



New ESRI Working Paper No.45

南海トラフ巨大地震による想定津波高と 市区町村間人口移動の実証分析

直井道生、佐藤慶一、永松伸吾、松浦広明

March 2018



内閣府経済社会総合研究所
Economic and Social Research Institute
Cabinet Office
Tokyo, Japan

New ESRI Working Paper は、すべて研究者個人の責任で執筆されており、内閣府経済社会総合研究所の見解を示すものではありません（問い合わせ先：<https://form.cao.go.jp/esri/opinion-0002.html>）。

新ESRIワーキング・ペーパー・シリーズは、内閣府経済社会総合研究所の研究者および外部研究者によってとりまとめられた研究試論です。学界、研究機関等の関係する方々から幅広くコメントを頂き、今後の研究に役立てることを意図して発表しております。

論文は、すべて研究者個人の責任で執筆されており、内閣府経済社会総合研究所の見解を示すものではありません。

The views expressed in “New ESRI Working Paper” are those of the authors and not those of the Economic and Social Research Institute, the Cabinet Office, or the Government of Japan.

南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析 *

直井道生 †, 佐藤慶一 ‡, 永松伸吾 §, 松浦広明 **

平成 30 年 3 月

要 旨

本稿では、2012 年 8 月に公表された南海トラフ巨大地震による津波高の想定が、市町村間の人口移動に与えた影響を実証的に分析した。分析に当たっては、転出元の市区町村と転出先の市区町村の組み合わせごとに移動人口を捕捉したパネルデータを用いた。その結果、想定津波高の水準や引き上げは、当該自治体からの転出を増加させると同時に、転入を抑制する効果を持つことが明らかになった。こうした傾向は、市区町村固有の観察されない転居要因の存在や、東日本大震災に伴う立地選択の変化などの要因を考慮したとしても、多くの場合頑健に観察される。上記の転出増や転入減は、平均的な人口規模に比べて小さな水準となっており、少なくとも短期的には、人口規模の大きな社会減につながるものではない。ただし、想定津波高の公表に伴う転出増および転入減は、主として若年層で観察されており、より長期的には人口の自然増減を通じて自治体の人口規模に影響を与える可能性がある。また、東海地震に係る地震防災対策強化地域への指定状況によって影響が異なるかを検討したところ、従来から対策地域に指定されていた自治体では、2012 年の想定公表が転出行動におよぼす影響は小さくなるという結果が得られた。このことは、自治体による防災対策事業の優先的な実施や、住民の地震防災意識の向上といった要因が、転出率に対する影響を小さくした可能性を示唆している。

キーワード：南海トラフ巨大地震・想定津波高・地域間人口移動

* 本稿の執筆にあたっては、内閣府経済社会総合研究所の服部高明氏および柄沢祐子氏から、多くの建設的なアドバイスとご助言をいただいた。また、国土交通大学校の田中陽三氏には、分析に用いたデータセットの収集・整備に当たってご助力いただいた。記して御礼申し上げたい。ただし、本稿に含まれる誤りはすべて筆者らに帰するものである。

† 慶應義塾大学経済学部

‡ 専修大学ネットワーク情報学部

§ 関西大学社会安全学部

** 松蔭大学

目次

1	はじめに.....	3
2	南海トラフ巨大地震による想定津波高と地域間人口移動.....	5
3	分析に用いたデータ.....	11
3.1	市区町村別人口移動および転居率.....	11
3.2	南海トラフ地震の想定津波高.....	12
3.3	その他の変数.....	13
4	分析の枠組み.....	15
5	分析結果.....	17
5.1	想定津波高と市区町村間人口移動.....	17
5.2	年齢別転出率を用いた推計結果.....	21
5.3	頑健性のチェック.....	24
6	結論と今後の課題.....	29
7	参考文献.....	30

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

1 はじめに

本稿では、2012年に公表された南海トラフ巨大地震による想定津波高の公表が、市区町村間の人口移動に与えた影響を考察する。南海トラフ沿いを震源域とする地震の被害想定としては、2003年に公表された「東南海・南海地震等に関する専門調査会」による結果が存在した。2012年の想定は、東日本大震災の発生を契機とした今後の地震・津波対策の見直しの一環として、これまでの科学的知見の整理・分析が不可欠であるとの認識のもと、「南海トラフの巨大地震モデル検討会」による検討が行われたものであり、2012年3月に第1次報告が、同年8月に第2次報告が公表されている。

2012年の被害想定は、利用可能な科学的知見に基づき、発生しうる最大クラスの地震・津波を推計することを基本的な考え方としており、その結果として、従来の想定から範囲・規模ともに大幅な見直しがなされている。また、この想定は自治体による「広域的な防災対策の立案、応援規模の想定に活用するための基礎資料」としての役割だけでなく、「防災対策を推進するための国民の理解を深める」ための資料として位置づけられている⁶。なお、2012年8月の想定では、人的被害・建物被害・経済的被害等の推計結果（全国および都道府県別）があわせて公表されているが、市区町村別の推計結果の利用可能性という観点から、本稿ではこうした推計の前提となる津波高の想定に焦点を当てて分析を行う。想定される津波高の推計は、厳密には被害想定には含まれないが、以下では広義の被害想定として、想定津波高や地震動などを含めて被害想定という語を用いている。

自然災害の危険性を把握・周知するための資料としては、本研究で扱う被害想定に加え、地域危険度やハザードマップなどが存在し、それぞれに前提とする状況は異なるものの、いずれも災害の危険性や被害規模についての情報提供を目的としている（直井他, 2017）。住民のリスク認知にバイアスがあったり、被害の規模や広がり不確実であったりする状況下では、こうした情報の公表には大きな社会的意義があるものと考えられる（Lave and Apt, 2006）⁷。中でも、南海トラフ地震のような巨大災害は、発生頻度が極めて低い事象であるため、こうした問題が生じやすい（Chivers and Flores, 2002; Naoi et al., 2009; Gallagher, 2014）。

被害想定やハザードマップの公表が地域住民の防災対策に及ぼす影響を検証することは、こうした資料の位置づけに照らしても、非常に重要な政策的意義がある。地域住民による防災対策としては、避難計画の策定や住居などの耐震化の促進などの対策が重視されてきたが、より根本的な対策として、危険度に応じた居住地の選択がありうる。

こうした観点からは、災害危険度と不動産価格の関連に着目したヘドニックアプローチに

6 中央防災会議（2012）「南海トラフ巨大地震の被害想定について（第一次報告）」

7 Lave and Apt（2006）によれば、ハザードマップや被害想定などの情報に加え、災害保険料率の地域間の差異も、リスク情報の重要な伝達手段であるとされる。実際、Bin et al.（2008）は、米国における洪水保険の料率が不動産価格と有意に関連することを報告している。一方で、わが国の地震保険を考えると、料率が都道府県ごとに設定されている現状では、詳細なリスク情報の伝達手段としての役割を期待することは難しいといえる（Naoi et al., 2010）。

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

基づく分析事例が存在する。背景には、災害危険度に応じた居住地の選択と、その結果としての不動産価格の変化というロジックがある。すなわち、地域の災害危険度に関する情報が入手可能で、移住にコストがかからないような状況では、危険度の高い地域への立地を補償するように、不動産価格が低下することになる。

例えば、Brookshire et al. (1985) は、カリフォルニアにおける地震災害リスクの公表と住宅価格の関係を分析しており、情報の公表後には、リスクの高い地点での住宅取引価格が有意に低下したことを報告している。また、Nakanishi (2016, 2017) は、本研究でも扱う南海トラフ巨大地震に関する被害想定公表と公示地価との関係を検討している⁸。これに加え、洪水リスクの情報開示が不動産価格に及ぼす影響については、近年研究の蓄積が進んでいる (Troy and Romm, 2004; Pope, 2008; Votsis and Perrels, 2016)。

しかしながら、実際には移住のコストの高さなどから、ヘドニックアプローチによる分析が前提とするような仮定は必ずしも満たされていない。そのため、いくつかの先行研究では、立地選択ないしは地域間移動に直接焦点を当てて、災害リスクとの関連を検討している。例えば、Boustan (2012) は、1920年代および1930年代の米国の国勢調査のデータを用いて、過去10年間の自然災害の発生が地域間移動に及ぼす影響を分析し、トルネードの発生地域への人口流入が最大5%ほど抑制されることを明らかにしている。また、Fan and Davlasheridze (2016) は、米国の連邦緊急事態管理局による洪水危険度に関する指標 (special flood hazard areas) を用いて、ハリケーンおよび洪水リスクが立地選択におよぼす影響を検討している。

本研究は、自然災害リスクが地域間移動におよぼす影響を検証しているという点で、上記の研究と近い問題意識を持っているが、以下に挙げるいくつかの特徴がある。第一に、本研究は被害想定開示が地域間移動におよぼす影響を直接的に検証しており、ヘドニックアプローチによる分析と補完的な関係にある。第二に、人口移動を扱った既存研究の多くは、過去の災害発生頻度などをリスク指標として用いているが、実際の災害発生が、労働市場や政府による支援などを通じて地域間人口移動に直接的な影響を及ぼしている可能性は否定できない。これに対して、本研究では被害想定公表というイベントに着目することで、災害危険度に関する情報の入手可能性の変化のみに着目した分析を行っている。また、前述の Fan and Davlasheridze (2016) などでは、クロスセクションでみた災害リスクの地域間の差異が立地選択におよぼす影響を見ているが、災害リスクと相関する観察できない地域特性によるバイアスが懸念される。これに対し、本研究では被害想定公表前後をカバーするパネルデータによる分析を行うことで、観察できない異質性の問題に対処している。第三に、本研究では、転出元と転出先の市区町村ペアごとに移動人口を捕捉したデータを用いており、市区町村別の社会増減を用いた直井他 (2017) による分析を拡張している。

⁸ 地震災害を含む、幅広い自然災害リスク情報を対象としたヘドニック分析の事例としては、佐藤他 (2016) による研究がある。

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

本稿の構成は以下のとおりである。第 2 節では集計されたデータを用いて南海トラフ巨大地震による想定津波高の公表と市区町村別の転出・転入率との関係を概観する。第 3 節および第 4 節では、分析に用いたデータと変数の概要を説明したうえで、実証分析のための推計モデルを提示する。第 5 節では実証分析の結果とその解釈を行う。第 6 節では、結論と今後の課題をまとめる。

2 南海トラフ巨大地震による想定津波高と地域間人口移動

本節では、南海トラフ巨大地震による想定津波高の公表前後での、市区町村別にみた人口移動の動向を確認する。

本節における人口移動の指標としては、2010 年および 2015 年の国勢調査に基づいて集計された市区町村別の転出・転入率を用いる。国勢調査からは、調査時点および 5 年前の常住地（市区町村）の情報が利用可能であるため、過去 5 年間ににおける市区町村別の転出・転入人口を把握することが可能である。市区町村別にみた転出・転入率は、これらの転出・転入人口が、5 年前の当該（転出元／転入先）市区町村の人口に占める割合として定義される。なお、分析期間中の市町村合併を考慮し、集計は全て 2015 年 1 月 1 日時点の行政界を単位としている⁹。この結果、全国 1735 市区町村について、2005～2010 年および 2010～2015 年の転出・転入率が得られる¹⁰。

南海トラフ巨大地震による想定津波高については、2012 年 8 月に公表された「南海トラフの巨大地震による津波高・浸水域等（第二次報告）」に基づいて、市区町村別の想定津波高の情報を利用した¹¹。当該変数の詳細については、第 3 節を参照されたい。ここでの人口移動の指標は、2005～2010 年および 2010～2015 年の転入・転出率であるため、2012 年に公表された被害想定は、後者の期間中の転入・転出率に影響を与えた可能性がある。

表 1 は、全国、南海トラフ地震防災対策推進地域および津波想定地域における人口移動の状況を見たものである。ここでは、地域間人口移動の指標として、市区町村別の転出・転入率に加え、社会増減率を示した。なお、社会増減率は転入率から転出率を差し引いた値として定義される。

集計の対象とした南海トラフ地震防災対策推進地域（以下、対策地域と呼ぶ）は、(1) 想定震度 6 弱以上、(2) 想定津波高が 3m 以上、(3) 過去の地震により大きな被害を受けている、

9 具体的に、2005～2015 年にかけて合併があった市区町村については、すべて 2015 年 1 月 1 日時点での行政界に基づき、合併後の行政界を単位とした集計を行った。

