

災害廃棄物研究部会勉強会, 2024年12月17日, オンライン

災害廃棄物の発生量推計について： 実務と研究の現状

(国研) 国立環境研究所 資源循環領域
主任研究員 多島良

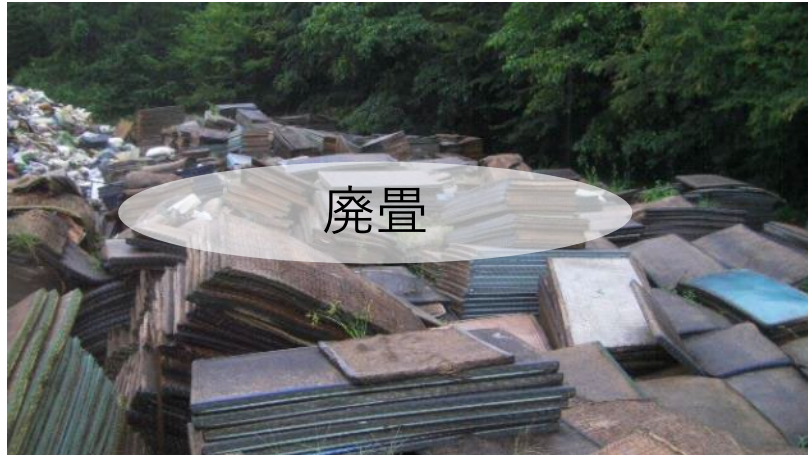
災害廃棄物とは？

自然災害に直接起因して発生する廃棄物のうち、生活環境保全上の支障へ対処するため、市区町村等がその処理を実施するもの（災害廃棄物対策指針（改定版））

処理責任



災害廃棄物の中身



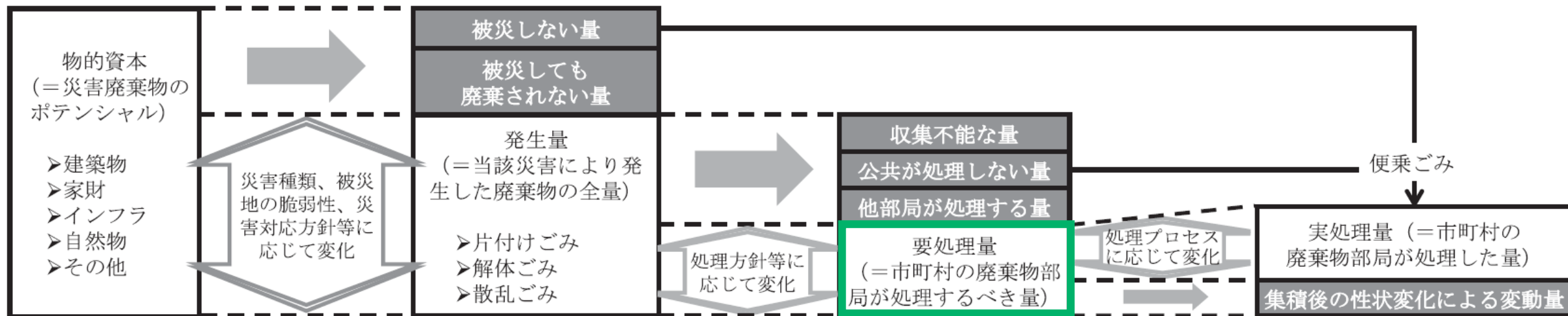
災害廃棄物の中身



災害廃棄物の中身



災害廃棄物の中身



「発生量」推計といいつつ、実際には「要処理量」を推計している

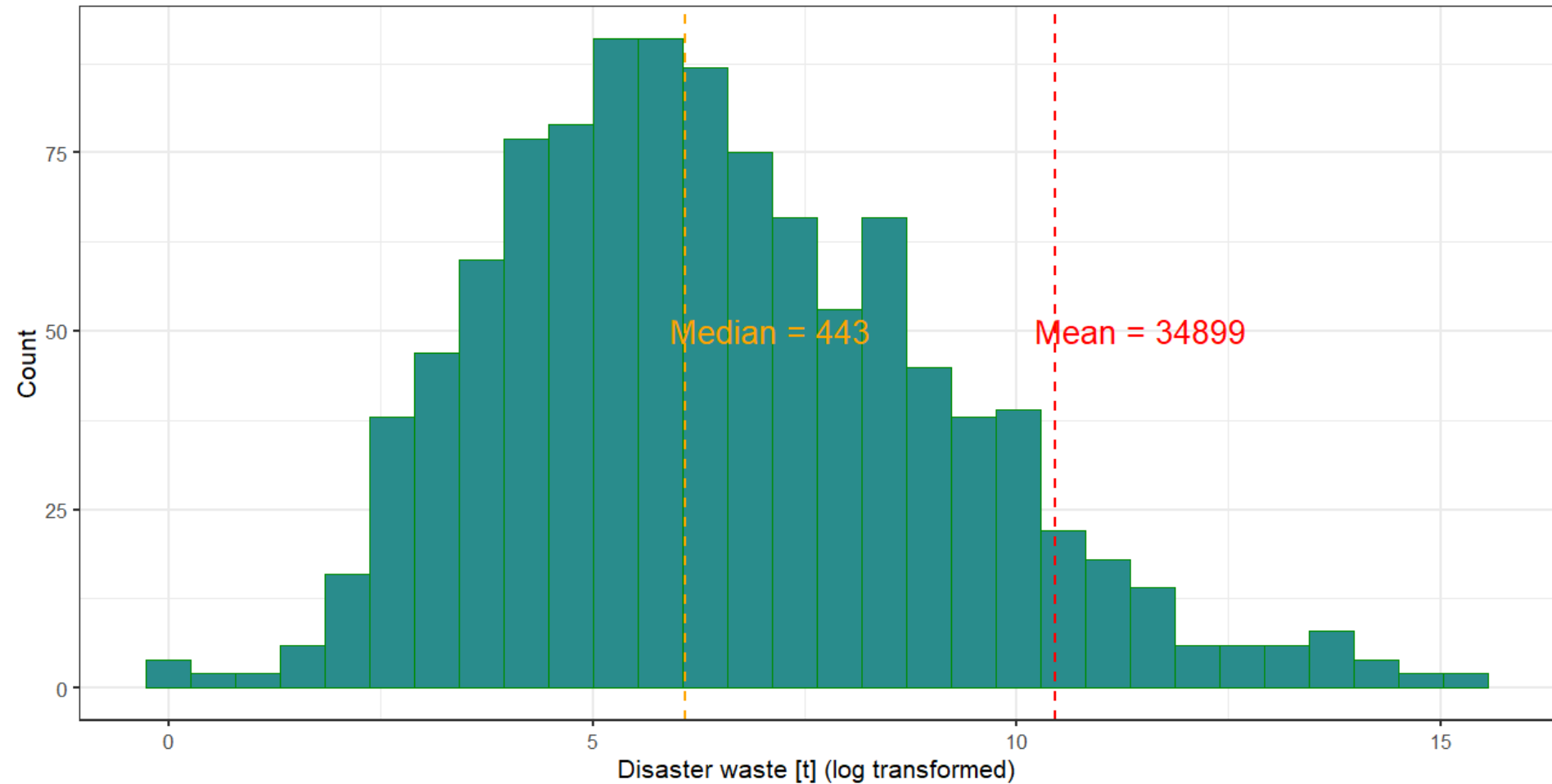
推計の対象となるのは、市町村の廃棄物部局が処理する量

→発生量は、物理的なダメージと社会的側面（処理戦略、補助金制度、被災者救済方針など）によって発生量が変動する



図の出典：多島良，平山修久，高田光康，宗清生，大迫政浩（2018）災害対応マネジメントの観点から見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, 29, 104-118

災害廃棄物発生量のイメージ



一廃実態調査の結果（2011年～2021）に見る発生量の分布



発生量推計の目的

	推計の目的	推計値の活用例	推計値の性質
発災前	地域で 想定 しておくべき災害廃棄物量の 規模感 を知る	•仮置場面積の必要量の想定 •地域における処理能力不足量の算定	想定災害に基づく推計であり、 実際に発生する量を推計しているわけではない
発災後 (直後)	実際の 災害廃棄物量の 規模感 を知る	•組織体制の検討 •予算規模の検討	実際に発生する量を推計しているが、 推計誤差は大きい
発災後 (1カ月程度)	処理実行計画の第1版 を策定する	•処理フローの検討 •処理業務の発注 •災害報告書の作成	実測値 がある程度得られるが、推計に依る部分も多く、一定の 推計誤差はのこる
発災後 (その後)	処理実行計画を見直し 、処理完了までの道筋をつける	•処理フローの改訂 •処理業務の発注見直し	実測値 が得られるに従い、 推計誤差は小さくなる

