

# ブナを主体とする広葉樹林の造成管理技術の開発

—多様な広葉樹林の育成管理技術の開発—

小山泰弘・岡田充弘

ブナを主体とする広葉樹林の育成管理に必要な技術について検討した。ブナの植栽適地は、標高1,000～1,500m、年降水量1,300mm以上の多雪地域だった。乾燥環境と、温量指数85以上の地域は、ブナの植栽不適地と判断できた。ブナの植栽には、保育期間の短縮や誤伐防止などの点から大苗の利用が望ましく、豪雪地域では、林分の平均樹高が最深積雪深を越える時期に刈出しを行うことで成長促進が期待できる。成林したブナは、若齢期だけでなく壮齢期にも間伐効果が認められ、積極的な間伐により大径材への早期誘導が可能である。ノネズミが多い地域では苗木の根元に防除資材の巻きつけなどの対策が必要であった。また、ノウサギの食害に防止効果のあるシェルターは、樹木の成長に悪影響を与える可能性があり注意が必要である。

キーワード：ブナ、適地、人工林、間伐、シェルター、クワカミキリ

## 第1章 緒言

### 1.1 研究の背景

広葉樹は、森林の公益的機能の高度発揮を求める声や広葉樹材の資源枯渇を反映して、近年注目されている。県下の造林面積が減少している中で、広葉樹の造林はわずかではあるが増加傾向にある。造林される広葉樹は多岐にわたっているが、樹種別に見るとナラ類（コナラ・ミズナラ）が最も多く、次いでクリ、ケヤキ、ブナと続いている（表1-1）。

本県における広葉樹の研究は、ナラ類（片倉1987、片倉ら1989-1）及びケヤキ（片倉ら1989-2）で取り組まれ、研究成果を手引き書として示し（長野県1982、2000）、現場への普及に努めてきた。

一方、造林面積がナラ・ケヤキに次いで多いブナは、これまでも人工林の植栽初期の成林阻害要因を中心に検討した事例はある（小山ら2002-1）が、その後の成長経過等について、長野県内で調べた事例はなく、ブナの育成管理技術に関して整理されたものはない。

### 1.2 研究の目的

ブナ林施業は未解明部分が多く、施業体系が確立していない。特に植栽したブナが成林するまでの経過が不明なまま、植栽が先行しており、施業技術を検討することが急務である。そこで本研究では、ブナを主な構成種とする広葉樹林の育成管理技術を開発することを目的とした。

### 1.3 研究項目

本研究では、まずブナ天然林の分布やブナ植栽試験の結果から、ブナの成立適地の判定を行い（2章）、苗木生産には欠かせないブナ種子の豊凶把握

と、天然林における実生稚樹の成長量を調査した（3章）。次に人工林を対象として成長予測を行い（4章）、除間伐等の育成技術の検討を行った（5章）。さらに、獣害防除試験や虫害発生状況を調査し（6章）、ブナの地域個体群についても検討した（7章）。

これらの結果をもとに、ブナ林の育成管理を進める上での重要な事項をとりまとめた。

なお、本報告は、林野庁国庫補助研究課題「多様な広葉樹林の育成管理技術の開発」として、平成12年から5年間にわたり実施した研究内容を取りまとめたもので、本報告の一部は日本林学会中部支部大会（小山ら2002-2）、森林立地学会誌（小山ら2002-3）、信州大学教育学部志賀試験教育研究施設研究業績集（小山ら2004）で発表した。

表1-1 長野県における広葉樹植栽面積  
（平成12～16年度）

樹種	植栽面積 (ha)	構成比
ミズナラ・コナラ (ナラ類)	397.3	52.6%
クリ	87.8	11.6%
ケヤキ	82.2	10.9%
ブナ	44.5	5.9%
トチ・カツラ・サワグルミ (溪畔樹種)	34.0	4.5%
クヌギ	28.0	3.7%
ハンノキ類 (治山砂防樹種)	1.7	0.2%
その他	80.5	10.6%
合計	756.0	100%

## 第2章 ブナ成立適地の解明

### 2.1 調査の目的

長野県のブナは、県下のほぼすべての地域で見られるが、集団で成立するブナ林は、北部地域と南アルプス地域に偏っていた(小山ら2002-1)。

一方でブナの植栽は、大面積のブナ林が少ない中南信地域が多い。ブナの植栽適地については、整理されたものが少なく(林野庁2001)、現在ブナが見られない地域での植栽では、適地の見極めが難しい。そこで、県内の天然林の分布状況から、天然林が見られる環境を整理するとともに、植栽環境を変えた場合のブナの成長を解析し、適地の検討を行った。

### 2.2 ブナの分布状況

#### 2.2.1 調査方法

ブナの分布情報は、これまでに調べた分布位置図(小山2002-1)に、環境省生物多様性センターが公開している第5回自然環境保全基礎調査の3次メッシュ植生データ(環境省2001)を加え、ブナを含む植生区分をブナの分布域とした。

分析にあたって、標高は国土交通省が作成した国土数値情報の自然地形メッシュデータ(国土交通省2003)を、気象条件についてはメッシュ気候値2000(気象庁2002)を利用した。

#### 2.2.2 結果及び考察

長野県内の13,548メッシュのうち、ブナは1,048メッシュで認められた。これを地方事務所別に見ると、北信管内が345メッシュで最も多く、次いで北安曇管内の326メッシュ、長野管内の202メッシュとこれら3地事所管内だけで全体の83%を占め、他の地域は少なかった(図2-1)。

さらに標高別に見たところ、標高300~2,000mの範囲に分布がみられ、山地帯上部とされる1,000~1,500mが全体の過半数を占めていた(図2-2)。標高500m以下のブナは、北安曇北部及び北信地域にのみ認められた。

ブナの分布域は、年平均気温6~13℃、年降水量1,300mm以上の地域とされている(福島2005)。県内でブナの分布が確認されたメッシュのうち、上記の条件に該当するメッシュは、全体の80%にあたる838メッシュだった。なお、降水量が1,300mm以下の地域ではブナが認められなかった。

また、最深積雪深との関係を見たところ、ブナは、積雪深1.5m以下の寡雪地域にはほとんど分布していなかった。長野県の最深積雪別メッシュで、

ブナの出現率を見ると、雪が多くなるにつれて出現率が高くなり、3mを超える豪雪地域では、全体の40%近くでブナがみられ、広く優占していた(図2-3)。

ブナの分布域は、温量指数(吉良1948)で45~85とされている。そこで、温量指数から出現メッシュ数を見ると、ブナ分布全体の93%が温量指数で45~85の範囲に含まれた。残りの7%の地域は、北アルプス周辺から北部の多豪雪地域にあたり、温量指数によるブナの分布域が、多雪地域では積雪の影響で拡大する(Tanaka et. al. 1996)とした結果を支持していた。

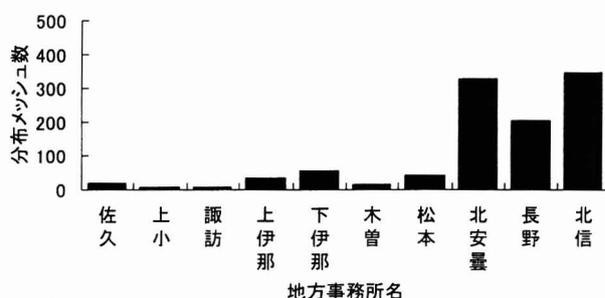


図2-1 地方事務所管内別ブナ分布状況

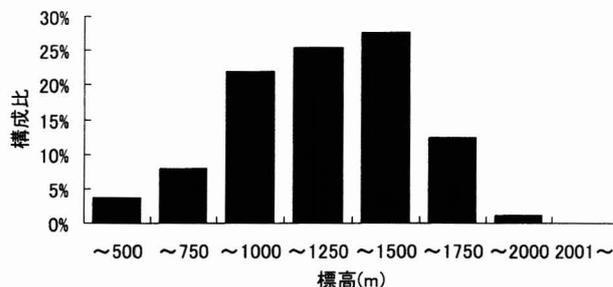


図2-2 標高別ブナ分布状況

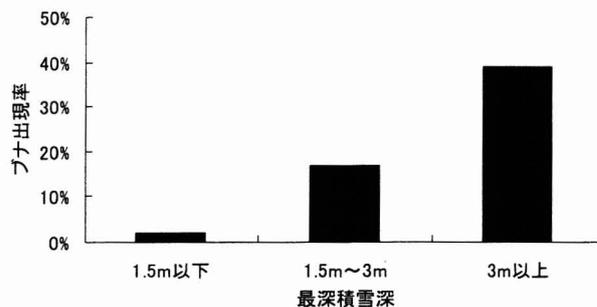


図2-3 最深積雪深別ブナの出現割合

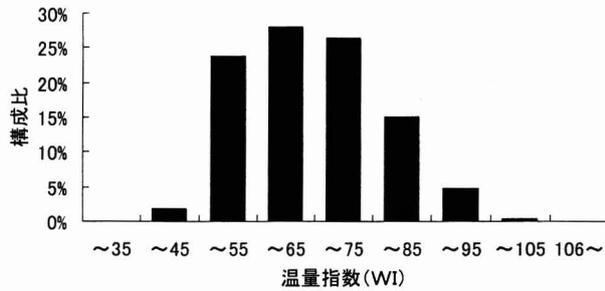


図2-4 温度指数別のブナ分布割合

## 2.3 ブナ植栽木の成長と環境

### 2.3.1 調査地と調査方法

ブナに適した植栽環境を検討するため、環境の異なる場所に植栽されていたブナの成長を調査した。

調査は長野県林業総合センター構内で行った。調査地点は表2-1に示した林内(アカマツ林の林孔内)と裸地(苗畑)の2箇所で、両者は直線距離で150m離れている。調査対象としたブナは、1990年に2年生の苗木を長野県内の種苗生産業者から購入したもので、2年間当所の苗畑で養成し、1992年春にアカマツ林の林孔内へ1.8m間隔で20本植栽した。林内に植栽しなかった7本は苗畑に据え置かれていた。

