



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

森林管理マニュアル



サンロレンソ- Paraguay
2011年3月

森林管理マニュアル

目次

目次	i
1 はじめに	1
2 植栽及び森林管理	2
2.1 植林地の選定	2
2.2 地ごしらえ	2
2.3 植栽位置および植栽穴	3
2.4 植栽時期、密度、植林方式	5
2.5 植林地の手入れ	6
2.6 間伐	9
2.7 主伐	10
3 ユーカリ林の管理	11
3.1 パラグアイにおけるユーカリ植林	11
3.2 <i>Eucalyptus grandis</i> の特徴	12
3.3 <i>Eucalyptus camaldulensis</i> の特徴	13
4 <i>Grevillea Robusta</i> 林の管理	14
4.1 <i>Grevillea robusta</i> の特徴	15
4.2 <i>Grevillea robusta</i> の管理	15
4.3 <i>Grevillea robusta</i> のアグロフォレストリー利用	16
5 早生樹種の利用	19
5.1 <i>Eucalyptus grandis</i> の利用	19
5.2 <i>Eucalyptus camaldulensis</i> の利用	20
5.3 <i>Grevillea robusta</i> の利用	21
参考文献	22

1 はじめに

林業生産の盛んな地域では、主に早生樹種による植林が行われている。

林業活動は、農業利益がほとんど得られない土地で実施されるのが望ましい。このような場所では、経済価値の低い土地を活用することで、比較的安価に植林地を開発できる。

早生樹種による植林で、農家は短期間で成木を収穫し、利益を得ることができる。

JIRCAS プロジェクトでは、早生樹種としてユーカリとグレビレアを導入したので、ここではこの2種類の樹木について、植栽及び森林管理の方法を記載する。



図 1： 第 1 回枝打ち後の *Eucalyptus grandis* (1 年生) の植林地。JIRCAS 展示圃場 (パラグアイ県、サンロケゴンザレス市)。

パラグアイでは、消費エネルギーの約 50% を薪 (年間数百万トン) から得ている。

これまで、木材及び薪材は主に自然林から採取されてきたため、自然林は荒廃、減少している。従って、早生樹種による植林は、自然林からの採取に代わる可能性がある。

早生樹種の植林では、雑草との競合や葉切り蟻の害を避けるため、適切な時期、特に樹木の発育の初期段階で適切に手入れすることが基本である。雑草との競合や葉切り蟻の害は樹木の成長に悪影響を与え、時に林業生産を壊滅させる可能性がある。また植栽後は、良質の材を得るために、枝打ち、間伐などを定期的に行う必要がある。

植栽された早生樹種の年当たりの養分吸収量は、在来樹種よりも大きい。そのため、育林に際しては、肥料散布を行うなど、養分補給を考慮する必要がある。

植林を開始する際は、気候条件および土壌の特性を考慮することが重要である。

一般的に植林向けとして、土壌の深さは1m以上あることが望ましい。

ユーカリやグレビレアのような早生樹種は、雨が均等に降り、平均降水量が1,200mm以上で、平均気温22℃以上の凍結することのない気候を好む。パラグアイの大半の地域はこのような条件下にあり、多様な樹種による植林に適している。

ただし、パラグアイでの植林は、長期干ばつの影響を受ける可能性がある。特に雑草の多い区画で、移植直後や幼木育成の初期段階に干ばつが起こった場合、影響はより大きなものとなる。干ばつはまた、特に雑草の多い植林地において、野火の主な原因となる。

土性、土地の深さおよび地形は、変えることのできない土地の物理的な特性である。だが一方で、土壌構造、間隙率、水はけ、有機物含有量は農学的な技術により改善することができる。

ユーカリやグレビレアは痩せた土地でも生育できるため、他の樹種に比べ土壌の種類に関する要求が少ない。だが、カリウムおよびリンの含有レベルが低い土壌では、こうした樹種にも問題が生じる。ユーカリやグレビレアの良好な初期生育にはカリウムおよびリンの両方が不可欠である。そのため、植林時に施肥を行うことが推奨される。

成長が最も良好な樹木は、適度な酸性または中性（pH 5～7）の、十分な深さのある土壌で観察される。

2 植栽及び森林管理

2.1 植林地の選定

植林にとって、植林地の適切な選定と地ごしらは重要である。それは特に最初の数年間、樹木の健全な育成に大きな影響を与えるからである。最終的には1haあたりに得られる林産製品の生産量増加につながる。