各局面でどの程度の精度が期待できそうか、理解があったほうが意思決定に活かしやすい



指針の手法（旧）

$$Q = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4$$

発生量

117t/棟

全壊棟数

23t/棟

半壊棟数

4.6t/世帯

床上浸水世帯数

0.62t/世帯

床下浸水世帯数

（あくまで想定災害における量なので）細かい前提条件を考えずに、建物被害の推計値（防災部局より得る）に発生原単位をかけて、規模感を得る

推計精度は高くない（どの程度の精度が期待できるかの統計的検討がない）、原単位が過度に一般化されて使用されている、などの課題がある



指針の手法（新）

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{解体ごみ：} Y_1 = (X_1 + X_2) \times a \times b_1 + (X_3 + X_4) \times a \times b_2 \\ \text{片付けごみ：} Y_2 = (X_1 + X_2) \times CP \end{array} \right.$$

1棟解体すると発生する量
(構造と延床面積を考慮)

全壊判定家屋
解体率

半壊判定家屋
解体率

住家
全壊棟数

非住家
全壊棟数

住家
半壊棟数

非住家
半壊棟数

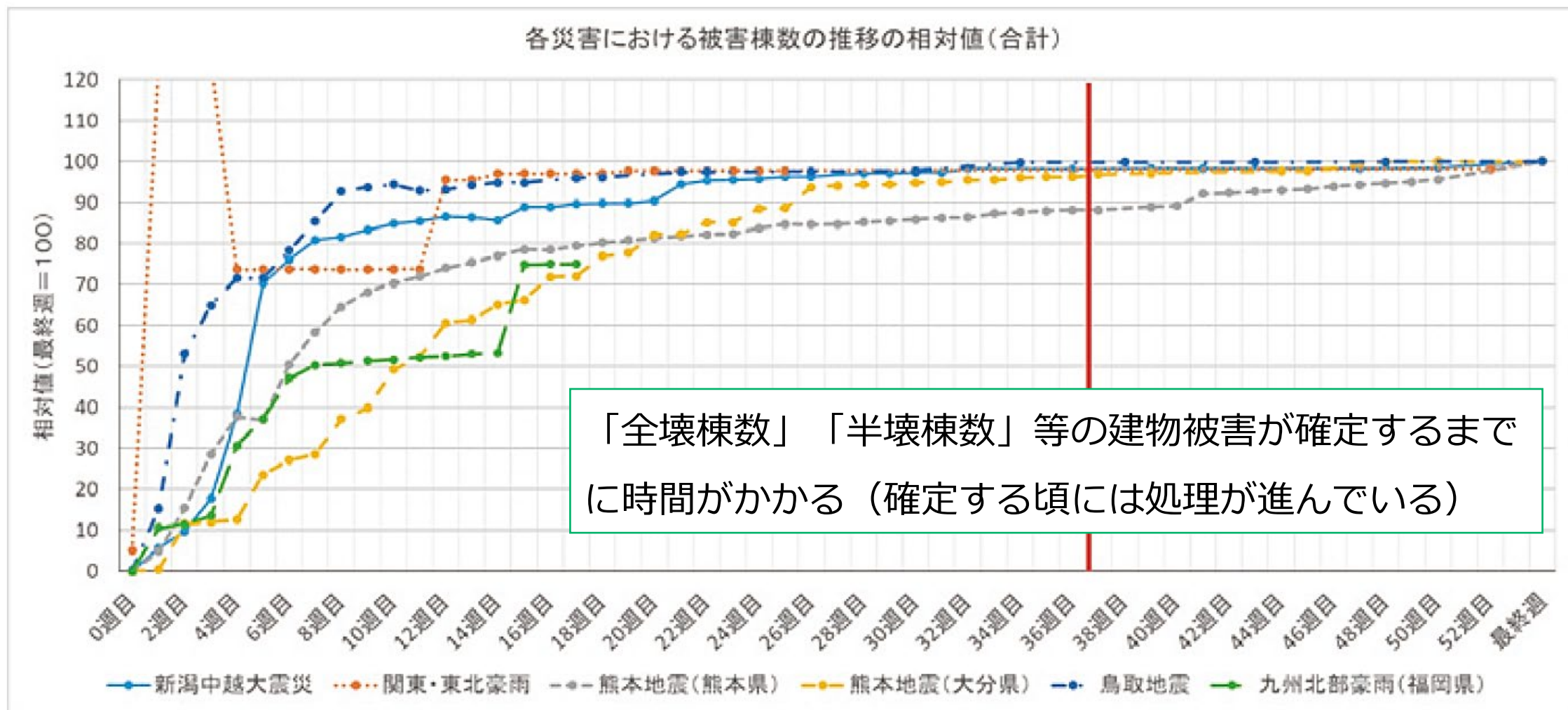
片付けごみ及び公物等発生原単位

