

災害時道路寸断の経済的影響評価と効率的復旧方策の提案

山梨大学 学生員 ○松澤晴季

山梨大学 正会員 武藤慎一

1. はじめに

災害時における道路の役割は、緊急車両の通行や避難物資の輸送といったものである。2011年3月11日に発生した東日本大震災では、150mにわたって崩落した常磐自動車道がわずか6日間で復旧されるという出来事もあったほどに災害時の道路復旧は重要視されている。

災害時の道路寸断は、災害直後は緊急車両の走行に支障をきたすため、負傷者や疾病者の搬送に影響が出たり、避難物資の避難所への輸送が滞ったりする。こうした影響の分析、およびその影響を緩和させるための対策については木戸口・武藤(2013)で分析がなされている。また、以上の影響に加え、道路寸断の発生からしばらく経ち、早く元の日常生活を取り戻したいと被災者が考えるような復旧段階においても大きな影響をもたらす。道路寸断の状況によっては会社へ行くことも買い物に出ることも困難な可能性が高いからである。阪神大震災においても著しい渋滞が生じたと報告されている。そのため、復旧段階においても道路寸断のもたらす影響評価を行い、それを踏まえてどのように道路寸断の復旧を図るかを検討することが必要といえる。

そこで本研究では、復旧段階に着目して、まず道路寸断の経済的影響評価を行う。そして、その影響評価をもとに、効率的な道路復旧方策について提案することを目的とする。

2. 山梨県の現状と既存研究の整理

山梨県内には主に糸魚川-静岡構造線、釜無川断層、曾根丘陵断層、藤の木愛川断層の4つの活断層が存在し、それらによる内陸型地震が懸念されている。内陸型地震はすぐ足元が震源となるため、たとえ局地的な地震

であっても激しい揺れを伴い、人命の危機や構造物の損壊等、甚大な被害を引き起こす可能性がある。



図-1 山梨県の主な活断層(出典：山梨県HP)

さらに、南海トラフ巨大地震、首都直下型地震などが山梨県に大きな影響をもたらす大地震も懸念される。

そこで、本研究ではこのような地震発生に伴う交通基盤被害に着目する。交通基盤が被害を受け、道路寸断が生じると、道路がネットワークとして機能しなくなる。その結果として人や物の移動に支障をきたし、地域の交流・交易が遮断され、被害が様々な地域に波及することになる。特に、こうした影響が経済的活動にどのような損失をもたらすのかを見ておくことは重要と思われる。災害が生じてしまった場合でも、少しでも早く元の生活に戻るといことが被災者の思いであり、その第一歩が交通の確保ではないかと考えられるからである。交通においては人々が何らかの経済的活動を行うための移動も重要といえるが、それとともに災害時は物の移動、すなわち物流の確保も重要といえる。そのため、道路寸断に伴う影響を物流へのものも含めて経済的影響として評価することが必要になると考えられる。

このような災害の経済的影響評価を行っている研究には、まず先の東日本大震災の影響評価を行っているものに林山ら、落合らがある。しかしこれらは交通の影響には着目していない。交通に関しては小池、また林らがある。林、武藤(2013)による CGE モデルを用い

キーワード 道路寸断、交通ネットワーク、CGE モデル、交通量配分、防災対策

連絡先 〒400-8510 山梨県甲府市武田 4-4-37 国立大学法人山梨大学甲府キャンパス

TEL.055-252-1111 Email.t10c067@yamanashi.ac.jp

た大規模災害のマクロ経済的被害を推計した研究では、まず災害が発生した時のリスクを経済損失の観点から整理し、そのリスクを評価するための CGE モデルを開発している。そこでは、(1)資本ストック被害、(2)交通基盤被害、(3)エネルギー供給被害、(4)ライフライン被害について評価を行うための CGE モデルが構築され、構築したモデルを、東日本大震災とそれを基に山梨県を対象に仮想的被害を想定した計算結果が示されている。

そこでは、交通基盤被害も扱っている。しかし、空間を考慮しない CGE モデルによるアプローチであったため、山梨県全体の平均所要時間が 35%ほど低下した場合、といった非常に曖昧な設定がなされていた。特に交通基盤被害では、道路ネットワークに及ぼす影響を正確に捉えることが重要ではないかと思われる。そこで、本研究では、交通ネットワーク分析を統合した CGE モデルを開発し、それを基に山梨県における仮想災害被害を想定して数値計算の実行を試みる。これにより、災害の局所的影響に対し、適切な交通ネットワーク被害の想定を置くことができる。その結果、地域ごとの所要時間の変化が扱えるため、より詳細な経済的影響の評価が可能になるものと思われる。

4. 交通ネットワークを組み込んだ CGE モデルの開発

4.1 構築する CGE モデルの概要

本研究では、交通ネットワークを考慮した CGE モデルを開発する。通常、CGE モデルでは、一つの代表家計および一つの代表的 m 企業が想定される。そのため、交通部門を詳細化した CGE モデルであっても、交通の需要は他の財・サービスと同様、対象地域全体の総量しか導出されていなかった。これでは、交通ネットワーク被害を考慮できないため、ここではフレームワークは従来のモデルと同様とし、その中で交通消費に対し、まず発生地選択、さらにその発生地からの目的地選択、そして経路選択を考慮する。これを、家計は私事トリップと財消費における貨物トリップ消費に対して、企業は業務トリップと財投入における貨物トリップ消費に対して定式化する。以上の CGE モデルの概念

