

広葉樹の有効利用に関する調査研究 — 県産広葉樹の基礎的材質 —

金田 利之, 阿部 剛俊

Research on the Effective Use of Hardwoods

— Basic Wood Qualities of Hardwoods in Okayama Prefecture. —

Toshiyuki KANEDA, Takatoshi ABE

要 旨

金田利之：広葉樹の有効利用に関する調査研究—県産広葉樹の基礎的材質— 岡山県農林水産総合センター森林研究所研報40：10-15（2026） 県産広葉樹6樹種について、利用上の基本となる、基礎的材質を調査した。曲げ強度性能は、文献値が確認できた樹種（コナラ、クリ、オニグルミ、ホオノキ）では、既往の文献値よりも曲げ強さ、見かけの曲げヤング係数とも高い値を示した。コナラの縦圧縮強さは既往の文献値と同等であったが、クリ、オニグルミ、ホオノキは文献値より高い値を示した。表面硬さ（ブリネル硬さ）は、コナラの板目面とクリの板目面および柾目面を除いて、オニグルミ、ホオノキで既往の文献値より高い値を示した。収縮率は、樹種により多少の上下はあるが、概ね文献値と同等の値であった。気乾密度との関係について一般的な木材（国産樹種）と比較すると、曲げ強度性能は同等か高く、縦圧縮強さは高い傾向を示し、表面硬さは柾目面が低く、それ以外の面は同等の傾向を示した。収縮率は半径方向の平均収縮率が同等の傾向を示し、接線方向は低い傾向を示した。今回試験を行った樹種の供試原木数が1～2本と少ないため、さらにデータを蓄積する必要がある。

キーワード：広葉樹，曲げ強度性能，縦圧縮強さ，表面硬さ，収縮率

I はじめに

日本の広葉樹林は、薪や炭などの燃料を取る「薪炭林」として利用されてきたが、1960年代に石油を中心とする化石エネルギーへの転換、いわゆる「エネルギー革命」により、燃料は薪や炭から石油やプロパンガスに置き換えられた。このため多くの広葉樹林は、管理されず放置されてきた。その結果、樹木が過密化、大径化し、「ナラ枯れ」等の森林病虫害の蔓延などが危惧されている。

一方、広葉樹は針葉樹にない樹種特有の美観的な要素が多く、家具や内装材、フローリング材などに利用されている。しかし、国産広葉樹材はほとんどが木材チップ用として供給されており、家具や内装材、フローリング材などに供給されている量は広葉樹供給量全体の8.1%（農林水産省, 2025）と低く、これらの原料の多くは輸入材に依存しているのが現状である。

しかし、近年、輸入木材の供給リスクが顕在化したことから、国内産未利用広葉樹の利用に期待が高まっている。

このような背景から、本研究では、広葉樹の有効利用を図ることを目的として、県産広葉樹6樹種について、利用上の基本となる材質特性の調査を行った。

II 材料及び方法

1. 供試木

供試原木として岡山県森林研究所（勝田郡勝央町植月中）敷地内に生育している広葉樹6樹種（コナラ、クリ、フウ、オニグルミ、ホオノキ、ユリノキ）を選定し、その概要を表-1に示す。

選定した供試原木は、地際から約30cmの部位で伐倒し、約2mの長さに造材して供試木とし、岡山県森林研究所木材加工研究室（真庭市勝山）に搬入した。

表-1 供試原木の概要

樹種	本数 (本)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)
コナラ	1	18.3	15.3
クリ	2	26.0~26.9	15.2~15.4
フウ	1	21.6	15.1
オニグルミ	1	22.5	14.3
ホオノキ	2	22.5~26.9	15.4~15.9
ユリノキ	1	27.4	18.8

2. 材質試験用試験体作製方法

搬入された供試木から、製材機を用いて約60mm厚の柾目板を採材した。採材した柾目板は、倉庫内で約1年間天然乾燥した後、JIS Z 2101「木材の試験方法」²⁰⁰⁹に準拠して、各材質試験用試験体を作製した。

