

高速道路間伐材を原料とした紙糸用薄葉紙の 引張強さに関する研究

Study on the tensile strength of tissue paper for paper yarn made from highway thinning wood

廣瀬 孝*・齊藤 智*・東 眞央*・八島 光勇*,**

Takashi HIROSE*・Tomo SAITO*・Mao AZUMA*・Mitsutoshi YASHIMA**

要 旨

高速道路間伐材由来パルプとマニラアサパルプを混合して薄葉紙を試作，一般的な薄葉紙と引張強さを比較することで，紙糸として用いる可能性を調べた。その結果，3,100mの薄葉紙と菊判100枚を試作することができた。またその坪量は， 19.7 ± 0.98 g/m²であった。試作した薄葉紙の引張強さは 1.15 ± 0.12 kN/mであったのに対して，比較品は 1.17 kN/mであり，ほぼ同等の値であった。引張強さ試験後の試験片の切断部において，パルプ化時の溶け残り等欠陥部となりうる部位は観察されなかった。

キーワード：高速道路間伐材，マニラアサ，パルプ，薄葉紙，引張強さ

緒言

既往の研究において著者らは，りんご剪定枝等地域バイオマスを原料とした紙化に関して研究を行い，量産化試作段階まで進めることができた。一方，紙以外のパルプの活用方法として，繊維化が挙げられる。一般的には，製紙原料として利用され，強靱な繊維を持つ¹⁾ マニラアサ (*Musa textilis* Nee) 等を原料とし，図1の工程で紙糸及び生地を作製することができる。



図1 紙糸の工程

ニセアカシア (*Robinia pseudoakasia* L.) は，別名ハリエンジュと呼ばれ，日本には1873年に導入された。一般に街路樹，砂防林，蜜源植物，薪炭材，庭木，肥料に利用されている^{2), 3)}。どんな土壌でも育ち，耐暑性，耐寒性，耐乾性があり，繁殖力が強いいため，侵略的外来種ワースト100に選ばれている³⁾。ニセアカシアは他の木材と比較して結晶性セルロースの割合

が高く，その繁殖力も相まって紙の原料であるセルロースを他種の木材より多く入手可能等，パルプ原料として適していると推察される⁴⁾。

既往の研究において，上嶋らは，紙の欠陥部が自由端に存在すると応力集中が顕著になると報告している⁵⁾。そのため，作製した薄葉紙に欠陥部が発生すると，撚糸工程で，スリットが破断してしまい，紙糸を作製できない可能性がある。

そこで本研究では，ニセアカシアパルプとマニラアサパルプを混合して薄葉紙を試作，一般的な薄葉紙と引張強さを比較することで，紙糸として用いる可能性を調べた。

実験方法

2.1 試料の作製

2.1.1 チップの作製

原料として，2023年の春頃にNEXCO 東日本青森管理事務所管内で間伐されたニセアカシアを中心とした高速道路にて間伐された木材（以下：高速道路間伐材と称す）を用いた（図2）。またチップ化は，津軽

* 弘前大学教育学部技術教育講座

* Department of Technology Education, Faculty of Education, Hirosaki University

** 弘前大学農学生命科学研究科

** Graduate school of Agriculture and Life Science, Hirosaki University

バイオチップ社にてチップパー機（MUS-MAX 社製）を用いて行った。図3にチップ化の様子を示した。



図2 原料として用いた高速道路間伐材

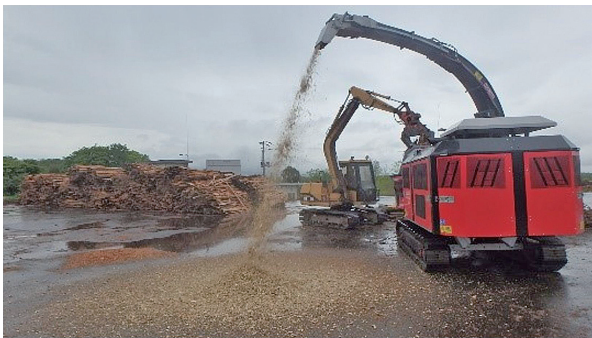


図3 チップ化の様子

2.1.2 パルプ化および紙化

高速道路間伐材のパルプ化は、西嶋和紙工業協同組合所有の装置で行った。具体的には、蒸解釜に乾燥質量550kgの高速道路間伐材チップを投入し、苛性ソーダ（水酸化ナトリウム）220kg、水分量45%で全質量を995kgになるよう調整、ソーダ法を用いてパルプを作製した。図4に高速道路間伐材由来パルプを示す。



