

スギ人工林のギャップに植栽された3種広葉樹の初期成長と成長阻害要因

小谷二郎

要旨: 既存のスギ人工林を広葉樹との混交林へ誘導するための基礎データを得るために、スギ人工林の林冠ギャップを利用して植栽したブナ・ミズナラ・ミズメの初期成長と成長阻害要因について検討した。3種とも基本的には光環境と伸長量の間には正の相関関係が導き出され、スギ人工林内の光環境から伸長量を推定することは可能と考えられた。しかしながら、獣害や雪害などの阻害要因は地域による差が大きく、伸長量に大きな影響を与えていた。その他、他の地域での試験結果との比較検討を行った。

I はじめに

近年、森林に対する要請は、木材の供給から地球規模の問題への関心の高まりを背景にした温暖化防止等の地球環境の保全や生物多様性の保全に役割が求められるようになり、我が国の森林政策はこれまで針葉樹中心であった方向を転換し、針葉樹及び広葉樹のそれぞれの特性を活かして、広葉樹の導入・育成を含む多様な森林整備を進めていく方向に転換し始めている(林野庁, 2003)。

広葉樹造林の歴史は古く国有林を中心にかなり実績が残っているにもかかわらず、戦後は針葉樹造林の興隆時期が長く続いたため、欧州などに比べて広葉樹造林技術は立ち後れている(近藤, 1951; 竹原, 1981; 坂口, 1985; 谷本, 2004)。最近では広葉樹の造林方法に関する解説書(菊沢, 1983; 蜂屋ら, 1986; 浅川・黒田, 1986; 橋詰, 1994; 片岡, 1994; 藤森・河原, 1994; 北海道立林業試験場, 1998)がいくつか出版されているが、まだ未解明な部分が多いのが実情である。広葉樹造林には以下のようないくつかの問題点があると考えられる。①現況では、広葉樹の造林は針葉樹ほどの国家的な要素がないため、力点があまり置かれていない、②針葉樹人工林の推

進によって、広葉樹を大々的に造林する場所が残っていない、③大面積一斉造林は針葉樹と同じ問題を抱える可能性がある、④広葉樹は種類数が多いため、樹種によってはまだ未解明な部分が多い、などである。したがって、今後の広葉樹造林に求められるのは、天然生林の維持または拡充のための補植、現存針葉樹人工林を活かしての混交林化、耕作放棄地などの休閑地の利用、治山造林、など小規模分散的ではあるが、明確な目的を持ち、地域特性を活かして確実に成績が得られることである。とくに、森林の多様化による諸機能の発揮を期待するために、針葉樹人工林を活かした混交林化が今後多くの地域で求められる造林方法と考えられる。

そこで、この研究では針葉樹人工林への広葉樹の導入による針広混交林化に関する技術開発を目標に、スギ人工林のギャップへの数種の広葉樹の造林試験を行い、成長や生育状況を追跡調査した。とくに、初期成長に影響を及ぼす光環境や成長阻害要因を中心に検討した。

II 調査地および方法

試験は、4箇所のスギ人工林内で行った(表-1)。

表-1 試験地の概要

No.	試験地	標高 (m)	傾斜度 (°)	方位	スギ人工林の現況			植栽樹種	調査本数
					本数 (本/ha)	平均樹高 (m)	平均RLI (%)		
1	白峰小三谷	850	5	北西	675	4.3	43.8	ブナ・ミズナラ	57
2	白峰下田原	850	20	南西	1,050	7.5	17.9	ブナ	51
3	尾口鴉ヶ谷	500	15	南	800	11.3	35.0	ミズナラ	54
4	鶴来三宮	250	10	西	200	24.8	39.7	ミズメ	60

RLI: 相対照度

Initial growth and factors of growth inhibition of three broad-leaved tree species planted in gaps of *Cryptomeria japonica* stands

