

## 長岡市における食品廃棄物の再資源化の評価

インフラ計画研究室

建設工学課程 4 年 00360684 氏名 片山 幸也

指導教官 松本 昌二

### 1. 研究目的

本研究で着目している食品廃棄物は、食品の調理段階に排出される調理くず、食べ残し等のことであり、多量の水分を含んでいる。現在、長岡市内で排出されている食品廃棄物量は、15,867.3(t/年)であり、一人当たりが排出する食品廃棄物量は 8.3(t/年)となっている。日本では通常、地方自治体により、可燃性の一般廃棄物と一緒に焼却・埋立されているが、食品廃棄物は焼却効率が悪く、焼却時間がかかり、コスト、CO<sub>2</sub> 排出量も増大する。そのため、焼却・埋立処理に対して疑問が高まり、食品廃棄物の再資源化システムの導入に関心が集まっている。

そこで本研究では、長岡市をケーススタディとして、現在長岡市が行っている食品廃棄物の焼却・埋立システムと堆肥化、飼料化システムとの比較評価を行い、再資源化システムへ移行するための課題を考察することを目的とした。

### 2. 研究方法

本研究では、食品廃棄物の焼却・埋立システムと堆肥化、飼料化システムについて、分別収集、コスト、CO<sub>2</sub> 排出量、資源化物の需要、環境インパクト、実現性の 6 項目により比較評価を行う。そのうちコスト、CO<sub>2</sub> 排出量については、長岡市の焼却・埋立システム、山形県長井市「レインボープラン」による堆肥化システム、NPO 法人「地域循環ネットワーク」、長岡市の委託事業による飼料化システムを参考に、数量的に算定した。

コストは、減価償却費、管理運営費、人件費の 3 つにわけて算定した。CO<sub>2</sub> 排出量は、各段階の

燃料・電気使用量や処理量に CO<sub>2</sub> 排出係数を乗じて計算した。排出係数(表 - 1)は、環境省、山形県長井市「レインボープラン」、ハウステンボス・技術センター(株)による係数を参考にした。また、堆肥化においては、CO<sub>2</sub> の他に環境負荷の評価として重要なメタンが排出されるため、メタンを CO<sub>2</sub> に換算して算定し、メタンを含む場合と含まない場合の CO<sub>2</sub> 排出量を算定した。

表 - 1 CO<sub>2</sub> 排出係数

|                                          |       |
|------------------------------------------|-------|
| ガソリン(kgCO <sub>2</sub> /L)               | 2.31  |
| 軽油(kgCO <sub>2</sub> /L)                 | 2.64  |
| 灯油(kgCO <sub>2</sub> /L)                 | 2.51  |
| 天然ガス(kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ) | 2.2   |
| 電気(kgCO <sub>2</sub> /kwh)               | 0.357 |
| 焼却量(kgCO <sub>2</sub> /t)                | 1,979 |
| 堆肥化量(メタンあり)(kgCO <sub>2</sub> /t)        | 3,234 |
| 堆肥化量(メタンなし)(kgCO <sub>2</sub> /t)        | 0.651 |

#### (1) 焼却・埋立システムのコストと CO<sub>2</sub> 排出量

現在長岡市では、食品廃棄物を、収集、焼却、焼却灰輸送、埋立という 4 段階で処理している。本研究では、長岡市による平成 12 年度の一般廃棄物の処理状況を食品廃棄物の処理状況に修正し、コストと CO<sub>2</sub> 排出量を算定した(図 - 1)。また、食品廃棄物の分別収集によるコストと CO<sub>2</sub> 排出量は、堆肥化、飼料化システムにおいても同一とした。

#### (2) 堆肥化システムのコストと CO<sub>2</sub> 排出量

堆肥化システムによるコストと CO<sub>2</sub> 排出量は、平成 11 年度の山形県長井市「レインボープラン」を参考に、長岡市全体に堆肥化を適用したと仮定し、各処理段階に分けて算定した(図 - 2)。

