

平成20年9月13日

CPD中央講座

食品残さの飼料化 (エコフィード)

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構
畜産草地研究所 機能性飼料研究チーム

川島 知之

tkawa@affrc.go.jp

029-838-8648

エコフィードとは

- 国内で発生した食品製造副産物、加工屑、余剰食品、調理残さ及び食べ残しを一定程度原料とする飼料
エコロジカルでエコノミカルなEco-Feed
古くて新しい取り組み
- 近代的な畜産技術が導入される以前の残さの利用に戻るのではなく、現代の畜産学の基礎に則った適正な飼料化が求められている

エコフィード推進の背景

- 食品リサイクル法(平成13年5月施行)
 - リサイクル率を平成18年度までに20%に向上
 - 法改正(昨年) 飼料化を最優先
- 飼料安全法改正(BSE発生を受けて)(平成13年)
 - 動物性タンパク質の飼料利用の制限
 - ただし食品残さの飼料化については循環社会の実現といった公益の推進に特に寄与するものとして、豚・鶏には使用可
- バイオマスニッポン総合戦略(平成14年12月)
 - 国産バイオ燃料の本格的導入(平成18年3月見直し)
- 食料・農業・農村基本計画(平成17年3月)
 - 食料自給率40%(15年度) 45%(27年度) 50%
 - 飼料自給率24%(15年度) 35%(27年度)

食料・農業・農村基本計画 飼料自給率向上

飼料自給率向上戦略会議

- 飼料自給率24%(15年度) 35%(27年度)

• 全国飼料増産行動会議

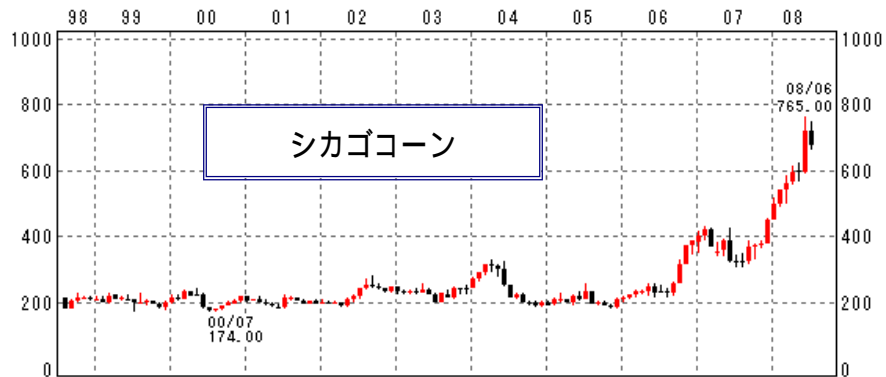
- 粗飼料自給率 76% 100%に

• 全国食品残さ飼料化行動会議

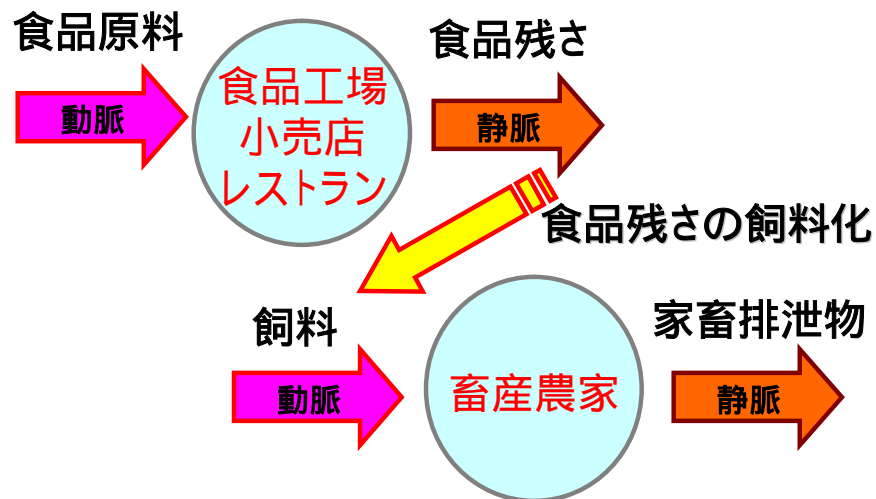
- 濃厚飼料自給率 9% 14%
- 食品残さの総量1100万トンのうち飼料化
250万トン(現状) 510万トンに(49万TDNトン)

