

秋田スギを原料とした手漉き紙に関する研究 — パルプ混合率と引張強さとの関係 —

Properties of Handmade Paper Made From Cedar (*Cryptomeria Japonica*) in Akita Prefecture

— The Relationship Between Pulp Mixing Ratios and Tensile Strength —

八島 光勇^{*}，廣瀬 孝^{*, **}，遠田 幸生^{***}

Mitsutoshi YASHIMA^{*}, Takashi HIROSE^{*, **}, Yukio ENDA^{***}

要 旨

合板の製造工程で発生する秋田スギの剥き芯材をパルプ化，マニラアサパルプと異なる比率で混合して手漉き紙を作製した。その結果，秋田スギ由来パルプの繊維長の値（平均値±標準偏差）は $1.77 \pm 0.54 \text{ mm}$ であった。また，作製した手漉き紙の引張強さを測定したところ，秋田スギ由来パルプの混合率が増加するに従って引張強さは低下する傾向を示した。また，比引張強さを算出した結果，秋田スギ由来パルプから作製した紙はマニラアサパルプから作製した紙の4割程度の強度を有することが分かった。

キーワード：秋田スギ，マニラアサ，パルプ，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由来パルプを20%，マニラアサパルプを80%の率で混合して薄葉紙を試作した¹⁾。一方，著者らは既往の研究において，和紙の原料である楮の混合率を20%で固定し，りんご剪定枝パルプと針葉樹パルプ（スギ）の混合率を変えながら手漉き紙を作製し，パルプの繊維長や作製した紙の引張強度等の測定を行った²⁾。その結果，図1に示す通り針葉樹パルプ（スギ）の混合率が高くなるに従って，比引張強さは高くなり，針葉樹パルプ（スギ）の混合率が70%と40%の紙を比較すると，前者が後者の二倍程度比引張強さが高くなることが分かった。

この結果より，紙中の針葉樹パルプの混合率が増加すると紙の強度が高まることが分かり，紙糸用の薄葉紙に針葉樹パルプを混合する場合，薄葉紙の引張強さ等の向上によって，その混合率を広葉樹実績値である20%¹⁾以上に高めることができる可能性が示唆された。

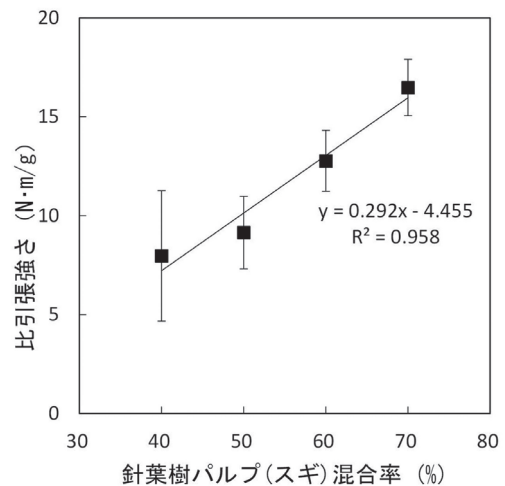


図1 混合率と比引張強さの関係²⁾

そこで本研究では，針葉樹である秋田スギを原料としてパルプ化を行い，作製した秋田スギ由来パルプと紙糸用薄葉紙の原料として用いられるマニラアサパルプの比率を変えながら混合して手漉き紙を試作，その物性を評価した。

* 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
*** 秋田県産業技術センター
Akita Industrial Technology Center

実験方法

2.1.1 チップの作製

原料となる秋田スギのチップは、図2に示す合板の製造工程で発生する剥き芯材を使用し、秋田プライウッド社所有のチップパー機を用いて図3に示すチップを作製した。



図2 スギの剥き芯材³⁾



図3 作製したチップ

2.1.2 パルプ化および紙化

2.1.1で作製したチップのパルプ化は、図4に示す西嶋和紙工業協同組合所有の装置で行った。具体的には、蒸解釜に作製したチップを460kg、苛性ソーダ（水酸化ナトリウム）を134.4kg投入し、ソーダ法にて化学パルプを作製した。図5に作製した秋田スギ由来パルプを示す。

