

平成 14 年度補正 沖縄産学官共同研究推進事業

「食品循環資源の飼料化装置の実用機器開発と
資源循環型畜産システムの構築」

成 果 報 告 書

平成 16 年 3 月

沖 縄 県

管理法人 特定非営利活動法人 エコ・ビジョン沖縄

目 次

第1章：概 要

1.	目的と目標	1
1.1	研究開発の目的	1
1.2	研究開発の目標	1
2.	研究開発スケジュール	2
3.	研究開発成果概要	2
3.1	全体の成果	2
3.2	食品循環資源飼料化装置に関する研究開発	3
3.3	食品循環資源飼料の適切な給与方法に関する研究開発	4
3.4	安定的な食品循環資源回収方策に関する研究開発	6
4.	目標に照らした達成状況	8
4.1	食品循環資源飼料化装置に関する研究開発	8
4.2	食品循環資源飼料の適切な給与方法に関する研究開発	8
4.3	安定的な食品循環資源回収方策に関する研究開発	8
5.	今後の課題とその解決に向けた取り組み	8
5.1	食品循環資源飼料化装置に関する研究開発	8
5.2	食品循環資源飼料の適切な給与方法に関する研究開発	9
5.3	安定的な食品循環資源回収方策に関する研究開発	9
6.	事業化に向けた取り組み	9
7.	主要な設備等の内容	10
7.1	主な購入設備の名称・使用目的・設置場所一覧	10
7.1.1	飼料化装置 一式	10
7.1.2	異物分離機器 一式	10
7.1.3	四輪台車 一式	10
7.1.4	業務用冷蔵庫 一式	10
7.1.5	デジタル計量器具 一式	10
8.	研究開発体制・研究分担等	11
8.1	研究開発体制及び研究実施場所	11
9.	研究開発担当者一覧表	14
10.	外部発表等状況	14

第2章：本 論

1.	食品循環資源飼料化装置に関する研究開発	17
1.1	概要	17
1.1.1	研究目的	17
1.1.2	研究内容	17

1.2	食品循環資源の飼料化とは	17
1.2.1	食品循環資源の定義と特徴	17
1.2.2	食品廃棄物等の再生利用の現状	18
1.2.3	食品循環資源の再生利用手法	19
1.2.4	食品循環資源の飼料化の意義	20
1.2.5	食品循環資源の飼料化の目的とポイント	20
1.3	飼料化技術の方式と課題	21
1.4	食品循環資源飼料化装置の開発	25
1.4.1	開発目標とコンセプト	25
1.4.2	基本仕様	26
1.4.3	加熱・乾燥方法の検討	28
1.4.4	処理槽（タンク）の構造の検討	32
1.4.5	制御系の検討	35
1.4.6	装置開発経過と試験運転データ	37
1.5	将来課題としての熱源の検討	46
1.6	装置改良と製品化へ向けての課題	53
2.	食品循環資源飼料の給与方法に関する研究開発	55
2.1	概要	55
2.1.1	研究目的	55
2.1.2	研究内容	55
2.2	食品循環資源の飼料利用における現状と課題	55
2.3	食品循環資源による飼料設計（レシピづくり）	56
2.3.1	飼料設計の考え方	56
2.3.2	レシピの検討	57
2.4	くいまーる飼料の製造	60
2.4.1	乳酸菌の利用	60
2.4.2	食品循環資源の含水率の確認	60
2.4.3	くいまーる飼料の製造工程	62
2.5	くいまーる飼料の検証	66
2.5.1	くいまーる飼料の成分（栄養価）	66
2.5.2	再生飼料の安全性	68
2.5.3	乳酸発酵の効果	71
2.6	くいまーる飼料による飼育試験	73
2.6.1	試験区の設定	73
2.6.2	体重の推移	74
2.6.3	飼育指標データの算出	77
2.6.4	健康状態などの把握	80
2.7	再生飼料による肉質の検証	83
2.7.1	再生飼料が肉質に与える影響と対策	83

2.7.2	枝肉の格付結果	84
2.7.3	肉質分析結果	88
2.8	豚肉の食味の検証（試食テスト）	93
3.	安定的な食品循環資源回収方策に関する研究開発	97
3.1	概要	97
3.1.1	研究目的	97
3.1.2	研究内容	97
3.2	食品循環資源の回収・資源化の状況（排出事業所アンケート）	97
3.3	食品循環資源モデル回収実験	108
3.3.1	食品循環資源の発生量と組成	108
3.3.2	食品循環資源の分別・回収における課題の整理	111
3.3.3	異物混入機器導入の効果	113
3.4	食品循環資源回収容器の開発	116
3.4.1	食品循環資源回収容器の現状	116
3.4.2	回収容器に求められる機能及びデザイン	118
3.4.3	食品循環資源回収容器の開発	119
3.5	回収コストの分析	120
3.5.1	回収コストの試算	120
3.5.2	アンケート結果に基づく回収費用の分析	122
3.6	回収マニュアル案の検討	123
3.6.1	排出源での分別方法	123
4.	事業化に向けた取り組み	127
4.1	市場動向	127
4.1.1	飼料化装置の市場動向	127
4.1.2	県内養豚農家の動向	133
4.1.3	県内豚肉市場の動向	135
4.1.4	豚肉のブランド化戦略の方向性	138
4.1.5	食品循環資源による飼料化事業の事例	145
4.2	事業化戦略の検討と課題	158
4.2.1	事業化の目的	158
4.2.2	事業の全体像と各事業の進捗状況	158
4.2.3	事業化シナリオの検討	160
4.3	事業化のスケジュール	161
4.4	事業化計画と採算性についての見通し	163
4.4.1	経営形態	163
4.4.2	事業の採算性の見通し	164
4.4.3	販売目標と販売スケジュール	169

付 録

【 図 表 一 覧 】

第 1 章：概 要

2.	研究開発スケジュール	2
	研究開発スケジュール（表 1-2-1）	2
3.	研究開発成果概要	3
	食品循環資源飼料化装置（図 1-3-1）	3
	くいまーる飼料のレシピ（表 1-3-1）	5
	飼育試験の枝肉格付結果（表 1-3-2）	5
	豚舎及びくいまーる飼料の給餌風景（図 1-3-2）	5
	回収した食品循環資源の組成（図 1-3-3）	6
	食品循環資源の分別の種類（表 1-3-3）	7
	食品循環資源回収容器（開発容器）（図 1-3-4）	7
7.	主要な設備等の内容	10
	設置場所一覧表（表 1-7-1）	11
8.	研究開発体制・研究分担等	11
	研究実施場所一覧（表 1-8-1）	12
	共同研究体の具体的役割（図 1-8-1）	13
9.	研究開発担当者一覧表	14
	研究開発担当者一覧（表 1-9-1）	14
10.	外部発表状況	14
	新聞掲載記事（図 1-10-1）	15

第 2 章：本 論

1.	食品循環資源飼料化装置に関する研究開発	17
	食品循環資源の発生源と特徴（表 2-1-1）	18
	食品廃棄物等の発生量・再生利用量の推移（表 2-1-2）	19
	食品循環資源の飼料化の条件（表 2-1-3）	20
	食品循環資源のおもな飼料化処理技術（表 2-1-4）	21
	乾熱乾燥法による装置の例（熱気流乾燥）（図 2-1-1）	22
	真空乾燥法による装置の例（図 2-1-2）	22
	ボイル乾燥法による装置の例（図 2-1-3）	23
	発酵乾燥法による装置の例（図 2-1-4）	23
	飼料製造方式の比較（表 2-1-5）	25
	飼料化装置の仕様（表 2-1-6）	26
	飼料化装置図面（図 2-1-5）	27
	飼料化装置（案 1）（図 2-1-6）	28

飼料化装置（案 2）（図 2-1-7）	29
飼料化装置（案 3）（図 2-1-8）	29
熱媒体としての水と油の比較（表 2-1-7）	30
燃料装置の概要（図 2-1-9）	31
燃料系統の仕様（表 2-1-8）	32
攪拌翼の形状（図 2-1-10）	32
当初の攪拌翼（図 2-1-11）	33
改良後の攪拌翼（図 2-1-12）	33
処理槽（タンク）の構造（図 2-1-13）	34
制御系作業フロー図（図 2-1-14）	36
制御系回路図（図 2-1-15）	36
制御系部分の様子（図 2-1-16）	37
飼料化装置工程表（表 2-1-9）	37
くいまーる飼料の原料構成（表 2-1-10）	38
試運転によるくいまーる飼料づくりフロー図（図 2-1-17）	39
実験作業のフロー図（図 2-1-18）	39
試運転によるくいまーる飼料づくりの実験データ（表 2-1-11）	40
試運転によるくいまーる飼料づくりの実験結果（表 2-1-12）	42
試運転によるくいまーる飼料づくりの実験データ（図 2-1-19）	42
飼料化装置開発風景（図 2-1-20）	44
実証運転風景（図 2-1-21）	45
実証運転における問題点（図 2-1-22）	46
浮蓋式メタン発酵槽（図 2-1-23）	47
密閉式メタン発酵槽（図 2-1-24）	47
食品循環資源投入量、ガス発生量及び pH（表 2-1-13）	50
メタン発酵システム（図 2-1-25）	52
特許検索の結果（表 2-1-14）	53
2. 食品循環資源飼料の給与方法に関する研究開発	55
食品素材のグループ別化学組成（表 2-2-1）	56
回収した食品循環資源の内容（表 2-2-2）	58
食品循環資源の素材別発生量（11 月第 2 週）（表 2-2-3）	58
くいまーる飼料のレシピ（表 2-2-4）	59
おからの乳酸発酵の様子（図 2-2-1）	60
食品循環資源素材別の含水率調査結果（表 2-2-5）	61
くいまーる飼料（前期用）の含水率移行調査結果（表 2-2-6）	61
くいまーる飼料の原材料重量の算出（表 2-2-7）	62
くいまーる飼料（前期用）の製造工程（図 2-2-2）	63
くいまーる飼料の製造の様子（図 2-2-3）	66
くいまーる飼料の成分分析結果（表 2-2-8）	67

有害物質の指導基準（抜粋）（表 2-2-9）	70
有害物質（重金属）の分析結果（表 2-2-10）	70
乳酸菌の検査結果（微生物検査）（表 2-2-11）	72
試験区の設定方法（表 2-2-12）	73
飼育試験スケジュール（図 2-2-4）	73
体重の推移（第Ⅰ期）（図 2-2-5）	74
平均体重の比較（第Ⅰ期）（図 2-2-6）	75
体重の推移（第Ⅱ期）（図 2-2-7）	76
平均体重の比較（第Ⅱ期）（図 2-2-8）	77
1日1頭あたり飼料摂取量（第Ⅰ期）（図 2-2-9）	78
飼育指標データ（第Ⅰ期）（表 2-2-13）	78
1日1頭あたり飼料摂取量（第Ⅱ期）（図 2-2-10）	80
飼育指標データ（第Ⅱ期）（表 2-2-14）	80
飼育管理日誌（図 2-2-11）	81
飼育試験の様子（図 2-2-12）	82
枝肉格付結果（第Ⅰ期）（表 2-2-15）	84
枝肉格付結果（第Ⅱ期）（表 2-2-16）	85
豚枝肉の格付規格（表 2-2-17）	87
肉質分析結（表 2-2-18）	90
枝肉の様子（第Ⅰ期）（図 2-2-13）	92
他事例と比較した肉質分析結果（第Ⅰ期）（表 2-2-19）	93
スライスしたロース肉（図 2-2-14）	94
食味テストの様子（図 2-2-15）	94
食味に使用した豚肉（図 2-2-16）	96
3. 安定的な食品循環資源回収方策に関する研究開発	97
回答した事業所の種類（表 2-3-1）	98
廃棄物の管理・保管業務（表 2-3-2）	98
食品循環資源の発生量（1日当たり）（表 2-3-3）	99
食品循環資源の分別の実施（表 2-3-4）	99
食品循環資源の水切りの実施（表 2-3-5）	100
食品循環資源の保管場所（表 2-3-6）	101
食品循環資源の回収・処理方法（表 2-3-7）	101
食品循環資源の回収・処理方法（図 2-3-1）	102
食品循環資源の回収頻度（週当たり）（表 2-3-8）	102
食品循環資源の回収費用（月当たり）（表 2-3-9）	103
食品循環資源の今後の資源化の予定（表 2-3-10）	103
食品循環資源の資源化における問題点（表 2-3-11）	104
食品循環資源の資源化における問題点（図 2-3-2）	104
食品循環資源の循環システムへの興味（表 2-3-12）	105

食品循環資源の循環システムへの興味 (図 2-3-3)	105
循環型食材の還元システムについての考え (表 2-3-13)	106
循環型食材の還元システムについての考え (図 2-3-4)	106
食品循環資源の分別・資源化に関する自由回答 (表 2-3-14)	107
食品循環資源回収量の推移 (表 2-3-15)	108
食品循環資源回収量の推移 (1日あたり) (図 2-3-5)	108
食品循環資源回収量の1週間における変動 (11月) (図 2-3-6)	109
事業所別食品循環資源回収量データ (11/10~11/15) (表 2-3-16)	109
食品循環資源の組成 (表 2-3-17)	110
食品循環資源組成の季節変動 (図 2-3-7)	110
食品循環資源の組成 (業種別・11/10~11/15) (図 2-3-8)	111
食品循環資源に混入しやすい異物 (表 2-3-18)	111
モデル回収実験で使用した分別表 (図 2-3-9)	112
異物混入の例 (図 2-3-10)	112
ざるを使った水切りの例 (那覇市内ホテル) (図 2-3-11)	112
回収容器と回収作業の様子 (図 2-3-12)	113
1ヶ月間における弁当類の回収量 (表 2-3-19)	113
賞味期限切れで回収された弁当類 (図 2-3-13)	114
1つ1つの弁当類を分別している様子 (図 2-3-14)	114
異物分離機器の概要 (表 2-3-20)	114
回収システムフロー図 (図 2-3-15)	115
弁当の分離状況例 (分離精度 99.9%) (表 2-3-21)	115
分離機に惣菜を投入する様子 (図 2-3-16)	115
分離後の分離機の状況 (図 2-3-17)	116
食品循環資源回収容器の現状 (図 2-3-18)	117
食品循環資源回収容器の構造図及び試作品 (図 2-3-19)	120
回収の必要経費の試算 (表 2-3-22)	121
アンケート結果による回収費用の算出 (表 2-3-23)	122
食品循環資源の種類 (表 2-3-24)	123
モデル実験中の異物混入連絡書 (図 2-3-20)	124
用途別に分けられた回収容器の例 (図 2-3-21)	125
分別から回収までの流れとポイント (図 2-3-22)	125
保冷車による収集の例 (横浜市) (図 2-3-23)	126
4. 事業化に向けた取り組み	127
ごみ処理機メーカーの飼料化の実績 (表 2-4-1)	127
設置主体別飼料化装置の設置形態 (表 2-4-2)	128
畜産農家向けの飼料化装置の例 (表 2-4-3)	129
ごみ処理機メーカーアンケート結果等による飼料化機器の内容 (表 2-4-4)	131
豚の飼養戸数・頭数の推移 (沖縄県) (図 2-4-1)	133

養豚農家の経営形態（2003年（平成15年））（表 2-4-5）	134
養豚場の多い市町村（表 2-4-6）	134
豚の出荷頭数及びと畜頭数の推移（図 2-4-3）	136
本島中南部の豚肉流通ルート（図 2-4-4）	137
ブランドの3機能（表 2-4-7）	139
ユーザーにとってのブランドのメリット（表 2-4-8）	140
サプライヤーにとってのブランドのメリット（表 2-4-9）	140
ブランド豚の差別化要素（表 2-4-10）	142
沖縄県内の主なブランド豚の状況（表 2-4-11）	143
ブランド戦略導入の方向性（表 2-4-12）	145
大阪事例の回収・分別の様子（図 2-4-5）	146
大阪事例の乾燥工程の様子（図 2-4-6）	147
大阪事例の発酵工程の様子（図 2-4-7）	148
大阪事例での豚舎の様子（図 2-4-8）	148
大阪事例でのメタン発酵の様子（図 2-4-9）	149
大阪府肉質研究会のフロー（図 2-4-10）	149
脂肪交雑のある犬鳴ポーク（図 2-4-11）	150
長岡事例での収集の様子（図 2-4-12）	151
長岡事例での飼料化の様子（1）（図 2-4-13）	151
長岡事例での飼料化の様子（2）（図 2-4-14）	152
長岡事例での飼料化の様子（3）（図 2-4-15）	152
長岡事例での再生飼料の一般成分（表 2-4-13）	152
長岡事例での牛への給与の様子（図 2-4-16）	152
横浜事例での収集状況の様子（図 2-4-17）	154
横浜事例での飼料化の様子（図 2-4-18）	155
ボイル乾燥飼料の一般成分（2002年（平成14年））（表 2-4-14）	155
横浜事例での再生飼料給与の様子（図 2-4-19）	156
横浜事例での食品循環資源配合原料表（表 2-4-15）	156
はまぼくブランドシール（図 2-4-20）	157
横浜でのニュースレターの例（2004年3月号）（図 2-4-21）	157
事業化に向けての当研究開発の進捗状況（表 2-4-16）	159
事業化シナリオの検討（表 2-4-17）	160
一貫事業のイメージ（図 2-4-22）	161
事業イメージ（図 2-4-23）	164
設備関係費一覧（表 2-4-18）	165
原料に対する飼料生産量の歩留まり（表 2-4-19）	166
事業の採算性（表 2-4-20）	166
生産量、処理費の変化にともなう原価の変動（図 2-4-24）	167
回収料金と飼料製造原価（表 2-4-21）	167
事業系一般廃棄物の処分場（焼却場）搬入手数料（沖縄本島）（表 2-4-22）	169
収入ごとの売上目標（表 2-4-23）	170

第 1 章：概 要

1. 目的と目標

1.1 研究開発の目的

沖縄県は、観光県としてホテル業や飲食業などが多く、また食品加工業も多い。沖縄県の一般廃棄物排出量は年間約51万トンで、うち30%を生ごみとすると15万トン、産業廃棄物の動植物性残渣は約24万トン（いずれも1999年度（平成11年度））で、計約40トンもの生ごみが発生している。これらの大半は廃棄物として処理されており、有効利用が遅れている。

食品リサイクル法によって月100トン以上の大量排出事業者については、生ごみの減量化が義務づけられたが、多くのホテルや飲食店はこれに該当しない。また、資源化のシステムがないため、減量化の方法がない。

一方、県内では「残飯養豚」が一部で行われている。しかし残飯回収業者は減少しており、肉質や衛生面での問題も少なくない。排出事業者からは、安定的な生ごみ回収・リサイクルシステムの確立を望む声が高まっている。

食品リサイクル法では、生ごみのうち資源として有用なものが「食品循環資源」と定義されており、その有効利用の方法として堆肥化、飼料化などがあるが、堆肥は成分が安定せず施肥時期が限られているため大量使用が難しいといわれており、飼料化（特に養豚）の方が大量需要が見込めることや循環という観点からも望ましいといわれている。

そこで、沖縄県の廃棄物問題解決の一助とするとともに、有機質資源の有効利用をめざして、養豚の盛んな沖縄において、実用的な飼料化装置の開発を行うと共に、食品循環資源の回収、食品循環資源を原料とした飼料（以下、再生飼料）の利用についてもノウハウを確立し、新規ビジネスの起業につなげていくことを目的とするものである。

1.2 研究開発の目標

すでに開発された食品循環資源の飼料化技術として「発酵方式」「熱乾燥方式」などがある。発酵方式は発酵条件によって品質にバラツキがあることや安全性の面で養豚業者から不安の声がある。また熱乾燥方式はエネルギーを多用するためコスト面での問題がある。

また既存技術はいずれもプラントメーカーが「処理」を目的としたもので、需要側のニーズに適したものはほとんどないのが実情である。養豚現場で処理できる小型装置は完成されたものはほとんどない。

さらに処理後の再生飼料はそのまま給餌するのではなく、配合飼料と調整を行い、肉質への影響を考慮した上で給餌する必要がある。こうした面については、研究はそれほど行われていない。

そこで、本研究では、こうした問題を克服して小型・低コストでメンテナンスの容易な飼料化装置の実用技術開発および安定的な肉質を確保するための再生飼料の給餌方法の開発、安定的かつ効率的な食品循環資源の回収システムの確立をめざした。

具体的な目標として、①安全で取り扱いやすい再生飼料製造技術と装置の開発、②再生飼料による養豚技術の確立、③安定的な食品循環資源の回収システムの構築を掲げることとした。

2. 研究開発スケジュール

表 1-2-1 研究開発スケジュール

サブテーマ名	研究実施機関名	平成 15 年 4 月～9 月	10 月～平成 16 年 3 月
① 飼料化装置の開発	(株)ダイナックス 都市環境研究所 NPO 法人エコ・ビジョン沖縄	国内外の技術情報の収集 飼料化装置の市場調査 開発コンセプトの検討 試作機の基本設計	試作機の制作 保守・改造 販売戦略の検討
② 飼料の給与方法等の研究	(有)北中有機肥料 (株)ダイナックス 都市環境研究所	県内養豚の飼料の実態調査	再生飼料の製造 製造した再生飼料の分析 肥育試験、肉質検査
③ 安定的な回収システムの研究	(株)ダイナックス 都市環境研究所 NPO 法人エコ・ビジョン沖縄 琉球大学教育学部石黒研究室	排出事業者の実態調査 ニーズ調査 回収実験 組成調査 回収用コンテナ開発、試作	コスト分析と回収マニュアルの検討

3. 研究開発成果概要

3.1 全体の成果

短い研究期間であるため、サブテーマごとの研究を並行して実施せざるを得なかったため、各研究成果を組み合わせたトータルなシステムの検証という点ではやや不十分な部分が残ったが、食品循環資源を回収して再生飼料に加工し、豚を肥育することにおいては、おおむね実用化の目処はついた。

飼料化装置については、第一号機を製作し、現場で動かしながら改良を重ねている。技術的な課題はおおむね明らかになっており、研究開発という点ではほぼ成果を上げている。

豚の肥育方法の開発については、レシピ（炭水化物、魚腸骨、おから、野菜類等の種類ごと食品循環資源の配合）の研究と給餌方法の検討を行い、肉質の格付けにおいても配合飼料と遜色のない結果となった。再生飼料による養豚技術、課題ははおおむね整理できた。

食品循環資源の回収方策については、排出源の実態調査等の基礎データをふまえて、効率的な回収方法を検討した。モデル回収を通して分別の方法や効率的な回収方法について一定の目処が立った。また、分別の徹底と食品循環資源の種類ごとの回収を容易にするための回収容器の開発を行ったが、この容器を利用した回収実験は期間内に実施できなかった。今後、回収を継続するなかで、改良を加えて実用化していきたい。

3.2 食品循環資源飼料化装置に関する研究開発

〔開発のコンセプト〕

飼料化の既存技術を調査したうえで、本研究では、小型の加熱乾燥装置の開発をめざすこととした。この装置では、外部から熱を加えて徐々に水分を除去（乾燥）し、適切な水分量に調整するとともに、飼料設計（以下、レシピ）に即して原料を攪拌する。間接加熱方式を採用することで「こげ」の発生を抑え、豚の嗜好性を高めることをねらいとした。

また多く既販されている大型装置ではなく、小型で農家にも設置可能な装置とすること、装置の価格、ランニングコストが安いこと、メンテナンスが容易なことを開発目標として掲げた。

〔結果〕

試験装置の製作まで行った。

- ・タンク大きさ Φ1200mm×2400mm の円筒形
- ・装置全体の大きさ 幅 3400mm×奥行き 1500mm×高さ 2400mm
- ・ステンレス製
- ・間接加熱方式（食用廃油を燃焼させて熱源とし、媒体油を加熱してタンクを加温する方式）

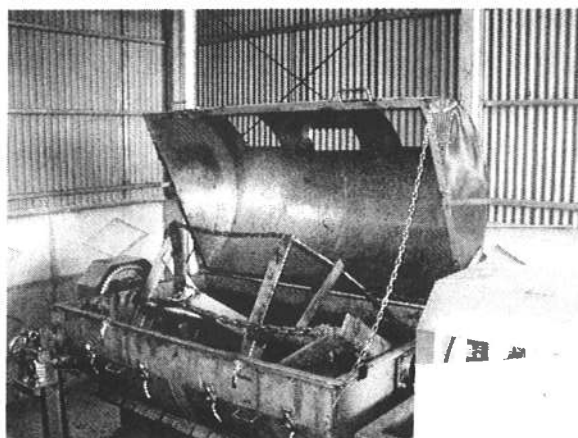


図 1-3-1 食品循環資源飼料化装置

現在、稼働させながら改良を加えている。改良における課題として、攪拌の効率化のための攪拌翼の形状、熱伝導効率を上げるための加熱方式の改良、装置のコンパクト化のための改良があげられる。

同時に、熱源として豚糞や飼料原料にできない食品循環資源を利用したメタン発酵の基礎技術の研究を実施した。

3.3 食品循環資源飼料の適切な給与方法に関する研究開発

〔研究の内容〕

製造した飼料による豚の飼育試験を行い、飼料の品質目標を設定するとともに、再生飼料による給餌方法および肥育技術の開発を行うことを目的とした。

回収した食品循環資源の内容や量、飼料化した時の栄養価を考慮しながら、再生飼料のレシピを検討した。既存の乾燥装置および開発装置により、レシピに基づいた独自の飼料（以下、くいまー飼料）を製造し、配合飼料との比較肥育、くいまー飼料の栄養価・安全性の検証、さらに肉質の検証を行った。

- ・再生飼料の問題点の把握
- ・食品循環資源による飼料設計（レシピづくり）
- ・くいまー飼料の製造（既存の乾燥装置および開発装置による）
- ・飼育試験の実施（計 50 頭）
- ・くいまー飼料の栄養価および安全性分析
- ・肥育状況の検証
- ・肉質の検証（格付評価、肉質分析）
- ・食味の検証（試食テスト）

〔結果〕

① レシピの研究

本研究においては、スーパーやレストランなどから発生する食品循環資源（事業系一般廃棄物）をおもな対象として、再生飼料 100%が給与可能な飼料設計（レシピ）を研究した。その結果、ごはん、パン、麺類などの穀物類は、前期で 50%、後期で 70%とすることが適切であるという知見を得た。後期は肉に脂をのせていく時期であり、特にごはん類を 40%とし、でんぷん質を多く与えることで、肉の脂質向上を図るものである。前期飼料は蛋白質、脂肪、必須アミノ酸を豊富に含む「魚腸骨」25%が特徴的である。

表 1-3-1 くいまーる飼料のレシピ

	肥育前期用 (50~80kg)	肥育後期用 (80~100kg)	参考:一般的な配合飼料
レシピ	米飯+弁当 20% パン+麺類 30% 野菜くず 10% ふすま 5% おから 10% 魚腸骨 25%	米飯+弁当 40% パン+麺類 30% 野菜くず 20% おから 10%	トウモロコシ 46.8% マイロ 16.5% 大豆粕 13.8% 魚粉 1.0% ふすま 1.0% その他 20.2%
栄養価 推計値	粗蛋白質 20.6% 粗脂肪 6.6% 炭水化物 69.1%	粗蛋白質 13.8% 粗脂肪 4.3% 炭水化物 78.6%	粗蛋白質 10~12% 粗脂肪 3~5% 炭水化物 60~65%

② くいまーる飼料を用いた飼育試験

第Ⅰ期試験として2区、第Ⅱ期試験として3区、合計5区の試験区を設定し、各区10頭ずつの飼育を行った。なお、通常の再生飼料は配合飼料と混合して与えることが多いが、本研究においては、再生飼料(くいまーる飼料)100%の給与を行ったことが特徴である。

再生飼料を利用すると一般的に肉質が落ちると言われるが、食品循環資源の組み合わせや飼育の工夫によって、配合飼料に匹敵する肉の生産も可能であることがわかった。また、逆に食品循環資源の特徴を生かして付加価値の高い肉を生産できる可能性も大きいことが証明できた。

表 1-3-2 飼育試験の枝肉格付結果

飼料の種類	上	中	並	等外	合計	備考
配合飼料	4 (20%)	9 (45%)	4 (20%)	3 (15%)	20 (100%)	
くいまーる飼料	9 (31%)	15 (52%)	4 (14%)	1 (3%)	29 (100%)	1頭は死亡 飼い直し区(出荷前約1ヶ月に配合飼料にもどす)を含む



図 1-3-2 豚舎及びくいまーる飼料の給餌風景

3.4 安定的な食品循環資源回収方策に関する研究開発

〔研究の内容〕

飼料化を前提とした食品循環資源回収のノウハウの確立、食品循環資源回収システムの社会的定着化を目的として、大手スーパー、飲食店を対象にモデル回収を実施するとともに、料金体系の検討を行った。食品循環資源組成調査の実施や排出事業者に対する意識調査を実施し、食品循環資源の回収普及のための方策を検討した。また排出源での分別の徹底や作業の効率化を図るための容器の開発を行った。

- ・ 県内の排出事業所の動向の把握（県内排出事業所アンケート）
- ・ 食品循環資源の発生形態の把握（モデル回収実験）
- ・ 分別・回収における課題整理（モデル回収実験）
- ・ 回収容器の開発・試作
- ・ 回収コストの分析
- ・ 回収マニュアル案の検討

〔結果〕

①事業所からの食品循環資源排出の実態と組成

排出事業所のアンケート調査によると、発生量は日量 50kg 未満の事業所が多く、55%が「焼却処理」、29%が「養豚農家」と回答した。沖縄県ではまだ養豚利用が大きなウエイトを占めていることがわかった。

合計 15 事業所の参加を得てモデル回収実験を実施した。2003 年（平成 15 年）9 月～2004 年（平成 16 年）3 月までに 15 事業所から回収した食品循環資源の総量は 289,466kg（約 290 t）、1 日当たり回収量は平均で 1,645kg であった。発生量の推移を見ると、夏場がピークで、秋から減少し、冬場は少ない（夏場の約 3 割減）という傾向がわかった。

組成を見ると、最も多いのが「野菜屑・果物類」で 40～50%、次いで「弁当・残飯類」が 15～20%、「魚（骨含む）」が 12～14%であった。麺類・ごはん・パンなどのでんぷん質は合計で 15%程度であった。季節変動を見ると、野菜屑が秋に多く冬に少ないこと、弁当類がその逆で秋に少なく冬に多いという特徴があった。その他の素材はあまり変動がなかった。

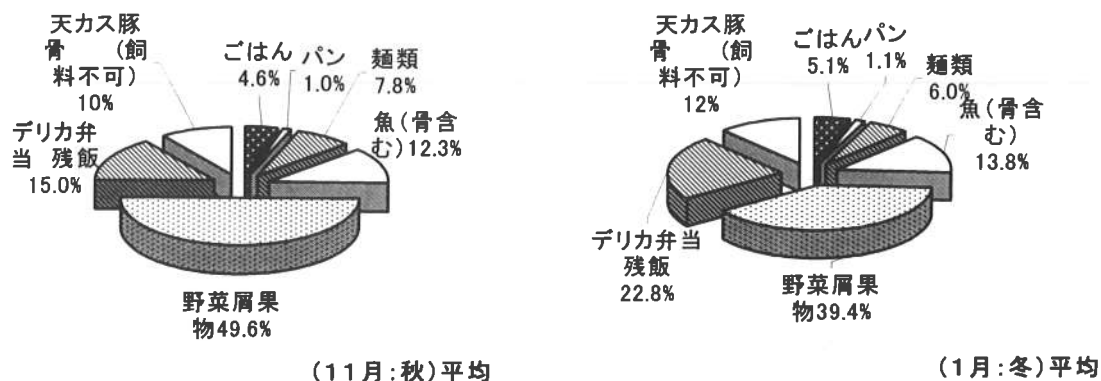


図 1-3-3 回収した食品循環資源の組成

②回収マニュアルの検討

実験によって排出事業者の意見を聞きながら、回収のマニュアルを検討した。食品循環資源の分別の基本的な類型を下記のようにすることとした。

表 1-3-3 食品循環資源の分別の類型

①野菜	果物類を含む植物性の食材全般。海藻類も含む。
②ごはん・パン・麺類	原則としてそれぞれ分けることとする。ただし量が少ない場合はでんぷん質のものは一括してまとめる。
③魚類（魚腸骨）と肉類	豚の骨は不可。
④その他	惣菜など素材別に分別できないもの。

異物混入を防止するためには下記のようなことに配慮する必要がある。

- ・ 分別ルール統一
- ・ 従業員教育の徹底
- ・ 管理者の設置

また回収容器の使い方をまとめた。

- ・ 発生源で一時的に保管する容器と回収する容器を分けること
- ・ 回収容器は廃棄物とは別の容器を使用する
- ・ 排出源が複数に渡る場合は各回収容器に排出源を明記して責任の所在をあきらかにする
- ・ 水切りを徹底する
- ・ 冷暗所に保管する

③ 容器の開発

排出源で水切りや分別を容易にするための容器開発を行った。二段重ねで、上部に食品循環資源を入れ水切りを行い、下部で汚水を受けられるような構造とした。

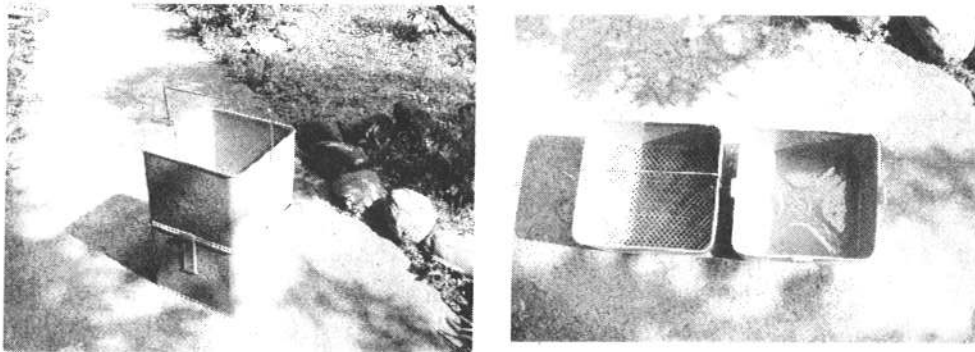


図 1-3-4 食品循環資源回収容器（開発容器）

4. 目標に照らした達成状況

4.1 食品循環資源飼料化装置に関する研究開発

基本的な性能を持つ装置の開発は終了し、当初の目標は達成できた。

しかし装置の技術的課題、たとえば食品循環資源の攪拌の不均一さ、加熱媒体とタンク内食品循環資源の温度の乖離等、装置の改良が必要な点も整理されてきた。技術的課題は実験を継続しながら改良を加えて解決することができる。

また豚の嗜好に合わせた再生飼料を製造するために、きめ細かい運転制御のノウハウ確立とマニュアル化が課題として残されている。

4.2 食品循環資源飼料の適切な給与方法に関する研究開発

再生飼料のレシピ開発と肥育方法の研究については、当初の目標以上の成果をあげることができた。くいまー飼料は豚の嗜好性が極めて高く、100%給与を行っても配合飼料に匹敵する肥育状況・格付結果であったという成果は非常に大きいといえる。このことから、肉の販路についても全く問題はない。今後は一般の豚よりも安全性やおいしさをPRし、付加価値の高いものにしていくことが必要である。

ただし研究期間が短いために、肥育技術が完成したとまではいえない。今後は実験を継続しながら、他の農家への普及も念頭に置いて普遍的なノウハウを確立していく必要がある。

4.3 安定的な食品循環資源回収方策に関する研究開発

分別の方法や回収方法、回収コスト等の基本的な研究は終了し、当初の目標は達成した。分別を補助するための容器開発を行ったが、時間的な制約があり容器の普及までは至らなかった。

5. 今後の課題とその解決に向けた取り組み

5.1 食品循環資源飼料化装置に関する研究開発

前述したように、技術的課題はほぼ明らかになっているので、今後はその改良を行っていく。実証運転を行いながら取り組んでいくこととなるが、解決はさほど困難ではない。しかし装置を販売するためには、小型化、コストダウン、メンテナンスの容易さ、運転の容易さとマニュアル化などが課題として残されている。

特に運転方法によってできあがる再生飼料の内容が変わってくるので、県外市場を視野に入れた場合は、その地域での食品循環資源の特徴をふまえた飼料製造ノウハウを研究していく必要がある。

これについては、事業化を進めながら、継続して研究していく。また県外の協力企業との連携も視野に入れていきたい。

5.2 食品循環資源飼料の適切な給与方法に関する研究開発

基本的なノウハウは確立しているので、今後は肉の付加価値をあげていくことが重要な課題である。そのためには肉の「ブランド化」に取り組んでいく。現在「くいまー」と名付けて市民に普及を図ろうとしているが、このネーミングも含めてより親しみやすく、イメージのよいブランドを検討していく。おおむね2004年度（平成16年度）中にはブランド名の決定、商標登録、シンボルマークなどを決めていく予定である。

5.3 安定的な食品循環資源回収方策に関する研究開発

回収ノウハウ、回収容器は完成したので、これの普及に努めていく必要がある。特に事業として実施していくためには回収料金を徴収する必要があり、料金徴収の方法が課題として残されている。

また環境学習ともリンクさせていきたいと考えているため、学校給食残さの回収、学校との連携なども進めていく。

6. 事業化に向けた取り組み

当面は「食品循環資源の回収～飼料化～養豚～肉の販売」を一貫して行う仕組みの確立と、事業としての自立に取り組み、第2期として事業規模の拡大、主として県内でのプラントの販売、ノウハウの提供とコンサルティング事業に取り組み、第3期として県外への進出をめざす。

第1期【2004年（平成16年）～2005年（平成17年）】

仮称「くいまー株式会社」を2004年度（平成16年度）から2005年度（平成17年度）を目途に設立し、飼料化～養豚事業を継承して事業としての自立を図っていく。また一般廃棄物処理許可業としての許可取得、食品リサイクル法にもとづく再生利用事業者の登録など必要な手続きを行う。また飼料化施設（仮称「くいまープラザ」）の構想検討に着手する。飼料化装置の改良、肉のブランド化・商標化を図る。

第2期【2006年（平成18年）～2007年（平成19年）】

食品循環資源の回収、飼料化、養豚、肉の販売までの事業展開とともに、ハム等の肉の加工、産直販売などにも着手する。また環境学習機能を付加した飼料化施設を建設、稼働させる。

飼料化装置の本格販売を開始するとともに、開発したノウハウにもとづき、県内農家を中心に再生飼料による養豚のコンサルタント事業を開始する。

第3期【2008年（平成20年）以降】

装置販売、コンサルタント事業の県外市場への進出をめざす。また食品循環資源の有効利用を通して、資源リサイクルや「命」の学習のプログラム開発を進め、全県的、全国的に展開する。

7. 主要な設備等の内容

7.1 主な購入設備の名称・使用目的・設置場所一覧

7.1.1 飼料化装置 一式

<使用目的>

本研究では効率的・効果的な飼料化装置を開発することが大きな柱であり、再生飼料を製造するために使用する。また、廃食油やメタンガスなどを利用した低コストな飼料化のための研究を行うために使用する。

<主な構成機器>

飼料化装置開発機器 ((株)光エンジニア 製造 本研究共同体との共同開発)

7.1.2 異物分離機器 一式

<使用目的>

主に弁当など、包装容器ごと回収された食品循環資源の異物分別を効率的に行うために使用する。

<主な構成機器>

異物分離機器 ((株)モキ製作所 製)

7.1.3 四輪台車 一式

<使用目的>

再生飼料の給与において、飼料化装置から豚舎まで円滑に運搬するために使用。

<主な構成機器>

四輪台車 (デーリィマン社 製)

7.1.4 業務用冷蔵庫 一式

<使用目的>

再生飼料の製造において、食品循環資源の品質を保ちながら保管するために使用。

<主な構成機器>

業務用冷蔵庫 (福島工業株式会社 製)

7.1.5 デジタル計量器具 一式

<使用目的>

排出事業者からの食品循環資源の回収実験における回収量を測定するために使用。

<主な構成機器>

デジタル計量器具 (大和製衡株式会社 製)

表 1-7-1 設置場所一覧表

名 称	設置場所	備 考
飼料化装置	倉敷リサイクル工場	
異物分離機器	倉敷リサイクル工場	
四輪台車	倉敷リサイクル工場	
業務用冷蔵庫	倉敷リサイクル工場	
デジタル計量器具	倉敷リサイクル工場	

8. 研究開発体制・研究分担等

8.1 研究開発体制及び研究実施場所

管 理 法 人：特定非営利活動法人エコ・ビジョン沖縄

(低コストでメンテナンスの容易な食品循環資源飼料化装置の開発
肉質、肥育効率等を考慮した飼料の適切な給与方法の研究(補助)
安定的かつ効率的な食品循環資源回収方策の研究)

プロジェクトリーダー：古我知 浩(特定非営利活動法人エコ・ビジョン沖縄理事長)

プロジェクトサブリーダー：山本 耕平(株式会社ダイナックス都市環境研究所所長)

研究実施機関：株式会社ダイナックス都市環境研究所

(低コストでメンテナンスの容易な食品循環資源飼料化装置の開発
肉質、肥育効率等を考慮した飼料の適切な給与方法の研究
安定的かつ効率的な食品循環資源回収方策の研究)

有限会社北中有機肥料

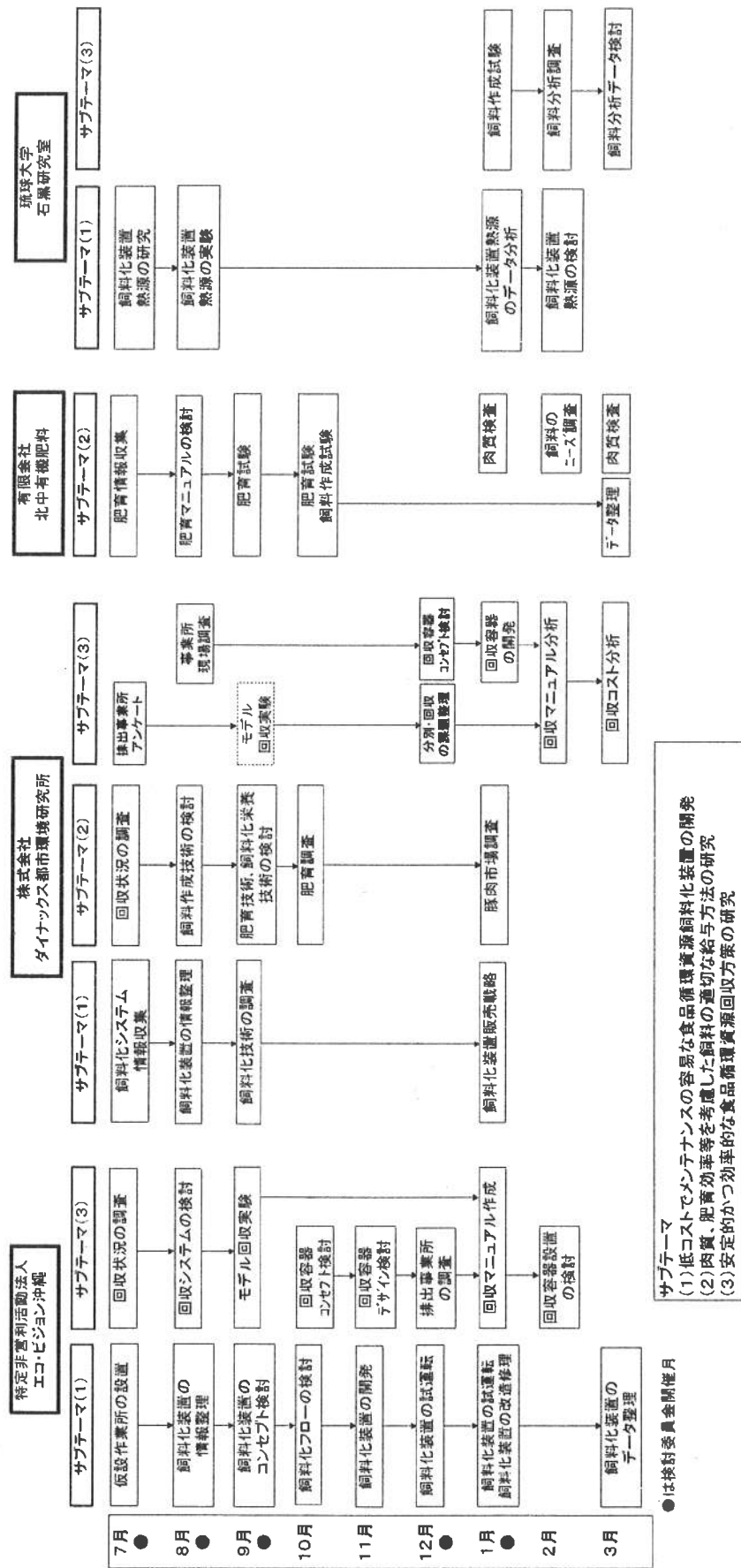
(肉質、肥育効率等を考慮した飼料の適切な給与方法の研究
安定的かつ効率的な食品循環資源回収方策の研究)

琉球大学石黒研究室

(低コストでメンテナンスの容易な食品循環資源飼料化装置の開発
安定的かつ効率的な食品循環資源回収方策の研究)

表 1-8-1 研究実施場所一覧

機 関 名	住 所 (研究実施場所)
《研究実施機関》	
特定非営利活動法人 エコ・ビジョン沖縄	沖縄県那覇市首里鳥堀町 4-44-1
株式会社 ダイナックス都市環境研究所	東京都港区西新橋 2-11-5 T K K 西新橋ビル 3F
有限会社 北中有機肥料	沖縄県中頭郡北中城村荻道 160 番地
琉球大学 石黒研究室	沖縄県中頭郡西原町千原 1 番地
《その他協力機関》	
合資会社 オクスイ	沖縄県沖縄市知花 6-23-7
株式会社 光エンジニア	沖縄県那覇市識名 1279 番地
有限会社 沖縄環境経済研究所	沖縄県中頭郡西原町翁長 841-3



サブテーマ
(1) 低コストでメンテナンスの容易な食品循環資源飼料化装置の開発
(2) 肉質、肥育効率等を考慮した飼料の適切な給与方法の研究
(3) 安定的かつ効率的な食品循環資源回収方策の研究

図 1-8-1 共同研究体の具体的役割

9. 研究開発担当者一覧表

表 1-9-1 研究開発担当者一覧

所属機関名	職名	氏名	担当業務名
特定非営利活動法人 エコ・ビジョン沖縄	理事長	古我知浩	プロジェクトリーダー 飼料化装置の試作 回収システムの検討 全体計画の整理
株式会社 ダイナックス都市環境研究所	所長	山本耕平	プロジェクトサブリーダー 飼料化装置の情報収集 回収容器の情報収集・開発 回収コストの分析
特定非営利活動法人 エコ・ビジョン沖縄	研究員	福岡智子	飼料化装置の試作 回収実験調査 回収システムの検討
株式会社 ダイナックス都市環境研究所	研究員	佐久間信一	飼料化システムの調査 排出事業所の調査 豚肉販売に関する調査
株式会社 ダイナックス都市環境研究所	研究員	福嶋規子	飼料化装置の市場調査 食品循環資源に関する分析 肥育に関する調査
有限会社 北中有機肥料	代表取締役	宮城建昭	肥育に関する情報収集 養豚経営市場調査 飼料のニーズ調査
有限会社 北中有機肥料	研究員	鈴木宏明	肥育試験 肉質検査 飼料製造試験
有限会社 北中有機肥料	研究員	新垣安秀	肥育試験 飼料製造試験 回収実験調査補助
琉球大学 石黒研究室	教授	石黒英治	飼料化装置熱源に関する研究 飼料栄養分析

10. 外部発表等状況

本研究において外部へ事業発表したものは以下のとおりである。

①新聞記事掲載

掲載新聞名 沖縄タイムス タイムスワラビーfor boys & girls Vol.277
掲載月日 2003年(平成15年)11月30日(日)
掲載コーナー 地球号に生きる ～くるくるっと～11
タイトル 「生ごみのリサイクルを ー循環型の地域づくりー」
執筆者 福岡智子(特定非営利活動法人 エコ・ビジョン沖縄 本研究研究員)
概要 事業所から排出される食品循環資源を利用して豚の飼料を製造することで食品循環資源の廃棄処分を抑えていることや、環境に配慮した畜産廃棄物の処理をした肥育方法、そしてそれらが地域で循環するようなシステムづくりを行っている点などを子ども向けに執筆する。



図 1-10-1 新聞掲載記事

②テレビ取材

放送局 琉球放送株式会社
放送月日 2004年(平成16年)1月13日(火)
(取材月日 2003年(平成15年)12月19日(金)、2004年(平成16年)1月7日(水))
放送番組 エリアレポート
タイトル 「ウチナーeco up 69 くいまーるプロジェクト」
取材対応者 古我知浩(特定非営利活動法人エコ・ビジョン沖縄本研究プロジェクトリーダー)
鈴木宏明(有限会社 北中有機肥料 本研究研究員)他
概要 事業所から排出される食品循環資源を回収し、専門家などを含めた本研究共同体で栄養価の高い飼料の検討、飼料化装置の開発、豚の肉質検査などを行い、将来的な事業化にむけての研究が始まっている。また全国で食品循環資源を利用した取り組みも紹介され、本研究の今後の動向に期待したい、という内容。

③テレビ取材

放送局 NHK沖縄放送局
放送月日 2004年(平成16年)1月19日(月)

(取材月日 2003年(平成15年)12月25日(木))

放送番組 太陽(ティダ)カンカン
タイトル 「めざせエコライフ 食の安全 くいまーるプロジェクト」
取材対応者 古我知浩(特定非営利活動法人エコ・ビジョン沖縄本研究プロジェクトリーダー)
鈴木宏明(有限会社北中有機肥料 本研究研究員)他
概要 地域の資源を地域で利用するという循環システムを利用した取り組みとして、県内でも需要の高い豚と食品循環資源を使用した研究が始まっている。ゆったりとしたスペースでの肥育や試験的な試食会を開催した点などを紹介し、食の安全性についても研究を行っている、という内容。

④季刊誌執筆

執筆季刊名 季刊沖縄
掲載月日 2004年(平成16年)4月を予定
掲載コーナー 沖縄のリサイクル運動
タイトル 「食品循環資源(生ゴミ)を活かした資源循環型畜産システムの構築」
執筆者 上原辰夫(有限会社沖縄環境経済研究所 本研究アドバイザー委員)
概要 はじめに県内の食品循環資源の現状を述べ、本研究事業で行っている、回収システムの構築、再生飼料の製造、再生飼料を使用した肥育試験、食品循環飼料化装置の試作・実証実験の説明、今後の課題などを写真やグラフとともに掲載する。

第2章：本論

1. 食品循環資源飼料化装置に関する研究開発

1.1 概要

1.1.1 研究目的

食品循環資源の有効利用の柱となる「飼料化」を効果的・効率的に実現できるような装置の開発を行う。

食品循環資源の飼料化は、これまでの残飯養豚とは異なるもので、飼料化に適した素材を選択し、安全性・栄養面・嗜好面に配慮しながら、効果的に乾燥・発酵過程等を加え、配合飼料に劣らない有用な飼料に加工することが目的である。

飼料化技術としてはすでに開発されているものの、装置の運転コストが高かったり、地域における資源回収システムや、需要（養豚農家等）のニーズに適応していないことなどから、うまく機能していないケースが多い。

そこで、本研究における装置の開発目標として、①小型で農家にも設置可能な装置とすること、②装置の価格、ランニングコストが安いこと、③メンテナンスが容易なこと、を掲げた。

1.1.2 研究内容

既存の飼料化技術に関する情報を収集・検討した上で、県下の生ごみ堆肥化装置開発企業等の保有する技術をベースに、飼料化に適した装置の開発を行った。

- ・食品循環資源の特性の把握
- ・既存の飼料化技術の分析
- ・装置のコンセプトの検討
- ・試験装置の設計
- ・試験装置の稼働とデータ分析
- ・試験装置の改良
- ・装置の課題整理

1.2 食品循環資源の飼料化とは

1.2.1 食品循環資源の定義と特徴

「食品循環資源」とは、2001年（平成13年）5月から施行された「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律」（以下「食品リサイクル法」とする）の中で定義されている。

「食品廃棄物等」：食品の売れ残りや食べ残し、製造・加工・調理の過程において生じた屑 「食品循環資源」：食品廃棄物等のうち有用なもの（堆肥や飼料として循環する可能性のあるもの）
--

食品循環資源は、発生過程により、食品副産物、食品加工くず、調理くず、食べ残し（残飯）などにタイプ分けされる。発生源としては、食品工場、外食産業（飲食店、レストラン、ホテル等）、小売業（スーパー、コンビニ等）、その他（社員食堂、学校給食等）があ

る。それぞれの特徴を以下に示す。

表 2-1-1 食品循環資源の発生源と特徴

	発生源	種類	特徴
製造段階	食品製造工場※	食品製造副産物	<ul style="list-style-type: none"> ・単一のものが大量に発生し、栄養的にも優れたものが多いため、貴重な資源となる。 ・水分が多く品質が劣化しやすいので、取り扱いに注意が必要である。 (例)ビール粕、豆腐かす、果汁粕、米ぬかなど
	食品加工工場(パン工場、麺工場等)※	食品加工くず	<ul style="list-style-type: none"> ・農産物や食材などを調理加工する際に生じる。 ・比較的小規模な工場から発生する。 (例)パンの耳・屑、菓子くず、麺くずなど
	セントラルキッチン(弁当・惣菜製造)	調理くず	<ul style="list-style-type: none"> ・コンビニ弁当や惣菜の調理過程で発生する。 (例)ごはん、野菜くず、肉・魚の切れ端など
流通段階	外食産業(飲食店、ファーストフード店、レストラン、ホテル等)	調理くず、食べ残し	<ul style="list-style-type: none"> ・ホテルの宴会などでは実食数より多い量を用意することから、食べ残しが大量に発生する。 ・週間では週末に、季節的には夏休み、正月時期に量が多い。
	スーパー	調理くず、売れ残り食品、賞味期限切れ食品	<ul style="list-style-type: none"> ・青果部門からの野菜の葉くずが多い。 ・惣菜製造部門がある場合、調理くずが発生する。 ・売れ残り食品(パン、豆腐、牛乳、惣菜等の日配品)、賞味期限切れ食品(加工品、冷凍食品)など、多種多様なものが発生する。
	コンビニエンスストア	賞味期限切れ食品	<ul style="list-style-type: none"> ・弁当や惣菜類の賞味期限切れ食品が発生する。 ・品落とし(店頭から廃棄する)の回数は、店舗によって1日3~4回と定められている。
消費段階	社員食堂、学校給食、病院、福祉施設など	調理くず、食べ残し	<ul style="list-style-type: none"> ・社員食堂及び学校給食は平日のみの発生で、夏休みや正月休みは発生しない。 ・学校給食は、同じ献立を多くの児童が食べることから、排出量や組成の日間変動が大きい。 ・学校給食や病院食は安全・衛生面できちんと管理されていることから、資源化しやすい素材である。

※印は、廃棄物処理法上の産業廃棄物、無印は事業系一般廃棄物に該当する。

1.2.2 食品廃棄物等の再生利用の現状

食品廃棄物の発生量は、現在も増加傾向にあり、特に食品製造業と食品小売業での増加が目立っている。一方で再生利用量も急増中であり、飼料向けの量も大幅に増加している。食品リサイクル法の施行以降、排出者の再生意識が向上してきたことが要因と考えられる。しかしながら、多くが焼却や埋立処分されているのが現状である。

農水省の実態調査によると、2002年度（平成14年度）の食品産業全体での再生利用率は、44.7%で、食品製造業ではその割合はさらに高くなっている。飼料向けの再生利用率は、食品産業全体で16.1%となっている。

表 2-1-2 食品廃棄物等の発生量・再生利用量の推移

単位：万トン

		H12	H13	H14
発生量	食品産業合計	1,077	1,092	1,131
	食品製造業	431	464	483
	食品卸売業	75	72	75
	食品小売業	237	236	260
	外食産業	334	320	313
再生利用量	食品産業合計	377	395	506
	食品製造業	254	277	351
	食品卸売業	32	26	34
	食品小売業	50	52	74
	外食産業	37	39	46
再生利用率	食品産業合計	35.0%	36.2%	44.7%
	食品製造業	58.9%	59.7%	72.7%
	食品卸売業	42.7%	36.1%	45.3%
	食品小売業	21.1%	22.0%	28.5%
	外食産業	11.1%	12.2%	14.7%
飼料向け再生利用量	食品産業合計	112	154	182
	食品製造業	93	116	144
	食品卸売業	10	12	11
	食品小売業	5	14	16
	外食産業	6	11	12
飼料向け再生利用率	食品産業合計	10.4%	14.1%	16.1%
	食品製造業	21.6%	25.0%	29.8%
	食品卸売業	13.3%	16.7%	14.7%
	食品小売業	2.1%	5.9%	6.2%
	外食産業	1.8%	3.4%	3.8%

出所：農林水産省統計部「食品循環資源の再生利用等実態調査」(12年度は推計値)

1.2.3 食品循環資源の再生利用手法

食品循環資源の再生利用方法は、1)飼料化、2)堆肥化、3)メタンガス化、4)炭化、等がある。このうちメタンガス化、炭化は大規模装置産業的な側面を持ち、飼料化と堆肥化は農業生産と消費生活を有機的につなぐ、地域資源循環型小規模産業という色彩が濃い。

明治期以降、都市の食品廃棄物は堆肥利用されると同時に、事業系の残飯類を活用したいわゆる「残飯養豚」がさかんに行われ、沖縄県内では特にその動きが活発であった。しかし、養豚業の大規模化や、都市化の進展や配合飼料の普及、回収作業の負担などが要因となり、残飯養豚は衰退してきたという経緯がある。

しかし、食品リサイクル法の成立とともに、各地で旧来の残飯養豚とは異なった、新たな食品循環資源の飼料利用の動きが各地で活発に展開されてきている。

1.2.4 食品循環資源の飼料化の意義

食品循環資源の資源としての価値を考えると、まず栄養的に優れたものは家畜の腹を通して肉をつくり、その排泄物を肥料や土壌改良剤として利用するのが望ましい姿だと考えられる。

