

高速道路間伐材を原料とした機械漉き紙の試作品開発

Development of a prototype using machine-made paper made from highway thinning wood

廣瀬 孝*・東 眞央*・八島 光勇**

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

要 旨

高速道路間伐材（主にニセアカシア）を原料とした未晒パルプを用い、大量生産を意識して機械漉きにて3種類程度の用途を想定して作製・物性評価後、紙製品を試作した。その結果、乾燥質量換算550kgの高速道路間伐材より乾燥質量換算279.5kgのパルプが得られ、収率は50.8%となった。また目標坪量を85g/m²として紙を作成後、二枚を裏面同士を貼り合わせて坪量170g/m²、さらにそれらを二枚貼り合わせて坪量340g/m²の紙を作製することができた。比引張強さや色差等、ほぼ同等の値となった。85g/m²で封筒、170g/m²で名刺、340g/m²でうちわを作製した。

キーワード：高速道路間伐材，パルプ，紙，引張強さ，試作

緒言

ニセアカシア (*Robinia pseudoakasia* L.) は、ハリエンジュとも呼ばれる北米原産のマメ科高木種で、日本へ1873年に導入されて以降、主に街路樹、砂防林、蜜源植物、薪炭材、庭木、肥料などに利用されている^{1), 2)}。耐暑性、耐乾性があり、繁殖力も旺盛であることから、日本の侵略的外来種ワースト100に指定されているほか、高速道路の整備時に多量の間伐材が発生する²⁾。

既往の研究において、ニセアカシア間伐材を原料としてチップを作製し、クラフト蒸解によってパルプ化を行い、未晒と漂白の2種の紙を作製した。その後、得られたパルプ及び紙の物性を調べた。その結果、未晒パルプの平均繊維長は0.50mm、漂白パルプは0.48mmであった事より、特段色味に指定等のない場合、未晒パルプを用いた方が多少ではあるが平均繊維長も長く、望ましいと想定された。

本研究では、高速道路間伐材（主にニセアカシア）を原料とした未晒パルプを用い、大量生産を意識して機械漉きにて紙を3種類程度の用途を想定して作製・物性評価後、紙製品を試作した。

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1）。またチップ化は、津軽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2にチップ化の様子を示した。



図1 原料として用いた高速道路間伐材

* 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



図2 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、チップの含水率45%で全質量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3に高速道路間伐材由来のパルプを示す。



図3 高速道路間伐材由来のパルプ

紙化は、丸重製紙企業組合所有の抄紙機で行った（図4）。パルプの割合は高速道路パルプ50%、針葉樹パルプ50%とし、具体的には高速道路間伐材・針葉樹パルプともに乾燥質量120kgずつ、そこにサイズ剤（紙の表面性改善）、湿潤紙力剤（紙の強度向上）、バインダー（紙の強度向上）添加を行い、坪量が85g/m²になるように紙を作製した。次に、作製した紙を二枚、裏面同士を貼り合わせて坪量170g/m²の紙、さらに二枚貼り合わせて坪量340g/m²の紙をそれぞれ作製した。



図4 紙を作製する様子

2.2基本物性の評価

引張強さの測定は、それぞれの紙より150mm×15mmの試験片を計10枚切り出し、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±2%で24時間調湿した³⁾。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。色差の測定は、小型分光測色計（Variable社製、Spectro 1）を用いて行った。比較としてクリーム上質紙（三菱製紙社製）を用いた。

結果と考察

パルプ化の結果、乾燥質量550kgの高速道路間伐材より279.5kgのパルプが得られ、収率は50.8%であった。作製条件等異なるため文献値との比較は難しいと考えられるが、同一条件にて著者らが行った結果によると、りんご剪定枝は乾燥質量換算でチップの1/3程度のパルプを得ることができた。これより、りんご剪定枝よりは高いパルプ収率を有していると推察された。

図5に各紙の坪量を示した。坪量は、一枚が86.2±0.62g/m²、二枚が182.1±1.77g/m²、四枚が388.4±7.88g/m²、クリーム上質紙が66.2±0.65g/m²であった

