

茶殻を有効利用した茶殻配合紙の作製

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 近藤哲男・笠井稚子
愛媛製紙株式会社 開発企画課 横田博志・国武哲則

Preparation of Compounded Papers Using Wasted Tea Leaves

Tetsuya Takahashi^{*1}, *Tetsuo Kondo*^{*2}, *Wakako Kasai*^{*2}, *Hiroshi Yokota*^{*3}, and *Tetsunori Kunitake*^{*3}

^{*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

^{*3} Ehime Paper Mfg. Co., LTD, 370 Muramatsu-cho, Shikokuchuo, Ehime 690-8504, Japan

Abstract: An attempt to develop a paper making method for a functional paper containing green tealeaves wastes disposed in industrial use was made. The authors successfully produced papers containing wasted green tealeaves, not exceeding 60wt%, grounded by a mass-colloider. Antibacterial properties of these papers were investigated. Regarding the papers in a dry condition, the tensile index and bursting index were not significantly different depending on the kinds of tealeaves. The strength was decreased as increasing in the content of tealeaves. The tensile index of the papers were markedly lower in a wet condition when compared in a dry state. By addition of latex binder at a content of 0.3 wt%, the tensile index of the papers was 8.5-15.8 N·m/g in a wet condition for all kinds of the papers, which was similar to that for a paper made from 100 wt% pulp. Antibacterial test for *Staphylococcus aureus* was performed with various kinds of papers containing wasted tealeaves. Growth inhibition effects on the bacterium were noted in the papers containing wasted tealeaves, but not recognized in papers made from 100 wt% pulp. In particular, the antibacterial effects for a paper containing wasted black tealeaves were fairly high. It was demonstrated that the antibacterial effects were not reduced even by mixing a latex binder at 0.3 wt%. Further, the fiber assembled structure of the papers was observed by optical and scanning electron microscopes to be a multi-layered structure by stacking with a thin layer of pulps including the grounded tealeaves. These findings suggest that the tealeaves-containing papers with the unique layered structure can be a functional material for environmental friendly and sanitary usage.

(Received 5 March, 2007 ; Accepted 4 July, 2007)

1. 緒言

「茶は養生の仙薬なり、延命の妙術なり」と鎌倉時代の禅僧栄西が『喫茶養生記』に著したように、お茶は昔から心身によい飲み物として知られていた。また、貝原益軒は養生訓の中で、茶は心を落ち着け消化を助けるものとし、日本では飲茶の習慣が続いていた。近年このお茶が健康ブームで茶飲料市場は拡大し[1]、産業廃棄物である茶殻の排出量増加が懸念されている。茶殻は年間約10万トンも発生しており[2]、その有効な処分方法が求められている。しかし、茶殻を再利用する場合には、乾燥工程などで大きなエネルギーコストがかかるため、飼料や肥料への利用しか行なわれていない。茶葉中に含まれているカテキン類には、抗菌作用[3]、消臭作用[4, 5]、抗酸化作用[6-8]、抗突然変異作用[9]、コレステロール上昇

抑制作用[10]、抗アレルギー作用[11]など、様々な有用な機能を有することも知られている。

本研究では、カテキン類が多く含まれると考えられる茶殻の有効利用方法を検討した。その一つとして、乾燥工程を必要とせずに湿った状態のまま再利用できる抄紙法での茶殻配合紙の作製を試みた。マスコロイダーにて粉碎した茶殻をパルプに配合し、カテキン類の機能を生かした機能性配合紙の開発を目指した。その際、異なる茶種の茶殻を用いたり、バインダーを添加させた茶殻配合紙も作製して、茶殻配合紙の抗菌性に与える影響について調べた。さらに、得られた茶殻配合紙の微細構造を調べるとともに、その力学的性質についても調べたので報告する。



Fig. 1 Different kinds of tea leaves.

Table 1 Sampling conditions of wasted tea leaves.

Tea seed	Brand (Maker)	Tea leaves (g)	Water (ℓ)	Time (min.)	Temp. (°C)
Green tea (Sencha)	" <i>Oi Ocha</i> " /Japan Origin (ITO EN, LTD.)	400	4.0	30	70
Oolong tea	" <i>Chugoku-Meichakan · Tie quan yin cha</i> " / China Origin (Nihon-cha Hanbai K.K.)	400	4.0	30	90
Black tea	" <i>Kokumiaru-Kocha</i> " /India and Sri Lanka Origin (Mitsui Norin Co., Ltd.)	400	4.0	30	90
Hoji-cha	" <i>Ryokuka-Hyakusen · Hoji-Cha</i> " /Japan and China Origin (Nihon-cha Hanbai K.K.)	300	3.0	30	90
Pu-Erh tea	" <i>Pu-Erh tea</i> " /Indian Origin (TENJIN SEICHA)	250	2.5	30	90