また現在の国内の家畜飼料は、米国輸入の配合飼料に依存している。2001年度（平成13年度）の食料自給率は熱量ベースで40%、飼料自給率は25%と、世界的にも低い数字となっている。1999年度（平成11年度）に制定された新しい農業基本法「食料・農業・農村基本法」では25%の飼料自給率を35%に増加させるという目標を掲げ、食料の安定確保を重要視している。

最近では、BSEや鳥インフルエンザの発生など、食の安全・安心をめぐる問題が頻発し、消費者の関心も高い。これは現代生活の中で、「食」と「農」が分断され、生産者と消費者との交流が少ないことが背景にある。このため、食農接近の重要性が言われているが、「飼料化を通じて、自分たちの出した生ごみが豚肉という姿になって食卓にもどってくる」という経験は、教育的効果が高いものと考えられる。

これらに加え、養豚農家の現場では、豚の肥育費に大きな割合を占める飼料コストの低減を図ることも期待できる。

1.2.5 食品循環資源の飼料化の目的とポイント

食品循環資源の飼料化は、これまでの残飯養豚とは異なるもので、飼料化に適した素材を選択し、安全性・栄養面・嗜好面に配慮しながら、効果的に乾燥・発酵過程等を加え、配合飼料に劣らない有用な飼料に加工することが目的である。

飼料化を進めるために重要な条件として、①安全性の確保、②飼料化資源の供給面での安定性、栄養性及び品質保存性が確保されること、③食品循環資源を使用することによるコスト面での優位性が確保される、こと等があげられる。

再生飼料を給与することにより、品質の良い豚肉を生産することが総合的な目的である。このためには、回収する資源に適応した飼料化技術と再生飼料の給与技術を確立することが必要となる。

表 2-1-3 食品循環資源の飼料化の条件

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">①飼料としての安全性に問題がない②家畜の嗜好性に問題がない③栄養価値がある④価格が安い⑤安定量を入手できる⑥収集や給与に手間がかからない（環境問題を引き起こさない）⑦生産物に悪影響を及ぼさない（肉質だけでなくイメージ低下による消費量の低減も含む） |
|---|

1.3 飼料化技術の方式と課題

食品循環資源は、栄養価は高いものの飼料利用があまり進んでいない理由として、取り扱いにくい、腐敗しやすいという点があげられる。そこで、乾燥、加熱などの加工処理を行うと、保存性や安全性が高まり、運搬しやすくなったり、給与しやすくなる。加工処理は、取り扱いの改善だけでなく、栄養価や嗜好性を高めたり、生産物や環境に対する悪影響を防ぐのにも有効である。

表 2-1-4 食品循環資源のおもな飼料化処理技術

乾 燥	—	脱 水	圧搾、遠心分離
	—	加 熱	間接加熱、気流
	—	減 圧	真空（低温、加熱）
	—	油温脱水	
	—	加 圧	エクストруд
湿 式	—	発 酵	微生物発酵乾燥、熱風高温発酵
	—	加 熱	加温、蒸煮
その他	—	発 酵	サイレージ、リキッド
	—	化学処理、爆砕、炭化など	

1) 乾熱乾燥法

乾熱乾燥法は、熱風によって食品循環資源を乾燥する最も一般的な方法である。通常、乾燥むらを防ぐために、破碎後、攪拌しながら乾燥する。乾熱乾燥のシステムでは、いかに焦げを少なく、原料の塊ができる状態（餅化現象）を防いで均一に乾燥するかがポイントである。

一般的に、水分の多い状態の食品循環資源のみを乾燥することは難しく、水分含量の低いものやすでに乾燥したものといった水分調整剤を併用したり、少量ずつ加えながら徐々に乾燥させる方法がとられる場合が多い。

乾燥装置には、比較的簡単なものから大きなシステムまで数多くのものが存在する。乾燥技術を分類すると、バーナー式や伝熱式などの熱源の違い、落下型、スクリー型、ピストン型などの投入方式による違い、連続式とバッチ式などの処理システムによる違いなどによって分けられる。

専用装置として市販されているものには、熱風を下から上昇気流によって吹き上げ、乾燥し、軽くなったものを上部で回収する方式や、熱風と食品循環資源をシャフトによって攪拌回転する方法など、さまざまな工夫がこらされたものが存在する。またシステムの工夫として、処理後の熱風は脱臭炉などで脱臭されることが望ましい。さらに熱交換機で処理すれば、ランニングコストの低減に繋げることができる。

焦げや餅化現象がなく、うまく乾燥されれば、良好な飼料となり、配合飼料の原料として用いることもできる。逆に乾燥むらが起きて塊が出来ると、内部の加熱不十分による殺菌の問題や、その後の腐敗やカビの発生による保存性の問題が発生するおそれがある。焦げは、主にでんぷんや蛋白質の熱変性によるものであり、消化性が低下し、栄養価に問題

が生じる。

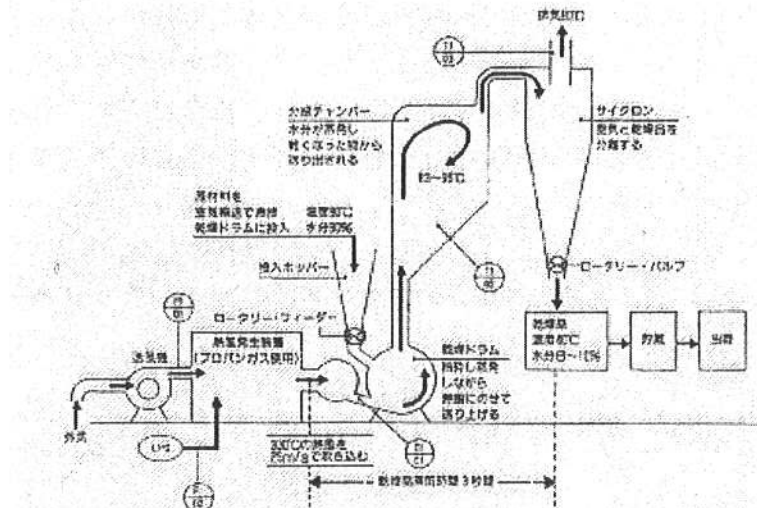


図 2-1-1 乾熱乾燥法による装置の例 (熱気流乾燥)

2) 減圧乾燥法

減圧乾燥法は、減圧することによって低温で水分の蒸発を促し、乾燥する方法である。なかでも真空乾燥法は、医薬・食品産業でも広く用いられている良質な乾燥製品をつくる方法である。1) の乾熱乾燥にくらべて、生産される飼料は低温で乾燥できるため、通常、焦げや乾燥むら、脂質酸化の少ない良好なものとなる。また、排ガスが少なく、熱効率も良い。

一方、真空乾燥法の欠点は、装置価格が高いこと、大規模処理に向かないことである。

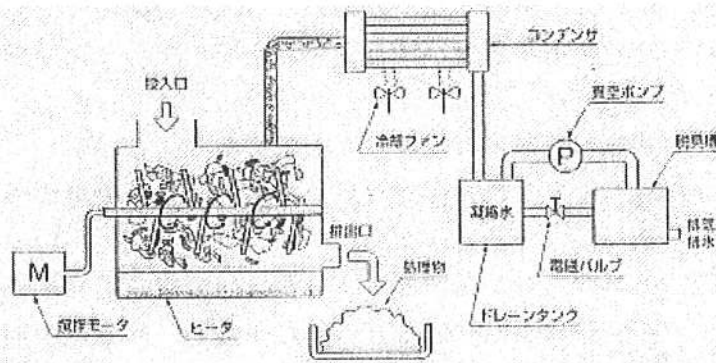


図 2-1-2 真空乾燥法による装置の例

3) ボイル乾燥法

横浜市の榎オカドラが開発した蒸気間接加熱乾燥方式である。内部で回転する特殊なフィンで被乾燥物を内面の垂直加熱面（蒸気間接加熱）に掻き上げ、薄膜状に接触させて乾燥させるものである。この方式によると、高水分率の食品循環資源も水分調整剤なしで直接乾燥が可能である。

同メーカーはこの乾燥機を核に「ボイル乾燥飼料化システム」を完成させている。これはボイル乾燥した食品循環資源を 90~92℃、5 分間高温殺菌し、さらに脱脂工程を加えることで、油の酸化の少ない油脂分 10% 以下の飼料を製造するものである。1 回の処理時間

は約4時間程度である。

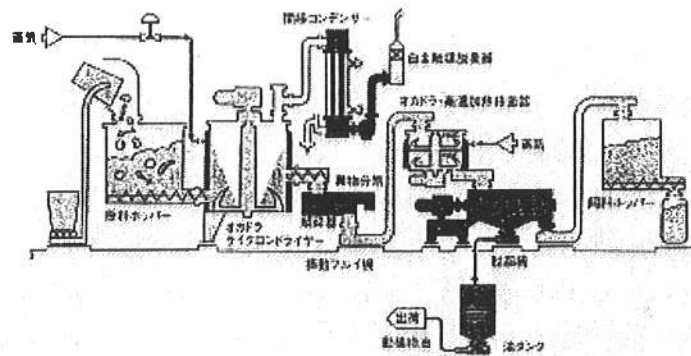


図 2-1-3 ボイル乾燥法による装置の例

4) 発酵乾燥法

発酵乾燥法は、微生物の発酵熱を利用した乾燥処理法である。使用される微生物は好気性、嫌気性、あるいは高温菌、中温菌などさまざまである。発酵処理条件としては、水分、pH、温度、酸素、原料の組成などが重要となり、その最適条件は微生物によって異なる。一般に、食品循環資源は水分含量が80%程度と高いため、水分調整剤を投入し、発酵菌が働く条件をつくる必要がある。

処理時間の短縮と有害微生物の増殖を防ぐため、飼料化には高温発酵処理方式が多く用いられる。一般的な堆肥化微生物によって分解された食品循環資源は、飼料用には適さない。飼料化に適した発酵菌を使った装置の例として、好気性高温発酵菌（バチルス菌）を利用したものがあり、4～5時間で水分15%以下のものができるという。

また完全に乾燥されなくても、サイレージのように良好な乳酸発酵が進んでいるものは、一般的に飼料としての保存性や、家畜に対する嗜好性も良い可能性が高い。一方で、発酵方式は発酵条件によって品質にバラツキがあることや、発酵菌の安全性の面で養豚業者から不安の声がある。

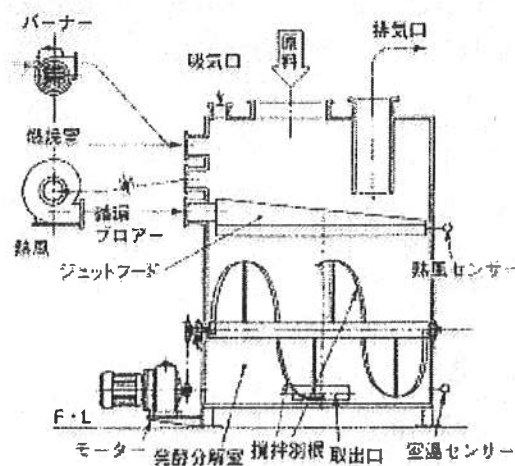


図 2-1-4 発酵乾燥法による装置の例

5) 油温脱水法

油温脱水法は、1989年(平成元年)に大阪府の研究機関と㈱プロレックスによって開発、研究されたものである。天ぷらと同じ原理を応用したもので、「天ぷら方式」とも呼ばれる。

油(熱媒体、いわゆる揚げ油)の中に食品循環資源を投入し、油を加熱することによって加熱と同時に脱水を行うシステムである。真空ポンプによる減圧処理を行うため、従来の乾燥法とは異なり、比較的低温で、油が食品循環資源に浸透し、むらなく効率よく加熱できる。減圧のため、熱媒体としての油の劣化も抑制でき、低コスト化のため廃食油も利用可能である。

他の方式に比べた飼料としての特性は、焦げ付きによる栄養分の変性が少ないことである。通常の加熱乾燥法では、ごはん類などのでんぷん質や魚のあらなどは、固まったり、表面が焦げ、中が乾燥しないということが起きやすいが、油温脱水法では、油を浸透させながら水分を蒸発させるので、この欠点を解決できる。

処理直後の製品は油の含有量が多いが、水分含量が少ないため、加圧式の機械によって容易に脱脂でき、粗脂肪分の調整が可能になる。脱脂後は簡単に粉碎できるので、攪拌によって均一になり、通常の配合飼料に簡単に配合できる状態になる。

現在、油温脱水法は札幌市で実用化され、再生飼料は配合飼料の原料として農水省の認可を受けており、鶏用飼料の原料として使用されている。

6) リキッド法

食品循環資源を乾燥せず、水分の多いまま、あるいは水や牛乳のような液体などと混合し、スープ状、粥状にする方法である。乾燥コストがかからず、水分が多い食品循環資源を有効に利用できることから、ヨーロッパなどで先進的な取り組みが進んでいる。一般的な方法は、収集した原料を粉碎、攪拌し、蒸気によって加熱殺菌するやり方である。

リキッド・フィーディング(リキッド飼料による給餌)は、飼料成分の均一化による肥育効率の向上、パイプライン給与による省力化、粉塵の発生がないことによる呼吸器病の低減や嗜好性の良さによる発育成績の向上が期待できる。さらにリキッド法に発酵処理を加えれば、保存性が高まり、プロバイオテクス効果や糞尿の悪臭低減の可能性もある。

一方で、畜産農家の給餌システムがリキッド状のものに対応しなければいけないこと、豚舎が汚れやすくなるなどのデメリットもある。

1.4 食品循環資源飼料化装置の開発

1.4.1 開発目標とコンセプト

飼料化技術としては、上述された方式が開発されているが、方式は良くても運転コストが高かったり、地域における資源回収システムや、需要（養豚農家等）のニーズに適応していないことを踏まえ、本研究で開発する装置は、①小型で農家にも設置可能な装置とすること、②装置の価格、ランニングコストが安いこと、③メンテナンスが容易なこと、を開発目標として掲げた。

目標達成のために、以下のような検討過程を経て、処理技術を選択し、装置の開発を行った。

1. まず、飼料の安全性、保存性、運搬性を高めるために、乾燥処理を行うことを基本とした。
2. 低コスト化を図るため、よりシンプルな乾燥方式を採用した。乾燥方式の中では、「焦げ」の発生を抑え豚の嗜好性を高めるため、間接加熱方式を選択した。

表 2-1-5 飼料製造方式の比較

方式名	
乾燥方式	食品循環資源を外部からの熱供給によって乾燥させる方式。熱風乾燥、加熱乾燥、減圧乾燥、ボイル乾燥など様々な方式がある。
発酵乾燥方式	高温発酵菌による発酵熱で乾燥させる。微生物の選択がポイント。

飼料製造方式については、上記の方式を比較検討した。発酵乾燥方式は発酵速度の速い微生物を用いて発酵させると同時に、発酵熱で乾燥させる方式である。この方式は発酵熱で乾燥させるためにエネルギー消費が少ないという利点があるが、飼料として利用するためには豚の嗜好性に応じた微生物の選択など、短期間の技術開発では実用化が難しい。一般的な堆肥化微生物による発酵では、豚の飼料には適さず単なる堆肥化装置になってしまう可能性がある。

乾燥方式は、熱を加えて乾燥させる方式で、乾燥の効率を上げるためにいろいろな方式がある。今回の開発では技術開発が比較的容易と考えられる乾燥方式とし、小型化やメンテナンスの容易さを勘案して、原料（食品循環資源）を攪拌しながらタンクを加熱して乾燥させる方式を採用することとした。

3. 間接加熱の媒体として、熱媒油を採用した。これは、加熱を均質的に行うことができること、加熱時の高圧化が防げること、劣化、酸化しにくいという理由によるものである。
4. 低コスト化とリサイクルの観点から、熱源として廃食油を使用することとした。
5. 生産する再生飼料の水分率の目標は20～30%程度とした。再生飼料の長期保存性を考えると、配合飼料並みの10%が求められるが、豚の嗜好性としては水分率は30～40%程度が望ましいとされる。本研究では、養豚現場で短期間（4～5日間程度）のうちに

飼料を給与していくという前提で、水分率を設定した。

6. 装置本体とは関係ないが、飼料の保存性、嗜好性を高めるため、乳酸発酵させたおからを飼料原料の1つとして利用した（飼料設計については第2項で詳述）。装置の運転状況を見ながら、どの食品循環資源をどの時点で投入すれば効率的な乾燥が行えるかについて、実験を重ねた。

なお、装置開発にあたっては、県内で実績のある生ごみ堆肥化装置開発メーカー（株光エンジニア）と連携協力して行った。メーカーの保有する技術をベースとし、試験装置を製作後、肥育農家による再生飼料づくりを行いながら、テスト運転を重ね、改良を行った。

1.4.2 基本仕様

装置は乾燥方式とし、熱源として廃食油を使用できるようにした。媒体油を加熱し、タンクを媒体油で加温する間接加熱方式にし焦げを防いだ。装置は一度に30頭の飼料を必要とすることから、1トンの食品循環資源が処理できる大きさにした。以下に装置の基本仕様、装置概略を示す。

1) 飼料化装置仕様

装置の仕様は下表のとおりである。

表 2-1-6 飼料化装置の仕様

本体寸法 (mm)	3400L×1500W×2400H
本体容積	1130 リットル
動力	モーター3.7kW
電源電圧	三相 200V
有効処理能力	500 k g (最大容量1トン)
方式	間接加熱方式
標準処理時間	約 6 時間
安全対策	圧力調整弁・自動温度制御機能・緊急遮断機能
飼料原料	肉・魚・野菜くずなどの食品循環資源
設置可能場所	屋内（換気が必要）屋外（屋根などが必要）可能

2) 運転性能等（目標）

- ① 処理能力：有効処理能力は1投入（1バッチ）あたり 500 k gとし、処理時間4～6時間で所定の乾燥が完了する。
- ② 乾燥性能：含水率90%程度のものを、10%程度まで乾燥させることができるものとする。（実際には30%程度で製品とする）
- ③ 自動運転、自動制御：原料投入後、最終工程まで自動運転を可能とすること。

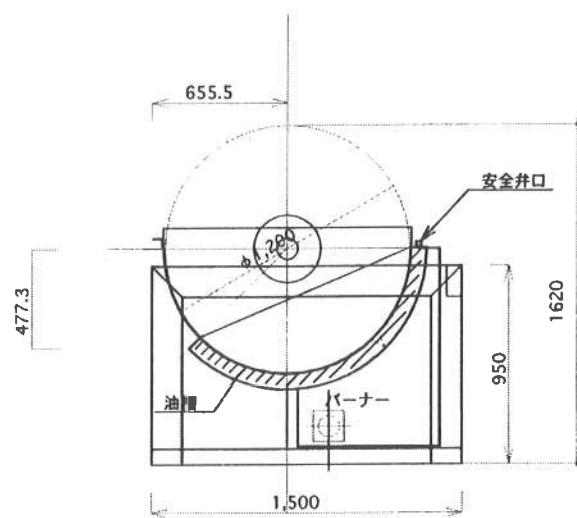
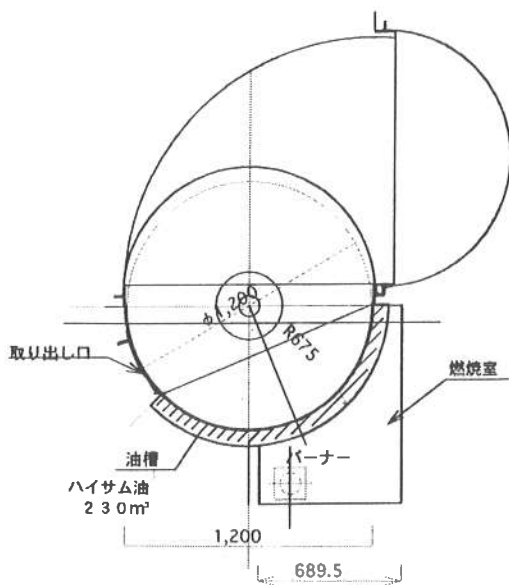
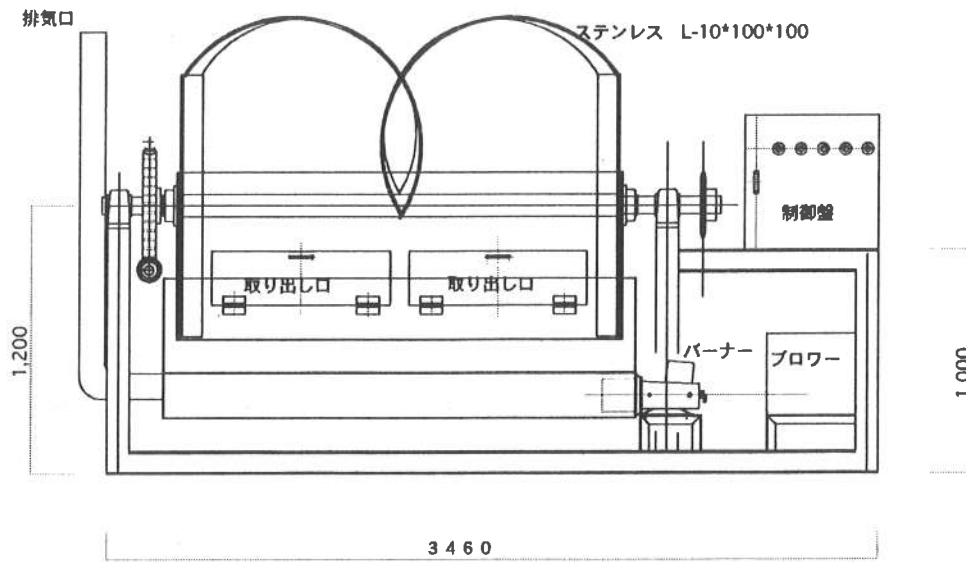
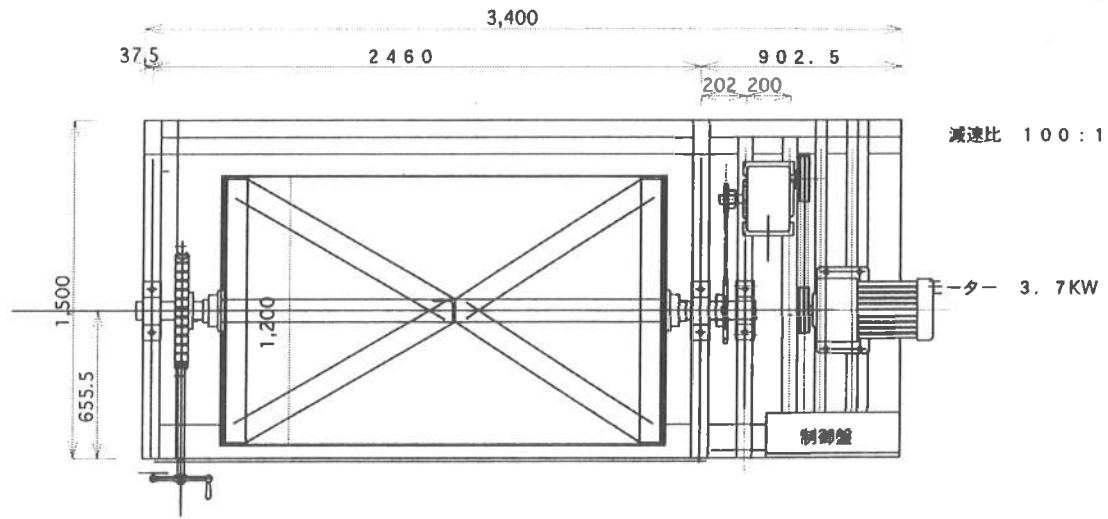


図 2-1-5 飼料化装置図面

1.4.3 加熱・乾燥方法の検討

1) 含水率の検討

投入する原料の含水率は、装置の能力に大きく影響する。一般に食品循環資源の含水率は70～80%であるが、素材によって異なる。原料の含水率をどの程度に設定するかが最初の検討課題である。含水率が低いほど効率のよい処理ができることと、運転の自動化のためには含水率のバラツキがないことが望ましいからである。

これについては、当初は食品循環資源の前処理を検討した。その方法として、大型のファンを用いて水分を飛ばす方法、小型のビニルハウスを用いて沖縄の気候を活かして半日天日干しにし、水分をとばす方法、脱水機を使用する方法などを検討したが、レシピ開発研究の結果、乾燥機投入前に素材を調合することで60%程度にできることが確認できたため前処理は不要であるという結論となった。

次にどれくらいまで乾燥させるか、すなわち処理後の含水率をどの程度に設定するかを検討する必要がある。飼料の長期保存性を考えると、配合飼料並みの10%が求められるが、豚の嗜好性としては水分率は30～40%程度が望ましいと言われている。本装置では、養豚現場で短期間（4～5日間程度）のうちに飼料を給与していくという前提で、保存性と嗜好性を兼ね備えた水分率20～30%の飼料製造をめざした。

2) 乾燥方法の検討

乾燥の方法として、複数のアイデアを検討した。その案を以下に示す。

(案1) ビニルテント方式

ビニルテントの中で釜を直火で加熱攪拌し、発生した蒸気が飽和状態でできた結露をオーバーフローさせ循環させる。テント内は嫌気状態を保ち、乳酸発酵を促進させる。

この方法は、メンテナンスの難しさ、耐久性に問題があるため採用しなかった。

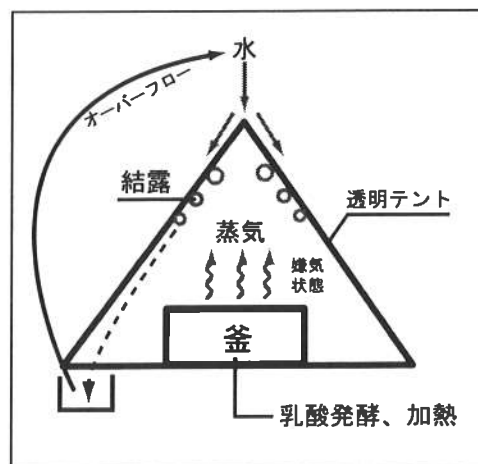


図 2-1-6 飼料化装置 (案1)

(案2) 分割方式

ステンレスの処理槽を直接バーナーで加熱するとともに、その熱風を処理槽の中にオーバーフローさせて熱利用の効率化を図ったもの。また、釜内を2層にわけ、2種類

の食品循環資源飼料が同時に製造できる構造が提案された。

この構造については、直火は焦げる可能性があること、バーナーの排ガスの臭気が飼料につくと嗜好性が低くなる可能性があることが問題とされた。

また効率化のために槽を分割するのは、原料によって含水率が異なるため 2 種類を同時に処理することは難しいことが指摘され、採用に至らなかった。

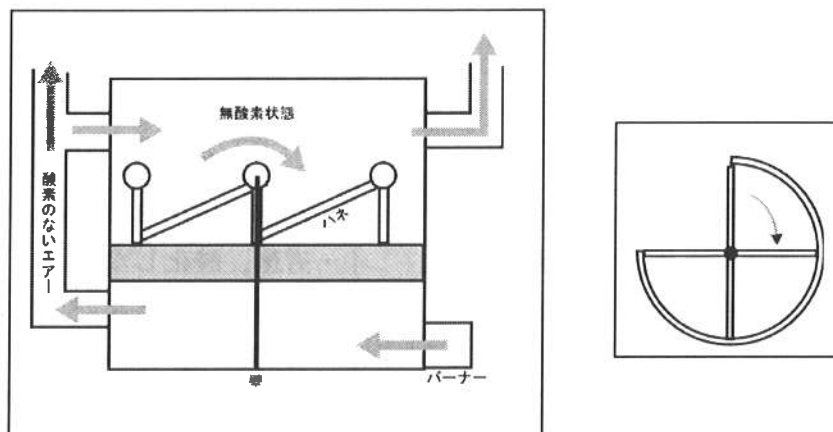


図 2-1-7 飼料化装置（案 2）

（案 3） 間接加熱方式

乾燥工程で「焦げ」が生じると、豚の嗜好性が著しく低下することが、これまでの再生飼料の研究等からわかっている。また焦げは歩留まりを低下させる最大の要因であるため、いかに焦げを少なくするかが課題である。そのため直火ではなく、バーナーと槽の間に水などの熱媒体を置いて、間接的に加温する方式を検討した。

結論的にはこの方式を採用することとし、適切な熱媒体を検討することとした。

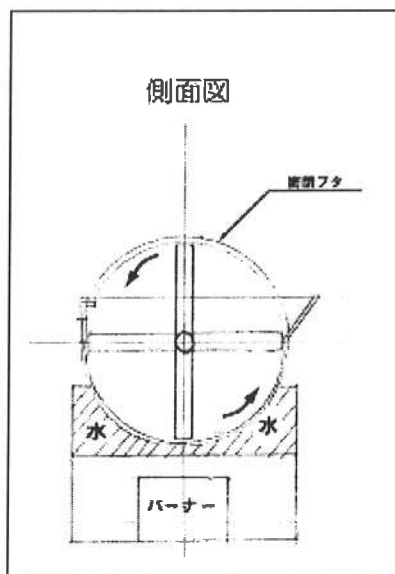


図 2-1-8 飼料化装置（案 3）

3) 熱媒体の検討

熱媒体を使った間接加熱方式は、化学工業や食品工業などの反応装置でも主流となって

きている。電熱法や直火法より反応熱の制御がしやすいためである。こうした装置産業では熱媒体としては熱媒体油が使われている。そこで、本装置においても熱媒体油を使用することとした。

当初は水を熱媒体とすることも検討したが、水はコストが安い反面、メンテナンスに手間がかかることが明らかになり、コストはかかるもののメリットの大きい熱媒体油を使うこととした。

表 2-1-7 熱媒体としての水と油の比較

水	油（ハイサーム）
<ul style="list-style-type: none"> ・水自体のコストが低い ・使用した水が再利用できる ・軟水機の取付が必要 ・温度管理が容易 ・工業用水の場合はろ過機が必要 ・メンテナンスが容易でない ・さびや蒸気を抜く（圧力がかかりやすい）ことが必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・熱伝導率、熱効率がよい ・劣化、酸化しない ・圧力が上がらない ・温度管理が容易 ・媒体油自体のランニングコストがかからない ・腐食性がない

熱媒体油を使用した間接加熱法の特長は以下の通りである。

- ① 低圧にして高温が得られる。
- ② 局部加熱を防ぎ均一加熱ができる。
- ③ 温度、伝熱量の制御が自由で精密である。
- ④ 急熱、急冷操作が可能である。

熱媒体油の選定にあたっては、加熱効率が良いこと、毒性がないこと、揮発・蒸発しにくいこと、引火点が高く安全性に優れていること等を勘案して、「ハイサーム」（商品名：新日本石油製）を採用することとした。

ハイサームは高度に溶剤精製された鉱油系熱媒体油で、特に高温酸化安定性に優れているので長時間にわたって使用してもスラッジを生成することが少なく、安定性が優れている。また非腐食性のため装置材料の選定に制限がない等が、選定の理由である。

4) バーナー

一般にこのような乾燥装置は灯油を燃料として用いる。開発にあたって、豚糞をメタン発酵させてメタンガスを利用することを考えたが、開発には時間がかかるために今回のプロジェクトでは基礎技術の研究を進めることとした。

また、食品循環資源でもある廃食油を有効利用するために、廃食油を燃料として利用することを考えた。

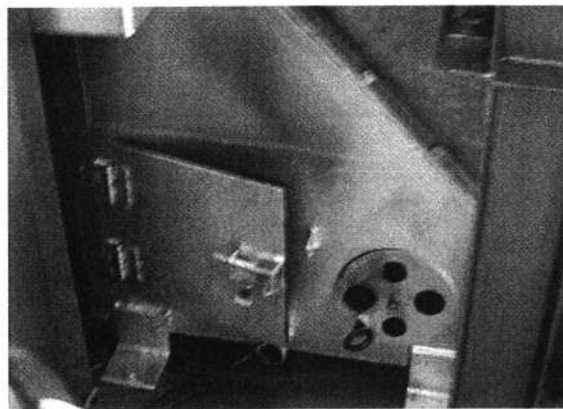
廃食油だけを燃焼させたり、重油、灯油との混焼など試行錯誤の結果、廃食油だけではカロリーが不足するために灯油との混焼が効果的であるという結論を得た。しかし廃食油と灯油は粘度が異なることや廃食油には揚げ滓などの不純物が混じっているため、バーナ

ーに自動的に定量供給することが課題となった。

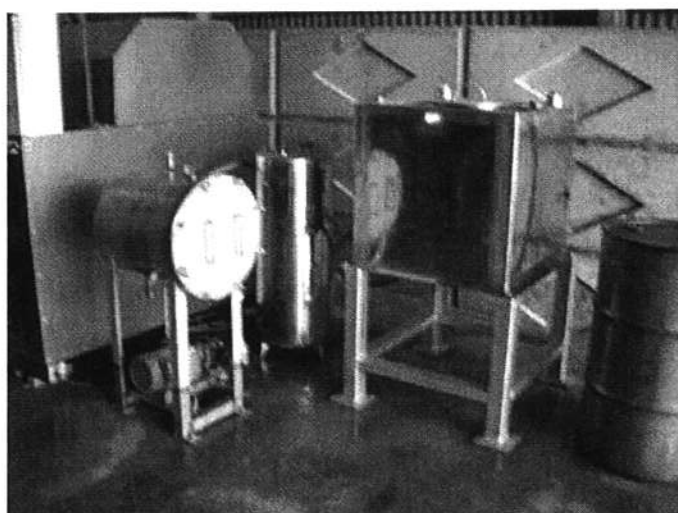
試験装置では灯油用のバーナーをベースにノズル径などを調整し、廃食油の燃焼が可能になるように改良を加えた。タンクは2基設けて、第1次タンクに廃食油 100 リットル、灯油 100 リットルの合計 200 リットルを入れる。そこからフィルターをとおして、第2次タンクに保管する。第2次タンクは 100 リットルの容量である。



バーナー。燃料は灯油と廃食油を同等の割合で使用しているが、着火の状況が悪く、写真のものから経口のサイズを変更した。(変更後は正常に着火する)



バーナー排出口。ただし、この扉を閉じたままでは不完全燃焼を起こした為、扉のそばにスライド調節が可能な排気口を設けた。



燃料装置一式。(一番右) 廃食油の入ったドラム缶、(右から2番目) 一次保管タンク、(一番左) ろ過装置、(左から2番目) 二次保管タンク。一次保管タンクには灯油 100 リットル、廃食油 100 リットルの計 200 リットルが混合して入っている。二次保管タンクは 100 リットルの容量があるが、実際には 80 リットルが入っている。また、実験で灯油と廃食油を混合しても分離しないことが分かっている。

図 2-1-9 燃料装置の概要

表 2-1-8 燃料系統の仕様

一次保管タンク

本体寸法	700mm×700mm×700mm
本体容積	343 リットル

二次保管タンク

本体寸法	Φ380mm×1000mm
本体容積	113 リットル

ドラム缶

本体寸法	Φ567mm×1000mm
本体容積	200 リットル

手動式ポンプ

機種	SB-25
使用液	軽油・A・B 重油
吐出量	72 回転／20 リットル
羽根材質	PPS
吐出ホース	25mm×1280mm
重量	5.8kg

1.4.4 処理槽（タンク）の構造の検討

1) 素材の検討

素材は一般に鉄かステンレスを用いる。鋼板の価格を比較するとステンレスは鉄の3～4倍程度も高い。しかし鉄は酸化（錆）しやすくメンテナンスの手間が大きい。製品化する場合はアングル等部分的に鉄を使用してコストダウンを図ることも検討する必要があるが、装置開発に置いてはオールステンレスとすることにした。

2) 攪拌

攪拌はタンク内で攪拌翼を回転させて行う方式とした。攪拌翼によって原料は破碎されるとともに混合される。でんぷん質を含むので、含水率が低下してくると糊のような状態を経るため、翼の形状によってはそれが固まって餅のようになってしまう。それを防ぎながらいかに効率的に攪拌するかが翼の形状に求められる。

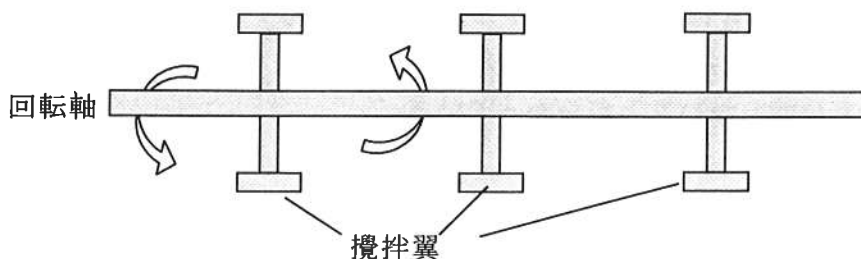


図 2-1-10 攪拌翼の形状

試行錯誤の結果、攪拌翼は螺旋状が最も効率がよいという結論となった。螺旋では攪拌しながら原料をタンク内で往復させる効果もあり、攪拌効率がよいと考えた。しかし含水率が低下するにつれて、両サイドに固まってしまう欠点があることがわかった。そのため、翼の形状は様々に改良しながら実験を繰り返した。

当初の攪拌翼の形状は写真のようになっている。



図 2-1-11 当初の攪拌翼

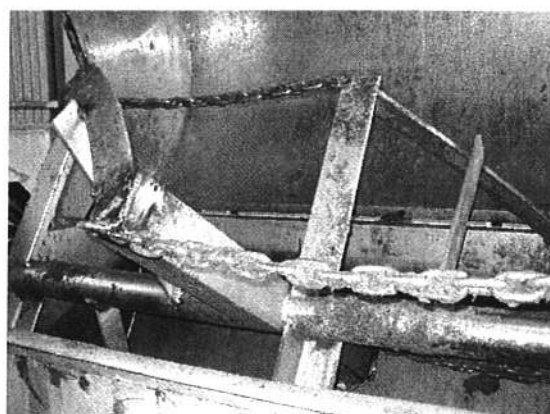
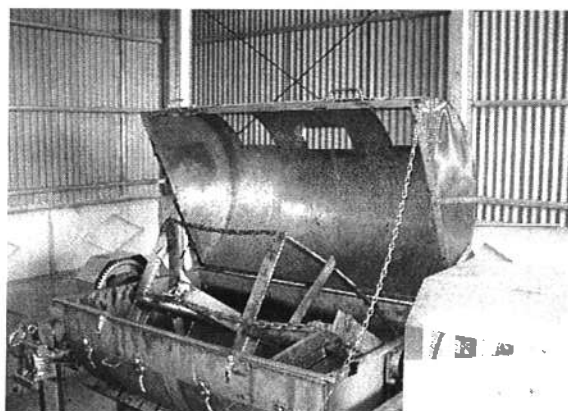
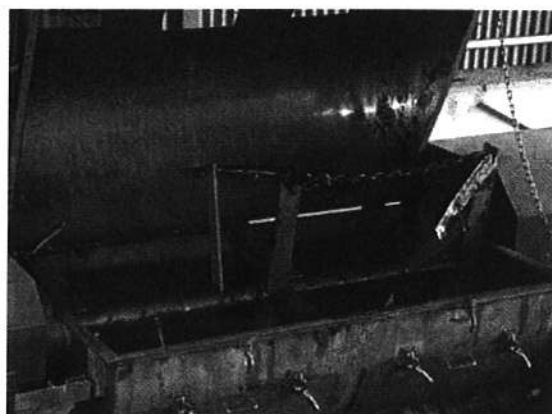
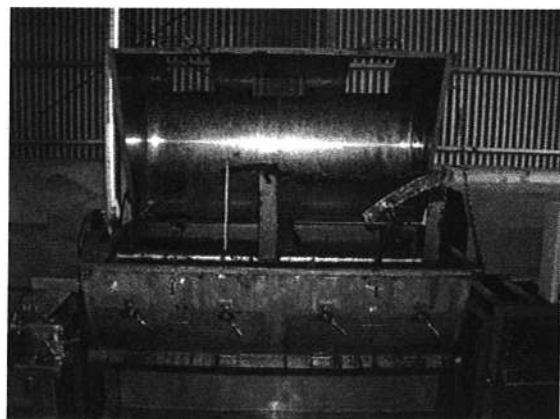


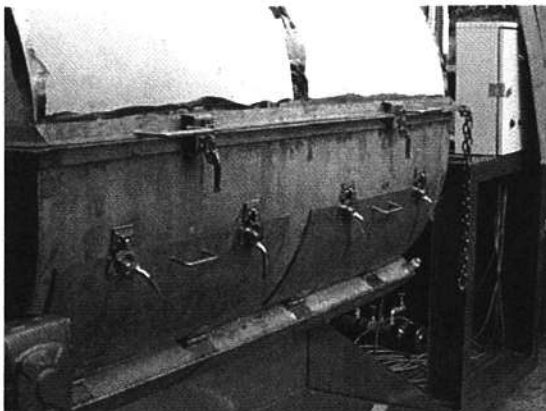
図 2-1-12 改良後の攪拌翼

攪拌翼の形状を変更。再生飼料の塊状になったものを砕く為に、軸に垂直の攪拌翼を取り付けた。

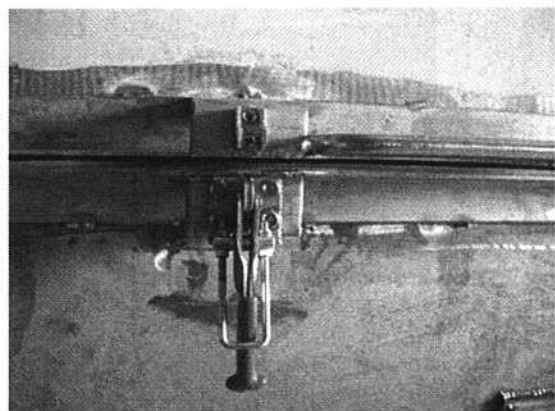
3) タンク

タンクは、 $\Phi 1200\text{mm} \times 2400\text{mm}$ の円筒形で容量 2.7m^3 である。1回の処理で1トンの処理ができ、歩留まり40%として400kgの再生飼料が生産できることを想定して最大容量を決定した。一般的なごみの比重は0.3~0.4程度である。1トンが $2.5 \sim 3\text{m}^3$ ということである。ただし生ごみは含水率が高いために比重は0.5以上ある。すなわち1トンが 2m^3 程度と推計される。以上のようなことから攪拌のための空隙の容量を含めて、容量を決定した。

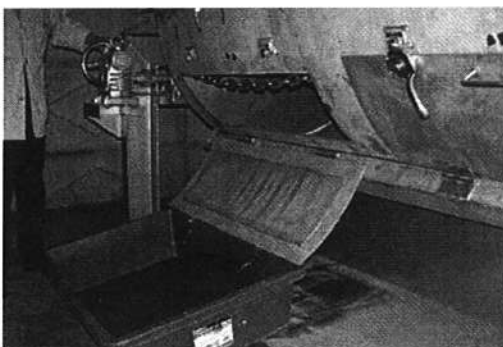
乾燥工程を終了した後、乳酸発酵させることができるよう、パッキンで半密閉状態にできる構造とした。乳酸発酵は嫌気状態で行われるためである。



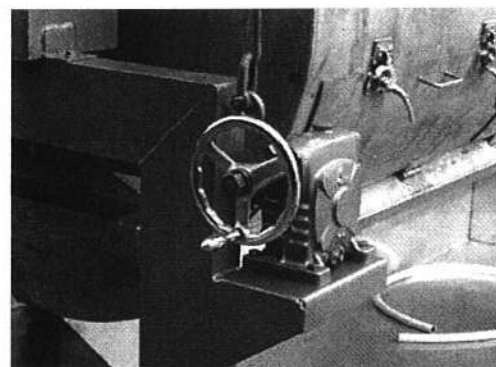
取り出し口。左右どちらに食品循環資源飼料が寄っても良いように2つ設けている。



釜下部の取り出し口。パッキンで密閉される構造になっている。



取り出し口。飼料箱のサイズにあわせている。



釜の回転レバー。レバーを回転させることで、釜自体が手前に傾き、再生飼料が取り出し口から容易に取り出せるような構造。

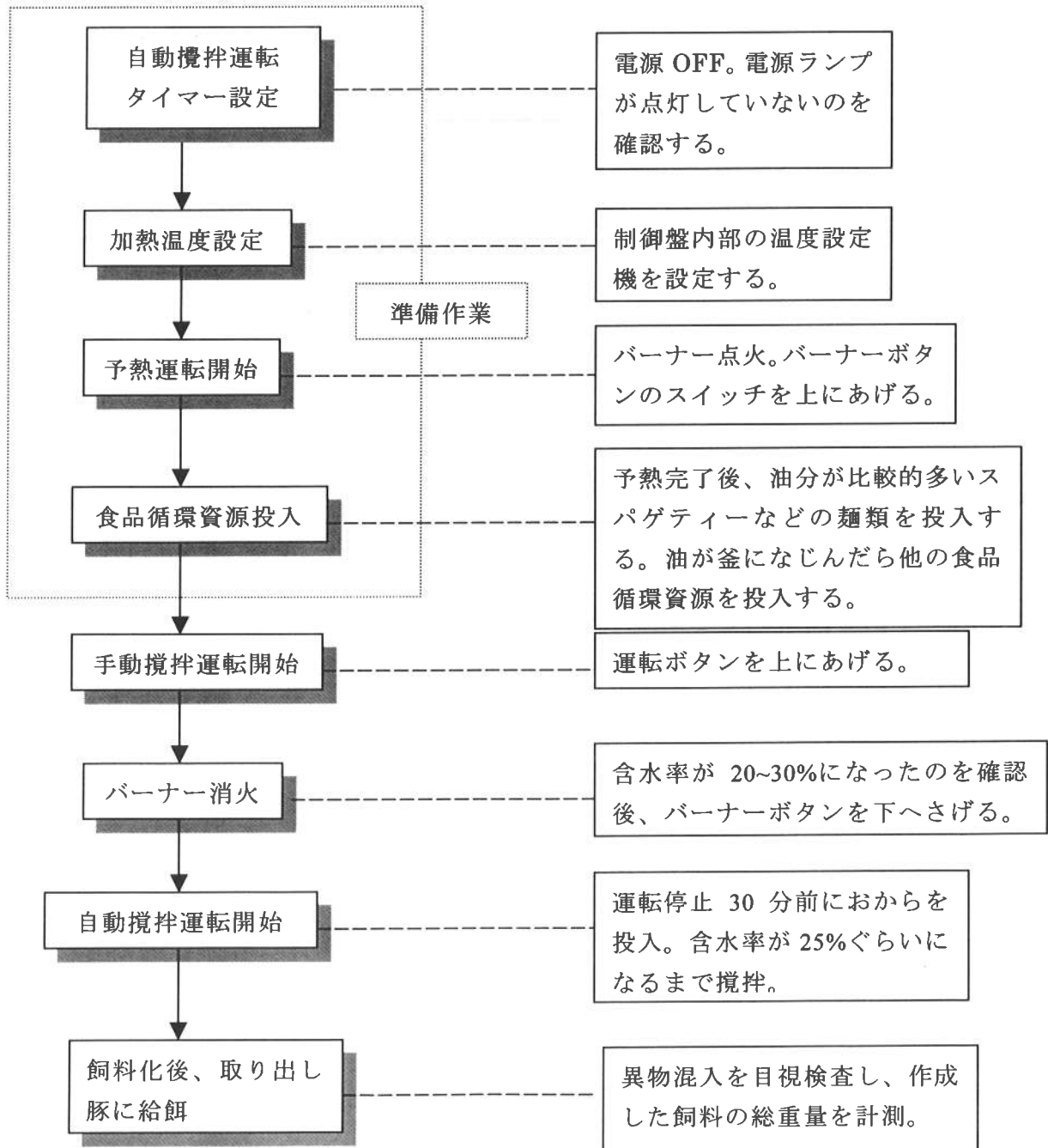
図 2-1-13 処理槽（タンク）の構造

1.4.5 制御系の検討

1) 制御の構成

- ・媒体油内にサーモスタット（温度調節装置）を挿入、自動的に熱源を制御する。
- ・攪拌翼の回転を時間制御により、正および逆回転の稼動が可能である。
- ・回転翼の回転を時間制御により、回転を停止することが可能である。
- ・装置運転中に釜の蓋を開封した際、自動的に攪拌翼が停止する安全ストッパー取付。
- ・装置運転中の非常時に容易に緊急停止の制御が可能。
- ・それぞれの制御装置が分離稼動しており、再生飼料のレシピの変更や改善修理が随時可能である。

2) 取り扱い方法



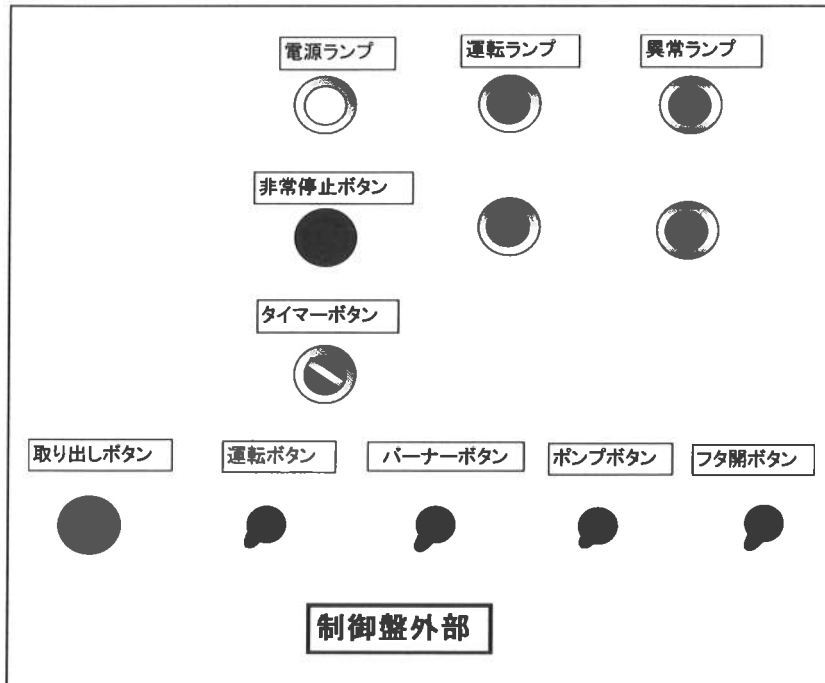


図 2-1-14 制御系作業フロー図

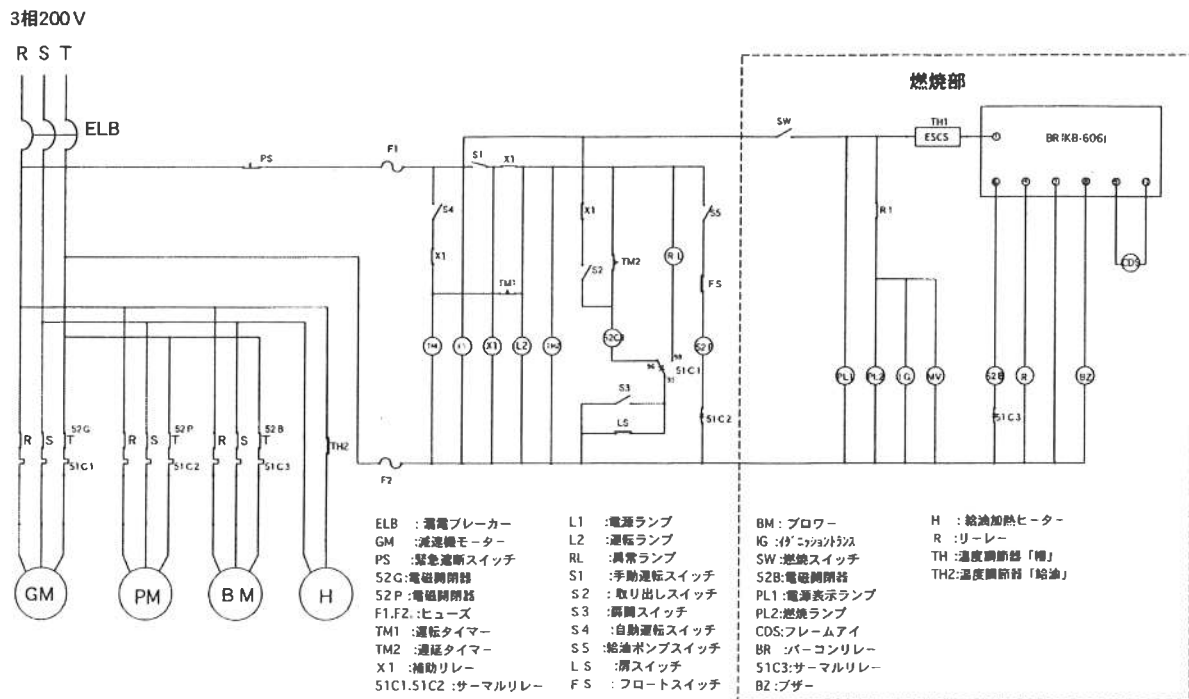
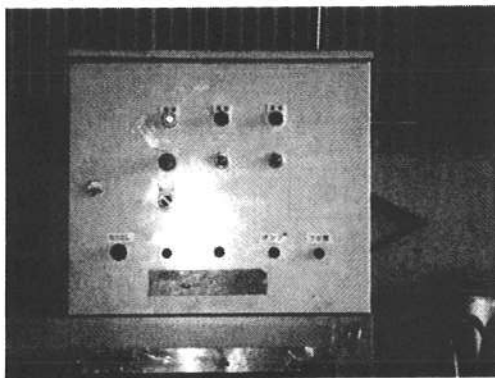


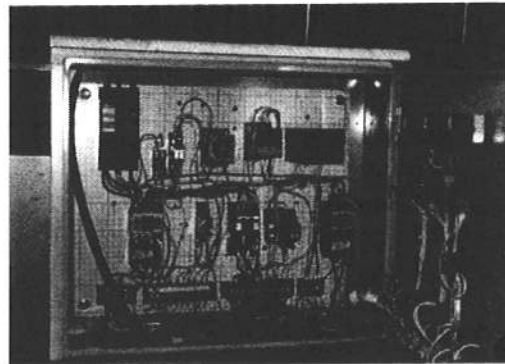
図 2-1-15 制御系回路図

3) 使用状況

サーモスタットは、当初最大設定温度が 99.9 度であったが、飼料製造実験において、釜内の飼料温度が目標温度（発酵に効果的な 60 度）に達しなかったため、最大設定温度が 200 度まで可能な装置に変更した。現在は設定温度を 200 度にし、釜内の飼料温度が約 60～65 度まで上昇しており、目標温度に達している。攪拌翼の回転は、24 時間設定 15 分間隔で正および逆回転が可能であり、回転方向が交互することにより、飼料の一方向のかたよりを防いでいる。但し、攪拌翼の形状により乾燥時間が経過するにつれ再生飼料の餅化現象が進むため、現在は攪拌翼の形状を変更し正回転のみの稼動である。また再生飼料のレシピにより、状況に応じて釜の蓋を開封する場合もあることから、攪拌翼の一時停止は安全性からも非常に効果的である。今回は安定的な再生飼料の製造も研究テーマとなっていることから、ある程度の人的管理や制御を必要としているが、事業化にむけてはさらなる安全で安定的な制御の検討が必要と考えられる。



制御盤外部



制御盤内部

図 2-1-16 制御系部分の様子

1.4.6 装置開発経過と試験運転データ

1) 装置の製造工程

装置の製造工程を示す。検討会議でのコンセプト検討、基本仕様の検討を行い、メーカーに設計を依頼。2003 年（平成 15 年）11 月から試作に入り、12 月に完成した。その後、試運転、実証運転を経て、改良を継続している。

表 2-1-9 飼料化装置工程表

工事項目	11 月			12 月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
資材発注	●	●				
電動機・減速機	●	●				
機械加工		●	●			
本体加工		●	●	●		
組立				●	●	
試運転調整					●	●

2) 試験運転結果

飼料化装置での試運転に伴い、くいまーる飼料（前期用、詳細は2項で後述）の飼料づくりを実験的に行った。その際のデータを以下に示す。

日 時 2004年（平成16年）1月12日（月）10:00～16:30
場 所 倉敷リサイクル工場
測定飼料 くいまーる飼料（前期用）20頭分（原料にして126kg）

表 2-1-10 くいまーる飼料の原料構成

飼料原材料	重さ(kg)	割合(%)
米飯	26	20
パン、麺	38	30
野菜	12	10
フスマ	6	5
魚腸骨	32	25
おから※	12	10
合 計	126	100

※おからは上記原料を乾燥させたのち添加した。

[設定温度]

設定した温度に到達するのを媒体油内のサーモスタットで感知し、バーナーが消火する温度。ただし、設定温度は最大 99.9 度までである。その後設定温度が-0.1 度まで下降した時点でバーナーが点火する（例 設定温度を 90 度にした場合、89.9 度まで下降した時点でバーナーが点火する）。

[最大上昇温度]

媒体油の温度が設定温度に到達しバーナーが消火したあとも余熱で媒体油が上昇する為最大上昇した温度。

[限界下降温度]