紙化は、手漉きセット（大和科学教材研究所製）を用いて行った。手漉き紙中の秋田スギ由来パルプとマニラアサパルプの混合率は100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100となるように混合し、ミキサー（アイリスオーヤマ社製, IJM-M800-W）を用いて20秒間、高速モードで叩解処理を行った。坪量はJIS P 8222⁴⁾に規定される60g/m²を目標に抄紙した。作製した紙を図6に示した。

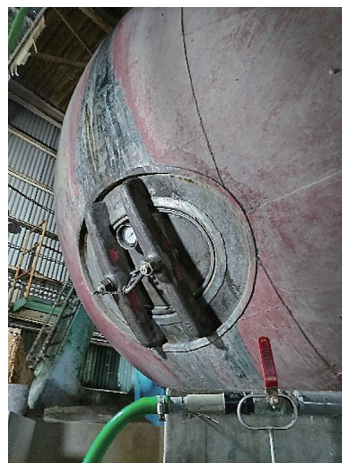


図4 パルプ化に用いた装置

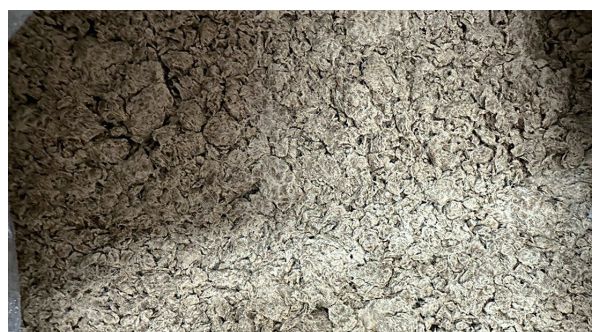


図5 作製されたパルプ



図6 作製した手漉き紙
画像左より秋田スギ由来パルプ混合率
0%, 25%, 50%, 75%, 100%

2.2 基本物性の評価

基本物性の評価として、秋田スギ由来パルプおよびマニラアサパルプの繊維長測定、坪量、引張強さの測定を行った。パルプの繊維長測定は、はじめに試験管に蒸留水とパルプを投入し、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。容器内に繊維の浮遊が目視で確認された混合水をスポイトにてスライドガラスに滴下し、105℃・12時間で乾燥、マイクロスコプを用いて視野に入った完全な繊維100本を測定し、平均繊維長を求めた。

坪量の測定は、作製した手漉き紙の長さおよび幅を鋼尺（新潟精機社製，SD-300S）にて、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 $50 \pm 2\%$ で24時間調湿後、電子天秤（島津製作所社製，TW323N）を用いて測定し、これらの値より坪量を算出した⁵⁾。

引張強さの測定は、それぞれの紙より切り出した150mm×15mmの試験片を調湿後、卓上型引張圧縮試験機（A&D社製，MCT-1150）を用いてJISP8113⁶⁾に準じ、引張り速度20mm/minで引張試験を行い、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。

結果および考察

作製したチップの含水率を測定したところ、25.3%であった。図7に作製された秋田スギ由来パルプのマイクロスコープ画像、図8にマニラアサパルプのマイクロスコープ画像を示した。これらの画像よりパルプの平均繊維長を測定したところ、図9に示すように繊維長の値（平均値±標準偏差）は秋田スギ由来パルプが $1.77 \pm 0.54\text{mm}$ であったのに対し、マニラアサパルプは $3.99 \pm 1.69\text{mm}$ であった。これらの値に対し、有意差検定を行ったところ、有意差が確認された。この結果より本研究で作製した秋田スギ由来パルプは、マニラアサパルプの半分程度の繊維長であることが分かった。



