

4-2 樹種別造林特性

(造林担当専門家：猪島康男)

4-2-1 更新タイプ別現状、問題点

(1) 天然更新

天然更新試験地は人工更新試験地内を含め現在15樹種81ヘクタールを確保し、試験調査、観察を実行している。その内訳は、単一種母樹天然更新14ヘクタール、複数種母樹天然更新67ヘクタールである。一部の天然更新試験地については更新完了といえる状況にあるが、大部分についてはこれから保育作業、受光量調整を実行して行かなければならない現状である。また、結実さらには種樹の発生がないもの、現存する稚樹が数本であったり、生長が遅く2年経過したにもかかわらず苗高が約20センチであったり、病虫害により稚樹の消失、生長減退で今後の試験調査継続が危ぶまれ、残り期間内に成果が望めない試験地が見られる。

天然更新の最大のポイントは、稚樹発生時からどのように光のコントロールを行い短期間内に初期生長を促し、保育作業を少なくするかにかかっている。これまでは各樹種の特長も判明せず弱い受光量調整を実行してきたが、現在はある程度の樹種特性が判明しつつあり今後は受光量調整に重点をおいた作業が望まれる。

(2) 人工更新

人工更新試験地は557ヘクタールの造成を完了している。そのうちわけは5メートル幅51%、10メートル幅29%、30メートル幅9%、樹下植栽4%、その他7%である。その他はHypsipyla対策としての小面積隔離植栽およびHypsipyla被害の基礎調査のために造成した試験地である。

樹種は31種、約68,000本の苗木を植栽したが、その後の枯損、Hypsipylaによる被害により十分な生長をしていないものもみられる。植栽樹種については、当初計画された人工更新対象樹種のリストにしたがって植栽したがAzucar huayo, Lagarto caspi, Estorague, Pumaguiroは種子確保等に問題がありほとんど、あるいは全く植栽されていない状態にあったが、生態部門を初めとして他の部門の努力により1986年度に500~700本の苗木を植栽することができるようになった。これらの樹種はリストに掲載されているように木材の利用範囲、価値も高いアマゾン低地熱帯林の有用広葉樹であり今後早期に植栽できるよう種子、苗木の確保が強く望まれる。

必要な保育管理を実行し、更新樹種の生長特性及び人工更新を確実に行うための適地適本判定法の成果を得るためにライン幅、土壌型、照度、苗木形態別等の変数を組み合わせたコンピューターによるデータ解析法(多変量解析法)が採用されつつある現在、変数の数とサンプル数の増加をめざした人工更新試験地の拡大が必要である。

(3) 展示林

展示林については、これまでに41ヘクタール、45種の試験地が造成された。以前FAOがアグロフォレストリー試験を実施していた地域で、平坦な低地が多く雨期には滞水地となり、乾期には葉からの蒸散

と水分の吸収のバランスが崩れて枯死する苗木もみられる。従って活着率は悪く、生長もあまり良くない。FAOの撤退直後はセクロピアが繁茂していたが、その後伐倒、火入れを実行した結果、しだいに植生の変化があり、現在はサッチャワカとススキに似たイネ科の草本が主要な植生植物となっている。

1986年2月に補植したManchinga, Ubosはネヅミに樹幹を食害され倒伏した。ネヅミの増加の原因については植生の変化によるものか、筋刈りによる切り残しを実行した結果か判断できない。活着した苗木が冠水する箇所はもちろん、冠水しない箇所でも人工更新試験地に比べ乾期に葉の色が黄色となり生長が減退する。この原因は光が強すぎる、排水不良、養分欠乏によるものである。1986年8月に無機成分を含んだ速効性肥料の魚粉を苗木1本当たり50グラム施肥した結果、樹種本来の葉色に変わり、苗木に耐干性が生じるなど成長に良い結果がみられた。しかし、これによってlluimba negra, Tamamuri等では、いたるところの腋芽が生長を始めた。今後施肥の量、時期、方法の検討が必要である。現在つる切を中心に進めているが、つる類の繁茂、生長が著しいため除草剤散布を考えている。しかし、現在つる類の一種は乾燥防止のカバーグラスとして役目を果たしているので慎重な対処が必要である。

1985年度植栽箇所の一部に滞水地がみられたので小型のバックホーで幅40～50センチ、深さ約1メートルの排水路を掘った結果、排水路の近くは他の箇所に比較して成長が良く、黄色の葉もみられなかった。更に1986年7～10月にMarupa植栽ラインの間に幅50センチ、深さ40センチの排水溝を作設したところ、Marupaの葉色は黄色から濃い緑色、光沢のあるMarupa特有の葉に変わり、生長し始めた。

展示林において生長阻害におよぼす第一の限定要因は排水不良にあることは以前からもいわれていたが、上記の結果からその効果が非常に大きいことが判明した。従って今後展示林の排水不良箇所については、バックホーによる排水路及び排水溝修理・作設を主要な作業として、他の生長促進作業（施肥、つる切、下刈）の組合せを行うことが望まれる。また画一的な保育作業でなく、樹種別に適した方法、時期を実行していかなければならない。

4-2-2 樹種別判明点と今後の調査課題

(1) Anacardiaceae

Ubos Spondias monbin L

葉は互生の羽状複葉、稚樹の樹幹は中空をもった直立性の樹種である。挿し木での繁殖が容易であることから裸苗植栽の活着率も平均93%と高い。しかし、活着後人工更新地、展示林において乾期に新梢が枯れ、降雨の多くなる雨期にかけて腋芽から生長を始める現象が繰り返されている。人工更新地、5メートル幅のあるラインの一部は保残帯からの被りでトンネル状になり、ここのUbosは樹高4メートル前後の生長であり、相対照度は9%であった。図4-3もその傾向がみられる。

ペルー国では初期生長の早い樹種といわれているが、活着後初期の段階に問題を残している。従って受光量の少ない箇所、適度の湿度をもった土壌箇所に重点をおいた観察が望まれる。

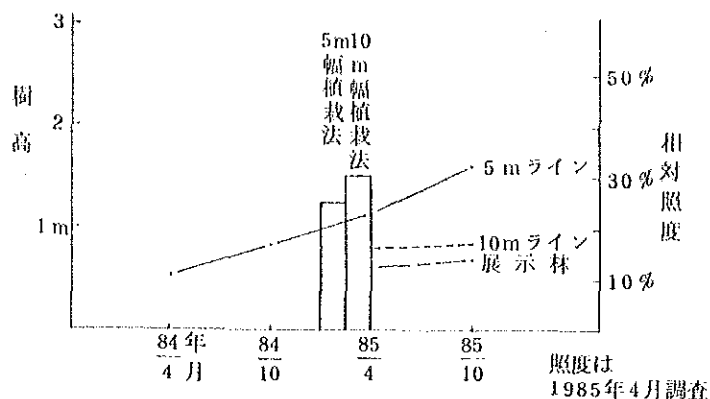


図4-3 Ubos 成長状況

(2) Apocynaceae

1) Pumaquiro *Aspidosperma macrocarpon* Mart

葉は互生、単葉である。枝は松に似た着生をし、3方に枝分れするのが多い。直立性の樹種である。この樹種は、人工更新地、展示林で葉にすす病に似た黒い斑点が現われているが、現在のところ生長には支障になっていない。

裸苗の植付けは1度だけ行い、枯損率は38%と大きかった。生長量と土壌、光、苗木の形態などの関係は今後の試験調査を待たなければ判断できない。

Pumaquiroの丸太は、空洞をもっているものが多く林道の排水管の代用として使用されている。木材は堅く非常に腐れにくいことから、その用途は広いといわれている。

2) Quillobordon amarillo *Aspidosperma macrograviana* Woods

Quillobordon colorado *Aspidosperma* S P

*Quillobordon amarillo*は、上長生長停止の時に枝は輪生状に広がるが、この時に頂芽をもっていないのが特徴である。

初期生長が非常に緩慢で未だ頂芽からの生長を確認していない。しかし、ライン伐開時に伐採した根からの萌芽は生長が非常に良いことから直立性の樹種と思われる。活着率は、88%（1984年度のみ）となっているので裸苗で対応できる。前述のとおり初期生長は非常に遅い樹種であるので、生長量と環境因子の関係は今後の調査研究に待たれる。

この木材の材質は、非常に良いことが基礎調査の中で報告されている。他方、*Quillobordon colorado*もほとんどデータがないが、観察から比較すると生長に関してこちらの方が*Quillobordon amarillo*より優れているように思われる。

(3) Bignoniaceae

Tahuari amarillo *Tabebuia* S P

Tahuari negro *Tabebuia* S P

Huamanzamana *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don

葉は対生で、多くは5枚の掌状複葉である。*Tahuari*は、枝分れのしやすい樹種であり、*Huamanzamana*は直立性の強い樹種でこれらは裸地に天然に発芽する。従って乾燥には非常に強い。活着率は*Tahuari*

negroで90%であり、生長はすこぶる良好で1年で2メートル以上生長するが多少曲る傾向がある。

Tahuari negroの心材は腐りにくく、フローリング専門の製材所で心材だけの枯損木が野積みされているのが見られる。Huamanzamanaは以前FAOの作ったアグロフォレストリーの箇所でIshpingoと混在し10年生で樹高約20メートル、胸高直径約25~30センチの生長である。枝が少なく、大きくなっても葉量が少ないという特性をもっている。

(4) Bixaceae

Achiote caspi *Bixa platycarpa* Ruizy Pavon

葉は互性のハート型であり、枝分れしやすい樹種である。展示林に植栽した*Achiote caspi*は1年経過後大部分が2メートルに達しているが、滞水地では生長が極端に劣る。しかし、この樹種Gleysol土壌への植付可能性が期待できる。

(5) Bonbacaceae

1) *Lupuna* *Ceiba* S P

葉は互性の掌状複葉で、葉柄は赤味を呈している。枝は輪生状に着生し多くは3方に拡がる。幹及び枝に針をもつが大きくなるとなくなる。直立性の樹種である。滞水地でも生育できるが、生長は良くない。林道端の開疎地あるいは裸地に発芽生育しているので乾燥に対しての抵抗性は強いと思われる。1985年11月天然更新地において幹の先端がほうき状になっているのを発見し、EntomologiaのカウタンターパートによればCurculionidaeの虫害と判断された。その後、これらの被害木は生長が悪くなった。

人工更新地、展示林とも裸苗対応であり18%の枯損率となっている植付けは、裸苗で対応できる樹種と思われる。生長量調査資料では、初期生長はあまり良くないが、これは虫害をこうむった結果等である。受光量の多い展示林30メートルラインの一部で良い生長がみられるので光に対する要求度は強いと思われるし、またGleysolの土壌にも生育できる樹種である。

合板原料として非常に需要が多いが、年々工場への出荷が少なくなっている。

2) *Huimba blanca* *Chorisdinignis* H. B. K

Huimba negra *Ceiba pentanbra* (L) Gaertn

葉は互生の掌状複葉、幹、枝の全面に針をもつ直立性の樹種で幼苗の幹は中空である。耐水性耐干性にも*Lupuna*に似ている。また、*Lupuna*と同じようにCurculionidaeの被害をうける。裸苗の枯損率は、1~2%であり、植付けは裸苗で十分対応できる。*Lupuna*と同じく光に対する要求度は強い。河川の兩岸の傾斜地で良く生長する。*Huimba blanca*の方が*Huimba negra*に比べて生育が良い。

*Lupuna*が合板工場への出荷が少なくなった分この*Huimba*が多くなった。(Pucallpa 私 信)

(6) Boraginaceae

Anallo caspi *Cordia alliodora* (RyP) Oken

葉は、単葉、互生である。枝は輪生のように着生し、枯れ上がりは早い直立生の樹種である。又状分枝で分枝の箇所に虫えいに似たものができるが、この中にアリが常に存在し、著しい時は頂芽及び枝の先端が枯れる。裸苗は、一度試みただけでその判断はできないが9%の枯損率であった。生長と光、土

境、苗木の形態等の関係の解明は、今後の調査に委ねる。この樹種は、コスタリカでCedroに代わる有望な樹種として植栽されている。

(7) Caesalpinacean

1) Copaiba blanca Copifera reticulata Ducke

Copaiba negra Copifera officinalis

プロジェクトの始まりから、Copaibaの名で対応してきたため現在まで植栽されているCopaiba の同定が必要である。葉は互生、複葉であり、同科のAzucar huayoと同じく一枚の葉は左右対称でない。乾期に葉を落とすが新葉の展開も早い。枝分れしやすい樹種であり、枝の自然落下は遅い。天然木は、通直で枝下高が長い。裸苗の平均枯損率は、5%と著しく低く裸苗による植付けで十分対応できる。しかし、植栽後2年目の状態でポット苗は植栽時の2倍の生長に対し、裸苗はほとんど上長生長がみられない。裸苗は、苗畑で山出し時に枝を切り落して植栽するが、植付け後あらゆる腋芽から芽を出す。したがって樹芯が伸びてくるまでに1年半～2年の期間を必要とする。この遅い生長に対してブラジルのクルワ・ウナあるいはボン・フンボルトの近くのアグロフォレストで実施されている小苗（15～20センチ）植栽も今後試験するべきと考える。

生長状況は、図4-4のとおりであり、樹下植栽地（相対照度12%）5メートルライン（相対照度約30%）の生長曲線はほぼ水平に移動し、生長停止の状況にある。これらは、いずれも裸苗植栽であった。Copaiba, Azucar huayo とともに初期生長の遅い樹種といわれているが、調査結果もそれを裏付けている。ただこの後の生長がどのように推移するか興味のもたれるところであり、今後の調査研究が待たれる。展示林30メートルラインで約3メートルの生長を示しているので光に対する要求度の強い樹種と思われる。この樹種の天然分布は丘陵地の尾根筋斜面、停滞水のない平坦地のAcrisolにみられることから通気性の良い土壌を選ぶのではないかとと思われる。

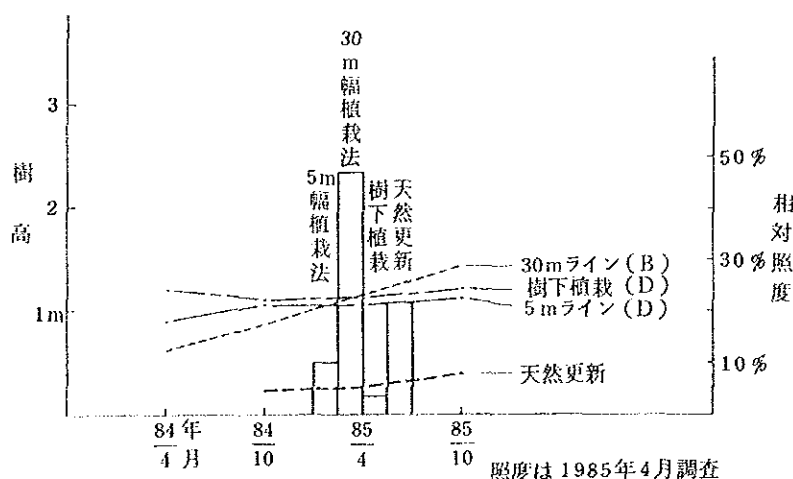


図4-4 COPAIBA

2) Azucar huayo *Hymenaea oblongifolia* Huber

葉は、互生の複葉で新葉は芽鱗につつまれているのが特徴である。枝分かれしやすい樹種で枝は自然落下するのが遅い。裸苗による植付けで17%, 同じ年度のポット苗で95%の枯損率を示したこともあったが、その後植栽したポット苗の枯損率は5%であり、現在ではポット苗が安全であると判断している。データのサンプル数も少なく植栽地がGleysolに片寄っているため光、土壌等と成長量の関係は明かではないが、観察結果から、Acrisol土壌で良く成長し、明るいうところよりも少し暗い所が良いように思われる。

良い木材としての評価も高い樹種であり、今後の調査研究が望まれる。

3) Palo sangre amarillo

葉は、対生で、羽状複葉である。枝は、互生に着生し、枝分かれしやすく二又木、曲り木が見受けられ、枝の自然落下は遅い。裸苗の平均枯損率は17%であり、裸苗での植付けは可能であるが、活着率を向上させるためには苗畑での山出し準備、運搬、植付けといった一連作業に注意を必要とする。

病虫害は現在までみられない。

滞水地でも生育できる樹種である。図4-5からは、相対照度と生長量の関係は明かではないが9林班、8林班の30メートルラインでは、ほとんど2メートル以上になっており、光に対する要求度の強い樹種であると思われる。苗木の形態と生長量の違いは、現在までの資料では読みとれないが、7林班に植栽したポット大苗(1.2~1.5メートル)は、1年経過後約50センチの生長をした。Palo sangre amarilloはGleysolでの生育も順調であり、今後 Cambisolへの試験地を増やしながら今後の解析に期待したい。なおPalosangre blancoはPalo sangre amarilloに比べて生長も良く耐水性、耐干性も優れているように思われる。

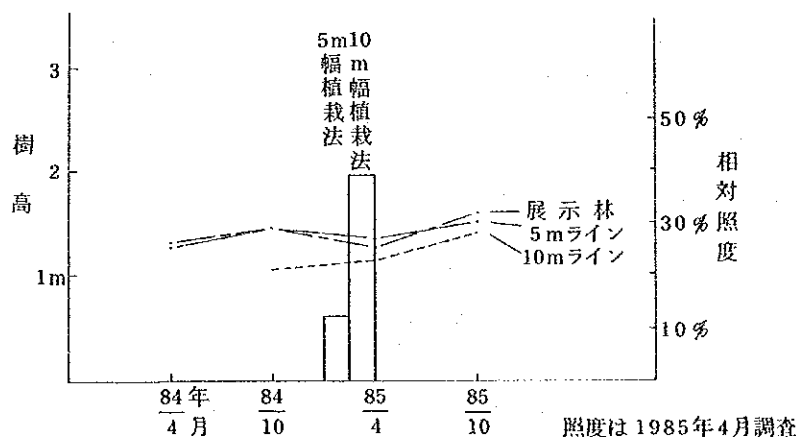


図4-5 PARO SANGRE A

(8) Combretaceae

Yacushapana amarilla *Terminalia oblonga* (RyP)stend

Yacushapana negra *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel)Exell

この樹種は、人工更新対象樹種として追加され、現在Yacushapana amarillaが、展示林と5メートルラインの一部に植栽されているだけであり、データ不足のため概要もつかめない現状であるが、5メートルラインの裸苗で47%、展示林のポット苗で18%の枯損率であった。今後新植地の増加と調査研究が望まれる。

(9) Fabaceae (Leguminosae)

1) Ishpingo Andurana cearensis (Fr. Allen) A. C. Smith

葉は、互生、羽状複葉であり、枝分かれしやすく幹は曲りの多い樹種である。枝の自然落下は試験地内ではまだ見られないが、以前PA0の実行したライン植栽及びクウンギヤ法にて植栽されたIshpingoは落枝している。Ishpingoの枝を鋸で枝打ちしたところ約1年で完全に巻き込んでいる。葉は、乾季に一斉に落葉するがその時期は個体によって若干異なる。現在まで病虫害に侵された幼樹は見られない。1983年度に裸苗で37%の枯損率を示したが、30メートルラインの滞水地に植栽したのが大きく影響したため、他の年度は10%前後の枯損率であり、苗木の形態は裸苗で十分対応できる。Ishpingoの種子は乾季に落下、発芽しこの前後に落葉することから乾季に強く、植栽時期に幅があり、植付けをこの時期に試みる必要があると考える。Ishpingoは水平葉をもっており、さらに図4-6の30メートルライン、5メートルライン樹下植栽の比較から光に対する要求度の強いことは明らかである。特に樹下植栽地（相対照度12%）においては、植付け後2年を経過しているにもかかわらず上長生長がみられない。

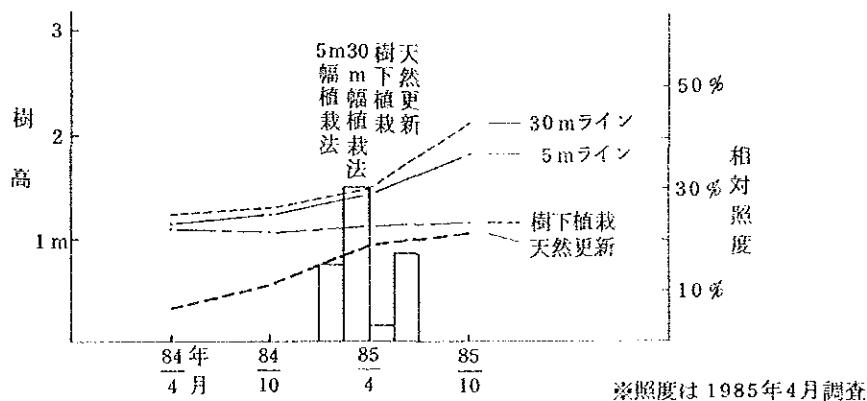


図4-6 ISHPINGO

このグラフでみられるように、新植後1年を経過してからグラフの立ち上がりが大きくなる。苗木が裸苗であったために植栽木に活力がつくまで要した期間と思われる。このような現象は他の樹種においてもみられる。苗木の形態による生長量の違いは、ほとんどの苗木が裸苗であったため比較はできなかった。一般にIshpingoはAcrisol土壌の斜面に生育していることが多い。Ishpingoの根は、窒素固定作用をもっていると考えられるので水の停滞しない通気性をもった土壌ならば生育可能と思われる。しかし、土壌型と生長量の関連の詳しい解析は今後の調査研究に待たなければならない。また、この樹種は、天然木及び植栽木で曲がった幹が多いことから、良い形質を持った木の選抜育種が課題である。

