

高海拔地における造林技術に関する研究

— 保全機能を重視した森林育成法の検討 —

(県単課題 昭和63年～平成4年度)

主任研究員 今井辰雄
研究員 鈴木千秋
緑化保全部長 荒井 賛
主任専門技術員 渡部政善
(現：福島県総合緑化センター)
研究員 富樫 誠
(現：福島県いわき林業事務所)
専門研究員 中島 剛

要 旨

昭和44年以降、福島県南会津地方において導入・調査してきた各樹種の生育を保全機能を中心に検討してきたが、その概要は下記に示すとおりである。

男鹿岳における天然生ヒノキアスナロの初期生育は極めて低位であり、その期間は40年頃まで続くようである。

ヒノキアスナロは耐陰性に優れ雪圧にも強いことから環境保全型の森林造成には欠かせない樹種である。また、林床にも多数の稚樹が芽生えていることから遷移の途中にあるものと考えられる。

初期の生育の阻害要因となっている雪圧対策や不用な広葉樹の密度管理、さらには幼齢時の施肥管理を行うことにより、天然スギに近い生育が期待されるものと思われる。

三方槍試験地に10樹種を導入し23年間の経緯をみてきたが、残存率の最も高いものは天然挿し木苗のホンナスギであり、これに次いでドイツウヒ・カラマツの順であった。率はそれぞれ94%、62%および37%であった。また、残存率の低かった樹種はストローブマツ・磐梯アカマツ・ブナ・モミ・シラカンバ・ウダイカンバおよびルベンストウヒで、これらは14%以下もしくは0%であった。

残存率の高い樹種においても、根元曲がりが発生したり林床にアレロパシー現象が起こっている等、今後枝打ち、保育間伐等の施業を実施する必要がある。

赤崩れ試験地に、本県の天然挿し木スギであるアズマ・イデおよびホンナスギを導入し、田島産の実生苗と比較したが、普通植え区で20年間の樹高は約10mに達し、胸高直径は約10cm、材積は約0.09m³であった。一方、巣植え区においてはこれを下回ったが残存率においては巣植え区が優位であった。

なお、挿し木苗と実生苗の生長では実生苗が多少良かったが、根元曲がりや枯損率も同時に高かった。気象被害や残存率さらに樹形態等を考慮した20年時の品種間の優劣は、巣植えのホンナスギが高位であり、普通植えの田島産の実生苗が低位であった。

また、樹幹解析の結果これらの挿し木スギの伸びは今後に係っており、適切な施業の実施が望まれる。

はじめに

森林は木材生産機能のほか多くの公益的機能を有しているが、高海拔地の森林に対しては、特に水源かん養機能や土砂流出防備、さらには土砂崩壊防備機能等の十分な発揮と期待がかけられている。

しかし近年、森林の伐採が奥地化・高海拔地化しており、伐採跡地の施業方法や造林方法など、その取り扱いが問題視されている。

特に本県の会津地方の高海拔地は積雪が多く、急峻な地形下のため伐採後の更新も容易ではなく、ほとんどの場合、天然更新に頼っているのが現状であり、また、一般的な人工造林を行っても前述の影響から成林が難しく、不成績造林地となってしまうケースが少なからず認められ、森林形成および良質材の生産には、なお困難なものが生じている。

そこで、ここでは当場が昭和44年以降、南会津郡の高海拔地において実施してきた奥地林造成試験¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾並びに生態応用による広葉樹の育成技術に関する研究⁶⁾⁷⁾⁸⁾、さらには高海拔地の造林技術に関する研究⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾等の調査結果を踏まえ、森林資源の保続と環境さらに国土保全機能の向上を目的として、より優れた保育管理技術および植林技術等の比較・検討を行い、高海拔地における更新技術の確率を図るものである。

また、奥地林造成試験として下郷町赤崩れ地内に天然スギ植栽試験地(普通植え・巣植え)を設定してきたが植栽後23年を経過しているため、良質材生産の中間時を把握するうえから、今回材質の分析を併せ行ったものである。

なお、本研究は昭和63年度より平成4年度の5ヶ年間に、県単課題「高海拔地における造林技術に関する研究—保全機能を重視した森林育成法の検討—」として実施してきたものを取りまとめたものであり、内容の一部については既に福島県林業試験場報告¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾および日本林学会東北支部会誌¹⁵⁾に掲載されていることを付記する。

1. 天然生ヒノキアスナロの生育状況と導入樹種としての可能性¹²⁾¹³⁾

I 目 的

高海拔地における森林の保全機能を向上させるため、従来よりいろいろな施業が試みられてきたが、本県の会津地方における植栽樹種としては、スギ・カラマツ・ウラジロモミ・ドイツトウヒ・ブナ等が活用されており、これらのなかの林地には不成績造林地へと移行するものも少なくない。

このため、高海拔地への導入に適した樹種や造林技術の解明が重要な課題となっているが、ここでは会津山地で散見され、大戸岳(1,416m)や博士山(1,482m)、七カ岳(1,636m)、さらに帝釈山脈の男鹿岳、荒海山(1,580m)に比較的大規模な自生地が見られる天然生のヒノキアスナロ¹⁶⁾について、その生育状況を調査し、高海拔地への導入樹種としての可能性および導入方法について検討する。

II 調査方法

1. 調査地の概況

調査地は図-1に示すように福島県田島町と栃木県藤原町の境にある男鹿岳(1,777m)山腹の男鹿林道沿いで行った。当地域一帯は水源かん養保安林に指定されており、地質は凝灰岩を主体とし、地形は急峻でもろく、傾斜方位は概ねN~NE、しばしば崩壊地が見られる。このため、図-1(2)に示すように治山堰堤が数十カ所に配置されており、しかも今後とも予防堰堤の導入が見込まれている地

域でもある。

なお、最高積雪深は推定2～3mに達するため冬期間の通行は不能である。

当該地での天然のヒノキアスナロの出現範囲は標高750mから1,500mにかけて分布しているが、一部にアスナロも混交している。しかし、その判別は種子が着果している時期以外は、その判断が難しいためここではすべてヒノキアスナロとして取り扱うこととした。

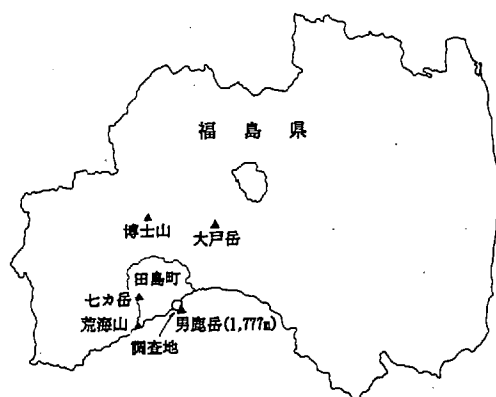


図-1 調査位置

2. 調査の方法

林道沿い(標高950mから1,250m)の林層の異なる5カ所について、100～300㎡の方形プロットを設定し、樹高が1.5m以上のすべ

ての樹木に対して樹種名を判定すると共に樹高、胸高直径、根元曲がり高および根元曲がり幅を測定した。

また、上層樹冠を形成しているヒノキアスナロ7本(推定年齢72～151年・7カ所)について伐倒し上記と同様な調査のほか、形状比、枝下高、樹冠幅、および着枝数を測定した。さらにヒノキアスナロ本体の樹幹解析を行うため、地上高0.2mから2m間隔で順次円盤を採取した。なお、地形の関係上、林分状況調査地と樹幹解析木の採取位置とは必ずしも一致させることは出来なかった。

Ⅲ 調査結果

1. 出現植生の状況

男鹿岳の調査林分に見られる主な木本類としては、ヒノキアスナロ、ブナ、ミズナラ、ホオノキ、イタヤカエデ、ハウチワカエデ、ハリギリ、ヨグソミネバリ、タカネザクラ、ダケカンバ、コシアブラ、ヤマグルマ、ミネカエデ、ウリハダカエデ、アオダモ、ヤマウルシ、リュウブ、ヒメアオキ、エゾエズリハ、ハイイヌガヤおよびネマガリタケ(チシマザサ)が出現していたが、このうち出現頻度の最も高い樹種はヒノキアスナロであり、次にブナ、ミズナラ、ヤマグルマおよびホオノキがあげられる。

2. 樹種別内訳

(1) 調査林分の本数・材積等



図-1(2) 調査位置

調査林分毎の本数・材積および胸高断面積については、表-1に示すとおりである。これによると5プロットの平均樹齢は概ね110年生前後であるが、ha当たりの全立木本数は1,017~5,551本(平均3,043本)と各林分間で3~5.5倍の大きな隔たりがみられた。材積は65.8~196.1 m^3 (平均133.6 m^3)と、これも林分間で2~3倍の大きな隔たりがある。また、胸高断面積合計は18.5~43.9 m^2/ha (平均27.7 m^2)と林分間で1.5~2.4倍の隔たりがあり、これを一般的なスギ人工林の30~60 m^2 と比較すると60%程度の低い割合となっている。

表-1 調査林分の本数等の内訳

単位(本/ha・ m^3/ha ・ m^2/ha)

項目	調査地1		調査地2		調査地3		調査地4		調査地5		平均	
	本数	胸高	本数	胸高	本数	胸高	本数	胸高	本数	胸高	本数	胸高
	材積	断面積	材積	断面積	材積	断面積	材積	断面積	材積	断面積	材積	断面積
ヒノキアスナロ	182	11.75	1,092	21.93	378	7.85	2,814	14.13	691	17.13	1,031	14.56
	67.00		114.10		46.60		46.30		102.8		75.36	
ブナ	456	1.63	-	-	290	10.54	-	-	58	2.43	161	2.92
ヤマグルマ	-	-	1,547	7.20	-	-	-	-	58	2.19	321	1.88
ホオノキ	-	-	728	7.29	-	-	256	0.91	-	-	197	1.64
ミズナラ	-	-	-	-	58	2.15	-	-	-	-	12	0.43
その他	2,278	9.27	2,184	7.50	291	3.27	1,279	3.43	576	8.09	1,321	6.31
計	2,916	22.65	5,551	43.92	1,017	23.81	4,349	18.47	1,383	29.84	3,043	27.74
	109.00		196.10		139.00		65.80		158.10		133.60	

※ 材積はヒノキアスナロのみ表示した。

(2) ヒノキアスナロの割合

次に、5プロット内の全樹種のうち、ヒノキアスナロだけの割合をみてみると、ha当たりの出現本数は182~2,814本(平均1,031本)、その率は6.2~64.7%(平均34%)で全体の概ね1/3を占めている。材積は46.3~114.1 m^3 (平均75.36 m^3)、その率は33.5~70.4%(平均56%)で1/2以上を占めている。また、胸高断面積は7.85~21.93 m^2 (平均14.56 m^2)、その率は33~76.5%(平均52%)でほぼ1/2を占めている。このように男鹿岳におけるヒノキアスナロの混交割合は他樹種と比較しても、本数を除き材積および胸高断面積合計共その率は比較的高い割合にあるといえよう。しかしながら、これを青森県津軽地方のヒバ天然生林分(胸高直径6cm以上のヒバ本数=ha当たり約1,500本、蓄積は約400 m^3)と比較した場合、本数で約500本、材積で約320 m^3 少ない等⁵⁾、かなりの差があることが明らかとなった。

3. 出現植生と標高の関係

男鹿岳に出現する主要な樹種と標高との関係を見ると、ヒノキアスナロは800~1,400m、ヤマグルマは1,100~1,400m、ブナは1,000m以上に多く出現する傾向が見られる。

4. 樹高別本数分布

調査林分5プロットの主要な樹種のうち、ヒノキアスナロ、ブナ・ミズナラ、およびその他広葉樹の3種に分類したものを、樹高1.5m以上から19mまでの9段階に区分し、樹高別の本数分布を見たのが図-2である。これによると、ヒノキアスナロの分布は他の広葉樹に比べ低木から高木まで一様

に存在しているのがわかり、特に樹高13mまでの本数はha当たり100~250本の範囲にあり安定的である。また5プロットの1.5m以上のヒノキアスナロは先にも述べたとおり、ha当たり182~2,814本であるが、このうち5m以上は182~1,075本となっており、大きな個体の多い地点では小さな個体の数も多い傾向がみられる。なお、図には示されていないが1.5m以下の実生や伏状更新等によるヒノキアスナロの稚樹は所々に発生しており、その量も極めて多いが、これらは上層木の疎密度にはあまり左右されずに賦存しているものと考えられる。

ブナ・ミズナラはヒノキアスナロに次ぐ樹高を持っているが、11~15mの範囲にha当た70り本程度が存在する。しかし、11m以下の低い樹高階は50本以下と少なく、ヒノキアスナロとの樹高階層が逆転しているのが分かり、今後これらの種が増加傾向に推移するかは微妙な状況下にあると言えよう。

なお、上記の2種以外の、その他広葉樹においては、樹高が3~9mの低い樹高階の階層にあるものがha当たり400~600本と極めて多いが、最大樹高階13mでは10本程度と極端に少なくなっている。このことは今後の樹種構成にもよるがヒノキアスナロ、ブナ・ミズナラを除いたその他広葉樹における最大樹高階は13~15m内外がほぼ限界であると思われる。

5. ヒノキアスナロの樹形態

男鹿岳一帯の林内に生育しているヒノキアスナロの樹形態は色々あるが、これを模式的に示したのが図-3である。左から正常型、幹折れ回復型、伏条型および根抜け回復型の4例である。一般に傾斜地では、根元曲がりが大きく二次根が極めて良く発達している。また、雪圧に伴う折損等の回復力も強くこれらの部位は特異な形状を示している。いずれにしても男鹿岳におけるヒノキアスナロの生育は他樹種と競合しながらしぶとく、しかも旺盛に生育しているといえよう。

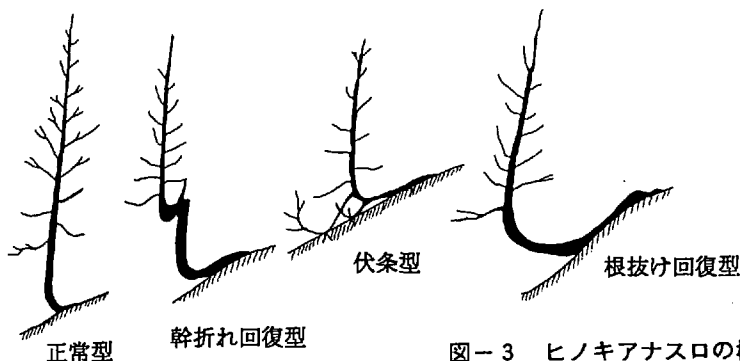


図-3 ヒノキアスナロの樹冠形状

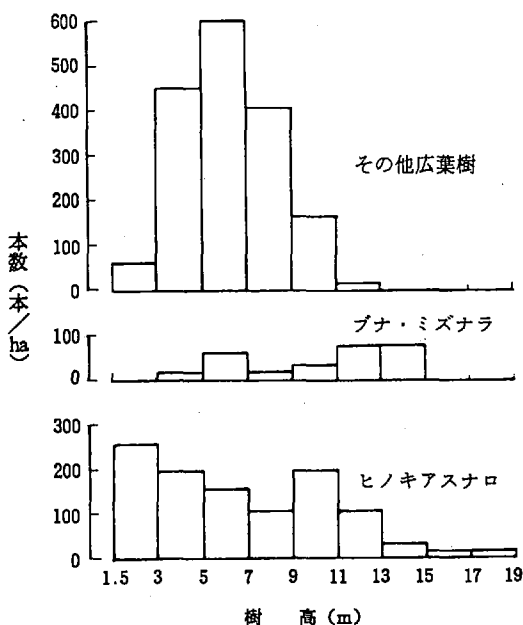


図-2 樹高別本数分布

6. ヒノキアスナロの形状

現地の7カ所より、標準的な成育をしている天然生ヒノキアスナロを各1本選定・伐倒し樹高、胸高直径等についてとりまとめたのが表-2である。調査木の樹高は9.5~15m (平均12m)、胸高直径は15~25cm (平均19cm) と大径材ではないが、いずれの個体も林分の上層林冠を形成しており、当該林分の主林木を成している。なお、図-4に胸高直径と樹高の生育関係を示した。これによると胸高直径が15cm以下の場合には樹高との間に比例関係が見られるが、15cm以上になるとこの関係は薄れる傾向にある。

形状比については47~81 (平均64) と小さい。しかしながら、男鹿岳に天然生として賦存するヒノキアスナロの樹齢の多くは100~130年であり、現森林の形成は比較的新しく、ヒノキアスナロ林への遷移の途中にあるものと考えられる。

表-2 ヒノキアスナロの形状

形 状	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7
樹 高 (m)	11.20	14.99	14.33	9.52	12.12	11.54	11.30
胸高直径 (cm)	24	25	19	16	15	17	19
形 状 比	47	60	75	60	81	68	59
枝 下 高 (m)	2.8	2.6	3.2	2.0	4.9	2.0	1.4
樹 冠 幅 (m)	4.8	5.4	6.0	4.1	3.1	3.3	3.8
根 曲 り 高 (cm)	60	70	80	80	70	120	90
根 曲 り 幅 (cm)	30	30	30	30	20	70	80
着 枝 数 (本)	49	82	56	60	61	95	77
推 定 樹 齢 (年)	126	151	107	120	113	135	72

次に、ヒノキアスナロの形態について述べると枝下高は1.4~4.9m (平均2.7m)、樹冠幅は3.1~6 m (平均4.4m) と個体による差がみられるが、これは樹高や胸高直径等との間には直接の関係が認められず、周囲の森林構成種により異なったものといえる。

一方、根元曲がりの高さは地上から60~120cm (平均81cm)、根元曲がり幅は20~80cm (41cm) で曲がりはあるものの比較的耐雪性に富んでいるといえよう。

また、伐倒したヒノキアスナロ一本当たりの生枝の数は49~95本 (平均69 樹本)、1 m間隔毎の生枝数は2~15本で平均的には6~9本になる。

7. ヒノキアスナロの形状比

図-5にヒノキアスナロの形状比を示した。これによると、男鹿岳に生育するヒノキアスナロは樹高が6 mまで

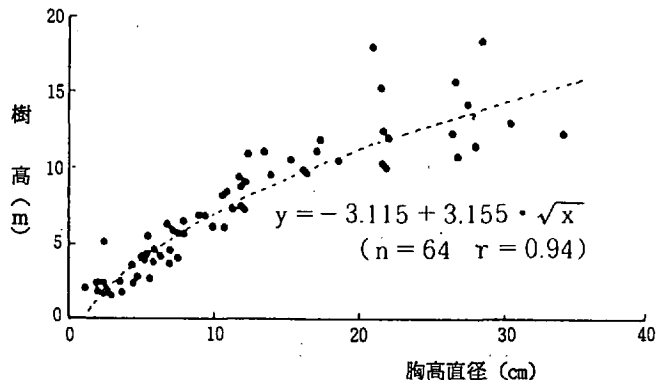


図-4 胸高直径と樹高の成育関係

は50以下のものが多く、6~10mでは50~70、10m以上では30~60の範囲というように樹高と共に変化するが、一般的にはウラゴケのものが多くなる傾向にある。また、図-6に胸高直径と形状比の関係を示すように、胸高直径が15cm以上になると形状比は60以下のものが増える傾向にある。

なお、解析木は樹高の幅が大きいのでこれらの影響を除くため、形状比 = (H-1.2m) / DBH で計算したものである。

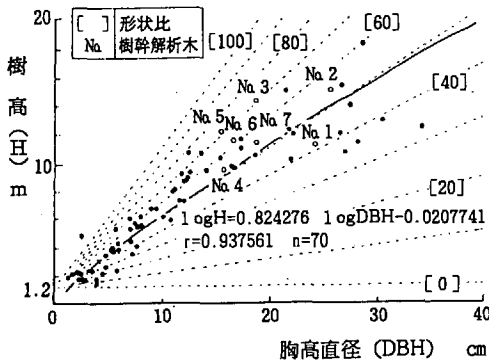


図-5 ヒノキアスナロの形状比

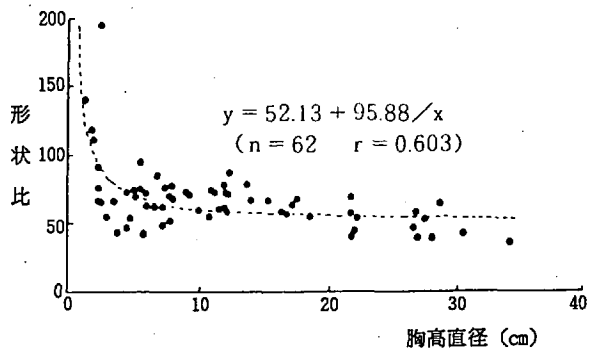


図-6 胸高直径と形状比の関係

8. 材積の比較

7本のヒノキアスナロの樹幹解析と材積式により得られた結果を図-7、表-3に示す。これによると相関係数は0.996と高く、極めて精度の高い直線式となった。

表-3 樹幹解析と材積式による比較(2)

