

(3) 航空機造林対象適地の判定

航空機造林の成否に最も重要な点に、適地の判定と実施時期の判定がある。

このうち、適地の判定は、調査対象地の自然的条件や社会的条件を十分加味し、確実性の高い地域の選定と各地域の最適な樹種選択を行うことである。

適地判定の手順をフローチャートによって示せば図-16のようなことが考えられる。

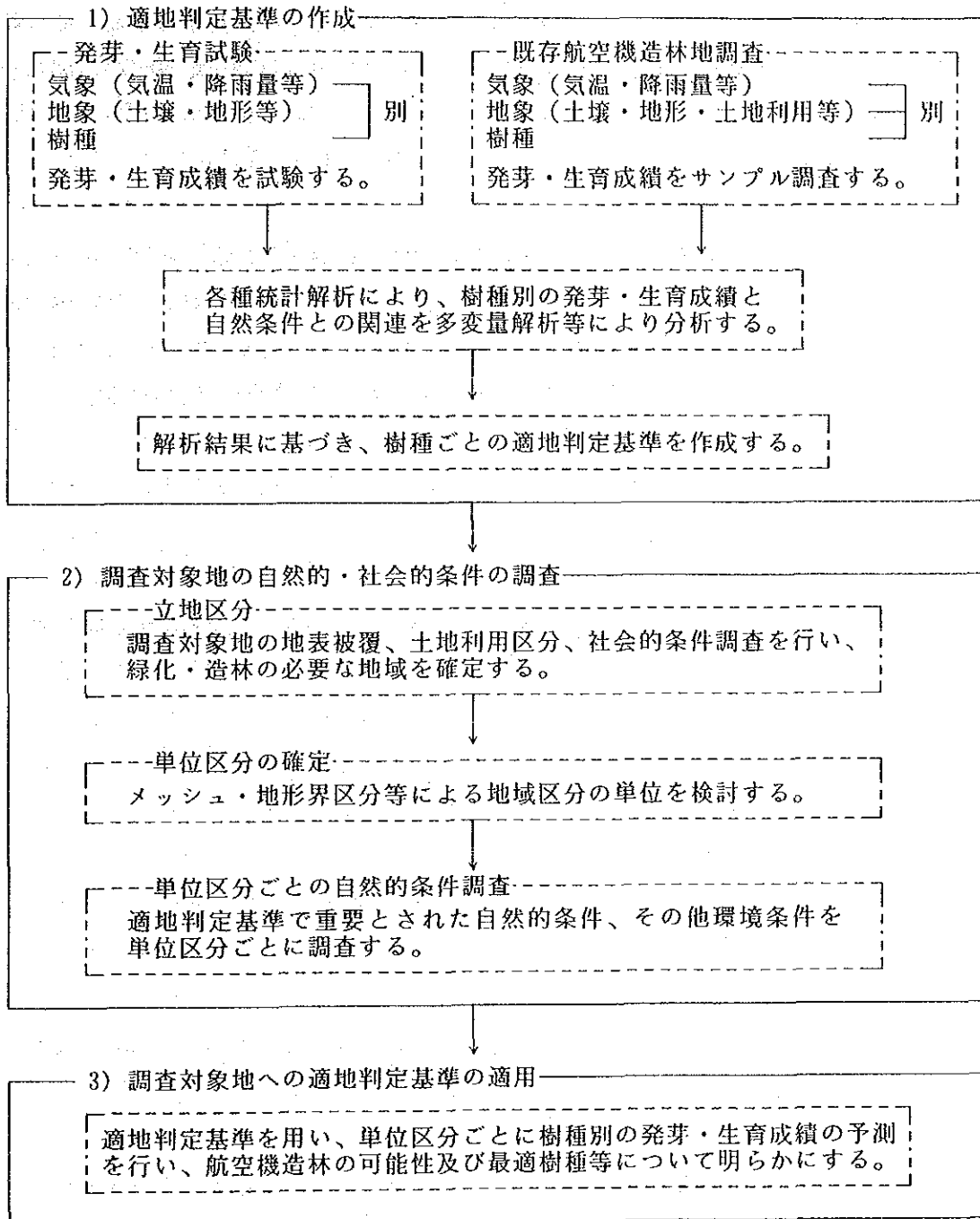


図-16 航空機造林対象適地判定のためのフローチャート

このフローチャートの各項、その技術開発に必要な課題は下記のとおりである。

1) 適地判定基準の作成

発芽や生育状況を自然的条件との関連から求め、自然的条件に応じた発芽率や生長率を求める。このために以下の調査を行なう。

a) 発芽・生育試験

試験地において、気温・降雨量・照度・土壌水分・土壌の物理的・化学的性質・傾斜・周辺植生等をコントロールし、これらの条件に応じた発芽率や生長率を観測する。特に、自然界において人為的にコントロールできない条件については、適地判定の重要な要素となるため、不足のないように注意する。また、後述する統計解析に耐えうるよう十分な量のサンプルを用意する。

b) 既存航空機造林地調査

既に航空機造林が実施されている地域において、気温・降雨量・照度・土壌水分・土壌の物理的・化学的性質・傾斜・周辺植生等を調査する。基準作成においては、生理・生態的特性をできるかぎり取り込む必要があるため、微細な自然的条件の差異も分類できるようにメッシュなどをセットし、自然的条件と発芽率・生長率の関連を調査する。

c) 各種統計解析

a)、b)の資料を用いて、多変量解析（例えば、数量化I類）を行う。

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, X_4, \dots)$$

Y ; 樹種ごとの発芽率または生長率

X_i ; 自然的条件（気温・降雨量・照度・土壌水分・土壌の物理的・化学的性質・傾斜・周辺植生等）

d) 適地判定基準の作成

自然的条件の組合せによる樹種ごとの発芽率または生長率の一覧表を作成し、自然的条件に応じた最適樹種及びその発芽率や生長率の基準を作成する。

2) 調査対象地の自然的・社会的条件の調査

調査対象地に適地判定基準を適用し、選定樹種や播種の方法を選択する。このために以下の調査を行う。

a) 立地区分

土地利用状況、植生被覆状況、その他土地利用条件を衛星データや空中写真を用いて調査し、播種地域を選定し、播種の範囲や管理の方法の検討に用いる。

b) 単位区分

適地判定の地理的単位とするため、メッシュや地形界区分等による地域区分の単位を検討し、区分する。

c) 単位区分ごとの自然的条件調査

適地判定基準で採用された自然的条件を単位区分ごとに調査する。

① 気 温

年平均気温、月最低・最高・平均気温等を調査する。

気温は、降雨量、下層植生等とともに植物の生理・生態に重要な影響を与える因子であり、樹種選定、散布時期の決定に関与する。調査・観測は、直接行うことが望ましいが、困難な場合には最寄りの地域の観測値等から推定する。

② 降水量

年降水量、月別降水量、種子散布時期の降水量、降雨日数等を調査する。

③ 照 度

照度、蒸発散量等を調査する。

④ 土壌水分

サンプル調査やリモートセンシング技術の利用により調査する。

⑤ 土壌の物理的・化学的性質

有効土層、土性、硬度、pHなどについてサンプル調査とリモートセンシング、空中写真判読を併用して調査する。

⑥ 地形・傾斜・方位・標高

地形図やリモートセンシング画像、空中写真等を利用して調査する。

⑦ 周辺植生

下層植生、森林型、立木密度、樹高等をリモートセンシング技術の利用によって調査する。

3) 調査対象地への適地判定基準の適用

適地判定基準を用いて、単位区分ごとに樹種別の発芽・生育成績の予測を行い、航空機造林の可能性及び最適樹種等について明らかにする。更に、発芽と生育の各成績を比較して実施時期や管理のあり方について検討する。

(4) リモートセンシング利用の有効性について

1) 適地判定のための利用有効性

航空機造林の可能性のある地域の選出及び適地判定基準作成に際し、リモートセンシングの利用が効果的な項目を抽出し、その内容や課題について述べると次のとおりである。

a) 立地区分

リモートセンシング技術の特徴である広域性、同時性、物理性という観点からみると、特に衛星データによる自然条件調査、植生、土地利用区分等は非常に有効である。先の表にも掲載したが、衛星画像の解像度はランドサットのTMで30メートル、スポットのPモードで10メートルと良くなってきており、広域調査に加えて狭域に対しても空中写真に代用が可能になってきた。

リモートセンシング技術による森林資源に関する情報の把握で、その解析レベルの1例を図-17に示した。

航空機造林の適地選定には、広域を対象とする第1段階にあっては図-17のような詳細な林地区分までは必要とせず、レベルII程度の分類ができればよい。航空機造林の可能性のある地域とは、海・河川・湖・池・遊水地等の水域、都市・集落、農地・牧草地、岩石地・露岩地・塩害地・林地等を除く地域で、裸地・草地・疎開地・伐採跡地・更新地・氾濫原等が主であるといえる。

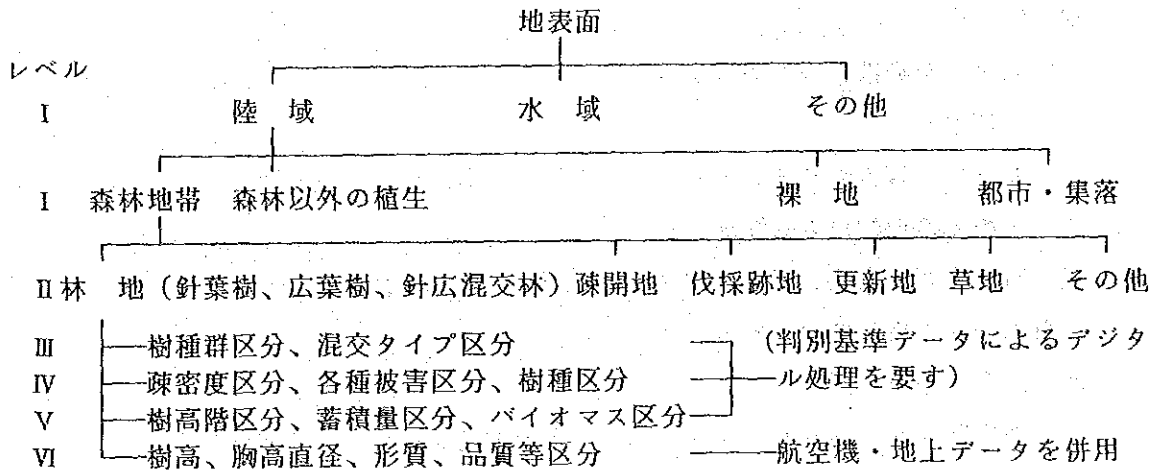


図-17 森林資源に関する情報レベル

また、先に示した各種衛星画像からは地形起伏、水系模様、地質構造線、または地表被覆、開発進度等が迅速に知られ、それぞれの地域での立地環境条件 (Geomorphological condition)を読み取り、各種地形区分の分布、広がりを把握し、適地の選定を効率的にすることができる。

ランドサットMSSを用いた地形区分の1例を示す。

	低地	山麓地	高地
地形区分	海岸、砂地 ○後背低地 ○自然堤防 ○氾濫原 ○谷底低地 ○扇状地 河床	○段丘 段丘斜面 丘陵 起伏山麓 開析斜面	山頂小起伏 ○平坦地 低起伏山地 山地開析斜面 ○山地緩斜面 急峻斜面

上記のうち播種適地は、傾斜が平～緩、土性が軟で深度の期待できる沖積層、洪積層等を主とするもので、○印を含む地帯である。

b) 単位区分ごとの自然的条件調査

適地判定基準で採用された各種自然的条件のうち、リモートセンシング技術が利用できるものとしては、種子の発芽に影響してくると考えられる地表面温度をTMのバンド6で、地表（植物）の乾湿状態をバンド5（または7）で〔山火事の予報にも利用できる〕、土壌水分（裸地または植生が少ない場所で、ただし、初期降雨条件や局所的降雨への対応が問題）の状態をバンド4で、また植生密度（面的または立体的に）をバンド7とバンド5の比（植生指数）で判定が可能である。

なお、広域を対象とする場合、ノア衛星（画素1 km）のデータから地域の年間雲量を観測し、年降水量、地表温度の分布を推定した例もある（アセアン諸国に対するリモートセンシング利用研究報告書、科学技術庁、1987）。

リモートセンシング技術で得られたデータは、気温・降水量・地形・傾斜・方位・標高等の他データ及び土壌・植生等の現地調査データと結び付け、地域の潜在的特性を解析する技術も確立しており、メッシュ情報やポリゴン（多角形）情報をも処理できる。更にデータはアナログ、デジタルの画像処理ができるので、データの表現や数値の集計等には大いに役立つ。

特にこれら技術の実用的利用システムを開発する必要がある。

衛星リモートセンシングにかぎらず、航空機探査、ビデオ撮影、空中写真（モノクロ及びマルチバンド）の利用により、より詳細な地上情報が得られることから、適地判定に当たっては、図-19に示すように多段階リモートセンシングの考え方で、航空機造林適地を段階的に絞りこんでいくことが望ましい。

