

圧密化木材の物性に関する研究

(2) ブナとスギとの違いについて

Study on properties of compression wood

(2) Difference between Buna and Sugi

廣 瀬 孝*

Takashi HIROSE*

要 旨

本稿では、ブナの圧密化前後の硬さや結晶化度等の物性を評価し、スギを用いて行った既報の研究のそれぞれと比較検討した。その結果、ブナの硬さは圧密化によって高くなり、スギの晩材と同様の物性変化を示すことが分かった。これは圧密化前の密度が関係していると考えられる。また、ブナの結晶化度は圧密化によって高くなり、圧密化前後の値は晩材よりも早材に近い値を示すことが分かった。

キーワード：ブナ、スギ、圧密化、硬さ、結晶化度

緒 言

既報において、スギの圧密化前後の早材部および晩材部の硬さや結晶化度等の物性を調べ、それらを比較検討した¹⁾。その結果、硬さは早材部の方が晩材部よりも圧密化によって大きくなる割合が高いことが分かった。これは圧密化前の密度が関係していると考えられる。また、結晶化度は早材部の方が晩材部よりも圧密化によって大きくなる割合が高いことが分かった。これは早材部と晩材部のセルロース組成の違いが関係していると考えられた。

木材の化学組成は樹種によって異なり、針葉樹であるスギではセルロースが52.8%、ヘミセルロースが17.3%、リグニンが31.4%に対して、広葉樹であるブナではそれぞれ56.6%、24.7%、21.3%²⁾とされている。

スギのような軟質材は、強度を向上させ、その用途を拡大するためには、圧密化が有効³⁾とされている。それより、既往の圧密化木材の研究はスギのような軟質材を対象として行われ、一般的には硬質材と考えられるブナなどの広葉樹に関しては少ない。これより、針葉樹と広葉樹の比較に関する研究はあまり行われていないのが現状である。

本稿では、ブナの圧密化前後の硬さや結晶化度等の物性を評価し、既報のスギを用いて行った研究のそれぞれと比較検討した。

実験方法

2.1 圧密化木材の作製

供試材料として、ブナ (*Fagus crenata Blume*) を用いた。圧密化後の目標厚さを10mm、密度を1.0g/cm³に設定し、圧密化前の厚さを17mmとした。圧密化は、木材圧縮装置(名古屋木材社)を用いて、軟化・圧縮・脱気等の工程を経て行った。

2.2 試験方法

密度の測定は、JISZ2101に準じて行った。寸法はノギスを用いて測定した。また質量は、圧密化前後の試料を105°Cにて全乾状態になるまで乾燥器にて乾燥し、デシケータ内で室温になるまで放置後、天秤を用いて測定した。比表面積の測定は、比表面積/細孔分布測定装置(日本ベル社製、BELSORP-mini)を用いて算出した。試料は丸鋸昇降盤で切断した後の粉末を回収し、250°C、5時間脱気後に-196°Cでの窒素吸脱着等温線を測定、BET法により比表面積： S_v (m²/g) を求

* 弘前大学教育学部技術教育講座

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

めた。

硬さの測定は、デュロメータを用いて圧密化前後の異なる3ヶ所の結果の平均より求めた。また圧縮面の画像の撮影は、レーザー顕微鏡（オリンパス社製、OLS4000）を用いた。色差の測定は、色差計（コニカミノルタ社製、CR-10）を用い、圧密化前後の異なる3ヶ所の結果の平均より求めた。X線回折は、X線回折装置（ブルカー社製、D8 ADVANCE）を用い、圧密化前後の回折角（ 2θ ） $5^\circ \sim 50^\circ$ の範囲で測定し、プロファイリング法にて計算、異なる3ヶ所の結果の平均より求めた。FTIR解析は、顕微フーリエ変換赤外分光光度計（パーキンエルマー社製、Spotlight200）を用い、圧密化前後の異なる3ヶ所の結果の平均より求めた。

結果および考察

図1に圧密化前後の密度を示した。ブナの密度は圧密化前が 0.70 g/cm^3 であり、スギと比較して2.1倍高かった。一方、圧密化後の密度は 1.06 g/cm^3 となった。本研究において目標の密度を 1.0 g/cm^3 に設定したが、おおむね目標通りに作製することができた。

図2に圧密化前後の比表面積を示した。図1においてブナの圧密化後の密度が約1.4倍となったため、圧密による粉末の圧縮等によって比表面積は密度が高くなると減少すると予測していた。スギはこの傾向と異なったが、ブナは密度が高くなると同様の値を示した。

