

間伐により木材の生産量や材質がどう変わるのか ～カラマツの研究例～

利用部 バイオマスグループ 安久津 久

■はじめに

間伐の本来の目的は大径材をより早く生産するための間引きで、その成長促進効果はカラマツに限らずよく知られています。また、間伐は森林施業の中でも、生産目標を立てるうえでの根幹となっています。しかし、間伐経費は育林コストに占める割合が高く、このコスト低減に向けた検討も進みつつあります。たとえば、強度な間伐で間伐回数を減らし、育林経費の削減を目指すといった考え方です。

間伐は、木材の材質を操作する手法の一つとして考えることもできます。しかし、間伐で材質や強度はどうなるのか、といった質問に対する明確な答えは出ていません。

ここではカラマツの間伐試験地での林分調査と試験木を採取して各種試験を実施し、間伐に伴う成長、素材生産、丸太・製材のヤング係数などの検討を行いました。

■どのような試験地なのか

試験地は平取町有林内にあり、成長の指標となる地位指数が23～25（40年生時）の樹高で成長の良い1等地です。植栽は1968年で、16年生時に5つ試験区（無間伐区、20%間伐区、30%間伐区、40%間伐区、50%間伐区）を各0.1ha設定しました。その後、設定時と同じ間伐率で20、24年生時に1～2回の間伐を実施しています。間伐は全層間伐（樹木の成長の大小に関係なく全体的に同じ割合で間伐すること）としています。

これら試験区の調査期間中（16～39年生）の収量比数は平均で無間伐区0.96、20%間伐区0.86、30%間伐区0.76、40%間伐区0.71、50%間伐区0.61となっています。この収量比数は林の混み合い度を示す指標で0～1をとり1のときが最も込み合っており、間伐直後は0.7くらいが目安です。試験区内では間伐率30%が標準間伐、40%間伐と50%間伐が強度の間伐、20%間伐は弱い間伐といえるでしょう。

試験木は41年生の皆伐時に各試験区から20本を得ました。試験木の平均胸高直径は無間伐区が22.0cm、20%間伐区が23.0cm、30%間伐区が26.7cm、40%間伐区が27.6cm、50%間伐区が29.4cmで、試験区内の直径階

に合わせたサンプリングをしています。

年輪幅で間伐の影響を見ると、間伐で成長がどう変わるのか年輪幅（地上高4mで測定）の変動から比較してみましょう。

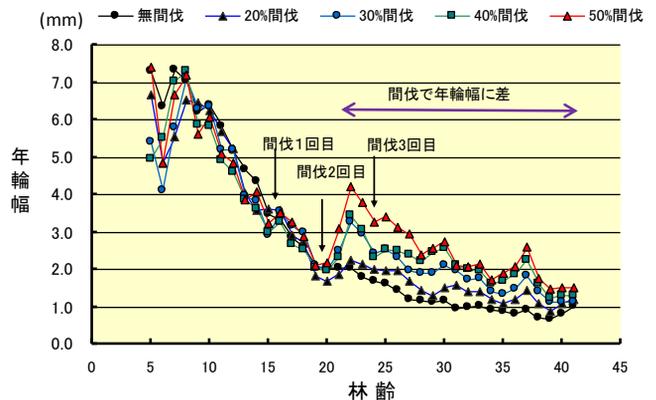


図1 間伐と年輪幅

図1は試験区ごとの平均年輪幅で、横軸は林齢とされています。カラマツの年輪幅は樹心近くで大きく、その後すぐに減少します。

年輪幅の試験区による違いは、林齢21年以降に形成されたすべての年輪で明らかに異なりました。その間の平均年輪幅は、無間伐区、20%間伐区、30%間伐区、40%間伐区、50%間伐区でそれぞれ1.2、1.5、1.9、2.1、2.5mmと、間伐率が高いほど大きくなります。しかし、年輪幅の違いがあるにもかかわらず、21年輪以降の試験区ごとの平均密度は0.488～0.505g/cm³で、間伐率の大小で材密度に差のないことが分かりました。

