

RY

ウルグアイ東方共和国
造林技術手引書

JICA LIBRARY



1090862(2)

平成3年3月

国際協力事業団



序 文

日本国政府は、ウルグアイ東方共和国政府の要請に基づき、同国の国家造林5カ年計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成元年10月25日から平成3年3月20日までの間、3回にわたり、社団法人海外林業コンサルタント協会事業本部長 名村二郎氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ウルグアイ東方共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、本件調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成3年3月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介

目 次

1. 造 林	1
1-1 樹種を選定	1
1-1-1 ウルグアイの造林樹種	1
1-1-2 主要造林樹種の特徴	2
1-1-3 造林の条件	10
1-1-3-1 気候条件	10
1-1-3-2 土壌条件	10
1-1-3-3 経営条件	11
1-2 造林へのインセンティブ	13
1-3 種 苗	15
1-3-1 種子/苗木の入手および育種	15
1-3-2 種子の扱い方	17
1-3-3 苗畑の作り方	19
1-3-4 育 苗	28
1-3-5 苗木コスト	32
1-4 地ごしらえ	37
1-4-1 地ごしらえ作業	37
1-4-2 地ごしらえコスト	38
1-5 植つけおよび萌芽更新	39
1-5-1 植 栽	39
1-5-2 萌芽更新	41
1-5-3 更新コスト	42
1-6 保 育	45
1-6-1 下刈り	45
1-6-2 枝打ち, 除 伐	46
1-6-3 保育コスト	47
1-7 保 護	50
1-7-1 病虫害等防除	50
1-7-2 防 火	52
1-7-3 保護コスト	53
1-8 間 伐	55
1-8-1 間伐作業	55

1-8-2	間伐コスト	59
2.	木材の伐採・搬出	63
2-1	伐採・搬出作業の定義	63
2-2	伐採・搬出計画	65
2-2-1	資料の収集	65
2-2-2	現地調査	66
2-2-3	作業方法の決定	66
2-2-4	計画の作成	67
2-3	伐採・搬出事業	68
2-3-1	伐木造林作業	68
2-3-2	集材作業	78
2-4	木材の輸送	84
2-4-1	トラックによる輸送	84
2-4-2	鉄道による輸送	85
2-4-3	輸送コスト	86
3.	林業経営	89
3-1	森林の扱い方	89
3-1-1	森林施業のタイプ	89
3-1-2	森林施業計画	90
3-2	測 樹	93
3-2-1	立木の計測	93
3-2-2	丸太の計測	98
3-2-3	材積表	99
3-2-4	収穫表	101
4.	木材の利用	104
4-1	樹種別の用途	104
4-1-1	ユーカリ類の用途	104
4-1-2	マツ類の用途	105
4-1-3	ポプラ・ヤナギ類の用途	106
4-2	木材の利用のガイドライン	107
4-2-1	樹種別・径級別用途	107

4-2-2	用途別原木の諸元	108
4-2-3	木材取引きの単位	109
4-2-4	木材産品の原単位	111
4-2-5	樹種別容積重	112
4-2-6	原木価格・製品価格	112
5.	造林の費用・便益モデル	117
Appendixes		125

1. 造 林

1-1 樹種の選定

1-1-1 ウルグアイの造林樹種

ウルグアイで木材生産の目的で植えられている樹種は、現在、次のとおりである。

- ・白ユーカリ類 : eucalipto blanco
 - ① *Eucalyptus globulus* subsp. *globulus* ウルグアイ南部に多
 - ② *E. globulus* subsp. *maidenii* 少
 - ③ *E. dunnii* 稀
- ・ピンクユーカリ類 : eucalipto rosado
 - ④ *E. grandis* 最多
 - ⑤ *E. saligna* 少
 - ⑥ *E. viminalis* 少
- ・赤ユーカリ類 : eucalipto colorado
 - ⑦ *E. camaldulensis* (*E. rostrata*) 多
 - ⑧ *E. botryoides* 稀
- ・マツ類 : pino
 - ⑨ *Pinus taeda* 多
 - ⑩ *P. elliottii* 多
 - ⑪ *P. pinaster* 海岸に多
 - ⑫ *P. radiata* 少, 成育劣る
- ・ポプラ・ヤナギ類 : alamo y sauce
 - ⑬ *Populus deltoides*, híbridos 63/51 湿地に植栽
 - ⑭ *Salix alba* var. *caerulea*, híbridos 131-25, 131-27 ... 同 上

以上のうち①②④⑤⑨⑩⑪⑬⑭は、造林する場合は、政府のインセンティブの対象樹種(奨励樹種)となっている。

以上のほか、ウルグアイで、木材生産の目的よりも、街路樹、防風林、庇蔭林等として植えられている樹種の主なものは、次のとおりである。

- ・ *Eucalyptus tereticornis* (*umbellata*) ... 家畜のための庇蔭林、製材や燃材にも利用
- ・ *E. robusta* 同 上
- ・ *Cupressus* spp. 街路樹、庭園木、製材にも利用
- ・ *Casuarina* spp. 街路樹、庭園木、防風林

- Fraxinus spp. 街路樹
- Platanus spp. 同上, 製材にも利用
- Acacia spp. 防風林
- Melia azedarach 街路樹, 庭園木
- Taxodium distichum 湿地の庭園木

1-1-2 主要造林樹種の特徴

① Eucalyptus globulus subsp. globulus

・原産地

Australia のVictoria州の海岸地方及びTasmania。南緯38.5° から43.5° に分布。
 原産地の気候は、暑季の最高気温月平均が18° ~23°C, 冬季の最低気温月平均が4°C。
 降霜日数は0~5日。年降水量は500~1,500mm。乾期(月降水量が30mm以下)は3
 カ月以下。

・造林特性

冷涼地に適す(最高気温33°C程度)。耐霜性がある(最低気温-1°C程度)。年降水量
 500mm程度までの乾燥に耐える。

深い土層で排水性の良い土壌が最適であるが、砂土や埴土でも良く生育する。

ウルグアイでは、1850年代から植えられていた。成長量はE. grandisよりやや劣る。

ウルグアイでの造林適地は、中部以南で、海岸や河岸の砂地にも適する。ウルグアイ
 での成長測定データをAppendix 3-1, 3-2 および3-5 に掲げてある。

樹幹は通直で、樹高は50mにも達する。樹皮は灰色で幹の上部は平滑であるが下部は
 粗い樹皮をつける。

葉は家畜に食べられない。

種子はや、大きく、1gr. 当たりの有効種子数は70粒程度である。

・利用特性

木材は淡黄褐色で、気幹比重は0.55~0.78である。年輪は可成り明瞭。木材の耐久性
 は中程度。用途は製材、柱材、パルプ用材が主で、ハードボード用材、合板用材、燃
 材にも使われる。製材品の割裂はE. camaldulensis よりは少ない。

② Eucalyptus globulus subsp. maidenii

・原産地

Australia のNew South Wales 州南部およびVictoria州北部に涉り、前記のsubsp. gl
 obulusより北方の南緯34° から39° に分布する。

原産地の気候は、暑季の最高気温月平均が21°～25℃、寒季の最低気温月平均が5℃で、前記のsubsp. globulusよりも暖地であるが、降霜日数は20日以上と多い。年降水量は750～1,500mmで、乾期は3カ月である。

・造林特性

造林の適地は、前述のsubsp. globulusと大差はないが、や、内陸性気候に適し、ウルグアイ中央部に適すると考えられる。ウルグアイでの成長測定データをAppendix 3-1および3-2に掲げてある。また、subsp. globulusよりも乾燥土壌に強いと云われる。1gr. 当たりの有効種子は110粒程度である。

・利用特性

前述のsubsp. globulusと大差はない。

③ *Eucalyptus dunnii*

・原産地

Australia のQueensland州南東部とNew South Wales 州北東部で、南緯28°～30°に分布。

原産地の気候は、暑季の最高気温月平均が27°～29℃、月平均最低気温が8℃。降霜は少なく弱い、年降水量は1,000～1,500mmである。乾期は3カ月(冬)。

・造林特性

幼木の成長が早く、とくに樹高成長が旺盛である。成長量は*B. grandis* より多いと云われる。耐乾性がや、劣る。夏雨型の気候で年降水量が1,200mm以上が望ましい。耐霜性もや、劣るが植栽後の樹高成長が大きいので霜害は防げる。樹幹は通直で50mにも達する。樹皮は白みがかかり平滑であるが、根際には粗樹皮が残る。ウルグアイの内陸中央部で植林する場合は霜穴に植えないよう注意すべきである。結実の少ない樹種である。1gr. 当たりの有効種子は300粒程度である。ウルグアイでは、現在のところDirección Forestalの奨励樹種には指定されていないが、造林の有望樹種である。

・利用特性

木材は白色で、耐久性は低い。製材およびパルプ用材に適する。

④ *Eucalyptus grandis*

・原産地

Australia のQueensland州南部とNew South Wales 州北部の海岸地方に主として分布し、Queensland 州の中部と北部に隔離分布する。南緯26°から32°に涉っている。

原産地の気候は、暑季の最高気温月平均が29°～32℃、寒季の最低気温月平均が5°～6℃。降霜は数日である。年降水量は1,000～1,750mm。乾期は3カ月(冬)。

・造林特性

ユーカリの樹種のなかで最も広く世界各地に造林されている。成長、樹形、材質ともに優れている。しかし、霜と乾燥にやゝ弱い。

造林の適地は、気候的には亜熱帯の年降水量 1,000mm以上、暖温帯の年降水量 700mm以上であって、土壌的には土層が深く排水性の良い軽鬆な砂壤土が最適であるが、壤土や埴土でも適する。ウルグアイでは全国的に造林できるが、とくに中部以北が適地である。霜と乾燥の激しい所は避けるべきである。成長量は一般的に*E. globulus*より多い。ウルグアイでの成長測定データをAppendix 3-1~3-3および3-5に掲げてある。

樹幹は通直で、樹高は50mに達する。樹皮は淡灰色で、上部は平滑であるが下部は粗樹皮が残る。種子は細粒で、1 gr. 当たりの有効種子数は 630粒程度である。

・利用特性

木材は淡赤色~桃色で、気乾比重は0.48~0.64で、ユーカリ類の中ではやゝ軽く軟い。若木の製材は曲り(ラップ)を生ずる。製材(建具、家具、箱材、パレットを含む)、柱材、パルプ材に多く使われるが、合板、燃材にも使われる。

⑤ *Eucalyptus saligna*

・原産地

Australia のQueensland 州南部とNew South Wales 州に涉って、南緯28° から35° に分布し、前述の*E. grandis* よりや、南に生育する。

原産地の気候は、暑季の最高気温月平均が28° ~30°C、寒季の最低気温月平均は3° ~4°Cで、降霜日数は5~15日、年降水量は 800~1,200mm、乾期は4カ月(冬)である。前述の*E. grandis* に比べ、やゝ気温の低い、降雨の少ない所に分布している。

・造林特性

造林の適地は前述の*E. grandis* と大差はない。*saligna* は*grandis* よりやゝ耐霜性と耐乾性が優れている。ウルグアイでの成長測定データをAppendix 3-1に掲げてある。1 gr. 当たりの有効種子数は 560粒程度である。

・利用特性

木材は*E. grandis* と大差はない。*saligna* は*grandis* よりやや重く、堅ろうであるが、割裂や製材の反り、収縮はより大きい。耐久性は中庸である。乾材で*saligna* は*grandis* よりヒラタキクイムシ類:*Lyctus* spp. の被害を受け易い。

以上のことから、製材用としては*saligna* は*grandis* よりやゝ劣る。

⑥ *Eucalyptus viminalis*

・原産地

Australia のQueensland州とVictoria州の一部、South Wales 州およびTasmaniaに生育し、南緯28.5° から43.5° に分布する。

原産地の気候は、暑季の最高気温月平均が21℃、寒季の最低気温月平均が1～4℃で、冷涼な気候である。降霜日数は60日に及ぶ所もある。年降水量は625～1,400mmで、乾期は4カ月に達する。

・造林特性

造林の適地は冷涼な気候で、土層の深い砂質から植質までの土壤の箇所である。ウルグアイで植えられるユーカリ類の中では最も耐霜性が強く、霜穴になりやすい凹所の植林に適する。初期の成長は*E. grandis* や*E. globulus*より劣る。1gr. 当たりの有効種子数は350粒程度である。ウルグアイでは、現在のところ、Direccion Forestalの奨励樹種には指定されていないが、造林の有望樹種である。

・利用特性

木材はピンク乃至淡黄白色で、気乾比重は0.43～0.70である。耐久性はや、低い。乾燥による反り、割れが多い。本樹種の用途はパルプ材のほかファイバーボード、床材、建具材の原料となる。

⑦ *Eucalyptus camaldulensis*(=*E. rostrata*)

・原産地

Australia のTasmaniaを除く各州に生育し、南緯15° から38° に渉って原産する。このように熱帯から温帯まで分布するので、造林学的には南方産品種(南緯32° から38°の間)と北方産品種に分けている。以下、ウルグアイに適する前者について述べる。南方種の原産地の気候は、暑季の最高気温月平均が22° ～30℃、寒季の最低気温月平均が8° ～14℃、降霜日数は0～50日間にある。年降水量は400～1,000mmで、乾期は4～6カ月。降雨の型は冬雨型である。

・造林特性

土壤条件に対する適合性が大きく、砂土から植土まで、アルカリ性土壤から酸性土壤まで、深土から石礫の多い浅土まで、の各条件に適合する。この樹種は季節的な浸水には耐えるが、排水性の良い土壤であることが必要である。

本樹種は耐乾性が強く、かつ耐霜性もある。

樹幹の通直性は系統により異なるが、概して*E. grandis*よりは曲りが多い。樹皮は平滑であるが、粗皮が斑状に残る。樹高は最高45mを超える。1gr. 当たりの有効種子数は770程度である。

ウルグアイでの本樹種の適地は全国的に渉っているが、とくに中部以北の石礫地や、霜の強い土地に適合する。本樹種はDireccion Forestalによる奨励樹種ではないが、家畜避難用の樹種として、また、燃料材用の樹種として造林価値は高い。

・利用特性

木材の色は赤色で、気乾比重は0.7～0.9と重く、硬い。耐久性および耐蟻性が強い。

木材の乾燥には時間がかかる。本樹種の用途は、杭丸太および木柵、枕木、床材、パレット等になる製材品、さらに燃料材として多く使われる。パルプ材としては材色が濃いため評価が落ちる。

⑧ *Eucalyptus botryoides*

・原産地

Australia の New South Wales 州南部と Victoria 州の沿岸地帯に原産し、南緯 32° から 39.5° に渉って分布している。

原産地の気候は、夏季の最高気温月平均が 23° ~ 28°C、冬季の最低気温月平均が 3° ~ 10°C で、降霜日数は 20 日以下、年降水量は 650 ~ 1,000mm、乾期は 0 ~ 2 カ月（夏雨型又は均等降雨型）である。

・造林特性

土壌条件として、砂土から埴土まで植栽可能であるが、耐乾性が劣る。耐霜性も劣る。風とくに海風に強いので沿岸地帯の造林に適する。1 gr. 当たりの有効種子数は 400 粒程度である。ウルグアイでは、奨励樹種に指定されていないが、海岸の砂地での成長は良好である。

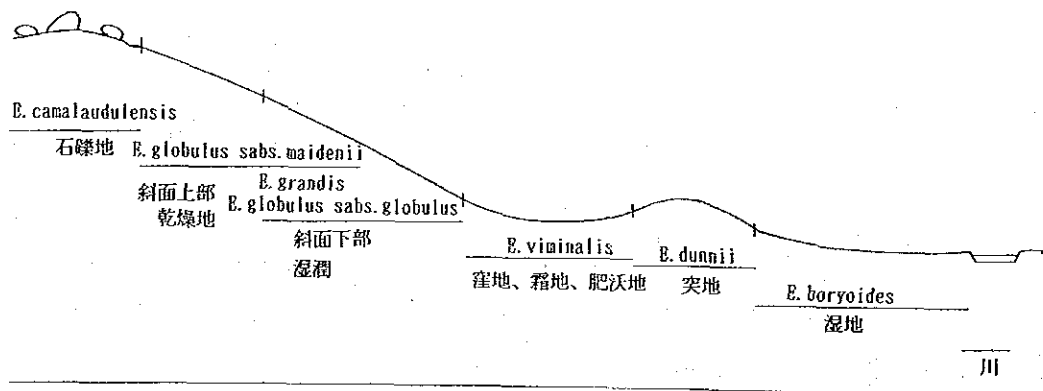
樹幹は通直で最高 30m 以上に達する。樹幹の上部まで、ときには枝まで粗い樹皮に掩われている。

萌芽性は他のユーカリ類に比べてやや劣る。

・利用特性

木材の色は赤褐色で、気乾比重は 0.6 ~ 0.7 で *E. camaludulensis* よりはやや軽い。耐久性は中庸である。用途は *E. camaludulensis* とほぼ同様であるが、それより軽軟で加工性が良く、乾燥処理も容易なので製材品に適する。

図 1-1 ユーカリ造林の樹種と適地のモデル（ウルグアイ南部）



by Ing. Luis E. Petriñi Ramos
METZEN Y SERNA S. A.

⑨ *Pinus elliotii* var. *elliotii* (slash pine)

・原産地

2つのvarietyがある。var. *elliotii* と var. *densa* である。前者はUSAの南東部の沿岸平野部が原産で、北緯33° から28° に分布している。後者はそれより南のFlorida州の南半が原産で、北緯28° から25° に分布している。以下、前者について述べる。原産地の気候は、暑季の最高気温月平均が23° ~32°C、寒季の最低気温月平均が4° ~12°C。年降水量は650~2,500mm。乾期は2~4カ月(夏雨型)である。

・造林特性

2~3葉のマツで、樹皮は厚く、鱗状に深裂する。耐霜性あり。潮風に耐える。冬季の乾燥には強い。砂壤土および壤土が適地であるが、石礫地や酸性土壤にも耐える。一時的な浸水には耐えるが、排水の悪い湿地には適さない。1gr. 当たりの種子数は30粒程度である。ウルグアイでのこの樹種の適地は、湿地を除く全国に及んでいるが、*Pinus taeda* に較べてや、温暖で、海洋性気候のサイトに適するように思われる。また、ウルグアイでの成長は*Pinus taeda* に較べてや、劣るようである。本調査による成長測定データをAppendix 3-1~3-3および3-5に掲げてある。

・利用特性

木材は白黄色(辺材)および淡黄褐色(心材)で、気乾材の比重は0.5程度である。耐久性は中~少であるが防腐処理は容易である。製材および乾燥処理も容易である。用途は建築用の製材品のほか、パルプ材、各種柱材である。

⑩ *Pinus taeda*

・原産地

原産地はUSA南東部で、北緯39° から28° の間に生育し、前述の*Pinus elliotii* よりや、内陸にまで分布している。原産地の気候は、暑季の最高気温月平均が20° ~25°C、寒季の最低気温月平均が4° ~18°C。年降水量は900~2,200mm。乾期は0~2カ月(夏雨型又は均等降雨型)である。

・造林特性

3葉のマツで、樹形は*Pinus elliotii* に似るが、や、剛勢な感じをもつ。耐乾性は*Pinus elliotii* よりや、劣る。砂壤土、壤土が適地であるが、や、湿潤な土壤を好み、季節的な浸水に耐える。や、酸性土壤に適する。1gr. 当たりの種子数は35~40粒である。ウルグアイでのこの樹種の適地は、前述の*Pinus elliotii* と同様である。本調査による成長測定データはAppendix 3-5に示すように*Pinus elliotii* よりや、優れた値を示している。なお、その他の本樹種の測定データをAppendix 3-1~3-3に掲げてある。

・利用特性

木材の色は前述のPinus elliottii と同様に淡色である。耐久性は小さいが、防腐処理、乾燥処理、加工処理のいずれも容易である。気乾比重は 0.5程度である。用途も Pinus elliottii と大差はない。

ウルグアイの製材工場での評価では、Pinus taeda はPinus elliottii より、や、比重が大であるが、や、弾力性が劣り、カンナがけの仕上り面が劣るということである。

⑪ Pinus pinaster

・原産地

イタリア、フランス、チュニジア、モロッコ等の沿岸地域およびスペイン、ポルトガルに原産する。北緯32° から45° の間に分布する。原産地の気候は、夏季の最高気温月平均が21° ~30°C、冬季の最低気温月平均が3° ~13°Cで、年降水量は 625~ 1,300mm、乾期は1~3カ月である。

・造林特性

2葉のマツである。排水の良い、軽い土を好むので砂質土壤に適する。酸性土壤や浅土にも適応する。潮風に強く、耐霜性もある。1 gr. 当たりの種子数は14~26粒である。世界各地の年平均成長量 (M. A. I)は12~24 m³/ha/年の範囲である。ウルグアイでは専ら南部の海岸砂地 (07タイプの土壤) に防砂林として旧くから植えられてきた。成長は前述のP. taeda やP. elliottii より若干劣る。

ウルグアイの海岸砂地では、天然下種更新の成績が優れており、こゝでは帯状交互皆伐による施業が可能である。

・利用特性

木材の色は淡色で、耐久性は乏しいが、防腐処理、乾燥および加工は容易である。気乾比重は0.45~0.48である。用途は建築材、箱材、パルプ材、杭材、柱材等である。松やにの採取も行われる。

⑫ Populus deltoides var deltoides hibridos 63/51

・原産地

原種のP. deltoides は北米のMissouri-Mississippi 流域が原産地で、北緯30° から50° に分布している。hibridos 63/51はイタリアで植林された林分のなかで自然交配により得られ、1951年に優良クローンとして確立された。

原産地の気候は、夏季の最高気温月平均が22° ~30°C、冬季の最低気温月平均が2° ~12°Cで、年降水量は 1,200~ 3,000mmで年間均等に降雨があり、乾期は0~1カ月である。

・造林特性

湿潤で肥沃な深い土壤を好む。湿地でも水が停滞しないことが必要である。弱酸性の

土壌にも耐える。ウルグアイでは埴土や壤土の湿潤地に植えられている。

造林に際して種子の産地に注意する必要がある。1 gr. 当たりの種子数は約 770粒である。苗畑で播種するときは履土をせずに発芽させる。植栽間隔は広い方がよい。造林木の被害として、穿孔虫が材質を傷い、de-foliator と leaf rustsに弱い。世界各地での年平均成長量は20~40m³/ha/年の範囲である。

本調査による成長測定データをAppendix 3 - 1 ~ 3 - 3 および 3 - 5 に掲げてある。

・利用特性

木材の色は白く、材質は軽く軟い。気乾比重は0.37~0.43である。耐久性は低く、防腐処理も難しい。乾燥と加工は容易である。用途は箱材、マッチ用材、パルプ材、合板用材等である。

