

ニセアカシアパルプの物性に対する漂白の有無の影響

Effect of bleaching on properties of black locust (*Robinia pseudoakasia* L.) pulp

東 眞央*, 八島 光勇*, 廣瀬 孝*, 山科 則之**, 張 樹槐***
Mao AZUMA*, Mitsutoshi YASHIMA*, Takashi HIROSE*, Noriyuki YAMASHINA**, Shu-huai ZHANG**

要 旨

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。抄紙した紙は、漂白パルプ紙が未晒パルプ紙と比較して1.36倍の引張強さであることが分かった。色差を比較すると、L* 値の平均は未晒パルプ紙が71.2、漂白パルプ紙が96.8という値を示した。

キーワード：ニセアカシア、パルプ、紙、引張強さ、色差

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⁾。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³⁾。そのため大量生産を前提とした紙の原料として優れていると考えられる。

本研究では、ニセアカシアパルプの物性が漂白の有無により変化するかを調べ、またそのパルプより作製した紙がどのような物性を有しているかを調べた。

実験方法

2.1 試料の作製

2.1.1 チップの作製

ニセアカシアは2020年6月にNEXCO 東日本青森管理事務所管にて間伐されたものを用いた。チップ化は、チップパーを用いて行った。実際に使用したチップを図1に示す。



図1 ニセアカシア間伐材チップ

* 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
*** 弘前大学農学生命科学部
Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki University

2.1.2 パルプ化および紙化

パルプ化は、始めに4Lの蒸解釜に300gのチップ及び水道水に溶解した対チップ質量当たり16.0%のNaOH, Na₂S, Na₂CO₃を投入した。次に170°Cまで1時間、その後43分間、温度を維持して行った。パルプの漂白は、O₂・ClO₂・H₂O₂・NaOHを用いた多段漂白により行った。作製した未晒パルプを図2に、漂白パルプを図3に示す。



図2 未晒パルプ

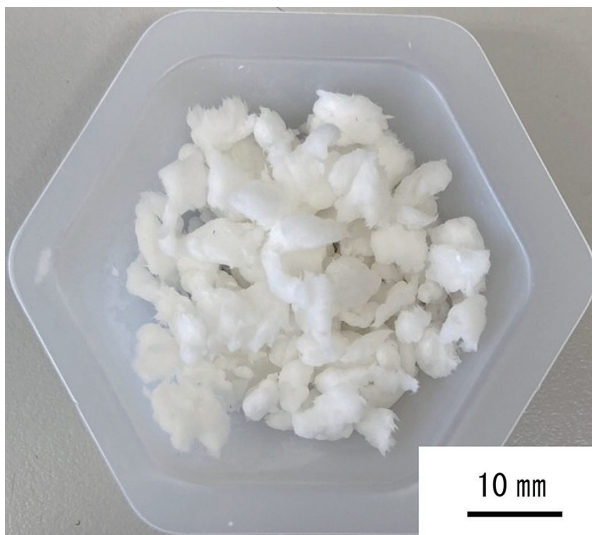


図3 漂白パルプ

紙化は抄紙機を用いて行った。ニセアカシアのみを原料とし、丸型抄紙装置（熊谷理機工業社製）を用いて、230mm径の型枠を用いて作製した。未晒パルプから作製した紙の表面写真を図4に、漂白パルプから作製した紙の表面写真を図5に示す。



図4 未晒パルプの表面写真



図5 漂白パルプの表面写真

2.2 基本物性の評価

叩解前後のニセアカシアパルプの繊維長測定は、始めに試験管へ蒸留水（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）を用いてパルプを分散させた。次に、試験管中の混合水をスポイトによりスライドガラスに滴下し、100°C・12時間で乾燥、マイクロスコープ（Swift社製，SS-110）を用いて、スライドガラスに定規型微小目盛りMR-2目盛り（全長20mm，最小0.05mm）を挿入して画像を撮影した。その後、画像より100本を任意に選び、面積や長さ等を測定可能なソフトであるSwift Easy Viewを用いて測定した。

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の定温乾燥機器（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⁴⁾。次に卓上型引張圧縮試験機（A&D社製，MCT-1150）を用いてJIS P8113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。

