

機械漉きで作製されたりんご剪定枝和紙の物性

Properties of paper made from apple pruned branches by mechanical papermaking

八島 光勇^{*}，東 眞央^{*}，廣瀬 孝^{*}，山科 則之^{**}

Mitsutoshi YASHIMA^{*}，Mao AZUMA^{*}，Takashi HIROSE^{*}，Noriyuki YAMASHINA^{**}

概要

本稿では、りんご剪定枝パルプおよび針葉樹パルプを混合し、抄紙機を用いて作製した紙及び市販されている紙の物性を比較することで、りんご剪定枝パルプの一般的な紙等への利用可能性を評価した。その結果、りんご剪定枝パルプの平均繊維長は0.40mmであり、他の広葉樹パルプよりも短いことが分かった。また、作製した紙には異方性があり、比引張強さは紙の長手方向に比べ、短手方向に2.8倍大きいことも分かった。

キーワード：りんご剪定枝，パルプ，紙，坪量，引張強さ

緒言

JISによると、「紙」とは「植物繊維その他の繊維をこう（膠）着させて製造したもの。」と定義されている¹⁾。一般には植物繊維として、針葉樹や広葉樹から得たパルプが利用されている。針葉樹パルプに比べて広葉樹パルプは繊維が短いため、強度の面では劣るが、紙にしたときにそのきめ細やかさから、平滑度が高くなり、主に印刷用紙として利用される²⁾。一方、針葉樹パルプは、強度の高さから、主に梱包用紙等に利用されている²⁾。また、木村は、上質紙を代表とする一般的な紙には広葉樹が主体となるが、風合いの変化や強度面の補強で針葉樹を混ぜる場合があると報告している³⁾。

JISによると、「和紙」は、「我が国で発展してきた特有の紙の総称。手すき和紙と機械すき和紙とに分類される。本来は、じん皮繊維にねりを用い、手すき法によって製造された紙。現在では、化学パルプを用い、機械すき法によるものが多い」と定義されている¹⁾。著者らは既往の研究において、りんご剪定枝をパルプ化し、手漉きによって紙を作製、そのパルプや紙の物性評価を行なったと報告している⁴⁾。しかし、りんご剪定枝パルプを原料とし、機械漉きによって作製した紙に関する研究は行われていない。

本稿では、上述のJIS内容を比較項目とし、りんご剪定枝パルプおよび針葉樹パルプを混合、抄紙機を用いて作製した紙（以下りんご機械漉き和紙と称する）および、市販されている紙の物性を比較し、りんご剪定枝パルプの一般的な紙等への利用可能性を評価した。

実験方法

2.1 試料の作製

2.1.1 チップの作製

りんご剪定枝は2021年4月に青森県弘前市内にて剪定されたものを用いた。チップ化は、10mmのスクリーンを通して行なった。

2.1.2 パルプ化および紙化

りんご剪定枝のパルプ化は、2.1.1で作製した図1のりんご剪定枝チップを用いた。紙化は、りんご剪定枝パルプを50%、針葉樹パルプを50%で混合し、抄紙機を用いて行なった。

* 弘前大学教育学部技術教育講座

Department of Technology Education, Faculty of Education, Hirosaki University

** 弘前大学研究・イノベーション推進機構

Institute for the Promotion of Research and Innovation, Hirosaki University



図1 りんご剪定枝チップ

2.2 基本物性の評価

りんご剪定枝パルプの繊維長測定は、始めに試験管に蒸留水（共栄製薬社製）とパルプを投入し、ボルテックスミキサー（サイエンティフィックインダストリーズ社製，SI-0286）を用いて分散した。次に試験管中の混合水をスポイトにてスライドグラスに滴下し、105°C・12時間で乾燥，Swift社製，SS-110を用いて視野に入った完全な繊維100本を測定した。

紙の表面観察は、マイクロSCOPE（サンワサプライ社製，LPE-06BK）を用いた。紙の表面にMR-2メモリ（全長20mm，最小0.05mm）を挿入して画像を撮影し，観察を行った。