選定された植林予定地には、樹種に応じた土壌条件が必要である。

小規模農家が選定する植林地は、所有農地の面積が限られるため、一般的に、当面は生産活動が行えないほど顕著に痩せた荒地となることが多い。植林地の荒廃が顕著な場合、植林に先立って、土壌侵食防止及び地力向上のための活動を実施する必要がある。

また植林地を農業にも有効活用するアグロフォレストリーとして開発するには、農家自身による土地利用計画の作成が重要である。

2.2 地ごしらえ

地ごしらえとは、植林地の条件を整備する一連の活動である。地ごしらえでは、以下のとおり除草と耕起が行われる。

- 除草

植林予定地内にある低木や雑草は、植林作業を困難にする。除草では野焼きは避け、雑草や作物残渣が作業の妨げとならない場合には、土壌中に鋤き込み、有機物として利用することが推奨される。

● 耕起

耕起は、土壌が最適な湿度条件にあるときに実施される。土壌侵食を防ぐため等高線に従って、土地の傾斜とは直角方向に耕起する。

最もよく採用される耕起法は以下のとおりである。

- **在来型の耕起方式**：家畜の牽引によるプラウで耕起する方法。耕起深は、12～15cm である。この作業の前には、適度の除草を行っておく必要がある。この方法では硬盤（耕土下にある 12～18cm の圧密土層）を破碎できず、樹木の根の健全な成長が阻害されることがある。
- **垂直耕起**：家畜の牽引によるチゼルプラウを使用する方法。この耕起方法では、硬盤の破碎が行われ、植林に適した土壌条件を向上させる。この作業のデメリットは、チゼルプラウが入手困難で、コストが高く、作業が長時間となることである。
- **畝立て**：畝立ては地ごしらえの代替手段であり、洪水の起こりやすい低地に適する。畝は傾斜と直角方向に作られる。植栽される苗木は地表より高い位置にあり、樹木の根を成長しやすくする。
- **心土耕**：心土耕とは、地面の深い部分まで耕すことで、一般的に、特殊な機材（サブソイラー）をトラクターに装着して、土壌を 50cm 程度の深さまで耕起する。この作業は効率化のため水分含有量が低い条件下で実施される。
- **局所的な耕起**：苗木を植栽する場所に、線状耕起、溝、植栽穴を設けるもの。
 - ✓ **線状耕起**：低密度の植林を行う場合、植栽する列に沿って幅 1～2m の一定部分のみ耕起するもの。コストと時間を削減できる。鋤、サブテラー、スイープ（かき寄せ機）などを使って実施する。
 - ✓ **溝**：植栽する列のみ、鋤で最小幅の溝を掘るか、又はサブテラーで耕起する。植林を容易にするため、時には格子状に溝掘りを行い、交点に植栽位置を定める。
 - ✓ **穴**：植物の根がよく定着するよう、十分な大きさ（直径 30cm、深さ 40cm）の穴を掘る。

2.3 植栽位置および植栽穴

地ごしらえ後、植栽位置を決めるため、マーキングを行う。

マーキングは、樹木間の望ましい間隔を保ち、計画された植栽密度（単位面積当り樹木数）を確保するものである。

マーキングを実施するため方法には、長方形型、等高線型、ジグザグ型などがある。マーキングには一定の精度が要求される。

傾斜が5%以上の土地では、マーキングは等高線に沿って実施される。土地の起伏の形状に沿って、斜面内で等高線のポイントを結び、斜面に対し直角に植栽位置を設定する。等高線の設定は、水を満たしたホースを使用する。ホースは一定高さを両端で維持することにより、順次ポイントを設定していく。等高線上に植栽することで、土壌侵食を軽減する。

マーキングには、巻尺、杭、紐、目印用の枝を使用する。最初に、植林地の最も外側に杭を打つ。杭は一直線で、一定間隔となるよう、巻尺で位置を設定する。杭位置に人が立って、苗木の植栽位置に印をつけた紐を支え、もう一人が杭のラインと直角方向に引き延ばす。他の一人が、紐の印の位置に枝などを挿し、植栽位置とする。

単層林造成の場合には、密度を高くする（例：3 x 2.5 mのユーカリは1ha当たり1,330本）が、アグロフォレストリーでは、密度を低くする（例：5 x 4 mのグレビレアは1ha当たり500本）。



図 3：植林地のマーキング。JIRCAS 展示圃場における農家の実務研修（サンロケゴンザレス市）。

● 植栽穴

マーキングで定めた植栽位置に、植栽穴を掘る。穴は、根の長さ以上の深さを確保するため、幅30cm、深さ40cmの大きさが適当である。穴掘りには半月型シャベルとエンド型シャ

