

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 25 日現在

機関番号：11301

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2015～2016

課題番号：15H06013

研究課題名(和文)複数ハザードを対象としたインフラの機能停止による経済的影響評価に関する基礎的研究

研究課題名(英文) Basic Study on the evaluation of the economic impacts from stoppage of infrastructure function due to multiple hazards

研究代表者

寅屋敷 哲也 (Torayashiki, Tetsuya)

東北大学・災害科学国際研究所・助教

研究者番号：50758125

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、宮城県で発生が想定される宮城県沖地震、長町 利府線断層帯地震、蔵王山火山噴火の3種類のハザードを対象として、それぞれの災害による産業の生産支障の影響について一体的に評価した。さらに、取引先への間接的な影響の可能性について、宮城県内と全国(宮城県以外)に二分した地域間産業連関表を用いた産業連関分析により評価した。この結果、産業視点による災害の経済的影響の特徴の違いを把握するための簡易的な評価手法を提示することができた。

研究成果の概要(英文)：This study evaluates the economic losses of business operation stop caused by the direct damage from the Miyagi-Ken-Oki earthquake, the Nagamachi-Rifu fault zone earthquake and the Mt. Zao volcanic eruption predicted in the Miyagi prefecture. In addition, this study also evaluates the possibility of the indirect economic impact based on an input-output analysis using the interregional input-output table divided into the Miyagi prefecture and the rest of Japan. The result suggests the simple approach to evaluate the characteristics of the differences in the economic damages caused by disasters from the perspective of industry.

研究分野：自然災害科学

キーワード：地震災害 火山災害 経済被害 産業連関分析 宮城県沖地震 長町 利府線断層帯地震 蔵王山火山噴火

1. 研究開始当初の背景

災害が発生すると、企業の建物や設備等のストック被害やライフライン・交通支障等が生じ、これが被災企業の生産支障の要因となる。加えて、取引先の被災によって地域内外への間接被害の波及影響も発生し得る。このような災害による産業への経済的影響を軽減することは、1995年阪神・淡路大震災以降、2011年東日本大震災や2016年熊本地震等を経て、一層重視されてきている。

しかしながら、行政が実施する地域の災害の被害想定は、南海トラフ地震や首都直下地震といった懸念される大規模な災害を除くと、地方の災害では、地域経済への影響までは盛り込まれていないことが多い。災害による経済被害を軽減するためには、ある程度事前にどのような経済的な影響が生じ得るのかを把握しておくことが重要であるといえる。

企業や産業の視点に立てば、これらが立地する地域において将来発生が懸念される災害は複数あり、あらゆる災害が発生したとしても被害を軽減する必要がある。そのため、1つの災害を想定して経済被害を評価するのではなく、地域で発生し得る複数の災害による経済被害を一体的に評価することが重要である。地域で発生した異なる災害で産業への影響の違いがみられた例として、2004年の新潟県中越地震と2007年の新潟県中越沖地震は、同じ新潟県中越地域で発生した地震であるが、発生地点が少し離れているため、被害の大きい地域はそれぞれで異なり、産業への影響の特徴にも違いがあった。

また、サプライチェーンを介した取引先への波及的な影響についても把握しておくことは、企業の視点からみて重要な要素である。新潟県中越沖地震においては、他社への代替が困難な自動車部品を製造していた工場が被災したため、国内の自動車産業において生産支障の影響が広がった等の特有の間接的影響も生じた。

災害によって被害を受ける地域が異なるため、主要な被害を受ける産業も当然ながら異なる。そのため、地域における産業の経済被害軽減を考える上では、当該地域で生じ得る複数の災害のパターンを想定することによって得られる、それぞれの影響の特徴を産業別に把握しておくことが必要である。

2. 研究の目的

本研究は、東北地方における主要な産業が集積している宮城県を対象として分析を行う。また、宮城県には、地域で発生し得る地震災害と火山災害について被害想定を公表しており、宮城県沖地震(Mw7.6)、長町-利府線断層帯地震、蔵王山火山噴火の3つの災害を対象とする。蔵王山火山噴火について

は、被害想定では、年間を通して東向きが最も多い理由から、上空の風向きの卓越方向を東に設定している。しかし、本論文では被害の地域性による産業への影響の違いを考慮するため、東向き、東北東向き、東南東向きの3ケースを比較評価する。

