

バインダーの添加による繰り返し洗濯が可能な茶殻配合紙の創製

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 Repeated Washable Compounded Papers Using Wasted Tea Leaves by Addition of Binder

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 : An attempt was made for the preparation of compounded papers using wasted tea leaves that could withstand repeated washing. Emulsion Polyamide-Epichlorohydrin copolymer was added as a binder to slurry containing crushed wasted tea leaves and hemp for paper making. When the resulting paper was measured for tensile strength under a wet condition, it was found markedly improved over a control paper without the emulsion. For instance, tensile strength was 2.1 N·m/g for a compounded paper containing 90 wt% hemp and 10 wt% wasted tea leaves but no binder, whereas the addition of the binder at 0.75 wt% improved tensile strength to 16.8 N·m/g. Compounded papers using wasted tea leaves were also very effective for deodorizing ammonia gas ; a paper containing a small amount, 10 wt%, of wasted tea leaves decreased the ratio of residual odor to 0.6 % in three hours. The addition of the binder was also found to keep the deodorization effect of the paper. Furthermore, a compounded paper using wasted tea leaves was repeatedly subjected to washing. The addition of the binder strikingly improved the washing durability of the paper that was subjected to washing repeatedly ; at an addition level of 0.75 wt%, the paper did not show any damage even after it was washed repeatedly 20 times. Further, the deodorization effect after washing was maintained. In fact, the ratio of residual order was very small at 2.1% or less in an hour even after the 20 times washing.

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

1. 緒 言

被服には多様な用途があり、様々な素材を用いて対応してきた。その中で紙を被服材料とする「紙衣(かみこ)」も、日本には千年以上も前から存在する[1,2,3]。「紙衣」とは、和紙に蒟蒻糊などを塗布して揉み柔らかくした素材を用いた被服のことであり、和紙の持つ軽さと丈夫さを生かしつつ耐水性も有する[4]。しかし、紙衣は紡績技術の発展や合成繊維の発明によって、その使命を終えたと考えられていた[1,2,3]。しかし、非石油系の原料を使用することや、リサイクルという観点からも十分に再評価ができる。

著者らは、産業廃棄物である茶殻を有効利用する方法として茶殻を配合した茶殻配合紙の研究を行っている。その結果、得られた茶殻配合紙には、優れた消臭性や抗菌性を有することを報告した[5-7]。また、茶殻配合紙の表面に蒟蒻糊を塗布することによって、ミシン縫目強さなどが向上することも見出した[8]。さらに、繰り返し洗濯が可能になれば、用途展開を考える上で非常に大きな

進歩であると考えられる。本論文では繰り返し洗濯が可能な茶殻配合紙を創製すべく、バインダーの添加による検討を行ったので報告する。

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 麻

麻は耐水性に優れる繊維素材である。そこで、従来の実験に用いていたパルプから麻に替えて使用した。本実験には、マニラ麻を叩解度 550ml でパルプ化したものを

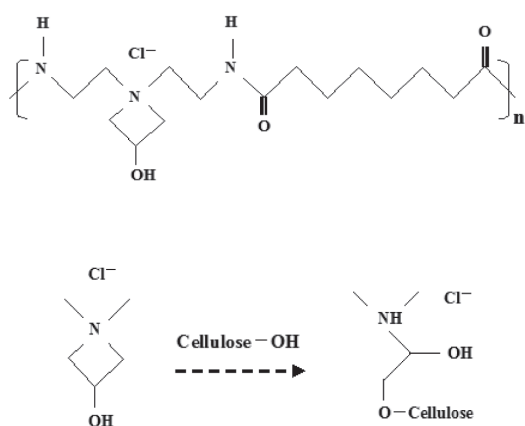


Fig. 1 Molecular structure of Polyamide-Epichlorohydrin copolymer (Upper). Chemical reaction of azetidinium ring with hydroxyl group (Lower).