図7 秋田スギ由来パルプ



図8 マニラアサパルプ

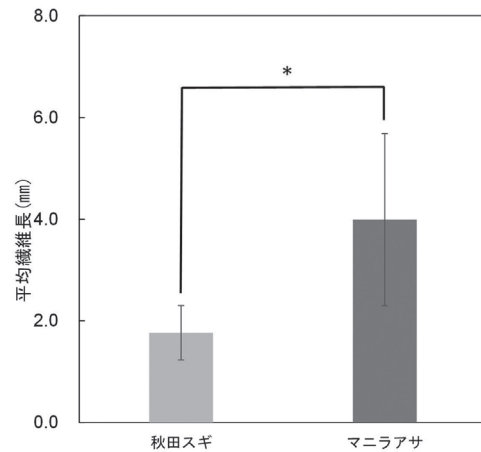


図9 両パルプの繊維長
* : $p < 0.05$

手漉き紙の引張強さを測定した結果を図10、比引張強さを図11に示した。引張強さおよび比引張強さは秋田スギ由来パルプの混合比率が高くなるにつれて低下する傾向を示し、引張強さ、比引張強さの決定係数 R^2 は0.98と高い値であった。また、マニラアサパルプ100%の紙と秋田スギ由来パルプ100%の紙の比引張強さを比較すると、秋田スギ由来パルプから作製した紙はマニラアサパルプから作製した紙の4割程度の強度を有することが分かった。

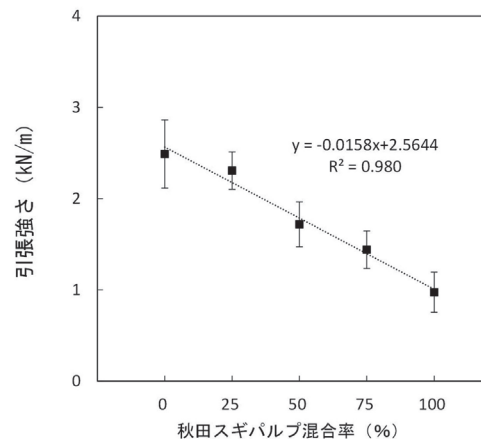


図10 各紙の引張強さ

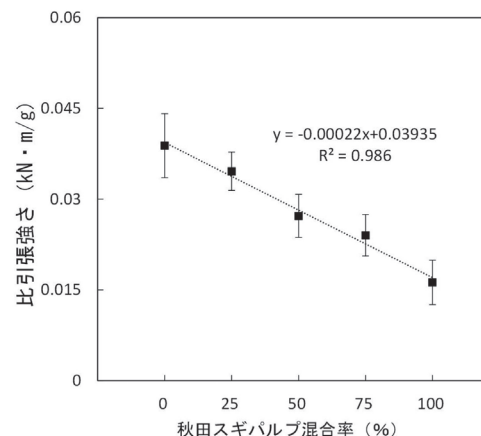


図11 各紙の比引張強さ

結言

本稿では、秋田スギ由来パルプとマニラアサパルプを異なる比率にて混合後、手漉き紙を作製、引張強さや比引張強さの測定を行い、その物性を評価した。その結果、以下の知見が得られた。

- (1) 秋田スギ由来パルプの繊維長の値（平均値±標準偏差）は $1.77 \pm 0.54\text{mm}$ であることが分かった。
- (2) 手漉き紙の引張強さは秋田スギ由来パルプの混合率が高くなるに従って減少する傾向を示した。
- (3) 手漉き紙の比引張強さを算出した結果、秋田スギ由来パルプから作製した紙はマニラアサパルプから作製した紙の4割程度の強度を有することが分かった。

引用文献

- 1) 八島光勇，廣瀬孝，りんご剪定枝を原料とした紙糸用薄葉紙の引張強さに関する研究，弘前大学教育学部紀要，132巻，pp. 95-98（2024）
- 2) 八島光勇，廣瀬孝，東真央，山科則之，手漉きにより作製したりんご剪定枝由来紙の物性に関する研究 ―針葉樹パルプ混合による影響―，弘前大学教育学部紀要，129巻，pp. 71-74（2023）
- 3) 秋田プライウッド株式会社 HP：https://www.aplywood.co.jp/
- 4) 日本規格協会，日本工業規格：“JIS P 8222：パルプ－試験用手すき紙の調整方法－標準手すき機による方法”（2015）
- 5) 日本規格協会，日本工業規格：“JIS P 8111：紙，板紙及びパルプ－調湿及び試験のための標準状態－”（1998）
- 6) 日本規格協会，日本工業規格：“JIS P 8113：紙及び板紙－引張特性の試験方法－”（2006）

謝辞：本研究は2024年度東光虻川ものづくり財団研究助成金によって実施したものであり，ここに深く感謝の意を表する。また，秋田スギのチップをご提供いただいた秋田プライウッド株式会社様に心から感謝の意を表する。

（2025. 1. 14 受理）