本研究では、宮城県で発生が懸念される上記の3種類のハザードを対象に、これら災害による産業に対する経済的影響についての傾向を一体的に評価する簡易な手法を提示することを第1の目的とする。これは、企業の立場からすると1つの災害を対象とした評価ではなく、可能性がある災害について複数を事例に評価しておくことが有効であると考えたためである。

災害による経済的影響については、施設や設備等の被害額ではなく、想定される生産額の低下を評価し、さらに、これに伴う宮城県内外の2地域における供給先への間接的影響の可能性について評価する。本研究では、企業としては長期的に生産の影響を受けるような主要な被害を懸念する傾向から、1年間を対象期間として、その期間での特に大きな被害のインパクトの評価をする。このような前提条件のため、産業ごとの被害額については具体的な数値の評価というよりも、影響の大きさの傾向の相対的な比較に重点を置くこととしている。

産業の生産額の低下を想定する上では、建物・設備の被害やインフラの機能停止等さまざまな要因が考えられる。しかしながら、本研究では1年間の生産額に対して影響を及ぼすような大きな被害の要素のみを対象として評価する。そのため、数日から数週間程度の比較的短期間の生産支障への影響については、分析の対象外とする。この影響は、この期間内には当然企業にとって大きな生産支障の要因となるが、1年間の生産額からすると復旧後の生産増の対応によってリカバリーが可能だからである。研究開始当初の目的では、電力と交通インフラの機能停止に伴う地域経済への影響の評価を試みていたが、本研究で対象とするハザードによる影響を詳細に検討した結果、企業等への主要被害の要因とはならないことが分かったため、これらを対象から除外した。

産業の分類については、産業連関表の分類に合わせて、農林水産業3業種、製造業で13業種、非製造業で7業種の合計23業種とした。

3. 研究の方法

対象とする災害ごとに、1年間の宮城県全体における産業ごとの直接被害額(=生産額×生産支障率)を評価するために、それぞれの生産支障率を決定する。基本的には、図1に示す四角形(縦軸:生産率,横軸:時間)

の面積 A に占める三角形の面積 α の割合を生産支障率とする。ここで、復旧期間の生産回復過程は本来曲線であるが、1 年間という長期を考えるため、復旧時点まで線形と仮定して計算する。生産減少率は、可能な限り小さい地域範囲の被害の違いを考慮する観点から、基本的に市区町村別の被害想定を基に推計する。

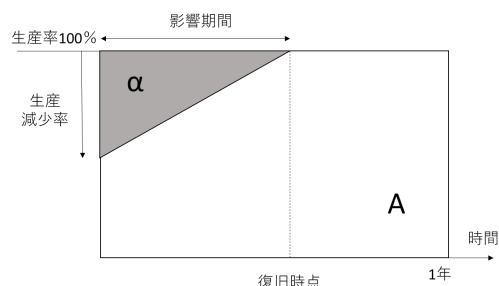


図1 生産支障率のイメージ

(1)地震・津波による直接被害の評価方法

基本的には、地震や津波による産業ごとの被害率を決定し、これを市区町村別の産業別生産額に掛け合わせ、これを合計したものを宮城県全体の産業別生産額総額で除して、生産減少率とする。

まず、地震による農林水産業における生産額への影響に関しては、地震による農林水産物被害を基に決定する。具体的には、東日本大震災における地震のみの影響による宮城県の農林水産物被害額を、県内生産額総額を除いて被害率を設定する。被害範囲については、東日本大震災で宮城県内の大半が6弱以上であったことを踏まえて、地震による産物被害が発生する範囲は最大震度6弱以上として設定する。以上より、想定する地震における最大震度6弱以上の市区町村別の農林水産における1年間の産出額に上記設定した被害率を掛け合わせ、その合計を宮城県の産出額総額で除して生産支障率とする。つぎに、津波による農林水産業の影響についての評価を行う。農林業に関しては、浸水した範囲で生産される産物はすべて出荷不能と考えられる。そのため、宮城県沖地震で想定される津波浸水面積から被害率を設定する。具体的には、農業では、市区町村別に、津波浸水面積を可住地面積で除し、林業については総面積（林地は可住地面積に含まれないため）で除して決定する。漁業については、東日本大震災の津波の影響を基に決定するが、大震災による宮城県沿岸への津波高さは、今回想定する Mw7.6 の宮城県沖地震の津波のレベルとかなり異なる。そのため、宮城県沖地震で想定される沿岸市町村の津波高さ 1.2~2.4m に近似する被害を受けた都道府県の被害から被害率を設定

