

デンプン繊維を用いた消臭機能紙の開発

大橋俊平 森川政昭

Applications of functional starch fiber to high performance paper

OHASHI Syunpei and MORIKAWA Masaaki

天然に多量に存在するデンプンを繊維化することによる木材パルプ代替資源としての利用と、機能材料の歩留まりの向上を目的とし、機能性デンプン繊維の紡糸条件及びデンプン繊維混抄シートの特性について検討した。本研究では、機能材料として活性炭素を用い機能紙を試作した結果、各種強度の向上ならびに歩留まりの向上による消臭機能の向上が確認された。

キーワード:機能紙、デンプン、消臭、歩留まり向上

はじめに

近年、製紙業界に於いては、限りある森林資源の保護を目的として植林事業の推進や古紙利用率の向上など、その対応に力を注いでいる¹⁾。他方、木材以外の繊維で代替することで木材パルプの消費量を低減しようとい試みも行われており^{2) 3)}、天然高分子への関心が高まっている。とりわけデンプンは天然高分子の中でも安価で、大規模生産が可能であるとともに、容易に凝固する性質を有するため紡糸が可能であり、木材パルプ代替資源として期待されている⁴⁾。また、紙の用途の多様化に伴い、様々な機能を付与した機能紙の開発に取り組んでいるが、生産コストを下げるためには機能材料の歩留まりの向上が必要不可欠である。

本研究では、機能材料の歩留まりの向上を図るため、デンプン繊維を紡糸する際に機能材料を添加し、繊維に練りこむことで機能性デンプン繊維を作製した後、これを利用した機能紙を開発したので報告する。

実験方法

1. 試料

原料デンプンとしてコーンスターチ(特級 和光純薬工業株)、紡糸浴の電解質として、硫酸アンモニウム(特級 和光純薬工業株)を使用した。消臭機能を有する機能材料として活性炭素(特級 和光純薬工業株)を200メッシュのふるいにかけたものを使用した。また、デンプン繊維と配合しシートを作製するためのパルプとして広葉樹化学パルプ(LBKP)を使用した。

2. デンプン繊維の調製

5,10 および 20%(w/v)に調整したデンプン水溶液 200ml に、活性炭素をデンプンに対し、10%および 40%(w/w)加え、ラボスターラー(LR500A ヤマト科学株)およびデジタルホッ

トスターラー(DP-1S アズワン株)を用いて 300rpm の速度で 90 に保ち 30 分間加熱した。糊化させたデンプンを紡糸装置(ME-101E-2P 武蔵エンジニアリング株)に投入し、ノズル孔径 0.1mm および 0.2mm の穴より40%(w/w)硫酸アンモニウム溶液中に射出し、凝固させ繊維とした。

3. デンプン繊維混抄シートの作製

活性炭素を10%(w/w)含むデンプン繊維を10,20,30 および 40%(w/w)(活性炭素含有量 1, 2, 3, 4%(w/w))の割合でLBKPに添加し、80メッシュの金網で自動角型シートマシン(No.2557 熊谷理機工業株)を用いて坪量 60g/m²のシートを試作した。シートの乾燥は回転型乾燥機(Q2575- 熊谷理機工業株)を用いて120 で2分間処理した。また、活性炭素を40%(w/w)含むデンプン繊維についても同様に10,20 および 30%(w/w)(活性炭素含有量 4, 8, 12%(w/w))の割合でLBKPに添加し、試作した。

4. シートの表面観察および物性測定

作製したシートを金蒸着した後、走査型電子顕微鏡(QSM-5510LV 日本電子株)を用いて表面形態を観察した。裂断長、耐折度、透気度(透気抵抗度)はそれぞれ JIS P8113, JIS P8115, JIS P8117 に準じて測定した。

5. 消臭機能評価

デンプン繊維に練りこんだ活性炭素の歩留まりを評価するため、アンモニアの消臭試験を以下に示すような検知管法にて行った。まず、ナイロンポリ袋に400mm²(20mm×20mm)の試料を入れ、シーラーを用いて密封する。ついで、1500mlの空気を入れ、ポリ袋内が所定濃度になるように、注射器でアンモニアを注入し、一定時間ごとにガス検知管を用いてポリ袋内のアンモニア濃度を測定した。

