

生分解性プラスチックのブレンド・コンパウンド化による実用化開発

ICETT - 岡崎研究室 (ダイトーエムイー(株))

主任研究者 日比野 猛

研究員 竹中 誠吾、服部 忠史

有馬 南水

研究補助員 中野 純

作業員 山住小百合

開発期間：2002～2004年度

要約

近年、地球環境保全等の見地から生分解性プラスチックの実用化が期待されている。我が国のプラスチック総生産量は1,500万トン/年であり、生分解性プラスチックの市場規模はその10%、150万トン/年(2015年)と推測されている。しかし、実際に国内で生産された生分解性プラスチックは、現在約2,000トン/年にとどまっている。価格の問題も然る事乍ら、市場に出ている生分解性プラスチック原料は、従来のプラスチックと比較して加工性・機械的特性に劣っていることが、市場拡大を遅らせている原因の一つである。この問題を解決すべく、化学合成系の生分解性プラスチックを中心に、コンパウンド化することによって、加工性・機械的特性を向上させた新たな生分解性樹脂原料を開発する研究を行った。

1. 技術開発の目標

開発目標

インフレーション成形フィルム 成形厚 25 μ m において

(a) 引張強度 30Mpa 以上 (全方向)

(b) 引裂強度 100N/mm 以上 (全方向)

上記目標達成の為に、平成15年度は以下の(イ)～(八)の研究を実施した。

(イ) 2年目の研究開発を進めるに当たり、試作フィルムの生分解性評価をすることを目標とした。使用している原料は、単一原料として使用した場合のみ、生分解性が確認されているが、ブレンド・コンパウンド化し改質したものは、独自に生分解性試験を必要とした。生分解性評価の方法としては、生ごみの堆肥施設を自治体(名古屋市)から協力を得ることが出来、コンポスト機(発酵用処理装置)と堆肥場で生分解性試験の実測及び評価テストを行った。

(ロ) 前年度ドライブレンド(溶融又は溶剤の添加を伴わずに調整された自由流動性混合物)方式で良好な特性を示した、開発 No.ID - 004、ID - 054 の配合をベースに、小型単軸混練押出機を使用してコンパウンドの試作を実施した。必要に応じて軟化剤・熱安定剤・相溶促進剤等もコンパウンド化した。コンパウンド化した樹脂は、MFR (Melt flow rate: 特定の試験条件のもとで、一定の時間内に押し出される熱可塑性材料の量)の数値に応じてインフレーション成形又はブロー成形・射出成形用を使用した。

(ハ) コンパウンド化に使用する小型単軸混練押出機の混練スクリーを改良型に変更する。前年度設計したスクリーでは、コンパウンド製作時に混練原料が真

空ポンプのベント孔より噴出してしまい、ベントアップ現象が起きてしまうためである。また、そのベントアップ現象によって混練速度を上げることも出来なかった。

したがって、改良型スクリーで以下の問題点を解決し、当年度の目標値に到達することを目標とした。

(a) ベントアップ現象解消 (適正投入量において)

(b) 混練速度 300rpm 以上

2 . 平成 15 年度実施内容及び結果

(1) 生分解性試験

前年度ドライブレンド方式で良好な特性を示した開発 No.ID - 004 を使用し、一次堆肥処理装置 (コンポスト機) と二次発酵処理場 (堆肥場) で、生分解性試験を行った。



図 1 一次堆肥処理装置 (コンポスト機)



図 2 二次発酵処理場 (堆肥場)

生ごみの回収に生分解性袋を使用した場合を想定し、投入される生ごみの量に合わせて開発 No.ID - 004 フィルムを投入、定期的な堆肥温度の測定と生分解中のフィルムの状態を観察した。処理期間が終了した堆肥は、堆肥と残渣に選別し、重量換算で生分解率を求めた。

(2) コンパウンド評価法

前年度ドライブレンド方式で良好な特性を示した、開発 No.ID - 004、ID - 054 の配合をベースに、小型単軸混練押出機でコンパウンド化した。

コンパウンド化の第 1 段階として、ヘンシェルミキサで予備混合を行う。均一なコンパウンドを製作する為には、加熱混練部への投入前に、原料が出来る限り均一に攪拌されている事が望ましい為である。液体の添加剤を混入する場合には、特に効果が高い。