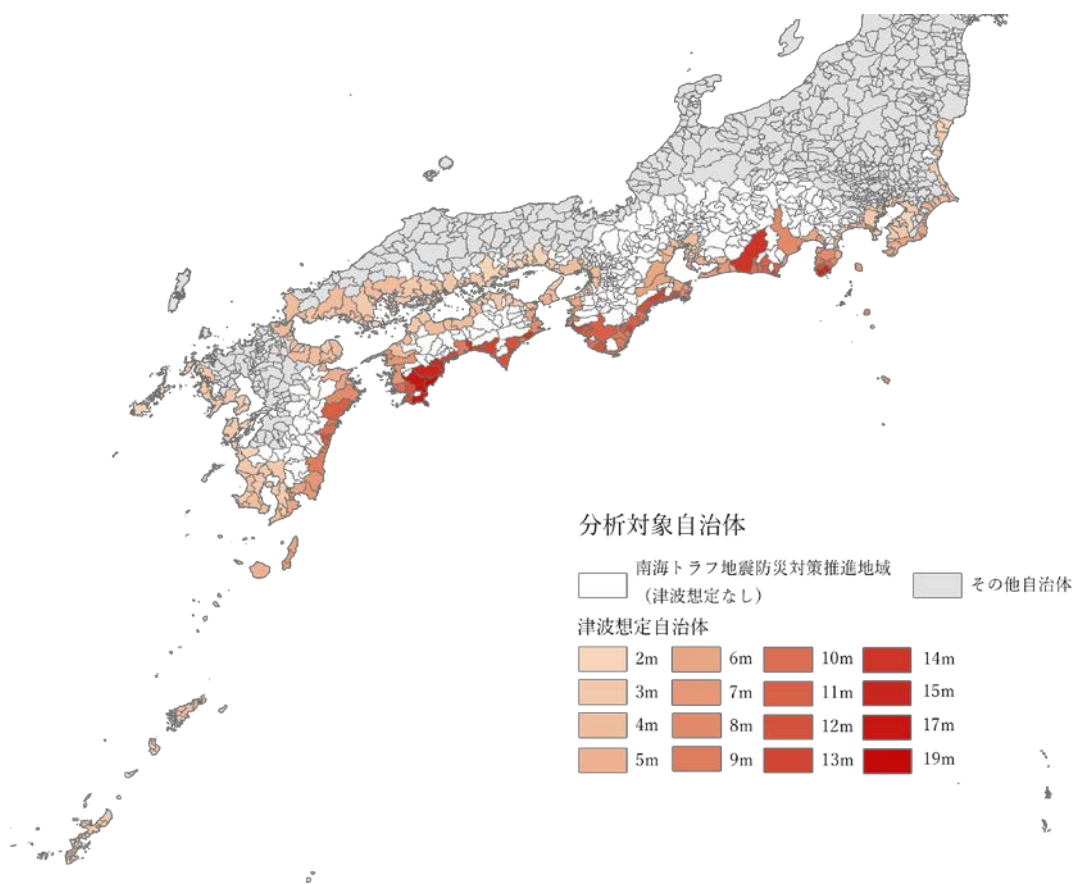
10 東日本大震災の影響で、福島県の 6 町村（富岡町、大熊町、双葉町、浪江町、葛尾村、飯館村）については、2015 年のデータが一部欠損している。そのため、ここではこれらの 6 町村への転入・転出については除外して集計を行っている。

11 第 1 節でも述べた通り、これに先立って 2012 年 3 月には第 1 次報告が公表されている。第 1 次報告は、最小 50m メッシュ単位での震度分布・津波高の推計に基づくものであり、市区町村別の集計結果は公表されていない。これに対し、第 2 次報告ではより詳細な推計（最小 10m メッシュ）が行われており、市区町村別の集計結果も併せて公表されている。

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

(4) 広域防災体制の確保など周辺の自治体との連携が必要とされる、という4つの基準のいずれかを満たす自治体が対象となっており、29都府県の707市区町村が指定されている。一方、津波想定地域（以下、想定地域と呼ぶ）は、前述の津波想定の対象となる（2m以上の津波高が想定される）自治体であり、24都府県の376市区町村が含まれる¹²。なお、想定地域は、津波高が低い一部の自治体を除いて対策地域に含まれる。図1は、対策地域および想定地域を示したものである。

図1：分析対象となる自治体



12 公表された想定津波高の最小値は2mとなっている。

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

表 1：転出率・転入率・社会増減率の水準および変化

	全国			南海トラフ地震 防災対策推進地域			津波想定地域		
	2010年	2015年	変化	2010年	2015年	変化	2010年	2015年	変化
転出率(%)									
全体	10.43	9.50	-0.93	9.75	8.83	-0.92	9.93	9.06	-0.87
20～39歳	21.02	19.05	-1.96	19.81	18.04	-1.78	19.43	17.72	-1.71
40～59歳	7.26	7.88	0.62	6.64	7.21	0.58	7.11	7.71	0.60
60歳以上	3.91	3.54	-0.37	3.64	3.21	-0.43	3.68	3.28	-0.41
転入率(%)									
全体	10.43	9.50	-0.93	9.76	8.77	-0.99	10.05	8.95	-1.10
20～39歳	21.02	19.05	-1.96	19.86	17.85	-2.01	20.19	18.04	-2.14
40～59歳	7.26	7.88	0.62	6.63	7.18	0.55	7.18	7.56	0.38
60歳以上	3.91	3.54	-0.37	3.68	3.24	-0.44	3.61	3.15	-0.46
社会増減率(%)									
全体	0.00	0.00	0.00	0.01	-0.06	-0.07	0.12	-0.12	-0.23
20～39歳	0.00	0.00	0.00	0.05	-0.19	-0.24	0.76	0.33	-0.43
40～59歳	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.03	-0.02	0.07	-0.15	-0.22
60歳以上	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	-0.01	-0.08	-0.12	-0.05
サンプルサイズ	1735			707			376		

注：2015年については、福島県の6町村（富岡町、大熊町、双葉町、浪江町、葛尾村、飯館村）のデータが欠損しているため、いずれの年度についてもこれらの町村に関連する転入出は除外して集計を行っている。転出率・転入率は、5年間の転出・転入者総数が5年前時点の人口に占める割合、社会増減率は転入率から転出率を差し引いた値として定義している。

表 1 の全国 の値をみると、全体でみた転出・転入率は近年低下傾向にあることが分かる¹³。これと比べ、津波被害が想定されない内陸自治体を含む対策地域では、転出・転入率の変化ともに全国とほぼ同様の水準となっている。一方で、津波高の想定地域における転出率の低下幅は小さく、転入率の低下幅は全国と比べて大きくなっていることが分かる。特に、転入率の低下については、全国と比較した場合の乖離が大きく、被害想定公表後（2010～2015年）に想定地域への転入が減少した可能性を示唆している。

年齢別にみると、20～39歳では、全国と比較して対策地域および想定地域における転出率の減少幅は小さく、転入率の減少幅は大きくなっている傾向がみられる。したがって、全国と比較した場合、被害想定公表によって、これらの地域では若年層の転出は相対的に増加し、転入は相対的に減少した可能性がある。40～59歳の転出・転入率をみると、全国ではいずれも近年増加傾向にある。一方で、対策地域および想定地域では、転出率の推移に全国と大きな乖離は見られないが、転入率の上昇は全国と比べて相対的に低水準になっている。60歳以上については、20～39歳と似た傾向は示すものの、全体的な乖離の程度は小さく、対策地域・想定地域ともに、転出・転入率の変化は全国とほぼ同様の水準となっている。

社会増減率の変化をみると、対策地域および想定地域では、いずれのケースでも近年減少していることが分かる。また、公表前後の水準をみると、多くのケースで被害想定公表前には

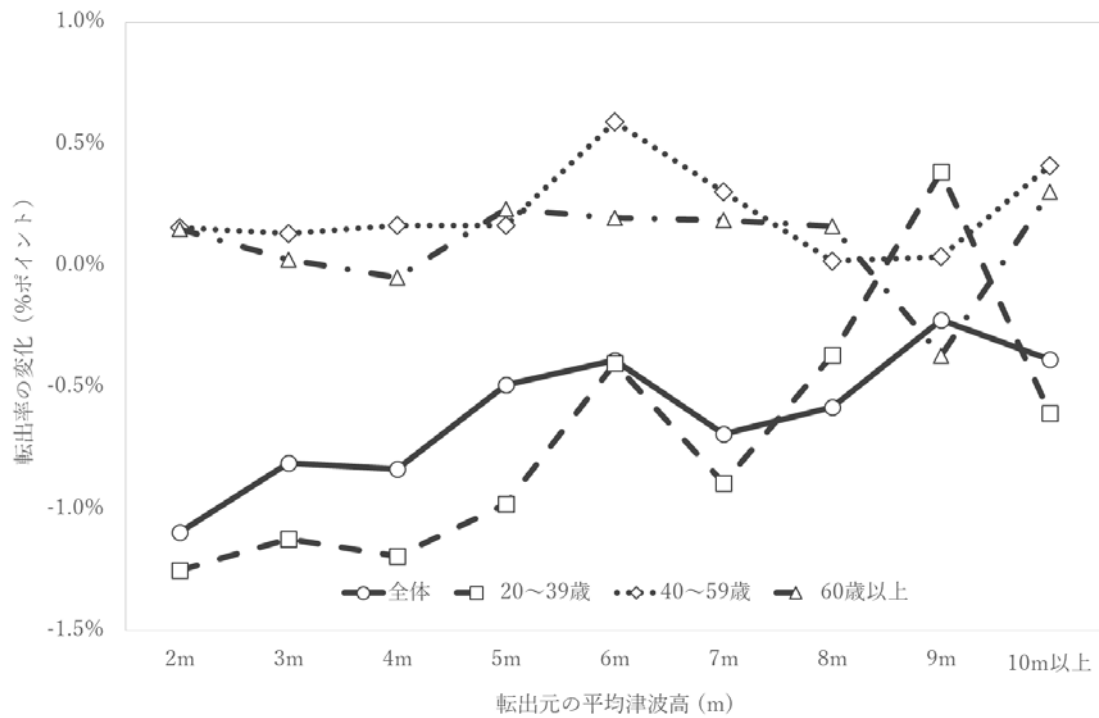
13 全国を対象とした集計については、定義上転出率と転入率は同一の値を取る。

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

社会増であったものが、公表後には社会減に転じており、被害想定が当該地域における社会増減になんらかの影響を与えた可能性が示唆される。さらに、社会増減率の低下の幅は、若年層ほど大きくなっていることもわかる。

図2および3は、対象を津波高の想定地域に限定し、公表された想定津波高の水準と転出・転入率の関係を見たものである。いずれも、グラフの縦軸は転出・転入率の変化(2010~2015年の転出・転入率と2005~2010年の転出・転入率の差)となっている。

図2：公表された平均津波高と転出率の変化



「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

図 3：公表された平均津波高と転入率の変化

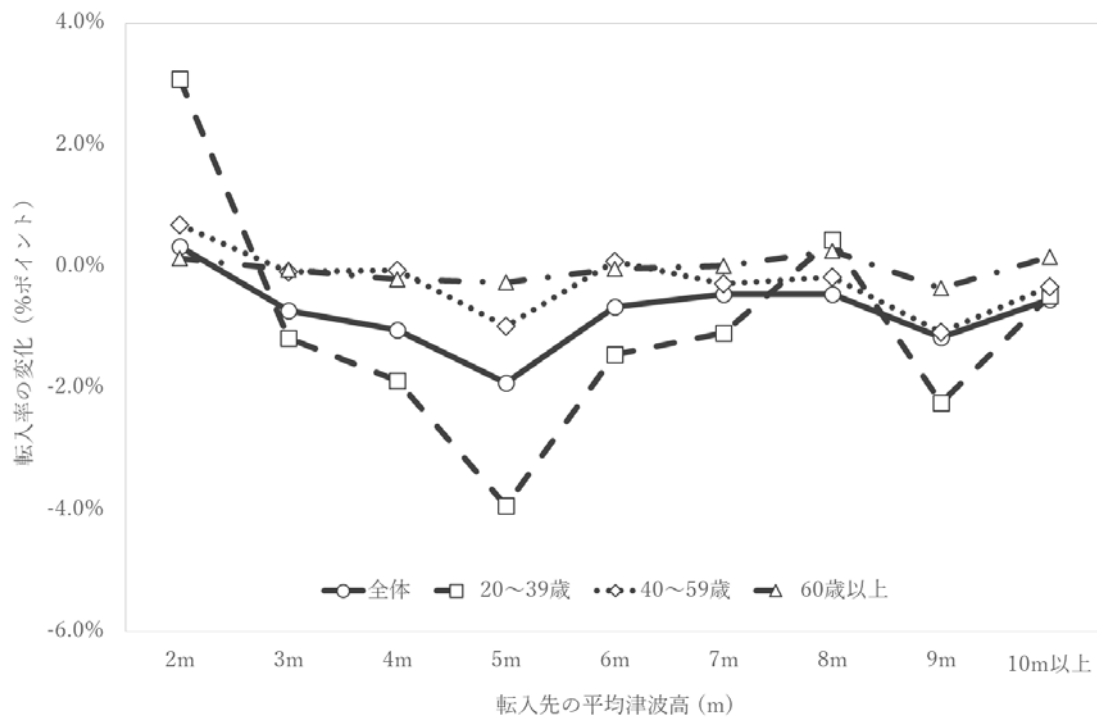


図 2 からは、2012 年に公表された想定津波高が高い自治体ほど、全体の転出率が上昇する傾向がみられる。一方、図 3 によると転入率については明確な傾向はみられない。このことは、2012 年に公表された想定によって、高い津波高が想定される地域からの転出傾向が強まった可能性を示唆している。

年齢別にみると、20~39 歳では、平均津波高が高い自治体ほど転出率が上昇し（図 2）、転入率が低下する（図 3）傾向がみられる。一方で、40 歳以上の転出・転入率をみると、いずれの指標も平均津波高との間に明確な関係は見られない。

