特集『平成12年度　誌上研究成果発表会』

カラマツ利用のための乾燥技術

中 嶌　　厚

キーワード：高温乾燥, 圧締, 脱脂, 繊維傾斜

はじめに

カラマツは軸方向の木部構成が螺旋(らせん)木理となる特徴を持つ樹木のため，乾燥に伴うねじれが障害となり，用材としての利用が敬遠されがちな北海道産の主要な人工林資源です。製材品のほとんどが価値の低い梱包用などの輸送資材として利用されているのが現状です。林木育種分野ではねじれ(繊維傾斜度)の小さいカラマツ獲得に向け，選抜育種などの研究が行われていますが，現行の育種技術での対応は困難と見られています[1)]。

ここでは，カラマツを付加価値の高い用材として利用するために避けて通ることができない乾燥・水分管理技術について，現在までに蓄積されている研究成果に基づき紹介します。

ねじれ対策は原木から

はじめに，カラマツがねじれる原因を螺旋木理(繊維傾斜)であると記述しましたが，この傾斜度は特に髄(ずい)付近(中心から数えておおむね3～4年輪目)が最も大きく，それ以降は順次小さくなります。おおむね15年輪目を越えると変動の少ない傾向を示すようになるのが一般的です。この15年輪目を境に樹心側を未成熟材部，外側を成熟材部と区別するのが適当とされています[2)]。髄から成熟材部までの距離は未成熟材部の平均年輪幅を4.5㎜と仮定すると67.5㎜になります。すなわち髄から約65㎜以上離れれば，乾燥によるねじれは数段小さくなることが期待できます。図１は，心持ち・心割り・心掛り・心去り木取りそれぞれの乾燥後のねじれ角度を示したものです。非圧条件(乾燥過程で外力を与えず，自由に変形させる)で比較すると，心持ち材が最も大きな発生量を示し，髄から遠ざかる部位から木取られた材(心去り材は髄から6㎝程離して木取った)ほど少ない傾向です。したがって，二方まさや四方まさなどの大断面材が得られる大径木の利用はねじれ対策にとって非常に有利と言えます。

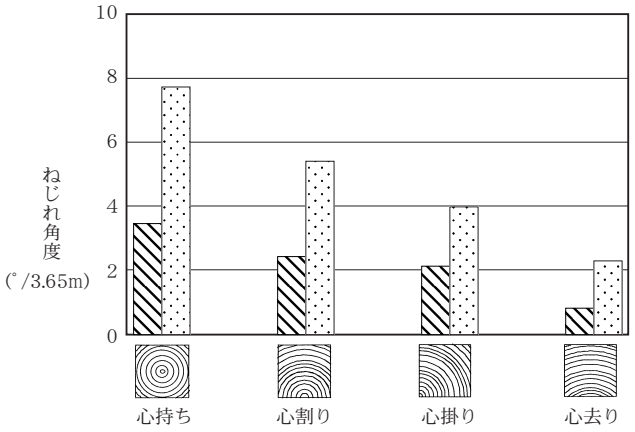

図１　木取りによる乾燥後のねじれ

凡例) ▨：圧締，⠿：非圧締

乾燥技術がねじれに対しできること

かなり以前から乾燥中のねじれ発生を抑制する方法として，旋回圧締，平面圧締(載荷圧締)など，人工乾燥の際に桟積み全体をスプリングを用いて圧締したり，あるいは上部から数千kgの重りを載せることが有効と認められています[3)]。また近年は，人工乾燥で適用される温度が心持ち正角材の材面割れ抑制に効果的と認められた高温(100～140℃)を採用するケースが増え，従来の100℃以下の温度条件に比べ，前述の圧締技術を組み合わせることによって，さらに抑制効果が認められました。図１の圧締条件はその一例です。これは，高い温度で熱処理された上に圧締によって乾燥収縮による自由な変形(くるい)が拘束された状態で乾燥されるため，形状の固定化が図られたことによるものと考えています。このように，高温乾燥と圧締条件の組み合わせは，ねじれの大きなかつ割れの発生しやすい心持ち材でより効果的な乾燥方法と判断できます。なお，高温乾燥の詳細については本誌1999年12月号に紹介されていますので参考にして下さい。

