

高知県における南海トラフ巨大地震に 災害廃棄物量の発生量の推計

今井 浩二¹・佐尾 博志²・前田 真佐樹³・大西 暁生⁴

¹非会員 東京都市大学 環境情報学部 (〒224-8551 神奈川県横浜市都筑区牛久保西3-3-1)

²正会員 東京都市大学 環境学部 (〒224-8551 神奈川県横浜市都筑区牛久保西3-3-1)
E-mail:hsao@tcu.ac.jp

³正会員 東京都市大学 環境情報学部 (〒224-8551 神奈川県横浜市都筑区牛久保西3-3-1)

⁴正会員 東京都市大学 環境学部 (〒224-8551 神奈川県横浜市都筑区牛久保西3-3-1)
E-mail:onishi@tcu.ac.jp

東日本大震災により、13道県では大量の災害廃棄物と津波堆積物が発生した。これらの廃棄物は多くの市町村で3年以内に処理された。この被害と処理状況を踏まえて、内閣府や各都道府県では近い将来発生する南海トラフ巨大地震に備えた計画及び対策を行っているが、その計画と対策は現在の社会状況に限定している。そこで、本研究では、将来の社会状況下における南海トラフ巨大地震による災害廃棄物量を把握することを目的とする。そこで、高知県を対象に2010年から2050年までの人口と世帯数、住宅のライフサイクルを推計した。この推計をもとに、南海トラフ巨大地震に伴う地震と津波による災害廃棄物量を算出した。その結果、災害廃棄物量は2050年にはそれぞれ約271万トン、約331万トンとなった。

Key Words : Great earthquake along the Nankai Trough, Tsunami, Kochi Prefecture, disaster waste, residential lifecycle

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災は地震による激しい揺れと大津波により、住宅や商業施設、インフラ施設等に甚大な被害を与えた。環境省によると、13道県239市町村で災害廃棄物量が約2,019万トン、津波堆積物量が約1,102万トン発生した¹⁾。これらの災害廃棄物は救急車両の妨げや有害物質による健康への影響、被災者の精神的な負担等²⁾の悪影響が懸念されていたこともあり、3年以内を目標に全ての処理を完了することを目指した³⁾。その結果、2014年3月末には、福島県の一部を除く、12道県231市町村で災害廃棄物及び津波堆積物を完全に処理した。また、両廃棄物の処理は阪神・淡路大震災と比べると、多くの廃棄物が再生利用されている。これは、建設リサイクル法の施行により、多くの木くずが再利用されたこと、大阪府の大阪湾フェニックス処分場のような大規模処分場が不足していること等が要因で、多くの廃棄物が再利用された³⁾。

このような被害及び処理状況を踏まえて、内閣府は近い将来発生する南海トラフ巨大地震への対策を検討する

ために、南海トラフ地震防災対策推進基本計画を策定した⁴⁾。この基本計画では、南海トラフ巨大地震が発生した場合の災害応急対策、行政機関や地方公共団体、関係事業者が定める防災対策の基本方針を定めており、各対象機関に対して具体的な目標を掲げ、地震防災対策の推進を目的としている⁴⁾。各都道府県はこの基本計画に基づき、防災対策計画案を作成し、想定される被害や各市町村での対策を検討している。しかし、これらの計画には、近年の人口や建物棟数等を用いて、最大クラスの地震・津波による被害と対策の効果を推計しているが、地震や津波はいつ発生するか予測が不可能である。そのため、将来の社会状況を考慮した災害廃棄物量や経済被害等を把握しておく必要がある。このように、将来発生する被害を把握しておくことで、減災対策案やその実施時期の検討、災害廃棄物の適正処理等に役立つ。

そこで、本論文では、将来発生する南海トラフ巨大地震に伴う高知県内で発生する災害廃棄物量の把握を目的とし、2010年から2050年までの災害廃棄物量の発生量を5年間隔で推計する。また、高知県の推計結果を著者らの既存研究と比較を行う。具体的には、まず、コーホー

ト要因法を用いて、高知県を対象に、2010年の国勢調査の人口データをもとに、2015年から2050年までの人口を5年間隔で推計する。次に、住宅のライフサイクルモデルを構築し、人口の推計結果をもとに住宅の需要量を推計する。そして、このモデルに、各期間の社会状況において、40年間で1度だけ、地震と津波が発生した場合の災害廃棄物量を推計する。つまり、仮に2010年で地震や津波が発生したとしても、それ以降の社会状況に影響を与えるものではないことを留意されたい。また、地震や津波の被害(震度や浸水深)は2012年の公表値を用いており、都市開発や気候変動等の不確実な要因は考慮せず、将来の被害は現状と同じとした。最後に、南海トラフ巨大地震によって甚大な被害が予測される静岡県内の静岡市から西の地域(以後、静岡県西部地域と称す)を対象とした著者らの既存研究⁵⁾の推計結果と比較する。

