

### Ⅲ． 資 料 編

1. 栃木県塩那道路における植栽および植栽予定地に関する  
調査研究報告 1—10 .....77
2. 栃木県塩那道路の各植栽区における植栽樹種の樹高経年変化表 ..... 130
3. 栃木県塩那道路の各植栽区における植栽樹種の幹径経年変化表 ..... 135
4. 栃木県塩那道路の各植栽区における調査最終年度の生育状況写真 ..... 140

# 1. 栃木県塩那道路における植栽および植栽予定地 に関する調査研究報告 1 (1985・2)

塩那道路は近年崩壊がひどく、法面崩壊の停止、法面緑化が緊急の課題となっている。1982～1983年には道路緑化のための塩那道路周辺の植生調査が行なわれ、1984年7月には、『塩那道路周辺（栃木県）の植生』として栃木県土木部から植生調査報告書が出版されている。同報告書では、道路緑化のための植栽樹種の選定、植栽方法が検討され、郷土樹種（潜在自然植生の構成樹種）の利用、ポット苗の使用、苗木の密植など植生生態学的な視点から提案されている。

## 1. 植栽樹種の生育状況

塩那道路の塩原側崩壊斜面では、1983年7月および1984年9月に植生生態学的な提案に基づいた植栽が行なわれている。各植栽地の苗木の生育状態を以下に述べる。

### 1) 1983年7月植栽地

海拔約 800～900m, S E 40° の急傾斜地に植栽されている。植生学的にはブナクラス域下部のクリーコナラ群集と上部のコカンスゲーブナ群落の潜在自然植生域の接点にあたっている夏緑広葉樹林域に位置している。植栽樹種としては、クヌギ、コナラ、ケヤキ、ブナの夏緑広葉樹および常緑広葉樹としてシラカシが植栽されている。

植栽後2年目を迎え、現在の苗木の高さは平均して1m前後である。冬期のノウサギによる喫食の害や雑草駆除時に誤って苗木を傷つけた例がみられるものの、現在の生育状況は順調と判断してよい。樹種別に生育状態をみると、コナラの生長が最も良く、クヌギ、ブナがこれに続く。ケヤキは下部に限って植栽されているが、生育状況は良好である。常緑広葉樹のシラカシは、気候的に生育限界域に近いため夏緑広葉樹と比較して生育状況は良いとは言えない。上部の枝の枯死がめだつ。しかし、根に近い主幹部分は生きており葉が付いている。また幹は太くなっており、縦への伸長の替りに横への生長がみられる。幹周と、根系など苗木の地下部が安定すれば、保全林の構成種として生長することは十分期待できる。

植栽後14か月を経過した植栽地に生育している植物の種組成は植栽樹ばかりでない。植栽直後は苗木を除いてほとんど裸地に近かった立地に、わずか1年余で65種もの雑草や樹木の実生が生育している。エゾノギンギン、ツユクサ、ウシハコベ、ヨモギ、カヤツリグサ、オオアレチノギク、ヒメジョオン、イヌタデ、イヌビエ、キンエノコロ、メヒシバ、チチコグサモドキ、ヌカキビ、シロザ、ハコベ、トキンソウなどは、本来塩那道路周辺の山地には生育していない種である。これらの種の大部分は、植栽法面の造設時に表層土として客土された土壌中に入っていた埋土種子に由来するものと考えられる。これらの種群から客土された表層土は、適潤性で栄養状態の良い、苗木の植栽に適した土壌と判定される。したがって雑草の駆除により、一層苗木の生長が期待される。雑草の駆除は除草剤の使用は避け、多少手間がかかっても1本1本根から引き抜くのが最も良い。大変な時はカマや機械で刈ってもよいが、苗木と一緒に刈ったり傷つけたりしないよう注意が必要である。また、駆除した雑

草は他所へ捨てずに、敷ワラと同じように並べ、その場に放置する。刈られた雑草自体がマルチングの役割を果たすし、肥料としても有効である。

## 2) 1984年9月植栽地

1983年の植栽地のほぼ隣接地に植栽されている。植栽されている苗木は、コナラが最も多く、次いでエゴノキ、オオモミジ、ナツツバキ、アカシデの順である。この植栽地において植栽された苗木70本について、1985年1月30日の時点で苗木の高さが測定された。現時点ではエゴノキが最も高く、150cmに達している苗木もある。しかし、この高さは植栽時の苗木の大きさを示しており、必ずしも植栽後の生長率を示す結果ではない。また、調査されたのが冬で、苗木は全て葉を落としており、樹勢の判定を行なうことも困難である。したがって、新葉の展開する春および夏、あるいは秋に継続調査を行ない、生長率や生育状況を調べる必要がある。継続調査による調査結果は、他の地域に新たに植栽する時の貴重な資料となる。

## 3) 現在の植栽地に関する問題点・留意点

植栽以前の植栽地の状況は表層土は流失し、母岩がむき出しになり、巨礫、大礫が堆積した崩壊地であった。しかし、土木工事により、整地、表層土の客土により、しっかりした、安定した苗木が形成された。この安定した植栽法面の造成は、現時点の那道路における植栽に必要不可欠のものとして高く評価される（『塩那道路周辺（栃木県）の植生』p.93, Fig.32 参照）。したがって、植栽地の造成に関しては、立地的な変化に対応した工事が必要なことはあっても、基本的には現在の方法で問題点はないと言える。

植栽および植栽後の問題として以下の点が挙げられる。

### (1) 植栽樹種の不足

これは現在入手可能な樹種や栽培されている樹種（ポット苗）に限られていることに問題がある。現在塩那道路には、潜在自然植生に基づいて、コナラ、クスギ、ブナ、クリ、オオモミジ、ケヤキ、エゴノキ、ナツツバキなどが植栽されている。しかし、実際にはこれらの種他、ミズナラ、コハウチワカエデ、ハウチワカエデ、アオダモ、コシアブラ、ウリハダカエデ、ヤマボウシ、カスミザクラ、イヌブナ、ハリギリなど有効な種が多く挙げられる。特にミズナラ、コハウチワカエデ、カスミザクラなどはブナクラス域の植栽に欠かせない樹種である。これらの種はポット苗栽培がほとんど行われていないために入手が困難となっている。しかし、今後予定される植栽地は、現在よりもさらに高海拔地となり、同様の問題はさらに深刻となることが予想される。地元でこれらの樹種のポット苗を栽培するなど、何らかの解決策を考える必要があろう。

### (2) 冬期の幼苗の枯死損傷

この問題に関しては原因が2つ挙げられる。1つはノウサギによる喫食と、もう1つは、風によるものである。塩那道路下部の塩原側では、冬期の積雪はあまり多くないため、苗木全体が雪に埋もれることはない。このため、雪に埋もれた樹幹部は冬季の強風、低温から保護されるが、雪からとび出した枝の部分は保護されず枯死する。

現在のところこれらの原因によって個体全体が枯死する苗木はほとんどみられないが、今後の状況によっては防護ネットを張るなどの対策が必要となろう。しかし、自然による害よりも注意しなければならないことは、次に述べる人間による害である。

### (3) 除草作業時における苗木の損傷

夏季になると、苗床には雑草が繁茂し苗木の高さを凌ぐ程になる。そこで除草が必要となるが、雑草の際にカマや草刈機を使用する場合、苗木を刈ったり傷つけないよう十分注意しなければならない。実際に、これらの不注意によって破損した苗木が多く目につく。除草は根元近くから刈るために、誤って刈られた苗木も大きな破損を受け、個体全体が枯死する場合もある。除草は手で引き抜くのが理想であるが、機械や道具を用いる時には、作業者に十分な注意を促す必要がある。

## 2. 1985年度の植栽予定地について

1985年度の植栽予定地は、海拔約 1,000m のコカンスゲ-ブナ群落の潜在自然植生域である。立地は谷に向った凹状の急傾斜地であり、崩壊性の立地である。現在はニシキウツギ-ミヤマヤシャブシ群集、クマイチゴ群落などの先駆性二次群落が生育している。したがって、植栽にあたっては、これまでと同様に、土木工事による崩壊停止および植栽用斜面の造成が前提となる。より安定した造成がなされれば、植栽後の苗木の生長も安定する。植栽樹種はポット苗であることはもちろんであるが、山岳地帯であり、これまでよりも立地環境が厳しくなるため、樹種選定、植栽配分を少し替える。すなわち植栽適性樹種として、ブナ、ミズナラ、ナナカマド、トチノキなどが挙げられる。ブナ、ミズナラの配分率を高くし、その他の樹種はなるべく多くの樹種が植栽されるように配分する。気温の低下など立地環境が厳しくなるのに対応して、植栽密度をこれまでよりも高くすることも必要である。この他、有機質土壌（表層土）の客土、敷ワラの施用、施肥、除草などの基本的な事項はこれまでと同様である。



## 調査研究報告 2

### (1986・2)

栃木県塩谷郡塩原町から黒磯市板室に至る、一部亜高山帯を含む山岳道路である塩那道路は、近年崩壊がひどくなり、法面崩壊の停止、緑化が緊急の課題となっている。すでに栃木県土木部の手によって植生生態学的な手法による保全緑化対策が計画され、塩原側の十日沢を手始めとして実行されている。

昭和58年7月から、植生生態学的な調査結果から導き出された手法、樹種の選択に基づいたポット苗植栽が実施されている。本報告は植栽後の各樹種の生育状況および今後予定されている植栽について、昨年度に引き続き述べたものである。

### 1. 植栽樹種の生育状況

塩那道路の塩原側崩壊斜面では、十日沢1号（仮称）が昭和58年7月、十日沢2号（仮称）が昭和59年9月にそれぞれ植栽が行なわれている。各植栽地の苗木の生育状態を以下に述べる。

#### 1) 十日沢1号（昭和58年7月植栽）

海拔800m～900mの南東斜面である。使用された樹種はコナラ、エゴノキ、クヌギ、ケヤキ、ブナ、オオモミジ、シラカシである。植栽後3年が経過し、ポット苗は高さ0.8m～1.2mに生長し、高いものでは1.8mにも達している。また、枝の分枝が盛んであり、横への伸長により被度が高くなってきている。

代表的な苗木の高さを樹種別に測定した。十日沢1号では昨年度は樹種別の高さの測定は行なわれていないが、昨年は平均して0.9～1.2mを示している。今年度の測定結果では、0.7～1.3mで1m前後が多い。クヌギが0.8～1.45m、オオモミジが1.1m、ケヤキとエゴノキが最も高く、ケヤキが1.3～1.86m、エゴノキが1.6mを示している。ブナは0.3～1.2mで0.5m前後のものが多く、これはノウサギなどによる食害や除草作業時のミスによる切断のためである。常緑広葉樹のシラカシは、当植栽地が気候的な分布の上限かあるいはそれを越える位置にあるため生育状況は0.2m前後と良くない。この原因としては気候的な要因のほかに、コナラ、ブナなどの夏緑広葉樹の落葉期間中に、常緑広葉樹のシラカシは餌としてノウサギなどの食害を受けやすいことがあげられる。しかし、シラカシは樹高が低いながらも萌芽によって枝を伸ばし、未だに生存している個体が多い。

枝ぶりの状態をみると、コナラ、ブナの樹冠面積が大きくなっている。エゴノキ、ケヤキは樹高は高いが枝ぶりは良くない。徒長しており、雪によって幹が彎曲しやすい。ブナは樹高は低い根元が太くなってきており、安定した状態を示している。コナラも同様である。

植栽立地の保存状況は、当地が急斜面であるにもかかわらず良好である。植栽地盤のしっかりした確実な土木工事の結果である。むしろ植栽後の管理作業による表層土の破損、侵食などに注意をはらいたい。

#### 2) 十日沢2号（昭和59年9月植栽）

十日沢2号は十日沢1号に隣接する海拔約900mの地点にある。コナラが最も多く、次いでエゴノキ、オオモミジ、ナツツバキ、アカシデなどが植栽されている。シラカシ、ブナは植栽されていない。使用された苗木は、

十日沢1号と同じポット苗である。

植栽された樹種を昭和60年1月と12月に樹高測定を行っている。傾向としては稀に樹高が低下している個体があるのを除いて全般的に伸長していることが理解される。昨年と比較して良く伸長している樹種には、オオモミジの 64cm, 53cm, 52cm, エゴノキの 67cm, コナラの 37cm, 39cm, 58cm, 72cm などがあげられる。全体的には5～20cm伸長した個体が多くなっている。樹高の低下したものについては、枝先が折れるなどの被害のほか、幹の彎曲による測定ミスが考えられる。

十日沢2号では植栽後2年にして、植栽苗は上への伸長（樹高）、横への伸長（枝張り）共に順調に生育を続けており、まずまずの成果をあげている。

植栽地盤の状態は、十日沢1号の場合と同じく、基礎工事がしっかりしているため、管理作業時の表層土の保全、苗木の保護に更に十分な配慮が望まれる。

## 2. 既植栽地に関する問題点・留意点

現在までに植栽されている十日沢1, 2号は、植栽地盤の形成、ポット苗の植え方、共に問題点はなく、順調な生長を示している。したがって現状でほとんど問題点はないが、より良い成果を期待するために、留意点として以下のことがあげられる。

- i. 枯死あるいは被害の大きい苗木の更新、補植。
- ii. より適した樹種の増強、補植。十日沢1号ではシラカシの替りにコナラ、ケヤキを増やす。2号ではブナが植栽されていないが、ブナを全体の20～30%を目安に補植する。苗が入手可能な場合はミズナラも加える。その他、イヌシデ、アカシデなど「塩那道路周辺（栃木県）の植生」の87～91ページに示されている樹種の補植が理想である。
- iii. 管理作業時の植生地盤、苗木の保全、保護。これに関しては昨年度の報告でも指摘している。すなわち、植栽地は急傾斜のため土が崩れ易く、かつ客土された表層土は柔らかいために、人間の移動によっても部分的な崩壊、浸食が起りやすい。また除草のときに誤まって苗木を傷つけたり、枝を切断する。などに注意する。

## 3. 今後の植栽について

栃木県土木部では61年度も塩那道路の保全、緑化のための植栽を計画しており、一部では植栽地盤も完成しつつある。以下に今後植栽を実施するにあたって注意すべき事柄を述べる。

### 1) 植栽方法

十日沢2号に隣接する植栽予定地では従来通りの方法で問題はない。前項で述べた事柄を留意する。

より山寄りの昭和61年度植栽予定地では、既に植栽地盤の基礎工が完了している。この植栽予定地は、十日沢よりも気候的に厳しい環境にあるため、慎重な植栽計画が必要となる。まず基礎工に関しては現時点での問題点はない。ただ崩壊し易い土地のため、小さな部分的な崩壊、浸食にも十分注意する必要がある。表土の移動が確実に止められなければ苗木の定着、活着は難しい。

樹種選定に関しては「塩那道路周辺（栃木県）の植生」の87ページのチシマザサ－ブナ群団域における植栽可能樹種に基づいて、ブナ、ミズナラ、ハウチワカエデ、イヌブナ、コハウチワカエデなど潜在自然植生構成種を選択が理想的である。実際問題としてはこれらの樹種の多くはポット苗として入手不可能である。したがって現在入手可能なブナ、コナラ、アカシデ、ケヤキ、エゴノキなどで代用する他はないが、当地は海拔1,100mとブナクラス下部域にあたるため、これらの種でもさほどの問題はないと考えられる。

ポット苗の植栽配分は十日沢の場合よりも密植をする。3～4本/m<sup>2</sup>を目安に算定する。樹種の割合は苗の入手の問題もあろうが、ブナを40～60％、残りをその他の種で占める。植栽樹種の割合には現在のところ絶対的な基準はない。建設省日光砂防事務所では男体山大薙山崩壊山腹において、ブナ20％、ミズナラ30％、アカシデ、クマシデ、イヌシデ10％、リュウブ10％、オオモミジ、ヤマボウシ、ウリハダカエデ10％、ニシキウツギ10％、イヌコリヤナギ、アキグミ、バッコヤナギ、フジウツギ、ヤシャブシ10％の割合を提案している。

この他、稲ワラによるマルチングを十分に施し、植栽地盤を保護することが必要である。

## 調査研究報告 3

### (1987・2)

#### 1. 植栽樹種の生育状況

塩那道路の塩原側崩壊斜面では、十日沢1号が昭和58年7月、十日沢2号が昭和59年9月にそれぞれ植栽が行われている。また、昨年、更に奥地の第五工区の崩壊斜面に植栽が実施されている。現在のところ植栽された苗は、順調な生長を示している。以下に各植栽地の苗木の生育状態が述べられている。

##### 1) 十日沢1号（昭和58年7月植栽）

海 抜：800～900m

植栽樹種：コナラ、エゴノキ、クヌギ、ケヤキ、ブナ、ヤマモミジ、シラカン

植栽後4年経過している。

各樹種の4年間の生長結果が以下に示されている。

##### a. コナラ

各植栽地とも順調な生長を示している。最も高く伸長している個体では、高さが2.2mにまで達している。平均でも1.3～1.6mにおよんでいる。一部には昨年よりも低くなっている個体が見られるが、これは除草の際に切断されたものである。また、高さだけではなく、枝張りなど横への伸長も順調である。密植されているので、早くも隣接している個体では枝が交わり始めている例も多い。コナラは植栽されている本数が最も多く、すでにコナラの低木林の相観を示している。

##### b. クヌギ

クヌギはケヤキとともに最も高く伸長しており、高さ2.4mにおよんでいる。平均でも1.4～1.8mと1.0m以下の個体はすくない。

##### c. ブナ

ブナは高さが1.5m以上に達している個体は少なく、1m前後のものが多く。しかし、根本の幹周りや枝張りは順調に生長している。すなわち、遅くとも確実な生長を示す種といえる。

##### d. ケヤキ

ケヤキは生長が早く、高いものでは2.4mにおよんでいる。全体的に樹高が高く、平均1.8mを示している。しかし、コナラやブナと比較すると枝張り、根本周りなど横への伸長は少ない。

##### e. その他の樹種

上記の種のほか、夏緑広葉樹として、エゴノキ、ヤマモミジが植栽されている。エゴノキは高さ1.6m、ヤマモミジは1.1mに伸長しているが、横への伸びは少ない。また、常緑広葉樹としてシラカンが植えられている。シラカンは植栽された年と比較すると、樹高が年々低くなっている。これは塩原の気温がシラカンの生育にとっては低いことと、冬も緑のシラカンの葉がウサギなどの動物に喫食されるためと推定される。

## 2) 十日沢 2 号（昭和59年 9 月植栽）

十日沢 1 号に隣接する十日沢 2 号には、コナラ、ミズナラ、クスギ、ケヤキ、ヤマモミジ、エゴノキ、ナツツバキが植栽されている。植栽後 3 年で平均樹高 1.3m、最高 2.1m に達している。各樹種の生長状況は十日沢 1 号とほぼ同様である。

## 3) 第五工区（昭和61年植栽）

中塩原から塩那道路を少し奥に入った海拔 1,200m 付近の谷側斜面の植栽である。十日沢と比較して植栽の条件としては高海拔で気温が低く、ブナ、イヌブナ、ミズナラの樹種が適している地域である（塩那道路の植生 p.86～101 参照）。

植栽樹種：ミズナラ、ブナ、コナラ、クスギ、ケヤキ、ヤマモミジ

多くの種では 5～10cm 伸びている。植栽後間もないために明確な伸長を示している個体も多いが、植栽後初めての冬を順調に過ごせば、次年度は順調な生長を示すことが期待される。昨年11月の時点では、枯死した個体はほとんどみられず、現在のところ順調といえよう。

## 2. 既植栽地に関する問題点・留意点

現在まで終了している植栽地に関しては、植栽地盤、植栽法、樹種選択など特に問題点はない。ただ、十日沢地区の植栽地盤が昨年大雨により崩壊している。それら崩壊地の様子を観察すると、既に植栽され順調な生育を示している十日沢 2 号では、最上段がわずかに崩れたのみで植栽地全体ではほとんど被害がみられない。これに対して未植栽地では、造成された地盤がほとんど全壊している。このことから植生のもつ立地保全機能が大きいことが理解されよう。

以下に管理面での留意点をあげる。

- a. 枯死した苗、樹勢の弱った苗の更新・補植。
- b. 生育状況調査、除草時における作業ミスにより苗を伐採することのないようなどに十分注意を払う。
- c. 作業などで植栽地盤を歩く際には、客土された表土が移動、流失しないよう注意する。表土の移動、流失は苗の根本を剥き出しにし、苗を倒伏させるおそれがある。

## 3. 今後の植栽について

これから徐々に行われる植栽は、さらに奥地へと進み気候の厳しい地域で行われることが多くなる。したがって、植栽地盤作りをよりしっかりと行い、樹種の選定にあたって「塩那道路（栃木県）の植生」に基づいて、よりその立地に適した樹種を選定することが必要となる。そのためには地元でのポット苗の栽培など、確実な樹種を確実にえることができるシステムの確立も望まれよう。

しかし、当面はこれまでの方法を基礎として、植栽密度を高くしたりより十分なマルチングを施すなど、その場に応じた対応により対処できよう。

## 調査研究報告 4

### (1988・2)

#### 1. 植栽樹種の生育状況

塩那道路におけるポット苗植栽工事は、十日沢1号が昭和58年7月、十日沢2号が昭和59年9月、第五工区が昭和61年6月から9月、さらに62年の8月にあんどん沢における植栽工事が完了している。定期的な永久方形区調査は、昭和59年9月、昭和60年12月、昭和61年7月と12月、昭和62年7月と12月とすでに6回を数える。また昭和62年7月より、十日沢1号の一部、十日沢2号、五工区、さらに12月よりあんどん沢で植栽樹の幹径の調査を始めた。以下に各植栽地における生育状況を示した。

##### 1) 十日沢1号（昭和58年7月植栽）

海 抜：800～900m

植栽樹種：コナラ、エゴノキ、クヌギ、ケヤキ、ブナ、ヤマモミジ、シラカシ、ヤシヤブシ

植栽後4年を経過している。植栽区ごとの生長量の比較では、相対的に高海拔地の植栽区—3、4、5で生育が早く、低海拔地の1と2で緩慢になる結果が出た。

各樹種の過去4年間の生長記録は植栽区ごとに示されている。

##### a. コナラ

最も良く伸長している個体では310cmに達している。過去4年間の生長量を各植栽区の年間平均でみると33～58cm/年間となっている。伸長量は2年前より1年前のほうが相対的に多く、根群の発達とともに地上部の生長が促進されるためと考えられる。各植栽区の生長量は、番号の若い低海拔の区より高海拔の区が良い。過去2年間の平均では植栽区—1が38cm/年、植栽区—2が33cm/年、植栽区—3が50cm/年、植栽区—4が52cm/年、植栽区—5が58cm/年となっている。コナラは植栽樹種のなかで生長が一番良く、枝張りの密度も年ごとに明らかな増加がみられる。

##### b. エゴノキ

植栽区—1（1986年7月時点）と植栽区—6（1985年12月時点）で生育が確認されていたが、1987年12月現在では、確認ができていない。

##### c. クヌギ

最も良く伸長している個体では290cmに達している。過去2年間の平均では植栽区—1が49cm/年、植栽区—2が16cm/年、植栽区—3が43cm/年、植栽区—4が44cm/年、植栽区—5が46cm/年と、コナラに比較して8～17cm生長が遅い。クヌギの生長の形体的な特徴は徒長枝が多く、コナラのように枝張りは密でない。

##### d. ブナ

ブナの生長量はコナラ、クヌギに比較して少ない。前回の報告でも指摘されたように生長は遅いが、順調な生育を示している。主幹の剪定が多くの個体で施されており（1987年7月の調査で確認）、生長量を低める原因となっている。1年間の生長量は過去2年間の平均で、植栽区—2が6cm、植栽区—3が18cmを示している。

##### e. ケヤキ

1987年度の植栽区でケヤキの生長量が測定されたのは、植栽区—1である。1987年12月現在での平均樹高は227cmで、きわめて良い生長といえる。ケヤキもクスギと同じように徒長枝で生長し、枝葉密度は少ない。

f. シラカン

植栽されたシラカンの生長が、冬季の低温の影響とウサギなどによる囓食のため阻害されていることは、前回報告された。シラカンの個体は1986年12月の調査をもって未確認状態となり、消滅したとおもわれる。

g. ヤシャブシ

植栽区—2の2個体がブナと誤認されていたヤシャブシであった。生長量は1987年の7月と12月のわずか5カ月のあいだで、平均64cmを示し、生長の早い先駆的な陽樹であることがわかる。

## 2) 十日沢2号（昭和59年9月植栽）

海 抜：800～900m

植栽樹種：コナラ、ミズナラ、クスギ、ケヤキ、オオモミジ、エゴノキ、ナツツバキ、ヤマボウシ

十日沢2号における永久方形区調査は1985年度より行われているが、1987年度より札番号による個体識別を明確にした。各植栽区における植栽樹種の高さおよび幹径の変化を札番号順に示した。

a. コナラ

最も生長のよいコナラは樹高240cmに達している。樹高の平均値は1987年12月現在で145cmを示している。生長の程度は十日沢1号と同じく良好である。

b. ミズナラ

コナラに似た生長過程を示すミズナラの平均樹高は、1987年12月現在で139cmに達している。幹径の発達も順調で1987年7月から12月の5カ月間で、2～5mm太くなっている。

c. クスギ

クスギの植栽区に占める割合は十日沢1号に比較して少ない。十日沢2号での対象木は6本を数える。平均樹高は150cmで5カ月間で65cm伸長した個体もみられた（徒長枝による）。

d. ケヤキ

調査対象木は5本で平均樹高は169cmに達している。急速な伸長は徒長枝によるものである。

e. その他

そのほかにナツツバキ、ヤマボウシ、オオモミジ、エゴノキなどがある。いずれも生長は順調で、とくにエゴノキは早く5カ月間で50cmの伸長量を示す個体もある。

## 3) 五工区（昭和61年植栽）

海 抜：1,000m

植栽樹種：コナラ、ミズナラ、クスギ、ブナ、ケヤキ、オオモミジ

五工区における植栽樹活力調査は、1986年の7月と12月に2回実施されている。十日沢2号同様、1987年度より札番号による個体識別を明確にした。各植栽区における植栽樹種の高さおよび幹径の測定を札番号順に示した。

a. コナラ

1987年7月の平均樹高が107cm、12月現在の平均樹高は127cmで、5カ月で平均20cmの伸長が記録された。

## b. ミズナラ

1987年7月の平均樹高が61cm, 12月現在の平均樹高は62cmで, 5カ月で約1cmの伸長が記録されたにとどまる。十日沢2号の植栽区のミズナラに比較して生長は緩慢である。

## c. クヌギ

1987年7月の平均樹高が98cm, 12月現在の平均樹高は107cmで, 5カ月で平均9cmの伸長が記録された。幹径も2～6mmの増加が認められた。

## d. ブナ

ブナの場合, 1987年7月と12月の平均樹高はともに60cmで, 生長率は0である。なかには生長がマイナスになった個体も少なくない。原因は主幹の剪定がほとんどの個体に施されていたため、今後の生長にも大きな影響を及ぼすことが危惧される。

## e. ケヤキ

五工区は溪谷は臨んだ崩壊性急斜面からなり, 高海拔ではあるものの立地的にケヤキ林の潜在自然領域に含まれている。植栽されたケヤキも順調な伸長を続けている。1987年7月の平均樹高が125cm, 12月現在の平均樹高は140cmで, 5カ月で平均15cmの伸長が記録された。

## f. オオモミジ

オオモミジもケヤキも同様に溪谷部の潜在自然植生の構成種となる。しかし, 五工区での生長量はケヤキに比較して少なく, 1987年7月の平均樹高が51cm, 12月現在の平均樹高は60cm, 5カ月で平均9cmの伸長が記録された。

## 4) あんどん沢（昭和62年植栽）

海 抜：1,100m

植栽樹種：ミズナラ, クヌギ, ブナ, シラカンバ, ヤマハンノキ, ヤシャブシ, ケヤキ

あんどん沢は植栽されて4カ月を経過したにとどまる。各植栽樹ともわずかな生長量が認められる。そのなかでも陽樹のシラカンバは平均48cmの急速な伸長量を記録している。あんどん沢では野猿によるいたずらとおもわれる札番号の紛失が相次いだ。

