

連載【ダイキンのバイオマス材料開発】第2回

バイオマス材料の高機能化に貢献する生分解性・海洋生分解性樹脂複合材料

PRODUCT
INFORMATION

環境負荷低減への貢献が期待されるバイオマス材料ですが、バイオマス材料の代表格である生分解性樹脂においては、靱性や耐衝撃性、白色度、加工性など、さまざまな課題があります。本稿では、このような課題の改善への取り組みとして、当社独自の混練プロセスにおける微分散技術を活用し、材料内部の分散構造を制御することで、高機能化（靱性および白色度の向上）を達成した開発品をご紹介します。

※本材料は岩手大学との共同研究により開発した材料です。

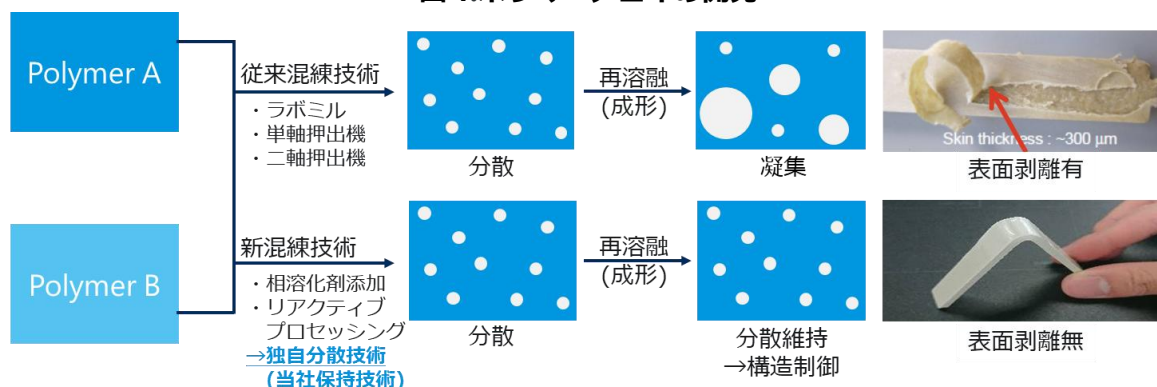
生分解性樹脂やバイオマス樹脂の課題、背景

生分解性樹脂は、環境負荷の低減への貢献が期待される一方で、用途によっては性能面での制約が壁になります。たとえば、強度や靱性が不足すると、成形品が割れやすくなったり、長期使用に耐えにくくなったりします。また、外観の白色度が十分でなければ、採用が難しくなる用途もあります。当社では、こうした課題を「材料単体の特性」だけで考えるのではなく、材料内部の構造設計による解決を検討しており、混練によって相を微細に分散させることで、樹脂同士の性質を活かしながら、よりバランスのとれた材料へと高機能化しています。このアプローチにより、環境負荷低減への貢献と実用性の両立を目指しています。

バイオマス樹脂（生分解性） 複合材料（開発品）

本開発品は、ポリ乳酸（PLA）、ポリブチレンサクシネート（PBS）と呼ばれる生分解性樹脂からなる複合材料です。生分解性樹脂同士を混練・微分散化させる当社独自の技術により、分散粒子の凝集を防ぎ、材料内部に微分散構造を形成・維持することができます。この構造制御により、従来技術では難しかった靱性および白色度の向上を実現し、フィルム成形などの加工にも適した材料となっています。

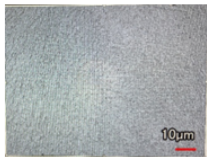
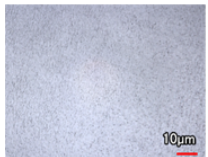
図1.ポリマーアロイの開発



(1)機械物性

本開発品は、PLA や PBS の単体樹脂と比較して、機械物性のバランスを改善します。特に、引張伸びと衝撃強度の向上は、成形品の割れにくさや扱いやすさにつながる重要な特長です。

