

## 津波浸水想定区域指定が地域の人口に及ぼした影響の推定：傾向スコアによるアプローチ

名古屋工業大学 学生会員 ○長町 侑  
 名古屋工業大学 正会員 中居 楓子  
 名古屋工業大学 正会員 秀島 栄三

## 1. 背景と目的

2012年以降、津波防災地域づくりに関する法律に基づき、各自治体ではL2相当の津波に対する浸水想定区域が指定された。これにより、人口の空間分布が変化しているとみられる自治体もある。

2005年までに整備された津波浸水想定図と500mメッシュ人口の因果関係を示した研究<sup>1)</sup>では、特に高年層の人口減少への影響が顕著であることが示されている。また、L2相当の津波高とそれ以前に想定されていた津波高の差（引き上げ幅）と市区町村の人口の因果関係を示した研究では、引き上げ幅が社会増減に負の影響を及ぼすことや、DID地区への防災対策機能の集約度がその影響の度合いに関わることが示されている<sup>2)</sup>。以上より、浸水想定と人口の因果関係は概ね認められると言えるが、原因、結果として用いるデータや選択バイアスの補正方法によって推定結果は異なる。本研究では、既往研究では試されていない(1)L2の浸水想定と人口の変量の組み合わせ、(2)傾向スコアによる選択バイアスの補正をおこない、既往の結果と比較する。

## 2. 使用するデータ

結果変数は、国勢調査から小地域単位で2010年、2015年の自然増減を除いた人口データと(1)転入数における増減率を使う。さらに、年齢層別の影響を(2)若年層、(3)中年層、(4)高年層、それらをまとめた(5)全世代に分けて分析する。原因変数には国土数値情報の10mメッシュ浸水想定データを用いる。人口データの空間単位と揃えるため、1か所でも浸水区域を含む小地域（浸水あり）を処置群とし、含まない小地域（浸水なし）を対象群とした。原因と結果の因果関係に影響する共変量は、先行研究を参考に産業やインフラ整備状況の経年データを候補として入手した。そして、人口と共変量の候補による相関係数を求め、各項目において最も絶対値が大きい年次ものを1つ採用した。

## 3. 分析方法

本研究では、浸水ありの小地域において必然的に欠損する「浸水なしの場合の結果」のデータを傾向スコアによる共変量調整によって対照群から補完する。傾向スコアとは、式(1)に示すように、共変量 $\mathbf{x}_i$ を条件づけた時に小地域 $i$ が処置ありに割り当てられる確率 $e_i$ のことである。これは、式(2)に示す共変量の値 $\mathbf{x}_i$ に対する割り当て変数（処置の有無） $z_i$ の回帰モデルによって求める。これにより、複数の共変量を1次元の値として扱うことができる。傾向スコアの近い小地域を処置群と対照群から選び、ペアを作るマッチングにより、欠損データを補完する。

$$e_i = p(z_i = 1 | \mathbf{x}_i) = \frac{1}{1 + \exp(-z_i)} \quad (1)$$

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

## 4. 分析結果

式(2)の回帰モデルの結果を表-1に示す。係数 $\alpha$ の値が正であればその共変量は浸水ありに、負であれば浸水なしに予測するように作用する。また、係数 $\alpha$ の絶対値の大きさのばらつきは、共変量の値の単位が項目によって異なるためである。

回帰モデルをもとに小地域の傾向スコアを求め、マッチングを行い、各ペアの2010年から2015年の人口増減率の差の分布の期待値である平均処置効果を算出した。その結果、平均処置効果は(5)全世代人口で-0.90、(1)転入人口で-0.67であった。平均処置効果が負の値であるということは、浸水区域の指定で人口減少率が指定以前よりも大きくなった、つまり人口のトレンドが減少方向に動いたことを意味する。さらに、世代別人口は、(2)若年層で0.75、(3)中年層で0.16、(4)高年層で-0.89となった。

次に、どのような地域で処置効果が大きかったかを明らかにするため、地域の特徴別に分析した。まず、小地域における浸水面積割合別（図-1）で分析

したところ、40%以上60%未満の地域では人口減少率が縮小した一方で、60%以上80%未満の地域では人口減少率が拡大したことがわかる。また、県別の分析(図-2)では、太平洋沿岸の県で人口減少率が拡大する傾向がみられたが、そのうち神奈川県、大阪府、兵庫県、山口県、沖縄県については平均処置効果が正の値であり、むしろ人口減少率が縮小し、人口が増加、あるいは減少が緩和したことがわかる。

5. おわりに

2005年までの浸水想定の影響を分析した牛木らの結果との類似点として、特に高年層に人口減少のトレンドがみられることがわかった。また、太平洋沿岸の県は比較的処置効果が大きかったが、牛木らの分析には含まれていない太平洋に直接接さない県や、高度な都市機能を有する県では処置効果が小さいことがわかった。小地域の浸水面積割合別では、面積割合による影響の違いはあったが、面積割合の大小による影響の傾向はないことがわかった。

参考文献

- 1) 牛木賢司, 河野達仁, 多々納裕一, 中園大介, 杉澤文仁: 差分の差分分析を用いた津波浸水想定公表による年齢階層別人口分布変化の把握, 土木計画学研究・講演集, Vol. 60, No. 02-03, pp. 1-10, 2019.
- 2) 直井道生, 佐藤慶一, 田中陽三, 松浦広明, 永松伸吾: 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 Series, No. 335, 2017.

