

「京都市における食品リサイクルの経済・環境評価」

研究代表者 波多野佑美

(京都大学農学研究科修士課程)

共同研究者 市川 琢己 (同)

指導教官 加賀爪 優 (農学研究科教授)

研究協力部署 京都市環境政策局

循環型社会推進部循環企画課

事業系廃棄物対策室

1. 研究概要

京都市は 150 万人近い人々が住むまちであり、また国際観光都市であるため国内・海外から多くの観光客が訪れ、その産業構造は商業や外食産業などが発達しているという特徴をもつ。そのため、それらの産業から発生するごみに占める割合の高い食品廃棄物¹に対して対策を検討することは重要な研究課題であると考えられる。

では、京都市ではどの程度の食品廃棄物が発生しているのでしょうか。図 1 は、京都市における食品廃棄物量の推移を表している。これによると、2010 年において家庭系・事業系食品廃棄物量は約 9 万トンずつであり、いずれもこの 10 年で減少傾向にあったことがわかる。その要因として、家庭系に関しては 2006 年のごみ袋有料化、事業系については 2001 年に施行された食品リサイクル法²が、代表的な減少要因としてあげられる。

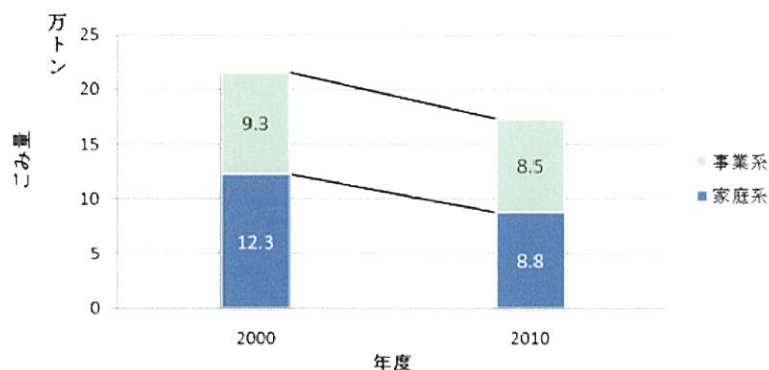


図 1 食品廃棄物量の推移 (一般廃棄物)

出典) 京都市環境政策局

このように、食品廃棄物量自体は減少しているが、京都市が国内屈指の国際観光都市で

¹ 商業や外食産業など観光産業、および家庭から発生する食品廃棄物は一般廃棄物に分類される。このほかに産業廃棄物に分類される食品廃棄物も存在するが、それについては後述する。

² 正式には「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律」という。

あること、また観光客数も着実に増加していることから、本研究では、特に事業系の食品廃棄物について、減量対策の検討を行うこととした。

減量対策の方向性としては、京都市の基本方針³にもあるように、まずはできる限り発生抑制を行うこと、そしてやむをえず発生する部分に関してはリサイクルを行っていくことが重要となる。では「やむをえず発生する」とはどのような状況であろうか。表1は事業系の食品廃棄物の全体像を、具体例とともに流通段階ごとに整理したものである。

表 1 流通段階ごとの食品廃棄物

流通段階		具体例
製造業	①酒造、豆腐製造業など ②コンビニのデパート・ファクトリー、弁当・給食産業など	①米ぬか、ふすま、ビール粕、果汁粕、おから、パン屑など（副産物） ②-1 調理屑 →外食産業参照 ②-2 余分に作って出荷しなかったもの、パンのミミ、菓子屑、麺類屑など
卸売・小売業	コンビニ・スーパーマーケット・惣菜店など	売れ残り、加工・冷凍食品などの賞味期限切れ間近なもの、返品もの
外食産業	給食、レストラン、食堂など	①下処理段階で生じる野菜の皮、魚の骨、卵の殻など（不可食部分） ②仕込みすぎ、食べ残し

出典）農林水産省（2005）

食品の流通はおもに食品製造業、卸売・小売業、外食産業にわけられ、排出される食品廃棄物もそれぞれ特徴を持っている。

食品製造業は大きく二つにわけられ、第一に酒造・豆腐製造業などから発生する米ぬかやおからなどがあげられる。これらは主製品に比例して発生するため発生抑制は困難であり、かつてより良質の飼料・肥料として活用されてきた。そのため、ごみというよりもむしろ副産物として捉えることができる。他方は製造業のなかでも食品加工業に分類されるもので、コンビニのデパート・ファクトリーなどが該当する。そこでは余分に作って出荷しなかったものなどが廃棄されており、卸売・小売業から発生する売れ残りなどとともに発生抑制を徹底することが望まれる⁴。外食産業で発生する食品廃棄物は、①の不可食部分と②の食品ロスにわけることができ、後者に該当する食べ残しの割合が大きく、削減が課題となっている。