ベルがよく利用される。穴掘りが不適切な場合、根の健全な成長が妨げられ、生育不良となる。

2.4 植栽時期、密度、植林方式

● 植林の時期

パラグアイでは、苗木の植林地への移植は、主に5月から9月の冷涼期に実施される。植栽時には土壤に適度な湿度が保たれていることが重要である。従って、植栽は降雨後に行われることが推奨される。冷涼期であっても降雨が少ない場合には、植栽は延期されるべきである。植林面積が広い場合は、早めに地ごしらえ、マーキング、穴掘りなど植林の事前作業に着手する必要がある。

ユーカリ種の多くは、多様な環境条件下で急速に成長できる。バイオマス量が多いことに加え、*Eucalyptus camaldulensis*のような一部の樹種は、干ばつに対し高い耐性を有する。

パラグアイ南部地域のように冬期に頻繁に霜に覆われる場所では、霜害の時期が過ぎた時点で植栽を開始すべきである。この地域では、雨期にあたる9月から10月末までの植栽が適切である。

● 植林密度

ユーカリやグレビレアのような早生樹種にとって最適な密度は、生産の目的や植林方式によって異なる。最も密度の高いエネルギー用ユーカリ林では、1,600 本/ha とすることがある。

● 植林方式

植林方法として、単層林とアグロフォレストリーの2つの方式がある。

- **単層林**：単層林は、区画内に単一樹種を一定間隔で植栽し、形成する。単層林では、*Eucalyptus grandis*がよく用いられる。一方、自然草地や低湿地では*Eucalyptus camaldulensis*が選定される。*E. camaldulensis*は、自然に枝が落ち、日照量を確保できるので、林畜複合又は農林畜複合システムの樹木に適している。耕地を単層林に転換する場合、除草を兼ねて幼木の手入れをするため、植栽後1年目は、農作物を樹間に作付けるのが望ましい。翌年以降は単一の植林地として管理される。
- **アグロフォレストリー**：アグロフォレストリーは、植林地で農業生産を継続する方法である。アグロフォレストリーは、農作物生産から短期的な利益を得、林業生産により長期的な利益が得られる。アグロフォレストリーを構築するためには、単位面積当りの樹木密度、適切な樹種選定、栽培作物又は飼料作物の選定、システム全体の管理方法について検討しなければならない。

2.5 植林地の手入れ

• 除草

除草は不可欠な作業で、特に植栽後の生育の初期段階での除草は重要である。

新たな植林地では植栽後6か月まで、雑草との競争が顕著である。ユーカリは非常に発達した側根系を持つため、除草すると良好な成長が期待できる。

小規模農家は、以下の方法で除草を行っている。

- **全面除草**：人力又は除草機により植林地全体の除草を行うもので、除草効果が高いが、労力を要し、高コストとなる。
- **線形除草**：幼木の片側 50cm 程度を植栽列に沿って除草するもので、雑草がそれほど成長していない場合や、牧草利用する場合に有効である。
- **円形除草**：幼木の回り 50cm 程度を円形に除草するもの。植栽直後に有効で、その後は別の除草方法が必要である。

• 枝打ち

枝打ちは、幹の側枝を除去するもので、良質な用材を得るための作業である。樹高が少なくとも 5m になるまでには実施される。枝打ちでは、剪定鋏か手鋸を使って、幹に最も近い部分の枝の根元を切り取る。最初は、樹木の成長を妨げないように、根元から樹高の 40%までを枝打ちし、それ以上では枝打ちを行わない。一般的に枝打ちの適期は、切り口の修復が早い秋から冬にかけてである。

最初の枝打ちは、植栽後 12～24 か月間で実施すべきである。その後は、*E. grandis* では樹高が 6m の場合、基部の 2.5m の枝打ちが推奨される。樹高が 11m に達すると 5m まで枝打ちを行う。このことにより、節がなくまっすぐな良質の用材が得られる。

枝打ちに当たって、以下に留意する必要がある。

- 枝打ちによる切り口は、出来るだけ小さくする。切り口が大きければ、樹木を弱らせ、病気に感染する原因となる。
- 枝打ちには剪定鋏や手鋸など適切な器具を使用する。
- 人の背丈を越える高さで枝打ちする場合、梯子を使用する。
- 道路沿いなど、火災の危険度の高い植林地の樹木は、常に枝打ちされた状態を維持する。



図 4： 基部の5mまで2度枝打ちした*Eucalyptus grandis* の植林地。JIRCAS展示圃場（サンロケゴンザレス市）。

*Grevillea Robusta*の植林地では、ユーカリに比べ成長が遅いので、樹高が3m以上となるまで枝打ちは控える。樹高3m以上となるのは、おおむね植栽後2年目の植林地である。