各人工林とも雪害（雪圧害または冠雪害）によって本数が減少し、林内に数カ所のギャップが形成されていた。調査期間は、No. 1 が 1987～1993 年、No. 2・3 が 2000～2005 年、No.4 が 2002～2005 年である。植栽苗は、No. 1 のブナは 3 年生で 60cm、ミズナラは 2 年生で 60cm である。No. 2 のミズナラは 2 年生で 50cm、No.3 のブナは 3 年生で 50cm である。No. 4 のミズメはビニール製のポットで育てられた 2 年生の 30cm 苗である。No. 4 は春（4 月）に植栽したが、その他は秋（11 月）に行った。なお、No. 1 以外は毎年夏に下刈りを行い、雪起こしはすべての箇所ですべての箇所で植栽翌年の春のみに行った。また、2003 年にミズメの光環境特性を調べるために、白峰小原山（標高 700m）で天然更新した稚樹で相対照度と年間伸長量を調査した。

定期調査は、植栽時より毎年成長休止期に樹高と当年の伸長量および地際径を測定すると同時に、動物の食害や雪害状況などを観察した。また、9 月にそれぞれの調査地で 1 本ごとに先端で相対照度を測定した。相対照度はデジタル照度計（ミノルタ社、T-1H）を使用し、60,000lux 以下の曇天日に測定した。

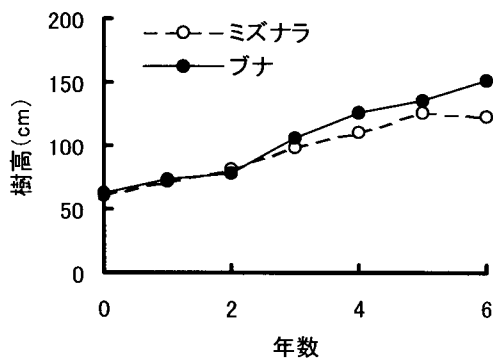


図-1 スギ人工林に内に補植されたブナとミズナラの成長経過(白峰小三谷)

III 結果および考察

1 ブナおよびミズナラ

1) 混植地

図-1 は、No.1 の白峰小三谷（標高 850m）でのブナおよびミズナラの 6 年間の成長経過を示している。2 年目までは両樹種とも成長が緩慢であった。3 年目から徐々に順調な成長経過を辿ったが、ミズナラはブナよりも成長が悪く、6 年目にはマイナスの

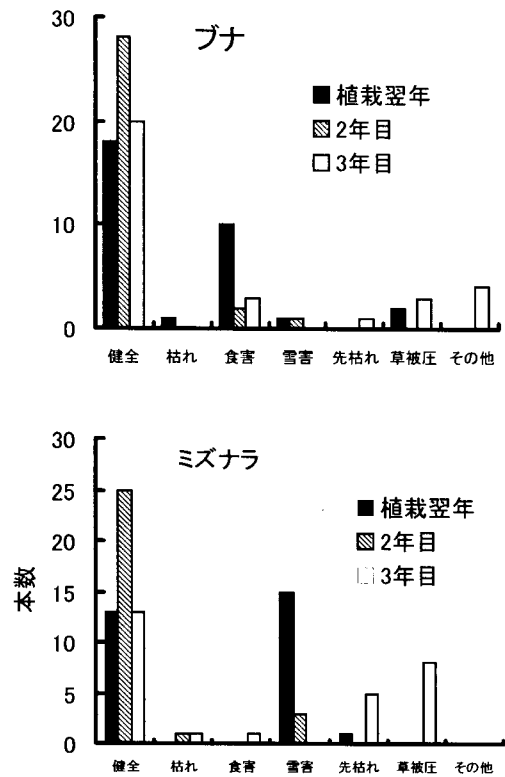


図-2 ブナとミズナラの成長阻害要因(白峰小三谷) 成長を示した。

図-2 に、ブナとミズナラの初期 3 年間で成長阻害要因を示した。枯死率は両樹種とも 10% 未満で低かった。ブナは、植栽翌年にノウサギによる食害を多く受けた (31.3%) のに対し、ミズナラは食害

