資 料

平成8年度食品容器包装リサイクル技術開発事業の
成果の概要について

久 保 直 哉*

Research and Development Project for Recycling of Food
Containers and Packaging

Naoya KUBO*

* The Japanese Society for Food Science and Technology

本学会では、平成8年度から農林水産省の補助事業である「食品容器包装リサイクル技術開発事業」を受託して事業を進めている。

この事業では本学会が実施主体となり、食品容器包装の再生利用技術を緊急に確立するための技術開発の実地検討及び技術開発を行っている。

平成8年度は以下の諸課題について検討を行ったのでそれらの成果の概要について報告する。

1. 実 地 検 討

(1) 飲料用 PET ボトル破砕技術の実地検討

株式会社 三尾製作所

〔目的〕

欧州や米国に比べゴミの資源化が進んでいない日本、行き場のないゴミを狭い国土に抱えていながら、何等方策が立っていない現状である。ゴミの中でも処理しにくいPET ボトルは年々急増の傾向にあり、行政並びに多くの自治体でもその処分方法に悩んでいる。このような悩みを解決する手段として「リサイクル」資源の再利用がある。しかしながら、PET ボトルの再生過程において未だ効率的な回収、破砕、洗浄分別の方法が確立していない。PET ボトルをより効率よくリサイクルさせる為の破砕技術の実証を図る事とした。

〔方法〕

再生工程の省略を図る為、一定寸法 (10 mm×25

mm) のフレーク状に細断可能な特殊刃物の開発、リサイクルできない異材分別をする為のベースカップ部分の分離細断技術の開発を同時進行させた。

〔結果〕

一定寸法に細断する特殊刃物での破砕実証の結果、断続的に細断が可能となった。又異材分別の意味でベースカップ部分の分離細断もほぼ当初の計画通り達成できた。破砕後の細断片 (フレーク) を再商品化するに当たり、色ボトルの分別、塩ビボトルの分別の問題が残っている。今後これらの課題を解決し、早急なる商品化に資することとしている。

(2) 青果物の鮮度保持機能を有するリサイクル可能な
段ボール原紙加工技術の実地検討

阿波製紙株式会社

〔目的〕

徳島県の主要農産物であるナバナの出荷はそのほとんどが発泡スチロール容器による包装に依っている。ところが、発泡スチロール容器は使用後焼却が困難でありリサイクル技術も確立されていないため、早急にこれに代わる代替包装形態が求められている。われわれは、産官学の共同研究で昨年までの3年間ナバナの輸送用としてリサイクル可能な段ボール箱の開発に取り組んできた。基礎研究においては、そのMA効果が確認されたので、実地検討に必要な加工用コーターを設置し、量産化試験を行い、実用化技術の確立を図る。

* 日本食品科学工学会分室 (〒103 東京都中央区日本橋小伝馬町 17-17 峰沢ビル 4F)

〔方法〕

リード株式会社に株式会社ヒラノテクシード製コンマダイレクトコーターを設置し、量産化実地試験を行った。ナバナの鮮度保持における加工液のアルギン酸ナトリウムとプルランの最適比率をそのガス透過性等で評価した。また、アルギン酸ナトリウムとプルラン以外の多糖類としてメチルセルロースとタラガムについて検討した。ナバナ以外の青果物への適応を目標として、スダチとブロッコリーについて試験を行った。保存温度 20℃、相対湿度 65% RH で、スダチは 8 日間、ブロッコリーは 3 日間保存し、各々保存中の二酸化炭素、酸素濃度を測定した。リサイクル時の環境への影響調査は、COD 値で評価した。

〔結果〕

ナバナの鮮度保持において、加工液のアルギン酸ナトリウムとプルランの最適条件は配合比率 1:1、濃度 5% であった。また、メチルセルロースとタラガムもアルギン酸ナトリウムと混合した場合、透気度をあげることができ機能性段ボール箱の加工薬品として使用できることがわかった。他の野菜への応用としては、ブロッコリーにおいてその有効性が認められ、スダチはさらに検討を要することがわかった。最後にリサイクル時における環境への影響は通常の排水処理で対応可能であることが推察された。

(3) 低酸素濃度雰囲気炭化処理装置による古紙炭化処理応用技術の実地検討

有限会社 鰐淵商事

〔目的〕

リサイクルの優等生とされていた古紙は、近年その消費量が伸びず大量の余剰古紙を発生させた。

さらに、容器包装リサイクル法の実施は、120 万 t/年の余剰古紙を発生せしめ、古紙価格の低迷に苦しむ古紙リサイクル業界に大打撃を与える事になると予想される。

特に、容器包装資材の古紙としてのリサイクルは、その分別作業・禁忌品除去作業に限界があり、製紙原料として再利用できず、廃棄物処理されることが多いと懸念されている。本件では、そうした品質の安定していない古紙、余剰古紙、再利用しにくい古紙を炭化処理し、新しい古紙の再利用法として、古紙の炭素化を図った。

