

# 令和元年東日本台風による長野市洪水被災地における事業所数変化の分析

中居 楓子<sup>1</sup>・梶谷 義雄<sup>2</sup>・多々納 裕一<sup>3</sup>・吉谷 純一<sup>4</sup>・秀島 栄三<sup>5</sup>

<sup>1</sup>正会員 名古屋工業大学助教 工学部社会工学科 (〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町)  
E-mail: nakai.fuko@nitech.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 香川大学教授 創造工学部防災・危機管理コース (〒760-8521 香川県高松市幸町 1-1)  
E-mail: kajitani@eng.kagawa-u.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 京都大学教授 防災研究所社会防災研究部門 (〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄)  
E-mail: tatano.hirokazu.7s@kyoto-u.ac.jp

<sup>4</sup>正会員 信州大学教授 工学部水環境・土木工学科 (〒380-8553 長野県長野市若里 4-17-1)  
E-mail: yoshitani@shinshu-u.ac.jp

<sup>5</sup>正会員 名古屋工業大学教授 工学部社会工学科 (〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町)  
E-mail: hideshima.eizo@nitech.ac.jp

本研究では、令和元年東日本台風による千曲川の氾濫で洪水被害を受けた長野市を対象に、被災直前、直後の 2019 年、2021 年のゼンリン建物ポイントデータを用いて、浸水前後の事業所数の変化を分析する。業種別事業所数の変化率を分析した結果、浸水域内では浸水域外よりも事業所数が減少している業種が多いことが分かった。さらに、回帰モデルを用いて、被災前 20 年間の事業所増減トレンドと立地適正化計画の区域指定の影響を調整した上で、浸水の影響を分析した結果、浸水域内では有意に事業所が減っていた。また、被災前 20 年間の事業所増減トレンドにおいて増加を示していた地域よりも、減少地域の方が被災後により大きく事業所が減る傾向があることが明らかとなった。

**Key Words:** Flood, Typhoon Hagibis, Nagano city, industry, relocation, closure

## 1. はじめに

大規模な水害は、被災地域の経済に大きな影響を及ぼす。たとえば、1992 年のハリケーン・アンドリュー (Hurricane Andrew) で被災したフロリダ市を対象とした調査<sup>2)</sup>によれば、被災から 1 年後の時点で企業の半数以上が閉鎖しており、フロリダ市全体で約 87% の雇用が失われ、83% の売上減があった。また、2016 年ハリケーン・マシュー (Hurricane Matthew) で被災した企業の研究<sup>3)</sup>では、顧客または労働力としての家計が事業の復旧に影響を与えたことが示されている。これらの事例から、企業の被災は、雇用や顧客の喪失を通じて地域経済を左右する重要な要因であると言える。

水害の被害算定にあたっては様々な手法が開発されているが、現在日本国内で用いられている方法として、堤防やダム等の治水施設の整備効果を評価するための治水経済調査マニュアル<sup>4)</sup>がある。これは、治水施設の整備効果を被害防止便益 (水害によって生じる人命被害と直

接的または間接的な資産被害を軽減することによって生じる可処分所得の増加) によって評価するものである。このマニュアルにおける経済被害は直接被害 (建物、設備、在庫等への被害) と間接被害 (営業停止損失、応急対策費用) に大別される。しかしいずれも、算定にあたっては原状復旧、つまり、被災しても通常の社会経済活動に戻ることが仮定されており、事業が恒久的あるいは長期的に失われる可能性については考慮されていない。

被害の一側面として、災害からの事業復旧に関しては、バングラディッシュの洪水被災地域<sup>5)</sup>、1989 年ロマ・プリータ地震 (Loma Prieta earthquake) と 1992 年ハリケーン・アンドリューの被災地域<sup>6)</sup>、2010 年のパキスタンの洪水被災地域<sup>7)</sup>等をはじめとして、アンケート調査に基づく研究成果がある。しかし、一般的に、事業を停止した企業を追跡する調査は容易ではない。破産に至った企業を扱った数少ない研究として Davis & Hansen<sup>8)</sup> によるアメリカの地方裁判所の破産申請件数の統計を用いた研究があるが、日本国内を事例とした知見は蓄積されていない。

先行研究<sup>4⑥</sup>の調査でも、一定の期間の事業停止を経て復旧した企業が主な対象であり、破産等、恒久的に事業を停止した企業についての調査は十分に行われていないため、それらが地域経済に及ぼす影響は知られていない。以上を踏まえ、本研究では、水害が恒久的、あるいは長期的に及ぼす影響を明らかにする試みとして、水害後に消滅した事業所を、被災地域をカバーする範囲の地理空間情報データを用いて分析する。