項目	Na 1	Na 2	Na 3	Na 4	Na 5	Na 6	Na 7
材積-1 (m ³)	0.213	0.309	0.174	0.074	0.112	0.100	0.121
材積-2 (m ³)	0.214	0.309	0.172	0.083	0.100	0.110	0.129

樹幹解析による材積 (V1)
材積式による材積 (V2)

9. ヒノキアスナロの樹幹解析結果

図-8、9、10、11、12は表-2のNa 1の調査木を樹幹解析したもので、その成長過程を図-8の樹幹解析図から見てみよう。

(1) 樹幹解析図から見た成長過程

図-8に樹幹解析図を示した。この図は縦軸に樹高と年齢、横軸に各高さ毎の直径を示したものである。これによると、樹高1.2mに到達する年齢は36年かかっており、この時の根元直径は1cm程度と、幼年時の成長ははかばかしくはない。同様に5.2mに到達するには61年かかり胸高直径は6.2cm、樹高9.2

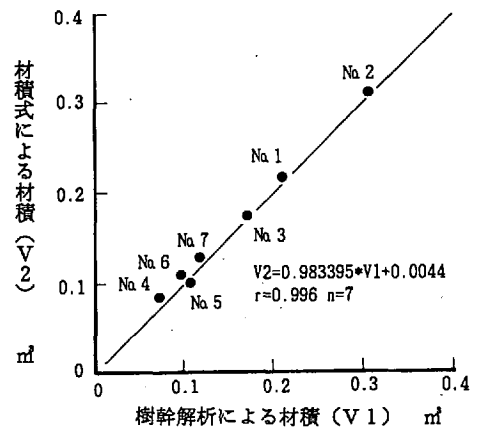


図-7 樹幹解析と材積式による比較(1)

mに到達するには99年かかり胸高直径は17.5 cm、さらに樹幹解析伐倒時の樹高11.2mに到達するには126年がかかりその時の胸高直径は23.6cmとなっている等、かなり長期的な生育過程といえよう。

(2) 樹高成長曲線

図-9に樹高成長曲線図を示す。これによると伐倒時推定樹齢126年時までの総成長量は11.2mとなっている。連年成長量(5年間の平均)の変化は、21年から25年と36年から40年までの成長が急で2カ所のピークがあり、その後4度に渡り衰えるが45年に0.22mの成長で最大となり、その後は70年に0.2mの成長があるがそれ以後は次第に衰えている。最近の成長量は0.05mと低い状態となっている。総平均成長量は75年に0.1mで最高となり、以後はゆるやかに下降している。126年間の年平均成長量は0.1mである。

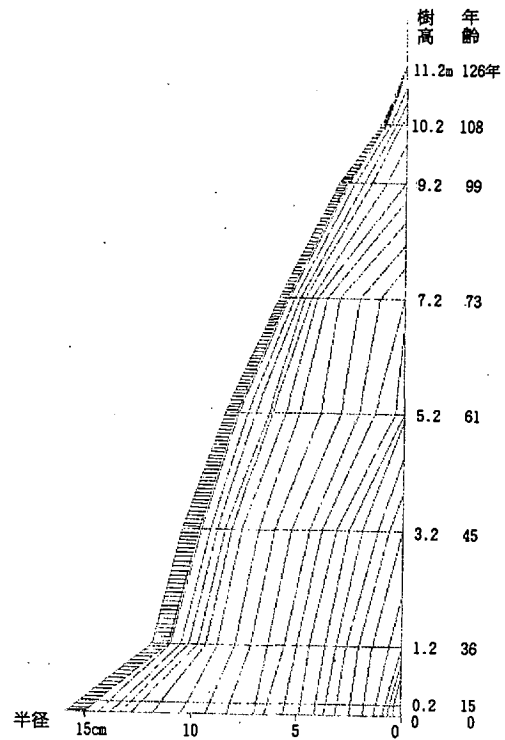


図-8 樹幹解析(No.1=ヒノキアスナロ)

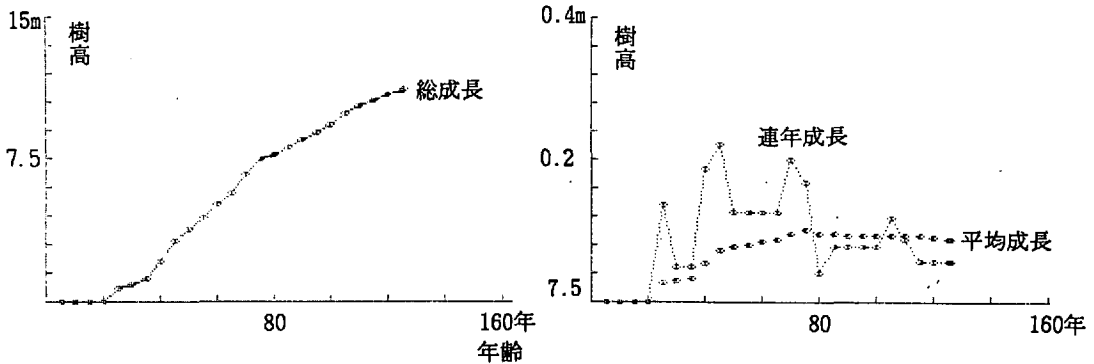


図-9 樹高成長曲線

(3) 胸高直径成長曲線

図-10に胸高直径成長曲線図を示す。伐倒時の胸高直径は皮なしで22.1cmであった。連年成長は36年から45年と96年から100年にかけてやや旺盛に成長して0.35cmの成長量で最大となり、以後衰えているが、100年以降の成長の衰えかたは急である。最近の成長量は0.2mである。平均成長量は115年に0.18cmで最大となっている。126年間の年平均成長量は0.17cmであった。

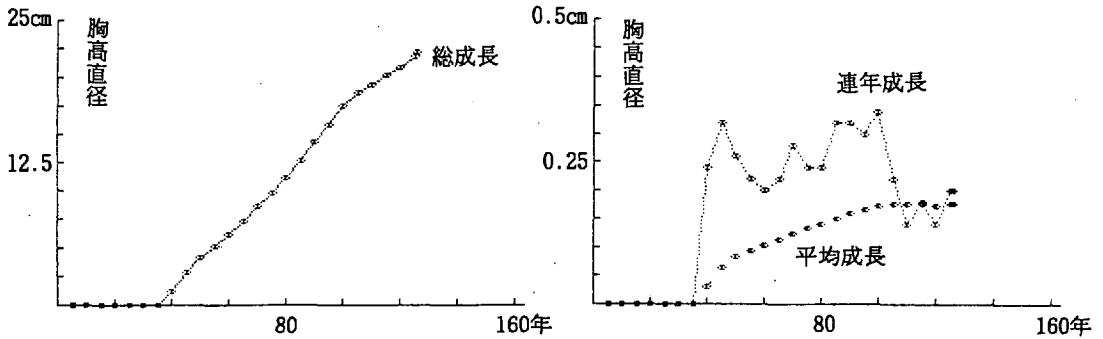


図-10 直径成長曲線

(4) 胸高断面積成長曲線

図-11に胸高断面積成長曲線図を示す。胸高断面積成長では伐倒時の胸高断面積は 0.0384m^2 であった。連年成長は100年に 0.0009m^2 で最大となっていて、胸高直径が最大であった100年時と同一である。

なお、110年に一度下降しているが、125年に若干上昇しており、これらの傾向は胸高直径の場合と類似している。平均成長は50年頃から上昇して126年がピークとなっている。

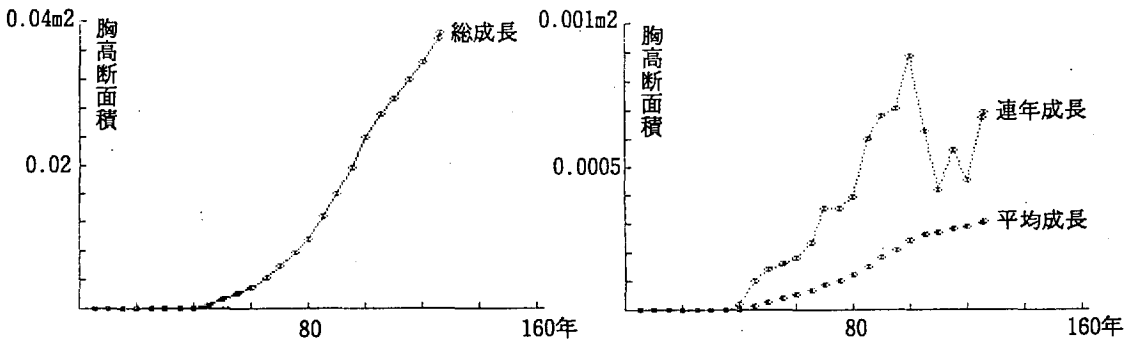


図-11 胸高断面積成長曲線

(5) 材積成長曲線

図-12に材積成長曲線図を示す。材積成長では伐倒時の幹材積は 0.2457m^3 であった。皮なし材積は 0.2132m^3 で樹皮率は13.2%である。連年成長は100年に 0.0049m^3 で一つのピークとなり、それ以後は一旦成長は衰えるが126年に再び盛んになり、 0.006m^3 で最大となっている。最近の成長量と71年から100年にかけてがほぼ同様の成長をしている。平均成長は発芽以来70年頃までは極めて低成長であったが、90年以降はやや増加を続けており、ピークは115年から126年まではほぼ同じ成長量を保っている。126年間の年平均成長量は 0.0017m^3 である。材積の成長は一般的な傾向と同様30年で32%、60年で10%、90年で7%と次第に減少して、126年間の現在では3%である。

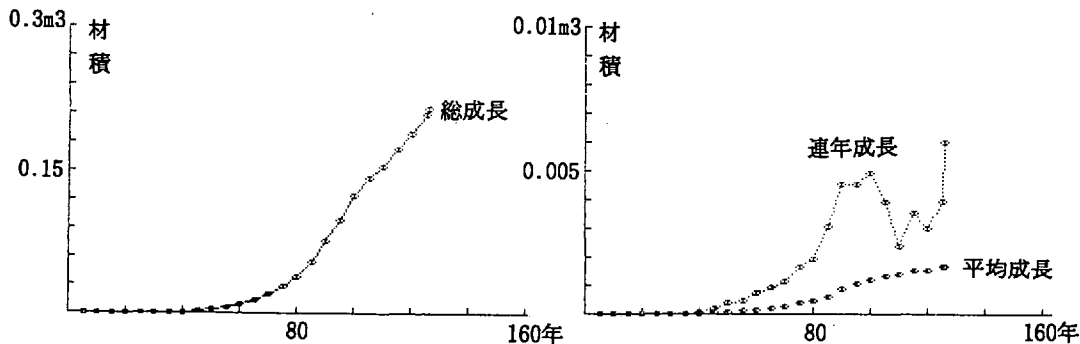


図-12 材積成長曲線

以上のようにNo 1のみのヒノキアスナロの樹幹解析結果を述べてきたが、この結果からその細り具合を他の樹種(天然生の吾妻スギ)と比較してみると、樹幹の中央部より根元部にかけてはスギに類似し中央部より先端部にかけてはアカマツに類似した形態となっている。このように、男鹿岳に生育するヒノキアスナロは初期の成長こそ各種の因子によって押さえられているが、天然スギと同程度の生育が期待されるものと思われる。

10. ヒノキアスナロ(ヒバ)の成長経過

ヒノキアスナロの樹幹解析結果から得られた各個体の成長曲線と既往の文献⁶⁷⁾にみられたヒバの成長曲線を図-13に示す。これによると、当該林分のヒノキアスナロの初期高成長は樹高5mに達するまでに40~100年を経過しており、平蔵沢のヒバ人工林に比べ15~75年、津軽・下北ヒバ天然林に比べても遅いものでは50年近くも時間を要していることになる。しかし、樹高5m以降の育成速度については大きな違いが認められない。

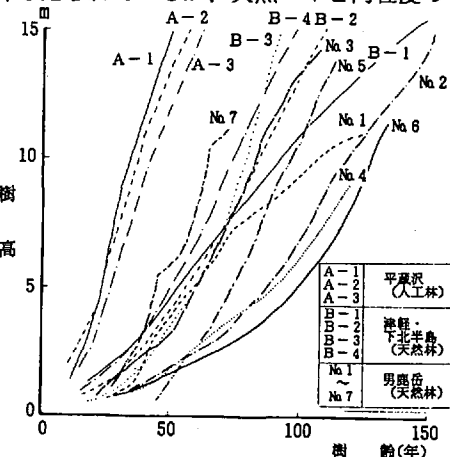


図-13 ヒノキアスナロ(ヒバ)の成長経過

IV 考 察

以上述べてきたように、男鹿岳における天然生ヒノキアスナロの生育状況は一般造林地のスギやヒノキに比べると、その育成は極めて劣る状況下にある。これは標高が高く、北向きの斜面のため生育期間が短いこと、地形が急峻で積雪も多く雪圧の影響が大きいこと、広葉樹の混交割合が比較的多くこれらの日陰によって、初期の成長が著しく阻害されること等である。

しかしながら、男鹿岳周辺におけるヒノキアスナロは耐陰性に優れ、複層林の下木としての使用が可能であり、さらに雪圧の阻害要因にも強く、また、遷移の途中にあるとはいえ林床にはこれらの稚樹の発生が多く見られることから、当該地区の林地の安定には欠かせない有効な樹種である。

このため、ヒノキアスナロを含むこの地域の森林の一斉皆伐を避け、水源かん養や土砂の流出を防ぐうえからも下記に示す保育管理を行いながら、この地域内に残存させることが大切である。

それは図-1(2)にも示したように、林道の開設と共に林道周辺の森林が皆伐されるため、これに伴い土砂の流出が多く激しくなり、そのため多大な数の治山堰堤²¹⁾が沢々に投入されることとなる。

このように森林の一斉皆伐は、ヒノキアスナロを含めて、これらを構成している森林の樹冠や根茎

が積雪を徐々に融解する機能を著しく損なう恐れを含んでおり、これを無視した伐採方式は地表土壌を攪乱し、山腹崩壊・山脚崩壊を招くことは当然のことであり、環境保全からみた森林の伐採については、もっと配慮することを考えなければならない。

以上のことから、今後これらの林分を環境保全型の森林に導くためには、優勢木であるヒノキアスナロに対し、幼齢木時の雪起こし等の雪圧対策を行うこと、阻害要因となっている不用な広葉樹の伐採等による密度管理を行うこと、さらには幼齢木時の施肥管理を行うこと等の取り扱いが必要と思われる、高海拔地において保全機能を重視した森林の造成樹種として十分活用し得るものであり、将来は天然スギに近い生育が期待されるものと判断できよう。

2. 高海拔地に植栽された各樹種の生育の可能性

I 目的

森林の伐採が立地条件の悪い奥地林や高海拔地に進むにつれて、伐採跡地の更新が困難となり、森林資源の保続や景観或いは国土保全の面に多大な影響を及ぼしている。

そのため、これらの伐採跡地を少しでも早く、しかも確実に更新させる手法の確立が望まれている。

このため本県では昭和44年から48年度の5か年間にかけて「奥地林造成試験」¹⁾¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾の一環として、南会津郡下郷町三方槍地内にカラマツ・ブナ・ストロブマツ等、8樹種を植栽し、また同地区の近接地の赤崩れ地内においては、本県の三大天然スギと言われる吾妻・飯豊・本名の挿し木苗スギの普通植えと巣植えの導入を試み、その生育の違いや保育管理における問題点を解明するため造林試験地を設定してきた経緯がある。

そこで、ここでは上記の二試験地において橋本ら¹⁾¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾が、設定・調査してきた各樹種の生育を、昭和63年度より開始された「高海拔地における造林技術に関する研究」⁶⁾⁷⁾⁸⁾の中で、鈴木ら⁹⁾渡部ら⁹⁾、今井ら¹⁰⁾が、その後の生育状況を追跡調査すると共に高海拔地におけるこれまでの検証を行い、植栽樹種としての可能性を追求したものである。

なお、下郷町赤崩れ地内に設定した天然スギ造林試験地においては、樹齢が23年を経過しているため今回、中島¹⁰⁾が材質の分析を併せ行ったものである。

II 調査方法

調査地の概況

調査地は図-1および図-1(2)に示すように福島県下郷町と西郷村の境にある旭岳(通称:赤崩山1,835m)、並びに須立山(1,720m)から西側に派生した山腹斜面で行った。三方槍・赤崩れ両試験地共、野際新田より大峠に至る林道大峠線にあり、三方槍試験地が標高1,310m、赤崩れ試験地が標高1,150mの地点にある。前者は火山山麓地の平坦面に、後者は山腹斜面に位置している。

一方、この地域の地質は那須火山の影響を受けた安山岩質の岩石を主体としているため、概して地形は急峻でもろく、沢々の至るところに崩壊地が見られるため、砂防堰堤や予防・復旧治山の堰堤が所々に構築されている。なお、調査地近辺の最高積雪深は、推定2~3mに達する多雪地帯である。



図-1 調査位置

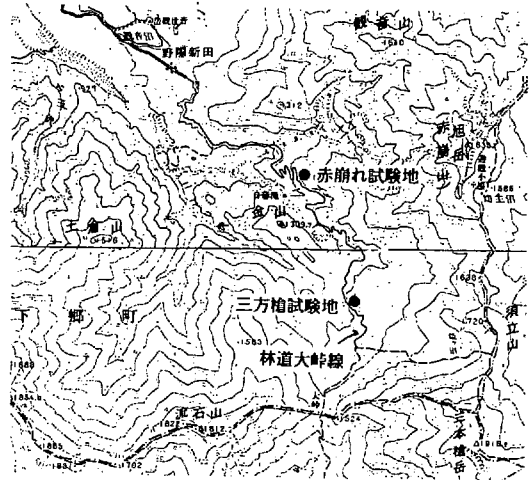


図-1(2) 調査位置

【三方檜試験地】

＜試験内容＞

1. 試験地の場所および植栽樹種・本数等

試験地は図-1(2)に示すように、須立山から西側に1.5km下降した山麓平坦面のほぼ下端に位置した下郷町音金字三方檜地内の民有林である。昭和30年頃にブナ・ミズナラ等を伐採した跡地で、標高1,310m~1,320m、方位S60W、傾斜度5~10°、土壌は適潤性暗色系褐色森林土(偏乾亜型)(dBD(d)およびdBD)である。地表植生はネマガリタケ、クマイチゴ、スゲ類、ヨモギ等で一部にススキが点在している。

昭和44年10月に地拵らえと同時に、図-2に示す植栽配置に従い面積0.2haにシラカンバ・モミ・ストロブマツ・ドイツトウヒ・バンダイアカマツ・ホンナスギ・ブナおよびカラマツの8樹種を一区・二区各々50本づつ(計100本)、合計800本を植え付け(1.5m×1.5m 4,400本/ha)した。なお、シラカンバ・ブナの両樹種については同地域の垂高山帯より山引きし、当林業試験場の苗畑で養成したものであり、ホンナスギは天然スギによる挿し木苗、それ以外は実生により養成したものを現地に導入したものである。

