

平成 30 年 6 月 25 日現在

機関番号：18001

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K07615

研究課題名(和文)流通系食品廃棄物の発生抑制および再資源化システムに係わる研究

研究課題名(英文)A study of recycle and reuse system for food waste and food loss that produced in distribution.

研究代表者

杉村 泰彦 (SUGIMURA, Yasuhiko)

琉球大学・農学部・准教授

研究者番号：80405662

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：食品ロスおよび食品廃棄物は、それらの再利用や再資源化において求められる条件とは無関係に発生する。特に、食品流通で発生する食品ロスおよび食品廃棄物は、発生時期、発生形態、発生単位などにばらつきが生じる。その中で、フードバンク活動には食品ロスの発生抑制が期待されている。しかし、流通過程から発生する余剰食品と、弱者の支援に適した食品の量および構成との間には大きな隔りがある。これは海外の先進事例でも同様で、意図的に集めた食品と組み合わせることで調整している。食品ロスの飼料化においても、それに適した品質や原料の組み合わせが要求され、その促進には誰がコスト負担をするのかという課題を解決する必要がある。

研究成果の概要(英文)：Food loss and food waste is produced irrespective of the conditions of reuse and recycling. In particular, there are many variations of the food loss in the food distribution. It is expected that the food bank reduce food loss. But, there is a difference between food loss and the desirable menu of a meal. The food bank adjust the difference with bearing costs. These situations are similar in the overseas advanced example. They produce a menu by the surplus foods with the foods which they purchased. By the production of the recycling animal feeds, the combination of raw materials is important. It is important to solve the problem who bears these costs.

研究分野：農業市場学

キーワード：食品廃棄物 食品ロス リサイクル飼料 流通系食品廃棄物

### 1. 研究開始当初の背景

日本では年間約 1,700 万トンの食品廃棄物を排出しており、そのうちの 500~800 万トンは食品ロスとみられている。これらの食品廃棄物は事業系と家庭系に大別され、前者は有価物として取引される副産物が増えているものの、依然として年間 750 万トン以上が排出されており、その削減と再資源化は社会的課題となっている。

食品事業者から排出される食品廃棄物問題について、これまでの社会科学的アプローチでは、ビール粕やおからなど、主として食品製造業から大量に排出される残さについて明らかにしてきた。しかし、これらの残さの多くは、食品製造工程からは直接に排出されたという点で食料品と概ね同等の衛生管理がなされ、しかも多くが単品かつ均質な残さであり、それが大量に排出されていることから、リサイクル・チャンネルの構築が相対的に容易な食品廃棄物と捉えることができる。

これに対し、より消費段階に近い、流通過程から発生する流通系食品廃棄物、例えば、カット野菜や惣菜などの流通加工品的性格が強い商品の加工残さ、あるいは卸売段階、小売段階で売れ残った青果物は、第 1 に品揃え形成が進んでいる分だけその組成が複雑であり、第 2 に腐敗物や包装資材等の夾雑物除去といった分別労働が必要不可欠、という特徴を有しており、発生抑制はもちろんのこと、再資源化も困難を極めている。

しかし、ひとたび食品が家庭まで到達してしまうと、食品廃棄物の効率的な発生抑制や再資源化はさらに難しくなる。したがって、排出抑制と再資源化という観点からは、食品廃棄物のリサイクル・ポイントはむしろ積極的に食品流通過程の内部に位置付ける方が有効と考えられる。

引き続き増加が見込まれる流通系食品廃棄物の排出構造を把握し、その発生抑制と再資源化方策を確立させるための知見を得ることは、今後の日本における循環型社会の構築にあたってきわめて重要といえる。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、生鮮食品流通から排出される流通系食品廃棄物について、その発生抑制と再資源化の成立条件を明らかにすることである。

