

生分解性高分子材料を用いた原糸の開発

小林 孝紀, 高村 巧, 吉田 一博*, 三上 隆幸*, 淵本 隆*

Development of the Filament which Used Biodegradable Polymers

Takanori Kobayashi, Takumi Takamura, Kazuhiro Yoshida*,
Takayuki Mikami* and Takashi Fuchimoto*

要 旨

生分解性高分子材料を用いて原糸およびロープの成型, 評価ならびに土中分解試験を行った。原料には乳酸系ポリマー, カプロラクトン系ポリマーを用いた。これらはいずれも, 小型押出し成型機による成型実験を行い, その後, 良好な結果が得られたポリマーを用いて, 工場規模の成型プラントにて原糸の成型を行った。さらに, これら原糸を用いてロープの試作を行った。カプロラクトン系ポリマーに関し, 工場成型プラントでモノフィラメントタイプの原糸の試作を行った。さらに, この生分解性ポリマー原糸を用いてロープの試作を行った結果, ポリカプロラクトンを原料として成型することにより, 良好な原糸およびロープの試作に成功した。

高分子材料(以下ポリマー)は, 利用時の軽量, 耐腐食性という利点があるが, 廃棄時には減容コストがかかる, 分解しないという欠点となり, 環境の悪化原因の一つとして取り上げられている。近年, 地球環境保護への関心がますます高まる中で, 工業分野においても環境に優しい材料が強く求められている。このような問題の解決策の一手段として, 既存のポリマーのリサイクル技術, 原料再生化技術, 油化技術, 熱回収技術が盛んに研究, 実用化されている。しかし, 現時点ではコスト面, リサイクル製品の強度低下, リサイクルのためのエネルギー収支等の課題が残っており, 問題の解決までには至っていない。一方, 従来のポリマー, 特に1次産業用資材は使い捨て(ディスポーザブルユース)で使用されているものも多く, ポリ塩化ビニルなどは焼却処理時のダイオキシン類等の環境ホルモンなども問題となり, 生分解性を有した高分子材料へ転換するためのポリマー開発あるいは製品開発が盛んに行われている。特に, 原料

メーカーは, 材料設計の段階で廃棄の問題を考慮した, 新しい合成系の生分解性ポリマーの製品化を行っている。生分解には, 生体内での分解および, 微生物による分解の2つがあり, 両者共に最終的にはCO₂とH₂Oに分解される。生体内分解型ポリマーは手術用縫合糸, 止血剤, 人工皮膚等の医療分野への応用が実用化の段階へと移っている。

一方, 工業用材料としての生分解性ポリマーは, 後者の微生物分解型が主流となりつつある。これは, 利用時には汎用ポリマーと同様に成型等が可能である一方, 廃棄時にはコンポストとして扱えることから, ディスポーザブルユース分野への応用が期待できる¹⁾。また1次産業の酪農分野では, 牧草を保存するための固定ロープ(ベイラートワイン)による牛への健康被害が報告されている。これは, 牛が牧草と一緒に誤って固定ロープを摂取する事により起こる障害で, 現在まで改善策はみられない。

* 泰興(株)函館工場

本研究では、工業製品として、ディスプレイ用プラスチック分野および1次産業用資材（酪農等）への応用を目的とし、微生物分解型の生分解性ポリマーを用いた原糸の成型を試み、この原糸を用いてロープの試作を行った。さらに、原糸やロープの評価および土中分解試験を行った。

原料には乳酸系ポリマー（サンプルA）、カプロラクトン系ポリマー（サンプルB、サンプルC）を用いた。これらはいずれも、小型押し出し成型機による成型実験を行い、良好な結果が得られたポリマーを用いて、工場規模の成型プラントにて原糸の成型を行った。さらに、これら原糸を用いてロープの試作を行った。試作した原糸及びロープは、種々の物性値測定試験ならびに土中分解試験もあわせて行った。その結果、小型押し出し機で成型したサンプルAは成型温度領域において熔融粘度が低い傾向が見られた。また、成型温度領域より低温側ではサンプルAの熔融粘度が急激に上昇することから、サンプルAの成型には、精密な成型温度制御が必要であることが明らかとなった。一方、サンプルBおよびサンプルCは成型温度領域において、良好な熔融粘度ならびに成型性を示した。また、成型温度領域よりわずかに低温あるいは高温側でも成型は可能で、サンプルBおよびサンプルCは広い成型温度領域を有することが確認できた。小型押し出し機を用いて成型したサンプルCの成型品の外観を図1に示す。

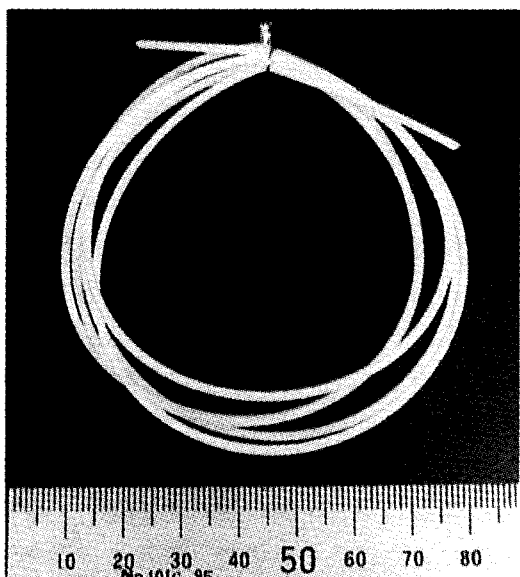


図1 小型押し出し機によるモノフィラメントの外観

表1 サンプルCの物性

織度	3,000D (デニール)
強度	63.7N (2.5 g / d)
伸度	70%

サンプルBおよびサンプルCに関し、工場成型プラントでモノフィラメントタイプの原糸の試作を行った。その結果、小型押し出し機で得られた成型条件の結果とほぼ一致し、均一な原糸を試作することができた。サンプルCを用いて工場成型プラントで試作した原糸の物性値を表1に示す。但し、我々が試作したサンプルCの強度は、一次産業用資材として一般に用いられている汎用のロープ原料モノフィラメント（ポリプロピレン）と比較すると、強度は低い傾向にあるが、延伸率を変化させることにより強度保持が可能であると考えられる²⁾。