2. 植栽樹種の内訳

植え付けに供試した各苗木の内訳(根元直径・苗高)は表-1に示すとおりである。

これによると各苗木の大きさは概ねシラカンバ120cm、ストロブマツ・ドイツトウヒ・ブナおよびホンナスギ35cm、モミ25cm、バンダイアカマツ45cmであった。

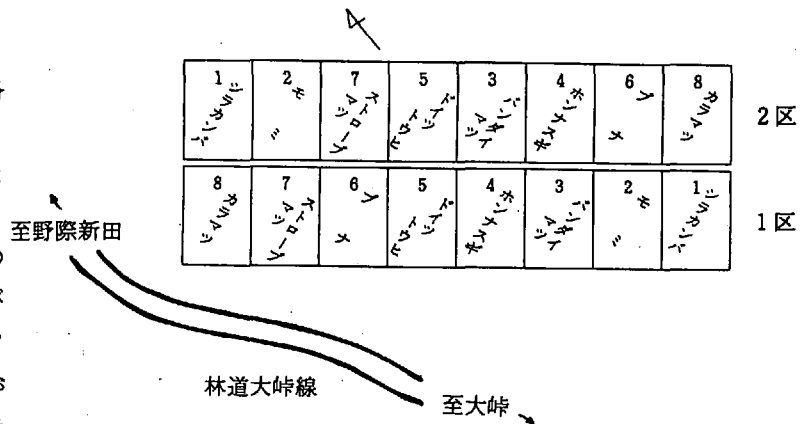


図-2 奥地林造成試験植栽配置

表-1 植栽樹種の内訳

1 区				2 区			
樹種	平均		苗令	樹種	平均		苗令
	直径cm	苗高cm			直径cm	苗高cm	
①シラカンバ	0.8	127.7	1-1	⑧カラマツ	0.8	63.5	1区に同じ
②モミ	0.7	22.3	1-2-1	⑥ブナ	1.4	54.0	〃
③バンダイマツ	1.3	48.9	1-1	④ホンナスギ	0.7	34.9	〃
④ホンナスギ	0.7	33.5	1-1-1	③バンダイマツ	1.1	42.3	〃
⑤ドイツウヒ	0.7	31.7	1-2-1	⑤ドイツウヒ	0.7	39.3	〃
⑥ブナ	0.4	21.2	山引1-1	⑦ストロブマツ	0.4	24.5	〃
⑦ストロブマツ	1.1	44.7	1-2-1	②モミ	0.7	24.9	〃
⑧カラマツ	0.6	65.4	1-1-1	①シラカンバ	0.7	113.3	〃

3. 保育管理

植え付け後の保育管理として昭和45年7月および昭和46年7月に全面下刈りを行っているが、その後の管理は特に行っていない。なお、ホンナスギについては48年時まで補植を実施した。

4. 調査時期および調査内容

調査は植え付け1年目以降の昭和45年6月と10月、昭和46年10月、昭和47年9月および昭和48年9月の計5回にわたり活着状況、気象害等の被害有無、並びに樹高や根元直径等の生育について各樹種共、一区・二区それぞれ10本づつを選定・測定した。

III 調査結果

(1) 昭和45年度の生育結果(1年時)

昭和44年10月に植え付けした各樹種の活着状況は、表-2に示すように昭和45年6月および10月に調査しているが、6月調査時はモミを除いて他の樹種はすべて100%の活着率であった。しかし、同年10月の調査時にはモミの枯損はさらに広がりを見せると共に、カラマツやブナ、その他の樹種においても何らかの枯損が目につくようになった。また、針葉樹は一般的にノウサギの食害がみられた。

以下各樹種毎の生育、被害状況を述べると次のとおりである。

表-2 樹種別活着・被害状況・伸長量

1区

樹種	44.10 植付時		45.6 調査							45.10 調査						
	平均		健全木	被害木				枯損木	計	健全木	被害木				枯損木	平均伸長量
	根元直径	苗高		心先端枯	上半部枯	雪折	その他				心先端枯	上半部枯	雪折	その他		
シラカンバ	cm 0.8	cm 127.7	本 4	本 2	本 0	本 4	本 0	本 0	本 10	本 0	本 5	本 0	本 4	本 0	本 1	cm 50.0
モミ	0.7	22.3	0	4	0	0	0	6	10	0	2	0	0	0	8	-
バンダイマツ	1.3	48.9	9	0	1	0	0	0	10	9	1	0	0	0	0	16.9
ホンナスギ	0.7	33.5	5	4	0	0	1	0	10	0	1	0	0	9	0	6.7
ドイツウヒ	0.7	31.7	6	4	0	0	0	0	10	5	4	0	0	1	0	6.9
ブナ	0.4	21.2	0	0	10	0	0	0	10	3	0	5	0	0	2	6.8
ストロブマツ	1.1	44.7	8	2	0	0	0	0	10	8	1	0	0	1	0	10.3
カラマツ	0.6	65.4	5	4	0	1	0	0	10	4	0	0	0	0	6	5.1

樹種	44.10 植付時		45.6 調査							45.10 調査					平均 伸長量 cm	
	平均		健全木	被害木				枯損木	計	健全木	被害木					枯損木
	根元直径	苗高		心先端枯	上半部枯	雪折	その他				心先端枯	上半部枯	雪折	その他		
シラカンバ	0.8	63.5	1	9	0	0	0	0	10	2	0	0	8	0	0	74.7
モミ	1.4	54.0	3	2	0	0	2	3	10	2	1	0	0	0	7	-
バンダイマツ	0.7	34.9	9	1	0	0	0	0	10	10	0	0	0	0	0	19.0
ホンナスギ	1.1	42.3	5	4	0	0	1	0	10	9	0	0	0	1	0	6.3
ドイツトウヒ	0.7	39.3	8	2	0	0	0	0	10	9	1	0	0	0	0	5.8
ブナ	0.4	24.5	10	0	0	0	0	0	10	9	0	0	0	0	1	1.3
ストロブマツ	0.7	24.9	4	1	5	0	0	0	10	9	0	0	0	1	0	9.2
カラマツ	0.8	63.5	3	6	0	1	0	0	10	3	0	0	1	4	2	8.3

(I) シラカンバ

伸長量が最も旺盛な樹種であるが、積雪による幹折れが調査木の60%に及んでいる。なお、折損部下方から新たな萌芽が発生してきているが今後の成林は難しい状況にある。

(II) モミ

植え付け1年目で寒害による枯損と芯枯れが90%に達し、ほぼ全滅である。改植が必要である。

(III) バンダイアカマツ (磐梯マツ)

伸長量はシラカンバに次ぐ成長を示しているが、殆どの調査木に寒風による前年生針葉の先端枯れが目立っている。今後枝抜け、芯折れの可能性がある。

(IV) ホンナスギ (本名スギ)

伸長量は7cmと僅かであり、枝枯れが多少みられるものの寒害の発生にも強いようで、今後の生育が期待される。しかし、ホンナスギの天然での生育適地は標高が900m前後であり、本調査地の1,310mはこれより400mも高いことから、これからの生育状況を注視していきたい。

(V) ドイツトウヒ (ヨーロッパトウヒ)

伸長量は6~7cmと僅かであるが、割合揃った生育をしている。春先の季節風により新芽の一部が多少枯れたものがみられた。

(VI) ブナ

植栽時における苗木が貧弱であったため、葉枯れと枝枯れが多くみられた。

(VII) ストロブマツ

伸長量は10cmと僅かであるが、この時点での生育は比較的良好である。しかし、バンダイアカマツと同様、寒風による前年生針葉の被害が認められる。

(VIII) カラマツ

当初予想していた程の生育は期待出来なく、本供試苗は枯損が目立った。苗木に問題があるように思われる。因みに試験地周囲に植栽されているカラマツ造林地(6年)の生育は比較的良好である。

<1年時の考察>

以上が植栽後1年時の各樹種の調査結果であるが、この段階で枯損や雪折れの甚だしいシラカンバとモミは植栽1年目の昭和46年10月に、ルベンストウヒおよびウダイカンバに全面改植した。この理

由として考えられることは、シラカンバは推定3m前後の積雪量がある地帯にも係わらず支柱を行わなかったこと、伸長量が樹種の中では最も優れていたが、結果的にこれが雪圧の影響へと変わったこと、自然林の中に多数のダケカンバが存在していることからシラカンバを植栽するには高標高過ぎたこと等である。また、モミは冬期の寒害に抵抗力が続かなく、シラカンバ以上に多数の枯損が出たものと思われる。いずれにしても保育管理の一部の問題は残るものの、この段階で試験地に導入されたシラカンバとモミの両樹種は適地適木の存在外だったことが裏付けされたわけである。

(2) 昭和48年度の生育結果（5年時）

昭和44年10月に植え付けされた各樹種のうち、枯損が甚だしいシラカンバとモミは植栽1年目にしてルベンストウヒおよびウダイカンバに全面改植された。その後4年を経過した各樹種の伸長量等を、昭和48年9月に再調査したが、その結果は表-3に示すとおりである。なお、表に示す数字は1区・2区を平均したものである。

表-3 植栽樹種別の成長量

1972年9月・1973年9月調査

樹種	47年平均伸長量		48年平均伸長量		摘 要
	伸長量	根元直径	伸長量	根元直径	
カラマツ	20.5	1.5	29.9	2.1	
バンダイアカマツ	18.3	2.3	24.0	3.6	
ホンナスギ	7.6	1.3	22.4	2.0	さしき苗木を植付
ドイツトウヒ	14.7	1.6	24.5	2.4	
ルベンストウヒ	6.2	1.5	6.9	1.7	45年改植、生育特に不良。
ストロブマツ	14.3	2.1	16.9	2.7	
ブナ	8.6	0.8	-	-	下刈時誤伐が多く、調査できず
ウダイカンバ	9.0	0.9	-	-	雪害が多く調査できず

(I) カラマツ

植栽から4年目にして急速に成長してきた。この間の樹高は77~151cm（平均110cm）と平均46cmの伸長があった。生育の過程で地上10~15cmにかけてS字状の幹曲がりが見られるが、これは雪圧によるものと思われる。供試木の枯損はノウサギ・雪折れ・芯枯れおよび誤伐等により25%の被害となったが、今のところ樹形態的には8樹種中最も良好であるといえよう。

(II) バンダイアカマツ

雪害や寒風害の症状も極めて少なく全般的に生育は良好である。この間の樹高は75~129cm（平均101cm）と平均55cmの伸長があった。しかし、風の影響からか樹形が横に広がるハイマツ型の形態を占す個体が多くなる傾向にあり、今後注意しなければならない。供試木の枯損は芯枯れにより20%の被害となった。

(III) ホンナスギ

片枝枯れ、幹曲がりが発生しているが全般的に生育は良好である。この間の樹高は58~110cm（平均78cm）と平均44cmの伸長があった。しかし、上長成長に比較して横枝の強く張り出してきた個体もみられる。供試木の枯損はノウサギ・芯枯れおよび枝枯れにより25%の被害となった。

(IV) ドイツトウヒ

幹曲がり、枝抜けおよび寒風害等の被害もなく、全般的に健全な生育をしている。この間の樹高は55~121cm (平均100cm) と平均64cmの伸長があり8樹種中最も生育が良い。供試木の枯損は芯枯れおよび枝枯れにより20%の被害となった。また、この地域に天然のドイツトウヒは存在しないことから、供試木が外部の者に持ち出された経緯がある。奥地林の導入樹種としては有望なものといえよう。

(V) ルベンストウヒ

昭和46年10月にシラカンバの代替樹種としてこの地に導入されたものである。この2年間における生育は全般的に不良であり、針葉も黄色味を増すなど落葉している個体もみられる。この間の樹高は51~93cm (平均62cm) と平均7cmの伸長がある。供試木の枯損は雪折れ・芯枯れおよび枝枯れにより10%の被害となったが、80%以上の供試木に落葉被害があり、しかも10cm付近から幹折れが発生している等、このままでは成林の見込みはない。

(VI) ストローブマツ

寒風による芯枯れが目立ち始め、針葉が短小化してきた。この間の樹高は66~116cm (平均78cm) と平均29cmの伸長がある。供試木の枯損はノウサギ・芯枯れおよび誤伐等により10%の被害となったが、針葉が短小化する等、高海拔・寒冷地への導入については難しい樹種であり、今後の生育に問題が残るものと思われる。

(VII) ブナ

幼齢時の生育が大変遅く、下刈り時に誤伐されたものが多い。この間の樹高は24~48cm (平均34cm) と平均9cmの伸長がある。植栽木100本の枯損は誤伐・芯枯れを含め推定50%以上の被害となったが、保育管理面での検討を要しないと、このままでは成林の見込みがない。

(VIII) ウダイカンバ

昭和46年10月にモミの代替樹種としてこの地に導入されたものである。この2年間における生育は幹折れ、枝抜け等の雪害木が多くを占めた。この間の樹高は49~95cm (平均76cm) と平均9cmの伸長がある。供試木の枯損は雪折れ・枝抜けおよび芯枯れにより45%の被害となったが、90%の供試木に幹折れが発生している。なお、枯損した下部から萌芽しているものの、このままでは成林の見込みはない。

<5年時の考察>

以上が植栽後5年時(ルベンストウヒ・ウダイカンバについては2年時)における各樹種の調査結果であるが、この段階で誤伐や枯損さらには雪折れ・枝抜けおよび芯枯れの甚だしい樹種はブナ・ウダイカンバおよびルベンストウヒであることが分かった。この理由として考えられることは、先にも一部述べたように、ブナについては幼時期の生育が大変遅いことと相まって、そこに植栽されているという明確な目印を怠ったため、下刈り時に灌木類と一緒に誤伐されたものが多くなったものと思われる。保育管理の面で事前に検討すべき事項である。また、ブナの性質上、積雪地帯の皆伐地に一斉造林という植栽方式は、雪圧の影響が大きいと判断される。

ルベンストウヒについては雪圧に弱く、また、寒風にも弱い欠点がみられる。ウダイカンバについては、シラカンバ同様植栽に当たって支柱を行わなかったこと、高標高過ぎたことが上げられよう。なお上記の3樹種に次いでストローブマツ・バンダイアカマツの生育についても今後、注意して経緯をみる必要がある。即ち、両樹種共、多雪下の条件にはそれ程強い樹種ではないことから、2m内外

の雪を脱出してからの枝抜け・芯折れそして幹折れ等の被害が予想されるからである。いずれにしても広葉樹の導入や苗高の低い樹種を扱う場合には、幼時期の段階で支柱および明確な目印等を行うことが、その後の生育に多大な影響を与えることが分かった。以上のように5年時における不成績樹種は保育管理の面を含めてブナ・ウダイカンバおよびルペンストウヒであることが判明し、1年時の不成績樹種であったシラカンバ・モミを併せて5樹種が脱落したことになる。

(3) 平成3年度の生育結果 (23年時)

昭和48年9月の調査で「奥地林造成試験」の初期の目的は達成された。即ち10樹種中5樹種が脱落し残ったのはバンダイアカマツ・ホンナスギ・ドイツトウヒ・ストローブマツそしてカラマツの5樹種であった。これを昭和63年から平成4年度にかけて行われた「高海拔地における造林技術に関する研究」の中で渡部・鈴木⁹⁾両名がその後の生育状況を追跡調査したがその結果は表-4に示すとおりである。

これによると、植栽樹種の残存率はホンナスギ>ドイツトウヒ>カラマツ>ストローブマツ>バンダイアカマツ>ブナ≒モミ≒シラカンバの順であった。なかでもホンナスギは94%と高率で残存しており極めて成林が高いものとなった。次いでドイツトウヒの62%、カラマツの37%であり、これら3樹種がその生育状態からみて、高海拔地に導入可能な樹種と思われる。

表-4 植栽樹種の生育状況および残存率

1991年10月調査

樹種	調査項目	胸高直径	樹高	根元曲幅	根元曲高	枝張り	残存率
		cm	m	m	m	m	%
スギ (本名スギ)		13.7	6.7	0.8	0.5	2.0	94
ドイツトウヒ		13.5	8.0	0.4	0.3	2.8	62
カラマツ		15.1	9.2	0.5	0.3	3.8	37
ストローブマツ		11.8	5.2	0.9	0.5	2.5	14
アカマツ (磐梯マツ)		10.9	5.2	0	0	-	8
ブナ		6.4	5.0	0	0	2.1	3
モミ		-	-	-	-	-	0
シラカンバ		-	-	-	-	-	0

※ 1樹種100本植栽のため残存率が残存本数である。

ストローブマツ・バンダイアカマツはそれぞれ14%、8%と低く、さらにモミは0%であったことから、これら3樹種は高海拔地には無理な樹種といえよう。また、ブナ・シラカンバ等の広葉樹においては特に下刈り等の保育施業の配慮や上木をある程度残す試みが大切であるが、今回の結果からみる限り皆伐地へのこれらの導入は控えた方がよいと思われる。なお、ホンナスギの一部の個体には伏状による発根が認められるものがあることから、今後、伏状更新の可能性についても見定めていく必要がある。

(4) 平成4年度の生育結果 (24年時)

植栽されて24年時における試験林の生育概要は、植え付け当初から全面下刈りを2年間続けたもののそれ以外の施業は何も行われておらず、そのため、ドイツトウヒの林床にアレロパシー¹⁰⁾が発生し

ているのを確認した。これは植栽間隔が1.5mと狭く、上長成長に従い樹冠が重なり合い、ドイツウヒの落葉や枝状のみが4~5cmと厚く体積したために、これらの有機酸（高海拔のため分解が進まず）がアレロパシー現象へと結びついたものと思われる。

この結果、ドイツウヒの林床には全く下層植生が存在していなく、早急に枝打ち・保育間伐を実施する等、環境改善を図ることが大切である。

<樹幹解析結果>

高海拔地における各樹種のこれまでの生育状況をみるには、樹幹解析が必要である。このため、平成4年8月に残存している各樹種の平均木を選び、地上0.2mから1~2m間隔で順次円盤を採取した。なお、採取した樹種はホナナスギ・ドイツウヒ・カラマツ・ストロブマツ・パンダイアカマツおよびブナの6樹種であるが、この場においては残存率の高いホナナスギ・ドイツウヒおよび比較的高いカラマツの3種を細部まで分析し、これ以外は残存本数が極めて少ないため大まかに分析したものである。解析にあたった樹齢は本来なら24年ないし26年に到達していなければならないが、各樹種の平均木の中には45年以降の補植木が該当したものもあるため、予め記しておきたい。

なお、樹幹解析の項目は樹幹解析図・樹高成長曲線・胸高直径成長曲線・胸高断面積成長曲線および材積成長曲線の5項目である。

(1) ホナナスギの解析結果

図-3、4、5、6、7はホナナスギ（挿し木苗）を樹幹解析したもので、その成長過程は次に述べるとおりでである。

① 樹幹解析図から見た成長過程

図-3に樹幹解析図を示した。この図は縦軸に樹高と年齢、横軸に各高さ毎の直径を示したものである。これによると、樹高1.2mに到達する年齢は6年かかっており、この時の根元直径は1cm程度と、幼年時の成長ははかばかししくはない。同様に3.2mに到達するには10年かかりこの時の胸高直径は1.9cm、樹高4.2mに到達するには15年かかり胸高直径は7.4cm、さらに樹幹解析伐倒時の樹高6.69mに到達するには21年かかりその時の胸高直径は11.1cmとなっている。これは昭和40年10月作成の旧福島県林分材積表「下」と同等であり、高海拔地における天然挿し木スギの生育過程としてはまずまずであり、今後の成長が期待出来よう。

② 樹高成長曲線

図-4に樹高成長曲線図を示す。これによると伐倒時推定樹齢21年時までの総成長量は6.69mとなっている。連年成長量（5年間の平均）の変化は、6年から10年と16年から20年までの成長がそれぞれ0.45、0.42mと伸びが良く、1年から5年と11年から15年までがこれらの半分以下となっている。最近の1年間の成長量は0.37mとやや伸びが高

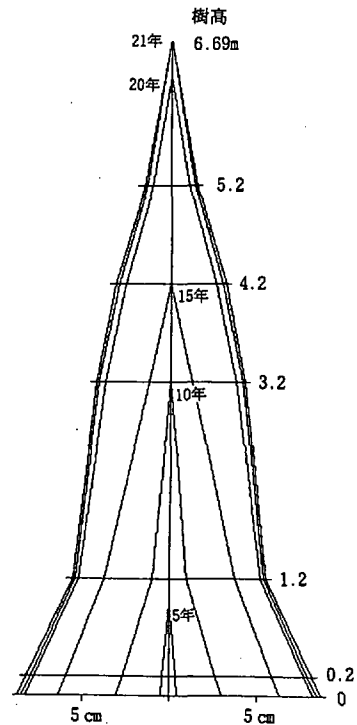


図-3 樹幹解析図(ホナナスギ21年)

い状態となっている。総平均成長量は6年から10年、16年から21年までが0.32mで最高値となっている。21年間の年平均成長量は0.32mである。

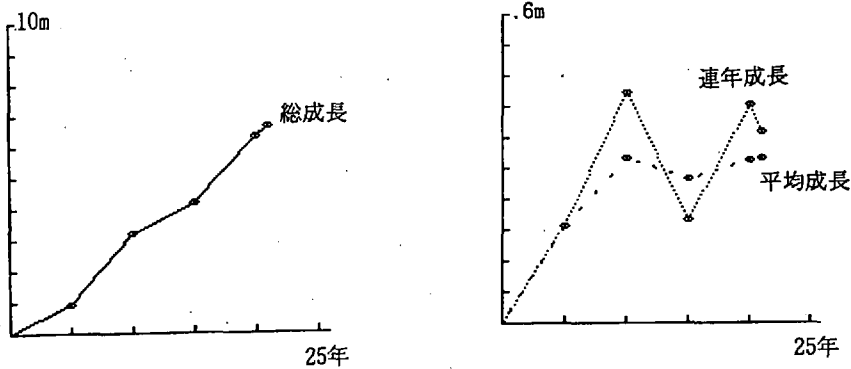


図-4 樹高成長曲線

③ 胸高直径成長曲線

図-5に胸高直径成長曲線図を示す。伐倒時の胸高直径は皮なしで10.8cmであった。連年成長は6年から15年にかけて旺盛に成長しているのが分かり1.1cmの成長量で最大となり、以後次第に衰えている。

