上川産ケヤマハンノキの材質評価

利用部　資源・システムグループ　大崎　久司

■はじめに

道内での優良広葉樹原木の枯渇，国際情勢による輸入材調達へ見通しへの不安，地域材への志向により北海道産の広葉樹材への注目が高まってきています。そうした中で，持続可能な広葉樹林資源の育成と地域振興に貢献するため，上川総合振興局南部森林室が平成27年度から「地域森林資源利用推進プロジェクト事業」の実施のなかで，林道沿いに多く自生するため，日照を妨げることで林道維持の支障となることがあるハンノキ類の有効利用について，平成29年度に林産試験場が調査を実施しました。

ハンノキ類は，カバノキ科ハンノキ属ハンノキ亜属に分類される落葉広葉樹群であり，北海道には，ハンノキ（別名ヤチハンノキ），ケヤマハンノキ（エゾヤマハンノキ），ヤマハンノキ（ウラジロハンノキ），コバノヤマハンノキ（タニガワハンノキ）およびミヤマハンノキが天然分布するほか，欧州原産のセイヨウヤマハンノキ（グルチノーザハンノキ）が主に治山・緑化目的で導入植栽されています。いずれの樹種も，崩落地や伐採跡地等に最初に侵入して旺盛に成長するパイオニア樹種であり，窒素固定菌と共生することから，土壌を豊かにする肥料木として認識されています。属の通性として，低木～小高木が多いなかで，ハンノキとケヤマハンノキの2種は樹高20m程度に達し，大径木とはなりませんが，古来より身近で手軽な木材として器具材等として利用されていました。鉛筆用材として選択的に用いられた時期もあり，また，炭化物が爆薬材料として評価された歴史があります。ハンノキは生育場所が主に湿原や低地河畔林であり，ケヤマハンノキは山地の渓畔林等に多いです。北海道開拓の過程で，低地林の伐採や湿原を含む低湿地の農耕地化が進み，ハンノキの生息域は狭められる一方，山地性のケヤマハンノキは，天然林の伐採や林道開設，河川改修等の土木工事で出現する裸地に旺盛に更新したと考えられます。

また，ハンノキ類は，近年，注目を集めている「早生広葉樹」の候補でもあります。これは，二酸化炭素吸収・固定能力が高いだけでなく，稀少となっている工業原料としての広葉樹原木を短伐期で得られる可能性があることから，初期成長に優れた樹種を積極的に育てて利用しようとする方向性であり，九州で取り組まれているセンダン等の例があります。これらの樹種は，バイオマス資源としても期待されていますが，付加価値の高い用材として利用が進めば，広葉樹資源の循環利用の推進に寄与すると考えられます。これらの樹種の利用を進める上で，樹種としての材質特性を明らかにしておくことが必要です。しかし，ハンノキ類は材質試験例が少ないため，参考となる資料に乏しいです。このため，既存の低位利用広葉樹資源の有効活用技術開発の一環として，上川南部地域のケヤマハンノキの材質を明らかにするために，試験を行いました。

■供試木採取地の概要

供試木を採取した林分は標高480mの道有林上川南部管理区109林班（東川町，**図1**）で，トドマツ人工林造成時に残存または林縁に残された裸地に更新したと見られるケヤマハンノキが多い林分です。また，ノカナン川沿いのノカナン林道両側にもケヤマハンノキが多く，樹冠が林道を覆っている状況が見られ，周囲の裸地には実生の稚樹がありますが，林床はササで覆われ後継樹は見られませんでした。

図1　林内の様子

■供試木の伐採

供試木の伐採は平成29年6月27日に実施しました。伐倒した樹幹は，切り口から梢端までの長さを計測し，これに伐採高を加えた値を樹高としました。供試木のうち，沢沿いに生育していた優勢木，林縁の標準木と劣勢木，および道路沿いに生育したものそれぞれの中から樹形から見て樹幹解析に適していると考えられるもの（樹幹の曲がり，幹分かれの無いもの）をそれぞれ1本ずつ選定し（**表1**），それらについては，樹幹を地上高3mごとに切断し，円板を採取しました。また，それぞれの供試木から，1～3番玉まで各3本，また，4番玉が採材できるものは予備として計43本を供試原木としました。

