

かさ高な超極細オレフィン系繊維の開発

佐藤嘉洋^{*1}、深谷憲男^{*1}、太田幸一^{*1}

Development of Bulk Super-Extra Fine Olefine Fiber

Yoshihiro SATO^{*1}, Norio FUKAYA^{*1} and Kouichi OHTA^{*1}

Mikawa Textile Research Center, AITEC^{*1}

本研究では、オレフィン系樹脂から、繊維径 $1\mu\text{m}$ 以下の超極細フィラメントの開発を目的とした。発泡剤を添加したポリエチレン/ポリ乳酸繊維をモノフィラメント熔融紡糸した後、ポリ乳酸をアルカリ加水分解することで、繊維径 $1\sim 3\mu\text{m}$ の超極細繊維からなるポリエチレン繊維を作製することができた。この繊維は内部まで極細化されており、かさ高性を有している。本開発繊維は繊維表面積が飛躍的に向上しており、機能性繊維の基材として、多くの展開が期待できる。例えば、機能性薬剤を練り込むことで、高性能なセンサー機能を付与が可能と考えられる。また、本技術はポリエチレンのようなオレフィン系に限らず、ナイロンのような他の樹脂に応用可能であると考えられる。

1. はじめに

本研究では、熔融紡糸により繊維径数 μm の超極細オレフィン系繊維の開発を目的とした。これにより、繊維表面積の飛躍的な増加が期待でき、機能性繊維の基材として、多くの展開が期待できる。

2. 実験方法

2.1 試料

試験に使用した樹脂を表 1 に示す。また、紡糸温度と分解温度を考慮し、発泡剤を選定した。

・発泡剤 セルマイク MB1062 (低密度ポリエチレンベース: 発泡剤濃度 20%) 三協化成(株) 分解温度 $200\sim 210^{\circ}\text{C}$

2.2 紡糸条件の検討

直鎖状低密度ポリエチレン (LLDPE 以下 LL と略す) とポリ乳酸 (PLA) を重量比 30 : 70 でペレットブレンドし、LL/PLA 繊維をモノフィラメントとして紡糸した。さらに、発泡剤マスターバッチ (MB) を添加し、発泡 LL/PLA 繊維を紡糸した。なお、比較試料として LL 樹脂単独の紡糸も同条件で行なった。本研究で検討した紡糸条件は以下のとおり。

- ・ノズル 6H-φ1.0 L/D=2
- ・紡糸温度 $210\cdot 210\cdot 210\cdot 210\cdot 210\cdot 210^{\circ}\text{C}$
- ・冷却水槽 20°C
- ・エアギャップ 25mm
- ・延伸温度 温水延伸槽 80°C 、熱風延伸槽 80°C
- ・使用機器 モノフィラメント熔融紡糸装置 TN35 (中部化学機械(株))

表 1 試料の性質

	MFR (g/10min)	比重	融点 ($^{\circ}\text{C}$)
LL	6	0.916	119
PLA	14	1.27	170

表 2 紡糸結果

試料名	延伸倍率(倍)						
	4	5	6	7	8	9	10
LL	○	○	○	○	○	○	△
LL/PLA	○	○	○	○	△	×	×
発泡剤 0.2%添加 LL/PLA	○	○	○	△	×	×	×
発泡剤 0.4%添加 LL/PLA	○	△	×	×	×	×	×

紡糸性 ○ : 安定 △ : 糸切れ有 × : 紡糸不可

2.3 アルカリ処理条件

作製した LL/PLA 繊維及び発泡 LL/PLA 繊維中の PLA をアルカリ溶液中で加水分解除去した。アルカリ処理条件は $\text{NaOH}50\text{g/l}$ 、処理温度 $80^{\circ}\text{C}\times 1\text{H}$ とした。

2.4 繊維形態の評価

繊維形態の評価は電子顕微鏡観察により行った。かさ高性に関しては、プラニメーターにより繊維断面積を測定した後、その直径を真円と仮定して算出し、かさ高性として評価した。

・使用機器 電子顕微鏡 JSM-5310LV (日本電子(株))

3. 実験結果及び考察

3.1 紡糸

^{*1} 三河繊維技術センター 加工技術室 (現産業資材開発室)

表3 作製試料

試料名	発泡剤	アルカリ処理	デニール	備考
発泡 LL/PLA	○	—	1000	発泡剤 0.4% 添加した LL/PLA 繊維
発泡 LL/PLA 分割	○	○	330	上記繊維をアルカリ処理した繊維
LL/PLA	—	—	500	LL/PLA 繊維
LL	—	—	330	LL 単独の繊維