次に、予備混合された原料を小型単軸混練押出機でコンパウンド化する。シリンダの設定温度、混練速度によって樹脂の均一性は変動する。液体の添加剤を使用した場合、水蒸気やその他の揮発成分が発生する際はベント孔より真空ポンプで除去する。これにより、

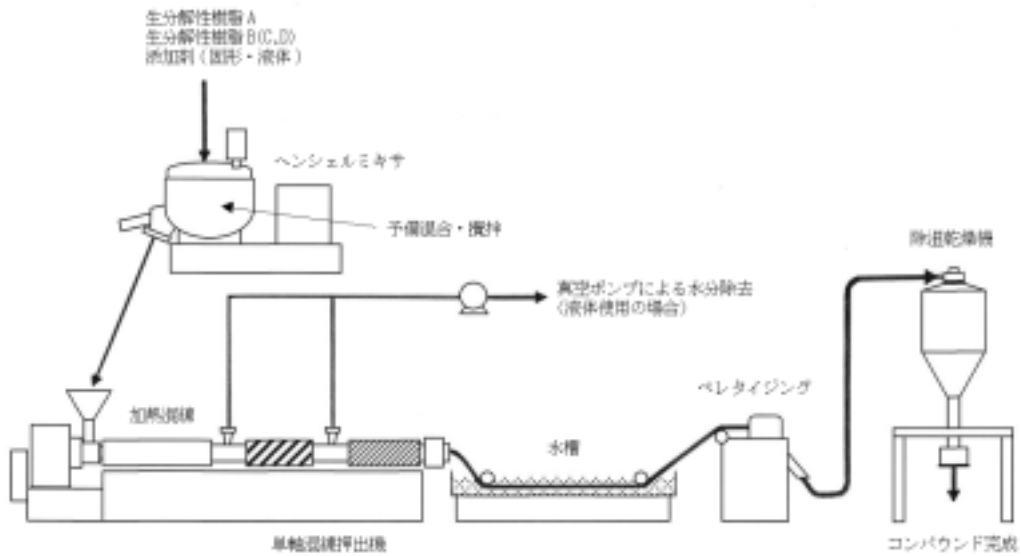


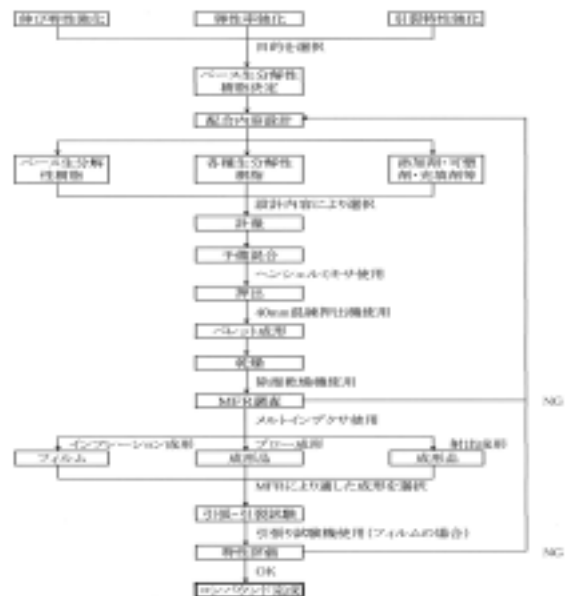
図3 コンパウンド製作用パイロットプラント構成図

コンパウンド内部からの気泡の発生及びストランド切れを防止する事が出来る。

冷却・ペレタイジング後、除湿乾燥機でコンパウンドに吸湿された水分を除去する。生分解性樹脂はその殆どが加水分解性である為、水分を吸湿したままでは分子量の低下を引き起こす。また、成形時に気泡の発生を起こす可能性がある。絶乾状態まで乾燥させて、評価を行った。

完成したペレット状の試作コンパウンドはメルトインデクサでMFRを測定する。測定数値が一定であれば、試作コンパウンドの相溶化が成功していると推測できる。MFRが判明する事により、その試作コンパウンドがどの成形方法に適しているかも判断出来る。