〔方法〕

既に実用化されている、野菜屑炭化処理装置の理論を基に、古紙炭化処理試作装置を設計・製作。古紙炭化実験の過程で試作装置の改良をおこないながら古紙炭化実

験をすすめ、古紙炭化基礎データの採取、古紙炭素の成分分析、古紙炭化処理時のダイオキシン類発生分析検査をおこなった。

〔結果〕

今回の実地検討において、設計・製作した古紙炭化処理試作装置による作動テストと装置の改良・炭化実験での古紙炭化の基礎データ、古紙炭素の成分分析をおこなった結果、課題のなかで古紙が炭化できることは実証されたが、野菜屑炭化処理とは異なる条件があり、同じように効率的処理が行えるまでには至らなかった。

また、ダイオキシン類の分析試験では、現状のままでは環境汚染を引き起こす可能性があるとの結果がでたが、同時にその対処改良方法も結論づけられた。

結果として限られた時間のなかで、今回の実地検討では現実的な実用化の道を示すことはできなかったが、現実的な可能性と方向性は明らかになったものと考えている。

(4) 回収食品包装容器の固形燃料変換技術および食品製造工程内での適用技術の実地検討

株式会社 フジモトボルコン

〔目的〕

回収食品包装容器に色々な種類のプラスチック製品が使用されており、その回収品は色々なプラスチックの混在物になっている。

容器包装リサイクル法が施行されたが、回収のリサイクルには幾多の技術的、流動的な問題を解決する必要がある。そこで、回収食品包装容器を固形燃料に変換し、燃焼する技術の確立を目的として、実地検討を行う。

〔方法〕

回収廃ペットボトル・農業用廃ビニール及び食品包装廃ラップを個々に食品排水活性汚泥により、発熱量を 4 500~5 000 kcal/kg に調整して、貝殻を 5%・10%・15%、及び廃食用油を 10% 混入させて固形燃料を作る。

固形燃料を通常の丸孔開口を持つロストル上で連続燃焼させて、熱交換器で温風に変換した排ガス中のダイオキシン濃度を個々に 9 点測定する。

- 回収廃ペットボトル・農業用廃ビニール、及び食品包装廃ラップを、汚泥及び貝殻と均一に混合するために微細する技術を確立する。
- 貝殻をも微細する技術を確立する。
- 活性汚泥の水分除去と微細化に既開発済の破碎乾燥プロセスを利用する。
- 固形燃料化に既開発済のローラ圧縮機を利用する。
- 固形燃料の燃焼テストは、26 000 kcal/H 発生熱

風炉, 及び供給ホッパーを使って連続燃焼し, ダイオキシン濃度を測定する。

〔結果〕

- a) 回収ペットボトル, 及び貝殻の微細化は, クダケラ破砕機で回転数を変化させると 1 600 R/M 以上で 1.41 mm 目パス, 及び貝殻が 150 メッシュパスに破砕することが確認できた。
- b) 農業用廃ビニールは, ロータリーカッターで 40 mm 角程度にカッティングし, 円盤形摩砕機 1 200 R/M で目的の物を得た。
- c) 食品加工汚泥は, 日本食品化工(株)より澱粉製造工程でトウモロコシから流出する排水活性汚泥を乾燥させて使用した。
- d) 固形燃料は, 各々下記比率で各 100 kg を製造した。
- e) 固形燃料の燃焼テストを引き続き実施するとともに, 早急にダイオキシン濃度の測定を行う。又, 食品包装廃ラップについてもテストを行う。

Table 1 廃ペットボトル主体の固形燃料配合比率 (%)

配合物名 試料 No.	廃ペット ボトル	食品加工 汚泥	貝殻	廃食 用油	発熱量 kcal/kg
1	40	45	5	10	未測
2	40	40	10	10	"
3	40	35	15	10	"

Table 2 農業用廃ビニール主体の固形燃料比率 (%)

配合物名 試料 No.	農 業 用 ビニール	食品加工 汚泥	貝殻	廃食 用油	発熱量 kcal/kg
1	32	53	5	10	未測
2	32	48	10	10	"
3	32	43	15	10	"

- (5) スーパー等小売店舗で販売される食品容器包装類を, 耐火ボード(建材)にリサイクルする技術の実地検討

株式会社 藤増総合化学研究所

〔目的〕

スーパー等小売店舗で販売されている食品容器包装類を, 耐火ボードに再生する実験室レベルの物理的諸デー

タが, 新設した設備によって実地試験でも同等以上の数値が得られる事を確認する事を目的とした。

〔方法〕

材料としては, ペット樹脂・製紙スラッジ・硬化剤(2種)の混合比を変えてテストピースを作成し, 実験レベルの再現テストと新設備による同配合でのテストと新設備による同配合での加熱テストによる比較試験を行った。

測定項目は, 単位体積重量・曲げ強さ・圧縮強さとし, テストピースを各々3本作成してその平均値を比較した。

〔結果〕

硬化剤としては, (1) フジベトン (2) トーマスセラミックスの2種とし, 各サンプルにこれらの硬化剤を 50% (重量比) 添加し, 残余は, ペット樹脂及び製紙スラッジの配分を変えて合計 50% とした。各配分ごとに, 単位体積重量・曲げ強さ・圧縮強さを測定してその結果を表にまとめた結果, 目標とする建材の JIS 規格に対して, 曲げ強さについては下記参考値からわかる通り, 十分な測定結果が得られた事から, 概ね成功と言う事が出来るが, たわみ及び熱抵抗については, 本試験では未実施であるため, 引き続き測定を実施して, 結論を出す事とする。