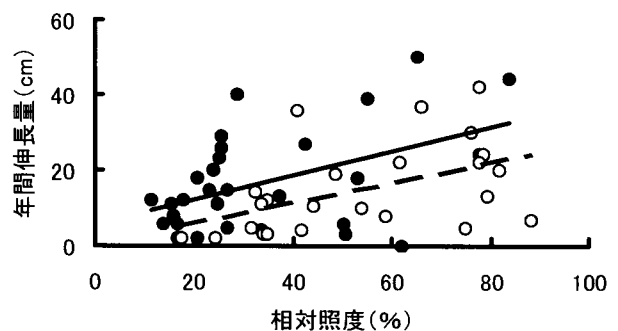


図-3 相対照度と年間伸長量の関係(白峰小三谷)
●(実線)ブナ: $y=0.315x+6.1131$, $r=0.46433$, $n=29$, $p<0.05$
○(破線)ミズナラ: $y=0.2672x+0.6557$, $r=0.4847$, $n=23$, $p<0.05$

が少なく (4.0%)、雪害による幹折れが多かった (60.0%)。また、ミズナラでは 3 年目に先枯れが発生した (24.0%)。ミズナラが 6 年目にマイナス成長を示したのは、先枯れやつる類による被圧が原因である。6 年間の結果から、ブナおよびミズナラの年間成長量は、それぞれ 14.8cm と 10.5cm であった。なお、ノウサギによる食害や先枯れの発生の有無で

の相対照度の違いはみられなかった（分散分析, $p>0.05$ ）。また、ブナはコウモリガによる被害を受けた（12.5%）。図-3は相対照度と両樹種の伸長量の関係を示している。両樹種とも正の相関関係がみられたが、同じ光環境ではブナの伸長量が大きかった。これは、ブナよりもミズナラにおいて成長に対する阻害要因の影響が大きかったためと考えられる。

2) 単独植栽地

図-4は、白峰下田原（標高 850m）のブナ植栽試験地での樹高成長経過を示している。年平均伸長量は 20.9cm で、ほぼ同じ標高に位置する小三谷よりも順調に生育していた。これは、この試験地が植栽後連続して下刈りが行われていることと関係があるかもしれない。この試験地では、ノウサギの被害

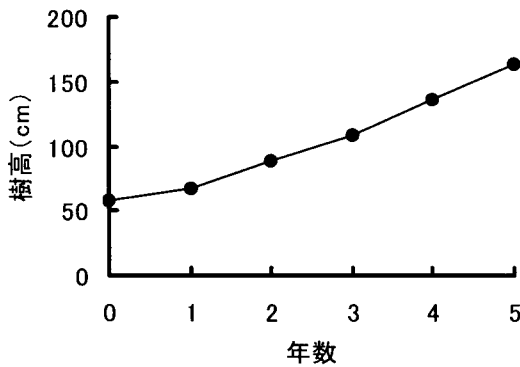


図-4 ブナの成長経過(白峰下田原)

が 7.8%みられた他は、成長阻害となる実害はなかった（枯死率 0%）。ただし、90%がクワカミキリの後食被害を受け、枝先の樹皮の一部が剥がれていた。図-5は、相対照度と伸長量の関係を示している。スギの樹高が高く林内の平均相対照度は 17.9%で全体に薄暗い環境であった。

図-6は、尾口鴉ヶ谷（標高 500m）でのミズナ

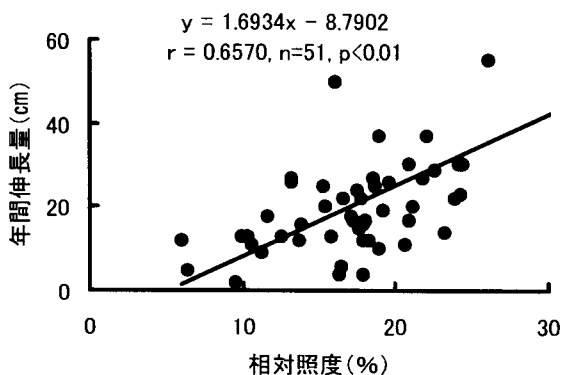


図-5 ブナの相対照度と伸長量の関係(白峰下田原)