最近の成長量は0.4cmである。平均成長量は16年から20年にかけて0.52cmで最大となっている。21年間の年平均成長量は0.51cmであった。

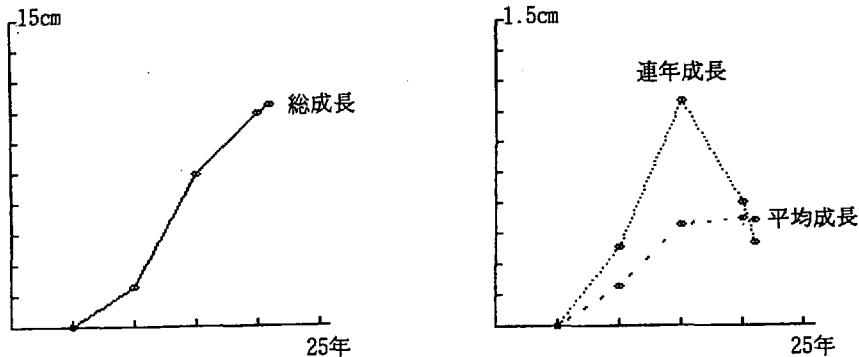


図-5 直径成長曲線

④ 胸高断面積成長曲線

図-6に胸高断面積成長曲線図を示す。胸高断面積成長では伐倒時の胸高断面積は0.0092m²であった。

連年成長は11年から20年にかけて0.0008m²で最大となっていて、胸高直径が最大であった15年時と似かよった成長を示している。21年間の平均成長は0.0007m²である。

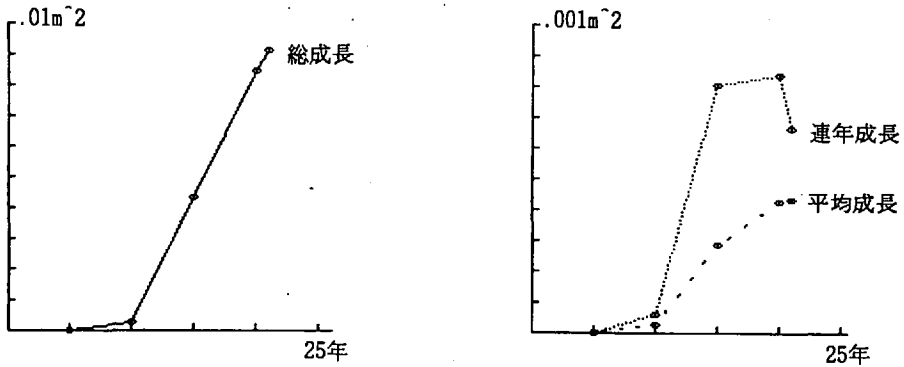


図-6 断面積成長曲線

⑤ 材積成長曲線

図-7に材積成長曲線図を示す。材積成長では伐倒時の幹材積は0.0389m³であった。樹皮率は6.81%である。連年成長は21年に0.0048m³で一つのピークとなっている。平均成長は発芽以来10年頃までは極めて低成長であったが、16年以降は0.0017m³以上と増加を続けている。21年間の年平均成長量は0.0019m³である。

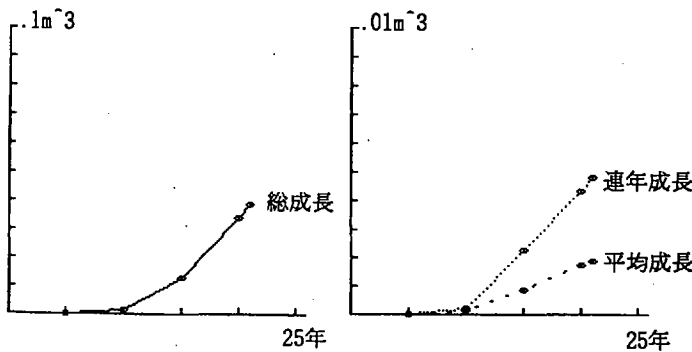


図-7 材積成長曲線

(II) ドイツトウヒ

図-8、9、10、11、12はドイツトウヒを樹幹解析したものであり、その成長過程は次に述べるとおりである。

① 樹幹解析図から見た成長過程

図-8に樹幹解析図を示した。これによると、樹高1.2mに到達する年齢は8年かかっており、この時の根元直径は1.2cm程度と、幼年時の成長はホンナスギよりやや劣っている。同様に3.2mに到達するには12年かかり胸高直径は3.7cm、樹高5.2mに到達するには16年かかり胸高直径は7.1cm、さらに樹幹解析伐倒時の樹高8.95mに到達するには24年がかかりその時の胸高直径は12.7cmとなっている等、高海拔地におけるドイツトウヒの生育過程としてはまずまずといえよう。

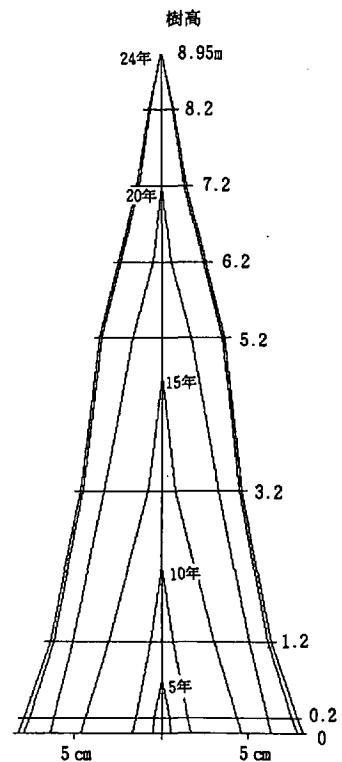


図-8 樹幹解析図(ドイツトウヒ24年)

② 樹高成長曲線

図-9に樹高成長曲線図を示す。これによると伐倒時推定樹齢24年時までの総成長量は8.95mとなっている。連年成長量（5年間の平均）の変化は、11年から20年までの成長が0.5mと伸びが良い。最近の成長量は0.44mとやや下降している。総平均成長量は年々高くなってきており特に11年以降からは0.31m以上の伸びを示している。24年間の年平均成長量は0.37mである。

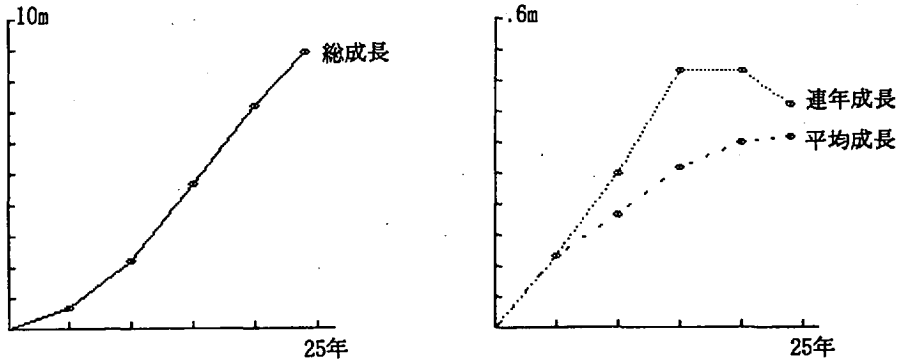


図-9 樹高成長曲線

③ 胸高直径成長曲線

図-10に胸高直径成長曲線図を示す。伐倒時の胸高直径は皮なしで12.4cmであった。連年成長は11年から15年にかけて旺盛に成長して0.96cmで最大となり、以後衰えている。最近の成長量は0.55cmである。

平均成長量は11年以降から0.41cm以上と良くなっている。24年間の年平均成長量は0.52cmであった。

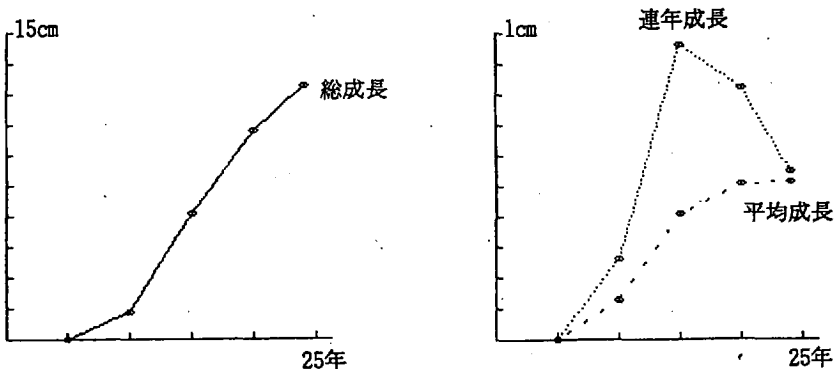


図-10 直径成長曲線

④ 胸高断面積成長曲線

図-11に胸高断面積成長曲線図を示す。伐倒時の胸高断面積は0.0121㎡であった。連年成長は16年以降が0.001㎡で最大となっていて、胸高直径が最大であった15年時とは5年遅れている。平均成長

は24年が 0.0005m^2 でピークとなっている。

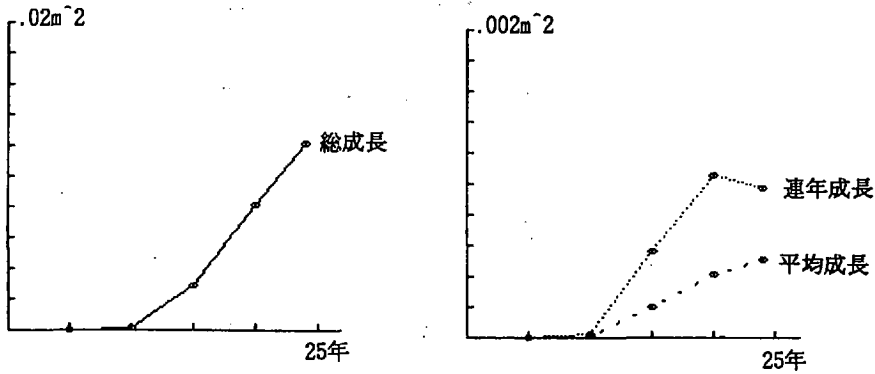


図-11 断面積成長曲線

⑤ 材積成長曲線

図-12に材積成長曲線図を示す。材積成長では伐倒時の幹材積は 0.0527m^3 であった。樹皮率は6.49%である。連年成長は16年以降から 0.0040m^3 以上となり、伐倒時の24年が 0.0063m^3 でピークとなっている。

平均成長は発芽以来15年頃までは極めて低成長であったが、16年以降は増加を続けている。21年間の年平均成長量は 0.0022m^3 である。

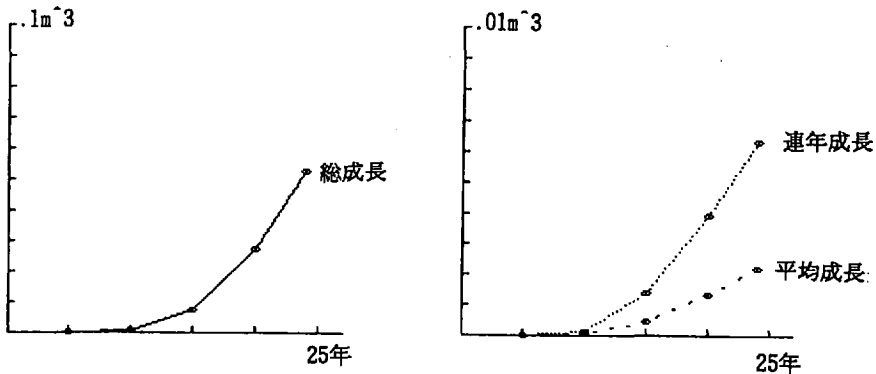


図-12 材積成長曲線

(Ⅲ) カラマツ

図-13、14、15、16、17はカラマツを樹幹解析したものであり、その成長過程は次に述べるとおりである。

① 樹幹解析図から見た成長過程

図-13に樹幹解析図を示した。これによると、樹高1.2mに到達する年齢は5年かかっており、この時の根元直径は 0.84cm 程度と、幼年時の成長はホンナスギやドイツトウヒよりやや優れている。同様に3.2mに到達するには10年かかり胸高直径は 2.7cm 、樹高5.2mに到達するには16年かかり胸高直径

は7.25mさらに伐倒時の樹高7.17mに到達するには25年がかかりその時の胸高直径は11.4cmとなっている。しかし、今回樹幹解析に供したカラマツは平均樹高を下回ったものを用いたため、5年以降主伐時までの成長はホンナスギ・ドイツウヒより優れているという結果ではなかった。また、当初の苗木選定の問題もあり、高海拔地におけるカラマツの残存本数37%という率はやや不本意な結果といえよう。

② 樹高成長曲線

図-14に樹高成長曲線図を示す。これによると伐倒時推定樹齢25年時までの総成長量は7.17mとなっている。連年成長量(5年間の平均)の変化は、6年から10年までの成長が0.4mと伸びが良い。最近の成長量は0.23mと劣っている。総平均成長量は15年時に0.33mとピークに達したが、近年は横這いもしくは下降気味である。24年間の年平均成長量は0.29mである。

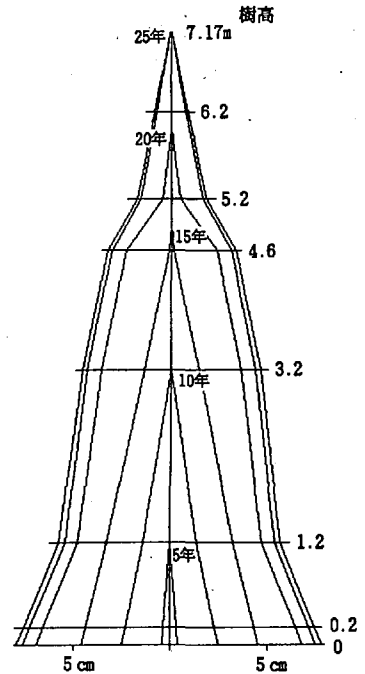


図-13 樹幹解析図(カラマツ25年)

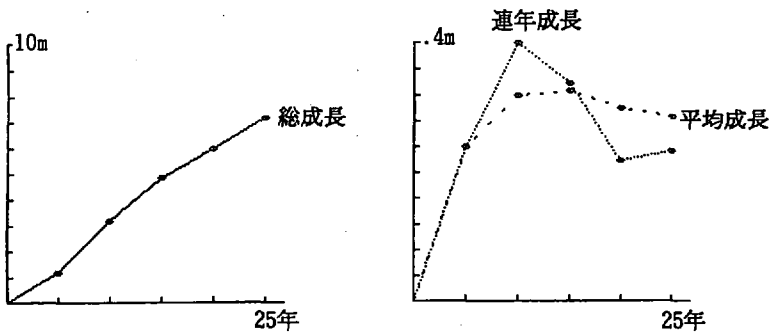


図-14 樹高成長曲線

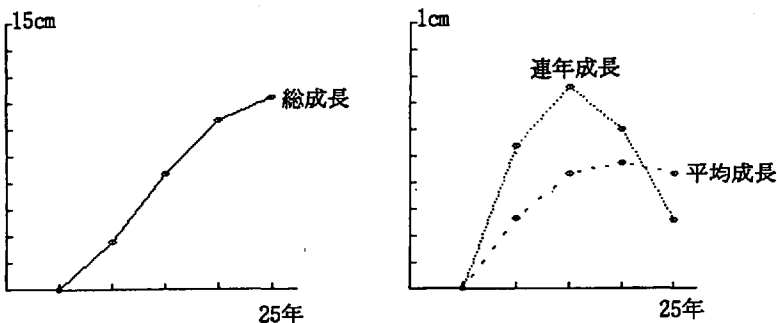


図-15 直径成長曲線

③ 胸高直径成長曲線

図-15に胸高直径成長曲線図を示す。伐倒時の胸高直径は皮なしで10.8cmであった。連年成長は11年から15年にかけて旺盛に成長して0.76cmで最大となり、以後衰えている。最近の成長量は0.26cmと低い。

平均成長量は11年以降から0.43cm以上と良くなっており20年にピークを向かえ、その後やや低下傾向にある。24年間の年平均成長量は0.43cmであった。

④ 胸高断面積成長曲線

図-16に胸高断面積成長曲線図を示す。伐倒時の胸高断面積は 0.0092m^2 であった。連年成長は16年以降が 0.0008m^2 で最大となっていて、胸高直径が最大であった15年時とは5年遅れている。平均成長は24年が 0.0004m^2 となっている。

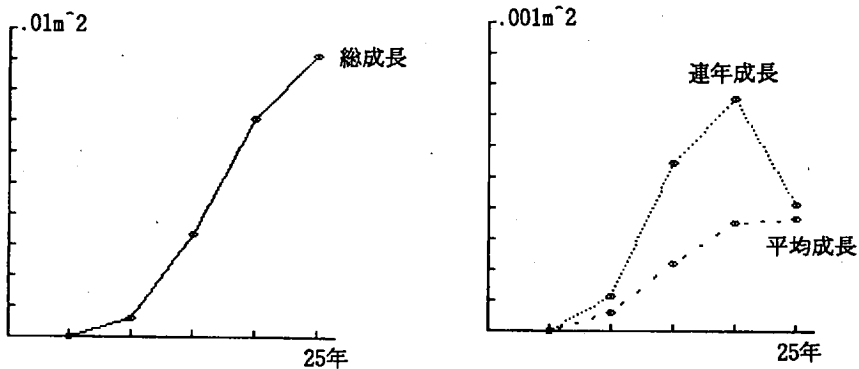


図-16 断面積成長曲線

⑤ 材積成長曲線

図-17に材積成長曲線図を示す。材積成長では伐倒時の幹材積は 0.0423m^3 であった。樹皮率は10.63%とホンナスギ・ドイツウヒに比べ4%程度高くなっている。連年成長は16年以降から 0.0042m^3 以上となり、伐倒時の25年が 0.0022m^3 で下降している。平均成長は発芽以来15年頃までは極めて低成長であったが、16年以降は増加を続けている。21年間の年平均成長量は 0.0017m^3 である。

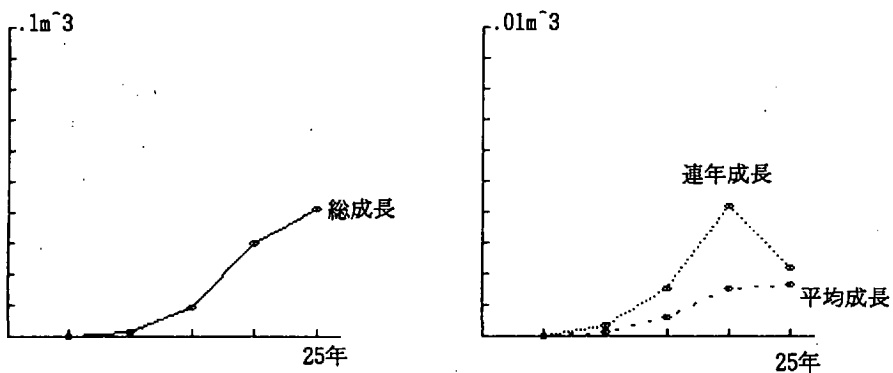


図-17 材積成長曲線

(N) ストローブマツ

図-18はストローブマツの成長過程をみたものである。樹幹解析図からみた伐倒時の成長過程は樹高 5.94m であり、これに到達する年齢は25年であった。また、この時の胸高直径は 10.8cm となっていて、幹材積は 0.0328m^3 であった。樹高成長は連年で6年から15年にかけて良く、平均成長では11年から15年が良い。直径成長も樹高と同じ年次であった。胸高断面積は 0.0085m^2 であり、連年成長は16年

から20年が比較的良く、平均成長では20年以降が良かった。
材積は連年成長・平均成長共25年以降が高い傾向にある。
なお、樹皮率は7.98%であった。

(V) バンダイアカマツ

図-19はバンダイアカマツの成長過程をみたものである。
樹幹解析図からみた伐倒時の成長過程は樹高6.51mであり、
これに到達する年齢は23年であった。また、この時の胸高
直径は8.3cmとなっていて材積は0.0197m³であった。樹高
成長は連年で6年から10年にかけて良く、平均成長でも同
様であった。

