

〈特集〉

災害廃棄物の発生予測と災害時情報集約支援チーム (ISUT)

平山修久¹⁾, 臼田裕一郎²⁾

¹⁾名古屋大学 減災連携研究センター
(〒464-8601 名古屋市千種区不老町 E-mail: hirayama.nagahisa@nagoya-u.jp)

²⁾防災科学技術研究所 総合防災情報センター
(〒305-0006 つくば市天王台3-1 E-mail: usuyu@bosai.go.jp)

概要

本稿では、災害初動期における災害廃棄物量の把握システムの研究開発について述べ、2016年熊本地震、2018年西日本豪雨、2019年東日本台風での実践事例を示した。災害廃棄物量の経時的把握により、循環型社会形成には排他的、縦割り主義を打開し、有機的な連携の推進が必要不可欠であることを指摘した。災害時の組織間情報共有システム SIP4D の開発と災害時情報集約支援チーム (ISUT) の実践について紹介し、災害初動期からの環境と防災との分野間連携と統合的な災害廃棄物対応について述べる。

キーワード：災害廃棄物、災害情報、GIS (地理情報システム)、連携

原稿受付 2022.1.5

EICA: 26(4) 72-77

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推進されている。しかしながら、2016年熊本地震、2018年西日本豪雨災害、2019年東日本台風、2020年熊本豪雨など、災害のたびに復旧復興期における課題のひとつとして災害廃棄物が指摘されてきている。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、災害時に廃棄物工学的視点からいかに適正に処理するのかという観点のみならず、災害廃棄物量を推計し、災害廃棄物排出状況を把握し、仮置場を効果的に確保し、効率的な収集運搬を構築し、処理や復興資源としての再生利用を確保するといった、統合的な災害対応マネジメントが必要である。そこで、本稿では、災害廃棄物量の把握技術に関する最新の研究成果等¹⁾を準用しつつ、災害時のモニタリング技術による情報連携と、これからの災害廃棄物対策のあり方について論述する。

2. 災害初動時における災害廃棄物量の把握

2.1 地域メッシュ別災害廃棄物量推計システム

災害廃棄物発生量の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²⁾。災害時の災害廃棄物の把握では、Fig. 1に示すように災害初動時の限られた情報による推計値から、観測された実績値

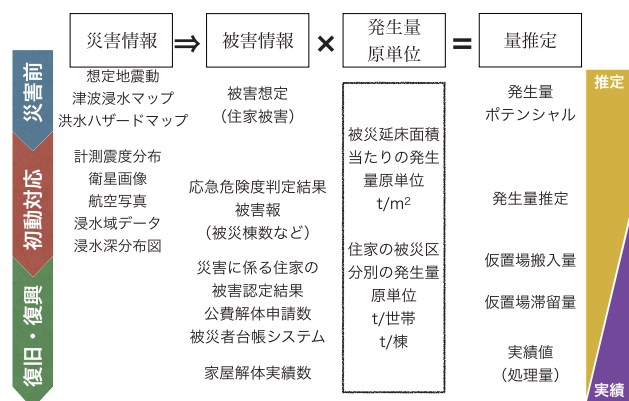


Fig. 1 Quantitative Estimation Procedure for Disaster Debris

にいかに移行していくのが重要であるが、往々にその推計精度に議論が偏りがちである。結果として、実務的に用いることが困難なものもある。一方、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。復旧・復興期には、UAV (無人航空機) 技術を活用した仮置場滞留量の把握手法³⁾や、建物被害認定調査業務、公費解体解体業務進捗管理、がれき量推定ならびに把握、アスベストの把握等環境モニタリング業務を有機的に結びつけるシステム⁴⁾が必要である。

筆者ら⁵⁾は、災害初動期において、限られた災害情報を用いて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 (Table 1)。著者は、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

Table 1 Disaster Debris Per Unit Generation

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)