## 2. 問題点・留意点

年次を経るごとに, 環境が植栽樹種に与える影響も各植栽区ごとにあきらかになってきた。不良な植栽種が植栽区に特徴的にでたばあい, 補植種は生育良好な種に変更していく必要がある。たとえば十日沢1号のシラカンバ枯跡ではコナラもしくはクヌギを補植していくと良い。五工区では崩壊性が強いので密植効果を高め, 補植種にケヤキの割合を増加させていくのが望まれる。しかし全体的に生長は順調に進んでおり, 今後も継続調査により生長の変化を記録し, 植栽計画への対応とともに, これからの山岳道路緑化の指針の基礎資料としていきたい。

以下に管理面での留意点をあげる。

a. 枯死した苗, 樹勢の弱った苗の更新・補植。

b. 生育状況調査, 除草時における作業ミスにより苗を刈り取らないよう留意する。

c. 作業などで植栽地盤を歩く際には, 客土された表土が移動, 流失しないよう十分注意する。表土の移動,



流失により苗の根群が剥き出し、あるいは苗が倒れたばあい、みつけしだい植え直すようにする。

- d. 植栽マウンドが雨水の通り道となり、浸食が進まないよう留意する。
- e. 盗掘にたいする監視体制を強める。

## 調査研究報告 5

### (1989・2)

#### 1. 植栽樹種の生育状況

栃木県の塩那道路におけるポット苗植栽工事は、十日沢1号が昭和58年7月、十日沢2号が昭和59年9月、第五工区が昭和61年6月から9月、さらに62年の8月にあんどん沢において植栽工事が行われた。その後、定期的に永久方形区調査が実施されており、昭和59年9月、昭和60年12月、昭和61年7月と12月、昭和62年7月と12月、昭和63年7月と12月の合計8回に及んでいる。また昭和62年7月より、十日沢1号の一部、十日沢2号、五工区、さらに12月よりあんどん沢で植栽樹の幹径の実測調査を始めた。以下に各植栽地における生育状況を示した。

##### 1) 十日沢1号（昭和58年7月植栽）

海 抜：800～900m

植栽樹種：コナラ、エゴノキ、クヌギ、ケヤキ、ブナ、ヤマモミジ、シラカシ、ヤシヤブシ

植栽後5年を経過している。エゴノキ、ヤマモミジ、シラカシの植栽木はこれまでは枯死している。ブナは剪定された個体が多く、生長は他の樹種に比較しておもわしくない。植栽区間の生成の格差は明瞭でなくなり、樹種間の生長の格差がきわだってきている。

各樹種の過去5年間の生長記録は植栽区ごとに示されている。

##### a. コナラ

最も良く伸長している個体では350cmに達している。5年目となる本年の樹高を植栽区ごとにみると、最高樹高で植栽区—1が270cm、植栽区—2が284cm、植栽区—3が318cm、植栽区—4が330cm、植栽区—5が350cmとなっている。最低樹高は植栽区—1が170cm、植栽区—2が86cm、植栽区—3が136cm、植栽区—4が112cm、植栽区—5が95cmとなっている。生長の悪い個体には幹折れを生じたもの、根群の露出したものなどが多い。7月から12月の平均生長量は3～29cmで、前年度の19～41cmと比較すると、生長量は減少している。

##### b. エゴノキ

植栽区—1（1986年7月時点）と植栽区—6（1985年12月時点）で生育が確認されていたが、1987年12月以降は、確認されず消滅している。

##### c. クヌギ

コナラの生長が緩慢になったのにたいし、クヌギの生長は相変わらず良く、最も良く伸長した個体では372cmに達している。5年目となる本年の樹高を植栽区ごとにみると、最高樹高で植栽区—1が330cm、植栽区—2が194cm、植栽区—3が350cm、植栽区—4が360cm、植栽区—5が372cmとなっている。植栽区—2の生長量が著しく少ないのは、植栽樹種がクヌギと近縁のアベマキの間違った植栽であったためとおもわれる。最低樹高は植栽区—1が290cm、植栽区—2が149cm、植栽区—3が123cm、植栽区—4が110cm、植栽区—5が110cmとなっている。7月から12月の平均生長量は23～57cmで、前年度の16～32cmと比較すると、生長量は増加している。したがって5年目で、クヌギの生長はコナラを追い越したことになる。

##### d. ブナ

ブナの生長量はコナラ、クヌギに比較して少ない。前回の報告でも指摘されたように生長は遅いが、順調な生育を示している。主幹の剪定が多く、多くの個体で施されており（1987年7月の調査で確認）、生長量を低める原因となっている。前年度と比較した1年間の生長量は2～36cmで、とくに剪定され、芯をとめられた個体は生長が良くない。

e. ケヤキ

ケヤキの生長量が測定されているのは植栽区—1である。1988年12月現在での平均樹高は266cmで、前年度と比較して36cmの生長量を示している。クヌギと同じように徒長枝で生長し、枝葉密度は少ない。

f. シラカシ

植栽されたシラカシは生長が冬季の低温の影響とウサギなどによる嚙食のため阻害され、全個体が消滅している。

g. ヤシャブシ

植栽区—2の2個体がブナと誤認されていたヤシャブシであった。生長量は1987年の7月と12月のわずか5カ月の間で、平均64cmを示し、さらに1988年の7月と12月の間で50cmとなっている。1年間では約150cm伸長し、ヤシャブシが生長の早い先駆的な陽樹であることがわかる。今後とも被陰されないかぎり、早い生長が続くと予想される。

## 2) 十日沢2号（昭和59年9月植栽）

海 抜：800～900m

植栽樹種：コナラ、ミズナラ、クヌギ、オオモミジ、エゴノキ、ナツツバキ、ヤマボウシ

十日沢2号の植栽は十日沢1号より約1年遅れて行われている。十日沢1号と同じ斜面で、高海拔地に位置する十日沢2号の永久方形区調査は1985年度より行われている。1988年度の7月と12月の各植栽区における植栽樹種の高さおよび幹径の測定を札番号順に示した。

a. コナラ

最も生長のよい個体は樹高276cmに達している。樹高の平均値は1988年7月現在で153cm、12月で179cmで、平均26cmの伸びを示している。前年度12月の145cmと比較して1年間で34cmの伸長が認められる。生長の程度は十日沢1号と同じく良好である。

b. ミズナラ

最も生長の良い個体は278cmに達している。ミズナラの平均樹高は、1988年12月現在で199cmで1年前に比較して60cmの伸長が認められる。したがってコナラに比較しても生長の早いことがわかる。

c. クヌギ

十日沢2号でのクヌギの対象木は6本を数える。最も生長の良い個体は275cmに達している。12月現在の平均樹高は230cmで7月から5カ月間で平均45cm伸長している。また1年前の12月と比較すると64cmの伸長が認められ、ミズナラとはほぼ同じ生長を示していることがわかる。

d. ケヤキ

調査対象木は5本で平均樹高は194cmに達し、前年度より25cmの伸長が認められる。

e. その他

そのほかにもナツツバキ、ヤマボウシ、オオモミジ、エゴノキが植栽されている。いずれも生長は順調で、本

年度の7月から12月の5カ月間で12～40cmの伸長量がみられた。

### 3) 五工区（昭和61年植栽）

海 抜：1,000m

植栽樹種：コナラ，ミズナラ，クヌギ，ブナ，ケヤキ，オオモミジ

五工区における植栽樹活力調査は、1986年の7月と12月を始めとして十日沢2号同様、1987年度より札番号による個体識別を行っている。各植栽区における植栽樹種の高さおよび幹径の測定を札番号順に示した。

#### a. コナラ

7月の平均樹高が134cm、12月現在の平均樹高は158cmで、5カ月で平均24cmの伸長が認められた。1988年7月と1988年7月の平均樹高の差は27cm、1987年12月と1988年12月の平均樹高の差は31cmで、年間で約30cmの伸長が認められる。この伸長量は十日沢2号に比較して3～7cm少なく、高海拔による気温の低下が影響しているとおもわれる。

#### b. ミズナラ

7月の平均樹高が84cm、12月現在の平均樹高は103cmで、5カ月で27cmの伸長が記録された。前年度の5カ月間の伸長量が約1cmであったので、生長は良くなる状態にある。

#### c. クヌギ

7月の平均樹高が110cm、12月現在の平均樹高は137cmで、5カ月で平均27cmの伸長が記録された。前年度の5カ月間の伸長量である9cmに比較しても生長は良くなっている。12月時点での1年間の生長量は30cmとなっている。

#### d. ブナ

ブナは18本の植栽木が確認されている。前年度に主幹の剪定が多くの個体が確認され、その後の生長が危惧されていた。7月の平均樹高が61cm、12月現在の平均樹高は65cmで、5カ月間で4cmの伸長が記録された。伸長率は他の樹種に比較して低く、剪定の影響がでたものとおもわれる。

#### e. ケヤキ

五工区は溪谷に臨んだ崩壊性急斜面からなり、立地的にケヤキ林の潜在自然領域に含まれている。植栽されたケヤキは9本確認されている。1988年7月で、平均樹高が149cm、12月現在の平均樹高は177cmで、5カ月間で平均28cmの伸長が記録された。1年間では約35cmの生長が認められた。

#### f. オオモミジ

オオモミジの植栽木は4本確認されている。オオモミジもケヤキ同様に溪谷部の潜在自然植生の構成種となる。1987年7月の平均樹高が71cm、12月現在の平均樹高は65cmで、5カ月間で6cmのマイナス生長が記録された。

### 4) あんどん沢（昭和62年8月植栽）

海 抜：1,100m

植栽樹種：ミズナラ，クヌギ，ブナ，シラカンバ，ヤマハンノキ，ヤシヤブシ，ケヤキ

あんどん沢は植栽されて1年4カ月を経過した。あんどん沢は高海拔による低温、急斜面による積雪の匍行など環境条件はほかの植栽区に比較して厳しく、生長量もそれを裏付けるような結果になった。12月の現地調査は積雪のため、個体確認が難しく、少数の個体を除いて調査不能となっている。

## a. ミズナラ

植栽当初の1987年8月で平均樹高が89cm、約1年経た1988年7月の平均樹高が96cmで、7cmの伸長が記録された。他の植栽区のミズナラに比較して生長はかんばしくない。

## b. クスギ

植栽当初の1987年8月で平均樹高が102cm、約1年経た1988年7月の平均樹高が99cmで、3cmのマイナス伸長が記録された。

## c. ブナ

植栽当初の1987年8月で平均樹高が59cm、約1年経た1988年7月の平均樹高も59cmで、伸長は認められなかった。

## d. シラカンバ

シラカンバは植栽当初より早い生育が観察されている。植栽当初の1987年8月で平均樹高が85cm、約1年経た1988年7月の平均樹高も134cmで、この植栽区ではもっとも良い49cmの伸長が認められた。しかし、確認された植栽木は13本から10本になり、3本が枯死している。

## e. ヤマハンノキ

ヤマハンノキの植栽木は植栽当初の1987年8月で13本確認している。この時の平均樹高は98cm、約1年経た1988年7月の時点では2本枯死し、平均樹高は80cmで、18cmのマイナス生育が記録された。

## f. ヤシャブシ

ヤシャブシの植栽木は植栽当初の1987年8月で13本確認している。この時の平均樹高は90cm、約1年経た1988年7月の時点では2本枯死し、平均樹高は110cmで、20cmの生長が記録された。したがってシラカンバについて良い生長となっている。

## g. ケヤキ

ケヤキの植栽木は植栽当初の1987年8月で5本確認している。この時の平均樹高は98cm、約1年経た1988年7月の時点での平均樹高は101cmで、3cmの生長が記録された。

## 2. 問題点・留意点

植栽区は海拔が上がるほど、斜面が急になるほど、環境条件が厳しくなり、植栽木の生長にも明瞭な影響がでている。しかし、植栽後の年数がたつごとに、立地が安定し、生長量が増加する結果もでている。五工区は植栽初年度の生長がおもわしくなかったが、その後、伸長率が増加している。あんどん沢は植栽後ようやく1年を経過したが、マイナス生長した樹種が多かった。生長の良い樹種はヤシャブシ、シラカンバ、ヤマハンノキなど先駆的な陽樹に限られている。五工区およびあんどん沢では積雪の悪影響や崩壊性が強いので密植効果を高める必要がある。十日沢1号、十日沢2号の生長は順調に進んでおり、今後も継続調査により生長の変化を記録し、植栽計画の対応のための基礎資料としていきたい。

以下に管理面での留意点をあげる。

- a. 枯死した苗、樹勢の弱った苗の更新・補植。とくに補植に関しては生長が良く、植栽区の環境にもっとも適した樹種を増やしていく。
- b. 生育状況調査、除草時における作業ミスにより苗を刈り取らないよう留意する。

- c. 作業などで植栽地盤を歩く際には、客土された表土が移動、流失しないよう十分注意する。表土の移動、流失により苗の根群が剥き出し、あるいは苗が倒れたばあいみつけしだい植え直すようにする。
- d. 植栽マウンドが雨水の通り道となり、浸食が進まないよう留意する。
- e. 盗掘にたいする監視体制を強める。
- f. 冬季の積雪、あるいは低温、食害により被害を受けた樹種が春季から順調に生長できるよう、春先に苗をみてまわり、手当てをしてやる作業が必要である。

## 調査研究報告 6

### (1990・2)

#### 1. 植栽樹種の生育状況

栃木県の塩那道路において最初のポット苗植栽工事が行われてから、すでに8年が経過した。その間、各植栽区に永久方形区を設け、植栽樹種の生育状況を調査してきた。現地調査は植栽樹種の樹高の記録と幹径の記録、写真撮影を主に行い、併せて活力の程度、落葉の時期など野外で観察した状況も記録した。

塩那道路のポット苗植栽工事は、十日沢1号が昭和58年7月、十日沢2号が昭和59年9月、第五工区が昭和61年6月から9月、さらに62年の8月にあんどん沢において行われた。定期的な永久方形区調査は夏季と冬季に年2回実施されており、昭和59年9月、昭和60年12月、昭和61年7月と12月、昭和62年7月と12月、昭和63年7月と12月、平成元年7月と12月の合計9回に及んでいる。また、昭和62年7月より、十日沢1号の一部、十日沢2号、五工区、さらに昭和62年12月より、あんどん沢で植栽樹の幹径の実測調査を始めた。以下に各植栽地における生育状況を報告する。

##### 1) 十日沢1号（昭和58年7月植栽）

海 抜：800～900m

植栽樹種：シラカン、コナラ、クヌギ、ブナ、ケヤキ、エゴノキ、ヤマモミジ、ヤシヤブシ

植栽後7年を経過し、永久方形区内のシラカン、エゴノキ、ヤマモミジの植栽木はこれまでに全部、枯死している。ブナは剪定された個体が多く、生長が遅れたが、本年度は10～20cmの順調な伸びを示している。植栽区間の生長の格差は2段目植栽区で他の区より劣っている。もっとも良い植栽区は1段目で、クヌギでは4mを越す個体もみられる。樹種間の生長の格差ははっきりしており、クヌギがもっとも良く、ついでケヤキ、コナラ、ブナと並んでいる。本年度冬季の植栽区の落葉は、周辺域のすでに落葉を完了した半自然植生に比較して遅く、約8割の個体が紅葉はしたものの、まだ葉をつけていた。その中でケヤキはすべて落葉している。各樹種の過去6年間の生長記録は植栽区ごとに示されている。

##### a. コナラ

初期の4年間に比較して、生長速度は落ちてきている。最も良く伸長している個体では370cmに達している。6年目となる本年の樹高を植栽区ごとにみると、最高樹高で植栽区—1が320cm、植栽区—2が320cm、植栽区—3が350cm、植栽区—4が350cm、植栽区—5が370cmとなっている。最低樹高は植栽区—1が150cm、植栽区—2が110cm、植栽区—3が150cm、植栽区—4が130cm、植栽区—5が140cmとなっている。生長の悪い個体には幹折れを生じたもの、根群の露出したものなどが多い。7月から12月の平均生長量は9～23cmで、前年度の3～29cmで、前々年度の19～41cmと比較すると、生長量はゆるやかに減少する傾向がみられる。

##### b. エゴノキ

植栽区—1（1986年7月時点）と植栽区—6（1985年12月時点）で生育が確認されていたが、1987年12月以降は、確認されず消滅している。

##### c. クヌギ

コナラの生長が緩慢になったのにたいし、クヌギの生長は相変わらず良く、最も良く伸長した個体では430cmに達している。6年目となる本年の樹高を植栽区ごとにみると、最高樹高で植栽区—1が420cm、植栽区—2が225cm、植栽区—3が380cm、植栽区—4が370cm、植栽区—5が430cmとなっている。最低樹高は植栽区—1が340cm、植栽区—2が180cm、植栽区—3が140cm、植栽区—4が210cm、植栽区—5が90cmとなっている。本年度の7月から12月の平均生長量は0～68cmで、前年度の23～57cm、前々年度の16～32cmと比較すると、生長量は衰えていない。生長量0cmを記録したのは植栽区—3で、測定誤差と生長した個体でも10cm以下を記録している。また、生長量のもっとも高い68cmを記録したのは植栽区—1となっている。ちなみに本年度12月現在での平均樹高は、植栽区—1が378cm、植栽区—2が210cm、植栽区—3が286cm、植栽区—4が318cm、植栽区—5が296cmとなっている。植栽区—2の平均樹高の低い原因に、植栽樹種がクヌギと近縁のアベマキであったためと昨年度も指摘しているが、本年度の生長量は37cmと増加している。

#### d. ブナ

ブナの生長量はコナラ、クヌギに比較して少なく、本年度の7月から12月の平均生長量は5～20cmを記録している。平均樹高は50～160cmで、主幹の剪定が多くの個体が施されており（1987年7月の調査で確認）、平均樹高を低める原因となっている。樹高が低いため、刈り取られたり、踏みつけられたりする頻度が高く、さらに生長を阻害する要因となっている。

#### e. ケヤキ

ケヤキは植栽区—1において4個体の生長が記録されている。ケヤキは生態的に湿潤な立地を好むため、十日沢1号では湿潤な環境となりやすい最下段の植栽区—1に植栽されている。本年度12月現在での平均樹高は288cmで、7月から20cmの伸長が認められる。また、過去1年間では61cmの生長量である。コナラに似た生長カーブがみられるが、コナラと異なり徒長枝で生長し、枝葉密度は少ない。

#### f. シラカン

植栽されたシラカンは、生長が冬季の低温の影響とウサギなどによるきつ食のため阻害され、全個体が消滅している。

#### g. ヤシャブシ

ヤシャブシは生長の早い先駆的な陽樹であり、よく護岸工事、林道のどどめなどにも利用されている。本年度の7月から12月の伸長量が約20cmと少ないが、前年度の伸長量は50cm、前々年度が60cmと高い伸長量を保ってきたことがわかる。ほかのクヌギ、コナラなどとの競争において、林冠部をうっ閉されないかぎり、今後とも早い生長が続くと予想される。ヤシャブシは紅葉せずに比較的遅い時期に落葉する樹種であるが、調査区内の個体はすでに12月で落葉を完了していた。

## 2) 十日沢2号（昭和59年9月植栽）

海 抜：800～900m

植栽樹種：コナラ、ミズナラ、クヌギ、ケヤキ、オオモミジ、エゴノキ、ナツツバキ、ヤマボウシ

十日沢2号の植栽は十日沢1号より約1年遅れて行われている。十日沢1号と同じ斜面で、高海拔地に位置する十日沢2号の永久方形区調査は1985年度より行われている。1989年度の7月と12月の各植栽区における植栽樹種の高さおよび幹径の測定を札番号順に示した。

#### a. コナラ



最も良く伸長している個体は330cmに達している。1年間植栽の早い十日沢1号の最大伸長個体が370cmであるから、同じような生長量とみて良い。最高樹高は植栽区—1が310cm、植栽区—2が290cm、植栽区—3が330cm、植栽区—4が270cmとなっている。最低樹高は植栽区—1が140cm、植栽区—2が80cm、植栽区—3が260cm、植栽区—4が180cmとなっている。平均樹高は植栽区—1が203cm、植栽区—2が201cm、植栽区—3が295cm、植栽区—4が208cmとなっている。7月から12月の平均伸長量は3～40cmで、十日沢1号に比較すると伸長量は多い。

#### b. ミズナラ

最も生長の早い個体は樹高が290cmに達している。最高樹高は植栽区—1が260cm、植栽区—2が280cm、植栽区—3が150cm、植栽区—4が290cmとなっている。最低樹高は植栽区—1が170cm、植栽区—2が170cm、植栽区—3が150cm、植栽区—4が230cmとなっている。7月から12月の平均伸長量は5～20cmで、生長はゆるやかに減少しはじめている。平均樹高は植栽区—1が215cm、植栽区—2が250cm、植栽区—3が150cm、植栽区—4が260cmとなっている。

#### c. クヌギ

十日沢2号のクヌギの調査個体数は7本を数える。もっとも伸長した個体は330cmで、前年度の275cmより55cm増加している。本年度12月現在の平均樹高は281cmで、前年度に比較して51cm伸長している。また7月から12月の平均伸長量は34cmを記録している。230cmで7月から5カ月間で平均45cm伸長している。また、1年前の12月と比較すると64cmの伸長が認められ、ミズナラよりは良く、コナラとほぼ同じ生長を示していることがわかる。

#### d. ケヤキ

調査個体数は5本で平均樹高は228cmで、前年度の平均樹高194cmに比較して34cmの伸長が認められる。最大伸長個体は340cm、最小伸長個体は90cmとなっている。本年度の7月から12月の5カ月間の平均伸長量は25cmを記録している。

#### e. その他

そのほかにもナツツバキ、ヤマボウシ、オオモミジ、エゴノキが植栽されている。ナツツバキは7月から12月の5カ月間で平均10cmの伸長がみられ、平均樹高は190cmを記録している。ヤマボウシは5カ月間で平均10cmの伸長がみられ、平均樹高は220cmに達している。オオモミジは5カ月間で10～40cm伸長した個体もあるが、枝先が枯れあがり、マイナス生長した個体もめだった。エゴノキは先駆的な陽樹的性格の強い樹種であるが、生長の早い個体では樹高が400cmに達している。5カ月間の平均伸長は32cmあり、平均樹高は308cmに達している。

### 3) 五工区（昭和61年植栽）

海 抜：1,000m

植栽樹種：コナラ、ミズナラ、クヌギ、ブナ、ケヤキ、オオモミジ

五工区における植栽樹の測定調査は、1986年を始めとして、十日沢2号同様、1987年度より札番号による個体識別を行っている。各植栽区における植栽樹種の高さおよび幹径の測定を札番号順に示した。12月21日現在の落葉の状況は、低海拔域の十日沢1、2号に比較して進んでおり、とくにブナ科植物を除くニレ科、カエデ科の落葉は完了している。以下は各植栽樹種の生育状況を示したが、多くの樹種において伸長量は前年度より、あきら

かに低下している。とくにミズナラはマイナス生長を示している。

a. コナラ

前年度の7月の平均樹高が134cm、本年度の7月の平均樹高が154cmとなっている。また、前年度の12月の平均樹高は158cm、本年度の12月の平均樹高は167cmで1年間で約9cmの伸長量しかみられない。前年度の5カ月間の伸長量が約24cmであったのに対し、本年度の5カ月間の伸長量は13cmとなっている。伸長量はあきらかに低海拔域の十日沢1, 2号に比較して少なく、マイナス生長した個体も多い。1年間の伸長量は1987年から1988年に27～31cmであったのに対し、1988年から1989年では9～10cmに減少している。高海拔による気温の低下、積雪による破壊作用が影響しているとおもわれる。

b. ミズナラ

対象区のミズナラは8本ある。前年度の7月の平均樹高が84cm、12月の平均樹高は103cmだったのに対し、本年度の7月の平均樹高は94cm、さらに12月では81cmと減少している。恐らく1988年から1989年にかけて冬季の気候が厳しく、植物体地上部に悪影響を与えたのでないかとおもわれる。前年度の5カ月間の伸長量が約19cmであったのに対し、本年度の5カ月間の伸長量はマイナス13cmとなっている。本年度の5カ月間の平均生長がマイナスであったのは、誤測でないとするれば原因は判定しきれていない。

c. クヌギ

対象区に生存するクヌギは12本ある。前年度の7月の平均樹高が110cm、12月現在の平均樹高は137cmで、5カ月で平均27cmの伸長が記録されたのに対し、本年度は7月の平均樹高が146cm、12月現在の平均樹高は162cmで、5カ月で平均16cmの伸長が記録されている。5カ月間の平均伸長は前年度が27cm、本年度が16cmで、コナラ、ミズナラと同様に落ちている。本年度12月の最大樹高は250cm、最小樹高は85cmとなっている。

d. ブナ

ブナは23本の生存植栽木が確認されている。前年度に主幹の剪定が多く個体で確認され、その後の生長が危惧されていた。前年度の7月の平均樹高が61cm、12月現在の平均樹高は65cmで、5カ月間で4cmの伸長が記録されたのに対し、本年度は7月の平均樹高が83cm、12月現在の平均樹高は86cmで、5カ月間で3cmの伸長が記録されている。伸長率は他の樹種に比較して低いが、順調である。本年度12月の最大樹高は160cm、最小樹高は21cmで、かつて剪定を受けた個体である。

e. ケヤキ

五工区は溪谷に臨んだ崩壊性急斜面からなり、立地的にケヤキ林の潜在自然植生領域に含まれている。植栽されたケヤキは10本確認されている。前年度の7月の平均樹高は149cm、12月は平均樹高は177cmで、5カ月間で平均28cmの伸長が記録された。本年度は7月の平均樹高が179cm、12月が187cmで、5カ月間で8cmの伸長が記録されている。前年度の5カ月間の伸長量に比較してあきらかに減少している。このことは五工区のオオモミジを除くすべての樹種にあてはまることである。本年度の最大樹高は260cm、最小樹高は120cmである。

f. オオモミジ

オオモミジの植栽木は5本生存が確認されている。オオモミジもケヤキ同様に溪谷部の潜在自然植生の構成種となる。前年度の7月の平均樹高が71cm、12月では65cmを記録し、5カ月間で6cmのマイナス生長となった。本年度は7月の平均樹高が78cm、12月が89cmで、5カ月間で12cmの伸長が記録されている。前年度より伸長量の増加した唯一の樹種となる。本年度の最大樹高は110cm、最小樹高は70cmである。

#### 4) あんどん沢（昭和62年 8 月植栽）

海 抜：1,100m

植栽樹種：ミズナラ、クヌギ、ブナ、シラカンバ、ヤマハンノキ、ヤシヤブシ、ケヤキ

あんどん沢は植栽されて2年4カ月を経過した。あんどん沢は高海拔による低温気象、急斜面による積雪の匍行など環境条件はほかの植栽区に比較して厳しい状態にある。そのため植栽樹種の伸長量もゆるやかで、枯死した個体も多くみられる。生存している樹種でも雪圧による影響で匍匐状態にあり、活力度の低下したものが多い。落葉した樹種の割合は他の植栽区に比較して高く、10%未満となっている。落葉していない樹種はクヌギ、ブナ、ヤマハンノキ、ヤシヤブシの一部だけで、シラカンバ、ケヤキ、ミズナラはすべて落葉している。

##### a. ミズナラ

ミズナラは10本の生存する調査対象植栽木が確認されている。植栽当初の1987年8月で平均樹高が89cm、約1年経た1988年7月の平均樹高が96cmで、7cmの伸長が記録されている。1889年7月の平均樹高は94cm、さらに12月では92cmとマイナス生長を続けている。このマイナス生長は五工区のミズナラと同じであり、原因はわからない。本年度12月の最大樹高は115cm、最小樹高は55cmとなっている。