津波想定地域からの転出が、広い意味での防災行動を意図しているとするならば、想定公表後には、津波による被災リスクが小さい地域が転出先として選択される可能性がある。これを検討するために、表 2 では、津波被災リスクにかかわる指標を、転出元と転出先の自治体で比較している。比較に当たっては、想定津波高の水準および当該自治体が沿岸部に位置しているか否かの指標を用いた。また、転出先の選択行動の変化をとらえる目的で、転出元と転出先市区町村間の距離についても集計を行っている。転出先における各指標の値は、2010 年および 2015 年の各調査時点における（転出先の市区町村別にみた）過去 5 年間の移動人口をウェイトとした加重平均である。また、表 2 の上段は転出元として南海トラフ地震防災対策推進地域に指定されている自治体を、下段は 2012 年の被害想定で想定津波高が出されている自治体を対象とした集計結果である。

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

表 2：転出元および転出先の属性

転出元	転出先												
	全体			20～39歳			40～59歳			60歳以上			
	2010年	2015年	変化	2010年	2015年	変化	2010年	2015年	変化	2010年	2015年	変化	
(a) 南海トラフ地震防災対策推進地域													
平均津波高(m)	2.74	2.09	2.07	-0.02	2.08	2.06	-0.02	2.11	2.06	-0.04	2.16	2.15	-0.01
沿岸自治体の割合(%)	60.03	52.53	52.42	-0.11	52.26	52.24	-0.02	54.25	53.81	-0.44	51.22	51.08	-0.15
自治体間の距離(km)	—	146.0	147.6	1.5	143.1	144.3	1.2	161.4	162.7	1.3	119.2	119.6	0.5
(b) 津波想定地域													
平均津波高(m)	4.07	2.24	2.20	-0.03	2.21	2.18	-0.04	2.23	2.18	-0.06	2.35	2.35	0.00
沿岸自治体の割合(%)	99.34	60.93	60.43	-0.50	60.15	59.76	-0.39	62.46	61.40	-1.06	60.55	60.53	-0.02
自治体間の距離(km)	—	172.4	174.7	2.4	168.5	169.8	1.3	186.9	189.3	2.4	141.6	145.2	3.6

注：上段は南海トラフ地震防災対策推進地域（707自治体）、下段は津波想定地域（2012年公表の想定津波高が2m以上の376自治体）の集計結果。値は転出者数で加重した平均値。

上段の集計結果をみると、転出先の自治体における想定津波高の水準は、2005～2010年および2010～2015年のいずれの期間をみても、転出元の自治体（2.74m）よりも低くなっている。ただし、この集計は南海トラフ地震の被害想定地域を転出元としたものであるため、仮にリスク回避を意図した転出行動が行われていなかったとしても、転出先として域外の自治体を選択されることで、想定津波高の水準は低くなることが予想される。

ここでは、想定津波高の公表による影響を検討するために、2010年から2015年にかけての指標の変化に着目する。その結果、転出先の平均津波高は、2010年と比べて2015年では低下する傾向がみられた。これは前述の仮説と整合的ではあるものの、変化は非常に小さく、少なくとも想定津波高の平均値で見ると、被害想定公表によって転出先自治体の選択が大きく変わっているとはいえない。こうした傾向は、年齢別の集計結果でも同様であり、転出先の平均津波高はいずれのケースでも低下しているものの、変化の幅は大きくない。ただし、ここで見ている想定津波高の指標は、市区町村別の平均値であり、転出先の市区町村内で相対的に被災リスクの低い立地が選択されている可能性は排除できない。また、利用可能なデータの制約上、市区町村をまたいだ転出のみが集計の対象となっており、同一市区町村内においてより被災リスクが低い地点への移動が生じている可能性がある点にも留意する必要がある。

これに対し、沿岸自治体への転出に関しては、より明確に減少する傾向がみられる。津波想定地域からの転出についてみると、2010年から2015年にかけて、転出先が沿岸自治体である割合は約0.5%ポイント低下する。この傾向は、主として20～39歳および40～59歳の転出について観察されており、40～59歳の転出については、転出先が沿岸自治体である割合が約1%ポイント低下していることが分かる。一方で、60歳以上の転出者を見ると、両期間における変化はより小さく、被害想定公表前後での転出先の選択にはほとんど変化が見られないことが分かる。この結果は、年齢別にみた転出・転入率の推移に関する前述の結果とも整合的である。また、転出先の自治体までの距離をみると、2015年の転出の方が、平均的にみてより遠くの自治体を選択している傾向がある。

3 分析に用いたデータ

3.1 市区町村別人口移動および転居率

本研究では、南海トラフ地震による津波高の想定が居住地移動に与える影響を分析するために、市区町村間の人口移動に関するデータセットを構築した。分析のもとになる資料は2010年および2015年に実施された国勢調査である。国勢調査からは、調査時点（各年10月1日時点）における常住地（市区町村）の情報に加え、5年前の常住地の情報が利用可能であり、両者を組み合わせることで、過去5年間の居住地の移動を市区町村単位でとらえることが可能になる。具体的には、5年前の常住市区町村（転出元）と調査時点での常住市区町村（転出先）のクロス集計に基づき、転出先の市区町村ごとに転出人口を求めた。いま、国勢調査の調査時点を t 、転出元の市区町村を i 、転出先の市区町村を j で表すことになると、市区町村 i から市区町村 j への転出率 y_{ijt} は

$$y_{ijt} = \frac{M_{ijt}}{N_{i,t-5}} \quad (1)$$

と定義される。ここで、 M_{ijt} は $t-5$ 年から t 年の5年間に市区町村 i から市区町村 j に常住地が変化した人口（転出人口）であり、 $N_{i,t-5}$ は $t-5$ 年時点における転出元（市区町村 i ）の人口である¹⁴。分析に当たっては、移動人口および市区町村人口を年齢別に定義した指標も用いた。年齢階級に関しては20～39歳、40～59歳、60歳以上の3区分とした。なお、移動人口は各調査時点における年齢をベースとして計算されているため、分母に当たる $t-5$ 年時点における年齢別人口に関しては、対応する形で15～34歳、35～54歳、55歳以上の値を用いた。

以下では、(1)式によって定義された、転出元と転出先のペアごとに定義される指標を、単に転出率と呼ぶこととする。また、以下では特に断りのない限り、2010年の転出率は2005～2010年にかけての5年間の転出率、2015年の転出率は2010～2015年にかけての5年間の転出率を示すものとする。直近の南海トラフ地震による想定津波高は、2012年8月に公表されているため、2010年の転出率は想定公表前、2015年の転出率は想定公表後の期間を含む値となる。

なお、分析対象期間である2005年から2015年にかけて合併が生じた市区町村については、2015年1月1日時点の行政界を基準とした集計を行った。また、政令指定市の区については、個別の区についての情報が一部利用できなかったため、全て市単位で集計して分析に用いている¹⁵。この結果、転出元および転出先として、それぞれ1741市区町村をカバーするデータが利用可能となる。過去5年間に常住地の移動が生じた市区町村の組み合わせに限

14 2005年時点における市区町村人口については、2005年の国勢調査人口を用いた。

15 一方で、東京都の特別区については各区が個別の観測単位となっている。

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

定すると、2010年については633,020、2015年については610,798の観測値が得られる。

3.2 南海トラフ地震の想定津波高

南海トラフ巨大地震による想定津波高については、2012年8月に公表された「南海トラフの巨大地震による津波高・浸水域等（第二次報告）」に基づく、市区町村別の推計結果を利用した。この報告では、大すべり域及び超大すべり域が1か所の場合を基本的な検討ケース（計5ケース）とし、その他派生的な検討ケースとして計6ケースを加えた合計11ケースのそれぞれについて、10mメッシュ単位で津波高等を試算している。

本研究では、メッシュ単位で試算された津波高の情報をもとに、以下の2つの市区町村別の想定津波高の指標を利用した。

- (1) 想定津波高の平均値（平均津波高）
- (2) 想定津波高の最大値（最大津波高）

(1)は、検討された11のケース別に市区町村内のメッシュの平均値を計算し、そのうち最も高いものを市区町村別の想定津波高の指標としたものである¹⁶。(2)は、全てのケースのメッシュ単位での想定津波高のうち、各市区町村内での最大値を指標としたものである¹⁷。市区町村内でのメッシュ単位での想定津波高には、局所的な地形の影響が含まれており、その最大値は必ずしも各市区町村における平均的な状況を反映したものではない。ただし、2003年に公表された東南海・南海地震による想定津波高の推計では、これと同様の方法で行った市区町村単位での推計結果が公表されているため、従前の想定からの変化が人口移動に与えた影響を検討する目的で、最大津波高の変化についても指標として用いることとした¹⁸。

表3は、平均津波高の水準および最大津波高の変化について、市区町村単位での分布を示したものである。

16 http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku/pdf/1_3.pdf

17 http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku/pdf/1_2.pdf

18 なお、2003年に公表された想定では、平均津波高に関する試算は行われていない。

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

表 3：想定される平均津波高の水準および最大津波高の変化

平均津波高 (m)	全サンプル		南海トラフ地震 防災対策推進地域		最大津波高の 変化 (m)	全サンプル		南海トラフ地震 防災対策推進地域	
	市区町村数	割合 (%)	市区町村数	割合 (%)		市区町村数	割合 (%)	市区町村数	割合 (%)
想定なし (0m)	1,365	(78.40)	384	(54.31)	引き上げなし	1,402	(80.52)	419	(59.27)
2m	42	(2.41)	14	(1.98)	1m	79	(4.54)	63	(8.91)
3m	117	(6.72)	92	(13.01)	2m	46	(2.64)	44	(6.22)
4m	75	(4.31)	75	(10.61)	3m	56	(3.22)	27	(3.82)
5m	23	(1.32)	23	(3.25)	4m	48	(2.76)	44	(6.22)
6m	22	(1.26)	22	(3.11)	5m	16	(0.92)	16	(2.26)
7m	17	(0.98)	17	(2.40)	6m	17	(0.98)	17	(2.40)
8m	15	(0.86)	15	(2.12)	7m	14	(0.80)	14	(1.98)
9m	12	(0.69)	12	(1.70)	8m	12	(0.69)	12	(1.70)
10m	10	(0.57)	10	(1.41)	9m	11	(0.63)	11	(1.56)
11m	9	(0.52)	9	(1.27)	10m	13	(0.75)	13	(1.84)
12m	10	(0.57)	10	(1.41)	11~13m	11	(0.63)	11	(1.56)
13m	11	(0.63)	11	(1.56)	14m以上	16	(0.92)	16	(2.25)
14m以上	13	(0.75)	13	(1.84)	サンプルサイズ	1,741		707	

注：「最大津波高の変化」は、2003年に公表された値からの引き上げ幅。引き上げ幅がマイナス（1m引き下げ）の6自治体は「引き上げなし」に含めている。

これによれば、全国 1,741 市区町村のうち、津波高の想定自治体は 376 自治体となっている。南海トラフ地震防災対策推進地域（707 市区町村）に限定すると、想定自治体は 323 自治体となっており、ほとんどの想定自治体は対策地域に含まれる。なお、対策地域に含まれない想定自治体における平均津波高は 2m（28 自治体）ないしは 3m（25 自治体）のいずれかであった。また、平均津波高が 14m 以上となる自治体のうち、最大は 19m であった。

一方、最大津波高の変化をみると、想定が引き上げられた自治体は全国で 339 自治体であり、最大は 25m であった。想定自治体（全国 376 自治体）の内訳をみると、339 自治体が 1m 以上の引き上げ、31 自治体が従前の 2003 年の想定からの変化なし、6 自治体が引き下げ¹⁹となっており、ほとんどで想定引き上げがあったことが分かる。

3.3 その他の変数

上記の各変数に加え、市区町村間の人口移動に影響を与える要因として、政府機関等で公表されている各種データを利用することとした。収集した市区町村単位のデータ一覧は表 4 のとおりである。

19 引き下げのあった自治体については、いずれも 1m の引き下げにとどまっている。

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

表 4：収集したデータ一覧

データ	変数の概要	出典
[1] 移動人口	転出元／転出先市区町村ごとに計測された過去5年間の移動人口。総数および年齢階級（20～39歳、40～59歳、60歳以上）別。	国勢調査（総務省）による「移動人口の男女・年齢等集計結果」（平成27年および平成22年）
[2] 人口	市区町村別人口。総数および年齢階級（15～34歳、35～54歳、55歳以上）別。	国勢調査（総務省）による「人口等基本集計結果」（平成17年および平成22年）
[3] 想定津波高	市区町村別の想定津波高の平均値（2012年公表値）および最大値（2003年および2012年公表値）。	「南海トラフの巨大地震による津波高・浸水域等（第二次報告）及び被害想定（第一次報告）」（内閣府）の『資料1-2 都府県別市区町村別最大津波高一覧表＜満潮位＞』、『資料1-3 市区町村別平均津波高一覧表＜満潮位＞』
[4] 課税対象所得額	市区町村別の課税対象所得（納税義務者1人当たり、万円）（2005年および2010年）	「地域別統計データベース」（e-Stat）の『課税対象所得』および「市区町村税課税状況等の調」（総務省）
[5] 人口密度	国勢調査人口を市区町村面積で除したものの（2005年および2010年、人/km ² ）	[2]の国勢調査人口および「国土数値情報」（国土交通省）の『行政区域』を基に筆者作成
[6] 年齢別人口構成比	年齢別の国勢調査人口（10歳階級別）が市区町村の総人口に占める割合（2005年および2010年）	[2]の年齢別国勢調査人口より作成
[7] 同一市区町村内 就業者割合	自市区町村で従業している就業者の割合（2005年および2010年）	国勢調査（総務省）による「就業状態等基本集計結果」（平成17年および平成22年）
[8] 持ち家率	持ち家世帯率。住宅の所有の関係が持ち家である主世帯の割合。（2010年）	国勢調査（総務省）による「人口等基本集計結果」（平成22年）より作成
[9] 東海地震に係る 防災対策強化地域	東海地震に係る地震防災対策強化地域	「東海地震に係る地震防災対策強化地域」（内閣府）の『市区町村一覧』