非住家と住家で1棟当たりの解体ごみ量が同じと想定？非住家棟数が必要。「片付けごみ及び公物等発生原単位」（←回帰分析に基づいて設定）とはどのような概念？

実際の値との乖離については要検証。



発災後の推計について



【出典：夏目吉行・高田光康（2017）災害対策本部の発表する「被害状況報告（建物被害）」と災害廃棄物への対応の関係について、第39回全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集，347-349.

実測に基づく推計



片付けごみ

1カ月程度で概ね仮置場に集約される→体積を測量し、見かけ比重をかけて重量換算



解体ごみ

1~2カ月程度で公費解体の受付
→解体予定棟数に解体ごみ原単位をかけて解体ごみ量を算出



**発生量
(要処理量)**

撤去・処理が進むにつれて実績ベースの推計が可能になる

→発災直後は？



発災直後の推計について

実態としては、試行錯誤

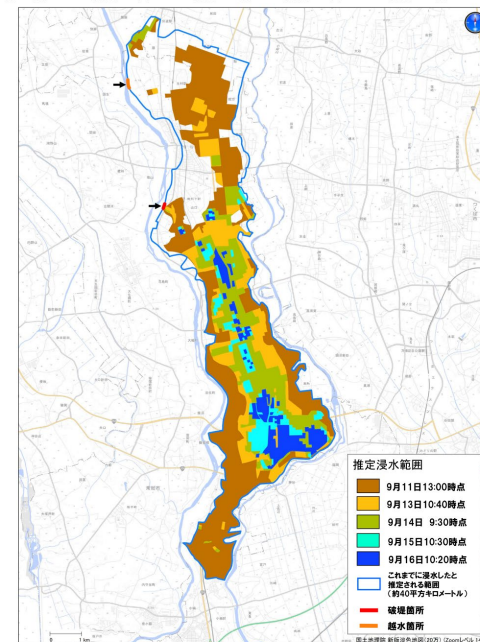
建物被害の推計値を用い、「発災前」と同じ式で推計

建物被害の推計値を用い、「発災後」と同じ考え方で推計（この場合、片付けごみ量の原単位が必要になる）

いずれの場合も、災害情報から建物被害を推計するための被害関数が必要



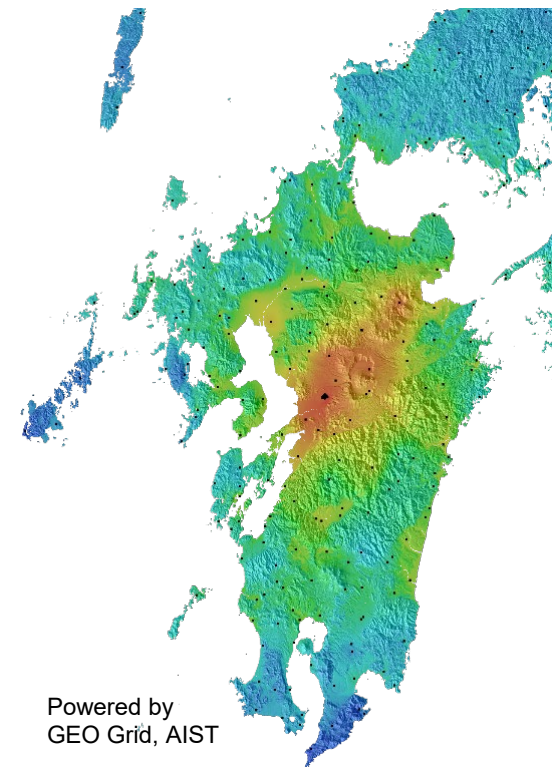
平成27年台風18号の大雨等に係る茨城県常総地区の推定浸水範囲の変化
(9月11日13:00時点、13日10:40時点、14日9:30時点、15日10:30時点、16日10:20時点)