坪量の測定は，抄紙機にて作製した紙より210mm×297mmを16枚切り出し，長さは鋼尺（新潟精機社製，SD-300S），また質量は電子天秤（島津製作所社製，TW323N）を用いて測定，これらの値より坪量を算出，16枚の結果を平均した。引張強さの測定は，始めに坪量測定で用いたそれぞれの紙より，210mmの短手方向と297mmの長手方向に切り出した210mm×15mmの試料と硝酸マグネシウム六水和物（関東化学社製，特級）をデシケーターに入れ，それぞれ23°Cの定温乾燥器（アズワン社製，ONW-450S）内に置き，相対湿度 $50 \pm 2\%$ で24時間調湿した⁵⁾。次に卓上型引張圧縮試験機（A & D社製，MCT-1150）を用いてJISP8113に準じて引張速度20mm/minで試験を行った。試験片つかみ具から10mm以内で破断した試験片を除き，10枚の最大応力等から得られた引張強さの結果を平均した。また，坪量と引張強さより比引張強さを算出し，10枚の結果を平均した。

結果および考察

得られたりんご剪定枝パルプの平均繊維長を測定したところ，0.40mmであった。守屋らは，63種類の木

材をパルプ化し，それらの繊維長を測定したところ0.6～2.6mmの範囲にあったことを報告している⁶⁾。りんご剪定枝パルプの繊維長は，これらの繊維長よりも短いことが分かった。また，Zhong Wangらは製紙用の理想的なチップは，液体が均一に浸透・拡散できる程度に薄く，繊維長を保てる長さがあるものとし，具体的には厚さ4mm，長さ40mmのチップを最適チップ寸法と報告している⁷⁾。作製したりんご剪定枝パルプの繊維長が他の樹種の平均繊維長よりも短かったのは，チップ化の段階で10mmのスクリーンを通したため，図1に示すように最適チップ寸法を下回ったことが原因と推察される。りんご剪定枝チップのサイズとパルプの平均繊維長との関係については，今後の研究課題である。

図2～図4に種々の紙の表面画像を示した。りんご機械漉き和紙の表面では，りんご剪定枝パルプと針葉樹パルプが複雑に絡んでいる様子が観察された。また，りんご剪定枝パルプと針葉樹パルプを混合した紙に比べ，クリーム上質紙と印刷用紙Aは表面が平滑な印象を受けたが，繊維の様子については，表面画像からは確認することができなかった。

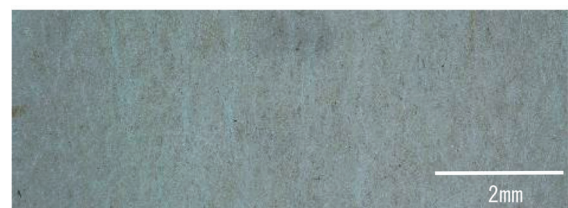


図2 りんご機械漉き和紙の表面画像

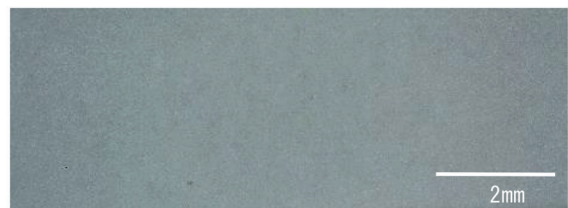


図3 クリーム上質紙の表面画像



図4 印刷用紙Aの表面画像

図5にそれぞれの紙の坪量を示した。坪量は、クリーム上質紙が 66.2g/m^2 、印刷用紙Aが 63.5g/m^2 、りんご機械漉き和紙が 71.0g/m^2 であり、りんご機械漉き和紙が最も大きかった。