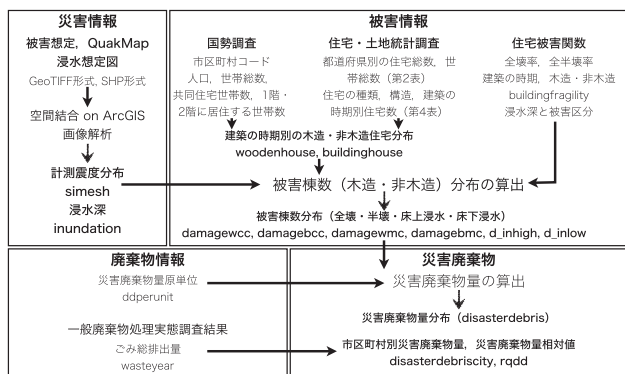


Fig. 2 Quantitative Estimation System for Disaster Debris

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期に推定するシステム⁶⁾を構築している (Fig. 2)。この推定システムでは、国勢調査に関する地域メッシュ統計における世帯総数、共同住宅世帯数より、木造住宅と非木造住宅の割合を地域メッシュ別に算出し、住宅・土地統計調査における第2表都道府県別の住宅棟数、世帯総数、第4表住宅の種類、構造、建築の時期別住宅数より、地域メッシュ別での建築の時期別の木造住宅棟数分布、非木造住宅棟数分布を算出する。なお、建築の時期については、中央防災会議における住宅被害関数⁷⁾に従い、木造住宅は、1960年以前、1961年～1970年、1971年～1980年、1981年～1990年、1991年～2000年、2001年以降の6区分、非木造住宅は、1970年以前、1971年～1980年、1981年以降の3区分とする。そして、建築の時期別の木造・非木造住宅棟数分布と地域メッシュ別計測震度分布より、住宅被害関数を用いて、地域メッシュ別に木造・非木造住宅の全壊棟数分布ならびに半壊棟数分布を推定する。

津波浸水による住家被害については、浸水深データを地域メッシュラインフィーチャーでクリップし、地域メッシュ別に浸水深のヒストグラムを作成する。津波浸水深と建物被害区分との関係⁸⁾より、0.0 m、0.0 m～0.5 m、0.5 m～1.5 m、1.5 m以上の4区分で浸水深データ数を計数し、その割合を算出する。国勢調査に関する地域メッシュ統計における一戸建世帯数、長屋建世帯数、1・2階に住む共同住宅世帯数を集計した地域メッシュ別の世帯数に対して浸水深による4区分の割合を乗じることで、津波浸水による被災区別の世帯数を算出する。南海トラフ巨大地震や2011年東

日本大震災のように地震動と津波とによる被害が生じる津波地震災害では、地震動による全壊と津波浸水による全壊とが重複しないように地域メッシュ別での災害廃棄物量を算出する。

2.2 2016年熊本地震での災害廃棄物量推定

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 (Fig. 3)。熊本県の災害廃棄物処理実績値が303.1万トン⁹⁾であることから、災害初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。

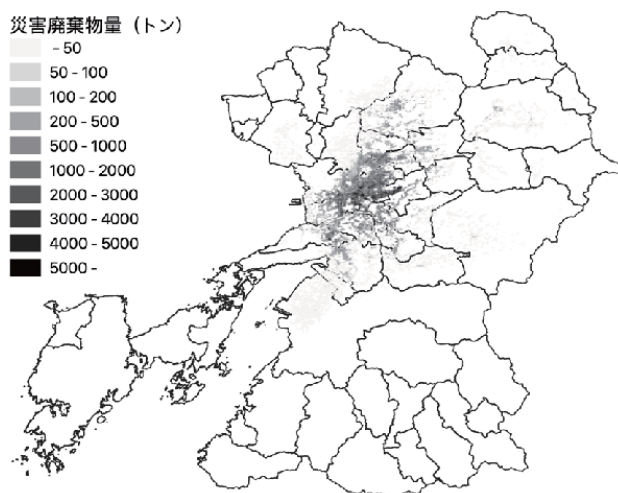


Fig. 3 Estimation Result of Disaster Debris in the 2016 Kumamoto Earthquake Disaster

