

生ごみ堆肥化装置における発酵物堆積状況予測による物流効率化の可能性

北九州市立大学 学生会員 ○前田桜我
 北九州市立大学 正会員 松本 亨
 北九州市立大学 正会員 藤山淳史
 楽しい株式会社 非会員 松尾康志

1. はじめに

地球温暖化問題は、その予想される影響の大きさや深刻さから、人類の生存基盤に関わる安全保障の問題と認識されており、最も重要な環境問題の一つとされている。環境省は地球温暖化対策推進法に基づき 2016 年 5 月に地球温暖化対策計画を発表しており、2030 年度の温室効果ガス削減目標とし 2013 年度比 26%削減を数値目標として設定している¹⁾。温室効果ガスの約 28%を輸送部門、約 2%を廃棄物分野の二酸化炭素が占めていると推計されており、静脈物流を含む廃棄物分野においても二酸化炭素の削減は必要不可欠な問題となっている。

そこで、本研究では、生ごみ堆肥化装置に堆積される発酵物を対象として、その回収のための物流効率化の可能性を検討することを目的とする。

2. 研究の方法

2.1 分析対象

今回研究対象とした生ごみ堆肥化装置は、食品残渣の堆肥化装置から一次発酵物を排出事業者からの連絡で取り出し、北九州エコタウンに立地するリサイクルセンターへ搬送し、そこで二次発酵、三次発酵を行っている。そのため現状では個別輸送になることがほとんどであり、定期的に回収を行っている事業者についても回収すべきタイミングでないが回収を実施している。そのため本研究では、静脈物流の輸送経路効率化、並びに回収実績から線形関数を作成し堆積シミュレーションによる回収タイミングの改善、積載率向上による二酸化炭素の削減を試みることにした。

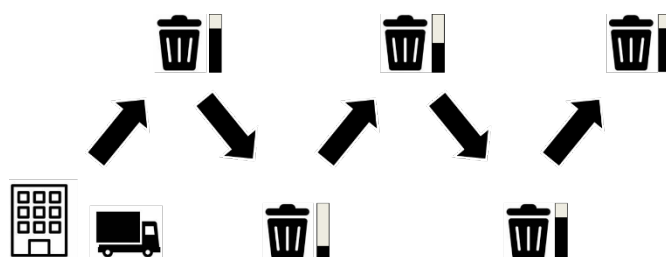


図1 現状の回収スタイル（発酵物堆積状況予測を行わない巡回回収の例）

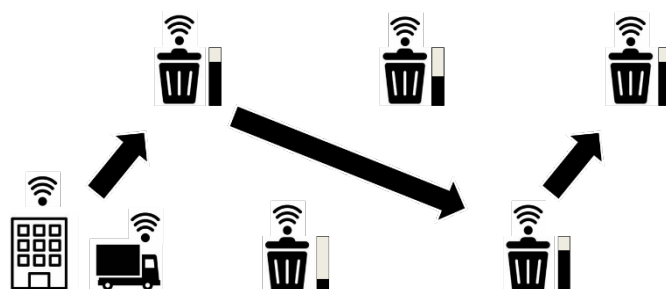


図2 発酵物堆積状況予測を活用した場合の回収スタイル

2.2 計算条件

回収には回収業者が保有する 2t トラックを使用し、2017 年度 12 月から 2018 年度 11 月までの 1 年間で削減効果を推計する。

STEP 0

20 の排出事業者を個別で回収

STEP 1

STEP0 の結果から共同輸送が可能である箇所において、共同輸送による回収ルート of の最適化を実施。

STEP 2

各事業者の排出実績より線形関数を作成。作成した線形関数を利用し堆積状況の事前予測による回収タイミングの最適化。また、予測したタイミングで回収し、排出事業者間において共同輸送を実施し回収ルート of の最適化、積載率の向上。

以下、輸送の計算条件をまとめる。

- (1) 3 か所の大規模排出事業者は回収タイミングの最適化を行い個別輸送
- (2) 2 か所の中規模排出事業者は2事業者間で共同輸送
- (3) 15 か所の小規模排出事業者は15事業者間で共同輸送を実施
- (4) (1)の3事業者は4日、8日、10日間隔でそれぞれ回収。(2)(3)の回収頻度を2週間に1度とした。