飼料価格高騰

- アメリカからのとうもろこし輸入1200万トン
- 飼料価格高騰対策「エコフィード」
- 飼料基盤の構造改革



物流の動脈・静脈



食品残さの飼料化処理

- マテリアル利用
 - 原料の水分含量が変化するだけ
 - 一部の糖が乳酸に転換
- 乾燥
 - 乾熱乾燥、減圧乾燥、ボイル乾燥、油温脱水
 - 発酵乾燥
- サイレージ
- リキッドフィーディング
 - 発酵リキッドフィーディング

良質の素材をいかに集めるかがエコフィードのポイント

広域
↓
域内流通

養豚におけるエコフィードの利用

- 既存の施設利用 乾燥飼料
 - 多様な残さを乾燥処理した飼料を購入
 - 飼料中に1-2割程度利用
- 新たな投資
 - 自家配で乾燥飼料を多用
 - 配合設計可能なエコフィードによる自家配
リキッドフィーディング
 - 水分の多い残さを基に設計して利用

乾燥法その1

- 配合飼料の一部に多様な食品残さ由来乾燥飼料(リサイクル飼料)利用の事例
 - 廃棄物処理の専門業者が参入
 - 飼料コストの低減
 - 既存の給与システムを利用
 - 配合飼料の安全率の範囲で配合(1-2割)
- 課題
 - 燃料費
 - 加熱によるタンパク質消化率の低下
 - 飼料の混合方法(自家配)

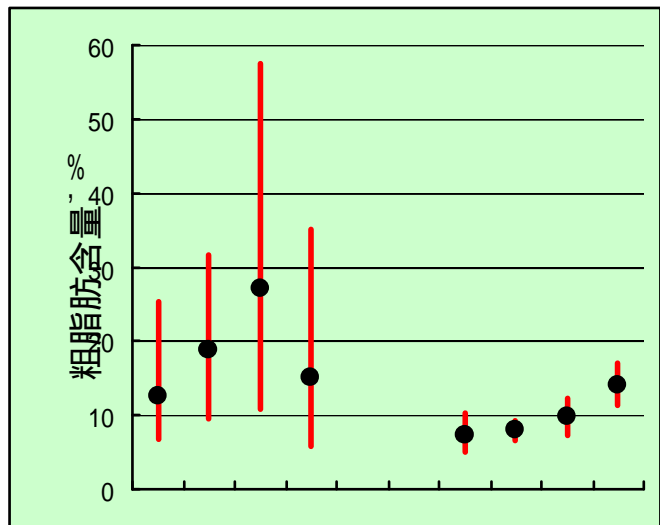
札幌飼料化リサイクルセンター

- 油温減圧式乾燥装置(天ぷら方式)
- 市内の学校・ホテル・飲食店などから排出される残さを飼料化
- 日量50トン 10トンの飼料に
- 販売代金 15000円/トン
- 配合飼料原料

農業資材審議会の審議にて飼料名「食品副産物」

	OM	CP	EE	炭水化物
平均	92.2	23.4	9.7	59.1
標準偏差	0.9	1.2	1.4	1.8

佐伯等(2001)



小学校給食
社員食堂・飲食店
大学食堂
各種事業所

病院食
セントラルキッチン
事業系油温減圧乾燥
事業系リキッド

図. 各種食品残さの粗脂肪含量と変動範囲

成分の調整方法

- 成分が安定している残さのみ収集する。
製造副産物、同一の食品を生産している事業所からの一般廃棄物等
- 配合飼料の一部として使うことで、その変動を希釈する。もしくは調製時に米糠・フスマ等と混合する。
- 残さを大規模にかつ多数の排出元から収集すると、成分含量は一定値に収斂する。
- 類型化して分別し、その代表値により配合する。

乾燥法その2

- 特徴ある残さによりブランド化している事例
- パン屑、麺等小麦由来残さの利用
- 中小規模の養豚家
- 高品質豚肉の生産(霜降り豚肉)
 - 岩本英治、設楽修、入江正和(2005) パン添加飼料給与がブタの増体量および肉質に及ぼす影響影響 日本畜産学会報 76 15-22
- 適正な配合設計(自家配)
 - 脂質
 - ミネラル(カルシウム、食塩、亜鉛)
 - ビタミン

蔵尾養豚

大阪:処理工場 滋賀:農場

<http://www.kurao-farm.com/>

- 20トン/日以上のパンくず・菓子パンくずの収集・処理(熱風乾燥システム)
- 再生利用事業登録
- 肉豚は3000頭,母豚は100頭
- 菓子パンくず + 大豆粕
- 霜降りポーク
- 有名百貨店等でブランド化

