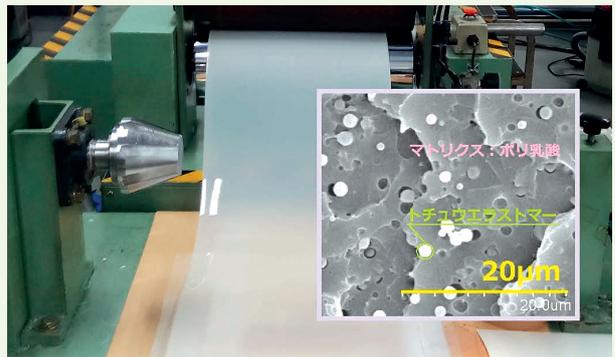


# トチュウエラストマー<sup>®</sup>を用いたポリ乳酸改質技術

ポリ乳酸(PLA)はバイオマス由来で生分解性も示すため、近年、注目される材料であるが、脆く割れ易い問題を抱えている。一方でトチュウエラストマー<sup>®</sup>は高弾性を有する樹脂であり、当社ではこの特長を活かすことで、物性改善されたPLAの開発に取り組んでいる。今回、トチュウエラストマー<sup>®</sup>を用いた、高靱性を示すPLAの連続方式による混練と長尺シートへの成型性を検討し、良好な性能を得た。これにより、トチュウエラストマー<sup>®</sup>/PLA複合材の連続生産が可能となり、また、同複合材で成型した長尺シートの靱性は、PLA単体の13倍以上に向上した。

## キーワード

バイオマスプラスチック, 連続生産



## ■ 緒言

### 1. トチュウエラストマー<sup>®</sup>とは

近年の地球温暖化や化石資源の枯渇に対する懸念から、バイオマス由来原料の利用が注目されている。バイオマス由来原料は再生可能であり、植物の光合成を通じて大気中のCO<sub>2</sub>が吸収・固定されるため、自然界へのCO<sub>2</sub>放出量が増加しないと言われている。これらの点から各所でバイオマス由来原料を用いたポリマー開発が進められている。当社でも、かつての杜仲茶事業の取り組みを基に、植物トチュウからの新規材料/ポリマー開発を進めている。

トチュウは中国原産の落葉高木であり、これまで漢方薬や杜仲茶の原料として利用されてきた。また、果皮、樹皮などの組織で重量平均分子量100万以上のトランスポリイソブレン(TPI)を生成するユニークな性質を持つ。特に果皮は、毎年、トチュウの木を傷つけることなく採取可能なため、TPI製造にとって持続可能な原料と言える。

これまで当社ではトチュウの果皮からTPIを高純度で抽出する独自技術を開発し、植物トチュウ由来の製品であるトチュウエラストマー<sup>®</sup>を開発した(図1)。トチュウエラストマー<sup>®</sup>は高純度のTPIから構成され、高機能熱可塑性エラストマーとしての用途が拡大している。



図1 トチュウエラストマー<sup>®</sup>の製造プロセス

### 2. トチュウエラストマー<sup>®</sup>を用いたPLA改質

前述のように、バイオマス由来原料を用いたポリマー開発は各所で盛んに行われている。PLAは代表的なバイオマス由来のポリマーであり、かつ生分解性を有するため、近年商業化が進んでいる。アメリカとタイではそれ

ぞれ年産15万トンと7.5万トン規模の工場が稼働しており、製造されたPLAは自動車や家電、日用品などに利用される。しかし、PLAは脆い性質を示すため、高靱性が要求される用途に対応できず、PLAの脆性を改善する技術が求められている。

当社では、PLAと同じくバイオマス由来のポリマーであるトチュウエラストマー<sup>®</sup>の熱可塑性と高弾性に着目し、熔融混練によるPLAの脆性改善に取り組んできた。これまでにバッチ方式での熔融混練により基礎検討を重ね、トチュウエラストマー<sup>®</sup>との複合化でPLAの脆性を大幅に改善する方法を開発した。今回、バッチ試験の結果を踏まえ、量産可能な連続方式での熔融混練を試みた。

