

# 東日本大震災による交通網寸断が物流および地域経済に及ぼした影響

佐藤 徹治<sup>1</sup>

<sup>1</sup>正会員 千葉工業大学准教授 工学部建築都市環境学科 (〒275-0016 千葉県習志野市津田沼2-17-1)

E-mail:tetsuji.sato@it-chiba.ac.jp

本稿では、2011年3月11日に発生した東日本大震災による被害の大きかった岩手県を対象として、太平洋沿岸地域への貨物の発注伝票および同地域の避難所からの要望書のデータを用いて震災後3週間の交通網寸断・復旧等による物流への影響の実態を分析するとともに、交通網寸断やその他の物的・人的被害、復興需要等が地域経済に及ぼす影響を分析可能な地域計量経済モデルを構築し、交通網寸断が長期に及んだ場合の影響、その他の被害の影響・復興需要の効果を分析している。分析の結果、交通網の復旧が緊急物資の需給ギャップの解消に不可欠なこと、長期の交通網寸断の影響はその他の被害や復興不要の影響と比較すると小さいこと、交通網の早期復旧の重要性等が示唆された。

**Key Words :** *the East Japan Earthquake, physical distribution, econometric model*

## 1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災は、地震動による直接的被害に加え、津波、原発事故、地盤の液状化等を引き起こし、東日本各地において甚大な人的、物的、経済的被害をもたらした。原発事故に伴う風評被害を除く被害総額は、16~25兆円と推計されている<sup>1)</sup>。本稿では、これらの被害のうち、交通網寸断に伴う被害に焦点を当てる。

交通施設自体の被害のうち、道路被害については、東北自動車道をはじめとする高速道路や直轄国道が通行止めとなり、特に太平洋沿岸の国道45号は各地で寸断した。国土交通省は、太平洋沿岸の被災地への輸送路を確保するため、まず3月12日に東北自動車道と国道4号の縦軸ラインの機能を確保し、続いて内陸部の縦軸ラインから太平洋沿岸に向けて東西方向の路線を啓開する「くしの歯作戦」を展開した。その後、3月18日に国道45号の97%が通行可能となり、3月24日には東北自動車道で一般車両の通行が全面的に可能となっている。その他、地域間交通の核となる高速交通施設の全面復旧には、線路内の脱線や駅ホームが被災した東北新幹線で49日、津波で滑走路が冠水した仙台空港で174日、常磐自動車道で48日を要している<sup>2)</sup>。なお、JR常磐線・仙石線・石巻線・気仙沼線・大船渡線・山田線、三陸鉄道南リアス線・北リアス線の一部区間は2012年4月末現在復旧していない。

一般に、災害による交通網の寸断は、災害発生直後の救援活動や緊急物資の輸送を困難にするとともに、地域間所要時間の増加を通じて地域経済に様々な影響を及ぼすと考えられる。

本稿では、東日本大震災による交通網被害が相対的に大きかった岩手県を対象とし、交通網寸断が物流に及ぼした影響について震災後3週間の実態分析を行うとともに、交通網寸断や復興需要等が地域経済に及ぼす影響を分析可能な地域計量経済モデルを構築し、交通網寸断が長期に及んだ場合の影響、その他の被害の影響、復興需要の効果等について検証する。

## 2. 物流への影響の実態分析

### (1) 分析内容

本来、災害時の物資供給計画は「72時間以内に被災地外から物資が届かない」という前提で考えられており、「72時間内は可能な限り被災地内で備蓄されている緊急物資や店舗などの在庫物資でまかなうこと」が原則である<sup>3)</sup>。しかし、今回、岩手県の太平洋沿岸地域では、津波でほとんどの在庫物資が消失したため、緊急物資の確保が喫緊の課題となった。

ここでは、緊急物資のうち食料品 ( $\alpha$ 米、カップラーメン、おにぎり、パン、その他主食) について、岩手県太平洋沿岸の7市町 (陸前高田市、大船渡市、釜石市、