(1) 曲げ試験用試験体

曲げ試験用試験体は、一辺の長さを20mmの正方形断面とし、長手方向は繊維方向と平行に320mmとなるように作製した。試験体数は、コナラが22体、クリが24体、フウが8体、オニグルミが12体、ホオノキが24体、ユリノキが12体であった。

(2) 縦圧縮試験用試験体

縦圧縮試験用試験体は、一辺の長さを20mmの正方形断面とし、長手方向は繊維方向と平行に60mmとなるように作製した。試験体数は、コナラが22体、クリが24体、フウが8体、オニグルミが12体、ホオノキが24体、ユリノキが12体であった。

(3) 表面硬さ(ブリネル硬さ)測定用試験体

表面硬さ(ブリネル硬さ)測定用試験体は、辺長40mmの立方体とし、木口断面が二方柾目となるように作製した。試験体数は、コナラが9体、クリが24体、フウが12体、オニグルミが12体、ホオノキが24体、ユリノキが12体であった。

(4) 収縮率測定用試験体

収縮率測定用試験体は、接線方向を20mm、半径方向を20mm、繊維方向を5mmの二方柾の直方体となるように作製した。試験体数は、コナラが14体、クリが24体、フウが12体、オニグルミが12体、ホオノキが24体、ユリノキが12体であった。

3. 材質試験方法

材質試験に先立ち、すべての試験体について、密度と平均年輪幅を測定した。

材質試験は、JIS Z 2101「木材の試験方法」²⁰⁰⁹に準拠して行った。

材質試験終了後、すべての試験体について全乾法により含水率を測定した。

(1) 曲げ試験

曲げ試験は、支点間距離を280mm、荷重面を柾目面として、中央集中荷重方式で行った(図-1)。試験には、万能材料試験機(インストロン社製4206)を用い、テストスピード7mm/minで行い、最大荷重とたわみ量を測定し、次式により曲げ強さと見かけの曲げヤング係数を算出した。

$$\sigma_b = P_m L / 4 Z$$

$$E_b = \Delta P L^3 / 48 I \Delta y$$

ここで、 σ_b (N/mm²) は曲げ強さ、 P_m (N) は最大荷重、 L (mm) は支点間距離、 Z は断面係数 ($Z = a^3 / 6$, 断面の辺長 $a = 20$ mm) であり、 E_b (kN/mm²) は見かけの曲げヤング係数、 I は断面2次モーメント ($I = a^4 / 12$)、 ΔP (N) は比例限度領域における上限荷重と下限荷重の差、 Δy (mm) は ΔP に対応するスパン中央のたわみである。

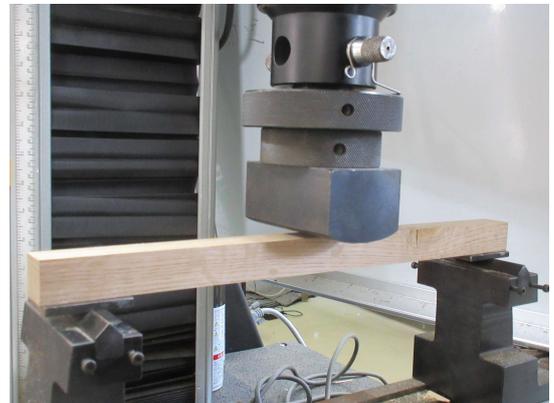


図-1 曲げ試験の状況

(2) 縦圧縮試験

縦圧縮試験は、試験体の材端両面に均一に荷重がかかるように、球座を設置し行った(図-2)。試験には、万能材料試験機(インストロン社製4206)を用い、テストスピード1mm/minで行い、最大荷重を測定し、次式により縦圧縮強さを算出した。