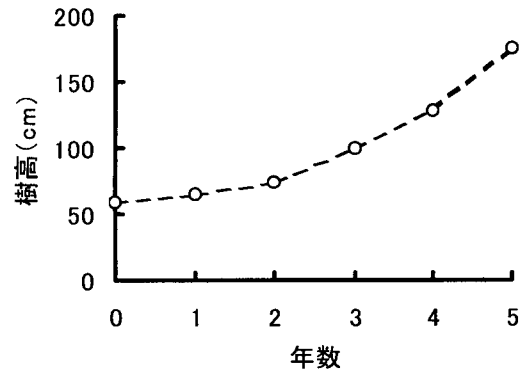


図-6 ミズナラの樹高成長経過(尾口鴉ヶ谷)

ラの樹高成長経過を示している。この試験地の植栽木の平均相対照度は 35.0%で年平均成長量は 33.9cmであった。獣害は 9.1%、雪害は 7.3%と少なかったが、調査木の 14.5%で先枯れがみられた（ただし、枯死率は 1.8%であった）。先枯れの有無で相対照度を比較すると、暗い場所（平均相対照度 12.9%）の植栽木でその現象がみられた（分散分析, $p<0.05$ ）。

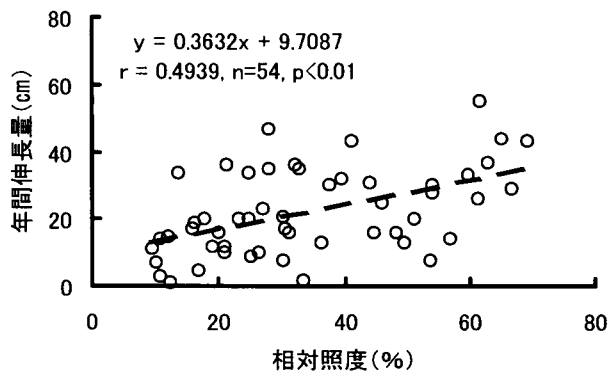


図-7 ミズナラの相対照度と伸長量の関係(尾口鴉ヶ谷)

2 ミズメ

図-8は、鶴来三宮（標高 250m）でのミズメの樹高成長経過を示している。この試験地は、平均相対

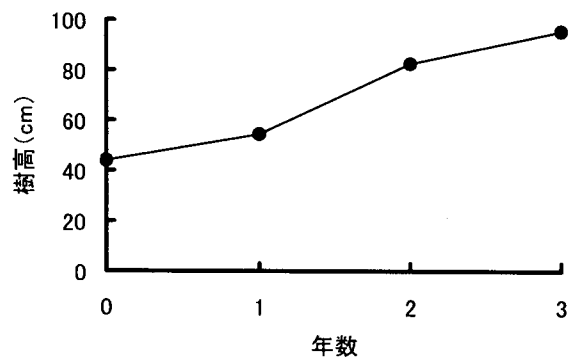


図-8 ミズメの成長経過(鶴来)

