

# 土浦市全域から抽出された ごみの組成調査による生ごみ分別協力と 食品ロス排出状況に関する研究

小泉 達也<sup>1</sup>・飯久保 励<sup>1</sup>・永井 隆吉<sup>1</sup>・作田 光生<sup>1</sup>  
中島 朋子<sup>2</sup>・酒井 智久<sup>2</sup>・小澤 竜介<sup>2</sup>  
藤山 淳史<sup>3</sup>  
佐藤 昌宏<sup>4</sup>・石井 一英<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 正会員 日立セメント株式会社 環境事業部門 (〒300-0006 茨城県土浦市東中貫町6-8)  
E-mail:koidzumi@hitachi-cement.co.jp

<sup>2</sup> 非会員 土浦市 市民生活部 環境衛生課 (〒300-8686 茨城県土浦市大和町9-1)  
E-mail:k-recycle@city.tsuchiura.lg.jp

<sup>3</sup> 正会員 北九州市立大学 環境技術研究所 (〒808-0135 福岡県北九州市若松区ひびきの1-1)  
E-mail:fujiiyama@kitakyu-u.ac.jp

<sup>4</sup> 正会員 北海道大学大学院工学研究院 循環共生システム研究室 (〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西  
8丁目)  
E-mail:k-ishii@eng.hokudai.ac.jp

茨城県土浦市では、2015年度からそれまで燃やせるごみとして排出していた区分を、生ごみ・プラスチック製容器包装・その他の可燃ごみ（以下、可燃ごみ）の3種に細分化し、別個に分別収集することになった。生ごみは市内の民間バイオガス化事業者で、プラスチック製容器包装は協会ルートで、リサイクルされる。分別協力率及び食品ロス発生実態の把握を目的とし、可燃ごみおよび生ごみの組成調査を2017年9月から3ヶ月毎に実施している。本稿では、これまでに4回実施した組成調査結果によるごみ組成率および食品ロスの排出実態を示し、さらに生ごみおよびプラスチック製容器包装分別回収量データを用いて分別協力率を推定し、市内の分別状況の地域特性を考察した。

**Key Words :** waste separation, food waste, food loss, regional characteristics of waste discharging

## 1. 背景と目的

茨城県土浦市は東に霞ヶ浦、西に筑波山を望む茨城県南の中規模都市である。面積は123 km<sup>2</sup>、住基人口14.3万人、6.45万世帯（2017年4月現在）<sup>1)</sup>、水と緑に恵まれた歴史と伝統ある都市である。商業・農業・工業がバランス良く発展しており、官・民・市民の3者が協働するまちづくり、霞ヶ浦を中心とする住みよい環境都市の形成をスローガンに掲げている。2010年3月には、学識・行政・事業者・市民からなる委員会により、「土浦市バイオマスタウン構想」が策定された。この構想では、土浦地域に眠るバイオマス資源の現状を分析したうえで、今後のバイオマス活用方針を定め、地球温暖化防止や循環型社会形成の促進などを図るとともに、農業・環境・まちづくりの3点から、培われた自然の保全及び協働で

築く環境整備を進め、「茨城県南地域を代表する市民協働型快適環境都市の実現を目指す」としている<sup>2)</sup>。

その代表施策の一環として、2015年度には、それまで燃やせるごみとして焼却処理されていた生ごみ・プラスチック製容器包装を分別排出するよう分別種別の細分化がなされた。バイオマス活用の観点から生ごみは市内の民間事業者のバイオガス化施設に処理委託し、バイオガスと肥料としてリサイクル利用される。プラスチック製容器包装類については、容器包装リサイクル協会ルートでリサイクルにまわされている。

生ごみやプラスチック製容器包装の分別回収を実施している自治体では、市民の分別協力率が課題となり、分別協力率が低い場合には、市全体あるいは特定地区に追加的な普及・啓発事業等が必要となろう。さらに家庭系食品ロスにおいても2030年度までには2000年度比で半減