$$\sigma_c = P_m / A$$

ここで、 σ_c (N/mm²) は縦圧縮強さ、 P_m (N) は最大荷重、 A (mm²) は試験体の断面積である。

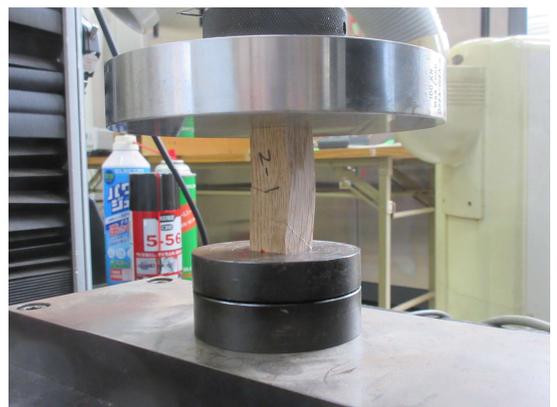


図-2 縦圧縮試験の状況

(3) 表面硬さ(ブリネル硬さ)の測定

表面硬さ(ブリネル硬さ)の測定は、試験体の木口、木表側の板目、柾目の各面において、半径5.00±0.01mmの半球状の鋼球を深さ1/πmm(約0.32mm)まで圧入し、圧入時の荷重を測定した(図-3)。試験には、万能材料試験機(インストロン社

製4206) を用い、テストスピード0.5mm/minで行った。試験体の表面硬さは、次式により算出した。

$$H = P_m / 10$$

ここで、H (N/mm²) は表面硬さ(ブリネル硬さ)、P_m (N) は深さ1/πmm (約0.32mm) まで圧入した時の荷重である。

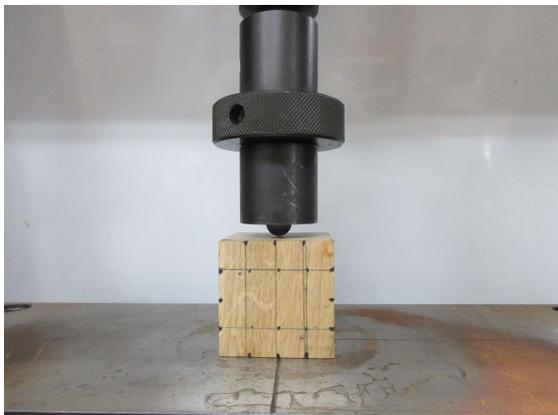


図-3 表面硬さ試験の状況

(4) 収縮率の測定

収縮率の測定は、木口面中央付近に半径方向及び接線方向の測定基準線を設定した試験体を、20±5℃の水に浸せきして試験体を繊維飽和点以上にした後、半径方向及び接線方向の長さを測定した。その後、試験体を室内環境で十分乾燥させ、半径方向及び接線方向の長さを測定した。次に、試験体を103±2℃の乾燥機中で一定の寸法になるまで乾燥した後、乾燥剤入りデシケータ中で常温に戻し、半径方向及び接線方向の長さを測定した。半径方向及び接線方向の全収縮率、含水率1%に対する平均収縮率は、次式により算出した。

$$\beta_{max} = (L1 - L4) / L1 \times 100$$

$$\beta\% = (L2 - L4) / uL15 \times 100$$

ここで、β_{max}(%)は全収縮率、L1(mm)は繊維飽和点以上での基準線の寸法、L2(mm)は気乾状態に達した時の基準線の寸法、L4(mm)は全乾状態に達した時の基準線の寸法、β%(%)は含水率1%に対する平均収縮率、u(%)はL2を測定した時の含水率、L15(mm)は含水率15%の時の基準線の寸法で、L2及びL4から比例的に算出 (L15=L4+15(L2-L4)/u) したものである。

III 結果と考察

1. 曲げ試験

各樹種の曲げ試験結果を表-2に示す。

曲げ強さの平均値は、コナラでは131.5N/mm²、クリは87.7N/mm²、フウは107.7N/mm²、オニグルミは116.3N/mm²、ホオノキは100.5N/mm²、ユリノキは79.8N/mm²となった。同様に各樹種の見かけの曲げヤング係数の平均値

は、コナラでは16.5kN/mm²、クリは10.8kN/mm²、フウは9.6kN/mm²、オニグルミは12.7kN/mm²、ホオノキは9.6kN/mm²、ユリノキが9.5kN/mm²であった。試験時の密度の平均値は、コナラでは798kg/m³、クリは592kg/m³、フウは681kg/m³、オニグルミは642kg/m³、ホオノキは566kg/m³、ユリノキは449kg/m³であった。