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。焙じ茶も緑茶の一種であるが、煎茶などの茶葉を強火で炒って香ばしい香りを出したものである[12]。一方、ウーロン茶は茶葉を酸化酵素によって中程度の発酵をさせたもの、紅茶は完全に発酵させたものである。また、プアール茶は微生物を用いて発酵させた後発酵茶と呼ばれるものである[13]。このような茶葉の発酵方法や発酵度合いなどの異なる試料として、緑茶(煎茶)、ウーロン茶、紅茶、焙じ茶、プアール茶の5種類の茶葉を実験に使用した(図1)。本研究では、表1に示すような各種の市販の茶葉を用いた。なお、緑茶は日本産、ウーロン茶は中国産、紅茶はインド・スリランカ産、焙じ茶は日本・中国産、プアール茶は中国産の茶葉を用いた。

2.1.2 バインダー

パルプおよび茶殻の接着を向上させるため、スチレンブタジエンゴム(SBR)系ラテックスバインダー(乳化物)

であるアイカアイボン RAX117(アイカ工業株式会社製)を用いた。このバインダーの用途は主に紙加工であり、一般的に紙力増強剤や紙塗工材料に使用されているものである。

2.2 茶および茶殻の採取方法

ホーロー製鍋に所定量の蒸留水を入れ、所定温度になるまで沸かした後、所定量の各種茶葉を加えて30分間煮た。その後、目開きの細かなステンレス製のメッシュボールを用いて茶殻を濾した。表1に示す条件にて、各種の茶および茶殻を採取して試料として用いた。

2.3 茶殻配合紙の作製方法

採取した茶殻をクリアランスを40 μ mに設定したマスコロイダー(石臼式粉碎機)を用いて湿式粉碎した後、針葉樹晒しクラフトパルプと混合した。その際、茶殻が対絶乾パルプ0, 20, 40, 60wt%になるように、パルプとの配合率を調整した。また、ラテックスバインダーは、パルプと茶殻の総量に対して全ての試料とも0.3wt%を配合した。上記の割合で配合して混合した後、蒸留水を加えて均一になるようにミキサーで10秒間攪拌し、分散スラリーを得た。坪量100g/m²になるように調整した量の分散スラリーをテスター産業製角型シートマシン(型式PU-401)中に投入した。よく攪拌して10秒間静置後、ろ過し、ワイヤーメッシュ上に茶殻粉碎物とパルプの混合物を積層させ、25 \times 25cmの寸法にて抄紙した(図2)。その後、3.5kgf/m²

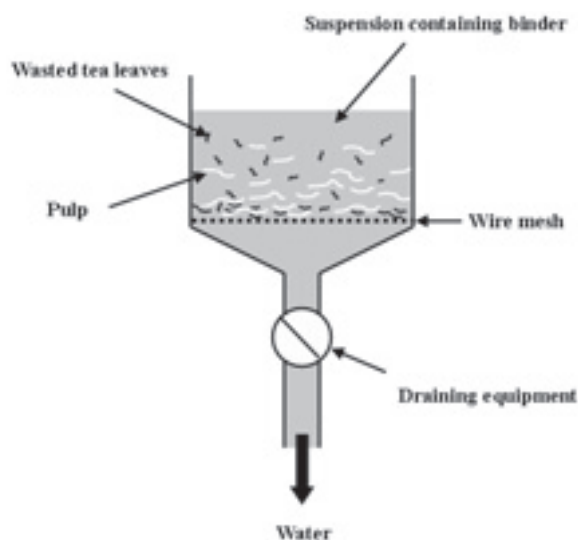


Fig. 2 Schematic representation of the handsheet former.

の圧力にて室温下で5分間1回プレスし、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-P 8209)。表2に、得られた茶殻配合紙の写真を示す。

2.4 測定方法

2.4.1 光学電子顕微鏡による茶殻粉砕物の観察

マスコロイダーによって粉砕した茶殻の分散スラリーをシャーレに取り、適量の蒸留水を加えて茶殻粉砕物がバラバラになるようにして自然乾燥させた。光学顕微鏡(オリンパス光学工業製BX60)を用いて100倍で観察を行い、デジタル顕微鏡写真撮影装置(オリンパス光学工業製DP12)を用いて写真撮影した。

2.4.2 走査型電子顕微鏡による表面観察

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、茶殻粉砕物と茶殻配合紙の表面観察を行った。その際、茶殻配合紙の場合では、紙の裏面に対する観察を行った。なお、加速電圧は、茶殻配合紙における2,500倍と5,000倍での観察では15kV、その他の観察では20kVとした。

