

# 上川産ヤチダモ人工林材の材質評価と利用適性の検討

利用部 資源・システムグループ 佐藤真由美

## ■はじめに ～広葉樹人工林？～

「広葉樹も人工林があるの？」と疑問に思われるかたもあるのではないのでしょうか。人工林といえば、北海道ではカラマツ、トドマツといった針葉樹が整然と並んでいる景色が目立つように、ほとんどの人工林が針葉樹林であることは事実ですし、これは、本州以南でも樹種がスギ、ヒノキなどに代わるだけで同じ様相です。ミズナラやハルニレといった巨木になるような広葉樹は、針葉樹に比べ、幹が太るのに長い年月を要します。植栽しても、木材としての価値が上がる太さまで育つには百年単位の時間がかかり、また、苗木のうちシカやウサギに食べられてしまうことも多いので、広葉樹は天然林で育ったものを利用するほうが得策というわけです。しかし、広葉樹材は硬さや多様な色合い、木目の美しさなど、針葉樹材には無い特質を持ち、昔から評価が高いのです。北海道開拓が本格化してから百数十年、主に試験的に植栽された広葉樹人工林は、まだ当初夢に描いた大径木には至っていません。

健全な森林資源の保続、育成が求められ、再生可能な原材料、エネルギーともなる木材の有効利用の要望が高まっている今日、公共建築物の木造木質化などの木材利用の推進に加え、将来にわたって持続的に木材を利用していける仕組みづくりが模索されています。建築構造材や産業資材としての需要が大きい針葉樹材は、人工林からの供給が安定化してきているのに対し、広葉樹材は、かつての過度の伐採などの要因で利用可能な天然林資源が減少しています。このため材の強さや表面の硬さが必要なフローリングなどの内装・建具や家具製造といった広葉樹材産業は、中国、ロシア、北米からの輸入材を、道産材の代替として使いながら生産を続けてきたのが実情です。ところが、自国での消費が急増した中国からの輸入が途絶え、環境保護を理由に規制の厳しくなったロシア材や北米材も次第に稀少、高価になってきており、このところ、広葉樹材への関心が高まってきました。地域の特色ある資源として、持続的に利用可能な形での供給を望む声が多く聞かれるようになっていきます。

北海道での広葉樹に関する取り組みの一つとして、上川総合振興局南部森林室では、平成28年度から「広葉樹資源の持続的利用推進事業」を実施しています。この事業では、広葉樹林に手を加え、次世代の若木から高価値を生む優良木へ育てるとともに、施業で発生する中小径材を有効利用する方法を検討しています。この事業の中で、ヤチダモ人工林で試験的に間伐を行い、次世代の若木を育てる効果があるかどうかを調べる一方で、間伐材が有効に使えるかどうかを知りたいという要望がでてきました。そこで、これらを明らかにするため材質評価と利用適性の検討を行ったので紹介します。

## ■材質評価の視点

木材の重さや強さなどの性質（材質）は、樹種（遺伝的特性）のほか、年齢、生育場所の土壌や気候、生育期間中の気象など様々な要因で変動するため、同じ樹種でも、生育地や個体、樹幹内での位置により異なることがあり、用途によっては、その要求性能を満たすかどうか問われます。特に、成長初期の環境条件が異なる天然生木と人工林植栽木では材質が異なると推測され、古来、良質の大径材を天然林から得てきた経験から、人工林材は材質が劣るのではないかと危惧する関係者は少なくありません。今後、木材を持続的に利用していくためには、人工林材の活用が重要ですので、このような疑問点を解決していかなくてはなりません。カラマツ、トドマツなどの針葉樹人工林材の材質はこれまでに旺盛に研究され、間伐で発生する中小径材の利用法も開発されてきました。しかし、広葉樹人工林材については、最初に述べたような理由で植栽例が少なく、試験可能な寸法に育っている立木も少ないため、比較的若い頃の成長の記録はあっても、強度などの資料が少ないのです。このため、「広葉樹資源の持続的利用推進事業」のモデル施業地であるヤチダモ人工林材の材質を明らかにするとともに、地元で特に期待されている家具用材として使えるかどうかを調べることにしました。

### ■試験林と供試木

事業のモデル施業地は、旭川市東旭川町内の道有林に1931年に植栽された6.56ヘクタールのヤチダモ林です(写真1)。植栽から85年間、間伐などの保育施業は行われてきませんでした。現在、平均樹高24.6m(19~28m)、平均胸高直径29.2cm(12~52cm)のヤチダモが、ヘクタールあたり300本の密度で生育しています。成長の良し悪しにはかなりの幅があることがわかります。

このヤチダモ林の材質を評価するために、胸高直径34cm以上(優勢木)、32~26cm(標準木)、24cm以下(劣勢木)の各区分から表1に示す供試木を選び、平成28年8月16日に伐採しました。

伐倒した樹幹を3mごとに切断し、切断した箇所から、厚さ5~10cmの試験用円板を採取しました。発生した丸太のうち、伐倒作業を担当した造材業者の視点から見て製材工場で利用可能と判断されたものを供試原木として林産試験場へ搬入しました(写真2)。

### ■原木品質

木材の利用価値が最初に評価されるのは原木の段階です。原木の品質は「素材の日本農林規格」<sup>1)</sup>で規定されています。広葉樹については、直径24cm以上のものについて、節、曲がり、割れ、腐れ・虫喰い・空洞等の程度により1~4等の等級が定められています。製材や単板切削の現場では、より直径の

小さい原木も使っています。ここでは、原木の寸法、曲がり、枝痕などの節と、木口面で見られる腐れについて調査しました。

### ●数量および寸法

優勢木から得られた原木26本、標準木から30本、劣勢木から6本の計62本の原木について調査しました。

原木の径級は、樹幹の上方にあたる細い方の伐り口(末口)の最小径を2cmごとに、端数を切り捨てた値としました。原木の断面は必ずしも真円とは限りません。素材の日本農林規格では、最小径と最大径に6cm以上の差がある場合(最小径が40cm以上の場合には8cm以上)は、最小径に6cm(最小径が40cm以上の場合には8cm)につき2cmを加えた値をその原木の径とすることとしています。今回の原木では最小径と最

