

目的別テーマ：ハイパフォーマンズ/ハイブリッド繊維の開発

研究テーマ

15-5-5：植物系繊維の利用に関する研究

## ABSTRACT

*In this study we focused to prepare regenerated cellulose fiber by using the fibers of coconut and bagasse of sugarcane and lead because of huge waste. It is clarified that these fibers were contained about 40 wt% of cellulose. The lignin was perfectly eliminated by NaOH aqueous solution and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> aqueous solution as bleaching agent. These celluloses were dissolved in N-methylmorpholine N-oxide(NMMO). The spinning was performed in water by using the solution by various spinning temperature, solution concentration, and distance of air gap. We could not prepare any regenerated fiber from coconut by these conditions because of degradation of cellulose. It was easy to form regenerated fibers from bagasse and lead fibers. These obtained regenerated fibers showed the crystal form of cellulose II and the mechanical properties were lower than usual rayon. It will be able to prepare the regenerated fiber, which have similar mechanical properties to those of rayon, by remove of air bubbles in the spinning solutions. Furthermore, we could prepare a liquid crystal of 30wt% cellulose NMMO solution at 100 °C. Therefore, it will be able to produce a regenerated fiber having high modulus and high strength.*

## 研究目的

地球温暖化の防止と石油資源の枯渇を引き伸ばすために、循環系資源の活用が求められている。このためにはバイオマスの利用がきわめて重要である。これらを配慮して、既にトウモロコシからの生分解性高分子が開発され上市されている。しかし、食用として利用可能な資源を他の目的に転用するよりは、未利用植物繊維をバイオマスとして活用することはより意義のあることと考えられる。そこで、トウモロコシの茎を醗酵させエチルアルコールとしてガソリンのかわりに利用する、食品廃棄物・動物の糞尿・汚泥などを醗酵させメタンガスを作り利用するなどが試みられ、一部実用化されている。

未利用植物繊維の現状を見ると、木本植物のココナッツの実の繊維は家屋の外壁および屋根の材料、土産物、コンポジット材料、ガーデニング用品、コンポスト、健康枕の内材、河川の緩衝材、浮島の土台、乗用車のシートの内材などに利用されているが、供給量年間約390万トンの6割ほどは廃棄され焼却処分または放置されている。

草本植物イネ科のサトウキビの搾りかすであるバガスは発電用燃料、家畜の敷きわら、飼料、堆肥、製紙材料、キノコ菌床、建材ボード等に利用されているが、利用されずに放置されているものや、焼却処理されているものも少なくない。同じイネ科植物の葦は成長が早く、供給範囲が広く、且つ農業管理不要で原料調達が容易であるが、簾や葦簀として利用されている以外にほとんど未利用である。

本研究では、上記の未利用植物繊維であるココナッツの実の繊維、サトウキビのバガス、および葦を用いた再生繊維化を検討することを目的とした。

## 5 年間の研究内容と成果

ココナッツの実の繊維中の有用成分であるセルロースを定量し約 40wt%あることを見出した。再生繊維化のために環境負荷が少ない硫黄を含まないリグニン除去法である NaOH 処理を行ない 15wt% NaOH 水溶液で 24 時間処理し、更に 30% 過酸化水素水を用い 80℃で 6 時間漂白することにより、FTIR 測定には掛からない程度にリグニン除去が可能であることを見出した。

未処理繊維は木綿や麻のセルロース I 型に類似した結晶型を有し、上記リグニン除去処理によって II 型とセルロース I 型の混合した結晶型に変化することが明らかとなった。リグニン除去で得られたセルロースを環境負荷の極めて低い N-メチルモルフォリン N-オキシド (NMMO) 1 水和物により紡糸液を作製し、再生繊維化を試みた。溶液濃度を上げる、吐出口温度を下げる、吐出量を減らす、エアギャップを長くするなどの粘性を高める工夫をおこなったが、得られた繊維は最長でも 5cm 程度と、大きな改善にはつながらなかった。以上の検討から、ココナッツ繊維質を材料として再生繊維化を行