2.4.3 力学的性質

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と湿潤時での引張試験を行った。引張試験の試験片は、乾燥、湿潤状態の両方とも、幅 $15.0 \pm 0.1\text{mm}$ 、長さ $250 \pm 10\text{mm}$ に裁断して用いた。湿潤状態での試験には、試験片の中央部に刷毛で蒸留水を塗布して行った。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、 $20 \pm 5\text{mm/min}$ で引張荷重をかけて試験片が破断するまでの最大荷重及び引張破断時の伸び量を読み取った。その読み取った値と坪量から比

引張強さを算出した。

また、JIS-8131(紙及び板紙のムーレンの高圧形試験機による破裂強さ試験法)に準じた破裂試験も行った。試験片は $100 \times 100\text{mm}$ に裁断した。ム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圧し、その最大圧力を読み取った。その値と坪量から比破裂強さを算出した。

2.4.4 抗菌性試験

JIS-L-1902を参考にして、抗菌性の評価試験を実施した。試料が茶葉、茶殻、茶殻配合紙の場合では0.2gを、茶の場合では0.2mlを採取し、バイアル瓶にそれらの試料を挿入した。トミー工業株式会社製オートクレーブBS-245型を用いて試料の入ったバイアル瓶を121℃で15分間滅菌した後、バイアル瓶の蓋を開放して乾燥させた。Becton Dickinson社製ペプトン(1.0wt%)とBecton Dickinson社製酵母エキス(0.5wt%)、およびマナック株式会社製塩化ナトリウム(0.5wt%)を用いてペプトン水を作製した。そのペプトン水を用いて黄色ブドウ球菌(*Staphylococcus aureus* NBRC 12732)を $1 \pm 0.3 \times 10^5\text{CFU/ml}$ に濃度調整した後、その懸濁液0.1mlを試料に接種して密栓した。そして、 $37 \pm 1^\circ\text{C}$ の設定したK.K.MAEDA FUSAMANUFACTORY社製恒温器内で18時間培養した。

培養後のバイアル瓶中に、マナック株式会社製塩化ナトリウム(0.85wt%)とSIGMA CHEMICAL社製Tween80(0.2wt%)を用いて調整した洗い出し用生理食塩水を10ml加え、菌を振とう分散させた。それらの試料の分散液に対して、マナック株式会社製塩化ナトリウム(0.85wt%)で作製した生理食塩水を用いて原液から 10^7 倍にまで所定濃度に希釈した。日本製薬株式会社製マンニット食塩培地(顆粒)を用いて11.1wt%に調整した培地に、各々の濃度に希釈した菌液を接種した。その際、図3に示すように培地を4分割して1つの区画に同じ希釈濃度の菌液を5 μl ずつ5ヶ所に滴下する方法を採用した[14]。 $37 \pm 1^\circ\text{C}$ の恒温器内で、シャーレを44時間倒置培養した。培養後の成育コロニー数を計測し、希釈倍数を乗じて生菌数を算出し

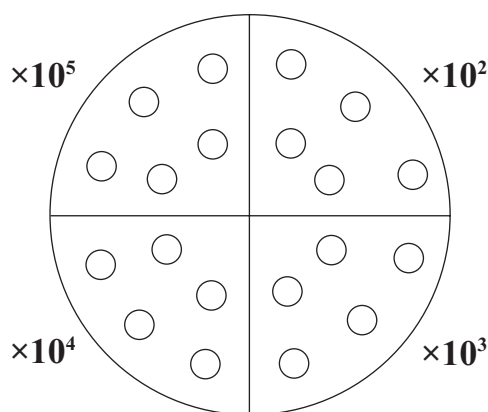


Fig. 3 The petri dish (100mm diameter) used in this study.

た。

3. 結果および考察

3.1 光学顕微鏡および走査型電子顕微鏡による茶殻粉砕物と茶殻配合紙の観察

緑茶の茶葉を用いて茶を煮出して茶殻を採取し、得られた茶殻をマスコロイダーによって粉砕した。その粉砕された茶殻に適量の蒸留水を加えて茶殻粉砕物がバラバラになるようにして自然乾燥させたものに対して、光学顕微鏡にて観察を行った(図4)。図4の(a)は葉肉部分を、図4の(b)は葉脈部分を観察したものである。その結果、どちらの部分にも薄膜状に粉砕された茶殻が多数見られた。また、バラバラになった細かな葉肉細胞も多く見られた。葉脈部分には、点線で囲んだ部分に螺旋紋道管も見られる。このようにマスコロイダーで粉砕された茶殻は大部分が薄膜状に粉砕されており、後に報告するボールミルで粉砕された茶殻とは形状が大きく異なっている。

