



国際農林水産業研究センター

パラグアイにおけるクリーン開発メカニズムの仕組みを活用した農村開発手法の開発

苗畑マニュアル



サンロレンソ - Paraguay

2010

苗畑マニュアル

目次

目次.....	i
1 概要.....	1
1.1 背景.....	1
1.2 植林用苗畑の概念.....	2
1.3 植林用苗畑の苗木の品質の重要性.....	2
1.4 良質な植林用苗畑を造成する利点.....	2
1.5 植林用苗畑の種類.....	3
2 植林用苗畑の造成条件.....	4
2.1 苗畑の立地と造成場所の特徴.....	4
2.2 植林用苗畑の設計.....	6
2.3 植林用苗畑の規模.....	7
2.4 苗畑造成における気候要因と土地要因.....	7
2.5 苗畑造成に向けて考慮すべきその他の要因.....	8
3 苗畑造成に必要なインフラ.....	9
3.1 防護柵.....	9
3.2 倉庫.....	10
3.3 水源と灌漑システム.....	12
3.4 日よけの設置.....	14
3.5 苗床枠.....	16
4 植林用苗畑の主な作業.....	17
4.1 苗木栽培計画の立案.....	17
4.2 土壌の準備と苗床の消毒.....	18
4.3 種子.....	19
4.4 播種と苗床の管理.....	20
4.5 良質の培養土の調合とポットの配置.....	22
4.6 ポットへの植え替え.....	23
4.7 ポット苗木の手入れ.....	25
5 苗木の栽培と農家への配布.....	25
5.1 移植する苗木の特徴と大きさ.....	25
5.2 環境変化への対応と根の剪定.....	26
5.3 苗木の分類と箱詰め輸送.....	26
5.4 苗木の輸送条件.....	27
5.5 苗木の農家への輸送と移植前の手入れ.....	28
参考文献.....	30

1 概要

1.1 背景

JIRCAS プロジェクトにおける植林用苗畑造成の目的は、パラグアイにおける植林 CDM プロジェクトのため、必要な量の良質の苗木を生産することである。本プロジェクトはパラグアイ県の San Roque González de Santa Cruz 市及び Acahay 市の低所得農村集落において実施されている。

植林用苗畑は、1) 植林 CDM プロジェクト実施区域において植林用苗木のニーズを満たすこと、2) 健全で遺伝的同一性のある良質の苗木を普及させること、3) 合理的なコストにより簡易で効果的な苗畑造成法を実証することを活動内容とする (図 1)。

この植林用苗畑マニュアルは、苗畑の造成及び苗木生産に係る基本情報を提供する総合的手引書で、場所の選定、機材、苗畑の造成方法、苗床での苗木生産、生産計画、資材、農家への配布等につき、記載している。

このマニュアルにおける植林用苗畑用の基盤及び技術は極めて簡易であり、コストも比較的安価である。これは小規模農家が自ら苗木生産が可能となることを目指しており、この活動が成果を達成すれば、パラグアイの他の小規模農家の圃場にこの活動を



普及させることができる。

図 1. JIRCAS 展示圃場の植林用苗畑 (San Roque Gonzales 市)

1.2 植林用苗畑の概念

植林用苗畑は、植林用樹木の種を調達し、播種し、芽が出るまで苗床で育成した後、ポットに移植して、床替え床へ移し、十分な大きさとなるまで育成する圃場である。

植林のための苗木生産は、必要なインフラ及び機材を備えた適切な場所で行う。パラグアイでは、苗畑は植林用苗木の生産だけでなく、鑑賞樹や果樹の苗の生産にも利用されるのが一般的である。

植林用苗畑の造成に関しては、立地、苗畑の規模、立地場所の地形及び気候的条件、地域内の資材調達、労働力の利用可能性等を検討しなければならない。

苗畑の造成のためのインフラ及び技術は、植林事業の目的及び規模によってかなり異なるため、樹種及び苗木の計画生産量を十分に検討する必要がある。

1.3 植林用苗畑の苗木の品質の重要性

植林用苗畑では、良質の苗木の生産が重要である。苗畑でよく目にする誤りは、苗木の生産量を重視するあまり、質を軽視することである。質の悪い苗木を大量に生産するよりも良質の苗木を少量生産する方が賢明である。苗木の品質改良は生産量の減少を伴うことがあるが、苗木の健全性及び生存力を優先すべきである。質の悪い苗木は、適切な場所に植栽されても品質が低下し、空間と投入資源の無駄となる。

良質な苗木は、圃場における生存率及び生育率が高い。生育が良好であれば苗木は雑草との養分や水分摂取の競争に勝ち、圃場で森林整備に係る初期段階の経費を節減できる。生育が速ければ、農家は短期間で、木材、薪その他の林産物を獲得し、収益を上げることが可能である。

苗畑で苗木を栽培する際は、以下の点を考慮しなければならない。

- ・ 苗木の量ではなく、品質を重視すること。
- ・ 地域内の最高水準の樹木の種子を使用すること。
- ・ 幼木の生育度を定期的に確認し、低品質の苗木を排除すること。
- ・ ポットに移植する時に、根が真直ぐに伸びた状態にすること。
- ・ 有機物を含む良質の培養土を使用すること。
- ・ 適切な大きさのポットを使用すること。
- ・ 樹木の生育に合わせて水及び日光の量を調節すること。
- ・ 灌漑システムを導入し、十分な灌漑水量を維持すること。
- ・ 除草を適切に行うこと。
- ・ 化学肥料は生育に適したものを使用すること。

1.4 良質な植林用苗畑を造成する利点

苗畑では、植林に使用する多様な樹種の苗木を育成する。苗畑は、必要とされる手入れを十分に行えば、個人の能力に合わせた活動が可能のため、大人だけでなく子供も樹木について学べる学習施設となりうる。

苗畑の造成には以下に挙げる様々な便益がある一方で、不利点もある。

- 便益
 - 樹木の取扱い及び栽培の経験が得られる
 - 長期的な経済効果
 - 現地の条件への適応
 - 自給自足
 - 雇用の創出
- 不利点
 - 投資費用と時間がかかる
 - 林産物の市場の変動
 - 種間競争

