

飛騨地域家具製造業向けの木材データベースの構築（第3報）

足立隆浩*, 沼澤洋子*

Construction of wood database for the furniture industry in Hida (III)

ADACHI Takahiro* NUMAZAWA Yoko*

飛騨地域産広葉樹について、曲げ、縦圧縮、せん断強度の物性調査を行った。昨年度から今年度において、広葉樹材13樹種についてそれぞれ最大三個体について物性調査を行った。曲げ強度およびせん断強度については、概ね気乾密度が高い樹種のほど強度が高かった。一方概算の曲げヤング係数および縦圧縮強度については、気乾密度約0.60g/cm³を境目として、これ以上の密度である樹種群とこれ以下の密度である樹種群の間に一定の強度値の差が見られた。

1. 緒言

昨年度に引き続き¹⁾、飛騨地域産広葉樹の家具製造業における活用を促進するため、各種物性データの調査を行った。

飛騨地域においては、令和7年度に「飛騨地域広葉樹の活用促進に向けた現地検討会」が開催され、川上である伐採現場、川下である広葉樹製品の製造企業、およびこの二者をつなぐ役割となる川中の中間土場・製材企業のそれぞれの現場に広葉樹事業に携わる関係者が集い、情報交換を行った。このように飛騨地域には広葉樹を活用する一貫した体制が備わり、地域の事業者の意識も高まりつつある。しかし、国産広葉樹を活用しようという意識は確実に高まりつつあるものの、依然海外産の広葉樹材とくらべ過去の利用実績、ノウハウが少なく、物性データ等が不足しているのが実情である。

本報では、今年度を実施した広葉樹材の曲げ、縦圧縮、せん断の各強度物性データの調査結果を、昨年度に実施した分と併せて報告する。

2. 実験方法

2.1 試験材

飛騨地域産広葉樹について、伐採された丸太材より製材された板材を調達し、当所にて人工乾燥を行った。

これまで、2023年および2024年の冬季に伐採された、ナラ類、クリ、ブナ、ホオノキ等の広葉樹材

について調達を行った。調達は2023年材について1回8樹種、2024年材については2回、各12樹種について行った。各時期に調達した材を表1に示す。なおここでは、環孔材、散孔材の順に、概ねの密度が高い順にそれぞれを並べた。

原材は、元玉でない約2mの丸太材を調達した。これを飛騨市内の製材企業において、まず丸太の芯にて半割とし、これを樹皮側に向かって30mm厚ずつ切断して板材とした(図1)。この板材を当所において人工乾燥し、含水率が8~10%程度となるよう調整した。

表1 時期ごとに調達した広葉樹材

樹種	2023年材 ①	2024年材 ①	2024年材 ②
ミズナラ	○	○	○
コナラ	○	○	○
クリ	○	○	○
キハダ	-	○	○
アサダ	-	-	○
ミズメ	-	○	○
カエデ	-	○	-
ブナ	○	○	○
ウダイ	○	○	○
サクラ	-	○	○
ミズキ	○	○	○
トチノキ	○	○	○
ホオノキ	○	○	○

※ウダイ：ウダイカンバ

* 試験研究部



図1 調達した板材群の一例
丸太の中央で半割にしている

2.2 試験片の作製

乾燥した板材のうち、最も材芯に近い一枚から、曲げ試験片、縦圧縮試験片、せん断試験片を作製した。試験片は、各物性試験について各樹種の一枚板よりそれぞれ板幅に応じて15～26個を作製した。

試験片の取り方は、図2のように板材を500mmずつ三か所取り、これらについて図3のように材芯より樹皮側に向け20.5mm幅ずつ、可能な限り追い杭とならないように切断する形とした。これらの部材より、図4のように曲げ、縦圧縮、せん断試験片をそれぞれ作製した。なお、割れがある地点にあたるなどの明確な不良部位は除外したが、それ以外の部位に関しては木目によらず全て測定対象とした。

