

廃棄物系バイオマスの収集・運搬の現況と課題 —現実的なバイオマス利活用—

井狩専二郎 *・西村俊昭*

The present conditions and a problem of collection / the transportation of the waste system biomass

*特定非営利活動法人バイオマス利活用推進会議 Senjirou_IKARI, Toshiaki_NISHIMURA

キーワード：バイオマス，一般廃棄物，家庭系生ゴミ，堆肥化，協働

要 旨

バイオマス活用推進基本計画に基づき、今後利活用の推進が求められている家庭系生ゴミの現実的な利活用の事例として、滋賀県甲賀市における生ゴミ再資源化プロジェクトの1)背景、2)導入時の課題、3)本プロジェクトで採用した住民、企業、行政の協働による生ゴミ堆肥化循環システムの概要、4)導入時の取組経緯を紹介する。また、このプロジェクトを通じた知見より廃棄物系バイオマスの収集・運搬の現況と課題を整理する。

肥料等への再生利用が困難なものは、メタン発酵等によるエネルギー利用を拡大すること等により、2020年(平成32年)に約40%が利用されることを目指す。」とされている。

本報告では、基本計画に基づき、今後利活用の促進が求められている家庭系生ゴミの現実的な利活用の事例として、筆者が計画策定から携わる滋賀県甲賀市における生ゴミ再資源化プロジェクトを紹介するとともに、このプロジェクトを通じた知見より廃棄物系バイオマスの収集・運搬の現況と課題を整理する。

2. 背景

甲賀市は、滋賀県東南部に位置し、平成16年10月1日に旧甲賀郡の5町(水口町、土山町、甲賀町、甲南町、信楽町)が合併して誕生した市である。この生ゴミ再資源化プロジェクトは、旧水口町において開始され、合併を機に、甲賀市全域に拡大してきた。旧水口町は、古くは東海道50番目の宿場として、近畿圏と中部圏を繋ぐ要衝であった。このため、国道1号通過や名神高速道路のインターチェンジも近隣にあり、旧水口町内及び周辺に工業団地が多く立地し、年々人口の増加が見込まれ、大型量販店やディスカウントショップなどが進出し活気を帯びていた。旧町行政では平成12年11月に県下市町村で初めてISO1400を認証取得し、省エネ、省資源化を始め、事業全般にわたり環境配慮の施策を展開していた。ゴミ対策についても、昭和58年度から「燃えない粗大ゴミ」の収集を開始し、漸次、町民の協力を得ながら細かな分別を行っていた。しかし、人口増加や大型店の進出等により、ゴミの量は年々増加し、郡内7町で運営するゴミ焼却施設の焼却能力

1. はじめに

平成21年6月に公布されたバイオマス活用推進基本法に基づき、バイオマスの利活用の促進に関する施策についての基本的な方針、国が達成すべき目標、技術の研究開発に関する事項等について定めたバイオマス活用推進基本計画が、平成22年12月に閣議決定された。この計画の中で、食品廃棄物(=生ゴミ)は次のような計画とされている。

食品廃棄物は現在、「年間発生量約1,900万トンのうち、約27%が利用されている。内訳としては、食品関連事業者の食品廃棄物については、平成13年に施行された食品リサイクル法に基づき、飼料や肥料等への再生利用を推進してきており、約57%が再生利用されている。一方、一般家庭から排出される食品廃棄物は、多数の場所から少量ずつ排出され、かつ組成も複雑であることから、利用率は約6%である。今後は引き続き、飼料や肥料等への再生利用を推進することとし、飼料、

が限界に近くなり、このままゴミの量が増加し続けると、焼却しきれないことが予想された。このため、家庭系ゴミの組成を調査すると、湿重量比で約4割が生ゴミであることが分かり、生ゴミ再資源化プロジェクトの検討が開始された。

3. 課題

生ゴミ再資源化プロジェクト導入にあたっての課題は、他地区事例や住民、企業、行政関係者からのヒアリング調査等より、次の5点に整理できた。

- ① 家庭での分別は、簡単で手間のかからないこと。
- ② 生ゴミの悪臭を極力抑えること。
- ③ 再資源化したものが全て滞りなく利用できること。
- ④ 再資源化に際し、エネルギー消費を極力抑制すること。
- ⑤ トータルコストを極力少なくすること。