##### b. クヌギ

クヌギは13本の生存する調査対象植栽木が確認されている。植栽当初の1987年8月で平均樹高が102cm、約1年経た1988年7月の平均樹高が99cmで、3cmのマイナス伸長が記録されている。1889年7月の平均樹高は88cmとさらに11cmのマイナス生長、12月時点では88cmと現状を維持しているにすぎない。本年度12月の最大樹高は125cm、最小樹高は60cmとなっている。

##### c. ブナ

ブナは12本の生存する調査対象植栽木が確認されている。植栽当初の1987年8月で平均樹高が59cm、約1年経た1988年7月の平均樹高も59cmで、伸長は認められなかった。その後、剪定を受ける被害にあい、樹高が15cmほど低められた個体もみられた。そのために平均樹高も下がり、1889年7月の平均樹高は40cm、12月では41cmとわずか1cmであるが、伸長が認められた。本年度12月の最大樹高は65cm、最小樹高は20cmとなっている。

##### d. シラカンバ

シラカンバは植栽当初より早い生長が観察されている。植栽当初の1987年8月で平均樹高が85cm、約1年経た1988年7月の平均樹高も134cmで、この植栽区ではもっとも良い49cmの伸長が認められた。しかし、確認された植栽木は13本から10本になり、3本が枯死している。本年度はさらに1本が枯死している。平均樹高も本年度は7月で93cm、12月で109cmと16cmの伸長がみられるものの、1988年から1989年の間に41cmものマイナス生長を記録している。原因として雪圧による主幹の破損があげられる。本年度12月の最大樹高は170cm、最小樹高は28cmとなっている。

##### e. ヤマハンノキ

ヤマハンノキの調査対象木は今回、10本確認している。植栽当初の平均樹高は98cm、約1年経た1988年7月では、平均樹高が80cmで18cmのマイナス生長が記録されている。枯死木も3本に達していた。本年度の平均樹高は7月で106cm、12月で123cmで17cmの伸長がみられた。1988年7月から1989年7月の1年間でも平均26cmの伸長がみられ、生長不良の当植栽区にあって比較的順調な生育状況下にある。本年度12月の最大樹高は

250cm, 最小樹高は 75cm となっている。

f. ヤシャブシ

ヤシャブシの調査対象植栽木は植栽当初の1987年 8 月で13本確認している。この時の平均樹高は 90cm, 約 1 年経た1988年 7 月の時点では 2 本枯死し, 本年度は枯死木がさらに増加し, 全体で 7 本と植栽樹種のなかでもっとも多い数値となっている。本年度 7 月の平均樹高は 99cm, 12 月では 113cm の平均伸長が記録された。

g. ケヤキ

ケヤキの植栽木は植栽当初の1987年 8 月で 5 本確認している。この時の平均樹高は 98cm, 約 1 年経た1988年 7 月の時点での平均樹高は 101cmで, 3 cmの生長が記録されている。本年度は 7 月, 12 月とも平均樹高は 93cm で, 前年度からは 8 cm のマイナス生長となっている。本年度まで枯死木はなく, 立地がさらに安定すれば, 生長はプラスに転じるとおもわれる。

## 2. 問題点・留意点

各植栽永久方形区における植栽樹種生育状況調査は, 今年で 8 年を迎える。各植栽区では, その立地の潜在自然植生に適した樹種を選定し, 植栽する方法をとっている。十日沢 1, 2 号では植栽樹種はいずれも順調な生長を記録している。とくにクヌギ, コナラは枝張りも良く, 林冠部をうっ閉するにいたっている。また, ミズナラ, ブナも伸長率は低いものの, 確実に生長している。今後, 種間競争, 種内競争の激しくなることが予想される。樹勢の弱った個体の枯死, すみわけによる群落階層の分化が進むであろう。とくにブナは陰樹として当分林内におかれるものとおもわれる。十日沢 1, 2 号では早急な処置を行う必要性はないが, 踏圧, 剪定などにより樹木が枯死し, 空間の開いたところでは補植を行うべきである。

五工区では1988年から1989年の冬季に積雪によるダメージを受けたためか, 1989年夏季の生長率はいずれの樹種でも低くなっている。とくにミズナラではマイナス生長もみられた。五工区は斜面が急なことから, 積雪の匍行による樹木への被害がでたのかもしれない。それは植栽樹種がいずれも匍匐状を呈していることから推察できる。今後, 積雪の匍行を最小限に食い止めるよう, 土木的工法を充実させ, しかも補植を行い, 1 m<sup>2</sup> あたり, 3 本まで密植効果を高めていく必要がある。また, 土壌流失も一部で起きており, 肥料を混ぜた客土も必要としている。

あんどん沢の植栽区はもっとも高海拔地にあり, しかも北向き急斜面であることもあって, 植栽木にとって環境はもっとも厳しいものとなっている。そのためにか樹種の生長率はマイナス 2 cm からプラス 1 cm が多い。ヤシャブシ, シラカンバはプラス生長を行っているが, 枯死する割合も高い。これらの樹種は先駆性の強い種で, 生長は早いが幹枝の耐久性が弱く枯死しやすいことによる。その中ではヤマハンノキは枯死木も少なく, 本年度の 5 カ月間の伸長も 26cm と大きく, あんどん沢の植栽区にもっとも適した樹種のひとつであることがわかる。あんどん沢においても今後, 積雪の匍行を最小限に食い止めるよう, 土木的工法を充実させ, しかも適性樹種の補植を行い, 1 m<sup>2</sup> あたり, 3 本まで密植効果を高めていく必要がある。さらに一部では客土を必要としている。以下に1990年度に必要な作業管理項目を箇条書きとした。

- a. 枯死した苗, 樹勢の弱った苗の更新・補植。とくに補植に関しては生長が良く, 植栽区の環境にもっとも適した樹種を増やしていく。1990年代には補植を完了したい。

- ・十日沢 1, 2 号での補植樹種: クヌギ, コナラ, ミズナラ, ブナ。

- ・五工区での補植樹種：ケヤキ，オオモミジ，ブナ，あらたにヤマハンノキ，ヨグソミネバリ，チドリノキ，イヌブナ
  - ・あんどん沢での補植樹種：ヤマハンノキ，ケヤキ，ブナ，あらたにヨグソミネバリ，チドリノキ，イヌブナ
- b. 生育状況調査，除草時における作業ミスにより苗を踏みつけたり，刈り取らないよう留意する。
- c. 作業などで植栽地盤を歩く際には，客土された表土が移動，流失しないよう十分注意する。表土の移動，流失により苗の根群が剥き出し，あるいは苗が倒れたばあいみつけしだい植え直すようにする。また，土壌の流失した箇所では適宜，客土を行っていく必要がある。
- d. 植栽マウンドが雨水の通り道となり，浸食が進まないよう土木工法を充実させる。
- e. 盗掘にたいする監視体制を強める。
- f. 冬季の積雪による匍行，あるいは低温による被害，サル・シカなどの食害により損傷を受けた樹種が春季から順調に生長できるよう，春先に植栽樹種をみてまわり，手当てをしてやる作業が必要である。積雪の匍行による土壌流失のある箇所では客土を行い，匍行が止まるよう土木工法を考えていく必要がある。

## 調査研究報告 7

### (1991・2)

#### 1. 植栽樹種の生育状況

山岳地帯（夏緑広葉樹林帯）のしかも急斜面における生態工学的植栽は、全国でも例をみない最初の試みとして行われた。植栽に利用された樹種は、ブナ、コナラ、ミズナラ、ケヤキ、オオモミジなどの温帯の潜在自然植生の構生種となる夏緑広葉樹である。塩那道路（栃木県）の最初のポット苗植栽工事が行われて、9年が経過している。その間、各植栽区に永久方形区を設け、植栽樹種の生育状況を調査してきた。現地調査は植栽樹種の樹高の記録と幹径の記録、写真撮影を主に行い、併せて活力の程度、落葉の時期など野外で観察した状況も記録した。

塩那道路のポット苗植栽工事は、十日沢1号が昭和58年7月、十日沢2号が昭和59年9月、第五工区が昭和61年6月から9月、さらに62年の8月にあんどん沢において行われた。定期的な永久方形区調査は夏季と冬季に年2回実施されており、昭和59年9月、昭和60年12月、昭和61年7月と12月、昭和62年7月と12月、昭和63年7月と12月、平成元年7月と12月、平成2年7月と12月の合計11回に及んでいる。また、昭和62年7月より、十日沢1号の一部、十日沢2号、五工区、さらに昭和62年12月より、あんどん沢で植栽樹の幹径の実測調査を始めた。以下に各植栽地における生育状況を報告する。

##### 1) 十日沢1号（昭和58年7月植栽）

海 抜：800～900m

植栽樹種：シラカン、コナラ、クヌギ、ブナ、ケヤキ、エゴノキ、ヤマモミジ、ヤシヤブシ

今年度で植栽から8年を経過した。十日沢1号は他の植栽地に比較して、もっとも生長が良く、クヌギでは樹高が5.4mの個体も確認されている。第一の要因はもっとも低海拔の日当たりの良い立地に位置することから、低温障害の少ないことが考えられる。ただし、微地形的な環境質の差異が樹種の生長に大きく影響しており、植栽区間の生長の格差となって現れている。最低位置にある1段目植栽区の生長がきわめて良く、ついで最高位の5段目植栽区が続いている。これらの植栽区ではコナラおよびクヌギの平均樹高は3mを越えている。生長の悪い植栽区は2段目で、コナラの平均樹高が2.84m、クヌギが2.57mにとどまっている。ブナは個体の多くが剪定され、生長が遅れていた。本年度の年間伸長率は0～20cmの伸びを示しているが、大きな個体でも樹高は2.9mでしかない。樹種間の生長の格差ははっきりしており、クヌギがもっとも良く、ついでケヤキ、コナラ、ブナと並んでいる。永久方形区内のシラカン、エゴノキ、ヤマモミジの植栽木はこれまでに全部、枯死している。本年度冬季の落葉していない個体は、植栽樹種の約2割で、前年度の約8割に比較して、著しく減少している。周辺域の半自然植生は全て落葉を完了しており、生理的に植栽樹種のストレスが低下し始めたためとおもわれる。また、その中でケヤキはすべて落葉している。各樹種の過去7年間の生長記録は植栽区ごとにされている。

##### a. コナラ

今年度の年間生長はクヌギに次いで良く、7月から12月の年平均生長量は23～61cmであった。前年度の9～

23cm, 前々年度の3~29cm, 前々々年度の19~41cmと比較すると, 生長量は再び増加に転じている。7年目となる本年の樹高を植栽区ごとにみると, 最高樹高で植栽区—1が410cm, 植栽区—2が390cm, 植栽区—3が360cm, 植栽区—4が430cm, 植栽区—5が470cmとなっている。最低樹高は植栽区—1が220cm, 植栽区—2が65cm, 植栽区—3が170cm, 植栽区—4が110cm, 植栽区—5が140cmとなっている。

b. エゴノキ

植栽区—1(1986年7月時点)と植栽区—6(1985年12月時点)で生育が確認されていたが, 1987年12月以降は, 確認されず消滅している。

c. クヌギ

植栽樹種の中で最大樹高(540cm)を記録しているクヌギの7月から12月の年平均生長量は4~71cmで, 前年度の0~68cmで, 前々年度の23~57cm, 前々々年度の16~32cmと比較しても生長量は衰えていない。7年目となる本年の樹高を植栽区ごとにみると, 最高樹高で植栽区—1が490cm, 植栽区—2が290cm, 植栽区—3が420cm, 植栽区—4が410cm, 植栽区—5が540cmとなっている。最低樹高は植栽区—1が460cm, 植栽区—2が220cm, 植栽区—3が150cm, 植栽区—4が250cm, 植栽区—5が240cmとなっている。7月から12月の平均生長量の良いのは, 植栽区—1, 5で, 40cmを越えている。

植栽樹種のクヌギには近縁のアベマキも一括して含めてある。

d. ブナ

ブナの本年度の7月から12月の平均生長量は-4~20cmで, 上記の2種に比較して緩慢である。個体の多くはクヌギやコナラの林下にあり, 構造的に群落の第2層を形成している。そのため十分な受光量を確保できずにいる。また, 樹高の低い個体は刈り取られたり, 踏みつけられたりする頻度が高く, さらに生長を阻害する要因となっている。平均樹高は50~220cmである。

e. ケヤキ

ケヤキは植栽区—1において4個体の生長が記録されている。ケヤキは生態的に湿潤な立地を好むため, 十日沢1号では湿潤な環境となりやすい最下段の植栽区—1に一部, 植栽されている。本年度12月現在の平均樹高は370cmで, 前年の12月からの年間平均伸長率は82cmに達している。従って生長量はクヌギをも上回ったことになる。ケヤキの前年および前々年の生長量が61cmであったことから, 生長量は増加している。植栽密度効果により立地的に土壌の水分保持能力が上がったこともその原因と考えられる。

f. シラカシ

植栽されたシラカシは, 生長が冬季の低温の影響とウサギなどによるきつ食のため阻害され, 全個体が消滅している。

g. ヤシャブシ

本年度の7月から12月の伸長量は70cmと多く, 前年度の20cm, 前々年度の50cm, 前々々年度の64cmと比較してももっとも高い伸長量を記録している。ヤシャブシは生長の早い先駆的な陽樹で, 林冠がうっ閉されないかぎり, 高い伸長を今後も続けるものと考えられる。ただし, 先駆的樹種であるため, 寿命はほかのクヌギ, コナラに比較して短い。よく護岸工事, 林道のどどめなどに利用されている。ヤシャブシは紅葉せず比較的遅い時期に落葉する樹種であるが, 調査区内の個体は昨年同様, すでに12月で落葉を完了していた。

## 2) 十日沢 2 号（昭和59年 9 月植栽）

海 抜：800～900m

植栽樹種：コナラ，ミズナラ，クヌギ，ケヤキ，オオモミジ，エゴノキ，ナツツバキ，ヤマボウシ

十日沢 1 号より高海拔地に位置する十日沢 2 号の植栽は，十日沢 1 号より約 1 年遅れて行われている。十日沢 1 号と同じ向きの急斜面に設けられた永久方形区調査は1985年度より行われている。

本年度の春季に植栽区—3 段目と植栽区—4 段目において，何者かによる伐採の被害を受けた。被害状況はひどく，植栽木は根元より切断されていた。そのために樹高調査が困難となったが，多くの個体が萌芽生長を始めているため，継続して新たに樹高調査を行うことにした。表—2 では1990年度の 7 月と12月の各植栽区における植栽樹種の高さおよび幹径の変化を札番号順に示した。

### a. コナラ

植栽区—3 段目と植栽区—4 段目のコナラは春季に伐採されているが，その後，順調に萌芽を続け，徒長枝によって 120cm まで伸長した個体もある。回復の遅れている個体は 45cm の高さにとどまっている。本年度の最大伸長個体は 330cm で，昨年と同じであるが，伐採によってそれまでの最大樹高個体は消失したためである。最高樹高は植栽区—1 が 320cm，植栽区—2 が 330cm，植栽区—3 が 120cm，植栽区—4 が 45cm となっている。最低樹高は植栽区—1 が 180cm，植栽区—2 が 80cm，植栽区—3 が 110cm，植栽区—4 が 40cm となっている。平均樹高は植栽区—1 が 244cm（前年度 203cm），植栽区—2 が 237cm（前年度 201cm），植栽区—3 が 115cm（前年度 295cm），植栽区—4 が 43cm（前年度 208cm）となっており，伐採区を除けば 36～41cm の伸びを示している。7 月から12月の平均伸長量は 0～40cm で，前年度とほぼ同じ値を示している。

### b. ミズナラ

ミズナラの調査個体数は14本を数える。もっとも生長の早い個体は樹高が 330cm で，前年度より 40cm 高くなっている。最大樹高は植栽区—1 が 320cm，植栽区—2 が 330cm，植栽区—3 が 85cm，植栽区—4 が 120cm となっている。最低樹高は植栽区—1 が 210cm，植栽区—2 が 160cm，植栽区—3 が 85cm，植栽区—4 が 70cm となっている。7 月から12月の平均伸長量は 5～40cm で，生長は前年を維持している。平均樹高は植栽区—1 が 248cm（前年度 215cm），植栽区—2 が 272cm（前年度 250cm），植栽区—3 が 85cm（前年度 150cm），植栽区—4 が 83cm（前年度 260cm）となっており，伐採区を除けば 22～30cm の伸びで，前年より多少落ちている。

### c. クヌギ

もっとも伸長した個体は 400cm に達し，前年度より 70cm 増加している。本年度12月現在の平均樹高は伐採区を除けば 320cm で，前年度に比較して 39cm 伸長している。前々年度が 51cm の伸びであったことから，多少伸長率は落ちてきている。また 7 月から12月の平均伸長量は 24cm（前年度 34cm）となっている。また，伐採区でも他の樹種に比べて，クヌギの回復力は早く，110～120cm の樹高に達している。

### d. ケヤキ

調査個体数は 5 本で伐採区を除く平均樹高は 253cm で，前年度に比較して 25cm の伸長が認められる。最大伸長個体は 340cm，最小伸長個体は 90cm となっている。本年度の 7 月から12月の 5 カ月間の平均伸長量は 20cm を記録している。また，伐採区で回復の早い個体は 7 月から12月の 5 カ月間に 50cm の伸びを示している。

### e. その他

十日沢 2 号には，そのほかにもナツツバキ，ヤマボウシ，イロハモミジ，ヤマモミジ，エゴノキが植栽されて



いる。ナツツバキは2個体あり、7月から12月の5カ月間で平均3cmの伸長がみられ、平均樹高は180cmを記録している。ヤマボウシは1個体あり、5カ月間で20cmの伸長がみられた。平均樹高は270cmに達している。オオモミジと記録されていた個体はイロハモミジに訂正されている。5カ月間で5～60cm伸長し、平均樹高は伐採区を除いて260cmとなっている。エゴノキは5本残っており、伐採区に4本集中してしまった。残る1本は樹高400cmに達している。エゴノキは先駆的な陽樹的性格の強い樹種であり、伐採区でも5カ月間で10～50cmの高い伸長がみられる。

## 2) 五工区（昭和61年植栽）

海 抜：1,000m

植栽樹種：コナラ、ミズナラ、クヌギ、ブナ、ケヤキ、イロハモミジ、ヤマモミジ

五工区の植生調査は、中央の谷を挟んで、両側に帯状の方形区を設けてある。植栽工事の翌年の1987年度より方形区内の植栽樹の個体識別を行い、樹高と幹径の実測を行っている。今年は夏季から秋季の大雨により、植栽区上部で土砂崩れが起き、植栽木の倒木等被害がでた。

各植栽区における植栽樹種の高さおよび幹径の変化を札番順に示してある。12月20日現在の落葉の状況は、ニレ科、カエデ科の落葉は完了しているが、コナラ、クヌギ、ブナなどブナ科植物の落葉は50%程度である。以下に各植栽樹種の生育状況を示した。

### a. コナラ

本年度の7月におけるコナラの平均樹高は198cmで、前年度の7月の平均樹高の154cm、前々年度の7月の平均樹高の134cmと比較して伸長量は増加している。また、12月の平均樹高の比較では、本年度が232cm、前年度が167cm、前々年度が158cmで1年間で約65cmの伸長量がみられた。この伸長量はこれまでもっとも高い値を示している。本年度の5カ月間の伸長量は35cmで、前年度の13cm、前々年度の24cmに対しても高い。

### b. ミズナラ

植栽区のミズナラの本年度の7月の平均樹高は120cmで、前年度の94cm、前々年度の84cmに比較して伸長量は増加している。また、本年度の12月の平均樹高は138cmで、前年度の81cmより高い伸びを示している。1988年から1989年にかけての冬季の気候が厳しく、マイナス生長という厳しい生育条件であったのに対し、今年度は樹高ばかりでなく、枝張り等も良く育ち、樹冠がうっぺいし始めている。本年度の5カ月間の伸長量は前年のマイナス13cmから転じて、18cmの伸びである。

### c. クヌギ

対象区の生存するクヌギは12本ある。今年度の7月の平均樹高は174cm（前年度146cm）、12月現在の平均樹高は198cm（前年度162cm）で、5カ月に平均24cmの伸長が記録された。前年度の5カ月の伸長量が平均16cmであったのに対し、5カ月間の平均伸長は増加している。

### d. ブナ

ブナの生長は他のブナ科植物に比較して遅いものの、枯死木は少なく、これまでに1本の枯死が確認されただけである。本年度は7月の平均樹高が111cm（前年度83cm）、12月現在の平均樹高は102cm（前年度86cm）で、昨年夏から1年間では28cmの伸長量を示しているものの、5カ月間では－9cmのマイナス生長が記録された。本年度12月の最大樹高は180cm、最小樹高は20cmとなっている。

### e. ケヤキ

植栽されたケヤキは10本確認されている。本年度は7月の平均樹高が221cm、12月が251cmで、5カ月間で30cmの伸長が記録された。前年度の7月の平均樹高が179cm、12月は平均樹高は187cmで、5カ月間で平均8cmの伸長が記録されたことから比較して、年間でも40cm以上の高い伸長量と、5カ月間の伸びが認められる。本年度の最大樹高は400cm、最小樹高は140cmである。

f. イロハモミジ

オオモミジがイロハモミジとヤマモミジに見直されている。本年度は7月の平均樹高が103cm、12月が111cmで、5カ月間で8cmの伸長が記録された。前年度は7月の平均樹高が78cm、12月が89cmで、5カ月間で12cmの伸長が記録されている。本年度の最大樹高は130cm、最小樹高は80cmである。

その他、ヤマモミジは7月現在が130cm、12月が150cmの樹高となっている。

#### 4) あんどん沢（昭和62年8月植栽）

海 抜：1,100m

植栽樹種：ミズナラ、クヌギ、ブナ、シラカンバ、ヤマハンノキ、ヤシャブシ、ケヤキ

あんどん沢は高海拔による低温気象、急斜面による積雪の匍行など環境条件はほかの植栽区に比較して厳しい状態にある。あんどん沢はもっとも新しく植栽された地区で、3年4カ月を経過したに過ぎない。今年の12月調査時期は積雪が多く、測定不能箇所が多くでている。

植栽樹種の伸長量は他の植栽地に比較してゆるやかで、枯死した個体も多くみられる。生存している樹種でも雪圧による影響で匍匐状態にあり、根の露出した個体、支柱のゆらぐ個体など活力度の低下が目立つ。落葉していない樹種の割合は他の植栽区に比較して低く、5%未満の3個体となっている。落葉していない樹種はブナ、ヤマハンノキ、ヤシャブシが各1個体である。

b. ミズナラ

ミズナラは10本の生存する調査対象植栽木が確認されている。植栽当初の1987年8月で平均樹高が89cm、約1年経た1988年7月の平均樹高が96cmで、7cmの伸長が記録されている。しかし、1889年7月の平均樹高は94cm、さらに12月では92cmとマイナス生長となった。本年度7月の平均樹高は96cm、さらに12月は確認できた個体が7個体で、平均樹高は96cmと伸長はみられない。12月の最大樹高は130cm、最小樹高は90cmとなっている。

c. クヌギ

クヌギは13本の生存する調査対象植栽木が確認されている。植栽当初の1987年8月で平均樹高が102cm、約1年経た1988年7月の平均樹高が99cmで、3cmのマイナス伸長が記録されている。1889年7月の平均樹高は88cmとさらに11cmのマイナス生長、12月時点では88cmと現状を維持しているにすぎない。本年度7月の平均樹高は72cm、さらに12月は確認できた個体が5個体で、平均樹高は68cmで4cmのマイナス生長となっている。本年度12月の最大樹高は120cm、最小樹高は40cmとなっている。

d. ブナ

ブナは9本の生存する調査対象植栽木が確認されている。植栽当初の1987年8月で平均樹高が59cm、約1年経た1988年7月の平均樹高も59cmで、伸長は認められなかった。その後、剪定を受ける被害にあい、樹高が15cmほどに低められた個体もみられた。そのために平均樹高も下がり、1989年7月の平均樹高は40cm、12月では41cmとわずか1cmであるが、伸長が認められた。本年度7月の平均樹高は44cm、さらに12月は確認できた個

体が4個体で、平均樹高は54cmで10cmの伸長となっている。マイナス生長をする樹種が多い中で、枯死率は高い物の、わずかながら伸長を続けている。本年度12月の最大樹高は70cm、最小樹高は25cmとなっている。

e. シラカンバ

シラカンバは先駆性の陽樹で生長が早いかわりに、枯死する確立も高く、6本が生存しているに過ぎない。本年度の平均樹高は7月で113cm（前年度93cm）、12月で130cm（前年度109cm）と17cmの伸長がみとめられた。本年度12月の最大樹高は170cm、最小樹高は35cmとなっている。

f. ヤマハンノキ

ヤマハンノキの調査対象木は今回、前年度より1本少ない9本確認している。植栽当初の平均樹高は98cm、約1年経た1988年7月では、平均樹高が80cmで18cmのマイナス生長が記録されている。枯死木も3本に達していた。前年度の平均樹高は7月で106cm、12月で123cmで17cmの伸長がみられた。本年度の平均樹高は7月で161cm、12月で188cmと27cmの伸長がみとめられた。1989年7月から1990年7月の1年間でも平均55cmの伸長がみられ、生育不良の当植栽区にあって比較的順調な生育状況下にある。本年度12月の最大樹高は360cm、最小樹高は60cmとなっている。

g. ヤシャブシ

ヤシャブシの調査対象植栽木は植栽当初の1987年8月で13本確認している。この時の平均樹高は90cm、約1年経た1988年7月の時点では2本枯死し、前年度は枯死木がさらに増加し、全体で7本と植栽樹種のなかでもっとも多い数値となっている。本年度に生育の確認できた個体はわずか3本である。今年度の7月の平均樹高は92cm（前年度99cm）、12月では積雪のために生長の悪い1本の確認ができず、結果として185cm（前年度113cm）の平均伸長が記録された。

h. ケヤキ

ケヤキの植栽木は植栽当初の1987年8月で5本確認している。この時の平均樹高は98cm、約1年経た1988年7月の時点での平均樹高は101cmで、3cmの生長が記録されている。前年度は7月、12月とも平均樹高は93cmで、前々年度からは8cmのマイナス生長となっている。本年度は3本のケヤキの生育が確認されているが、7月の平均樹高は83cm、12月では、積雪で確認できなかった個体が2個体あり、1個体の樹高が100cmとなっている。

## 2. 問題点・留意点

植栽永久方形区における植栽樹種生育状況調査は、今年で9年を迎える。各植栽区では、その立地の潜在自然植生に適した樹種を選定し、植栽する方法をとっている。全体的に今年度は春季から夏季に気候条件に恵まれ、年間生長と7月から12月の伸長量が増大している。ただし、五工区においては土壌の不安定に基づく立地的環境条件の悪化のもとに植栽樹種の生長は良くない。

十日沢1、2号では植栽樹種は今年度も順調な生長を記録していたが、十日沢2号の3段目と4段目で何者かによる伐採の被害を受けた。幸い植栽樹種は萌芽性があり、多くの個体は萌芽更新を行っている。十日沢1、2号では早急な処置を行う必要性はないが、踏圧、剪定などにより樹木が枯死し、空間の開いたところでは補植を行うべきである。

五工区の今年度の生長は、これまででもっとも良く、気候条件に恵まれたほか、枝張りの生長に伴う樹冠の形

成などが、微気象的な環境の安定に繋がったとおもわれる。

あんどん沢の植栽区はもっとも高海拔地にあり、しかも北向き急斜面であることもあって、積雪によるダメージを受けたためか、1989年夏季の生長率はいずれの樹種でも低くなっている。その影響は今年度においても回復していない。あんどん沢は斜面が急であり、積雪の匍行による樹木への被害が続いており、早急に積雪の匍行を最小限に食い止めるよう、土木的工法を充実させる必要がある。また、この地区では密植により土壌の流亡を少なくする必要がある。したがって、補植により1 m<sup>2</sup>あたり、3本まで密植効果を高めていく必要がある。

