

りんごおよびさくら剪定枝パルプとリサイクルパルプを混合した 機械漉き紙の物性比較

Properties comparison of machine paper made from apple and cherry trees pruned branches pulp and recycled pulp

八島 光勇*・東 眞央**・廣瀬 孝*,**・山科 則之***

Mitsutoshi YASHIMA*・Mao AZUMA**・Takashi HIROSE*,**・Noriyuki YAMASHINA***

要 旨

作製したりんご剪定枝パルプ及びさくら剪定枝パルプとリサイクルパルプを混合した紙の物性を測定し、比較を行った。具体的には、りんご剪定枝およびさくら剪定枝からチップを作製し、それをアルカリ蒸解によってパルプ化した。次に、得られたパルプとリサイクルパルプを同割合にて複合し、機械すきにて抄紙後、両紙の物性を調べた。その結果、引張強さはりんご剪定枝から作製した紙の方が高いことが分かった。また、測定した坪量より求めた変動係数から、両紙とも地合いの良い紙であることが分かった。

キーワード：さくら剪定枝、りんご剪定枝、リサイクルパルプ、紙、坪量、引張強さ

緒言

既往の研究において、著者らは、りんご剪定枝パルプと針葉樹パルプの混合率が、それぞれ50%の機械漉き紙とさくら剪定枝パルプとリサイクルパルプの混合率がそれぞれ50%の機械漉き紙の物性評価を行っている^{1), 2)}。しかし、りんご剪定枝パルプとさくら剪定枝パルプに対し、同種のパルプを混合した機械漉き紙を作製していないため、同条件での比較を行えていないのが現状である。

そこで本稿では、市販を目的として作製されたりんご剪定枝紙およびさくら剪定枝紙の種々の物性を測定し、比較を行った。

実験方法

2.1 試料の作製

2.1.1 チップの作製

りんご剪定枝及びさくら剪定枝のチップ化は、図1



図1 チップ化の様子

に示す津軽バイオチップ社所有のチッパー機（MUS-MAX社製）を用いて行った。

2.1.2 パルプ化および紙化

りんご剪定枝チップ、さくら剪定枝チップのパルプ化は、西嶋和紙工業協同組合所有の装置によりソーダ

* 弘前大学農学生命科学研究科農学生命科学専攻
* Department of Agriculture, Graduate School of Agriculture, Hirosaki University
** 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

法で未晒パルプを作製した。

紙化は、丸重製紙企業組合所有の抄紙機を用いて行った。りんご剪定枝紙は坪量60g/m²を、さくら剪定枝紙は坪量65g/m²を目標に作製した。また紙の混合比率は、りんご、さくら剪定枝パルプの混合率が50%に対し、断裁等の工程で発生する損紙から得たりサイクルパルプを50%混合し、抄紙を行った。

2.2基本物性の評価

基本物性の評価として、坪量、引張強さの測定、色差の測定を行った。坪量の測定は、作製した紙より、250mm×200mmの試験片を20枚作製し、長さおよび幅は鋼尺（新潟精機社製，SD-300S）を用いて、また質量の測定は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、それごと23℃の定温乾燥器（アズワン社製，ONW-450S）内に置き、相対湿度50±2%で24時間調湿後、電子天秤（島津製作所社製，TW323N）を用いて質量測定し、これらの値より坪量を算出、20枚の結果を平均した³⁾。

引張強さの測定は、坪量測定で用いたそれぞれの紙より切り出した150mm×15mmの試験片を坪量測定時と同条件で調湿後、卓上型引張圧縮試験機（A&D社製，MCT-1150）を用いてJISP81134)に準じ、引張り速度20mm/minで引張試験を行い、試験片の末端から10mm以内で破断した試験片を除く10枚の試験片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、測定し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。

色差の測定は、簡易型分光色差計（日本電色工業株式会社製，NF-333）を用いて、それぞれの紙より150mm×100mmを1枚切り出し、任意の10か所のLab色空間（L*値：明度，a*値：+赤～-緑，b*値：+黄色～-青⁵⁾）を測定、その結果を平均した。また、色度（a*）と色度（b*）より、式（1）を用いて彩度（C*）を算出し、10枚の結果を平均した。

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (1)$$

結果および考察

図2に各紙の坪量を示した。りんご剪定枝紙の坪量（平均値±標準偏差）は65.33±0.42g/m²で、さくら剪定枝紙は67.73±0.26g/m²であった。この結果から、作製した紙は市販されているクリーム上質紙と同程度の坪量を有することが分かった¹⁾。また、これら

