

DID-PSM を用いた大規模災害の被害想定公表が 静岡県の人口分布に与えた影響の検証

千葉工業大学 学生会員 ○岩田 麗音 千葉工業大学 非会員 山田 翔太
千葉工業大学 正会員 佐藤 徹治

1. はじめに

南海トラフ地震発生が今後 30 年で発生する確率は 70~80%とされている。内閣府は、2012 年に新たに南海トラフ巨大地震の被害想定を公表した。最大の被害が想定される静岡県では、内閣府の公表以前から独自の被害想定を公表しており、2001 年には第 3 次、2013 年には 2012 年の内閣府の被害想定に基づく第 4 次地震被害想定を公表している。

災害リスクと過去の人口変動との関係を DID-PSM を用いて分析した既往研究としては、2011 年に制定された津波防災地域づくりに関する法律の制定前後の 2010 年と 2015 年の小地域ベースの人口データを利用し、津波浸水想定の有無と人口変化の関係を分析した中居ら (2021) ¹⁾がある。しかし、この研究では、500m 単位での分析や津波以外の災害の被害想定公表の影響分析は行われていない。

本研究では、静岡県の第 3 次・第 4 次地震被害想定（液状化、津波浸水、震度分布、土砂災害）が県内の 500m メッシュ単位での人口分布に与えた長期の影響を分析する。分析手法としては、DID-PSM を用いる。

2. 使用データと分析方法

(1) 使用データ

国勢調査の 2000 年、2005 年、2010 年と 2015 年の静岡県の 500m メッシュ（合計 11,336 メッシュ）の人口データ、静岡県第 3 次・第 4 次地震被害想定（液状化、津波浸水、震度分布および第 4 次被害想定）の土砂災害のデータを使用する。例として、2000 年と比較した 2005 年の人口の増減を図-1 に示す。

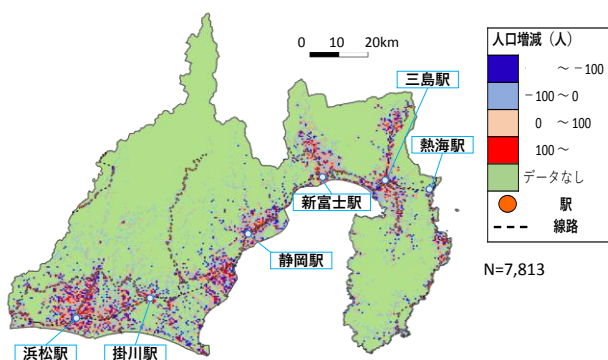


図-1 2000 年と比較した 2005 年の人口の増減

(2) 分析手法

分析には、傾向スコアマッチング（propensity score matching : PSM）と差の差分（differences in differences : DID）法を組み合わせた DID-PSM を用いる。PSM は、傾向スコアを用いて処置群と類似した対照群を選定する方法である。傾向スコアの算定式を(1)式、(2)式に示す。

$$p(z_i = 1|x_i) = \frac{1}{1+\exp(-z_i)} \quad (1)$$

$$z_i = \alpha_1 x_{i1} + \dots + \alpha_j x_{ij} + \beta \quad (2)$$

ここで、 z_i : 被説明変数（処置群：1、処置群以外：0）、 x_i : 説明変数（高齢人口率、年少人口率、世帯数、駅までの距離、正規職員率（正規の職員・従業員数/人口）、長期居住人口率（20 年以上の居住期間の人数/人口）、住居系地域ダミー（第 1 種・第 2 種低層住居専用地域、第 1 種・第 2 種中高層住居専用地域、第 1 種・第 2 種住居地域の面積が 50%以上の場合：1、その他：0））である。

DID は、処置群と対照群を処置前と処置後の 2 時点と比較することで自然増減の影響を小さくし、施策の効果を推定する方法である。(3)式に DID 回帰モデルを示す。

$$Z_{it} = \alpha + \beta_1 D_{it} + \beta_2 A_{it} + \beta_3 D_{it} \cdot A_{it} + \beta X_{it} + v_{it} \quad (3)$$

ここで、 i : 地域、 t : 時期、 Z : 目的変数（人口など）、 D_{it} : 処置群に 1、対照群に 0 をとるダミー変数、 A_{it} : 処置後に 1、処置前に 0 をとるダミー変数、 v : 誤差項、 α , β_1 , β_2 , β_3 : パラメータ、 X : 説明変数の転置ベクトル、 β : 各説明変数のパラメータのベクトルである。

3. 分析結果

(1) PSM

(1)式を用いて傾向スコアを推計するにあたり、まず処置群を、液状化は PL 値が 5 以上、津波浸水は最大浸水度 1m 以上、震度は震度 7 以上とし選定した。次に、処置群と処置群以外の傾向スコアを算出し、統計ソフト「R」のパッケージ「MatchIt」を用いて、キャリパーを 0.1 とする最近傍法により、処置群の各メッシ