具体的には、前節までに取り上げた人口移動および想定津波高に関する変数に加え、以下の変数を分析に用いた。まず、市区町村間の人口移動に影響を与える要因としては、転出元および転出先の所得水準、人口規模、人口密度、年齢別人口構成、就業先に関する各要因を考慮した。

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

転出元および転出先における平均的な所得水準を代理する指標としては、納税者一人当たりの課税対象所得額を用いた。フローの人口移動を分析した多くの先行研究では、転出元および転出先の人口規模および人口密度がその規定要因として用いられることが多く、本研究でもそれに倣って市区町村単位での人口規模および人口密度を利用した。また、一般に個人の移動性向は年齢に依存するため、年齢別の人口構成の影響を統御する目的で、当該自治体における年齢階級別の人口構成比（10歳階級）を考慮する。就業先に関する要因としては、従業地が現在住んでいる市区町村と同一の市区町村であるような就業者の割合（同一市区町村内就業者割合）を用いた。これらの各変数については、いずれも過去5年間の転出率を計算の基準時点となる $t-5$ 年時点における値を用いた。

上記に加え、市区町村単位での異質性を考慮するために、持ち家率および東海地震に係る防災対策強化地域の指定状況に関する変数を用意した。前者の持ち家率は、居住地の移動に関する費用の多寡および持家・借家世帯の選好の異質性をとらえるために、市区町村単位での持ち家世帯率を集計したものである。当該変数については、データの利用可能性から2010年時点の値を用いた。また、東海地震に係る防災対策強化地域の指定状況に関しては、南海トラフ地震の対象地域における過去の防災対策の実施状況を計測するための指標として、内閣府による公表結果を用いている²⁰。この指定は、大規模地震対策特別措置法に基づくもので、対象自治体は地震防災応急対策に関する各種計画の作成が求められる。同時に、地震財特法に基づき、消防施設・社会福祉施設・公立小中学校などを対象とした防災対策事業に対する国庫補助率の嵩上げ対象となる。以下では、各自治体を指定対象外（1,584自治体）、1979年指定（96自治体）、2002年指定（61自治体）の3グループに分類したカテゴリ変数を用意し、分析に用いることとした。これらの変数については、適宜サンプルを分割して分析を行うために利用している。

4 分析の枠組み

前述の通り、本研究で扱う人口移動の指標は、市区町村のペアごとに見た転出率である。いま、 i を転出元の市区町村、 j を転出先の市区町村、 t を時間に関するインデックスとすると、ベースになる回帰分析のモデルは(2)式で示される。

$$\ln(y_{ijt}) = \beta_0(d_t \times h_i) + \beta_1(d_t \times h_j) + x'_{i,t-5}\gamma_0 + x'_{j,t-5}\gamma_1 + z'_{ij}\theta + u_{ijt} \quad (2)$$

(2)式の被説明変数は、市区町村 i から市区町村 j への過去5年間の転出率の対数値であり、分析に用いるデータセットには2010年および2015年の計測値が含まれる。

ここでの分析の焦点となる変数は、右辺の $(d_t \times h_i)$ および $(d_t \times h_j)$ である。ここで、 d_t を被害想定公表後の2015年の観測値を表すダミー変数であり、 h_i および h_j は2012年に

20 http://www.bousai.go.jp/jishin/tokai/pdf/toukai_ichiran.pdf

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

公表された転出元および転出先市区町村における想定津波高の指標である。各交差項は、被害想定公表前（2010年）にはゼロ、公表後（2015年）には実際の想定津波高の値を取ることになる。いま、2012年に公表された津波高に関する想定は、公表前の転出行動（2005～2010年）には影響を与えないと考えられるので、これらの変数によって、それぞれ転出元と転出先の想定津波高が、市区町村 ij 間の転出率に与える影響を捕捉することができる。以下の分析では、想定津波高の指標として、市町村別の想定津波高の平均および最大津波高の2003年公表値からの変化をそれぞれ用いた。

上記に加え、(2)式の推計に当たっては、市区町村間移動に影響を及ぼす要因として、転出元および転出先の市区町村の属性を説明変数に加えた ($x_{i,t-5}$ および $x_{j,t-5}$)。具体的には、南瀬義務者一人当たり課税対象所得額、人口規模、人口密度、年齢階級別人口構成比（10歳階級別）、同一市区町村内就業者比率の各変数を用いた。さらに、市区町村間の距離が転出先の選択に与える影響を考慮するために、 ij 間の重心距離（3次項まで）を説明変数に加えた (z_{ij})。

(2)式に基づいて、転出元と転出先の想定津波高が転出行動に及ぼす影響を把握するためには、いくつかの前提が満たされる必要がある²¹。まず、省略変数としての観測できない自治体固有の要因が存在する場合、結果にバイアスが生じる可能性がある。いま、津波高の想定対象となる自治体固有の観測できない要因が転出率に影響を与えており、同時にこの要因が想定される津波高とも相関する場合、これを考慮しない分析における想定津波高と転出率の関係は、必ずしも因果関係を意味しない。以下の分析では、パネルデータの特徴を生かして、固定効果モデルによる定式化を採用した。具体的には、(2)式の誤差項 u_{ijt} を、以下のように定式化する。

$$u_{ijt} = \eta_i + \xi_j + \phi_t + \varepsilon_{ijt} \quad (3)$$

ここで、 η_i は転出元固有の観測されない要因を、 ξ_j は転出先固有の観測されない要因を表す。これによって、観測されない自治体固有の要因のうち、時間を通じて変化しないものについては、その影響を適切に取り除くことができる。また、転出率の時系列的なトレンドによる影響を取り除くため、年度固有の効果 ϕ_t も考慮した。

(3)式の特定化を採用してもなお、転出行動に影響を及ぼす観測できない要因が、時間を通じて変化するのであれば、これによるバイアスは排除できない。ここでは特に、被害想定公表に先立って発生した東日本大震災による転出・転入行動の変化が懸念される。具体的には、東日本大震災における津波被害の報道などを通じて、沿岸部の自治体を避けるような転

²¹ ここでの議論に加え、(2)式の特定化のもとでは、移動人口が実際に観測される市区町村の組み合わせ ($y_{ijt} \neq 0$) のみを用いて分析を行うことになるため、サンプルセレクションによるバイアスの可能性もある。また、典型的な gravity model の枠組みにおいて、誤差項の不均一分散が存在する場合、(2)式に対応する、対数線形モデルによる定式化はバイアスを持つ可能性がある。これらの問題点に関する詳細と、代替的な分析の枠組みに関しては Santos Silva and Tenreyro (2006) を参照されたい。

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

出・転入行動が生じている可能性がある。この場合、仮に想定津波高が転出・転入には影響を与えていなかったとしても、見かけ上、想定対象である沿岸自治体からの転出は増加し、こうした自治体への転入が減少することになる。

この問題に対処するため、以下の分析では、内陸自治体を含む南海トラフ地震の対策地域を転出元とする分析に加え、津波高の想定対象となる沿岸自治体のみを転出元もしくは転出先とする分析を合わせて行うこととする。具体的には、以下の2つのパターンでサンプルを限定して分析を行った。

第1に、被害想定地域からの転出行動を分析するために、転出元の市区町村を南海トラフ地震の対策地域もしくは津波想定地域に限定した分析を行った。転出元として、南海トラフ地震の対策地域を用いた分析では、津波に関する想定の出されていない（平均津波高の水準および最大津波高の変化がゼロ）自治体が含まれる。そのため、 β_0 は被害想定の有無を含む想定津波高の効果を測っていることになる。ただし、前述の通り、東日本大震災の発生による沿岸自治体からの転出増が問題になる場合、 β_0 は想定津波高の影響を過大に見積もる可能性がある。一方で、転出元として津波想定地域の自治体を用いた分析では、沿岸部の自治体に限定して、想定津波高の水準の違いが転出行動に与える効果を測っていることになる²²。そのため、もし東日本大震災の影響が、（内陸自治体と比較した）沿岸自治体における平均的な転出増によるものだったとすれば、沿岸自治体に転出元を限定することで、その影響を排除することができる。いずれの場合においても、公表された想定津波高が高い自治体からの転出が増加したのであれば、 β_0 は正の値を取るようになる。一方、想定津波高の高い自治体が転出先として選ばれにくくなったのであれば、 β_1 は負の値を取るようになる。

第2に、被害想定地域への転入行動を分析するために、転出元を南海トラフ巨大地震防災対策地域以外、転出先を南海トラフ地震の対策地域もしくは津波想定地域に限定した分析を行った。なお、この分析では、転出元の自治体についての想定津波高はゼロとなるため、 β_0 の係数は推定されない²³。この場合も同様に、転出先の自治体として内陸部を含む南海トラフ地震の対策地域を考えると、震災による影響を排除できない。一方で、転出先として津波想定地域の自治体を用いた分析では、沿岸部の自治体に限定して想定津波高の水準の違いが、当該地域への転入に与える効果を測っていることになるため、震災の影響は相当程度排除されるものと考えた。

5 分析結果

5.1 想定津波高と市区町村間人口移動

ベンチマークとなる(2)式の推計結果を表5および6に示す。表5は、転出元として被害想

22 厳密には、ごく少数（2自治体）であるが、内陸部の自治体で津波高の想定対象となっている自治体が存在する。ただし、これらの自治体を転出元から除いて分析を行っても、分析結果に違いは生じない。

23 津波に関する想定は、対策地域以外の一部市区町村に対しても出されている。分析に当たっては、これらの津波想定の出されている対策地域以外の市区町村はサンプルから除外している。

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

定地域である南海トラフ地震の対策地域もしくは津波想定地域の市区町村を用いた分析結果、表 6 は、転出先として同様の市区町村を用いた分析結果である。分析結果としては、(2) 式の β_0 および β_1 の推定値および標準誤差を中心に報告している。いずれも、表の上段には想定津波高の指標として平均津波高の水準を用いた場合の結果を、下段には最大津波高の変化を用いた場合の結果を示した。また、転出元および転出先の市区町村属性と転出元・転出先間の距離に関する結果は省略している。標準誤差は不均一分散に対して頑健な推定量を報告している²⁴。

表 5：被害想定地域からの転出に関する分析結果

log(転出率)	被害想定地域からの転出			
	[1]	[2]	[3]	[4]
(a) 平均津波高 (m)				
転出元	0.0025 *** (0.0008)	0.0007 (0.0008)	0.0036 *** (0.0012)	0.0024 * (0.0013)
転出先	-0.0037 *** (0.0010)	-0.0044 *** (0.0010)	-0.0029 ** (0.0014)	-0.0039 *** (0.0015)
決定係数	0.6433	0.6435	0.6771	0.6772
サンプルサイズ	530,974	530,974	320,521	320,521
(b) 最大津波高の変化 (2003年→2012年) (m)				
転出元	0.0028 *** (0.0008)	0.0008 (0.0009)	0.0031 *** (0.0010)	0.0018 * (0.0011)
転出先	-0.0038 *** (0.0011)	-0.0051 *** (0.0011)	-0.0031 ** (0.0015)	-0.0048 *** (0.0016)
決定係数	0.6433	0.6435	0.6771	0.6772
サンプルサイズ	530,974	530,974	320,521	320,521
分析対象				
転出元	対策地域		想定 \geq 1m	
転出先	全国		全国	
市区町村属性	No	Yes	No	Yes

注：***, ** および * は、それぞれ推計された係数が1%, 5%, 10% 水準で統計的に有意であることを示す。報告された係数は、転出元および転出先における平均津波高の水準(上段)あるいは最大津波高の変化(下段)と、2015年ダミーの交差項。カッコ内は不均一分散に対して頑健な標準誤差。分析対象の「対策地域」は、転出元の市区町村が、南海トラフ地震防災対策推進地域に指定されていることを示す。「想定 \geq 1m」は転出元の市区町村における想定津波高が1m以上であることを示す。いずれの推計においても、転出元および転出先の市区町村固定効果、転出元・転出先市区町村間の距離(3次項まで)および年度をコントロールしている。市区町村属性としては、一人当たり課税対象所得額、人口および人口密度、10歳階級別の人口構成比、同一市区町村就業者比率を用いている(結果は省略)。これらの変数については、転出元および転出先の双方の変数を利用した。

24 結果の頑健性を確認する目的で、転出元と転出先のペアを単位としたクラスターロバスト標準誤差を用いた推計も行ったが、結果は大きく変化しない。

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

被害想定地域からの転出行動を分析した表 5 の結果をみると、転出元の想定津波高に関してはおおむね正の係数が、転出先の想定津波高に関してはおおむね負の係数が観察されている。

