

# 南海トラフ地震を想定した経済的被害の推計方法に関する研究

○崔明姫（立命館大学），谷口仁士（東濃地震科学研究所）

豊田祐輔（立命館大学），鐘ヶ江秀彦（立命館大学）

## A Study on Estimating Economic Damage Assuming Nankai Trough Earthquake

\* M. Cui (Ritsumeikan University), H. Taniguchi (Tono Research Institute of Earthquake Science),

Y. Toyoda (Ritsumeikan University) and H. Kanegae (Ritsumeikan University)

**概要**— 南海トラフ巨大地震の経済的被害を想定するには、現在の社会経済指標に依存するだけでなく、将来の人口問題を踏まえた社会経済環境を考慮する必要がある。既往研究（谷口ら）では、民力総合指数（朝日新聞社公表）と直接被害額の相関関係をベースに被害推計モデルを提案している。本研究は、既存のモデルを改良し、地域の経済力を示す民力総合指数と人口の相関分析などから、人口減少と社会経済変動の関係を究明し、より汎用的な被害推計モデルの開発を目指す。

**キーワード**: 人口減少, 南海トラフ地震, 経済的被害の推計

## 1 はじめに

人口減少社会に入っている日本においては、少子高齢化、就業者数の減少、社会経済構造の変化が予想され、被害後の経済活動の復興が難しくなることが考えられる。さらに、阪神淡路大震災や東日本大震災の被害事例で見られるように、被災地の人口流出による消費活動の低迷や地域財政の破綻は、更なる経済の落ち込みをもたらす。このような社会的な背景を考えれば、人口減少、社会経済構造の変動などを考慮した災害リスクの検討、震災への取り組みが急務である。

東日本大震災後、内閣府より沿岸部の139市町村が南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域として指定された<sup>1)</sup>。指定された市町村では、避難場所や避難経路の整備、防災訓練の実施など人的被害を軽減するための取り組みは行われているが、将来の社会的・経済的な環境を見据えた経済的被害の把握や経済復興への取り組みまでには至っていない。

これまでの経済的被害の推計に関する研究は、谷口らの地震による直接被害額の推計<sup>2)</sup>や朴らの津波による直接被害額の推計<sup>3)</sup>などがある。前者は、地震動による建物や社会基盤の被害を中心に、震度、液状化危険度指数、斜面崩壊の有無などハザード指標と民力総合指数を説明変数とする推計モデルを開発したものであり、後者は前者の推計方法に基づき、津波高と民力総合指数を取り入れた津波被害額推計モデルの研究である。これらの研究は、地震や津波災害による経済的被害の推計方法を提案しているが、人口変動（減少や流出）による影響までは考慮されていない。

本研究では、上記の先行研究の被害推計式を踏まえ、既存の推計モデルを改良し、人口変動量を組み込んだ新たな経済的被害額（直接被害額）の推計方法を提案することを目的とする。具体的には、過去の民力データの人口指数と総合指数の関係を分析し、民力総合指数を最モデリング化することで、人口指数と取り入れた推計モデルへの改良を行う。また、志摩都市圏、須崎都市圏および高知都市圏に適用し、2030年に南海トラフ巨大地震が発生すると仮定した場合の被害額の推計を試みる。

## 2 経済的被害の推計方法

国立社会保障・人口問題研究所は、日本の人口を2010年の1億2,806万人から2030年には1億1,662万人、2060年には8,674万人に減少すると予測している<sup>4)</sup>。既に人口減少社会に入っている日本では、少子高齢化による労働力や資本ストックの減少による経済成長の低下が懸念されている。このような社会経済的背景の中で、20～30年後に発生すると予想されている巨大災害の被害予測においては、現在の経済指標に依存する計算では適用できず、将来の経済指標を予測する必要がある。本研究では、国立社会保障・人口問題研究所が公表した人口予測データに基づき、直接被害額（資本ストックの被害額）の推計方法を提案する。