用いた。

2.1.3 バインダー

配合紙に洗濯耐久性を付与する試みとして、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)を抄紙工程で原料液に添加することを試みた。その分子構造を図1に示す。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

ホーロー製鋼に注いだ蒸留水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。その採取した緑茶の茶殻を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にて湿式粉碎を行った[9]。そして、解繊した麻と茶殻を所定の割合で配合した。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)[10]。なお、得られた茶殻配合紙の坪量を測定したところ、全て100±2g/m²であった。

2.3 測定方法

2.3.1 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形イオンパターン装置を用いて、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、配合紙の表面と断面

の観察を行った。その際、配合紙表面の観察の場合には、抄紙工程[5-7]におけるワイヤーメッシュに接する側とは反対側の紙面に対して観察を行った。なお、加速電圧は15kVで、200倍の倍率で観察した。

2.3.2 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±0.1mm、長さ250±1mm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±1.0mm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。

2.3.3 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100mm×100mm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。

2.3.4 こわさ

JIS-P8143(紙のクラーク試験機によるこわさ試験方法)に準じて紙のこわさを測定した。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)を求めた。その値を3乗し、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、紙の垂れ下がりの指標となる。

2.3.5 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φ28.6±0.1mm(透過面積642mm²)の締付板に固定された50mm×50mm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。

2.3.6 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する。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±2℃の蒸留水100μl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観察し、水滴が試料に完全に吸収されたものと判断した。

2.3.7 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28.0~30.0%)が約400ml入った500ml容量のガラス瓶の上部空間より、2.0mlの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 ± 2 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 ± 0.0001 g入れて、 60 ± 2 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、初期濃度を100として臭気残存率を算出した。

2.3.8 洗濯試験

洗浄瓶に蒸留水を100ml入れ、 1.6×10^{-4} mol/lになるようにドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム(関東化学株式会社製試薬(鹿1級))を添加した。さらに、直径6.3mmφのスチールボール10粒を入れた後、40℃の恒温槽に10分間浸漬して温度を一定にした。その後、洗浄瓶中に5cm×5cmに裁断した配合紙を1枚を入れ、KL-8型ラウンダ・オメーター(興亜商会株式会社)を用いて、40℃、42rpmの条件にて、30分間回転させて洗浄した。洗浄液を廃棄した後、蒸留水を加えて3分間で2回のすすぎを行った。そして、洗濯後の配合紙を風乾した。

3. 結果と考察

3.1 配合紙の形態的特徴

茶殻配合紙の力学物性の向上を目指して、茶殻に対する麻の配合率を変化させた茶殻配合紙を作製した。得られた茶殻配合紙の表面と断面に対して、SEMを用いて観察を行った。図2にその結果を示す。麻は偏平な断面の繊維であり、紙面に対してランダムな方向に堆積している。一方、茶殻は薄層状であり、麻と積層されていることもわかった。また、茶殻が60wt%配合された茶殻配合紙には、多数の茶葉の気孔も観察された。

全ての配合紙の坪量は 100 ± 2 g/m²と同じであるものの、配合紙の厚さは麻100wt%の場合では154μm、麻90wt%/茶殻10wt%の場合では177μm、麻40wt%/茶殻60wt%の場合では226μmと異なっている。つまり、茶殻の配合

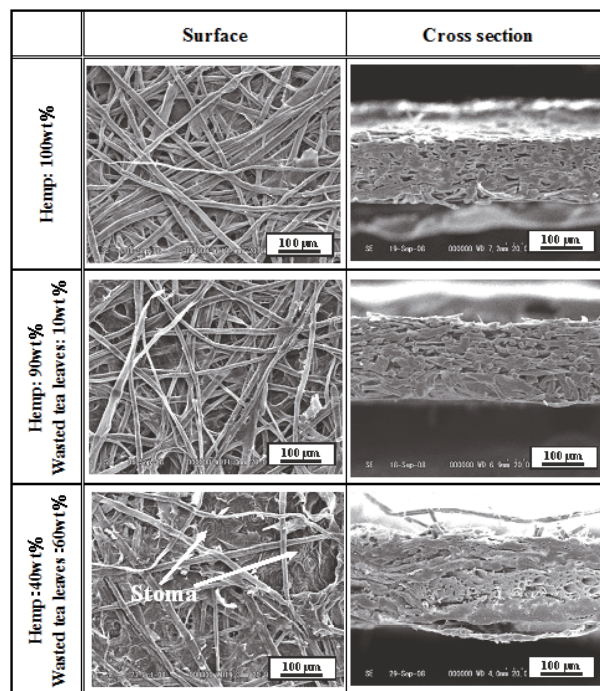


Fig. 2 Scanning electron micrographs of compounded papers containing wasted tea leaves for different hemp contents ($\times 200$). Binder content is 0.75wt%.