図を図-2 に示す。

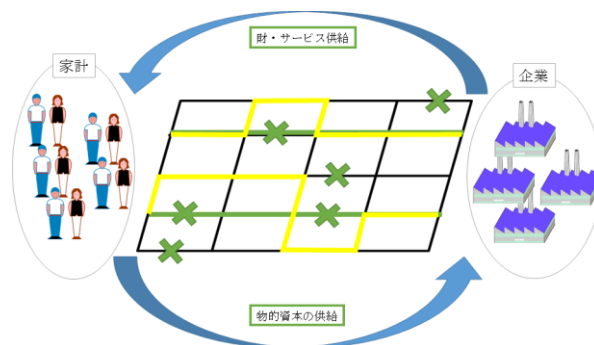


図-2 ネットワークを内包した CGE モデルイメージ

4.2 本 CGE モデルの定式化

具体的に、本研究で構築した CGE モデルは、山梨県産業連関表を用い、それを 23 部門に集約したものを用いた。そして、各家計・企業の行動モデルを表すツリー構造は図-3、図-4 のとおりとなっている。

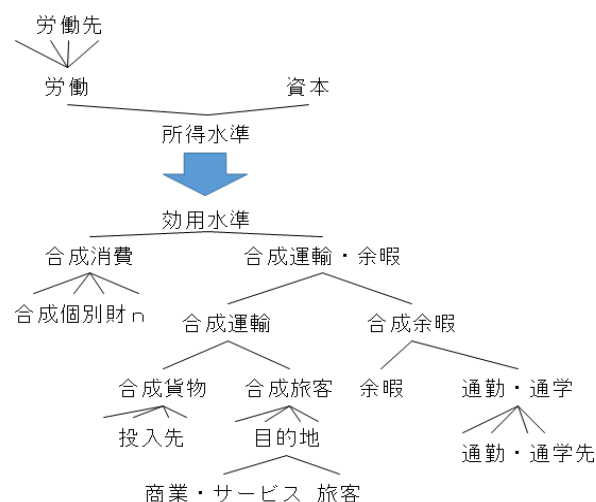


図-3 家計の行動モデル

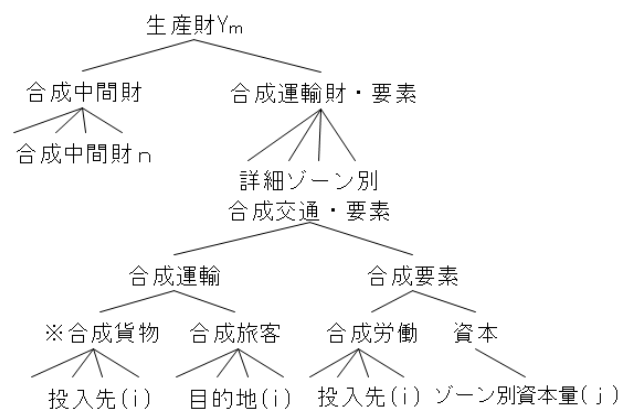


図-4 企業の行動モデル

(a) 家計の行動モデル

家計の行動モデルのツリーは図-3である。家計は資本所得と時間所得を得て、各消費行動に所得を分配する。この時家計の効用が最大となるように行動するものとする。また、合成個別財 n には 23 部門の企業によって提供された各財消費が入る。労働の目的地、すなわち通勤の目的地、合成貨物の投入先、合成旅客の目的地を考慮することにより、CGE モデルを基本としながらも、家計の交通選択については OD 交通が考慮できるようになっている。

(b) 企業の行動モデル

企業の行動モデルのツリー構造は図-4である。企業は家計から提供された生産要素および各企業によって生産された中間財を投入し、費用を最小化するように行動する。企業のモデルに関しては、運輸財・要素について詳細にゾーン分けすることで地域別の影響評価が行えるよう CGE モデルを拡張した。

4.3 交通ネットワークの概要

CGE モデルにおける交通ネットワークの考慮については、前項で示した家計および企業の経路選択行動によってなされるものとしている。

ここでは、実際に適用対象とした山梨県における交通ネットワークの状況を示す。山梨県の中央部には甲府盆地が位置し、その周囲を県土の 8 割を占める関東山地、南アルプス、御坂山地、富士山、八ヶ岳や奥秩父山地などの山々が取り囲む地形であるために、盆地以外に平地はほとんどない。そのため、県外へと向かう路線はいずれも脆弱であり、特に山梨県にとって主要なアクセス道路である、東京都とを結ぶ国道 20 号線、静岡県とを結ぶ国道 52 号線などのいずれも急傾斜地崩壊危険区域などに指定される場所を通過するため、「異常気象時における道路等通行規制区間」が存在する。本研究では山梨県内の道路ネットワークを構築し、計算に用いる。