なお、地表を草木、低木、高木の被覆率により、裸出地から草地、低木群落、樹林地、森林まで数段階に区分するものも適正立地条件を知るのに有効である。

以上の航空機造林適地選定に対するリモートセンシング技術利用のシステムをまとめると、図-20のとおりである。

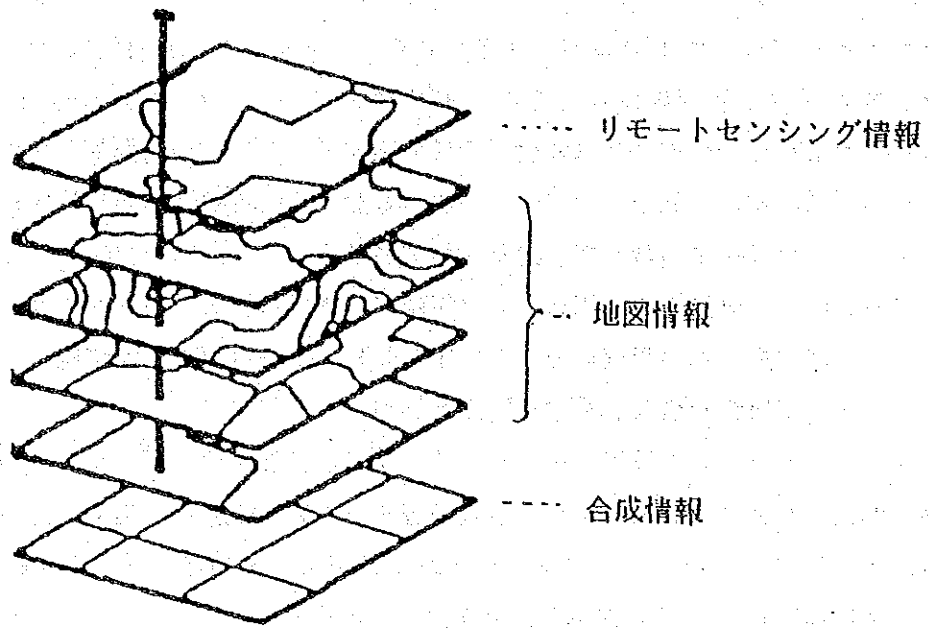


図-18 リモートセンシング情報と地図情報の重ね合わせ

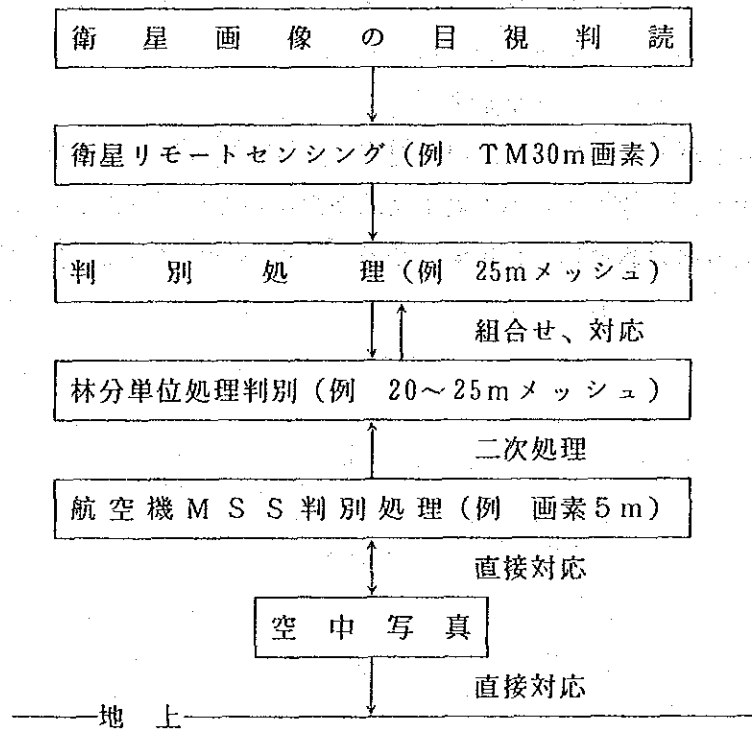


図-19 多段階リモートセンシング

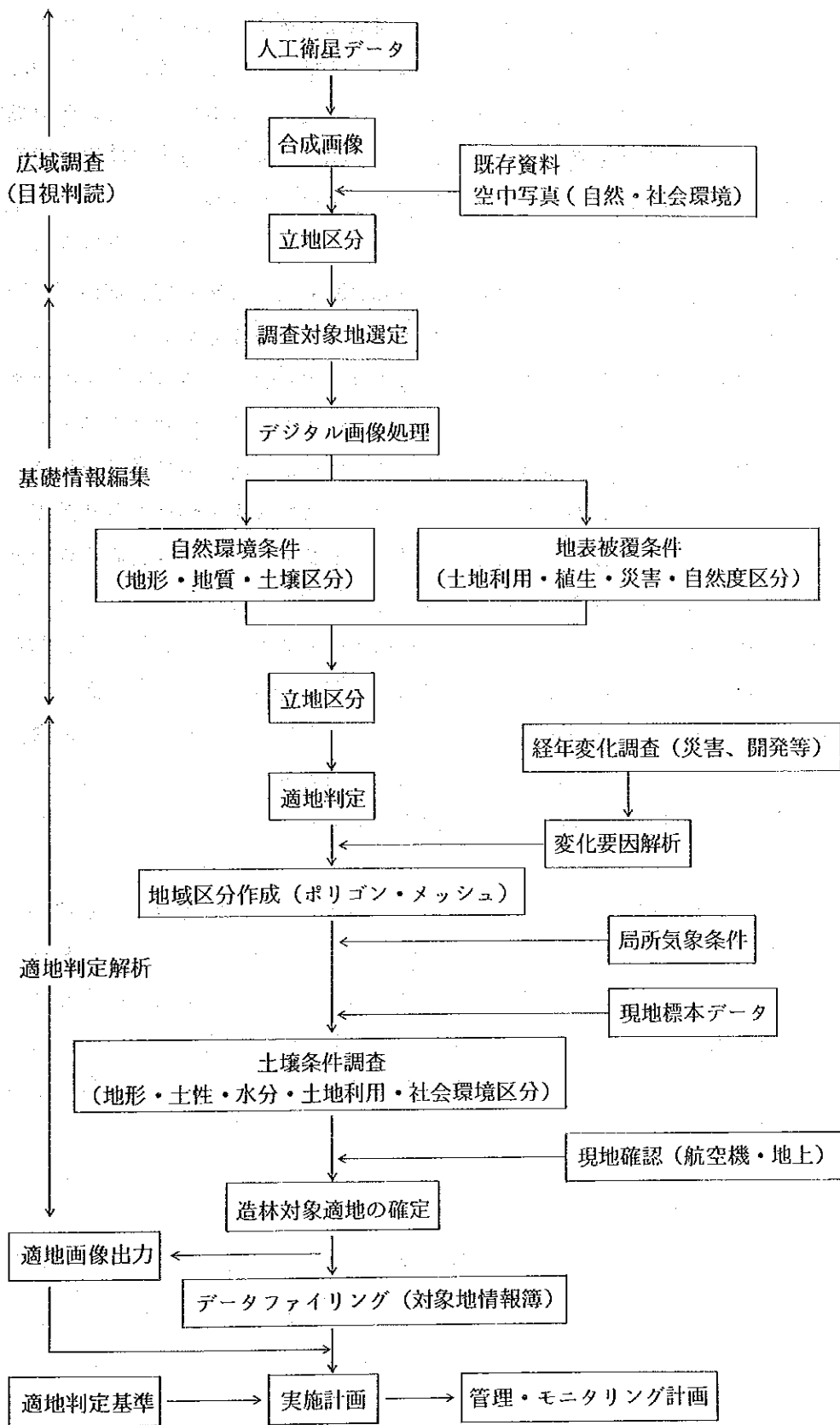


図-20 航空機造林適地判定に対するリモートセンシング利用体系

2) モニタリング

リモートセンシング技術の特徴の1つとして周期性がある。ある地域において、過去には鬱蒼とした森林があったにもかかわらず、焼畑や都市化、砂漠化等により、現在では農地や草地あるいは裸地になっている所がある。これは人為的作用によるものか自然的作用によるものかは別として、衛星データなどにより、明瞭に位置、面積、過去・現在の土地利用、植生等の変化がわかる。これは、今後、航空機造林を実行していく際に、土地環境の推移を予測する重要な指針を与えるものである。

また、航空機造林を実行した地域の生長成績の追跡調査や自然災害、維持・管理状況等へのモニタリングとしてもリモートセンシング技術は威力を発揮する。

さらに、雨期と乾期の画像により、植生生育や洪水地・遊水地の状況にも相違がでてくることがわかり、発芽可能地と播種適期の予察等、航空機造林適地判定に参考となる。

熱帯降雨林地帯等の雨の多い地域では、雲領域や影による暗部ができ、衛星データや空中写真からの情報に支障をきたしている。基本的には将来の全天候性センサ観測が予期されるが、現在でもこの点を補う方法として、異なる観測データのうち雲のない画素（ピクセル）を集めてつなぎ合わせるという合成画像の作成も可能である。

なお、航空機では既にマイクロ波センサが利用可能であるが、近い将来（1992年 J E R S 打ち上げ予定）人工衛星によるマイクロ波領域利用が可能となれば、自然的条件の調査に有効に利用されることが期待されることは前述したとおりである。また、地形図の不十分な地域に対しては、衛星のステレオデータ活用が有効となるであろう。これらの技術およびその経済的な運用システムの開発促進が必要である。

3) 開発途上国での諸問題

リモートセンシング技術による適地判定を行う場合、対象国で利用できる航空機探査、空中写真や衛星データ、また現地確認に限度があること、技術者のレベルや教育・指導問題、コンピュータなどの機器のメンテナンスの問題等、多くの課題を抱えている。

また、地域産業、労働力、育林意識、家畜、燃料その他の各種社会的条件も適地選定には、重要な因子となってくることを考慮しておく必要があり、それらの情報の整備法も検討しなければならない。

4-5 特定地域を想定した航空機造林技術

今回の現地調査では、インドネシア国南スマトラ州ブナカット地区のアランアラン草原を視察し、熱帯降雨林地帯の特定地域を想定した航空機造林技術の検討も行った。

4-5-1 立地条件

南スマトラ州ブナカット地区は、図-21に示すように南スマトラの州都パレンバンの南西約180kmに位置し、ムアラエニム県（旧ルマタンIOT県）の県庁のあるムアラエニム市の北部にある。

当地域は熱帯降雨林気候型に属し、一般に11～3月が雨期、4～10月が乾期といわれている。表-22に示すように年平均気温は約27℃、年平均湿度は約85%、年降水量は約2,380ミリメートルである。月平均気温の差はほとんどなく、一年を通じてほぼ一定であるが月降水量の差は大きい。雨期の降雨日は月20日前後であるが、乾期は10日以下になる。

調査対象地一帯は、準平原で丘陵地と波状地からなる。一般に起伏量は小さいが谷密度は高い。海拔高は概ね80メートル以下であるが、丘頂平坦面では100メートルくらい、谷底平坦面では50メートル前後である。

ムシールマタン河流域に位置し、大川はないが、多くの中小河川がみられる。

地質は新第3系のパレンバン層からなり、多くは凝灰岩質で固結度は弱い、緩く褶曲して石油を産する。土壌は、物理性では一般の熱帯土壌に比べて良好であるが、pHは酸性で有機物含量が低く、N、P、Kは乏しく、アルミニウム含量が高い。

当地域は熱帯降雨林帯に属するが、現在原生林はなく、択伐を受けた天然林が残っているにすぎない。植生は、多くは焼畑等により土地生産力の低くなった土地に侵入してきたイネ科草本のアランアラン (*Imperata cylindrica*)の草原及び灌木地である。また、アランアラン草原跡に造林した *Acacia mangium*、*Pinus merkusii*、*Acacia auriculiformis*、*Albizia falcataria* などの早生樹種人工林がある。なお、焼畑や同跡地が散在しており、これら人為の加わった場所では、かなり土壌侵食が進んでいる。

当地域へは、パレンバンから主要道路及び石油パイプライン管理道路（プルタミナ道路）等を利用できるが、後者は未舗装であり、少しでも雨が降ると局所的にかなりぬかるので車両の通行に支障をきたしている。

表-22 調査対象地周辺の気象
(調査対象地周辺の気象観測点6箇所平均)

単位：℃、%、mm

地名	区分	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
ブナカット	気温	25.9	25.8	26.4	27.1	27.4	26.7	26.3	26.3	27.0	29.9	26.4	26.0	26.6
周辺	湿度	89	86	86	85	84	83	85	85	83	83	84	85	85
	降水量	254	229	287	244	177	130	98	120	110	174	276	284	2383

期間：1953-1982 年平均

資料：LAPAN SURVEI DAN ANALISA TANAH CALON LOKASI HUTAN TANAMAN INDUSTRI DAERAH BENAKAT SUMATERA SELATAN/ 1988/BINA PROGRAM, RRL, DEPHUT

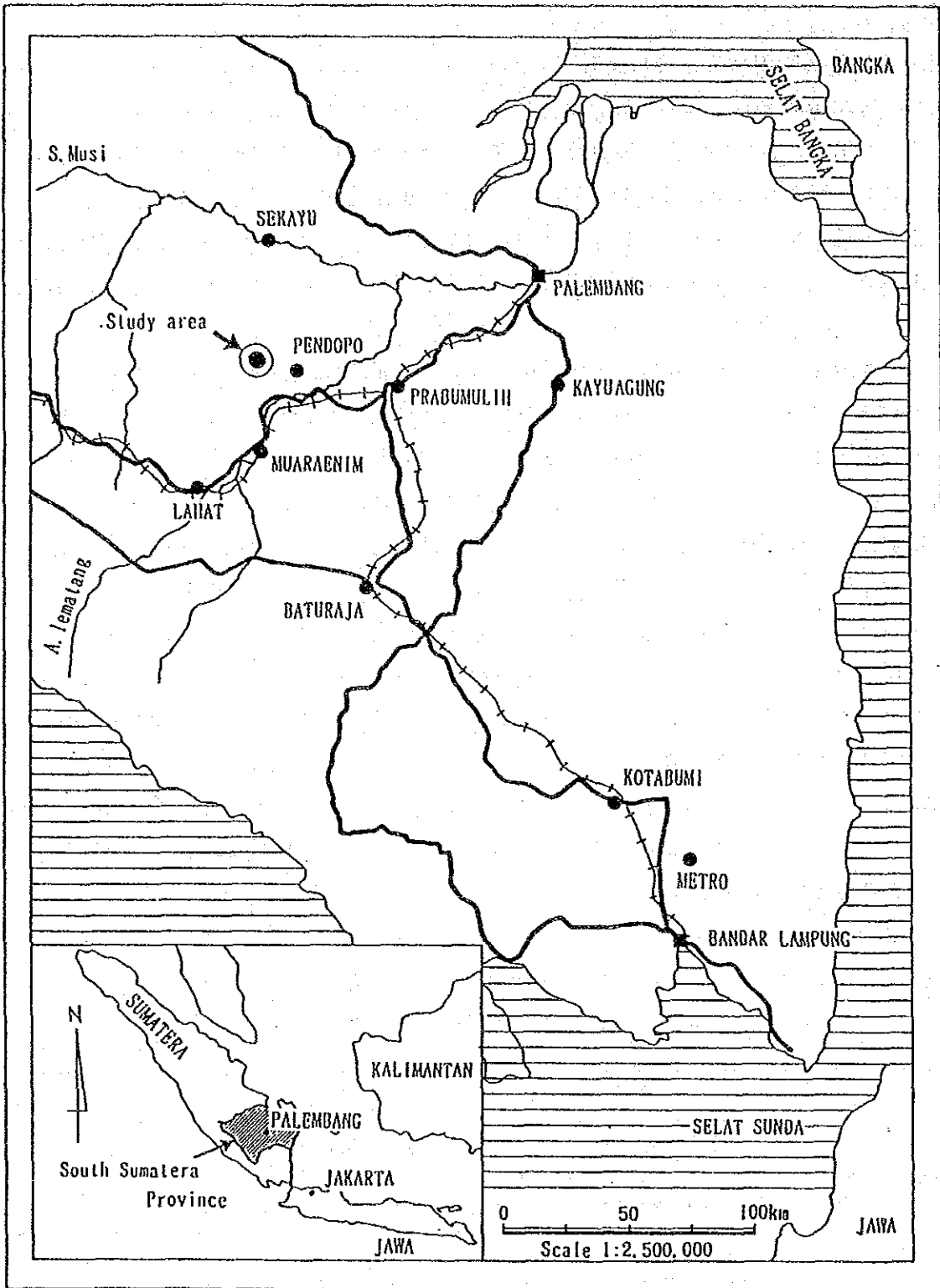


図-21 調査対象地域の位置

4-5-2 想定される技術基準

アメリカ・カナダ・オーストラリア・ニュージーランドなどの先進国、インドネシア・中国などの開発途上国における航空機造林技術は、前回調査の「大規模森林回復技術調査報告書、平成元年3月、国際協力事業団」にまとめられている。

日本における航空機造林技術は、北海道有珠山・長野県御岳山の火山噴火の災害復旧や広島県江田島の山火事跡地の緑化工事に見られるように、治山事業の範囲に限られており、一般の造林事業では実行されていない。この航空緑化工の技術体系については、日本治山治水協会より「航空緑化工の計画、設計、施工指針とその解説、(昭和55年9月)」として公刊されている。

これらの報告書・指針書と、今回のオーストラリア・インドネシア両国における現地調査資料によって、南スマトラ州ブナカット地域を念頭に、湿潤熱帯及び半乾燥熱帯地域の航空機造林技術基準を検討すると下記の通りである。

(1) 熱帯林における造林技術体系

これについては、前回の報告書において模式的に図-22のとおり示されている。植栽造林の従来の造林技術体系では、林道、大規模苗畑、労働者キャンプ等の建設・整備に多額の先行投資が必要な上に、育苗、地拵え、植え付け、保育などに40数工程の作業が必要である。一方、航空機造林では、林道や苗畑の建設・整備費、育苗費などが節減できる上に、従来の造林手法の多くの作業工程を大幅に短縮できることとなる。今後、それらの作業工程をいかに短縮し集中的に作業するかが航空機造林技術体系確立のキーポイントになると考えられる。

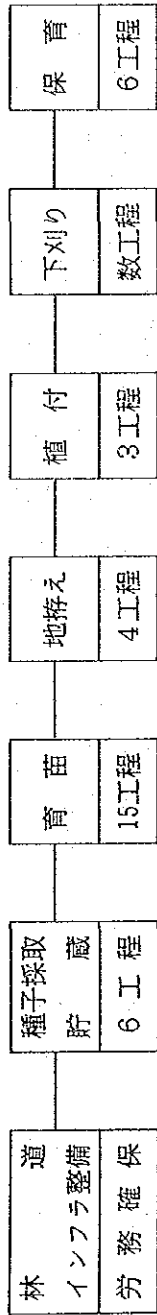
(2) 航空機造林技術基準

航空機造林に必要な技術項目と技術内容を一覧表にまとめると表-23のとおりである。今後、これらの必要技術について開発と改良を加えなければならないが、今日までに開発されている造林技術を検討し、前記南スマトラ州ブナカット地域のアランアラン草原を念頭に考察した航空機造林技術の適用基準を要約すると表-24のとおりである。

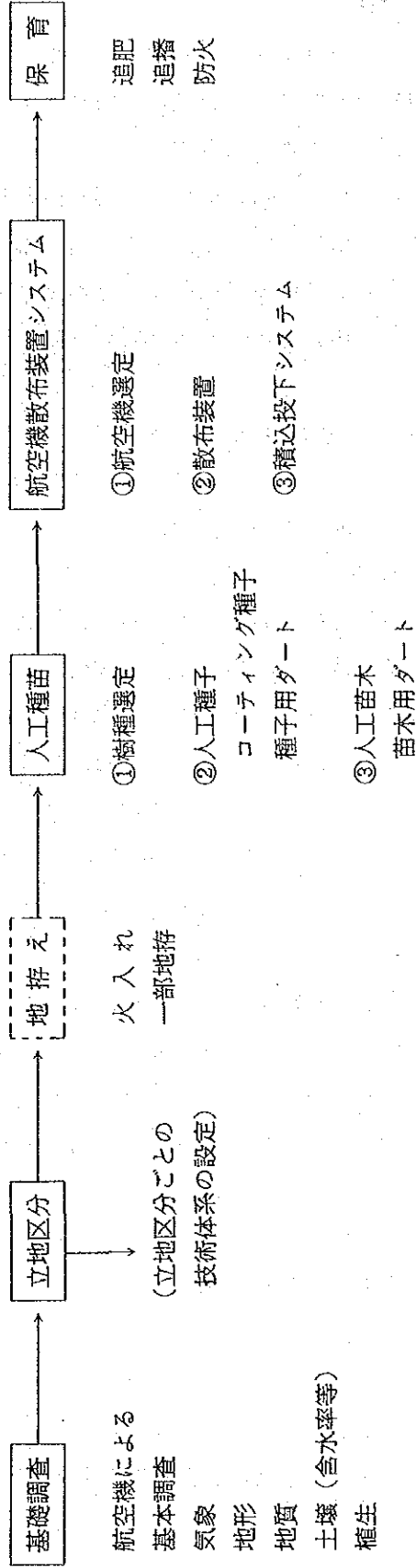
1) 対象地の立地区分

- a) 気候型：熱帯降雨林、一般に11～3月が雨期、4～10月が乾期とされている。
- b) 林床型：移動焼畑跡地等に侵入してきたイネ科草本のアランアラン草原に灌木を混生している。
- c) 地形・地質・土壌：準平原で丘陵地と波状地からなる。標高はおおむね50～100メートル。地質の多くは凝灰岩質で固結度は弱い。土壌の種類はアクリソルが大部分で、風化、洗脱が強度に進行している。このため、酸性化し、石灰、加里等の養分に乏しく、養水分の保持力も弱い。