率が高くなるのに従って配合紙の厚みは増しており、やや疎な内部構造になる傾向が見られた。

3.2 バインダー添加による茶殻配合紙の性能変化

前述のSEM観察より、麻は繊維同士が比較的密着した構造を形成することがわかった。このことより、麻を用いると粉碎した茶殻の脱落は生じにくいものと考えられる。そこで、麻と茶殻の割合を90wt%/10wt%で配合することとし、バインダーの添加量を変化させて茶殻配合紙を作製した。乾燥状態と湿潤状態において、配合紙の比引張強さに対するバインダー添加量への影響を調べた。図3に、比引張り強さとバインダー添加量の関係を示す。

その結果、茶殻配合紙の比引張強さは、乾燥状態、湿潤状態の場合ともバインダーの添加量が増すのに従って向上している。このことは、バインダーの介在によって麻を構成しているセルロース分子間が架橋したためと考えられる。つまり、ポリアミド-エピクロロヒドリン共重合ポリマーのアゼチジニウム環が開環し、セルロース分子中のヒドロキシル基と共有結合してネットワークを形成していることを示唆している。

特に湿潤状態では、バインダーを添加していない場合では比引張り強さが 2.1 N・m/gであったのに対して、バインダーを0.75wt%添加すると 18.6 N・m/gにまで大幅に向上していた。つまり、バインダーの添加によって、比引張り強さは約8.9倍になった。このことは、セルロース分子間に架橋構造が形成されたため、湿潤状態でもセルロース分子間に水分子が入り込んでセルロース分子間の相互作用を低下させることが生じにくくなったためと考えら

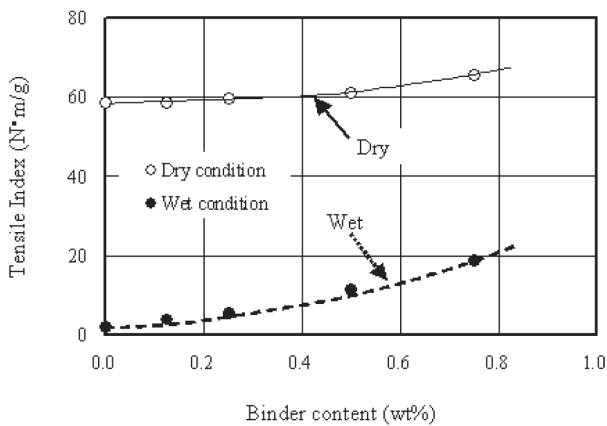


Fig. 3 Relationship between tensile index and binder contents for the compounded papers containing hemp (90wt%) and wasted tea leaves (10wt%). ○Dry condition, ●Wet condition

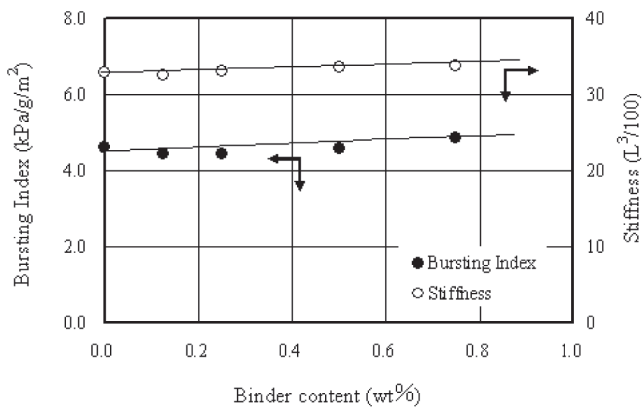


Fig. 4 Relationship between mechanical properties and binder contents for the compounded papers containing hemp (90wt%) and wasted tea leaves (10wt%). ●Bursting index, ○Stiffness

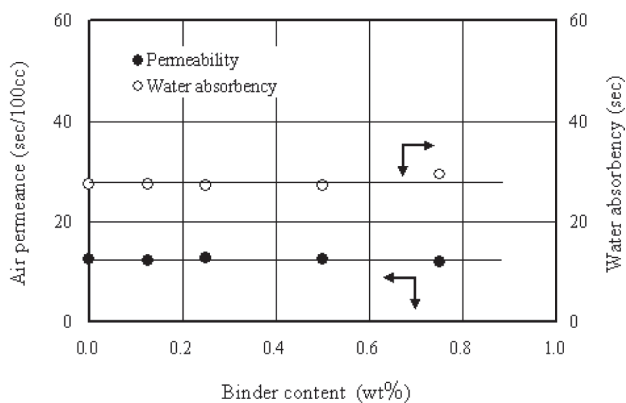


Fig. 5 Relationship between performances and binder contents for the compounded papers containing hemp (90wt%) and wasted tea leaves (10wt%). ●Air permeance, ○Water absorbency