2. 将来の人口及び住宅のライフサイクルの推計

(1) 人口の推計方法

将来の人口は長谷川ら(2012)⁶⁾の推計方法を参考にし、2010年から2050年までコーホート要因法を用いて推計した。なお、コーホート要因法を用いた人口推計には、人口、死亡率または生存率、合計特殊出生率、男女出生率、男女別・5歳階級別の純移動率のデータが必要となる。そこで、各データは以下の公表値を用いた。人口については、総務省統計局(2010)の平成22年国勢調査⁷⁾より、高知県の3次メッシュ(1km×1kmの格子)ごとの男女別・5歳階級別人口を用いた。死亡率については、厚生労働省(2010)の平成22年市区町村別生命表⁸⁾より、2010年の各市町村の男女別・5歳階級別の死亡率を用い、生存率は1から厚生労働省(2005)の平成17年市区町村別生命表⁹⁾の市町村別の男女別・5歳階級別の死亡率を差し引いて算出した。合計特殊出生率については、厚生労働省(2010)の人口動態調査¹⁰⁾より、2010年の女性の年齢15～49歳の5歳階級別の出生率を用いた。男女出生率については、厚生労働省(2011)の人口動態調査¹¹⁾より、2010年の男女別出生数の構成比を用いた。男女別・5歳階級別の純移動率については、まず、総務省統計局(2005)の平成17年国勢調査¹²⁾より、男女別・5歳階級別の人口に生存率を乗じて封鎖人口を計算した。なお、封鎖人口とは、域内の人口の転出入を考慮せず、出生数や死亡数の自然増減のみを考慮した将来の人口数のことである。次に、総務省統計局(2010)の平成22年国勢調査⁷⁾より、2010年の男女別・5歳階級別の人口から封鎖人口を差し引くことで、男女別・5歳階級別の純移動数を算出し、この純移動数を2010年の男女別・5歳階級別の人口で除すことで男女別・5歳階級別の純移動率を計算した。

以上のデータを用いて、高知県における2010年の人口をもとに、2015年から2050年までの人口を推計した。具体的には、2010年の人口は上述したように、総務省統計局(2010)の平成22年国勢調査⁷⁾より、高知県の3次メッシュごとの男女別・5歳階級別人口を用いた。2015年以降は0～4歳の人口と5歳以上の人口は異なる方法で推計した。0～4歳の人口は5年前の女性15～49歳の人口に合計特殊出生率¹⁰⁾、男女出生率¹¹⁾を乗じて推計した。5歳以上の人口は5年前の男女別・5歳階級別の人口に各コーホートの死亡率と純移動率を乗じて推計した。

(2) 世帯数の推計方法

将来の世帯数は前節で推計した各期間の男女別・5歳階級別の人口に対して、世帯主率を乗じることで世帯数を推計した。世帯主率は総務省統計局(2010)¹³⁾の平成22年国勢調査より、各市町村の男女別・5歳階級別の世帯主数を総務省統計局(2010)⁷⁾の平成22年国勢調査の市町村ごとの男女別・5歳階級別の人口で除すことで算出した。なお、世帯主は総務省統計局(2010)¹³⁾にある世帯主のデータが15歳以上だったため、世帯数の推計も同様に、15歳以上の男女を世帯主として扱った。

(3) 住宅の需要量と住宅のライフサイクルの推計方法

a) 住宅の需要量の推計

ここでは、将来の住宅の建て方別(戸建て住宅、集合住宅)・構造別(木造住宅、集合住宅)で必要となる延床面積(以後、住宅の需要量と称す)を推計するために、総務省統計局(2008)の住宅・土地統計調査¹⁴⁾とESRIジャパンのArcGIS Data Collection 詳細地図¹⁵⁾のデータを用いて、築年数及び建て方別・構造別の割合を算出し、その割合を用いて、築年数ごとの建て方別・構造別の住宅の需要量を算出した。なお、建て方別の割合については、住宅の回数が1階もしくは2階建ての住宅を戸建て住宅、3階建て以上の住宅を集合住宅とし、メッシュごとに建て方別の割合を算出した。構造別の割合は総務省統計局(2008)の住宅・土地統計調査¹⁴⁾より、高知県の木造住宅と非木造住宅の総数から割合を算出した。築年数別の割合については、総務省統計局(2008)の住宅・土地統計調査¹⁴⁾より、1950年から5年ごとの築年数ごとの構造別の世帯割合を市町村別に算出した。なお、いの町、四万十町以外の町村はデータが存在しなかったため、高知県のデータを用いた。これらの割合をもとに、各メッシュにおける築年数ごとの建て方別・構造別の世帯数に市町村別の建て方別・構造別の1世帯当たりの住宅の延床面積を乗じて、住宅の需要量を推計した。