結果と考察

図6，図7にニセアカシアの未晒パルプと漂白パルプの顕微鏡画像を示した。漂白パルプの写真では、細かく切れた繊維が確認できた。図8に両パルプの繊維長についてのグラフを示した。ニセアカシアパルプの繊維長を測定した結果、未晒パルプの平均繊維長は0.50±0.21mm，漂白パルプは0.48±0.19mmであった。有意水準5%のt検定で有意な差はみられなかった。

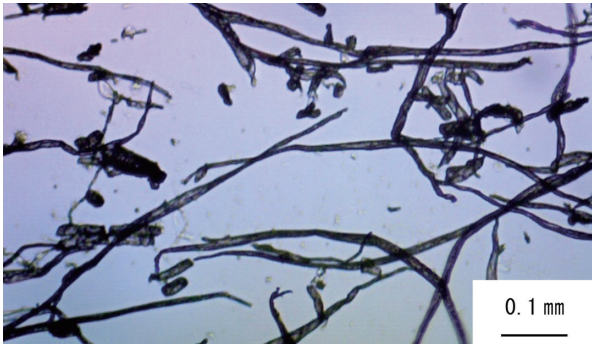


図6 未晒パルプの顕微鏡写真

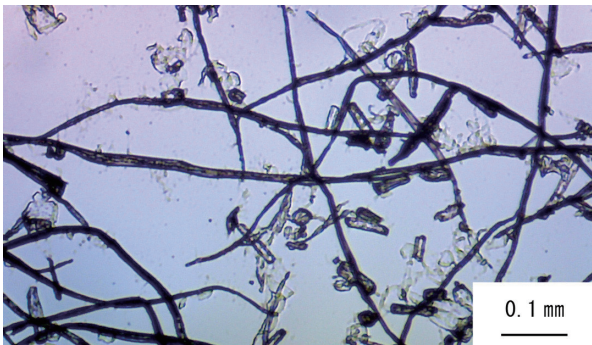


図7 漂白パルプの顕微鏡写真

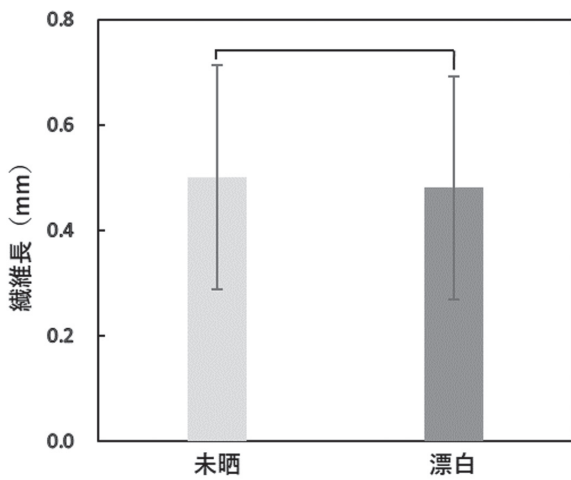


図8 両パルプの繊維長
*: $p < 0.05$

図9に作製した紙の坪量についてのグラフを示した。ニセアカシアパルプから作製した紙の坪量は、未晒パルプ紙が $62.5 \pm 1.89 \text{ g/m}^2$ 、漂白パルプ紙では $61.6 \pm 1.40 \text{ g/m}^2$ であった。有意水準5%のt検定で有意な差はみられなかった。