表-2 曲げ試験結果

樹種	N	ρ (kg/m ³)	MC (%)	ARW (mm)	E _b (kN/mm ²)	σ _b (N/mm ²)
コナラ	22	798 (21)	12.7 (0.4)	2.1 (0.7)	16.5 (1.4)	131.5 (12.5)
クリ	24	592 (54)	12.9 (0.6)	3.4 (1.2)	10.8 (1.6)	87.7 (17.2)
フウ	8	681 (18)	12.0 (0.4)	5.9 (0.3)	9.6 (0.9)	107.7 (12.4)
オニグルミ	12	642 (42)	12.3 (0.5)	4.3 (0.9)	12.7 (1.4)	116.3 (16.2)
ホオノキ	24	566 (33)	12.9 (0.4)	5.0 (0.8)	9.6 (2.2)	100.5 (13.0)
ユリノキ	12	449 (11)	13.4 (0.5)	7.9 (0.3)	9.5 (0.6)	79.8 (2.7)

記号 N:試験体数 ρ:試験時の密度、MC:試験時の含水率、ARW:平均年輪幅、E_b:見かけの曲げヤング係数、σ_b:曲げ強さ

一部の樹種については既往の文献(社団法人日本木材加工技術協会,1983;森林総合研究所,2004)に物性値が示されており、その物性値を取り纏めたものを表-3に示す。文献値と本試験結果を比較したところ、文献値が確認できないフウ、ユリノキ以外の樹種(コナラ、クリ、オニグルミ、ホオノキ)の曲げ強さ、見かけの曲げヤング係数は文献値よりも高い値を示しており、これらの樹種は、高い曲げ強度性能を有していると考えられる。

表-3 既往の文献に示された物性値

樹種	ρ (kg/m ³)	E _b (kN/mm ²)	σ _b (N/mm ²)	σ _c (N/mm ²)
コナラ	820	13.5 ~16.2	106.9 ~130.3	56.0 ~68.6
クリ	600	9.0	80.0	40.0
オニグルミ	530	9.5	80.0	40.0
ホオノキ	490	7.5	65.0	35.0

記号 ρ:試験時の密度、E_b:見かけの曲げヤング係数、σ_b:曲げ強さ、σ_c:縦圧縮強さ

注 旧単位の場合はSI単位に換算した。

出典 コナラは世界の有用木材300種

クリ、オニグルミ、ホオノキは木材工業ハンドブック

次に、今回供試した樹種が、一般的な木材と曲げ強度等に違いがあるかどうかを確認するため、気乾密度

と曲げ強さ及び見かけの曲げヤング係数について、「木材工業ハンドブック」に収録されている国産樹種（針葉樹15種、広葉樹28種）（以下：国産樹種）のデータとの比較を図-4～5に示す。一般的に木材の強度性能は密度の増加とともに増大し、今回供試した樹種も同様の傾向が認められた。

気乾密度と曲げ強さの関係は、一般的な木材（国産樹種）よりも高い傾向を示したが、気乾密度と見かけの曲げヤング係数の関係は、一般的な木材（国産樹種）と同様の傾向であった。しかし、今回試験を行った供試原木数が1～2本と少ないため、さらにデータを蓄積する必要がある。