## 2. 対象地域

本研究では、令和元年東日本台風（令和元年台風第 19 号、以下「台風 19 号」と表記）によって被災した地域を含む、長野県長野市全域を対象とする（**図-1** 黒枠範囲）。台風 19 号は 2019 年 10 月 12 日に伊豆半島に上陸し、関東地方や甲信地方、東北地方などで記録的な大雨をもたらした。長野市を流れる千曲川では、穂保地先の堤防が約 70 m にわたって決壊し、破堤地点付近の長沼地区と、千曲川本川と支川からの越水で浸水した篠ノ井地区等のエリアを合わせ 1,541ha の広範囲が浸水した。

長野市の浸水域は、約 20%が市街化区域、80%が市街化調整区域である。千曲川沿いの平野部には立地適正化区域が広がっており、豊野地区および篠ノ井地区周辺の居住誘導区域や、下駒沢、松代周辺の都市機能誘導区域の一部、そして長沼の北部工業団地が浸水域に含まれる。ただし、破堤によって広範囲に浸水した長沼地区は市街化区域であり、国道 18 号線沿線付近には建物が集中しているものの、周囲はリング農園が広がっており、建物が密集しているエリアではない。これらの浸水被害により、長野市では、死者 2 名の人的被害、4,021 棟（全壊 869 棟、半壊 1,498 棟、一部損壊 1,654 棟）の住家被害を受けた。長野市災害復興計画<sup>⑧</sup>によれば、市全体の被害総額は 1,108 億 9,000 万円とされる。このうち、商業、工業分野の被害発生件数は 476 件、総被害額 712 億 4,000 万円と、市全体の約 64%を占めている。

長野市の総人口は 2000 年国勢調査の 387,911 人をピークとしてその後減少傾向に転じ、2020 年時点で 372,760 人（ピーク時と比較して 97.7%）となっている。環境省の地域経済循環分析用データベース<sup>⑨</sup>によれば、長野市の産業別生産額の構成比が最も高いのは情報通信業（2,314 億円、8.5%）、次いで住宅賃貸業（2,108 億円、7.7%）、保健衛生・社会事業（2,098 億円 7.7%）である。

## 3. データおよびその概要

表-1 に本分析に用いるデータの一覧を示す。本研究

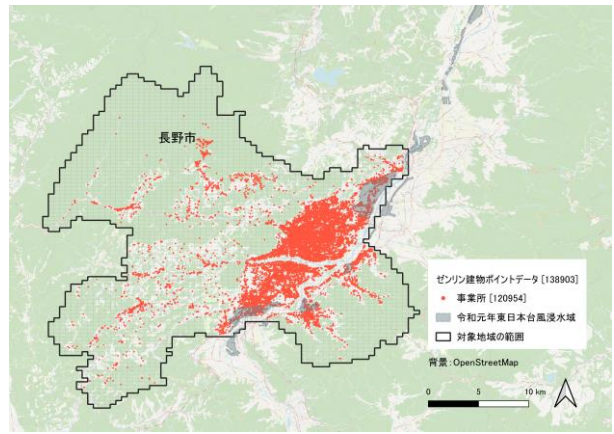


図-1 対象地域の範囲と建物ポイントデータ（2021 年）、令和元年東日本台風の浸水域

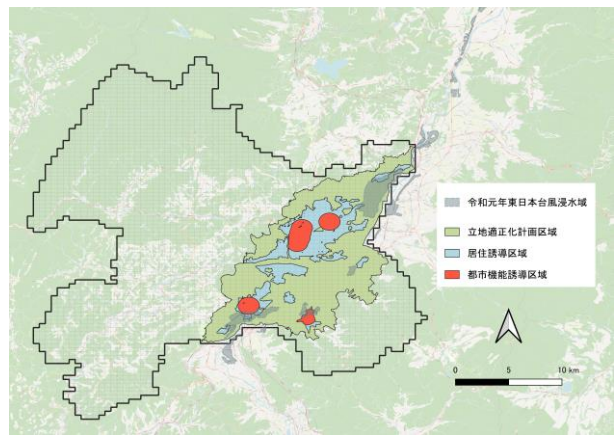


図-2 長野市の立地適正化計画区域の区分

表-1 分析に用いるデータの一覧

データ	概要および入手先
事業所数 ※被災前後	・ゼンリン建物ポイントデータ：2019 年（水害前）事業所数、2021 年（水害後）
浸水域	・土木学会水工学委員会 令和元年台風 19 号豪雨災害調査団 中部・北陸地区報告書 図 2.2.1 の浸水区域データ（信州大学 Ernesto Orlando Rodriguez Alas 氏作成） ・提供の浸水データの境界+500 m バッファの範囲を浸水域とする
事業所数 ※被災前の立地傾向	・事業所・企業統計調査（2001、2006 年） ・経済センサス基礎調査（2009、2014 年） ・経済センサス活動調査（2012、2016 年） ※2016 年は産業（大分類）の総数を利用
立地適正化計画区域	・国土数値情報の立地適正化計画区域（都市機能誘導区域、居住誘導区域、立地適正化計画区域）

