

論文

針広混交林育成試験（Ⅱ）

—間伐後のスギ人工林内に樹下植栽された林床植生の変化と上木の肥大成長—

吉野 豊・前田雅量

Yutaka YOSHINO and Masakazu MAEDA

Studies on establishing mixed forests with coniferous and broad-leaved species (Ⅱ) —Changes of understory vegetation and diameter growth of overstory trees nine years after thinning—

要旨：吉野 豊・前田雅量：針広混交林育成試験（Ⅱ）—間伐後に樹下植栽されたスギ人工林内の林床植生の変化と上木の肥大成長—。兵庫農林水産技総研報（森林林業）53号：5-9、2006 強度に間伐（間伐本数率：55.5%）後、落葉広葉樹苗木を樹下植栽したスギ人工林で9年間の下層植生の変化と、それが植栽苗木の成長に及ぼす影響、および間伐による上木の肥大成長促進効果を検討した。対照区（無間伐区）では、試験開始前に林床植生はほとんど認められなかった。一方、間伐区では試験開始前の林床植生の種数は23種と少なく、植栽後に苗木の成長を阻害したと思われるものは、局所的に分布したチマキザサのみであった。しかし、間伐2年目には、多年草、落葉低木、落葉高木などを主に種数は56種と著しく増加した。このうち植生高からみて植栽苗木の成長を阻害したと思われるものは、チマキザサ、タニウツギ、ヨモギなど少数であり、分布範囲も局所的であった。この結果から、林内の植生量は少なく下刈りが軽減できることがわかった。上木の胸高直径の肥大成長をみると、間伐区は対照区に比較して上位の径級に移行した割合が多く、平均胸高直径も有意に大きく、強度間伐による顕著な肥大成長の促進効果が認められた。強度に間伐した相対照度40%程度のスギ壮齢林内に下木を植栽する方法は、林床植生の種・量は増えるが、下刈りが軽減でき省力的に更新樹を育成できるうえに、上木の肥大成長を促進することによって、将来長伐期の択伐林型に誘導するのに適した施業法といえる。

キーワード：複層林、上木、樹下植栽、下層植生、肥大成長

I はじめに

針葉樹人工林の弊害の一面として、生物多様性の喪失など森林の多面的機能の発揮が不十分である点が指摘されている。この弊害を補うためには針葉樹人工林に広葉樹を導入し、針広混交林に誘導する技術の確立が求められている（藤森、2000）。

針葉樹人工林に広葉樹を導入する方法としては、針葉樹林を小規模な群状に伐採し、そこに広葉樹苗木を植栽する方法と、針葉樹林を強度に間伐し林内の照度を高めて広葉樹苗木を樹下植栽する方法が考えられる。前者の方法は林床に直達光が届きやすく光環境の維持が容易であるとされている（小島・石塚、1998；2004；溝上、2004）。反面、相当量の雑草木の繁茂が予想され、ある程度の下刈り作業が必要と思われる。一方、後者の方法では林内照度が低下しやすく、光環境の維持のためには頻繁な間伐、枝打ち等の作業が要求される難点がある。一般に落葉広葉樹苗木の健全な成長に必要な照度は針葉樹よりも高いとされているので（石塚ら、2000）、前者の方法が適していると考えられる。

複層林施業では林床における雑草木の繁茂量が少なく、植栽した苗木の下刈りの経費が節約できる利点がある（藤森、1979；和口・米田、1995）。また、下層植生の適度な繁茂は土壌の流亡を防止し、生物多様性を高めるというプラス面からも評価しなければならない。

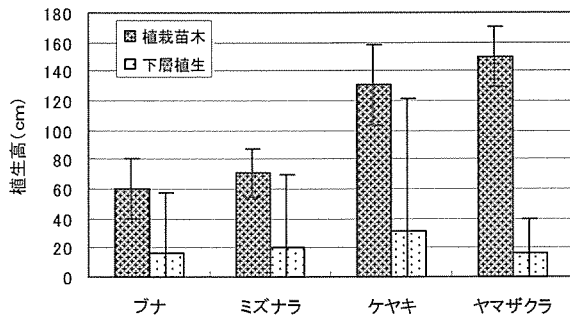
一方、近年の材価の低迷に伴う林業の収益性の悪化に伴い、伐期を延長し長伐期化する傾向がみられる。しかし、長伐期林に誘導するためには、適期の間伐により樹冠幅が狭くならないようにしながら、肥大成長の促進をはかる必要がある。