2) Estoraque *Myroxilom balsamum*(L. Harms)

1986年度に約800本の苗木を植栽する予定であり、今後、この樹種が植栽できるよう各部門と連携をとりながら調査研究を行っていきたい。1984年度設定の106林班Estoraqueの天然更新地は、現在平均樹高0.76メートル(1986年10月調査)で生長の良いものは2メートルを超えている。

同じ属のLshpingoと同様の上長生長ををすると思われる。また、この樹種はLshpingo同様樹幹の曲る性質があるが、Lshpingoほど極端ではない。木材はフローリング用として製材出荷されている(Pucallpa周辺)ため、その曲りも問題なくHunboldt周辺の開拓者達は、径級20センチ位まで玉切り(長さ約1メートル)して出荷している。

3) Huayruru *colorado*

Huayruru rojo *Ormosia macrocalix* Ducke

葉は、互性の羽状複葉、枝は輪生状に着生する直立性の樹種である。人工更新地に一部と展示林に植栽されているだけでその特性は判明していないがその生長は遅い。しかし、Iquitosでは生長は良いと聞きおよんでいる。Huayruru rojoはcoloradoより葉が大きく、材質的に優れているといわれている。

4) Palo sangre negro

一般名はPalo sangreであり、Palo sangre amarilloと科を異にする。葉は、互性、羽状複葉である。人工更新地に若干植栽されたに止まり、樹種の特性は把握されていない木材としての価値は、Palo sangre amarilloに優っている。

5) Amasisa *Erytrina* S P

葉は、互生の掌状複葉である。樹幹及び葉裏の主脈に針をもち、枝は輪生状に着生する直立性の樹種である。展示林に植栽してあるAmasisaは、図4-7に示すように約2年で平均樹高5メートルに達しようとする生長ぶりである。植栽地の土壌はGleysolで雨季にはやや滞水する箇所であるがBolainablancaと同程度の上長生長を示し、平均胸高直径も7.4センチである。

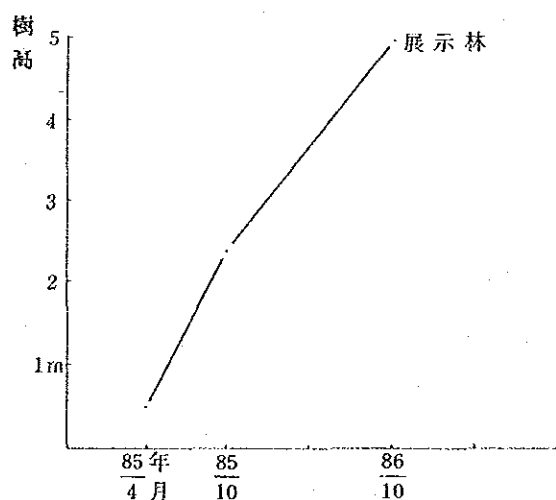


図4-7 AMACISA

展示林のほか、人工更新地の一部に植栽されているが、データが少なく未だその詳細な特性は判明していない。このように速やかな初期生長を示している樹種は少なく、今後の補植あるいは焼畑農業跡地への植栽が十分期待できると考える。さらに今後の生長状況の追跡調査と木材の利用状況調査が必要である。

(10) Guiliferace

Lagarto caskpi *Calophyllum brasiliensis* L.

葉は対生、葉の裏は平行脈であり、直立性の樹種である。まだ植栽されていないが、1986年度約600本の植栽を予定しており、今後の調査が必要である。107林班の一部に天然更新地があり、1986年10月の調査では平均樹高0.3メートルとなっている。この樹種の天然木は小さな川の近くで見かけることが多い。しかし、胸高直径20~30cm程度の天然木がよく枯れているのが目につく。

(11) Meliaceae

1) Caoba *Swietenia macrophylla* G. King

葉は、互生の羽状複葉である。幹は直立性の樹種であり、幼木では確認していないが、母樹は一斉に落葉し、直ぐ新葉を展開する。*Hypsipyla*の被害だけでなく、105林班の天然更新地でメイガの一種の幼虫が新葉を食害（特に乾期に多い）し、葉柄だけ残る状態となっている。頂芽も被害を受け、従って複数の樹心をもって生長している。ここで特筆すべきことは、106林班(39本平均樹高1メートルで生長の良いものは2.35メートル)及び105林班に未だ*Hypsipyla*の被害がみられないことである。人工更新地においては、苗木も大きく活力があり、葉面積も大きいので被害は受けるが双幹、その他の大きな障害とはなっていない。1984年度に10メートルラインで裸苗の枯損率が23%であったが、他の年は10%前後であり、裸苗で十分対応可能である。

生長量調査から生長量と光の関係は、見いだすことができなかった。それは*Hypsipyla*による被害を受けること、さらに生長量調査は補植した苗も含めたものであったためである。試験地を観察した結果では林道の近く、ラインの中で中大径木伐倒が強く実行された箇所及び30メートルライン等の受光量の多い箇所のCaobaは*Hypsipyla*の被害を受けながらも生長が良いが、逆に樹下植栽地は生長量が少なく、特に27林班(相対照度10%前後)は未だ新葉を展開していない苗が大部分である。これから判断すると光に対する要求度は、非常に強い樹種といえる。苗木の形態と生長量についても、*Hypsipyla*によるマイナス生長のため不明確である。新植後の状況では、ポット苗は活着後の生長は早く、そのため被害を受けるのはポット苗であり、裸苗は約半年は上長生長が望めない。

2) Cedro colorado *Cedrela odorata* L.

*Hypsipyla*による被害が大きく、その被害機構の解明が望まれる。1985年度、25、26、28林班に設定の*Hypsipyla*対策としての小面積隔離植栽法はA~Eの5つのタイプでCedro coloradoを植栽し、その被害状況を調査している。これまでの被害状況は図4-8のとおりである。これによると28林班に設定のCタイプには、ほとんど被害がなく、次いで26林班のDタイプも比較的少ない一方、同じDタイプの25林班、12月調査では最も多い被害率となっている。このことは、26林班は他の人工更新地から最も遠く離

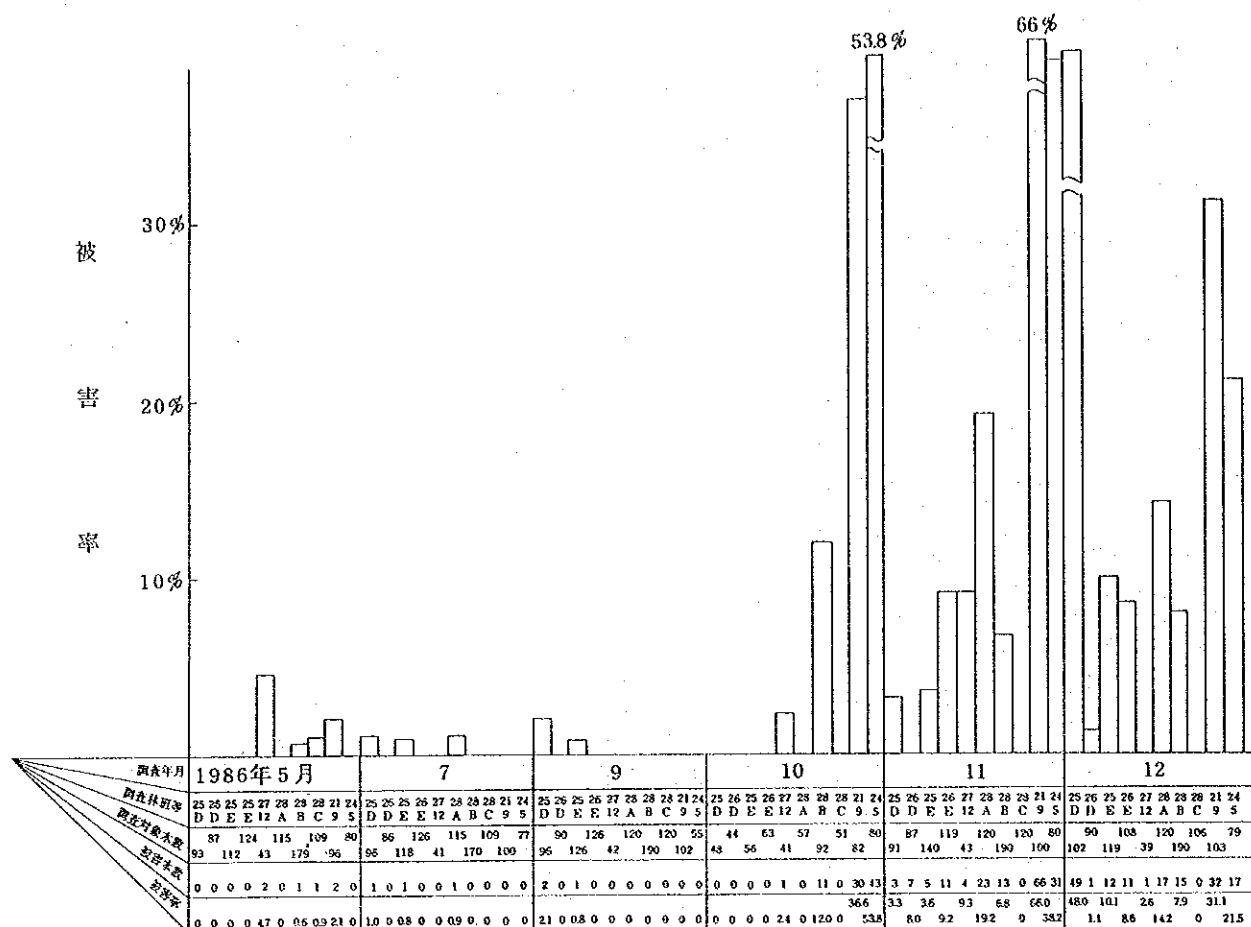


図4-8 Hypsipyla被害率の推移

れた箇所にある反面、25林班は隣接して10メートルライン植栽地の人工更新試験地があるのが原因ではなかろうかと推察される。また、27林班の樹下植栽地も被害が少ないことから伐開を極力抑える方が被害は少ないといえる。さらに被害の時期は、10月頃から急に多くなり乾期から雨期に変わる11月が最も多く発生しており、7月～9月の乾期には、ほとんど被害が見られない。Cedro coloradoの裸苗での枯損率は16%であり、裸苗による植付けは可能である。

Hypsipylaによる被害で満足するデータは得られなかったが、樹下植栽地の103林班（相対照度12%）、27林班（相対照度10%）で生育し、被害が少なく、幼樹における耐陰性は強いといわれる。しかし、これらの植栽木をみると樹幹が細くまた、葉面積は少なく、葉の厚みも薄い。どの時期に受光量を調整すれば、Hypsipylaの被害を少なくできるかが解明できれば、現状のまが良いのかの判断が可能となる。9林班の6ラインにHypsipylaの被害が少なく樹高3メートル以上のCedro coloradoが数本ある。この観察も今後の資料となるであろう。この林班は以前1年位、筋刈を実行した箇所である。

3) Cedro blanco Cedrela fissilio Vell

Cedro blancoはCedro coloradoより、更に生長の良い樹種である。

(12) Mimosaceae

1) Tornillo Cedrelia Catenaeformis Ducke

葉は互生の複葉である。樹幹は直立性の樹種で枝は枯れ上りが早く、従って自然落下も早い。年間を通じて数回の生長を繰り返しているが、詳細はわかっていない。天然更新地及び人工更新地において、胴腐れの病徴を1986年10月に発見した。この病名の判定を現在林業試験場に依頼中である。その後この徴候が広がっている様子はみられない。

プロジェクト当初、裸苗で50%以上の枯損率を示したことから、その後はポット苗に頼っている。その結果1983年度17%、84年度4%、85年度8%という枯損率となっている。1985年度展示林改植の際、苗木不足のため試験的に山引苗(101林班天然更新地より)を植栽した結果、次表の活着率で樹苗高0.5メートルの山引苗が約50%の活着であった。

表4-5 山 引 苗 植 栽 試 験
(Tronillo)

調査項目 山引苗の形態	活 着 率 (%)				樹苗高 (m)	
	1ヶ月後	4ヶ月後	6ヶ月後	8ヶ月後	植栽時	8ヶ月後
葉を切り落とした山引苗	48.3	6.9	6.9	6.9	1.00	0.87
樹苗高 1 m の山引苗	86.3	11.3	5.0	5.0	1.00	0.63
樹苗高 0.5 m 山引苗	58.0	58.6	53.5	53.5	0.50	0.66
樹苗高 0.5 m 山引苗に 蒸散抑制剤散布	100.0	82.8	46.6	43.1	0.50	0.60

実行日 1986. 2. 26

実行場所 展示林

どこから 101 林班天然更新地の密植地から

掘り取り方法 降雨が続いた日に両手で引抜く

山引苗の説明 葉を切り落とした苗は引き抜き後切った。

樹苗高 1 m の苗の茎は先端が緑色を呈し 1 m で切りそろえた。樹苗高 0.5 m の苗の茎は褐色であった。

表4-6 山引苗植栽試験標本について

(Tornillo)

標 本 山引苗の形態	本 数	総 計 値 直 径	樹 苗 (cm)		
			平均直径	分 散	範 囲
葉を切り落とした山引苗	29	30.0	1.03	0.19	0.8~1.6
樹苗高1mの山引苗	80	133.6	1.67	0.32	1.0~2.4
樹苗高0.5m山引苗	377	675.7	1.79	0.52	0.7~3.1
樹苗高0.5m山引苗に蒸散抑制剤散布	58	76.6	1.32	0.29	0.8~2.0

Tornilloは、ライン植栽に最適の樹種であることは、当プロジェクトの中で一致した意見であり、今後の普及を考えるとスタンプ苗、裸の小苗等の試験を試みる必要があると考える。幼齡時または発芽後約1年（目安として7葉）は、オープンの場合より多少日陰のところが成績が良い。相対照度15%の5メートルラインで著しい生育を示しているが、このTornilloは先端（樹高の1/3~1/4程度）に葉をつけているだけであり、これが相対照度の多い他の箇所と比較して、どのように肥大生長をするのか、今後の調査研究に興味もたれる。Cambisol土壌への植栽は進んでいないが、現在のところAcrisol土壌で良好な生育を示していることから、この土壌型がどのように生長を促進しているかの研究も行うべきである。また、Cambisolでの試験調査が期待される。

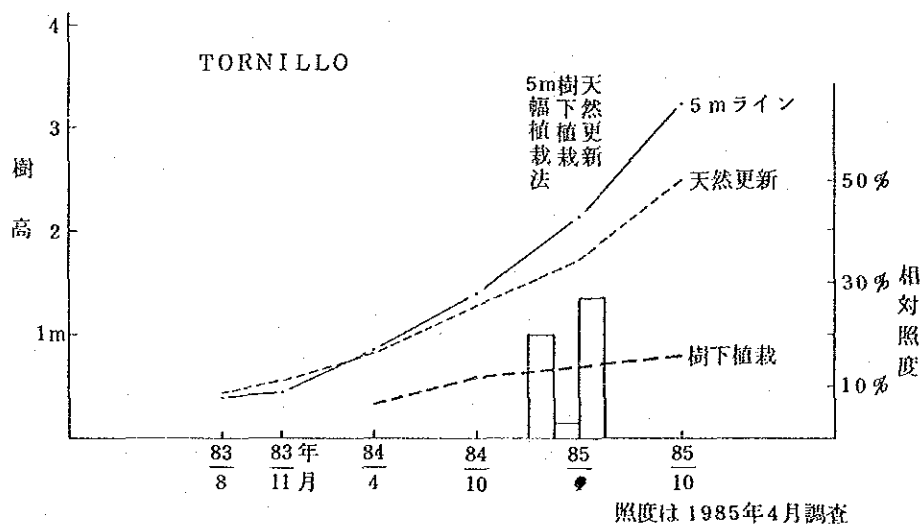


図4-9 TORNILLO

2) Goma huayo pashaco *Parkia opositifolia* Benth

葉は互生の羽状複葉で、乾期に一齐に葉を落とす樹種で枝分れしやすいが、天然木は通直なものが多い。枝の自然落下は早くない。また、現在まで病虫害の被害はない。Tornilloと同じ科であり、活着率は若干低く平均22%の枯損率であるが、掘取りから植付けの一連作業において、十分な注意を払えば裸苗で植栽可能である。生長状況は、図4-10に示すとおりであり、受光量の多い箇所の生長が良いことを示唆している。しかし、30メートルラインで先端が曲る現象がみられるので、今後の観察が必要である。ほとんど裸苗植栽のため、ポット苗との比較はできない。また、Cambisolに未だ植栽されていないため土壌タイプ別の生育状況は判断できないが、Gleysolでの受光量の多い箇所の生長は良い。

Goma huayo pashacoと同じ科のVilco Pashaco, Pashaco, Pashaco blancoは展示林に植栽されており、いずれも良い生長を示している。特にPashacoは沢の近くでBolaina blancaと変らない通直な生育をしているのが目につく。

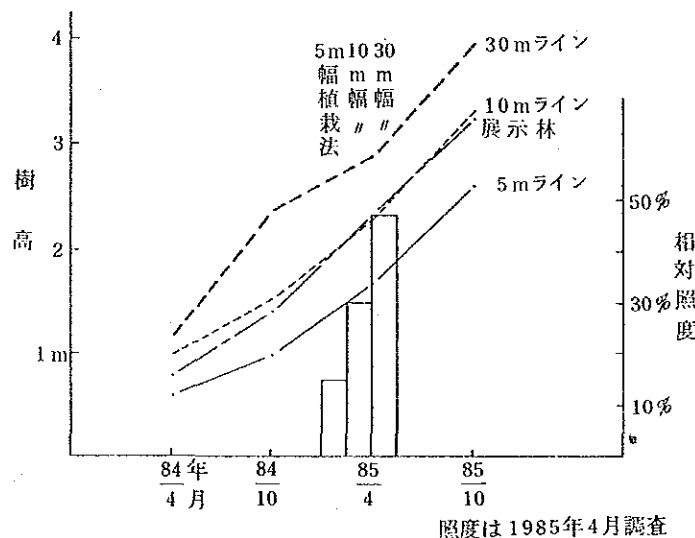


図4-10 GOMA HUAYO P

(13) Myristiaceae

Cumara negra Vilora flexuosa A.C. Smith

Cumara negra Vilora multinurria Ducke

人工更新地、天然更新地の一部に存在するがその特徴は明らかでない。

III林班の中には、図4-11のとおりあらゆる径級階に出現（ヘクタール当り70本の出現本数、径級10センチ未満未調査）し、種類も *Cumala colorada*を最多に*Cumala amarilla*, *Cumala blanca**Cumala negra*が生育している。

この林班は30ヘクタールもあり、Tornilloの大きな母樹も残っていることから過去に大きな伐倒等が行われたとは思えない。従ってこの樹種は少量の光でも生育できる陰樹と考えられる。今後、受光伐を行いその後の生育状況の観察記録が必要である。

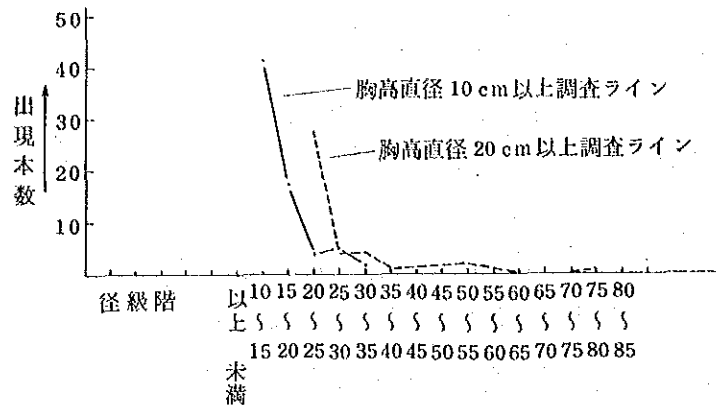


図4-11 111林班 Cumala 天然木

(14) Rubiaceae

Pino regional *Alseis peruviana*

葉は対生で直立性の強い樹種である。展示林の滞水地以外での生長は普通である。乾期に葉が黄色くなるのが目につくが、天然林での *Pino regional* は受光量も少ないためかこの現象は見られない。この種子は良く飛ぶので天然更新の機会があれば実行したい樹種の1つである。木材の利用目的等今後の調査が必要である。

(15) Simaroubaceae

Marupa *Simaruba amara* Aubl

葉は光沢のある互生の羽状複葉であり、枝は自然落下しにくい直立性の樹種である。オープン箇所へに植栽（特に裸苗の場合）すると腋芽から生長して曲る性質がある。裸苗の平均枯損率が32%と高くポット苗植栽が安全であるが、裸苗でも生長は非常に良い。

以前 *marupa* の種子が落下し発芽後1ヵ月で消えてしまったという経緯があり、光に対する要求度は非常に強い。図4-12によると、10メートルラインの生長が良くこの相対照度は35~50%である。以前FAOの実行した3メートル、5メートルのライン植栽、11林班の5メートル幅（相対照度34%）でも良い成績を示している。グラフの資料は補植苗も含まれているので実際の平均生長曲線はもっと上昇するのではないと思われる。滞水地以外は順調に生育できるが、Cambisolに植栽されていないので今後行っていきたい。