表1 コンパウンド評価法フローシート



(3) 生分解性試験の結果と解析

開発 No.ID - 004 フィルムは、一次堆肥処理装置（コンポスト機）及び二次発酵処理場（堆肥場）において、重量換算で以下の生分解率を示した。

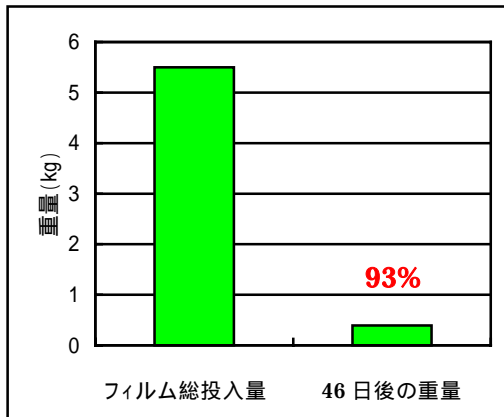


表2 一次堆肥処理装置での生分解率

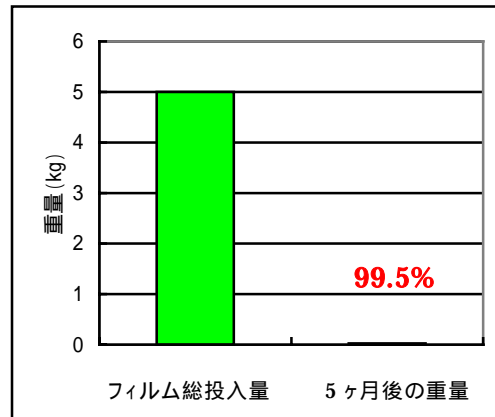


表3 二次発酵処理場での生分解率

(イ) 一次堆肥処理装置（コンポスト機）

開発 No.ID - 004 フィルムは、実験開始から 46 日の時点で約 93% 生分解していることが確認できた。この生分解率より、フィルムの最終投入日は試験開始から 31 日後であるにも拘らず、処理期間が 14 日間でも本実験の条件下であれば、開発 No.ID - 004 フィルムは早い生分解を特徴とした性能を発揮する生分解性プラスチックである事を確認することができた。

(ロ) 二次発酵処理場（堆肥場）

開発 No.ID - 004 フィルムは、実験開始から約 5 ヶ月間で約 99.5% 生分解していることが確認でき、本実験の条件下では、開発 No.ID-004 フィルムは早い生分解を特徴とした性能を発揮する生分解性プラスチックであることを確認できた。

また、微生物への酸素供給のための切り替えし作業は、一般的な堆肥化過程と同じく月 2 回の間隔で実施されている。今回の試験も同様に実施し、生分解性試験を同等におこなう事が出来る環境であった。

(4) コンパウンド評価法及びスクリーン改良による結果と解析

コンパウンドの試作は、47 種類の配合を行った。ベントアップ現象が発生するため、配合や温度設定、混練速度の変更で安定化を試みたが、稼動状態を安定させることができなかった。殆どの配合で、ストランド（製造と同時にわずかに結合されているが故意に撚りをかけていない平行なフィラメントの集束）が安定しなかった。低速の稼動でベントアップ現象を抑えながら稼動させたが、二次混練区間後のベント孔で原料が噴出と吸入を繰り返す状態となっており、この部分で起きた供給斑がストランドの安定性を欠く原因と推測される。

また、造粒径が 2mm 以下の生分解性樹脂原料を配合した場合、設定温度によっては

一次混練区間をそのままの形状で通過してしまう現象も確認されており、一次混練区間の混練不足も原因として考えられる。

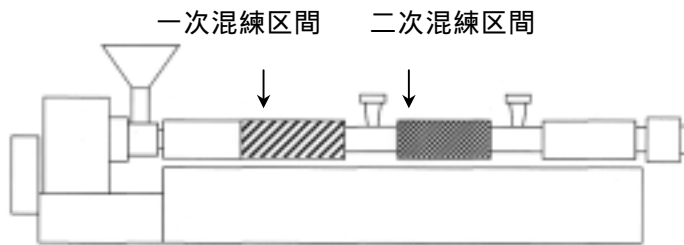


図4 小型単軸混練押出機構造図



図5 改良型スクリー

上記の問題点をふまえ、混練性及び生産性の向上を目指し、混練部分2箇所に変更を行ったスクリーを製作した。スクリー交換後、基本配合であるID-004とID-054の2種類をコンパウンドし、インフレーション成形にてフィルムに成形した。