図4 高速道路間伐材由来パルプ

紙化は、高速道路間伐材由来パルプとマニラアサパルプを1：9の割合（ドライ換算：ニセアカシアパルプ8kg、マニラアサパルプ72kg（図5））で図6のように混合し、図7の通り丸重製紙企業組合所有の抄紙機によって紙化を行った。



図5 マニラアサパルプ



図6 パルプを混合している様子



図7 紙化の様子

2.2 基本物性の評価

坪量測定は、250mm×200mmの試験片を計20枚作製し、硝酸マグネシウム六水和物（関東化学社製、特級）とともにデシケーターに入れ、それぞれ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時間調湿した。次に、電子天秤（島津製作所社製、TW323N）を用いて質量を測定し、計算により坪量を導き出した。

引張強さの測定は、それぞれの紙より200mm×15mmの試験片を計10枚切り出し、坪量測定と同条件で調湿した。次に卓上型引張圧縮試験機（A&D社製、MCT-1150）を用いて JIS P 8113に準じて20mm/minで行い、試料の最大応力等から得られた引張強さの結果を平均した。また比較として、マニラアサを原料とした一般的な紙糸用の薄葉紙を用いた（以下：比較品

と称す，坪量，引張強さ：それぞれ2枚）。

結果と考察

本研究においてロール状3,100m，菊判100枚を試作することができた。図8に試作したロール状の薄葉紙を示した。また図9に両紙の坪量を示した。JIS P0001では，薄葉紙は坪量40g/m²以下と定義されている⁸⁾が，試作した薄葉紙の坪量は19.7±0.98g/m²であったのに対して，比較品は14.8g/m²で同じく薄葉紙の範囲にあることが分かった。



図8 試作したロール状の薄葉紙

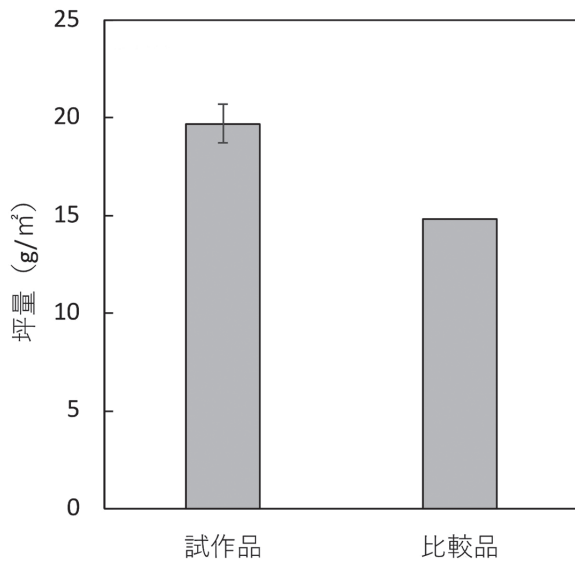


図9 両紙の坪量

両紙の引張強さを図10に示した。試作した薄葉紙の引張強さは1.15±0.12kN/mであったのに対して，比較品は1.17kN/mであり，ほぼ同等の値であることが分かった。