するという目標が、第4次循環型社会形成推進基本計画<sup>3)</sup>によって掲げられたことから、各自治体でのモニタリングや対策が求められる。

そこで筆者らは、市内全体のごみ分別状況と食品ロスの排出状況を把握するために、市内全域に相当する24エリアから回収される可燃ごみおよび生ごみを対象に、ごみの組成率、食品ロスの発生状況、および市民の分別協力率の推定を行った。合わせて地域別の分別排出状況の把握を目的として、24エリアの分別排出量の数量的分析を試みた。

## 2. 調査分析方法

### (1) ごみ組成調査

前述のように、市内のごみ収集については、3ルート（月木、火金、水土）を8社の委託事業者に委託しており、計24エリアに分割されている。このため、サンプル抽出においては、各エリア毎に可燃ごみ・生ごみの10袋ずつを無作為に抽出し、可燃ごみ・生ごみ各々240袋を市内全域から抽出したものをサンプルとした。（なお以下『可燃ごみ』とは2014年度までの『燃やせるごみ』では無く、新たに生ごみとプラスチック製容器包装を除いた新生『燃やせるごみ』のことを指す）

なお、2006年2月に市村合併した旧新治地域は他市との広域処理を継続しているため、以後、「市内」とは旧新治村域を除く合併前の旧土浦市域のことを指す。ちなみに、旧新治村域の人口は市全体の約5.9%である。

#### a) 可燃ごみの組成調査

得られた可燃ごみサンプルは、3日間（3ルート）分をまとめてコンテナに貯留し、これらをビニールシート上に広げ、指定袋を破袋し、さらに重機及び手作業による円錐四分法により混合・縮分を実施し、概ね115～175 kgの代表サンプルを得た上で、組成毎に分類を実施した。なお、組成分類については、土浦市のごみ排出区分・ルール<sup>4)</sup>にしたがって行った。

- (1) 生ごみ
- (2) プラスチック製容器包装
- (3) ざつ紙
- (4) 段ボール
- (5) 新聞紙
- (6) ペットボトル
- (7) 古布類
- (8) カン
- (9) ビン
- (10) 製品プラスチック

- (11) 革類
- (12) 草木類
- (13) その他可燃性のもの（細粒分、衛生用品ほか雑物汚物を含むもの）
- (14) 指定袋（指定袋の中に更に指定袋が入っているもの）

このうち、生ごみについては、食品ロスの排出実態を把握するために、さらに項目の細分化（生ごみの細項目）を行い、

- 1) 100%完全手つかず品（容器包装は除く）
- 2) 同 容器包装
- 3) 50%以上が手つかず品（容器包装は除く）
- 4) 同 容器包装
- 5) 食べ残し
- 6) 調理くず
- 7) 生ごみを包む小袋・紙類・三角コーナーネット類とした。

#### b) 生ごみの組成調査

可燃ごみの組成調査と同様に3日間分の生ごみを貯留することは、生ごみの腐敗や変質が懸念されるため、1日分（つまり8事業者分80袋）を3回に渡って別々に分析を実施した。得られた80袋のサンプルを破袋せずに袋入りのまま四分を行い、概ね17から26袋（重量では約40～48kgに相当）にまで縮分した。得られた代表サンプルについては、指定袋の破袋を行い、可燃ごみ中における生ごみの細項目と同様に分類を行った。なお、3日間に持ち込まれる生ごみ量はルート（曜日）によって異なるため、当該月の組成率の算定においては、曜日毎の全生ごみ収集量を用いて加重平均を取ったものとしている。

#### c) 生ごみ分別協力率の推定

生ごみ分別協力率は、可燃ごみ中の推定生ごみ量と、実際に生ごみとして収集されている生ごみ量の和を全市の生ごみ賦存量とし、そのうち実際に生ごみとして分別収集されている生ごみ量を用い、下記の数式により算出する。概念は図-1の通りであり、同時ににプラスチック製容器包装(pcp)の分別協力率も求められる（式は省略する）。