が着目する(1)被災前後の事業所数に加え、(2)台風 19 号の長野市浸水域、(3)被災前の長期的な事業所数変化の傾向、(4)居住誘導の方針を示す立地適正化計画区域の区分データを用いる。これらのデータはすべて 4 次メッシュ（500m メッシュ）を単位として整備した。

### (1) 被災前後の事業所数変化

被災前後の事業所数変化を把握するため、ゼンリンから購入した建物ポイントデータを用いる（図-1 赤色の点）。建物ポイントデータは建物ごとに整備されており、緯度経度等の位置情報、産業分類別の事業所件数（ゼンリンの事業所系分類による 27 分類）、建物名、階数、面積などが収録されている。ゼンリンの徒歩調査による目視等により居住実態が反映されたものである。本研究では、長野市で被災直前の 2019 年と被災後の 2021 年に実施された調査に基づくデータセットを用いる。分析にあたっては、500 m メッシュ単位で事業所数を集計し直したものをを用いる。

### (2) 浸水域

浸水域は土木学会水工学委員会 令和元年台風 19 号豪雨災害調査団 中部・北陸地区報告書<sup>10)</sup>に掲載された浸水区域データ（信州大学 Ernesto Orlando Rodriguez Alas 氏作成）を信州大学よりご提供いただいた。分析にあたっては、このデータ（図-1 青枠範囲）に 500m バッファを発生させた範囲を使用した。

### (3) 被災前の事業所数の長期的な増減傾向

各メッシュにおける事業所数の被災前の長期的な傾向を踏まえるため、水害前の立地傾向のデータを作成する（作成方法は 4(1)に記載）。ここでは、総務省統計局による事業所・企業統計調査（2001 年，2006 年），経済センサス基礎調査（2009 年，2014 年），経済センサス活動調査（2012 年，2016 年）のデータをもとに、事業所総数を各メッシュ、各年単位で集計したものをを用いる。

### (4) 立地適正化計画区域

事業所数の変化は都市計画における居住誘導の方針に依存すると考えられる。これを考慮するための変数として、立地適正化区域の区分を用いる。この区分は、都市再生特別措置法の 2014 年の改正で新たに導入された立地適正化計画制度によって都市計画区域に定められるものである。長野市の場合の区分を図-2 に示す。立地適正化計画区域内（黄緑色）には医療・福祉・商業等の都市機能の誘導を図る「都市機能誘導区域（赤色）」、人口密度の維持、生活サービスやコミュニティの維持を図る「居住誘導区域（水色）」が含まれる。データは国土数値情報の立地適正化計画区域のポリゴンデータをもとに、500m メッシュを単位として整備した。

## 4. 浸水域内外の事業所の変化率比較

浸水による事業所立地への影響を明らかにするための一次分析として、3(1)の建物ポイントデータを用いて、事業所数の 2019 年（被災前）から 2021 年（被災後）の変化率を求めたうえで、浸水域内外の変化率を、ゼンリンの事業所系分類別に比較した結果を示す。

浸水域に含まれる事業所は、長野市全体の事業所のうち 2019 年で 3.68%，2021 年で 3.40%であった。市全体の事業所の 2019 年から 2021 年の増減率は-0.48%であるが、これを令和元年の浸水域内外で分けると（図-3），浸水域外では-0.13%，浸水域内では-3.18%であった。サービス業（自動車関連）と自動車関連業以外はいずれも浸水域内の方が減少率が大きく、特に金融・保険、不動産、専門職、宅配・引越・郵便関連で顕著である。また、不