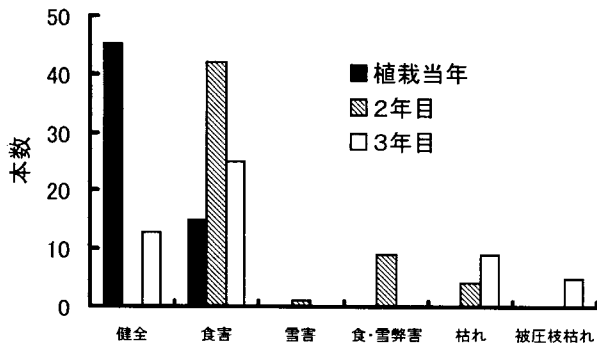


図-9 ミズメの成長阻害要因

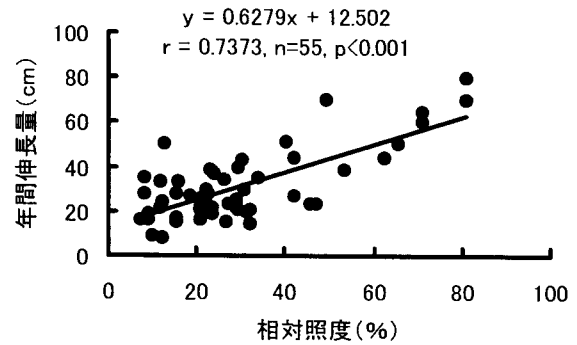


図-11 天然更新したミズメの相対照度と伸長量の関係(白峰小原山)

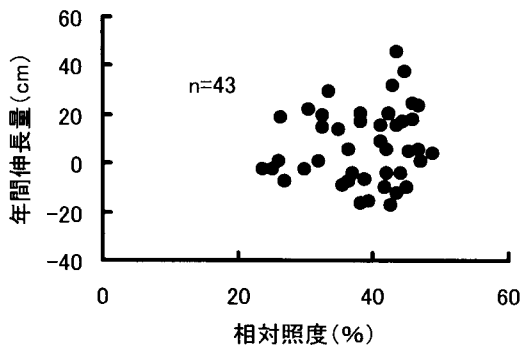


図-10 ミズメの相対照度と伸長量の関係(鶴来)

照度が 39.7% と明るい環境に置かれている。しかしながら、年間の平均伸長量は 16.9cm と低かった。図-9 は、この試験地での成長阻害要因を示している。春に植栽したためか当年度では少ないが、2年目はすべての個体が、3年目には 25% の個体がカモシカによる食害を受けた。中には雪害とカモシカによる複合被害のものが 15% みられた。3年間での枯死率は 15% であった。図-10 は、相対照度と伸長量の関係を示している。両者の間には有意な相関はなかった ($p > 0.05$)。これは、カモシカによる食害により、マイナス成長となったものも多かったためである。相対照度が 40% 以上では年間伸長量が 40cm を超えるものもみられた。相対照度と伸長量の関係を詳しくみるために、天然更新したミズメで両者の関係を調べた(図-11)ところ、相対照度と伸長量の間には正の相関関係が得られ、やはり相対照度が 40% を超えれば 40cm 以上の伸長量が見込まれた。

3 過去の試験との比較

この研究で用いた樹種について、成長および成長阻害要因を他の 10 年生以下の試験地(橋詰・黒井, 1989; 井上ら, 1990; 三島ら, 1992; 崎尾, 1992;

1993; 田上, 1994; 北海道立林業試験場, 1998; 小谷・矢田, 1999; 横井, 1999; 2000; 吉野・前田, 2001; 小谷, 2001; 前田, 2001; 中島, 2001) と比較してみた。

ブナでは、これまでの試験の年平均伸長量は 23.1~32.9cm(樹下植栽地では 5.0~25.3cm)であった。枯死率は、下刈りの誤伐によるもの(前田, 2001: 50%) や活着不良(吉野・前田: 60%) を除けば 3.7~17.6% であった。獣害は 2.2~31.4%、雪害は 0~19.6%、虫害は 0~14.9% であった。本試験の白峰小三谷は、伸長量が 14.8cm と低く、獣害率は 31.3% と高いのが特徴であるのに対し、白峰下田原は、伸長量は 20.9cm とやや低く、虫害(クワカミキリ)率は 90% と非常に高いのが特徴である。伸長量の低さは小三谷では獣害が多かったこと、下田原では相対照度が低かったことが関係していると考えられる。したがって、この両試験地は、他の試験地と比較して若干成長が遅れているが成林状況としてはほぼ平均的であると考えられる。