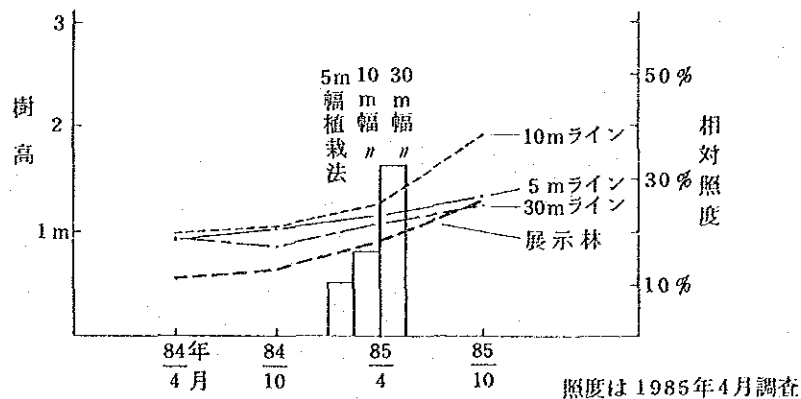


図4-12 MARUPA

(16) Sterculiaceae

1) *Bolaina blanca* *Guazuma crinita* Mill

葉は、ハート型の単葉互生、枝は互生に着生し枝の枯れ上がりが非常に早い直立性の樹種である。1985年度に68%という枯損率となったが、この原因は植栽時2～3日間で340ミリの降雨を記録し、滞水のため根腐れを誘発したためである。それ以外の年度は10%前後の枯損率であり、裸苗で十分対応できる。滞水地でもマウンドを作り植栽すれば活着率も良くその後の生長も良い。他の樹種に比べて生長が非常に良いので小さい裸苗の植栽も試みたらどうかと思われる。

*Bolaina blanca*は、図-4-13のとおり受光量の多い植栽地が幼齢時とも生長が良く *Bolaina negra*の約2倍の生長をしている。植栽地の環境条件で異なるが、ポット苗の場合1年後確実に2メートル以上となり、初期の肥大生長も裸苗と比較すると1.5倍以上となり保育作業の省力ができる。また、Gleysolの滞水地にも生育できる樹種である。

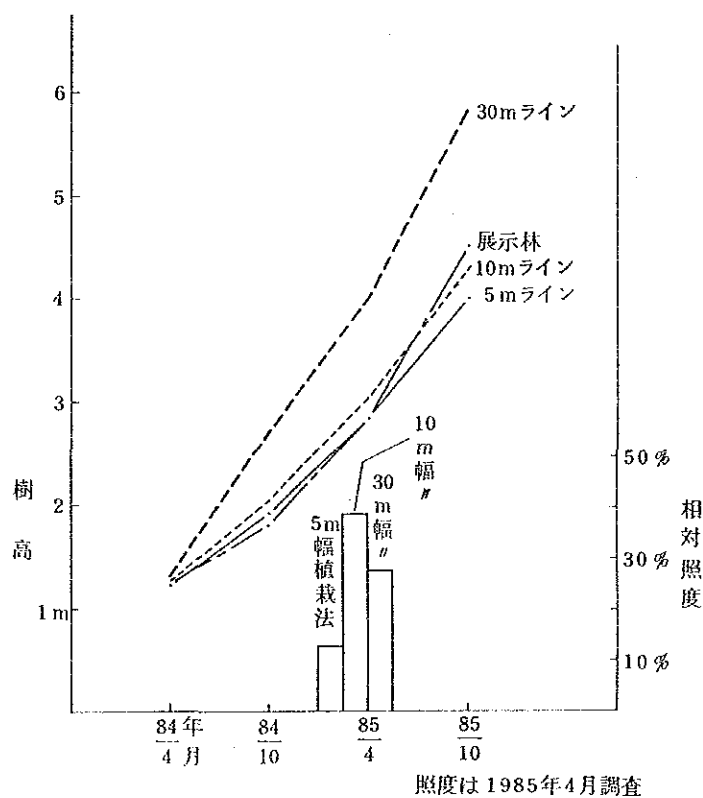


図4-13 BOLAINA B

2) *Bolaina negra* *Guazuma ulmifolia* Lam,

葉は単葉互生で枝は互生に着生し枝分れしやすい。従って二又木あるいは枝の所で曲がった木が見られる。枝の自然落下は遅い。裸苗植栽は平均15%の枯損率であり、裸苗の植付けが可能である。図4-14に示すとおり、*Bolaina negra*は10メートルライン、30メートルライン、及び展示林とあまり生長の差はないが、この原因として補植用の調査も含めているのでこのような結果となったと思われる。

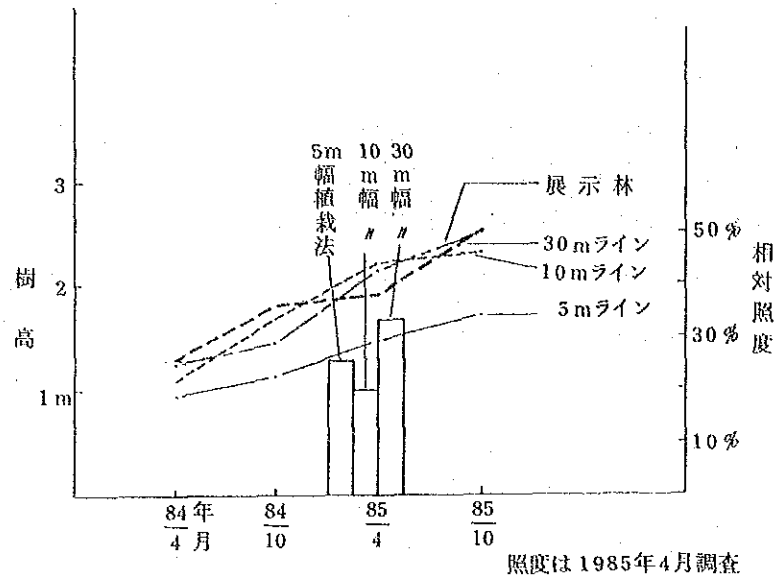


図4-14 BOLAINA N

また、5メートルラインの生長が劣るが、この調査ラインは裸苗であることが原因と考えられる。裸苗は、植栽後1年は腋芽からの生長が旺盛であり、これが樹芯が成立するまでに要する期間と思われる。

4-3 トルニージョの天然更新

(カウンターパート Ing. Emilio Maruyama)

トルニージョ (*Cedrelinga catenaeformis* Duke) はその材質が高く評価され、現在、木材市場で最も多く販売されているものの一つである。

大量に伐採されているにもかかわらず、消費された資源を補充し、今後のコンスタントな供給に備えるための大がかりな造林計画は未だ行われていない。森林を継続的にしかも収益をあげながら利用して行く唯一の方法は、天然更新又は苗木の植栽を行い伐採したものを補充し管理して行くことである。

トルニージョの天然更新は古い伐採跡又は樹木が倒れた空地等に見受けられるが、このような空地がないところでは更新の可能性が極めて少ない。

天然更新はたまたまそのような条件が整った時に起り得るが、長い期間が経過することも往々にしてある。

しかし、この可能性を人為的に管理し保育を行うことにより、更新を確実に行なうことができるわけである。

本調査はアレキサンダー、フォン、フンボルト地区におけるトルニージョの更新に寄与すべく実施されたものである。

4-3-1 試験林の特徴

(1) 位置

場所は“エル、トルニジャル”とよばれ、アレクサンダー、フォン、フンボルトのプロジェクト INFOK-JICA の試験区の No 1、アクセス道の 5.3 軒地点に位置している。

(2) 面積

試験林の面積は 2.10 ヘクタール (プロジェクトの区画では 101 林班) である。

(3) 生態環境

天然更新試験林は熱帯降雨林にある。標高は 235 メートルのところにあり、傾斜 5° の緩やかな丘を形成している。壤土は Plinthic Acrisols で、地下水の垂直移動による鉄の還元作用による赤色斑点を有する粘土質土壌である。PH は 3.9~4.5 程度で鉍物はほとんど見当たらない。

4-3-2 方法

(1) 場所の選定

大径母樹のまとまった区域の探索が行なわれ 2.10 ヘクタールの試験林が区画された。

試験区の母樹はその後開花結実を観察する目的で、それぞれの番号でマークされ、樹高、胸高直径、樹冠の分布等が計られた。

(2) 母樹の開花結実周期の観察

エル、トルニジャルにおける母樹の開花結実周期の観察は、1982 年に開始され 1983 年から記録をと

り始めた。通常、1ヵ月に一度、月の後半に各母樹の開花結実状態を記録した。観察のための開花結実過程は、開花、結実、葉の生え代りの3つのグループに大別することができる。

開花結実過程

開 花

- 1) 蕾が現われ始める
- 2) 開花が進み、木全体に花が咲く
- 3) 開花終了前又は終了済み

結 実

- 4) 新しい実が現われ始める
- 5) 成熟した実が成っている
- 6) 熟した実が落ちるか種子が散乱する

葉の生え代り

- 7) 葉が少ないか又は落葉した木
- 8) 新しい葉の出始め
- 9) 大部分が新葉か又は全体が新葉
- 10) 梢や枝の葉が古くなっている

なお、調査時点ではそれぞれの変化又は開花結実周期の観察事項を数字で表示した記録をとることに。

例：(符 号)	(開花結実段階)	(観察事項)			
5	熟成した果実あり	++++	+++	++	+
		大変豊富	豊富	普通	少ない

又、不稔種子等の開花結実上の異常に関する記録をとることも重要な作業である。

(3) 受光調節と本計画によって試みられた基本的方法

受光調節は稚樹が必要な光を受けられることができるよう、その通過陽光量を調節することを目的とする。受光調節は種子の発芽定着後徐々に、しかも繰り返し行ない、必要な光度を得るようにした。

いつどの程度の陽光量にすべきかについては全く不明なので、生育状態を常時観察し担当者の判断に依存することが多く、葉色、生育状況、逞しさ、茎と根の関係、根の張り具合等が判断の規準となる。本計画で試みられた方法は、基本的に次の4点が考慮された。

- 1) 調査と区画の決定……天然更新事業を行う可能性を持った場所を見極めることと、その後の施業が可能な区域を決定すること。従って稚苗の発生源である結実の能力を持った母樹のある場所、又はすでに自然の更新がなされている場所ということに条件が絞られるわけである。このいずれかの条件に適合する場合以外は、これを試みることは考えられない。

2) 地表処理 …………… 候補地が決ったら更新に必要な条件を整えるため、又は稚樹の成長を促すために下層植生の除去を行なう。これは大体胸高直径 4センチ以下の不用の植生を斧で切り倒すことをいう。

3) 受光調節 …………… 受光調節を必要に応じてほどこすため伐採を行うが、このためには目的とする稚樹に損傷を与えないよう気をつけながら不用の植生をチェーンソーで切り倒す、どの程度伐採するかは日照度の必要に応じて調整される。

4) 保 育 …………… 基本的には下刈と間伐が行なわれ、その程度は植生の密度、生育状況、日照度等その場所の環境条件によって異なる。本プロジェクトに用いられた天然更新作業の基本方法としては、発生稚樹保育法が用いられた。

(4) 調査のためのプロットの設定

1) 測定プロット

稚樹の生育状況を測定するために試験林内に 6 つの生育測定のためのプロットが設けられた。各プロットは 4 × 4 メートルの正方形でそれぞれの角は杭でマークされ、境界線にはプラスチックテープが引かれた。各プロットには G の符号が付された (G 1 から G 6 まで)。各プロットは試験林内における地形の変化と植生の密度を考慮し、かつトルニージョ稚樹分布の様相が忠実に表わされるよう注意が払われ、密度の高い所と低い所、平地と傾斜面に分けて設定された。

2) 間伐プロット

間伐の効果を調査する目的で、3 つのプロットが設けられた。これは間伐の頻度及び密度が成長等にどのような影響を与えるかを観察するため、プロットは 5 × 5 メートルの正方形、境界線と各角のマークは上述プロットと同様に行なわれた。識別のための符号は R (R 1 から R 3 まで) とした。

(5) 調査のためのマーク付け

最初の調査の時点から測定は決められた順序で行なわれ各プロットの平均数値が得られた。1986年 8 月からプロットの稚樹のマーク付けが始められた。

このマーク付けは成長の妨げにならないよう、目につきやすいよう、樹幹の高さ約 150 センチのところに標識用のプラスチックテープを細い銅線で結えつけた。テープには樹種のコード番号が付され、これらのコード番号は各々野帳に記入され、これによってデーターの分析ができる態勢が整えられた。

同時に稚樹の高さ 20 センチのところにペンキでそれぞれマークし、全樹高が 2 メートルに達した時に高さ 1.30 メートルのところに樹幹の全周に環状にペンキが塗られた。塗料でマークされコードが付された稚樹は、一定の野帳様式に土壌、地形、微地形、方位、排水、位置、日照、植生、その他が記録される。

(6) 成長量の調査

1) 樹高の測定

樹高は最初はメジャーで計ったが、樹高が高くなってからはプラスチックの測高桿が用いられた。樹高は調査が開始された時点から毎木計測されメートルで表示された。

2) 幹径の測定

直径はノギスで計りセンチメートルで表示された。調査の当初より、稚樹は高さが2メートルに達するまで根元径が計られた。2メートルに達した時点から地上1.30メートルのところで胸高直径が計られた。

3) 生存状況と被害の調査

生存状況と被害の調査は樹高、幹径の測定と同時期に行なわれ、生存している苗木を数え、被害に関する観察事項があればこれを記入し、必要の場合はこれを数値におきかえて記入する。

(7) 光度計測

光度計測は積算照度計（光電池付フォトメーター）で行なわれた。各プロットに2つと、コントロールのために空地に2つの計測点が設けられた。その他に直読式照度計による現場計測が行なわれた。光度計測は、光と稚樹の成長度との関係を調べる目的で成長の調査と同時に行なわれた。

(8) 調査の頻度と時季

調査は年2回つまり6カ月ごとに行なうことに決められた。時季は雨季の始めと終わり(4月と10月)とされた。

(9) 手入れ

1) 保 育

稚樹の生長を阻害する雑草をそのつど除去して行くが、その頻度は日照度と更新樹の密度によって異なる。

2) 間 伐

間伐は密生した稚樹の生育により好ましい条件を与えるために行なった。今回の試験は間伐の必要性及び程度を知るために稚樹の生長を見ながら試行的に行なったものである。

間伐効果はそれを実施したR1, R2, R3プロットの密度、間伐の頻度と成長度等との関係を見た。C1, C2, C3プロットでは、第1回目の間伐を実施後15カ月目に再び行なった。C4, C5, C6プロット、特にC5プロットでは間伐を行わず、その周囲に約19×16メートルの観察のための区域が設けられた。

4-3-3 結 果

(1) 母樹の位置とプロット

母樹の位置は図4-15のとおりである。

調査対象面積である2.10ヘクタール内に10本の母樹の位置が固定された。1ヘクタール当たり約5本の母樹ということになる。この中に成長測定のために6つのプロット(C), 間伐試験を実施するために3つのプロット(R)とコントロールのために1つのプロット(T)が設けられた。

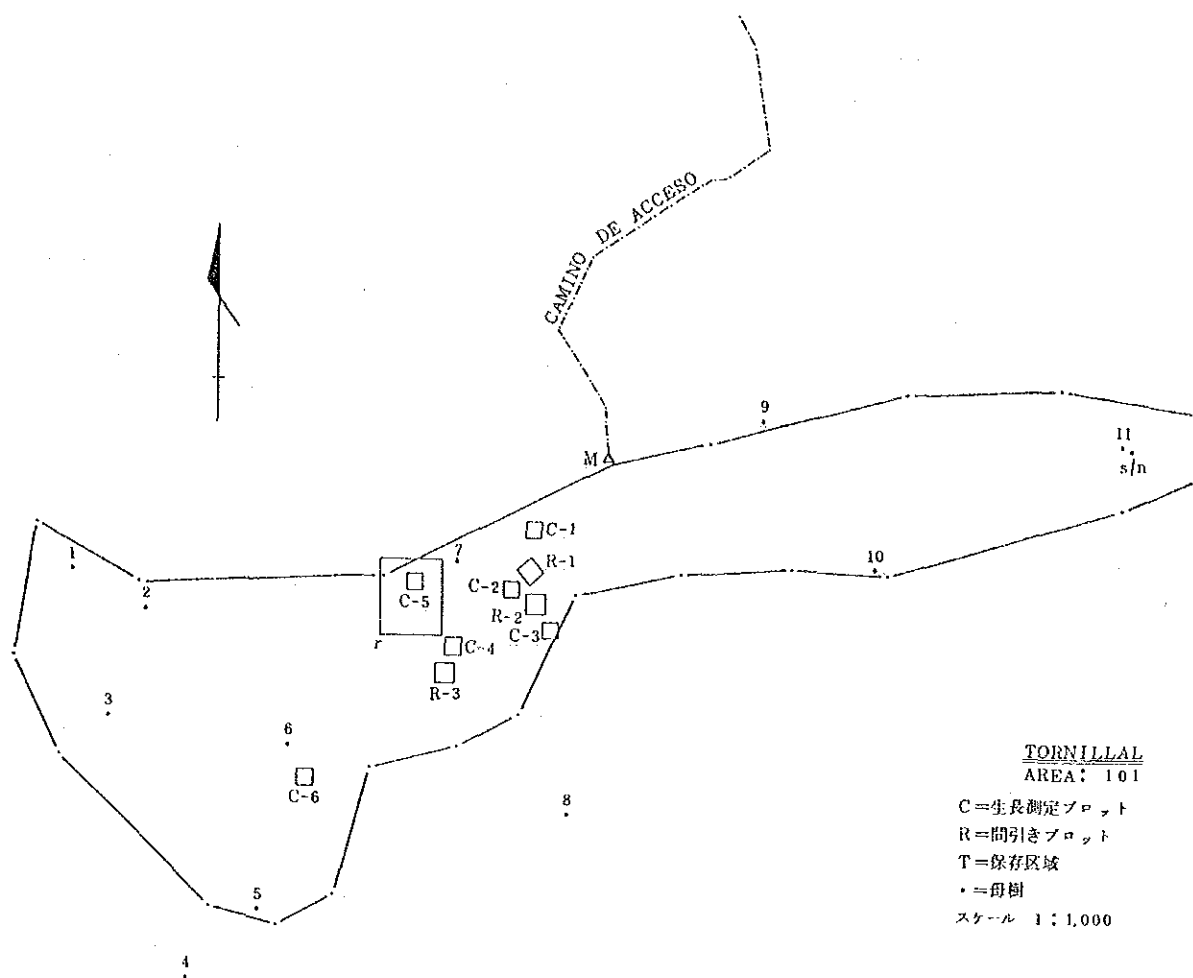


図4-15 母樹と稚樹測定プロットの位置図

(2) 母樹の測定値

表4-7 母樹の計測値								
母樹	胸高径	樹高 (m)		樹冠の拡がり (m)				備 考
NO	(cm)	全高	枝下高	北	南	東	西	
1	143	53	22	12	10	13	14	
2	134	56	24	14	13	17	22	
3	105	45	22	14	14	12	15	
4	118	54	29	15	15	15	12	試 験 地 側 方
5	127	49	21	12	14	10	19	
6	170	56	20	17	16	18	14	
7	173	59	21	15	13	17	21	
8	158	48	21	15	25	16	16	試 験 地 側 方
9	95	42	21	14	11	10	8	
10	160	55	17	23	17	17	14	
11	110	45	25	14	9	4	15	
S/N	153	43	23	11	4	13	6	開花結実の観察外木

※盤根上、地上2mの測定

(3) 作業手順

観察は1982年2月に種子の分散と同時に始められた。本試験地では1982年度はトルネージョの結実が良年であった。1982年3月上旬に続々と発芽を始め、順序正しく豊富に初生葉が現われ始めた。その時点における光度は平均300~600ルクスであった。1982年3月に試験林面積をトルネージョの母樹10本を持った2.10ヘクタールと定めた。同月に第1回目の照度調節のためにマチエテ（鉋）用いて直径4~5センチ以下の木とやしの木数本を切り倒し光の透過を良くしたが、切り倒した後の光度は、1500~3000ルクスであった。

これ以上伐採しなかったのは乾期でもあり乾燥を恐れたからである。この作業はBenjamin Grandez, Pedro Darrile Julio Darrila, Antonio Chog等熟練した作業員によって行なわれた。

第1回目の伐採後は10月まで手を加えず更新樹の成長を観察するに止めたが、その間稚樹は除々に成長して行ったが10月になってその成長がおそくなり活力も減じたように見受けられた。

成長を促し活力を与える何か足りないのではないかと考えられたが、疑問は解消されなかった。もっと空間を作ることに決定し、10月にチェーンソーを使って中間層の一部の伐採を試み約50%の中層木を切り倒した。

光度は平均 3,000~5,000 ルクスとなった。この伐採を実施した後、稚樹の成長と活性は著しく好転した。同年12月に第3回目の受光伐採を行ない、これによって光度は約6,000~8,000ルクスとなった。この時試験内に次の樹種の天然更新が見受けられた。

Espantana Blanca, Espantana Negra, Marupa, Cumala Blanca, Cumala Colrada, Anacaspi, Aguano Mas ha, Panguana, Cedro Mullaca, Moena Negra, Mashonaste, Palta Moena。しかしながら、これらの樹種の更新が伐採以前に行なわれたものか以後に行なわれたものか正確なことはわからない。

