食と緑の科学（HortResearch）
第60号79－83（2006）

【資料】

生ごみに関する経済学的研究成果と今後の課題

津田　治*・大江靖雄**
（大学院自然科学研究科研究生*，園芸情報処理学研究室**）

A Survey of Economic Studies on Food-Wastes Resources

Osamu Tsuda*, Yasuo Ohe**
(*Graduate School of Natural Science,
**Laboratory of Agricultural Information Science)

1. はじめに

生ごみは厨芥あるいは食品廃棄物[注1]とも呼ばれ，一般廃棄物と産業廃棄物（食品製造業から排出される動植物性残渣）とに分かれる．一般廃棄物は家庭系（食べ残し，調理くずなど）と事業系（スーパーマーケットやレストラン，ホテル，デパートなどから出る売れ残りの食品，調理くずなど）に分類される．

生ごみは一般廃棄物の約30%を占め，量的に多く，適正処理や再利用にも多くの課題がある．

2001年に「食品循環資源の再利用等の促進に関する法律」（以下，食品リサイクル法と呼ぶ）が施行された．この法律は食品を扱う全事業者に生ごみ（調理くずや食べ残し）の発生を抑制し，脱水や乾燥による減量，再生利用を促進させるのが目的である．食品リサイクル法施行後，一部コンビニ，スーパー，レストランでの取り組みは見られるが生ごみの組成が雑多であるためリサイクル率は低く，多くは焼却処理されているのが現状である．

このように生ごみのリサイクルは遅れており，生ごみをいかに資源としてリサイクルするかが循環型社会の実現に向けた大きな課題である．

そこで本稿では，生ごみ（もしくはバイオマス）のこれまでの資源化の技術の研究と経済学的研究成果についてレビューし，今後の生ごみの資源化に向けた経済学的課題を展望する．なお，研究対象は2002年にバイオマス・ニッポン総合戦略が閣議決定され，技術的研究が蓄積している日本とする．また，対象期間はバイオマス戦略によって先行研究が蓄積されてきている2000年から2005年を対象とする．扱う文献は経済学的研究と技術的研究とが対比可能な廃棄物学会誌，環境経済・政策学会誌，環境科学会誌，環境情報科学会誌，ごみに関する主要な刊行書，農業経済研究および報告論文集，農林業問題研究（論文および報告論文），農業経営研究（論文および報告論文）とする．

2. 生ごみの資源化技術と経済学的研究成果

2－1　わが国における生ごみの排出量とリサイクル率

「循環型社会白書平成16年版」（環境省）によれば，生ごみは2001年度において産業廃棄物411万トン，一般廃棄物1,778万トン（うち家庭系1,250万トン，事業系528万トン）合わせて2,189万トンが排出されている．一般廃棄物の生ごみのうち，家庭から発生される生ごみは14万トン（1％）が再利用されているにすぎない．再利用率が19%（98万トン）の事業系生ごみに比べてかなり低水準にある．最近ではホテルやチェーンストア，デパート，レストランなどで発生する生ごみに関しては，堆肥化や飼料，バイオガスなどに再利用する事業者や自宅の庭を使い堆肥を作る家庭が増えてきている．こうした事業者や市民活動を支援する，あるいは自ら生ごみを分別収集してリサイクルする自治体も出始めている．しかし，その実績は少ない．

2－2　生ごみを含めたバイオマスの資源化技術に関する研究成果

わが国では，2000年に「循環型形成推進基本法（循環経済法）」が制定され2002年にバイオマス・ニッポン総合戦略が閣議決定されたが，その時期に廃棄物学会誌では有機性廃棄物とバイオマスについて特集が組まれている．

そこで，ここでは2000年から2005年の５年間に研究成果が増加している廃棄物学会誌における生ごみを含むバイオマスの資源化技術の研究ににについてみていく．

日本においては，2000年から2002年に生ごみを含む有機性廃棄物の発生→排出→処理・資源化→利用の階層の

中で，有機性廃棄物をいかに資源化しリサイクルしていくかが問題とされた（内藤・楠部［19］，高梨［30］）．また，有機性廃棄物の資源化技術の現状と課題について整理した研究がある（河村［11］）．さらに，具体的に生ごみ施設を作り稼動実績を報告した札幌市の例がある（藤沢［6］）．

