

## トドマツの仕立て方法の違いが材質に及ぼす影響

道総研林産試験場  
北海道水産林務部  
上川総合振興局

安久津久  
朝日秀幸  
竹花邦夫

### はじめに

トドマツ人工林は北海道の主要な森林資源で、面積は77万haで10齢級を超える成熟期のものが12.8%を占め主伐期を迎えつつある(平成22年度北海道林業統計)。トドマツの一般的な利用は造作用材・建築用構造材であり、径の大きい良質材は内装材としての利用も見込まれる。トドマツ造林木の利用径級は胸高直径で最低26cm、良質の心去材を多く得るためには36cmが必要である(2)。

当麻町有林のトドマツ育林施業試験地は、昭和55年度林業技術現地適応化促進事業でトドマツの大径材生産を目指し、仕立て方の異なる試験区を設定している。本研究ではこの試験地の47年生の間伐木を用い、トドマツの仕立て方法の違いが材質に及ぼす影響を検討した。

### 試験地と材料

試験地は北海道上川管内当麻町字開明の当麻町有林34林班7小班にあり、北緯43°49′、東経142°39′に位置する。試験地の標高は320~330mで地位指数16のI等地B(2)である。植栽は1961年9月に3000本/haで行われた。その後、1980年(20年生時)に仕立て方の異なる4つの試験区を設定した。試験区は変則的な形で面積はA区0.190ha、B区0.187ha、C区0.125ha、D区0.208haである。A区は密仕立(Ry0.7~0.8)、B区は中庸仕立(Ry0.6~0.7)、C区は疎仕立(Ry0.5~0.6)でD区は無仕立である。この設定では本数調整のため、トドマツの林分密度管理図に基づき被害木、ホール式幹級区分・樹幹距離から選木し、各試験区15~22%の本数間伐を実施した。その後同様な方法で間伐を実施した。30年生時にはA区(34%)、B区(36%)、C区(44%)、35年生時にはB区(23%)とC区(28%)、40年生時にはA区(20%)のみ間伐を実施した。45年生時のha当りの立木密度はA区803本、B区694本、C区536本であった(3)。試験木は2007

年11月(47年生時)に採取した。A~Cの3つの試験区から各10本の丸太(元玉)を採取した。試験木は45年生時の平均胸高直径を参考にして選んだ(表-1)。試験木は丸太の動的ヤング係数と年輪解析に供した。

### 試験方法

#### 1) 丸太の動的ヤング係数

選木した材長3.8mの元玉30本について、現地の土場でFFTアナライザCF-1200(小野測器製)でタッピングにより固有振動数を測定し、丸太の密度を両木口の円板(4~5cm厚)から算出し、ヤング係数を次式により求めた。

$$E = 4f^2 L^2 \rho / 10^6$$

ここでE:動的ヤング係数(GPa) L:材長(m) f:固有振動数(Hz) ρ:密度(g/cm<sup>3</sup>)である。

#### 2) 年輪解析

年輪解析は軟X線デンシトメトリ法で行った。試料は各元玉の末口(3.8m部位)から得た円板を用い、木口面が見えるように厚さ(繊維方向)2mmの試料を作製し、含水率を12%に調整した。試料のX線撮影はソフテックスCMB-2型を用い、撮影条件を照射距離76cm、電圧19kV、電流2.5mA、露光時間37秒とした。X線フィルムの濃度測定はコニカメディカル社製マイクロフォトメータ2111型を用い、測定スリットを30×300μm、測定速度を1mm/秒とし、樹心から外側にフィルムの濃度を測定した。年輪解析プログラムで密度に変換し、年輪ごとの各種データを得た(4)。3.8m部位の年輪数は31~36であった。年輪解析では各年輪の年輪密度(年輪内平均密度)、早材密度、晩材密度、年輪幅、早材幅、晩材幅の6形質を得た。間伐による年輪構造への影響を見るため、最外年輪を基準とし林齢と比較した。なお、試験体数は29(A区で1欠損)であった。

### 結果と考察

#### 1) 丸太の動的ヤング係数

試験区ごとの丸太の生材密度、動的ヤング係数などを表-2に示す。動的ヤング係数はA区8.47GPa(C.V.11.5%)、B区8.42GPa(C.V.12.6%)、C区8.59GPa(C.V.9.0%)であった。これらの値は10齢級のトドマツの標準的な値と思われた。試験区を要因とした分散分析では動的ヤング係数には試験区間に優位な差は認められなかった(ANOVA p=0.81)。トドマツの施業と材質に関する報告

