

東南海・南海地震発生時の津波廃棄物発生量の推定手法に関する研究

河田恵昭¹⁾，小鯛航太²⁾，○（正）鈴木進吾¹⁾，（正）平山修久³⁾

1) 京都大学防災研究所，2) 株式会社 NTT ドコモ関西，3) 人と防災未来センター

1. はじめに

東南海・南海地震発生時には，太平洋沿岸の市町村地域においては軒並み津波が来襲することとなる。そして，港湾区域およびその周辺地域において，地震と津波によって発生したがれきが津波により流出することで，港湾海域を閉鎖することとなり，災害発生後における救助・救命活動，捜索活動，あるいは緊急輸送の拠点としての港湾の活用に支障をきたすこととなる。したがって，津波来襲地域において災害対応を効果的に実施するためには，津波により流出したがれき等の津波廃棄物を迅速に撤去することが重要となる。

迅速かつ適正な処理を可能とする津波廃棄物処理施策を的確かつ合理的に策定するためには，その発生量の推定が必要となる。これまでも，廃棄物分野において，災害廃棄物発生量の推定手法に関する検討はなされている^{1), 2)}。中央防災会議における東南海・南海地震等に関する専門調査会では，東南海・南海地震に係る被害想定を行っており，地震の揺れ，液状化，火災による消失など各要因による建物被害量から災害廃棄物発生量の推定を行っている³⁾。しかしながら，津波により港湾海域に流出したがれき等の津波廃棄物発生量の推定手法に関する検討はほとんどなされていない。

以上の観点から，本研究では，津波により港湾海域に流出したがれき等の津波廃棄物発生量の推定手法を導出する。そのうえで，和歌山県主要港湾を対象として津波廃棄物発生量の推定を行う。

2. 津波廃棄物について

津波により，海上の漁船，船舶，海面利用諸施設，陸上の家屋，自動車，港湾施設等への被害が生じ，それらのがれきや内容物は，津波の収束後，陸域に残るか，津波の流れにより海面に流出，漂流，あるいは海底に沈降する。1993年北海道南西沖地震時の奥尻港，青苗漁港では，木造家屋残骸物，自動車，漁船が流出している⁵⁾。以上のことから，本研究では，津波により倒壊した建物のがれきならびに津波の引き波により港湾海域に流出した漂流物，沈没物を津波廃棄物と定義するものとした。

3. 津波廃棄物発生量の推定手法

国土交通省近畿地方整備局は，近畿地方の主要港湾において漂流物に特化した被災シナリオを作成している⁴⁾。そこでは，津波により海面に流出し，船舶の接岸を妨げるものとして船舶，コンテナ，木材，自動車等をあげている。また，1964年新潟地震での新潟港，1983年日本海中部地震での秋田港では，水面貯木された木材が流出している。2003年十勝沖地震での十勝港では空きコンテナが流出し，回収作業が実施されている。したがって，ここでは，津波廃棄物として，漁船やプレジャーボートの船舶，コンテナ，木材，自動車，家屋残骸物や家財等の家屋がれき類を取り扱うものとする。

本研究では，船舶，コンテナ，木材，自動車，家屋がれき類について，津波外力に基づく流出条件を考慮して津波廃棄物発生量を推定するものとした。

1) 船舶

船舶は津波来襲時に，座礁・乗り上げ等の被害を受け，オイルの流出，船体の衝突による建造物の破壊等が二次災害の要因となりうる。また，船舶は，海上に存在し，係留索切断時に海面浮遊物となる。河田ら⁶⁾は，船舶法に定める重量総トン数20t以上の一般船舶に関して，水位上昇や流速等の外力と重量総トン数に基づいて，流出条件を算出している。水産庁⁷⁾は，漁船やプレジャーボードなど重量総トン数20t未満の小型船舶の流出条件を，海上係留については流速より，陸上保管については浸水深より算出している。

【連絡先】 〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 京都大学防災研究所巨大災害研究センター

鈴木進吾 Tel: 0774-38-4284 Fax: 0774-388294 E-mail: shingo@drs.dpri.kyoto-u.ac.jp

【キーワード】 津波廃棄物発生量，東南海・南海地震，津波災害，港湾海域

本研究では、これらの流出条件を使用し、重量総トン数、係留・保管場所に作用する津波高および最大流速に基づいて流出船舶数を算出する。

2) コンテナ

海上運送で取り扱われるコンテナ貨物量は近年も増加傾向にあり、港湾内のコンテナヤードに野積みされたコンテナに津波が来襲した場合、流出する可能性がある。水谷ら⁸⁾は、津波により漂流するコンテナの挙動特性に関する水理実験を行っている。熊谷ら⁹⁾は、コンテナの漂流シミュレーションを行い、漂流開始条件を明らかにしている。また、沿岸開発技術開発センターは、コンテナ諸元、コンテナ1個当たりの平均積載重量、浮力等からコンテナ漂流を開始する浸水深を設定している¹⁰⁾。

