

食品廃棄物を混合した樹脂製品の作製（第1報）

亀岡 啓* 浦元 明

Preparation of resin products mixed with food waste (Part1)

KAMEOKA Kei and URAMOTO Akira

食品廃棄物（青汁残渣、みかん搾汁残渣など）を樹脂に混合することにより、安価で、しかも石油資源の使用を抑えた環境にやさしい樹脂製品の作製を検討した。食品廃棄物とポリプロピレンを混合した結果、食品廃棄物を50%混合した成形物を作成できた。しかし、50%食品廃棄物を添加すると、引張強度が約半分まで低下することが確認された。そこで、添加剤としてマレイン酸変性ポリプロピレンを混合した結果、食品廃棄物を30%混合した場合でも引張強度はポリプロピレンのみと同等のものが得られた。

キーワード：混合樹脂、食品廃棄物、青汁残渣、みかん搾汁残渣、ポリプロピレン

はじめに

現在プラスチックの多くは、その原料を化石資源である石油に頼っているが、資源保護および二酸化炭素排出抑制の観点から、代替原料の利用が求められている。

しかし、現在主流のポリ乳酸などは、従来の汎用樹脂に比べ高価であるため、あまり利用が進んでいない。ポリ乳酸以外の石油系燃料の使用を抑える手段としては、木質材料等を樹脂に混ぜ込む研究などが行われている¹⁾。

一方、廃棄物処理問題の深刻化から、各種廃棄物の有効利用が求められているが、愛媛県特有の青汁残渣、みかん搾汁残渣などの食品廃棄物は、繊維質を多く含むため、樹脂原料としての利用の可能性はある。

そこで、食品廃棄物（青汁残渣、みかん搾汁残渣など）を樹脂に混合することにより、安価で、しかも石油資源の使用を抑えた環境にやさしい樹脂製品の作製を行った。

実験方法

1. 原料

(1)樹脂

食品廃棄物を混合するプラスチックは、4大汎用樹脂と呼ばれるポリエチレン(PE)、ポリプロピレン(PP)、ポリスチレン(PS)、ポリ塩化ビニル(PVC)の中から、愛媛県内で成形加工品の生産が盛んなポリプロピレン(PP：住友化学製ノーブレン)を用いた。

(2)食品廃棄物

樹脂に混合する食品廃棄物は、愛媛県で比較的多く

排出される青汁残渣、乾燥みかん搾汁残渣を用いた。青汁残渣は排出時に水分を多量に含んでいたため、マイクロ波減圧乾燥機を用いて試料の乾燥を行った。

乾燥された青汁残渣及びみかん搾汁残渣はミキサーで粉砕して粉末状とした。

(3)添加剤

食品廃棄物を樹脂に混合する際に加える添加剤として、食品廃棄物とPPとのなじみを良くするためマレイン酸変性PPを用いた。マレイン酸変性PPは、変性度が5%（三洋化成工業株式会社製 ユーメックス1001）、10%（三洋化成工業株式会社製 ユーメックス1010）の2種類を使用した。

2. 混合ペレット作成

(1)押出成形

PPと青汁残渣及びみかん搾汁残渣を、図1に示す二軸押出機（池貝鉄工株式会社製、押出能力5~10kg/h、スクリュ直径29mm、L/D17）を用いて混合した。二軸押出機にはホッパーが2つ備わっているため、一方にPP、もう一方に青汁残渣及びみかん搾汁残渣を投入し、排出量を調整しながらPPと青汁残渣及びみかん搾汁残渣の混合割合を変化させた。

(2)粉砕

押出成形され、長い棒状となった混合樹脂を適当な長さに切り、粉砕機を用いてペレット状にした。青汁残渣を混合した樹脂ペレットを図2に示す。

3. 射出成形

粉砕機で作成した混合樹脂ペレットを図3に示す射出成形機（住友重機械工業株式会社製 最大型締力50tf）で引張試験用ピース（全長150mm、幅8~10mm、厚さ3.9mm）に成形した。青汁残渣混合ペレットで作成した引張試験用ピースを図4に示す。