³ 京都市環境政策局（2010a）「みんなで目指そう！ごみ半減！循環のまち・京都プランー京都市循環型社会推進基本計画（2009－2020）」において呼びかけられている三つの基本方針。（1）そもそもごみを出さない、（2）ごみは資源、可能な限りリサイクル、（3）ごみは安全に処理して最大限活用。これにより 2000 年のごみ量からの半減を目指す。

⁴ 現在、企業でも流通方法の改善などにより、発生抑制への取り組みが始まっている。

以上より、食品廃棄物は最終的には食品製造業の①、②-1、外食産業の①のみに収束していくべきであり、このほかの食品廃棄物は発生抑制を徹底していくことが望まれる。しかし現状では、上記3種類以外の食品廃棄物が多量に発生しており、肥飼料や電力に再生可能な資源であるにもかかわらず、その多くがごみとして焼却されていることから、現状への対策としてリサイクルは有効な手段であると考えられる。

ではリサイクルはどの程度普及しているのでしょうか。図2は2008年の全国的な傾向を示したものである。

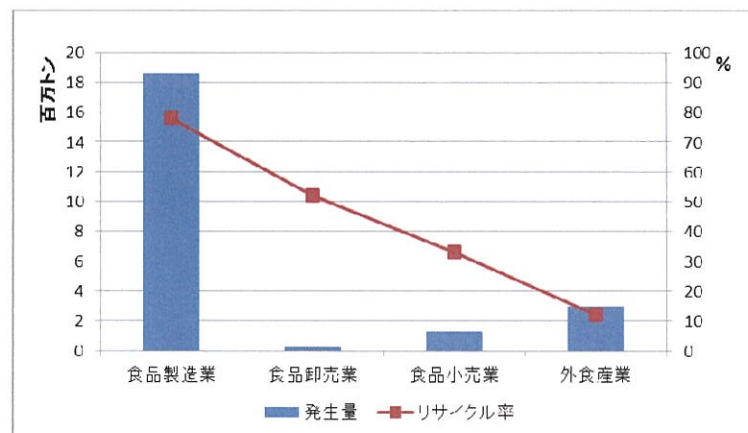


図2 発生量とリサイクル率（全国）

出典）農林水産省（2011）

図2を見ると、排出量に関しては食品製造業がその大半を占めており、その他の産業においては微小であるように感じられる。しかし、リサイクル率を見ると卸売・小売、外食産業と川下に行くに従って大きく低下しており、結果として川下産業から排出される食品廃棄物は、無視できない量が焼却されている事実が浮かび上がってくる。なぜこのような傾向が起こるのであるのか。

原因は、食品流通の川下に行くに従って食品廃棄物に以下の特徴が生じるためである。

- ✓ 食品廃棄物の内容が不明瞭となりやすい
 - （例）プラスチック、重金属などの異物混入リスクが高まる
- ✓ 成分・量などが変動しやすい
 - （例）日ごとに変わる客の嗜好や、賞味期限、イベントの有無などの影響
- ✓ 少量分散型発生のため収集コストが高くなる
 - （例）小さな食堂を1軒1軒収集
- ✓ 食品製造業以外からの排出は「一般廃棄物」に分類されるため、行政による安価なごみ処理サービスを利用することができ、リサイクルの方が割高となる

後述するシナリオ分析では事業系の食品廃棄物全体を対象とするが、上記のことを踏まえ、外食産業などの川下産業における食品廃棄物のリサイクル率向上を念頭において調査を

すすめることとした。

なお、本研究では、食品廃棄物のリサイクル技術として、京都市で主流となっている 2 技術、すなわち飼料化とバイオガス化のみを扱う。飼料化とは食品廃棄物を乾燥または発酵させる技術であり、配合飼料メーカーで原材料として使用される。またバイオガス化とは、嫌気発酵によりメタンを主成分とするガス（バイオガス）を取り出す技術であり、メタンは発電や都市ガス代替等に利用され、原料によっては発酵残渣の堆肥利用も可能となっている。

2. 研究のオリジナリティ

本研究では分析手法として、(1)ヒアリング調査、(2)WIO 分析（後述）を用いる。(1)においては、京都市内の排出事業者と処理契約を結んでいる主体を対象とした調査を行った。また、(2)におけるシナリオ作成の際には、京都市環境政策局からアドバイスやデータ提供を頂いた。したがって、本研究における分析はできる限り京都市の実態に即した分析となっている⁵。また、本研究における分析の特徴として、環境影響評価のみならず経済波及効果の分析をも同時に行っていることがあげられる。これは、WIO 分析という手法を用いているために可能となっている。さらに、(2)に用いる WIO 表が作成されている地域は現在、全国版、東京版、仙台版などに限られており、本研究は昨 2011 年に完成した京都表を用いた先駆的な分析となっている。