する。本研究では、東日本大震災の津波高さが 0.93~2.5m の千葉県を対象として被害率を決定する。農林水産物の影響期間については、被害を受けてそれを再生産できるようにするまで、一般的に1年以上かかると考えられるため、1年間として設定する。

地震による被害は、建物・設備のストック被害のみを評価の対象とし、宮城県による地震の被害想定として、市区町村別の全壊率と半壊率を用いる。宮城県沖地震の場合は、津波が浸水しない範囲の面積率を考慮して、浸水域を除外した地震の被害率とする。製造業・非製造業の分類した20の産業ごとに、被害率を市区町村別の資本ストック額に掛け合わせ、その合計を宮城県全体の資本ストック額で除して、生産減少率とする。津波による被害率は、津波浸水面積を可住地面積で除して計算した津波浸水面積率として、地震の場合と同様に生産減少率を計算する。影響期間については、内閣府(2013)による試算を参照し、阪神淡路大震災時の社屋等建て直しに要する期間として、製造業では1年で被害を受けた産業の中で58.8%、非製造業が53.6%復旧、津波被害については10%が復旧するとして算出した。

(2)火山噴火による直接被害の評価方法

宮城県による蔵王山火山噴火の被害想定では、降灰による産業への影響までは想定されていない。そこで、この影響の評価については、内閣府(2004)による富士山噴火の経済被害評価の考え方をを用いて推計し、これを用いて宮城県内の生産支障率を計算する。

火山噴火の場合は、降灰や天候、噴火の継続期間等の条件によって、交通支障や停電の影響が長期化する可能性があるが、蔵王山噴火の場合は噴出量や降灰の範囲がさほど大きくないことから、大きな影響は限定的であるとして、これらの影響は除外する。そのため、降灰による直接的な影響が小さいと考えられる製造業・非製造業への影響は評価の対象外とする。また、火山噴火によって蔵王山周辺に噴石や火砕流が発生するが、その影響範囲にある事業所数は宮城県全体からみてかなり少ないことから、本研究ではこれらの現象による産業への影響は評価の対象外とし、降灰による影響のみを評価する。

農業、林業においては、同資料の被害想定手法を参照し、農業は、稲作と畑作に分けて考え、前者は降灰0.5mm以上、後者は2cm以上の範囲で収穫不可とした。林業は、降灰1cm~10cmの範囲で50%程度の被害、10cm以上の範囲で100%被害とした。畜産については、降灰2cm以上で牧草が枯れる影響が見込まれているが、これによる生産への影響の評価が困難なことから、本研究では評価の対

象外とした。なお、火山噴火による漁業への影響についても、定量的な被害想定が困難なため、対象外とする。

なお、影響期間については、農林業いずれにおいても1年間としている。

(3) 産業連関分析による間接影響評価方法

本研究では、直接被害の発生が想定される宮城県内の被害のみならず、宮城県外への間接的影響も把握するため、宮城県以外の地域を含めた地域間産業連関表を用意する必要がある。平成17年度宮城県産業連関表(110部門)と平成17年度全国産業連関表(108部門)を用いて、宮城県内・外に二分した2地域の地域間産業連関表を作成する。この産業連関表の作成については、特定の地域の地域内産業連関表と全国の産業連関表を連結させる浅利(2008)の手法を参考とした。

災害の直接的被害による経済取引を介した供給側への影響を評価するため、下記(a)~(d)式を用いて計算する。手法としては、災害の発生に関わらず、地域間の配分を一定と仮定したモデルを用いた。一般的に取引先が被災して供給が寸断された場合、代替調達によって回避されるなどして取引構造が変化するが、本研究では供給側への間接的影響の生じ得る最大値を評価する目的から、この変化が完全でない場合の影響額を算出する。そのため、本研究で評価した間接的影響の可能性の評価は、実際に生じる被害額を推計したものではない。

$$\lambda = 1 - d \quad (a)$$

$$\bar{X} = \lambda X \quad (b)$$

$$x_j^s = \sum_r \sum_j G_i^r \bar{X}_i^r \quad (c)$$

$$\Delta \bar{x}_j^s = X_j^s - x_j^s \quad (d)$$

λ : 残存生産率, d : 生産支障率, \bar{X} : 災害後生産額, X : 災害前の生産額, i, j : 財(部門), r, s : 地域, G : 配分係数, \bar{x} : 間接影響後の生産額, $\Delta \bar{x}$: 間接的影響の可能性のある額。