図 5： アグロフォレストリーにより3年間育成し、基部の2mまで枝打ちした*Grevillea robusta*。JIRCAS展示圃場（サンロケゴンザレス市）。

● 葉切り蟻

葉切り蟻（Ysaú 及び Akêkê）は幼木に甚大な被害を与える。葉切り蟻はパラグアイ国内で一般に見られるので、植栽前に植林地を点検し、巣が見つければ駆除すべきである。駆除後も、植林地及びその周辺を常時点検して、巣が見つければ同様の駆除作業を行う。

駆除方法として、薬剤が使用されており、粉状、液状、ガス等、各種の防蟻剤が開発されている。

葉切り蟻はグレビレアを好む傾向にあるので、グレビレアの植林地では特に注意が必要である。

- **葉切り蟻の特徴：** Ysaú は、横穴のある大きく深い巣を作るのが特徴である。堆積した大量の土で小塚を築く。蟻のサイズは大きい。一方で Akêkê は地表の植物残渣や木くずで巣を覆う。サイズは Ysaú よりも小さい。
- **粉状防蟻剤の使用：** 粉状防蟻剤は、散布器を使ってアリ塚に直接散布する。土地が乾燥した状態で実施すると、薬剤の拡散がスムーズで、効果的である。
- **エサ剤による駆除：** 蟻の好む葉の成分を含ませた物質を巣穴に運ばせ、アリタケを枯死させるものである。これは顆粒状をしており、蟻の巣の周辺または蟻の通り道に散布する。有効成分は 0.01～0.3% で、大豆粉、植物油などの添加剤を含む。



図 6：農家による葉切り蟻の駆除。JIRCAS プロジェクト（サンロケゴンザレス市）。

- **生物的駆除**： entomopatógenos 菌を利用した駆除方法である。entomopatógenos 菌は散布器でアリ塚の出入り口に直接撒かれる。この菌は、米、大豆粉、寒天を使ってガラス瓶で培養することができる。
- **機械による駆除**： 植林が予定されている牧場で、トラクターによる深耕により Akekê の巣を除去するもの。深耕後、巣をシャベルで掘り起こし、女王蟻とともにアリタケの繁殖した巣穴を除去する。機械による駆除方法は、被害の発生範囲が小さく、アリ塚がまだ新しい場合に効果的である。

葉切り蟻は、農家の個別の活動だけでは駆除が困難で、集落全体での取り組みが必要である。

2.6 間伐

間伐は、植林地の樹木数を段階的に減らし、残された樹木の成長を促し、良質な用材を得るために行われる。

• 間伐対象となる樹木

- 幹や枝の形が悪い
- 幹が分岐している
- 幹が傾いて成長している
- 成長が遅い
- 病害がある
- 樹高が低く、直径が小さい

• 間伐の利点

- 優良な樹木の成長を促す
- 高品質の用材が得られる
- 経済的利益が高い
- 植林地の管理を容易にする

• 間伐の実施時期

- 間伐に最適な時期は、樹木間の競争が個々の樹木の成長に悪影響を及ぼし始めた時である。通常は樹高が7m以上になってから間伐を検討する。間伐は複数回実施するが、最初の間伐は利益よりもコストの方が大きくなる。なお農林畜複合システムでは、

枝打ちおよび間伐を適切な時期に実施することで、日照が良好になり、牧草の生育を促進できる。

- **間伐の実施方法および費用**

間伐前の植栽密度が 1,300 本/ha の場合、およそ 40%を伐採し、780 本/ha を残す。最終的には 500 本/ha 程度の森林とする。

樹木の伐採は、チェーンソー又は斧で行うが、安全のため伐倒する方向を定め、適切に切り込みを入れる必要がある。間伐材を有効利用しない場合は切り捨てておく。

2 回目以降の間伐では、間伐材も大きいので、販売収入が得られる。

2.7 主伐

植林後の数年間は、樹木の成長速度は緩やかで、その後急成長し、単位面積当たりの樹量が着実に増加する時期が来る。一定の樹齢から、成長速度は低下する。植林地における主伐材齢は、所有者が期待する利益によって決まる。

