

ケヤキの枝の分岐角と枝長に植栽密度が及ぼす影響

谷口真吾¹

摘要：ケヤキとスギを3水準の異なる植栽密度（12,000本/ha、7,000本/ha、3,500本/ha）に1:1混植した5年生の林分において、スギとの競合成長がケヤキの樹高、胸高直径、枝下高、枝の分岐角、枝長ならびに枝の基部径に及ぼす影響を検討した。高密度に仕立てたケヤキはスギとの競合の結果、枝の分岐位置が高くなるにつれて枝を立ち上げ、光の獲得を有利に行って枝長を増加させていくと推察された。ケヤキとスギの混植では、枝下の高いケヤキが得られる植栽本数は7,000本/ha以上が望ましいと考えられた。

キーワード：ケヤキ、枝の分岐角、枝長、植栽密度、成長

Key words : *Zelkova serrata* Thunb. Makino, branch angle, branch length, planting density, growth

1. はじめに

ケヤキ (*Zelkova serrata* Thunb. Makino) は優良材の生産が可能な有用樹種として、兵庫県下でも広く造林されつつある。しかし、植栽事例が増えるにつれて問題となっているのがケヤキの植栽本数である。

ケヤキのみの単植による用材生産における植栽本数は3,000～4,000本/haが適当であるとする報告⁴⁾、6,000本/ha²⁾、あるいは、7,000本/ha以上が望ましいとする報告¹⁾がある。

植栽本数は苗木代や植栽経費、植え付け労力の多少にもからむ重要な問題であるので早急な究明が求められている。特にケヤキは箒状型の樹種で、幹がいくつにも分岐する性質が強く、疎植に仕立てると幹が曲がり枝が分岐しやすい性質⁵⁾であるため、植栽本数を多くする必要がある。しかし、ケヤキの苗木単価は一般的に高価である。ケヤキの植栽本数を少なくする方法として、スギ、ヒノキなど苗木代の安価な針葉樹種との混植が考えられる。

そこで本報告では、ケヤキとスギを混植する場合の最適な植栽本数を明らかにするため、ケヤキとスギとを1:1に混植した3水準の植栽密度の異なるケヤキスギ混交林において、ケヤキの成長量、枝の分岐角、枝長などを調査し、植栽密度がケヤキの成長や枝の張り方に及ぼす影響を検討した。

2. 材料および方法

2.1 調査林分

調査林分は兵庫県朝来郡朝来町山口に位置する。本林分は海拔高640m、沢沿いの南東斜面にあり、傾斜は30°、土壌型はB_D型であった。1996年11月、旧薪炭二次林を0.5ha皆伐した跡地のうち、0.2haに1997年12月、2年生のケヤキ、スギ苗木（植栽時の苗高：ケヤキ90cm、ス

ギ45cm）を同一斜面に植栽間隔0.9m×0.9m（12,000本/ha区）、1.2m×1.2m（7,000本/ha区）、1.7m×1.7m（3,500本/ha区）の3水準で千鳥状（方形）に混植した。

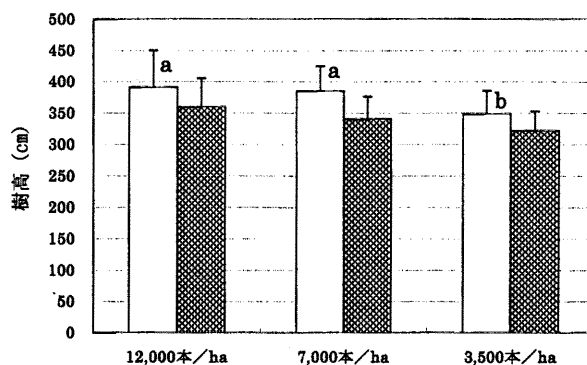
2.2 調査方法

調査は2002年3月（5年生時）に各区とも15本のケヤキとケヤキと隣り合うスギ30本を測定した。なお測定木はできるだけ林縁付近を除いた個体を計測した。調査項目は、3植栽密度別に個体の胸高直径、樹高、枝下高を測定した。さらに、各区より3本の標準木を選び、主幹から発生しているすべての一次枝について、枝の分岐位置の地上高（以下、枝高と称する）別の幹に対する枝の分岐角、枝長を測定した。

3. 結果および考察

3.1 樹高、胸高直径

植栽から5年経過時における植栽密度別の樹高および胸高直径の平均値を図-1、図-2に示す。



図中のアルファベットは多重比較検定の結果、同一樹種間において有意差がないものを同じアルファベットあるいは無印で示し、有意差があるものに異なるアルファベットを記した。

□ケヤキの平均

▨混植したスギの平均

図中のバーは標準偏差を示す。

図-1 植栽密度別の樹高

¹ 兵庫県立農林水産技術総合センター森林林業技術センター, Hyogo Pref. Technology Center for Forestry Technology Ins.