4.4 CGE モデルを用いた山梨県での大規模災害に対する防災対策の提案

構築した CGE モデルを用いて、山梨県での大規模災害時の各地域への影響を想定し、費用便益分析などにに基づき地域ごとに有効な防災対策を提案する。

5. 交通量配分

5.1 計算方法

山梨県内の道路ネットワークを構築し、県内の 4 つの活断層について、それぞれで災害が発生した際に交通量はどう変化するかを明らかにするため、交通量配分計算を行う。現段階で、CGE モデルと配分分析との統合化はなされておらず、ここではまず配分分析の基本のみについて示すことにする。そのため OD 交通量は平常時交通量に固定とする。

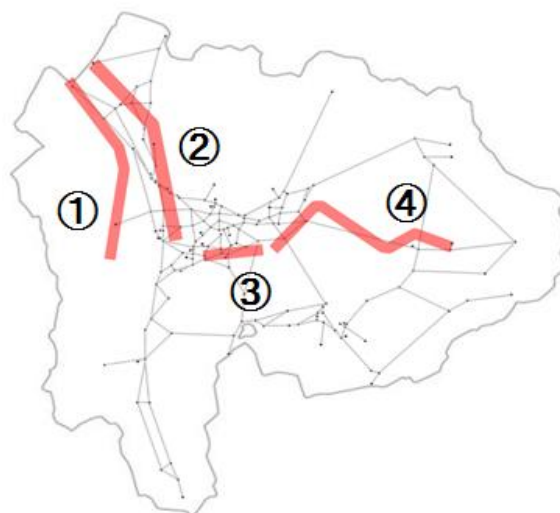


図-5 山梨県の道路ネットワークと活断層

5.2 計算結果

それぞれの断層の周辺道路のリンク容量を 50% 減少させ交通量配分計算を行った。計算結果は表-1 のようになった。まず各設定での時間費用を計算し、それを平常時のものから断層①～④のものからそれぞれ差し引いた結果が表-1 である。

表-1 交通量配分計算結果①

		被害額(億円/年)
断層①	容量減少	178
断層②	容量減少	480
断層④	容量減少	245
断層③	容量減少	1379
	7か所寸断	2261



図-6 断層③における道路寸断仮定

結果から、中心市街地にもっとも近い断層③の影響が大きいことが明らかになった。そこで断層③の被害を詳細化するために断層周辺に視点を絞り、図-6のよう

に道路が7か所寸断した場合の計算も行った。そして、図-6の道路a～gについて、復旧を優先すべき道路を明らかにするため、いずれかの道路を1本復旧させ、再度交通量配分計算を行った。結果は以下の表-2のとおりとなった。表-2はa～gをそれぞれ復旧させた場合の時間費用を、7か所寸断の時間費用から差し引いたものである。これは、ある1か所を復旧させたときの便益に相当する。

表-2 交通量配分計算結果②

	便益(億円/年)
a	651
b	-1
c	108
d	1226
e	779
f	1191
g	833

この結果から、道路a～gの7か所が寸断した際、もっとも復旧が優先されるべきなのは道路d、次いで道路fであった。これは、図-6のネットワークをよく見ると、d、fについては、その復旧によって走行可能となる直線的な経路が生じるように見える。たとえば、eを復旧させてもbは寸断したままであるし、cが復旧してもbは寸断したままである。こうして、d、fの効果

が大きくなったのではないかと推察される。

これらの結果から、都市部では地震の被害が大きくても、交通ネットワークに関しては代替道路が複数あり、迂回の所要時間がそれほどかからない可能性が高いが、郊外部では代替道路がない可能性が高いため、交通量の多い道路が寸断すると影響がより大きくなり、地域の復旧の妨げにつながると考えられる。そのため、交通量の多い道路は寸断しないように耐震補強をする。もしくは、近場に迂回路として機能できるような道路を作ることが必要である。

6. おわりに

本研究では、山梨県において災害時に発生する道路寸断による経済的影響を評価するために交通ネットワークとCGEモデルを構築した。本稿ではそれらの概要を述べるとともに、交通量配分計算を行った上で山梨県の交通網が脆弱であることの一例を示した。

今後は、交通ネットワークとCGEモデルを統合し、それらを用いて山梨県で大規模災害が発生した際の地域別の防災対策（耐震化などの事前対策に重点を置くべきか、災害後にどこから優先的に復旧させるべきかなど）について検討を行っていきたい。

参考文献

- 1) 山梨県防災危機管理課：地震対策について、やまなし防災ポータル、2014。
<http://www.pref.yamanashi.jp/bosai/kanren/index.php?id=11>
- 2) 山梨県防災危機管理課：山梨県地震被害想定調査（概要版）、1996。
<http://www.pref.yamanashi.jp/bousai/11170832974.html>
- 3) 木戸口吉宏、武藤慎一：リンク重要度に着目した緊急輸送道路の耐震整備の提案、第40回土木学会関東支部技術研究発表会、2013。
- 4) 林健太郎、武藤慎一：大規模災害リスク管理のためのマクロ経済的被害費用推計、第40回土木学会関東支部技術研究発表会、2013。