⑬ *Salix alba* var. *caerulea* híbridos 131-25, および 131-27

・原産地および造林特性

これらのhíbridosは、イタリア産の*S. alba*とロシア産の*S. babylonica*の交配による優良クローンである。

原種のうち、*S. alba*の原産地は、北欧を除くヨーロッパ、西アジアおよび北アフリカの一部である。この*S. alba*は樹高が30m、胸高直径が1 mにも達する高木で、色々な土壌タイプにも育つ。堅密で、多湿な、酸性またはアルカリ性土壌に耐える。水が滞留して、*Populus*に適さない所でも育つ。しかし造林の適地は湿潤で排水性のよい肥沃な沖積土である。原種のもう一方の*S. babylonica*の原産地は、東アジアであるが、これは旧くからヨーロッパへ導入されていた。この*S. babylonica*は枝がしだれる形をしており、樹高が15m程度までの中高木である。造林の適地は*S. alba*と同様な湿潤地である。寒さには比較的弱い。

以上の2樹種の交配種であるhíbridos131-25と131-27の造林の適地は、両親と同様に河岸等の湿潤地である。寒さには抵抗性がある。成長量や樹形はポプラより劣るが、ポプラより土壌を選ばずに植えられる。造林の場合、大きなさし穂を使って直ざしができる。萌芽更新も可能である。本調査による成長測定データをAppendix 2 - 1 および 2 - 2 に掲げてある。

・利用特性

木材の色は淡色であるが、*Populus*よりは多少とも色が濃い。用途は*Populus*と殆ど同じであるが、*Populus*より工作性が劣り、家具には向かない。ウルグアイではファイバーボードの原料に使われている。

1-1-3 造林の条件

1-1-3-1 気候条件

ウルグアイの気候を造林の条件としての観点から大別すると、①南部および西部の大西洋／ラプラタ河口およびウルグアイ河の沿岸地域、②中央内陸地域、③北部のブラジル国境周辺地域になる。

①の沿岸地域の気候は海洋性気候で気温の年較差や日較差は少なく、夏期はさほど高温にはならないが、冬期でも強い降霜はない。降水量は他地域に較べて少ない。低気圧や前線に起因する南からの強風と強雨による被害に注意する必要がある。このような気候タイプからみて、*Eucalyptus* spp. の造林の場合では、*E. globulus* (白ユーカリ) のように冷涼地を好み、乾燥にも比較的強い樹種、又は *E. saligna* (ピンクユーカリ) のように *E. grandis* よりも耐乾性、好冷性の樹種、あるいは *E. botryoides* (赤ユーカリ) のように霜には弱い海風に強い樹種がこの①地域に適する。*Pinus* spp. の造林の場合では、海風に強い *P. pinaster* が海浜には適するが、*P. taeda* や *P. elliottii* も沿岸地で良く育つ。

②の中央内陸地域の気候は大陸性気候で気温の年較差や日較差が大きい。とくに冬期の降霜は厳しく平均降霜日数は10~15日で、*Eucalyptus* に被害を与えることがある。降水量は南部より増えるが、夏期の高温により蒸散量は他地域よりも多い。このような気候タイプからみて、*Eucalyptus* spp. の造林の場合、*E. globulus* subsp. *maidenii* (白ユーカリ) のように内陸性気候向けの樹種、あるいは *E. viminalis* (ピンクユーカリ) や *E. camaludulensis* (*E. rostrata*) (赤ユーカリ) のように耐霜性の強い樹種、あるいは *E. dunnii* (白ユーカリ) のように耐霜性は弱い初期の樹高成長が大で早い時期に霜高を脱する樹種がこの②地域に適する。また、ピンクユーカリの中では *E. grandis* よりも *E. saligna* がこの②地域では望ましい。*Pinus* spp. の造林の場合では、*P. taeda* と *P. elliottii* が適する。*Populus* と *Salix* は耐霜性があるので、湿潤地であればこの地域での造林に問題はない。

③の北部ブラジル国境周辺地域の気候は亜熱帯と暖帯の移行帯に当たる。前述の①、②の地域よりも気温が高く、降水量も多い。この地域では熱帯を起源とする北風が高温多湿な気象をもたらす。このような気候タイプからみて、*Eucalyptus* spp. のうち、とくに *E. grandis* (ピンクユーカリ) や *E. camaludulensis* (赤ユーカリ) が造林樹種として適当である。

1-1-3-2 土壌条件

ウルグアイの土壌は、造林奨励地域内では6つの土壌区域に大別される。すなわち第2、第7、第07、第8、第9の各土壌区域である。

一方、ウルグアイの全国について、土壌タイプの分布をみると次のように大別される。

① Brunosoles-Vertisoles グループ：このグループの土壌はウルグアイの南部（海浜地

帯を除く)、同南西部、同南東部(低湿地を除く)等に広く分布する。県別に詳述すれば、Lavalleja, Canelones, Florida, Flores, San Jose, Colonia, Soriano, Rio Negroの各県、Paysandu, Salto, Altigasの各県の西半、Rocha 県の南西半、Trienta y Tress 県の西半、Cero Largo県の大半、Tacuarembó, Riveraの各県の西南半(湿地を除く)に分布する。このグループの土壤は、暖帯気候のもとで草原植生下で生成された黒灰色の粘土質の多い土壤である。このグループは、前述の土壤区域では第2、第8、第9区域に相当する。

この土壤グループは、とくに第2土壤区域において、粘土質が多く堅密な土性のために、次に述べるAcrisols-Luvisolsグループの砂質土壤に較べて、Eucalyptus grandis およびPinus spp.の成長は劣る。とくに第2土壤区域ではE. grandis の成長が劣る。

- ② Acrisols-Luvisols グループ：このグループの土壤は、Rivera県の北東半、Tacuarembó県の北部、Cero Largo 県の中央部等に分布している。このグループの土壤は、亜熱帯性気候のもとで生成された赤褐色の砂質土壤で、土壤区域では第7区域に相当する。この土壤グループでは、砂質で軽鬆な土性のために、樹木の成長が最も良い。
- ③ Litosols グループ：このグループの土壤は、Altigas, Salto, Paysandu各県の西半、Tacuarembó県の中央部に分布する。このグループの土壤は、ウルグアイの北西部を広く掩う玄武岩を母材とする比較的未成熟な土壤で、礫を多く含み、土壤区域では第8、第9区域の一部に相当する。この土壤グループの土性は砂質壤土であるので、石礫が極端に多くない限り、Pinus spp., Eucalyptus camaldulensis, E. maidenii等の成長は良好である。
- ④ Gleysols-Planosolsグループ：このグループは、Trienta y Tress, Rocha両県の東半およびNegro 河上流域の低湿地に分布する地下水系土壤である。このグループの土壤は、一般に、排水不良であるので植生の適地ではないが、水が移動する場合あるいは排水溝を設ける場合には、Populus spp. およびSalix spp.の造林には適する。
- ⑤ Arenosolsグループ：San Jose県からRocha 県までの海浜およびNegro 河岸に分布する砂質土壤である。このグループの土壤は肥沃ではないが通気性が良い、深土であるので、Pinus PinasterやEucalyptus botryoides 等の成長が良い。

1-1-3-3 経営条件

造林の条件の一つとして、造林事業の経営上の位置づけがある。まず第一の分類として①農家等の個人による造林と②会社等の企業による造林とに分けられる。さらにこれらは、生産される木材がa自家消費かb販売用かに分れる。また、造林木の用途によって、 α 燃料、 β 製材・合板等構造用材、 γ 牧柵・電柱用材、 δ パルプ用材に分けられる。

造林する樹種の選択や森林施業法は、上記の①、②あるいはa、bさらに α 、 β 、 γ 、

δの分類ごとに異ってくる。例えば、

① 農家等個人の造林の場合は、一般に造林の規模は小さく、事業は断続的で、必ずしも収穫保続を目途とはしない。苗木も自家生産ではなく購入することが多い。資本装備も多くなく、事業を請負に出す部分が多くなる。

② 会社等企業の造林の場合は、一般に造林の規模は大きく、事業は継続的で、収穫保続を目途とすることが望ましい。造林事業が大規模で毎年行われる場合には、苗木は自家の苗畑で生産することが考えられ、資本装備を充実して直営事業の部分が多くなる。

一方、

a. 自家消費のための造林の場合は、その用途に応じた樹種の実行が行われるのは当然である。造林の規模は農家等個人では小さく、会社等企業（パルプ工場、製材工場、燃材消費工場等）では大きくなる。

b. 販売用のための造林の場合は、その規模が大きく、継続的事業が有利であるが、農家等個人では小規模で断続的事業でもマーケットの確保さえあれば可能である。

さらに、

α. 燃材が用途の場合は、樹種は殆どEucalyptus spp. で、とくに赤ユーカリ類が選択される。伐期齢は9～12年が通常であるが、高齢の大径木も使用される。

β. 製材等構造用材が用途の場合は、樹種はPinus spp. が主体となるが、ファイバーボード、合板、木箱等にはPopulus spp. やSalix spp. が使用される。伐期齢は、Pinus spp. では25～35年、Populus spp. やSalix spp. では10～20年が通常であるが、合板用の場合は、これらよりも高齢の伐期齢とし直径の太い材を生産することが望ましい。

γ. 牧柵・電柱用材が用途の場合は、樹種はEucalyptus spp. で、とくに赤ユーカリ類が選択される。白又はピンクユーカリ類は防腐処理が必要である。伐期齢が通常の9～12年よりも高齢な材は価格が高くなる。

δ. パルプ用材が用途の場合は、樹種はEucalyptus spp. が主体となり、とくに輸出用の場合は、白ユーカリ類またはピンクユーカリ類が有利である。Pinus spp. とPopulus spp., Salix spp. も少量であるが国内のパルプ工場で使用される。

1-2 造林へのインセンティブ

造林した場合には、補助金、融資、税の減免等いろいろなインセンティブの制度がある。造林者がこのインセンティブを受けるには次の条件が必要である。

- ①造林計画を作り、Direccion Forestalの承認を得ること。
- ②造林地が造林奨励地域であること（造林奨励地域外に多少はみ出している場合でも可）。
- ③造林樹種が前述の奨励樹種（ユーカリ4種、マツ3種、ポプラ・ヤナギ2種／3クローン）であること（奨励樹種以外でも造林面積の10%までは含めてよい）。
- ④造林面積が10ha以上であること。

次にインセンティブの各々について述べる。

・ 税金の免除

前述の条件を満たした造林プロジェクトについて

- ①造林による資産の増はPatrimonio（資産税）の対象としない。
- ②造林地の立木を売った場合の収益に対するImpuesto a la Renta Agropecuaria（IRA：農牧所得税）の免除（IRA該当者に対して）、あるいはImpuesto Agropecuaria（IMAGRO：農牧生産力税）の免除（IMAGRO該当者に対して）
- ③造林地に対するImpuesto Contribucion Inmobiliaria（不動産税）の免除
- ④造林プロジェクトで使用する機械および資材を輸入した場合の輸入税の免除

以上の税金の免除を受ける場合には、Direccion Forestalが出す証明書が必要である。過去に植えたbosque de rendimiento（収益林）に対しても、管理適正とDireccion Forestalが認めたものは、上記の免税措置が受けられる。

・ 補助金の交付

前述の条件を満たした造林が実行された場合、Direccion Forestalが毎年決定する造林コストの50%又は20%を補助金として受けることができる。この場合、植栽木が1年後に75%生存していること、あるいは植栽後4年間に75%になることが必要である。補助率については次のとおりである。

IMAGROで納税している者は、補助率50%

IRA で " " 20%

・ 融 資

Direccion Forestalで承認された造林プロジェクトに対し、BROU（共和国銀行）（Banco de la Republica Oriental del Uruguay）の基金からCommission Honoraria Administracion del Foud Forestalが融資する。

詳細な制度は近く決定される予定である。

- 立木権の設定

借地に造林した場合、土地の所有権と関係なく、造林木の権利が認められ、造林木に
抵当権が設置できることになっている。

1-3 種 苗

1-3-1 種子・苗木の入手と育種

① ユーカリ類

農業、畜産業において人工的な育成を行う際には、優良な品種を選んで、より良いものを生産するよう努めており、このことは誰でもよく承知している。

林業において人工林を造成する場合にも、優良な品種を選んで実行することは極めて大事なことである。

樹種がほぼ決まった時には、いかにして良い品種を選ぶかという努力から始める。

一番容易な方法は、タネまたは苗木の販売業者に、そのタネはどこ産地のものか、どのくらい優良なのか、何年後にどのくらいの収穫が可能であるか、国内ではどこの誰れが植林しているかなど聞き出す。さらに、できれば国内で植林している者を訪ね、実際にどのように成育しているかを確かめてみるとよい。

また、国内で優良人工林を育成している者の成林木から、タネを分けて貰う方法や、大学の研究所 (La Estación Experimental de Bañados de Medina) から入手する方法などがある。

長期にわたって、永続的に植林を行う者にとっては、優良母樹から集めたタネを用いて、採種園を作ることも、しばしば行なわれている。採種園の作り方は上記の La Estación Experimental de Bañados de Medina で学べる。簡単にそれを述べるなら、(i) 優良母樹からタネを集め、(ii) タネ集めの作業が楽になるように育てる。すなわち、植付間隔を大きくすることによって、樹高を伸ばさないよう、枝の大きくなるように育てる。

② マツ類

広く世界で、人工造林に針葉樹が使われることが多い。この理由は、針葉樹は概して幹が通直であり、材は適度にやわらかく加工しやすく、木材市場でも人気が高いからである。

ウルグァイにおいては過去30年以上にわたって、マツの導入試験を行なってきた。その結果、*P. taeda*, *P. elliotti*, *P. pinaster* が夫々の適地でよく成育することが確認され、各地でマツの造林事業が進められている。

ユーカリ造林にあつてはすべてポット苗であるが、マツの造林にあつては、ポット苗と裸根苗の両方が実施されている。

冬のない国、冬の寒さの厳しくない国でのマツの造林は、ポット苗によるものが多い。*P. caribaea* *P. merkusii*, *P. elliotti*, *P. taeda*等はポット苗造林が多い。ポット苗造林は、取扱いが難しくなく、また、暖かい国の砂質土壌の箇所にあつては成長も概して良いので、

苗木の小さいのを特徴とするポット造林でも、実行可能である。

一方、裸根苗は概して大型である。造林樹種の成長が遅く、一方夏の間に雑草の成長が早いようなところでのマツ造林は、雑草対策上、大型苗によるのがよい。

ウルグァイにおいては、マツ造林は裸根苗によるケースが現在のところ多いのであるが、ポット苗と裸根苗とどちらがよいかは今後十分調査を行なう必要がある。

ウルグァイにおけるマツ苗育成のための種子は、ウルグァイ大学のBañado de Medinaの農場から購入するケースが多い。ここでは30年以上の育種研究の実績があって、広く世界各地から集めた種子により、針葉樹の導入試験が行なわれるとともに、優良品種の選抜試験、採種園造成が行なわれてきている。

林木の育種には、導入育種、選抜育種、創成育種の3つの方法がある。

導入育種は、従来分布していない樹種、品種を他産地から導入し、その地域に最も適した樹種、品種を造林樹種として選定していくもので、ウルグァイにおいては、大学その他の機関が永年かけて実施してきている。

選抜育種は林木の中の遺伝的変異の良質のものを選び出すものであって、集団選抜法と系統分離法とがある。

集団選抜法は優良な林分の中の優良な個体からタネを集めるもので、これを繰り返していくものである。

系統分離法は、林分の中で外観上優れた個体をいくつか精英樹として選定し、これらが無性繁殖により系統栽培を行い、これら系統のなかから、さらに良い系統を選び出し、その種子を使用する方法である。

創成育種についてはここでは省略する。

林業を営む者にとっては、選抜育種は常に考えていなければならないものであって、最初にタネ又は苗木を購入する場合に、どこからきた品種で、収穫するときにはどのようなものが期待できるかについて、十分検討を行うべきである。さらに、その後の植林事業でも、つねによりよい品種を使って造林を実行することが大切である。

③ ポプラ・ヤナギ類

ポプラ、ヤナギの類はサシキによる増殖が一般に行なわれている。ただし、一部にはサシキ増殖の難しいものもあり、タネからの育苗も必要なときがある。サシキのやや難しいのは、*P. sieboldii*, *P. deltoides* などである。

ポプラは自然雑種が多く *P. nigra* と *P. deltoides* との雑種が多数あり、その中から、サシキによる品種が多数選抜されている。

また、イタリアをはじめとする各国の研究所で、育種により作られた成長の早い品種も多数ある。

しかしながら、成長が早い育生品種の場合には、痛虫害等に概して弱く、実際に造林で使用されている良質品種は限られている。

今後、成長が早く、さらに病虫害に抵抗性ある品種がいくつか選抜されることが期待されている。

当面、造林に使う品種はウルグァイで造林実績のある品種を使うのが安全である。

1-3-2 種子の扱い方

① ユーカリ類

採取はタネがよく熟して、落下する前に、木に登って集める。樹高が低いときは、梯子を使ってもよいが、樹高が高いときは木に登って、枝切りバサミを使って切り落す。樹高の高い、大木にあっては、木に梯子またはロープをかけておくと、繰り返えし登るのに都合がよい。また、高い木に登る技能者を養成し確保しておくことが必要である

優良林を伐採するとき、タネの結実がその年にあれば、完熟時に合わせて伐倒すれば苦労なくタネを集めることが可能である。

集めたタネは、風通しのよい日蔭で乾燥させ、よく乾いたら、木の棒で叩いて、サヤの中に入っているタネだけを集める。

サヤから叩いて落し、集めたタネは大小さまざまなゴミが混入している。大きなゴミは、タネを篩にかけて落すと、篩の中に残るので取りのぞくことができる。小さなゴミは、篩を使って落下させるか、風による取除き（風選）をする。風選の方法は農業で行なわれている各種の方式と同様である。

集めたタネは密封容器に入れ、低温貯蔵すると、発芽率の低下が少なく、長期（10年程度）の保存が可能である。1～2年以内に使用するものであれば常温保存で差支えないとされている。しかしながら、保存中に害虫やネズミに食われるので、常温保存の時は殺虫剤を併用したり、金属容器に入れてネズミの害を防ぐなどの注意が必要である。

ユーカリのタネは概して小粒であり、通常まきつけに際しての前処理を必要としない。発芽率については、小粒であるから、1gあたり何本の発芽が得られるかをテストしておくと、後々の作業の計画を立てるのに好都合である。

② マツ類

マツの樹高及び幹の太さはユーカリと比較して $\frac{1}{4}$ ～ $\frac{1}{2}$ 程度であるから、マツのタネの採取は比較的容易である。

地上から、①長い竿を使って球果をひっかけたり、突いたりして落す。②梯子をかけて作業する。③高い木の場合は登ってカギ棒を使って球果又は枝を落す。④木を伐倒するなど

の方法で球果を集める。

球果は、緑色から褐色に変わって後に、成熟期に到達する。球果が開くとタネは落下してしまうから、開く前に球果を集めるようにする。

開花から褐色に変色するまでに1年以上を要し、成熟してから、かなり長期にわたって、枝に着いたまゝであるから、開く前の適当な時期に採集する。

集めた球果は、風通しの良い所に一時的に保管する。保管が長いとカビの生ずることもあるから注意する。

天気の良い日にシートの上に並べて2～3日太陽に当てる。これで笠が開くので、振動することにより8割程度のタネを集めることができる。さらにそのあと球果に水をかけ、水を切り、1～2日、太陽の下で乾かすと、残ったタネも大部分集めることができる。

集めたタネは、手でもむことにより、羽を落とすことができる。タネより大型のゴミはタネの通過できるwire mesh cylinderを使って取除くことができる。羽の粉やその他のタネより小型のゴミは扇風機を使って取除く。

タネは、良く乾燥している場合は、ビン又は缶に入れて、低温で貯蔵する。通常の冷蔵庫で保存するのもよい。乾燥不十分のタネはよく乾燥させたあと布袋に入れて常温で保存してもよい。この際防虫剤を使ったり害虫を防ぐほか、ネズミの害に合わないような工夫も必要である。常温保存でも結実後1年以内に使用するのであれば差支えない。

発芽率は①入手したタネの優劣の判断の指標になり、②タネまき後に得られる幼苗の数を予知することにより育苗計画立案に使うことができる。

発芽率の算定には各種の方式があるが、タネが実際にいくつ芽を出すのかのfield germinationの方式が実用上便利である。

(例) 100粒まいて、60の発芽があれば、

$$\frac{60}{100} \times 100 = 60\% \text{である。}$$

③ ポプラ・ヤナギ類

ポプラの種子採集は、開花後約3ヶ月後にさく果が割れて、綿毛が見えてくる時に採取する。採取が早過ぎるとさく果が開かない。採取したさく果は良く乾燥させて綿毛をとり出し、タネを分離して集める。タネは常温では極めて短期間に発芽力を失うものが多いので、すみやかにタネまきをするか、低温貯蔵を行う。P. sieboldii の場合、湿度20%、-5～-10℃で10年以上発芽力を保つといわれている(以下1-3-4(C)を参照)。

1-3-3 苗畑の作り方

① 苗畑の作り方の基本

i 苗畑のタイプ

造林地に近い小規模な移動苗畑と、規模が大きい固定苗畑がある。移動苗畑は、

- ・苗畑と植林する場所との生態的条件が一致している。
- ・苗木輸送費が安い。
- ・土壌養分の維持ができる。

などの利点がある反面、熟練労働力の確保が困難、あるいは労賃が都市部より比較的高いこともあり、また監督者の管理が不十分になりやすい等の欠点がある。最近では、苗木運搬施設と生態的要求が満たされる範囲内で固定苗畑にかわる傾向にある。固定苗畑は輪作や施肥により土壌の肥沃度を維持し、一定の大きな場所に苗畑を集中するので、機械化を可能にし、優秀な監督者の下に、少数の選抜された人々を使うことが出来る等の利点がある。

ii 苗畑用地の選定

苗畑用地は次の条件を満たす場所が望ましい。

- ・苗畑と造林する場所との自然環境条件が一致しているか、類似していること。
- ・苗畑と造林する場所との距離が適切な範囲内にあること。
- ・灌水に必要な給水能力を持つこと。例えば年間を通じて取水可能な川に近いこと、または常時かれない井戸をもつこと。また、水質が良いこと（水質分析が望ましい）。
- ・雨期あるいは増水期に冠水しないこと。
- ・苗畑として必要な面積が確保できること。
- ・できるだけ平坦地で風当りの少ないこと。
- ・必要な労働力の確保が容易なこと。
- ・苗畑土壌で播種床、育苗床、さし穂床を作って養苗を行う場合、土壌は肥沃でとくに排水が良いこと。
- ・ポット用土が容易に確保できること。

② 苗畑設計

苗畑の設計については固定苗畑の設計の仕方について述べる。

i 苗畑設計の前提となる基本的な考え方をまとめておく。例えば、

- ・造林事業に使用する苗木は、全て自給するか購入するものもあるか。
- ・苗木の生産能力は、造林事業の最大必要量を供給できるものとする。
- ・苗畑の造成、苗木の生産は、企業的に効率的、低コストを主眼とする。

