

茶殻を有効利用した機能性「紙衣」材料の創製

島根大学教育学部 高橋哲也

九州大学バイオアーキテクチャーセンター 笠井稚子・近藤哲男

Preparation of Functional Nonwoven Fabric “KAMIKO” Utilizing Wasted Tea Leaves

Tetsuya Takahashi^{*1}, *Wakako Kasai*^{*2}, and *Tetsuo Kondo*^{*2}

^{*1} Faculty of Education, Shimane University, 1060, Nishikawatsu-cho, Matsue, Shimane 690-8504, Japan

^{*2} Bio-Architecture Center, Kyushu University, 6-10-1, Hakozaki, Higashi-ku, Fukuoka 812-8581, Japan

Abstract : Various fiber materials were mixed with wasted tea leaves to attempt the preparation of new “KAMIKO” materials. When konjac pastes was applied to the surface of compounded papers using hemp and wasted tea leaves, the paper properties increased in tensile index, bursting index, and stiffness. On the other hand, konjac pastes application was found to increase the air permeance of the papers. Konjac pastes application was also found to extend time required for the papers to absorb water droplets, showing a decrease in water absorbency. Furthermore, when the papers were sewed on a machine, konjac pastes application was found to improve seam strength of the papers by about 20 N. Moreover, the papers with konjac pastes applied were tested for deodorization effect using ammonia gas. The result showed that the papers containing even a small amount, 10wt%, of wasted tea leaves exhibited an excellent deodorization effect and that konjac pastes application affected the effect very little. The results presented above showed that the use of hemp greatly improved mechanical properties of compounded papers using wasted tea leaves, whereas konjac pastes application also effectively improved the papers in seam strength.

(Received 20 January, 2009 ; Accepted 9 April, 2009)

1. 緒 言

「紙衣(かみこ)」とは和紙に揉みや絞りを行って柔らかくし、表面に蒟蒻糊、柿渋、寒天糊などを塗布して耐水性や強さを付与して縫製した被服のことである[1]。古くは、日蓮、親鸞、空海らの高僧がお経の反古紙で作製した「紙衣」を着ていたとされる[1,2]。戦国時代にも、伊達政宗、上杉謙信、豊臣秀吉らが紙衣陣羽織として愛用していた。これらは、紙衣の持つ軽くて丈夫で防寒性にも優れる性能を生かしたものと云える[3]。現代においても、手術衣や覆布などには湿式不織布も使用されている[4]。これらには「紙衣」の良さが生かされており、現代においても十分に再評価できると云える。

著者らは、茶殻を有効利用した茶殻配合紙の作製を試みている。得られた茶殻配合紙には、消臭性や抗菌性などの機能を有することを報告した[5-7]。本研究では、機能性を有する「紙衣」材料としての可能性を検討するため、従来の研究[5-7]で茶殻配合紙に用いていたパルプから高強度や耐水性に優れた麻に替えた。さらに、茶殻配合紙の表面に蒟蒻糊の塗布も行い、その改質を図った。本論文では、蒟蒻糊の塗布が茶殻配合紙の性能に及ぼす

影響を中心に検討したので報告する。

2. 実 験

2.1 試料

2.1.1 供試した茶葉

お茶はいずれもツバキ科のチャ(学名 *Camellia sinensis*)の葉から作られるが、緑茶は摘み取った葉をできるだけ速やかに加熱して葉の中の酵素を不活化し、酸化を止めて作った茶葉である。その代表として、最も一般的なのが若芽を蒸してよく揉んで仕上げられるのが煎茶である。本実験では、日本産の緑茶(煎茶)である伊藤園(株)「おいしいお茶」の茶葉を試料として用いた。

2.1.2 繊維素材

繊維素材として、麻、ポリエステル繊維、ポリ乳酸繊維を実験に用いた。麻には、叩解度 550ml のマニラ麻をパルプ化したものを用いた。ポリエステル繊維には、(株)クラレ製のソフィット N-720 芯鞘複合繊維(繊度 2.2 dtex × 長さ 5mm)を用いた。芯相は通常のポリエステルであり、鞘相は低融点の変性ポリエステル(接着温度 110℃)で構成されている。ポリ乳酸繊維には、ユニチカテラマック(株)

Table 1 Composition of compounded papers containing wasted tea leaves.

Sample	Wasted Tea Leaves	Hemp	Pulp	Polyester	Poly (lactic acid)
①	0	100	—	—	—
②	10	90	—	—	—
④	30	70	—	—	—
⑤	60	40	—	—	—
⑥	10	30	60	—	—
⑦	10	30	—	60	—
⑧	10	30	—	—	60

*) Binder content: 0.75wt%

製のテラマック PL01(織度 1.7dtex×長さ 5mm)を用いた。

麻は、耐水性に優れる特徴を持つ天然素材である。ポリエステル繊維は、合成繊維の中で最も多く使用されている。ポリ乳酸繊維は、トウモロコシを原料としており、非石油系で環境にやさしいという特徴がある。以上のような観点から、上記の繊維素材を実験に用いることとした。比較として、従来の研究[5-7]より用いていた叩解度 550ml の針葉樹晒シクラフトパルプも評価した。

2.1.3 バインダー

配合紙の力学物性向上のため、抄紙工程で分子量が約 100 万のポリアミド-エピクロロヒドリン共重合ポリマーのエマルジョン(星光 PMC(株)製 WS4024)を抄紙の原料液に添加した。分子構造中に存在するアゼチジニウム環が開環して、セルロース分子のヒドロキシル基と共有結合して架橋するものと考えられる。

