

第4章 食品廃棄物の飼料化を介した循環利用の温室効果ガス排出量および生産物の消費者受容性の評価

4.1 研究概要

近年の廃棄物処理システムは、循環型社会の形成に向けたリサイクルによる再生利用や埋立て量の低減を計ることで、天然資源の消費量の抑制ならびに環境負荷を低減するような循環システムが求められている。特に、廃棄物の中でも動植物に由来した有機性廃棄物は、再生可能なバイオマスと位置づけられ循環的な有効利用による環境負荷の低減に期待が寄せられている¹⁾。一般的なバイオマスの特徴として広く、薄く分布しているという点が挙げられるが、食品廃棄物は比較的に集約して排出される有機性廃棄物であり¹⁾、排出量が多いと考えられる都市圏域ではその循環的な利用システムの構築が課題である。

食品廃棄物の代表的な処理技術には、焼却、乾燥、炭化などの減量化技術と飼料化、堆肥化、メタン発酵によるガス利用などの再生利用化技術がある(表 4-1)。肥料化および飼料化が、食品廃棄物の再生利用仕向け量の 72-74%を占めており主要な再生利用方式となっている²⁾。特に「飼料化」は、食品リサイクル法の改正で食品廃棄物の成分やカロリーを有効活用できる手段として優先的に取り組む手段と位置付けられた。

表 4-1 食品廃棄物の代表的な処理技術の概要 (文献^{3,4)}から作成した)

分類	概要	備考
減量化技術		
焼却	環境保全対策が十分に備わった焼却施設で焼却し、減量化する方法。	熱回収が可能である。燃焼時のカロリー調製に助燃剤が必要。焼却残さは最終処分場に埋立てる。
乾燥	電氣的に加熱し、水分を飛ばして乾燥させて減量化する方法。	乾燥物の処分または利用が必要。乾燥物の堆肥化を行うことは可能。
炭化	空気を供給せずに蒸し焼きにして、炭化させる方法。	水分の乾燥にエネルギー投入が必要。炭化物は土壤改良材として農地での利用ができる。
再利用化技術		
飼料化	乾燥処理または液状混合処理によって、家畜用(豚、鶏が主)の飼料を生産する方法。	原料の選別が必要。乾燥飼料の製造には、エネルギー投入が必要。畜産農家での利用が必要。
堆肥化	好気性微生物の働きにより、易分解性有機物を分解し発酵、熟成して堆肥を生産する方法。	最も一般的な処理技術。成分、品質の保証が必要。施用する農地が必要。
メタン発酵	嫌気性プロセスを経てメタンガスを含んだバイオガスを生成させて、熱源や電力に変換する方法。	ガス利用施設が必要。発酵残さの排出量が多く、その処理施設が必要。

食品廃棄物を飼料として利用する取組みは、食品製造業からの副産物や産業廃棄物が主な原料として利用されてきた。さらに近年では、小売業、外食産業からの食品廃棄物など一般廃棄物の一部に分類される食品残さまで飼料化の対象原料として利用されている。このような取組みが進められている中で、食品廃棄物の飼料化に関する一連のシステムの環境負荷の定量的な評価を行うことは、食品廃棄物の循環的な利用システムを検討する際に有効な知見を整理する上で重要である。これまでも食品廃棄物の飼料化に関して、栄養成分や給与後の畜産物の品質に関した研究^{5,6)}や経済性に関した報告⁷⁾がある一方で、環境側面に関した内容では、Ogino et al⁸⁾が食品廃棄物の飼料化に関するライフサイクルアセスメント(LCA)を行っているが、その報告数は少ない。

また、食品廃棄物を循環的に利用していくには、消費者が食品廃棄物由来の堆肥や飼料を利用して生産された農畜産物を実際に購入することが重要である。消費者の野菜や肉などに対する購買行動については、健康志向や安全志向から国産を意識するとともに栽培、飼育方法（遺伝子組み換え、農薬・化学肥料の使用、疾病、飼料など）の情報に関心があること、一方で節約を志向していることなどが報告^{9,10)}されており、農畜産物に対する消費者の要求が多様であることが分かる。したがって、食品廃棄物を利用して生産された農畜産物に対する消費者の受容性や購買促進につながる情報提示などの社会的な側面を評価することは、食品廃棄物の循環的な利用システム構築を考えた場合の消費者側への対策検討に必要不可欠である。

そこで本研究では、食品廃棄物の飼料化を介した循環利用システムを検討する際の条件や制約等の整理することをねらいとして、飼料化技術、飼料化を介した循環システムの環境側面の評価および再生利用品（食品廃棄物由来の飼料）を利用した農畜産物の消費者受容性の評価を行った（図 4-1）。

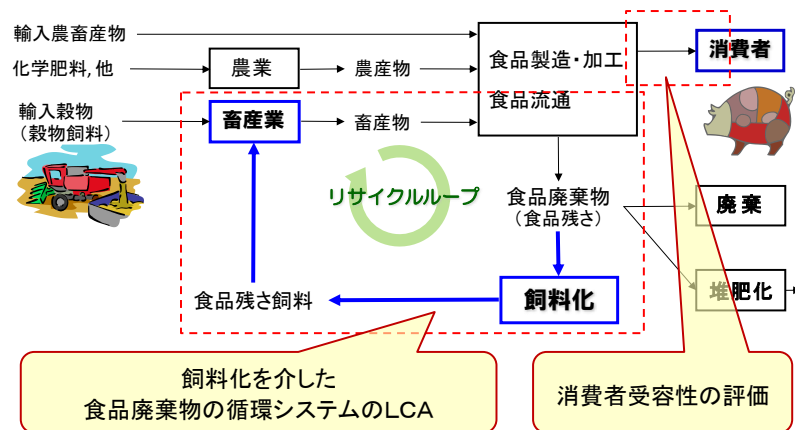


図 4-1 食品廃棄物の飼料化システムの概要と評価対象

4.1.1 飼料化を介した食品廃棄物の循環システムの LCA

(1) 食品廃棄物の飼料化技術のライフサイクルインベントリ分析

代表的な飼料化技術であるリキッド飼料化に取り組んでいる事業所と高温乾燥飼料化に取り組む事業所に対して聞き取り調査を行って飼料化の技術インベントリを整備し、食品廃棄物の焼却処理や堆肥化処理との間で温室効果ガス（GHG）排出量の比較を行った。

(2) 食品廃棄物由来の飼料を利用して生産した豚肉の温室効果ガス排出量の試算

食品廃棄物の飼料化段階を含めた豚肉の生産システムについて LCA を用いた分析を行い、食品廃棄物の循環的な利用から生産された製品（豚肉）のライフサイクルでの GHG 排出量を推計した。

(3) 飼料化を介した食品廃棄物の循環システムの LCA

食品廃棄物の飼料化段階のエネルギー資材消費量に関する変動データの収集を行い、飼料化を介した食品廃棄物の循環的な利用から生産された製品（豚肉）のライフサイクルでの GHG 排出量の変動幅を推計した。

4.1.2 再生品を利用した農畜産物の消費者受容の評価

(1)再生品を利用した農畜産物に対する消費者の意識

食品廃棄物を再生した飼料（以下、食品廃棄物由来飼料）を給餌した豚肉に対する消費者意識に関して、web によるアンケート調査を実施するとともに、実際にそのような豚肉を扱う食品スーパーの店舗においてアンケート調査を実施した。

(2)コンジョイント分析を用いた消費者受容性と情報提供効果の評価

再生品を利用した農畜産物に対する消費者受容性と情報提供によるその変化を、web アンケート調査を実施し、表明選好法のコンジョイント分析を用いて分析を行った。対象とした農畜産物は、「ニンジン 1kg」と「豚ロース肉 100g」である。①予備知識がほとんどない状況での消費者受容性、②安全・味に関する情報が提供され場合の消費者受容性の変化、③環境に関する情報が提供された場合の消費者受容性の変化について分析を行った。

(3)環境情報提供に対する消費者の評価

食品廃棄物由来飼料を給餌した豚肉を扱う食品スーパーチェーンの店舗において、実際に環境情報を提供し、その環境情報の提供に対する消費者の評価や購買意欲の変化、支払意志の変化について検討を行った。

4.2 飼料化を介した食品廃棄物の循環システムの LCA

4.2.1 研究方法

(1) 食品廃棄物の飼料化技術のライフサイクルインベントリ分析

千葉県は、全国でも乳用牛、豚、採卵鶏などの飼養頭羽数が多く、畜産業が盛んな県であり¹¹⁾、食品廃棄物を飼料として利用している取組み事例も多く、取り扱う食品廃棄物の種類や飼料化方式も様々である¹²⁾。このような点から、本研究では千葉県を対象に調査を行った。特に、循環型利用として注目されている食品廃棄物から豚用の飼料製造を取り上げ、固形や液状の食品廃棄物を原料として液状飼料を生産している A 事業所のリキッド飼料化、固形原料の乾燥飼料化の中でも電力のみを用いて飼料化を行っている B 事業所の高温乾燥飼料化を評価対象とした。

① 飼料化事業所の特徴

A 事業所では、お茶、乳飲料などの液状の食品廃棄物とパン類、めん類、野菜類、コンビニ弁当、菓子類、総菜類などの固形物の食品廃棄物を原料として利用しており、原料の重量ベースで 34%が液状物であった。特に、産業廃棄物、一般廃棄物に分類される多様な食

品廃棄物を原料として利用していた。A 事業所の飼料化システムは、原料受入れ、選別、破碎および混合の作業プロセスから構成されており、日最大処理可能量は 240t であった。荷受けされた固形原料は、弁当・総菜類、パン・ごはん類およびバラ原料に選別され、原料別のラインで破碎、混合が行われる。各ラインで出来上がった液状原料は、別で荷受けされた液状原料に加えられてリキッド飼料となる。この際、液状となった各原料は、給与飼料の配合設計に準じて混合されて成分調製が行われていた。

B 事業所では、産業廃棄物に分類された食品廃棄物として、ごはん類、パン類、野菜くず、粕類など植物性の原料を飼料しており、受入れ、破碎および高温乾燥のプロセスを経て乾燥飼料が製造されていた。また、B 事業所の飼料化システムは原料の受入れ、破碎および乾燥の作業プロセスから構成されており日最大処理可能量は 30t であった。乾燥処理は 6 台の乾燥機を用いて原料別に飼料化が行えるシステムになっていた。B 事業所では、食品製造業からの産業廃棄物と分類される食品廃棄物を原料としていることから、排出段階で分別された原料を受入れる方式を取っており事業所内での選別工程はなかった。受入れた各原料は、原料毎に破碎、乾燥処理が行われ、野菜くず、パンくずなどの原料別の乾燥飼料を製造し、単味飼料または混合、配合飼料として調製されていた。

② 比較方法とシナリオ設定

本研究では、LCI 分析を用いてリキッド飼料化、高温乾燥飼料化のそれぞれの取組みと堆肥化处理または焼却処理の環境負荷物質排出量を比較した。評価では、各事業所で取り扱う食品廃棄物の性状を基本として、その食品廃棄物を飼料化した場合（飼料化シナリオ）、堆肥化处理した場合（堆肥化シナリオ）および焼却処理した場合（焼却シナリオ）を想定したシナリオ分析を行った（図 4-2）。

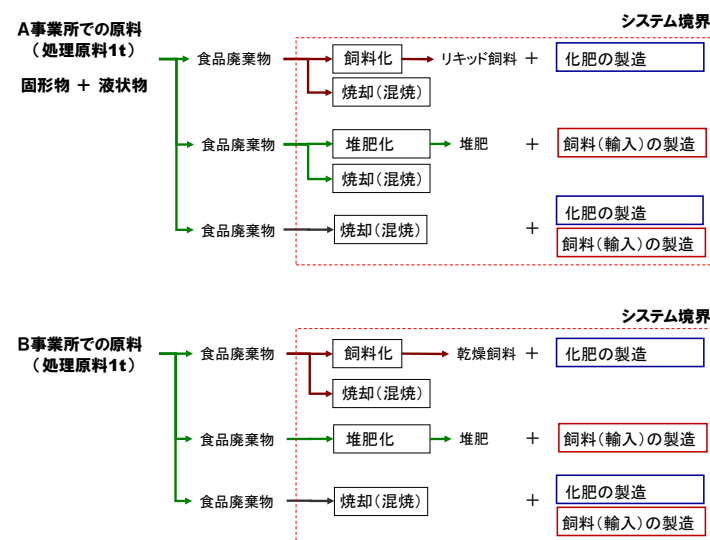


図 4-2 比較シナリオとシステム境界（上：リキッド飼料化，下：高温乾燥飼料化）

各シナリオ間における機能の整合性は、生産された製品の代替資材を設定して、その製造に伴う環境負荷物質排出量を計上して整理した。食品廃棄物から生産された飼料の代替資材には、輸入穀物から製造された豚用配合飼料と設定した。特に、食品廃棄物由来飼料の豚用配合飼料の代替量は、家畜飼料の栄養価を判断する指標である TDN（可消化養分総量）を用いて推計した。また、堆肥化処理で生産される堆肥の代替資材には化学肥料を設定した。

評価におけるシステム境界は、食品廃棄物が各処理施設に投入されて処理が行われたところまでと設定した。また、シナリオ分析では食品廃棄物 1t の処理を機能単位として評価を行った。また、CO₂、CH₄および N₂O の GHG 排出量を評価対象項目と設定した。これら GHG は、各処理で消費される化石燃料由来の影響が CO₂ 排出量に反映されるとともに、有機性廃棄物の処理で特徴的な CH₄ や N₂O の排出量が反映され、処理方式の特徴を現すことができる。