転出元の想定津波高に関する結果をみると、所得水準や人口規模などの市区町村別の属性を考慮しない場合（モデル[1]および[3]）には統計的に有意な正の係数が観察されるが、これらを説明変数に加えた場合（モデル[2]および[4]）には、係数は顕著に小さくなり、対策地域を転出元とした分析では統計的有意性も失われる。前述の通り、東日本大震災に伴って（内陸自治体と比較して）沿岸自治体からの転出が増加したのであれば、内陸自治体を含む対策地域を用いた分析（モデル[2]）では、想定津波高の影響が過大に計測されることになるが、ここでの結果は震災による影響を支持しないものとなった²⁵。一方で、津波高の想定地域を転出元とした分析（モデル[4]）では、10%水準で統計的に有意に正の係数が得られる。

(2)式は、被説明変数を対数変換した定式化を取っているため、推計された係数は転出元となる市区町村における想定津波高が 1m 高くなった場合の、転出者数の変化率として解釈することが可能である²⁶。転出先を津波高の想定対象とした場合の結果（モデル[4]）をみると、実際に公表された津波高の平均値（津波高の想定自治体の平均は 4.07m, 表 2 参照）によって、これらの自治体からの転出者数は約 1%増加することになる。

一方、転出先の想定津波高に関する結果をみると、転出元の市区町村の種類および市区町村属性のコントロールの有無によらず、一貫して統計的に有意に負の係数が得られた。先ほどと同様の議論から、推計された係数は、転入先となる市区町村における想定津波高が 1m 高くなった場合の、(市区町村 j への) 転入者数の変化率として解釈することが可能である。そのため、公表された平均津波高の水準を考えると、これによって転入者数は約 1.6%減少することになる。

25 こうした解釈のほかにも、震災によって住民の災害リスク選好が変化した可能性もある。例えば、震災の発生とその津波被害の認知が、特に沿岸自治体の住民のリスク回避度を高めたのであれば、想定地域のみで想定津波高の効果が観察されたという結果と整合的である。ただし、Hanaoka et al. (2018) による最近の研究によれば、東日本大震災はむしろ上記の説明とは逆に、男性のリスク回避度を低下させた可能性が示唆されている。

26 (1)式および(2)式から、市区町村 i から j への転出者数 M_{ij} について、以下の関係が成り立つ。

$$\frac{dM_{ij}/M_{ij}}{dh_i} = \beta_0$$

したがって、 β_0 を 100 倍した値は、転出元における想定津波高 h_i が 1m 変化した場合の、転出者数の変化率を表すことになる。

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

表 6：被害想定地域への転出に関する分析結果

log(転出率)	被害想定地域への転出			
	[1]	[2]	[3]	[4]
(a) 平均津波高 (m)				
転出先	-0.0015 (0.0010)	-0.0032 *** (0.0011)	-0.0046 *** (0.0016)	-0.0058 *** (0.0018)
決定係数	0.6637	0.6638	0.6832	0.6834
サンプルサイズ	233,813	233,813	151,721	151,721
(b) 最大津波高の変化(2003年→2012年) (m)				
転出先	-0.0013 (0.0010)	-0.0029 *** (0.0011)	-0.0020 (0.0013)	-0.0033 ** (0.0014)
決定係数	0.6637	0.6638	0.6832	0.6834
サンプルサイズ	233,813	233,813	151,721	151,721
分析対象				
転出元	対策地域外		対策地域外	
転出先	対策地域		想定 \geq 1m	
市区町村属性	No	Yes	No	Yes

注：***, ** および * は、それぞれ推計された係数が1%, 5%, 10% 水準で統計的に有意であることを示す。報告された係数は、転出元および転出先における平均津波高の水準（上段）あるいは最大津波高の変化（下段）と、2015年ダミーの交差項。カッコ内は不均一分散に対して頑健な標準誤差。分析対象の「対策地域」は、転出先の市区町村が、南海トラフ地震防災対策推進地域に指定されていることを示す。「想定 \geq 1m」は転出先の市区町村における想定津波高が1m以上であることを示す。いずれの推計においても、転出元および転出先の市区町村固定効果、転出元・転出先市区町村間の距離（3次項まで）および年度をコントロールしている。市区町村属性としては、一人当たり課税対象所得額、人口および人口密度、10歳階級別の人口構成比、同一市区町村就業者比率を用いている（結果は省略）。これらの変数については、転出元および転出先の双方の変数を利用した。

被害想定地域への転出行動を分析した表 6 の結果をみると、転出先を南海トラフ地震の対策地域としたケースと想定津波高の対象自治体とした場合のいずれでも、市区町村属性をコントロールした場合、転出先自治体における想定津波高は統計的に有意に負の係数を示した。津波高の想定自治体を転出先とした分析結果（モデル[4]）をみると、想定される平均津波高の水準が1m高くなることで、当該市区町村への転出率は約0.58%低下し、最大津波高が1m引き上げられることで転出率は約0.33%低下することになる。表5の結果と比較すると、想定地域への転出をみた表6では、転出先の平均津波高の影響は大きくなっている一

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

方、最大津波高の引き上げの影響は小さくなっていることが分かる²⁷。この結果は、従前の津波高に関する想定（2003年公表値）の対象地域の住民にとっては、想定津波高の変化が重要な情報である一方、他地域からの転入者にとっては現在の想定津波高の水準が重要な情報となっている可能性を示唆している。

最後に、公表された想定津波高が自治体の人口規模の水準や社会増減に与えた影響について、表5の推計結果に基づいて検討を行う。いま、想定津波高の公表前である2005～2010年の転入・転出者数の値を前提に、最大津波高の変化による影響をみると、想定対象となる自治体一つあたりの平均転出者数は約90人増加し、転入者数は約240人減少したことが分かる²⁸。したがって、公表された最大津波高による、地域間移動を通じた自治体の人口水準に及ぼす影響は、平均的にみると300人を超える程度の減少にとどまる。ただし、当該地域における2005～2010年の期間における社会増減は、平均で143名の転入超過であったため、この変化によって、社会増減は転入超過から転出超過へと変化したことになる。この結果は、表1の単純集計の結果とも整合的である。また、後述する通り、想定津波高の公表に伴う転出増および転入減は、主として若年層で観察されるため、より長期的には人口の自然増減を通じて自治体の人口規模に影響を与える可能性がある。

5.2 年齢別転出率を用いた推計結果

本節では、年齢別の転出率を用いて分析を行うことで、想定津波高の公表が転出行動に及ぼす影響が、年齢層によって異なるか否かを検討する。分析の結果は、次のようにまとめることができる。第1に、想定津波高の公表は、20～39歳および40～49歳の年齢層の転出行動に影響を与える一方、60歳以上の高齢者の転出行動に対しては、ほとんど影響を与えないことが示される。第2に、想定津波高の影響は、主として転出先の選択を通じて観察されており、現住地における想定津波高が転出を促進する影響は、一部を除いては観察されなかった。第3に、前節同様、想定津波高の公表が転出・転入人口に与える影響は、絶対値で見ると小さく、公表が市区町村全体の人口や年齢構成の水準に与える短期的な影響は限定的であるといえる。

分析結果は、表7および表8に示される。表7は、転出元として被害想定地域である南海トラフ地震の対策地域もしくは津波想定地域の市区町村を用いた分析結果、表8は、これらの

27 転出先の平均津波高の係数は、表5では -0.0039 であるのに対し、表6では -0.0058 となっている。一方、最大津波高の引き上げに関する係数は、表5では -0.0048 であるのに対し、表6では -0.0033 となっている。

28 具体的には、以下の方法で計算を行った。いま、津波の想定対象自治体（376自治体）における2005～2010年の転出者数の平均は12278.9人、転入者数の平均は12422.1人であった。ここで、表5の結果から、転出元における最大津波高の1mの引き上げは転出者数を約0.18%増加させ、転出先における1mの引き上げは転入者数を約0.48%減少させる。したがって、引き上げ幅の平均値である4.07mに対しては、転出者数が約0.74%増加し、転入者数が約1.96%減少することになる。なお、表6によれば、対策地域外からの転入者数の変化率は、上記のものより若干小さいことが示されているが、このことを考慮しても結果に大きな違いはなかった。

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

地域を転出先とした場合の分析結果である。分析に当たっては、移動人口を年齢別に3分類（20～39歳、40～59歳、60歳以上）し、各年齢層の転出率を被説明変数とした。なお、いずれの推計においても、転出元・転出先の観察可能な市区町村属性および固定効果をコントロールしている。

表7：年齢別転出率の分析結果（被害想定地域からの転出）

log(転出率)	20～39歳		40～59歳		60歳以上	
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
(a) 平均津波高(m)						
転出元	0.0008 (0.0010)	0.0024 (0.0016)	0.0027 ** (0.0012)	0.0019 (0.0019)	0.0023 (0.0015)	0.0014 (0.0023)
転出先	-0.0028 ** (0.0012)	-0.0029 * (0.0016)	-0.0030 ** (0.0013)	-0.0035 * (0.0018)	-0.0004 (0.0018)	0.0000 (0.0023)
決定係数	0.6785	0.7114	0.6840	0.7047	0.7218	0.7327
サンプルサイズ	373,515	228,034	224,028	145,546	137,578	92,837
(b) 最大津波高の変化(2003年→2012年)(m)						
転出元	0.0017 * (0.0010)	0.0026 ** (0.0013)	0.0019 (0.0012)	0.0003 (0.0015)	0.0025 * (0.0015)	0.0025 (0.0018)
転出先	-0.0037 *** (0.0013)	-0.0035 ** (0.0017)	-0.0031 ** (0.0014)	-0.0037 ** (0.0019)	-0.0016 (0.0019)	-0.0009 (0.0025)
決定係数	0.6785	0.7114	0.6840	0.7047	0.7218	0.7327
サンプルサイズ	373,515	228,034	224,028	145,546	137,578	92,837
分析対象						
転出元	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m
転出先	全国	全国	全国	全国	全国	全国

注：***, ** および * は、それぞれ推計された係数が1%, 5%, 10% 水準で統計的に有意であることを示す。報告された係数は、転出元および転出先における平均津波高の水準(上段)あるいは最大津波高の変化(下段)と、2015年ダミーの交差項。カッコ内は不均一分散に対して頑健な標準誤差。分析対象の「対策地域」は、転出元の市区町村が、南海トラフ地震防災対策推進地域に指定されていることを示す。「想定≥1m」は転出元の市区町村における想定津波高が1m以上であることを示す。いずれの推計においても、転出元および転出先の市区町村固定効果、転出元・転出先市区町村間の距離(3次項まで)、年度および市区町村属性をコントロールしている。市区町村属性としては、一人当たり課税対象所得額、人口および人口密度、10歳階級別の人口構成比、同一市区町村就業者比率を用いている(結果は省略)。これらの変数については、転出元および転出先の双方の変数を利用した。

被害想定地域からの転出行動を分析した表7の結果をみると、転出元の想定津波高は、全体として当該市区町村からの転出率を高める傾向にあるが、統計的に有意な係数が観察されたのは、一部の年齢層、モデルの特定化を採用したケースに限られる。特に、分析上の問題が少なくであろう沿岸部の津波想定地域を転出先とした分析では、20～39歳の転出率を被説明変数に用い、想定津波高の指標として最大津波高の変化を用いた場合のみ、転出率を有意に高める傾向が観察される。この結果からは、以下の2点が示唆される。第1に、転出元の想定津波高に反応して転出行動を変化させるのは、若年層に限られており、40代以上の年齢層の転居行動には大きな影響を与えていないことがわかる²⁹。若年層はそもそも転出

29 付表1および2には、年齢層を10歳刻みでより詳細に分割した場合の結果を示している。これによれば、転出元における最大津波高の変化による影響を受けるのは、30～39歳の年齢層の転出率であることが分かる。

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

率が高い傾向にあるため（表 1 参照）、想定津波高の公表はこうした年齢層の転出行動を一層高めた可能性がある。また、移動人口に占める割合の高さから、若年層の転出行動の変化は、全体の転出率の変化をかなりの程度左右する。そのため、表 5 で見られた転出元の想定津波高の影響の大部分は、若年層の転出行動の変化によるものといえる。第 2 に、若年層の転出行動の変化を説明する要因としては、転出元の平均津波高の水準ではなく、最大津波高の変化が重要であることが分かる。このことは、津波想定地域からの転出行動を説明する際には、新たに公表された想定津波高の水準よりも、住民にとっての追加的な情報である従前の想定からの変化が重要であったことを示唆している。

一方で、転出先の想定津波高の影響をみると、20～39 歳および 40～59 歳の年齢層の転出率を被説明変数とした場合には有意に負の係数が確認される一方、60 歳以上の転出率には影響がみられなかった。また、この傾向は想定津波高の指標として平均津波高の水準を用いた場合にも、最大津波高の変化を用いた場合にも共通してみられる。