### (3) 飼料化システムのコストと CO<sub>2</sub> 排出量

長岡市の飼料化システムによるコスト CO<sub>2</sub> 排出量は、平成 13 年の NPO 法人「地域循環ネットワーク」の活動と平成 12 年度の長岡市の委託事業による飼料化を、長岡市全体に適用したと仮定し、各処理段階に分けて算定した(図 - 3)。

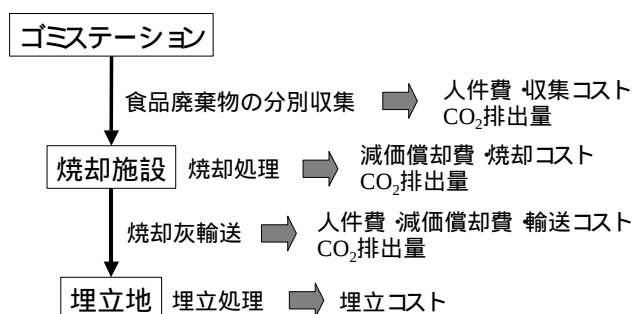


図 - 1 焼却・埋立システム

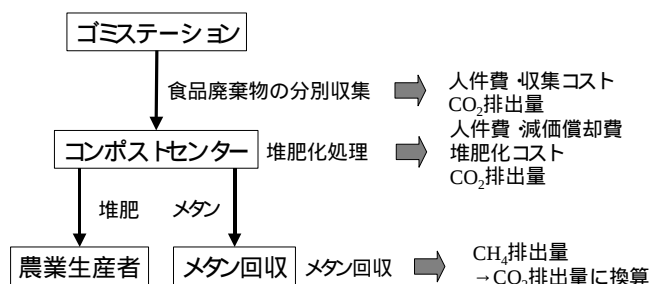


図 - 2 堆肥化システム

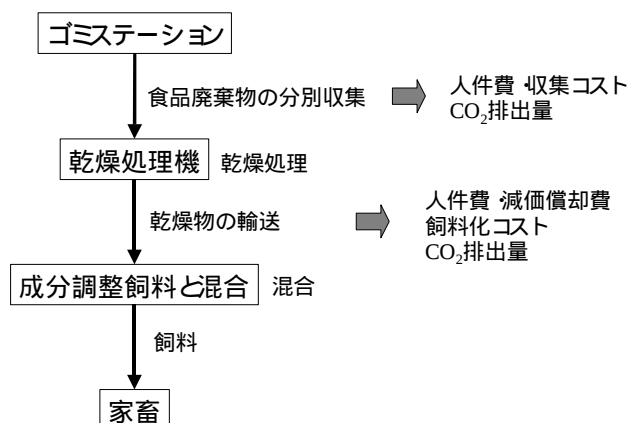


図 - 3 飼料化システム

### 3. コストと CO<sub>2</sub> 排出量の比較

各処理システムのコストとして、減価償却費、管理運営費、人件費、減価償却費を含むコスト、減価償却費を含まないコストの 5 つを表 - 2 に示した。このときのコストはすべて 1t 当たりのコストである。また、減価償却費を含むコスト、含まないコストを図 - 4 のようにグラフ化して、各システムにおけるコストの関係を比較評価した。

表 2 を見ると、焼却・埋立システムの管理・運営費が示されておらず、人件費も収集のみのコストしか示されていないことがわかる。これは、算定する際に、管理運営費と人件費が合計されて算定されたため、管理運営費と人件費を示すことができなかったためである。しかし、合計のコストである減価償却費を含む場合と含まない場合のコストには、加算されている。

また、NPO 法人による飼料化の人件費は、収集のみ示されている。これは、NPO 法人の活動がボランティアによって行われているため、各システムにおいて同一の収集による人件費以外はかからないためである。

図 - 4 のグラフを見ると、委託事業による飼料化が最も高い。これは、委託事業が小規模で行なわれているため、単価が高くなったためだと思われる。また、NPO 法人による飼料化は、ボランティアの協力によって行なわれているため、コストは低い。