2.2 茶殻配合紙の作製方法

ホーロー製鍋に注いだ蒸留水 4 リットルに対して茶葉 400g を添加し、70℃ で 30 分間煮出した。その後、目開きの細かなステンレス製金網で濾して茶殻を採取した。増幸産業株式会社製スーパーマスコロイダー MKZA6(石臼式粉碎機)を用い、クリアランス 40μm に調整して、回転数 1,800rpm で処理速度 30kg/h にて採取した緑茶の茶殻を湿式粉碎した[8]。表 1 に示す割合で、解繊した繊維素材と茶殻を混合した。蒸留水を加えてミキサーで 10 秒間攪拌して均一な分散スラリーを作製し、所定量の 2.1.3 項に示したバインダーを加えた。テスター産業製角型シートマシン(型式 PU-401)を用いて、JIS-P8209 に従って坪量 100g/m² になるように注入量を調整して投入し、25cm×25cm の寸法にて抄紙した。さらに、410kPa の圧力にて室温下でプレスし、回転ドライヤーにより約 120℃ で乾燥して茶殻配合紙を作製した(JIS-P8209)[9]。得られた茶殻配合紙の坪量は、全て 100±2g/m² であった。なお、特に記載していない場合には、バインダーを 0.75wt% 添加した。

2.3 蒟蒻糊の塗布

(財)日本こんにゃく協会製の蒟蒻精粉を用いた。その成分を表 2 に示す。炭水化物が主成分であり、水溶性食物繊維が不溶性食物繊維に比べてはるかに多く含まれている。蒟蒻糊の作り方としては、まず蒸留水に所定量の Ca(OH)₂ を添加して溶解させる。その水溶液に所定量の

Table 2 Components of konjac powder.

		(Unit: %)
Component	Content	
Carbohydrates	85.3	
Protein	3.0	
Potassium	3.0	
Ash	5.6	
Water	6.0	
Total of dietary fiber	Soluble dietary fiber	73.3
	Insoluble dietary fiber	6.6

蒟蒻精粉を加えて 8 分間攪拌する。その際、0.5wt% の蒟蒻糊水溶液を作製する場合には Ca(OH)₂ を 0.02%、1.5wt% の蒟蒻糊水溶液を作製する場合には Ca(OH)₂ を 0.06% 添加し、2 種類の異なる濃度の蒟蒻糊の水溶液を作った。次に、配合紙の全面に蒟蒻糊の水溶液を垂らし、(株)安田精機製作所製のバーコーター No.1 を用いて片道 1 回通し、表面に塗布した。その処理を配合紙の表裏の面とも 1 回づつ行い、吊るし干して風乾した。塗布前後の配合紙の重量を測定し、次式を用いて蒟蒻付着率を算出した。なお、蒟蒻糊は作り置きせず、そのたび毎に作ることにした。

$$\text{蒟蒻付着率(\%)} = (B - A / A) \times 100$$

A: 蒟蒻糊塗布前の重量

B: 蒟蒻糊塗布後の重量

2.4 測定方法

2.4.1 走査型電子顕微鏡

電子顕微鏡用ステージに蒸着用カーボンテープを貼り、その上に試料を固定した。これを室温で 24 時間乾燥を行った後、日立サイエンスシステムズ株式会社製 E-1010 形イオンパッター装置を用いて、試料に金の蒸着を施した。その後、日立サイエンスシステムズ株式会社製 S-3000N 形・走査電子顕微鏡を用い、配合紙の表面の観察を行った。その際、抄紙工程[5-7]においてワイヤーメッシュに接する側とは反対側の面に対して配合紙の表面観察を行った。なお、加速電圧は 15 kV とし、200 倍の倍率にて観察を行った。

2.4.2 比引張り強さ

作製した茶殻配合紙に対して、JIS-P8113(紙及び板紙-

引張特性の試験方法)に準じた乾燥時の引張試験を行った。引張試験の試験片は、幅 $15.0 \pm 0.1 \text{mm}$ 、長さ $250 \pm 1 \text{mm}$ に裁断して用いた。定速伸張型引張試験機を用いて、間隔 $180 \pm 1.0 \text{mm}$ に合わせた2つのつまみ具に試験片の端を固く締め付け、 20mm/min で引張荷重をかけて試験片が破断するまでの最大荷重と引張破断時の伸び量を読み取った。その読み取った値を配合紙の坪量で除して、比引張強さを算出した。

2.4.3 比破裂強さ

JIS-8131(紙及び板紙のミューレンの高圧形試験機による破裂強さ試験法)に準じた破裂試験を行った。試験片は $100 \text{mm} \times 100 \text{mm}$ に裁断した。ミューレン高圧形試験機を用い、試験片が締付板を覆うような位置に強く締め付け、加圧装置によって試験片が破れるまで加えてその最大圧力を読み取った。その値を各々の配合紙の坪量で除して、比破裂強さを算出した。

2.4.4 こわさ

JIS-P8143に準拠し、クラークこわさ試験機(クラーク式ステフネステスター)を用いて測定を行った。幅 30mm 、長さ 80mm の試験片を2本のロールに挟み、左右に回転させて自重によって倒れる角度(臨界回転角)が 90° になった時の張出し長さ(臨界長さ)を求めて3乗し、それを100で除して、こわさを算出した。なお、この値は紙の自重曲げに対する抵抗を意味し、紙の垂れ下がり指標となる。

2.4.5 透気度

作製した茶殻配合紙に対して、JIS-P8117(紙及び板紙-透気度試験方法-ガーレー試験機法)に準じたガーレー試験機法による紙の透気度を測定した。内筒の重さによって圧縮された空気が 300ml の空気が円孔径 $\phi 28.6 \pm 0.1 \text{mm}$ (透過面積 642mm^2) の締付板に固定された $50 \times 50 \text{mm}$ の試験片を通り抜けるのに要する時間を測定した。そして、 100ml 当たりの透気に要する時間に換算した。すなわち、透気度の値が小さいほど、試料の通気性が高いことを示している。