表1　供試木の概要

No.	直径区分	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	枝下高 (m)	備考
1	優勢木	24.2	44	12	沢沿い
2	優勢木	23.7	43	12.5	沢沿い、樹幹解析
3	優勢木	19.9	43	12	沢沿い
4	標準木	19.6	30	9	林縁、樹幹解析
5	標準木	22	30	14	林縁
6	標準木	19.8	28	11	林縁
7	劣勢木	19.1	24	9.5	林縁、樹幹解析
8	劣勢木	20.2	24	6.6	林縁
9	標準木	19.3	28	7	林縁
10	標準木	20.7	30	8.2	沢沿い
11	優勢木	19.8	34	9	林道沿い(川側)
12	劣勢木	20	26	7.2	林道沿い(川側)
13	標準木	17.5	30	6	林道沿い
14	劣勢木	21.2	24	10.3	林道沿い、樹幹解析
平均		20.5	31.3	9.6	

■原木品質

伐採された樹木は，通常，目的とする用途や搬出搬送上の必要に応じて，伐採現場で適宜な長さに切断され（玉切り），原木（丸太）となります。この原木の状態での寸法，外観，欠点等の有無に基づいてその後の用途や価値が判定されます。原木の等級は「素材の日本農林規格」[1)]に規定され，広葉樹は，直径24cm以上のものについて，節，曲がり，割れ，目回り，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が，製材や単板切削の工場では，22cm以下の原木でも使えるものは使われるため，本研究では，14本の供試木から得られたすべての原木を調査対象としました。

原木調査では，原木の寸法，曲がりの測定，および，枝痕などの節と，木口面で目視判定される腐れ等の欠点について調査しました。また，針葉樹材では現在一般的に行われるようになっている打撃音法による原木ヤング係数の測定を行いました。

■数量および寸法

胸高直径から優勢木と区分した供試木から得られた原木13本，標準木から18本，劣勢木から12本の計43本の原木について調査を実施しました。原木の径級は，末口最小径を2cm括約，端数を切り捨てた値としました。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以上の場合は8cm）は最小径に6cm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。今回の原木では末口最小径と最大径の差が6cmを超えたものが3本ありました。原木径級の平均は24cm，最大は42cm，最小は14cmでした。広葉樹素材として目安となる直径24cm以上の原木は22本で，全体の半数でした（**図2**）。

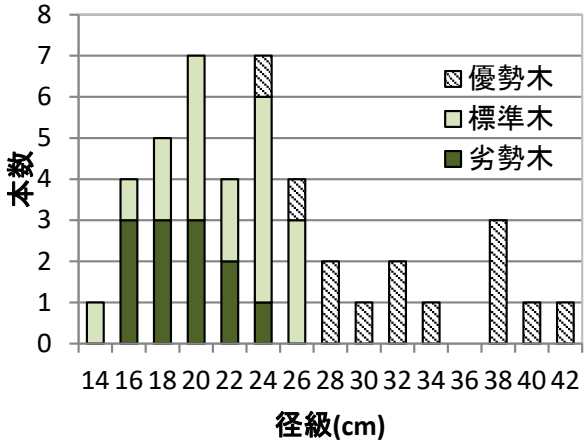

図2　原木の径級分布

原木の長級は，20cm括約，端数は切り捨てた値としました。樹幹解析，および製材用途での評価のため，3mを基準として玉切りした上で円板を採取したため，長級の平均は2.6m，最長は3.0m，最短は1.4mでした。今回得られた原木の長級と径級に基づく総材積は6.987m^{3}となりました。

■原木ヤング係数

打撃音による原木ヤング係数の測定は，近年では，針葉樹人工林で伐出される原木について，非破壊で材の強度性能を予測できる手段として一般的に行われるようになっていますが，広葉樹原木については頻繁には実施されていません。ケヤマハンノキ材は強度性能を要求される用途に用いられることは少ないですが，原木ヤング係数は比較的簡易な材質指標として原木の評価に応用できる可能性があるため，

一連の原木調査の流れの中で測定を行いました。使用した機器はRION 2ch 小型FFT分析器SA-78で，伐採現場，製材工場土場等で一般的に使われているものです。原木の一端をハンマーで叩き，反対側の木口近傍でマイクを通じて採取した打撃音の固有周波数を前記の分析器で測定しました。ヤング係数算出に用いる原木の見かけの密度は，測定済みの原木寸法と周波数測定直後の原木重量から得ました。測定結果を**表2**に示します。

ハンノキはナラ，タモ材よりは密度が小さいですが，カラマツ並の密度があるので，原木の動的ヤング率もカラマツ並に高い結果でした。

表2　原木ヤング係数

供試木番号	原木本数	見かけの密度(g/cm³)	原木ヤング係数(kN/mm²)
1	3	0.81	8.50
2	3	0.74	7.87
3	3	0.85	8.57
4	3	0.81	10.59
5	3	0.79	10.07
6	3	0.78	10.03
7	3	0.83	8.72
8	3	0.86	9.77
9	3	0.87	11.90
10	3	0.88	9.23
11	3	0.77	8.21
12	3	0.85	8.73
13	3	0.89	8.84
14	3	0.83	8.22
平均		0.83	9.23