ケヤキの樹高および胸高直径について分散分析した結果、ともに植栽密度による有意差が認められた（危険率 $P < 0.05$ ）。次に Scheffe's F test による多重比較検定の結果、高密度区（12,000 本/ha, 7,000 本/ha 区）の樹高は低密度区（3,500 本/ha）に比べて有意に大きかった（ $P < 0.01$ ）。さらに低密度区（3,500 本/ha）の胸高直径は、高密度区（12,000 本/ha 区, 7,000 本/ha 区）に比べて有意に大きかった（ $P < 0.05$ ）。

一方、ケヤキに隣り合うスギの樹高および胸高直径について分散分析した結果、ともに植栽密度による有意性は認められなかった。

この結果、ケヤキ、スギ混植林の幼齢期における成長は、ケヤキの樹高が高密度植栽になるほど高くなった。すなわち、隣接する混植樹種の存在によって横方向への枝の拡張制限が早いほど樹高成長が促されることが示唆された。さらに、ケヤキの胸高直径は植栽密度の影響により、高密度区ほど肥大量が低下する傾向であった。

伸長成長は一般的に地力によって決まり、密度の影響を受けない。これに対して個体当たりのサイズ（体積、直径など）は密度の影響を著しく受け、高密度ほど小さくなる傾向がある（C-D 効果と称される）。11 年生のケヤキ⁹⁾、7 年生のケヤキ¹¹⁾の単植林ではともに C-D 効果と異なる傾向が認められたことが報告されている。しかし、本調査においては強い C-D 効果が認められた。本調査地で高密度区ほど個体のサイズ（直径）が小さくなったのは、土壤条件が既報の事例と比べて良いことが考えられ、植栽密度の他に土壤条件の影響を強く受けたものと考えられる。

ところで、12,000 本/ha 区、7,000 本/ha 区では、植栽 3 年目よりケヤキ、スギの樹冠が閉鎖し始めて下層植生が著しく減少したため下刈り作業を中止した。しかし 3,500 本/ha 区の低密度区では、植栽後からキイチゴ、モミジイチ

ゴ、サルトリイバラなどが高さ 1.0 ~ 1.5m 程度に旺盛に優占、繁茂しているため植栽から 5 年後の現在でも年 1 回（7 月）の下刈り作業を継続している。

本調査において高密度区が低密度区に比べ、樹高が大きくなった原因を考察すると、高密度区では植栽後に早くから樹冠が閉鎖したことによって林床植生の現存量が著しく減り、ケヤキ、スギと林床植生との栄養分をめぐる競合関係が早期に解放され、ケヤキの成長抑制が少なかったものと考えられる。この現象は、吉野・前田¹¹⁾も既に報告しており同様の効果を確認している。

一方、低密度区の林床植生の現存量は多く、林床植生がケヤキ、スギの生育のための栄養分を収奪することでケヤキの伸長成長が抑制されているものと考えられた。

3.2 枝下高

植栽密度別の最も低い位置に着生しているケヤキの枝下高の平均値を図-3 に示す。

ケヤキ、スギの枝下高について分散分析した結果、ともに植栽密度による有意差が認められた（ $P < 0.05$ ）。

ケヤキの枝下高は Scheffe's F test による多重比較検定の結果、12,000 本/ha 区と 7,000 本/ha 区に有意な差は認められなかったが（ $P > 0.05$ ）、低密度区の 3,500 本/ha 区と高密度区（12,000 本/ha 区ならびに 7,000 本/ha 区）の間に有意な差が認められた（ $P < 0.01$ ）。一方、スギの枝下高は 12,000 本/ha 区と他の 2 区（7,000 本/ha 区ならびに 3,500 本/ha 区）との間に有意な差が認められた（ $P < 0.05$ ）が、7,000 本/ha 区と 3,500 本/ha 区との間には有意な差が認められなかった（ $P > 0.05$ ）。

広葉樹の人工植栽地では高密度ほど下枝の枯れ上がりが早く、枝下が高くなる傾向があることがケヤキ幼齢林^{5, 11)}やクリ幼齢林¹⁰⁾などでも認められている。しかし、枝下高は植栽密度によらずばらつきが大きく、個体による差が大