式(1)と(2)に基づいて生ごみ及びプラスチック製容器包装の分別協力率について試算した。

$$R_{corp} = \frac{W_{fw}}{W'_{fw} + W_{fw}} \quad (1)$$

$$W'_{fw} = W_{co} \times r_{fw} \quad (2)$$

$R_{corp}$ ; 生ごみ分別協力率

$W_{fw}$ ; 分別収集された生ごみ量

$W_{co}$ ; 可燃ごみ量

$W'_{fw}$ ; 可燃ごみ中の推定生ごみ量

$r_{fw}$ ; ( $= W'_{fw} / W_{co}$ ) 可燃ごみ中の生ごみの組成率

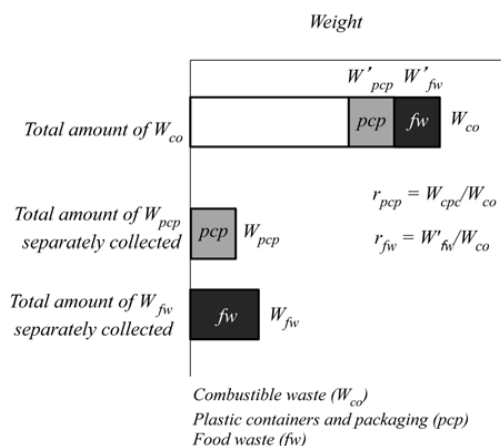


図-1 分別協力率の考え方

#### d) 食品ロス率の推定

可燃ごみ中の生ごみ、および分別収集された生ごみを、先に示した細分項目に分類し、100%完全手つかず食品（容器包装を除く；土浦市では手つかず食品を生ごみとして分別排出する場合は容器包装は取り除いて排出するよう指導しているため）、50%以上手つかず食品（容器包装を除く；前述のとおり）、食べ残しの3項目を食品ロスと定義し、生ごみ量で除したものを食品ロス率とし、下記の(3)と(4)式で算出する。

$$R'_{fl} = \frac{W'_{fl}}{W'_{fw}} \quad (3)$$

$$R_{fl} = \frac{W_{fl}}{W_{fw}} \quad (4)$$

$R'_{fl}$ ; 可燃ごみ中の生ごみに対する

食品ロス率

$W'_{fl}$ ; 可燃ごみ中の生ごみに含まれる

食品ロス重量（容器包装は除く）

$R_{fl}$ ; 別収集された生ごみに対する

食品ロス率

$W_{fl}$ ; 分別収集された生ごみに含まれる

食品ロス重量（容器包装は除く）

#### (2) 地域毎のごみ分別排出率の状況把握

土浦市が保有する計量日報データより、年間（2017年度）の可燃ごみ、生ごみ、プラスチック製容器包装のごみ分別3種の和をごみ排出量（可燃＋生ごみ＋プラ容）と定義し、24エリア毎にごみ排出量（可燃＋生ごみ＋プラ容）の集計を行った。またごみ排出原単位を算出するために、2018年4月1日現在の各地区別の常住人口<sup>5)</sup>をごみ収集24エリア毎に集計し、各エリア毎の総ごみ排出量（可燃＋生ごみ＋プラ容）の原単位（g/人・日）を算出した。

また、生ごみとプラスチック製容器包装をあわせた分別協力率は、下記の式(5)で算出した。

$$R_{scorp} = \frac{W_{fw} + W_{pw}}{W_{co} + W_{fw} + W_{pw}} \quad (5)$$

$R_{scorp}$ ; 生ごみとプラスチック容器包装をあわせた分別協力率

### 3. 結果と考察

#### (1) ごみ組成調査

##### a) 組成調査結果から得られる分別協力率について

ここでは4回実施した可燃ごみの組成調査結果を平均した年間推定組成率を円グラフにて示す（図-2）。

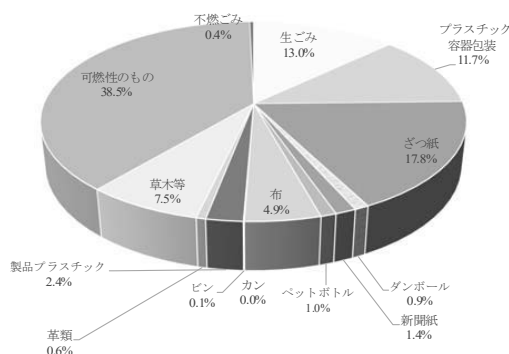


図-2 可燃ごみの組成率（4回の調査の平均）

土浦市が資源として指定し、分別収集している生ごみ、プラスチック製容器包装、ざつ紙以下ビン類まで、実に50.8%の資源物が可燃ごみとして排出されている。可燃ごみ、およびその焼却残渣を削減し埋立処分地の延命をしていきたいと考えている<sup>6</sup>土浦市にとっては、これらの実状を広く市民に啓発する必要がある。