れる。そのため、湿潤状態での茶殻配合紙の力学物性を大幅に向上させたものと云える。洗濯などの使用が想定される場合には、湿潤状態での力学物性は非常に重要である。つまり、繰り返し洗濯の使用が想定される用途では、本実験に用いたバインダーの添加は非常に有効であると考えられる。

一方、乾燥状態においても、茶殻配合紙の比引張強さはバインダーの添加によって向上している。例えば、バインダー無添加の場合では $58.4 \text{ N}\cdot\text{m/g}$ であったのに対して、バインダーを $0.75\text{wt}\%$ 添加すると $65.4 \text{ N}\cdot\text{m/g}$ にまで向上している。すなわち、バインダーの添加によって、比引張り強さは約 1.1 倍になっている。前述の湿潤状態に比べると、その増加の割合が小さいことがわかる。乾燥状態でのバインダーの添加による比引張強さの向上は、湿潤状態の場合に比べて比較的小さいと云える。

次に、麻 $90\text{wt}\%$ / 茶殻 $10\text{wt}\%$ の割合で配合した茶殻配合紙におけるバインダー添加量が比破裂強さやこわさに与える影響についても調べた。その結果を図 4 に示す。その結果、比破裂強さ、こわさとも、バインダー添加量の増加に従って僅かではあるが増加する傾向が見られた。これらのことも、バインダーの添加に伴って、麻を構成するセルロース分子間に架橋が生じたためと考えられる。すなわち、バインダーの添加は比引張強さの向上のみならず、比破裂強さやこわさも高める効果があった。但し、こわさが高まることは、用途によっては好ましくない。この点については、検討の余地を残していると云える。

次に、茶殻 $10\text{wt}\%$ / 麻 $90\text{wt}\%$ の茶殻配合紙に対して、バインダー添加量が透気度や吸水時間に与える影響についても調べた (図 5)。その結果、バインダー添加量を変化させても、透気度、吸水時間も全く影響を受けないことがわかった。つまり、バインダーの添加は、配合紙の透気度や吸水時間に悪影響を及ぼさない。これらのことから、茶殻配合紙の湿潤状態での力学物性の向上のためにバインダーを十分に添加しても、透気性や吸水性を低下させる問題は生じにくいものと云える。

3.3 茶殻配合紙の消臭性

以上のように、茶殻配合紙にバインダーを添加することで、湿潤状態での力学物性を向上させることが可能であった。このような力学物性に優れた茶殻配合紙が、消臭性を有するか否かは興味深いところである。そこで、茶殻 $10\text{wt}\%$ / 麻 $90\text{wt}\%$ の配合紙において、バインダーを全く添加していないもの (○印) と $0.75\text{wt}\%$ 添加したもの (●印) に対して、アンモニアガスに対する消臭性を評価した。比較として、茶殻を全く含まない麻 $100\text{wt}\%$ (▲印)、パルプ $100\text{wt}\%$ (□印)、ポリエステル繊維 $100\text{wt}\%$ (■印) の各々の配合紙に対しても、同様の評価を行った。その際、臭気ガスとして $60\pm\text{ppm}$ のアンモニアガスを用い、所定時間毎の臭気濃度を測定して臭気残存率を算出した。

その結果を図 6 に示す。ポリエステル繊維 $100\text{wt}\%$ の配合紙の消臭性は最も低く、24 時間後であっても臭気残存

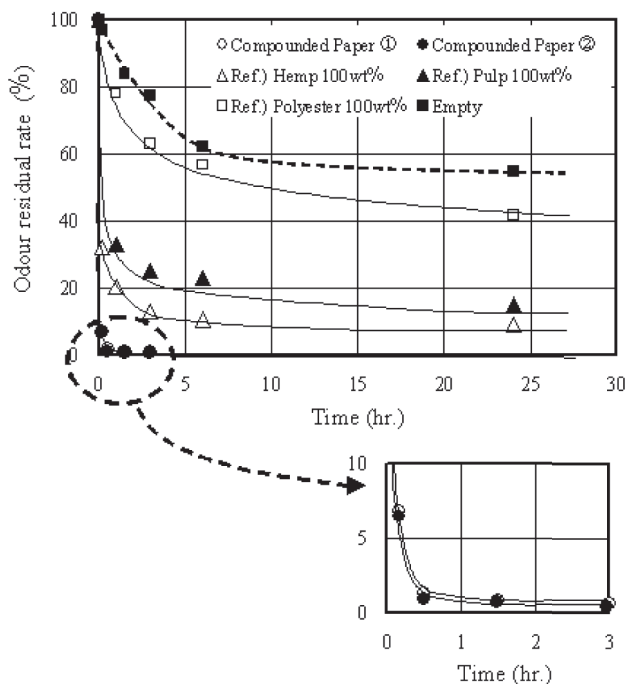


Fig. 6 Deodorization of compounded papers containing 10wt% of wasted tea leaves for different binder contents. Initial ammonia gas concentration is 60 ± 2 ppm.