- ・苗畑は固定苗畑とし、ユーカリ類はポット苗、マツ類はポット苗か裸根苗か、ポプラ・ヤナギ類はさし木による裸根苗とする等、養苗方式を定める。

ii 苗畑の規模

上記の基本的な考え方にもとづいて、必要な苗畑面積を算出する。そのために年間最大育苗本数を決める。育苗本数は山出し本数の20%増を目安とする。育苗本数から圃場面積を算出する。ポット育苗床の場合、ポットの直径が6cm、幅1.2m、長さ10mの育苗床(12㎡)で3,320本のポット苗の育苗ができる。育苗床の総数は得苗率や安全率をみて計算されるが、将来の拡大を予定することや、苗畑に残る苗木等を考慮して追加のスペースが必要となる。各育苗床の間隔が1mの場合、育苗床土地利用率は $\frac{1}{2}$ 、回転率は1回、予備地20%としてポット直径6cmのユーカリ苗100,000本山出しに必要な圃場面積の計算は下記の通りである。

$$\text{育苗本数} = 100,000\text{本} \times 1.2 = 120,000\text{本}$$

$$\text{必要育苗床数} = 120,000\text{本} \div 3,320\text{本} = 36.14 \approx 37\text{床}(444\text{㎡} \approx 450\text{㎡})$$

$$\text{予備用床(20\%)} = 450\text{㎡} \times 0.2 = 90\text{㎡}$$

$$\text{必要圃場面積} = (450\text{㎡} + 90\text{㎡}) \div \frac{1}{2} = 1,080\text{㎡} \approx 1,100\text{㎡}$$

マツ類の裸根苗生産のための播種・育苗床は床幅1mで7列に筋まきして、育苗した場合、1㎡当り110~140本の育苗本数となり山出し本数は1㎡当り100本前後となる。床と床の間隔0.5m、床の長さ10mとしてマツ類の山出し裸根苗100,000本生産の場合の必要圃場面積は下記のとおり。

$$\text{必要育苗床数} = 100,000\text{本} \div 1,000\text{本/床} = 100\text{床}(1,000\text{㎡})$$

$$\text{予備用床(20\%)} = 100\text{床} \times 0.2 = 20\text{床}(200\text{㎡})$$

$$\text{必要圃場面積} = (1,000\text{㎡} + 200\text{㎡}) \div 1/1.65 \approx 2,000\text{㎡}$$

苗畑には圃場の外に圃場内の道路、事務所、作業場、倉庫、休憩所、車庫、用土保管場等の附帯施設等の用地が必要である。また防風保護樹帯、見本林等の用地及び将来育苗地として拡張を見込んだ予備地を加えた合計面積が苗畑の必要面積となる。

iii 苗畑造成スケジュール

自家造林用の苗木生産を目的に苗畑を造成する場合は、植つけ開始時期より養苗期間、苗畑造成期間を逆算して苗畑造成に着手することとし、苗畑造成スケジュールを計画する。造成スケジュールの手順の例を示すと下記の通りである。

- | | |
|----------|--------------|
| ・立木伐倒整理 | ・伐根除去、地均し、 |
| ・道路建設 | ・用途別の用地測量 |
| ・圃場用地整地 | ・灌水施設建設 |
| ・育苗施設建設 | ・作業場等建設 |
| ・管理事務所建設 | ・倉庫、車庫、休憩所建設 |

- ・機械施設購入
- ・苗木生産開始

iv 苗畑施設設計

○ 用地造成

苗畑用地の造成は、用地内に立木がある場合は立木の伐採整理から着手し、その後ブルドーザーで傾斜の修正、地均し、整地を行い、諸施設の建設にとりかかる。

- ・苗畑内の作業道路は、車輛・機械の出入りに支障がないように設ける。また車輛、機械の旋回場所として利用できるようにする。

作業道路は苗畑の中央部を縦貫する主道（4～5 m幅程度）と、これに直角に交わる副道（2 m幅程度）を設ける。道路と圃場に高低差があったりすると、圃場内側に機械旋回場を設けなければならないので、土地利用上最も不経済となるばかりでなく、機械の出入りにも支障がある。

- ・排水路は苗畑の土壌の流失を防ぎ、圃場の排水をよくし、過湿にならないようにするために設ける。排水路の大きさは、それにより流れる水量により一定しないが、大体幅30cm、深さ30cm程度が普通である。排水路を設けるときは機械が旋回する側や、出入りする側は、コンクリート製のフタを設けることが望ましい。

○ 育苗用施設

・ 圃 場

作業道路と幅道で圃場をブロックに分ける。副道脇に簡単な溝を切り排水をよくする。作業道路には排水路を設ける。圃場内にポット育苗床、播種・育苗床、さし木床を設ける。

・ ポット育苗床

床の幅の内径は1～1.2mで実幅は出来れば使用するポットの概数(round number)できめる。床の長さは使用するポットの概数できめるが、これは計算を簡略化できるからである。

床の長さは10mより長いと不便を生じ、横からの通行が妨げられる。床と床との歩道(path)はハンドトラック(hand-trucks)や手押車(wheel barrow)などが使える様に十分広くとることが望ましい。1 mの幅があれば十分である。ポット育苗床には、床枠・床面をコンクリートや煉瓦積みで作った恒久的なものもあるが、簡便なものは先ず床地を平らに整地したのち、製材または製材の端材で木枠をつくり床枠とする。また木枠をせずに床の端に適当な間隔に小杭を打ち、これに針金を固定してポットが倒れない様に囲う方法もある。床面には土の安定と雑草防止及びポットから出た根の土中侵入を防ぐため、地面にビニール・シートを敷く。ビニール

- ・シートを敷かず、床面を叩いて平らに固めることもある。

・ 播種床

マツ類の裸根苗生産の為の播種・育種床は床間歩道を 0.4m～0.5m、床幅は 1m、床の長さは10mとし、床面は床間歩道より約20～25cm高くする。苗畑土壌が砂質壤土の場合には歩道面と床面と同一平面とすることがある。床を作る前に肥料とミコリザ (mycorrhiza) のためのマツ造林地の表土とを撒布し、床用土と混合して床を作る。播種床は出来うれば日焼けを避けるために東-西の方位につくられることが望ましい。

- ・ さし木床

ポプラ・ヤナギ類のさし木床はマツ類の播種・育成床と同様に作るが床面の高さは歩道と同じか、または10～15cmの高さとしている。

- ・ 日覆設備

ポット育苗床、播種床には日照管理のための日覆設備を設ける。日覆設備にはブロック全体または数本の育苗床に、高さ約 2.2m～2.4mの日覆いをする高張り方式と、個々の育苗床を高さ約 0.7mで日覆いをする低張り方式がある。高張り方式は、丸太や角材あるいは鉄パイプで支柱をたて、支柱上部を丸太や角材または鉄パイプで連結して枠をつくり、この枠の上に日覆材料を設置する。日覆材料はカンレイシヤ (Cheese cloth) または細かい製材やヨシズ (need screen) などである。

低張り方式は、個々の育苗床の周りに支柱をたて、床の上の 0.7mに木枠をつくり、この木枠の上にカンレイシヤを張る。この木枠に代えてピアノ線を用いカンレイシヤを取付けて開閉式としたものもある。

- ・ 灌水設備

灌水設備の種類には、苗畑の規模や自然条件により種々の方法がある。主なものは地表面灌水 (畝間に水を流す方法など)、散水灌水 (苗木の葉上から灌水する方法)、地下灌水 (地下に土管を埋設し、これに水を流す) などであるが、苗畑では一般に散水灌水が行われている。散水灌水は幹線、支線パイプを使用し、ポンプまたは自然落差を利用して水圧をかけて、噴霧状にして苗木に灌水する方法である。この方法には、次の3つの方式がある。

固定式

送水管の幹線、支線を地下に埋設し固定するもので、パイプの口径は幹線から末端支線に至るにしたがって小さくする。ただし、給水栓の太さは一定にする。散水にはスプリンクラー、噴射パイプ、噴射ノズルなどを使用する。

半固定式

ポンプ及び幹線または、ある程度の支線を埋設固定しておき、必要な箇所にバルブ (または水栓) を取りつけ、支線や立ち上り管、スプリンクラーや噴射パイプなど移動しながら灌水を行うもの。

可搬式

ポンプおよび幹線、支線とも移動し施設を任意の場所に運搬できるものである。

また散水灌水の方法は使用器具より次の3つに分けられる。

噴霧ノズルによる散水

水源から加圧ポンプの圧力で直接散水する方法

水源から加圧ポンプで一度高い所に設けたタンクに貯水し、その落差を利用して散水する方法

苗畑内の貯水池や川の水源から可搬式ポンプ（消火ポンプなど）によって直接散水する方法

スプリンクラー散水

敷設した送水パイプの給水栓にスプリンクラーのパイプを連結し、ポンプの圧力でノズルから噴射させる方法

前記の貯水タンクからの落差圧力を利用して噴射させる方法

噴射パイプによる散水

この方法は噴射ノズルをつけたパイプや小さい穴を多数あけたパイプを用い、前記スプリンクラーと同様のポンプの圧力で噴射させる方法と、貯水タンクからの落差圧力を利用して噴射させる方法とがある。パイプの穴は散水角度など考慮してあけられており、穴の大きさにより灌水能力が違う。上記の方式、方法を組合せて灌水設備を計画するとよいが、規模があまり大きくない場合は半固定式で立ち上り管を設け、これからホースを用い、噴霧ノズルで散水する方法、あるいはホースの先に可搬式タンクに貯水し、人力で如露で散水する方法が良い。

・ 灌水設備の設計

地形、土性、水源の種類および水量、水源からの距離および高低差などの自然条件ならびに苗畑規模や水の必要量を考慮して、設備費、維持費などを計算し、簡便で能率的かつ経済的な方法を選ばなければならない。

・ 灌水量の計算

灌水設備は最大使用時における水量を十分計算してから設備にかからねばならない。その為の灌水量を計算するには、①苗木の吸収する水量、②地面から蒸発する水量、③灌水する際の損失する水量、④圃場容水量、⑤土性、⑥灌水する土壌の深さ、⑦灌水の間断日数、⑧灌水の方法などの因子を総合して計算されなければならないが、理論的にこれらの因子を算出することは容易ではない。ポット育苗の場合は、苗床は地中からの通水を遮断している

ことを考慮しなければならない。苗畑で灌水を行う場合は日照りが長く続き、土壌水分がある程度（萎凋点）以下になると苗木は萎縮し、また枯死する。このような事態に至らないよう、土壌水分が萎凋点に達する前に灌水して土壌水分をふたたび圃場容水量に恢復するようにしなければならない。この為に日本に於ける参考例をみると、雨が7～10日降らなかった後で水をかける場合の1回の水量限界は

砂質土……30mm, 壤土……40mm, 埴土……50mm, 腐植土……55mmとあり、また、苗木育成法（宮崎榊氏著）によれば

土 性	灌 水 の 深 さ		備 考
	10cm	20cm	
砂 質 土	6～10mm	12～20mm	埴土ないし埴質壤土で7～10日ぐら い目に、砂質土では3～5日目に灌 水する。
壤 土	15～20mm	30～40mm	

これらの数値を参考にし、損失水量を加算し、灌水の間断日数で要灌水面積を除して1日当り灌水面積を算出し1日の灌水量を算出する。

$$1日(8時間当り)の灌水量 = (\text{土性別灌水量(深さ別に)} + \text{損失量}) \times \frac{\text{要灌水面積}}{\text{間断日数}}$$

(注) 損失水量は導水途中及び実施中の損失であるが、水路の種類、勾配、土性、灌水方法などによってかなり差があるが、散水灌水の場合は20%くらいにとどめるようにする。

またスプリンクラーや噴射パイプによるシステムがデザインされた場合は、最終決定が下される前に、専門家の忠告を得ることが助けになる。また機材の供給者が相談にあずかり、設置者の要望 — 例えば灌水される面積、風の方角・強さ・頻度とか、最大許容水滴の大きさ、床の㎡当りの必要灌水量、有効圧力、パイプのサイズ等に対して情報を提供することが多いので、機材の供給者に意見を求める。

揚水・加圧ポンプの仕様、パイプのサイズ、スプリンクラー、噴射パイプ等の仕様と型式は計算を行って設計し、バランスのとれた設備とする必要がある。

固定式及び半固定式の灌水設備をする場合は、育苗床 (bed), ブロック (block) のデザインは灌水設備、日覆設備との関連を考慮してきめなければならない。

・ 建物施設

育苗事業を行うために必要な建物の主なものは下記のとおりであるが、規模、仕様は苗畑規模、育苗方法等により異なる。

苗畑事務所：

作業場：屋内でのまきつけ、育苗のための発芽室、用土処理のための用土堆積場、焼土場ならびにポットへの土入作業、稚苗移植作業のためのポッティング作業室、ポット苗保管室をもつ。なお、発芽室には日覆設備、灌水設備ならびに通風をよくする構造が必要である。

資材倉庫：手工具、ポリポット、肥料、殺虫・殺菌薬剤等苗畑用資材保管用。

休憩所：苗畑作業員の休憩用

車庫：トレーラー、トラック、薬剤撒布機など苗畑用車輛、機械の保管用。

事務所、倉庫、車庫等は苗畑用のみでなく造林用と併用して建設されることが多い。

○ 苗畑用機材

苗畑用機材の主なものは下記のとおりである。

Wheel Tractor
Trailer
Disc Plough
Disc Harrow
Hand Tractor
Soil Crusher
Soil Siever
Concrete Mixer with Engine
Engine Sprayer
Hand Sprayer
Roller Conveyer
Plastic Germination Box
Wheel Harrow
Shovel
Hoe
Rake
Watering Can
Bucket

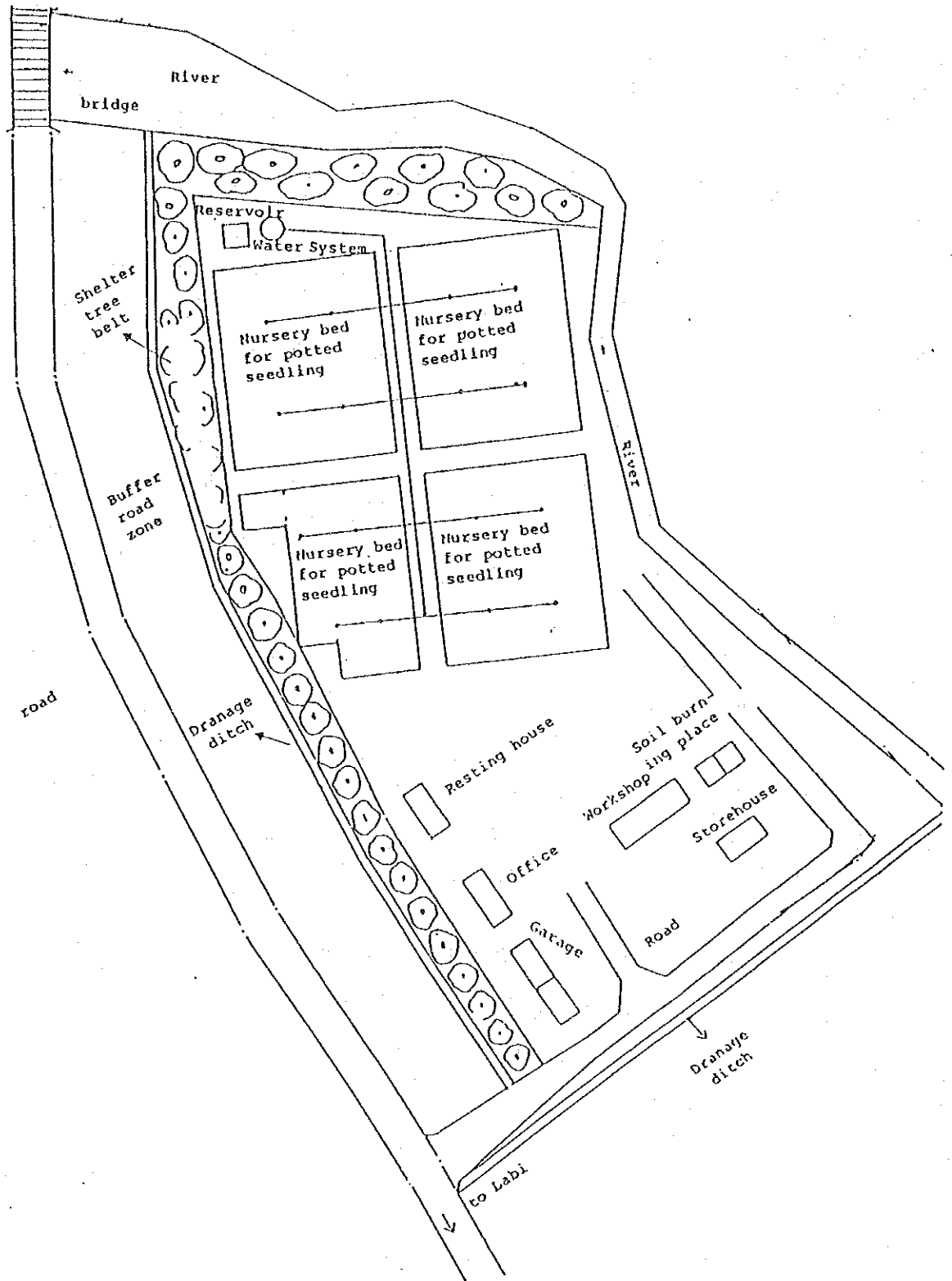


図1-2 苗畑施設配置図の例

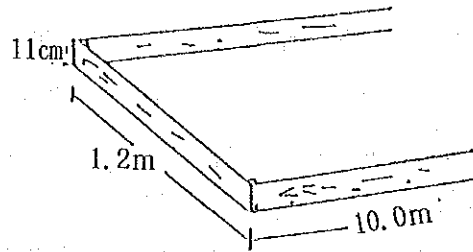
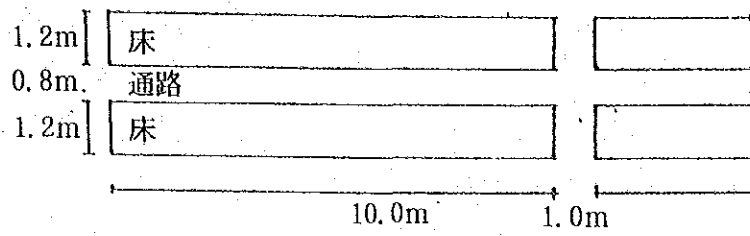


図1-3 ポット育苗床平面図・見取図の例

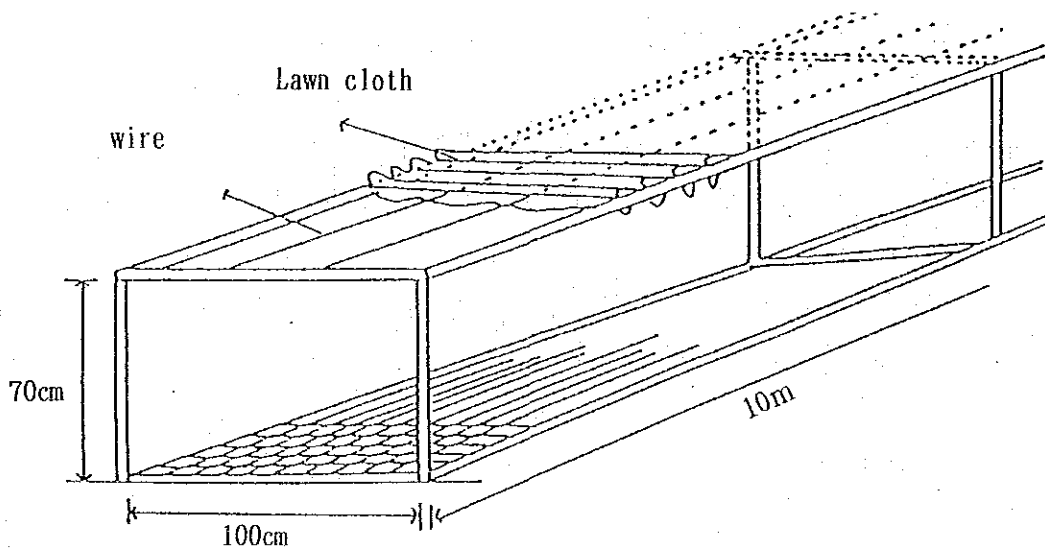


図1-4 日覆設備の例

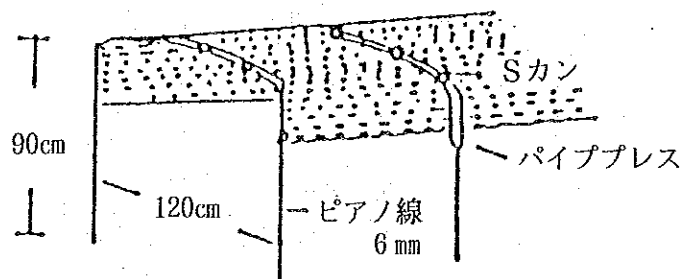


図1-5 開閉式日覆寒冷紗

1-3-4 育 苗

① ユーカリ類

多くの苗畑では木製の小箱(50cm×40cm×10cm程度)を播種床として用いている。のちの植かえ作業の効率を考えると小箱利用が望ましい。また、畑の播種床に直接タネを播く方法もある。この1箱で600~800本位発芽するようにするとよい。

用いる土は排水のよい土が絶対条件で、これは移植のとき堀取りやすく、かつ、病気の発生も防ぎやすい。害虫・病気(fungi)を防ぐため苗畑用の農薬を使用する。

ユーカリのタネは極めて小さいのが普通である。均一に散布するためには、砂、のこぎり屑などと混合してから播くと、作業がしやすい。

タネを播いたあとの覆土は、タネが見えがくれする程度とする。タネ播き後は乾燥しないよう繰返えし散水し、風通しのよい所に置く(fungiを防ぐため)。のちの移植作業のことを考えて、一時に大量にまきつけは行わない。移植する量だけを順次播く。発芽は数日かかるが、それまで小箱は日蔭に置くか、陽光を当てる場合も10~20%の陽光とする。

発芽後、本葉が二枚でた頃のごく早期にポットへ移植する(発芽後3~4週間が目安)。

ポット苗用のバッグは各種のものがあるが、一般にはポリエチレン(厚さ30ミクロン程度)のものを用いる。サイズは8×15cm(直径5cm×高さ15cm)以下でよい。これより大きいサイズであると、使用する土の量が多く、輸送経費もかかる。ユーカリは活着とその後の成長がよいから、大型苗を使う必要はない。

移植に際しての注意は、根が下方へ直ぐに伸びるように、主根を真直ぐにして土を入れしめかためておく。主根を団子状にしたり、ループ状に回転させた植え方は造林成績に悪い影響を与える。

ポット苗に使う土は、播種床の土と同様排水の良い土を使う。良好な土を農地又は林地から集め、ゴミや塊を篩(目の大きい篩でよい)で取り除いてポット苗用土として使用する。