参考値

Table 3

既存の建材とテスト結果比較		曲げ強さ (kgf/cm ²)
難燃木毛セメント板		40 以上
硬質木片セメント板		80 以上
普通木片セメント板		60 以上
バルブセメント板		35 以上
石膏ボード		70 以上
テスト結果	実験レベル	59~76
ベツト樹脂 25%	新設備テスト	66~85
	同上加熱テスト	105~129

- (6) サテライト型 PET ボトル洗浄分別システム技術の実地検討

内海企画株式会社

〔目的〕

容器包装リサイクル法に基づき全国的に PET ボトルが回収されるが, 現在技術に基づいた再資源化は, コストが高く, 事業性を持ったリサイクル活動が難しい為,

適正な能力の規模で経済的に再資源化する事を目的とする。

〔方法〕

一般回収された PET ボトル（清涼飲料水ボトル、醬油ボトル）を乾式粉砕器で粗粉碎後、洗浄分別実験及びペレット製造実験を行った。

〔結果〕

洗浄分別実験では、ボトルに付着したハカマ、樹脂キャップは浮遊選別で分別することは出来たが、ラベルについては難しい事が判明した。

ペレット製造実験では、押出の吐出数量に於いて粉砕品は充分乾燥を施した物と比較すると、水切り状態のものは、30% 以上も低下する事と、洗浄分別行程で分別できないアルミは押出機のフィルターで分別できることが判明した。

2. 技術開発（大学実施分）

（1）プラスチック系食品包装容器の食品廃水処理工程における汚染物質吸着剤や微生物付着用担体への転換技術の開発

熊本大学工学部教授 木田建次

〔目的〕

我が国は、資源の確保、環境保全といった立場から、リサイクル型社会を構築するための施策の一つとして容器包装リサイクル法を施行しようとしている。しかし、再生利用技術確立のための基礎研究や応用化研究の遅れが指摘されている。そこで、我々は回収の遅れが懸念されるプラスチック系食品包装容器としてポリスチレン系食品容器とペットボトルを取り上げ、食品廃水処理工程における汚染物質吸着剤や微生物の担体としてリサイクルするための研究開発を行うことにした。

〔方法〕

ポリスチレン系食品容器については、容器をまず塩素化した後、官能基としてトリエチルアミン等を付けた樹脂を合成した。その樹脂を用いて食用色素や染料の吸着剤としての性能を評価した。一方、ペットボトルについては往々にしてラベルや色素などの不純物が含まれているので、リサイクルの過程で単一のプラスチックに分離・精製する必要がある。ポリマーの状態での精製は困難な場合が多いので、超臨界水を用いてポリエチレンテレフタレート（PET）を分解し、そのモノマーの回収を試みた。さらに、合成される樹脂を廃水処理用リアクターの微生物付着用担体として利用するために、3種類のリアクターを試作し、まず比較試験として担体を充填

しない系で、合成廃水を処理することによりリアクターそのものの評価を行った。

〔結果〕

ポリスチレン系食品容器を塩素化（PCS）した後、官能基としてトリエチルアミン（TEA）などの第3級アミンおよびビリジン誘導体を導入した樹脂を合成した。これらの樹脂を用いて食品廃水の処理で問題となる着色剤の吸着除去を検討した。その結果、PCS-TEA が赤色102号や黄色4号をよく吸着除去することができた。そこで、生物学的に処理した染色加工廃水の脱色について検討したところ、残存するアントラキノン系染料を完全に吸着除去することができた。また、PET 容器については超臨界水による分解を行い、モノマーの回収を試みた。反応時間5分間でテレフタル酸は約75%回収されたが、エチレングリコールについては二次反応によりさらに分解したためにその回収率は低かった。次に、予備試験として担体を充填しないリアクターを用いて処理試験を行った。完全混合型リアクターよりも流動床型リアクターや固定床型リアクターの方が、担体を加えなくても微生物濃度を高く保持でき、その結果処理性能が高くなることがわかった。

（2）コンポスト化による生分解性プラスチック食品容器包装の迅速分解技術の開発

筑波大学農林工学系教授 木村俊範

〔目的〕

通称容器リサイクル法施行と関連し、食品容器包装のリユースやリサイクルの必要性が大きくなりつつある中、生分解性プラスチックの使用は広義のリサイクルの1形態と見なされて注目され、開発研究が活発化している。しかし、その生産面におけるコストの問題と共に分解性も十分とは言えないことが指摘されている。取り分け、実用的見地から分解性を集約的に検討した研究はほとんど見当たらないだけでなく、分解性の評価基準についても確立されたとは言えない状況にある。

そこで、生分解性プラスチックの普及段階に備え、土壌中に埋設して分解よりも迅速な分解が期待できるコンポスト化プロセスの初期過程を活用する方法を提案し、その効果の検証と実用技術への展開を図る目的で本課題を実施した。