最大上昇温度から媒体油の温度が下降し設定温度に到達後もなお媒体油の温度が下降し再び媒体油の温度が上昇し始める時点の温度。

また、30分おきに食品循環資源を含水率調査のためのサンプリング、槽内の食品循環資源の温度及び槽内の底面温度を測定した。

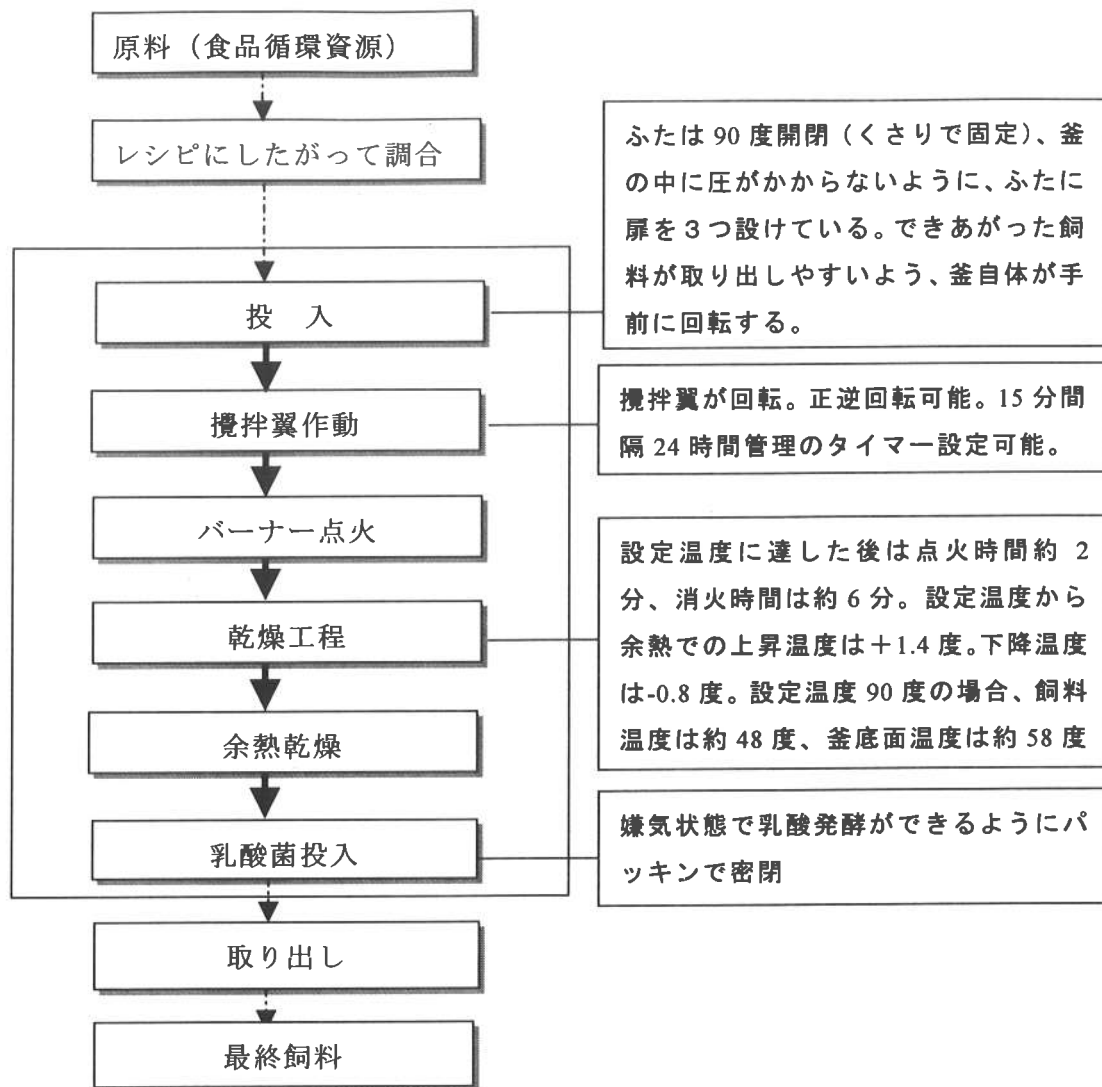


図 2-1-17 試運転によるくいまーる飼料づくりフロー図

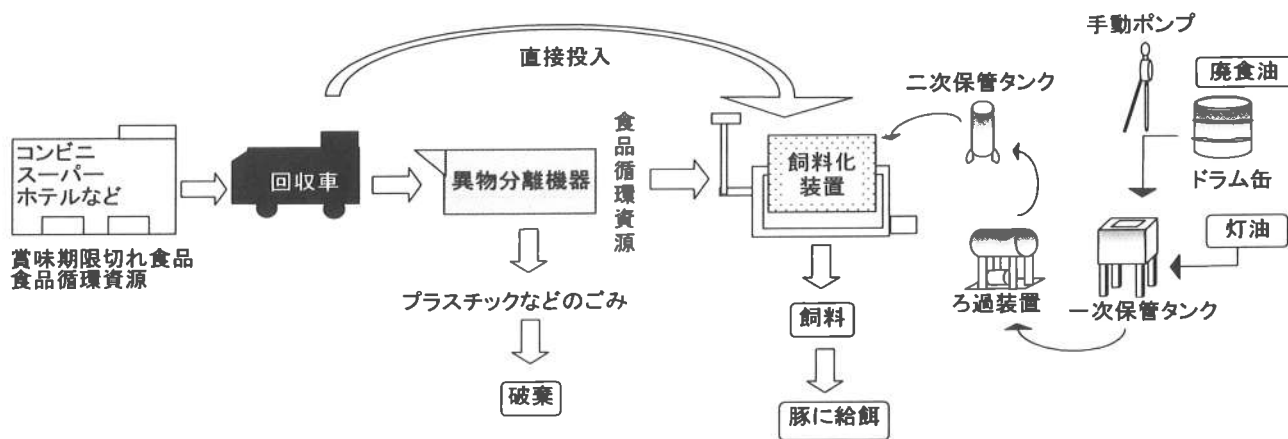


図 2-1-18 実験作業のフロー図

表 2-1-11 試運転によるくいまーる飼料づくりの実験データ

時間	作業項目、温度設定など	槽内の飼料温度及び底面温度	備考
—	予熱あり、設定温度は 90 度		
10 : 30	魚を投入		
10 : 31	かくはん		
10 : 35	おから以外の残りの材料を投入		
10 : 40	かくはん		
10 : 43	点火 (限界下降温度 89.2)		
10 : 49	消火 (最大下降温度 91.6)		
10 : 53	点火 (限界下降温度 89.3)		
10 : 56	消火 (最大下降温度 91.4)		
11 : 02	点火 (限界下降温度 89.3)		
11 : 03	消火 (最大下降温度 91.4)		
11 : 09	点火 (限界下降温度 89.1)		
11 : 11	消火 (最大下降温度 91.5)		
11 : 15	点火 (限界下降温度 89.1)		
11 : 18	消火 (最大下降温度 91.1)		
11 : 23	点火 (限界下降温度 89.2)		
11 : 25	消火 (最大下降温度 91.2)		
	含水率測定① (含水率 62.72%)	飼料温度 (右) 44 度 (左) 35 度	
11 : 31	点火 (限界下降温度 89.2)		
11 : 33	消火 (最大下降温度 91.4)		
11 : 39	点火 (限界下降温度 89.2)		
11 : 41	消火 (最大下降温度 91.5)		
11 : 46	点火 (限界下降温度 89.4)		
11 : 49	消火 (最大下降温度 91.5)		
11 : 54	点火 (限界下降温度 89.3)		
11 : 57	消火 (最大下降温度 91.4)		
	含水率測定② (含水率 59.6%)	飼料温度 48 度	
12 : 03	点火 (限界下降温度 89.1)		
12 : 05	消火 (最大下降温度 91.4)		
12 : 11	点火 (限界下降温度 89.1)		
12 : 14	消火 (最大下降温度 91.6)		
12 : 19	点火 (限界下降温度 89.2)		
12 : 22	消火 (最大下降温度 91.3)		
12 : 28	点火 (限界下降温度 89.2)		
12 : 30	消火 (最大下降温度 91.3)		
	含水率測定③ (含水率 57.7%)	飼料温度 48 度 底面温度 58 度	
12 : 37	点火 (限界下降温度 89.1)		
12 : 40	消火 (最大下降温度 91.4)		
12 : 45	点火 (限界下降温度 89.1)		
12 : 48	消火 (最大下降温度 91.4)		
12 : 54	点火 (限界下降温度 89.2)		
12 : 56	消火 (最大下降温度 91.3)		
	含水率測定④ (含水率 55.7%)	飼料温度 47 度 底面温度 57 度	
13 : 03	点火 (限界下降温度 89.3)		
13 : 05	消火 (最大下降温度 91.5)		
13 : 10	点火 (限界下降温度 89.1)		
13 : 14	消火 (最大下降温度 91.4)		
13 : 15	設定温度を 99.0 度に変更		
13 : 20	消火 (最大下降温度 —)		
13 : 27	点火 (限界下降温度 98.0)		
13 : 29	消火 (最大下降温度 —)		
13 : 34	点火 (限界下降温度 98.0)		
	含水率測定⑤ (含水率 51.9%)	飼料温度 52 度 底面温度 69 度	
13 : 37	消火 (最大下降温度 —)		
13 : 42	点火 (限界下降温度 98.3)		

13:45	消火 (最大下降温度 ー)		
13:50	点火 (限界下降温度 98.1)		
13:52	消火 (最大下降温度 ー)		
13:58	点火 (限界下降温度 98.1)		
14:00	消火 (最大下降温度 ー)		
14:05	点火 (限界下降温度 98.2)		
	含水率測定⑥ (含水率 49.04%)	飼料温度 48 度	底面温度 58 度
14:07	消火 (最大下降温度 ー)		
14:15	点火 (限界下降温度 98.1)		
14:17	消火 (最大下降温度 ー)		
14:22	点火 (限界下降温度 98.0)		
14:24	消火 (最大下降温度 ー)		
14:30	点火 (限界下降温度 98.2)		
14:32	消火 (最大下降温度 ー)		
14:38	点火 (限界下降温度 98.1)		
14:40	消火 (最大下降温度 ー)		
	含水率測定⑦ (含水率 46.23%)		
14:47	点火 (限界下降温度 98.0)		
14:49	消火 (最大下降温度 ー)		
14:55	点火 (限界下降温度 98.1)		
14:57	消火 (最大下降温度 ー)		
15:02	点火 (限界下降温度 98.1)		
15:04	消火 (最大下降温度 ー)		
15:11	点火 (限界下降温度 98.2)		
	含水率測定⑧ (含水率 43.17%)	飼料温度 47 度	底面温度 50 度
15:13	消火 (最大下降温度 ー)		
15:19	点火 (限界下降温度 98.0)		
15:21	消火 (最大下降温度 ー)		
15:26	点火 (限界下降温度 98.1)		
15:28	消火 (最大下降温度 ー)		
15:34	点火 (限界下降温度 98.1)		
15:36	消火 (最大下降温度 ー)		
	含水率測定⑨ (含水率 38.4%)	残渣温度 47 度	底面温度 50 度
15:43	点火 (限界下降温度 98.1)		
15:45	消火 (最大下降温度 ー)		
15:52	点火 (限界下降温度 98.2)		
15:54	消火 (最大下降温度 ー)		
15:56	おから投入		
16:00	点火 (限界下降温度 98.0)		
16:03	消火 (最大下降温度 ー)		
16:09	点火 (限界下降温度 98.1)		
16:11	消火 (最大下降温度 ー)	パーナーを手動で消火	
16:20	かくはん停止		

表 2-1-12 試運転によるくいまーる飼料づくりの実験結果

時刻	原材料投入後の経過時間(分)	飼料温度(°C)		水分(%)	油槽設定温度(°C)
		飼料	底面		
10:30	原材料 114kg投入				90
11:30	60	35	44	62.72	90
12:00	90	48		59.60	90
12:30	120	47	57	57.07	90
13:00	150	47	57	55.70	90
13:00	油槽設定温度変化				99
13:35	185	52	69	51.59	99
14:05	215	49	58	49.01	99
14:40	250	49	62	46.23	99
15:11	281	47	50	43.17	99
15:37	317	47	50	38.40	99
15:56	おから投入				

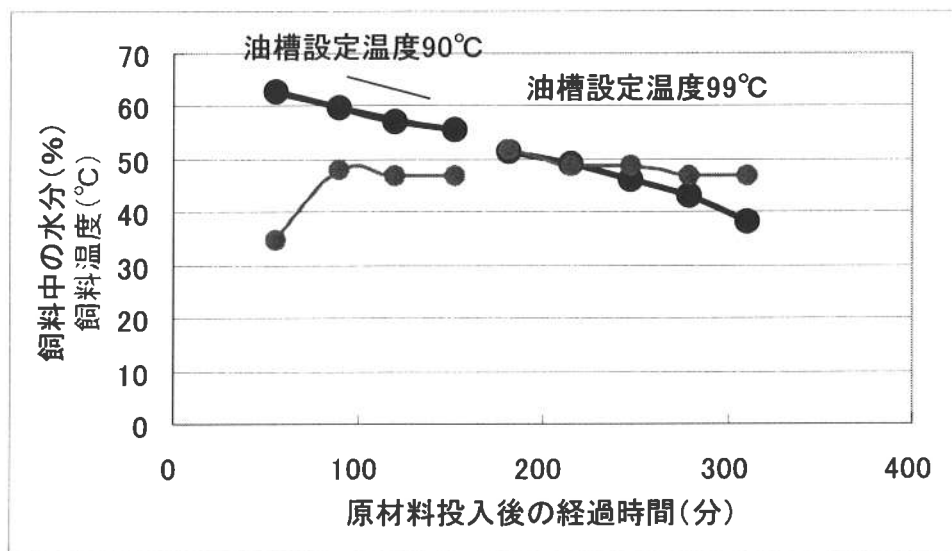


図 2-1-19 試運転によるくいまーる飼料づくりの実験データ

以上の結果より、下記の結果を得た。

- ① 平均点火時間 約 2 分 平均消火時間 約 6 分
- ② 設定温度 90 度の場合 平均最大上昇温度 91.4 度 平均限界下降温度 89.2 度
- ④ 設計温度 99 度の場合 平均最大上昇温度 (不明) 平均限界下降温度 98.1 度
(最大上昇温度については、デジタルメモリが 99.9 度までしか表示できず、不明)

また、バーナーに使用した燃料は廃食油：灯油=1：1の割合で混合したものを扱い、予備加熱を含めてバーナー消費量は約 25 リットルほどである。

グラフより、油槽の設定温度が 90 度の場合は、飼料の水分率は 10 分につき 0.74%低下し、油槽の設定温度が 99 度の場合は、飼料の水分率は 10 分につき 1.0%低下することが分かった。

今回の実験で、当初の計画より大幅に時間がかかることが分かったため、改良の必要がある。また油槽の最大設定温度が 99.9 度であることから、設定温度装置を 200 度まで設定できるものに取り替えた。

3) 実証運転中のトラブル例と対応策

運転中に発生した不具合とその対応策をまとめた。最終的な製品にしていくためには、これらのトラブルを完全に解消することが必要である。

①バーナーのトラブル例

廃食油を利用するために燃料が安定せず、バーナーのトラブルが起きた。技術的に大部分は解消済みであるが、燃料組成・品質の安定化の方が課題である。

[燃料不良。バーナーの点火が悪い、白煙が出る。]

燃料加圧ポンプの取り付け及び 2 次空気取入れ口、排気煙道の構造変更と排気板の取り付けを行った。

[燃料不良。バーナーの着火および炎の噴出し量が少ない。]

バーナーノズルの径を変更した。

②攪拌翼・駆動装置にまつわるトラブル例

[攪拌時に飼料が攪拌翼の正回転・逆回転時に左右に偏ってしまう。]

攪拌翼の構造の見直しと新規攪拌翼の製作・取り付けをおこなった。

[攪拌時に本体の振動及びゆれが生じる。]

攪拌時に飼料が餅化現象を起こし、攪拌翼と根本に負荷がかかった。よって振動、揺れ止め器具の取り付けを行った。

[伝動チェーンの緩みの発生]

攪拌時に飼料が餅化現象を起こし、攪拌翼と根本に負荷がかかり変速機がずれたと思われる。よって変速機及び軸受けベアリング取り付けのボルトの取替えを行った。

[飼料製造中に飼料がすいか大にかたまってしまう。]

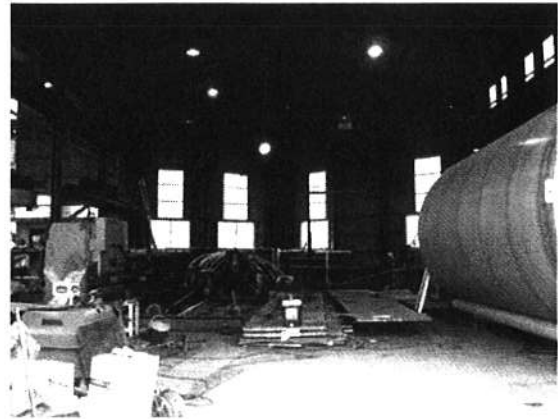
タイマー運転機能を取り付け、運転制御の変更を行った。

[本体清掃時の洗浄水が炉内に溜まってしまう。]

溜り水ドレン口の製作を行った。



週に1度のペースで定例会（工程会議）を実施。図面を見ながら施工の進捗状況、開発飼料化装置とその周辺の体制について意見をかわす。



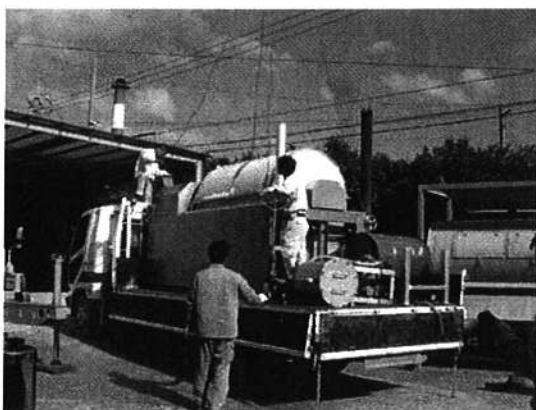
施工場所となっている(有)宮城工業。



施工中の飼料化装置について研究共同体のメンバーで装置のシステムの説明を受ける。



部品（バーナーや変速機など）

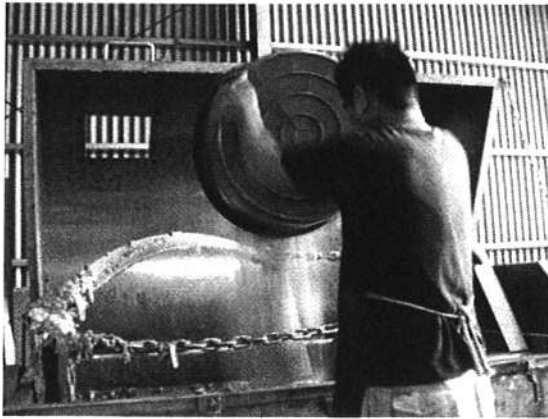


装置の搬入



釜の回転を試運転中

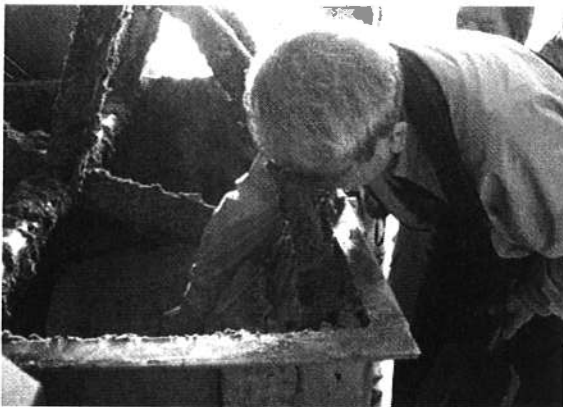
図 2-1-20 飼料化装置開発風景



くいまーる飼料製造実験。写真はふすまを投入しているところ。攪拌中は釜の蓋の小窓を開放している。



油槽の温度測定中。油槽の温度と釜内部の温度に約 40℃の温度差があることが分かった。



釜内部のくいまーる飼料の温度測定中。



蒸気をとばすための小窓は飼料の攪拌状況を常に確認できる。

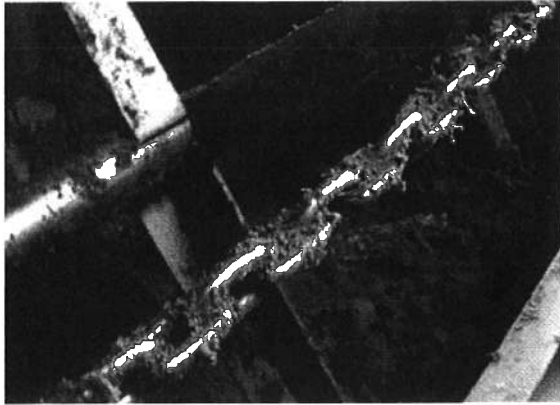


問題点として、釜の焦げをふせぐために取りつきたくさりの隙間に飼料が詰まってしまう。



バーナーの燃料の消費状況を確認している。

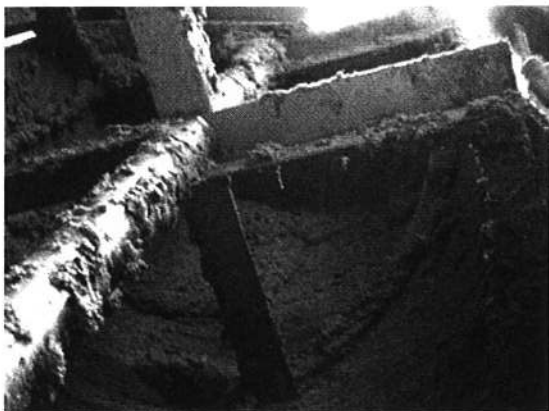
図 2-1-21 実証運転風景



問題点として、飼料が釜の側面、及び攪拌翼の側面に付着してしまい、飼料自体に乾燥のかたよりができてしまう。



既存の飼料化装置に比べると焦げの厚さはないが、若干の焦げが発生する。また、釜の中心にある軸に水分率の高い飼料が残っている。



釜自体の容積が大きく、発生する焦げや、側面や攪拌翼に付着する飼料が多く発生し、出来上がりの飼料量にロスができる。

図 2-1-22 実証運転における問題点

1.5 将来課題としての熱源の検討

1) メタン発酵の意義

飼料化装置では、乾燥のためのコストができるだけ小さくなるような熱源が望まれる。通常、回収した生ごみはすべて再生飼料になることはなく、飼料化不可能なものは堆肥化などの処理が必要となる。もし、この生ごみから効率よくメタンガスが回収できれば、それを熱源として利用することにより低コスト化を図ることができる。また、実際の生ごみ回収システムの運用上においても融通性が得られ極めて有用である。

メタン発酵は酸素が存在しないところで生じる嫌気性発酵である。メタン発酵の過程は

次の4段階から成り立っている。通性嫌気性菌により炭水化物、蛋白質、脂肪等が加水分解されて低分子量の有機化合物となり、ついで酸発酵がおこり、この有機酸を偏性嫌気性菌が利用してギ酸、酢酸等の低級脂肪酸や H_2 や CO_2 を生成し、更にメタン菌がメタンガスとする。このメタン発酵には $36\sim 38^\circ C$ を適温とする中温発酵と $45\sim 56^\circ C$ を適温とする高温発酵があり、それぞれに適したメタン菌が生存している。

メタン発酵で特に問題となるのは気温の低い冬季である。沖縄の気候は亜熱帯気候に属し、冬でも最高気温が 20 度を超える日がある。日差しも本土に比べて強い。したがって、冬季でもより少ない熱源でメタン発酵が促進される温度を維持でき、そのために風力や太陽熱を利用することも可能であると思われる。

以上の観点から、飼料化装置に適応するメタン発酵装置の開発を目的として予備実験を行った。

2) 予備実験

メタン発酵が効率よく行われるための諸条件をみつけるため、以下のような予備実験を行った。

①実験方法



図 2-1-23 浮蓋式メタン発酵槽



図 2-1-24 密閉式メタン発酵槽

実験は2003年(平成15年)8月から室内で小規模の発酵槽を用いて開始した。発酵槽には、一斗缶(18リットル)を利用した浮蓋式のもの、20リットルのポリタンを利用した密閉式のものを用いた。前者の外観を図2-1-23に、後者の外観を図2-1-24に示す。生ごみ投入口、スラッジ取出口、脱離液排出口、攪拌用ガス導入口などが付けられている。

投入する食品循環資源は、大学生協食堂から出る残飯を用いた。ご飯が多く、麺類、野菜類、などのおかずの残り物があったが、魚や肉類は少なかった。食品循環資源の種類とメタン発生量の関係を調べたかったが、食堂から出される食品循環資源は分別することが難しく、今回は行わなかった。メタン発酵が容易に行われるように、発酵槽を使い始める最初のときにメタン菌が多く棲息している牛糞、 $5\sim 6\text{kg}$ を入れ、種菌とした。

メタンが発生したかどうかは、発生した気体の発火テストを行い確かめた。メタン濃度計などは使用していない。嫌気性下で可燃性気体が発生するならばメタン発酵であり、気体主成分はメタンであることが確認できる。通常は、メタン発酵で発生するガスの組成はメタン約 60%、二酸化炭素約 40%である。

菌による食品循環資源の分解を早めるには、なるべく細かく破碎されている方が良い。実験では左官用の小型攪拌機で破碎したが、繊維質の野菜や、果物の皮など硬いものは十分に砕くことができなかつた。しかし、ご飯や麺類が多いので見た目は全体としては液状を呈した。

先に述べたように、メタン発酵の過程はいくつかの段階を経て最終的にメタン菌が低分子の酢酸やギ酸を分解しメタンを発生させる。このことを考慮すると、一つのメタン発酵槽で食品循環資源からメタン発生まですべての過程を行うよりも、あらかじめ食品循環資源を酸発酵してからメタン槽に加える方が効率が良いように思われる。そこで、破碎した食品循環資源をそのままメタン発酵槽に入れる場合（前処理なし）と、破碎した食品循環資源を 2 週間程度嫌気性雰囲気中に保持しその後メタン発酵槽に入れる場合（前処理あり）を比較した。後者の場合は、乳酸発酵が生じる。EM 菌（ぼかし）を加えることもあった。

②実験結果

No.1 から No.5 と名づけた 5 つのメタン発酵槽を用意した。それぞれの発酵槽へ投入された食品循環資源の量、回収したガス量（発生量）、及び発酵液の pH のデータを表 2-1-13 に示す。

[No.1（浮蓋式 1 斗缶）と No.2（20 リットルポリタン）の比較]

No.1 と No.2 は同時期に同じ食品循環資源を発酵槽に入れて開始された。開始から約 1 ヶ月間は室内に置いた。その間 No.1 は徐々にメタンガスが発生しだしたが、No.2 は発生しなかつた。このころの気温は、昼夜通して平均 30℃くらいであった。気温が、中温発酵に適当な 36℃より低いので、これを発砲スチロールの保温箱に入れ、その中にいれた白色電球で温度を 34℃ぐらいに保ち、発酵を促進させることにした。保温箱に入れてしばらくして、No.1 からメタンを 7 リットル回収した。それ以後 No.1 では順調にメタンガスが発生しだした。これは室温中では（30℃くらい）ではメタン発酵の速度が遅く、温度を上げると発酵速度が速まったということを示している。一方、No.2 は室温中も保温箱に入れてもメタン発生量は少ない。

No.1 は途中 10 月 10 日に一旦浮蓋を外し、中のスラッジを取り出したが、それ以降ガスの発生が見られない。No.2 は 10 月 4 日に接着部が破損して実験を中止した。投入した食品循環資源の量と発生したガスの量は、No.1 では 7.1 k g に対して 104 リットル（14.6 リットル/kg）、No.2 では 7 k g に対して 17 リットル（2.4 リットル/kg）と、No.2 は発生量が極めて少ないことが分かる。pH で見ると No.1 は 5.6~7.4 で、メタン発酵に適当な中性に近い。一方、No.2 では pH は 3.4 と強い酸性で、メタン菌の発酵段階には入っていない。

No.1 と No.2 のメタン発酵の速度の違いは何が原因であろうか。No.1 と No.2 の発酵槽は構造及び材質が異なる。No.1 は浮蓋式で、No.2 は密閉式であるが、この構造自体がメタン発酵に影響を及ぼすとは考えにくく、もしあるとすれば、No.2 のポリタンは蓋の閉め方な

ど気密性が不十分だった箇所があったということであろうか。もう一つの可能性としては、メタン発酵に対する光の影響ということである。メタン発酵は暗反応と言われている。No1.の材質は金属で光を内部に通さない、一方 No.2 はポリエチレンで光と通す。保温箱では100W 白色電球 3 個を常時点灯しており、保温箱内部はきわめて明るかった。しかし、この検証は今後の課題である。

[No.3 (食品循環資源を EM 発酵で前処理) について]

No.1 と No.2 では食品循環資源を破砕した後直ちに発酵槽に投入したが、あらかじめ他の菌で発酵させた場合どうなるかを見るため No.3 の発酵槽を用意した。菌としては市販の EM(ぼかし)菌を用いた。破砕した食品循環資源にこれを加えて 2 週間程度発酵させた後、発酵槽に投入した。開始の数日は室内に置かれたが、その後保温箱に入れた。現在も実験継続中であるが、これまでのデータでは、食品循環資源 17.3 k g に対して 196 リットルのガスが発生している (11.3 リットル/kg)。前処理なしの No.1 の発生量が 14.6 リットル/kg であるので、この結果からは、前処理ありの優位性は結論できないばかりか、むしろ劣っているように見える。しかし、先に述べたようにメタン発酵に対する光の影響があるとすれば、No.1 の結果と No.3 の結果を直接比較することはできない。

[No.4 (食品循環資源の前処理なし) と No.5 (食品循環資源の前処理あり) の比較]

そこで、同じポリタンの発酵槽で、食品循環資源の EM 菌による前処理の効果を調べることにした。9 月 15 日から 10 月 25 日までの約 5 週間、発酵槽を室内において実験を行った。この時点までは、No.5 の前処理ありの方が 37 リットルの発生ガス量に対し、No.4 の前処理なしでは 11.5 リットルであった。その後気温が下がってきたので、両者を保温箱に入れ、また、ポリタンと塩ビパイプとの接合部から液が漏れ出したので、両者とも新しいポリタンに内容物を移し変え、実験を継続した。その後現在まで、No.5 で 52 リットル、No.4 で 22 リットルのガス発生量を得た。開始からの全量では、No.5 では食品循環資源 12 k g でガス 89 リットル (7.4 リットル/kg)、No.4 では食品循環資源 13 k g でガス 33.5 リットル (2.6 リットル/kg) で、EM 発酵させた食品循環資源の方が約 3 倍の発生量を得た。

表2-1-13 食品循環資源投入量、ガス発生量 及び pH

日付	No.1 (浮蓋式1斗缶)			No.2 (20リットルポリタン)			No.3 (20リットルポリタン)			No.4 (20リットルポリタン)			No.5 (20リットルポリタン)		
	生ごみ (kg)	ガス	pH	生ごみ (kg)	ガス	pH	生ごみ (kg)	ガス	pH	生ごみ (kg)	ガス	pH	生ごみ (kg)	ガス	pH
	前処 理なし			前処 理なし			前処 理あり			前処 理なし			前処 理あり		
03/8/1	牛糞			牛糞											
8/6	4			5											
8/27			6			5									
8/28							牛糞								
8/30								1							
8/31		7					0.35	7							
9/1	0.4							7							
9/2							3.5								
9/3		20	6			5		20	7						
9/4								32							
9/5				1			0.8								
9/6		5			5			19							
9/8		7													
9/11	0.7	27			6										
9/14			6			3			8						
9/16					6				牛糞			牛糞			
9/18							2.7		2			0.2			
9/22			7			3			8	4	7		3	6	
9/23													5		
9/26		31								4					
9/27										1.5					
9/30										2					
10/2													1	7	
10/3	1			1			1								
10/4				破損											
10/5		7								3					
10/10	1												2.5	22	
10/13								7							
10/15			7												7
10/25															
11/4										容器を変える		容器を変える			
11/6														13	
11/11										22					
11/19											7			6	
12/4										1.5	8			7	7
12/5														7	
12/9	stop										6			7	6
12/21							2	7		1.5			2		
12/22								32							
12/23								23							
12/26								22		1					
04/1/6							4						2.3	10	
1/27							4			4			4		
2/6								12					4		
2/10								7					4		
3/4									7			4			7
							継続中			継続中			継続中		
合計	7.1	104		7	17		17.3	196		13	34		12	89	

黒く塗った枠は、メタン発酵槽を保温箱(温度約34℃)に入れてあることを示す。

③実験の考察

明確な結論を下すまでにはもう少し実験を行わないといけないが、現時点で一応以下のような推論できる。

1. 食品循環資源を EM 菌で発酵させてから、メタン発酵槽に投入した方がメタンの発生効率が良い。この一次発酵には、乳酸発酵や EM 発酵のような嫌気性発酵が良いのか、好気性発酵が良いのか、検討を要するが、いずれにせよメタン発酵槽に入れる前の前処理が必要である。
2. 投入した食品循環資源に対してガス発生量の割合が最も大きかったのは、No.1 で 14.6 リットル/kg であった。用いた食品循環資源中の有機物の割合を 1~2 割とすると（残りの大部分は水分）、有機物 1kg あたり 70~150 リットルのガスを発生したことになる。文献によると、有機物 1kg に対し 60 日で 400~500 リットルのメタンが発生する。したがって、本実験は最適条件になっておらず、今後さらに諸条件を検討する必要がある。
3. 夏でも室内ではメタン発酵の最適温度よりも気温が低い。屋外にメタン発酵槽を設置し、太陽熱などの利用が必要となる。
4. メタン発酵を行っている他の事例では、食品循環資源を嫌気性発酵をした後、固液分離を行い、液をメタン槽に導入している。発酵効率を高めるため、固液分離を検討する必要がある。

3) メタン発酵のシステム

予備実験の結果から、図 2-1-25 に示すような、食品循環資源からメタン発酵までの全体のシステムを考えて、現在、容量 1m³ の発酵槽をもつ試作機を建設中である。まず、食品循環資源を高速ミキサーで破碎し、次に前処理としてこれを一次発酵させて、食品循環資源をあらかじめ分解させる。セルロースや固形物は発酵しにくいので、一次発酵させたものを固液分離して、液体をメタン槽に導入する。

中温メタン発酵は、36~38℃の温度が適当なので、メタン発酵槽を屋外の日当たりの良い場所に設置したビニールハウスに納める。夜間や冬季などは温度が下がるので、発酵槽を断熱材で覆うとともに、太陽温水器などによる温水や小型風力発電によるヒーターで発酵液の温度を上昇させる。このとき発酵液をポンプで循環させることにより、攪拌も同時に行う。発生したガスは脱硫器により硫化水素を除去し、コンプレッサーでタンクに貯蔵する。

今後この試作機で実験を行い、年間を通じたメタン発生量を見積もるとともに、さらに改良を加え、安価な実用機の開発につなげる予定である。

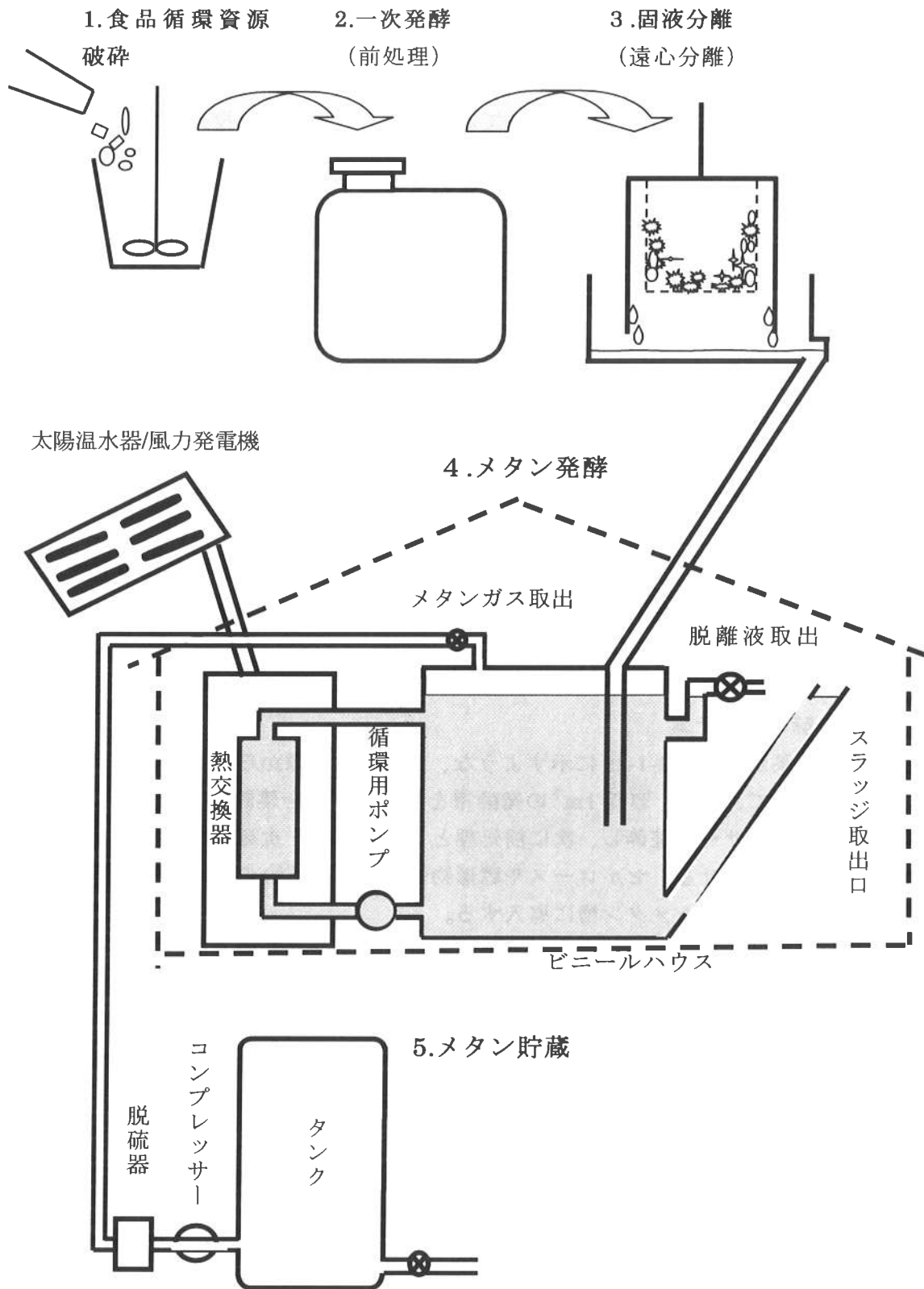


図 2-1-25 メタン発酵システム

1.6 装置改良と製品化へ向けての課題

本格稼働、販売可能な装置を開発し、県内、国内での販売市場を開拓し、将来は中国、東南アジアでの販売も視野に入れていきたい。今後の装置開発における課題を以下に示す。

1) 特許関係

飼料化装置に係る特許のうち、1997年（平成9年）から2002年（平成14年）までに公開広報されている件数は下記の通りである。

表 2-1-14 特許検索の結果

検索名	件数
「乳酸発酵」	215件
「攪拌装置」	1488件
「メタン発酵」	467件

（特許庁特許電子図書館での検索データ 那覇閲覧室にて検索）

熱媒体油を使用するという間接加熱法は新技術性（特許化）の可能性が大いにあると考えられる。

2) 製品化に向けての改良点

①小型化

装置の小型化が課題である。試作品の容量は2.7m³（食品循環資源1トン分）であるが、有効処理能力は500kgを前提としており、処理槽（タンク）内に非効率な空間が残っている。この容量を下げるのがひとつの課題である。

容量を小さくしすぎると攪拌しにくいと乾燥が遅くなり、燃料消費が増える。大きすぎると「おこげ」が発生して、豚の嗜好性が低下する。この点については改良の余地を残している。

②操作、使用時の簡便化

自動制御するようになっているが、現時点では製品のできばえをみながらマニュアル操作が必要である。センサーと動力系の連絡強化など、制御系の改良も必要であるが、おかゆ、玄米、白米などが炊き分けられる電気炊飯器のように、豚の嗜好、飼料のレシピに合わせて運転制御するようなシステムの開発が残されている。

③低価格化

飼料化装置の価格は「あってないようなもの」というのが実情である。この装置は、配合飼料との競合を考えた価格設定をしていきたい。おおむね300万円をめざしたい。そのためには、生産方法の工夫が課題である。

④燃費を含むランニングコストの低減

ランニングコストを低減するためには装置の燃費向上が不可欠であるが、同時に畜糞や飼料化できない食品循環資源をメタン発酵させて燃料に使うなど、廃棄物の活用が考えられる。循環型の農業・畜産に資するためには、こうしたバイオマスをエネルギーとして利用する技術、とりわけこのような小型の装置で利用できる技術の開発が必要である。

本プロジェクトではメタン発酵の基礎研究を実施したが、引き続き実証的な装置の開発に取り組んでいく必要がある。

⑤メンテナンスの簡便化

常時メンテナンスが必要な精密機械という扱いではなく、年に1回程度の点検整備によって摩耗部品等の交換だけでメンテナンスできることが望ましい。装置を販売する場合、メンテナンス体制が最もネックになる可能性が高いため、自家メンテナンスが可能なマニュアルの整備や定期的に販売ネットワークづくりなど、ソフト面での対策が必要である。

2. 食品循環資源飼料の給与方法に関する研究開発

2.1 概要

2.1.1 研究目的

食品循環資源を原料とした飼料（以下、再生飼料）を製造し、豚への給与を行いながら、地域特性に適応した肥育方法を確立する。

各地で再生飼料を活用した飼養実験等が行われているが、発生する食品循環資源の内容や豚の肥育方法等は地域によって条件が異なり、再生飼料の調整方法を含めた飼育技術はまだ確立されているとはいえない。

そこで、①食品循環資源を活用した飼料設計方法の確立、②再生飼料による肥育方法の確立、③再生飼料を使った高品質で付加価値の高い豚肉生産、を目的とした研究開発を行った。

2.1.2 研究内容

食品循環資源の発生内容に合わせた飼料設計方法（レシピ）を開発し、それに基づく独自の飼料（以下、くいまー飼料）を製造し、飼育試験を通じて再生飼料による肥育方法の検証を行った。さらに、くいまー飼料および肉質の検証を行った。

- ・再生飼料の問題点の把握
- ・食品循環資源による飼料設計（レシピづくり）
- ・乾燥装置によるくいまー飼料の製造
- ・飼育試験の実施（計 50 頭）
- ・くいまー飼料の栄養価および安全性分析
- ・肥育状況の検証
- ・肉質の分析（格付評価、肉質分析）
- ・食味の検証（試食テスト）

2.2 食品循環資源の飼料利用における現状と課題

食品循環資源は、発生源によって多様なものが排出されるが（表 1-2-1 参照）、すでに飼料として利用されているものも多い。例えば、食品製造段階で発生する米ぬか、ふすまなどは、家畜の飼料として古くから使われてきた。また、食品加工工場で発生するパン屑や菓子屑、麺屑など小麦系統のものは、養豚の肉質向上に効果があると言われており、配合飼料に添加して使われている例も多い。

一方、流通段階（スーパー等）や消費段階（レストラン、ホテル、社員食堂等）で発生する食品循環資源（事業系一般廃棄物）は、多種多様なものが発生すること、異物等が混入しやすいこと、毎日出てくるものが異なることなどから、飼料としての利用はあまり進んでいないのが現状である。

しかしながら、排出者側のきちんとした分別管理や飼料化工程の工夫によって、事業系一般廃棄物の飼料利用も可能である。近年開発された、弁当のパック類などを分別する「自動分離機」の利用もその 1 つの方策である。

さらに、利用する食品循環資源を選択し、その組み合わせ方（レシピ）を考案することによって、一定の栄養価を満たした再生飼料の生産が可能となる。また、日間変動があることに対しては、回収する事業所を増やし、混合することで、一定の成分に近くなるものと考えられる。

2.3 食品循環資源による飼料設計（レシピづくり）

2.3.1 飼料設計の考え方

本研究においては、スーパーやレストランなどから発生する食品循環資源（事業系一般廃棄物）をおもな対象として、独自の飼料設計を行った。なお、食品循環資源の有効活用を図るため、再生飼料 100%が給与可能なレシピを目標とした。

他事例では、配合飼料との混合給与が一般的であるが、100%給与可能な再生飼料が出来ることによって、食品循環資源の利用拡大と、飼料コストの低減にも大きく貢献することができると考えた。飼料設計にあたっては、以下のような考え方に立った。

1. 回収先の食品循環資源の内容、量、日間変動を考慮して、安定的に一定量が入手可能な素材を選択することとした。
2. それぞれの食品循環資源素材の化学的・栄養学的な特性を既存のデータなどから把握し、それを参考値として、粗蛋白質、粗脂肪、炭水化物を推計し、素材の混合比率を設定した。
3. 豚の生育ステージによって、必要な栄養価や肉質に与える影響が異なるため、肥育前期用、後期用それぞれのレシピを検討することとした。

表 2-2-1 食品素材のグループ別化学組成

(水分以外は乾物中%)

	水分	粗蛋白質	粗脂肪	炭水化物	カルシウム	リン	リジン	メチオニン	食塩
野菜	92.7	18.3	3.8	66.5	0.42	0.46	1.00	0.24	-
ごはん	60.0	6.3	0.8	92.8	0.0008	0.09	0.63	0.43	-
パン	38.0	15.0	7.1	75.3	0.05	0.13	0.35	0.24	-
麺類	68.3	13.1	2.0	83.6	0.03	0.10	0.58	0.44	2.6
魚類	66.0	68.7	26.7	1.1	0.06	0.73	5.95	2.09	0.7
肉類	64.3	61.4	34.6	0.6	0.01	0.53	4.87	1.53	0.3
大豆製品	63.8	41.9	41.3	12.0	0.57	0.60	2.92	0.66	0.4
おから	75.5	24.9	14.6	56.3	0.33	0.40	0.13	0.33	-

出所：平成 13 年度地域新生コンソーシアム研究開発事業、食品循環資源の大量・高度リサイクル技術の実用化技術開発、関東経済産業省－日本鋼管テクノサービス株式会社（平成 15 年 3 月）

食品素材のグループ別に、化学組成の特徴および養豚用飼料の配合素材としての留意点をまとめると以下のようなになる。

①野菜

水分含量が非常に高く、乾燥化した場合の製品歩留まりは低い。栄養組成の特徴は、繊維含量が高く、粗脂肪含量がもやしを除いて非常に低い。炭水化物の中では糖類（炭水化物から繊維を差し引いた値として）含量が高く、発酵乾燥を行う場合には乳酸菌等微生物のエネルギー源としての役割が期待できる。また、繊維は豚の食物繊維として腸内細菌相の維持に貢献すると考えられる。

②ごはん・パン・麺類

炭水化物（でんぷん）の含量が高く、養豚用飼料原料として使用する場合には、輸入穀類（トウモロコシ、マイロ）の代替品としての地位を占める。カルシウム、リン、蛋白質、脂肪、アミノ酸の含量は低く、必須アミノ酸・必須脂肪酸の供給については多くを期待しえない。

一般的にでんぷん質の多いものを給与することで、豚は良質な固い脂肪を生産することが知られている。これは、でんぷん質が体内でグルコースに変わり、グルコースは主に硬い脂肪をつくる飽和脂肪酸に転換されるためである。

同時にパン類は、筋肉内に脂肪交雑（サシ、霜降り）をつくる原料であることが明らかになっている。豚肉ロースの筋肉内脂肪含量が、パンを多く給与することで2~3倍になるという研究結果が出ている。

③魚類（魚腸骨）と肉類

粗蛋白質、粗脂肪、リジン、メチオニンの含量が一般的に高く、炭水化物含量は非常に低い。必須アミノ酸・必須脂肪酸の供給源としての役割を持つ。

④大豆製品

揚げ物（油揚げ、がんもどき）を除いて、粗蛋白質、粗脂肪、炭水化物がバランスよく含まれる。リジン、メチオニン等必須アミノ酸含量は野菜よりも高い値を示すものが多いが、魚・肉類を比較すると、その含量は少ない。

2.3.2 レシピの検討

上述の考え方に基づき、回収した食品循環資源の内容や量を考慮しながら、本研究における養豚用飼料のレシピを検討した。

回収した食品循環資源（飼料化に適していないものも含む）は、次頁の15事業所から発生したものであった。スーパーの野菜くずが全体の半分を占め、ごはん、パン、麺類などの割合は約1割と少なくなっていた。

表 2-2-2 回収した食品循環資源の内容

事業所種類	発生物の内容
青果物問屋	野菜くず
居酒屋	野菜くず、残飯、魚腸骨等
社員食堂	残飯
スーパーA	野菜くず中心。魚類、ごはん等
スーパーB	野菜くず中心。ほか魚類、ごはん等
スーパーC	野菜くず中心。弁当類、ごはん等
スーパーD	天カス、豚骨など（飼料不可）
スーパーE	野菜くず中心。弁当類、パン等
スーパーF	野菜くず中心。魚腸骨等
スーパーG	野菜くず中心。弁当、魚腸骨等
スーパーH	野菜くず中心。弁当、魚腸骨等
そば屋	天カス、豚骨など（飼料不可）
デリカ（弁当・惣菜製造）	弁当の売れ残り、麺類、野菜くず等
もやし製造業	もやし
もやし製造業	もやし

(注) この他、豆腐販売店から数日おきに「おから」の回収を行った。

表 2-2-3 食品循環資源の素材別発生量（11月第2週）

(単位：kg)

	11月10日	11月11日	11月12日	11月13日	11月14日	11月15日	合計	割合%
	月曜日	火曜日	水曜日	木曜日	金曜日	土曜日		
ごはん	140	100	120	60	70	50	540	4.7%
パン	38	11	22	9	0	34	114	1.0%
麺類	320	60	100	130	100	100	810	7.1%
魚(骨含む)	257	129	196	312	55	247	1,196	10.4%
野菜屑果物	1,186	935	944	924	560	1,227	5,776	50.3%
デリカ弁当 残飯	583	228	228	282	150	386	1,857	16.2%
天カス豚骨(飼料不可)	220	220	200	225	105	226	1,196	10.4%
合計	2,744	1,683	1,810	1,942	1,040	2,270	11,489	100.0%

現在、日本で日常的に用いられている養豚用配合飼料の配合割合を原料使用量から計算すると、トウモロコシ 46.8%、こうりゃん（マイロ） 16.5%、大豆粕 13.8%、魚粉 1.0%、ふすま 1.0%、その他 20.2%である。その他の中には必須アミノ酸（リジン、メチオニン、トレオニン等）、リン酸カルシウム、食塩、微量ミネラル類、ビタミン類、抗生物質等の飼料添加剤が含まれる。本研究では、この配合飼料と同価値、あるいはそれ以上の品質の再生飼料をつくることを目標とした。以下のような経緯により、本研究におけるレシピを考案した。

1. 回収した食品循環資源の内容を見ると、配合飼料中の穀物原料の代替品となるごはん・パン・麺類というような、単体で発生するものが少なかった。このため、「ごはん+弁当」「パン+麺類」という分類とし、足りないものが出てきた場合は別の素材で補いながら、一定の割合をそろえるようにした。なお、弁当の分別にあたっては、異物分離機器を活用することを前提とした。
2. 粗蛋白質、粗脂肪、炭水化物がバランスよく含まれる大豆製品（おから）をレシピの素材の1つとした。当初、大豆製品は回収していなかったが、販売店との協議により、おからの回収を行うことが可能となった。なお、おからは、後述する乳酸菌の種菌とし

て、効果的に利用することができた。

3. 養豚の肥育ステージを前期（50～80kg）、後期（80～100kg）に分けて、それぞれのステージでの必要栄養価や肉質に与える影響を考慮し、レシピを決定した。

以上の検討から、再生飼料（くいまー飼料）のレシピは下表のようになった。

ごはん、パン、麺類などの穀物類は、前期で50%、後期で70%とした。後期は肉に脂をのせていく時期であり、特にごはん類を40%とし、でんぷん質を多く与えることで、肉の脂質向上を図ることとした。

前期飼料は蛋白質、脂肪、必須アミノ酸を豊富に含む「魚腸骨」25%が特徴的である。ただし、魚腸骨は魚のにおいが肉に影響することと、蛋白源を分解する時にエネルギーを使ってしまうので、後期飼料には使用しないこととした。

また前期飼料の「ふすま」は、穀物素材を補うことと、乾燥飼料をつくる上で水分調整剤としての役割も期待でき、豚の下痢防止にも効果があるということで、添加することとした。なお、ふすまの回収ルートがなかったため、単体での購入を前提とした。

野菜くずについては、後述する乳酸菌のエネルギー源となる糖類を含むこと、豚の腸内微生物相を安定化させる食物繊維としての効果を期待し、前期・後期ともに添加することとした。

おからは、後述するように乳酸菌の種菌として活用しながら、前期・後期ともに添加することとした。

このレシピで飼料生産した場合の栄養価を推計したデータを下表に合わせて示した。推計によると、ほぼ配合飼料に匹敵する再生飼料が生産できることが期待できた。前期飼料の蛋白質の推計値がやや高いが（魚腸骨添加による）、必須アミノ酸（特にリジン）確保のために、一般的な配合飼料よりは多くなることを前提とした。

表 2-2-4 くいまー飼料のレシピ

	肥育前期用（50～80kg）	肥育後期用（80～100kg）	参考：一般的な配合飼料
レシピ	米飯＋弁当 20% パン＋麺類 30% 野菜くず 10% ふすま 5% おから 10% 魚腸骨 25%	米飯＋弁当 40% パン＋麺類 30% 野菜くず 20% おから 10%	トウモロコシ 46.8% マイロ 16.5% 大豆粕 13.8% 魚粉 1.0% ふすま 1.0% その他 20.2%
栄養価推計値	粗蛋白質 20.6% 粗脂肪 6.6% 炭水化物 69.1%	粗蛋白質 13.8% 粗脂肪 4.3% 炭水化物 78.6%	粗蛋白質 10～12% 粗脂肪 3～5% 炭水化物 60～65%

2.4 くいまーる飼料の製造

2.4.1 乳酸菌の利用

上述したレシピにより、乾燥飼料を製造するが、飼料の嗜好性と保存性を高めるため、乳酸菌を添加することとした。乳酸発酵により pH4~5 程度の飼料になれば、豚の嗜好性が高くなるのがこれまでの研究等からわかっている。また、微生物の繁殖も抑えられ、保存効果も高めることが可能である。

乳酸菌は、レシピの素材の1つである「おから」に含まれるオリゴ糖によってよく増殖する。このため、おからをぬか床のようにして乳酸菌を混入し、それを種菌として乾燥装置に投入していくという方法を採用した。

1) 原材料および使用容器

- ・おから：1 容器に約 8kg（豆腐販売店より 2~3 日に 1 度回収）
- ・乳酸菌（手作りカスピ海ヨーグルト）：1 容器に 400ml（牛乳パック 1000ml の 4 分目）
- ・密閉容器：20 リットルのポリバケツ×3 個
- ・空気を抜く水を入れたビニール袋

2) 作成方法

- ・密閉容器に回収したばかりのまだ温かい（30~35℃位、水分率約 75%）のおからと乳酸菌（手作りヨーグルト）を 8 分目くらいまで入れて軽くかき混ぜる。その上に水の入った袋で空気を抜くように重石としてのでせてふたをして密閉状態にしておく。
- ・写真は屋外で直射日光のあたらない屋根の下に保管し 4 日経過したもの。ほんのり乳酸のにおいがする。ぎゅっとにぎると指の間からすこし水分がでるくらい。
- ・最高 4、5 日くらい保存可能、気温によるが長くて 1 週間くらい保存可能であると思われる。
- ・乳酸菌を混入したおからの pH は、おおむね 4 程度となり、良好な乳酸発酵がされていることがわかった（乳酸発酵の詳細な検証については後述）。

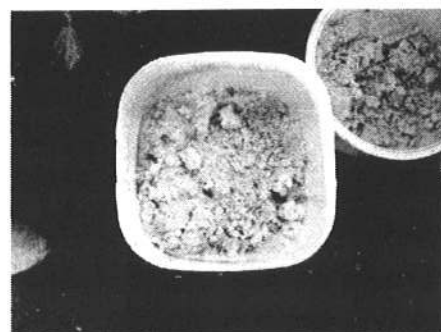


図 2-2-1 おからの乳酸発酵の様子

2.4.2 食品循環資源の含水率の確認

食品循環資源を乾燥加工する際には、水分率の高い素材が多いと時間もかかり多大なエネルギーがかかってしまう。このため、水分調整剤を混入するケースが多いが、他の方策としては、前処理として脱水や日干し等の処理を行うことも考えられる。

食品循環資源の水分率は一般的に 70~80%と言われるが、素材によって差がある。素材ごとの水分率を把握するため、代表的な素材について、水分率の測定を行った。おからは 76.2%、魚や野菜は 80%前後という結果であった。

表 2-2-5 食品循環資源素材別の含水率調査結果

品 目	含水率
おから	76.2%
魚（グルケン）	78.9%
野菜（ゴーヤ）	81.4%
サンニン	84.4%

本研究においては、乾燥装置に投入する際の食品循環資源の水分率を、半乾燥状態である 60%を目標として、設定することとした。

設定したレシピに基づき食品循環資源を調合し、含水率の測定を行った。前期用飼料の測定結果によると、含水率 62.9%という目標に近いデータが得られた。後期用飼料も同様であった。このため、水分調整剤の混入や前処理なしに、乾燥装置への投入を行うことが可能であることを確認できた。

さらに乾燥重量と含水率の変化を調査し、必要な飼料量から、原料となる食品循環資源の量を算出するための基礎データとした。

表 2-2-6 くいまーる飼料（前期用）の含水率移行調査結果

経過時間	湿重量 (g)	乾燥重量 (g)	水分量 (g)	含水率 (%)
0 分	5.00	1.855	3.145	62.9
30 分	5.00	1.882	3.118	62.4
60 分	5.00	2.107	2.893	57.9
90 分	5.00	2.373	2.627	52.5
120 分	5.00	2.577	2.423	48.5
150 分	5.00	2.825	2.175	43.5
180 分	5.00	3.187	1.813	36.3
210 分	5.00	3.626	1.374	27.5
240 分	5.00	4.168	0.832	16.6
270 分	5.00	4.554	0.446	8.9

調合した食品循環資源 1kg=1800~2000cc

調査の方法

前期用レシピに基づき、素材を準備し合計 1kg 分の食品循環資源を調合した。

- ごはん（固さはおにぎり程度）・・・200g（20%）
- 麺類（ゆでた後のスパゲティ）・・・300g（30%）
- 野菜くず（新鮮なレタス）・・・100g（10%）
- 小麦粉（ふすまの代用）・・・50 g（5%）
- おから・・・100g（10%）
- 魚腸骨・・・250g（25%）

スパゲティー、野菜くずは5cmぐらいの大きさに切る。ご飯、スパゲティー、野菜くず、小麦粉、おから、魚腸骨の重さを量り、小鍋に入れる。サンマの頭はそのまま入れる。食品循環資源1kgに対する体積を測定したが、1800~2000ccであった。パンの代わりにスパゲティーを使用したため体積が少なくなったと思われた。