*（現）経済労働部産業支援局産業創出課
この研究は、「食品廃棄物を混合した樹脂製品の開発」の予算で実施した。



図1 二軸押出機



図4 青汁残渣混合樹脂ペレットで作成した引張試験用ピース



図2 青汁残渣混合樹脂ペレット



図3 射出成形機

4. 引張試験

引張試験用ピースを用いて、万能材料試験機で引張強度の測定を行った。引張試験は同一の種類のを5回測定した平均値を値とした。

結果と考察

1. 食品廃棄物の前処理

青汁残渣は入手段階で含水率83%であったため、マイクロ波減圧乾燥機を用いて乾燥を行った。マイクロ波乾燥機のマイクロ波出力を1.8KW、2.3KW、2.5KWと変化させて40分間乾燥を行ったところ、出力が1.8KW、2.3KWでは焦げ付かずに乾燥可能であったが、出力を2.5KWまで上げると、40分間の乾燥後には焦げ目が確認できた。

みかん搾汁残渣は入手段階で乾燥物として入手した。乾燥した青汁残渣とみかん搾汁残渣はミキサーで粉砕して粉末状とした。

青汁残渣及びみかん搾汁残渣をミキサーで粉砕した試料を図5に示す。



図5 青汁残渣粉末(左)、みかん搾汁残渣粉末(右)

2. 押出成形

(1)二軸回転速度

押出成形機の二軸回転速度について検討した。回転速度が30rpmの場合、青汁残渣及びみかん搾汁残渣がシリンダ内で焦げ付き、異臭が発生した。回転速度を100rpmに上げることにより、焦げ付き、異臭が改善されたので、押出成形機の二軸回転速度は100rpmとした。

(2)シリンダ温度

シリンダ温度190℃で押出成形を行ったところ、青汁残渣及びみかん搾汁残渣が焼けた臭いがした。170℃

で押出成形を行った場合には、190℃で押出成形を行うよりも臭いが抑えられたので、押出成形機のシリンダ温度は170℃とした。

3. 射出成形

シリンダ温度を190℃で射出成形を行ったところ、ノズルに試料が詰まり、ショートショットになり正常に成形ができなかった。シリンダ温度の上昇に伴い、PPの粘度が低下し、青汁残渣やみかん搾汁残渣が均一に分散しにくくなったのではないかと考えられる。

4. 混合割合と重量

PPと青汁残渣混合物中の青汁残渣の混合割合(w%)を10%、20%、30%、40%、50%と変化させた時の引張試験用ピースの重量変化を測定した。重量は、種々の割合の引張試験用ピースの平均とした。測定結果を図6に示す。

同様に、みかん搾汁残渣の混合割合(w%)を10%、20%、30%、40%、50%と変化させた時の重量変化を測定した。測定結果を図7に示す。

図6より、青汁残渣は混合割合が増すに従って引張試験用ピースの重量も増加したことが確認できた。

図7より、みかん搾汁残渣の混合割合が10%の場合には、みかん搾汁残渣を混合していない場合とほぼ同じ重量であったが、20%以上混合した場合には、混合割合が増すに従って引張試験用ピースの重量も増加したことが確認できた。

青汁残渣に比べ、みかん搾汁残渣の方が同じ重量%で混合した場合に引張試験用ピースの重量が軽かったため、青汁残渣を混合する方がみかん搾汁残渣を混合するよりも比重が重くなることが確認できた。

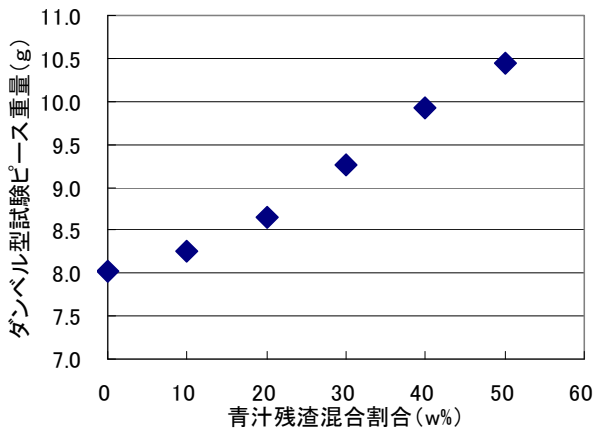


図6 青汁残渣混合割合と引張試験用ピースの重量変化

5. 引張試験

射出成形機で作成した引張試験用ピースを用いて引張試験を行った。青汁残渣の混合割合(w%)を10%、20%、30%、40%、50%と変化させた時の引張強さを図8に示す。