大槌町，山田町，宮古市，岩泉町）への輸送を対象として，輸送量および需給ギャップの推移を推計し，交通網の復旧状況等の供給体制との関係について考察する。

食料品の輸送量の時系列データとしては，震災後3週間の岩手県における全物流企業の発注伝票，避難所の要望書等の個票データ（東北大学ロジスティクス調査団）を集計したものをを用いる。

## (2) 供給体制の変遷

3月12日に東北自動車道および国道4号が復旧すると，これらのルート上に一次集積拠点の設置が検討された。選定の条件としては，交通の利便性が良く施設内に一定のスペースが確保できること，大型トラックが直接施設内に入構できること，フォークリフト等の機材が使用できること等が挙げられた。岩手県と岩手県トラック協会との協議により，これらの条件を満たす施設として盛岡市近郊（岩手郡滝沢村）の岩手県産業文化センター「アピオ」が一次物資集積拠点として定められ，3月14日から運営が開始された。

3月15日には東北自動車道と沿岸部を結ぶ東西方向の一般道15ルートがすべて通行可能となった。その後，橋梁等の修復も急ピッチで行われ，3月17日に大槌町で国道45号の浪板橋が復旧するなど3月20日頃までには大半の一般道が通行可能となった。陸前高田市では，復旧がやや遅れ，集積拠点と避難所をつなぐ沼田跨線橋の仮道路が完成し，川原川橋が復旧したのは3月25日であった。

## (3) 食料品輸送量の推移

3月12日から4月1日までの対象7市町への食糧品輸送量の推移を図-1に示す。

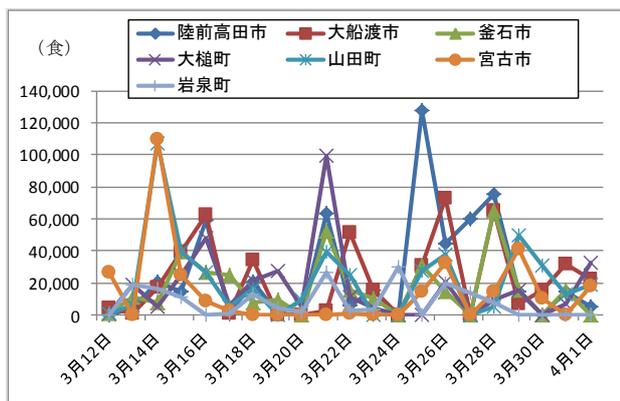


図-1 7市町への食糧品輸送量の推移

食糧品輸送量は，多くの市町で，アピオが開設された3月14日，大半の道路が復旧した3月20日前後に増加している。また，陸前高田市では交通網が整った3月25日を境に急増しており，輸送量と供給体制の整備との関連性が伺える。

## (4) 食糧品の需給ギャップの推移

各市町の避難所における避難者数を人・日単位の食糧品の需要量と考え，供給量との比較による需給ギャップの検証を行う。

供給量は，在庫（前日までの残り）がある場合には当日の輸送量に在庫を加えた量，在庫がない場合には当日の輸送量に等しくなる。食料品のうち，おにぎりのみ輸送日当日に消費しなければならないと仮定すると， $t$ 日における食料品供給量は(1)~(4)式で表される。ここで， $S_t$ ， $D_t$ ， $Z_t$ は，それぞれ，各日の供給量，需要量，在庫量（人・日換算）を表す。また， $x_t^a$ ， $x_t^b$ は，それぞれ，各日のおにぎり，その他食料品の輸送量（人・日換算）を表す。

