#### 2. 廃棄物管理改善を目指して

#### 2.1 廃棄物管理が地域で定着するための5つのポイント

スラバヤ市の廃棄物管理改善の成功にコンポストへの取り組みが大きく貢献したため、コンポストの取り組みだけに注目しがちですが、他の要因についても同時に押さえる必要があります。 スラバヤ市の事例から、廃棄物管理改善が地域で定着するための5つのポイントを抽出しました。

#### i 行政の強い係わり

廃棄物管理は行政が責任をもってマネジメントすべき事項なので、行政には改善に向けた 強い意志とリーダーシップを発揮することが求められます。(企業への指導・住民の組織化・ 条例の制定など)

#### ii 不足する資源の獲得

廃棄物管理改善に必要な技術・ノウハウ・設備・資機材等の資源及び資金を用意します。特に獲得した知識は知恵へと変えることが必要です。自ら用意できない場合は協力・支援を受けることも考えます。

#### iii 適正な技術の導入

地域の状況に応じ必要な<u>適正技術</u>を導入します。高度な技術や設備を求めがちですが、導入 後には継続性、メンテナンス、改善・改良等が求められます。すなわち地域に定着する導入を 技術しなければなりません。

#### iv 住民参加

地域の特性に合わせた住民参加のキッカケづくりとモチベーションを維持する。(住民の組織化) 家庭廃棄物の特徴は、個々の発生量は少ないですが面的に広がり、トータルすると大量になります。日本のことわざの「塵も積もれば山となる」です。住民の生活スタイルが大量消費・大量廃棄型から 3R 型に変わっていかなければなりません。

#### v 定着化

廃棄物管理改善は継続が重要です。また、廃棄物は私たちの生産活動と消費行動をとることで必ず発生します。行政・企業・地域団体・住民などの地域の全てのステークホルダーの連携と行動が必要であり、協働体制を構築し、個々の活動とならないようにします。(住民の組織化・様々なステークホルダーとの協働)

#### 2.2 スラバヤ市の廃棄物管理改善への取り組み

スラバヤ市の具体的な事例を紹介します。廃棄物管理改善のヒントとして活用してください。

#### 2.2.1 行政施策として、「緑豊かな環境・衛生に配慮した都市づくりを目指す」ことを宣言

スラバヤ市では家庭廃棄物が全廃棄物の 78%を占めていたので、廃棄物管理改善の中心施策としてコミュニティレベルで下記の 5 項目に取り組む Green Clean Campaign を開催しました。ここでは成績優秀なコミュニティには賞金及び賞状が授与され、マスコミでの取り上げ等社会的な地位も付与されます。後にキャンペーンが活発化したので、学校や企業へも広がりました。

- i 廃棄物管理(分別・適正処理・コンポスト化・排出量把握)
- ii リサイクル(資源ごみ回収・販売, 小間物制作・販売)
- iii 清潔 (通りや側溝の衛生)
- iv 植栽・緑化
- v トイレ・バスルームの管理(衛生・デング熱防止)



写真 2-1 できたコンポストを使用 してコミュニティを緑化



写真 2-2 清潔で緑溢れるコミュニティが次々と出現

キャンペーンはコミュニティ間の競争心を刺激 することになり、緑溢れるコミュニティが次々と 出現することになりました。以前は緑化をするた めにコンポストを購入していましたが、今では家 庭でつくったコンポストを持ち寄っています。

キャンペーン優勝者は、まるでサッカーワール ドカップ勝者のような喜びようです。



写真 2-3 キャンペーン優勝者

キャンペーンを推進するに当たり、行政と住民の協働体制を構築しました。この時、婦人団体・NGOが協力するだけでなく、マスメディアも加わり広報・周知に努めました。特筆すべきは、キャンペーンスタート当初に企業から人材育成及び運営ノウハウの支援を受けたことです。

