

地震災害によるライフライン途絶の産業への影響に関する一考察*

A Study on Lifeline Disruption and the Economic Losses from an Earthquake*

土屋 哲**, 多々納裕一***, 岡田 憲夫****

By Satoshi TSUCHIYA**, Hirokazu TATANO*** and Norio OKADA****

1. はじめに

兵庫県南部地震(1995年)や新潟県中越地震(2004年)などの巨大地震では, 主要な社会基盤の損傷により地域住民の生活や企業の生産活動に大きな影響が及んだ。被害軽減のためには, 被災した施設の物的・構造的な要因分析に加えて, 間接的な被害の波及構造を明らかにし, 今後の防災計画に反映していく必要がある。

本研究では, 地震災害によるライフラインの途絶が企業の操業水準に及ぼす影響をモデル化し, 応用一般均衡モデルに組み込んで間接被害の分析を行うことを最終的な目的としている。このとき, ライフライン途絶の影響は, 産業業種や途絶するライフラインの種類によりさまざまであるため, ユーティリティ(公益企業が供給する財)の投入と生産財の量の関係は, 他の中間財に比べて詳細にみる必要があると考える。そこでまず, 平常時と災害時の投入-産出関係を考慮して生産関数中の代替弾力性パラメータの推定についての検討を行う。

2. 研究の概要

(1) 間接被害推計モデルの課題

近年, 災害による経済的影響に関する研究が蓄積されつつある。産業連関分析や応用一般均衡分析に代表される間接被害計量化手法の確立は, その原因となる直接被害の推計とも結びついて大規模災害の発生直後に当該地域の経済被害を大まかに把握することに有用なばかりでなく, 取りうる事前対策・事後復旧策の効果を定量的に検討可能としている。

これらのモデルに基づいた間接被害推計のアプローチは, 一般的に分析の整合性にその強みを持つ。また, 特にCGEを災害の文脈に適用する際に, より改良された災害分析の方法として, レジリエンシーや直接的なインパクトに関するサーベイデータを利用する点が強調されている¹。これは, 災害後の動的な復旧過程・社会の変化をモデルに反映させる工夫と理解できよう。

現実には, 間接被害は, 生産・需要両面の変化やそれらの地域・産業間における様々な相互作用の総体として表れるため, その発生メカニズムは複雑であり, モデル分析のみからでは評価が困難な要因もある。例えば, 生産の代替や被災設備の回復状況, 地域の需要の落ち込みや, 逆に復興需要が発生する特定の産業業種などについてである。これらの点については, ヒアリングやアンケート含めた事後調査によって個別に要因を特定し, 被害の程度や対策について総合的に判断していかねばならない。

(2) ライフライン途絶影響に関する指標

災害時にライフラインが途絶することにより, 企業は平常時のような操業(生産)ができなくなる。ただし, 産業業種や途絶するライフラインの種類により, この影響はさまざまである。梶谷らは, ライフライン途絶時の企業の操業率を途絶抵抗係数と呼び, 業種ごとに係数を推定している²。それによると, 全般的に企業の操業には電力の供給状態が最も影響が大きく, 次いで水の供給停止, 電力供給状態と水供給状態の相互作用項が大きな影響を与えている。

(3) CES型生産関数

以下では, 一般均衡モデルへの利用を念頭におき, 企業の生産関数を設定して, ライフラインの途絶と企業の操業状況の関係について考える。議論を簡単にするため, ユーティリティ投入はただ1種類を想定し, 図1に示すように, ユーティリティ u と合成財 y (ユーティリティを除く全ての投入要素からなる合成財)に関して代替弾力性一定の関数形を仮定する。

*キーワード: 防災計画, 計画情報

**正員, 長岡技術科学大学 環境・建設系

専攻 (〒940-2188 長岡市上富岡町 1603-1, Tel 0258-47-9677, E-mail: tsuchiya@vos.nagaokaut.ac.jp)

***正員, 工博, 京都大学防災研究所

****正員, 工博, 京都大学防災研究所

(〒611-0011 宇治市五ヶ庄, Fax 0774-38-4044)