2.3 風水害での地域メッシュ別災害廃棄物量把握

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¹⁰⁾。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。なお、津波や氾濫時の流速が大きく家屋への

Table 2 Classification of Damage to Dwellings by Inundation Depth

浸水深による被害区分	Case 1	Case 2
全壊	1.5 m ≤ H	3.3 m ≤ H
床上浸水	0.5 m ≤ H < 1.5 m	0.5 m ≤ H < 3.3 m
床下浸水	0.0 m < H < 0.5 m	0.0 m < H < 0.5 m

被害程度が大きくなる浸水深 1.5 m 以上を全壊とする Case 1 と、氾濫時の流速があまり大きくなく家屋への被害が浸水が中心となる浸水深 3.3 m 以上を全壊とする Case 2 の 2 通りの推定を行っている (Table 2)。

2.4 2018 年豪雨災害と 2019 年東日本台風災害での事例

Fig. 4 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推定結果を示す。Case 2 での推定結果は 34.3 万トンであり、岡山県災害廃棄物処理実行計画¹¹⁾による処理実績は 38.07 万トンであった。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 (Fig. 5)。長野県災害廃棄物処理実行計画¹²⁾での千曲川流域 5 市 1 町における災害廃棄物量は 23.76 万トンであった。以上のことから、実績値は、Case 1 での推定結果以下、Case 2 での推定結果以上であり、浸水被害が主となる浸水深 3.3 m 以上を全壊とする Case 2 の推定値よりも 1.12～1.32 倍となっている。したがって、風水害に対しても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考えられる。

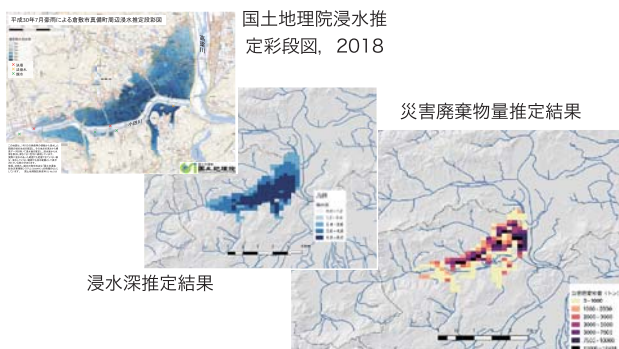


Fig. 4 Estimation Result of Disaster Debris in Mabi, Kurashiki City, Okayama Prefecture in the 2018 West Japan Heavy Rain Disaster

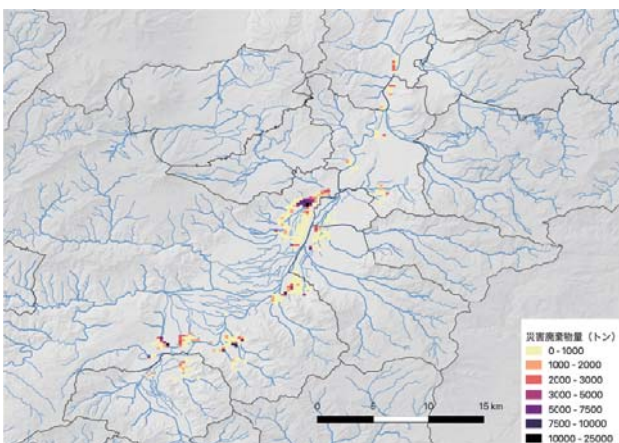


Fig. 5 Estimation of Disaster Debris in the Chikuma River Basin During the 2019 East Japan Typhoon Disaster

2.5 災害廃棄物量の経時的把握

地域メッシュ別災害廃棄物量把握システムでは、5 年ごとに実施されている国勢調査や住宅・土地統計調査を用いて、地域メッシュ別に災害廃棄物量を算出するものである。したがって、時系列データが整備されている国勢調査に関する地域メッシュ統計、住宅・土地統計調査により、人口増減や住宅の建て替え等による住宅耐震化の経時変化に伴う災害廃棄物量の時系列把握が可能となる。