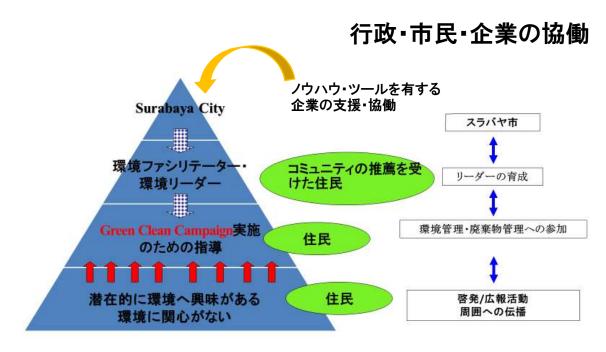


図 2-1 キャンペーン実施体制図

環境ファシリテーター及び環境リーダーは行政の指示により活動し薄謝をもらっているので、 行政組織の一部とみなすこともできますが、ボランティアの意味合いが強いです。日本の町内会 長をイメージすると分かりやすいと思います。ちなみに環境ファシリテーターは環境リーダーの まとめ役です。

2014 年には人口 312 万人、 コミュニティ数 9,271 ヶ所に対し境リーダーは 29,000 名が育成・任命され、 平均すると 1 つのコミュニティに 3 名の環境リーダーが配置されました。1 人の環境リーダーは約 110 人の住民を受け持ち、Green Clean Campaign の推進・指導・フォローアップ等の活動をすることになります。

Green Clean Campaign はスラバヤ市の一大フェスティバルとなり、メディアも積極的に取り上げています。



## **APRESIASI MEDIA**



写真 2-4 キャンペーンの様子

#### 2.2.2 Green Clean Campaign を実施する上で不十分であった技術の充足

キャンペーンでは先に示した 5 項目「廃棄物管理(分別・適正処理・コンポスト化・排出量把握)」「リサイクル(資源ごみ回収・販売,小間物制作・販売)」「清潔(通りや側溝の衛生)」「植栽・緑化」「トイレ・バスルームの管理(衛生・デング熱防止)」に取り組みますが、その中で生ごみのコンポスト化が遅々として進みませんでした。既存のコンポスト技術では短期間に良質なコンポストをつくることができなかったのです。

そこに適正なコンポスト技術として「高倉式コンポスト」が開発され、様々な関係者はその効果を高く評価しました。スラバヤ市はキャンペーン等を通じて高倉式コンポストの推奨、無料配布及び情報発信を実施しただけでなく、住民も自主的に類似品を製作し他者へ使用を推奨しました。さらに、コンポスト化はキャンペーンでの推進でしたが、廃棄物管理の手法として条例化されました。今までは生ごみをコンポストにすることができなかったため、生ごみ分別の意義が低かったのですが、良質なコンポストができることで生ごみの分別が進みました。その結果、資源ごみの回収と緑化が推進され、キャンペーンが進展しました。

ここでも環境リーダーは力を発揮しました。高 倉式コンポストは簡単で失敗が少ない技術です が、間違った方法で実施すると悪臭が発生するな ど失敗して止めてしまいます。また、チョットし たコツを加えることでコンポスト化がスムーズに 進みます。環境リーダーが高倉式コンポストを学 び、住民への啓発・導入・指導・助言・フォローア ップ等をすることで、新規のコンポスト取り組み 者が増え、継続性も増しました。



写真 2-5 コミュニティで活躍する 環境リーダー

スラバヤ市が無料配布するコンポスト容器だけでなく、環境リーダーが地域の手ごろな容器を 使って、コンポスト容器自主製作することもあります。また、主婦がコンポストの方法を教え合 うこともあります。



写真 2-6 近所の主婦を対象とする コンポストミニ説明会



写真 2-7 コミュニティで実施する コンポストセミナー



写真 2-8 配布のために準備した コンポスト容器



写真 2-9 環境リーダーが 自主製作した



写真 2-10 コンポスト容器の例フィリピン



写真 2-11 コンポスト容器の例 ネパール

ここで注意点があります。それは家庭での生ごみコンポスト化だけでは廃棄物削減量に限界が あり、様々な廃棄物減量化策との組み合わせが必要なことです。

2014 年時点のスラバヤ市の自作類似品等を含めた高倉式コンポスト普及数は、57,100 個と推定することができます。家庭での生ごみコンポスト化による生ごみ処理量は、平均値 0.84kg/日なので、削減量は 57,100 個×0.84kg/日=48t/日と計算することができます。これに対し、埋め立て処分削減量は 241t/日(2006 年~ 2014 年の間)なので、廃棄物削減量への直接的な寄与率は19.9%と限定的です。生ごみコンポスト化と同時に資源ごみの回収にも積極的に取り組んだり、発生の抑制にも取り組まなければなりません。