③ データ収集

評価対象としたリキッド飼料化および高温乾燥飼料化のインベントリ分析を行うために、各飼料化に関する処理原料の量、投入資材量およびリキッド飼料、乾燥飼料の生産量など、分析に必要なデータを A 事業所および B 事業所に対するアンケート調査および聞き取り調査を行った。ただし、A 事業所および B 事業所の飼料化の取組みは、原料収集量が安定する運転状況に至っていなかったことから、アンケート調査および聞き取り調査では各事業所での近年における月別実績データを収集可能な範囲で収集した。これらの調査から、A 事業所については平成 19 年 4 月から平成 20 年 10 月までの実績データが得られた。また、B 事業所については、平成 19 年 4 月から平成 20 年 9 月までの実績データを収集した。各事業所から収集できた実績データのうち、施設稼働率（処理可能量に対する実処理量の割合 [%]）が比較的に高かった連続した数ヶ月の実績データを選択してインベントリ整備用のデータとした。

堆肥化施設のインベントリは、主に家庭系生ごみを原料として堆肥化処理を行っている自治体の取組み事例（1 事例）の施設運用に係る原料投入量、燃料や電力消費量、堆肥生産量および成分含有率などの実績データから整備した。対象とした堆肥化処理施設は、1 日当り 20t の処理能力を持ち、一般家庭からの生ごみ、学校給食残さおよび食品加工残さを受入れている。施設は、通気設備、脱臭設備を備えたスクープ式攪拌方式による一次発酵槽と堆肥舎においてフロントローダを用いた二次発酵設備を持っていた。

焼却処理は、A 事業所および B 事業所が所在する千葉県内の一般廃棄物処理施設で行われると設定し、千葉県内のストーカ炉を用いた連続燃焼式焼却施設（12 施設）の運用実績データから単位処理量あたりの電力消費量および助燃材消費量の平均値を整理してインベントリを整備した。

また、各種資材の消費に伴う環境負荷物質の排出量は LCA ソフトウェア（JEMAI-LCA）のデータベースから整理した。有機性廃棄物の処理に伴う CH₄、N₂O の排出係数は、環境

省の報告書¹⁴⁾を用いて整理した。食品廃棄物から生産した飼料の代替資材となる配合飼料は、配合飼料の主要穀物（とうもろこし、こうりゃん、小麦、大豆）の消費割合から利用する穀物量を算出した。配合飼料の製造に伴う GHG 排出量は、利用する穀物別の輸入およびの飼料製造に伴う GHG 排出係数¹⁵⁾を用いて推計した。堆肥の化学肥料代替に伴う GHG 排出量は、堆肥利用で代替できる化学肥料量からその費用を算出し、3EID の CO₂ 排出原単位¹⁶⁾を用いて推計した。

(2) 食品廃棄物由来の飼料を利用して生産した豚肉の温室効果ガス排出量の試算

飼料化を介した食品廃棄物の循環システムの環境側面の評価として、LCA 手法を用いて食品循環資源由来の飼料を利用して生産する豚肉の GHG 排出量を推計することを目的とした。評価対象とする食品廃棄物の循環システムは、食品廃棄物の変換段階である飼料化プロセス、生産された飼料を利用する段階である家畜飼養プロセス、肥育豚のと畜プロセスおよび豚肉の卸・小売プロセスから構成されると設定し、単位量当たりの生産物に伴う GHG 排出量を推計する。先に評価した 2 つの飼料化事業所（A および B 事業所）に C および D 事業所を含めて、食品循環資源由来のリキッド飼料、乾燥飼料を利用した場合の豚肉の GHG 排出量を推計し、配合飼料を利用して生産された豚肉の GHG 排出量と比較した。

① 飼料化事業所の特徴

C 事業所は北海道 S 市で食品廃棄物の飼料化に取り組む事業所である。特に、S 市内の事業系一般廃棄物に分類される食品廃棄物を原料として取り扱っている。小売業および外食産業（学校給食、病院などを含む）からの食品廃棄物の原料受入れ量は 2007 年度において 16520 t であった。原料受け入れの業種別の割合は小売業で 74%、外食系で 23%、規格外農産品などのその他に分類された原料は 3% であった。C 事業所の飼料化システムは油温減圧脱水乾燥装置を用いた乾燥方式をとっており、原料の受入れ、破碎、乾燥（油温減圧式乾燥）、油分分離、搾油、破碎、選別、冷却、およびコンテナバック詰めから構成され、日処理可能量は 60 t であった。また、生産した飼料は全て配合飼料メーカーに売却されていた。

D 事業所は神奈川県で食品廃棄物の飼料化に取り組む事業所であり、大手電鉄会社の子会社という条件から比較的安定して事業が進められている。D 事業所では、大手電鉄会社グループの関連会社から発生する食品循環資源のほかに、沿線および関東近郊の食品製造業、食品加工業、小売業などから産業廃棄物、事業系一般廃棄物として排出される食品廃棄物を原料として取り扱い、リキッド飼料を生産していた。食品製造業、食品加工業、小売業および外食産業からの原料の受入れ量は 2008 年度において 5200 t であった。原料の業種別の利用量の割合は、食品製造業と食品加工業で 66%、小売業で 26% を占めていた。また、収集している食品廃棄物の 20% 程度（重量ベース）が液状物であった。D 事業所の飼料化システムは、原料の荷受け、計量、破碎、高温殺菌および乳酸発酵のプロセスから構成されており、日処理可能量は 39 t であった。また、D 事業所では飼料化のプロセスで高温殺菌を施していた点が技術的な特徴であった。また、生産したリキッド飼料は、D 事業所と契

約している養豚農家で利用され、そこで生産された豚肉は大手電鉄会社グループ関連の小売店やその他の小売店で販売されていた。すなわち、D 事業所での食品廃棄物の飼料化を介した循環システムでは、食品廃棄物を排出する小売店舗、その食品廃棄物から生産された飼料を利用する養豚農家および D 事業所の間で食品廃棄物のリサイクルループが成立していた。

② 比較方法とシナリオ設定

飼料化を介した食品廃棄物の利用システムの環境側面の定量的な評価として、食品廃棄物の飼料化処理段階（飼料化プロセス）から飼料を利用する家畜飼養段階（家畜飼養プロセス）、生産した家畜のと殺（と畜プロセス）および精肉の卸・小売段階（卸・小売プロセス）を含めた豚肉の生産システムを評価範囲として（図 4-3）、GHG 排出量を推計した。評価では、穀物由来の配合飼料を利用した豚肉生産システム（以下、配合飼料シナリオ）を比較基準として、各飼料化事業所で生産された食品廃棄物由来の飼料を給餌した場合を想定した豚肉生産システムのシナリオ分析を行い、シナリオ別の GHG 排出量を比較した。評価対象とする GHG は CO₂、CH₄ および N₂O と設定した。また、シナリオ分析では、肥育豚 1 頭（生体重：110kg、枝肉歩留まり 0.7 と仮定）、精肉 1kg を比較する基準量と設定した。

評価対象としたシナリオは、配合飼料シナリオと食品廃棄物由来飼料の乾燥飼料を利用するシナリオ（DF-S1、DF-S2）およびリキッド飼料を利用するシナリオ（LF-S1、LF-S2）とした。各飼料化事業所の特徴は表 4-2 に示すとおりであり、飼料化方式のほかに生産飼料の利用方法がそれぞれで異なっていることが分かる。

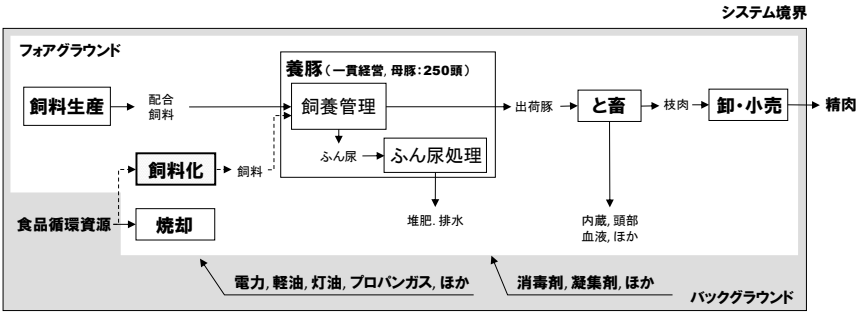


図 4-3 システム境界

表 4-2 各シナリオにおける飼料化処理および利用方法の特徴

	乾燥飼料		リキッド飼料	
	DF-S1	DF-S2	LF-S1	LF-S2
原料	産廃系の植物性の食品循環資源	一廃系の食品循環資源	産廃系、一廃系の食品循環資源	産廃系、一廃系の食品循環資源
飼料化方式	高温乾燥	油温減圧脱水乾燥	発酵リキッド化	発酵リキッド化（加熱）
供給先	個別農家	飼料商社	自家消費	個別農家
給与条件の設定	配合飼料の代替率 DM 10%, 30%	配合飼料の代替率 DM 1%	肥育豚（30kg以降） DM 60%, 100%	肥育豚（30kg以降） DM 60%, 100%

各シナリオでは、処理する食品廃棄物の量や生産した食品廃棄物由来飼料の成分含有量などの条件が異なる。そこで、食品廃棄物の処理量の違いは食品廃棄物を焼却処理した場合の GHG 排出量を各シナリオで計上すること、生産飼料の成分含有量の違いは生産飼料の TDN 含有量を用いて配合飼料の代替量を設定することで各シナリオ間の機能の整合性を整理した。ただし、生産した出荷豚の品質（体重、体高など）および豚肉の品質（肉質）については、各シナリオで差がないと仮定して評価を行った。

③ データ収集

配合飼料の飼料給与量は、流通飼料便覧¹⁷⁾の配合・混合飼料用原料の用途別使用量から年度あたりで養豚用に利用された穀物飼料量と肥育豚のと畜頭数¹⁸⁾から肥育豚 1 頭あたりの穀物消費量を推計した。また、推計した肥育豚 1 頭あたりの穀物消費量は、日本飼養標準・豚¹⁹⁾からの TDN 要求量に対する充足率から、品目別の飼料給与量の設定値として妥当であると判断し評価に利用した。穀物飼料の生産プロセスでの GHG 排出量は 3EID など関連文献からの GHG 排出係数と設定した品目別の飼料給与量から推計した。

家畜飼養段階での、養豚プロセスは母豚 250 頭の繁殖肥育一貫経営による一連の作業として資材消費量を文献²⁰⁾から設定した。特に、飼料給与量やふん尿排泄量、ふん尿処理方式の影響を反映するために、養豚プロセスを飼養管理とふん尿処理のプロセスに分けて整理した。ふん尿量は豚のふん尿排泄量原単位²¹⁾から設定した。特に、リキッド飼料を利用するシナリオではリキッド飼料給与時のふん尿排泄量の報告値²²⁾から設定し、利用する飼料性状によるふん尿排泄量の違いを考慮した。また、ふん尿処理施設は、密閉縦型発酵槽と連続型活性汚泥法の浄化施設を利用する設定とし、既存のインベントリデータ²³⁾を用いた。

飼料化事業所（C 事業所および D 事業所）における食品廃棄物の飼料化プロセス（乾燥化、リキッド化）のインベントリデータは、各施設への聞き取り調査およびアンケート調査から得たデータを用いて整理した。A 事業所および B 事業所のデータは昨年度に整備したデータを用いた。

と畜段階の CO₂ 排出量は、3EID から求めた肥育豚 1 頭あたりの CO₂ 排出係数を用いて推計した。また、卸・小売段階での CO₂ 排出量は、高田ら²⁴⁾が統計データから推計した製品流通段階のインベントリデータから、農畜産物に関する CO₂ 排出係数と豚肉の小売価格データ¹⁸⁾を用いて推計した。

食品廃棄物の焼却段階のインベントリデータは、葉県の実施設のデータから先に整備したインベントリデータを利用した。

(3) 飼料化を介した食品廃棄物の循環システムの LCA

先の評価結果で飼料化に伴うエネルギー消費量、GHG 排出量が多かった乾燥化を用いた飼料化を利用した循環システムについて、その環境側面を再評価することを目的とした。評価では、これまでと同様に豚肉生産システムを事例にして、食品廃棄物由来の乾燥飼料

を利用した豚肉生産システムの GHG 排出量を推計するとし、特に乾燥飼料化段階でのエネルギー消費量のデータ変動を考慮した。

① 評価対象と評価シナリオの設定

評価対象とした食品廃棄物の循環システムは、先に行ったシステム評価で設定した評価対象と同じとし、「食品廃棄物の飼料化段階（飼料化プロセス）」、「飼料生産段階（配合飼料生産プロセス）」、「家畜飼養段階（家畜飼養プロセス）」、「生産した家畜のと畜段階（と畜プロセス）」および「精肉の卸・小売段階（卸・小売プロセス）」を含んだ豚肉の生産システムを評価対象と設定した（図 4-3）。乾燥飼料化処理を介した食品廃棄物の循環システムに伴う GHG 排出量の状況を判断するために、配合飼料を利用した豚肉の生産システム（配合飼料シナリオ）および食品廃棄物由来の乾燥飼料を利用した豚肉生産システム（飼料化シナリオ）の 2 つのシステムを設定した。特に、飼料化シナリオでは、飼料化プロセスでのエネルギー資材消費量に由来する GHG 排出量のデータに、文献、関連資料から得られた乾燥飼料化での GHG 排出量（エネルギー資材由来）の変動値を適用して、各地で取り組まれている各種乾燥飼料化の変動の影響を考慮した。評価では、豚肉生産システムでの各プロセスの運用段階を調査範囲とし、評価対象とする GHG は CO₂、CH₄ および N₂O とした。これらの GHG を評価対象とすることで、飼料化に伴う化石燃料由来の排出ガスや家畜飼養段階でのふん尿処理に伴う排出ガスが反映できると考えた。また、評価では肥育豚 1 頭あたり（生体重：110kg、枝肉歩留まり 0.7 と仮定した）、または精肉 1kg あたり（豚肉）の GHG 排出量を比較する際の基準量と設定した。