伐採によって日光の透過率が良くなった結果、雑草特にsogas が著しく増え始めたので第1回目の下刈りを1983年2月に実施した。

3ヵ月後(5月)に成育調査のためのプロットが6つ設けられ、第1回目の調査が行なわれた。6月に第2回目の下刈が行なわれた。11月には第2回目の成長調査、1984年3月には第3回目の下刈を行ったが、同月に第4回目の照度調節伐採後計測した光度は約10,000~20,000ルクスであった。第3回目の成長調査は4月に行なわれ、7月に第1回目の稚樹の間引きが59%（本数）の割合で行なわれた。

1984年11月に第5回目の照度調節伐採が行なわれた後の光度は30,000~40,000ルクスであった。同月第4回目の成長調査が行なわれた。1985年1月には第4回目の下刈と第2回目の平均48%の稚樹間引きが行なわれた。

4月には第5回目の成長調査が行なわれ、1985年7月には第6回目の照度調節伐採が行なわれたが、伐採後の光度は約40,000~60,000ルクスであった。同月に第5回めの下刈が行なわれた。第6回目の調査は10月に行なわれ、1ヵ月後に第6回目の下刈が行なわれた。

1986年8月に第7回目の成長調査が単木毎に符号が付された後に行なわれた。同じく第3回目の間引きが49%の平均比率で行なわれた。同年9月に第7回目の下刈が実施された。

試験林における作業工程表は表4-8 のとおりである。

表4-8 作業工程表

年・月	作業内容	人工数	備考		作業内容	人工数	備考
2/3			種子落下/発芽	11	5° 伐開	8	チェーンソー
5	DELIMITACION DEL AREA	3		11	4° 測定	1	
5	1° 伐開	39	マチェテ	1	4° 下刈	18	
10	2° "	3	チェーンソー	1	2° 間引き	4	
12	3° "	11	チェーンソー	4	5° 測定	1	
2	1° 下刈り	11		7	6° 伐開	2	チェーンソー
5	区画設定	2		7	5° 下刈	12	
5	1° 測定	1		10	6° 測定	1	
6	2° 下刈	6		11	6° 下刈	6	
11	2° 測定	1		8	7° 測定	1	
3	3° 下刈	28		8	3° 間引き	5	
3	4° 伐開	1	チェーンソー	9	7° 下刈	19	
4	3° 測定	1		9	観察塔建立	4	
7	1° 間引き	10		11	光量測定台設置	1	

(4) 母樹の開花結実状況の観察

11本のトルニージョ樹の開花結実周期の観察記録が行なわれた。そのうち9本が試験区内, 2本がその横にある。表4-9は開花結実結果を1983年から1986年まで年別に掲示したものである。その結果としてチェック時点における母樹毎の開花結実段階母樹本数比が表わされている。

表4-9 開花結実観察結果 (1)

1983年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1												
開花									9.1			
2												
3							18.2					
4							100.0					
結実								9.1				
5									81.8			
6									9.1			
7							18.2					
8												
9												
10							81.8		90.9			
観察母樹数							11	11	11			
出現 (%)												

表4-9 (3)

1985年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1							36.4		27.3	63.6		
開花							27.3	27.3	54.5	63.6		
2												
3								63.6	63.6	63.6		
4												
5	9.1								63.6	90.9	72.7	90.9
6												
7												
8					9.1	9.1						
9	27.3				45.5	90.9	100.0	18.2			27.3	
10	72.7		100.0	100.0	54.5	45.5		81.8	100.0	100.0	100.0	100.0
観察母樹数	11		11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
出現 (%)												

表4-9 (2)

1984年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1							63.6	45.5	36.4			
開花								27.3		27.3		
2												
3												
4	36.4									54.5	90.9	54.5
5												
6		72.7										
7												
8												
9	45.5				9.1	90.9	100.0	90.9	90.9	100.0	100.0	90.9
10	54.5	100.0		100.0	81.8			9.1	9.1			
観察母樹数	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
出現 (%)												

表4-9 (4)

1986年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	9.1							100.0	27.3	36.4		
開花	9.1							90.9	54.5	36.4		
2												
3	9.1							54.5	81.8	54.5		
4	27.3	27.7	9.1						100.0	72.7	9.1	9.1
5	27.3		9.1									
6	54.5									36.4	18.2	
7	9.1	9.1	9.1	9.1								
8	9.1				9.1							
9	27.3	27.3	9.1	9.1	81.8	100.0						
10	63.6	72.7	90.9	90.9	36.4			100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
観察母樹数	11	11	11	11	11	11		11	11	11	11	11
出現 (%)												

表4-9は開花結実周期の変化段階とその分布状態ならびに4カ年にわたる観察事項が記録されている。この表には、各月ごとに観察された開花結実上の本数で％で表わし、又はその年間比率、月別比率を表わしている。

年による差はあるが、トルニージョは、乾期に開花し雨季に種子が散布される樹種といえる。このことは天然更新作業には都合の良い性質である。

(5) 稚樹の密度の変遷

表4-10は、間引きプロットの1ヘクタール当り稚樹の本数を表わしている。現在3回にわたって間引きを行なった結果、1ヘクタール当り約4,300本の密度となっている。

表4-10 ha当り稚樹本数

	第1回 測定時	第1回 間引き前	第1回 間引き後	第2回 間引き後	第3回 間引き後	備 考
年次	1983.5	1984.7	1984.7	1985.1	1985.10	
C1	26250					生長測定区
C2	61250					"
C3	33125					"
C4	17500					"
C5	38750					"
C6	13125					"
平均	31700					"
R1		42400	15200	9600	4800	間引き区
R2		52400	27600	10800	5200	"
R3		24000	6800	5200	2800	"
平均		39600	16500	8500	4300	

(6) 生存率

表4-11 生存率

加計	第1回測定時		29ヵ月後		生存率
	1983. 5		1985. 10		
	測定本数	h a 当本数	測定本数	h a 当本数	
C 1	42	26250	40	25000	95. 2
C 2	98	61520	92	57500	93. 9
C 3	53	33125	51	31875	96. 2
C 4	28	17500	25	15625	89. 3
C 5	62	38750	54	33750	87. 1
C 6	21	13125	16	10000	76. 2
計	304		278		
平均		31700		29000	91. 4

第1回目の調査後29ヵ月目における生存率は平均91.4％で、最高生存率は96.2％最低76.2％であった。

(7) 間引きを行なわなかったプロットにおける樹高と幹径の成長

表4-12ではプロット当りと全体の平均樹高と幹径の成長の現在までの結果を示したものである。その他各プロットの樹高、幹径の変動係数及び全体の変動係数も計算された。

(8) 間引きをしないプロットの樹高と幹径の期間成長量

プロット別樹高、幹径の期間成長量は表4-13に示される。

表4-12 間引きをしないプロットの平均成長

プロット	1983 5 (A)			1983 11 (B)			1984 4 (C)			1984 11 (D)			1985 4 (E)			1985 10 (F)			1986 8 (G)		
	平均 樹高	平均 根元径	測定 本数	平均 樹高	平均 根元径	測定 本数	平均 樹高	平均 根元径	測定 本数	平均 樹高	平均 根元径	測定 本数	平均 樹高	平均 根元径	測定 本数	平均 樹高	平均 根元径	測定 本数	平均 樹高	平均 根元径	測定 本数
	(C・V)	(C・V)		(C・V)	(C・V)		(C・V)	(C・V)		(C・V)	(C・V)		(C・V)	(C・V)		(C・V)	(C・V)		(C・V)	(C・V)	
	m	cm		m	cm		m	cm		m	cm		m	cm		m	cm		m	cm	
C 1	0.43 (25.6) [%]	0.6 (25.0) [%]	42	0.61 (31.1) [%]	1.0 (32.0) [%]	39	0.86 (38.4) [%]	1.2 (30.8) [%]	40	1.34 (41.8) [%]	1.5 (39.0) [%]	40	1.11 (41.5) [%]	2.1 (44.6) [%]	39	2.61 (47.5) [%]	2.3/25 (35.2) [%]	40			
C 2	0.42 (16.7)	0.6 (20.0)	98	0.52 (19.2)	0.8 (23.8)	97	0.74 (23.0)	1.0 (25.0)	98	1.19 (27.3)	1.1 (39.0)	98	1.64 (27.4)	1.6 (36.2)	93	2.23 (39.0)	1.5/54 (31.4)	92			
C 3	0.40 (27.5)	0.5 (24.0)	53	0.48 (27.1)	0.7 (25.7)	49	0.74 (29.7)	1.0 (26.0)	52	1.18 (32.2)	1.3 (37.2)	50	1.67 (35.9)	1.8 (39.6)	52	2.46 (43.5)	2.1/33 (30.0)	51			
C 4	0.60 (33.3)	0.9 (27.8)	28	0.88 (36.4)	1.2 (34.2)	28	1.39 (41.0)	1.6 (35.6)	28	2.01 (45.8)	1.9 (44.8)	25	2.57 (47.1)	2.6 (42.7)	23	3.26 (58.0)	2.7/17 (53.3)	25	4.32 (64.4)	3.2/19 (4.3)	24
C 5	0.38 (15.8)	0.5 (16.0)	62	0.45 (17.8)	0.6 (23.3)	61	0.61 (24.6)	0.9 (26.7)	60	0.92 (28.3)	1.1 (34.2)	52	1.32 (32.6)	1.7 (34.1)	54	2.21 (38.5)	1.8/32 (33.9)	54	3.20 (34.0)	2.4/32 (49.7)	49
C 6	0.50 (20.0)	0.7 (21.4)	21	0.86 (21.2)	1.1 (28.2)	18	1.18 (26.3)	1.9 (28.4)	17	1.86 (35.5)	2.4 (40.8)	17	2.39 (35.6)	3.3 (46.9)	16	3.41 (39.3)	3.1/14 (43.9)	16	5.41 (34.6)	3.9/13 (46.7)	13
平均	0.43 (27.9)	0.6 (28.3)	304	0.55 (36.4)	0.8 (37.5)	292	0.82 (42.7)	1.1 (38.2)	295	1.27 (44.1)	1.4 (47.4)	282	1.72 (41.9)	1.9 (44.1)	277	2.48 (47.2)	2.0/175 (46.0)	278	3.84 (37.6)	3.0/64 (57.0)	86

(C・V)=変動係数

D.A.P.=胸高直径 (1.30m)

注: 1985年10月にC1, C2及びC3プロットの間引きを始めた。

表4-13 間引きをしなかったプロットの区間成長量

区間 生長 プロット	(B) - (A)		(C) - (B)		(D) - (C)		(E) - (D)		(F) - (E)		(G) - (F)		備 考
	樹高 m	直径 cm	樹高 m	直径 cm	樹高 m	直径 cm	樹高 m	直径 cm	樹高 m	直径 cm	樹高 m	直径 cm	
C 1	0.18	0.4	0.25	0.2	0.48	0.3	0.37	0.6	0.90				
C 2	0.10	0.2	0.22	0.2	0.45	0.1	0.45	0.5	0.59				(A) : 測 定 時 1983. 5
C 3	0.08	0.2	0.26	0.3	0.44	0.3	0.49	0.5	0.79				(B) : " 1983.11
C 4	0.28	0.3	0.51	0.4	0.62	0.3	0.56	0.7	0.69		1.06	0.5	(C) : " 1984. 4
C 5	0.07	0.1	0.16	0.3	0.31	0.2	0.40	0.6	0.89		0.99	0.6	(D) : " 1984.11
C 6	0.16	0.4	0.52	0.8	0.68	0.5	0.53	0.9	1.02		2.00	0.8	(E) : " 1985. 4
平 均	0.12	0.2	0.27	0.3	0.45	0.3	0.45	0.5	0.76		1.36	1.0	(F) : " 1985.10
													(G) : " 1986. 8

(9) 間引きを行なったプロットと行なわなかったプロットとの平均成長率の比較

図4-16と図4-17は間引きの有無の比較である。それぞれのデータは表4-12に示すとおりである。

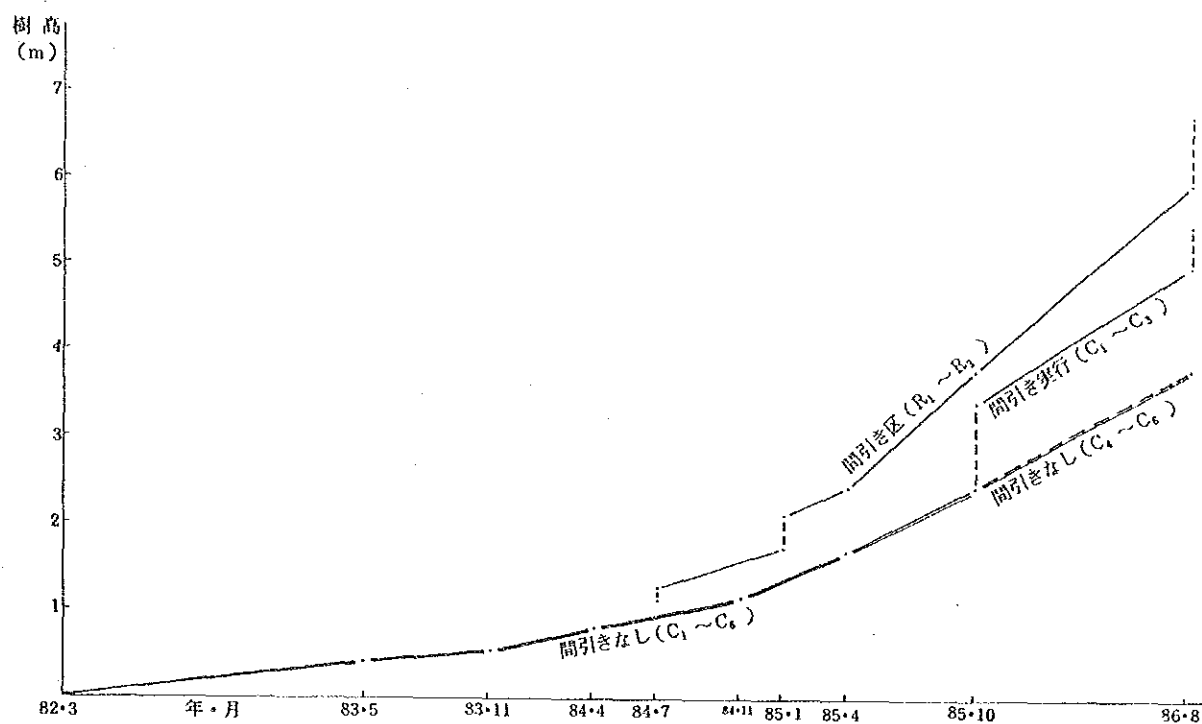


図4-16 間引きの有無と樹高生長の比較

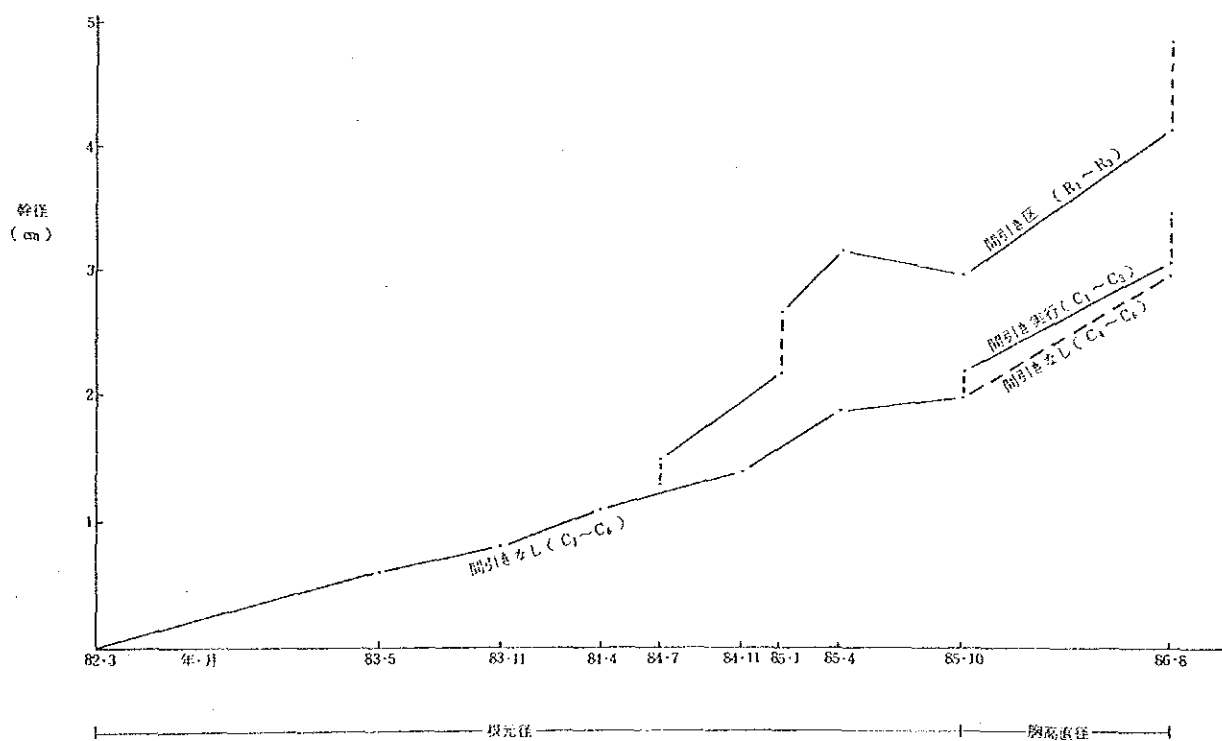


図4-17 間引きの有無と幹径生長の比較

(10) 変動係数

表4-12には変動係数も示してある。

(11) 成長と密度の関係

図4-18は、間引きのを行なわなかったプロットにおける樹高、幹径と密度の関係を示したものである。

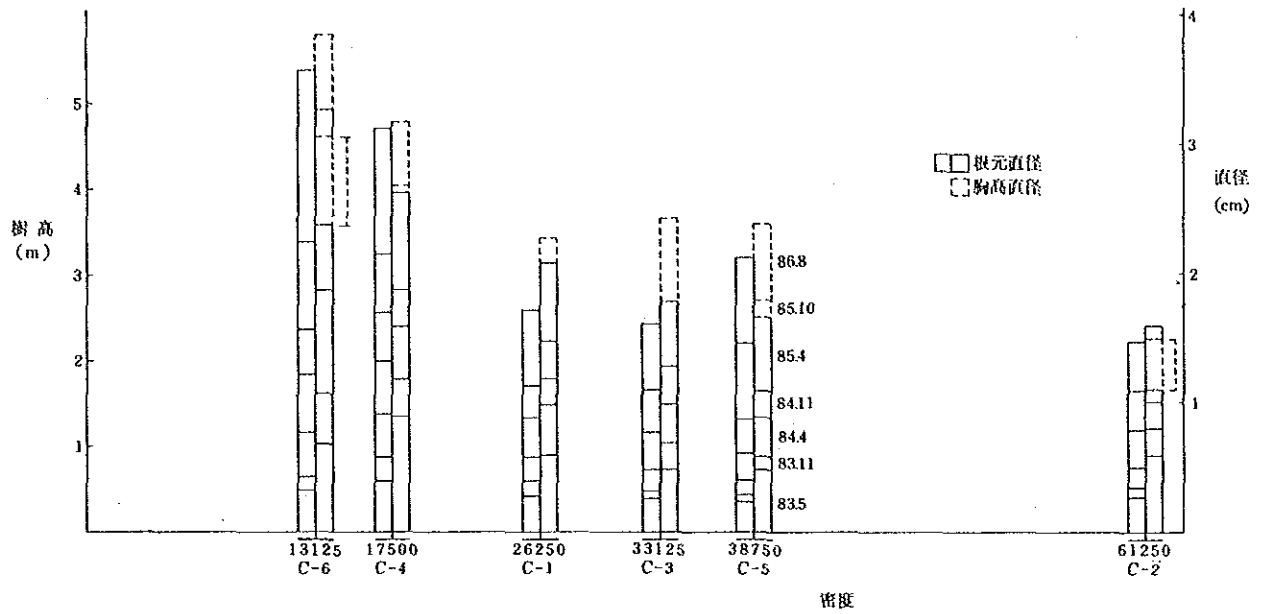


図4-18 密度と樹高・幹径の関係

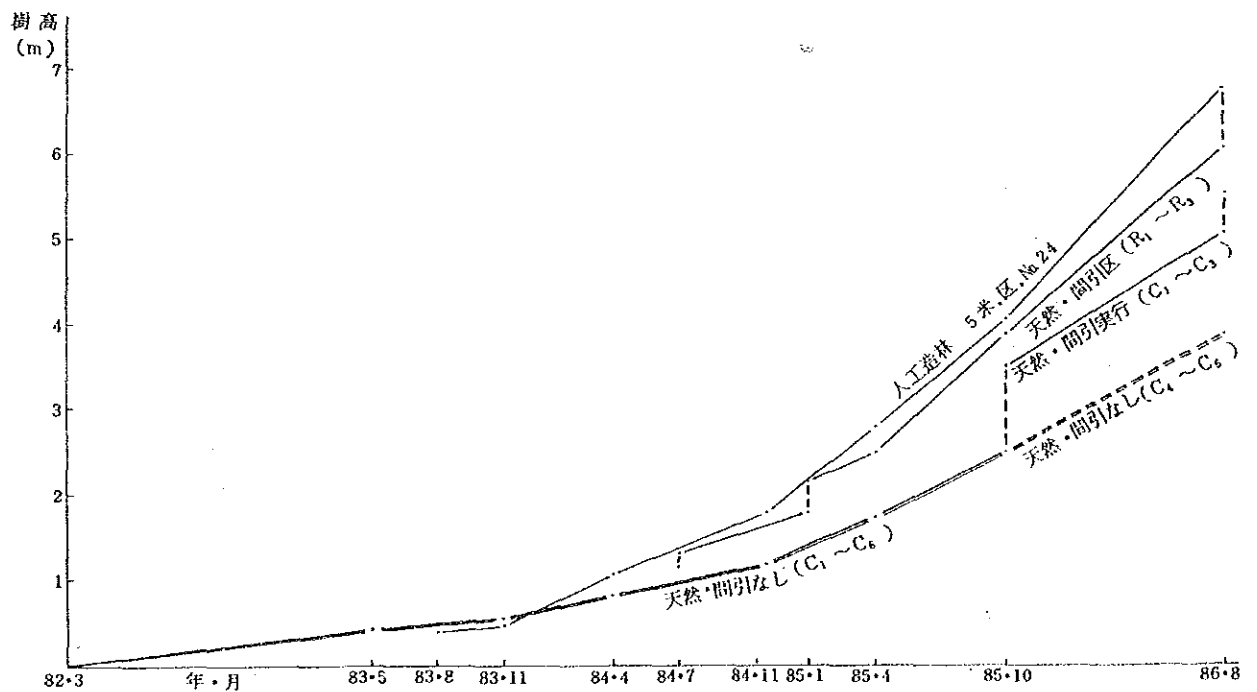


図4-19 天然更新と人工造林の樹高生長の比較

(12) 光量の計測

遺憾ながら、計器の故障、火災等のため、試験林において実施された光量計測に関する資料の大部分は使用することができなかったが、直読の照度計で計測したいくつかのデーターがあるので光度を数値におきかえる場合の参考となったわけである。いずれにしても光度計測は条件如何によって著しい差が見られる。