表1 供試木の概要

No.	直径区分	樹高(m)	胸高直径(cm)	備考
1	標準木	26.8	26	
2	優勢木	28.8	42	
3	優勢木	28.7	36	根元腐れ
4	優勢木	26.8	40	
5	標準木	28.8	32	
6	標準木	28.7	28	
7	標準木	28.8	26	
8	標準木	28.1	32	
9	優勢木	27.8	34	
10	標準木	27.2	28	
11	劣勢木	23.9	18	
12	劣勢木	19.7	16	
13	標準木	29.6	28	
14	優勢木	29.3	36	
平均		27.4	30	



写真1 試験林分概観(伐採前)



写真2 供試原木(一部)

大径の差が6cmを超えたものはなく、真円に近い断面を持つ原木といえます。原木径級の平均は23cm（10～32cm）でした。広葉樹素材として木材利用の目安となる直径24cm以上の原木は30本で、全体の半数近くとなりました（図1）。

原木の長級は、20cmごとに、端数は切り捨てた値としました。材質調査と製材用途での評価のため、3mごとに切断した上で試験用円板を採取し、長級の平均は2.7m（2.2～3.0m）でした。今回得られた原木62本の長級と径級に基づく総材積は9.146m<sup>3</sup>となりました。

### ●原木の曲がりなど

原木の曲がりについては、素材の日本農林規格に定める測定方法に従い、原木末口径に対する内曲面の最大矢高の割合（%）としました（図2）。同規格の対象となる径級24cm以上の原木30本については、曲がりは平均で9.2%、最大22.8%であり、曲がりに基づく等級は、1等が24本、2等が5本、3等が1本でした。3等となったものは優勢木の地上高14～15mに相当する細い原木で、曲がりが2か所あるものでした。曲がりが大きい原木は樹幹上部で、枝分かれ、幹分かれに起因するものに限られていました。

節は径級24cm以上の原木30本のうち7本に認められました。腐れについては、樹幹上部（地上高6～10m）で枝痕から腐れが入っているものが優勢木、標準木でそれぞれ1個体ずつ、樹幹下部で樹幹の中心に腐れがあるもの（心腐れ）が標準木で1個体ありましたが、いずれも局部的なもので樹幹全体には及んでいませんでした。今回は試験の都合上3mの長さで採材しましたが、通常の出伐採であれば、枝や腐れの部分を外して採材するため、原木の等級を落とすことはありません。

ヤチダモは広葉樹の中では比較的通直完満な樹幹を作りやすい樹種です。今回の供試木も、曲がりが少なく円筒形に近い良質な原木が多く得られました。

### ■樹幹解析

先に述べたように、材質は樹木の成長の歴史に影響されます。生育場所を移動できない樹木の成長は、その土地の土壌や気候も反映するため、森林の経営方針を決める上でも重要な情報となります。供試木の成長経過を知るために、地上高3mごとに採取した円板を使い、全ての年輪の幅を測定しました。同じ年の年輪を地上高の順番でつなぎ合わせると、樹木の一生にわたる樹高と直径の成長経過が見えてきます。これが樹幹解析です。

優勢木、標準木、劣勢木の区分ごとに、平均値を用いて描いた樹幹解析図が図3です。優勢木と標準木は、植栽後30年頃に樹高20m前後に達し、胸高直径では優勢木で20cm、標準木で15cm程度まで太っていましたが、劣勢木は、同じ頃には樹高10m、胸高直径は10cmに満たない状態でした。植栽後30年頃には既に差が出ていたのです。

樹高の推移を取り出したのが図4です。樹高は40年目までに大きく伸び、それ以降の成長は緩やかで、50年を経過するとほぼ一定のペースとなって現在に至っていました。

地上高3m付近の年輪幅の推移を、優勢木、標準木、劣勢木の区分ごとに平均して示すと図5になります。この地上高での年輪幅の平均値は優勢木1.9mm、標準木1.5mm、劣勢木0.9mmで、全ての供試木を平均すると1.4mmでした。また、東西南北の方角による年輪幅の違いはほとんど見られませんでした。植栽直後には優勢木の直径成長が旺盛でしたが、植栽後約10～