■年輪幅（樹幹解析）

ケヤマハンノキ材の成長の状況を調査するために，供試木から円板を採取して，年輪幅を測定[2]しました。地際で採取した円板の年輪数を**表3**に示します。伐採高が地表面から30～50cmでしたので，この年輪数に数年を加えた数が実際の樹齢と考えられるため，以後は測定年輪数を便宜上樹齢とします。優勢木以外は43～46年の樹齢で，優勢木は72年生でした。

地上高3m付近の年輪幅の推移を，供試木の胸高直径区分ごとに，東西南北4方向の平均値として**図3**に示します[2]。どの区分でも，年輪幅の大きい旺盛な初期成長後，年輪幅が漸減していきました。10年目までの成長は標準木，劣勢木（道端）の2つが大きいですが，優勢木では10～40年目までの年輪幅が大きかったです。劣勢木（林縁），劣勢木(道端)では25年目以降で年輪幅が1mm程度となっていました。一方優勢木では年輪幅が1mmより小さくなるのは66年目でした。標準木では伐採まで1mm以上の年輪幅を維持していました。この期間（10～40年目）の肥大成長量が原木径に影響すると考えられます。

図4に地上高3mでの直径の推移を示します。年輪幅を積算して直径として集計しました。年輪幅の推移と同様に15年目以降において優勢木，標準木と劣勢木との差が大きくなっていました。

表3　地際円板の年輪数

	優勢木	標準木	劣勢木（林縁）	劣勢木（道端）
年輪数	72	43	43	46

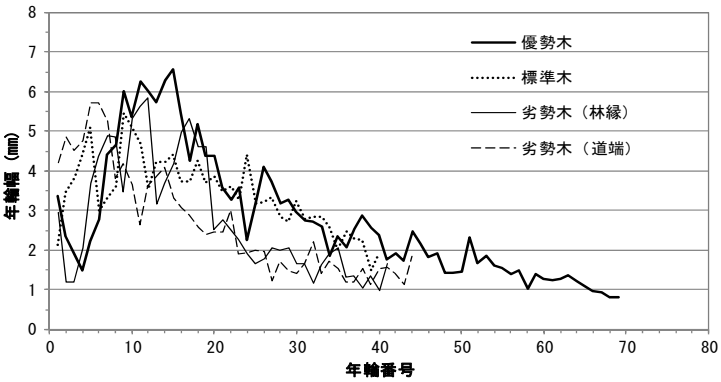

図3　年輪幅の推移（3m高さ）

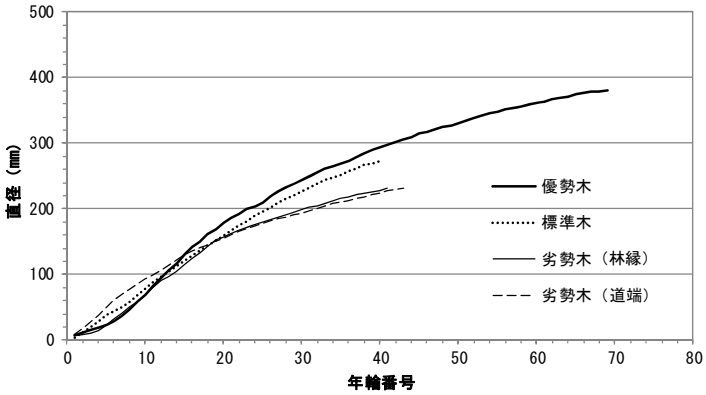

図4　直径の推移（3m高さ）

■容積密度数

供試木から採取した円板のうち，樹幹解析用の4個体の地際から3番玉末口の円板に加え，強度試験用に採取した10個体の地際，1～3番玉の末口円板の短径方向で5年輪ごとの年輪幅を測定しました[2]。なお，標準木のうち他の原木と採取場所が少し離れていた個体については「標準木（道端）」と呼称します。

容積密度数と試験体の平均年輪幅の樹幅は，前節同様に大きな初期成長後に低下し26年目以降で1～2mm程度となり，中には50年を過ぎてからさらに年輪幅が小さくなるものもありました（**図5**）。一方，容積密度数の変動は年輪幅の変動に比べてはるかに小さく，樹幹内でほぼ一定の値でした。

■おわりに

道有林上川南部管理区内で，トドマツ人工林造成地の林縁および周辺の林道脇等に自生したケヤマハンノキについて基礎材質試験を行いました。

年輪解析の結果から，今回調査した供試木は，トドマツ人工林造成以前から生育していた70年生前後の残存木，人工林造成後に林縁，林道沿いに更新した立木があることが分かりました。生育環境に若干の差異があっても，成長経過のパターンには大きな違いは見られませんでした。

