

自然災害がもたらす太陽光パネル廃棄物の発生予測と 埋立地の埋立地容量への影響

上田一嘉*・杉本賢二*・米澤剛*

Prediction of Solar Panel Waste Generation Caused by Natural Disasters and its Impact on Landfill Capacity

Kazuhiro Ueda* and Kenji Sugimoto * and Go Yonezawa*

* 大阪公立大学大学院工学研究科 Graduate School of Engineering, Osaka Metropolitan University, 3-3-138 Sugimoto, Sumiyoshi-ku, Osaka 558-8585, Japan.
E-mail: sr25448h@st.omu.ac.jp

キーワード： 地理情報システム, 太陽光発電, 災害廃棄物, 埋立地

Key words : GIS, Solar power generation, Disaster waste, Final disposal sites

1. 背景・目的

2012 年に固定資産買い取り制度 (FIT) が導入され, 太陽光発電施設 (以下, PV パネル) が急速に普及されたが, 日本は大規模な PV パネルの設置に適した平地が限られており, 自然災害のリスクが高い場所に配置されているところもある. また, 自然災害による廃棄物は様々な地点において発生する恐れがあるため, 災害時の円滑な廃棄物処理には空間分布を踏まえた検討が必要であると考えられる.

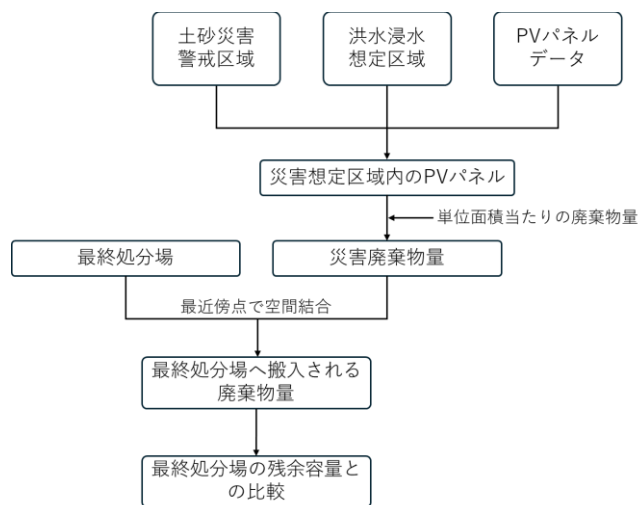
先行研究として福田ら (2021) は, 使用済み PV パネルが最終処分場 (埋立地) の残余容量へ与える影響を検討しているが, 対象地が北海道のみであり日本全国において推計はされていないことが課題である. また, 田畑 (2019) は自然災害における PV パネルの廃棄物発生量を推計しているが, 埋立地の残余容量への評価をしていないことが課題である. さらに, Hao ら (2021) は, 日本を対象地として災害想定区域のデータと PV パネルの立地データを比較し, 災害リスクのある地域に位置する PV パネルの数を調査している. しかし実際の被害規模は推計されていないことが課題である.

そこで本研究では, 土砂災害及び水害によって発生する廃棄物量を部材別に推計する. その後, 廃棄物が各埋立地の残余容量へ与える影響を評価する. 本研究の目的は, 太陽光パネルが土砂災害や水害などの自然災害により破損した場合における廃棄物量を予測し, 輸送先を予測することで, 廃棄物処理の迅速な対応に貢献することである.

2. 研究の流れ

研究フローチャートを第 1 図に示す. まず, 災害廃棄物量の推計を行う. これに使用するデータのの一つである PV パネルデータは, Kim ら (2020) の「Solar PV data」を利用する. 本データは, 500 kw 以上の PV パネルのみを対象としている. リモートセンシングによる衛星画像と位置補正された PV パネルの点データを用い, デジタル化することで作成されている. また, 洪水浸水想定区域については, 想定最大規模を使用する. 本研究では, 土砂災害警戒区域と洪水浸水想定区域を総称して災害想定区域と呼ぶ. その後, PV パネルから発生した廃棄物が最も近い埋立地に搬入される

と仮定し, 最近傍点で空間結合を行う. 埋立地には不燃ごみのみが運ばれると仮定する.



第 1 図 研究フロー

3. 研究方法

3.1 廃棄物の発生予測

災害想定区域に該当する PV パネルの廃棄物量は式(1)で算出する.

$$Z = kSn \quad \dots (1)$$

ここで, k , S , n はそれぞれ「傾きを考慮した補正係数」「災害想定区域に位置する PV パネルの面積」「単位面積当たりの部材別廃棄物量」である. 予測の際, 部材別に単位面積当たりの廃棄物量と比重を仮定する. その数値は経済産業省の太陽光発電システムの構造設計例を基にする. 部材にはセル, ガラス, アルミニウム, プラスチック, 銅はんだ, 鋼鉄, コンクリートが含まれる. 仮定した諸量を第 1 表に示す. また, PV パネルは傾斜をつけて設置するため, 推計にあたり傾斜を考慮した係数 k を用いる. k を式(2)に示す.

$$k = \frac{1}{\cos 30^\circ} \quad \dots (2)$$

第1表 仮定した諸量

部材	面積当たりの 廃棄物量(kg/m ²)	比重(t/m ³)
セル(結晶シリコン)	0.48	2.3
ガラス	8.76	2.5
アルミニウム	2.19	2.7
プラスチック	2.48	1.0
電極(銅 はんだ)	0.11	8.5
鋼鉄	16.70	7.8
コンクリート	107.07	2.3