連続方式での混練では、トチュウエラストマー<sup>®</sup>とPLAは混練型二軸押出機に連続的にフィードされ、押出機内で両者の複合化が行われる(図2)。混練完了後、複合化されたトチュウエラストマー<sup>®</sup>/PLAは押出機から押し出され、水冷とカットを経てトチュウエラストマー<sup>®</sup>/PLA複合材ペレットとして連続的に収集される。

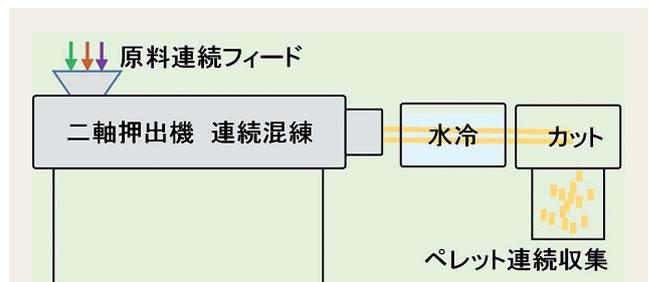


図2 トチュウエラストマー<sup>®</sup>/PLA連続混練プロセス

## ■ 試験、結果と考察

### 1. 試験条件

トチュウエラストマー<sup>®</sup>は当社製品のうち重量平均分子量100~150万の品番S-ENPを、また、PLAはNature Works社のIngeo 2003Dを使用した。トチュウエラスト

マー<sup>®</sup>/PLAの比率は3/97 (W/W) とした。酸化防止剤としてジブチルヒドロキシトルエンを樹脂重量に対し0.5%配合した。それ以外、混練及び操作は以下の条件で行った。

混練装置： 同方向回転二軸混練押出機  
 $\phi 25\text{mm}$ 、 $L/D=61$   
 原料フィード： 3成分の同時連続フィード  
 混練温度： 180℃  
 スクリュー回転数：200rpm

## 2. トチュウエラストマー<sup>®</sup> / PLAの連続混練結果

図2で示したプロセスにて、トチュウエラストマー<sup>®</sup>/PLAの連続混練を行った。TPIを主成分とするトチュウエラストマー<sup>®</sup>は、性質上PLAと分子レベルでの混合ができず、混練物は相分離構造を取ると考えられる。また、相分離構造は、一般にマイクロ相分離構造とマクロ相分離構造の二種類が知られるが、前者は良い改質効果を示し複合材の物性向上につながるのに対し、後者は改質効果が得られず物性が逆に悪化する場合もある。よって、相分離構造の観察により、複合材の良否は判断できる。