9月11日13:00時点:約31平方キロメートル
9月13日10:40時点:約15平方キロメートル
9月14日9:30時点:約10平方キロメートル
9月15日10:30時点:約4平方キロメートル
9月16日10:20時点:約2平方キロメートル

この推定浸水範囲は、空中写真(斜め写真)等を基に浸水した範囲を判別したものです。実際に浸水した地域でも把握できていない部分があります。また、雲等により浸水範囲が十分に判別できていないところもあります。

国土交通省
国土地理院



Powered by
GEO Grid, AIST

令和2年7月豪雨における推計支援



ISUT(防災科学技術研究所)による集約データを活用

- ・被害棟数
- ・浸水推定図(全壊・大規模半壊・半壊・一部損壊・床上・床下)



解体1棟あたり100tと想定、過去水害の解体率をもとに推計

- ・ex. 人吉市：4～10万t, 2～4ha(片付けごみ用)



発生量推計に関する係る研究①の現状

統計モデリングによる推計

- 杉本賢二, 鈴木滉, 西澤聡洋 (2021) 近年の水害を対象とした災害廃棄物発生原単位の推計. 土木学会論文集G (環境) 77, II_199-II_206.
- 中尾彰文, 山本玲於奈, 平井千津子, 吉田登, 覇巻峰夫 (2020) 市町村別での災害廃棄物発生原単位の整備に関する研究 – 南海トラフ地震防災対策推進地域および特別強化地域を対象に –. 土木学会論文集g (環境) 76, II_61-II_72.
- 那須雄太, 中尾彰文, 山本秀一, 山本祐吾, 覇巻峰夫, 吉田登 (2019) 災害廃棄物発生原単位の違いが都道府県の災害廃棄物処理計画に及ぼす影響の分析 – 和歌山県を対象として –. 土木学会論文集g (環境) 75, II_261-II_271.
- 平山修久, 大迫政浩 (2014) 東日本大震災の経験をふ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, 28(3), 139-142.
- 平山修久, 河田恵昭 (2005) 水害時における行政の初動対応から見た災害廃棄物発生量の推定手法に関する研究, 環境システム研究論文集, 33, 29-36
- Park, M.H., Ju, M., Jeong, S., Young Kim, J. (2021) Incorporating interaction terms in multivariate linear regression for post-event flood waste estimation. Waste Management 124, 377–384.
- Park M H., Ju M., Kim J Y. (2020) Bayesian approach in estimating flood waste generation: A case study in South Korea. Journal of Environmental Management, 265, 110552
- Park M H., Ju M., Cho Y H., Kim J Y. (2020) Data stratification toward advanced flood waste estimation: A case study in South Korea. Waste Management, 114, 215-224
- Chen J., Tsai H., Hsu P., Shen C. (2007) Estimation of waste generation from floods. Waste Management, 27, 1717-1724.



発生量推計に関する係る研究①の現状

統計モデリングによる推計

■ 処理量のデータより、一般線形モデル（重回帰モデル）で推計する試み

説明変数→住家被害棟数（被害別）、浸水農地面積、被災道路長、被災河川長
データ層化、交互作用項等も検討

■ ベイズ統計による統計モデリングの試み

ベイズ回帰が有用であることが示唆された段階

■ 課題（私見）

点推定値でのみ議論されている（予測区間は不要？）

一般線形モデルの妥当性について十分な議論がない（正規分布でOK？）

災害時における説明変数のデータ利用可能性



発生量推計に関する係る研究①の現状

解体に伴う災害廃棄物の発生原単位の調査研究

牧紀夫, 堀江啓(2016) 阪神・淡路大震災の公費解体と災害廃棄物— どのような物理的被害の建物が解体されたのか—, 日本建築学会計画系論文集, 第81 巻, 第730 号, pp. 2723- 2729

