

差の差分法を用いた土砂災害の発生と警戒区域指定が人口に及ぼす影響分析

—広島県広島市を対象として—

Impact analysis of the occurrence of sediment disaster and designation of its caution areas on population using the difference-in-difference method in Hiroshima City

佐藤徹治研究室 17B2076 高橋 優奈
17B2124 松島 穂敬

1. はじめに

近年、日本では土砂災害が頻発している。国土交通省の集計によると、令和2年の1年間に全国で発生した土砂災害の件数は1316件（令和2年12月22日現在）となっている。これらの土砂災害では、土砂災害特別警戒区域、土砂災害警戒区域などの被害想定区域に指定されている地域においても、人的被害者や家屋被害者が多く確認されている。この要因として、土砂災害リスクに対する認知の低さに起因する被害想定区域内での住宅開発、災害発生時の避難遅れが挙げられる。被害想定区域への指定や実際の被害の発生が経年的な人口変動にどのような影響を与えたかを把握することは、今後の区域指定のあり方や災害リスク認知の向上施策を検討する上で重要と考えられる。

2時点間の社会経済変数の変動が2つの地域群において統計的に有意に異なるかを検証する方法として、差の差分法（DID：difference in differences）がある。DIDを用いて、自然災害や人口誘導施策が人口に及ぼした影響を検証した既往研究としては、寺西（2014）¹⁾、直井ら（2017）²⁾、佐藤ら（2020）³⁾がある。寺西は、「まちなか居住推進事業」が人口に与えた影響を考察している。直井らは南海トラフ地震の被害想定地域の人口移動に与えた影響を考察している。佐藤らは、人口誘導施策を実施している富山市を対象に施策効果を考察している。しかし、土砂災害を対象として、被害想定区域の指定や実際の土砂災害が人口に及ぼした時系列の影響を検証した研究は見当たらない。

以上から本研究では、2014年8月に郊外の住宅地で大規模な土砂災害が発生した広島市を対象に、土砂災害警戒区域の指定、2014年の土砂災害がその後の人口変動に及ぼした影響を検証する。さらに、検証結果を踏まえ、今後の土砂災害リスクの軽減方策についての提案を行う。

2. 土砂災害による人口変動の実態

図-1に、対象地域の土砂災害警戒区域と被災地を示す。図-2に、2014年8月豪雨前後の2010年と2015年の広島市安佐北区の被災地の一部人口（国勢調査の4次メッシュ：500mメッシュベース）を示す。

土砂災害警戒区域に指定されていない地域でも土砂災害の発生が確認され、2010年から2015年にかけて、被災地の一部で人口の減少を確認することができた。



図-1 対象地域の土砂災害警戒区域と被災地

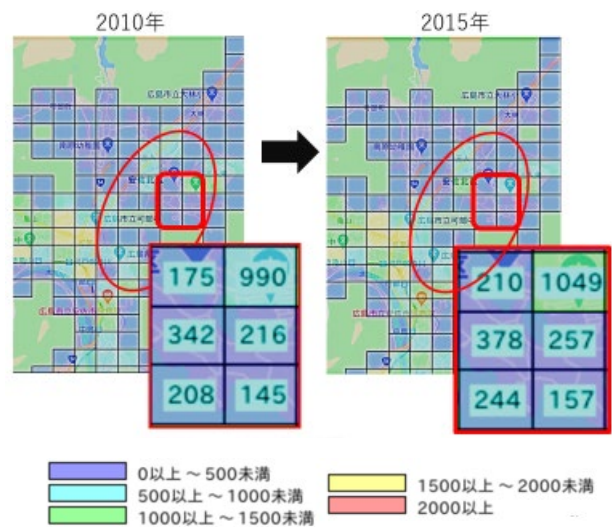


図-2 被災前後の人口変化（広島市安佐北区）

3. 人口に及ぼす影響の検証

3.1 概要

DID-PSMを用いて、平成26年8月豪雨による土砂災害の発生、2013年の土砂災害警戒区域への指定が人口に及ぼした影響の有無を検証する。DID-PSMは、DIDを用いる場合に処置群と類似した対照群を選定することが望ましいため、類似した対照群の選定方法として傾向スコアマッチング（propensity score matching:PSM）を用いるものである。本研究における処置群は、土砂災害の発生地帯、または警戒区域への指定区域である。

$$PS_i = \text{Logit}(Y_i=1|X_i) \quad (1)$$

対照群選定後は、(2)式を推計することで人口変動を推計できる。

$$Pop_{it} = a + \beta_1 D_{it} + \beta_2 A_{it} + \beta_3 D_{it} \cdot A_{it} + \beta_4 X_i + v_{it} \quad (2)$$