率は41.5%程度もあった。また、パルプ100wt%のものでは、臭気残存率は24時間後であっても14.9%もあった。また、麻100wt%のものは繊維素材の中では消臭性が比較的高く、臭気残存率は24時間後には9.1%にまで低下していた。

一方、茶殻を10wt%配合した茶殻配合紙の場合、バインダーの添加の有無にかかわらずアンモニアガスに対する消臭性は非常に優れていた。茶殻を10wt%配合するだけで、3時間後の臭気残存率は0.6~1.3%程度にまで低下していた。また、バインダーを0.75wt%添加した影響は、ほとんど見られないと云える。すなわち、茶殻配合紙の消臭性は、バインダーを添加しても低下しないことがわかった。

3.4 茶殻配合紙の洗濯耐久性

本研究で得られた茶殻配合紙の新たな用途として、被服材料も想定される。その場合、繰り返し洗濯に対する洗濯耐久性が重要となる。そこで、バインダーの添加量を変化させた麻90wt%/茶殻10wt%の茶殻配合紙に対して、20回までの繰り返し洗濯を行った。図7-1に洗濯後の写真を示す。

その結果、バインダーを全く添加しなかった麻90wt%/茶殻10wt%の茶殻配合紙では、1回だけの洗濯で完全に形状が崩壊した。一方、バインダーを0.05wt%添加すると1回目の洗濯には耐えられるようになるものの、5回目の繰り返し洗濯後には完全に破れてしまった。バインダー

	Binder content	Before washing	After washing				
			1 time	5 times	10 times	15 times	20 times
Hemp: 90wt % Wasted tea leaves: 10wt %	Without			Impossible			
	0.05wt%				Impossible		
	0.125wt%						
	0.50wt%						
	0.75wt%						

Fig. 7-1 Compounded papers containing 10wt% of wasted tea leaves for different binder contents after repeated washing.






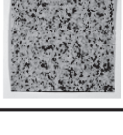
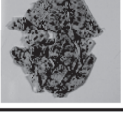
	Konjac pastes	Before washing	After washing				
			1 time	2 times	5 times	10 times	20 times
Hemp: 100wt%	Uncoating				Impossible		
Hemp: 90wt% Wasted tea leaves: 10wt%	1.5wt%			Impossible			
Pulp: 90wt% Wasted tea leaves: 10wt%	Uncoating			Impossible			

Fig. 7-2 Compounded papers containing 10wt% of wasted tea leaves without binder after repeated washing.

を 0.125wt% 添加すると 5 回目までの繰り返し洗濯には耐えられるようになるものの、10 回目になると茶殻配合紙に損傷が見られた。さらに、バインダー添加量を 0.75wt% まで増すと、洗濯を 20 回繰り返しても損傷は見られなくなった。但し、外観上の損傷は見られないものの、茶殻配合紙の硬さは増しており、若干ではあるが毛羽立ちも観察されるようになった。

次に、比較としてバインダーを全く添加していない麻 100wt% の配合紙や、麻 90wt% / 茶殻 10wt% でバインダーを添加しなかった茶殻配合紙に蒟蒻糊を塗布したものに対しても、同様の繰り返し洗濯を行った。図 7-2 に、その洗濯後の写真を示す。水に比較的強いとされる麻 100wt% の配合紙であっても、バインダーを添加していないものでは 2 回目の洗濯後には形状が大幅に損傷することがわかった。また、蒟蒻糊を塗布しても [8]、バインダーを添加しないと 1 回目の洗濯にも耐えられないことがわかった。麻の代わりにパルプを用いても、バインダーを添加しないと洗濯には耐えられないこともわかった。