既存の被害推定式（谷口ら、朴ら）は、民力総合指数と直接被害額の強い相関関係に着目し、ハザード指標（計測震度、液状化危険度指数、斜面崩壊度、津波高）と民力総合指数を説明変数として、推計モデルを開発している。本研究では、将来人口予測データにより民力総合指数を再モデリング化し、それを既存の被害推計式に反映させることで、新しいモデルを開発する。

### 2.1 用いるデータ

民力指数とは、各地域の生産、消費、文化、暮らしなどの分野にわたって国民が持っているエネルギーを都道府県、エリア（1都道府県に3,4エリア）、都市圏、市町村別に示したものである<sup>5)</sup>。民力の統計方法は、近年しばしば変更され、1997年からの市町村合併による行政区域変更、2002年の構成指標の一部の変更、2007年の新たな「暮らし指標」の追加などが行われた。改編年度とその以前のデータとの連続性に関しては問題があると思うが、この連続性に十分注意を払いながら2007年以降のデータを用いて推計を行う。

なお、生活、文化、産業経済などの社会機能は一市町村のみでは収まらず、周辺地域へと自然に広がっていく。そのため、市町村別の民力データは、都市の諸活動により年毎に大きく変動する場合がある。そこで本研究では、エリア・マーケティングの視点から設定

された、生活、文化、産業経済構造の中核地域であると同時に実質的な地域情報ユニットとなる「都市圏」を一つの単位として分析を行う。都市圏の民力データには、基本指数、産業活動指数、消費指数、文化指数、暮らし指数の5項目の15指数により構成されている(都道府県は5項目30指数)。

## 2.2 事例対象地域の選定

地域特徴や産業構造が異なる地域を対象に経済的被害を把握することは、それぞれの特徴に応じた復興プロセスの分析が可能となり、今後の異なる被災状況や事例における防災計画や復興政策に適用することができる。本研究では、南海トラフ巨大地震で甚大な被害が予測されている三重県の志摩市、高知県の須崎市と高知市を対象とし、3つの都市を核とする「都市圏」を対象範囲とする(Table 1)。志摩市は観光業など第三次産業を中心とする小都市で、須崎市は農業と漁業、石灰工業など第一、二次産業を中心とする小都市であり、高知市は県庁所在地として政治、文化、経済などが集中している中核都市である。

Table 1: 民力分類による各都市圏の市町村名<sup>5)</sup>

都市圏名	志摩都市圏	須崎都市圏	高知都市圏
市町村	志摩市	須崎市, 中土佐町, 禰原町, 津野町, 四万十町	高知市, 本山町, 大豊町, 土佐町, 大川村, いの町, 仁淀川町, 佐川町, 越知町, 日高村

## 2.3 既存の経済的被害の推計式について

谷口らが、提案している地震動による直接被害の推計式は以下ようになる。

$$Y_p = 0.0347 \times D_{fi} \times Se_{24}^{1.3119} \times I \times (0.03 \times P_L + 1) \times K \quad (1)$$

ここで、

$Y_p$ : 直接被害総額(兆円),

$D_{fi}$ :  $D_{fi} = GDP_{2000} / GDP_i$ としたデフレーター,  $GDP_{2000}$ は2000年におけるGDP,  $GDP_i$ は*i*年におけるGDP  
 $Se_{24}$ : 民力総合指数(都道府県別, 24指標):2007年より $Se_{30}$ に変更

$Se_{10}$ : 民力総合指数(市町村別, 10指標):2007年より $Se_{15}$ に変更

$Se_{24} = 0.0084 \times Se_{10}^{1.0188}$ : (この式を(1)式に代入. 市町村単位の推定式)

$P_L$ : 液化化危険度指数(加重平均PL値)

$I$ : 震度に関する補正係数で,  $I = 3 / (1 + 4.16 \times 10^8 \exp^{(3.5S_i)})$

$S_i$ : 加重平均震度(計測震度)