$$S_t = Z_{t-1} + x_t^a + x_t^b \quad (1)$$

$$\text{If } D_t < x_t^a, \text{ then } Z_t = S_t - x_t^a \quad (2)$$

$$\text{If } x_t^a \leq D_t < S_t, \text{ then } Z_t = S_t - D_t \quad (3)$$

$$\text{If } S_t \leq D_t, \text{ then } Z_t = 0 \quad (4)$$

図-2に，7市町における3月12日から4月1日までの食糧品の需給ギャップ（供給量－需要量）の推移を示す。

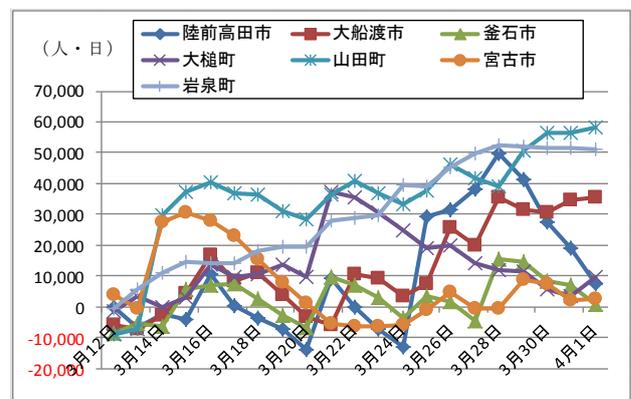


図-2 7市町における食糧品需給ギャップの推移

比較的食料品需要量の少ない大槌町，山田町，岩泉町では，アピオが開設され東北自動車道と沿岸部を結ぶ一般道が通行可能となった3月15日以降，一貫して供給量が需要量を上回っている。一方，避難者の多い陸前高田市では，3月24日まで供給不足の日が多く，橋梁が使用可能となった3月25日以降に供給量が需要量を大きく上回るようになっており，十分な食料品の供給量を確保するためには輸送路の確保等の供給体制の整備が不可欠であると言える。

### 3. 地域計量経済モデル

#### (1) 長期の交通網寸断による地域経済への影響

東日本大震災による交通網寸断は、岩手県においては三陸鉄道などを除き比較的早く復旧した。ここでは、早期復旧の重要性を検証するため、仮に交通網の寸断が長期に渡った場合の地域経済への影響について、地域計量経済モデルを構築して分析する。

図-3に、大規模地震に伴う長期の交通網寸断による地域経済への影響フローを示す。

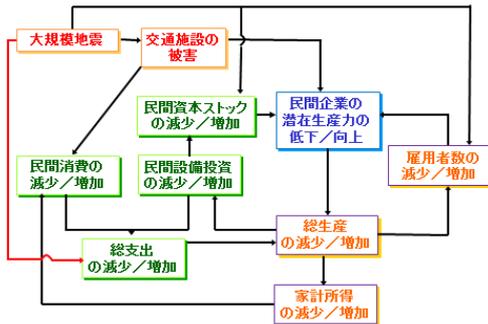


図-3 大規模地震による地域経済への影響フロー

#### (2) モデルの定式化

図-3の影響フローに従い、モデルの定式化を行う。各関数の一般型を以下に示す。

##### ①潜在生産力

$$X = f(\text{ROW} \cdot \text{KP}, \text{NW} \cdot \text{LHR}, \text{ACC}^{\text{RD}}) \quad (5)$$

ここで、 $X$ は潜在生産力、 $\text{ROW}$ は民間資本稼働率、 $\text{KP}$ は民間資本ストック、 $\text{LHR}$ は就業時間、 $\text{ACC}^{\text{RD}}$ は道路交通近接性を表す。

##### ②民間資本ストック

$$\text{KP} = \eta \text{KP}(-1) + \text{IP} \quad (6)$$

ここで、 $(-1)$ は一期前を表す。また、 $\text{IP}$ は民間企業設備投資である。

##### ③従業者数

$$\text{NW} = f(\text{NW}(-1), \text{GRP}) \quad (7)$$

ここで、 $\text{NW}$ は就業者数、 $\text{GRP}$ は地域内総生産である。

##### ④民間消費支出

$$\frac{\text{CP}}{\text{POP}} = f\left(\frac{\text{CP}(-1)}{\text{POP}(-1)}, \frac{\text{YH}}{\text{POP}}, \text{ACC}^{\text{AL}}\right) \quad (8)$$