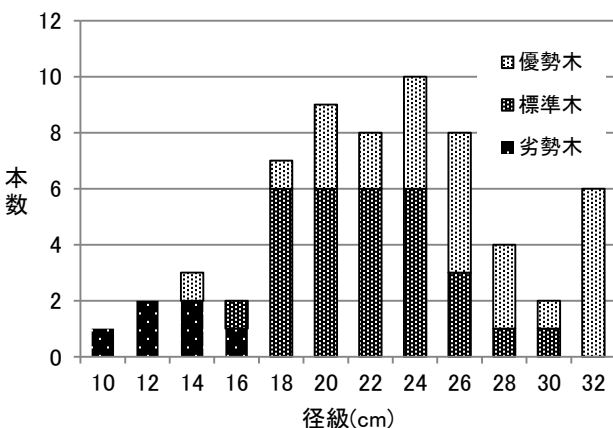


図1 原木の径級分布

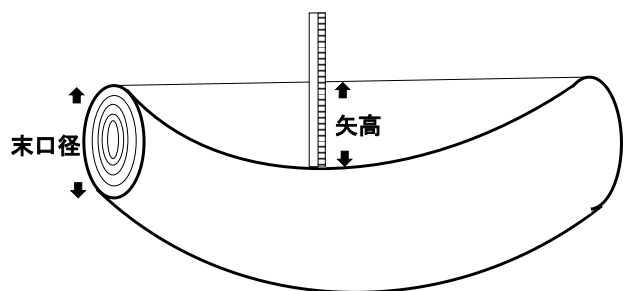


図2 原木曲がりの測定

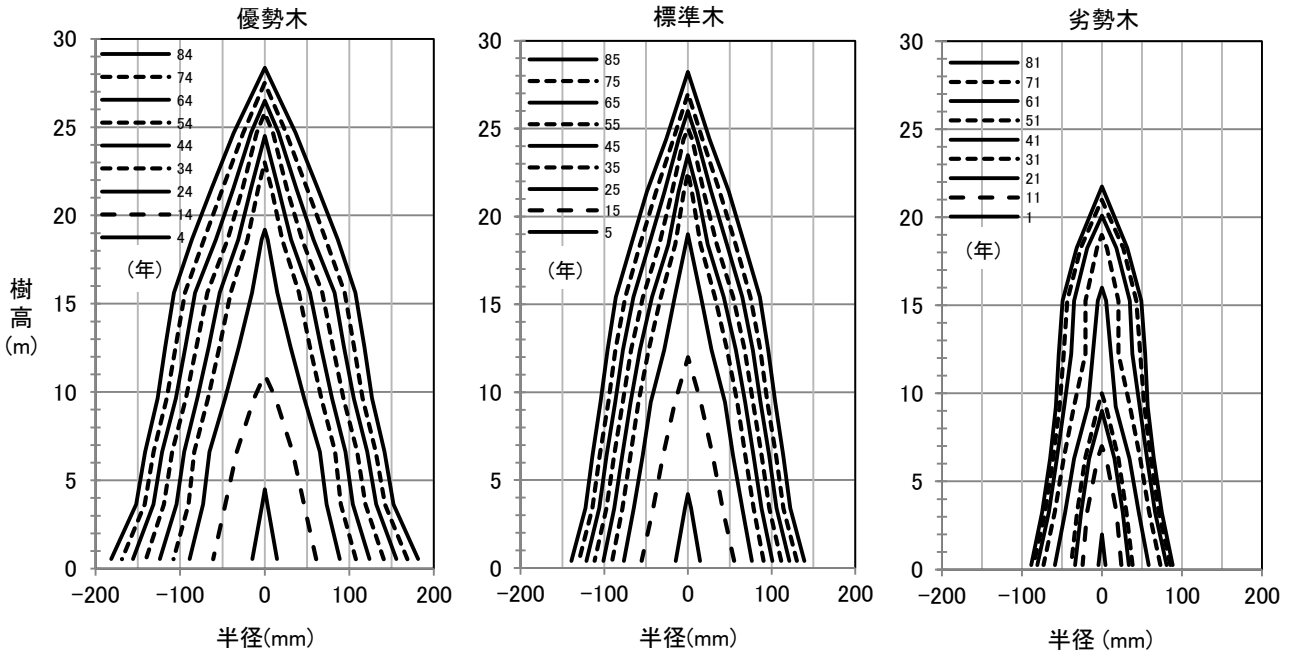


図3 樹幹解析図

30年の間は優勢木と標準木は同様の年輪幅で推移し、約30年目以降、優勢木の年輪幅が標準木より大きい期間が続いていました。標準木は約30年目以降に年輪幅が1mm程度となってその後は安定しており、これは、道有林空知管内のヤチダモ人工林の標準木と同様の値でした<sup>3)</sup>。一方、劣勢木は植栽直後から年輪幅が狭くなり、20年目頃から持ち直しましたが、約30年目以降はどんどん狭くなっていました。樹高で

も直径でも植栽後20~30年前後に何らかの変化が見られ、ヤチダモの成長がこの年齢から安定するのか、または、この頃(1950~60年代)に、この林分で何らかの環境変化が起こっていたのかも知れません。これを明らかにするには、さらに他の地域の植栽木の記録を集め、また、過去の気象のデータなども組み合わせて研究していかなければなりません。

樹幹解析の結果の一つとして、毎年の樹木全体の木材量を表す材積が算出されます。樹木がどれだけの木材を作り出してきたか、その歴史を知ることができます。図6に材積総成長量の推移、図7に10年間ごとの材積平均成長量を示します。伐採時の材積は立木1本あたり平均で優勢木が1.1m<sup>3</sup>、標準木が0.71m<sup>3</sup>、劣勢木が0.22m<sup>3</sup>と計算されました。優勢木、標準木は植栽後20年までに一気に材積を増し、それ

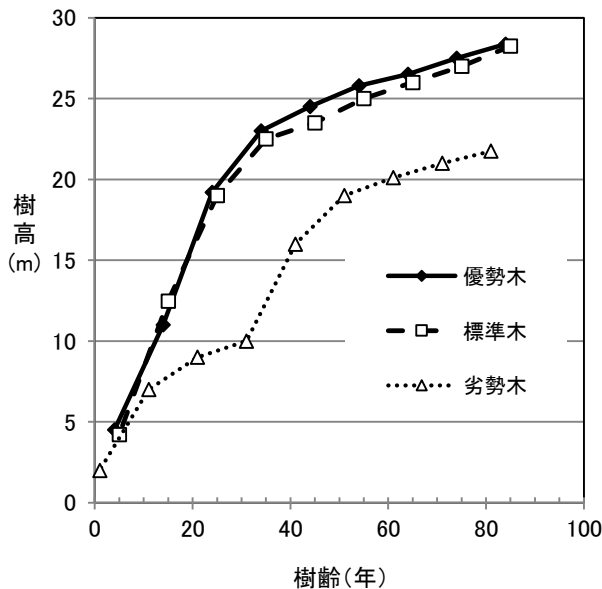


図4 樹高の推移

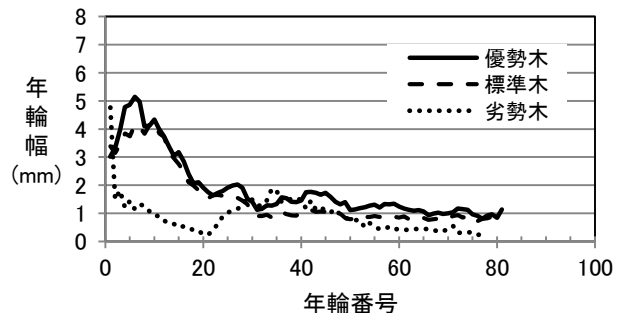


図5 年輪幅の推移 (地上高3m)

以降も増大していましたが、劣勢木は30年まで材積成長量は小さく、60年目辺りで最大となった後は減少していきました。平均成長量（図7）は樹齢が高くなるとピークに達した後、減少していくのが普通ですが、優勢木と標準木ではピークが見られていないことから、今後も成長できる状態であると考えられますが、劣勢木は成長が衰えつつある可能性が高いといえます。

もうひとつ、最近の成長の度合いを示すものに、樹幹外層部の新しい材部である辺材の幅があります。

図8に地上高ごとの辺材年輪数の推移、図9に同じく辺材幅を示します。辺材部の年輪数は、地際付近と梢端部を除けば、優勢木、標準木、劣勢木とも大きく変わらず約20~25年前後でした。この年数が、この林分のヤチダモでは、成長の良否にかかわらず新しくできた木部が心材に移行するまでに要する年数ということです。しかし、優勢木と標準木は樹高20mまでは辺材幅は約19~25mmですが、劣勢木では10~15mmと狭く、辺材部の平均年輪幅は、優勢木で1.2mm、標準木で0.9mm、劣勢木で0.6mmでした。最近20~25