表2-1 調査地の概要

調査地名	場所	標高	傾斜	土壌
林内	アカマツ林林孔	891m	5度以下	適潤性黒色土
裸地	苗畑	875m	平坦	同上類似黒ボク

植栽位置別の成長状況について、1998年から2001年までの4年間、裸地、林内共に全木の樹高、胸高直径(1.3m)を測定し、両者を比較した。

葉面積や葉厚については2001年5月に、林内と裸地で優勢木1本を対象に調査した。なお、同一個体内での葉の変異を調べるため、図2-5に示したように林内5階層(I~V層)、裸地では2階層(1~2層)に葉層を区分し、階層ごと3枝をランダムに選び、枝に着いていた全葉を採取した。採取した葉はデジタルノギス(ミットヨ社製デジマチック・キャリパ)で葉厚を測定したのち、LIA for Win32(山本2005)で葉面積を求めた。その後80℃で24時間乾燥させ、乾燥重量を求めた。

また裸地と林内の温湿度環境を測定するため、1999年5月10日から2000年4月25日までの約1年間にわたって、ブナの樹冠下にデジタル式温湿度計(ティアンドデイ社製TR-72S)を設置し1時間間隔で測定を行った。

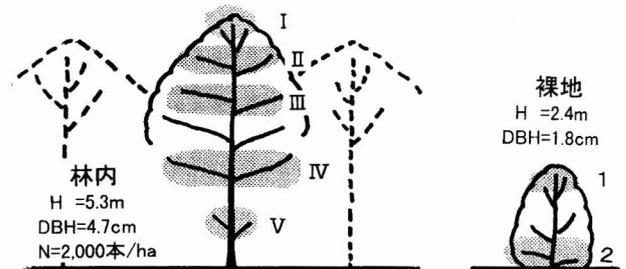


図2-5 ブナ葉の採取位置

### 2.3.2 結果と考察

#### 2.3.2.1 樹高成長

林内と裸地の樹高成長は、図2-6のように両者の差が顕著であった。なお、林内では11年生で平均樹高が5.3mとなっており、当地と類似する寡雪寒冷環境にある長野県伊那市ブナ人工林、12年生時の平均樹高4.0m(小山ほか2001)より良好だった。

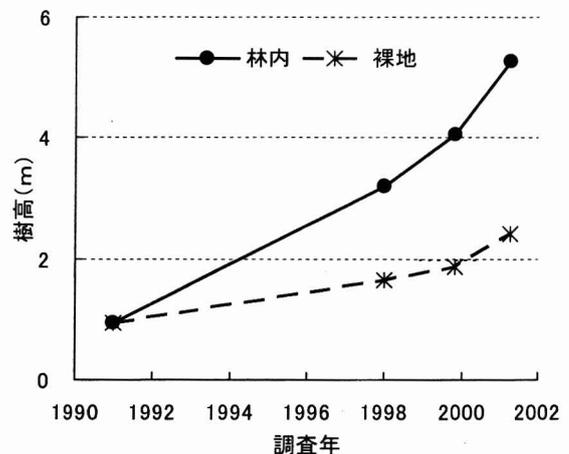


図2-6 ブナの成長経過

#### 2.3.2.2 葉形の変異

葉面積は図2-7に示したようにどの階層でもばらつきが大きかった。しかし、階層別の平均葉面積は林内、裸地共に上部で大きく、階層が下がるにつれて小さくなっていた。

葉厚は、図2-8に見られるように階層が低くなるにつれて薄くなっていた。なお、直達光を最もよく受ける最上部の葉厚を林内と裸地で比較したと

ころ、裸地の葉厚は林内に比べ厚く、裸地の方がより柵状組織を発達させていると考えられた。

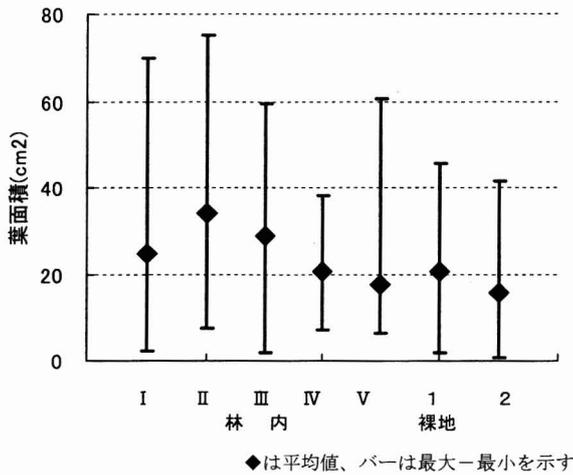


図2-7 階層別葉面積

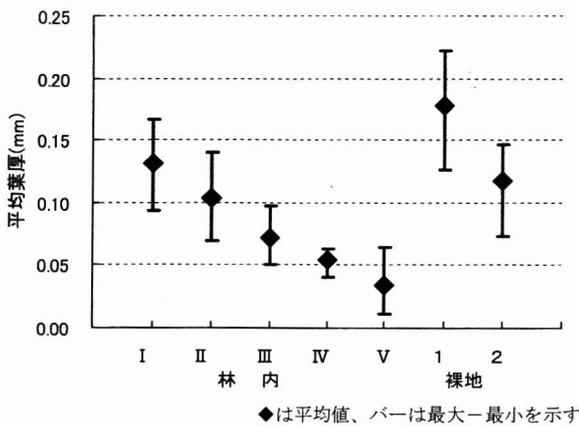


図2-8 階層別平均葉厚

### 2.3.2.3 気象条件

両者の中で、樹高や葉厚の差が発生した原因として、微気象が関係していると考え、月別に温度、湿度を比較したところ、温度および夜間（19時～6時）湿度には差が認められなかった。しかし、日中（7時～18時）湿度は、年間を通じて林内が高かった。そこで、日中の月平均湿度を林内と裸地で比較したところ、図2-9のように6～9月の着葉期に林内に比べて裸地の湿度が低くなっており、その差は最大で12.8%（8月）であった。

このことから着葉期の大気湿度が低く、乾燥する裸地のブナは、水分喪失を防止するために、葉の小型化や厚葉化が生じ、小さな葉面積しか確保できず、樹高成長等の低下を招いたと考えられた。

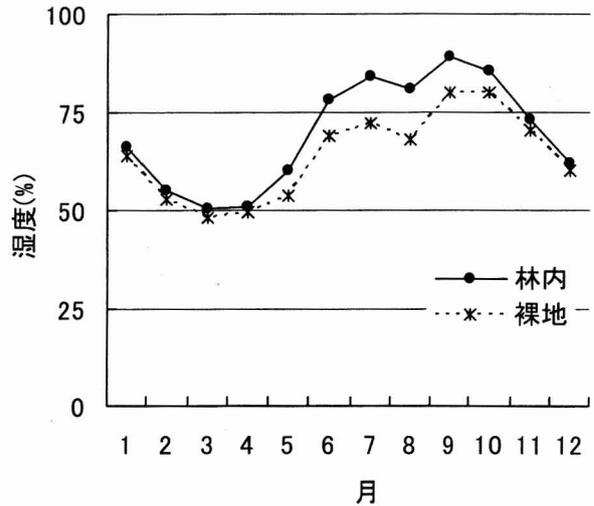


図2-9 日中（7～18時）月平均湿度

### 2.4 まとめ

ブナ天然林の成立環境を分析したところ、ブナは、標高1,000～1,500m、年降水量1,300mm以上で、最大積雪深が1.5m以上、温量指数では45～85の地域に多く分布していた。

中部の寡雪寒冷地域でブナを植栽したところ、着葉期に乾燥する環境におかれたブナは水分喪失を防ぐために葉を小型にするとともに葉厚を厚くしていた。その結果、光合成活動の停滞につながり樹高成長量の低下を招いたと推定された。

こうしたことから、ブナは、積雪の多い多雪豪雪地域を好み、着葉期に著しく乾燥する環境は生育に適さないと考えられた。

### 第3章 種子豊凶と実生稚樹の生育状況

#### 3.1 調査の目的

長野県内でも、ブナ苗木が生産されているが、採種源が指定されていないため、各地の山林で採種が行われている（小山 2005）。

ブナの種子は豊凶があり、凶作年にはほとんど結実しないことや、種子の保存技術についても一部検討されている（小山ほか 1998）ものの、確立されていないため、種苗の安定供給が困難な樹種である。

ブナの豊作年には多量の種子が落下することが知られているが、その後の実生稚樹生残率については資料が少なく（村井ほか 1991）、また長期観測の資料は極めて少ない。

そこで、天然生ブナ林における種子豊凶と稚樹の消長について、これまでの成果（小山 2002-1）に引き続いて検討した。

#### 3.2 調査地及び調査方法

##### 3.2.1 ブナ種子落下量調査

ブナの種子豊凶を調査するため、日本海側豪雪地帯に位置する栄村（1林班ハー2）のブナ林内に開口部1㎡の円形シードトラップ（以下、トラップとする）を16器設置し、落下種子の収集を行った（表3-1）。種子の収集は、積雪期間を除く6月上旬から11月上旬にかけて、平成7～16年まで毎年実施した。なお平成7～11年については既往データ（小山2002-1）を使用した。

表3-1 ブナ種子落下量調査地の概要

調査地	立木密度 (本/ha)	樹高 (m)	胸高 直径 (cm)	ブナ 混交率 (%)	ブナ以外の 高木性樹種
栄村 野々海	711	16.9	25.1	53	ミズナラ・ カラマツ・ ホオノキ

##### 3.2.2 実生稚樹発生活消長調査

ブナの天然更新にとって重要とされる実生稚樹の消長を確認するため、下水内郡栄村のトラップ設置林分（表3-1）で、調査を行った。

調査区は前報（小山2002-1）と同様に1×1mの方形区とし、林内から林縁部にかけて12区を平成12年6月に設置し、平成16年11月まで定期的に観察した。なお、平成8～11年のデータはこれまで