○ 従来の造林技術体系



○ 大規模森林回復のための航空機造林



出所：前回の「大規模森林回復技術調査報告書、国際協力事業団、平成元年3月」による。

図-22 熱帯林における造林技術体系

表-23 想定される航空機造林技術基準

技術項目	技術区分	技術内容
1. 対象地の基礎調査	1) 自然的条件 2) 社会経済的条件	標高、気候（温度・雨量）、地形土壌（土層・土性・含水率）、植生、野生動物 地理的条件、制約条件、土地利用度、人口
2. 立地区分	3) 気候型 4) 林床型 5) 捕食動物型 6) 経済立地	湿潤熱帯、半乾燥地帯、熱帯高地 地質、土壌型、植生 種類と生息密度 土地利用度、開発度と開発構想
3. 地 拵 え	7) 火入れ地拵え 8) 機械地拵え 9) 無地拵え	刈り払い必要度、点火方法、防火帯設定 耕耘、地がき その立地必要条件
4. 種 苗	10) 樹種選定 11) 種子調達 12) 種子加工	郷土樹種、外来樹種、航空機造林候補樹種 62種から検索、マメ科等の肥料木主体 種子の採取、精選、貯蔵、3樹種以上混播 発芽促進処理、コーティング処理
5. 航空機散布手法	13) 航空機選定 14) 散布装置	航空機種、飛行法 散布装置選定、散布量計算、散布時期
6. 保 育 ・ 管 理	15) 成績調査 16) 追肥 17) 追播 18) 防火	稚樹発生率 必要性、肥料の種類、施肥料 樹種選定、種子散布量 防火帯、消防体制

表-24 南スマトラ州ブナカット地域における航空機造林技術基準

技術項目	技術区分	技術基準
a) 対象地の立地区分	① 気候型 ② 林床型 ③ 地形・土壌	熱帯降雨林、雨期11～3月、乾期4～10月 イネ科草本アランアランの草原 標高50～100 m、準平原で丘陵地、やせ地
b) 地 拵 え	① 火入れ ② 地がき	全面火入れ、消防体制の整備 火入れ後に地がき、地がき爪選定
c) 種 苗	① 樹種選定 ② 種子調達 ③ 種子加工	アランアラン草原向き2～3樹種、他3樹種 周辺で採取、精選、貯蔵 硬粒種子の発芽促進処理
d) 航空機散布手法	① 航空機選定 ② 散布装置 ③ 散布時期 ④ 散布量	ヘリコプターMBB・BO・105型 吊下げ式・横抱き式 雨期の初期、おおむね11～12月 50,000粒/ha程度
e) 保 育 ・ 管 理	① 成績調査 ② 追 播 ③ 追肥・除草 ④ 間 伐	種子の着地粒数、稚樹の生長、成立本数 種子の着地粒数と発芽率が過少の場合に散布 必要な場合、化成肥料、除草剤を散布 地元住民の燃料採取に利活用

2) 地拵え

a) 火入れ：インドネシア国の産業造林計画では、火入れ地拵えを禁止し、トラクターによる耕耘とハロー2回によって地ならしを行い、苗木を植栽することとしているが、航空機造林では、散布種子の着床と発芽のために、アランアラン草原への火入れは不可欠な地拵えと考えられる。

火入れに当たっては、燃焼し易い天候日を選定して行う。当日は風向きを良く調査し、燃焼し易い方向から火入れする。周辺地域への火の延焼がないように消火体制も整える等、十分配慮することが必要である。

b) 耕耘：火入れ跡地を点検し、有機物層が厚く残存していたり、鉍物質土壌が筋状に露出していない土地や表土層が極めて硬い場合には、大型トラクターにより耕耘や地がきを行うことも必要と考える。この作業にはフィリピン等の大規模造林で使用されているリッパー（図-23）が適すると考えられる。

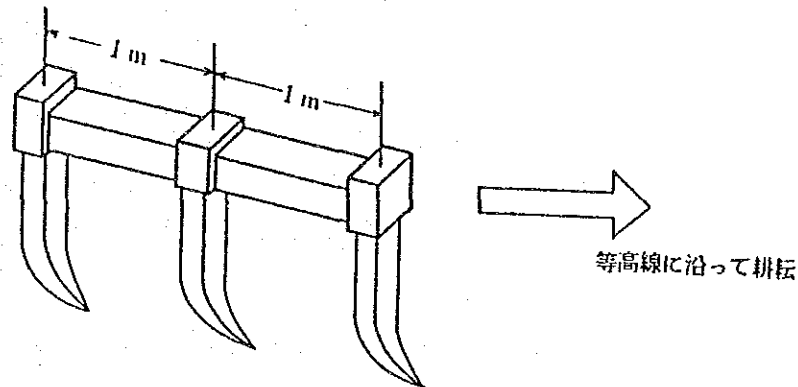


図-23 リッパーによる筋状耕耘

耕耘作業は植栽造林の場合に準じる。すなわち、地表の雑草を反転させて地中に入れ、地中の雑草の根を切断する。雑草の繁茂の激しい所では砕土・整地を2回行い、土塊を粉碎する。

耕耘の目的は、地中の根系を断つばかりでなく、地中に雨をできるだけ吸収させることもあるので、水分が吸収され易い雨期の始めと雨期の終わりが耕起の最適期になる。砕土・整地は種子散布前1週間に行うことが種子の定着と発芽状態を容易にする。

3) 種 苗

a) 樹種選定：ブナカッタ地域に有望な造林用樹種は、国際協力事業団及び南スマトラ州営林局による既往の造林地の成績等を解析した報告書（インドネシア国・産業造林計画調査インテリムレポート・国際協力事業団、1989年9月）によると、特にアランアラン草原及び灌木地におけるパルプ用樹種として、*Acacia mangium*, *Acacia auriculiformis* の2樹

種で、この他では *Albizzia falcataria* も生長の点からは有望であるが、容積重や材質の点から問題があり除外されている。これらは、いずれもマメ科の早成樹種であり、短伐期用である。

一般建築用樹種についても、特に郷土樹種に対する需要を考え、*Swietenia macrophylla*, *Schima wallichii* var *bancana*, *Peronema canescens* の3樹種が選定されている。

したがって、航空機造林においても、これらの樹種が有望であり、特にアランアラン草地では前者グループの2種が適当と考えられる。

b) 種子調達：ブナカット地域及びその周辺で採取し、精選、貯蔵する。対象樹種の種子の採取・貯蔵方法、キログラム当たり粒数などは表-25のとおりである。

表-25 種子の採取貯蔵方法等（インドネシア共和国）

樹種	採取時期	採取方法	貯蔵方法	貯蔵期間	kg当たりの粒数	発芽率
<i>Acacia mangium</i>	2月～3月 8月～9月	木に登り、枝切り器で枝を落とし、さやをとる。 朔果は直接日光に2～3日当てる。	普通の室内ないし空気調整をした室内に密閉容器にて貯蔵	10年以内	90,000～100,000	70%
<i>Swietenia macrophylla</i>	6月～8月	木に登り、枝切り器ないし、手でたね（核）をもぎとる。	粉炭、のこくず等の吸収剤と殺菌剤を混ぜ、15℃の保湿低温で密閉容器に貯蔵	2～3ヵ月	2,500～3,000	70%
<i>Eucalyptus urophylla</i>	7月～8月	木に登り、枝を落とし、さやをとる。 朔果は1～2日直接日光に当てる。	温度3～5℃相対湿度40%の乾燥低温で密閉容器にて貯蔵	2年以内	200,000～250,000	50%
<i>Albizzia falcataria</i>	7月～8月 2月～3月	木に登り、枝を落とし、さやをとる。 朔果は2～3日直接日光に当てる。	普通の室内で密閉容器にて貯蔵	10年以内	50,000～60,000	80%
<i>Pinus merkusii</i>	2月～6月	木に登り、枝切り器で球果をとる。 熟した球果はナイフで割り、手で種をとる。	温度3～5℃、相対湿度40%の乾燥低温で密閉容器にて貯蔵	12ヵ月以内	40,000～50,000	60%
<i>Eucalyptus deglupta</i>	4月～9月	木に登り、枝切り器でさやをとる。 朔果は1～2日直接日光に当てる。	<i>Pinus merkusii</i> に同じ	2年以内	600,000～800,000	50%
<i>Acacia auriculiformis</i>	2月～3月 8月～9月	<i>Acacia mangium</i> に同じ	<i>Acacia mangium</i> に同じ	12年以内	50,000～60,000	80%
<i>Shima wallichii</i> var. <i>bancana</i>	4月～8月	木に登り、果実をとる。 3～4日日光に当て種子をとる。	温度15℃、相対湿度60～80%の保湿低温で密閉容器にて貯蔵	12ヵ月以内	15,000～20,000	40%
<i>Peronema canescens</i>	8月～11月	木に登り、乾燥した花序をとり、乾いたバックの中でつぶして種子をとる。	温度3～5℃、相対湿度40%の乾燥低温貯蔵庫に密閉容器にて貯蔵	—	15,000～20,000	40%

(林業省造林総局造林局種苗課による 1989)

c) 種子加工：使用樹種の発芽率を少なくとも80%以上に高めるため、種子の精選度を高めるとともに、マメ科樹種の硬粒種子は温湯または熱湯による発芽促進処理を行う。今回、選定の5樹種は1キログラム当たり2,500~9万粒の比較的大粒種子であるので、重み付けのコーティング処理は必要としない。

4) 航空機散布手法

a) 航空機選定：インドネシア政府が現在8機所有しているMBB・BO・105型ヘリコプターを使用する。この型のヘリコプターは最大速度269km/H、巡航速度242km/H、航続距離536キロメートル（写真-4）。

b) 散布装置：容器には吊下りバケット式と横または下抱きホッパー式がある。前者は多種類からなる散布材料を大量に散布するのに適し、後者は一種類か形状の類似する材料を比較的低い密度で散布するのに適し、拡散性に優れている。散布装置は、使用種子の形態や3樹種以上の混播か否か等によって長所・短所を判定し選択する。

c) 散布時期：雨期の初期とし、おおむね11~12月。

d) 散布量：50,000粒/ha程度。この種子重量は前記の表-25により計算すると、Acacia mangiumで0.5~0.6キログラム、Acacia auriculiformisで0.8~1.0キログラムに相当する。なお、ブナカット地域における産業造林計画では苗木植栽密度は1,100本/haを標準としている。これに準じると、散布種子粒数に見合う稚樹成立本数は2%程度となるが、発芽率と稚樹生存率を高めることができれば、50,000粒/haは必要ないと考えられる。

5) 保育・管理

a) 成績調査：種子散布に先立ち、地上に調査プロットを配置し、種子の着地粒数・発芽率などを調査するほか、その後、数年間にわたり稚樹の生長・成立本数などを調査する。

b) 追播：種子の着地粒数や発芽率が過少の場合は速やかに不足量を追播する。

c) 追肥・除草：数年間も生育が悪い場合には、種子散布手法に準じ、化成肥料の散布を考慮する。雑草木との競合に負けて被圧されている場合には、残留汚染の危険性がない除草剤の散布を検討する。

d) 除伐・間伐：過密林分では間伐が必要となるが、地元住民の燃料採取に除伐が利用されるよう計画・実行する。

(3) 航空機使用基準

1) 航空機種

インドネシアでは、現在政府が8機のMBB・BO 105型ヘリコプターを所有しているので、この機種を使用することとして使用基準を作成した。（写真-4、図-24）

この型式のヘリコプターの性能は次のとおりである。

① 回転翼の直径 9.84m

- ② 胴体全長 8.81m
- ③ 全高 3.07m
- ④ 自重 1,304kg
- ⑤ 総重量 2,400kg (機内搭載時)
2,600kg (機内吊下時)
- ⑥ 発動機 アリソン 250-C-28C
550shp×2
- ⑦ 燃料容量 279ℓ
- ⑧ 最大速度 269km/H
- ⑨ 巡航速度 242km/H
- ⑩ 海面上昇率 494 m/min
- ⑪ 実用上昇限度 6,090 m
- ⑫ 地面効果内ホッパー限度 3,255m
- ⑬ 地面効果外ホッパー限度 3,285m
- ⑭ 航続距離 536 m

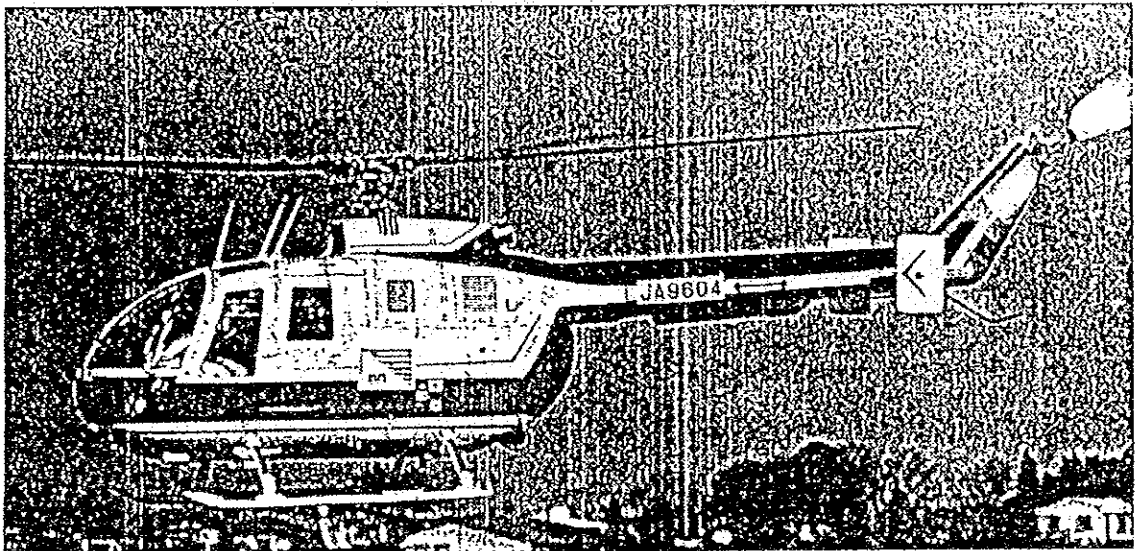


写真-4 MBB BO 105

〔注〕世界航空年鑑(1987)

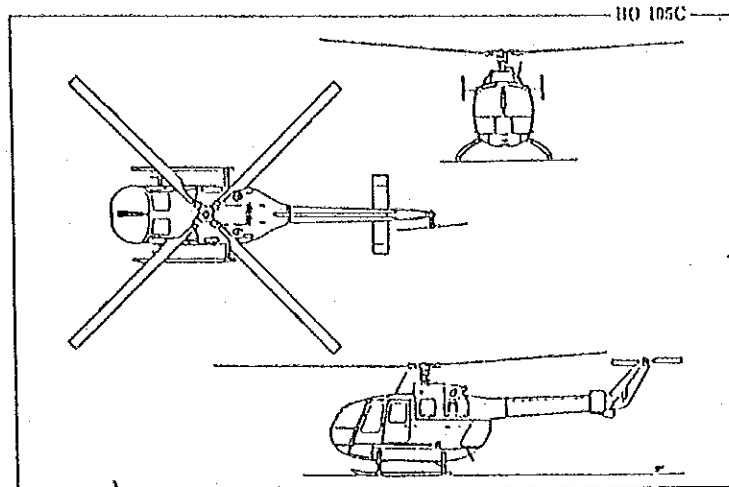


図-24 MBB BO 105

「注」同上

2) 散布装置

ホッパー横抱き式粒剤散布装置

3) 散布樹種

Acacia類

4) 散布量

1.0kg/ha (50,000粒)

5) 飛行諸元

a) 散布速度

48~64km/H

b) 散布高度

地上20~40m

c) 散布幅

20~25m

d) 吐出量

32g/sec

e) 所要時間

ha当たり 0.01 時間

6) 散布方法

a) 平坦地での散布

風向きに対して直角方向に、横風を受けるように飛行する。風下側から散布を始め常に

風上側に向って旋回することを原則とする。

なお、ムラ撒きにならないよう十分注意する。

b) 傾斜地の散布

傾斜地では、等高線に沿っての散布飛行を原則とする。

ただし、15°以下の緩傾斜地は下降散布も許される。

7) 風速の許容限度

地上 1.5メートル位置の風速の許容限度は、5.0/sec である。

4-5-3 航空機造林に必要な経費

(1) オーストラリアの実施例

オーストラリアで検討されたヘリコプター利用による経費の効率化の例では「ヘリコプター利用にもとづくシステムが飛行機利用よりも、はるかに効率的である」としている。その利点の内容は次の如くである。