② データ収集

本研究では、これまでに収集した各種データおよび収集したデータから整理されたインベントリ、排出係数などの加工済みのデータを利用した。乾燥飼料化に取り組む各事業所におけるエネルギー消費量、エネルギー資材由来の CO₂ 排出量の変動データは、平成 21 年度に社団法人配合飼料供給安定機構で行われた全国のエコフィード製造事業所に対するアンケート調査の報告書²⁵⁾から得られたデータおよび関連する文献^{26, 27)}から得られたデータを利用した。アンケート調査報告書²⁵⁾から、食品廃棄物の乾燥飼料化に取り組む事業者では、主なエネルギー資材として電力、灯油および重油が利用されており、一部の事業者が都市ガスを利用している。また、19 件の乾燥飼料化に取り組む事業者からの収集データから、食品廃棄物 1t から乾燥飼料を生産するために排出される GHG 排出量は平均値が 147kg-CO₂e、最小値が 21kg-CO₂e、最大値が 270kg-CO₂e、1/4 位値が 88kg-CO₂e および 3/4 位値が 211kg-CO₂e と報告²⁷⁾されていた。これらの報告から、乾燥飼料化に取り組む各事業所におけるエネルギー資材由来の CO₂ 排出量の変動データとして平均値、最小値、1/4 位値、3/4 位値および最大値を用いるとした。

また、これまでの配合飼料生産プロセスでの GHG 排出量について、施肥や農耕地に由来する N₂O の影響を考慮した。特に、配合飼料を構成する主要な穀物であるトウモロコシ、

小麦、大豆およびコウリャンについて、米国での単収²⁸⁾および農地からの N₂O 排出係数²⁹⁾のデータを用いて物量当たりの N₂O 排出係数を整理して評価に用いた。

4.2.2 結果と考察

(1) 食品廃棄物の飼料化技術のライフサイクルインベントリ分析

① A 事業所（リキッド飼料化）での温室効果ガス排出量の比較

リキッド飼料化シナリオでの GHG 排出量は 21.3kg-CO₂eq であり（図 4-4）、リキッド飼料化のプロセスからの影響はシナリオ全体の 73.7%(15.7kg-CO₂eq)を占めた。堆肥化シナリオおよび焼却シナリオの GHG 排出量は 491.0、401.7 kg-CO₂eq であり、リキッド飼料化シナリオの 19-23 倍であった。特に、配合飼料製造と堆肥化に伴う CH₄、N₂O の発生が影響していた。また、食品廃棄物の処理プロセスのみに着目すると、リキッド飼料化プロセスの GHG 排出量は堆肥化プロセスまたは焼却プロセスに比べて 61-88%低いことがわかった。これらの結果より、リキッド飼料化は、堆肥化、焼却処理に比べて GHG 排出量が低い再生利用技術であることが確認できた。

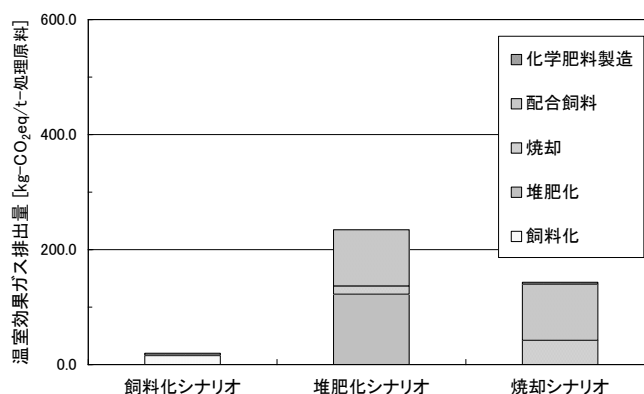


図 4-4 A 事業所（リキッド飼料化）の温室効果ガス排出量の比較

② B 事業所（高温乾燥飼料化）での温室効果ガス排出量の比較

高温乾燥飼料化シナリオでの GHG 排出量は 367.9 kg-CO₂eq であり（図 4-5）、飼料化プロセスでの消費電力に伴う CO₂ が 98%を占めていた。一方で、堆肥化シナリオの GHG 排出量は 334.7 kg-CO₂eq、焼却シナリオの GHG 排出量は 126.2 kg-CO₂eq と推計され、高温飼料化に比べて低い結果であった。B 事業所での飼料化では電力のみを熱源として利用しているが、食品廃棄物の乾燥飼料化の技術には灯油や重油を熱源に用いて乾燥させる方式もある³⁰⁾。したがって、今後、異なる乾燥飼料化方式に関するデータの収集とインベントリを整備することによって、食品廃棄物の乾燥飼料化技術をより幅広く評価できると考える。

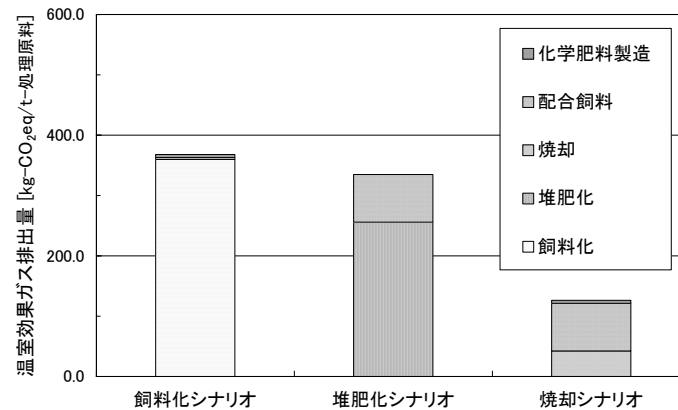


図 4-5 A 事業所（リキッド飼料化）の温室効果ガス排出量の比較

③ まとめ

本評価では、食品廃棄物の飼料化に着目して、その代表的な処理方式であるリキッド飼料化および高温乾燥飼料化に関するインベントリ分析を行い、食品廃棄物の堆肥化、焼却処理との GHG 排出量の比較を行った。特に、リキッド飼料化は堆肥化、焼却処理に比べて GHG 排出量の低い処理技術であることが分かった。また、高温乾燥飼料化は、乾燥のための高温維持によって電力消費が多く、GHG 排出量が大いことが分かった。

(2) 食品廃棄物由来の飼料を利用して生産した豚肉の温室効果ガス排出量の試算

① 配合飼料シナリオに伴う温室効果ガス排出量

配合飼料シナリオでの肥育豚 1 頭あたりの GHG 排出量は 440 kgCO₂e であり、各プロセスの影響割合は、ふん尿処理 (47%)、飼料生産 (23%)、卸・小売 (15%)、飼養管理 (11%)、と畜 (4%) であった (図 4-6)。ふん尿処理では、堆肥化や尿汚水の浄化処理で発生する CH₄ および N₂O のために全体の GHG 排出量に対する寄与が大きかった。また、飼料生産プロセスは全体に対する影響が比較的に大きいことから、GHG 排出量削減に向けた改善を検討すべきプロセスと考えられた。卸・小売プロセスの影響も比較的大きかった。

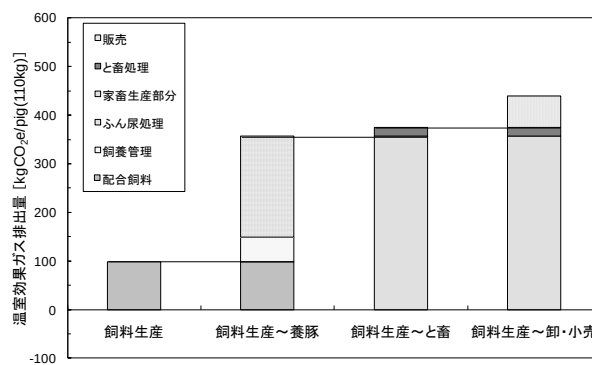


図 4-6 配合飼料シナリオにおける肥育豚 1 頭あたりの温室効果ガス排出量

② 食品廃棄物由来の乾燥飼料を利用するシステムに伴う温室効果ガス排出量

DF-S1 では、食品廃棄物由来飼料の利用について配合飼料の 30%を代替した場合で 565 kgCO₂e/頭（図 4-7 左図）、配合飼料の 10%を代替した場合で 480 kgCO₂e/頭（図 4-7 右図）と推計した。また、食品循環資源の焼却処分が回避されたことを考慮した場合の GHG 排出量は、550 kgCO₂e/頭、475 kgCO₂e/頭であり、配合飼料シナリオに比較して GHG 排出量は多い結果であった。また、精肉 1kg あたりに換算した場合の GHG 排出量は、飼料生産から養豚プロセスまでで 5.20 – 6.30 kgCO₂e、飼料生産から卸・小売プロセスまでと食品廃棄物の焼却回避分を考慮して 6.20 – 7.10 kgCO₂e と推計できた。

■ 配合飼料の代替率：30%

■ 配合飼料の代替率：10%

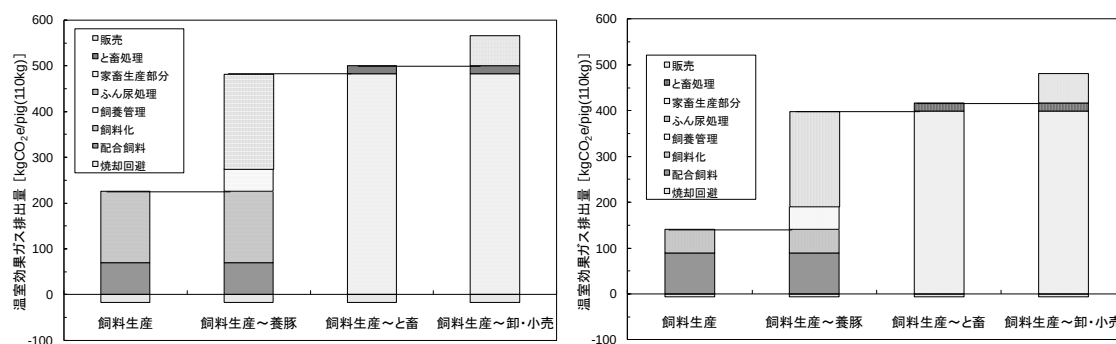


図 4-7 乾燥飼料利用シナリオ（DF-S1）における肥育豚 1 頭あたりの温室効果ガス排出量

DF-S2 では、肥育豚 1 頭の生産に伴う GHG 排出量は 440 kgCO₂e と推計でき、配合飼料シナリオでの GHG 排出量と同程度となった（図 4-8）。DF-S2 での食品廃棄物由来飼料の利用は、配合飼料の代替率が 1%と小さかったことから、食品廃棄物の飼料化に伴う GHG 排出量増加の影響が小さくなったと考えられた。また、精肉 1kg あたりに換算した場合の GHG 排出量は、飼料生産から養豚プロセスまでで 4.70 kgCO₂e、飼料生産から卸・小売プロセスまでと食品廃棄物の焼却回避分を考慮して 5.70 kgCO₂e と推計できた。

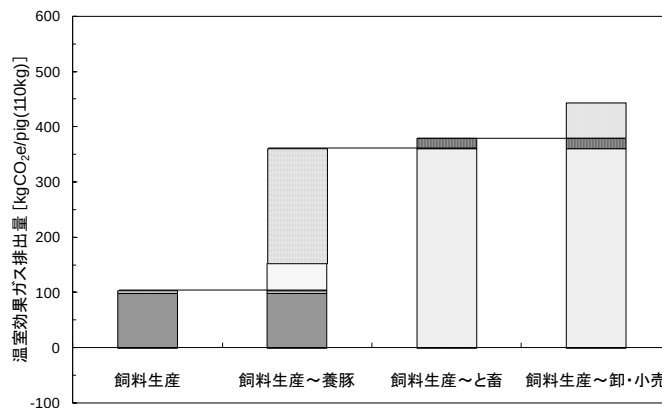


図 4-8 乾燥飼料利用シナリオ（DF-S2）における肥育豚 1 頭あたりの温室効果ガス排出量

③ 食品廃棄物由来のリキッド飼料を利用するシステムに伴う温室効果ガス排出量

LF-S1 では、食品廃棄物由来飼料の利用について肥育豚（ただし、肥育ステージが 30kg 以降）に給与する配合飼料の 60%を代替した場合で 420 kgCO₂e/頭（図 4-9 左図）、同様に配合飼料の 100%を代替した場合で 400 kgCO₂e/頭（図 4-9 右図）と推計した。また、食品循環資源の焼却処分が回避されたことを考慮した場合の GHG 排出量は、400 kgCO₂e/頭（配合飼料代替率 60%）、380 kgCO₂e/頭（配合飼料代替率 100%）であり、配合飼料シナリオに比較して GHG 排出量は少ない結果であった。また、精肉 1kg あたりに換算した場合の GHG 排出量は、飼料生産から養豚プロセスまでで 4.10 – 4.40 kgCO₂e、飼料生産から卸・小売プロセスまでと食品廃棄物の焼却回避分を考慮して 4.90 – 5.20 kgCO₂e と推計できた。

