ポリ乳酸系繊維

Poly (lactic acid) Fibers

梶 山 宏 史

1. はじめに

我々の身の回りで使用されている合成繊維はそのほとんどがポリエステル、ナイロン、アクリルに代表されるように化石資材を原料としており、使用後の一部繊維はリサイクル利用されているが、最終的には埋め立てや焼却処分されているのが現状である。

こうした中この十数年間生分解性プラスチックの研究が進められており、最近ではカーギル・ダウ社がポリ乳酸の大規模商業プラント(14万t/年)をアメリカに建設したのを始め、世界各地で各種生分解性プラスチックのプラントの建設・稼動が始まっている。

又、日本では2002年7月に、農林水産省、経済産業省、環境庁は、「バイオマス・ニッポン」の骨格を発表した。これは、農林水産資源や有機性廃棄物などの生物由来の有機性廃棄物であるバイオマスを、エネルギーや製品として総合的に活用し、持続的に発達可能な社会「バイオマス・ニッポン」を実現しようというもので、製品への利用一例として生分解性素材があげられている。

カネボウ合繊(株)では、1990年代の初頭より生分解性繊維の研究開発に着手し、94年には世界ではじめてポリ乳酸繊維「ラクトロン」の工業生産化に成功し、現在製品の用途開発、市場開発を進めている。

本稿では、ポリ乳酸繊維「ラクトロン」の特徴を紹介する。

2. ポリ乳酸の特徴

生分解性プラスチックは各種知られており、日本では生分解性プラスチック研究会(BPS)が愛称をグリーンプラと定め、識別表示制度を制定し、その普及に努めている。

表1に各種生分解性繊維の物性を汎用樹脂と比較して表示した。

脂肪族系生分解性プラスチックの多くがポリエチレン(PE)やポリプロピレン(PP)に似た特徴を持つ軟質系プラスチックであるのに対して、ポリ乳酸はポリエステル(PET)に近く硬質系という特徴がある。

特に、ポリ乳酸は他の生分解性ポリマーに比べて高融点、高透明性、高剛性として知られており、繊維、フィルムなどの材料として好ましい物性を有する。又、乳酸は光学活性であることから、その光学純度(L/D比率)を調整することによってポリマーの融点、結晶性などの物性を制御する事が可能である。

3. ポリ乳酸の繊維化

ポリ乳酸は、各種紡糸方法で糸にすることが報告されているが、ポリエステルやナイロンと同様に熔融紡糸法にて製造する方が製造コストを考えた場合好ましい。

物性的に優れた繊維を得るためには、原料樹脂の分子量や品質に加えて、製糸工程における熔融粘度の最適化、結晶構造の制御等、従来のポリエステルやナイロンよりも高度な紡糸技術が必要である。

繊維形態としては、天然繊維(コットン、ウール等)と異なり、マルチフィラメント(含む加工糸)、モノフィラメント、ステープルファイバー及び紡績糸、スパンボンドといった従来の合成繊維と同様に各種繊維形態への加工が可能である。最近では、融点の異なるポリ乳酸を組み合わせたバインダー用フィラメントなどの複合糸も開発されている。

又、織編技術や染色加工といった後工程も高度な技術ノウハウの確立が必要であり、衣料、生活資材、農園芸、土木建設などの幅広い分野で展開されている。

4. 「ラクトロン」の開発コンセプト

最近「ラクトロン」繊維の特徴として、生分解性といった機能以外にも、柔らかな風合い、軽量性、吸汗・速乾、おだやかな抗菌性、肌に優しい弱酸性など従来の合成繊維には見られない「快適性」という新しい魅力をもっており、「人にも地球にも優しい」繊維と言える。

又、「ラクトロン」はそのポリマー骨格をなすカーボンは植物が空気中の二酸化炭素を固定したものであり、ライフサイクルでの炭酸ガス排出量や化石エネルギーの少ない「サステナブル(持続的に発展可能)」繊維である。

HIROSHI KAJIYAMA

カネボウ合繊(株) 合繊研究開発センター

第一商品開発グループ研究員

〒747-0823 山口県防府市鐘紡町4-1

Tel: 0835-25-6274 Fax: 0835-24-6734

E-mail: h.kajiyama@fbr.kanobo.co.jp

表1 代表的な生分解性プラスチックの物性

		生分解性プラスチック			汎用プラスチック(文献値)		
		PLA	PBS	PCL	PET	PS	PE
比 重	-	1.27	1.26	1.14	1.4	0.91	0.95
結 晶 融 点		170	113	57	260	-	130
ガラス転移点		58	- 38	- 60	80	80	- 120
外 観	-	透明	乳白色	乳白色			
引 張 強 度	kg/cm ²	590	310	150	580	480	120
破 断 伸 度	%	2	350	430	200	2.9	150
衝 撃 強 度	Kg・cm・f/cm	2.4	7.5	N.B	5.0	2.5	51.0

図1 「ラクトロン」の粗原料から分解までのリサイクル

図2 水との接触角($\cos \theta$)

注意点としては、融点が170 程度であることからアイロン掛けは低温(約120)であて布をしないと、風合いが固くなる問題が発生する可能性がある。又、タンブラー乾燥は避けて、自然乾燥することが好ましい。