堆肥化システムは、焼却・埋立システムと大きな差が無いため、コストの面から見た長岡市の再資源化システムの適用は、堆肥化によるものが最も望ましいと考えられる。

各処理システムの CO<sub>2</sub> 排出量として、収集、処理、輸送・埋立における 1t 当たりの CO<sub>2</sub> 排出量を表 - 3 に示した。また、各システムの CO<sub>2</sub> 排出量を図 - 5 のようにグラフ化して、CO<sub>2</sub> 排出量の関係を比較評価した。

表 - 3 を見ると、堆肥化と飼料化の輸送・埋立による CO<sub>2</sub> 排出量が示されていないことがわか

表 - 2 各システムのコスト算定結果(円/t)

|         |       | 減価償却費  | 管理・運営費 | 人件費      | 減価償却費なし | 減価償却費あり |
|---------|-------|--------|--------|----------|---------|---------|
| 焼却・埋立処理 |       | 18,098 | —      | 9,065(*) | 30,543  | 48,641  |
| 堆肥化     |       | 25,510 | 14,907 | 18,260   | 33,167  | 58,677  |
| 飼料化     | NPO法人 | 12,525 | 27,180 | 9,065(*) | 36,245  | 48,770  |
|         | 委託事業  | 85,608 | 44,078 | 46,395   | 90,472  | 176,080 |

(\*)：収集コストのみ

表 - 3 各システムの CO<sub>2</sub> 排出量算定結果(kgCO<sub>2</sub>/t)

|         |       | 収集  | 処理      | 輸送・埋立 | CO <sub>2</sub> 排出量 |
|---------|-------|-----|---------|-------|---------------------|
| 焼却・埋立処理 |       | 9.5 | 1,979.0 | 0.9   | 1,989.4             |
| 堆肥化     | メタンなし | 9.5 | 48.8    | —     | 58.3                |
|         | メタンあり | 9.5 | 3,282.8 | —     | 3,292.3             |
| 飼料化     | NPO法人 | 9.5 | 438.1   | —     | 447.7               |
|         | 委託事業  | 9.5 | 412.2   | —     | 421.8               |

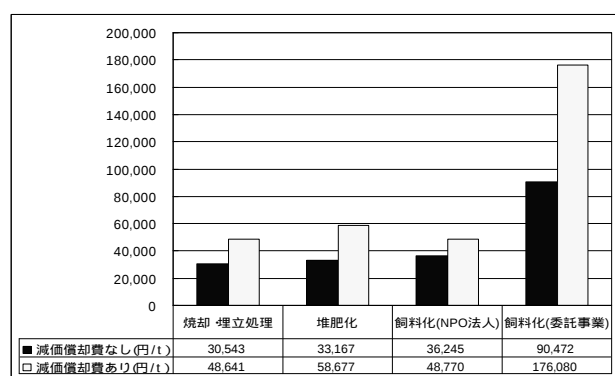
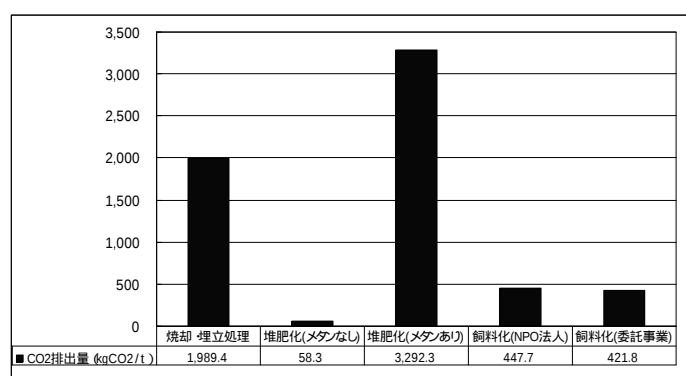


図 - 4 各システムのコストの比較

図 - 5 各システムにおける CO<sub>2</sub> 排出量

る。これは、焼却・埋立処理以外の処理システムは、輸送・埋立が行われていないためである。

図 - 5 のグラフを見ると、メタンを含む堆肥化が最も高い。しかし、本研究では堆肥化によるメタンの回収について考慮しているため、各システムの中で最も CO<sub>2</sub> 排出量が多いのは、焼却・埋立システムである。また、メタンを含まない堆肥化は最も低く、NPO 法人、委託事業による飼料化も、共に CO<sub>2</sub> 排出量が低い結果となった。