改良型スクリーを使用することにより、インフレーション成形時、下記の値を示すフィルムを成形することができた。

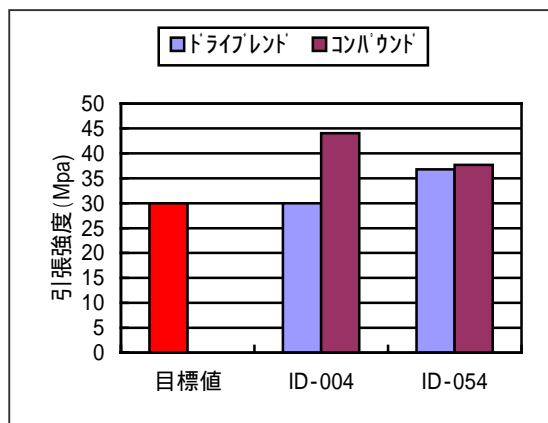


表4 引張強度比較

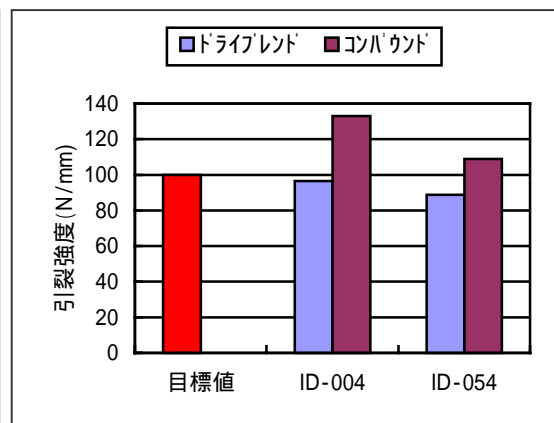


表5 引裂強度比較

ID-004・ID-054ともに前年度のデータと比較し、スクリー交換による効果が現れているのが分かる。インフレーション性に変化は無く、物性値としてID-004は昨年度のドライブレンドの結果と比較して引張強度が約147%、引裂強度が約138%増加した。ID-054は引張強度が約102%、引裂強度が約123%増加した。

(5) 平成 15 年度研究開発の成果

(イ) 前年度開発した開発 No.ID - 004 フィルムの生分解性試験を行い、早い生分解を特徴とした性能を発揮する生分解性プラスチックである事を確認することができた。

(a) 堆肥処理装置 (46 日間) 生分解率 93%

(b) 発酵処理場 (133 日間) 生分解率 99.5%

(ロ) 当該新規生分解性樹脂の開発により、全方向に強度バランスの取れたコンパウンドの配合を見出した。連続生産性や生分解性は未測定だが、インフレーション成形時、次の値を示した。

成形厚 25 μ m において

(a) 引張強度 40Mpa

(b) 引裂強度 130N/mm

(ハ) このフィルムの実用性が評価され、90L ごみ袋の引き合いがあり、強度面においては、80 μ m の指定を 50 ~ 60 μ m の厚さで同等の強度が得られる事を提案し、現在 2005 年日本国際博覧会 (愛・地球博) の会場用ごみ袋として採用が検討されている。

3 . 今後の予定

インフレーション成形時、成形厚 25 μ m において引張強度 30Mpa 以上、引裂強度 100N/mm 以上 (全方向) の目標を達成したコンパウンドを中心に、生分解性や連続生産性といった実用化可能な評価を中心に開発を進めていく。目標を達成したコンパウンドの生分解性は未測定であり、生分解性プラスチックの評価には生分解性試験が必要不可欠のため、重点的に取り組む課題とする。また、ブロー成形や射出成形も、引き続き開発原料の応用開発として取り組みを実施し、各々の成形方法に最適な配合を見出し、実用化可能となるコンパウンドの完成を目指す。