$K$ : 大規模な斜面崩壊に関する補正值で,  $K = 4.51$ としている。

また、朴らは、上記の地震動による被害推計式を元に、津波高を説明変数とする津波被害推計式を提案した。

$$Y_{tsu} = 0.0434 \times Se_{24}^{0.9892} \times It \quad (2)$$

$$It = I_{max} / \{1 + 1.40 \times 10^4 \exp(-1.59 \times Ht)\} \quad (3)$$

ここで、

$Y_{tsu}$ : 津波による直接被害額(兆円),

$Se_{24}$ : 民力総合指数(都道府県別, 24指標)

$It$ : 津波補正係数,  $Ht$ : 津波高(単位: m)

$I_{max}$ : 特殊解に対応する補正係数(チリ津波のケース: 6.82, 奥尻町のケース: 42.25)

## 2.4 人口データを用いた民力総合指数の改良

人口減少を考慮にした民力総合指数の改良を図るため、人口データと総合指数の相関関係を分析した。その結果、都市圏単位における民力人口指数と総合指数の間に、強い相関関係にあることが確認された(Fig. 1)。なお、市町村単位での2つの指標の関係は、ほとんど相関が見られず、都道府県単位の分析でも同様な結果であった。以上の結果から、同じ市場や都市機能の環境下にあるエリア内において、人口と経済活動は密接に関連していることが再確認できた。

ここでは、被害発生年においてもこの相関関係が一定であることを前提として、得られた回帰式を将来の民力総合指数の予測に適用した。

3つの都市圏の人口指数と総合指数の関係を Fig. 1~3に示す。

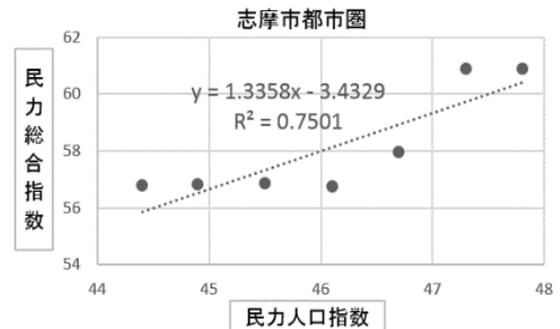


Fig. 1: 民力人口指数と総合指数の相関関係(志摩都市圏, 指数: 1/100,000, 全国 100,000)

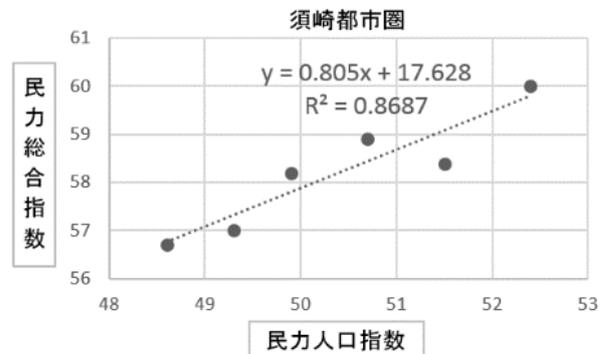


Fig. 2: 民力人口指数と総合指数の相関関係(須崎都市圏, 指数: 1/100,000, 全国 100,000)

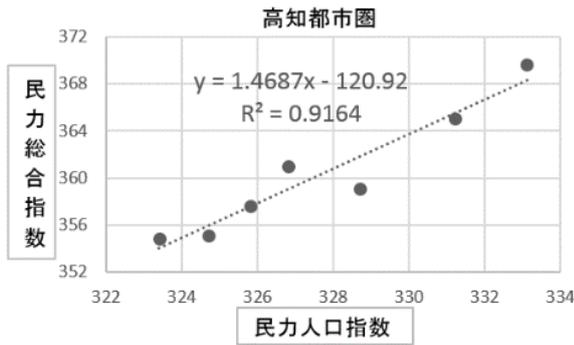


Fig. 3: 民力人口指数と総合指数の相関関係 (高知都市圏, 指数: 1/100,000, 全国 100,000)