ここで  $\text{CP}$  は民間最終消費支出、 $\text{POP}$  は人口、 $\text{YH}$  は家計可処分所得、 $\text{ACC}^{\text{AL}}$  は総合交通近接性を表す。

##### ⑤家計所得

$$\text{YH} = f(\text{GRP}) \quad (9)$$

##### ⑥民間企業設備投資

$$\text{IP} = f(\text{GRP}, \text{KP}(-1)) \quad (10)$$

##### ⑦民間住宅投資

$$\frac{\text{IHP}}{\text{POP}} = f\left(\frac{\text{YH}}{\text{POP}}, \frac{\text{YH}(-1)}{\text{POP}(-1)}\right) \quad (11)$$

ここで、 $\text{IHP}$ は民間住宅投資である。

##### ⑧移輸出・移輸入

$$E = f(\text{GDP}) \quad (12)$$

$$M = f(\text{M}(-1), \text{FD}) \quad (13)$$

ここで、 $E$ は移輸出、 $M$ は移輸入を表す。また、 $\text{GDP}$ は国内総生産、 $\text{FD}$ は地域内最終需要である。

##### ⑨地域内総支出

$$\text{GRE} = \text{CP} + \text{IP} + \text{IHP} + \text{CG} + \text{IG} + \text{Z} + \text{E} - \text{M} \quad (14)$$

ここで、 $\text{GRE}$ は地域内総支出、 $\text{CG}$ は政府最終消費支出、 $\text{IG}$ は公的総資本形成、 $\text{Z}$ は在庫投資等その他需要である。

##### ⑩実現地域内総生産

$$\text{GRP} = f(\text{GRE}, X) \quad (15)$$

#### (3) パラメータ推定用データ

パラメータ推定用データとしては、各種経済変数については、県民経済計算（内閣府）の時系列データを用いる。交通近接性については、岩手県内の主要5都市（盛岡、宮古、花巻、一関、釜石）から全国の主要都市までの所要時間および所要費用の各年データ（道路についてはナビタイム、鉄道についてはナビタイムと駅すぱあとより算出）を用いて下式に従って算出する。

$$ACC_R^{AL} = \theta ACC_R^{RD} + (1-\theta)ACC_R^{RL} \quad (16)$$

$$ACC_R^M = \frac{\sum_r (POP_r \cdot ACC_r^M)}{\sum_r POP_r} \quad (17)$$

$$ACC_r^M = \frac{\sum_s (POP_s (T_{rs}^M + TC_{rs}^M / w_r))}{\sum_s POP_s} \quad (18)$$

ここで、 $R$  は対象地域（岩手県）， $r$  は対象地域内の主要都市， $s$  は全国の主要都市を表す。また、 $M$  は交通機関（道路または鉄道）， $RL$  は鉄道を表す。 $\theta$  は道路の手段分担率， $T$  は所要時間， $TC$  は所要費用， $w$  は時間価値である。

#### (4) パラメータ推定結果

パラメータ推定結果の例として、潜在生産力の推定結果を表-1に示す。なお、パラメータ推定は、潜在生産力の実績値として地域内総生産を用い、(5)式をコブ・ダグラス型で具体化した(5)'式について行った。

$$\ln \frac{GRP}{NW \cdot LHR} = \alpha + \beta \ln \frac{ROW \cdot KP}{NW \cdot LHR} + \gamma \ln ACC^{RD} \quad (5)'$$

表-1 潜在生産力のパラメータ推定結果

$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$R^2$
1.53124 (2.99*)	0.530776 (13.98*)	0.167088 (2.40*)	0.9832