ユーカリのポット苗に肥料は必要ない。上述のように良好な土を農地又は林地から集めれば、その土に含まれた僅かな土壌養分でユーカリには十分である。排水を良くするために、川砂の混入を行ってもよい。

日覆い移植後3~4日は、ポット苗を完全な日蔭に置く。若い苗はすぐ生長をはじめて活力がつくので、その後2~3週間は20~30%のsemi-shadowとし、さらにその後は順次shadingを減らし、強い陽光に耐える苗木に育てていく。

灌水は、移植後10日間程度は与えすぎないようにして1日2回行い、早朝及び、夕方陽が当たらなくなった時に行う。日中の土の温度が高まっている時の灌水は避ける。

10日を過ぎたら、1日1回の灌水で十分で、沢山の水はかけない。一般にユーカリは乾燥には耐性のある樹物であるが、しかし、乾燥し過ぎて、枯らすことのないようにする。

苗木は樹高30~50cmで山出しするのがよい。これ以上の樹高とならないよう、早期に灌水量を最小にするような管理を行う。

樹高が高過ぎると、植栽後倒れるものが多くなる。樹高が低くすぎると、雑草に負けるものが多くなり下刈りなどの手間がかかる。

ミコリザの共棲はユーカリにあっても必要である。通常、林地又は農地の土壌を用い、かつ、ユーカリに適した灌水（過度にならず、かつ、よく透水性をよくする）を行えばミコリザは容易に共棲を始め、成長に好影響を及ぼす。

ポット苗の運搬・輸送は小箱に入れて、トラック輸送を行うが、トラック走行時に強い風が当たると苗木を傷める。荷台が箱になっているトラックを用いるか、幌を張って覆うなど、中の苗木に風を当てないようにして輸送する。

② マツ類

前にも述べたように、マツの苗木にはポット苗と裸根苗があり、ウルグアイでは裸根苗による造林の方が、後々の成績がよいと信じられているが、熱帯地域を中心に多くの国における脊地でのマツ造林ではポット苗によるケースが多い。ここでは、まずポット苗の次いで裸根苗の育苗のを解説する。

マツはユーカリと同様に脊地でも通水性さえよければ良く育つ。成長が早いゆえ、ポットのサイズは小さいもの（直径 4.5~5.0 cm、高さ12~15cm）で済ませ、小形苗を使うことが可能である。ポットの色は黒がよいとされるが、他の色でも差支えない。

土壌は苗畑、林地ともに排水の良い砂質土壌でないとは良好な成績は期待できない。

ポットに使う土は川砂80~90、マツ林から集めた表土20~10%がよい。

タネまきは、ポットに直接まく方が能率的である。まきつけ前にタネは2昼夜水につけておき、1ポットに、2~3粒づつ植えて、タネがようやく見えなくなる程度に土をかぶせる。

タネまきは、植つけ適期の5~6ヶ月以上前に行う。

植つけの適期に必要な数量の山出しができるよう、育苗期間は最小で6~8ヶ月かかることを計算し、最初のタネまきを実行する。

ポットの底には4~6ヶの水抜き穴を作っておく。

タネまき後は朝夕散水する。2~3週間で発芽してくる。

発芽前は日覆いをかけて、土が乾燥しないように管理し、発芽後しばらくは30~50%の陽光となるよう、スリット屋根（すだれ、寒冷しゃを使ってもよい）を作る。その後は十分な陽光が当たるように管理する。

発芽して、3~4cmの高さのとき、1本だけ残して、余分の苗は取り除く。

苗高が25cm程度になれば山出しする。山出し前に20cm程度の高さになった場合は、灌水

を大幅に減らす。育苗期間はポット苗で6～8ヶ月である。

山出し苗を植付けるときは根の土をくずさないように、ナイフで切り開くなどしてポットを取り除く。

(裸根苗)

始めて作った苗畑では、よそのマツ林から、土を持ち込みまぜ込んでやる必要がある。裸根苗のタネは苗床に直接まく。全面まきと、筋まきがある。全面まきは過密にならないよう、まばらにタネをまき、発芽後さらに間引きを行い、1㎡当り200～300本を残す。筋まきの場合、苗床は1～1.2m巾に、歩道は30～40cm巾程度に作る。

1～1.2m 0.3～0.4m 1.0～1.2m 0.3～0.4m

筋まきの筋は1mに5～6本作る。1筋には5～6cmごとに、3～4粒のタネをまき、タネがようやく見えなくなる程度に土をかぶせる。その後、朝夕灌水を続けると、2～3週間で発芽してくる。発芽した幼苗が3～4cmの高さになったとき、筋上5～6cm毎に1本ずつ残して、余分に発芽したものを抜き取る。

陽光は発芽後1ヶ月間は20～30%にコントロールし、その後は十分に陽を当てる。6～8ヶ月で一応山出しできる25～30cmの苗高になる。山出しの1ヶ月前に根切りを行う。根切りは筋まき筋の外側から45°に鋭利なスコップを入れ根の長さ12cm前後になるように、直根を切ってしまう。

育苗の期間は裸根苗で、通常8～12ヶ月かけて、山出し苗の高さは30～35cmとなるよう、山出し時期が近づく前から、灌水の量をコントロールする。

苗畑ではdamping-offの危険が常にあるので、風通しを良くする。damping-off fungiに効く薬剤を時々(1ヶ月1回程度)散布するなどにより、病気の対策を常時実行するように努める。

③ ポプラ・ヤナギ類

採取したタネの発芽力は数日間で失われるものもあるので、採取してすぐ播く「とりまき」か、低湿温で貯蔵し、必要に応じてタネまきを行う。

発芽時の水管理をていねいに行う必要があるため、箱にまきつける方式が容易であろう。ポプラ、ヤナギのタネは綿毛をとり除いたものは、1㎡当り1～2g、綿毛のついたものは1㎡当り50～100ccまく。タネのこまかいものは砂を混ぜて増量してまくと、平均的にまき易くなる。タネの土覆いは、少量の土を使い、タネが半分かくれる程度としておく。

まきつけ後は、水やりを十分にする。乾燥させることのないよう、箱は日蔭に置き、カ

バーで覆っておけば安心である。3～4日で発芽は完了するので、その後は適当に陽光を当てる。

3～4 cmの高さになったら、移植する。移植は1 m²当り 100本前後の間隔とする。6ヶ月後には30～50 cmの高さになる。山出しのためには、翌春もう一度、床替えする。この時は列間70～80 cm、苗間30 cmとする。さらに台切りして萌芽させると、半年後には1～1.5 mとなるので山出しに適したサイズになる。

サシキ増殖法

1年生苗又は萌芽枝からサシキ苗を養成する。サシ穂は春先に芽が出る前に用意する。1年生苗は1.5～2 mの高さがあり、先端の細い部分は取扱いが難しいので利用しない。サシ穂の長さは20 cm程度、太さ1 cm以上がよく、1.5～2 mの苗から5～8本の穂作りが可能である。作った穂は100本単位で束ね、乾燥させないように、素早くビニール袋に入れて、低温（冷蔵庫の中）で保存し、その後芽吹きのと時期に合わせて、苗床に植付ける。

苗床植付に際してはサシ穂にauxine powderを、付着させてから、植えると成績がよい。

列間は70～80 cm、穂間は30 cmとする。これで1 haにつき、5万～4万本の養苗が可能である。

植付けは、土がやわらかいときは、そのまま挿し込んでよい。土が少しでも固いときはguide-barで穴をあけておき、サシ穂を穴に入れて、隙間をなくすように、よく押さえておく。

植付けたあとは、mist散布を終日、断続し、濡れた状態、高湿度を保たせる。

苗床の屋根は、直射日光を避けるため、すだれ状の構造にしておくとうよい。

2～3週間で発根するとともに芽が伸びてくる。芽が2本以上出たときは、一番立派なものを1本残して芽をかく。幹が1本になるよう、手入れをしつつ育てていく。秋には1.5 m～2 mの高さに育つ。これで山出しを行う。

秋が近づくと、さび病の一種で葉裏に黄色い病斑が現われるものがある。

サシキを行って1年で得られた苗は1/1苗（幹1年、根1年の意）と呼ばれる。さらに大きく良好な苗とするため、もう1年養苗することもある。これは1/1年の地上部を刈取り、萌芽させる。芽が2本以上でてくるので、芽かきを行い、1本幹に育て上げる。これが1/2苗（幹1年、根2年の意）と呼ばれる。

一方、採穂園でサシ穂取用に育てる場合は、2～3本仕立てとして、採穂数を大きくするよう育てていく。ここでは、数年間刈取り採穂が可能であるが、萌芽を繰返し行くと、育った林木の質に悪い影響の恐れもあるので、数年で新しい苗を植えて採穂園を作り替えるべきである。

1-3-5 苗木コスト

苗木のコストは苗畑の規模によってきまる土地代、苗畑造成費、育苗用施設費（播種床・育苗床造成費、日覆・灌水施設費、建物・車輛・機具費、修理費等を含む）の減価償却費などの間接費と樹種、養苗方法、労賃、消耗資材費、管理費等によって変動する直接生産費とから構成される。種々のデータを参考にした作業工程により直接生産費を算出し、これに管理費を10%、予測外経費としての臨時費を10%として加算し、これらの小計の10%を減価償却費として積算したのが下記の苗木コストである。

① Eucalyptus spp. の苗木コスト

養苗の方式は、i) 室内で播種箱への播種、ii) ポットへ移植。iii) 屋外育苗床で保育、iv) 苗、山出し。とした場合の苗木生産費が表1-1である。

② Pinus spp. の苗木コスト

養苗の方式は、i) 播種床に列状に播種し、ii) 発芽後間引きを行い、iii) 掘取り選苗後、山出し。とした場合の苗木生産費が表1-2である。

③ Salix spp. の苗木コスト

養苗の方式は、i) 挿木床に列状に挿木を挿し、ii) 保育し、iii) 掘取り選苗後、山出し。とした場合の苗木生産費が表1-3である。

④ Direccion Forestalは国営で生産した苗木の販売価格を毎年定めている。1990年7月4日付で定められた苗木販売価格のうち林業用奨励樹種の価格は表1-4 苗木販売価格表 (Direccion Forestal) のとおりである。

表1-1 苗木生産費 (Eucalyptus)

山出し苗 1,000本当り

労		賃	
作業内容	工期 (人・日)	単価 (US\$)	金額 (US\$)
まきつけ用土の焼土 0.1㎡	1.8	5.00	9.00
まきつけ・灌水・一般管理	0.8	"	4.00
ポット用土のふるい・配合	0.2	"	1.00
ポット土入れ	1.3	"	6.50
ポットへ稚苗を移植	2.2	"	11.00
ポットの育苗床へ運搬・整理	1.0	"	5.00
保育 (灌水・日覆操作・薬剤撒布 除草・施肥)	1.3	"	6.50
選苗	0.4	"	2.00
山出し作業	0.7	"	3.50
小計	9.7		48.50
資 材 費			
品 目	数 量	単価 (US\$)	金額 (US\$)
種 子	0.025kg	55.00/kg	1.38
用 土	0.754㎡	2.32/㎡	1.75
肥 料 (NPK 15:15:15)	0.80 kg	0.50/kg	0.40
ポリポット	1,250枚	0.0028/枚	3.50
黒プラスチックシート	0.65kg	3.12/kg	2.03
殺虫・殺菌薬剤	0.02kg	3.48/kg	0.07
ガソリン・オイル等	0.5 ℓ	1.20/ℓ	0.60
小計			9.73
労賃・資材費 計			58.23
管 理 費 10%			5.82
臨 時 費 10%			5.82
小計			69.87
苗畑造成費・苗畑用施設費 10%			6.99
合 計			76.86

1本当り = US \$ 0.077

表1-2 苗木生産費 (Pinus)

山出し苗 1,000本当り

労 賃			
作 業 内 容	功程 (人・日)	単価 (US\$)	金額 (US\$)
床づくり	1.2	5.00	6.00
まきつけ・被覆	1.2	"	6.00
間引き	1.5	"	7.50
保育 (灌水・除草・薬剤撒布施肥)	2.8	"	14.00
掘取り・選苗	1.0	"	5.00
山出し作業	1.0	"	5.00
小 計	8.7		43.50
資 材 費			
品 目	数 量	単価 (US\$)	金額 (US\$)
種 子	0.1 kg	52.00/kg	5.20
肥 料 (NPK 15:15:15)	0.8 kg	0.50/kg	0.40
殺虫・殺菌薬剤	0.03kg	3.48/kg	0.10
ガソリン・オイル等	0.64ℓ	1.20/ℓ	0.77
小 計			6.47
労賃・資材費 計			49.97
管 理 費 10%			5.00
臨 時 費 10%			5.00
小 計			59.97
苗畑造成費・苗畑用施設費 10%			6.00
合 計			65.97

1本当り = US\$ 0.066

表1-3 苗木生産費 (Salicaceas)

山出し苗 1,000本当り

労 賃			
作 業 内 容	功 程 (人・日)	単 価 (US \$)	金 額 (US \$)
床づくり	1.8	5.00	9.00
さし木植つけ	0.4	"	2.00
保育 (灌水・除草・薬剤撒布施肥)	2.0	"	10.00
掘取り・選苗	1.5	"	7.50
山出し作業	1.2	"	6.00
小 計	6.9		34.50
資 材 費			
品 目	数 量	単 価 (US \$)	金 額 (US \$)
さ し 木	1,250 本	0.048/kg	60.00
肥 料 (NPK 15:15:15)	12.5 kg	0.50/kg	6.25
殺虫・殺菌剤	0.10kg	3.48/kg	0.35
ガソリン・オイル等	1.28 ℓ	1.20/ℓ	1.54
小 計			68.14
労賃・資材費 計			102.64
管 理 費 10%			10.26
臨 時 費 10%			10.26
小 計			123.16
苗畑造成費・苗畑用施設費 10%			12.32
合 計			135.48

1本当り = US \$ 0.135

表 1 - 4 苗木販売価格表 (森林局生産: Periodo 1/7/90-30/6/91)

Especie	Tipos de envases					
	maceta o polietileno					
Eucalyptus globulus	N\$	80.00	US\$	0.070		
Eucalyptus maidenii	"	85.00	"	0.074		
Eucalyptus grandis	"	80.00	"	0.070		
	De almacigo a raiz desnuda Alturas: 0.20 a 0.50 m					
Pino elliotti (Pinus elliottii)	N\$	65.00	US\$	0.057		
Pino taeda (Pinus laeda)	"	65.00	"	0.057		
Pino maritimo (Pinus pinaster)	"	35.00	"	0.031		
	De vivero a raiz desnuda Alturas					
	0.50 a 1.50m		1.50 a 3.00m		Mas de 3.00m	
	N\$	US\$	N\$	US\$	N\$	US\$
Alamos (Populus spp.) (clones seleccionados)	150.00	0.130	300.00	0.261	500.00	0.435
Alamo boliana	200.00	0.174	400.00	0.378
	0.50 a 1.00m			Mas de 1.00m		
Sauce hibrido argentino	N\$ 180.00	US\$ 0.157	N\$ 360.00	US\$ 0.314		
Sauce gigant (Salix elegantissima var. sacramenta)	" 100.00	" 0.087	" 200.00	" 0.174		
NOTA; EL costo de los factores corresponde al mes de junio 1990.						

1-4 地ごしらえ

1-4-1 地ごしらえ作業

① ユーカリ類

地ごしらえ作業は、①植付作業の工期アップ、②植付後の活着率 (survivalratio) の向上、③植付後の成長向上、④以後の管理の容易化などのメリットがある。しかし、草やブッシュの少ない場合 (例) ブラジルのセラード) には、地ごしらえなしで、植付を行うこともある。

地ごしらえ作業は、トラクターで植栽列に従って、1.5~2 m巾に耕耘する。3 m間隔に1筋ずつ (筋巾 1.5m程度) の耕耘を行って、1日に10~12haの地ごしらえが可能である。

3 m間隔に1筋の耕耘で、筋巾 1.5mであるから、1.5 mの耕耘しない筋が残る。

② マツ類

マツ類は元来天然更新がよく行われている。母樹が散在し、更新地に陽光がさし込む状態であれば天然更新が容易である。しかし母樹のない所へマツ林を造成するには、植付を行わなければならない。

雑草やbushがあまり多くない場合には、地ごしらえを行わないこともある。地ごしらえを行うとあとの成長がよいという報告と成長に変化はなかったという報告と両方がある。ブラジルのセラードでは地ごしらえなしでの造林例が多い。

一方、造林予定地に樹木が多数生育している場合は、それらを伐倒し、1~2週間経過して乾燥したら、焼き払う。樹木の太い幹は焼け残るので、それらを数メートルおきに列状に寄せてから造林し、そのあとの下刈が実行しやすいようにする。この方式は、アルゼンチンのミシオネスで実行されている。

③ ポプラ・ヤナギ類

ポプラ・ヤナギ類の場合、地ごしらえは、できるだけ全面地ごしらえがよい。ポプラの類は成長が早いですが、植付けて1~2年の伸びは小さく、その後1年に2 m位伸びるようになる。植栽木の成長を早くし、雑草の伸びを防ぐとともに、下刈り作業も能率も上がるように、全面トラクター耕耘を行うことがベストである。また全面地ごしらえによりネズミの害も減らすことができる。

1-4-2 地ごしらえコスト

地ごしらえの方法として全地域をTractor に連結したArada de discoで土を掘り起し、そのあとをTractor に連結した Excentrica, 及びCincelまたはPinchoで碎土する方式が多く用いられている。この方法はコストが高くつき、土壌の侵食を受け易く、森林の成長を減ずる懸念がある。草地で小さいブッシュが散在するの箇所では、全面耕耘を行わず等高線にそって帯状に地ごしらえを行えば、土壌の侵食も少なく、植栽3年後には牛の放牧も可能であり、地ごしらえのコストが低減される。この方法は Tractorに連結した Rotovadorで帯状に耕耘する。あるいは Tractorに連結した Excentrica, Excentrica とCincelで狭い帯状に耕耘することもある。

植付間隔 3 m × 3 m で ha 当り 1,110 本植えの地ごしらえの場合、Rotovador を Tractor に装着して 3 m 間隔で耕耘を行う。耕耘幅は 1.5 m, 無耕運幅は 1.5 m となり、1 ha 当り全長 3.4 km を走行することになる。この場合の地ごしらえコストを算定すると下記のとおりである。

・ 基礎データ

Tractor の運転手労賃 1 時間当り US\$ 1.075

機械費用：

	1 時間当り損料, 同減価償却費	計
Tractor	US\$ 1.30 0.80	2.10
Ratovador	US\$ 0.70 0.80	1.50
計	US\$ 2.00 1.60	3.60

燃料消費量：1 時間当り Tractor+Ratovador 14 ℓ

燃料価格：Gas oil US\$ 0.364/ℓ

潤滑油価格：燃料費の30%

時速 4 ~ 4.5 km で耕耘する。1 ha 当り所要時間 0.80 ha

耕耘コスト (1 ha 当り)

労賃	US\$ 1.075/ha × 0.8hr	=US\$ 0.86
機械費用	US\$ 3.60 /ha × 0.8hr	=US\$ 2.88
燃料費用	US\$ 0.364/ℓ × 14 ℓ ts × 0.8 hr	=US\$ 4.08
潤滑油費用	US\$ 4.08 × 0.3	=US\$ 1.22
合計		US\$ 9.04

臨時費, 間接費については各作業項目別コストの合計後計上加算することとする。

1-5 植つけ、萌芽更新

1-5-1 植 栽

① ユーカリ類

造林に際しては、植栽間隔を決めなければならない。

植栽間隔 (spacing; espaciamiento) は、造林目的、林地の肥沃度、樹種の成長の速さ、造林コスト等で決まる。

植栽間隔と植栽本数の関係は次の通りである。

列間×苗間	1本当面積	ha当本数
2.5m×2.5m	6.25m ²	1,600本/ha
3×3	9	1,111
3×2.5	7.5	1,333
3×2	6	1,666
3.5×3	10.5	952
3.5×2.5	8.75	1,142
3.5×2	7	1,429
4×3	12	833
4×2.5	10	1,000
4×2	8	1,250

ユーカリ造林の場合には 1,111本/ha～1,666本/haの場合が多い。

ユーカリは成長が早いので、10年以上の伐期をとるなら、1,111本/haでも十分である。10年以下の伐期であれば 1,333～1,429～1,600～1,666本/haなどの密植造林の方が収穫量が多くなる。

また、10年以上の伐期でも、間伐を実行しつつ優良材（製材合板用）を生産するときは 1,600～1,666本/haなどの密植造林がよい。

植栽の列は平行で曲らないことが、その後の機械作業のために必要である。このため、①ロープをマークして、直線に張っておく方式、②前方に目標を立てそれに向かって進んでいく方式、③トラクターの車輪に凸出物を付けて、トラクターを真直ぐ走行させ、凸出物で植穴をあける方式などが行われる。

植付は細長い鉄板棒を使う。これを土中に探し挿し込み、前後に動かして穴をあける方式が能率的である。

ポット苗は根を傷めないように上手にポットを取除く。ポリエチレンバッグは使い捨て

であるから、ナイフ又は鋏で切り開くとよい。

植付適期は雨季の前半で、植付後に数回の雨が降ることが必要である。それゆえ植付時期の選定は重要である。

ポット苗は活着率は云々良好である。又ユーカリは乾燥に強い。したがって、植えた苗の枯損の心配は少ないのであるが、枯れてしまうものが皆無ではない。不幸にして、部分的に枯損して、歯抜けとなった場合には、枯損率が15%以下であれば、そのまま放置しても影響は少ない。15%を超えるような時には、植林後1年以内の早い時期（乾季は避ける）に補植することは良いことである。

② マツ類

マツ類の植栽間隔は、ユーカリの箇所で述べたように、 $3\text{ m} \times 3\text{ m}$ (1,111本/ha)、 $3\text{ m} \times 2.5\text{ m}$ (1,333本/ha)、 $2.5\text{ m} \times 2.5\text{ m}$ (1,600本/ha)、 $3\text{ m} \times 2\text{ m}$ (1,666本/ha) などがある。

ユーカリの場合は、生成が早く、下枝が早期に枯れて落ちるので、コストを易くする林業（パルプ材、燃材などを生産する林業）の場合は1,111本/haがよいと述べた。

マツの場合はユーカリに比較して、生長が遅く、下枝は枯れて落ちるまでの期間が長いこともあって、植付本数はユーカリよりは多目に（例、1,600, 1,666本/ha）する。

早期の資本回収を希望して、燃材生産、パルプ材生産を目的とするなら、 $3\text{ m} \times 3\text{ m}$ (1,111本/ha) 又は $3\text{ m} \times 2.5\text{ m}$ (1,333本/ha) の植付本数として、あとの枝打ちも間伐も行わず、徹底的にコスト節減を図るのは、一つの造林方式である。

一方、多少のコストをかけても、製材又は合板原木の良質材を生産していくのであれば、別の造林方式となる。この場合は $2.5\text{ m} \times 2.5\text{ m}$ (1,600本/ha) 又は $3\text{ m} \times 2\text{ m}$ (1,666本/ha) の植付本数とし、枝打、間伐を実施していく。

