

□ 災害廃棄物から考える我が国の災害対策

名古屋大学減災連携研究センター
准教授 平山修久

1. はじめに

2011年東日本大震災以降、我が国の災害廃棄物対策は国土強靱化の重要な施策の一つとして位置付けられ、環境省災害廃棄物対策推進検討会を中心に進められてきている。2016年熊本地震、2018年西日本豪雨災害、2019年東日本台風災害、2020年熊本豪雨災害など、災害のたびに復旧復興期における課題のひとつに依然として災害廃棄物が指摘されてきている。したがって、災害後に発生した災害廃棄物をいかに処理するのかという観点からの対策には限界があるといえる。環境部局、廃棄物部局における災害廃棄物対策ではなく、市民生活や社会機能の早期回復のための災害対策という視点で災害廃棄物を捉えることが必要であるといえる。そこで、本稿では、災害廃棄物処理に関する最新の研究成果（平山ら、2018など）を準用しつつ、災害廃棄物からみたこれからの災害対策のあり方について論述する。

2. 災害廃棄物量の把握

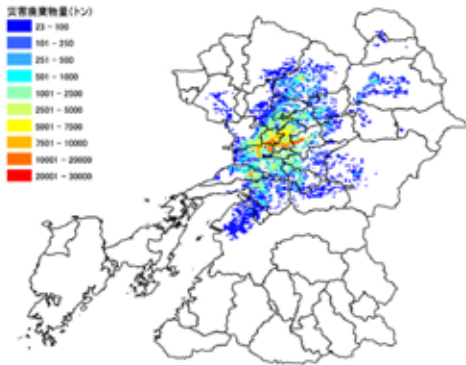
災害廃棄物発生量推計方法についてはこれまでも多くの研究者によってなされてきた。ややもすると発生量推計精度に議論が偏りがちであり、震度分布などのハザード情報の不確実性や建物等の被害曲線の精度を鑑みれば、災害後の経過時間に応じた災害廃棄物量の把握技術が重要である。

著者らは、災害初動期においても災害廃棄物量を把握するための建物被害区分別の災害廃棄物量原単位を導出している（表1）。

表1 建物被害区分別の災害廃棄物量原単位（平山・大迫，2014）

住家被害区分	発生量原単位 (t)
床下浸水	0.62 (t/世帯)
床上浸水	4.6 (t/世帯)
大規模半壊	23.4 (t/棟)
全壊	116.9 (t/棟)

著者らは、人口分布などの国勢調査、構造別建築時期別住宅棟数などの住宅・土地統計といった一般に入手可能なデータと計測震度分布のハザード情報を用いて地域メッシュ別の住家被害棟数を推計し、災害廃棄物量原単位より地域メッシュ別に災害廃棄物量を災害初動期に推定するシステムを構築している（平山ら，2017）。2016年熊本地震では地震動マップ即時推定システム（産業総合技術研究所）による計測震度分布を用いて、地震発生後数日で、熊本県内の災害廃棄物量を321.7万トンと推定している（図1）。熊本県の災害廃棄物処理実績値が303.1万トンであることから、災害初動期での災害対応方針を検討するには十分な推定精度があるといえる。



推定結果：321.7万トン、処理実績：303.1万トン

図1 2016年熊本地震での災害廃棄物推定結果

台風災害や豪雨災害による浸水に伴う災害廃棄物量の把握については、国土交通省国土地理院によりデータ提供される浸水推定図を用いて、発災後1日以内に災害廃棄物量を把握する手法が提案されている（平山ら，2020）。ここでは、国土地理院による浸水推定図に対して画像処理を行い、画像のピクセル毎の浸水深データに変換し、地域メッシュ別に浸水深データを編成することで、地域メッシュ別の浸水深分布を計算する。算出した浸水深データをハザード情報として、災害廃棄物量推定システムによる、地域メッシュ別での災害廃棄物量を推定する。図2に2018年7月豪雨災害における岡山県倉敷市真備町での災害廃棄物量推定結果を示す。推定結果は34.3万トンであり、岡山県災害廃棄物処理計画による処理実績は38.07万トンであった。