図 1 では、流通系食品廃棄物の発生抑制と

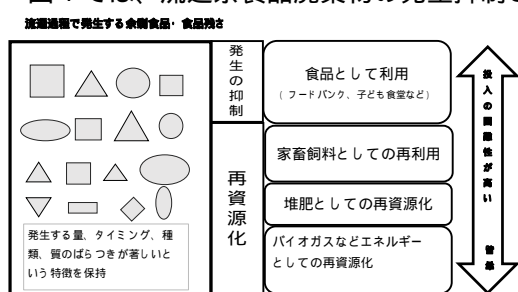


図 1 流通系食品廃棄物の発生抑制と再資源化のイメージ

再資源化のイメージを示した。食品流通過程から排出される余剰食品や残さは、一般的に発生する量、種類、質、さらには発生するタイミングのばらつきが激しい。したがって、それらをリユースあるいはリサイクルに仕向けるには、その担い手がばらついた状態から意味のある組み合わせへと変換する作業が必要となる。しかし、それには使用の際に原料として求められる水準によって困難性に差がある。食品ロスの発生を抑制する食品としての利用は、最も優先すべき対応といえるが、人間の食事における食品の量と組み合わせを前提とするため、何ら規則性なく発生する余剰食品をこれに転換することは、その移動や保管に比較的大きなコストが生じることになる。また、食品ロスや食品廃棄物の飼料化は再資源化の手法として優先度が高いものの、家畜飼料とするためには腐敗品の混入が許されないのはもちろん、分別や夾雑物の除去といった作業に加え、飼料としての適切な原料の組み合わせを作り出すことが必要となる。これに対し、堆肥化はリサイクルのコスト自体は相対的に低いものの、製品の市場性で課題を抱えているケースが多い。

### 3. 研究の方法

この分野の研究では全体像を俯瞰できるデータが存在しないため、事例に対する実態調査と分析を主要な研究方法とした。実態調査は次の 4 分野を対象とした。

#### (1) 食品ロスの発生抑制に係わるフードバンクの調査

食品としての利用に係わりフードバンク活動の先進事例として、フランス・フードバンク A の活動について分析した。フードバンク A および関連する流通機関への実態調査は 2017 年 3 月、および 2018 年 2 月に実施した。また、比較対象として、オランダのフードバンク B、食品スーパー C への実態調査を 2017 年 7 月に実施している。

#### (2) 食品残さの飼料化に係わる TMR センターおよび飼料会社への調査

飼料化における流通系食品廃棄物への対処について、TMR センターについて D と飼料会社 E を事例に分析した。実態調査は 2015 年 5 月および 2018 年 3 月に実施した。

#### (3) 食品製造副産物の堆肥化に係わる堆肥製造会社（廃棄物処理企業）への調査

前掲図 1 の通り、堆肥化は再資源化としての困難性が相対的に低い、反面で製品の販売が課題となる。この点について、堆肥製造会社（廃棄物処理企業）E 社を事例に、その販売戦略を分析した。実態調査は 2017 年 3 月に実施した。

#### (4) 青果物卸売市場における食品残さのリサイクルと課題に係わる調査

青果物流通における残さは、生産の変動が大きい農産物を対象としているため、その排出は量、種類、質のいずれもが不安定である。しかも、生鮮食品であることから腐敗が早く、有効な活用が特に難しい食品ロス、食品廃棄物である。そのため、流通経路では残さの「押し付け合い」に近い構造が生まれ、しばしば卸売市場での廃棄物発生につながっている。これに対する卸売市場の対策と課題について調査分析した。実態調査は、F 中央卸売市場については2016年9月および2018年3月、G 卸売市場については2016年9月に実施している。