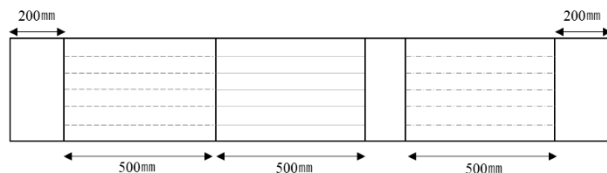


図2 試験片採取位置（板材の全体図）

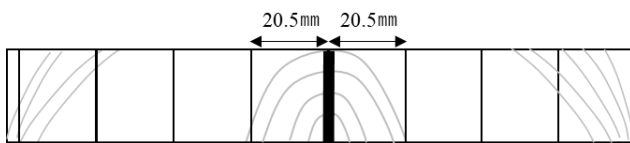


図3 試験片採取方法
材を木口側より見た図（太線部：材芯）

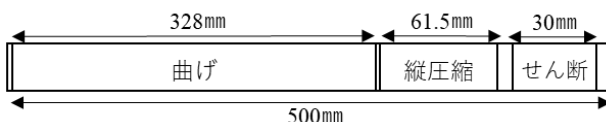


図4 試験片作製図

2.3 物性測定

2.2で作製した各種試験片について、物性測定を行った。試験はいずれも、株式会社島津製作所製

万能試験機UH-100KNC形を使用して行った。また、試験の前に各試験片の実寸を測定し、さらに試験前後の重量も測定した。

2.3.1 曲げ試験

曲げ試験片は、長手方向328mm、断面の一边が20.5mm角の直方体とした。試験においては支点間距離を287mmとし、試験速度を5mm/minとして、木表を荷重面とした。

試験後に各試験片について測定結果を分析し、3%以上荷重の減少があった点を破断点とした。この破断点と測定における最大荷重を記録した点とを比較し、早く事象が発生した点における荷重を用い、曲げ強度を算出した。

また、測定に際し、荷重0.5kNの点における曲げ圧子移動量と荷重1.0kNの点における曲げ圧子移動量を用い、概算の曲げヤング係数を算出した。

2.3.2 圧縮試験（縦圧縮試験）

縦圧縮試験片は、繊維方向長さ61.5mm、断面の一边が20.5mm角の直方体とした。試験においては圧縮速度を5mm/minとした。

試験後に各試験片について測定結果を分析し、測定において記録された最大荷重を用いて縦圧縮強度を算出した。

2.3.3 せん断試験

せん断試験片は、繊維方向長さ30mm、断面の一边が20mm角の直方体をさらに加工し、せん断面長さおよびせん断面長さが20mm角となるようにした。試験においてはせん断圧縮速度を2mm/minとし、せん断面を年輪の直交方向とした。

試験後に各試験片について、図5、図6のように測定結果を分析した。まず各試験片における応力-ひずみ曲線上において、荷重2kNと2.5kNを示した二点の間で直線を引き、その直線の式を算出した。次に、算出した式を全ての測定範囲へ延長拡大し、実際に得られた応力-ひずみ曲線と比較した。そして、これらの荷重差が15%以上となる点を求めた。この点における応力-ひずみ曲線上の荷重を、圧縮試験における降伏点の荷重として扱うこととした。そして、この降伏荷重、および曲げ試験と同様の手法で求めた3%荷重減少荷重（破断荷重）、そして試験全体における最大荷重を比較し、これらのうち最も早く事象が発生した点における荷重を用い、その試験体のせん断強度を求めた。例えば、図5のような場合は試験中に破断点と降伏点とともに存在し、降伏よりも破断が先に生じたため、破断点の荷重によりせん断強度を求めた。一方図6のような破断点が存在せず、一方応力-ひずみ曲線の