b) 住宅のライフサイクルの推計

ここでは、住宅の建替えと廃棄の頻度に伴う住宅の新規建設を考慮するために、長岡ら(2009)¹⁶⁾の推計方法を

参考に、各期間における住宅のライフサイクルを推計した。なお、住宅のライフサイクルとは、住宅の建設(投入)から居住(残存)、解体(廃棄)の一連を意味する。

前項で推計した2010年の住宅の需要量をもとに、2015～2050年における住宅の廃棄量、残存量、投入量を推計した。廃棄量は5年前の住宅の需要量に小松ら(1992)¹⁷⁾、Nomura *et al.*(2005, 2008)^{18),19)}、長岡ら(2008)²⁰⁾、小見ら(2010)²¹⁾による推計式と小松ら(1992)¹⁷⁾、小見ら(2010)²¹⁾によって推計された住宅構造別パラメータを用いて、建て方別・構造別の廃棄率を算出し、その割合を乗じて推計した。残存量は5年前の住宅の需要量に残存率(1－廃棄率)を乗じて算出した。ここで、推計年の残存量が同年の住宅の需要量に満たない場合、不足分を新築の住宅として住宅の需要量に一致するように調整した。この調整分を住宅の投入量とした。ちなみに、新築の住宅タイプは建て替える前の住宅の建て方別・構造別が居住者の選好であると仮定し、全て建替える前の住宅の建て方別・構造別と同じであると仮定した。他方で、推計年の残存量が同年の住宅の需要量を超過した場合、住宅の供給過多となっているため、新たな住宅の投入は行わず、余剰分を空き家として扱った。

3. 地震と津波による災害廃棄物の推計方法

(1) 地震と津波による被害について

ここでは、地震による災害廃棄物と津波による災害廃棄物量をそれぞれ推計する。なお、本論文では、地震による被害は地震によって倒壊した住宅とし、一方、津波による被害は地震によって倒壊した住宅を除いた住宅が津波によって浸水被害を受けた住宅とした。

(2) 地震による被害の推計方法

a) 地震の震度の設定

地震の震度については、内閣府(2012)²²⁾のメッシュと人口や住宅の需要量を推計したメッシュの大きさが異なるため、人口や住宅の需要量の3次メッシュと合わせるように、5次メッシュ(250m×250mの格子)ごとの震度データを3次メッシュごとに集約した。同じ3次メッシュへの集約の際、5次メッシュ内で最も震度が高い値を3次メッシュでの地震の震度として採用した。なお、河川を含むメッシュについては、内閣府(2012)²²⁾には震度データが存在しなかったため、市町村別の平均震度を用いた。

b) 地震による災害廃棄物量の推計方法

地震による災害廃棄物量を算出する際に、地震による被害延床面積と住宅の資材別投入原単位が必要となる。そこで、地震による被害延床面積については、内閣府中央防災会議(2013)²³⁾の資産等の被害額より、被害量の算

出式を参考にしてメッシュごとに推計した。具体的には、住宅の需要量に対して、内閣府中央防災会議(2013)²⁴⁾の地震による全壊率及び全半壊から半壊率を計算し、全壊率及び半壊率を用いて、各メッシュの全壊及び半壊の延床面積を算出した。これらの延床面積の合算値を地震による被害延床面積とした。原単位については、長岡ら(2008)¹⁶⁾の構造別・建築資材別投入原単位を用いた。なお、住宅の資材別投入量は住宅の構造によって大きく異なるため、ここでは、木造住宅の原単位は木造住宅と2×4工法住宅、非木造住宅の原単位はS造住宅とRC造住宅の平均値を用いた。以上より、地震による災害廃棄物量は推計した住宅の被害延床面積に対して、構造別・建築資材別投入原単位を乗じて算出した。

(3) 津波による被害の推計方法

a) 津波による浸水深の設定

津波による浸水深については、内閣府(2012)の南海トラフの巨大地震モデル検討会²⁵⁾の浸水深データを用いており、震源地は一番被害が大きいと考えられるケース④(四国沖に大すべり、超大すべり)を使用した。

津波の被害を受けるメッシュの選定については、3次メッシュ内に浸水深が1m以上を少しでも含まれている場合にはそのメッシュを浸水域とし、一方で、全く浸水深データが含まれない場合にはそのメッシュを非浸水域とした。これにより、浸水域内に住宅が存在する地域は高知県の34市町村のうち21市町村(高知市、室戸市、安芸市、南国市、土佐市、須崎市、宿毛市、土佐清水市、四万十市、香南市、東洋町、奈半利町、田野町、安田町、北川村、芸西村、いの町、中土佐町、四万十町、大月町、黒潮町)となった。なお、高知県の市町村地図を図-1に示す。