2.3 二酸化炭素排出量の推計

輸送量を求めると同時に、各STEPにおける二酸化炭素排出量についても算出した。使用した式²⁾を以下に示す。

二酸化炭素排出量=輸送トンキロ×改良トンキロ法エネルギー消費原単位×1/1000×単位発熱量×排出係数×44/12

二酸化炭素排出量の計算に必要な換算係数については以下を用いた。

排出係数³⁾: 0.02[t-C/GJ]

単位蒸発熱⁴⁾: 34.60[GJ/kL]

改良トンキロ法エネルギー消費原単位⁵⁾: 0.19[L/tkm]

3. 推計結果

各STEPにおける計算結果を表1、図3、図4に示す。

表1 各STEPの計算結果

	tkm	t-CO ₂
STEP0	114422.15	51.48997
STEP1	97804.09	44.01184
STEP2	75126.29	33.80683

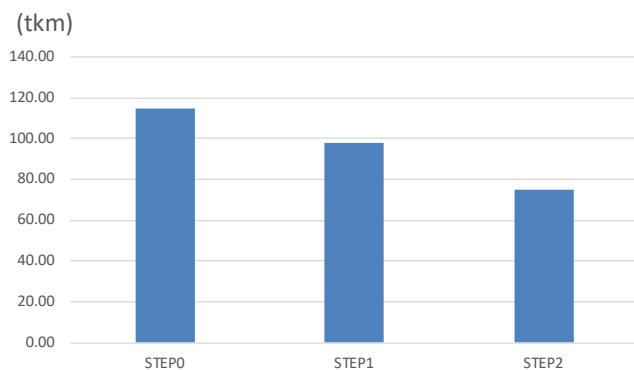


図3 各STEPにおける輸送量

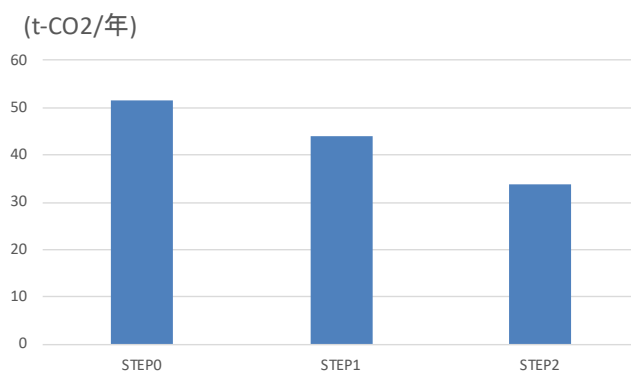


図4 各STEPにおける二酸化炭素排出量

これらによると、STEP0、STEP1、STEP2と進むにつれて、輸送量、二酸化炭素を削減できていることがわかる。削減率はSTEP0からSTEP1で約15%、STEP1からSTEP2で約25%、全体で考えるとSTEP0からSTEP2で約35%の二酸化炭素排出量の削減が可能と推計された。

4. まとめと今後の課題

生ごみ堆肥化装置に堆積される発酵物の回収を想定して、個別輸送から共同輸送における回収ルート最適化、直線関数を利用した堆積状況予測による回収タイミングの最適化を行うことによる二酸化炭素排出量の削減を推計した。その結果、35%程度の効率化が図れた。現実的には、季節や気候による食品残渣量の変動やイベント等による短期間での増減も十分に考えられる。そのため、諸条件を考慮した堆積状況予測の精緻化、さらにはIoT（モノのインターネット）を用いたリアルタイムモニタリングとAI（人工知能）を用いた予測によるさらなる物流効率化を検討することが今後の課題である。

参考文献

- 1) 環境省 平成28年 地球温暖化対策計画 7,10,12,17項
- 2) 国土交通省 物流分野のCO₂排出量に関する算定方法ガイドライン 6,7項
- 3) 環境省令第3号
- 4) 経済産業省告示第66号
- 5) 環境省 省エネ法