さらに、走査型電子顕微鏡を用いて、粉砕した茶殻の葉肉部分と葉脈部分に対して各々700倍と2,500倍での観察を行った(図5)。その結果、葉肉部分には直径10 μ m程

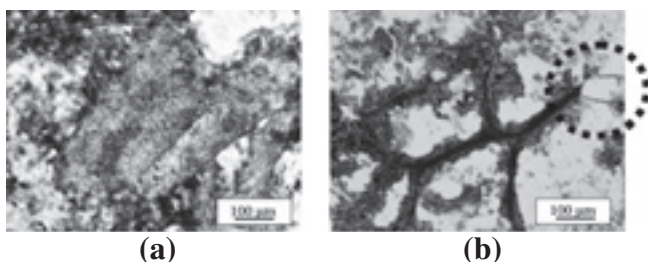


Fig. 4 Optical microscope images of wasted Green tea leaves (Wasted tea leaves are ground by the mass-colloider): (a) Parts of mesophyll; (b) Parts of vascular bundle; The area with broken line shows spiral vessel.

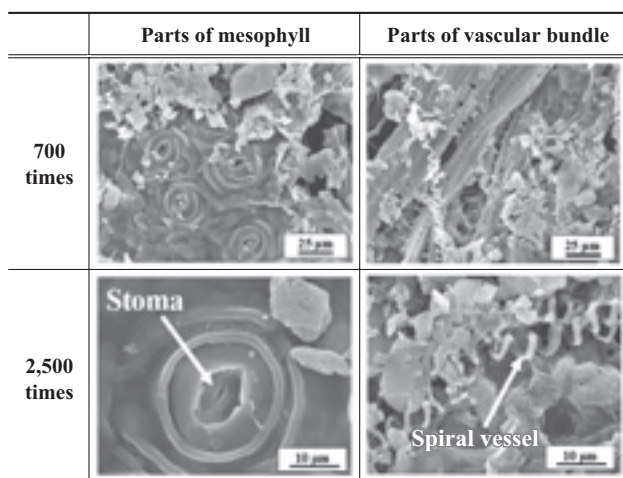


Fig. 5 Scanning electron micrographs of wasted Green tea leaves (Wasted tea leaves are ground by the mass-colloider). Acceleration Voltage : 20kV

度の無数の気孔(Stoma)が観察でき、その気孔を囲むように襞状の凹凸の組織も見られる。また、走査型電子顕微鏡においてもマスコロイダーによって破砕された多くの葉肉細胞が見られた。一方、葉脈部分には、直径4~7 μ m程度の螺旋紋道管(Spiral vessel)などが多く見られた。このようなコイル状の螺旋紋道管は、粉砕前の茶殻にはあまり見られなかった。このことは、螺旋紋道管がマスコロイダーによる粉砕によって引き伸ばされて生じたものと考えられる。以上のように、茶殻粉砕物には非常に細かく複雑な組織が観察された。

次に、粉砕した茶殻物とパルプ、ラテックスバインダーを所定量混合し、抄紙を行った。その結果、どの茶種においても茶殻を60wt%まで配合することが安定して可能であった。そこで、得られた緑茶とウーロン茶の茶殻60wt%配合紙の裏面に対して、走査型電子顕微鏡を用いて観察を行った(図6)。また、比較としてパルプ100wt%紙の裏面に対しても観察を行った。なお、ここで紙の裏面とは、シートマシンによる抄紙工程においてワイヤーメッシュ側とは反対側の面を指し、積層物の上側の面を云う(図2)。つまり、紙へのワイヤーメッシュによる転写がない方面である。

観察の結果、200倍での画像からは茶殻配合紙の茶殻の表面には多くの気孔が見られ、ポーラスな構造であることが確認できる。さらに700倍での画像からは、茶殻表面には気孔に加えて無数の襞状の凹凸が存在することもわかる。後に報告する茶殻配合紙が優れた消臭性を示す理由の一つとして、茶殻には無数の気孔や凹凸を持っているために比表面積が多く、臭気物質を吸着しやすい構造であるためと考えられる。

また、ウーロン茶の茶殻配合紙にも、緑茶の場合と同様に気孔や複雑な凹凸が見られる(図6)。緑茶の茶葉は無発酵、ウーロン茶は半発酵茶であり、両者には酸化の程度が異なる。しかし、発酵度は異なっても茶殻の形状的な表面構造はあまり変化はなく、ウーロン茶の茶殻にも茶葉の気孔や凹凸が見られている。その他、紅茶、焙じ茶、プアル茶の茶殻配合紙に対しても表面構造の観察を行ったが、後発酵茶であるプアル茶の茶殻配合紙には他の茶殻配合紙に比べて気孔部分がやや壊れた構造をしている箇所も幾つか見られたものの、全体的には茶種による相違はあまりなかった。