その他の欠点について

カラマツではねじれ以外の主な欠点にヤニの滲(し)み出しが上げられます。このヤニを除去する方法としては，アルカリ処理，加熱減圧処理，蒸煮処理などがありますが，前2つはコスト面で現実的とは言えず，蒸煮処理が一般的な方法です。この方法は人工乾燥の初期に蒸煮加熱処理を行うことによって，ヤニを除去し，蒸煮処理後に引き続き乾燥も行えるため容易かつ安価な利点があります。ヤニ成分として精油(テルペン)と樹脂酸(ロジン)があり，水蒸気蒸留によって精油を揮発させ樹脂酸のみを材内に固体として閉じ込めるのであとの滲み出しが防げます。蒸煮温度(湿球温度)は85～100℃が推奨され，材厚が厚くかつ温度が低いほど，処理時間を長くとる必要があります。また，精油は水が共存すると沸点が下がり除去しやすいので，対象とする材は生材が原則です。

割れについてはすでに触れましたが，高温乾燥によってかなり抑制できます。これまでのデータによると，カラマツはトドマツ高温乾燥材に比べても，割れの量が1/3程度あるいはそれ以下になり，視覚的にはトドマツよりも優れています。図２は大断面材(正角・梁)の木取り部位別に，割れの量(割れ面積)を比較したものです。これによると，正角材では予想に反して心持ち材が最も低い値を示し，心割り材が比較的大きな値でした。この理由は使用原木が異なるためです。すなわち，心持ち材は径級18～24㎝の中径木から一丁取りしたのに対し，他の材種は径30～48㎝の大径木から木取ったためで，大径木には原木段階ですでに心割れが存在するものが多く，この割れが乾燥後の割れとしてカウントされたことによります。心割れは大径材から木取った心持ち平角(梁せい300㎜)にも顕著に現れ，**写真１**のように製材後の心割れ部分からは多量のヤニが噴出しています。以上を勘案すると，強度の問題は残されますが圧締乾燥によってねじれの問題が解決できれば，むしろ中小径材から採れる心持ち材は割れの少ない視覚的には申し分のない状態に仕上げることが可能であり，建築用材としても十分使える素材と認識が改まるのではないでしょうか。

その他の欠点としては，曲がり・反り等のくるいがあげられます。これらの欠点は材質的特性，特にアテの存在によって左右され，個体差が大きいと考えられます。このため普遍的な評価はできませんが，試験結果によると正角材の乾燥後の曲がり（矢高平均）は非圧条件で約4(心掛り)～8(心持ち)㎜/3.65m，圧締条件で約3～5㎜/3.65m程度になりました。また，梁せい150㎜は心去り材のため縦反り(長辺の木表側に凸)が非圧条件で6.5㎜/3.65mと比較的大きい特徴を示しましたが，圧締乾燥によって1/3以下に抑制できました。また，全般的には断面の大きい梁材は正角材に比べ曲がり(反り)の発生量が2～3㎜/3.65m程度と少ない傾向となりました。いずれにしても，これらは針葉樹の構造用製材の日本農林規格甲種構造用Ⅱの曲がりが0.2%以下とされる等級1級に圧締条件ではほとんどが該当し，利用上の問題は少ないと判断できます。