〔方法〕

供試試料として現在実用化に最も近いとされるポリ乳酸とポリブチレンサクシネート系の生分解プラスチックを用い、畜ふんや生ゴミを主原料とするコンポスト化プロセスに供し、それらの分解性を独自の手順により追跡

した。また、生ゴミ由来の熟成コンポストを使用した ASTM 類似法によっても試験し、比較した。分解評価指標として重量減少率、顕微鏡による外観観察、GPC 分析による分子量変化測定等を採用した。

〔結果〕

ASTM 類似法と比較してコンポスト化初期過程での分解が大きく、特に PLA の分解には著しい効果が認められ、連続コンポスト化の下では 70 日間程度で完全分解に至った。それは、初期過程での激しい環境変化が 1 次生分解を誘因し、さらに微生物による完全分解過程を促進することに起因することが確認され、従来の評価とは大きく異なる知見が得られた。一方 PBS 系は相対的に分解は遅いが、薄いフィルムでは良好な分解性が確かめられた。

以上のことから、コンポスト化プロセスが迅速分解法として現実性の高いプロセスであり、その初期過程を利用することが極めて有効であることを確認した。

(3) 微生物を用いたポリ乳酸プラスチックの再生利用技術の開発

東北大学農学部教授 神尾好是

〔目的〕

ポリ乳酸エステルは、穀物澱粉の発酵によって生産される乳酸を原料にして化学工学的に量産可能な新素材であり、環境にやさしい食品容器・包装材料としての利用が期待されている。ポリ乳酸プラスチックの分解には、微生物を利用する技術が最適であると考えられるが、微生物によるポリ乳酸の分解に関する研究は未だ端緒についたばかりである。本プロジェクトでは、ポリ乳酸エステルの再生利用技術の開発を目指してポリ乳酸分解性微生物の分離を試みた。

〔材料と方法〕

ポリ乳酸エステルは、島津製作所製のポリ乳酸（分子量約 220 000）を使用した。ポリ乳酸分解菌の分離源としては、仙台市内各地で採取した土壌、淡水魚飼育タンクの水、宮城県廃水処理場の活性汚泥を使用した。集積培養は、唯一の炭素源としてポリ乳酸ペレットを添加した最少培地を使用して、坂口フラスコ中で行った。

〔結果と考察〕

土壌など 63 サンプルについて、ペレット状のポリ乳酸を唯一の炭素源とする培地中で継代培養を行い、フラスコ中のポリ乳酸ペレットの大きさと形状を経時的に観察した。その結果、1 本のフラスコ（M1-1）中のペレットが培養開始 3~4 ヶ月後に丸くなりはじめ、6~7 ヶ月後には肉眼でははっきりと確認し得る程度に小さくなって

いた。このフラスコ中では、菌が活発に増殖していたので、ポリ乳酸ペレットを採取して走査型電子顕微鏡で観察するとペレット表面に細菌の集落が観察された。さらに高倍率では、ペレット表面に小さな穴が多数あり菌が入り込んで増殖している様子が観察された。これらの菌はポリ乳酸を分解してペレットの表面で増殖したと考えられる。

(4) 食品包装用高分子素材からの香氣成分脱着技術並びに香氣成分非収着性高分子構造の設計技術の開発 九州大学農学部教授 成島 豊

〔目的〕

プラスチック素材を内面材とする食品容器の再利用を阻む最大の難事は内面材に収着されたにおい成分（残香成分）の溶出にある。本研究は残香成分の脱着技術の確立に不可欠な脱着過程の理論化、就中脱着理論式の設定を試みるとともに理論式に基づく脱着溶媒系の選択と評価及び脱着システムの最適化に必要な基礎的知見を得ようとするものである。

〔方法〕

供試内面材フィルムとして無極性の LDPE ($\rho=0.930$, 膜厚 50 μm) 及び高極性の EVOH (エチレン含量; 32 mol%, 35 μm) を用い各種香氣成分（炭素数 6~12 のエチルエステル、アルデヒド、アルコール同族体）を 15 ppm 宛含む 0.3% シュガーエステル溶液に浸漬した。飽和収着したフィルム (2.5 cm $\times$ 5 cm) を各種濃度のエタノール溶液 100 ml 中に所定条件で浸漬することによって収着成分の脱着を行った。フィルムに残存する収着成分はエーテル抽出後 GC により定量した。

〔結果及び考察〕

まず、脱着の第一過程を収着香氣成分のフィルム表面から脱着溶液への移行と仮定し、移行に伴うエンタルピー変化量を駆動力 ΔHd として式 (1) のように定義した。

$$\Delta Hd = Vv (\delta sm - \delta v)^2 \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 δsm は脱着溶液の SP 値、 Vv と δv は香氣成分のモル体積と SP 値である。 ΔHd はその値が小さい程、脱着が容易なことを意味する。式 (1) の妥当性を実験的に証明するため、水-エタノール混合系を脱着溶液として検討した結果、 $(\delta sm - \delta v)^2$: 脱着指標値 < 300 の溶液を用いると全ての収着成分の完全脱着が可能であることが示された。この結果は式 (1) による最適脱着溶液の設計と評価の可能性を支持するものである。次いで、脱着システムの構築に必要な外的因子を検討した。脱着効率は処理温度に大きく依存し、処理時間は脱着指標と温度