植栽方法、植栽器具、補植についてはユーカリと同様である。

植栽の列は、将来の間伐作業の効率や適切な立木本数を保って健全な林分を仕立てゆくため平行にし、植付間隔は正確にする。正確な列植えの方法はユーカリの部を参照されたい。

③ ポプラ・ヤナギ類

ポプラ・ヤナギ類は成長がよく、加工も容易であること、また需要動向、市場価格なども考慮すると、合板製材原木の生産が有利である。以下はポプラ・ヤナギ類の合板原木又は製材原木を生産することとして述べる。

ポプラ・ヤナギ類の植栽で大事なことは植付時期である。開芽、開葉の前に植付を完了しなければならない。また、霜の強い時期は避けなければならない。霜のない地域にあっ

ては、落葉後から春の開芽の前まで、植付可能である。

苗木の輸送に際し、又植付に際して、根を乾燥させないように十分注意する。根の長く大きいものは切断して、取除いて差支えない。

植付の穴は30cm×30cm位の大きさとする。

植穴に肥料を与えると、肥料やけの害を受けるので、植穴施肥は行わない。

植付本数は、ヨーロッパの例では、4 m×5 m, 5 m×5 m程度の植付本数で十分としている。しかしながら、必要なときには、もっと植付本数を増やして、4 m×4 m, 3 m×3 mにしても十分育生可能である。植栽間隔と植栽本数の関係は次の通りである。

列間	苗間	1 本当面積	ha本数
5	× 5	25m ²	400本/ha
5	× 4	20	500
4	× 4	16	625
3	× 3	9	1,111

ヤナギの苗木は殆んどサシ木苗である。

造林法全般についてはポプラと同様である。

水の多い所では畦を作る。畦と畦との間は溝を掘って、畦は盛り上げて高くして植えることも行われる。

1-5-2 萌芽更新

ユーカリは、伐採後に萌芽更新が可能である。とくに樹皮が大きくはげ落ちる gum group と呼ばれるユーカリ類は、良く萌芽する。

E. grandis, *E. saligna*, *E. tereticornis*, *E. globulus*, *E. robusta* 等は gum group のユーカリであって、よく萌芽する。

収穫のための伐倒時期は、その後の萌芽更新のために、夏の乾燥期と冬の霜の降りるときは避ける。伐根の高さは10~20cmがベストである。10cmより低いと萌芽率が少々落ちる。20cmより高いと萌芽率は変わらないが、収穫する木の材積が減る。

10年生までは、極めて萌芽力が強いが、10年生を過ぎると少しずつ萌芽力が衰える。伐採を繰り返すとやはり萌芽は衰える。これは萌芽しない株が、伐採ごとに増加するということと、萌芽しても形質及び成長が悪くなることの両方を意味する。

通常、萌芽更新は2~3回までである。

萌芽した林分は「目かき」を1~2年の間に行う。活力のある林分では、伐採後1年以

内に、萌芽した芽が5本以上になる。こういう林では1年前後で目かきを行う。伸びの遅い林分では、遅く目かきを行うことになる。残す本数は1株につき2～3本とする。1株1本しか残さない場合には次の収穫量が60%程度に落ちるといふ報告がある。一方、目かきを行わない林分でも、収穫量は大巾にダウンする。

1-5-3 更新コスト

更新コストには、(1)植つけコスト、(2)補植コストと、ユーカリ類、ポプラ・ヤナギ類では伐採1～2年後に行う、(3)萌芽整理 (desbrote) コストがある。1 ha当りの植栽本数によって更新コストは変動する。各コストを樹種ごとに述べる。

(1) 植つけコスト (ha当り, US\$)

① ユーカリ類

植栽密度: 1,110本/ha

植栽間隔: 3 m × 3 m

苗木価格: 森林局苗木販売価格 US\$ 0.070/本

植つけ: 人力, 一般労働者賃金 US\$ 0.825/hr.

機械費用:

	1時間当り損料,	同減価償却費,	計
Tractor	US\$ 1.30	0.80	2.10
Zorra	US\$ 0.25	0.25	0.50
計	US\$ 1.55	1.05	2.60

燃料消費量: 苗木輸送 (Tractor+Zorra) 1時間当り 11 ℓ

①- (i) 苗木輸送

Tractor 運転手賃金 US\$ 1.075/hr × 0.2hr = US\$ 0.215

機械費用 US\$ 2.60 /hr × 0.2hr = US\$ 0.52

燃料費用 Gas oil US\$ 0.364/ℓ × 11ℓ × 0.2hr = US\$ 0.80

潤滑油費用 燃料費 US\$ 0.80 /ha × 0.3 = US\$ 0.24

一般労働者 US\$ 0.825/hr × 1.0hr = US\$ 0.825

小 計	US\$ 2.60
-----	-----------

①- (ii) 苗木代

US\$ 0.070/本 × 1,110本 = US\$ 77.70

①- (iii) 植つけ費用

一般労働者, 1時間当り32本植えつけ, 1 ha当り35時間

労 賃 US \$ 0.825/hr × 35hr = US \$ 28.83
 ユーカリ類植つけコスト((i)+(ii)+(iii)) US \$ 109.13

② マツ類

植栽密度：1,110本/ha

植栽間隔：3 m × 3 m

苗木価格：森林局苗木販売価格 US \$ 0.057/本

②- (i) 苗木輸送, ユーカリ類と同じ, 1 ha当り US \$ 2.60

②- (ii) 苗木代 US \$ 0.057/本 × 1,110 本 = US \$ 63.2

②- (iii) 植つけ費用

一般労働者, 1時間当り37本植つけ1 ha当り 30時間

労 賃 US \$ 0.825/hr × 30hr = US \$ 24.75

マツ類植つけコスト((i)+(ii)+(iii)) US \$ 90.62

③ ポプラ・ヤナギ類

植栽密度：1 ha当り 1,110本

植栽間隔：3 m × 3 m

苗木価格：森林局苗木販売価格, US \$ 0.130/本

③- (i) 苗木輸送 ユーカリと同じ, 1 ha当り US \$ 2.60

③- (ii) 苗木代 US \$ 0.130/本 × 1,110 本 = US \$ 144.30

③- (iii) 植つけ費用

一般労働者, 1時間当り12本植つけ1 ha当り92.5時間

労 賃 US \$ 0.825/hr × 92.5hr = US \$ 76.31

ポプラ・ヤナギ類植つけコスト((i)+(ii)+(iii)) US \$ 223.21

(2) 補植コスト (ha当り, US \$)

① ユーカリ類

補植率 15% 167本/ha

①- (i) 苗木輸送

Tractor 運転手賃金 US \$ 1.075/hr × 0.2hr = US \$ 0.215

機械費用 US \$ 2.60 /hr × 0.2hr = US \$ 0.52

一般労働者 US \$ 0.825/hr × 0.2hr = US \$ 0.165

燃料・潤滑油 US \$ 0.80 + US \$ 0.24 = US \$ 1.04

小 計 US \$ 1.94

①- (ii) 苗木代

US \$ 0.070/本 × 167本 US \$ 11.69

①- (iii) 植つけ費用

一般労働者, 10本/hr. 16.8hr/ha

労 賃 US \$ 0.825/hr × 16.8ha US \$ 13.86

ユーカリ類植つけコスト((i)+(ii)+(iii)) US \$ 27.49

② マツ類

補植率 15% 167本/ha

②- (i) 苗木輸送, ユーカリ類と同じ, US \$ 1.94

②- (ii) 苗木代 US \$ 0.057/本 × 167本 US \$ 9.52

②- (iii) 植つけ費用

一般労働者, 12本/hr 13.8hr/ha

労 賃 US \$ 0.825/hr × 13.8hr US \$ 11.39

マツ類補植コスト((i)+(ii)+(iii)) US \$ 22.85

③ ポプラ・ヤナギ類

補植率 15% 167本/ha

③- (i) 苗木輸送 ユーカリと同じ, US \$ 1.94

③- (ii) 苗木代 US \$ 0.130/本 × 167本 = US \$ 21.71

③- (iii) 植つけ費用

一般労働者, 6本/hr. 27.6 hr/ha

労 賃 US \$ 0.825/hr × 27.6hr = US \$ 22.77

ポプラ・ヤナギ類植コスト((i)+(ii)+(iii)) US \$ 46.42

(3) 萌芽整理コスト

ユーカリ類及びポプラ・ヤナギ類は伐採後1~2年に成長の良い強健な萌芽を2~3本残して他を除去する。ユーカリ類は2回の萌芽更新, ポプラ・ヤナギ類は1回の萌芽更新とした。萌芽整理に要するコストは, 1ha当り一般労働者5人・日の工程であるので,

労 賃 US \$ 6.60/人・日 × 5人・日 = US \$ 33.00 /ha

となる。

1-6 保 育

1-6-1 下刈り

① ユーカリ類

造林した苗木は、陽光が不十分だと成長できず、枯れてしまう。雑草や雑木に造林木が負けないよう、これらが繁ってきたら、下刈りを行う。雑草等が造林木の高さに追いつく少し前の時期、すなわち、ユーカリがまだ見えているうちに、下刈りを実行する。雑草等が伸びて、ユーカリが見えなくなると、草と苗を一緒に刈ってしまうおそれがある。

下刈りには①全面刈り、②筋刈り、③坪刈りの3種類あるが、ウルグアイのユーカリ造林の場合は③の坪刈りで間に合うケースが多い。

「全面刈り」は造林地の全域を、造林木を残して、すべて刈ってしまうもので、一番手間がかかる。

「筋刈り」は、通常植付けの列に従って中1m少々を筋状に刈るものである。植付間隔が2m以下のときには、この方式がよい。

「坪刈り」は造林した苗木の周囲だけ刈るもので、雨が少なかったり、土壌が瘠せていて、草の伸びが少ない時、植付間隔が広い時などは坪刈りがよい。坪刈りは一番能率的に下刈りを実行できる。

ウルグアイでは、ユーカリ造林の場合、1回だけ下刈りを行うケースが多い。ユーカリは成長が早く、雑草より高くなってしまいうままでに、わずか数ヶ月しか必要としないからである。しかしながら、草の伸びが早い時は1回では済まない。2回以上行うことも必要となる。また、ユーカリの伸びが、雑草より早いときは、下刈りを必要としないときもある。

② マツ類

前述のユーカリは雑草に負けないほど成長が早いので、下刈り回数は1回程度で済む場合が多いがマツの造林の場合は、苗木小さいことに加えて、マツの成長はユーカリ類よりも遅く、造林後1年経過して、樹高は50~60cm程度にしかならない。特に造林直後の下刈りが遅れると、植えた苗木がどこにあるのか探すのに苦労するときもある。

多くの場合下刈りは、造林後2年間は必要である。雑草などに覆われる前に、下刈りを繰返す。とくに造林した1年目は苗木が小さいの下刈り回数は多いほうがよい。

下刈りの方法は、鎌、macheteのような手作業による者とブッシュクリーナーのような機械作業による者とが組になり、数名でグループを作って作業を行うと効率的である。

植えた苗木の周囲を手作業による者が直径1m位の円状に刈払い、機械作業による者があとから、残った部分を全面刈りしていくと造林木を間違えて刈ってしまうことがない。

このような下刈り作業を行うとき、手作業による者は機械作業による者が近接してきて作業を行わないよう、かなり離れて先行することが、労働安全のうえから大事なことである。従って手作業の者の人数は機械作業の人数より多めにする。

③ ポプラ・ヤナギ類

植付後1～2年間、夏に雑草が繁って来たとき、雑草が1mを超えないよう、下刈りを行う。しかし、雑草の伸びが小さいときは下刈りを省略することもできる。平坦地ではブルドーザーを使っての下刈りが能率的である。

沢筋の凹地の場合は雑草の伸びが早いので、早目の下刈りを行うように心掛ける。

1-6-2 枝打ち（及び除伐）

① ユーカリ類

ユーカリ造林では枝打ちは通常行わない。ユーカリは、下枝が早期に枯れて、自然に落下してくれる。したがって、ha当たり1,000本以上植えてあれば、枝打ちは必要ない。

② マツ類

枝打ちを行う場合は、材の用途は何であるかはっきりさせ、その目的に合わせた枝打ちでないと、コストをかけるだけで、生産材の売り値が高くなり、ちぐはぐな結果となる。

例えばマツ類の合板用材を生産するならば、枝打ちを行うことにより、節のない単板が生産できるので、枝打ちを行う価値が十分あろう。この場合は、合板のタテの寸法の倍数+0.5mの長さだけ、地上から枝打ちすればよい。すなわち、合板寸法が2mであれば、4.5m又は6.5mを最終目標に枝打ちする。伐採までに2～3回の枝打ちで、これだけの長さを確保する。

第1回目の枝打ちは樹高5～6mのとき2.0～3.5mの高さまで実施する。第2回目は樹高が約9mのときに、4.5mの高さまで枝打ちを実施する。第3回は樹高が約13mのときに、6.5mの高さまで枝打ちする。

枝打の方法は、枝を伐する位置が幹の表面とはゞ同一面になるようにし、枝を伐った跡は平滑にする。このような枝打ちの方法によれば、伐り跡の被覆（まきこみ）は短い年月で完了し、それ以後の樹冠は、枝がなかったかのように、無節の高価値材となる。

植付密度が、2,000本/ha以上である場合には間伐が必要となるが、1,600又は1,666本/ha以下であれば、植付後10年間以内は間伐を必要としない。第1回の間伐を10年で実施すれば、それで十分である（第1回は販売を目的としない伐り捨てる間伐を考えてもよい）。

10年を経ても間伐を行わないと不健全な木がでて病虫害の心配もでてくるので、適切な

時期に間伐を行う必要がある。

③ ポプラ・ヤナギ類

造林木の大半が、DBHで10~12cm、樹高で10mを超えるようになったとき（通常は7~8年）、枝打ちを実施する。4.5mの梯子を使って5 mまで枝打ちを行う。その後さらに枝打ちし、結果的に6~7mの無節材がとれるようにする。枝打ちの要領は前のマツのと同様にする。

10cmより太った外側のみが合板用ベニア板にむき削られ、10cm以内にある節は材の芯の中に残ることになるので、直径10cm以上になった幹を枝打ちすれば、価値の高い合板原木の生産が可能となる。

枝打ちの省コストの方法としては、近い将来間伐する木と、最後まで残して、合板原木となる木とを決め、伐期（最後）まで残す木は枝打ちし、枝打ちしない木は近い将来間伐する。

1-6-3 保育コスト

保育コストを(1)下刈りコストと、(2)枝打ち、除伐コストに分け、樹るいとに述べる。

(1)下刈りコスト (ha当り)

① ユーカリ類

植つけ後、1年目は、人力とTractor に装着した Ratativa 回転式草刈機で下刈りを行う。2年目は Ratativa のみによる。

1年目

(i) 労賃：Tractor 運転手 US\$ 1.075/hr × 1.10hr = US\$ 1.18

一般労働者 US\$ 0.825/hr × 28.0hr = US\$ 23.10

計	US\$ 24.28
---	------------

(ii) 機械費用：

	1時間当り損料	同減価償却費	計
Tractor	US\$ 1.30	0.80	2.10
Ratativa	US\$ 0.40	0.40	0.80
小計	US\$ 1.70	1.20	2.90
1 ha 1.10hrかかるので	US\$ 2.90 × 1.10hr =		US\$ 3.19

(iii) 燃料: Gas oil	$US\$0.364 / \ell \times 11 \ell \times 1.10hr =$	<u>US\$ 4.40</u>
潤滑油 燃料費	$US\$4.40 \times 0.3 =$	<u>US\$ 1.32</u>
小計		<u>US\$ 5.72</u>

1年目下刈コスト [(i) + (ii) + (iii)] US\$ 33.19

2年目

(i) 労賃: Tractor 運転手 $US\$ 1.075/hr \times 1.10hr =$ US\$ 1.18

(ii) 機械費用: Tractor + Ratativa $US\$ 2.90 /hr \times 1.10hr =$ US\$ 3.19

(iii) 燃料・潤滑油 1年目と同じ US\$ 5.72

2年目下刈コスト [(i) + (ii) + (iii)] US\$ 10.09

② マツ類

マツ類はユーカリ類と同じく植つけ後、1年目、2年目に人力と Ratativa で下刈りを行う。人力は2年目は1年目の 1/2とする。

1年目

ユーカリ類と同じコストである US\$ 33.19

2年目

ユーカリ類の2年目コスト US\$ 10.09

人力作業労賃 $US\$ 0.825/hr \times 14.0hr =$ US\$ 11.55

計 US\$ 21.64

③ ポプラ・ヤナギ類

ユーカリと同様である。

1年目下刈りコスト US\$ 33.19

2年目下刈りコスト US\$ 10.09

(2) 枝打ち、除伐コスト

マツ類のみ枝打ちを行うこととする。植栽後4年目(樹高は5~6mになる)に第1回目の枝打ちを高さ2.5mまで行い、植栽後7年目(樹高は9mになる)に高さ4.5mまで行うものとしてコストを算定した。

① 第1回枝打ち

枝打ちと併せて形質の不良な期を伐り捨てる。天然生の雑木が造林木の成育のじゃ

まになるときは除伐を行うが、ウルグアイの場合、天然生の雑木を除伐することはほとんどない。

枝打ちは一般労働者の人力作業で工程は1時間当たり20本。したがって55.5時間/ha要する。

第1回枝打ちコスト：US\$ 0.825/hr×55.5hr＝ US\$ 45.79

② 第2回枝打ち

主伐まで残す見込の成長の良い樹（植つけ本数の1/2＝555本）に対して第2回目の枝打ちを行う。人力作業で工程は1時間当たり8本， $555\text{本} \div 8\text{本/hr} = 69.4\text{hr}$

第2回枝打ちコスト：US\$ 0.825/hr×69.4hr＝ US\$ 57.26

1-7 保 護

1-7-1 病虫害等の防除

① ユーカリ類

ユーカリに対する病虫害は少ない。ユーカリ造林地の加害者は家畜があり、次いで、ウサギやネズミなどの rodents である。

家畜による加害は食害と踏み荒らしである。造林地を fence で囲うことが必要である。1 km 四方を単位に fence で囲うと延長 4 km となり、100ha で割ると、1 ha 当り 40m となる。

ウサギやネズミなどの rodents の食害を防除するには、

殺兎剤、殺そ剤を餌に混ぜて、食べさせるのが有効であり、人畜に比較的害の少ない薬剤を選んで使うとよい。

ユーカリの害虫としては、アリの害とセミプンククターカミキリ (*Phoracanta semipunctata*) の害である。

アリは造林木の葉を食いちぎって、自分の巣の中へ運び、この葉に発生するキノコを自分達の食料とする。アリが働き出すと、造林木の葉は1日で裸にされてしまうので、事前に防除するように努める。

防除法はアリの巣を発見することから始める。乗馬による巡視でアリの巣を発見することが望ましい。

防蟻剤 (アルドリンの5%液) を使って、ダンゴエサを作り、これをアリの巣のまわりに散布し、アリによって巣の中へ運ばせる。運ばれたダンゴは巣の中で吸湿して有害ガスを発生し、アリが駆除される。

セミプンククターカミキリの幼虫はユーカリの形成層を食害する。この被害を早期に見し、伐倒剥皮、殺虫処理を行う。

被害を予防するには適切な施業方法を探らねばならない。その第一は土壤及び気候に適した造林樹種を選ぶことである。その第二は spacing である。造林地の1 ha 当りの本数は過密にならないよう適正な本数にすることが必要である。伐期を長く (15年以上に) 設定するときは、間伐が必要になってくる。また、萌芽更新のあとで、目かきを行わないのは、健全な生育を阻害し、病虫害を受けやすくする。目かきを行ない、過度の立木本数とならないように、保育管理していくことが、大切である。

② マツ類

ウルグァイにおけるマツの害虫の第1は、*Sirex noctilio* (小型キバチ) によるもので、各地でしばしば観察される。

この害虫はキバチ (Siricidae) の 1 種でヨーロッパ原産で、ヨーロッパあるいは米国等から輸入された木材、梱包材料などによって伝播されたものと推定される。1 年 1 世代で、この虫との共生菌である青変菌を持ち、生立木に産卵する際に卵と同時にこの青変菌を接種する。マツ類の材部に穿孔する幼虫は、まずこの菌によって材を腐朽させ、それを食物として、次第に材の内部に穿入する。マツ類はこの青変菌のため枯死することになる。

この虫害は、被蔭や林床の火災などで樹勢の衰えたマツにまず発生する。それゆえ、植栽後長期 (10 年以上) にわたって保育を怠ったり、あるいは林床火災を起こしたりして、樹勢の衰弱を来すようなことがあってはならない。また、森林をしばしば巡視し、被害木を発見したときは、早期に伐倒し焼却する。

その他の害虫としては *Pissodes notatus* がある。これは Curculionidae 科のキボシゾウムシ属 (*Pissodes*) の仲間である。

ウルグアイでは、*P. taeda* 林にこの虫による被害があり、*P. ellistii* にも若干の被害があらわれている。

これによる被害は、幼虫によってマツの形成層を食害されるため、木はやがて枯死することになる。また、羽化した成虫は、口吻で梢頭部の軟い部分を食害するほか、幼齢造林地の植栽木 (樹高 1 m 前後) に大きな被害を与えることがある。

被害防除法は *Sirex noctilis* と同じである。

なお、*P. radiata* は、これら害虫に弱い。

アリの防除法についてはユーカリの項と同様である。

マツの造林地においても植栽当年においては、家畜による踏みつけがある。ユーカリと同様に柵による防護が必要である。

③ ポプラ・ヤナギ類

人工造林に使われるポプラ・ヤナギ類は通常、選抜育成された品種であって、かつ、成長が良い品種であるが、病虫害は受けやすい。

樹病に関しては、fungi による被害が、ある時は葉に、ある時は枝や幹に現われる。薬剤を用いても、いい結果は得られない。品種によって、病気に対する抵抗性に差が見られるので、耐病性品種を導入するのが、最良の方策と言える。

害虫に関しては、色々な食葉性害虫による被害がしばしばあり、時には短時間にまる裸になり枯れる。被害を早期に発見すれば、スミチオン、ディブテレックス等の散布により完全駆除ができる。

造林地の被害としては、家畜による食害や踏みつけの害、ネズミによる食害、アリによる食害、山火事による焼失等の被害があるが、ユーカリ又はマツの項で述べた防止策と同じである。

1-7-2 防火

山火事は、近隣で、牧草管理のため枯草に火をつけたり、農業の収穫あとの残存物を焼却したりする地域では十分警戒しなければならない。そのほか焚火の不始末、タバコの吸殻の投捨てによっても山火事になるケースが少なくない。

山火事防止で有効な手段は、(1)防火線の設置とその適切な管理、(2)山火消防システムの確保、(3)防火樹林帯の造成、(4)地域住民とくに学校生徒へのPR、等の方法が考えられる。