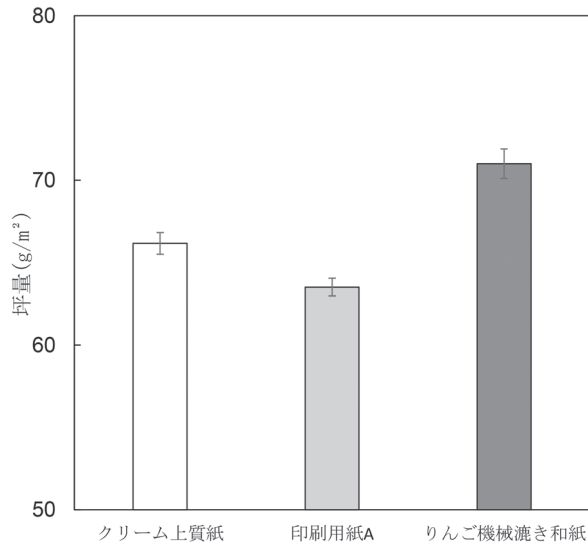


図5 坪量の比較

図6、図7に坪量測定で用いた紙の長手方向と短手方向における引張強さを示した。引張強さは長手方向で、クリーム上質紙が 3.82kN/m 、印刷用紙Aが 5.60kN/m 、りんご機械漉き和紙が 1.41kN/m であり、印刷用紙Aが最も大きかった。また短手方向では、クリーム上質紙が 3.01kN/m 、印刷用紙Aが 2.45kN/m 、りんご機械漉き和紙が 4.00kN/m であり、りんご機械漉き和紙が最も大きかった。この結果から、りんご機械漉き和紙も他の市販品と同様、紙の長手方向と短手方向における引張強さが異なることから、紙に異方性があることが分かった。

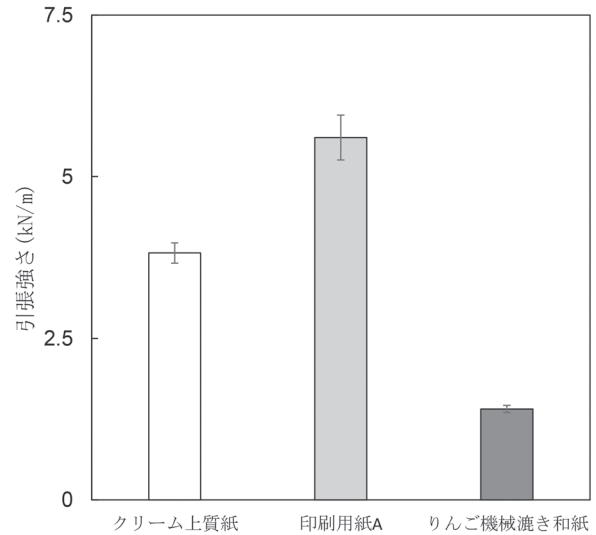


図6 長手方向における引張強さの比較

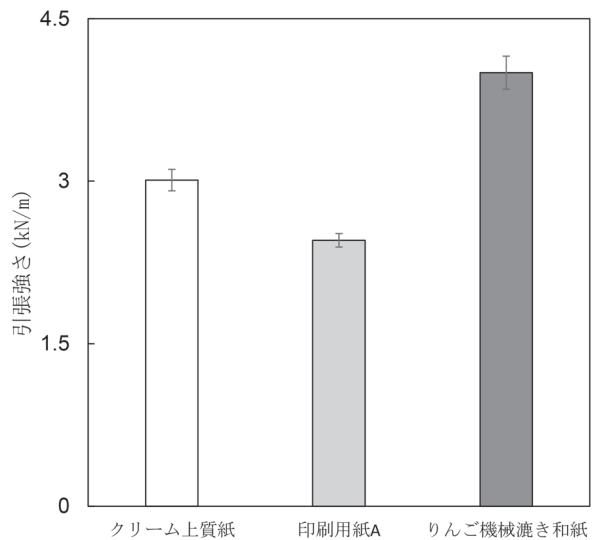


図7 短手方向における引張強さの比較

図8、図9に坪量測定で用いた紙の長手方向と短手方向における比引張強さを示した。比引張強さは長手方向で、クリーム上質紙が 0.058kN/m 、印刷用紙Aが 0.088kN/m 、りんご機械漉き和紙が 0.020kN/m であり、印刷用紙Aが最も大きかった。また短手方向では、クリーム上質紙が 0.046kN/m 、印刷用紙Aが 0.039kN/m 、りんご機械漉き和紙が 0.056kN/m であり、りんご機械漉き和紙が最も大きかった。この結果から、りんご機械漉き和紙も市販品の紙と近い比引張強さを有しており、紙として利用可能性は高いと考えた。また、りんご機械漉き和紙の比引張強さは長手方向に比べ、短手方向に2.8倍大きいことが分かった。