次に、比較としてパルプ100wt%紙に対しても観察を行った(図6)。本研究では針葉樹を原料とするパルプを用いて作製しているために比較的長い繊維で構成されており、それらの繊維が互いに絡み合っている様子がわかる。また、パルプ繊維の太さは様々であり、紙面に沿って積層されていることもわかる。パルプ繊維には茶殻配合紙に見られた気孔は見られず、表面の凹凸も比較的少ないこともわかった。

さらに茶殻配合紙の微細な構造を調べるべく、緑茶の茶殻60wt%配合紙に対して2,500倍と5,000倍で茶殻部分

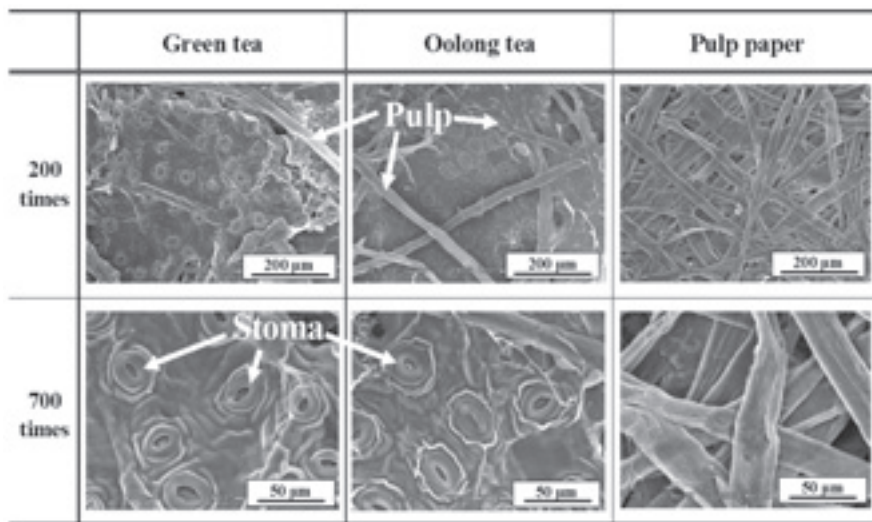


Fig. 6 Scanning electron micrographs of papers containing 60wt% of wasted tea leaves. Acceleration Voltage : 20kV

とパルプ部分の観察を行った(図7)。その結果、茶殻部分に見られる気孔には、その内側も複雑な構造をしていることがわかった。また、気孔の周囲には襞状の組織も無数に見られる。一方、パルプ部分は比較的平滑な構造をしていた。

3.2 茶殻配合紙の力学的性質

各種の茶殻配合紙とパルプ100wt%紙の力学的性質を調べるため、引張試験、破裂試験を行った。その際、茶殻配合率の異なる緑茶、ウーロン茶、紅茶、焙じ茶、及びプアール茶の茶殻配合紙を試料として用いた。また、引張試験は湿潤状態と乾燥状態の両方で測定した。図8に、引張試験の結果を示す。その結果、乾燥状態における比引張強さは、多少のバラツキはあるものの茶種による大きな違いは見られなかった。また、茶殻配合率が増すほど、乾燥状態での比引張強さはどの茶種とも低下する傾向が見られた。一方、パルプ100wt%紙では、乾燥状態の

比引張強さは約66.0 N·m/gと比較的高い。つまり、茶殻の60wt%配合紙では、どの茶種であってもパルプ100wt%紙に比べて比引張強さが60%程度低下していることがわかる。このように、パルプ配合率が高いほど乾燥時の比引張強さが高い理由としては、パルプ繊維は茶殻に比べて細長くて繊維同士が絡みやすく、且つ水素結合形成性に優れているためと考えられる。一方、茶殻は細かく粉碎されているため、茶殻同士あるいはパルプ繊維に対して絡み合うことが困難である。また、水素結合などによる自己接着性も小さいものと考えられる。

また、緑茶の茶殻60%配合紙において、ラテックスバインダーを配合しているものと、していないものでは、ラテックスバインダーを0.3wt%配合しているものの方が僅かではあるが3~7 N·m/g程度高く現れている(図8)。さらにラテックスバインダーの添加量を増すことによ

