類し、対象地域を神戸地域（地域1）、近畿地域（地域2）、全国（地域3）及び外国（地域4）に区分した。

2.1 震災後の生産額  $x_j^1$

生産設備の損壊による生産の減少を考慮するために、(1)式に示す Cobb-Douglas 型生産関数を用いて震災後の神戸地域の生産額  $x_j^1$  を求める。ここで生産設備と就業者数を生産要素とする。パラメータ推定は、工業・商業統計表より47都道府県のデータを用いる。また、生産関数は一次同次であり全国で同一のパラメータを持つと仮定する。

$$x_j^1 = \frac{\beta_j (K_j^1)^{\gamma_j} (L_j^1)^{1-\gamma_j}}{a_{0j}^1} \quad (1)$$

$x_j^1$  : 地域1における産業jの生産

$K_j^1$  : 地域1における産業jの資本

$L_j^1$  : 地域1における産業jの労働

$a_{0j}^1$  : 地域1における産業jの付加価値率

$\beta_j, \gamma_j$  : 産業jのパラメータ

2.2 交易係数  $t_{im}^{rs}$

震災による道路・港湾等の被害が交易に与える影響を考慮するために交易係数を用い、(2)式のように定式化する。交易係数は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。パラメータ  $\lambda_{im}$  はあらかじめ産業連関表（9地域×9地域）より推定を行い、産業別・機関別に与えられる輸送費用を考慮している。輸送機関はトラック、鉄道、船舶を考える。

$$t_{im}^{rs} = \frac{x_i^r \cdot \exp(-\lambda_{im} d_{im}^{rs})}{\sum_{r,m} \{x_i^r \cdot \exp(-\lambda_{im} d_{im}^{rs})\}} \quad (2)$$

$t_{im}^{rs}$  : 産業iのモードmによる地域rからsへの交易係数

$d_{im}^{rs}$  : モードmによる地域rからsへの所要時間

トラックの所要時間  $d_{im}^{rs}$  は震災前後の交通容量を考慮した関数（(2)式）を用いる。任意の破壊率（震災後の交通容量／震災前の交通容量）を初期値として輸送時間変化を求める。ここで交通容量はデータの制約から2.3で示す交易量を代理変数として用いる。

$$d^{rs} = d^{rs0} \left\{ 1 + a \left( \frac{c^{rs}}{c^{rs0}} \right)^b \right\} \quad (2')$$

（ここでは  $a=2.6, b=5$  と仮定する）

$c^{rs}, c^{rs0}$  : 震災前後の地域rからsへの交通容量

船舶に関しては航行時間は不変とし、寄港時間を変化させ被害の影響を考慮する。

2.3 交易量

地域内需要に交易係数を乗じて地域間交易額を算出し、さらに重量換算率で除して各地域間の交易量を求める。以上により、交易量は(3)式のように定式化

できる。

$$c_i^{rs} = \sum_j \frac{t_{im}^{rs} \left( \sum_j a_{ij}^s x_j^s + y_i^s \right)}{w_i} \quad (3)$$

$a_{ij}^s$  : 地域  $s$  における産業  $i$  から  $j$  への投入係数  
 $y_i^s$  : 地域  $s$  における産業  $i$  への地域内最終需要額  
 $w_i$  : 財  $i$  の重量換算率

## 2. 4 純輸移出 $TFM_i^r$

生産額  $x_j^r$  の調整のために本モデルでは純輸移出  $TFM_i^r$  を考え、(4)式のように定式化される。

$$TFM_i^r = x_i^r - y_i^r - \sum_j a_{ij}^r x_j^r \quad (4)$$

また、純輸移出は取引に支配されるため取引係数を含んだ形として(5)式のようにも表せる。

$$TFM_i^r = \sum_{s=r,m} t_{im}^{rs} \left( y_i^s + \sum_j a_{ij}^s x_j^s \right) + F_i^r - \sum_{s=r,m} t_{im}^{sr} \left( y_i^s + \sum_j a_{ij}^s x_j^s \right) - \sum_m t_{im}^{rr} \left( y_i^r + \sum_j a_{ij}^r x_j^r \right) \quad (5)$$

(  $r, s=1 \sim 3$  )

(5)式の第一項は地域  $r$  からの移出を、第二項の  $F_i^r$  は輸出を、第三項は地域  $s$  からの移入を、そして第四項は輸入を表している。ここでは、外国の生産額及び最終需要が未知のため輸出を第二項のように与えている。

輸出に関しては、(6)式のように純輸移出より総輸出額を配分する。純輸移出は輸移出と輸移入の差である。純輸移出が負となる場合は純輸移出を0とする。初期値は産業連関表の輸出等より与える。

$$F_i^r = \frac{\max(TFM_i^r, 0)}{\sum_r \max(TFM_i^r, 0)} F_i^r \quad (6)$$

## 3. シミュレーション・フロー

(1) (1)式において、震災後の資本額及び就業者数から震災後の生産額を求める。震災後の資本額は震災前の資本額に生産設備の損壊率を乗じて求める。就業者数は震災前後で不変と仮定して震災前の就業者数を使用する。

(2) 道路時刻表、貨物列車時刻表等より得られた所要時間  $d_{im}^r$  と(1)式により得られた神戸地域の生産額、産業連関表による他地域の生産額を(2)式に代入して取引係数を求める。所要時間は各モードごとに算定す

る。

(3) 震災後の生産額  $x_j^s$ 、取引係数  $t_{im}^{rs}$ 、投入係数  $a_{ij}^s$ 、最終需要  $y_i^s$  及び他地域の  $x_j^r$  により震災後の交易量  $c^{rs}$  が求められる。震災前の交易量  $\bar{c}^{rs}$  は震災前の生産額及び取引係数より得られる。この交易量を(2)式のトラックの所要時間に用いる。その後、 $x_j^r$  及び  $t_{im}^{rs}$  の改定に従い交易量が逐次改定される。

(4) (4)式及び(5)式に定義した純輸移出  $TFM_i^r$  は本来同値になるはずである。そこで、得られた生産額  $x_j^r$  及び取引係数  $t_{im}^{rs}$  を両式に代入して二つの  $TFM_i^r$  を求め、それらを比較して同じ値ならば計算を終了し、その時点の生産額を推定結果とする。もし異なる場合は、(4)式と(5)式を満たすように  $x_j^r$  を再計算しなくてはならない。例えば(5)のような手法が考えられる。

(5) (4)式による  $TFM_i^r$  を(5)式の右辺に代入し、連立方程式を解くことにより  $x_j^r$  を求める。その  $x_j^r$  を再び(2)式に代入し、同時に(3)式による交易量により修正された  $d_{im}^r$  を代入して、修正した取引係数  $t_{im}^{rs}$  を得る。この値を用いて  $TFM_i^r$  を計算し、最終的に  $TFM_i^r$  が一致するまでこの操作を繰り返す。

## 4. シミュレーション上の問題点

モデルでは初期値として Cobb-Douglas 型生産関数により震災後の神戸地域の生産額を与えていたが、パラメータの推定結果が符号条件を満たさない産業があった。

モデルのシミュレーションテストをした結果、本来同値となるはずの(4)式、(5)式による純輸移出の差が極めて大きかった。

## 5. 今後の課題

4で述べた符号条件を満たさなかった産業の生産関数については、指標を変えて推定を行う必要がある。純輸移出の誤差についてはデータの精度の問題やプログラム上の人為的なミス等も考えられるので、それらを検討していく必要がある。

### 《参考資料》

平成5年 工業統計表  
 1990年 全国産業連関表等