4. システムの概要

このような5つの課題を解決するために、生ゴミ再資源化プロジェクトでは、住民、企業、行政の協働による生ゴミ堆肥化循環システムを提案した。生ゴミを再資源化する方法としては、飼料化、堆肥化、メタン発酵によるエネルギー化などがあるが、分別の手間、悪臭抑え、エネルギー消費、コストの観点から堆肥化を採用した。

次にこのシステムの概要を紹介する。このシス

テムは1)生ゴミを分別する家庭プロセス、2)分別した生ゴミを収集・運搬する回収プロセス、3)回収した生ゴミを堆肥化する発酵プロセス、4)再資源化された堆肥を生ゴミ発生源の家庭で利用する戻しプロセスの4つのプロセス(図1)で構成されている。

4. 1 家庭プロセス

家庭プロセスでは、分別の手間の簡素化と悪臭の抑制が課題であった。分別の手間の簡素化は、再資源化の方法を堆肥化としたことで、メタン発酵や飼料化では分別しなくてはならない貝殻やカニ殻、仏壇の花などの全ての生ゴミの受入れを可能とした。また、悪臭の抑制は、生ゴミと生ゴミから生産した堆肥をサンドウィッチするとともに密閉式バケツで対策を行った。

- ① 住民は各家庭で密閉式バケツを準備し、ゴミステーション単位に3戸以上の賛同があれば、プロジェクトへの参加申し込みを市に行う。
- ② 市は企業を通して、毎週各家庭に生ゴミから生産した堆肥8リットルを配布する。
- ③ 住民は密封バケツに堆肥を2cm程度引き、分別した生ゴミを入れる。
- ④ 生ゴミを入れた後、悪臭抑制のため堆肥を1cmほど振り掛ける。
- ⑤ 各家庭で③④を週2回の収集日まで繰り返す。