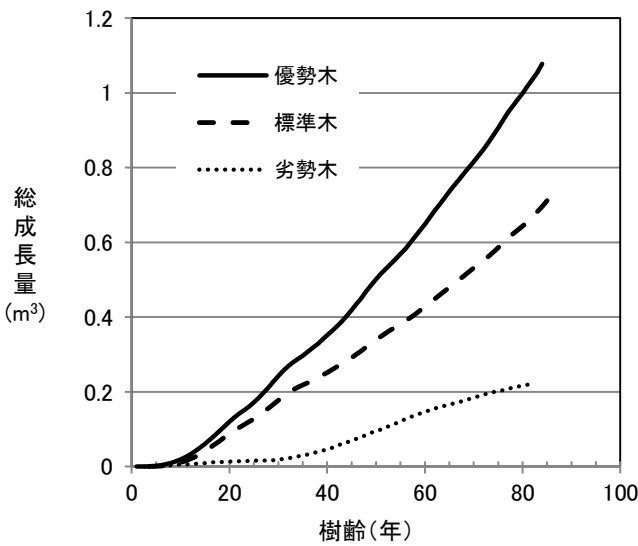


図6 材積総成長量の推移

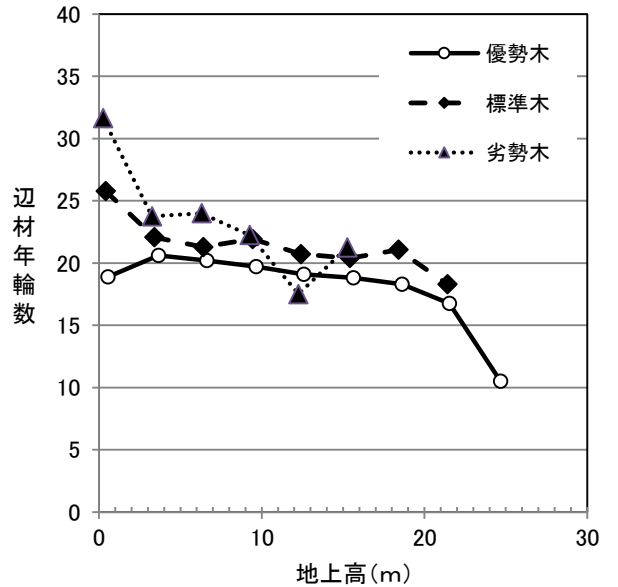


図8 地上高ごとの辺材年輪数の推移

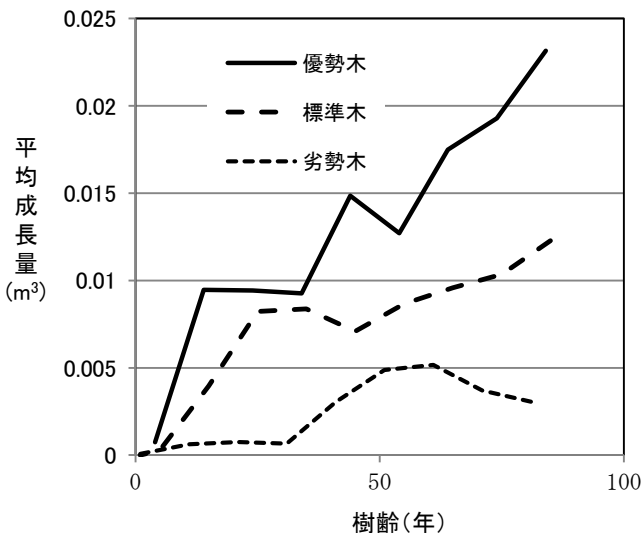


図7 材積平均成長量の推移

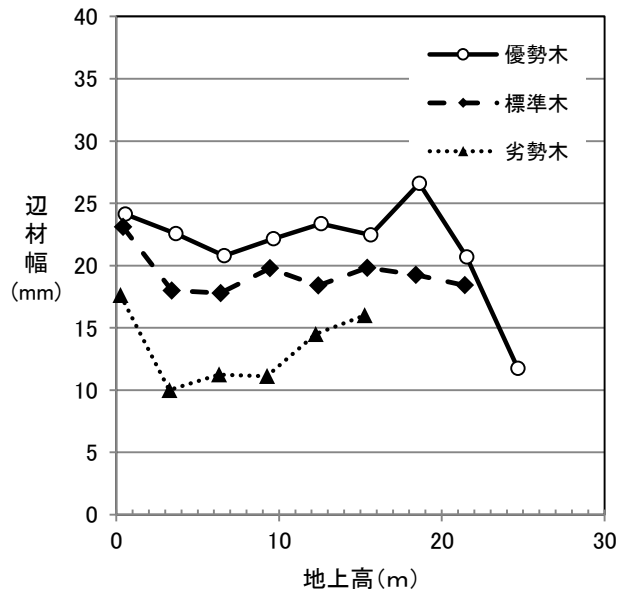


図9 地上高ごとの辺材幅の推移

年間、劣勢木の直径成長量が小さくなっていることが、ここからもわかります。

ところで、木材を利用する側からみると、通常は、腐れやカビによる変色、ヒラタキクイムシなどの食害に対して耐久性の高い心材が多いほうが有利です。図10に地上高ごとの心材率の推移を示します。優勢木と標準木は、比較的径の大きい原木となる地上高15mまでは60%以上あり、劣勢木でも、地上高3mでは優勢木、標準木と同じく70%を超えていました。製材工場で受け入れ可能な径級18cm以上の原木であれば、概ね、60～70%の心材率があることがわかります。

■基礎材質調査

●容積密度数

容積密度数は、水分を十分に含んだ状態での体積と、含水率0%まで乾燥した時の重さから導かれる木材の密度を表す値の一つです。密度は、強度その他の性質と強い関係性があるので、重要な指標となります。

優勢木、標準木、劣勢木の区分ごとに平均した容積密度数を表4に示します。優勢木の容積密度数は天然林材における既往の値(536～550kg/m<sup>3</sup>)<sup>4)</sup>と同程