キーワード：差の差分法、傾向スコアマッチング、南海トラフ巨大地震、被害想定

連絡先：〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学 創造工学部 都市環境工学科 TEL : 047-478-0278

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

ユとのマッチングを行い、対照群を選定した。例として、2000年から2005年の液状化の選定結果を表-1に示す。表のNは、マッチング前は地域数、マッチング後はデータ数（地域数×2時点分）となっている。

表-1 2000年から2005年の液状化の選定結果

	マッチング前		マッチング後	
	処置群	その他	処置群	対照群
N	1,949	5,864	3,898	3,898
世帯数	226.8	148.6	226.8	212.1
駅までの距離(m)	3,025	4,133	3,025	2,896
年少人口率	0.12	0.10	0.12	0.12
高齢化率	0.29	0.32	0.29	0.30
正規職員率	0.25	0.24	0.25	0.25
居住期間20年以上率	0.34	0.35	0.34	0.35
住居系地域ダミー	0.55	0.34	0.55	0.56

(2) DID

DID回帰モデルの推定は、液状化、津波浸水、震度、土砂災害の各被害想定公表に対して、第3次では2000年を処置前、2005年・2010年・2015年を処置後、第4次では、2010年を処置前、2015年を処置後とし、各年の処置群、対照群のデータを用いて、最小自乗法（OLS）で行った。推定は、想定した全説明変数を用いた推定と非有意な変数を取り除いて推定を繰り返す減少法の2通りで行った。液状化と土砂災害、津波浸水、震度の被害想定公表についての減少法による β_3 （施策効果）の推定結果をそれぞれ表-2、表-3、表-4に示す。表中の1メッシュ当たりの人口は処置群における処置後の人口÷地点数であり平均を表している。人口増加率は処置群における人口増減数÷人口の値であり、処置群の処置前後での増加率である。

表-2 液状化と土砂災害のDID回帰モデル推定結果

被害想定	液状化			土砂災害
	第3次		第4次	
年	2000-2005	2000-2010	2010-2015	2010-2015
β_3 （施策効果）	3.96	-3.87	-8.36	-1.21
5%有意	×	×	○	×
人口(人/メッシュ)	623	615	578	143
人口増加率	0.6%	-0.6%	-1.5%	0.8%

表-3 津波浸水のDID回帰モデル推定結果

被害想定	第3次		第4次
	2000-2005	2000-2010	2010-2015
β_3 （施策効果）	-16.69	-18.81	-19.37
5%有意	×	×	○
人口(人/メッシュ)	505	486	388
人口増加率	-3.3%	-3.9%	-5.0%

表-4 震度のDID回帰モデル推定結果

被害想定	第3次		第4次
	2000-2005	2000-2010	2010-2015
β_3 （施策効果）	0.81	9.11	1.95
5%有意	×	×	×
人口(人/メッシュ)	610	604	565
人口増加率	0.1%	1.5%	0.3%

推定結果より、第3次被害想定公表は、2005年・2010年の人口分布に有意に影響をもたらさなかったこと、第4次被害想定公表は、津波浸水と液状化は人口分布に有意に影響をもたらしたことが、人口分布への影響は津波浸水の方が液状化よりも3倍程度大きいこと、震度、土砂災害の被害想定については公表しても人口分布に影響がなかったことが示唆される。

4. まとめ

本研究では、静岡県を対象に、災害被害想定公表が人口分布にどのような影響を与えたかをDID-PSMを用いて分析した。分析の結果、2001年の第3次各種被害想定公表は少なくとも2010年までの人口分布に有意に影響を与えなかったこと、2013年の第4次の津波浸水、液状化の被害想定公表は人口分布に有意に影響を与えたことが分かった。このため、第4次の津波浸水と液状化の被害想定公表は政策的に有意義であったと言える。ただし、2011年の東日本大震災の影響から人々の津波や液状化に対する警戒心が高くなったことが影響を与えた可能性も考えられる。

今後の課題として、2020年の国勢調査の人口データを用いて、第4次被害想定公表がどのように影響を与えたかを分析し比較することが挙げられる。

参考文献

- 1) 中居楓子，長町侑，秀島栄三（2021）：津波浸水想定区域の指定が人口の社会増減にもたらす処置効果の分析，土木学会研究・講演集（CD-Rom），Vol.63，43-1
- 2) 内閣府南海トラフ巨大地震の被害想定について（http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku_wg/pdf/1_sanko2.pdf）
- 3) 静岡県 地震被害想定（<https://www.pref.shizuoka.jp/bousai/4higaisoutei/index.html>）
- 4) 気象庁 | 南海トラフ地震について（<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/nteq/index.html>）
- 5) 朝日新聞デジタル：南海トラフ地震の被害想定（http://www.asahi.com/special/nankai_trough/）