図-1 高知県の市町村地図

b) 津波による災害廃棄物量の推計方法

津波による災害廃棄物量を算出する際に、地震と同様に、津波による被害延床面積と住宅の資材別投入原単位が必要となる。そこで、津波による住宅への被害延床面積は国土交通省河川局(2005)の治水経済調査マニュアル²⁶⁾の津波被害の算出式を参考にした。具体的には、まず、各メッシュごとの住宅の需要量に対して、地震によって

被害を受ける延床面積を差し引き、この延床面積を津波による被害延床面積の推計対象とした。次に、津波による被害延床面積の推計対象にメッシュごとの浸水率と国土交通省(2005)の治水経済調査マニュアル²⁶⁾に記述されている地盤勾配別の家屋の浸水深別被害率を乗じて、メッシュごとの津波による住宅への被害面積を算出した。ここで、浸水率については、メッシュ内には浸水域と非浸水域が混在している場所もあり、津波による被害が過大値とならないように、補正するために使用した。地盤勾配については、国土交通省国土政策局(2011)の国土数値情報²⁷⁾より、5次メッシュごとの平均傾斜角度を3次メッシュに集約した。ここで、3次メッシュに集約させる際、各5次メッシュの平均値を3次メッシュの傾斜角度とした。なお、一部のメッシュでは、地盤勾配のデータが存在しなかったため、高知県全体の平均地盤勾配を用いた。この地盤勾配データを用いて、メッシュごとに国土交通省(2005)の治水経済調査マニュアル²⁶⁾に記載されている地盤勾配別の家屋の浸水深別被害率を算出した。なお、内閣府(2012)の南海トラフ巨大地震モデル検討会²⁵⁾のメッシュごとの浸水深の区分と国土交通省(2005)の治水経済調査マニュアル²⁶⁾の浸水深の区分が異なっているため、国土交通省(2005)の治水経済調査マニュアル²⁶⁾に合わせるように調整した。具体的には、メッシュの浸水深が1mの場合、床上50cm未満と床上50～100cmの被害率の合計値を使用し、浸水深が2mの場合、床上101～200cmの被害率、浸水深が3mの場合、床上201～300cmの被害率、浸水深が4m以上の場合、床上301cm以上とした。

津波による災害廃棄物量の推計については、地震と同様に、長岡ら(2008)¹⁶⁾の構造別・建築資材別投入原単位を乗じて算出した。

4. 高知県における推計結果

(1) 将来の人口と世帯数の推計結果

2010年から2050年までの人口の推計結果を図-2に示す。図より、2010年の高知県における人口は約78.3万人に対して、2010年以降は減少傾向にあることが明らかとなった。また、2050年の人口は約48.3万人となり、2010年と比べ、約30.0万人(約38.3%)減少した。

男女別では、2010年の男性人口は女性人口よりも少なく約36.4万人に対して、女性人口は約43.8万人となった。2010年以降は徐々に減少していくが、男女の比率はあまり変化が見られなかった。

市町村別では、2010年の人口は高知市(約33.0万人)、南国市(約6.4万人)、四万十市(約3.8万人)の順に多かった。2010年以降は全ての市町村で減少傾向を示し、2050年では高知市(約22.8万人)、南国市(約4.7万人)、香南市

(約2.9万人)の順となった。このように、高知県では、高知市に人口が集中しており、他の市町村の人口は最大でも高知市の約5分の1程度である。

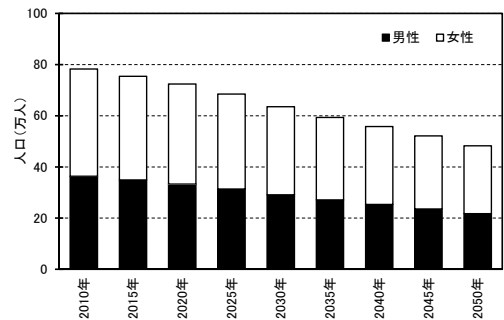


図-2 2010年から2050年までの人口の推計結果

2010年から2050年までの世帯数の推計結果を図-3に示す。この図より、2010年の世帯数は約21.8万世帯と推計され、2010年以降は減少傾向となった。2050年には、世帯数が約13.7万世帯となり、2010年と比べて約8.0万世帯(約36.8%)の減少となった。