度とみなせますが、標準木はやや低く、劣勢木の値はより低めでした。なお、東西南北の方角による容積密度数の差異は見られませんでした。

ヤチダモは、春先の成長が始まる時に大きな道管を作り、その後は小さめの道管と繊維などの密度の高い細胞を作る、環孔材と呼ばれる樹種であり、早材部に大型の道管が同心円状に並列しています(写真3)。環孔材一般の性質として、密度の低い早材部は年輪幅に関わらずほぼ一定の幅をとることから、年輪幅すなわち直径成長の良否により材の密度に変動を生じます。年輪幅の極端に狭い部分ではほとんど大型の道管のみからなる低密度な材となり、年輪幅の広い部分では、高密度な部分の比率が増える結果、高密度な材となるのです。容積密度数と平均年輪幅の推移を見ると、成長初期は年輪幅が広く、かつ容積密度数も大きいですが、成長が進み年輪幅が狭くなるに従い、容積密度数も減少しており、一般的な傾向でした(図11)。

●生材含水率

樹木は伐採されるまでは生きているので、内部に多少とも水分が存在します。木材製品を作る時は、腐朽やカビを避けるため、また、後の水分変化で変

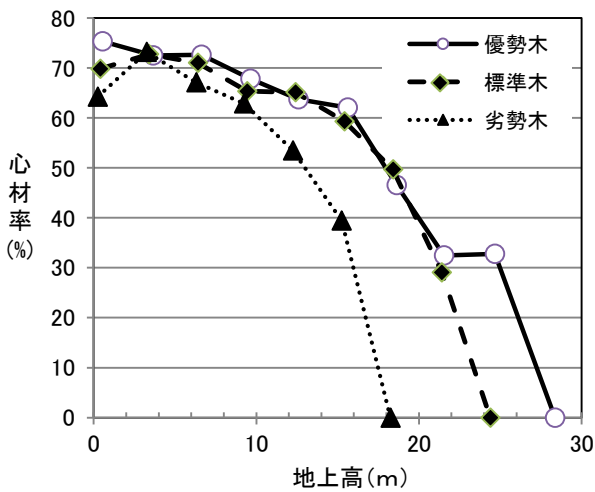


図10 地上高ごとの心材率の推移

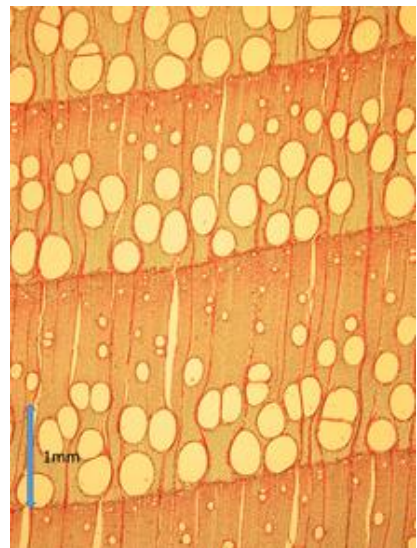


写真3 ヤチダモ材の横断面 (光学顕微鏡)

表4 容積密度数の平均値

	優勢木	標準木	劣勢木	平均
容積密度数 (kg/m <sup>3</sup> )	546.0	511.1	482.0	521.4
標準偏差	53.8	62.6	66.6	63.3

形するのを避けるために、乾燥してから使うので、元々の水分が多いと乾燥する際に注意が必要となります。多くの樹種は幹の中央部（心材）は水分が少なく、生きている組織に近い樹皮の直下（辺材）の水分が多いのですが、ヤチダモは多湿心材といい、心材が辺材より水分が多いことが知られています。今回の供試木でも心材の方が辺材より高い結果となっていました（表5）。また、樹幹下部の方が上部より含水率が高くなっていました（図12）。優勢木、標準木の含水率はほぼ同様の値を示し、劣勢木は若干高めでした。蕪木の報告<sup>5)</sup>の人工林材における樹高15mまでの範囲と比べると、今回の供試木の心材含水率はやや高めですが、矢沢らの報告<sup>6)</sup>の同範囲に

対しては同様な傾向でした。

● 収縮率

木材は、含まれる水分の量により伸び縮みします。乾燥した時にどれくらい縮むかを知ることは、木製品が湿度により変形して使用上困ることが無いようにするために重要です。

表6に試験体の平均年輪幅、気乾密度及び体積全収縮率、表7に半径、接線方向の全収縮率と平均収縮率を示します。半径方向と接線方向のそれぞれの収縮率は優勢木から劣勢木までほとんど変わらず、天然林ヤチダモ材の文献値（平均収縮率：半径方向0.17%、接線方向 0.31%）<sup>7)</sup>とほぼ同程度でした。全収縮率、平均収縮率の半径方向と接線方向の比は、どの位置