傾きの変化は確認したような場合は、降伏点の荷重によりせん断荷重を求めた。

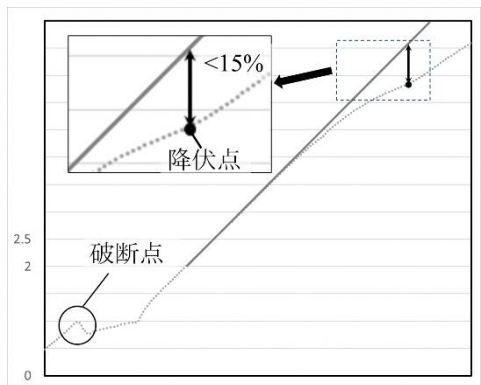


図5 せん断荷重の算出
(最大荷重までに破断点が存在する場合)
破線：応力-ひずみ曲線 縦軸：荷重 (kN)

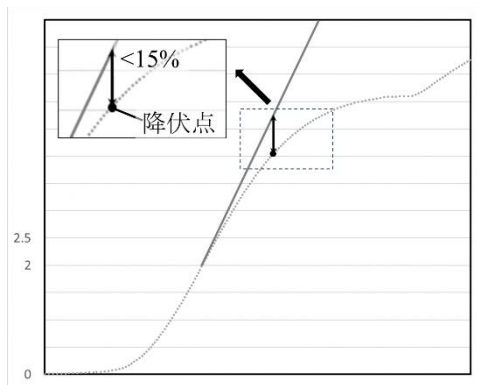


図6 せん断荷重の算出
(最大荷重までに破断点が存在しない場合)
破線：応力-ひずみ曲線 縦軸：荷重 (kN)

3. 結果

以下、表及び箱ひげ図を用いて各測定結果を示す。まず各表においては、各時期に調達した材の樹種ごとの物性測定結果を強度の順に並べた時に、真ん中に当たる値となる中央値を示す。また箱ひげ図は、今回測定した各樹種最大三個体分の物性値を樹種ごとに一つにまとめて作成した。なお箱ひげ図は、線の上端が外れ値を除く最大値、線の下端が同様の最小値、箱内部の横線が全体の中央値、×印が平均値、丸点が外れ値を示す。

3.1 気乾密度

表2に気乾密度の個体ごとの中央値を示す。これは、各時期に調達した材から取った曲げ、圧縮、せん断の各試験片について、物性測定前の寸法及び重量測定の結果から密度(g/cm³)を気乾密度として算出したものである。

また、図7に気乾密度値の樹種ごとにまとめた箱ひげ図を示す。

表2 気乾密度 (各個体の中央値)

樹種	2023年材 ①	2024年材 ①	2024年材 ②
ミズナラ	0.81	0.76	0.83
コナラ	0.76	0.80	0.83
クリ	0.68	0.54	0.58
キハダ	—	0.48	0.53
アサダ	—	—	0.78
ミズメ	—	0.78	0.73
カエデ	—	0.74	—
ブナ	0.70	0.62	0.69
ウダイ	0.67	0.63	0.65
サクラ	—	0.61	0.64
ミズキ	0.58	0.60	0.60
トチノキ	0.58	0.55	0.58
ホオノキ	0.58	0.46	0.51

単位：g/cm³

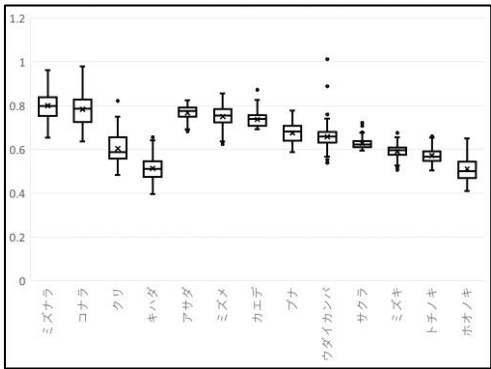


図7 気乾密度
(ここまで測定した個体すべて)