ここでは、沿岸開発技術開発センターによる漂流条件を使用し、空コンテナについて、その蔵置場所での浸水深による流出個数の推定を行う。

3) 木材

港湾施設で保管される木材は、水上にワイヤー等で係留する水面貯木と、陸上に野積みする陸上貯木がある。津波により係留索切断あるいは陸上浸水が発生すると、大量の流木が発生する。後藤¹¹⁾は、貯木流出に関する数値解析を行い、流出条件を明らかにしている。

ここでは、後藤の方法を用いて、水面貯木に対しては掃流力が係留策強度を超えるもの、陸上貯木に対しては浸水深が木材の直径以上となるものが津波により流出するとして、木材の流出本数を算出する。

4) 自動車

須賀¹²⁾は、1982年長崎水害の事例をもとに、自動車の流出する条件を明らかにしている。ここでは、須賀による流出条件を用いて、浸水深0.7mで流出するものとして、港湾区域内、区域外の自動車台数から流出自動車台数を算出する。

5) 家屋がれき類

ここでは、津波による浸水被災家屋から発生する家屋がれきと、地震の揺れによる被災家屋から流出する家屋がれきから津波廃棄物における家屋がれきの発生量を推定する。中央防災会議において、津波により浸水する家屋から発生するがれき量は、津波の浸水深から床上浸水家屋数を算出し、1棟当たりの津波による浸水家屋がれき量原単位 15.0m³/棟を用いて推定されている⁷⁾。

災害に係る住家の被害認定において、延床面積という観点からは、住家全壊を「住家の損壊、焼失もしくは流出した部分の床面積がその住家の延床面積の70%以上に達した程度のもの」、住家半壊を「損壊部分がその住家の延床面積の20%以上70%未満のもの」としている¹³⁾。ここでは、被災度別に被害を受けた住家の損壊割合が均等分布しているものとみなす。したがって、地震の揺れによる被災家屋数を用いて、以下の式により津波廃棄物における家屋がれき発生量を推定する。

津波廃棄物（家屋がれき類）(m³) = 地震動による家屋がれき量 (m³) + 津波による家屋がれき量 (m³) (1)

地震動による家屋がれき量 (m³) = 重量体積変換係数 (m³/t) × 木造家屋の面積当たり災害廃棄物重量原単位 (t/m²) × 1棟当たり床面積 (m²/棟) × (0.85 × 全壊棟数 (棟) + 0.45 × 半壊棟数 (棟)) (2)

津波による家屋がれき量 (m³) = 1棟当たりの津波浸水家屋がれき量原単位 (m³/棟) × 床上浸水家屋数 (棟) (3)

なお、木造家屋の面積当たり災害廃棄物重量原単位を 0.6t・m²、重量体積変換係数を 1.9m³・t⁻¹、1棟当たりの津波による浸水家屋がれき量原単位を 15.0m³/棟とし、住家被害については地震動と津波による被害の重複処理を行った。また、ここでは、家屋がれき類として木質がれきを想定していることから、浸水深0.5mを流出開始、2.0mを全量流出として、浸水深に比例した表-1に示す流出率を設定した。

4. 和歌山県主要港湾を対象とした津波廃棄物発生量の推定

ここでは、和歌山県において災害時の緊急輸送拠点としての機能が求められている和歌山下津港本港

表-1 津波による家屋がれき類の流出率

浸水深 H(m)	流出率
0.0 ≤ H < 0.5	0.00
0.5 ≤ H < 1.0	0.25
1.0 ≤ H < 1.5	0.50
1.5 ≤ H < 2.0	0.75
H ≥ 2.0	1.00

区、日高港、文里港、新宮港を対象として、津波廃棄物発生量の推定手法を用いて、津波廃棄物発生量の推定を行った。

まず、各港湾について、海域は港湾区域内、陸域は津波浸水予測図から津波浸水区域を適用範囲とした。次に、適用範囲内の海域および陸域における津波廃棄物対象物の量ならびに地域分布を設定した。ここでは、一般船舶数については和歌山県港湾統計等、コンテナ数、木材、小型船舶数、港湾施設内の自動車台数については現地調査ならびに衛星写真による視認結果を用いた。また、港湾施設外の自動車台数については地域メッシュ内の世帯数と都道府県別人口・世帯比別車両数より推定した。さらに、木造家屋数は和歌山県より供与を受けた500m、250mメッシュデータを用いた。一例として、和歌山県下津港本港区の津波廃棄物対象物の配置図を図-1に示す。