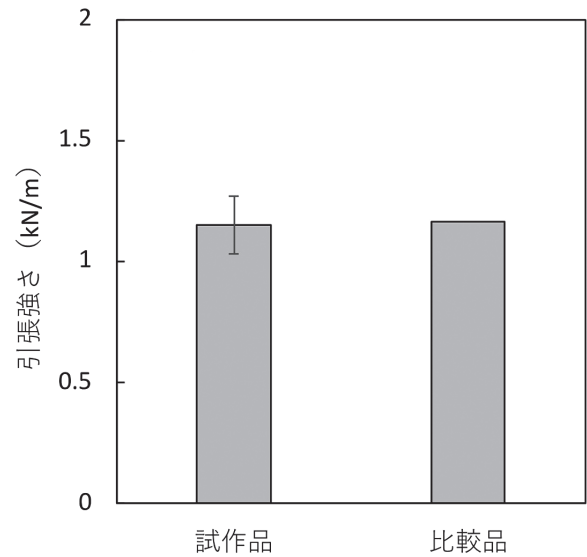


図10 両紙の引張強さ

両紙の比引張強さを図11に示した。試作した薄葉紙の引張強さは0.059±0.006kN・m/gであったのに対して，比較品は0.079kN・m/gと比較品の方が34%程度高いことが分かった。試作品はマニラアサパルプが比較品と比べて10%少なく，それが低い一因と推察される。また図12に引張試験後の切断部を示した。切断部においてパルプ化時の溶け残り等欠陥部となりうる部位は観察されなかった。引張強さは同等だったため，撚糸工程でスリットが破断してしまい，紙糸を作製できない可能性は低いと考えられた。

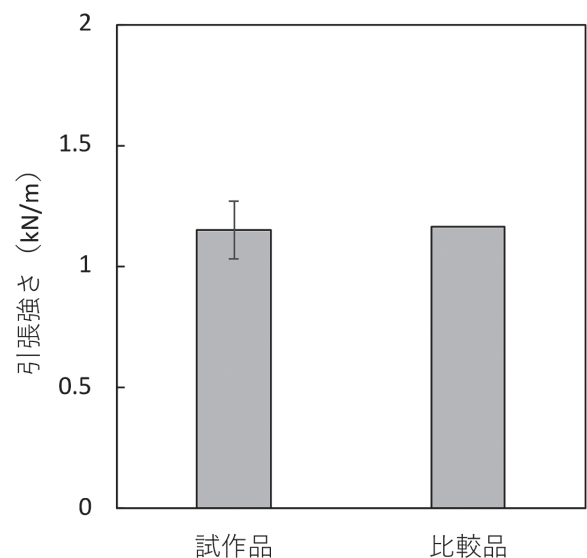


図11 両紙の比引張強さ



図12 引張試験後の切断部

図13に iPad Air 4 (スペースグレー) を透かした様子を示した。リンゴマークや iPad の輪郭等薄っすらと確認できる状態にて作製できていることが分かった。



図13 iPad Air 4 (スペースグレー) を透かした様子

結言

高速道路間伐材由来パルプとマニラアサパルプを混合して薄葉紙を試作，一般的な薄葉紙と引張強さを比

較することで，紙糸として用いる可能性を調べた結果，次のような知見が得られた。

- (1) 3,100m の薄葉紙と菊判100枚を試作することができた。また，その坪量は $19.7 \pm 0.98 \text{g/m}^2$ であった。
- (2) 試作した薄葉紙の引張強さは $1.15 \pm 0.12 \text{kN/m}$ であったのに対して，比較品は 1.17kN/m であり，ほぼ同等の値であった。
- (3) 引張強さ試験後の試験片の切断部において，パルプ化時の溶け残り等欠陥部となりうる部位は観察されなかった。

引用文献

- 1) 日本規格協会，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” (1998)
- 2) 財団法人自然環境研究センター：日本の外来生物，株式会社 平凡社，pp. 281-282 (2008)
- 3) 国立研究開発法人 国立環境研究所：“日本の外来生物”，侵入生物データベース（最終閲覧日：2022.12.29）
- 4) 廣瀬孝：“高速道路間伐材由来活性炭の細孔物性に及ぼす化学成分の影響”，弘前大学教育学部紀要 第126号，pp. 117-122 (2021)
- 5) 上嶋洋，藤井利郎，赤松勲：“クラフトパルプのオゾン漂白における針葉樹パルプと広葉樹パルプの漂白性”，紙パ技教誌第30巻第7号，pp. 39-49 (1976)
- 6) 日本規格協会，日本産業規格：JIS P0001：紙・板紙及びパルプ用語，1998

謝辞：本研究は，令和4年度 NEXCO 東日本 技術研究助成によって行ったものであり，ここに深く感謝の意を表す。

(2024.1.11 受理)