の成果（小山2002-1）を使用した。

#### 3.3 結果と考察

##### 3.3.1 ブナ種子落下量調査

図3-1に示したとおり、平成7～16年までの10年間でブナの結実が6回見られた。このうち平成7年には609個/㎡と多くの種子が落下し、60%が充実種子であったことから豊作と判断した。また平成12年には143個/㎡の種子が落下し、30%程度（44個/㎡）の充実種子が確認されたことから並作と判断した。しかしそれ以外の年の種子落下量は25個/㎡以下と少なく、充実種子も1個/㎡以下とほとんど認められず凶作と考えた。さらに10年のうち4年（平成8年、9年、10年、13年）は種子が全く落下しなかった。

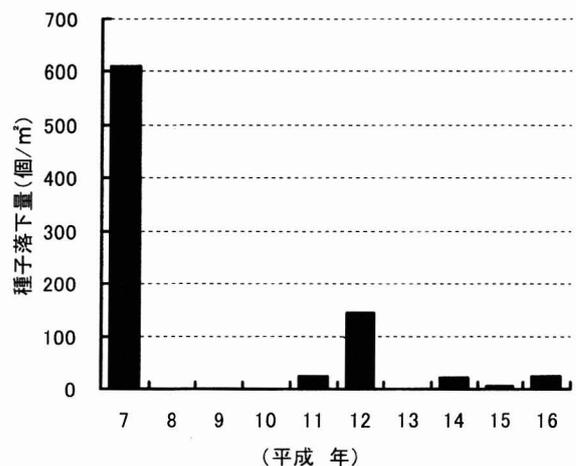


図3-1 ブナ種子落下量の年変動

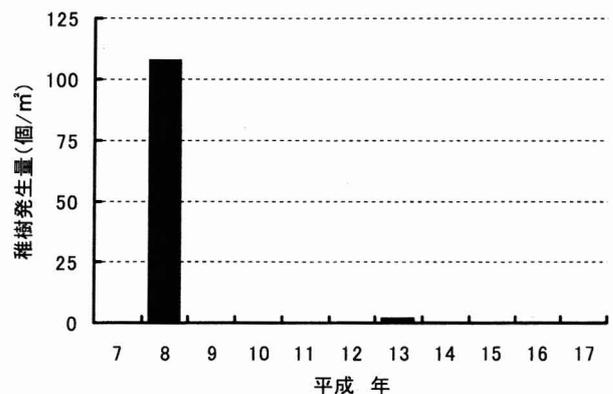


図3-2 ブナ稚樹発生活数の年変動

##### 3.3.2 実生稚樹発生活消長調査

種子落下と翌春の実生稚樹の発生活量を調べたところ、平成8年、13年に実生稚樹が発生し、平成8

年は108本/㎡だったが、平成13年は1.7本/㎡と少なかった。そのほかの年は稚樹が発生しなかった(図3-2)。

稚樹発生前年の結実量(図3-1)を見ると、平成7年が豊作、平成12年が並作だったことから、天然更新稚樹が発生するのは並作以上の年と考えられた。

稚樹発生後の消長を追跡したところ、発生率の低かった平成13年の稚樹は、平成16年までにすべて枯死した。一方、平成8年に発生した108本/㎡の稚樹は、発生当年に急減して半分となり、4年後の平成11年秋には4分の1となったが、10年後でも6本/㎡が残った(図3-3)。なお、稚樹の平均苗高は12.5cmと小さかった。

の幼齢木が少なかった。これらのことから、ブナの天然更新に関して、これまで把握されてきた以外の生育阻害要因がいまだに残されている可能性があるのではないかと考えられた。

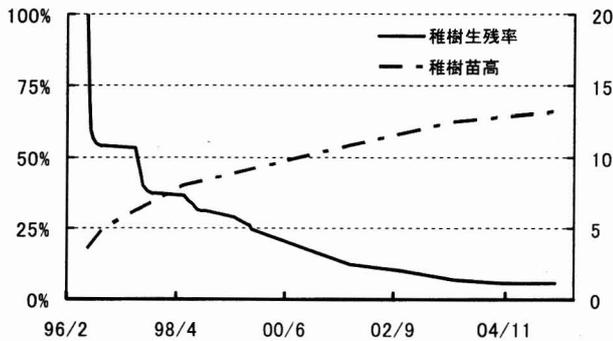


図3-3 平成8年発生稚樹の消長

### 3.4 まとめ

長野県北部の栄村で、平成7年から10年間にわたってブナ種子の豊凶を調査したところ、豊作は平成7年の1回だけだった。豊作間隔は10年以上で、これまでに知られている6~7年に1回(横山1998)より長かった。

稚樹の発生状況から見ると、天然更新が可能な年は、これまでの研究で示されたように(寺沢1997)、500個/㎡以上の種子落下がある豊作年に限られていた。加えて、500個/㎡以上が落下した豊作年であっても、10年後の生残率が5%と低かった事から、ブナの天然更新は10年に一度程度訪れる豊作年に照準を合わせたうえで、長期的な展望に立った施業を検討する必要があるといえた。

なお、10年間で天然更新稚樹の成長が12.5cmしかなかったことは、調査地が豪雪地であり、雪圧による成長阻害が大きいことや、林内で照度が低い影響があるとはいえ、あまりにも小さな成長と言える。県内にはブナ幼齢林が少なく、成林したブナ林を観察していても林内及び周辺にはブナ

第4章 ブナ人工林の成長

4.1 調査の目的

ブナを人工植栽した場合、初期成長が遅いことは指摘したが（小山2002-1）、その後の生育経過は不明である。また、初期成長の遅さが下刈り期間の長期化につながり誤伐等の被害も多い。そこで、人工植栽したブナの成長予測を行い、ブナ人工林管理に関する資料を整備するとともに、植栽する苗木を大きくした場合の下刈り期間短縮の可能性を検討した。

4.2 調査地及び調査方法

4.2.1 ブナ人工林の樹高成長予測

植栽したブナの成長予測を行うため、県内でこれまでに造成されたブナ人工林10箇所（表4-1）の樹高成長に関するデータを整理した。県内には15年生以上のブナ人工林が認められなかったことから、15年生以降の成長を予測するため、既往（浅田ら1965、小山2002-1）の天然林データ等に加えて、10～40年程度の天然木のデータについても別途収集し、ブナ人工林の樹高成長曲線について推定を試みた。

表4-1 ブナ人工林生育状況調査地

記号	市町村名	植栽年	植栽苗高 (cm)	植栽環境	標高 (m)
a	上田市	H5	50	カラマツ下木	1,380
b	岡谷市	H12	80	皆伐跡地	950
c	伊那市	S62	30	ヒノキ下木	1,080
d	松本市	H8	70	カラマツ下木	1,350
e	松本市	H9	35	カラマツ下木	1,350
f	松本市	H11	65	カラマツ下木	1,400
g	松本市	H12	100	カラマツ下木	1,350
h	塩尻市	H3	95	小面積皆伐跡地	900
i	塩尻市	H10	45	アカマツ下木	910
j	塩尻市	H11	70	皆伐跡地	900

4.2.2 大苗植栽の有効性の検討

ブナは、初期の成長が遅いことから、苗木サイズの大きなものが植栽苗木として適すると考えられるが、豪雪地帯では雪圧害の発生が危惧された。この点を検討するため、苗木サイズの異なるブナを豪雪地帯の信濃町と栄村の2カ所で植栽し成長比較を行うとともに、寡雪地帯の塩尻市に大苗を植栽して、2年間の成長状況を比較した（表4-2）。

4.3 結果と考察

4.3.1 ブナ人工林の樹高成長予測

長野県内10カ所で、成長経過を調査した（図4-1 a～j）ところ、どの調査地でも植栽から10年以内に樹高2m以上に達していた。

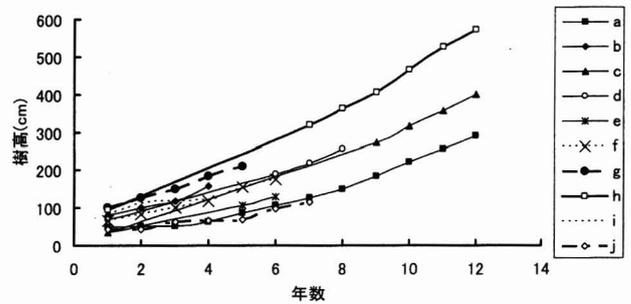


図4-1 長野県ブナ人工林の成長経過

最も良好な成長を示したh調査地（塩尻市）では、10年で4mを超え、12年生時には6mに達した。これまでの調査ではブナ人工林は20年生時に概ね4～5mに達する（林野庁2001）ことが知られているが、今回の調査ではそれ以上に良好な成長を示す可能性がある林分が多く見られた。

そこで、長野県におけるブナ人工林の成長予測を行うため、先に挙げた1年生から14年生までの人工林10箇所のデータ、既存調査（小山2002-1、浅田1965）のデータ、ならびに今回調査を行った12～43年生の天然林調査データを用いて、最小自

表4-2 ブナ植栽試験地の概要

試験地名	市町村名	標高 (m)	調査面積 (ha)	上木				下木 (ブナ)			
				優占種	林分密度 (本/ha)	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	植栽方法	植栽年月	植栽本数 (本/ha)	苗高 (cm)
斑尾	信濃町	1,250	0.03	ブナ	3,300	3.7	3.4	5本 巢植	H14.7	3,000	88
平滝	栄村	670	0.04	ミズナギ	675	7.0	12.0	4本 巢植	H14.10	2,000	38
塩尻	塩尻市	900	0.04	シラカンバ	1,300	9.0	8.2	3本 巢植	H14.6	3,000	98

\* 樹高、胸高直径及び苗高は平均値である。

乗法による樹高曲線の推定を行った。

樹高曲線式の当てはめにあたり、林齢(t)と上層樹高(H)を西沢らの方法(西沢 1966)に準じて、ゴンペルツ式、ミッチャーリッヒ式、リチャード成長関数式、一分子式反応式に当てはめたところ、図4-2に示すリチャード成長関数式(下記①式)が最適と判断された。

$$H=28.19413 \times (1-1 \times \text{EXP}(-0.014809 \times T))^{1/(1-0.185307)} \dots \textcircled{1}$$