2.4.6 吸水性

作製した茶殻配合紙に対して、JIS-L1096(一般織物試験法)の吸水速度A法を参考に、滴下法によって吸水性を調べた。まず、支持リングの上に試料である配合紙を置き、その上から押さえ用の別リングを置いて試料を固定した。マイクロピペットを使用して、試料から 7mm の高さより試料に $23 \pm 2^\circ \text{C}$ の蒸留水 $100 \mu\text{l}$ を滴下した。蒸留水が試験片に接触すると同時にストップウォッチを始動させ、水滴が完全に吸収されるまでの時間(吸水時間)を 0.1 秒単位で測定した。すなわち、この吸水時間が短いほど、試料の吸水性が高いことを示している。なお、水滴による光の反射が無くなる状態を確認し、水滴が試料に完全に吸収されたものと判断した。

2.4.7 ミシンの縫目強さ

試験片として幅 25mm \times 長さ 110mm の短冊状に裁断し

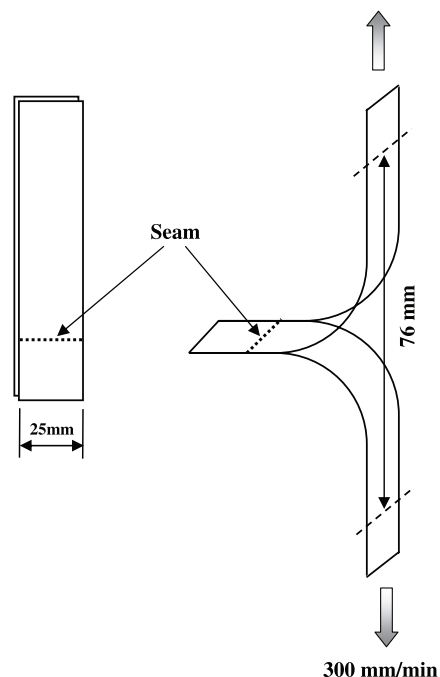


Fig. 1 Test method for seam strength.

た配合紙2枚を重ね合わせ、蛇の目ミシン工業(株)製・ジャンノメ電動ミシン 3090型を用いて直線縫いを行った。その際、縫い代を 10mm とし、縫い目あらさを 1.5mm とした。オリエンテック社製・引張試験機を用いて、引張速度 300mm/min にて引張試験を行った。その際、縫目がつかみ間隔の中央になるようにし、つかみ間隔を 76mm とした。図1にその模式図を示す。破断時の最大荷重を読み取って、ミシンの縫目強さを求めた。測定は10回行って平均値を求めるとともに、図中に最大値と最小値をエラーバーで記載した。

ミシン糸には、横田(株)製・ダルマロフティ強力ミシン糸(60普通地用)を用いた。これは、ポリエステル100%のフィラメント糸($78 \text{dtex} \times 3$ 本)である。このミシン糸の力学物性をミシンの縫目強さ測定と同じ引張速度、つかみ間隔にて測定したところ、糸の引張強さは 4.67g/dtex 、引張伸びは 4.9% であった。また、糸の引掛け強さは 9.23g/dtex 、引掛け伸びは 5.0% であり、糸の結節強さは 3.46g/dtex 、結節伸びは 4.3% であった。

2.4.8 消臭性試験

室温下において関東化学製試薬特級のアンモニア水(濃度 $28.0 \sim 30.0\%$) が約 400ml 入った 500ml 容量のガラス瓶の上部空間より、 2.0ml 注射器を用いて適量の飽和蒸気を吸引して採取した。採取した高濃度の臭気ガスを 20 リットルの純粋な空気の入ったテドラーバッグ(アズワン株式会社製ラボランテドラーバッグ(一つ口)に注射器を用いて注入した。その際、テドラーバッグ内のガス濃度が、 $60 \pm 2 \text{ppm}$ になるように、純粋な空気を加えてガス濃度を調整した。

次に、 5 リットルテドラーバッグ中に試料を $1 \pm 0.0001 \text{g}$ 入れ、 $60 \pm 2 \text{ppm}$ に調整した臭気ガスを計量ポンプを用いてテドラーバッグ中に流量 500ml/min で 3.0 リットル注入

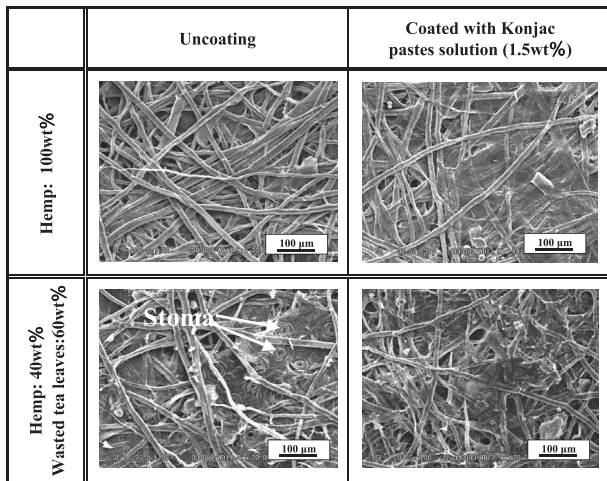


Fig. 2 Scanning electron micrographs of papers for different coating states of konjac pastes ($\times 200$).