(1)の防火線の設置と適切な管理について述べる。1団地の森林は100ha以下となるよう、団地の境界には防火線を周囲に切れ目なく設定する。防火線の巾は15~20m位が適当である。巾が広い方がより有効であるが、作設コストは高くなる。一方、巾が狭くなれば、コストは低くなるが、効果は小さくなる。

適切な管理とは、防火線の刈払いと、表土の露出を時々行うことである。防火線に成育した雑草が冬に枯れたまゝになっている防火線の効果は低い。したがって、雑草の枯れる時期が近づいたなら、遅れることなく全面刈払いを行う。刈払った雑草はそのまま放置しないで、運び去るか、防火線のセンターに寄せて焼き払いを行う。

表土の露出は、防火線のセンターをトラクター、ブルドーザー、グレーダー等により実施する。

(2)の山火消防システムは消防チームの編成、監視タワーの作設、危険期の見張り巡回、火事又は危険状態の発見と正確な伝達、消防チームの出動と消火作業等である。

監視タワーは見晴しの良い山の上に作設すれば、比較的低いタワーでも効果が大きい。

タワーには地図、方位を調べる磁石、望遠鏡、連絡用のデンワ又は無線又はサイレン等を備える。

山火事らしい煙を発見したら、位置・状況を連絡し、必要に応じて、偵察隊を送り出す。

消防チームの活動を有効なものにする要領は、(i)チームメンバーをあらかじめ決定して任命しておくとともに、緊急時の連絡方法を確立しておく。(ii)人員輸送の車輛の確保がいつでも可能な体制を確保しておく。(iii)消火に有効な消防器具は「火叩き」と「ジェットシューター」である。水の供給が確保できるなら「ジェットシューター」は極めて有効であるので、数を多く備えておく。大規模な造林事業の場合は、タンクローリーを備え、常時、タンクに水を入れて待機させておくことも、有効である。

(3)の防火樹林帯は、防火線に加えて、耐火性の強い防火樹(常緑で、葉には油分を含まず、葉が肉厚で、よく枝の繁る広葉樹がよい)を選定して造林地の周囲に1~2列植えておくと、防火上安全度が高まる。

(4)の住民および学校生徒へのPRはポスター、映画会などにより協力を求める。煙草の吸殻の投捨て防止のためには、アルミニウム製の小型の袋(ポケット吸殻入)を配ることもPRを兼ねて、行われる。

1-7-3 保護コスト

以下に述べる保護コストは、樹類別でなく作業項目別に算定した。なお、病虫害発生に対する防除費等は後述の臨時費 (Imprevistos) を引当てるものとした。

(1) 柵作りコスト

造林地に放牧の牛、馬、羊、山羊等が侵入しない様に柵作りが必要である。杭の材質は植栽後3～4年間の耐久性があるものとする。通常これはユーカリの杭と針金を5本通して作られたものである。1ha当り25m要する。

ha当たりコストはUS\$ 1.10/m×25m=US\$ 27.50 である。

(2) 山火消防機具費

山火消防機具費として、200haの造林地に対して下記の消防機具費を見積る。

1. 500 ℓ入り水タンク付トレーラー (小型トラック牽引用)	1台	US\$ 750
2. 小型トラック用の 500 ℓ入り水タンク	1ヶ	US\$ 100
3. 消防ポンプ (ポータブル)	1台	US\$ 1,100
付属の2" ホースと筒先	1式	US\$ 300
4. チェンソー	1台	US\$ 710
5. 背負袋型撒水消火器	5ヶ	US\$ 390
6. 消化用道具 (シャベル・レーキ・クワ・オノ)	1式	US\$ 400
7. 見張櫓	1式	US\$ 450
計		US\$ 4,200

したがってUS\$ 4,200÷200 ha=\$ 21.00/haを山火消防機具費の投資として計上する。また10年間で買替え再投資するものとした。

(3) 山火消防作業費

山火消防作業費として1ha当りの投資額の10% (US\$ 2.10) を計上する。

(4) 防火帯の清掃

防火帯は30haごとに設けなければならない。30haごとに3.3haとなり、造林地1ha当り1,100㎡である。この防火帯の清掃は年1回行うものとした。また草は牛、羊の放牧のよって短くすることがのぞましい。

防火帯草刈りのコストは1ha当りの草刈りコストUS\$ 10.09(ユーカリ類の2年目下刈りコスト参照) に対し、防火帯面積は0.11haであるので、

$$\text{US\$ } 10.09/\text{ha} \times 0.11\text{ha} = \text{US\$ } 1.11$$

(5) 巡視

夏の山火事危険期間、巡視を行う費用を計上する。200haの造林地に対して6ヶ月間(25日×6ヶ月)一般労働者を雇傭して巡視するものとする。

$$\frac{25 \text{人} \cdot \text{日} \times 6 \text{ヵ月} \times 200 \text{ha} = 0.75 \text{人} \cdot \text{日} / \text{ha}}{\text{労賃} \text{US} \$ 6.60 \text{人} \cdot \text{日} \times 0.75 \text{人} \cdot \text{日} / \text{ha} = \$ 4.95 / \text{ha}}$$

この費用は植栽から伐採年まで毎年計上する。

(6) 臨時費

植栽の1年目、2年目の費用合計の5%を予測不能費用として計上する。

(7) 間接費 (Over Head)は臨時費を加えた費用の合計の8%を計上する。植林技術コンサルタント料、植林マネジメントの費用はこの中に含まれるものとする。

(8) 蟻防除コスト

蟻防除作業は保護作業であるが、作業順序として地ごしらえ作業の一部として取扱うこととした。耕耘後、植つけの前に蟻防除作業を実施し、植つけ後、再び蟻の巣を探して防除を行う。蟻防除は植栽年と同様に翌年も行う。作業は人力で行い、1 ha当り1 kgの殺蟻剤 Aldrin(5%)を使用するものとする。

蟻防除コスト (1 ha当り)

労賃	一般労働者	US \$ 0.825 /人・時 × 8 hr	=US \$ 6.60
薬剤		US \$ 2.80 /kg × 1 kg	=US \$ 2.80
合計			US \$ 9.40

1-8 間伐

1-8-1 間伐作業

① ユーカリ類

造林後、年を経るに従って、造林木は互に競合しあうため、造林木は太くならないとともに病弱となり病虫害も受けやすくなる。

ユーカリの場合、10年前後で伐採する燃材、牧棚材、パルプ用材等を目的とする造林地では、間伐の必要はない。コストだけかゝって、造林木の価値向上にはあまりつながらないからである。

伐期令15年以上で、比較的太い木に育てていく場合は間伐が有効となってくる。

間伐は地域毎に、造林目的毎に一番有利な方式が確立されるべきものである。

ウルグァイにおけるユーカリ造林木を伐倒して調べてみると、10年前後で年輪巾が急に狭くなっている。これから判断して、造林後10年というのは、第1回目の間伐適期と判断される。

最後の間伐は、伐採年より5年以上前であるべきである。例えば、造林後25年で伐採するときは最後の間伐は造林後20年までに済んでいるべきで、20年を過ぎて間伐することはコストや収入の点で適切な間伐とは言えない。

ユーカリの長い伐期をとる場合の間伐モデルを次に示す。

モデル1. (1,111本/ha 3m×3m 植え)

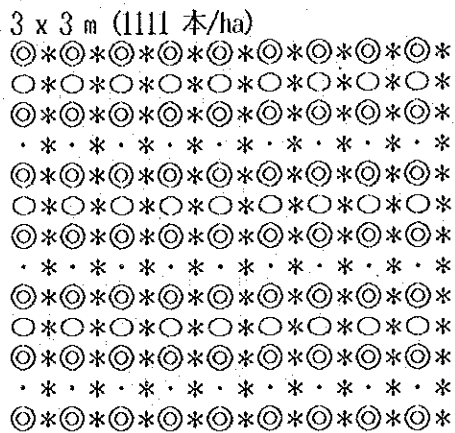
	造林後の年数	残存本数	間伐本数 (伐採)	間伐率	参 考
当初造林	0	1,111	0	0.000	
第1回間伐	10	555	555	0.500	伐り捨てる
第2回間伐	15	416	139	0.250	間伐は売る
第3回間伐	20	277	139	0.333	間伐は売る
主 伐	25	0	277	1.000	

モデル2. (1,666本/ha 3m×2m 植え)

	造林後年数	残存本数	間伐本数 (伐採)	間伐率	参 考
当初造林	0	1,666	0		
第1回間伐	10	800*	800	0.500	伐り捨てる
第2回	15	600	200	0.250	間伐は売る
第3回	20	400	200	0.333	間伐は売る
主 伐	25	0	400	1.000	

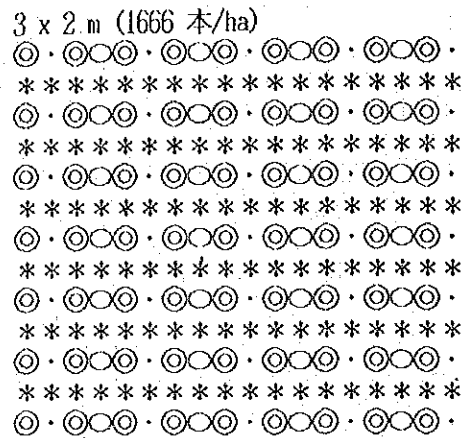
※…植付後、枯れるものもあり、計算を分かりやすくするため800本とした。

[モデル1.]



◎ は主伐まで残る木、
 *は第1回、 ·は第2回、 ○は第3回
 の間伐で伐られる木

[モデル2.]



◎ は主伐まで残る木、
 *は第1回、 ·は第2回、 ○は第3回
 の間伐で伐られる木

作業の安全と能率、伐出コストなどを考え、ユーカリでは図に示したように列状に間伐を行うのがよいであろう。

② マツ類

マツの人工林の、標準的な伐期齢25年で、製材原木、合板原木として市場価値の高い原木を生産するためには、枝打ちと間伐が必要である。枝打ちについては1-6-2ですでに述べた通りである。

間伐しないで、そのままにして育てていくと、幹の肥大成長は10年生を過ぎる頃から小さくなる。

マツの造林では、2.5m×2.5 m (1,600 本/ha) の spacingが推奨されるので、この1,600本/ha植えを例に間伐作業の進め方を以下に述べる。

造林後、10年で第1回、15年で第2回、20年で第3回を実施する方式が1つのstandardと考えられる。

モデル1. (1,600本/ha 2.5m×2.5m 植え)

	造林後年数	残存本数	間伐本数	間伐率 (本数率)	参 考
当初造林	0	1,600	—	—	
第1回間伐	10	800	800	0.500	伐り捨てる
第2回間伐	15	600	200	0.250	間伐は売る
第3回間伐	20	400	200	0.333	間伐は売る
主 伐	25年以上	0	400	1.000	

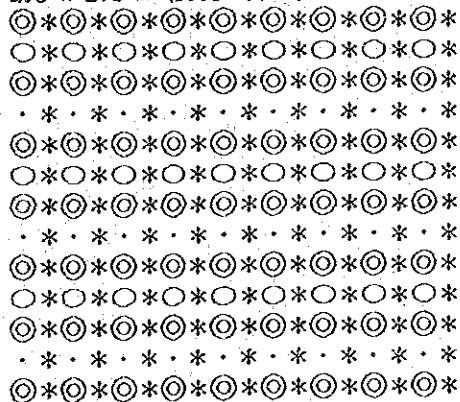
モデル2. (モデル1と同じspacing で別の間伐方式)

	造林後年数	残存本数	間伐本数	間伐率 (本数率)	参 考
当初造林	0	1,600	—	—	
第1回間伐	10	800	800	0.500	伐り捨てる
第2回間伐	17	400	400	0.500	間伐は売る
主 伐	25年以上	0	400	1.000	

(モデル2は、間伐コストを易くするときの方式である。)

[モデル1.]

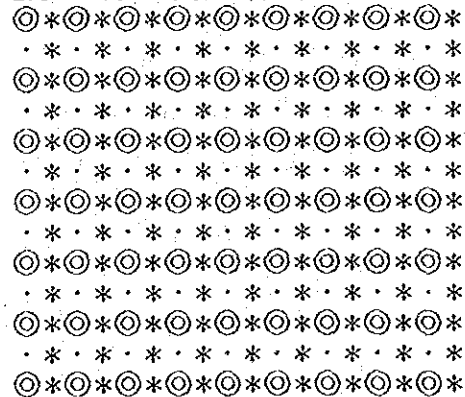
2.5 x 2.5 m (1600 本/ha)



◎ は主伐まで残る木、
*は第1回、 · は第2回、 ○は第3回
の間伐で伐られる木

[モデル2.]

2.5 x 2.5 m (1600本/ha)



◎ は主伐まで残る木、
*は第1回、 · は第2回、の間伐で伐られる木

間伐の方式には図のような列状間伐のほか選木間伐の方式もある。

すなわち対象造林地の中で、形質の悪い（特に優勢木で）木又は欠点のある木を主として間伐する方式である。マツの場合は、この方式も考慮すべきである。

1例を示すと、1haに1,100本植付けたとして、間伐方式は次のようになる。

	造林後年数	残存本数	間伐本数	間伐率 (本数率)	参 考
当初造林	0	1,100	—	—	
第1回間伐	10	880	220	0.200	伐り捨てる
第2回間伐	15	660	220	0.250	間伐は売る
第3回間伐	20	440	220	0.333	間伐は売る
主 伐	25	0	440	1.000	

この場合、間伐に先立って、間伐する木の選定とマーキングを行う。間伐する木は、不良木を主として、林内になるべく均等に分布するように選定する。

ここで述べたような、選木間伐は理想的な方式であるが、実行上の難しさがあり、かつコストがかかるので、容易に実行できる方式ではない。

③ ヤナギ類

ポプラは一般の広葉樹のように太い枝をつけた大きな樹冠を作らない。したがって比較的疎に造林（4m×4m, 5m×5m）すれば間伐が必要となることはない。

しかし、IPC (International Poplar Commission)の報告によれば、3m×3m (1,111本/ha)の植付けにより、伐期10年で収穫する途中5年で50%の間伐を行った場合と、4m×4m (625本/ha)の植付けにより、途中での間伐なしの伐期10年で収穫した場合とを比較して、前者の方が総収入で9%増収になるという。

収入増を望む場合は、植付本数を3×3の1,111本/ha以上とし、間伐を行う。間伐を行わず、コストを節減することを望むなら、疎（4m×4mの625本/ha又は5m×5mの400本/ha）に植栽して、間伐を行わないこととする。

間伐の時期は胸高直径できめる。間伐木の胸高直径が20cm程度の時がよい。DBH20cm前後になると、用材として販売することができるからである。DBH20cmになる年数は10～15年かかる。

この場合、伐期は20～25年程度となる。

合板用材を生産するためには、DBHで平均35cm以上あった方が販売価格の点で有利であるから、この直径になる年数を考えて伐期を決めることになる。

1-8-2 間伐コスト

マツ類の間伐は、植栽後10年、15年、20年の3回にわたって実施することとする。この時における間伐材の収穫量は、第1回目が16m³/ha、第2回目は32m³/ha、第3回目は53m³/haと推定した。

植栽間隔は3m×3mであるから、トラクタが林内に進入することが可能であるので、集材は主としてトラクタが使用されよう。

間伐材は、燃材、パルプ用材、箱材及び製材用材等に利用されるが、この間伐コストの算定では主としてパルプ用材（皮付）の場合を想定して行った。

① 第1回目の間伐コスト

i. 伐木造材コスト

作業人員と労賃

チェーンソーマン	1名	8.7 US\$
----------	----	----------

造材補助	2名	6.6 "
------	----	-------

1日当り生産量	8 m ³	
---------	------------------	--

生産コスト

人件費	15.3	US\$
-----	------	------

燃料費	1.85	"
-----	------	---

チェーンオイル等	0.56	"
----------	------	---

機械損料	1.63	"
------	------	---

直接費計	19.34	"
------	-------	---

間接経費	3.87	"
------	------	---

合計	23.21	"
----	-------	---

1 m ³ のコスト	2.9 US\$	
-----------------------	----------	--

ii. 集材コスト

作業人員と労賃

トラクタ運転手	1名	8.6 US\$
---------	----	----------

集材補助	2名	6.6 "
------	----	-------

1日当り生産量	19m ³	
---------	------------------	--

生産コスト

人件費	21.8	US\$
-----	------	------

燃料費	3.28	"
-----	------	---

潤滑油等	0.98	"
------	------	---

機械損料	10.10	"
------	-------	---

直接費計	36.16	"
------	-------	---

間 接 経 費	7.23	”
合 計	43.39	”
1 m ³ のコスト	2.28US \$	

・伐倒より集材完了迄のコスト

5.18US \$ / m³

注・チェーンソーの実操作時間は2時間とする。

・燃料消費量は1 ℓ / 時間, 価格は 0.925 \$ / ℓとする。

・チェーンオイル等雑材料費は, 燃料費の30%とする。

・機械損料はチェーンソーでは, 購入価格を 710US \$とし, 1時間の損料率は0.001147を用いた。また, トラクタの損料は, 取得価格を19,400 \$とし, 損料率は同じく0.000347を使用した。

・トラクタの実運転時間は, 1.5時間とする。

・トラクタの燃料は軽油とし, 消費量は6 ℓ / 時間, 価格は 0.364 \$ / ℓとする。

・潤滑油等雑材料費は, 燃料費の30%を見込む。

・諸経費は, 直接費の20%を見込む。

② 第2回日の間伐コスト

i. 伐木造材コスト

作業人員と労賃

チェーンソーマン	1名	8.7	US \$
造材補助	2名	6.6	”

1日当り生産量 12m³

生産コスト

人件費	21.9	US \$
燃料費	2.50	”
チェーンオイル等	0.75	”
機械損料	2.20	”
直接費計	27.35	”
間接経費	5.47	”
合計	32.82	”
1 m ³ のコスト	2.74US \$	

ii. 集材コスト

作業人員と労賃

トラクタ運転手	1名	8.6	US \$
---------	----	-----	-------

集材補助	2名	6.6	"
1日当り生産量	25m ³		
生産コスト			
人件費	21.8	US\$	
燃料費	3.60	"	
潤滑油等	1.08	"	
機械損料	11.11	"	
直接費計	37.59	"	
間接経費	7.52	"	
合計	45.11	"	
1 m ³ のコスト	1.80	US\$	

・伐倒より集材完了迄のコスト

4.54 US \$ / m³

注・1日実運転時間は、チェーンソーは2.7時間、トラクタは1.65時間とする。

・その他は、第1回間伐の注と同じ。

③ 第3回目の間伐コスト

i. 伐木造材コスト

作業人員と労賃

チェーンソーマン	1名	8.7	US\$
造材補助	2名	6.6	"
1日当り生産量	14m ³		

生産コスト

人件費	21.9	US\$	
燃料費	3.24	"	
チェーンオイル等	0.97	"	
機械損料	2.85	"	
直接費計	28.96	"	
間接経費	5.79	"	
合計	34.75	"	
1 m ³ のコスト	2.48	US\$	

ii. 集材コスト

作業人員と労賃

トラクタ運転手	1名	8.6	US\$
集材補助	2名	6.6	"

1日当り生産量	32m ³	
生産コスト		
人件費	21.8	US\$
燃料費	3.60	"
潤滑油等	1.08	"
機械損料	11.11	"
直接費計	37.59	"
間接経費	7.52	"
合計	45.11	"
1 m ³ のコスト	1.42	US\$

・伐倒より集材完了迄のコスト

3.90US\$ / m³

注・1日実運転時間は、チェーンソーは3.5時間、トラクタは1.65時間とする。

・その他は、第1回間伐の注と同じ。

2. 木材の伐採・搬出（伐出）

2-1 伐採・搬出（伐出）作業の定義

木材の伐採・搬出（伐出）作業とは、立木を伐倒し、これを所定の寸法に玉切りし、一定の場所に集積し、さらに貯木場まで運搬した上、長さや直径別に巻立てをするまでの作業を指す。

木材生産の実行形態には、森林所有者が自から労働力、機械施設等を保有して木材の生産を行う直営形態と、他に委託する請負形態がある。また、直営と請負の両形態を混合した部分請負または部分直営と呼ばれる形態もある。

これらの実行形態は、基本的にはコストの面で最も有利な形態が選択されることになる。

このようなコスト面からの木材生産の実行形態を検討すると、直営を可とする要因としては、長期にわたって継続的に相当量の収穫が期待できる経済林を保有する場合が挙げられる。

以下、直営で実行する場合について説明する。

① 伐木造材

伐木造材とは、立木を伐倒し、枝を払い、所定の材の長さに玉切りするまでの作業をいうが、電柱柱やパルプ材の生産に必要な剥皮作業についても、これに含めて説明する。

伐木造材には次の3つのタイプがある。

- i. 立木を伐り倒したその場で枝を払い、所定の寸法に玉切りをした上で林内から搬出する方法（普通伐採と云う）
- ii. 立木を伐り倒したその場で枝払いと先端部の切捨てだけを行い、玉切りはせずに長い材のまま林内から搬出する方法（全幹伐倒と云う）
- iii. 立木を伐り倒したままの形、つまり枝も先端部も、つけたままの姿で林内から搬出する方法（全木伐倒と云う）

ii または、iii の場合には、伐り倒した木は林道わきまで運ばれ、枝払い、玉切りが行われる。この方法は、足場の安定した場所で作業出来るから安全かつ能率的である。また、林内から搬出する丸太の数が少なくすむので能率が上がる。また林道わきに残された末木枝条はチップや薪として利用することもできるし、さらに伐採後の造林の地ごしらえに際して手間が省けるという利点がある。ただし、集材には牽引力の高いトラクターが必要であり、また末木枝条が売れない場合にこれの処理に問題がある。

ウルグアイ国の土地条件からみて、一般的には全幹、全木伐倒方式は適当とは思われないので普通伐採方式のみを説明することとする。

② 集材

集材は、伐採した木を寄せ集め、さらに短距離の運搬をして1箇所に集積する作業である。寄せ集めるのを木寄せ、その後の小運搬を集材と呼んで区別することもある。機械力を主体とした作業では、木寄せと集材が同時に行われ、この両者の区別は判然としない。集材された丸太をトラックまたは貨車へ積み込み輸送するのは運材作業となる。しかし、トラクタやフォワーダで、集材するだけでなく林地外のかかなりの長距離をこれらの機械で運搬することがある。このような場合は集材と運材との区別がつかない。

③ 巻立

伐出作業の最終工程として、搬出された丸太を積み上げることを巻立といい、その場所を貯木場という。

貯木場で、1haあたりに巻立てできる材積は、機械を使用する場合では巻立ての高さを5～6mとして4,000～5,000m³といわれている。

貯木場を設置する場所は、丸太の搬入、搬出に便利のように道路に接続していること、排水のよいこと、洪水、火災の危険のないこと等を考慮して選定する。

2-2 伐採・搬出計画

ウルグアイでは、地形が平坦であること、収穫の対象となる森林は人工林で、樹種も概ねユーカリとマツに限られていること、年間雨量は1300mm以下であること、および土壌・地表条件等から、一般にトラクタによる集材が適している。この様な諸条件から、伐出の作業計画は比較的単純であるが、比較的大規模な伐採事業を実行する場合には、合理的な伐出計画を作ることを推進する。以下このような場合の伐出計画を作る手順を述べる。