4. 研究成果

(1) 災害ごとの直接被害の比較分析

全産業の影響額の合計では、最も大きいのが1,211,903(百万円)長町-利府線断層帯地震、つぎに460,3387(百万円)で宮城県沖地震、5,237(百万円)蔵王山火山噴火(風向き東南東)という順であった。

まず、分析結果について2種類の地震間、すなわち宮城県沖地震と長町-利府線断層帯地震における生産支障による産業への影響の違いを比較する。農林水産業については、宮

城県沖地震の方が影響は大きく、特に漁業への影響が大きいことが得られた。これは、津波による農林水産業への影響が大きいということが一理あるが、長町-利府線断層帯地震の被災地域において、あまり農林水産業が行われていないという地域性も要因の一つである。一方、製造業に着目すると、業種によって明確に被害の違いが表れた。飲食物品、紙・パルプ、石油・石炭製品、電気機械類については、宮城県内でもともと生産額の大きい業種であり被害額も大きくなるが、このうち飲食物品と電気機械については宮城県沖地震の方が大きく、その他については長町-利府線断層帯地震の方が影響は大きいという違いがある。また、非製造業に着目すると、すべてが長町-利府線断層帯地震の方が大きく、このうち顕著な差として表れているのが、金融・保険業と不動産業・物品賃貸業である。これらの産業は、災害後に被災者や被災事業者の資金供給、保険金の支払い、住居の提供等の重要な業務等を担っているため、内陸直下型地震である長町-利府線断層帯地震を想定した場合には一層これら業種の事業継続力が必要であるといえる。特に、東日本大震災以降、被災者への迅速な仮設住宅の提供のため、みなし仮設として既存住宅への斡旋を地方自治体が不動産業者と協定を結ぶ事例も増えてきている。そのため、直下型地震では、不動産業の多くが被災することも想定しつつ、迅速な被災者の仮設住宅の提供策を考えておく必要があるといえる。

つぎに、2つの地震災害と蔵王山火山噴火における違いを比較する。火山噴火では、農林業への影響が地震に比べてもかなり大きいことが分かった。この要因としては、地理的な理由に加えて、災害の種類による産業への影響の違いが大きく、火山噴火の場合は広範囲に降灰が生じ、その影響によって多くの農産物の収穫に多大な影響が生じることが大きな要因といえる。

火山噴火災害での風向きの違いに着目してみると、風向きによっても農林業への影響はかなり異なることが分かる。3ケースの中で、最も農林業の被害が大きいのが、風向きが東南東のケースであることが明らかとなった。つまり、この範囲の地域に農林業が集積しているということである。一方で、東北東のケースは農林業の影響は小さいが、このケースにおいては仙台市内に1mm以上の降灰が想定されるため、都市部での交通支障の影響や、降雨時には停電が発生する可能性もあることには留意しておく必要があるだろう。また、最も一般的なケースである風向き東のケースでは、農林業の影響が大きいことに加え、仙台空港が降灰1mm以上の範囲に入っているため、降灰期間は航空交通に影響が出ること

は避けられないと考えて対策をしておく必要があるといえる。

以上より、市区町村別の被害区分の特性と地域の産業立地の関係を基に、主要な災害被害のみ簡易的に評価した手法によって、複数の災害による産業ごとの経済的影響をある程度把握することができた。これによって、宮城県で懸念される3種類の災害に対して、企業や産業が特に対策を打つ必要がある災害について明確になった。宮城県の産業立地構造をみた場合には、大まかに言えば、農林業への影響は蔵王山火山噴火、水産業への影響は宮城県沖地震、第二次産業については業種によって2つの地震で明確に違いがあり、第三次産業は圧倒的に長町 利府線断層帯地震が影響が大きいということが明らかとなった。ただし、上記を検討するために用いた市区町村別の統計データについては限られていることから、精度の高い市区町村別データを推計する必要があるといえる。

(2) 災害ごとの間接的影響の可能性の分析

全産業の影響額については、直接被害と同様の順となったため、説明は省略する。

まず、2つの地震災害を比較すると、多くの産業において、長町—利府線断層帯地震の方が宮城県沖地震よりも影響が大きくなる可能性が高いことが分かる。直接被害では、一次産業は宮城県沖地震の方が大きかったが、間接被害はあまり差がみられない。また、ここでも特に大きな影響の差がみられるのは、同様に金融・保険業、不動産・物品賃貸業である。また、宮城県内と全国への影響の違いに着目すると、製造業では、宮城県内及び全国への間接的影響はともに長町—利府線断層帯地震の方が大きい。これに対し、飲食料品と電気機械の製造業に関しては、全国への影響が宮城県沖地震の方が大きい。これは、宮城県沖地震で多く被災する事業所が、全国のこれらの製造業へ供給している割合が高いということが考えられる。すなわち、全国のこれらの産業については、長町—利府線断層帯地震よりも宮城県沖地震において災害後の対応に迫られる可能性があるといえる。

