

SDGsに貢献する、 食品リサイクルの最前線

～日本フードエコロジーセンターを事例に～

宮崎大学 農学部 畜産草地科学科 教授 川島 知之

【要約】

エコフィード推進のきっかけとなった食品リサイクル法が施行されて20年が経過した。2015年、国連はSDGsを採択し、その目標達成の一環として食品ロス削減が求められている。株式会社日本フードエコロジーセンターはリサイクルループを構築することで、食品残さを安全にそして安定してエコフィードに転換するビジネスモデルを構築し、それが社会的な基盤にもなっている。この取り組みは、フードロス削減、飼料自給率向上、環境負荷低減に貢献しており、世界的にも注目されている。

1 はじめに

2000年に循環型社会形成推進基本法が公布され、20世紀の「大量生産・大量消費・大量廃棄」型の経済社会から脱却し、21世紀は環境への負荷が少ない「循環型社会」を形成するとの方針が示された。そして、2001年に「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律」（食品リサイクル法）が施行され、エコフィード推進の基盤が築かれた。それから20年が経過した。本稿は株式会社日本フードエコロジーセンター（以下「JFEC」という）を事例に、20年間の歴史を振り返りつつ、今後の課題を検討するものである。

食品リサイクル法が施行されて以降、エコフィードの製造量は着実に増加してきた。日本の飼料基盤は脆弱で、濃厚飼料自給率は低く、ほとんどの飼料用穀類を海外からの輸入

に依存している。その主体であるトウモロコシは2008年ごろから価格が高騰し、2012年には米国の主産地における干ばつによる輸出の大幅な減少もあり、その価格の高騰が続いた。その間、エコフィードの製造量は大きく伸びた。しかし、2013年以降は米国でのトウモロコシの豊作が続き、ブラジルからの輸入も増えて、供給量や価格は2020年前半までは比較的安定していた。それに関連していると思われるが、エコフィードの製造量は近年伸び悩んでいる。

2030年までの国際社会共通の目標として持続可能な開発目標（SDGs）が2015年に国連総会で採択された。その目標の一つとして「持続可能な消費と生産のパターンを確保する」が定められ、その中で食品ロス削減が示されている。エコフィードの取り組みは食

品ロス削減と同時に、飼料自給率向上に有効である。EUでは1980年代後半以降のBSEによる甚大な被害に加え、口蹄疫や豚熱の防除のため、肉を含む食品残さについて、牛のみならず、豚や鶏に対しても飼料利用を禁止する規則が2002年に定められた。しかし、SDGsに関わる取り組みを推進する中で、このような規則を見直すべきとの声が上がっており、わが国の取り組みをモデルにしようとする動きがある。

一方、わが国では、2018年に岐阜県の養豚場で豚熱の発生が確認され、2021年8月現在、13県で発生が確認されている。国内での豚熱の発生と、高まるアフリカ豚熱の侵入リスクに対応するため、エコフィードの加熱基準見直しを盛り込んだ飼養衛生管理基準と飼料及び飼料添加物の成分規格等に関する省令の改正省令が2020年に公布され、21年4月から施行された。これまで、生肉などが混入している可能性のある食品残さについては、摂氏70度で30分間以上または80度で3分間以上加熱処理した後に飼料として使用することが条件となっていた。豚熱拡大防止などの観点から、この改正によって、肉を扱う事業所などから排出された食品循環資源

を原材料とする飼料を豚に給与する場合には、適正に処理が行われたもの（攪拌しながら摂氏90度以上で60分間以上またはこれと同等以上の効果を有する方法で加熱処理を行い、かつ、加熱後の飼料が加熱前の原材料などにより交差汚染しないように必要な措置などが講じられているものをいう）を用いることが定められた。

2020年3月に決定された食料・農業・農村基本計画において、飼料自給率の目標値は34%に設定された。また、これまで50万TDNトンとされていたエコフィードの製造目標については記載がなくなった。飼料用トウモロコシの大部分は、新型コロナウイルスの感染者数が極めて多い、米国とブラジルから輸入されている。これまでのところ、海運が止まることなく、問題なく輸入が継続されているものの、このような感染症の拡大が食料安全保障についての大きなリスクになりうることを再認識させられた。これまでの飼料自給率の目標値は高過ぎて、達成の可能性について違和感があったが、SDGsの理念の下、エコフィードの意義も見直して、飼料自給率を向上させる努力をするべきである。JFECの取り組みを通じて、そのことを考えてみたい。