2-2-1 資料の収集

① 森林に関する資料の収集

これは伐採予定箇所の森林調査によって得られる伐採の位置図、面積、樹種別・直径のクラス別の本数、材積等である。ただしパルプ材や間伐木等では総材積と総本数だけでも良い。

② 地況に関する資料の収集

地図に伐採予定区域を記入し、作業の終点の位置、既設の搬出路、防火帯の位置等を記入しておく。地図の縮尺は伐採区域の広さにもよるが1万分の1以上のできるだけ大縮尺とする。

③ 過去の実績資料の収集

伐出事業が以前から継続的に行われている事業であれば、伐木造材、集材、運材、巻立等の作業における1人1日当たりの作業量や、1㎡の生産に要する労力、燃料、潤滑油、あるいは機械の補修費、作業員の月別稼働日数、等の過去の実績のデータが保存されているはずであるから、このデータを整理しておくこと伐出計画を立てる際に参考になる。

もし実績のない場合は、近傍類似の実績のある事業所を訪ねて上記データを見せてもらい、参考資料を収集する。

④ 各種の標準工期表の作成

林業における標準工期とは、標準的な作業者が合理的な作業方法をもって、普通の努力で作業に従事した場合にできる作業量をいう。

この標準工期は、前記の実績データから求めた1日あたりの作業とは必ずしも一致しない。その理由は1日の勤務時間を標準工期では普通、8時間を基準としているのに対し、実績の工期では超過勤務も含まれていることや、作業条件、作業員の技能度、勤労意欲等に相違があるためである。

出来高制で事業を実施する場合、経営者と作業員との間で決められる単価（単位

出来高当りの賃金)の交渉のための資料としては標準功程のほうが実績功程よりは合理的であるが、雇用計画をたてる上では実績功程も併用する必要がある。

ウルグアイでは、未だ伐採・搬出事業の標準功程表は作られていないが、伐出事業の実行および作業の合理化を進める上で欠かせない資料であるので、今後作成していくことが望ましい。

⑤ 機械器具類現況表の作成

これは所有している機械器具の現況一覧表で、品目、規格、数量および修理を要するものについてはその程度等を記したものである。なお、トラクタ等主要機械類については機械の履歴簿を作成し、型式、購入年月日、価格、稼働の記録、修理の記録等を記載しておく必要がある。

⑥ その他の資料の整備

その他、林業労働者の需給関係、最寄りの機械修理工場、その地方の気象等について調査しておくといよい。

2-2-2 現地調査

現地調査では事業対象地の森林の状況を十分把握することが重要である。このことは伐出計画をたてるのに必要なばかりでなく、後々の事業の管理にも役立つものである。

現地調査の始まりに当たって、とくに大規模の伐採事業では、現地を地図や航空写真と照合しながら位置の確認を行い、地形や林況の概要を把握する。次に伐採する林分と伐採しない林分との境界を伐開するか、あるいはペンキ等で伐採する側の立木に印をつけるかして、境を明確にする。

立木の樹種・直径のクラス別の成育状況、土地の傾斜等を観察し、どのような集材方法を採用するか、とくに作業道を作る場合には、その工事の難易等を調査する。これらの搬出方法の決定には、現地の地形のほか搬出コストの比較、手持ちの機械や資材、労働者の経験の有無をも考慮しなければならない。

2-2-3 作業方法の決定

① 伐採方法の決定

伐採方法には、前述の様に、普通伐採、全幹伐倒及び全木伐倒があるが、ウルグアイ国の場合には一般に普通伐採の方法が合理的であると考えられる。

② 集材方法の決定

集材方法はウルグアイの地形、土壌及び気象条件から、トラクタ等車両系の集材方法

が適していると考えられる。しかし、事業の規模、手持ちの機械器具、集材距離、作業員の技能等を考慮して畜力等による集材方法をとることもあろう。

現在手持ちのまたは購入可能の機械を使用して集材する方法がいくつか考えられる場合には、どの方法が集材コストを最低にするかを比較検討する。

比較の方法の一例を示せば次の通りである。

集材コストは、作業量に比例して増減する変動費と、作業量に左右されない固定費に分けられる。固定費はたとえば、トラクタ集材を行う場合の作業道作設費、あるいはトラック道作設費、同補修費等がこれに該当する。

変動費は、その作業を実行するのに必要な労務費、燃料等の消耗品費、機械器具の損料、機械器具の修理費などから構成され、普通丸太の m^3 当りの単価として算定する。

(減価償却費は耐用年数を定めて減価償却を行う場合は固定費として、耐用時間を定めて使用時間に応じて行う場合は変動費としてあつかう)。計算に当たっては、まず1日当りの作業量(m^3 /日または t /日)を想定し、労務費、燃料・潤滑油その他の消耗品に要する消耗品費、機械の償却費・整備修理費、トレーラーなど機械類の損料などを見積もって、次の式で計算する。

単価 = (1日当り労務費 + 1日当り消耗品費 + 1日当り機械償却費 + 1日当り機械整備修理費) ÷ (1日当り作業量) + (1 m^3 または1 t 当り機材費)

2-2-4 計画の作成

以上に述べた順序により、採用する作業方法が決定したならば、これをもとにして、工程別の月別進行計画、同労務計画、用品調達計画、支出計画などを作成する。月別進行計画は雇用計画、販売計画(あるいは収入計画)、用品調達計画、支出計画、トラック配車計画等に関連するものであるから、過去の実績があればそれを参考にして策定することが好ましい。

2-3 伐採・搬出事業の実行

2-3-1 伐木造材作業

2-3-1-1 伐倒

ウルグアイでは、年間を通じて伐採が可能である。しかしながら、冬季に伐採した方が、夏季に伐採したものより木材の材質は優れている。また夏季は最も成長する時期であり、この時期に伐採することは経済的にも不利である。このような見地から12月から2月にかけての夏季は伐採の適期とは言えない。しかしながら、一方労務事情や木材市場等の関係もあるので、これらの諸条件を併せ考えて伐採時期を決めるべきである。

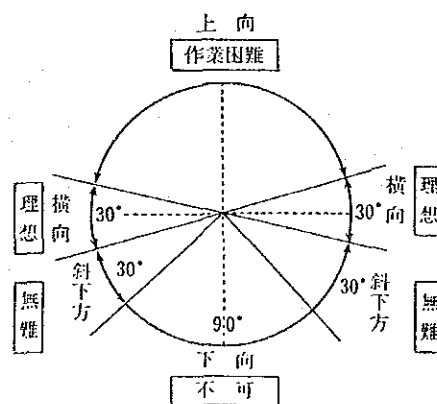
① 伐倒の方向

立木を伐倒するときは、予め倒す方向を決める必要があるが、これを労働者に任せることなく、現場の責任者が自ら現地を精査し、地形、常風の方向、倒した後の作業との関連考慮して決定し、これを労働者に徹底することが必要である。

伐倒の方向を決定するに当たっては、作業の安全性を第一にすべきことはもちろんであるが、i 伐倒した木に折損等の損傷を与えないこと、ii 残した木や隣接する森林、ことに幼令の森林に損傷を与えないこと、iii 付近に工作物などがあるときは、これに損傷を与えないこと、なども考慮しなければならない。

斜面での伐倒方向は、おおむね2-1図のように大別される。

材の損傷が少ないという理由で、斜面の上方に向けて倒すことは、作業が困難なばかりでなく危険であり、安全と能率の両面から好ましくない。



2-1図

斜面の下方に向けての伐倒は、作業自体は容易でしかも安全であるが、倒す時の衝撃が最も大きく、材の損傷を生じ易い欠点がある。

一方、斜面の方向と平行に倒された材は不安定で、枝払いなどの伐倒後の作業に危険

が伴う場合がある。

従って斜面に対して斜め横方に向けての伐倒は、倒した時の衝撃や材の損傷が少なく、かつ、安定しているので、枝払い、玉切りなどが容易で危険も少ない。すなわち、理想的な伐倒方向は、斜面に対し斜め横方向である。

② 受け口

立木を伐倒するとき、伐倒する方向の根元に受け口をつくる。この目的は、伐倒方向を確実にすること、伐倒の際の倒れる速度を緩やかにして衝撃を少なくすること、樹幹の割裂、しん抜けなどによる材の損傷を防ぐことなどである。このためには受け口はなるべく深く、広くつくることが必要である。

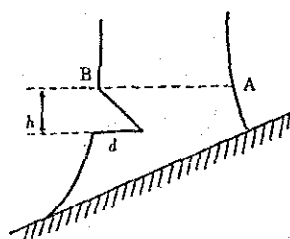
ウルグアイでは、地形が平坦で、比較的直径の小さい人工林の伐採であるため、受け口をつくらないで伐倒することが多いが、直径が30cm以下の伐倒でも、直径の1/4以上の深さの受け口を作るよう習慣づけることが望ましい。

i. 受け口の位置と角度

木材の有効な利用と製品価値を高めるために、できるだけ根ぎわから伐り倒す必要がある。

受け口の位置は、追口の位置を基準にして決める。受け口の角度は30~45°が標準である。

実際の作業では2-2図のように伐採線A Bをまず決め、ついで受け口の深さdを決める。次にBからd~(d/2)下げた点から受け口の水平切りをして深さdになるようにしておき、Bから斜めに切り込めば角度45~30度、深さdの受け口が開くことになる。



2-2図
h = d の時、45度
h = (d/2) の時約30度

ii. 受け口の作り方

伐倒の順序としては、受け口を作ったのち追い口を切るのが普通である。しかし、傾いた立木をその重心の反対側に倒す必要のあるとき、あるいは向い風のあるときなどには、先に追い口を楔が打てる程度まで切り、楔を効かしたのち受け口を作り、再

び追い口を切ることがある。こうしないと追い口を切るとき鋸が木によって締めつけられるからである。

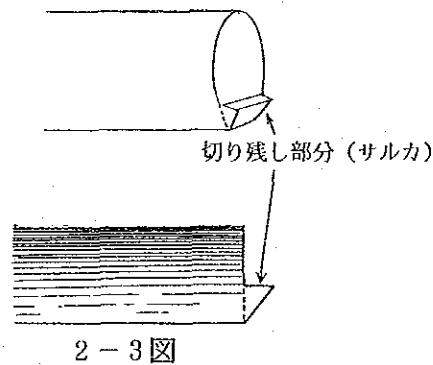
受け口を作る手順は、水平切りを先にし、その深さを確認したのち斜め切りをする。これを逆に斜め切りを先にすると、水平切りの際鋸が立木で締めつけられるおそれがあり、深さが十分にとれないことが起こる。特に大径木を伐る場合はしん抜け防止の措置が必要である。

② 追い口

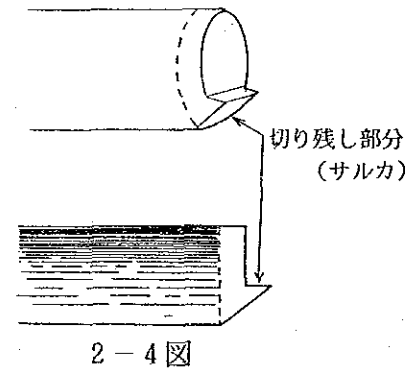
受け口を作り終えたら、その方向、深さを確認したのち、反対側から追い口を切る。

追い口は、受け口の上辺に近く、樹心に対して鋸が直角になるようにして切り込む。

追い口を正確に切れば2-3図のように切り残し部分の切り落としだけで足りるが、不正確に切ると2-4図のように点線部分から木口全体を切り直す必要が起こり、材積や労力が無駄になるばかりでなく、伐倒方向も狂いがちになる。



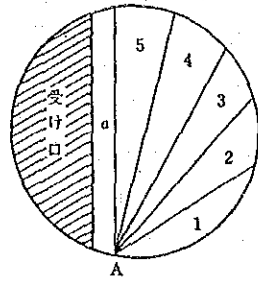
追い口が受け口の上辺に一致している場合



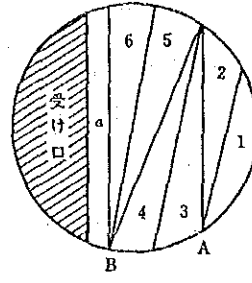
追い口が低い場合

追い口の切り方は、使用するチェーンソーのバーの長さ、伐る木の直径との関係で異なる。

- i. 伐採木の直径よりバーが長いとき、（ウルグアイでは、ほとんどこのケースに該当する。）
 - o 伐る木が小径木のときは、2-5図のように、A点にスパイクを当てて図のように1から5まで一気に切り進める。
 - o 伐る木が比較的大きく、直径がバーの長さの70%以上もあるときは、2-6図のように、最初A点にスパイクを当てて1～2と切り、バーの先端を動かさないようにして3～4と切りながらスパイクをB点に移して5～6と切る。



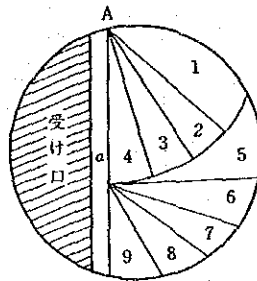
2-5図



2-6図

ii. 伐採木の直径よりバーが短いとき

2-7図のように、最初A点にスパイクを当てて1から4まで切った後、チェーンソーを移動させながら5から順次9まで切る。



2-7図

追い口切りの注意としては、追い口切りの最中にチェーンの回転が遅くなることもあるが、これはチェーンが立木に締め付けられる前ぶれであるから、早めに楔を効かせなければならない。

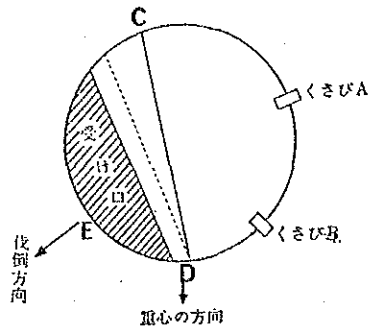
通常の追い口切りでは、2-5から2-7図におけるaの部分（切り残し部分）を右左同じ幅にすることが必要で、これのいずれか一方が広がると伐倒の方向が狂い、aの幅の広い方向に偏って倒れる。とくにチェーンソーマンの向こう側を切りすぎるとチェーンソーマンの方へ倒れてくるから注意しなければならない。

伐り方によって伐倒方向を規制することができる。

この伐倒方向の規制とは、立木が通常はその重心の方向に倒れようとするのを抑制して、作業者の望む方向に伐倒することである。

立木の重心が甚だしく偏している場合の伐り方は、特殊伐倒の項で説明するが、それほどでない場合には、次の方法で伐倒方向を規制することができる。例えば2-8図で重心の位置が谷側（図の下方）にあるとき、これを斜め横のEの方向に伐倒しようとするれば、受け口を図のように作り、追い口をCD線の位置まで切り、楔Bを強く

効かせれば、望みどおりこの立木は斜め横のEの方向に倒すことができる。



2-11図

iv. 特殊ケースの伐倒

特殊ケースの伐倒として、かかり木の処理と双生木の伐倒について説明する。

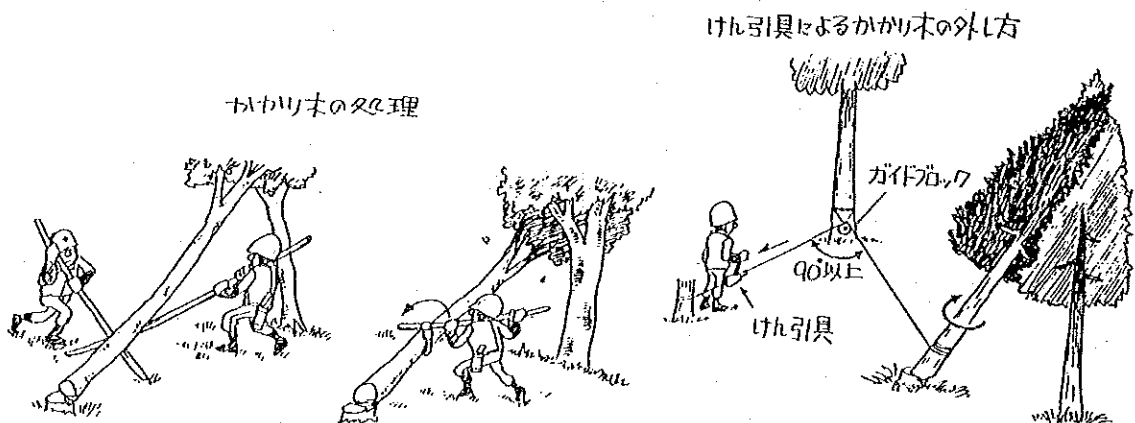
- かかり木の処理は、危険な作業である。そこで、最も安全な方法として、牽引具を用いてかかり木を処理する方法を次に紹介する。

まず伐根と立木が完全に切り離されていない場合は、切り残しの部分を切り離す。次にかかり木の根元の端にアイブライスしたワイヤロープを2-9図のように巻付ける。

ついで、かかり木の樹幹に対して、ほぼ直角方向の立木や根株にスナッチブロックを取り付ける。このスナッチブロックに取り付けるワイヤロープの作る角度が90°以上になる位置に牽引具を固定する。

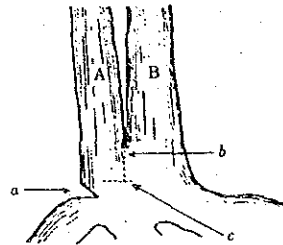
牽引具のワイヤロープをスナッチブロックにかけ、その端末のフックをかかり木に巻いたロープのアイ部にかける。

以上の準備が完了したら、牽引具を操作してワイヤロープを引き、樹幹を回転させる。かかり木が倒れ始めたら、牽引具の側からできるだけ遠くへ退避する。



2-9図

- 双生木の伐倒方法は、2-10図のように倒し易い方の木をAとすれば、Aのなるべく低い位置に、受け口aを作る。次にbの部分に垂直に、受け口aの上辺よりやや低目の位置まで切り下げる。ついでcの位置から突き込み切りで追い口を切ってAを倒す。Aが倒れるとBは普通の伐倒方法で倒すことができる。



2-10図

2-3-1-2 造材

造材とは、伐倒木の枝を払い、計測し、玉切りし、剥皮するまでの作業をいう。

造材を伐倒した場所で行う場合は、予め、周囲の灌木や枝などを取り除いておくことが必要である。

i. 枝払い

枝払いするときは、元口側から先端に向かって進み、木材の表面に沿って枝を平に切り払う。この際斧やチェーンソーを木材の表面に切り込まないように注意する。

長大で、根元が太く、重量も大きい枝の場合は枝の中程で一度切り、再度根元から切るなどの配慮が必要である。

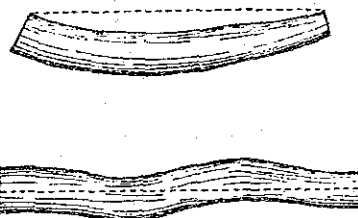
材の下側に敷きこまれている枝は、玉切りをした後、材を回転させてから切る。

材の上に登っての枝払いは足場が不安定で危険があるから、できるだけ避ける。

枝払い作業での注意事項をAppendix 2-1に掲げておく。

ii. 材長の測定と玉切りの表示

材長の測定には通常側桿が使用される。材長の測定は直材ではその樹心に平行に、曲がり材では2-11図のように、その最短距離を測定する。



2-11図 点線が正しい材長

材長を測定してから玉切り位置を明確に標示する。

伐倒木に腐れや根曲がり等の欠点がある場合には、使用目的に応じて欠点の部分を取り捨て、価値の低下を防止する。

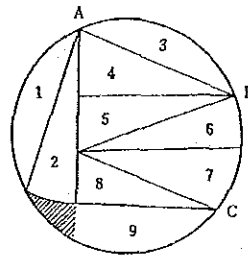
iii. 玉切り

伐倒を所定の長さに区切る玉切りは、標示された点で樹心に対して直角に鋸を入れる。

傾斜地での玉切りは、斜面の上側に位置して行う。やむをえず材の下側に位置して作業するときは、伐根などを利用して材を安定させるなどの処置を講じなければならない。

玉切りも追い口切りと同様、使用するチェーンソーのバーの長さ、切断する材の太さによってその方法が異なる。ここではバーが材の径より短いときの伐り方を述べる。

2-12図のように、材の中心より前方Aにスパイクして、1、2と切り、3を切りながらスパイクをBに移して4、5と切り、6、7と切りながらスパイクをCに移して8を切る。9はチェーンソーを引き寄せながら切るが、9の部分がバーより長いときは、向こう側から斜線部分を切ったあと、手前側に残った部分を切る。

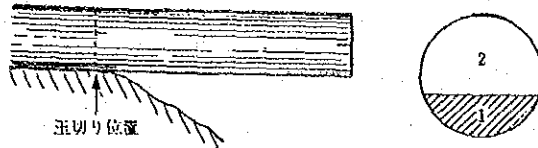


2-12図

造材の際のチェーンソーの扱い方の注意として次のことがある。

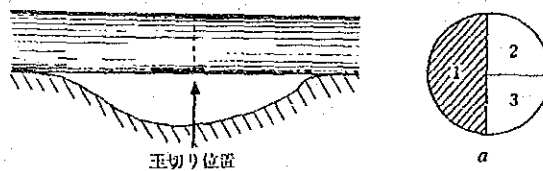
チェーンソーはバーに狂いがなく、チェーンが正しく目立てされ、チェーンの張りが適正であれば特別力を入れなくても自然に材に食い込むものであるから、人工林材の玉切りは、ハンドルはバーの向きが変わらない程度に軽く支えるだけで足りる。どのような場合でもチェーンスピードが落ちるほどおしつけてはならない。

2-13図左のように片側が地表から離れている材を上から切ると、材が裂けたり欠けたりするから、図のように最初材の下から1/3程度の1を切り上げ、一旦バーを抜いて次に上から垂直に2を切る。



2-13図

2-14図左のように、橋のような状態になっている材は、図のようにa点にスパイクして向こう半分の1を切り、次に手前半分2を切り、最後に材の下方から上に向かって3を切る。



2-14図

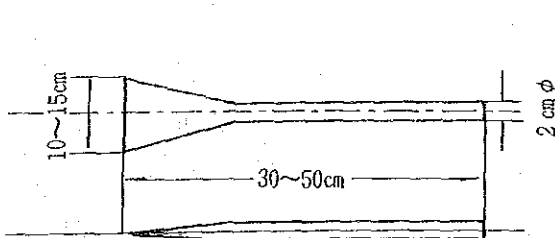
iv. 剥皮

電柱材やパルプ用材は、剥皮が必要となる。パルプ用材の剥皮は、ウルグアイでは、伐採現場で人力により剥皮する方法が一般に行われている。

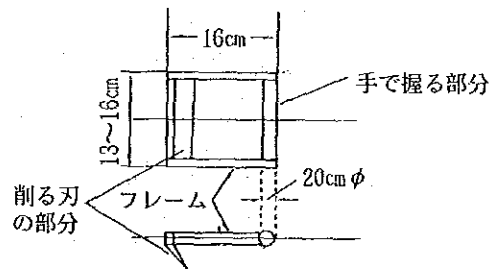
人力による剥皮には手斧や剥皮用工具が用いられる。剥皮用工具には2-15図、2-16図の様なものがある。

