特集『平成12年度　誌上研究成果発表会』

打撃法によるカラマツ大径材原木の等級区分

鈴 木 昌 樹

キーワード：カラマツ大径材，打撃法，原木等級区分，ヤング係数

はじめに

北海道のカラマツ林は人工林面積の約3割にあたる458,000haを占め，総人工林蓄積の半分弱を擁する主要な造林樹種です[1)]。出材されるカラマツ素材は依然中径材が主流を占めていますが，直径30cm以上の大径材が少しづつ増加しています[2)]。カラマツ製材の用途は梱包材が多数を占めていますが，今後は建築構造材としての利用が望まれます。原木段階で構造材の生産に適した原木を選別することによって，得られる製材品に対する強度保証の実現や，歩留まりの向上が期待されます。しかしながら，年輪幅などの目視による指標や密度で原木を強度区分することは困難であるとされています[3)]。製材の曲げヤング係数は曲げ強さとの相関が高いことから，原木段階でヤング係数による選別を行うことによって強度の高い材を効率よく製材できる可能性が期待されます。

ここでは，打撃法によるカラマツ大径材原木のヤング係数の測定の結果と，その原木から製材した各種製材品の曲げ破壊試験の結果，ならびに原木段階でのヤング係数による選抜の可能性について解説します。

打撃法によるヤング係数とは

今回用いた打撃法は，試験体の一方の木口面をハンマで打撃して，他方の木口面近くに設置したマイクロホンで打撃音をとらえ，これをFFTアナライザで周波数分析し固有振動数を求めヤング係数を算出するものです(図１)。打撃法によるヤング係数と曲げヤング係数とは高い相関関係を示します[4)]。また，打撃法によるヤング係数は曲げヤング係数に比べ，試験体の断面の形状や大きさに影響されずに測定が可能であるという利点があり，原木の測定に適しています。ただし，打撃法によるヤング係数の測定は試験体の重量を計測する必要があることから，試験体が大きく，重くなるに従って測定が大がかりになるという問題があります。

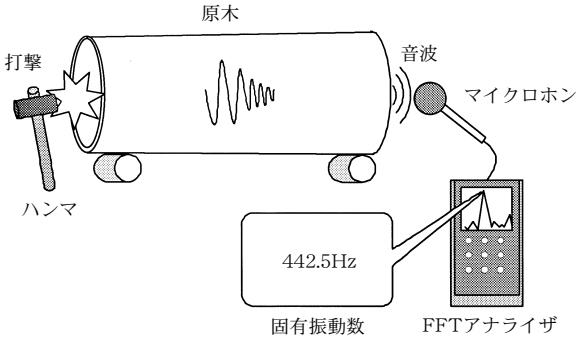

図１　打撃法による測定

試験方法

今回は，美瑛町宇莫別地区の民有林で伐採された55～63年生のカラマツ原木を供試木として用いました(写真１)。原木の径級は30～44cmで，本数は102本でした。すべての原木について打撃法によるヤング係数を測定しました。原木の重量はホイールローダとはかりを用いて測定しました。測定後，原木から，105mm正角材，105×150mm平角材ならびに105×300mm平角材を製材しました。1本の原木からは1材種で採材可能な本数を製材しました。高温乾燥を行った後，3分点2点荷重による曲げ破壊試験を行いました。これらの測定の結果を比較し，原木のヤング係数とその原木から得られた製材の曲げヤング係数との関係，ならびに原木のヤ

写真１　試験に用いた原木

表１　製材の曲げ試験結果

	試験体数（本）	原木ヤング係数（kN／mm²）		曲げ強さ（N／mm²）	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
105mm心去り正角材	74	9.77	1.69	33.0	11.00
105×150mm平角材	56	9.92	1.45	32.8	9.73
105×300mm平角材	60	8.14	1.23	25.3	5.35