光度計測の結果と主として間伐との関係を示したものが表4-14で、試験林における大体の平均数値を表わしたものである。

表4-14 受光伐後の光度（ルクス）

年・月	処理経過	平均値の巾（ルクス）
1982.3	伐採前	300～600
5	第1回伐採後	1500～3000
10	第2 " 回	3000～5000
12	第3 " 回	6000～8000
1984.3	第4 " 回	10000～20000
11	第5 " 回	30000～40000
7	第6 " 回	40000～60000

(13) トルニージョの天然更新と人工更新による成長の比較

天然更新のトルニージョと、巾 5メートル、ベルト間距離10メートル、樹間距離 5メートルの列状植栽におけるトルニージョの成長との比較が行なわれた。気温、土壌、樹齢等の条件はいづれの場合も同じとした。天然更新は1982年3月に設定され、植付けは天然更新が設定された時とほぼ同時期から苗畑で育成された稚苗を用いて1982年3月に行なわれた。

天然更新による苗の高さと直径の平均成長率は表4-12に見るとおりである。

図4-19は天然更新と人工更新（巾 5メートルのベルト）の樹高の平均成長を曲線で表わしたものである。

図4-20は天然更新と人工更新（巾 5メートルのベルト）の樹木の幹径の平均成長を曲線で表わしたものである。

4-3-4 結果の考察

(1) 母樹の結実

トルニージョの母樹の結実は時季、定期性、種子の発生等がやゝ不規則であることが見受けられる。種子は一定の月に発生せず、一個体ごとに又は同一個体でも異なった時季に発生するため幅広い観察が必要であるが、最も結実の可能性のあるのは 7月から12月まで、最も可能性の少ないのは 3月から 6月までである。

結実はほとんどの場合毎年行なわれるが、個体によっては1年以内に2回種子を伝播する場合もあるものの、往々にしてその中の1回は結実が非常に少ない、例をあげると、1983年8月と9月には試

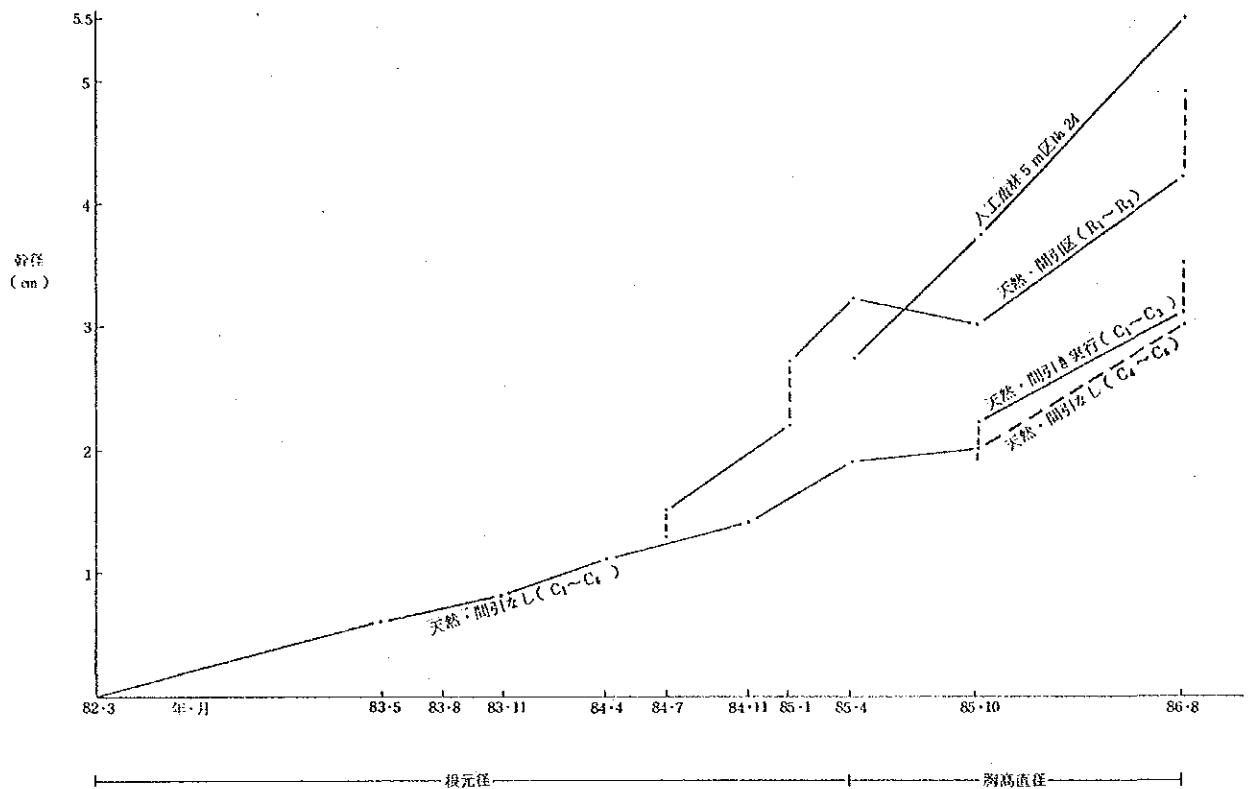


図 4-20 天然更新と人工造林の幹径生長比較

験林における結実が非常に良好であった。5, 6ヵ月後 (1, 2月頃) 同試験林で再度結実があり10キログラムの成熟した果実を収集したが、その中から繁殖が可能な種子はわずか 2個で残りは全部種子として役立たぬものばかりであった。

種子の生産は年によって異なり個体によっても異なり、例えば1982, 1983, 1986年は良好な年で種子の伝播はそれぞれ2月, 9月及び11月に行なわれた。なお, 1984年と1985は結実はほとんどなかった。

(2) 果実と種子の拡散

果実と種子の伝播は主として風によって行なわれる。伝播距離と分散面積は風速の他に木の高さと位置によって決る。

上記に関する計測は行なわれなかったが、更新樹の状態から推して稚苗が最も集中している場所は母樹から10~40メートルの所で、密度も結実が豊富な時には1ヘクタール当り10,000から60,000本の稚苗を数えることができる。種子は非常に軽く外かくが翼状になっているため、風速によっては、母樹から300メートル以上分散することができるが、大部分の種子の分散距離は100メートル以内である。

(3) 天然更新を行なうための種子の確保

天然更新を行なうための種子の確保は、母樹が生産する有用種子の数量及び阻害要因によって異なってくる。

例えば伝播の前又は後におけるおうむ又はねずみの襲来、種子を害する菌の付着（大部分がFusarium属のもの）、害虫の幼虫（主としてHypsipyla grandellaの幼虫）、Bruchidae科のcoleopteroの幼虫による種子の被害等があるが、種子の生産が良好で大量の場合はこのような被害も天然更新を阻む要素とはならない。いずれにしても気候特に降雨が重要な役割を果たすことはいうまでもない。

(4) 発芽

好時季に結実が行なわれることによって種子の発芽が保証されるが、これは気候、特にこの時期に必要な湿度条件を与える降雨に左右される。気温が発芽を促す大きな要素を成すことは否めないが、当地域における気温は年中大差がなく、発芽条件にはあまり関与していないものとみなされる。

種子が伝播された後、降雨等の発芽を促す条件に恵まれなかった場合、種子がそのまま枯死する可能性が大きい。

全体として種子が上に直接触れていない場合、発芽しないか又は枯死する。たまたま発芽しても幼根の乾燥から枯死に至ることが多い。これは厚い落葉層又は他の障害物によって土に接触することが阻まれている場合に見受けられる。

反対に不要の樹や落葉が除かれた。例えば林道端等では発芽が良好であることが多い。

しかし、このことは必ずしも繁殖を阻む決定的な状態とはいえない。たしかに発芽に至らない種子もあるが無事に発芽する場合も多く、結実が多い時であれば、地表植生や落葉を除去しない自然の条件の下においても相当数の発芽を見ることができる。普通、トルネージョの幼根は落葉の層が極端に厚くない限り、それを通過して土に定着することができる。

条件さえ良好であれば発芽は極めて早く、しかも一斉に行なわれ、種子の落下後5日から20日の間に行なわれる。発芽は子葉地上型(epigea)でその約1ヵ月後にトルネージョの稚苗の高さは8センチから15センチ位になる。その時点では、苗の地上部と根の長さはほぼ同じである。

(5) 光量調節

試験林で行なわれた光量調節によって光度が漸次強くなり、種子の結実と伝播後にほどこされたこの措置は、稚樹を強靱にしその成長を促し生存率も高かったため、適切なものと見られるが、この光量調節をより以前に行なっていれば苗の発育はより良好であったのではないと思われる。

第1回目の中層木伐採により光度が1500~3000ルクスに増えたことによって試験林における天然更新が確定されたわけであるが、これを自然のまゝに放置した場合、発芽後約6ヵ月目に生き残っていたトルネージョはほんのわずかであった。その後の光量調節は定着した苗の生長を促すために行なったものである。光量調節の効果は1982年12月に撮った、異なった光度の下で育ったトルネージョの幼苗の成長に関する巻頭の写真に見られるとおりである。

AとBとCと場所によって成長に差が見受けられ、最も成長の良いのは光量投射がより良い場所に育ったものである。

光量調節を実施した時点における光度に関する正確な資料はないが、参考のためのおおよそのデータは作成することができた。

しかし、太陽光線の調節は成功であったとはいえ光度と生存率、樹高、幹径の増大等との相互関係について、より正確な評価が望ましい。より強い光線を当てることは雑草がより多く繁茂することにつながり、それはとりもなおさず下刈の回数を増やすことにつながるため、作業の難易も考えに入れて、天然更新をより順調に進展させるために、光量調節の時機と最良の光度を見極めることが重要である。

(6) 間引き

3回にわたって稚樹の間引きが行なわれた後の現在の密度は、平均1ヘクタール当り約4300本であるが、種子の伝播は様に行なわれていないため高密度の所と低密度の所がある。現在も密度はかなり高いが、これでも当初の本数の89%を除いたことになる。

第1回目の間引きは1984年7月、発芽後28カ月目に行なわれたが、これ以前に行なっていれば、より成長が良かったのではないかと考えられるが、われわれの目ざすところは各稚樹の成長を促進すると同時に、そのような条件下において成長の推移を調べることにあった。

その後の間引きは1985年1月と1986年8月に行なわれ、その時には形の上で欠陥のある苗、病気の苗、力のない苗等が淘汰された。

これらの間引きによって空間構成が良くなり、残された各稚樹の発育により良い条件を与えることが可能となった。

(7) 開花結実周期に関する観察

現在まで実施して来た開花結実周期上の観察は、まだまだ充分とはいえない。トルネージョの開花結実に関し、正確なデータを得るにはもっと長期間観察を続けることが必要であるが、今まで観察して来た限りでは、個体別又は同じ個体でも開花結実周期の推移に季節、定期生、頻度等の差が見受けられた。従って極めて近距離にあり、同じ条件下におかれている2本の木でも、結実の時季、種子の発生数と頻度が異なる場合が見られる。

このような差異は同一個体でも見受けられ、1つの枝と他の枝が同時に異なった開花結実周期を呈し、1つの枝が開花し他の枝には結実している場合もある。又同一個体で開花、結実、熟成、伝播の段階が同時に見られる場合もある。

開花結実に関する記録には、チェック時点において観察した事項のみが記入されるわけであるが、このチェックと次のチェックの間に開花結実の一課程が経過し、これを観察し記録する機会が失われる可能性もあり得るわけである。その例として記録では一見熟成の課程を経ずしていきなり伝播課程に移ったかのように見えるものもあるが、実際は熟成の課程を観察しなかったということである。従って、できれば周1回か少なくとも月2回観察を行ない、より正確なデータを得ることが必要である。

11本のトルネージョの母樹を4年間観察した結果によると、開花期は7月から10月までの乾期であ

り、結実は大部分が9月から12月まで熟成期は10月から1月まで、伝播は一般に11月から2月までの雨期に行なわれる。落葉期には全部の葉が落ちるわけではなく葉が少なくなる程度である。

(8) 稚樹の密度

試験林における当初の密度は比較的高く、ヘクタール当り13,000から61,000本でこのことは、その年の種子の伝播率が非常に高かったことを示しているが、その反面種子の分散が全体的に等分に行なわれず更新が非常に少ない場所が見受けられた。

3回にわたって間引きを行なった結果、密度はヘクタール当り約4300本となった。

(9) 生存率

生存率（第1回目の測定後29ヵ月後）は大変高く、生き残った苗木の率は平均91.4%（76.2～96.2%）である。このことは更新の定着を確実にするために行なった光量調節が効を奏したことを示している。

(10) 成長

試験林の稚樹は定着後4.5ヵ年が経過しその間3回にわたって間引きが実施され、現在では平均樹高6.83メートル、平均胸高直径4.9センチになっている。それに引きかえ間引きを行なわなかった稚樹は平均樹高3.84メートル、平均胸高直径3.0センチとなっている。

15ヵ月目に間引きを行ないその後2回にわたって間引きを行なったC1, C2, C3プロットの場合の平均樹高は5.52メートル、平均胸高直径3.5センチである。

間引きの有無による成長率の差は一見大きい、小さい苗が除かれるため平均数値が増えるということもあり、比較は慎重に行なうことが必要である。

最近行なった調査によると、平均成長率の低い苗木は密度の高い場所に該当するため、成長率と密度は反比例するものと見られる。それに反し光線と成長度は直接の関係にあり、明るい所ほど苗の成長は良好である。苗の成長度の差は土壌は大体同じ条件であるため光線の供給量の多少に原因するものと思われる。

プロットにおける平均成長は、最近行なった調査によると樹高、幹径ともに上昇の傾向にある。同じく最近行なった調査では、平均成長～密度の関係も総成長～密度と同じようなことが見られ、密度の低い所ほど増大の傾向が見受けられる。

(11) 変動係数

稚樹群の変動係数が大きいということは競争がはげしいことを示していると考えられ、天然更新の特徴をよく表わしているといえる。

データによる結果は樹高及び幹径が増えるにつれて変動係数が増えることを示しているが、間引きにより苗の淘汰が行なわれ変動係数は低くなる。

(12) 天然更新と人工更新との成長の比較

1986年8月に行なった最も最近の調査では（樹令4.5年）3回の間引きを行なった天然更新樹の成長率は、巾5メートルの列状の場合とほとんど同じであった。

天然更新の場合平均樹高と平均胸高直径はそれぞれ6.83メートルと4.9センチ、変動係数は31.9%と36.1%で、巾5メートルの列に植えたものの平均樹高と平均胸高直径はそれぞれ6.76メートルと5.5センチ、変動係数はそれぞれ31.4%と32.0%であった。

上記のとおり天然更新の平均樹高の方が人工更新の場合よりやや高く、平均胸高直径は反対に人工更新の方が天然更新よりも大きい。

最後に行なった調査での変動係数は樹高、幹径共に天然更新の場合と人工更新の場合はほとんど変わらない。変動係数はいずれの場合も成長と共に増えてゆく傾向がみられるが、人工更新の場合は増え方が天然更新に比べて少ない(安定するまで)が、天然更新の場合も淘汰によって減って行く。間引きをしない天然更新樹の成長率は少なく、樹高と胸高直径がそれぞれ3.84メートルと3.0センチであったのに引き換え、変動係数は樹高57.6%胸高直径57.0%と多く、成長率に差があることを示している。

(13) 成長特性

トルニージョは生育が早く樹幹は通直に伸び、普通早期に枝が出ることは希で自然落枝が良好である。若木の時の梢の広がり是比较的小さいため樹間の間隔を短くすることも可能である。無数の横根が土の表面近くに広がり多くの窒素吸収のための根瘤がある。最初のうちは短期間であれば日陰をいとわないが、後には大量の太陽光線を必要とする。

(14) 天然更新樹における被害

先端の新芽を切るACRIDIDAE科のコウロギの襲来が記録されたが、その後被害を受けた場所から数本の芽が現れ枝別れの時機が早まる。このコウロギによる被害によって苗そのものは枯れないまでも幹の質を低下させる。また、時々葉にも損傷を与えることがあるが実害はない。

又、色々な種類のアリを見ることがひんぱんである(ほとんどの場合)。これらは樹全体に見られ、特に葉脈の部分に多く、被害は与えないが、何らかの共存関係があるのではないと思われる。現在までシロアリ(ISOPTEROS科の)が樹についていることは極めてまれであるが、樹径の太い種子用の木には往々にして見ることができる。

又、いくつかの樹の幹の表面が黒か濃い茶色に変色し表面が腐敗しているが、これは菌又はバクテリアによるものと思われるが病原菌が何であるかは究明されていない。この病気はマチエヤ等による痕跡に発生する。

現在に至るまでに幾つかの被害はあったが、生存率も良く、発育も良好でありさしたる問題にはなっていない。しかし、これ以上の被害に見舞われないよう常に用心し観察を怠らないようにすることが大切である。

(15) 全体的な評価

トルニージョの天然更新管理に関し現在までに得た結果は良好だと見られている。トルニージョは単木の場合でも林分の場合でも天然更新の方法で管理できる可能性が大きく、又、種子の発生が豊富で一斉に更新がなされるような年には、人工造林のための天然の苗畑として役立つこともあり得る。

しかし、現在には森林の中で平均1ヘクタール当り5本のトルニージョの生えている大きな面積を探し出すことは難しい。今回の試験林結果をより広範囲に採算性も考慮して地域の実状に即した条件の下で、今回の経験を応用することによって経済的な方法で森林の利用と再生を十分に果たすことが必要である。目下面積を拡げた再試験が計画されている。

4-3-5 結 論

トルニージョは天然更新によって経営するのに、成長、特性ともに良好で、大きな可能性を持った樹種である。

- 一 種子の発生が豊富で、条件が整っていれば稚樹の発生は一斉にそして大量に行なわれる。
- 一 トルニージョは最初の頃は短期間ではあるが日陰をいとわないが、その後には発育のために大量の太陽光線を必要としより光線の強いところではより発育が良好であることが観察された。
- 一 天然に更新が行なわれているケースは、木が倒れた後の空地とか旧林道等に見受けられ、空地がなく光線投射の悪い場所での生存は難しい。
- 一 漸次太陽光線を与えるによって、成長率、生存率ともに良好となる（生存率91.4%）。
- 一 現在までトルニージョに見受けられる被害は甚大なものではないが、観察を続けることは必要である。
- 一 高密度の場所では成長度が低く、成長－密度の関係は反比例するものと見なされる。
- 一 樹高、幹径ともに平均数値は年々伸びの傾向を示している。
- 一 稚樹の間引きを行なったプロットは行なわなかったプロットより樹高、胸高直径とも高い平均数値を示している。
- 一 3回にわたって間引きを行なった天然更新樹と巾5メートルのベルトにおける人工更新樹の平均成長率はほぼ同じであるが、間引きを行なわない天然更新樹の平均成長率は劣っている。
天然更新樹の変動係数は高い。
- 一 この樹種の開花結実周期は幾分不定で、異なる周期の段階が同時に見られ、又、時季、頻度、集中度にも差が見られる。
- 一 フォン・フンボルト地域におけるこの樹種の自然分布はおおむね緩い傾斜のPlinthic Acrisols型の土壌で標高230～250メートルのところである。

4-3-6 提 言

- 一 開花結実周期の観察をより頻繁に週1回又は少なくとも月2回行なうことが必要である。
- 一 より早めにより強力な光量調節と間引き試験をすること。
- 一 最善の光量調節伐採を決定するために、成長と光度の相互関係を正確に調査すること。
- 一 間引いた苗は選別の上、天然更新の可能性のない場所の造林に利用すること。
- 一 この天然更新試験を、採算性とコストの点に重点をおいて収益性のある形で、地域の条件にそった方法でより大規模に実施することが必要である。
- 一 これと同じ調査を他の重要樹種に対して行なうこと。