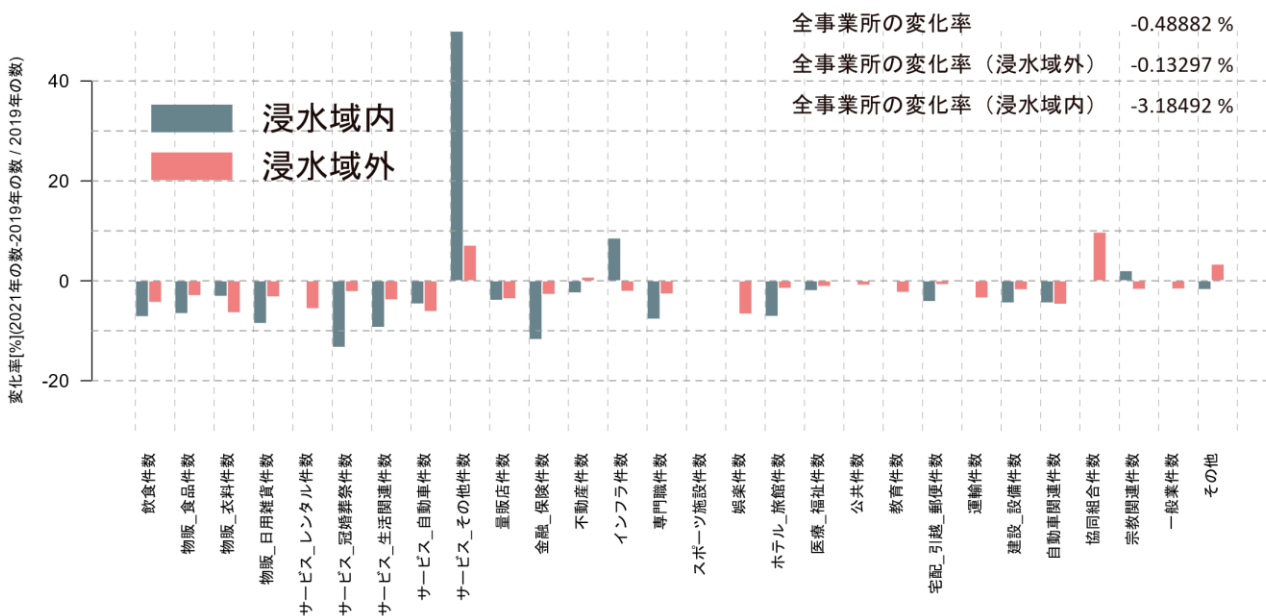


図-3 浸水域内と浸水域外の事業所数の変化率（ゼンリンの事業所系分類による 27 分類別）

動産とその他業種は浸水域外では増えているが浸水域内で減っている。なお、サービス その他件数は、事業所数が浸水域内に 2019 年に 2 件、2021 年に 3 件しかないため 50% という大きな値が出ている。以上より、事業所系分類による差異はあるものの、浸水域外に比べ、浸水域では事業所が減っている傾向があると言える。

### 5. 回帰モデルによる分析方法

4 の結果は、浸水によって企業の廃業あるいは移転が促された可能性を示唆しているものの、浸水域の 80% が市街化調整区域であり、浸水によらず事業所数が減る傾向があった可能性も否定できない。そこで本分析では、各地域の都市計画における居住誘導の方針と、被災前の事業所数の増減傾向を調整した上で、浸水が事業所数の変化に及ぼした影響を明らかにする。

#### (1) 回帰モデル

回帰モデルは、メッシュ*i*の事業所に関する変数 $y_i$ を被説明変数として、式(1)のように設定する。*i*の地域属性は $\mathbf{x}_i = [x_{i1}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{in}]$ とし、地域属性の種類を  $j \in J$  とする。浸水ダミーは $z_i$ とする。係数 $\beta$ は、浸水があった場合に事業所数がいくら変化するかを表す。また、第 4 項は地域属性と浸水深の交差項であり、係数 $\delta_j$ は地域属性 $x_j$ の回帰直線の傾きが浸水有無に応じてどの程度変化するかを表すものである。

$$y_i = \alpha + \sum_{j=1}^n \gamma_j x_{ij} + \beta z_i + \sum_{j=1}^n \delta_j x_{ij} z_i \quad (1)$$

回帰分析に用いるデータは 500m メッシュを単位とする。事業所数に関する変数 $y_i$ は、3 (1)のゼンリン建物ポイントデータをメッシュ単位に集計したものをを用いる。地域属性 $\mathbf{x}_i$ は 2 種類を考える。一つは 3 (3)の経済センサスデータをもとに作成する被災前の事業所数の増減傾向を表すいくつかの変数、もう一つは都市計画上の誘導方針を反映する立地適正化計画区域の区分を用いる。浸水ダミー $z_i$ は、3 (2)の浸水域データをメッシュ単位に変換した。その際、メッシュに一部でも浸水域が含まれていれば浸水域内とした。