表-1 試験区と試験木の概要

試験区	2005(45年生)			試験木 2007(47年生)	
	胸高直径 (cm)	立木密度 (本/ha)	材積 (m <sup>3</sup> /ha)	本数	胸高直径 (cm)
A 密仕立	27.3	803	543	10	28.5 (25.9-37.0)
B 中庸仕立	29.5	694	533	10	30.3 (26.8-35.3)
C 疎仕立	31.5	536	433	10	31.4 (28.4-39.3)
D 無仕立	24.7	1092	588	-	-

( )内は範囲

Hisashi AKUTSU (Forest Products Research Institute, Hokkaido Research Organization, Asahikawa 071-0198), Hideyuki ASAHI (Department of Fisheries and Forestry, Hokkaido Government, Sapporo 060-0003) and Kunio TAKEHANA (Kamikawa General Subprefectural Bureau, Hokkaido Government, Asahikawa 079-8416)

Effects of the different stand density management of Todomatsu (*Abies sachalinensis*) on the quality of material.

表-2 試験丸太の末口径、生材密度と動的ヤング係数

試験区	試験木 (本)	末口径 (cm)	丸太の生材密度 (g/cm <sup>3</sup> )	丸太の動的ヤング係数 (GPa)
A	10	26.3 (23.8~34.3)	0.605 (0.545~0.771)	8.47 (7.18~9.87)
B	10	28.0 (24.6~32.7)	0.627 (0.542~0.683)	8.42 (7.22~10.28)
C	10	29.0 (26.1~36.5)	0.621 (0.564~0.678)	8.59 (7.34~9.84)

( )内は範囲

は極めて少ないが、61年生のトドマツを用いた高橋らの報告(5)でも間伐の有無や間伐回数の異なる試験区間で材のヤング係数や強度に差は示されなかった。本試験では試験区間の間伐率(立木密度)の差が比較的小さいこともあるが、カラマツで間伐強度の違いによる丸太の動的ヤング係数には差がなかったとした著者らの報告(1)からも、この形質は間伐で差の出づら形質と思われた。

2) 年輪解析

試験区ごとの平均年輪幅の変動を図-1に示す。試験区の設定は林齢20年で、各試験区ともその後数年間は年輪幅が増加している。林齢30年の間伐では年輪幅は3年目か

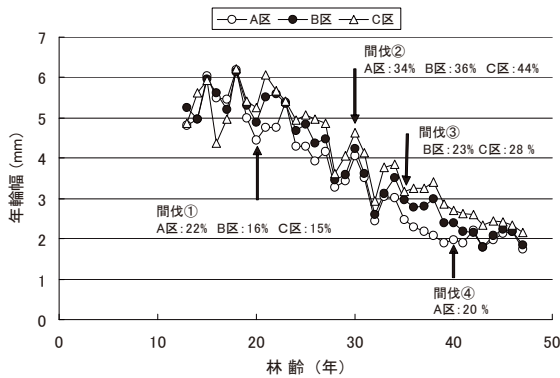


図-1 試験区ごとの年輪幅の変動

ら増加している。林齢35年では間伐を実施していないA区の年輪幅が減少した。A区のみで実施した林齢40年の間伐では、A区の年輪幅の減少を緩和した。間伐による立木密度の違いが試験区間の年輪幅の差となっている。

次に間伐に伴う各年輪構造の差異を間伐処理ごとに林齢を区切って検討した。各試験区の年輪解析結果を表-3に示す。表では間伐ごとに林齢を21-30年、31-35年、36-40年、41-47年の4つに分け、試験区の平均値と試験区を要因とした分散分析の結果(p値)を示した。幅の形質では、いずれの形質も疎仕立ほど大きかった。密度の形質ではC区の晩材密度が試験区の中でやや大きい傾向にある以外、差は見られなかった。

表-3 間伐区間ごとの年輪解析 6形質の平均値とp値

幅	年輪幅 (mm)				早材幅 (mm)				晩材幅 (mm)			
	21-30	31-35	36-40	41-47	21-30	31-35	36-40	41-47	21-30	31-35	36-40	41-47
A	4.2	2.9	2.1	2.0	3.7	2.4	1.8	1.6	0.5	0.5	0.3	0.4
B	4.6	3.2	2.7	2.1	4.1	2.7	2.3	1.7	0.5	0.5	0.4	0.4
C	4.9	3.6	3.1	2.4	4.4	3.0	2.6	2.0	0.5	0.6	0.5	0.4
p-value	0.12	0.13	p<0.05	0.15	0.09	0.09	p<0.05	0.13	0.89	0.11	0.08	0.58

