

Ⅱ．環境保全林植栽樹種の生長記録

塩那道路における植栽計画は、昭和58年から始まり、十日沢1号、十日沢2号、五工区、あんどん沢と順次実施された (Tab. 19)。工事完了とともに各植栽区では永久方形区および調査樹木が指定され、昭和59年より毎年、夏季と冬季の2回ずつ、樹高および幹径の記録が実施された。幹径の記録は地面から指2本入れた高さで指定していたが、ゲージを当てる方向、株立ちではどの幹を取るかで、測定が大きく異なった。したがって幹径に関しては誤差が大きく、参考資料の提示にとどめたい。また、1993年12月の資料に関しては、ほとんどすべての植栽区で樹高のマイナス生長を記録しており、誤測定の可能性を含んでいる。

本報告書では平成5年までの、過去10年間の生長記録を集計し、経年変化の分析をおこなうこととした。年次ごとの詳細な分析は、各年度報告書（資料編；昭和59年度～平成5年度）にまとめてあるのでそちらを参考にされたい。

Tab. 19 塩那道路における環境保全林の工期

植栽工	工 期	備 考
十日沢1号	昭和58年1月23日～昭和58年1月24日	昭和57年度
	昭和58年4月22日～昭和58年8月29日	昭和58年度
十日沢2号	昭和59年1月20日～昭和59年3月24日	昭和58年度
	昭和59年5月7日～昭和59年9月13日	昭和59年度
五 工 区	昭和60年8月12日～昭和60年12月10日	昭和60年度
	昭和61年6月23日～昭和61年7月25日	昭和61年度
あんどん沢	昭和62年7月20日～昭和62年8月10日	昭和62年度

1. 永久方形区および調査樹木の指定

1) 十日沢1号

急峻な南向き斜面（40°勾配）に位置する植栽区は上下を敷設道路に挟まれたかたちで縦に長く、土木工法上、5段に区切られている。永久方形区は各段に1区ずつ設けられ、下の1段から最上段の5段までである。方形区内ではすべての樹木にプレートがつけられ、番号が割り振られた。調査樹木総本数は226本。

2) 十日沢2号

この植栽区では永久方形区を設けていない。最下段を1段目とし、最上段の4段まで中央線上に位置する植栽木にプレートをつけ、番号が割り振ってある。調査樹木総本数は59本。

3) 五 工 区

植栽区中央の布製型枠工を挟んで両側に調査樹木を指定した。谷に向かって右側ベルトと左側ベルトを設け、それぞれの線上に位置する植栽木にプレートをつけ、番号を割り振った。調査樹木総本数は96本。

4) あんどん沢

植栽区中央の布製型枠工を挟んで両側に調査樹木を指定した。谷に向かって右側ベルトと左側ベルトを設け、それぞれの線上に位置する植栽木にプレートをつけ、番号を割り振った。調査樹木総本数は139本。

2. 各植栽区における樹高と幹径の生長量

1) 十日沢1号

海 抜；800～900m

(1) 樹高生長 (Figs. 9～13)

種間、個体間、永久方形区間で樹高生長は異なる経年変化をとっている。もっとも生長量の多い種はアベマキを含むクスギ類で、7、8年目でみるとクスギ、ケヤキ、コナラ、ブナの順で並んでいる。クスギとコナラは植栽区の優占種でもあるため、相観的に両種が樹林の林冠を覆いつつある。生長の緩慢なブナはクスギやコナラに被圧された状況にあるが、枯死することなく林内にとどまっている。しかも生長量は6、7年目あたりから伸びはじめている。枯死した種はシラカンが1986年12月、エゴノキとヤマモミジが1987年12月で未確認となっている。ケヤキは1段目の方形区に4本植栽されているが、生長はよく、年によってはクスギを上回っている。

密植効果により最初の6年頃まで個体間で激しい競争が生じた。生長の遅れた個体はブナを除いて、被圧され、葉量の減少が進行して、枯死にいたっている。このような自然間引きは予想されており、淘汰により活力のある種および個体が林冠に残っていく過程と考えている。ただし、過度の個体間競争が進んだ方形区のあることも事実で、土壤条件の悪い2段目では多くの個体は樹高に対して貧弱なはばりと葉量しかもっていない。7年目頃から林冠にある個体ははばりを広げる競争に移行しはじめている。この頃から被圧された個体の枯死頻度が高くなっている。

永久方形区間の樹高生長の違いはきわめてはっきりしている。微地形的な差異とそれがもたらす環境の違いが影響しているようである。もっとも生長の良いのは1段目で、生長の早いクスギは10年で676cm、コナラは553cm、ケヤキは540cmに達している (Fig. 9)。立地が適潤であり、最初にいれた肥料等が最下部に集積したためではないかとおもわれる。2段目は不安定な凹状地形で、植栽区の中ではもっとも生長が遅い (Fig. 10)。3段目は凸状地形で安定しているが、植栽木は小振りである (Fig. 11)。4段目はやや不安定な凹状地形だが、ブナを除いて生長は安定している。ブナは何者かによる剪定が原因で、活力が回復していない (Fig. 12)。5段目は1段目について生長が良く、とくに生長量が年々増加している。立地は凸状地形で安定している。

(2) 幹径生長 (Figs. 14～18)

樹高生長と幹径生長は正の相関関係にあり、種間、個体間、永久方形区間で樹高と同じ傾向がみられる。もっとも生長量の多い種はアベマキを含むクスギ類で、ついでケヤキ、コナラ、ブナと続いている。生長の早いクスギは1988年7月で平均3.8cmから5年後の1993年9月で9.5cmになっている。生長の遅いブナでは同じ期間で平均1.4cmから5年で3.3cmとわずかである。

(3) 評価と現況に対する管理

十日沢1号は初めての植栽であったため、潜在自然植生から判定した植栽樹種は流通にのった種に限られた。

蔽密にみればクスギやアベマキは適正樹種に入らない。のちに新たな種も一部に補植されたが、多数種はコナラとクスギであった。この2種の生長が良かったため、相観的に植栽区にもボリュームがついて、塩原市街からの遠望では森林と確認できるまでになった。10年目では林相も落ち着き、樹高は3～6 mに達している。樹種による階層のすみわけが進み、林内照度が上がってきたところである。できれば他の低木・高木類の適正樹種を補植し、森林の種多様性を高めたい。

10年目の方形区に生育する林床植物は植栽当初と比較して、富栄養立地の1年生植物がほとんどみられなくなり、ヨモギ、エゾノギンギン、オニタビラコ、オカトラノオ、イヌザンショウ、ニガイチゴ、クマイチゴなど富栄養地の多年生草本植物と先駆性の木本植物、さらに少数ではあるがウリハダカエデ、タガネソウ、ササバギンランなど、クリーコナラ群集の構成種も復元し始めている。種組成という質的評価でみれば、草原や低木林から遷移が進みようやく森林の構成種が侵入を始めた段階である。積極的に森林の構成種を補植するならば、森林のビオトープを早く形成することも可能である。

今後の問題点としては過度の個体間競争によるはばりの生長不良から枯死する個体数が増加してくると思われるが、自然間引きにまかせるのか、人為的に間引き、個体の疲弊を最小限にしていけるのか判断する必要がある。ブナの生長はクスギ、コナラに劣るが、着実にはばりと樹高を伸ばしており、将来、潜在自然植生の構成種でないクスギやアベマキにとって変わる可能性も残されている。