この結果を、長野県を事例として示された既往の樹高曲線(浅田ら 1965)と比較したところ、両者はよく類似した。

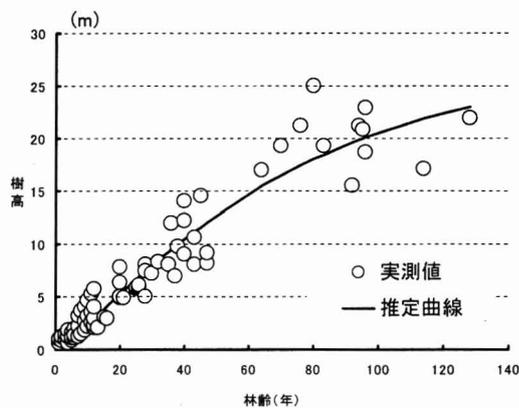


図4-2 ブナ人工林の樹高成長曲線

#### 4.3.2 ブナ大苗植栽の有効性

##### 4.3.2.1 豪雪地域での大苗植栽試験

信濃町では、積雪の沈降圧により植栽木の13%(21本/162本)に根元折損が発生したが、栄村では雪折れ被害は認められなかった(表4-3)。また雪折れの被害は、植栽当年だけで、翌年は発生しなかった。大苗植栽した場合に発生する雪折れの被害は、これまで(今井ほか 2000、石田 2003)も植栽当年に限られ、被害率は20%以内とされており、今回も同様の結果を示した。

表 4-3 雪圧害の発生状況

調査地名	標高(m)	傾斜(度)	最深積雪深(cm)	植栽本数	植栽時期	平均苗高(cm)	調査本数	雪圧害発生本数
斑尾	1,250	15	200	3,000	H14.7	88	162	21
平滝	670	20	281	2,000	H14.10	38	132	0

##### 4.3.2.2 寡雪地域での大苗植栽

寡雪地域の塩尻市では、根元折損は認められなかったが、植栽年に枯れ下がりが発生した(図4-3)。

こうした枯れ下がり、今回の事例に限らず、

松本市奈川の奈川高原や、塩尻市片丘の人工林などで認められている(小山 2002-1)。この原因として、普通苗木を使用したことで根の乾燥や損傷が起こったためではないかと考えられた(小山 2002-1)ため、今回の植栽では近接する苗木で育苗した苗木を根の乾燥や損傷が生じないように注意して植栽したが、やはり枯れ下がりが発生した。

今回の結果で原因を解明することは出来なかったが、枯れ下がりの発生地は、塩尻市や松本市奈川と言った寒冷・寡雪・乾燥地域であったことから、今後こうした立地条件等の影響も検討する必要があると考えられた。

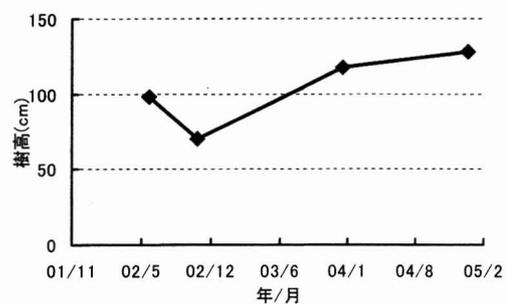


図 4-3 塩尻調査地におけるブナの成長

#### 4.4 まとめ

ブナ人工林は初期成長が遅く、10年で2m程度にしかならない場合もあった(図4-1)。植栽したブナが1mを越えるまでには、苗木サイズの小さな苗を使った場合には最大で5~6年かかるが、1m近くの大苗を用いれば、その年限が短縮できるだけでなく、5~6年で樹高2mに達することから、初期成長の遅いブナでは、大苗植栽が極めて有効と考えられる。

ブナは初期成長が遅いため、下刈り時の誤伐が発生し(林野庁 2001)、5年間の累積誤伐率が60%に達する(小山ら 2002-1)など、下刈り誤伐は重要な成林阻害要因である(林野庁 2001)。大苗植栽により下刈り年限を軽減することは、初期成長を促進するだけでなく、下刈り誤伐の回避にも有効と言えた。

大苗を多雪豪雪地域に植栽すると雪圧害による主軸折損が発生するが、こうした折損は植栽本数の20%程度で収まり、しかも植栽当年に限られることから、多豪雪地域では、植栽本数を2割程度増やすことで解決できると考えられた。

また、これまでの結果をあわせて、ブナ人工林の樹高成長曲線を作成した。

## 第5章 ブナ林育成技術の検討

### 5.1 調査内容

ブナ人工林の育成管理技術を検討するため、幼齢期の除伐、若齢期および壮齢期の間伐について施業試験を行った。

### 5.2 豪雪地域での除伐技術

#### 5.2.1 調査の目的

天然性広葉樹の更新地では、ヤマウルシ等の低木性広葉樹類が優占するヤブが形成される場合がある。豪雪地域に成立する天然生広葉樹幼齢林を調査したところ、低木性樹種が優占し高木性樹種が被圧された林分が認められた。こうした林分で、高木性樹種による森林を早期に成林させるため「刈出し」が行われるが（武田1996）、刈出しを行うことで逆に雪害を受けてしまう場合もあることから（三浦2004）、刈出し時期を検討するため実験を行った。

#### 5.2.2 調査地と調査方法

飯山市柄山にある25年生の広葉樹幼齢林（標高520m、最深積雪深231cm）を対象とし、林分内で成立本数が異なる2箇所に試験区（10×10m）を設け、近接林分に对照区（10×15m）を設けた。

平成13年10月に、優占するリョウブやヤマウルシなどの低木性樹種と、高木性樹種の形質不良木を除伐した。その結果、試験区内の80%以上の立木が除伐され、施業後の成立本数は、試験区1が1,500本/ha、試験区2が7,300本/haとなった（表5-1）。

#### 5.2.3 結果と考察

伐採から4ヶ月が経過した積雪期（平成14年3月7日）に調査を行ったところ、試験区1に認められた胸高直径12.5cmのミズナラ立木1本（樹高7m）が直立していたほかは、2.3mの積雪下で埋まっていた。

その後、2冬を経過した平成15年10月まで調査を継続したが、試験区に雪折れや枯損木は認められず、肥大成長も良好だった（表5-2）。

刈出しで雪害を受けた山形県の事例（三浦2004）は、実生発生から10年程度の時期に実施した事例だった。同時期の刈出しは、新潟県（武田1996）で、効果が認められていたが、山形県では、もう少し時間が経ってからの施業が有効であると判断しており（三浦2004）、稚・幼齢

期の刈出しは、雪圧害を受ける危険があると考えられた。

今回の結果からは、豪雪地域における除伐は、10年以上が経過し、林分の平均樹高が最深積雪深を越える時期が望ましいのではないかと考えられた。

表5-1 刈出し試験地の概要

对照区（121林班□-23）		
	成立本数 (本/ha)	胸高直径 (cm)
ミズナラ	2,600	5.1
ブナ	2,133	6.4
クリ	133	6.9
ホオノキ	133	3.2
リョウブ	7,200	2.5
ヤマウルシ	1,000	2.9
オオバクロモジ	933	3.1
その他	1,600	3.5
	15,733	3.7

林分平均樹高 4.0m

試験区 1（122林班□-28）

	成立本数 (本/ha)		胸高直径 (cm)	
	施業前	施業後	施業前	施業後
ウリハダカエデ	2,400	800	3.9	5.1
ヤシャブシ	1,200	200	3.0	5.2
ウワミズザクラ	400	200	3.5	5.4
ミズナラ	300	200	7.4	10.6
クリ	100	100	10.3	10.3
リョウブ	9,300	0	1.9	
ヤマウルシ	2,100	0	2.4	
その他	2,300	0	2.4	
	18,100	1,500	2.5	6.2

林分平均樹高 3.8m

試験区 2（122林班□-28）

	成立本数 (本/ha)		胸高直径 (cm)	
	施業前	施業後	施業前	施業後
ウワミズザクラ	5,600	2,400	2.1	2.7
ミズナラ	5,200	2,300	1.5	1.9
コナラ	2,800	1,600	2.3	3.1
クリ	800	600	4.1	4.5
リョウブ	18,100	0	1.1	
オオモミジ	7,500	0	0.8	
ヤマウルシ	2,100	0	1.2	
その他	2,700	400	1.6	2.7
	44,800	7,300	1.4	2.7

林分平均樹高 2.9m

備考：胸高直径は平均値

表5-2 刈り出し試験結果

対照区		
成立本数	15,733本/ha	
調査年月	H13.10	H15.10
本/ha	3,267	3,267
	(高木性樹種のみ)	
平均DBH	6.93	7.56
直径成長比	(100)	(109)

主な高木性樹種：ブナ・ミズナラ・イタヤカエデ

試験区 1		
施業前	18,100本/ha	
	施業直後	2年後
調査年月	H13.10	H15.10
本/ha	1,500	1,500
平均DBH	6.20	7.35
直径成長比	(100)	(119)

主な高木性樹種：ウリハダカエデ・クリ・ミズナラ

試験区 2		
施業前	44,800本/ha	
	施業直後	2年後
調査年月	H13.10	H15.10
本/ha	7,300	7,100
平均DBH	2.68	3.90
直径成長比	(100)	(146)

主な高木性樹種：クリ・ミズナラ・ウワミズザクラ

備考

直径成長比は、施業直後H13.10を100としたときの数字である

### 5.3 間伐効果の検討

#### 5.3.1 調査の目的

ブナの間伐効果については、これまで東北地域を中心に研究成果があり(小坂 1988、塚原ら 2004、和田ら 2004)、東北地方ではブナの林分密度管理図(小坂 1988)が作成されている。本県で作成した「有用広葉樹造林の手引き」では、東北地方の密度管理図を利用しながら、長野県内で収集した樹高成長曲線資料(浅田ら 1964)を用いて、暫定的な資料を作成した(長野県 2000)。ここでは、ブナの伐期齢を130年とし、30年から20年間隔で4回間伐することとしている(長野県 2000)が、長野県における調査事例がないため、検証されていない。