2 JFECの沿革

JFECの取り組みは、1999年に株式会社極東ブレインズジャパンが千葉県匝瑳郡で社団法人食品需給研究センター（現 一般社団法人食品需給研究センター）の食品製造業ゼロエミッションシステム構築事業を受託して実施した「食品残渣を利用したリキッド発酵飼料の製造・実用化技術の実証」にさかのぼる。この事業で、粉碎してかゆ状にした食品残さを加熱処理後、微生物資材を添加し、発

酵させるリキッド発酵飼料調製の基本形が開発された。本事業を実施していた、獣医師の高橋巧一氏がその後の活動をけん引することとなる。

高橋氏は、2000年、神奈川県内で事業会社を設立し、この取り組みの運営を試みた。当時、マーケットは成熟しておらず、さまざまな法令もまだ整っていなかったため、許認可の手続きに時間がかかるなど、本来業務外

の試行錯誤が相次ぎ、いったん事業を断念した。しかし、そのノウハウを生かしたいと、2005年に小田急グループ傘下の株式会社小田急ビルサービスが「小田急フードエコロ

ジーセンター」を神奈川県相模原市に設立し、高橋氏がその運営を任された。そして2013年、同社からの分割により、JFECが開業し、高橋氏が代表取締役となった。

3 JFECの現況

JFEC（写真1）は、1日当たり一般廃棄物13トンおよび産業廃棄物36トンの処分業の許可を有しており、神奈川県、東京都を中心に、百貨店、スーパーマーケット、食品メーカー、乳業メーカーなど180以上の事業所から、食品残さを収集している（写真2、3）。年間約1万3000トンの原料から約1万5000トンのリキッド発酵飼料を製造して、関東近郊の16軒の契約養豚事業者提供している。365日稼働しており、社会基盤として、関東圏の食品リサイクルに不可欠な施設となっている。また、本州の13都県の産業廃棄物収集運搬業許可を有しており、ポテトピール、ウイスキーかす、牛乳、ホエイ、焼酎廃液、シロップといった液状飼料原料合計約2200トンの運搬も手掛けており、これらは各養豚農家でリキッド発酵飼料などと混合して利用されている。これらの輸送には契約養豚事業者へリキッド発酵飼料を搬送したタンクローリーの帰り便を活用し、コスト削減を達成している。JFECにはパートタイマーを含めて35名の従業員が勤務している。そのうち専属ドライバーは4名だが、若手正社員は大型免許を取得するようにして、飼料運搬を担う従業員も業務内容を十分に理解するように努めている。

契約している養豚事業者の飼料配合方法は多様であり、提供したリキッド発酵飼料をそのままリキッドフィーディングにより肥育豚に給餌する農家もあれば、配合飼料と混合し

て利用する農家や、JFECが搬送するその他の副産物と混合して利用する農家もある。そのため、生産するリキッド発酵飼料については、脂質含量やアミノ酸の添加の有無などが異なるいくつかのパターンがある。

基本的な調製方法としては以下のプロセスである。

- (1) コンテナに入った食品残さをホッパーに投入。コンテナは高圧洗浄機で洗い、洗浄水はリキッド飼料に含まれる（写真4）。
- (2) 選別コンベア上で人力により異物の除去を行うとともに金属探知機と磁選機により金属を除去する。
- (3) 一次粉砕 ハンマー式粉砕器により粗粉砕する。
- (4) 二次粉砕 カッター式粉砕器で粒状に粉砕する。
- (5) 一次タンクで混合する。
- (6) 攪拌しながら摂氏90度以上で60分間以上加熱処理する。
- (7) 攪拌機能のある2次タンクで冷却する。
- (8) 発酵・貯蔵タンクに一晩保存、ここで発酵資材を投入する。
- (9) 24～48時間後にタンクローリーで出荷する（写真5）。

リキッド飼料は乾物当たりで一般的な配合飼料の6割程度の価格で販売している。リキッド飼料の提供先の養豚事業者が付加価値のある豚肉を生産し、食品残さを排出したスーパーや百貨店でブランド豚肉として販売

するというシステム（リサイクルループ）を複数構築している。ブランド豚肉としては、小田急グループが販売している「優とん」(図)や、スーパーマーケットチェーンのエコスグループが販売する「旨香豚」、それ以外にお歳暮用などとして期間限定で販売する調理済み食品などもある。