土浦市の清掃センターは210t/日（70t×3日）であり、現在まで3日運転、辛うじて2日運転1日修繕体制が取られているが、今後更に可燃ごみ中の資源の分別回収が進むことによって、変動経費の削減、災害廃棄物発生時等の突発対応を容易にする事が可能になり、より冗長性の高い運転が可能になるであろう<sup>7</sup>。

試算結果は表-1のとおりであり、44.0%～65.3%、ほぼ55%程度の生ごみが資源リサイクル向けとして分別排出されていることが分かる。一方でプラスチック製容器包装類については、約23%と低い。

表-1 生ごみとプラスチック製容器包装の分別協力率。

	生ごみ (%)	プラ (%)
2017.9	65.3	20.4
2017.12	44.0	23.6
2018.3	59.3	25.3
2018.6	50.0	23.0
平均	54.7	23.1

生ごみについては、家庭内のキッチン及びダイニングが主たる排出源であり、かつ最終的に三角コーナーやシンクのごみ取りカゴに廃棄されるので、まとめて排出するならば生ごみとして排出しようという意識が働きやすく、比較的取り組みやすいためだろうと考えられる。

一方のプラスチック製容器包装については、家庭内の各部屋で発生し、また各部屋にプラスチック製容器包装

用のごみ箱を設けることが面倒（かさばることも理由として考えられる）なこと、プラスチック製品とプラスチック製容器包装の区別・判別そのものが難解、プラマークの識別がしにくいなどの理由があり、一括して可燃ごみに排出されてしまっている実態が想定出来る。

## b) 食品ロス排出実態について

次に、4回の調査期間に於いて食品ロスの排出実態を調査した結果について報告する。

まず、可燃ごみ中に含まれる生ごみの組成分析の結果を図-3に示す。可燃物中の生ごみのうち47.4%もの食品ロス（容器包装を含まず）が含まれている。

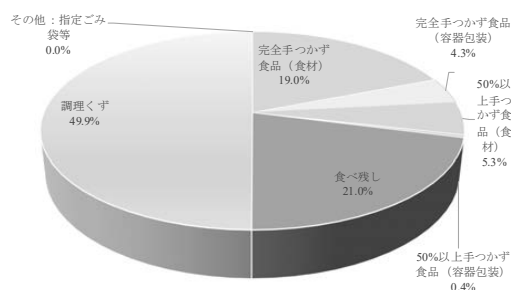


図-3 可燃ごみ中に含まれる生ごみの詳細組成率（4回の組成調査平均）

一方で、生ごみとして分別排出されている生ごみの組成率については、図-4となる。

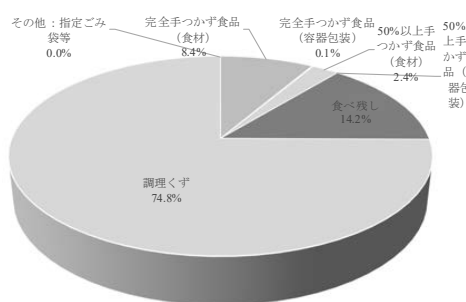


図-4 生ごみとして分別回収された生ごみの組成率（4回の組成調査平均）

生ごみとして分別排出されている生ごみに占める食品ロス率は25.1%、明らかに先の可燃ごみ中の生ごみの食品ロス率を下回る。表-2に4回の調査結果を示す。

表2 可燃ごみ中の生ごみ、生ごみとして分別収集された生ごみに対する食品ロス率

	可燃ごみ中 (%)	生ごみ中 (%)
2017.9	71.0	26.0
2017.12	42.0	25.8
2018.3	35.6	23.3
2018.6	41.0	25.1
平均	47.4	25.0

これらの値は調査時期が異なり、季節変動もあると考えられるためノンパラメトリックな変数だと考慮し、Mann-Whitneyの2群間のU検定<sup>8)</sup>を行ったところ $r = 0.315$  ( $p = 0.134 > 0.05$ )となり有意な差が検出された。