これらのデータを用いて、浸水深分布および最大流速分布をGIS上で重ね合わせることにより、津波廃棄物発生量の推定を行った。表-2に港湾海域に流出する津波廃棄物発生量推定結果を示す。これより、津波の外力が大きく、かつ居住地域が港湾に迫っているような地域では、膨大な量の津波廃棄物が発生しうるといった。

5. おわりに

本研究では、津波により倒壊した建物のがれきならびに津波の引き波により港湾海域に流出した漂流物、沈没物を津波廃棄物として、港湾域に流出する津波廃棄物発生量を推定する手法を構築した。そのうえで、和歌山県主要港湾において、東南海・南海地震時の津波廃棄物発生量の推定を行った。その結果、東南海・南海地震時においては、津波来襲地域において膨大な量の津波廃棄物が発生しうるとを示した。

謝辞

本研究を進めるにあたり、内閣府、和歌山県よりデータの提供をいただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

1) 高月紘, 酒井伸一, 水谷聡:災害と廃棄物性状-災害廃棄物の発生原単位と一般廃棄物組成の変化-, 廃棄物学会誌, Vol.6, No.5, pp.351-359, 1995.

2) 平山修久, 河田恵昭:水害時における行政の初動対応からみた災害廃棄物発生量の推定手法に関する研究, 環境システム研究, Vol.33, pp.29-36, 2005.

3) 中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」:東南海、南海地震の被害想定について, 2003.

4) 国土交通省近畿地方整備局:第1回津波対策専門部会資料-漂流物および底質移動の検討-, 港湾における東南海・南海地震対策技術検討調査, pp.1-13, 2005.

5) 奥尻町:北海道南西沖地震奥尻町記録書, 北海道奥尻町役場, 1996.

6) 河田恵昭, 新名恭仁, 原田賢治, 鈴木進吾:津波による船舶被害の評価手法の提案, 海岸工学論文集, 第51巻, pp.316-320, 2004.

7) 水産庁:津波シミュレーションのガイドラインへの反映, 第4回漁業地域防災対策検討委員会資料3, p.20, 2006.

8) 水谷法美, 高木祐介, 白石和陸, 宮島正悟, 富田孝史:エプロン上のコンテナに作用する津波力と漂流衝突力に関する研究, 海岸工学論文集, 第52巻, pp.741-745, 2005.

9) 熊谷兼太郎, 小田勝也, 藤井直樹:津波によるコンテナの漂流挙動シミュレーションモデルの適用性, 海岸工学論文集, 第53巻, pp.241-245, 2006.

10) 沿岸開発技術センター:平成15年度大規模地震津波対策検討調査報告書, pp.29-32, 2004.

11) 後藤智明:津波による木材の流出に関する計算, 第30回海岸工学講演会, pp.594-597, 1983.

12) 須賀堯三監修:利根川の洪水-語り継ぐ流域の歴史-, 利根川研究会, 山海堂, pp.106-109, 1995.

13) 内閣府:災害に係る住家の被害認定基準運用指針, 2001.

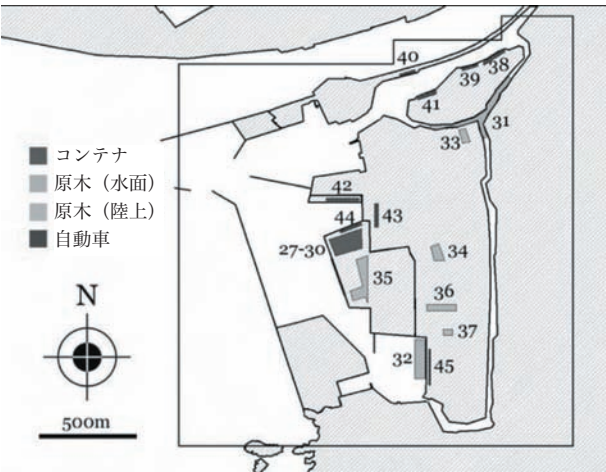


図-1 下津港本港区のコンテナ、原木、自動車の分布

表-2 港湾海域に流出する津波廃棄物発生量推定結果

	下津港 本港区	日高港	文里港	新宮港	計
船舶 (隻)	3	97	11	103	214
コンテナ (個)	2	0	0	0	2
原木 (本)	300	0	0	3515	3815
自動車 (台)	71	544	898	228	1741
家屋がれき類 (m ³)	389	44269	70406	7160	122224