図3に圧密化前後の硬さを示した。ブナの硬さは圧密化によって1.2倍高くなることが分かった。スギの

早材は3.6倍、晩材は1.3倍であったことより、ブナとスギの晩材は圧密化によって同様の物性変化を示すことが分かった。既往の研究において山田は、引張強度は晩材部の方が早材部よりも3倍程度大きいこと⁴⁾、また、今山は密度は早材部が 0.32 g/cm^3 、晩材部が 0.79 g/cm^3 と2.4倍の違いがある⁵⁾ことを報告している。密度以外に強度の違いを示す要因がある可能性はあるが、ブナの密度は密度が 0.70 g/cm^3 であったことより、晩材と同様の結果を示したと考えられた。

図4に圧密化前後のレーザー顕微鏡写真を示した。スギと同様に圧密化によって表面状態が平滑になっていることが分かった。

図5に圧密化前後の色差を示した。ブナは、Lとbが圧密化によって減少、aは違いを生じないことが分かった。またそれぞれの変化はスギの早材、晩材でも同様の傾向を示した。このことより、圧密化によって明るさが減少し、赤身・黄身が増加することが分かった。

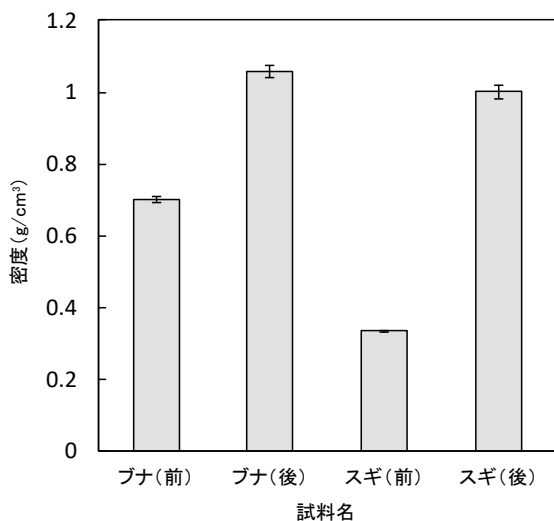


図1 圧密化前後の密度

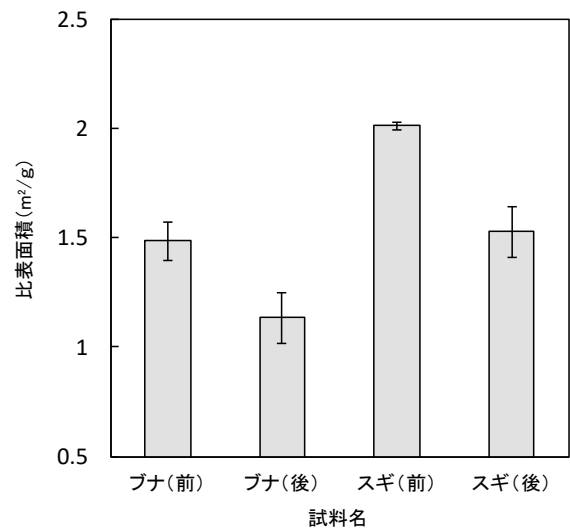


図2 圧密前後の比表面積

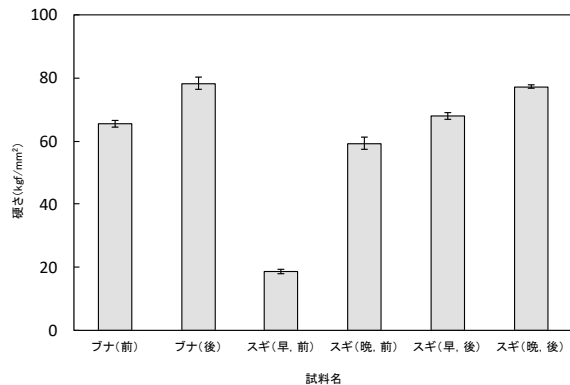


図3 圧密前後の早材と晩材の硬さ

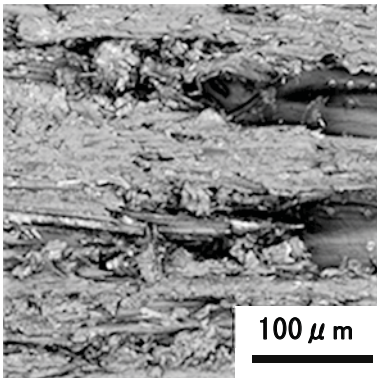


図4 a ブナ (前)