4回の可燃ごみおよび生ごみの組成調査における食品ロス率を比較すると、分別に対する協力意識がある世帯は、同時に食品ロス削減に対する意識も高いのではないかと想定される。

## (2) 地域毎の分別排出率の状況把握

2017年度の可燃ごみ、生ごみ、プラスチック製容器包装のごみ分別3種について、生ごみとプラスチック製容器包装をあわせたごみ分別排出率とごみ排出量（可燃＋生ごみ＋プラ容）の原単位（g/人・日）を24地域について散布図にしたものが図-5である。

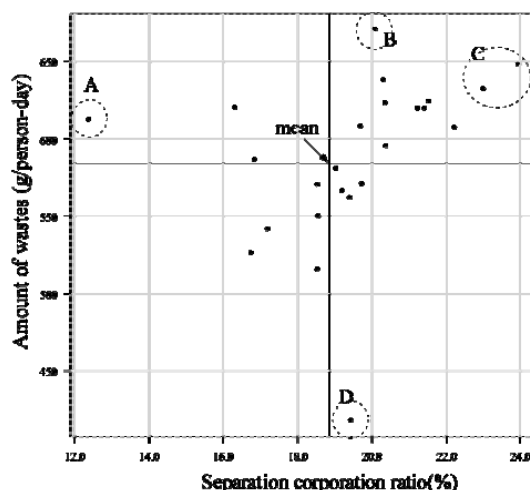


図-5 調査地域別の分別排出率とごみ排出原単位の散布

一見して正の相関性がありそうに見えるが、ごみ発生原単位も分別排出率もパラメトリックなものと考えられるとして、Pearsonの積率相関係数をとると<sup>9)</sup>  $r = 0.315$

( $p = 0.134 > 0.05$ )となりごみの排出原単位と分別排出率には有意な相関性はないと判断できる。

ごみ排出原単位についても最小418～最大670g/人日と250gもの大きな開きがあること（市内平均588g/人日）、ごみの分別排出率についても最小12.4%～最大24.0%（市内平均19.0%）と倍半分の開きがあり、ごみ排出実態については明かな地域性があると言える。

ここでは地域名は伏せるが、分別排出率が圧倒的に低くごみ排出量も平均より高いA地区は、単独世帯の集合住宅が多く（世帯構成人数は市内で2番目に少ない）かつ外国人の居住者が多いという特徴がある。ごみ排出量が多いがやや分別排出率が平均より高いB地域は古くからの団地が多い。またごみ排出量も多いが分別排出率も高いC地域は、古くからのコミュニティが維持され、ごみ集積所の管理も行き届き、高級住宅街を含むという特徴がある。D地域に於いては、古くからの農村地域と新興住宅街として開発中の団地が半々となっており、とくに前者は市内で最も世帯構成人数が多いエリアでC地域同様古くからのコミュニティによってごみ集積所の管理が行き届いている印象を受ける。

世帯構成人数によりごみの排出組成、原単位が異なっていることを示す既往研究<sup>9)</sup>もあり、今後様々な視点から分析を進めていきたいと考えている。

また、このような地域性の違いに着目し、市民に対するごみ分別排出の普及啓発活動を地域毎に異なる視点で行っていく事が、今後、行政による普及啓発活動にとって必要と考える。

## 4. まとめ

- ・茨城県土浦市では2017年度より燃やせるごみが、容器包装製プラスチック、生ごみ、その他の可燃ごみ類に分別細分化の上収集されるようになった。

- ・分別項目の細分化においては丁寧な普及啓発事業等が必要であろう。また家庭系食品ロスの削減という観点からも定期・定量的なモニタリングや対策が求められる。

- ・筆者らは市内全体のごみ分別状況と食品ロスの排出状況を把握するために、市内全域に相当する24エリアから回収される可燃ごみおよび生ごみを対象に、ごみの組成率、食品ロスの発生状況、および市民の分別協力率の推定を行った。合わせて地域別の分別排出状況の把握を目的として、24エリアの分別排出量の数量的分析を試みた。

- ・結果として、市内で発生する賦存量としての生ごみバイオマスの約55%が分別収集されていることが分かった。

- ・一方で食品ロスの排出実態からは興味深い結果が得られた。可燃ごみ中の生ごみに含まれる食品ロスが約48%であるのに対して、生ごみにおけるそれらは25%にしかならなかった。