この研究は、「天然高分子利用機能紙開発研究」の予算で実施した。

結果と考察

1. デンプン繊維の紡糸条件の検討

デンプン繊維の紡糸条件についてデンプン溶液の濃度とノズル孔径の影響について検討した結果を表 1 に示す。デンプン溶液の濃度については、濃度が 20% (w/v) になると加熱時に粘度が非常に高くなり十分な攪拌が行えず、その結果、均一な糊化が行えなかった。10% (w/v) 溶液については、良好な繊維を作製することができたが、5% (w/v) 溶液については繊維化の際、十分に凝固せず、繊維の形態が不十分であった。また、デンプンだけの場合、図 1 に示すようにノズル孔径 0.1mm および 0.2mm の条件で紡糸したものに良好な形態の繊維を紡糸することができた。しかしながら、ノズル孔径が 0.1mm の場合については、活性炭素を添加すると目詰まりし、紡糸できなかった。以上のことから、本研究においては、デンプン水溶液濃度を 10% (w/v)、ノズル孔径を 0.2mm に統一し、デンプン繊維の紡糸を行った。

表 1 デンプン溶液濃度およびノズル孔径と繊維形態

活性炭素濃度 %(w/v)	デンプン溶液濃度					
	5%		10%		20%	
	ノズル孔径		ノズル孔径		ノズル孔径	
	0.1mm	0.2mm	0.1mm	0.2mm	0.1mm	0.2mm
0%					-	-
10%	-		-		-	-
40%	-		-		-	-

:繊維形態良、 :繊維形態不良、 - :試作不可

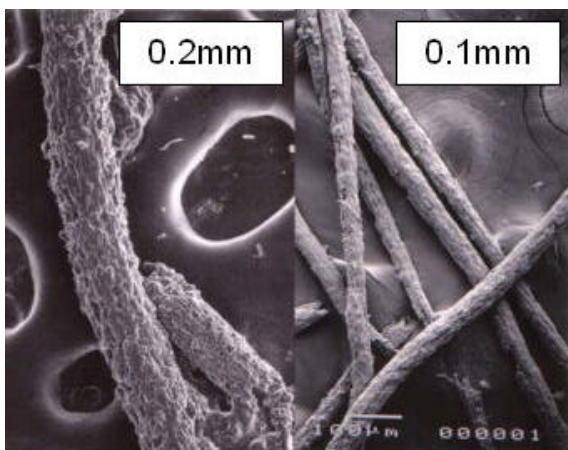


図 1 デンプン繊維の走査型電子顕微鏡写真

2. デンプン繊維混抄シートの表面形態観察

デンプン繊維を混抄したシート (a) :加熱乾燥したシートのドラム接触面、(b) :加熱乾燥させたシートのドラム非接触面の表面を図 2 に示す。また、加熱による繊維形態への影響を確認するため、比較として風乾させたシートの表面を図 2(c) に

示す。(a) に示すように加熱した結果、デンプン繊維が溶解し、膨潤していることが確認された。このため、透気度 (透気抵抗度) の向上およびパルプ繊維同士の接着効果による物理強度の向上が期待される。一方、(b) についてはデンプン繊維が溶解している様子は認められず、加熱後も安定した繊維形態を保ち、(c) の非加熱のデンプン繊維と比べ大きな違いは認められなかった。以上のことから、加熱による繊維の溶解はドラムに接触している面のみであることが確認された。