以下に1991年度に必要な作業管理項目を箇条書きとした。

- a. 枯死した苗、樹勢の弱った苗の更新・補植。とくに補植に関しては生長が良く、植栽区の環境にもっとも適した樹種を増やしていく。1991年代には補植を完了したい。
  - ・十日沢1，2号での伐採跡地等の補植樹種：クヌギ，コナラ，ミズナラ，ブナ
  - ・五工区での補植樹種：ケヤキ，オオモミジ，ブナ，あらたにヤマハンノキ，ヨグソミネバリ，チドリノキ，イヌブナ
  - ・あんどん沢での補植樹種：ヤマハンノキ，ケヤキ，ブナ，あらたにヨグソミネバリ，チドリノキ，イヌブナ
- b. 生育状況調査，除草時における作業ミスにより苗を踏みつけたり，刈り取らないよう留意する。
- c. 作業などで，植栽地盤を歩く際には，客土された表土が移動，流失しないよう十分注意する。表土の移動，流失により苗の根群が剥き出し，あるいは苗が倒れたばあいみつけしだい植え直すようにする。また，土壌の流失した箇所では適宜，客土を行っていく必要がある。
- d. 植栽マウンドが雨水の通り道となり，浸食が進まないよう土木工法を充実させる。土壌浸食がすでに起こってしまった箇所では，早急な保全を試み，倒木の植え換えを行う必要がある。
- e. 盗掘にたいする監視体制を強める。
- f. 冬季の積雪による匍行，あるいは低温による被害，サル・シカなどの食害により損傷を受けた樹種が春季から順調に生長できるよう，春先に植栽樹種をみてまわり，手当てをしてやる作業が必要である。積雪の匍行による土壌流失のある箇所では客土を行い，匍行が止まるよう土木工法を考えていく必要がある。

## 調査研究報告 8

### (1992・2)

#### 1. 植栽区概況

塩那道路（栃木県）の最初のポット苗植栽工事が行われて、10年が経過した。その間、各植栽区に永久方形区を設け、植栽樹種の生育状況を調査してきた。現地調査は植栽樹種の樹高の記録と幹径の記録、写真撮影を主にを行い、併せて活力の程度、落葉の時期など野外で観察した状況も記録している。

#### 2. 十日沢1号(昭和58年7月植栽)

海 抜：800～900m

5段の方形区からなる十日沢1号には、植栽当初で226本の調査対象木があった。1991年12月現在で、このうち18本が枯死している。これまでの樹種の生長は順調であるが、最初の頃に比較してその伸長量ばらつきが目立ち始めている。種間、種内競争などの社会環境、微気象、微地形などの外的環境の違いが顕在化してきたためとおもわれる。方形区間では、まず、低位置となる1段目の伸長がもっとも良く、樹冠もうっ閉した状態にある。立地が適潤であり、また、最初にいれた肥料等が下部に集積したためではないかと考える。ほかの段では上部の段数の多い方形区ほど伸長量は落ちている。十日沢1号の植栽樹はコナラが多く、次いでクヌギ（アベマキを含む）、ブナ、ケヤキ、ヤシブシとなっている。コナラとクヌギは同じブナ科に属する夏緑広葉樹で、温帯下部に自生する高木樹種である。十日沢1号における伸長量はともに旺盛で、高木層の主要木として生育している。植栽後4年までは、垂直方向の伸長による個体間、あるいは種間競争が主で、年間、約30cmの伸長量がみられた。6年以降から伸長速度が緩やかになり、植栽樹ははばりを競争する過程に移りつつある。広い樹冠部を獲得した個体は、はばりの発達も良く、垂直方向の競争で遅れ、樹冠を形成できない個体は枯死するものが目立ち始めている。これは自然の間引きが行われている状態を意味し、今後はよりこの地に適した個体、あるいは樹種が生き残っていくものと思われる。以下に樹種別の生長をまとめてある。

##### (1) コナラ

クヌギとともに優占種として樹冠を覆っており、樹高は3.5m以上が多く、4.4mに達する個体もある。1991年12月現在の年間伸長量は-20cmから100cmで、20～40cmがもっとも多い値である。なかに180cmの伸長を示す個体があるが、5カ月間の伸長も同値を取ることから誤測定とおもわれる。マイナス生長を示す個体は種間競争に負け、十分な受光を取れず、枯死が予想される。また、100cm近い伸長を示す個体は、5カ月間の伸長も40cm以上が記録されており、徒長枝による生長もしくは誤測定とおもわれる。

5カ月間の伸長量は年間伸長量とは対照的に3、4、5段で高い伸長量を示している。10～30cmを記録する個体が多く、春季より夏季以降の生長が大きいという結果がでている。

##### (2) クヌギ

クヌギとアベマキを含めて測定している。クヌギは自生種であるが、アベマキはクヌギに近縁であるものの、東海以西に多くみられる種である。1991年12月時点での樹高は、4mを越える個体が多く、5mを越えるのも3

個体あり、相対的にコナラより生長は早い。5.7m がクヌギの最大樹高である。クヌギとアベマキの年間の伸長量はコナラ同様に1段目が高い値をとっており、50～90cmの伸長がみられる。その他の段では10～50cmの伸びに止まっている。

5カ月間の伸長量も10～40cmの間が多く、年間伸長量と同じ傾向にある。このことは年間の伸長の多くが夏季（測定時期7月）以降にもたらされたということになる。

### (3) ブナ

ブナはもともと初期生長の緩慢な樹種であるが、その後も剪定や下草刈りの被害を受けた個体が多く、コナラやクヌギに比較してきわめて低い伸長量を示している。樹高は1.2～3mと、被害を受けている0.5m以下の個体にわかれている。年間伸長量は0～20cmの個体をもっとも多い。マイナス生長をする個体も1/3ほどあり、人為的な影響がでている。

5カ月間の伸長量はマイナス5～10cmの間が多く、他の樹種に比較してきわめて少ない値となっている。

### (4) ケヤキ

ケヤキの調査木は1段目に4個体ある。樹高は320～450cmで、良好な生育状況にある。1段目の立地が他の方形区に比較して適潤であり、ケヤキの生育には適していることを反映している。年間伸長量はマイナス20～80cmと差がある。5カ月間の伸長量はマイナス60～30cmと少なく、マイナス生長は枝の枯死によるとおもわれる。ケヤキの場合、伸長の時期は春季から夏季に集中するようである。

### (5) ヤシャブシ

ヤシャブシは1個体が2段目で記録されている。生長の早い陽樹でもあり、方形区内でももっとも高い5mに達している。5カ月間の50cmという伸長量が年間伸長量を上回っているが、マイナス生長をした時期が春季から夏季にあったものとおもわれる。

## 3. 十日沢2号(昭和59年9月植栽)

海 抜：800～900m

十日沢1号より1段、高海拔域に位置する十日沢2号は、昭和59年9月に植栽工事が行われている、植栽樹種の中ではミズナラの個体数が多く、寒冷な気候に対応した樹種の選定がなされている。方形区は下段から上段へと4段が線状に置かれ、59本の調査木がある。平均的な樹高は十日沢1号より低いものの、3～3.8mが多く、順調な生育状況にある。ただし、3段目および4段目では平成2年に伐採されるという被害にあっており、萌芽状態からの更新となっている。萌芽更新はブナを除くすべての植栽樹種で認められている。回復状況は良好で、エゴノキ、ケヤキなどでは2mを越す個体が出現している。方形区による生育状況は下段ほど良く、十日沢1号と同じ傾向にある。下段ほど立地が適潤で、また、最初にいれた肥料等が下部に集積したためではないかと考える。以下に樹種別の生育状況をまとめた。

### (1) コナラ

樹高は2.5m以上が多く、4mに達するものも1個体ある。1991年12月の年間伸長量は0から95cmで、30～40cmがもっとも多い値である。なかに195cmの伸長を示す個体もあるが、誤測定とおもわれる。マイナス生長を示す個体はないが、0～20cmの低い伸長量を示す個体が4個体認められる。この中で0と6cmの伸長が記録された個体は樹高が1.8m以下と低く、垂直方向の個体間競争に負けている状況にある。はばりも小さく、活力も

低下している。生長した個体では4 mに達し、地際で計った幹径も6 mmと記録された。萌芽更新を行う3、4段目では、25, 30, 33, 95cmという伸長量が認められる。この数値は他の段のコナラより、平均的に劣るものの、伐採によるダメージからの回復としては評価できるものである。

5カ月間の伸長量は10~40cmの間にあり、その中では萌芽更新を行う3、4段がやや劣る状態にある。

## (2) ミズナラ

ミズナラの調査木は14個体ある。樹高は2.5~3.8mの間で、良好な生育状況にある。年間伸長量はマイナス10~110cmで、ばらつき幅はコナラに似ている。伸長量においてコナラとミズナラに差はほとんどみられない。方形区間の年間伸長量は下段ほど良く、1段目が40~90cmであるのに対し、4段目ではマイナス10~70cmと劣っている。5カ月間の伸長量では方形区間の差はなく、マイナス10~40cmの間にある。伐採によるダメージは5カ月間の伸長量では差がないが、年間伸長量では上記したように、下段より劣っており、伐採によるダメージに起因するのか、立地的な差によるのかはあきらかではない。

## (3) クヌギ

7個体あるクヌギの調査木は良好な生育状況にある。樹高は3.4~5.1mの間で、伐採された4段目でも1.6と2.6mの樹高が記録された。この高さはコナラ、ミズナラに比較してもうわまっている。年間伸長量は50~145cmで、いずれも林冠を構成する頂部に位置している。

5カ月間の伸長量は15~85cmで、40cm以上が5個体もある。7月以降も月に8cm以上の高い伸長を続けていることになる。

## (4) エゴノキ

エゴノキは陽樹的な性格の強い樹木で、生長も早いほうである。暖帯に普通な種で調査地域はやや冷涼なほうの環境下にある。調査木は5個体あるが、4個体は伐採の影響を受けている。1個体は2段目に生育し、樹高は4.6mに達している。幹径も7.5mmあり、樹高、幹径ともに調査木の最大値をとっている。萌芽更新を続ける4個体も良好で1.1~2.1mの樹高に達している。ただし、年間伸長量は30~95cm、5カ月間の伸長量も10~40cmと、伸長量は低下しつつある。

## (5) イロハモミジ

イロハモミジは暖温帯から冷温帯下部の谷部などに自生する亜高木であるが、5個体が調査木となっている。1段目のマイナス生長をする個体は樹高が95cmと低く、垂直方向の競争に負けた状態になっている。2段目の個体は2.7と3.3mの樹高が記録された。萌芽からの生長はにがてなようで、88と120cmの樹高に止まる。年間伸長量はマイナス10~60cm、5カ月間の伸長量はマイナス35~50cmとなっている。

## (6) ケヤキ

ケヤキの調査木は5個体ある。樹高は1.3と4mが記録されている。また、伐採された個体でも1.7と2.3mに達しており、差は比較的小さい。ケヤキは徒長枝による生長が早く、伐採された個体はいずれも徒長枝により生長したためとおもわれる。年間伸長量も1段目が44~60cmであるのに対し、4段目は60~75cmと多くなっている。ただし、7月以降5カ月間の伸長量は逆転しており、1段目がマイナス10~35cm、4段目が15~20cmとなっている。

## (7) ナツツバキ

ナツツバキは温帯のブナ林など夏緑広葉樹林内に自生する亜高木で、園芸種として低地にも広く植栽されている種である。調査木は2個体あり、樹高は2.8mと伐採後の1.3mが記録されている。年間伸長量は10~45cm、

5 カ月間の伸長量は 0～20cm となっており、比較的生長は緩慢である。

#### (8) ヤマボウシ

ナツバキ同様に温帯のブナ林など夏緑広葉樹林内に自生する亜高木であるが、太平洋側にとくに多い植物である。調査木は 1 個体で、樹高は 3 m と記録されている。年間伸長量は 3 cm、5 カ月間の伸長量も 30cm となっており、伸長は 7 月以降に始まったことになる。

### 4. 五工区(昭和61年植栽)

海 抜：1,000m

海拔 1,000m にある五工区は北東の急斜面に位置し、かつての土砂崩壊地を修復し、植栽されている。植栽は昭和61年度に行われている。周囲はイヌブナ、ヨグソミネバリなど温帯下部に発達する夏緑広葉樹自然林で囲まれている。植栽にあたって留意された点は、土壌をいかに復元し、安定させるかということで、土木資材で土留めしたあとに、表層土が復元された。崩壊をできるだけ少なくするために植栽の密度効果を高めた。五工区の方形区は右側と左側で線状に分けてある。生育状況はきわめて良好である。最初の数年は十日沢 1、2 号に比較して生育環境が劣っていることから、緩慢な生長を続けたが、樹冠がうっ閉してからは、伸長量が伸び続けた。生長し、3.5m を越えた個体は 10 本を数える。ただし、2 年前に上部右側で土砂崩壊が起き、10 数本の植栽木が流されている。また、ブナは剪定の被害を受けた個体がかかなり存在したが、現在は順調に生長している。以下に樹種別の生育状況をまとめた。

#### (1) コナラ

コナラの調査木は 23 本ある。樹高は 1991 年 12 月で 1.3～3.7m に達し、3 m を越える個体も 8 本確認した。枯死木は 1 個体と樹木の定着率は良好である。はばりもでてきており、また冬季の冬芽の形成も順調である。年間伸長量はマイナス 20～95cm にあり、右側と左側で差は認められない。5 カ月間の伸長量はマイナス 20～60cm である。左側で年間伸長量が 135cm と 154cm、樹高も 4.4m と 3.7m という個体が記録されているが、5 カ月間の伸長量も 85cm と 196cm と異常であり誤測とおもわれる。

#### (2) クヌギ

クヌギは暖温帯から温帯下部に自生する夏緑広葉樹で、十日沢 1・2 号では旺盛な活力をみせる種である。しかし、五工区の環境は温度的、あるいは微地形的にクヌギには適していないようである。14 本の調査木のうち 4 本はすでに枯死している。残りの 10 本も伸長量はコナラやミズナラに比較して少ない。樹高は 1.2～3.9m を記録するが、多くは 1～2 m 台にある。年間伸長量はマイナス 10～60cm で、45cm 以下の個体が 12 個体もある。右側と左側の比較では右側の伸長量がやや多い。5 カ月間の伸長量は 10cm と 20cm の間に個体が集中している。

#### (3) ミズナラ

ミズナラの樹高は 42～270cm で、伸長量はコナラやクヌギに比較して少ない。調査木 11 本のうち 2 本は枯死している。しかし、ここ 1、2 年ははばり、樹高とも生長が良くなり、林冠がうっ閉した状態では、高い活力を示している。年間伸長量は 10～90cm で、5 カ月間の伸長量は 0～20cm と記録されている。

#### (4) ブナ

ブナは温帯の気候的な極相を形成する樹木で、陰樹とよばれる。初期の生長は緩慢であるが、確実に樹高を高めていく種である。五工区の調査木は 26 本あり、将来、林冠を覆う予想がされている。1991 年 12 月の樹高は 74～



205cmで、150～170cmに個体が集中する。中に30cm、40cm、50cmの低い個体が記録されているが、初期に剪定の被害を受け、影響が今日まで及んでいる。年間伸長量はマイナス5～50cm、5カ月間の伸長量はマイナス10～25cmで記録されている。

#### (5) ケヤキ

ケヤキの調査木は10本あり、1.4～3.9mの樹高が記録されている。このうち3.2mを越える個体は6本あり、60%に相当する。五工区の植栽木のなかでも、もっとも生長の良い樹種となる。ケヤキは崩積土上など、急斜面崩壊地に自生が多く、五工区の立地がケヤキに適したため、結果的に生長を早めたとも考えられる。年間伸長量はマイナス20～100cm、5カ月間の伸長量はマイナス20～60cmで記録されている。

#### (6) イロハモミジ

ケヤキ同様に渓谷の急斜面に生育する種で、森林の亜高木層を形成する。調査木は左側に4本あり、樹高はブナに近く、148～174cmに達している。年間伸長量は17～70cm、5カ月間の伸長量はマイナス3～40cmで記録されている。生長の悪い1個体が17cmの年間伸長量とマイナス3cmの5カ月間の伸長量を記録しており、この個体は樹高も57cmと発達が悪い。物理的に根茎が安定していないことが阻害要因となっている。

#### (7) ヤマモミジ

五工区の左側に1個体、ヤマモミジの調査木がある。樹高は174cmで、年間伸長量は24cm、5カ月間の伸長量は44cmと逆転しており、7月以前はマイナス生長をしていたことになる。

## 5. あんどん沢(昭和62年8月植栽)

海 抜：1,100m

調査区の中でもっとも高海拔地に位置するあんどん沢では、北西急斜面の崩壊跡地を土留めして植栽が行われている。植栽区の中では環境的にもっとも厳しく、低温、冬季の積雪と積雪の匍行、雨水によるエロージョンなどが制限要因となっている。土留めを土木工学的に安定させることが必要であったが、もともと勾配が急であり、表層土が流れやすい。こういった状況下で、昭和62年に植栽工事が行われている。密度効果を高めるために密植されたポット苗も、雪の匍行による破壊、雨水による土壌流亡などで、根系が安定せず、根がむきだしになって枯死した個体も多い。また、標識の紛失した個体も多く、継続調査がもっとも困難な調査区でもある。年次とともに植栽密度は疎になったが、周囲のヤシャブシ、ヤマハンノキ、ヨグソミネバリの母樹から種子の供給があり、二次的に植被率が高まっていった。すなわち、周囲から進入する樹種は先駆的な陽樹で、生長が早く、急斜面でも高い定着率を維持した。しかし、これらの樹種が先駆的で短命であるため、植栽された自然林構成種をいかに生長させていくかが、問題となっている。現時点ではヤシャブシやヤマハンノキなど先駆的な陽樹による土留め効果と雪崩防止効果をあげ、その下で、種間競争が熾烈に働かないような管理をしながら、植栽木を生長させようとしている。平成2年7月26日にはケヤキとミズナラの補植が行われ、少なくなった表層土を復元するため、土壌がいれられている。以下に植栽樹種別の生育状況をまとめた。

#### (1) ミズナラ

ミズナラの調査木は昭和62年植栽の8本と平成2年7月に植栽されたばかりの24本がある。古い植栽木の樹高は44～170cmで、110cm以下が5個体ある。年間伸長は0～26cm、5カ月間の伸長量はマイナス60～10cmと生育状態は悪い。新しい植栽木の年間伸長量は計れないが、5カ月間の伸長量はマイナス10～5cmの間で記録

され、植栽時とほとんど変化が認められない。

## (2) クヌギ

1990年12月の調査が積雪下で行われたため、調査不能の植栽木も多く、計測できたのはわずかに4個体であった。これら4個体の樹高は1991年12月時点で、61cm、65cm、68cm、120cmとなっている。120cmの個体は5カ月間伸長量が50cmと記録されているが、不自然であり、誤測か他の樹種と取り違えた可能性が大きい。したがってクヌギはほとんど生長がみられない状態にあり、マイナス生長する個体も50%を占めている。

## (3) ブナ

ブナの植栽は気候的に適しているが、崩壊性急斜面という土地的な条件下では厳しい規制を受けている。調査木13本のうち、すでに枯死あるいは不明となったのが5本ある。年間伸長量を測定できた個体はさらに少なくわずかに4個体となっている。4個体の樹高は35cm、55cm、78cm、170cmとなっている。170cmの個体は5カ月間伸長も140cmと異常に多く、誤測か他の樹種と取り違えた可能性が大きい。年間伸長量は5～13cm、5カ月間伸長量はマイナス10～9cmときわめてゆるやかであるが、伸長は続いている。

## (4) ケヤキ

ケヤキの調査木は昭和62年植栽の5本と平成2年7月に植栽されたばかりの26本がある。昭和62年の植栽木の樹高は70～116cmで、90cm以下が4個体ある。年間伸長量を計測できたのはわずか1個体で16cmとなっている。1991年の冬は暖冬のため、5個体すべての5カ月間の伸長量が記録できた。伸長量はマイナス8～6cmと生育状態は悪い。新しい植栽木の年間伸長量は計れないが、5カ月間の伸長量はマイナス10～55cmの間で記録されている。すでに10cmを越えたのが8個体あり、同じ時期に植栽されたミズナラに比較して初期伸長は早い。平成2年植栽のケヤキとミズナラが越冬したあと、どのような生長を続けるかが注目される。

## (5) ヤマハンノキ

ヤマハンノキは先駆的な陽樹で、二次的に進入した個体が多い。調査木もそのような樹木を対象にしている。他の植栽樹種に比較して、伸長量、定着率ともに高く、一線を画している。樹高は1.6～4.5mあり、多くは2.5m以上で記録されている。年間伸長量は10～100cmで、多くは40cm以上の高い伸びを示している。また、5カ月間伸長量はマイナス10～70cmで、25cm以上伸びた個体が50%を占める。ヤマハンノキは柔らかな幹枝をもち、積雪圧やエロージョンに対しても十分な保全作用を備えている。地上部が安定すれば、ミズナラやブナなど他の植栽木にも好影響を与えるものとおもわれる。調査区にはすでに十分な量の実生が育っており、他の植栽木を圧迫しない程度に管理していく必要はある。

# 6. 総合評価

昭和58年以降、これまで行ってきた方形区調査であきらかになったのは以下の通りである。十日沢1号、2号、五工区の植栽区では、生育状況は順調であり、今後、最低限の管理により環境保全林が形成されていくものと予想される。植栽木は垂直方向の種間および種内競争によって、階層の分化を進めている。競争に負けた個体や環境に適応できない個体は自然淘汰により間引きが行われている。また、ブナのような陰樹は林内で緩慢ながら、確実に生長を続けている。樹種間の調査区に対する適応性は、一層顕在化が進んでいる。コナラとクヌギは十日沢1号、2号で旺盛な活力をもって伸長を続けている。また、コナラは五工区でも順調であるが、クヌギは活力が落ちている。ミズナラは十日沢2号と五工区で生長が安定している。また、ケヤキは五工区で高い伸長量がみ

られる。

今後の管理の面では、崩壊や伐採など、外部からの環境の変化にとくに気をつける必要があり、定期的な監視体制を維持したい。破壊が原因で枯死面積が $2\text{ m}^2$ 以上に広がったばあいには、すみやかに補植を行うようにしたい。補植に適した樹種の選定は平成3年度の報告書でもあげているが、流通上手に入らない樹種も多く、課題として残される。

あんどん沢はもっとも新しい植栽地で、昭和62年に行われている。他の植栽区に比較して、気候条件、土地条件が厳しく作用しており、植栽木の生長はおもわしくない。積雪の匍行、雨水によるエロージョン、表層土の流失などにより、地盤が安定せず、植栽木は現状を維持するか、あるいは枯死する個体が多い。周囲の森林より供給されたヤマハンノキ、ヤシャブシ、ヨグソミネバリなどの実生の定着率が良く、その後も植被を増加させている。今後の方針としては、土壌の安定を図るために土木的工法を改良する。流失した土壌を復元する。枯死により疎になった箇所での補植を行っていく。周囲の森林より進入定着の進んでいる先駆的樹種を利用し、土留めを進めていくことなどがあげられる。

あんどん沢の植栽地は今後も継続的な調査が必要であり、植栽樹種の変動を見極める必要がある。

## 7. 今後の課題

これまでの方形区調査の結果から、補植のための、あるいは同様な立地での植栽樹種の選定をきめこまかく行うことが可能になった。すなわち植栽樹種の選定の誤りからくる生育不良がなくなったことを意味し、大規模面積の植栽計画も可能になった。残された課題は植栽用のポット苗樹種の種類に限りがあり、必要な樹種をどのように大量に手に入れるようにするかである。コナラ、ミズナラ、クスギ、ブナ、ケヤキなどは流通上、問題ないとおもわれるが、ヨグソミネバリ、イヌブナ、エンコウカエデ、ハリギリ、ホオノキ、カスミザクラなどは流通に乗ってこない樹種である。

十日沢1号、2号、五工区の生育状況は順調で、今後、最低限の管理が必要とだけと予想できるが、あんどん沢は他の植栽区と状況が異なり、植栽木の生育が順調とはいいいがたい。今後も継続調査を行い、植栽方法を見極めていきたい。また、塩那道路では今後も植栽の必要な地区が、亜高山帯のオオシラビソ帯とハイマツ帯にまで広がっており、試験植栽による野外での資料の集収に努める必要がある。このことは山地帯から亜高山帯に及ぶ山岳地帯の環境保全林形成のための最初の試みとして重要な意味をもっている。また、露岩地や尾根筋の浅土地など、土地的に従来の植栽の困難な立地での植栽方法の確立なども必要であろう。

## 調査研究報告 9

### (1993・2)

#### 1. 植栽区概況

塩那道路（栃木県）で生態学的な調査に基づく植生復元が計画、実行されて11年が経過した。潜在自然植生に合った樹種の選定、ポット苗による植栽工事が行われてきた。十日沢1号が昭和58年、十日沢2号が昭和59年、五工区が昭和61年、あんどん沢が昭和62年に植栽されている。その間、各植栽区に永久方形区を設け、植栽樹種の生育状況を調査している。現地調査は植栽樹種の樹高の記録と幹径の記録、写真撮影を主に行い、併せて活力の程度、落葉の時期など野外で観察した状況も記録している。これまでのところ、あんどん沢を除く各植栽区の樹種の生長は良好で、相観的に森林形態を整えつつある。あんどん沢は植栽が新しいことと、立地条件が高海拔で急斜面であることなど、植栽樹種の定着に多少時間を要する状態にある。今年度は調査目的のひとつに、岩角地や急崖地など、特殊な立地での植栽方法の確立がある。

#### 2. 永久方形区調査

##### 1) 十日沢1号（昭和58年7月植栽）

海 抜：800～900m

十日沢1号はもっとも古い植栽区となり、11年目にはいる。植栽木は4年目までは、垂直方向の伸長が盛んで、年間約30cmの伸長量がみられた。6年目以降から伸長速度が緩やかになり、植栽樹ははばりを広げる競争に移った。十日沢1号では植栽当初、226本の調査対象木があったが、1992年12月までで枯死もしくは行方不明の個体は33本で、比較的順調な生育状況にある。最初の頃に比較してその伸長量にばらつきがあるが、種間、種内競争などの社会的環境、微気象、微地形などの外的環境の違いが、個体の生長に反映しているとおもわれる。とくに競争に遅れ、林内に止まった個体では枯死するか、葉量が少なく活力度が著しく低下している。5つの方形区間では、低位置となる1段目の伸長がもっとも良く、上部の段ほど伸長量は落ちている。

十日沢1号の植栽樹はコナラが多く、次いでクヌギ（アベマキを含む）、ブナ、ケヤキ、ヤシヤブシとなっている。以下に樹種別の生長をまとめてある。

##### (1) コナラ

優占種として樹冠を覆っている。最大樹高は560cm、最小樹高は105cmを記録した。1991年12月現在の樹高は301～400cmがもっとも多い値である。5カ月間の伸長量がマイナス生育を示す個体は32本記録されたが、樹高3m以下の個体が多く、十分な受光を取れず種間競争に負けた状態にある。5カ月間の伸長量は0～50cmにランダムに分布している。

##### (2) クヌギ

クヌギとアベマキを含めて測定している。クヌギは自生種であるが、アベマキはクヌギに近縁であるものの、東海以西に多くみられる種である。クヌギは相対的にコナラより生長が早く、コナラの樹高が3m台に集中するのに対し、クヌギは4m台が最も多い。最大樹高は670cm、最小樹高は158cmを記録している。

5 カ月間の伸長量は集中がみられず、ランダム分布をする。樹高 3m 以下ではマイナス生育をする個体が目立つ。

### (3) ブナ

ブナの樹高は1992年12月現在で、100～300cm に集中しており、コナラやクヌギに比較してきわめて低い伸長量を示している。100cm 以下の個体は 6 本確認されているが、多くは盆栽目的で盗掘するため今まで、こっそり入山した者たちによるブナの頭部剪定により生長が遅れている。最大樹高は 340cm、最小樹高は 46cm を記録している。