有機性廃棄物の生物変換処理法として大まかに2つある．第一は，酸素の存在する好気条件下での温度上昇を伴う生物処理を行いコンポスト化（堆肥化）することである．第二は，無酸素条件下で有機物を生物分解しメタンガスを中心とした発酵ガスを回収する方法，すなわちバイオガス化である．

まずコンポスト化については，この分析期間ではあまり取り上げられていない．コンポスト化の実験については，合う材料条件にかんする情報をさまざまにシミュレーションする研究が行われている（金子ら［8］）．

これに対してバイオガス化については，積極的に取り上げられている．メタン発酵処理を利用して生ごみ，家畜糞尿，し尿を対象にバイオガス発電への資源化の研究がなされている（松田［15］，米山ら［34］，渋谷・野池［28］，小川ら［20］）．これらの研究は実設備で稼動実験を行っている．

また，廃棄物系バイオマスを利活用するために，マテリアルリサイクル（物質循環：コンポスト化など）およびサーマルリサイクル（熱循環：発電化など）に関する研究の実施報告をしている研究もある（木田ら［12］）．

ここで視点を変えて資源化のシステムによる分類を行う．システムは社会経済システムと技術システムに分けられる．

技術システムの研究としては都市生ごみ糖質からの循環プラスチックである，ポリ-L-乳酸を生産する際に出る副製産物を組み込んだリサイクルシステムに関する研究がある（酒井・白井［22］）．

社会経済システムの研究としては，都市における生ごみの分別処理に関する研究（田原ら［29］），札幌市おける生ごみのリサイクルシステムの紹介（藤沢［6］），有機性廃棄物の社会経済的問題を指摘した研究がある（内藤・楠部［19］）．

研究全体としてみれば，生ごみを含めたバイオマスを資源化する技術的研究は，2000年以降かなり蓄積されているといえる．

2-3　生ごみに関する経済学的研究成果

環境経済・政策学会の学会誌では地球温暖化問題や経済発展と環境保全の問題などの特集が毎年組まれているが，1996年から2002年まで生ごみを含めたごみの経済学的研究は掲載されていない．

2003年に公共事業と環境保全をテーマに，廃棄物の今までのごみ政策と地方財政構造が大量廃棄物の抑制ではなく拡大を意味するのではないかという研究がある（関［27］）．2004年では環境税をテーマに，産業廃棄物税の排出抑制効果を部分均衡分析で行った研究がある（金子・外川［9］）．

農業経済研究および日本農業学会報告論文集，農林業問題研究（論文および報告論文），農業経営研究（論文および報告論文）では2000年から2005年までバイオプラントの複合的評価（特に経済的，エネルギー的評価）に関する研究が蓄積しつつある（石川ら［7］，小野・鵜川［21］，梅津ら［32］）．また，牛糞堆肥のリサイクルを目的として堆肥需要を計量分析した研究(坂本ら[25])，および家畜ふん尿堆肥化促進のためのさまざまな政策の効果を主体均衡論的に分析した研究がある（佐藤［26］）．さらに，生ごみを分析対象にし，栃木県茂木町で取り組まれているリサイクルシステムを事例として，地域住民の生ごみ分別への協力要因と要因構造を明らかにした分析がある（松本ら［16］）．農業経営経済的視点からは，食料残渣を飼料化し再利用することに焦点を当てた研究がある（淡路・市川［1］）．

この他に，廃棄物勘定をもとに廃棄物の発生・処理状況，環境負荷低減効果を分析した研究もみられる（林ら［3］）．

以上のように農業経済学的研究は家畜のふん尿などのバイオマスに関する研究が蓄積され始めてきたが，生ごみの資源化を分析対象にした研究は多くはない．

次に，他の学会誌およびごみに関して本格的に経済学的視点が取り込まれた刊行書をみていく．刊行書は，1992年という比較的早い時期に出版されている．

そこで1992年以降について，廃棄物およびリサイクルを経済学的に結びつけた文献は以下の3点が挙げられる（植田［31］，細田［4］，吉田［36］）．

植田［31］はリサイクル社会から見た廃棄物処理の課題，市場メカニズムによる大量廃棄物社会の構造を外部性の視点から分析している．また，リサイクル社会を模索するために，市場のメカニズムを優先し各経済主体が分断された社会システム（分断型社会システム）を総合化するべきだと主張した．