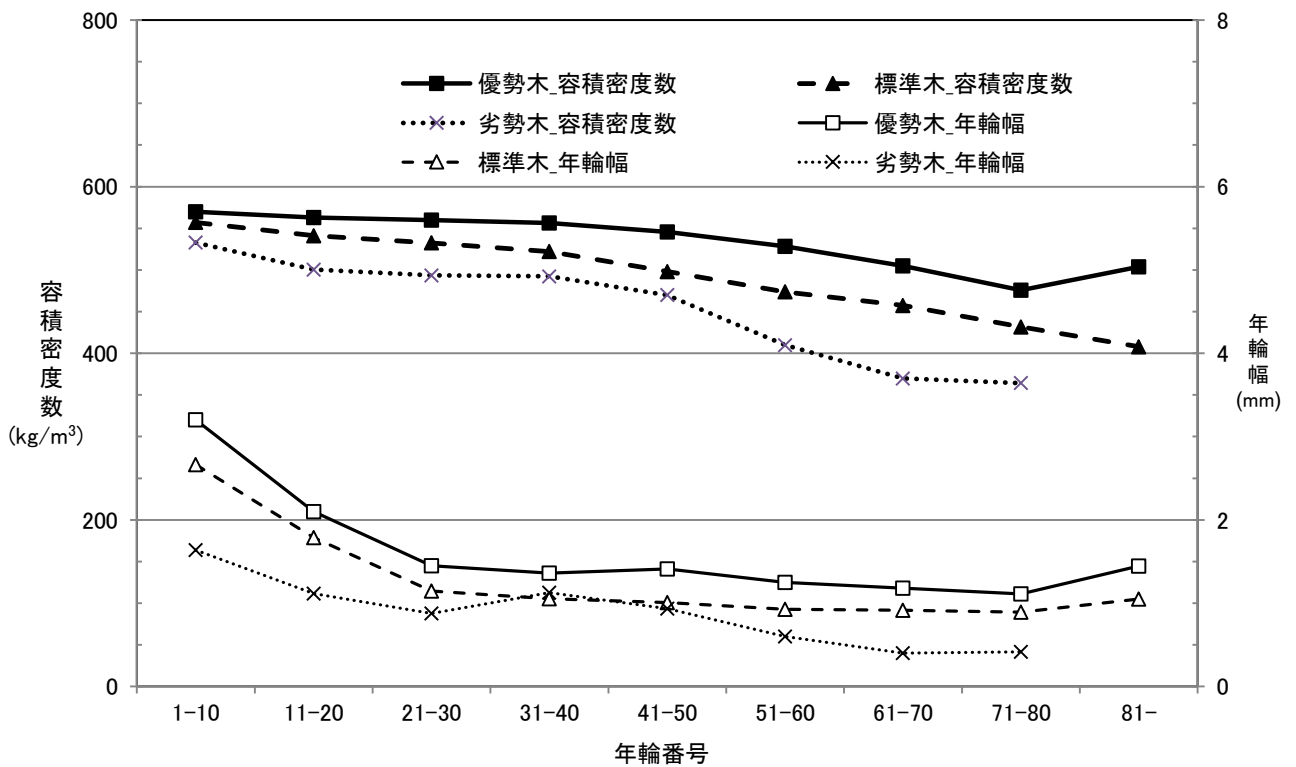
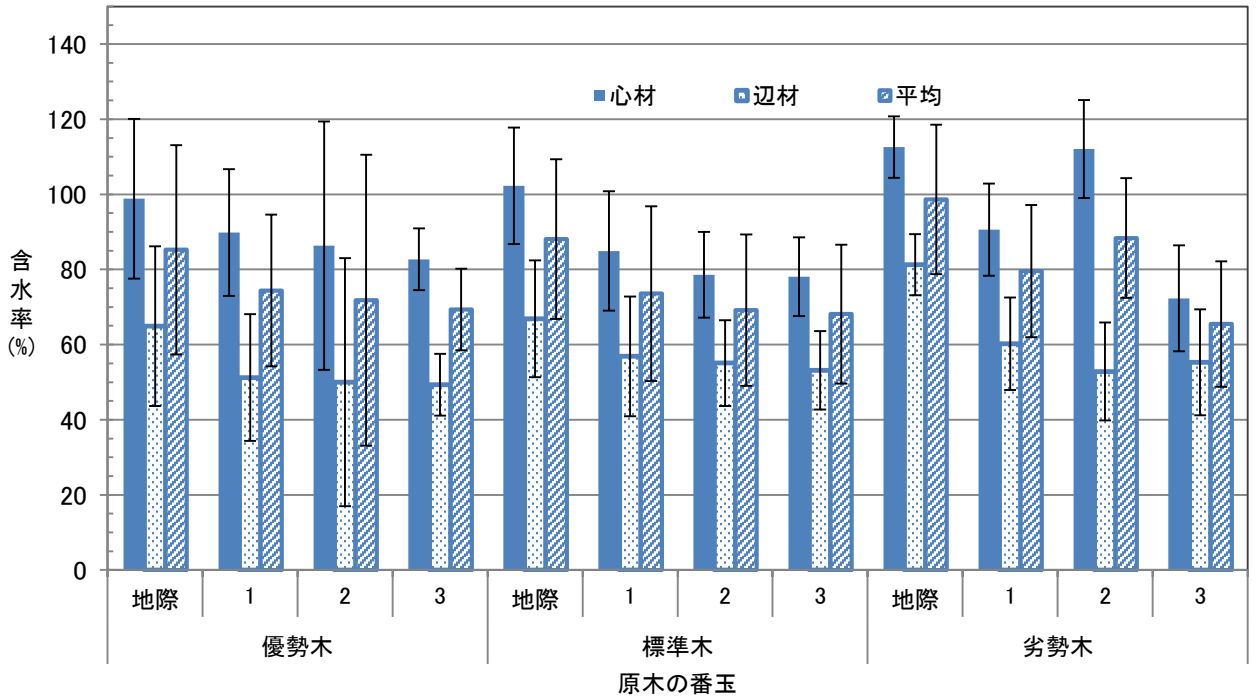


図11 年輪幅と容積密度数の推移

表5 含水率の平均値

	含水率(%)			標準偏差		
	心材	辺材	平均	心材	辺材	平均
優勢木	88.1	54.4	74.6	14.1	9.0	20.6
標準木	85.6	57.7	74.4	16.0	10.1	19.5
劣勢木	94.3	64.3	82.1	26.7	19.3	28.1



※ 原木長さは3m、含水率は各原木の末口での値

図12 地上高ごとの生材含水率

表6 半径、および接線方向収縮試験片の平均年輪幅、気乾密度、および体積全収縮率

	試験体数	平均年輪幅 (mm)		気乾密度 (kg/m <sup>3</sup> )		体積全収縮率 (%)	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
優勢木	120	1.52	0.26	701	35	16.63	1.88
標準木	160	1.75	0.44	655	45	17.02	1.25
劣勢木	12	0.97	0.00	620	7	15.41	0.25

表7 半径及び接線方向の全収縮率及び平均収縮率

	半径方向全収縮率 (%)		接線方向全収縮率 (%)		含水率1%に対する平均収縮率 (%:半径方向)		含水率1%に対する平均収縮率 (%:接線方向)	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
優勢木	5.52	0.68	11.77	1.44	0.19	0.02	0.34	0.03
標準木	5.46	0.71	12.23	0.84	0.18	0.03	0.33	0.03
劣勢木	5.77	0.21	10.23	0.21	0.19	0.01	0.29	0.02



でもおよそ1:2で、これも文献値と同様でした。表8に繊維方向の収縮率を示します。ヤチダモも他の樹種と同様、繊維方向の収縮率は半径、接線方向の1/10以下でした。

●強度性能

多くの広葉樹材は、針葉樹材に比べ、密度が高く優れた強度性能を有します。しかし、先に述べたように、同じヤチダモ材でも密度の変動があり、密度は強度性能に影響します。今回の供試木の強度性能を調べるため、日本工業規格の木材の試験方法JIS(Z2101)に基づいて、曲げ試験、縦圧縮試験を行いました。