湯を沸騰させた大きめの鍋に、食品循環資源を入れた小鍋をいれ、中身をはしで常にかき回す。湯は沸騰しない程度に調整し、火にかけたままにしておく。湯の温度は約100℃であったが、食品循環資源の温度はだいたい60℃であった。30分ごとにサンプルを10gずつ採取し、含水率を測定した。

2.4.3 くいまーる飼料の製造工程

後述する飼育試験で導入する豚の頭数(1試験区10頭)を基本単位として、原料となる食品循環資源の素材ごとの重量を算出した。

表 2-2-7 くいまーる飼料の原材料重量の算出

前期用			後期用		
品目	割合	10頭分の 原材料重量 (kg)	品目	割合	10頭分の 原材料重量(kg)
米飯+弁当	20%	13	米飯+弁当	40%	32
パン+麺類	30%	19	パン+麺類	30%	24
野菜くず	10%	6	野菜くず	20%	16
ふすま	5%	3	おから	10%	8
おから	10%	6			
魚腸骨	25%	16			
合計	100%	63	合計	100%	80
備考	2.5kg/日/頭を基準とし、 10頭で25kg/日の場合。 $(63\% \div 25\%) \times 25\text{kg} =$ 63kg (原材料総重量)		備考	3.2kg/日/頭を基準とし、 10頭で32kg/日の場合。 $(63\% \div 25\%) \times 32\text{kg} =$ 80kg (原材料総重量)	

製造工程と実際の製造の様子を以下に示す。なお、飼料の製造は、本研究での装置開発と並行して進めていたため、試験装置が完成するまでは既存の乾燥装置を利用した。

既存装置はM社の飼料製造機であり、能力300kg、大きさはドラム直径80cm×幅180cm、熱源は灯油を利用する乾燥装置である。

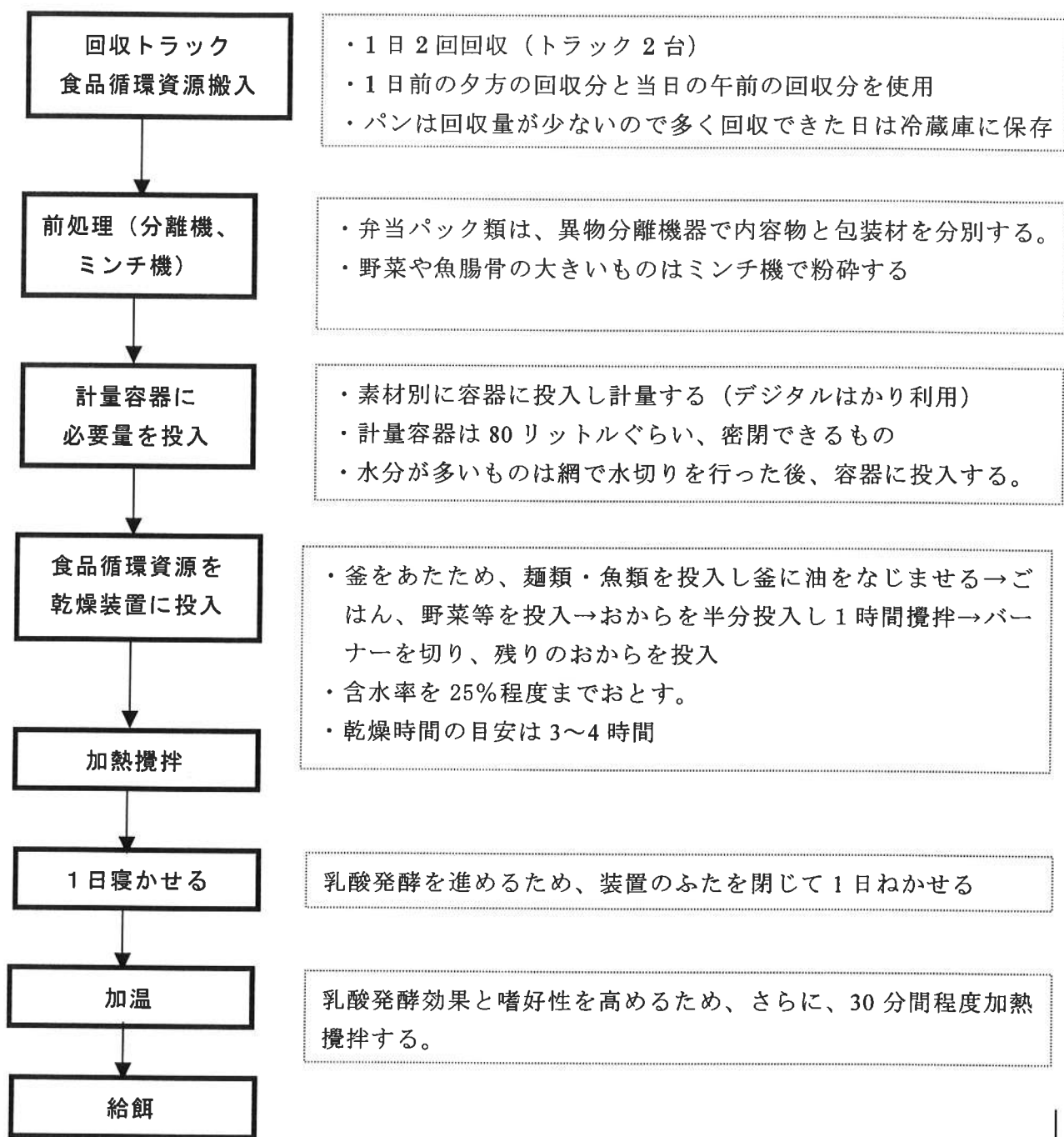


図 2-2-2 くいまーる飼料（前期用）の製造工程



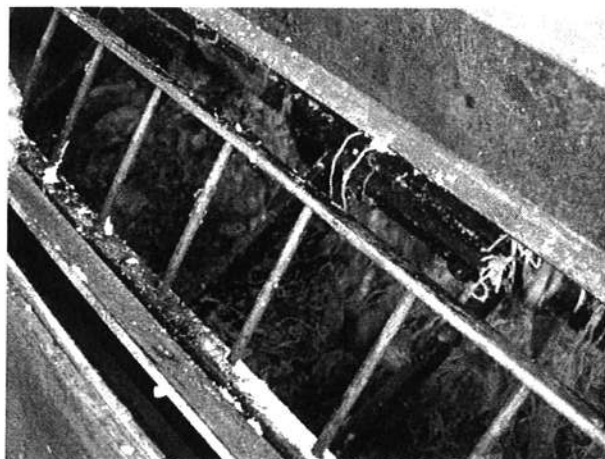
前日の夕方と当日の朝に回収した食品循環資源より、飼料に適したものを選別する。ご飯が足りない場合は、コンビニ弁当のご飯も使用する。



豚 10 頭分に対する食品循環資源原物量 (63kg)。
右手前がご飯、真ん中が麺、右奥が魚腸骨、野菜くずはほぼレタス。左側の容器にはふすま、右側の容器には乳酸発酵したおから。魚腸骨は網かごで水分を切っている。

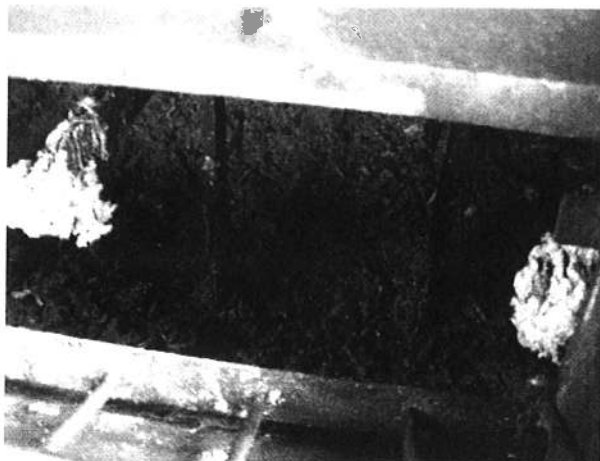


食品循環資源を既存の乾燥装置に投入。
ふすまと乳酸発酵させたおからは最後にふりかけた。



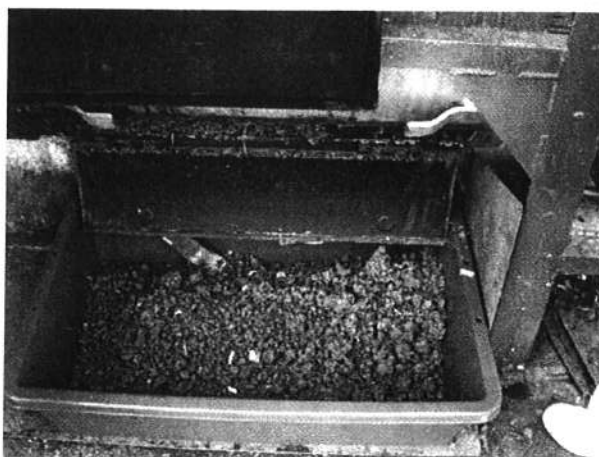
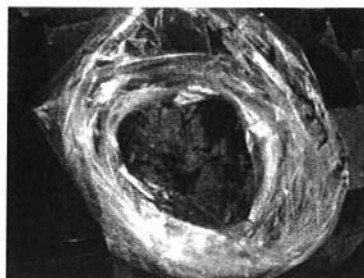
PM1 : 55
バーナーを点火させ、加熱攪拌開始。
開始後 0 分、水分率 62.4%





加熱攪拌をして 105 分。こげつきが見られたので、バーナーの火をとめ、攪拌のみにする。

開始後 105 分、水分率 45.7%



火を止め攪拌すること 60 分、開始から 165 分（2 時間 45 分）で攪拌終了。

翌朝 30 分ほど加熱攪拌したのち、くいまーる飼料をとりだす。

一晩置いた飼料

全体重量 39 k g、水分率 36.1%



加熱中、釜に焦げ付いたものがみられる。乾燥装置にはつきものの課題であり、本研究における開発装置ではこの問題をクリアすることを目標とした。



できあがったものは、野菜の芯や魚の骨などが残った。写真ぐらいの骨がいくつかあり、当初は手作業で取り除いていたが、豚は食べられないものは、自分で選別して口に入れないことから、そのまま与えることとした。その後も、特にのどにつまったりはしていない。



給餌の様子

順調に餌を食べ始め、食いつきはよい。よく噛んで食べている。

図 2-2-3 くいまーる飼料の製造の様子

2.5 くいまーる飼料の検証

2.5.1 くいまーる飼料の成分（栄養価）

食品循環資源を養豚飼料として使用する場合、成分上最も問題となるのは、脂肪分の多さである。脂肪分が多いと肉のしまりが悪い軟脂が発生するという問題が発生しやすいことが知られている（2.7.1 で詳述）。このため、場合によっては、再生飼料は肥育豚でなく子豚や繁殖豚に与えるなどの工夫が必要となる。

また、残飯に含まれる食塩が問題となる場合があり、過剰になると豚が食塩中毒を起こす可能性がある。このため、再生飼料を与えるときには飲水を制限しないことが望ましい。

なお、食品循環資源の個々の成分変動も指摘されるところであるが、一定量を収集し、長期的な給与を考えれば、安定的な成分となることがこれまでの研究成果などから明らかになってきていることから、あまり問題にはならない。

本研究においては、前期用飼料3サンプル、後期用飼料3サンプルについて、一般成分の分析を行った。全体としては、脂肪分がやや高いことと、炭水化物の少なさが課題としてあげられる。今後は、豚の発育の状態や肉質への影響を見ながら、総合的に判断し、レシピの改良を行っていくことも検討すべきである。成分ごとの考察を次頁に示す。

表 2-2-8 くいまーる飼料の成分分析結果

■前期用

サンプル番号	1		2		3	
製造日	11月5日		2月8日		2月13日	
状態	(生)%	(乾)%	(生)%	(乾)%	(生)%	(乾)%
水分	33.4	—	12	—	18.3	—
粗蛋白質	15.2	22.8	22.2	25.2	20.7	25.3
粗脂肪	9.7	14.6	10.4	11.8	8.6	10.5
可溶無窒素物	36.9	55.4	49.5	56.3	47.5	58.1
粗繊維	1.6	2.4	1.5	1.7	1.2	1.5
粗灰分	3.2	4.8	4.4	5.0	3.7	4.5
ナトリウム	0.44	0.66	0.76	0.86	0.53	0.6
備考	既存装置による		開発装置による		開発装置による	

食品循環資源原料	
米飯+弁当	20%
パン+麺類	30%
野菜くず	10%
ふすま	5%
おから	10%
魚腸骨	25%

推計値	
粗蛋白質	20.6%
粗脂肪	6.6%
炭水化物	69.1%

■後期用

サンプル番号	1		2		3	
製造日	12月10日		2月24日		3月10日	
状態	(生)%	(乾)%	(生)%	(乾)%	(生)%	(乾)%
水分	47.8	—	27	—	36.7	—
粗蛋白質	4.8	9.2	10.3	14.1	11.2	17.7
粗脂肪	5.5	10.5	6.5	8.9	7.8	12.3
可溶無窒素物	38.8	74.3	50.6	69.3	40.4	63.8
粗繊維	2.2	4.2	2.3	3.2	0.6	0.9
粗灰分	0.9	1.7	3.3	4.5	3.3	5.2
ナトリウム	0.55	1.1	0.62	0.8	0.78	1.2
備考	既存装置による		開発装置による		開発装置による	

食品循環資源原料	
米飯+弁当	40%
パン+麺類	30%
野菜くず	20%
おから	10%

推計値	
粗蛋白質	13.8%
粗脂肪	4.3%
炭水化物	78.6%

注) (生)は水分を含めた割合、(乾)は水分を除いた割合
分析機関: (財)沖縄県環境科学センター

〔成分ごとの考察〕

①水分

水分は通常の配合飼料では10~12%の範囲にあるが、本研究においては、嗜好性を高めつつ、1週間程度の保存を前提に、水分率20~30%の飼料をめざした。既存装置および開発装置では、焦げを防ぐため、運転時間などを調整しながら乾燥させていたため、6サンプルの中には、乾燥させすぎたり、逆に水分率の多いものが存在する結果となった。

今後、開発装置での実験を重ね、安定した水分率の飼料を製造することが課題である。

②粗蛋白質 (乾物比で示す、以下同)

粗たん白質は通常の配合飼料では13~18%の範囲にある。くいまーる飼料の場合、前期用で23~25%、後期用は9~17%となっていた。ほぼ推計値に近く、問題ないと思われる。

③粗脂肪

粗脂肪は通常の配合飼料では通常3~5%の範囲にある。くいまーる飼料は、前期用で10~15%、後期用で9~12%であった。脂肪分の高さは再生飼料の特徴であり、本研究でも推計値の2倍という値になった。高めではあるが、蛋白質が確保されており脂肪分を分解するエネルギーがあること、逆に除きすぎると発育が遅れてしまうため、この程度であれば許容範囲だと考えられる。ただし、肉質に影響がないかを検証する必要がある。

④可溶無窒素物（炭水化物）

炭水化物は通常の配合飼料では 60～65%程度である。くいまー飼料は、前期用で 55～58%、後期用で 64～74%であった。特に前期用飼料で推計値を下回っており、対策を講ずることも検討すべきである。対策としては、配合飼料やパン・麺類の添加が考えられる。

ただし、乾燥装置内で発生した「焦げ」は、炭水化物に由来すると考えられることから、装置を改良し焦げの減少を図ることによって、この課題はクリアできる可能性もある。

⑤粗繊維

粗繊維は通常の配合飼料では 5～6%程度であるが、くいまー飼料では 1～4%と若干少なくなっている。おおむね問題ないと思われる。

⑥粗灰分

粗灰分は通常の配合飼料では 7～8%程度とされている。くいまー飼料では、4～5%前後であった。おおむね問題ないと思われる。

⑦塩分（ナトリウム）

塩分は通常の配合飼料では 0.1～0.2%程度とされている。1.0%までが限界で、これ以上になると食塩中毒を起こす可能性も出てくる。くいまー飼料では、0.6～1%程度であり、一般的な再生飼料と同等の値であり、大きな問題にはならないと考えられる。

2.5.2 再生飼料の安全性

再生飼料の安全性については、特に最近では消費者が食の安全性について敏感になっていることから指摘されることもあるが、食品循環資源は人の食品に由来するものであるから、基本的には安全である。これまでの研究成果からも、安全性については問題がないことがわかっている。もし問題になるとすれば、保存・流通上での有害微生物の発生や有害物質の混入などである。

代表的な有害物質は以下のとおりである。

①カビ（真菌）

カビが繁殖した飼料や食品は必ずしもすべてが有害ではないが、毒性のあるものも少なくない。食品及び飼料衛生上、重要なカビとしてアスペルギウス（コウジカビ属）、ペニシリウム（青カビ属）、フザリウム（赤カビ属）、アルタナリア（スズカビ属）がある。

カビによる中毒は、カビが生成するマイコトキシン（第二次代謝物質）によるものと、カビそのものが生体に感染する真菌症に区分される。

カビは生育条件として酸素を必要とする好気性の微生物であるため、空気を接触する部分に生育する。生育の最適温度は 25～30℃の範囲、相対湿度は 80%以上であるが、好冷性、高温性のカビも存在する。カビの最適 pH は 4～6 の微酸性であり、pH2～8 の幅広い範囲でも生育することができる。また、水分率 13%以上が発育条件となる。

②病原性細菌

食品や飼料などを介して家畜、さらにはヒトへの感染が考えられる微生物の中で、おもな病原性細菌としては、炭疽菌、クロストジウム属菌、リステリア、サルモネラなどがある。この中では、ヒトに食中毒を起こすことからサルモネラや腸管出血性大腸菌 O-157などが公衆衛生面から重要視されている。

食品循環資源を乾燥処理する場合、加熱処理であるため、同時に殺菌が可能となる。例えばサルモネラ菌は 60℃、15 分の加熱で死滅する。食品循環資源の家畜への給与については、家畜の伝染病である豚コレラ、口蹄疫などの感染源としてのリスクが高いことから、豚コレラ防疫対策要領（平成 8 年農林水産省畜産局長通知）により、厨芥残さを家畜に給与する場合「70℃30 分以上、80℃3 分以上」の加熱処理が指導されている。

③脂質の酸化生成物

食品に含まれる脂質は、自動酸化により劣化する。脂質酸化物を多量に含む、あるいは酸化の進んだ酸化物を含む飼料は、家畜に給与した場合問題になる。例えば過酸化価 30 以上の油を鶏に多給すると、雛の脳軟化症を発生させたり、豚の場合は黄豚（脂肪が黄色状になる）の発生が知られている。黄豚は、食肉としての見栄えも悪く、軟脂となり品質が落ちる。

④異物の混入

食品循環資源における異物混入については、特に飲食店などの事業系一般廃棄物の場合に混入するケースが多い。食品とは異なり、厨芥（生ごみ）としての感覚が強いため、意識的あるいは無意識的に異物が混入するものと考えられる。

一旦食卓に出たものでは、爪楊枝や割り箸といった木材類、ナイフ・フォーク類といった金属類、タバコの吸殻などが混入しやすい。また弁当のパックなどに入っている醤油の袋や、バラなどプラスチック類も同様である。

これらの異物は家畜に障害を与える場合もあるので、混入しない配慮や除去方法を講じる必要がある。

⑤重金属

食品または食品加工に使用される原材料については、原材料自体に含まれる重金属の含有量の高いものがあり、使用にあたっては注意が必要である。

「飼料の安全性の確保及び品質の改善に関する法律」（飼料安全法）に基づき、農林水産省が定めた「飼料の有害物質の指導基準」では、次頁のように定めている。

表 2-2-9 有害物質の指導基準（抜粋）

種 類	有害物質名	対象となる飼料	基 準
重金属等	鉛	配合飼料、乾牧草等 魚粉、肉粉、肉骨粉	3.0ppm 7.5ppm
	カドミウム	配合飼料、乾牧草等 魚粉、肉粉、肉骨粉	1.0ppm 2.5ppm
	水銀	配合飼料、乾牧草等 魚粉、肉粉、肉骨粉	0.4ppm 1.0ppm
	ひ素	配合飼料、乾牧草等 魚粉、肉粉、肉骨粉	2.0ppm 7.0ppm
カビ毒	アフラトキシン B1	配合飼料	0.02ppm
		配合飼料（ほ乳期子牛用、乳用牛用、ほ乳期子豚用、幼すう用、ブロイラー用）	0.01ppm

⑥食塩中毒

食塩そのものは有害物質ではないが、豚は食塩の過剰投与に弱く、致死量以下でも持続して給与すると毒性が現れる。致死量は1頭当たり100～250gである。実際には漬物、味噌、醤油粕などの持続的給与が原因で中毒になる例が多い。中毒を起こした豚は、食欲、飲水とも廃絶し、外部刺激に対して反応しなくなる。

本研究においては、乾燥装置で60℃以上の加熱殺菌を行っていることから、病原微生物等は死滅しており、脂質酸化についても油脂の多い加工品などは飼料原料として使っていないため、問題にはならないと判断した。また異物混入については、手作業および自動分離機での分別を徹底して行った。

そこで、安全性の検証のため、重金属についての分析を実施した。結果として、ひ素と水銀が微量に検出されたが、上述の飼料安全法上の指導基準値以内におさまっており、問題ないといえる。なお、これらは魚の臓器などに由来するものと思われた。

表 2-2-10 有害物質（重金属）の分析結果

	サンプル1 (前期用飼料)	サンプル2 (後期用飼料)	サンプル3 (後期用飼料)	参考(飼料安全法 の指導基準値)
製造日	3月11日	3月10日	3月10日	
ひ素	1.8ppm			2.0ppm
鉛	未検出	いずれも未検出	いずれも未検出	3.0ppm
カドミウム	未検出			1.0ppm
水銀	0.11ppm			0.4ppm

再生飼料の安全性確保のためには、以下の点に留意する必要がある。

〔安全性確保のための対策〕

1. 食品循環資源の中に異物が混入しないよう、発生源の事業所での分別を徹底する。

2. 食品循環資源は「生もの」であるため、迅速に収集するようにする。腐敗防止のため、出来れば保冷車の利用が望ましい。
3. 食品循環資源は変質、腐敗しやすいため、搬入された後は直ちに乾燥処理を行う。やむを得ず保管する場合は、温度変化のある場所を避け、冷暗所で保管する。保管する場合に、変質・腐敗対策として、プロピオン酸、乳酸菌を添加し、酸性化するのも有効である。
また、ネズミ、ゴキブリ、ハエなどの衛生害虫が保管場所に侵入しやすいので、蓋のある容器や密閉できる袋に入れて保管するようにする。
4. 飼料製造時には、目視チェックやふるい機・自動分別機によって、異物の混入を除去する。
5. 適正な加熱処理を行い、カビや微生物を死滅させる。
6. 脂質酸化防止のために、酸化物の多い加工食品（揚げ物など）は使用しないようにする。また、不活性ガスの注入、脱酸素剤の使用、低温、遮光、抗酸化剤の使用などの対策を講じる。
7. 生成した飼料は速やかに使うようにする。保管する場合は温度変化の少ない場所で、ネズミやゴキブリの侵入防止が図れる場所にする。
8. 食品循環資源の分別、運搬、乾燥工程などのタイムスケジュールを出来るだけ短縮化する。
9. 飼料製品の安全性については、栄養価の確認とともに、定期的に分析を行う。
10. 食品循環資源の回収、飼料化の工程で HACCP システム（リスク管理）を導入する。

さらに、今後は、食品循環資源の原料、再生飼料の生成方法、飼料の分析結果、肥育方法などを情報開示し、豚肉生産におけるトレーサビリティ確保を行うことが当然として求められる。このことで、一般的には「生ごみ」として考えられている食品循環資源を使うことに対する安心感を与え、イメージアップにもつながる。食品循環資源を使用しているも、原料を厳選し、抗生物質を使わずに安全な飼料を与えていることを積極的にアピールできれば、逆に消費者を味方につけられる可能性もある。

※HACCP・・・Hazard（危害）Analysis(分析)and Critical（重要）Control（管理）Point（点）の頭文字をとった略称で「危害分析重要管理点」と訳されている。1960年代にアメリカがアポロ宇宙計画を進める中で、宇宙食の安全性確保のために開発された衛生管理方式である。食品の生産段階から製品までの全工程において、①危害の要因となりうる原材料又は工程を特定し（危害分析：HA）、②危害の発生を防止するための管理手続きを特定し（重要管理点：CCP）、③重要管理点の監視・記録を管理手続きに従って機械的に行うことにより危害の発生を防止し、管理手続きの遵守状況の確認も行うことにより、食品の安全性を確保するという衛生管理方式である。危害発生の予防に重点を置いている。

2.5.3 乳酸発酵の効果

本研究では、くいまー飼料の製造に乳酸菌を利用したが、実際どのように乳酸発酵が行われたかを検証するため、乳酸菌を混入したおからの種菌および生成飼料について、菌の分析を行った。

分析結果によると、11月分の乳酸菌資材（種菌）についてはアシドフィルス（*L.acidophilus*）およびラクトバチルス菌のジョンソーニ（*L.jensenii*）という2種類の乳酸菌が同定された。アシドフィルスは酸をたくさん出す菌であり、豚にとってはよい効果があると思われた。

4月分の資材に含まれている乳酸菌は1種類であり、ジョンソーニ（*L.jensenii*）と同定された。総菌数に含まれていた菌種は放線菌、酵母および乳酸菌の3種類であった。材料毎の菌種では、おからから乳酸菌（*L.jensenii*）だけが検出されたのに対し、飼料IおよびIIとも乳酸菌のほかに放線菌と酵母を含んでいた。

なお、種菌および生成飼料は、実験期間中おおむねpH4程度であった。pH4以下になると豚は飼料を食べないので、沖縄の温度条件でのボーダーラインを確認する必要がある。

また、後述する飼育試験によると、くいまる飼料を与えた豚は土壌球菌などの臭いがなかった。これは腸内細菌に乳酸菌が入ることで特徴的な菌（球菌系の菌）が抑制されていることによるものと推測される。今後、臭気検査等によりデータを確かめることで、明らかになってくるものと考えられる。

表 2-2-11 乳酸菌の検査結果（微生物検査）

（単位：1g 当たり）

採材月日	検査項目	乳酸菌資材	菌種	飼料 I	菌種	飼料 II	菌種
H15. 11	乳酸菌数	10.431	L.a	7.944	L.a	/	
		10.462	L.j	8.305	L.a		
	平均	10.466		8.160			
H16. 4	総菌数	10.000		8.716		9.698	
	乳酸菌数	10.326	L.j	8.505	L.j	9.643	L.j
		10.170	L.j	8.505	L.j	9.944	L.j
	平均	10.254		8.505		9.819	

注：11月分は総菌数の検査は未実施

乳酸菌増殖資材：豆腐粕（おから） L.a：Lactobacillus acidophilus L.j:L.jensenii

※ラクトバチルス・・・ラクトバチルス属はラクト（乳）というラテン語とバチルス（桿菌）というラテン語を組み合わせて作られた属名である。ラクトバチルス属は乳酸菌のうちでの代表的な属のひとつで、80種以上の種がある。発酵乳に使用されている種としては、ブルガリア菌、カゼイ菌、アシドフィラス菌、ヘルペチカス菌、ガセリ菌、ジョンソーニ菌などがある。種によって、20-30℃で良く生えるものと、ブルガリア菌のように37-45℃で良く生える菌がある。

生きたまま腸に届く乳酸菌は、善玉菌をふやして悪玉菌を減らし、腸内環境を整えて、さまざまな病気を予防するといわれる。たとえばラクトバチルス・ガツチェリー菌は胃潰瘍の原因となるピロリ菌を抑制、ラクトバチルス・ガゼイ菌やラクトバチルス・ジョンソーニ菌は免疫力を高めて、O-157などの食中毒を予防する効果が期待できるといわれている。

2.6 くいまーる飼料による飼育試験

2.6.1 試験区の設定

くいまーる飼料を用いた飼育試験を実施した。第Ⅰ期試験として2区、第Ⅱ期試験として3区、合計5区の試験区を設定し、各区10頭ずつの飼育を行った。

〔飼育試験の概要〕

- ・ 期間 第Ⅰ期 2003年（平成15年）9月～2004年（平成16年）1月
第Ⅱ期 2003年（平成15年）12月～2004年（平成16年）4月
- ・ 肥育場所 沖縄市内養豚場（倉敷）
- ・ 肥育頭数 1試験区10頭×5区、合計50頭（すべてLWD）
- ・ 構成 第1期：雄6、雌13（1頭は子豚期に死亡）、第2期：雄20、雌10

表 2-2-12 試験区の設定方法

体重		30～50kg	50～80kg	80～100kg		注
摂取基準量		2kg/日		2.5kg/日		3.2kg/日
第Ⅰ期	試験区1	配合飼料（子豚用）	くいまーる飼料（前期）	くいまーる飼料（後期）		
	試験区2	配合飼料（子豚用）～70kg		配合飼料（肥育用）		
第Ⅱ期	試験区3	配合飼料（子豚用）～70kg		配合飼料（肥育用）		
	試験区4	配合飼料（子豚用）	くいまーる飼料（前期）	くいまーる飼料（後期）	配合飼料（肥育用）	出荷前1ヶ月間配合飼料に戻す（飼い直し）
	試験区5	配合飼料（子豚用）	くいまーる飼料（前期）	くいまーる飼料（後期）		

9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
----	-----	-----	-----	----	----	----

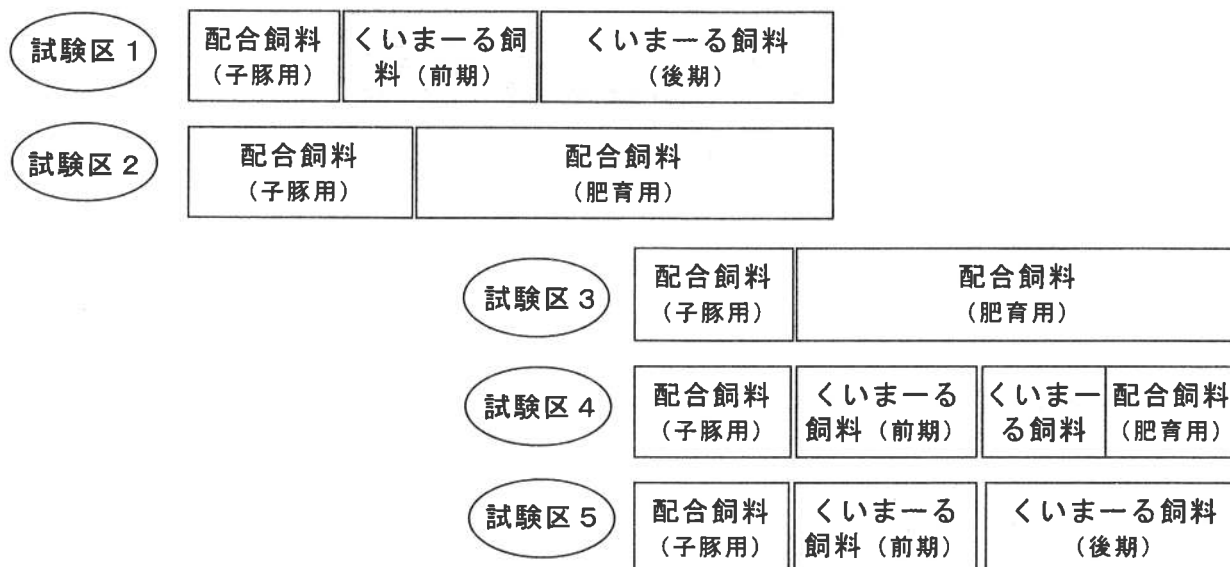


図 2-2-4 飼育試験スケジュール

2.6.2 体重の推移

個体の体重測定をほぼ2週間ごとに実施した。

1) 第I期試験結果

試験区1(くいまー飼料区)では、前期用の飼料給与期に、試験区2(配合飼料区)と比較して体重の伸びが悪かったが、肥育後期になってからは差が縮まった。出荷時の平均体重は、試験区1で93.9kg、試験区2で97.9kgであった。

なお、配合飼料区では体重にかなりのばらつきが見られた。

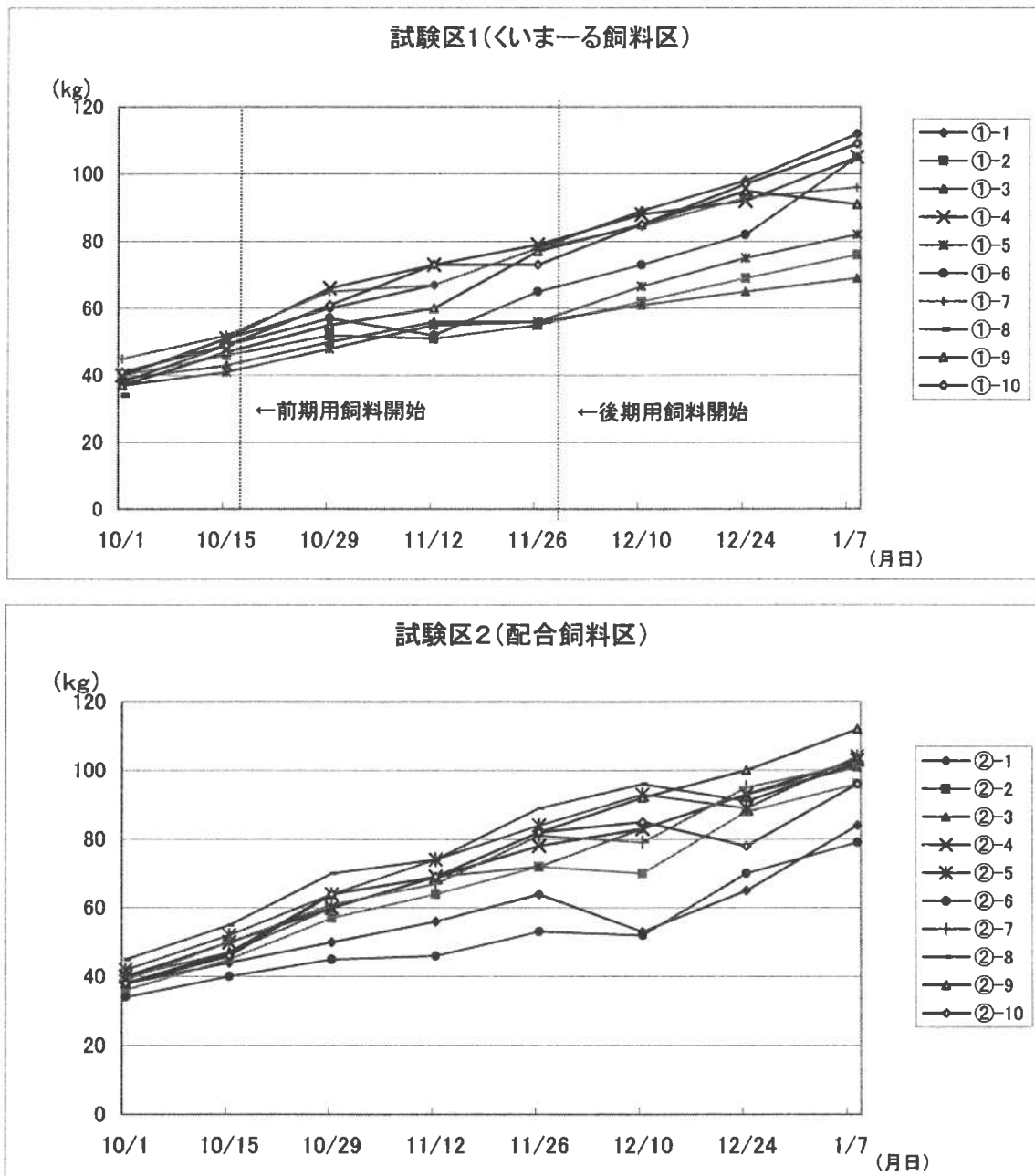


図 2-2-5 体重の推移 (第I期)

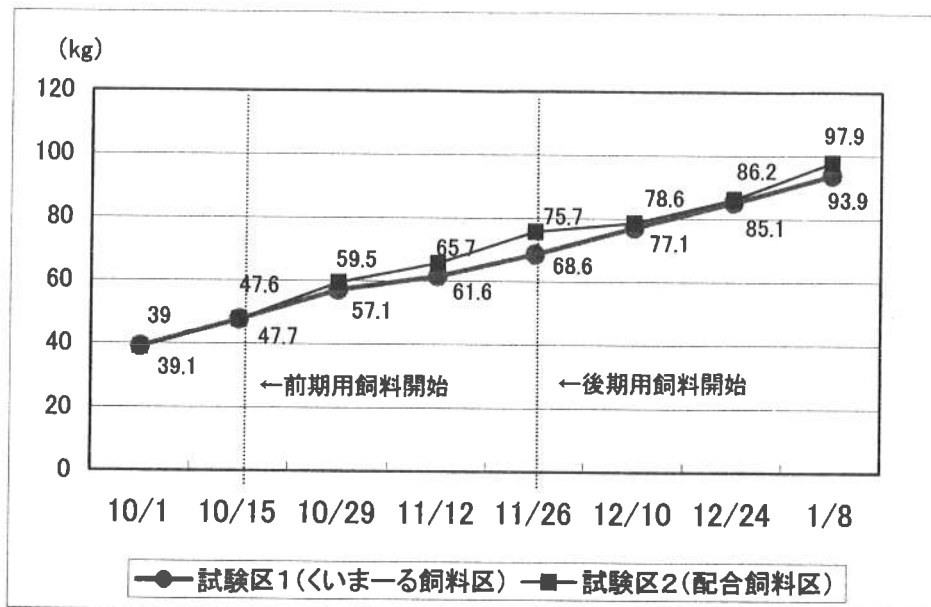


図 2-2-6 平均体重の比較 (第 I 期)

2) 第 II 期試験結果

第 II 期は、配合飼料区、くいまーる飼料区と合わせて、飼い直し区（出荷前の 1 ヶ月間配合飼料に戻す）を設定した。飼い直しの手法は、再生飼料を給与する際によくとられる方法である。配合飼料や小麦系統のものを増やして、消化エネルギーをあまり使わずに、肉に脂をのせていくために行うものである。

第 II 期には体重が伸びず、減少が見られた豚が何頭か発生した（試験区 3 で 3 頭、試験区 4 で 1 頭、試験区 5 で 1 頭）。これらの豚はもともと弱っていたものと考えられ、飼育方法とは関係ないと考えられる。いずれも隔離して飼育を続け、途中からは体重も伸び始めた。

今回は試験区 3（配合飼料区）に体重の伸びない豚が多く、個体差も大きかったことから、単純に比較することは出来ないが、試験区 5（くいまーる飼料区）が期間を通じて最も順調に発育した。

また、試験区 4（飼い直し区）と試験区 5（くいまーる飼料区）を比較すると、途中までは同条件であったが、試験区 4 では前期用のくいまーる飼料給与時に、体重が減少する豚が何頭も見られた。第 I 期でも肥育前期の伸びが悪かったことから、今後は前期用飼料の改良が必要だと考えられる。

また、飼い直し区では、配合飼料への切り替え後の体重の伸びは、くいまーる飼料よりは勝っており、最終的には飼い直し区での出荷体重が一番多くなった。出荷時の平均体重は、試験区 3 が 94kg、試験区 4 が 102.5kg、試験区 5 が 100.9kg であり、ほぼ同程度のレベルに達した。

なお、配合飼料区で成績が悪かったのは、使用している配合飼料の種類が豚に適応していなかったことも考えられるので、今後検討すべき課題である。

3) まとめ

第 I 期、第 II 期の飼育試験を通じて、前期用飼料による肥育に若干問題は残るものの、

最終的には、くいまーる飼料によっても配合飼料と同等の肥育が出来ることが検証できた。

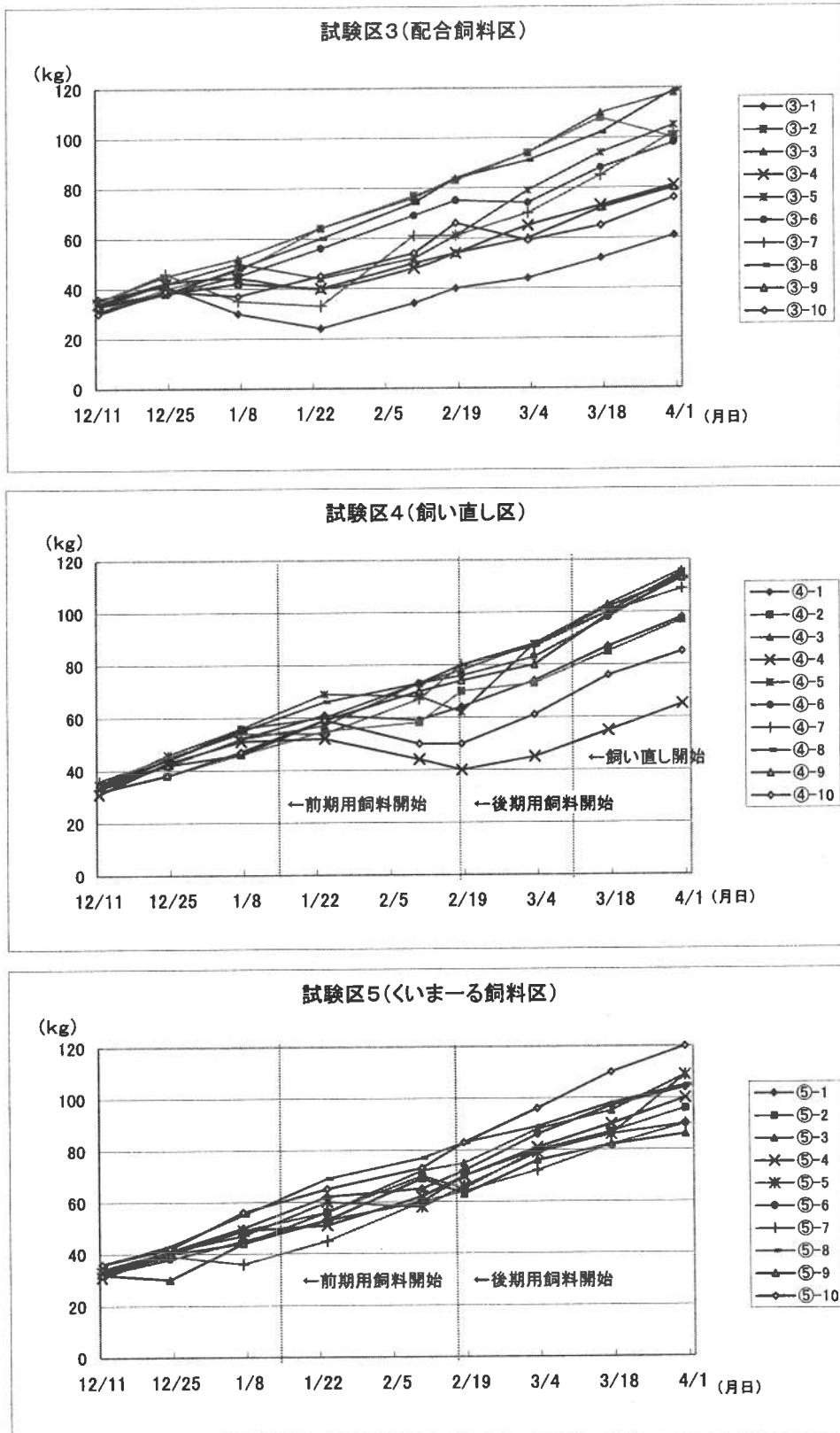


図 2-2-7 体重の推移 (第Ⅱ期)

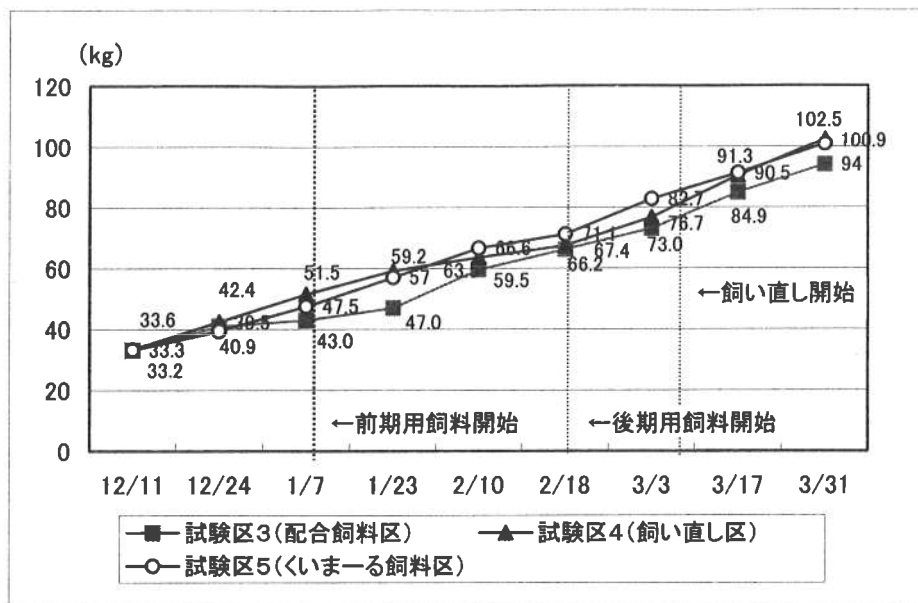


図 2-2-8 平均体重の比較 (第 II 期)

2.6.3 飼育指標データの算出

体重測定データおよび飼料消費量データから、肥育の指標となる 1 日当たり採食量や飼料要求率などの値を算出し、各試験区での比較を行った。

1) 第 I 期試験結果

① 1 日当たり飼料摂取量

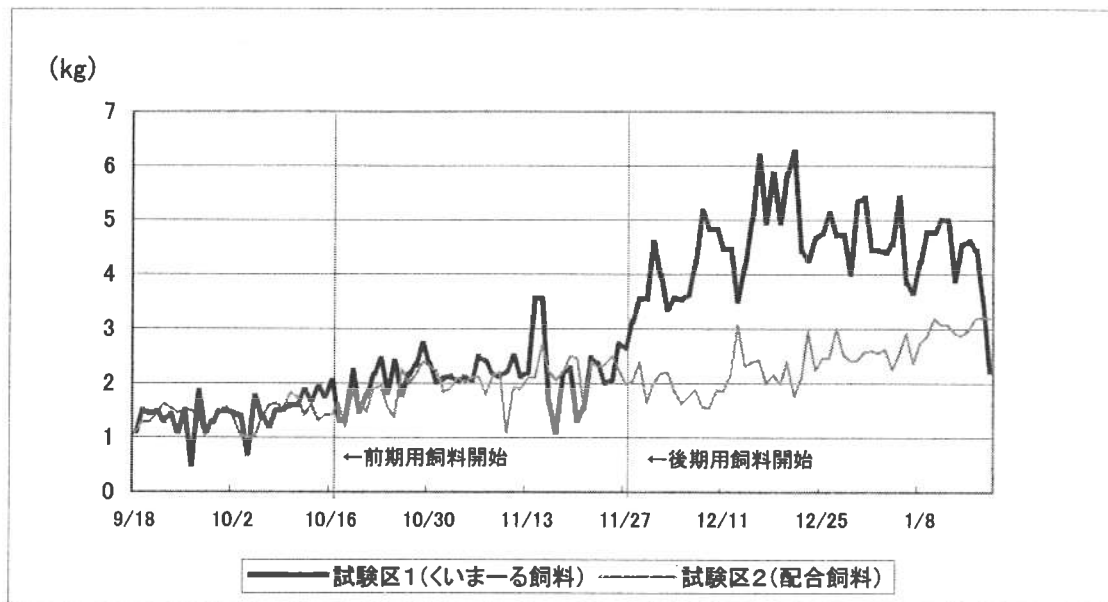
くいまーる飼料区 (試験区 1) で 1 頭当たり 3.1kg、配合飼料区 (試験区 2) で 2.0kg であり、くいまーる飼料の摂取量が多かった。特に後期用の飼料は食いつきが良く、基準量以上を与えても全量摂取していた。一方配合飼料区では、基準量を給与しても残量が発生した。くいまーる飼料の嗜好性が非常に高かったことがわかる。配合飼料区の豚が、隣の豚房のくいまーる飼料のにおいに刺激されている光景も見られた。

② 1 日当たり増体重

くいまーる飼料区 (試験区 1) で 1 頭当たり 0.51kg、配合飼料区 (試験区 2) で 0.6kg であり、配合飼料区の方が若干高かった。くいまーる飼料区では、前期用飼料給与時の体重の伸びが少ない傾向が見られたが、後期は配合飼料にほぼ匹敵する値となった。なお、日本飼養標準 (豚) では、肥育豚の期待増体日量を 0.8~0.85 と定めている。今回の試験ではいずれの試験区でもその値よりは小さい結果となった。

③ 飼料要求率

くいまーる飼料区 (試験区 1) で 6.0 となり、配合飼料区 (試験区 2) の 3.4 と比較してかなり大きくなっていった。これは、くいまーる飼料の食いつきが良く、多量に摂取した日があったことによる。給与量が異なったため、厳密な比較は出来ないが、くいまーる飼料の嗜好性の高さは確認できたと思われる。



(注1)9/18搬入、試験区1は10/16より前期用飼料、11/27より後期用飼料を給与
 (注2)試験区1のくいまー飼料は、作成した分量をすべて給与

図 2-2-9 1日1頭あたり飼料摂取量 (第I期)

表 2-2-13 飼育指標データ (第I期)

第I期		10/1~ 10/14	10/15~ 10/28	10/29~ 11/11	11/12~ 11/25	11/26~ 12/9	12/10~ 12/23	12/24~ 1/7	合計 (平均)
日数		14	14	14	14	14	14	14	98
		子豚期	前期用飼料給与期間		後期用飼料給与期間				
飼料消費量 kg/10頭 ①	試験区1(くいまー飼料)	205.8	243.8	282.5	273.9	472.2	622.7	625.7	2726.6
	試験区2(配合飼料)	201.1	239.1	282.0	313.3	269.9	314.9	355.4	1975.7
増体重 kg/10頭 ②	試験区1(くいまー飼料)	38.0	85.0	40.0	63.0	77.0	72.0	79.0	454.0
	試験区2(配合飼料)	86.0	119.0	62.0	100.0	29.0	76.0	117.0	589.0
飼料要求率 ①÷②	試験区1(くいまー飼料)	5.4	2.9	7.1	4.3	6.1	8.6	7.9	6.0
	試験区2(配合飼料)	2.3	2.0	4.5	3.1	9.3	4.1	3.0	3.4
1日当り摂取量 kg/日/頭	試験区1(くいまー飼料)	1.5	1.9	2.2	2.2	3.7	4.9	5.0	3.1
	試験区2(配合飼料)	1.4	1.7	2.0	2.2	1.9	2.2	2.5	2.0
1日当り増体重 kg/日/頭	試験区1(くいまー飼料)	1.47	0.67	0.32	0.50	0.61	0.57	0.63	0.51
	試験区2(配合飼料)	0.61	0.85	0.44	0.71	0.21	0.54	0.84	0.60

(注1)試験区1の豚1頭が10/12死亡

(注2)飼料給与量の基準(1日1頭当たり)は子豚期に2kg、肥育前期(体重50~70kg)に2.5kg、肥育後期(体重70kg以上)に3.2kgとした。ただし、くいまー飼料は食いつきが良かったため、製造した全量(基準量以上になる)を給与した日もあった。

2) 第II期試験結果

①1日当たり飼料摂取量

配合飼料区(試験区3)で1頭当たり1.7kg、くいまー飼料を給与した試験区4および5では2.5kgであった。第I期と同様、くいまー飼料の採食量が多かったが、第II期はほぼ基準量どおりに給与したため、第I期ほどには摂取量の差は出なかった。

くいまーる飼料を給与した試験区4と試験区5はほぼ同じレベルで摂取していたが、試験区4で配合飼料にもどす「飼い直し」を開始すると、くいまーる飼料区と比べ摂取量はやや減少した。このことから、くいまーる飼料の嗜好性が高いことがわかった。

なお、配合飼料区で発育状態が悪い豚がいたため、特に子豚の時期の摂取量が少なかった。

②1日当たり増体重

配合飼料区（試験区3）で1頭当たり0.47kg、飼い直し区（試験区4）で0.51kg、くいまーる飼料区（試験区5）で0.52kgであった。配合飼料区に発育状態の悪い豚がいたため、くいまーる飼料を給与した方がやや多いという結果となった。

くいまーる飼料を給与した試験区4と試験区5は、前期用飼料給与時にやや増体が少なく、第Ⅰ期と同様の傾向を示した。また、飼い直しを行った試験区4で飼い直し後の増体重が急増したのに対し、最後までくいまーる飼料を給与した試験区5ではやや伸び悩んだ。

第Ⅰ期と同様、日本飼養標準による肥育豚の期待増体日量0.8~0.85と比較すると、いずれも小さい値となった。

③飼料要求率

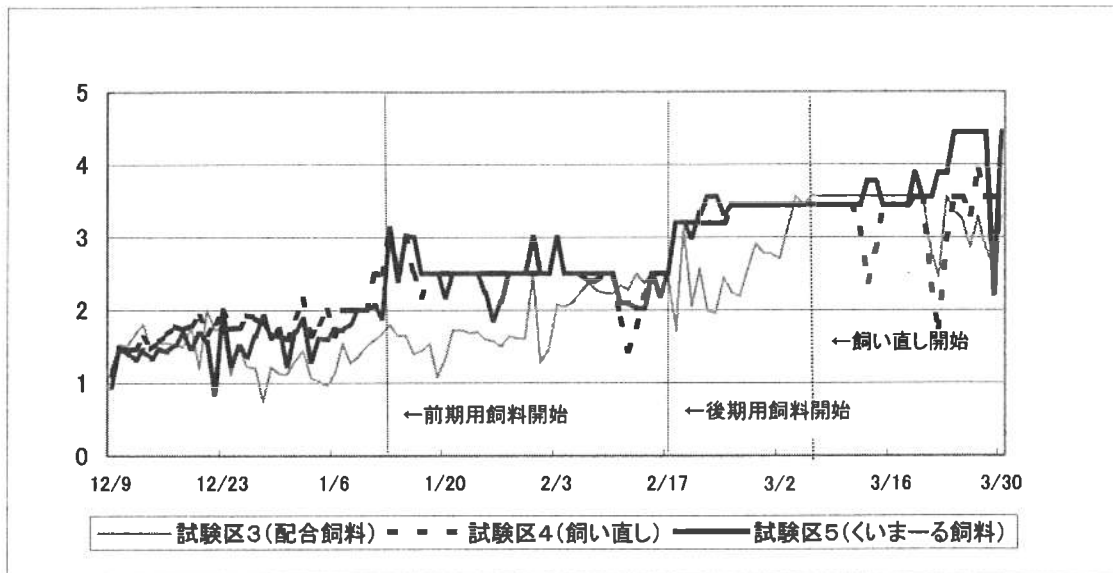
配合飼料区（試験区3）で3.7、くいまーる飼料を与えた試験区4および5では4.8であった。第Ⅰ期ほど差は大きくないが、くいまーる飼料の方が大きくなり、くいまーる飼料の嗜好性が高いということがわかった。

その一方で、配合飼料と同等のペースで肥育を行う場合、再生飼料は配合飼料よりも多く必要になることから、肥育効率という点では課題になるかもしれない。しかし、再生飼料は配合飼料よりもコストが安いのが前提であり、食品循環資源の有効活用も図られることから、飼料要求率の高さはさほど問題にはならないものと考えられる。

3) まとめ

第Ⅰ期、第Ⅱ期の試験を通じて、くいまーる飼料の嗜好性の高さが確認できた。ただし、前期用くいまーる飼料はやや摂取量が低く、レシピの改良を行う必要があることがわかった。飼料要求率は、くいまーる飼料がやや高い値を示していることから、配合飼料と比べやや肥育効率は劣るものの、食品循環資源の需要の高さを示しているものと考えられる。

今後は、飼い直しなどの手法を取り入れながら、再生飼料による効果的な飼育方法を確立するための試験を繰り返していくことが必要であろう。



(注1) 12/9搬入、試験区4、5は1/13より前期用飼料、2/17より後期用飼料を給与
 (注2) 試験区4は3/8より配合飼料(飼い直し)

図 2-2-10 1日1頭あたり飼料摂取量(第Ⅱ期)

表 2-2-14 飼育指標データ(第Ⅱ期)

第Ⅱ期		12/11~ 12/23	12/24~ 1/6	1/7~ 1/22	1/23~ 2/9	2/10~ 2/18	2/19~ 3/2	3/3~ 3/16	3/17~ 3/31	合計 (平均)
日数		13	14	16	18	8	14	14	14	111
		子豚期			前期用飼料 給与期間		後期用飼料給与期間 飼い直し期			
飼料消費量 kg/10頭 ①	試験区3(配合飼料)	210.5	162.1	202.6	268.6	153.8	251.5	345.9	311.9	1906.9
	試験区4(飼い直し)	219.9	252.4	387.7	453.0	172.8	441.0	415.8	414.5	2757.1
	試験区5(くいまー飼料)	192.4	221.1	377.3	447.2	179.4	435.0	440.0	491.0	2783.4
増体重 kg/10頭 ②	試験区3(配合飼料)	77.0	21.0	40.0	125.0	67.0	68.0	119.0	91.0	517.0
	試験区4(飼い直し)	88.0	91.0	77.0	43.0	39.0	93.0	138.0	120.0	569.0
	試験区5(くいまー飼料)	62.0	80.0	95.0	96.0	45.0	116.0	86.0	96.0	580.0
飼料要求率 ①÷②	試験区3(配合飼料)	2.7	7.7	5.1	2.1	2.3	3.7	2.9	3.4	3.7
	試験区4(飼い直し)	2.5	2.8	5.0	10.5	4.4	4.7	3.0	3.5	4.8
	試験区5(くいまー飼料)	3.1	2.8	4.0	4.7	4.0	3.8	5.1	5.1	4.8
1日当り摂取量 kg/日/頭	試験区3(配合飼料)	1.6	1.2	1.3	1.5	1.9	1.8	2.5	2.2	1.7
	試験区4(飼い直し)	1.7	1.8	2.4	2.5	2.2	3.2	3.0	3.0	2.5
	試験区5(くいまー飼料)	1.5	1.6	2.4	2.5	2.2	3.1	3.1	3.5	2.5
1日当り増体重 kg/日/頭	試験区3(配合飼料)	0.59	0.15	0.25	0.69	0.84	0.49	0.85	0.65	0.47
	試験区4(飼い直し)	0.68	0.65	0.48	0.24	0.49	0.66	0.99	0.86	0.51
	試験区5(くいまー飼料)	0.48	0.57	0.59	0.53	0.56	0.83	0.61	0.69	0.52