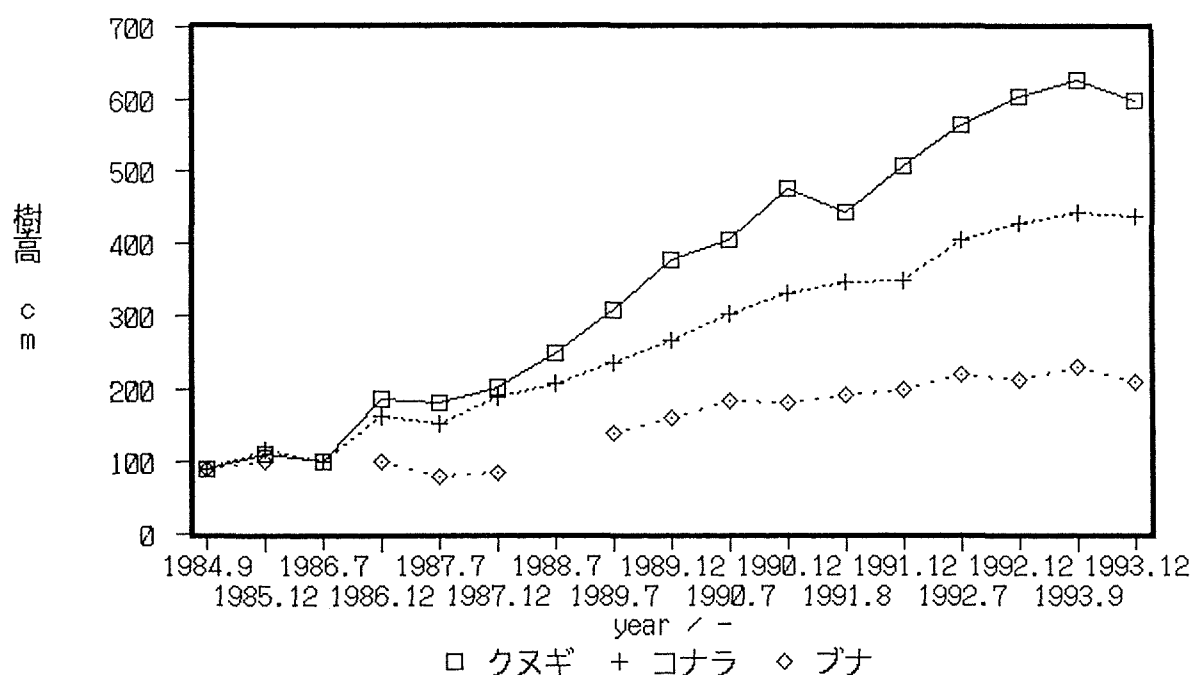


Fig. 9 十日沢1号・1段目の平均樹高経年変化

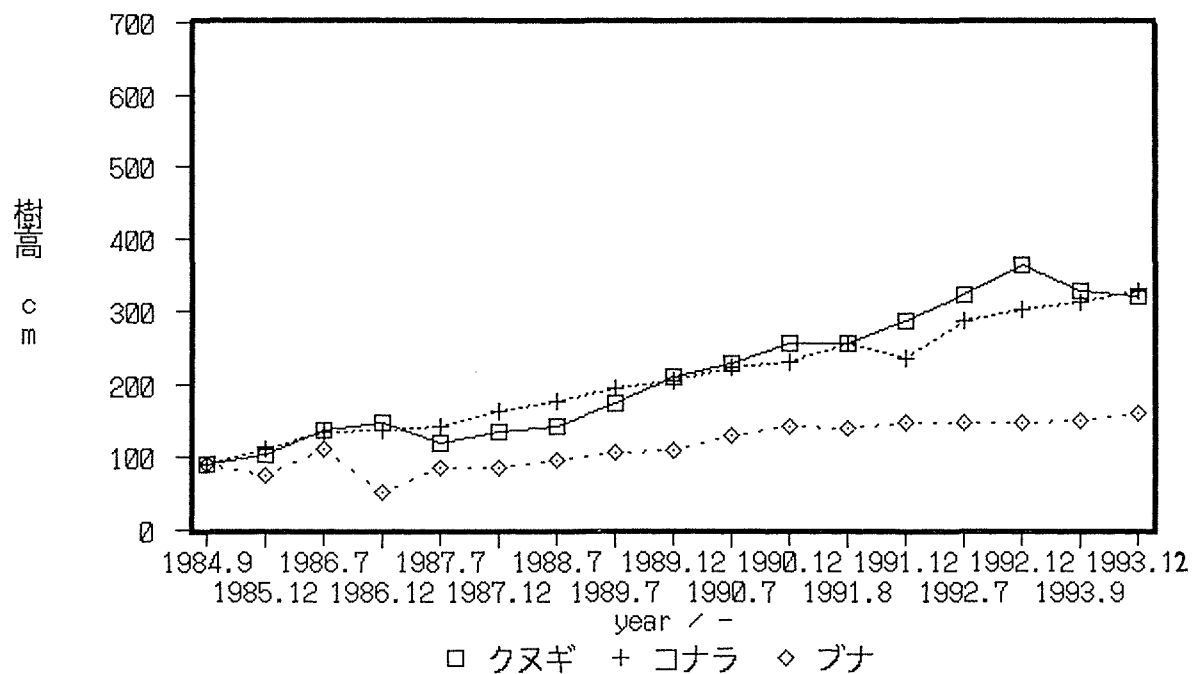


Fig. 10 十日沢1号・2段目の平均樹高経年変化

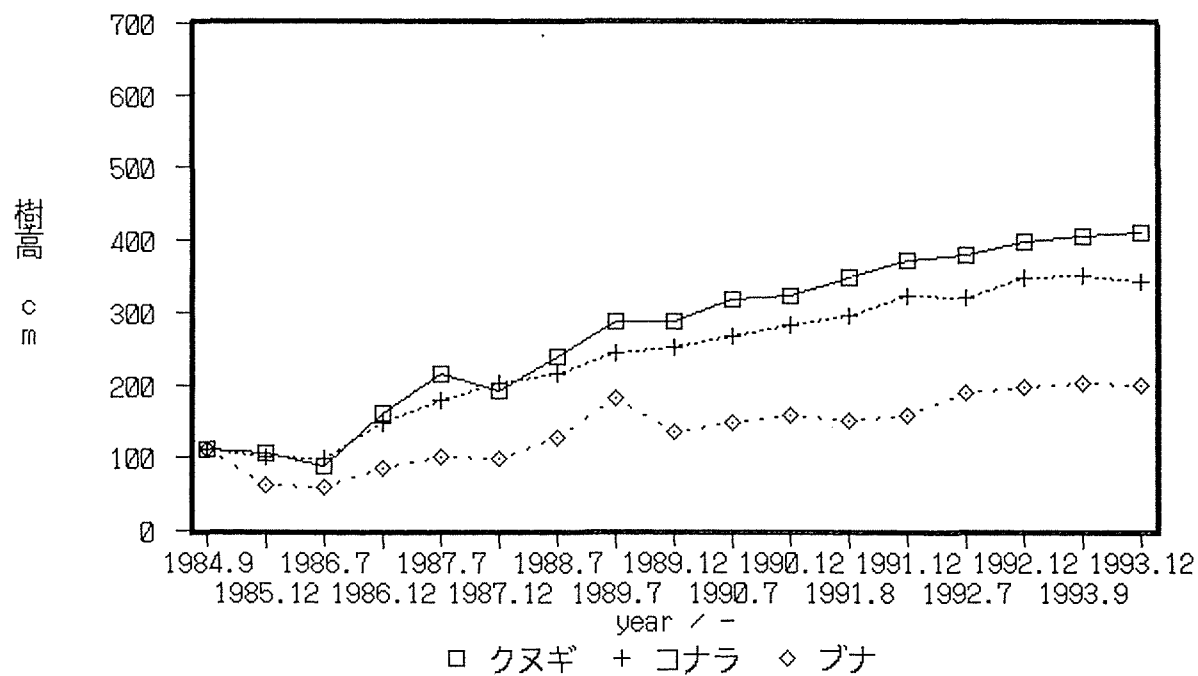


Fig. 11 十日沢1号・3段目の平均樹高経年変化

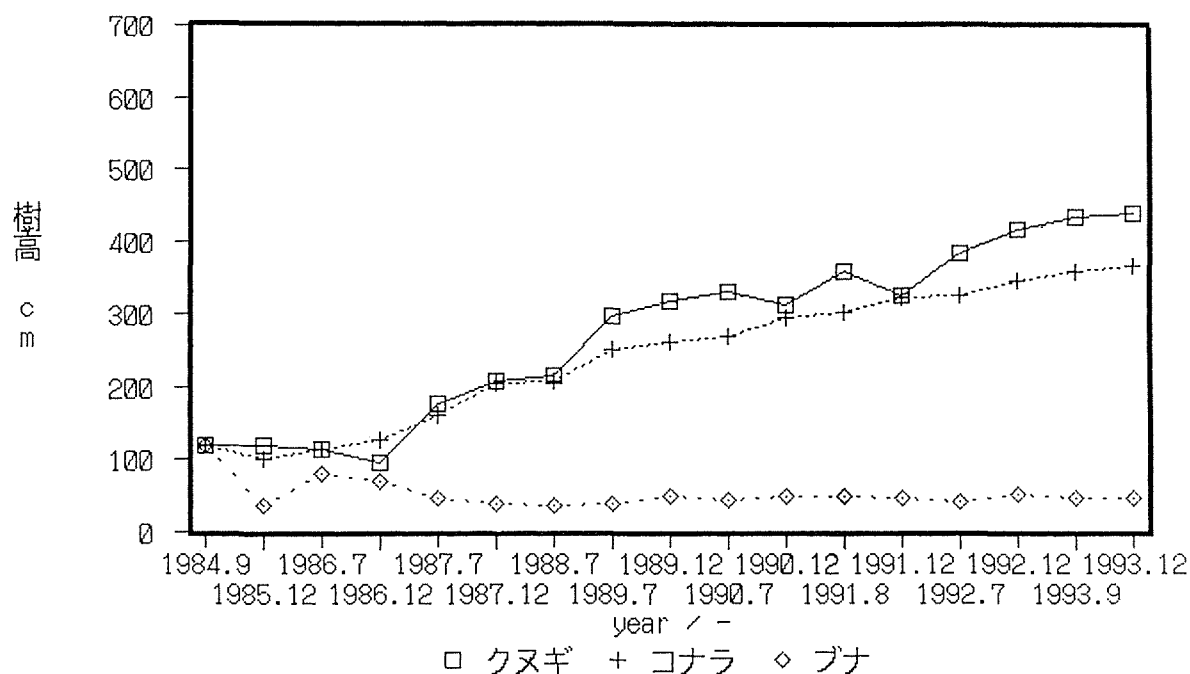


Fig. 12 十日沢1号・4段目の平均樹高経年変化

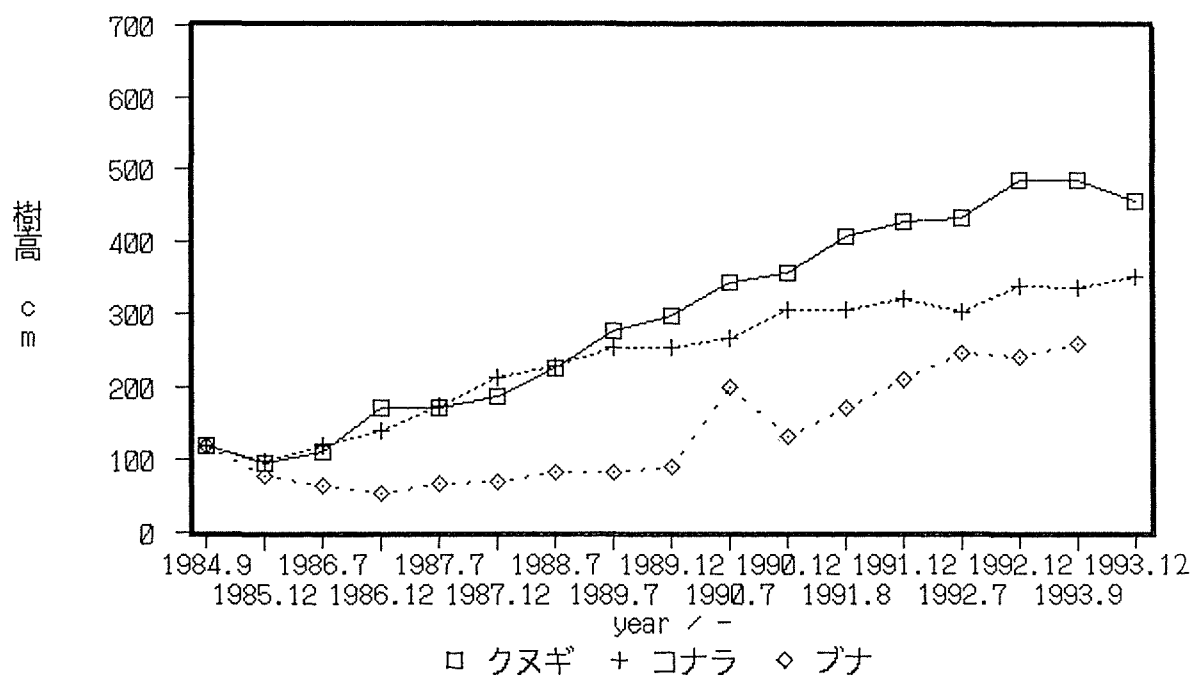


Fig. 13 十日沢1号・5段目の平均樹高経年変化

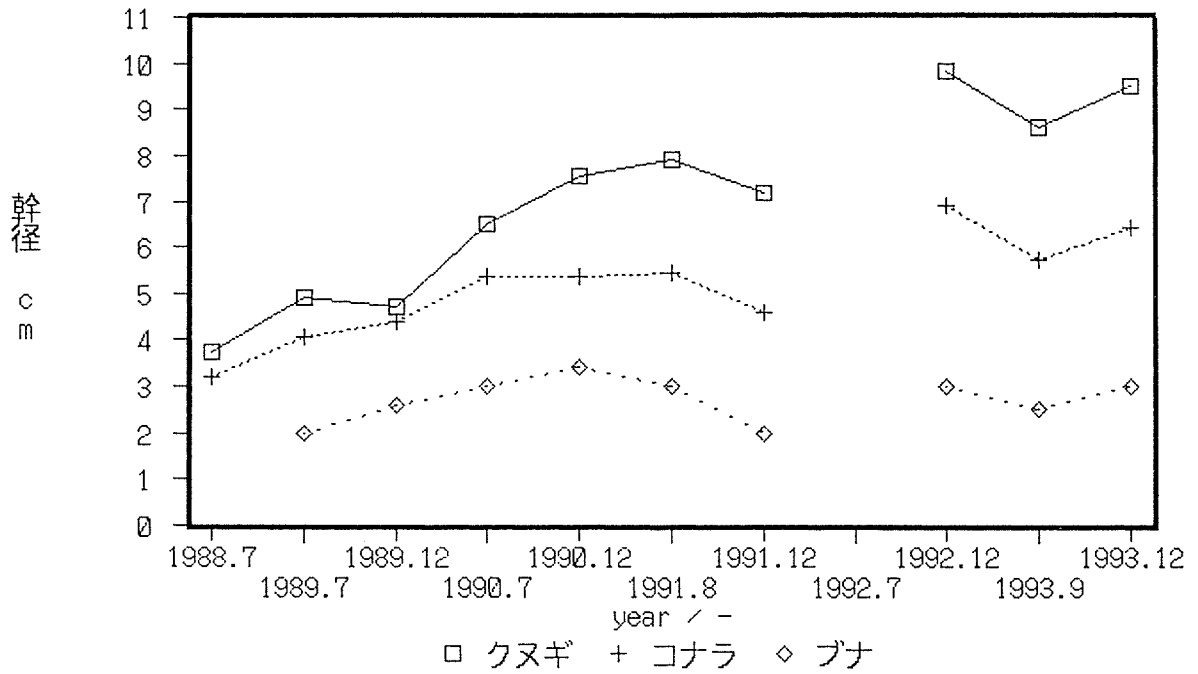