曲げ強度試験体の平均年輪幅、試験時密度及び含水率を表9に、試験結果を表10に示します。優勢木と標準木では、曲げ性能はほとんど変わりありませんでしたが、優勢木と標準木に比べると、劣勢木は1割ほど低い結果となりました。一般に、強度性能は材の密度と比例する傾向がありますが、気乾密度にはほとんど差がないので、劣勢木では樹幹中心部に形成される、材質が安定しない未成熟材

が多く含まれた可能性があります。天然林材の文献値(MOE 9.5 kN/mm<sup>2</sup>, MOR 95 N/mm<sup>2</sup>)<sup>7)</sup>と比較すると、人工林材はいずれも1~2割ほど高い値でしたが、今回の試験では含水率が10%前後と文献値の15%より低かったことを考慮に入れると、人工林材の曲げ強度性能は天然林材とほぼ同程度と考えられます。

打撃音法による原木の動的ヤング係数の測定は、針葉樹人工林から伐出される原木について、非破壊で材の強度性能を予測する手段として普及してきていますが、広葉樹原木についてはほとんど実施されていません。ヤチダモ材は強度性能を要求される用途に多く用いられるので、この手法が応用できれば、原木の評価に役立つと考えられます。そこで、原木調査の時に動的ヤング係数の測定を行いました(写真4)。その結果、原木ヤング係数は曲げヤング係数の原木ごとの平均値と相関があることが示されました(図13)。今後さらに事例を増やし、広葉樹でも原木ヤング係数を測定することで強度性能を推定できる可能性が示されました。

表11に縦圧縮試験の結果を示します。縦圧縮強度

表8 繊維方向収縮率

	試験体数	平均年輪幅(mm)		気乾密度(kg/m <sup>3</sup> )		繊維方向全収縮率(%)		含水率1%に対する平均収縮率(%:繊維方向)	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
優勢木	52	1.71	0.43	709	31	0.23	0.09	0.013	0.004
標準木	58	1.91	0.55	700	26	0.36	0.10	0.017	0.013
劣勢木	12	1.07	0.00	618	22	0.34	0.08	0.017	0.004

表9 曲げ試験体の平均年輪幅、気乾密度及び含水率

	試験体数	平均年輪幅(mm)		気乾密度(kg/m <sup>3</sup> )		含水率(%)	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
優勢木	61	1.30	0.17	670	39	9.67	1.50
標準木	93	1.21	0.28	660	43	9.89	0.33
劣勢木	25	1.14	0.39	672	33	10.41	0.21

表10 曲げ試験結果

	曲げヤング係数(kN/mm <sup>2</sup> )		曲げ降伏強度(N/mm <sup>2</sup> )		曲げ強度(N/mm <sup>2</sup> )	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
優勢木	12.19	1.38	65.9	7.8	115.0	11.9
標準木	12.75	1.39	62.4	9.7	115.2	13.7
劣勢木	10.93	1.74	51.7	10.4	102.8	15.9

は成長の良否に関わらずほぼ一定の値でした。天然林材の文献値(44 N/mm<sup>2</sup>)<sup>7)</sup>と比較すると、曲げ強度試験と同様に2割ほど高い値でしたが、含水率の補正をするとほぼ同程度となりました。

ヤチダモ材の従来の利用方法のなかでも強度が必要な手摺や階段板、スポーツ器具、椅子やテーブルの脚部などに使うには、年輪幅が広く強度性能で優位な材質が活かされる一方、高密度であるため加工

しづらい、変形が大きくなるといったデメリットもあります。経験的に、年輪幅1.2mm程度のものが、いろいろな用途に対応できるとされていますので、今回の試験地では、現在までに平均以上の肥大成長を遂げている優勢木、標準木は、長期にわたり1mm前後の年輪幅を保持しており、密度、収縮率、強度性能とも今までに知られている天然林を含めたヤチダモの材質とほぼ同等ですから、今後も同様の肥大成長が続けば、利用しやすい材質の大径材に育つ可能性が高いと考えられます。一方、現在までに平均以下の胸高直径にとどまっているものは、内部に極めて低密度の年輪幅の狭い部分があり、また、最近に至って成長が鈍化し、今後のさらなる成長は期待できないため、積極的に間伐すべきと考えられます。

### ■家具への利用適性試験

旭川近郊を中心とする上川地域では、以前は天然林から豊富に得られた多彩な広葉樹材を背景として、家具製造が主要な木材産業のひとつとなっています。近年では、クローゼットなどの造り付け家具の普及や、フローリング仕様などの生活様式により、箆笥などのいわゆる箱物家具から、テーブル、椅子などの脚物家具へと需要が移っています。椅子は、人が座りその荷重に耐える強度が必要です。また、曲線を用いるデザインが多く、脚の部材は切削により製作される場合が多いため、目切れによる強度低下が想定されます。また、昨今の消費者ニーズが高いスタイリッシュなデザインは、細い部材の組合せとなるので、部材同士の接合部の強度も重要です。今まで天然林材で製造してきたものを、人工林の中小径木を材料とする場合に、製品としての性能が十分得られるか検討する必要があります。そこで、旭川家具の製作指導、製品評価をしている旭川市工芸センターの協力を得て、今回採取したヤチダモ人工林材を用いて椅子を製造し、家具への利用が可能か検討しました。



写真4 打撃音法による原木動ヤング係数の測定

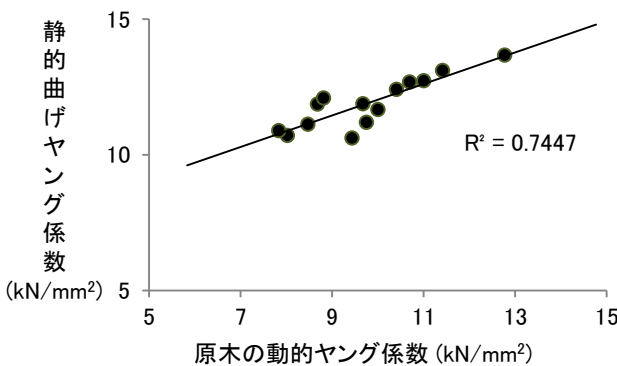


図13 原木の動的ヤング係数と静的曲げヤング係数の関係

表11 縦圧縮試験体の平均年輪幅、気乾密度、含水率及び縦圧縮試験結果

試験体数	平均年輪幅 (mm)		気乾密度 (kg/m <sup>3</sup> )		含水率 (%)		縦圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )		
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
優勢木	12	1.17	0.32	709	40	10.6	0.3	61.2	6.8
標準木	45	1.33	0.35	663	49	10.6	0.5	59.4	4.8
劣勢木	18	1.29	0.51	688	24	10.5	0.2	57.4	5.7