そこで本研究では、林齢の異なる天然性ブナ二次林2箇所で調査を行い、間伐効果を調査した。

#### 5.3.2 調査地と調査方法

県内でも広くブナが分布する長野県北部の栄村にある天然性ブナ林で、過去に間伐試験を行った2カ所の調査地(表5-3、表5-4)で、間伐から数年が経過した後の成長状況を調査した。

表5-3 ブナ間伐試験地の概要

調査地名	市町村名	標高(m)	微地形	調査面積(ha)	間伐年	間伐時林齢	本数間伐率(%)
森	栄村	320	山腹中部平衡斜面	0.04	1993	36	25
野々海	"	900	"	0.04	1998	66	40

表5-4 ブナ間伐試験実施状況

調査地名	樹高(m)	間伐前		間伐直後		本数間伐率(%)
		林分密度(本/ha)	胸高直径(cm)	林分密度(本/ha)	胸高直径(cm)	
森	12.0	3,075	10.0	2,325	10.1	25
野々海	18.5	950	20.9	575	24.9	40

\*樹高及び胸高直径は平均値である。

森調査地は、栄村の標高320mに位置するブナ二次林で1993年に設定した間伐試験地(片倉 1994)である。間伐試験は、36年生時の1993年に本数間伐率25%で間伐を行い、東北地方の密度管理図(小坂 1988)で計算した間伐後の収量比数は0.77だった。当地では、間伐から2年経過した1995年に調査が行われ、一定の肥大成長促進効果があった(片倉ほか 1996)。

野々海試験地は栄村の標高900mに位置するブナ二次林で、平成10年に県の広葉樹育成天然林造成事業により本数間伐率40%の間伐が行われ、間伐後の収量比数は、0.75だった。

2002年11月に間伐区と、間伐区に隣接した対照区で林分構造調査を行ったのち、平均的な胸高直径を有する立木(標本木)を2本ずつ伐倒して、樹幹解析により成長経過を調査した(表5-5)。

表5-5 標本木の概要

(森試験地 45年生)				(野々海試験地 70年生)			
	樹高(m)	胸高直径(cm)	幹材積(m <sup>3</sup> )		樹高(m)	胸高直径(cm)	幹材積(m <sup>3</sup> )
間伐-1	14.3	13.8	0.112	間伐-1	19.2	26.6	0.423
間伐-2	14.5	14.7	0.133	間伐-2	19.5	28.0	0.548
対照-1	15.7	15.8	0.142	対照-1	21.2	25.3	0.462
対照-2	14.8	15.3	0.131	対照-2	23.0	23.9	0.441

### 5.3.3 結果と考察

毎木調査の結果は、表 5-6 のとおりだった。どちらの試験地においても間伐区と無間伐区で胸高直径の成長率に差が認められず、平均値からは、間伐効果を認めることは出来なかった。

表 5-6 間伐効果調査結果

調査地名	林齢	間伐区		無間伐区			
		経過年数	胸高直径 (cm)	成長率 (間伐後/間伐前)	林分密度 (本/ha)	胸高直径 (cm)	成長率 (間伐後/間伐前)
森	45	9	13.0	1.29	2,100	14.7	1.30
野々海	70	4	26.8	1.08	678	26.2	1.07

\*樹高及び胸高直径は平均値である。

森試験地と野々海試験地の標本木解析による成長量を (図 5-1、5-2) に示した。

これらから、45 年生 (36 年生時間伐)、70 年生 (66 年生時間伐) のどちらも連年成長量で間伐効果が認められ、ブナの間伐は若齢期だけでなく壮齢期の間伐も成長促進に有効と判断した。

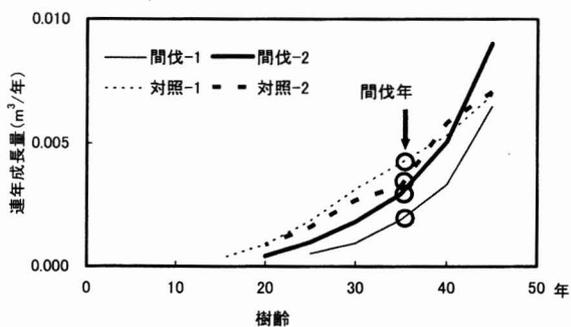


図 5-1 ブナ林の間伐効果 (栄村森 45 年生)

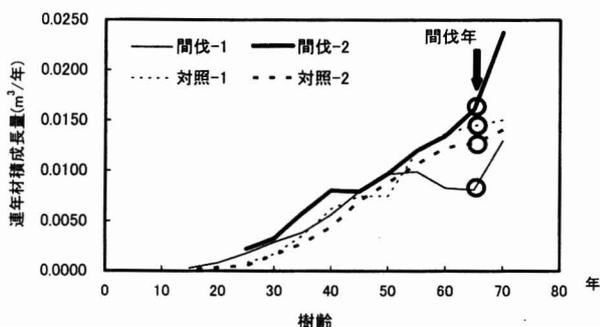


図 5-2 ブナ林の間伐効果 (栄村野々海 70 年生)

また、今回の間伐は収量比数  $R_y=0.75$  程度に調整したものであるが、秋田県などでは  $R_y=0.70$  程度に調整することが望ましいと考えられており (和田ほか 2004)、今回よりももう少し強度な間伐を行うと、林分の平均成長量にも差が出ると考えられた。

### 5.4. まとめ

ブナ林を育成するために必要な除伐と間伐効果について、調査を行った。

豪雪地帯では、林分の平均樹高が最深積雪深を越えるような時期に目的樹種だけを残す「刈り出し」が有効と判断した。こうした時期であれば、本数伐採率 80% 以上という強度な刈出しも可能で、残存木の肥大成長も良好となった。

ブナの間伐は、若齢林(36 年生)だけでなく、壮齢林(66 年生)でも平均胸高直径木で、連年成長量に成長促進効果が認められ、ブナの育成管理には間伐が重要であることが確認できた。

## 第6章 ブナの病虫害獣害とその対策

### 6.1 研究の目的

ブナ林の重要な成林阻害要因のうち、枯死に至る可能性が高い被害として、ノネズミの根元主軸食害が挙げられている（小山ほか 2002-1）。

本研究ではノネズミによる根元食害の回避技術の検討を行うとともに、材質劣化を引き起こす可能性があるクワカミキリによる穿孔被害の実態について調査した。さらに前回の調査（小山 2002-1）でノウサギによる食害防除効果を示した植栽木保護用カバー（以下、シェルターとする）を継続して施用したブナの成長もあわせて検討した。

### 6.2 ノネズミによる根元食害回避技術

#### 6.2.1 研究の目的

ブナやミズナラを植栽すると、ノネズミが根元を食害し枯損する場合があります、問題となっている。そこで、ノネズミによる根元の食害を物理的に防除するため、ポリ乳酸繊維を素材とする生分解性の不織布シート（幅 15cm×長 40cm、厚 0.5mm）を植栽木の主軸に巻き付け、シートの下端を土壌中に埋めながら植栽した。

#### 6.2.2 調査地と調査方法

長野市大岡及び上田市真田で、平成 15 年秋に広葉樹苗木を植栽し、翌年夏に食害防除効果を調査した。なお、大岡調査地では、ノネズミの生息状況を把握するため、平成 15 年 8 月に簡易法（中津 2002）による調査を行った（調査期間 3 日、トラップ 40 器設置）。一方、真田調査地は、殺鼠剤を散布しても一年間で 8% 程度のノネズミによる食害が発生しており（小山 2002-1）、殺鼠剤散布をしなければ、植栽木がほぼ全滅する可能性が高い激害地だった。

#### 6.2.3 結果と考察

大岡では、表 6-1 に示したように 7 頭が捕獲されたが、根元を食害するハタネズミは 1 頭のみと少なく、無処理でも食害はほとんど発生しなかった（表 6-2）。一方、生息密度が高いと推定されていた真田では、無処理の植栽木で 42% の被害が発生したのに対して、シート巻きでは被害率 1% にとどまり、シート巻きによる食害防除効果が認められた。なお、北海道ではエゾヤチネズミに不織布シートをかじられ、植栽木が枯損する被害が発生しており、本県の結果と大きく異なった（中田 2004）が、北海道と本州で加害するノネズミの種類や、生息密度が異なる可能性が考えられた。

表 6-1 ノネズミ捕獲調査結果（長野市）

種名	頭数	主な加害形態
アカネズミ	3	堅果摂食
ヒメネズミ	3	
ハタネズミ	1	根元摂食

表 6-2 ノネズミ食害防除試験結果

調査地	大岡(長野市大岡)		真田(上田市真田)	
樹種	ブナ		ブナ及びミズナラ	
食害防除処理	有り	なし	有り	なし
被害本数	0	3	1	63
調査本数	270	75	86	149
被害率	0%	4%	1%	42%

### 6.3 クワカミキリによる被害実態

#### 6.3.1 研究の目的

クワカミキリは、広葉樹の穿孔性害虫で、被害を受けた立木では、縦に伸びた孔道が空洞となり、その周辺から変色・腐朽する。このため強風で折損するなどして、樹勢が衰えて枯死することもある（小林ら 1994）。長野県ではブナにおけるクワカミキリの被害は報告されていなかったが、新潟県で被害が報告（布川 1999）されていることから、被害の実態把握を行った。

#### 6.3.2 調査地と調査方法

長野県下水内郡栄村野々海及び堺地区の 21 カ所のブナ林分（図 6-1、表 6-3）で、被害の有無を調べた。

クワカミキリは、材内を食害した幼虫が樹幹のところどころに虫糞孔を開け、そこから木屑を排出する。虫糞孔からは木屑のほかに樹液がしみ出るため、他のカミキリムシの食害とは容易に判別できる（小林ら 1994）。そこで、2003 年 8 月にブナ立木の樹幹に生じたクワカミキリの虫糞孔を目視により調査した。なお被害木の認定は、虫糞孔の排出が観察できた立木に限定した。