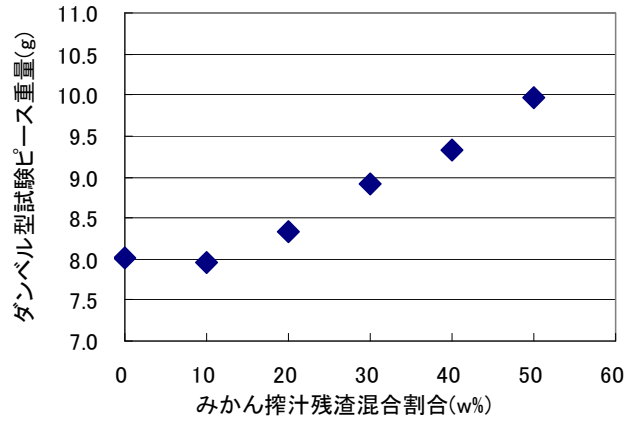


図7 みかん搾汁残渣混合割合と引張試験用試験ピースの重量変化

同様に、みかん搾汁残渣の混合割合(w%)を10%、20%、30%、40%、50%と変化させた時の引張強さを図9に示す。

図8より、PPのみの場合には引張強さは2.8kgf/mm²であったのに対して、青汁残渣を10%混合した場合には2.4kgf/mm²になる。さらに、混合割合が増加するに従って強度は弱くなり、50%混合した際には、引張強さが1.5kgf/mm²にまで弱くなった。

図9より、みかん搾汁残渣も青汁残渣と同様に、混合割合10%の場合には引張強さが2.4kgf/mm²、50%の場合には1.6kgf/mm²と、混合割合が増すに従って引張強さが弱くなっていることが確認できた。また、青汁残渣とみかん搾汁残渣は、混合割合(w%)が同じ場合、引張試験用ピースの引張強さはほぼ同じであった。

PPのみの引張試験用ピースの場合は、荷重が降伏点まで達した後は試料が伸び、破断しなかったが、青汁残渣及びみかん搾汁残渣を混合した引張試験用ピースは、荷重が掛かった状態での試料の伸びが少なく、混合割合が増すに従って伸びが小さくなり破断した。また、破断箇所も一定ではなく、試料によって異なる箇所での破断が確認できた。以上のことから、青汁残渣及びみかん搾汁残渣が混合された箇所から、クラックが発生し、試料が破断したのではないかと考えられる。

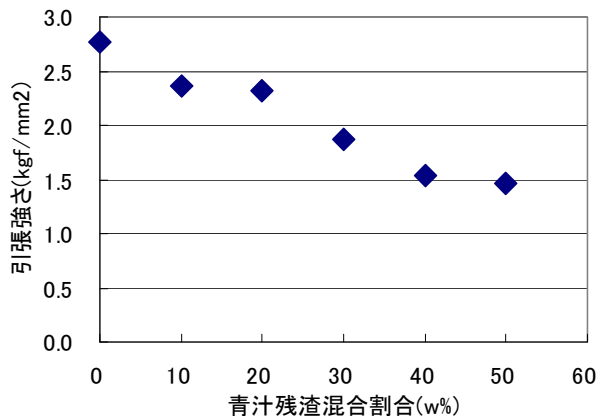


図8 青汁残渣混合割合と引張試験用試験ピースの引張強さ

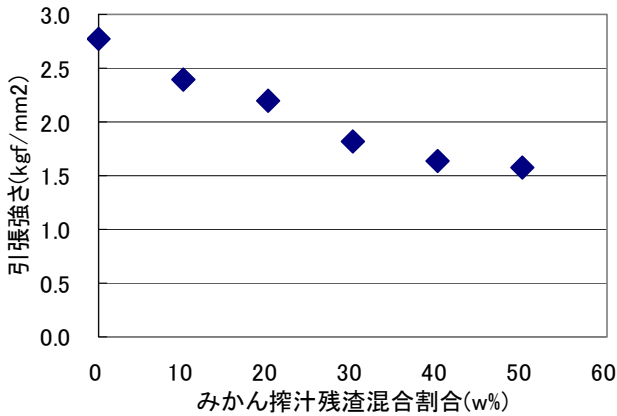


図 9 みかん搾汁残渣混合割合と引張試験用試験ピースの引張強さ

6. マレイン酸変性 PP の添加効果

青汁残渣を混合した際の PP とのなじみを改良するために、マレイン酸変性 PP を使用した。

PP 量に対してマレイン酸変性度が 5%、10% のマレイン酸変性 PP を 5%、10%、15% 混合させ、青汁残渣と混合した。

混合方法は、最初に PP とマレイン酸変性 PP を混合し、押出成形機で成形する際に青汁残渣と混合した。

マレイン酸変性 PP を混合した際にも、PP と青汁残渣のみを混合した際の押出成形条件、射出成形条件と同様の条件で成形が可能であった。

マレイン酸変性度が 5%、10% の PP を混合した混合樹脂に青汁残渣を 30% 混合した引張試験用ピースを作成した。この引張試験用ピースの引張試験結果を図 10 に示す。