橋本征二, 寺島泰(1999)建築物解体廃棄物の原単位設定, 廃棄物学会論文誌, 第10 巻, 第1 号, pp. 35 -44

高月紘, 酒井伸一, 水谷聡 (1995) 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, 第6 巻, 第5 号, pp. 351 - 359

GIS、画像解析、ドローンを活用した推計技術の開発

Kushiyama, Y., Matsuoka, M. (2019) Time Series GIS Map Dataset of Demolished Buildings in Mashiki Town after the 2016 Kumamoto, Japan Earthquake. Remote Sensing 11, 2190

平山修久, 大迫政浩, 林春男 (2017) 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. 地域安全学会論文集 30, 111–117.

Koyama, C.N., Gokon, H., Jimbo, M., Koshimura, S., Sato, M. (2016). Disaster debris estimation using high-resolution polarimetric stereo-SAR. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 120, 84–98.

景山陽一, 比佐光一, 大内東, 高谷敏彦, 西田眞 (2015) 震災廃棄物量の推定を目的としたTHEOS データにおけるミクセル分解法, 知能と情報, 第27 巻, 第2 号, pp. 570-580



発生量推計に関する係る研究①の現状

解体に伴う災害廃棄物の発生原単位の調査研究

- 物理的被害と解体の関係の検討
- 1棟（1m²）解体した時の発生量原単位の検討
構造別（木造、非木造）の整理→木造についてはデータ多数

GIS、画像解析、ドローンを活用した推計技術の開発

- 衛星画像等を活用した建物被害推計方法の開発
- GISを活用したメッシュ単位の発生量推計システムの開発
災害情報＋土地・住宅情報→（被害関数）→被害情報の推計値→（原単位）→発生量



発生量推計に関する係る研究②の現状

ストックから予測する研究

Tabata, T (2020) Consumer goods in Japanese elderly-only household units: Micro-material stock and earthquake resistance. International Journal of Disaster Risk Reduction 51, 101922.

Tabata, T., Morita, H., Onishi, A. (2018) What is the quantity of consumer goods stocked in a Japanese household? Estimating potential disaster waste generation during floods. Resources, Conservation and Recycling 133, 86–98.

大西暁生(2016)鬼怒川の浸水想定区域を対象とした水害廃棄物発生量の推計に関する基礎的研究：浸水被害建築物のみの視点から，計画行政，第39巻，第4号，pp.33 -44

田畑智博，張欧，山中優奈，蔡佩宜 (2015) 統計・ウェブ情報を用いた耐久消費財由来の災害廃棄物発生原単位の推計とその利用，土木学会論文集G (環境)，第71巻，第6号，pp. II_441-449

鶴巻峰夫，山本祐吾，吉田登 (2015) 地域の資材ストック量に基づく災害廃棄物量の予測に関する基礎的検討，土木学会論文集G (環境)，第71巻，第6号，pp. II_241-251

谷川寛樹，平川隆之，韓驥，鬼頭祐介，田中健介，黒岩史，奥岡桂次郎(2011) 東日本大震災の被災地域に存在した建築物・インフラストラクチャーの物質ストックの推計，第39回環境システム研究発表会講演集，pp. 401-406



発生量推計に関する係る研究②の現状

ストックから予測する研究

■ 建築物、インフラ、自然物、家財等のストック種類別のデータ整備

単位建築物面積の資材投入量や世帯当たりの平均保有台数・重量を原単位と設定
統計情報を用いた組成別の世帯/市町村あたりの保有ストック量推計

■ 被災率・廃棄率・収集率の検討

被災率は被害関数、住家被害の区分から設定（水害については要検討）

■ 課題（私見）

地域の災害廃棄物発生量ポテンシャルの理解は平時の準備として重要

実態としては災害廃棄物に様々なものが混入するため、実績データからのフィードバックが重要



発生量推計研究の今後（私見）

■ 統計モデリングを高度化させる

- ・ 正規分布以外の確率分布を用いたモデリング
- ・ モデルの体系的な比較検討
- ・ データへのフィットではなく予測力の検討
- ・ 区間推定ができるモデル→ベイズ回帰
- ・ データの蓄積（高解像度化）と機械学習