■ 配合飼料の代替率：60%

■ 配合飼料の代替率：100%

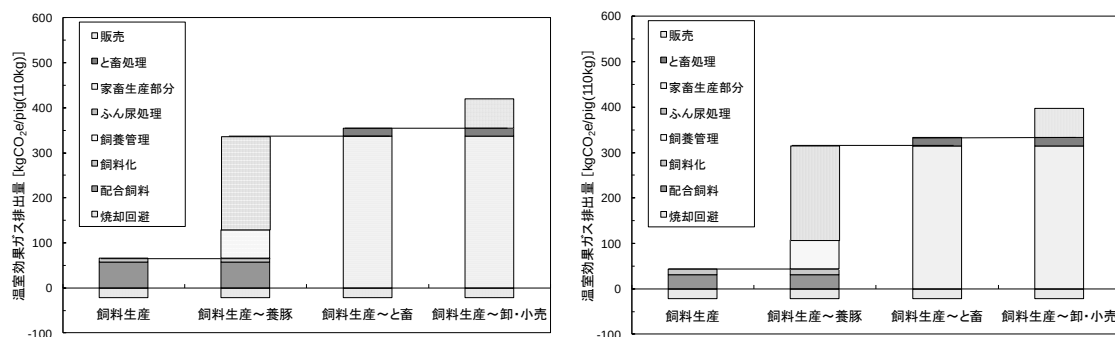
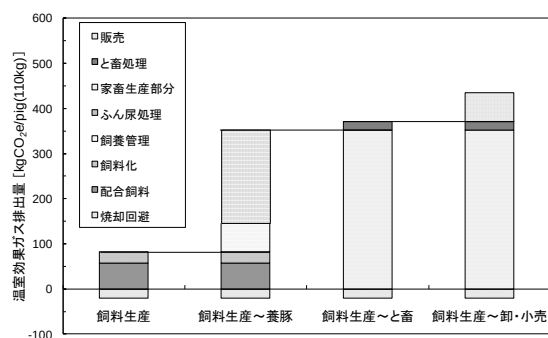


図 4-9 リキッド飼料利用シナリオ（LF-S1）における

肥育豚 1 頭あたりの温室効果ガス排出量

LF-S2 では、肥育豚 1 頭の生産に伴う GHG 排出量は、給与する配合飼料の 60%を代替した場合で 440 kgCO₂e/頭（図 4-10 左図）、同様に配合飼料の 100%を代替した場合で 420 kgCO₂e/頭（図 4-10 右図）と推計した。また、食品循環資源の焼却処分が回避されたことを考慮した場合の GHG 排出量は、420 kgCO₂e/頭（配合飼料代替率 60%）、400 kgCO₂e/頭（配合飼料代替率 100%）であり、この場合は配合飼料シナリオに比較して GHG 排出量は少なかった。また、枝肉 1kg あたりに換算した場合の GHG 排出量は、飼料生産から養豚プロセスまでの範囲で 4.40 – 4.60 kgCO₂e、飼料生産から卸・小売プロセスまでと食品廃棄物の焼却回避分を考慮して 5.30 – 5.40 kgCO₂e と推計できた。

■ 配合飼料の代替率：60%



■ 配合飼料の代替率：100%

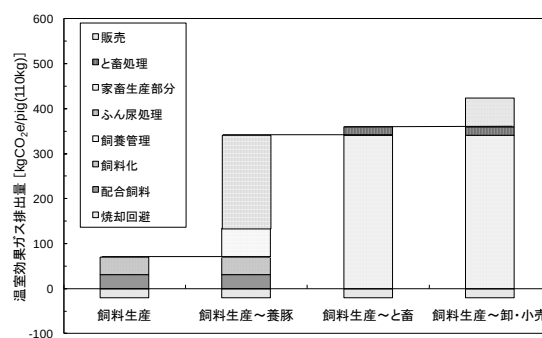


図 4-10 リキッド飼料利用シナリオ (LF-S2) における

肥育豚 1 頭あたりの温室効果ガス排出量

リキッド飼料の利用では、DF-S1 および DF-S2 と同様に配合飼料の代替量が養豚農家によって変わると考えられるが、代替率 60%までであれば配合飼料シナリオに比較して GHG 排出量は少なかった。すなわち、リキッド飼料化に取り組む事業所を介した食品廃棄物の循環利用は、配合飼料を利用する慣行的な豚肉生産システムに対して GHG 排出量を低減する可能性があると考えられた。

④ まとめ

本研究では、飼料化を介した食品廃棄物の循環システムの環境側面の評価として、食品廃棄物由来の飼料を利用して生産した豚肉の GHG 排出量を推計し、配合飼料を利用した慣行的に生産した豚肉の GHG 排出量と比較することで、食品廃棄物の飼料化技術の影響を定量的に把握した。シナリオ分析の結果から、食品廃棄物を利用した豚肉生産システムが配合飼料を用いた慣行的なシステムに比べて GHG 排出量が増加する場合があった。特に、乾燥処理の事例では、食品廃棄物の飼料化することで結果的に GHG 排出量が増加することが危惧された。一方で、リキッド処理を行う事例では、配合飼料を利用する慣行的なシステムに比べて GHG 排出量が低減する可能性があった。ただし、これらの結果には、配合飼料の生産プロセスでの GHG 排出量に施肥や農耕地由来の N_2O の影響が含まれていないことに注意が必要であり、関連データを収集してシステムを評価する必要があると考える。また、今回の評価から、廃棄物の循環利用システムを最終的な生産物を基準とした分析では、変換技術の特徴だけでなく再生品の利用方法の影響が少なくないと考えられた。今後、廃棄物の変換プロセスと再生品の利用プロセスを含めた一連の循環利用システムを評価する場合には、処理方式や再生品の利用方法などの条件の違いを明確に把握することが重要だと考えられた。

(3) 飼料化を介した食品廃棄物の循環システムの LCA

① 配合飼料の代替率が 30% の場合の飼料化シナリオの GHG 排出量

配合飼料に対して乾物当たり 30%を食品廃棄物由来の乾燥飼料に代替した場合の飼料化シナリオでの GHG 排出量（最小値、1/4 位値、平均値、3/4 位値、最大値）を示す（図 4-11）。

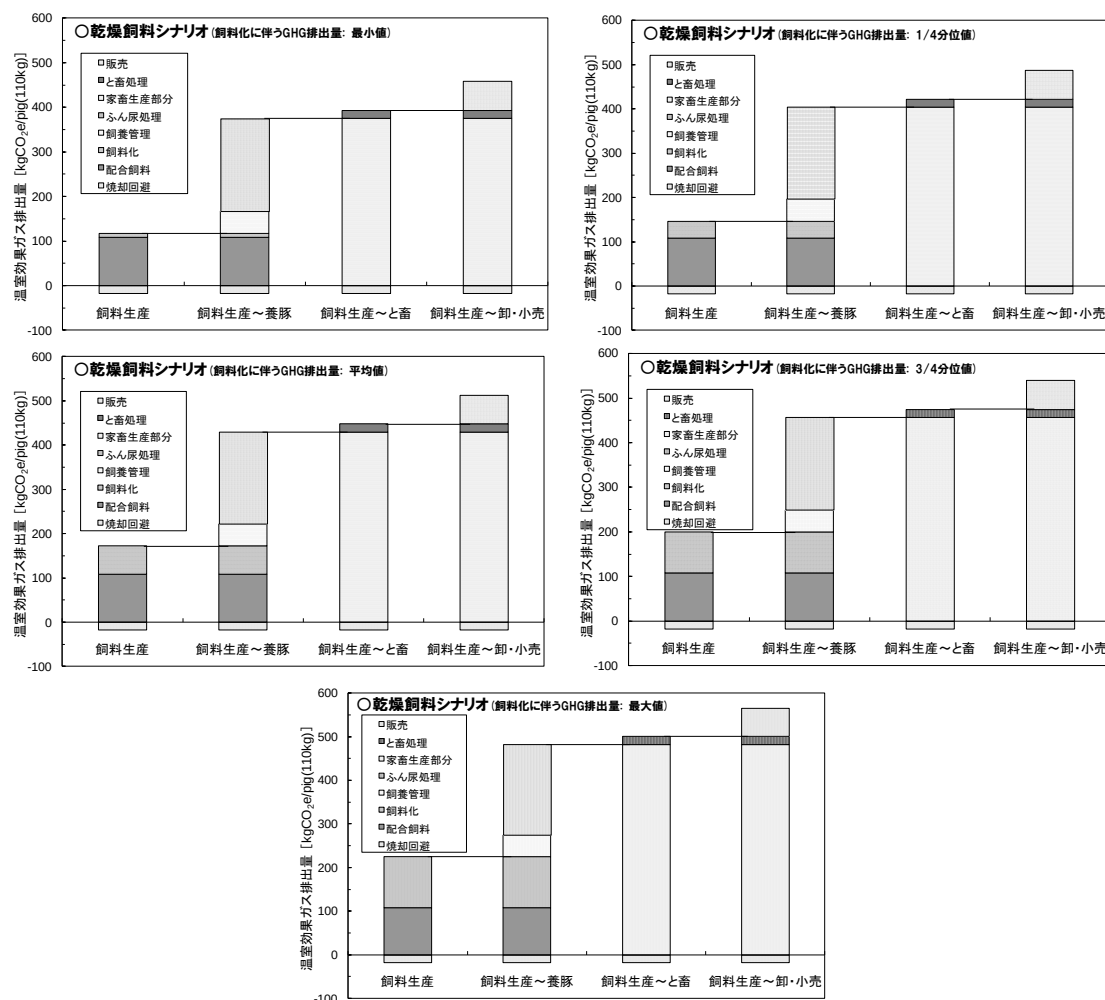


図 4-11 飼料化シナリオに伴う GHG 排出量（配合飼料の代替率 30%のとき）

飼料化に伴う GHG 排出量の平均値を用いて推計した肥育豚 1 頭当たりの GHG 排出量は 495kgCO₂e であり、精肉 1kg 当たりでは 6.43kg であった。この推計値は、これまでの個別事業所の調査データを用いて報告した食品廃棄物由来の乾燥飼料を利用した豚肉生産システムの GHG 排出量に比べて低い値であった。また、飼料化に伴う GHG 排出量のうち最小値および最大値を用いて推計した飼料化シナリオの GHG 排出量は 441 および 548kgCO₂e/肥育豚 1 頭、ならびに 5.72 および 7.12kgCO₂e/精肉 1kg と推計され、乾燥化に伴うエネルギー資材消費量の変動がシステム全体の GHG 排出量に及ぼす影響は±10%程度であることがわかった。特に、飼料化シナリオでは、システム全体から排出される GHG 排出量は、配合飼料シナリオに比べて多くなっていたが、食品廃棄物（飼料化の原料）の焼却処分が回避されることに伴う GHG 排出量の削減分を考慮することで、配合飼料シナリオと同程度となった。

② まとめ

乾燥飼料化に伴う GHG 排出量が平均的であった場合には、配合飼料を利用する豚肉生産システムとおおよそ同程度の GHG が排出されることがわかる。また、乾燥飼料化でのエネルギー資材消費量の変動の GHG 排出量に対する影響は大きくても $\pm 10\%$ 程度であることがわかった。乾燥飼料化と豚肉生産システムを組み合わせた食品廃棄物の循環システムは、配合飼料を利用する慣行的な豚肉生産システムに比べて GHG 排出量を削減する可能性をもつことがわかった。ただし、乾燥飼料化でのエネルギー消費量が大きい場合には、配合飼料で生産された豚肉よりも負荷は大きくなる可能性がある。また、GHG 排出量の内訳をみると、食品廃棄物の飼料化から販売段階までで排出される GHG は配合飼料シナリオに比べて飼料化シナリオの方が多く、食品廃棄物の焼却を回避したことに伴う GHG 排出量の削減を考慮して食品廃棄物の飼料化の効果が表れた。

4.2.3 まとめ

本研究は、食品廃棄物の飼料化を介した循環利用システムを検討する際の条件や制約等の整理することをねらいとして、飼料化技術、飼料化を介した循環システムの環境側面の評価として LCA を用いて総合的な GHG 排出量を評価した。評価の結果から次のことが整理できた。

- ・リキッド飼料化は堆肥化、焼却処理に比べて GHG 排出量の低くなる可能性があった。
- ・配合飼料を利用する豚肉生産システムに比べて食品廃棄物由来のリキッド飼料を利用するシステムでは GHG 排出量が低減する可能性があった。
- ・乾燥飼料化に伴う GHG 排出量が平均的と仮定した場合の GHG 排出量は、配合飼料を利用する豚肉生産システムとおおよそ同程度と考えられた。
- ・乾燥飼料化でのエネルギー資材消費量の変動が、総合的なシステムの GHG 排出量に対する影響は $\pm 10\%$ 程度であった。
- ・乾燥飼料化と豚肉生産システムを組み合わせた食品廃棄物の循環システムでは、配合飼料を利用した豚肉生産システムに比べて GHG 排出量を削減する可能性があった。
- ・食品廃棄物の飼料化から販売段階までで排出される GHG は、食品廃棄物の焼却を回避したことに伴う GHG 排出量の削減が大きく影響していた。

ただし、食品廃棄物由来の飼料を用いて生産された肥育豚、精肉の品質は異なる。さらに、乾燥飼料化に取り組む事業所が異なることで、処理に供する食品廃棄物の質や量、食品廃棄物由来飼料の生産量、成分含有量などの各種条件は異なる。今回の評価では、データ収集、評価手法の面からこれらの条件を取り込むことは困難であった。飼料化に取り組む事業所での物質収支に関する詳細なデータ収集と感度分析、生産された肥育豚、精肉の品質を評価に反映できる分析の枠組みを検討することが今後の課題だと考える。