調査地の温度条件とクワカミキリの穿孔被害との関係を見るため、温量指数（吉良 1948）

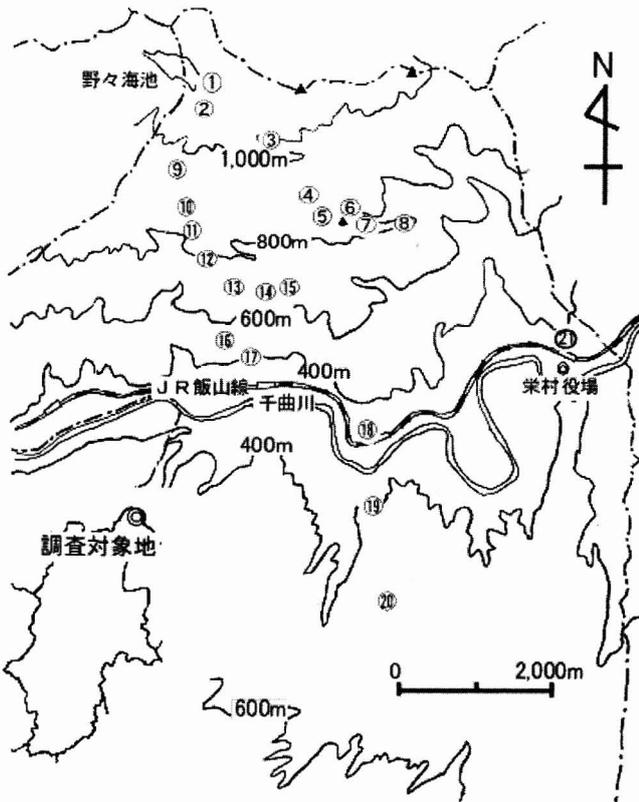


図 6-1 クワカミキリ被害調査位置図

表 6-3 クワカミキリ調査地の概要

No.	地区名	標高(m)	調査本数	温量指数
1	野々海池	1,065	25	59.2
2	野々海	1,070	56	60.8
3	"	970	91	64.8
4	"	905	90	73.1
5	"	900	38	73.3
6	"	860	30	75.1
7	"	855	35	80.2
8	"	840	41	80.9
9	"	975	40	69.5
10	"	875	15	75.7
11	"	835	15	77.5
12	"	800	20	86.1
13	平滝	700	17	90.7
14	"	650	100	93.0
15	"	650	31	93.0
16	"	500	40	107.8
17	"	400	5	112.4
18	横倉	300	30	120.9
19	月岡	400	22	117.0
20	野田沢	540	66	124.5
21	森	340	30	127.2

を用いて検討した。

温量指数の算出にはメッシュ気候値 2000 (気象庁 2002) を利用した。なお、この値はメッシュ枠内の平均標高を元に検討しているために調査地点の標高と一致しない場合がある。そこで、メッシュ気候値 2000 の基準標高 (気象庁 2002) と調査地の実際の標高の差について月別気温低減率 (岡上 1970) を用いて補正し、それにより調査地における温量指数とした。

### 6.3.3 結果および考察

#### 6.3.3.1 被害発生状況

21 カ所の調査地における被害発生状況を表 6-4 に示す。

表 6-4 クワカミキリ被害発生状況

No.	調査本数	発生本数	被害率
1	25	0	0%
2	56	0	0%
3	91	0	0%
4	90	0	0%
5	38	0	0%
6	30	0	0%
7	35	0	0%
8	41	1	2%
9	40	0	0%
10	15	0	0%
11	15	0	0%
12	20	0	0%
13	17	1	6%
14	100	5	5%
15	31	12	39%
16	40	0	0%
17	5	4	80%
18	30	5	17%
19	22	10	45%
20	66	10	15%
21	30	2	7%

標高 500m 未満の調査地では全ての箇所でもクワカミキリの被害が見られたが、標高 800 m 以上の箇所ではほとんど見られなかった。栄村森林組合職員によると、山麓部では主幹部に孔のある立木が見られるが、標高の高い山の上の方では被害を見ないとのことであり、今回の結果はそれを裏づけた。

#### 6.3.3.2 温量指数との関係

被害林分と温量指数との関係を図 6-2 に示す。

温量指数 85 を境に被害発生の有無に明瞭な違いが見られた。クワカミキリのブナへの被害は温量指数 85 以上の低標高地域に集中して

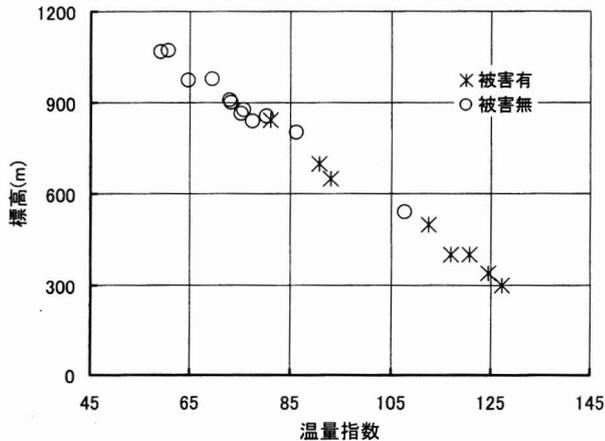


図 6-2 クワカミキリ被害の発生と  
温量指数の関係

おり、冷温帯といわれている温量指数 45-85 の地域では認められなかった。本種のブナへの加害は、新潟県の標高 330m 以下の低標高で確認され (布川 1999)、近県でも標高 600m 以下という暖温帯での被害事例がある (加藤・大場 2001)。この結果から本被害は、低標高にあるブナ林で限定的に発生する被害と考えられた。しかし、近年問題となっている温暖化の影響で、クワカミキリが分布を拡大し、ブナ林などに新たな被害を発生させる可能性が高く、温暖化による本被害の拡大を懸念した指摘 (田中ほか 2003) を支持する結果となった。

#### 6.4 シェルターによる成長影響

##### 6.4.1 調査の目的

ブナを植栽した場合、ノウサギによる主軸食害が発生する場合があります、この被害防止策として、シェルターによる獣害防止効果が確認された。シェルターには獣害防止効果だけでなく成長促進効果もあるとされている (中川 1996) が、植栽から 2 年間ではその効果が認められなかった (小山 2002-1)。逆に、1999 年の冬に下諏訪町でシェルターをかぶせたヒノキのうち 3 分の 1 が枯損する被害が発生したケースがあり (小山ら 2000)、成長への影響が危惧された。

そこで、シェルターによるブナのノウサギ防除効果試験を行った場所で追跡調査を行い、その後の成長経過を解析した。

##### 6.4.2 調査地と調査方法

平成 10 年に長野県塩尻市にある林業総合センター構内のアカマツ伐採跡地 (標高 900m、南向き

斜面、傾斜 5 度) で、植栽したブナにシェルターをかぶせた。使用したシェルターは、生分解性プラスチックを主原料とする白色半透明の四角柱型 (10×10×144cm) で、通気孔として径 1 cm の孔が 20 個空いていた。調査は平成 11 年から平成 16 年秋まで年 1 回以上毎木調査を行い、成長経過を確認した。

##### 6.3.3 結果と考察

シェルターをかぶせたブナは、植栽後 5 年間の間に約半数が枯損し、無処理に比べて枯損率が高かった (表 6-5)。また、シェルター上部の外部空間へ抜け出すことなく、ループ状の成長を繰り返して生長停滞を起こす個体がみられ (写真 6-1)、シェルター処理による成長促進効果は認められなかった。

表 6-5 シェルター処理した  
ブナ苗木の生残率

処理	調査本数	枯死	生存		枯死率
			苗高140cm以上	未満	
シェルター	60	28	18	14	47%
無処理	40	6	12	22	15%

苗高140cm以上の個体はシェルターの上部へ抜け出して成長している。



写真 6-1 ループ状になったブナ苗木梢端部

シェルターを使用した広葉樹林の植栽では、良好に成長したとする事例 (渡辺 2006、中川 1996 など) や、本県の例と同様に被害を受けた事例 (広沢 2002) が認められる。被害があった

とされる地域は本州中部の寒冷地域であり、こうした地域では、被害が出る可能性があると考えられる。良好に生育した事例の中でも富士山の山麓では、一部に今回と同じようなループ成長被害もあったとする（渡邊2006）ことから、本県のような寒冷地域では、シェルター設置が苗木の成長に悪影響を示す可能性があり、獣害防止を目的としても、シェルターの採用には充分留意すべきといえた。

## 6.5 まとめ

ブナの病虫獣害について、野ネズミの被害対策と、クワカミキリによる穿孔被害の実態把握、シェルターによる成長促進効果という3点から解析した。

枯死にいたる可能性が高い野ネズミの根元主軸食害は、棲息する野ネズミの種類と個体数によって被害発生程度が異なるため、簡易調査法（中津 2002）等の事前調査が必要であることが判明した。事前調査によりハタネズミ等の根元を食害するネズミが多い場合には、獣害防除のシート等を巻きつけることで被害の防止が出来ると判断された。

ブナの穿孔性害虫であるクワカミキリは、温量指数で85以上の地域で被害を起こしており、ブナ本来の生息域である冷温帯ではない、暖温帯にブナを植栽すると、クワカミキリの加害による枯死や材質劣化を招く危険性が大きいと考えられた。

植栽木にシェルターをかぶせると、ノウサギ等の獣害防除効果は得られるが、本県では樹木の枯死や生長停滞を起こす事例が確認されたので、シェルターの使用には十分な注意が必要と判断された。