市町村別では、人口と同じ傾向であり、2010年の世帯数は高知市(約9.1万世帯)、南国市(約1.7万世帯)、四万十市(約1.1万世帯)の順となった。2010年以降は一部の市町村(香南市、佐川町、三原村、南国市)を除いて減少傾向を示した。香南市、佐川町、三原村、南国市は2015年または2020年にかけて増加傾向を示し、その後は減少した。人口の推計結果とは異なる傾向を示した理由は上述したように世帯主は15歳以上としているため、0～14歳までの人口の増減の影響がない。すなわち、15歳以上の人口によって左右されるため、人口のピークと世帯数のピークが異なると言える。

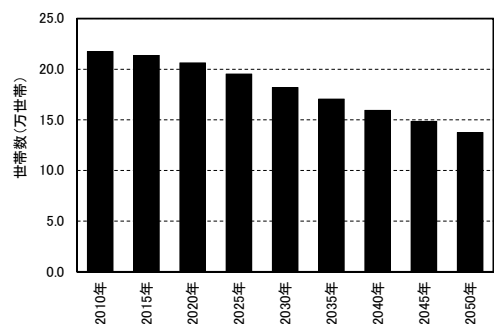


図-3 2010年から2050年までの世帯数の推計結果

(2) 住宅の需要量とライフサイクルの推計結果

2010年から2050年までの住宅の需要量の推計結果を図-4に示す。図より、2010年の住宅の需要量は高知県全体で約2,873万 m^2 と推計された。2010年以降は世帯数と同様

に減少傾向にあり、2050年の住宅の需要量は約1,839万㎡となり、2010年と比べて約1,034万㎡(約36.0%)減少した。

建て方別・構造別に見ると、戸建て木造住宅が一番多く、次いで集合非木造住宅、戸建て非木造住宅、集合木造住宅の順となった。これらの住宅の需要量は2010年から2050年にかけて全て減少傾向にあるが、住宅タイプ別の構成はさほど変化が見られなかった。これについては、新築の住宅へのシナリオを設定している訳ではないため、大きく変化しなかったが、シナリオを設定することで現在とは異なる住宅の選好を反映することが可能となる。

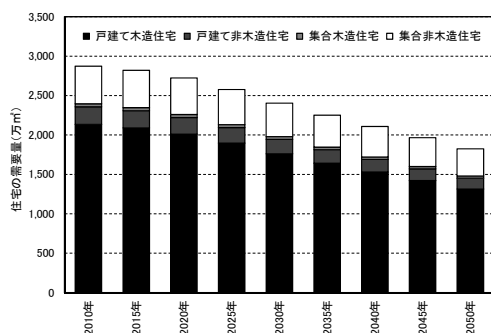


図-4 2010年から2050年までの住宅の需要量の推計結果

(3) 地震による災害廃棄物の推計結果

2010年から2050年までの地震による災害廃棄物の推計結果を図-5に示す。図より、地震による高知県全体の災害廃棄物は2010年では約635.9万トンと推計され、2015年以降は減少傾向を示しているものの、その減少量は徐々に逓減することが明らかとなった。これについては、築年数が経った住宅が建て替えの時期に到達することで、以前よりも地震への耐久度が上がり、地震による被害が軽減されたと考えられる。また、2050年では約271.3万トンとなり、2010年と比べて、約364.6万トン(約57.3%)の減少となった。

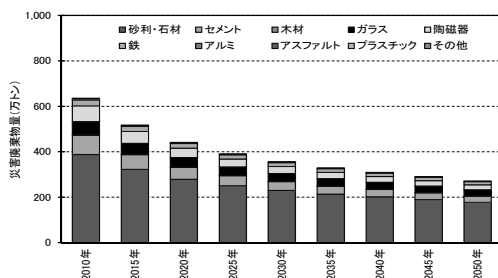


図-5 2010年から2050年までの地震による災害廃棄物の推計結果

2010年と2050年の地震による災害廃棄物の空間分布を図-6に示す。この図は黒色になるにつれて、災害廃棄

物量が多いことを表している。2010年における地震による災害廃棄物量は高知市、南国市、四万十市の順で多く発生している。2050年にかけて、地震による災害廃棄物量は全体的に徐々に減少していき、高知市、南国市、香南市の順となった。ここで、一部のメッシュでは、2010年から2050年にかけて災害廃棄物量が増加している。これについては、人口の増加によって世帯数が増加していることが要因と考えられる。