本試験はこのような観点から、壮齢のスギ人工林に強度の間伐を行い、広葉樹の樹下植栽を行った試験地の9年間の調査結果から、林床植生の変化と間伐による上木の肥大成長の促進効果を検討した。

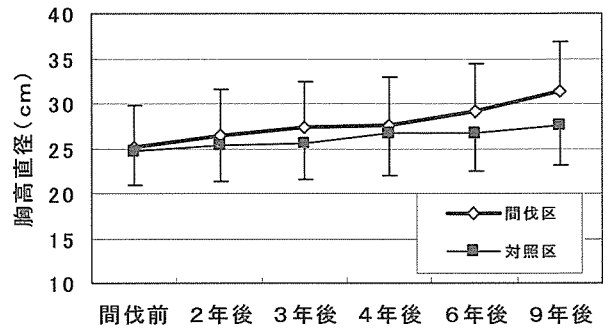
II. 試験地と調査方法

試験地を設定した場所の状況および設定方法は前報（Ⅰ）のとおりである。なお、試験地の南側50~100mの位置にミズナラ、カシワ、クリなどから成る落葉広葉樹の天然生二次林がある。試験地設定前のスギ林は、林齢32年生、平均樹高17.1m、平均胸高直径25.1cm、平均枝下高5m、成立本数は1、770本/ha（Ry:0.85）であった。1995年10月に密度管理図（林業技術協会、1980）で間伐後の収量比数が0.5となるように、本数率55.56%、材積率45.0%の間伐を行い、成立本数を780本/haとした。1995年11月に間伐木の搬出および枝条の整理を行った林内に16×16mの4プロットの試験地を連続して設け、各プロットにヤマザクラ、ケヤキ、ミズナラ、ブナの2年生苗木を49本ずつ2.2×2.2mの間隔に植栽した。同時にニホンジカによる苗木の食害を防止するために、広葉樹苗木の植栽直後に試験地の周囲を取り囲むように高さ1.8mのシカ防護柵を設置した。なお、下刈りは植栽した苗木の3成長期目に当たる1998年7月に下層植生の調査区を除いた場所で1度だけ行った。

林床植生の調査は、試験を開始する前の1995年8月と試験開始2成長期目の1997年9月および9成長期経過後の2004年10月に行った。広葉樹苗木を植栽した間伐区では各プロットの中央部に1m×16mのベルトトランセクト



図—1 植栽2年後の植栽苗木と下層植生の高さ平均値と誤差範囲（苗木は標準偏差、植生は範囲）を示す。



図—2 間伐区と無間伐区の上木の胸高直径の成長経過平均値と標準偏差を示す。

を設け、これを1 m×2 mに区切った8個の固定調査枠を設け、枠内に出現した植物の種名、被度および植生高を記録した。とりまとめは32個の調査枠について植物の種ごとに常在度クラス、被度階級および植生高の範囲を求めた。なお、対照区（無間伐区）の中央部に1 m×20 mのベルトトランセクトを設け、同様の方法により下層植生の調査を行った。

上木の調査は、間伐区および対照区について間伐前および間伐後2、3、4、6、9年後にすべての個体の胸高直径を測定した。また、樹高は間伐前および間伐9年後に間伐区および対照区内のそれぞれ20本を測定した。

対照区はこの林分の一部に間伐を行わない区域を設け、その中で20×20mのコドラートを設定し、上木の毎木測定を行った。なお、試験地設定前の対照区では、平均胸高直径24.6 cm、成立本数は1,675本/haであった。