3. 研究内容

本研究では次の三つの課題を設定した。

- (1) 食品リサイクルの拡大は技術的に可能であるのか。
- (2) 食品リサイクルには経済的合理性があるのか。
- (3) 食品リサイクルは本当に環境によいといえるのか。

課題(1)に対しては、2 項で述べたようにヒアリング調査により考察を行う。図 2 で示されたように、外食産業など川下産業におけるリサイクル率の上昇なしには食品リサイクルの拡大は望めない。しかしリサイクル業者にとって、より良いリサイクル製品を製造し、販売先の需要に応えるためには、川下産業から搬入される食品廃棄物の品質は必ずしも適していない。川下産業で起こるさまざまな制約条件に対して、成功事例ではどのように対応しているのだろうか。

課題(2)、(3)に対しては、課題(1)の結果を踏まえ、現状の取り組みをライフサイクル・アセスメント（LCA）の概念に基づいて定量化する⁶。LCA とは、私たちのさまざまな活動が環境へ与える影響を客観的な方法で、そして具体的な数値で評価する方法の一つであり、

⁵ 研究機関における数値解析は机上の空論となりやすいため、できる限り現場に学ぶことが重要である。本研究では、行政および処理業者のみを対象としたが、今後、排出事業者を始め多様な主体へのアプローチを行っていきたい。

⁶ 厳密には、この作業は LCI（ライフサイクル・インベントリ分析）と呼ばれる。

製品や技術を以下の視点から評価する。

- ① 1 時点ではなく、「製造・使用・廃棄」という「製品のライフサイクル」を通して。
 - ② 複数の項目を同時に。

①とは、図 3 に示すように、「食品リサイクル技術の使用」という直接効果だけでなく、資材購入など川上への波及効果や、廃棄物処理など川下への波及効果（これらを間接効果と呼ぶ）も含めた総合的な視点で評価するというものである。②に関しては、本分析では 2 項でも述べたように経済と環境への影響を同時に分析しており、また環境影響指標としても複数の項目を設定している。



図 3 間接効果のイメージ

この LCA を実践する分析ツールとして、本分析では廃棄物産業連関表（以下、WIO 表と呼ぶ）を用いる。

この表のもととなる「産業連関表」は総務省や自治体で作成されており、ある 1 年間に産業間で取引された金額、および各産業から消費者が購入した金額が行列表示されている。WIO 表はこの産業連関表を基に研究機関等で作成されたもので、各産業・家計から排出される廃棄物、温室効果ガス、詳細なごみ処理工程など、環境関連情報が追加されている。これを用いることにより、食品リサイクルと各産業との取引額の大きさ、およびそれに付随する環境影響がわかるため、図 3 で述べた間接効果の分析が可能となる。

間接効果を分析するにあたって、次の三つのシナリオを設定した。

- シナリオ 0：全焼却ケース（焼却・埋立のみ）
 - シナリオ 1：現状ケース（市外へ搬出）
 - シナリオ 2：仮想ケース（市内にバイオガス化施設を新設）

シナリオ 0 は対照実験として、現実的ではないが食品リサイクルがまったく行われないケースを想定した。

シナリオ 1 は現状ケースであり、市内で発生する食品廃棄物の一定量（表 2）が市外（府内）の飼料化業者 A 社とバイオガス化業者 B 社によって処理されると設定した⁷。本研究では事業系一般廃棄物の対策を対象とするが、単独での処理は非現実的であるため、産業

⁷ シナリオ 1 では、京都市の処理の大半をしめるこの 2 企業での取り組みを評価することとした。表 2 には、2 企業における処理量のヒアリング結果を示している。ただし、実際にはこれらの企業以外での処理や、その他のリサイクル技術の実践（堆肥化等）も行われている。

廃棄物の処理も同時に行われているとする。なお、家庭系一般廃棄物は行政による収集・処理が行われるためここでは考慮しない。このシナリオで着目すべき点はリサイクルによる環境改善と、市外への搬出が輸送距離の増加をもたらすことによる環境負荷のバランスである。なお、バイオガス化施設で生成されるメタンの用途としては発電利用を仮定しているため、シナリオ作成においてはバイオガス化施設と発電施設が併設された設計とした。シナリオ0とシナリオ1の結果を比較することにより、現状の食品リサイクルの取り組みが経済・環境にどのような影響を及ぼしているのかを定量化する。

シナリオ2では、シナリオ1の処理体制をそのままに、市内にバイオガス化施設が新設された場合の評価を行う。新施設での処理対象量は、現状のリサイクル量と改正食品リサイクル法（2007）の目標値との差分である（表2）。施設が使用する技術には、京都バイオサイクルプロジェクト⁸で開発されたもの（発酵残渣 50%減、排水 80%減、ガス発生量 20%増）を適用する。これらのシナリオを比較することにより、どのシナリオが経済・環境面で最も合理的かを明らかにする。