ング係数による原木段階での選木の可能性について検討しました。

原木・製材の試験結果

原木のヤング係数の平均値は8.56kN/mm²でした。原木の直径とヤング係数の間には有意な相関関係は認められませんでした。得られた製材の曲げ試験の結果を表１に示します。原木のヤング係数と製材の曲げヤング係数ならびに曲げ強さとの関係を図２に示します。原木のヤング係数と得られた製材の曲げヤング係数との間に高い相関関係がありました。一方，曲げ強さに関しては，105mm心去り正角材，105×150mm平角材での相関は有意でしたが，105×300mm平角材では有意ではありませんでした。そこでここでは製材のヤング係数に主眼を置いた原木の区分について検討しました。

ヤング係数による原木の区分

原木のヤング係数(EL)を用いて原木を強度等級区分し，それぞれの等級から得られる製材の曲げヤング係数について検討しました。打撃法によるヤング係数によって3区分に等級分けした原木と製材の本数を表２に示します。また原木のヤング係数による等級区分ごとの製材の曲げヤング係数，曲げ強さの分布を図３に示します。

105mm心去り正角材では，各等級区分間の曲げヤング係数に平均値で1.4～2.3kN/mm²，最小値で0.7～2.4kN/mm²の差がみられました。曲げヤング係数の変動係数は，各等級で製材全体の変動係数を下回り，原木の等級区分には製材の曲げヤング係数のバラツキを小さくする効果も認められました。一方曲げ強さに関しては上位等級ほど大きい傾向はあるものの顕著な差は得られませんでした。