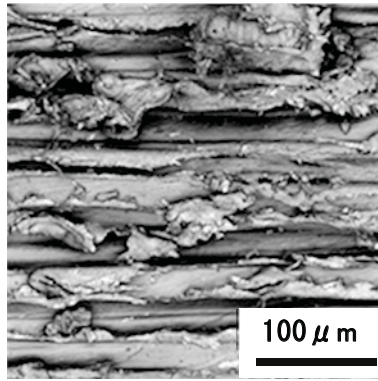


図4 c スギ (早, 前)

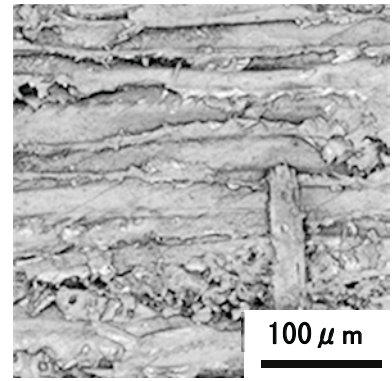


図4 e スギ (早, 後)

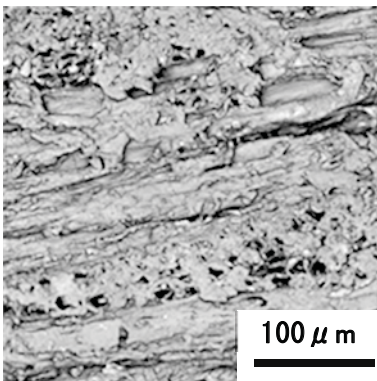


図4 b ブナ (後)

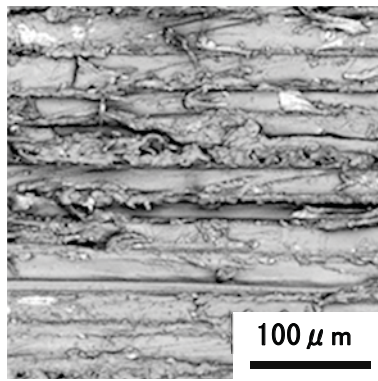


図4 d スギ (晩, 前)

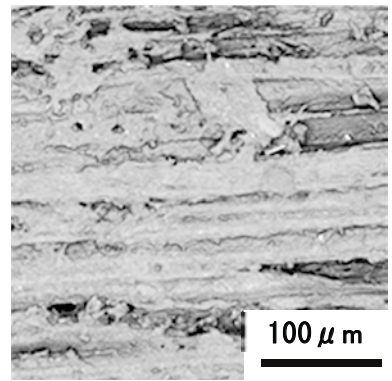


図4 f スギ (晩, 後)