表-1 回帰モデルのパラメータ

共変量の項目(年)[単位]	係数 $\alpha$	P 値	
切片 $\beta$	1.229133	$3.55 \times 10^{-207}$	**
農家数(2010)[戸]	-0.011518	$7.46 \times 10^{-63}$	**
DIDの有無(2015)[ダミー]	-0.490517	$2.39 \times 10^{-61}$	**
事務所数(2014)[所]	0.001280	$1.07 \times 10^{-22}$	**
土砂災害警戒区域の有無(2013)[ダミー]	-0.592921	$5.22 \times 10^{-106}$	**
漁港までの距離(2006)[m]	-0.000081	$1.98 \times 10^{-173}$	**
高速道路ICまでの距離(2011)[m]	0.000005	$1.94 \times 10^{-4}$	**
医療施設の数(2014)[軒]	0.022812	$7.90 \times 10^{-5}$	**
避難施設の数(2012)[軒]	0.247953	$2.76 \times 10^{-127}$	**
港湾までの距離(2008)[m]	-0.000170	0	**
学校の数(2013)[校]	-0.079667	$1.05 \times 10^{-3}$	*
バス停までの距離(2010)[m]	0.000031	$1.12 \times 10^{-3}$	*
鉄道駅までの距離(2015)[m]	0.000004	$7.00 \times 10^{-3}$	*

※P値の有意水準, \*\*: 0.001以下, \*: 0.001以下

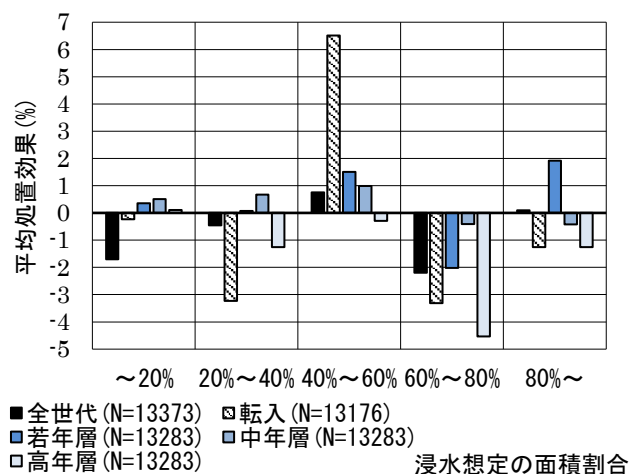


図-1 浸水想定面積割合別の平均処置効果

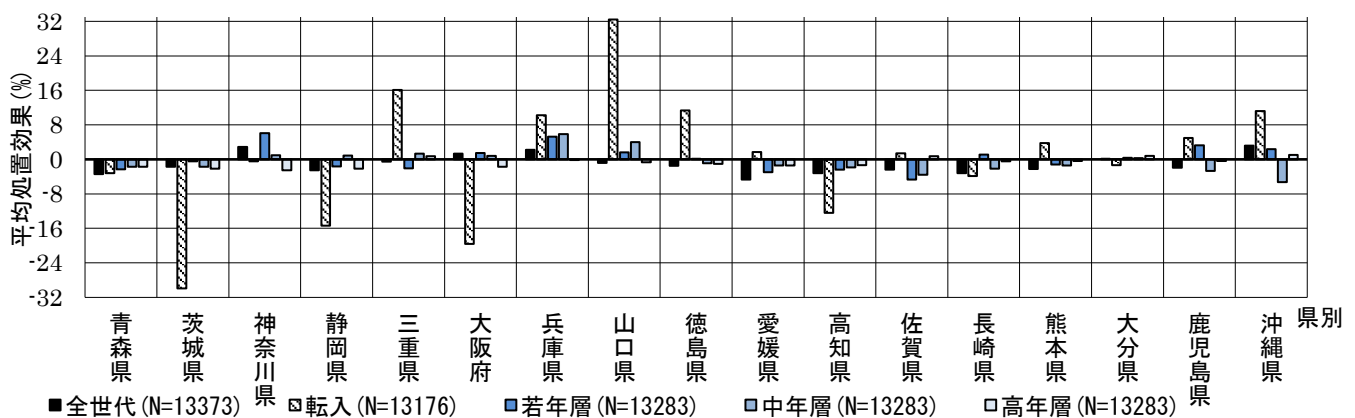


図-2 県別の平均処置効果