次に、繰り返し洗濯による影響を定量的に調べるため、

20 回の繰り返し洗濯に耐えることができた茶殻配合紙に対して重量と厚みの測定を行った。そして、洗濯前後の寸法変化について調べた。表 1 に、重量減少率と厚み増加率を示す。その結果、全ての茶殻配合紙とも、20 回の繰り返し洗濯後には重量が減少していた。また、バインダー添加量が 0.125~0.50wt% のものでは重量減少率が 16~18% 程度であり、バインダー添加量が 0.75wt% になると重量減少率が 12.3% へと低下した。つまり、バインダー添加量を増すと、繰り返し洗濯による粉砕した茶殻や短い繊維の脱落を抑えることが可能であった。一方、繰り返し洗濯後の配合紙の厚みは、全ての試料で洗濯前よりも増加していた。また、バインダー添加量が比較的少ない 0.125wt% の場合では、配合紙の厚み増加率が 107% にも達していた。これらのことから、バインダー添加量が少ないと繰り返し洗濯によって配合紙に縮みや内部に疎な構造が生じやすく、厚みが増しやすことがわかった。

さらに、繰り返し洗濯後の茶殻配合紙に対して、アンモニアガスによる消臭試験も実施した。表 1 に、20 回の

Table 1 Dimensional changes and deodorization effect of compounded papers using wasted tea leaves after 20 times of repeated washing.

		0.125 wt%	0.25 wt%	0.50 wt%	0.75 wt%	Empty
Morphological changes	Decreasing weight (%)	17.5	16.0	17.6	12.3	—
	Increasing thickness (%)	107	72	33	21	—
Odour residual rate* after 1 hour (%)		2.1	1.4	0.7	0.8	84.0

*) Initial concentration of Ammonia gas: 60 ± 2ppm

繰り返し洗濯後の茶殻配合紙に対して、1時間後の臭気残存率を調べた結果を示す。その結果、全ての茶殻配合紙において、20回の繰り返し洗濯後の臭気残存率は非常に小さかった。バインダー添加量が比較的少ない0.125wt%であっても、1時間後の臭気残存率は僅か2.12%であった。さらに、バインダーの添加量が0.50~0.75wt%の茶殻配合紙になると、1時間後の臭気残存率は1%未満となった。

以上のことから、本研究で得られた茶殻配合紙は、20回の繰り返し洗濯後であっても非常に優れた消臭性を維持していることがわかった。このことは特筆すべきことであり、本研究で得られた茶殻配合紙の用途を考える上で大きな示唆を与えていると云える。

4. 結 論

茶殻を有効利用した繰り返し洗濯が可能な茶殻配合紙の創製を試みた。

- (1) 抄紙工程において、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をバインダーとして原料スラリーに添加して抄紙し、茶殻配合紙を作製した。その結果、得られた茶殻配合紙の比引張強さは、乾燥状態、湿潤状態の場合ともバインダーの添加によって向上した。特に湿潤状態では、無添加の場合には $2.1\text{N}\cdot\text{m}/\text{g}$ であったのに対して、0.75wt%添加すると $18.6\text{N}\cdot\text{m}/\text{g}$ にまで向上することがわかった。
- (2) 茶殻配合紙はアンモニアガスに対する消臭性に非常に優れ、茶殻が僅か10wt%配合されているだけで、3時間後の臭気残存率は0.6%程度にまで低下していた。また、バインダーの添加は、茶殻配合紙の消臭性にはほとんど影響しないこともわかった。
- (3) 茶殻配合紙に対して、繰り返し洗濯を行った。その結果、バインダーを添加することによって洗濯耐久

性は飛躍的に向上し、バインダーを0.75wt%添加すると20回の繰り返し洗濯を行っても外観上の損傷は見られなくなった。また、洗濯後の茶殻配合紙の消臭性を調べたところ、20回の繰り返し洗濯を行っても、1時間後の臭気残存率は2.1%以下と非常に小さいこともわかった。

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る。

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. T. Kitaura, F. Yoshiyama, *The bulletin of Kyushu Women's University*, 43, 11-24 (2006).
4. M. Kiyota, *Ifuku Gakkaizasshi*, 21, 27-30 (1977).
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' Gakkaishi*, 64, 252-258 (2008).
7. T. Takahashi, W. Kasai, T. Kondo, H. Yokota, T. Kunitake, *Sen'i Gakkaishi*, 64, 358-365 (2008).
8. T. Takahashi, W. Kasai, T. Kondo, *Sen'i-Gakkaishi* 65, 197-204 (2009).
9. Y. Masuda, *Plant and Process*, 9, 47-50 (2005).
10. Japanese Standards Association, JIS P-8209.