の組み合わせによって短縮可能なことが明らかとなった。これらの成果の概要は第44回日本食品科学工学会大会（平成9年3月27～29日）において公表した。

式(1)には内面材高分子と収着香氣成分との間の分子間相互作用並びに香氣成分のフィルム表面への移動に係る項及び内面材の物理化学的性質に係わる項が含まれておらず、脱着理論式の構築に向けて更なる研究の継続が不可欠である。

(5) 発泡スチロール容器の分別と油化還元技術の開発 宇都宮大学農学部教授 伊庭慶昭

〔目的〕

本研究では、現在、卸売市場等で産業廃棄物として処理されている発泡スチロール容器を原料として燃料油化する油化再生プロセスのメカニズムを明らかにして問題点を抽出し、その解決方法となる効率的な油化再生技術の開発が目的である。

具体的には、発泡スチロール油化再生プロセスおよび成分組成を明らかにし、熱分解メカニズムの解明、実験室レベルで新しい油化還元技術の開発を目指した。

また、地域内での発泡スチロール油化処理についてセンター方式を想定し、発泡スチロールの運搬効率向上のために、発泡スチロール減容化技術の省エネルギー化を目指した。

〔方法〕

本研究では、まず発泡スチロール容器の製造工程および製造現場での廃棄発泡スチロールの処理について調査し、製造者側における問題点を抽出した。次に、発泡スチロール油化リサイクルの現状調査を行い、連続投入式およびバッチ処理式の2型式の油化リサイクル装置について問題点を抽出した。また、これらの油化リサイクル装置から生成される燃料油（生成油）について、成分組成をゲル浸透クロマトグラフィー（GPC）を用いて分析し、発泡スチロールの熱分解メカニズムについて考察した。さらに、発泡スチロールの回収の現場で、多量の熱エネルギーを必要とする熔融固化（インゴット化）法に代る省エネ減容技術について物理的（圧縮）および化学的（溶解）アプローチを検討した。

〔結果〕

製造工程調査では、発泡スチロール製造プロセスを把握し、また、工場内で生じた不良品や加工屑などの発泡スチロールは回収・再生が可能であるが、熱履歴による性質劣化およびコスト高になるという理由から行われていないと言う実状が得られた。

油化リサイクルの現状を把握するために、連続投入式

およびバッチ処理式の2型式の油化リサイクル装置を調査し、発泡スチロールを熱分解するために多量の熱エネルギーが投入されていること、生成油として40～50%程度の回収率であることがわかった。さらに、生成油をGPCで分析した結果、成分組成が大きく異なることを見出した。これはスチレンポリマーの熱分解方法の違いによってポリマー鎖の切断様式が異なるためであり、各々のシステムの特徴と熱分解様式の違いを推察した。

圧縮による物理的減容化では、荷重、載荷時間、材質（硬軟）による影響を明らかにし、載荷時間と材質の交互作用では5%水準での有意性があった。これらの特性を考慮した圧縮減容機の試作を検討した。また、生成油を用いて発泡スチロールを溶解する化学的減容化については、溶解濃度と溶解速度の関係について明らかにし、50℃に加温した生成油の溶解速度は常温に比して約4倍になることを明らかにした。

(6) 生分解性プラスチック食品包装資材廃棄物的高速コンポスト化技術の開発

大阪大学大学院工学研究科教授 塩谷裕明

〔目的〕

近年、エネルギー問題や地球環境問題に対する意識が高まり、食品包装資材に利用されるプラスチックもリサイクルされ、また再利用されるようになってきた。しかし、これらプラスチックも分別、回収されずに、コンポスト原料として利用される都市ゴミのような有機性廃棄物に混入してしまうと、コンポストの品質低下の原因となり、そのことが都市ゴミを原料とした堆肥化の実現を阻む要因の一つとなっている。そこで、生分解性プラスチックを食品包装用資材として利用すれば、その選別、除去を行う必要がなくなるばかりでなく、包装資材そのものも堆肥として再利用することが可能となる。しかし、この場合でも、一般の有機性廃棄物と比較し、極端に分解速度が遅いと、取り扱いに問題が生じる。本研究では、生分解性プラスチックの高速コンポスト化を目指し、生分解性プラスチック分解微生物を分離し、スターターとしての添加効果について検討した。

〔方法〕

本研究では、生分解性プラスチックとして、ヒドロキシ酪酸とヒドロキシ吉草酸の共重合体（PHB/V）を使用した。大学構内より採取した土壌より調製した菌体懸濁液を、粉末状 PHB/V を単一炭素源として含む寒天平板培地に塗布し、30℃または50℃で保温し、コロニー周辺に PHB/V 分解を示すハローを形成したものを PHB/V 分解菌として分離した。コンポスト化実験には、オガ

クズ、市販ドッグフードおよびPHB/Vを重量比2:2:1で混合したもの1kgを使用した。含水率は55%となるように調節し、約0.02 m³/kg/hで通気した。PHB/V分解菌添加効果は、分解菌添加の有無による、温度、炭酸ガス排出速度および微生物相変化から考察した。