4.3 再生品を利用した農畜産物の消費者受容の評価

4.3.1 先行研究と研究目的

有機性廃棄物の循環を意図した農畜産物に対する消費者の受容性や選好に関してはすでにいくつかの先行研究が存在する。

酒井(2007)³¹⁾は、実際の有機性廃棄物の循環を意図した野菜の販売価格について検討し、有機野菜が慣行野菜に比較して 2 割以上は高い状態であることを示した。つまり、有機性廃棄物の循環を進めるためには、この価格差が消費者によって受容されなければならない。この価格差の受容性について、有機農産物に対する支払意志額 (WTP) を分析した研究がなされている。楠部ら(2000)³²⁾は、「健康リスクを低減する」「環境に配慮する」といった消費者選好を都市農村間の有機物循環を進めるドライビングフォースとして捉え、表明選好法の CVM (仮想市場法) や販売実験を通じて有機農産物に対する WTP を分析した。その結果、CVM では有機トマトへの WTP が 126.6 円/個であり、販売実験では 105.8 円/個、119.3 円/個であることが示された。また、有機農産物の購入動機では「健康に良い」が大部分を占め、「有機残さ (ゴミ) の減量」はほとんど動機として確認されず、資源循環に対する WTP が低い可能性が示唆された。榎木ら(2002)³³⁾も同じような研究背景から、CVM や販売実験を通じた有機農産物に対する WTP を分析した。その結果、CVM では市場流通農産物に対して+26.6%の WTP があった一方で、販売実験では+14.9%であり、意識と行動に乖離があることが確認された。また、有機農産物や一般の野菜に対して消費者がどのような認知があるかを分析し、有機農産物の価値として「健康への影響」「環境負荷」が認知されていることを示した。佐藤ら(2005)³⁴⁾は、有機野菜の販売可能性について、地域内有機物循環の意義と有機認証ラベルの重要性に注目して表明選好法の CVM とコンジョイント分析による検討を行った。その結果、地域内循環を志向した地場のハウレンソウ 1 束に対する WTP が、コンジョイント分析で 9.0 円、CVM で 17.2 円となった。また、有機ハウレンソウ 1 束に対する WTP が、コンジョイント分析で 22.0 円、CVM で 19.1 円となった。さらに、有機認証ラベルについての消費者の評価から、消費者は信頼される認証主体による保証を求めていることが明らかとなった。

これらの研究では、有機農産物の WTP のほとんどが「健康によい」的な付加価値であり、「環境に良い(循環している)」ことに対する付加価値がほとんどないことを指摘している。一方、阿部・青木(2007)³⁵⁾は、環境配慮行動と有機野菜の購買行動の関連について共分散構造分析を用いて検討し、環境配慮意識は直接有機野菜の購買意識や購買行動に影響しないものの、間接的には有機野菜の認知やフィジビリティ評価を通じて、間接的に影響していることを示し、「循環」や「環境負荷低減」を今まで以上にアピールすることの重要性を指摘している。

以上見てきたように、先行研究では、有機農産物の購買において、消費者の環境配慮意識の影響はそれほど強くないと考えられている。しかし、消費者の環境配慮意識は従来に増して強くなっており、有機性廃棄物の循環を意図した農畜産物の購買に対する影響が大きくなっている可能性がある。さらに、先行研究の対象は有機野菜であり、野菜以外の農

畜産物、例えばリサイクル飼料を利用した畜産物に関する分析はなされていない。

4.3.2 研究方法

(1)再生品を利用した農畜産物に対する消費者の意識

食品廃棄物を再生した飼料（以下、食品廃棄物由来飼料）を給餌した豚肉に対する消費者意識に関して、web によるアンケート調査を実施するとともに、実際にそのような豚肉を扱う食品スーパーの店舗においてアンケート調査を実施した。調査項目は、食品廃棄物由来飼料を給餌した豚肉（もしくはそのブランド）の認知度、購入経験、購入理由(しない理由)、今後の購入意図である。

web アンケート調査は、2009 年 12 月に調査会社の持つ首都圏(埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県)に居住するモニターのうち、世帯内で主に食品を購入する者を対象として web で調査を実施した。なお、サンプル抽出は、年齢による層化無作為抽出で行った。また、アンケートの回収数は 3946 であった。また、店頭アンケート調査は 2010 年 2 月に店舗来訪者 416 名を対象に実施した。

(2)コンジョイント分析を用いた消費者受容性と情報提供効果の評価

①再生品を利用した農畜産物に対する消費者の受容性

再生品を利用した農畜産物に対して、予備知識がほとんどない状況で消費者がどれくらいの付加価値を与えるのかについて、web アンケート調査を実施し、表明選好法のコンジョイント分析を用いて分析を行った。対象とした農畜産物は、「ニンジン 1kg」と「豚ロース肉 100g」である。

コンジョイント分析は、環境経済学や計量心理学、マーケティング分野で発展した手法であり、消費者の製品・サービスに対する選好順位データから、各製品・サービスの持つ部分効用と選択対象の全体効用を同時に求める手法である³⁶⁾。CVM と比べて適用事例が少ないものの、多属性を同時に考慮できるために CVM よりも回答サンプルが少なく済む。コンジョイント分析では、効用を測定したい項目を「属性」と呼び、そのレベルを「水準」と呼ぶ。表 4-3 に「ニンジン 1kg」の属性と水準について示した。

表 4-3 「ニンジン 1kg」の属性と水準

	属性1 堆肥の原料	属性2 農薬と化学肥料	属性2 産地	属性3 CO ₂ ラベル	属性4 追加支払
水準1	堆肥を使用しない	今まで通り	国内産(県外産)	なし	0円
水準2	家畜排せつ物	減農薬栽培	国内産(県内産)	あり	10円
水準3	食品製造副産物	無農薬栽培	海外産		50円
水準4	余剰食品	有機栽培			100円
水準5	生ごみ				

属性 1 は「堆肥の原料」である。ここでは、堆肥の原料ごとに効用を測定することとした。水準 2 の家畜排せつ物は、本研究で扱う食品廃棄物ではないが、堆肥としてリサイクルされることが多いため、検討に加えた。属性 2 は「農薬と化学肥料」である。ここでは、

減農薬、無農薬、有機栽培(無農薬・無化肥)に分け、それぞれの効用を測定する。属性3は「産地」であり、「国内産(県内産)」が地域循環を意図している。属性4は「CO₂ ラベル」であり、近年注目されているカーボンフットプリント(CFP)である。属性4は「追加支払」であり、一般的なニンジン 1kg の価格への上乗せ分である。これは、WTP の推定に用いた。

表 4-4 に「豚ロース 100g」の属性と水準について示した。

表 4-4 「豚ロース 100g」の属性と水準

	属性1 飼料の材料	属性2 産地	属性3 CO ₂ ラベル	属性4 追加支払
水準1	再生飼料を使用しない	海外産	なし	0円
水準2	食品製造副産物	国内産(県内産)	あり	10円
水準3	余剰食品	国内産(県外産)		50円
水準4	事業系調理残さ			100円
水準5	家庭系調理残さ			
水準6	事業系調理残さ+食べ残し			

属性1は「飼料の材料」であり、水準2～6が食品廃棄物の再生飼料である。属性2は「産地」であり、「国内産(県内産)」が地域循環を意図している。属性3は「CO₂ ラベル」である。属性4は「追加支払」であり、一般的な豚ロース肉 100g の価格への上乗せ分である。これは、WTP の推定に用いた。

以上の属性と水準からプロファイルと呼ばれる選択肢を作成した。ただし、すべての属性と水準の組み合わせを用いて調査することは現実的ではないため、統計ソフトウェア SPSS Conjoint の直交計画機能を用いて最低限のプロファイルを作成した。

コンジョイント分析の質問形式はいくつかあるが、本研究では複数のプロファイルの中から1つを選択する選択型実験を採用した(図 4-12)。選択型実験は、ペアワイズ評定型などの他の方法に比べ、実際の市場行動に近く、回答者も回答しやすいとされる³⁶⁾。各選択セットは、各プロファイルが1回のみ含まれるようにランダムで抽出して作成し、選択セット内のプロファイルのバランスが著しく悪いものについては、別の選択セットのプロファイルと交換をするかたちで選択セットの内のバランスにも配慮した。

以下の4つの「にんじん」の中で、あなたが最も買いたいと思う「にんじん」を1つだけ選んでください。

	ニンジン1	ニンジン2	ニンジン3	ニンジン4
たい肥の原料	余剰食品	家庭生ごみ	家畜排せつ物	使用しない
農薬と化学肥料の使用	減化肥・無農薬	減化肥・減農薬	減化肥・無農薬	今まで通り
産地	県内(都内)産	海外産	海外産	県外(都外)産
CO ₂ ラベルの有無	ラベルあり	ラベルなし	ラベルあり	ラベルなし
価格上乗せ分	50円	50円	10円	0円
	↓	↓	↓	↓
回答欄(○を1つ) →	1	2	3	4

図 4-12 コンジョイント分析の質問の例

選択型実験は1人につき「ニンジン 1kg」について6回、「豚ロース肉 100g」について8回実施した。なお、調査票は3つのバージョンを用意した。

本研究では、「ニンジン 1kg」の確定項の効用関数について、以下のような効用関数式を仮定し、パラメータ β を条件付ロジットモデルで推定した。

$$V = \sum_{d=1}^4 \beta_{CP} CP_d + \sum_{d=1}^3 \beta_{AC} AC_d + \sum_{d=1}^2 \beta_{AP} AP_d + \sum_{d=1}^1 \beta_{CF} CF_d + \beta_{cost} COST$$

ここで、 V ：確定項、 β ：効用関数のパラメータ、 CP ：堆肥の原料ダミー(0,1)、 AC ：農薬と化学肥料ダミー(0,1)、 AP ：産地ダミー(0,1)、 CF ：CO₂ ラベルダミー(0,1)、 $COST$ ：追加支払(円)である。

同じく「豚ロース肉 100g」についても、以下のような効用関数式を仮定し、パラメータ β を条件付ロジットモデルで推定した。

$$V = \sum_{d=1}^5 \beta_{RF} RF_d + \sum_{d=1}^2 \beta_{AP} AP_d + \sum_{d=1}^1 \beta_{CF} CF_d + \beta_{cost} COST$$

ここで、 V ：確定項、 β ：効用関数のパラメータ、 RF ：飼料の材料ダミー(0,1)、 AP ：産地ダミー(0,1)、 CF ：CO₂ ラベルダミー(0,1)、 $COST$ ：追加支払(円)である。

アンケート調査は、2009年2月に調査会社の持つ首都圏(埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県)に居住するモニターのうち、世帯内で主に食品を購入する者を対象として実施した。なお、サンプル抽出は、年齢による層化無作為抽出で行った。また、アンケートの回収数は2505であった。

②安全性・味に関する情報提供による消費者受容性の変化

再生品を利用した農畜産物の安全性や味についての情報を提供した場合の消費者受容性の変化について、web アンケート調査を実施し、コンジョイント分析を用いて分析を行った。具体的には、食品廃棄物由来飼料の安全性やそうした飼料を給餌した豚肉の味についての情報を与えていない群（以下、情報非提供群）とそれらの情報を与えた群（以下、情報提供群）とに、選択型実験のアンケート調査を実施し、その結果を比較した。

情報非提供群に与えた情報は以下の通りである。

食品リサイクル法では、食品の製造や調理過程で生じる動植物性残さ、食品の流通過程や消費段階で生じる売れ残りや食べ残し等の食品廃棄物のうち、肥料や家畜のエサ（飼料）等に有効利用されるものを食品循環資源と呼んでいます。しかしながら、この食品循環資源の多くが、有効利用されずに焼却・埋め立て処理されています。

一方、かつては人間の食べ残し等による豚肉生産（養豚）も行われていましたが、現在ではエサの安定的供給や食べ残し自体の安全性、豚肉品質の維持の確保を背景に、輸入配合飼料に頼る養豚が主流となっています。しかしながら、輸入配合飼料に頼る豚肉生産は、国際穀物価格の変動の影響を受けるだけでなく、農薬や遺伝子組み換えなどの品質・安全性の懸念も抱えています。

そこで、食品循環資源の有効利用と飼料自給率の向上を目指して、食品循環資源の飼料化が各地で試みられています。たとえば、スーパーのイオンやエコス、小田急 OX などでは、店舗から排出される食

品循環資源を原料とする飼料で育てられた豚肉を販売しています。

食品循環資源を利用した飼料(エコフィードと呼ばれています)による豚肉生産については以下のような環境負荷の低減が期待されます。

食品循環資源の飼料化を進めることで廃棄物処理の量が減少し、処理に伴う環境への負荷の削減につながることを期待されます。エコフィードを利用することで、配合飼料の節約となり、飼料の 8 割を輸入に頼る状況を改善することができます。

また、食品循環資源のリサイクルの環境負荷を計算した独立行政法人産業技術総合研究所の菱沼ら(2009)の研究によれば、食品循環資源をヨーグルト状の液体飼料(リキッド飼料)にリサイクルする場合、そのまま焼却処理を行う場合と比較して、地球温暖化を進めてしまう温室効果ガスが大きく減少するとしています(乾燥させた粉末状飼料にリサイクルする場合は、かえって温室効果ガスを増やしてしまう可能性もあります)。

また、焼却する場合と比較して、焼却灰を埋め立てる場所を必要としないことが大きな利点といえます。

次に情報提供群に与えた情報は以下の通りである。情報非提供群との違いは、「2. 味について」と「3.安全性の情報」である。

食品リサイクル法では、食品の製造や調理過程で生じる動植物性残さ、食品の流通過程や消費段階で生じる売れ残りや食べ残し等の食品廃棄物のうち、肥料や家畜のエサ(飼料)等に有効利用されるものを食品循環資源と呼んでいます。しかしながら、この食品循環資源の多くが、有効利用されずに焼却・埋め立て処理されています。