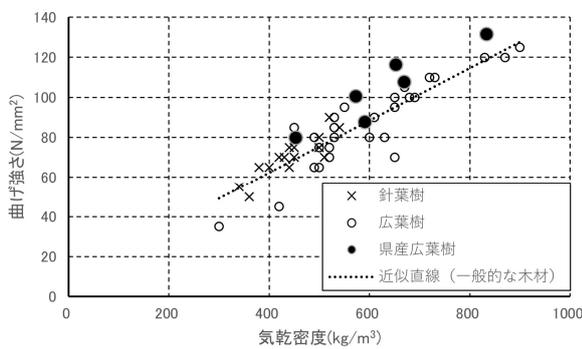


図-4 気乾密度と曲げ強さの関係

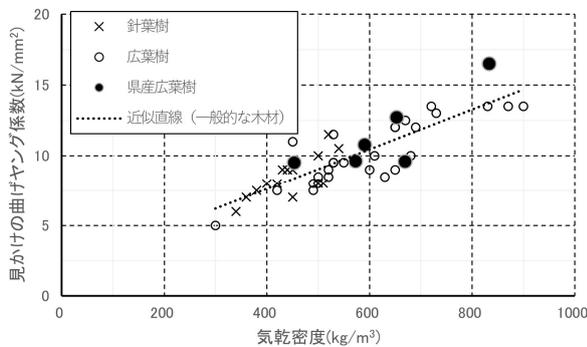


図-5 気乾密度と見かけの曲げヤング係数の関係

2. 縦圧縮試験

各樹種の縦圧縮試験結果を表-4に示す。

縦圧縮強さの平均値は、コナラでは55.3N/mm²、クリは58.4N/mm²、フウは57.7N/mm²、オニグルミは53.5N/mm²、ホオノキは51.8N/mm²、ユリノキは44.2N/mm²となった。

一部の樹種については前項と同様に既往の文献値（表-3）があり、本試験結果と比較したところ、コナラの縦圧縮強さは文献値と同等であった。クリ、オニグルミ、ホオノキは、すべて文献値より高い値を示しており、これらの樹種は、高い縦圧縮性能を有していると考えられる。

次に、今回供試した樹種が、一般的な木材と縦圧縮

強さに違いがあるかどうかを確認するため、気乾密度と縦圧縮強さについて、曲げ試験と同様に国産樹種のデータとの比較を図-6に示す。今回供試した樹種の気乾密度と縦圧縮強さの関係は、国産樹種における関係よりも高い傾向を示しており、高い縦圧縮性能を有していると考えられる。しかし、供試原木数が1～2本と少ないため、さらにデータを蓄積する必要がある。

表-4 縦圧縮試験結果

樹種	N	ρ (kg/m ³)	MC (%)	ARW (mm)	σ_c (N/mm ²)
コナラ	22	842 (22)	13.5 (0.3)	2.2 (0.9)	55.3 (3.6)
クリ	24	612 (50)	10.3 (0.2)	2.8 (0.9)	58.4 (3.5)
フウ	8	675 (20)	9.9 (0.2)	6.3 (0.8)	57.7 (1.6)
オニグルミ	12	645 (46)	10.6 (0.4)	4.5 (1.0)	53.5 (8.4)
ホオノキ	24	589 (44)	13.0 (0.3)	4.4 (0.7)	51.8 (3.1)
ユリノキ	12	444 (19)	9.8 (0.3)	8.0 (0.5)	44.2 (2.1)

記号 N: 試験体数 ρ : 試験時の密度、MC: 試験時の含水率、ARW: 平均年輪幅、 σ_c : 縦圧縮強さ

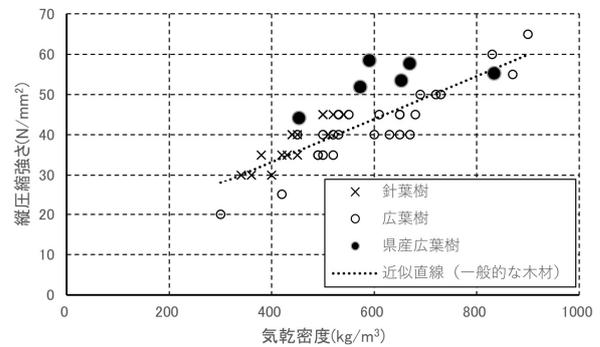


図-6 気乾密度と縦圧縮強さの関係

3. 表面硬さ（ブリネル硬さ）

各樹種の表面硬さ（ブリネル硬さ）の測定結果を表-5に示す。

木口面の表面硬さの平均値は、コナラが50.0N/mm²、クリが44.7N/mm²、フウが51.0N/mm²、オニグルミが47.4N/mm²、ホオノキが38.5N/mm²、ユリノキが31.1N/mm²であった。同様に、板目面の表面硬さの平均値は、コナラが21.7N/mm²、クリが12.5N/mm²、フウが21.5N/mm²、オニグルミが18.4N/mm²、ホオノキが15.8N/mm²、ユリノキが11.6N/mm²であった。柾目面の表面硬さの平均値は、コナラが

