

生分解性ひも状接触材の開発

西村美郎*¹ 加藤和美*¹ 小林久行*²

Development of the Biodegradable String-type Contact Material

Yoshiro NISHIMURA, Kazuyoshi KATO and Hisayuki KOBAYASHI

Mikawa Textile Research Center,AITEC*¹,Owari Textile Research Center,AITEC*²

異形断面形状(Y型など)を持った生分解性繊維を紡糸し、この繊維を使用した生分解性ひも状接触材を開発した。この製品は、コンポスト(堆肥)中において、1ヵ月程度で生分解することが確かめられた。しかし、土中や水中では分解速度が遅いことがわかった。生分解性ひも状接触材は、下水処理場の最終沈殿槽において約1ヶ月で生物膜の付着が認められ、さらに十分な強度を持っているため、河川や池の浄化などで実用化が期待できる。

1. はじめに

ひも状接触材を用いた廃水処理技術が実用化されている。しかし、今のところその素材は、ポリ塩化ビニリデン、ピニロン、ポリプロピレンから構成されているため、使用後の処分が困難となってきた。ひも状接触材は図1に示すように、ループ状の繊維があらゆる方向にできている組みひも状の構造物であり、以下のような特徴がある。¹⁾

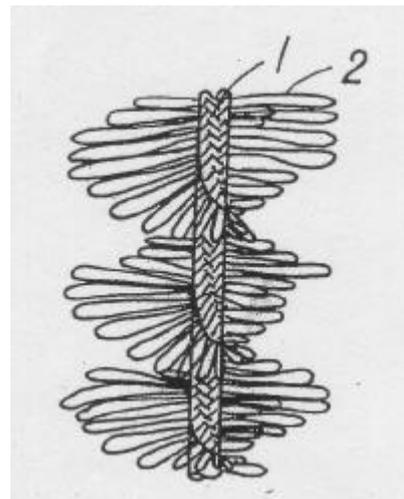
- ・ 空隙率が大きく、多種多様な微生物が生息する。
- ・ 下水処理、生活排水処理などで使用できる。
- ・ 河川の直接浄化ができる。
- ・ 繊維の断面形状により、汚泥発生量が低減²⁾できる。また異形断面により、微生物が生息しやすくなる。

一方、生分解性プラスチック(ポリヒドロキシブチレート)を用いた廃水中の窒素分の除去効果が報告されている。³⁾このプラスチックは、嫌気性条件下で生分解されて各種の脱窒菌の栄養源(水素供与体)となり、その結果、廃水中の硝酸性窒素が効率的に除去されることが示されている。

現在、廃水処理において窒素分の除去は重要な課題^{4,5)}の一つである。窒素分の除去には、種々の方法があり、生物的処理法が最も一般的である。この方法では、好気性条件下で有機性窒素やアンモニア性窒素が亜硝酸性、硝酸性窒素に転換される^{6,7)}。その後、硝酸性窒

素は、嫌気性条件下で脱窒菌の働きにより、窒素ガスとなり大気に放散する。脱窒菌は、無酸素状態でも増殖できる微生物群のことで、通性嫌気性菌とよばれる一群である。

硝酸性窒素は、内湾や湖沼に流れ込むと赤潮などの漁業への被害を起こしたり、これが溶け込んだ水を飲んだ場合、健康を害する恐れがあるなど、最近、大きな問題となっている。⁸⁾



1: 芯糸 2: ループ系

図1. ひも状接触材の概略図

本研究では、環境にやさしい生分解性プラスチックを

*1 三河繊維技術センター加工技術室 *2 尾張繊維技術センター加工技術室

用いて異型断面繊維を紡糸し、この繊維を用いて新しい生分解性ひも状接触材を開発する。さらに、この製品の窒素分除去などの廃水処理性能や堆肥中、土中、水中での生分解性について検討した。

