

## 1. 技術開発担当・照会先

清本鉄工株式会社 環境装置事業部 計画課

課長補佐 細川 豪邦

住所 〒883-0062 宮崎県 日向市 大字日知屋 17352 番地 2

TEL0982-24-1153 FAX0982-24-1145

## 2. 技術開発の目的と開発内容

### (1) 技術開発の目的

平成 12 年 6 月に食品循環資源の再利用に関する法律（食品リサイクル法）が制定され、規定量以上の年間排出量の事業者に対して目標値が設定された。

第 3 者に販売・使用させ循環利用する場合には飼肥料登録が必要となり、安全性確認、成分規格の安定化が要求される。生ごみを再資源化しようとする場合生ごみの成分のバラツキが問題となる。排出事業者に日々搬入される生ごみの成分を一定の割合で入荷させる事は現実問題として毎日の食品排出物の種類、数量の違う排出事業者に上記搬入条件を要求することは極めて困難であり、また処理事業者に処理物の分別調整を行わせることもコストがかかるというような事情から、食品残渣の再資源化事業の普及は息詰っているのが現状である。

しかる問題を解決するため、成分のバラツキを安定させ、異物の適切な除去を行い、衛生的に安全なリサイクル飼料に処理できる技術の開発のため、副資材の配合割合の把握試験、高温、高圧処理で殺菌と短時間処理を行うための運転条件の把握試験、飼料安全法に準じたりサイクル飼料の安全性試験を行った。

### (2) 技術開発の内容

#### 加圧加温機の概要

通常の釜加熱式と異なり今回設けた加熱機は密閉構造で、生ごみを投入後に外側のジャケットから蒸気を利用し加温加圧（耐圧 1Mpa）する構造になっており、法規上は第 1 種圧力容器の適用を受ける。今回の実験機器容量は 430 × 1 台であるが、空間率・余裕率をみて 300 を有効容量（重量換算 120 k g）として実験を行った。（写真-1）



写真-1 加圧加温機

#### 生ごみ処理方法の概要

生ごみ（写真-2）を計量後原料投入機（写真-3）で加圧加温機に投入、条件設定を行い運転を開始する。運転開始後に品温とともに内部圧力が上昇、圧力 0.5Mpa、品温 150 に達した時点で生ごみの分解を行う。通常の大気圧下で行う加温分解に比較して加圧された条件下での分解した場合のメリットは、高分子化合物であるたんぱく質、脂肪の分解が早く、処理時間が短くなる事である。分解後に落圧を行い生ごみの分解状況の確認と、成分の分析後、再度蒸気加熱し乾燥させる。乾燥工程では 30 分毎にサンプルを取り出し（写真-4）経過時間毎の乾燥状況（写真-5）の確認した。



写真-2 処理生ごみ



写真-3 原料投入機



写真-4  
取出状況



写真-5  
乾燥状況サンプル

乾燥工程が完了後は製品を排出し、振動ふるい機（写真-6）で、異物除去を行い、異物のうち金属類・木片・プラスチックは目視確認で除去（写真-7）した後、ハンマーミル（写真-8）にかけて粉砕を行った。



写真-6 振動篩機



写真-7 分離異物

粉状になったものは、衛生面での品質確認のためサルモネラ等の含有量分析を分析機関に委託して行い、また栄養成分の安定化を図るために、魚粉、大豆ミール、コーングルテン等を

簡易ミキサ - で混合し、安全性確認試験用の試料とした。

試験用の生ごみは門川町 生活環境課および教育委員会の協力を頂き社会福祉センター、門川小学校(写真-9)、門川漁協(写真-11)から排出される生ごみを排出場所で生ごみと不燃物に別け、さらに生分解性プラスチックを原料とした45袋に入れ集荷・搬入してもらい、2003年10月~2004年3月にかけて試運転を含み60回実施した。

また加圧加温処理試験と同時に、乾燥工程で発生する臭気ガスを燃焼脱臭炉で経済的に無公害化処理するための燃焼条件の把握を行うための実験も行った。



写真-11 脱臭炉



写真-8  
ハマ-ミシ



写真-9 搬入生ごみ  
(給食センター、福祉センター-排出)



写真-10 搬入生ごみ  
(漁協排出魚残渣)

生分解性プラスチック製ゴミ袋

### 安全性確認試験の概要

成果品は「飼料の安全性の確保および品質の改善に関する法律」に従い飼料の安全性確認試験を行った。確認方法は動物試験「鶏ひなの成長試験」を採用した。試験用鶏種は肉卵兼用鶏である ポリスブラウン 島田種 名古屋種で行った。

