70周年記念講演会－北海道産広葉樹のこれまでとこれから

北海道産広葉樹の材質について －セン・ニレ・メジロカバ－

道総研林産試験場　大崎　久司

■はじめに

広葉樹を取り扱う業界（とくに家具製造業）において，「ナラ（ミズナラ）・タモ」は確固たる地位にあり，広範な需要があります。特に，ナラはウィスキー樽への需要増加も加わり，旭川で開催される北海道銘木市（以下：銘木市）での落札単価が急騰していることなどから，代替樹種が望まれています。

銘木市に出品されている単椪（たんぱい）*の部への出品原木について，全樹種の径級ごとの出材本数割合を**図1**に示します。銘木市は年に10回開催されていますが，ここでは出品量が多い1，2，3月の3回の出品データを用いました。平成24年（2012年）と令和4年（2022年）を比較すると，30cm台の径級の原木割合が大きく増え，全体の6割を占めるに至っています。今後もこのサイズの原木が銘木クラスの利用の主体となると思われます。

*：同一樹種の，1ないし数本程度のロット

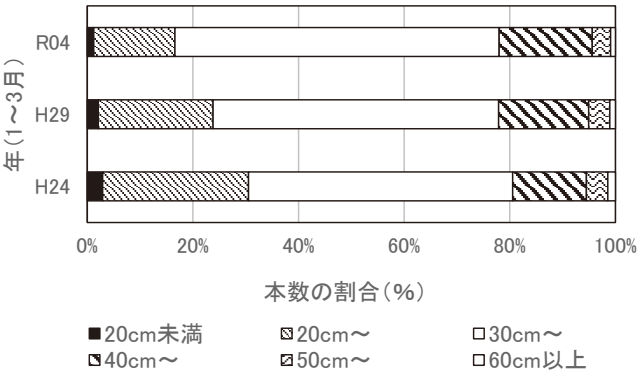

図1　北海道銘木市における径級ごとの出品本数割合

現在，広葉樹の材質を把握する際に使われている文献値[1,2]は，天然木の，かつ大径の原木の試験結果に基づいていると思われます。そのため，現在，および今後も利用主体となるであろう30cm台の原木に既存の文献値が適用可能であるのかを確かめておく必要があります。そこで，径級30cm台の原木の材質を試験し，文献値と比較しました。材質の把握にあたっては，代表的な指標である曲げヤング率，ブリネル硬さ，収縮率を取り上げました。曲げヤング率は変形のしにくさを，ブリネル硬さはへこみやキズへの耐性を，収縮率は寸法安定性を評価する指標となります。

■対象樹種の選定

ナラ・タモに代わる材の候補として試験を行う樹種の選定にあたっては，

1. ある程度の出材量があり入手が容易
2. 原木単価がさほど高価ではない
3. 家具などでの利用が見込めそうな樹種

を条件として検討しました。

図2に2013年度以降の銘木市の樹種別出品材積を示します。2015年度が出品材積のピークで，その後徐々に減少傾向となり，コロナ禍の2020年度に最低となりましたが，その後回復傾向となっています。

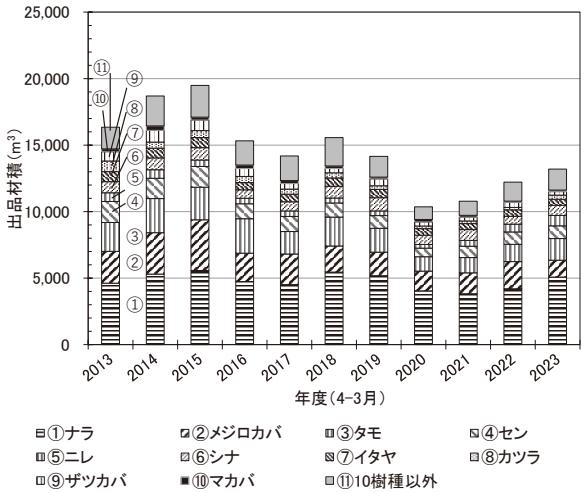

図2　北海道銘木市における樹種別出品材積

樹種別に見ると，ナラ，メジロカバ，タモ（ヤチダモ）が上位で，特に直近の数か年はナラの比率が大きくなっています。次いで，セン，ニレなどとなっています。そこで，入手の容易さの観点からメジロカバ，セン，ニレを候補としました。

次に直近5年間について，銘木市出品材積の上位樹種平均落札単価（円/m³）の推移（1～12月で集計）を**図3**に示します。マカバが飛び抜けて高価ですが，ウィスキー樽需要と思われるナラの高騰が目につきます。また，クルミの単価も上昇していました。これらの樹種と比較して，上述のセン，ニレ，メジロカバ（**図3**の太線）の平均落札単価は安価な価格帯にあります。