2. 実験方法

2.1 生分解性樹脂

- ・ ポリヒドロキシブチレート/バリレート共重合体
(以下 PHBV と略す)
モンサント(株)製「バイオボール」
- ・ ポリブチレンサクシネート (以下 PBS と略す)
昭和高分子(株)製「ピオノーレ」
- ・ 澱粉系樹脂 ノボン(株)製「デグラノボン」
- ・ ポリ乳酸 (PLA) 三井化学(株)製「レイシア」

2.2 溶融紡糸

(1)樹脂の選択

PHBV は、廃水中の窒素分の除去に効果があると報告されている³⁾が、単独では紡糸困難であるため、他の生分解性樹脂とのブレンドを行った。PHBV は硬い樹脂であるため、柔らかい樹脂 PBS を選択した。ブレンド比は PHBV20%とした。比較として、澱粉系樹脂を使用した。芯用として PLA70%PBS30%を使用した。

(2)溶融紡糸条件

生分解性繊維は、溶融紡糸装置 TN35(シリンダー径 35mm 中部化学機械製作所(株)製)を使用して紡糸した。ノズルは、円型(4ホール、1.8mm径)、星型(6ホール、外径 1.8mm)、田型(6ホール、外径 1.8mm)の3種類を使用した。紡糸温度は、200~210、延伸温度 85、倍率は、PBS80%PHBV20%及び PBS80%澱粉 20%が 3.7 倍、PLA70%PBS30%が 7.0 倍で行った。

2.3 生分解性試験

コンポスト分解試験は、JA 渥美堆肥センターで行った。土中分解試験および池中分解試験は三河繊維技術センター内で行った。所定期間の後に繊維を取り出し、強伸度、表面観察(走査型電子顕微鏡 JSM5200 日本電子(株)製)、分子量(高速 GPC 装置(株)東ソー製 HLC8020)を測定し、生分解性を評価した。

2.4 廃水処理試験

蒲郡市下水浄化センターの曝気槽および最終沈殿槽にひも状接触材を入れ、生物付着量、外観、顕微鏡による繊維表面の観察を行った。生物付着量は、ひも状接触材を引き上げた後、室温で 2 日間、乾燥した後、重量を測定し求めた。

図 2. 星型繊維の断面形状

図 3. 田型繊維の断面形状

3. 結果と考察

3.1 繊維の物性

紡糸した繊維の物性を表 1 に示す。PBS80%PHBV20%については、ノズルの形状にかかわらず良好に紡糸できた。PHBV80%でんぷん 20%の星型は、水分の影響による発泡がおこり、強度が低くなった。異形断面繊維を紡糸する際、エアギャップ(押出から冷却水面までの距離)を短くするとノズルの形状がそのまま断面形状になる。星型および田型糸の断面の電子顕微鏡写真を図 2、3 に示す。

3.2 ひも状接触材の製品化

すべての原系において、製造工程による糸切れなどのトラブルはなく、良好に製造できた。

表 1.原系の物性

原系	断面	デニール(D)	強力(N)	伸度(%)	強度(g/D)
PBS80%PHBV20%	円形	2463	47.9	114.1	2.0
PBS80%PHBV20%	星型	2557	43.1	101.0	1.7
PBS80%PHBV20%	田型	2021	33.1	89.4	1.7
PBS80%澱粉 20%	円形	2167	40.4	116.9	1.9
PBS80%澱粉 20%	星型	2050	20.2	32.0	1.0
PLA70%PBS30%(芯用)	円形	2437	82.3	30.0	3.4

3.3 廃水処理試験

ひも状接触材を、曝気槽に37日間(平成13年1月30日から3月9日まで、水温約15℃)浸漬後、取り出し、2日間室温で乾燥後、重量を測定して、生物付着量を求めた。表2に、ひも状接触材の構成と生物付着量を示す。また標準試料として、ポリプロピレン製のひも状接触材を使用した。ポリプロピレン素材