・生ごみの発生源はキッチン・ダイニングといった限定的な場合が多く、比較的協力を得やすいものと推察するが、生ごみ分別への参加そのものが食品ロスをもたないと思える意識にもつながっていると推察する。

・ごみ排出原単位、分別排出率については、大きな地域間格差があり、コミュニティの違い、世代構成、世帯構成人数等、もっと異なる視点からの分析が今後必要になってくると考えている。

**謝辞：**調査にあたっては、筆者らのほかに組成調査に参加してくれた日新興業(株)、日興運送(株)の協力社員、北海道大学大学院工学研究院循環共生システム研究室の学生の方々、土浦市環境衛生課の職員の方々、土浦市清掃センター職員の方々、及び日立セメント(株)堀邊忍・鈴木秀文・永山雄二・鈴木圭・永井淳・中野幸夫・岡田隆・小島裕一・玉川翔也・関口修の各氏ほか環境事業部門の社員には多大なる協力を得た。誌面を借りて厚く御礼申し上げる。

#### 参考文献

- 1) 土浦市 市民生活部 環境衛生課：衛生・清掃事業概要

- 平成 29 年度, pp.1-2, 2017.
- 2) 土浦市 市民生活部 環境保全課：土浦市バイオマス・ウン構想書, pp.7-15, 2009.
- 3) 環境省, 第 4 時循環型社会形成基本計画, pp.32-33, 2018
- 4) 土浦市ウェブページ：ごみの分け方・出し方について, <http://www.city.tsuchiura.lg.jp/page/dir004721.html> 2018.8.15 閲覧
- 5) 土浦市ウェブページ：土浦市地区別人口及び世帯数一覧（常住人口）, <http://www.city.tsuchiura.lg.jp/page/page001168.html> 2018.08.15 閲覧
- 6) 土浦市 市民生活部 環境衛生課：減らっせ HELASE, 第 10 号, 2015
- 7) 北海道大学寄付分野 循環・エネルギー技術システム分野 古市徹・石井一英（編著）：エネルギーとバイオマス～地域システムのパイオニア～, 出版準備中
- 8) Y. Kanda: Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics, Bone Marrow Transplantation, Vol.48, pp.452-458, 2013
- 9) 谷川昇：生ごみの性状と排出量, 空気調和・衛生工学, 第 74 巻, pp.667-671, 2000.

(2018.8.24 受付)

## STUDY OF CITIZEN'S CORPORATION FOR SOURCE SEPARATION OF FOOD WASTE AND GENERATION OF FOOD LOSS BY COMPOSITION ANALYSIS FOR WASTE EXTRACTED FROM WHOLE AREA IN TSUCHIURA CITY, IBARAKI.

Tatsuya KOIDZUMI, Tsutomu IIKUBO, Takayoshi NAGAI, Kosei SAKUDA, Tomoko NAKAJIMA, Tomohisa SAKAI, Ryusuke OZAWA, Atsushi FUJIYAMA, Masahiro SATO, and Kazuei ISHII

In Tsuchiura city, Ibaraki Pref., the citizens discharge wastes as combustible wastes, food waste, plastic wrappings, uncombustibles and recyclable wastes such as plastic bottles, glass bottles, cans, papers and so on. We analyzed composition of combustible wastes and raw garbages from September 2017 to June 2018 in every 3 months. Samples were extracted from 24 areas from whole area in Tsuchiura city.

The results of recycle corporating rates of food wastes were 44.0% ~ 65.3% (mean 54.7%), so a half of total food wastes was collected for recycling plant (methane fermentating and composting recycle).

Food discarding losses ratios were deeply fascinating results, the ratios of food discarding losses as collected as food waste were 23.3% ~ 26.0% (mean 25.0%). Although the ratios of food discarding losses in food wastes collected as combustible wastes were 35.6% ~ 71.0 % (mean 47.4%).

It was asumed to the citizens corpolating waste separation had the conscious mind for recycling, reducing food discarding losses.

In addition, ratios of separated collection and amouts of wastes per day-person were different in regions. It was also assumed that the conscious mind for recycling, wastes reducing was different in regions.