Fig. 14 十日沢1号・1段目の平均幹径経年変化

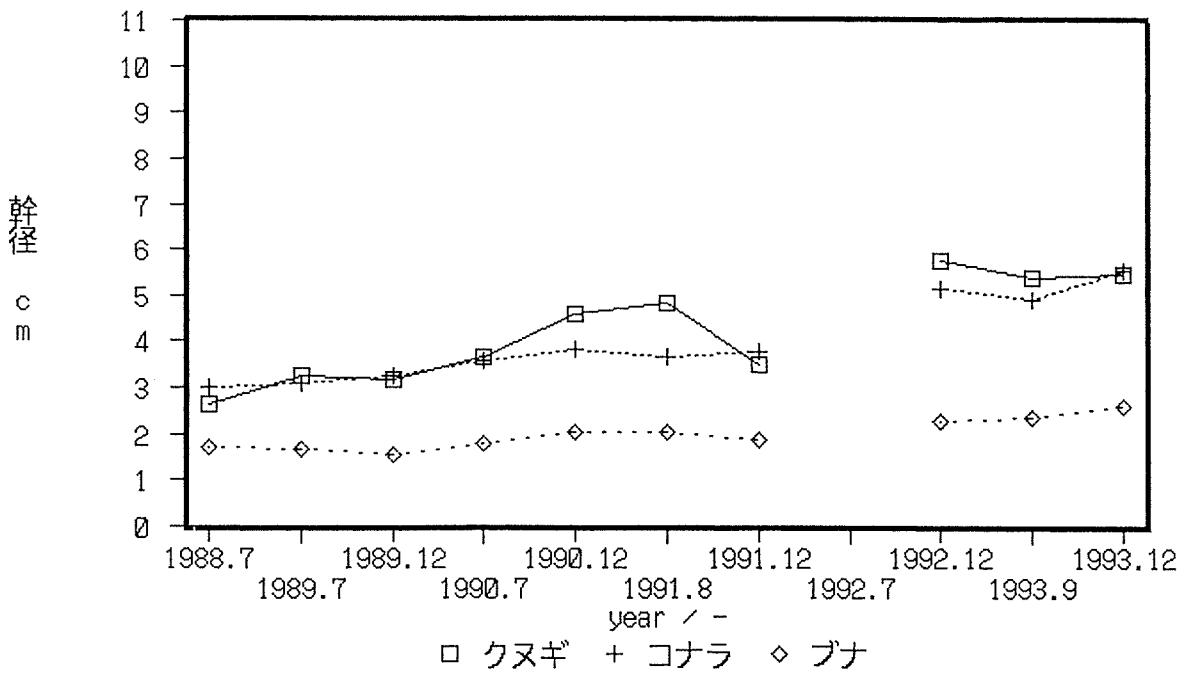


Fig. 15 十日沢1号・2段目の平均幹径経年変化

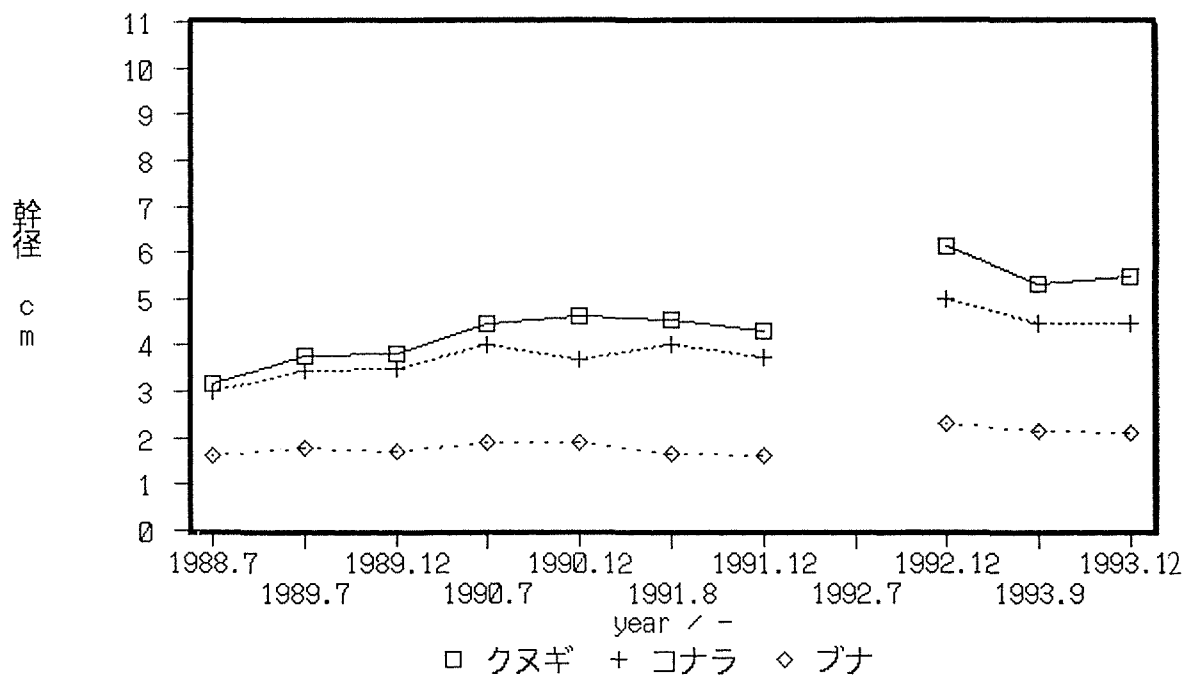


Fig. 16 十日沢1号・3段目の平均幹径経年変化

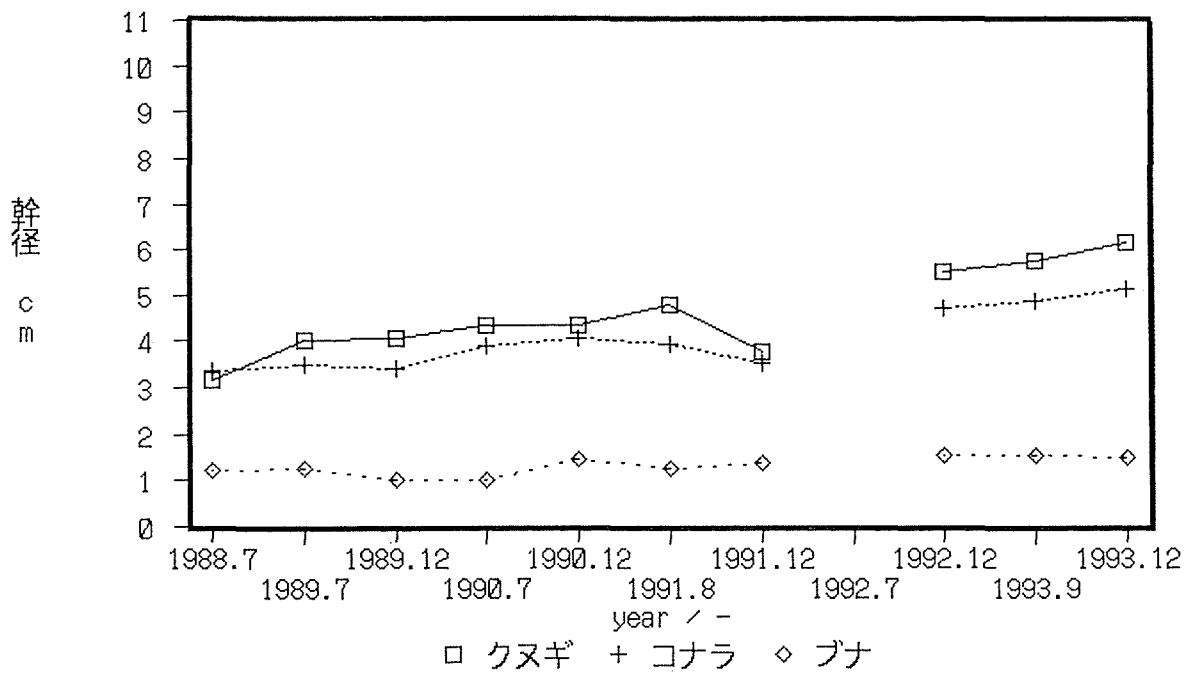


Fig. 17 十日沢1号・4段目の平均幹径経年変化

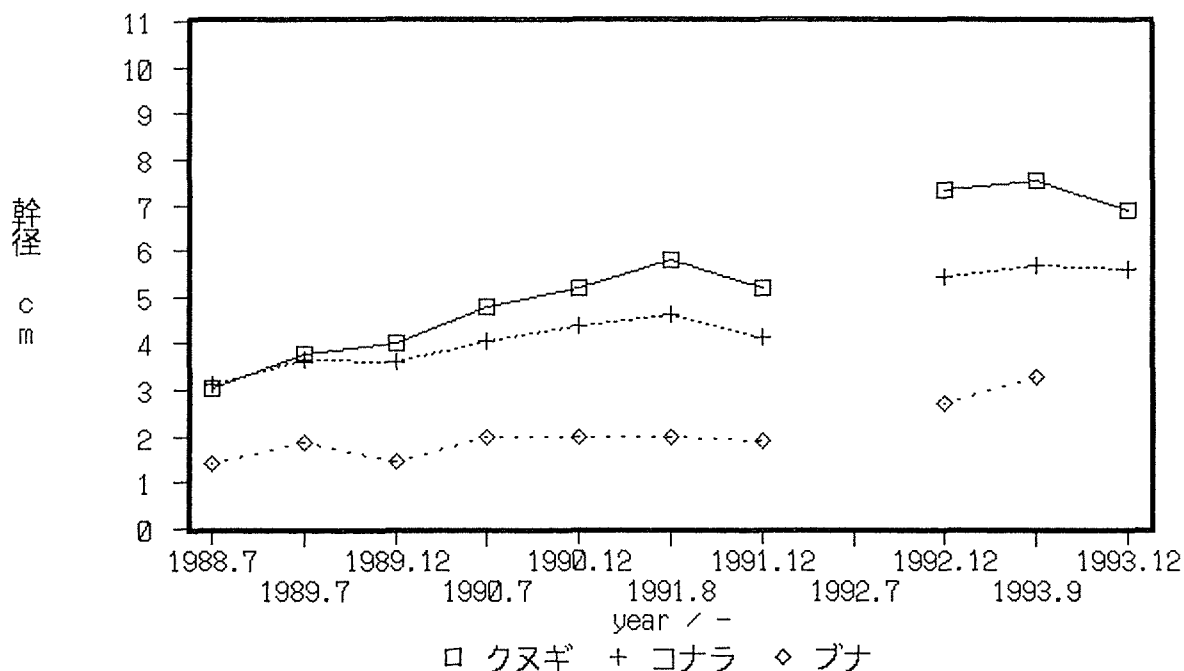


Fig. 18 十日沢1号・5段目の平均幹径経年変化

2) 十日沢2号

海 抜 ; 800~900m

(1) 樹高生長 (Figs. 19~22)