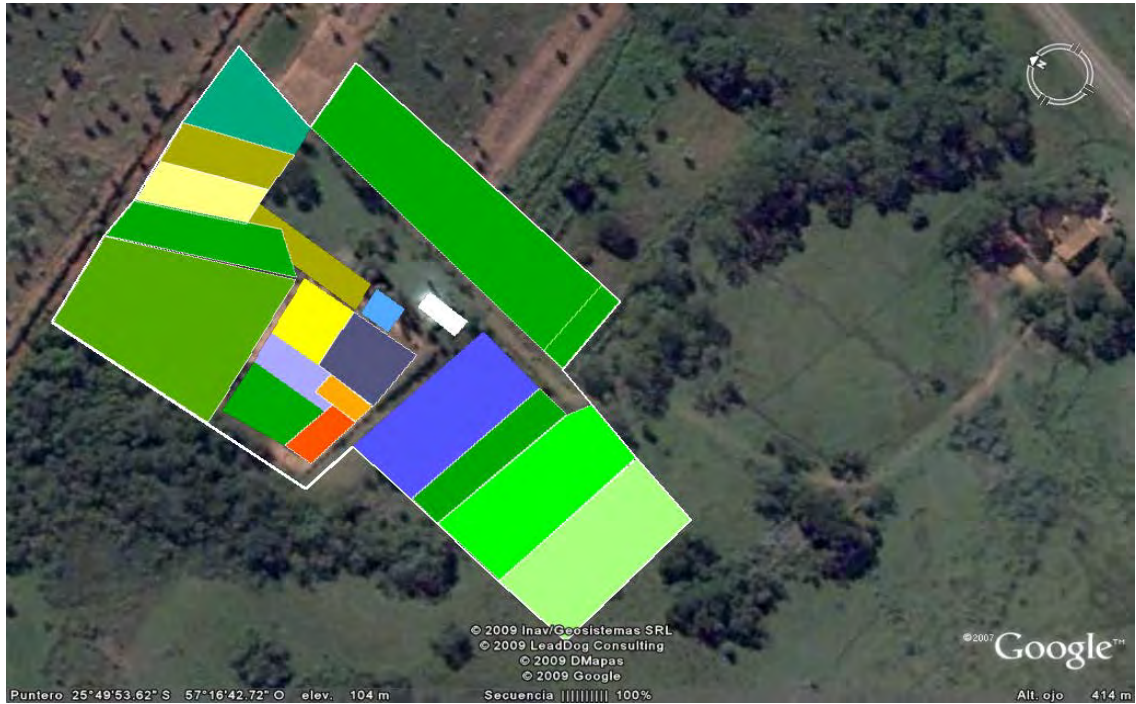
1.5 植林用苗畑の種類

植林用苗畑の造成が決定した場合は、生産方式を明確にしなければならない。植林用苗畑には、運営期間によって永久型又は一時型、栽培方法によってポット栽培又は地植え、さらに植栽規模によって小型(年間 50,000 本未満)、中型及び大型等の種類がある。いずれの苗畑も固有の設計及び運営を必要とする。

経済面における検討も必要である。当初の投資費用及びその後の運営費用を含む経費計算により、生産量に見合う苗畑の造成が経済的に実行可能かどうかを示される。

本マニュアルでは、ポリエチレン製のポットを使用する簡易式苗畑の造成を想定している。また、JIRCAS プロジェクトは植林 CDM を目指すので、年度別の植林計画からプロジェクトの実施に必要な苗木の本数を算定した。本プロジェクトの苗畑では、余裕を見込んで、2年間で 300ha 相当の植林を行う計画とした。(図 2)。

また、有能な苗畑作業者の確保は、苗畑の運営に影響を与えるので、技術的経験を考慮する必要がある。パラグアイには温室栽培の資格制度はあるが、植林用苗畑の取扱いに関する資格制度はない。



Legendas	
[White]	Galpón / Depósito
[Dark Green]	Parcela de Abono Verde
[Light Green]	Parcela de Reforestación (<i>E. calamaldulensis</i>)
[Bright Green]	Parcela de Reforestación (<i>E. grandis</i>)
[Yellow-Green]	Agroforesteria (<i>Grevilea</i> + cultivo)
[Cyan]	Lombricario
[Blue-Gray]	Almácigo
[Blue]	Vivero
[Orange]	Parcela de Paraíso
[Red-Orange]	Parcela de erosión
[Yellow]	Huerta
[Light Blue]	Piñon Manzo
[Dark Green]	Agroforesteria (abono verde + nativas)
[Light Yellow]	Pastura de Corte

図 2: JIRCAS 展示圃場の衛星写真 (San Roque González 市)

2 植林用苗畑の造成条件

2.1 苗畑の立地と造成場所の特徴

(1) 植林用苗畑の立地

苗畑の造成の第 1 段階は、設置場所の選定である。苗畑は数年単位で運営されるので、立地条件が適切でなければその後の作業を困難にする。

苗畑設置のために検討すべき事項は以下のとおりである。

➤ 植林地の近傍であること

苗畑と苗木を植栽する植林地までの距離がなるべく短いこと。可能な場合は、苗畑は植林地と同じ場所に設置すべきである。苗畑と植林地間の距離は重要な要因

である。距離が遠くなるほど輸送費用は増加する。また苗畑は、腐植土、砂、牛糞及びココナッツ殻等の資材の運搬が容易な場所に設置することが有利である。

➤ 苗木の用途

苗畑の設定に当たっては、生産される苗木の用途を検討しなければならない。これは、定められた規模の植林事業に対し供給する場合、都市圏等に販売する場合などが考えられる。

➤ 経済性

新規造成は費用がかかるので、植林事業範囲内に既存の苗畑がないか調査し、もし存在すればその利用を検討する必要がある。

➤ 労働力の利用可能性:

植林用苗畑には一年を通じて、播種、手入れ、ポット詰め、移植等の様々な作業に適切な労働力が必要である。労働力は苗畑を造成する地区で採用可能でなければならない。現地以外で採用すると、作業員の住宅費用や交通費が必要になる。

労働力の目安として、100,000本の苗木が手作業で育成される小規模苗畑では、およそ延べ220人/年の作業員を必要とする。

➤ 輸送の容易性

作業員の交通、資材及び苗木の運搬を円滑にするために、苗畑は幹線道路付近に設置されるべきである。

(2) 苗畑用地

植林用苗畑の造成については、以下を検討する。

➤ 水資源:

灌漑水の利用可能性は重要な要因の1つである。苗畑には一定量の灌漑水が不可欠である。1,000本の苗木を育成するには、時期によって異なるが、平均すると週に350~500リットルの水が必要である。