〔結果〕

コンポスト化期間を15日として実験を行った結果、分解菌を添加するものとししないものとで、温度および炭酸ガス発生速度に違いがみられた。スターターを添加しない場合、コンポスト化期間を通して、50時間付近で一度大きな上昇がみられただけなのに対して、スターターを添加することにより、50時間と150時間で二度の上昇がみられた。また、微生物相についても、違いがみられたが、コンポスト化の進行に伴いよく似たものとなっていった。50時間付近での温度および炭酸ガス排出速度の上昇は、添加の有無に関わらずみられるため、ドッグフード中の有機物分解によるものであると考えられるが、150時間付近での上昇は、添加したものにしきみられないことから、コンポスト化においてPHB/V分解菌添加の影響が現れていることが示唆された。

(7) マルチチャンネルセンサーによるリサイクル容器包装の品質評価技術の開発

九州大学大学院システム情報科学研究科教授

都甲 潔

〔目的〕

感応特性の異なる複数の脂質膜電極を用い、回収されたリターナブル食品容器包装中の残存異物の有無や、リサイクルがしやすいように新規開発された食品容器に充填された食品の品質変化を迅速に検出するシステムの開発を行う。

〔方法〕

マルチチャンネルセンサー（味覚センサー）は、脂質を高分子に混入して成膜化した受容部を複数種類そろえて、化学物質等の検出を行おうというもので、化学物質と膜との相互作用が電気信号に変換される。このセンサーは、不特定多数の化学物質に同時に迅速に応答できるという点を最大の特徴とする。

本研究では、味覚センサーを用いてペットボトル原料、使用済みペットボトル粉砕品、リサイクルバック成分溶出液を測定し、回収された食品容器包装に残存する異物の高感度、迅速、簡便な検出・測定を行う。最終的には、リサイクル容器の品質評価法の開発、フレーバー成分の吸着・脱着の技術開発を目指す。

〔結果の概要〕

- ① 味覚センサーを用いて、ペットボトル原料、ペットボトル粉砕品、リサイクルバック成分の水への溶出液の高感度・簡易識別を可能とした。
- ② その結果、ペットボトル粉砕品には多量のフレーバー成分の吸着およびペットボトル構成成分の水への溶出が認められた。
- ③ 溶出液の調整方法によってフレーバーまたは構成成分の水への溶出量が大きく異なり、味覚センサーはその効果を容易に拾えることが判明した。
- ④ この溶出成分は脂質膜と親和性のある疎水性電解質を多く含むことが示唆され、従来の化学分析機器ではこのような物質の簡易・迅速検出は困難であることから、味覚センサーによるリサイクル容器包装の品質評価技術開発へと大きく前進した。

3. 技術開発（企業実施分）

(1) 食品用プラスチック容器包装のリサイクル有効利用技術の開発

株式会社 中 毛

〔目的〕

年間発生する廃プラスチックの量は、700～800万トンと言われており、毎年増加の一途をたどっていると思われるが、その処理のため地方自治体の財政を圧迫するなどの悩みの種となっている。このようなことから廃プラスチックの処理及び資源の再利用を目的に骨材と廃プラスチックを熔融、混練し加圧成形後、樹脂コンクリートとして土木用建築資材等に再利用することを目的とした。

〔方法〕

骨材（碎石）にバーナーによる火炎を噴射し、これを300℃～330℃に加熱して混練機に投入すると同時に常温の廃プラスチック粉砕物を投入し、3分～5分間混練することにより熔融混合物である樹脂コンクリートが得られる。この場合の混合は、重量比で骨材75に対して廃プラスチック25の割合を目途とする。これを排出口より金型へ流入し、加圧により成形、その後冷却水にて冷却、バリ取り等の工程を経て製品化する。

〔結果〕

従来ゴミとしての廃プラスチックは大半が焼却、埋立て等にて処理されている。そこで、本技術の開発により公害等の問題もなく、廃プラスチックの有効利用を可能とした。また製品もインターロッキングとしては、従来のコンクリートブロックと比較して安価、軽量、その他あらゆる面で優れている。

(2) 廃発泡スチロール容器の発生現場での減容・再資源化技術の開発

株式会社 アドバンス

〔目的〕

発生現場における発泡スチロールの完結処理を行う技術を確認することを目的とし、弊社独自の櫛歯型ヒーターを用いることによる、粉碎機を使用しない小型処理装置による減容、更に液体燃料としての回収を行う為の液化工程に関する技術的な確立を図った。

〔方法〕

ヒーターを櫛歯状に陳列させた、ある程度の密閉系を保てる減容槽内において、発泡スチロールを上部から加重をかけながら、ヒーターに押し付けることにより減容させた。ヒーター温度、及びヒーターへの押し付け加重を変化させたときの減容速度の測定と、減容後における生成物の組成について、GPC 分析装置を用いて、分子量分布の測定を行った。次に、この減容物を密閉系の窒素雰囲気内にある分解槽内を 380℃ 以上に加熱することにより発生した気体を冷却させて液化回収を行った。得られた分解油を GPC 分析装置で分子量分布を測定し、更に GC-MS 分析装置を用いて、分解物質の同定を行った。