一方、かつては人間の食べ残し等による豚肉生産(養豚)も行われていましたが、現在ではエサの安定的供給や食べ残し自体の安全性、豚肉品質の維持の確保を背景に、輸入配合飼料に頼る養豚が主流となっています。しかしながら、輸入配合飼料に頼る豚肉生産は、国際穀物価格の変動の影響を受けるだけでなく、農薬や遺伝子組み換えなどの品質・安全性の懸念も抱えています。

そこで、食品循環資源の有効利用と飼料自給率の向上を目指して、食品循環資源の飼料化が各地で試みられています。たとえば、スーパーのイオンやエコス、小田急 OX などでは、店舗から排出される食品循環資源を原料とする飼料で育てられた豚肉を販売しています。

食品循環資源を利用した飼料(エコフィードと呼ばれています)による豚肉生産については以下のようなメリットが報告されています。

1. 環境負荷の軽減

食品循環資源の飼料化を進めることで廃棄物処理の量が減少し、処理に伴う環境への負荷の削減につながることを期待されます。エコフィードを利用することで、配合飼料の節約となり、飼料の 8 割を輸入に頼る状況を改善することができます。食品循環資源のリサイクルの環境負荷を計算した独立行政法人産業技術総合研究所の菱沼ら(2009)の研究によれば、食品循環資源をヨーグルト状の液体飼料(リキッド飼料)にリサイクルする場合、そのまま焼却処理を行う場合と比較して、地球温暖化を進めてしまう温室効果ガスが大きく減少するとしています(乾燥させた粉末状飼料にリサイクルする

場合は、かえって温室効果ガスを増やしてしまう可能性もあります)。また、焼却する場合と比較して、焼却灰を埋め立てる場所を必要としないことが大きな利点といえます。

2. 味について

かつては、食品循環資源を飼料にして生産した豚肉は、色が悪く脂肪分が少ないなどの理由で市場での評価は低いものでした。しかしながら、近年では飼料化の技術が進化した結果、エコフィードで生産した豚肉は、一般の配合飼料で生産した豚肉に劣らない品質を実現しています。たとえば、エコフィードで育てた豚肉について分析を行ったところ、コレステロール値が低い一方で、脂質が肉の繊維に入り込んだ「さし状」となっているため、日本人が好む脂の甘みを楽しむことができるほか、オレイン酸やリノール酸など体に良い不飽和脂肪酸を多く含むことがわかりました。また、一般消費者を対象に行った食味試験(試食)においても、非常に高い評価を得ています。

3. 安全性の情報

食品循環資源の飼料化において最も留意すべき最優先事項とされているのが、安全性の確保です。農林水産省消費安全局では 2006 年 8 月に、「飼料安全法」、「家畜伝染病予防法」の遵守を前提とした「食品残さ等利用飼料の安全性確保のためのガイドライン」を制定し、原料排出、収集、製造、保管、給与等の各過程における管理の基本的な指針を示しており、飼料化施設では、持ち込まれる食品循環資源の検査、搬入先への分別指導、出来上がったエコフィードのこまめな成分検査など徹底した安全管理が行われています。また、先述のリキッド飼料で育てた豚は、通常の配合飼料で育てた豚に比べて肺炎などの病気にかかりにくく、抗生物質の投与をほとんど行わなくて済むことから、安全で健康的な豚肉を消費者に提供することができます。

表 4-5 に「豚ロース肉 100g」のコンジョイント分析の属性と水準を示した。

表 4-5 「豚ロース肉 100g」の属性と水準

	属性1 エコフィード使用	属性2 産地	属性3 CO2変化量	属性4 追加支払
水準1	なし	海外産	100g増	0円
水準2	あり	地元以外の国内産	50g増	10円
水準3		地元産	変化なし	50円
水準4			50g減	100円
水準5			100g減	

属性 1 は「食品廃棄物由来飼料(エコフィード)使用の有無」である。属性 2 は「産地」であり、「地元産」が地域循環を意図している。属性 3 は「CO₂発生量の変化」であるが、乾燥法による飼料化については CO₂ が増える可能性もあることから、そうした情報を与えたうえで CO₂ 量が増える水準も設けた。属性 4 は「追加支払」であり、限界支払意志額(MWTP)の推定に用いる。以上の属性と水準から①と同様の手順で 24 のプロファイルを作成した。作成した 24 のプロファイルから任意に選ばれた豚ロース肉 3 種類とエコフィードを使用し

ない現状の国産豚ロース肉の計 4 つのプロファイルから回答者が 1 つを選択する選択型実験を行った。選択型実験は 1 人につき 8 回実施した。なお、調査票は 3 つのバージョンを用意した。

「豚ロース肉 100g」の確定項の効用関数について、以下のような効用関数式を仮定し、パラメータ β を条件付ロジットモデルで推定した。

$$V = \sum_{d=1}^1 \beta_{EF} EF_d + \sum_{d=1}^2 \beta_{AP} AP_d + \beta_{cf} CF_d + \beta_{cost} COST$$

ここで、 V ：確定項、 β ：効用関数のパラメータ、 EF ：飼料の材料ダミー(0,1)、 AP ：産地ダミー(0,1)、 CF ：CO₂ラベルダミー(0,1)、 $COST$ ：追加支払(円)である。

アンケート調査は、2009 年 12 月に調査会社の持つ首都圏(埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県)に居住するモニターのうち、世帯内で主に食品を購入する者を対象として web で調査を実施した。なお、サンプル抽出は、年齢による層化無作為抽出で行った。また、アンケートの回収数は 3946 であった。

③環境に関する情報提供による消費者受容性の変化

再生品を利用した農畜産物の環境情報を提供した場合の消費者受容性の変化について、web アンケート調査を実施し、コンジョイント分析を用いて分析を行った。具体的には、食品廃棄物由来飼料を給餌した豚肉についてのリサイクルループの情報および温室効果ガス削減の情報といった環境情報を与えていない群（以下、情報非提供群）とそれらの情報を与えた群（以下、情報提供群）とに、同じ選択型実験を実施し、コンジョイント分析を用いてそれぞれの限界支払意志額（MWTP）を推定し、比較した。

豚肉への環境情報の提示方法については、POP による情報提供を行い、その効果を検討することとした。図 4-13 に作成した広告材料(POP)を示す。

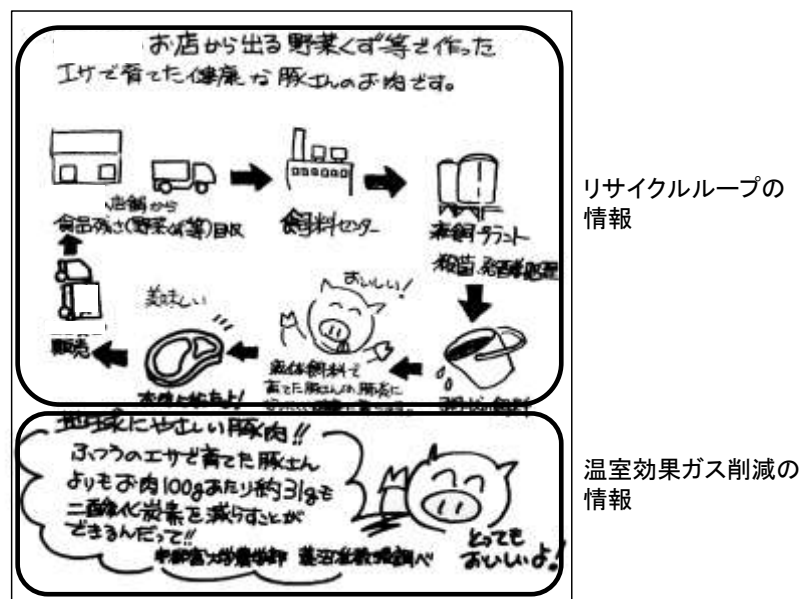


図 4-13 作成した広告材料

POP は、リサイクルループの情報と温室効果ガス削減の情報とで構成される。温室効果ガス削減量は、4.2 で分析した LCA の結果³⁷⁾から 100g あたりの削減量を推計し、これを示した。表 4-6 にコンジョイント分析の属性と水準について示した。

表 4-6 コンジョイント分析の属性と水準

	属性1 食品廃棄物 由来飼料の使用	属性2 産地	属性3 追加支払
水準1	なし	地元以外 の国内産	0円
水準2	あり	地元産	10円
水準3		海外産	50円
水準4			100円

属性 1 は「食品廃棄物由来飼料使用の有無」である。属性 2 は「産地」であり、「地元産」が地域循環を意図している。属性 3 は「追加支払」であり、限界支払意志額(MWTP)の推定に用いる。以上の属性と水準から①と同様の手順で 20 のプロファイルを作成した。作成した 20 のプロファイルから任意に選ばれた豚ロース肉 3 種類と食品廃棄物由来飼料を使用しない現状の国産豚ロース肉の計 4 つのプロファイルから回答者が 1 つを選択する選択型実験を採用した。選択型実験は 1 人につき 7 回実施した。なお、調査票は 2 つのバージョンを用意した。

「豚ロース肉 100g」の確定項の効用関数について、次の効用関数式を仮定し、パラメータ β を条件付ロジットモデルで推定した。

$$V = \sum_{d=1}^1 \beta_{EF} EF_d + \sum_{d=1}^2 \beta_{AP} AP_d + \beta_{cost} COST$$

ここで、 V ：確定項、 β ：効用関数のパラメータ、 EF ：食品廃棄物由来飼料使用ダミー(0,1)、 AP ：産地ダミー(0,1)、 $COST$ ：追加支払(円)である。

アンケート調査は、(1)および(3)の店舗調査を実施した食品スーパーマーケットチェーンが店舗を展開する市町村に居住し、かつ世帯内で主に食品を購入する者を対象として 2011 年 2 月に実施した。サンプル抽出は、年齢による層化無作為抽出で行った。また、アンケートの回収数は 3672(情報非提供群 727、情報提供群 2945)であった。

(3)環境情報提供に対する消費者の評価

環境情報の提供に対する消費者の評価を分析するために、実際に食品廃棄物由来飼料を給仕した豚肉を扱う食品スーパーチェーンの協力のもと、2011 年 2 月に 2 店舗で 1 日間の店舗調査を実施した。図 4-13 の POP を A3 サイズで印刷し、精肉販売コーナーにて掲示を行った。

POP 表示による購買行動の変化については、販売データから検討することとした。またその際、会計を終えた消費者に対してアンケート調査を実施した。アンケート調査では、

提示された POP と同様のものを見てもらい、「提示された POP を認識したか」「情報はわかりやすかったか」「このような表示を必要と考えるか」「表示を見て商品を購入しようと思うか」「購入する(しない)理由」等について尋ねた。アンケートの回収数は、220 であった。

4.3.3 結果と考察

(1)再生品を利用した農畜産物に対する消費者の意識

図 4-14 に食品廃棄物由来飼料を給餌した豚肉の認知度を示す。

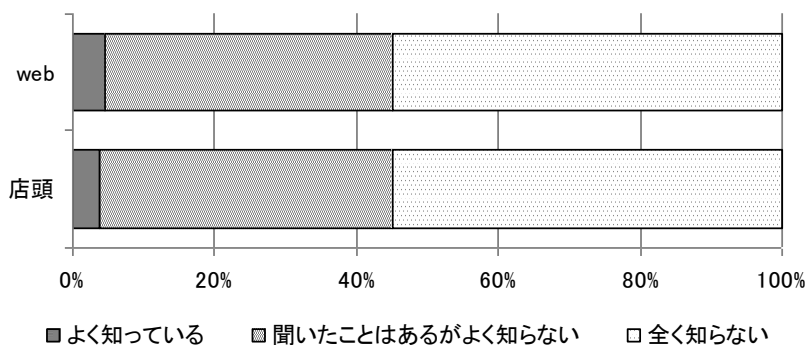


図 4-14 食品廃棄物由来飼料を給餌した豚肉の認知度

Web 調査、店頭調査ともに、聞いたことがある以上の認知度は 45%程度であった。店頭アンケート調査を実施した店舗は、食品廃棄物由来飼料を給餌した豚肉を扱っていることを精肉売り場に表示していたが、認知度が変わらないことで、消費者に十分に伝わっていないことが明らかとなった。

次に食品廃棄物由来飼料を給餌した豚肉を認知している回答者に対して、その購入経験を聞いたところ、web 調査では 40%に満たなかった一方で、店頭調査では 80%以上となった(図 4-15)。

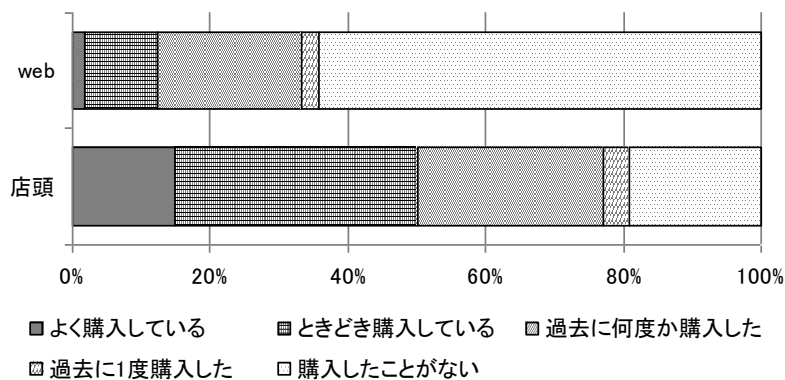


図 4-15 食品廃棄物由来飼料を給餌した豚肉の購入経験

web 調査では、「購入していない理由」として「店に売っていない」「食品廃棄物由来飼料の使用の表示がない」ことが多く挙げられており、一方で店頭調査ではその阻害要因が取り除かれていることがこの差となったと考えられる。このことより、実際に食品廃棄物由来飼料を給餌した豚肉を扱う店舗が増え、かつそのことが消費者に示されることで、その需要が増加することが期待される。