全大阪養豚肉質向上研究会の取り組み 軟脂の克服・・・高品質化

- 歴史的に食品残さを有効利用してきた
- 軟脂のため価格低下
- 平成8年より年2回ずつ研究会を開催
- 組合員それぞれの独自の技術を開発しながら、肉質を向上
- 油脂分の多い材料はさけ、でんぷん質多給
- 肥育期間の延長

なぜパン屑で筋肉脂肪含量が高くなるか？ アミノ酸コントロール？

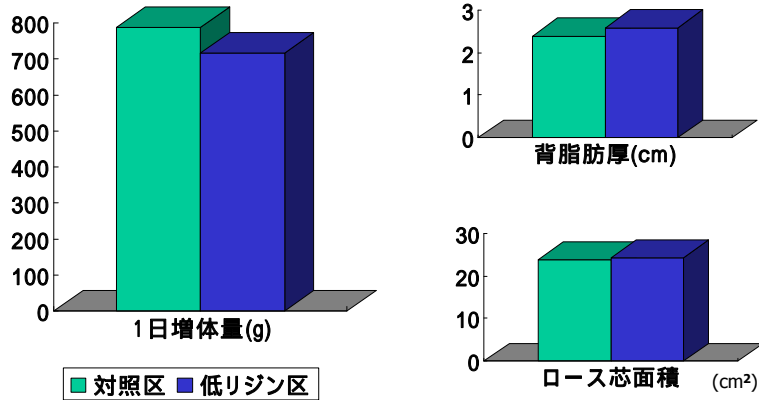
勝俣等(2005)

	対照区 (n=5)	低リジン区 (n=6)
CP (%)	11.1 (10.7)	11.1 (10.7)
リジン (%)	0.65 (0.68)	0.43 (0.40)

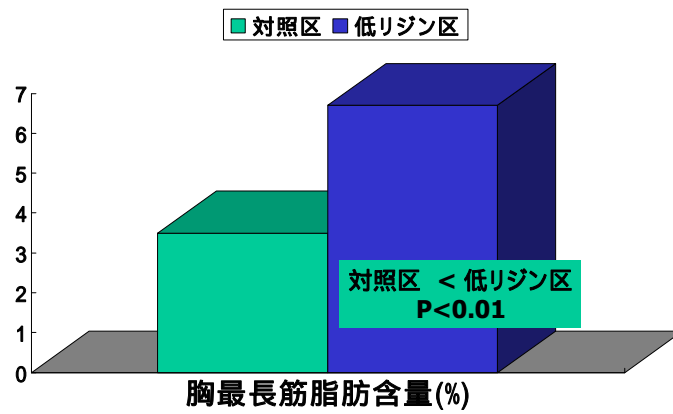
リジンの濃度だけが
違う飼料を給与して、
胸最長筋の筋肉脂肪
含量を検討した。

日本飼養標準の要求量の70%程度

飼養成績など



胸最長筋の筋内脂肪含量(%)



リキッドフィーディング

- 原料と水を混合し、液状にしたものをパイプラインで搬送して家畜に給与
- 水分の多い食品残さ等幅広く利用
 - …コストをより削減
- 加熱処理不要な残さによる大規模経営
- 多様な残さを収集、飼料調製し、養豚農家に搬送するスープ事業

大規模なりキッドフィーディングの事例

- 加熱処理を必要としない衛生管理された食品残さ
- ヨーロッパから導入したリキッドフィーディングシステム(コンピュータ管理)
- 日本特有の残さの利用
 - 米飯、麺類: 粘性
- 飼料調製の手間
- 成分の安定性

ブライtpick 6農場

<http://brightpig.co.jp/>

- 母豚数合計3600頭
- 食品残さの利用
 - 衛生管理された、加熱処理の必要ない残さ
 - 牛乳、ジュース、パン屑、あらね屑、菓子屑、納豆、卵等
- 残さ率50-70%
- 日量300トンのリキッド飼料製造工場

節減効果

6000頭飼養規模

- 出荷日齢 10日間短縮
- 飼料費の節減効果 31.4-35.4%
- 飼養規模が小さくなると生産コストが上昇し、1000頭規模になるとリキッドに変更する優位性なし。