した。そして、注入開始直後から10分後、30分後、1時間後、3時間後、6時間後、24時間後のテドラーバッグ内のガス濃度をガステック株式会社製の検知管式気体測定器を用いて測定した。初期濃度を100として、臭気残存率を算出した。

3. 結果と考察

3.1 配合紙の観察

麻100wt%の配合紙と麻40wt%/茶殻60wt%の割合で混合した配合紙を作製した。その配合紙の表面に、パーコーターを用いて蒟蒻糊1.5wt%の水溶液を塗布した。走査型電子顕微鏡を用いて、それら茶殻配合紙の表面観察を行った。図2の上段には、麻100wt%よりなる配合紙に対して、蒟蒻糊を塗布したものと塗布しなかったものの表面観察を行った結果を示す。その結果、配合紙の表面に蒟蒻糊水溶液を塗布したものは、蒟蒻糊が配合紙表面を皮膜状に覆っていることがわかった。但し、蒟蒻糊が配合紙全面に覆われているわけではなく、配合紙の表面には麻も露出していることがわかった。

同様に、麻40wt%/茶殻60wt%の茶殻配合紙についても観察を行った(図2の下段)。その結果、網目状に観察される麻の繊維に、薄膜状の茶殻が積層されていることがわかった。また、蒟蒻糊を塗布していないものでは、茶殻の部分に茶葉の気孔も多数見られる。一方、蒟蒻糊を塗布したものでは、蒟蒻糊の皮膜によって覆われているために茶葉の気孔などが観察されにくくなっていることもわかった。但し、蒟蒻糊は茶殻配合紙の表面を完全に覆っているわけではなかった。

3.2 蒟蒻糊の付着

麻と茶殻の配合率を変化させて抄紙し、茶殻配合紙を作製した。その茶殻配合紙の表面に、0.5wt%と1.5wt%の蒟蒻糊水溶液を塗布した。図3に、各種の配合紙に付着した蒟蒻糊の付着率を示す。その結果、麻の配合率が高くなるのに従って、蒟蒻糊の付着率が高くなる傾向が見

られた。このことは、麻は繊維状であるために薄膜状の茶殻に比べて単位重量当たりの比表面積が大きく、蒟蒻糊が付着されやすかったためと考えられる。また、蒟蒻糊水溶液の濃度が高い1.5wt%の場合は、0.5wt%の場合に比べて蒟蒻糊の付着率が高く現れた。すなわち、配合紙への蒟蒻糊の付着量は、蒟蒻糊水溶液の濃度を変化させることによって制御でき得ることが分かった。

3.3 茶殻配合紙の性能

茶殻と麻の配合率を変化させた茶殻配合紙に対して、乾燥状態と湿潤状態での比引張強さを調べた(図4)。その結果、茶殻配合紙の比引張強さは、麻の配合率が増すのに従って乾燥状態、湿潤状態の場合とも増加した。また、麻が70wt%程度含まれていると、湿潤状態であっても比引張強さは $15.2\text{N}\cdot\text{m/g}$ 程度も保持していることがわかった。このことは、麻は耐水性の高い繊維素材であることを示している。一方、乾燥状態では、麻が70wt%配合されていると比引張強さは $60.8\text{N}\cdot\text{m/g}$ にも達していた。すなわち、麻は湿潤状態、乾燥状態にかかわらず、比引張強さが高い繊維素材であると言える。

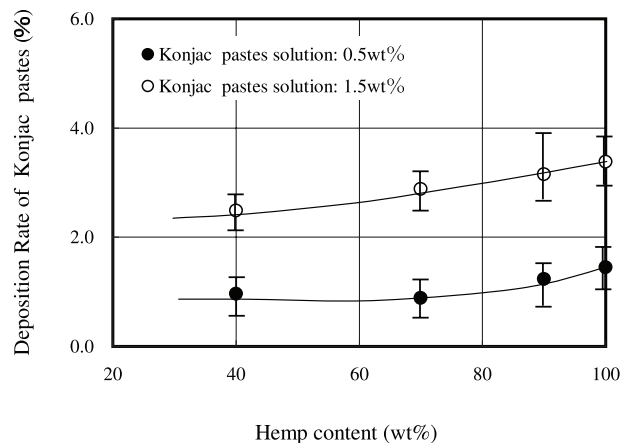


Fig. 3 Relationship between deposition rate of konjac pastes and hemp content for different concentrations of konjac paste solutions.

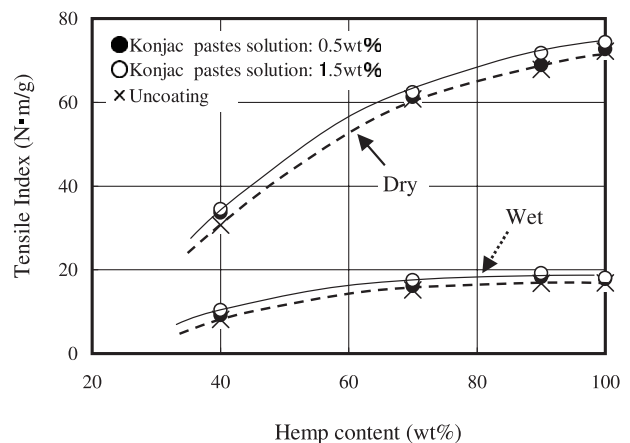


Fig. 4 Relationship between tensile index and hemp contents for different concentrations of konjac paste (Binder content: 0.75wt%).

また、蒟蒻糊を塗布した場合、比引張強さは塗布前に比べて乾燥状態では0.5~0.6N・m/g程度、湿潤状態では0.9~2.3N・m/g程度も高くなっていることがわかった。すなわち、蒟蒻糊の塗布は、茶殻配合紙の比引張強さの向上に明らかに効果があることがわかった。

次に、麻30wt%、茶殻10wt%と共に、他の繊維素材を60wt%配合した3元系の茶殻配合紙も作製した。乾燥状態と湿潤状態にて、それらの茶殻配合紙の比引張強さを測定した。その際、麻90wt%と茶殻10wt%の2元系の茶殻配合紙についても、比較として同様の測定を行った(図5)。

その結果、乾燥状態においては、パルプを60wt%含む3元系の茶殻配合紙の比引張強さが最も高く、53.9N・m/gに達していた(図5(a))。しかし、湿潤状態においては、パルプ60wt%を含む3元系配合紙は比引張強さが低く、12.0N・m/g程度となった(図5(b))。一方、ポリエステル繊維を60wt%含むものは、乾燥状態ではパルプ繊維の場合に比べて小さいものの、湿潤状態では相対的に高く現われて28.0N・m/g程度となった。すなわち、湿潤による茶殻配合紙の比引張強さの低下は、ポリエステル繊維を含む場合が最も小さいことがわかった。また、比較として測定した麻90wt%/茶殻10wt%の2元系の茶殻配合紙は、他の3元系の茶殻配合紙に比べて、乾燥状態における比引張強さが大きいことがわかった。このことは、比

