乳酸系ポリマーブレンドの力学特性に関する研究

誌名	愛知県産業技術研究所研究報告
ISSN	13479296
著者名	西村,美郎 佐藤,嘉洋 原田,真 平石,直子 田中,利幸 斉藤,秀夫 西田,雅一 早川,由夫 高岡,伸行
発行元	愛知県産業技術研究所
巻/号	7号
掲載ページ	p. 152-153
発行年月	2008年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat

研究ノート

乳酸系ポリマーブレンドの力学特性に関する研究

西村美郎*1、佐藤嘉洋*2、原田真*2、平石直子*2、田中利幸*2、斉藤秀夫*3、
西田雅一*4、早川由夫*4、高岡伸行*5

Mechanical Properties of Poly(L-lactide) Blends

Yoshiro NISHIMURA*1, Yoshihiro SATO*2, Makoto HARADA*2, Naoko HIRAISHI*2,
Toshiyuki TANAKA*2, Hideo SAITO*3, Masakazu NISHIDA*4,
Yoshio HAYAKAWA*4 and Nobuyuki TAKAOKA*5

Mikawa Textile Research Center, AITEC*1~3, AIST*4, C-eng Co., LTD*5

ポリ乳酸の耐摩耗性の向上を目的として、乳酸系ポリマーブレンドを調製し、機械的な性質（強度、曲げ剛性、耐摩耗性など）を測定・評価した。その結果、ポリ乳酸にケイ素系ポリマー及びフッ素系ポリマーを添加することにより、摩擦抵抗が低下し、摩耗性が向上することがわかった。また、これらの添加剤は、表面に偏在することがわかり、少量の添加量でも効果的に働くことが示唆された。

1. はじめに

ケイ素化合物やフッ素化合物は、低エネルギー表面であることから、離型剤や撥水剤などに多く用いられている。ポリ乳酸にケイ素化合物やフッ素化合物を添加することにより摩耗性能の向上が期待されるが、ポリ乳酸とケイ素系ポリマー、フッ素系ポリマーのブレンドに関する研究は、ほとんど行われていない。

そこで本研究では、ポリ乳酸とケイ素系グラフトポリマー及びフッ素系グラフトポリマーとのブレンド体を製造し、成形性、結晶構造、力学的性質（強度、摩耗性）などについて測定・評価した。

2. 実験方法

2.1 材料

ポリ乳酸樹脂として三井化学㈱製の“レイシア”H100Jを用い、使用前に80℃、24時間以上減圧乾燥した。添加剤としてケイ素系グラフトポリマー(LSI-60)及びフッ素系グラフトポリマー(LF-700)を使用した。

2.2 ブレンド体の製造方法

ポリ乳酸樹脂とケイ素系及びフッ素系グラフトポリマーのブレンドは、溶融混練法により行った。得られた樹脂は、神藤金属工業㈱製のホットプレス機を用い、0.1mmのテフロンフイルムに挟み、圧力15kg/cm^2、温度160から230℃の条件でプレスし、フイルム状に成形した。

2.3 特性評価

結晶性は、島津製作所㈱製のX線回折装置XD-D1を用いて測定した。表面のモルフォロジーは、偏光顕微鏡（㈱ニコン製X2POL）にCOOLPIXミクロシステム7（㈱ニコン製）を装着して観察した。柔軟性は、カトーテック㈱製の超低トルク純曲げ試験機（風合試験機KES-FS）を使用し、曲げ剛性及び曲げヒステリシスを求めた。強伸度は、プレス機で作成したフイルムをダンベル状に打ち抜き、引張試験機（オリエンテック製RTC-1250）を用いて、測定した。動摩擦係数は、摩擦係数測定機（テスター産業㈱製AB-401、）及び表面試験機（カトーテック㈱製の風合試験機KES-FB4）を用いて行った。摩耗量は、テーバー式摩耗試験機（東洋精機製ロータリーアブレーションテスター）を使用して測定した。

3. 実験結果及び考察

3.1 ブレンド体の構造

図1にブレンド体の偏光顕微鏡写真を示す。すべてのサンプルで球晶が観察された。ケイ素系ポリマー、フッ素系ポリマーの添加によって球晶が大きくなり、また添加量の増加に伴い、結晶化が進んでいることが確認された。X線回折でも同様な傾向が見られた。結晶化度はケイ素系ポリマー1%添加で51.7%であった。添加剤が核剤となり、結晶化しやすくなったと推察されるが、この結晶化促進の効果については、さらに詳細に検討する必要がある。

3.2 ブレンドフイルムの引張特性

ブレンド体を熱プレスで作成したフイルムの引張特性

*1 三河繊維技術センター　加工技術室（現企画連携部）、*2 三河繊維技術センター　加工技術室　*3 三河繊維技術センター　加工技術室（現統括研究員）、*4（独）産業技術総合研究所　中部センター　*5（株）シーエンジ