の値に対して有意差があるかt検定を行ったところ、 $p < 0.05$ であることより、有意差を有していることが分かった。

一方、繊維が均一に分布している紙を地合いの良い紙であると表現されるが、この地合いの良さは紙の強度や印刷適性などの性質に影響をおよぼす重要な因子として知られている⁶⁾。地合いの良さを表す指数として用いられるのが、紙の坪量の変動係数である⁷⁾。この変動係数が小さいほど、地合いが良いとされ、坪量の変動係数Swは式（2）によって求めることが可能である。

$$Sw = \frac{SD}{W} \times 100 \quad (2)$$

SD;坪量変動成分の標準偏差，W;坪量の平均値

式（2）に本稿での坪量測定結果を当てはめると、りんご剪定枝紙の坪量変動係数は0.64%、さくら剪定枝紙の変動係数は0.39%であった。著者らはこれまでの研究で、印刷用紙Aの坪量変動係数を測定しており、その値は、0.85%であったことを報告している¹⁾。今回作製したりんご剪定枝紙とさくら剪定枝紙も印刷用紙よりも地合いの良い紙であることが分かった。

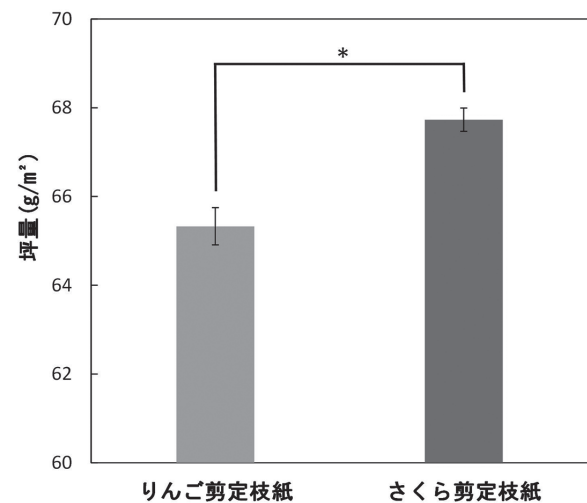


図2 各紙の坪量
* : $p < 0.05$

図3に各紙の引張強さを示した。縦方向の引張強さ（平均値±標準偏差）はりんご剪定枝紙が4.2±0.20kN/mであったが、さくら剪定枝紙は3.9±0.13kN/mであった。横方向の引張強さ（平均値±標準偏差）はりんご剪定枝紙が1.4±0.07kN/mであったが、さくら剪定枝紙は1.3±0.03kN/mであった。これらの値に対して有意差があるかt検定を行ったところ、 $p < 0.05$ であることより、有意差を有している

ことが分かった。これより、縦方向及び横方向の引張強さはりんご剪定枝紙の方が高いことがわかった。また、横方向の引張強さに対し、縦方向の引張強さはりんご剪定枝紙では2.9倍、さくら剪定枝紙では3.0倍程度の差があることが分かった。

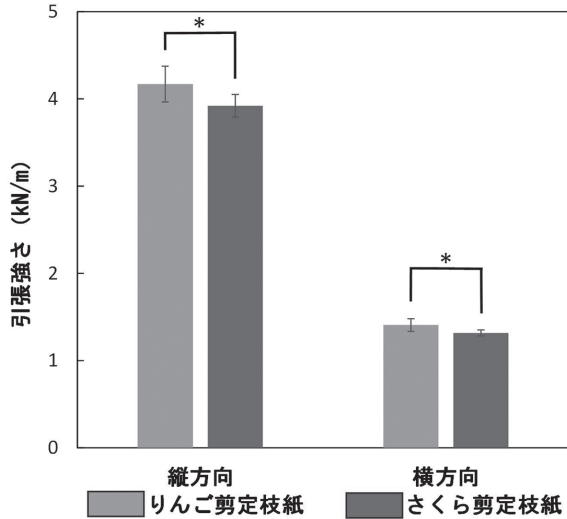


図3 各紙の引張強さ
* : $p < 0.05$

図4に各紙の比引張強さを示した。縦方向の比引張強さ(平均値±標準偏差)はりんご剪定枝紙が $0.064 \pm 0.003 \text{ kN} \cdot \text{m/g}$ であったが、さくら剪定枝紙は $0.058 \pm 0.002 \text{ kN} \cdot \text{m/g}$ であった。横方向の比引張強さ(平均値±標準偏差)はりんご剪定枝紙が $0.022 \pm 0.001 \text{ kN} \cdot \text{m/g}$ であったが、さくら剪定枝紙は $0.019 \pm 0.001 \text{ kN} \cdot \text{m/g}$ であった。これらの値に対して有意差があるかt検定を行ったところ、 $p < 0.05$ であることより、有意差を有していることが分かった。これより、縦方向及び横方向の比引張強さはりんご剪定枝紙の方が高いことがわかった。