16.9N/mm²、クリが11.9N/mm²、フウが14.2N/mm²、オニグルミが12.8N/mm²、ホオノキが11.3N/mm²、ユリノキが6.8N/mm²であった。

一部の樹種の既往の文献値(表-6)と、本試験結果を比較したところ、コナラの板目面とクリの板目面および柾目面の表面硬さは文献値より低い値であった。オニグルミ、ホオノキは、すべて文献値以上の値を示した。

表-5 表面硬さの測定結果

樹種	N	ρ (kg/m ³)	MC (%)	ARW (mm)	HI (N/mm ²)	Ht (N/mm ²)	Hr (N/mm ²)
コナラ	9	864 (31)	11.8 (0.4)	2.0 (0.4)	50.0 (2.8)	21.7 (3.9)	16.9 (1.7)
クリ	24	594 (43)	11.2 (0.4)	2.6 (0.5)	44.7 (5.3)	12.5 (2.9)	11.9 (2.3)
フウ	12	639 (16)	9.2 (0.1)	7.7 (0.8)	51.0 (1.2)	21.5 (0.9)	14.2 (0.9)
オニグルミ	12	652 (11)	11.2 (0.3)	6.2 (0.5)	47.4 (2.1)	18.4 (2.6)	12.8 (2.4)
ホオノキ	24	556 (34)	11.8 (0.5)	5.1 (0.7)	38.5 (4.1)	15.8 (2.2)	11.3 (2.2)
ユリノキ	12	462 (16)	11.8 (0.3)	7.3 (0.7)	31.1 (2.8)	11.6 (1.6)	6.8 (1.5)

記号 N: 試験体数 ρ : 試験時の密度、MC: 試験時の含水率、ARW: 平均年輪幅、HI: 木口面の表面硬さ、Ht: 板目面の表面硬さ、Hr: 柾目面の表面硬さ

表-6 既往の文献に示された物性値

樹種	HI (N/mm ²)	Ht (N/mm ²)	Hr (N/mm ²)	β %r (%)	β %t (%)
コナラ	-	25.5 ~37.3	-	0.18 ~0.21	0.33 ~0.38
クリ	45.0	14.5	13.5	0.17	0.36
オニグルミ	35.0	12.5	12.0	0.18	0.31
ホオノキ	35.0	14.5	11.0	0.15	0.25

記号 HI: 木口面の表面硬さ、Ht: 板目面の表面硬さ、Hr: 柾目面の表面硬さ、 β %r: 半径方向の平均収縮率、 β %t: 接線方向の平均収縮率

注 旧単位の場合はSI単位に換算した。

出典 コナラは世界の有用木材300種

クリ、オニグルミ、ホオノキは木材工業ハンドブック

次に、今回供試した樹種が、一般的な木材と表面硬さに違いがあるかどうかを確認するため、気乾密度と各面における表面硬さについて、前項と同様に国産樹種のデータとの比較を図-7~9に示す。木口面と板目面では、国産樹種における関係と同様の傾向を示したが、柾目面では国産樹種における関係より低い傾向であった。しかし、供試原木数が1~2本と少なく、単純に比較できないため、さらにデータを蓄積する必要がある。