うには、セルロース精製(リグニン除去)のためのアルカリ処理や漂白処理は必要であるが、これらの処理ではリグニン除去は完全でないばかりでなく、分子量の大きな低下が予想された。したがって、ココナッツの実の繊維は再生繊維化には不向きなバイオマスと判断された。

沖縄産バガスと葦繊維中の有用成分であるセルロースを定量し約 40wt%あることを見出した。リグニン除去には NaOH 処理を行なったが、これらの繊維については、ココナッツの実よりも低濃度の 10wt% NaOH 水溶液で充分であり、処理時間はバガスでは 24 時間、葦では 12 時間行った。漂白処理はココナッツと同様な条件で行うことにより、FTIR 測定には掛からない程度にリグニン除去が可能であることを見出した。尚、上記繊維にはシリカを主成分とする無機物が存在したが、NaOH 処理で溶出した。

上記の処理によって得られたパルプはセルロース I 型の結晶型を示した。リグニン除去で得られたセルロースを (NMMO) 1 水和物に 90℃で 2 時間かけて溶解し 10wt%の紡糸液とした。この紡糸液を 90℃, エアーギャップ 15mm の条件で水中に押し出すことにより再生繊維化が可能であることが分かった (Fig. 1)。ドラフト比はこの紡糸条件で 12 倍まで可能であった。

得られた再生繊維は通常のレーヨンと同様にセルロース II 型の結晶型を示した。力学物性としては、樹木からの再生繊維と比べ、弾性率は同様の値を示したが破断強度と破断伸度はともに 3 分の 1 程度であった (Table 1)。この理由は紡糸液の脱泡が不十分で、再生繊維に気泡が多く存在するためであることが明らかとなった (Fig. 2)。脱泡を充分に行うことにより、従来のテンセルと同様な性能の再生繊維が作製可能と予想される。

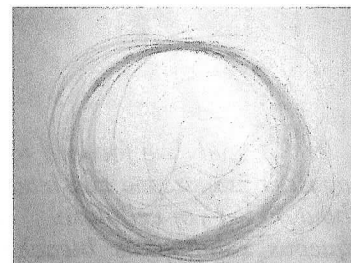


Fig.1 得られたバガス再生繊維

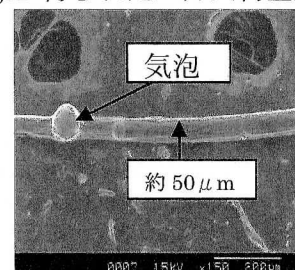


Fig.2 バガス再生繊維の SEM 像

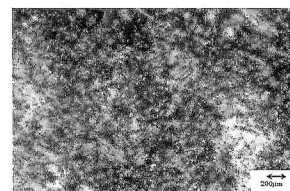
Table 1 バガス再生繊維と他の再生繊維の力学物性

	DR1	DR12	テンセル	レーヨン	キュプラ
破断強度(MPa)	55	180	585	390	420
初期弾性率(GPa)	3.2	13.6	16.5	11.3	10.6
伸度(%)	8	5	15	24	17

葦についてもバガスと同様な紡糸液条件、紡糸条件で、再生繊維が紡糸可能であった。バガス同様に脱泡により従来の樹木からの再生繊維と同様な性能の再生繊維が作製可能と予想される。

さらに、より高弾性率・高強度の再生繊維を作製するために液晶紡糸の可能性を検討した結果、30 wt%の紡糸液を約 100℃に保つと液晶状態をとり

(Fig. 3) 且つ曳糸性を示すことを見出した。したがって、上記条件で紡糸すれば、容易にせん断ひずみが掛かるため容易に高配向となり、高弾性率・高強度繊維が得られると予想される。



偏光顕微鏡写真