III. 結果と考察

間伐区の収量比数は間伐直後には0.5であったが、試験開始9年後には0.85となった。また、間伐直後の相対照度は37%を示し、間伐後しばらくは照度の低下が比較的緩やかで間伐3年後には32%に止まった。しかし、その後年数の経過とともに照度が急激に低下し、間伐5年後には22%、7年後には18%、9年後には14%となった（前報I）。

一方、対照区における収量比数は試験開始直後には0.85、9年後には0.9であり（樹高21.3m、成立本数1,650本/ha）、相対照度は試験開始直後も9年後も2%前後でほとんど変化が認められなかった。

間伐区における試験開始前、試験開始2年後および試験開始9年後の林床植生の調査結果をそれぞれ表-1、表-2、表-3に示す。試験開始前の林床植生の種数は23種と少なく、植栽直後に苗木の成長を阻害したと思われるものはチマキザサのみであり、その分布は局所的であった。一方、間伐2年目には、多年草、落葉低木、落葉高木などを主に種数は56種と著しく増加したが、植生高からみて植栽苗木の成長を阻害したと思われるものは、チマキザサ、タニウツギ、ヨモギなど少数であった。しかし、これらの植物も分布範囲が局所的であった。また、試験開始9年後の林床植生の種数は46種とやや減少した。一方、無間伐区では試験開始前には林床植生は全く認め

られず、9年後も調査枠内にはアブラチャンが2個体認められたのみで植生はきわめて乏しかった。

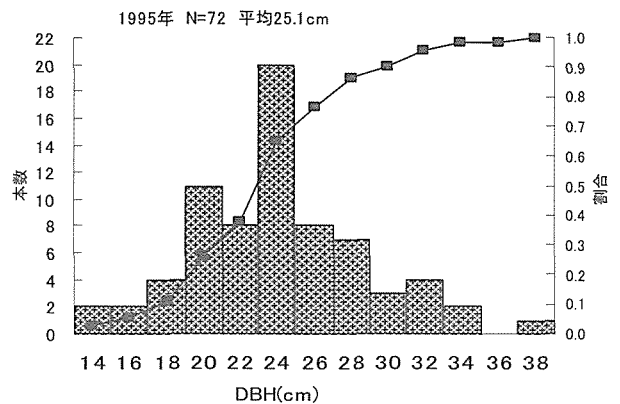
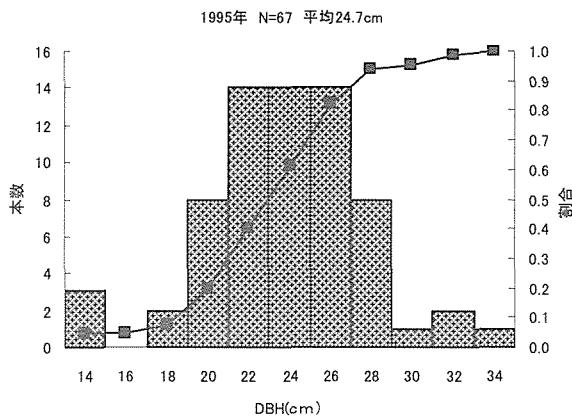
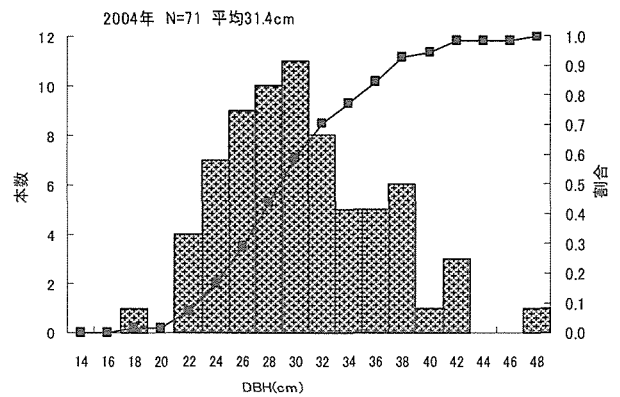
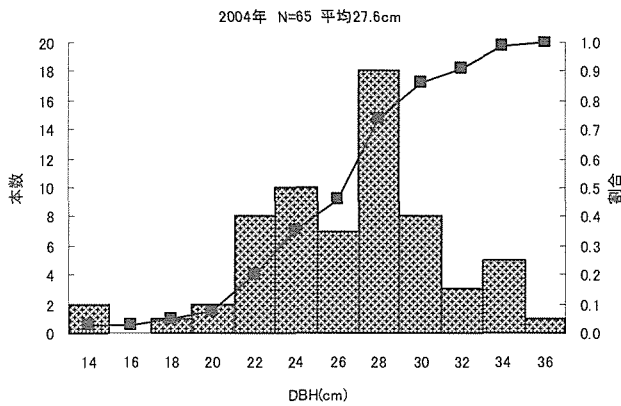
間伐区では間伐後に下層植生の種数・個体数が著しく増加したが、埋土種子の性質をもつ先駆性種は比較的少なかった。植生量の増加は、間伐木の収穫時に地表が攪乱されたことにより腐植層が除去され、鉍物質土壌が露出したため、飛散してきた種子の発芽条件が向上したことに起因すると考えられた。