志摩市を例とした人口指数と総合指数の関係式を式(4)に示す。

$$S_{15(t)} = 1.3358 \times P_{15(t)} - 3.4329 \quad (4)$$

ここで、

$S_{15(t)}$ : t年の民力総合指数、

$P_{15(t)}$ : t年の人口指数

なお、人口指数は、対象地域と全国の人口データの比率で現れる。

$$P_{15(t)} = 100,000 \times \frac{N_{\text{対象地域}(t)}}{N_{\text{全国}(t)}} \quad (5)$$

ここで、

$N_{\text{対象地域}(t)}$ : t年の対象地域の人口

$N_{\text{全国}(t)}$ : t年の日本の人口総数

## 2.5 経済的被害推計式の改良

民力総合指数を人口指数で表した式(4)と(5)を、式(1)～(3)に代入すれば、将来人口の予測値を反映した直接被害額推計式が得られる。しかし、既存研究では2003年の24指標に基づく都道府県の総合指数を使用しているため、2007年以降に追加された暮らし指数などは含まれていない。また、都道府県をベースとした指数と都市圏をベースとした指数の間に誤差が存在する可能性がある。これらの乖離を補正するため、2003年の都道府県の総合指数(24指標ベース)と2013年の都道府県の総合指数(15指標ベース、都市圏の指標を足し合わせて計算)を下記の関係式により調整する(Fig. 4)。

$$S_{24} = 0.0101 \times S_{15} - 0.1767 \quad (6)$$

ここで、

$S_{24}$ : 2003年の24指標ベースの民力総合指数(1/1,000)、

$S_{15}$ : 2013年の15指標ベースの総合指数(1/100,000)

最後に、式(4)～(6)を式(1)～(3)に代入し、将来人口の予測データを説明変数とした直接被害額推計式を導く。式(7)と(8)は志摩市を事例とした地震動による直接被害額推計式と、津波による直接被害額推計式である。

$$Y_p = 0.0347 \times [1349.16 \times \frac{N_{\text{対象地域}(t)}}{N_{\text{全国}(t)}} - 0.2114]^{1.3119} \times I \times (0.03 \times P_L + 1) \times K \quad (7)$$

$$Y_{\text{tsu}} = 0.0434 \times [1349.16 \times \frac{N_{\text{対象地域}(t)}}{N_{\text{全国}(t)}} - 0.2114]^{0.9892} \times I \quad (8)$$

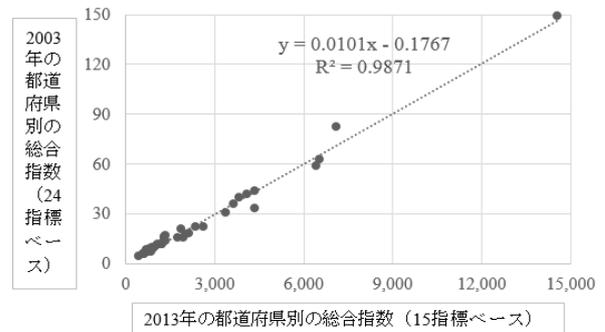


Fig. 4: 民力総合指数・都道府県24指標と都市圏15指標間の関係

## 3 経済的被害の推計結果

本研究で改良した推計式を、志摩都市圏、須崎都市圏、高知都市圏に適用し、2030年に南海トラフ巨大地震が発生した場合の直接被害額を推計した。人口予測データは、国立社会保障・人口問題研究所の中位予測データ<sup>46)</sup>を用いた。

Table 2とTable 3に、それぞれ用いる指標および推計結果を示す。推計結果、志摩都市圏の直接被害総額(地震+津波)は4,766億円、須崎都市圏は5,726億円、高知都市圏では77,427億円に見積もられた。

しかし、ここでは地震動による被害と津波による被害の重複について考慮していないため、実際の被害額より過大評価される可能性がある。また、式(3)の津波補正係数 $I_1$ については $I_{\text{max}}=42.25$ の奥尻ケースを適用したため過大評価されている可能性が高い。