単位：g/cm³

3.2 曲げ強度

表3に曲げ強度の個体ごとの中央値を示す。また、図8に曲げ強度値の樹種ごとにまとめた箱ひげ図を示す。さらに、表4に概算の曲げヤング係数の個体ごとの中央値を、図9に箱ひげ図を示す。

概ね、気乾密度が高い順に曲げ強度値が高い結果となったが、その中でもウダイカンバの曲げ強度値は気乾密度に比較してやや大きい結果となっている。またこの中ではミズナラ、コナラ、ブナが一個体中の試験片採取位置における物性値のばらつきが比較的小さく、クリ、キハダ・ミズメ・ウダイカンバのばらつきが比較的大きい結果となっている。

表3 曲げ強度（各個体の中央値）

樹種	2023年材 ①	2024年材 ①	2024年材 ②
ミズナラ	141	143	160
コナラ	133	143	146
クリ	124	95	115
キハダ	-	91	105
アサダ	-	-	179
ミズメ	-	133	151
カエデ	-	145	-
ブナ	129	120	144
ウダイ	141	133	147
サクラ	-	135	131
ミズキ	120	122	120
トチノキ	102	97	108
ホオノキ	119	96	109

単位：MPa

表4 概算の曲げヤング係数
（各個体の中央値）

樹種	2023年材 ①	2024年材 ①	2024年材 ②
ミズナラ	14	16	15
コナラ	14	16	16
クリ	14	9	12
キハダ	-	10	12
アサダ	-	-	17
ミズメ	-	13	14
カエデ	-	13	-
ブナ	12	12	13
ウダイ	14	13	15
サクラ	-	14	13
ミズキ	11	11	12
トチノキ	12	8	10
ホオノキ	12	9	11

単位：GPa

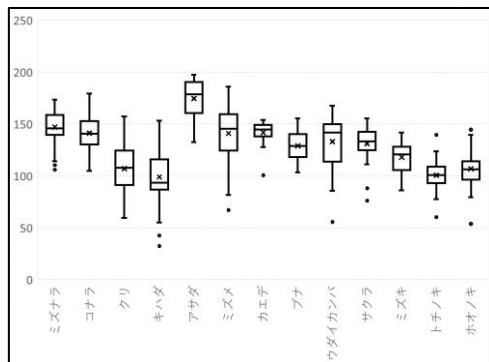


図8 曲げ強度（ここまで測定した個体すべて）

単位：MPa

表5 縦圧縮強度（各個体の中央値）

樹種	2023年材 ①	2024年材 ①	2024年材 ②
ミズナラ	59	70	71
コナラ	60	73	74
クリ	54	50	59
キハダ	-	47	55
アサダ	-	-	79
ミズメ	-	68	71
カエデ	-	64	-
ブナ	53	58	64
ウダイ	60	60	71
サクラ	-	68	69
ミズキ	48	54	59
トチノキ	49	45	52
ホオノキ	54	44	57

単位：MPa

表6 せん断強度（各個体の中央値）

樹種	2023年材 ①	2024年材 ①	2024年材 ②
ミズナラ	15	13	16
コナラ	15	13	15
クリ	13	9	11
キハダ	-	9	10
アサダ	-	-	17
ミズメ	-	15	13
カエデ	-	14	-
ブナ	11	11	12
ウダイ	12	13	13
サクラ	-	12	15
ミズキ	12	12	12
トチノキ	13	9	11
ホオノキ	11	8	9