細田［4］はプラスの価格を持った財をグッズとし，マイナスの価格を持った財（廃棄物）をバッズと定義し，従来のミクロ・マクロ理論がバッズを軽視してきたことを批判した．また従来の需給分析の枠組みを適用してグッズがバッズに変わるのはなぜか，不法投棄が生ずるのはなぜか，バッズとしての廃棄物をいかにグッズに変

えるか，市場でリサイクルが成立する理論的条件は何かを明らかにした．

吉田［36］は廃棄物の定義を明確化し，有害廃棄物の取り扱いを技術的側面と制度的側面の両方の解決にゆだねなければならないと主張している．

次に，ごみ処理の有料化制度がごみ排出量を抑制すると結論付けた研究がみられる（碓井［33］，丸尾ら［14］）．

ごみ処理の有料化は実施した地域によって，いったんは減量化効果があるもののリバウンドしてごみが再度増えることも確認され議論となっている．しかし碓井[33]では，価格弾力性の決定要因を調べ所得が低く，収集頻度少なく，資源ごみが多い地域ほど有料化政策が成功すると重要な指摘をしている．しかしこれらの研究では，いずれも生ごみを対象にした経済学的分析は取り扱われていない．

生ごみを一般廃棄物の減量化問題，資源化問題の一つとして取り上げた研究としては寄本［35］がある．しかし，この研究も生ごみをリサイクルする必要性は説いているが経済学的分析にはいたっていない．

以上みてきたように，技術面での研究成果は先行蓄積されている段階であるが，経済学的研究は蓄積が始まった段階であり，今後の経済学的分析の課題を次に考察する．

3. 生ごみの経済学的研究の課題

資源化技術面の研究において経済学的な課題が多く提起されている．社会経済システムを考える上では，以下の問題がある．①堆肥，飼料等リサイクル製品の需要の確保問題，②製品流通の問題，③有機残渣の排出側と利用側が乖離している問題，④排出側と利用側の規模格差と輸送問題，⑤再生・再資源材とバージン材の価格差問題がある（内藤・楠部［19］）．

また，バイオプラントが成立するために解決しなければならない課題を整理すると次のようになる．

① 発電に利用した場合の電力の買い取り優遇策
② バイオプラントの設備投資費用の問題
③ 環境税の導入により再生可能エネルギーを相対的に安価にすること
④ エネルギーの市場をどう創るか

これらの指摘された課題の中で，生ごみをマテリアルリサイクルするか，サーマルリサイクルするにしても市場をどう創るかが大きな経済学的課題であるととらえることができる．

農業経済分野ではバイオプラントなどの研究課題に対しては研究成果が蓄積され始めている．しかし生ごみについての理論的・実証的研究は初期段階にある．

研究蓄積が少ない原因の一つとして，生ごみ関連の統計データの未整備があげられよう．生ごみは一部の自治体では分別収集が行われているが大部分は他のごみとともに焼却処理や埋め立て処分されており，また生ごみは廃棄物の種類によって排出内容が変わるため実態がわかりにくい．そのためにデータとしてはとりにくい環境にある．これがデータの未整備につながっていると思われる．したがって，処分前におけるごみ対策の基本的インフラとして，生ごみの実態調査を踏まえた，データを整備することが必要であり，今後は行政レベルでのデータ整備の制度化が急務である．

今後の研究課題としては，資源循環型社会の形成に向け，生ごみという資源を市場へ内部化する資源政策の経済学的研究が必要とされる．そのためには，一つは市場原理を適用した研究，もう一つは負の公共財としての側面を考慮した公共財理論からのアプローチ研究がある．