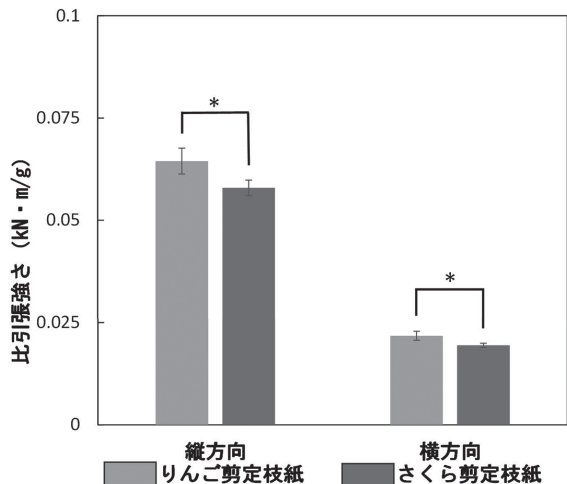


図4 各紙の比引張強さ
* : $p < 0.05$

図5に各紙の色差(L^* 値)を示した。 L^* 値(平均値±標準偏差)はりんご剪定枝紙が 77.5 ± 0.18 でさくら剪定枝紙が 76.1 ± 0.11 であった。これらの値に対して有意差があるかt検定を行ったところ、 $p < 0.05$ であることより、有意差を有していることが分かった。これより、 L^* 値はりんご剪定枝紙の方が高いことが分かった。

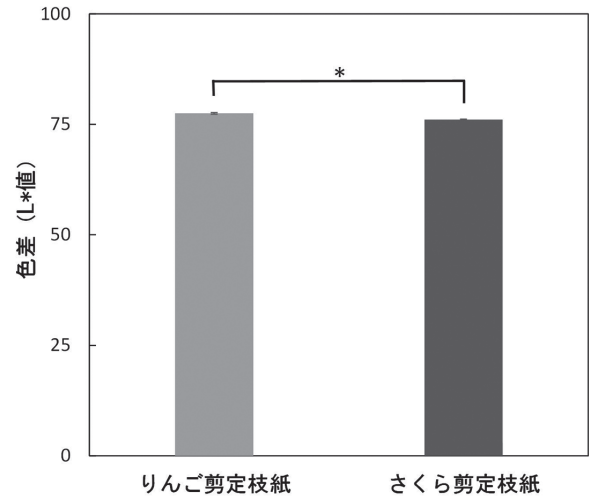


図5 各紙の L^* 値
* : $p < 0.05$

図6に各紙の色差(a^* 値)を示した。色差 a^* 値(平均値±標準偏差)は、りんご剪定枝紙が 3.50 ± 0.07 でさくら剪定枝紙が 2.45 ± 0.05 であり、これらの値に対して有意差があるかt検定を行ったところ、 $p < 0.05$ であることより、有意差を有していることが分かった。

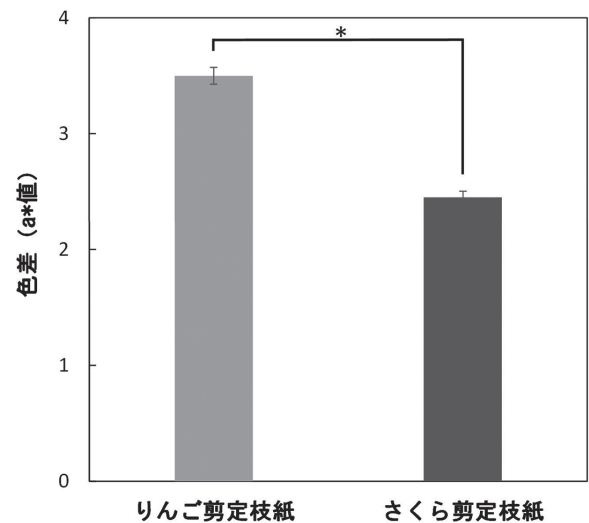


図6 各紙の a^* 値
* : $p < 0.05$

図7に各紙の色差(b^* 値)を示した。色差 b^* 値(平均値±標準偏差)はりんご剪定枝紙が 12.88 ± 0.32

でさくら剪定枝紙が 13.00 ± 0.10 であった。これらの値に対して t 検定を行ったところ、 $p < 0.05$ の有意差が確認されなかったため、色差 (b^* 値) は同程度であることが分かった。