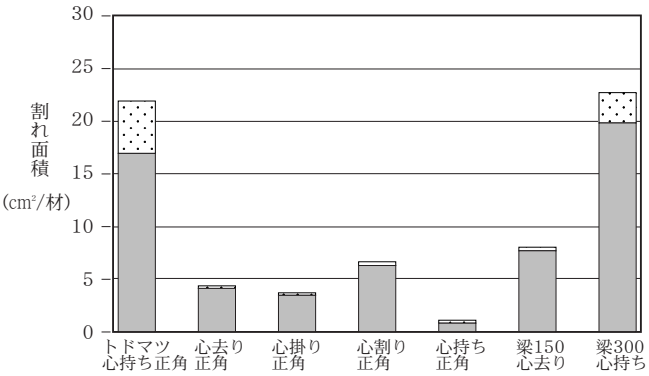

図２　木取り部位別の乾燥後の割れ

凡例) ▭：表面割れ，⊡：木口割れ

写真１　製材直後のカラマツ平角（梁せい300㎜の心割れとヤニ）

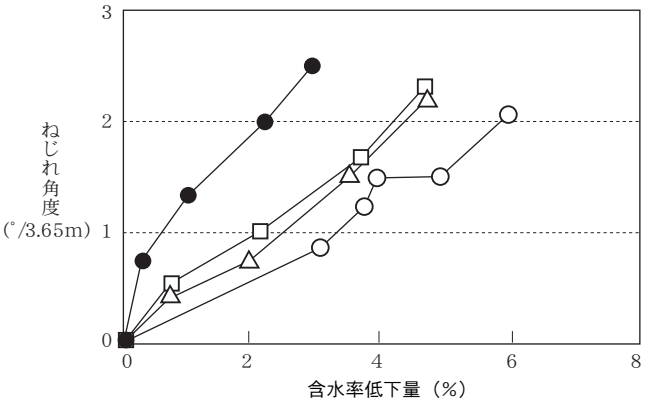

図３　養生中の含水率低下とねじれの関係

凡例）●：心持ち，□：心割り，△：心掛り，○：心去り

養生中の形状変化

針葉樹製材の人工乾燥による仕上がり含水率は，一般に大気中平衡含水率よりも高い場合が多いので，乾燥後は水分を徐々に放湿していき，柱材の場合おおむね含水率12%あたりで安定するものとみられます。また，個々の製材の含水率は不均一の場合が多く，さらに材内の水分傾斜の影響も加わり，人工乾燥材と言えども形状変化あるいは寸法変化が避けられません。特にカラマツは前述の理由からねじれに対し十分な注意が必要です。図３は木取り別正角材の養生期間中における含水率低下とねじれの関係を示すものですが，含水率低下に伴ってねじれ量が増加することは明らかです。特に心持ち材のねじれの変化は含水率1%低下あたり平均で約0.84°/3.65mとなり，例えば含水率が5%低下した場合，材長3.65mの正角材で約7.5㎜ものねじれ矢高が発生してしまいます。このことから，部材として使用するまでの水分管理は大変重要です。

すなわち，形状変化のない寸法安定性に優れた製材を得るためには，含水率を平衡含水率に見合うように出来るだけ低く仕上げることが大前提となります。また，乾燥後は養生期間を設け，含水率が十分安定した段階で狂いを取り除くほう削加工工程を取り入れることが必要です。これらの工程は，カラマツを建築用材として安心して利用するために取り入れるべき品質管理条件と言えます。

まとめ

カラマツを建築用構造材として利用するために実施した一連の乾燥試験の結果，圧締条件を取り入れた高温乾燥が有効であると判断できました。特にねじれの発生が大きな心持ち正角材に有効です。割れに関しては，大径木の髄周辺から放射状に伸びる心割れが大きな影響を及ぼす可能性が高いため，むしろ中小径木から心持ち製材を木取った方が有利と思われました。

今後は品確法施行をきっかけに，住宅性能を保証する上で，部材形状や寸法が変化しない製材を求める傾向が強まることから，使用直前の含水率は使用環境の平衡含水率に限りなく近似させることが必要です。

参考資料

1) 北海道カラマツ・トドマツ等人工林対策協議会：季報，No.100，11-29(2000).
2) (社)日本木材加工技術協会:木材工業，Vol.55，No.9，396-399(2000).
3) 例えば，日本木材学会北海道支部編:北海道の人工造林木の材質と利用，43-44(1982).

（林産試験場　製材乾燥科）