単位：MPa

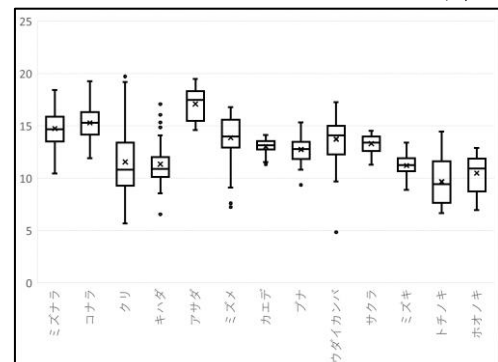


図9 概算の曲げヤング係数
（ここまで測定した個体すべて）

単位：GPa

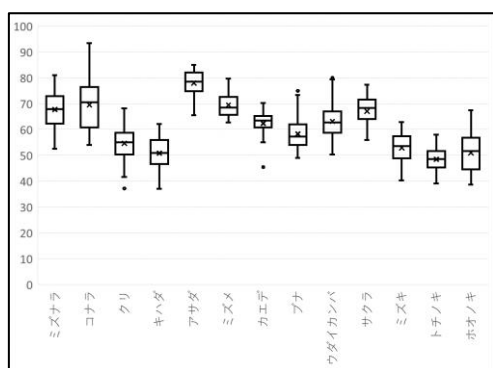


図10 縦圧縮強度
(ここまで測定した個体すべて)

単位：MPa

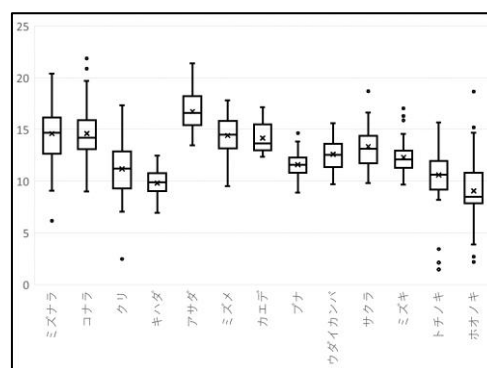


図11 せん断強度
(ここまで測定した個体すべて)

単位：MPa

一方、概算の曲げヤング係数については、気乾密度の大小だけでは順列が判断できにくい結果となったが、その気乾密度が約 $0.60\text{g}/\text{cm}^3$ より大きいものと小さいもので大まかにヤング係数の傾向が二分されているように思われる。またばらつきについてはブナが比較的小さいと思われる一方で、クリが非常に大きく、またキハダ、ミズメ、ウダイカンバも比較的ばらつきが大きい結果となっている。

3.3 縦圧縮強度

表5に縦圧縮強度の個体ごとの中央値を示す。また、図10に縦圧縮強度値の樹種ごとにまとめた箱ひげ図を示す。

縦圧縮強度については、気乾密度約 $0.60\text{g}/\text{cm}^3$ を基準として大小の群に分かれた傾向があったものの、気乾密度が比較的大きい側の群については密度と強度の明確な相関は見られないように思われる結果となっている。また値のばらつきは曲げ強度に比べると比較的小さいものの、クリ、キハダ、ウダイカンバにおいてややばらつきが大きい結果となっている。

3.4 せん断強度

表6にせん断強度の個体ごとの中央値を示す。また、図11にせん断強度値の樹種ごとにまとめた箱ひげ図を示す。

おおよそ、気乾密度が大きいほどせん断強度が大きい傾向となっている。一方で、トチノキやホオノキなど、降伏点より前に破断した試験体が比較的多いものもある。また、値のばらつきはキハダ、ブナについてやや小さい結果となっている。

4. 結言

昨年度に引き続き¹⁾、飛騨地域産広葉樹の各種物性を調査した。これまで、合計13樹種の広葉樹材について、人工乾燥の上で物性測定を行った。

これまで、各樹種の最大三個体について調査を行い、気乾密度に対する各種物性の傾向が判明しつつある樹種もある。しかし、今回全体的に物性が高かったアサダや、値のばらつきが比較的小さいと判断されたカエデについては、一個体のみの調査結果であるなど、家具製造等のための材の特徴を推測するにはさらなる個体数の調査が必要となる。今後も、関連業界の希望を継続的に聞き取りつつ、飛騨地域産広葉樹材について調査個体数を増やし、家具製造等に有用なデータの蓄積を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 足立隆浩他、飛騨地域家具製造業向けの木材データベースの構築（第2報）、岐阜県生活技術研究所研究報告、No. 27、pp. 36-39、2025.