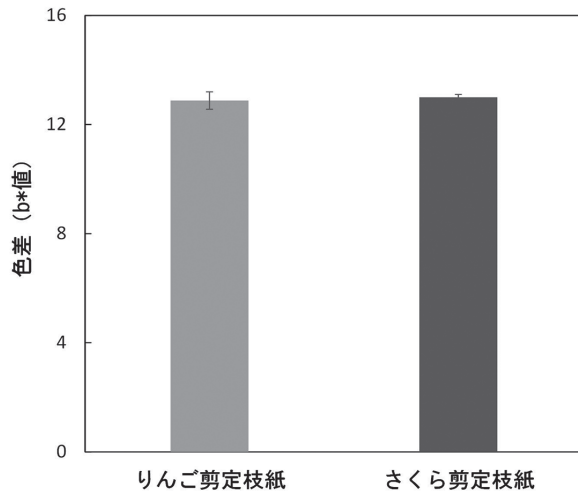


図7 各紙の b^* 値

図8に各紙の彩度 C^* 値を示した。彩度 C^* 値 (平均値 \pm 標準偏差) は、りんご剪定枝紙で 13.4 ± 0.33 、さくら剪定枝紙で 13.23 ± 0.12 であった。これらの値に対して t 検定を行ったところ、 $p < 0.05$ の有意差は確認されなかったため、両紙は同程度の彩度を有することが分かった。

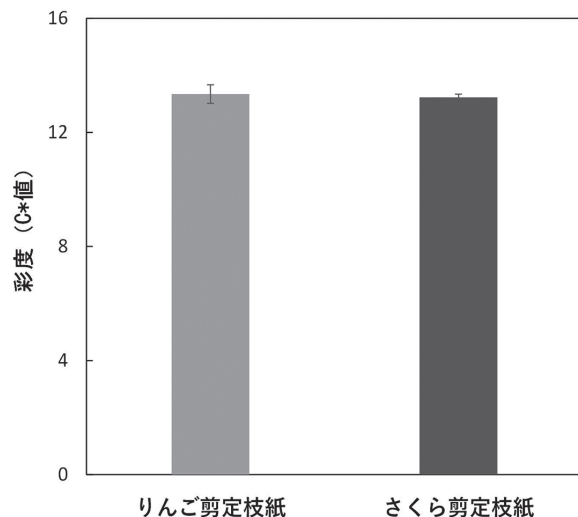


図8 各紙の C^* 値

おわりに

本稿では、りんご剪定枝及びさくら剪定枝をパルプ化し、得られたパルプ及びリサイクルパルプを混合、作製した紙の物性を評価した結果、以下の知見が得られた。

- (1) りんご剪定枝パルプ及びさくら剪定枝パルプを同比率でリサイクルパルプと混合した紙の坪量を測定したところ、両紙とも印刷用紙Aと比較して地合いの良い紙と言えることが分かった。
- (2) りんご剪定枝パルプ及びさくら剪定枝パルプを同比率でリサイクルパルプと混合した紙に対し、引張試験を行ったところ、引張強さ及び比引張強さはりんご剪定枝パルプを混合した紙の方が高かった。
- (3) りんご剪定枝パルプ及びさくら剪定枝パルプを同比率でリサイクルパルプと混合した紙の彩度 C^* 値を測定したところ、同程度であることが分かった。

引用文献

- 1) 八島光勇, 東 眞央, 廣瀬 孝, 山科則之: さくら剪定枝パルプとリサイクルパルプより作製された機械漉き紙の物性, 弘前大学教育学部紀要, 129号 (2023)
- 2) 八島光勇, 東 眞央, 廣瀬 孝, 山科則之: 機械漉きで作製されたりんご剪定枝和紙の物性, 弘前大学教育学部紀要, 128号 (2022)
- 3) 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)
- 4) 日本工業規格: “JIS P8113: 紙及び板紙- 引張特性の試験方法- 第2部: 定速伸長法” (日本規格協会)
- 5) 妹尾拓司, 橋本晋輔, 三ツ井奨一郎, 山本涼平, 猪谷富雄: 紫稲および黄稲系統の品種特性ならびに色素発現に及ぼす光の影響, 日作紀, 第90巻, 第2号, pp. 182-193 (2021)
- 6) 佐藤一郎: 印刷関連計測法と数値評価, 日本印刷学会誌, 第30巻, 第3号, pp162-168 (1993)
- 7) 村上浩二: 紙・パルプ- 紙, 繊維学会誌, 第50巻, 第6号, pp260-263 (1994)

(2024. 1. 11 受理)