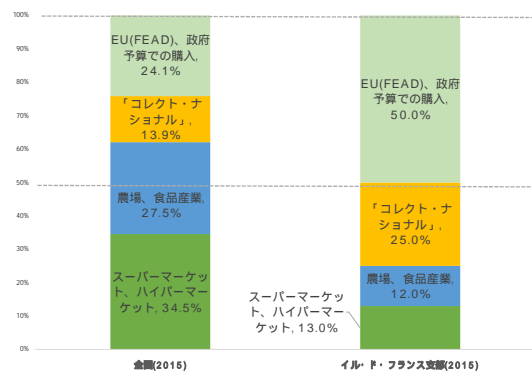
#### 4. 研究成果

##### (1) フードバンク活動による食品ロスの発生抑制とその課題

フランスはフードバンクの先進的地域であったが、2016年2月には一定面積以上の大型スーパーマーケットなどを対象に「食品廃棄物削減に関する法律（食料廃棄禁止法）」が成立し、売れ残りの食料廃棄を禁止し、フードバンクなど生活困窮者を支援する団体への寄付を義務付けた。このことはフードバンクへの寄付拡大を意味するが、それは余剰食品であり流通系食品廃棄物の特徴である発生する量、タイミング、種類のばらつきを抱えている。そのような余剰食品を人間の食事として配布するには、それを再構成するフードバンクに大きな負担が生じると考えられる。そこで、先進事例であるフードバンク A がどのように対応しているのかを分析した。

フランスには4つの大規模なフードバンク・食料支援組織が存在するが、その中でもフードバンク A は最も大きな規模の組織である。フードバンク A は4経路から食品を収集し、食料支援組織に提供し、実際に配布しているのはそれらの食料援助組織である。しかし、食料援助組織には食品を収集する能力はあまりなく、したがって、フードバンク A は最終利用形態を意識した構成で、食品援助組織へ提供する必要がある。

図2では、フードバンク A の食品収集先を、全体と取扱量が多い都市部の支部に分けて示している。収集経路のうち「EU (FEAD)」



資料：ヒアリングより作成  
注：支部の2015年実績は概算

政府予算での購入」についてはフードバンク A の発注に基づいた食品が収集されており、また「コレクト・ナショナル」についてもフードバンク A の意向に基づいた寄付がなされる仕組みである。つまり、フードバンク A では、全体では約40%、都市部の支部では実に約75%がコントロール可能な経路で食品を収集している。

また、比較対象としたオランダのフードバンク B では、大手食品スーパー C の物流センター内に回収拠点を設置するなど、密接な関係を持しつつ活動している。しかし、食品スーパー C から寄付される食品にも流通系食品廃棄物としての特徴であるばらつきがある。これに対し、フードバンク B は配布された食品を受けとる生活困窮者の事情に配慮しつつも、不足する物品は彼ら自身が確保すべきという考え方を基本としている。

フードバンクが利用している余剰食品は、それが本来目的としている生活困窮者の食生活向上とはまったく無関係に発生する。これに対し、先進事例のフードバンク A では意図的に集めた食品と余剰食品を組み合わせることで生活困窮者の支援が可能となっていた。ここから、わが国においてもフードバンクにはこの有効利用が期待されているところではあるが、フードバンクを食品ロス削減の担い手として位置づけるのは問題であり、まずはそれにどのような負担が生じているのかを正確に把握したうえで、必要な支援策を講じる必要がある。

##### (2) 流通系食品廃棄物の飼料化における不安定性への対応

流通系食品廃棄物の発生抑制および再資源化の方法として、農業生産に活用する方法がある。具体的には、畜産の飼料としての利用と、堆肥としての利用である。ただし、農業生産に利用するため、いずれも、安全性が非常に重要となる。とりわけ、畜産の飼料として利用する際は、畜産動物の生命の安全性を担保する必要がある。腐敗したものは利用できず、動物の「食品」として品質の維持が重要である。すなわち、狭い意味での「人の食品」から見ると飼料化は食品廃棄物の再資源化であるものの、畜産の飼料は「食品」である必要がある。可食部分の有効利用による食品副産物の利用に伴う流通系食品廃棄物の発生抑制である。従って、当然、腐敗を避け、食品としての管理・保存が要求される。とりわけ、食品残渣物の発生は、量・品質ともに不安定である。一方で、酪農の飼料生産における需要側においても、需要量の不安定性への対応と品質の安定化を必要とする。それゆえ、酪農における食品副産物の利用拡大の条件として、食品副産物の生産量と品質を安定する仕組みと低コストで保存できる技術が不可欠であるため、本研究では、低コストの保存技術が確立して、食品副産物を酪農の飼料として利用している事例として、