(注) 日数の区切りは体重測定の日に合わせてので、14日おきにならない場合がある。

2.6.4 健康状態などの把握

豚の肥育状態を管理するため、定量的なデータと合わせて、豚の健康状態等について日報への記録を行った(健康状態、毛のつや、摂取状況、糞便の状態、豚舎の清掃状態など)。

再生飼料を使った時に、よく問題になるのは糞便がゆるくなり、そのため臭いがきつく

なるということである。今回の試験においては、くいま一飼料区においても糞便のにおいが少ないのが特徴であった。これは乳酸発酵の効果によるものと推測され、今後の分析によって検証していく必要がある。

〔飼育状態の概要〕

豚舎は各試験区約 20 m²で 10 頭飼育し、通常よりはゆったりとした環境での飼育を行った。また、オガコを 20cm 厚さに敷き悪臭防止および汚水対策を図った。豚房のオガコは汚れ具合を観察して定期的に 1.5~2 m²各豚房に追加した。

夏場は、悪臭防止、暑さ対策、湿度対策を考え、動力噴霧機にて霧水を 1 回 / 1~2 日散布した。一方、冬季は、豚舎東北側のフェンスにシートで風除け対策をする。また、温度の下がると思われる日は、中央通路北側の扉を閉めるなどの配慮をした。

くいま一プロジェクト

沖縄産学官共同研究推進事業

養豚経営日誌

2月 日 ()		今日は第2期肥育 日目です。	
日誌当番		気温 °C	湿度 %

試験区⑤ 与える飼料は**生ごみ飼料(後期用)**です。
1頭につき3.2kg。10頭につき**32kg**。

《試験区全体の状況》 (出来上がり量 kg)

飼料の投入	(前回残量 kg)	(投入量 kg)
	(投入時間 :)	
摂食状況	(よく食べている ふつつう あまり食べない)	
糞便の様子	(固い ふつつう やわらかい)	
糞便のにおい	(におう ややにおう あまりにおわない)	
オガコの投与	()	(投入量 m ³)

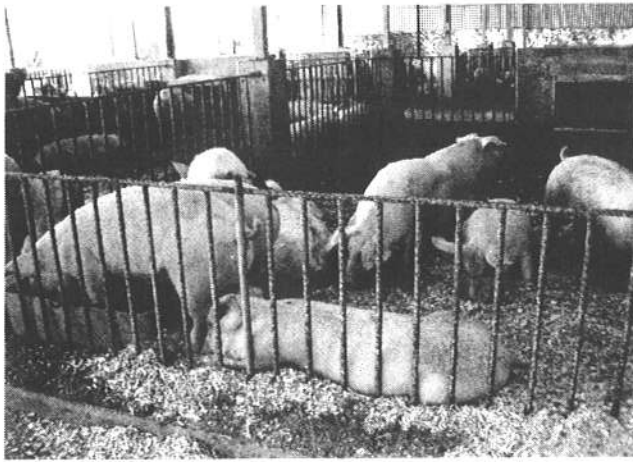
《個体の状況》

項目 \ 固体番号	⑤-1	⑤-2	⑤-3	⑤-4	⑤-5	⑤-6	⑤-7	⑤-8	⑤-9	⑤-10
健康状態										
毛のつや										
栄養剤などの投与										
治療、死亡事故など										

(◎…良好、○…良、△…やや不良、×…不良)

自由記入

図 2-2-11 飼育管理日誌



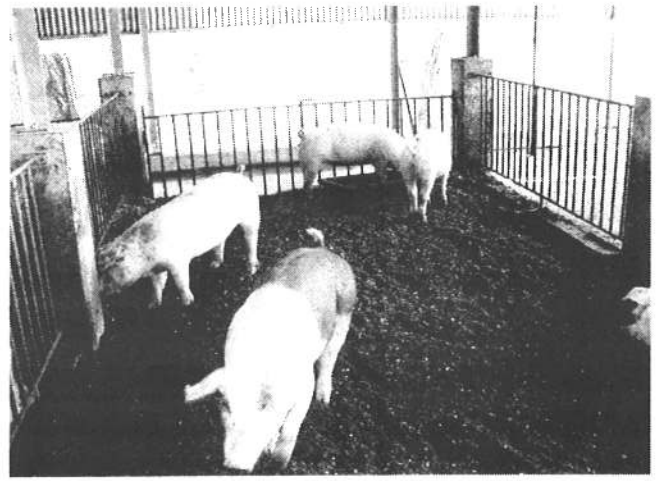
くいまー飼料区（第Ⅰ期）



くいまー飼料をよく食べている



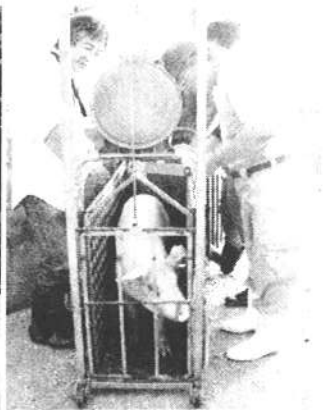
くいまー飼料+飼い直し区(第Ⅱ期)



ゆったりとした肥育環境



豚舎全景



体重測定の様子



耳刻作業（個体識別のため）

図 2-2-12 飼育試験の様子

2.7 再生飼料による肉質の検証

2.7.1 再生飼料が肉質に与える影響と対策

これまでの残飯養豚では、いわゆる「水豚」と言われた軟脂が発生しやすく、それが肉の評価を下げており、残飯養豚のイメージにも影響していた。しかし、食品循環資源の飼料利用に先進的に取り組んでいる大阪などの事例では、配合飼料を上回り、高価格で取引されるようなものも登場している。

再生飼料を利用すると一般的に肉質が落ちると言われるが、食品循環資源の組み合わせや飼育の工夫によって、配合飼料に匹敵する肉の生産も可能である。また、逆に食品循環資源の特徴を生かして付加価値の高い肉を生産できる可能性も大きい。

1) 飼料が肉に与える影響

筋肉の主成分は蛋白質で、肉をつくるには飼料中に蛋白質あるいは原料となるアミノ酸が必須になる。飼料中の蛋白質が少なかったり、アミノ酸バランスがくずれていると、発育が悪くなったり、市場価値の低い脂肪が多く（厚く）、赤肉量の少ない豚肉になる。

2) 軟脂対策

軟脂とは、冷蔵状態の枝肉において脂肪にしまりのないもの、すなわち触感で体脂肪が軟らかいものをいう。軟脂は見栄えが悪く、加工には向かず、格付が落とされ、価格が安くなり、流通からも敬遠される。

粗脂肪含量の高い飼料を給与すると、豚の体脂肪は影響を受け、融点と硬度が低下し、不飽和脂肪酸やヨウ素価が増加し、軟脂が発生する。さらに軟脂発生には飼料粗脂肪中の脂肪酸組成の影響が大きく、不飽和脂肪酸が多いほど、とくにリノール酸などの多価不飽和脂肪酸が多いほど軟脂になりやすいことがわかっている。

軟脂対策としては、飼料中の粗脂肪含量を出来るだけ抑えること、目安としては乾物中多くても10%、出来れば5%以内に抑える必要がある。同時にリノール酸などの多価不飽和脂肪酸を減らすことも重要である。リノール酸は動物の栄養に必要とされる必須脂肪酸で、植物油に多く含まれるが、通常、豚の飼料では粗脂肪含量を落としても不足する心配はなく、軟脂対策としては、いかに減らすかが大切である。

軟脂対策としては、カボック粕（ヤシ油粕）を利用する方法が普及しており、少量給与で豚の脂肪を硬くする効果がある。

軟脂は異常肉として劣るというわけではないが、市場のニーズを考えると、どうしても避けたほうが良いだろう。

3) 黄豚

黄豚は体脂肪が黄色いもので、ひどい場合には食用に適さなくなる。主な原因は飼料中の過酸化物が蓄積することである。過酸化物は鳥がらや魚のあら、天ぷら廃油などに多く養豚飼料として使う場合には制限する必要がある。対策としては、ビタミンEを飼料添加することで防止できる。ビタミンEは黄豚や風味の低下に効果があるだけでなく、肉の変色や脂肪の酸化、ドリップロスを抑制するといった肉質にも良い影響を与える。食品循環資源として「茶がら」を利用するのも1つの方策である。

2.7.2 枝肉の格付結果

豚枝肉は食肉市場で枝肉規格格付を受け、極上、上、中、並、等外に分類される。この格付は競売時の価格の目安となる。等級別に枝肉重量と背脂肪の厚さの範囲が規格により決められているが、第1段階としてこれが重視される。次に外観（均称、肉づき、脂肪付着、仕上げ）、肉質（肉の縮まり及びきめ、肉の色沢、脂肪の色沢と質、脂肪の沈着）が評価される。

格付の課題は、肉質の評価が推定であること、等級が小売価格と連動していないこと、肉のおいしさとはあまり関連していないことなどであり、今後、客観的な肉質評価法の導入が必要であると言われている。

今回、飼育試験を行った豚肉の格付結果を以下に示す。

1) 第I期格付結果

配合飼料区では「上」が2頭だったのに対し、くいま一飼料区で4頭であり、再生飼料を給与した方が全体として評価が高いという結果となった。大きな成果として、再生飼料でよく言われる軟脂の発生がなかった。配合飼料との混合給与でなく、100%再生飼料による飼育で、このような結果が得られることは過去あまり例はない。

評価が低かった豚肉は重量が足りなかったものであり、これは出荷のタイミングの調整を行う必要がある。なるべく粒をそろえて出荷することが良い評価を受けるようである。

課題としては、くいま一飼料区での背脂肪が少ないことであり、背脂肪が少ないと筋間脂肪が入らなくなり、肉の味に影響を与える。

また、配合飼料区で「腰厚」が多かったのは、使った配合飼料が豚にあってないか、配合飼料そのものに問題がある可能性がある。体重にばらつきも見られることも問題であり、配合飼料の選択についても今後の検討課題である。

表 2-2-15 枝肉格付結果（第I期）

試験区 1（くいま一飼料区）				
個 体	格 付	総重量	平均背脂肪	格落理由
1（雌）	上	86.0	2.0	
6（雌）	上	77.0	1.9	
4（去勢）	上	76.0	1.7	
3（雌）	上	77.5	1.8	
5（雌）	中	68.5	1.4	重量小
7（去勢）	中	67.5	2.1	重量小
10（去勢）	並	81.0	2.8	腰厚
9（雌）	並	63.5	1.4	重量小
2（雌）	等外	58.0	0.0	その他

※①-8は肥育中に死亡

試験区 2 (配合飼料区)				
個 体	格 付	総重量	平均背脂肪	格落理由
5 (雌)	上	78.5	1.8	
8 (雌)	上	75.0	1.3	
9 (雌)	中	79.5	2.4	腰厚
7 (去勢)	中	76.5	2.4	腰厚
4 (雌)	中	75.0	2.4	腰厚
10 (去勢)	中	72.5	2.4	肩厚
2 (雌)	中	69.5	2.3	重量小、腰厚
3 (去勢)	並	76.0	2.8	被覆
1 (雌)	並	60.5	1.5	重量小
6 (雌)	並	56.5	0.7	重量小

2) 第Ⅱ期格付結果

配合飼料区では「上」が2頭、飼い直し区では3頭、くいまーる飼料区では2頭であった。配合飼料区では健康状態の悪い豚がいたため、「等外」が3頭見られたが、配合飼料とくいまーる飼料の間に、格付として大きな差はないといえる。

いずれの試験区においても、「腰厚」や「肩厚」を理由に、「中」以下の格付となっていた。脂肪の厚さは、肩：腰：背=4～5cm：3cm：2cmが普通であり、これが規格になっている。飼料の食べ過ぎ、飼育密度、もしくは豚の血統に原因がある可能性があり、今度の課題となる。また「重量小」については、出荷のタイミングを調整すべきである。

表 2-2-16 枝肉格付結果 (第Ⅱ期)

試験区③ (配合飼料区)				
個 体	格 付	総重量	平均背脂肪	格落理由
1 (去勢)	上	85.0	1.8	
2 (雌)	上	71.0	1.5	
3 (去勢)	中	85.5	2.4	腰厚
4 (去勢)	中	77.0	2.4	腰厚
5 (雌)	中	68.5	1.9	重量小
6 (雌)	中	67.5	0.9	重量小
7 (去勢)	並	71.5	2.8	腰厚
8 (去勢)	等外	67.0	3.1	被覆、その他
9 (雌)	等外	51.5	1.6	体型不良
10 (雌)	等外	44.5	0.7	体型不良

試験区④（飼い直し区）				
個 体	格 付	総重量	平均背脂肪	格落理由
1（雌）	上	83.0	1.5	
2（去勢）	上	82.0	1.6	
3（去勢）	上	78.5	1.4	
4（去勢）	中	85.0	2.4	腰厚、肩厚
5（去勢）	中	82.5	2.3	腰厚、肩厚
6（去勢）	中	77.5	1.8	均称、背奇形
7（去勢）	中	72.0	2.3	腰厚、肩厚
8（去勢）	中	71.0	2.4	被覆
9（去勢）	中	68.0	1.6	重量小
10（雌）	並	61.0	1.5	重量小

試験区⑤（くいまーる飼料区）				
個 体	格 付	総重量	平均背脂肪	格落理由
1（雌）	上	74.0	1.8	
2（去勢）	上	71.5	1.6	
3（去勢）	中	87.5	2.5	重量大
4（去勢）	中	77.5	2.4	腰厚、肩厚
5（去勢）	中	73.5	2.4	腰厚、肩厚
6（雌）	中	73.0	2.4	腰厚、肩厚
7（雌）	中	69.0	1.5	重量小
8（去勢）	中	67.5	1.8	重量小
9（雌）	中	67.5	1.6	重量小
10（去勢）	並	63.0	1.6	重量小

表 2-2-17 豚枝肉の格付規格

等級	重量および背脂肪の厚さの範囲（半丸）	肉質			
		肉のしまり・きめ	肉の色沢	脂肪の色沢と質	脂肪の沈着
極上	皮はぎ 35kg 以上 39kg 以下, 湯はぎ 38kg 以上 42kg 以下（背脂肪の厚さの区分は別記 2 による-省略）	しまりはとくによ く、きめが細 かいもの	肉色は、淡灰 紅色で、鮮明 であり、光沢 のよいもの	色白く、光沢があ り、しまり・粘 りともによ いもの	適度のもの
上	皮はぎ 32.5kg 以上 40kg 以下, 湯はぎ 35.5kg 以上 43kg 以下（同上）	しまりは よく、き めが細か いもの	肉色は、淡灰 紅色でまたは それに近く、 鮮明で光沢の よいもの	色白く、光沢があ り、しまり・粘 りともによ いもの	適度のもの
中	皮はぎ 30kg 以上 42.5kg 以下, 湯はぎ 33kg 以上 45.5kg 以下（同上）	しまり・ きめとも に大きな 欠点のな いもの	肉色・光沢と もとくに大 きな欠点の ないもの	色沢普通のもの で、しまり・粘 りともに大 きな欠点 のないもの	普通のもの
並	皮はぎ 30kg 未満 42.5kg 超過, 湯はぎ 33kg 未満 45.5kg 超過（同上）	しまり・ きめとも に大きな 欠点のあ るもの	肉色は、かな り濃いかまた は過度に淡 く、光沢のよ くないもの	やや異色があり、 光沢も不十分で、 しまり・粘りとも に十分でないもの	過少かまたは 過多のもの
等外	(1)以上の等級のいずれにも該当しないもの(2)外観または肉質のとくに悪いもの(3)黄豚または脂肪の質のとくに悪いもの(4)牡臭その他異臭のあるもの(5)衛生検査による割除部の多いもの(6)いちじるしく汚染されているもの				

出所：豚枝肉取引規格（平成 8 年 8 月 22 日改 正日本食肉格付協会・枝肉取引価格より）

2.7.3 肉質分析結果

豚肉の品質を評価するためには、格付以外にさまざまな評価項目がある。例えば、脂肪色、脂肪の質、味（テクスチャー、風味、多汁性）などである。

再生飼料は、脂肪融点が低くなる傾向があり、これは肉の締まりとの関係による。融点が35℃以上の枝肉をつくることが理想である。それ以下になると運搬に困難をきたしたり、包丁の切れが悪くなるなどの問題がある。

今回の飼育試験における豚肉について、第Ⅰ期に2頭、第Ⅱ期に6頭の肉質分析を実施した。

1) 肉質分析の概要

- ・ 検査機関 社団法人日本食肉加工協会
- ・ 対象豚 第Ⅰ期：2試験区から1頭ずつ計2頭
第Ⅱ期：3試験区から2頭ずつ計6頭
- ・ 材料 胸および背最長筋（ロース部）および皮下脂肪（内層脂肪）

2) 分析項目と方法

検査方法は、「豚肉の品質改善に関する研究実施要領」（農林水産省畜産試験場加工第2研究室 1972年（昭和47年）7月発行 1990年（平成2年）一部改正）に準じて行った。

①水分含量

加熱乾燥を行ったステンレス秤量缶に約2gのミンチ肉をとり、計量したのち、100℃の恒温乾燥器にて24時間乾燥、これら残さから算出する。

②保水力・伸展率

加圧濾紙法により測定。濾紙の上に一定重量（450～550mg）の肉片をのせ、これをアクリル板で挟んだのち、加圧計で35kg/cm²の圧力で1分間加圧を行う。加圧した濾紙について肉片および滲出した肉汁の輪郭の面積を測定、これらから算出する。

保水力が高いほど肉汁を豊富に含んだ味わいになり、伸展率が高いほど柔らかい肉になる。

③加熱損失

飼料約20gをビニール袋に入れ、70℃の恒温水槽にて1時間加熱し、水道水で30分冷却後、表面の余分な水分を取り除き重量を測定。加熱により減少した重量からこれを算出する。

加熱損失の数値が低いほど、加熱した際の肉汁が損なわれにくい肉になる。

④圧搾肉汁率

加熱後の試料から1×1×0.5cmの肉片を切り出し、これを不織布に挟んだのち、5枚ずつの濾紙で上下から挟み、さらに2枚のアクリル板で挟み加圧計で35kg/cm²圧力で1分間加圧を行う。加圧した不織布と肉片を計量し、滲出した肉汁の割合を算出する。

圧搾肉汁率の数値が高いほど、肉汁の豊かな肉になる。

⑤破断応力

加熱後の試料を筋繊維の方向と平行に 1cm の厚みで切り出し、これをテンシプレッサーにより測定を行う。

破断応力の数値が低いほど、柔らかい肉となる。

⑥粗脂肪含量

約 2g のミンチ肉を円筒濾紙に詰め、60℃の恒温乾燥器にて 24 時間乾燥を行う。乾燥後の試料をソックスレー脂肪抽出器にセット、エーテルを用いて約 24 時間かけて脂肪の抽出を行い、抽出された脂肪を計量、これを算出する。

粗脂肪含量はいわゆる「サシ」と呼ばれる脂肪分の割合で、数値が高いほど霜降りの度合いが高い肉である。通常の三元交配豚（LWD）では 2~3% が一般的である。

⑦肉色・脂肪色

試料を色差計を用いて測定を行う。試料は肉色の場合は脂肪・結合組織が含まれないロース芯中央部、背脂肪は第二脂肪層から採取する。なお時間の経過とともにこれらの試料は変色するため、カット後は速やかに測定を行う。

L 値は明るさ、a 値は赤色度、b 値は黄色度を示す。L 値が高いと白っぽい肉になり、L 値 42.0 で淡灰紅色となる。

⑧脂肪融点

試料の第二脂肪層を加熱抽出し、溶けた脂肪を毛細管に吸い上げる。これを -30℃の冷凍庫で保存した後、ホットスターラーで加熱し、毛細管中の脂肪が溶けた温度を融点とする。

脂肪融点は肉の締まりと関係が深い。脂肪融点が高いほど、口溶けがよくさっぱりした味わいの肉となり、35℃以上が望まれる。

⑨脂肪酸組成

試料の第二脂肪層をメチルエステル化し、これをガスクロマトグラフィーを用いて分析、ピークの検出された時間で脂肪酸の種類を同定する。同定した脂肪酸のピーク面積を百分率で表し、これを脂肪酸組成とする。

主な脂肪酸はパルミチン酸・ステアリン酸・オレイン酸・リノール酸である。飽和脂肪酸のステアリン酸や一価不飽和脂肪酸のオレイン酸は、血清コレステロール値を低下させたり、必要以上に上昇させない作用を持つことが知られている。

また、高度不飽和脂肪酸（特に、リノール酸・エイコタペンタエン酸：EPA・ドコサヘキサエン酸：DHA）は、人間の動脈硬化などを防止する作用が認められている。

3) 肉質分析結果および考察

合計 8 サンプルの肉質分析結果を下表に示す。

表 2-2-18 肉質分析結果

		第Ⅰ期				第Ⅱ期				
		試験区1 くいまーる 飼料区	試験区2 配合飼料区	試験区3 配合飼料区		試験区4 飼い直し区		試験区5 くいまーる飼料 区		
				1	2	3	4	5	6	
赤肉水分	(%)	74.0	70.7	73.6	73.0	74.0	73.6	74.6	74.7	
赤肉脂肪	(%)	1.3	4.4	0.7	0.4	0.5	1.1	0.8	0.1	
加熱損失	(%)	28.8	26.6	28.3	28.5	27.4	28.3	28.9	28.0	
保水性	(%)	35.1	33.2	36.4	36.6	34.4	42.6	36.9	37.2	
圧搾肉汁率	(%)	46.9	46.1	48.8	47.7	48.7	43.3	47.0	46.7	
伸展率	(cm ² /g)	12.6	9.5	11.2	11.4	12.0	12.0	11.0	10.7	
脂肪融点	(°C)	28.8	31.0	35.8	34.5	35.6	37.3	34.7	37.8	
肉色	L値	41.8	40.9	37.0	38.0	39.1	36.4	43.8	42.8	
	a値	3.5	2.3	3.1	2.5	2.3	2.0	1.8	1.9	
	b値	5.4	4.5	4.4	4.0	4.1	3.4	4.6	4.4	
硬さ	(kg/cm ²)	5.08	5.72	5.60	6.82	7.10	6.43	6.50	6.90	
凝集性		0.54	0.44	0.49	0.48	0.47	0.48	0.46	0.49	
弾力性	(kgw/cm ²)	83.0	81.3	90.1	86.0	78.8	86.6	78.2	82.9	
付着性	(cm ² /cm ²)	0.06	0.02	0.12	0.20	0.04	0.16	0.03	0.08	
脂肪酸組成	飽和脂肪酸	(%)	35.1	38.2	40.3	38.7	38.2	38.6	41.6	42.2
	不飽和脂肪酸	(%)	64.9	61.8	59.7	61.3	61.8	61.4	58.4	57.8
	デカン酸	(%)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	ラウリン酸	(%)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	ミリスチン酸	(%)	1.2	1.5	1.5	1.2	1.5	1.3	1.4	1.4
	ペンタデカン酸	(%)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	パルミチン酸	(%)	22.8	23.8	26.4	24.1	24.6	24.5	25.1	25.0
	パルミトレイン酸	(%)	2.6	2.6	3.6	2.4	3.2	2.5	2.2	2.2
	ヘプタデカン酸	(%)	0.4	0.2	0.3	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2
	ヘプタデセン酸	(%)	0.4	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
	ステアリン酸	(%)	10.3	12.2	11.6	12.5	11.3	12.0	14.4	15.1
	オレイン酸	(%)	46.8	44.6	44.7	46.3	45.0	45.2	43.2	42.1
	リノール酸	(%)	12.3	10.7	9.2	10.1	10.5	10.3	9.8	10.1
	リノレン酸	(%)	0.9	1.5	0.6	0.6	1.0	1.0	1.2	1.2
	アラキジン酸	(%)	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	イコセン酸	(%)	1.0	1.2	0.6	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9
	イコサジエン酸	(%)	0.5	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3
	イコサトリエン酸	(%)	0.1	0.1	—	—	0.1	0.1	0.1	0.1
	アラキドン酸	(%)	—	0.1	—	—	0.1	0.1	0.1	0.1
	ドコサテトラエン酸	(%)	0.1	—	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
ドコサペンタエン酸	(%)	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	
ドコサヘキサエン酸	(%)	0.1	0.3	0.1	0.1	0.3	0.4	0.2	0.2	

〔くいまー飼料豚の特徴～配合飼料豚との肉質比較〕

第Ⅰ期の分析結果からは、以下のような特徴が見られた。

1. 赤肉水分が多く、保水性があることから多汁性のある肉である。
2. 赤肉(ロース)の脂肪分が少ないのは皮下脂肪分の沈着が少ない可能性がある。
3. 伸展率が大きく、硬さが低い値を示していることから、柔らかい肉と思われる。
4. 脂肪の融点が配合飼料豚とともに低いことから遺伝的な影響もあるかもしれない。

第Ⅱ期の分析結果からは、以下のような傾向と課題が整理できる。

1. 赤肉水分、加熱損失、保水性、圧搾肉汁率、伸展率、肉色については、流通する豚肉に相当すると考えられる。
2. しかし、赤肉脂肪、肉の硬さ及び肉の弾力性にやや欠けている傾向がある。これはおそらく筋肉間脂肪の蓄積量の影響を受けているものと考えられ、くいまー飼料の給与期間などが今後の検討課題となる。
3. またはこの系統(LWD それぞれの系統)が再生飼料の利用に示した生理的な反応かもしれない。従って、系統の組み合わせ、新しい品種の導入などが今後に残された重要な研究課題となる。

〔脂肪酸組成についての考察〕

くいまー飼料豚の不飽和脂肪酸の増加は、食品循環資源を利用している以上、やむを得ないと考えられる。これまでの再生飼料での事例などと比べると大きく改善している。

再生飼料を豚に給与した場合のもう一つの特性として、ヒトに対する生理活性物質の増加がある。本試験での成績で見られるように、リノレン酸、ドコサペンタエン酸及びドコサヘキサエン酸の増加は、機能性食品として貴重な豚肉であることを示している。

〔他事例と比較したくいまー飼料豚の特徴〕

第Ⅰ期のくいまー飼料豚と、他事例の再生飼料豚の肉質との比較を次頁の表に示す。

①赤肉(ロース)水分

問題ないとする。

②赤肉脂肪(ロース内の筋間脂肪)

脂肪分が少なく、赤肉の部分が多い豚肉である。通常言われている良い肉色は淡灰紅色であり、これは筋間脂肪量の影響を受ける。したがって体表の皮下脂肪量を増やせば解決できる(背脂肪の蓄積量が少なかった可能性がある)。また、他の要因としては豚の遺伝的な影響も考えられる。

③保水性及び圧搾肉汁率

保水性が低く、圧搾したときの肉汁が多いことから、かなり柔らかい感触の肉と想定される(再生飼料給与豚肉の特性)。

④加熱損失率

加熱損失率が低く、加熱しても肉片が縮小しない良い特性を持った豚肉と思われる。

⑤脂肪融点

融点が 30℃以下になると、枝肉の評価が落ちる。しかし、今回の成績では配合飼料豚も同様に低い値を示していることもあり、遺伝的な影響もある可能性がある。

⑥肉の硬さ

多汁質の豚肉でありながら、硬さを備えている。この性質は豚肉を整形処理（料理）するときの重要なポイント（食肉の加工者がどう評価するか）である。またこの硬さが加熱後にどうなるか（歯ごたえがあると評価するか、或いは単に硬いと評価するか）、試食会からの評価と合わせて検討すべきである。

⑦肉色

L 値は理想に近い明るさを示しながらも、a 値及び b 値とも低く、肉色は薄い色である可能性がある。肉色の改善には豚の系統による影響が大きいとされる。

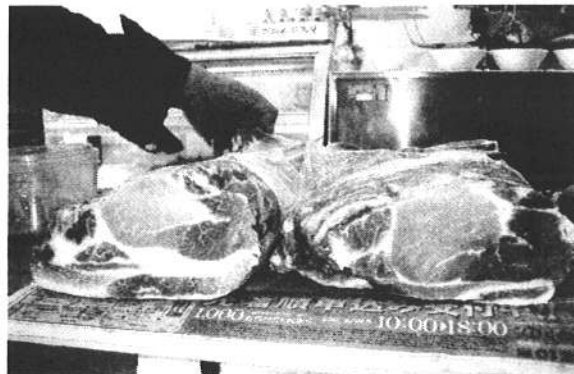


図 2-2-13 枝肉の様子（第 I 期）

左：配合飼料豚肉 右：くいまーる飼料豚肉（脂肪少なく赤身が多い）

表 2-2-19 他事例と比較した肉質分析結果（第 I 期）

	I	II	III	IV	V
赤肉水分(%)	75.4	74.7	73.7	74.3	74.0
赤肉脂肪(%)	0.6	2.6	3.1	2.7	1.3
ドリップロス	7.2	・	・	7.6	・
加熱損失(%)	32.8	31.3	31.9	34.9	28.8
保水性(%)	・	76.8	77.3	・	35.1
圧搾肉汁率(%)	・	38.0	35.9	・	46.9
伸展率(cm ² /g)	・	24.7	25.0	・	12.6
脂肪融点(°C)	・	30.6	37.1	34.3	28.8
L 値	43.3	46.9	46.1	51.9	41.8
a 値	2.1	9.3	10.1	4.3	3.5
b 値	3.8	7.6	7.8	5.4	5.4
硬さ(kg/cm ²)	3.7	・	・	2.1	5.0
凝集性	・	・	・	・	0.5
弾力性	・	・	・	・	83.0
付着性(cm ² /cm ²)	・	・	・	・	0.06

I：再生飼料でシマリの悪かった肉質（ランドレースの純粋種）

II：再生飼料の影響よりも系統の影響が考えられた肉質（LWD）

III：再生飼料の影響のない肉質（LWD）

IV：LDW 交雑種に再生飼料（カウ 50%）を与えた場合の肉質

V：くいまー飼料豚（第 I 期）の肉質(LWD)

〔分析結果から見た今後の配慮点〕

分析結果からの課題として、①脂肪の融点が低いこと、②多汁性の肉であるが硬さがみられること、③赤肉脂肪が少ないこと、等があげられる。

①と③は背脂肪がのらなかったことと関係がある。格付結果をみると体重にばらつきがあるので、まずは体重をそろえて出荷することが必須である。さらに、くいまー飼料の給与期間（前期用、後期用）を調整することで、背脂肪蓄積量が変わる可能性があることから、今後の検討課題とすべきである。

また、融点の低さは豚の遺伝的な影響がある可能性があり、系統の組み合わせ、新しい品種の導入などが重要な研究課題となる。

2.8 豚肉の食味の検証（試食テスト）

本研究で肥育した豚肉の試食テストの際にヒアリングした内容、アンケート結果を以下に示す。

なお、回答者が少ないことや回答方法にばらつきがあることから集計ではなく、要点のみを示す。

1) 第1期肥育豚 くいまーる飼料と配合飼料で肥育した豚肉の比較試食テスト

実施時期 2004年(平成16年)1月31日(土曜日)午後7時より

場 所 那覇市立森の家みんな

参加者 18名(共同研究体での試食テスト)

食味した豚肉 ・くいまーる飼料で肥育した豚のロース(試験区1、以下ロース1)
・配合飼料で肥育した豚のロース(試験区2、以下ロース2)

調理方法 しゃぶしゃぶ、ソテー、しょうが焼き

①生肉の色

ロース1のほうが赤みが多く、ロース2が霜降りのように全体的に脂がついており淡いピンク色をしている。

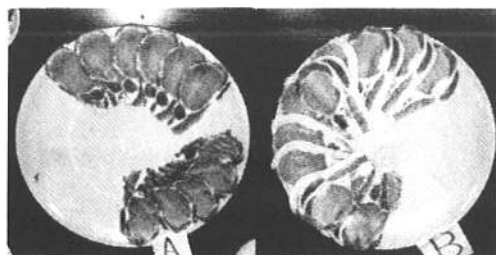


図 2-2-14 スライスしたロース肉
(左：くいまーる飼料豚肉 右：配合飼料豚肉)

②生肉のにおい

ほとんどにおいはしない。

③調理した際の肉のやわらかさ

ロース1の方はしょうが焼きの調理中の時点で豚肉のかたちがくずれやすく、加熱により脂肪分がすぐに融解されたと思われる。ソテーを食味した意見ではロース1のほうが若干硬い、という意見が多くを占めた。調理方法によって肉のやわらかさは変わると思われる。

④調理をした肉のにおい

特に気になるにおいはなく、豚本来のにおいがするという意見が多くを占めた。

⑤くいまーる飼料豚と配合飼料豚の比較

参加者18名中、ロース1がおいしいと答えたのが10名(55%)であった。理由としては、うまみがある、しまっている、という意見があった。一方ロース2については、やわらかいという意見があった。



図 2-2-15 食味テストの様子

2) 第2期肥育豚 くいまーる飼料で肥育した豚肉と市販の豚肉との比較食味テスト

実施時期 第2期出荷直後

食味した豚肉 ・くいまーる飼料で肥育した豚のロース（試験区4、以下ロース4）
・くいまーる飼料で肥育した豚のバラ（試験区4、以下バラ4）
・スーパーで購入した市販のロース（以下市販のロース）
・スーパーで購入した市販のバラ（以下市販のバラ）

参加者 5名（管理法人での試食テスト）

調理方法 ソテー

①生肉の色

ロースもバラも市販にくらべてやや白っぽい。その白っぽさがイメージとして良くない（1名）、という意見もあったが、おおむね良い（4名）と答えた。

②生肉のにおい

全てにおいはなし。どちらかといえばくいまーる飼料で肥育した豚の方がにおいがいい、という意見がでた。

③調理した肉のやわらかさ

ロースに関しては、ロース4のほうがやわらかい（5名）。バラに関しては市販のバラのほうがやわらかい（5名）。但し、ロース肉は焼き具合によってロース4は硬く感じた。ソテーのような焼いた料理と煮込み料理とでは調理方法が違ってくるので肉のやわらかさは一概には言えないと思われる。

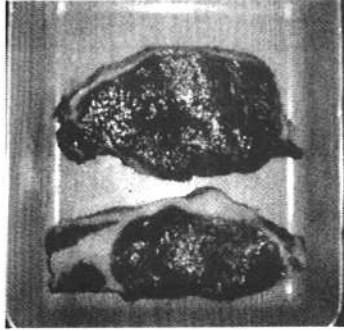
④調理した肉のにおい

豚本来のにおいがし、特に問題はない（5名）。

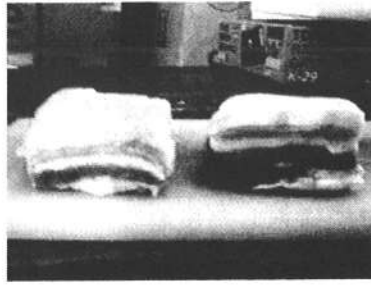
⑤調理した肉の味やうまみ

ロース4はうまみがあり、口当たりもよい、歯ごたえがあってよいという意見がある。バラ4は味わいがあるという意見がでた。

くいまーる飼料で肥育した豚は、市販の豚肉や配合飼料で肥育した豚肉と比較してみてもうまみに違いはなくおいしく感じるが、市販の豚肉がいつ出荷されたものなのかは不明であることや、調理のしかたによって肉のやわらかさが変わってくることも分かった。豚肉の保存法や調理法については今後の研究課題としたい。



上：くいまーる飼料豚肉
下：市販の豚肉



左：くいまーる飼料豚肉
右：市販の豚肉

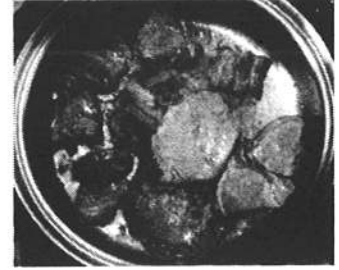


図 2-2-16 食味に使用した豚肉

3) その他食味テストの意見

その他、くいまーる飼料で肥育した豚肉を試験的に食味した一般消費者の意見を以下に示す。

- ・バラは脂が多い。(複数回答)
- ・残飯飼育の場合、脂が多くなりがちで、今の私たちの食生活ではカロリーが高めであるので調整が必要。
- ・ロースは脂が少ない。
- ・豚独特のにおいがないがない。
- ・レバーは新鮮で独特の匂いがなかった。
- ・肉がやわらかい。(複数回答)
- ・肉自体の味が濃い。
- ・調理したあとの肉の色が赤味を帯びている。
- ・肉の色がうすピンク色でいいイメージがもてた。
- ・市販の豚肉と変わらず美味しくいただいた。
- ・市販の豚肉に比べてどこでどのように肥育されているのかがわかっていたので安心して食べることができた。
- ・生ゴミと書かれると抵抗があるが、きちんと飼料に加工したものであればまったく気にならない。
- ・生ゴミの飼料ということで安心という思いがあったが、逆にどういう生ゴミなのか考えてしまった。
- ・家畜は残飯で肥育するのがあたりまえ。それがわかる関係はすばらしい。ただ、現在の食生活のつけをまるごと受け入れなければならない悲しさを感じる。
- ・生ゴミで育てた豚ということにはまったく抵抗感はないが、生ゴミそのものに添加物などが多く含まれていれば本当の安心感は得られない。
- ・何を食べているのかわかるので安心できる。

3. 安定的な食品循環資源回収方策に関する研究開発

3.1 概要

3.1.1 研究目的

食品循環資源を飼料原料として、安定的かつ効率的に回収する方策の研究を行う。

沖縄県は、観光県としてホテル業や飲食業などが多く、また食品加工業も多い。これらから排出される膨大な量の食品循環資源は、大半が廃棄物として焼却処理されているのが現状である。食品循環資源の一部は養豚業者により引き取られているが、残飯回収業者は減少しており、肉質や衛生面での問題も少なくない。

排出事業者にとっては、食品リサイクル法に基づく再生利用も義務づけられており、安定的な食品循環資源の回収・リサイクルシステムの確立を望む声も高まっている。

そこで、本研究では、①飼料化を前提とした食品循環資源回収のノウハウの確立、②食品循環資源回収システムの社会的定着化を目的として掲げた。

3.1.2 研究内容

県内事業所の食品循環資源処理動向の把握、モデル回収実験を通じた食品循環資源の発生形態の把握、分別・回収における課題などを整理した上で、回収マニュアル案を検討した。さらに回収コスト分析を行い、原価計算による適切な料金体系を検討した。合わせて、食品循環資源の回収に適した新たなタイプの容器開発を行った。

- ・ 県内の排出事業所の動向の把握（県内排出事業所アンケート）
- ・ 食品循環資源の発生形態の把握（モデル回収実験）
- ・ 分別・回収における課題整理（モデル回収実験）
- ・ 回収容器の開発・試作
- ・ 回収コストの分析
- ・ 回収マニュアル案の検討

3.2 食品循環資源の回収・資源化の状況（排出事業所アンケート）

食品循環資源の発生源や特徴の概要は 1.2.1 に示したとおりである。前述したように、食品製造段階で発生する食品循環資源は飼料化されているものも多いが、流通段階、消費段階で発生するいわゆる「事業系一般廃棄物」の飼料化はあまり進んでいない状況にある。

そこで、県下の排出事業所が食品循環資源の処理や資源化をどのように行っているかを把握するために、ホテル・飲食店・スーパー・小売店・食品工場などを対象にアンケート調査を実施した。

〔アンケート概要〕

- ・ 実施時期 2003年（平成15年）12月～2004年（平成16年）1月
- ・ 実施方法 アンケート用紙を郵送し、FAXにて回答を依頼
- ・ 送付数 175事業所（沖縄商工会名鑑名簿により一定規模以上のものを抽出）
- ・ 回収数 38事業所（回収率22%）

1) 業種

回答した事業所の業種は、飲食店が 12 と最も多く、次いで食品製造が 11、ホテルが 5 などであった。

表 2-3-1 回答した事業所の種類

	件数	割合(%)	具体内容
1. スーパーマーケット	2	5.3%	
2. コンビニエンスストア	2	5.3%	
3. 飲食店	12	31.6%	喫茶店、そば屋、食堂等
4. 小売業	3	7.9%	肉屋、八百屋
5. ホテル	5	13.2%	
6. 食品製造	11	28.9%	乳業、ビール、お茶、菓子、豆腐、酒、薬草、パン
7. 惣菜店	2	5.3%	
8. 学校食堂	1	2.6%	
合計	38	100.0%	

2) 廃棄物の管理・保管

廃棄物の管理・保管業務については、「廃棄物収集・処理業者に委託」の割合が最も高く約 7 割を占めていた。業種別に見ると、食品製造業では「自社直営」の割合がやや高くなっていた。

表 2-3-2 廃棄物の管理・保管業務

		①自社直営	②ビル管理に委託	③清掃会社委託	④廃棄物収集・処理業者に委託	⑤無回答	総計
		件数	件数	件数	件数	件数	件数
1. スーパーマーケット	件数	0	0	0	2	0	2
	%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
2. コンビニエンスストア	件数	0	0	1	1	0	2
	%	0.0%	0.0%	50.0%	50.0%	0.0%	100.0%
3. 飲食店	件数	1	0	3	7	1	12
	%	8.3%	0.0%	25.0%	58.3%	8.3%	100.0%
4. 小売業	件数	0	0	0	3	0	3
	%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
5. ホテル・旅館	件数	0	0	1	4	0	5
	%	0.0%	0.0%	20.0%	80.0%	0.0%	100.0%
6. 食品製造	件数	2	0	1	8	0	11
	%	18.2%	0.0%	9.1%	72.7%	0.0%	100.0%
7. 惣菜店	件数	0	0	1	1	0	2
	%	0.0%	0.0%	50.0%	50.0%	0.0%	100.0%
8. 学校食堂	件数	0	0	0	1	0	1
	%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
全体の件数	件数	3	0	7	27	1	38
全体の%	%	7.9%	0.0%	18.4%	71.1%	2.6%	100.0%

3) 食品循環資源の発生量 (1日当たり)

食品循環資源の 1 日当たりの発生量は、バケツあるいは袋の容量ベースで記入を依頼し、それを生ごみの見かけ比重 0.4 (収集業者等の経験値による) として重量換算した。

業種別にばらつきが大きく、特に食品製造業の中でビール工場が 26 t/日 (年間 245 日

稼動)と回答していたため、平均値が高くなった。全体で見ると、日量50kg未満の比較的少ない事業所が多かった。

表 2-3-3 食品循環資源の発生量 (1日当たり)

	発生量平均(kg/日)	①10kg未満	②10～50kg	③50～100kg	④100kg以上	⑤無回答	総計
1. スーパーマーケット	4.0	1 50.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	1 50.0%	2 100.0%
2. コンビニエンスストア	102.0	0 0.0%	1 50.0%	0 0.0%	1 50.0%	0 0.0%	2 100.0%
3. 飲食店	12.4	4 33.3%	3 25.0%	1 8.3%	0 0.0%	4 33.3%	12 100.0%
4. 小売業	90.0	0 0.0%	0 0.0%	1 33.3%	0 0.0%	2 66.7%	3 100.0%
5. ホテル・旅館	25.2	0 0.0%	4 80.0%	0 0.0%	0 0.0%	1 20.0%	5 100.0%
6. 食品製造	2410.6	3 27.3%	2 18.2%	2 18.2%	2 18.2%	2 18.2%	11 100.0%
7. 惣菜店	56.0	1 50.0%	0 0.0%	0 0.0%	1 50.0%	0 0.0%	2 100.0%
8. 学校食堂	5.9	1 100.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	1 100.0%
全体の件数		10	10	4	4	10	38
全体の%		26.3%	26.3%	10.5%	10.5%	26.3%	100.0%

(注)発生量平均は回答した事業所の平均

4) 食品循環資源の分別の実施

食品循環資源の分別の実施については、半数が「専用容器に分別」と回答しており、「分別していない」という回答は約4割であった。業種別に見ると、スーパー、ホテル、食品製造が分別の実施度が高く、小売業や飲食店では低いことがわかった。

表 2-3-4 食品循環資源の分別の実施

		①分別していない	②専用容器に分別	③一部だけ分別している	④無回答	総計
1. スーパーマーケット	件数	0	2	0	0	2
	%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
2. コンビニエンスストア	件数	1	1	0	0	2
	%	50.0%	50.0%	0.0%	0.0%	100.0%
3. 飲食店	件数	7	3	1	1	12
	%	58.3%	25.0%	8.3%	8.3%	100.0%
4. 小売業	件数	3	0	0	0	3
	%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
5. ホテル・旅館	件数	0	5	0	0	5
	%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
6. 食品製造	件数	2	7	2	0	11
	%	18.2%	63.6%	18.2%	0.0%	100.0%
7. 惣菜店	件数	1	1	1	0	2
	%	33.3%	33.3%	33.3%	0.0%	100.0%
8. 学校食堂	件数	1	0	0	0	1
	%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
全体の件数	件数	15	19	4	1	38
全体の%	%	39.5%	50.0%	10.5%	2.6%	100.0%

(注)複数回答あり

なお、「一部だけ分別」の内容は、返品パン(パン工場)、ビール粕・廃棄酵母(ビール工場)、製造部門からの調理くず(惣菜店)ということであった。

5) 食品循環資源の水切りの実施

食品循環資源の水切りについては、実施している割合が約 65%、実施していないのは 2 割程度であり、かなり多くの事業所で実施していることがわかった。ホテルや惣菜店では特に実施度が高かった。分別の実施度が低かった飲食店や小売店でも、水切りについては多くの事業所で実施していることがわかった。

なお、その他は水切りに適したものが発生しないという回答であった（パン工場など）。

表 2-3-5 食品循環資源の水切りの実施

		①水切りしている	②水切りしていない	③その他	④無回答	総計
1. スーパーマーケット	件数	1	1	0	0	2
	%	50.0%	50.0%	0.0%	0.0%	100.0%
2. コンビニエンスストア	件数	1	1	0	0	2
	%	50.0%	50.0%	0.0%	0.0%	100.0%
3. 飲食店	件数	8	3	0	1	12
	%	66.7%	25.0%	0.0%	8.3%	100.0%
4. 小売業	件数	2	0	0	1	3
	%	66.7%	0.0%	0.0%	33.3%	100.0%
5. ホテル・旅館	件数	5	0	0	0	5
	%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
6. 食品製造	件数	5	3	3	0	11
	%	45.5%	27.3%	27.3%	0.0%	100.0%
7. 惣菜店	件数	2	0	0	0	2
	%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
8. 学校食堂	件数	1	0	0	0	1
	%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
全体の件数	件数	25	8	3	2	38
全体の%	%	65.8%	21.1%	7.9%	5.3%	100.0%

6) 食品循環資源の保管場所

食品循環資源の保管場所は、「屋内の置き場」が 45%、「屋外の置き場」が 34%で、「生ゴミ専用置場」は 16%であった。全般的に屋内に置く場合が多いようである。

生ゴミ専用置場は冷蔵庫のようなものが想定されるが、2 箇所のホテルが回答していた。また、豆腐製造の場合、おからは専用室に置くという回答があった。

表 2-3-6 食品循環資源の保管場所

		①屋内のごみ置き場	②屋外のごみ置き場	③生ごみ専用置き場	④その他	⑤無回答	総計
1. スーパーマーケット	件数	0	1	1	0	0	2
	%	0.0%	50.0%	50.0%	0.0%	0.0%	100.0%
2. コンビニエンスストア	件数	1	1	0	0	0	2
	%	50.0%	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
3. 飲食店	件数	7	4	0	0	1	12
	%	58.3%	33.3%	0.0%	0.0%	8.3%	100.0%
4. 小売業	件数	1	1	0	0	1	3
	%	33.3%	33.3%	0.0%	0.0%	33.3%	100.0%
5. ホテル・旅館	件数	2	1	2	0	0	5
	%	40.0%	20.0%	40.0%	0.0%	0.0%	100.0%
6. 食品製造	件数	4	4	2	2	0	11
	%	33.3%	33.3%	16.7%	16.7%	0.0%	100.0%
7. 惣菜店	件数	1	1	1	0	0	2
	%	33.3%	33.3%	33.3%	0.0%	0.0%	100.0%
8. 学校食堂	件数	1	0	0	0	0	1
	%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
全体の件数	件数	17	13	6	2	2	38
全体の%	%	44.7%	34.2%	15.8%	5.3%	5.3%	100.0%

(注)複数回答あり

7) 食品循環資源の回収・処理方法

食品循環資源の回収・処理方法は、「焼却処理」が最も多く 55%、次いで「養豚農家」が 29%、「分別し業者が資源化」が 16%であった。養豚農家での利用が食品循環資源の資源化の主要方策となっており、特にホテルでは5件のうち4件が養豚農家と回答していた。

業種別に見ると、飲食店、小売業、惣菜店等で「焼却処理」という回答が多く、資源化への取り組みが遅れていることがわかる。

食品製造業の中では酒造メーカーが、「もろみ酢として自社で再利用」、ビールメーカーでは「ビール粕は畜産業者（牛）又は肥料会社に売却」、「酵母は乾燥し、飼料会社に売却」と回答しており、独自のルートで食品副産物としての再生利用を進めている状況であった。

表 2-3-7 食品循環資源の回収・処理方法

		①焼却処理	②分別し業者が資源化	③堆肥化業者	④養豚農家	⑤自社で再利用	⑥その他	総計
1. スーパーマーケット	件数	1	1	0	1	0	0	2
	%	33.3%	33.3%	0.0%	33.3%	0.0%	0.0%	100.0%
2. コンビニエンスストア	件数	2	0	0	0	0	0	2
	%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
3. 飲食店	件数	8	2	0	0	0	2	12
	%	66.7%	16.7%	0.0%	0.0%	0.0%	16.7%	100.0%
4. 小売業	件数	2	1	0	0	0	0	3
	%	66.7%	33.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
5. ホテル・旅館	件数	1	0	0	4	0	0	5
	%	20.0%	0.0%	0.0%	80.0%	0.0%	0.0%	100.0%
6. 食品製造	件数	4	2	1	5	1	1	11
	%	28.6%	14.3%	7.1%	35.7%	7.1%	7.1%	100.0%
7. 惣菜店	件数	2	0	0	1	0	0	2
	%	66.7%	0.0%	0.0%	33.3%	0.0%	0.0%	100.0%
8. 学校食堂	件数	1	0	0	0	0	0	1
	%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
全体の件数	件数	21	6	1	11	1	3	38
全体の%	%	55.3%	15.8%	2.6%	28.9%	2.6%	7.9%	100.0%

(注)複数回答あり

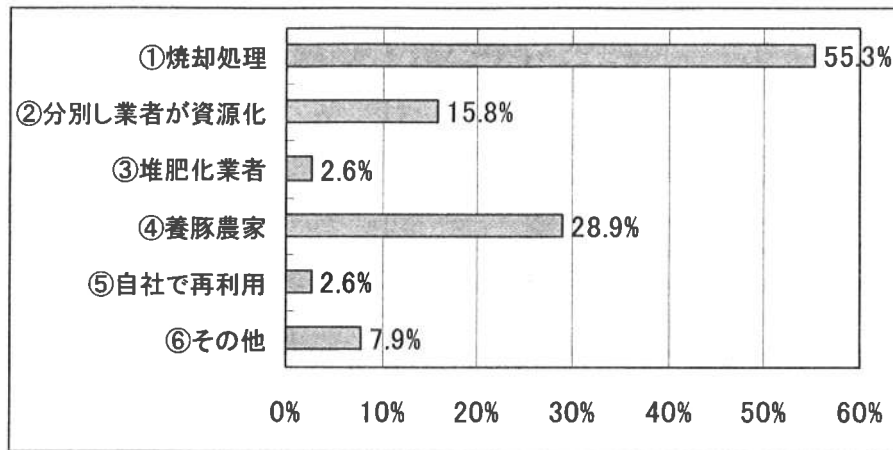


図 2-3-1 食品循環資源の回収・処理方法

8) 食品循環資源の回収頻度

食品循環資源の週当たりの回収頻度は、週 6 回が最も多く 47%、週 7 回が 26%であり、合わせると 7 割以上を占めた。特にスーパー、ホテルは毎日回収している割合が高かった。

表 2-3-8 食品循環資源の回収頻度（週当たり）

	週平均 (回)	①週3回以内	②週4~5回	③週6回	④週7回	⑤週8回以上	⑥無回答	総計
1. スーパーマーケット	7	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	2 100.0%	0 0.0%	0 0.0%	2 100.0%
2. コンビニエンスストア	6	0 0.0%	0 0.0%	2 100.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	2 100.0%
3. 飲食店	5.9	1 8.3%	1 8.3%	5 41.7%	3 25.0%	0 0.0%	2 16.7%	12 100.0%
4. 小売業	6	0 0.0%	0 0.0%	3 100.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	3 100.0%
5. ホテル・旅館	6.6	0 0.0%	0 0.0%	2 40.0%	3 60.0%	0 0.0%	0 0.0%	5 100.0%
6. 食品製造	6.1	1 9.1%	3 27.3%	4 36.4%	1 9.1%	1 9.1%	1 9.1%	11 100.0%
7. 惣菜店	6	0 0.0%	0 0.0%	2 100.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	2 100.0%
8. 学校食堂	7	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	1 100.0%	0 0.0%	0 0.0%	1 100.0%
全体の件数		2	4	18	10	1	3	38
全体の%		5.3%	10.5%	47.4%	26.3%	2.6%	7.9%	100.0%

9) 食品循環資源の回収費用

食品循環資源の回収費用は、回答した 26 事業所すべてが月額で決まっていると回答しており、従量制の回答はなかった。食品循環資源を減量したとしても、すぐにコスト減に結びつきにくい状況にあるようである。

平均回収費用は月当たり約 28,000 円であった。分布を見るとかなり散らばりがあり、やや多かったのが 1,000 円~10,000 円の範囲であった。業種別に見ると、食品製造、スーパー、ホテルで高くなっていた。

表 2-3-9 食品循環資源の回収費用（月当たり）

	平均(円)	①千円未満	②1千～5千円未満	③5千円～1万円	④1万円～3万円	⑤3万円～5万円	⑥5万円～10万円	⑦10万円以上	⑧無回答	総計
1. スーパーマーケット	36,000	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	1 50.0%	0 0.0%	1 50.0%	0 0.0%	0 0.0%	2 100.0%
2. コンビニエンスストア	18,000	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	1 50.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	1 50.0%	2 100.0%
3. 飲食店	13,114	1 8.3%	1 8.3%	3 25.0%	1 8.3%	1 8.3%	0 0.0%	0 0.0%	5 41.7%	12 100.0%
4. 小売業	14,000	0 0.0%	1 33.3%	0 0.0%	1 33.3%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	1 33.3%	3 100.0%
5. ホテル・旅館	26,820	0 0.0%	2 40.0%	0 0.0%	0 0.0%	1 20.0%	2 40.0%	0 0.0%	0 0.0%	5 100.0%
6. 食品製造	54,000	0 0.0%	0 0.0%	2 18.2%	0 0.0%	2 18.2%	1 9.1%	2 18.2%	4 36.4%	11 100.0%
7. 惣菜店	2,000	0 0.0%	1 50.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	1 50.0%	2 100.0%
8. 学校食堂	7,000	0 0.0%	0 0.0%	1 100.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	1 100.0%
全体の件数		1	5	6	4	4	4	2	12	38
全体の%		2.6%	13.2%	15.8%	10.5%	10.5%	10.5%	5.3%	31.6%	100.0%

10) 食品循環資源の資源化の予定

食品リサイクル法で定められた減量目標を達成するための資源化方策についてたずねたが、約 60%が「まだ決めていない」という回答であった。

業種別に見ると、小売業で「生ごみ処理機の設置」、食品製造業で「堆肥化業者に出す」という回答が多かった。なお、ビール製造メーカーでは現在 99%以上の資源化率を達成しているという回答もあった。

表 2-3-10 食品循環資源の今後の資源化の予定

		①脱水して減量	②堆肥化業者に渡す	③生ごみ処理機を設置	④その他	⑤まだ決めていない	⑥無回答	総計
1. スーパーマーケット	件数	0	0	0	0	2	0	2
	%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
2. コンビニエンスストア	件数	0	0	0	0	2	0	2
	%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
3. 飲食店	件数	1	0	1	0	9	1	12
	%	8.3%	0.0%	8.3%	0.0%	75.0%	8.3%	100.0%
4. 小売業	件数	0	0	1	0	1	1	3
	%	0.0%	0.0%	33.3%	0.0%	33.3%	33.3%	100.0%
5. ホテル・旅館	件数	1	0	0	0	4	0	5
	%	20.0%	0.0%	0.0%	0.0%	80.0%	0.0%	100.0%
6. 食品製造	件数	0	3	1	2	5	1	11
	%	0.0%	27.3%	9.1%	18.2%	45.5%	9.1%	100.0%
7. 惣菜店	件数	0	0	0	0	0	2	2
	%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%
8. 学校食堂	件数	0	1	0	0	0	0	1
	%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
全体の件数	件数	2	4	3	2	23	5	38
全体の%	%	5.3%	10.5%	7.9%	5.3%	60.5%	13.2%	100.0%

(注)複数回答あり

11) 食品循環資源の資源化における問題点

食品循環資源の資源化における問題点としては、「焼却した方が安い」が 26%と最も高

く、次いで「資源化業者がない」が24%、「分別が手間」が16%であった。コストの問題と合わせて、資源化のシステムが整っていないことが問題となっているようである。

業種別に見ると、特に飲食店で「焼却した方が安い」という回答が多く、飲食店のような小規模排出の事業所にとっては、負担のかからない回収システムを望む声が多いものと考えられる。