また、高温(50 以上)で高湿度条件下では加水分解が生じ、その事による物性の低下が発生するので、倉庫などの保管条件では注意が必要である。

5.1 吸汗・速乾性

「ラクトロン」はポリエステルと同じく吸湿性、吸水性はないが、水濡れ性がよく(図2) 水蒸気透過性が高いことから、吸湿性・水拡散性が良好で、優れた吸汗・速乾性を示す。これは、インナー等の分野での使用には好適である。

5. 「ラクトロン」の特徴

「ラクトロン」は通常の合成繊維とほぼ同等の初期系物性を持っている。

ポリ乳酸繊維「ラクトロン」の繊維物性を表2に示す。

比重やヤング率はポリエステルとナイロンの中間である。布帛はポリエステルよりも軽量で、柔らかく、ドライな風合いを持つ。又、屈折率が低いためにマイルドでシルキーな光沢を示す。

染色は、分散染料で98～110 の範囲で染料や染色条件を適切に選べば、実用的な堅牢度(4～5 級)が得られる。布帛の寸法安定性は6 ナイロン系と同レベルである。

表2 ポリ乳酸繊維「ラクトロン」の繊維物性

項目			ラクトロン	ポリエステル	ナイロン
物理的性質	比 重	-	1.27	1.38	1.14
	屈 折 率	-	1.4	1.58	1.57
	融 点		170	260	215
	ガラス転移点		58	70	40
	吸 湿 率	%	0.5	0.4	4.5
繊維性能	強 度	CN/dTex	4.0～5.0	4.0～5.0	4.0～5.3
	伸 度	%	30	30	40
	沸水収縮率	%	8～15	8～15	8～15
染 色 性	染 料 種 類	-	分散染料	分散染料	酸性染料
	染 色 温 度		100	130	100

表3 「ラクトロン」の抗菌性

試料	接種菌数	培養後菌数
対照ナイロン布帛	9,100	16,500,000
ラクトロン繊維(天竺)W=0	9,100	250,000
ラクトロン繊維(天竺)W=10	9,100	595,000
制菌ナイロン丸編 W=0	9,100	20

供試菌：黄色ぶどう球菌(Staphylococcus aureus ATCC 6538P)

5.2 おだやかな抗菌性

表3に黄色ぶどう球菌に対する「ラクトロン」の抗菌性を示す。統一試験法

対照布帛(ナイロン)は繊維上で菌数が18時間後に1800倍に増加するのに対して、ラクトロン(天竺)では未洗濯品が30倍、洗濯10回品でも初期に比べて性能は低下するが、70倍程度の増加に制御している。ラクトロンの抗菌性は繊維表面の乳酸モノマーにより抗菌性が発現していると推測されている。同様の抗菌効果が大腸菌に対しても同様の効果があることを確認している。このことから、「ラクトロン」の抗菌性は抗菌加工材を付与した繊維(制菌加工品)ほど強くはないが、おだやかな抗菌性があることがわかる。その他、カビ抵抗性も確認されており、生活資材分野での使用には好適である。

5.3 弱酸性

「ラクトロン」の繊維表面は弱酸性である。綿布帛のpHは7.2であるのに対して、「ラクトロン」布帛は6~6.5(カネボウ合繊維測定)であり、肌との相性が良い。また「ラクトロン」は皮膚貼付試験(日本産業皮膚衛生協会)でもその安全性が確認されており、このように「ラクトロン」は肌環境にやさしい繊維であると言える。

5.4 「ラクトロン」の生分解性

図3に生分解性の試験基準である標準コンポスト法試験(ISO15855,JIS K 6953に準拠)での結果を示す。

ポリ乳酸の生分解性はまず加水分解から始まり、一定の分子量以下になって微生物分解が進むと言われており、図2からも、最初の日数は加水分解が進むために、生分解が進んでいないが、その後所定の分子量以下になった段階で生分解性が急に始まり、約40日でほぼ完全に分解する事

図3 標準コンポスト法試験.....セルロース・ライトロン

を確認している。

ポリ乳酸の分解性は生分解性プラスチックの中でもっとも遅い部類に属し、通常の保管条件ではほとんど分解せず、衣料や生活資材などで使用しても問題はない。

逆に分解を促進させる方法としては、内温が70程度の堆肥コンポスト中で分解させると、初期の加水分解が進み、豊富に存在する微生物、バクテリアにより急速に分解され、数日ないし1週間程度で完全に分解され、生じたコンポストは土壌改質材として利用できる。ただし、現在市販されている家庭用コンポスト機では、コンポスト機内の温度が40~60と低いために、初期の加水分解進行が遅く、完全に分解させるには3~6ヶ月程度必要であり、取り扱いには注意が必要である。

6. 用途展開

「ラクトロン」の用途展開は大きく分けて二つのコンセプトにわけて現在展開を進めている。

第一は従来から言われている「生分解性」である。この用途としては、コンポスト化可能であることや、主に自然分解の中で一定期間品質を保った後には徐々に生分解させる用途である。土木・建設、農林業などの資材用途が対象となる。