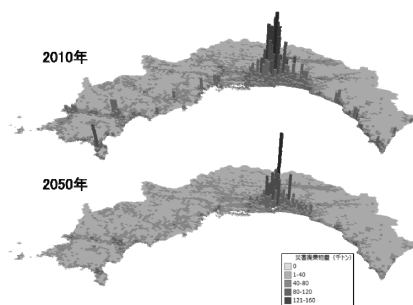


図-6 2010年と2050年の地震による災害廃棄物量の空間分布

(4) 津波による災害廃棄物の推計結果

2010年から2050年までの津波による災害廃棄物の推計結果を図-7に示す。図より、地震による高知県全体の災害廃棄物量は2010年では約593.7万トンと推計された。2010年以降は減少傾向を示し、2050年には約330.6万トンとなり、2010年と比べて、約263.1万トン(約44.3%)減少した。これについては、本論文では、津波への住宅対策を考慮していないため、津波による被害は浸水世帯数に左右される。今後の減災対策は防潮堤の嵩上げ、防潮堤を超えることを想定した様々な樹木による災害に強い防潮林づくり、住宅の高台移転、住宅の嵩上げ等を考慮することで、津波対策の効果を検討することが可能となる。

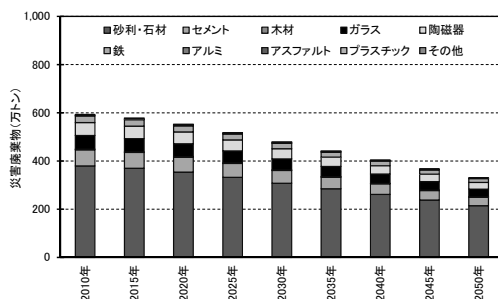


図-7 2010年から2050年までの津波による災害廃棄物の推計結果

2010年と2050年の津波による災害廃棄物の空間分布を図-8に示す。図より、2010年における高知県の災害廃棄物量は高知市、南国市、須崎市の順で多く発生している。また、2010年から2050年にかけて、高知県全体で減

少傾向にあるが、人口や世帯数が増加した29メッシュについては、災害廃棄物が増加傾向にあった。

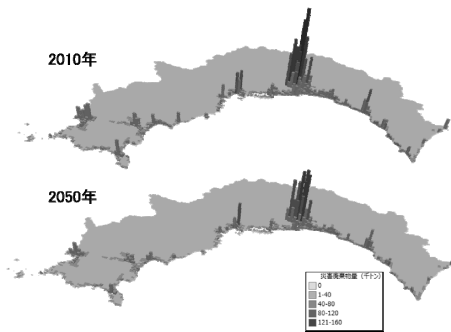


図-8 2010年と2050年の津波による災害廃棄物量の空間分布

5. 高知県と静岡県西部地域の推計結果の比較

本章では、高知県で得られた結果を筆者らの既存研究である静岡県西部地域²⁾と比較を行う。なお、震源地については、内閣府の被害の推計と同様に、地震や津波が最大クラスとなり、それぞれの被害が一番大きくなるケースを採用している。すなわち、高知県はケース④(四国沖に大すべり、超大すべり)、静岡県西部地域はケース①(駿河湾～紀伊半島沖に大すべり域と超大すべり域)を用いた。2010年と2050年の人口及び世帯数の推計結果の比較を表-1に示す。平均震度と平均津波の高さの比較を表-2に示す。2010年と2050年の地震及び津波の災害廃棄物量の比較を表-3に示す。表-1より、人口や世帯数はそれぞれ減少しており、減少量は静岡県西部地域の方が高いものの、減少率では高知県の方が高い。すなわち、高知県の方が人口減少の影響が高いと言える。

表-2より、平均震度はそれぞれ大きな差が見られなかったが、平均津波の高さは高知県の方が高く(約8.1m)、静岡県西部地域(約6.0m)であった。これについては、それぞれの震源地と地形によって左右されており、高知県では、一部の地域で津波の高さが20mと非常に高く、その他の地域においても10～20mが多いことから、津波による被害が高いと考えられる。一方、静岡県西部地域では、遠州灘沿いで津波の高さが10～20mであるが、駿河湾内では5～10mとなっている。いずれにしても、それぞれ津波が高い地域があり、その周辺では住宅の倒壊・流出のおそれがある。

表-3より、地震による1世帯当たりの災害廃棄物量は2010年では高知県で約29.17トン、静岡県西部地域で約29.70トンと大きな差が見られなかった。しかし、2050年には、静岡県西部地域の方が1世帯当たりの災害廃棄物の発生量が少なくなった。これについては、2010年の木