表 2-3-11 食品循環資源の資源化における問題点

		①分別が手間	②資源化業者がない	③焼却した方が安い	④資源化方法が分からない	⑤その他	⑥無回答	総計
1. スーパーマーケット	件数	2	0	0	0	0	0	2
	%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
2. コンビニエンスストア	件数	0	1	0	0	0	1	2
	%	0.0%	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	100.0%
3. 飲食店	件数	0	4	6	0	2	1	12
	%	0.0%	33.3%	50.0%	0.0%	16.7%	8.3%	100.0%
4. 小売業	件数	1	1	1	1	0	1	3
	%	33.3%	33.3%	33.3%	33.3%	0.0%	33.3%	100.0%
5. ホテル・旅館	件数	1	2	0	0	0	2	5
	%	20.0%	40.0%	0.0%	0.0%	0.0%	40.0%	100.0%
6. 食品製造	件数	2	1	2	4	0	3	11
	%	18.2%	9.1%	18.2%	36.4%	0.0%	27.3%	100.0%
7. 惣菜店	件数	0	0	1	0	0	1	2
	%	0.0%	0.0%	50.0%	0.0%	0.0%	50.0%	100.0%
8. 学校食堂	件数	0	0	0	0	1	0	1
	%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
全体の件数	件数	6	9	10	5	3	9	38
全体の%	%	15.8%	23.7%	26.3%	13.2%	7.9%	23.7%	100.0%

(注)複数回答あり

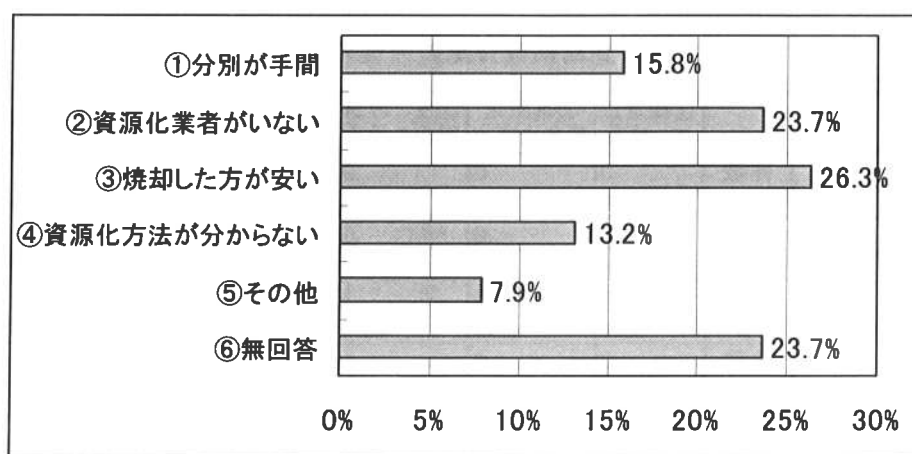


図 2-3-2 食品循環資源の資源化における問題点

12) 食品循環資源の循環システムへの興味

食品循環資源の循環システム(飼料化など)への興味については、63%が「興味がある」、11%が「非常に興味がある」という回答であった。合わせると全体の約75%が興味を示していることになり、今後の飼料化システムの普及への追い風になるものと期待できる。

また、その他として安全性を指摘する意見があった。

表 2-3-12 食品循環資源の循環システムへの興味

		①非常に ある	②ある	③あまり ない	④ない	⑤その他	⑥無回答	総計
1. スーパーマーケット	件数	0	1	0	0	0	1	2
	%	0.0%	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	100.0%
2. コンビニエンスストア	件数	1	1	0	0	0	0	2
	%	50.0%	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
3. 飲食店	件数	2	10	0	0	0	0	12
	%	16.7%	83.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
4. 小売業	件数	0	1	1	0	0	1	3
	%	0.0%	33.3%	33.3%	0.0%	0.0%	33.3%	100.0%
5. ホテル・旅館	件数	1	3	0	0	0	1	5
	%	20.0%	60.0%	0.0%	0.0%	0.0%	20.0%	100.0%
6. 食品製造	件数	0	7	2	0	0	2	11
	%	0.0%	63.6%	18.2%	0.0%	0.0%	18.2%	100.0%
7. 惣菜店	件数	0	1	0	0	1	0	2
	%	0.0%	50.0%	0.0%	0.0%	50.0%	0.0%	100.0%
8. 学校食堂	件数	0	0	0	0	0	1	1
	%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%
全体の件数	件数	4	24	3	0	1	6	38
全体の%	%	10.5%	63.2%	7.9%	0.0%	2.6%	15.8%	100.0%

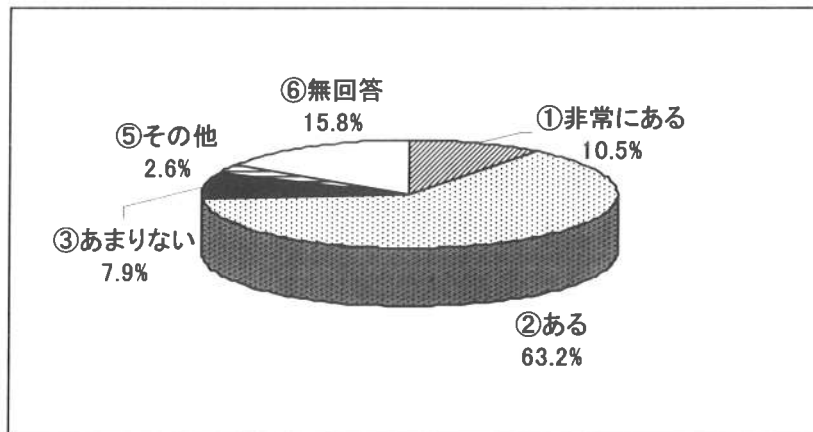


図 2-3-3 食品循環資源の循環システムへの興味

13) 循環型食材の還元システムについての考え

食品循環資源から出来た飼料で育てた豚肉など、循環型の食材を還元するシステムについての考え方は、「循環の意義があるので使う」が最も多く 42%、次いで「安く購入できれば使う」が 37%、「おいしければ使う」が 32%であった。おいしさや安さよりも循環型ということをもメリットとして意識している状況がうかがえる。特にホテルではそのような意識が強い。一方飲食店や小売業では安さやおいしさを望む声が多いようであった。

表 2-3-13 循環型食材の還元システムについての考え

		①循環の意義があるので使う	②おいしければ使う	③安く購入できれば使う	④あまり興味がない	⑤その他	⑥無回答	総計
1. スーパーマーケット	件数	0	1	0	0	0	1	2
	%	0.0%	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	100.0%
2. コンビニエンスストア	件数	1	0	0	0	1	0	2
	%	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	0.0%	100.0%
3. 飲食店	件数	7	6	6	0	0	1	12
	%	58.3%	50.0%	50.0%	0.0%	0.0%	8.3%	100.0%
4. 小売業	件数	1	2	2	0	0	1	3
	%	33.3%	66.7%	66.7%	0.0%	0.0%	33.3%	100.0%
5. ホテル・旅館	件数	3	0	1	0	0	1	5
	%	60.0%	0.0%	20.0%	0.0%	0.0%	20.0%	100.0%
6. 食品製造	件数	3	3	5	2	1	1	11
	%	27.3%	27.3%	45.5%	18.2%	9.1%	9.1%	100.0%
7. 惣菜店	件数	1	0	0	0	1	0	2
	%	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	0.0%	100.0%
8. 学校食堂	件数	0	0	0	0	0	1	1
	%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%
全体の件数	件数	16	12	14	2	3	6	38
全体の%	%	42.1%	31.6%	36.8%	5.3%	7.9%	15.8%	100.0%

(注)複数回答あり

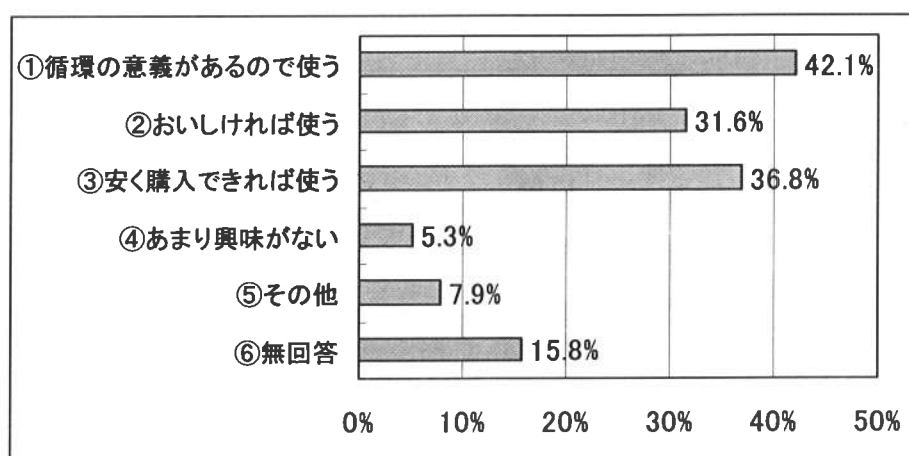


図 2-3-4 循環型食材の還元システムについての考え

14) その他（自由回答）

自由回答からは以下のような意見があげられた。

飲食店等からは、「グループで始めるのであれば協力したい」という意見があったが、一方で「小さな店では人数も金銭的な余裕もないので、手をかけず今のごみ代くらいの出費で」という要望が出された。小規模事業所でも参加しやすいシステムづくりを工夫する必要がある。

食品製造業からは、「自社内のできるようなシステムづくり、売れ残り・返品を減らせるような工夫をしたい」という考えが示された。

また、「NPO や行政に対して、食品リサイクルに関する情報提供が少ない」という意見も複数あげられ、今後の課題であると考えられる。

表 2-3-14 食品循環資源の分別・資源化に関する自由回答

飲食店	大変に良い取り組みだと思う。協力してシステム作りをしたい。参加できる部分があれば、参加したい
飲食店	再生飼料を飼育動物に与えることがよいことなのか分からない。余った食品から堆肥を作ったり、緑を増やしたりすることはよいことだと思う。
飲食店	忙しいので一人での行動は出来ないが、グループで何か始めるのであれば、出来る範囲で手伝いたい
飲食店	全体のごみの中で生ごみの割合は高いので、もしそれを資源化することが出来れば、助かる
小売業	小さな店では、人数もぎりぎりの状態で金銭的な余裕もないので、出来る限り手もかからず、そして今のごみ代ぐらいの出費でうまく資源化できればいいと思う
コンビニ	食品容器等リサイクルに関しては、当社としても取り組まなければならない問題として認識している。ISO14001の面からも強化を図るつもりだ
食品製造	残渣は出さない(原料)する努力は出来るが、小売業との関係、販売競争により売れ残り、返品が多すぎる。初回システムで減らすことが出来ないかと思う
食品製造	現在は処理業者に一任しているが自社内でどうにかならないか検討中。処理方法もいろいろあるので、出来るだけコストが掛からず自社内で出来るようなシステムを作ることが出来ればと思う
食品製造	NPO、行政当局からの食品リサイクル化の事業など、具体的な取り組み状況に関する情報、資料のサービス提供の機会が少ない
ホテル	回収した後の行き先、処分の方法、資源化の流れ、またどういった分別をしたら回収しやすいのか(業者の意見)を行政の方で講習して欲しい

15) アンケート結果のまとめ

本アンケート結果からおおむね以下のようなことが確認できた。

- ①食品循環資源の分別は、全体の半分程度で実施されている。スーパーやホテルでは実施度が高く、小売店・飲食店では低い。
- ②食品循環資源の回収・処理方法は、半数以上が焼却処理という現状である。しかし養豚農家ルートの活用も見られ、ホテルで特にその割合が高い。また、食品製造業は、副産物として発生する食品循環資源の資源化がかなり進んでいる。
- ③食品循環資源の回収費用はほとんどが月額で決まっており、ごみを減量するコストメリットが働きにくい状況にある。
- ④食品循環資源の資源化における問題点としては、焼却コストの安さと資源化業者がいないことを指摘する声が多い。まだ資源化システムが社会的に整備されていないことが背景にある。
- ⑤食品循環資源の循環システムや、循環型の食材については、多くの事業所が興味を示しており、飼料化システムの普及に向けての意識づくりは出来ているものと考えられる。
- ⑥飲食店や小売店など小規模な事業所からは、あまり負担のかからない回収システムを望む声が多く、分別方法や回収料金の設定などが今後の検討課題となる。

3.3 食品循環資源モデル回収実験

3.3.1 食品循環資源の発生量と組成

本研究においては、事業系一般廃棄物をおもな対象として、食品循環資源のモデル回収実験を実施し、合計 15 事業所の参加を得た。

参加事業所は、スーパー8 店舗を中心に、青果物問屋 1、居酒屋 1、社員食堂 1、そば屋 1、弁当・惣菜製造 1、もやし製造業 2 となっていた。

なお、回収は日曜を除く毎日行い、回収容器は蓋付きのポリバケツを使用した。

1) 回収量の推移

2003 年（平成 15 年）9 月～2004 年（平成 16 年）3 月までに 15 事業所から回収した食品循環資源の総量は 289,466kg（約 290 t）、1 日当たり回収量は平均で 1,645kg であった。

発生量の推移を見ると、夏場がピークで、秋から減少し、冬場は少ない（夏場の約 3 割減）という傾向が出ていた。

表 2-3-15 食品循環資源回収量の推移

	回収日数	合計(kg)	1日当たり回収量(kg/日)
2003. 9月	25	51,054	2,042
2003. 10月	26	45,177	1,738
2003. 11月	25	44,691	1,788
2003. 12月	26	40,682	1,565
2004. 1月	26	38,593	1,484
2004. 2月	24	34,612	1,442
2004. 3月	24	34,657	1,444
合計	176	289,466	1,645

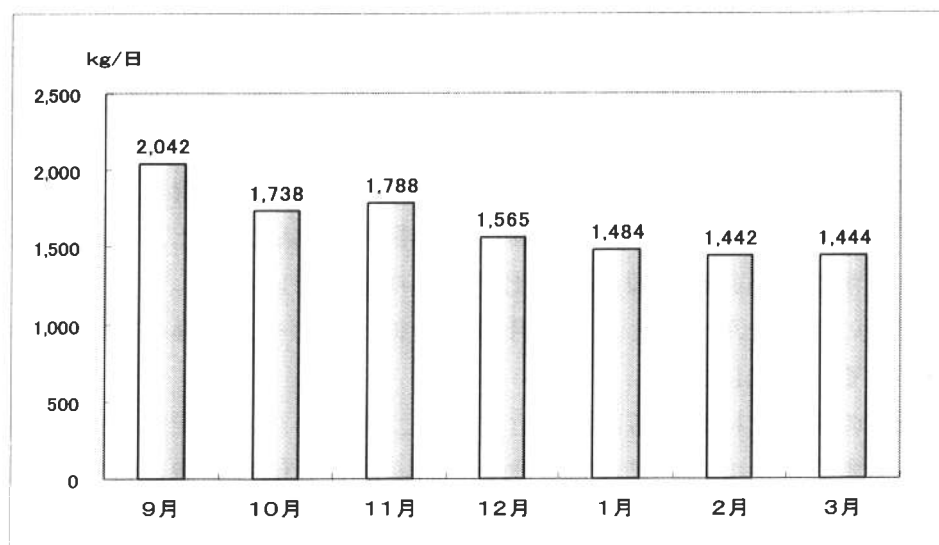


図 2-3-5 食品循環資源回収量の推移（1日当たり）

2) 1日当たり回収量の週間変動

1日当たり回収量は曜日による変動が見られた。11月の週間変動を見ると、月曜日が最も多くなっており、火から木および土曜日は月曜の 3～5 割減、金曜は約 1/3 程度となっ

ていた。日曜に回収を行わなかったため、その分が月曜発生分となったことが主な要因である。

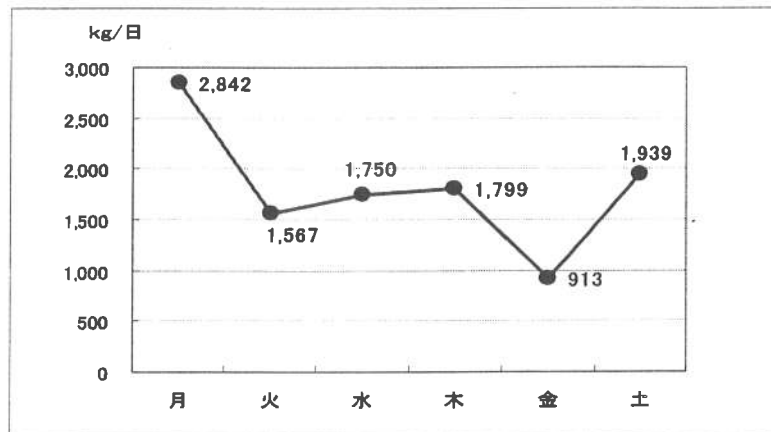


図 2-3-6 食品循環資源回収量の 1 週間における変動 (11 月)

3) 1 事業所当たり発生原単位

1 事業所当たりの発生原単位を算出した。11 月第 2 週を例にとると、1 事業所当たり平均 153kg/日で、曜日により異なるがおおむね 110~160kg の範囲であった。

事業所の種類別に見ると、最も多いのはデリカ (弁当・惣菜製造) で約 520kg/日であった。スーパーは規模により違いはあるが、概ね 100~200kg/日が平均的な回収量であった。

事業所ごとの週間変動を見ると、ほとんどが月曜または土曜に多く発生していたが、青果物問屋では週の後半に増加し、社員食堂では毎日ほぼ同量の発生量であった。

表 2-3-16 事業所別食品循環資源回収量データ (11/10~11/15)

事業所種類	内容	11/10	11/11	11/12	11/13	11/14	11/15	週合計	日平均
		月	火	水	木	金	土		
青果物問屋	野菜くず	30	40	40	60	70	90	330	66
居酒屋	野菜くず、残飯、魚腸骨など	100	50	57	55	0	69	331	66.2
社員食堂	残飯	25	20	20	15	20	0	100	20
スーパーA	野菜くず中心、魚腸骨、ごはん、弁当、パンなど	130	80	85	165	90	110	660	132
スーパーB		235	140	140	215	170	115	1,015	203
スーパーC		358	248	236	263	0	315	1,420	284
スーパーD		150	53	59	111	0	261	634	126.8
スーパーE		244	61	108	127	0	169	709	141.8
スーパーF		196	59	52	122	0	42	471	94.2
スーパーG		174	35	33	171	0	113	526	105.2
スーパーH		132	47	80	68	0	151	478	95.6
そば屋	天カス、豚骨など(飼料不可)	0	60	60	40	0	30	190	38
デリカ(弁当・惣菜製造)	弁当売れ残り、種類、野菜屑等	710	350	400	360	420	355	2,595	519
もやし製造業	もやし	60	40	40	50	70	20	280	56
もやし製造業	もやし	200	400	400	120	200	430	1,750	350
回収量合計		2,744	1,683	1,810	1,942	1,040	2,270	11,489	2297.8
回収事業所数		14	15	15	15	8	14	15	15
1事業所当たり発生量(原単位)		196	112	121	129	130	162	766	153

4) 組成

回収した 15 事業所の組成を見ると、最も多いのが「野菜屑・果物類」で 40～50%、次いで「弁当・残飯類」が 15～23%、「魚（骨含む）」が 12～14%であった。麺・ごはん・パンなどのでんぷん質は合計で 15%程度であった。

季節変動を見ると、野菜屑が秋に多く冬に少ないこと、弁当類がその逆で秋に少なく冬に多いという特徴があった。その他の素材はあまり変動がなかった。

表 2-3-17 食品循環資源の組成

組成内容	割合
野菜屑・果物	40～50%
弁当・残飯	15～23%
魚（骨含む）	12～14%
麺類	6～8%
ごはん	5%
パン	1～2%
飼料不可物(天カス、豚骨等)	10～12%

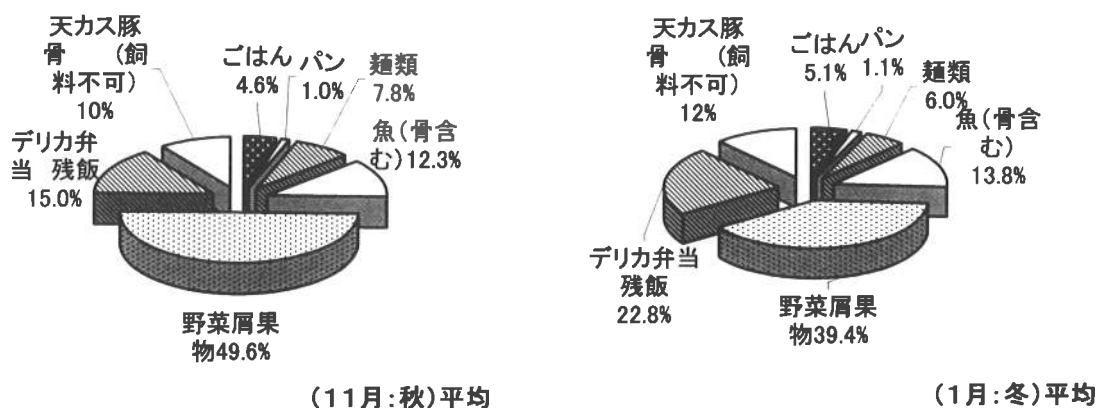


図 2-3-7 食品循環資源組成の季節変動

おもな業種別に組成の特徴を見ると、スーパーでは野菜屑・果物類が半分を占め、魚腸骨と弁当類がともに 2 割程度であった。デリカ（弁当・惣菜製造）では麺類が 30%、ごはんが 17%とでんぷん質が多いことが特徴であった。飼料原料としては、スーパーは野菜類と魚腸骨の供給源、弁当製造業はでんぷん質の供給源として考えられる。

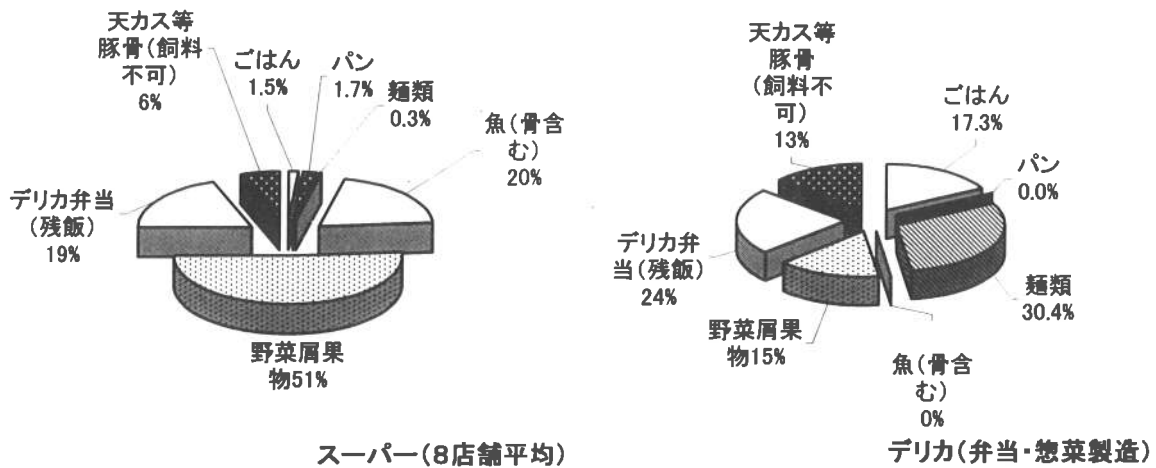


図 2-3-8 食品循環資源の組成 (業種別・11/10～11/15)

3.3.2 食品循環資源の分別・回収における課題の整理

モデル回収実験に参加したスーパー8店舗を対象に、分別作業を行う上での課題や回収容器への要望等について聞き取り調査を行った。

1) 分別の手間について

食品循環資源の分別(以下分別表参照)を実施してもらった感想をたずねたが、「手間がかかるが対応可能」という回答が最も多く5店舗、「思ったより分別しやすい」が1店舗、「非常に手間がかかり面倒」は1店舗であった。手間はかかるのは事実であるが、対応できるという肯定的な回答が多かった。

2) 異物混入しやすいもの



食品循環資源を飼料として使う場合、排出現場で出来るだけ異物の混入を防止することが重要になる。異物しやすいものを整理すると以下ようになる。

混入しやすいものとして回答の多かったのは紙製シールやテープであったが、はがす手間がかかることが要因だと考えられる。また魚のパックに入っているワサビの小袋や輪ゴム、つまようじなどは小さいことから食品循環資源にまぎれて混入しやすく、一度混入してしまうと除去しにくいものと考えられる。

表 2-3-18 食品循環資源に混入しやすい異物

非常に混入しやすい	やや混入しやすい	混入しやすい
紙製シール(果物等に貼ってある)、ビニールテープ(結束用)、ラップ	スポンジ(三つ葉等の根元に付いている)、輪ゴム、わさびの小袋、ビニール袋、紙くず、つまようじ	ビニール袋、紙くず、木串、ビニールひも、発泡スチロール、プラスチックスプーン類、コーヒー用ミルク、針金

生ゴミ分別表

生ゴミ	混ぜたらダメ
 野菜くず  卵の殻  魚の骨  魚のアラ  食べ残し・デリカ (容器や異物は除く)	 トレー  ビニール類  弁当ガラ  ラップ類  割り箸  つまようじ  タバコの吸殻  ビンや ガラスの破片  アルミホイル  焼き鳥などの串  ティッシュ



より良い飼料づくり
のために分別にご協力ください!

生ゴミは、くいまるプロジェクト
専用容器に入れてください。



図 2-3-9 モデル回収実験で使用した分別表

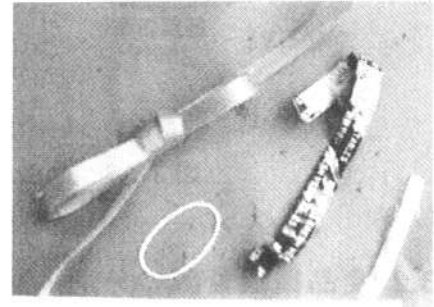
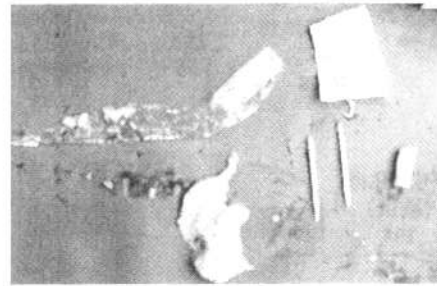


図 2-3-10 異物混入の例

3) 水切りの実施

水分の多い食品循環資源は重くなり、扱いにくいだけでなく、飼料化工程で余計なエネルギーもかかってしまうため、排出現場では水切りを行うのが望ましい。

スーパー8 店舗の回答によると、「ざるで水切りする」が5店舗、「洗い場に置かず、手でしぼる」が2店舗、「水切りしていない」が1店舗であった。簡易な方法で水切りをしている場合が多かった。



図 2-3-11 ざるを使った水切りの例 (那覇市内ホテル)

4) 回収容器について

回収容器の置き場所は、ほとんどが屋内の保管スペースを利用していた。回収容器は70リットルのバケツ(直径約50cm×高さ60cm)を使用したが、大きさや形については問題ないという回答が多かった。他の要望としては、「持ち運びしやすいキャスター付きのもの」という意見や「分別の種類ごと、用途ごとに使いたいので、容器を増やしてほしい」などという意見が複数の店舗から出された。



図 2-3-12 回収容器と回収作業の様子

5) 従業員教育について

従業員への啓発のために、月ごとの回収重量を教えてほしい、詳しい資料やポスターがほしい等という要望があり、若い従業員やアルバイト作業員などへの啓発のためにわかりやすい資料を望む声が多かった。

3.3.3 異物分離機器導入の効果

本研究におけるモデル回収実験で回収した食品循環資源の中にはコンビニエンスストアやスーパーなどの容器包装されている弁当やおにぎり類が混入していた。弁当類は、でんぷん類（ごはん）が多くを占め、飼料原料として栄養的に貴重な資源であるが、これらと容器包装類を分別するのに、多大な手間と時間を要していることが問題であった。

そこで、効率的な異物の除去と食品循環資源の利用拡大を図るため、異物分離機器を導入し、その効果を検証した。

1) 導入前の状況

① 弁当類の回収量

回収状況については、2名の回収作業員が2回／日で食品循環資源の回収を行っている。日量約 1,800～2,000kg のうち、容器包装されている弁当類は日量約 150kg（約 7.8%）である。

表 2-3-19 1ヶ月間における弁当類の回収量

	月	火	水	木	金	土	合計
7/22～	休み	120	120	210	170	265	885
7/28～	200	140	140	140	125	125	870
8/4～	220	180	120	0	190	100	810
8/11～	200	140	休み	200	130	120	790
8/18～	250	140	120	120	130	140	900

合計 4,255 (kg)

平均日量 151.96 (kg)

②異物分別作業状況

飼料化装置で乾燥工程を行った後の異物の除去は困難であるため、まずは排出事業所での分別を徹底することが望ましい。しかし完全な除去は困難なため、飼料化工程の前段階として、異物をチェックし分別する必要がある。弁当類の分別作業は、3人で30~40分かけてプラスチックなどの容器、米飯、おかずに分別する。これまで弁当容器の開封でカッターナイフを用いた為、危険性も伴っていた。分別した食品循環資源のうち米飯については飼料化の原料とし、おかずはさまざまな食材が混ざっているため堆肥化した。



図 2-3-13 賞味期限切れで回収された弁当類



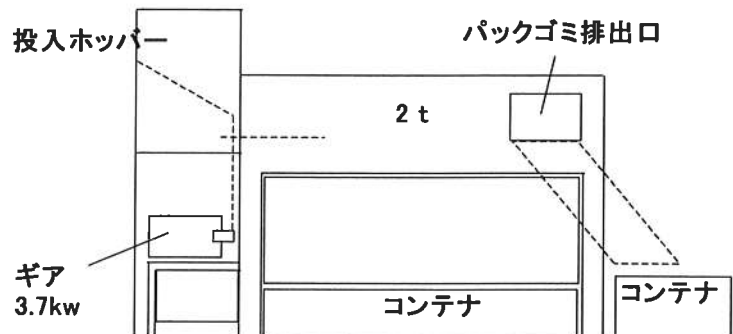
図 2-3-14 1つ1つの弁当類を分別している様子

2) 異物分離機器の概要

異物分離機器（株式会社 モキ製作所製）の概要を以下に示す。

表 2-3-20 異物分離機器の概要

型式	モータ 200v	毎時能力	縦×横×高さ	重量	投入サイズ
M372	3.7kw	2 t / 4 m ³	940×2130×1397cm	318kg	レジ袋、小箱



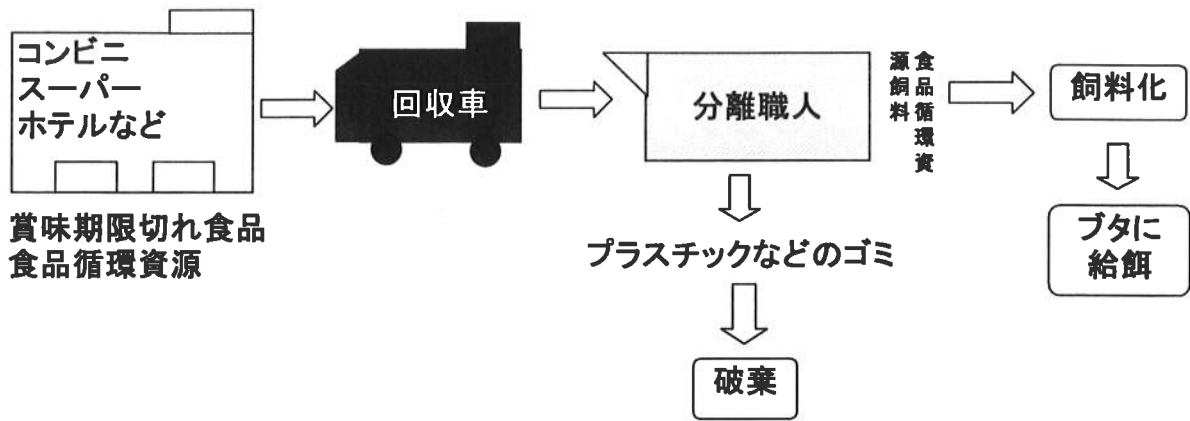


図 2-3-15 回収システムフロー図

②特徴

- ・ 分離精度 99.6%~99.9%。
- ・ 毎時 2t 処理可能

③用途

- ・ 期限切れ食品、残飯、調理くず等粉碎

表 2-3-21 弁当の分離状況例(分離精度 99.9%)

使用前	包装済み食品	14.65kg
使用後	食品内容物	12.50kg
	異物	0.01kg
	包装物	2.14kg

3) 分離実験の実施

投入ホッパーに弁当類を投入すると、遠心分離の要領で軽量の容器が送風で排出口からコンテナに運ばれる。食品循環資源は機内のメッシュ網を通して下部の食品循環資源用のコンテナに投入される。



図 2-3-16 分離機に惣菜を投入する様子

実験によると、ほとんどの異物が分離できたが、食品循環資源用のコンテナにプラスチック類などの一部の異物が混入した。要因としては食品循環資源を通過させるメッシュ網の直径が広がったこと、変形可能なラップ類が食品循環資源に押し出され混入したことがあげられる。このため、ラップなどは事前に取り外す作業が必要と考えられる。

しかし作業時間は 1 人で 30 分の作業に短縮された点は評価でき、食材が細かく攪拌されたことは資源化に要する時間も短縮されたと考えられる。作業後、分離機の翼やカバー

に食材が付着するための掃除時間を要しても、従来の手作業に比べると作業時間が大幅に短くなった事もわかった。

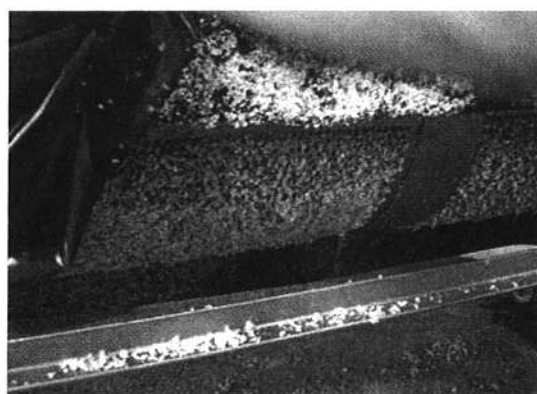


図 2-3-17 分離後の分離機の状況

(左：食品循環飼料コンテナ、中央：メッシュ部分、右：投入ホッパー)

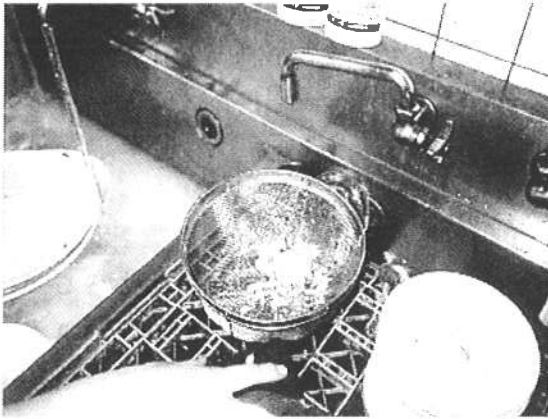
3.4 食品循環資源回収容器の開発

3.4.1 食品循環資源回収容器の現状

容器開発にあたり、食品リサイクルを行っている事業所の現況を調査した。横浜市では「はまぼく事業（食品循環資源飼料化事業）」と名付けた事業が進められており、その実績があるホテル、デパートの排出実態を調査した。また、東京都内で食品循環資源の分別排出・資源化を進めている大手スーパーの厨房現場の観察調査を行い、現在の使用状況と問題点の整理を行った。

〔調査対象〕 新横浜国際ホテル、横浜国際ホテル、横浜高島屋（以上横浜市）
イトーヨーカドー武蔵境店（東京都内）

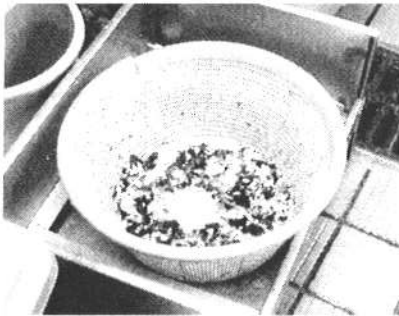
①新横浜国際ホテル、横浜国際ホテル



厨房の流しでは、食器を洗いながら、手元のざるで水切りを行い、流しの下ポリバケツに入れている。



わりばしやコーヒーミルクの容器などはポリ袋や段ボール箱、一斗缶などを利用して、狭い空間の中で分別している。

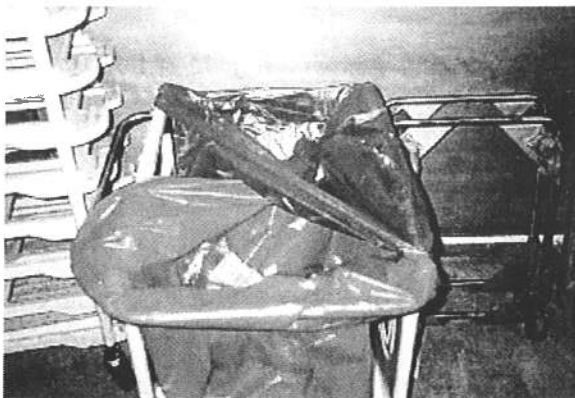


厨房では、床面にトレイを敷いて、その上にざるを乗せて水切りを行う。



ざるで水切り後、上のような保管容器（キャスター付、容量100リットル程度）に入れて、食品循環資源の保管スペースまで運搬する。

③ イトーヨーカドー



2色の袋をプラスチック容器に引っ掛けて分別（奥：食品循環資源、手前：プラスチック類）



レジ先で客が商品を入袋するスペースでも、2色の袋を入れた容器を置いて、各自に分別してもらう（奥：紙ごみと食品循環資源、手前：プラスチック類）

図 2-3-18 食品循環資源回収容器の現状

2) 排出場所ごとに求められる容器の特徴

① 宴会場等会場内

種類が多いのでワゴン等に種類の違う容器を複数個（2～4個程度）乗せて、会場内で分別しながら集められるものが良いと思われる。

② 厨房内容器

厨房の内部空間は、どこの事業所も、ギリギリいっぱいのタイトな作業空間であり、空間的余裕はほとんどない。そこで、流しの下部空間、横、等、に置ける大きさで（小さい）水分切りもできるタイプが望ましい。更に、シンクの中で汚水を捨てられるところでは上下分離型として、上部をシンクの中に置いて水分を切り、下部を床に置いて中身だけ入れる構造にすると効率は良くなるであろう。

3.4.2 回収容器に求められる機能及びデザイン

1) 容器開発に際して考慮すべき点

今後食品リサイクルを進める上で求められる回収容器とは、機能面（使い勝手）は当然のことながら、厨房などの排出源から回収業者の回収場所迄の全行程での作業動作のチェックを行い、より効率のよい容器およびシステムの改良等をめざさなければならない。

容器自体に求められることは基本的な機能面だけである。下表に考慮すべき項目を示す。

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">(1) 容量(2) 満杯時重量（主な食品循環資源の種類別）(3) 設置場所でのあり方、視認性、等(4) 洗浄性（洗しやすい、汚れが落ちやすい素材、等）(5) 容器自体の入手容易性(6) 価格 |
|--|

さらに大切なことは、容器の機能面だけでなく、「食品リサイクル」に対しての意義、効果、効用の理解を深め、心底意味が分かる情報発信を、各種道具が担うことである。（そのシンボルが回収容器である）

2) 「回収容器」と「分別容器」

ここまでは、容器を一括して回収容器としてきたが、厨房や宴会場などの発生元で一時的に分別・保管する容器と、回収のために用いる容器がある。両者が同一の容器である場合もあるが、排出源では素材別に分別するために小型の容器を複数設置し、それを回収用の容器に移すほうが、分別の徹底や回収の効率もよい。

回収容器はそのまま車に積み込む容器であり、密閉できることや積み卸しが容易なこと、車載しやすい形状であることなどが求められる。

また容器ごと回収するために、常に代替容器と入れ替える形になる。またハンドリング時の破損なども懸念される。したがって価格的にできるだけ安価なものが求められる。

3.4.3 食品循環資源回収容器の開発

食品循環資源を排出する事業所は、事業形態によって各種条件が微妙に異なり、厳密に分別作業を行うには現況の各現場に任せるのが一番よい。その上で共通の問題点の解決がどこ迄できるのかを検討課題とする。このような観点から共通する問題を3つあげる。

① 水分をどこで切るか。その汚水をどうするか。

② 排出物の特徴

横浜等での実態調査の結果、事業所のタイプ別に、発生する食品循環資源の種類や週間変動、季節変動などが明らかになっており、排出量がほぼ推測できる。

また、厨房など排出源から回収容器への移送も定期的に行われているので、厨房等の排出源では30～45リットルの範囲の容量で対応可能と思われる。また、厨房の狭いところでは少量(5～10リットル)の容器を設置して、小出しに何回も回収容器に空ける、という方法で対応できる。

③ 設置場所、空間の特徴

事業所の厨房空間は概して、必要機能ギリギリの極限空間のところが多い。実態調査では、その中で使用者の知恵と工夫により、この場ではこれしかないと言う解決法をあみ出し整然と行っているのは見事であった。

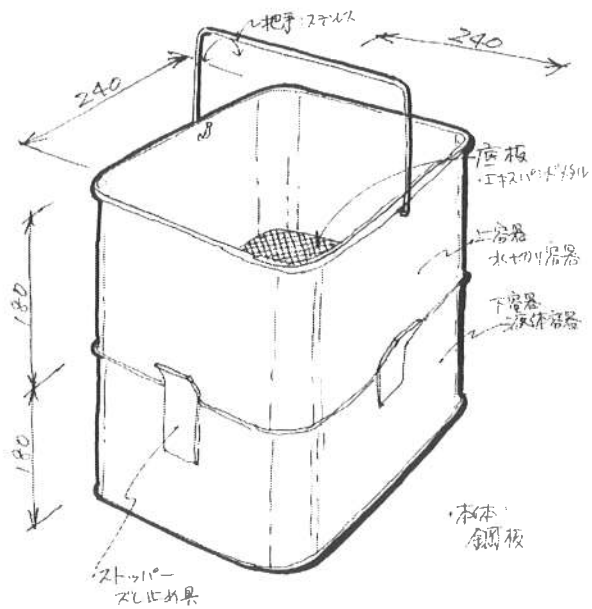
厨房での容器に関して共通して言えることは、現場にあわせて各自の工夫ができるような容器が求められていることである。すなわち、快適で美しい職場環境を作ろうと言う共通の思い(イメージ)と工夫(アイディア)を共有できるような容器が求められているといえる。

考え方として、①せまい厨房の中で邪魔にならず使いやすいこと、②食品循環資源を入れる⇒水分を切る⇒一杯になる⇒あける(食品循環資源を出す)、水分(捨てる)、という一連の動作がやりやすい大きさ、重さであることをふまえ、次図のような原形試作品を作り、使用実験を重ねて改良を行いながら、製品化をめざした。

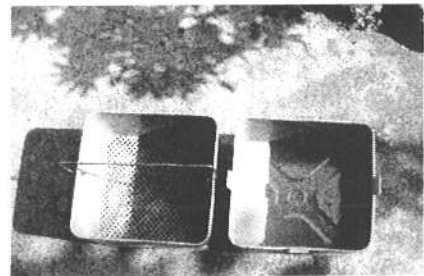
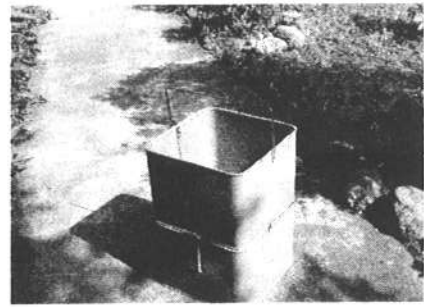
またコスト的な面からは、プラスチック成形品をあらたにつくることは膨大な費用がかかるため、既存の容器をベースに新たな機能を付加し、廉価で製品化できるものをめざすこととした。

上記の想定条件を前提として、試作品は以下の仕様とした。

- | |
|--|
| (1) 使用場所・・・厨房シンク(流し)周辺、中 |
| (2) 構造・・・上部下部二段重ね構造 |
| (3) 上部(底部エキスパンドメタル)―回収資源用(10リットル) |
| (4) 下部―水分受け(汚水)用(10リットル) |
| (5) 素材・・・スチール缶下地、
超速硬化ポリウレア樹脂コーティング |



構造図



容器試作品



製作風景

図 2-3-19 食品循環資源回収容器の構造図及び試作品

3.5 回収コストの分析

3.5.1 回収コストの試算

食品循環資源の回収に必要な経費を試算すると次頁のようになる。本プロジェクトでは実験的に回収を行ったために、ここから実際の経費を導くことはできないので、費用に関しては標準的な金額を用いた。人件費については国土交通省が公表している「公共事業設計労務単価基準額（2003年度（平成15年度）」を適用する。車両費については、標準的な2トントラックを新規購入したと仮定して、減価償却費、保険、維持管理費を積算した。

表 2-3-22 回収の必要経費の試算

1日稼働に必要な経費

	費用課目	月額	日額	算出根拠
人件費	給与	398,000	19,900	国土交通省公共事業設計労務単価基準額(2004年度(平成15年度)、沖縄県)より運転手(一般)を適用
	消耗品	4,000	200	作業服、安全靴、手袋、他
	※給与には基準内賃金、賞与、手当等を含む。			
	人件費計	402,000	20,100	
車両費	減価償却費	42,000	2,100	減価償却費 = (取得価格 - 残存価格) ÷ 償却年数 (2,800,000 - 280,000) ÷ 5年 = 504,000
	燃料費	16,000	800	軽油10ℓ × 80円/日
	保険	10,000	500	自賠責、任意保険
	税	700	35	重量税 8,400円/年
		1,000	50	自動車税 12,000円/年(2トン超3トン未満)
	点検、補修、車検	25,000	1,250	300,000円/年
	車両費計	94,700	4,735	
小計	496,700	24,835		
一般管理費	49,670	2,484		
合計	546,370	27,319		

試算の結果、1日当たりの経費は27,319円、1月あたりでは546,370円となる。ちなみに回収を2人で行うとすると、日額145,000円(月29万円)の人件費増となり、1か月の経費は約86万円となり、事業採算という観点からは条件が厳しくなる。

モデル回収実験の期間中は、2台の車が回収に当たり、回収量はおおむね2トン前後であった。作業時間は7時から4時まで(回収から搬入まで)で、休憩を除いておおむね1日8時間稼働である。時期、曜日によって排出量が異なるため、回収は1台で行う場合もあれば2台で行う場合もあった。下記に作業ローテーションの一例を示す。

1日の作業ローテーション

- 7:00～ 出社、車両点検、出発
- ～10:00 第1回目の回収を行い、搬入
- ～11:00 内容物の点検、異物除去作業、洗車
- ～15:00 第2回目の回収を行い、搬入
- ～16:00 内容物の点検、異物除去作業、洗車、作業終了

※時期、曜日によって異なるが、もっとも多い排出量の時期のローテーション

回収箇所が増えて回収効率がアップすれば、1台当たりの回収量は増加するものと考えられる。定量的に推計することは困難だが、実際の作業状況から1日の回収量は実験の2倍から3倍まで可能であると思われる。

1日あたりの回収コストを27,000円、1日あたりの回収量を3トン～4トンと仮定すると、キログラムあたりの回収コストは9円から6.8円となる。

回収コストにかかる変動費の割合は燃料費程度で、ほとんどコストには影響しないため、回収量を増やすことがコスト低減に直結することになる。

3.5.2 アンケート結果に基づく回収費用の分析

上記3.2で実施した排出事業者アンケートでは、食品循環資源のおよその発生量と回収費用についての設問を行った。

回収費用については、すべて月額で回答しており、排出事業者にとってはキログラム当たりのコストで把握しておらず、費用の設定根拠がわかりにくいという状況もうかがえる。

ここでは、発生量と月額の回収費用の回答結果に基づき、キログラム当たりの回収費用を試算してみた。以下の表に処理方法別の費用単価を示す。

養豚農家の回収に出す場合は、平均36.6円/kg、分別し業者が再資源化している場合は平均22.4円/kg、焼却処理している場合は50.8円/kgとなった。焼却処理の場合、極端に高いサンプル1を除くと、平均34.6円/kgとなった。

このことから、食品循環資源の回収料金として、1kg当たり20円～30円程度までであれば、現状のごみの回収費用とほぼ同等であると考えられる。現状では、半数がそれ以上の費用を支払っており、それより安いコストを提示できれば、排出事業者にとっても十分メリットが多いといえる。

表 2-3-23 アンケート結果による回収費用の算出

サンプル	養豚業者	分別し業者が資源化	(単位:円/kg)	
			焼却	
1	115.7	26.0	229.2	
2	35.1	18.8	79.9	
3	26.0		72.9	
4	3.6		52.1	
5	2.3		49.1	
6			39.1	
7			26.0	
8			20.8	
9			19.0	
10			11.6	
11			5.8	
12			4.5	
合計	182.8	44.8	609.9	
平均	36.6	22.4	50.8	
			34.6	←サンプル1を除いた平均

(注) 食品循環資源の発生量(日量)と月額の回収費用の回答結果に基づき算出

3.6 回収マニュアル案の検討

3.6.1 排出源での分別方法

1) 分別の種類

付加価値の高い再生飼料を製造するためには、食品素材別に分別回収することが不可欠である。レシピに応じて組成調整を行う必要上、できるだけ種類ごとに分別することとする。

分別の基本的な類型は、下記の通りとする。

表 2-3-24 食品循環資源の類型

①野菜	果物類を含む植物性の食材全般。海藻類も含む。
②ごはん・パン・麺類	原則としてそれぞれ分けることとする。ただし量が少ない場合はでんぷん質のものは一括してまとめる。
③魚類（魚腸骨）と肉類	肉の骨は不可。揚げ物など油分の多いものは避ける。
④その他	弁当、惣菜など素材別に分別できないもの。
⑤飼料不適物	天カスなど油分の多いものは飼料として適さない。

「調理くず」と「食べ残し」は分ける方が望ましい。食べ残しについてはごはん、パン、麺類、惣菜類とに分けることを原則とし、惣菜類もできるだけ上記の分類にしたがって分別する。

汁物、スープ類は、固形分だけを分別し、水分ができるだけ混入しないように配慮する。

2) 異物の混入防止

排出現場では、食品循環資源を「生ごみ」ではなく「飼料原料」として認識してもらうことが重要である。混入しやすい異物としては、箸、ようじ、たばこ、ビニール・プラスチック片などがあるが、異物の混入防止を徹底して訴えることが、飼料原料としての認識を高めることにもつながる。

異物混入を防止するためには下記のようなことに配慮する必要がある。

①分別ルール統一

排出源ごとにルールが異ならないように、混入してはならないもの、分別から回収までの取り扱いルールを統一すること。

②従業員教育

従業員教育を徹底すること。そのためには飼料の加工現場や養豚場の見学なども有効である。

③管理者の設置

現場ごとに管理者または責任者を明確にすること。さらに全体の責任者が各現場をチェックするような体制を整えることが望ましい。

年 月 日

食品残さ異物混入連絡書

〇〇〇店様

下記の日時に回収した生ごみの中に異物が混入されていました。

1. 回収日時：10月 日（月曜日） 午前7時30分
 2. 混入物：PPバンドその他多数
 3. 回収担当：〇〇 〇〇

今後は徹底した分別をお願いします。

お問い合わせ先：くいまーるプロジェクト
 事務局：NPO法人エコ・ビジョン沖縄




図 2-3-20 モデル実験中の異物混入連絡書

3) 適切な容器の使い方

分別から回収までの流れにおいて、容器の使い方がポイントとなる。以下にその要点をまとめる。

①発生源で一時的に保管する容器と回収する容器を分けること

厨房で使用する容器はあまり大型ではなく、小型の水切り機能がついた容器を用い、その容器から回収用の別の容器に移す。厨房で使用する容器は鍋やざるなどと同様の「調理器具」のひとつとして認識してもらうことが必要である。
 また小型の一時保管容器を用いることによって、異物の除去も容易になる。

②回収容器は廃棄物とは別の容器を使用すること。

できればごみとして処分するものの容器と、設置場所や形状を明確に分けることが望ましい。そのことによって「飼料原料」としての意識が高まる。

③排出源が複数に渡る場合は各回収容器に排出源を明記して責任の所在をあきらかにすること。

ホテル等で宴会厨房、レストランなど排出源が複数に渡る場合には、回収容器も別々にして排出者がわかるようにしておく。責任の所在を明確にしておくことで、問題が生じた場合でも現場に情報がフィードバックできる。



図 2-3-21 用途別に分けられた回収容器の例
(左：日配品専用、右：青果専用－横浜市スーパーにて)

④水切りを徹底すること

特に食べ残しについては水分が多くなると扱いが困難になるため、一時保管容器に投入する前にあらかじめ水切りを行うとともに、容器保管中に出てくる水分を減少させるために一時保管容器にも水切り機能を持たせることが望ましい。例えば容器の底にざるを置くなどの方法が考えられる。

⑤冷暗所に保管すること

回収容器はできれば保冷庫に保管することが望ましい。そのような場所がない場合は空調の効いた場所または冷暗所に保管し、鼠族害虫が容器に進入しないように密閉すること。

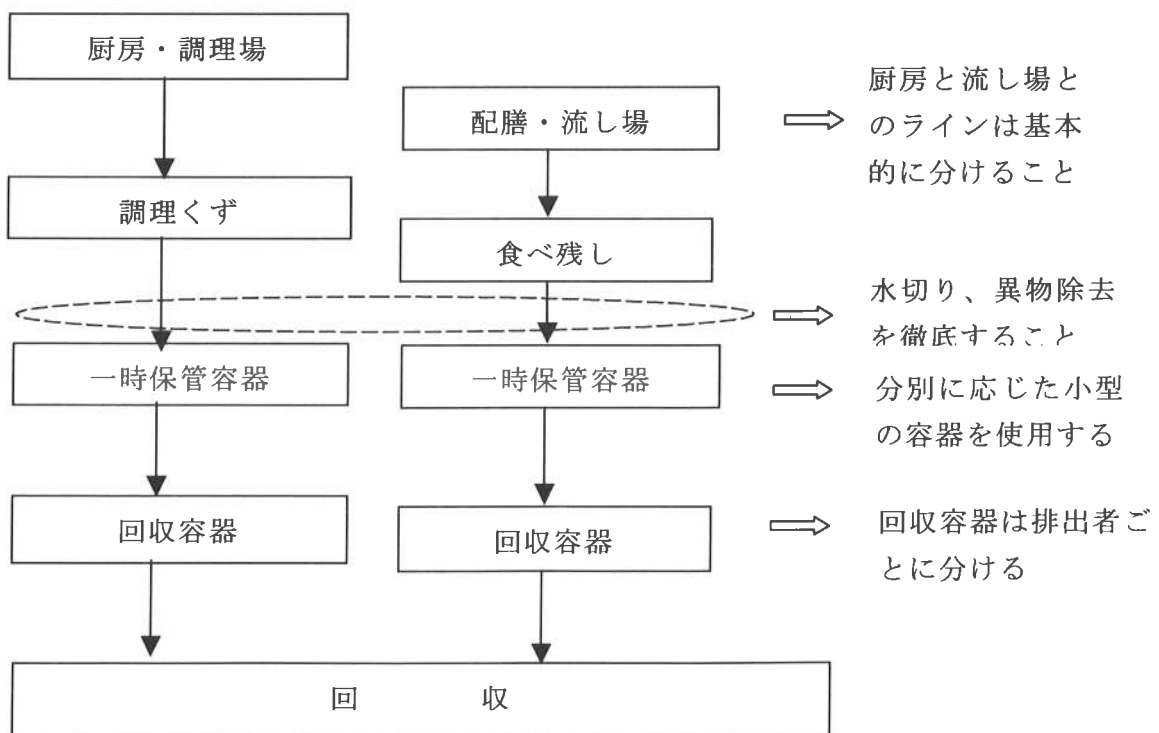


図 2-3-22 分別から回収までの流れとポイント

4) 回収

回収は原則として毎日行うことが望ましいが、毎日回収できない場合は、保冷庫での保管等、腐敗しないように保管に配慮することが重要である。

回収は回収用の容器をそのまま積み込むものとし、容器を空けて内容物だけを回収することはしない。異物の混入や分別状況をチェックし、現場に情報をフィードバックさせるためである。

車両は一般には平ボデー車を用いるが、横浜市の例では保冷車を用いることで資源の劣化防止とイメージアップを図っている。

回収にあたっては「ごみの収集」と明確に区別できるように、作業服や車両の意匠の工夫なども必要である。食品循環資源は有用な「資源」ということを認識させるためには、このようなイメージ戦略を検討していく必要がある。



図 2-3-23 保冷車による収集の例（横浜市）

4. 事業化に向けた取り組み

4.1 市場動向

4.1.1 飼料化装置の市場動向

飼料化装置は、現在ではまだ一つの市場として確立されてはおらず、業務用生ごみ処理機の1つのタイプとして位置づけられる。生ごみ処理機メーカーはおよそ200社あるといわれている。

業務用生ごみ処理機の市場は、90年代以降、新規メーカーの相次ぐ参入で活況を呈してきた。90年代後半からは、ダイオキシン問題により焼却回避の動きが高まったことと、ISO14001の取得と合わせて生ごみ対策に取り組む企業が増えたことで、民間企業が処理機を導入する動きも広まってきた。2000年（平成12年）以降は、食品リサイクル法の成立・施行が、この傾向に拍車をかけることとなった。

生ごみ処理機のタイプとしては、①高速発酵型（コンポスト型）、②乾燥型、③減容・消滅型、④炭化型、に分けられる。このうち①と②が飼料化装置にも該当する。

そこで、生ごみ処理機メーカーを対象に、アンケート調査を行い、飼料化装置の市場動向を探った。

〔アンケート概要〕

- ・実施時期 2003年（平成15年）11～12月
 - ・対象 生ごみ処理機メーカー233社（発酵型および乾燥型を対象）
 - ・回答数 39社（回答率16.7%）
- ※なおヒアリングで得られた回答もあるため、以下はそれを合わせて示す。