5 カ月間の伸長量は 0～10cm に集中している。 マイナス生長も 7 本記録されており、不心得な人による、程度の頭切りなど人為的な干渉により生育は芳しくない。

### (4) ケヤキ

ケヤキの生長は今年も良好な状態にあり、年間で 1 m 前後の高い生長量を示している。ケヤキの調査木がすべて 1 段目の適潤な立地にある事を反映して、樹高は 422～550cm に達している。

5 カ月間の伸長量はマイナス 3 cm の生長が 1 本のほかは、60cm 以上の高い伸長をみせている。ケヤキの場合は伸長が春季から夏季に集中し、徒長枝により急速に展開するためである。

### (5) ヤシャブシ

ヤシャブシは 1 個体が 2 段目で記録されている。生長の早い陽樹でもあり、1992年の12月現在で、613cm に達している。5 カ月間伸長量では 73cm の伸長量を記録している。

## 2) 十日沢 2 号 (昭和59年 9 月植栽)

海 抜：800～900m

十日沢 1 号に引き続いて十日沢 2 号では昭和59年 9 月に植栽工事が行われている。十日沢 2 号は十日沢 1 号に位置的に近く、わずかに高海拔域にあることから、樹種の中では寒冷な気候に対応したミズナラの個体が多く植栽されている。調査方形区は十日沢 1 号と異なり、直線的に下段から上段へと置かれている。59本の調査木があるが 3 段目および 4 段目では平成 2 年に伐採されるという被害にあっており、萌芽状態からの更新となっている。方形区による生育状況は下段ほど良く、十日沢 1 号と同じ傾向にある。以下に樹種別の生育状況をまとめた。

### (1) コナラ

コナラの生長は本年度も順調で、樹高は 3 m 台に集中している。萌芽更新を行う 3, 4 段目では、4 本のうち 3 本が 2 m 台まで回復している。最大樹高は 466cm、最小樹高は萌芽更新を行う 165cm を記録している。

5 カ月間の伸長量は前年のように 10～40cm に集中することではなく、ランダムに広がっている。その中で萌芽更新を行う 3, 4 段の個体は前年がやや劣る状態にあったのに対し、本年度はむしろ 1, 2 段の個体より伸長量が多く、2 個体は 80cm 以上、2 個体は 45cm と 55cm を記録している。

### (2) ミズナラ

ミズナラの調査木は14個体のうち 1 個体が不明となっている。樹高はコナラと同様に 3 m 台に集中する。萌芽更新を行う 3, 4 段目では、59cm から 297cm まで、バラツキがみられる。最大樹高は 410cm、最小樹高は萌芽更新を行う 59cm となる。5 カ月間の伸長量はコナラと同様に、むしろ萌芽更新を行う 3, 4 段で著しい生長が認められ、3 本が 36, 57, 68cm の伸びに達している。

### (3) クヌギ

7 個体あるクヌギの調査木はコナラ、ミズナラ同様に良好な生育状況にある。樹高は 3 台に集中し、伐採され

た4段目でも251cmと316cmの樹高が記録された。最大樹高は539cm、最小樹高は萌芽更新を行う251cmとなる。5カ月間の伸長量は萌芽更新を行う4段で著しい生長が認められ、2本が51cmと61cmの伸びを記録している。

#### (4) エゴノキ

エゴノキは陽樹的な性格の強い樹木で、生長も早いほうである。暖帯に普通な種で調査地域はやや冷涼なほうの環境下にある。調査木は5個体あるが、4個体は伐採の影響を受けている。1個体は2段目に生育し、樹高は489cmに達するが、前年よりほとんど生長がみられない。萌芽更新を続ける4個体は149～320cmと樹高にバラツキがはじめている。5カ月間の伸長量も10～60cmと、ランダムである。

#### (5) イロハモミジ

イロハモミジは暖温帯から冷温帯下部の谷部などに自生する亜高木である。5本のうち3本が一度伐採を受けている。正常な2本は297cmと348cmの樹高を有する。萌芽状態にある3本はいずれも1m台で、樹高は低いものの、5カ月間の伸長量は38cmと80cmを記録している。

#### (6) ケヤキ

ケヤキは暖温帯から冷温帯下部の谷部などに自生する高木で優占種となる。調査木は5本あるが、生長は個体差が大きい。5カ月間の伸長量はマイナス生長が3本もあり、コナラやミズナラとの種間競争では厳しい立場にある。

#### (7) ナツツバキ

ナツツバキは温帯のブナ林など夏緑広葉樹林内に自生する亜高木で、園芸種として低地にも広く植栽されている。調査木は2個体あり、樹高は293cmと伐採後の154cmが記録されている。年間伸長量は前年度の10～45cmに比較して10cm程度と緩慢になっている。5カ月間の伸長量も3～14cmと少ない。

#### (8) ヤマボウシ

ナツツバキ同様に温帯のブナ林など夏緑広葉樹林内に自生する亜高木。調査木は1個体で、樹高は3mと記録されている。年間伸長量は310cm、5カ月間の伸長量は0cmとなっている。

### 3) 五工区（昭和61年植栽）

海 抜：1,000m

十日沢1, 2号に比較して海拔1,000mにある五工区は気温が低く、なおかつ北東の急斜面に位置することから植栽条件が厳しいといえる。植栽はかつての土砂崩壊地を修復して昭和61年度に行われている。植栽環境をできるだけ整えるために、土木資材で土留めしたあとに、表層土が復元された。また、崩壊の可能性を低くするために植栽の密度効果を高めた。五工区の方形区は右側と左側で線状に分けてある。最初の数年は十日沢1, 2号に比較して生育環境が劣ったことから、緩慢な生長を続けたが、樹冠がうっ閉してからは、伸長量が伸び続けており、本年度も順調な生長を記録している。以下に樹種別の生育状況をまとめた。

#### (1) コナラ

コナラの調査木は23本あったが1本は枯死、1本は行方不明となっている。樹高は1991年12月で、3mを越える個体が8本あったが、今年度の12月では12本に増加している。最大樹高は438cm、最小樹高は135cmとなっている。右側と左側で樹高の差は認められない。5カ月間の伸長量は10～50cmに集中する。

#### (2) クヌギ

クスギは十日沢では旺盛な活力をみせるものの、五工区では温度的、あるいは微地形的にクスギには適していないためか、生長はバラツキが多い。16本の調査木のうち4本はすでに枯死している。残りの10本も伸長量はコナラに比較して少ない。樹高は1～2 m 台に集中し、コナラに比較して低い。5 カ月間の伸長量は41～50cm の間に4本あり、前年に比べて回復している。

### (3) ミズナラ

ミズナラの樹高は1 m 台に集中し、伸長量はコナラやクスギに比較して少ない。しかし、ここ1, 2年でははばりの生長が良くなっている。林冠がうっ閉した状態では、高い活力を示している。5 カ月間の伸長量は10cm 以上の個体が5本確認されている。

### (4) ブナ

冷温帯の気候的極相を構成するブナは五工区でも中核的な樹種である。初期に剪定の被害を受けたこともあって、生長は緩慢であるが、確実に樹高を高めている。五工区の調査木は26本あり、これまでに6本が枯死、または行方不明となっている。1992年12月の樹高は100～200cm 台が多く、100cm 以下の個体はかつて剪定を受け、生長がおもわしくない。5 カ月間の伸長量は0～10cm 台が多く、生長は緩慢であるものの着実に樹高、はばりを伸ばしていく個体が目立つ。

### (5) ケヤキ

ケヤキは崩積土上など、急斜面崩壊地に自生が多く、五工区でも将来高木層に優占する可能性のある樹種である。これまでも五工区では、もっとも生長の良い樹種のひとつで最大樹高は486cm に達する。300cm を越える個体は7本あり、5 カ月間の伸長量でも、40cm を越える個体が6本確認されている。最大の伸長は91cm で、徒長枝により生長している。

### (6) イロハモミジ

ケヤキ同様に溪谷の急斜面に生育する種で、森林の亜高木層を形成する。調査木は左側に5本ある。樹高は100cm 台に集中している。最大樹高は225cm、最小樹高は160cm となっている。5 カ月間の伸長量は0から45cm とランダムな値を示している。

### (7) ヤマモミジ

五工区の左側に1個体、ヤマモミジの調査木がある。樹高は232cm で、5 カ月間の伸長量は72cm を記録している。

## 4) あんどん沢（昭和62年8月植栽）

海 抜：1,100m

あんどん沢の植栽はもっとも新しく昭和62年に行われている。植栽地は高海拔地に位置し、北西急斜面の崩壊跡地を土留めして行われていることから植栽区の中では環境的に厳しい状態にある。冬季の積雪と積雪の通行、雨水によるエロージョンなどがもとで根系が安定せず、根がむきだしになって枯死した個体も少なくない。平成2年7月26日にはケヤキが26本とミズナラが24本の補植が行われている。また、少なくなった表層土を復元するため、客土により土壌がいわれている。しかし、年次とともに植栽密度は疎になっており、補完する形で周囲のヤシブシ、ヤマハンノキ、ヨグソミネバリから種子の供給があり、二次的に若齢木が育っている。これらの樹種は先駆的で短命なため、植栽された自然林構成種をいかに生長させていくかが、今後の問題となっている。現時点ではヤシブシやヤマハンノキなど先駆的な陽樹による土留め効果と雪崩防止効果をあげさせている。以

下に植栽樹種別の生育状況をまとめた。

#### (1) ミズナラ

昭和62年植栽のミズナラの調査木は10本で、本年度は新たに3本が行方不明となっている。平成2年7月に新たに植栽された24本のうちでは11本が行方不明となっている。新旧を問わず樹高は110cm以下に集中している。7年を経過しても生長はあまりみられず、100cmを越える個体はわずかに6本にすぎない。5カ月間の伸長量はマイナス生長が14本もあり、行方不明種を合わせると、28本が生長不良となる。

#### (2) クヌギ

1992年12月の調査木は10本で、本年度は2本が行方不明となっている。平成2年度は補植は行われていない。樹高は300cm未満にランダムに分布し、最大樹高は296cmとなっている。5カ月間の伸長量は10cm以下が多く、最大伸長量は46cmに達する。

#### (3) ブナ

厳しい土地の条件下でブナの調査木13本のうち、すでに枯死あるいは不明となったのが8本ある。樹高はいずれも100cm以下で生長は悪い。5カ月間伸長量も10cm以下できわめてゆるやかか、マイナス生長である。

#### (4) ケヤキ

ケヤキの本年度の調査木は昭和62年植栽の3本と平成2年7月に植栽されたばかりの13本がある。本年度の枯死および不明木は9本で、これまでに15本が消失している。1992年度12年現在の樹高は、新旧ともに200cm以下で、最大樹高は62年度植栽の165cm、最小樹高は平成2年度植栽の50cmとなっている。5カ月間の伸長量はマイナス生長が9本と多く、そのうち8本は平成2年度植栽となる。中には58cm、47cmの伸長量を示す個体もあり、これらは徒長枝による生長である。

#### (5) ヤマハンノキ

調査対象樹木は二次的に進入した先駆的な陽樹である。他の植栽樹種に比較して、伸長量、定着率ともに高く、本年度も安定した生長を続けている。1992年12月の樹高は300cm台が5本と多く、最大樹高は548cmとなっている。5カ月間伸長量はランダム分布をし、最大伸長量が86cmを記録する個体もある。ヤマハンノキは柔らかな幹枝をもち、積雪圧やエロージョンに対しても十分な保全作用を備えている。地上部が安定すれば、ミズナラやブナなどの他の植栽木にも好影響を与えるとの評価を前報告で行っているが、本年度ではその効果を確認するに至っていない。

#### (6) シラカンバ

昭和62年度植栽の13本のシラカンバのうち、現在まで生育しているのは5本である。シラカンバは陽樹的性格をもつ生長の比較的早い樹種であるが、雪の匍行など不安定な立地での定着率が悪い。最大樹高をとる個体は202cmである。5カ月間の伸長量は最大で50cmを示す。

### 3. 総合評価

本年度の総合評価は基本的に前年度に準ずる。十日沢1号、2号、五工区の植栽区では、生育状況は順調である。今後の管理の面では、崩壊や伐採など、外部からの環境の変化にとくに気をつける必要があり、定期的な監視体制を維持したい。破壊が原因で枯死面積が2m<sup>2</sup>以上に広がったばあいは、すみやかに補植を行うようにしたい。補植に適した樹種には流通上手に入らないのも多いが、計画的に生産することも考慮にいれるべきである。



あんどん沢は他の植栽区に比較して、気候条件、土地条件が厳しく、植栽木の生長は厳しい状態にある。平成2年度には新たな補植や客土も行われたが、条件は好転していない。周囲の森林より供給されたヤマハンノキ、ヤシャブシ、ヨグソミネバリなどの先駆性樹種の定着を利用して、土壌の安定を図る。流失した土壌を復元する。枯死により疎になった箇所での補植を絶えず行うなどまめな管理が必要となる。

## 4. 岩角地法面植生の保全と復元

これまでに行ってきた植生復元は、気候的・土壌的に安定した立地に成立する潜在自然植生が対象であった。すなわち、植栽地基盤を土木工学的に安定させ、客土を行うことによって土壌環境を整えた。次に将来、高木層を形成するブナ、コナラ、ミズナラなどの気候的極相林の構成種をポット苗で植栽した。塩那道路における気候的・土壌的潜在自然植生復元の植栽計画は、その後の永久方形区調査でも明らかなように良好な成果をあげている。しかし、山岳道路では地形的にみて、気候的・土壌的潜在自然植生の復元を許容できるフラットな緩斜面や土壌の深い安定した立地ばかりではない。尾根筋の浅土地、急崖地、切土地など、岩角地も少なくなく、これらの場所においても適切な植生復元が施されないかぎり、山岳道路における植生の保全は十分とはいえない。以下にブナクラス域の岩角地法面植生の保全と復元に関してまとめている。

### 1) 岩角地法面の環境と潜在自然植生

岩角地は環境的に風衝が強く、土壌形成が貧弱で、日射による高温、乾燥などが起きやすい。植物にとっては水分収支、栄養塩類収支、支持根の発達などで厳しい環境規制を受けることになる。したがって岩角地の潜在自然植生には、土地的な極相群落である低木林や亜高木林に判定される場合が多い。これらの土地的な極相群落を積極的に利用することによって、岩角地植生の保全と復元を図るものである。岩角地の潜在自然植生は土地的環境の差異によって変化することから、植栽樹種の選定にあたっては、土地的な環境を的確に判断する必要がある。

### 2) 潜在自然植生

岩角地法面の植生復元で、まず最初に判定されるのが潜在自然植生である。潜在自然植生とは、その場所がどのような自然植生を支える能力があるか、立地条件から論理的に判断される植生である。したがって環境の厳しい岩角地でも、盛土などで人工的に環境を整えてやれば、潜在自然植生も変化し、高木林を必要とする場所では気候的極相林を形成することも可能である。しかし、切土面などの急斜面岩角地では、むしろ低木林や亜高木林による土地的な極相群落を形成するほうが、景観や防災上好ましい場合も多く、それに該当する潜在自然植生とその構成種を以下にまとめている。

#### (1) ケヤキ群団域（海拔 400～600m）とサワグルミ群団域（海拔 600～1,500m）

ブナクラス域下部で土地的にケヤキ群落が潜在自然植生として成立する地域と、それ以外のブナクラス域で土地的にジュウモンジシダーサワグルミ群集が潜在自然植生として成立する地域。沢筋の崩壊性急斜面の林縁群落にはタマアジサイーフサザクラ群集が亜高木・低木林として成立する。

##### a. タマアジサイーフサザクラ群集

相観：夏緑亜高木・低木林

立地：沢筋の崩壊性礫地、湿潤

主な構成種：タマアジサイ、ヤマアジサイ、フサザクラ、ヤマブキ、コアカソ、ウツギ、ヒメウツギ、コクサギ、タマブキ、ダイコンソウ、シラネセンキュウ、ムカゴイラクサ、モミジガサ、テンニンソウ、ウワバミソウ

植栽適性樹種：タマアジサイ、フサザクラ、ヤマブキ、ヤマハンノキでフサザクラを中心に植栽する。

管理：不安定な崩壊性立地の植栽であるため、最初の1～2年は土木的な土留めが必要となる。土質が小・中礫のみであれば、適度な客土も必要となる。

## (2) イヌシデ－コナラ群団域（海拔 900m以下）

### b. アブラツツジ－アカンデ群落

相観：アカンデ、モミの優占する夏緑広葉樹・針葉樹混合林

立地：海拔600～900mのブナクラス域下部の張り出した痩せ尾根、浅土地

主な構成種：ブナ、コナラ、ミズナラ、アカンデ、クマシデ、モミ、ウリハダカエデ、アワブキ、シラキ、アオハダ、マンサク、ウラジロノキ、アブラツツジ、バイカツツジ、チゴユリ、オクモミジハグマ、キッコウハグマ、コカンスゲ

植栽適性樹種：アカンデ、クマシデ、コナラ、ミズナラ、モミ、マンサク

管理：岩盤であれば、掘削により直径 30cm 程度の穴をあけ、客土をしてからポット苗を植栽する。尾根筋など乾燥しやすい立地に植栽を行うため、最初の2～3年は夏季の水まきが必要である。密植により蒸散効果を低く抑える。

### c. ニシキウツギ－ミヤマヤシャブシ群集

相観：叢生型の夏緑低木群落

立地：ブナクラス域全域に成立する先駆性の低木群落、岩角地から崩壊地まで、やや湿った日当たりの良い立地に成立する。

主な構成種：ニシキウツギ、ミヤマヤシャブシ、ドクウツギ、バッコヤナギ、キツネヤナギ、キブシ、アカソ、フジウツギ、フキ、ヒメノガリヤス、ススキ、ヘビノネゴザ

植栽適性樹種：ニシキウツギ、ミヤマヤシャブシ、バッコヤナギ、キツネヤナギ、ドクウツギ

管理：岩盤であれば、掘削により直径 30cm 程度の穴をあけ、客土をしてからポット苗を植栽する。密植や敷ワラにより蒸散効果を低く抑える。

### d. クマイチゴ群落

相観：キイチゴ属の優占する半低木群落

立地：ブナクラス域全域。火山灰土壌や風化土壌からなる適潤な林縁部に成立する。日当たりが良い。

主な構成種：モミジイチゴ、クマイチゴ、クロイチゴ、ミヤマニガイチゴ、タラノキ、ウド、フキ、ヤマブキ、ショウマ、ヨツバヒヨドリ、ヒトツバヨモギ

植栽適性樹種：モミジイチゴ、クマイチゴ、クロイチゴ、ミヤマニガイチゴ

管理：火山灰土壌からなる切土面や盛土面にポット苗で植栽する。

## (3) チシマザサ－ブナ群団域（海拔 900～1,500m）

気候的にコカンスゲ－ブナ群落が成立する領域で、塩那地方では日本海側気候の影響を受け、多雪環境下にある。

### e. アスナロ群落

相観：アスナロの優占する常緑針葉樹林

立地：ブナクラス域上部の尾根状地に成立する。浅土地の酸性土壌

主な構成種：アスナロ、ミズナラ、ブナ、コメツガ、ナナカマド、アズマシャクナゲ、ムラサキヤシオ、サラサドウダン、ツルツゲ、ショウジョウバカマ、シノブカグマ

植栽適性樹種：アスナロ、ミズナラ、ナナカマド

管理：針葉樹を利用したポット苗植栽はこれまで行われておらず、試験的な試行錯誤が必要である。岩角地であれば、岩盤掘削により 50cm 程度の穴を明け、植栽するのが適当とおもわれる。乾燥する夏季は 2～3 年、水まきも必要である。

#### f. ホツツジ-シロヤシオ群落

相観：夏緑低木・亜高木林

立地：風当たりの強い尾根筋に成立する。土壌は酸性で乾燥しやすい。

主な構成種：ホツツジ、シロヤシオ、アブラツツジ、バイカツツジ、サラサドウダンなどのツツジ科植物が多く、ほかにナンキンナナカマド、ネジキ、リュウブ、アオハダ、コミネカエデ、マルバマンサク、コカンスゲ、シシガシラ、タケシマラン、チゴユリ

植栽適性樹種：サラサドウダン、シロヤシオ、ホツツジ、アブラツツジ、バイカツツジ、マルバマンサク

管理：花木となる構成種が多く、鑑賞用緑地としても利用できる。岩角地であれば、土木的に客土を 20cm 程度を行ってから植栽する。乾燥する夏季は 2 以上、水まきも必要である。密植や敷ワラによる蒸散防止効果をあげたい。

### 3) 樹種の選定と植栽

細かな立地条件の差異、環境条件の変化に対応させて、潜在自然植生の構成種の中から樹種を選定する。安定した自然植生は多様性を維持するため、多種多様な植物種で構成されている。植栽樹種は多種をもちい、立地に合わせて種の割合を決めることが大事である。植栽に際しては混植を行いやすいポット苗を利用し、密植により行う。

〔密植効果〕

- a. 早くうっ閉するので強風、乾燥、寒さなどの環境圧を緩和する。
- b. 枝葉が太陽光線をさえぎるため、地温変化の抑制や雑草の繁茂を抑え、地力の維持や管理面で有利になる。
- c. 枝葉が繁茂することにより、表層土の流亡を防ぐ。
- d. 種間、種内競争を加速させ、生長を早めるとともに、自然の間引き選択が進む。

植栽密度の算定は環境によって異なっているが、環境圧の高いところでは、面積当たりの本数を多くする。標準的には 2 本/m<sup>2</sup> となる。岩角地や急斜面における植栽は、劣悪な環境下で行われるため、土木的工法による基盤の安定、土壌改良、マルチング、施肥など、ある程度環境を整えることも必要となる。また、水まきや雑草取りなど植栽後の維持管理もしっかりと行われるべきである。

## 調査研究報告 10

### (1994・2)

#### 1. 植栽区概況

栃木県の塩那道路で、植物生態学的な基礎調査を基に潜在自然植生が判定され、植生復元計画が実行されて12年目になる。山岳地帯における復元計画としては、初めての試みであった。低温障害、斜面崩壊、雪崩など、低地で起こりえない環境規制条件に留意しながら樹種の選定、ポット苗による植栽工事が行われた。最初の植栽工事は十日沢1号で昭和58年であった。その後、十日沢2号が昭和59年、五工区が昭和61年、あんどん沢が昭和62年に植栽された。山岳地帯における植生復元を確実に成功させるために、また貴重な資料を得るために、永久方形区調査が実施された。各植栽区に永久方形区を設け、植栽樹種の生育状況を年2回、夏季と冬季に調査している。現地調査では植栽樹種の樹高と幹径の記録、写真撮影を行い、あわせて活力の程度、落葉の時期、林床植物の変化なども記録している。

#### 2. 永久方形区調査

##### 1) 十日沢1号(昭和58年7月植栽)

海 抜：800～900m

十日沢1号は植栽されて12年目となる。植栽区は5段に区切られ、下から1段目と数える。他の植栽区に比較して、コナラがもっとも多く、ついでクヌギ(アベマキを含む)、ブナ、ケヤキ、ヤシャブシが並んでいる。植栽直後の調査対象木は226本もあったが、枯死木も少なく比較的順調な生育状況にある。

今年度の夏季調査では林床植物の状況も調査した。1段目の林床植被は10%で、オトコエシ、オオバコ、フトボノナギナタコウジュ、タイアザミ、タガネソウ、ヌスビトハギ、ニガイチゴを確認した。2段目の林床植被は30%で、ミツバツチグリ、オカトラノオ、オオバコ、フトボノナギナタコウジュ、タイアザミ、タチツボスミレ、ヒメジョオン、フキ、サルトリイバラ、オオイトスゲ、ササバギンラン、サルナシ、アカソを確認した。3段目の林床植被は15%で、ミツバツチグリ、ニガイチゴ、クマイチゴ、モミジイチゴ、ヤクシソウ、イヌザンショウ、ケマルバスミレ、ヨモギ、ウリハダカエデ、スギナ、イトスゲ、オオイトスゲ、オオバコを確認した。4段目の林床植被は8%で、オオイトスゲ、オオバコ、フトボノナギナタコウジュ、エゾノギンギン、ハナタデ、ミツバツチグリ、ヨモギを確認した。5段目の林床植被は15%で、ヌカボ、ノブドウ、タチツボスミレ、ヌカキビ、クサコアカソ、イヌタデ、コナスビ、オニタビラコ、イヌザンショウ、フトボノナギナタコウジュ、オカトラノオを確認した。

冬季の調査(12月22日)では落葉状況も記録している。コナラ、クリなど周囲の既存植生は完全落葉であったが、コナラ、クヌギ、アベマキの植栽木には枯葉をつけたままの個体が多かった。ケヤキは完全落葉している。いずれの個体も冬芽の形成は良好であった。1段目の林床にはエゾノギンギン、タイアザミのロゼット葉、セリ科植物の芽生えを確認した。競争による植栽木の階層の分化が進んでいるが、生長が悪く、林内にとどまったコナラには生葉をつけた個体(No. 22)もみられた。これは年間生産量が十分でなかったことを意味する。2段目

は1段目に比較して生長は遅い。枯葉の残存率は10%と低いですが、その中でブナは枯葉をつけた個体がほとんどであった。生長量はクヌギやコナラに比較して少ないが、年々安定していくようである。3段目も1段目に比較して生長は遅いが、この調査区の枯葉残存率は50%と高かった。ここでもブナの枯葉残存率は高く、生長が安定している。4段目は1段目に続いて生長の良い調査区である。枯葉残存率は10%であった。5段目の植生高はほかの段に比較してやや低いが、枝葉密度が高く安定している。枯葉残存率は30%で、その中でブナは100%を示す。

以下に樹種別の生長をまとめた。

#### (1) コナラ

優占種として樹冠を覆っている。1993年12月現在の最大樹高は566cm、最小樹高は130cmで、平均では359.9cmを記録した。1992年12月から1993年9月の平均伸長生長量は31.1cmとなっている。5カ月間の伸長量は平均3.3cmを示している。

#### (2) クヌギ

クヌギとアベマキを含めて測定している。クヌギは自生種であるが、クヌギに近縁なアベマキは東海以西に多くみられる種である。クヌギは相対的にコナラより生長が早く、コナラの樹高が3.5m 台に集中するのに対し、クヌギは4.5m 台が多い。1993年12月現在の最大樹高は644cm、最小樹高は167cmで、平均では446.4cmを記録した。1992年12月から1993年9月の平均伸長生長量は41.4cmとなっている。5カ月間の伸長量は集中がみられず、ランダム分布をする。樹高3m以下ではマイナス生長をする個体が目立ち、5カ月間の平均伸長量もマイナス生長となっている。

#### (3) ブナ

ブナの生長はほかの樹種に比較して緩やかであるが、確実に枝葉密度を増やしていく肥大生長が順調である。ここ2、3年は伸長生長率も増加している。ただし、一度剪定による障害を受けた個体は生育状況は悪い。1993年12月現在の最大樹高は348cm、最小樹高は39cmで、平均では169.2cmを記録した。1992年12月から1993年9月の平均伸長生長量は7.1cmとなっている。5カ月間の伸長量は3cmである。

#### (4) ケヤキ

ケヤキの生長は今年も良好な状態にある。すべてのケヤキの調査木がもっとも適潤な1段目の立地にある事を反映している。

#### (5) ヤシャブシ

2段目で記録されている1個体のヤシャブシは生長の早い陽樹である。1993年12月現在の樹高は635cmに達する。1992年12月から1993年9月の平均伸長生長量は121cmである。しかし、5カ月間の伸長量はマイナス24cmを示した。

### 2) 十日沢2号(昭和59年9月植栽)

海 抜：800～900m

十日沢1号に引き続いて十日沢2号では昭和59年9月に植栽工事が行われている。十日沢2号は十日沢1号に位置的に近く、わずかに高海拔域にあることから、樹種の中では寒冷な気候に対応したミズナラの個体が多く植栽されている。調査方形区は十日沢1号と異なり、直線的に下段から上段へと置かれている。59本の調査木があるが3段目および4段目で平成2年に伐採されるという被害にあっており、萌芽状態からの更新となっている。1段目は緩斜面で土壌が安定している。樹高は低いものの枝葉密度は高く、肥大生長は良い。2段目は個体間の