TMR センターD 社およびその原料調達を担っている飼料会社E社のヒアリング調査を実施した。

D社は、TMR センターとしての事業とコントラクター事業を実施している。このうち、TMR 事業では、食品加工副産物飼料化事業とTMR 飼料供給事業を実施している。食品副産物を使用した飼料生産（発酵タイプ）は、年間9,250t（2015年実績）であり、TMR 飼料の供給は、年間3,540t（2015年実績）である。利用している食品副産物は、とうふ粕、きのご菌床、ビール粕、しょう油粕、緑茶粕、アミノ酸ケーキ（大豆からアミノ酸抽出後の副産物）、酵母重液（ビール工場からの廃液、酵母エキス残液）である。これらの原材料のうち液体以外は、副産物の発生ポイントでトランスバックの中のビニールを密閉（とうふ粕はセルラーゼ、ビール粕は乳酸菌を添加後）し、運搬する。納品された食品副産物と輸入粗飼料を加えミキサーで混合し金属探知機を通過後、約35%はトランスバックに、残り約65%は上下左右から圧縮してラッピングする形で、密閉する。製造された飼料は、酪農家に直接販売するものと、TMR に利用されてから酪農家に販売される。

一連の工程において注目すべき点として、第1に、食品副産物の発生ポイントでトランスバックの中のビニールを密閉している点である。このような形にすることで、原料がある程度、常温で保存可能となっている。例えば、腐敗しやすいとうふ粕は、供給元がセルラーゼを添加し、ビニールで密閉することで、基本的には1週間以内の利用としているものの、多少の保管期間の確保が可能となっている。第2に、製造される飼料のうち、約65%は上下左右から圧縮してラッピングする形で、密閉している点である。発酵タイプであるため、発酵に要する期間があるものの、圧縮密閉することで保存期間が延びる。圧縮密閉により季節によるものの、6カ月程度は保存が可能としているが、実際には長くても2~3カ月以内には、販売されているとのことであった（トランスバックの場合は夏で1カ月以内）。さらに、四角い形で梱包されるため、在庫の積み重ねも可能となり、輸送コストもトランスバックよりもコストが少なくなるとのことであった。製造後の保存期間の延長は、作業の期間の安定に寄与しコストの削減につながるのみならず、TMR の出荷の不安定性に対応できる。

食品副産物の発生における品質の保持に対応する仕組みは、次の3点にある。第1に、前述した通り、食品副産物の発生ポイントで密閉することによる保存をする点である。これは、供給元である食品加工会社の方で、セルラーゼ・乳酸菌の添加および密閉を請け負っている。すなわち、取引先の方の負担となっている。従って、取引相手は、副産物利用において食品として取り扱う業者に限られることになる。第2に有価での取引のみとし

ている点である。産業廃棄物は引き取っていない。有価で取引をすることで、取引業者は品質保証における責任を担うことになる。そのため、例えば変敗しているような場合においては返品もしている。第3に、原料調達を担っている飼料会社B社が、サンプリング調査により異物混入、劣化について分析を行っている点である。

食品副産物の発生における量の不安定性に対応する仕組みは、次の4点にある。第1に、食品副産物の発生ポイントで密閉による保存により、ある程度の調整ができる点である。第2に、同一副産物において複数の工場・取引先から供給を受けている点である。第3に副産物の発生の最低量に合わせた取引をしている点である。第4に、原料調達を飼料会社B社に依存している点である。飼料会社B社は、A社以外にも、食品副産物を使用した飼料生産の製造拠点と関係しており、さらには直接、飼料としての食品副産物の販売も行っている。販売先を複数持つことで、2~3カ月の需要動向を見て調整することができる点である。すなわち、食品副産物の卸売業的な役割を果たしている点である。ただし、食品副産物は水分が多いため、輸送コストが高いため、限界がある点に留意が必要である。