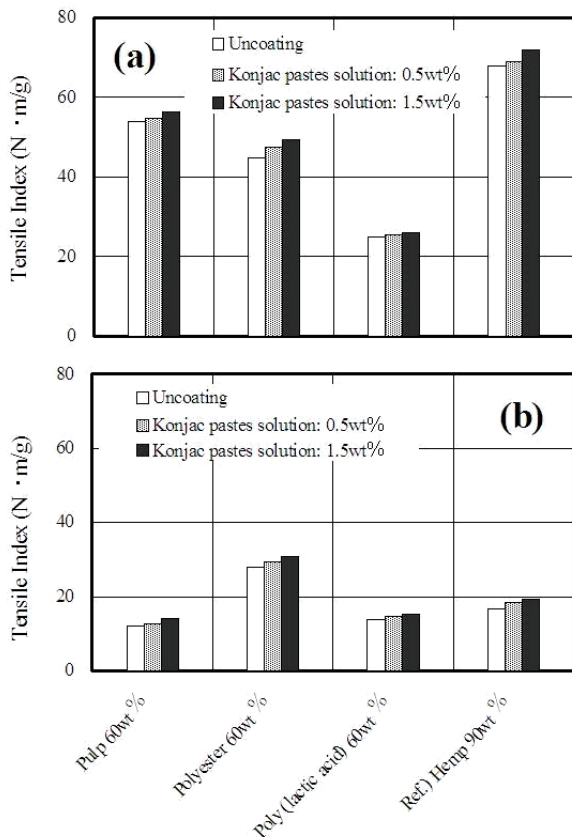


Fig. 5 Tensile index of ternary compounded papers containing hemp (30wt%) and wasted tea leaves (10wt%).
(a) Dry condition (b) Wet condition

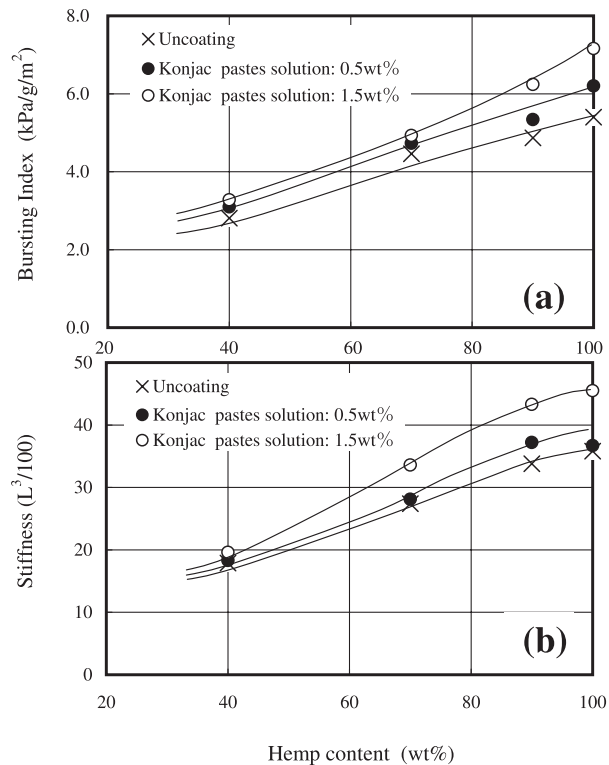


Fig. 6 Relationship between mechanical properties and hemp contents for different concentrations of konjac paste solutions.
(a) Bursting index (b) Stiffness

引張強さが高い麻の割合が多いためであると云える。但し、湿潤状態での比引張強さでは、ポリエステル繊維を含むものに比べると小さいこともわかった。

また、蒟蒻糊を塗布することによって、どの茶殻配合紙においても比引張強さは大きくなっている。塗布する蒟蒻糊水溶液の濃度が高いほど、その比引張強さが大きくなっていることもわかる。すなわち、どの繊維素材を用いた茶殻配合紙であっても、比引張強さは蒟蒻糊付着量の増加に従って増していることがわかった。このように、蒟蒻糊の塗布は用いた全ての繊維素材に対しても有効であった。このことは、蒟蒻糊は全ての繊維素材に対して接着性が高いことを示唆している。

次に、比引張強さ以外の力学物性として、配合紙に対して比破裂強さとこわさの測定を行った(図6)。その結果、麻と茶殻の2元系の茶殻配合紙において、麻の配合率が高くなるのに従って比破裂強さ、こわさも高くなった。これらの傾向は、比引張強さの結果と同様であった。

さらに、麻と茶殻の2元系の茶殻配合紙に対して、透気度と吸水性についても調べた(図7)。その結果、茶殻配合紙の透気度は、麻の配合率を変化させてもほとんど変化が見られなかった。一方、塗布する蒟蒻糊の水溶液濃度が高くなるのに従って、茶殻配合紙の透気度は大きくなっている。すなわち、蒟蒻糊の付着量が増すのに従って、茶殻配合紙の通気性が低下することがわかった。図2の電子顕微鏡写真でも示したように、蒟蒻糊が配合紙の

表面を覆うことによって開孔部分が減っている。そのため、空気の通気性が低下したと云える。一方、茶殻配合紙が水滴を完全に吸収するのに要する時間(吸水時間)は、麻の配合率が高くなるのに従って長くなる傾向が見られた。つまり、吸水性が低下することがわかった。このことは、蒟蒻糊が付着しやすい麻の配合率が増すのに従って、茶殻配合紙が吸水性が低下したのと考えられる。また、塗布する蒟蒻糊の水溶液濃度が1.5wt%の場合では、その傾向がより顕著に見られた。すなわち、水滴を完全に吸収するのに要する時間は、蒟蒻糊の塗布で長くなることわかる。表2に示したように、蒟蒻には水溶性食物繊維の方が不溶性食物繊維よりも多く含まれている。しかし、茶殻配合紙の表面が蒟蒻糊でより覆われることによって、吸水しにくくなることが明らかであった。