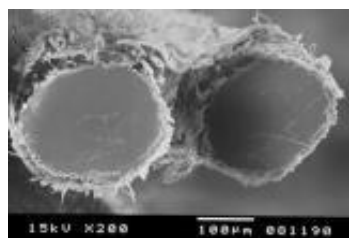


図1 LL/PLA 繊維（アルカリ処理後）断面

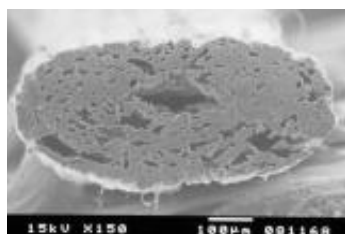


図2 発泡 LL/PLA 繊維 断面

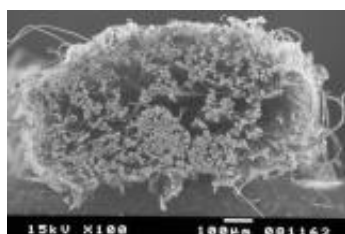


図3 発泡 LL/PLA 分割繊維 断面

各種繊維の紡糸結果を表2に示す。

各種配合樹脂の紡糸性は LL > LL/PLA > 発泡剤添加 LL/PLA となることが分かった。

発泡剤の添加により紡糸性は低下し、発泡剤濃度が 0.2% で延伸性が低下しはじめ、0.4% になると明らかに発泡が認められた。発泡剤濃度が 0.5% を超えると繊維内での発泡が極めて多くなり、紡糸できなかった。そこで、各種繊維の延伸倍率を 4 倍と決定し、以後の試験を行った。評価に用いた繊維を表3に示す。

3.2 ブレンド繊維の分割

LL/PLA 繊維及び発泡 LL/PLA 繊維に対し、アルカリ処理を行い、その重量残存率を評価した。なお、LL/PLA 繊維は 500D、発泡 LL/PLA 繊維は 1000D である。アルカリ処理の結果、LL/PLA 繊維の重量残存率は約 60% であり、PLA/LL : 70/30 の仕込量と比較して、PLA の分

表4 発泡 LL/PLA 分割繊維と LL 繊維の比較

	直径(μm)	直径比
LL 繊維	250	3.3 倍
発泡 LL/PLA 分割繊維	820	

解が不十分であることが分かった。一方、発泡 LL/PLA 繊維の重量残存率は約 30% となった。この値は、ほぼ LL 樹脂の仕込比率と同じであり、PLA はほとんど加水分解除去できていると考えられる。

この結果、発泡繊維の方が太いにも関わらず、仕込量どおりの重量残存率であったことから、発泡剤の PLA 加水分解促進効果が確認できた。

3.3 繊維形態

最初に発泡剤未添加の LL/PLA 繊維をアルカリ処理し、断面観察した結果、繊維表層のみ加水分解しており、中心部まで分割されていないことが分かった（図1）。

次に発泡繊維に対し、アルカリ処理前後の断面観察を行った。その結果、発泡 LL/PLA 繊維は繊維断面の全体に大小の空隙があることを確認できた（図2）。更にアルカリ処理を行うことで、繊維径 1~3 μm 程度の超極細繊維化した LL が繊維内部まで生成していることを確認した（図3）。これは、発泡剤により生成した空隙により繊維中央部へのアルカリ浸透性が容易になったためと推察される。この結果を応用することにより、発泡剤の添加量で超極細繊維の形成を変化させることが可能であると考えられる。すなわち、添加量が少ないときは表層のみ、多くなると中心部まで繊維の極細化を進行させることができる。

次にかさ高性を繊維の直径比から比較した。具体的には発泡 LL/PLA 分割繊維と同じデニールを有する LL 繊維をブランクとして、断面観察による直径比を検討した（表4）。その結果、同デニールで比較した場合、直径で約 3 倍の繊維を開発することができた。

4. 結び

本研究の結果をまとめると、以下のとおりである。

- (1) 発泡剤を添加した LL/PLA 繊維から PLA をアルカリ加水分解することで、繊維径 1~3 μm のかさ高な超極細 LL 繊維を作製することができた。
- (2) 本開発繊維は繊維表面積が飛躍的に向上しており、機能性繊維の基材として、多くの展開が期待できる。

付記

本研究は、「平成 22 年度研究成果最適展開支援事業 フィージビリティスタディ【FS】ステージ探索タイプ（独）科学技術振興機構」により行った。