剥皮の要領は、最初樹幹に沿って手斧で樹皮の一部を削る。この際枝払いの場合と同様材の向こう側、または上側を削り、手前に刃を向けてはいけない。次に樹皮と樹幹の間に2-15図の剥皮用工具の刃先を押し込み剥皮する。また、2-16図のタイプの工具は比較的樹皮の厚い材の剥皮に使用されるが、握り部を攪んで手前に引いて剥皮する。

剥皮は、樹液の流動の多い季節に、玉切り後数日たってから行った方が剥皮し易く能率的である。



2-15図 両手用の剥皮工具



2-16図 片手用の剥皮工具

V. チェーンソーの機種を選択

ウルグアイの場合、伐採の対象は人工林で、胸高径もおおむね40cm未満であるから、チェーンソーは排気量が40~70cc、バーの長さは40~50cmの中型機が適当であろう。

チェーンソーは振動障害防止の見地から、できるだけ振動加速度の小さい機種を選択する必要がある。

チェーンソーの操作の注意事項をAppendix 2-2に掲げておく。

2-3-1-3 伐木造材作業のコスト

木材の生産コストは、樹種、材長、剥皮の有無等により異なる。これらの因子を考慮して製材用マツ丸太、ユーカリパルプ材及びユーカリ薪の生産コストについて以下に述べる。

① 製材用マツ丸太

作業条件	地形傾斜	: おおむね平坦,	
	材長	: 3.3~4.2 m	
作業人員	チェーンソーマン		1名
	造材補助 (枝払い, 枝条片付け, 計測)		2名
	計		3名
1人1日の労賃			
	チェーンソーマン		8.7 US\$
	造材補助		6.6 "
1日当り生産量	:		18m ³
生産コスト			
人件費			
	チェーンソーマン		8.7 US\$
	補助員	6.6 × 2 =	13.2 "
	計		21.9
1日当り機械経費 (チェーンソー)			
	燃料費		3.7 US\$
	チェーンオイル等		1.11 "
	機械損料 (注参照)		3.26 "
	計		8.07 "
	直接経費		29.97 "
	間接経費		5.99 "
	合計		35.96 "
1 m ³ 当りコスト			2.00US\$

注 0 作業員の1日就労時間は8時間とする。

0 チェーンソーの1日当り操作時間は4時間、1時間当り燃料消費量は1ℓ、燃料はガソリンと潤滑油の混合油とし、価格は1ℓ当り0.925US\$とする。

0 チェーンオイル等雑材料は燃料費の30%とする。

0 チェーンソーの価格を710US\$とし、機械1時間の損料率は、0.001147を用いた。

0 間接経費は、直接費の20%とする。

② ユーカリパルプ材

作業条件 地形傾斜 : おおむね平坦。
材 長 : 2.2~2.4m、剥皮する。

作業人員	チェーンソーマン	1名
	造材補助	2名
	剥 皮	4名
	計	7名

1人1日の労賃

チェーンソーマン	8.7 US\$
枝払いその他	6.6 "

1日当り生産量 : 24m³

生産コスト

人件費

チェーンソーマン	8.7 US\$
補助員	6.6×6=39.6 "
計	48.3 "

1日当り機械経費(チェーンソー)

燃料費	4.07 US\$
チェーンオイル等	1.22 "
機械損料(注参照)	3.58 "
計	8.87 "

直接経費 57.17 "

間接経費 11.43 "

合 計 68.60 "

1m³当りコスト 2.86US\$

注 0 チェーンソーの1日当り操作時間は4.4時間とする。その他は、前記注と同じ。

③ ユーカリ薪

作業条件	地形傾斜 : おおむね平坦, 材 長 : 1~1.1 m, 直 径 : 8.5cm以上	
作業人員	チェーンソーマン	1名
	造材補助 (枝条片付け)	1名
	計	2名
1人1日の労賃		
	チェーンソーマン	8.7 US\$
	造材補助	6.6 "
1日当り生産量 :		16m ³
生産コスト		
人件費		
	チェーンソーマン	8.7 US\$
	補助員	6.6 "
	計	15.3 "
1日当り機械経費 (チェーンソー)		
	燃料費	4.44 US\$
	チェーンオイル等雑材料	1.33 "
	機械損料 (注参照)	3.91 "
	計	9.68 "
	直接経費	24.98 "
	間接経費	5.00 "
	合 計	29.98 "
1 m ³ 当りコスト		1.87US\$

注 0 チェーンソーの1日当り操作時間は4.8時間とする。その他は、前記注と同じ。

2-3-2 集材作業

2-3-2-1 集材作業の種類

集材作業は、その使用する機材によって畜力集材、トラクタ集材、集材機集材等に分類される。また、集材の方法によっては、前述のように普通集材、全幹集材、全木集材等に区分される。

これらの集材作業の機材、方法は林地の状況、作業種、集材距離、経事情等によって

決められるべきであるが、ウルグアイの場合、これらの諸条件を総合勘案すれば、集材機集材や全幹、全木集材は一般に相当とは考えられない。したがって、ここではこれらの作業については省略することとする。

① 畜力集材

畜力集材には、馬、牛などが使用されるが、ウルグアイにおいては専ら馬が使用されている。馬による集材の器具としては、鉄製の小型玉ぞりや鉄製の通常のそりが使用される。玉ぞりは馬1頭で牽引し、積載量は丸太2本程度である。玉ぞりの利点は、荷付けが容易であること、接地圧が小さいので軟弱な地盤でも集材が可能であること等である。しかし、1回当りの積載量が少ないので、長距離の集材には能率的でない。

通常のそりによる集材は、玉ぞりに比較して多く積載でき長距離の集材に適するが、馬1頭での牽引は困難で2～3頭を要し、かつ積み込みにも2名程度の人員を必要とする。また、地盤の軟弱な場所では、牽引抵抗が大きくなり、集材が困難になる。

集材に使用される馬は、重量物を牽引するのに適した体型の馬が使用されるべきである。しかしウルグアイの場合乗用馬が転用されているので、これに多くの期待をかけるのは無理があると思われる。この種の馬は木寄せ作業や少量の集材に限定して使用する方法が得策と考える。

② トラクタ集材

i. 集材方法

ウルグアイにおけるトラクタによる集材は、諸外国における集材とはかなり異なった方法がとられている。つまり、諸外国では多くの場合、木材の一端をトラクタ後部につけたインテグラルアーチ等で吊り上げるか、トラクタ後部に材の一端を載せ、他の一端は接地させた状態で牽引する方法がとられている。しかし、ウルグアイでは、ほとんどの場合農業用ホイルトラクタの後部に連結したトレーラ（荷車）に木材を積載し運搬する方法がとられている。

このような集材方法の相違は、ウルグアイの林地の状況によるものである。つまり、ウルグアイでは地形が一般に平坦で、地表が軟弱でなく、排水性もよく泥濘化することが少ない。また、伐採の対象が人工林なので、大径木も少なく、樹種、径級もおおむね揃っている。従ってトレーラーによる運搬には適した条件にある。さらに、木材を曳きすのりに比べて、トレーラーに積載牽引する場合は牽引抵抗が少なく、農業用ホイルトラクタでも大量の材を牽引でき、かつトラクタの損耗も少ない。以上のような実態から今後とも現行のトレーラーに積載する集材方法が妥当と考える。

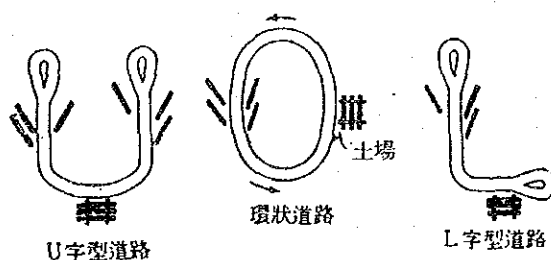
ii. トラクタ作業道

ウルグアイの森林は一般に平地林で、地盤も安定しているので、とくにトラクターのための作業道を作らずに、トラクタの走行に支障となる障害物を取り除く程度で集

材ができる場合が多い。しかし、一方使用するトラクタが農業用であり、しかも牽引したトレーラに木材を積んで運搬する方式がとられているので、傾斜のある林地での集材では、登坂や斜め走行の能力が低い。従ってこのような傾斜地ではトラクタ作業道を作設する必要が生じる。

トラクタ作業道の作設は作業の安全性と効率的な運行を考えて、次の事項を配慮して行う必要がある。

- トラクタ作業道は、できるだけ上り勾配とならないように、かつ、勾配の変化を少なくし、また、急な曲線部は作らないように作る。
- 山腹を横切るトラクタ作業道を作設する場合は、切取りによる路面を原則とし、盛土の路面をなるべく作らない。
- トラクタ作業道の幅員は、トラクタまたはトレーラの何れか広い方の車輪間隔の1.2倍以上とし、曲線部は状況に応じて適宜拡幅すること。
- トラクタ作業道の制限勾配（最大勾配）は、トレーラに積載して集材する方法の場合は、10度以内とすることが安全上必要と考えられる。また、50m以上の長い区間の制限に近い勾配の路は作らない。さらに、制限に近い勾配の路の前後には緩勾配の区間を設け、かつ、この区間及びその前後には小半径の曲線部を設けないようにする。
- 材の積みこみ、積みおろし場所でのトラクタの方向転換は、広い場所が必要で、また時間もかかるので、できるだけ2-17図に示すような路線とすること。
- 路面の横断勾配は原則として水平とすること。



2-17図

トラクタによる集材作業での注意事項をAppendix 2-3に掲げておく。

③ フォワード集材

フォワードは、北欧において、農業用トラクタに牽引されたトレーラにクレーンを付けて集材を行う方法として開発された。

フォワードは木材の積みおろし、および運搬の各作業工程を1台の機械で、しかも少人数で実行できるので、生産性が高く能率的である。ウルグアイでも大手の企業で次第

に導入されつつある。

フォワーダには2つのタイプがある。その1つは、前述のように農業用トラクタに牽引されたトレーラに油圧のグラップルクレーンを取り付けたタイプであり、その2は最初から林業用として設計、製作されたもので、車体はアーティキュレーテッドフレームとなっていて、運転室の後部にグラップルクレーンが搭載されている。

フォワーダによる作業のうち、材の積みこみ、おろし作業に関しては、Appendix 2-3 トラクタによる集材作業での注意事項に準じて行うものとする。

フォワーダによる集材作業は、運転手のみでも作業できるが、材の積みこみ、おろしを能率よく行うために、作業員を1名補助としてつけることが望ましい。

フォワーダによる1日当りの集材作業量は、作業条件により異なるが、ウルグアイの場合 150～200m³と考えられる。

2-3-2-2 集材コスト

ウルグアイで最も一般的に行われているトラクタ集材について、製材用マツ丸太、ユーカリパルプ材及びユーカリ薪のコストについて述べる。

① 製材用マツ丸太

作業条件	地形傾斜	: おおむね平坦	
	材長	: 3.3~4.2 m	
作業人員	トラクタ運転手		1名
	集材補助 (積み込み、卸巻立て)		4名
	計		5名
1日当り集材量	:		40m ³
1人1日の労賃			
	トラクタ運転手		8.6 US\$
	集材補助		6.6 "
生産コスト			
人件費			
	トラクタ運転手		8.6 US\$
	その他	6.6 × 4 = 26.4	"
	計		35.0 "
1日当り機械経費 (トラクタ)			
	燃料費		4.37 US\$
	潤滑油等雑材料		1.31 "
	機械損料		13.46 "

計	19.14	＼
直接経費	54.14	＼
間接経費	10.83	＼
合計	64.97	＼
1ト、当りコスト	1.62	US\$

注 〇 作業員の1日就労時間は8時間とする。

〇 トラクタ1回当り積載量：4 m³， 1日往復回数：10回， 実働時間は， 走行速度が平均時速4 km， 余裕時間が30分とみて2時間となる。

〇 1時間当り燃料消費量は6 l， 燃料は軽油で， 価格は1 l当り 0.364US\$とする。

〇 潤滑油等雑材料費は燃料費の30%とする。

〇 トラクタの価格を19,400US\$とし， 機械1時間の損料率は， 0.000347を用いた。

〇 間接経費は， 直接費の20%とする。

② ユーカリパルプ材及び薪

作業条件	地形傾斜	： おおむね平坦
	材 長	： 1～2.2m
	直 径	： 8 cm以上
作業人員	トラクタ運転手	1名
	集材補助（積込み， 卸巻立て）	2名
	計	3名

1人1日の労賃

トラクタ運転手	8.6	US\$
集材補助	6.6	＼

1日当り集材量： 40m³

生産コスト

人件費

トラクタ運転手	8.6	US\$
集材補助	6.6 × 2 = 13.2	＼
計	21.8	＼

1日当り機械経費（トラクタ）

燃料費	4.37	US\$
潤滑油等雑材料	1.31	＼
機械損料（注参照）	13.46	＼
計	19.14	＼
直接経費	40.94	＼

間接経費	8.19	”
合計	49.13	”
1 m ³ 当りコスト	1.23US\$	
注 前項①と同じ。		

2-4 木材の輸送

ウルグアイ国内の木材の輸送は、トラックまたは貨車によって行われている。運賃は鉄道輸送の方が安い、鉄道輸送は材の積み替えが多く、また配車待ちの日数が長い。このため現状はトラックによる輸送が主体となっている。

2-4-1 トラックによる輸送

ウルグアイの国道は、良く整備されており、トラックによる木材輸送には不安はない。県道も幅員等については、おおむね支障はないと思われるが、道路の補修の面では十分とは云えないカ所もある。林道については、概して地形が平坦で土質条件も良好なので、防火帯などを多少手入れする程度でトラック道路として使用することができる。しかし、地形、地表の条件によっては林道の作設の必要性がないわけではない。

① 林道の作設

i. 林道計画

木材の伐出に際して、既存の道路を延長してトラックで運び出した方がよいか、既存の道路までトラクタ等で搬出した方がコストが安いかの選択は、道路の新設費用と集材費用とを比較して判断する。

林道の幅員は、搬出する木材の量と使用するトラックの大きさ等を考慮して決定する。

ii. 林道の構造

ウルグアイにおいては、林道に関する技術的な規定がないので、日本の国有林の林道規定のうち、設計速度、巾員、路肩、曲線半径、縦断勾配等に関する事項をAppendix 2-4に掲げておく。

② トラック輸送

i. 積みこみ、おろし及び巻立て作業

ウルグアイでは、薪等の短材のトラックへの積みこみ作業は、人力で行うことが多いが、建築材、電柱材等の重量材に対しては、トラクタに装備されたグラップルクレーンやトラッククレーン、フォワーダのクレーン等が使われることが多い。

おろし作業は、トラックに装備のステッキをはずし、人力でおろしたり、前記のクレーンにより巻立てを兼ねて行う。また、一部では油圧ダンプ機構を備えたトラックを使用し、車両の側面あるいは後方へ一度におろす方法がとられている。

巻立て作業には、人力、または、クレーンが使われるが、フォークローダやフォークリフトの利用も効果的である。

積みこみ、おろし作業の要領は、Appendix 2-3の集材の場合に準ずる。

なお、ウルクアイでは、荷役機械としてウインチは殆ど利用されていないが、グラップルクレーンのような高価な機械を使用しなくても荷役作業は可能であるので、ウインチを含めて日本で採用されている林業用荷役機械をAppendix 2 - 5 に紹介しておく。

ii. 使用トラックの選択

木材運搬用のトラックは、木材の種類と輸送量、輸送距離及び道路の状況等の条件に応じ、1トン積み程度の小型トラックから30トン積みの大型トレーラトラックに至るまで、その種類は多い。

これらのトラックの選択は、一般論として、輸送量が多く、長距離輸送の場合は、道路事情が良好であれば、できる限り大型車両を採用することがコスト的に有利である。

iii. トラックへの荷積み

パルプ材や薪などの短材は、車の進行方向に対して直角に、つまり横積みにする。この場合、材の転落を防止するために、荷台には何等かのかこいが必要となる。また、荷台の最後部の材は縦積みにし、ロープなどで荷崩れしないように結束する。

建築用材や電柱材などでは、荷台の床の上に枕木を置き、床を保護するとともに、材が曲がっていても安定した荷積みができるようにする。ステッキは、荷台の側面か枕木の端に箱金を取り付け、ピンでステッキが倒れないように取り付けておく。材をおろすときは、ピンを車体の反対側から抜けるようにしておけば、安全に荷おろしができる。なお、材は鎖と引締め器で締め上げ、フックにひっかけて固定し、材の転落を防止する。

2-4-2 鉄道による輸送

① 鉄道輸送の役割

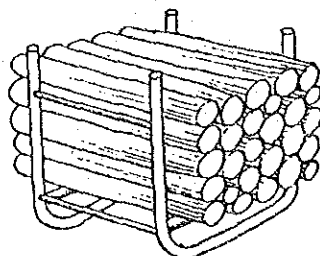
前述のように、木材の鉄道輸送は、積み替え配車待ち等がネックとなって、国内向けの木材輸送では、トラック輸送の方が一般に有利である。しかし、輸出用材の場合は必ずしもトラック輸送が有利とは限らない。輸出用材の場合は、木材の生産地点から積み出し港までの輸送がかなり長距離になるケースが多く、その輸送量も大量になる。

このような、長距離、大量輸送には鉄道輸送の果たす役割は大きく、コストの低減の見地からも今後鉄道輸送に期待するところが大きい。

② 鉄道輸送の将来の対策

木材輸送に鉄道を活用する対策としては、まず木材の積み替え作業の合理化がある。木材の積み替え作業の合理化としては、スチールバンドによる丸太の結束や木材コン

テナの利用がある。2-18図は、パルプ材用の鉄パイプ製のコンテナであるが、積み込み、おろしの省力効果は極めて大きい。荷の積みこみ、おろしはクレーンによるが、荷の積み替えは、コンテナごとフォークリフトで行う。



2-18図 パルプ材用の鉄パイプ製コンテナ

2-4-3 輸送コスト

① トラックへの積み込みコスト

山元で巻立てられた木材をグラップルクレーンでトラックへ積み込む場合の積み込み費用を次に述べる。

i. グラップルクレーンによる積み込み

作業条件	製材用材, パルプ用材, 電柱用材等	
作業人員	クレーン運転手	1名
	積み込み補助	1名
	計	2名
1人1日の労賃		
	クレーン運転手	8.6 US\$
	積み込み補助	6.6 "
1日当り積み込み量	:	150 m ³
生産コスト		
	人件費	15.2 US\$
1日当り機械経費 (グラップルクレーン)		
	燃料費	8.74 "
	潤滑油等雑材料	2.62 "
	機械損料	59.65 "
	計	71.01 "
	直接経費	86.21 "

間接経費	17.24 "
合計	103.45 "
1 m ³ 当りコスト	0.69 US\$

注o 作業員の1日就労時間は8時間とする。

- o クレーン1日当り実働時間は6時間,
- o 1時間当り燃料消費量は4ℓ, 燃料は軽油で, 価格は1ℓ当り0.364US\$とする。
- o 潤滑油等雑材料費は燃料費の30%とする。
- o 機械損料はトラクタにグラップルクレーンを装備した価格を34,400US\$とし, 機械1時間の損料率は損料率0.000289を用いた。
- o 間接経費は, 直接費の20%とする。

ii. 人力によるパルプ材, 薪等の積込み

作業条件	薪, パルプ材の積込み	
作業人員	作業員	4名
1人1日の労賃		8.6 US\$
1日当り作業量	:	50m ³
生産コスト		
人件費		6.6 × 4 = 26.4 US\$
諸経費		5.28 "
計		31.68 "
1 m ³ 当りコスト		0.63 US\$

② トラック輸送のコスト

トラック輸送のコストは, 輸送量の多少と使用する車両の大きさ等によって異なる。ウルグアイではトラック運賃についての公定料金の定めはないので, ここでは, 1社の基本運送料金(1988年末)を参考資料として下表に掲げる。

Distance	Rate (US\$/km/t)
0 ~ 30 km	0.08
31 ~ 66 km	0.066
67 ~ 74 km	0.0576
75 ~ 82 km	0.0495
83 ~ 93 km	0.04296
94 ~ 100 km	0.04
101 ~ 250 km	0.037
250 km or more	0.036

③ 鉄道輸送のコスト

ウルグアイの鉄道運賃は, 輸送する物資の種類, 量, 距離及びシーズンなどによって

単価 (km, トン) が異なる。

1989年の一般物資の平均運賃は, km・トン当り 3.2セント(US)である。また, 木材の運賃は最低 2.2セント, 最高2.75セント(US)であった。

3. 林業経営

3-1 森林施業（森林の取扱い方）

3-1-1 森林施業のタイプ

森林の取扱い方、すなわち、森林施業の方式には、その森林がおかれている自然条件や社会経済条件に応じていろいろなタイプがある。

この森林施業の方式は、3つのコンポーネントから構成される。すなわち、樹種、作業種（伐採／更新のシステム）および伐期齢である。

ウルグアイにおける森林施業の方式は、その比較的単純な自然条件のために、そのタイプは数多くはない。この森林施業のタイプについては、本調査の第1フェーズである1989年調査の報告書の中の「森林タイプ区分」に詳述してあるが、ここで再度述べれば次のように要約される。

① 皆伐－人工更新施業

Eucalyptus spp., *Pinus* spp., *Populus/Salix* spp. 等の樹種に採用される。

② 皆伐－萌芽更新施業

Eucalyptus spp., *Populus/Salix* spp. 等の樹種の2～3代目への更新に採用される。

③ 区画皆伐－天然下種更新施業

Pinus spp. とくに海岸の保安林の *P. pinaster* に適する。

④ 択伐－天然更新施業

天然生の固有樹種に採用される。

以上の各施業方式のうち、ウルグアイで最も普遍的な方式は①とこれにつづく②である。

次に、森林施業方式のコンポーネントの1つである伐期齢についてみると、ウルグアイでは、樹種別に次のように集約される。

① *Eucalyptus* spp.

通常の伐期齢は、パルプ用材や燃材に使用されるため、工芸的伐期齢の8～12年であるが、防風林や家畜保護林等では30年以上の場合も多い。将来、製材用や合板用の大径木の需要が生ずれば、現状の伐期齢よりも高くなる。いずれにせよ、伐期齢を決める理由の1つである平均成長量（MAI）の最大の時期は、今回の調査によれば、*E. grandis* で10～11年、*E. globulus* で15～17年であった（Appendix 2-5 参照）。

② *Pinus* spp.

通常の伐期齢は、20～30年であるが、海岸保安林、防風林等では35年以上の林分が多い。伐期齢の決定のメドになる平均成長量の最大の時期は、今回の調査によれば、