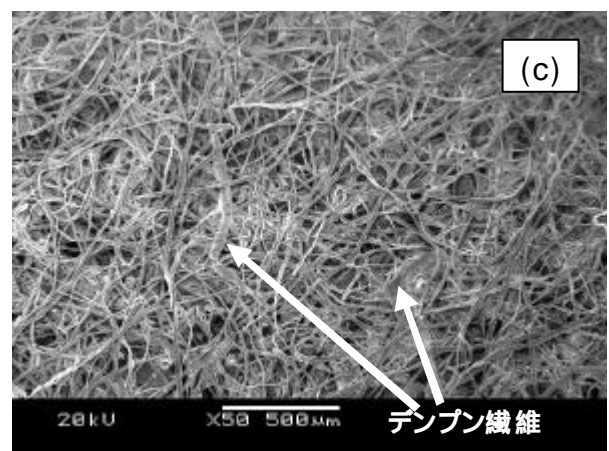
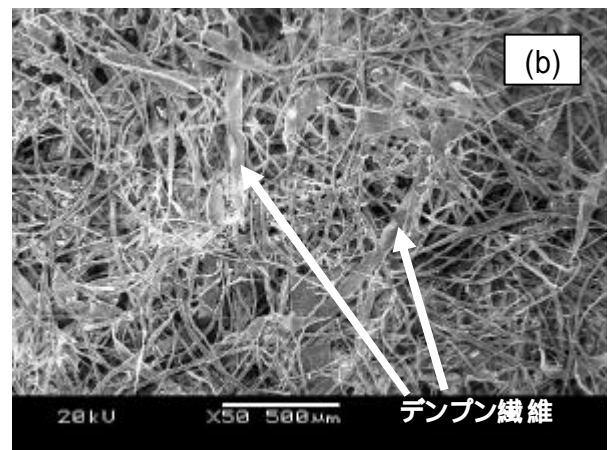
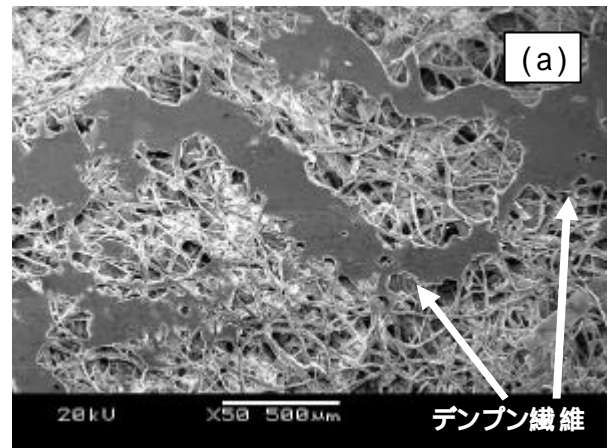


図 2 デンプン繊維混抄シートの走査型電子顕微鏡写真

- (a) :加熱乾燥したシートのドラム接触面
- (b) :加熱乾燥させたシートのドラム非接触面
- (c) :風乾させたシートの表面

3. デンプン繊維混抄シートの物性

デンプン繊維の混抄によるシートの物性への影響を調べるため、デンプン繊維を 10,20,30 および 40%(w/w)の割合で LBKP に添加し、シートを試作した。デンプン繊維の添加量が増加するとともに、デンプン繊維の乾燥機ドラム表面への接着が強くなり 40%(w/w)添加したものについては試作することができなかった。そこで、物性試験は 10,20 および 30% (w/w)デンプン繊維を添加したシートについて、裂断長、耐折度および透気度(透気抵抗度)の測定を行った。ただし、耐折強さの測定については負荷を3.92Nとした。測定の結果、図3および図4に示すようにデンプン繊維を混抄することにより紙の裂断長、耐折度ともに強度が向上することが確認された。これは前項で推察したとおりデンプン繊維によりパルプ間に物理的な接着が生じたためであると考えられる。しかしながら、デンプン繊維を 30%(w/w)添加したものについては 20%(w/w)添加したものに比べ、強度は低下しており裂断長についてはLBKPのみのシートよりも低い値となった。また、伸び率についても同様の傾向を示した。これは、シートの乾燥時にドラム面に接触するデンプン繊維が溶解し、ドラム表面に接着したため、シートを剥離する際に負荷がかかりシートの繊維間結合が低下したためであると考えられる。透気度(透気抵抗度)についてはデンプン繊維の添加により増加すると推測していたが、測定の結果、図5に示すようにデンプン繊維混抄による影響は認められなかった。これは、デンプン繊維でシート表面が覆われていないLBKP 部位の透気度(透気抵抗度)が非常に低いため、そこから空気が透過してしまい、デンプン繊維の影響が及ばなかったためではないかと考えられる。