競争が進み、競争に遅れた個体の枯死が目立ち始めている。その結果、林冠がみだれている。伐採の影響を受けた3、4段目の生長は順調であるが、萌芽形態をとるとコナラとミズナラの活力が低下しはじめている。

今年の夏季調査では林床植物の状況も調査した。1段目の林床植被は8%で、ニガナ、スギナ、ミツバツチグリ、ツユクサ、オオイトスゲ、トボシガラ、ケマルバスミレを確認した。2段目の林床植被は5%で、ヤブマメ、ヌカボ、オオイトスゲ、ツユクサ、オオバコ、ヤブヘビイチゴ、ノブドウ、カキドオシ、ヨモギを確認した。ケヤキとヤマボウシは最近、剪定被害を受けている。3段目の林床植被は15%で、ケマルバスミレ、ゲンノショウコ、ハルジオン、フキ、サンカクヅル、オオイトスゲ、ミツバツチグリ、タチツボスミレ、オオバコを確認した。萌芽生長の良いのはエゴノキとミズナラであった。4段目の林床植被は5%で、ケマルバスミレ、タイアザミ、オオバコ、ヤブヘビイチゴ、フキ、ツユクサ、ヌカキビ、コゴメウツギ、フトボノナギナタコウジュを確認した。萌芽生長の良いのはケヤキ、ミズナラ、イロハモミジであった。ヤマボウシは地上15cmで、剪定被害を受けている。

冬季の調査(12月22日)では落葉状況も記録している。1段目の枯葉残存率は20%で枝葉密度も高く、生長は良好である。2段目の枯葉残存率も20%で、ケヤキ、ナツツバキ、カエデ類はすべて落葉していた。3段目の枯葉残存率は80%に達し、伐採の影響がでている。とくにコナラは生理活動の続いている生葉をつけた個体が多い。コナラは4、5本の萌芽をとる。4段目は3段目と同じ状態を示す。

以下に樹種別の生育状況をまとめた。

#### (1) コナラ

コナラは十日沢2号の優占種のひとつである。1993年12月現在の最大樹高は471cm、最小樹高は160cmで、平均では325.2cmを記録した。1992年12月から1993年9月の平均伸長生長量は47.6cmとなっている。5カ月間の伸長量は3cmである。

#### (2) ミズナラ

ミズナラの調査木は14個体のうち1個体が不明となっている。1993年12月現在の最大樹高は480cm、最小樹高は214cmで、平均では337.9cmを記録した。1992年12月から1993年9月の平均伸長生長量は53.9cmとなっている。5カ月間の伸長量はコナラと同様に、むしろ萌芽更新を行う3、4段で著しい生長が認められる。

#### (3) クヌギ

7個体あるクヌギの調査木はコナラ、ミズナラ同様に良好な生育状況にある。1993年12月現在の最大樹高は552cm、最小樹高は342cmで、平均では422.1cmを記録した。1992年12月から1993年9月の平均伸長生長量は61.3cmとなっている。5カ月間の伸長量は8cmとなっている。

#### (4) エゴノキ

エゴノキは陽樹的な性格の強い生長の早い樹木である。調査木は5個体あるが、4個体は伐採の影響を受けている。1993年12月現在の最大樹高は504cm、最小樹高は201cmで、平均では345.5cmを記録した。1992年12月から1993年9月の平均伸長生長量は115.3cmとなっている。5カ月間の伸長量はマイナス44cmとなっているが原因は不明である。

#### (5) イロハモミジ

イロハモミジは暖温帯から冷温帯下部の谷筋などに自生する亜高木である。5本のうち3本が一度伐採を受けている。1993年12月現在の最大樹高は365cm、最小樹高は175cmで、平均では287.3cmを記録した。1992年12月から1993年9月の平均伸長生長量は64.3cmとなっている。5カ月間の伸長量は14cmとなっている。

### (6) ケヤキ

ケヤキも暖温帯から冷温帯下部の谷筋に自生する高木で優占種となる。調査木は5本ある。1993年12月現在の最大樹高は352cm、最小樹高は186cmで、平均では276.8cmを記録した。1992年12月から1993年8月の平均伸長生長量は1.5cmと悪く、コナラやミズナラとの種間競争では厳しい立場にある。5カ月間の伸長量もマイナス6cmとなっている。

### (7) ナツツバキ

ナツツバキは温帯のブナ林など夏緑広葉樹林内に自生する亜高木で、園芸種として低地にも広く植栽されている。調査木は2個体ある。1993年12月現在の最大樹高は300cm、最小樹高は182cmで、平均では241.0cmを記録した。1992年12月から1993年9月の平均伸長生長量は37cmである。5カ月間の伸長量はマイナス10cmとなっている。

### (8) ヤマボウシ

ヤマボウシもナツツバキも同様に温帯のブナ林など夏緑広葉樹林内に自生する亜高木である。調査木は1個体で、樹高は314cmと記録されている。5カ月間の伸長量は16cmとなっている。

## 3) 五工区（昭和61年植栽）

海 抜：1,000m

五工区は十日沢1, 2号に比較して1,000mの高海拔域にある。環境条件として気温が低く、なおかつ北東の急斜面に位置することから生育条件は厳しい。植栽は過去の土砂崩壊地を修復して昭和61年度に行われている。植栽環境を整えるために、土木資材で土留めしたあと、表層土が復元された。また、崩壊の可能性を低くするために植栽の密度効果を高めている。五工区の方形区は谷をみて右側と左側で線状に分けてある。最初の数年は生育環境が劣ったが、樹冠がうっ閉してからは、順調な生長を記録している。

今年度の夏季調査では林床植物の状況も調査した。左側上段の林床植被は10%で、ヨモギ、オオバコ、ハルジオン、ツクバキンモウソウ、イワガラミ、ネコハギ、ヨツバヒヨドリ、ミツバツチグリ、ヤクシソウを確認した。ブナ、コナラ、ケヤキの生長が良好であった。左側中段の林床植被は8%で、コナスビ、スズタケ、ヤマハッカ、ミツバツチグリ、フキ、ノササゲ、ミズタマソウ、ツユクサ、クズ、ハルジオン、ヨモギ、ツクバキンモウソウを確認した。ブナ、コナラ、ミズナラ、クヌギの生長が良く、イロハモミジは悪い。左側下段の林床植被は20%で、オオバコ、サルナン、ツユクサ、ツクバキンモウソウ、イヌトウバナ、イワガラミ、フキ、オトコエン、ハルジオン、コナスビ、カタバミ、ヤブヘビイチゴ、ツルウメモドキ、クマイチゴを確認した。立地はやや過湿な状態で、ケヤキの生長が良い。右側上段の林床植被は10%で、フキの個体数が多い。そのほかにはオオバコ、ハルジオン、ツユクサ、オニタビラコ、フトボナギナタコウジュ、ミツバツチグリを確認した。ブナ、クヌギ、ケヤキの生長が良好であった。右側中段の林床植被は5%で、ツクバキンモウソウ、オオバコ、ハルジオン、フトボナギナタコウジュ、クマイチゴ、オカトラノオを確認した。コナラ、ミズナラ、クヌギの生長が良かった。右側下段の林床植被は15%で、イヌトウバナの個体数が多い。ほかにフキ、オオバコ、クマイチゴ、ツクバキンモウソウ、サワグルミ、タガネソウ、ヤブヘビイチゴ、コチヂミザサ、ツボスミレ、ササガヤを確認した。立地はやや過湿な状態で、主な植栽木であるコナラ、ミズナラの生長は良くない。

冬季調査の落葉状況は段による差異が明瞭であるが、樹種の違いをあらわしているといえる。左側上段の枯葉残存率は70%で枝葉密度も高く、生長は上・中・下のうち最良である。左側中段の枯葉残存率は40%で安定した

場所のミズナラの生長が良い。左側下段の枯葉残存率はなく、落葉したケヤキの生長が良い。ブナも全段で良好である。右側上段は小崩壊の影響で、小径木が多く、その中ではコナラ、ブナの生長が良い。右側中段は地盤の安定が良くミズナラ、クヌギ、コナラの生長も順調である。右側下段はイヌブナの大径木に覆われるため、被陰されやすい。

以下に樹種別の生育状況をまとめた。

#### (1) コナラ

植栽区の右側と左側で樹高の差は認められない。1993年12月現在の最大樹高は464cm、最小樹高は134cmで、平均では329.1cmを記録した。1992年12月から1993年9月の平均伸長生長量は40cmである。5カ月間の伸長量は5cmとなっている。

#### (2) クヌギ

クヌギは植栽当初の生長量に比較して、年々、その量は低下している。温度的あるいは微地形的にクヌギには適していないことが考えられる。1993年12月現在の最大樹高は548cm、最小樹高は90cmで、平均では298.2cmを記録した。1992年12月から1993年9月の平均伸長生長量は48cmである。5カ月間の伸長量は4cmとなっている。

#### (3) ミズナラ

ここ1、2年のミズナラの生長は良くなっている。林冠がうっ閉した状態で高い活力を示している。1993年12月現在の最大樹高は385cm、最小樹高は108cmで、平均では233.9cmを記録した。1992年12月から1993年9月の平均伸長生長量は58cmと年々増加している。

#### (4) ブナ

冷温帯の気候的極相を構成するブナは五工区でも高木層を形成する樹種である。植栽当初剪定の被害を受けたあとの生長は緩慢であったが、生長は安定している。五工区の調査木は26本あり、これまでに6本が枯死、または行方不明となっている。1993年12月現在の最大樹高は248cm、最小樹高は43cmで、平均では169.3cmを記録した。1992年12月から1993年9月の平均伸長生長量は33cmと年々増加している。

#### (5) ケヤキ

ケヤキの自生地は急斜面崩壊地などで、五工区でも将来高木層に優占する可能性のある樹種である。これまでも五工区では、もっとも生長の良い樹種のひとつである。1993年12月現在の最大樹高は485cm、最小樹高は162cmで、平均では361.4cmを記録した。1992年12月から1993年9月の平均伸長生長量は54cmである。

#### (6) イロハモミジ

ケヤキ同様に溪谷の急斜面に生育する種で、森林の亜高木層を形成する。調査木は左側に5本ある。1993年12月現在の最大樹高は256cm、最小樹高は175cmで、平均では198.8cmを記録した。1992年12月から1993年9月の平均伸長生長量は33cmである。

#### (7) ヤマモミジ

五工区の左側に1個体、ヤマモミジの調査木がある。樹高は243cmで、5カ月間の伸長量はマイナス8cmを記録している。

### 4) あんどん沢（昭和62年8月植栽）

海 抜：1,100m



あんどん沢の植栽はもっとも新しく昭和62年に行われている。植栽地は高海拔地に位置し、北西急斜面の崩壊跡地を土留めして行われていることから植栽区の中では環境的に厳しい状態にある。冬季の積雪と積雪の匍行、雨水によるエロージョンなどがもとで根系が安定せず、根がむきだしになって枯死した個体も少なくない。平成2年7月26日にはケヤキが26本とミズナラが24本の補植が行われている。また、少なくなった表層土を復元するため、客土により土壌が入れられている。しかし、年次を重ねるごとに植栽密度は疎になっている。それを補完する形で周囲のヤシヤブシ、ヤマハンノキ、ヨグソミネバリから種子の供給であり、二次的な若齢木が育っている。これらの樹種は先駆的で短命なため、植栽された自然林構成種をいかに生長させていくかが、今後の問題となっている。現時点ではヤシヤブシやヤマハンノキなど先駆的な陽樹による土留め効果と雪崩防止効果を利用して、その林下で植栽木が安定した生長を保てるような管理を考えている。今年の状況は前年と変わらない。今年の夏季調査における林床植物状況は谷をみて左側と右側調査区で行っている。左側調査区の林床植被は60%で、カモガヤ、シロツメクサなどの播種牧草がいまも高い植被率を示している。そのほかヨモギ、メドハギ、フキ、クマイチゴ、サルナン、ヨツパヒヨドリ、ケマルバスマレを確認した。二次的に侵入したヤマハンノキの生長が旺盛で、植栽区の優占種になりつつある。植栽木ではケヤキの生長が良い。右側調査区の林床植被は60%で、同様に播種牧草のカモガヤが多い。ほかにはヨモギ、ウリハダカエデ、メドハギ、コウゾリナ、ヤブタバコ、フサザクラ、アカイタヤ、クマシデ、シロツメクサ、ハリギリ、コアカソ、イワアカバナ、アサダ、タチツボスマレが確認されている。木本植物の多いのが特徴的である。優占種がヤマハンノキであることは左側調査区と同じである。植栽木ではブナ、ミズナラ、クヌギが生育するものの活力度は低い。

以下に植栽樹種別に生育状況をまとめた。

#### (1) ミズナラ

7年を経過しても生長はあまり良くない。1993年12月現在の最大樹高は205cm、最小樹高は74cmで、平均では116.9cmを記録した。1992年12月から1993年9月の平均伸長生長量は15cmである。5カ月間の伸長量はマイナス9cmとなっている。

#### (2) クヌギ

1993年12月現在の最大樹高は186cm、最小樹高は60cmで、平均では108cmを記録した。1992年12月から1993年9月の平均伸長生長量は32cmである。5カ月間の伸長量はマイナス29cmとなっている。

#### (3) ブナ

1993年12月現在の最大樹高は69cm、最小樹高は58cmで、平均では63cmを記録した。1992年12月から1993年9月の平均伸長生長量は18cmである。5カ月間の伸長量はマイナス10cmとなっている。

#### (4) ケヤキ

1993年12月現在の最大樹高は200cm、最小樹高は68cmで、平均では115cmを記録した。1992年12月から1993年9月の平均伸長生長量は32cmである。5カ月間の伸長量はマイナス7.5cmとなっている。

#### (5) ヤマハンノキ

調査対象樹木は二次的に進入した先駆的な陽樹である。他の植栽樹種に比較して、伸長量、定着率ともに高く、本年度も安定した生長を続けている。1993年12月現在の最大樹高は689cm、最小樹高は267cmで、平均では432cmを記録した。1992年12月から1993年9月の平均伸長生長量は118cmである。5カ月間の伸長量はマイナス2cmとなっている。

#### (6) シラカンバ

シラカンバは陽樹的性格をもつ生長の比較的早い樹種であるが、雪の匍行など不安定な立地での定着率が悪い。1993年12月現在の最大樹高は204cm、最小樹高は96cmで、平均では158.5cmを記録した。1992年12月から1993年9月の平均伸長生長量は39cmである。5カ月間の伸長量はマイナス6cmとなっている。

### 3. 総合評価

十日沢1号、2号、五工区の植栽区では、おおむね生育は順調である。生育状況を細かくみれば、微地形などの環境の変化に対応した生育の違いがでている。十日沢1号、2号で生育の良いのは1段目である。最下部に位置することから、流れ出た土壌や栄養塩類が堆積しやすく、植物の根群の生長に良い結果をもたらしている。2、3段目では植栽木の個体間の競争が進んで、個体の優劣による階層分化がみられる。生長に不利な樹種は枯死するが、その跡に小さなギャップの形成がみられる。今後は隣接する樹種が肥大生長を行い、ギャップを埋めていくものとおもわれる。十日沢2号の伐採の被害を受けた3、4段目はおもったより、回復が早く、伸長量はほかの段より大きい。五工区の生長状況はきわめて良好な状態にある。対照的なのがあんどん沢であるが、対策としては二次的に侵入生育しているヤマハンノキ、ヤシャブシなどのパイオニア樹種を積極的に利用して、斜面安定を図り、潜在自然植生の樹種を遅らせて植栽していくのが適当とおもわれる。今後の管理の面では、崩壊や伐採など、外部からの影響に気をつける必要があり、継続的な監視体制を維持したい。破壊により枯死面積が1m<sup>2</sup>以上に広がったばあいには、すみやかな補植を行うようにしたい。

資 料 編 2

十日沢1号における各樹種の樹高（cm）経年変化

樹 種	本数	枯死率(%)		1984. 9	1985. 12	1986. 7	1986. 12	1987. 7	1987. 12	1988. 7	1989. 7	1989. 12	1990. 7	1990. 12	1991. 8	1991. 12	1992. 7	1992. 12	1993. 9	1993. 12
1 段目																				
クヌギ	4本	0.0	平均値	90	112	100	185	181	201	248	308	378	405	477	445	510	565	605	627	600
			最大値		150	110	240	200	235	270	320	420	440	490	460	570	630	663	676	664
			最小値		65	90	110	160	152	220	280	340	370	460	420	400	500	518	536	528
ケヤキ	4本	0.0	平均値			60		222	227	250	268	288	340	370	321	401	428	498	488	501
			最大値					270	240	270	310	330	370	400	480	450	470	590	530	540
			最小値					170	221	230	220	240	280	340	5	320	360	422	417	443
コナラ	13本	7.7	平均値	90	115	102	162	153	189	208	235	265	302	330	346	350	406	428	443	439
			最大値		155	120	220	200	227	270	290	370	340	410	460	440	500	542	548	553
			最小値		70	80	90	100	138	160	170	150	200	220	190	168	300	336	329	329
ブナ	1本	0.0	平均値	90	100		102	80	84		140	160	184	180	190	200	220	213	230	210
			最大値		125		115	80	84		140	160	184	180	190	200	220	213	230	210
			最小値		40		65	80	84		140	160	184	180	190	200	220	213	230	210
2 段目																				
アベマキ	3本	33.3	平均値																429	420
			最大値																464	445
			最小値																394	395
クヌギ	4本	75.0	平均値	90	103	136	146	118	134	142	173	208	227	257	257	287	323	365	329	320
			最大値		130	190	220	130	138	160	190	225	270	290	310	320	360	422	329	320
			最小値	45	75	90	65	105	130	125	160	180	190	220	200	240	270	290	329	320
コナラ	19本	21.1	平均値	90	110	134	137	142	163	177	193	204	222	231	257	236	286	303	312	327
			最大値		130	190	190	200	310	260	300	320	340	390	390	390	440	517	461	475
			最小値	45	88	80	30	80	63	115	60	120	110	65	110	40	80	129	109	130
ブナ	9本	11.1	平均値	90	75	110	52	85	86	96	106	109	128	143	139	148	149	148	149	160
			最大値		80	175	55	140	145	170	180	190	190	190	230	240	245	277	285	
			最小値		65	50	50	50	54	50	50	58	50	80	55	50	45	44	45	50
ヤシブシ	1本	0.0	平均値					140	204	300	380	400	390	460	450	500	540	613	661	635
			最大値					180	265	300	380	400	390	460	450	500	540	613	661	635
			最小値					100	144	300	380	400	390	460	450	500	540	613	661	635
3 段目																				
クヌギ	16本	12.5	平均値	110	107	87	161	214	192	237	286	286	318	323	349	371	379	399	405	410
			最大値		145	130	220	230	262	300	370	380	440	420	450	510	590	548	542	527
			最小値		70	60	50	75	98	120	150	140	155	150	160	160	150	158	141	167
コナラ	44本	6.8	平均値	110	102	98	146	177	202	215	244	250	266	283	295	322	321	348	352	343
			最大値		120	160	200	210	275	300	330	350	340	370	430	420	450	508	474	455
			最小値		90	40	90	50	70	40	130	10	160	20	170	170	155	164	195	155
ブナ	11本	18.2	平均値	110	63	60	85	100	98	127	182	135	147	158	150	157	188	197	200	199
			最大値		70	90	145	175	180	200	440	240	280	290	290	320	320	340	344	348
			最小値		50	25	35	40	30	45	50	35	40	35	30	30	50	46	40	39
4 段目																				
クヌギ	7本	14.3	平均値	120	120	113	95	175	207	214	297	318	330	311	360	324	385	419	437	441
			最大値		120	160	100	230	290	280	330	370	390	410	390	410	430	455	487	479
			最小値		120	35	90	90	88	90	190	210	220	100	270	70	280	290	348	334
コナラ	43本	7.0	平均値	120	101	113	126	159	205	208	250	260	269	295	302	322	326	346	359	366
			最大値		140	170	170	220	260	290	340	350	370	430	430	480	445	492	500	495
			最小値		80	60	50	90	130	20	140	130	140	100	130	140	160	144	150	154
ブナ	3本	0.0	平均値	120	35	80	70	47	39	37	40	50	45	50	50	48	43	53	48	47
			最大値		35	150	110	60	53	50	50	50	50	50	50	50	45	55	50	51
			最小値		35	40	40	30	21	20	25	50	40	50	50	45	40	50	43	40
5 段目																				
クヌギ	8本	25.0	平均値	120	96	110	170	171	187	225	276	296	344	356	409	429	434	486	484	457
			最大値		100	110	190	260	275	320	410	430	440	540	520	520	536	570	587	589
			最小値		92	110	150	140	95	110	110	90	200	110	240	270	260	280	298	275
コナラ	36本	38.9	平均値	120	98	120	140	172	213	227	252	254	267	304	304	320	303	338	336	351
			最大値		120	130	180	230	306	310	360	370	400	470	460	500	510	560	536	566
			最小値		80	60	70	80	106	110	150	40	120	140	140	135	110	105	169	165
ブナ	3本	100.0	平均値	120	78	64	53	67	71	82	82	92	200	132	170	210	245	240	258	
			最大値		105	110	65	120	130	160	160	195	200	220	170	210	245	240	258	
			最小値		40	30	40	40	40	36	40	40	200	44	170	210	245	240	258	

資 料 編 2

十日沢2号における各樹種の樹高経年変化

樹 種	本数	枯死率(%)		1985. 12	1986. 7	1986. 12	1987. 7	1987. 12	1988. 7	1989. 7	1989. 12	1990. 7	1990. 12	1991. 8	1991. 12	1992. 7	1992. 12	1993. 9	1993. 12
1 段目																			
クヌギ	3本	0.0	平均値 最大値 最小値				122 140 95	136 148 120	155 180 115	207 250 160	230 280 190	277 310 260	293 350 260	307 370 260	367 430 330	382 470 325	403 476 342	409 468 340	425 518 342
ケヤキ	3本	0.0	平均値 最大値 最小値				177 260 70	180 260 80	187 260 80	223 300 110	227 340 90	243 330 100	253 340 90	270 370 100	288 400 134	312 385 170	301 400 160	290 389 121	287 352 186
コナラ	8本	0.0	平均値 最大値 最小値	84	95		104 160 65	134 214 70	144 215 100	190 280 140	206 310 140	228 340 150	240 320 180	271 360 180	288 400 180	298 380 200	326 437 202	359 449 217	337 471 190
ナツツバキ	1本	0.0	平均値 最大値 最小値				130 130 130	150 150 150	190 190 190	230 230 230	250 250 250	270 270 270	270 270 270	280 280 280	280 280 280	290 290 290	293 293 293	317 317 317	300 300 300
ミズナラ	3本	0.0	平均値 最大値 最小値				100 140 50	138 188 110	135 200 70	170 250 100	193 260 150	270 290 230	260 320 210	297 360 230	318 365 250	337 380 260	365 410 321	406 467 352	387 480 298
モミジ	1本	0.0	平均値 最大値 最小値	90	80		150 150 150	144 144 144	70 90 90	90 100 100	100 100 100	70 70 70	110 110 110	130 130 130	95 125 125	125 201 201	201 203 201	203 203 203	117 117 117
ヤマボウシ	1本	0.0	平均値 最大値 最小値				130 130 130	164 164 164	170 170 170	210 210 210	220 220 220	250 250 250	270 270 270	270 270 270	300 300 300	310 310 310	310 310 310	326 326 326	314 314 314
2 段目																			
イロハモミジ	2本	0.0	平均値 最大値 最小値	140	190		145 155 135	161 172 150	170 180 160	205 220 190	210 240 180	220 250 190	260 270 250	260 280 240	300 330 270	305 320 290	323 348 297	334 367 300	347 365 328
エゴノキ	1本	0.0	平均値 最大値 最小値	103	133		170 170 170	230 230 230	260 260 260	310 310 310	350 350 350	340 340 340	400 400 400	450 450 450	460 460 460	490 490 490	489 489 489	555 555 555	504 504 504
クヌギ	2本	0.0	平均値 最大値 最小値				135 170 100	188 220 155	195 230 160	255 290 220	285 330 240	310 340 280	360 400 320	405 460 350	438 510 365	440 500 380	471 539 403	489 549 430	484 552 415
コナラ	7本	0.0	平均値 最大値 最小値	87	103		100 150 20	151 220 80	154 210 50	191 260 60	211 290 80	217 330 80	239 360 85	256 390 140	292 395 156	300 466 160	330 410 190	324 455 161	343 455 160
ナラガシワ	1本	0.0	平均値 最大値 最小値				80 80 80	130 130 130	125 125 125	170 170 170	180 180 180	210 210 210	220 220 220	290 290 290	310 310 310	320 320 310	310 310 310	330 330 330	329 329 329
ミズナラ	5本	0.0	平均値 最大値 最小値				129 190 60	145 205 85	160 230 90	226 280 160	230 280 150	254 320 150	272 330 160	292 370 160	329 380 250	340 410 230	339 384 269	345 427 185	352 430 229
3 段目																			
イロハモミジ	1本	0.0	平均値 最大値 最小値				230 230 230	230 230 230	240 240 240	250 250 250	240 240 240	20 20 20	30 30 30	80 80 80	88 88 88	110 110 110	190 190 190	285 285 285	281 281 281
エゴノキ	3本	0.0	平均値 最大値 最小値	90	110	140	163 200 130	197 250 142	237 300 180	293 370 230	323 400 250	75 95 60	107 130 70	152 190 95	175 210 105	202 255 130	247 320 177	334 410 276	293 367 201
コナラ	2本	50.0	平均値 最大値 最小値	78	95	119	155 170 140	208 240 175	215 240 190	255 280 230	295 330 260	115 120 110	98 110 85	115 130 100	129 140 118	145 165 125	210 210 210	225 225 225	245 245 245
ナツツバキ	1本	0.0	平均値 最大値 最小値				70 70 70	92 92 92	110 110 110	130 130 130	130 130 130	70 70 70	85 85 85	110 110 110	130 130 130	140 140 140	154 154 154	187 187 187	182 182 182
ミズナラ	1本	0.0	平均値 最大値 最小値	86	113	114	80 80 80	60 60 60	130 130 130	160 150 160	150 150 150	80 80 80	85 85 85	130 130 130	130 130 130	150 150 150	186 186 186	253 253 253	249 249 249
ヤマモミジ	1本	0.0	平均値 最大値 最小値	113	115	115	180 180 180	185 185 185	220 220 220	270 270 270	270 270 270	75 75 75			150 150 150	165 165 165	182 182 182	202 202 202	201 201 201

資 料 編 2

十日沢 2号における各樹種の樹高経年変化（続き）

樹 種	本数	枯死率(%)		1985. 12	1986. 7	1986. 12	1987. 7	1987. 12	1988. 7	1989. 7	1989. 12	1990. 7	1990. 12	1991. 8	1991. 12	1992. 7	1992. 12	1993. 9	1993. 12
4 段目																			
イロハモミジ	1 本	0. 0	平均値 最大値 最小値	83	100	140	90 90 90	190 190 190	110 140 110	140 140 140	130 130 130	80 80 80	85 85 85	110 110 110	120 120 120	115 115 115	153 153 153	140 140 140	175 175 175
エゴノキ	1 本	100. 0	平均値 最大値 最小値				110 110 110	124 124 124	150 150 150	190 190 190	220 220 220	90 90 90	55 55 55	120 120 120	135 135 135	135 135 135	149 149 149		
クヌギ	2 本	0. 0	平均値 最大値 最小値	73	67	97	140 180 100	168 170 165	185 200 170	280 300 260	305 330 280	110 120 100	115 120 110	175 210 140	210 260 160	225 265 185	284 316 251	349 359 339	357 360 354
ケヤキ	2 本	50. 0	平均値 最大値 最小値				175 220 130	136 136 136	155 160 150	205 210 200	230 250 210	100 120 80	130 170 90	180 210 150	198 230 165	215 240 190	205 230 180	260 260 260	247 247 247
コナラ	2 本	0. 0	平均値 最大値 最小値	87	60	75	75 80 70	110 120 100	130 140 120	170 180 160	180 180 180	43 45 40	68 80 55	105 120 90	127 150 105	127 145 110	200 235 165	240 270 210	201 204 197
ミズナラ	4 本	50. 0	平均値 最大値 最小値	75	90	100	135 160 100	162 205 128	190 220 150	248 300 200	248 290 200	81 110 65	83 120 40	98 180 40	104 170 50	140 240 65	180 297 59	307 371 243	274 334 214