千葉県畜産総合研究センター 鈴木一好
2005年 養豚の友 4月号

スープ事業

- 農家に代わってリキッド飼料を調製
 - 廃棄物の処理に関わる許認可
 - 排出事業者と安全性に関わる契約
 - タンクローリーで養豚家へ搬送
- 分別収集-粉碎-混合-加熱殺菌・pH調整-搬送
- 非加熱(pH調整)
 - 牛乳、ジュース類、シロップ、豆乳等
 - 加熱処理
 - 調理屑、野菜、果物、麺類、米飯、魚肉加工品等

小田急フードエコロジーセンター

- 1日当たり39トン処理の予定
- 小田急グループが排出する食品廃棄物の50%以上を飼料として再生
- 飼料、養豚場、豚肉販売の一貫した衛生管理、新たなリサイクルシステムの創造
- ブランド豚肉の販売
 - 小田急百貨店がギフト商品において「安曇野 香味旨豚」
 - スーパーOdakyu OX において「神奈川ヨーグル豚」
 - 株式会社エコスが「旨香豚」

飼料化手法の長所・短所

長所

- 乾燥法
 - 保存性
 - 供給の安定性
 - 既存の給餌機使用
- リキッド法
 - 乾燥コストが不要
 - プロバイオティック効果
 - 豚舎環境
 - 夏季の採食量
 - ソフトグレインの利用

短所

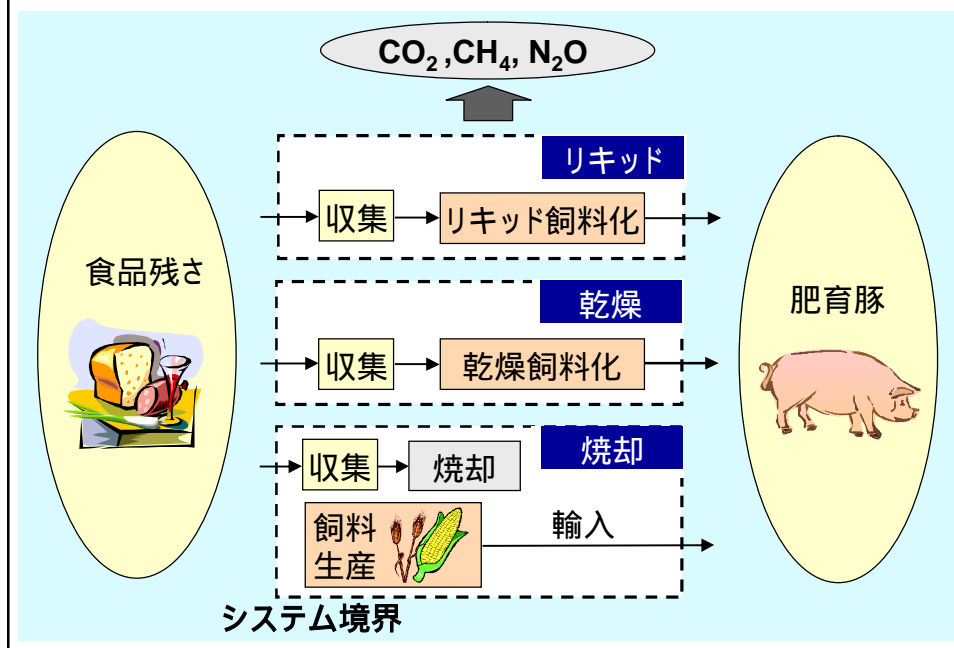
- 乾燥法
 - 乾燥コスト
 - 混合方法
 - こげの問題
- リキッド法
 - 新たな設備投資
 - 保存性
 - 飼槽での腐敗
 - 嗜好性
 - 輸送コスト