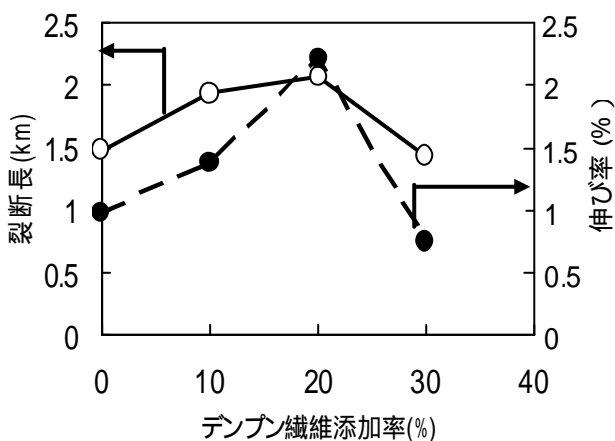


図3 デンプン繊維添加に伴う裂断長および伸び率の変化

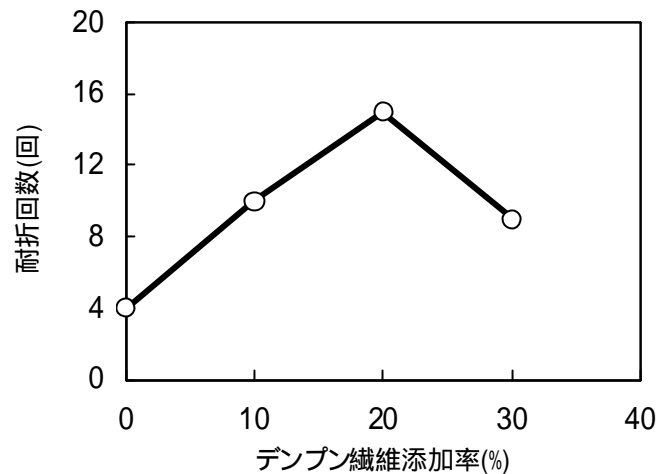


図4 デンプン繊維添加に伴う耐折強さの変化

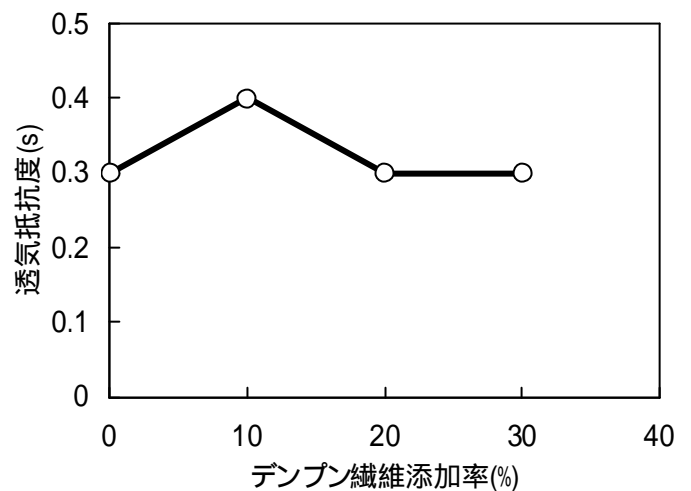


図5 デンプン繊維添加に伴う透気抵抗度の変化

4. アンモニアの消臭試験

機能材料の歩留まりを評価するため、デンプンに対して活性炭素を 10 および 40%(w/w)添加し紡糸したデンプン繊維 20%(w/w)を LBKP に加え、活性炭素を2%(w/w)および 8%(w/w)含むシートを作製した。添加した活性炭素の消臭効果をアンモニアを用いて評価した。対照として、LBKP シートおよび LBKP に対して 2%(w/w)および 8%(w/w)の活性炭素を添加し作製したシートを用いた。測定の結果、図6に示すように、活性炭素が添加されていないシートについてもアンモニア濃度の低下は確認された。これは、紙自身が繊維の集まりで非常にポーラスな構造をしているため、アンモニア分子を吸着したものであると考えられる。また、活性炭素のみと活性炭素をデンプン繊維に保持させたシートを比較すると、活性炭素を 2%(w/w)および 8%(w/w)含んだもの共にデンプン繊維を利用した方が消臭効果があった。また、デンプン繊維を利用したものについては、活性炭素添加量が 2%(w/w)のシートのほうが活性炭素のみ 8%(w/w)添加したものよりも消臭効果が認め