資 料 編 2

五工区における各樹種の樹高経年変化

樹 種	本数	枯死率(%)		1986. 7	1986.12	1987. 7	1987.12	1988. 7	1989. 7	1989.12	1990. 7	1990.12	1991. 8	1991.12	1992. 7	1992.12	1993. 9	1993.12
右 側																		
ク ヌ ギ	9本	11.1	平均値	74	62	99	107	112	155	173	186	225	244	252	266	330	315	321
			最大値	90	85	130	138	150	200	250	270	350	360	390	420	449	558	548
			最小値	40	50	60	80	70	80	85	90	80	70	80	80	199	41	42
ケ ヤ キ	5本	20.0	平均値	84	90	141	147	152	188	194	232	286	310	311	320	374	373	431
			最大値	120	90	180	190	190	260	250	300	400	400	390	420	486	462	485
			最小値	40	90	100	100	110	130	140	150	140	160	160	180	178	210	320
コ ナ ラ	14本	7.1	平均値	95	101	118	137	143	171	189	206	255	267	292	303	338	336	344
			最大値	130	130	140	180	170	220	250	260	320	350	380	390	449	457	464
			最小値	30	70	90	90	100	110	100	130	170	210	215	230	240	195	231
ブ ナ	5本	20.0	平均値	48	90	73	70	82	99	100	120	135	143	154	171	196	194	190
			最大値	60	90	90	88	120	150	160	160	170	190	185	200	261	239	234
			最小値	40	90	50	44	60	65	40	60	80	90	90	95	87	90	85
ミ ズ ナ ラ	4本	50.0	平均値	60		49	58	90	133	127	173	185	255	265	285	320	386	375
			最大値	80		60	65	90	160	140	230	190	270	270	310	323	400	385
			最小値	50		30	50	90	120	120	120	180	240	260	260	317	372	365
左 側																		
イロハモミジ	5本	0.0	平均値	42	55	51	60	71	74	84	90	97	112	133	168	185	201	199
			最大値	50	80	80	83	90	86	90	120	130	140	174	180	225	243	256
			最小値	35	40	30	42	55	52	70	40	40	60	57	155	160	169	175
ク ヌ ギ	8本	37.5	平均値	58	58	90	101	100	127	138	152	146	177	186	187	207	213	211
			最大値	110	105	100	116	110	156	170	180	160	260	330	320	365	434	488
			最小値	20	20	70	72	80	104	110	110	110	100	100	90	98	98	90
ケ ヤ キ	5本	0.0	平均値	92	84	105	131	145	175	180	210	216	248	265	275	310	324	306
			最大値	150	120	130	158	180	230	260	280	280	340	330	350	441	448	401
			最小値	60	65	90	108	100	98	120	130	140	130	142	155	175	167	162
コ ナ ラ	9本	11.1	平均値	76	84	111	131	144	160	171	196	214	226	271	263	255	306	304
			最大値	110	140	130	160	190	225	250	280	300	310	434	340	390	419	432
			最小値	40	45	90	100	120	74	95	100	95	110	124	150	38	140	134
ブ ナ	23本	13.0	平均値	53	59	57	57	54	77	80	98	103	112	118	131	142	177	161
			最大値	110	90	90	90	100	144	150	180	170	200	205	200	243	293	309
			最小値	30	25	20	30	28	18	15	20	30	30	33	21	23	43	39
ミ ズ ナ ラ	7本	0.0	平均値	59	66	35	35	43	71	61	88	91	109	118	160	168	181	164
			最大値	80	85	40	49	60	110	95	120	130	170	190	220	236	290	261
			最小値	40	50	25	15	31	30	35	40	30	20	42	120	120	45	30
ヤマモミジ	1本	0.0	平均値	40	45				96	110	130	150	130	174	160	232	251	243
			最大値	40	45				96	110	130	150	130	174	160	232	251	243
			最小値	40	45				96	110	130	150	130	174	160	232	251	243

資 料 編 2

あんどん沢における各樹種の樹高経年変化

134

樹 種	本数	枯死率(%)		1987. 7	1987. 12	1988. 7	1989. 7	1989. 12	1990. 7	1990. 12	1991. 8	1991. 12	1992. 7	1992. 12	1993. 9	1993. 12
右 側																
クヌギ	6本	33.3	平均値	108	110	104	78	93	72	75	95	95	136	184	178	85
			最大値	120	124	125	125	125	120	75	170	200	250	296	335	104
			最小値	85	92	50	30	60	30	75	50	42	50	62	60	60
ケヤキ	3本	100.0	平均値	83	103	97	95	90	88		83	77	78	70		
			最大値	105	112	100	100	95	95		90	88	90	70		
			最小値	50	96	95	90	85	80		80	70	65	70		
シラカンバ	4本	100.0	平均値	85	134	128	145	150	155	155	170	98	170			
			最大値	100	150	150	145	150	160	155	170	98	170			
			最小値	80	102	90	145	150	150	155	170	98	170			
ブナ	6本	83.3	平均値	63	72	71	38	42	47	65	49	53	65	68	73	63
			最大値	80	132	150	52	55	60	65	60	78	85	86	90	63
			最小値	55	55	40	15	20	30	65	30	36	45	50	60	63
ミズナラ	9本	33.3	平均値	89	105	99	81	87	87	75	97	94	109	91	106	98
			最大値	100	145	120	110	115	120	90	180	170	200	102	163	144
			最小値	80	85	80	20	55	40	30	50	44	45	82	56	49
ミズメ	1本	100.0	平均値	100	110	110	90	105	50							
			最大値	100	110	110	90	105	50							
			最小値	100	110	110	90	105	50							
ヤシャブシ	3本	66.7	平均値	92	99	80	40	60	46	50	80	70	70	70	77	81
			最大値	95	118	80	50	74	46	50	80	70	70	70	77	81
			最小値	90	85	80	30	45	46	50	80	70	70	70	77	81
ヤマハンノキ	10本	60.0	平均値	94	91	88	133	168	177	254	258	317	317	405	500	514
			最大値	105	121	120	190	250	270	360	450	450	510	548	678	689
			最小値	80	47	55	90	105	90	190	70	250	120	333	372	375
左 側	左側															
クヌギ	8本	25.0	平均値	96	114	93	83	86	66	66	80	79	80	97	111	126
			最大値	115	158	110	110	110	90	80	100	120	100	120	144	186
			最小値	80	98	40	50	60	40	55	60	61	65	76	90	91
ケヤキ	28本	67.9	平均値	95	92	100	95	93	90	100	92	97	86	98	108	115
			最大値	100	96	110	100	96	100	100	120	122	140	165	212	200
			最小値	90	87	90	90	90	80	100	60	60	21	50	33	68
シラカンバ	9本	44.4	平均値	88	131	138	83	95	107	107	102	101	113	128	145	155
			最大値	110	166	170	160	170	170	170	180	165	180	202	229	204
			最小値	80	96	90	20	28	40	30	60	50	65	67	65	96
ブナ	8本	62.5	平均値	58	63	56	43	43	45	49	33	87	58	59	75	63
			最大値	65	87	60	70	65	70	70	50	170	70	70	88	69
			最小値	50	52	50	20	23	20	25	20	35	45	51	68	58
ミズナラ	30本	40.0	平均値	88	94	93	95	97	95	98	100	95	89	98	111	103
			最大値	100	111	110	110	112	130	130	140	135	150	153	186	205
			最小値	80	84	85	80	80	50	80	60	60	20	56	50	32
ヤシャブシ	5本	100.0	平均値	92	89	87	100	98	50	100	100					
			最大値	100	94	100	100	98	50	100	100					
			最小値	80	87	65	100	98	50	100	100					
ヤマハンノキ	7本	14.3	平均値	100	84	80	100	123	145	166	187	222	251	329	351	335
			最大値	100	110	115	140	190	200	250	280	345	390	465	533	504
			最小値	100	56	38	60	50	70	60	140	160	155	230	195	176

資 料 編 3

十日沢1号における各樹種の幹径 (cm) 経年変化

樹 種	本数	枯死率(%)		1988. 7	1989. 7	1989.12	1990. 7	1990.12	1991. 8	1991.12	1992. 7	1992.12	1993. 9	1993.12
1 段目														
ク ヌ ギ	4 本	0.0	平均値	3.8	4.9	4.7	6.5	7.6	7.9	7.2		9.8	8.6	9.5
			最大値	4.0	5.7	5.8	7.5	9.0	10.0	9.0		12.5	11.0	11.0
			最小値	3.5	4.1	3.0	5.5	6.2	6.6	6.0		8.6	7.5	8.5
ケ ヤ キ	4 本	0.0	平均値	3.3	3.6	4.5	5.1	5.6	5.4	5.1		7.1	6.4	7.4
			最大値	4.5	5.0	5.5	7.5	7.1	6.7	6.5		9.0	7.5	9.5
			最小値	2.2	2.8	3.0	4.0	4.0	4.3	4.0		4.4	5.5	5.5
コ ナ ラ	13 本	7.7	平均値	3.2	4.1	4.4	5.4	5.4	5.4	4.6		6.9	5.7	6.4
			最大値	4.5	7.0	6.5	7.5	8.9	9.0	6.5		9.4	8.5	10.0
			最小値	1.9	2.3	2.5	3.5	3.4	3.2	2.7		4.0	3.5	4.0
ブ ナ	1 本	0.0	平均値		2.0	2.6	3.0	3.4	3.0	2.0		3.0	2.5	3.0
			最大値		2.0	2.6	3.0	3.4	3.0	2.0		3.0	2.5	3.0
			最小値		2.0	2.6	3.0	3.4	3.0	2.0		3.0	2.5	3.0
2 段目														
ア ベ マ キ	3 本	33.3	平均値										5.6	6.1
			最大値										5.7	6.1
			最小値										5.5	6.0
ク ヌ ギ	4 本	75.0	平均値	2.6	3.3	3.2	3.7	4.6	4.8	3.5		5.8	5.4	5.5
			最大値	3.0	3.3	3.5	4.0	5.0	5.5	4.0		6.7	5.4	5.5
			最小値	2.3	3.2	2.8	3.0	4.2	4.0	3.0		5.0	5.4	5.5
コ ナ ラ	19 本	21.1	平均値	3.0	3.1	3.3	3.6	3.8	3.6	3.8		5.2	4.9	5.6
			最大値	4.5	4.7	5.0	6.0	6.8	7.0	6.7		8.8	8.5	8.6
			最小値	1.8	1.9	1.5	1.5	0.7	1.0	1.0		1.4	1.6	2.5
ブ ナ	9 本	11.1	平均値	1.7	1.7	1.5	1.8	2.0	2.0	1.9		2.3	2.3	2.6
			最大値	2.5	3.0	2.3	3.0	3.5	5.0	3.0		4.0	3.7	4.0
			最小値	0.9	1.2	1.0	1.0	1.6	1.2	1.5		1.2	1.3	1.8
ヤ シ ャ ブ シ	1 本	0.0	平均値	3.0	4.7	4.8	5.0	8.4	7.5	7.0		15.0	11.0	14.0
			最大値	3.0	4.7	4.8	5.0	8.4	7.5	7.0		15.0	11.0	14.0
			最小値	3.0	4.7	4.8	5.0	8.4	7.5	7.0		15.0	11.0	14.0
3 段目														
ク ヌ ギ	16 本	12.5	平均値	3.2	3.8	3.8	4.5	4.6	4.6	4.3		6.1	5.3	5.5
			最大値	5.0	6.0	6.0	6.7	8.0	7.0	6.8		9.6	7.5	8.0
			最小値	1.5	1.6	1.3	1.8	1.5	1.5	1.3		2.4	2.0	1.5
コ ナ ラ	44 本	6.8	平均値	3.0	3.5	3.5	4.0	3.7	4.0	3.7		5.0	4.5	4.5
			最大値	5.0	5.5	6.0	6.0	7.0	7.0	5.5		7.4	7.7	7.5
			最小値	0.8	1.3	0.8	1.7	1.0	1.0	1.5		1.9	1.5	1.8
ブ ナ	11 本	18.2	平均値	1.6	1.8	1.7	1.9	1.9	1.7	1.6		2.3	2.2	2.1
			最大値	2.0	2.8	2.5	3.0	2.5	3.0	2.7		3.9	3.5	3.5
			最小値	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0		1.3	1.2	1.2
4 段目														
ク ヌ ギ	7 本	14.3	平均値	3.2	4.0	4.1	4.3	4.4	4.8	3.8		5.5	5.8	6.2
			最大値	5.2	5.0	4.6	5.5	6.0	6.0	5.2		6.7	7.2	7.6
			最小値	0.9	2.3	2.5	2.5	1.2	2.4	0.9		4.3	3.5	4.5
コ ナ ラ	43 本	7.0	平均値	3.4	3.5	3.4	3.9	4.1	3.9	3.5		4.7	4.9	5.2
			最大値	4.8	5.5	6.0	6.0	7.0	8.0	5.7		8.7	8.0	8.4
			最小値	1.6	1.5	1.4	1.5	1.5	1.0	0.2		1.8	1.9	1.8
ブ ナ	3 本	0.0	平均値	1.2	1.3	1.0	1.0	1.5	1.3	1.4		1.6	1.5	1.5
			最大値	1.8	1.7	1.0	1.0	1.7	1.3	1.5		1.6	1.9	2.2
			最小値	0.8	0.9	1.0	1.0	1.2	1.2	1.3		1.5	1.3	0.8
5 段目														
ク ヌ ギ	8 本	25.0	平均値	3.0	3.8	4.0	4.8	5.2	5.8	5.2		7.4	7.5	6.9
			最大値	5.0	5.8	6.0	7.0	9.0	7.4	9.0		11.0	11.2	9.8
			最小値	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.3	2.5		3.3	3.1	3.1
コ ナ ラ	36 本	38.9	平均値	3.1	3.7	3.6	4.1	4.4	4.6	4.2		5.5	5.7	5.6
			最大値	5.6	7.2	6.1	7.5	8.0	9.0	7.0		9.5	10.2	9.1
			最小値	1.2	1.5	1.5	1.5	2.0	1.6	1.5		1.8	2.0	2.0
ブ ナ	3 本	100.0	平均値	1.4	1.9	1.5	2.0	2.0	2.0	1.9		2.7	3.3	
			最大値	2.1	3.0	2.1	2.0	2.5	2.0	1.9		2.7	3.3	
			最小値	1.0	1.2	1.0	2.0	1.5	2.0	1.9		2.7	3.3	



資 料 編 3

十日沢2号における各樹種の幹径 (cm) 経年変化

樹 種	本数	枯死率(%)		1987. 7	1987. 12	1988. 7	1989. 7	1989. 12	1990. 7	1990. 12	1991. 8	1991. 12	1992. 7	1992. 12	1993. 9	1993. 12
1 段目																
クヌギ	3本	0.0	平均値	1.5	1.9	2.4	2.9	3.3	3.5	3.9	4.4	5.0		5.2	5.5	5.4
			最大値	1.6	2.2	3.0	3.8	4.3	4.5	5.0	6.0	7.0		7.4	7.6	7.7
			最小値	1.3	1.6	2.0	2.3	2.7	3.0	3.2	3.3	4.0		3.9	4.2	3.7
ケヤキ	3本	0.0	平均値	2.0	2.1	2.7	2.8	3.1	3.1	3.2	3.3	3.7		4.3	3.9	3.6
			最大値	2.6	3.0	3.8	3.7	4.0	4.0	4.0	3.9	5.0		4.8	4.5	4.5
			最小値	1.0	0.7	0.8	1.2	1.2	1.2	1.7	2.1	1.5		3.3	2.8	1.9
コナラ	8本	0.0	平均値	1.6	1.7	2.3	2.5	2.7	3.2	3.6	3.4	3.9		4.3	5.0	4.5
			最大値	2.7	2.9	4.2	4.0	4.5	5.0	5.5	5.2	6.5		6.5	7.2	7.0
			最小値	0.9	0.9	1.5	1.6	1.7	2.0	2.0	1.8	2.0		1.9	2.2	2.0
ナツツバキ	1本	0.0	平均値	1.6	1.8	2.5	2.3	2.4	2.5	2.9	2.4	3.0		3.5	3.1	3.2
			最大値	1.6	1.8	2.5	2.3	2.4	2.5	2.9	2.4	3.0		3.5	3.1	3.2
			最小値	1.6	1.8	2.5	2.3	2.4	2.5	2.9	2.4	3.0		3.5	3.1	3.2
ミズナラ	3本	0.0	平均値	1.0	1.4	1.6	1.9	2.3	3.2	3.3	3.3	4.2		4.5	5.0	5.0
			最大値	1.7	2.2	2.4	2.7	3.0	4.0	4.0	4.0	5.0		5.9	6.1	5.8
			最小値	0.2	0.7	0.8	1.0	1.5	2.5	2.8	2.5	3.5		3.3	4.0	3.8
モミジ	1本	0.0	平均値	1.6	1.9	2.2	2.0	2.0	2.5	1.8	1.6	2.0		1.9	2.2	3.0
			最大値	1.6	1.9	2.2	2.0	2.0	2.5	1.8	1.6	2.0		1.9	2.2	3.0
			最小値	1.6	1.9	2.2	2.0	2.0	2.5	1.8	1.6	2.0		1.9	2.2	3.0
ヤマボウシ	1本	0.0	平均値	1.2	1.5	2.0	2.2	2.5	3.0	3.4	3.0	3.5		3.8	4.0	3.8
			最大値	1.2	1.5	2.0	2.2	2.5	3.0	3.4	3.0	3.5		3.8	4.0	3.8
			最小値	1.2	1.5	2.0	2.2	2.5	3.0	3.4	3.0	3.5		3.8	4.0	3.8
2 段目																
イロハモミジ	2本	0.0	平均値	1.5	2.0	2.4	2.8	3.2	3.5	4.0	4.5	4.8		5.3	5.3	6.0
			最大値	1.6	2.1	2.5	3.0	3.5	3.5	4.3	5.0	5.5		5.3	5.6	6.0
			最小値	1.4	1.8	2.3	2.6	2.8	3.5	3.6	4.0	4.0		5.3	5.0	6.0
エゴノキ	1本	0.0	平均値	2.1	4.2	4.2	5.6	6.4	6.5	5.3	6.0	7.5		7.5	6.5	8.8
			最大値	2.1	4.2	4.2	5.6	6.4	6.5	5.3	6.0	7.5		7.5	6.5	8.8
			最小値	2.1	4.2	4.2	5.6	6.4	6.5	5.3	6.0	7.5		7.5	6.5	8.8
クヌギ	2本	0.0	平均値	1.3	2.0	2.4	2.7	3.7	3.3	4.3	4.5	4.5		5.2	5.7	6.7
			最大値	1.5	2.1	2.8	3.2	3.8	4.0	4.9	5.5	5.5		6.6	7.0	8.0
			最小値	1.0	2.0	2.0	2.1	3.5	2.5	3.6	3.5	3.5		3.7	4.3	5.3
コナラ	7本	0.0	平均値	1.5	2.2	2.8	2.8	3.4	3.4	3.7	3.6	4.4		4.8	5.0	5.3
			最大値	2.0	3.0	4.0	3.7	4.7	5.0	6.0	5.0	7.0		6.8	7.1	7.8
			最小値	0.3	1.5	2.0	1.9	2.0	2.0	2.0	1.5	2.0		2.4	2.3	2.8
ナラガシワ	1本	0.0	平均値	0.3	1.5	2.0	1.8	2.4	2.5	3.2	3.0	3.5		3.5	3.7	4.0
			最大値	0.3	1.5	2.0	1.8	2.4	2.5	3.2	3.0	3.5		3.5	3.7	4.0
			最小値	0.3	1.5	2.0	1.8	2.4	2.5	3.2	3.0	3.5		3.5	3.7	4.0
ミズナラ	5本	0.0	平均値	1.5	2.2	2.8	2.9	3.3	3.5	4.0	4.1	4.3		5.0	5.2	6.0
			最大値	2.5	3.2	3.7	4.2	4.5	4.5	5.6	5.5	6.5		6.6	7.5	7.7
			最小値	0.3	1.3	1.5	1.4	1.7	2.0	2.2	2.0	2.0		2.6	2.8	3.2
3 段目																
イロハモミジ	1本	0.0	平均値	2.2	3.3	3.2	4.3	4.5	0.3	0.4	0.5	0.5		2.3	2.9	3.5
			最大値	2.2	3.3	3.2	4.3	4.5	0.3	0.4	0.5	0.5		2.3	2.9	3.5
			最小値	2.2	3.3	3.2	4.3	4.5	0.3	0.4	0.5	0.5		2.3	2.9	3.5
エゴノキ	3本	0.0	平均値	1.8	2.2	2.4	3.2	3.3	0.6	1.2	1.4	2.0		2.6	4.6	4.2
			最大値	2.1	2.8	3.0	4.4	4.5	0.7	1.8	1.7	2.5		3.0	4.8	4.5
			最小値	1.3	1.7	1.6	2.3	2.5	0.5	0.8	1.1	1.5		1.9	4.3	4.0
コナラ	2本	50.0	平均値	2.5	3.1	3.8	4.7	5.0	0.9	1.2	1.2	1.8		2.7	2.7	4.5
			最大値	2.6	3.5	4.0	5.3	5.5	1.0	1.5	1.2	2.0		2.7	2.7	4.5
			最小値	2.5	2.7	3.5	4.0	4.5	0.8	0.8	1.1	1.5		2.6	2.7	4.5
ナツツバキ	1本	0.0	平均値	1.0	1.2	1.4	1.8	1.5	0.6	0.8	2.4	1.5		1.8	2.0	3.0
			最大値	1.0	1.2	1.4	1.8	1.5	0.6	0.8	2.4	1.5		1.8	2.0	3.0
			最小値	1.0	1.2	1.4	1.8	1.5	0.6	0.8	2.4	1.5		1.8	2.0	3.0
ミズナラ	1本	0.0	平均値	1.0	1.5	1.6	1.3	1.5	0.6	1.0	1.3	1.5		1.9	2.5	5.0
			最大値	1.0	1.5	1.6	1.3	1.5	0.6	1.0	1.3	1.5		1.9	2.5	5.0
			最小値	1.0	1.5	1.6	1.3	1.5	0.6	1.0	1.3	1.5		1.9	2.5	5.0
ヤマモミジ	1本	0.0	平均値	1.1	2.0	2.6	3.2	3.5	0.6			1.2		1.7	2.3	3.0
			最大値	1.1	2.0	2.6	3.2	3.5	0.6			1.2		1.7	2.3	3.0
			最小値	1.1	2.0	2.6	3.2	3.5	0.6			1.2		1.7	2.3	3.0

資 料 編 3

十日沢2号における各樹種の幹径 (cm) 経年変化 (続き)

樹 種	本数	枯死率(%)		1987. 7	1987. 12	1988. 7	1989. 7	1989. 12	1990. 7	1990. 12	1991. 8	1991. 12	1992. 7	1992. 12	1993. 9	1993. 12
4 段目																
イロハモミジ	1 本	0.0	平均値	0.5	0.4	0.7	1.0	1.0	0.4	0.7	1.0	1.0		1.9	1.8	1.0
			最大値	0.5	0.4	0.7	1.0	1.0	0.4	0.7	1.0	1.0		1.9	1.8	1.0
			最小値	0.5	0.4	0.7	1.0	1.0	0.4	0.7	1.0	1.0		1.9	1.8	1.0
エゴノキ	1 本	100.0	平均値	1.4	1.9	2.0	2.4	2.5	0.5	1.0	1.5	2.0		2.8		
			最大値	1.4	1.9	2.0	2.4	2.5	0.5	1.0	1.5	2.0		2.8		
			最小値	1.4	1.9	2.0	2.4	2.5	0.5	1.0	1.5	2.0		2.8		
クヌギ	2 本	0.0	平均値	2.0	2.1	2.4	3.5	3.8	0.8	1.3	1.0	2.0		3.1	3.3	3.7
			最大値	2.4	2.6	3.0	3.9	4.0	0.8	1.5	1.0	2.5		3.4	4.0	3.8
			最小値	1.7	1.6	1.7	3.0	3.5	0.7	1.0	1.0	1.5		2.7	2.5	3.5
ケヤキ	2 本	50.0	平均値	1.3	1.3	1.6	2.1	2.3	0.6	1.0	1.3	2.5		2.0	2.5	2.6
			最大値	1.7	1.3	1.6	2.5	2.5	0.7	1.5	1.5	3.5		2.3	2.5	2.6
			最小値	0.9	1.3	1.5	1.7	2.0	0.5	0.5	1.0	1.5		1.7	2.5	2.6
コナラ	2 本	0.0	平均値	1.1	1.3	1.6	2.2	2.0	0.6	0.9	1.3	1.8		2.8	3.5	3.6
			最大値	1.2	1.3	1.6	2.4	2.0	0.6	1.0	1.5	2.0		3.3	4.5	4.8
			最小値	1.0	1.3	1.5	2.0	2.0	0.5	0.7	1.0	1.5		2.2	2.4	2.4
ミズナラ	4 本	50.0	平均値	1.7	2.1	2.3	3.0	3.0	0.7	0.8	1.0	1.3		2.0	3.4	3.3
			最大値	2.0	2.5	3.0	3.9	4.0	0.8	1.0	1.5	1.5		2.7	3.9	3.7
			最小値	1.4	1.7	1.9	2.4	2.5	0.6	0.5	0.5	0.5		1.5	2.9	2.8