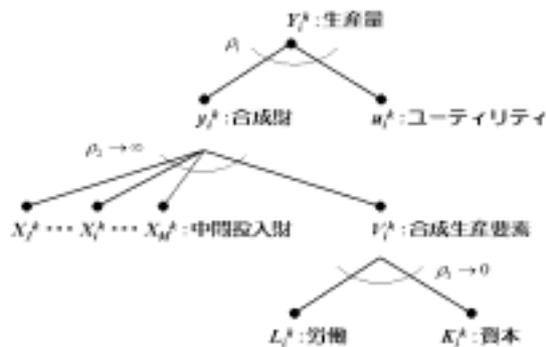


図 1: 企業の生産技術構造

$$Y = (y(X, L, K)^\rho + u^\rho)^{1/\rho} \quad (1)$$

途絶抵抗係数 r は、災害時における企業の操業水準の対平常時比として定義される；

$$r = \frac{Y^1}{Y^0} = \frac{f(X^1, L^1, K^1 | u^1)}{f(X^0, L^0, K^0 | u^0)} \quad (2)$$

ここに、添字 0, 1 はそれぞれ平常時、災害時のものであることを意味する。

式 (1), (2) と図 1 の関係を用いると、もし企業が災害時の中間財投入に関して特別な制約を受けないものとすれば、図 1 の生産技術構造の下で

$$r^\rho = \frac{(y^1)^\rho + (u^1)^\rho}{(y^0)^\rho + (u^0)^\rho} \quad (3)$$

から次の式が導かれる。

$$r = \left\{ \frac{(r_L^\delta r_K^{1-\delta})^\rho + r_u^\rho \left(\frac{a_u}{1-a_u}\right)^\rho}{1 + \left(\frac{a_u}{1-a_u}\right)^\rho} \right\}^{\frac{1}{\rho}} \quad (4)$$

ただし、

r : 災害時の操業水準 (生産能力) の対平常時比,

r_L : 災害時の労働投入の対平常時比,

r_K : 災害時の資本投入の対平常時比,

r_u : 災害時のユーティリティ投入の対平常時比,

ρ : 弾力性パラメータ,

δ : 労働・資本からなる合成要素の労働への支出シェア,

a_u : 当該産業のユーティリティに関する投入係数,

である。

式 (3) は、地域レベルでみた当該産業の投入 - 産出の関係を災害時と平常時の比を用いて表現したものであり、基準データとしての産業連関表から計算・設定可能なパラメータ (a_u, δ) とあわせて、災害時における生産水準、労働投入量、資本投入量 (生産設備

の稼働水準)、ユーティリティ投入量の対平常時比率が分かれば、弾力性パラメータ ρ を推定可能である。

ただし、式 (3) の導出過程における諸仮定に注意する。代表的なものとして、もし災害時に中間投入財の輸送が困難だったために企業の操業水準が下がったとすると、そのような要因は上の仮定に反するので、パラメータ推定の際にはあらかじめ取り除いておく必要がある。

3. 分析データの概要

京都大学防災研究所、電力中央研究所、中越復興市民会議が調査主体となり 2005 年 7 月 ~ 8 月に実施された中越地震のデータを利用する (表 1)。調査の中には、 r, r_L, r_K を直接尋ねる項目がある。また、地震発生後に各種ライフラインが何日間途絶していたかも尋ねているので r_u の指標も準備できる。さらに、災害時における操業水準の低下の要因が主に当該事業所の側 (中間財を除く投入要素に関する制約) にあったのか、または外部 (需要の減少や、中間投入財の確保が困難) にあったのかが把握できるため、全サンプルの中から弾力性パラメータを推定するのに適切なサンプルを選ぶことができるものと考えられる。

なお、分析の詳細については講演時に譲る。

表 1: 産業分類とサンプル数 (製造業)

産業	N	産業	N
食料品・たばこ	40(25)	非鉄金属	4(2)
繊維製品	59(32)	金属製品	32(8)
パルプ・紙	9(2)	一般機械	30(12)
化学製品	7(6)	電気機械	11(4)
石油・石炭製品	4(1)	輸送機械	8(5)
窯業・土石製品	12(7)	精密機械	14(8)
鉄鋼	19(6)	その他製造業	36(15)

(注) () 内は r, r_L, r_K に関する有効回答数。

参考文献

1. A. Rose : Economic Principles, Issues, and Research Priorities in Hazard Loss Estimation, Chapter 2 of the book "Modeling Spatial and Economic Impacts of Disasters, Springer, 2004."
2. 梶谷義雄, 多々納裕一, 山野紀彦, 朱牟田善治 : 製造業を対象としたライフライン途絶抵抗係数の推定, 自然災害科学 23-4, pp.553-564, 2005.