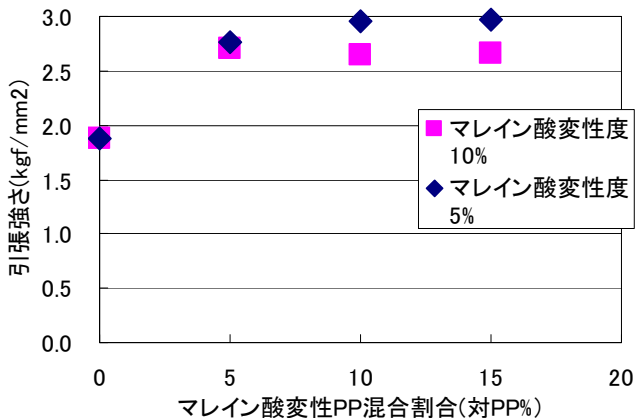


図 10 マレイン酸変性樹脂に青汁残渣を 30% 混合した引張試験用ピースの引張強さ

図 10 より、マレイン酸変性 PP を使用し、青汁残渣を 30% 混合した引張試験用ピースの引張強さは 2.7 kgf/mm² 以上であることが確認できる。マレイン酸変性 PP を混合せずに青汁残渣を 30% 混合した PP の引張試験用ピースの引張強さが 1.9kgf/mm² であった事を考慮すると、格段に引張強さが向上していることが確認

できる。また、マレイン酸変性 PP を混合した PP に青汁残渣を 50w% 混合した引張試験用ピースを作成した。この引張試験用ピースの引張試験結果を図 11 に示す。

図 11 より、青汁残渣を 50% 混合した樹脂であっても、マレイン酸変性 PP を混合することによって、PP のみの引張試験用ピースに対して 8 割程度の引張強さを得ることができた。

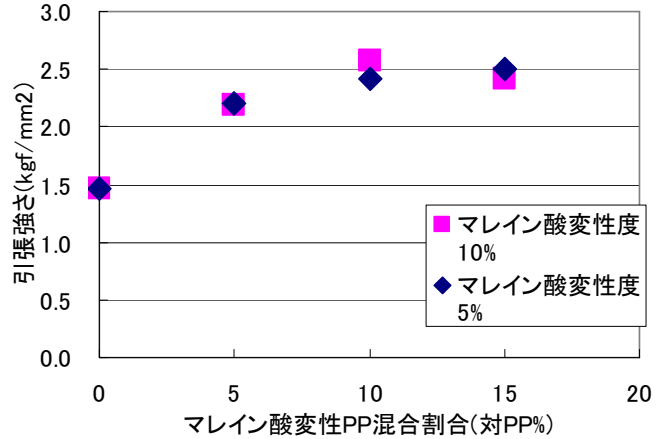


図 11 マレイン酸変性樹脂に青汁残渣を 50% 混合した引張試験用ピースの引張強さ

ま と め

食品廃棄物を混合した樹脂製品の作製を試み、以下のような結果を得た。

1. PP に青汁残渣及びみかん搾汁残渣を w% で 10% ~ 50% 混合した樹脂でペレットを作製し、射出成形で引張試験用ピースを作製することができた。
2. マレイン酸変性 PP を PP 量に対して 5% 以上使用することによって、青汁残渣を 30% 混合した引張試験用ピースの引張強さは PP のみの場合と同等の強度に保つことができ、また青汁残渣を 50% 混合した引張試験用ピースの引張強さは PP のみの場合に対して 8 割の強度に保つことができた。

謝 辞

本研究を行うにあたり、青汁残渣を提供して頂いた JA えひめ中央、くみあい食品工業株式会社、みかん搾汁残渣を提供して頂いたえひめ飲料株式会社の関係各位に感謝致します。

文 献

1) Journal of the Society of Materials Science, 55, 438-444 (2006).