注) 推定期間：1996～2007年。  
( )内はt値。\*：片側5%水準で有意。

#### (5) 東日本大震災による影響シミュレーション

構築したモデルを用いて、東日本大震災が震災後10年間（2022年まで）の岩手県の地域経済に及ぼす影響についてシミュレーション分析を行う。

①震災がなかったケース、②交通施設被害のみが10年間持続するケース、③人的被害、生産設備被害、交通施設被害、復興需要、復興に伴う各被害の回復を考慮するケースの3ケースの分析結果を図-4に示す。

ここで、復興需要については岩手県が公表している復興費用の総額を計画期間で均等配分し将来各年の公的総資本形成の増加分として与えた。また各被害の回復については、復興計画期間最終年に震災以前の状況に回復するように平均労働時間、民間資本稼働率を設定した。

シミュレーション結果より、交通施設被害が地域内総生産に及ぼす影響は、生産設備被害や復興需要等の他の影響と比較すると軽微であることが分かる。ただし、県内の交通施設被害が東日本大震災以上でかつ長期に渡る

場合には地域経済に深刻な影響を及ぼすことが予想され、早期復旧の重要性が示唆される。

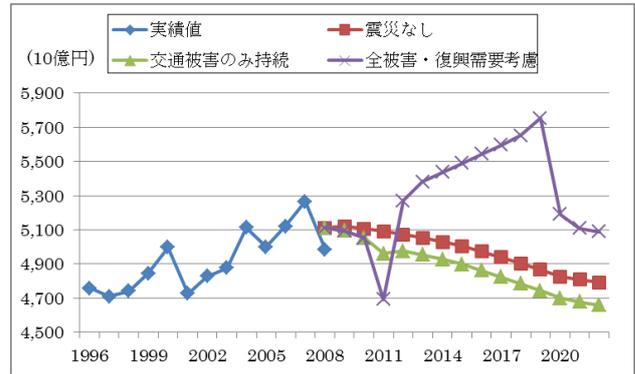


図-4 地域内総生産に及ぼす影響のシミュレーション結果

#### 4. おわりに

本稿では、東日本大震災による被害の大きかった岩手県を対象として、震災後3週間の交通網寸断・復旧等による物流への影響の実態を分析するとともに、交通網寸断やその他の物的・人的被害、復興需要等が地域経済に及ぼす影響を分析可能な地域計量経済モデルを構築し、交通網寸断が長期に及んだ場合の影響、その他被害の影響・復興需要の効果を分析した。

今後の課題を以下に挙げる。

- ・災害に伴う将来期待の変化、復興債の償還等を考慮した地域計量経済モデルの構築。
- ・構築したモデルを用いた災害に強い交通網のあり方の検討。

#### 参考文献

- 1) 内閣府：東北地方太平洋沖地震のマクロ経済的影響の分析，2011。
- 2) 金子雄一郎，兵藤哲朗：東日本大震災による交通システムの機能障害の発生状況と復旧について，都市計画，No.291，pp.82-86，2011。
- 3) 苦瀬博仁，矢野裕児：市民を兵糧攻めから守る「災害のロジスティック計画」，「緊急特集 東日本大震災」，都市計画，Vol.60，No.3，pp.87-90，2011。
- 4) 興村徹：東日本大震災における緊急物資輸送と今後の課題，季刊運輸政策研究，Vol.14，No.3，pp.56-60，2011。
- 5) 田村大輔，松本昌二，佐野可寸志：新潟県中越地震における貨物輸送の被害と救援物資の物流，土木計画学研究・論文集，Vol.23，No.2，pp.265-272，2006。
- 6) 武藤慎一，上田孝行：狭域地域経済モデルによる大規模災害が都市経済にもたらす影響評価、応用地域学会第20回研究発表大会配布論文，2006。
- 7) 吉野直行，上田孝行，佐藤徹治：地域計量経済モデルによる首都高速中央環状線の事業効果計測，新都市，Vol.56，No.2，pp.21-29，2002。