- ① ヘリコプターは一般に目的地近くの空地や道路を使用できるので、空輸費を大きく節減できる。
- ② 散布航路終点での旋回が不用となる。
- ③ 地勢に悩まされることが少ない。ヘリコプターは常にどの方向からの風にも対応して散布することができる。

ヘリコプターの運航費は、飛行機よりもやゝ高いが、その効率化から見ればほとんどそれは消去される。直接作業費にはそれほどの差がないうえ、運航の柔軟性、即応性から見て安価なものとなろう。

また、ヘリコプター利用の場合、対空標識や地域マークを設置する経費は不用となる。

面積の変更も容易である。地勢のいかんにかゝらず、不規則または小地域でも効果的に作業ができ、小型の種子を限定された場所に散布したり、次の対象地に直行して、通常地上作業であればあらためて経費を見なければならぬような追加散布も経済的に実行ができる。

Aerial Seeding by helicopter, Forest Commission, Victoria の資料に基づき、ビクトリア州の航空機造林の経費を推定した。ビクトリア州では航空機造林を現在ヘリコプターのみで行っており、飛行機に比較してヘリコプターによる造林がどの程度経費節減できるかを分析したものである。ビクトリア州では、2台のヘリコプターにより年間 3,400ヘクタールの造林を計画しており、こゝでは1台で 1,700ヘクタール造林した場合を前提として経費節減について検討した。

1) 節減経費とコスト

a) 節減経費

① チャーター料

標準的なチャーター料として（造林面積全体 300ヘクタール）1 伐区の面積30～40ヘクタールのときの作業コストは次のとおりである。

区 分	作 業 費 用	
	高効率の場合	低効率の場合
セスナ180（1987年のおおよそのコスト）	5 Aドル/ha	8 Aドル/ha
PIPER PAWNEE（種子貯蔵庫付き） 30～45 ha/H 散布	7 Aドル/ha	10 Aドル/ha
Bell 206 Bヘリコプター（種子散布装置付き） 60～85 ha/H	8 Aドル/ha	11 Aドル/ha

ヘリコプターのチャーター料は、1時間 680 Aドル（燃料込み）であるが、1日5時間以上使用すれば1時間当たり約 370 Aドルとなる。また、森林火災防止期間は、1時間当たり 270 Aドルとなる。ヘリコプターのチャーター料1時間当たり 370 Aドル及び 270 Aドルを直接費として計算すると次のとおりとなる。

区 分	作 業 費 用	
	高 効 率	低 効 率
Bell 206 Bヘリコプター （種子散布装置付き）	4.10 Aドル/ha	6.70 Aドル/ha
森林火災防止期間 270 Aドル/ha Bell 206 Bヘリコプター（燃料費込み）	3.00 Aドル/ha	4.90 Aドル/ha

1ヘクタール当たりの平均費用は、ヘリコプターが飛行機より約1 Aドル安くなっている。

② 間接費

飛行機散布では、散布幅を示す標識が必要であるが、ヘリコプターの場合には必要がないが、そのコストは計算に含めない。

③ 種子費

ヘリコプター散布は飛行機散布に比べ、正確に種子を散布できるので、8～10%の散

布種子を節約できる。種子は飛行機の場合、1.5kg/ha散布する。種子の価格はおよそ100 Aドル/kgで、1,700ヘクタール散布した場合25万 5,000 Aドルとなる。ヘリコプターの場合8パーセントの種子量が節約できるので2万 400 Aドルの節減となる。

④ 散布準備費

飛行機の場合、種子のコーティングが必要であるがヘリコプターの場合には必要としない。色々の散布作業を考えるとヘリコプターの場合には飛行機の場合のおよそ半分の経費となっている。飛行機の場合3万 Aドルの散布準備費がかかるので、ヘリコプターの場合、約1万 5,000 Aドル節減できることになる。

b) コスト

① 設備費

ヘリコプター用の改良散布装置 1セット

28,000 Aドル

付属品 3,000 Aドル

計 31,000 Aドル

5年間使用するとして1年当たり 6,200 Aドルとなる。

② メンテナンス

散布装置等の整備・修理等に年間 1,000 Aドルを要している。

③ ヘリコプターの改造費

散布装置着装のためのヘリコプター改造費は、通常ヘリコプターの所有者負担で経費に含めない。

2) 計上不能な利益

最も大きな利益は、ヘリコプターによる種子散布で林地の確実な更新が可能となることである。

3) 経済的評価の総括

次の表は、前記のヘリコプター造林と飛行機造林の経費についてまとめたものである。

項 目		節 減 費 用	追 加 コ ス ト
1)-a)-①	チャーター料	1,700 A ドル	
②	間接費	N.A	
③	種子費	20,400 A ドル	
④	散布準備費	15,000 A ドル	
1)-b)-①	設備費		6,200 A ドル
②	整備・修理		1,000 A ドル
③	ヘリコプター改造費		N.A
	計	37,100 A ドル	7,200 A ドル
2)-a)	確実な更新 未熟練による第1回目の能率低下	—	—

以上からは、ヘリコプター造林は飛行機造林に対し、年間約3万Aドル節減できることになる。

(2) 航空機造林経費の計算例

航空機造林の所要経費は造林成功事例を基礎に積算しなければ信頼性に乏しいと考えられる。その意味で、航空機造林の先進国カナダのオンタリオ州における造林費が、すでに前報告書に表-26のとおり報告されている（大規模森林回復技術調査報告書、国際協力事業団、平成元年3月）。

表-26 航空機造林のha当たり所要経費（カナダ）

単価usドル

作 業 項 目		範 囲	平 均
地 拵 え	除 草 剤	33～34	33
	火 入 れ	41～78	66
	地 が き	87～266	166
	小 計	—	265
播 き 付 け	種 子	38	38
	散 布	2～6	4
	小 計	—	42
合 計			307

カナダドル/usドル=120%

これによると、地拵え費には除草剤・火入れ・地がき費、播き付け費には種子代と航空機散布費が積算され、ha当たり合計 307usドルとなっている。これに対し、この地方における植栽造林の場合は、地拵え・苗木代・植え付け費の合計が 583usドル程度が標準とされ、航空機造林費は植栽造林費の52.7パーセントと計算されている。

なお、両者の造林費は造林の直接経費のみを計上しているが、植栽造林では林道等がなければ実行不可能であり、したがって、その直接造林費には道路建設費等を加える必要がある。

道路は、林内道路と、それに到達する主幹線道路に区分されるが、林内道路は植栽造林の場合、ha当たり20メートル程度が一般的である。この建設単価を25usドル/mとすれば、1ヘクタール当たりの建設費は 500usドルとなり、これを植栽造林の直接費に加算すると、それは1ヘクタール当たり 1,083usドルとなり、航空機造林費が一段と割安になる。

さらに、これらの林内道路に到達する幹線道路の建設が必要となれば、その建設費を上記に加算しなければならない。仮に造林対象面積を1万ヘクタールとし、到達道路延長50キロメートルが必要であるとすれば、その建設単価が 200usドル/mであれば、それは1ヘクタール当たり 1,000usドルとなり、総計 2,083usドルを要することとなる。これらにより航空機造林に要する経費は植栽造林の28～15パーセントであり、極めて低コストといえる。

表-26に示したカナダにおける航空機造林経費の内訳を検討すれば、地拵え費がそのうちの86パーセントを占め、播き付け費は14パーセントで済んでいる。この地拵え作業の必要性と採択の有無によって航空機造林費は大きく変動するといえる。ニュージーランドの高海拔地における航空機造林費は、1ヘクタール当たり20～30usドルと極めて安価なことが報告されているが、それは、地拵えを行わないためである。

地拵え費を除くと、種子代が最大の経費となる。種子代は樹種や品種によっての差異が大きく（表-27参照）、計画的な種子の予約や貯蔵等によって種子代を節減する必要がある。

以上の問題点を考慮に入れて、表-24に要約して示した南スマトラ州ブナカット地域における航空機造林技術基準を事例に、それらの直接造林費を積算したのが表-28である。これらの所要経費を根拠に、更に所要経費の主要部分を占める地拵え費と種子代の増減ケースを考えて検討すると次のとおりである。

1) 標準的造林技術の適用の場合

表-28に示した造林経費は表-24に示した標準的造林技術を適用した事例である。アララン草原における地拵えでは、まず、火入れを行い地表の雑草木と堆積した有機物を焼き払い、その跡地を全面に地がきすれば、散布種子の着床と発芽・生育には極めて好適条件となる。しかも、それらの地拵え費は合計56.7usドルで済み、火入れをしない植栽造林の場合の98.8usドルに対し57パーセント程度となり、地拵えコストは安くなる。

種子代はカナダ国の事例（表-26）に準じて1ヘクタール当たり種子量を5万粒とし、

植栽造林の場合の苗木代 1,100本分の44.0usドルと同等額としたが、種子散布費が苗木植栽費よりコストが安いので、播種費の合計は58.1usドルとなり、苗木植栽費の86.0パーセントで済むこととなる。

その後1年間の保育・管理費については、雑草との競合を回避するための除草が必要となれば、環境汚染が生じないような除草剤散布を計画する必要がある。この所要経費を前記のカナダ国に準じて40.0usドル計上した。このため、植栽造林の場合の人力による下刈り17.9usドルの2.2倍のコスト高になった。航空機造林の場合、稚樹の生長量が雑草木との競合から何か月で抜け出るかによって除草費の必要額が変わってくる。火入れ地拵えを行えば、雑草との競合は余り問題にならない場合も考えられるので、この点、各種試験地で検討する必要がある。

しかしながら、地拵え費と播種費が植栽造林の場合の57～86パーセントで済んでいるので、保育・管理費を含めた総所要経費は154.8usドルとなり、植栽造林費の84.0パーセントで済み、コスト面では有利と考えられる。

表-27 ナイジェリア国における種子価格

(1985年10月現在)

		(換算 N 1 = 273円)
Acacia auriculiformis	N 45.00/kg	12,290 円
Acacia nilotica	N 10.00/kg	2,730 円
Azadirachta indica	N 11.00/kg	3,000 円
Eucalyptus camaldulensis	N 20.00/kg	5,460 円
" citriodora	N 11.00/kg	3,000 円
" cloeziana	N 13.00/kg	3,550 円
" tereticornis	N 11.00/kg	3,000 円
Dalbergia sisso	N 15.00/kg	4,100 円
Casuarina cquisetifolia	N 22.00/kg	6,010 円
Cmelina arborea	N 250.00/70kg. Sack	68,250円/70 kg
Khaya senegalensis	N 33.00/kg	9,010 円
Parkia clappertoniana	N 24.00/kg	6,550 円
Pinus caribaea	N 110.00/kg	30,030 円
P. oocarpa	N 85.00/kg	23,210 円

表-28 航空機造林費と苗木植栽造林費の標準的比較

作業費目	航空機造林			苗木植栽造林			備考
	作業細分	ha当たり工程	ha当たり経費 usドル	作業細分	ha当たり工程	ha当たり経費 usドル	
1. 地 帯	1) 火 入 れ	2人	2.24	1) 伐 開	10人	11.20	植林地の一部、チェーンソー使用
	2) 地 が き	2.20時間	54.46	2) 枝条整理	2.20時間	54.46	トラクター使用
	(小計)		(56.70)	3) 耕 転 2 回	3.18時間	33.12	トラクター使用、4m間隔に2m幅の筋状
	1) 種 子 代	50,000粒	44.00	(小計)		(98.78)	
	2) 種 子 処 理	0.1人	0.11	1) 苗 木 代	1,100本	44.00	1本単価0.04usドル
2. 播 種・植 付 け	3) 種 子 散 布	0.01時間	7.00	2) 植 付 け	16人	17.92	植穴掘り、施肥等を含む
	4) 追 播	0.01時間	7.00	3) 補 植	2人	2.24	10%補植
	(小計)		(58.11)	4) 苗 木 輸 送	3人	3.36	プラスチック
	5) 除 草 剤	50kg	33.00	(小計)		(67.52)	
	6) 同 剤 散 布	0.01時間	7.00	1) 下刈り2回	8人×2回	17.92	機械刈りの場合3.18時間
3. 保 育・管 理	(小計)		(40.00)	(小計)		(17.92)	
	総 計		154.81			184.22	

注1) 航空機造林作業工程は、「大規模森林回復技術調査報告書、国際協力事業団、平成元年3月」によるカナダ、アメリカの造林事例と、今回調査のオーストラリア、インドネシアの事例を参考に整理した。

注2) 苗木植栽造林の作業工程と所要経費は、「南スマトラ森林造成計画(造林コスト分析)調査報告書、国際協力事業団、昭和60年3月」によった。

注3) 保育管理費は造林第1年間に止めた。したがって、除伐、間伐等は今後の検討課題となった。20年後の立木密度は1,000本/ha程度を想定した。

注4) 資金単価 2,000RP/人・日 = 1.12usドルに換算した。トラクター、ヘリコプターの稼働時間は6時間/日、ヘリコプター 100kg積載容量を持ち、チャーター料 700usドル/時間で計算した。

2) 火入れ地拵え困難な場合

草地における火入れ地拵えは航空機造林の有効な手段となるが、火入れ地拵えができない場合には、植栽造林の地拵えと同様トラクターによる耕耘地拵えが有力な方法である。植栽造林における耕耘は図-25に示すように、草地全面を耕耘するのではなく、通常筋状に耕耘するのが標準となっている。

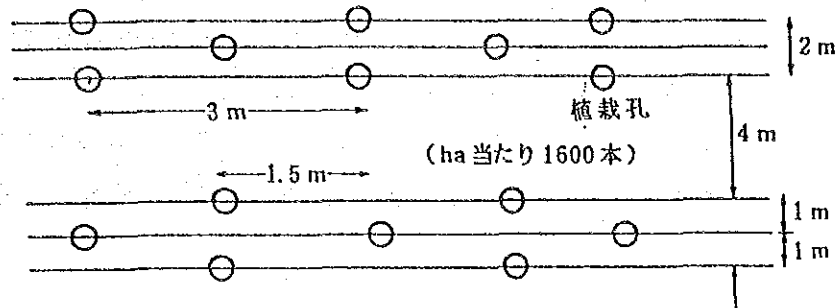


図-25 筋状耕耘と植栽間隔 (タンザニアの事例)

したがって、航空機造林の場合、ヘリコプターの種子散布幅は18メートルが適切であることから、上記の地拵えに合わせた散布装置や飛行法を考案するか、筋状耕耘帯を幅18メートルにする等を工夫する必要がある。

しかしながら、植栽造林と同等の地拵えをすると、航空機造林の総所要経費は196.9usドルとなり、植栽造林の184.2usドルよりも6.9パーセントほどコストが高くなる。もちろん、この内訳には除草剤費が33usドル積算されていることにもよるが、火入れ地拵えを禁止することは航空機造林の経済性を著しく低下するおそれがある。

3) 地がきを必要としない場合

地表植生や有機物層が少なく、鉍物質土壌が露出している林床や、森林の伐採跡地等では、火入れだけで地がきをしなくても散布種子の定着と発芽が可能であることが多いと考えられる。山火事跡地の航空機造林では特別に地がきをせずに成功している事例が多いので、このような土地条件を確認し、地がきを省略することができる。

この場合、地拵え費は火入れ作業労賃の2.2usドルのみとなり、植栽造林地拵え費のわずか2.2パーセントになる。このため、航空機造林の総経費は100.4usドルに低下し、植栽造林費の54.5パーセントになり、コストが大幅に低下する。

4) 散布種子の確保が容易な場合

航空機造林費の内訳では、地拵えの地がき費が54.5usドルで最も高く、次いで播種費の種子代が44.0usドルとコストが高い。この種子単価は商業ベースであるので、採種用母樹が豊富な地域や計画的予約生産体制を整備することによって供給体制が確立されると、こ

ここで計上した44.0usドルの20~30パーセントの切り下げは可能と考えられる。それが成功すれば10usドル前後は安くなり、航空機造林費の総計は平均 143.8usドルに低下し、植栽造林費の78.0パーセントにコストが下げられる。

なお、散布種子については、発芽率 100%に近い精選種子を使用するほか、その散布種子が着床してから速やかに発芽・生育するように種子の発芽促進処理法や種子加工技術が開発されれば、成林後の立木密度は1ヘクタール当たり 1,000本程度を想定しているので、散布種子量は今回計上した5万粒/haより50パーセント近く節減できる可能性がある。この点も、今後の現地試験での検討課題となる。

以上の検討事例についての航空機造林費の変動額を一覧表に整理すると表-29のようになる。これら変動要因については航空機造林費のコスト低下を図る際の重要検討課題でもある。