十日沢1号よりわずかに高海拔地に位置する十日沢2号では、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おこなわれている。ただし、ブナは適正樹種にあげられているにもかかわらず、植栽されていない。ここでも生長の良いのはアベマキを含むクヌギ種である。次に続くのがエゴノキ、そしてコナラよりミズナラがわずかに生長が良い。クヌギ、コナラ、ミズナラの経年変化では、わずかではあるが年を追うごとにクヌギが他の2種と差を広げていくようにみえる。

1段目は個体間の生長が揃っているが、2段目では個体間に差がでており、樹高の低い個体の枯死が目立って増えている。その結果、林冠が揃わず乱れている。3、4段は平成2年の春季に何者かにより、根本から伐採される事件が起きた。通常の個体と萌芽個体の生長量の差は認められなかったが、平成5年12月22日の冬季調査で、落葉状況を記録した。その結果、枝に残る枯葉残存率は1、2段が20%、伐採された3、4段では80%に達しており、生理的な反応の違いがでているようである。

植栽段による樹高生長は下段ほど良く、十日沢1号に似た傾向を示す。1段目は緩斜面で土壌が安定していることと、上方より流失した肥料分がここに集積しているのではないかと考える。9年目のクヌギの平均樹高は409cm、ミズナラが406cm、コナラが359cmで、相対的な生長量は十日沢1号より少ないが、枝葉密度は高く安定している。少数種のケヤキ、ナツツバキ、ヤマボウシ、イロハモミジは前3種にくらべて生長は遅い。2段目の特徴はクヌギの生長が早く、9年目のクヌギの平均樹高は489cmに達している。逆にミズナラとコナラでは345cmと324cmと1段目より低くなっている。

3、4段は伐採後、萌芽生長を始めたが、生長量の経年変化は伐採前とほとんど変わらない。1本の太く幹枝で生長を続けるか、数本の細い幹枝で続けるかの違いであるが、コナラとミズナラでは萌芽幹枝の数本に枯れの

前兆がでている。

(2) 幹径生長 (Figs. 23~26)

十日沢1号にくらべて経年変化による幹径の生長量は大きく、樹高生長とは異なるパターンである。十日沢1号では樹高の伸びに投資する個体が多かったが、十日沢2号では幹径に現れるように肥大生長に投資する個体が多かった。十日沢2号は1号の立地と較べてより乾燥、安定しており、個体間の投資戦略に影響を与えたのではない。樹種ではクスギがややまさり、それに次ぐミズナラとコナラはほとんど変わらない。平均して9年間の生長量は2~4.5mとなっている。

幹径の経年変化で違いがでたのは伐採萌芽した個体で、伐採後の経年生長量は伐採前にくらべて減っている。おそらく萌芽した数本の幹枝に肥大生長が分散してしまったためとおもわれる。

(3) 評価と現況に対する管理

植栽9年目を迎えた十日沢2号の生育状況は1号と基本的に同じである。同じ潜在自然植生域に同じ工法で、ほぼ同じ適正樹種が植栽されたことによる。細かくみていけば差異をいくつか拾うことができる。3, 4段は平成2年に伐採されたが、その後の伸長生長はむしろ伐採前より増えている。ただし、徒長枝による急速な生長がほとんどである。

生長の良いクスギやアベマキは厳密には潜在自然植生の構成種とはならない。将来に備えて重要な適正樹種のブナの補植を行っていくべきである。多少照度の低い林内植栽でも、ブナは生活を維持できると考える。

9年経た植栽区の林床植物はスギナ、ミツバツチグリ、ツユクサ、オオイトスゲ、トボシガラ、ヤブマメ、ヤブヘビイチゴ、ゲンノショウコなど、富栄養地を好む多年生草本植物が多く、つるや低木ではノブドウ、サンカクヅル、コゴメウツギをわずかに確認した。組成から判断すれば、多年生草本群落からつる・低木群落へ移行するあたりで、植栽が遅れたぶん、遷移も遅れている。十日沢1号と同じように補植を段階的に考えていくべきである。