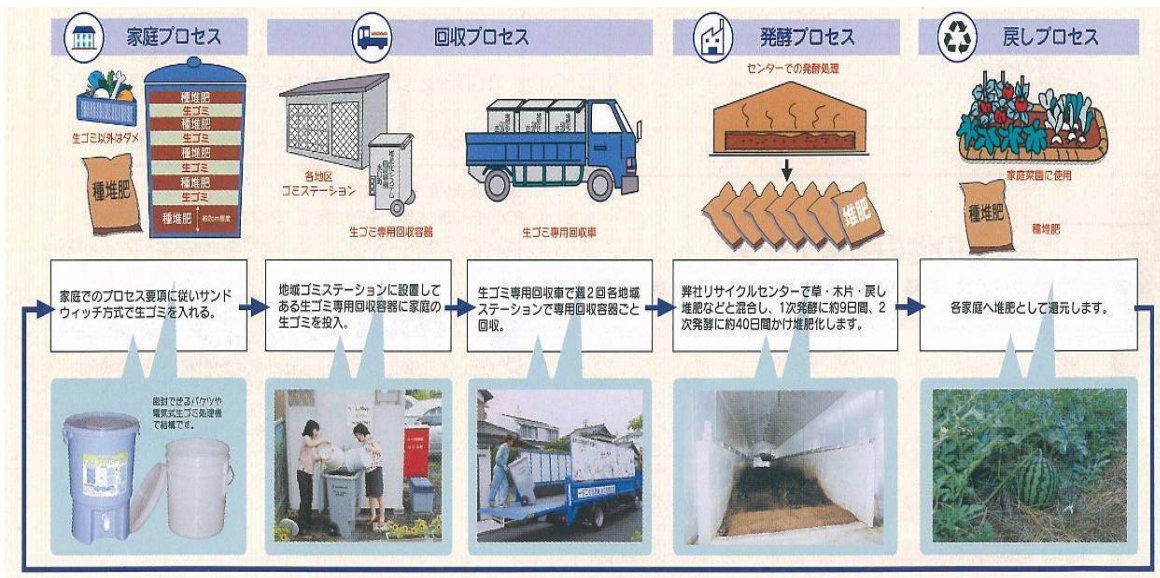


図1 生ゴミ再資源化プロジェクトのシステム

出典：水ロテクノス パンフレット

4. 2 回収プロセス

回収プロセスでは、ゴミステーションでの悪臭と収集手間（コスト）を抑制するために、生ゴミ回収容器ごと回収する方法とした。回収は住民任せにするのではなく、あくまでも一般廃棄物として他のゴミと同様に市が企業に委託して行うものとした。

- ① 住民は各家庭で堆肥とサンドウィッチにした生ゴミをゴミステーションに設置してある生ゴミ回収容器に投入する。
- ② 市から委託された企業が生ゴミ回収車で週2回、各ゴミステーションにある生ゴミ回収容器ごと回収し、空の生ゴミ回収容器を設置する。

4. 3 発酵プロセス

発酵プロセスが生ゴミを再資源化する工程である。市が企業に生ゴミの処理（再資源化）を委託する形態である。このプロセスのポイントは、生ゴミ回収容器の洗浄水や1次発酵施設からの排水汚水を処理し、水分調整・脱臭用の液肥として1次発酵施設で再利用し施設外に出していないことである。

- ① 企業は回収した生ゴミを1次発酵させるために、直線スクープ式発酵装置に投入する。
- ② 刈草、剪定枝等で水分60～65%に調整し、攪拌装置により約9日間攪拌する。
- ③ 1次発酵後2次発酵施設に移して、1週間に1度攪拌を行い約40日間かけて堆肥化する。

4. 4 戻しプロセス

戻しプロセスは、再資源化した堆肥を全て滞りなく利用する工程である。このプロセスのポイントは、1)生ゴミを再資源化した堆肥全てを、分別に参加している住民にリターンし、生ゴミの水分吸収と発酵促進、悪臭抑制に利用したこと、2)余剰を各自の責任で本来の堆肥として利用できることである。これにより住民に生ゴミ分別に参加するインセンティブが醸成できた。また、行政サイドとしては、堆肥化事業でよく問題となる堆肥の滞りもなく、堆肥をあくまでも生ゴミの悪臭抑制材としたことで異物混入という問題も軽減できた。

- ① 再資源化した堆肥を選別機にかけ、生ゴミ回収時に混入したスプーン等の異物を除去し袋詰めする。
- ② 袋詰めした堆肥は、参加世帯数分を各ゴミステーションに企業が配布する。
- ③ 参加世帯は配布された堆肥を持ち帰り、家庭プロセスの堆肥として利用する。
- ④ 家庭プロセスでの余剰堆肥は各自の責任を持って、家庭菜園や園芸用などに利用できる。

4. 5 住民・企業・行政の役割

生ゴミ再資源化プロジェクトにおける住民・企業・行政の役割は図2のとおりである。

- ① 住民
 - ・ プロジェクトへの参加申込み。
 - ・ 生ゴミの分別、生ゴミ専用回収容器への投入
- ② 企業
 - ・ 週2回地域のゴミステーションに設置してある生ゴミ専用回収容器の収集
 - ・ 堆肥施設の建設・運営
 - ・ 週1回地域のゴミステーションへ堆肥を配布
- ③ 行政（市）
 - ・ 生ゴミ分別の啓発、システムの地元説明会
 - ・ 生ゴミの収集、堆肥化、堆肥配布業務の委託