表-29 航空機造林費の変動ケース別一覧表

1. 標準的造林技術適用の場合 = 154.81usドル (苗木植栽造林費の約84%)		
内訳 1) 地拵え費 : 56.70	2) 播種費 : 58.11	3) 保育管理費 : 40.00
↓	↓	↓
①火入れ : 2.24	①種子代 : 44.00	①除草剤 : 33.00
②地がき : 54.46	②種子処理 : 0.11	②同散布 : 7.00
	③種子散布 : 7.00	
	④追 播 : 7.00	
2. 火入れ地拵え困難な場合 = 196.89usドル (同 107%)		
内訳 1) 地拵え費 : 98.78	2) 播種費 : 58.11	3) 保育管理費 : 40.00
↓	↓	↓
①伐 開 : 11.20	同 上	同 上
②枝条整理 : 54.46		
③耕耘2回 : 33.12		
3. 地がきを必要としない場合 = 100.35usドル (同55%)		
内訳 1) 地拵え費 : 2.24	2) 播種費 : 58.11	3) 保育管理費 : 40.00
↓	↓	↓
①火入れ : 2.24	同 上	同 上
4. 散布種子の確保が容易な場合 = 143.80usドル (同78%)		
内訳 1) 地拵え費 : 56.70	2) 播種費 : 47.10	3) 保育管理費 : 40.00
↓	↓	↓
①火入れ : 2.24	①種子代 : 32.99	同 上
②地がき : 54.46	②種子処理 : 0.11	
	③種子散布 : 7.00	
	④追 播 : 7.00	

5. 今後への提言

(1) 航空機による種子散布の留意点

オーストラリア・インドネシア両国の航空機による種子散布を調査した結果を総合すると、熱帯・亜熱帯の多雨地帯の航空種子散布技術の留意点として次の3点があげられる。

- ① 雑草、雑木に負けない生長速度を持つ主林木を選定しその種子を散布すること。
- ② 種子の着床、発芽条件を整え、雑草を抑制するための地表処理および必要な場合は種子加工を行うこと。
- ③ 地表処理と航空種子散布の時期を雨期の初めの適切な時期に設定すること。

(2) 主林木の選定

前項の留意点のうち②、③については5の今後の技術開発で述べたのでここでは①についての提言をしたい。

オーストラリアでは *Eucalyptus regnans* を主林木とし、インドネシアでは6種類の樹種のうち主林木として残ったのは *Acacia auriculiformis* であった。ブナカットを想定した技術マニュアルでは *A. mangium* が主林木である。

ここで *A. mangium* については主林木としての永続性が懸念される。主林木としての寿命ではオーストラリアのユーカリは申し分ない。また、ユーカリは南緯37度の山地で30年伐期、胸高直径が40センチメートル以上にも成長する点も理想的である。何よりも初期の上長生長が著しい点が航空種子散布の主林木に適している。

オーストラリアのユーカリは約600種もあり、各品種とも広い範囲に分布している。従って、熱帯、亜熱帯の各地の気温・雨量・土性・土壌深に適したユーカリがオーストラリアの何処かに存在する可能性が大きい。今後の航空種子散布に用いる主林木の種子として注目すべきである。但し、同一品種であっても産地が異ると生長に著しい差を生じることに留意しなければならない。

(3) 種子加工と地上作業

航空種子散布の対象地の地表処理の精粗は散布後の森林成立の成績を左右するが、同時に航空種子散布全体の経費に大きな影響がある。また、1万ヘクタールもの大面積の山地の地表を雨期の始めに一斉に耕起処理することは時間的な制約があって困難である。そこで、火入れ等の簡易な地表処理でも種子を発芽成林させることを可能にする種子加工技術の開発が必要である。加工の内容と投下する加工品の構造・形態についていくつかのモデルを試験し地表面への定着と発芽・生長を確認することで種子加工の方法を固めてゆくべきであろう。

(4) 種子の確保

大面積の森林回復を目的に航空機による種子散布を行うためには、特定の品種の種子を大量に確保する必要がある。一般市販品には量・質ともに供給を期待することは出来ない。計画する散布面積に応じた量の種子を毎年確保するため、採種園を作り、散布に必要な量の種子を採取する手当てを事前に行う必要がある。

(5) 現地試験

航空機による種子散布で森林を造成する技術は確立されておらず、また、種子加工についての技術も今後の課題である。ただ、現地における種子の発芽や草との競合については散布当年あるいは次の年に結果が確認出来るのであるから、大規模な実行に先立って、種子の種類、種子加工、地表処理のいろいろな組み合わせごとの試験地を作り、最適の組み合わせを確かめるべきである。経費面の制約がきびしい場合は特にその必要性が大きい。

(6) 今後の技術調査の必要性

熱帯・亜熱帯の多雨地帯の航空機による大規模森林回復技術を調査・考察したが、今回の調査では両国とも成功例のみで失敗例を見ることが出来なかった。今後の調査では失敗例についても調べる必要がある。

また、半乾燥気候地帯の無立木地は全世界に大面積に存在する。半乾燥地は気候条件が多雨地帯とは本質的に異なるため、航空種子散布の技術体系は多雨地帯とは別のものと考えられる。半乾燥地帯における航空種子散布の事例を調査し、その技術について検討することが必要である。

1. 世界諸国の航空機造林事例

1-1 中国における航空機造林

1-1-1 作業内容

中国で実施されている航空機造林の作業内容は、樹種の確定、実播区域の選択、観測設計、播種時期の選定、種子の準備、滑走路の点検、航空機の手配、機構設立、実播の技術、実行区域の閉鎖、保護等である。

航空造林作業のフローチャートは、図-26のとおりである。

(1) 特長

実行速度が早く、効率が高いこと。

「飛行機播種造林手帳、中国林業出版社、1985年」によれば作業仕様は、伊尔14型の航空機 1日/機/5回、樹種/雲南松或いは馬尾松、実播面積/2,667ha (1ha=15ムー)、4,000人相当の労働量。

速-5型の航空機 1日/機/5~7回、樹種/油松 (Pinus tobulaeformis Carr.)、実播面積/667ha ~933ha、1,000 ~1,400人相当の労働量。

(2) 実播範囲

山奥または、人間が進入困難な地区。

(3) 低コスト

北方：樹種/油松、1ha=37.5元、3年

生苗木/1ha=150元

南方：樹種/南松・馬尾松、1ha=22.5

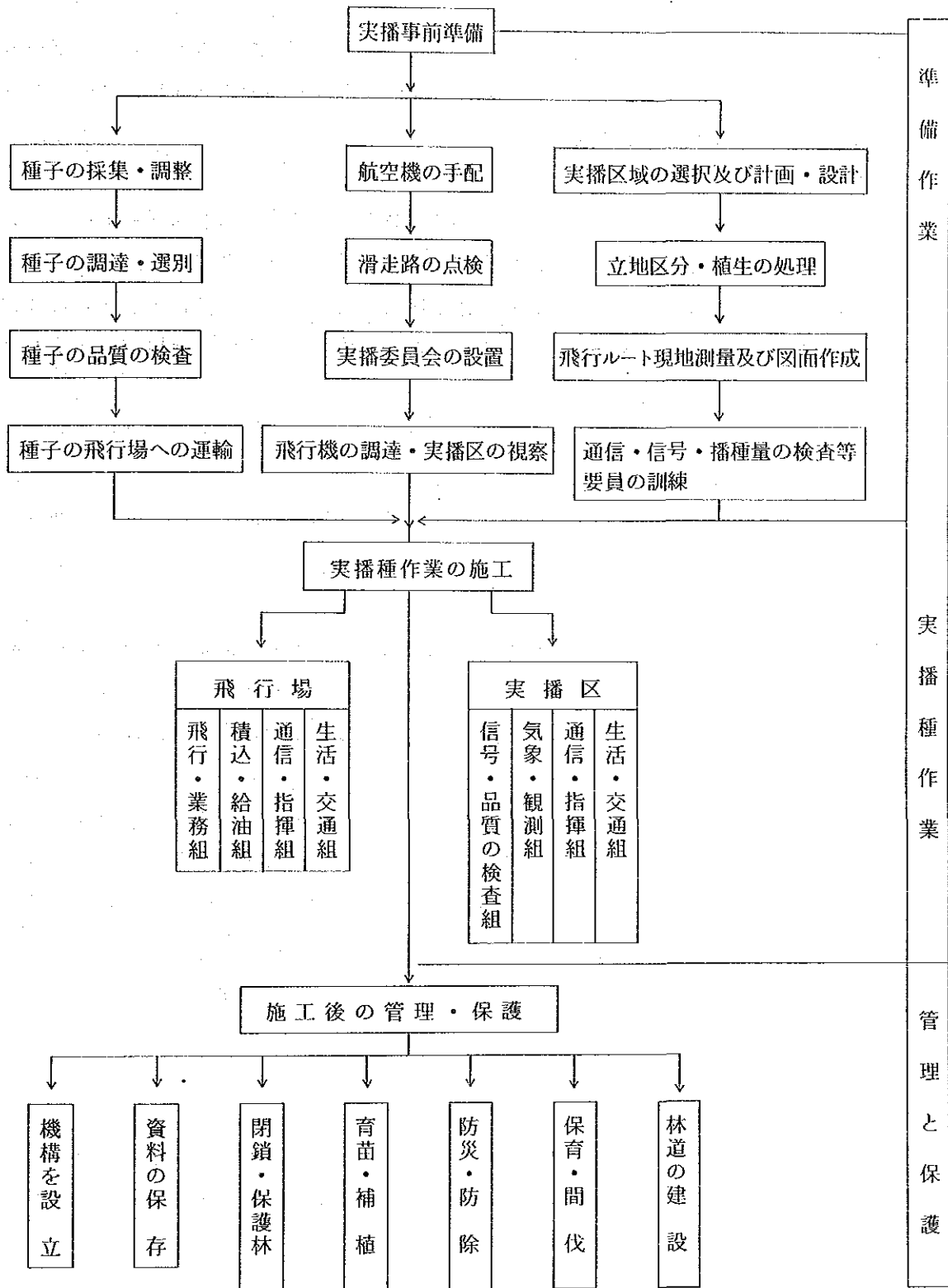
元 (灌漑・火入れ・植生等の費用は含まない)、3年生苗木/1ha=75元

(4) 技術・環境

航空機造林は、植栽造林よりも資材・技術の準備を要する。作業時の飛行の安全、種子の散布、苗木を成林する程度での注意はあるが、自然条件を十分把握した上、樹種の特長、気候観測、飛行機の性能、作業技術は十分慎重に行う必要がある。

(5) 協力体制

人工造林は林業部が指揮・施工を行っている。航空機造林は、飛行場から実播区までの安全飛行を行うための滑走路や気候条件もこれを左右し、航空関係、気象、通信、運輸等の管理組織との緊密な連絡が必要である。



出所：飛行機播種造林手帳、中国林業出版社、1985年

図-26 航空機造林作業フローチャート

(6) 局地的な立地条件に十分に適応できない。

傾斜・土壌・植生等の局地的な立地条件に適した樹種の選定ができず、また、樹種の特徴を立地条件に十分活用できないことがある。比較的広大な範囲内の樹種特性については、地域環境条件に大体適応するものである。

(7) 単一樹種・疎密度の不均衡

成立森林のほとんどが単純林である。天然林と非常に似ているし、密度も不均衡である。ただし、ある樹種が過密の場合は、間伐を行ない薪炭材に提供されている。

航空機造林は、人口の希薄な地区また交通不便な山岳地域において採用するのに適切な造林方法である。丘陵地区では、植栽造林と組み合わせて相互促進的な運用ができるものである。

1-1-2 航空機・散布装置等

続・中国林業視察の記(2) 水野導一氏(機械化林業 No. 343)によれば、航空機造林の装置等は次のように紹介されている。

(1) 飛行機

中国では、主な機種は、安2型、運5型、伊尔14型などで何台かのヘリコプターもある。安2型、運5型の場合、航速 160~170km/時と遅く種子散布に適している。

上昇率は 1.0~1.5 m/秒と低いので、複雑な地形では工程が下がる傾向がある。最大搭載量は、1,000 キログラムと少ない。1日当たり2万ムー(1,333ヘクタール)前後の播種は2,000人の作業量に相当する。伊尔14型では、搭載量は2倍位で、1日当たり4~5万ムー(2,666~3,333ヘクタール)の播種ができるので、この機種を使用することが多い。

ヘリコプターは、時間当たりの運航費が割高なので余り使われていないが、簡単なヘリポートで済み、有効運航時間が長いので、総合的には経費は低くなる。

最近、運11型飛行機ができたが、滑走路は延長 3,000メートルあればよく、農林業用に適している。ただし、双発で重量があり、積載量に制限があるので採用については未だ検討中である。

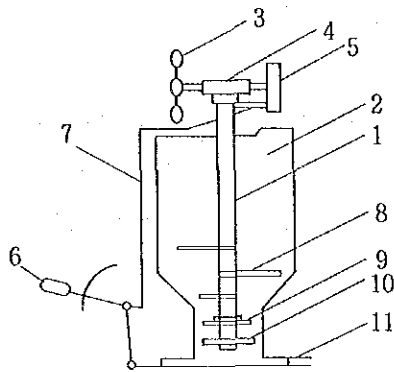
(2) 散布装置

運航中回転するプロペラで攪拌軸を回転し、2枚の円盤の火口部の位置の組み合わせによって播種量を調整する。播種量の調整は、現地調整できるものが希望されている。(図-27参照)

(3) 飛行場

飛行場と播種地域の距離が、播種コストに関係するので、近くに利用できる飛行場がない時には、林業用の簡易飛行場を作った方がよい。その後の滑走路、宿舎、種子庫などの建設や撤去にはむだな費用を要することが多いので、臨時飛行場を恒久的なものに直した所も少

なくない。



- | | |
|-------------|----------|
| 1. かくはん軸 | 7. 継ぎ手 |
| 2. 種子箱 | 8. かくはん器 |
| 3. プロペラ | 9. 排種上盤 |
| 4. ウォームギヤ伝動 | 10. 排種下盤 |
| 5. プロペラ制動 | 11. 開口部 |
| 6. 開口レバー | |

出所：機械化林業、No.343 1982年6月

図-27 散布装置

1-1-3 航空機造林の発展経過

中国における航空機造林は、1956年に発足以降、歴史が長い。

航空機造林は、50年代から10ヶ省、自治区、24ヶ省・市・自治区の500余りの県で実施されこれまでに発展してきた。実播面積は1千4百万ヘクタールで、1983年には全国8万8,667ヘクタールの実績がある。

1980年実播面積2,920ヘクタールのうち成林または苗木が成長した面積は467ヘクタールであり、全国造林面積の16パーセントを占めている。そのうち、70年代の中頃に行われた河北省の油松 (*Pinus tabulaeformis* Carr) ・陝西省の沙打旺 (*Astragalus adsurgens* Pall.) の造林は、好成績を示している。

実施区は多雨の南地区から雨が少ない北方にまで及んでいる。雲南松・馬尾松・油松は岩石地の対象3樹種である。多年性草木の沙打旺が黄土地区の主要植栽樹種として造林されている。

1-1-4 航空機造林の成果

航空機造林の特長としては次のようなことがあげられる。

(1) 荒廃地の早期緑化

これまでの実行結果から、人工造林と同時に、積極的に航空機造林を行なうことにより早期緑化が可能になることが証明されてきている。例えば、広西自治区では18年間の航空機造林面積146万6,667ヘクタールで全自治区の28年間の造林面積の41パーセントも占めている。

また、広東省では106万6,667ヘクタールで全省造林面積の26パーセントを占めている。

(2) 森林の集中的造成

航空機造林の実施により林業地が集団的に成立し、広西、広東など9省と自治区では森林造成が実行された。

うち、四川省においては、6,667ヘクタール以上の団地が12箇所造成されその総面積は、33万3,333ヘクタールである。

広西壮族自治区は、1961年から航空機造林を始め、これまでの成林面積は、106万6,667ヘクタールに達した。

(3) 水土保持、山地崩壊の防止

(4) 飼料、肥料、燃料の提供

(5) 林産物の提供、地域住民の収入の増大

1-1-5 今後の問題点

中国では、これまでの航空機造林の経験から次の問題点がとりあげられている。

- ① 種子の不足
- ② 高山帯に適応した航空機の開発
- ③ 資金の不足
- ④ 乾燥・半乾燥地の航空機造林技術の開発。
- ⑤ 湿潤・半湿潤地の航空機造林樹種の拡大及び混交林の造林の実施。
- ⑥ 幼齡林の病虫害、野そ害等の調査と防除。
- ⑦ 種子の団子状化から粉粒状化への技術革新。
- ⑧ 均等に播種散布する噴射式装置開発等。

1-2 ネパールにおける航空機造林

1-2-1 実施内容

ネパール国においては、我が国のN航空株式会社が1988年4月にヘリコプターによる航空機造林を試験的に実施した。

その内容は下記のごとくである。

この試験は、雨期の直前1988年4月24～25日の2日間に亘り、カトマンズより西方5キロメートルのダリン州ベルダール地区のラテライト土壌の裸地に約1ヘクタール実施した。

散布前に硬化した表土を2～3センチメートルの深さに鋤で耕起した。散布に使用した航空機はSA 315BアルウェットⅢ型(ラマ)ヘリコプター(軍用機を借用)である。(表-30参照)

表-30 ヘリコプターの性能表

項目	機種	SA 315B アルエットIII (ラマ)	
エンジン出力	ツルボメカ アルツーストIII B×1 562hp		
回転数	主尾	全金属3枚羽根×1 全金属2枚羽根×1	
全胴体全長	全幅	全高	12.92m 11.00m 3.09m 10.26m
面積	円板面積	主回転翼 尾回転翼	95.00㎡ 2.84㎡
	主回転翼 尾回転翼		
燃料消費量			
性能	速度	最大巡航	120km/H
	上昇率 実用上昇限度		250m/min/ 海面上 3,400m
	航続	時間距離	510km
定員	乗務員	旅客	1名 4名
重量	最大自重	最大積載	1,750kg 995kg 600kg