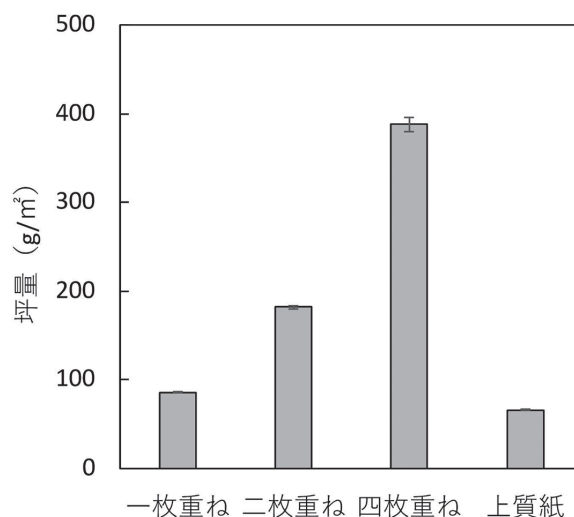


図5 各紙の坪量

図6に各紙の引張強さを示した。高速道路間伐材由来パルプを混合した紙の引張強さは一枚が4.39±0.31kN/m、二枚が9.17±0.50kN/m、四枚が22.09±1.17kN/mと貼り合わせの枚数に比例して引張強さ

は高い値を示した。また、クリーム上質紙では $3.01 \pm 0.10 \text{ kN/m}$ だった。

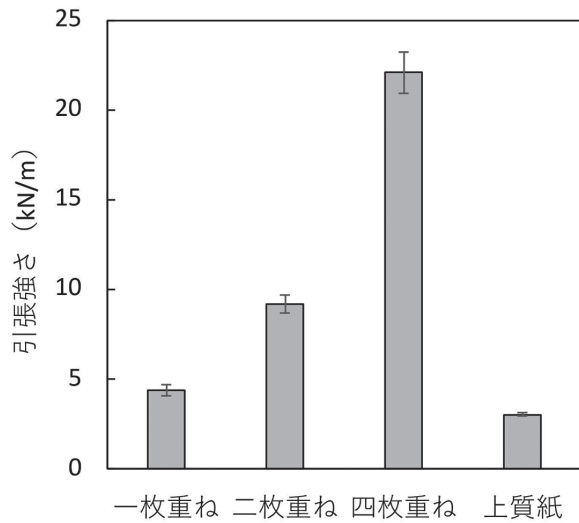


図6 各紙の引張強さ

また、図7に各紙の比引張強さを示した。高速道路間伐材由来パルプを混合した紙の引張強さは一枚が $0.0509 \pm 0.0036 \text{ kN} \cdot \text{m/g}$, 二枚が $0.0503 \pm 0.0028 \text{ kN} \cdot \text{m/g}$, 四枚が $0.0569 \pm 0.0030 \text{ kN} \cdot \text{m/g}$, クリーム上質紙で $0.0455 \pm 0.0015 \text{ N} \cdot \text{m/g}$ であった。

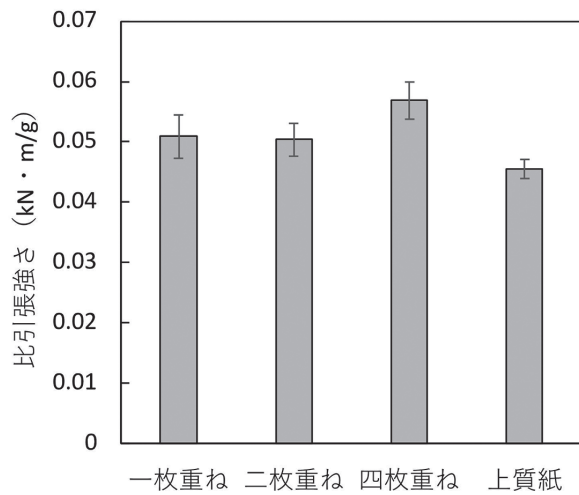


図7 各紙の比引張強さ

図8に各紙の色差(L*値)を示した。L*値は明度を示し、値が高くなれば白色に近づく。L*値を比較すると、一枚が 79.79 ± 0.19 , 二枚が 79.36 ± 0.10 , 四枚が 79.53 ± 0.13 と貼り合わせの枚数が異なってもほぼ同等の値を示した。また、クリーム上質紙では 79.36 ± 0.31 であった。

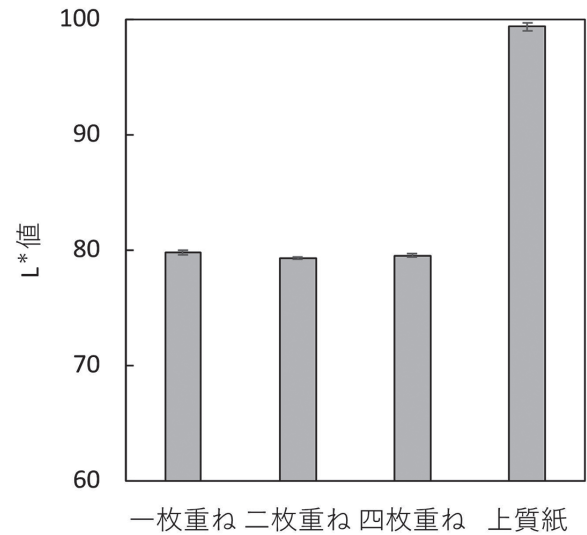


図8 各紙の色差(L*値)