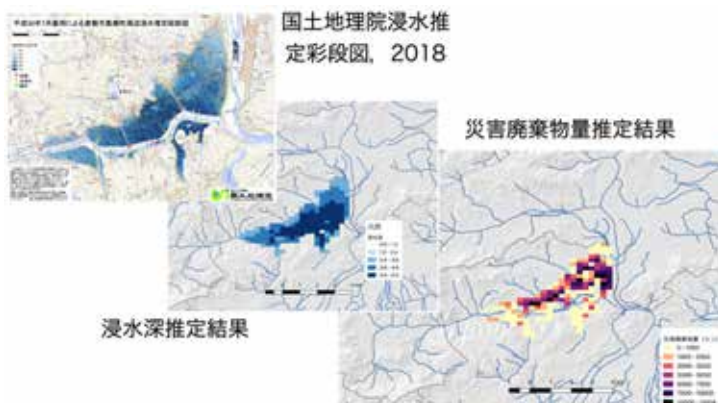


図2 2018年7月豪雨災害での岡山県倉敷市真備町における災害廃棄物量推定結果

2019年東日本台風災害における千曲川流域では、発災後4日後の2019年10月18日には、千曲川流域で17.9万トン～64.7万トンと推定された。長野県災害廃棄物処理計画での千曲川流域5市1町における災害廃棄物量は23.76万トンである。2020年7月豪雨災害では、2020年7月5日の発災後2日後には、球磨川流域で16.6万トン～25.7万トンと推定された。2020年7月豪雨災害時には、この災害廃棄物量推定結果は、環境省九州ブロック協議会、内閣府災害時情報集約支援チーム（ISUT）で災害初動期から共有された。

3. 巨大災害時の災害廃棄物対応

国難とは我が国の国力・国勢を著しく毀損し、国民生活の水準を長期に低迷させうる力を秘めた巨大災害である（土木学会，2018）。南海トラフ地震や首都直下地震では、対応リソースの不足により災害廃棄物処理が滞り、国民生活や生活環境、公衆衛生の回復の長期化により国難となりうる。ここでは、災害廃棄物処理に係る災害対応リソースを考慮し、南海トラフ地震での災害廃棄物処理期間に関する検討について述べる。

2011年東日本大震災では、多くの災害廃棄物処理業務が総合建設業者等の民間企業により業務遂行された。2016年熊本地震での仮置場での災害廃棄物処理業務についても、建設産業による共同企業体制度で実施された。災害廃棄物処理業務に係る対応リソースを、総合建設業者の従業員とみなすと、災害廃棄物量 Q (t)、処理期間 T (年) と従業員数 E (人) は、

次式によるモデルにより記述できる。

$$Q C = p S T \quad \text{式(1)}$$

$$S = a E \quad \text{式(2)}$$

ここに、 C は災害廃棄物処理単価（円/t）、 p は総合建設業者における災害廃棄物処理業務割合（-）、 S は総合建設業者の年間売上高（円/年）、 a は総合建設業者従業員1

名当りの年間売上高（円/年・人）である。

災害廃棄物処理単価については、2011年度から2016年度までの年度別の災害廃棄物排出量と災害廃棄物処理事業経費（ごみ合計）との回帰分析により、33.8（千円/t）と推定された。これにより、災害廃棄物量から災害廃棄物処理事業費を算出することが可能となる。環境省巨大災害発生時における災害廃棄物対策検討会では、南海トラフ地震時の災害廃棄物量を最大約323.0百万トンと推計している。すなわち、南海トラフ地震に伴う災害廃棄物処理事業費は約10.92兆円となる。

我が国には土木・建築工事に関わる総合建設業は287社ある。このうち年間売上高ベースで64.3%を占める株式会社の企業形態をとる55社の有価証券報告書に基づき従業員数と年間売上高に関する分析を行った。図3に示す我が国の総合建設業者の従業員数と年間売上高との散布図より、これらには高い相関性があることがわかる。すなわち、我が国の総合建設業者は、年間売上高を増大させるには従業員数を増やすことが必要であるといえる。従業員数と年間売上高との回帰分析結果から、総合建設業者の従業員数と年間売上高との関連については、総合建設業者における連結経営指標で従業員一人当りの年間売上高は103.8百万円/年・人、提出会社の経営指標で129.5百万円/年・人と推定された。我が国の総合建設業者の提出会社ベースの従業員数は2016年度末で

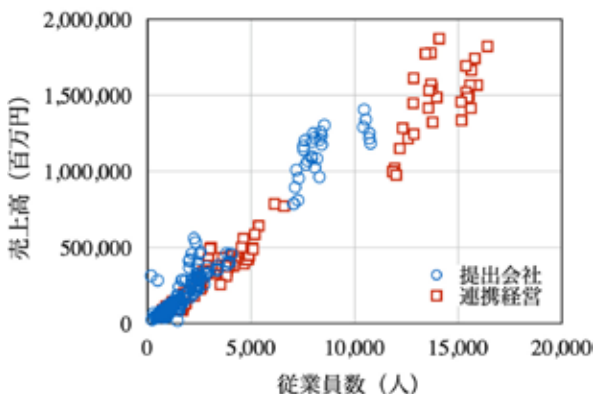


図3 総合建設業者の2011年度から2016年度までの従業員数と年間売上高の散布図

100,827名であることから、総合建設業者の年間売上高は約13.06兆円と算出される。

総合建設業者55社における災害廃棄物処理業務割合は、年度毎の55社の売上高合計に占める災害廃棄物処理事業経費（ごみ合計）の割合として算出した。その結果、東日本大震災による災害廃棄物処理業務を実施していた2011年から2013年では最大4.8%であった。