#### (2) 浸水前後の事業所数変化に関する変数

被説明変数となる浸水前後の各メッシュ事業所数変化は、建物ポイントデータによる次の 2 つの値を用いる。

1 つめは 2019 年と 2021 年の「業所数の変化率」である。2019 年のメッシュ*i*の事業所数 $Y_i^{2019}$ と 2021 年のメ

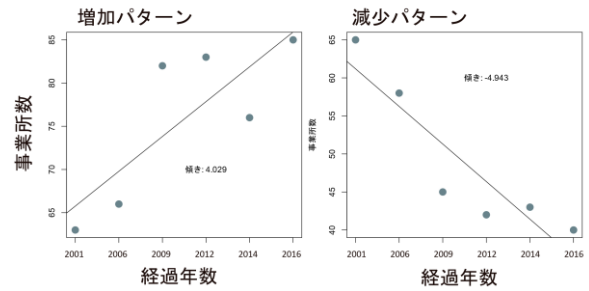


図4 メッシュ内事業所数の傾きの正 (増加:  $\beta \geq 0$ ) と負 (減少:  $\beta < 0$ )

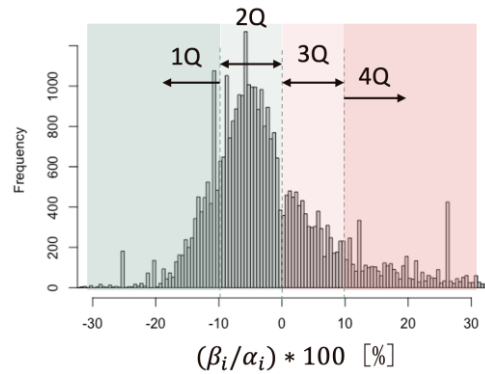


図5 単位年あたりの事業所の変動 $(\beta_i/\alpha_i) * 100$  [%] のヒストグラムと 4 分類

ッシュ*i*の事業所数 $Y_i^{2021}$ から、以下の式(2)により各メッシュ*i*の変化率を算出する。

$$y_i = \frac{Y_i^{2021} - Y_i^{2019}}{Y_i^{2019}} \quad (2)$$

2 つめは 2019 年と 2021 年の「事業所数変化の正負の符号」である。以下式(3)のとおり、 $Y_i^{2021} - Y_i^{2019}$ の符号に応じたダミー変数を付与する。

$$y_i = \begin{cases} 1, & Y_i^{2021} - Y_i^{2019} \geq 0 \\ 0, & Y_i^{2021} - Y_i^{2019} < 0 \end{cases} \quad (3)$$

#### (3) 被災前の事業所数の増減傾向に関する変数

説明変数に含む地域属性の一つとして、被災前の事業所数の増減傾向を考慮する。これを代表させる変数は、本来であれば、被説明変数と同様の建物ポイントデータを用いることが望ましいが、長期的な傾向を把握できるほどの期間にわたるデータの取得が難しかったことから、公開されているデータのみを用いることとした。ここでは、3 (3)の経済センサスデータの各メッシュ事業所数の推移から、被災前の 16 年間においておおそ増加傾向にあるか、減少傾向にあるかを判断する。この各メッシ

メッシュの事業所数の増減傾向に関する変数は、次の 2 つのパターンで作成する。

1 つめは「メッシュ内事業所数の傾きの正負」である。ここでは、 $t$  時点における  $i$  の事業所数  $Y_{it}$  を時間の経過  $t$  の関数とした以下の式(4)をメッシュごとに求め、係数  $\beta_i$  が正であれば増加、負であれば減少とした(図-4)。変数は増加の場合に 1、減少の場合に 0 となるダミー変数として整備した。

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_i t \quad (4)$$

2 つめは「メッシュ内事業所数の変動の等間隔 4 分類」である。事業所数の増減傾向にはメッシュ間でばらつきがあり、大きく減っている場合もあれば、ほとんど現状維持の場合もある。そこで、式(2)で求めた各メッシュの傾き  $\beta_i$  の大きさに着目する。ただし、傾き  $\beta_i$  は事業所数のはじめの年の値(切片  $\alpha_i$ )にも依存するため、 $\beta_i$  を  $\alpha_i$  で割ることで標準化する。さらに、これを単位年あたりの事業所の変動(%)として表すため、100 倍した値  $(\beta_i/\alpha_i) * 100$  を用いて把握する。この値のヒストグラム(図-5)は、-10 から 0 付近をピークとしてやや左側に偏った分布となっている。この分布を分割し、1Q から 4Q の等間隔による 4 つのグループを作る。ここでは、単位年あたり 10%以上事業所数が減少しているグループを 1Q、0 から -10%のやや減少傾向にあるグループを 2Q、0 から 10%のやや増加傾向にあるグループを 3Q、10%以上増加しているグループを 4Q とした。