#### 4. 各システムの総合評価

各システムの比較評価を表 - 4 に示すように、分別方法、コスト、CO<sub>2</sub> 排出量、資源化物の需要、環境インパクト、実現性の 6 項目について比較評価を行った。

焼却・埋立システムは、食品廃棄物を分別せずに収集でき、コストも低い。そのため、各家庭や工場等にとって、負担の少ない処理方法といえる。しかし、環境への影響を考慮すると、CO<sub>2</sub> 排出量が最も多く、焼却後に埋立されるため、各家庭や工場等に対する消費者の負担は少ないが、環境へ

表 - 4 各システムの総合評価

|           | 分別<br>収集  | コスト | CO <sub>2</sub><br>排出 | 資源化物の<br>需要           | 環境<br>インパクト       | 実現性                      |
|-----------|-----------|-----|-----------------------|-----------------------|-------------------|--------------------------|
| 焼却・<br>埋立 | 混合        | 低   | 多                     | —                     | 埋立                | 現状の処理方法                  |
| 堆肥化       | 分別<br>安全性 | 中   | 少                     | 期間の限定<br>市内での需要<br>なし | 化学肥料の<br>使用量減少    | 農家と消費者の連携シ<br>ステムの必要性    |
| 飼料化       | 分別<br>安全性 | 高   | 中                     | 一年中<br>市内での需要<br>なし   | 飼料の<br>輸入量減少      | 安全な飼料が確保でき<br>る小規模のみ適用可能 |
| メタン回収     | 分別        | 中   | 少                     | 一年中<br>需要あり           | 化石エネルギー<br>使用量の減少 | 技術面がクリアできれ<br>ば大規模でも適用可能 |

の負担は大きい。

堆肥化システムは、堆肥の安全性のため、分別の必要があり、各家庭や工場等にとって負担が大きい。コストとCO<sub>2</sub>排出量が再資源化システムの中で最も低い。排出された堆肥は、資源として農業生産に活かすことができ、化学肥料の使用量が減り、土壌汚染や水質汚濁等の環境汚染の減少が期待できる。しかし、堆肥の需要がある期間が限定されるため、貯蔵施設が必要となる。堆肥化の実現は、安全な食品廃棄物が必要となるため、農家と消費者の連携システムが必要である。

飼料化システムは、堆肥化と同じく、食品廃棄物の分別を徹底する必要がある。また、飼料化では、一度に大量の食品廃棄物を処理することができず、コストが最も高い。しかし、CO<sub>2</sub>排出量では中であり、排出された飼料は、家畜の飼料として活かすことができ、需要も一年中あり絶えず消費される。飼料化は、安全な飼料が確保できる小規模な場合のみ実現可能である。

メタン回収は、堆肥化を参考に比較評価した。メタン回収の場合、堆肥化、飼料化と比べて徹底した分別をする必要が無く、CO<sub>2</sub>排出量も少ない。また、メタンによって得られた電気は、一年中需要があり、化石燃料の使用量も減少する。メタン回収は、食品廃棄物の分別と低コストの回収技術が成立すれば実現可能である。

## 5. まとめ

堆肥化、飼料化システムは、農家と消費者の連携が必要となるため、小規模のみ適用できる。また、大規模の堆肥化、飼料化を行う場合には、都市部と農村部の量的バランスが必要なため、対象範囲を長岡都市圏に広げて、都市部と農村部の連携をとる必要がある。現段階では、メタンの回収が最も望ましいと考えられ、実用化の技術開発が急務である。

## 参考資料

- 1) 長岡市環境部・長岡地区衛生処理組合：環境衛生事業の概要，2001.
- 2) 大野和興編，レインボープラン推進委員会：台所と農業をつなぐ，創森社，2001.
- 3) 盛岡 通：産業廃棄物は廃棄物ゼロをめざす，pp65-74，森北出版，1998.
- 4) ハウステンボス・技術センター(株)：  
[http://eccj.or.jp/succase/a\\_03.html](http://eccj.or.jp/succase/a_03.html)