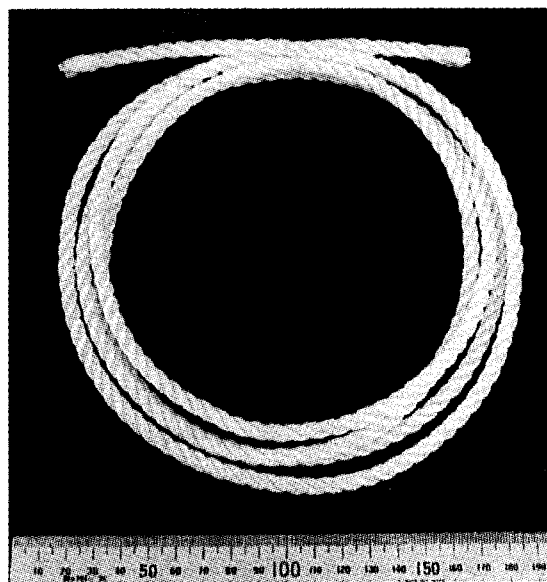


図2 試作ロープ

この生分解性ポリマー（サンプルC）を用いてロープの試作を行った。サンプルCを用いて試作したロープの外観を図2に示す。試作した原糸およびロープの土中生分解性評価の結果を表2および図3に示す。重量減少率および電子顕微鏡写真（図4）から分解の進行していることが確認できるが、実用強度等は、3ヶ月経過後も維持している。

本研究では、生分解性を有する原糸およびロープの開発を行った。その結果、ポリカプロラクト

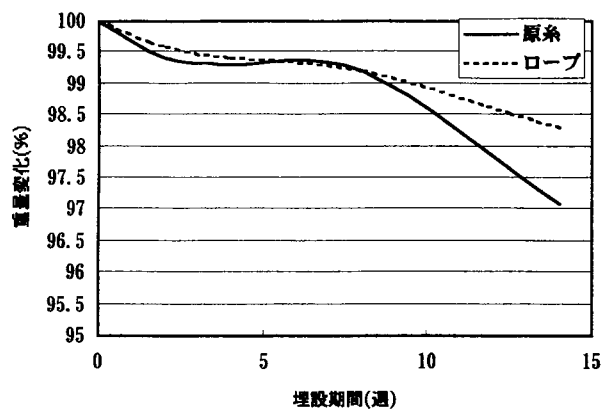


図3 生分解性ポリマーの土中埋設期間と重量減少の関係

ンを原料として成型することにより、良好な原糸およびロープの試作に成功した。今回試作したロープ類は生分解することが確認されているが、ユーザーの廃棄時のコンポストとしての扱いを考えた場合、各環境下における分解制御も行う必要がある。

- 1) D. Lemoine, C. Francois, F. Kedzierwicz, V. Preat, M. Hoffman and P. Maincent : Biomaterials Vol. 17, No.22 (1996), P.2191~2197
- 2) 筏 義人編：生分解性高分子 (高分子刊行会), (1994), P.41

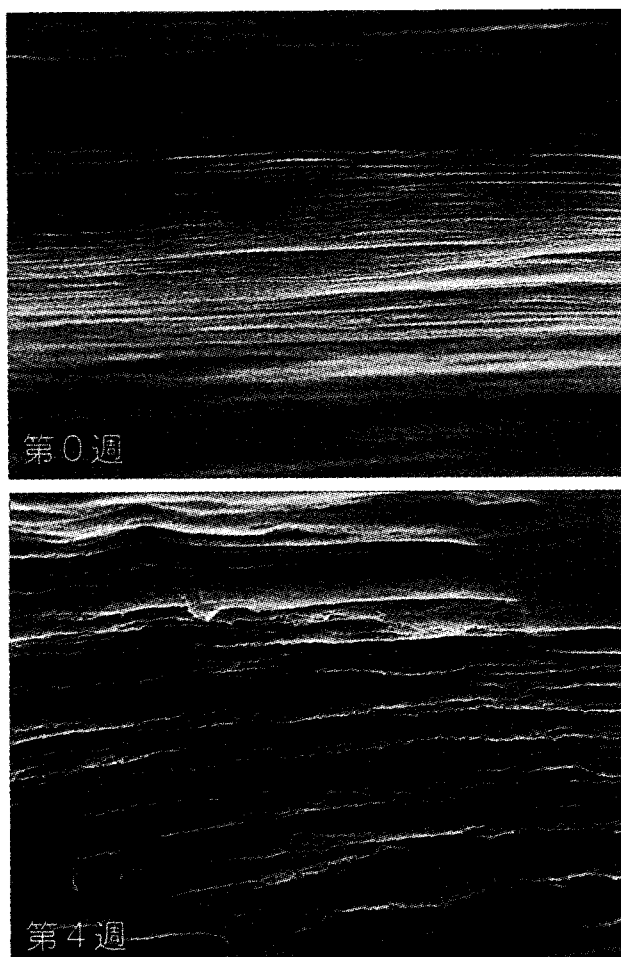


図4 繊維表面の電子顕微鏡写真