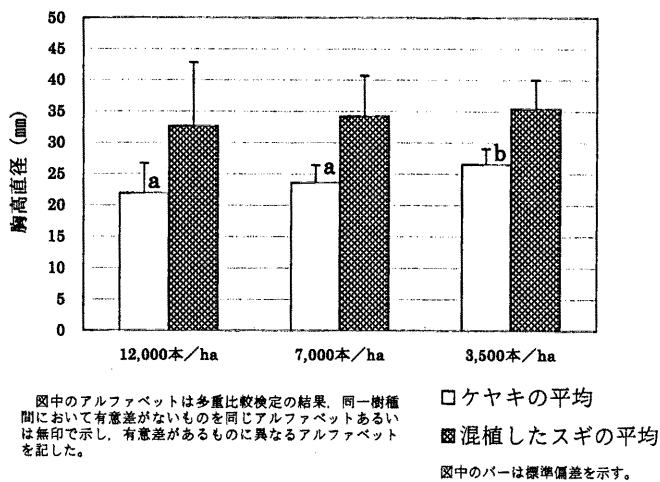


図-2 植栽密度別の胸高直径

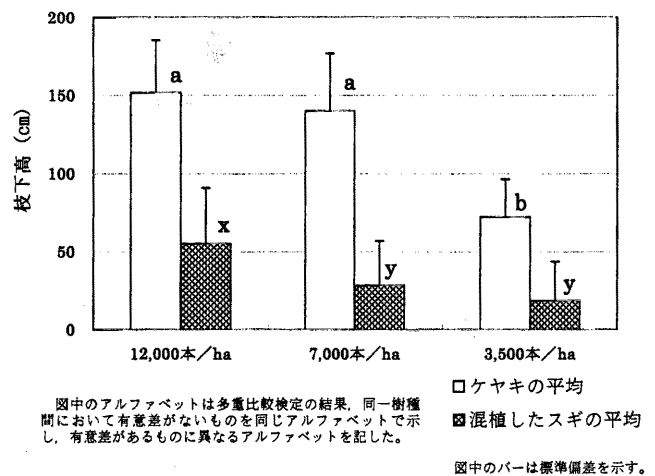


図-3 植栽密度別の枝下高

きい傾向であり、高密度植栽でも個体によっては予想に反して枝が低い位置から伸びていた。このため、ケヤキの場合、枝の自然な枯れ上がりのみに頼るのではなく、植栽密度によらず、幼齢期に枝打ちを行って枝下を高める必要があると考えられた。

3.3 枝の分岐角, 枝長

植栽密度別の枝の分岐角, 枝長の平均値, 標準偏差, 範囲を枝高の階層別に表-1, 表-2に示す。

枝の分岐角は枝高 200cm 以下の階層において, 3 区とも差が認められないが, 枝高 200cm ~ 300cm の階層では 12,000 本/ha 区の枝の分岐角は他の 2 区 (7,000 本/ha 区, 3,500 本/ha 区) よりも狭くなる傾向であった。枝長も同様に, 枝高 200cm 以上の階層になると, 12,000 本/ha 区の枝長は他の 2 区 (7,000 本/ha 区, 3,500 本/ha 区) に比べて長くなる傾向であった。

このように, 1,2000 本/ha 区では枝高 200cm 以上の階層においては他の 2 区に比べて枝高が高くなるにつれて枝の分岐角が狭くなり, 枝長は長くなる傾向であった。これは, ケヤキとスギとの競合の結果, ケヤキの枝が陽光を求めて空いた空間に枝を立ち上げながら分散し, この中から枝の生存に最適な光の入射が得られる空間に枝を伸ばすことができた枝が光の獲得を有利に行い, 枝長を増加させた結果であることが推察された。

一方, 7,000 本/ha 区の枝の分岐角は枝高の階層が 200 ~ 300cm 付近で最も大きくなり, 枝長は枝高が高くなるにつれて増加する傾向であった。3,500 本/ha 区の枝の分岐角は枝高の階層 200cm 以上では差が認められなかった。さらに枝長も枝高の違いによって一定の傾向は認められなかった。

表-1 植栽密度別の枝の平均分岐角

植栽密度	枝高の階層				
	150cm 以下	150 - 200cm	200 - 250cm	250 - 300cm	300cm 以上
12,000 本/ha	58.8±4.4	61.8±14.9	52.5±10.8	56.3±8.5	68.8±6.9
	54 ~ 65	35 ~ 80	40 ~ 80	45 ~ 65	60 ~ 80
7,000 本/ha	58.8±6.3	64.3±12.4	70.5±12.7	68.3±19.6	56.1±12.3
	50 ~ 65	45 ~ 90	40 ~ 90	35 ~ 90	30 ~ 75
3,500 本/ha	54.4±18.3	62.0±11.4	66.7±11.5	66.1±9.9	66.8±13.3
	35 ~ 80	40 ~ 80	50 ~ 80	50 ~ 80	50 ~ 85