ミズナラでは、これまでの試験の年平均伸長量は 17.0~34.0cm(樹下植栽地では 6.4cm)であった。枯死率は 5.0~28.0%、獣害率は 10.3~70.0%、虫害率は 5.0~28.0%、雪害率は 10.0% であった。また、樹下植栽地では 69% が先枯れによる芯変わり現象がみられた。本試験の白峰小三谷は、伸長量が 10.5cm と小さく、雪害が 60%、先枯れが 24% 発生した。また、尾口鴛ヶ谷は、伸長量が 33.9cm と大きく、獣害や雪害は少なかったのに対し、暗い場所(平均相対照度で 12.9%) では 14.5% で先枯れによる芯変わり現象がみられた。ミズナラは豪雪地帯では雪害を受けやすく、樹下植栽など相対照度が低い場所で先枯れがみられるのが特徴であるようだ。白

峰小三谷が不成績であるのに対し、尾口鴉ヶ谷は比較的好成績と言える。

ミズメは、これまでに行われた試験例が少ない。年平均伸長量は 11.6~76.0cm であった。枯死率は 6.7~70.0%、雪害は 26.7%、虫害が 13.3%で獣害は 0%であった。本試験地（鶴来三宮）は、年平均成長量が 16.9cm で獣害が 100%、雪害が 15%であった。試験地はギャップ地であったが相対照度は比較的高い。伸長量が小さかったのは獣害の影響が強かったためである。ミズメのように伸長季節が通年に渡る樹種の場合は、常に葉が新鮮な状態にあることから、獣の密度の高い地域では危険度が高いと考えられる。本試験地は、現状からすると不成績な状態にある。獣害防止策が必要と考えられる。

IV おわりに

以上の結果から 3 樹種の特徴をまとめると、ブナは一部で獣害や虫害が多い傾向にあるが、耐陰性が高く枯死率も他の樹種よりも低いことから、スギ人工林のギャップ植栽に最も適した樹種と思われる。ミズナラ・ミズメはギャップ植栽の際は相対照度が 30%以上の場所を選ぶべきであり、獣害だけでなく雪害に対する対策が必要である。今回は、成長阻害要因として、誤伐や土壌不適地への植栽による活着不良を検討しなかったが、これらも大きな要因の 1 つと考えられるので、十分に慎重を期すべきである。

引用文献

浅川澄彦・黒田義治（編者）（1986）林業改良普及双書 94 広葉樹林を育てる. 230pp, 全国林業改良普及協会, 東京.

藤森隆郎・河原輝彦（編著）（1994）林業改良普及双書 118 広葉樹林施業. 175pp, 全国林業改良普及協会, 東京.

蜂屋欣二・大角康夫・谷本丈夫・林 敬太・尾方信夫（1986）わかりやすい林業研究解説シリーズ 82 広葉樹林の育成法. 87pp, 林業科学技術振興所, 東京.

橋詰隼人・黒井 大（1989）ブナの人工造林に関する研究（I）植栽後 10 年間の成績と造林地内への他樹種侵入状況. 広葉樹研究 5 : 1-12.

橋詰隼人（1994）主要広葉樹林の育成.（現在の林学 10 造林学. 堤 利夫編, 253pp, 文永堂出版,

東京）. 102-179.

北海道立林業試験場（監修）（1998）広葉樹育成ガイドーミズナラ林の造成技術ー. 191pp, 北海道林業改良普及協会, 札幌.

井上良実・深江伸男・宮畑博行・福里和朗（1990）有用広葉樹の造成に関する研究（第 6 報）. 宮崎県林業試験場業務報告 22 : 13-15.

片岡寛純（1994）ブナ林の育成.（現在の林学 10 造林学. 堤 利夫編, 253pp, 文永堂出版, 東京）. 181-198.