材密度の樹幹内変動は小さく，若齢時に形成された通常未成熟材部と考えられる樹幹中心部分であっても，樹幹外側の成熟材部と比べた際に顕著な物性値の差異が見られませんでした。ミズナラやヤチダモ等の環孔材樹種と異なり，年輪幅による物性値の変動が小さい散孔材であることも含め，旺盛な初期成長により比較的短期間で利用径級に達した立木でも，樹幹内部の材質変動を考慮することなく均質な木材として利用できる樹種であると考えられ，今後，早生広葉樹として活用が期待できます。

得られた原木は平均径級26cmで，比較的小径のものが多かったですが，断面寸法の小さい内装用羽目板，フローリング，集成材として活用することが可能と思われます。ただし，少ないながらも過去の文献等によると，この樹種の材密度変動は大きいとされており[3)]，同一地域である上川南部管理区内の高標高地から得た同種材と比較しても，材密度に差が認められました。造作用材としての性能には大きな影響は考えにくいですが，今後，様々な用途を検討していく上では，これらの材質変動の要因の確認の必要があるでしょう。

■参考文献

1）農林水産省：素材の日本農林規格，平成24年3月28日農林水産省告示第1037号

2）大崎久司：北海道産広葉樹材の材質調査, 北海道の林木育種, 62(2), 25-30(2019) .

3）平井信二：木の大百科, 朝倉書店, (1996) .

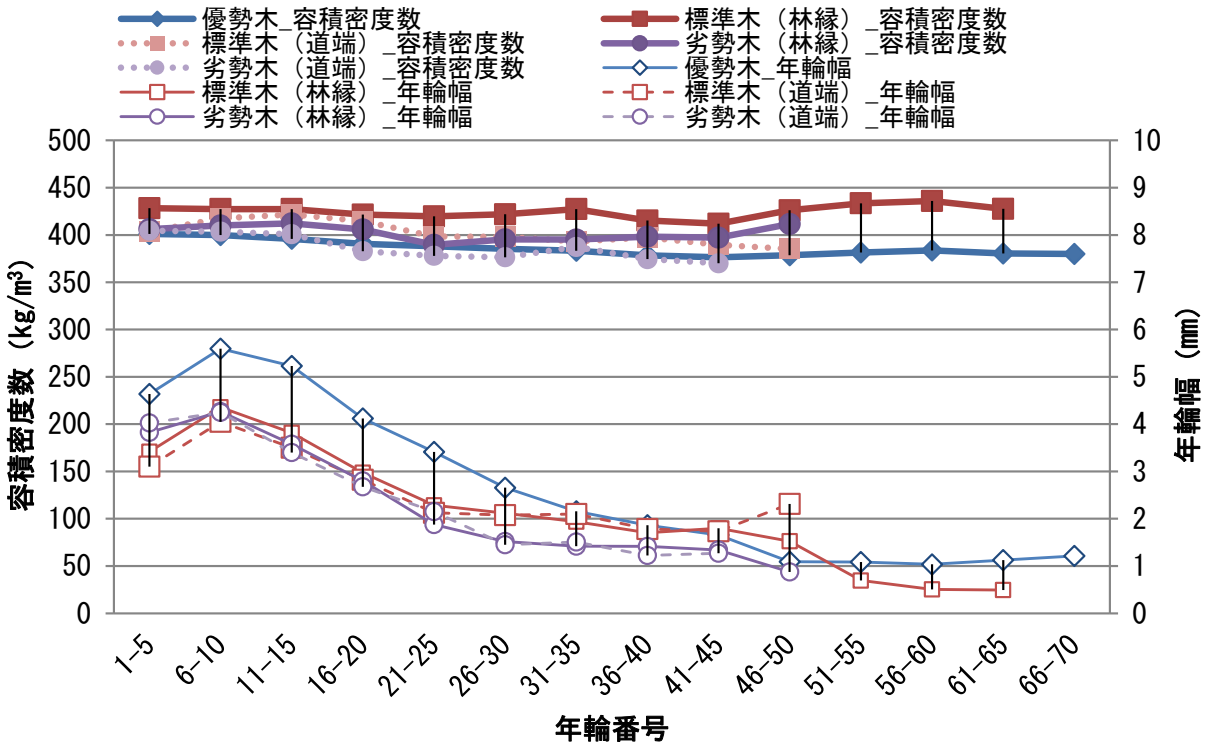

図5　容積密度数と年輪幅の変化