ここで、資源ごみの回収と発生抑制の啓発活動に効果を発揮したのが、「ごみ銀行」制度です。 ごみ銀行とは「住民が各家庭で分別した資源ごみを買い取るシステムで、運営主体としてコミュニティ・行政・大学・NGO等があります。希望する住民に対して一般の銀行のような通帳を発行し、住民が有価物をごみ銀行の事務所に持ち込んだ際に、その都度代金を支払わず一旦通帳に代金を記入し、後日住民の希望に応じて「預金」を払い出すようなシステムを採用しています。」

住民は資源ごみを回収業者と直接売買する仕組みは今までもありましたが、住民側に価格交渉力が無いため、業者の言い値で取引されていました。ごみ銀行では資源ごみの量がまとまり、専門のスタッフが価格交渉することで高値で取引することができ、住民はごみ銀行に今までよりも高値で買い取ってもらうことができます。そして、ごみ銀行は回収業者への売値と住民からの買値との差額で運営されます。

また、住民は貯蓄する習慣が無かったため、収入があると無計画に使ってしまう傾向にありました。預金することで、家族の急な病気や学費の支払いなど、急な出費への備えや計画的に出費することができます。

Green Clean Campaign は、廃棄物管理の改善だけでなくコミュニティ環境の改善及び生活の質の向上が期待できる「コミュニティ・エンパワメント」に資する取り組みであり、高倉式コンポストはこの推進に大きく貢献しました。

### ごみ銀行

ごみ銀行はコミュニティ内の建物を利用し、決められた日時に資源ごみが持ち込まれ、資源ご みの種類ごとに重さを計量し通帳に重さと金額が記載されます。ごみ銀行には 3R 啓発コーナー が併設され、そこではリサイクル品でつくった小間物の展示や販売がなされています。



写真 2-12 資源ごみをごみ銀行に 持ちこむ



写真 2-13 資源ごみを計量する



写真 2-14 ごみ銀行の通帳(例)



写真 2-15 3R 啓発コーナー

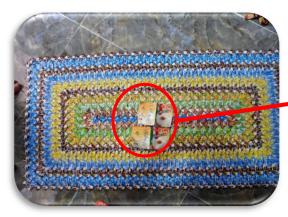


写真 2-16 インスタントコーヒーの ビニール袋からつくった敷物



写真 2-17 インスタントコーヒーの ビニール袋

#### 2.2.3 コンポストセンターの整備・拡充

スラバヤ市はコンポストに対する知識、ノウハウ及び経験を得たことで、既存のコンポスト技 術では立ち行かなくなっていたコンポストセンターの整備・拡充も図っていきました。コンポス ト化の対象は市場ごみと、市内の緑化整備に伴い増加する剪定枝や落ち葉等の緑化廃棄物です。

この時の整備・拡充の特徴は処理能力 6m³/日程度の小規模コンポストセンターを、遊休地・遊休施設(建物)を利用して市内 23 ヶ所(総能力 147m³/日)に分散整備したことです。コンポストセンターでは「コンポストという製品を製造し販売する」との視点から、一般的にはコンポストセンター単独で収支を求めることになります。しかし、ここでは、有機廃棄物の減量化・資源化、市内緑化等による廃棄物管理改善・環境改善・雇用の創出が大きな目的となっており、収支だけを求めているわけではありません。

コンポストセンターを小規模にすることで、コミュニティのコンポストセンターとして位置づけられ、コミュニティ内で雇用の場を創出することができるのも大きなメリットになります。

表 2-1 コンポストセンターの規模の比較

項目	大規模コンポストセンター	小規模コンポストセンター(23ヶ所)
用地の確保	都市郊外で検討するが困難	都市中心部を含め、遊休地・遊休施設 (建物)を利用
建設費	プラント建設及び搬入道路等の周辺	手作業中心なため、プラントまたは
	整備も含め高価	大型重機不要
交通アクセス(トラ	緑化廃棄物は市内全域から搬入	近隣のコンポストセンターへ搬入
ックによる搬入)	交通渋滞・排気ガスによる大気汚染	
人件費	スタッフ 10 名程度	100 名程度(ただし、雇用の場)
運営費	動力及び維持管理費は高価	手作業中心であり安価