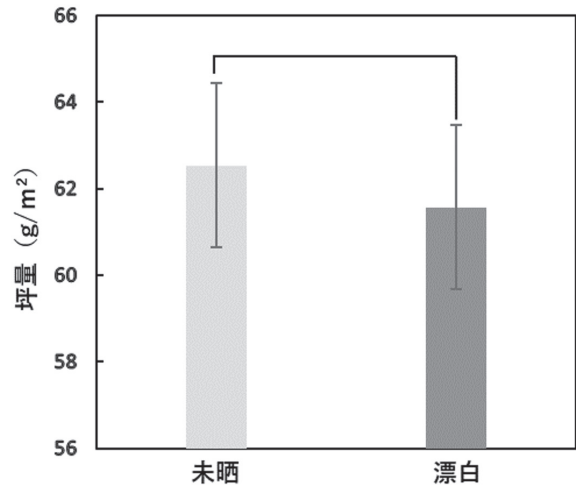


図9 両紙の坪量
*: $p < 0.05$

図10に作製した紙の引張強さについてのグラフを示した。引張強さは、未晒パルプ紙が $1.41 \pm 0.14 \text{ kN/m}$ 、漂白パルプ紙では $1.92 \pm 0.12 \text{ kN/m}$ であった。有意水準5%のt検定で有意な差がみられた。既往の研究では、漂白を進めると強度は高まり、最大値を示したのち低下するとされている⁵⁾。このことから、漂白パルプは最大値に近くなるような条件で漂白されたと考えられる。

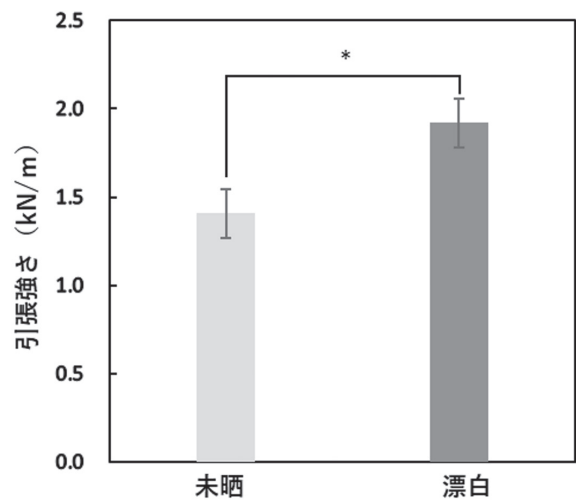


図10 両紙の引張強さ
*: $p < 0.05$

図11に作製した紙の比引張強さを示した。比引張強さとは、紙及び板紙の引張強さを坪量で除した数値である⁶⁾。比引張強さは、未晒パルプ紙が $0.0228 \pm 0.0032 \text{ kN} \cdot \text{m/g}$ 、漂白パルプ紙では $0.0334 \pm 0.0033 \text{ kN} \cdot \text{m/g}$ であった。有意水準5%のt検定で有意な差がみられた。

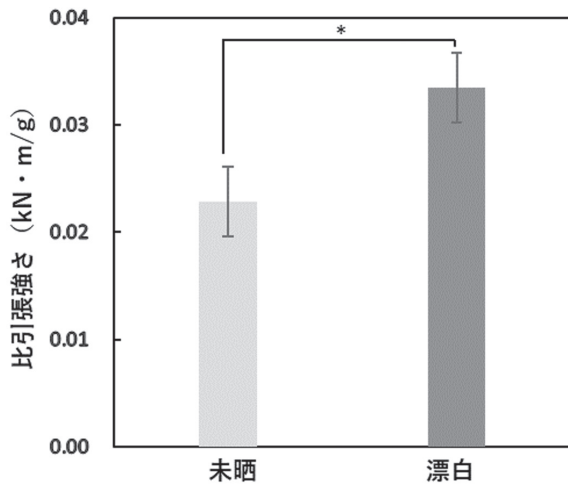


図11 両紙の比引張強さ
*: $p < 0.05$

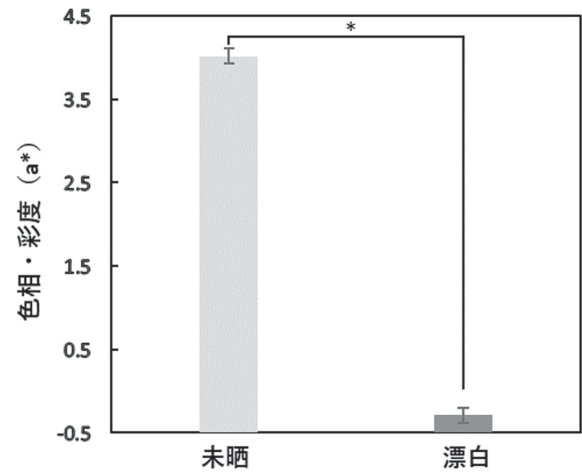


図13 両紙の色差 (a* 値)
*: $p < 0.05$

図12に作製した紙の色差 (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、未晒パルプ紙が 71.2 ± 0.2 、漂白パルプ紙が 96.8 ± 0.1 と漂白された紙の方が高かった。有意水準 5% の t 検定で有意な差がみられた。