これらのことから，今後に利用拡大が期待できる樹種としてこの3樹種を選択しました。

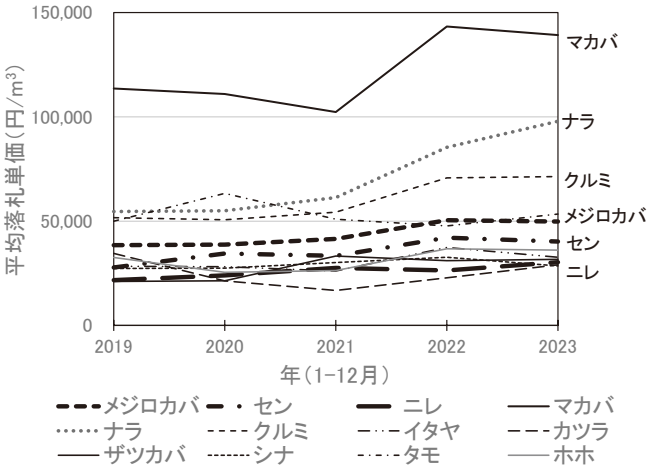

図3　平均落札単価の推移

■供試材料

今回の試験では北見地域のセン，ニレ，メジロカバ，日高地域のセン，ニレの丸太を用いました。**表1**に供試した板材の情報を示します。

表1　供試材料

産地	樹種	末口幅 (mm)	年輪数	平均年輪幅 (mm)	平均辺材幅 (mm)	平均辺材年輪数
北見	セン	40.2	87.6	2.0	31.3	21.6
	ニレ	38.6	75.6	2.2	17.6	10.4
	メジロカバ	35.4	78.4	2.4	64.3	38.9
日高	セン	33.3	76.2	2.2	47.3	25.7
	ニレ	29.1	53.6	2.9	24.1	7.5
文献値	セン			1.47		
	ニレ			2.08		
	メジロカバ			2.22		

用いた丸太の本数は5本で，末口径30～40cmの丸太から厚さ約5cmの心を含む柾目板を作成しました。

年輪数は末口側で数え，5枚の板材での平均値を求めました。平均年輪幅は樹心から樹皮側の距離を年輪数で除して，2方向の平均値を求めました。

年輪数は50～90，年輪幅は文献値[2]よりわずかに大きい値を示しました。

■各材質試験の方法

材質試験はJIS Z 2101「木材の試験方法」に準拠しました。試験体数を**表2**に示します。

表2　試験体数

樹種	曲げ試験 北見	曲げ試験 日高	ブリネル硬さ試験※ 北見 50mm	北見 120mm	日高 50mm	日高 120mm	収縮率試験 北見	収縮率試験 日高
セン	232	159	5	5	5	5	37	87
ニレ	174	113	5	5	5	5	39	80
メジロカバ	181	−	5	5	5	−	40	−

※ ブリネル硬さは，各試験体に複数の点で測定（後述）

(1) 曲げ試験

断面20mm角×長さ320mmの曲げ試験体を柾目木取りで作成し，20℃，RH65%の環境下で調湿後，スパン280mmの柾目面荷重で試験を行いました（**図4**）。一般的には，曲げ試験から求められる曲げヤング率は材料の密度に比例して大きくなる傾向にあります。

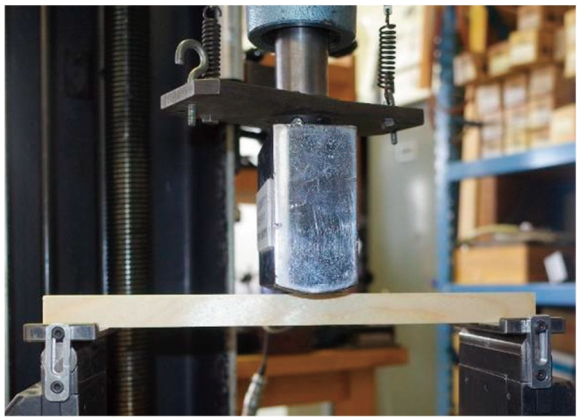

図4　曲げ試験

(2) ブリネル硬さ試験

試験体寸法は1辺40mmの立方体です。採取箇所は樹心から50，120mmの位置になります。ブリネル硬さは直径10mmの硬球を，木口面は9箇所，木表側の板目面と，柾目面は6箇所で圧入（**図5**）し，表面から0.32mm圧入時の荷重から算出します。