4-4 マホガニーの主要害虫マホガニーマダラメイガの生態と防除対策

短期害虫専門家 山崎三郎・池田俊弥

本プロジェクトは1982年10月から1986年10月までの5年間実行されたが、その運営途上で更新の主要樹種であり最も経済性の高いセンダン科の*Swietenia macrophylla* (ペルー名カオバ) と *Cedrela* spp. (同名セドロ) の新梢、幹、球果に、鱗翅目メイガ科マダラメイガ亜科の *Hypsipyla grandella* Zeller (マホガニーマダラメイガ) の被害が目立つようになり、現在及び今後の更新計画に重大な支障を来たしかねない状況となって来た。そのため JICA ならびにアマゾン委員会の要請により1984年10月から本害虫の生態と被害実態を調べ、その被害防除対策の見通しを立てることを目的として、本プロジェクト終了までの2年間短期派遣専門家を中心に調査を行なった。なお、調査には現地の横田明彦長期専門家ならびにペルー側カウンターパート Carlos Vasquez Pacheco 等の協力を得て行なわれたが、この報告はそれらをまとめたものであり、薬剤散布の一部については Carlos V.P. が報告しているのでここでは省いた。又、薬剤施用木の残留分析は農林水産省林業試験場薬剤第一研究室松浦邦昭室長に依頼した。ここに感謝申し上げる。

試験林の概況と実証試験計画については、本文 I-3 参照。

4-4-1 Hypsipyla 対策のための試験

- (1) 被害実態調査地：試験林全域を対象とし、列状伐開区 (5, 10, 30メートルライン)、樹下植栽区3カ所、天然更新区 (105 林班)、展示林 (201, 202, 206 林班)、苗畑を調査。
- (2) 生態調査：1 林班及び3 林班各列の *Cedro* の植栽木
- (3) 個体群動態調査地：301 林班 (約0.4 ヘクタール)、苗畑試験地 (0.1 ヘクタール)、302 林班試験地 (約0.4 ヘクタール)
- (4) 薬剤散布試験地：1, 3 林班及び展示林201, 206林班の *Cedro*, *Caoba* の植栽木
- (5) 室内実験：1985年9月より病虫害調査のためのLABOが完成、ここにおいて逐次設備を充実させながら実験を行なった。

4-4-2 調査項目と派遣期間

(1) 調査項目

1) 生態及び被害実態

- (a) 被害実態
- (b) 加害様式と加害樹種
- (c) 生活史、生態
- (d) 被害侵入と拡散
- (e) 飼育法の開発

2) 誘引機作の解明

- (a) 室内条件下の成虫行動

- (b) 室内誘引試験
- (c) 野外誘引試験
- (d) 寄生植物の成分検索
- 3) 防除法の開発
 - 防除の可能性と対応
 - 薬剤防除の試み
 - (a) 葉面散布試験
 - (b) 浸透性薬剤土壌施用試験
 - (c) 薬剤樹幹注入試験
 - (d) 忌避剤試験
- 4) 造林的被害回避法の開発
 - (a) 新植栽法（スポット植栽）の検討
 - (b) フェンス、袋掛け試験等

(2) 森林病虫害派遣研究員と派遣期間

小 林 富士雄	1984. 10. 13～ 11. 8(26日間)
山 崎 三 郎	1985. 5. 17～ 6. 14(28日間)
山 崎 三 郎・池 田 俊 弥	
	1985. 9. 17～ 11. 23(36日間)
山 崎 三 郎	1986. 4. 8～ 5. 23(45日間)
池 田 俊 弥	1986. 8. 3～ 9. 26(54日間)

4-4-3 調査方法と結果

(1) 生態と個体群動態調査

- 1) 被害実態：1982年から1985年にかけて植栽されたCaoba, CedroへのHypsipyla の被害実態を1985年5月と同年11月に調査した。なお、これに先立ち小林（1984）も同様の調査を行なっている。調査の結果、主要2樹種に本種の被害の大きいことがわかった。樹種間ではCaoba で被害が少ない傾向が見られた。伐開幅を変えたラインプランティングではいずれにも被害が見られた。とくにHypsipyla 対策として植栽した10メートルラインの巣植え法区では、周りのボライナ・ネグロなどの生育が著しいのに比べ、20～155 センチとむしろ植栽時の樹高より低い値を示すものが多く、高い被害率で列状植栽と巣植え法が当初の目的を果たすに至っていない（表4-15）。植栽年次別では年次の古い区域ほど被害率が高く、害虫の侵入後の経過と共に虫密度が上昇している（表4-16）。1984年の植栽木のうち被害の少ない区の多くは周りの下層植生より背丈が低いとか、乾期のためまだ新葉の開序が遅れている造林木であった。山出し苗の樹高はCedroで平均81.2センチ、Caobaで83.8センチ、根元直径は1.7センチと1.8センチであったが、調査時のCedro 植栽木の樹高と根元直径は平均91センチと3.7センチ（1984年植栽10メートル区）で上長生長が著しく阻害されていた。

表4-15 Humboldt試験林におけるHypsipyla の被害

(1985.5)

樹 種	伐 開 巾	林班	調査 本数	調 査 年 月 日	樹 高 min-max	根元直径 min-max	被 害 程 度				
							+++	++	+	-	被害本数
Cedro	5m	1	10	85. 6. 1	55-190	1.0-3.5	0	1	0	9	10.0
	10	3	80	85. 5. 30	20-155	2.0-8.0	14	23	20	23	73.9
	30	9	10	85. 6. 1	82-195	2.0-4.0	3	2	1	4	60.0
	当年山出し	13	10	85. 6. 1	25- 60	0.5-1.0	0	0	0	10	0
	天 然	103	20	85. 6. 1	22- 75	0.3-2.0	0	0	0	20	0
Caoba	5	1	10	85. 6. 1	50-370	1.0-4.0	0	2	0	8	20.0
	天 然	105	20	85. 5. 31	15- 40	0.5	0	0	0	20	0

表4-16 Humboldt試験林におけるHypsipyla の被害

(1985.9~10月現在)

樹 種	施 業 別	林 班	ラインNo.	調査本数	植栽年次	新被害※	被害歴
Cedro colorad	5m伐開	1	34	42	1982	12 %	100%
	5	13	5	73	1984	33	41
	5	17	4	42	1984	38	50
	10	15	11	38	1984	34	未調査
	10	16	4, 8	78	1984	40	未調査
	30	8	5	35	1983	34	100
	30	9	6	169	1983	49	96
	天 然	16	8	40	1984	18	18
	樹下植栽	103		19	1983	0	11
	樹下植栽	19		20	1984	95	100
	列状植栽	展示林		161	1983	24	96
C. blanco	5	1	31	19	1982	21	89
	列状植栽	展示林		20	1985	55	60
	列状植栽	試験値	(苗畑横)	47	1984	96	98
Caoba	5m伐開	1	27	36	1982	8	81
	5	14	4	73	1984	5	12
	5	17	10	50	1984	14	18
	10	15	16	47	1984	49	未調査
	10	16	14	36	1984	28	未調査

※ 新被害は9~10月調査時点の被害木の割合 被害歴は新被害+旧被害の合計

本害虫が開放的な高照度林分に多いといわれていることから、低照度の樹下植栽地を設定（103 林班－1983, 19林班－1984），1985年5月両区を調査したところ、いずれも無被害であったが、10月には19林班のみ95%と高い被害本数率を示した（表4－16）。この区は樹下植栽区であるにもかかわらず、85年度に過度の伐開が行なわれ列状伐開区に近い照度を受ける木が多くなったためと考えられる。これらのことから被害の多い場所に共通する点は、生育を促進させるために下木や樹冠形成木を伐倒し照度を高めたことにより、Cedro やCaoba の新梢が著しく伸長する代わりに、その匂いが開放的な空間に広がりやすいこともあって、Hypsipyla の侵入、誘引の役割を果たす結果となって被害がさらに拡大したものと考えられる。

苗畑内の虫害試験地では96%の被害本数率であったが、事業苗畑のCedro, Caoba 稚樹には薬剤散布が定期的に行なわれているためほとんど被害が見られなかった。

- 2) 加害様式と加害樹種：生態調査の観察からふ化直後の幼虫の多くは頂端に近い部分の新芽や葉脈あるいは葉柄、葉柄基部に穿入し食害を開始、枯死させる。2～3 齢虫はさらに緑軸へ穿入し食害する。このため食害を受けた葉柄、緑軸は折れ曲がり同様枯死する。この部分には淡黄色～黄色の糞とヤニが盛り上がり付着する。4～5 齢虫はらさに太い緑色主軸部分か木質化した幹部や根元へと移動しこの部分に穿入、形成層を食害、表面に褐色の糞を付着させる。新梢内を上下に空洞化させる他、根元では本部まで食害する。度重なる加害により2次枝の萌芽は次第に幹の下部からとなり、巻き枯らし状になった植栽木の中には枯死するものも出てくる。しかし、全体に萌芽、発根力は強い。加害樹種にはCaoba, Cedro colorado, C. blanco があり、新条、幹、球果に加害するが、今回の調査では球果からは発見できなかった。しかし、カウンターパートのEmilio M. がTornilloの球果から見つけた2頭と幼虫を検索したところ本種であることを確認した。

3) 生活史と生態

小林による1984年11月22日の最初の調査から1985年10月23日までの毎月1回の生態調査の結果が図4－21である。調査は3林班のCedro 各20本を任意に選び、新梢、幹での虫糞、ヤニの見られた部位を切断し、卵、幼虫の有無、齢期、虫態等を記録した。卵、幼虫、蛹は実験室に持ち帰り個体飼育（天然物及び人工飼料飼育）を行ない死亡要因、発育経過を調べた。5, 6, 9, 10 月以外の調査は長期専門家とカウンターパートが行なった。これまで5～10月までの乾期にはHypsipyla は見られないものと考えられていたが、個体数こそ少なくなっているものの、この時期にも本種が生息していることが確認された。また、どの月の調査でも各齢の幼虫と蛹が見られ、野外ではいつも世代の交代が行なわれていることがわかった。本種の発育経過については、個体飼育したものとカウンターパートのSr. Carlos が観察した結果とを合わせれば、ほぼ表4－17のとおりとなった。すなわち、卵期間は3日で幼虫は5 齢を経て蛹となるが、1～5 齢まではいずれもほぼ5～6日、蛹期間は10～11日間であり、成虫は10日間程度生存する。このことから1世代を経過するのに1か月半程かかることがうかがわれ、年間の発生回数を推定すれば7～8世代が繰り返されていることとなり、発生量の増加によ

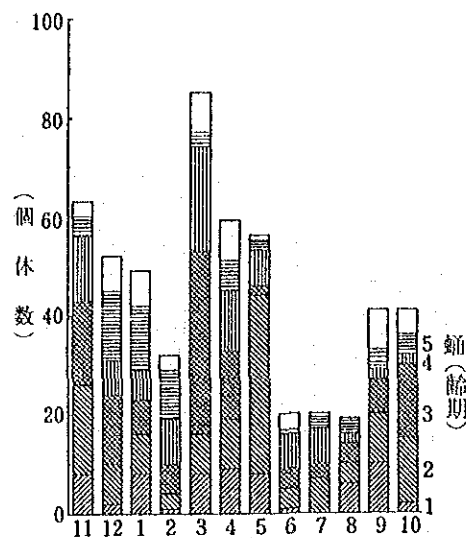


図4-21 各月毎の虫態別個体数 (Hypsipyla 生態調査結果)
(調査本数各月とも20本)

表4-17 Hypsipyla の1世代経過日数と体色

卵	幼虫齢期					蛹	合計
	1 齢	2	3	4	5		
3	5~6	5~6	5~6	5~6	5~6	10~11	38~44
1 日白	淡	淡	黄	緑	青	蛹 まゆ・	
2 黄	黄	緑 黄	緑	赤		赤褐色	
3 赤	色	色	色	色	色	白	

る被害の拡大が心配されると共に、防除の困難さが浮き彫りになって来ている。卵の多くは新葉の表面の先端か基部に1ないし2個を重ねるように産みつける。産下卵は1日目は乳白色、2日目は黄色、3日目は赤色となりふ化する。新葉の展開がなくても、すでに幼虫が生息し新しい虫糞やヤニの漏出のあるちかくの凹部や落枝跡の凹部にも卵が産下されることがある。蛹の多くは幹に糞で綴った巣の中にあるが、地際の幹に穿入した老熟幼虫の中には地表で蛹化するものも見られる。幼虫齢期の判定には通常頭殻の大きさで行なうが、まだ十分な資料が得られていないため体色と大きさにより大まかに選別している(表4-17)。

Hypsipyla の密度制御にかんする天敵、微生物類については、まだ検索を始めたばかりであるが、①Mermithidae の線虫1種が中、老熟幼虫の10%程度に寄生、②コマユバチ科の1種Bracon chontalensis が中齢幼虫に、③タマゴバチ科の1種Trichogrammaが卵に寄生しているのを確認した。この他 Beauveria (糸状菌)で死亡する中、老熟幼虫10%ほど見られた。今後さらに検索を行なう必要がある。

4) 被害侵入と拡散

1986年2月に新植された301林班(0.6ヘクタール, Cedro 660本)における被害の推移を調べたところ、木当たりの幼虫密度あるいは存在頻度(被害本数/総本数)の変動を見ると、ピーク間隔は30~40日で1世代の期間に相応している。このことは初期に侵入した集団が調査地内で世代を重ねたことを示唆しており、以後の侵入個体数の存在は小さいと考えられる。また、初期段階での侵入個体による産卵は分散して行なわれず、その後存在頻度の高まりと共に充分分散化する傾向があった。苗畑試験地(植栽木:Cedro 300本)においては、6月初旬と7月中旬にピークが見られ、20~30%で推移した被害は乾期最盛期の8月下旬には12%にまで減少した。1984年の乾期には本種の発生が極めて少なく被害もほとんど見られなかったと言う観察記録があるが、年度によってその被害発生状況は異なっており、1986年のように被害が乾期においても十分発生しHypsipylaは世代交代を繰り返していることが判明した。又、累積の被害本数率は侵入後約4か月(7月末)で80%となり、被害拡大の速度は造林地よりも速かった。

5) 成虫行動の解明

ライトトラップを用いて夜間における成虫の捕獲と活動の観察及び昼間の生息場所確認のための草木内の捕虫網によるスーピングを行なっているが、いずれも成虫を捕獲できず失敗に終わった。又、産卵のため飛翔する成虫の高さを知る目的で地上5メートルまで1メートルごとにポット苗を吊り下げて産卵を観察したが、4か月間いずれの高さにおいても産卵は行なわれなかった。今後は苗木密度を増やしタワーなどを使って実験を行なう必要がある。

6) 飼育法の開発

成虫の誘引機作、成虫の行動習性の解明や天敵微生物を利用した生物防除のためにも本種の大量生産が必要である。そのため新たに完成したラボを飼育室として予備的な飼育実験を行なった。その結果Cedro, Caobaの新葉、枝、樹皮等の天然物による全ステージでの個体飼育が可能となった。しかし2頭、5頭区での集団飼育ではいずれも共食により1頭のみとなってしまった。又、シルクメイトS-1での若齢幼虫飼育ではそのほとんどが死亡してしまうため、1~2齢を天然物、3~5齢をシルクメイトで飼育するのが良好な結果をもたらすことが明らかとなった。このことから今後は1齢虫からの人工飼料による集団飼育法の改良を行ないながら蛹化、羽化率を高めることが課題である。

(2) 成虫機作の解明

本種の成虫Cedro, Caobaの植栽木から発散する匂い物質に誘引され、そこへ飛来し産卵することがこれまでの研究からわかっているが、まだその物質と作用メカニズムについてはよくわかっていない。従って5月にはCedro, Caobaの新葉を採取しエタノールに浸漬して持帰った他、樹脂を採取し10月にはCedroの新葉の匂い成分を集め同様に日本に持帰り現在分析中である。

雌成虫の性フェロモンの存在も報告されているが、まだ研究は進んでいない。

1) 室内条件下の成虫行動

室内網室内（1×1×1メートル）の観察では、成虫は雌雄共夕暮れ（午後6時）以後活動を開始し、雌のコーリング行動は午後9時半より2～3時間に見られた。これはコスタリカにおける同様の観察時間帯より約3時間早い。

2) 室内誘引試験

室内オルファクトメーターを試作し成虫の各種誘引源に対する反応を調べた。その結果雄成虫は処女雌の誘引源には顕著な誘引行動を示したが、Cedro, Caobaのn-hexane抽出物ならびに性フェロモン候補物質（7種）に対しては誘引行動を示さなかった。

次に合成した性フェロモン候補物質（17種）のふきかけ法による生物試験では、Z9, E12-140Acに活性が見られた。

3) 野外誘引試験

301林班及びCedro blanco展示林において、合成性フェロモン候補物質17種（東京農工大 安藤哲助教授より供与）の粘着トラップによる誘引捕獲試験を8～9月の1か月間にわたって行なったが、雄成虫は捕獲されなかった。室内試験で活性の見られたZ9, E12-140Acにも捕獲されなかったが、これは野外における成虫密度の低下が大きく影響していると推察される。

4) 寄生植物の成分検索

Cedro, Caobaの新葉をミキサーで粉砕しろ過して得られた水溶液を水蒸気蒸留し、得られた蒸留物のガスクロマトグラムを比較検討した（図4-21）。その結果両種に共通した成分が3種存在することが推察されたので現在構造決定の実験を行なっている。

(3) 防除法の開発

1) 防除の可能性と対応

本種の被害を軽減することはなかなか困難であることがこれまでの調査から明らかになって来た。すなわち、①どの時期においても卵、若齢幼虫、老熟幼虫、蛹、成虫とあらゆるステージの虫が野外で見られ、防除適期を判断しにくい。②加害場所が寄生植物の組織内である。③ラインプランティング方式が成虫の移動、拡散を容易にし被害を受けた木の再萌芽がおくれるが、乾期を含めて年中新葉が見られるため、成虫の適当な産卵場所をたえず提供し密度増加を助けている。④成虫は新葉のみならず幼虫の排泄物の匂いにも誘引されるものと思われ、このような幹だけになった幼齢木にも産卵、加害している。⑤生息場所はCedro, Caoba等の種子にも見られ、通常はこのような場所で世代をくり返していた個体群が造林地の造成により幼齢木に移動して来たことが予測される。⑥既往の報告でも薬剤防除のほとんどが効果をあげていない（多くは根系からの吸収薬剤）。このため当面次の2)のような方法を試みたが、本プロジェクトの目的を達成させるためには、Meliaceae樹種を成林させることを目標として、造林地におけるCedro, Caobaの成林の見通しを立てることへとつなげて行くことが必要である。

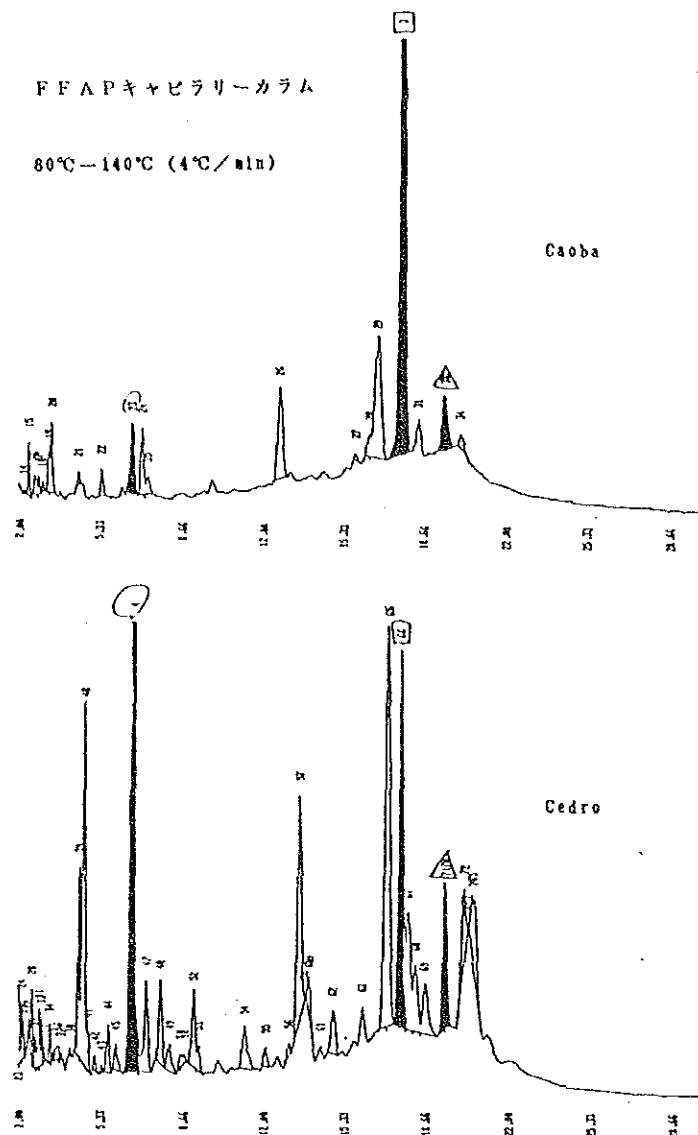


図4-21 Cedro 及びCaoba 新葉の水蒸気蒸留物のガスクロマトグラム

2) 薬剤防除の試み

- a) 葉面散布：防除の可能性を追求する目的の1つとして樹冠、枝、幹部への噴霧器による葉液散布を試みた。まず①5月28日にMEP乳剤（スミチオン50%）の500倍、1,000倍液を3林班のCedro 各5本×2処理に散布し、この結果をもとにして10月11日に同500倍液とSMZ乳剤（スミサイジン20%）500倍液を展示林のCedro 各50本（3処理）に散布した。いずれも2週後、1か月後に効果を調べた。まず①での散布2週間後での被害本率は1,000倍区40%であったが、500倍区では0%で被害部の全幼虫が死亡していた。これに対し1か月後の被害本は500倍区で70%に増加した。1,000倍区では前世代の被害のため新葉の展開がなくなったことにより、むしろ新被害の割合が低い結果となっている。これらのことからMEP葉面散布での有効期間は2～3週間までと考えられる（表4-18）。