上段: 平均値 ± 標準偏差, 下段: 範囲, 単位 (°)

表-2 植栽密度別の平均枝長

植栽密度	枝高の階層				
	150cm 以下	150 - 200cm	200 - 250cm	250 - 300cm	300cm 以上
12,000 本/ha	55.0±33.2	37.7±16.6	97.9±61.7	120.0±29.4	107.5±58.2
	20 ~ 90	15 ~ 60	20 ~ 230	90 ~ 160	40 ~ 210
7,000 本/ha	40.0±20.0	60.1±41.8	59.8±38.3	67.6±40.2	85.3±45.5
	30 ~ 70	20 ~ 152	20 ~ 140	15 ~ 140	30 ~ 170
3,500 本/ha	79.3±40.0	72.1±50.9	66.9±46.4	61.3±28.7	72.5±42.6
	30 ~ 156	24 ~ 161	25 ~ 140	30 ~ 110	20 ~ 150

上段: 平均値 ± 標準偏差, 下段: 範囲, 単位 (cm)

4. おわりに

引用文献

ケヤキとスギの混植によって高密度に仕立てたケヤキは、スギとの競合の結果、枝の分岐位置が高くなるにつれて枝を立ち上げ、光の獲得を有利に行つて枝長を増加させているものと推察された。

さらに高密度植栽の効果は、ケヤキの下枝の伸びの抑制および枯れ上りを促進し、枝下を高くすることが示唆された。このように、ケヤキとスギの混植によって枝下の高い樹形を確保できる植栽本数は7,000本/ha以上が望ましいと考えられた。

ケヤキの幼齢期には早期に枝下を高める施業を実施することが重要である。広葉樹は利用上の観点から樹幹は太く、真っ直ぐで枝下が長く完満なものが望ましい。このため、用材生産を目的とした密度管理は、幼齢期に高密度に仕立てて枝張りを抑制し、単幹で真っ直ぐな樹幹形を確保しながら目標の枝下高が得られた段階で、隣接する周囲木を伐採し、樹冠が拡張できる十分な空間を確保して肥大成長の促進を促すことが育林の基本とされる^{1,2,4,6-9,11,12)}。

今後、ケヤキ造林における異樹種との混植による高密度植栽の効果を追跡調査するとともに、萌芽した広葉樹との混生あるいは巢植え造林法などについて、さらに検討する必要がある。

- 1) 安藤 貴 (1995) ケヤキ林の多様な施業技術, 林業経済, 564: 1-9.
- 2) 有岡利幸 (1992) ケヤキ林の育成法, 大阪営林局森林施業研究会, 大阪, 104pp.
- 3) 原田正明・樋口浩二 (1995) ケヤキ人工林の初期成長について, 日林関西支論, 4: 127-130.
- 4) 橋詰隼人 (1987) ケヤキの天然木及び造林木の生長とケヤキ林の施業について, 広葉樹研究, 4: 39-47.
- 5) 大場孝裕 (1997) ケヤキ幼齢人工林の成長に植栽密度が及ぼす影響, 中森研, 45: 139-140.
- 6) 前田雄一 (2000) スギとケヤキを組み合わせた森づくり, 山林, 1391: 39-47.
- 7) 宮島淳二 (1994) 熊本県における広葉樹造林の手引き, 熊本県農林水産部, 熊本, 66pp.
- 8) 森田栄一 (1988) ケヤキ人工林の生育に関する研究 (II) - 密度管理法の提案 -, 林統研誌, 13: 101-117.
- 9) 谷口真吾 (1998) 針広混交林の造成技術に関する研究 (IV) - ケヤキ・スギ混交林における周囲木がケヤキの樹形と成長に及ぼす影響 -, 兵庫森林技研報, 46: 8-12.
- 10) 横尾謙一郎・福山宣高 (1997) 植栽密度のちがいがクリ幼齢木の成長におよぼす影響について - 用材生産を目的とした適正な植栽本数の検討 -, 日林九支研論集, 50: 71-72.
- 11) 吉野 豊・前田雅量 (1998) ケヤキ密度別植栽試験 - 7年めの生育状況 -, 森林応用研究, 7: 59-62.
- 12) 吉野 豊 (2000) 胸高直径 - 樹冠直径の関係式から求めたケヤキ人工林の密度管理指針, 兵庫森林技研報, 48: 34-36.

(2002.6.29 受理)