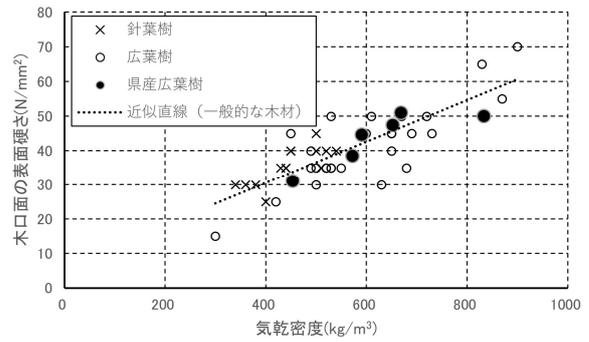


図-7 気乾密度と木口面における表面硬さの関係

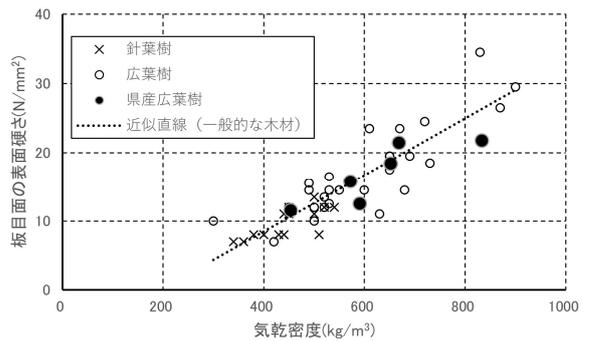


図-8 気乾密度と板目面における表面硬さの関係

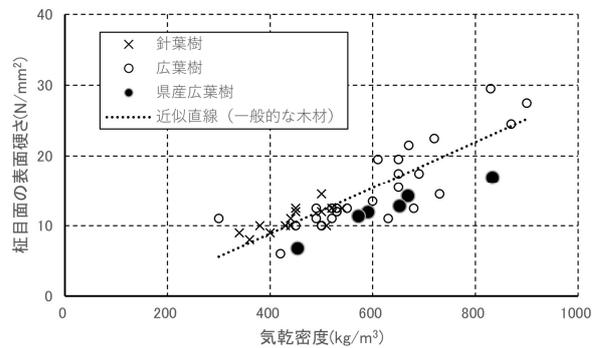


図-9 気乾密度と柾目面における表面硬さの関係

4. 収縮率

各樹種の収縮率の測定結果を表-7に示す。

半径方向及び接線方向の含水率1%あたり平均収縮率は、コナラが0.23%、0.37%であり、クリが0.16%、0.29%で、フウが0.17%、0.34%、オニグルミが0.18%、0.31%で、ホオノキが0.18%、0.26%で、ユリノキが0.17%、0.28%であった。

一部の樹種の既往の文献値(表-6)と、本試験結果を比較したところ、樹種により多少の上下はあるが、概ね同等の値であった。

次に、今回供試した樹種が、一般的な木材と収縮率に違いがあるかどうかを確認するため、気乾密度と半径方向及び接線方向における含水率1%に対する平均

収縮率について、前項と同様に国産樹種のデータとの比較を図-10~11に示す。半径方向における気乾密度と含水率1%に対する平均収縮率の関係は、国産樹種における関係と同様の傾向であったが、接線方向の気乾密度と平均収縮率の関係は、国産樹種における関係より低い傾向を示した。しかし、供試原木数が1~2本と少なく、単純に比較できないため、さらにデータを蓄積する必要がある。

表-7 収縮率の測定結果

樹種	N	ρ (kg/m ³)	ARW (mm)	β_{maxr} (%)	β_{maxt} (%)	$\beta_{\%r}$ (%)	$\beta_{\%t}$ (%)
コナラ	14	830 (46)	2.1 (0.7)	5.64 (0.67)	11.61 (0.92)	0.23 (0.02)	0.37 (0.03)
クリ	24	564 (46)	3.5 (1.8)	4.14 (0.57)	7.99 (0.69)	0.16 (0.04)	0.29 (0.05)
フウ	12	687 (20)	6.2 (0.5)	4.12 (0.25)	11.16 (0.88)	0.17 (0.01)	0.34 (0.02)
オニグルミ	12	671 (25)	4.5 (1.6)	4.43 (0.37)	9.08 (0.67)	0.18 (0.01)	0.31 (0.02)
ホオノキ	24	579 (30)	5.7 (0.7)	4.60 (0.56)	7.87 (0.26)	0.18 (0.02)	0.26 (0.02)
ユリノキ	12	458 (17)	7.2 (1.4)	3.99 (0.59)	8.14 (0.64)	0.17 (0.03)	0.28 (0.04)