表 8：年齢別転出率の分析結果（被害想定地域への転出）

log(転出率)	20～39歳		40～59歳		60歳以上	
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
(a) 平均津波高 (m)						
転出先	-0.0028 ** (0.0012)	-0.0063 *** (0.0020)	0.0003 (0.0015)	0.0000 (0.0024)	-0.0002 (0.0019)	0.0029 (0.0030)
決定係数	0.7193	0.7127	0.7172	0.6844	0.7695	0.7209
サンプルサイズ	158,301	106,750	88,009	64,513	47,281	37,193
(b) 最大津波高の変化 (2003年→2012年) (m)						
転出先	-0.0022 * (0.0012)	-0.0036 ** (0.0015)	0.0004 (0.0014)	0.0005 (0.0017)	-0.0020 (0.0018)	-0.0003 (0.0023)
決定係数	0.7193	0.7127	0.7172	0.6844	0.7695	0.7209
サンプルサイズ	158,301	106,750	88,009	64,513	47,281	37,193
分析対象						
転出元	対策地域外	対策地域外	対策地域外	対策地域外	対策地域外	対策地域外
転出先	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m

注：***、** および * は、それぞれ推計された係数が 1%、5%、10% 水準で統計的に有意であることを示す。報告された係数は、転出元および転出先における平均津波高の水準（上段）あるいは最大津波高の変化（下段）と、2015年ダミーの交差項。カッコ内は不均一分散に対して頑健な標準誤差。分析対象の「対策地域」は、転出先の市区町村が、南海トラフ地震防災対策推進地域に指定されていることを示す。「想定≥1m」は転出先の市区町村における想定津波高が1m以上であることを示す。いずれの推計においても、転出元および転出先の市区町村固定効果、転出元・転出先市区町村間の距離（3次項まで）、年度および市区町村属性をコントロールしている。市区町村属性としては、一人当たり課税対象所得額、人口および人口密度、10歳階級別の人口構成比、同一市区町村就業者比率を用いている（結果は省略）。これらの変数については、転出元および転出先の双方の変数を利用した。

被害想定地域への転出行動を分析した表 8 の結果をみると、転出先における想定津波高の影響を受けるのは、20～39 歳の年齢層の転出率であることが分かる。この年齢層に対しては、転出先の市区町村における想定津波高の上昇が、当該市区町村への転出を抑制する傾向にある。この結果は、おおむね表 7 の結果と整合的であるが、40～59 歳の年齢層の転出率に対しては、有意な影響は観察されていない。ただし、10 歳階級別の転出率を用いた分析結果によれば、想定津波高による影響を最も顕著に受けるのが 30～39 歳の年齢層である点

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

は共通している（付表 3 および 4 参照）。

5.3 頑健性のチェック

本節では、これまでに見た全体および年齢階級別の転出行動の変化について、いくつかの追加的な分析を行うことで、結果の頑健性を確認する。具体的には、以下の3点の分析を行った。第1に、パネルデータとしての特徴を利用し、転出元と転出先の組み合わせごとに見た固定効果を考慮した推計を行った。第2に、転出先となる市区町村までの距離に応じて、転出行動の決定構造が異なる可能性を考慮し、近距離の移動に限定したサンプルで分析を行った。第3に、転出元となる自治体間での影響の異質性を検討するために、東海地震の防災対策推進地域の指定別にサンプルを分割した分析を行った。

第1の分析では、転出元と転出先の組み合わせごとに、観察できない要因の存在を許容する分析を行った。市区町村固有の観察できない要因として、例えば地域固有の住環境やアメニティーなどを考えると、(3)式のような定式化を採用した場合、 ξ_j は転出先の市区町村固有の住環境を表すことになる。いま、転出先の住環境に対する評価が、どの地域の居住者にとっても同一なのであれば、(3)式によって住環境の影響を適切に考慮した推計を行うことができる。一方で、異なる地域の居住者が、転出先となる市区町村 j の住環境に対して、異なる評価を持っていたとすると、(3)式による分析はバイアスを生じさせる可能性がある。具体的には、個人の選好や属性になどによって居住地のソーティングが生じている場合を考えることができる。例えば、沿岸自治体の居住者は、そうした地域固有の環境に対して、高い評価を持っている可能性が高い。こうした評価の違いが、想定津波高を含む市区町村の属性と相関する場合、(3)式による分析には問題が残る。そのため、以下では (3)式に代えて、誤差項に関して以下の想定を行った。

$$u_{ijt} = \delta_{ij} + \phi_t + \varepsilon_{ijt} \quad (4)$$

ここで、 δ_{ij} は市区町村 i から j への転出に固有の観察できない要因である。

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

表 9：市区町村ペアの固定効果を考慮した分析結果（被害想定地域からの転出）

log(転出率)	全体		20～39歳		40～59歳		60歳以上	
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
(a) 平均津波高 (m)								
転出元	-0.0004 (0.0006)	0.0013 (0.0009)	-0.0004 (0.0007)	0.0020 * (0.0011)	0.0015 (0.0010)	0.0009 (0.0016)	0.0031 ** (0.0013)	0.0021 (0.0020)
転出先	-0.0050 *** (0.0007)	-0.0040 *** (0.0009)	-0.0050 *** (0.0008)	-0.0051 *** (0.0009)	-0.0045 *** (0.0010)	-0.0041 *** (0.0013)	-0.0027 * (0.0014)	0.0006 (0.0017)
決定係数	0.8852	0.8965	0.9086	0.9185	0.8894	0.9010	0.9073	0.9080
サンプルサイズ	530,974	320,521	373,515	228,034	224,028	145,546	137,578	92,837
(b) 最大津波高の変化 (2003年→2012年) (m)								
転出元	0.0001 (0.0006)	0.0015 ** (0.0008)	0.0008 (0.0008)	0.0021 ** (0.0009)	0.0014 (0.0011)	0.0002 (0.0013)	0.0033 ** (0.0014)	0.0020 (0.0016)
転出先	-0.0053 *** (0.0008)	-0.0050 *** (0.0009)	-0.0060 *** (0.0009)	-0.0060 *** (0.0010)	-0.0031 *** (0.0012)	-0.0041 *** (0.0014)	-0.0042 *** (0.0016)	-0.0007 (0.0018)
決定係数	0.8852	0.8965	0.9086	0.9185	0.8894	0.9010	0.9073	0.9080
サンプルサイズ	530,974	320,521	373,515	228,034	224,028	145,546	137,578	92,837
分析対象								
転出元	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m
転出先	全国	全国	全国	全国	全国	全国	全国	全国

注：***, ** および * は、それぞれ推計された係数が1%, 5%, 10% 水準で統計的に有意であることを示す。報告された係数は、転出元および転出先における平均津波高の水準（上段）あるいは最大津波高の変化（下段）と、2015年ダミーの交差項。カッコ内は転出元・転出先市区町村のペアを単位としたクラスターロバスト標準誤差。分析対象の「対策地域」は、転出元の市区町村が、南海トラフ地震防災対策推進地域に指定されていることを示す。「想定≥1m」は転出元の市区町村における想定津波高が1m以上であることを示す。いずれの推計においても、転出元と転出先の市区町村ペアごとの固定効果、転出元・転出先市区町村間の距離（3次項まで）、年度および市区町村属性をコントロールしている。市区町村属性としては、一人当たり課税対象所得額、人口および人口密度、10歳階級別の人口構成比、同一市区町村就業比率率を用いている（結果は省略）。これらの変数については、転出元および転出先の双方の変数を利用した。

表 10：市区町村ペアの固定効果を考慮した分析結果（被害想定地域への転出）

log(転出率)	全体		20～39歳		40～59歳		60歳以上	
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
(a) 平均津波高 (m)								
転出先	-0.0038 *** (0.0010)	-0.0066 *** (0.0016)	-0.0061 *** (0.0012)	-0.0074 *** (0.0017)	0.0009 (0.0018)	-0.0006 (0.0026)	-0.0006 (0.0028)	0.0010 (0.0040)
決定係数	0.8387	0.8655	0.8714	0.8898	0.8431	0.8507	0.8481	0.8450
サンプルサイズ	233,813	151,721	158,301	106,750	88,009	64,513	47,281	37,193
(b) 最大津波高の変化 (2003年→2012年) (m)								
転出先	-0.0030 *** (0.0010)	-0.0032 *** (0.0012)	-0.0040 *** (0.0012)	-0.0030 ** (0.0014)	0.0002 (0.0017)	-0.0004 (0.0020)	-0.0022 (0.0028)	-0.0014 (0.0031)
決定係数	0.8387	0.8655	0.8713	0.8898	0.8431	0.8507	0.8481	0.8450
サンプルサイズ	233,813	151,721	158,301	106,750	88,009	64,513	47,281	37,193
分析対象								
転出元	対策地域外	対策地域外	対策地域外	対策地域外	対策地域外	対策地域外	対策地域外	対策地域外
転出先	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m

注：***, ** および * は、それぞれ推計された係数が1%, 5%, 10% 水準で統計的に有意であることを示す。報告された係数は、転出元および転出先における平均津波高の水準（上段）あるいは最大津波高の変化（下段）と、2015年ダミーの交差項。カッコ内は転出元・転出先市区町村のペアを単位としたクラスターロバスト標準誤差。分析対象の「対策地域」は、転出先の市区町村が、南海トラフ地震防災対策推進地域に指定されていることを示す。「想定≥1m」は転出先の市区町村における想定津波高が1m以上であることを示す。いずれの推計においても、転出元と転出先の市区町村ペアごとの固定効果、転出元・転出先市区町村間の距離（3次項まで）、年度および市区町村属性をコントロールしている。市区町村属性としては、一人当たり課税対象所得額、人口および人口密度、10歳階級別の人口構成比、同一市区町村就業比率率を用いている（結果は省略）。これらの変数については、転出元および転出先の双方の変数を利用した。

推計結果は表 9 および 10 に示される。これによれば、全体としての傾向はこれまでのものと大きくは変わらないものの、いくつかのケースで想定津波高の影響は絶対値で見ても大きく、かつ統計的な有意性も高まる結果になった。こうした結果は、特に転出元として内陸自治体を含む、対策地域のサンプルを用いた場合に顕著であり、前述のソーティングによる影響が存在することが示唆される。

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

第2の分析としては、転出先の市区町村までの距離でサンプルを限定した推計を行った。多くの先行研究では、移動距離に応じて居住地の変更理由が異なることが示されており、特に遠距離の移動に関しては、住環境の改善やライフスタイルに合わせた住み替えなどの要因よりも、むしろ就業先の変更などの労働市場要因に起因するケースが多いとされる (Biagi et al., 2011)。表2にも示した通り、平均的には若年層の方が遠距離の移動を選択する可能性が高く、被害想定の対象地域外への転出が増えることで、津波による被災リスクが低い転出先が選択されやすいように見えるかもしれない。ところが、こうした傾向は被災リスクの回避を目的としたものであるというよりは、就職や転職などの要因に起因している可能性が高く、推計上の問題を生じさせうる。

そこで、ここでは転出先の自治体までの距離が比較的短いケースにサンプルを限定して再度分析を行った。分析に当たっては、転出先までの距離が100km未満のケースにサンプルを限定し、表5～8と同様の推計を行っている。推計結果は表11および12に示される。

表11：100km以内の移動に限定した分析結果（被害想定地域からの転出）

log(転出率)	全体		20～39歳		40～59歳		60歳以上	
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
(a) 平均津波高(m)								
転出元	0.0014 (0.0018)	0.0011 (0.0032)	0.0019 (0.0020)	0.0030 (0.0034)	0.0026 (0.0022)	0.0028 (0.0038)	0.0031 (0.0025)	0.0025 (0.0043)
転出先	-0.0051 *** (0.0019)	-0.0049 * (0.0027)	-0.0041 ** (0.0020)	-0.0031 (0.0028)	-0.0022 (0.0023)	-0.0009 (0.0031)	-0.0048 * (0.0027)	-0.0017 (0.0035)
決定係数	0.7665	0.8130	0.7885	0.8297	0.7645	0.8090	0.7750	0.8046
サンプルサイズ	115,463	54,865	96,054	46,866	65,854	35,534	51,389	29,404
(b) 最大津波高の変化(2003年→2012年)(m)								
転出元	0.0012 (0.0021)	0.0016 (0.0026)	0.0016 (0.0022)	0.0026 (0.0027)	0.0020 (0.0024)	0.0008 (0.0030)	0.0033 (0.0027)	0.0025 (0.0033)
転出先	-0.0056 *** (0.0021)	-0.0066 ** (0.0030)	-0.0049 ** (0.0023)	-0.0055 * (0.0030)	-0.0021 (0.0024)	-0.0011 (0.0032)	-0.0062 ** (0.0030)	-0.0028 (0.0038)
決定係数	0.7665	0.8130	0.7885	0.8297	0.7645	0.8090	0.7750	0.8047
サンプルサイズ	115,463	54,865	96,054	46,866	65,854	35,534	51,389	29,404
分析対象								
転出元	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m
転出先	全国	全国	全国	全国	全国	全国	全国	全国

注：***、**および*は、それぞれ推計された係数が1%、5%、10%水準で統計的に有意であることを示す。報告された係数は、転出元および転出先における平均津波高の水準（上段）あるいは最大津波高の変化（下段）と、2015年ダミーの交差項。カッコ内は不均一分散に対して頑健な標準誤差。分析対象の「対策地域」は、転出元の市区町村が、南海トラフ地震防災対策推進地域に指定されていることを示す。「想定≥1m」は転出元の市区町村における想定津波高が1m以上であることを示す。いずれの推計においても、転出元と転出先の市区町村ペアごとの固定効果、転出元・転出先市区町村間の距離（3次項まで）、年度および市区町村属性をコントロールしている。市区町村属性としては、一人当たり課税対象所得額、人口および人口密度、10歳階級別の人口構成比、同一市区町村就業者比率を用いている（結果は省略）。これらの変数については、転出元および転出先の双方の変数を利用した。