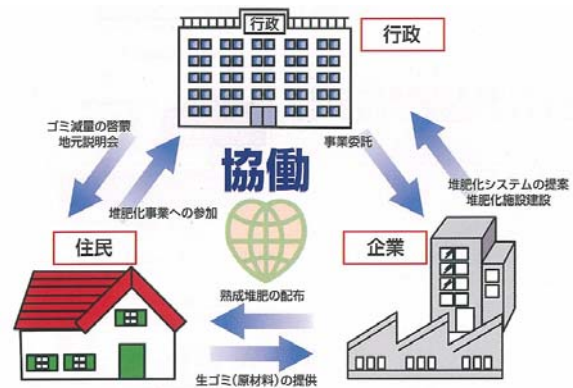


図2 住民・企業・行政の協働

出典：水口テクノス パンフレット

5. プロジェクト推進の経緯

生ゴミ再資源化プロジェクトの推進経緯は表1のようである。ここでは特にシステム構築時に位置づけられるプロジェクトの初期についての経緯を詳述する。

5. 1 エコライフ推進協議会の発足

生ゴミ再資源化プロジェクトをはじめとする環境政策やゴミ対策を推進していくための諮問機関として、町は平成13年10月にエコライフ推進協議会を委員28名で発足した。本協議会の委員は一般公募の住民12名と、区長会、老人クラブ、日赤奉仕団、商工会、企業会、JA、県振興局の組織代表16名で構成された。第1回の協議会では約160項目の意見が抽出され、そのうち、生ゴミ堆肥化を進めることへの意見が半数以上あり、本プロジェクトを推進するうえでの追い風となった。

5. 2 協議会委員による検証

平成13年8月に行政職員が役所内において各家庭内から排出された生ゴミを持ち寄り、生ゴミと堆肥を密封バケツ中でサンドウィッチをして、取扱や臭気等の検証を行った。その結果、住民に概ね理解が得られるものと判断し、エコライフ推進協議会に諮った。協議会として住民に理解が得られるよう、委員自らも家庭で検証することになった。これにより、委員11名が平成13年12月から翌年の3月までの4カ月間、家庭に配布する堆肥量や臭気、バケツの大きさ、分別の方法、ゴミステーションに運ぶときの重さ、回収頻度等について検証を行った。

5. 3 モデル地区での実証事業

委員による検証は冬季であったため、臭気が発生しやすい夏場の検証を行うため、平成14年4月より9月までの6カ月間、モデル地区を設定して実証事業を実施した。モデル地区は、参加意思のある区や自治会に呼びかけを行い、560世帯を設定した。モデル地区の80%がエコライフ推進協議会委員の働きかけによるものであった。エコライフ推進協議会委員は、昼夜・休日を問わず市職員と共にモデル地区への説明に回り、参加協力を呼びかけた。

実証事業後の意向調査より大多数が「分別は気にならない」、「堆肥量は適量」、「分別は簡単」、「生ゴミの臭いは気にならない」、「生ゴミの回収は

週2回が適当」というような推進に賛成の意見であり、この生ゴミ堆肥化循環システムの有効性について確認がなされた。

5. 4 全町展開

モデル地区での実証事業の結果を踏まえ、全町展開を開始した。平成14年11月から学区ごとに区長や地域環境委員等を対象に、エコライフ推進協議会と市が説明会を開催した。しかし、説明会への出席者は、各区の役員等ということもあり、そのほとんどが男性で、生ゴミ等の処理について実感がわかない状況であった。このため再度、各区や自治会で、家庭で直接生ゴミを扱っている人を対象に参加を募り説明会を開催した。その結果、参加者は女性が大半を占め、説明会后に即参加の申込を受ける状況となり、説明会を重ねるごとにプロジェクトへの参加世帯数が増加していった。平成16年10月1日町合併を期に、全市展開を決定して、他の旧4町にも徐々に参加世帯数が増え、平成23年1月現在約8,700世帯が参加している。20,000世帯の参加を目標に現在も普及活動を行っている。

表1プロジェクト推進の経緯

期 間	事 項
平成13年4月	旧水口町環境課で生ゴミ堆肥化の取組について検討開始
8月	エコライフ推進協議会委員の公募
9月	旧水口町政策議会で生ゴミ堆肥化事業に取組むことを決定
10月	エコライフ推進協議会を発足
12月～	協議会委員がモニターとして、堆肥化システムを検証
14年4月～	モデル地区での実証事業
10月	全町展開決定
11月	各区・自治会長及び地域環境委員を対象とした説明会（8ブロック）を開催して、事業参加の呼びかけ
16年10月	5町合併、全市展開決定、この時点で旧水口町4,272戸参加
23年3月	旧水口町以外にも広まり8,700戸参加