1) 飼料化の実績

回答のあった43社のうち、「飼料化可能な装置である」と回答していたのが22社（51%）であったが、飼料化の導入事例があるものは11社（26%）であった。

メーカーでは堆肥化と飼料化のいずれも可能であるとうたっている場合が多いが、飼料として使うノウハウや需要先が確保できていないのが現状のようである。

表 2-4-1 生ごみ処理機メーカーの飼料化の実績

	回答数	割合
回答総数	43	100%
うち飼料化可能装置	22	51%
うち飼料化事例あり	11	26%
導入家畜（豚）	5	
（牛）	4	
（鳥）	5	
（魚）	2	
（ほか）	1	

（注）導入家畜は複数回答あり

2) 装置のタイプ別の動向

①温風乾燥型

6社からの回答があったが、いずれも飼料化の事例はなかった。乾燥方式としては、熱風乾燥が主流で、ほかに電子レンジ乾燥方式、間熱乾燥方式があった。処理能力は10kg～300トン、処理時間も1時間から24時間と幅があった。

価格は、100～200kgタイプで200万円～800万円程度であった。

②真空乾燥型

3社からの回答があった。うち1社は養豚農家との開発で2003年（平成15年）12月に完成した装置で、神奈川県農家で実証試験中のものである。真空乾燥型は、いずれも悪臭の発生がないことを大きなメリットとして打ち出していた。

価格は50kgタイプでも900万円程度となっており、温風乾燥方式と比べるとやや高い価格帯のようであった。

③発酵乾燥型

10社からの回答があり、飼料化の事例は6社と最も多かった。うち3社に豚への給与事例があった。処理能力は15kg～5,000kgまでさまざまであった。処理時間は、発酵処理のため、20時間以上のものが多かったが、中には4時間程度のところもある。

価格は、幅はあるが、最も安いものが1,000kgタイプで300万円であった。これは1955年（昭和30年）頃から畜産業者向けの飼料肥料製造機を扱い、これまで900台以上も納入しているメーカーである。独自の販売戦略をもっており、飼料化装置もかなりコストダウンを図っているため、飼料化装置販売のパイオニア的存在である。

④その他

その他の方式による3社からの回答があった。1社は油温脱水方式（天ぷら方式）のもので、札幌市リサイクルセンターで稼働している。1社はボイル乾燥装置メーカーであり、横浜市などで実績がある。あとの1社は高温攪拌による回転熱により乾燥させるものだが、コンポスト機器として販売されている。

設置主体別に装置の設置形態を整理すると以下ようになる。処理業者等が設置する場合は、大型のプラントでの処理が前提になり、畜産農家等で導入されている場合は、発酵乾燥方式が圧倒的に多く、ほかに真空乾燥方式の事例がある。

表 2-4-2 設置主体別飼料化装置の設置形態

設置主体別	装置サイズ	臭気や騒音対策	機械稼働率	設置事例
発生源（ホテル等）	小	設置場所によるが脱臭装置や振動対策が重要	小	少ない ホテルのセントラルキッチンに一次的な乾燥装置を置く事例あり
中間処理（処理業者等）	大	設置場所によるが、発生源への設置よりも簡便	大	油温脱水方式（札幌市）、熱風乾燥方式（鶴岡市）、ボイル乾燥方式（横浜）、発酵乾燥（岩手）など
利用者（畜産農家等）	小	設置場所によるが簡便	小	発酵乾燥方式（複数事例）、真空乾燥方式（伊勢原市）

このうち、販売実績が多いM社と、養豚農家のニーズをふまえて開発されたT社の装置の状況が、本研究における開発装置の販売戦略を検討する上での参考になると考えられる。以下に、2社の飼料化装置の概要を示す。

表 2-4-3 畜産農家向けの飼料化装置の例

	M社	T社
方式	<p>温風で発酵適応状態（水分 40～60％）に設定し、ミノラーゼ（酵母菌・有用系糸状菌等）を添加した後、別の発酵槽で 2～3 日発酵させる</p> 	<p>真空乾燥（80℃で加熱殺菌後、減圧し、36 時間かけて低温発酵）</p> 
処理能力	300kg、500kg、1,000kg	500kg、1,000kg、3,000kg
処理時間	2～4 h（乾燥のみの時間）	24～36 h
サイズ	300kg タイプで、2500（幅）×950（奥行）×1500（高さ）mm	直径 1.7m のドラム内蔵
熱源	灯油（1.8 リットル/時間）	灯油または電気
運転コスト		10～12 円/kg
価格	134 万円（300 kg）、196 万円（500 kg） 310 万円（1,000 kg）	装置製作実費 750 万円（販売価格はこれ以上になる予定）
導入事例	豚用 100 事例、鳥用 100 事例、牛用 50 事例、他ダチョウ・うずら等	伊勢原市養豚農家等で試用中（2号機が稼働）。ほか食品工場等に納入予定。
特徴	ユーザーは畜産農家が多い	養豚農家との共同開発により 2003 年（平成 15 年）12 月に飼料化装置を発表した。農業用機械などを製造する鉄工メーカーとして実績がある。

生ごみ処理機メーカーへのアンケート結果を次頁に示す。

表2-4-4 生ごみ処理機メーカーアンケート結果等による飼料化機器の内容

*アンケートは15年11-12月に実施。送付数233、回答数39(回答率16.7%)。うち飼料化可能と回答したものが22件、飼料化事例があるものが11件

	社名	技術方式	処理能力 (1バッチ)	処理時間	サイズ	熱源	ランニング コスト	環境対策	価格	導入事例
温風乾燥方式	アイワ産業(株)	熱風乾燥式(衝撃破砕装置付)	100kg	4~6h	—	—	—	—	450~500万円	なし
	シルバー精工(株)	電子レンジ乾燥方式	10kg(20リットル)	1.5~2h	624(幅)×679(奥行)×921(高さ)mm	電気	11円/kg	—	250万円	なし
	黒崎播磨(株)	間熱加熱による乾燥	7000リットル	20h	—	熱媒油	—	—	8000万円	不明 *魚あら専用処理機
	(株)ソニック	ヒーター乾燥方式(90℃)	最大80kg	最長24h	713(幅)×716(奥行)×1527(高さ)mm	電気	—	—	200万円	なし
	(株)ニューセンチュリーモア	流動乾燥粉碎方式(熱気流温風乾燥)	50kg 300tまであり	1時間	—	重油、LPG、 廃油	—	酸化脱臭	4000万円	なし
	(株)フジモトポルコン	熱風乾燥(破砕貯留ホッパー付き、チェーンによる打撃で破砕する)	200kg	6h 4h 2h	—	灯油または ガス	—	—	800万円 1000万円 1300万円	なし
真空乾燥方式	(株)モリタバイオ*	真空状態で、蒸気を槽外周のスチームジャケットおよび槽内部のディスクプレートに供給、攪拌・加熱を行う(60℃)。	100kg~1t	5~8h	200kgタイプで、700(内径)×1350(長さ)mm	重油	5円/kg (900kg/日の場合)	真空乾燥のため悪臭なし	1245万円(900kg/日システム一式)	—
	阪神内燃機工業(株)	真空乾燥方式	50リットル 150リットル	8~12h 20~24h	50kgタイプで、1000(幅)×750(奥行)×1120(高さ)mm	電気	—	真空乾燥のため悪臭なし	500万円 900万円	鳥用1事例
	(有)タカラベ鉄工(平塚市)* 注:養豚農家との共同開発(2003.12発表)	真空乾燥(80℃で加熱殺菌後、減圧し、36時間かけて低温発酵)	500kg 1000kg 3000kg	36h	直径1.7mのドラム内蔵	灯油または 電気	10~12円/kg	密閉ドラムなので、臭気もれにくい	装置製作実費750万円(販売価格はこれ以上になる予定)	・伊勢原市養豚農家等で試用中(2号機が稼働)
発酵乾燥方式	(株)愛和	SDM菌による発酵処理	100kg	16h	—	電気	—	—	800万円	なし
	エキカコーポレーション(株)	酵素発酵処理	2t	20h	—	スチーム	—	—	3500万円	牛、魚用飼料 *おから、肉、魚など単体処理
	オグラ金属(株)	土壌改良菌を利用した発酵方式	15kg/日 30kg/日 50kg/日	24h	—	電気	—	—	410万円 450万円 490万円	なし
	キヨモトバイオ(株)	・加圧分解乾燥方式 ・パチルス菌による発酵乾燥方式	300~12400リットル	6~20h	—	ボイラー	—	—	1000万円~1億円	・鳥用(生ごみで実証中・宮崎県) ・魚あらを養殖用飼料化
	霧島高原ビール(株)	麹菌(河内菌)による発酵乾燥(45℃)	1~20t	24h	—	なし	10~25円/kg	—	4000万円~1.5億円	豚用3事例(鹿児島空港等)、鳥用5事例、牛用多数
	(株)ジオテック	菌体による分解	50kg	3~4h	—	熱媒油	—	—	486万円	なし
	ニューロン興業(株)	自社開発のブレンド菌「マイクロリープ21」(21種類のバクテリア)での発酵乾燥処理 50~70℃の外壁加熱	30~5000kg	7~20日	7.5×3×3.2m、5層構造	電気	プラント受入 料金15~25 円/kg	密閉構造と、吸着力の強い「泥岩」を使った脱臭装置を使用	600万円~6900万円	・仙台市にプラント設置(25t/日)(子会社(有)ニューロン)、豚の成育実験中 ・三重県(鳥用)
	みのり産業(有)	温風で発酵適応状態(水分40~60%)に設定し、ミノラーゼ(酵母菌・有用系糸状菌等)を添加した後、別の発酵槽で2~3日発酵させる	300kg 500kg 1000kg	2~4h	300kgタイプで、2500(幅)×950(奥行)×1500(高さ)mm	灯油	—	—	134万円 196万円 310万円	豚用100事例、鳥用100事例、牛用50事例、他ダチョウ・うずら等 *ユーザーは畜産農家が多い
	菱興産業(株)	外熱と温風により、含水率50~60%に乾燥と粉碎(2~3mm)を行い、発酵槽で微生物により4日間発酵させる	500kg 1000kg 1500kg	5h 6h 8h	—	重油	—	—	1200万円 1600万円 2000万円	・現在は畜糞に20%混ぜた堆肥化 ・昭和50年代には、豚100事例、鳥10事例、牛10事例あり
	国分農場(有)(福島県)*	酵母発酵の発酵熱を利用して乾燥(30℃~70℃に自動調整)。	容量3、6、10、20m ³	24h	—	電気、(バーナー付)	—	—	600万円(300kgタイプ)	・牛用飼料事例あり(あだたら高原酵母牛)
その他	シブヤマシナリー(株)	油温減圧乾燥方式(天ぶら方式)	最大10t	100分	装置容量0.25~20立米	スチーム	12~20円/kg	—	約15億円	・札幌市リサイクルセンター(魚用飼料) ・東京都スーパーエコタウン(予定)
	(株)イーエスアイ*	高温攪拌による熱により乾燥させる(100℃、90分)。処理後の含水率は50~60%。取り出してから乳酸菌を混ぜて、ビニール袋で密閉する。	500kg 200kg 100kg	90分	200kgタイプで、2100(幅)×1750(奥行)×2500(高さ)mm	電気	—	高温処理のため腐敗臭なし	1800万円 990万円 780万円	・牛への給与事例があるが、BSE等の動きにより公にしていない。 ・現在はコンポスト型機器として販売
	(株)オカドラ*	下部のフィンにより連続的に掻き上げながら、蒸気による間熱乾燥を行う(ボイル乾燥)。高温殺菌、脱脂機を付加したプラントもあり。	500kg他多数	1h	500kgタイプで、650(直径)×800(高さ)mm	電気	4~5円/kg	ボイル乾燥で乾燥物の組織が破壊されるため、悪臭の発生なし	?	・乾燥機として、食品加工業などに販売実績多数だが、飼料化の有無は不明 ・プラントとして、横浜市有機リサイクル協同組合の事例あり(豚用飼料として15~18円/kgで販売)

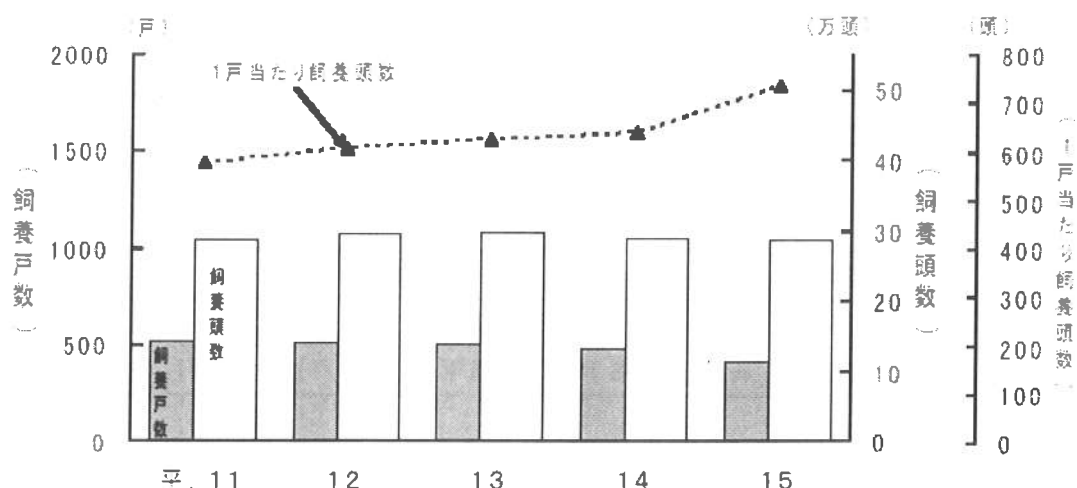
(注)社名に*印があるものはアンケート回答がなくヒアリングまたは文献調査によるもの。網掛けは養豚用飼料の事例があるもの。

4.1.2 県内養豚農家の動向

1) 飼養戸数および飼養頭数

2003年(平成15年)の沖縄県内の豚の飼養戸数は410戸で、前年に比べて70戸(14.6%)減少した。これは、飼養者の高齢化、後継者不足、環境問題等から小規模の飼養者層を中心に廃業があったことによるものである。

同じく飼養頭数は28万9,700頭で、前年に比べて2,200頭(0.8%)減少した。1戸当たりの飼養頭数は、前年に比べて98.5頭(16.2%)増加し、706.6頭となっている。家族経営のような小規模農家が廃業し、企業的経営の大規模農家が増える傾向にある。全国平均(2002年)の961.2頭と比べると、沖縄県では比較的小規模な農家が多いようである。

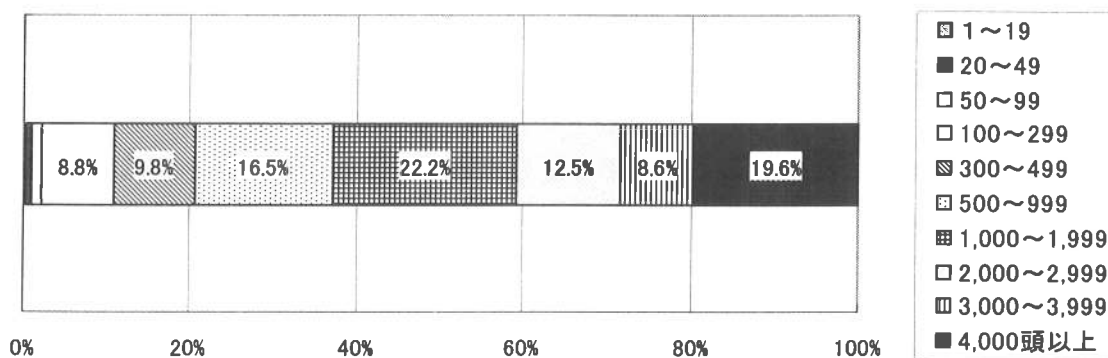


出所：家畜の飼養動向(沖縄県総合事務局農林水産部)

図 2-4-1 豚の飼養戸数・頭数の推移(沖縄県)

2) 飼養規模

飼養規模を見ると、1,000~1,999頭規模が22.2%と最も多いが、4,000頭以上の大規模農家も19.6%を占めている。



出所：2002年(平成14年)12月末家畜・家きん等の飼養状況調査結果(沖縄県農林水産部畜産課)

図 2-4-2 豚の飼養規模(沖縄県・2002年(平成14年)12月末)

3) 経営形態

一貫経営が全体の46%、肥育経営が28%である。県内は全国と比較して、一貫経営の割

合が少なく、肥育経営が多い。

表 2-4-5 養豚農家の経営形態（2003 年（平成 15 年））

	子取り経営	肥育経営	一貫経営	計
沖縄県（戸）	106	112	189	407
（割合）	26.0%	27.5%	46.5%	100%
全国（戸）	1,780	1,280	6,730	9,780
（割合%）	18.2%	13.1%	68.8%	100%

出所：2003 年（平成 15 年）畜産経営の動向（社団法人中央畜産会）および沖縄県畜産課データ

4) 養豚場の多い市町村

都市化に伴う公害問題などから、大規模な農場が北部に移転している。離島は、石垣島などは残っている養豚農家が少ない。

表 2-4-6 養豚場の多い市町村

北 部	名護市（37 戸）、金武町（17 戸）
中 部	具志川市（35 戸）、勝連町（20 戸）、沖縄市（19 戸）
南 部	糸満市（35 戸）、東風平町（24 戸）、大里村（22 戸）

5) 食品循環資源利用の現状

30～40 年前は、自分の家から出る残飯を養豚に利用しており、その延長上で残飯養豚が行われていた。多くは都市近郊型の小規模農家で、トラックにドラム缶を積んで回収に行き、自家配合するが多かった。対象は大手のレストランやホテル、学校給食、パン工場などである。

残飯養豚による肉は「水豚」（しまりのない豚）と言われ、食肉センターで価格がたたかれることや、悪臭の問題、回収作業が重労働であることなどから、残飯養豚は激減してきた。県の調査によると、現在約 400 戸のうち 164 戸が食品循環資源を利用している。残飯養豚による肉質改善を促すため、県では 2000 年（平成 12 年）～2001 年度（平成 13 年度）に、「飼いなおし（出荷前の約 1 ヶ月間は配合飼料を給餌）」を指導する講習会を実施している。

最近では、大規模化する農家が多く、効率を優先することから、手間のかかる自家配合は敬遠される傾向にある。自家配合をしており、飼料安全法に基づく飼料製造業者の届出をしている農家は県内で 2 軒ある。

〔食品循環資源利用に関する調査結果～沖縄県農林水産部畜産課ヒアリングより〕

- ・出荷 43 万 8 千頭のうち 2 万 6 千頭が食品循環資源を利用（約 6%）。
- ・戸数では、約 400 戸のうち 164 戸（北部 21、中部 98、南部 45）が食品循環資源を利用。
- ・使用されている食品循環資源は、豆腐かすやビールかすが多い。
- ・回収方法は、農家が排出先に取りに行き、無償で引き取っている場合が多い。

6) 残飯養豚による肉質と価格について

残飯養豚の肉はゆるくなり、脂がかたまらない（軟脂豚）。肉はスライサーにかからなくなるため、評価が落ちることになる。このため、残飯養豚の豚肉は、テーブルミートとしては販売できず、チルドのミンチ肉に処理されて冷凍食品などに加工され販売されている。

2000年（平成12年）から、残飯養豚の肉の価格が買ったたかれ、1kg250円に決められてしまった経緯がある（上物では400円前後の値がつく）。輸入物の台頭も背景にある。

7) 再生飼料の流通に向けての考え方

食品循環資源を利用した飼料の場合、重要なのは、①取り扱いの良さ（保存性）、②品質の安定、③価格である。農家にとっては、生き残れるかというのが最大の問題なので、コストが重要視されるだろう。

再生飼料を流通にのせるためには、水分率を落とし、日持ちさせることが必要になる（カビの発生等がないように）。さらに、仕上がりが一定であり、品質が保証されていることが重要である。

配合飼料のように、品質チェックを年何回か行い、安全性を強調していくべきである。食の安全性という観点から、トレーサビリティを確保することも大事である。

再生飼料の利用を拡大するとすれば、中小規模の自家配合を実施している農家が対象となるだろう。自家配合の大きな目的は、飼料単価をおさえることであるが、一方で栄養価の知識が必要となる。配合飼料は栄養が保証されており、何も考えなくても一定レベルに肥育できることがメリットになっている。

飼料工場でブレンド飼料をつくっているのだから、再生飼料の栄養が保証されれば、飼料工場に売りこむことも可能かもしれない。

単に再生飼料というだけでなく、環境負荷を減らすなどのメリットを打ち出していくのが良い。資源循環をめざすためには、コストメリットだけでなく、使い捨て社会からの脱却をPRし、運動的に展開した方がよい。消費者の理解を求めることも必要。そのためコーディネートする人が必要である。

（（社）沖縄県畜産会のヒアリングによる）

4.1.3 県内豚肉市場の動向

再生飼料豚の需要拡大の前提として、当面の需要先と想定している県内豚肉市場の状況を調査し、販売戦略検討に必要な諸情報を収集・整理した。またその上で再生飼料による豚肉を販売する上での戦略上重要な点をまとめた。

【調査の方法】

ウェブ検索や県農林水産部、県畜産会資料による文献調査を前提に、県経済連沖縄県食肉センター（大里村）や県内養豚農家に対してヒアリングを行った。

【市場規模】

県畜産課によると、と畜頭数は2002年度（平成14年度）39万8,800頭、出荷量は頭数

ベースで 40 万 4,400 頭、重量で約 4,000 t（うち本島約 2,000 t）である。

前年度比で、と畜数で 5.2%、出荷量は頭数ベースで 6.2%の減少となっている。最近 5 年間減少傾向は続いている。全国的に B S E への警戒感から消費者に牛肉から豚肉へのシフトが存在するが、食肉の需要そのものが減少傾向にあり、今後市場における商品間の競争は、より高まる可能性がある。

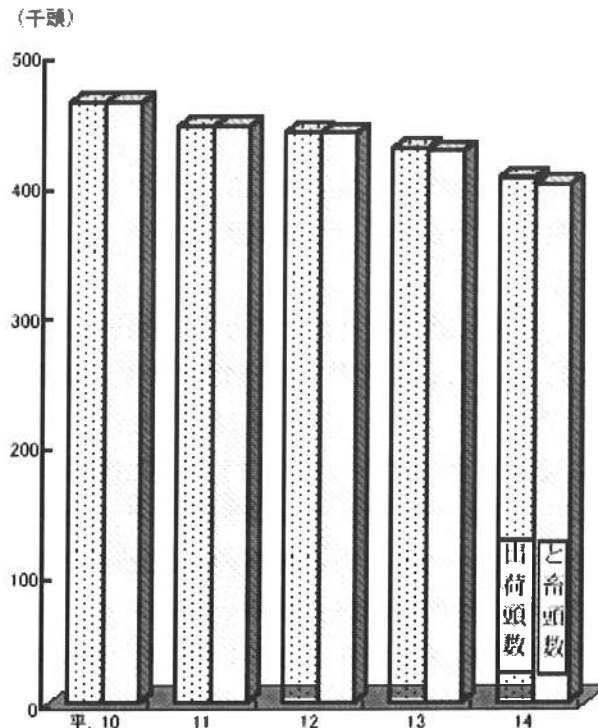


図 2-4-3 豚の出荷頭数及びと畜頭数の推移

【流通ルート】

県内豚肉市場の流通機構は中南部と北部で異なる。

南部は県経済連が豚を養豚農家から買い上げ、系列の株式会社沖縄県食肉センターが屠畜、解体及び部分肉にカット加工して販売している。

北部では卸業者が豚を集め、名護市の食肉センター（市が公設し、北部食肉処理協業組合が運営）に委託屠畜して、引き取り流通にのせる形である。

本土の屠畜業務、公開市場の運營業務、運営枝肉を取り扱う荷受業務等のように食肉市場が業態分化していない。市場に入荷し枝肉をせり落とすプロセスが存在しない点が特徴である。

より川下の流通ルートに関しては、(株)沖縄県食肉センターへのヒアリングで得られた同センターの状況を以下記述して参考に供する。

本島中南部における豚肉の流通状況

- ・解体後、枝肉または部分肉として流通していくが、割合は半々程度。
- ・当食肉センターからの豚肉の流通ルートは以下の 3 つに大別される。

1) 量販店（数量比 40%、以下同）：4 社

うち3社は直販、1社は代理店を通してている。

2) 精肉店 (20%) : 約 15 店

大手の精肉店や公設市場で出店している業者である。上位3社で10%を占める。枝肉で流すことが多く1ロット各5~10頭単位で出荷する。

3) 卸業者 (40%) : 4 社

ほぼ寡占的である。丸市ミートは精肉店ルートに強く、琉美豚 (ジャスコ)、寿豚、かりゆし豚等のブランド豚を扱っている。琉球ミートは料飲店・ホテルなど業務用ルートに強い。

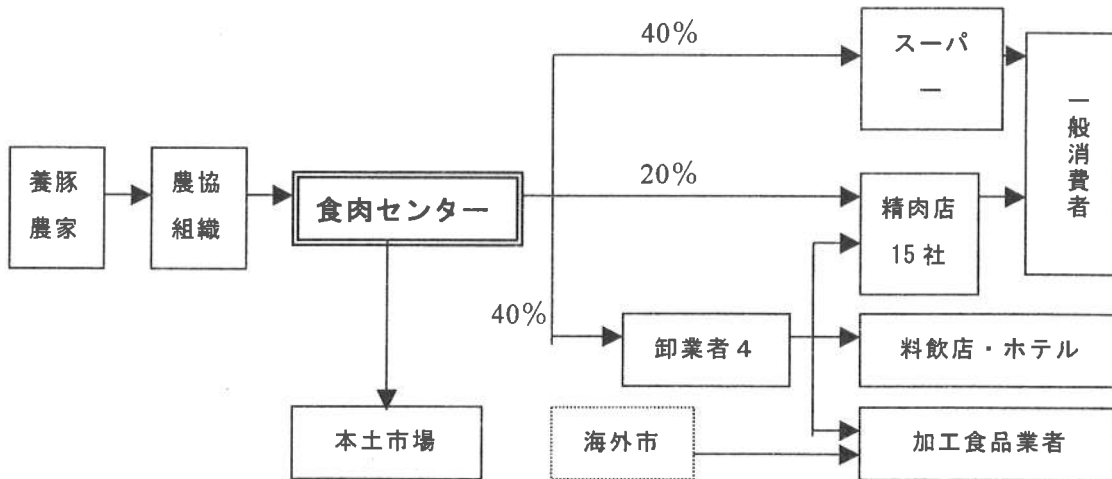


図 2-4-4 本島中南部の豚肉流通ルート

再生飼料豚の拡販を行うためには、養豚農家と共に、消費市場でのイニシアティブを持つスーパーや卸売業者との提携関係の構築も重要な課題となる。

- ・ しまりのある豚肉は本土に移出され、しまりのないものはフローズン (冷凍食品) になる。(本土移出は、月 180~200 頭)
- ・ 加工食品 (ハム、ソーセージ) 向けは県の豚肉市場からみて数%程度で、卸業者を通じて流通している。レトルト食品のらふてーなどは、殆どがデンマーク産の豚肉を使用している。県産肉ではコストが合わない。

【価格決定】

せり方式ではなく、関東市場の平均価格 (皮はぎ枝肉) を基準に値決めする方式をとっている。価格は食肉センター段階では肉付きを基準にした既存規格により等級分けされる。

【嗜好上の特徴】

沖縄県の特徴として、部位別で見るとバラ肉、ロースが好まれる。反面モモ、ウデは相対的に需要が少なく、枝肉を部分肉に加工した時剰余傾向がある。ミミガー、ていびちなど副産物がすべて消費されるのも県内市場の特徴である。

また肉質的には脂身の入った肉よりも赤肉が好まれる傾向がある。

【ブランド豚への市場評価】

最近 10 年で出回っている。

卸業者が付加価値をつけて売りたいという意向があり養豚農家と協力してつくっているブランドが多い。スーパーが独自のブランドをつくらうということで始まるものもある。

沖縄県食肉センターで扱っているおもなブランドは、「琉美豚」「寿豚」「アグー豚」であるが数量的には一般豚（12,000 頭/月）の約 7～8%である。割合的には地域ブランド的なものが多く、全国的に最近数年ブームになっているいわゆるハイグレードポーク的なものはさほど伸びてはいない。

再生飼料豚のブランド化も、家庭への流通拡大を図るならばスーパー・生活協同組合などと連携してブランドをつくる、付加価値志向のハイグレードポークの販売を行うならば志向性のある養豚農家と提携し、県内固有種（アグー）との交配を行ったブランド豚を開発する、といった方策が考えられる。

【再生飼料豚への市場評価】

従来の残飯養豚は、肉に締まりがないため嫌われることが多かった。格付けで「上」が出ることはまずなかった。餌の残飯を加熱処理しても、水分含量が多いと肉のしまりが悪くなりがちであった。肉に不飽和脂肪酸が多いと軟脂になりやすくなる。

軟脂の豚肉はスライサーにかかりにくく、流通段階での作業性が悪く嫌われる。ドロップも多くなり消費者に拒否されがちであることが問題となっていた。

しかし本研究の研究成果として、再生飼料豚でも「上」の評価を受け、配合飼料と競合できることが証明できた。今後は、出荷の実績を積み重ねて、再生飼料豚に対する食肉センターや流通段階などでのマイナスイメージを払拭していくことが重要になる。

4.1.4 豚肉のブランド化戦略の方向性

再生飼料豚の肥育を地域で拡大するためには、その食肉市場での需要を拡大する必要がある。そこで再生飼料豚のマーケティングの方法としてブランド化戦略の方向性を検討した。

【ブランド化戦略検討の理由】

近年の国内食肉市場では、BSEの影響もあり安全な豚肉の需要が全国的に高まっている。同時に豚肉市場の中で各生産地間の競争が激化し、肉質・肥育法・安全性などの面で差別化を行ったブランド豚が登場してきた。

再生飼料による肥育は、本来、食品循環資源の地域的なリサイクルを目的としたもので、食肉市場での差別化を目的としたものではない。このような肥育方法による豚が、食肉市場で一定の需要を確保し、生産コストに見合うだけの価格を維持していくには、市場で安定した評価を得る近道としてブランド化戦略を導入するのが効果的であると考えた。

【検討の方法】

先行する各地のブランド豚に関する記事・レポート、畜産・水産物のブランド化戦略に関する既存の文献を主にウェブ検索で調査し、豚肉のブランド化戦略のポイントを整理し

た。更にそのポイントに従い、本プロジェクトの再生飼料豚ブランド化の方向性につき内部検討を行った。

【検討内容】

1) ブランド化戦略導入の目的確認

ブランド化戦略は、導入の最終目的により展開が異なってくる。本プロジェクトにおける再生飼料豚のブランド化に関しては以下の目的が考えられる。

- ①食品循環資源のリサイクルシステムとして社会的な意義を市民にPRする
- ②養豚農家がこの飼料化システムで育てた豚を売りやすい市場環境を作り、養豚農家が飼料化システムを導入または再生飼料を購入しやすい状況を作る
- ③再生飼料で肥育した豚であることを特にアピールはしないが、他の側面で付加価値のある豚を肥育し事業採算性を向上させる
- ④市場で話題性のある地場産品として育てる

これらはいずれも本プロジェクトの重要な側面であるが、事業化の方向性（次項にて述べる）によって当面の重点が異なってくる。

2) マーケティング上のブランド概念（調査・整理結果）

ブランドとは何か

- ・カウボーイが自分の牛に付けた焼き印（Burned）がはじまりで、市場での競合財・競合業者との差別化が基本である。
- ・「特定の販売業者ないし販売グループの商品及びサービスを認識し、また競合他社のそれから区別させることを意図して設定される名称、シンボル、デザインあるいはその組み合わせ」（アメリカマーケティング協会の定義）

ブランドの機能

ブランドの持つ重要な3つの機能をまとめた（下表）。ブランド化を導入する時は下表3項の機能を満たしていなければならない。

表 2-4-7 ブランドの3機能

機 能	内 容
出所表示	商品やサービスを誰が生産・提供したか明確にする。
保証	購買者の期待する品質を保証する機能である。ユーザーが品質の良い商品を探すため情報収集等の心理的・経済的なコスト（買い物コスト）やリスクを品質が安定していることで軽減する。
意味の体言	ブランド名やコマーシャルの記号、音をユーザーが聞いた時に、何らかのメッセージを感得する。

ブランドのメリット

ブランドは市場でユーザー（買い手）及びサプライヤー（売り手）にとってメリットが

あることで、売買活動を促進する効果をもたらす。双方が享受するメリットをまとめた。

表 2-4-8 ユーザーにとってのブランドのメリット

要素	内容
①製品の製造元の識別	製品が信用できる製造元で製造されたことを簡単に識別できる
②責任の所在の明確化	製造に関する責任が誰に帰属するかが明確にされる
③買い物コストの節約	同じブランドならほぼ同じ品質であると想定し、色々な商品をチェックしなくても求める商品を見つけだせる
④リスクの低減	未知の商品を買うリスクを少なくすることができる
⑤ライフスタイルの提案	ブランドを使用することで、ブランドの提案するライフスタイルを実践できる

表 2-4-9 サプライヤーにとってのブランドのメリット

要素	内容
①製品差別化とポジショニングの明確化	市場におけるその商品の位置付けを明らかにし、商品名とその特徴を一緒に記憶させられる
②ロイヤリティの高い顧客獲得	ブランドの発するメッセージに共感し、リピーターとなる顧客を獲得できる
③競争相手への優位性獲得	ロイヤリティにより非価格参入障壁を築ける
④売上の安定	②③からブランド力がある限り売上が安定する
⑤価格の安定	③による価格競争を回避できる
⑥利益率の向上	ブランド力が強化されれば広告宣伝費や販売促進費を抑えられる

3) ブランドづくりの基本的な考え方（調査・整理結果）

ブランド化戦略導入に当たって押さえておくべきチェックポイントを作業順に整理すると以下の通りである。

①サプライヤーの戦略領域の明確化

事業体の供給できるもの、ユーザー層及びそのニーズをある程度絞り込む。

②ユーザーベネフィットの確立

そのブランド（商品）を通してユーザーに長期間何を提供できるかを明確化する。

③ブランドイメージ（ユーザー側）＝ブランドアイデンティティ（サプライヤー側）構築

そのブランドを通してユーザーに連想してもらいたいイメージの集合体を作る。

④ブランドの主な属性と機能の設計

名称・シンボル・デザインあるいはその組み合わせ、及び出所表示・保証・ブランドの持つべきメッセージを決定する。

⑤ユーザーとのコミュニケーションによるリニューアル

ユーザーの反応（クレームや感想）を積極的に吸い上げブランドイメージにフィードバックし強化していく。

マーケティング的に過去強力なブランド力を発揮したブランドは、以下の条件に叶ったものとされる。

「強いブランド」の3条件

- ①イメージ訴求力が長期間一定している
- ②判りやすい固有のテーマ性がある
- ③ライフスタイルを提案している

本プロジェクトにより供給される再生飼料豚及び飼料化システムにとっても上記の3条件に叶うブランド設計が必要となると考えられる。

4) 豚肉のブランド化における類型整理（調査・整理結果）

過去10数年、国内の豚肉市場で、差別化をめざしブランド化を導入した事例は208事例（2003年（平成15年）3月調査）にも及ぶ。その中には農協主軸で地域ブランドとしてのPRを主眼としたものから、最近数年登場したハイグレードポークとよばれるもののように、品種や生産プロセスで徹底的な差別化を行い、高級食材として付加価値の獲得をめざしているものまである。

本プロジェクトが供給する再生飼料豚の差別化のためのブランド戦略は、これら先行事例のブランド設計を参考としつつ、当面需要が期待される沖縄県内市場で先行商品に優位に、もしくは少なくとも劣位にならないことを目的に展開する必要がある。

ブランド豚の差別化要素

ブランド豚が、差別化の核としている差別化要素と事例は次頁のように整理できる。

表 2-4-10 ブランド豚の差別化要素

差別化要素		事例	
品種	固有種	梅山豚、金華豚、アグー	
	交配種	さつま黒豚（大ヨークシャー×パークシャー×デュロック）、TOKYO X（北京黒豚×パークシャー×デュロック）、おきなわ島豚F1（アグー×デュロック）、やんばる豚（アグー×パークシャー）	
産地		かごしま黒豚	
生産プロセス	子取りのあり方	SPF（帝王切開豚）	
	豚舎のあり方	おきなわ豚（一舎当たりの頭数2割減）	
	肥育方法	飼料	ふれ愛ポーク（愛媛・ミカン成分配合飼料）、犬鳴ポーク（大阪・粟＋リサイクル飼料）、大山もち豚（トウモロコシ・大豆・小麦等）、イベリコ豚（スペイン・どんぐり等）、ヨーグル豚（静岡、発酵飼料）、きな粉豚
		飲料	白金豚（岩手・ミネラルウォーター）
	肥育期間	かごしま黒豚（6ヶ月）、寿豚（7ヶ月以上）、琉美豚（8ヶ月） ちゅら豚（石垣・子豚）	
その他	すこやか豚（ダイエー・抗生物質及び遺伝組み替え飼料未飼料）、伊賀豚（三重・木酢液、抗生物質屠殺2ヶ月前投与中止）		

上記の差別化要素の幾つかを組み合わせることでブランド化したものも多い。

また単に肉のみならずハムやソーセージなどの川下商品（東北の農協事例）やサービス（三重・伊賀の郷モクモク手づくりファーム：ソーセージ手づくり体験）と組み合わせることでブランド化を図ったものも存在し、食品循環資源リサイクルシステムとしての社会啓発や地場産品化をめざす場合に参考となるものもある。

差別化要素複合の基本

いくつかの差別化要素を複合したブランドは、以下のような特徴がみられる。

- ・ 品種（交配）×肥育方法（飼料）を組み合わせることで差別化が主流である。
- ・ 産地、肥育方法中肥育期間は品種との関係で自ら関連しており、牛肉のように子取り・肥育の場所によるブランド化はあまり存在しない。
- ・ 飼料段階からのグルメ志向（独特の飼料、肥育期間や豚舎状況）、全般的な安全志向（SPF、抗生物質や遺伝子組み換え飼料の非使用）、伝統志向（固有種復権）等の差別化志向がみられる。

5) 沖縄県内のブランド豚市場の状況（調査・整理結果）

表 2-4-11 沖縄県内の主なブランド豚の状況

ブランド	品種	生産プロセスの特徴			事業者	実績・分野 (頭/年)
		豚舎のあり方	飼料・飲料	肥育期間		
寿豚	三元交雑（LWD）	特に差別化なし	配合飼料	7ヶ月	グリーンファーム ※沖縄県経済連の地域ブランドとして設計したブランドである	・3,600頭 ・川下製品（ラフター）も含めネット販売（楽天）や宅配を展開 ・首都圏の料飲店でも実績
琉美豚	三元交雑（LWD）	EM使用	トウモロコシ不使用、大麦中心に小麦・ヨモギ・ニンニク・海藻 EM配合	8ヶ月	我那覇畜産（名護） ※琉球ジャスコの前身プリマートとの提携により開発	・3,000頭 ・琉球ジャスコ、料飲店では東京で実績あり
やんばる豚	アグー×パークシャー		名護岳ミネラルウォーター			・120頭/年
琉球長寿豚	三元交雑（LWD）		麦を中心に海藻類		瑞慶山良信（金武）	・8,400頭/年 ・8割が首都圏大手スーパー
おきなわ豚	三元交雑（LWD）	飼育頭数を20%減			がんにゅう（沖縄電力）	・3,300頭/年めざす
おきなわ島豚F1	アグー×デュロック				※宜野座、金武、具志川の養豚農家に委託	・高級デパート、料飲店を中心に東京市場をねらう

本プロジェクトの提供する再生飼料豚は、食品循環資源の地域的なリサイクルシステム構築をめざす必要上、当面沖縄県内の食肉市場で需要を拡大する必要がある。そこで、先行事例となる沖縄県内のブランド豚の市場動向につき、ウェブ検索及びヒアリングを元に整理した。

結果から読み取れる県内ブランド豚の市場動向は以下の通りである。

ブランド戦略の方向性

地域ブランド志向とハイグレードポーク志向に分かれる。

前者は、スーパー・精肉店等一般消費市場でのユーザー確保をめざす。代表例は寿豚、琉美豚である。

後者は、県外を含めた業務用市場や百貨店等での需要増をめざす。例としてはやんばる豚、おきなわ島豚F1などが挙げられる。

品種・生産プロセス上の差別化のあり方

- ・品種は三元交雑（LWD）が数量的に95%を占める。ハイグレードポークにする場合、県内固有種であるアグーと三元交雑を交配させる事例が目立つ。
- ・生産プロセスでは、飼料面で配合飼料の中心であるトウモロコシを避けたものがある点、肥育期間が通常豚（6ヶ月）より長いものがある（7～8ヶ月）点の特徴といえる。

6) 当面のブランド戦略導入の方向性（内部検討）

本プロジェクトとしては、以上述べてきたブランド戦略の方法論と市場動向を踏まえ、事業化戦略の方向性とも整合をとりながら、更にブランドを具体的に設計していく。

現時点での方向性は以下の通りである。

- ・プロジェクトブランド（本プロジェクトの食品循環資源飼料化技術で肥育された再生飼料豚全般への一般的呼称）と市場ブランド（個別の養豚農家で生産する豚のブランド）の2段階で導入を考える。
- ・プロジェクトブランドは、食肉消費を通じた食品循環資源の地域的リサイクルシステムへの参加をうたい、地域の市民・事業者・自治体への事業意義の浸透を目的とする。プロジェクトブランドの名称は、従来からの名称を想定し「くいまーる豚」（仮称）が現時点では相応しいと考えられる。
- ・市場ブランドは、リサイクルシステムについてのPRよりも、養豚事業としての豚肉の拡販や収益性の拡大を第一義にブランドを設計する。
- ・市場ブランドは、食肉市場でのユーザー層を念頭に置き、ハイグレードポーク対応のブランドと地域ブランド対応のブランドを想定する。特にハイグレードブランドではあえて再生飼料豚であることのPRを主眼に置かず、食肉としての市場的な優位の確立に主眼を置く。
- ・市場ブランドのブランドイメージはプロジェクトブランドのイメージを継承するか、別個に設計するかは事業化の過程で更に検討する。

前述のブランド戦略の方法論に従って、現時点での検討の方向性をまとめると次頁の通りとなる。

表 2-4-12 ブランド戦略導入の方向性

ブランド	ネーミング	差別化要素	戦略領域	固有のテーマとメッセージ
			ユーザーに提供するベネフィット	
プロジェクトブランド	くいまる豚 (仮称)	再生飼料	環境配慮志向消費者及び店舗、公共機関 地域リサイクルシステムへの参加	ごみ問題解決 いのちの連鎖と伝統の復活 (ふる)
市場ブランド	ハイグレード ポーク (アグ ー×三元交雑)	今後検討する 固有種との交雑 余裕ある豚舎 肥育期間の長さ	高級料理店、グルメ層 固有種の肉質の旨み 地場産品の価値	ごみ問題解決 にもなる伝統 のグルメ豚
	地域ブランド 対応豚 (三元 交雑)		再生飼料 飼直し(最後1ヶ月 配合飼料肥育) 肥育期間の長さ	

4.1.5 食品循環資源による飼料化事業の事例

食品循環資源の普及を図ろうとするときに問題になるのは、技術的な課題も勿論であるが、現実には法律やネットワークといったシステム上の問題が多いようである。

廃棄物の処理や利用にあたっては、国の複数の省庁や市町村が法的に課している数々の資格や条件をクリアせねばならず、その法的な煩雑さや手続きに要する時間や経費は大きなネックになる。

また、食品循環資源の排出事業所は、分別してもどこでそれらを利用してもらえるのかという情報が十分ではなく、利用する養豚農家は役立つ食品循環資源の選び方や入手先、どのように使用したらよいか、またその畜産物がうまく売れるのかといった知識や情報が不足している。飼料化事業を成功させるには、これらを結ぶネットワークづくりが重要になる。

つまり、食品循環資源の排出～食品循環資源の収集・処理～生産農家～食肉の流通・消費までをうまくつなげていく必要がある。

このような観点から、飼料化事業を展開している参考事例として、以下の3事例をとりあげ、現場調査またはヒアリング調査を行った。

事例1：リサイクル養豚により肉質向上を図った養豚農家の例（大阪・関紀産業）

事例2：地産地消の地域循環型社会づくりに取り組むNPO法人の例（長岡市・地域循環ネットワーク）

事例3：ネットワーク型で実現した地域ブランド豚肉確立の例（横浜はまぼーく）

事例1 リサイクル養豚により肉質向上を図った養豚農家の例（大阪・関紀産業）

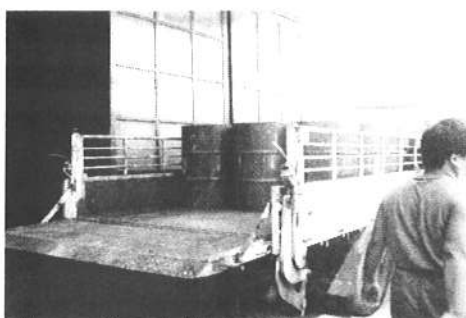
■リサイクル養豚の背景

- ・1985年（昭和60年）から、糞尿の処理施設（メタン発酵槽と前処理施設）を大阪府の補助金（1億のうち3000万を補助金、7000万を自己資金）で設置したことで、そのころからリサイクル養豚の構想が出来てきた。
- ・常時飼養頭数は800頭の一貫経営
- ・周辺は関西国際空港の近くで、食品コンビナートが多いことから良質の素材が入手できる。

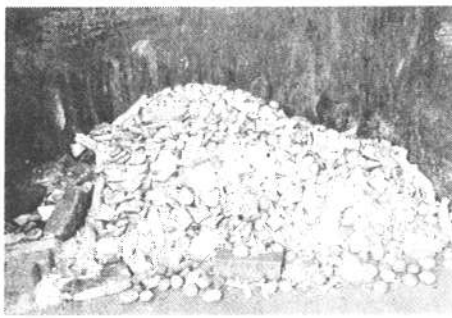
■リサイクル養豚の仕組み

①回収・分別

- ・3.5tトラックで回収（日量約5t）。前の方には袋物を、後ろにはドラム缶（1本150kg）を積む。
- ・飼料に適するものを「良い残さ」、適さないものを「悪い残さ」に二分する。後者はメタン発酵の材料とし、メタンガスを乾燥機の燃料とする。余剰分は堆肥の原料とする。
- ・ドラム缶単位で「良い」、「悪い」に分別することから始める。
- ・良い残さ＝パン、うどん、ラーメン、パン生地（小麦粉）、鰹だしがら、ちくわ、薩摩揚げ、スポンジケーキ、茶粕など
- ・悪い残さ＝油分の多いもの（ホテルの残飯など）
- ・特にちくわは良質なたんぱく源。自身魚主体のため、魚くさが少ない。ちくわは廃棄されたものではなく、出荷前のものを分けてもらっている。
- ・鰹だしは肉ににおいが出るので、子豚用の飼料に使う。



ドラム缶で回収



パン



ちくわ

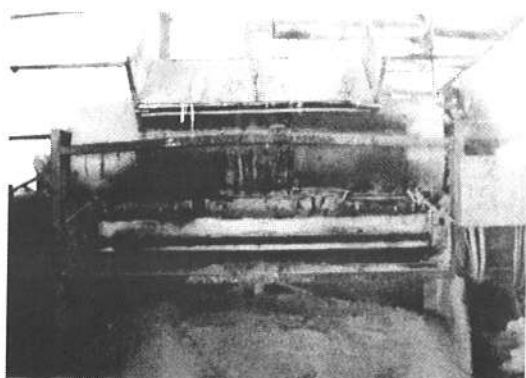


ウーロン茶粕

図 2-4-5 大阪事例の回収・分別の様子

②乾燥工程

- ・まず食品循環資源の粉碎および乾燥を行う。乾燥機は古いもの（10年前に購入：1,800kg/日）と新しいもの（今年購入した実験機：1,000 t/日）の2基ある。古い乾燥機は燃料にメタンガスを利用しているが、熱効率が悪い。1日10時間程度乾燥させている。
- ・古い機械ではパン、生地、ちくわ（水分70%以下）を乾燥させる。乾きやすいものをおかした後、水分の多い鯉だしがらなど水分の多いものを加えていく（何回かに分けてリフトで投入する）。
- ・新しい機械ではうどん、ラーメン、ごはん（水分80%以上）を乾燥。ガスバーナーで燃やした熱で乾燥させる。タンク内の温度は150℃程度（バーナー温度は300℃）。間接乾燥なのでこげつきはない。2時間程度乾燥させる（水分率10%）。
- ・乾燥コストは、古い機械で6.84円/kg、新しい機械では12.9円/kg。
- ・子豚用、仕上げ用の2種類の乾燥飼料をつくる（それぞれに調合割合がある）。1日交代で2種類をつくっていく。



旧乾燥機



新乾燥機（間接乾燥）の乾燥品

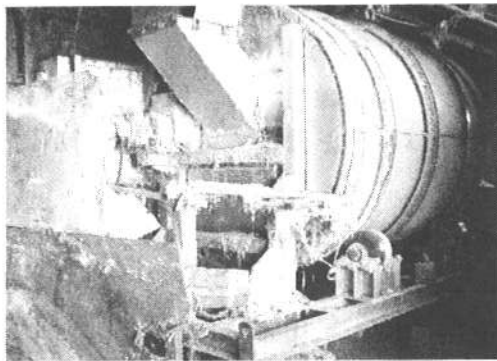
図 2-4-6 大阪事例の乾燥工程の様子

③飼料製造（発酵）

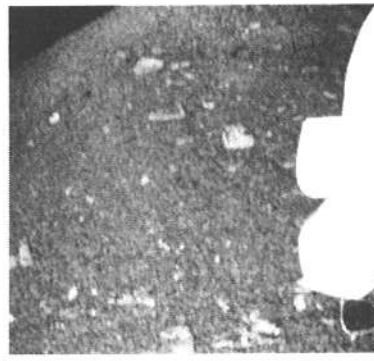
- ・飼料の保存性、嗜好性をもたせるために、乾燥飼料に発酵工程を加える。
- ・まず乾燥飼料にうどんをまぜて20～30%に水分調整し、茶粕、大豆たんぱく、コーンを加える。
- ・茶粕はビタミンEが豊富、老化防止の効果あり、肉の変質が少なくなる。粒状のコーンや大豆たんぱくは空気が入り易くなり、発酵が進む。
- ・発酵のポイントは、水分60%以下にし、空気を入れること。
- ・発酵は、堆肥発酵装置を転用して一次発酵を行う。（EM菌のようなもの）
- ・さらに二次発酵として、乳酸菌と酵母菌を使う。乳酸発酵（1日）→酵母発酵（1日）位。ただし酵母発酵はあと3日位やった方が望ましい。
- ・酵母発酵により、保存性と嗜好性が高まる。飼料は3～4日は保存できる。
- ・発酵菌は機械を動かし始める時は毎日入れる。飼料が出来ても全部出さずに、1～2割残しておくのがポイント。徐々に機械の中に菌が住みつくようになる。
- ・発酵を進めるためには、乾燥したての暖かいものを入れるとよい。
- ・2日寝かせると飼料が完成する。粉っぽくなく粒状のもの。水分60%程度で、にぎって

ばらっとする程度。

- ・出来た飼料にビタミン・ミネラル等をまぜて給与する。



発酵装置



二次発酵（乳酸菌＋酵母菌）

図 2-4-7 大阪事例の発酵工程の様子

④豚への給与

- ・ 8ヶ月という通常より長い期間をかけて出荷している（体重：約 110kg）。配合飼料より育ちは遅いが、熟成したいい肉になる。食品循環資源を使えば、飼料コストが安いため、長い飼育が可能になりおいしい肉ができる。
- ・ 子豚用は 3～5ヶ月、仕上げ用は 5～8ヶ月に給与する。3ヶ月以前は栄養面に配慮し、配合飼料を使っている。
- ・ 雄に黒豚を交配し、こくのあるおいしい豚肉をめざしている。
- ・ リサイクル養豚により飼料費は 30～40%の削減が可能となった。

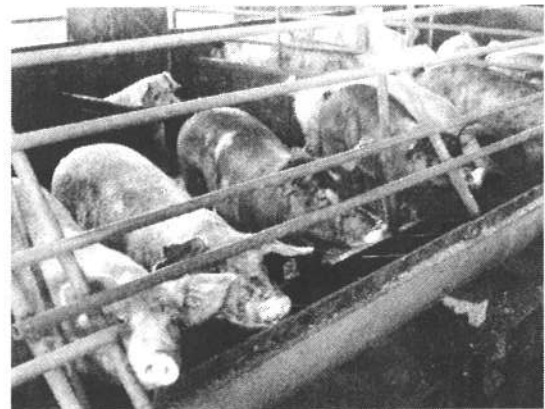


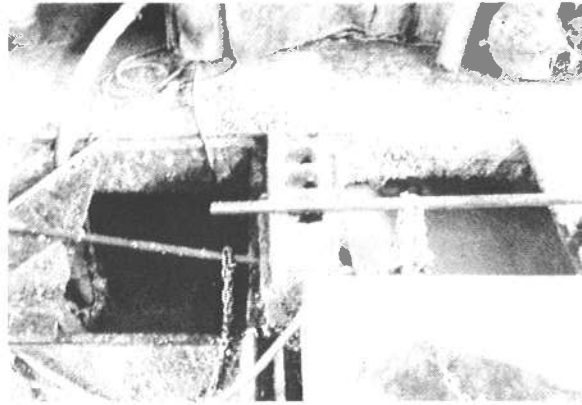
図 2-4-8 大阪事例での豚舎の様子

■メタン発酵の仕組み

- ・ メタン発酵の材料は、油分の多い食品循環資源（2 t/日）、豚糞（2 t/日）、および洗浄水（1 t/日）。
- ・ まず残飯を酪酸発酵槽に投入し、ポンプにより流動化する（砕かずにかきまわす）。この時に脱水効率を上げるため、茶粕を加える。この状態で酪酸発酵が進む。
- ・ これを混合槽に移し、豚糞をショベルで投入する。
- ・ スクリュープレス機で脱水し、固形物と液状物に分離する。固形物は堆肥にする。
- ・ 液状物はメタン発酵槽に送られ、メタンガス（200 m³/日）と廃液になる。
- ・ 発酵後の廃液（5 t/日）と豚舎汚水（15～20 t/日）を混合し、凝集剤で凝集した後で脱水する。豚舎に敷いてあるオガコが核になって凝集が進む。液状分はばっ気槽で浄化して放流している。
- ・ 堆肥舎では1ヶ月に2回切り返しをする。無料で近所の農家に配布、畑にまくところまでサービスしている。



メタン発酵槽



メタン混合槽

図 2-4-9 大阪事例でのメタン発酵の様子

■肉質向上研究会

- ・食品循環資源を利用した豚肉がなぜ低く評価されるのかを研究し改善していくことを目的として、関紀産業を含む大阪の 8 農家（全大阪養豚組合）が肉質向上研究会を設立した。年 2 回、中央卸売市場で開催されており、オープンな形で評価を行う。
- ・枝肉の状態の評価、さらに「胴切り」してロース肉を観察することが特徴。（通常は研究ベースでしか行わない）。さらに試食会を行い、肉色、肉汁等々を評価する。
- ・食肉市場、格付協会、研究機関（大阪府立食とみどりの総合技術センター）が枝肉、肉質などのコメントを、日常の衛生管理などの指導は家畜保健衛生所、経営指導は畜産会、飼料や遺伝など総合的なコメントを研究機関などが行っている。
- ・生産者からの説明や質問があり、行政も含めた関係者が自由に議論できる。
- ・味の評価は関係者が集まり、官能検査方式で行われたり、嗜好検査は買参人（中卸業者）や消費者に対するアンケートなどで実施されている。
- ・大阪府研究機関の協力があり、飼料や肉質の分析を毎年行っていくため、データの蓄積が出来ている。他の農家のデータも共有し、それぞれの事業に役立てることができる。
- ・研究会の成果はめざましく、大阪中央市場では、再生飼料給与豚のほうが配合飼料給与のものより高く売れるにまで至った。
- ・飼料と肉質の関係は脂肪については明らかになったが、飼料と赤肉との関係ははっきりしておらず、今後の課題となっている。

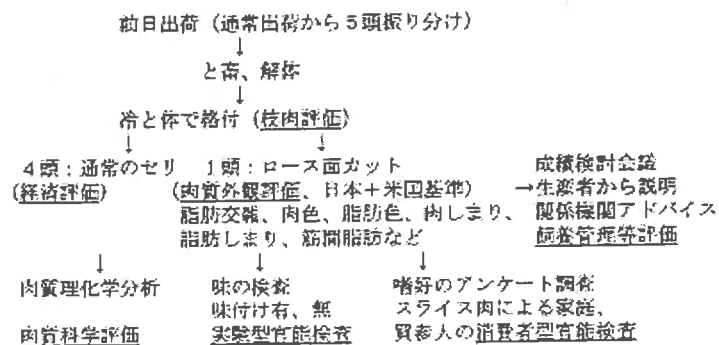


図 大阪府肉質研究会のフロー

図 2-4-10 大阪府肉質研究会のフロー

■販売ルートの開拓

- ・関紀産業では、自分の肉がわからなければ、安く買ったたかれてしまうことから、「関紀フーズ」という販売部門を設立した。
- ・田尻港の日曜朝市で「犬鳴ポーク」と名づけた肉を対面販売している。PRを兼ねて子豚の展示も行っている。

■リサイクル養豚成功のポイント

- ・肉質向上研究会に参加する農家の飼料製造方法や飼育方法はそれぞれ異なる。各自が試行錯誤しながら進めてきた。
- ・ポイントを列挙すると以下のようになる。
 - ①良質な食品循環資源の給与に努めること
 - ②肥育期間を延長すること（あるいは安価な飼料にそれが可能になること）
 - ③パンや麦類などを多給すること
 - ④導入子豚を選ぶこと
 - ⑤疫病に配慮すること
- ・食品循環資源を利用した養豚経営は、経営を向上させるだけでなく、循環型社会の実現による環境問題にも貢献することになる。