- **樹木の伐採**

伐採は樹木を切り倒す工程である。これはチェーンソー等により 3 箇所（箇所）に切り込みをつけて実施する。まず 2 箇所（箇所）に切り込みを入れて倒す方向を決め、3 回目の切り込みにより伐採する。最後の切り込み（追い口）は倒す方向と反対側の幹に入れ、斜めの切り込み（受け口）より少し上の位置に入れられる。追い口は水平に入れられ、伐倒を制御する役目を果たす中心部の切り込みを入れていない部分（つる）を残す。樹木が反対側へ倒れる恐れがあるため、追い口の位置を低くしないことが重要である。

伐採時は、木が他の木々の間に倒れるよう留意し、倒木が他の木にかかった場合（かかり木）は、ロープ等を使用して幹や元口を回して安全に外す。

- **枝払いおよび玉切り**

伐倒された樹木には枝払いが行われる。作業時は、足を開き安定した姿勢をとる。地面から持ち上げられた木で作業を行う際には、安全を確保するため手順に沿った切断を行う。

伐倒された木はその場で 2~2.5m の長さに切り取る（玉切り）。玉切り後、丸太は適当な場所へ移動させ、集積する。

- **皮むき**

幹は、斧か皮むき用ナイフを使って皮をむく。樹皮はその場に放置する。皮むき作業は伐倒後すぐに行った方がよい。樹皮は乾燥すると木に付着するため、時間が経過するとこの作業を行うのが難しくなる。

- **集材および運搬**

伐倒された樹木は、事前に決めた場所に集積する。
集積された材木は、馬車又はトラックに荷積みして運搬する。



図 7：ユーカリの丸太を運搬するトラック（2010年8月）。イタプア県、Maria auxiliadora。

- 切り屑の処理

植林地が伐採されると、大量の枝、葉、樹皮などの切り屑が残る。切り屑は、離れた場所で燃やす、植林の列に沿って切り屑をまとめる、土に混ぜ合わせるなど、有効利用できる。また、木屑を土壌に撒くことで、樹木と競合する雑草の繁茂を抑える。

3 ユーカリ林の管理

3.1 パラグアイにおけるユーカリ植林

FAO（2004年）によると、パラグアイの植林に利用された樹種は大半が外来種であり、植林面積の約90%を占める。主に植林された樹種は、*Eucalyptus grandis*、*E. camaldulensis*、*Pinus taeda*、*P. ellioti*、*Melia azedarach* がある。在来種では *Tabebuia* sp. (lapacho)、*Cedrela* sp. (Cedro)、*Cordia trichotoma* (Peterevy)、*Pterogine nitens* (Yvyra-ro) 等が植栽された。

パラグアイの植林地は東部地域に集中している。「Estudio para la Identificación de Áreas Prioritarias para el Manejo de Bosques Nativos y la Reforestación（自然林および再植林地管理の優先地域の識別に関する調査）」（2003）では、東部地域で植林可能な面積は6,037,579haとされている。この値は、土壌、農村人口密度、貧困を判定基準として算出されている。

植林の多くは、ユーカリ及びマツによるものだが、その実態は正確には知られていない。

パラグアイ木材業者連合（FEPAMA）が発行する「輸出品種登録証明書」によると、ユーカリは 2009 年にはパラグアイの 5 大輸出樹種の第 2 位を占め、総量 12,086 トンに達した。主な輸出相手国は、ボリビア、ブラジル、チリ及びイギリスであった。

ユーカリは 12 年で成木となり、2～5 年で農村の建築物に使用できるようになる。一方、Kurupa'y、Kru、Yyra pytã、Uunde' ymi などの在来種は収穫まで 30 年を要し、Lapacho、Cedro、Peterevy などは直径 50～60cm に達するまでに約 50 年を要する。

3.2 Eucalyptus grandis の特徴

E. grandis は主に、パルプ材やエネルギー用（薪、木炭）に使用されている。また、板材や柱材として使用されることもある。



図 8： *E. grandis* の植林地。JIRCAS 展示圃場（サンロケゴンザレス市）。

E. grandis の特徴のは、以下のとおりである。

- 樹幹の特徴：
 - 利用可能な長さ：8～10m
 - 平均直径：0.40 m

- 品質特性：
 - 材色：乳白色

- 心材色：クリ色、桃色
 - 匂い：微弱
 - 木目：滑らか
 - 輝度：中
 - 肌理：中
- **物理的特性：**（湿度 15%）
 - 重量：560 kg/m³
 - 直径方向収縮計：5.8%
 - 鉛直収縮計：10.4%
 - 容量収縮計：18.9%
 - 収縮比率 T/R：1,79（10.4%/5.8%）
 - 寸法安定性：中
 - 気孔率：62.7%
 - 稠密度：37.3%
 - 液体の浸潤性：低
- **一般的な技術的特性：**
 - 滑らか、
 - 軽量
 - 高収縮性、低浸潤性
 - 燃焼し易い
- **乾燥方法：**人工乾燥の場合、劣化を防ぐために時間をかけた処理が必要である。
 - **製材に関する条件：**製材やその後の利用に不利な点は見られない。