教科書的には，木口面，板目面，柾目面という順序で硬さの値が大きい傾向にあります。

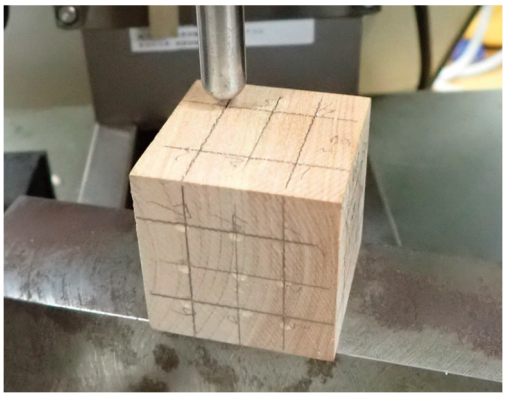

図5　ブリネル硬さ試験

（3）収縮率試験

収縮率試験は，一辺が20～30mm，厚さ5mmの試験体（**図6**）を作製し，飽水状態，気乾状態，全乾状態での寸法（接線方向と半径方向）を測定し，接線方向と半径方向の収縮率を計算します。収縮率は，教科書的には，接線方向の方が半径方向より大きく，おおよそ2：1の比率ですが，この比率は樹種によりさまざまです。また，高密度の材の方が，低密度の材より収縮率が大きい傾向にあります。

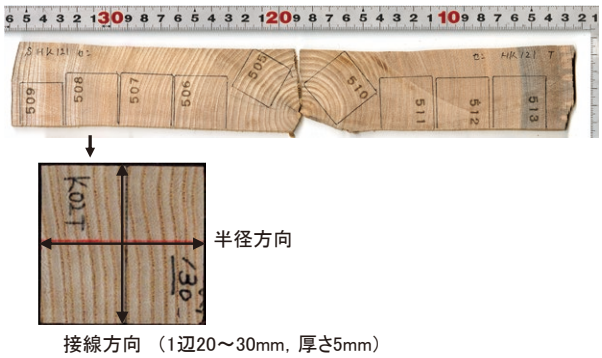

図6　収縮率試験体

■試験結果

（1）曲げ試験

図7に曲げヤング率と試験体の気乾密度の平均値を示します。グラフ中の破線は文献値の上側と下側の値を示します。集計は樹心から160mmまでの範囲で行いました。セン，ニレは文献値より高い値を示し，メジロカバは文献値と同程度の値を示していました。これは，センとニレの試験体密度が文献値より高めだったことの影響と思われます。

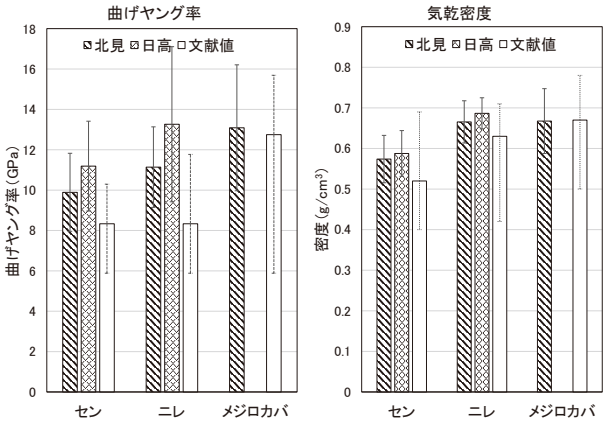

図7　曲げヤング率と試験体密度

注：樹心から160mm以内の試験体を集計
棒グラフのエラーバー:北見, 日高;標準偏差, 文献値;下値, 上値
（以後の図でも同様）

図8に3樹種の試験を行った北見産の試験体密度と曲げヤング率の関係を示します。密度に比例して曲げヤング率も増加していきますが，メジロカバでは材密度が高くなっても曲げヤング率が増加しない試験体（破線で囲った箇所）も見られました。試験体を確認すると波状木理（「トラ杢」などとも呼ばれる）が見られ（**図9**），これが曲げヤング率の傾向が異なる要因と推測されます。なお，波状木理の部分が常に密度が高いわけではありません。

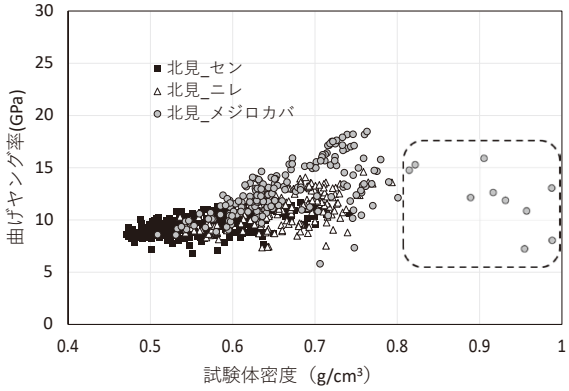

図8　試験体密度と曲げヤング率（北見産）

（2）ブリネル硬さ試験

図10にブリネル硬さ試験の結果を，**図11**にブリネル硬さ試験体の密度を示します。いずれの産地も木口面，板目面，柾目面の順でブリネル硬さの値は高くなっていました。また，多くの試験体で文献値より高い傾向にありました。これは，**図11**に示すように試験体の密度が文献値より高いことによる影響と考えられます。