第7章 ブナの地域個体群把握

7.1 調査の目的

ブナは、葉面積の地理的変異に連続性が認められており(萩原、1977)、南から北、および西から東という2つの環境傾度に対応して葉面積が大きくなっている。ブナの葉面積は遺伝的に固定されていることが明らかとなっているため(Hiura、1998 など)、葉面積の変異は、ブナ地域個体群を把握する表現型として注目できる可能性が高い。

長野県は南北に長く、気象条件が大きく異なるためスギやヒノキなど人工造林樹種では県内で種苗の配布区域が分けられており、広葉樹であってもこうした配布区域を検討する必要がある。そこで、長野県を中心とした甲信越地域において、ブナの葉面積の変異を調査するとともに、葉面積と積雪など気象環境との関係を検討した。

7.2 調査地と調査方法

7.2.1 調査地

調査地はブナが優占あるいは点在し、胸高直径20cm以上で、上層林冠層を構成するブナ立木10本以上が存在する林分であることを条件とした。

長野県を中心に新潟県、山梨県のブナ林または、ブナを含む天然性二次林から29カ所の林分を選定して調査を行った(表7-1)。

7.2.2 葉面積の測定

ブナ立木に着生している新鮮葉を、樹冠層全体から偏ることなく多数採取することには大きな困難を伴う。萩原(1977)は、落葉を根元で採取すれば他個体の葉が混入する可能性は極めて低くなるとしているため、ここでは調査地の最上層林冠層を構成するブナのうち、平均的な胸高直径を有する立木6本を調査木とし、落葉季にその根元周辺から落葉をランダムに各100枚採取し葉面積測定試料とした。

採取した落葉は、パーソナルコンピュータと光学スキャナで画像処理後、LIA for Win32(山本2005)を用いて葉面積を求めた。なお、調査地の葉面積は、全体(600データ)の平均値とした。

7.3 結果と考察

調査地の葉面積は表7-1に示したとおりだった。この結果を基に葉面積と、調査地の年平均気温、5~9月(成長期)の総降水量、冬季の最大積雪深、標高、ならびに日本海からの直線距離を用い、

表7-1 調査地の概要

調査地番号	調査地名	県名	市町村名	メッシュ番号	標高(m)	最大積雪深(cm)	年平均気温(°C)	日本海からの距離(km)	ブナの成立状況	ブナ葉面積(cm <sup>2</sup> )
1	行田山	山梨	早川町	52387273	1,674	94	7.0	177.0	点在林分	14.34
2	富士山	"	鳴沢村	53381505	1,529	50	6.5	191.0	混交林分	12.61
3	十谷峠	"	早川町	53382330	1,082	68	9.3	166.5	"	14.30
4	清里	"	北杜市	53387303	1,386	63	7.4	166.5	点在林分	14.86
5	茶臼山	長野	売木村	52376573	1,188	50	8.1	172.0	混交林分	12.71
6	治部坂	"	阿智村	53370514	1,318	48	7.1	160.0	点在林分	14.01
7	蛇洞	"	飯田市	53381051	1,430	71	7.6	157.0	"	16.54
8	大平峠	"	"	53372565	1,328	51	7.3	137.0	混交林分	15.54
9	清内路峠	"	南木曾町	53372533	1,230	51	7.7	139.0	点在林分	15.63
10	西駒	"	伊那市	53375688	1,550	69	6.5	121.0	"	24.05
11	城山	"	木曾町	53376513	1,181	29	8.5	105.0	"	18.84
12	水木沢	"	木祖村	53377598	1,298	55	7.3	91.5	混交林分	19.00
13	権兵衛峠	"	塩尻市	53376638	1,720	70	5.8	109.0	"	21.19
14	霧訪山	"	"	54370776	1,230	29	8.7	96.0	点在林分	23.77
15	野麦峠	"	松本市	54370458	1,760	104	4.7	83.0	混交林分	26.85
16	境峠	"	"	54370537	1,454	89	6.0	88.5	"	27.10
17	牛伏寺	"	"	54381091	954	28	9.8	90.0	小面積優占林分	22.30
18	悪沢	"	"	54382008	1,270	53	7.2	92.5	混交林分	20.67
19	内山	"	佐久市	54382498	1,312	33	7.1	107.0	点在林分	17.86
20	大洞	"	上田市	54386206	1,314	84	6.5	71.5	混交林分	23.09
21	米子滝	"	須坂市	54386391	1,216	107	7.2	67.0	"	23.70
22	南鷹狩山	"	大町市	54375791	1,040	67	8.8	55.5	小面積優占林分	26.69
23	海ノ口	"	"	54376698	1,002	128	8.2	50.0	混交林分	29.38
24	聖山	"	長野市	54385081	1,204	77	7.8	52.5	小面積優占林分	16.29
25	越水	"	"	55381005	1,268	213	7.0	36.5	混交林分	27.53
26	鎌池	"	小谷村	55372738	1,056	276	8.0	20.5	優占林分	24.35
27	野々海	"	栄村	55384403	884	296	8.5	32.0	"	31.78
28	苗場山	新潟	湯沢町	55382671	850	285	8.9	56.5	"	28.03
29	長安寺	"	十日町市	55386529	202	232	11.4	34.0	"	22.69

各因子を対数変換して重回帰分析を行った。なお海岸からの距離として、太平洋側からの直線距離も考えられるが、太平洋からの距離と日本海からの距離には高い負の相関があるため( $y = -0.9671x + 218.16$   $R^2 = 0.9646$ )、日本海からの距離のみを用いて解析を行った。気象データはメッシュ気候値 2000 (気象庁 2002) を用いた。標高は 2 万 5 千分の 1 地形図より測定し、日本海からの直線距離は 20 万分の 1 地形図を用い 0.5 km 単位で測定した。なお、日本海からの距離と最大積雪深の間には指数関数的な関係が見られ、日本海から約 50 km 離れると最大積雪深は著しく低下した (図 7-1)。

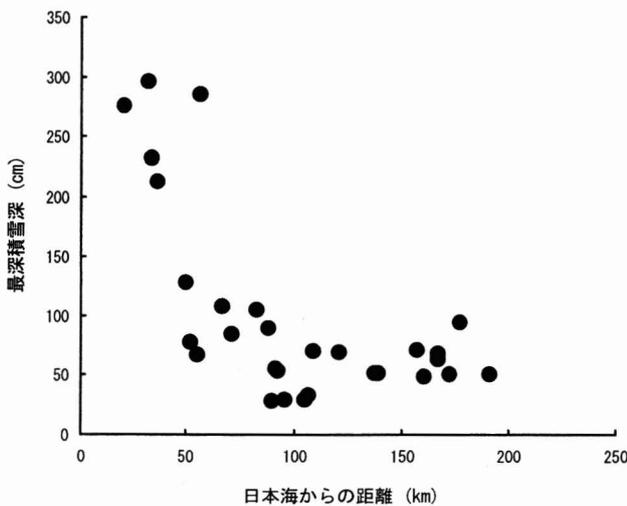


図 7-1 日本海からの距離と最深積雪深の関係

### 7.3 結果と考察

甲信越地域のブナ葉面積は、日本海からの距離に応じて連続的に変化しており (図 7-2)、これまでの結果 (萩原 1977) と同様の傾向を示した。葉面積はこれまで言われていたような気象との相関よりも日本海からの距離と高い相関があった。日本海からの距離は、最大積雪深と直線的に強く相関すると予想したが、最大積雪深は日本海からの距離が 50km 程度で急減したのち 100km 前後で最小となり、葉面積の変異勾配とは異なっていた (図 7-1)。さらに最大積雪深が長野県中部地域の中で最も少ない調査地 (No.17 牛伏寺調査地) で、日本海側と太平洋側の中間的な葉面積 (22.3cm<sup>2</sup>) を持つ林分が認められたこともあり、最大積雪深が葉面積を規定するとは言えなかった。

甲信越地方のブナ葉面積は、太平洋側で小さく、日本海側で大きくなっており、これらが距離に応じた連続変異を示したことは、過去にブナの葉面

積が大きく異なる集団が太平洋側と日本海側に分離して存在し、その後、距離に応じた確率依存の交雑により、内陸域で中間的なサイズの葉を持つ個体群が出現した可能性が考えられた (小山 2002-3)。

こうした点については、遺伝子による解析が不可欠であるため、今回の結果だけで判断することは出来なかった。しかし、ブナの産地試験結果 (林野庁 2001) では、九州等の西南日本産のブナを新潟県に植えた場合には、雪害等の被害率が高くなることが指摘されていることから、本来の生息環境を離れた地域に植栽すると、生育にも重大な影響が出ることが予測される。

このためブナの造林にあたっては、産地を把握し、できるだけ近くの産地で採取した種子による苗木を利用することが重要と考えられた。

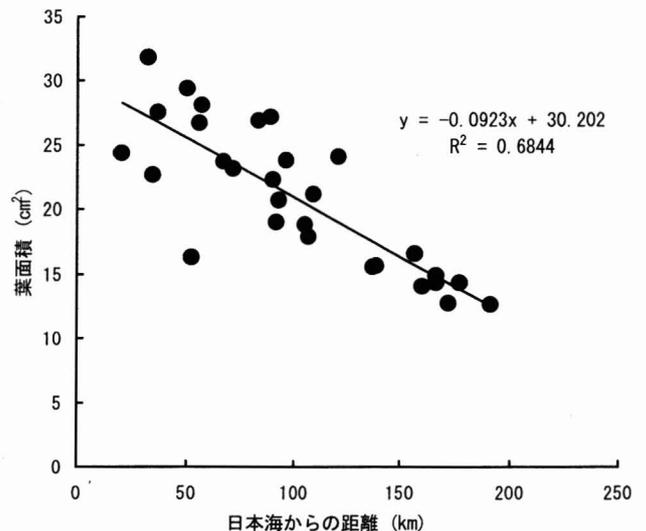


図 7-2 日本海からの距離とブナ葉面積の関係

## 第8章 まとめ

「ブナを主体とする広葉樹林」を育成するために必要な技術的資料を整理した。

### 8.1 ブナの適地

天然林の成立環境の分析と、植栽試験により、ブナの成立適地は、標高1,000~1,500m、年降水量1,300mm以上の地域で、積雪が多く、温量指数が45~85の間になる地域といえた。