写真1 JFECの外観
(JFEC提供。写真2～9も同様)



写真2 食品残さを搬入する保冷車



写真3 節分の翌日、大量の恵方巻が搬入される



写真4 食品残さの投入口



写真5 リキッド発酵飼料を養豚農家に届けるタンクローリー

図 小田急グループの食品リサイクルを紹介する電車内広告

odakyu ムダをなくす おいしさを生み出す
小田急グループの食品リサイクル

①残った食材などを回収
小田急グループのスーパー等で残った食材や賞味期限が切れた一部の食品は、廃棄せずに回収し「小田急フードエコロジーセンター」に搬送します。

②乳酸発酵飼料を製造
小田急フードエコロジーセンターでは、運び込まれた食品などを殺菌・発酵処理し、液体状の乳酸発酵飼料を製造します。

③健康でおいしい豚を飼育
製造された乳酸発酵飼料は、提携している養豚場へと搬入され、飼料内の乳酸菌の力によって健康な豚が育ちます。

④おいしい豚肉「優とん」が誕生
こうして育った豚を「優とん」と名付け、オレイン酸が多くコレステロールが少ないヘルシーな豚肉として、皆さまにご提供しています。

株式会社小田急ビルサービス
環境事業部 伊藤 敬基
「小田急グループの食品リサイクルの取り組みをご紹介します」

「優とん」はここでご購入いただけます！
「優とん」は、一部のOdakyu OXの店内売り場や、小田急百貨店のお中元・お歳暮ギフトとしてご購入いただけます。詳しくはホームページwww.odakyu-bs.co.jp/yulonをご覧ください。

残したいみどり
伝えたいあめ

資料：JFEC提供

4 株式会社あずみ野エコファーム

長野県に所在する株式会社あずみ野エコファーム（写真6）はJFECのリキッド発酵飼料を受け入れている養豚事業者の一つである。1981年創業で、1986年にデンマークからリキッドフィーディングシステムを導入し、ホエイや牛乳と配合飼料を混合した液状飼料を給与する経営を行ってきた。2009～10年度、公益財団法人畜産近代化リース協会の国産リキッドフィーディングシステム開発に関する事業を受けて、新規のシステムを導入し（写真7、8）、その実証試験に協力した。そのシステムは国内で販売されている部材を使用しているため、修理を簡便に行えるという利点がある。システムについては、今後、残飼量や気温などを加味して、給与量を自動的に増減させたり、成長ステージに応



写真6 あずみ野エコファームの外観



写真7 飼料タンクとリキッド飼料調製コンテナ

じたフェーズフィーディングに対応するように改善させたいと考えている。

同社は母豚250頭の一貫経営で、年間5000頭出荷している。従業員は役員を含めて8名である。2005年からJFECのリキッド発酵飼料の受け入れを開始し、現在、週に2～3回、タンクローリーで受け入れており、2020年の実績は2640トンだった。これ以外にJFECが搬入するポテトピールを年間600トン使用し、他は肥育用配合飼料を使用している。肥育豚に対して、105日齢までは通常の配合飼料を給与し、それ以降出荷



写真8 リキッド飼料調製コンテナ内のミキサー



写真9 豚舎内の様子

(平均178日齢)までリキッド飼料を給与する(写真9)。105日齢から35日間は配合飼料の混合割合を高めることで、タンパク質の多い飼料を給与する。

生産された豚肉の脂肪融点は通常のものよりやや低く、口溶けが良く、オレイン酸含量や筋肉内脂肪が多いという特徴がある。出荷豚の約7割は「安曇野げんき豚」として、約

2割は「優とん」としてリサイクルループを構築して販売している。これらのブランド豚は年間契約価格で販売している。一般的な販売方法では枝肉価格の変動の影響を受けやすいが、年間契約することにより価格が安定し、トータルとして付加価値がつく価格設定となっている。

5 社会貢献

JFECは食品残さをエコフィードに転換して、それを養豚農家に販売するというビジネスを通じて、食品ロス削減に貢献しているだけでなく、多くの社会貢献を実践している。JFECにおける見学者の受け入れもその一環である。2019年の実績として、有料(500円)での見学者が約1200人、それ以外の行政関係者、インターンシップ、メディア関係者を含めると年間2000人に上り、海外からの見学者も週1回程度受け入れてきた。アフリカ豚熱発生国からの見学者は断ってきたが、これまでにアジア、欧州、中南米、アフリカなど世界各国からの見学者を受け入れてきた実績がある。