記号 N:試験体数 ρ :試験時の密度、MC試験時の含水率、ARW:平均年輪幅、 β_{maxr} :半径方向の全収縮率、 β_{maxt} :接線方向の全収縮率、 $\beta_{\%r}$ 、 $\beta_{\%t}$:半径方向及び接線方向の含水率1%に対する平均収縮率

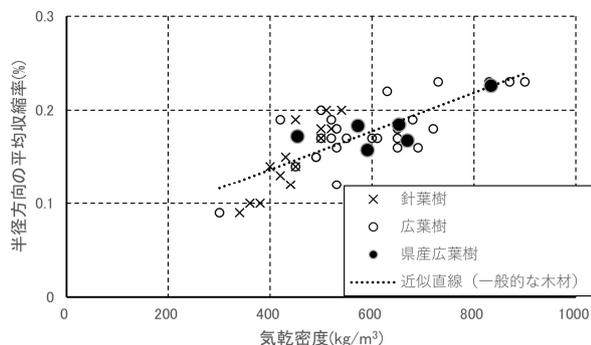


図-10 気乾密度と半径方向の含水率1%に対する平均収縮率の関係

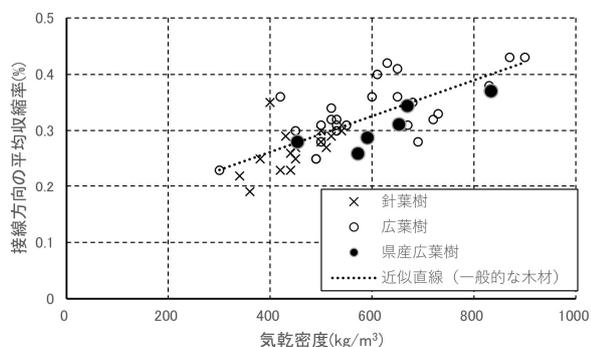


図-11 気乾密度と接線方向の含水率1%に対する平均収縮率の関係

IV まとめ

県産広葉樹6樹種について、利活用の基本となる材質特性の調査を行い、以下の結果を得た。

- (1) 曲げ試験の結果、文献値が確認できないフウ、ユリノキ以外の樹種（コナラ、クリ、オニグルミ、ホオノキ）は、既往の文献値よりも曲げ強さ、見かけの曲げヤング係数が高い値を示した。一般的な木材（国産樹種）と比較すると、気乾密度との関係において、曲げ強さは高い傾向を示したが、見かけの曲げヤング係数は同等であった。
- (2) 縦圧縮試験の結果、コナラの縦圧縮強さは既往の文献値と同等であったが、クリ、オニグルミ、ホオノキは文献値より高い値を示した。一般的な木材（国産樹種）と比較すると、気乾密度との関係において、縦圧縮強さは高い傾向を示した。
- (3) 表面硬さ（ブリネル硬さ）の測定では、コナラの板目面とクリの板目面および柁目面の表面硬さを除いて、オニグルミ、ホオノキの表面硬さは既往の文献値より高い値を示した。一般的な木材（国産樹種）と比較すると、気乾密度との関係において、木口面と板目面の表面硬さは同等の傾向を示したが、柁目面の表面硬さは低い傾向であった。
- (4) 収縮率の測定では、樹種により多少の上下はあるが、概ね文献値と同等の値であった。一般的な木材（国産樹種）と比較すると、気乾密度との関係において、半径方向における含水率1%に対する平均収縮率は同等の傾向を示したが、接線方向における平均収縮率は低い傾向を示した。
- (5) 今回試験を行った樹種の供試原木数が1~2本と少ないため、さらにデータを蓄積する必要がある。

引用文献

農林水産省（2025）令和6年木材統計
 日本規格協会（2009）JIS Z 2101 木材の試験方法. 日本規格協会
 社団法人日本木材加工技術協会（1983）世界の有用木材 300種：28~31。
 森林総合研究所監修（2004）改訂4版木材工業ハンドブック：192~195.