平成 17 年、平成 22 年、平成 27 年国勢調査に関する地域メッシュ統計、平成 15 年、平成 20 年、平成 25 年、平成 30 年住宅・土地統計調査を用いて、首都直下地震 (内閣府) と首都圏における大規模水害 (内閣府) における 2005 年、2008 年、2010 年、2013 年、2015 年、2018 年での災害廃棄物量を推定した。Fig. 6 に災害廃棄物量と新耐震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。すなわち、旧耐震基準による木造住宅棟数は、2018 年では 2005 年から 76.0 万棟 (2005 年基準) 減少している。非木造住宅では、新耐震基準の住宅棟数は、2005 年 74.6%、554.7 万棟から 2018 年 83.5%、750.4 万棟となっており、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。

首都圏大規模水害による災害廃棄物量の経時変化では、3.3 m 以上を全壊とした Case 2 で、床上浸水世帯数が 2005 年 54.4 万世帯から 2018 年 60.9 万世帯と増加している。その結果、災害廃棄物量は、1.5 m 以上を全壊とした Case 1 で 2005 年 24.63 百万トンから 2018 年 27.15 百万トン、Case 2 で 2005 年 2.9 百万トンから 2018 年 3.2 百万トンと約 10% 増加している。

以上より、首都圏においては、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

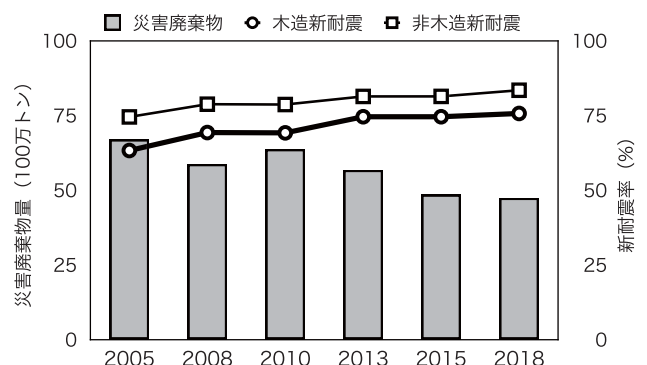


Fig. 6 The Amount of Disaster Debris and the Percentage of Dwellings with New Seismic Building Codes

とで災害廃棄物の低減が促進されている一方、水害については、浸水想定域における人口増、世帯数増により、災害廃棄物の低減ではなく増大していることがわかる。災害廃棄物の Reuse, Recycle 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。災害廃棄物 3R (Reduce, Reuse, Recycle) という視点から、災害廃棄物の減量に対する取り組みには、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¹³⁾の防災まちづくりの視点が必要不可欠である。すなわち、災害廃棄物 3R を鑑みれば、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、有機的な連携の推進や機能型組織が必要不可欠である。

3. 災害時情報集約支援チームとの連携

3.1 SIP4D による災害対応支援

災害時の組織間情報共有については、災害発生の都度その必要性が指摘されてきた。Fig. 7 に示すように、同時並行で異なる活動をする組織間であっても、保有する情報は共通であることが、状況認識の統一につながる理想的な形である¹⁴⁾。2014 年から 5 カ年計画で、内閣府総合科学技術・イノベーション会議が推進する戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) の一つ、「レジリエントな防災・減災機能の強化」の中で、災害時の組織間情報共有を実現するための技術として SIP4D (Shared Information Platform for Disaster Management: 基盤的防災情報流通ネットワーク) が研究開発された。

SIP4D は、何か一つの巨大な情報システムを構築し、全組織が同じものを使用するというのではなく、Fig. 8 に示すように、それぞれの組織の活動に最適化



Fig. 7 Common Operational Picture of Inter-Organization Information Sharing



Fig. 8 Concept of SIP4D (Sharing Information Platform for Disaster Management)

されているはずの個別システムの存在を生かし、これらをつなぐ、いわば「パイプライン」の役割を果たすシステムとして開発されている¹⁴⁾。そこで、自動変換技術と論理統合技術の二つの技術を機能として開発し、SIP4D に実装している。