市場原理を適用した研究においては，生ごみのリサイクル製品に対する需要の実証的分析が必要である．他方，生ごみの公共財論の研究においては，生ごみをリサイクルするために社会的費用がかかるため，公共財の費用をいかに最小化するかが求められる．したがって生ごみリサイクルの最適供給の理論的研究が必要である．さらに，生ごみのリサイクルは社会的基準に照らして，どう望ましいのかをみるために社会的費用便益分析の研究等が必要である．また，市場原理および公共財理論両面からみた研究として，生ごみの減量化効果に関する理論的，実証的研究が不可欠であろう．

4. おわりに

本稿は，日本における生ごみを中心とした資源化技術研究および経済学的研究の成果について技術面および経済学的研究の現状と課題を整理した．

その結果，生ごみに関しては，技術研究面での蓄積が経済学的分析よりも先行蓄積しており，経済学的研究とのアンバランスが生じている．つまり生ごみの経済学的研究は理論的，実証的にも初期段階にあるといえる．

今後は生ごみという資源を市場に内部化する資源化政策の経済学的研究が望まれる．

より具体的研究として，生ごみの統計データの整備，実態調査，生ごみリサイクルの最適供給理論，社会的費用便益分析の理論的研究，生ごみリサイクル製品の需要の実証的分析，生ごみの減量化効果の理論的，実証的分析を進めることが必要だと考える．

注

1）ここでいう食品廃棄物とは，家庭から排出される動植物性残渣，飲食店等における食べ残しや，スーパーマーケット等から生ずる賞味期限切れにより廃棄される食品，また，食品の製造，加工，調理の過程において生ずる動植物性残渣をいう．

摘　要

本稿は主に2000年以降の日本における生ごみを中心とした資源化技術研究および経済学的研究の成果についての現状と課題を整理した．

その結果，生ごみを含むバイオマスに関する資源化技術の研究成果がかなり蓄積されている段階である事がわかった．一方経済学的分析は農業経済学分野では先行蓄積されてきているが，生ごみの経済学的研究は技術研究と比べて研究蓄積が少なく，初期段階にあるといえる．今後は生ごみの資源化に向けた理論的，実証的経済分析を積極的に取り組んでいくことが課題といえる．

引用文献

［1］ 淡路和則・市川隆久（2005）：食品残さ飼料化の経済的意義と展開プロセス，農業経営研究，169-173.

［2］ 惠谷浩（2002）：生ごみ埋立処分の発酵前処理による環境負荷削減，廃棄物学会誌，13(1)，31-40.

［3］ 林岳・山本充・増田清敬（2003）：廃棄物勘定による農業の有機性資源循環システムの把握，日本農業経済学会論文集，338-340.

［4］ 細田衛士（1999）：『グッズとバッズの経済学』，有斐閣.

［5］ 藤村智海・網島不二雄・小沢亙（2003）：循環型社会と有機農業運動，日本農業経済学会論文集，190-195.

［6］ 藤沢武（2000）：札幌市における事業系生ごみのリサイクルシステム，廃棄物学会誌，11(5)，35-45.

［7］ 石川志保・千場信司・石田哲也・田向貴久・菱沼竜男・羽川富雄・館山留雄・竹内良曜・森田茂(2005)：共同利用型バイオガスプラントの経済的・エネルギー的評価，42(4)，194-199.

［8］ 金子栄廣・平山公明・藤田賢二（2001）：コンポスト化反応のシミュレーション，廃棄物学会誌，12(3)，30-38.

［9］ 金子林太郎・外川健一（2004）：部分均衡分析による産業廃棄物税の排出抑制効果の分析，『環境経済・政策学会年報９号』，東洋経済新報社，173-180.

［10］ 川本克也・倉持秀敏・呉畏（2004）：熱分解ガス化―改質によるバイオマス・廃棄物からの水素製造技術の現状と課題―，廃棄物学会誌，15(6)，443-455.

［11］ 河村清史（2000）：有機性廃棄物の資源化技術，廃棄物学会誌，11(5)，24-34.

［12］ 木田健次・森村茂・重松亨（2004）：廃棄物系バイオマスの利活用プロセスの開発，廃棄物学会誌，15(2)，77-88.