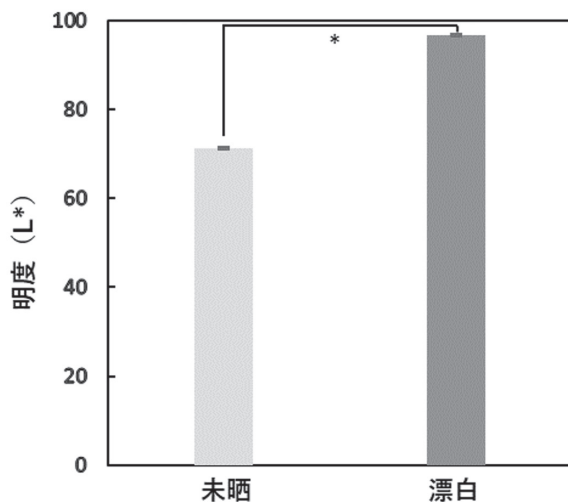


図12 両紙の色差 (L* 値)
*: $p < 0.05$

図13に作製した紙の色差 (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く、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、未晒パルプ紙が 4.02 ± 0.21 、漂白パルプ紙が -0.29 ± 0.07 と、未晒パルプから作製した紙の方が高い値を示した。有意水準 5% の t 検定で有意な差がみられた。

図14に作製した紙の色差 (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く、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、未晒パルプ紙が 12.89 ± 0.17 、漂白パルプ紙が 3.08 ± 0.17 と、未晒パルプから作製された紙の方が高い値を示した。有意水準 5% の t 検定で有意な差がみられた。

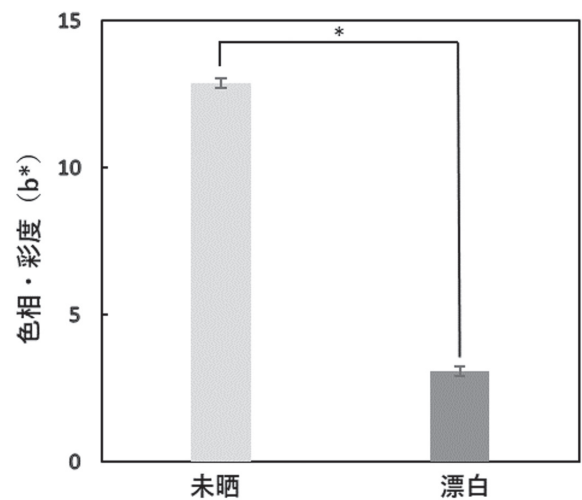


図14 両紙の色差 (b* 値)
*: $p < 0.05$

結言

ニセアカシア材をパルプ化し、そのパルプから作製した紙の物性について未晒パルプ紙・漂白パルプ紙の2種を比較した結果、次のような知見が得られた。

- (1) 漂白パルプ紙の方が引張強さは高く、漂白パルプ紙との引張強さの差は1.36倍であり、有意水準5%で有意な差がみられた。漂白を進める中で強度は上がっており、既往の研究と同様の結果が得られたといえる。
- (2) L^* 値は未晒パルプ紙が 71.2 ± 0.2 、漂白パルプ紙が 96.8 ± 0.1 という値を示し、漂白パルプ紙が高い値を示した一方、 a^* 値、 b^* 値については未晒パルプの方が高い値を示した。また、いずれの値においても有意水準5%で有意な差がみられた。

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) 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)
- 4) 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)
- 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，日本工業規格：“JIS P0001：紙・板紙及びパルプ用語” (1998)

謝辞：ニセアカシア間伐材のパルプ化および紙化を行って頂いた三菱製紙株式会社八戸工場様に深く感謝の意を表す。

(2023. 1. 12 受理)