群は20羽~30羽を1群として4群に別け、それぞれ試験区、試験区、対象区、対象区として給餌試験をおこなった。試験施設は幅5m×長さ10mのビニールハウスを2棟設置して行い(写真-12)、1棟の内部を防獣網で2区画に区切り4区画を設け1棟に試験区群を片側に対象区群を入れて行った。(写真-13)

餌は自由摂取給餌としレンジャー(吊下式不断給餌器)に飼料を投入して給餌した(写真-14)。毎日各群から10羽を無作為に選び1種鶏あたり60日の試験経過後、最終分析を宮崎大学農学部獣医科に依頼し解剖所見組織分析を行った。

また宮崎大学の学生を対象に実験鶏の食味試験を行い、試験区および対象区の鶏肉の官能試験も同時に行った。(写真-15)

試験区に給餌した飼料は、必須アミノ酸量、ペプシン消化率等を分析機関に依頼して品質確認をおこなった。



写真-12  
安全性試験育雛実験棟



写真-13  
安全性試験育雛実験棟  
内部区分状況



写真-14 レンジャー給餌状況



写真-15 宮崎大学獣医科学  
学生による官能試験状況

## 3. 技術開発の成果

### 3.1 加温加圧分解処理

実験開始当初は加温開始後に本体の内部温度は順調に上昇し、それに従い圧力も順調に上昇したが、圧力が0.12Mpa付近から温度上昇が緩くなり目標とする品温150℃、圧力0.5Mpaに達するまでに45分~50分を要した。投入した蒸気熱量および熱効率から考察すると時間がかかりすぎであることが判明し原因を探ったところ、投入口に設置していたナイフゲートからの圧力の漏れが見つかり、ナイフゲートメーカーと検討後投入口のシーリング構造をメタルタッチ構造から耐熱テフロンに変えることで解決し(写真-16)、再度実験運転を行ったところ品温150℃、圧力0.5Mpaに到達するまでの時間が15分~20分に短縮できた。



写真-16 シール部を改造したナイフゲート



また加圧分解工程での設定により脂肪分の分解が進み成果品に著しいかつぺん現象が見られ、この現象は今後事業化後の成果品商品流通に関し、大きな問題点となることから分解工程での圧力を 0.2Mpa、品温を 115 に変えて試験し、かつぺん現象が発生せず生ごみが分解できることの確認ができた。(写真-17)



写真-17  
初期のかつぺん状況(左)と最終製品(右)の比較写真

また衛生面での品質を確保するため現在 B S E 対策で採用されている殺菌温度 140 での殺菌処理は、加圧加温機で加熱工程の初期に行えばかつぺん現象の発生なしに行えることが確認できた。加熱処理の後工程で殺菌処理を行うとかつぺん現象が著しかった。



写真-18  
製造した養鶏飼料

成果品は日本食品分析センター、鹿児島環境測定分析センターに依託し ペプシン消化率 ヒスタミン含量 サルモネラ含量 カドミウム含量 ヒ素含量 水銀含量 VBN(揮発性塩基性窒素) AV(酸価) POV(過酸化価) 必須アミノ酸含量を検量したが飼料としての品質に著しい悪影響を与える成分は検出されなかった。(写真-18)

飼料の品質として重要な成分のパラツキは分析機関に委託検量し、結果を表 - 1 に示す。成分はたんぱく質の含有量が市販飼料の 19%を上回る結果であり、副資材の魚粉、大豆ミール量添加量の調整が必要なこと、また繊維を多くアルファルファミールが添加材として必要なことが確認できた。

表 - 1 成分分析値 (日本食品分析センター)

項目	検体 1	検体 2	検体 3	標準品
水分	9,6%	10,2%	9,5%	10%
粗蛋白質	26,4%	24,7%	22,1%	18,5%以上
粗脂肪	19,2%	17,1%	18,0%	2%以上
粗繊維	5,4%	5,1%	4,0%	6%以上
粗灰分	10,8%	10,6%	9,5%	8%以上
VBN	0,04%	0,04%	0,03%	0,6%以下
ペプシン消化率	85%	84,5%	86,1%	75%以上
AV(脂肪の酸化度)	36,9	40,7	19,6	15 ~ 50
POV	5,7	5,8	10,2	2 ~ 30
ヒスタミン(毒素)	検出無	検出無	検出無	1000 以下
サルモネラ(病原菌)	陰性	陰性	陰性	陰性

### 3.2 燃焼脱臭炉運転試験

乾燥工程で特に注意する必要があるのが排出される湿りガスに含まれる臭気(悪臭)対策である。事業化において設置許可を受けるためには、住民同意が不可欠であり、悪臭による公害の発生は今後の事業化に大きな影響を与えることから、最良の脱臭方法と運転コストの削減は必要不可欠な問題である。