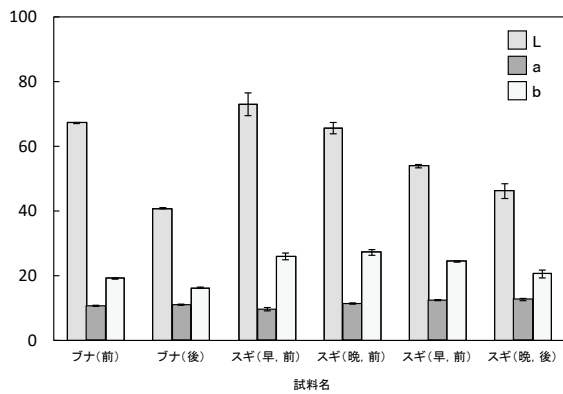


図5 圧密化前後の色差

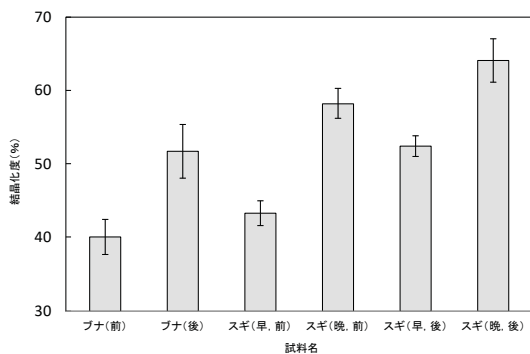


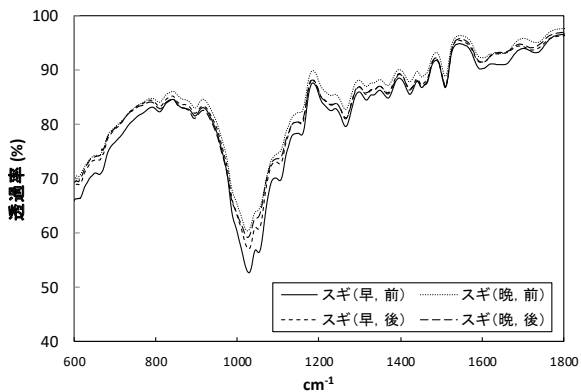
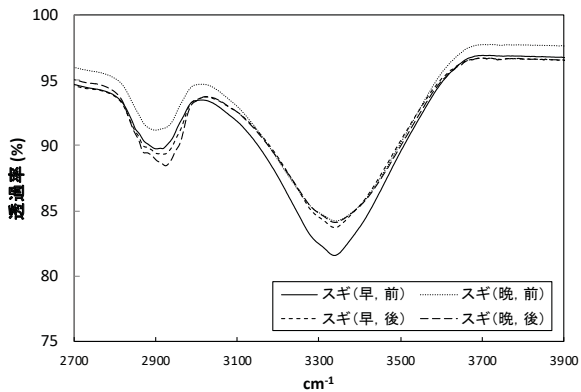
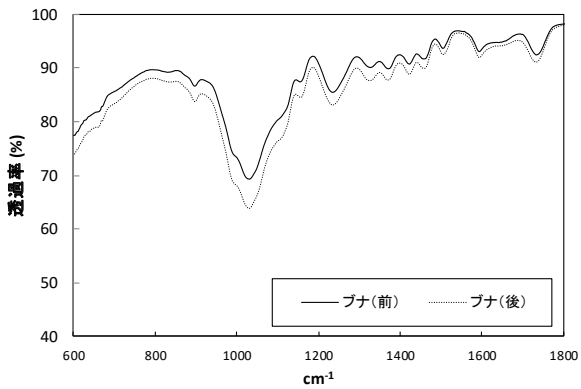
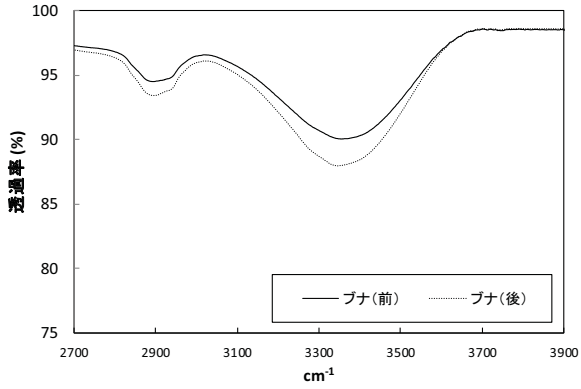
図6 圧密化前後の結晶化度

図6に圧密化前後の結晶化度を示した。ブナの結晶化度は圧密化によって高くなり、スギと同様の結果を得た。また圧密化前後の値は晩材よりも早材に近い値を有することが分かった。

図7にFTIR スペクトル曲線を示した。圧密化前後スギとほとんど同じ曲線を示した。スギでは圧密化前後で 3000cm^{-1} 付近にあるOH基⁶⁾に違いのあることが確認されたが、ブナでは確認することができなかった。木材の化学組成は樹種によって異なり、針葉樹であるスギではセルロースが52.8%、ヘミセルロースが17.3%、リグニンが31.4%に対して、広葉樹であるブナではそれぞれ56.6%、24.7%、21.3%²⁾とされている。ブナがスギと比較して少ないのはリグニンであることより、このOH基はリグニン由来によるものではないかと推察された。

おわりに

本稿では、ブナの圧密化前後の硬さや結晶化度等の物性を評価し、既報のスギを用いて行った研究のそれぞれを比較検討した結果、以下の知見が得られた。



- (1)ブナの硬さは圧密化によって高くなり、スギの晩材と同様の物性変化を示すことが分かった。これは圧密化前の密度が関係していると考えられる。
- (2)ブナの結晶化度は圧密化によって高くなり、圧密化前後の値は晩材よりも早材に近い値を有することが分かった。

引用文献

- 1) 廣瀬 孝：圧密化木材の物性に関する研究（1）スギの早材と晩材の違いについて，弘前大学教育学部紀要 121号，pp.101-104,2019
- 2) 原口隆英他：木材の化学，文永堂出版，p4，1990
- 3) 宇高英二，吉野 毅：スギ材の圧密処理，香川県産業技術センター研究報告，7号，pp.41-44，2000
- 4) 山田 正：木材 - 樹幹の材料設計を省みる，木材研究資料，7巻，pp.64-78，1973
- 5) 今山延洋：木材の早，晩材部の疲れ強さ，静岡大学教育学部研究報告，31巻，pp.81-85，1981
- 6) 片岡 厚：木材の組織構造を区別した赤外分光分析，木材保存，26巻，pp.2-12，2000

(2019. 8. 5 受理)

図7 圧密化前後のFTIR曲線