水源として、池、河川、井戸、湧水があるが、苗畑との距離、土壌条件を勘案し、灌漑システムの設置を検討する。このとき、降水量の少ない時期の用水量を考慮する。

水質として、苗畑に有害な物質（マグネシウム、カルシウム、塩化ナトリウム、カリウム等）が一定限度以上含まれないことを確認する必要がある。

➤ 地形

苗畑は、傾斜が緩やかで水はけの良い、可能な限り平坦な土地を選定する。傾斜が急な場合は段差をつける作業が必要になるため、造成コストが増加する。また、地表面が不均一な場合、地均しや切盛作業が必要になり、費用が増加する。

冬期の霜害に遭い易い低地の利用は避ける。苗畑は平坦で通気性の良い土地に造成するのが理想的である。

▶ 防風と日照

苗畑には防風性が高く、適度な日陰がある土地を優先的に選ぶべきである。適切に造成された防風帯は、土壌や苗木を風による乾燥及び損傷から保護する。防風帯は主風向側に設置すべきであり、風速を減速する程度の透過性がなければならない。

苗畑は、可能な限り日照時間の長い土地を選択し、東又は南側の日当たりが悪い場所や日陰が多い場所は避けるべきである。

2.2 植林用苗畑の設計

植林用苗木の生産を最適化するためには、適切な育苗技術を導入し、苗木の効率的栽培が可能な基盤を整える必要がある。

ポット苗を生産する植林用苗畑は、適切な植栽区画、遮光設備、倉庫、通路、道路等を備えていなければならない。

▶ 苗畑の形状

苗畑は規則的な正方形又は長方形の形状が望ましい。長方形の場合は、縦の長さを出来るだけ短くし、横の長さの 2 倍以下とするのが望ましい。しかし、土地の形状に合わせて施設を設置するため、常に理想的な形状に造成できるとは限らない。

苗畑の面積配分は、栽培区画(総面積の 70%を専有)と非栽培区画(通路、倉庫など)に分けられる。

▶ 使用する資材の選定:

苗畑造成に必要な材料は、永久的苗畑の場合は耐久性のある材料が必要になるため、一時的な苗畑より費用が高くなる。

小規模農家が設置する苗畑では、遮光のためのヤシの葉、仕切りにヤシや竹等の自前の材料を使う方法が造成が望ましいが、これらの材料は耐久性に劣るため、毎年交換する必要がある(図 3)。



図3 現地の材料で設置した簡易な苗畑（San Roque González市）

2.3 植林用苗畑の規模

苗畑の規模を決定する際には、実施中及び今後予定される植林計画を十分に検討する必要がある。主な検討事項は以下のとおりである。

- ・ 年間植林面積
- ・ 植林方式（単層林又はアグロフォレストリー）
- ・ 植林する樹種及び1ha当たりの植林本数
- ・ 植林方法（ポット苗、地植え）
- ・ 苗畑の植栽間隔
- ・ 予想される損耗率

上記の情報があれば、苗畑の有効苗木栽培面積を算定できる。例えば、総面積の40%程度を柵、通路、灌漑システム（給水タンク等）、ポット詰め作業スペース、倉庫、培養土の材料の保管場所等に使用する。概算では、苗木1,000本当たりの必要面積は20m²程度である。

2.4 苗畑造成における気候要因と土地要因

(1) 気候要因:

苗畑で良質の苗木を育成するためには、以下を検討しなければならない。

- ・ 極度の強風を受けないこと

- ・ 日当たりのよいこと
- ・ 霜の発生頻度が低いこと
- ・ 実際に植林する地域と類似していること

苗畑で育成する樹種について考慮し、樹種にあった気候要因（気温、降雨量、風）を検討する。苗畑は、極端な温度変化を避けるように保護されなければならない。降水量（雨、雹、霜）が多い地域では、排水改良が必要である。

(2) 土地要因

苗畑の土地条件は、以下とすることが望ましい。

- ・ 硬化していない土壌
- ・ 根張りが容易な褐色砂質土又は暗褐色砂質土
- ・ 水はけが良く、保水力が優れていること
- ・ 土壌が深く、石礫のないこと
- ・ 緩やかな勾配のある平坦な地形であること
- ・ 洪水の危険性がないこと

褐色砂質土は大部分が砂質土で水はけが良いため、植林用苗畑に適している。上記以外に以下を考慮すべきである。

- ・ 有効土層厚。苗畑の土壌は、排水条件を保つため有効深度 60 cm以上が望ましい。
- ・ 苗畑では、ポット詰めには不可欠な有機土壌及び砂が得られることが望ましい。
- ・ 表面が均一な土地であること

2.5 苗畑造成に向けて考慮すべきその他の要因

苗畑用の土地を決定後、苗畑利用期間と生産計画を検討する。最初はリスクを軽減するため、小規模の苗畑造成から始めることが賢明である。

苗畑造成に向けて検討すべき事項は以下のとおりである。

- ・ 苗畑区画は日光を十分に受けられる方向に設置する。苗畑が北向きの場合は、風を受ける可能性が高いため、太陽光と風通しを得られる。
- ・ 苗畑は、資材の運搬及び植林地への苗木の搬出を円滑に行えるように、道路の近傍に設置するのが望ましい。

苗畑の用地がどこであっても、高品質の苗木を生産するという目的は同様であり、苗畑を適切に運営する努力が必要である。



図 4 国家森林院(INFONA)の植林用苗畑 (Ruta Mcal. Estigarribia km10.5 - San Lorenzo, Central.)