〔結果〕

ヒーター温度が約 180℃ に達すると発泡スチロールの減容が可能となり、約 220℃ 付近から、加熱温度と減容速度が比例関係を示すようになった。しかし、250℃ を超え始めると、エロゾル状となったスチレン臭気が発生し、減容物も褐色に色づいたものが生成されるようになった。また、ある程度の加重を加えて減容させてもたいした効果が得られない結果が得られた。減容後の分子量変化については、高分子量は減容前との変化はないものの、モノマーのピークだけがかなり減少していることが確認された。熱分解に関しては、約 420℃ で分解ピークに達することが確認され、それ以上の温度で行なうと分解液が黒く濁りだして回収量が低下してしまった。分解液の分子量分布は、大半がトリマー以下にまで熱分解されており、その成分の約 66% がモノマーで、その他に、ダイマーが約 13%、トリマーが約 8% といった物質が主な成分であることが判明した。酸化物の生成は、ほとんど認められず比較的に良質な分解油が得られることが明示された。

(3) プラスチック系液状食品容器包装類の効率的な破砕・分別等前処理技術の開発

川崎重工業株式会社

〔目的〕

容器包装リサイクル法の施行に伴い、プラスチックをリサイクルするための効率的な前処理（分別）技術が必要となっているが、リサイクル形態に柔軟に対応できる精度の良い、経済的な分別技術は確立されていない。そこでハイドロサイクロンによる湿式分別技術に着目し、リサイクル形態の 1 つである燃料化（油化）に適した効率的な分別の基本技術を確認することを目的として、本技術開発を実施した。

〔方法〕

プラスチック分別を目的としたハイドロサイクロンを設計・製作し、運転条件と分配率に関する基礎的なデータを採取した。そして油化適材である PP、PE、PS の回収率や分別精度を向上させる方法として、分別処理したプラスチックをサイクロン本体にリサイクルする方式を考案し、その効果について検討した。試験は油化適材：PE（ポリエチレン）、PS（ポリスチレン）、及び油化不適材：PVC（ポリ塩化ビニル）の各種ヴァージンペレットを攪拌により水中に懸濁して、その懸濁液をサイクロン（内径 30 cm）に供給することにより行った。

〔結果〕

リサイクルを行わない基本的なサイクロンの運転条件で、上下抜出水量と分配率に関する試験を行ったところ、PE は上方抜出水量が供給水量の約 60% 以上であれば 99% 以上の分配率で上方回収できるが、PS は下方抜き出しを行う限り、上方への分配率は 30% 以下にとどまった。また PVC は下方抜き出しを行えば、下方に 99% 以上排出できた。それゆえ、基本形のサイクロンでは上方から高純度の油化適材を回収することは容易であるが、油化適材の内 PS の上方回収率は低く分離回収の効率はよくない事がわかった。

次にその問題を解決するために 70% 以上の PS が含まれる重質側の排出液をサイクロンにリサイクルする運転を行った所、PS の上方分配率が 10% 以上向上した。このことから、重質側排出液のリサイクルにより、ハイドロサイクロンを油化原料分離回収に、より適した装置とすることができた。しかし PS の上方分配率はまだ最大 40% 程度と低いため、分配率向上が課題として残った。

(4) 各種プラスチック材製品のリサイクル技術の開発 日本コーンスターチ株式会社

〔目的〕

容器包装リサイクル法が施行される中で、リサイクル困難な用途において従来のプラスチックに代わるものと

して生分解性プラスチックが注目されている。我々は生分解性の各種プラスチック材製品のリサイクルに係る新規の技術開発において、生分解性プラスチックの内でもデンプン系、特に変性デンプンをベースにしたプラスチックの成形体、発泡体、フィルム、ラミネート紙といったものが利用後においてどのような分解特性を有するのかを解明し、このデンプン系プラスチックのリサイクル（コンポスト化並びに土壌中への還元）技術を開発することを目的として本事業を行った。今回は特に化学変成をしたデンプンを素材とする成形体およびラミネート紙の土壌中およびコンポスト中での分解性を試験しこれらの分解技術の開発を図った。

〔方法〕

変性デンプンはデンプンの変性程度を変えて中程度の変性度と高度の変性度の2種類を調製し、必要に応じて可塑剤とフィラーを添加して、成形品は0.3 mmと0.6 mmのシート。射出成形ダンベルおよび育苗ポットを準備してそれぞれこれら2種類の変性デンプンについて試験し、ラミネート紙については高度変性品についてのみ実施した。シートおよびラミネート紙を畑地の土壌中に埋設し定期的に掘り出してその重量減少から生分解度を測定した。またダンベルおよびラミネート紙を汚泥原料のコンポスト中に入れ定期的に取り出して同様に生分解度を測定した。また育苗ポットはコマツナを播種してその発芽および生育性について試験した。

〔結果〕

土壌中およびコンポスト中のいずれにおいても高度の変性デンプンよりも中程度の変性デンプンの方が分解が早かった。このことは変性度によって生分解速度が制御できる可能性が示唆された。育苗ポットは添加した可塑剤の影響と思われる生育抑制が観察され、可塑剤の選択が重要であることが明らかになった。