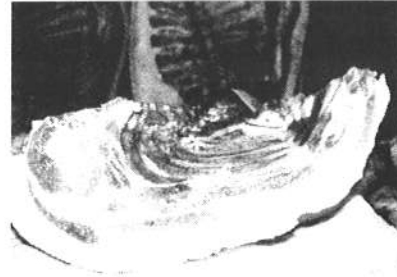


図 2-4-11 脂肪交雑のある犬鳴ポーク

事例2 地産地消の地域循環型社会づくりに取り組むNPO法人の例（長岡市・地域循環ネットワーク）

■概要

- ・長岡市のNPO法人「地域循環ネットワーク」（個人会員 145 人、法人会員 45 組織）は、1994 年（平成 6 年）に「サークル水ばしょう」として活動を始め、1997 年（平成 9 年）に地域循環ネットワークを設立して、事業系生ごみのリサイクル、古紙トイレットペーパーの普及、古材・割り箸のリサイクルなど、多彩な活動を繰り広げている。
- ・2002 年（平成 14 年）4 月からは、長岡市内全域の小中学校、養護学校、保育園、社員食堂等 53 施設の食品循環資源回収と飼料化を実現し、地元新潟県や循環型社会づくりを目指す全国の市町村をはじめボランティア団体から注目されている。
- ・NPO法人が中心となり、ボランティア、畜産農家（食肉店を含む）、小中学校、食品製造会社、長岡市（行政）など、多くの人によって支えられたシステムとなっている。

■飼料化の流れ

①収集

- ・ボランティア約 40 人が 2 人 1 組になって食品循環資源を回収する。12～13 校をまわって 2 時間程度である。（手当ては 1 回 600 円）



図 2-4-12 長岡事例での収集の様子

②飼料化（みゆき牧場の敷地内に作業場設置）

- ・長岡市内の食品製造会社から出る大量の米菓くず、および家畜種類別に仕分けした食品循環資源を使った発酵飼料をつくる。

- ・牛用： 野菜・果物の皮・クズ／味の付いていないごはん・麺（草食なので動物性タンパク質は入れない）
- ・肉豚用： 食べ残し／味の付いたもの／卵の殻／にぼし
- ・その他に育成豚用（タンパク質が多い）と鶏用（カルシウムが多い）がある。

- ・牛用、豚用、鶏用に分けて用意した大型ポリ容器に食品循環資源を 10～20 cm の深さに入れ、ボカシ（もみ殻、米ぬか、糖蜜、有用菌）などを振りかけ、さらに食品循環資源とボカシをサンドイッチ状に重ねていく。発酵処理だけでなく水分調整をする抜く目的もある。容器にたまった液は 2～3 日後に容器下部のドレイン口から排出される。



図 2-4-13 長岡事例での飼料化の様子（1）

- ・飼料製造機（牛用 1 機、豚鶏用 1 機の菌体飼料製造機）に、食品会社から収集した米菓類などの乾き物を入れ攪拌しながら乾燥し、上記の食品循環資源を 4 回に分けて製造機に投入する（投入から加熱・冷却・排出まで約 3 時間）
- ・乾燥させると、1 t の食品循環資源が約 5 分の 1 になる。

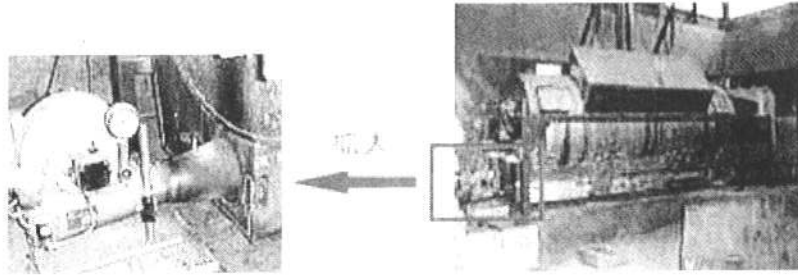


図 2-4-14 長岡事例での飼料化の様子（2）

- ・加熱乾燥したものを夏は4日、冬は7日程度放置して発酵飼料にする。
- ・養豚用飼料には、軟脂対策としてそば殻でつくった炭（もみがら炭など）を0.1～0.5%添加している。
- ・生成飼料は、1トン当たり12,000円でみゆき牧場など3農場に供給される。

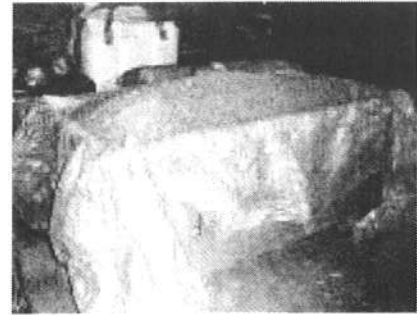


図 2-4-15 長岡事例での飼料化の様子（3）

〔プラントと製品の概要〕

- ・1トン用×2基（牛用と豚用）
- ・120度で約1時間加熱（廃食油を利用した改質灯油を使用）
- ・加熱殺菌した材料を発酵槽（自家製作）に移して、菌（EM菌など）を混ぜて寝かせる。
- ・飼料の一般成分（%）

表 2-4-13 長岡事例での再生飼料の一般成分

水分	粗蛋白質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維	粗灰分
6.7	24.0	10.4	47.9	3.7	7.3

〔飼料化実績（2002年（平成14年））〕

- ・食品循環資源回収量1,200トン
- ・ボランティア延べ1,200人動員（5～6人/1日）
- ・2002年度（平成14年度）から長岡市による助成金800万円を受けている

■食品循環資源飼料の利用（みゆき牧場）

- ・1994年（平成6年）に牧場直営の食肉店を開設するとともに、学校給食の調理残さを集めて養豚などの飼料化を始めた。
- ・肥育豚250頭、肉牛80頭、採卵鶏600羽で、飼料はすべて再生飼料を給与している。

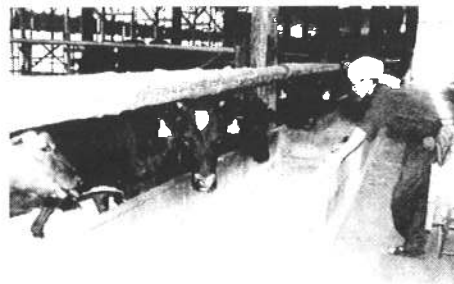


図 2-4-16 長岡事例での牛への給与の様子

■環境教育への発展

- ・この活動に端を発し、柏崎市内の小学校では、長期休暇以外は給食の食品循環資源を餌に豚を飼育し、その糞を肥料にサツマイモを栽培したり、育てた豚を給食の食材とするなど、学校教育の中で食と命を環境を考える体験を行った。

■家庭と牧場をつなぐリサイクルシステムの構築

- ・2000年（平成12年）6月からは、家庭から出る残飯を市内の市内の畜産業者に引渡し、その代わりに半年に1回、肉や卵が各家庭に配布されるシステム「エコグリーンクラブ」を立ち上げた。長岡市をはじめとする中越地区が対象エリアである。
- ・家庭に生ごみ処理機を設置し、食品循環資源を乾燥させたものを、ボランティアが月1回のペースで回収している。年間3,000円の会費のうち半年ごとに800円分が畜産物として還元される。また、処理機の購入には市の補助制度が活用できる。この活動には現在約20世帯が加入しており、これまでに600kg近い食品循環資源がリサイクルされた。
- ・家庭から出るごみが肉になって返ってくるという具体的な成果がみえるということがポイントであり、市民に活動協力を呼びかけているところである。

■事業共同組合エコファーム新潟の設立

- ・地域循環ネットワークでは、地産地消・循環型社会の実現を目指すため、事業協同組合・エコファーム新潟を2001年（平成13年）に設立し、有機農法を中心とした生産、消費、再生利用のモデルづくりを進めている。
- ・上述のみゆき牧場が牧場の用地を提供している。
- ・再生飼料で育てられた家畜の食肉は、地域のスーパーで販売されるとともに、エコファーム直営のバーベキューハウスでも提供し好評を得ている。また、家畜の排出する糞尿はEM発酵の良質堆肥として地域の農産物生産者に販売され、この堆肥によって生産された有機農産物は地域の生活者に提供されている。
- ・同組合では、次世代を担う子供たちの感性を育み、家族や友人との絆を深める試みとして、食事体験、自然体験、手作り教室などの事業を展開している。

事例3 ネットワーク型で実現した地域ブランド豚肉確立の例（横浜はまぼーく）

■飼料化事業の経緯

- ・横浜市では生ごみリサイクルの1つの方策である「飼料化」に着目して、1999年度（平成11年度）に食品循環資源の飼料化についての検討に着手した。
- ・市内には、軒数は減少しているものの規模の大きな養豚農家が十数軒あり、横浜は飼料化に適した地域性があることがその背景にあった。
- ・1999年度（平成11年度）に「食品循環資源飼料化研究会」を学識経験者及び行政担当者等をメンバーに立ち上げ、3ヵ年にわたり、食品循環資源としての利用の可能性について調査研究し、施策展開の方向性について検討した。（研究会は14年度からは、参加委員を拡大し、協議会として継続中）
- ・市内から発生した食品循環資源から飼料を製造し、それを市内養豚農家で利用し、でき

た豚肉は市内市場に循環させること（市内循環システム）を目指した。

■飼料化の流れ

①収集

- ・対象となる食品循環資源は、小学校の給食残さとスーパーなどの事業系食品残さである。
- ・給食残さは、磯子区・金沢区の小学校 36 校から市が業者委託で収集している。（平成 16 年度からは、港南区、栄区を加え 71 校に拡大予定）
- ・事業系食品残さは、後述の横浜市有機リサイクル協同組合が自らの事業として収集している。（スーパー、デパート、食品工場など）

〔収集実績（2002 年（平成 14 年））〕

小学校残さ：32,390kg（43 日間）

事業系残さ：一般廃棄物 82,132kg/月、産業廃棄物 19,453kg（惣菜工場など）



給食残さの排出の様子



プラントへの搬入（マーク付のコンテナを使う）

図 2-4-17 横浜事例での収集状況の様子

②飼料化（横浜市有機リサイクル協同組合）

- ・食品リサイクル法が制定され、世の中の関心がリサイクル飼料に向くのではないかという見通しのもと、横浜市内の廃棄物収集運搬業者 5 社が、ごみを集めるだけでなく社会的貢献を図り、新たなビジネスを起こそうという目的で飼料化プラント（ボイル乾燥方式）を建設した。
- ・市の斡旋によって、工業用地専用の中古物件（鉄工所）買収、約 5 億円の設備投資を行った。
- ・前述の飼料化研究会では、同プラントでのボイル乾燥飼料と他社メーカーの発酵乾燥飼料を使った飼育試験を行い、どちらの方法でも肉質に影響がないことを確認したが、養豚農家からは発酵飼料の発酵菌に対して不安の声があったことから、ボイル乾燥飼料を選択することになった。

〔飼料化プラントの概要〕（2003 年（平成 15 年）3 月現在）

- ・方式：ボイル乾燥方式
- ・処理能力：食品循環資源 15 トンから飼料が 3 トン製造。稼働率は平成 15 年度時点で 70%
- ・再生飼料は 15 円/kg で横浜市内農家および千葉県の農家に販売（運搬費込み）

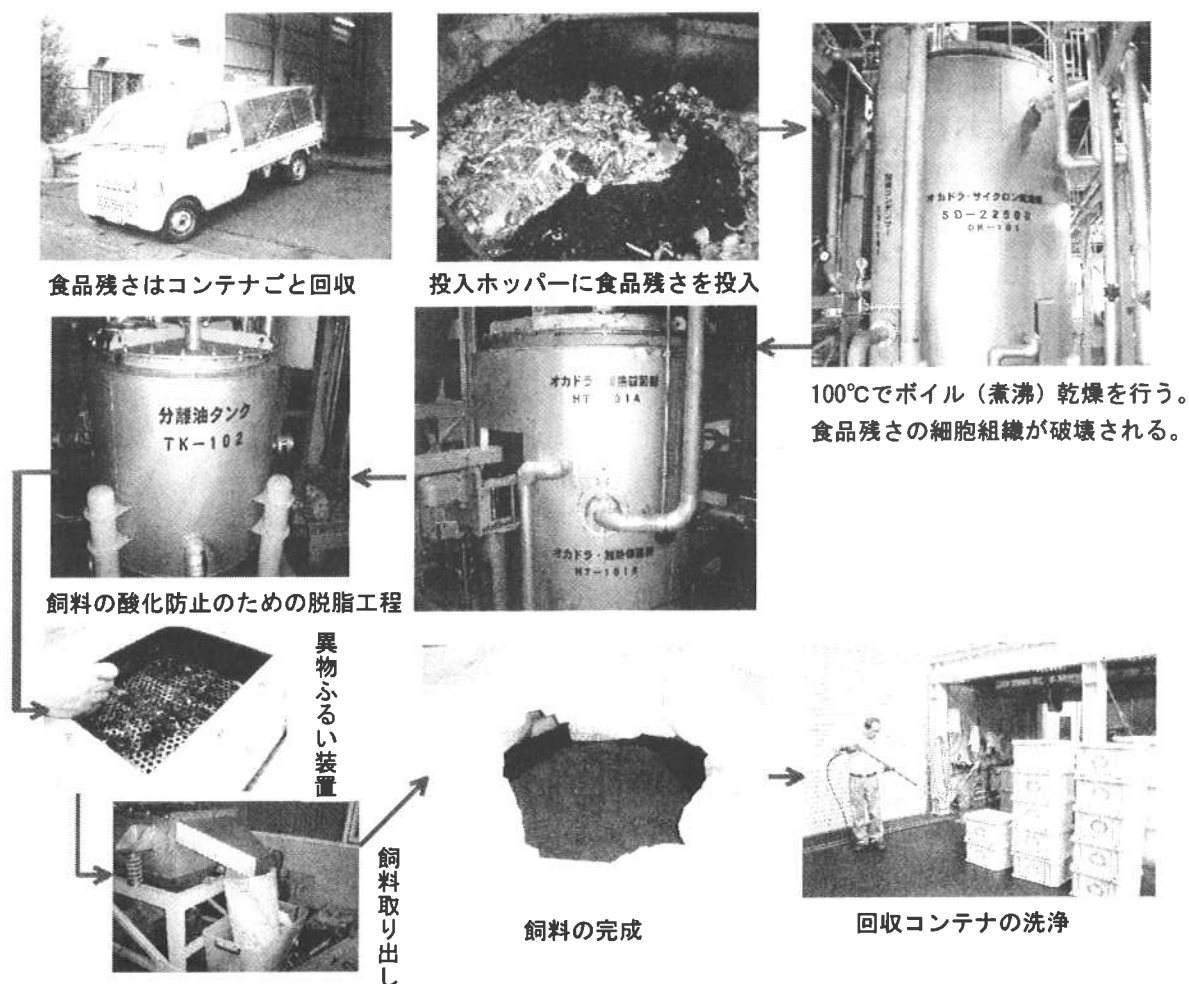


図 2-4-18 横浜事例での飼料化の様子

表 2-4-14 ボイル乾燥飼料の一般成分 (2002 年 (平成 14 年)) (%)

	水分	粗蛋白質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維	粗灰分	塩分
小学校残さ	7.5	11.5	5.0	63.4	3.3	9.3	2.1
事業系残さ	6.3	8.5	5.7	66.7	2.6	10.3	3.5

※脱脂工程があるため、再生飼料としては粗脂肪の割合が少ないのが特徴

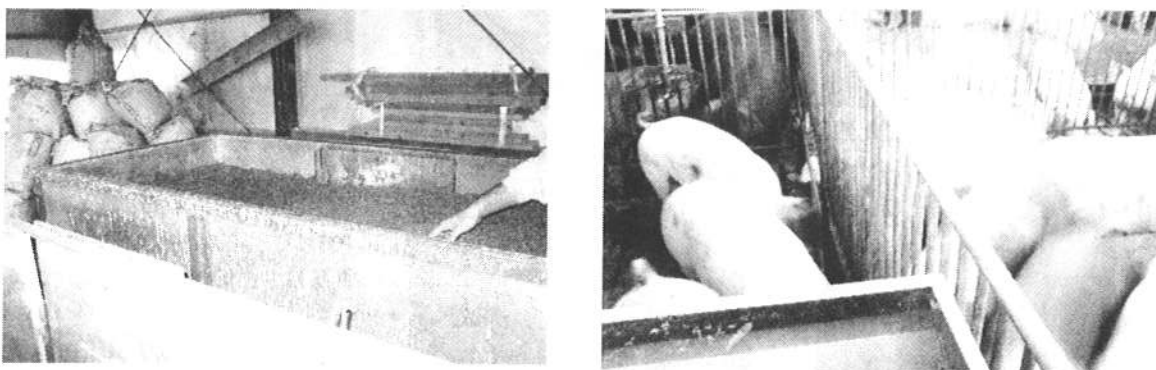
※平成 14 年度の横浜市飼料化研究会での分析データによる

③養豚農家での利用

- ・市内には 19 名の養豚農家がいる。最初は 3 農家に飼育試験への参加を呼びかけ、配合飼料との混合率や給与時期についての検証を重ねた。
- ・飼育試験では、当初は再生飼料で肥育すると軟便になり、においが発生するという問題があったが、飼料化工程が改良され、現在では問題はなくなってきている。
- ・肉質の評価も行ったが、配合飼料による豚肉と比べて遜色なく、配合飼料との混合率が 30%程度であれば、通常の肉と変わらないということが確認された。
- ・参加農家は年々拡大し、2004 年度 (平成 16 年度) からは 13 名の農家が参加している。

農家により異なるが、おおむね配合飼料との混合率は10~20%程度で、体重30kgから出荷までの時期に再生飼料を給与している。

- ・課題としては、配合飼料とのブレンドに手間がかかることがあげられるが、配合飼料のタンクへ再生飼料を自動的に混入できる装置を開発中である。



再生飼料用のコンテナ。現在は手作業で通常の配合飼料とブレンドしている。 飼育試験の様子 左：再生飼料豚、右：通常豚

図 2-4-19 横浜事例での再生飼料給与の様子

■再生飼料についての情報開示

- ・横浜市有機リサイクル組合では、再生飼料の由来や成分を明らかにするため、飼料を納品する養豚農家に対し、以下のような「納品カード」を渡している。
- ・食の安全性が問われ、豚肉のトレーサビリティも今後求められる時代になる。そのため、自前で栄養分析装置を設置して、このような取り組みを開始した。

表 2-4-15 横浜事例での食品循環資源配合原料表

原料成分	配合割合	原料名
穀類	13%	食パン・菓子パン・クロワッサン・フランスパン・ロールパン・うどん・中華めん・パン粉・米類等
野菜類	39%	白菜・レタス・枝豆・かぶ・かぼちゃ・キャベツ・かんぴょう・にら・ピーマン・ごぼう・玉葱・なす・ほうれん草・みつば・大根・人参等
果実類	15%	いちご・いよかん・みかん・かき・オレンジ・なし・パイナップル・バナナ・りんご・レモン等
豆類	1%	納豆・豆腐・そらまめ・あずき等
魚介類	12%	いわし・あまだい・いか・かつお・かれい・さけ・さんま・さば・かに・えび・たこ・水産加工品等
肉類	1%	もも・ロース・ひれ・サーロイン・コンビーフ・ベーコン・ハム・鶏肉等
卵類	2%	卵焼き・ゆで・なま・殻等
乳類	2%	ヨーグルト・チーズ・ホイップクリーム等
調理加工品類	15%	カレー・グラタン・コロッセ・ピラフ・シューマイ・ハンバーグ・シチュー・フライ等

製造場所：
横浜市有機リサイクル協同組合
横浜市食品リサイクル加工センター
横浜市金沢区鳥浜町12-55
TEL：045-778-9880
FAX：045-778-9881
分析機関：
財団法人日本食品分析センター

成分分析結果(平成15年1月28日分)		
水分	8.8%	
粗タンパク質	19.0%	
粗脂肪	5.9%	
粗繊維	2.2%	
粗灰分	11.6%	
可溶無窒素物	52.5%	
塩分(Na換算)	2.0%	Na0.775%
塩分(Cl換算)	2.0%	Cl1.189%

2003年(平成15年)2月現在
(横浜市有機リサイクル協同組合資料より)

■地域ブランド「はまぼーく」の誕生

- ・飼料化事業の調査検討を進める中で、再生飼料を使って育てた豚肉を「はまぼーく」として名づけ、ブランド化していこうという動きにつながった。
- ・はまぼーくのキャラクターシールをデザインし、さまざまな場面でPRツールとして活用した。
- ・消費者に対しては、市の畜産まつりでの試験販売や試食会の実施、ニュースレターなどでアピールしながら、食肉市場や農協も巻き込んだ形で豚肉販売に向けて検討を重ね、2004年度（平成16年度）から、横浜食肉市場に出荷されることとなった。
- ・はまぼーくをブランドとして確立していくためには、一定基準の豚肉をそろえて出荷する必要がある。このため、以下のような条件を定め、養豚農家はこの基準に合うものだけを出荷することとした。

「はまぼーく」の条件（2004年（平成16年）3月現在）

- ①横浜農協協同組合に所属する生産者が肥育する豚であること。
- ②健康な横浜育ちの豚であること。
- ③横浜食肉市場に出荷し、市民（学校給食等）に供給する。
- ④食品循環資源（学校給食・事業系食品）を飼料化した飼料と配合飼料の混合給与とする。
- ⑤豚の品種はLWDを原則とするが、優良系統豚確保農場の生産豚とする。
- ⑥肉質の均一化を図るため種雄豚（デュロック種）の系統の統一を図る。
- ⑦出荷豚の規格は、日本格付協会により高い評価がされたものを基準とする。
- ⑧再生飼料の給与基準 *目標*

30kg～60kg	10%再生飼料+配合飼料
60kg～80kg	20%再生飼料+配合飼料
80kg～115kg	統一した配合飼料
- ⑨出荷豚は、出荷時に農場ごとに選抜を励行し、質向上をめざす。
- ⑩生産農場では、養豚 HACCP（危機分析重要管理点）対応に取り組む。



図 2-4-20 はまぼーくブランドシール



図 2-4-21 横浜でのニュースレターの例（2004年3月号）

4.2 事業化戦略の検討と課題

4.2.1 事業化の目的

当研究開発事業の目的は、①食品循環資源の有効利用の柱となる「飼料化」を低コスト化し地域における資源回収システムや養豚農家等のニーズに適応する形で効果的・効率的に実現できるような装置の開発を行う、②再生飼料を製造し、発生する食品循環資源の内容や豚の肥育方法等の地域特性に適応した豚の肥育方法を確立する、③食品循環資源を飼料原料として安定的かつ効率的に回収する方策（食品循環資源回収のノウハウや回収システムの社会的定着）の研究の3点である。

これらの目的は、いずれも食品循環資源の地域的な循環構造の構築を県内で推進し、ごみ問題の解決、資源の有効活用をめざすゼロエミッション型畜産業の振興をめざすためのものである。したがって当研究開発事業の事業化は、広義には県内を広域的にカバーする食品循環資源リサイクルシステムの構築をめざすものであり、それに関わる回収・飼料化・養豚・関連機器製作業務の産業化を目的とするものである。

4.2.2 事業の全体像と各事業の進捗状況

上記事業化に含まれる諸事業（事業ユニット）を列記すると以下の通りである。

1) 食品循環資源回収事業

スーパーから発生する調理屑及び売れ残り・賞味期限切れ食品、食品加工業から発生する食品加工屑、ホテル業・飲食業から発生する調理屑及び食べ残しを、飼料化に適合するように分別排出させ、収集運搬する事業である。廃棄物処理法に基づく一般廃棄物処理許可業としての許可が必要となる。

2) 再生飼料化事業

1) で回収された食品循環資源を、本研究開発で確立された飼料化技術を用いて、養豚に適したスペックの飼料に加工する事業である。他者への飼料販売上の手続き上の利便性や信用を考慮し、食品リサイクル法にもとづく再生利用事業者の登録を行う。

3) 飼料化装置製作事業

2) で使用するプラントの設計・製作及び販売を行う事業である。

4) 再生飼料豚肥育事業

2) で加工された再生飼料を使用して豚を肥育する事業である。他の飼料（配合飼料等）との組み合わせはもとより、豚の交配、豚舎の管理、肥育期間等独自の生産プロセスを確立し、食肉として価値のある豚を生産する養豚事業である。

また販売促進の一環としての加工食品（ソーセージ、ハム、らふてー・ていびち等の沖縄伝統食）生産、ソーセージ・ハムづくり体験等のサービス業としての展開も関連事業として考えられる。

5) 再生飼料豚肥育副産物（糞尿）燃料化装置製作事業

4) の副産物として発生する豚の糞尿によるメタン発酵エネルギー回収用のプラント設計・製作及び販売を行う事業である。

6) 地域リサイクルシステム構築のためのコンサルティング事業

1) ～5) の各事業の事業化に必要な新企業の起業及び参入希望企業へのコンサルティングを行う。また各事業間のコーディネートを行い、結果として県内に食品循環資源の飼料化によるリサイクルシステムを構築することをめざす事業である。

各事業ユニットに関する当研究開発の進捗状況は以下の通りである。

表 2-4-16 事業化に向けての当研究開発の進捗状況

事業ユニット		進捗状況	
		現状	課題
1	食品循環資源回収事業	分別及び回収方法、回収コストの積算等は完了した。また発生源で分別を補助する容器の開発は完了した。	飼料化装置の設置に関する目的が確立されていないため物流ルートの検討がなされていない。
2	再生飼料化事業	加熱乾燥飼料化に関する基礎技術の確立は完了した。	実用化に向けた生産技術の確立（装置の改善と実用機完成、操作マニュアル完成）
3	飼料化装置製作事業	試験用のパイロットプラントのみである。	能力や設置場所を想定した複数の実用機的设计プランが望まれる。
4	再生飼料豚肥育事業	飼料のレシピ開発と肥育方法についてはノウハウ化を完了した。	肥育方法の農家への普及と再生飼料豚の肉質PRが必要である。
5	再生飼料豚肥育副産物（糞尿）燃料化装置製作事業	実験室レベルでの基礎技術の確立は完了した。	パイロットプラント段階での実証化が求められる。
6	コンサルティング事業		1～4の各課題を解決し、採算性が実証されたビジネスモデルとして確立することが待たれる。

当研究開発の現段階では、回収事業及び飼料化事業の基礎技術、再生飼料豚肥育事業のほぼ全体については、パイロットベースながらおおむね事業化の基礎が確立している。

回収事業におけるルート的设计、飼料化事業及び同装置製作事業における生産技術の確立、全般的な事業採算性の実証には尚1～2年の時間を要すると考えられる。

4.2.3 事業化シナリオの検討

県内をカバーする食品循環資源リサイクルシステムの構築をめざすべく、1)～6)の諸事業を起業するには、いくつかのシナリオが考えられる。

表 2-4-17 事業化シナリオの検討

シナリオ	販売の見通し		実現性	事業化における課題
	飼料化装置	再生飼料豚		
①食品循環資源排出事業者が飼料化装置を設置し再生飼料を養豚農家に販売する。装置は製作を外注、コーディネート・飼料化スペック指導等のコンサルティングと輸送を行う新会社で起業する。	スーパー、コンビニ、ファミリーレストラン等へ小型機(日量1t未満)の販売が期待できる。	排出事業者を中心に買付けてもらえば地域システム構築が可能に。市場ブランド化も比較的容易である。	○	<ul style="list-style-type: none"> ・大手排出事業者の参画は可能。本部相手の営業方針が必要となる。 ・対象発生源の広がり欠ける。
②廃棄物処理事業者が飼料化装置を設置し再生飼料を一般養豚農家に販売する。装置は製作を外注、コーディネート・飼料化スペック指導等のコンサルティングを行う新会社で起業する。	県内廃棄物処理事業者が販売先で大型機(日量数t単位)数は限られる。	飼料販売先の養豚農家の戦略主導となる。他飼料との併用もあり、ブランド化は不透明な要素が大きい。	△	<ul style="list-style-type: none"> ・養豚農家への個別売り込みの成否次第である。 ・対象発生源や養豚農家の広がりを期待できる。
③飼料製造業者が飼料化装置を設置、提携廃棄物処理事業者が回収を行い、再生飼料は養豚農家に販売する。装置は製作を外注、コーディネート・飼料化スペック指導等のコンサルティングを行う新会社で起業する。	大型機数台で充足し装置としての市場は限られる。		×	<ul style="list-style-type: none"> ・再生飼料による肥育法を売り込めるかどうか成否を分ける。 ・飼料業者が従来飼料との競合を危惧する恐れあり。
④肥育事業者(養豚農家)が飼料化装置を設置し、提携廃棄物処理事業者が回収を行い原料として納品する。装置は製作を外注、コーディネート・飼料化スペック指導等のコンサルティングを行う新会社で起業する。	再生飼料による養豚を従来から行ってきた養豚農家への販売が見込める。台数的には最も期待できる。	養豚農家が主体となるので飼料をめぐるトラブル発生がおさえられる。市場ブランド化も比較的容易である。	△	<ul style="list-style-type: none"> ・農家にとって再生飼料による肥育法の受容(現状マイナスの先入観が強い)と飼料化装置操作の手間が問題になる。
⑤食品循環資源回収・再生飼料化・肥育事業を一貫した事業化を行う新会社を起業する。装置は製作を外注する。新会社で生産技術と採算性あるビジネスモデルを構築後、①～④の方向に向けコンサルティング事業を展開する。	当面内製用に大型機4台で間に合う。外販事業開始後県内で大型・小型計数10台の販売を期待。	回収・飼料化・肥育を一貫管理できる生産技術や採算性の初期的確立に適す。市場ブランド化も容易である。	◎	<ul style="list-style-type: none"> ・当研究開発事業に関与している事業主体が量産体制を整えればリスクなくスムーズな移行が可能である。

前表の各シナリオを検討の結果、①～④のシナリオは生産技術の確立になお若干の期間を要する現段階では、装置の設計・製造に伴うマーケティングリスクが大きいことから、当面⑤の事業化シナリオ（回収・飼料化・肥育の一貫事業化）を選択することに決定した。

新会社を設立し、食品循環資源の回収、再生飼料化、飼料による肥育の3段階を包括的に管理できる業務体制を構築し、実用化に向けた生産技術のブラッシュアップを行う。また同時に採算性のあるビジネスモデルを提示しコスト的に実証を行う。（イメージ下図参照）

飼料化装置及び肥育副産物燃料化に関する装置製作事業は、当面新会社からは切り離す。

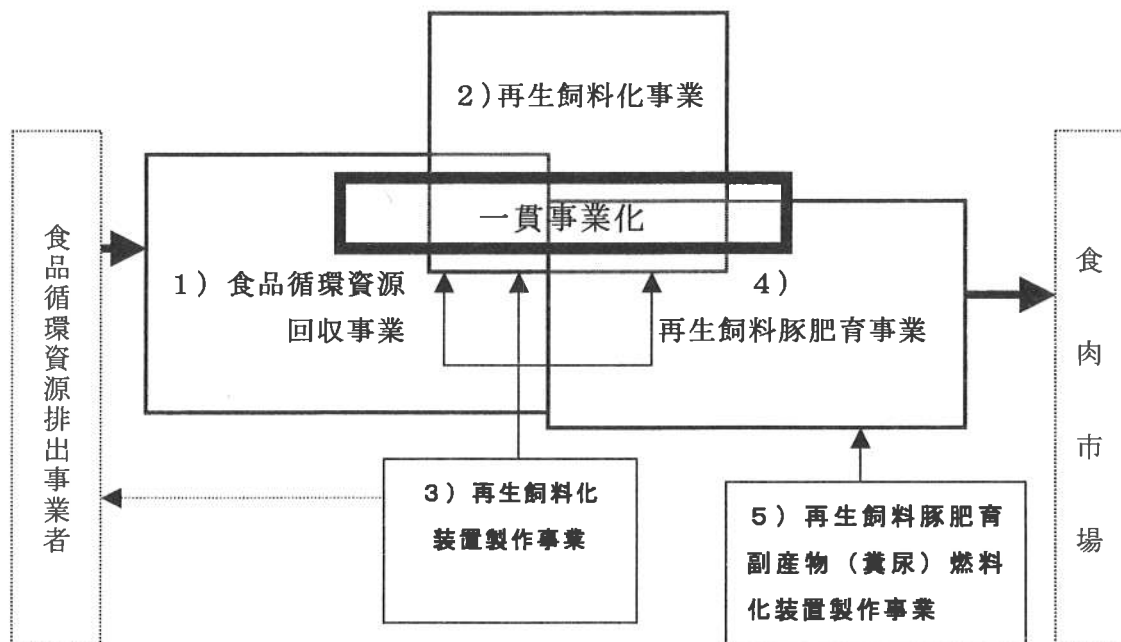


図 2-4-22 一貫事業のイメージ

新会社は生産技術、ビジネスモデルを確立し、再生飼料豚の肥育に一応の実績を上げた後、県内をカバーする食品循環資源リサイクルシステムの構築に向けコンサルティング事業及び関連事業（飼料化装置及び肥育副産物燃料化装置の販売、飼料化工場及び肥育養豚場の見学運営等）を本格的に展開していく。

4.3 事業化のスケジュール

事業化のスケジュールは、次のとおりである。

当面は「食品循環資源の回収～再生飼料化～再生飼料豚肥育～肉の販売」を一貫して行う仕組みの確立と、採算性ある事業としての自立に取り組む。

第2期として事業規模の拡大、主として県内でのプラントの販売、ノウハウの提供とコンサルティング事業に取り組み、県内で広域的な食品循環資源リサイクルシステムの構築をめざす。

第3期として県外への進出をめざす。

第1期（2004年（平成16年）～2005年（平成17年））

① 新会社の設立

仮称「くいまーる株式会社」を2004年度（平成16年度）から2005年度（平成17年度）を目途に設立する。

② 各種許可の取得

廃棄物処理法に基づく一般廃棄物処理許可業としての許可取得、食品リサイクル法にもとづく再生利用事業者の登録を行う。1年程度はかかる予定である。

③ 飼料化施設用地の取得

飼料化施設用地の取得に努める。

④ 飼料化施設（仮称「くいまーるプラザ」）の構想検討

環境教育機能を付加した飼料化施設の構想を検討する。

⑤ 飼料化～肥育事業の継続

食品循環資源の回収、飼料化、肥育、肉の販売までを事業として実施する。会社の設立、許認可の取得等の体制が整うまでは、新会社は事業のコーディネーター役を担い、実務面は事業実施能力を持つ既存事業体に委託する。

⑥ 飼料化装置の改良

飼料化装置の改良を進め、実用機を完成させる。

⑦ プロジェクトブランドの登録

本プロジェクトで開発した装置と給餌・肥育ノウハウにもとづいて肥育した豚の汎用的なブランド化、商標化を図る。

⑧ 市場ブランド豚の開発

プロジェクトブランドに加え、再生飼料豚の付加価値向上のあり方としてアグー交配豚への給餌を行ったハイグレードポーク対応の市場ブランド豚も開発する。

第2期（2006年（平成18年）～2007年（平成19年））

① 飼料化一貫事業の確立

食品循環資源の回収、飼料化、肥育、肉の販売までを事業として実施する。肥育は開発した給餌のノウハウにもとづいて農家に肥育委託する。

ハム・ソーセージ等の肉の加工、産直販売などにも着手する。

② 仮称「くいまーるプラザ」の建設

環境学習機能を付加した飼料化施設を建設、稼働させる。

③ コンサルタント事業

開発したノウハウにもとづき、県内農家を中心に食品循環資源による養豚のコンサルタント事業を開始し、受け皿となる養豚農家の開拓を図る。

またプロジェクトの趣旨に賛同するスーパーとのシステム共同開発、回収～飼料化事業のパートナー（代行者）となる一般廃棄物処理業者との提携事業など、県内の食品循環資源リサイクルシステムの構築に寄与する事業の展開を予定する。

④ プラント販売

コンサルタント事業と連携して飼料化装置の本格販売を開始する。

スーパー店舗等食品循環資源の発生事業所には小型機（日量1t未満）で数10台

単位の販売が、養豚農家には規模により小型機数 10 台、大型機（日量数 t レベル）数台が販売可能と考えられる。またパートナーになる一般廃棄物処理業者が登場すれば大型機にも大型機数台の販売が期待できる。

第 3 期（2008 年（平成 20 年）以降）

① 県外への進出

コンサルティング+装置販売によるシステム販売で県外市場への進出をめざす。

② 環境学習の展開

食品循環資源の有効利用を通して、資源リサイクルや「命」の学習のプログラム開発を進め、全県的、全国的に展開する。

子ども向けのワークショップ（総合的な学習の時間などに出前出講可）プログラムや絵本、ビデオ・DVD等の教材の開発を予定する。

4.4 事業化計画と採算性についての見通し

4.4.1 経営形態

本事業は、食品循環資源の有効利用を図るとともに、資源の有効利用についての意識啓発や「命」を大事にする意識の普及など、NPO法人エコ・ビジョン沖縄がこれまで取り組んできた運動の精神を柱に据えた、新しい事業イメージを構築していくことを目的としている。

もちろん事業継続のためには採算を無視することはできないが、利潤追求にのみ走ることなく、省資源、資源有効利用やわが国の食の食糧自給率の向上など社会的使命を果たすことを目的とした事業を展開していくことを目標とするものである。

経営形態としては「株式会社」または「有限会社」とするが、出資者には趣旨に賛同する市民なども加え、NPO法人エコ・ビジョン沖縄や沖縄リサイクル運動市民の会と連携した「市民事業」として事業展開を行う。事業イメージを次頁に示す。

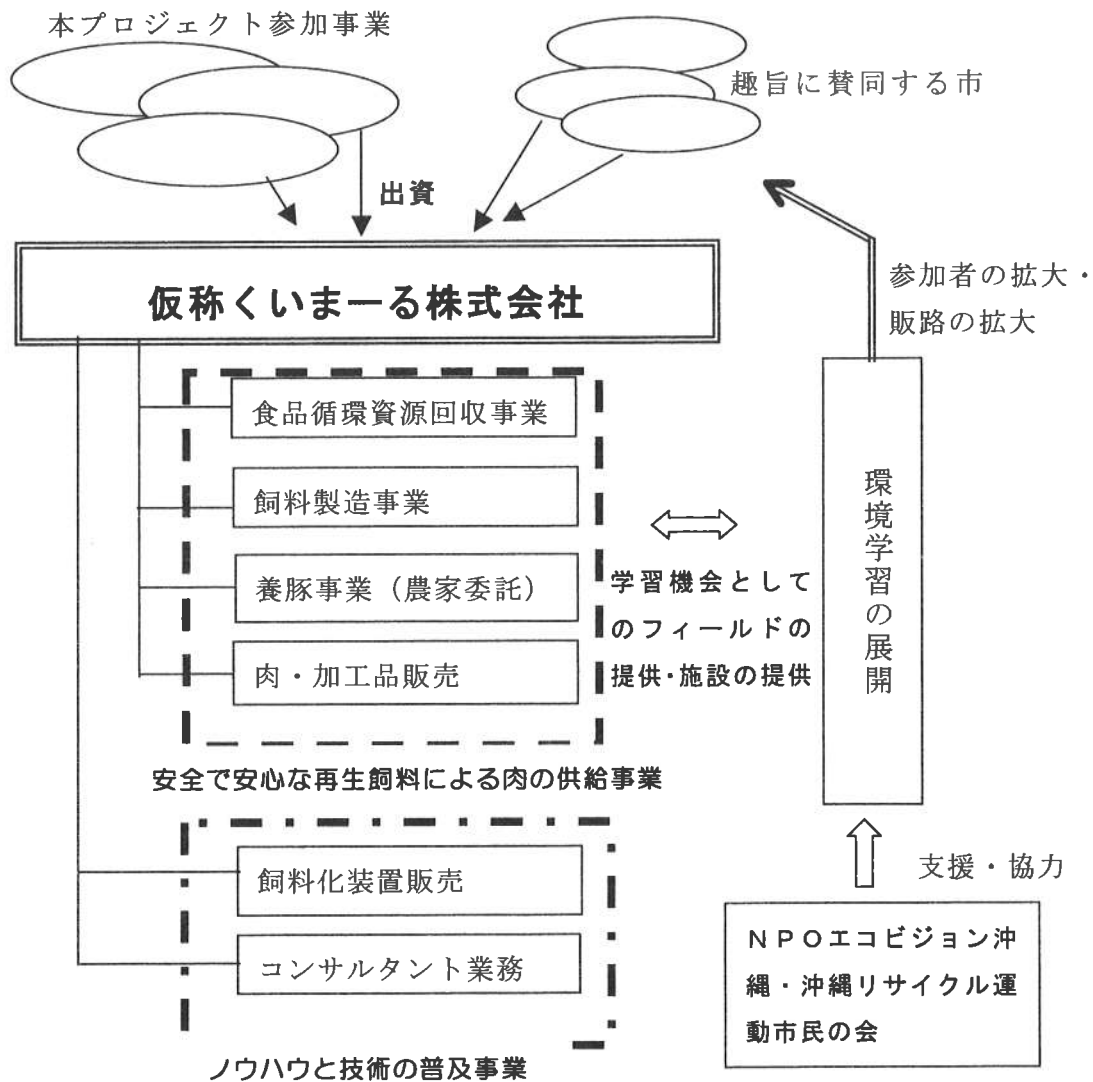


図 2-4-23 事業イメージ

4.4.2 事業の採算性の見通し

第1期の当面の事業化について採算性の検討を行う。

コストの要素として、大きく①回収コスト、②飼料製造コスト、③肉の生産コストがある。肉の生産（豚の肥育）のコストについては、配合飼料による通常の養豚に対してコスト増を招く要素はほとんどないため、ここでは回収コストと飼料製造コストを試算し、食品循環資源の回収と飼料化が事業として成立するかどうかを検討する。

1) 回収コスト

食品循環資源の回収コストについては、前章で試算したとおりである。

1日あたりの回収コストを2万7000円、1日あたりの作業量を2トラックで2~3回転、回収量を3~4トンと仮定すると、キログラムあたりの回収コストは9円から6.8円となる。

2) 飼料製造原価

飼料製造にかかる経費を試算する。各費用項目の考え方は以下の通りである。

① 飼料の処理能力

1日の最大回収量を4トンとして想定する。開発した機器の処理能力は1バッチあたり最大500kgで1日2バッチの処理が可能である。したがって4トン処理するためには4台の装置が必要となる。

② 人件費

専従の従業員は2名とする。回収と合わせて3名の作業員、運転手が稼働することとなる。人件費単価は国土交通省の公共工事設計労務基準単価の沖縄県の指標を用いる。なお稼働は月間20日、年間240日と設定している。

③ 設備関係費

飼料化装置は装置の市場動向で述べたように、類似装置との価格比較においておおむね300万円の価格帯で販売するものとし、税法上の償却期間10年で定額法によってその減価償却費を計上する。

また弁当パックなどから内容物と包装材を分離する分離器は、コンビニやスーパーからの回収増加が見込めることや、作業労力の削減のために必要な装置であり、ここでは本研究開発において取得した価格を前提に減価償却費を計上した。

また建屋、場内作業用のミニショベルローダ等の償却費、光熱水費等を実際にかかった経費から試算して計上した。

表 2-4-18 設備関係費一覧

飼料製造原価

	費用課目	年間	月間	算出根拠
人件費	給与(2人)	6,960,000	580,000	国土交通省公共事業設計労務単価基準額(平成15年度、沖縄県)より普通作業員を適用(日額14,500×20日/月)
	消耗品	48,000	4,000	作業服、安全靴、手袋、他
	※給与には基準内賃金、賞与、手当等を含む。			
	人件費計	7,008,000	584,000	
設備関係	飼料化装置減価償却費(4台)	1,080,000	90,000	減価償却費=(取得価格-残存価格)÷償却年数 (3,000,000-300,000)÷10年=270,000/台
	分離機減価償却費	745,056	62,088	(4,139,200-413,920)÷5年=745,056
	その他償却費	1,200,000	100,000	建屋、ミニシャボ等
	その他	1,200,000	100,000	消耗品
	設備関係費計	4,225,056	352,088	
小計		11,233,056	936,088	
一般管理費		1,123,306	93,609	
合計		12,356,362	1,029,697	

4 トン×240 日=960 トンの処理を行うために、年間約 1236 万円の経費がかかることとなる。キログラムあたりの処理費は 12.9 円となる。

下表は実験の実績から生産できる飼料の量を推計したものである。実験の実績では歩留まり 40%であったため、1 トンの原料に対して 400 kgの飼料ができることになる。4 トンでは 1,600 kgである。

また 1 頭当たりの肥育に必要な飼料は、肥育期間を通して平均すると 1 日約 3 kgであったため、1 トン/日の原料に対して 128 頭の肥育が可能であることを意味している。

表 2-4-19 原料に対する飼料生産量の歩留まり

原料投入量	63kg	1トン	4トン
飼料生産量	25kg	400kg	1600kg
歩留まり	0.4	0.4	0.4
肥育可能頭数	8頭	128頭	512頭

3) 事業の採算性の検討

以上の試算に基づいて、事業の採算性を検討する。

表 2-4-20 事業の採算性

回収費	6,556,440 円/年
飼料製造費	12,356,362 円/年
合計	18,912,802 円/年
処理量(t)	960 トン/年
飼料生産量(t)	384 トン/年
kgあたり原価	
処理	19.7 円/kg
飼料	49.3 円/kg

回収経費と飼料製造費の合計は約 1900 万円である。処理量は最大 960 トン、歩留まりを 40%とすると 384 トンの飼料製造にかかる経費が 1900 万円で、処理量ベースではkgあたり 19.7 円、製品ベースでは 49.3 円となる。

次図は、回収費用と飼料生産費用を合わせた飼料生産原価が、処理量に応じてどのように変化するかを、キログラムあたりの単価でみたものである。費用のほとんどが固定費であるため、処理量に応じて単位当たり原価は安くなる。

一般の養豚で利用される穀物主体の配合飼料価格は、輸入穀物が安くなったことから最近は下降傾向にあり、おおむね 35~40 円前後である。原価が 40 円となるのは、生産量が 472 トン、すなわち投入量(処理量)では 1180 トン(歩留まり 40%)となり、それ以上の

生産を行うと配合飼料価格を下回り、理論的には競争力が出てくることになる。

想定している生産能力は384トンで、このときの原価は49.3円となる。このままでは配合飼料と価格面で競争できないため、排出者から処理料金を徴収することを前提とする。

かりに沖縄市の事業ごみ処理料金4円/kgと同額を徴収した場合、飼料生産量1kgに換算すると10円となり、その分だけ価格を下げる可以降低ることができる。すなわち、処理料金を含む原価は $49.3 - 10 = 39.3$ 円となる。

したがって、処理料金をいくらに設定するかによって、事業の採算性は大きく左右されることになる。

処理原価 円

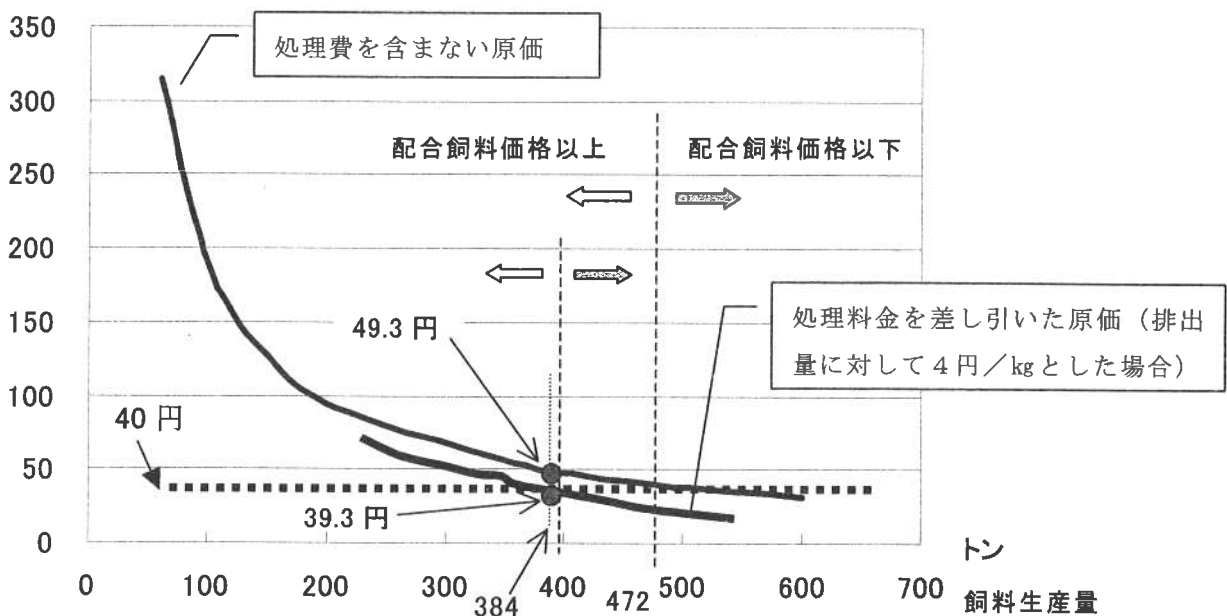


図 2-4-24 生産量、処理費の変化にともなう原価の変動

回収料金の設定によって原価がどう変わるかを見てみる。年間384トンの生産量を前提とした場合

表 2-4-21 回収料金と飼料製造原価

排出量 1 kg に対する料金	製品 1 kg に換算	原価
4 円	10 円	39.3 円
6 円	15 円	34.3 円
10 円	25 円	24.3 円
12 円	30 円	19.3 円
15 円	37.5 円	11.8 円
20 円	50 円	-0.7 円

おおむね 10 円の回収料金で原価は 24.3 円となる。配合飼料は市場価格によって 35 円を下回る場合もあるが、24.3 円であれば十分な競争力を持つ。

養豚のコストの 60%は飼料であり、再生飼料を使うことによって特別なコスト増となるものはない。したがって 10 円の料金を含む 24.3 円の原価で生産した飼料で豚を肥育する場合、40 円の市販飼料を使う場合に比べて 15.7 円のコストダウンになる。

384 トンのリサイクル飼料では、 $384,000 \text{ kg} \times 15.7 \text{ 円} = 603 \text{ 万円}$ となり、その分を新たな利益と見なすことができる。

アンケート調査の分析によると、おおむね 20 円程度であれば現在のごみ回収コストと同等であることがわかったが、20 円では kg あたり 0.7 円の「利益」が発生することになる。

飼料生産にともなう「利益」が、 $384,000 \text{ kg} \times 0.7 = 38 \text{ 万円}$ となり、また配合飼料代の節約効果は $384,000 \text{ kg} \times 40 \text{ 円} = 1536 \text{ 万円}$ となって、あわせて 1574 万円の利益とみなすことができる。

またいずれの想定においても、飼料の一部を販売することも可能である。仮に 10 円の回収料金で半分は自家消費、半分は他の農家に 30 円/kg で販売した場合の利益は、自家消費に伴う利益(配合飼料節約効果) = $192,000 \text{ kg} \times 15.7 \text{ 円} = 301 \text{ 万円}$ と、飼料販売利益 = $192,000 \text{ kg} \times (30 - 24.3) \text{ 円} = 109 \text{ 万円}$ の合わせて 410 万円となる。

自家消費したほうが利益は大きいと、当面は養豚の規模を拡大することがポイントである。

以上のように、事業の採算性は回収量と回収料金の設定、肥育頭数によって左右されるが、おおむね採算はとれる見通しはついたものといえる。

(4)回収料金の検討

回収料金は事業の採算性を大きく左右する要素であるが、適正な料金をどのくらいに設定するかが課題である。料金設定の考え方を検討した。

まず第一に、回収・処理原価と通常のごみ処理料金との関係から決定することとなる。

$\text{飼料生産原価} < \text{回収料金} < \text{通常のごみ処理料金}$
--

ここで料金設定に大きく影響するのは市町村の事業ごみ処理料金である。一般に、市町村では事業ごみ処理料金の上限を条例で定めているが、那覇市のように発生源が多い大都市では許可業者間の競争が激しく、料金面でも競争が激しい。

那覇市の料金は 10 kg あたり 63 円となっており、他の市町村の料金は表の通りである。

首都圏や近畿圏などの大都市圏では料金は高く、東京 23 区はキログラムあたり 28.5 円(45 リットルのごみ袋 1 袋あたり 243 円)である。東京では事業系ごみを排出量の多少に関わらず全部有料にしており、処理料金を高めに設定したために民間のリサイクルビジネスが拡大し、結果的に大きなごみ減量効果をあげている。廃棄物政策においてはごみの料金設定は施策の決め手のひとつと認識されており、全国的にも料金は上がる傾向にある。県内は全国的な水準からみればきわめて料金が安いと、政策の方向として料金はあがっていくものと考えられる。

また食品リサイクル法によって大規模事業者（年間 100 トン以上）は食品廃棄物等の減量を義務づけられており、比較的高めの料金設定でも受け入れられる可能性は高い。排出事業者のアンケート調査結果では、おおむね 20 円程度であれば現在のごみ回収コストと同等であり、それより高い料金を支払っている例も多い。このことから、排出事業者にとっても妥当な料金であると推測できる。したがって、事業化を進めるにあたっては、こうした状況を勘案しながら、適切な料金を設定していくことが重要である。

表 2-4-22 事業系一般廃棄物の処分場（焼却場）搬入手数料（沖縄本島）

市町村名	処理料金	備考
那覇市	10kg あたり 63 円	
名護市	0 円（無料）	
石川市	0 円（無料）	
具志川市	事業系ごみ袋有料制	特大 600 円／大 300 円／中 200 円／小 170 円
沖縄市	1 kg あたり 4 円	
宜野湾市	1 kg あたり 4 円	
浦添市	1 kg あたり 2 円	
豊見城市	10kg あたり 20 円	料金体系見直し検討中
糸満市	段階別に規定	1～200kg／300 円 201～400kg／500 円 401～600kg／800 円 601～800kg／1500 円 801～1000kg／2000 円 1001～2000kg／4000 円 2000kg 以上／1000kg につき 2000 円単位で加算
東京 23 区	1 kg あたり 28.5 円	

4.4.3 販売目標と販売スケジュール

採算性の検討をふまえ、当面の事業の販売スケジュールと販売目標を下記の通りとする。

①回収・処理量の目標

- ・ 当面は 1 日当たり 2 トン、1 年以内に 4 トン（実稼働日数 240 日、年間 960 トン）を目標とする。

②販売スケジュール

- ・ 2004 年度（平成 16 年度）中に 2 トンの回収・処理体制を整備し、2005 年度（平成 17 年度）～2006 年度（平成 18 年度）中には 4 トンの処理体制とする。
- ・ 2006 年度（平成 18 年度）以降は、飼料の需要に応じた回収体制の拡充を図る。
- ・ 回収料金 20 円/kg とする。
- ・ 飼料は当面は提携農家に買い上げてもらい、肉とバーターする。2006 年度（平成 18 年度）以降は需要に応じて外部にも販売していく。
- ・ 飼料化装置の販売は 2006 年度（平成 18 年度）以降を予定する。

③ 当面の販売目標

表 2-4-23 収入ごとの売上目標

収入項目	売上目標	説明
回収料金	960 万円	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1 kgあたり 20 円 ・ 20 円×960,000=19,200,000
	1920 万円	
飼料販売収入	576 万円	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1 kgあたり 30 円 ・ 飼料生産量 384 トン ・ 30 円×384,000=1,1520,000
	1152 万円	
飼料化装置販売	/	<ul style="list-style-type: none"> ・ 年間販売目標を 1 基 250 万×4 台
	1000 万円	
合計	1536 万円	
	4072 万円	

上段は 2004 年度（平成 16 年度）～2005 年度（平成 17 年度）目標。

下段は 2006 年度（平成 18 年度）目標。

参考文献

- 1 バイオマスニッポン総合戦略をささえる技術開発—食品残さの畜産的利用とその研究方向—
(独) 畜産草地研究所・(社) 配合飼料供給安定機構
- 2 食品残さの飼料化をめざして—そのマニュアルと参考資料—
(社) 配合飼料供給安定機構
- 3 食品廃棄物の飼料利用 (その1. 飼料化素材と飼料化手法および飼料化の要件)
阿部 亮 畜産の研究第58巻第2号 (2004年)
- 4 食品廃棄物の飼料利用 (その2. 乾燥飼料の調整と給与および肉質)
入江 正和 畜産の研究第58巻第2号 (2004年)
- 5 食品廃棄物の飼料利用 (その3. 食品残さ飼料の栄養特性)
佐伯真魚・川島知之 畜産の研究第58巻第2号 (2004年)
- 6 未利用有機物資源の飼料利用ハンドブック
阿部亮ら編 (株)サイエンスフォーラム発行
- 7 未利用資源の有効利用に関する研究—米糠加高温発酵資材の豚給与試験
矢後啓司ら 神奈川県畜産研究所研究報告第87号 (1998年)
- 8 平成13年度地域新生コンソーシアム研究開発事業、食品循環資源の大量・高度リサイクル技術の実用化技術開発、
関東経済産業省—日本鋼管テクノサービス株式会社 (平成15年3月)
- 9 日本標準飼料成分表 (2001年度版)
(独) 農業技術研究開発機構編 (社) 中央畜産会発行
- 10 日本飼養標準 豚 (1998年度版)
農林水産省農林水産技術会事務局編 (社) 中央畜産会発行
- 11 日本食品標準成分表
科学技術庁資源調査会編
- 12 農家養豚ハンドブック
青木隆夫著 チクサン出版社
- 13 平成14年12月末家畜・家きん等の飼養状況調査結果
沖縄県農林水産部畜産課 (平成15年4月)
- 14 おきなわの畜産
沖縄県農林水産部畜産課 (平成15年3月)
- 15 よくわかる食品リサイクル法—関連事業者の動向と生ごみ処理機の市場
週間循環経済新聞編集部 編著 日報出版(株)発行
- 16 食品循環資源 (生ごみ) 飼料化調査事業報告書 (平成12~15)
横浜市食品循環資源飼料化研究会 (協議会)

沖縄県那覇市字識名1279番地

株式会社 **光エンジニア**

代表取締役 **翁長秀光**

TEL (098) 832-3245

FAX (098) 833-5303