3 苗畑造成に必要なインフラ

3.1 防護柵

苗畑には、苗畑の外部で放牧される家畜やそれを扱う人間による損傷を避けるため、周囲に防護柵を設置する必要がある。防護柵は苗畑における苗木生産を実施する上で不可欠な施設である。有刺鉄線、金網等による柵の他、生垣としての植物を植栽する方法も可能である。

柵の種類としては、以下があげられる。

- ・ 簡易柵
普通の鉄線か有刺鉄線、又は木杭で作るものである(図 5)。柵は造成地の分離に用いられ、大型家畜の侵入を防ぐ役割を果たす。



図5 JIRCAS 展示圃場に設置した防護柵 (San Roque González 市)

- ・ 金網による防護柵

基礎を石で固め、鉄筋コンクリート柱と金網を使って作られる。この種の防護柵は他の材料よりも費用が高いため、大規模で何年も使用する苗畑に設置するのが妥当である。この種の防護柵は、苗畑をあらゆる種類の野生動物から保護可能で、不審者の侵入を防ぐことができる。

- ・ 簡易構造の防護柵

面積が狭い苗畑の場合は、自らの敷地内等で得られる木材により、1.5mから 1.8 m の高さの塀を作ることが一般的である。この種の塀は苗畑を小動物から保護することが可能で、上記の塀よりもはるかに経済的であるが、耐久年数は 1、2 年に限られる。

3.2 倉庫

苗畑の施設には、ポット詰め用の作業スペース、資材や機材を保管する倉庫が必要である。

苗畑用の倉庫及び作業スペースの大きさと構造は、作業の種類、苗畑の規模及び保存条件によって変わる。

- **倉庫:** 倉庫は、防犯を兼ねて、レンガ又はコンクリート造りとし、施設が小さい場合は、入り口付近の空間を作業スペースとして使用する(図 6)。



図 6: JIRCAS展示圃場の倉庫、San Roque González市。

- **作業スペース:** 作業スペースは、ポット用培養土の準備及びポット詰めという日常業務の遂行に使用され、雨天時でも作業可能なよう屋根をかける。

作業スペースは、倉庫に接して設置され、砂、牛糞及びココナッツ殻等のポット詰め用材料の仮置き場を設ける必要がある。また、ポット苗を育成する苗床の近傍に設置するのが望ましい(図7)。

作業スペース用の屋根資材は、構造が単純で、短期間で設置でき、耐久性にも優れた金属板とするのがよい。設置費は比較的高いが、耐久性があるので、維持管理費は軽微である。苗畑が小規模な場合は、現地で調達できる材料を使って簡素化すべきである。



図 7: JIRCAS展示圃場の小屋とポットの培養土用のヤシ殻、San Roque González市。

3.3 水源と灌漑システム

灌漑システムは苗畑を運営する上で不可欠である。苗畑に必要な水の量は以下の条件によって決まる。

- 苗木の樹齢
 - 日照量
 - 土壌又は培養土の種類
- **水源:** 必要な水の量は降水量、土壌、樹種及び育苗数によって異なる。干ばつ等による水不足の悪影響を回避するため、池などの水源には十分な水量が必要である(図8)。

パラグアイの簡素な苗畑では、泉や天水を利用し、貯水用のため池を造成するのが一般的である。しかし、最近では干ばつの頻度が高く、長期化の傾向があるため、これまで枯渇することのなかった水源が使用できなくなるなど、地表水だけでは水供給が不安定化している。



図 8: 長期の干ばつにより 2009 年初めから枯渇したJIRCAS展示圃場用の天水ため池。

- **灌水:** 苗木での灌水方法は、葉の水分量(膨張度)を確認して、散水することである。「2 日おきの灌水」等の定期化ではなく、樹木の状態を確認して、供給する方法が望ましい。非灌水期に培養土が多少乾燥しても問題はない。

給水は、気温の上昇がない早朝又は日没時が適切である。苗木の場合は、作業者が樹木のニーズに作業時間を合わせる必要がある場合がある。例えば、早朝又は日没時に作業を行い、日中は休憩するという時間配分も採用すべきである。樹木が強い日差しを受ける時間帯に給水すると、蒸発と脱水症により給水した量だけ水分を喪失する可能性がある。この大量の水分損失は苗木に悪影響を与える。葉に残った水滴も日光の影響を高め、葉を燃やすレンズの役割を果たす。

灌水システムは、スプリンクラー灌水、マイクロ灌水及びホース灌水に区分される。

- **スプリンクラー灌水:** 散水灌水はローターと呼ばれる回転式固定チップ又はノズル噴射スプリンクラーで実施される。スプリンクラーは回転式で、角度の調整や連続噴射が可能であり、チップを交換して水量を調整する。一般的には 360 度回転式大型チップと、噴射範囲が限られる 180 度回転式小型チップを併用する。
- **マイクロ灌水:** 配水管、チューブ、小型噴霧器などを使用し、少量の水を土壌表面に効率的散布するシステムで、幼木に満遍なく水を供給することができる。

- ・ **ホース散水:** ホースによる手動の灌漑方法で、小規模苗畑で行われる。散水を効率化するため、給水口を適切に配置する必要がある(図 9)。



図 9: JIRCAS展示圃場におけるホース散水による灌漑、San Roque González。

灌漑のためのポンプ用として、電気設備の設置が必要である。

3.4 日よけの設置

植林用苗は、植林地の気象条件に対する十分な耐性を備えるまで、適度に遮光し、保護する必要がある。遮光により、土壤水分の損失(蒸散)と葉の水分損失(脱水症)を軽減し、樹木及び腐葉土の温度を低下させ、強雨から保護する。

遮光用に最もよく使われる材料は、プラスチックメッシュであるが、ヤシの葉や竹等の植物も使われている。

- ・ **遮光の調整:** 萌芽時は大半の樹木が 40-50%程度の遮光を必要とするが、樹種によって異なる。生育が進むにつれて、遮光を軽減し、圃場に移植する数日前には日光に直接さらす必要がある。

苗畑では、遮光量と散水量を調整する必要がある。遮光量が多い場合は、散水量を落とし、直射日光を受ける場合は十分に散水する。苗畑では、通常、育成期間を通じて遮光しているが、これは望ましくない。過度に遮光された苗木は多くの場合以下のような特徴が見られる。

- (1) 樹高が不十分で生育が遅いか、樹高は十分だが細く、樹木としては幹が軟弱である。
- (2) 葉の色が薄く、黄化することがある。
- (3) 耐病害虫性が低い。
- (4) 植林地への移植時、日光による葉焼けが生じやすい。

- **遮光材:** コストが安いことから、木陰に苗畑を作ることが多いが、遮光し過ぎる傾向がある。また庇陰樹は苗畑面積を完全に覆うことができない上、日中は直射日光を受けやすい。
- **プラスチックメッシュ製の遮光材:** 簡素な苗畑では、ヤシの葉や竹の茎などを遮光材として利用することもあるが、プラスチックメッシュの寒冷紗が主流である。プラスチックメッシュの寒冷紗では、遮光度を **30%から 95%**まで調整可能である。通常は遮光度 **50%**が使用される(図 10)。苗木の萌芽期間には寒冷紗を二重にし、生育期に入った時点で1つ減らす方法が行われる。