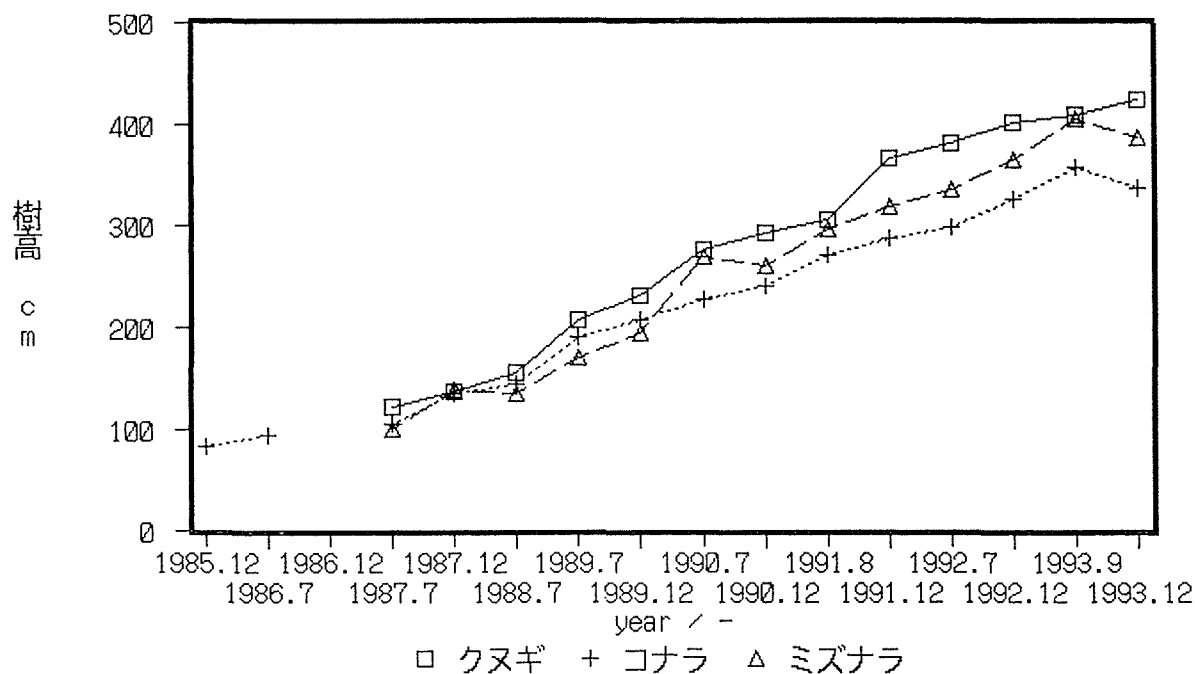


Fig. 19 十日沢2号・1段目の平均樹高経年変化

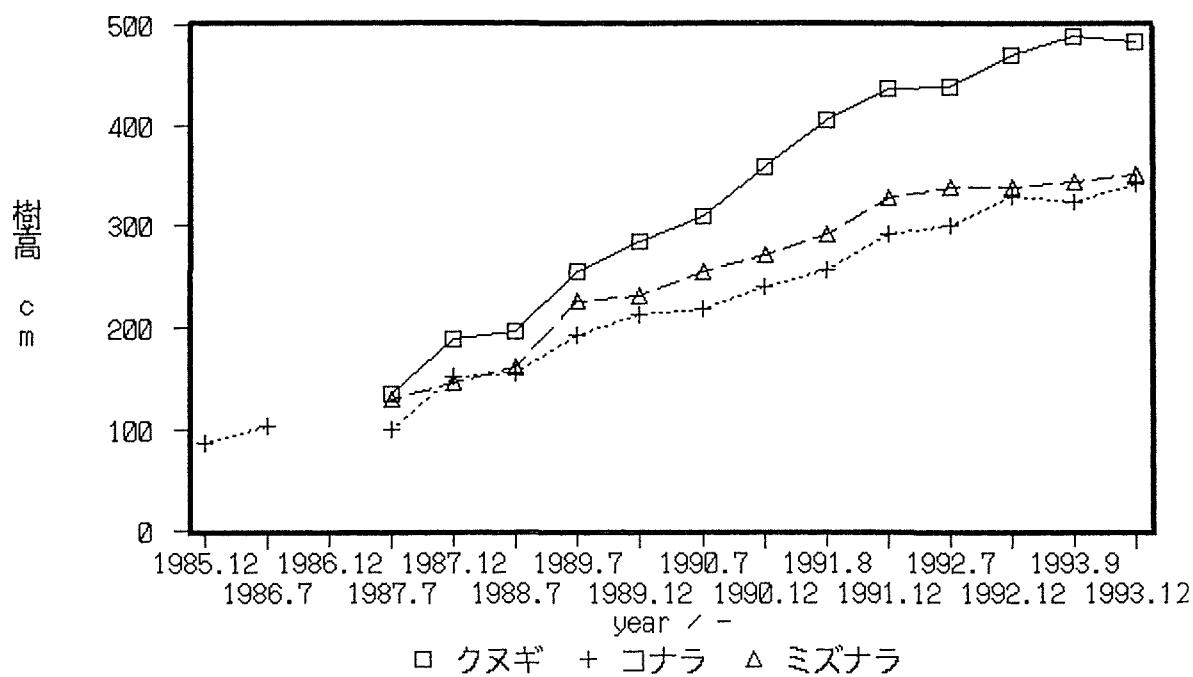


Fig. 20 十日沢2号・2段目の平均樹高経年変化

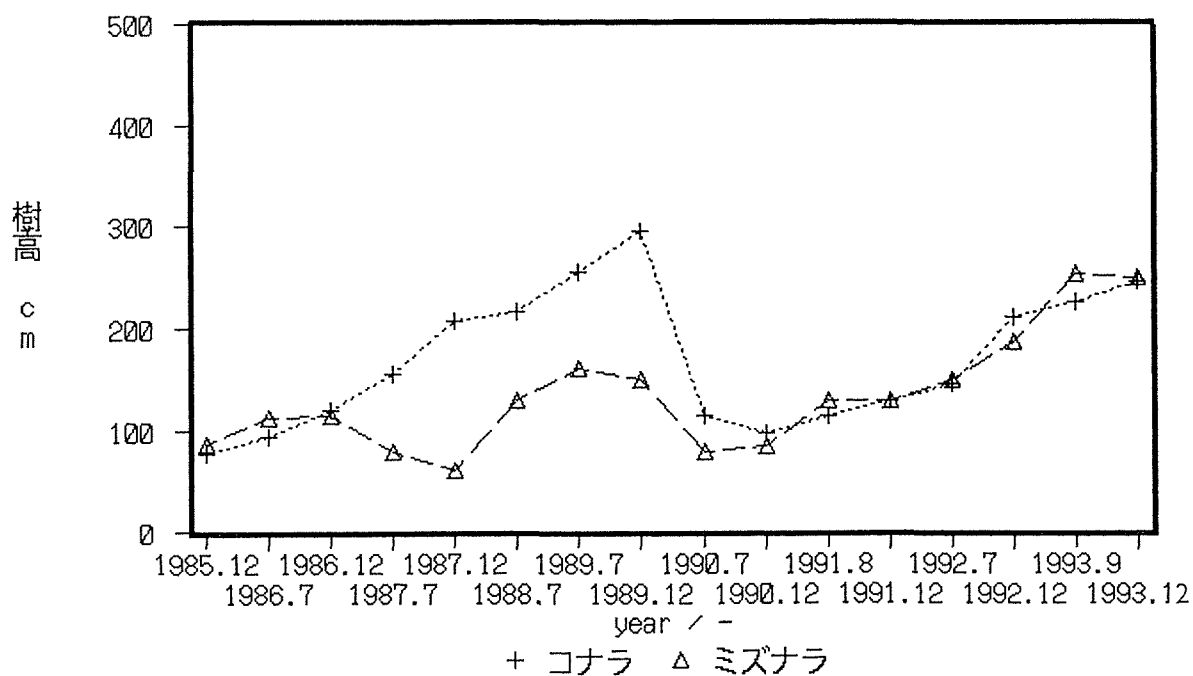


Fig. 21 十日沢2号・3段目の平均樹高経年変化

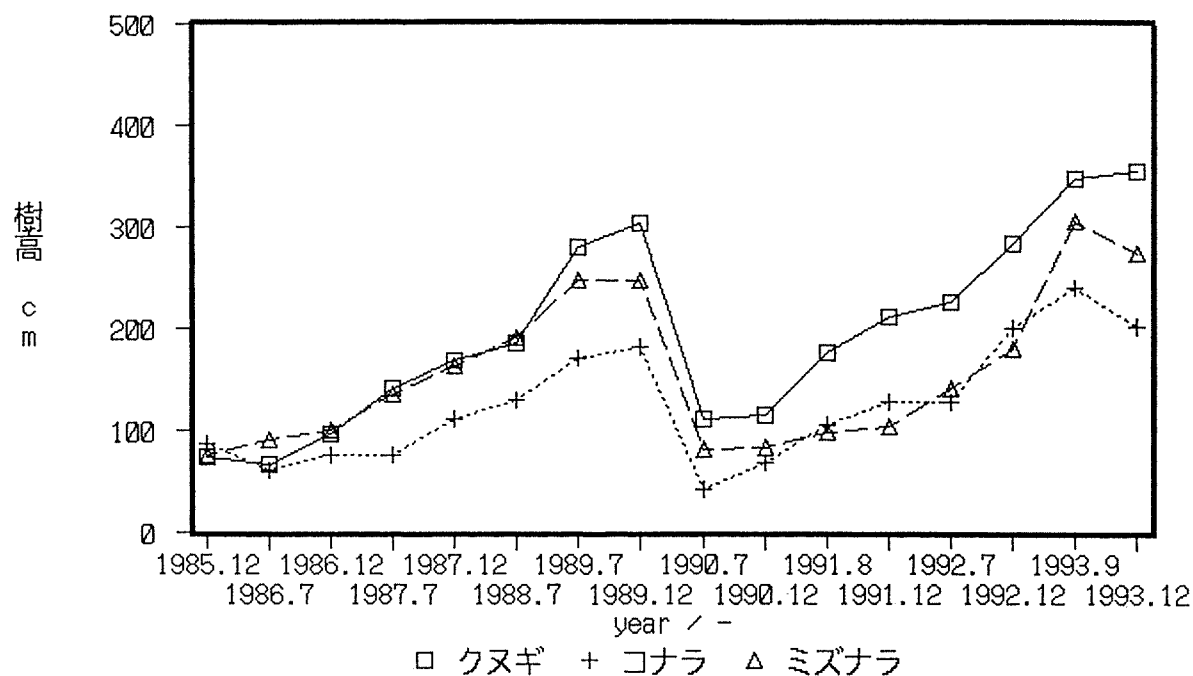


Fig. 22 十日沢2号・4段目の平均樹高経年変化

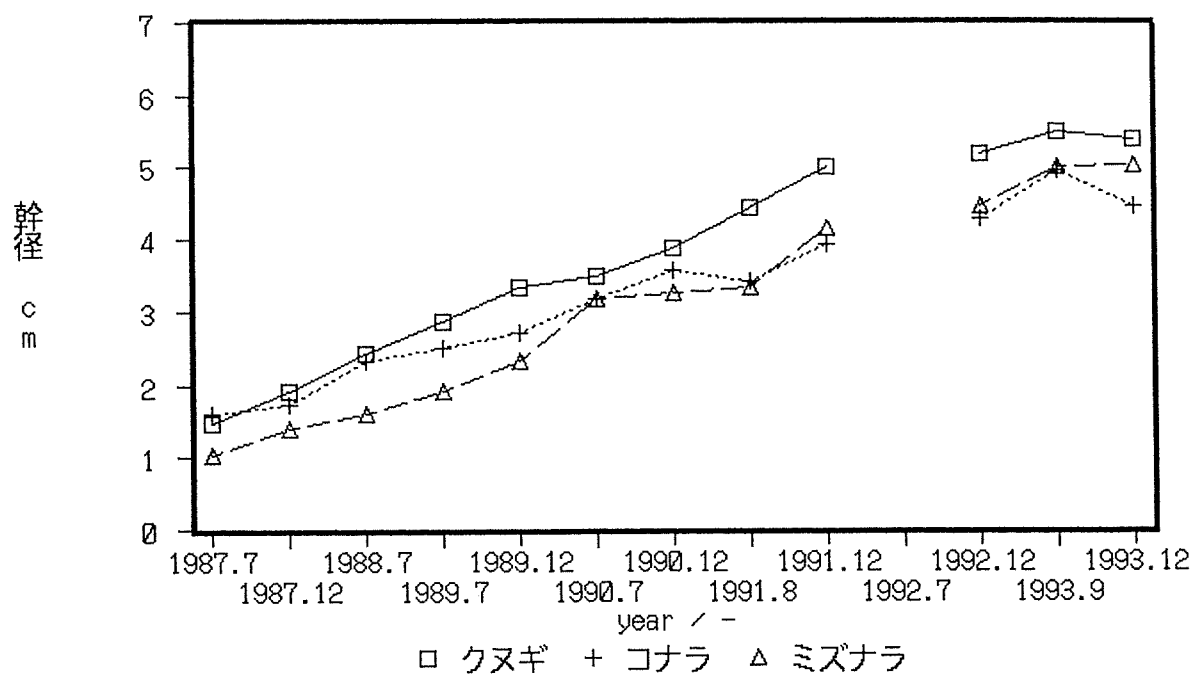


Fig. 23 十日沢2号・1段目の平均幹径経年変化

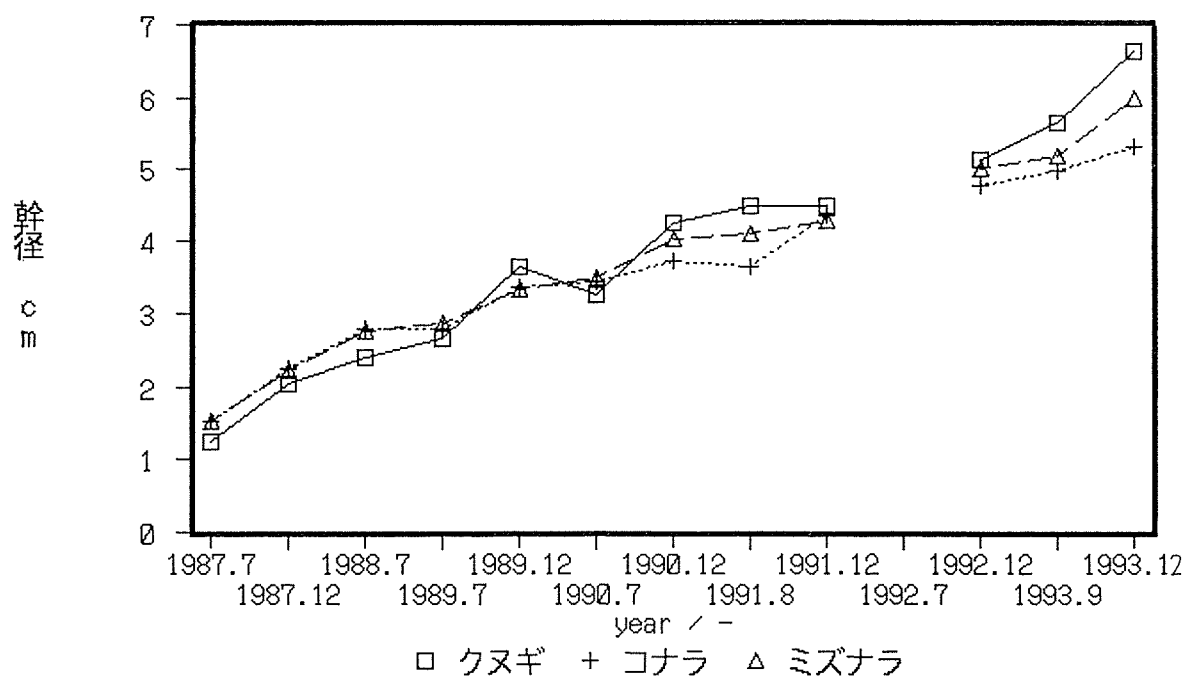


Fig. 24 十日沢2号・2段目の平均幹径経年変化

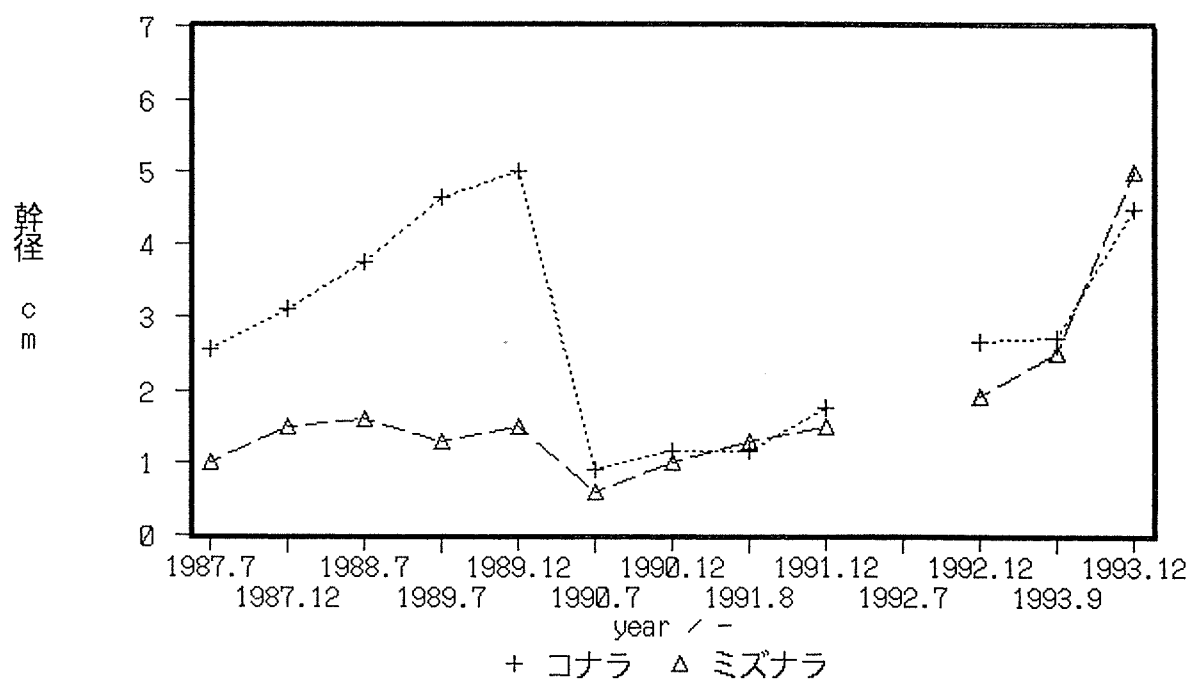


Fig. 25 十日沢2号・3段目の平均幹径経年変化

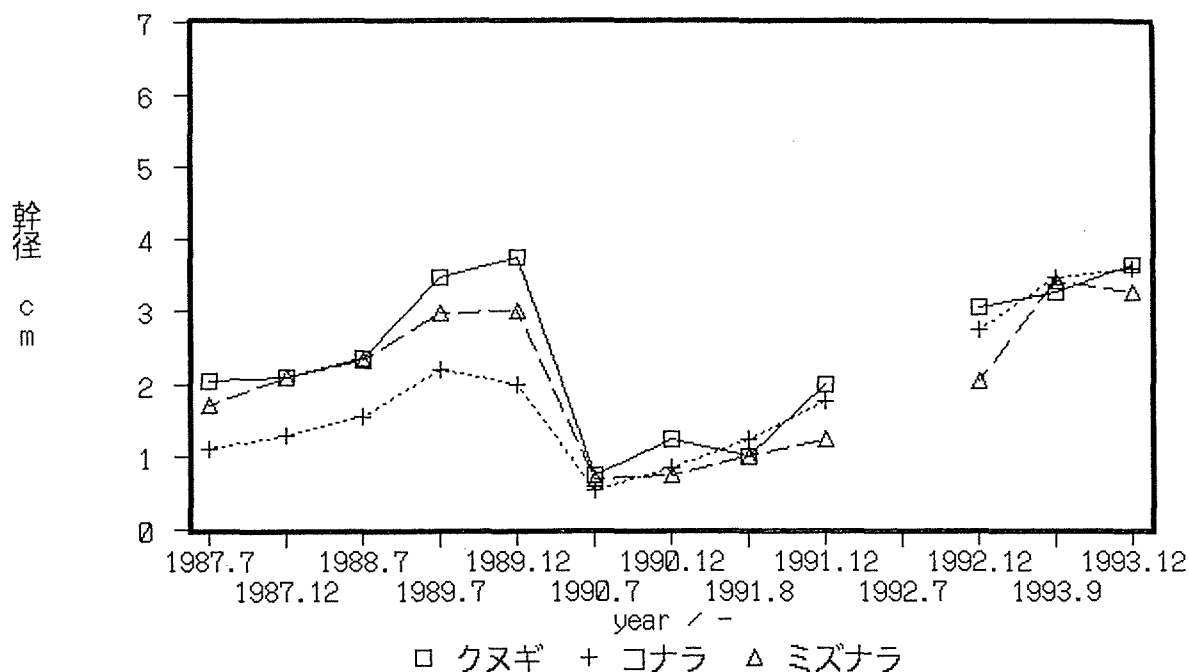


Fig. 26 十日沢2号・4段目の平均幹径経年変化

3) 五 工 区

海 抜 ; 1,000m

(1) 樹 高 生 長 (Figs. 27, 28)

北東の急斜面に位置した植栽区は周囲をイヌブナ、ヨグソミネバリなどの夏緑広葉樹自然林で囲まれており、潜在自然植生のブナ-イヌブナ群集の構成種が適正樹種と容易に判定できる。十日沢1, 2号に較べて、最初の数年は生長がゆるやかであったが、樹冠がうっ閉してからは経年の伸長量が伸び始めた。とくに右側では1988年頃より生長カーブが上昇している (Fig. 27)。種別に比較すると、ブナ、ミズナラ、クヌギ、コナラ、ケヤキの順で生長が良くなっている。

ブナは調査木が28本あるが枯死率は低く、緩慢ながらはばりを広げて確実に生長している。1988年頃より平均伸長量は増加し続けており、将来、優占種になることが期待されている。また、なかには剪定の被害を受け、枯死したり、生長の遅れている個体もある。ミズナラは最初の3年ほど生長がおもわしくなかったが、林冠がうっ閉してからは平均伸長量の増加に目をみはるものがある。1991年に右側斜面ではクヌギを抜き、左側ではブナを追い越している。クヌギは適正樹種ではなく、流通上はいつてきた樹種である。