(5) 食品容器包装に関する生分解性プラスチックと通常プラスチックの識別技術の開発

オプト技研株式会社

〔目的〕

地球環境にやさしい食品包装材として普及が期待され研究開発が進み商品化を迎えようとしている生分解性プラスチックは非分解環境状態においては通常プラスチックと同等の性状と便宜上の近似性が求められており、表示マークが無い限り、分析装置を用いなければ両者を目視、手触りで区別、識別することは困難である。

将来、普及が進むにつれ、生産段階、使用、再生処理、処分の現場にて「どちらだろうか？」と迷う事態の発生

も予想されるが、本事業はその様な場面において誤用、混乱を避ける手段を持つことを目的として簡便、確実な識別手段の開発を行うものである。

〔方法〕

通常プラスチックにおいて樹脂種類判別の技術開発が種々進んでいるが、中でも近赤外分光分析法は化学官能基（C-H, O-H, H-Cl等）の所在、構成を捉え正確な判別を行うものとして定評を強めている。本事業はこの近赤外分光分析法を通常プラスチックよりも多様な合成形態に基づく生分解性プラスチックの種類判別と両プラスチックの区別、識別に適用するために強力な判別ソフトの開発と簡便、高精度の計測器の試作を必要とした。試料として、製造者、5社から「脂肪族ポリエステル」、「多糖類」、「ポリビニルアルコール」の各系の生分解性プラスチックのサンプルの提供を受け識別試験を行った。

計測の方法は拡散反射受光型とし計器形態のコンパクト化を図った。なお、作業現場での使用のため耐振構造とするよう分光には堅牢なソリッドステート構造の「音響光学可変波長フィルタ」（AOTF: Acousto-Optic Tunable Filter）を用いた。

〔結果〕

計測波長幅について、生分解性プラスチックに関しては既知データが乏しいため当初はなるべく波長領域を広くして対処することとしたが試験では1600 nm～2000 nmの波長領域にていずれのサンプルについてもそれぞれきわだった吸光特性の特徴を捉えることが出来た。種類判別とともに通常プラスチックと区別、識別を自動的にモニター表示する判別ソフトは「ニューラルネットワーク」手法によれば、チップ化された演算素子で対処可能と推察する。計器本体（ハードウェア）については性能、機能とも完成域に達した。

なお、今後、生分解性、通常プラスチックともその種類は増大、複雑化するが極力それぞれの吸光スペクトルデータを蓄積することが種類判別および両者の区別、識別の基礎データとなるものと考察する。

(6) 生分解性プラスチック食品容器資材の再生利用技術の開発

株式会社 高橋製作所

〔目的〕

容器包装リサイクル法の施行をまっぴらなく、食品容器包装の利用方法については未だ技術的にも、理論的にもその方途は確立されていない。これは回収後の再生の困難性にその因を求めることが出来るであろう。又廃棄についてもその残存性の故に多くの課題を抱えている。

しかしこれに土中微生物の作用を重視し、ある種の添加物を加えて作用の活性化を促すことによって、園芸用緑化資材として再生利用することにより生分解を促し、廃棄による煩をも避け得るものと考え、その利用技術の開発を図った。

〔方法〕

供試材として生分解性プラスチックと称されるものに添加物を加えて微生物の活性を促し、常温・常態の下においてその進捗を観察分析した。その他一般にある材料についても添加の割合及び再生のための技術的工程条件について検討し、その観察をする。

〔結果〕

再生即ち廃棄をめざし、生分解性プラスチックを多用した場合は、その分解性の顕著なことが認められた。しかし一般のプラスチックを多用した時には未だ予期の成果に至らず、尚研究の余地ありと考えられ、道なお半ばと言わざるを得ない。微生物の発酵による高分子系の中に食品に関する諸法令に抵触することなく、かつ今回の開発にも有用な素材を認知することが出来た。

(7) 軟 X 線利用による不透明容器包装の非金属異物
検出技術の開発

三洋電機株式会社

〔目的〕

飲料用容器の再利用を行う際、回収された空きビンなどに入っている異物を取り除く必要がある。もし異物が混入したまま鋳潰され、再生原料として利用されると再生された製品の強度が低下する恐れがある。特に、不透

明容器にはどんな異物が入っているか確認するのが困難で、金属製の異物なら金属探知器が有効であるが非金属の異物はそうはいかない。

そこで軟 X 線で撮った容器の写真から、画像処理の技術を用い、異物の有無の判定および異物の鮮明化を行うことが目的である。

〔方法〕

異物の入った容器を軟 X 線で照射し、その画像データを画像記憶装置上の画像処理プログラムを用い、各データごとに画像処理テクニックの組み合わせで異物の鮮明化を図った。

〔結果〕

軟 X 線画像データを 2 値化することで、異物の形状、異物のサイズを認識することが可能になった。

なお、平成 9 年度本事業については、既に課題が決定し、現在推進中である。また、本事業は平成 10 年度をもって終了するが、平成 10 年 1 月には、最終年次の課題募集を行う予定であり、詳細については、下記宛ご連絡いただきたい。

(社)日本食品科学工学会分室

久保 直哉

〒103 東京都中央区日本橋小伝馬町 17-17

峰沢ビル 4 F

TEL 03-3663-7698

FAX 03-3663-7684