以上のことから、式(1)、式(2)より、処理期間 T を算出することができ、約17.42年と算出される。すなわち、想定されている南海トラフ地震での災害廃棄物発生量は、災害対応リソースからみた処理期間が約17年以上と算定され南海トラフ地震での災害廃棄物処理業務を遂行するための災害対応リソースが全く足りておらず、災害廃棄物処理が復旧・復興の阻害要因となり、国難となりうるといえる。

4. 災害廃棄物3Rと減災

国難となる災害においては、災害廃棄物処理に係る我が国の災害対応リソースが全く不足していることを指摘した。循環型社会の形成促進のため、様々な主体が廃棄物の3R（Reduce, Reuse, Recycle）に取り組んでおり、廃棄物の排出抑制や再使用に重点をおく2R（Reduce, Reuse）の取組が推進されている。したがって、災害廃棄物対策においても、災害廃棄物3R、なかでも災害廃棄物の減量に対する取り組みが国難を克服するためには必要不可欠である。ここでは、2005年から2018年における首都圏における災害廃棄物量の経時的变化を推定し、災害廃棄物3Rと減災について考察する。

図4に首都直下地震と首都圏大規模水害に係るハザードを示す。これらのハザード情報と国勢調査、住宅土地統計より、災害廃棄物量推定システムを用いて、2005年～2018年の災害廃棄物量を算出した。図5に首都直下地震での災害廃棄物量の

経時的变化を、図6に災害廃棄物量と新耐震基準の建物割合の推移を示す。これより、新耐震基準（1981年）の建物は、木造住宅で、2005年の63.3%、431.2万棟から2018年の75.7%、541.8万棟となっている。そして、旧耐震基準による棟数

は、2018年では40.9万棟（2005年基準）減少している。その結果、全壊建物棟数は9.5万棟（2005年基準）減少し、災害廃棄物量は、2005年 67.03百万トンから2018年47.33百万トン、29.4%低減している。