購入理由についても、web 調査では「環境性」が最も多い一方で、店頭調査では「安全性」「ヘルシーさ」「味」が「環境性」を上回った(図 4-16)。これは、店舗において「安全性」「ヘルシーさ」「味」をアピールしていることが影響していると考えられる。一般に豚肉購入においては、「環境性」を第一に選択をする消費者は少なく、店頭調査で挙げられた「安全性」「ヘルシーさ」「味」、および「価格」が選択の理由になっている。すなわち、「環境性」に「安全性」「ヘルシーさ」「味」を絡めて販売することが、より食品廃棄物由来飼料の普及、食品リサイクルの進展につながると考える。

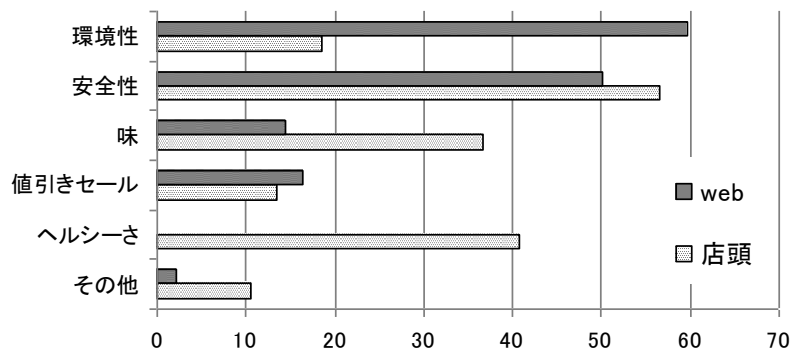


図 4-16 食品廃棄物由来飼料を給餌した豚肉の購入理由

最後に今後の購入意図については、web 調査・店頭調査ともに極めて高い割合で購入意図がある(図 4-17)。ただし、そのほとんどは「条件が合えば購入したい」という回答であり、その購入条件としては、「価格の適正さ」「より詳細な情報」が挙げられている。

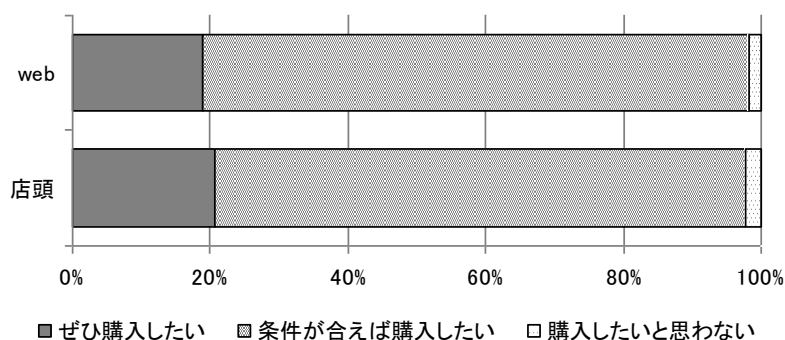


図 4-17 食品廃棄物由来飼料を給餌した豚肉の今後の購入意図

(2)コンジョイント分析を用いた消費者受容性と情報提供効果の評価

①再生品を利用した農畜産物に対する消費者の受容性

表 4-7 に「ニンジン 1kg」の分析結果を示した。

表 4-7 「ニンジン 1kg」のコンジョイント分析の結果

		β	MWTP
CP	家畜排せつ物	0.700	31.8 ***
	食品製造副産物	0.896	40.7 ***
	余剰食品	1.173	53.3 ***
	生ごみ	0.994	45.2 ***
AC	減農薬栽培	0.567	25.8 ***
	無農薬栽培	0.370	16.8 ***
	有機栽培	0.396	18.0 ***
AP	県内	-0.009	-0.4
	海外	-1.933	-87.9 ***
CF		0.064	2.9 **
COST		-0.022	***
サンプル数			14316
LRI			0.20

(***1%水準で有意、**5%水準で有意)

属性 1 の「堆肥の原料」に対する効用は材料によらずすべて大きくプラスとなった。このことは、消費者がリサイクル堆肥を利用したニンジンに対して付加価値を感じていることを意味する。ニンジン 1kg の一般的な価格と比べると約 10～15%程度の追加支払いとなる。もっとも WTP が高かったのは「余剰食品」、次いで「生ごみ」であり、一般的な消費者が自らの目の届く範囲で廃棄を「もったいない」と考えているものが上位となった。

属性 2 の「農薬と化学肥料」に対する効用はすべてプラスとなったものの、予想に反して「減農薬栽培」が「無農薬栽培」や「有機栽培」に比べて WTP が高かった。テキストマイニングによって消費者の有機野菜購買行動を分析した西尾(2007)³⁸⁾は、消費者が「減農薬栽培」と「有機栽培」を明確に区別できておらず、かつ区別できている消費者は「有機栽培」に対して不信感を抱いていることを指摘している。また、消費者の中に「有機栽培は高価」というイメージが刷り込まれていたり、「無農薬栽培」や「有機栽培」には「虫食い」へのマイナス評価(一方で「虫食い」をプラス評価する消費者もいる)があることも同時に触れている。

属性 3 の「産地」については、昨今の食の安心・安全に関する問題を背景に「海外産」が大きなマイナスとなった。一方、「国内産(県内産)」は統計的に有意とならなかった。

属性 4 の「CO₂ ラベル」を添付することに対する効用がプラスとなり、消費者が CFP 導入を支持する結果となった。もっとも、その WTP は 2.9 円/kg で価格の 1%程度に過ぎないため、トレースが困難でコストもかかるカーボンフットプリントを生産者側が進めるインセンティブにはならないと考える。

表 4-8 に「豚ロース肉 100g」の分析結果を示した。

表 4-8 「豚ロース肉 100g」のコンジョイント分析の結果

		β	MWTP
RF	食品製造副産物	0.010	0.4
	余剰食品	0.237	10.3 ***
	事業系調理残さ	0.168	7.3 ***
	家庭系調理残さ	0.375	16.3 ***
	事業系調理残さ+食べ残し	0.183	7.9 **
AP	県内産	2.127	92.3 ***
	県外産	2.134	92.6 ***
CF		0.184	8.0 ***
COST		-0.023	***
サンプル数			19128
LRI			0.36

(***1%水準で有意、**5%水準で有意)

属性 1 の「再生飼料の材料」に対する効用は、統計的に有意とならなかった「食品製造副産物」以外は、材料によらずすべてプラスとなった。このことは、消費者が再生飼料を利用した豚肉に対して付加価値を感じていることを意味する。また、「余剰食品」や「家庭系調理残さ」など消費者が内容を把握しやすい材料に対する効用が他よりも高いこと、「食品製造副産物」が有意とならなかったことから、飼料材料は消費者が情報を得やすい材料ほど支持されていると考えられる。自由回答においても、「普段自分達が食べているものだから安心」という意見の一方で、「ごみで育てた豚肉は気持ち悪い」「何を食べさせたのかわからないのは不安」というマイナスの意見も多かった。つまり、再生飼料を利用するためには、その材料について消費者は十分な情報開示を求めていることが示唆された。

属性 2 の産地については、海外産に比べて国内産が大きくプラスとなったものの、県内産と県外産に効用の差は確認されなかった。

属性 3 の「CO₂ ラベル」の添付に対する効用がプラスとなり、CFP 導入を支持する結果となった。WTP はニンジンに比べて高く、一般的な価格の約 3%程度になっている。

②安全性・味に関する情報提供による消費者受容性の変化

表 4-9 に「豚ロース肉 100g」の分析結果を示した。

表 4-9 安全性・味情報の効果に関するコンジョイント分析の結果

ロース肉100gあたり

変数	情報なし群		情報あり群		
	係数	MWTP	係数	MWTP	
追加支払	-0.026		-0.023		
エコフィード使用	0.439	17.0	0.438	19.3	
産地	地元産	0.306	11.9	0.379	16.7
	海外産	-1.612	-62.4	-1.651	-72.7
CO2変化量	-0.010	-0.4	-0.008	-0.4	
サンプル数	4848		4920		
尤度比指数	0.254		0.223		

すべて1%水準で有意

属性1の「食品廃棄物由来飼料(エコフィード)使用」に対する効用は、情報非提示群・情報提示群ともにプラスとなり、MWTPは約17～19円(ロース肉100gあたり 以下略)となった。このことは、消費者がエコフィードを使用した豚肉に対して付加価値を感じていることを意味する。なお、①の調査におけるMWTPは約7～16円であり、おおよそ一致している。また、情報提供群のMWTPの方が2円ほど高くなり、安全性や味の情報を与えることでより受容性が高まることが示唆された。ただし、MWTPの上昇幅はそれほど大きくないことから、エコフィードの普及には、まずエコフィード豚肉に対する認知をあげることが重要で、加えて味や安全性についての情報開示が必要であるといえる。

地域循環を意図して設定した属性2の産地については、地元以外の国内産の効用を0と仮定した場合、海外産のMWTPが約-62～73円と大きくマイナスになった。なお、昨年度調査でも海外産が大きなマイナスとなっている。一方、地元産に対するMWTPは約12～17円とプラスとなった。昨年度調査において県内産と県外産を比較した際にはMWTPの差はほとんどなく、地域循環は意識されないと結論づけたが、今回は地元産と地元以外の国産との差が生じており、地域循環を意識しているという結果となった。このような違いから、消費者にとっての地元(地域)意識の及ぶ空間スケールが都県レベルよりも小さいことを読み取ることができる。また、情報を与えることで海外産のマイナスと地元産とプラスの傾向はより強くなっているが、これは安全性の情報を与えることで、消費者が豚肉の安全性をさらに意識するようになり、結果として安全性に不安のある海外産のマイナスが大きくなったためと考えられる。

属性3の「CO₂変化量」については、排出増加に対する効用がマイナス(削減に対する効用がプラス)となり、どちらの群もCO₂が1g削減されることに対するMWTPが約0.4円と推定された。エコフィード使用がCO₂削減につながる場合、その削減を示すことが付加価値をさらに高めることが期待される。

③環境に関する情報提供による消費者受容性の変化

表4-10に分析結果を示した。

表4-10 環境情報の効果に関するコンジョイント分析の結果

変数	ロース肉100gあたり			
	情報非提示群		情報提供群	
	係数	MWTP	係数	MWTP
追加支払	-0.005		-0.004	
食品廃棄物由来飼料使用	0.050	9.7	0.337	89.6
産地 地元産	0.118	22.7	0.073	19.4
海外産	-2.642	-509.3	-2.627	-697.9
サンプル数	4431		18592	
尤度比指数	0.179		0.171	

情報非提示群の食品廃棄物由来飼料の使用を除いて1%水準で有意

属性1の「食品廃棄物由来飼料の使用」に対する効用は、情報非提供群ではプラスとなったものの、10%水準でも有意とはならなかった。情報非提供群では、食品廃棄物由来飼料に関する情報をほとんど提示しなかったことで、製品選択の材料とならない場合が多かったことが要因と考えられる。一方、情報提供群のMWTPは、約89.6円と①②の結果よりも非常に高い値を示した。ただし、あくまで仮想市場の結果であるため、このMWTP自体の解釈には注意が必要である。明確なことは、情報提供によって効用が上昇するという点であり、今回提示したPOP情報の効果が確認された。

なお、地域循環を意図して設定した属性2の産地については、地元以外の国内産の効用を0と仮定した場合、①②と同様に海外産のMWTPが大きくマイナスになった。一方、地元産に対するMWTPはプラスとなり、地域循環を意識しているという結果となった。

(3)環境情報提供に対する消費者の評価

今回作成したPOPを購入時に確認した消費者は、アンケート調査の結果、わずか21%に過ぎず、特に、当該店舗で食品廃棄物由来飼料を給仕した豚肉を扱っていることを知らなかった消費者群については、POPの認識率は14%に過ぎなかった。現在、当日の売り上げについては、協力を受けた食品スーパーマーケットチェーンからのデータ提供を今で受けることができていないため、現時点でその分析が示すことができない。データ提供後に分析を行うが、POPの認識率を考慮すると情報提供による購買行動の変化を確認することは難しいと推測される。