3.4 蒟蒻付着率の性能に及ぼす影響

以上のように、茶殻配合紙の表面への蒟蒻糊の付着が性能に大きく影響を及ぼしていた。そこで、配合紙の蒟蒻糊の付着率に対して、透気度や吸水性をプロットしてみた。図8(a)には蒟蒻付着率と透気度の関係を、図8(b)には蒟蒻付着率と吸水性の関係を示す。

その結果、蒟蒻付着率と透気度の関係は、1本の直線で示されていた(図8(a))。茶殻配合紙の透気度は、蒟蒻付着率が高くなるのに従って大きくなることが明確である。すなわち、茶殻配合紙の表面への蒟蒻糊塗布量が増すのに従って、配合紙の通気性が直線的に低下している。

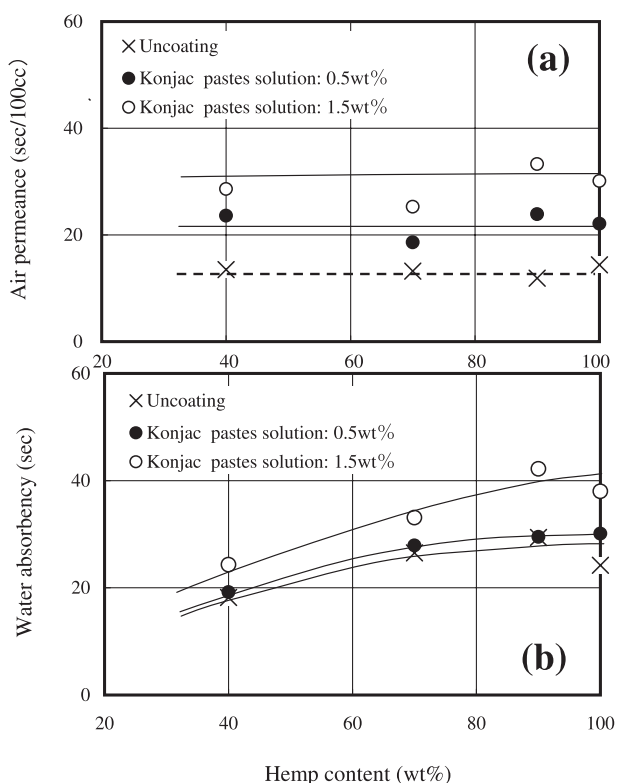


Fig. 7 Relationship between performances and hemp contents for different concentrations of konjac paste solutions.
(a) Air permeance (b) Water absorbency

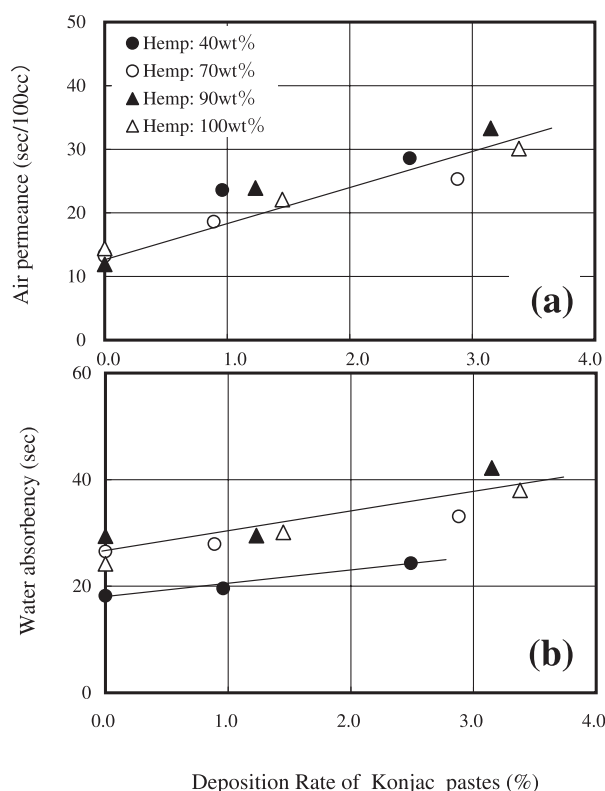


Fig. 8 Performances of compounded papers versus deposition rate of konjac pastes for different hemp contents.
(a) Air permeance (b) Water absorbency

次に、蒟蒻付着率と茶殻配合紙の吸水性の関係についても着目した(図8(b))。その結果、茶殻配合紙の水滴を吸収するのに要する時間である吸水時間は、蒟蒻付着率の増加に従って長くなっている。すなわち、蒟蒻糊が茶殻配合紙の表面を覆うことによって、吸水性が明らかに低下している。また、麻40wt%/茶殻60wt%の茶殻配合紙は、他の茶殻配合紙に比べて吸水に要する時間が相対的に短いこともわかる。このことは、吸水性に優れた茶殻の割合が増したためと考えられる。

3.5 ミシンの縫目強さ

茶殻配合紙を「紙衣」材料として使用するためには、縫製できることが重要となる。そこで、蒟蒻糊を塗布していないものと、蒟蒻糊1.5wt%水溶液を塗布した配合紙に対してミシン縫いを行った。これらは、共にバインダーを0.75wt%添加したものである。そのミシンの縫目強さを測定すべく、引張試験機を用いてミシン縫目の引きレホがし強さを測定した。比較として、バインダー無添加、蒟蒻糊無塗布の配合紙についても同様に評価を行った。その結果を図9に示す。その結果、配合紙の表面に蒟蒻糊を塗布すると、縫目強さが高まることわかる。また、麻の配合率が高いほどより高まる傾向もあり、麻100wt%の場合では16N程度も高まっている。このことは、麻の配合率が高いほど、蒟蒻糊付着率が高まったためと思われる(図3)。一方、バインダーの添加は、麻100wt%の場合を除いて縫目強さの向上にはあまり寄与していないこ