表4-18 MEP葉面散布結果

(85, 5-6)

処 理			2 週 間 後			1 か 月 後		
葉 剤	希釈量	本数	生存虫	死亡虫	被害木	生存虫	死亡虫	被害木
MEP	500	10	0	8	0	26	0	7
	1,000	10	8	1	4	11	0	2
対照区	—	10	33	0	5	22	0	5

これをもとに行なった②の結果では、1週間後にはMEP、SMZとも5%程度であったが、1か月後では前者が33%に対しわずか4%とSMZの方が残効が優れていることを示した(表4-19)。

この後はほぼ月1回、被害が5%以上になった時点で散布をくり返すこととし、展示林のCedroを高木まで生育させることを当面の目標にしている。②の結果については本報告書4-5にCarlosが詳細に報告しているので省略した。

表4-19 葉面散布試験

	列数	総本数	事前調査日	調 査 日							
			10.17	10.29	11.13	12.23	1.9	1.30	2.17	3.5	3.21
スミチオン 500倍	3	51本	15 (29.4)	5 (9.8)	18 (35.3)	10 (19.6)	6 (11.8)	6 (11.8)	0 (0)	6 (1.8)	5 (9.8)
スミサイジン 500倍	3	48	11 (22.9)	4 (8.3)	2 (4.2)	0 (0)	0 (0)	6 (12.5)	0 (0)	0 (0)	5 (10.4)
対 照 区	3	44	11 (25.0)	22 (45.8)	20 (45.5)	1 (2.3)	2 (4.5)	4 (9.1)	5 (1.4)	3 (6.8)	10 (22.7)

(注) 本数の下段の()は被害本数率を示す。

- b) 浸透移行性薬剤の土壌施用試験：84年10月に小林(富)が植月長期専門家の協力のもとでスクリーニングを行なった7種の殺虫剤の中から、ダイシストン粒剤(エチルチオメトン5%)、オルトラン粒剤(アセフェート5%)を用いたが、いずれも被害の軽減までに至っていない(表4-20)。そこでカーボフラン系殺虫剤に効果が認められているという報告に基づき10月1日アドバンテージ粒剤(カルボスルファン5%)100グラム、200グラム区と従来のダイシストン粒剤200グラムを比較として施用した。5月と同様Cedroの根元周辺を深さ10センチ、半径20センチ程度掘り薬剤を施用、6か月後に調査を行なったが、期待できる効果は望めなかった(表4-21)。いくつかの薬剤区の薬剤施用木の葉を採取し分析(ガスクロマトグラフィ)したが、3か月後に葉面に薬剤を検出しているにもかかわらず被害軽減につながらなかった(表4-22)。この原因については不明である。今後はCedro, Caoba等熱帯降雨林における樹木の生理と薬剤の土中、樹体内の移動、分解の有無等について検討が必要である。

表4-20 浸透性薬剤の土壌施用試験①

(処理日 1985年5月30日)

	施用量(g)	調査本数	被 害 率						
			月 日 6.26	7.25	8.26	10.22	11.4	1.31	4.10
ダイジストン	100	5	100	60	40	100	40	20	60(%)
ダイシストン	200	5	100	40	60	20	20	40	40
オルトラン	100	5	40	0	20	80	80	0	40
オルトラン	200	5	40	20	40	60	80	0	60
無 処 理		10	50	70	60	90	70	20	40

表4-21 浸透性薬剤の土壌施用試験②

(処理日 1985年10月29日)

	施用量(g)	調査本数	被 害 率		
			月 日 12.4	1.30	4.10
アドバンテージ	100	10	20	30	50(%)
アドバンテージ	200	10	20	20	60
ダイジストン	200	10	60	40	0
無 処 理	—	11	36	17	9

表4-22 浸透移行性(土壌施用)殺虫剤の葉内検出量

(単位ppm:処理日 84.10.20)

薬 剤 名	施用量 (g)	樹 種	採取木 (本)	検出濃度と採取日	
				84.11.21	85.1.10
バイジット	50	Caoba	3	14.6	9.1
		Cedro	3	1.5	1.5
	10	Caoba	3	11.4	5.4
		Cedro	3	16.7	4.8
ダイジストン	50	Caoba	3	0.34	0.68
		Cedro	3	0.08	0.02
	10	Caoba	3	0.16	0.09
		Cedro	3	0.06	0.24

- c) 薬剤樹幹注入試験: 葉面散布では持続性が短く回数の頻度が高いことと、新梢が伸長した場合、これに薬剤が付着していないこと、さらに2~3メートル以上の本では薬剤がかかりにくいなどの欠点があるため、これに代わるものとして、本薬剤はある程度の太さ以上の幼齢木の幹に直接薬剤を注入し、逐次伸長する新葉まで長期間薬剤を浸透させ続けようとするものである。試験は10月2日

～10月24日にかけて展示林のCedro, Caoba (1985年1月植栽)を用い、ネマノーン(マツノザイセンチュウ殺線虫剤)とエースキャップ(主成分:オルトラン)を根元直径1.5センチ以上の本にドリルで孔をうがち、前者はガラスチューブを通すか直接注射器で太さに準じて0.5～8ccを注入し、後者は開孔後木づちで6ミリと9ミリのカプセルを打ち込んだ。そして3か月後と6か月後に調査した。その結果被害を受ける頻度に関しては3、6か月後とも、いずれも無処理区と有意の差はなかった(表4-23)。しかしながら注入処理の効果は、単に被害率のみで判断せず、処理木の生長率を考慮に入れなければならないと思われる。

今後はこの点での検討と新規注入薬剤の開発に期待したい。なお、ネマノーン施用木を根元から掘取り日本でガスクロ分析を行なったところ、地上10センチまではよく薬剤が検出できるものの(表4-24、図4-22)、これ以上では主幹、枝、葉とも成分はきわめて小量か皆無であり殺虫成分は分解していることがわかった。

表4-23 樹幹注入処理効果
(1985.10～1986.4)

	処理 本数	処理前被害率 10月16日	被害率	
			1月28日	4月16日
エースキャップ	55	53 (%)	51	44 (%)
ネマノーン	50	36	38	52
無処理	12	33	42	50

表4-24 CEDRO樹体内のネマノーン検出量

	樹高 (直径)	測定部位		
		材	樹皮	髓
1	10(4.5)	363.8	0.4	—
2	30(3.5)	1.0	0.2	8.2
3	50(2.6)	0.2	0.1	0.6
4	70(2.5)	0.0	0.3	0.2
5	90(2.1)	0.0	0.1	1.9
6	110(1.4)	0.1	1.6	0.0
7	130(0.8)	0.2	0.6	0.0
8	150(0.7)	6.5	0.3	0.0
(1)	10(1.0)	5.8	0.8	1107.2
(2)	30(0.8)	20.4	18.0	401.3
(3)	50(0.6)	2.9	0.9	4.3

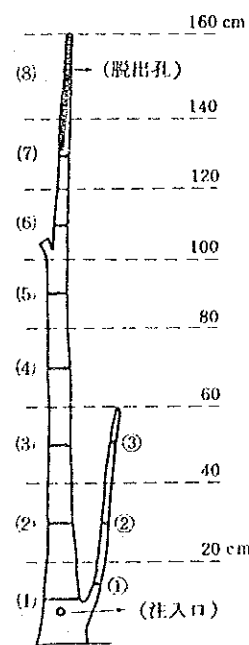


図4-22 ガスクロ分析のための処理木切断図

d) 根系吸収試験

サイフォン式又は点滴式で、(2X3)よりもさらに直接的に樹体内に薬剤を浸透させて加害虫を殺すことを目的とした根系吸収法の試験をサエノックス、ネマノーン（線殺虫剤）を用いて行ない、前者の供試薬量は根元直径10センチ当たり100cc、後者は10センチ当たり50ccとし各5本を施用木とし、5本を対象木とした。しかし、実験途中で夜間にサエノックス注入点滴装置が切断される事故等があり、十分な評価がてきなかった。残りの供試木では大量の薬剤注入によると思われる幹部の樹皮の縦割れが発生、10か月後の調査では明瞭な差は見られなかった。

e) 忌避剤

Cedro branco展示林においてユーカリ油の忌避効果試験を1986年10月～1987年2月に行なった。

50～150センチ高の試験木10本をランダムに選び、その横にユーカリ油薬250ミリリットルを入れたプラスチック容器を吊り下げ加害度を5回にわたって調査したが、コントロール木と差がなく忌避効果は認められなかった。今回の試験は揮発量の制御等に問題があったので、それらを改良し苗畑等の密植地での試験を行なう必要がある。

(4) 造林的（林業的）被害回避法の開発

本種の被害を回避するために南米諸国では造林的防除法がとられているが、そのほとんどが効果をあげていないという。この防除法の狙いは成虫の行動習性を利用したものであり、具体的には本種が暗い場所を好まないということや成虫が新葉の匂いに惹かれて集まるといこと等を利用したものである。

本プロジェクトでも発足当初からFAO(1976)が勧めている「巣植え法」を導入し、ラインプランティングの10メートル伐開区をこれに当てている。しかし、この「間おき植栽」や他樹種による「とりこみ植栽」が全くといってよいほど効果をあげていないことはすでに述べたが、10メートル伐開区のみならず列状伐開区が成虫の移動、拡散の通路となり、被害木の倭小化に対し「とりかこみ」植栽木等の高木化が進んでいる。又、成虫が暗い場所を好まない習性を利用した樹下植栽区でも対照度をあげ、列状伐開区に近い空間を作り出した林分では、被害が一挙に上昇していることから、光条件と被害の出かたのバランスをはっきりさせることが必要である。Hypsipylaの被害を回避しセンダン科樹木を生育させるための造林的手法としては2つの方法がある。1つは本来天然林内のこれら樹種が長い年月かかってヘクタール当たりせいぜい数本成木となっているものと考えられることから、熱帯降雨林の生態系を利用した長期的施業を行なうことと、2つ目はこれと相反して環境条件のよい立地を選び植栽法、施業法を改良し短期間にある高さ（5～10メートル）までいっきに生育させ被害を回避する短期育成施業をすることである。しかし、まだそのいずれにも結論が出ていない。プロジェクトでもこの両方の方法を試行錯誤しながら進めているところである。

1) スポット植栽法の試み：従来のラインプランティング、巣植え法等に代わるものとしてHypsipyla

被害回避植栽法が求められ、虫害専門セクションにも検討が要請されたこともあって氏家リーダーと度重なる討議を行ない、造林セクションが中心となって1986年1～3月、25、26、28林班に新

たな植栽法, すなわち, 面から点としての空間に照度と植物により障壁を調整しながらCedro, Cao
baの生育を計るという植栽法が行なわれた(図4-23)。86年5月及び8月調査では被害は皆無で
あったが, まだ植栽後の経過日数が僅かであるので今後注目したい。

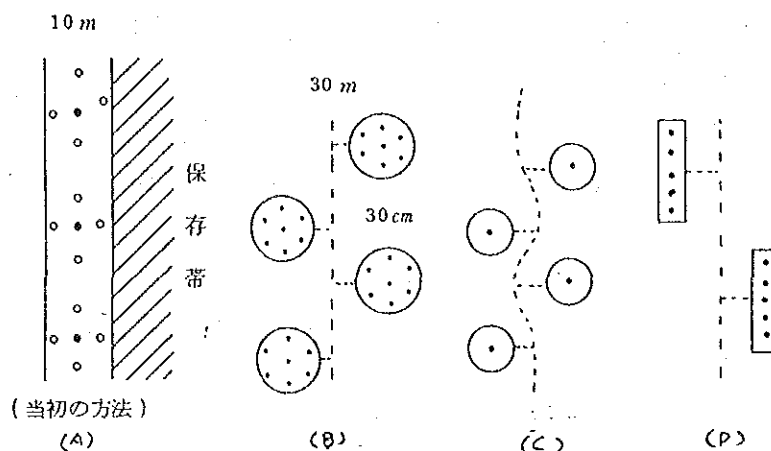


図4-23 単植え法模式図

(A) は当初の方法, (B) (C) (D) は1986~7年考案のスポット植栽,
この他(C)に1区3本植えもある。・印はCedro 植栽木を示す。

2) 成虫行動と被害忌避法

- a) 袋かけ試験: 本種の被害がある高さ以上では見られなくなるといわれていることから, 1985年5月から1986年8月まで試験木5本にナイロンゴース網による全木覆い試験を行なったところ1.3年間で2~3メートルの上長生長を示した。しかし, 新葉が網と接触した供試木では網目に産下されたふ化幼虫により被害が発生したと, 5メートル以上の袋かけが困難であり, 盗難が多く中止した。
- b) フェンスによる侵入防止試験: 植栽木が下層植生より伸長した場合, 被害を受けやすいことがしばしば観察されている。苗畑試験地に防虫網によるフェンスを作り人工的に下草に囲まれた状況にして飛来の仕方を調べた。その結果広い面積を囲った区(5本植え)では一部被害が入ったが, 単木では被害がなかった他, フェンスより低い木は被害を免れ, それより30~50センチほど伸長した新葉をもつ試験木とControlの無被覆の植栽木には被害が目立った(図4-24)。このことから本種成虫は障害物があると新葉の開序した木でも飛来, 産卵がされにくいことが示唆された。

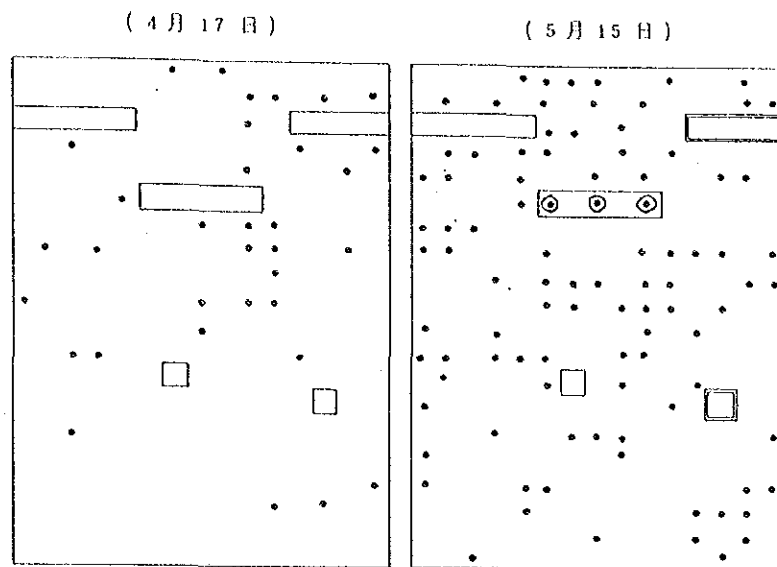


図4-24 フェンスによる産卵回避実験

(注) 植栽本数は15列×20本(2m×2m/本) 1重かこみ枠は高さ80cm, 2重かこみ枠は120cmの金網フェンス, 黒点は被害木を示す。○はフェンスより伸長した木, 枠内平均樹高は4.17で80.0, 5.15で96.5cm, 図上方に被害地あり。

4-4-4 今後の方針

本種の属するHypsipyla は、中南米のみならず東南アジアにおいてもマホガニーの大害虫として知られ、まだ有効な防除手段が見出されていない。当プロジェクトの主要樹種であるCedro, Caobaは中南米に広く分布するが、成木伐採後の更新処置は何らとられておらず、人工、天然更新技術を確立させることは、中南米の林業、林産業の発展にとって大きな意義を持つばかりか熱帯の造林に及ぼす影響も大である。

本種の防除研究は1960年にFAOのプロジェクトとして遂行された他、コスタリカにおけるInter-American Working groupによる大規模な研究が行なわれ(1972～1973)、当プロジェクト研究に多くの示唆を与えている。今後は既往の成果、過去2年間の成果をふまえ、①誘引物質、天敵等を利用した生物的防除の開発、②葉面散布を主体とする化学的防除法の個体群動態と成虫の行動習性を明らかにし、寄生植物の生育習性とをマッチさせた造林的被害回避法の開発を目ざす調査研究を行ない、これらを組み合わせたHypsipyla の総合管理システムを構築することが必要である。

4-5 マホガニーマダラメイガ (*Hypsipyla grandella* Zeller)

の幼虫防除のための殺虫剤の効力評価

カウンターパート Carlos Vasques Pacheco

本報告は実施された害虫調査項目の中の1つで、*Hypsipyla* の幼虫防除のための葉面散布用の4種の殺虫剤の効果を比較したが、JICA派遣の日本側短期専門家(4-4)との共同研究により実施したものである。

4-5-1 目的

殺虫剤の葉面散布による*Hypsipyla* 防除は全面的にみて、大規模な造林地に用いる場合、環境汚染や生態系に及ぼす障害とともに、この虫の生存期間が極めて短く、又、世代と世代が重なることもあるため、散布量又は散布頻度が必然的に多くなる等の経済上の問題からも不適切と見なされている。しかしながら、総合的防除手段として殺虫剤を全く使用しないということとはあり得ないであろう。これら殺虫剤は根絶効果がきわめて高く、有用と見なされているので総合的な防除プランの展開の中での一定の条件下での使用が要求されている。又、生長過程等を研究するためには*Hypsipyla* の虫害の影響を完全に取り除くことが必要な場合もあるので、殺虫剤の使用を全く考慮しないということとはあり得ないと考ええる。次に記する試験は*Hypsipyla* の幼虫防除に効果がある薬剤をその後の研究に役立たせる目的で選出し、選別は次の2期に分けて行なわれた。

第1期ではピレスロイド系薬剤(fenvalerate)と有機燐剤(fenitrothion)との効力の比較を行ない、有機燐剤よりピレスロイドの方が効果のあることが確認されたので、第2期では3種のピレスロイド殺虫剤(そのうち2つはそれぞれ処方異なるfenvalerateを3つ目はfenpropathrin)を用いるという方法を探った。

4-5-2 材料と方法

この実験は展示林林班内の1ヘクタールの伐開地よりなる201林班6小班に、1983年12月に植栽されたセドロコロラド(*Cedrela odorata*)を用いて行なわれた。この林には5×5メートル間隔の19ラインにそれぞれ19本、計361本の苗木が植えられていたが、その中の9ラインを実験に用いた。

実験内容としては殺虫剤使用後15日目は虫害評価し、その後は実験対象木の10%に虫害が及んだ場合に殺虫剤を用いるという方法を繰り返した。実験に使用した殺虫剤の商品名または俗称および化学名は次のとおりである。

(1) 有機燐剤

スミチオン50CE(fenitrothion): 0,0-dimethyl 0-3-methyl 1-4-nitrophenyl
Phosphorothioate

(2) ピレスロイド殺虫剤

—スミサイジン20CE(fenvalerate): 2-cyano-3-phenoxybenzyl-2-(4-chlorophenyl)-3-
-methylbutyrate

—ベルマーク30CE(fenvalerate): 2-cyano-3-phenoxybenzyl-2-(4-chlorophenyl)-3-

methylbutyrate

—ダニトール30CE (fenraterate) : α —cyano—3—phenoxybenzyl—2, 2, 3, 3—tetramethyl cyclopropanocarboxylate

これらの殺虫剤による実験は2期にわけて行なわれた。

第1期では、第2期で使用するべき殺虫剤を選定する目的で、有機燐剤のシミチオン50CEとピレスロイドのシミサイジン20CEの効力を知るための実験が行なわれた。その結果シミサイジンの殺虫効果がより高いことを認めることができた。第1期試験は1985年10月11日から1986年4月10日までの間に行なわれた。

第2期は1986年4月28日から9月24日まで行なわれ、第1期で用いたシミサイジン20CEにダニトール30CEとベルマーク30CEを併用した。(なお、シミサイジンもベルマークも濃度は異なるが同じ活性成分が用いられており、ペルーで一般に売られているのはベルマークである)。1期、2期いずれの場合にも、検定の目的で殺虫剤使用木以外に全く使用しない木(無処理木)を選定した。

各殺虫剤の濃度は表4-25に表示されたとおりである。又、第1期と第2期における試験林での配置と処理については図4-25に表示したとおりである。

表4-25 使用殺虫剤の濃度

商品名	殺虫剤の濃度	
	第1期	第2期
シミチオン 50CE	0.2 (%)	— (%)
シミサイジン20CE	0.2	0.13
ダニトール 30CE	—	0.13
ベルマーク 30CE	—	0.10