環境に優しい食品残さの飼料化手法の開発と評価

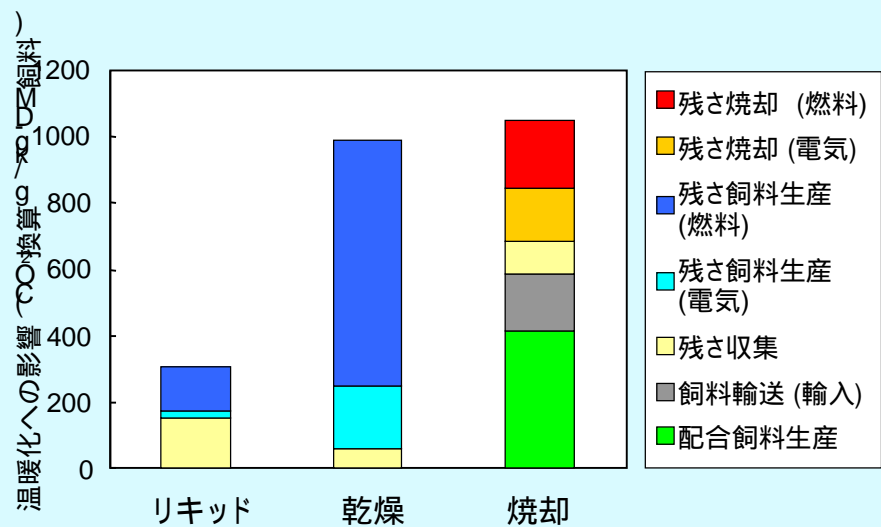
乾燥処理

- 乾燥法のメリット
 - 飼料の搬送・保存・給与
 - 既存システムの活用
 - 流通範囲
 - 安全性
- バイオマスの処理に多大な化石燃料を利用して良いか？

食品残さ処理・利用システムのバンダリー設定



食品残さ処理・利用における環境影響



Ogino et al., J. Env. Qual., 2007

化石燃料の利用低減システム

- 食用廃油の利用
 - 廃油の直接利用
 - 小規模経営 ノズルの改良 特殊技術
 - 処理装置の導入
 - 札幌飼料化リサイクルセンター
 - 天然ガスのシステムには不適
- 廃熱の利用
 - 焼却炉
 - 九州食品工場リサイクル事業協同組合
 - コージェネレーション
- バイオガスとの併用

コンビニエンスストア残さを主体とする 発酵リキッド飼料によるブタの肥育

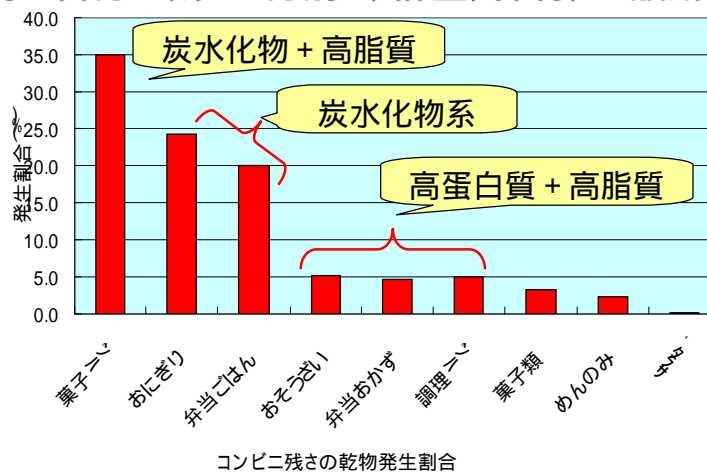
- コンビニ残さに関する調査
 - 適正な配合設計にむけた素材の分別
- 飼料調製
 - 保存性、嗜好性、ハンドリング(粘性)
- 肥育試験
 - 摂取量、増体、肉質

類型化分別の事例 コンビニエンスストア残さを主体とする 発酵リキッド飼料によるブタの肥育

- コンビニ残さに関する調査
 - 適正な配合設計にむけた素材の分別
- 飼料調製
 - 保存性、嗜好性、ハンドリング(粘性)
- 肥育試験
 - 摂取量、増体、肉質
(大森等 日本畜産学会報(2007)5月号)

コンビニ残さに関する調査

東京23区内のセブンイレブン約900店舗より賞味期限切れ商品の収集・処理(堆肥化)業者にて調査実施。収集用車両一台分の残さを分別し、計量、採材、一般成分分析。



発酵リキッド飼料の配合設計

	原物割合	乾物割合
弁当ごはん	11.3	19.2
おにぎり	11.3	19.4
菓子パン	16.9	45.9
大豆粕	1.6	5.7
アルファルファミール	2.3	8.4
第三リン酸カルシウム	0.4	1.5
水	56.3	0.0

飼料の化学成分

弁当めし、おにぎり、菓子パンの化学成分

	水分 %	粗蛋白質 % DM	粗脂肪 % DM	ADF % DM	NDF % DM	灰分 % DM
弁当めし (n=5)	64.1 ± 7.1	6.8 ± 0.3	0.2 ± 0.1	1.0 ± 0.1	1.8 ± 0.7	0.9 ± 0.5
おにぎり (n=6)	57.9 ± 1.7	9.9 ± 0.1	2.7 ± 0.7	1.8 ± 0.5	2.9 ± 0.6	2.5 ± 0.2
菓子パン (n=6)	31.6 ± 1.6	12.5 ± 1.0	12.9 ± 2.7	2.2 ± 0.5	4.5 ± 0.7	2.0 ± 0.3

