

# 100%植物由来 ひまし油と麻からできる エンブラ系複合材料

一般的なプラスチックの原料は石油ですが、化石燃料は限られた資源であり、燃焼により排出される二酸化炭素は環境汚染の一因にもなります。そこで、梶山哲人、山中寿行、井上潤の3名の研究員が取り組んだのが、植物由来のエンジニアリングプラスチック系複合材料の開発です。工業用途での実用化を目指す研究開発について、梶山環境技術グループ長に話を聞きました。

## <開発背景>

一般的にプラスチックの強化にはガラス繊維が用いられる中で、100%植物由来ではないものの、石油由来成分の割合を減らしたバイオマスプラスチックは既に存在しており、環境負荷の低減が進められている。本研究では「100%植物由来」を大前提に進められた。



環境技術グループ長  
梶山 哲人

## 100%植物由来のプラスチック 工業用途を目指し高性能化を

SDGs（持続可能な開発目標）をはじめ、持続可能な社会に向けた取り組みが広がる中、地球環境に対する意識も高まりを見せています。温暖化や大気汚染の原因となる化石燃料の代替として注目されているのが、植物由来のバイオマス資源です。

その一つが、トウゴマを原料としたポリアミド（PA1010）に代表されるバイオマスプラスチック。植物由来のバイオマスプラスチックを燃焼し排出された二酸化炭素は、植物の成長過程で吸収する二酸化炭素と同量であり、温暖化にはつながらないと考えられています（カーボンニュートラル）。

しかし、バイオマスプラスチックは石油由来のプラスチックに比べて耐久性などが劣り、特に工業用途に用いることは困難です。そこで、PA1010を天然繊維で強化したエンジニアリングプラスチック（エンブラ）系複合材料の開発に取り組みました。

初期の検討では、山中がPA1010を母体に天然繊維を充填材として複合化を行い、私は化学的特性を評価しました。その結果を工学院大学と話し合っただけで性能を高めていきました。天然繊維には、強度が高く入手も

容易な麻を採用しました。トウゴマも麻も非可食であり、食料資源との競合を避けられるのも特長の一つです。

エンブラには、引張強さ50 MPa（メガパスカル）、曲げ弾性率2.4 GPa（ギガパスカル）といった定義が存在します。100%植物由来のバイオマスプラスチックでありながらエンブラの定義を満たし、石油由来製品に並ぶ高性能化を目的として研究は進められました。

## 期待した物性に至るまで1年 試行錯誤を繰り返した開発

植物由来エンブラ系複合材料の開発は、工学院大学との共同研究で行われました。この2年間ほどは都産技研では井上と私が構造分析や化学修飾などの化学的特性を、工学院大学ではトライボロジー（摩擦摩耗特性）など機械的物性を評価し、異なる専門分野から一つの研究を補完し合う形で行いました。複合材料をより強く、より硬くするためには、表面処理の検討が必要でした。

強度の向上のため、事前に麻繊維の表面に付着する油をそぎ落とし、繊維をほぐします。この処理を行う表面処理剤として、水酸化ナトリウムと亜塩素酸ナトリウムを

## 試験片の製作の流れ



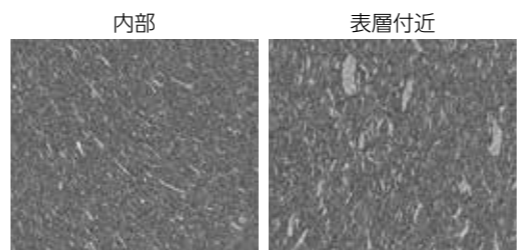
トウゴマを原料としたポリアミド（PA1010）に、強度の向上のために表面処理を行った麻繊維を混ぜてペレット状にした後、射出成形機で植物由来エンブラ系複合材料の試験片が作られる。

候補に挙げました。また、繊維と樹脂の密着性を向上させるためには、シラン処理やマレイン酸処理といった後処理が必要です。これら2×2の処理を組み合わせ、4通りの複合材料を工学院大学とともに検討しました。

しかし、単純に原材料を混ぜ合わせれば良いわけではありません。PA1010に麻を何割混ぜれば良いのか、混ぜ合わせる速度や時間、温度はどれくらいかなど、決めるべき条件は多岐にわたります。最適な条件を見出すまで、最終的に約1年の歳月を費やしました。

攪拌や乾燥に数時間かかる工程もあり、原材料から試験片が完成するまで5日間は必要とします。どんな条件で成形するのか、化学的・機械的な評価はどうか、トライアンドエラーを進めるしかありません。非常に時間がかかる作業でした。

こうして完成した4通りの複合材料は、PA1010単体に比べて大きく性能が向上。エンブラに求められる条件をすべて満たし、引張強さや曲げ弾性率で石油由来エンブラに匹敵する材料となりました。特にマレイン酸処理を施した複合材料は、トライボロジーの向上が顕著に見られました。



複合材料の繊維の分散状態をX線CTにより観察した画像

## 植物由来プラスチックの 需要に応えるため 「産学公」三者連携も視野に

既に海外では植物由来プラスチックを工業製品として実用化した事例が存在します。特にヨーロッパは環境に対する意識が高く、世界的自動車メーカーでは麻などの天然繊維を汎用プラスチックに混ぜ込み、部品を製造しています。持続可能な社会への取り組みも盛んであり、今後さらに植物由来製品の比率は高まる傾向にあると考えられます。

また、省エネの面でも、自動車部品は金属製品からプラスチック製品への置き換えが進んでいます。金属製品に比べ軽量であり、走行に伴うエネルギー消費を抑えられるためです。プラスチック製品の需要が伸びる中、100%植物由来の製品を投入すれば、大きなインパクトを与えることができるでしょう。

強度や耐熱性など、石油由来エンブラより若干劣る部分があるため、完全な置き換えを目指すのではなく、留め具など物性に適した部品への活用を想定しています。今年度はトライボロジー性能の50%向上を一つの目標にしています。

実用化に向けた次のステップとして、「産学公」連携に期待しています。大量生産やコスト面など「産」の観点も取り入れる必要があります。都産技研で取り組むべきは、中小企業の製品化・事業化支援です。開発で得た技術シーズを企業に還元したいと考えています。

## <今後の展開>

現段階での試験片は長さ10cm程度だが、射出成形機のスペック次第でさらに大きな部品をつくることも可能。自動車部品をはじめとして、さまざまな用途が期待されている。



経営企画室 副主任研究員  
山中 寿行



城南支所 副主任研究員  
井上 潤

■ お問い合わせ  
環境技術グループ〈本部〉  
TEL 03-5530-2660