6. 再資源化した堆肥の有効性

生ゴミ再資源化プロジェクトでは、再資源化した堆肥本来の有効性について、栽培実験、成分調査より確認を行っている。

6. 1 栽培実験

生ゴミを再資源化した堆肥の有効性について検証するため、エコライフ委員が県農業振興課の指導のもと、平成 14 年度、露地秋冬野菜で栽培実験を行った。試験は畑地化した水田 26.2 m²で栽培品目はコマツナとダイコンを選定した。

① コマツナ

表 2 よりコマツナの適正施肥量は、対照区と比較すると 5 t/10a であった。また、葉の感触は、対照区より試験区の方が柔らかいという結果であった。

表 2 コマツナ栽培実験結果

区分	株重量 (g)	最大葉長 (cm)	葉数 (cm)
試験区 1 堆肥 2t/10a	40.6	32.5	7.3
試験区 1 堆肥 5t/10a	45.0	33.4	5.6
試験区 1 堆肥 10t/10a	32.2	28.4	6.9
対照区 慣行肥料	45.3	33.8	6.5

② ダイコン

表 3 よりダイコンの適正施肥量は、対照区と比較すると 2~5 t/10a であった。また、「ケン」、「おろし」にして食味実験を行ったところ、試験員の 9 割から試験区のダイコンの方が甘くておいしいという評価を得た。

表 3 ダイコン栽培実験結果

区分	根重量 (g)	最大根長 (cm)	全体重 (g)
試験区 1 堆肥 2t/10a	1,532	40.4	1,933
試験区 1 堆肥 5t/10a	1,388	38.9	2,020
試験区 1 堆肥 10t/10a	1,204	36.3	1,350
対照区 慣行肥料	1,136	36.6	1,643

③ 総括

以上の試験結果より生ゴミを再資源化した堆肥の実用性を確認できた。また、コマツナ、ダイコンの適正施肥量は 2~5t/10a が妥当であると思われる。

6. 2 成分調査

生ゴミを再資源化した堆肥の成分調査の結果は表 4 のとおりである。通常の堆肥と比較して全窒素、全炭素有効態リンなどが高い値となっている。

表 4 生ゴミ堆肥の成分調査結果

項目	単位	サンプル 1	サンプル 2
全窒素	%	2.62	2.66
硝酸態窒素	%	0.38	0.26
アンモニ態窒素	%	0.04	0.09
有効態リン酸	%	3.07	2.53
置換性カリ	%	3.8	3.9
置換性苦土	%	0.51	0.29
置換性石灰	%	0.71	0.82
全炭素 ^{※)}	%	34.1	34.0
PH ^{※)}		7.2	8.0
水分	%	51.9	47.9
亜鉛	mg/kg	210	170
銅	mg/kg	44	38
ヒ素	mg/kg	1.9	1.4
カドニウム	mg/kg	<0.5	<0.5
水銀	mg/kg	<0.01	0.05
電気伝導度	ms/m	860	900

※以外は乾燥ベースで表示

サンプル 1 : 平成 15 年 6 月, サンプル 2 : 平成 15 年 12 月採取

このような栽培実験、成分調査より、当初より堆肥取締法の特殊堆肥の登録、平成 17 年には食品循環資源の再生利用等の促進に関する法（食品リサイクル法）の登録再生利用事業者に登録し、食品リサイクル肥料の認証も取得している。