直径成長は連年が6年から10年であるのに対し平均は11
年から20年が良かった。胸高断面積は0.005m²であり、伸
びはないものの連年成長は23年から、平均成長は6年以降
であった。材積は連年・平均成長共23年以降が良い傾向に
ある。なお、樹皮率は8.06%であった。

(VI) ブナ

図-20はブナの成長過程をみたものである。樹幹解析図
からみた伐倒時の成長過程は樹高5.52mであり、これに到
達する年齢は22年であった。また、この時の胸高直径は6.4
cmとなっていて、材積は0.0087m³であった。樹高成長は連
年で16年から良く、平均成長でも同様であった。直径成長
は連年が11年から15年、21年からが0.5mと比較的伸びが
良く、平均成長は21年以降であった。胸高断面積は0.003
m²であり、伸びはないものの連年成長は21年から、平均成
長は極めて少ない0.0001m³であった。材積は連年・平均成
長共21年以降から多少増加傾向になってきたようである。
なお、樹皮率は5.04%であった。

<樹幹解析の考察>

各樹種毎に樹幹解析を行い、20数年間の生育過程を述べ
てきたが、標高1,300mにおける生育は低海拔地における
成長とは著しく異なる。初期に順調に生育してきたもので
もバンダイアカマツやストロブマツのように、次第に枯
損率が増加して、植栽後20年にしてはほぼ壊滅状態となつた
ものもあるし、生育の順調なスギにおいても植栽後20年
にして樹高が6.7m程度と新林分収獲予想表と比較しても地
位5級に及ばない程度の成長である。また、カラマツは比
較的高海拔地に適しているといわれているが、S字状の幹
曲がりの発生や残存率が50%に及ばないなど極めて厳しい

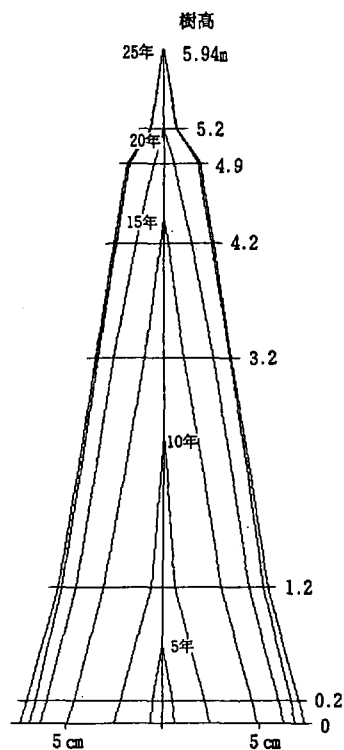


図-18 樹幹解析図(ストロブマツ25年)

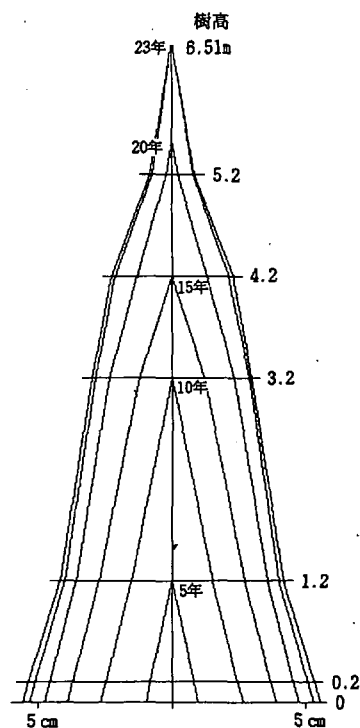


図-19 樹幹解析図(バンダイアカマツ23年)

状況下にあるといえよう。

今回の樹幹解析に供試木としたものは、各樹種共平均的なものを使用したわけであるが、これら6樹種の年齢は21~25年(平均23.3年)、樹高は5.52~8.95m(平均6.8m)、胸高直径は6.4~12.7cm(平均10.1cm)、そして材積は0.0087~0.0527m³(平均0.0325m³)であった。

いずれにしても樹幹解析の結果からホンナスギ、ドイツトウヒ、カラマツについては植栽後20数年を経た現在、漸く上長成長に転じてきたことが理解出来るかと思われる。なお、参考までに樹皮率の厚さを示せばカラマツ>アカマツ≒ストローブマツ>スギ≒トウヒ>ブナの順であった。

IV 考 察

以上のように、三方槍試験地における各樹種の初期の成長は、標高が700m程度の一般造林地と比較するとその生育は劣る状況にある。これは、立地条件の悪い奥地林や高海拔地の伐採跡地は気象条件が厳しい上に地形・地質的にも不安定であり、また、土壌もエロージョン化しやすい傾向となっている。

このため、導入された各植栽木の成長も限られた条件の中で精一杯競合を図ってはいるが、高標高のため生育期間が短いことや雪圧といった影響も加わってくるため、伸びが少ないことや残存本数が減少することは致仕方のないことである。

これまで10種の樹種を三方槍地域に試験的に導入してきたが、順調に生育をしてきたのは天然挿し木苗であるホンナスギである。また、比較的良好的なドイツトウヒ並びにカラマツの3種であり、これらは今後保育間伐や枝打ち等の管理を考慮すればそれなりの生育は示してくれるものと思われる。

しかし、奥地であることや高標高下のため十分な保育管理が行き届かないことを考えれば、高標高下に存在している全ての広葉樹林を一度に伐採する方式は安易であり改めなければならない。ましてや、造林した状態でその後の保育管理もなされ無いようでは、これら3樹種の造林木の残存率も急激に低下してこよう。今後は現在高樹齢で賦存している広葉樹林のうち、何を伐採し何を残すのかを林業経営として明確にしておく必要性を感じる。

つまり、皆伐することなく次世代の親木を確保しておくことや、目的以外の樹種を残す択伐方式を取ることで、さらに未利用木を残存・整理伐しながら、その空間に上記3樹種を導入する混交・複層林型の施業方式が、これら3樹種を最大限生かす植栽方式であり、国土防災・環境保全および水資源対策の観点からも一考に値する施業方式といえよう。

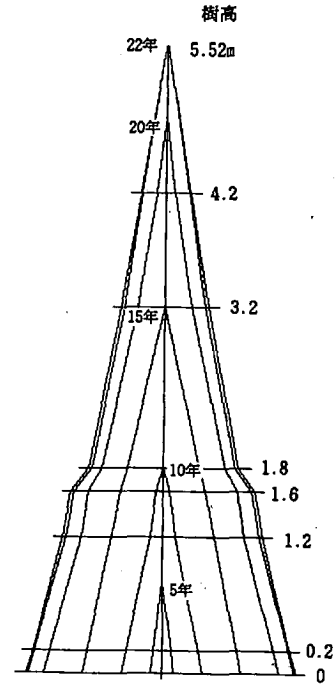


図-20 樹幹解析図(ブナ22年)

【赤崩れ試験地】

本県の会津地方には吾妻・飯豊・本名の3種類の天然スギが標高900m付近¹⁹⁾まで自生しているが、これらはいずれも多雪・豪雪地帯に賦存している。これら天然スギの耐雪性は一般の実生スギよりも強いとされ、郷土品種としては大いに利用価値があると考えられる。そこで、気象的にスギの植栽が限界であろうと思われる標高1,100mの本調査地域に植栽し、気象害等の抵抗性と生育状況を確認するため、本試験を実施するものである。なお、造林方法は通常行われている方形植えと、巢植えによる植栽も行い、植栽方法の違いが被害形態や枯損率の軽減にどう結びつくのか比較検討するものである。

<試験内容>

1. 試験地の場所および植栽樹種・本数等

試験地は図-1(2)に示すように、旭岳(赤崩山1,835m)から1.9km西側に下降した山腹斜面の下郷町音金字赤崩れ地内の民有林である。昭和40年頃にブナ・ミズナラ等を伐採した跡地で、標高1,150m~1,175m、方位N75W、傾斜度7~37°、土壌は適潤性暗色系褐色森林土(偏乾型)(dBd(d)およびdBd)である。地表植生はネマガリタケが密生し、ミズナラ・イタヤカエデ等の萌芽が散生している。

(1) 普通植え区

植栽は昭和46年10月に地拵らえと同時に、図-2、3に示す植栽配置図に従い、面積0.3haに本県の代表的天然スギであるアズマ(吾妻)〔北塩原村産・別名=早稲沢スギ〕、イイデ(飯豊)〔山都町産・別名=喜多方スギ〕およびホンナ(本名)〔金山町産・別名=三條スギ〕の挿し木苗スギと田島産の実生苗スギを斜面上部・中部・下部に各60本ずつ(計180本)、合計720本を植え付け(1.5m×1.5m 4,400本/ha)した。なお、アズマスギは林業試験場苗畑、イイデスギは喜多方営林署苗畑、ホンナスギは坂下営林署苗畑、そして地元スギは田島町の養苗業者が養成したものを現地を導入したものである。

(2) 巢植え区

造林方法を変えて植栽することにより、気象害等の抵抗性と生育状況の違いを比較検討するため図-2、3に示すように、昭和47年9月普通植え区の左側(北西部)に坪刈りを行い、普通植え区と同一植栽樹種を用い、斜面上部・中部・平坦部に各品種64本ずつ3区(計192本)、合計768本を植え付け(625巢2,500本/ha・巢間距離4m・4本巢植え・苗間1m)した。

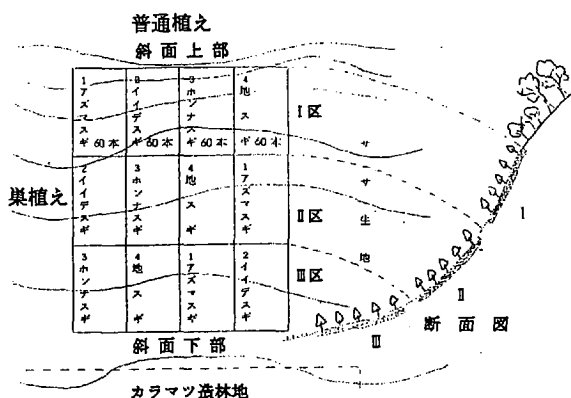


図-2 植栽配置

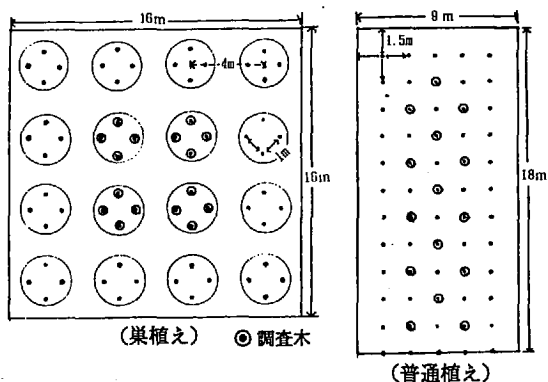


図-3 植栽配置(間隔)

2. 植栽樹種の内訳

(1) 普通植え区

植え付けに供試した各苗木の内訳(根元直径・苗高)は表-1に示すとおりである。

これによると各苗木の大きさは概ねアズマスギ55cm, イイデスギ47cm, ホンナスギ40cmおよび地元スギ50cmで、アズマスギが体形的にやや大きい。各苗木の根元直径は平均0.8~1.0cmであった。

表-1 各苗木の内訳

(普通植え)

品 種	I 区			II 区			III 区		
	平 均		苗令、その他	平 均		苗令、その他	平 均		苗令、その他
	根元直径 cm	苗高 cm		根元直径 cm	苗高 cm		根元直径 cm	苗令 cm	
アズマスギ	1.0	56.2	さしき苗 1回床替2年生	1.0	54.0	さしき苗 1回床替2年生	0.9	55.0	さしき苗 1回床替2年生
イイデスギ	0.9	45.3	"	0.9	45.7	"	0.9	49.7	"
ホンナスギ	1.0	41.4	"	0.9	40.8	"	0.8	38.8	"
地 ス ギ	1.0	50.8	実生苗 2回床替3年生	0.9	50.0	実生苗 2回床替3年生	0.9	48.5	実生苗 2回床替3年生

(2) 巢植え区

植え付けに供試した各苗木の1区10本の内訳(根元直径・苗高)は次のとおりである。

各苗木の大きさは概ねアズマスギ56cm, イイデスギ65cm, ホンナスギ48cmおよび地元スギ54cmで、イイデスギが体形的にやや大きい。各苗木の根元直径は平均0.7~1.0cmであった。

3. 保育管理

保育管理の面では、普通植え区で昭和46年10月に全面地拵らえを行い苗木を植栽した。また、巢植え区においては昭和47年9月に坪刈りを実施し、苗木を植栽したものであり、両区ともその後の管理は何も施行していない。なお、枯損による補植については昭和52年5月の調査時まで行った。

4. 調査時期および調査内容

調査は普通植え区においては植え付け当初の昭和46年10月、昭和47年9月、昭和48年5月および昭和52年5月の計4回にわたり活着状況、気象害等の被害有無、並びに樹高や根元直径等の生育について各品種共、一区・二区・三区それぞれ15本づつ、合計45本を調査・測定した。

また、巢植え区においては植え付け当初の昭和47年9月、昭和48年5月、同9月および昭和52年5月の計4回にわたり普通植え区同様、活着状況、気象害等の被害有無、並びに樹高や根元直径等の生育について各品種共、一区・二区・三区それぞれ6本づつ24本(当初の昭和47年9月においては各品種一区10本のみ)、合計72本を調査・測定した。

III 調査結果

1. 普通植え区および巢植え区の生育の状態

(1) 普通植え区 昭和47・48年度の生育結果(1~2年時)

昭和46年10月に植え付けした各品種の1~2年時の活着と気象害の状況を、昭和47年9月および昭和48年5月に調査したが、その結果は表-2に示すとおり、全品種において寒害・雪害の影響を受け

ているのが確認された。特に被害率の高いのは実生による地元苗で49%に及んでいる。また、地元苗は枯損率についても29%と高く約1/3程度が改植を行うこととなった。

一方、挿し木苗による天然スギの被害率は9~22%とやや高いものの、枯損率は2~4%と低い値であった。各品種間の年間平均苗長はアズマ5.1、イデ4.6、ホンナ8.9および地元スギ11.1cmであった。

気象害の発生状況は、挿し木苗が実生苗より明らかに少なく、これは健全苗の割合でホンナスギ91%、イデスギ87%、アズマスギ78%に対し地元スギは51%であった。また、雪害は緩傾斜地の3区に多く発生したが、これも挿し木苗より実生苗に多く発生していた。

表-2 植栽後2年目における苗木の損傷

(普通植え)

品 種	本 数 (ほん)	被 害 内 訳 (ほん)			被 害 計 (ほん)	被 害 率 (%)	枯 損 (ほん)	枯 損 率 (%)
		寒 害	雪 害	野 兎 害				
吾妻全区	45	5(1)	5(1)	(-)	10	22	2	4
本名全区	45	3(1)	1(-)	(-)	4	9	1	2
飯豊全区	45	3(1)	2(-)	1(-)	6	13	1	2
地元全区	45	11(7)	11(6)	(-)	22	49	13	29
合 計	180	22(10)	19(7)	1(-)	42	*23	17	*9

() 枯損内数 *平均〔参考〕1973年5月調査

(2) 巢植え区 昭和48年度の生育結果(1年時)

昭和47年9月に植え付けした各品種の1年時の活着と気象害の状況を、昭和48年5月に調査したが、その結果は全品種において寒害・雪害の影響を割合多く受けているのが確認された。特に被害率の高いのは実生による地元苗で33%に及んでおり、挿し木苗においても24~26%と高かった。なお、枯損率は普通植え同様、各品種間で1~3%の低い値であった。

各品種間の年間平均苗長はアズマ4.6、イデ7.0、ホンナ9.2および地元スギ21.4cmであった。

<1-2年時の考察>

以上が植栽後2~3年時の普通植え区、2年時の巢植え区の調査結果であるが、普通植え区において特徴的なことは、寒害・雪害の被害は実生苗が挿し木苗を大きく上回っていることである。即ち、被害率は実生苗が挿し木苗の2.2~5.6倍、枯損率は7.3~14.5倍に達しており、気象害・枯損率共実生苗に多い傾向がみられる。また、2年時の健全苗率においては実生苗が挿し木苗の60%程度と低く、植え付け当初においては実生苗より挿し木苗が優位であった。

一方、巢植え区における気象害等の被害率は各品種共20%以上と割合高い値を示しているが、それでも普通植え区に比較すれば少なく、地元スギをみても33%程度被害が軽減されている。また、枯損率は挿し木苗区においても普通植え区同様小さな値であるが、地元スギでは巢植え区が普通植え区をより下回った値となった。

各品種間の年間平均苗長は程度の差はあるものの、また、今後の生育がどのように進行するかは断定出来ないが、初期の段階では巢植え区が普通植え区より若干優位であるように思われる。これは、被害率・枯損率における軽減作用がこのような傾向を示したものと思われる。

なお、被害率等を考慮しなければ、一般的には実生苗の成長は挿し木苗の成長より上回っていると

いえるが、その後の補植等の経費を考慮すれば、天然スギ挿し木苗が地元実生苗より優位であるといえよう。

(1) 普通植え区 昭和52年度の生育結果 (6年時)

昭和46年10月に植え付けした各品種の6年時の成長と気象害の状況を、昭和52年5月に調査したが、その結果は次のとおりである。まず、樹高は各品種ともⅠ区が111~135cm (平均120cm)、Ⅱ~Ⅲ区が135~189cm (160cm)とⅢ=Ⅱ区が40cm程度伸びが良かった。品種間ではアズマスギが平均161cmと他よりやや高く、ホンナスギが平均127cmと下回った。

一方、地上50cmにおける各品種間の根元曲がり幅は、地元実生苗が30cm、挿し木苗が12~21cmと地元実生苗の曲がりが大きかった。また、根元曲がりの全くない割合は地元実生苗が7%であるのに対し挿し木苗は21~31%と高く、天然スギ挿し木苗が地元実生苗より3~4倍優位であることが分かった。

気象害等の被害割合は、枝抜け・寒風害・芯枯れが多くを占め全体で24%と1/4程度が受けたことになるがこのうち被害の多かった品種はアズマスギと地元実生であった。

(2) 巢植え区 昭和52年度の生育結果 (5年時)

昭和47年9月に植え付けした各品種の5年時の活着と気象害の状況を、昭和52年5月に調査したが、その結果は次のとおりである。まず、樹高は各品種平均102~137cm (平均120cm)で、品種間における区毎の良否はバラツキが多く特定が出来ない。総体的には地元実生苗が他をやや上回った程度であり、ホンナスギが下回った。根元直径は各品種平均2~3cmであったが、樹高同様地元実生苗が他をやや上回っている。

一方、各品種共枯損に至ったものが10%程度みられるが、気象害等の被害割合は明らかに地元実生が多く、チョウチンタタミ・芯枯れを含むと全体で42%の被害率となった。これは挿し木苗には殆どみられない傾向であった。

<5-6年時の考察>

以上が植栽後6年時の普通植え区、5年時の巢植え区の調査結果であるが、普通植え区において特徴的なことは、根元曲がりには巢植え区よりやや大きいということである。このことは苗間の距離が短い巢植え区が雪圧に対してより優位に働いているものといえ、地元苗ではより顕著な傾向であった。ただ、樹齢が増すことによる巢植え区の雪圧の強さは今後の経過を見定めない限り断定は出来ない。

樹高等の伸びは普通植え区・巢植え区共に少ないものの、成長量は普通植え区が巢植え区に比べ11~48%上回っている。また、アズマスギにおいてはこのことがより顕著であった。地元実生苗の普通植え区における平均成長は4品種中で第1位、巢植え区においても第2位であったが植栽当初の苗高が伸びていた分、総体的な成長量としては天然スギ挿し木苗より劣っている。また、枯損率も地元実生苗がやや多く、気象害等においても地元実生苗が高い傾向にある。

各品種間の年間平均苗長は程度の差はあるものの、また、今後の生育がどのように進行するかは断定出来ないが、5~6年時の段階では普通植え区と巢植え区共に同等程度の成長といえよう。

(1) 普通植え区 平成2年度の生育結果 (19年時)

昭和46年10月に植え付けした各品種の19年時の成長状況を昭和63年から開始された「高海拔地における造林技術に関する研究」の中で鈴木・富樫両名⁹⁾が平成2年6月に調査したが、その結果は表-3に示すとおりである。これによると各品種共平均樹高は7.8~8.8m、胸高直径は13cm、根元曲がり