第二は、原料が植物由来であり「サステナブル(持続可能)」であり、かつ「快適性」を持った繊維素材としての展開である。ラクトロンの風合い、軽量性、吸汗速乾性、おだやかな抗菌性、肌にやさしい弱酸性などの機能性を利用することで、衣料、生活資材、インテリア、寝装品用途が対象となる。「ラクトロン」の各用途での展開例を紹介する。

写真1 ラクトロンの各種製品例

6.1 土木・建設

道路や公園の植生や防草を目的に、ラクトロンを使用した植生ネット、植生マット、防草シート、土嚢などが上げられる。この用途はこれまでポリエチレンやポリプロピレンなどの非生分解性素材が多く使われてきた分野であるが、「ラクトロン」であれば一定期間後は品質を保持し、目的期間が過ぎれば徐々に生分解するために、廃棄処理の問題を解決できる。

6.2 農園芸用途

「ラクトロン」はポリエステルなどに比べて紫外線透過率が良好な特徴があり、現状は不織布によるベタがけや結節ひも、つるものネット、防虫ネットなどが展開されている。

6.3 生活資材関連

水切りネット、ボディータオル、ハンドタオル、買い物バック、などが展開されている。

インテリア・寝装品では、カーテン、椅子張り地、イベント用カーペット、テーブルクロスなどが開発されている。この場合、ラクトロンと綿やレーヨンなど、他の生分解性素材同士で組み合わせて商品化されていることが多い。

6.4 衣料分野

ラクトロンと天然繊維(綿、ウール、シルク等)を複合したポロシャツ、Tシャツ、ネクタイ、肌着、インナーなどが展開されている。

衣料分野では生分解させることが目的ではなく、「ラクトロン」の柔らかな風合い、軽量性、吸汗・速乾性、おだやかな抗菌性、肌にやさしい弱酸性、シルクのような美しい光沢性を活かし「快適性」といったキーワードで商品展開を進めている。

7. おわりに

従来のポリ乳酸繊維は「生分解性」をキーワードに各種展開を進めてきたが、最近では従来の合成繊維にはない「サステナブル(持続可能)」や「快適性」キーワードとして幅広く展開する事が可能となってきた。今後の課題として現在はポリ乳酸樹脂のコストが高いといった指摘があるが、カーギル・ダウ社のプラント(14万t/y)が2002年から稼動を始めており、フル生産時には価格の面でも他の合成樹脂との競争が可能であると思われる。

今後も「ラクトロン」では、幅広い分野での商品展開を進め、ポリ乳酸樹脂及び繊維を消費者にも十分に認知されるように取り組んでいきたい。

第26回(財)石本記念デサントスポーツ科学振興財団学術研究募集

主 催：財団法人 石本記念デサントスポーツ科学振興財団

応募資格：①体育学、健康科学、人間工学、被服科学、運動施設工学等健康の増進と体力の向上に関わる学術、およびその他スポーツ振興に寄与する学術研究に関する講座を持った大学、およびこれに準ずる研究機関に所属する個人またはグループ。

②高校生から幼児までの教育機関に奉職しており、①に前述した分野で研究または調査活動を積極的に行っている個人またはグループ。

この場合、運動生理学的研究でなくとも、あくまで教育現場に於ける身近なテーマで、すぐにも役立つ研究テーマを求めている。

但し、研究報告等に不慣れな人は、報告書作成に習熟した人を共同研究者に加えて申請のこと。

学術研究課題の内容

第一部 課題学術研究

本年度テーマ 「身体能力の效果的向上法」

人体へのある種(圧、温、冷、その他)の負荷、刺激又はその軽減による運動能力、回復力等を高める効果はどの程度期待できるのか。

スポーツ愛好家には健康維持・増進を目指す人々からトップアスリートまで、その求めるレベルも様々である。能力の向上を期待し補助的に利用されるであろう物品は、衣料、用具、器具、等々種々あるが、利用者の身体能力、及びその目的に応じた物の選択が必要となる。

そこで、これらの導入(新規開発物も含む)とその効果について、体力医学/被服・工学それぞれの分野において研究し、適切なる提言をいただきたい。

第二部 自由課題学術研究

従来どおり本財団の主旨に添ったものであり、申請者がこれまで行って来た研究を助成することによって、調査・研究の発展・充実が期待されるものであること。

応募方法：本年度の公募締切日は平成15年11月10日です。

応募者は、所定の申請用紙に研究テーマ、第一部、第二部の区分、目的、内容および期待される成果等を簡潔に書き、平成15年11月10日(当日消印有効)までに下記宛提出すること。

(応募者多数の場合、申請書はコピーまたは当財団ホームページより、B4サイズにてダウンロードしたものとする。但しコピー使用の場合、第26回申請書をコピーのこと、自作による作表および前回までの用紙は使用しないこと)

資料の請求および問合わせ：

〒543-8921 大阪市天王寺区堂ヶ芝1-11-3 (株)デサント生産企画開発室内 (財)石本記念デサントスポーツ科学振興財団編集局

TEL：06-6774-0252 FAX：06-6774-0399 <http://www.descente.co.jp/ishimoto/>