3.3 Eucalyptus camaldulensis の特徴

「赤いユーカリ」と称される *E. camaldulensis* は、世界中の多くの地域で植栽されている。名称はナポリ近郊にあるカマルドーリ修道院（Camaldoli monastery）に因む。この修道院で初めて、この樹種の詳細が記録された。*E. camaldulensis* は良質な木炭や薪として使用される。また、パーティクルボードにも使用され、通常の品質の製材品として使用されることもある。

E. camaldulensis は、広範囲な気候条件や土壌条件で生育し、成長が非常に速い。

E. camaldulensis は 60m の高さにまで達することがある。また、まっすぐに伸びた幹、大きな樹冠、茶褐色を帯びた白色の滑らかな樹皮などが特徴的である。成長が速く、極度の干ばつに対する耐性を持つことから、パラグアイの植林に適切な樹種である。

E. camaldulensis は、低湿地での植林に有用なほか、荒廃した農地でも生育する。また、強風に耐えられるため、防風林の造成にも使用される。他の低木種との共存も可能で、土壌侵食防止用としても適する。

E. camaldulensis は、割れやすく、一般的に手作業は難しい。伝統的に、梁や柱材のような耐久材として使われてきた。最近では、赤みがかかった色合いがあることから高級家具にも使用される。また花は、蜂蜜生産の対象となる。

E. camaldulensis の密度は $0.7\sim 0.9 \text{ g/cm}^3$ である。耐久性と重量があり、非常に長持ちする木材と見なされている。直径方向収縮 4%、鉛直方向収縮 8.9%との報告がある。



図 9： *E. camaldulensis* による農林畜複合システム。パラグアイ県サンロケゴンザレス市にある農家の所有地。JIRCAS プロジェクト。

4 *Grevillea Robusta* 林の管理

Grevillea robusta はオーストラリア原産の樹種である。ヤマモガシ科に属し、環境条件に順応性があり、成長が速い。

Grevillea robusta は、世界中の熱帯、亜熱帯、半乾燥地域で取り入れられ、順応している。パラグアイでは 30 年前から取り入れられている。防風林用に導入されたが、都市部の緑化活動や観賞用植物としても使用されている。

Grevillea robusta は、オークに似て質感が良く、木目が美しい。辺材は灰色、心材は茶色を帯びた明るい桃色をしている。機械はもちろん手作業でもあらゆる加工が容易で、接着材、染色、ツヤ出し、ニス塗り、塗装が問題なく行われる。平板、家具、扉、窓、梱包用箱、曲面材、フレーム、天井板の製造に適している。

Grevillea robusta の市場潜在力は高く、硬質の木材生産が期待できることで、新たな用材樹木として定着しつつある。適切な管理を行えば、同じ条件下で生育した *Pinus taeda* や *P. elliotti* を上回る速さで成長する。

アルゼンチンのコリエンテス州およびミシオネス州で実施された調査では、*Grevillea robusta* の改良の可能性が強調されている。

パラグアイにはグレビレアに関する情報が乏しいため、アルゼンチンで得られた経験を参考にしている。ミシオネス州では *Grevillea robusta* を使用した農林畜複合システムにつき、研究成果が得られている。この研究では、畜産による利益の他に、効率的かつ高品質の林業生産に対し、高い潜在性が確認された。

4.1 *Grevillea robusta* の特徴

Grevillea robusta は、高さ 20~30m となる。樹冠は大きく、円錐形で均整がとれており、1m 前後の間隔で 45° の上向きに主枝が伸びる。幹の樹皮は溝の入った暗灰色で、シダに似た葉が特徴的である。

保育が容易で、比較的病気にかかりにくく、痩せた土地でも生育できる。隣接する植物とあまり競合しないため、アグロフォレストリーに有用である。

コリエンテス州で実施された調査 (INTA、Bella Vista) によると、*Grevillea robusta* の生産性は、使用される種子の遺伝的性質に依存し、量と品質、成長速度、鉛直性、特に形態の良好な木材を得るという点で、著しく改善できる可能性があるとのことである。

Grevillea robusta はアルゼンチン北東部で高い成長潜在力を示し、硬質の木材を得るのに最適な品種の一つと位置づけられるようになった。

4.2 *Grevillea robusta* の管理

- 植林地の除草

アグロフォレストリーに導入されるグレビレアは、農家による農作物への除草により、恩恵を受け、樹木の成長に有利にはたらく。

- 枝打ち.