に比べ生分解素材は生物付着量が少ないが、繊維素材の太さ(表面積)が大きく影響するためであると考えられる。また、断面形状による生物付着量の差は明らかではなかった。

最終沈殿槽に20日間(平成13年2月14日から3月5日まで、水温約15℃)浸漬により、全てのひも状接触材において生物の付着が確認された(図4)。

表2 ひも状接触材の生物付着量

素材	断面	繊維の直径 (mm)	目付け(g/m)	生物付着量(g/m)
ポリプロピレン	円型	0.11	30.1	15.5
PBS80%PHBV20%	円型	0.53	53.1	8.5
PBS80%PHBV20%	星型	0.58	55.9	9.2
PBS80%PHBV20%	田型	0.56	58.4	9.3
PBS80%澱粉 20%	円型	0.52	46.3	9.7
PBS80%澱粉 20%	星型	0.61	49.5	11.6

図4. 蒲安市浄化センターにおける生物付着実験

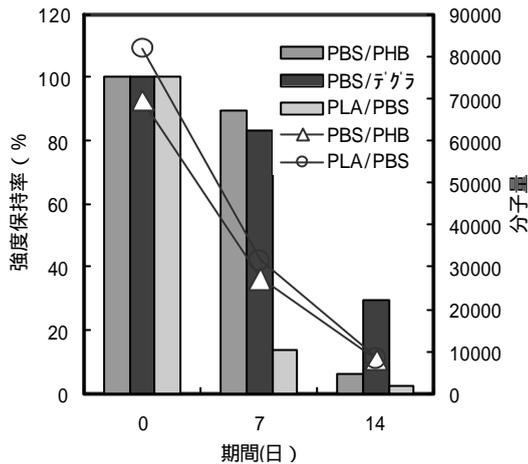


図5. コンポスト中での分解性

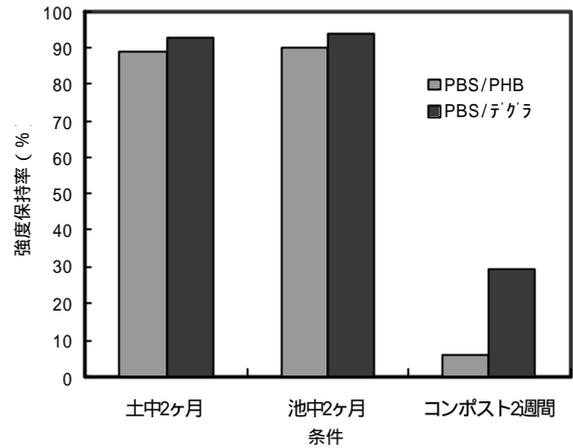


図6. 土中、池中、コンポスト中の分解性の比較

3.4 生分解性

図5より PBS80%PHBV20%、PLA70%PBS30%については、コンポスト投入により、強度(棒グラフ)及び分子量(折れ線)が低下し、14日間後には、強度がほとんどなくなった。PBS80%澱粉20%(PBS/デグラ)は、徐々に強度が低下した。しかし、図6に見られるように、土中、池中では分解速度が遅いことが明らかになった。

4. まとめ

- (1) 環境にやさしい生分解性繊維を使用した新しいひも状接触材ができた。この製品は、コンポスト中では短期間(2週間から1ヶ月)で分解することが確かめられた。
- (2) 生分解性ひも状接触材は、1ヶ月程度で生物膜の付着が認められ、河川の浄化などで実用可能であると考えられる。
- (3) 生分解性繊維は、コンポスト中では1ヶ月程度で分解するが、土中や水中では、分解速度が遅いことがわかった。
- (4) 窒素分の除去については、現在継続して試験中である。

謝辞

本研究を行うにあたり、ひも状接触材の作成にご協力いただいたTBR株式会社 福井常務取締役、牧野研究員に厚くお礼申し上げます。

文献

- 1) 実公 昭 63-50298
- 2) 三河繊維研究資料,244,p59-64(1993)
- 3) 浦上,プラスチック,Vol.51,No.8 (2000)
- 4) 井上ら,水環境学会誌,Vol22,No.10(1999)
- 5) 稲森ら,水環境学会誌,Vol22,No.11(1999)
- 6) 「水処理バイオ入門」産業用水調査会
- 7) 「図説微生物による水質管理」産業用水調査会
- 8) 中日新聞、2000.6.29