図9に各紙の色差(a*値)を示した。a*値は色相・彩度を表しており、正の値であれば60に近づくほど赤色に近づき、負の値であれば-60に近づくほど緑色に近づく。a*値を比較すると、一枚が 3.05 ± 0.05 , 二枚が 3.19 ± 0.05 , 四枚が 3.10 ± 0.04 と貼り合わせの枚数が異なってもL*値と同様にほぼ同等の値を示した。また、クリーム上質紙では -2.43 ± 0.49 であった。

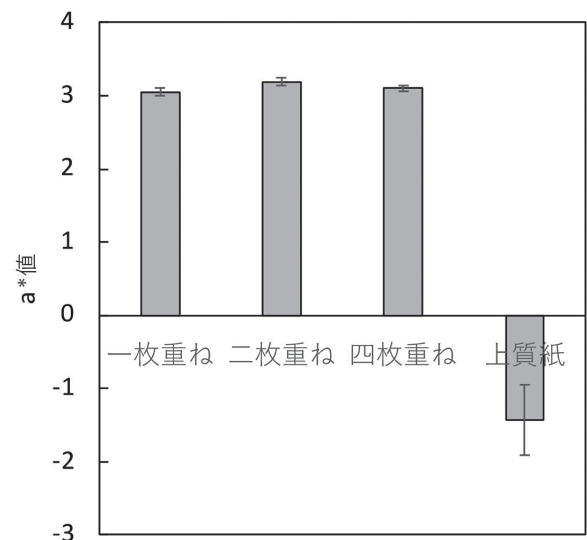


図9 各紙の色差(a*値)

図10に各紙の色差(b*値)を示した。b*値は色相・彩度を表しており、正の値であれば60に近づくほど黄色に近づき、負の値であれば-60に近づくほど青色に近づく。明度を示すb*値を比較すると、一枚が 11.57 ± 0.13 , 二枚が 11.55 ± 0.12 , 四枚が 11.64 ± 0.10 と貼り合わせの枚数が異なってもL*値やa*と同様にほぼ同等の値を示した。また、クリーム上質紙では 13.66 ± 0.56 であった。

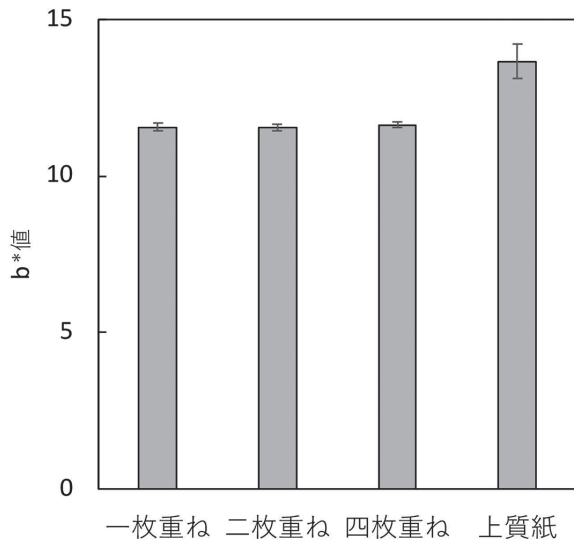


図10 両紙の色差 (b* 値)

図11に作製した試作品の一部を示した。今回、坪量85g/m²で封筒，170g/m²で名刺，340g/m²でうちわを作製することができた。



図11 試作品の例

結言

本研究では、高速道路間伐材（主にニセアカシア）を原料とした未晒パルプを用い、大量生産を意識して機械漉きにて3種類程度の用途を想定して作製・物性評価後、紙製品を試作した結果、次のような知見が得られた。

- (1) パルプ化の結果，乾燥質量550kgの高速道路間伐材より279.5kgのパルプが得られ，収率は50.8%となった。
- (2) 坪量を85g/m²になるように紙を試作後，二枚の紙を裏面同士を貼り合わせて坪量170g/m²，さらに二枚貼り合わせて坪量340g/m²の紙を作製することができた。これらの比引張強さや色差等，ほぼ同等の値となった。
- (3) 坪量85g/m²で封筒，170g/m²で名刺，340g/m²でうちわを作製することができた。

引用文献

- 1) 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)
- 2) 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）
- 3) 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)

(2024.1.11 受理)