## 6. 回帰モデルによる推定結果

ゼンリン建物ポイントの 2019 年と 2021 年の「事業所数の変化率」を目的としたケースと、変化の「正負の符号」を目的としたケースについて、回帰モデルの推定結果を表-2に示す。表中では、4(3)で示した「メッシュ内事業所数の傾きの正負」は「被災前減傾向」「被災前増傾向」のダミーとして表記している。また、「メッシュ内事業所数の変動の等間隔4分類」は「被災前傾向1Q」「被災前傾向2Q」「被災前傾向3Q」「被災前傾向4Q」のダミーとして表記している。本分析では、それぞれのケースに対し、変数の組み合わせを変えた 4 つのモデルを推定した。各行の表中に数字が入っている場合、その変数がモデルに含まれていることを意味する。a-1, a-4, b-1, b-4 の 4 つは交差項を入れており、その他は変数を単体で入れて推定した結果となっている。以下では、

(1) 浸水域内と浸水域外の事業所数変化の比較、(2)

被災前 16 年間の事業所増減傾向を踏まえた比較の 2 つに分けて結果を示す。

### (1) 浸水域内と浸水域外の事業所数変化の比較

長野市において、浸水が事業所数の変化に及ぼした影響は、表の 3 つ目の項目「浸水有無(有:1)」の係数を確認することで把握できる。変化率を目的としたモデルの a-2, a-3 では、いずれもこの係数が有意水準 0.1% で約 -5% となっている。つまり、浸水域内では事業所が 5% 減っていると言える。正負の符号を目的としたモデルの係数は符号が正(ダミー変数が 1)になる予測確率を意味する。浸水有無の係数はダミー変数であり、浸水無(ダミー変数が 0)を基準とした値である。したがって、b-2, b-3 の結果は「浸水域内の場合浸水域外の場合よりも事業所が増える確率が約 0.18 程度下がる」ことを表している。以上より、交差項なしの場合のモデルからは、浸水が被災後の事業所数を減らす、あるいは増加を抑制すると結論づけられる。

### (2) 被災前の事業所数増減傾向を踏まえた結果

被災前増傾向ダミーと被災前傾向 4 分類ダミーの係数より、被災前の事業所数増減傾向が台風 19 号以降の事業所数変化に及ぼす影響を把握することができる。a-2, b-2 より、被災前増傾向ダミーの係数は変化率を目的としたモデル、正負の符号を目的としたモデルのいずれにおいても正であり、a-2 では係数が有意水準 0.1% で約 0.3% 増となっている。つまり、被災前に事業所が増加する傾向(正)にあるメッシュでは、減少傾向(負)の場合よりも被災後に事業所が増えている。a-3, b-3 の被災前傾向 4 分類ダミーの結果は、1Q を基準とした場合の被説明変数の差分を表している。どちらのモデルも有意な係数は 2Q のみであるが、1Q に対して、2Q, 3Q は負となるものの、4Q は正となっている。つまり、被災前 16 年間の単位年あたりの事業所数を踏まえると、被災後に事業所が減るのは「1Q 特に減少著しかったメッシュ(-10%以下)」ではなく、「2Q やや減少していたメッシュ(-10%から 0%)」であると言える。

浸水有無との交差項として、被災前傾向に関する 6 つのダミーとの交差項の係数を推定した。ここで推定された係数は、被災前傾向ダミーが 1 であった場合に、浸水無と有の事業所数変化にどの程度の違いが生じるか(差分)を示していると言える。変化率を目的としたモデルの a-1 では、被災前減傾向ダミーの係数が有意水準 0.1% で約 -6% となっている。つまり、被災前の期間において事業所数変化が負の場合は、浸水域内において浸水域外よりも 6% 事業所が減っている。

また、a-4 では被災前傾向 2Q ダミーの係数が有意水準 0.1% で約 -7% であり、被災前の傾向において 2Q のグ

表-2 回帰モデルの推定結果 (N=815)