表 1.機械物性の比較

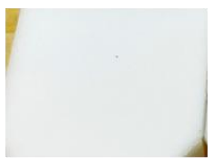
項目	当社開発品1 PBS/PLAアロイ	当社開発品2 PBS/PLAアロイ	PBS単体	PLA単体
引張伸び (%)	135.2	51.6	19.1	3.5
引張応力(最大点) (MPa)	39.6	40.2	39.6	68.2
引張弾性率 (MPa)	997	1036	687	1879
シャルピー衝撃強度 (kJ・m ⁻²)	6.4	7.7	3.9	3.2
断面写真			—	—

開発品 1、2 はマトリクス PBS の PLA (20wt%) 微分散アロイ (混練条件違い)

(2)白色度

本開発品は、添加剤を入れずに、生分解性樹脂のみで高白色度を実現している点が特長です。外観品質の向上は、用途拡大に直結する重要な要素です。また、フィラー添加系と比較し、軽量化の効果もみられます。

表 2.白色度の比較

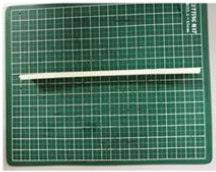
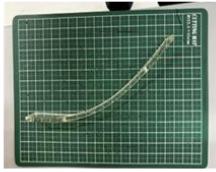
項目	当社開発品1 PBS/PLAアロイ	当社開発品2 PBS/PLAアロイ	PBS単体	PLA単体
白色度	56	57.1	35.1*	6.17*
外観写真				

本評価方法における白色度の有効範囲は 40～100 です。

(3)熱物性（ガラス転移温度、融点、耐熱性）

非相溶系アロイのため、PBS、PLA それぞれのガラス転移温度と融点を有します。また、80℃の熱湯にサンプルを浸漬しても、大きな変形はみられず元の形状を保ちます。

表 3.熱物性の比較

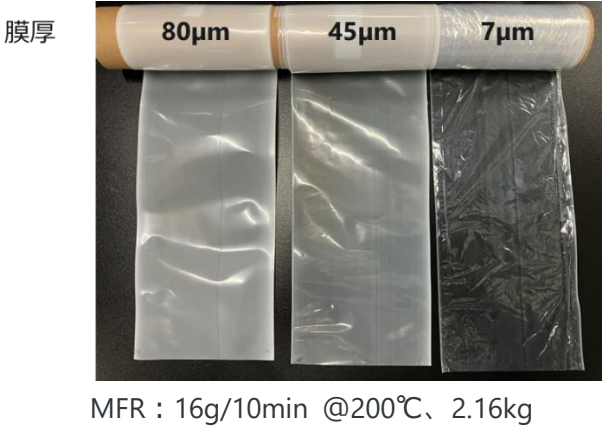
項目	当社開発品3 PBS/PLAアロイ	当社開発 4 PBS/PLAアロイ	PBS単体	PLA単体
ガラス転移温度（℃）	-36、64	-36、64	-30~-20	55~60
融点（℃）	113,171	113,171	90~115	150~180
熱湯浸漬試験後外観 （80℃熱湯浸漬後）			—	

耐熱性の低い PLA は 1 分、それ以外は 2 分間浸漬。

(4)フィルム加工性

薄膜フィルムとしての成形も可能で、実用用途への展開が期待できます。

図 2.フィルム加工性の比較(当社開発品 1： PBS/PLA アロイ)



バイオマス樹脂（海洋生分解性**）複合材料（開発品）

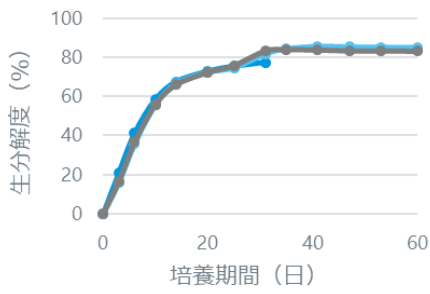
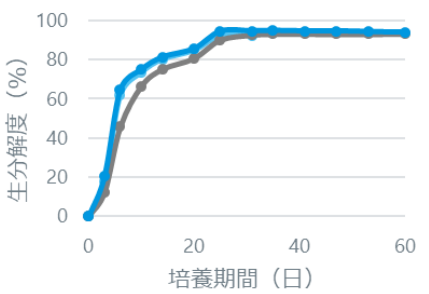
本開発品は、海洋生分解性樹脂と非海洋生分解性樹脂（PLA）を混練・微分散化させることで、高機能化（靱性向上と海洋生分解性を付与）を狙った複合材料です。

