

産業系廃プラスチックを対象とした再資源化施設選択モデルの構築

北九州市立大学 学生会員 鉾岩風人

北九州市立大学 非会員 叢 日超

北九州市立大学 正会員 藤山淳史

北九州市立大学 正会員 松本 亨

1. 研究背景と研究目的

近年、中国のプラスチック輸入規制、世界的な脱プラスチックの潮流、カーボンニュートラル等様々な動向から、廃プラスチックの国内循環の拡大が求められている。プラスチック循環の国内適正化、最適化を検討するためには、まず、廃プラスチックがどこで排出・処理されているか、またどのような種類と形状のプラスチックがどの再生利用に供されているかなど、現状の詳細な物質フローを把握する必要がある。その際、全国レベルでのマクロな解像度の物質フローのみならず、都道府県、さらには市区町村レベルのミクロな解像度の廃プラスチックの物質フローを把握することが必要である。そのような情報が明らかになることで、プラスチックの排出・処理、さらに再利用先の空間構造を考慮したリサイクル技術選択のモデル化が可能となる。同時に、廃プラスチックの最適なりサイクル技術と処理拠点（再資源化拠点）の選択を行うための最適化手法を開発することも求められている。

そこで本研究では、行政報告データと廃プラスチックを再資源化している産業廃棄物処理事業者の情報を用いて、CO₂ 排出量が最小となるように発生源と再資源化技術の最適化を導出することができる手法を構築し、三重県で発生した産業系廃プラスチックに適用する。なお、対象とした行政報告データは、産業廃棄物多量排出事業者実施状況報告書（多量排出データ）、産業廃棄物管理交付等状況報告書および電子マニフェスト登録等状況報告書（マニフェストデータ）、産業廃棄物処理業による実績報告（処理実績データ）である。なお著者らのグループは、すでにこれらのデータを用いて廃プラスチックのフローを把握^{1),2)}している。

2. 研究方法

本研究では、比較的排出量の多いポリ塩化ビニル（以

下、PVC）を対象とした。

2-1. 再資源化拠点情報

PVCの再資源化が可能な施設の名称・住所情報を塩ビ工業・環境協会³⁾より入手し、その情報もとに、産業廃棄物処理事業振興財団のさんぱいくん⁴⁾を用いてリサイクル施設の処理能力（日/トン）の情報を入手した。さらにGoogle mapを用いて再資源化施設の緯度経度情報と、三重県中心座標から再資源化施設までの距離情報を取得した。取得した座標の分布を図1に示す。加えて、距離情報については、三重県中心座標と再資源化施設の緯度経度情報からGISを用いて直線距離の情報も取得した。