情報共有においては、情報発信側と情報活用側のシステム同士を接続する必要がある。共有するデータをそれぞれのシステムが処理可能となる形式に変換する必要があるが、その処理を SIP4D の形式変換機能が担うことで、個別システムでの処理を省略することができる。また、SIP4D への接続に関わる調整を省力化するとともに、開発負荷を軽減し、全体としての情報共有の効率化を図ることとしている。

災害時には、本来得られるべき情報が断片的にしか入手できず、情報の空白が発生し、的確な災害対応が取れないという事態が発生しうる。そこで、複数の情報源から得られた情報を論理的に統合し、意味や表現を統一する形で出力する処理を組み込むことができる技術を開発・実装している。

3.2 災害時情報集約支援チーム (ISUT) について

防災科学技術研究所は、各組織が保有する情報共有を促進し、効率的な災害対応を実現させることを目的に、SIP4D を活用した災害対応支援として、2015 年関東・東北豪雨、2016 年熊本地震、2017 年 7 月九州北部豪雨で、現地の災害対策本部に研究員を派遣し、地理空間情報をベースとした災害情報集約活動を実施してきた。

内閣府では、2016 年熊本地震に係る初動対応検証レポートや、応急対策・生活支援策検討ワーキンググループ等にて、被災市町村の状況や避難者の動向、物資の状況などの把握が困難であったことから、事前に各種の情報について取り扱いや共有・利活用に係るルールを定めるなど、関係機関間における「災害情報ハブ」に関する仕組みづくりを行うことが必要との指摘により、国と地方・民間の「災害情報ハブ」推進チームを 2017 年に設置した。これらの活動を基に、災害対応に当たる者の意思決定を支援するため、現地で SIP4D を活用して災害情報を収集、整理、地図化する ISUT (Information Support Team: 災害時情報

集約支援チーム) を立ち上げた¹⁵⁾。大阪北部の地震、2018年7月豪雨、北海道胆振東部地震での実践を経て、2019年より本格運用が開始された。2019年台風15号、2019年東日本台風、2020年7月豪雨でもISUTが出動し、被災地の現場において、府省庁のリエゾンや派遣チーム、自衛隊、DMAT等の保健医療福祉支援チーム、インフラ復旧を担う指定公共機関等と連携し、情報の集約・共有の支援を行った。これらの活動は、人と人、組織と組織、そして情報が一体となって活動した事例となっている。

3.3 災害廃棄物への対処

令和2年7月3日からの大雨による浸水推定図¹⁶⁾より、球磨川流域人吉市周辺における被災家屋、災害廃棄物量を推定した。その結果、球磨川流域で16.6万トン~25.7万トンと推定された。7月4日18時以降に公開された浸水推定図を用いて、12時間後の7月5日6時には推計結果を得ることができた。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や環境省D. Waste-Netとともに、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、防災科研クライシスレスポンスサイト (NIED-CRS) を通して一般公開などの対応がなされた (Fig. 9)。ここでは、地域メッシュ別のみならず、市区町村別の災害廃棄物量についても集計、共有された。このような取り組みにより、災害初動時から災害廃棄物量を把握、共有することが可能になるとともに、環境・廃棄物分野、防災分野などの分野間連携による「ONE TEAM」での災害対応の実現が期待される。