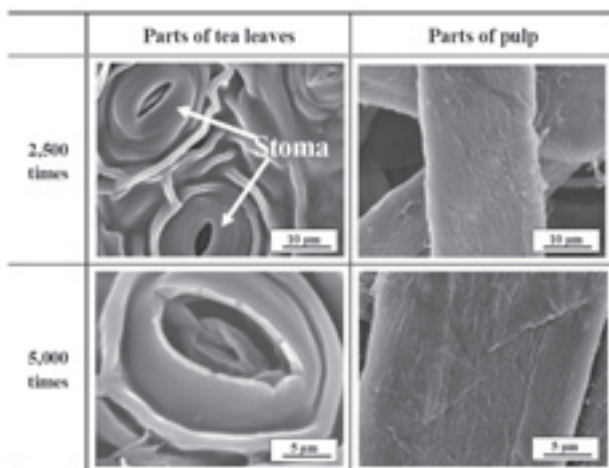


Fig. 7 Scanning electron micrographs of papers containing 60wt% of wasted Green tea leaves. Acceleration Voltage : 20kV

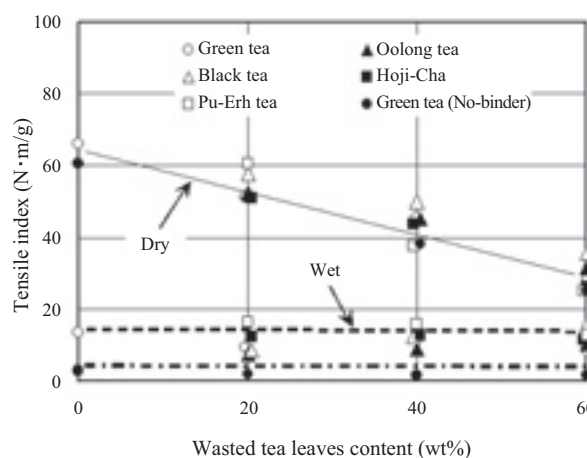


Fig. 8 Tensile index of papers containing wasted tea leaves. Straight line and dotted line show dry-condition and wet-condition respectively. (Temperature : 23°C, Relative humidity : 50%)

Table 2 Papers containing wasted tea leaves for different kinds of tea.

	Green tea	Oolong tea	Black tea	Hoji-Cha	Pu-Erh tea
0 wt%					
20 wt%					
40 wt%					
60 wt%					

(Size of samples : 4×5cm)

て茶殻配合紙の力学的性質は高くなることも期待されるものの、茶殻自体の持つ機能(抗菌、消臭など)が発揮できにくくなる可能性もある。

次に、湿潤状態における茶殻配合紙の比引張強さについても調べた(図8)。その結果、ラテックスバインダーを全く配合していない緑茶の茶殻配合紙では、全ての茶殻配合率の試料とも僅か1.6~3.0 N·m/g程度の比引張強さであった。つまり、乾燥状態に比べると比引張強さが大幅に低下していることがわかる。また、湿潤状態ではパルプ100wt%紙であっても同程度であった。このことから、湿潤状態ではパルプ繊維においても繊維間の接着力が非常に弱いことがわかる。一方、ラテックスバインダーを0.3 wt%配合した茶殻配合紙の湿潤状態での比引張強さは、茶種や茶殻配合率にかかわらずいずれも8.5~15.8 N·m/g程度であった。つまり、ラテックスバインダーを配合することにより、茶殻配合紙の湿潤状態での比引張強さをあ

る程度向上させることが可能であることがわかった。

次に、各種の茶殻配合紙に対して、乾燥状態での比破裂強さを測定した(図9)。その結果、乾燥状態の比引張強さとほぼ同様の傾向が見られた。つまり、データにバラツキはあるものの茶種による相違は見られず、茶殻配合

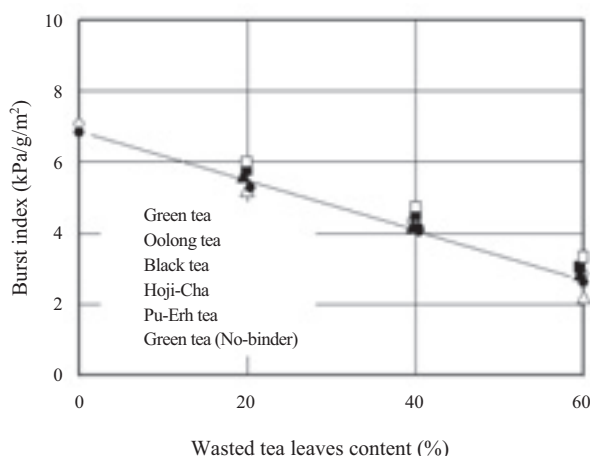


Fig. 9 Bursting index of papers containing wasted tea leaves. (Temperature : 23°C, Relative humidity : 50%)