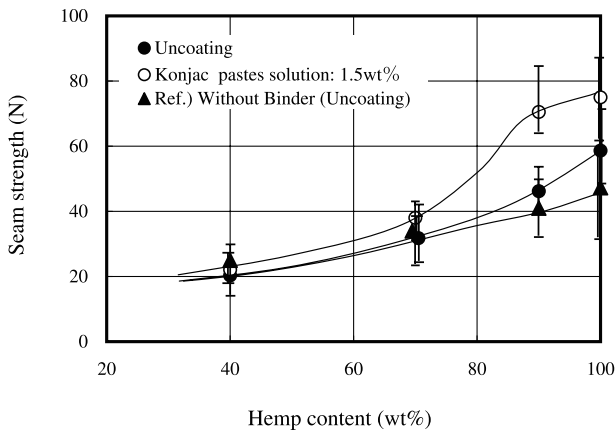


Fig. 9 Relationship between seam strength and hemp contents for different coating states of konjac pastes (Binder content : 0.75wt%).

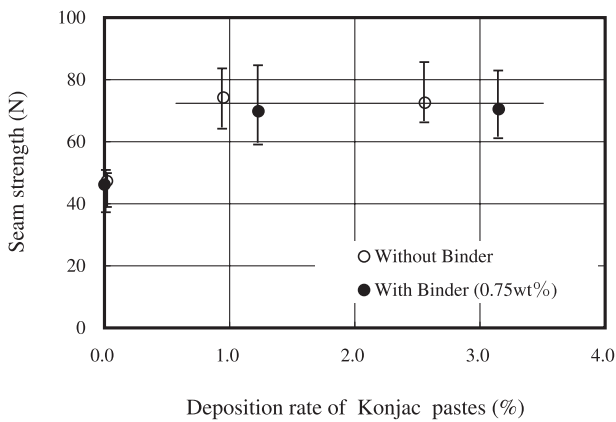


Fig. 10 Relationship between seam strength and deposition rate of konjac pastes for compounded hemp papers containing 10wt% of wasted tea leaves (Binder content : 0.75wt%).

ともわかった。

次に、麻 90wt%と茶殻 10wt%の 2 元系の茶殻配合紙に対して異なる濃度の蒟蒻糊水溶液を塗布し、蒟蒻糊付着率が試料の縫目強さに与える影響を調べた。図 10 に結果を示す。その結果、蒟蒻糊を塗布しているものは塗布していないものよりも縫目強さが明らかに高く、蒟蒻糊の塗布によって 25N 程度も増加していた。但し、蒟蒻糊を塗布しているもの同士では、蒟蒻糊の付着率による差はあまり認められなかった。また、バインダーの添加は、縫目強さにはあまり影響していないこともわかった。

今回のミシンの縫目強さの評価に用いた試験片の幅は 25mm である。また、ミシン糸の縫い目間隔は 1.5mm である。すなわち、ミシン糸の上糸と下糸は、試験片 25mm 幅の 16~17 箇所て交絡している。用いたミシン糸の織度は 234 dtex (78 dtex × 3 本) であり、糸の引掛け強さは 9.23 g/dtex である。つまり、ミシン糸 1 本当当たりの引掛け強さは、21.2N となる。ミシン糸の上糸と下糸の交絡である引掛け点が 16~17 箇所も存在していることから、試験片の全てのミシン糸を同時に切断するには 340~370N

もの大きな力が必要となる。すなわち、茶殻配合紙自体の比引張強さよりも、ミシン糸を切断するのに必要な力の方が大きい。事実、今回の茶殻配合紙の縫目強さの引張試験でも、ミシン糸は切断されていないのに対して茶殻配合紙の方は破断していた。つまり、茶殻配合紙の縫目強さは、茶殻配合紙の力学物性に依存していると云える。蒟蒻糊の塗布によって茶殻配合紙の力学物性が増し、ミシンの縫目強さが増加したと云える。

3.6 蒟蒻糊を塗布した茶殻配合紙の消臭性

以上の結果より、蒟蒻糊の塗布によって、縫目強さなどの力学物性が高まることがわかった。但し、配合紙の表面に蒟蒻糊を塗布することによって、消臭性が低下することも予想される。そこで、蒟蒻糊の塗布による茶殻配合紙の消臭性への影響について調べた。図 11 に、その結果を示す。試料としては、麻 90wt%と茶殻 10wt%の 2 元系の茶殻配合紙に対して 0.5wt%の蒟蒻水溶液を塗布したもの(●印)、1.5wt%の蒟蒻水溶液を塗布したもの(□印)、及び全く塗布しなかったものを用いた(○印)。さらに、茶殻 10wt%/麻 30wt%/ポリエステル繊維 60wt%の 3 元系の茶殻配合紙に対して、蒟蒻糊 1.5wt%水溶液を塗布したものも同時に評価した(▲印)。比較として、茶殻の含まれていない麻 100wt%の配合紙(□印)とパルプ 100wt%の配合紙(■印)についても評価した。なお、本実験にはアンモニアガスを用い、初期濃度を 60±1ppm に調節して行った。

その結果、パルプ 100wt%の配合紙は消臭性が比較的低く、臭気残存率は 24 時間後であっても 14.9 %もあった。一方、麻 100wt%の配合紙の臭気残存率はパルプ 100wt%の配合紙に比べて低いものの、24 時間後であっても 9.1 %もあった。一方、茶殻 10wt%、麻 90wt%を配合した茶殻配合紙は、アンモニアガスに対する消臭性が非常に高かった。僅か 3 時間後であっても、臭気残存率が 0.6 %程度にまで低下することがわかった。