幅は52~70cm、根元曲がり高は91~130cm、枝下高は1.8~2.2m、枝張りは2~2.3mとすべての調査項目において品種間の大きな差は認められない。ただ、地元実生の樹高、根元曲がり高、枝下等の項目が他の品種より若干上回っており、これが根元曲がり幅および根元曲がり高に負の影響を与えているものと思われる。しかしながら天然挿し木苗スギに比較すれば、地元実生苗の雪圧に対するこれらの多少の違いは当然のこととして受け止められよう。

表-3 天然スギ植栽別試験の生育状況

1992年調査

品種	植栽 単位	項目	胸高直径	樹 高	根 曲 幅	根 曲 高	枝 下 高	枝 張 り
			cm	m	m	m	m	m
吾 妻	普 通		13.6	7.77	0.52	1.02	1.82	2.2
	巢		8.2	5.26	0.12	0.53	0.71	1.7
飯 豊	普 通		13.9	7.78	0.66	0.97	1.79	2.2
	巢		10.0	6.23	0.19	0.60	0.79	1.9
本 名	普 通		13.1	7.74	0.54	0.91	2.04	2.0
	巢		8.3	5.52	0.16	0.62	0.62	1.7
地元実生	普 通		13.7	8.47	0.70	1.30	2.24	2.3
	巢		10.6	6.77	0.55	1.05	0.91	2.1

また、植栽位置と樹高成長との関係では一般的に斜面上部のⅠ区が7mと小さく、中部のⅡ区・下部のⅢ区においては8.3~8.5mと20%程度の成長増となっている。胸高直径においても同様にⅠ区11.5cmⅡ区14.4cm、Ⅲ区14.7cmとⅠ区に比べて25%程度の肥大成長となっている。

植栽本数に対する19年時の総残存本数はアズマ87%、イイデ91%、ホンナ97%および地元実生89%と高い割合で残存していたが、被圧・倒伏等の被害木を除いた健全木率はアズマ80%、イイデ88%、ホンナ94%および地元実生75%と挿し木苗が地元実生を大きく上回った。

(2) 巢植え区 平成2年度の生育結果 (18年時)

昭和47年9月に植え付けした各品種の18年時の成長状況を平成2年9月、普通植え区同様鈴木・富樫両名⁹⁾が調査したが、その結果は表-3に示すとおりである。これによると各品種共平均樹高は5.3~6.8m、胸高直径は8.2~10.6cm、根元曲がり幅は12~55cm、根元曲がり高は53~105cm、枝下高は62~91cm、枝張りは1.7~2.1mと全ての調査項目において地元実生が挿し木苗スギを上回っている。特に地元実生で顕著なものは根元曲がり幅および根元曲がり高でそれぞれ挿し木苗スギを3倍、1.7倍以上と格差を付けている。また、植栽位置と樹高成長との関係では一般的に斜面上部のⅠ区が5.4mと小さくⅡ区で6.5m、Ⅲ区で6.1mとなっているが、品種間での立地上の成長差は個体のバラツキが大きく明らかではない。

植栽本数に対する18年時の総残存本数はアズマ89%、イイデ89%、ホンナ96%および地元実生88%と普通植え区同様高い割合で残存していたが、被圧・倒伏等の被害木を除いた健全木率はアズマ88%、イイデ88%、ホンナ94%および地元実生88%と挿し木苗と地元実生との差はなかった。また、これを普通植え区と比較すると、総残存本数は変わらないものの、健全木率では総体的に上回った。なかでも地元実生はこれを13%上回ったことになり、実生苗での巢植えの優位性があるように思われる。

<18-19年時の考察>

以上が植栽後19年時の普通植え区、18年時の巣植え区の調査結果であるが、普通植え区において特徴的なことは樹高、直径、枝下高、枝張りの項目において巣植え区より優位であり、逆に根元曲がり幅および高さにおいては巣植え区が優位であった。また、総残存本数の割合は植栽方法別にはほぼ同じであるが、健全木率においては総体的に巣植え区が優位であった。なお、植栽方法に関係無く健全木率の良かったものはホンナ・イイデスギであり、最も悪かったものは普通植え区の地元実生、次にアズマスギであった。

総じていえることは、巣植えは伸びはないものの根元曲がりが少ないことであり、これは地元実生苗より天然スギ挿し木苗がより優位にあるといえよう。

2. 樹幹解析の結果

高海拔地に植栽した各品種のこれまでの生育状況をみるには樹幹解析が必要である。このため平成4年10月、今井ら¹⁰が植栽方法別に各品種の平均木を選び、地上0.2mから1~2m間隔で順次円盤を採取した。なお採取した樹種はアズマ・イイデ・ホンナおよび地元実生の4品種であり、立地的には山腹下部のⅢ区である。解析にあたった樹齢は本来なら普通植え区の地元実生が24年、挿し木苗が23年、巣植え区の地元実生が23年、挿し木苗が22年に到達していなければならないが、各品種の解析木の中には補植木が該当したものもあるため、予め記しておきたい。

樹幹解析の項目は樹幹解析図・樹高成長曲線・胸高直径成長曲線・胸高断面積成長曲線および材積成長曲線の5項目である。

(1) 普通植え区

① アズマスギ (挿し木苗)

図-4、5、6、7、8はアズマスギの成長過程をみたものである。樹幹解析図からみた伐倒時の成長過程は樹高11.20mであり、これに到達する年齢は23年であった。また、この時の胸高直径は16.4cmとなっていて幹材積は0.1116m³であった。樹高成長は連年で6年から20年にかけて伸びが良く、平均成長では6年から15年が良い。直径成長は連年が11年から20年であるのに対し平均は11年から15年が良かった。胸高断面積は0.0211m²であり、連年

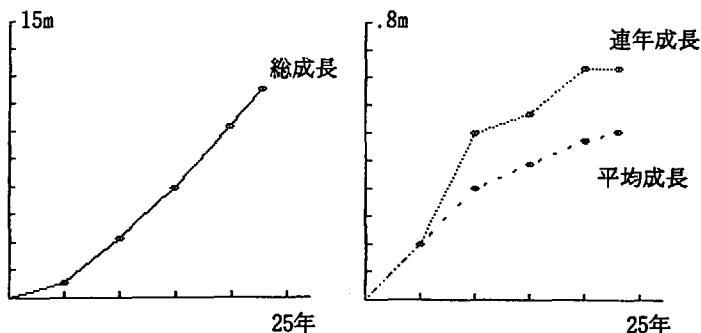


図-5 樹高成長曲線図

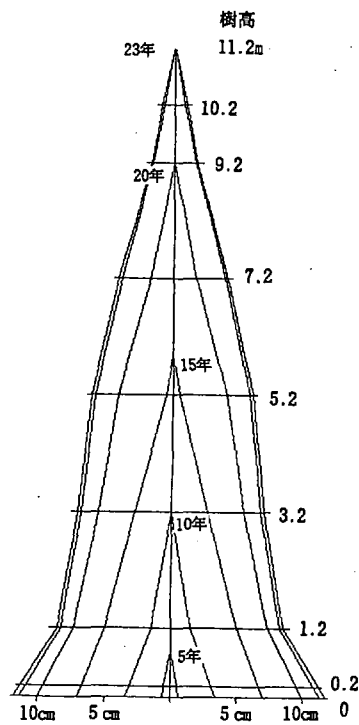


図-4 樹幹解析図(アズマ-普通)

成長は11年から15年が比較的良く、平均成長では11年から20年が良かった。材積は連年成長・平均成長共11年以降が高い傾向にある。なお、樹皮率は7.07%であった。

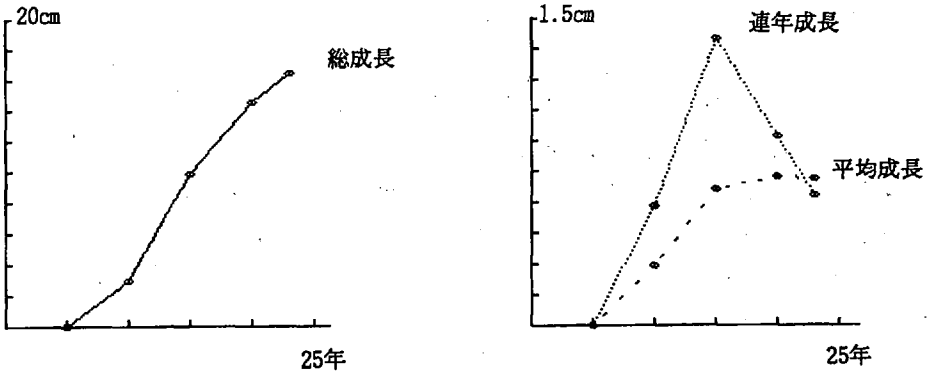


図-6 直径成長曲線図

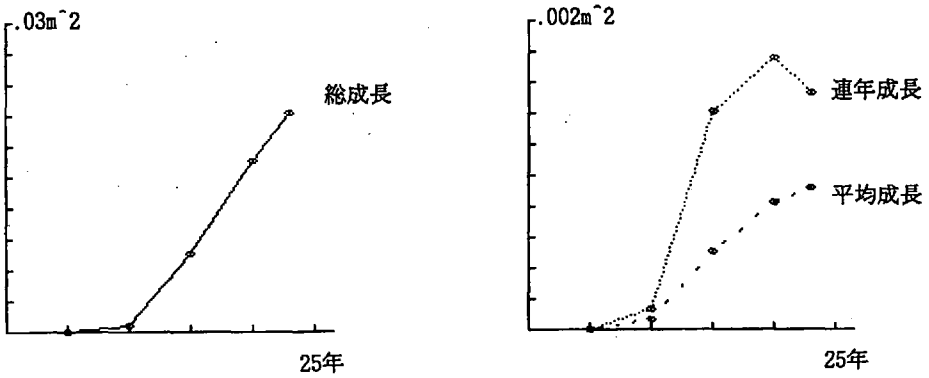


図-7 断面積成長曲線図

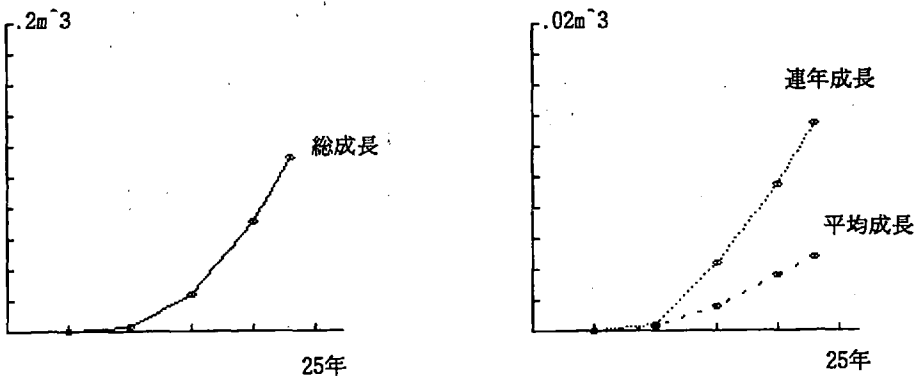


図-8 材積成長曲線図

② イイデスギ (挿し木苗)

図-9、10、11、12、13はイイデスギの成長過程をみたものである。樹幹解析図からみた伐倒時の成長過程は樹高 10.45 mであり、これに到達する年齢は23年であった。また、この時の胸高直径は15.6cmとなっていて幹材積は0.0906 m^3 であった。樹高成長は連年で6年から15年にかけて伸びが良く、平均成長では6年から20年が良い。直径成長は連年が6年から15年であるのに対し平均も同様の傾向であった。

胸高断面積は0.0191 m^2 であり、連年成長は11年から15年が良い、平均成長では11年から20年が比較的良かった。材積は連年成長・平均成長共11年から20年が高い傾向にある。なお、樹皮率は5.87%であった。

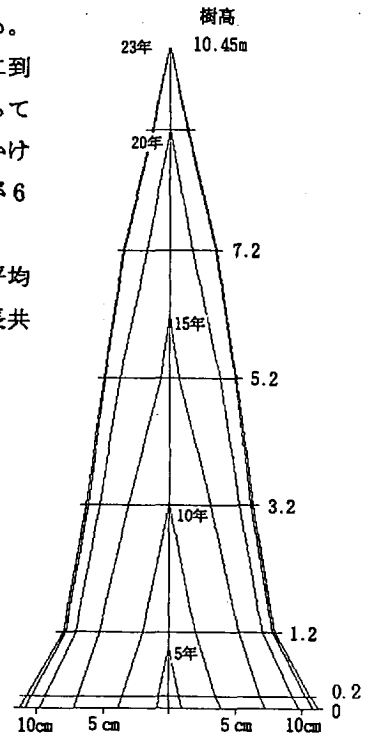


図-9 樹幹解析図(イイデ-普通)

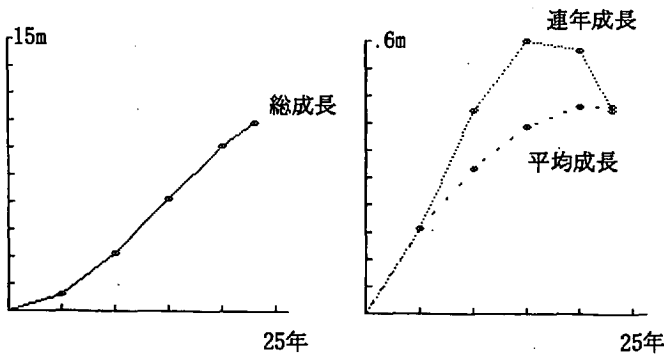


図-10 樹高成長曲線図

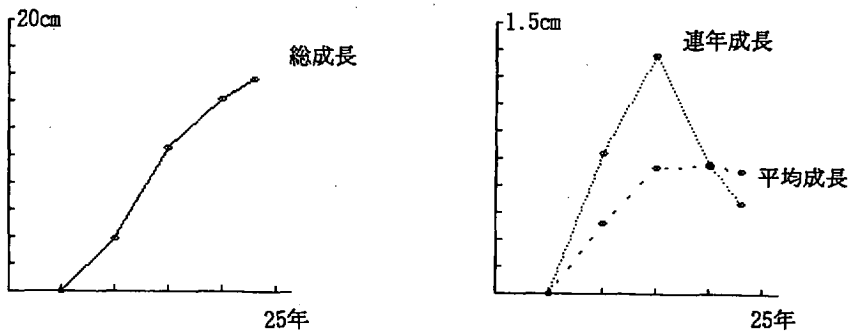


図-11 直径成長曲線図

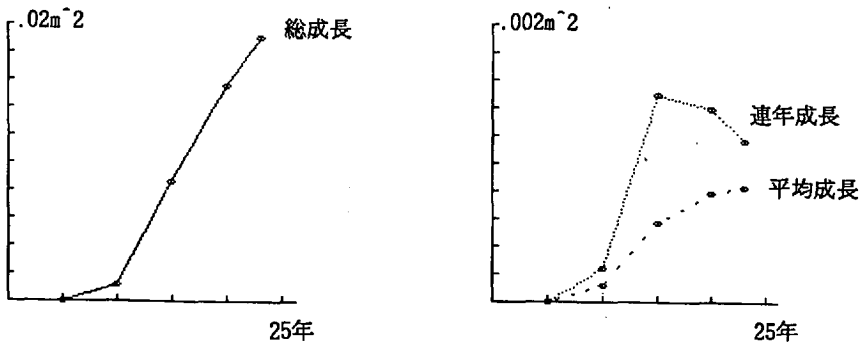


図-12 断面積成長曲線図

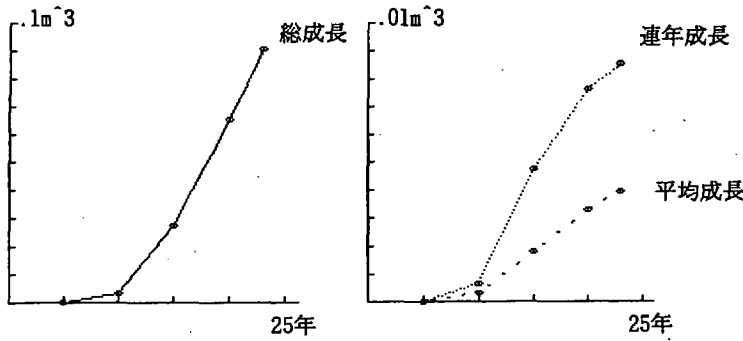


図-13 材積成長曲線図

③ ホンナスギ (挿し木苗)

図-14、15、16、17、18はホンナスギの成長過程をみたものである。樹幹解析図からみた伐倒時の成長過程は樹高8.65mであり、これに到達する年齢は22年であった。また、この時の胸高直径は12.7cmとなっていて幹材積は0.0541m³であった。樹高成長は連年で6年から10年にかけて伸びが良く、平均成長では6年から20年が良い。直径成長は連年が6年から15年であるのに対し平均も同様の傾向であった。

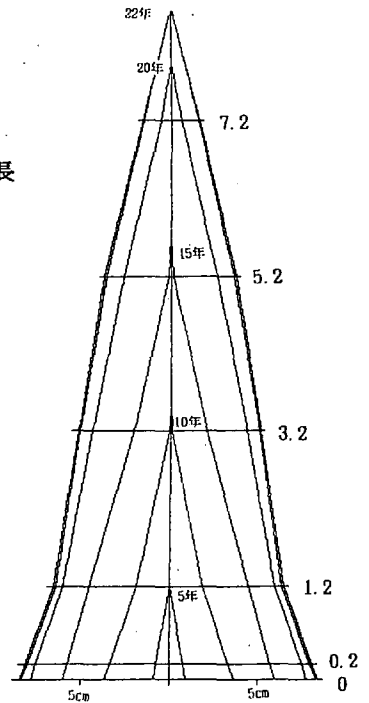


図-14 樹幹解析図(ホンナー-普通)

胸高断面積は0.0127m²であり、連年成長は11年から15年が良い、平均成長では11年から20年が比較的良かった。材積は連年成長・平均成長共11年から伐倒時の22年にかけて高い傾向にある。なお、樹皮率は4.70%であった。

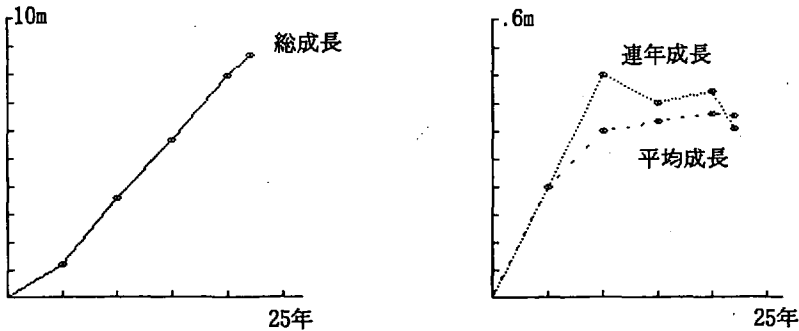


図-15 樹高成長曲線図

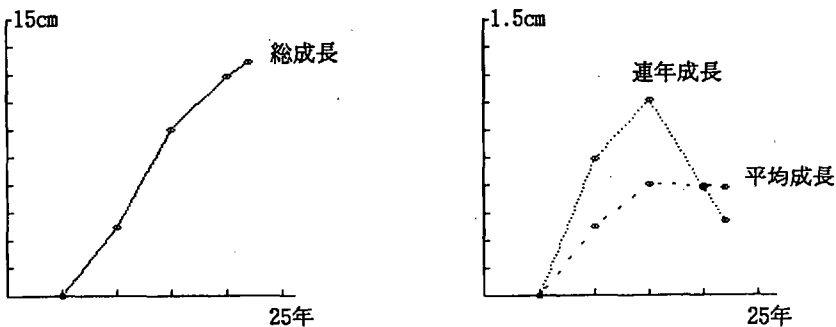


図-16 直径成長曲線図

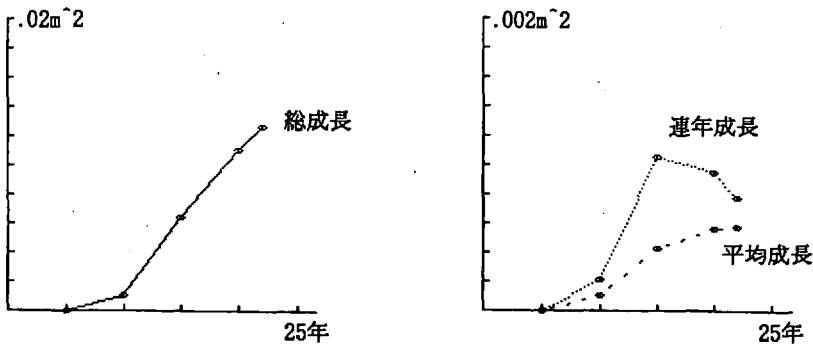


図-17 断面積成長曲線図

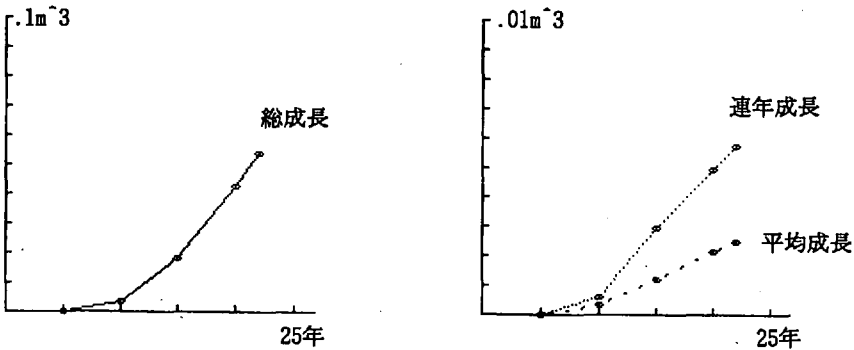


図-18 材積成長曲線図

④ 地元スギ (実生苗)