ところで、近年の青果物流通においては、最終消費形態の変化などを反映して、カット野菜の製造が増加している。そのカット野菜の残さは、卸売市場からの残品などとは異なり分別が不要であり、しかも、一般的には衛生管理が高い水準にあるカット野菜工場からまとめて排出されるなど、飼料としての再資源化に適した特徴も有している。そこで、D社に対してカット野菜残さの利用可能性を確認したところ、以下の2点についての課題が指摘された。第1に汚水処理の問題である。D社は汚水を出さないように原料を選択している。汚水の発生は更なる設備投資を必要とする。よってコストの問題が生じることが考えられる。第2に供給内容の変動の問題である。野菜については季節性を伴う。製品である飼料の需要者は、乳牛のために内容物の変化をあまり許容しない。それ故、できるだけ一定の内容となるようにする必要がある。季節性を伴う野菜の利用についての条件として、さらなる保存技術が必要であると考えられる。

以上の事例から、食品副産物を酪農の飼料として利用するためには、低コストで保存できる技術があることで、食品副産物の品質の安定性、供給量の不安定、飼料需要量の不安定性にある程度対応することができ、持続的な利用を可能とすると考えられる。ただし、D社の事例において、次の2つがポイントになると考えられる。第1に食品副産物の供給元が商品を食品として認識し、その品質管理において責任を果たすことである。D社の事例における食品副産物の供給元の業者が、費



用負担および品質保証の責任を果たしていることが、D社の安定的な飼料生産に大きく寄与していると考えられる。第2に飼料会社E社が食品副産物の卸売業的な機能を果たしていることが安定供給を実現していると考えられる。こうしたことから、食品副産物の供給者の商品に対する意識の変化すること、食品廃棄費用が低下しないこと、食品副産物の卸売業的な機能を果たす業者の存在が、より効率的な食品副産物利用が実現する可能性を示唆していると言える。

### (3) 堆肥利用における販路問題

流通系食品廃棄物の再資源化として、堆肥としての利用もある。堆肥の利用においては、その出口である販売先が課題となっている。そこでここでは、食品副産物の堆肥化を行い、生産物の全量を販売した事例として、産業廃棄物業者F社のヒアリング調査を実施した。

F社は、食品廃棄物を利用したリサイクル事業とその生産物の販売、コンサルティング等を行っている事業者である。そのうち、食品廃棄物を利用したリサイクル事業では、乳業メーカーから排出される活性汚泥および乳製品の廃棄物等による堆肥化を行っている。堆肥化においては、原料受入後、含水率調整を行い、一次発酵、二次発酵、熟成したのち、ペレット化して農業用・園芸用の堆肥として商品化している。堆肥化においては、送風機の管理によりコストの削減に努めている。

F社における特徴的な点は、販売先の確保である。展示会への出店、農家への勉強会、大学の協力による成分分析、パッケージおよびネーミングの工夫等により販売先の確保をした結果、2016年には全量の販売を実現している。農業用が95%以上であるが、北海道内の畑作農家に販売している。また、園芸用の肥料は、単価が高く、遠方への販売も可能となっている点、販売戦略として室内園芸にターゲットを絞って雑貨屋で扱うようにしている点も販売先を広げられている要因であると考えられる。F社の試みは、販売先が課題となっている堆肥化においても、商品化の方法次第では、高付加価値化および販売先の確保が潜在的には可能であることを示唆していると言える。

### (4) 卸売市場における流通系食品廃棄物処理の現状と課題

前述の通り、青果物に由来する流通系食品廃棄物は発生時の不安定性が著しく、量や質のばらつきも大きい上に、腐敗することから品質の保全が求められる。水分が多いという青果物の商品特性を踏まえれば、堆肥が最も適しているものの、堆肥自体の販路形成が課題となる。このような再資源化が難しい素材であることが、流通経路内での「押し付け合い」を生じさせ、結果として、卸売市場での集中的な発生という事態ももたらしてきた。