寒冷紗の高さは、作業を円滑に行うため **2m**程度とし、側面から直射日光が当たらないよう幅に余裕をもたせる。寒冷紗は樹木の生育に応じて、次第に除去し、1日目は2時間、翌日は3時間というように次第に直射日光を受ける時間を増やし、最終日には完全に寒冷紗を取外す方式が望ましい。寒冷紗を取り外す時期は、葉焼けを防ぐため、雨天日や曇天日、又は早朝や日没時とする。



図 10: JIRCAS展示圃場に設置した寒冷紗。柱にKarandayを使用し、鉄線を張り渡し、寒冷紗をかける。San Roque González市。

- 苗畑に推奨される日よけの設置法
 - 庇陰樹を使用している場合、定期的に枝打ちする。
 - 寒冷紗は破れやすいので、修理又は交換を怠らない。
 - 日照量に応じた灌水を行う。
 - ポット苗は日光の移動を見ながら配置する。
 - 苗木の生育に従って、徐々に日よけを外す。
 - 日よけがない状態での苗木の反応を観察し、適切な手入れを行う。
- 苗畑でよく見られる不適切な作業
 - 苗畑での全栽培期間での遮光。
 - 過度な遮光による生育不良、病害の発生。
 - 太陽の移動方向を考慮しない苗床の配置。
 - 日よけを除去する時期が早すぎたことによる苗木の葉焼けの発生。

3.5 苗床枠

- **苗床枠**：苗床枠は播種から萌芽まで苗木を育成する空間で、横幅は 1m、長さは 10m以下とするのが望ましい。一般的には、0.5m² 当り 1,000 粒を播種する。
- **車道と人道**：各苗床枠の間は、作業のため約 30cmから 50cmの通路を確保する。苗床枠は以下の材料のいずれかを使用する。
 - **木製の苗床枠**：板材で苗床を囲うもので、安価で短時間に作ることができる。板材の厚さは3~5 cmとする。
 - **レンガの苗床枠**：コストは高いが、耐久性に優れ、苗床に最適である(図 11)。
- **苗床に使用する培養土**：苗床用の土は肥沃度が高く、ほぐれやすいものがよい。良質の苗床にするためにふるい分けする。苗床に適する土又は培養土は以下のとおりである。
 - 適度な排水性と通気性のある多孔質の土壌。
 - 土塊、根、砂利等の粒径の大きい成分を含まないこと。

多雨地域では、苗床枠は地盤より高くするが、乾燥地域では土壌面と同じ高さにするのが望ましい。



図 11: JIRCAS 展示圃場に設置したレンガ製の幅 1m、長さ 10m の苗床枠、San Roque González 市。

4 植林用苗畑の主な作業

4.1 苗木栽培計画の立案

苗木生産は、植林地における植栽時期に合わせて行われなければならない。パラグアイでは、植林地への植栽の適期は 4 月から 9 月の間である。この時期に苗木を供給するためには、苗床及び種子の準備を 1 月に行わなければならない。苗木の出荷は、通常、播種後 30～45 日後で可能となる。ポット苗では、植林地の準備状況に合わせ、60～90 日間は苗畑での管理下におくことができる。すなわち、苗木を適切な時期に植栽するためには、少なくとも 3 カ月前までに苗床に播種すべきである。

一例として、JIRCAS プロジェクトにおける植林の作業工程を以下に示す。

JIRCAS プロジェクトで実施した 苗木栽培作業の日程

作業	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
1. 苗床への播種	■								
2. 苗床の手入れ		■							
3. ポット詰め		■							
4. ポットへの植え替え		■							
5. 苗木の手入れ		■							
6. 苗木の配布			■						

1 月には苗畑施設、苗床枠、寒冷紗の設置及び灌漑システムの設置、検定種子、培養土等の必要資材の準備が必要である。

4.2 土壌の準備と苗床の消毒

苗床用の土壌の準備について、以下に留意する必要がある。

- 種子の吸水、根系の発達に望ましい物理条件を有すること。
 - 適切な播種密度及び播種深度を確保すること。
 - 病害対策を行うこと。
- **苗床の土壌の準備:** 土壌の準備については、土、砂及び有機物（十分に分解された牛糞、ミミズコンポスト、腐葉土）を同じ割合で混合し、播種前に地均しする。
 - **苗床の消毒:** 苗床の消毒は、病害虫による被害の軽減だけでなく、雑草防除にも効果的である。土壌の消毒は毎年増殖する真菌、バクテリア及び線虫の防除となる。最近では、安価で、安全かつ環境への悪影響を最小限にとどめた土壌消毒方法が必要となっている。

真菌による被害は毎年、多湿高温期に発生する。この病原菌に対する苗木の抵抗性は、成長し、木質化が進むに従い高まる。病原真菌類には *Pythium*、*Rhizoctonia*、*Phytophthora* 及び *Fusarium* などがある。

病害防除のための土壌消毒では、日光消毒が行われる場合がある。これは、土壌表面を透明ビニールシートで被覆し、太陽光エネルギーを利用して加温するもので、12月～2月の高温で日射しの強い時間帯に行われる。この処理の効果を高めるためには、6週間以上継続する必要がある。

苗床用の農薬は多数市販されているが、効果的な方法は **Sevín 85 P.M.** 等の殺虫剤や **Dithane M 45** 等の殺菌剤を播種の数日前に 1m^2 当たり 3 グラムの割合で散布することである。この方法を使うと、頻繁に発生する土壌中の害虫及び真菌による病害をすべて防除することができる。施用方法としては、例えば 10 m^2 の苗床

を消毒する場合は、薬品をおよそ 25 リットルの水で希釈した後、噴霧器で一様に散布する。

- **播種後の予防的処置：** 苗床内の温度又は湿度が上昇し「立ち枯れ病」が発生しやすい環境条件にある場合は、灌漑頻度を軽減しながら殺菌剤の散布を並行して行う方法が望ましい。施用方法としては、例えば、4 m² 当り 20 グラムから 30 グラムの Dithane M45 を 10 リットルの水で希釈したものを散布する方法がある。ベンズイミダゾール(Benomyl)等の他の製品を使う場合は、水 1 リットル当たり 1 グラムの濃度に希釈して散布する。