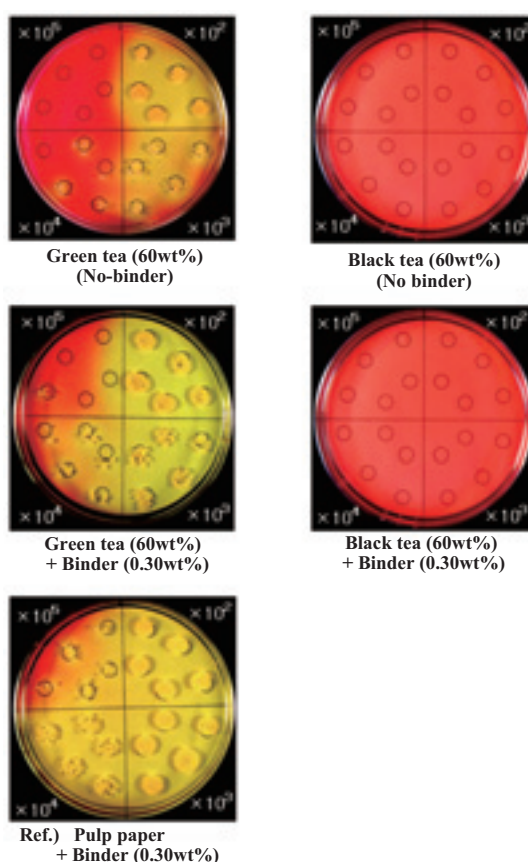


Fig. 10 The antibacterial properties of *Papers containing wasted tea leaves* for *Staphylococcus aureus*.

Table 3 The antibacterial properties of *Papers containing wasted tea leaves* for *Staphylococcus aureus*.

Sample	Kinds of tea	Wasted tea leaves content (wt%)	Binder content (wt%)	Incubation time (Hr.)	Antibacterial properties			
					Viable bacteria (CFU/ml)	Log C	Bacteriostatic activity	Bactericidal activity
Initial	—	—	—	0	1.0×10^5	5	—	—
Papers containing wasted tea leaves	Green tea	60	—	18	3.28×10^6	6.52	1.71	-1.52
		60	0.30	18	5.36×10^6	6.73	1.49	-1.73
	Black tea	60	—	18	ND	—	—	—
		60	0.30	18	ND	—	—	—
Ref.) Pulp sheet	—	0	0.30	18	1.64×10^8	8.22	—	—

* Not detected (<440)

率の増加に伴って比破裂強さが低下していた。このことから、比破裂強さにおいても主に繊維状であるパルプの絡み合いや水素結合が寄与するものと推察された。なお、ラテックスバインダーを0.3wt%配合している緑茶の茶殻配合紙では、比破裂強さが添加していないものに比べてやや高く現れる傾向はあるものの、僅かな差であった。これら茶殻配合紙の力学的性質の向上については、今後の課題であると云える。

3.3 茶殻配合紙の抗菌性

既に、茶葉は優れた抗菌性を有することが知られている[3]。抗菌性を有する配合紙の開発のため、茶葉中に含まれるカテキン類などの有用成分を生かすことを考えた。そこで、茶を煮出した後に残る茶殻を粉碎してパルプと混合し、抄紙した茶殻配合紙の抗菌性試験を行った。

粉碎した緑茶と紅茶の茶殻を用い、パルプに対して60wt%を配合した混合物を調整し、ラテックスバインダーを全く配合していないものと0.3wt%配合したものの、各々2種類の茶殻配合紙を作製した。そして、それらの茶殻配合紙の抗菌性試験を行った。その際、比較として茶殻を全く含まないパルプ100wt%紙(ラテックスバインダー0.3wt%配合)の抗菌性も調べた。図10に、希釈倍率 $10^2 \sim 10^5$ 倍の寒天培地の写真を示す。また、表3に抗菌性の評価結果を示す。

その結果、パルプ100wt%紙では、生菌数が培養18時間後には 1.64×10^8 CFU/mlにまで増殖していた。一方、ラテックスバインダーを全く含まない緑茶の茶殻60wt%配合紙とラテックスバインダー0.3wt%を含む緑茶の茶殻60wt%配合紙の生菌数は、共に 10^6 CFU/ml程度であった。つまり、ラテックスバインダーの配合の有無にかかわらず、菌の増殖がパルプ100wt%紙に比べて抑制されていることがわかった。このことから、ラテックスバインダーを0.3wt%配合していても、茶殻配合紙の抗菌性にはあまり影響しないことがわかった。