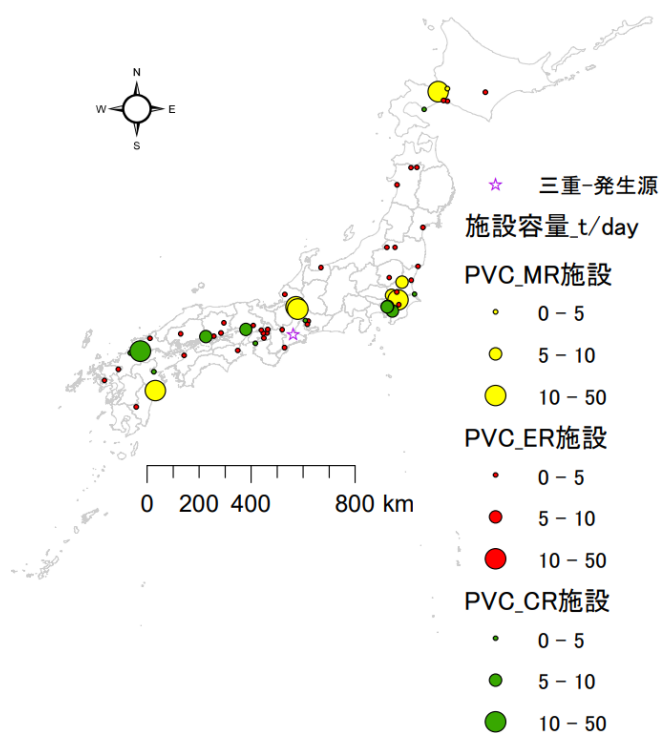


図1 PVCの再資源化施設

2-2. 再資源化技術の CO₂ 排出量原単位

PVC のマテリアルリサイクル (MR)、エネルギーリカバリー (ER)、ケミカルリサイクル (CR) の CO₂ 排出量の原単位については、海洋プラスチック問題対応協議会 (JaIME) の報告書⁵⁾ を参考に設定した。

2-3 輸送の CO₂ 排出量原単位

廃プラスチックの発生から再資源化拠点までの運搬過程の CO₂ 排出量原単位については、4t トラックを使用し、積載率 75% で運搬するものと仮定し、改良トンキロ法により設定した。

3. CO₂ 排出量最小化

目的関数を式(1)に、PVC の総排出量と、再資源化施設の処理能力に関する制約条件を式(2)~(3)に示す。

$$\text{Min } CO_2 \text{ emission} = \sum_{i,t}^n ef_t \cdot \text{Input}_{i,t} \quad (1)$$

$$\text{Subject to } \sum_{i,t}^n \text{Input}_{i,t} = E \quad (2)$$

$$C_i \geq \text{Input}_i \quad (3)$$

ここで、 $CO_2 \text{ emission}$ は CO₂ 排出量[t・CO₂]、 n はリサイクル施設数 ($n=62$)、 i は施設の区分番号、 t は再資源化技術種類、 Input は廃プラスチック量、 ef は CO₂ 排出係数[t・CO₂/t]、 E は PVC の総排出量[t]、 C は再資源化拠点の処理能力[日/t]である。

なお、CO₂ 排出量最小化の解析は、Google map を用いて取得した距離情報を用いたパターン (ルート距離パターン) と、GIS を用いて取得した直線距離情報を用いたパターン (直線距離パターン) の 2 通り実施した。CO₂ 排出量を最小化した結果を表 2 に示す。

表 2 最小化計算結果

	CO ₂ 排出量
ルート距離パターン	113,195 t・CO ₂ /年
直線距離パターン	139,357 t・CO ₂ /年

4. まとめと今後の課題

本研究では、行政報告データと廃プラスチックを再資源化している産業廃棄物処理事業者の情報を用いて、CO₂ 排出量が最小となるように発生源と再資源化技術

の最適化を導出することができる手法を構築し、三重県で発生した産業廃プラスチックに適用した。

今後は、ポリプロピレン (PP) やポリエチレン (PE)、ポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリスチレン (PS)、ポリ塩化ビニル (PVC)、ポリウレタン (PUR) など他の素材を対象とした解析へ展開していくとともに、これらを同時に扱った解析へ展開していく予定である。また、他地域 (他都道府県) においても本解析を適用し、地域間比較を実施することで、地域の特性を把握することも重要であると認識している。

参考文献

- 1) 古賀愛, 范学周, 松本亨, 藤山淳史: 行政報告データを活用したボトムアップ型物質フロー推計手法の開発: 三重県の産廃プラを対象として, 土木学会論文集 G (環境), Vol.77, No.6, II_33, II_42, 2021
- 2) 叢日超, 藤山淳史, 松本亨: 脱炭素社会に向けた廃プラスチック発生源とリサイクル拠点の最適マッチング手法の提案, 第 33 回廃棄物資源循環学会研究発表会
- 3) 塩ビ工業・環境協会 HP: <https://www.vec.gr.jp/>
- 4) 産業廃棄物処理事業振興財団さんばいくん
- 5) 海洋プラスチック問題対応協議会 (JaIME): プラスチック製容器包装再商品化手法およびエネルギーリカバリーの環境負荷評価 (LCA), 2019 年 3 月