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

表 12：100km 以内の移動に限定した分析結果（被害想定地域への転出）

log(転出率)	全体		20～39歳		40～59歳		60歳以上	
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
(a) 平均津波高 (m)								
転出先	-0.0152 *** (0.0042)	-0.0146 * (0.0079)	-0.0185 *** (0.0046)	-0.0212 ** (0.0085)	-0.0058 (0.0055)	-0.0099 (0.0101)	0.0027 (0.0065)	-0.0017 (0.0114)
決定係数	0.8096	0.8413	0.8366	0.8538	0.7896	0.7865	0.7814	0.7602
サンプルサイズ	23,902	18,163	18,966	15,563	12,984	11,775	9,993	9,617
(b) 最大津波高の変化(2003年→2012年) (m)								
転出先	-0.0192 *** (0.0050)	-0.0145 ** (0.0063)	-0.0220 *** (0.0053)	-0.0209 *** (0.0069)	-0.0062 (0.0065)	-0.0031 (0.0081)	0.0017 (0.0074)	0.0005 (0.0090)
決定係数	0.8096	0.8413	0.8366	0.8538	0.7896	0.7865	0.7814	0.7602
サンプルサイズ	23,902	18,163	18,966	15,563	12,984	11,775	9,993	9,617
分析対象								
転出元	対策地域外	対策地域外	対策地域外	対策地域外	対策地域外	対策地域外	対策地域外	対策地域外
転出先	対策地域	想定 \geq 1m	対策地域	想定 \geq 1m	対策地域	想定 \geq 1m	対策地域	想定 \geq 1m

注：***、** および * は、それぞれ推計された係数が1%、5%、10%水準で統計的に有意であることを示す。報告された係数は、転出元および転出先における平均津波高の水準（上段）あるいは最大津波高の変化（下段）と、2015年ダミーの交差項。カッコ内は不均一分散に対して頑健な標準誤差。分析対象の「対策地域」は、転出先の市区町村が、南海トラフ地震防災対策推進地域に指定されていることを示す。「想定 \geq 1m」は転出先の市区町村における想定津波高が1m以上であることを示す。いずれの推計においても、転出元と転出先の市区町村ペアごとの固定効果、転出元・転出先市区町村間の距離（3次項まで）、年度および市区町村属性をコントロールしている。市区町村属性としては、一人当たり課税対象所得額、人口および人口密度、10歳階級別の人口構成比、同一市区町村就業者比率を用いている（結果は省略）。これらの変数については、転出元および転出先の双方の変数を利用した。

表 11 および 12 の結果からは、以下の点が示唆される。まず、サンプルサイズが小さくなったことに伴い、全体的に統計的な有意性は低下している。その結果、特に被害想定地域からの転出行動を分析した表 11 では、いくつかの係数の統計的有意性は失われている。一方で、推計されたパラメタの絶対値については、むしろ大きくなる傾向がみられる。こうした傾向は、特に被害想定地域への転出行動をみた表 12 の結果において顕著であった。いま、比較的近距離の移動に関しては、就業や就学などを目的とした転居よりも、住環境の改善を目的とした転居の割合が多いと予想される。そのような転居の場合、想定津波高がより重視されるということももったらしい結果といえよう。

第 3 の分析では、東海地震に係る地震防災対策強化地域への指定状況に基づき、転出元の市区町村を分類したうえで、想定津波高の影響が異なるか否かを検討した。大規模地震対策特別措置法に基づく指定を受けた自治体は、各種防災計画の策定を行うとともに、防災対策事業に対する国庫補助率の嵩上げ対象となる。当初の指定は 1979 年に行われ、その後 2002 年に追加の指定がなされている。以下の分析では、転出元となる市区町村を、指定対象外(1,584自治体)、1979年指定(96自治体)、2002年指定(61自治体)の3グループに分け、それぞれのサンプルで想定津波高が転出率に与える影響を分析した。

東海地震は、本研究で分析対象とした南海トラフの一部（駿河トラフ）を震源域として想定する地震であり、南海トラフ地震に先立って、観測網の強化や被害想定公表、防災対策地域の指定が行われてきた。このうち、上述の地域指定は、自治体による防災上の取り組みや、住民の防災意識の向上などに影響を与えた可能性がある。

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

表 13：東海地震に係る地震防災対策強化地域への指定別にみた分析結果（被害想定地域からの転出）

log(転出率)	指定なし		2002年指定		1979年指定	
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
(a) 平均津波高 (m)						
転出元	0.0004 (0.0010)	0.0030 * (0.0017)	0.0029 (0.0038)	0.0093 (0.0087)	-0.0005 (0.0018)	-0.0065 (0.0073)
転出先	-0.0049 *** (0.0012)	-0.0049 *** (0.0016)	-0.0049 * (0.0029)	-0.0003 (0.0041)	-0.0028 (0.0029)	-0.0077 (0.0048)
決定係数	0.6513	0.6852	0.7246	0.7433	0.6889	0.7425
サンプルサイズ	402,754	264,402	52,362	27,462	75,858	28,657
(b) 最大津波高の変化 (2003年→2012年) (m)						
転出元	0.0012 (0.0011)	0.0031 ** (0.0014)	-0.0006 (0.0024)	-0.0009 (0.0034)	-0.0004 (0.0018)	-0.0040 (0.0036)
転出先	-0.0056 *** (0.0013)	-0.0056 *** (0.0017)	-0.0063 * (0.0033)	-0.0028 (0.0047)	-0.0033 (0.0029)	-0.0088 * (0.0050)
決定係数	0.6513	0.6852	0.7246	0.7432	0.6889	0.7425
サンプルサイズ	402,754	264,402	52,362	27,462	75,858	28,657
分析対象						
転出元	対策地域	想定 \geq 1m	対策地域	想定 \geq 1m	対策地域	想定 \geq 1m
転出先	全国	全国	全国	全国	全国	全国

注：***, ** および * は、それぞれ推計された係数が1%, 5%, 10% 水準で統計的に有意であることを示す。報告された係数は、転出元および転出先における平均津波高の水準（上段）あるいは最大津波高の変化（下段）と、2015年ダミーの交差項。カッコ内は不均一分散に対して頑健な標準誤差。分析対象の「対策地域」は、転出元の市区町村が、南海トラフ地震防災対策推進地域に指定されていることを示す。「想定 \geq 1m」は転出元の市区町村における想定津波高が1m以上であることを示す。いずれの推計においても、転出元および転出先の市区町村固定効果、転出元・転出先市区町村間の距離（3次項まで）、年度および市区町村属性をコントロールしている。市区町村属性としては、一人当たり課税対象所得額、人口および人口密度、10歳階級別の人口構成比、同一市区町村就業者比率を用いている（結果は省略）。これらの変数については、転出元および転出先の双方の変数を利用した。

分析の結果は表 13 に示される。これによると、南海トラフ地震の想定津波高の公表は、東海地震の防災対策強化地域に指定されていなかった自治体における転出行動を変化させた可能性がある。特に、津波高の想定自治体を転出元のサンプルとして利用した分析結果（モデル[2]）によれば、当該自治体における想定津波高は転出率を引き上げると同時に、転出先としては想定津波高の低い自治体を選ばれる傾向にあることが分かった。このような傾向は、想定津波高の指標として、平均津波高の水準を用いたケースと、最大津波高の変化を用いたケースとで共通して観察される。一方で、すでに東海地震の対策地域となっている自治体（1979年指定および2002年指定）では、一部で有意な係数が観察されるものの、全体としては想定津波高が転出率におよぼす影響は小さいという結果になっている。東海地震の防災対策強化地域においては、被害想定公表前から防災対策が積極的に実施されており、こうしたことが転出率に対する影響を小さくした可能性がある。ただし、防災対策事業への国庫補助率のかさ上げは、1998年の地震防災特別措置法の施行以降、強化地域だけでなく全国の自治体でも行われるようになっており、2002年指定の自治体については国庫補助

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

率のかさ上げの影響だけで説明できるものではない。指定そのものによって自治体の地震防災対策の優先順位が上がったことも要因として考えられる。

他方、強化地域に指定されたことで、その地域の津波に対する警戒心を植え付けていたことが、2012年の想定に対する反応を小さくしたという可能性も考えられる。しかしながら、最大津波高の引き上げ幅をみると、指定なし自治体の平均引き上げ幅は2.74mであるのに対して、2003年指定の自治体に関しては4.86mであり、むしろ強化地域の方が新想定による引き上げ幅は大きかった。このことを考慮すると、強化地域における転出率への影響が小さかった理由を、単純な心理的効果に結びつけることは困難であろう。

6 結論と今後の課題

本稿では、南海トラフ巨大地震の想定津波高の公表が地域間人口移動に与えた影響を、国勢調査による市区町村間移動人口の集計結果を用いて検証した。分析の結果、想定津波高の水準やその引き上げは、当該自治体からの転出を増加させ、同自治体への転入を抑制する効果を持つことが明らかになった。こうした傾向は、市区町村固有の観察されない転居要因の存在や、東日本大震災に伴う立地選択の変化などの要因を考慮したとしても、多くの場合頑健に観察されることが示された。

また、津波想定自治体の人口におよぼす影響をみると、全体として転出増加による影響よりも、転入減少による影響が大きいことが示唆される。ただし、社会増減を通じた人口変化の絶対値は、多くの場合小さな水準にとどまっており、少なくとも短期的に当該自治体の人口規模を大きく変化させるようなものではない。一方で、想定津波高の公表に伴う転出増および転入減は、主として若年層で観察されるため、より長期的には人口の自然増減を通じて自治体の人口規模に影響を与える可能性がある。

上記の結果に加え、東海地震に係る地震防災対策強化地域への指定状況によって、想定津波高の公表による影響が異なるかを検討したところ、東海地震の対策地域に指定されていた自治体では、全体として2012年の想定津波高の公表が転出行動におよぼす影響は小さいという結果が得られた。このことは、自治体による防災対策事業の優先的な実施や、住民の地震防災意識の向上といった要因が、転出率に対する影響を小さくした可能性を示唆している。

そのうえで、本研究には残された課題もある。第一に、より長期的な人口規模とその構成に対する影響を検討する必要がある。いくつかの研究では、少なくとも長期的には災害危険度が地価や不動産価格に影響を与え、そのことが地域間人口移動に影響を及ぼす可能性が示唆されている。例えば、ハリケーンアンドリューが家計の防災行動に与えた影響を分析したSmith et al. (2006)によれば、被災後には中所得層の当該地域からの転出が増加した一方で、

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

主として不動産価格の低下に伴い、低所得層の転入が増加したことが示されている³⁰。こうした傾向は、2004年のスマトラ島沖地震による津波被害からの復興過程における住宅再建を検討した McCaughey et al. (2018) によっても指摘されている。このような長期的な人口移動の変化は、結果として地域全体の災害に対する脆弱性に影響をもたらす可能性があり、より詳細な検討が必要であるといえる。

第二に、災害リスクと人口移動をより詳細な地理的単位で捕捉することが課題である。本稿で用いたデータは、全て市区町村単位で集計されたものであるため、同一市区町村内での移住行動や、市区町村内での被災リスクの違いをとらえることができていない。同一市区町村内であっても、津波による被災リスクは海岸線からの距離や標高などに応じて大きく異なることが予測されるため、市区町村よりも細かい単位での人口移動や災害リスクの影響を捉えることが課題となる。

参考文献

- [1] Biagi, B., A. Faggian and P. McCann (2011) “Long and Short Distance Migration in Italy: The Role of Economic, Social and Environmental Characteristics,” *Spatial Economic Analysis*, 6(1), 111-131.
- [2] Bin, O., J.B. Kruse and C.E. Landry (2008) “Flood Hazards, Insurance Rates, and Amenities: Evidence From the Coastal Housing Market,” *Journal of Risk and Uncertainty*, 75(1), 63-82.
- [3] Boustan, L.P., M.E. Kahn and P.W. Rhode (2012) “Moving to Higher Ground: Migration Response to Natural Disasters in the Early Twentieth Century,” *American Economic Review*, 102(3), 238-244.
- [4] Brookshire, D.S., M.A. Thayer, J. Tschirhart and W.D. Schulze (1985) “A Test of the Expected Utility Model: Evidence from Earthquake Risks,” *Journal of Political Economy*, 93(2), 369-389.
- [5] Chivers, J. and N.E. Flores (2002) “Market Failure in Information: The National Flood Insurance Program,” *Land Economics*, 78(4), 515-521.
- [6] Fan, Q. and M. Davlasheridze (2016) “Flood Risk, Flood Mitigation, and Location Choice: Evaluating the National Flood Insurance Program’s Community Rating System,” *Risk Analysis*, 36(6), 1125-1147.
- [7] Gallagher, J. (2014) “Learning about an Infrequent Event: Evidence from Flood Insurance Take-Up in the United States,” *American Economic Journal: Applied Economics*, 6(3), 206-233.
- [8] Hanaoka, C., H. Shigeoka and Y. Watanabe (2018) “Do Risk Preferences Change? Evidence from