3.2 埋立地容量への影響

本研究では、被災した PV パネルが最近隣の埋立地に運ばれると仮定し、不燃ごみのみを運ぶものとするため、コンクリートを埋立地の残余容量分析からは除外する。その後、最近傍点による空間結合を用いて PV パネルと埋立地の属性データを結合する。空間結合とは、フィーチャの位置関係に基づいて属性を結合する手法である。その後、廃棄物量の残余容量に対する割合 X を式(3)で求める。

$$X = \frac{\text{搬入される廃棄物量}}{\text{埋立地の残余容量}} \quad \dots (3)$$

4. 結果

第2図に土砂災害による廃棄物量の予測結果を示す。廃棄物量の合計は約 102 万 t となった。分布傾向としては、関東平野や四国、日本海側は被害規模が小さいことが分かった。第3図に水害による廃棄物量の予測結果を示す。廃棄物量の合計は約 522 万 t となった。自然災害による廃棄物量の合計は約 250 万 m³ となった。このうち、不燃ごみとして分析に使用されるものはコンクリート以外の部材であるので、約 40 万 m³ となる。

第4図に埋立地に与える影響の割合 X を色分けした分布図を示す。廃棄物量の残余容量に対する割合が 0%以上 50%未満の埋立地は 495 個、50%以上 100%未満の埋立地は 29 個、100%以上の埋立地は 42 個である。容量超過する埋立地は全国的に分布していることが特徴である。

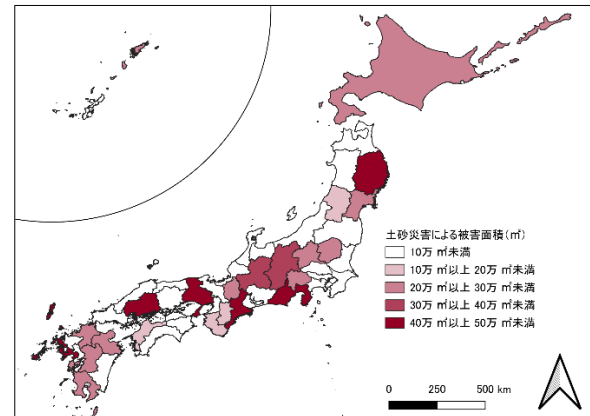
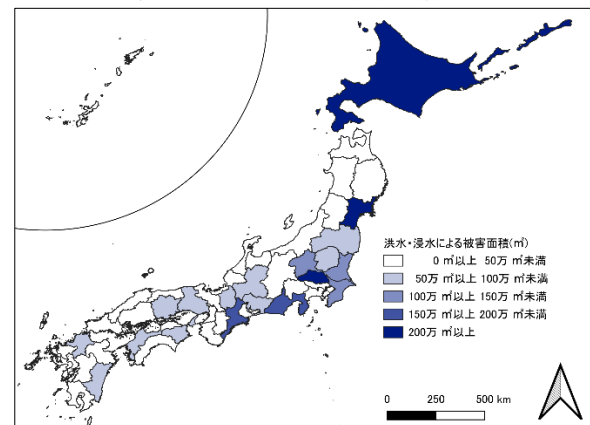
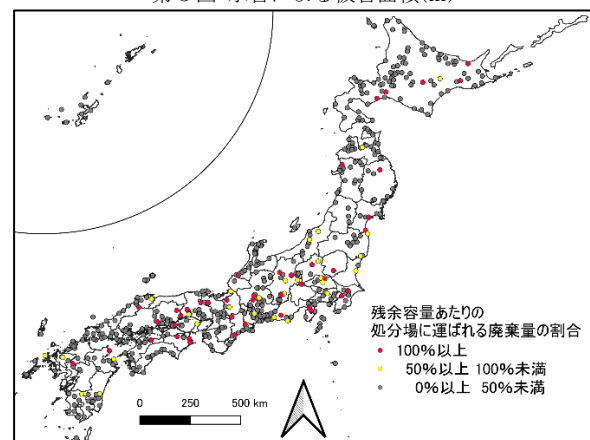
5. まとめ

本研究は、PV パネルが土砂災害や水害により破損した場合の迅速な対応に貢献することを目的とした。そのために、オープンデータを用いた自然災害によって発生する廃棄物発生予測と最寄りの埋立地へ運ばれる際の残余容量に与える影響を評価した。

分析結果からわかるのは、多くの埋立地が廃棄物の受け入れに対応できる一方で、一部では容量を超える廃棄物が存在していることである。これにより、最近隣の埋立地に搬入するといくつかの埋立地が過負荷状態になるため、最適な廃棄物の分散輸送が求められることが分かった。

6. 課題

今後の課題は、使用したパネルのデータが 500 kw 以上のみに限定されているため、小規模の PV パネルを検出し、被害規模を推計することである。次に、土砂災害警戒区域が民家や住宅の存在する場所に設定されるため、居住地から遠い山間部に設置されている PV パネルの被害規模を評価することである。最後に、実際の自然災害は家屋等の廃棄物量も発生させることから、それを踏まえた分析も必要である。

第2図 土砂災害による被害面積(m²)第3図 水害による被害面積(m³)

第4図 埋立地の分析結果

文 献

- 福田陽一朗, 山口勝透, 朝倉賢 (2021) 北海道における使用済み太陽光パネルが最終処分場の残余容量へ与える影響の検討. 廃棄物資源循環学会研究発表会講演集
 田畑智博 (2019) 自然災害に伴う太陽光発電システムの被害, 廃棄物資源循環学会研究発表会講演集
 Kazuki Hao, Dimiter Ialnazov, Yosuke Yamashiki (2021) GIS Analysis of Solar PV Locations and Disaster Risk Areas in Japan, *Frontiers in Sustainability*, Vol.2, p.1-9
 Kim JY, Koide D, Ishihama F, Kadoya T, and Nishihiro J. (2020) Solar PV data: Current site planning of medium to large solar power systems accelerates the loss of the remaining semi-natural and agricultural habitats, *Science of the Total Environment*, Vol.770, 146475