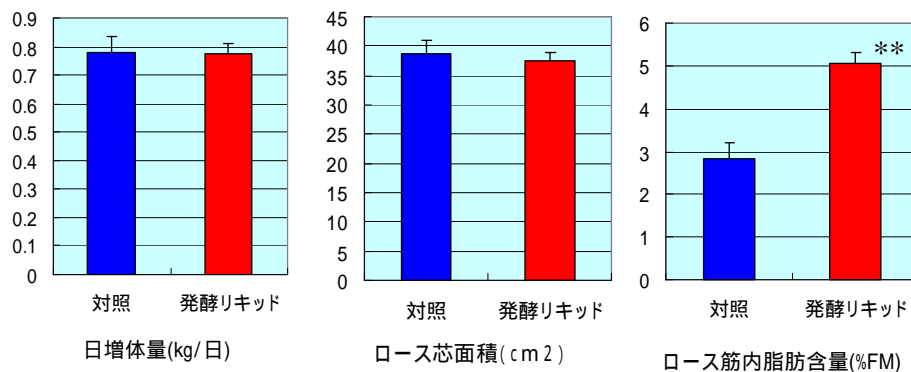
平均 ± 標準偏差

飼料の化学成分と脂肪酸組成

	対照区	発酵リキッド区
乾物率 (%)	87.8	21.6
粗タンパク質 (%DM)	16.6	16.8
粗脂肪 (%DM)	2.9	7.5
NDF (%)	15.1	8.1
粗灰分 (%DM)	5.6	2.4
リジン (%DM)	0.90	0.51

アミノ酸コントロールによる霜降り豚肉の生産
 Katsumata等(2005) Animal Science Journal
 Vol.76 237-244.

増体・枝肉成績



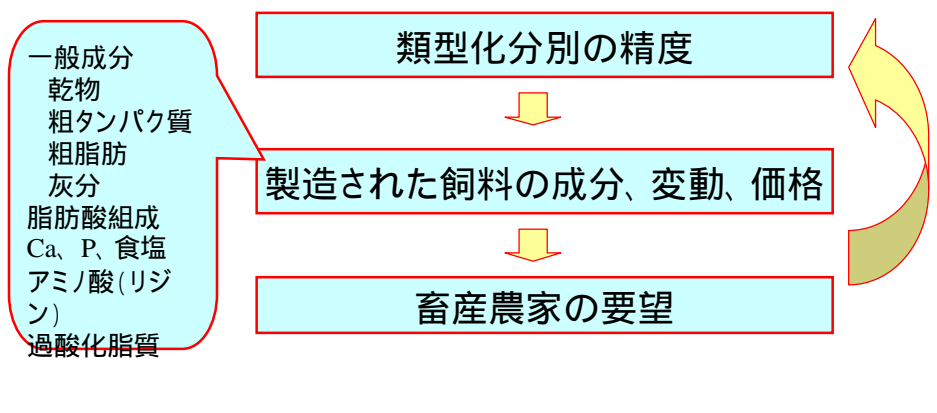
対照区(n=4)、発酵リキッド区(n=10)

アグリガイアシステム

- 食品残さ255トンの処理能力
 - 180トン: 乾燥飼料
 - 70トン: リキッド飼料
 - 5トン: メタンガス(工場内のエネルギー源)
- 食品工場なみの衛生管理
- 見学路も完備