## 4 まとめ

本研究は、人口減少や少子高齢化の到来と南海トラフ巨大地震の襲来がほぼ同時期に起こると仮定し、経済学的視点を取り入れた直接被害額の推計を行った。

本研究で得られた知見と課題を以下に示す。

1) 人口指標を用いた経済的被害(直接)の予測式を提案し、2030年に南海トラフで地震が発生した場合の直接被害額の推計を試みた。その結果、志摩市都市圏は4,766億円、須崎市都市圏は5,726億円、高知市都市圏は77,427億円と見積もられた。

2) 本研究の津波による被害額の推計では、ハザード指標として津波高のみを考慮し、地震動による被害が重複されるなど、過大評価される可能性がある。今後は、津波高だけでなく、地形データや被災面積などを考慮するなど計算の精度上げるとともに、東日本大震災の最新データを用いて推計式をアップグレードする必要がある。

Table 2: 直接被害額の推計に用いた指標

事例対象地域	2030年日本総人口 <sup>4)</sup> (人)	2030年各都市圏人口 <sup>6)</sup> (人)	加重平均震度 <sup>7,8)</sup>	液状化危険度PL値 <sup>7,8)</sup>	最大津波高さ <sup>7,8)</sup> (m)
志摩都市圏	116,617,657	39,368	6.5	15	26
須崎都市圏		43,593	6.5	15	25
高知都市圏		349,052	6.5	15	16

Table 3: 直接被害額の推計結果

事例対象地域	直接被害額(億円)		
	地震動	津波	合計
志摩都市圏	224	4,543	4,766
須崎都市圏	284	5,442	5,726
高知都市圏	8,275	69,152	77,427

3) 住宅地, 商店街, 工場地区, 農地など, 異なる地区における経済的被害は, それぞれ異なる特徴を持っている. 多岐に渡る災害リスクに対応し, 適切な対策を図るためには, 地域特徴を考慮した推計モデルを開発する必要がある. 今後の推計モデルの改良では, これらの要素を考慮するとともに, 推計結果の実用性に向けて, このような経済的被害が, 地域産業, コミュニティ, 家庭などに与える影響を検討する.

html, (2014)

- 7) 三重県防災対策部: 地震被害想定調査結果(ハザード関係)の概要について, (2014).
- 8) 高知県南海トラフ地震に備えるポータルサイト: 南海トラフ地震による被害想定, <http://www.pref.kochi.lg.jp/sonae-portal/prediction/damage.html>, 2015年8月31日アクセス

## 謝辞

本研究を進めるにあたり, 志摩市役所の地域防災室から沢山の資料を提供して頂いた. 記して深く感謝の意を表す. また, 本研究は, 志摩市との立命館大学の官学連携研究助成事業および岡田科研費(課題番号: 25282109)の支援を頂いて実施したものであり, 関係者の各位に謝意を表す次第である.

## 参考文献

- 1) 内閣府: 南海トラフ地震防災対策推進地域・南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域, 防災情報のページ, <http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/>, 2015年8月31日アクセス
- 2) 谷口仁士, 鐘ヶ江秀彦: 地震災害が地域に及ぼす経済的影響, JCOSSAR2000, 論文集, (2000)
- 3) 朴ジョンヨン, 崔青林, 谷口仁士: 過去の地震・津波の経験にもとづいた被災地経済復興計画立案の分析方法に関する研究 地域学研究第43巻-3号, 291/305, (2013)
- 4) 国立社会保障・人口問題研究所: 日本の将来推計人口(平成24年1月推計), 出生中位(死亡中位)推計, <http://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/newest04/sh2401simm.html>, (2014)
- 5) 民力マーケティング・データベース: DVD-ROM2010(1989-2013) 朝日新聞出版, (2014)
- 6) 国立社会保障・人口問題研究所: 日本の地域別将来推計人口(平成25年3月推計), <http://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/newest04/sh2401simm.html>