モデル番号	2019-2021 事業所数の変化率を目的としたモデル				2019-2021 事業所数の正負の符号を目的としたモデル			
	a-1	a-2	a-3	a-4	b-1	b-2	b-3	b-4
切片	*-0.01750	*-0.01821	-0.00400	-0.01750	-0.07080	-.008629	-0.01719	-0.07080
浸水有無 (有:1)		***-0.04880	***-0.05043			**-.017925	-0.18585	
浸水有無との交差項								
×被災前減傾向ダミー	***-0.06106				*-0.20717			
×被災前増傾向ダミー	-0.02868				-0.12369			
×被災前傾向 1Q ダミー				-0.02174				-0.10579
×被災前傾向 2Q ダミー				***-0.07439				*-0.24153
×被災前傾向 3Q ダミー				-.003671				-0.15269
×被災前傾向 4Q ダミー				-0.01294				-0.06765
被災前増傾向ダミー		***0.00328				0.07146		
被災前傾向 4 分類								
被災前傾向 2Q ダミー			-.002404				**-.010966	
被災前傾向 3Q ダミー			-0.02465				-0.02803	
被災前傾向 4Q ダミー			0.00119				0.01459	
立地適正化計画区域								
計画区域ダミー	**0.03869	**0.03867	***0.04174	*0.03761	0.08617	0.07658	0.08755	0.08329
居住誘導区域ダミー	*0.02561	*0.02498	**0.03284	**0.02590	0.10606	0.09628	.012325	0.10682
都市機能誘導区域ダミー	0.01970	0.01939	.002895	*0.02135	0.05988	0.06289	0.09885	0.06426

注：p<0.001 ‘\*\*\*’；p<0.01 ‘\*\*’；p<0.05 ‘\*’；p<0.1 ‘.’

ループに属する場合は、浸水域内において 7% 事業所が減っていると言える。正負の符号を目的としたモデルの b-1 では、被災前減傾向ダミーの係数が有意水準 5% で約 -0.20 となっている。つまり、被災前の期間において事業所数変化が負の場合は、浸水域内の場合は事業所が増える確率が 0.2 程度下がる。また、b-4 では被災前傾向 2Q ダミーの係数が有意水準 5% で約 -0.24 となっており、被災前の傾向において 2Q のグループに属する場合は、浸水域内で事業所が増える確率が 0.24 程度下がると言える。a-1, a-4, b-1, b-4 の交差項は有意でない係数もあるが、いずれも負となっており、浸水域において事業所が減る傾向があることがこの結果からも確認できた。

## 7. 考察とまとめ

事業が恒久的あるいは長期的に失われた場合の地域経済への影響を検討するためには、今後、回帰モデルで産業分類別の分析を実施したうえで、各産業の生産額や付加価値額等の統計情報と事業所変化率を掛け合わせた分析をおこなう必要がある。また、2 年という短い期間に

とどまらず、数年単位のデータを見ていく必要がある。しかし、本研究の分析結果により、水害が事業所の立地に及ぼす影響についてはいくつかの示唆が得られた。

まず、浸水域内外の事業所の変化率比較では、浸水域内で事業所数が減少していることが確認された。また、事業所数の変化には、事業所系分類による差が見られた。河野ら<sup>14)</sup>の津波浸水想定公表による産業別企業立地変化の分析によれば、浸水想定地域において、製造業や卸売業などの需要地が広範囲に及ぶ産業は減少する一方で、教育等の近隣に需要地がある産業にはほぼ影響がないことが確認されている。本研究は実際の水害被災地を対象としたものであり、前提となるハザードは異なるものの、長野市の水害被災地において金融・保険、不動産、専門職、宅配・引越・郵便関連の事業所数の減少が顕著であったという結果からは、類似の傾向があるとみられる。これについては、今後、位置情報や事業内容等の詳細を分析をすることで明らかにしたい。

さらに、本研究では、回帰モデルを用いて各地域の都市計画における居住誘導の方針と、被災前の事業所数の増減傾向を調整した上で、浸水が事業所数の変化に及ぼした影響を分析した。先述した浸水域内外の事業所の変

化率比較では、浸水域内の事業所数変化は全体で-3.18%であり、浸水域外に対して約-3%という結果が得られていたのに対し、変化率を目的とした回帰モデル (a-2, a-3) の結果では浸水域内の事業所変化率は、浸水域外に対して約-5%であった。つまり、回帰モデルによって他の要因の影響を調整した結果、浸水域内の事業所数の減少率がさらに大きくなったということになる。居住誘導区域の指定状況や、過去の事業所数変化の傾向が水害による影響を過小評価させていたと考えられる。