105×150mm平角材では，各等級区分間の曲げヤング

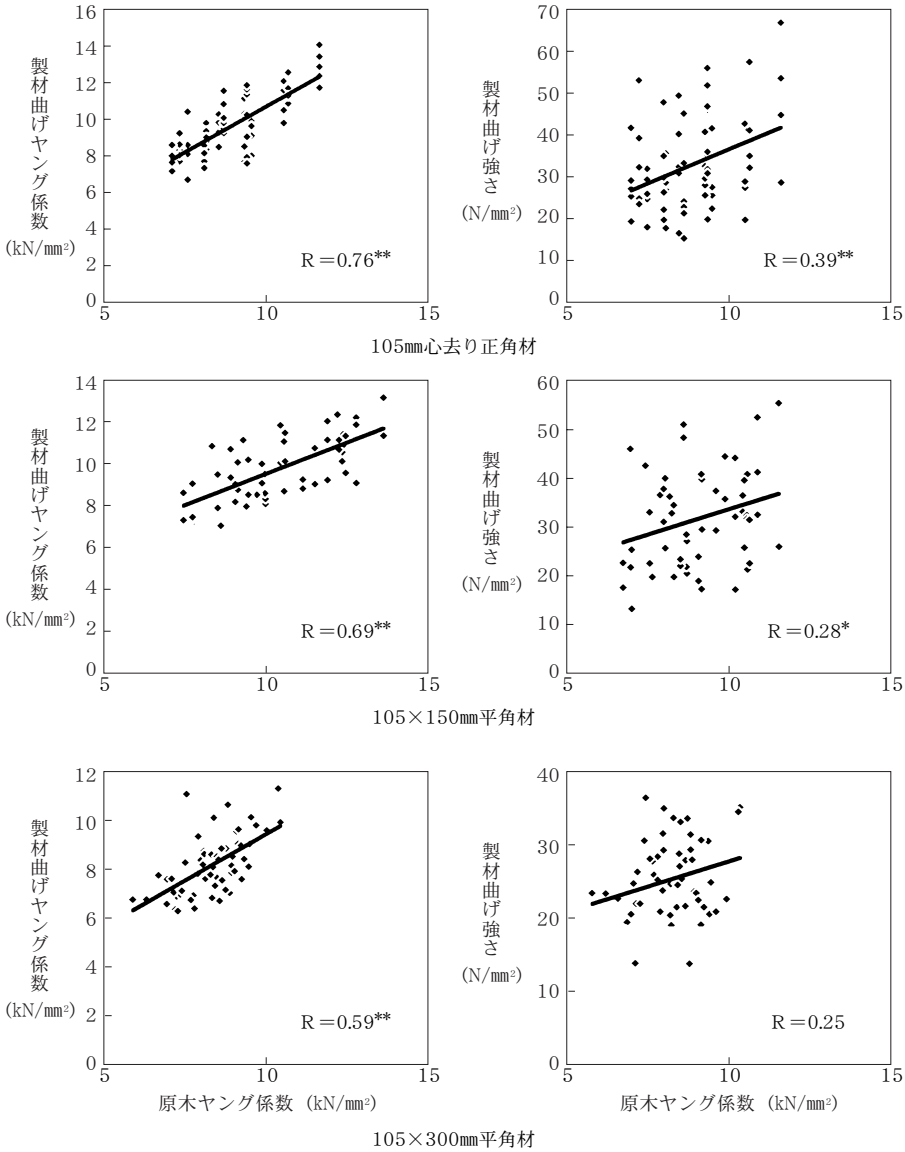

図２　原木ヤング係数と製材曲げヤング係数，曲げ強さの関係
注）**：１％水準有意，*：５％水準有意

表２　等級区分ごとの試験体数

105㎜心去り正角材

原木ヤング係数 (kN／㎟)	試験体数 原木	試験体数 製材
6.0≦EL＜8.0	3	16
8.0≦EL＜10.0	7	43
10.0≦EL＜12.0	3	15
試験体全体	13	74

105×150㎜平角材

原木ヤング係数 (kN／㎟)	試験体数 原木	試験体数 製材
6.0≦EL＜8.0	6	10
8.0≦EL＜10.0	14	26
10.0≦EL＜12.0	9	20
試験体全体	29	56

105×300㎜平角材

原木ヤング係数 (kN／㎟)	試験体数 原木	試験体数 製材
EL＜7.0	6	6
7.0≦EL＜9.0	41	41
9.0≦EL＜11.0	13	13
試験体全体	60	60

係数に平均値で1.2～1.6kN/㎟，最小値で0.9～1.1kN/㎟の差が得られました。曲げヤング係数のバラツキに関しては等級区分後も製材全体の変動係数と変わらず，バラツキを小さくする効果は認められませんでした。また，曲げ強さに関しては上位等級ほど大きい傾向はあるものの顕著な差は得られませんでした。

105×300㎜平角材では，等級EL6.0(EL〈7.0)と等級EL8.0(7.0≦EL〈9.0)間で曲げヤング係数の差が0.8kN/㎟と小さく，最小値の差が0.3kN/㎟と充分ではありませんでした。曲げ強さに関しては等級EL8.0が最大を示し，一定の傾向を示しませんでした。

以上の結果から，105㎜心去り正角材ならびに105×150㎜平角材では打撃法によるヤング係数を用いた原木の等級区分が製材の強度区分に有効であることが示唆されました。一方，原木の強度区分による製材品の強度のバラツキの低減はあまり期待できませんでした。これは，原木のヤング係数が原木内部のヤング係数の平均であること[5]と，カラマツの樹幹内での強度のバラツキが大きいことに由来すると考えられます。

固有振動数による原木の区分

原木のヤング係数による区分が有効であることがわかりましたが，重量の測定が繁雑です。そこで重量の測定が省略できないか検討してみました。打撃法によるヤング係数は試験体の固有振動数の2乗に比例します。ここで原木の固有振動数と曲げヤング係数の相関を調べたところ，