4.3 種子

長期間を要する植林事業において、植林を成功させるためには種子の選定が重要である。優良種子は生存力及び樹木の品質を向上させ、生育期間を短縮する。

- **繁殖材料：** 繁殖材料は、次世代株に使用する親株の一部である。これには生殖材料(種子)と栄養材料(茎、穂木、根層など)の 2 種類がある。種子から栽培する樹木は一般的に、樹高が高く、深根性であるが、親株の特徴と全く同じではなく、病害虫に対する抵抗性が強くなる。栄養生殖の場合は、親株の特徴が正確に受継がれる。
- **優良種子：** 優良種子は、強い発芽力、旺盛な成長力、健康で強い耐病害虫性という特性を有する。種子を購入する場合、種子の品質及び遺伝的同一性を保証する業者を選定しなければならない。

国家森林院 (INFONA)の種子センターでは、様々な種類の良質の繁殖材料を収集、増殖している(図 12)。植林用の保証種子を提供可能な機関は、ブラジル及びアルゼンチンに存在する。



図 12: INFONA の種子センターで入手したユーカリ (*Eucalyptos grandis*) 及びグレビレア (*Grevillea robusta*) の種子、San Lorenzo 市。

4.4 播種と苗床の管理

苗木生産を継続的に実施するためには、苗床への播種は 15 日間隔で行うのが適当である。

- 苗床への播種: 種子の種類によっては、播種前に刺激を与え、発芽を助長する処理が必要なものもある。

種子は真菌の攻撃を防ぐために播種前に消毒しなければならない。種子の粒径は大型、中型及び極小種子を含む小型があるため、播種する苗床枠は種子の大きさによって決まる。小型種子の場合は、適当に散布すればよいが、大型及び中型種子では、種子間及び列間隔を小さくして列状播種する。

播種を行う前に、苗床の地均しと水分補給を行う。種子の小さなユーカリ種では、 1m^2 当たり 10 から 15 グラムを目安に播種し、噴霧器を使って速やかに灌水した後、粒子の細かい洗砂を 1mm から 2 mm 厚となるよう散布する。この後もう一度噴霧器で散水する。ユーカリ種子は軽いため、噴霧器を使うとその勢いで飛び出してしまふことがある。続いて水分を保持し雨粒を避けるために速やかにビニールシートで覆う。発芽するまでは、土壤水分を一定に保つため、灌水を毎日、朝と夕方に行う。種子は気温に応じて 8~15 日で発芽する。小型種子の場合は 1m^2 当たり 10 グラムでおおよそ 2,000 株は収穫できるため、移植に最適な苗木を選択することができる(図 13)。



図 13: ユーカリを播種した直後の苗床。JIRCAS 展示圃場、San Roque González 市。

□ 苗床での苗木の手入れ: 苗床の適切な扱いに必要な主な手入れは灌漑、雑草防除及び剪定である。

- **灌漑:** 播種の終了時と植え替えの終了時は、適切に灌漑を行うことが重要である。ポットに移植する時点では苗木は小さいため、土壌中の水分に注意を払わなければならない。灌漑は毎日行い、苗木が安定し、根張りした段階で、灌漑頻度を減らすことができる。植え替えを行った苗木は、ポット移植後速やかに灌水する。雨期が過ぎた後は、週におよそ 3 回程度の灌水が必要である。灌水は、朝又は夕方の気温が低めの時間帯が望ましい。
- **除草:** 播種から最初の数週間は、手作業で除草する。苗木が安定し、根張りした後は、小型の鍬か草刈り鎌で列ごとに除草する。除草は継続的に行い、苗木と雑草間の水と養分の競合をコントロールすることが望ましい。
- **防除:** 病害の発生を避けるための防除では、ベンズイミダゾール等の殺菌剤を定期的に散布する。これは通常、苗床が高温多湿状態になる時に行う。

苗床に望ましい処理をまとめると、以下の通りである。

- 苗床には、良質の培養土を投入する。
- 播種前に苗床に噴霧器で灌水する。
- 種子は均等な間隔で浅めに播種する。小型種子は適当に散布し、中型以上の種子は列条播種する。

- 種子と土壌が密着するように軽く鎮圧する。
- 発芽を待つ期間は、冷氣や降雨から保護するためにビニールシートで覆う。
- 強い日射しや風雨から保護するための日よけを設置する。
- 大量に発芽する場合は、分散するか成長に応じて苗木を速やかに移植する。
- 移植する苗木の生育度をずらすために苗床への播種は段階的(2 ないし 3 週間おき)に行う。

4.5 良質の培養土の調合とポットの配置

良質の培養土は苗木の生育に有利な物理的及び化学的特性を備えている。養分は大量に含むが堅密な培養土は水の浸透率が低いため不適切である。一方、適度な排水性を持つが苗木に必要な養分が不足した培養土も不適切である。

- **培養土の準備:** 苗畑では通常、性質の異なる土壌とコンポスト等の有機物材料を現地で混合して、培養土としている。JIRCAS プロジェクトでは、ポット用土には以下の混合率を適用した。

	植壤土	砂質土	堆肥
✓ 粘質土壌:	1	2	2
✓ 中間的な土壌:	1	1	1
✓ 砂質土壌:	1	0	1

培養土の準備では、有機物又は堆肥の原料はその地域での利用可能性によって異なる。一般的には、堆肥又は牛糞と砂又は植壤土を同じ比率で混合する方法が使われる。JIRCASプロジェクト地域内で調達できる材料、例えばヤシ殻等の他の材料を使って培養土を作ることにもできる。San Roque González市では、砂質土、牛糞及びヤシ殻を混合して培養土を作成した。この組み合わせは良好な結果を示した(図 14)。

培養土は灌漑を行わない状態でも相当の保水力がなければならない。培養土の含水率が高すぎる場合は、根系の窒息状態が発生する。粘土を多く含む土は、乾燥すると培養土を堅密化し、ひび割れの原因となり、根系を損傷する可能性がある。砂質性が高い場合は、養分含有率及び保水率は低くなる。



図 14: JIRCAS 展示圃場の苗畑で利用された培養土の材料、砂質土、牛糞及びヤシ殻、San Roque González 市。

- **ポットの設置:** ポットは苗木が成長するまで培養土を保持する役割を果たす。ポットには根を腐食させないように、排水孔がなければならない。ポットには様々な種類があるが、苗畑で最もよく見られるのは黒色ポリエチレン製である。