30 一方で、高所得層は自主的な防災対策や保険加入などによって災害リスクに対処しており、こうしたグループの移動には顕著な影響を与えていないことも示されている。

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

- the Great East Japan Earthquake,” *American Economic Journal: Applied Economics*, forthcoming.
- [9] McCaughey, J.W., P. Daly, I. Munder, S. Mahdi and A. Patt (2018) “Socio-Economic Consequences of Post-Disaster Reconstruction in Hazard-Exposed Areas,” *Nature Sustainability*, 1, 38-43.
- [10] Lave, L.B. and J. Apt (2006) “Planning for Natural Disasters in a Stochastic World,” *Journal of Risk and Uncertainty*, 33(1-2), 117-130.
- [11] Nakanishi H. (2016) “How the Change of Risk Announcement on Catastrophic Disaster Affects Property Prices?,” in Chichilnisky G. and A. Rezai (eds) *The Economics of the Global Environment, Studies in Economic Theory*, 29, 577-595, Springer: Cham.
- [12] Nakanishi, H. (2017) “Quasi-Experimental Evidence for the Importance of Accounting for Fear When Evaluating Catastrophic Events,” *Empirical Economics*, 52(2), 869-894.
- [13] Naoi, M., M. Seko and K. Sumita (2009) “Earthquake Risk and Housing Prices in Japan: Evidence before and after Massive Earthquakes,” *Regional Science and Urban Economics*, 39(6), 658-669.
- [14] Naoi, M., M. Seko and K. Sumita (2010) “Community Rating, Cross Subsidies and Underinsurance: Why So Many Households in Japan Do Not Purchase Earthquake Insurance,” *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 40(4), 544-561.
- [15] Pope, J.C. (2008) “Do Seller Disclosures Affect Property Values? Buyer Information and the Hedonic Model,” *Land Economics*, 84(4), 551-572.
- [16] Santos Silva, J.M.C. and S. Tenreiro (2006) “The Log of Gravity,” *Review of Economics and Statistics*, 88(4), 641-658.
- [17] Smith V.K., J.C. Carbone, J.C. Pope, D.G. Hallstrom and M.E. Darden (2006) “Adjusting to Natural Disasters,” *Journal of Risk and Uncertainty*, 33(1-2), 37-54.
- [18] Troy, A. and J. Romm (2004) “Assessing the Price Effects of Flood Hazard Disclosure under the California Natural Hazard Disclosure Law (AB 1195),” *Journal of Environmental Planning and Management*, 47(1), 137-162.
- [19] Votsis, A. and A. Perrels (2016) “Housing Prices and the Public Disclosure of Flood Risk: A Difference-in-Differences Analysis in Finland,” *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 53(4), 450-471.
- [20] 佐藤慶一・松浦広明・田中陽三・永松伸吾・大井昌弘・大原美保・廣井悠 (2016) 「災害リスク情報と不動産市場のヘドニック分析」 内閣府経済社会総合研究所 ESRI

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

Discussion Paper Series No.327, 47p.

- [21] 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」内閣府経済社会総合研究所 ESRI Discussion Paper Series No. 335, 31p.

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

付表 1：年齢別転出率の分析結果（被害想定地域からの転出，想定津波高，10歳階級別）

log(転出率)	20～29歳		30～39歳		40～49歳		50～59歳	
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
(a) 平均津波高 (m)								
転出元	0.0012 (0.0011)	0.0026 (0.0017)	0.0005 (0.0012)	0.0021 (0.0020)	0.0033 ** (0.0013)	0.0006 (0.0022)	0.0011 (0.0014)	0.0037 * (0.0022)
転出先	-0.0024 * (0.0012)	-0.0020 (0.0017)	-0.0029 ** (0.0015)	-0.0035 * (0.0019)	-0.0026 * (0.0015)	-0.0026 (0.0020)	-0.0006 (0.0015)	-0.0023 (0.0020)
分析対象								
転出元	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m
転出先	全国	全国	全国	全国	全国	全国	全国	全国
決定係数	0.6997	0.7293	0.6863	0.7155	0.7096	0.7294	0.7296	0.7343
サンプルサイズ	300,710	184,679	229,385	146,557	163,685	108,313	138,010	94,122
log(転出率)	60～69歳		70～79歳		80歳以上			
	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]		
(a) 平均津波高 (m)								
転出元	0.0003 (0.0017)	-0.0027 (0.0027)	0.0013 (0.0020)	-0.0008 (0.0030)	0.0010 (0.0023)	0.0006 (0.0035)		
転出先	-0.0009 (0.0018)	-0.0004 (0.0024)	0.0017 (0.0027)	0.0013 (0.0033)	0.0034 (0.0034)	0.0037 (0.0041)		
分析対象								
転出元	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m		
転出先	全国	全国	全国	全国	全国	全国		
決定係数	0.7668	0.7684	0.7691	0.7732	0.7623	0.7697		
サンプルサイズ	90,674	62,795	65,205	45,460	50,318	35,083		

注：***, ** および * は、それぞれ推計された係数が1%, 5%, 10% 水準で統計的に有意であることを示す。報告された係数は転出元および転出先市区町村の想定津波高と2010年調査ダミーの交差項。カッコ内は不均一分散に対して頑健な標準誤差。分析対象の「対策地域」は、転出元の市区町村が、南海トラフ地震防災対策推進地域に指定されていることを示す。「想定≥1m」は転出元の市区町村における想定津波高が1m以上であることを示す。いずれの推計においても、転出元および転出先の市区町村固定効果、転出元・転出先市区町村間の距離（3次項まで）、年度および市区町村属性をコントロールしている。市区町村属性としては、一人当たり課税対象所得額、人口および人口密度、10歳階級の人口構成比、同一市区町村就業者比率を用いている（結果は省略）。これらの変数については、転出元および転出先の双方の変数を利用した。

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

付表 2：年齢別転出率の分析結果（被害想定地域からの転出，想定津波高の引き上げ幅，10歳階級別）

log(転出率)	20～29歳		30～39歳		40～49歳		50～59歳	
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
(b) 最大津波高の変化(2003年→2012年)(m)								
転出元	0.0018 (0.0011)	0.0021 (0.0014)	0.0018 (0.0013)	0.0027 * (0.0016)	0.0026 * (0.0014)	0.0002 (0.0017)	0.0015 (0.0014)	0.0022 (0.0018)
転出先	-0.0033 ** (0.0013)	-0.0024 (0.0018)	-0.0028 * (0.0016)	-0.0042 ** (0.0021)	-0.0023 (0.0017)	-0.0025 (0.0021)	-0.0003 (0.0015)	-0.0022 (0.0021)
分析対象								
転出元	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m
転出先	全国	全国	全国	全国	全国	全国	全国	全国
決定係数	0.6997	0.7293	0.6863	0.7155	0.7096	0.7294	0.7296	0.7343
サンプルサイズ	300,710	184,679	229,385	146,557	163,685	108,313	138,010	94,122
log(転出率)	60～69歳		70～79歳		80歳以上			
	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]		
(b) 最大津波高の変化(2003年→2012年)(m)								
転出元	-0.0002 (0.0017)	-0.0004 (0.0021)	0.0018 (0.0019)	0.0008 (0.0023)	0.0006 (0.0022)	0.0011 (0.0027)		
転出先	-0.0011 (0.0018)	-0.0004 (0.0024)	-0.0007 (0.0027)	-0.0013 (0.0033)	0.0020 (0.0034)	0.0021 (0.0041)		
分析対象								
転出元	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m		
転出先	全国	全国	全国	全国	全国	全国		
決定係数	0.7668	0.7684	0.7691	0.7732	0.7623	0.7697		
サンプルサイズ	90,674	62,795	65,205	45,460	50,318	35,083		

注：***, ** および * は、それぞれ推計された係数が1%, 5%, 10% 水準で統計的に有意であることを示す。報告された係数は転出元および転出先市区町村の想定津波高の引き上げ幅と2010年調査ダミーの交差項。カッコ内は不均一分散に対して頑健な標準誤差。分析対象の「対策地域」は、転出元の市区町村が、南海トラフ地震防災対策推進地域に指定されていることを示す。「想定≥1m」は転出元の市区町村における想定津波高が1m以上であることを示す。いずれの推計においても、転出元および転出先の市区町村固定効果、転出元・転出先市区町村間の距離(3次項まで)、年度および市区町村属性をコントロールしている。市区町村属性としては、一人当たり課税対象所得額、人口および人口密度、10歳階級別の人口構成比、同一市区町村就業率比率を用いている(結果は省略)。これらの変数については、転出元および転出先の双方の変数を利用した。

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

付表 3：年齢別転出率の分析結果（被害想定地域への転出，想定津波高，10歳階級別）

log(転出率)	20～29歳		30～39歳		40～49歳		50～59歳	
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
(a) 平均津波高 (m)								
転出先	-0.0021 (0.0013)	-0.0059 *** (0.0021)	-0.0033 ** (0.0016)	-0.0044 * (0.0026)	0.0002 (0.0017)	-0.0038 (0.0028)	-0.0005 (0.0017)	0.0022 (0.0026)
分析対象								
転出元	対策地域外	対策地域外	対策地域外	対策地域外	対策地域外	対策地域外	対策地域外	対策地域外
転出先	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m
決定係数	0.7509	0.7329	0.7328	0.7012	0.7488	0.7055	0.7585	0.7106
サンプルサイズ	123,813	85,670	90,853	64,677	62,726	46,800	50,438	39,961
log(転出率)	60～69歳		70～79歳		80歳以上			
	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]		
(a) 平均津波高 (m)								
転出先	0.0000 (0.0019)	0.0016 (0.0024)	-0.0003 (0.0026)	0.0093 ** (0.0033)	-0.0022 (0.0035)	-0.0010 (0.0046)		
分析対象								
転出元	対策地域外	対策地域外	対策地域外	対策地域外	対策地域外	対策地域外		
転出先	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m		
決定係数	0.8049	0.7551	0.8264	0.7635	0.8237	0.7592		
サンプルサイズ	29,975	24,912	19,398	16,754	14,102	11,791		

注：***, ** および * は、それぞれ推計された係数が1%, 5%, 10% 水準で統計的に有意であることを示す。報告された係数は転出先市区町村の想定津波高と2010年調査ダミーの交差項。カッコ内は不均一分散に対して頑健な標準誤差。分析対象の「対策地域」は、転出先の市区町村が、南海トラフ地震防災対策推進地域に指定されていることを示す。「想定≥1m」は転出先の市区町村における想定津波高が1m以上であることを示す。いずれの推計においても、転出元および転出先の市区町村固定効果、転出元・転出先市区町村間の距離（3次項まで）、年度および市区町村属性をコントロールしている。市区町村属性としては、一人当たり課税対象所得額、人口および人口密度、10歳階級別の人口構成比、同一市区町村就業者比率を用いている（結果は省略）。これらの変数については、転出元および転出先の双方の変数を利用した。

「南海トラフ巨大地震による想定津波高と市区町村間人口移動の実証分析」

付表 4：年齢別転出率の分析結果（被害想定地域への転出，想定津波高の引き上げ幅，10歳階級別）

log(転出率)	20～29歳		30～39歳		40～49歳		50～59歳	
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
(b) 最大津波高の変化(2003年→2012年)(m)								
転出先	-0.0011 (0.0013)	-0.0028 * (0.0016)	-0.0025 * (0.0015)	-0.0029 (0.0019)	0.0012 (0.0017)	0.0000 (0.0021)	-0.0016 (0.0016)	-0.0006 (0.0019)
分析対象								
転出元	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m
転出先	全国	全国	全国	全国	全国	全国	全国	全国
決定係数	0.7509	0.7329	0.7328	0.7012	0.7488	0.7055	0.7585	0.7106
サンプルサイズ	123,813	85,670	90,853	64,677	62,726	46,800	50,438	39,961
log(転出率)	60～69歳		70～79歳		80歳以上			
	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]		
(b) 最大津波高の変化(2003年→2012年)(m)								
転出先	-0.0011 (0.0019)	-0.0003 (0.0024)	-0.0005 (0.0026)	0.0039 (0.0033)	-0.0037 (0.0035)	-0.0026 (0.0046)		
分析対象								
転出元	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m	対策地域	想定≥1m		
転出先	全国	全国	全国	全国	全国	全国		
決定係数	0.8049	0.7551	0.8264	0.7635	0.8237	0.7592		
サンプルサイズ	29,975	24,912	19,398	16,754	14,102	11,791		

注：***, ** および * は、それぞれ推計された係数が1%, 5%, 10% 水準で統計的に有意であることを示す。報告された係数は転出先市区町村の想定津波高の引き上げ幅と2010年調査ダミーの交差項。カッコ内は不均一分散に対して頑健な標準誤差。分析対象の「対策地域」は、転出先の市区町村が、南海トラフ地震防災対策推進地域に指定されていることを示す。「想定≥1m」は転出先の市区町村における想定津波高が1m以上であることを示す。いずれの推計においても、転出元および転出先の市区町村固定効果、転出元・転出先市区町村間の距離(3次項まで)、年度および市区町村属性をコントロールしている。市区町村属性としては、一人当たり課税対象所得額、人口および人口密度、10歳階級別の人口構成比、同一市区町村就業者比率を用いている(結果は省略)。これらの変数については、転出元および転出先の双方の変数を利用した。