社会貢献の場はJFECに限らない。高橋氏は一般社団法人全国食品リサイクル連合会、一般社団法人食品ロス・リポーンセンターを設立し、それぞれ会長と役員を務めている。前者は全国の登録再生利用事業者の情報交換の場として、食品リサイクルに関連する政策提言の取りまとめや、食品リサイクル事業を円滑に推進するための事業を幅広く実施している。後者は食品リサイクルに関連して、そのリユースを中心に、食品ロスの削減のための調査や啓発事業のコーディネートを実施し

ている。また、両法人は農林水産省の事業を実施したり、地方自治体から受託して食品リサイクルに関連するプロジェクトを実施したりしている。肉を含むエコフィードの加熱基準改正に際しては、このような法人を通じて現場の声を集約し、行政サイドに伝えるとともに、改正に伴う現場の混乱を緩和するための仕組みづくりの提案を行ってきた。

高橋氏は食品リサイクルアドバイザーとして、複数の大手市場企業向けに、食品ロス削減に関する研修も実施している。また、消費者への啓発のため、主婦連合会やNPO法人持続可能な社会をつくる元気ネットなどの消費者団体とも連携している。

このような活動を受けて、高橋氏が運営するJFECは環境に関連する多くの表彰を受けている。主要な賞として、産学官連携功労者表彰農林水産大臣賞を2008年に受賞している。これは次の項で述べる、JFECが研究開発のプラットフォームとして大きな役割を演じてきたことを示している。また、2018年には第2回「ジャパンSDGsアワード」においてSDGs推進本部長(内閣総理大臣)賞を受賞している。

6 研究開発のプラットフォーム

食品リサイクル法の施行後、エコフィードに関連する研究も大きく進んできた。JFECのリキッド発酵飼料は日本独自の技術であり、研究開発部門との連携によって、その技術もブラッシュアップされてきた（川島と石橋2015）。欧州でもリキッド飼料を発酵させて利用するシステムはあるが、水に浸漬した穀類に付着している乳酸菌による自然な発酵によるものである。原料を殺菌していないため、乳酸菌以外の酵母などによる発酵も生じ、嗜好性が悪くなる場合もある。一方、わが国では、加熱処理を条件に肉を含むエコフィードの利用が認められている。そのため、加熱殺菌後、乳酸菌製剤を添加するバッチ式の技術が開発された。この技術においては、雑菌の増殖が抑えられ、安定した乳酸発酵が生じて、嗜好性の問題が生じることは少ない。主要な原料である米飯や麺類などに加水して加熱すると粘性が高まり、パイプラインで搬送することが困難になる問題がある。しかし、 α -アミラーゼを加熱前に添加することで、粘性を抑えて、乾物率の高いリキッド飼料を調製する技術も、一連の研究開発の中で確立された。また、水分の多い、あるいは扱いにくい食品残さを活用できることから、新規な飼料原料として、洗米排水、チョコレート、ウィスキー蒸留かす、コンビニエンスストアの賞味期限切れ食品などの利用技術も開発されてきた。

乳酸菌を多く含むリキッド飼料を給与することで豚の健康改善効果も示されている。特

に離乳豚に給与する場合、抗菌性飼料添加物の代替効果や、免疫の改善効果があることが試験的に示されている。離乳豚の場合、飼料摂取量も少なく、飼槽での劣化が生じやすいという問題があるが、リキッド飼料の調製・給与技術がさらに精緻化されると、現場での利用が期待される。

肉質に関して、食品残さを飼料利用することで軟脂あるいは黄豚という、品質の悪い豚肉が生産されることが歴史的に問題視されてきた。しかし、適切に管理された食品残さを使用して調製された、比較的脂質含量が高いリキッド発酵飼料によって生産された豚肉は脂肪の融点がいくらか低くなり、口溶けが良くなることが示されている。一般的な豚肉よりも、むしろこちらを好む消費者も多いことが、差別化が可能であることを裏付けており、JFECの販売戦略にも活用されている。