今回の脱臭対策は燃焼炉を利用した燃焼脱臭方式で現状での消臭方式では最も除臭効率の高い方式であるが、ランニングコストが最も高いことも特徴である。(写真-19 . 20)



写真-19 脱臭炉



写真-20 加圧加温機と脱臭炉の配置状況

脱臭炉の設定温度を当初は 700 付近で設定し運転したが、脱臭炉用のバーナー(燃料は A 重油使用)の燃焼時間が長く、必然と燃料費が多くランニングコストに影響した。脱臭炉の温度設定と脱臭炉への送風量の設定を変えること、および廃熱の回収により目標の 600 付近の範囲での経済的な運転条件の把握ができ(表 - 2)また実験運転中の臭気苦情問い合わせを門川町生活環境課に依頼していたが、1 件の苦情問い合わせもなかった。

表 - 2 脱臭炉運転条件とコストの比較

項目	条件 1	条件 2	条件 3
設定温度( )	700	630	540
送風量(m3/min)	3,3	6,0	6,0
吸気ガス温度(廃熱利用)	-	-	60
燃料消費量( /hr)	12	10,2	7,5
コスト換算(円/時間)	420	357	262

また当初は加圧加温後の圧縮ガスをクッションタンクに貯め、その後脱臭炉で燃焼させる計画であったが、定量排気流量弁を取り付けることで実験を行ったところ、脱臭炉は安定した運転できることが確認できたため、クッションタンクの設置を除くことが可能となり金額で120万円のイニシャルコストの削減に効果があった。

### 3.3 安全性確認試験

安全性確認試験における動物試験は ポリスブラウン 島田種 名古屋種の肉卵兼用種でおこない、毎日の体重、飼料の残量、観察項目でも確認を行いながら 増加体重 飼料摂取量 飼料効率 飼料要求率のデータを採取した。(写真-21.22)

日齢1日～14日までは育雛箱内で飼育したが、日齢2日～3日の雛は不断給水器内で溺死している雛があった。育雛箱内の温度は14日齢までは38度に保持し、14日以降はビニルハウス内およびハウス外に防獣ネットを施した敷地に放飼をおこないストレスの解消策をとり尻つつき防止対策をとった。飼料は自由摂取として与え、毎日のえさの毀れは回収計量し摂取量からは除いて計算した。

動物試験を実施後の 増加体重 飼料摂取量 飼料効率 飼料要求率の結果を表-3に示す。試験区と対象区での著しい違いは認められなかった。



写真-21 給餌状況 (ポリブラウン)



写真-22 体重測定状況  
バケツの風袋はゼロ補正して測定



表-3 動物試験結果 (鶏種:ポリブラウン)

項目	標準	試験区	試験区	対象区	対象区
増加体重(g)	820	834	828	825	787
変動係数	8以下	2.85	2.83	3.1	3.42
飼料効率(%)	35～45	39.6	36.4	44.0	36.8
飼料要求率	2.8～3.5	3.02	3.4	2.94	3.35

## 4.まとめ

技術開発目標に対する達成度の自己評価と今後の課題を以下に示す。

今回の実験では事業系の生ごみで収集条件が良かったため安定した成分にするための要因の把握はできたこと、重金属、毒素、有害菌は今回の実験では検出されなかったことは成果があったが、油分を多く含む生ゴミで製品を製造した場合、ハンドリング性、製品の品質等の問題点が発生するか否かの確認が今後の課題となった。また機器構造の変更により運転時間の短縮に成果があった。

脱臭炉の経済的な運転方法の条件は把握できたことは満足できたが、周辺住民への配慮により低温域での脱臭実験ができなかったため、更なるコストダウン化の可能性が残されている。

動物による安全性試験においては、著しい成長阻害への影響が見られなかったが、180日齢以上の給餌試験と、産卵した卵の安全性確認ができなかったため今後これらの実験を継続して本システムの飼料安全性評価を行う。解剖検査では所見の結果問題は無いことも確認された。

機械メーカーで生ごみ成果品の飼料登録まで行っている企業は全国でも数社しかなく、他社と比較してイニシャルコスト、およびランニングコストの改良で差別化が可能になれば、各自治体、食品廃棄物排出事業者、産業廃棄物処理業者を対象に導入の可能性は高く、飼料以外の用途も多岐にわたると考えられる。



門川実験場 全景  
(門川衛生センター敷地)  
強化ビニルハウス内に設置



門川実験場 入り口正面  
に実験内容説明看板を設置し、周辺住民への啓蒙活動も実施した。



内部設置状況  
入り口側から撮影  
この奥に加温加圧分解機を設置している。