以上の結果、間伐区は無間伐区に比べて種数や植生量が著しく増加し、間伐が林床植生の繁茂量を増加させることが確かめられた。なお、間伐9年後に種数が減少した原因は林内照度の低下に起因するものと思われる。以上の結果から既往の報告（田内・上中、1988；田内、1991）にみられるとおり、間伐により林床植生の種数・量が増加し、種の多様性が高まることが確認できた。なお、間伐後に出現した落葉高木種はクリ、コナラなど少数で個体数も少なく常在度クラスも低かった。

複層林では、間伐後、照度が高まると急激に雑草の繁茂量が増加し、相対照度が30%以上になると、陽性の雑草の繁茂が多くなり、下刈りが必要であるとされている（藤森、1979）。しかし、本試験地ではササ類、ツル類、陽性植物など植栽苗木の成長を阻害する植生量が、もともと少なかったため、間伐後も植栽苗木の成長を阻害する植生量の増加は少なかったものと思われる。図-1に各プロットにおける植栽2年後の植栽苗木と下層植生の高さを示した。いずれのプロットにおいても植栽苗木の高さが下層植生の高さを上回っていた。その結果、本試験地では、その後下刈りを一度行ったのみであるが、植栽した苗木の成長に大きな障害はなく、省力的な林内更新が実現できた。しかし、間伐後の相対照度の変化にともなう植生量の変化については、間伐前の植生、林地における埋土種子や周囲の種子供給源などにより大きく影響を受ける（田内・上中、1988；田内、1991；山瀬ら、2004）。したがって、将来針広混交林の構成種となる樹種の種数・個体数、および下刈り軽減効果については、さらに多くの事例を調査する必要がある。

間伐区と対照区における上木の成長をみると、9年間の樹高成長量には両区に有意な差は認められなかった。

また、間伐区と対照区の平均胸高直径の成長経過を図-2に示す。対照区の試験開始直後の平均胸高直径は、24.7cmで、9年後には27.6cmとなった。一方、間伐区で



図一三 無間伐区のDBHのヒストグラム

図一四 間伐区のDBHのヒストグラム

は試験開始直後の胸高直径は25.1cmで9年後には31.4cmとなり、間伐区の肥大成長量は対照区に比較すると有意に大きかった（ t 検定； $p < 0.01$ ）。さらに、対照区および間伐区の試験開始直後および9年後の胸高直径のヒストグラムをそれぞれ図-3、および図-4に示す。対照区に比較して間伐区の方が上位の径級に移行した個体が多く、間伐の効果が認められた。ちなみに、本試験地における試験開始前までは適度な間伐が行われており、平均樹幹形状比は68、平均樹冠長率は71%であった。この林分のように、過度の下枝の枯れ上がりが行われていない林分において適度な間伐を繰り返すことによって、壮齡期の肥大成長を確保し、上木を長伐期の択伐林型に誘導することができる。