**ASTM D6691-24a 法を参考に試験条件を設定し、海水中での生分解性評価を実施したところ、31 日で 80%以上の生分解度を示した。

(1)生分解度

本開発品は、海洋における生分解性を有するポリヒドロキシアルカノエート（PHA）、またはポリブチレンサクシネートアジペート（PBSA）を 80wt%、PLA を 20wt%含む複合材料です。生分解度試験ではいずれも 80%以上の生分解度を示し、海洋生分解性を示しました。さらに、土壌及び実海域でのフィールドテストにおいても、原料単体以上の重量減少率を示し、海洋流出時の環境負荷低減に向けた材料設計として検討しています。

表 4.生分解度

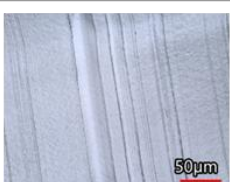
項目	当社開発品3 PHA/PLAアロイ	当社開発品4 PBSA/PLAアロイ
生分解度試験結果		
31日後の生分解度 (%)	81	93

試験方法：国際規格 ASTM D6691-24a 法を参考に試験条件を設定、試験対象：粒径 125～250μm の粉末
生分解に要する期間は環境中の微生物の種類や濃度、温度、サンプル形状によって変化します。

(2)機械物性

本開発品は、PHA や PBSA などの生分解性プラスチックと比較し、伸び率、耐衝撃性が向上しています。

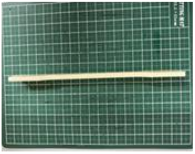
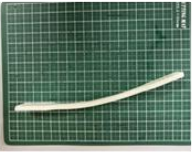
表 5.機械物性の比較

項目	当社開発品3 PHA/PLAアロイ	当社開発品4 PBSA/PLAアロイ	PHA単体	PBSA単体	PLA単体 (開発品3使用)	PLA単体 (開発品4使用)
引張伸び (%)	9.9	381.4	>650	321.3	3.1	3.4
引張応力(最大点) (MPa)	19.2	28.3	13.4	22.4	66	71.3
引張弾性率 (MPa)	970	582	384	303	1963	1923
シャルピー衝撃強度 (kJ・m ⁻²)	10.5	54.7	30	50	2.7	3.6
断面写真			—	—	—	—

(3)熱物性（ガラス転移温度、融点、耐熱性）

本開発品は非相溶系アロイのため、PHA、PBSA、PLA それぞれの融点が現れます。また、80℃の熱湯にサンプルを浸漬しても、大きな変形はみられず元の形状を保ちます。

表 6 .熱物性の比較

項目	当社開発品3 PHA/PLAアロイ	当社開発品4 PBSA/PLAアロイ	PHA単体	PBSA単体	PLA単体
ガラス転移温度（℃）	-36、 64	-36、 64	-10~5	-30~-10	55~60
融点（℃）	113,171	113,171	160~180	80~110	150~180
熱湯浸漬試験後外観 （80℃熱湯浸漬後）					

耐熱性の低い PLA は 1 分、それ以外は 2 分間浸漬。

想定用途

当社の生分解性バイオマス材料は、以下のような用途での利用を想定しています。

具体例

3D プリンター用フィラメント、農業用マルチフィルム、包装用フィルム、食品包装材、カトラリー、漁業用ネットなど

ご質問やサンプルのご要望など、お気軽にお問い合わせください。

注）記載の数値は代表値であり、保証値ではありません。

For more information, visit our website.

ダイキン工業株式会社

<https://www.daikinchemicals.com/jp>