養豚農家と飼料化事業者との連携

畜産農家のニーズに合わせた飼料化を

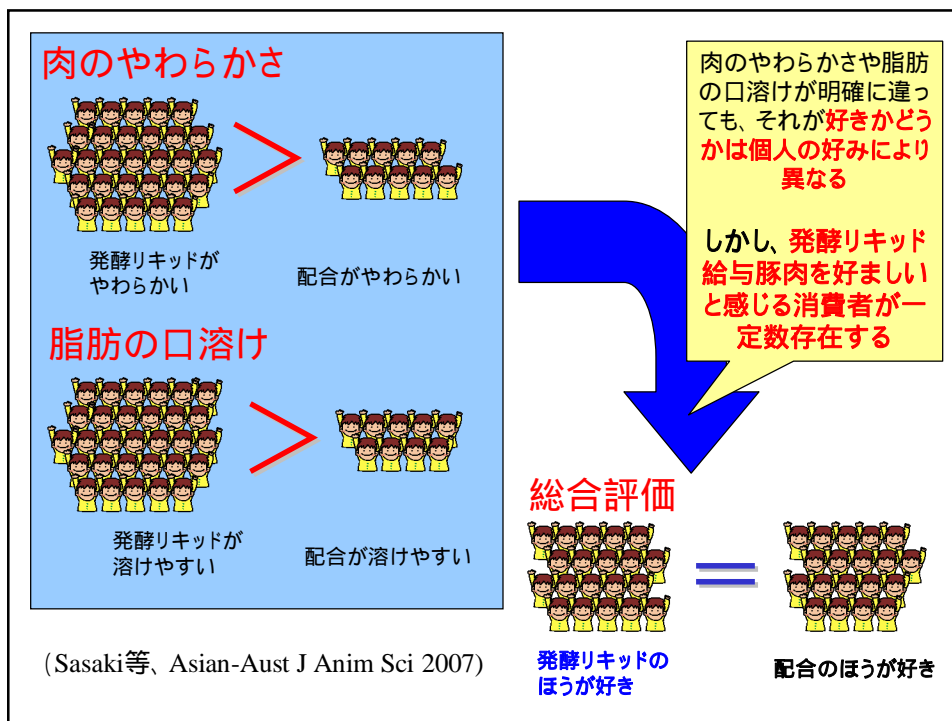


特徴ある畜産物の生産 (ブランド化を目指して)

- 飼料の成分と肉質の関係
 - 脂質 (不飽和脂肪酸)
 - 霜降り豚肉
- 銘柄豚の乱立
 - 違いを示しうる適正な官能特性評価法の開発
- 家畜の品種特性の解明
- 機能性物質の利用と高付加価値化
 - その評価法
 - 研究者は「機能性」が好き。ただし、農家に利用してもらうことが最優先。

多様な素材をいかに使いこなすか

- 粗脂肪
 - 米飯2% パンの耳5% 菓子パン13% 調理パン27%
総菜28%
- 脂肪酸 飽和 不飽和(モノ、多価)
 - 乳製品 植物油 魚類(EPA, DHA)
- タンパク質
 - イモ6%、米9%、麦 14% 総菜35%
- アミノ酸 (リジン含量)
 - 植物系 動物系
- 繊維
 - 精製穀類 野菜屑 茶殻



養牛におけるエコフィードの利用

- 飼料安全法改正 (BSE発生を受けて) (平成13年)
- 豚・鶏では食品残さの使用可
- 牛に対しては食品残さを含む動物性タンパク質の飼料利用を制限
- 単味の農産製造副産物の乾燥品
 - フスマ、大豆粕、米ヌカ、豆腐粕
- 単味の農産製造副産物のサイレージ
 - ビール粕、豆腐粕、緑茶粕、ジュース粕
- TMRとしての利用
 - 発酵TMRセンター

株式会社田久保飼料商事(千葉)

- 産業廃棄物の収集運搬と中間処理の許認可
- 再生利用事業登録
- ビール粕(15トン)と豆腐粕(7トン)の乾燥
 - A飼料として販売
 - 高速流動式乾燥機
- 菓子粉
 - パン屑、麺、スポンジケーキ、クッキー、和菓子、小麦粉等を原料
 - 養豚家向け

TMR鳥取の活動

- 乳牛用、肉用牛5種類のTMR 6000トン/年
- 高い自給率
- 稲発酵粗飼料 年2500トン
- 低価格
- 京都生協との連携

TMRの配合例(1バッチの原物重量kg)

	TMR1	TMR2
ビール粕	300	0
トウフ粕	1200	1200
大豆粕	200	0
麦芽胚	300	300
パン屑	0	300
醤油粕	120	100
無洗米ヌカ	90	150
稲発酵飼料	560	280
ルーサン乾草	200	0
スーダン乾草	0	0
空港乾草	230	230
指定配合	1000	1500
ミネラル・ビタミン	25	20
標準価格(円/kg)	14.9	13.5

*価格は運賃等コスト5-6円/kgを上乗せ

配合飼料供給安定機構リーフレット(2007)

茶系残渣の蛋白質飼料との代替

畜産草地研究所 飼料調製給与研究チーム

- 年間数十万トンの緑茶殻が排出
- 粗蛋白質30%、牛での可消化養分総量(TDN)70% 牛用蛋白質飼料技術開発
- 泌乳牛等への給与試験により緑茶殻サイレージは飼料として10%程度までなら利用できる