表 2 リサイクル量

	産業廃棄物	一般廃棄物				合計
	食品製造業	食品卸売業	食品小売業	飲食店	ホテル・旅館業	
発生量	54,264	1,260	22,370	20,918	3,763	102,575
飼料化	5,478	511	1,616	1,137	205	8,946
バイオガス化1	527	2	6	4	1	540
バイオガス化2	40,119	369	8,445	7,226	1,300	57,459
目標量	46,124	882	10,067	8,367	1,505	66,945

単位：t-wet

出典）発生量：産業廃棄物「第3次京都市産業廃棄物処理指導計画」（2011）
一般廃棄物「事業系ごみ減量対策基礎調査結果報告書」（2008）
飼料化量、バイオガス化1：ヒアリングに基づく
バイオガス化2：目標量－（飼料化量＋バイオガス化1）
目標量：発生量に改正食品リサイクル法の目標値を乗じたもの
（食品製造業 85%、食品卸売業 70%、食品小売業 45%、外食産業 40%）

注）バイオガス化1は前述のB社による処理、バイオガス化2は市の新施設による処理を指す。

図4は分析手順を示したものである。もとのWIO表がシナリオ0に相当し、シナリオ1、シナリオ2ではWIO表に食品リサイクル部門を新設する。それぞれのWIO表で経済・環境影響を計測し、その結果を比較する。

食品リサイクル部門の新設とは、WIO表の廃棄物処理部門に食品リサイクル部門を追加することであり、具体的には食品リサイクルに必要な生産物投入額、排出される廃棄物量、

⁸ 京都市でかつてより行われてきた食品廃棄物のバイオガス化、廃食用油燃料化などの事業を有機的に結合させたプロジェクトであり、環境省「地球温暖化対策技術開発事業」の委託事業として京都市、京都大学、（独）国立環境研究所、企業等による産学官連携のもとで取り組まれた（2006～2009）。

雇用者所得、環境負荷量（以下、「コスト・環境負荷」と略す）の推計を行っていく。

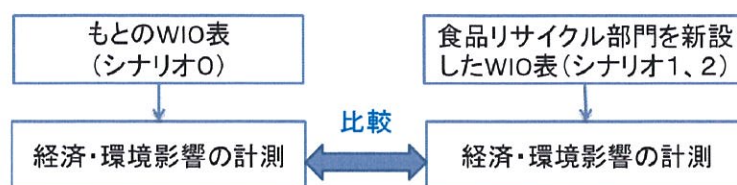


図 4 分析手順

コスト・環境負荷の推計は施設運営と収集に関してそれぞれ行う。まず施設運営に関しては、プラントメーカーや処理業者へのヒアリング、および統計資料等から食品廃棄物 1 単位あたりの処理原単位を求め、これに先ほど求めた各リサイクル技術への仕向け量を乗じた。収集に関しては、京都市のリサイクル量に松藤（2005）による推計式および京都市環境政策局（2010b）の算出方法を適用した。

以上より求めた食品リサイクル部門の特徴を表 3 に示す。表 3 は、ごみ 1 トンあたりのコスト・環境負荷を比較したものである。

表 3 ごみ 1 トンあたりコスト・環境負荷（収集を含む）

		焼却	飼料化	バイオガス化1	バイオガス化2
たばこ・飼料・有機質肥料	円		-3,430		
無機化学基礎製品	円	713	340	1,941	1,941
石油製品	円	121	7,232	3,208	177
一般産業機械	円	3,801	78	2,600	2,600
電力	円	-1,577	1,143	-1,408	-1,736
水道	円	250	140	200	407
自動車・機械修理	円	445	587	1,852	327
雇用者所得	円	15,422	5,700	25,671	14,836
焼却ごみ量	t-dry		-0.026	0.0138	0.0069
埋立ごみ量	t-dry	0.16			
CO2	t-CO ₂	0.34	0.24	0.07	0.004

注）マイナスはリサイクル製品の販売を表す。ただし（焼却ごみ量、バイオガス化）のセルは廃油のリサイクルを示している。

表 3 を見ると、焼却、バイオガス化で無機化学製品の割合が大きくなっている。これは、焼却灰の解毒、脱臭、汚水浄化などに薬品が使用されるためである。

飼料化で石油製品の投入量が大きくなっているのは、飼料化技術として本研究では油温減圧乾燥方式（通称、天ぷら方式）⁹を用いると仮定しており、加熱のために重油が多く必要となるためである。ただしヒアリングによると、必要量の 30～50% 程度は廃油のリサイ