エコフィードに関する環境影響評価も、JFECをモデルの一つとして実施されている。リキッド飼料は、水分が多い食品残さを乾燥することなく利用できる。そのため、飼料調製に要する化石燃料の利用が少なく、調製から給与までの一連のプロセスにおいて、温室効果ガスの排出を削減できることがライフサイクルアセスメントにより示されている。このような技術開発や環境影響評価がJFECをプラットフォームとして実施されており、単なるビジネスではなく、企業の社会的責任を果たす取り組みとなっている。

7 世界への展開

国連でのSDGs採択を機にEU諸国でも食品ロス削減の取り組みが盛んになっている。食品ロス削減に関する研究プロジェクト「REFRESH」がEUの予算で実施され、2019年に4年間にわたる活動を終えた。REFRESHにはいくつかの活動目的があったが、そのうち食品残さの資源化の一つとして、飼料化が取り上げられた。その活動の一環で豚のような雑食性の家畜に肉を含む食品残さを給与する場合の技術ガイドラインが作成されている(Refresh, 2019)。

同ガイドラインでは、肉を含む食品残さを飼料化する意義を示すため、JFECにおける、食品残さの収集量、それを飼料化するための燃料や電気代、そして、調製されたリキッド飼料の量や搬送距離など、事業の詳細に関するデータを用いて、ライフサイクルアセスメ

ントを実施している。その結果を用いて、JFECの活動を英国やフランス全土に広げた場合の環境影響の評価結果も示し、このようなシステム導入のインパクトの大きさを解説している。

REFRESHプロジェクトの成果を受けて、オランダでは肉を含む食品残さの飼料化についての実証試験を実施する準備もなされている。EU内では現行の規則により実施できないため、EUの規則が及ばない、カリブ海に位置する、オランダの構成国であるキュラソー島で実施する予定である。それに向けた報告書も公開されている(Broezeら2020)。現在は新型コロナウイルス感染症の影響で事業が停止しているようだが、キュラソー島でJFECをモデルにしたエコフィードの実証事業が開始されることが期待される。

8 おわりに

食品ロス削減はわれわれ人類に課せられた大きな課題である。特にわが国は、トウモロコシの世界最大の輸入国であり、膨大な量の穀類を輸入し、他国では食料となりうる穀類を飼料として利用している。そのような背景からもわが国は食品ロス削減に向けた取り組みをいっそう推進する必要がある。エコフィードは食品ロス削減に有効な手段であり、日本のエコフィードの取り組みは世界をリードしていると言っても過言ではない。その技術や仕組みの革新を最先端で進めているのがJFECといえる。

飼料用穀類の国際価格が比較的安く安定していた時期に、経営の観点からエコフィード

を使わなくなった農場もある。また、豚熱やアフリカ豚熱対策のため、飼料原料となる食品残さの物流が止まったり、2021年4月に加熱基準が厳格化されたためにエコフィードの生産をとりやめた事業所もある。

しかしながら、エコフィードとして利用できる資源はまだ存在している。JFECのエコフィード生産モデルは環境影響が小さく、経営的にも優れていると考えられている。リキッド飼料は水分が多いため、その搬送距離をいかに短くするかが課題の一つである。また、加熱基準の厳格化により、加熱に要する費用も課題となる。加熱すべき原料とそうでないものとの分別を徹底することで、加熱

に要する費用や労力を削減するとともに、交差汚染を防ぐことも重要である。改良したシステムを複数の地方の主要都市に配置し、重要な社会基盤の一つとして機能させていくことが望まれる。そしてこのことがポストコロ

ナにおける資源循環を基盤とした地方創成の歯車の一つになることが期待され、このような枠組みを増やすことで、世界に向けたモデルとしても示していただきたい。

謝辞

本稿を作成するに当たり、株式会社日本フードエコロジーセンター 代表取締役 高橋巧一様、株式会社あずみ野エコファーム 専務取締役 川上弾様に多大なご協力を賜りました。この場を借りて感謝の意を申し上げます。

参考文献

- Broeze J. et al. (2020) Circular Eco-feed chain for responsible pork consumption and production at Curaçao. Wageningen. <http://edepot.wur.nl/515344> (Accessed 16 September 2020)
- 川島知之, 石橋晃 (2015) 飼料学 (127) 畜産の研究 69 (10) 963-968
- Refresh (2019) Technical Guidelines Animal Feed. <https://eu-refresh.org/technical-guidelines-animal-feed> (Accessed 16 September 2020)