引用文献

藤森隆郎（1979）複層林施業問題検討のポイント—スギとヒノキ—。林業技術448：6～10。
藤森隆郎（2000）森との共生。236pp、丸善、東京。

石塚森吉・川崎達郎・宇津木 玄（2000）光環境管理から見た針葉樹人工林に広葉樹を導入する施業方法の検討。森林総合研究所平成11年度研究成果集：16～17。
小島 正・石塚森吉（1998）スギ林人工ギャップの光環境と植栽した苗木の成長について。日林論109：297～298。
小島 正・石塚森吉（2004）二段林における下層の光環境と林冠ギャップの光環境管理について。森林科学41：21～27。
溝上展也（2004）スギ・ヒノキ人工林における帯状・群状伐採の意味。森林科学41：28～34。
林業技術協会（1980）北近畿・中国地方スギ林分密度管理図。
田内裕之・上中作次郎（1988）間伐による林床植生変化（I）—一伐採後の経過時間が異なる林分間の比較—日林九支研論集41：105～106
田内裕之（1991）間伐による林床植生変化（I）—構成種の優占度変化—日林九支研論集44：99～100

山瀬敬太郎・関岡裕明・河島章二郎・久保繁夫（2004）
 現地表土を用いた埋土種子による法面緑化.日緑工誌
 30：316～319

和口美明・米田吉宏（1995）西吉野村本谷スギースギニ
 段林施業調査地における上木、下木、照度および雑草
 木の測定結果 植栽3年目から8年目までの測定結果.
 奈良県林試林業資料10：8～11.

表—1 間伐前の林床植生

種名	生活型	常在度 クラス	被度階 級	高さ (cm)
タチツボスミレ	多年草	I	+	1-5
ナキリスゲ	多年草	I	+	5
オカトラノオ	多年草	I	+	10
チゴユリ	多年草	I	+	5-20
シシガシラ	多年草	I	+-1	5-10
ゼンマイ	多年草	I	1'	5
ベニシダ	多年草	II	+-1'	5-30
トコロ	多年草	I	+	5
サルトリイバラ	落葉藤本	I	+	10
ヤマフジ	落葉藤本	I	+-1'	20-40
クロモジ	落葉低木	II	+	10-20
サワフタギ	落葉低木	II	+	2-20
コバノガマズミ	落葉低木	I	+	10
ムラサキシキブ	落葉低木	I	+	5-10
ヤマアジサイ	落葉低木	I	+-1	5-15
イヌツゲ	落葉低木	I	+-1'	10
チマキザサ	落葉低木	I	+-2	40-90
エゴノキ	落葉高木	I	+	20
カナクギノキ	落葉高木	I	+	5-20
クリ	落葉高木	I	+	5-30
コシアブラ	落葉高木	I	+	20
ヤマウルシ	落葉高木	I	+	10
リョウブ	落葉高木	I	+-1'	10