菊沢喜八郎（1983）北海道の広葉樹林. 北海道造林振興協会, 札幌, 152pp.

小谷二郎・矢田 豊（1999）落葉広葉樹林内に樹下植栽された 7 樹種の成長特性. 中森研 47 : 73-74.

小谷二郎（2001）ブナ人工造林の適地と初期保育. 雪と造林 12 : 34-37.

近藤 助（1951）潤葉樹用材林作業. 158pp, 朝倉, 東京.

前田雄一（2001）ブナ・トチノキ幼齢林の成林を阻害する要因. 鳥取林試研報 39 : 13-16.

三島木進・皆川隆一・真田廣樹（1992）ブナ等有用広葉樹の増殖と育成に関する試験. 宮城県林業試験場業務報告 25 : 18-19.

中島敏祐（2001）ブナの造林技術に関する研究. 雪と造林 12 : 5-8.

林野庁（2003）モントリオール・プロセス第 1 回森林レポート（2003 年レポート）. 105pp.

坂口勝美（1985）広葉樹の概況.（有用広葉樹の知識ー育てかたと使いかたー. 514pp, 林業科学技術振興所, 東京）. 1-13.

崎尾 均（1992）林木保育技術に関する研究ー広葉樹植栽試験ー. 埼玉県林業試験場業務成績報告 34 : 14-15.

崎尾 均（1993）林木保育技術に関する研究ー広葉樹植栽試験ー. 埼玉県林業試験場業務成績報告 35 : 20-21.

田上政幸（1994）人工造林による広葉樹施業法の開発について. 平成 5 年度大阪営林局業務研究発表集録 : 9-15.

竹原秀雄（1981）広葉樹林の消長.（広葉樹林とその施業. 262pp, 地球社, 東京）. 1-16.

谷本丈夫（2004）林業改良普及双書 145 森の時間に学ぶ森づくり. 208pp, 全国林業改良普及協会,

東京.

吉野 豊・前田雅量 (2000) 広葉樹人工造林地の初期成長 (V) - ブナ造林地の植栽後9年生までの生育状況. 兵庫森林技研報 48 : 39-40.

横井秀一 (1999) 多雪地帯の平坦地に植栽された広葉樹の雪害形態. 雪と造林 11 : 40-43.

横井秀一 (2000) 単木混交で植栽された広葉樹6種の初期成長. 岐阜県森林研研報 29 : 9-14.

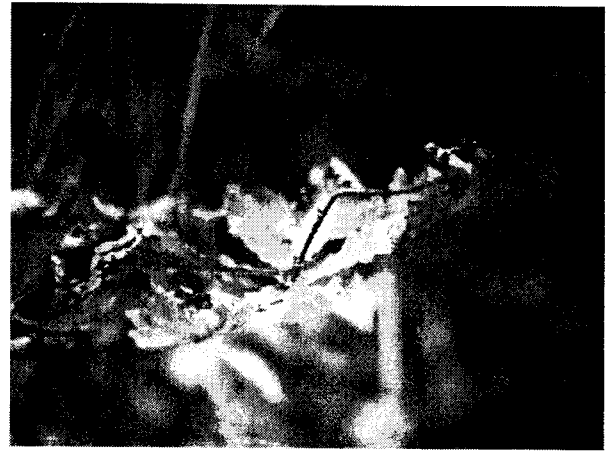


写真-3 ミズナラの先枯れ (白峰小三谷)



写真-1 不成績なスギ人工林へのブナとミズナラの補植 (白峰小三谷)



写真-4 ブナの植栽全景 (白峰下田原)



写真-2 ブナのノウサギによる食害 (白峰小三谷)



写真-5 ブナの生育状況 (白峰下田原)



写真-7 ミズメの生育状況（鶴来三宮）



写真-6 ミズナラの生育状況（尾口鶉ヶ谷）



写真-8 ミズメのカモシカによる食害（鶴来三宮）