この結果は後に出てくる丸太やラミナ（集成材の原板）のヤング係数に大きくかかわることになります。

■生産される材積と径級の間伐率によるちがいが

40年生時の主林木と間伐木を累計した林分材積を図2に示します。主林木は立木の材積で、間伐木はそれまでに伐採されたものです。

無間伐区が最も多くなりますが、間伐木を合わせると30%以上の間伐区で500m³以上と多くなっています。これは無間伐では枯死木が多量に発生したため

です。20%間伐も同様で、間伐回数が少なかったため、無間伐に近い状態で、間伐による材積も少なかったためです。

が大きく低下することはありませんでした。

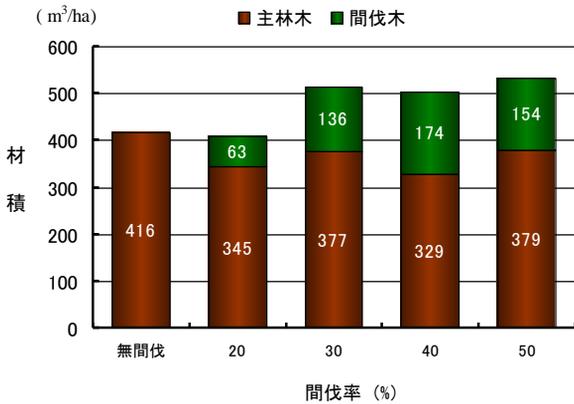


図2 間伐率と林分の材積

次に、41年生時に収穫した丸太の径級を、実測値や細り表から算出して推定しました。試験区ごとの径級割合を図3に示します。

その結果、無間伐区と20%間伐では18cm未満が7割以上に対し、40%と50%間伐では20cm以上が6割以上を占めました。間伐率の違いにより出材径級は大きく異なりました。

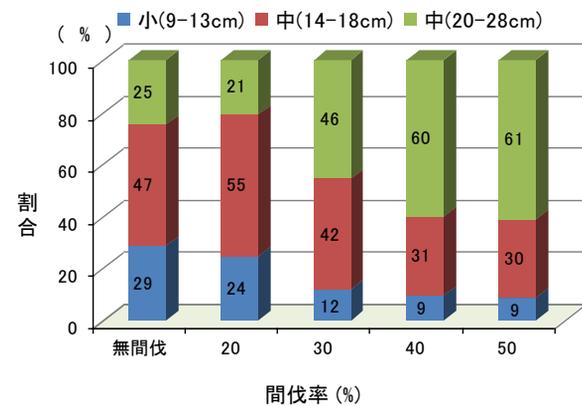


図3 間伐率と出材する丸太の径級割合

■間伐でヤング係数の大きい木材生産

間伐率で丸太の強度に差があるのでしょうか。タッピング法による丸太の動的ヤング係数を測定した各試験区の1番玉と2番玉（ともに材長4m）の測定値を図4に示します。

無間伐区の丸太のヤング係数は間伐区より小さく、間伐区では、20%~40%間伐区は間伐率が高いほどヤング係数が大きく、50%間伐区では30%間伐区とほぼ同じ値でした。強度間伐でも丸太の動的ヤング係数

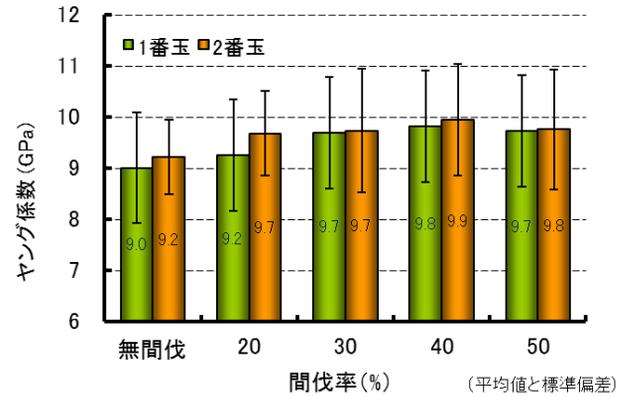


図4 間伐率と丸太のヤング係数

■製材のヤング係数で間伐率の違いがより明確に

丸太を集成材用のラミナに製材し、乾燥後にタッピング法で動的ヤング係数を測定しました。その結果を集計し、図5に示します。この図から、間伐率の高い試験区にヤング係数の高いラミナの多いことがはっきりわかります。ラミナを10枚積層した集成材の梁を製造する場合、標準品の集成材E95-F270では9 GPa以上のラミナが6割でさらに10 GPa以上も4割必要です。この林分の材料を用いての無駄のないように生産するためには、20%間伐以上の試験区が適合（20%間伐区と30%間伐区の9-10GPaの割合は22.0%と13.8%）し、無間伐区のラミナは適合しません。

さらに、もう1ランク上の強さを持つ集成材E105-F300の製造には、10GPa以上のラミナが6割以上必要で、これには40%と50%間伐区のラミナが適合します。このように、強度間伐によって強度の優れた材料の生産が可能になることがわかりました。