造住宅の状況が大きく影響しており、高知県は比較的に新しい木造住宅が約40%以上あるのに対して、静岡県西部地域は約25%前後と高知県に比べて低い。また、静岡県西部地域は1990年以前の木造住宅の割合が高知県よりも多いため、2050年にかけて建て替えによる耐震化が進み、1世帯当たりの災害廃棄物の発生量が減少したと考えられる。一方で、津波による1世帯当たりの災害廃棄物の発生量は2010年及び2050年では高知県の方が高いことが分かる。これについては、上述したように、津波の高さは高知県の方が高く、また、高知県の40%以上の人口が集中している高知市が津波の影響を受けるため、災害廃棄物量が多く発生すると考えられる。一方で、2010年と2050年では、高知県では災害廃棄物が減少しているものの、静岡県西部地域では災害廃棄物が増加している。これは、津波の影響を受ける一部のメッシュで人口が増加し続けるため、静岡県西部地域の世帯数が減少しても1世帯当たりの災害廃棄物量が増加したと考えられる。

表-1 2010年と2050年の人口及び世帯数の推計結果の比較

	人口(万人)		世帯数(万世帯)	
	2010年	2050年	2010年	2050年
高知県	78.3	48.3	21.8	13.7
静岡県西部地域	232.4	163.7	62.6	43.3

表-2 平均震度と平均津波の高さの比較

	平均震度	平均津波の高さ(m)
高知県	6.3	8.1
静岡県西部地域	6.2	6.0

表-3 2010年と2050年の地震及び津波の災害廃棄物量の比較

災害廃棄物量(※) (トン/世帯)	地震		津波	
	2010年	2050年	2010年	2050年
高知県	29.17	19.80	27.23	24.13
静岡県西部地域	29.70	16.45	3.31	5.39

※ ただし、これらの推計結果は暫定値

6. まとめ

本論文では、将来発生する南海トラフ巨大地震に伴う高知県内で発生する災害廃棄物量の把握を目的とし、高知県を対象に2010年から2050年までの災害廃棄物量の発生量を5年間隔で推計した。得られた知見を以下に示す。

- ✓ 地震による災害廃棄物量は2010年では約635.9万トンとなり、その後人口減少と住宅の建替えによる耐震化で徐々にその量は減少し、2050年で約271.3万トンと推計された。一方で、津波による災害廃棄物量は2010年では約593.7万トンとなり、その後は人口減少に伴って減少傾向を示し、2050年には

約330.6万トンと推計された。このように、人口減少によって災害廃棄物の発生量は減少するものの、防潮堤の嵩上げ、様々な樹木による災害に強い防潮林づくり、住宅の高台移転、住宅の嵩上げ等の減災対策を行うことで、多くの人命の安全の確保や二次的被害、経済的被害を食い止めることとなるため、今後は地域に即した対策を実施していく必要がある。

- ✓ 静岡県西部地域と比較すると、静岡県西部地域は地震による1世帯当たりの災害廃棄物量が高いが、高知県は地震と津波ともに高いことがわかった。今後、高知県は地震と津波の双方の影響を考慮した対策を実施していく必要がある。

謝辞：環境省の環境研究総合推進費(3K143015, 代表：田畑智博)と科学研究費補助金(26340104, 代表：大西暁生)の助成のもとで行われた。また、本論文では南海トラフの巨大地震モデル検討会において検討された震度分布・浸水域等に係るデータを利用している。ここに謝意を表する。