［13］ 木田邦弘・大原興太郎（2001）：生物系廃棄物循環利用の現状と課題，農林業問題研究，36(4)，161-166

［14］ 丸尾直美・西ヶ谷信雄・落合由紀子（1997），『エコサイクル社会』，有斐閣.

［15］ 松田從三（2004）：家畜ふん尿利用のバイオガスプラントの課題，廃棄物学会誌，15(2)，70-76.

［16］ 松本和子・霜浦森平・栗原伸一・大江靖雄（2005）：生ゴミ分別に対する住民意識と要因分析，千葉大学園芸学部学術報告，59，69-74.

［17］ 三橋規宏（1997）：『ゼロエミッションと日本経済』，岩波書店.

［18］ 中村愼一郎編（2002）：『廃棄物経済学をめざして』，早稲田大学出版部.

［19］ 内藤正明・楠部孝誠（2000）：わが国における有機物循環の現状とシステム形成の課題，廃棄物学会誌，11(5)，4-11.

［20］ 小川幸正・藤田正憲・中川悦光（2003）：ふん尿・食品残渣のメタン発酵施設における運転データの解析，廃棄物学会誌，14(5)，44-54.

［21］ 小野学・鵜川洋樹（2005）：バイオガス利用システムの経営・経済的な評価分析，農業経営研究，42(4)，182-187.

［22］ 酒井謙二・白井義人（2004）：ポリ乳酸生産を基軸とした都市生ごみのトータルリサイクルシステム，廃棄物学会誌，15(2)，89-96.

［23］ 酒井伸一・平井康宏・吉川克彦・出口晋吾（2005）：バイオ資源・廃棄物の賦存量分布と温室効果ガスの視点から見た厨芥利用システム解析，廃棄物学会誌，16(2)，77-91.

［24］ 坂本勝・長野晃弘・鈴木昌治・野池達也（2004）：生ごみの二相式メタン発酵法による処理特性，廃棄物学会誌，15(2)，10-19.

［25］ 坂本定禧・佐藤豊信・横溝功・駄太井久（2000）：耕種農家による堆肥需要の計量的分析―牛糞堆肥のリサイクル利用を目的として―，農業経営研究，38(1)，11-20.

［26］ 佐藤豊信（2002）：家畜糞尿堆肥化促進政策の経済分析，農業経済研究，74(3)，123-132.

［27］ 関耕平（2003）：廃棄物政策と地方財政，環境経済政策学会年報，東洋経済新報社，180-190.

[28] 渋谷勝利・野池達也（2005）：乳牛ふん尿を対象とした酸生成相における窒素除去およびその酸生成液を用いたメタン発酵特性，廃棄物学会誌，16(1)，20-27.

[29] 田原聖隆・稲葉敦・坂根優・小島紀徳（2004）：都市ごみ処理における生ごみ分別処理の効果，廃棄物学会誌，15(4)，40-46.

[30] 高梨太志（2000）：食品循環資源の再利用等の促進に関する法律について，廃棄物学会誌，11(5)，12-23.

[31] 植田和弘（1992）：『廃棄物とリサイクルの経済学』，有斐閣.

[32] 梅津孝一・長谷川晋・菊地貞雄・竹内良曜（2001）：バイオガスシステムの経済的工学的評価分析，農業経営研究，42(4)，188-199.

[33] 碓井健寛（2003）：ごみ処理サービス需要の価格弾力性—要因分析と予測—，環境科学会誌，16(4)，271-280.

[34] 米山豊・竹野勝彦・清水紀久夫・内藤龍雄・板垣文夫・安原義光・中田六雄（2004）：し尿系汚泥と生ごみを対象としたメタン発酵実施設の処理特性，廃棄物学会誌，15(3)，155-171.

[35] 寄本勝美（2003）：『リサイクル社会への道』，岩波書店.

[36] 吉田和文（1998）：『廃棄物と汚染の政治経済学』，岩波書店.

[37] 環境省編（2004）：『循環型社会白書平成16年度版』，ぎょうせい.