●接合部性能試験

接合部の強度を評価するため、図14のT字型試験体を作製しました。接合にはαオレフィン系の接着剤を使用しました。試験体を治具にセットし、胴付面から250mmの位置を荷重点として、3mm/minの速度で荷重を加えました。比較のため、一般的な椅子製造に用いられるナラ材についても同様の試験を行いました。

試験結果をナラ材のそれと合わせて表12に示します。今回のヤチダモ人工林材は、ナラ材とほぼ同じ値を示し、ナラ材と同様に椅子製作が可能であることが示されました。

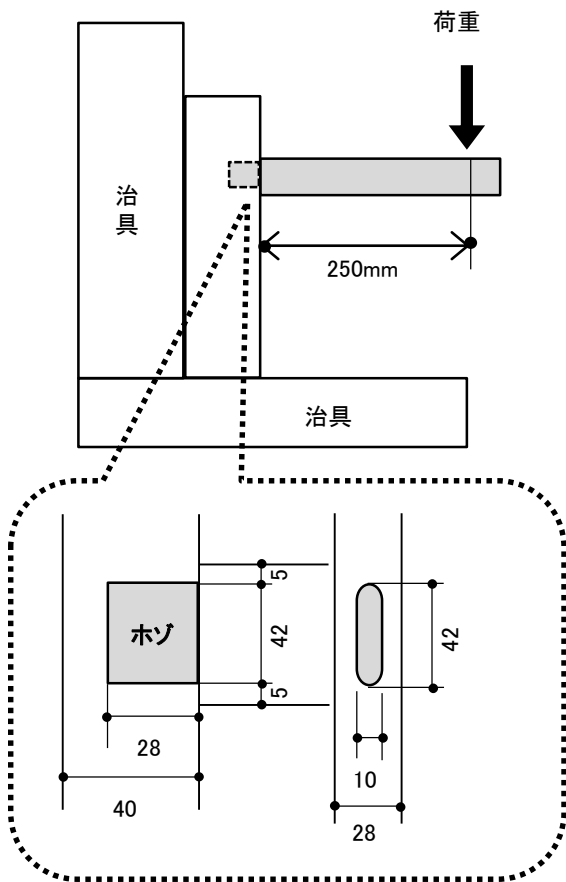


図14 接合部強度試験

●椅子の試作および性能試験

供試材で製作した椅子の性能を評価するため、旭川市工芸センターで家具製造業者の研修課題として定型の椅子(写真5)を製作しました。この椅子は、曲線の部材を使用し、一般的なホゾの仕口となっているため、原料木材の性能を評価する上で妥当な製品と考えられました。

試作した椅子の強度を確認するため、座面におもり60kgを載せ、後ろ脚下端を固定し、背を後方に引っ張り、前脚を30mm引き上げた状態から落下させる動作を1分間に20回の割合で4000回繰り返しました(写真6)。これは以前、椅子の性能を保証する家具業界の規格試験として行われていた方法です。

製作した椅子は、繰り返し衝撃荷重試験終了後全ての接合部に緩みやガタは見られず、十分な強度を有していることが確かめられました。

今回供試したヤチダモ人工林材は、椅子部材として十分な材料強度を有しており、一般的な部材寸法、接合部を持つ椅子の設計が可能でした。また、椅子の性能からテーブル等に対しても十分な強度が得られると考えられますが、テーブルの天板などは、寸法安定性や表面硬さなど異なる性能が求められることから、製品にあった性能を個別に評価する必要があります。



写真5 試作した椅子

表12 接合部強度試験結果

	ヤチダモ		ナラ	
	最大荷重 (N)	変位-強度 (N/mm)	最大荷重 (N)	変位-強度 (N/mm)
平均	1255	121	1258	126
最大	1276	133	1366	143
最小	1228	112	1130	108



写真6 繰り返し衝撃荷重試験

しての用途には向かないと考えられるため、積極的に間伐対象とすることが推奨されます。

現時点で平均以上の成長を遂げているヤチダモ人工林材の物理的性質は、一般的な天然林材と同等の範疇にあり、利用上の問題はなく、一般的に流通している製材用途の原木として通用すると考えられます。得られた製材は椅子部材として十分な強度性能をもち、試作した椅子も十分な耐久性を示したことから、本研究の対象林分の間伐材は脚物家具の部材として利用できると判断されます。

ヤチダモを始め、ミズナラやウダイカンバといった大径木になる広葉樹は、植林して大径木に育てるのには時間がかかりますが、残された天然林資源を将来に残しながら、今日まで培われてきた木材産業の優れた技術を伝えていくためにも、広葉樹人工林を育てていくことが望まれます。また、天然林においても、中小径木を上手に利用しながら、少しでも大径木に育つものを増やしていくことが必要です。今回の成果を、先人が夢を託した現存する広葉樹人工林だけでなく、天然林や針葉樹人工林の整備で出材される中小径の広葉樹資源を有効に利用していくためにも、参考にしていただければ幸いです。

#### ■参考文献

- 1) 平成24年3月28日農林水産省告示第1037号
- 2) 東京農工大学農学部林学科編，朝倉書院，林業実務必携（第三版），1987.
- 3) 大崎：林産試験場報，No. 543，pp18-28，2015.
- 4) 蕪木：林業試験場研究報告，No. 90，pp109-144，1956.
- 5) 蕪木：林業試験場研究報告，No. 90，pp77-109，1956.
- 6) 矢沢ほか：日本林學會北海道支部講演集（12），pp33-35，1963-11.
- 7) 日本木材加工技術協会編，「日本の木材」，1989.

#### ■おわりに

旭川市東旭川町内の道有林に植栽された85年生のヤチダモ人工林の間伐木について基礎材質試験及び家具用材としての用途適性評価を行いました。

年輪解析の結果から、林分内で優勢ないし標準的な胸高直径に育っているものは今後も継続して順調な肥大成長を維持する可能性が高く、大径木に仕立てられれば価値を上げられる可能性が高いと考えられました。一方、現在劣勢木であるものは肥大成長が鈍化する傾向にあり、また極端に年輪幅の狭い部分を含むことから、今後の間伐などで成長が回復するとしても、強度性能を要求される脚物家具部材と