植栽当初の勢いに較べて生長量は年々低下している。十日沢では旺盛な活力をみせるクヌギも温度的あるいは微地形的に五工区には適さないようである。コナラは樹高生長が良いばかりでなく、枯死率もきわめて低い。平成3年では23本ある調査木のうち枯死は1本だけであった。ケヤキは急斜面崩壊地や崩積土上に自生する種で、五工区の環境に適したためか、生長量をもっとも良かった種のひとつである。

斜面の右側と左側を比較すると、右側のほうがブナを除いて生長は早い。要因は断定できないが、左側は隣接する森林によって被陰される時間が長く生産量が落ちるのではないかと推測する。なぜならほかの植栽木に覆われているブナだけは両側で変化がみられないためである。

(2) 幹径生長 (Figs. 29~30)

幹径による肥大生長パターンは樹高生長と良く似ている。右側斜面で平均幹径の経年変化をみると植栽当初4年ほどはクスギ、コナラ、ミズナラ、ブナの順で生長が良かったが、その後ミズナラが伸びて、ミズナラ、クスギ、コナラ、ブナの順に入れ代わっている (Fig. 29)。ちょうど、林冠がうっ閉してミズナラの樹高生長が加速された時期にあたる。右側斜面の平均幹径の伸びでは、クスギ、コナラ、ブナ、ミズナラの順であったのが、植栽4年を経過した時点で、コナラ、クスギ、ミズナラ、ブナの順にいれかわっている。ここではミズナラとコナラの生長が目立っている。グラフにはケヤキの伸長量が示されていないが、右側斜面では7年で平均 5.5cm 幹径が肥大し、植栽木の中の最高値を示している。左側斜面ではコナラ、クスギについだ値となっている。

(3) 評価と現況に対する管理

五工区は十日沢より高海拔地にあるため、植栽当初4年ほどは生長も緩慢であったが、それ以降、ミズナラを中心に林冠がうっ閉したあとの生長は加速され、8年目にして順調な状況にある。ただし、その中で十日沢では優勢であったクスギの生長が五工区では落ちてきており、環境に対する樹種の対応が明瞭にでて興味深い。

8年目をむかえた植栽区の林床植物には林縁生、森林生植物が比較的多く生育し、富栄養地を指標する雑草は十日沢より、少なくなっている。森林への復元過程は森林生植物の種の多様性がどの程度増したかで判断できるが、確認した種ではスズタケ、イワガラミ、サワグルミ、タガネソウがあった。

現況に対する管理では補植を考えていないが、土砂崩れなどの部分的崩壊が今後も起きる可能性がある。普段から対応マニュアルをつくり、どこにどの樹種を補植するのかを決めておくとよい。