資 料 編 3

五工区における各樹種の幹径 (cm) 経年変化

樹 種	本数	枯死率(%)		1987. 7	1987.12	1988. 7	1989. 7	1989.12	1990. 7	1990.12	1991. 8	1991.12	1992. 7	1992.12	1993. 9	1993.12
右 側																
ク ヌ ギ	9本	11.1	平均値	1.0	1.4	1.8	2.8	2.9	3.4	2.7	3.9	3.7	4.6	5.9	5.1	5.6
			最大値	1.4	2.2	3.0	4.0	4.2	5.0	4.0	5.8	6.0	7.0	7.8	8.5	8.6
			最小値	0.4	0.6	1.0	1.5	0.9	1.0	1.0	0.8	0.8	1.0	3.4	0.5	0.4
ケ ヤ キ	5本	20.0	平均値	1.0	1.2	1.1	1.9	2.3	2.8	2.2	3.3	3.7	4.3	5.2	5.2	6.5
			最大値	1.4	1.6	1.6	2.7	3.6	4.0	3.8	4.8	5.5	6.0	7.5	7.8	8.2
			最小値	0.5	0.8	0.7	0.9	1.2	1.0	1.0	1.2	1.5	1.5	1.8	1.7	3.0
コ ナ ラ	14本	7.1	平均値	0.9	1.3	1.4	2.2	2.2	2.8	2.5	3.2	3.2	4.3	4.8	4.8	4.6
			最大値	1.2	1.6	1.7	3.0	3.0	4.0	3.5	4.2	4.5	5.5	8.1	9.0	6.5
			最小値	0.5	1.0	1.0	1.0	1.1	2.0	1.8	2.3	2.0	2.5	2.8	2.5	2.5
ブ ナ	5本	20.0	平均値	1.0	1.0	1.0	1.5	1.4	1.5	1.5	1.8	1.9	2.3	2.5	2.6	2.9
			最大値	1.7	1.2	1.4	1.9	1.8	2.0	1.8	2.1	2.0	2.5	2.8	3.0	3.7
			最小値	0.4	0.6	0.6	1.2	1.2	1.0	1.2	1.4	1.5	1.8	1.8	1.5	1.5
ミ ズ ナ ラ	4本	50.0	平均値	0.5	0.9	1.0	1.8	1.8	2.3	2.3	3.4	3.5	4.5	7.4	7.3	5.9
			最大値	0.7	1.0	1.3	2.0	2.2	3.0	3.0	4.1	4.5	5.5	7.5	7.6	7.0
			最小値	0.2	0.8	0.8	1.6	1.6	1.5	1.5	2.6	2.5	3.5	7.3	7.0	4.8
左 側																
イロハモミジ	5本	0.0	平均値	0.5	0.6	0.9	0.9	1.0	1.1	1.3	1.4	1.5	2.3	2.1	2.3	2.1
			最大値	0.7	1.2	1.4	1.1	1.3	1.5	1.5	2.0	1.8	3.3	2.4	2.9	3.0
			最小値	0.3	0.4	0.6	0.8	0.7	0.7	1.1	1.0	1.0	1.6	1.5	1.9	1.4
ク ヌ ギ	8本	37.5	平均値	1.0	1.3	1.3	2.1	2.4	2.8	2.9	3.2	3.2	3.9	4.3	4.2	4.1
			最大値	1.2	1.7	2.2	2.5	3.0	4.0	3.7	6.0	6.7	6.5	8.5	9.0	8.7
			最小値	0.6	0.8	0.2	1.4	1.8	2.0	2.3	2.0	1.8	2.5	2.6	2.2	2.5
ケ ヤ キ	5本	0.0	平均値	0.5	0.9	1.1	1.5	2.0	2.0	2.3	2.3	2.7	2.8	3.5	3.7	3.7
			最大値	0.8	1.2	1.4	2.0	3.1	3.5	3.5	4.0	4.5	4.9	6.0	6.4	6.5
			最小値	0.3	0.5	0.8	0.9	1.0	1.0	1.2	1.0	1.5	1.1	1.6	1.2	1.5
コ ナ ラ	9本	11.1	平均値	1.0	1.3	1.7	1.9	2.5	2.4	3.5	2.9	3.9	4.4	4.6	5.0	5.0
			最大値	1.1	1.6	2.2	2.9	3.8	3.5	5.3	5.5	7.0	7.0	7.5	7.6	8.0
			最小値	0.8	0.9	1.4	0.8	0.8	1.2	1.5	1.5	1.5	1.6	2.0	1.8	1.7
ブ ナ	23本	13.0	平均値	0.6	0.7	0.9	1.1	1.3	1.3	1.6	1.4	1.6	1.9	2.2	2.3	2.3
			最大値	1.0	1.0	1.3	1.7	2.1	2.0	2.5	2.5	2.5	3.4	3.9	4.6	4.1
			最小値	0.3	0.5	0.5	0.6	0.4	0.6	0.7	0.5	0.5	0.8	1.0	0.8	0.6
ミ ズ ナ ラ	7本	0.0	平均値	0.4	0.5	0.7	1.0	1.2	1.4	1.9	1.6	1.6	2.5	2.9	2.8	2.6
			最大値	0.7	0.6	1.0	1.6	1.6	2.0	3.2	3.0	2.7	4.1	4.5	4.8	4.4
			最小値	0.3	0.4	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	1.6	1.7	0.8	0.7
ヤマモミジ	1本	0.0	平均値				1.1	1.4	1.2	1.5	2.0	1.6	2.3	3.1	2.5	2.4
			最大値				1.1	1.4	1.2	1.5	2.0	1.6	2.3	3.1	2.5	2.4
			最小値				1.1	1.4	1.2	1.5	2.0	1.6	2.3	3.1	2.5	2.4

資 料 編 3

あんどん沢における各樹種の幹径（cm）経年変化

樹 種	本数	枯死率(%)		1987. 12	1988. 7	1989. 7	1989. 12	1990. 7	1990. 12	1991. 8	1991. 12	1992. 7	1992. 12	1993. 9	1993. 12
右 側															
ク ヌ ギ	6本	33.3	平均値	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	1.2	1.6	1.8	1.5	0.8
			最大値	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	0.8	1.4	1.7	2.5	2.6	3.0	1.0
			最小値	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.8	0.3	0.7	1.0	0.8	0.4	0.4
ケ ヤ キ	3本	100.0	平均値	0.567	0.5	0.6	0.7	0.7		0.7	0.6	0.9	0.9		
			最大値	0.6	0.6	0.7	0.7	0.9		0.8	0.6	1.0	0.9		
			最小値	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5		0.6	0.5	0.8	0.9		
シラカンバ	4本	100.0	平均値	0.775	0.9	1.2	1.1	1.0	1.2	1.0	1.5	1.5			
			最大値	0.9	1.1	1.2	1.1	1.0	1.2	1.0	1.5	1.5			
			最小値	0.7	0.7	1.2	1.1	1.0	1.2	1.0	1.5	1.5			
ブ ナ	6本	83.3	平均値	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	1.0	0.7	0.8	1.0	1.2	1.2	2.8
			最大値	0.9	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.5	1.4	1.7	2.8
			最小値	0.6	0.4	0.7	0.6	0.7	1.0	0.5	0.5	0.6	1.0	0.9	2.8
ミズナラ	9本	33.3	平均値	0.7556	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.3	1.5	1.2	1.5	1.8
			最大値	1	1.0	1.5	1.3	1.2	1.2	2.2	2.5	3.0	1.9	2.3	3.5
			最小値	0.4	0.6	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.8	0.7	0.8
ミズメ	1本	100.0	平均値	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6							
			最大値	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6							
			最小値	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6							
ヤシャブシ	3本	66.7	平均値	0.733	0.7	0.8	0.9	1.0	0.9	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
			最大値	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	0.9	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
			最小値	0.7	0.6	0.7	0.8	1.0	0.9	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
ヤマハンノキ	10本	60.0	平均値	0.6	0.6	2.0	2.4	3.0	4.7	4.1	5.7	5.6	6.8	7.8	8.5
			最大値	0.8	1.0	2.6	3.5	4.5	6.0	6.7	7.8	8.0	9.5	9.8	10.0
			最小値	0.4	0.3	0.9	0.8	0.9	3.2	0.6	3.5	1.5	4.8	5.7	5.0
左 側	左側														
ク ヌ ギ	8本	25.0	平均値	0.7	0.6	0.5	0.7	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.5	1.6	1.8
			最大値	1	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	1.0	1.5	1.5	2.4	2.4	2.8
			最小値	0.5	0.3	0.4	0.6	0.4	0.6	0.5	0.5	0.9	0.7	1.0	0.9
ケ ヤ キ	28本	67.9	平均値	0.55	0.7	0.6	0.8	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	1.0	0.9
			最大値	0.6	0.7	0.6	0.8	0.6	0.7	1.0	1.5	1.2	1.4	2.0	1.8
			最小値	0.5	0.6	0.6	0.7	0.6	0.7	0.4	0.3	0.5	0.4	0.5	0.5
シラカンバ	9本	44.4	平均値	0.8	0.9	0.6	0.9	0.7	0.9	1.1	1.1	1.6	1.9	2.2	2.8
			最大値	0.9	1.1	1.0	1.3	1.0	1.5	2.0	1.8	2.7	3.2	3.5	4.5
			最小値	0.5	0.5	0.2	0.3	0.3	0.2	0.5	0.5	0.8	0.9	1.0	1.2
ブ ナ	8本	62.5	平均値	0.688	0.7	0.7	0.9	0.7	0.8	1.0	1.4	1.1	1.3	1.3	1.4
			最大値	0.9	0.9	0.8	1.1	0.9	1.0	1.0	2.0	1.3	1.4	1.5	1.8
			最小値	0.6	0.5	0.6	0.8	0.6	0.4	1.0	1.0	0.9	1.2	1.0	1.0
ミズナラ	30本	40.0	平均値	0.98	1.0	0.9	1.2	0.9	1.0	1.0	0.9	1.1	1.3	1.6	1.6
			最大値	1.6	1.1	1.1	1.5	1.1	1.5	2.0	1.5	2.5	3.3	3.0	5.2
			最小値	0.7	0.9	0.8	0.8	0.6	0.7	0.5	0.5	0.7	0.6	0.9	0.5
ヤシャブシ	5本	100.0	平均値	0.7	0.8	0.7	1.2	0.6	1.0	1.2					
			最大値	0.8	1.0	0.7	1.2	0.6	1.0	1.2					
			最小値	0.5	0.5	0.7	1.2	0.6	1.0	1.2					
ヤマハンノキ	7本	14.3	平均値	0.6	0.5	1.0	1.6	1.9	2.3	2.9	3.3	3.8	5.4	5.4	7.4
			最大値	0.8	0.8	1.6	2.5	3.0	3.2	5.0	5.5	5.3	6.2	7.5	18.0
			最小値	0.5	0.3	0.5	1.0	1.0	1.7	1.5	2.0	2.1	4.0	2.0	3.0

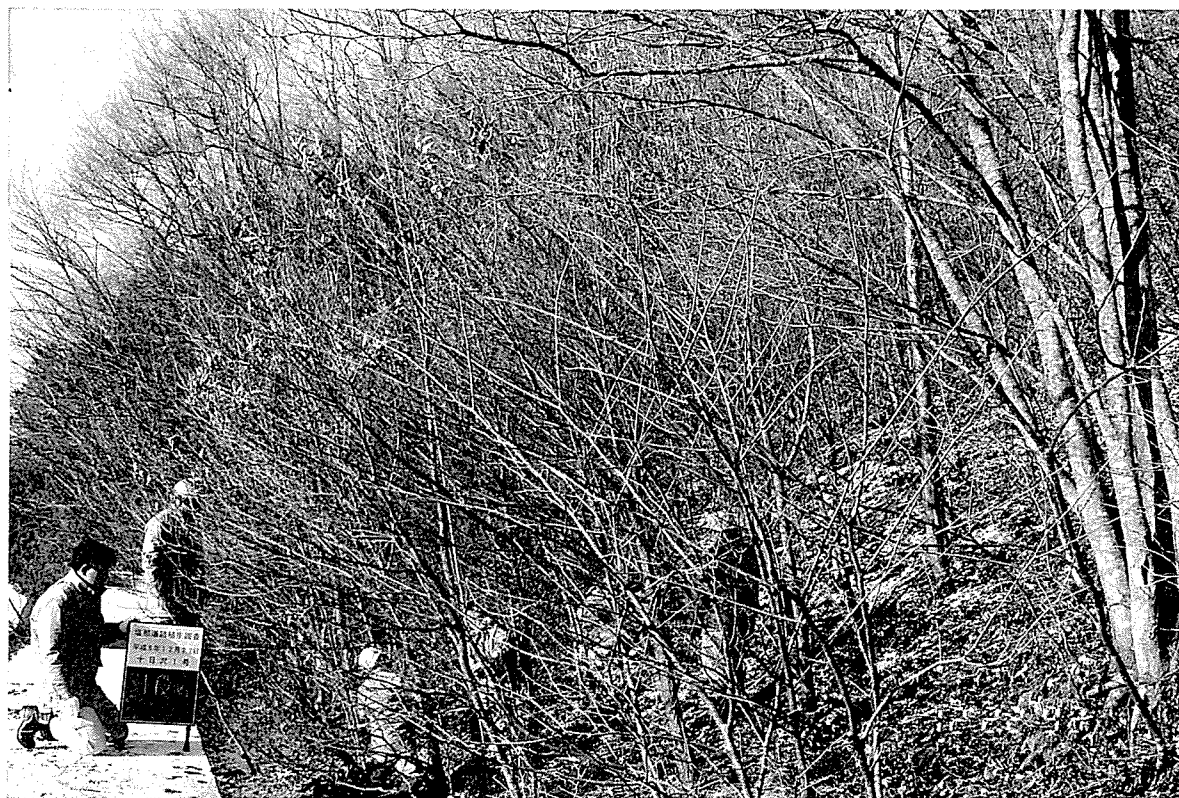


Photo. 1 十日沢1号 植栽区一1の生育状況（平成5年12月22日）



Photo. 2 十日沢1号 植栽区一2の生育状況（平成5年12月22日）



Photo. 3 十日沢1号 植栽区一2の林内状況（平成5年12月22日）



Photo. 4 十日沢1号 植栽区一3の生育状況（平成5年12月22日）





Photo. 5 十日沢1号 植栽区一3のブナ（平成5年12月22日）



Photo. 6 十日沢1号 植栽区一3の林内状況（平成5年12月22日）



Photo. 7 十日沢1号 植栽区—4の生育状況（平成5年12月22日）

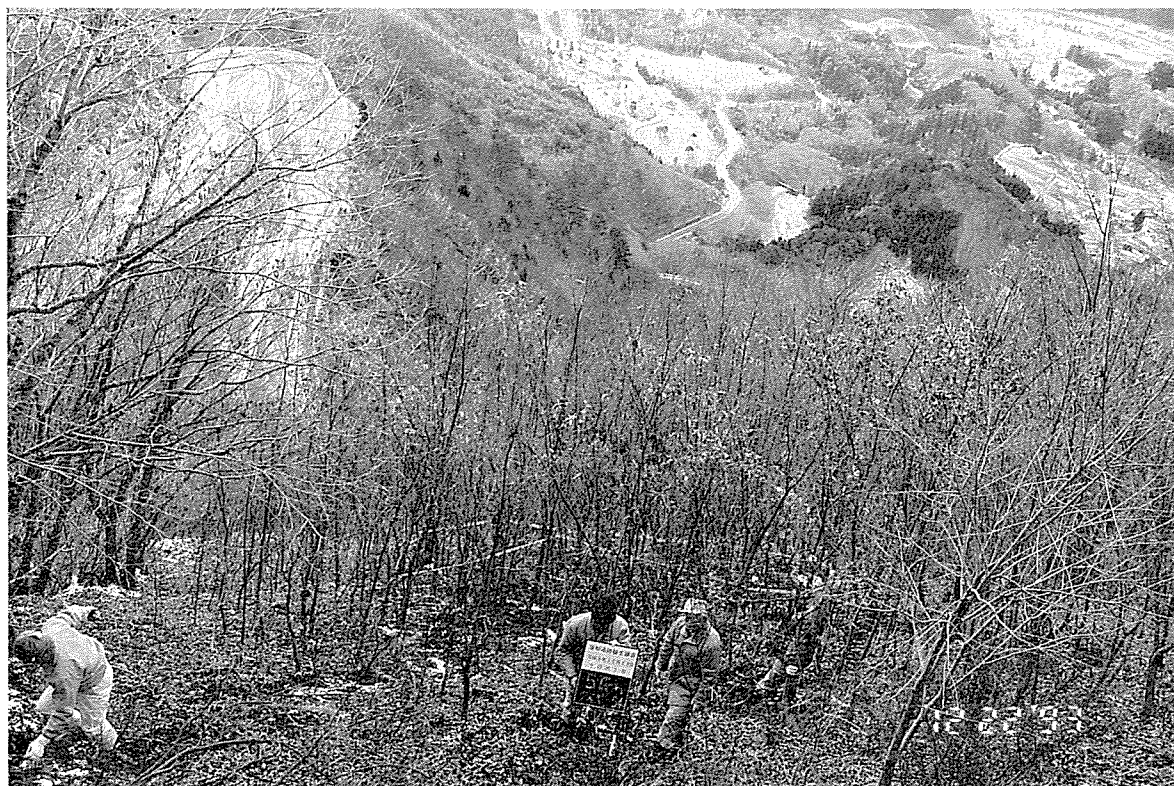


Photo. 8 十日沢1号 植栽区—5の生育状況（平成5年12月22日）





Photo. 9 十日沢1号 植栽区—5のクスギ（平成5年12月22日）



Photo. 10 十日沢2号 植栽区—1の生育状況（平成5年12月22日）



Photo. 11 十日沢2号 植栽区—2の生育状況（平成5年12月22日）



Photo. 12 十日沢2号 植栽区—3の生育状況（平成5年12月22日）





Photo. 13 十日沢2号 植栽区—3の萌芽状況（平成5年12月22日）



Photo. 14 十日沢2号 植栽区—4の生育状況（平成5年12月22日）

## 資料編 4



Photo. 15 五工区 右側上段植栽区のクヌギ（平成5年12月22日）



Photo. 16 五工区 右側中段植栽区のクヌギ（平成5年12月22日）





Photo. 17 五工区 右側下段植栽区のコナラ（平成5年12月22日）

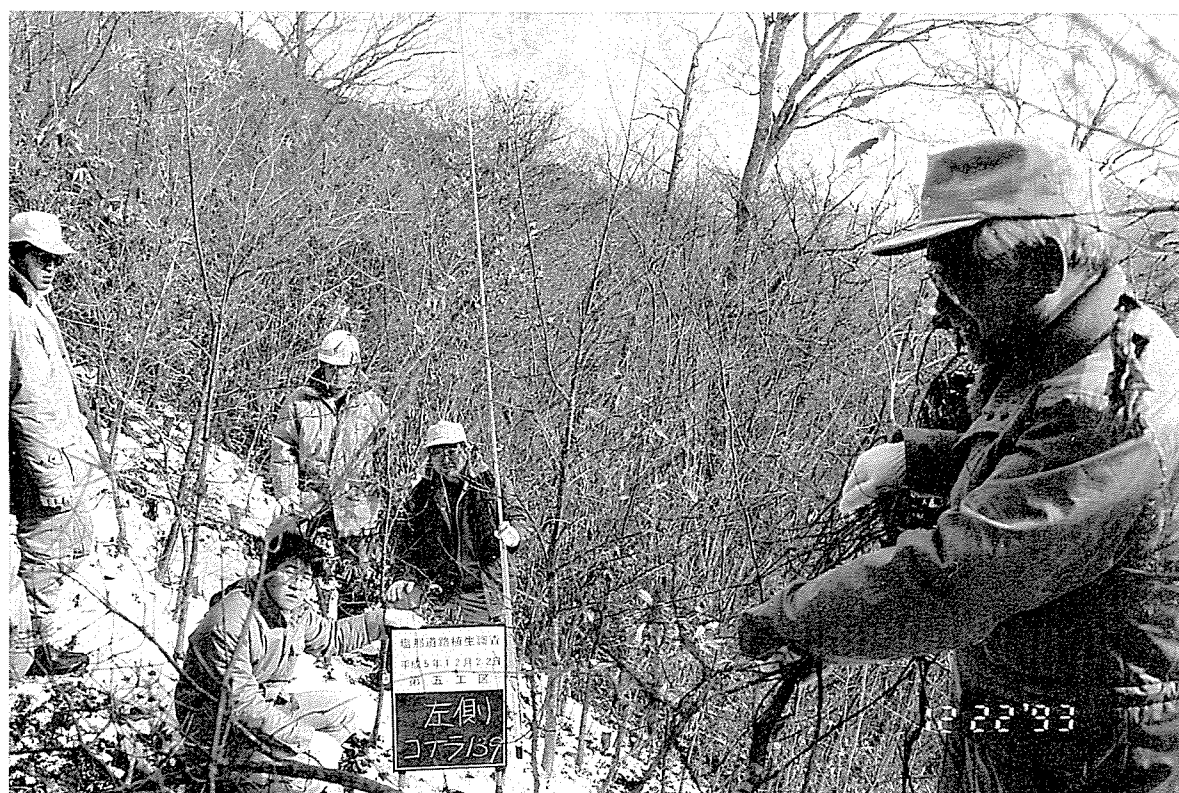


Photo. 18 五工区 左側上段植栽区のコナラ（平成5年12月22日）



Photo. 19 五工区 左側中段植栽区のコナラ（平成5年12月22日）



Photo. 20 五工区 左側下段植栽区のコナラ（平成5年12月22日）





Photo. 21 あndon沢 右側上段植栽区のヤマハシノキ（平成5年12月22日）



Photo. 22 あndon沢 右側上段植栽区のミズナラ（平成5年12月22日）



Photo. 23 あんどん沢 右側中段植栽区のミズナラ（平成5年12月22日）



Photo. 24 あんどん沢 右側中段植栽区のヤマハシノキ（平成5年12月22日）





Photo. 25 あんどん沢 右側下段植栽区のミズナラ（平成5年12月22日）



Photo. 26 あんどん沢 左側上段植栽区のミズナラ（平成5年12月22日）



Photo. 27 あんどん沢 左側中段植栽区のヤマハンノキ（平成5年12月22日）



Photo. 28 あんどん沢 左側中段植栽区のシラカンバ（平成5年12月22日）





Photo. 29 あんどん沢 左側中段植栽区のシラカンバ（平成5年12月22日）



Photo. 30 あんどん沢 左側下段植栽区のみズナラ（平成5年12月22日）



Photo. 31 あんどん沢 左側下段植栽区のミズナラ（平成5年12月22日）



Photo. 32 あんどん沢 左側下段植栽区のミズナラ（平成5年12月22日）

## お わ り に

日本で初めて実施されている山岳道路開発にともなう周辺環境の劣化，荒廃に対応して積極的に植生生態学的な現地調査の成果をふまえて，道路建設工事以前以上にダイナミックでバランスのとれた緑の環境創造を積極的に実施し，しかも植栽時にわずか 30～50cm の幼苗が厳しい自然環境やノウサギなどの野生動物の被害，さらに心なき人間による枝きりや霞網を設けるための伐採，盆栽用にブナをこっそり根から取っていくなどの厳しい条件に対応して着実に命を賭けて生育している状態を，毎年夏，冬の 2 回継続的に現地で測定観測調査が進められてきた。

本報はこれら栃木県土木部道路建設課ならびに大田原土木事務所が，積極的に塩那道路塩原側土砂崩壊地の十日沢 1 号周辺に，昭和 58 年に最初に植栽して以来，59 年には十日沢 2 号，61 年には五工区，さらに 62 年にはあんどん沢のきわめて厳しい急斜面を含めて植栽を実施した。その生育状況の測定，調査が樹冠，幹張りとともに辛抱強く 10 年間続けられてきた。

現在国際的にも植生の動態研究に関心が高まり，研究例も多い。しかし，このような道路沿いの土砂崩壊地に，生態学的な脚本にしたがって植栽された幼苗の生育状況を，条件のよい夏と厳しい冬と 2 回にわたって，10 年間継続調査して，その成果が考察，検討された例は少ない。

本報はかつて不可能といわれた厳しい山岳道路でも，十分な生態学的な現地調査をふまえ，その成果を基礎にまず最初に土木工学的な手法で，土砂が絶えず崩壊するような厳しい立地条件では土砂止めを行う。その上に生態学的な調査の成果から，潜在自然植生の主木の幼苗を混植，密植することによって，積極的に土地本来の緑の自然環境の回復，修復，創造することが可能であることを実証している。しかも 10 年の間では時には強く襲った集中豪雨や台風によって，植栽が行われていなかった所や自然に放置されたところでも根の浅い二次林の場所では，局地的には土砂崩壊をもたらした所も少なくない。しかし生態学的な処方によって植栽された本番兼試験植栽地では，幸いにもすべてが確実に生育している。

この成果はたんに塩那道路の一例としてよりも，日本国内はもとより世界的にも，今後好むと好まざるとにかかわらず，アルプス，ピレネー，アパラチアなど世界各地の山岳道路では，ある程度の建設をすべて停止することはできないであろう。その際，従来の道路沿いの自然破壊への一時的，部分的な対応だけにとどまらずことは不十分である。塩那道路の地道で着実な道路沿い緑環境再生，創造のノウハウと実績を基礎に，今後とも慎重な道路建設が望まれる。同時に基本計画の当初から，鉄，セメント，石油化学製品，ダイナマイトなどのハードな材料や手法だけでなく，同時に生きた緑の構築材料をどう使いきるかを基本計画から積極的に計画のなかに導入する。ハードな施設づくりは集中的に金を投資すれば，かなり短い時間で計画的に可能である。しかし生きた緑の構築材料を利用した場合は，最低限生物的な時間を必要とする。したがって従来のような後手的対策の時代はおわった。今後の道路建設に際しては基本計画の最初から，非生物的材料と生きた緑の構築材料を同時にインプットして使いきる基本計画，実施計画を策定し，具体的に実施する。しかも道路建設に際して切土，盛土などの斜面ができた場合には，積極的に斜面沿いにできるだけ早く表土を復元し，潜在自然植生の主木を主としながら，深根性，直根性の根群が十分ポットに充満したポット苗を積極的に使い込み，混植，密植法で植栽をはじめ

ハード面だけに偏った道路建設の時代は終わった。道路建設に際しても道沿いの切土，盛土面も含めて緑の環

境創造も同時に実施して発達させる。土地本来の自然環境と積極的に共生し、新しい時代に対応した、長持ちする、管理費の嵩まない山地、山岳道路の建設が今強く期待されている。

塩那道路も、今後さらに亜高山植生帯の道路建設改善に際して生きた緑の構築材料をどう使いきるか、また斜面や雪崩の多い所でどのように対応するかなどの問題が残されている。

我々は塩那道路、塩原沿い4カ所の10年間の生態学的な緑の環境創造、その発達状況の調査成果を基礎に、さらに厳しい立地条件下での道路建設がやむをえない場合に、むしろ現状以上により良い緑の環境を同時に再生するために、今後ともハードとソフト、土木工学と生態工学を総合した ecoengineering あるいは生態土木的な手法での対応を今後現地で実施し、本番兼実験を進めていきたい。

同時に10年間で場所によっては8 m以上に生育し、根群も十分斜面保全に役立っているこれら4カ所の塩那道路の永久方形区による調査結果を基礎に、さらに少なくとも1年1回あるいは隔年おきにあと5～10年の継続的な生育調査が強く期待される。最後に本調査を計画され現地調査を進めるにあたって、厳しい夏、および冬の現地調査に積極的にご協力いただいた栃木県土木部道路建設課の皆さん、さらに大田原土木事務所の皆さんの長い間のご支援に心から謝意を表したい。

## 参 考 文 献

- 宮脇昭・鈴木伸一・鈴木邦雄, 1984. 塩那道路周辺(栃木県)の植生, 付表・付着植生図つき. 栃木県土木部. 112ページ.
- 宮脇昭・鈴木伸一, 1985. 栃木県塩那道路における植栽地および植栽予定地に関する調査報告書 1, 横浜国立大学植生学研究室, 付表つき. 9 ページ.
- 宮脇昭・鈴木伸一, 1985. 栃木県塩那道路における植栽および植栽地予定地に関する調査報告書 2, 横浜国立大学植生学研究室, 付表・付図つき. 8 ページ.
- 宮脇昭・鈴木伸一, 1986. 栃木県塩那道路における植栽および植栽地予定地に関する調査研究報告書 3, 横浜国立大学植生学研究室, 付表・付図つき. 5 ページ.
- 宮脇昭・中村幸人, 1987. 栃木県塩那道路における植栽および植栽地予定地に関する調査研究報告書 4, 横浜国立大学植生学研究室, 付表・付図つき. 5 ページ.
- 宮脇昭・中村幸人, 1988. 栃木県塩那道路における植栽および植栽地予定地に関する調査研究報告書 5, 横浜国立大学植生学研究室, 付録写真つき. 15ページ.
- 宮脇昭・中村幸人, 1989. 栃木県塩那道路における植栽および植栽地予定地に関する調査研究報告書 6, 横浜国立大学植生学研究室, 付録写真つき. 18ページ.
- 宮脇昭・中村幸人, 1990. 栃木県塩那道路における植栽および植栽地予定地に関する調査研究報告書 7, 横浜国立大学植生学研究室, 付録写真つき. 19ページ.
- 宮脇昭・中村幸人, 1991. 栃木県塩那道路における植栽および植栽地予定地に関する調査研究報告書 8, 横浜国立大学植生学研究室, 付録写真つき. 40ページ.
- 宮脇昭・中村幸人, 1992. 栃木県塩那道路における植栽および植栽地予定地に関する調査研究報告書 9, 横浜国立大学植生学研究室, 付録写真つき. 27ページ.
- 宮脇昭・中村幸人, 1993. 栃木県塩那道路における植栽および植栽予定地に関する調査研究報告書10, 横浜国立大学植生学研究室, 付表・付図つき. 18ページ.