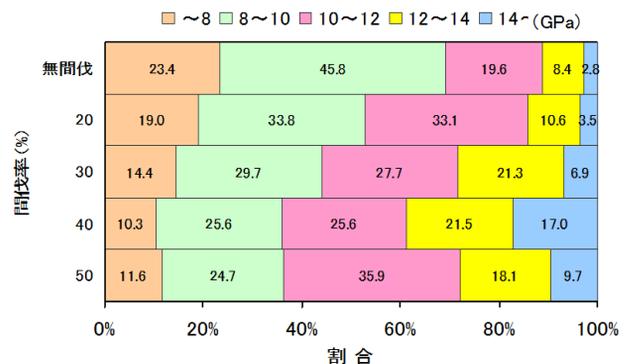


図5 間伐率と製材（ラミナ）のヤング係数

■間伐は高収益の木材生産につながるのか

間伐率の違いで収穫時（41年生）の収益（ここでは評価額）がどうなるのかを検討しました（表1）。

評価額は出材丸太価格（木材市況調査月報の丸太価格と径級割合から算出）から事業費（生産コスト＋運搬費）を差し引いて算出しました。生産コストは造材作業を準高性能機械型とし、間伐区の平均胸高直径からシステムの生産性（ $m^3/人 \cdot 日$ ）を求め、システムの生産性と生産コスト（ $円/m^3$ ）との関係式から算出しました（浅井達弘ら 1995）。運搬費は地元製の製材工場を想定し800 $円/m^3$ としました。

評価額は無間伐区と20%間伐区がそれぞれ108万円/haと94万円/haで低く、50%間伐区の171万円/haが最も高くなりました。

前者は事業費が高く、丸太単価が安いので評価額が低くなっています。50%間伐区で評価額が高かったのは、その逆の理由によるものです。無間伐区では腐れなど性質の劣る材が多く含まれていると推測され、実際の評価額はもう少し低いと思われる。

30%と40%間伐区は144万円/haと145万円/haで全体では中間の値ですが、両者の差がなかったのは40%間伐区の丸太材積が少ないことに起因します。40%間伐区は50%間伐区よりも間伐の実施が1回多く、24年生時に実施した間伐が、林分全体の材積の増加にはつながらなかったと考えられます。

以上の試算から、間伐率が高いほど高収益の丸太

生産につながりました。ただし、この結果は主伐時（収穫時）だけの結果で、間伐時の収支は含まれていません。

■おわりに

カラマツの間伐強度と材質、木材生産、材強度、評価額について説明しました。この事例では、間伐率の違いにより年輪幅が大きく変わり、木材生産や材質、材強度の向上に大きく寄与することがわかりました。

しかし、これらの結果をより汎用性の高いものにするには、間伐方法、間伐時期、間伐回数、植栽本数など異なる施業タイプの調査事例を増やさなければなりません。また、強度な間伐は風倒被害を受けやすいことも留意すべき点で、どのような植栽条件で有効なのかなど、まだ検討すべきことも多いと思います。

■参考文献

- 1) 中島広吉：北海道立木幹材積表, 興林会北海道支部, 35(1943)
- 2) 北海道立林業試験場：北海道カラマツ細り表(1994)
- 3) 浅井達弘ほか：日林北支論43, 116-118(1995)
- 4) 安久津久ほか：木材学会誌58, 249-259 (2012)

表1 試験区の林分概要と評価額

間伐区	無間伐	間伐率20%	間伐率30%	間伐率40%	間伐率50%
平均胸高直径 (cm)	21.6	22.3	27.2	28.2	30.8
平均樹高 (m)	25.6	23.6	25.8	26.9	27.8
立木密度(本/ha)	1040	800	530	430	410
林分材積 (m^3/ha)	416	345	377	329	379
a 丸太材積 (m^3/ha)	343	283	307	288	324
b 出材丸太価格(円/ha)	2,926,219	2,422,896	2,803,602	2,697,610	3,028,724
丸太単価 (円/ m^3)	8,531	8,555	9,132	9,368	9,348
c 事業費単価 (円/ m^3)	5,389	5,229	4,438	4,323	4,066
d 事業費計a*c(円/ha)	1,848,272	1,481,024	1,362,609	1,244,720	1,317,264
評価額b-d (円/ha)	1,077,947	941,872	1,440,993	1,452,890	1,711,460

カラマツ丸太工場着価格(運搬費を除く)

径 級	10月(十勝)
9-13	6,900
14-18	8,700
20-28	10,100
30上	10,000

木材市況調査月報

(平成25年10月; 北海道水産林務部林務局林業木材課)

事業費：生産コスト＋運賃

生産コスト：準高性能機械型にて算出

(浅井達弘ほか日林北支論1995)

運搬費：800 $円/m^3$

林分概要 胸高直径～林分材積は40年生時の集計