枝打ちにより、節がなく、主幹の内部にひび割れのない高品質な木材が得られる。一般的に、植林後の2年目に枝打ちを開始することが推奨される。最初の枝打ちを行う際は、樹木の上部30～40%以上を残す必要がある。過度な枝打ちは木の成長に悪影響（生育の遅延、屈曲または割れを引き起こす）を及ぼす。

グレビレアの枝打ちを実施する際は、以下に配慮する。

- ▶ 切れ味を良くし、怪我を避けるために、剪定鋏又は手鋸はよく手入れする。
- ▶ 枝打ちの高さは、樹高の3分の1を超えない。また、葉は20～30%以上除去しない。
- ▶ 枝打ちは、垂直軸に従って丁寧に行う。



図 10： 農家の所有地での *Grevillea robusta* の枝打ち研修。JIRCAS プロジェクト（パラグアリ県サンロケゴンザレス市）。

4.3 *Grevillea robusta* のアグロフォレストリー利用

Grevillea robusta は、森林生産と農畜生産を組み合わせたアグロフォレストリーに適応する樹種である。

- アグロフォレストリー生産システム

Grevillea robusta は、小規模農家の所有地における植林に好んで使用される。この樹種は、耕作と同時並行で植林でき、所有地全体を有効活用できる。



図 11： *Grevillea robusta* を使用したアグロフォレストリー。JIRCAS 展示圃場（パラグアイ県サンロケゴンザレス市）。

- ***Grevillea robusta* を使用した農林畜複合システム**

グレビルアは、農業、牧畜と林業を組み合わせた農林畜複合システムに適している。アルゼンチンのミシオネス州では、農林畜複合システムが成果を上げて以降、この生産モデルが農家間で急速に普及した。本システムを構築するためには、畜産に関する基本知識が必要である。

Grevillea robusta による農林畜複合システムでは、植林密度 1,100～1,600 本/ha 規模の植林から開始でき、理想的な樹木の量に達するまで間伐を継続することにより、成林を得る。樹間では放牧用の牧草地の開発が可能となる。ただし、優良な牧草地を造成するためには、植林密度 400～500 本/ha 程度とすることが望ましい。*Grevillea robusta* による農林畜複合システムでは、植林後最初の数年間で牧草を育て、3 年目には家畜を放牧させる。家畜による損害を受けないよう、樹木は十分な高さまで成長させておく必要がある。

農林畜複合システム用に使用される牧草としては、*Jesuita Gigante* (*Axonopus catarinensis*) が有利である。この品種はパラグアイで良好な成長を示しており、プロジェクト地域内の農家間でも普及している。



図 12 : JIRCAS 展示圃場で生育中の Jesuita Gigante。

5 早生樹種の利用

5.1 *Eucalyptus grandis* の利用

E. grandis は、ブラジル、ウルグアイ、アルゼンチン、チリ、パラグアイが共同で植栽を進めている樹種である。これらの国々では、国際市場でこの樹種への認知を広めるため、共同で活動している。



図 13：3 年生の *E. grandis* の植林地。間伐により柱材や薪としての使用が可能である。JIRCAS 展示圃場（サンロケゴンザレス市）。

E. grandis は、用材、パルプ、家具、エネルギー資源などに利用できる。10～14 年という短期間での収穫が可能で、工業用としての継続的な供給を可能にする。屋根を支える梁、薄板や厚板として使用され、耐久性や弾力性に富むことから梱包用資材にも適している。

E. grandis は、ブラッシング、染色、釘打ち、接着などの製材加工が容易で、溶解性の含有物をほとんど含まない点で優れている。*E. grandis* 材の白さは、他のユーカリ種とは異なり、家具製造に使用される特徴の一つである。

E. grandis は、パラグアイで最も好まれる外来樹種の一つである。ユーカリ植林地の収穫の一部は産業材として商品化され、このほうが薪炭材とするより有利な統一価格で取引できる。

ユーカリの最適な伐期は 12 年生前後だが、一部の企業は 10 年程度で自社有林を伐採している。また、木材価格の変動により、伐採時期が調整されている。

5.2 Eucalyptus camaldulensis の利用

E. camaldulensis は適度な密度があるため、一般的に建築材として使用される。心材は丈夫で長持ちし、シロアリに対する耐性がある。主に、柱材、梁、板、インテリア、床板、パルプや紙の製造に使用される。花からは高品質の蜂蜜が生産される。加えて、葉は一部の地域で防虫材の生産に使用される。