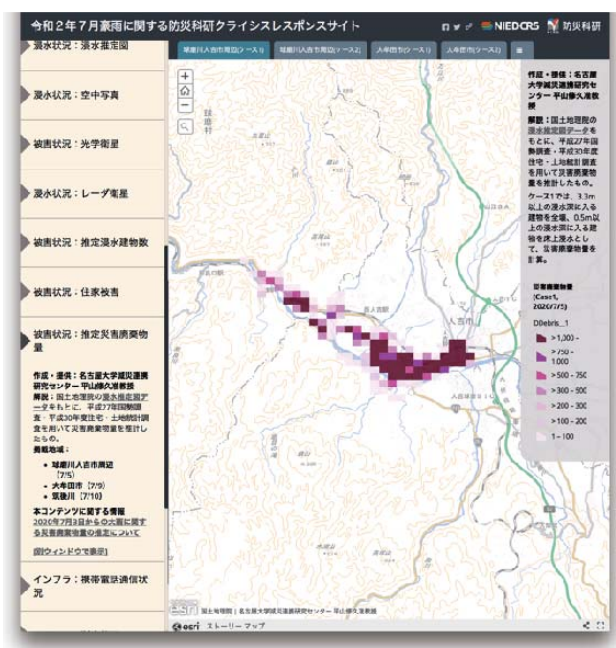


Fig. 9 Estimation of Disaster Debris in the Kuma River During the 2020 July Heavy Rain Disaster on NIED-CRS

4. おわりに

本稿では、災害初動期における災害廃棄物量の把握システムの研究開発について述べ、2016年熊本地震、2018年西日本豪雨、2019年東日本台風での実践事例を示した。災害廃棄物量把握システムを用いて首都圏における災害廃棄物量の経時的把握より、循環型社会形成には災害廃棄物3Rが求められ、排他的、縦割り主義を打開し、有機的な連携の推進が必要不可欠であることを指摘した。

災害時の組織間情報共有システムSIP4Dの開発と災害時情報集約支援チーム (ISUT) の実践について紹介し、災害初動期からの環境と防災との分野間連携について述べた。南海トラフ地震や首都直下地震などの国難を克服するためには、今後、組織横断、分野横断での情報共有と協働体制を確立するとともに、災害廃棄物量把握システムやSIP4Dを駆使した、産官学民のさまざまな階層における災害廃棄物に対する災害想像力、当事者意識を醸成する人材育成技法を開発し、実効性ある災害廃棄物対策に結実していくことが必要不可欠である。

参考文献

- 1) 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 — 2016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)
- 2) 多島 良, 平山修久, 高田光康, 宗 清生, 大迫政浩: 災害対応マネジメントの観点からみた災害廃棄物発生量推計方法の現状と展望, 廃棄物資源循環学会論文誌, Vol. 29, pp. 104-118 (2018)
- 3) H. Nakayama, H. Kato, and T. Shimaoka: Study on Management of Wood Debris Induced by Northern Kyushu Heavy Rain in July 2017 Using Aerial Survey and 3D Modeling, Proceedings of 10th China - Japan Joint Conference on Material Recycling and Waste Management, pp. 239-243 (2019)
- 4) 平山修久, 大迫政浩, 井ノ口宗成, 林 春男: 防災分野と連携した災害廃棄物の災害対応システムに関する検討, 第30回廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集 2019, pp. 117-118 (2019)
- 5) 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)
- 6) 日本特許, 特許第6894622号 (2021)
- 7) 内閣府中央防災会議: 南海トラフの巨大地震 建物被害・人的被害の被害想定項目及び手法の概要 (2013)
- 8) 平山修久, 福和伸夫: 旧耐震基準の住宅棟数減少と南海トラフ地震における災害廃棄物低減量に関する検討, 地域安全学会論文集, No. 39, pp. 245-253 (2021)
- 9) 熊本県環境生活部循環社会推進課: 災害廃棄物の処理状況及び損壊家屋等の公費解体の状況 (平成30年4月13日発表) (2018)
- 10) 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)
- 11) 岡山県：平成 30 年 7 月豪雨災害に係る岡山県災害廃棄物処理実行計画（改訂版）(2019)
 - 12) 長野県：令和岩塩台風第 19 号災害に係る長野県災害廃棄物処理実行計画（2020）
 - 13) 国土交通省：水災害リスクを踏まえた防災まちづくりのガイドライン（2021）
 - 14) 防災科学技術研究所：SIP4D 情報共有サイト, <https://sip4d.jp> Accessed on November 2021, (2021)
 - 15) 白田裕一郎：災害時情報集約支援チーム ISUT（アイサット）出動！, ぼうさい, 第 97 号, pp.14-15 (2019)
 - 16) 国土地理院, 防災・災害対応, <https://www.gsi.go.jp/bousai.html>, Accessed on July 2020, (2020)