⁹ 天ぷらの原理を利用し、食品廃棄物に油分を加えて加熱することで水分を蒸発させる。減圧下で行うため、低温処理が可能。処理時間が短いため、水溶性タンパク質や窒素等が破壊されず栄養価の高い飼料を製造できる。

クルで代用可能である。石油使用量に関して、バイオガス化 1 が 2 よりも大きくなっているのは輸送距離の差によるものと考えられる。

焼却・バイオガス化では一般産業機械部門の投入量も大きくなっているが、これは発電施設の併設等により施設整備(メンテナンス)が重要となるためではないかと考えられる。

4. 結果と考察

課題 1 に関しては、外食産業等の川下産業において起こる問題点のなかでも特に「異物の混入」、「成分・量の変動」への対応について、成功事例にヒアリングを行った。

まず飼料化技術に関しては、飼料化業者である府内 A 社に調査を行った。それによると「異物の混入」に対しては、2 段階の機械選別によりほぼ分別が可能となっているという回答を得た。ただし明らかに排出段階で除去可能なもの（例えば包丁等）が混入している場合には排出事業者へ指導を行う。問題点としては、タバコが混入している際に機械で選別できないため、手選別で対応しなければならないこと、などがあげられる。「成分・量の変動」に関しては、サンプリング調査等より品質の安定性を確保することができており、配合飼料メーカーからの信頼を確立している。

また、バイオガス化技術に関しては、京都市で行われているバイオサイクルプロジェクトについて、京都高度技術研究所にお話を伺った。それによると、バイオガス化はプラスチック等が混入していても発電自体には支障がなく、外食産業等からの食品廃棄物の受け入れにも柔軟に対応しやすい点がメリットである。しかし、発酵残渣を堆肥利用する際には選別が必要であり、選別できない場合には焼却されることとなるため、このプロジェクトでは発酵残渣の発生量を 50%削減する技術を開発した。また「成分・量の変動」に関して、特に問題となるのが食品廃棄物中のタンパク質含有量が多い場合に起こるアンモニア阻害（発酵の停止）であるが、紙ごみや剪定枝とともに処理しアンモニア濃度を希釈することや、アンモニアを副産物として回収する仕組みを開発することで対応していることが分かった。

表 4 経済波及効果の比較

シナリオ	最終需要	波及効果				
	共通	0	1	2	1-0	2-0
農林水産業	2,943.564	5,754.657	5,754.673	5,754.657	16	-0
鉱業・製造業	244,192.355	273,651.459	273,653.021	273,662.710	1,562	11,251
建設	49,154.543	58,250.779	58,250.784	58,250.757	5	-22
電力・ガス・水道	10,129.332	27,894.504	27,895.523	27,892.062	1,020	-2,442
商業	76,512.678	95,457.249	95,457.274	95,457,186	25	-63
金融・保険	12,470.857	43,139.411	43,139.465	43,139.376	54	-35
不動産	86,569.561	94,984.536	94,984.542	94,984.525	6	-10
運輸	25,673.867	44,599.502	44,599.529	44,599.472	27	-29
情報通信	26,886.279	40,157.540	40,157.552	40,157.518	12	-21
公務	34,581.460	34,928.746	34,928.747	34,928.745	1	-1
公共サービス	111,685.637	124,004.619	124,004.642	124,004.574	23	-45
対事業所サービス	7,473.881	42,054.786	42,055.091	42,055.680	305	894
対個人サービス	69,535.224	71,799.734	71,799.734	71,799.733	0	-1
分類不明	1,081.720	6,699.848	6,699.866	6,699.828	18	-21
合計	758,890.957	963,377.369	963,380.442	963,386.822	3,073	9,453

注) 2 行目の「1-0」は、シナリオ 1 とシナリオ 0 の波及効果の差分を示している。「2-0」も同じ。

次に課題2であるが、表4はシナリオ0～2における経済波及効果の分析結果となっている。この表の「最終需要」が私たち市民（消費者）の需要を表しており、「波及効果」はそれを満たすのに必要な原材料の生産にどれだけお金が動いたかを示している。つまり「消費が生産を誘発する」という発想から、この表は経済活性化の程度を示していると読み取ることができる。なお、波及効果の範囲は、府外や海外へのもの（石油の採掘等）は控除されている。

この経済活性化の程度を各シナリオの合計値で比較すると、食品リサイクル導入ケースのほうが生産は促進されており、その効果はシナリオ2のほうが高いことがわかる。生産量が最も増加した産業は「鉱業・製造業部門」で、なかでも薬品製造業への影響が大きく、石油製品などが続く。なお、石油依存は改善すべきであるが、それを控除しても活性化効果はプラスである。