最もよく使われるポットの大きさは、外来種(マツ、ユーカリ及びグレビレア種等)が 8 x 13cm で在来種は 12 x 18 cm である。ポットは単位費用が安くなるという利点があるが、一方で、土壌の充填に手間がかかり、根曲がりが生じやすいという欠点がある。リサイクル材等の低価格の容器を利用してよい。

ポットは植え替えを行う前に十分な締固めと灌水が必要である。ポットの大きさによっては、一日に 1,000 株を移植することができる。ポットは、幅 1 メートルの苗床枠内に規則正しく配置する。苗床枠は厚さ 3~5cm の板材で囲い、通路分の幅を 50 cm 程度確保して配置する。(図 15)。



図 15: 板材で作った苗床枠内に配置した充填済みのポット、JIRCAS 展示圃場、San Roque González 市。

4.6 ポットへの植え替え

苗木は高さが 5~8 cm 又は葉が 3、4 枚出た時点で、ポットに植え替える。苗木は損傷し易いので、苗木が水分を吸収しやすいよう、植え替えの前日には苗床に十分な灌水を行い、土壌を柔らかくしておく。

苗木は夜間に回復するため、植え替えは午後が望ましい。最初に土を掘り起こし、次に苗木を葉からゆっくりと取出す。根がポットよりも長い場合は、剪定用のハサミで切断する。

培養土を充填したポットには、根を入れられるように木の棒で適度な深さの小さい穴を空け、根が折れないように植え付ける。根と培養土が十分に接着するようにポットを下と横から押す(図 16)。

- 植え替え時の留意点

- 根が直射日光や風を受けないように注意する。
- 根を穴に真直ぐに挿入する。
- ポット内に隙間が残らないように根を軽く押し付ける。
- 根はまっすぐに植える。
- 植え替え後、ポットの表面を均一にする。
- 茎の周囲に隙間が残らないようにする。

- ポット植え替え時の誤り

- 根の長い株を植え替えること。
- 苗木を乾燥土に植え替え、その直後に灌水すること。
- 植え替えを行った後で日よけを設置すること。
- 直射日光を受ける暑い時間帯に植え替えを行うこと。
- 損傷した苗木や欠陥のある苗木をそのまま植え替えること。
- 乾燥した土が付着した苗木を茎から引抜き、根や茎を傷つけること。
- 不適切な方法で灌漑を行い、過度の水圧を与えること。
- 苗木を長時間手元に置く、外に放置するなど。
- 指で穴を空けること(この方法では穴が小さくなる)。
- 穴に挿入した時に根が傾いた状態になっていること。
- 根の周囲に隙間を残すこと(枯死の原因となる)。



図 16: JIRCAS 展示圃場でのポットへの植え替え、San Roque González 市。

4.7 ポット苗木の手入れ

ポットへの植え替え後、苗木には病害虫による損失の発生する危険があるため、十分な注意が必要である。

- ・ **灌漑:** ポットへの植え替え直後は灌水し、その後も一定の水分量を維持するために必要に応じて灌水する。ポット内の過度の水分損失は苗木の枯死につながる。灌水時には、苗木が損傷しないよう、水圧を調整する必要がある。

気温が高い時間帯は蒸発散量が大きく、苗木が損傷する危険があるので、灌水作業を行ってはならない。一方、苗畑の気温が異常に高くなり、土壌浅層部の温度が 30°C を超える場合は灌水によって温度調節を行う。

- ・ **除草:** ポット内に生ずる雑草は、手作業で除去する。雑草が苗木と同等以上の高さになると、苗木の生育に悪影響を及ぼすようになる。
- ・ **病害防除:** 菌類による病害は苗畑につきものであり、日々の監視により、徴候が見られた場合は薬剤を散布する。また葉切り蟻の被害が見られた場合、市販の殺蟻剤で対処する。それほど重要でない病害が局所的に発生することがあるが、問題が大きくなければ処理を行う必要はない。
- ・ **根の剪定:** ポットを長期間苗床に放置すると、主根がポット外まで成長する。これを避けるためには、苗木をポットから取出して根を剪定する。苗木の損傷を最小限に抑えるため、剪定する長さは短くし、15 日ないし 25 日ごとにこの作業を繰り返す。主根の生育を抑制し、細根の生育を助長して、容器内の培養土全体に広がるようにすることが重要である。

5 苗木の栽培と農家への配布

植林農家からの植栽時期、樹種、植林面積、アグロフォレストリーの有無等にかかる情報に基づき、苗木を配布する。植林を成功させるには、農家による植林地での植栽及び植栽後の植林地の管理が重要である。

苗畑管理者は、植栽後 3 カ月、半年、1 年という間隔で、農家の植林地を訪問し、樹木の生育状態を観察し、農家に助言するとともに、苗生産にフィードバックすることが望ましい。

5.1 移植する苗木の特徴と大きさ

- ・ **移植する苗木の特徴:** 苗畑で適切な作業が行われた場合は、苗木は植林地に移植後も順調に生育する。

植林地に移植される苗木の望ましい品質は以下のとおりである。

- 苗の高さと根の長さにバランスがとれていること。
 - 苗がまっすぐなこと。
 - 根曲がりがないこと。
 - 茎葉が健全なこと。
 - 移送に向け適度な大きさであること。
- ・ **移植する苗木の大きさ:** ユーカリ種(*Eucalyptus sp*)のような早生樹種は樹高が低くても環境適応力は相対的に優れているため、根系の適度な生育が可能なポットで栽培される。経験上、苗木の適度な大きさは樹高 30cm 程度で、これに達すると植林地に移植される。

農家の多くは少しでも大きな苗木を植林することを希望するが、ポットが小型の場合は特に、大きい苗木は根曲がりのあることが多い。根曲がりの苗木を移植しても、順調な生育は期待できない。

5.2 環境変化への対応と根の剪定

- ・ **環境耐性強化:** 苗畑では、苗木が順調に生育するように、日よけ、灌漑、肥沃な培養土、防風帯などのあらゆる保護が行われる。苗畑から植林地に移植されると、このような保護を急に受けられなくなるため、苗木は極めて苛酷な環境変化にさらされることになる。

環境耐性強化は、苗畑栽培の最終段階であり、苗木の体質を強化して植林時の環境変化にうまく適応できるよう、苗畑での保護を徐々に減らしていくものである。耐性強化では、苗木を日よけのない場所に移し、灌漑頻度を減らす。