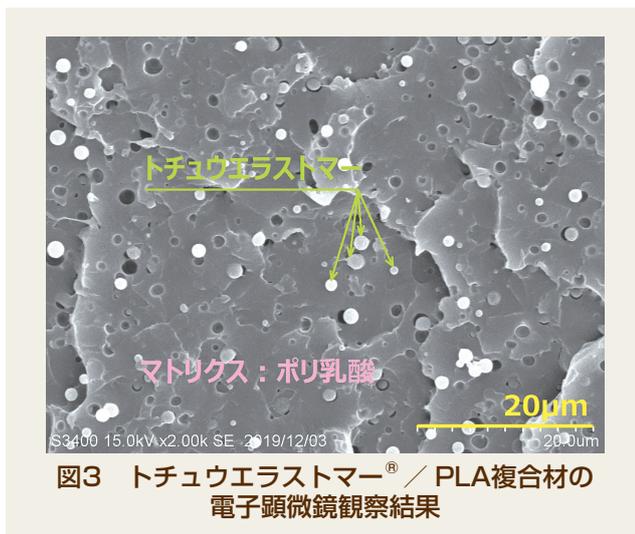


図3 トチュウエラストマー<sup>®</sup> / PLA複合材の電子顕微鏡観察結果

バッチ方式での混練データを基に、連続方式での混練によるトチュウエラストマー<sup>®</sup>/PLAの複合化を試行した。図3に連続方式での混練で得られたトチュウエラストマー<sup>®</sup>/PLA複合材ペレットの断面電子顕微鏡写真を示す。トチュウエラストマー<sup>®</sup>成分はPLA上に $\phi 3\mu\text{m}$ 以下の球状の領域として観察され、マトリクスのPLAに均一に分散されたマイクロ相分離構造が形成され、良好な混練効果が得られたことが分かった。



図4 トチュウエラストマー<sup>®</sup> / PLA複合材を用いた長尺シート成型

## 3. トチュウエラストマー<sup>®</sup> / PLA複合材長尺シート

次に、連続方式での混練で得られたトチュウエラストマー<sup>®</sup>/PLA複合材ペレットを用いて、シート成型装置によりシート材の連続成型を行った(図4)。複合材の成型加工特性はPLA単体から顕著な変化は見られず、シートの外観も良好であった。

作成した長尺シートの引張特性を測定し、応力-ひずみ曲線の面積から引張破断エネルギー(靱性)を算出した。トチュウエラストマー<sup>®</sup>/PLA複合材シートの靱性は、ポリ乳酸単体に比べ13倍以上に向上しており、また、石油化学由来の類似製品である市販ABS樹脂(アクリロニトリル/ブタジエン/スチレン共重合体)シートに比べても、靱性が大きく上回る結果となった(図5)。

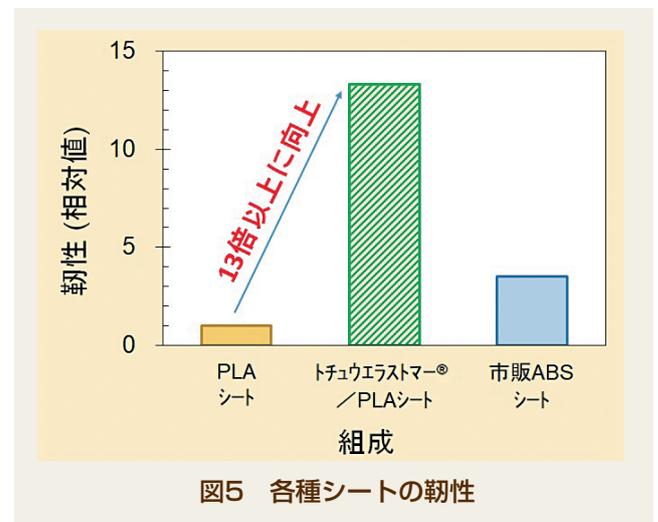


図5 各種シートの靱性

## ■ おわりに

混練型二軸押出機を用いてトチュウエラストマー<sup>®</sup>とPLAの連続溶融混練を行い、靱性を大幅に向上させたPLA複合材を作成することが出来た。また、今回の連続混練とシート成型はいずれも量産向けの方式であり、高靱性ポリ乳酸製品の実用生産を大きく前進させることが出来た。今後、バイオマス由来ポリマーの用途拡大並びにCO<sub>2</sub>削減への貢献を目指して、引き続き当該技術の実用化を推進していく予定である。

## SDGsに貢献する技術

当社は、自社開発したトチュウエラストマー<sup>®</sup>とポリ乳酸との複合材(高靱性のポリ乳酸)を連続生産する技術を開発し、バイオマス由来原料の用途拡大を図っている。

### 【問い合わせ先】

Hitz日立造船株式会社  
 事業企画・技術開発本部 機能性材料事業推進室  
 バイオマテリアルグループ  
 Tel : 06-6879-4165 Fax : 06-6879-4165