表5 環境負荷排出量の比較

シナリオ			0	1	2	1-0	2-0
し み 量	焼却	t	389,571	387,093	378,262	-2,477	-11,309
	飼料化	t	0	1,400	1,400	1,400	1,400
	バイオガス化1	t	0	84	84	84	84
	バイオガス化2	t	0	0	8,991	0	8,991
	埋立	t	177,262	176,787	175,346	-474	-1,915
	合計	t	652,690	651,222	649,941	-1,467	-2,749
CO ₂ 排出量		t-CO ₂	8,120,562	8,120,967	8,117,534	406	-3,166

注）先頭行の「1-0」は、シナリオ1とシナリオ0の差分を示している。「2-0」も同じ。

最後に、課題3として環境への影響を考察する。

食品リサイクルの導入は環境を改善すると同時に、表4で示されたような経済活動の活性化により環境負荷の増加をももたらしことが予想される。それらの総合的な影響はどのようなであろうか。表5はごみ量とCO₂排出量の変化を示したものである。

シナリオ0の全焼却ケース（焼却・埋立のみ）に対して、シナリオ1、2では食品廃棄物が飼料化・バイオガス化に仕向けられること、および廃油がリサイクルされることにより焼却ごみ量が減少しており、それに派生して埋立ごみ量も減少している。上で述べた経済活性化による環境改善効果の相殺も見受けられないことから、食品リサイクルは直接的にごみを削減するだけでなく、ライフサイクル全体でみても大きな改善をもたらすことが分かる。

また、CO₂に関してもシナリオ2では大きな削減が達成されている。シナリオ1では排出量がプラスとなっているが、これは誤差の範囲内であると考えられ、現状とほぼ変わらない結果であるといえる。これにより、食品リサイクルは低炭素社会の実現にも寄与することがわかる。

以上よりLCAの概念に基づいて食品リサイクル導入の影響を評価した結果、ごみ焼却量の削減を図ることが可能となるだけでなく、経済が活性化され、間接的にも環境負荷を削減するという結果が示された。そしてシナリオ間で比較を行った結果、市内でバイオガス

化を行うことは経済・環境にメリットをもたらすことが明らかとなった。

5. 京都市への実践的な提言

本分析では食品廃棄物問題のなかでも、特に事業系一般廃棄物のリサイクルに着目して分析を行った。まず成功事例を分析することにより、食品リサイクルの技術的可能性を整理した。次に、ヒアリングに基づいた食品リサイクル原単位の調査・推計を行うことにより、食品リサイクルがどの産業と関連しているか、およびそのつながりの程度を明らかにした。最後に、その結果を WIO 分析に活用し、食品リサイクルがもたらす経済活性化・環境改善効果を検証した。シナリオ 1 からは現行の食品リサイクルの意義が確認され、シナリオ 2 からは食品リサイクル法の目標値を達成するための政策として、市内でバイオガス化を行うことは有効であることが示された。以上の分析から市政への提言として、「現行の食品リサイクルの促進」と「市内でのバイオガス化」を提案したい。

またそれに伴い、緩やかではあるがリサイクル関連産業に新たな労働力が創出されることが予想され、それへの対策として就業支援や新たなビジネスモデルの提案などを行う必要性も視野に入れる必要がある。

なお、本研究はリサイクルをテーマに取り上げたが、冒頭で述べたように、まずは発生抑制を行うことが重要である。京都市においては既に「3 キリ運動（使いキリ、食べキリ、水キリ）」や、学校教育の場における啓発などが数多く実施されているが、図 2 で述べた外食産業でのリサイクル率低迷を受け、第二の提言として外食産業における「食べ残しゼロ」協力店を募ることを提案したい。

具体的には、協力店において食べ残しゼロを啓発していくこととなるが、その際に小分け・小盛りメニューを提供することや、持ち帰っても安全なメニューにあらかじめ目印をつけておくこと、食べ残しゼロの客にポイントを付与することは、消費者がより発生抑制に興味をもち、新たなライフスタイルとして受け入れていくことに効果的であると考えられる。また、現在普及し始めているマイ・ドギーバッグ¹⁰やタッパーの持ち込みを可能とすることも有効なアプローチとなるであろう。

各店舗におけるこれらの取り組みを促進するため、行政は協力店をホームページで紹介することやポスターを作成することに取り組む必要があると考えられる。また京都市オリジナルのドギーバッグを作成・提供し、新たなエコライフを発信していくことも興味深い。衛生面の問題に関しては、J A 宮崎中央会などによって取り組まれている、客自身が持ち帰りに責任を持つ仕組み作りを目的とした自己責任表明カードを作成することも有効であると考えられる。

¹⁰ 外食先で食べきれなかった料理を持ち帰るための容器で、折り畳んで携帯する。プラスチック製のものは洗って繰り返し使用できる。最近ではカラフルな「ベネトン・エコドギーバッグ」などおしゃれなデザインも加わり、新たなエコライフとして定着することが予想される。（出典）日経トレンディネット