また、被災前 16 年間の単位年あたりの事業所数を踏まえると、以前から減少傾向であったメッシュでは、そうでない地域よりもさらに事業所の減少率が大きいことが確認された。ただし、「1Q 特に減少著しかったメッシュ」よりも「2Q やや減少していたメッシュ」の方が減少率は大きかった。この理由として、1Q のメッシュでは被災以外の要因によって被災前に既に十分減少しており被災の影響が相対的に小さかった一方で、2Q のメッシュでは緩やかな減少があったものの被災が決定打になった、といった状況が考えられる。はじめに述べた破産に至った企業に関する先行研究<sup>9)</sup>では、固定効果モデルによって洪水や台風などの水害が倒産に及ぼした影響を推定した結果、地域住民 1 人当たりの被害額が 50 ドルを超える場合に破産への効果が高まるが、時間経過とともに破産率は低くなることから、破産した企業は被災前から破産の危機にあった可能性を示唆している。こうした現象は *Harvesting effect* と呼ばれる。本分析はメッシュ単位の分析のため、こうした現象を明らかにすることは難しいが、背景にこのような効果があった可能性も考えられる。

なお、本研究では被説明変数である被災前の事業所数の増減傾向を「メッシュ内事業所数の傾きの正負」「メッシュ内事業所数の変動の等間隔 4 分類」の二つの変数によって定量化しているが、連続変数を使って表現する方法もあり得る。また、浸水域のデータについてはある程度バッファを設けた範囲を浸水有の地域とみなしているが、境界を見直すとともに、浸水の深さの情報も加えることなどを検討している。今後はこれらのデータを再検討したうえで、本分析結果との差異をふまえてモデルの妥当性を検討する予定である。

## 謝辞

本研究は、国土交通省令和 3 年度河川砂防技術研究開発公募 河川技術・流域管理分野 提案型課題 (流域課題) による助成を受けて実施したものである。

## 参考文献

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局：治水経済調査マニュアル (案), [https://www.mlit.go.jp/river/basic\\_info/seisaku\\_hyouka/gaiyou/hyouka/r204/chisui.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/r204/chisui.pdf), 2022.5 現在。
- 2) Dash, N., Peacock, W.G. and Morrow, B.H. : And the poor get poorer: A neglected Black community, Hurricane Andrew: Ethnicity, Gender and the Sociology of Disasters, pp. 206-225, 1997.
- 3) Watson, M., Xiao, Y., Helgeson, J. and Dillard, M. : Importance of Households in Business Disaster Recovery, *Natural Hazards Review*, Vol. 21, No. 4, 05020008, 2020.
- 4) Khan, M.A.U and Sayem, M.A. : Understanding recovery of small enterprises from natural disaster, *Environmental Hazards*, Vol. 12, No. 3-4, pp. 218-239, 2013.
- 5) Wasileski, G., Rodríguez, H. and Diaz, W. : Business closure and relocation: A comparative analysis of the Loma Prieta earthquake and Hurricane Andrew, *Disasters*, Vol. 35, No. 1, pp. 102-129, 2011.
- 6) Asgary, A., Anjum, M.I and Azimi, N. : Disaster recovery and business continuity after the 2010 flood in Pakistan: Case of small businesses, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol. 2, No. 1, pp. 46-56, 2012.
- 7) Davis, M. and Hansen, M.E. : Disasters, Disaster Aid, and Bankruptcy Filings in the United States, *Natural Hazards Review*, Vol. 22, No. 1, 2021.
- 8) 長野市：長野市災害復興計画〈令和元年東日本台風関連〉, 2020.
- 9) 環境省：地域経済循環分析, <https://www.env.go.jp/policy/circulation/>, 2022.9 現在。
- 10) 土木学会水工学委員会：令和元年台風 19 号豪雨災害調査団報告書 (中部・北陸地区), 土木学会, 222, 2020.
- 11) 河野達仁, 多々納裕一, 牛木賢司, 中園大介, 杉澤文仁：津波浸水想定公表による産業別企業立地変化の把握, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 77, No. 4, pp. 301-315, 2021.

(2022. 9. 30 受付)

## RELOCATION AND CLOSURE OF FIRMS DUE TO TYPHOON HAGIBIS: A CASE STUDY OF NAGANO CITY

Fuko NAKAI, Yoshio KAJITANI, Hirokazu TATANO,  
Junichi YOSHITANI and Eizo HIDESHIMA

This study analyses the relocation and closure of firms by the number of firms before and after Typhoon Hagibis 2019 using Zenrin Building Point Data for 2019 and 2021. The target area is Nagano City, Japan, which was damaged by the Chikuma River flooding caused by the Typhoon Hagibis in 2019. The result

showed that the decreasing rate of flooded areas was more extensive than in other areas. Furthermore, we estimated the regression models, which considered 1) the pre-trend of change rates of the number of firms in each mesh over the 16 years and 2) the designated zoning of the Location Normalization Plan. As a result, the number of firms decreased significantly in the flooded area, and its decreasing rate was more significant in meshes where the pre-trend was "declining".