植栽に適さない地域は、春先から秋にかけて乾燥する地域と、温量指数で85を超える地域で、温量指数で85を超えるとクワカミキリの穿孔被害を受けるといえた。

### 8.2 ブナの種子豊凶と天然更新

ブナの天然下種更新が可能になるのは、豊作年に限られた。

ブナには豊凶差が大きく、豊作年は10年に一度程度しか訪れなかった。

林内で発生したブナの天然更新実生は成長が非常に遅く、10年で20cm程度にしかならなかった。

### 8.3 ブナ人工林の育成

ブナ人工林の調査結果から、ブナは初期成長が遅く、10年で2m程度にしか成長しない場合もあるが、苗高1m程度の大苗を植栽した場合には、5年で2mに達する場合もあり、大苗植栽が有効といえた。

大苗を多雪豪雪地域に植栽すると雪圧害による主軸折損が発生するが、こうした折損は植栽本数の20%程度で収まり、しかも植栽当年に限られることから、多豪雪地域でも、植栽本数を増やせば成林には問題はないと判断した。

### 8.4 ブナ林の育成管理技術

ブナ林が多雪豪雪地域に多いことから、これらの地域におけるブナの育成管理方法を検討した。

雪圧害を受けやすい若齢期の除伐は、林分の平均樹高が最深積雪深を越えるような時期に目的樹種だけを残す「刈り出し」が有効と判断した。こうした時期であれば、本数伐採率80%以上という強度な刈り出しも可能で、残存木の肥大成長も良好となった。

ブナの間伐は、壮齢林(66年生)でも間伐効果があり、間伐により大径材への早期誘導が可能と考えられた。

### 8.5 ブナの病虫獣害対策

ノネズミの食害防除とシェルターによる成長促進効果を検討した。

ノネズミによる根元食害を効率的に防除するためには、棲息する野ネズミの種類と個体数の把握が重要で、事前調査により根元の主軸を食害するハタネズミ等が多い場合は、獣害防除のシート等を巻きつけることが効果的だった。

植栽木にシェルターをかぶせると、ノウサギ等の獣害防除効果は得られるが、枯損や生長停滞が発生する場合があります、長野県でシェルターを使用する場合は、注意する必要があると判断できた。

### 8.6 ブナ地域個体群の把握

ブナの地域個体群を把握するため、甲信越地域でブナ葉面積を測定したところ、日本海側で大きく、日本海からの距離に応じて葉面積が小さくなる傾向があった。

葉面積は遺伝的に固定されているとされることから、長野県内では地域によって遺伝子が異なる可能性が高く、本来の生息環境を離れた地域に植栽すると、生育にも重大な影響が出ることで予測された。このためブナの造林にあたっては、同一県内であっても、植栽地の近くで採取した種子による苗木を利用することが重要と判断できた。

引用文献

- 浅田節夫・赤井竜夫(1965)ブナ林分生産力と更新について、長野営林局昭和39年度委託調査報告書、56pp.
- 福島司(2005)ブナ林の分布と体系(図説日本の植生 朝倉書店、東京、156PP.)、P70-75.
- 萩原信介(1977)ブナに見られる葉面積のクラインについて、種生物学研究1、39-51.
- 広沢正人(2002)シカ食害の常習地域におけるツリーシェルターを用いた造林技術の検討、栃木県林セ研報15、1-29.
- Hiura, T. (1998) Shoot dynamics and architecture of saplings in *Fagus crenata* across its geographical range, *Trees*12、274-280.
- 今井三千穂・飛岡完治(2000)植栽環境の異なるブナの生長と生長阻害要因について、中森研48、35~38.
- 石田仁(2004)立山アルペンルート沿線におけるブナの植栽と事後経過、第52回日本林学会中部支部大会講演要旨集、6.
- 環境省生物多様性センター(2001)第5回自然環境保全基礎調査植生調査3次メッシュデータ <http://www.biodic.go.jp/J-IBIS.html>
- 片倉正行(1987)長野県のコナラ・クヌギ林の生長と心・辺材及び樹皮厚、長野県林総セ研報3、7-12.
- 片倉正行・奥村俊介(1989-1)コナラ二次林の萌芽更新と成木林肥培、長野県林総セ研報5、1-13.
- 片倉正行・奥村俊介(1989-2)ケヤキ人工林の成長、長野県林総セ研報5、14-22.
- 片倉正行(1994)天然性広葉樹林の良質化施業技術と利用技術の開発、平成5年度長野県林総セ業報、34-35
- 片倉正行・古川仁(1996)天然性広葉樹林の良質化施業技術と利用技術の開発、平成7年度長野県林総セ業報、36-37.
- 加藤徹・大場孝裕(2001)植栽密度が違うケヤキ若齢林のクワカミキリによる被害実態、中部森林研究49:73-74.
- 建設省国土地理院(1998)数値地図ユーザーズガイド第2版補訂版、日本地図センター地図研究所、東京.
- 吉良竜夫(1948)温量指数による垂直的な気候帯のわかちかたについて、寒地農学2、143-173.
- 気象庁(2002)メッシュ気候値2000、(財)気象業務支援センター発行、CD-ROM
- 国土交通省(2003)国土数値情報ダウンロードサービス自然地形メッシュ(標高谷密度)、<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>
- 小林富士雄・竹谷昭彦(1994)森林昆虫-総論・各論、養賢堂、東京.
- 小坂淳一(1988)ブナ再生林の密度管理技術(ミズナラ等主要広葉樹の用材林育成技術の開発、農林水産技術会議研究成果206、農林水産技術会議、東京、148pp)113-118.
- 小山浩正・寺沢和彦(1998)長期貯蔵のためのブナ堅果の長期貯蔵方法、日林誌80、109-111.
- 小山泰弘・岡田充弘(2000)ツリーシェルター、長野県林業総合センターミニ技術情報No.20、2p.
- 小山泰弘・岡田充弘・林博道(2001)コウモリガの被害を受けたブナの成長、中森研49、3-4.
- 小山泰弘・岡田充弘・古川仁(2002-1)ブナを主体とした広葉樹人工林の初期管理技術の開発-冷温帯地域における広葉樹林施業技術の確立-、長野県林総セ研報16、1-22.
- 小山泰弘・畠山竜哉・片倉正行(2002-2)林内と裸地に植栽されたブナ幼樹の成長差と葉形変化、中森研50、21-22.
- 小山泰弘・八木橋勉・右田千春・田中信行(2002-3)甲信越地域におけるブナ葉面積の地理的変異、森林立地44、31-33.
- 小山泰弘・岡田充弘(2004)長野県栄村のブナ林におけるクワカミキリの被害実態、信州大学志賀自然教育研究施設研究業績41、1-5.
- 小山泰弘(2005)長野県における広葉樹苗木の生産流通実態、林木の育種「特別号」2005、17-19.
- 三浦直美(2004)多様な広葉樹林の育成・管理技術の開発、山形県森林セ平成15年度業務年報、8.
- 村井宏・山谷孝一・片岡寛純・由井正敏編(1991)ブナ林の自然環境と保全、ソフトサイエンス社、東京、400pp.
- 中川重年(1996)丹沢水沢に植栽した広葉樹におけるツリーシェルターの成長促進効果について、神森林研報22、19-26.
- 長野県林業指導所(1982)有用広葉樹の手引き、長野県林業指導所、12pp.
- 長野県林務部(2000)有用広葉樹造林の手引き(平成12年増補)、32PP.

- 中田圭亮(2004)生分解性不織布による野ネズミ食害防止試験、森林保護No.294、10-13.
- 中津篤(2002)ノネズミ(森林をまもる、全国森林病虫獣害防除協会、東京、494pp)、303-307.
- 西沢正久・真下育久(1966)地位指数による林地生産力の測り方、わかりやすい林業研究解説シリーズ15、林業科学技術振興所、53pp.
- 布川耕市(1999)ブナにおけるクワカミキリの加害様式、新潟県森林研研報41、27-32.
- 岡上正夫(1970)平均気温の推定法、「亜高山地帯の造林技術」(草下正夫・岡上正夫・松井光瑤著)、45-46、創文、東京.
- 林野庁(2001)冷温帯地域における広葉樹林施業技術の確立、林野庁新技術地域実用化研究成果、210pp.
- 武田宏・江川浩之(1996)ブナ林伐採跡地に再生した二次林の刈り出し施業効果、新潟県林試研報38.37-39.
- Tanaka, N. & Taoda, H. (1996) Expansion of elevational distribution of beech (*Fagus crenata* Blume) along the climatic gradient from the Pacific Ocean to the Sea of Japan in Honshu, Japan. In: Climate Change and Plants in East Asia (eds. K. Omasa, H. Taoda, M. Uchijima & M. Yoshino), 175-184. Springer-Verlag, Tokyo.
- 田中信行・八木橋勉・杉田久志・藤田和幸・林哲・埴田宏(2003)森林生態系への影響と森林管理、遺伝別冊17、109-118.
- 寺沢和彦(1997)ブナの種子生産特性と天然林施業への応用に関する研究、北海道林試研報34、1-57.
- 塚原雅美・箕口秀夫(2004)ブナ二次林の間伐効果-10年間の成長解析-、新潟県林試研報45、17-22.
- 和田覚・沢田智志・石田秀雄・小坂淳一(2004)ブナ二次林の間伐試験、秋田県森林技セ研報13、89-96.
- 渡邊定元(2006)富士山自然の森づくり、日本森林技術協会、東京、152pp.
- 横山敏孝(1998)ブナ属(勝田枢・森徳典・横山敏孝著、日本の樹木種子 広葉樹編 林木育種協会、東京、410PP.)、57-63.
- 山本一清(2005) LIA for Win32、<http://www.ag>

[r.nagoya-u.ac.jp/%7Eshinkan/LIA32/index.html](http://r.nagoya-u.ac.jp/%7Eshinkan/LIA32/index.html)