6. 今後の研究課題

今回の提言に関して、実現には多くの課題が存在する。市内でバイオガス化を導入するには新たな施設の建設が必要となるが、それにかかるコストおよび排出される環境負荷についても配慮する必要がある。また、リサイクル・コストは焼却より大きいと述べたが、現行の制度では排出者に処理責任があるため、食品リサイクルの推進は特に中小企業にとって大きな負担となり、これらは市民・消費者の負担に跳ね返る可能性がある。これらの解決は今後の私の検討課題としたい。

また、本分析では食品リサイクルの促進について、コストではなく経済活性化効果と捉えて分析を行ったが、研究をより意義深いものとするためには、特に京都市内で特有の産業に着目すること、産業間の相互影響をより綿密に突き止めること、の2点にも取り組みたい。それらにより、食品リサイクルを促進するにあたって、どのような産業育成政策が京都市に最も適しているのかについて考察する。

その際に重要となるのが、長期的な視点から経済及びごみの排出動向を観察しシナリオに組み込むことであり、本分析においてそれはWIO表の更新という形で反映されることとなる。当研究室では既に2005年表作成を視野に入れてプロジェクトを進めており、京都市とのさらなる連携を願いたい。

また、京都市におけるさかんな研究活動により、食品リサイクルはさまざまな新技術が開発されている。どのような割合でそれらに配分していくのが経済・環境に最も良い効果をもたらすのか、制御工学分野と連携した最適化問題の解決などにも取り組んでいきたい。

最後に、発生抑制策として外食産業における「食べ残しゼロ運動」を提案したが、食品卸売業・小売業においても一層の抑制が望まれ、フードバンク活動に大きな可能性があると考えている。現在NPO法人が主体となっているが、今後どのように行政とNPOが連携していくべきなのか、それが社会全体へどのような影響を及ぼすのか、社会学的アプローチも含めた研究が求められる。あるいは、農業における生産の不可視化が食品に対する「もったいない」意識を希薄化させているという問題から発生抑制策を考察すると、農業体験学習とのタイアップにより、子供たちが食への興味と廃棄物問題の深刻さを同時かつ効果的に実感できるような教育カリキュラムを作成していくことも効果的であると考えられる。

参考文献

- ・京都市環境政策局 (2008)「事業系ごみ減量対策基礎調査結果報告書」、
<http://www.city.kyoto.lg.jp/kankyo/page/0000039487.html>
- ・京都市環境政策局 (2010a)「みんなで目指そう！ごみ半減！循環のまち・京都プランー
京都市循環型社会推進基本計画(2009－2020)」、
<http://www.city.kyoto.lg.jp/kankyo/cmsfiles/contents/0000077/77508/ProcessingPlan.pdf>
- ・京都市環境政策局 (2010b)「環境配慮報告書ー新京都市循環型社会推進基本計画(仮称)」、
<http://www.city.kyoto.jp/kankyo/envm/assess/sea/shinjyunkankeikaku/hyoushi.html>
- ・京都市環境政策局 (2011)「第3次京都市産業廃棄物処理指導計画(2011年～2020年)」
- ・京都府政策企画部 (2010)「2005年京都府産業連関表」、
<http://www.pref.kyoto.jp/tokei/cycle/sanren/sanrentop.html>
- ・財団法人京都高度技術研究所 (2010)『平成21年度環境省委託事業 地球温暖化対策技術開発事業 カーボンフリーBDFのためのグリーンメタノール製造および副産物の高度利用に関する技術開発 成果報告書』
- ・ちば食べ切りエコスタイル、<http://www.pref.chiba.lg.jp/shigen/3r/ceeco/jigyoushaichiran.html>
- ・日経トレンディネット、<http://trendy.nikkeibp.co.jp/article/hit/20100215/1031021/>
- ・農林水産省 (2005)「食品残さの飼料化について」、
http://www.maff.go.jp/j/chikusan/jukyu/lin/1_siryo/ecofeed/h170616/pdf/data03.pdf
- ・農林水産省 (2009)「食品ロスの削減に向けて」、
http://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/syoku_loss/pdf/panf.pdf
- ・農林水産省 (2011)「食品ロス統計調査 確報 平成21年度食品循環資源の再生利用等
実態調査報告 年度次 2009年」、
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001082676>
- ・古市徹 (2001)『有機系廃棄物のリサイクル戦略』環境産業新聞社
- ・松藤敏彦 (2005)『都市ごみ処理システムの分析・計画・評価ーマテリアルフロー・LCA評価プログラムー』技報堂出版