一方、アンケート調査では、実際に精肉売場に提示したPOPと同様のものを見せ、情報のわかりやすさ等を尋ねた。図4-18～4-22にその結果を示す。

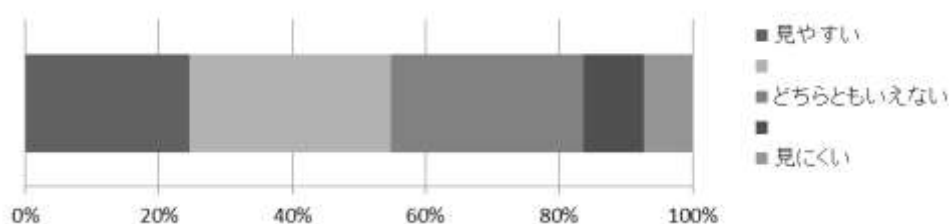


図 4-18 POP の見やすさ

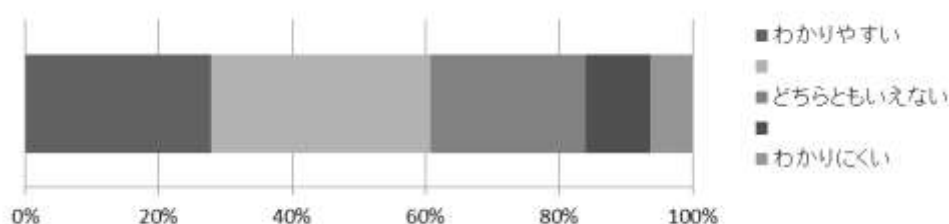


図 4-19 POP のわかりやすさ

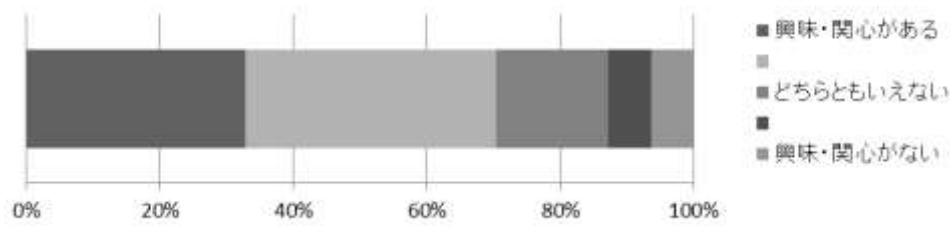


図 4-20 POP 情報への興味・関心

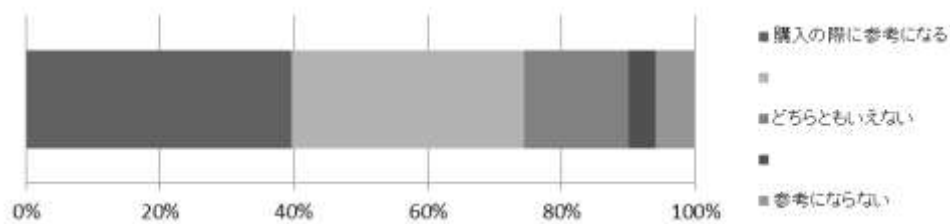


図 4-21 POP 情報の参考度

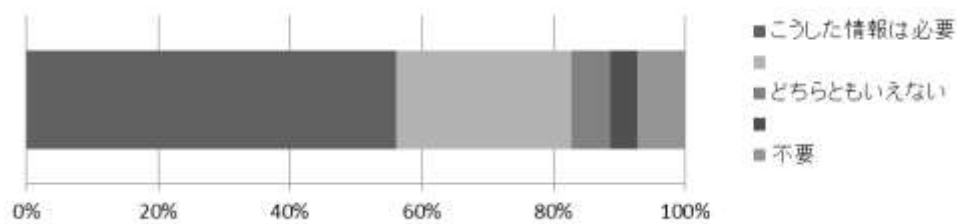


図 4-22 POP 情報の必要性

POP の見やすさ、わかりやすさはおおむね評価が高く、見やすさでは 54.8%が見やすいと回答し、わかりやすさでは 60.7%がわかりやすいと回答した。また、POP 情報の中身については、70.3%の回答者が興味・関心があり、74.4%の回答者が購入の際に参考になると答えたほか、82.6%の回答者がこうした情報の公開は必要であると回答した。以上のように、POP および環境情報の提供については総じて高評価であり、POP の認識率を上げることができれば、消費者の購買行動に影響を与えることができることが示唆された。

さらに、図 4-23 に示すように食品廃棄物由来飼料を給仕した豚肉についての追加支払意志を尋ねたところ、約半数の消費者が通常の国産豚肉に対して 20 円程度の追加支払意志があることが確認された。これは、(2)の①②の結果とほぼ同等である。

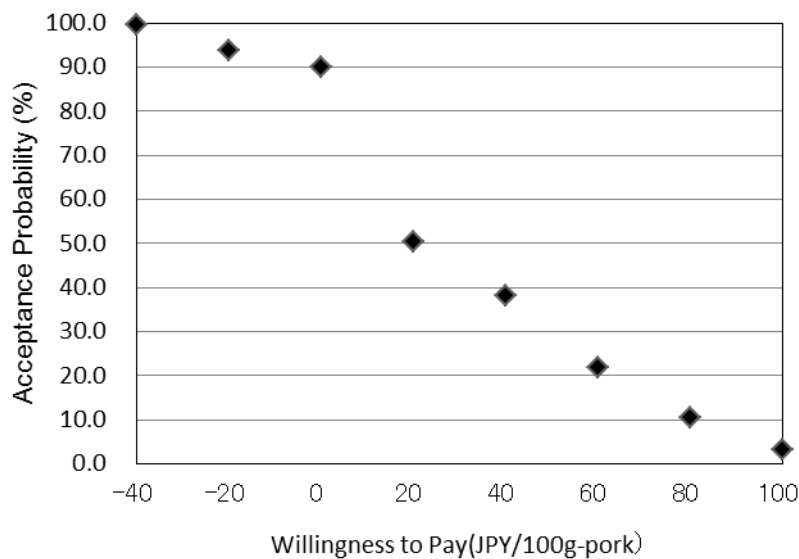


図 4-23 店舗アンケート調査における追加支払金額と受諾率

以上より、簡易な環境情報の提供を行うことで、消費者の購買意図は上昇することや追加支払の可能性があることが確認された。今回は POP の認識率が低く、購買行動の変化を確認することが難しかったが、情報提供の手段や期間等を再検討し、購買行動の変化につながるかどうかを分析することが今後の課題である。

4.3.4 まとめ

本研究は、食品廃棄物の循環利用を進めることをねらいとして、再生品を利用した農畜産物の消費者受容性と様々な情報提供の効果について、アンケート調査とコンジョイント分析を用いて評価を行った。その結果より以下のことが示唆された。

- ・食品廃棄物由来飼料を給餌した豚肉に関する認知は必ずしも高くはないものの、そのことを明示して販売している店舗での調査においては購入経験が多かった。また、購入動機として「安全性」「味」などが挙げられており、環境情報と絡めてこれらの情報を積極的に提供することで、再生品を利用した農畜産物および食品廃棄物の循環利用の普及促進につながることを期待される。
- ・コンジョイント分析の結果より、再生品を利用した農畜産物は、通常の農畜産物よりも消費者が付加価値を感じていることが示唆された。
- ・コンジョイント分析の結果より、安全性や味、環境に関する情報提供が、再生品を利用した農畜産物の高付加価値化につながることを示唆された。
- ・実際に食品廃棄物由来飼料を給餌した豚肉を販売している店舗において、環境情報の提供を行ったところ、非常に高い評価を得た。消費者はこうした情報提供を望ましいと考えており、今回作成した広告材料のようなわかりやすい情報提供が望まれる。

ただし、今回の調査結果は、web アンケート調査を用いた仮想市場上によるものがほとんどであり、実際の市場における再生品を利用した農畜産物の消費者受容性の評価や情報提供の効果については、店舗調査における広告材料の認知率が低かったために十分に検討することができなかった。情報提供の手段や期間等を再検討し、実際の市場における再生品を利用した農畜産物の消費者受容性の評価や情報提供の効果について分析することが今後の課題である。

参考文献

- 1) 農林水産省：バイオマス・ニッポン総合戦略, (2006) (<http://www.maff.go.jp/j/biomass/>, 最終アクセス日 2009/4/ 6)
- 2) 農林水産省(2008)：平成 19 年食品循環資源の再生利用等実態調査報告, 〈<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001013317&cycode=0>, 2009 年 4 月 6 日確認〉
- 3) 大迫政浩：“生ごみ処理・リサイクルの現状と課題” 特集にあたって, 空気調和・衛生工學, 74(8), 659-665, (2000)
- 4) 大河内由美子, 井上雄三：有機性循環資源の排出構造特性と循環技術, 環境技術, 31(6), 425-430, (2002)
- 5) 高橋俊浩, 信原奈央, 入江正和, 森田哲夫：食品残さを利用した肉豚用エコフィードの成分とその変動, 西日本畜産学会報, 49, 63-67, (2006)
- 6) 三津本充, 佐々木啓介, 川島知之, 佐伯真魚, 立川洋, 山本英雄：肥育豚への食品製造残さ発酵リキッド飼料と茶カテキン類の給与が増体, 枝肉性状, および冷蔵保存中の豚肉品質に及ぼす影響, 日畜会報, 77(3), 409-416, (2006)
- 7) 淡路和則：畜産経営からみた食品残さ飼料の価格条件, 農業経営研究, 45(1), 62-66, (2007)
- 8) Ogino A., Hirooka H., Ikeguchi A., Tanaka Y., Waki M., Yokoyama H., Kawashima T. : Journal of Environmental Quality, 36, 1061-1068, (2007)
- 9) (社) J A 総 合 研 究 所：果物の消費行動に関する調査結果 (<http://www.ja-so-ken.or.jp/work/data.html> 最終アクセス日 2009/4/23)
- 10) (社) J A 総 合 研 究 所：肉の消費行動に関する調査結果 (<http://www.ja-so-ken.or.jp/work/data.html> 最終アクセス日 2009/4/23)
- 11) 農林水産省：平成 19 年畜産統計 (<http://www.maff.go.jp/j/tokei/index.html> 最終アクセス日 2009/4/14)
- 12) (社)中央畜産会：エコフィード情報公開事業所 (<http://ecofeed.lin.go.jp/map.cgi> 最終アクセス日 2009/4/14)
- 13) (財)畜産環境整備機構：家畜ふん尿処理施設・機械選定ガイドブック（堆肥化处理施設編）, (2005)
- 14) 環境省：温室効果ガス排出量の算定に関する検討結果 第 4 部 廃棄物分科会報告書 平成 18 年 8 月 (<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/santeiho/kento/h1808/index.html> 最終アクセス日 2009/1/12)
- 15) 農林水産バイオリサイクル研究「システム化サブチーム」：バイオマス利活用システムの設計と評価, (2006)
- 16) 南齋規介, 森口祐一, 東野達：産業連関表による環境負荷原単位データブック (2000) (http://www-cger.nies.go.jp/publication/D031/jpn/table/embodied/f_embodied.htm 最終アクセス日 2009/4/15)
- 17) (財)農林統計協会：流通飼料便覧 -2003-, (2004)

- 18) (独)農畜産業振興機構：畜産物の需給関係の諸統計データ
(<http://lin.alic.go.jp/alic/statis/dome/data2/nstatis.htm#5> 最終アクセス日 2010/5/11)
- 19) (社)中央畜産会：日本飼養標準・豚（2005年版）, (2005)
- 20) (社)農林水産技術情報協会：主要作目の作業体系におけるエネルギー消費原単位，平成
8年度新経営体育成エネルギー利用体系化調査委託事業報告書，(1997)
- 21) (財)畜産環境整備機構：家畜ふん尿処理・利用の手引き, (1998)
- 22) 千葉県畜産総合研究センター：千葉県におけるリキッドフィーディング実用化北進事業調
査報告書，(2006)
- 23) 菱沼竜男，井原智彦，志水章夫，楊翠芬，玄地裕：LCA 手法を用いた肥育豚ふん尿処
理システムの環境影響の比較，農業施設，38，1，43-56，(2007)
- 24) 高田亜佐子，小林謙介，尾上俊雄，田原聖隆：第4回日本LCA学会研究発表会講演要旨集，
118-119，(2009)
- 25) (社)配合飼料供給安定機構：エコフィード利用による負荷低減に向けてー環境影響評
価ー, (2009)
- 26) 菱沼竜男，玄地裕，荻野暁史，川島知之，淡路和則：食品循環資源の飼料化に伴う温室効
果ガス排出量の推計（飼料化事業所へのアンケート調査から），2010年度農業施設学会大
会講演要旨，37-38，(2010)
- 27) T.Hishinuma, Y.Genchi, A.Ogino, T.Kawashima, K.Awaji：Questionnaire survey on the
greenhouse gas emissions from feed production system using food residuals, proceedings of The
Ninth International Conference on EcoBalance 2010, 583-584, (2010)
- 28) United States Department of Agriculture：Data and Statistics,
(http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome?navid=DATA_STATISTICS, 最終アクセス日
2011/5/15)
- 29) Del Grosso, S.J., Parton, W.J., Ojima, D.S., Keough, C.A., Riley, T.H. and Mosier, A.R.：
DAYCENT Simulated Effects of Land Use and Climate on County Level N Loss Vectors in the
USA, Nitrogen in the Environment, 2nd ed, Academic Press, California, 580-582，(2008)。
- 30) (社)配合飼料供給安定機構：食品残さの飼料化（エコフィード）をめざしてー飼料化マ
ニュアル（平成19年度版）ー, (2007)
- 31) 酒井 理：有機農産物の流通概説，小川孔輔・酒井理編「有機農産物の流通とマーケティング」，104-116，(2007)
- 32) 楠部孝誠，恒見清孝，盛岡 通：製品連鎖マネジメントによる都市と農村における有機物
循環に関する研究，第28回環境システム研究論文発表会講演集，151-156，(2000)
- 33) 榎木秀作，楠部孝誠，内藤正明：消費者の購買行動による有機物の循環促進の可能性，廃
棄物学会論文誌，13(2)，71-78，(2002)
- 34) 佐藤真行，坂上雅治，鈴木靖文，植田和弘，高月 紘：有機野菜に対する消費者選好分析ー
地域内有機物循環と認証ラベル，環境科学会誌，18(3)，243-255，(2005)
- 35) 阿倍周造，青木道代：エコロジー行動と有機野菜の購買行動，小川孔輔・酒井理編「有機

- 農産物の流通とマーケティング」, 220-243, (2007)
- 36) 鷺田豊明：「環境評価入門」, 勁草書房, (1999)
- 37) T.Hishinuma, H.Kurishima, Y. Genchi, Life cycle assessment of greenhouse gas emissions from Japanese pork production using feed from food residuals, Greenhouse Gases and Animal Agriculture Conference 2010, Banff(CANADA), 2010.10
- 38) 西尾チヅル：有機野菜選択の背後にある理由－価値構造の分析－, 小川孔輔・酒井理編「有機農産物の流通とマーケティング」, 244-257, (2007)