次に、紅茶の茶殻60wt%配合紙に対しても、同様の抗菌性試験を行った。その結果、ラテックスバインダー配合の有無にかかわらず生菌が認められず、優れた抗菌性を示した。このように、茶殻配合紙ではパルプ100wt%紙に比べて菌の増殖が抑制されており、優れた抗菌性を有することがわかった。特に、紅茶の茶殻配合紙は非常に優れた抗菌性を有していた。このことは、茶殻に含まれる成分であるカテキン類やテアフラビン類の含有量が関与している。これらのことは、後報にて詳しく述べることにする。

4. 結論

カテキン類の機能を生かした機能性配合紙の開発を目指し、抄紙法による茶殻配合紙の作製を試みた。そして、得られた茶殻配合紙の抗菌性を調べるとともに、その微細構造や力学的性質などについても調べた。

- (1) パルプに対して粉碎した茶殻を配合して抄紙したところ、どの茶種においても安定して茶殻を60wt%まで配合することが可能であった。
- (2) 光学顕微鏡や電子顕微鏡により、茶殻粉碎物や茶殻配合紙の観察を行った。その結果、マスコロイダーにより粉碎された茶殻は薄膜状であり、多くの気孔や螺旋紋道管が観察された。また、茶殻配合紙中の茶殻にも無数の気孔などが存在する複雑な構造をしていた。このことは、臭気物質の吸着などに有利に働くものと考えられる。また、茶種による構造の相違は、あまり見られなかった。
- (3) 各種の茶殻配合紙の力学的性質を調べるため、引張試験と破裂試験を行った。その結果、乾燥状態の茶殻配合紙の比引張強さや比破裂強さには茶種による差はあまり見られず、どの茶種においても茶殻配合率が増すに従って低下した。また湿潤状態での比引張強さは

乾燥状態に比べて大幅に低いものの、ラテックスバインダーの配合によっていずれの茶殻配合紙においても比引張強さが8.5~15.8 N·m/g程度にまで向上することがわかった。

- (4) 各種の茶殻配合紙に対して抗菌試験を行った。その結果、茶殻配合紙にはパルプ100wt%紙に比べて菌の増殖抑制効果が認められた。特に紅茶の茶殻配合紙は、非常に優れた抗菌性を有することがわかった。また、ラテックスバインダーを0.3wt%配合しても、茶殻配合紙の抗菌性には全く影響を及ぼさないこともわかった。これらのことから、茶殻配合紙の抗菌性を維持しつつ、且つ湿潤状態でもある程度の力学物性を保持させるには、ラテックスバインダーを配合することが有効であることがわかった。

文 献

1. R. Murayama, *The Food Industry*, **46**, 9, 64-70 (2003).
2. K. Muramatsu, I. Oguni, Y. Isemura, K. Sugiyama, M. Yamamoto, "Health science of tea: new possibility for physiological function", Japan Scientific Societies Press, 409-412 (2002).
3. M. Toda, Y. Ookubo, H. Ikigai, T. Shimamura, *Jpn. J. of bacteriology*, **45**, 2, 561-566 (1990).
4. H. Yasuda, T. Arakawa, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **59**, 7, 1232-1236 (1995).
5. J. Masuda, H. Moriwaki, J. Fukuyama, *J. of Urban Living and Health Association*, **48**, 2, 92-96 (2004).
6. S. Sakanaka, L. R. Juneja, M. Taniguchi, *J. Biosci. Bioeng.*, **90**, 1, 81-85 (2000).
7. J. M. T. Hamilton-Miller, *Antimicrob Agents Chemother.*, **39**, 11, 2375-2377 (1995).
8. K. Yanagimoto, K-G. Lee, T. Shibamoto, H. Ochi, *J. Agric. Food Chem.*, **51**, 25, 7396-7401 (2003).
9. T. Kada, K. Kaneko, S. Matsuzaki, T. Matsuzaki, Y. Hara, *Mutation Res.*, **150**, 1/2, 127-132 (1985).
10. M. Fukuyo, Y. Hara, K. Muramatsu, *J. of Jpn. Society of Nutrition and Food Sci.*, **39**, 6, 495-500 (1986).
11. M. Akagi, N. Fukuishi, T. Kan, Y. M. Sagesaka, R. Akagi, *Biol. Pharm. Bull.*, **20**, 5, 565-567 (1997).
12. K. Ochiai, *Tea*, **41**, 4, 13-17 (1988).
13. K. Miyagawa, F. Ootsubo, K. Katafuchi, *J. of home economics of Jpn.*, **40**, 6, 545-551 (1989).
14. Y. Gohya, S. Nakamura, *SUISANZOSHOKU*, **42**, 4, 567-570 (1994).