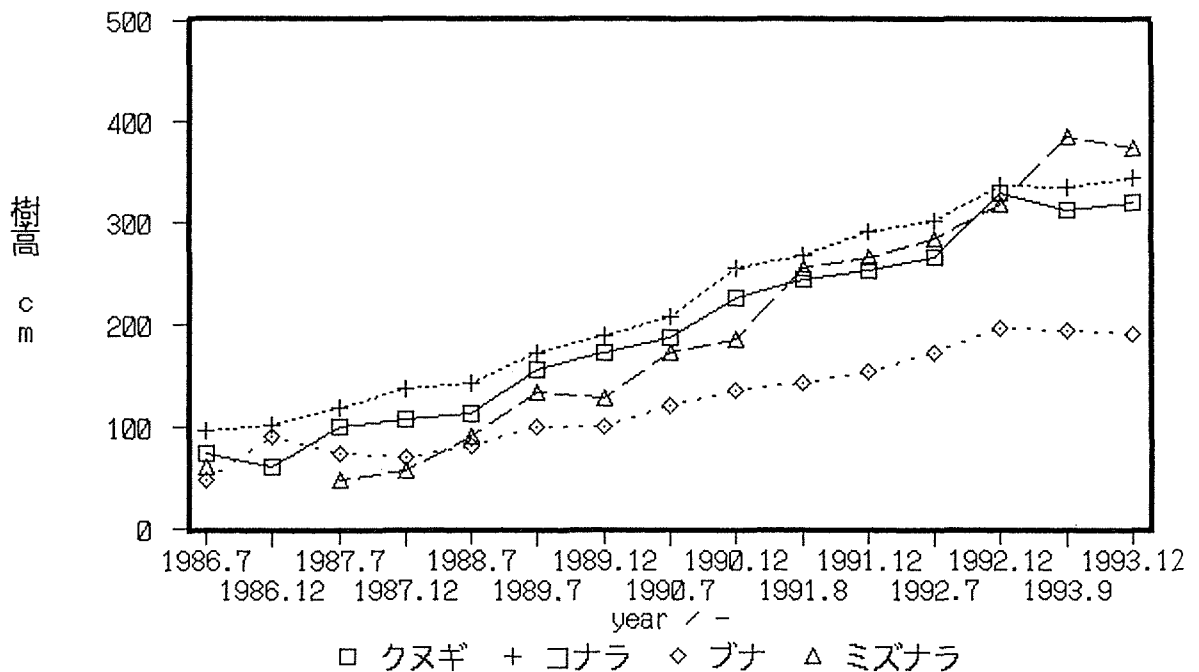


Fig. 27 五工区・右側の平均樹高経年変化

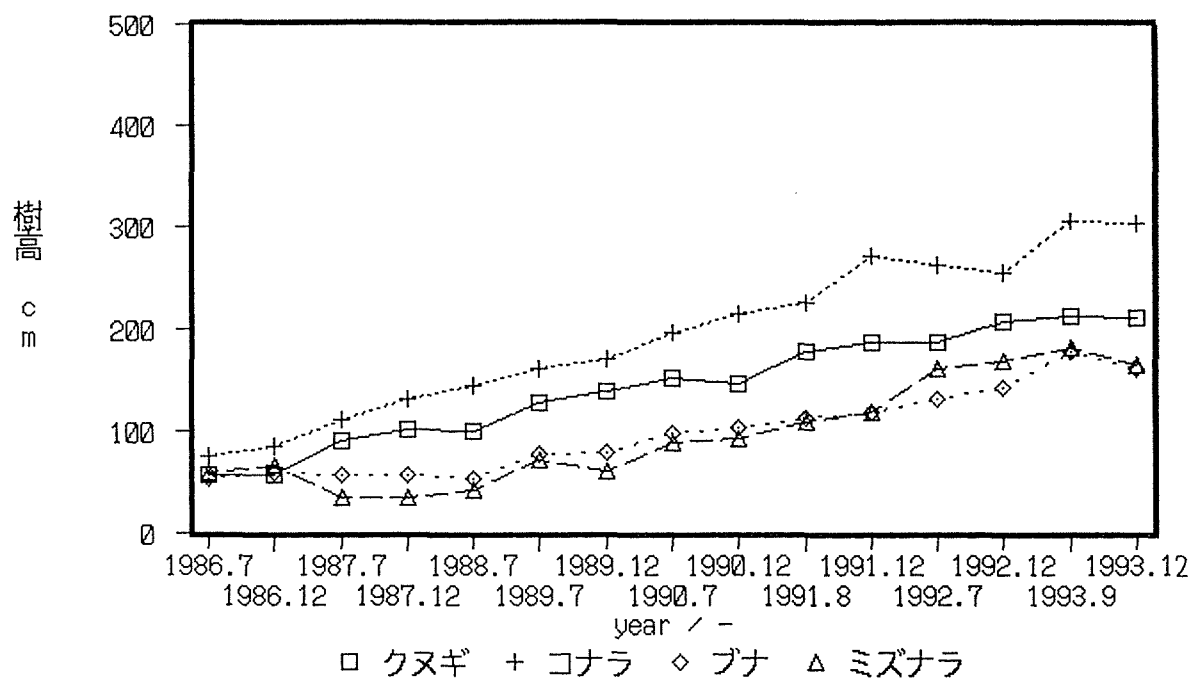


Fig. 28 五工区・左側の平均樹高経年変化

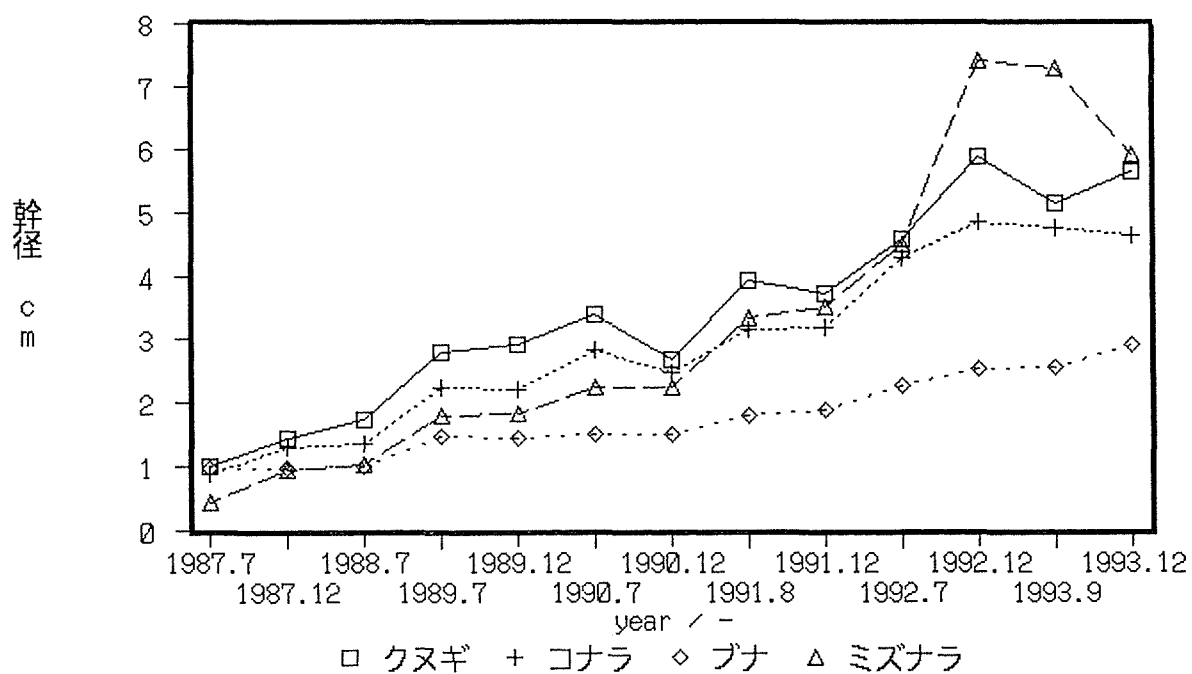


Fig. 29 五工区・右側の平均幹径経年変化

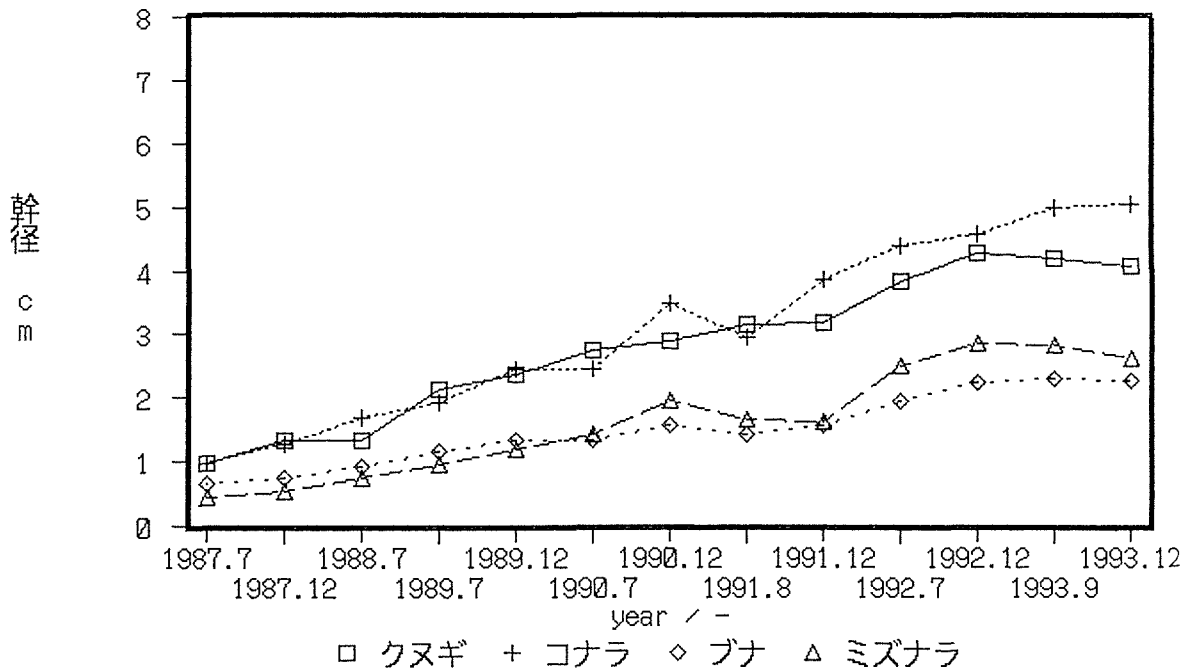


Fig. 30 五工区・左側の平均幹径経年変化

4) あんどん沢

海 抜 ; 1,100m

(1) 樹高生長 (Figs. 31, 32)

平均樹高の経年変化はほかの植栽区と異なり、グラフ曲線はほぼ水平を保ったまま、生長がみられない。調査木もかなりの個体が枯死、あるいは行方不明となっている。7年目をむかえた樹種ごとの樹高生長をみると、ミズナラは左右両斜面でよくない。平成2年に補植された24本のうち11本が枯死・行方不明となっている。現存するうち14本はマイナス生長である。クヌギは1991年から92年にかけて80cm近い伸びを示しているが、誤測定あるいは他の樹種と取り違えた可能性が高い。ブナは調査木13本のうち、8本が枯死もしくは行方不明である。ケヤキは平成2年7月に13本補植されているが、枯死および行方不明木は合わせて合15本となっている。残った個体もマイナス生長を続けている。シラカンバは13本の調査木のうち、残っているのは5本だけである。シラカンバは陽樹的性格があり、早い生長が期待されたが、雪の匍行など不安定な立地での定着は苦手なようである。

あんどん沢で適正樹種はほぼ潰滅的な状況にあるが、それを補完する形で周囲の森林から種子が供給され、先駆生樹種とよばれるヤシャブシ、ヤマハンノキ、ヨグソミネバリがよく生長している。その中でヤマハンノキを10本調査木に指定し、経年変化を記録した。ヤマハンノキは伸長量、定着率ともに高く、夏から冬の5月間の伸長が86cmという個体も確認できた。ヤマハンノキやヤシャブシは柔らかな幹枝をもち、側枝を多くだして積雪圧やエロージョンに十分に適応する力をもっている。

(2) 幹径生長 (Figs. 33, 34)

平均幹径の経年変化をみると、クヌギ、ブナ、ミズナラはわずかながら肥大生長を続けていることがグラフから読み取れるが (Fig. 34)、生き残った個体の平均であることを理解しておく必要がある。植栽木の多くがマイナスの樹高生長をしていることから、厳しい環境下で肥大生長にシフトしているとも読み取れる。樹種間ではク

スギからブナ、ミズナラへと生長がよくなっている。

(3) 評価と現況に対する管理

植栽区は高海拔地に位置し、北西急斜面の崩壊跡地の地盤整備をしたあとの植栽で、植栽区のなかではもっとも厳しい環境にある。積雪の匍行、雪崩、降水による浸食作用がもとで根茎が安定せず、枯死した個体も少なくない。平成2年7月26日には26本のケヤキと24本のミズナラが補植され、少なくなった表層土を復元するために客土も行われている。しかし、年次を重ねるごとに植栽密度は低下していく傾向にある。それを補完する形で周囲の森林からヤシャブシ、ヤマハンノキ、ヨグソミネバリなど先駆性樹種の種子の供給があり、二次的な若齢木が育っている。これらの樹種は生長は早いですが、寿命が短く、持続して安定した森林を保つことはできない。これらの先駆性樹種をいかに利用して、安定した極相群落の形成へ繋げていくかが、今後の課題となってくる。現況では先駆性樹種による土留め効果と雪崩防止効果、さらに肥料木効果を利用して、亜高木林が形成された段階で、再度、極相群落の構成種を補植するような管理計画を考えている。ただし、極相群落の構成種は従来の気候的樹種でなく、土地的極相群落の構成種を利用していきたい。具体的にはサワグルミ、シナノキ、カツラ、ベニイタヤ、チドリノキを中央の凹状地に、イヌブナ、ブナ、ミズナラの補植を周辺部に考えている。また、土木工学的な地盤整備も必要で、現況の格子リング工では土壌崩壊を完全に止められなかったので、別の工法を用いたい。

7年目をむかえた植栽区にはカモガヤ、シロツメクサなどの外来牧草が今なお高い植被率で生育している。これらの牧草は格子リング工が施工されたときに合わせて播種されている。ほかにはフキ、ヨツバヒヨドリ、コウゾリナ、イワアカバナなど崩壊地を指標するような種も出現している。