図-19、20、21、22、23は地元スギの成長過程をみたものである。樹幹解析図からみた伐倒時の成長過程は樹高10.53mであり、これに到達する年齢は22年であった。また、この時の胸高直径は14.7cmとなっていて幹材積は0.0845m³であった。樹高成長は連年で6年から10年と16年以降にかけて伸びが良く、平均成長では6年以降が良い。直径成長は連年が6年から15年であるのに対し平均は6年以降であった。

胸高断面積は0.017m²であり、連年成長は11年から15年が良く、平均成長では11年以降が比較的良かった。材積は連年成長・平均成長共11年から伐倒時の22年にかけて高い傾向にある。なお、樹皮率は6.25%であった。

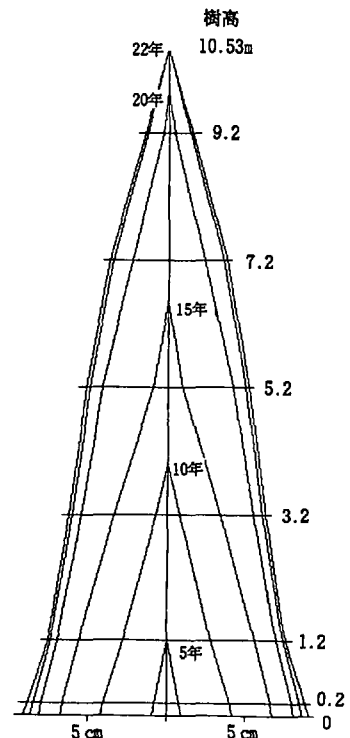


図-19 樹幹解析図(ジモトー普通)

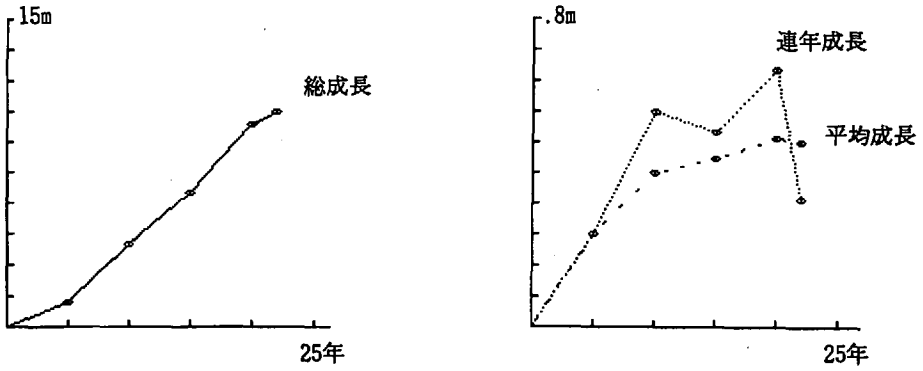


図-20 樹高成長曲線図

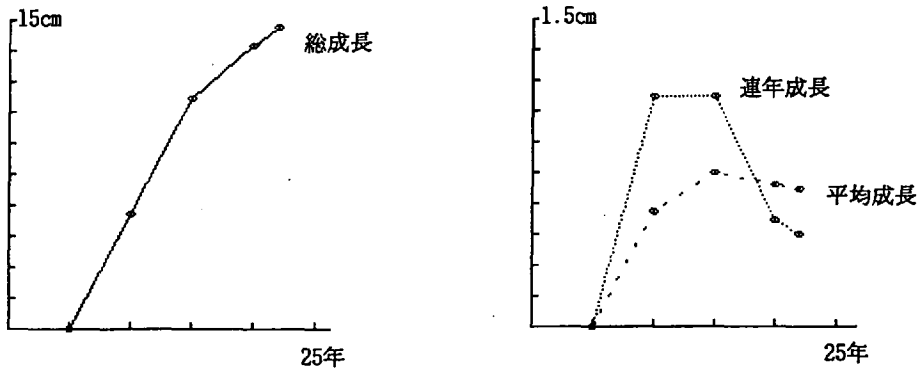


図-21 直径成長曲線図

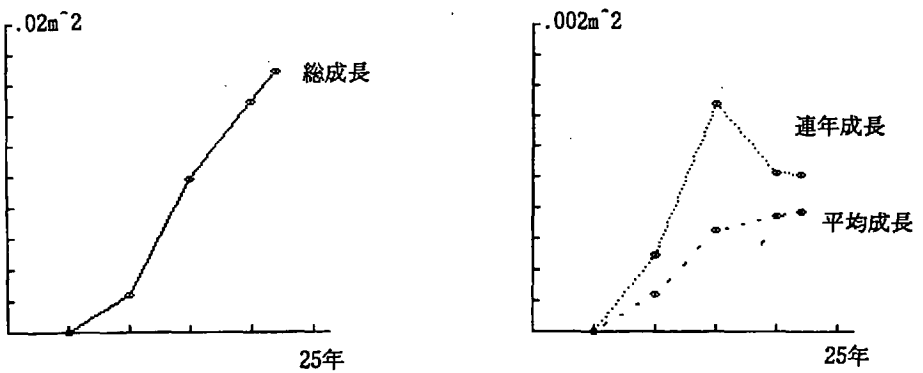


図-22 断面積成長曲線

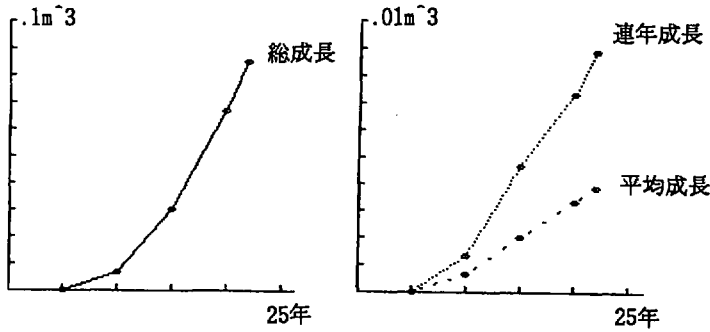


図-23 材積成長曲線図

(2) 巢植え区

① アズマスギ (挿し木苗)

図-24、25、26、27、28はアズマスギの成長過程をみたものである。樹幹解析図からみた伐倒時の成長過程は樹高5.10mであり、これに到達する年齢は19年であった。また、この時の胸高直径は6.8 cmとなっていて幹材積は0.0108m³であった。樹高成長は連年で6年から伐倒時の19年にかけて伸びが良く、平均成長でも同様の傾向であった。直径成長は連年が6年から伐倒時の19年にかけて伸びが良く、平均成長でも同様の傾向であった。材積は連年成長・平均成長共16年以降になって、ようやく肥大傾向にある。なお、樹皮率は6.25%であった。

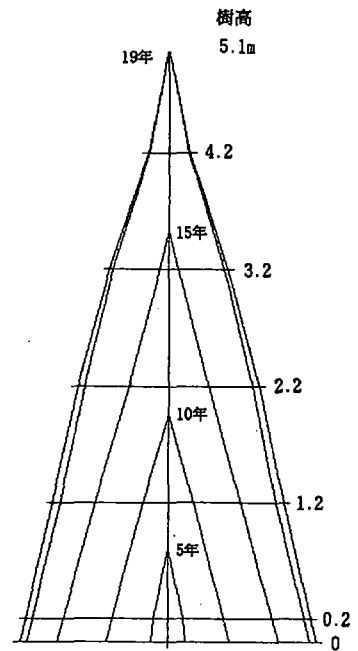


図-24 樹幹解析図(77A-巢)

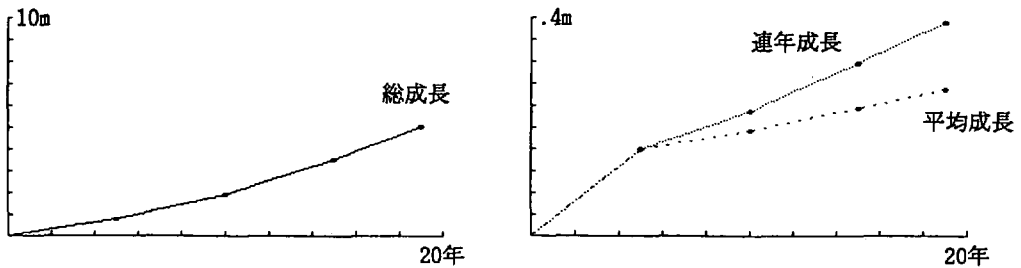


図-25 樹高成長曲線図

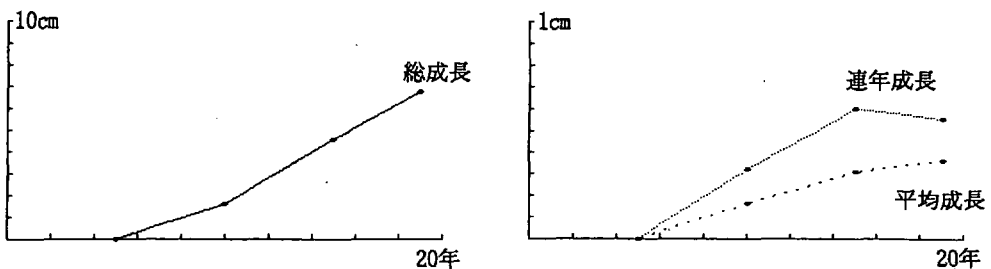


図-26 直径成長曲線図

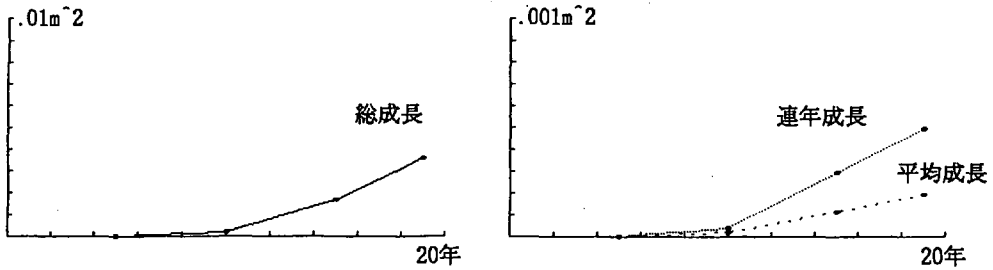


図-27 断面積成長曲線図

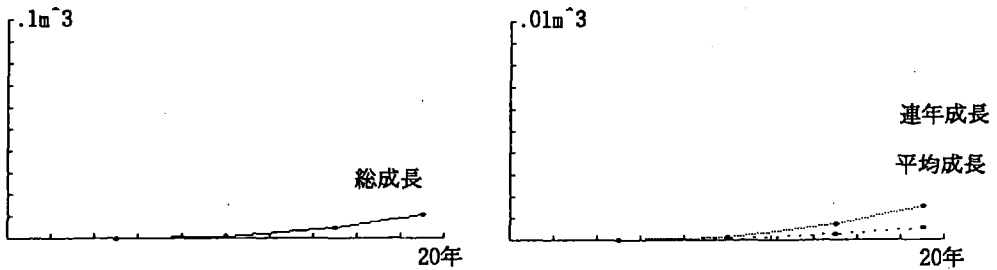


図-28 材積成長曲線図

② イイデスギ (挿し木苗)

図-29、30、31、32、33はイイデスギの成長過程をみたものである。樹幹解析図からみた伐倒時の成長過程は樹高6.58mであり、これに到達する年齢は22年であった。また、この時の胸高直径は9.9cmとなっていて幹材積は0.0268m³であった。樹高成長は連年で11年以降伐倒時までの伸びが良く、平均成長も同様であった。直径成長は連年が11年以降15年までの5カ年が最も高く、平均では16年以降が比較的良かった。胸高断面積は0.0077m²であり、連年成長は11年以降が良く、平均成長では16

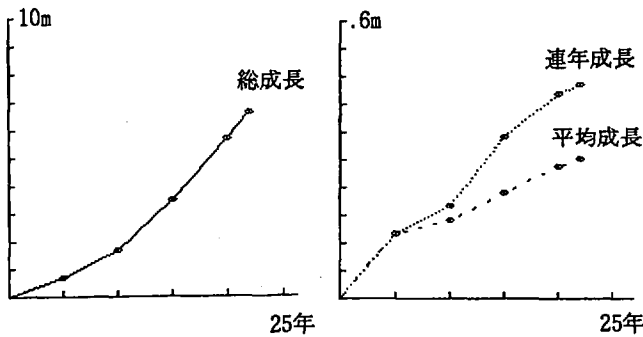


図-30 樹高成長曲線図

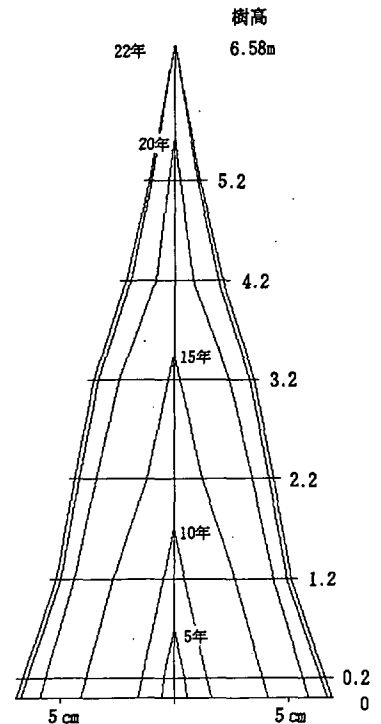


図-29 樹幹解析図(イイデ-巢)

年以降であった。材積は連年成長・平均成長共16年以降が高い傾向にある。なお、樹皮率は8.37%であった。

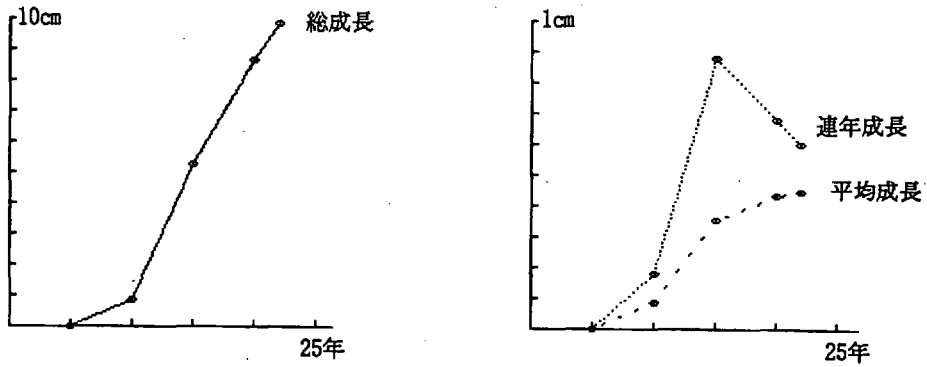


図-31 直径成長曲線図

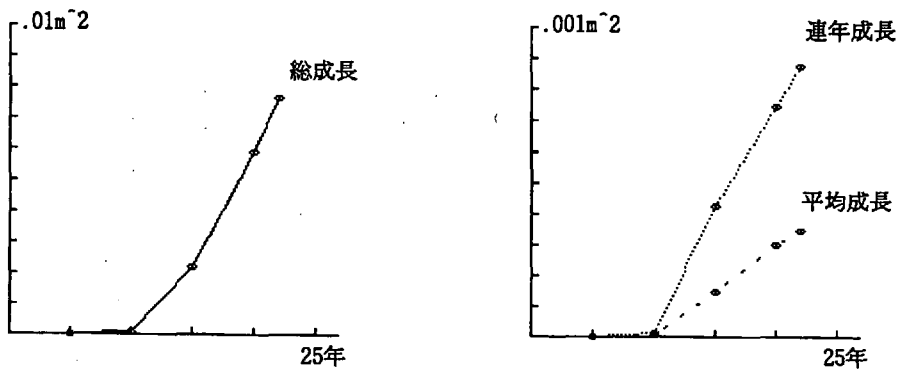


図-32 断面積成長曲線図

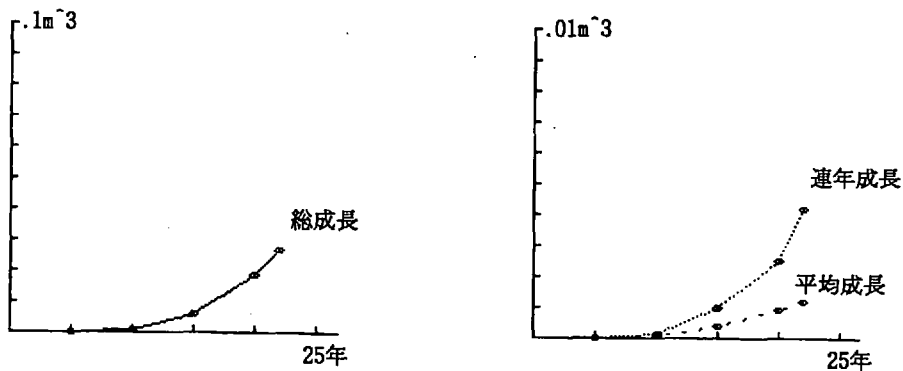


図-33 材積成長曲線図

③ ホンナスギ（挿し木苗）

図-34、35、36、37、38はホンナスギの成長過程をみたものである。樹幹解析図からみた伐倒時の成長過程は樹高6.68mであり、これに到達する年齢は22年であった。また、この時の胸高直径は10.0cmとなっていて幹材積は0.0273m³であった。樹高成長は連年で11年以降が良く、平均成長も同様の傾向にある。直径成長は連年が11年から15年が最も高く、平均では11年以降であった。胸高断面積は0.0079m²であり、連年成長・平均成長共11年以降が比較的良かった。材積は連年成長・平均成長共16年から伐倒時にかけて高い傾向にある。なお、樹皮率は9.25%であった。

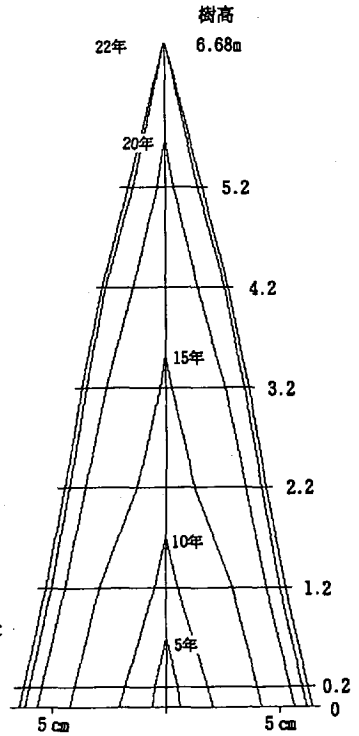


図-34 樹幹解析図(ホンナー集)