参考文献

- 1) 環境省：東日本大震災による被害状況・災害廃棄物, http://kouikishori.env.go.jp/disaster_waste/progress/damage_situation/index.html. (最終閲覧日：2015年8月19日)
- 2) 多島良, 大迫政浩, 田崎智宏：東日本大震災における災害廃棄物処理に対する制度の影響, 廃棄物資源循環学会論文誌, Vol.25, pp.1-15, 2014.
- 3) 公益財団法人ひょうご環境創造協会：災害廃棄物処理に係る阪神・淡路大震災20年の検証, https://dwasteinfo.nies.go.jp/doc/past_doc/201503_hyogo_kankyo_souzou.pdf. (最終閲覧日：2015年8月19日)
- 4) 内閣府中央防災会議：南海トラフ地震防災対策推進基本計画, http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/pdf/nankaitrough_keikaku.pdf. (最終閲覧日：2015年8月19日)
- 5) 前田真佐樹, 佐尾博志, 牧穂嵩, 大西暁生：南海トラフ巨大地震による住宅被害の推計 - 静岡県西部地域のケース -, 日本LCA学会誌(投稿中).
- 6) 長谷川正利, 大西暁生, 奥岡桂次郎：ストック型社会へ向けた北陸三県におけるマテリアルストック分析, 環境情報科学学術研究論文集, Vol.26, pp.37-42, 2012.
- 7) 総務省統計局：平成22年国勢調査地域メッシュ統計, CD-ROM.
- 8) 総務省統計局：平成22年市区町村別生命表, https://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020103.do?_toGL08020103_&listID=000001112228&requestSender=dsearch. (最終閲覧日：2015年8月19日)
- 9) 総務省統計局：平成17年市区町村別生命表, https://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020103.do?_toGL08020103_&listID=000001112052&requestSender=dsearch. (最終閲覧日：2015年8月19日)
- 10) 厚生労働省：母の年齢(5歳階級)・出生順位別にみた合計特殊出生率(内訳), http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/kakutei10/dl/09_h5.pdf. (最終閲覧日：2015年8月19日)
- 11) 総務省統計局：平成22年人口動態統計, <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001101824>. (最終閲覧日：2015年8月19日)
- 12) 総務省統計局：平成17年国勢調査地域メッシュ統計CD-ROM.
- 13) 総務省統計局：平成22年国勢調査人口等基本集計, http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020103.do?_toGL08020103_&tclassID=000001035027&cycleCode=0&requestSender=search. (最終閲覧日：2015年8月19日)
- 14) 総務省統計局：平成20年住宅・土地統計調査, <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001023743&cycode=0>. (最終閲覧日：2015年8月19日)
- 15) ESRI ジャパン：ArcGIS Data Collection 詳細地図(CD-ROM)
- 16) 長岡耕平, 谷川寛樹, 吉田登, 東修, 大西暁生, 石峰, 井村秀文：全国都道府県・政令指定都市における建設資材ストックの集積・分布傾向に関する研究, 環境情報科学学術研究論文, No.23, pp.83-88, 2009.
- 17) 小松幸夫, 加藤裕久, 吉田俤郎, 野城智也：わが国における各種住宅の寿命分布に関する調査報告, 日本建築学会計画系論文報告集, No.439, pp.101-110, 1992.
- 18) Koji Nomura：Duration of Assets：Examination of Directly Observed Discard Data in Japan, KEIO Discussion paper, No.99, 34p, 2005.
- 19) Koji Nomura and Fumio Momose：Measurement of Depreciation Rates based on Disposal Asset Data in Japan, OECD Working Party on National Accounts, 25p, 2008.
- 20) 長岡耕平, 谷川寛樹, 橋本征二：全国の都道府県における地上と地下のマテリアルストックに関する研究, 環境システム研究論文発表会講演集, Vol.36, pp.303-308, 2008.
- 21) 小見康夫, 栗田紀之：長寿命化トレンドを考慮した建物残存率のシミュレーション 建物の長寿命化トレンドにおける建材のストック/排出量の算出手法に関する研究 その1, 日本建築学会計画系論文集, Vol.75, No.656, pp.2459-2465, 2010.
- 22) 内閣府：南海トラフ巨大地震モデル検討会, 地震動について, CD-ROM, 2012.
- 23) 内閣府中央防災会議：南海トラフ巨大地震の被害想定項目及び手法の概要, http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku_wg/pdf/20130318_shiryo4.pdf. (最終閲覧日：2015年8月19日)
- 24) 東京都防災ホームページ：各被害の想定手法, http://www.bousai.metro.tokyo.jp/_res/projects/default_project/_page_001/000/402/part3-4-2.pdf. (最終閲覧日：2015年8月19日)
- 25) 内閣府：南海トラフ巨大地震モデル検討会, ケース04_堤防破堤, CD-ROM.
- 26) 国土交通省河川局：治水経済調査マニュアル(案), http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/h1704/chisui.pdf. (最終閲覧日：2015年8月19日)
- 27) 国土交通省国土政策局：国土数値情報 標高・傾斜度5次メッシュデータ, <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datal>

AN ESTIMATION OF THE AMOUNT OF DISASTER WASTE PRODUCED BY THE GREAT EARTHQUAKE ALONG THE NANKAI TROUGH IN KOCHI PREFECTURE

Koji IMAI, Hiroshi SAO, Masaki MAEDA and Akio ONISHI

A vast amount of disaster waste was produced by the Great East Japan Earthquake, including the tsunami, in thirteen different prefectures. Within the next three years, much of this waste had been dealt with by the municipalities. After considering the damage caused by the earthquake and the problem of disposal, the Japanese Cabinet Office and each prefecture established a plan and measures to respond to future earthquakes along the Nankai Trough. However, these only considered present-day society. Therefore, this study specifically focused on understanding the amount of disaster waste produced by future earthquakes along the Nankai Trough. Based on this concept, we first estimated the size of population and number of households in Kochi Prefecture from 2010 to 2050. Second, we calculated the number and types of houses by considering their life cycles, and finally, we estimated the amount of disaster waste that could be produced by earthquakes along the Nankai Trough. The results showed that disaster waste from an earthquake and tsunami in 2050 would be about 2.71 million tons and 3.31 million tons, respectively, providing useful information for developing future measures and disposal systems.