これに対し、各卸売市場は公的機関という性格も相まってこれへの対策を迫られた。F中央卸売市場は、開設者であるF市自体のごみ処理への姿勢を反映して、早くからこの対策に取り組み、徹底した分別体制を敷くことで場内において粉碎処理し、場外のリサイクル企業での堆肥化につなげていた。この点はJSPS科研費「青果物の流通チャンネル内部における食品廃棄物の発生構造に係わる研究」(課題番号:20780166)でも分析したが、卸売市場における処理のモデル的な面を有していた。今回の研究では、その10年後の状況について調査しているが、結果としては卸売市場内での処理は行われなくなっていた。これは、導入していた粉碎機が故障したことに加え、食品リサイクルの関連市場が拡大したことに伴って、専門的な業者が成長し、かつてのような場内での一次処理を踏まえた堆肥化といったプロセスは必ずしも重要ではなくなったことが大きな要因となっている。

一方、地方都市に開設され、約10年前に生ごみの消滅型処理装置を導入したG中央卸売市場では、現在もその運用が継続している。しかし、この10年間に於いて装置の維持費、保守点検費などが発生しており、これらはG市場の開設者と業界で分担してきた。

このような流通系食品廃棄物への対応は、本来の卸売市場の機能ではなく、卸売市場法でも想定していない。そもそも、このような卸売市場における流通系食品廃棄物の発生は、農産物としての生産の変動と、それへ機敏に対応できないスーパーマーケットや量販店が小売市場の主流となったことが大きな要因となっており、その矛盾が卸売市場に噴出したという側面がある。これまでは明確な根拠がないまま卸売市場の開設者や入場する事業者が負担させられてきたのであり、これが青果物流通に不可欠な機能だとするのであれば、社会の理解と支援が必要であろう。

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 0 件)

現在審査中

[学会発表](計 2 件)

杉村泰彦・小糸健太郎「食品ロスの削減におけるフードバンクの果たす機能とその成立条件：フランス・フードバンクAの事例」日本農業市場学会 2017年度大会(岩手), 2017年7月2日

大城秀斗・杉村泰彦・内藤重之「子ども食堂の食材調達と課題」日本農業市場学会 2017年度大会(岩手), 2017年7月2日

〔図書〕(計 3 件)

杉村泰彦「エコフィード生産・流通における細断型ロールペーラの活用とその意義」荒木和秋・杉村泰彦編『自給飼料生産・流通革新と日本酪農の再生(日本農業市場学会研究叢書 18)』筑波書房、2018年、pp.205-220.

小糸健太郎「細断型ロールペーラ導入に伴う自給粗飼料の利用方法と変化：北海道オホーツク地域を事例に」荒木和秋・杉村泰彦編『自給飼料生産・流通革新と日本酪農の再生(日本農業市場学会研究叢書 18)』筑波書房、2018年、pp.81-94.

杉村泰彦「卸売市場制度の「周辺の機能」に対する評価：卸売市場制度研究において残された論点について」細川允史編『新制度卸売市場のあり方と展望』筑波書房、2018年.

杉村泰彦「食生活・食料消費と日本の食料供給」藤田武弘・内藤重之・細野賢治・岸上光克編『現代の食料・農業・のう損を考える』ミネルヴァ書房、2018年、pp.16-32.

内藤 重之 (NAITOH, Shigeyuki)

琉球大学・農学部・教授

研究者番号：30333397

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

杉村 泰彦 (SUGIMURA, Yasuhiko)

琉球大学・農学部・准教授

研究者番号：80405662

(2) 研究分担者

小糸 健太郎 (KOITO, Kentaro)

酪農学園大学・農食環境学群・教授

研究者番号：00347759