図9　メジロカバの波状木理

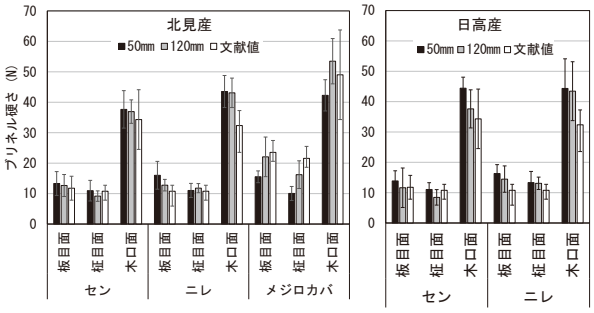

図10　ブリネル硬さ試験結果

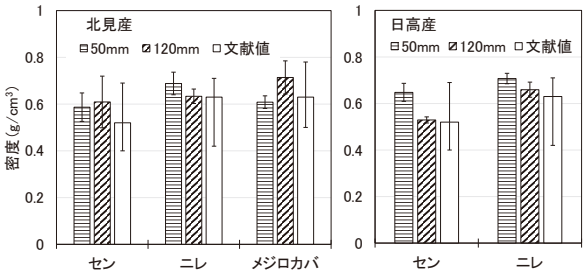

図11　ブリネル硬さ試験体の密度

(3) 収縮率試験

図12に収縮率試験の結果を，**図13**に収縮率試験体の密度を示します。集計は樹心から160mm以内の範囲で行いました。半径方向（R）の平均収縮率が文献値に近い一方で，接線方向（T）では文献値と同程度か，それより小さい傾向でした。接線方向が文献値より小さい要因としては，樹心に近い箇所では曲率が大きく，年輪に沿った収縮が測定方向に対して若干斜めとなったためと思われます。

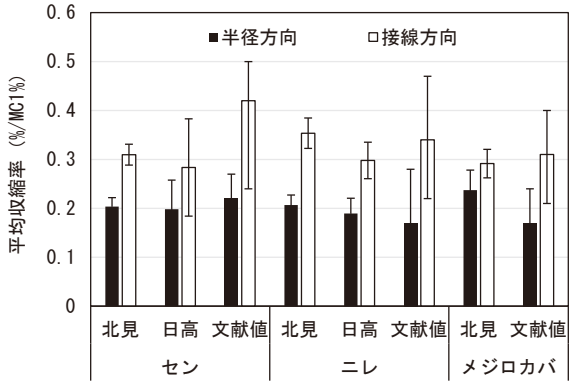

図12　収縮率試験の結果（樹心から160mm以内）

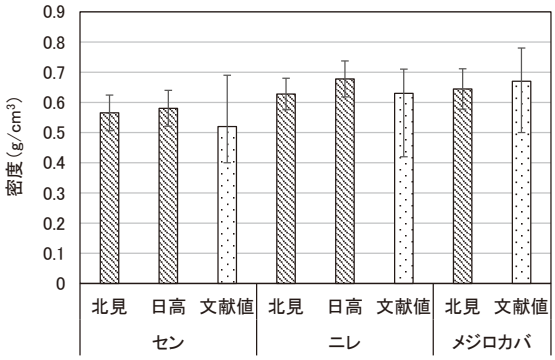

図13　収縮率試験体の密度（樹心から160mm以内）

■おわりに

道内広葉樹の製材の利用拡大を目的に，セン・ニレ・メジロカバの材質評価を行いました。その結果，中径材でも文献値（大径材）に比べ強度的に弱いということはありませんでした。収縮率は文献値のほぼ範囲内でした。なお，これらの値は材の密度に影響を受けました。これらのことから，中径材も大径材と同様に利用できる可能性があると思われます。

■謝辞

本研究を行うにあたり，旭川林産協同組合には銘木市10年分の明細書の提供をいただきました。供試材料を入手するには関連企業の皆さまにご協力いただきました。さらに，実験の実施および明細書データの入力においては林産試験場契約職員・江渕雅史さんに協力いただきました。これらの皆さまに謝意を表します。

■文献

1) 日本木材加工技術協会編：日本の木材（1983）.
2) 中井孝，山井良三郎：日本産主要35樹種の強度的性能，林業試験場研究報告319号，pp.13-46(1982).