写真 2-18 緑化廃棄物を搬入

また、コミュニティの自費負担でコンポストセンターを導入する例もあります。すなわち、コンポスト化技術が家庭タイプだけでなくコンポストセンタータイプも地域に定着し、自立的に普及しています。



写真 2-19 小規模コンポストセンタ



写真 2-20 コミュニティリーダーに よるコンポストセンター導入の検討

#### 2.2.4 資源ごみ分別回収センター及び大規模コンポストセンターの整備・運営

スラバヤ市挙げて Green Clean Campaign を展開する一方で、分別が不十分な廃棄物が発生しています。また、大規模な市場からは大量の野菜くずが発生し、小規模コンポストセンターでは対応が不十分となってきました。

この対応策として日本の支援を得て、資源ごみ分別回収センターと分別後の有機廃棄物と市場の野菜くずを対象とする大規模コンポストセンター(処理能力 50t/日)が整備されました。

廃棄物の発生源である家庭で分別による資源回収及びコンポスト化に取り組むことを基本と しますが、分別が不十分なコミュニティを対象に混合廃棄物を受け入れ、資源化する方法も整備 しました。



写真 2-21 資源ごみ分別回収センター



写真 2-22 大規模コンポストセンター

また、家庭でコンポスト化に取り組むよりも、コンポストセンターで一括して取り組む方が適している場合もあります。このテキストで述べる高倉式コンポストを通じたコンポストの基本を 学ぶことで、どのような方式・規模であっても、適正化を図ることは十分に可能です。



写真 2-23 コンポストセンターの例 ボリビア



写真 2-24 コンポストセンターの例 エクアドル



写真 2-25 コンポストセンターの例フィリピン



写真 2-26 コンポストセンターの例 ベトナム

#### 2.3 生ごみコンポスト化に取り組む目的

今まで、廃棄物の50%以上を占めリサイクルが遅々として進まない生ごみをコンポスト化することで、廃棄物全体の減量化・資源化を促進できる廃棄物管理改善の視点から述べてきました。しかし、その目的を見誤るケースをよく見かけます。本来の目的は、生ごみからコンポストを製造するだけではなく、その利用も含まなければなりません。

#### 2.3.1 コンポストの使用

生ごみのコンポスト化に取り組みますが、できあがったコンポスト製品は使用されなければ意味がありません。製造してみたものの使用先が見つからず、製品が倉庫一杯に廃棄物として処分することになります。処分との言葉が不適切なので、埋立処分場の覆土材として利用すると表現されることもありますが、お金、労力及びエネルギーを投入して埋立処分場に持っていくとなれば、現場スタッフのモチベーションは如何ほどのものかは言うまでもありません。

近年の農作物は品種改良により多収穫になっており、農作物の肥料成分の要求量は多くなります。これに応えるために化学肥料の多施肥で対応してきましたが、畑などの土壌成分で大切な腐植質は消耗するばかりです。その結果、柔らかかった土壌が固くなり農作物の生長が悪く収量が落ちるので、より多くの化学肥料を施肥することになります。悪循環です。この悪循環を断ち切るためには有機物の投入、特に良質なコンポストの使用が効果的です。持続可能な農業のためにはコンポストの使用が欠かせません。

では、コンポストを製造するための原料はどこから入手すれば良いのでしょうか。家畜の糞、腐葉土、剪定枝、食品工場など様々ありますが限定的です。人が生活する限りは量の多い・少ないはありますが、生ごみが発生します。この生ごみを原料として上手に使用するべきです。その時に必要な考え方は、よく言われることですが、「混ぜればごみ、分ければ資源」です。

分別した生ごみを原料として良質なコンポストを製造することは、持続可能な農業にも貢献することになります。

#### 2.3.2 コンポスト化のコスト負担

生ごみをコンポスト化するためのコストはどのように考えるべきでしょうか。コンポスト工場で大規模にコンポスト化に取り組む場合、コンポストという製品が製造されるので、生ごみの収集運搬~コンポスト製造~市場流通・販売の全工程を通じて収支計算し、採算を取る必要がある。