を**表1**に示す。ケイ素系ポリマーの添加量の増加とともに強度が低下した。添加物は異物として働き、物性低下を引き起こすので、添加量をなるべく少なくする必要がある。フッ素系ポリマーは、2%添加において強伸度の変化はなかった。

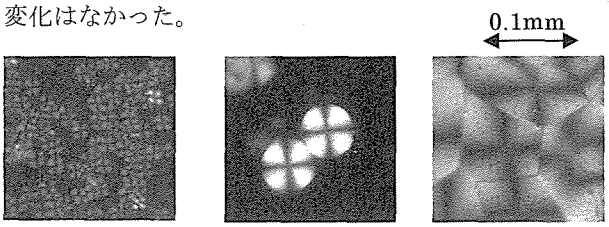

図1　ブレンド体の偏光顕微鏡写真

表1　ブレンドフイルムの引張特性

サンプル	強度 (N/mm²)	伸度 (%)
PLA　100%	61.5	1.30
ケイ素系 10%添加	51.4	1.18
ケイ素系 20%添加	38.7	1.13
フッ素系　2%添加	61.3	1.32

3.1 ブレンドフイルムの摩耗特性

ブレンドフイルムの摩耗特性は表2に示す。ケイ素系ポリマーを10%添加することにより、動摩擦係数が低下したが、逆に摩耗量は増加した。ケイ素系ポリマーを添加すると、すべり性は向上するが、基材が摩耗されることを示している。フッ素系ポリマーについては、添加量が少ないため、摩耗特性の違いは認められなかった。

表2　ブレンドフイルムの摩耗特性

サンプル	動摩擦係数	摩耗量 (g)
PLA　100%	0.27	0.125
ケイ素系 10%添加	0.20	0.312
フッ素系　2%添加	0.28	0.134

表3　フイルム（熱成形）の表面特性

	金属摩耗子		ゴム製摩耗子	
	摩擦係数	変動	摩擦係数	変動
PLA　100%	0.205	0.0084	1.534	0.0144
ケイ素 10%	0.135	0.0057	0.688	0.0112
ケイ素 20%	0.115	0.0045	0.684	0.0119
フッ素系 1%	0.190	0.0092	1.172	0.0131
フッ素系 2%	0.258	0.0130	1.236	0.0134

表4　フイルム（溶媒キャスト）の表面特性

	金属摩耗子		ゴム製摩耗子	
	摩擦係数	変動	摩擦係数	変動
PLA100%	0.225	0.0099	0.938	0.0116
ケイ素 2%（表）	0.105	0.0150	0.616	0.0118
ケイ素 2%（裏）	0.211	0.0114	0.692	0.0104
フッ素 1%（表）	0.132	0.0144	0.619	0.0095
フッ素 1%（裏）	0.204	0.0130	0.833	0.0114

風合試験機を用いて、ブレンドフイルムの摩耗性を測定した結果を**表3**及び**表4**に示す。摩耗子は金属とシリコンゴム製の両方を使用した。表3は、熱プレスによって作成したフイルム、表4は、ブレンド体をクロロホルムに希釈してシャーレの上にキャストしたフイルムである。ブレンド体のキャストフイルムは、フイルムの表面（空気に接触）と裏面（ガラスに接触）で表面状態が異なったため、別々に測定した。

摩擦子の種類にかかわらず、ケイ素系ポリマー、フッ素系ポリマーの添加によりフイルムの摩擦係数は減少した。金属摩耗子よりシリコンゴム摩耗子のほうが摩擦係数は大きくなった。キャストフイルムの表面と裏面では、表面側のほうが、摩擦係数が小さくなった。このことは、表面側にケイ素系ポリマー、フッ素系ポリマーが偏在していることを示しており、添加量が少量の場合でも、摩擦係数の低下により効果的に働くことが示唆される。
以上の結果から、摩耗の弱いというポリ乳酸の欠点は、ケイ素系ポリマー、フッ素系ポリマーをブレンドすることにより改良することができることがわかった。

4．結び

ポリ乳酸の耐摩耗性向上を目的として、ポリ乳酸とケイ素系グラフトポリマー、フッ素系グラフトポリマーとのブレンドを行った。これらのポリマーブレンドをフイルムや繊維に加工し、機械的な性質を測定・評価した。その結果、ポリ乳酸にケイ素系グラフトポリマー及びフッ素系グラフトポリマーを添加することにより、摩擦抵抗が低下し、摩耗性が向上することがわかった。しかし、摩耗量が増加した。また、これらの添加剤は、表面に偏在することがわかり、少量の添加量でも効果的に働くことが示唆された。

本研究の一部は、産業技術総合研究所の平成17年度中小企業支援型研究開発事業（技術シーズ持込型）により行われたものである。