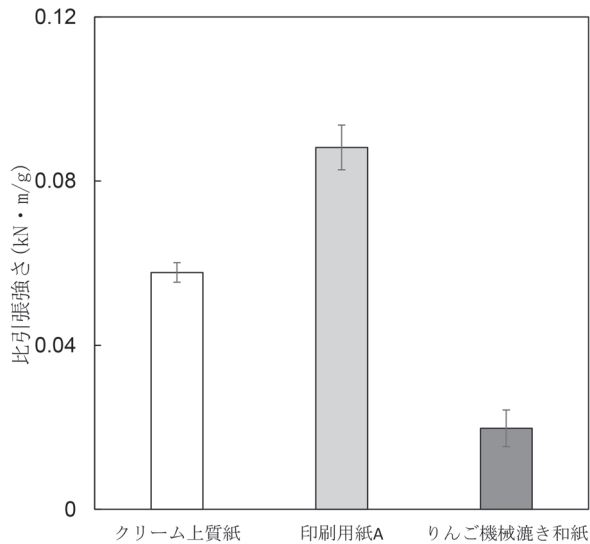


図8 長手方向における比引張強さの比較

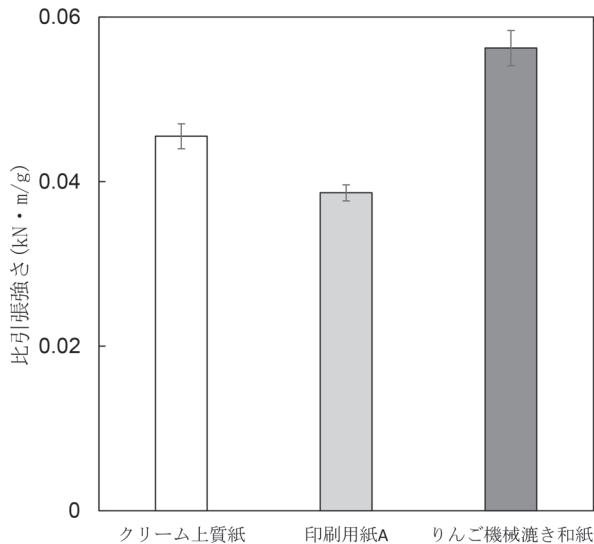


図9 短手方向における比引張強さの比較

結言

本稿では、りんご剪定枝パルプと針葉樹パルプを混合し、抄紙機を用いて作製した紙の物性を比較することで、りんご剪定枝パルプの一般的な紙等への利用可能性を評価した結果、以下の知見が得られた。

- (1) りんご剪定枝パルプの平均繊維長は、0.40mmであることが分かった。
- (2) りんご機械漉き和紙の比引張強さを測定した結果、比引張強さは長手方向に比べ、短手方向に2.8倍大きいことが分かった。

引用文献

- 1) 日本工業規格：“JIS P0001：1998 紙・板紙及びパルプ用語”（日本規格協会）
- 2) 畑 幸徳：広葉樹パルプを使用せる紙の印刷適性，紙パ技協誌，15巻，119号，pp.105-108（1961）
- 3) 木村篤樹：紙メディアの未来と動向，日本画像学会誌，第56巻，第5号，pp.530-536（2017）
- 4) 廣瀬 孝，八島光勇，山科則之：りんご剪定枝を原料としたパルプとその物性に関する研究，弘前大学教育学部，第125巻，pp.145-148（2021）
- 5) 日本工業規格：“JIS P8111：紙，板紙及びパルプ - 調湿及び試験のための標準状態”（日本規格協会）
- 6) 守屋正夫：木材繊維の形態的特性と紙の性質について，紙パ技術紙，第21巻，第3号，pp.112-221（1967）
- 7) Zhong Wang, Johan Gullichsen：新しいチップ化技術によるKPパルプ化の改良，紙パ技術紙，第52巻，第7号，pp.922-928（1998）

謝辞：試料をご提供頂いた三菱製紙株式会社八戸工場様，津軽ゆめりんごファーム様に深く感謝の意を表する。

(2022. 9. 1 受理)