資料) 中日本航空K.K 提供

散布装置は、日本製のNSS-3型の緑化資材散布用を使用し、スラリーを入れたバスケットで、1回当たり積載量 300リットルを入れて散布した。

散布に使用した工法は、S-Fix 法で種子、混和剤、浸食防止材を表-31の通り混合したものを散布した。

表-31 S-Fix 工法

材 料	名 称	規 格	使用量 kg/ha
種 子	草 本 類	ウィーピング・ラブ・グラス	5
	”	ケンタッキー31フェスク	40
	”	ペレニアルライグラス	25
	”	ホワイトクローバー	10
	”	レ ッ ド ト ッ プ	5
	”	ヨ モ ギ	10
	木 本 類	ニセアカシア	15
	”	エニシダ	15
小 計			125 kg
肥 料	遅効性肥料 ハイコントロール	16 : 3 : 10	700
	高度化成粒状肥料	15 : 15 : 15	800
混和材	有 機 質 ①	ファイバー	300
	有 機 質 ②	バ ー ク	1,000
	油 か す	植 物 性	700
	着 色 材	マラカイトグリーン	20
小 計			3,520 kg
浸 食	養 生 材	エス・フィックス	1,000
防 止 材	粘 着 材	CMC	30
合 計			4,675 kg

(注) 散布材料に混合水を重量換等70パーセント以上を添加する
資料) 表-30と同様

なお当試験地は、平坦地と傾斜地があり傾斜地には、簡易基礎工（木柵、石礫）を施工した。

今回実施した時の飛行諸元は、高度15～20メートル、速度10～35km/h、散布幅8～10メートルで、二回重ねの散布を行っている。

この場合パイロットが、このような作業に不馴れのため、慎重に行ったこともあって、日本の標準では1フライト当たり4分程度であるが、本試験では6分程度を要している。

1-2-2 調査結果

1989年9月の発芽生育状況調査では、夏型の草本種ウィーピング・ラブ・グラスが最も生育良好で50～70センチメートルの草丈で被覆率100%を占めており、裸地の箇所は全く見られなかった。その他の草本種はわずかに残留が見られる程度か、全く消失している種類もあった。

1-2-3 問題点

実施結果の問題点は

- 1) 軍から機体を借りることに手続き、その他、困難かつ長期間を要する。
- 2) 散布する種子は、夏型の種子を使用することが必要である。
- 3) 気象等のデータが非常に不足しているので正確な現地での基礎調査が必要である。
- 4) 航空機造林は、種子散布時期が雨期の初めがよいので、その適期が的確に把握されないと失敗に終わるものである。

1-3 ソビエト連邦共和国における航空機造林

ソビエトとは、1932年から1941年まで航空機造林面積約1万3,000ヘクタールを実施し、のち1951年に再び復活し、1954年には28林業支局の航空機造林面積3万6,100ヘクタール、1955年には、4万5,200ヘクタールに達した。

1956～1958年に実播地区を調査した結果、未処理の植生の多い伐採跡地と蘚苔類の湿地での樹種松（*Pinus sylvestris*）と雲杉（*Picea spp.*）の結果が比較的が悪く、新しく伐採した地区、または焼跡地における成績が良いことが明らかとなった。

1-4 我が国における航空機造林

1-4-1 航空機造林の実施経過

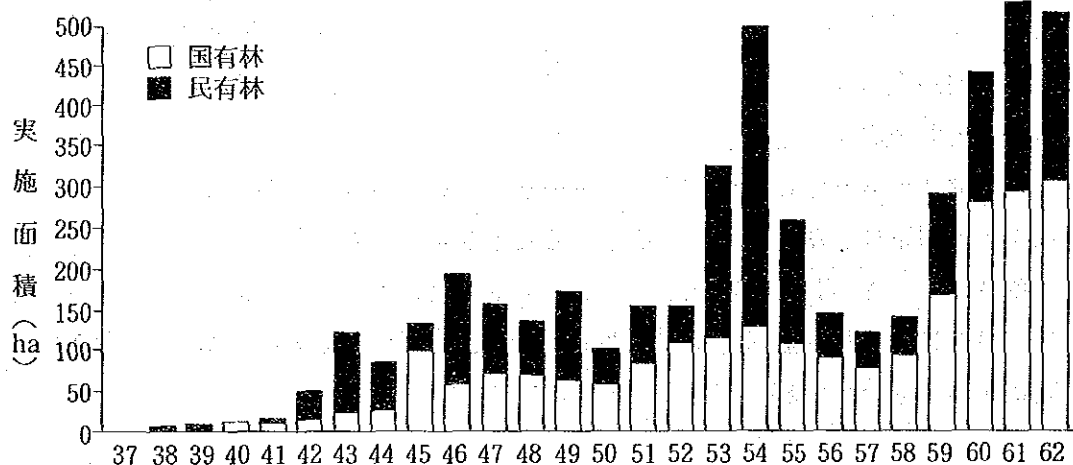
農林水産航空事業25年の航跡（農林水産航空協会）によれば、我が国の航空機造林の沿革は次のとおりである。

我が国では、航空機造林は、林業労務の省力化と作業の機械化を図るために荒廃山地などを緑化する手段として草木本種子、その他緑化材料を航空機によって運搬し、空中から散布する

工法で効率的な緑化を図ることを目的として行われる。

我が国における航空機造林は、1963年滋賀県志賀町比良山系山腹荒廃地4ヘクタールを対象としてBell 47 G型ヘリコプターを使用し、種子、肥料を実験的に散布したのが最初で、山腹への治山施工に新局面を開いた。翌1969年も同一工法で5.9ヘクタールを実験した結果、実用化が可能であることが確認され、事業がすすめられた。航空機造林実施の推移は、図-28の通りである。

この図は、追肥、追播の作業が含まれているものであるが、毎年実施している新規の航空機造林は、年平均100～150ヘクタールである。特に大規模災害が発生した場合には、植生被覆の回復に緊急復旧する必要性から事業量が増加する可能性がある。



資料) 農林水産航空協会

図-28 航空機造林の推移

これまでの大規模災害等跡地の復旧で航空機造林を実施したのは、1965年から前橋局管内尾鉾山跡地、1968年宮崎県えびの地震荒廃跡地、1978年広島江田島町の山火事跡地、1979年北海道有珠山噴火跡地、1984年東京都三宅島火山噴火跡地及び長野県西部地震跡地等の緊急復旧事業として実施したもので、いずれも成功をおさめている。

なお、航空緑化の技術体系開発については、日本治山治水協会より「航空緑化工の計画設計指針とその解説」として公刊されている。

1-4-2 航空機

航空機には、固定翼機とヘリコプターがあるが、我が国で航空機造林に用いられたものは、ヘリコプターに限定されている。

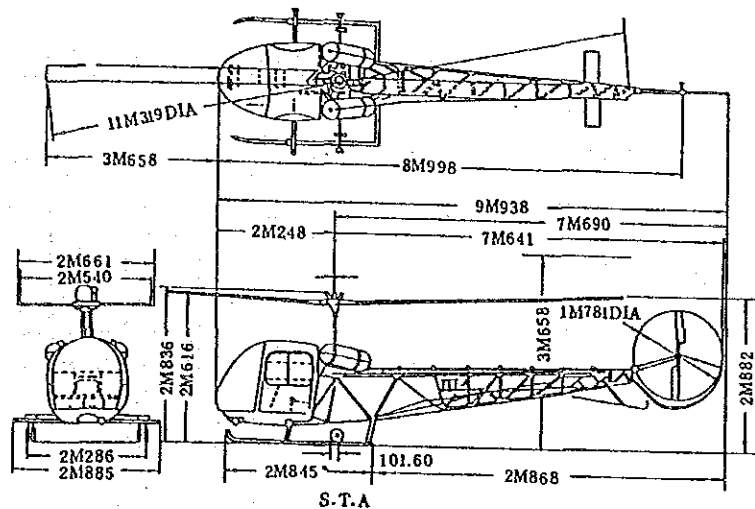
前記「指針とその解説」から、ヘリコプター利用の特性をあげると次の通りである。

- ① 固定翼機より機動性に富み、不規則な対象地のコーナー、急斜地、小面積地等への散布が実施できる。
- ② 積載量が大であり、治山緑化のように大量の散布材料を均一に小面積に散布するような作業に適している。
- ③ 散布対象地と着陸地が近く、積載・散布の作業が迅速にできる。
- ④ パイロットが、散布結果をチェックし易く、地上人員との連絡も容易である。
- ⑤ 固定翼機に比して高価である。

固定翼機は、小型の場合、500 万円程度であるが、ヘリコプターは積載量にもよるが、4,000 万円～3 億円である。

我が国における治山緑化事業のように、地形が急峻で小面積の対象地に大量の散布材料を正確に散布するような作業に適しており、一方固定翼機は拡散性に優れ、広大な地域を対象として密度の低い散布を行う粗放な作業に適しているといえる。

我が国の航空機造林に使用されている主なヘリコプター性能の諸元は表-32、ヘリコプターの型状及び寸法は例図-29の通りである。



(47G3B-KH4型)

(森林航空ハンドブック 1,968)

図-29 ヘリコプターの型状及び寸法例

表-32 ヘリコプター性能諸元

項目	機種	ベル47G-3B-KH4		ヒラーUH-12E		ヒューズ359HS	
		ライカミングTVO-435-A1A, B1A, D1BY1 260hp	ライカミングTVO-540-A, -B並び-C 系列×1 305hp	ライカミングTVO-540-A, -B並び-C 系列×1 317shp	ライカミングTVO-540-A, -B並び-C 系列×1 317shp	ライカミングTVO-540-A, -B並び-C 系列×1 317shp	ライカミングTVO-540-A, -B並び-C 系列×1 317shp
エンジン出力	回転数	金属製セリジェット 2枚羽根×1	2253-1101-04 金属2枚羽根×1	2253-1101-04 金属2枚羽根×1	2253-1101-04 金属2枚羽根×1	2253-1101-04 金属2枚羽根×1	
		金属製2枚羽根×1	55044-09 金属2枚羽根×1	55044-09 金属2枚羽根×1	55044-09 金属2枚羽根×1	55044-09 金属2枚羽根×1	
全長	全幅	1330 m	1241 m	1241 m	1241 m	924 m	
		1132 m	1080 m	1080 m	1080 m	803 m	
全高	全長	284 m	309 m	309 m	309 m	250 m	
		994 m	869 m	869 m	869 m	701 m	
胴面	胴面積	10080 m ²	9197 m ²	9197 m ²	9197 m ²	5060 m ²	
		235 m ²	221 m ²	221 m ²	221 m ²	132 m ²	
積載	主回転翼	318 m ²	304 m ²	304 m ²	304 m ²	069 m ²	
		022 m ²	037 m ²	037 m ²	037 m ²	0079 m ²	
燃料消費量	巡航速度	169 km/H/15000 Ft	154 km/H/海面上	154 km/H/海面上	154 km/H/海面上	245 km/H	
		146 km/H	145 km/H/海面上	145 km/H/海面上	145 km/H/海面上	222 km/H	
性能	上昇率	283m/min	393m/min/海面上	393m/min/海面上	393m/min/海面上	518m/min	
		6218 m	4938 m	4938 m	4938 m	4389 m	
性能	巡航時間	39 H	27 H	27 H	27 H	507 km	
		325 km	283 km	283 km	283 km	507 km	
定員	乗務員	1名	1名	1名	1名	1名	
		3名	2名	2名	2名	3名	
重量	最大重量	1293 kg	1270 kg	1270 kg	1270 kg	1157 kg	
		777 kg	801 kg	801 kg	801 kg	493 kg	
重量	自重	180~200 kg	240~260 kg	240~260 kg	240~260 kg	300~350 kg	

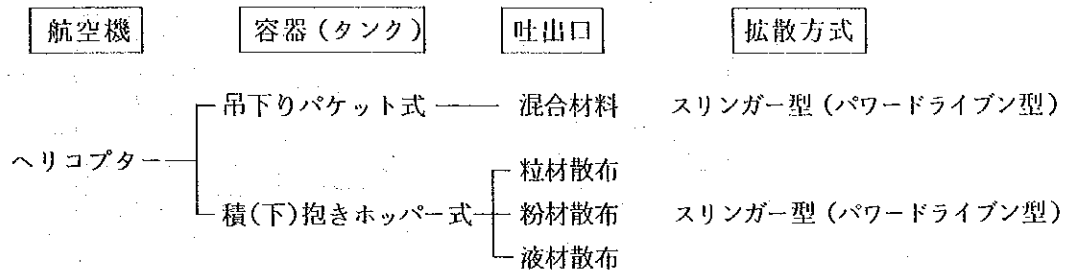
項目	機種	SA315B7ルウレットIII (ラマ)		ベル204B	
		フルボムカ ストIII B×1	フルボムカ ストIII B×1	フルボムカ ストIII B×1	フルボムカ ストIII B×1
エンジン出力	回転数	502hp	502hp	502hp	502hp
		317hp	317hp	317hp	317hp
全長	全幅	1182 m	1292 m	1292 m	1292 m
		1016 m	1100 m	1100 m	1100 m
全高	全長	291 m	309 m	309 m	309 m
		874 m	1026 m	1026 m	1026 m
胴面	胴面積	8110 m ²	9500 m ²	9500 m ²	9500 m ²
		195 m ²	284 m ²	284 m ²	284 m ²
積載	主回転翼	335 m ²	780 m ²	780 m ²	780 m ²
		021 m ²	055 m ²	055 m ²	055 m ²
燃料消費量	巡航速度	247kg/H	247kg/H	247kg/H	247kg/H
		225 km/H/海面上	222 km/H	222 km/H	222 km/H
性能	上昇率	219 km/H/海面上	120 km/H	120 km/H	120 km/H
		384 m/min/海面上	250 m/min/海面上	250 m/min/海面上	250 m/min/海面上
性能	巡航時間	6096 m	3400 m	3400 m	3400 m
		554 km/海面上	510 km	510 km	510 km
定員	乗務員	1名	1名	1名	1名
		4名	4名	4名	4名
重量	最大重量	1452 kg	1750 kg	1750 kg	1750 kg
		660 kg	995 kg	995 kg	995 kg
重量	自重	350~400 kg	600 kg	600 kg	600 kg

(露林水産航空技術指針による)

1-4-3 散布装置

散布装置は、散布方式、散布材料の種類、形状、積載量、吐出量、攪拌等によって選定するが、使用航空機との適合性も考慮する必要がある。

散布装置は、おおまかに次のように区分できる。



容器(タンク)には、吊下げ(スリンガー)ポケット式とホッパー式(横または下抱きあるいは機体内とがある)とがあり、吊下げポケット式は、多種類からなる散布材料を大量に散布するのに適しており、ホッパー式は一種類か形状の類似する材料を比較的低い密度で散布する拡散性に優れた散布装置に利用される。

吊下げポケット式は、ヘリコプターに取付けるが、散布材料の全種子が混合できるし、ホッパー式に比べて材料の投入混合が容易であり、材料の分離も起こりにくく、吐出口のつまるおそれも少なく短時間に大量の種子を散布することが可能であり、小面積の対象地の治山緑化に有効である。

これに対し、ホッパー式は拡散性に優れており、散布材料を単独、(数種類の材料の形状、性質がほぼ同一ならば同時に)広範囲に散布するのに使用される。

次にタンクの吐出口には、散布材料の形状、性質に合わせて、粒剤散布装置(種子、肥料等)、粉剤散布装置(薬剤、特に水稻の害虫駆除)、液剤散布装置=噴霧装置(薬剤、治山用の浸食防止剤)などが取り付けられている。

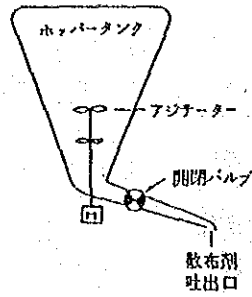
また、この吐出装置には、散布材料を均一的に散布するための装置と散布材料を遠くへ拡散して投下する装置などがいろいろと開発されている。

ヘリコプターの散布の均一性を保つための装置は、モーターにより動くオーガーにより散布材料を吐出し口に送り出す装置であり、操縦席の計器により散布量がコントロールできるようになっている。

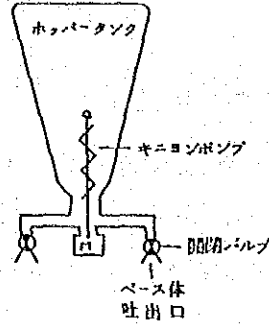
散布装置模型は図-30に示すとおりである。

1987年3月末における航空機造林用の散布装置として認定されたものは、表-33のとおり24種類の型式がある。

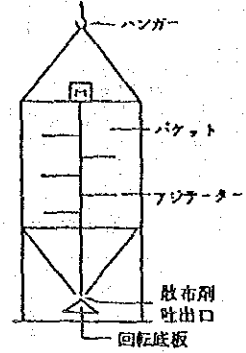
スリラー方式の横抱き式
散布装置
(ANA・S-11型)



ベース方式のベース材
散布装置
(ANA・G-13型)