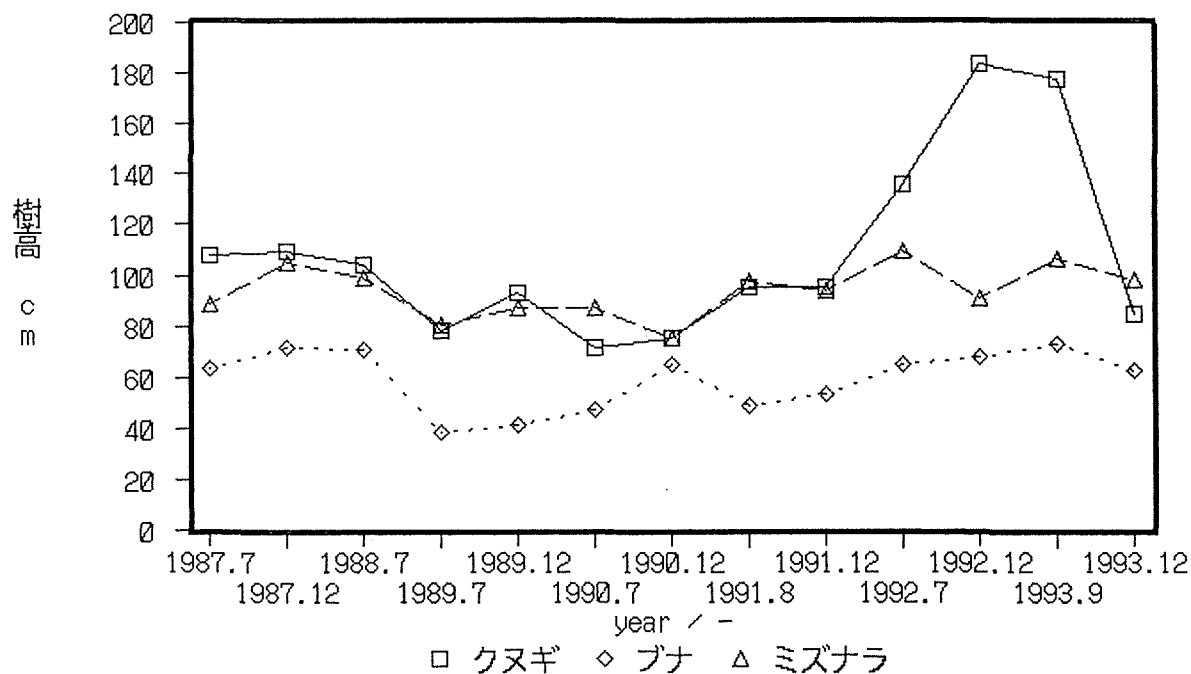


Fig. 31 あんどん沢・右側の平均樹高経年変化

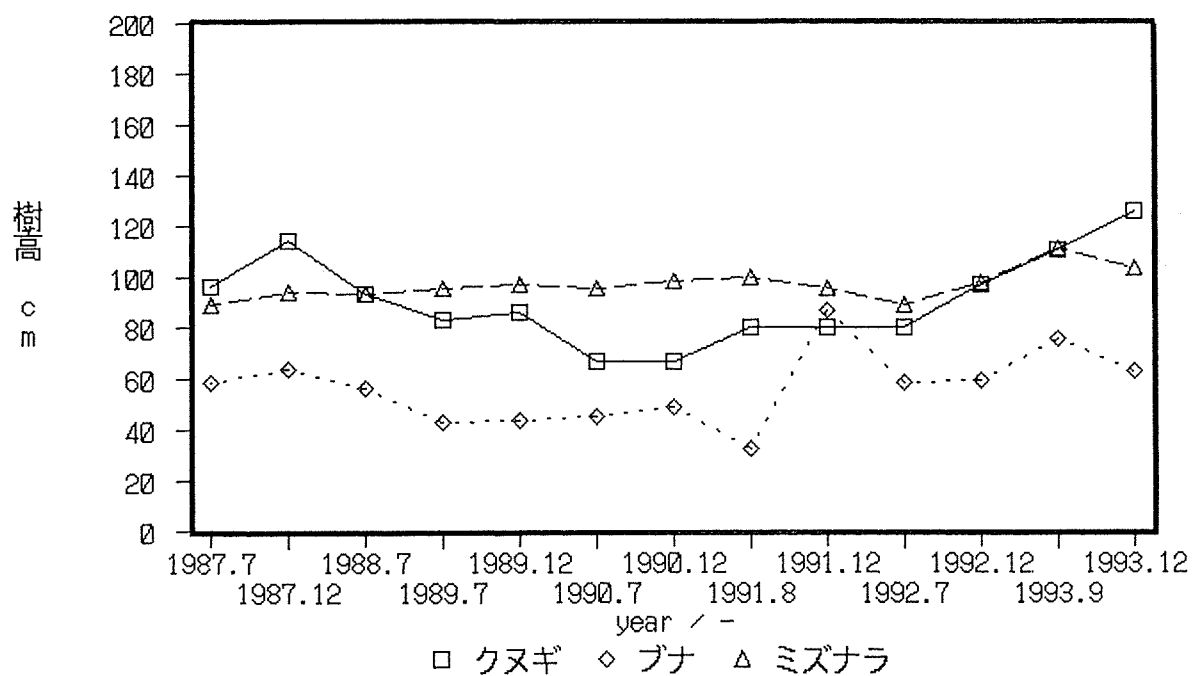


Fig. 32 あんどん沢・左側の平均樹高経年変化

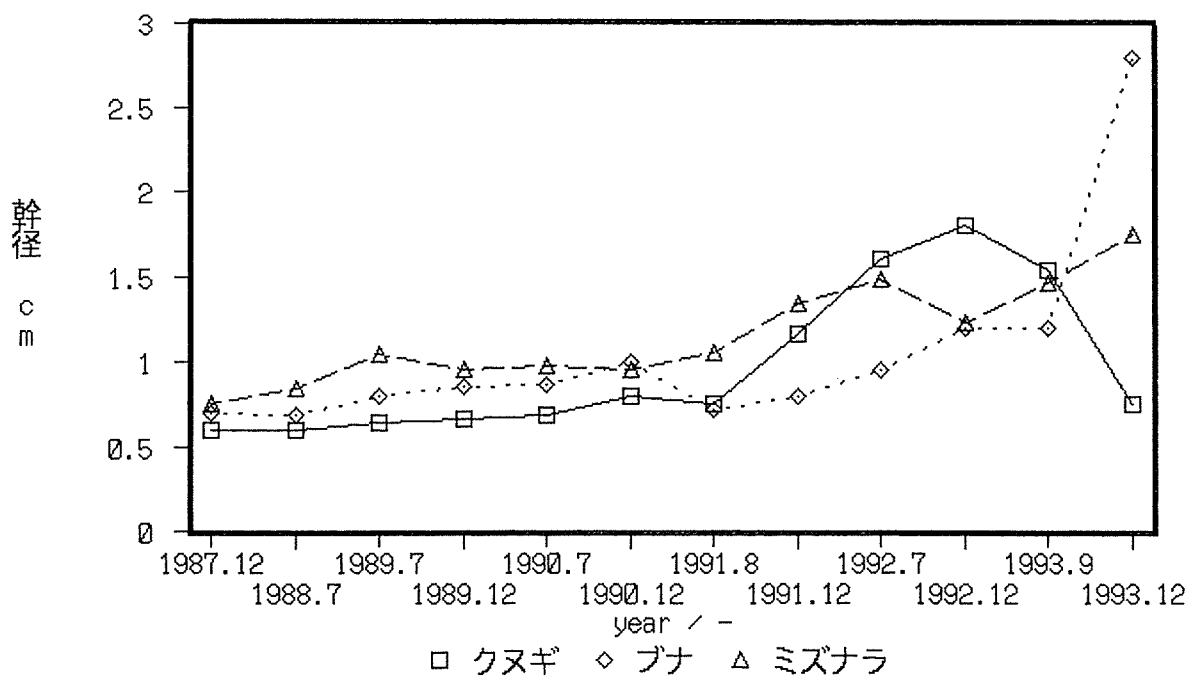


Fig. 33 あんどん沢・右側の平均幹径経年変化

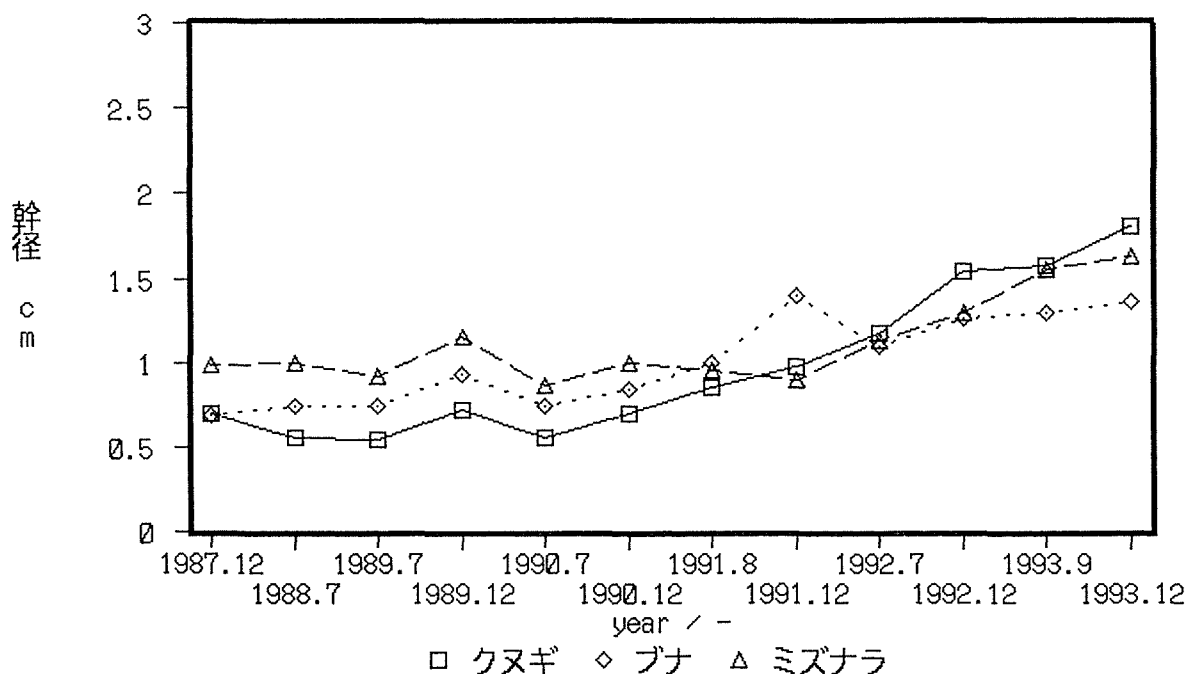


Fig. 34 あんどん沢・左側の平均幹径経年変化

3. 今後の課題

- ・ 植栽地盤の整備の際、凹凸など微地形をできるだけ修正し、不利な環境をつくらない。
- ・ 植栽地上部と下部では環境質が違っており、それに対応した細かな植栽樹種の選定が必要となる。
- ・ 環境条件の厳しい立地では、土地的極相群落を形成することになるが、始めに先駆的な植生を復元し、条件を有利にしてから極相群落の構成種を植栽する二段回手法を確立すべきである。また、これまで土地的極相群落の試験的植栽は具体的に行われていないので、実行に移していきたい。
- ・ 流通にのるポット苗の種類は限られるため、独自の苗床を形成し、山岳道路に合った適正樹種の生産を行うべきである。その際、樹種によっては寒冷地の苗床が必要となる。
- ・ 塩那道路では植栽適正樹種にはいないクヌギやアベマキの生長がよく、本当に将来高木層を形成できるのか、継続調査を行うべきである。
- ・ 植栽後年を経過して、相観的に森林の形態を有するにいたったが、種組成では草原から低木林に移行する植物群落の種組成に近い状況である。森林というビオトープを機能させるためには森林生性植物の増加による多様性の拡大が必要で、林下に積極的に森林生植物を補植していくことも考える必要がある。
- ・ 人為、猿、うさぎ、鹿などの伐採や食害の対策マニュアルをつくり、早急に対処できる体制を整えたい。
- ・ 雪崩と土砂崩壊の対策マニュアルをつくり、早急に対処できる体制を整えたい。