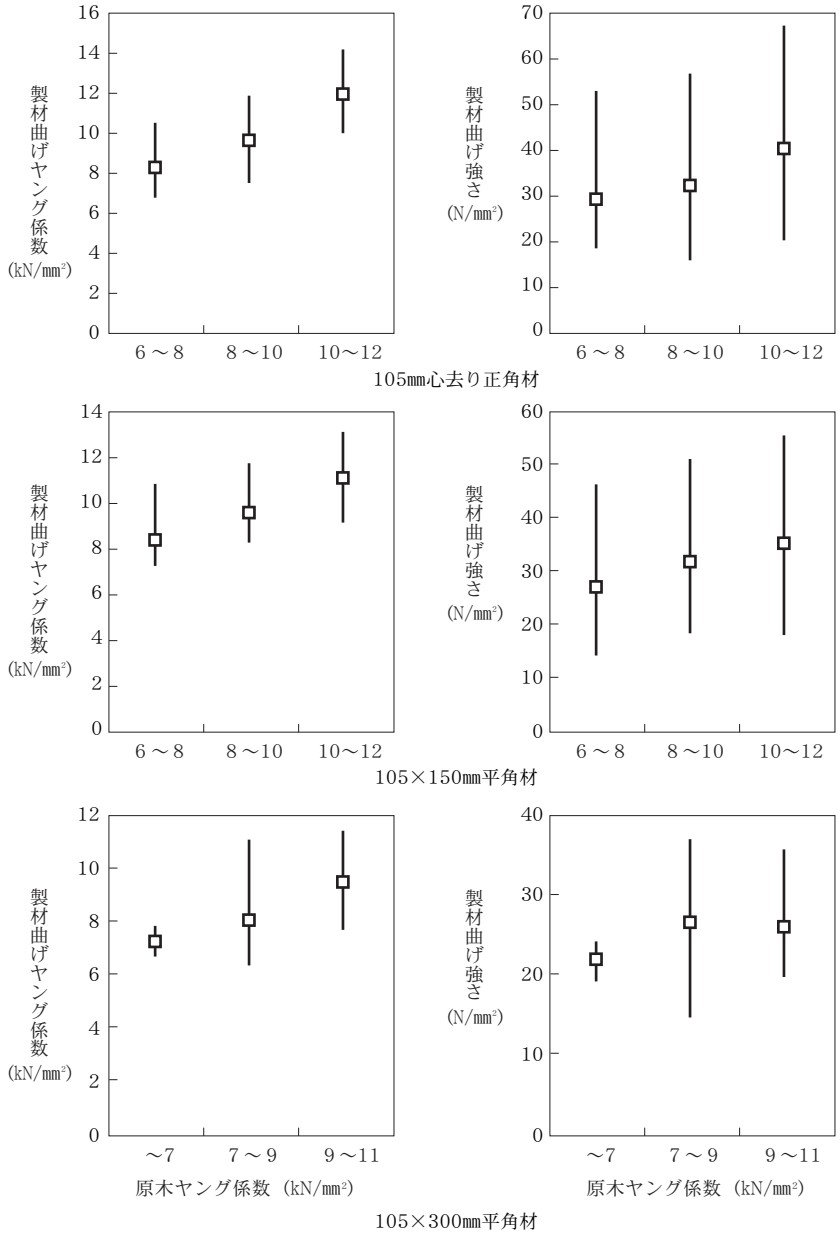

図３　原木等級区分した製材の曲げヤング係数，曲げ強さの分布

各材種とも打撃法によるヤング係数と同程度の相関を示しました。さらに，固有振動数を用いて原木の等級区分を行ったところ，ヤング係数を用いた場合とほぼ同様の結果を得ることができ，重量の測定が省略可能であることがわかりました。しかしながら，固有振動数を指標として用いる場合は，材長が同じであること，材の密度が極端にばらつくのを防ぐため原木の水分条件が極端に違わないこと，未成熟材の割合のバラツキを避けるため径級がある程度そろっていること，などの条件がそろう場合に限られると考えられます。

まとめ

(1)原木の打撃によるヤング係数と，製材の曲げヤング係数の間には高い相関が認められました。

(2)105㎜心去り正角材ならびに105×150㎜平角材では，打撃法による原木の等級区分が製材の強度区分に有効であることが示唆されました。

(3)一定の条件下では原木の固有振動数のみの簡易な測定による原木の等級区分が可能であると考えられました。

参考資料

1) 北海道水産林務部：平成11年度北海道林業統計(2000).
2) 北海道カラマツ・トドマツ等人工林材対策協議会：季報，No.97(2000).
3) 有馬孝禮：平成元年度科学研究費補助金研究成果報告書「打撃音分析による丸太材のグレーディングシステム開発と木材乾燥制御への応用」(1990).
4) 祖父江信夫：木材工業，Vol.42，No.9，21-23(1987).
5) 田中俊成：木材工業，Vol.43，No.2，20-25(1988).
6) 有馬孝禮：材料，Vol.42，No.473，141-146(1993).

（林産試験場　成形科）