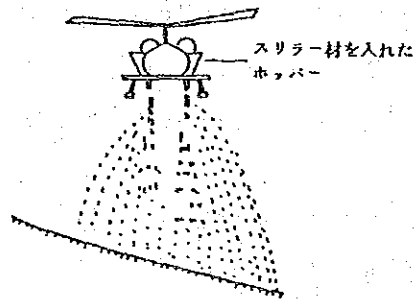


スリラー方式の吊下げ式
散布装置
(NNK型)

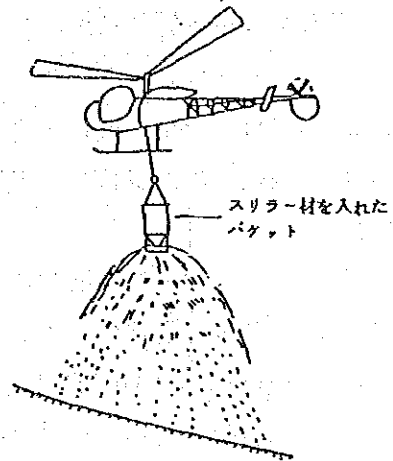


散布装置装着模型図

横抱き式



吊下げ式



「注」 「航空緑化工の計画、設計、施工指針とその解説」による

図-30 散布装置模型図

表-33 散布装置一覧表

1987年3月現在

種 別		型 式	適 用 機 種
緑化資材散布	緑化工		
	○	206AH-11B (GUNNO22LE)	ベル 206 B
	○	N-25 (GUNNO22LE)	ヒューズ500
	○	NTTG-02 (GUNNO22LE)	ベル 206 B
	○	NTTG-03 (GUNNO22LE)	SA 315 B (ラマ)
○		N-28	KH ₄ 、ヒラーUH-12E
○		N-29	G4Aソロイ、ヒューズ500、AS350
○		AH21-1	ベル47G3B-KH ₄
○		AH21-2	KH ₄ 、ベル 206 B、AS350
○		AH21-5	ベル 204 B、ベル 204 B-2、ベル212
○		TDA-11	ヒューズ500
○		TDA-12	ベル 204 B、ベル 204 B-2
○		TDA-13	ベル 204 B、ベル 204 B-2
○		DS	ベル47G-KH ₄
○		NSS-2	ベル47G3B-KH ₄
○		NSS-3	ヒラーUH-12E、ヒラーソロイ、206 B
○		NSS-5	アルエット-III、204 B、204 B-2
○		N-72-R1	ベル47G3B-KH ₄
○		N-76-R1	ベル47G3B-KH ₄
○		N-77-R2	SA 315 B (ラマ)
○		N-85-R3	ヒューズ500
○		NSV-1	ベル 204 B、204 B-2
○		NSV-2	ベル 204 B、204 B-2
○		NSV-3	ベル 204 B、204 B-2
○		NSV-5	ベル 204 B、204 B-2
○		RB-1	ヒラーUH-12E、ヒラーソロイ
			ヒューズ500、AS350 B

(注) 農林水産航空事業技術指針(農林水産航空協会1988版)による

1-4-4 散布方式

現在行われている散布方式は、材料の混合、散布等の工程によって次の2つの方式に分けられる。

(1) スラリー方式

この方式は、種子、肥料、浸食防止材その他の材料を混合した粘液状の基材（スラリー材）を、タンクまたはバケットにより均一に散布する方式である。なお、種子のみ、または種子と肥料のみを散布する場合等もこれに含める。この方式には、すべての材料を同時に混入、散布する1回散布方式と、浸食防止材以外の材料を混合、散布しその上に浸食防止材（特にアスファルト乳剤）を散布する2回散布方式、及び当初に肥料、土壌改良材を散布し、次いで種子を、最後に浸食防止材を散布する3回散布方式とがある。

なお、3回散布方式には、当初に浸食防止材と土壌改良材を、次に種子と肥料を、最後に当初と同じ材料を散布する方式（通称サンドウィッチ方式という）があるが、最近は実施されていない。

1回散布スラリー方式は、作業が単純で効率もよく、現在もっとも広く行われている方式である。ただし、浸食防止材にアスファルト乳剤を用いる場合、種子に薬害のおそれがあるので、この方式は避けるべきであろう。

2回散布方式及び3回散布方式は、薬害の恐れが強い材料を用いる場合、種子のコーティングによる害を防ぐことができると思われる。

(2) ベース方式

この方式は、種子、肥料、混和材を混じたベース材を塊状に分散投下し、次いでスラリー材を全面に散布するものである。ベース材は植生の生育に必要な材料を十分に混じ、しかも粘性が強いので、有力な緑化基盤となる。したがって、植生の生育に必要な土壌分がとくに少ない岩石露地、石礫地や、種子等の定着がとくに困難な急斜地等においては、この方式を用いることが適当である。なお、ベース方式は、ベース材に木本種子、スラリー材に草本種子をというように、植生の成立区域をある程度分けることによって草本による木本の被圧や競合を防ぎ、木本成立の可能性を高くすることができる利点もある。

スラリー方式、ベース方式の模式は、図-31のとおりである。

なお、飛行場の立地条件、ヘリポートの立地条件・規格、粒剤散布装置等については前回の「大規模森林回復技術調査報告書」に報告された。

1-4-5 散布に要する経費

我が国において行なわれている航空機造林の標準的な散布に要する経費の例は、おおよそha当たり4～5百万円である。

なお、1989年現在の草木本の種子及びその他の材料の価格は、表-34のとおりである。

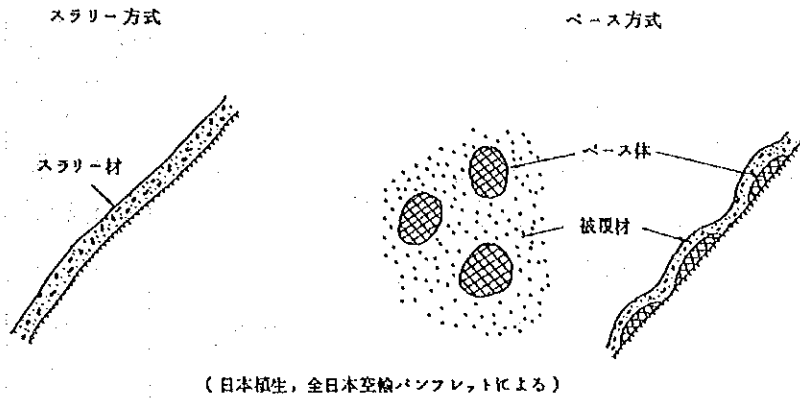


図-31 散布方式模式図

表-34 1989年度草木本種子その他材料の価格

1989.4現在 (価格はいずれも現場着価格とする: 消費税を含まず: 円/kg)

種 別	品 名	略 号	単 価	備 考
フェ ス キ ュ ー	ケンタッキー31フェスキュー	K31F	550	
	クリーピングレッドフェスキュー	CRF	780	
ラ イ グ ラ ス	ペレニアルライグラス	PRG	500	
	イタリアンライグラス	IRG	300	
ブ ル ー グ ラ ス	ケンタッキーブルーグラス	KBG	1,050	
パ ミ ュ ー ダ グ ラ ス	パミューダグラス	B G	2,350	
ベ ン ト グ ラ ス	シーサイベントグラス	SSB	5,000	
	ハイランベントグラス	HBG	950	
そ の 他 外 来 種	レッドトップ	R T	2,450	
	オーチャードグラス	O G	800	
	ウィーピングラブグラス	WLG	1,150	
	チ モ シ ー	TIM	800	
豆 科	ホワイトクローバー	W C	1,500	
	メ ド ハ ギ		2,900	
	エ ニ シ ダ		5,600	
	イ タ チ ハ ギ		2,000	
	ヤ マ ハ ギ		4,500	

種 別	品 名	略 号	単 価	備 考
豆 科 そ の 他 在 来 種	ニセアカシヤ		4,000	
	ヒメヤシャブシ		4,800	
	オオバヤシャブシ		4,800	
	ヤマハンノキ		4,500	
	ヨモギ		3,000	
	カヤ		3,000	
	イタドリ		3,500	
	クロマツ		17,000	
養 生 材	スタビラ		200	養生材
	サンローズSN30E	CMC	800	分散剤 粘着剤 土壌改良剤
	パーミエイトI		320	
	パーミエイトII		350	
有 機 質 肥 料	千代田有機		60	
着 色 材	千代田グリーン	C G	1,600	
肥 料	高度化成肥料		90	
	遅効性化成肥料		240	ハイコントロール
	熔成磷肥		70	

1-5 農業における航空機直播

農林水産航空事業技術指針によると、湛水土壤中直播栽培で特に重要なことは、単位面積当たりの発芽・苗立数を目標どおり確保することである。湛水土壤中直播栽培は、種子を土壤中に埋没させることによって株元を強化させ、転び苗や倒伏を防止する。そのために播種前に水を落とし田面を露出させた状態で播種作業を行なって、種子を埋没させるが、この土壤中に埋没した種子に酸素を補給して良好な発芽を促進させるため種子はカルパー（酸素補給剤）でコーティングする。また、種子は厳選したものを使用する。

ヘリコプターによる播種作業に当たっては、これらのことに注意し目標の播種量（散布量）が正確に散布できるよう特に慎重な作業が必要である。

(1) 散布種子

カルパー粉粒剤Aでコーティングされた種子（ペレット）を散布する。乾切とカルパー粉粒剤Aの混合比は1：3で、乾切に対して4倍の重さ（4倍重）にする。

地上機械播種の場合と比較して種子コーティングの内容を示すと、次のとおりで航空播種の特長を生かすため特別の工夫がされている。

項 目	地上機械播種用	航 空 播 種 用
コーティング剤の名称 (組 成)	カルパー粉剤	カルパー粉粒剤A
過酸化カルシウム	35%	11%
焼 石 膏	65	25
炭酸カルシウム		14
オリビンサンド(加重剤)		50
乾 刳 : カルパー混合比	1 : 1	1 : 3

(2) 散布要領と飛行諸元

- 1) 播種量 12~16kg/10a (4倍重ペレット)
3~4kg/10a (乾刳量)

散布装置の性能及び均一散布を重視するため、2回重ね散布とする。したがって、1回当たりの散布量はペレットで6~8kg/10aとなる。

- 2) 散布装置 粒剤散布装置(TDA-G1型)を使用する。
3) 機種と飛行諸元

適 用 機 種	散布速度	散布高度	散布間隔
ベル47-G3B-KH4 ヒラーUH-12E	40km/時 (25MPH)	10~12m	15m

「注」 「農林水産航空事業技術指針」(社)農林水産航空協会(1988版)による。

航空機直播は、地上機械播種に比べ省力化が可能である。

2. 半乾燥地及び熱帯の直播き造林

Information on Direct Seeding in

NINE COUNTRIES

in Semi-Arid and Tropical Regions

United States of America

Kind of Seeding	Means of Seeding	Purpose	Procedure and site Preparation	Species used	Time	Remarks
Broadcast	By hand	Seeding of small areas of irregular shape, rocky areas or areas with scattered trees.	—	—	—	one person can cover 6-8 halday
Spot Seeding	Hand tools	Same as above	A small spot is cleared of leaves or grasses. 5 or 6 seeds are dropped on it and lightly pressed into soil.	—	—	one person can cover 1-2 halday

Republic of Jamaica

Kind of Seeding	Means of Seeding	Purpose	Procedure and site Preparation	Species used	Time	Remarks
Hydroseeding	Shoulder-type "Jet-seeder" and Truck-mounted hydroseeding SK35	<ul style="list-style-type: none"> -To establish vegetation cover on bar slopes and road banks. -To revegetate contour terraces. 	Loaded at the field by mixing water, seeds, fertilizer etc.	Various grass and tree species.	<ul style="list-style-type: none"> -Should NOT be conducted during heavy rains, strong winds and frost. -Indry areas, fall seeding is usually recommended. 	After Seeding a layer of chopped straw is spread over the ground with a mulch sprayer to keep seeds on Place.

United States of America

Kind of Seeding	Means of Seeding	Purpose	Procedure and site Preparation	Species used	Time	Remarks
Aerial Seeding	Mainly aircraft. Hand seeders and tractor-drawn Yow seeders were also used.	<p>-To establish forests in areas devastated by fires, insects, floods, typhoons, areas inadequately stocked with commercial trees and in waterlogged sites where planting equipment could not be operated.</p> <p>-To revegetate mine spoils and remote areas.</p>	<p>-Seeds were coated using repellents and spread over an area by aircraft.</p> <p>-Mechanical site Preparation.</p>	<p>-At the initial stages douglas fir (<u>Pseudotsuga menziesii</u>) and in advance stages <u>Pinus taeda</u>, <u>P. elliotii</u>, <u>P. echinata</u>, <u>P. banksiana</u> etc.</p> <p>-<u>Robinia pseudoacacia</u> has been used on mine fields.</p>	<p>In fall (mid November to mid December) or spring (mid February to mid March).</p>	<p>In north-west and south U. S. A. over one million hectares have been sown in 1950s.</p>

Canada (Ontario and Quebec)

Kind of Seeding	Means of Seeding	Purpose	Procedure and site Preparation	Species used	Time	Remarks
Aerial Seeding	Fixed-wing aircraft (Ontario) and helicopter (Quebec) using Brohm Aerial Seeding Unit.	<ul style="list-style-type: none"> -Reforestation of cutover areas. -Regeneration of inaccessible sites. -Regeneration of areas with thin soil. 	<ul style="list-style-type: none"> -Seed coating using repellents had been conducted but with concern over toxic chemicals increasing the use of repellents has been discontinued in Ontario. -Mechanical site Preparation and controlled burning 	<ul style="list-style-type: none"> -Mainly Jack pine (<u>Pinus banksiana</u>) but also white spruce (<u>Piced glauca</u>) and <u>Pinus contorata</u> were used. -Good results were obtained with Jack pine 	Late winter or early spring	

Australia

Kind of Seeding	Means of Seeding	Purpose	Procedure and site Preparation	Species used	Time	Remarks
Aerial Seeding	Currently helicopter is being used but in the past fixed-wing aircraft had been used.	To regenerate cutover mountain eucalypt forest	<p>-Seed coating is not carried out when helicopter is used for aerial Seeding.</p> <p>-When fixed-wing aircraft was used seed coating was carried out.</p> <p>-Controlled burning of slash after logging</p>	Mainly <u>Eucalyptus</u> spp.	Early fall or early spring	

New Zealand

Kind of Seeding	Means of Seeding	Purpose	Procedure and site Preparation	Species used	Time	Remarks
Aerial Seeding	Fixed-wing aircraft and helicopter	<p>-Seeding of pastures using grass seed (until mid 1940s).</p> <p>-Revegetation of overgrazed burned out, eroded and inaccessible high-country sites (from late 1960s).</p>	—	<p>Lodgepole Pine (<i>Pinus contorta</i>) was successful at altitude up to 1500m.</p> <p>In highly eroded sites <i>P. contorta</i> was not successful because of frost. But grew well when a mixture of seeds of trees and grasses and legumes, fertilizer together with mulch of stones, litter and grass were used together.</p>	—	

Indid (Gujarat State)

Kind of Seeding	Means of Seeding	Purpose	Procedure and site Preparation	Species used	Time	Remarks
Aerial Seeding	Aircraft	Sand dune stabilization	—	<u>Prosopis juliflora</u>	—	Aerial Seeding was in 1950s

Indonesia (Balapulang District, Central Jawa)

Kind of Seeding	Means of Seeding	Purpose	Procedure and site Preparation	Species used	Time	Remarks
Aerial Seeding	Fixed-wing aircraft	To test the possible use of aerial sowing in the forestry district of Balapulang	Land preparation by Plowing using tractor and by cutting and burning	<u>Sesbania arandiflora</u> , <u>Leucaena leucocephala</u> , <u>Calliandra</u> <u>Calothyrsus</u> , <u>Acacia auriculiformis</u> and <u>Dalbergia spp.</u>	---	Aerial seeding had been conducted in early 1970s

Pacific Islands (Guame, Saipan, Tinian and Corregidor)

Kind of Seeding	Means of Seeding	Purpose	Procedure and site Preparation	Species used	Time	Remarks
Aerial Seeding	Bomber aircraft at the end of World War II. Also as early as 1930s. aerial Seeding had been conducted in these Islands	To restore vegetation cover on denuded Islands	Uncoated seeds dropped from aircraft	<u>Leucaend</u> spp. (end of 1940s), <u>Melochia indica</u> , <u>Cecropia obtusifolia</u> , <u>Spathodea companulata</u> , <u>Acacia confusa</u> , <u>Albizia falcataria</u> etc.	—	

Nigeria (Northern Regions)

Kind of Seeding	Means of Seeding	Purpose	Procedure and site Preparation	Species used	Time	Remarks
Aerial Seeding	Fixed-Wing aircraft	Traial aerial seeding of semi-arid areas.		Neem (<u>Azadirachta indica</u>)		

References

1. Department of Conservation, Forests and Lands (1989). The Aerial Forest Seeder. 6PP.
2. Department of Conservation, Forests and Lands. Aerial Seeding y Helicopter. SPP.
3. FAO Conservation Guide 4 (1978). Special Readings in Conservation. 73-83P.
4. FAO Conservation Guide 13/1 (1985) FAO Watershed Management Field Manual. Vegetation and Soil Treatment Measures. 9-11P.
5. Forest Commission, Victoria (1976). Operational Information No.10 (Fixed Wing aircraft). 17PP.