一方、その茶殻配合紙の表面に蒟蒻糊の水溶液を塗布して消臭性への影響について調べた。その結果、3 時間後の臭気残存率は蒟蒻糊を全く塗布していないものでは 0.6%、蒟蒻糊の水溶液濃度が 0.5wt%のものでは 0.9%、1.5wt%のものでは 1.1%であった。すなわち、茶殻配合紙の臭気残存率は蒟蒻糊の塗布によって僅かには高くなるものの、パルプ 100wt%配合紙や麻 100wt%配合紙の場合に比べると非常に小さいことがわかった。つまり、蒟蒻糊の塗布は、アンモニアガスに対する消臭性をあまり低下させていないと云える。

また、茶殻 10wt%/麻 30wt%/ポリエステル繊維 60wt%の 3 元系の茶殻配合紙に対して蒟蒻糊の 1.5wt%水溶液を塗布したものも、非常に優れた消臭性を示した。但し、他の茶殻を含む配合紙に比べると消臭性はやや劣ることがわかった。このことは、消臭性に優れた麻に替わって消臭性に劣るポリエステル繊維を 60wt%配合したためと考えられる。

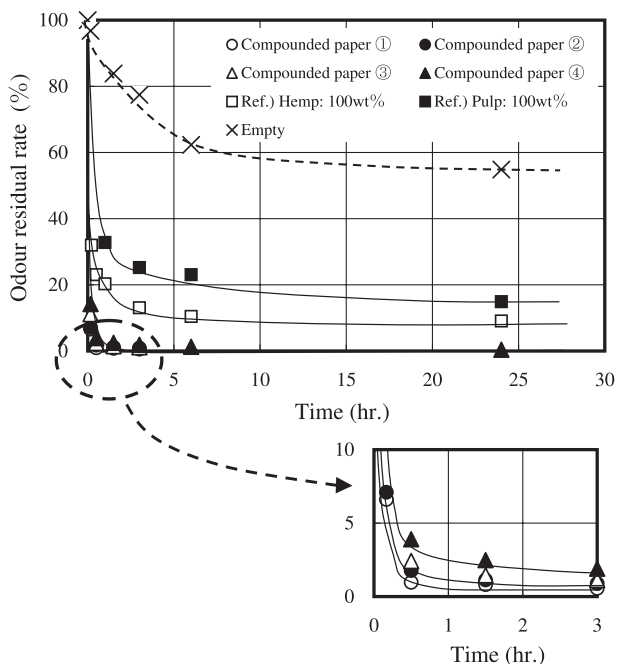


Fig. 11 Deodorization of compounded papers containing 10wt% of wasted tea leaves for different concentrations of konjac paste solutions (Binder content : 0.75wt%). Initial ammonia gas concentration is 60 ± 2 ppm.

以上の研究より、蒟蒻糊の塗布は茶殻配合紙の消臭性を低下させないことが明らかとなった。茶殻配合紙への蒟蒻糊の塗布は、消臭性を低下させずに力学物性を有効に向上させられることがわかった。

4. 結論

各種の繊維素材と粉碎した茶殻を配合して茶殻配合紙を作製した。さらに、その表面に蒟蒻糊を塗布し、蒟蒻糊の塗布が茶殻配合紙の性能に及ぼす影響について調べた。

- (1) 麻を用いた茶殻配合紙の表面に、蒟蒻糊を塗布した。その結果、茶殻配合紙の比引張強さ、比破裂強さ、こわさは、蒟蒻糊の塗布によって全て向上した。一方、茶殻配合紙の透気度は蒟蒻糊の塗布によって上

昇し(通気性の低下)、吸水性は低下することがわかった。

- (2) 茶殻配合紙に対してミシン掛けを行い、そのミシンの縫目強さを調べた。その結果、茶殻配合紙に蒟蒻糊を塗布すると、ミシンの縫目強さは明らかに向上した。この蒟蒻糊の塗布による縫目強さの向上は、蒟蒻糊の塗布による茶殻配合紙の力学物性の向上に対応していた。
- (3) 各種の繊維素材(麻、ポリエステル繊維、ポリ乳酸繊維、パルプ)で作製した茶殻配合紙に対しても蒟蒻糊を塗布した。その結果、どの繊維素材を用いた茶殻配合紙であっても、蒟蒻糊の塗布によって比引張強さは向上した。
- (4) 蒟蒻糊を塗布した茶殻配合紙に対して、アンモニアガスによる消臭性を調べた。その結果、茶殻を10wt%配合しただけであっても、非常に優れた消臭性を示した。また、茶殻配合紙の表面に蒟蒻糊を塗布しても、消臭性にはほとんど影響を及ぼさないこともわかった。

謝辞

試料の提供と物性測定に御協力いただいた愛媛製紙株式会社・開発企画課の横田博志氏、国武哲則氏に深く感謝の意を表す。

文献

1. I. Hirai, T. Gunji, *Sen'i Seihin Shohi Kagaku*, **40**, 197-199 (1999).
2. M. Kiyota, *Ifuku Gakkaizasshi*, **21**, 15-19 (1977).
3. M. Kiyota, *Ifuku Gakkaizasshi*, **21**, 27-30 (1977).
4. M. Maki, *Sen'i Gakkaishi*, **51**, 340-344 (1995).
5. T. Takahashi, T. Kondo, W. Kasai, H. Yokota, T. Kunitake, *Sen'i Gakkaishi*, **63**, 256-263 (2007).
6. T. Takahashi, W. Kasai, T. Kondo, H. Yokota, T. Kunitake, *Sen'i Gakkaishi*, **64**, 252-258 (2008).
7. T. Takahashi, W. Kasai, T. Kondo, H. Yokota, T. Kunitake, *Sen'i Gakkaishi*, **64**, 358-365 (2008).
8. Y. Masuda, *Plant and Process*, **9**, 47-50 (2005).
9. Japanese Standards Association, JIS P-8209.