2つの地震災害と火山災害の比較については、これは直接被害同様、圧倒的に地震災害の方が火山災害よりも間接被害が大きい。しかしながら、火山災害においては、宮城県内及び全国の飲食料品の製造業に関しては、その他の産業と比較して特に影響が大きくなるのが特徴的である。この一因としては、蔵王山噴火は宮城県内の農業の直接被害が大きいことはもちろん、二次産業においても、宮城県内の一次産業である農産物を購入して加工する飲食料品産業への影響が大きい経済構造になっていることが原因であるといえる。

この場合には、噴火により県内の農産物の供給が大きく減少するため、噴火後には多くの飲食料品産業で迅速かつ大量に宮城県外から食料品を調達することが必要になると推測される。

以上より、対象とする地域とそれ以外の地域に分けた産業連関分析によって、県内外における特に影響を受ける産業を把握することができた。ただし、産業連関分析においては、取引先の被災による代替調達の対応を評価に入れることができず、影響が過大に生じている上での評価であることには留意が必要である。

(3) 今後の展望

本研究では上記のような結果が得られたが、宮城県の産業立地を対象にして評価を行っているため、これが災害種類と産業への経済的影響の一般的な傾向を示しているものではないことには留意する必要がある。すなわち、地域の特性によって災害種類と産業への影響の関係は異なることから、産業の経済的影響が評価されていない地域において各自に検討を行う必要があるといえる。本研究のアプローチを用いれば、他地域に参照する際にある程度有用であると考えられる。

また、本研究では、地震と火山噴火を対象としたが、ハザードの種類やそのケースの拡張についても、地域ごとの被害想定および産業への影響の評価指標に関するデータが得られれば、本分析手法からある程度応用可能であると考えられる。

本研究の成果の詳細については、現在土木学会論文集において、「宮城県で想定される地震と火山災害による産業の経済的影響の違いに関する分析」という題目で投稿し、査読中の論文に記載している。

<参考文献>

- ・浅利一郎・土居英二：地域間産業連関分析による地域間経済格差の分析方法について、静岡大学経済研究, Vol.12, No.4, pp.19-36, 2008.
- ・内閣府：富士山ハザードマップ検討委員会報告書, 2004.
(<http://www.bousai.go.jp/kazan/fujisan-kyougikai/report/index.html>, 2017年3月23日閲覧)
- ・内閣府：南海トラフ巨大地震の被害想定について(第二次報告)～施設等の被害～【被害の様相】、2013.
(http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku_wg/pdf/20130318_shiryo2_1.pdf, 2017年3月23日閲覧)

5. 主な発表論文等
〔雑誌論文〕(計1件)

Tetsuya Torayashiki・Hiroaki Maruya,
Study on the Differences Between the
Indirect Economic Impacts of the Predicted
Volcanic Eruption and Earthquake in the
Miyagi ,Proceedings of Extended Abstracts,
7th Annual Conference of the
International Society for Integrated
Disaster Risk Management (IDRiM2016), 査
読無 , pp.279-282, 2016.

〔学会発表〕(計 1 件)

Tetsuya Torayashiki・Hiroaki Maruya,
Study on the Differences Between the
Indirect Economic Impacts of the Predicted
Volcanic Eruption and Earthquake in the
Miyagi , 7th Annual Conference of the
International Society for Integrated
Disaster Risk Management (IDRiM2016) ,
October 1-3,2016, Esfahan(Iran).

〔図書〕(計 0 件)

無し

〔産業財産権〕

無し

〔その他〕

無し

6. 研究組織

(1)研究代表者

寅屋敷 哲也 (TORAYASHIKI, Tetsuya)
東北大学・災害科学国際研究所・助教
研究者番号 : 50758125

(2)研究分担者

無し

(3)連携研究者

無し

(4)研究協力者

丸谷 浩明 (MARUYA, Hiroaki)
東北大学・災害科学国際研究所・教授
研究者番号 : 40419453