(参考資料) 2008 年京都府 WIO 表

※分析では府表を基に計測した。下表の産業分類は京都府政策企画部(2010)14 部門表に基づく。

	農林水産業	鉱業・製造業	建設	電力・ガス	商業	金融・保険	不動産	運輸	情報通信	公務
万円	農林水産業	878,730	13,171,354	114,138	0	19,545	0	165	0	2,502
万円	鉱業・製造業	1,425,184	164,196,175	28,811,073	14,438,997	5,315,787	310,441	10,063,442	4,795,624	3,673,140
万円	建設	38,965	1,313,018	175,640	2,149,190	857,651	6,264,903	750,347	238,848	823,494
万円	電力・ガス・水道	83,421	8,328,641	508,389	2,796,386	4,191,887	422,494	1,820,162	602,750	973,166
万円	商業	421,380	28,206,801	6,785,322	1,339,927	2,688,911	208,605	2,765,744	1,291,957	848,067
万円	金融・保険	147,888	7,060,703	1,460,174	1,042,305	8,871,283	9,875,424	4,356,994	804,159	162,874
万円	不動産	3,533	1,193,235	257,551	395,924	4,396,567	1,051,151	591,759	1,529,742	51,183
万円	運輸	512,285	13,400,660	5,280,684	1,585,167	7,845,165	343,047	5,694,503	1,881,006	1,769,176
万円	情報通信	32,983	4,229,621	847,575	1,202,914	6,259,894	237,678	678,305	6,258,046	2,043,155
万円	公務	0	0	0	0	0	0	0	0	0
万円	公共サービス	8,859	16,298,447	186,820	942,940	561,441	40,158	261,400	846,721	8,395
万円	対事業所サービス	123,171	14,677,375	6,417,706	2,958,206	8,056,437	2,664,135	8,284,619	7,477,028	2,722,516
万円	対個人サービス	3,329	79,535	45,805	8,270	158,242	124,924	45,266	343,616	30,972
万円	分類不明	179,492	3,573,741	1,018,766	290,867	1,796,595	920,263	708,313	865,757	139,643
t	家庭系	0	-80,019	0	-321	0	0	0	0	0
t	事業系	0	51,376	21,969	1,194	69,073	4,003	11,484	4,762	7,869
t	産業系	192,984	-501,856	852,639	231,958	13,951	1,771	19,905	4,020	1,586
万円	雇用者所得	939,495	66,488,782	23,864,713	4,275,050	57,025,340	3,646,461	19,835,712	17,801,748	19,071,514
t-CO ₂	二酸化炭素	101,772	3,396,840	273,354	4,918,638	240,829	70,792	2,687,457	42,578	198,949
m ³	埋立容積	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	公共サービス	対事業所サービス	対個人サービス	分類不明	焼却	埋立	破碎	最終需要	府内生産額
万円	農林水産業	586,501	1,114	2,602,701	0	0	0	-7,741,215	9,635,534
万円	鉱業・製造業	23,561,864	9,278,207	17,139,154	3,637,310	63,929	56,155	168,804,119	458,577,789
万円	建設	1,577,623	178,891	621,061	0	3,333	0	82,303,821	97,570,672
万円	電力・ガス・水道	5,028,824	433,907	4,292,570	137,487	3,413	32,515	16,812,466	47,166,428
万円	商業	8,344,228	2,201,241	8,320,666	895,096	0	0	95,022,815	159,983,798
万円	金融・保険	2,456,560	2,885,439	1,931,085	5,119,394	0	0	19,133,125	72,306,117
万円	不動産	1,620,015	396,601	1,699,648	31,310	0	0	144,951,111	159,066,953
万円	運輸	4,219,046	1,095,001	3,796,509	770,875	0	0	24,900,869	75,145,426
万円	情報通信	5,074,390	3,775,819	3,058,878	334,621	0	0	28,666,951	67,316,427
万円	公務	0	0	0	581,492	0	0	57,902,813	58,484,305
万円	公共サービス	2,463,919	227,388	455,110	341,957	0	0	184,812,476	207,644,425
万円	対事業所サービス	8,766,973	5,989,896	3,259,864	535,587	4,507	5,781	-8,948,373	70,743,919
万円	対個人サービス	1,474,337	102,932	2,247,658	54,780	0	0	115,482,545	120,221,075
万円	分類不明	2,703,447	523,091	720,827	7,415	0	0	-2,774,171	11,310,925
t	家庭系	0	0	0	0	0	0	675,633	595,293
t	事業系	57,416	22,017	107,797	0	0	0	-265	365,016
t	産業系	1,008	585	729	1,525	0	140,069	-935,879	122,367
万円	雇用者所得	95,964,979	21,320,970	28,503,284	199,285	192,477	194,478	0	385,367,887
t-CO ₂	二酸化炭素	617,963	66,145	584,053	40,302	119,084	1,613	3,662,021	17,243,661
m ³	埋立容積	0	0	0	0	267,701	0	0	267,701