E. camaldulensis は、完全に乾燥させると良質の薪となり、約 4,800 kcal/kg 相当の熱量を有する。また、高品質の木炭を生産できる。この樹種の欠点は火の回りが速いことで、山火事に注意が必要である。

ユーカリの短期の周期による輪作は、薪を生産するための簡単で効果的な方法である。8 年周期で生産される木材は、最低 50 m³/ha（痩せて荒廃した土地で 8 年間栽培）から 150 m³/ha（降雨に恵まれた地域の肥沃な土壌で栽培）に至るまで大きく異なる。



図 14：低地に植林された *E. camaldulensis*。農林畜複合システム。JIRCAS 展示圃場（サンロケゴンザレス市）。

5.3 *Grevillea robusta* の利用

Grevillea robusta には非常に広い用途があり、従来コーヒープランテーションで日除けとして使用されてきたが、現在では、薪、建築材、柱材として利用され、地面に堆積した落ち葉は自然の肥料となる。

植林面積は、他の外来種と比較してまだ十分には拡大していない。



図 15： *Grevillea robusta* 製の家具。INTA 実験場（Bella Vista）。アルゼンチンコリエンテス州。

一部の国々で、*Grevillea robusta* は、ギターやハーブなどの楽器の製造に使用される。この木は腐りにくいことから、アルミニウムが使用されるようになる前までは、窓の外枠に使用されていた。

参考文献

- 1) ALBIZU, J. A. 2009. Manejo de Plantaciones Forestales con Especie de Alto Valor Económico. Ciencias y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras 35 p.
- 2) APARICIO, J. L., LOPEZ, J., DOMECCQ, C. y HENNIG, A. 2008. Técnicas de Establecimiento de *Grevillea robusta*. INTA EEA Bella Vista, Corrientes. 8 p.
- 3) CARPINETI, L., DALLA TEA, F. y MARCO, M. 1995. Manual para Productores de Eucalipto de la Mesopotamia Argentina. INTA, Concordia, Argentina. 221 p.
- 4) CRECHI, E., KELLER, A., FASSOLA, H., FERNANDEZ, R. y MOSCOVICH, F. 2008. Efectos de la Intensidad de Thinning sobre la Producción en Volumen de *Grevillea robusta* en el Sur de Misiones Argentina. INTA EEA, Montecarlo. 15 p.
- 5) ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA BELLA VISTA. 2003. Poda de *Eucalyptus grandis*, Hoja de Divulgación N° 22. INTA, Bella Vista, Corrientes. 6 p
- 6) FAO 2001. Informe de la Situación de los Bosques del Mundo. FAO, Roma 256 p.
- 7) GONZÁLEZ-RIO, F., CASTELLANO, A., FERNÁNDEZ, O. y GÓMEZ, C. 2005. Manual Técnico de Silvicultura de Eucalipto. AGROBYTE, Madrid, España 240 p.
- 8) KURTZ, V. D. y FERRUCHI, M. R. 2004. Poda Forestal. Cartilla Técnica N° 2. INTA EEA Montecarlo, Misiones, Argentina. 15 p
- 9) LADRACH, W. 1995. Técnicas para el Establecimiento de Plantaciones Forestales en la América Tropical. Universidad Estadual de Carolina del Norte, EE UU. 9 p.
- 10) LÓPEZ, C. 1998. Mejoramiento Genético en *Eucalyptus camaldulensis*, Mejores Árboles para más productores, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina. 183 p.
- 11) LÓPEZ PORTILLO, J. 2009. Manual de Viveros. Producción de mudas de especies forestales. Proyecto JIRCAS. San Lorenzo, Paraguay. 50 p
- 12) LÓPEZ PORTILLO, J. 2010. Manual de Sistemas Agroforestales para Desarrollo Rural Sostenible. Agroforestería – Silvopastoril - Agrosilvopastoril. Proyecto JIRCAS. San Lorenzo, Paraguay. 56 p
- 13) MARTIARENA, R. y VON WALLIS, A. 2001. Silvicultura de Establecimiento de *Grevillea robusta*. INTA EEA Montecarlo, Misiones, Argentina 7 P.
- 14) RUIZ, B. I. 2002. Manual de Reforestación para América Tropical. Instituto Internacional de Dasonomía Tropical. San Juan, Puerto Rico. 221 p.
- 15) SUGASTI, A. 2007. Plantación de Eucalipto en Pequeñas Propiedades Rurales, Sección Forestal, Cooperativa Colonias Unidas, Obligado, Itapúa, Paraguay 2 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