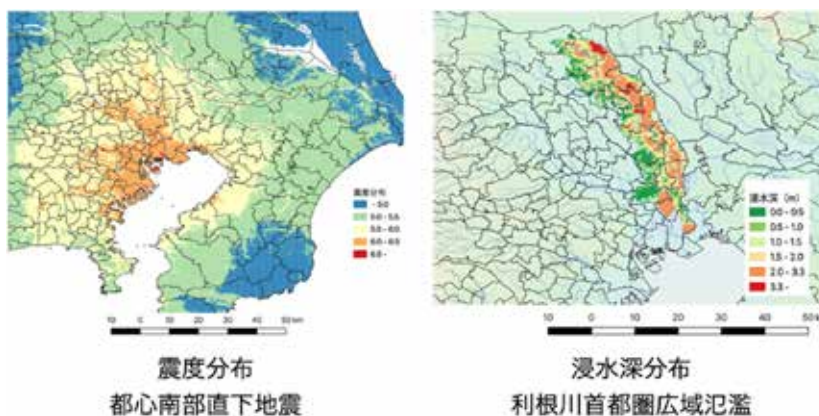


図4 首都直下地震と首都圏大規模水害

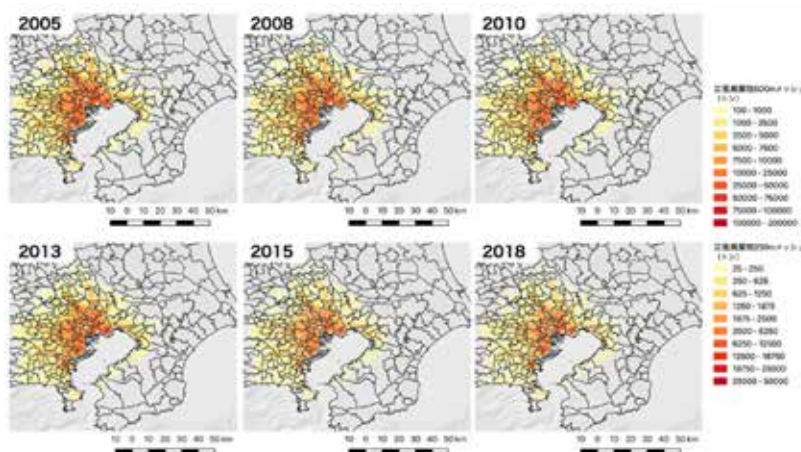


図5 首都直下地震での災害廃棄物量の経時的变化（2005年～2018年）



図6 災害廃棄物量と新耐震基準の建物割合の推移（2005年～2018年）

2005年から2018年の首都圏大規模水害による災害廃棄物量の経時的变化を図7に示す。これより、3.3m以上を全壊としたCase2では、床上浸水世帯数が2005年54.4万世帯から2018年60.9万世帯となっている。災害廃棄物量は、1.5m以上を全壊としたCase1で、2005年24.63百万トンから2018年27.15百万トンと10.3%増加している。

以上のことから、地震に対しては住宅耐震化、すなわち旧耐震基準の住宅棟数が減少することで

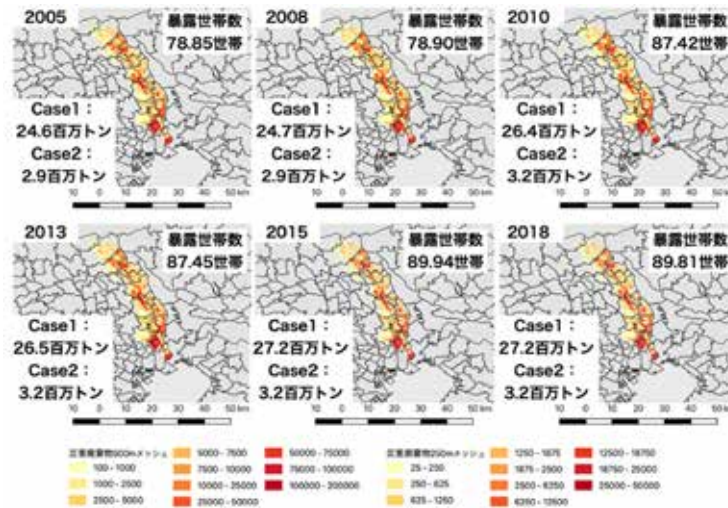


図7 首都圏大規模水害による災害廃棄物量の経時的変化（2005年～2018年）

災害廃棄物量の低減が促進されている一方、水害については、浸水想定域内における人口増、世帯数増により、災害廃棄物量が増大していることがわかる。したがって、災害廃棄物の減量には、住宅耐震化の推進とともに、耐水性住宅、浸水想定区域の土地利用など水災害リスクを軽減または回避する対策等の防災まちづくりの視点が必要不可欠である。災害時の災害廃棄物の再利用については、これまで、環境省や環境部局、廃棄物部局により積極的に取り組みがなされてきている。国難を克服するためには、災害廃棄物減量を含めた災害廃棄物3R推進が必要であり、これからの災害対策においては、既存の組織や部局、分野に拘らず、排他的、縦割り主義を打開し、情報共有のみならず有機的な連携の推進や、機能型組織が求められるといえよう。

5. おわりに

本稿では、災害廃棄物という視点から災害対策のあり方について考察した。南海トラフ地震や首都直下地震、首都圏大規模水害などの国難を克服するためには、災害廃棄物減量対策が必要不可欠であることを示した。災害廃棄物減量には、住宅

耐震化や耐水性住宅、風水害時の財産の垂直避難、浸水想定域の土地利用など水災害リスクを軽減または回避する防災まちづくりの観点求められる。すなわち、これからの防災・減災には、既存の組織や部局、分野に拘らず、排他的、縦割り主義を打開し、機能型組織や有機的な連携への転換が求められるといえよう。

【参考文献】

- 土木学会レジリエンス確保に関する技術検討委員会：「国難」をもたらす巨大災害対策についての技術検討報告書，2018年
- 平山修久，大迫政浩：東日本大震災の経験を踏まえた災害廃棄物の発生量原単位の推定，環境衛生工学研究，第28巻第3号，pp.139-142，2014年
- 平山修久，大迫政浩，林春男：災害初動期における災害廃棄物量の把握システムの構築 -20016年熊本地震でのケーススタディによる-，地域安全学会論文集，No.30，2016-069，pp.1-7，2017年
- 平山修久，永田尚人，上村俊一，河田恵昭：南海トラフ巨大地震時における災害廃棄物処理に係る災害対応リソース，地域安全学会論文集，No.33，pp.157-164，2018年
- 平山修久，中村晋一郎，福和伸夫，野村一保：災害初動期における浸水推定図を用いた災害廃棄物量の推定手法，第31回廃棄物資源循環学会研究発表会講演原稿2020，pp.105-106，2020年