られた。これは、粒状の活性炭素をそのままパルプに添加した場合、繊維と繊維の間隙から活性炭素が抜け落ちてしまったのに対して、活性炭素を繊維に練りこむことによりパルプの間隙から抜け落ちず、歩留まりが向上した結果であると考えられる。また、活性炭素の添加量を2%(w/w)から8%(w/w)へ増加させると、消臭効果は増大した。以上のことから、この技術を応用することにより、他の粒状の機能材料についても同様に歩留まりの向上を図ることが可能であると考えられる。

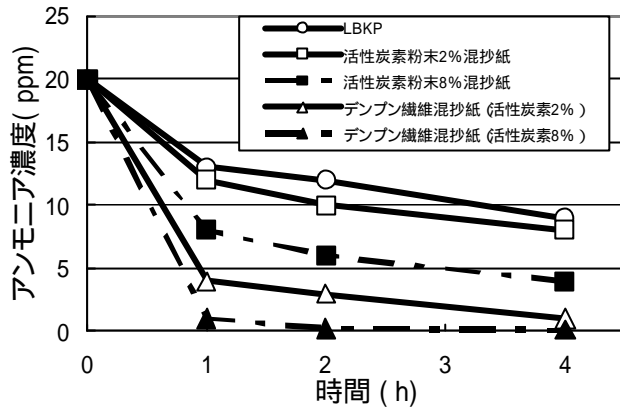


図6 活性炭素含有シートのアンモニア消臭能

まとめ

活性炭素をデンプンに添加、紡糸することで、消臭機能繊維

を作製し、木材パルプと混抄することにより消臭機能紙の試作を行い、次の結果を得た。

1. 様々な条件で活性炭素を含むデンプン繊維の紡糸を行った結果、本実験の範囲内ではデンプン溶液濃度 10%(w/v)、ノズル径 0.2mm で紡糸を行うことにより良好な形態の繊維を得ることができた。
2. デンプン繊維とLBKPを混抄し、シートの試作を行った結果、強度の高いシートを作製することができた。しかしながら、デンプン繊維の割合が 30%(w/w)にまで増加するとシートが乾燥機のドラム表面へ接着し、シート剥離時に負荷がかかるため、強度が低下した。
3. 活性炭素をデンプン繊維に保持させることによりシートへの歩留まりが向上し、消臭機能の増加が認められた。

文献

- 1) 植田拓郎: 地球温暖化問題と課題, 紙パ技協誌, 57-10, 1432-1450(2003).
- 2) 原啓志: 非木材パルプ・紙の特徴とその利用, 紙パ技協誌, 52-9, 1212-1218(1998).
- 3) 磯貝明: デンプンの繊維化とその応用, 高分子, 47-6, 403(1998).
- 4) 鈴木貴, 磯貝明, 尾鍋史彦: 各種ウェットエンド添加剤を用いて調製したデンプンパルプ含有紙の特性, 繊維学会誌, 53-10, 438-445(1997).

Abstract

Some starch exists naturally and salts out in an electrolyte solution. We substitute starch fiber for wood pulp in the paper making process in order to improve the yield of a functional material. In this report we have investigated the conditions of making starch fiber and the effect of fiber on paper properties. The results obtained are:

1. The most suitable conditions were: concentration of starch 10%, nozzle diameter 0.2mm
2. The paper including functional starch fiber has shown a higher break length and coefficient of extension than LBKP paper. However, when the ratio of the starch fiber exceeds 30%, the paper has shown lower values.
3. It was confirmed by higher absorption of gaseous ammonia that the paper made with functional starch fiber had more functional material than that of only LBKP.