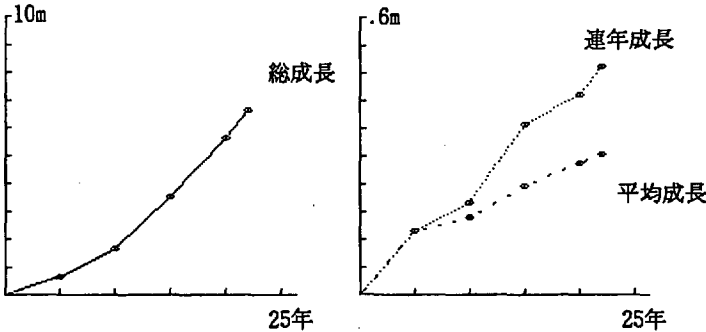


図-35 樹高成長曲線図

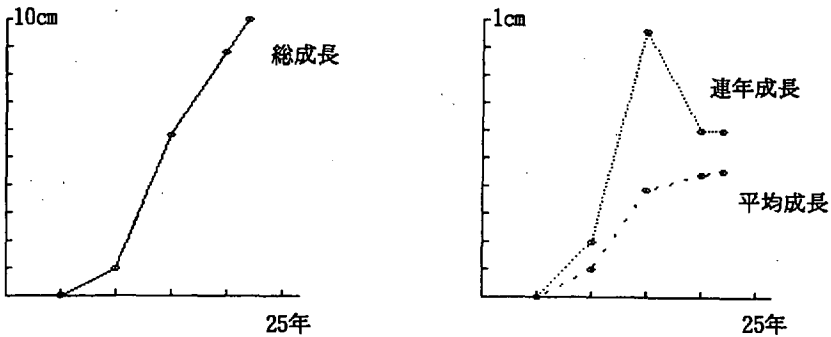


図-36 直径成長曲線図

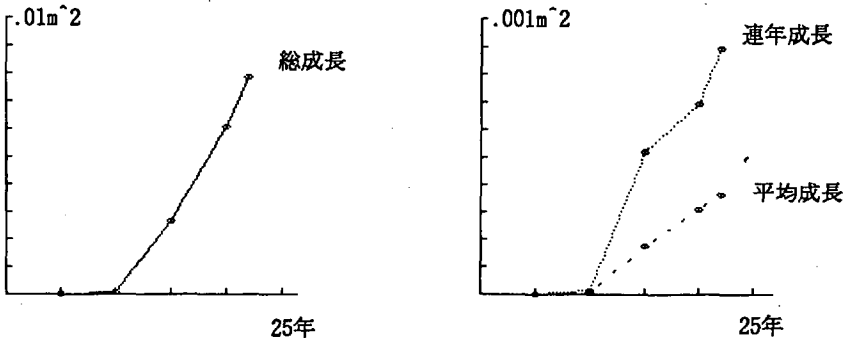


図-37 断面積成長曲線図

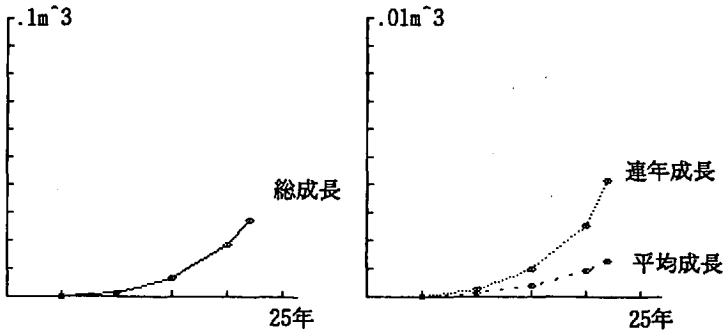


図-38 材積成長曲線図

④ 地元スギ (実生苗)

図-39、40、41、42、43は地元スギの成長過程をみたものである。樹幹解析図からみた伐倒時の成長過程は樹高7.56mであり、これに到達する年齢は22年であった。また、この時の胸高直径は10.3cmとなっていて幹材積は0.0365m³であった。樹高成長は連年で11年から15年と21年以降にかけて伸びが良く、平均成長では6年以降が良い。直径成長は連年が11年から15年に最も高く、平均は11年以降であった。

胸高断面積は0.0083m²であり、連年成長・平均成長共に11年以降が比較的良かった。材積は連年成長・平均成長共16年以降から伐倒時にかけて高い傾向にある。なお、樹皮率は8.49%であった。

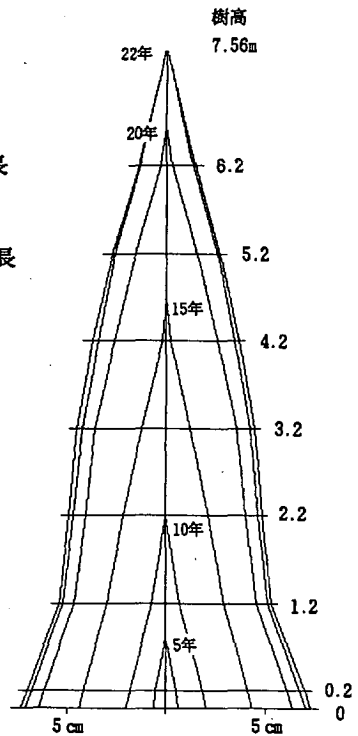


図-39 樹幹解析図(ジモト一集)

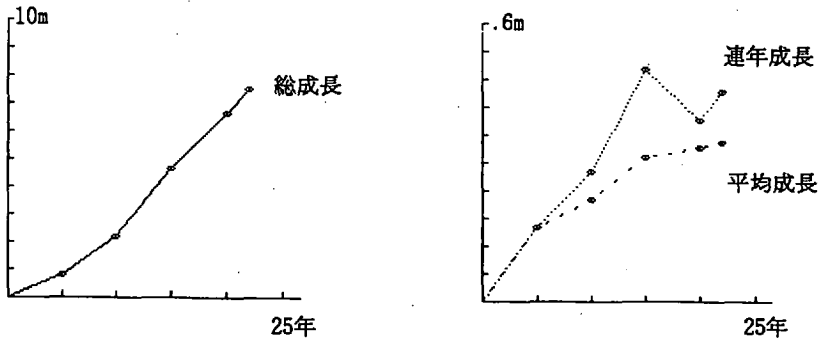


図-40 樹高成長曲線図

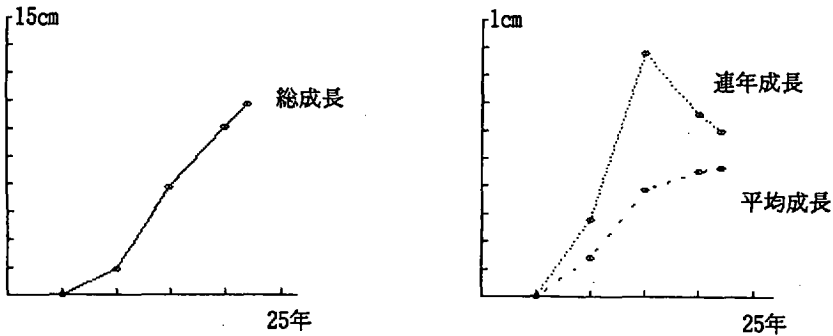


図-41 直径成長曲線図

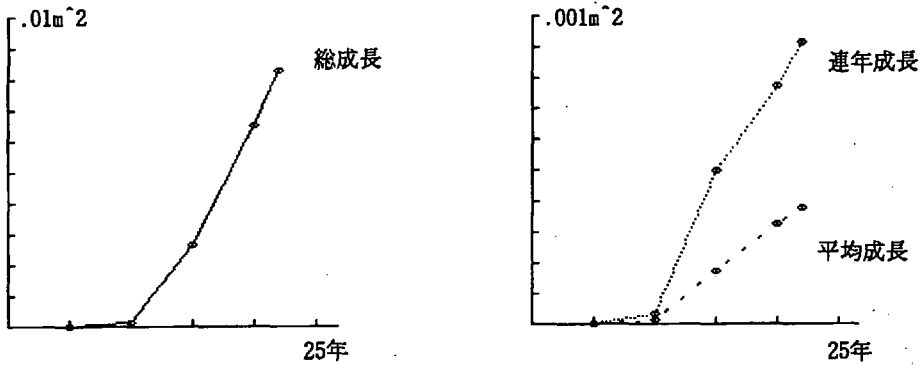


図-42 断面積成長曲線図

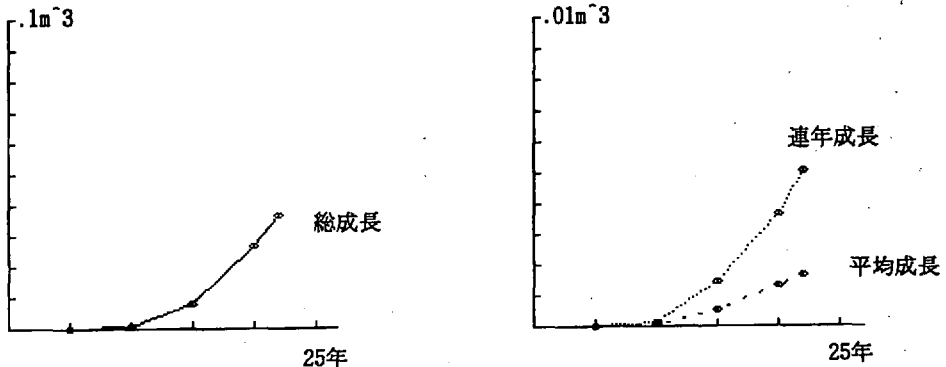


図-43 材積成長曲線図

<樹幹解析の考察>

各品種毎に樹幹解析を行い19~23年間の生育特徴を述べてきたが、標高1,100mにおける生育は普通植え区、巢植え区共に容易ではない。普通植え区における4品種の平均値は樹高10.2m、胸高直径15cm、材積0.09m³、胸高断面積0.02m²、樹皮率6%であった。品種間ではホンナスギの成長が他の3品種よりやや低い傾向にあるといえよう。

一方、巢植え区における4品種の平均値は樹高6.5m、胸高直径9cm、材積0.025m³、胸高断面積0.007m²、樹皮率8%であった。品種間では地元実生スギの成長が他の3品種よりやや高い傾向にあるといえよう。

いずれにしてもこれら両者の成長比較は、数字的には普通植え区が巢植え区を上回っているが、気象被害や残存率の問題さらには根元曲がり等を含めると、普通植え区の地元実生苗が最も低位にあり、巢植え区のホンナスギが高位にあると思われる。これ以外の品種においては今の段階では甲乙付けがたい。

3. 材質試験の結果

昭和32年からスギ精英樹選抜育成事業が開始され、その際選抜されたアズマ、イイデ、ホンナスギの各クローンと地元実生苗を昭和46年当地に導入した。植栽から20年時を経過していることから今回中島¹⁰⁾が中間時の基礎材質を把握することから試験を実施したものである。なお、供試木は普通植え

区の4品種を用いたものであり、巣植え区は径級が細すぎて試験材料とは成り得なかった。

(1) 供試木

年輪数14~15の部位より採材したアズマ等の3種および同一植栽地から伐採した田島産の地元スギを対象とした。

(2) 基礎材質調査・試験方法

生材含水率については元口から40~50cm内外で節のない部位より、厚さ約3cmの円板を採材し、全乾法により測定した。なお、収縮率はJIS Z-2103の規定に従い、縦圧縮強度試験はJIS Z-2113の規定に従った。

(3) 結果

生材含水率(全体)についてはアズマ137.2、イデ182.9、ホンナ129.9、地元スギ160.0であり平均値は152.5%であった。

収縮率の測定結果を表-4に示したが、これによるとホンナスギが接線・半径方向共に他のクローンに比べ大きい傾向がみられた。

縦圧縮強度については表-5に示すように、今回の供試材は未成熟材と言われている段階であり、強度的には不十分な値であった。なお、田島産の地元スギが他のクローンの平均値199に比べ240Kg/cm²であった。

表-4 収縮率

品種(系統)	供試片数	気乾比重	収縮率(%)					
			含水率15%まで		全乾まで		含水率1%当たり	
			T	R	T	R	T	R
吾妻スギ	5	0.40	2.74	1.31	6.82	2.48	0.28	0.09
本名スギ	5	0.40	5.08	1.57	7.39	2.58	0.17	0.14
飯豊スギ	5	0.32	2.55	1.24	6.97	1.60	0.34	0.13
田島地スギ	5	0.38	2.09	1.44	6.00	2.91	0.25	0.14
対照資料 会津地域 スギ(33年生)	140	0.42	3.24	1.18	7.52	3.06	0.30	0.13

T:接線方向、R:半径方向

表-5 縦圧縮強度

品種(系統)	試験体数(個)	平均年輪幅(mm)	含水率(%)	比重	強度(kg f/cm ²)
吾妻スギ	6	4.3	15.7	0.36	200
本名スギ	6	3.8	16.1	0.37	211
飯豊スギ	6	3.7	16.1	0.30	186
田島地スギ	6	4.7	16.0	0.38	240
対照資料 会津地域 スギ(33年生)	100	2.7	15.6	0.39	311

IV 考 察

以上のように、赤崩れ試験地における各品種の20年に及ぶ成長の過程は標高が600~800m程度の適潤な土壌条件下に植栽された通常の造林地と比較すると著しく劣る状況にある。これは、本調査地が標高1,100m以上の立地条件にあることや、広葉樹林の一斉伐採跡地に造成したことから厳しい気象条件に左右されやすく、また、地形・地質的にも不安定であり、さらに土壌も分解速度が遅い暗色系を呈している等、環境因子が負の条件を持っている。このため、導入された各品種の成長も限られた条件の中で精一杯競合を図ってはいるが、生育期間が短いことや雪圧といった影響も加わってくるため、天然スギ挿し木苗といえども伸びが少ないことや残存本数が多少減少することは致仕方がないことである。

しかし、高海拔地におけるこれら天然スギ挿し木苗の成長は、雪圧の影響下を離れた20年以降の伸びに期待するところが大きいように思われる。また、植え付け方式を巢植え等に改めることにより実生苗の残存率が高率になることも確認出来た。

普通植え区における各品種の樹高は会津地方の樹高曲線と比較すると地位4級程度²⁰⁾に位置しており、決して悪い成長ではない。また、巢植え区における各品種の樹高は同様に地位5級以下²⁰⁾と低位であるが樹幹解析の結果、20年以降の伸びが良く今後の生育条件の改善如何に係っているように思われる。つまり、保育間伐の実施や枝打ち等の施業を考慮し、さらに不用木の整理伐等を十分行うならばアズマ、イイデ、ホンナの天然挿し木苗スギは有効な導入樹種といえよう。

しかしながら三方槍試験地(標高1,310m)でも述べたように、標高1,100mの本試験地は高標高であり十分な保育管理が行き届かないことを考えれば、高標高下に存在している全ての広葉樹林を一度に伐採し、天然挿し木苗スギを全面に植栽すればそれで事足りるものではない。

経済効率性のみの考え方で大面積皆伐を行い造林するという単純な方式は安易であり改めなければならない。つまり、極力皆伐することなく次世代の優秀な種木(親木)を残存させておくことや、目的とする樹種を残すこと、さらに利用径級に達していない未利用木を残存させながら、その空間にアズマ、イイデ、ホンナ等の天然挿し木苗スギを導入する混交・複層林型の施業方式が、これらの品種を最大限生かす植栽方式であり、国土防災・環境保全さらには気象害の回避に向けた施業方式といえよう。

おわりに

高海拔地における造林技術に関する研究は、昭和63年より平成4年度の5ヵ年にかけて、県単課題として実施してきたものである。保全機能を重視した森林育成法の検討を主として男鹿岳の天然生ヒノキアスナロの生育、および三方槍・赤崩れ両試験地に導入した各樹種の生育、さらにその後の幾つかの調査地の結果を踏まえ、その実態についてまとめてきた。

今回の報告は高標高下においてヒノキアスナロが耐雪性に優れていること、天然挿し木スギのホンナ・イイデ・アズマの各品種も同様であり、巢植えを行うことによって在来種のスギも残存率が高まることが分かった。また、ドイツトウヒは密植状態が長く続くことによってアレロパシーが発生し、カラマツも弱齢時にS字状の幹曲がり確認された。

これ以外にもブナヤシラカンパ・モミ等を小面積の皆伐地に植栽しても殆ど生存しないことも確認

出来たし、若干の上木を残すことによってブナの残存率が高まる試験地²⁰もみられた。

以上のように、高海拔地に植栽された樹種は植え付け当初から、かなりのギャップが多い。そのため適切な施業を必要とする時期に行うことが大切であり、具体的には植栽後15年頃には適宜枝打ちや保育間伐等の施業を実施することである。しかしながら、本試験地に導入した各樹種の林齢は20数年であり今後共継続して経緯をみることにしたい。

なお、ヒノキアスナロの具体的な導入技術の確立（現地における養苗の可能性・微細地形環境の出現および生育の関係・土壌の理化学的性質の把握）等についても併せ研究を継続し、報告したいと考えている。

森林の永続的利活用と環境整備は林業関係者の誰もが考慮しなければならない難しい問題ではある。

しかし、国土保全機能の維持と森林資源の保続培養機能の両者を保ち得るなら、林業は永遠であるうし、技術の発揮はここにあるように思われる。

本稿を終えるに当たり終始適切なご指導ご助言を戴いた当林業試験場長平川昇氏、同造林経営部長北島瑞穂氏の両氏に厚くお礼を申し上げます。また、現地調査において多大なご便宜とご援助を戴いた田島林業事務所、田島町、下郷町、田島町森林組合並びに下郷町森林組合の関係各位の方々にご心よりお礼を申し上げます。

引用文献

- 1) 荒井 賛ほか：高海拔地の造林技術に関する研究—保全機能を重視した森林造成法の検討—，福島県林業試験場報告No21 p 34—36, 1989
- 2) 荒井 賛ほか：高海拔地の造林技術に関する研究—保全機能を重視した森林造成法の検討—，福島県林業試験場報告No22 p 6—7, 1990
- 3) 荒井 賛ほか：福島県における天然生ヒノキアスナロ林の生育について（I），日本林学会東北支部会誌42 p 254—256, 1990
- 4) 文化庁：天然記念物緊急調査 植生図・主要動植物地図，7 福島県 p 1—48, 1973
- 5) 杉本 剛ほか：ヒバ天然生林の樹種更改試験（第2報），日本林学会講演集69 p 118—121, 1959
- 6) 藤田桂二ほか：ヒバ林（平蔵沢学術参考林）の生育について，日本林学会東北支部会誌24 p 32—36, 1972
- 7) 山谷孝一：ヒバ林地帯における土壌と森林生育との関係，林野土壌調査報告12 p 1—174, 1962
- 8) 鈴木千秋ほか：高海拔地における造林技術に関する研究—保全機能を重視した森林造成法の検討—，福島県林業試験場報告No23 p 6—8, 1991
- 9) 渡部政善ほか：高海拔地における造林技術に関する研究—保全機能を重視した森林造成法の検討—，福島県林業試験場報告No24 p 8—9, 1992
- 10) 今井辰雄ほか：高海拔地における造林技術に関する研究—保全機能を重視した森林造成法の検討—，福島県林業試験場報告No25 p 8—9, 1993
- 11) 橋本忠雄ほか：奥地林造成試験，福島県林業試験場報告No 2 p 21—22, 1971
- 12) 橋本忠雄ほか：奥地林造成試験，福島県林業試験場報告No 3 p 32—34, 1971
- 13) 橋本忠雄ほか：奥地林造成試験（第3報），福島県林業試験場報告No 4 p 50—52, 1972

今井 辰雄ほか：高海拔地における造林技術に関する研究

- 14) 橋本忠雄ほか：奥地林造成試験，福島県林業試験場報告No 5 p 14-15, 1973
- 15) 橋本忠雄ほか：奥地林造成試験，福島県林業試験場報告No 6 p 18-20, 1974
- 16) 佐々木寛ほか：生態応用による広葉樹の育成技術に関する研究－広葉樹山地植栽試験－，福島県林業試験場報告No 7 p 20-21, 1975
- 17) 佐々木寛ほか：生態応用による広葉樹の育成技術に関する研究－山地植栽試験－，福島県林業試験場報告No 8 p 15-17, 1976
- 18) 橋本忠雄：生態応用による広葉樹の育成技術に関する研究－有用広葉樹の山地植栽試験－，福島県林業試験場報告No 9 p 25-26, 1977
- 19) 中本六雄ほか：福島県の天然スギ（第1報）本名スギ，福島県林業指導所研究報告No 5 p 16-25, 1959
- 20) 平川 昇ほか：すぎ人工林の実態調査結果とその応用について（裏日本－福島県会津地方）福島県農地林務部 p 12, 1982
- 21) 今井辰雄：森林環境からみた広葉樹林の伐採現況について 第15回福島県林業試験場研究発表会要旨 p 12, 1994
- 22) 今井辰雄：高海拔地における造林技術に関する研究 福島県林試たよりNo 91 p 3, 1993