密度	年輪密度 (g/cm <sup>3</sup> )				早材密度 (g/cm <sup>3</sup> )				晩材密度 (g/cm <sup>3</sup> )			
	21-30	31-35	36-40	41-47	21-30	31-35	36-40	41-47	21-30	31-35	36-40	41-47
A	0.367	0.392	0.387	0.396	0.322	0.336	0.333	0.339	0.656	0.654	0.629	0.631
B	0.364	0.383	0.377	0.398	0.324	0.330	0.320	0.336	0.657	0.664	0.655	0.648
C	0.366	0.397	0.381	0.390	0.327	0.337	0.320	0.329	0.644	0.675	0.656	0.652
p-value	0.97	0.45	0.72	0.80	0.91	0.74	0.38	0.54	0.52	0.24	0.31	0.32

これら6つの形質で試験区間に統計的に有意な差(ANOVA p<0.05)が認められたのは林齢36-40年の年輪幅と早材幅

であった。35年生時にA区では間伐を実施していないため、他区との年輪幅の差が大きくなったと思われる。晩材幅と密度の3形質には統計的な差は認められなかった。前述したカラマツの間伐強度の違いでは、年輪幅等の幅の3形質の他、晩材密度でも差が生じ、強度間伐が材の密度や強度の増加に寄与したことを明らかにした(1)。本試験の結果では、トドマツの晩材部の幅、密度とも統計的な差は認められなかった。これらのことは、トドマツの仕立て方の違いで生じる年輪幅や早材幅などの差は材密度に影響を及ぼすほどではないことを示唆している。

次に密度(年輪密度)と丸太の動的ヤング係数との関係について検討した。これらの関係について図-2に示す。年輪密度は個体ごとの全年輪の平均値を用いた。両者には r=0.633 (p<0.01)の高い相関関係があり、丸太の動的ヤング係数の大きな材は密度も大きい傾向にあった。また、いずれの試験区でも試験区内の個体のバラツキは、丸太の動的ヤング係数も密度も同様な範囲に分布していることがわかった。

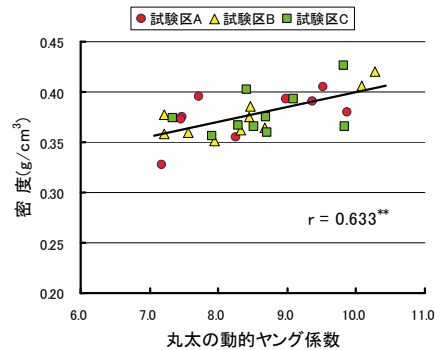


図-2 密度と丸太の動的ヤング係数の関係

おわりに

仕立て方の違いが材質に及ぼす影響を47年生のトドマツ間伐木を用いて検討した。その結果、密仕立 (Ry0.7~0.8)、中庸仕立 (Ry0.6~0.7)、疎仕立 (Ry0.5~0.6)の間に丸太の動的ヤング係数や密度には、統計的に差のないことがわかった。この結果は、疎仕立にして、成長を促進しても材の強度低下にはつながらないことを示唆している。今後、これらの結果を普及すると同時に様々な施業に対応した材質検定が必要であると考えている。この調査・研究は北海道上川総合振興局南部森林室、当麻町農林課のご尽力により実現したもので、関係各位に感謝する。

引用文献

- (1) 安久津久・松本和茂・藤本高明・大野泰之・滝谷美香・八坂通泰 (2012) カラマツにおける間伐強度の違いが年輪構造や丸太のヤング係数に及ぼす影響 木材学会誌 58(5): 249-259
- (2) 北海道立林業試験場 (1988) トドマツ人工林間伐の手引き
- (3) 上川南部森林室 (2006) 平成17年度林業技術現地適化促進事業-トドマツの育林技術-:1-14
- (4) 野掘嘉裕 (1994) 軟X線デンストメトリーによる苫小牧地方アカエゾマツ造林木 194 個体における年輪情報と気象情報の関係解析 日林誌, 76(1): 89-94
- (5) 高橋政治・滝沢忠昭・佐藤真由美・安久津久 (1990) 池田産トドマツ人工林材の材質 林産試験場報 4巻 5号 5-19