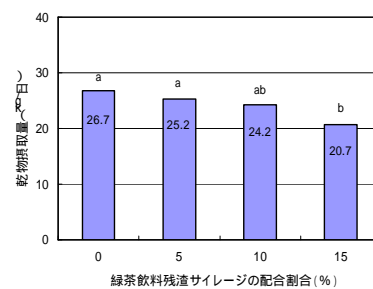


図1. 緑茶飲料残渣サイレージの配合割合が泌乳牛の乾物摂取量に及ぼす影響 (a,b; 異符号間に有意差あり (P<0.05))

技術の融合

日本型発酵リキッドフィーディング

高水分残さのデリバ

リー

ホエイ

牛乳

野菜残さ

焼酎粕

エタノール廃液



自給穀類の利用

米・麦のソフトグレイン

コーンコブミックス
CCM



飼料基盤の構造改革

エコフィード事業化のポイント

1. 排出される食品残さの量・質と飼料化施設のマッチング
 - 事前調査の重要性
2. スムーズな許認可取得
 - 行政との連携、経験者の関与
3. 豚肉の販売
 - 独自の販売ルート
4. リーダーの存在

対象となる食品残さの発生状況の把握

質

- 一般成分と変動幅
- 物理性 ハンドリング 粘性、ガサ
- 異物の混入と除去対策導入の可能性
- 保存性、腐敗防止策導入の可能性
- 動物性タンパク質混入の可能性

量

- 季節、曜日等による変動も含めてその排出量
- 排出パターン、時間

厨房残さを例にすると

- デンプン質(米飯、麺類、パン類等)
- 貝殻、卵の殻等灰分の高いもの
- 野菜屑
- 魚腸骨、肉類
- 廃油
- 汁物
- 食べ残し

デンプン質の素材が重要

- デンプン質が半分以上
残さ率6 - 7割 自家配
- それ以下
残さ率1 - 2割 配合飼料の一部

飼料化手法 乾燥化かりキッドか

乾燥

- 排出される残さの成分値(特に乾物率)
- 物性(乾燥しやすさ)
- 熱源はあるか

リキッド

- 養豚場での給餌システム
- 排出元・養豚場との距離
- 残さ排出量の変動の程度
- 水分の多い残さが入手できるか

施設の設置場所

- 食品残さの収集先と製造された飼料の販売先との地理的關係
- 廃棄物処理法等各種法規と許認可
- 近隣住民への配慮
- 利用可能なユーティリティ
動力、電力、水道、燃料等

許認可

- 施設の設置が終わってから申請するもの
 - 施設の維持費用がそのまま負担に
- 自治体による温度差
- 経験者の関与

処理施設の仕様 ハードよりソフトがより重要 適正な衛生管理ができるシステムを

1. 搬入・分別
 - 搬入時の原料チェック
 - 各種残さの配合
 - 加熱処理が必須なものの分離
2. 処理
 - 腐敗防止
 - 温度・pHのチェック
 - 成分調整(脱脂)
 - 異物除去
3. 製品管理・搬出
 - 定期的に成分分析と品質管理
4. 環境対策
 - 脱臭装置、害虫防除
5. その他
 - 処理前・後の分離
 - 見学順路

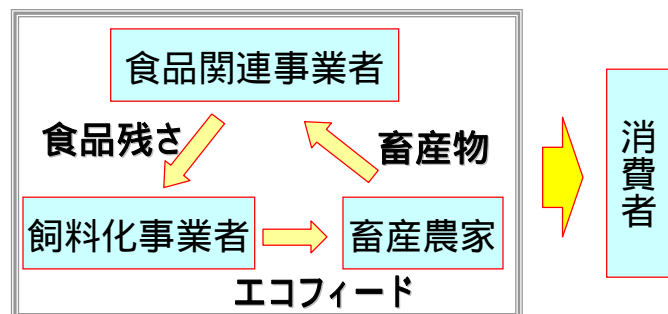
管理マニュアルの作成

収集方法の検討

- だれが収集するか
- 良質な残さをいかに安定的に収集するか
- 積載量に見合った収集量
- 適切な一時保存法
 - 冷蔵、密封、有機酸
- 容器の選択
 - バーコード等での管理
 - スチーム等による消毒

豚肉の販売

- 独自の販売ルートを確保
 - インテグレーションとのすみわけ
- リサイクルループ
 - 安定・確実なリサイクルを図る
- 認証制度



市町村が中心となるエコフィードの取組の推進

- 食品廃棄物の焼却コストの低減
財政に直接貢献（阿部亮 週刊農林平成19年4月5日号）
- エコフィードの取組が希薄な市町村への飼料化センターの設立（淡路和則 週刊農林平成19年7月15日号）