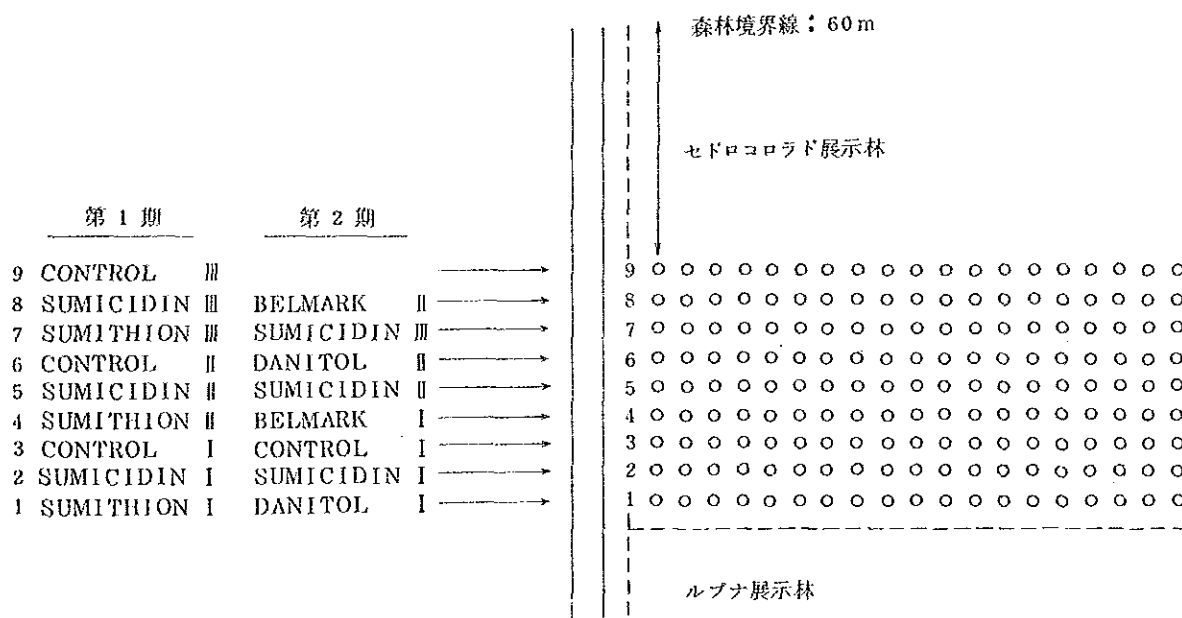


図4-25 試験林における各殺虫剤試験配置図

4-5-3 結果ならびに検討事項

Hypsipyla の被害に対する定期的な評価の結果は、処理別と第1期、第2期における散布年月日別に表4-26と表4-27にそれぞれ提示した。

表4-26 第1期試験：処理方法別と殺虫剤散布年月日別によるHypsipylaの被害に関する評価の結果

評 価 年 月 日	ス ミ チ オ ン			スミサイジン			無 処 理	
	木の数	被害率 (%)	薬剤使用 年 月 日	木の数	被害率 (%)	散 布 年 月 日	木の数	被害率 (%)
85-10-11	54	30	85-10-12	52	21	85-10-12	49	25
85-10-29	56	11		53	8		51	47
85-11-13	54	33	85-11-16	52	4	85-12-6	52	39
85-12-23	53	19		48	0		45	9
86-1-9	54	11	85-12-24	50	0	86-2-3	47	2
86-1-30	52	12		50	8		45	9
86-2-17	51	0	86-2-3	47	0	86-2-3	43	12
86-3-5	52	12		47	0		45	7
86-3-21	52	10	86-3-7	47	11	86-3-25	43	23
86-4-10	52	10		45	9		43	35

表4-27 第2期試験：処理方法別と殺虫剤使用年月日別によるHypsipylaの被害に関する評価の結果

評 価 年 月 日	ダ ニ ト ー ル			スミサイジン			ベ ル マ ー ク			無 処 理	
	木の 数	被害 率(%)	散 布 年 月 日	木の 数	被害 率(%)	散 布 年 月 日	木の 数	被害 率(%)	散 布 年 月 日	木の 数	被害 率(%)
86-4-28	34	6	4-17	31	0	4-17	28	7	4-17	15	53
86-5-13	36	0		45	2		29	0		16	25
86-5-26	35	6	5-29	45	7	5-29	29	0	5-29	16	19
86-6-12	35	0		45	0		29	3		16	19
86-6-27	35	6	6-30	45	0	6-30	29	7	6-30	16	0
86-7-10	35	0		45	0		29	0		16	0
86-7-21	38	0	6-30	45	0	6-30	29	0	6-30	16	0
86-8-7	38	0		45	0		29	0		16	0
86-8-25	37	0	6-30	46	0	6-30	30	0	6-30	16	0
86-9-10	35	0		46	0		30	0		16	0
86-9-24	35	3	6-30	45	5	6-30	30	7	6-30	16	0

試験本の数に変動が見受けられるが、これは当初植栽本数のうち枯死したこと、それを補うために新たに苗木を植えた後に枯死したと思われるものから再び芽が萌え、又、中には枯死したものを補うために植えたものが再び枯死したこと等によるものである。

(1) 第1期試験

スミチオンはそれぞれ35日、38日、41日、28日の間隔をおいて用いたが、スミサイジンの場合は55日、59日、50日の間隔で用いた。つまり、スミチオンの場合は約1カ月の間をおいて4回用いることが必要であるのに引き換え、スミサイジンの場合は1回少ない3回でよく、間隔も約2か月おきでよかった。

このことはピレスロイド系の殺虫剤が2倍の効力を持っていることを示していると思われ、スミチオンを用いて実験を行なった第1列が試験林の端にあつて、より多く被害を受けたと思われることにも留意すべきである。又、このことは今後の試験を行なうに当たって考慮すべき事柄である。

被害率の変動や傾向を比較した結果、スミサイジンを用いた本はいつの場合も無処理本よりも被害率がかけ離れて低く、かなり長い期間被害を受けなかったが、それに対しスミチオンの場合は無処理本より一定期間被害が見られなかったもののスミサイジンより短かった。

(2) 第2期試験

殺虫剤の使用間隔は、ダニトールの場合42日と32日、スミサイジンは42日、ベルマークは44日で、ベルマークの効果がすぐれていることを示しているが、この場合も前記と同様、ダニトールを用いた端の列の場合により多くの虫害の影響を受けた。

なお、第2期においては、6月27日以降、つまりこの実験期間の半ばに達する前に被害が減少する傾向が見られるようになり、この傾向はこの期間の虫密度の低減とともに3種の使用薬剤の効果が現れたため、被害の著しい低減が見られるようになったと思われる。これらの薬剤の殺虫効果は、ベルマークがややすぐれていることが認められたが、さらに今後の実験で確認が必要である。

4-5-4 結 論

(1) この試験は、試験期間が設定された当初は、条件の整った試験林がなく、使用する可能な唯一の林を用いたということもあるので、より適切な条件下で再度防除効果を確認することが必要である。

(2) 殺虫剤の散布は一般に効果がないと考えられていたが、本実験の場合は幹の部分を侵す幼虫を退治し得る効果が明らかにされた。散布後に行なった評価では生き残った幼虫は見受けられなかった。

(3) ピレスロイド系薬剤であるベルマーク (fenvalerate) は、この試験で用いた濃度では幼虫に対する防除効果が見られたが、異なった濃度の試験が必要である。

付 1. 造林地調査データ

区分	伐間巾	林班&ラインNo.	Species	(1983/11/4)	(1984/10-11)	(1985/4)	(1985/10)						
樹高、本数、胸高直径の順													
人工更新 (1982年植栽)	5m	1 4	Caoba	68.1	54	104	46	103	42	143	2.7	41	
			Ishpingo			127	22	140	21	211	1.4	21	
			Palo Sangre A.							35		5	
			Tornillo	42.1	63	93.7	59	142	2.3	60	2.4	57	
			Ishpingo			109.6	5	129	6	164	1.0	6	
			Palo Sangre A.							56		3	
			Cedro	68.2	86	102	69	126	2.1	68	130	2.9	61
			Ishpingo			120	21	95	13	172	1.2	10	
			Palo Sangre A.					30	9	56		11	
			Caoba	47.6	38	60	23	90	2.0	17	120	1.5	13
			Ishpingo			139	21	149	19	194	1.6	19	
			Cedro			183	4	132	19	222	2.2	3	
			Palo Sangre A.					25	28	42		21	
			Caoba	58.5	57	70	41	79	33	99	1.8	35	
			Ishpingo			134	19	124	20	151	1.2	19	
			Palo Sangre A.							33		7	
			Cedro(*)					210	2.5	1	223		1
			Caoba	83.5	40	83	34	82	25	89		23	
			Cedro			86	9	68	8	95		8	
			Ishpingo			110	9	115	9	137		8	
			Palo Sangre A.							42		16	
			Tornillo	48.1	73	177	69	277	2.7	69	404	3.7	69
			Ishpingo			114	5	119	5	181	1.2	5	
			Palo Sangre A.					27	6	59		4	
			Caoba	57.2	13	69.5	8	117	3.7	10	115	3.1	8
			Cedro	48.1	17	112	16	87	13	128	4.8	13	
			Ishpingo			119	10	129	9	171	1.3	10	
			Palo Sangre A.					31	9	19		2	
			Cedro	61.8	45	90	36	96	2.5	29	101		30
			Ishpingo			104.2	10	123	7	188		4	
			Palo Sangre A.							30		2	
			Caoba	62.3	29	85	22	106	2.3	20	147	2.2	19
			Ishpingo			95	12	107	13	148	1.4	11	
			Palo Sangre A.							39		3	
			Caoba	77.6	32	117	27	114	2.5	19	167	2.3	23
			Ishpingo			158	2	180	1	240	1.6	3	
			Palo Sangre A.					22	7	31		6	
			Caoba	66.5	26	87	27	104	2.5	22	129	3.1	24
			Ishpingo			117.5	4	126	3	174	1.2	4	
			Palo Sangre A.					26	5	37		3	
			Caoba	66.4	16	119	15	134	2.6	14	179	2.8	14
			Ishpingo			96	5	124	5	154	0.8	5	
			Palo Sangre A.					28	3	42		1	
人工更新	5m	5 4	Bolaina B.		195.9	86	288	2.2	82	404	3.2	80	
			Caoba				90	6	81		5		
		5	Ubos		83	113	115	1.7	109	137	2.2	107	
人工更新	5m	6 1&2	Goma Huayo P.		99.9	82	217	2.7	16	336	3.6	17	
		(1)	Caoba				95	3	106		3		
		(2)	Goma Huayo P.				157	1.9	63	244	2.3	60	
			Caoba				49	2	84		4		
		7	Bolaina N.		112.7	81	147	1.4	75	170	1.3	75	
			Caoba				69	10	116		9		
		10	Copaiba		106.1	76	105	75	112	0.5	73		
			Caoba				65	3	110		3		
人工更新	5m	8 3&4(3)	Palo Sangre A.		142.7	43	129		19	138	1.0	18	
			Caoba				60		37	80		37	
		(4)	Palo Sangre A.				136		29	159	1.4	28	
			Caoba				63		23	93		24	
人工更新	5m	10 7,8&12(7)	Ishpingo		125.7	70	139	1.1	16	159	1.3	14	
			Cedro B.				39		28	64		26	
		(8)	Ishpingo				152	1.4	22	174	2.1	20	
			Cedro B.				41		18	75		21	
		(12)	Ishpingo				188	1.6	30	227	1.8	31	

人工更新	5m	11	3&4(3)	Marupa	102.3	84	112	35	134	3.1	34
				Cedro B.			30	8	48		7
			(4)	Marupa			119	43	133	2.6	41
				Cedro B.			49	15	60		14
人工更新	5m	12	4,8(4)	Tornillo	69.3	153	132	1.9	53	2.7	49
				Caoba			36	5	71		5
			(8)	Tornillo			121	1.4	95	2.9	95
				Caoba			38	9	74		10
		10		Huayruro Rojo	65.2	101	63	88	66		66
				Caoba			43	20	70		20
		11		Huayruro Col.	58.1	98	55	91	57		75
				Caoba			38	10	65		10
人工更新	10m	3	3	Bolaina B.	208.4	136	308	2.2	137	3.9	135
				Cedro	111.3	27	129		19		16
				Caoba	98.6	7	104		16		20
				Bolaina N.					275	2.6	1
			8	Goma Huayo P.	153.9	179	231	2.5	177	3.8	181
				Cedro	97.2	52	85		49	2.0	45
				Palo Sangre A.	104.8	18	114		16	1.0	15
				Caoba			66		5		4
		12		Bolaina N.	203.2	198	253	2.4	196	2.6	205
				Cedro	93	51	97		48	1.8	37
				Caoba			80		3		3
人工更新	10m	4	2	Marupa	103.7	193	125		178	2.8	169
				Cedro	105.1	59	110		49	1.7	42
				Caoba			39		9		8
		5		Ubos	79.9	260	107		224	1.9	220
				Caoba			43		19		18
				Cedro	107.3	72	106		69	1.7	57
人工更新	10m	7	5	Bolaina N.	169.3	242	221	2.1	240	1.9	237
				Cedro	109.2	61	96		55	2.1	41
				Caoba			44		6		6
			8	Goma Huayo P.	113.9	282	176	2.6	267	2.9	259
				Cedro	101.2	60	100		56	3.6	49
				Palo Sangre A.			140		11		11
				Caoba	125.6	22	91		22		21
人工更新	30m	9	1	Bolaina N.	153.2	15	189	2.9	15	2.4	20
				Ishpingo	148.1	14	152		14	1.8	13
				Cedro	63.3	13	84		9		3
				Caoba			63		5		5
		5		Bolaina B.	273.7	2.6 73	406	3.8	75	5.8	72
				Tornillo	42	31	65		19		11
				Cedro	103.3	70	123		66	2.9	64
				Copaiba	87.8	5	98		5		5
				Vilco Pashaco			61		10		10
				Bolaina N.					407	3.9	6
				Caoba			62		38		30
		9		Bolaina N.	179.7	105	190	3.2	127	3.3	109
				Tornillo	48.2	42	73		29		27
				Marupa	84.8	85	108		53	3.5	58
				Goma Huayo P.			58		19		22
				Cedro			37		57		55
人工更新	30m	2	1	Cedro	108.5	62	123		61	2.5	65
				Copaiba	77.3	63	101		63	1.2	65
				Azucar Huayo	54.9	32	55		26		17
				Caoba			49		39		37
		2		Copaiba	96.7	63	129		65	1.2	62
				Tornillo	72	55	117		43	2.5	43
				Goma Huayo P.	238.7	52	292	4.2	62	4.7	62
				Ishpingo	103.8	4	141		5	1.0	5
				Caoba			55		24		18

2. 展示林調査データ

植栽年	林班	小班	樹種	(1984/10~11)		(1985/4)		(1985/10)			
				樹高、胸高直径、本数の順							
1983年	201	1	Copaiba	88.5	121	120	128	135	1.1	124	
		2	Tornillo	56.1	21	58	36	103	2.3	27	
		3	Marupa	63.6	104	89	96	127	3.6	87	
		4	Bolaina B.	184.8	56	288	2.4	56	455	5.7	46
		5	Bolaina N.	147.5	59	213	3.0	59	249	3.8	59
		6	Cedro	83.9	52	83	57	88		43	
		7	Lupuna	57.9	47	91	40	126	7.3	37	
			樟	41.1	34	62	34	87		34	
		8	Huayruro R.	49.6	47	49	56	65		46	
		9	Huayruro C.	45.9	49	50	55	66		42	
		10	Goma Huayo P.	142.2	55	233	2.7	56	330	4.5	53
		11	Estraque	82.5	16	79	15	79		18	
		12	Ishpingo	113.6	112	127	120	146	1.9	111	
		13	Caoba	77.8	58	92	59	103	2.6	59	
		14	Quillobordon	34.1	49	45	51	56		42	
15	Palo Sangre A.	145.9	32	127	58	160	2.1	57			
1984年	202	1	Pino Regional			32	57	45		44	
		2	Azucar Huayo			49	50	58		37	
			Hinoki			51	37	75		29	
		3	Cumala N.			21	55	24		13	
		4	Sendan			41	57	46		70	
		5	Anasisa			49	47	237	3.5	49	
		6	Huimba N.			88	50	96		72	
		7	Tanamuri			30	57	42		46	
		8	Manchinga			35	54	37		32	
			Sugi			85	38	142		38	
		9	Requia N.			18	11	23		3	
		10	Pashaco			58	57	103	2.0	71	
		11	Huimba B.			106	54	143	2.1	43	
		12	Cedro B.			37	51	114		45	
		13	Pumaquiro			44	53	68		45	
			Matsu			19	18	25		7	
		14	Sapote			52	54	51		29	
		15	Ubos			63	55	68	2.9	50	
		16	Anallo Caspi			56	53	130	2.3	51	
		17	Pashaco B.			36	57	133	1.1	52	
18	Maquizapa N.			49	52	79	1.0	44			
19	Vilco Pashaco			48	55	155	1.5	52			
20	Tahuari N.			63	51	164	1.9	53			

3. 天然林更新地調査データ

設定年			(1983/5)		(1983/11)		(1984/4)		(1984/11)			(1985/4)			(1985/10)		
1982			樹高、胸高直径、本数の順														
林班	樹種	Plot No.															
101	Tornillo	1	42.9	42	60.4	41	86.0	40	134.0	1.5	40	173	2.1	39	261	2.3	40
		1-2															
		2	42.0	98	51.6	97	73.8	98	119	1.1	98	165	1.6	93	223	1.5	92
		2-2															
		3	40.3	53	47.8	49	74.0	52	117.6	1.3	50	168	1.8	52	245	2.1	51
		3-2															
		4	60.6	28	88.3	28	139.2	28	201.4	1.9	25	257	2.6	23	326	2.7	25
		5	38.3	62	44.5	61	61.1	60	92.1	1.1	52	132	1.7	54	221	1.8	54
		6	49.7	21	66.2	18	118.1	17	186.3	2.4	17	239	3.3	16	341	3.1	16

注:1-2,2-2,3-2は除伐区

R-1	199	2.7	24	321	2.4	24
R-2	174	2.4	27	289	2.3	27
R-3	487	5.7	13	720	5.5	13

設定年 1983	林班 102	樹種 Ishpingo						
Plot	(1984/11)		(1985/4)			(1985/10)		
1	70	3	136	1.2	3	154	1.4	3
2	45.3	7	73	0.8	6	93	0.9	6
3	60.1	11	91	0.8	10	99	0.9	11
4	93	1	156	1.1	1	169	1.3	1
5	42	1	57	0.6	1	74	1.0	1
6	27	1	(消滅)					

設定年	林班	樹種				
1983	103	Copaiba				
Plot	(1984/11)		(1985/4)		(1985/10)	
1	20.6	58	22	6	29	4
2	14.7	9	21	74	35	54

設定年 1983	林班 104	樹種 Lupuna										
Plot	(1984/11)				(1985/4)				(1985/10)			
1s	130.2	1.1	20		144	2.4	18		146	2.4	16	
2s	167.5	2.2	6		182	3.6	6		178	3.4	6	
3a	72	1.1	1		84	2.5	1		82	2.7	1	
1n	169	2.8	7		179	4.2	7		173	3.6	7	
2n	197	3.4	2		243	5.2	2		258	3.0	2	
3n	210.1	4.1	10		200	5.6	11		221	3.7	11	

設定年 1984	林班 105	樹種 Caoba						
Plot	(1984/11)		(1985/4)		(1985/10)			
1	16.2	9	26	9	31	9		
2	14.4	19	20	20	32	15		
3	13.3	17	18	12	19	12		
4	16.5	12	23	9	31	5		
5					34	5		

設定年 (1984) 林班 (106)

Plot	樹種	(1984/11)		(1985/4)		(1985/10)	
1-1	Tahuari	13.7	19	14	15	32	18
1-2						17	26
2-1	Copaiba N.	29.2	16	38	21	48	20
2-2						43	11
3-1	Estraque	39.7	16	41	20	50	15
3-2						53	35
5	Ubos	12.5	6	16	7	25	8
4-1	Mashonaste A.	28.3	140	24	140	27	408
4-2						26	195
6	Palo Sangre A.	18.9	61	19	49	21	31
7	Catahua	42.7	3	51	2	62	2
8	Caoba			28	5	41	5
9	Cedro			18	5	32	5

設定年 (1984) 林班 (107)

Plot	樹種	(1984/11)		(1985/4)		(1985/10)	
1	Copaiba N.	34.9	11	40	9	40	10
2	Mashonaste A.	26.2	170	26	279	27	235
3	Tahuari	11.5	36	12	41	16	36
4	Cumala N.	17.3	29	16	32	19	26
5	Palo Sangre			14	30	16	53
6	Lagarto C.			30	2	34	2

設定年 (1984) 林班 (108) 樹種 (Cedro)

Plot	(1984/11)		(1985/4)		(1985/10)	
1	15	75	26	83	38	67(20)
2	18.6	56	27	44	28	34(8)

()内はHypsipyla

設定年 (1985) 林班 (109) 樹種 (Quillobordon)

Plot	(1985/10)	
SM-1	9	38
SM-2	10	47
CM-1	9	44
CM-2	11	32
C-B	11	21

樹下植栽

設定年(1984) 林班(103)

樹種	(1984/11)		(1985/4)		(1985/10)	
Caoba	92.9	27	98	20	100	21
Cedro	98.0	39	127	39	151	40
Ishpingo	108.0	39	115	38	119	38
Tornillo	59	23	67	17	81	26
Copaiba	108.6	26	108	19	121	24

JICA