Pop_{it} は人口、 D_{it} は処置群であれば1、対照群は0をとるダミーで、 A_{it} は被災前であれば0、被災後は1をとるダミーである。 X_i は対象地の属性であり、 v_{it} は誤差項である。交差項($D_{it} \cdot A_{it}$)の係数 β_3 が土砂災害によって変動する人口である。

3.2 分析対象

対象地域は、広島市安佐北区と安佐南区、佐伯区とする。人口データとしては、国勢調査(2005年、2010年、2015年)の500mメッシュデータを利用する。

3.3 土砂災害の発生の影響分析

傾向スコア(PS_i)について、被害を受けた地域で $Y_i=1$ 、受けない地域では $Y_i=0$ とし、共変量 X_i は平均標高、最低標高、最寄り駅までの直線距離、最小傾斜角度、広島駅までの距離、降水量、用途地域とする。

対照群の選定後は説明変数を人口、広島駅までの距離、生産年齢率、高齢化率、用途地域とし、(2)式を推計した。 $\beta_1 \sim \beta_3$ の推計結果を表-3に示す。

表-3 (2)式の推計結果(土砂災害の発生)

	パラメータ	t 値
β_1	-0.2434	-0.3411
β_2	0.8470	1.2411
β_3	1.3798	1.0825
N	104	
R^2	1.0000	

***:1%有意, **:5%有意, *:10%有意

β_3 は有意に推定されていないため、平成26年8月豪雨による土砂災害の発生は人口に有意に影響を及ぼしていないことが示唆される。

3.4 土砂災害警戒区域の指定の影響分析

傾向スコア(PS_i)について、 $Y_i=1$ を土砂災害警戒区域に入っていたが被害を受けた地域、 $Y_i=0$ を土砂災害警戒区域に入っていたが被害を受けなかった地域とし、共変量 X_i は平均標高、最寄り駅までの直線距離、最小傾斜角度、広島駅までの距離、降水量、用途地域とする。

対照群の選定後は説明変数を人口、最寄り駅までの距離、広島駅までの距離、最低標高、年少人口率、生産年齢率、高齢化率、用途地域とし、(2)式を推計した。 $\beta_1 \sim \beta_3$ の推計結果を表-4に示す。

表-4 (2)式の推計結果(警戒区域への指定)

	パラメータ	t 値
β_1	0.9773	0.8056
β_2	0.2753	0.2229
β_3	0.4675	0.2738
N	440	
R^2	0.9999	

***:1%有意, **:5%有意, *:10%有意

β_3 は有意に推定されていないため、2013年の土砂災害警戒区域への指定は人口に有意に影響を及ぼしていないことが分かる。

4. 土砂災害リスク軽減方策についての提案

土砂災害の発生の影響分析および土砂災害警戒区域の指定の影響分析の推計結果から、土砂災害の被害と土砂災害警戒区域の指定は人口の減少に影響を与えていないことが考えられる。

これらの結果から、今後の土砂災害リスクを軽減させるためには、土砂災害警戒区域における災害リスクの認知向上、適切な避難指示のための施策の検討、あるいはより強い居住規制が必要であると考えられる。

5. おわりに

本研究では、2014年に土砂災害が発生した広島市を対象に、土砂災害の被害や土砂災害警戒区域の指定がその後の人口変動に及ぼした影響を差分の差分(DID)法を用いて検証を行った。検証の結果、土砂災害の被害、土砂災害警戒区域の指定は共に人口変動への影響について有意に推計されなかった。

今後の課題として、本研究では広島市における2014年の土砂災害の人口変動に及ぼした影響の検証のみを行ったが、他の年に発生した土砂災害や、違う地域での土砂災害についても検証を行うことが挙げられる。さらに、DID-PSMでの傾向スコアマッチングにおいて共変量を増やし精度の高い推計を行うことも考えられる。

参考文献

- 1) 直井道生・佐藤慶一・田中陽三・松浦広明・永松伸吾(2017): 南海トラフ巨大地震の被害想定地域における社会移動～DID(差分の差分)法による影響の検証～, ESRI Discussion Paper, No.335
- 2) 寺西宜泰(2014): 地方都市における定住促進・人口誘導政策に関する研究—富山市の「まちなか居住推進事業」を事例として—: 政策大学院大学ホームページ
- 3) 佐藤徹治・原祐樹・名越綾香(2020): 立地適正化計画に基づく居住誘導施策検討の実態と富山市における施策効果の分析, 都市計画論文集, Vol. 55, No. 3, pp. 561-568
- 4) 広島市公式ホームページ (<https://www.city.hiroshima.lg.jp/>)
- 5) 内閣府(防災担当)「平成26年8月20日に発生した広島市土砂災害の概要」(平成26年12月)