表—2 間伐2年後の林床植生

種名	生活型	常在度 クラス	被度階級	高さ (cm)
ツユクサ	1年草	I	1	50-60
ツリフネソウ	1年草	II	+-1'	5-15
ホタルイ	1年草	I	+-1	40-50
ヒメムカシヨモギ	2年草	I	+	30
タチツボスミレ	多年草	IV	+-1'	1-10
オカトラノオ	多年草	III	+-1'	7-60
タツノヒゲ	多年草	III	+-1'	9-55
イトスゲ	多年草	II	1'	5-20
オトギリソウ	多年草	II	+-1	5-70
ナガバノスミレサイ シン	多年草	II	+-1'	8-20
ダンドボロギク	多年草	I	+	10
チゴユリ	多年草	I	+	4-10
ススキ	多年草	I	+-1'	30-50
ツルニガクサ	多年草	I	1'	45
ツルリンドウ	多年草	I	1'	10
ナキリスゲ	多年草	I	+	5-30
ナルコユリ	多年草	I	+	40
ヨモギ	多年草	I	1'	11-120
ヒヨドリバナ	多年草	I	+-1'	50-90
フタリシズカ	多年草	I	1'	30
マツカゼソウ	多年草	I	1'	40
コバノイシカグマ	多年草	I	1	40
シケシダ	多年草	I	1'-1	7-50
シシガシラ	多年草	I	+-1'	10-27
ゼンマイ	多年草	I	1'	30
ミゾシダ	多年草	I	+-1'	10-40
ヤワラシダ	多年草	I	1'	37-40
ワラビ	多年草	I	1'	20-40
トコロ	落葉藤本	I	+	90
サルトリイバラ	落葉藤本	I	+	7-23
ノブドウ	落葉藤本	I	1'	15-40
マタタビ	落葉藤本	I	+	10
タラノキ	落葉低木	III	+-3	6-45
タニウツギ	落葉低木	II	+-1	17-85
クロモジ	落葉低木	II	+-1'	5-30
ナガバノモミジイチ ゴ	落葉低木	II	+-1'	8-45
コバノガマズミ	落葉低木	I	1'	15-52
ダンコウバイ	落葉低木	I	+	3
サンショウ	落葉低木	I	1'	70
クマイチゴ	落葉低木	I	1'-1	30-50
ムラサキシキブ	落葉低木	I	+	10-20
ヤマアジサイ	落葉低木	I	+-1'	10-30
ヌルデ	落葉高木	III	+-1'	9-30
リョウブ	落葉高木	III	+	6-18
カナクギノキ	落葉高木	II	+-1'	8-30
ヤマザクラ	落葉高木	II	+-1	10-40
アカメガシワ	落葉高木	I	+	5
エゴノキ	落葉高木	I	+-1'	14-40
クリ	落葉高木	I	+	10-20
コシアブラ	落葉高木	I	1'	14
ミズナラ	落葉高木	I	+	10-20
ヤマウルシ	落葉高木	I	+	30
ヤマグワ	落葉高木	I	1'	20
イヌツゲ	常緑低木	I	1'	8
チマキザサ	常緑低木	I	2	40-90
スギ(実生)	常緑高木	V	+-1'	3-15

表—3 間伐9年後の林床植生

種名	生活型	常在度クラス	被度階級
オオバコ	多年草	I	+
コチジミザサ	多年草	II	+-4
ススキ	多年草	II	+-1
チゴユリ	多年草	I	+
タチツボスミレ	多年草	III	+-1
ナキリスゲ	多年草	II	+-2
マツカゼソウ	多年草	II	+-2
ヤマジノホトギス	多年草	I	+
コバノイシカグマ	多年草	I	1-2
ヒヨドリバナ	多年草	I	1
ヒカゲスミレ	多年草	I	+
ゼンマイ	多年草	I	2
シケシダ	多年草	II	+
シシガシラ	多年草	II	+-1
ベニシダ	多年草	I	1
ミゾシダ	多年草	I	+
ヤワラシダ	多年草	III	+-1
サルトリイバラ	落葉藤本	I	+
サルナシ	落葉藤本	I	+
トコロ	落葉藤本	I	+
マタタビ	落葉藤本	I	+-1
ノブドウ	落葉藤本	I	+
ミツバアケビ	落葉藤本	I	+
アブラチャン	落葉低木	I	1
クマイチゴ	落葉低木	I	+
クロモジ	落葉低木	III	+-1
サワフタギ	落葉低木	I	+
サンショウ	落葉低木	I	2
タラノキ	落葉低木	I	+-1
タニウツギ	落葉低木	I	+-1
ナガバノモミジイチゴ	落葉低木	IV	+-1
ピロードイチゴ	落葉低木	I	+-1
ミヤマガマズミ	落葉低木	I	+
ムラサキシキブ	落葉低木	I	+-2
ヤマアジサイ	落葉低木	III	+-3
イヌツゲ	常緑低木	I	1-3
アオハダ	落葉高木	I	1
イロハモミジ	落葉高木	I	+
エゴノキ	落葉高木	II	1-2
カナクギノキ	落葉高木	II	+-1
クリ	落葉高木	II	+-1
ヤマグワ	落葉高木	I	+-1
ヤマザクラ	落葉高木	I	+-1
リョウブ	落葉高木	IV	+-1
コナラ	落葉高木	I	+
スギ(実生)	常緑高木	IV	+