このように論じられるケースが多いようです。確かにビジネスの発想からすれば間違いではありません。

しかし、元々の発想は廃棄物の減量化・資源化による廃棄物管理の改善であり、逼迫する埋立 処分場への対応です。廃棄物の収集運搬〜埋立処分場〜埋立処分場の新設〜閉鎖した埋立処分場 の維持管理までのコストとコンポスト化のコストとの比較が必要です。コンポストという製品が できるがゆえにビジネスとして収益が無ければならないとの錯覚に陥りがちです。ただし、コンポストセンターの設置から運営全般に至るまで、ビジネス的なコストの明確化と最適化の取り組みは必要です。

#### 2.3.3 適正技術を導く方法

廃棄物管理が地域で定着するための 5 つのポイントとして、適正技術の導入をあげました。 この適正技術を導くための基本的な考え方を示しますが、これを理解するうえで料理を例にす ると非常に分かり易くなります。

ここでは、料理「鶏肉のピカタ」を例として考えてみましょう(私の大好きな料理です)。

- 1. 鶏肉のピカタの基本的な調理方法
  - (1) 鶏肉を一口大に切ります。
  - (2) 切り身に塩、こしょうを振り下味を付けます。
  - (3) 小麦粉をつけます。
  - (4) 溶き卵にくぐらせます。
  - (5) フライパンを熱し油を引きます。
  - (6) 両面に焼き色つけます。
  - (7) フライパンをきれいにし、ソースをつくります。
  - (8) 皿に盛り付け、ソースをかけます。







写真 2-27 鶏肉のピカタの料理例

# (1)鶏肉の部位

①胸肉 ②ささみ ③もも肉 ④手羽先 4種類









### (2)下味

- ①塩・胡椒 ②カレー粉 ③砂糖 ④醤油 ⑤ニンニク
- ⑥ヨーグルト ⑦味噌 7種類

# (3)小麦粉をつける(コーティング)

①小麦粉 ②米粉

③片栗粉

4そば粉









⑤トウモロコシ粉⑥ジャガイモ粉⑦サツマイモ粉 7種類







### (7)ソース

- ①バター②しょうゆ③カレー④ウスターソース
- ⑤マヨネーズ ⑥トマトケチャップ ⑦中華出汁
- ⑧ブイヨン ⑨デミグラソース ⑩ハーブ 10種類

# (8)盛り付け

温野菜やサラダの付け合わせ、盛り付ける皿の種類などがあるが, ここでは1種類だけとします。







このように(1)~(8)までの工程について代替品を考えました。工程内の因数分解をしたと表現することもできます。次に(1)~(8)の代替品について組み合わせを考えます。単純に数学的に考えると「 $4\times7\times7\times3\times8\times3\times10\times1=141,120$ 」、すなわち 14,120 種類の鶏肉のピカタをつくることが可能ということです。さらに、それぞれのカテゴリーの中での組み合わせを考えると、種類はもっと増えます。

#### 2. 適正技術を導く

適正技術の候補についても、料理と全く同様に捉えることができます。

- (1) 導入を考えている技術を工程ごとに要素分解し、それぞれについて代替案を考えます。
- (2) 代替案から、現地の状況に合わせて選択し、それらを組み合わせ、適正技術の候補を複数生み出します。
- (3) 現場試験等から最適な技術を選択します。

適正技術を得る手法は、「技術の要素分解と組み合わせ」に限られるわけではありませんが、 システマティックに考えることで、思わぬ発見も得ることができます。

その出発点は技術の基本理論を十分に知ることであり、基本理論の理解が無いと技術の要素分解は不可能です。

# ちなみに、私の最適な鶏肉のピカタ



× (ガーリックと醤油)×



そば粉

ささみ



うずらの卵

× オリーブオイル×ミディアム× バターソース

= 私の美味しい鶏肉のピカタ のできあがり

#### 参考資料:

・ 髙倉弘二:海外技術協力を通じた高倉式コンポストの技術移転に関する研究, 九州工業大学大学院生命体工学研究科博士論文, 2016 年 5 月