7. 廃棄物系バイオマスの収集・運搬の現状と課題

最後に、生ゴミ再資源化プロジェクトを通じた知見より廃棄物系バイオマスの収集・運搬の現状と課題を整理する。

廃棄物系バイオマスとは、家畜排せつ物、下水汚泥、黒液、紙、食品廃棄物、製材工場等残材、建設廃材木材であり、これらはバイオマスであるとともに廃棄物である。廃棄物の収集・運搬・処理は、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（以下「廃掃法」という。）にかかわる。廃掃法は、廃棄物の排出抑制と処理の適正化により、生活環境の保全と公衆衛生の向上を図ることを目的、廃棄物の定義、国民、事業者、国、地方自治体の責務、一般廃棄物の処理、産業廃棄物の処理等について定めている。廃掃法では廃棄物を一般廃棄物と産業廃棄物に大きく分類している。一般廃棄物の収集・運搬および処分は、市町村に責任があり、市町村自らが行うのが原則となっている。産業廃棄物は排出事業者が責任がある。一般廃棄物と産業廃棄物は、法的に取り扱いが異なるため、収集・運搬にあたっては、一般廃棄物は市町村、産業廃棄物は事業者が自ら行うか、一般廃棄物・産業廃棄物の各々の廃棄物収集運搬業の許可を受けた事業者へ委託することとなっている。産業廃棄物に該当しない事業活動に伴う廃棄物（事業系一般廃棄物）については、事業者が自ら処理するか、市町村または市町村の許可を受けた一般廃棄物処理業者に処理・処分を委託しなければならないとなっている。

廃棄物系バイオマスの現状の年間発生量と利用率、及び備考欄に一般廃棄物と産業廃棄物の区分を示したのが表5である。廃棄物系バイオマスのうち産業廃棄物である家畜排せつ物、下水汚泥、黒液、建設発生木材は、廃掃法に基づき排出事業者が収集・運搬及び処理（利活用）をし、概ね物理的回収限界に達している。また一般廃棄物のうち古紙は資源ごみに位置づけられ、市町村及び古紙回収業者等が収集・運搬して、既に各地で収集回収方法が確立されている。食品廃棄物については、産業廃棄物又は事業系一般廃棄物に区分される食品産業関連は、排出事業者及び委託事業者が収集・運搬して、57%を堆肥・飼料に利用し、残

りは焼却等で処分されている。食品廃棄物の家庭系生ゴミは、その他可燃ゴミといっしょに市町村が収集・運搬して概ね焼却処分されている。

表5 廃棄物系バイオマスの現状の年間発生量と利用率

区分	発生量 ^{*1} (万 t)	利用率 (%)	備考
家畜排せつ物	8,800	90	産廃
下水汚泥 ^{*2}	7,900	77	産廃
黒液	1,400	100	産廃
紙	2,700	80	一廃
食品廃棄物 ^{*3}	1,900	27	産廃, 一廃
製材工場等残材	340	95	産廃
建設発生木材	410	90	産廃

出典：バイオマス活用推進基本計画

※1:黒液、製材工場等残材については乾燥重量、他のバイオマスは湿潤重量

※2:うち、し尿・浄化槽汚泥は一般廃棄物

以上が現状であり、廃棄物系バイオマスの収集・運搬で課題となるバイオマスは、食品廃棄物のうちの家庭系生ゴミである。本来なら家庭系生ゴミも古紙のように資源ゴミとして位置づけ市町村が収集・運搬して適正に利活用すべきであるが、「3. 課題」で整理した5点が課題となって利活用が進んでいない状況にある。

8. おわりに

家庭系可燃ゴミのうち湿重量比で約4割が生ゴミである。その生ゴミは約7~8割が水分であり、焼却処理には多くの化石燃料が必要となっている。バイオマス活用推進基本計画に掲げられた温室効果ガスの削減目標の達成には、現在可燃ゴミである生ゴミを焼却処理せずに資源ゴミとして利活用することが不可欠である。このために市町村は焼却施設の更新整備と合わせて、一般廃棄物の収集・運搬・処理のあり方を、市民・企業と協働で検討する必要があるのではなかろうか。本報で紹介した滋賀県甲賀市における生ゴミ再資源化プロジェクトがこれらの検討の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) バイオマス活用推進基本計画，農林水産

省, P. 11, 2010. 12

2) 甲賀市配布の協働による資源循環型社会への
取り組み～甲賀市生ごみ堆肥化循環システム～,
井狩専二郎, 2004. 12

3) 廃棄物の処理及び清掃に関する法律,
2010. 5. 19