この作業は苗木を植林地に移植する 30～45 日前に実施する。耐性強化期間中は、苗木は樹高の伸長を抑制され、植林地で少しでも良好な状態を維持するように根系及び幹径の成長が重視される。

- ・ **根系の剪定:** 主根の剪定を行うと、耐性強化中の苗木の二次根の生育と木化が助長され、将来の移植が成功する可能性が高まる。

5.3 苗木の分類と箱詰め輸送

- ・ **分類:** 苗畑では、同じ高さの苗木を農家に提供するために、出荷前に苗木を分類してそろえる必要がある。分類の際は、適切な高さに達した苗木をすべて選び出した上で、それらが植林地に移植する望ましい特徴を満たしているかどうかを確認し、満たさないものを除外する。

苗畑では、常に良質の苗木と品質の良くない苗木が混在する。平均すると、苗木の 20～30%は不良である。このため、苗畑では不良品を見込み、最終的に必要な数の 20～30%多い数の苗木を育成しなければならない。苗畑管理者は苗木の廃棄は当然のこととして受入れなければならない。しかし、管理者の多くは、労力をかけて育成した苗木の処分を望まず、何らかの使い道があると考えられる傾向がある。

- ・ **苗木の箱詰め輸送:** ポット苗を損傷なく輸送するためには、輸送時に箱詰めしなければならない。箱は密閉する必要はないが、ポットが動かないように緩衝材を入れる必要がある。また、大量の苗木輸送の際に積み重ねられるように、箱は全て同じ大きさでなければならない(図 17)。

箱の素材は様々で、最も経済的なのは木製だが、耐久性が低い。最適なのは軽量で耐久性に優れ、列状に並べられるプラスチック製の箱である。



図 17: 輸送に備えて箱詰めされた苗木、JIRCAS展示圃場、San Roque González 市。

5.4 苗木の輸送条件

苗木を苗畑から植林地に輸送する場合、数時間を要するため、その間に強い日射、強風等の様々な悪条件が発生し、これによって輸送中の苗木が枯れてしまうことがある。

苗木を輸送する最善の方法は輸送用トラックだが、屋根なしのトラックの場合は覆いをかけなければならない。

苗木の品種は区別しにくいので、他の品種と間違われぬよう、苗木のロットごとにその属性を示すラベルを張り付けなければならない。



図 18: San Roque González市で実施されたJIRCASプロジェクトの苗木輸送に使用されたトラック。

5.5 苗木の農家への輸送と移植前の手入れ

- ・ **苗木の輸送:** 苗木の輸送時の留意事項は以下のとおりである。
 - 農家の要望した品種と一致するかどうかを確認する。
 - 損傷が発生しないように適切な条件で苗木を輸送する。
 - 受注本数が再植林に必要な本数より **20%以上多い**ことを確認する。
 - 適切な植林に向けて技術上の指示を提供する(図 19)。



図 19: JIRCASプロジェクトによる農家への苗木の配布、San Roque González市。

- ・ **輸送前の苗木の手入れ:** 農家は配布された苗木をすぐには植栽しないのが一般的である。農家が配布された苗木に対し、苗畑と同様の手入れをしない場合、苗木は枯死する可能性がある。苗木は、搬入直後は動物の侵入できない場所(通常は家庭菜園)に入れる必要がある。もし日よけがない場合は、新たに囲みを設置した日陰のある場所に移動させなければならない。搬入後は、ポットが乾燥しないよう、適度に灌水しなければならない。
- ・ **適切な植林のための農家への指示:** 小規模農家は林業に関する知識がほとんどないため、所有地では農作物生産と畜産に利用してきた。このため農家が植林に必要な技術を身に付けることが重要で、農家に対し適切な植林研修を行うことが不可欠である(図 20)。植林地において、適切に植栽及び管理されなければ、良質の苗木を提供しても意味がない。



図 20: JIRCAS展示圃場における農家への植林研修、San Roque González市。

参考文献

1. Basil, G. , Lugano, L. y Leanza, M. 2003. Instalación de un Vivero Forestal. Divulgación Técnica N° 22. INTA. Argentina. 4 p.
2. Díaz Benetti, W. 2002. Vivero Forestal. Buenas Prácticas Forestales. Proyecto FAO – TCP/ARG/2902. Cartilla de divulgación N° 9. Buenos Aires, Argentina. 12 p.
3. Galiussi, E. 2006. Los Tipos de Producciones de un Vivero Forestal. Boletín de Divulgación Técnica N° 8. Área Dendrología. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. La Plata, Argentina. 7 p.
4. Navall, M. 2004. El Vivero Forestal. Guía para el diseño y producción de un vivero forestal de pequeña escala de plantas en envase. Proyecto Forestal Regional INTA -EEA. Santiago del Estero. 15 p.
5. INTA. 1994. Producción de plantas. Manual para Productores de Eucaliptos. INTA, Argentina. 33 a 41 p.
6. Ladis, T. D.; Tinus, R. W. y Barntt, J. P. 1989. Manual de Viveros para la Producción de Especies Forestales en Contenedor. Planeación, Establecimiento y Manejo del Vivero. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Oregón, E. U. A. 102 p.
7. Marco, M. 1983. Instalación de un vivero de *Eucalyptus grandis*. Información Forestal. EEA – INTA, Concordia, Argentina. 7 p.
8. Solórzano, C. 2005. Manual básico para viveristas del bosque seco. Manejo de Viveros y Especies Nativas. Proyecto Conservación Participativa del Bosque Seco. Guayaquil, Ecuador. 28 p.
9. Trujillo, E. 2005. Plantación Forestal: Planeación para el Éxito. El Semillero. Bogotá, Colombia. 29 p.
10. Wightman KE. 2000. Prácticas adecuadas para los Viveros Forestales. Guía Práctica para los Viveros Comunitarios. Centro Internacional para Investigación en Agroforestería. ICRAF. Nairobi, Kenya 102 p.

【著者】 Justo López Portillo

【翻訳】 松原英治

【連絡先】

〒305-8686 茨城県つくば市大わし1-1

(独)国際農林水産業研究センター 農村開発領域

担 当 : 松原英治

電 話 : 029-838-6686

F a x : 029-838-6693

E-mail : eijimatu@affrc.go.jp