3. 質 問 表

付-3 インドネシア・オーストラリア用質問表

QUESTIONNAIRE ON THE DATA AND INFORMATION OF PAST TESTING RESULTS
AND THE PRESENT TECHNICAL STAGE OF AERIAL PLANTATIONS

1. General Factors for Past Testing Results

1. Aim
2. Method
3. Result
4. Constraints
5. Room for Improvement

2. Details

1. Operation

a. Site Conditions

1. Area
2. Soil Condition
3. Moisture Content
4. Geological Condition

b. Climatic Conditions

1. Temperature
2. Wind Direction
3. Wind Speed
4. Rainfall

c. Process of Operation

1. Sowing (or Seedling Dropping) per one acre
2. Flight
3. Sowing quantity
4. Seed Dispersion of the Planting area

- d. Growing Situation
 - 1. Ground Temperature
 - 2. Rainfall after Plantation
 - 3. Germination Rate
 - 4. Survival Rate
- e. Necessity of Ground Work
 - 1. Site Preparation
 - 2. Weeding
 - 3. Thinning
 - 4. Watering
- f. Operation Costs
 - 1. Operating Hours
 - 2. Cost of Materials
 - 3. Operation Costs

Seed and Seedling for Aerial Plantation

- a. Criteria for the Selection of Species
- b. Materials for Seed Coating
- c. Method and Process of Seed Coating
- d. Shape, Size, Weight, Etc. of Seedling for the Aerial Plantation

Equipment for Aerial Plantation

- a. Aircraft
- b. Broadcaster
- c. Flying Altitude and Speed
- d. Maximum Load

Present Stage of Remote Sensing Techniques for Site Selection

- a. Criteria for the Selection of Suitable Site for Aerial Plantation
- b. Site Determination by Using the Remote Sensing Technique

オーストラリア用質問表

QUESTIONNAIRE ON AERIAL SEEDING

1. Main problems concerning aerial seeding.
2. Research organizations working on aerial seeding.
3. Kind of airplane and seed broadcaster used, flying altitude and speed, place aerial seeding implemented and methods applied, problems concerning patent.
4. Causes of failure (if any) in aerial seeding.
5. Manual concerning aerial seeding.
6. Organizations providing airplane for aerial seeding.

インドネシア用質問表

QUESTIONNAIRE ON AERIAL SEEDING

1. Implemented area.
2. Planned area after fiscal 1990.
3. Standard afforestation costs by item in Indonesia (land preparation cost, seedling cost, revegetation cost, fertilizer cost, management cost, others).
4. Principal ground works and their costs.
5. Literature on aerial seeding.
6. Kind of airplane used.
7. Sources providing airplane.

4. 資料リスト

4-1 オーストラリアで収集した資料リスト

Data and Material Collected From Australian
Organizations

JICA Mission on the Exploration of Aerial Seeding technology for Forest
Establishment in Wide Area

September 21, 1989

ACIAR (Australian Center for International Agriculture Research)				
No.	Material Collected			
	Title	Number of Pages	Publisher/Author	Year Published
1	ACIAR: Helping Others Help Themselves- Multipurpose Trees for Sustained Development	14	ACIAR, CSIRO	1989
2	Australian Acacias in Developing Countries ACIAR Proceedings No. 16	196	ACIAR	1986
3	Acacias of Australia Vol. 7	327	Nelson Publisher Marion Simmons	1987
4	ACIAR Publication, Order Form	2	ACIAR	-
5	Eucalypts Vol. 2	388	Penguin Books Australi G. M. Chippendale and R. D. Johnston	1989
6	Forestry Newsletter	4	ACIAR	1989

ACIAR (Australian Center for International Agriculture Research)

No.	Material Collected			
	Title	Number of Pages	Publisher/Author	Year Published
7	Multipurpose Australian Trees and Shrubs Lesser-known species for fuelwood and agroforestry	316	ACIAR J. W. Turnbull	1986
8	Trees for fruit and foliage	160	Lansdowne Press S. Macoboy	1986
9	Trees for the Tropics	247	ACIAR B. J. Boland	1986

Data and Material Collected From Australian
Organizations

JICA Mission on the Exploration of Aerial Seeding technology for Forest
Establishment in Wide Area

September 21, 1989

CSIRO (The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization)				
Devison of Forestry and Forest Products				
No.	Material Collected			
	Title	Number of Pages	Publisher/Author	Year Published
1	A guide	23	CSIRO Public Affairs	1988
2	Australian Suppliers of Tree Seeds (leaflet)	1	CSIRO	-
3	Division of Forestry and Forest Products	8	CSIRO	-
4	Eucalypt Propagation on a small Scale	1	D. Kleinic and J. Doran	1981
5	Forestry Program Statement	3	CSIRO	-
6	Introductory notes for JICA Visitors, 21 September 1984	3	CSIRO	1989
7	International Activities 1986-1988	51	CIRC, CSIRO	1989
8	Introductory notes for Horst Wagner, Senior Forestry Specialist, World Bank, Washington	3	CSIRO	-
9	International Connections	99	Tim Anderson CSIRO	1986

CSIRO (The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization)				
Devison of Forestry and Forest Products				
No.	Material Collected			
	Title	Number of Pages	Publisher/Author	Year Published
10	Mapping Regions Climatically Suitable for Particular Species:An Example Using Africa (Reprint from:Forest Ecology and Management)	19-31	T. H. Booth et al Elsevier Science Publisher B.V. Amsterdam	1989
11	Project and Site Description (a questionnaire for ordering seeds)	2	Australian Tree Seed Center CSIRO	—
12	Research Advancing Australia	8	CSIRO	—
13	Seeds of Australian Trees (Leaflet)	1	Australian Tree Sees center. CSIRO	—
14	Scientific and Technical Books from Australia Forestry and Wood Science	1	—	—
15	"The Australian Encyclopaedia"	1316- 1322	Australian Geog- raphic Society	1988
16	The Australian Tree Seed Center A window to the resourcer	4	Australian Tree Seed Center CSIRO	—
17	The Collection, Distribution and Improved use of Australian Trees	1	Australian Tree Seed Center CSIRO	—

CSIRO (The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization)
 Division of Forestry and Forest Products

No.	Material Collected			
	Title	Number of Pages	Publisher/Author	Year Published
18	Training in Seed Technology	2	CSIRO	--
19	Tree Seed in Forest Development	5	S. J. Midgley Australian Tree Seed Center	--
20	Westbourne Woods	50	T. Rout and Ken Eldridge	1983
21	Which Wattle Where ? Selecting Australian Acacias for Fuel wood Plantations	6	Trevor Booth	1988

Data and Material Collected From Australian
Organizations

JICA Mission on the Exploration of Aerial Seeding technology for Forest
Establishment in Wide Area

September 22, 1989

ANU (Australian National University)				
No.	Material Collected			
	Title	Number of Pages	Publisher/Author	Year Published
1	Australian Trees Resources for development (Leaflet)	—	ANU	—
2	Department of Forestry 1988 Research Report <i>Graduate and Postgraduate Courses</i>	18	ANU	1988
3	Forestry The Australian National University	9	ANU	—
4	Forestry Planning and Management Course 2 October to 8 December 1989	—	ANUTECH Pty Ltd	1989
5	Graduate Course in Forestry	16	ANU	—
6	Graduate Studies	53	ANU	1989
7	Graduate Diploma and Master of Forestry By Course Work	2	ANU	—
8	Information	31	"	1989
9	Members of Staff-Department of Forestry To Meet With JICA Delegation	2	"	1989

ANU (Australian National University)

No.	Material Collected			
	Title	Number of Pages	Publisher/Author	Year Published
10	The Australian National University Enrolment Procedure for Graduate Students	5	ANU	1989
11	The Australian National University Guide (leaflet)	—	"	—

Data and Material Collected From Australian
Organizations

JICA Mission on the Exploration of Aerial Seeding technology for Forest
Establishment in Wide Area

September 25-26, 1986

Department of Conservation, Forests and Lands, Victoria State				
No.	Material Collected			
	Title	Number of Pages	Publisher/Author	Year Published
1	Aerial Seeding by Helicopter	5	Forest Commission Victoria	-
2	Forest Cover Change in Victoria 1969-1978	31	Peter Woodgate and Peter Black	1988
3	Forests of the Acheron Way and the Mt. Donna Buang Road	3	Forest Commission Victoria	-
4	Forestry Technical Papers No. 21	73	" "	1974
5	Forestry Technical Papers No. 23	32	" "	1975
6	Forestry Technical Papers No. 24	36	" "	1976
7	Forestry Technical Papers No. 25	40	" "	1976
8	Forestry Technical Papers No. 26	52	" "	1977
9	Forestry Technical Papers No. 27	40	" "	1979
10	Forestry Technical Papers No. 29	68	Forest Commission Victoria	1982

Department of Conservation, Forests and Lands, Victoria State

No.	Material Collected			
	Title	Number of Pages	Publisher/Author	Year Published
11	Forestry Technical Papers No. 30	61	Department of Conservation, Forest and Lands	1986
12	Grow Trees \$ on your farm (Leaflet)	4	" "	--
13	JICA Forestry Study Team Visit Itinerary	1	" "	1989
14	Long Forest Flora Reserve	2	" "	1985
15	Mountain Franklin Recreation Reserve	2	" "	1986
16	Macedon Victoria Nursery Price List	5	" "	--
17	National Park Areas Around Melbourne	2	" "	1985
18	Operational Information No.10 Aerial Seeding-Eucalypt, by Fixed-Wing airplane	17	Forest commiss- ion. Victoria- Division of Forest Operation	1975
19	Radiata Pine Nursery Research in North- Eastern Victoria. Bulletin No. 23	24	G. Minko, F. G. Craig Delartment of Forests Conser- vation and Londs	1976
20	Raising Plants Fron Seed	4	Forest Commiss- ion Victoria	--

Department of Conservation, Forests and Lands, Victoria State				
No.	Material Collected			
	Title	Number of Pages	Publisher/Author	Year Published
21	Research and Development Armillaria dieback: A disease of native and introduced trees No. 2	4	Conservation, Forests and Lands	1986
22	Research and Development No. 5 Controlling the Root Lesion Nematode in Radiata pine nurseries	4	Department of Conservation, Forests and Lands	1987
23	Research and Development No. 8 Guide lines for Seed Crop Monitoring in Mountain Ash Forest	4	" "	1988
24	Research and Development No. 10 The Five-spined Bark Beetle in Pine Plantation	8	" "	1988
25	Research and Development No. 11 Victoria forests and the green house effect	4	" "	1989
26	Survive The Summer Peril A guide to fire prevention and fire safety in Victoria	39	Country Fire Authority- Victoria	
27	Soil Conservation and Land Use Materials for Schools (Leaflet)	6	Dept. of Conservation Forests and Lands	1987
28	The Hydrology of Small Forested Catchments in North Eastern Victoria Bulletin No. 27	48	Forest Commission Victoria L. J. Bren et al	1979

Department of Conservation, Forests and Lands, Victoria State				
No.	Material Collected			
	Title	Number of Pages	Publisher/Author	Year Published
29	The Mount Buffalo Fire Bulletin No. 26	32	Forest Commission Victoria L. J. Bren et al B. D. Dexter et al	1977
30	The Young Eucalypt Program (Leaflet)	1	--	--
31	Treegrowing Notes	28	Dept. of Conservation Forests and Lands	1987
32	Treegrowing Notes	28	" "	1988
33	Treegrowing Notes	4	" "	1989
34	The Aerial Forest Seeder An Improved Method of Aerial Seeding to Regenerate Native Forests	6	" "	1989
35	Trees and Shrubs with low Potential Fire Hazard	1	" "	--
36	Trees for the Western Plains of Victoria	1	" "	--
37	Timber Industry Strategy, Victoria	103	" "	1986
38	Upper Yarra Valley	4	" "	1989
39	Upper Yarra Region	16	Melbourne and Metropolitan Board of Works	--

Department of Conservation, Forests and Lands, Victoria State				
No	Material Collected			
	Title	Number of Pages	Publisher/Author	Year Published
40	VICFLORA Plant Price List	1	Dept. of Conservation Forests and Lands	1987
41	Victoria Forests New Directions for the Timber Industry (Leaflet)	8	Dept. of Conservation Forests and Lands	1986
42	Yarra State Forest	18	" "	-
43	Yarra Valley and Gembrook Forest map	1 (map)	" "	1981

4 - 2 Indonesian Data List

Material Collected				
No	Title	Number of Pages	Publisher/Author	Year Published
1	A review of the available technology and its applications for resources survey	206- 216	ITC Journal 1986-3 Jean-Paul Malingreau and Sutanto	1986
2	Integrated digital techniques for development of a geographic information system in Indonesia	200- 205	ITC Journal 1984-3 M Mostafa Radwan and Paul Suharto	1984

(2) インドネシア

- 1) PERUSAHAAN KEHUTANAN NEGARA (PER HUTANI)
KESATUAN PEMANGKUAN HUTAN BALAPULANG LAPORAN PELAKSANAAN PILOT PROJECT AIR SEEDING
- 2) DEPARTAMEN PERTANIAN
DIREKTORAT JENDERAL KEHUTANAN LEMBAGA PENELITIAN HUTAN LAPORAN NO. 138
- 3) PERUM PERHUTANI KPH BALAPULANG
SELYANG PANDANG PROYEK AIR SEEDING BKPH BANJARHARJO BARAT
- 4) PERKEMBANGAN PROYEK AIR SEEDING
BKPH BANJARHARJO BARAT
- 5) DEPARTMENT OF FORESTRY
AGENCY FOR FORESTRY RESEARCH AND DEVELOPMENT "FOREST RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER"
- 6) インドネシア林業の方向
(第5次林業5ヶ年計画の方向) 鈴木康之 (JICA派遣専門家)
- 7) SEJARAH KEHUTANAN INDONESIA I
PERIODE PRE SEJARAH-TAHUN 1942
- 8) SEJARAH KEHUTANAN INDONESIA II ~ III
PERIODE TAHUN 1942~1983

5. 航空機造林に関する収集文献の要約

(オーストラリア)

A C 2

John W.T. (1986) Australian Acacias in Developing Countries. ACIAR Proceeding
No. 16. 196 PP.

SUMMARY OF CONTENTS

This book is about proceedings of an international workshop on Australian Acacias held at the Forestry Training Center, Queensland, Australia, 4-7 August 1986. Current Knowledge on the taxonomy, genetic resources, ecology, silviculture and utilization of Australian acacias of interest to developing countries are summarized. Most important Problems preventing greater use of acacias as well as research needs to solve these problems are identified.

A C 8

Stirling M. (1986) Trees For Fruit and Foliage. Lansdowne Press, Sydney. 160 PP.

SUMMARY OF CONTENTS

This book shows a wide range of trees that Produce fruit and leaves. Colour photographs of most species of each genera are displayed and their habitates, sizes of trees and characteristics of their fruits are explained.

A C 9

D. J. Boland (1989) Trees For The Tropics. ACIAR. 247 PP.

SUMMARY OF CONTENTS

This book brings together a collection of forest research papers from 5 countries (Australia, China, Kenya, Thailand and Zimbabwe).

The main content of the papers has been seed collection of lesser-known Australian species, species evaluation trials, climatic matching, fodder assessment, fuelwood studies and nutrition. In all studies the overall aim has been to evaluate and assess Australian species for use in developing countries.

C 2

Australian Tree Seed Center, CSIRO Division of Forestry and Forest Products: Australian Suppliers of Tree Seed.

SUMMARY OF CONTENTS

This is a one page leaflet containing the names and addresses of private as well government organizations dealing on seed supply in Australia.

C 11

Australian Tree Seed Center, CSIRO Division of Forestry and Forest Products: Project and site Description (a questionnaire for ordering seeds)

SUMMARY OF CONTENTS

This is a two page form to be filled when ordering seeds from Australian Seed Center. Various information on the project to be seeded and natural conditions of the site have to be written in this form and sent to the Australian Seed Center.

C 19

CSIRO Division of Forestry and Forest Products, Australian Tree Seed Centre: Tree Seed in Forest Development. 5 PP.

SUMMARY OF CONTENTS

This is a paper presented to the IUFRO meeting on seed problems of tropical and sub-tropical multipurpose tree species.

Criteria for choosing seeds for use in afforestation projects are cited. Approximate cost per Kg of seed, approximate cost of seeds per hectare, average number of seeds per Kg and other information on 7 eucalyt species are listed in page 2.

D 1

Forest Commission, Victoria: Aerial Seeding By Helicopter. 5 pp.

SUMMARY OF CONTENTS

Cost effectiveness of helicopter as compared to fixed-wing aircraft is evaluated. Benefits, both direct and indirect, of helicopter/seeders are summarized and are shown in a table at the end of the report.

D 2

Peter W. and Peter B. (1988) Forest Cover changes in Victoria 1968-1987. Victoria state Conservation, Forests and Land. Page 7-13.

SUMMARY OF CONTENTS

Sections 3 and 4 of this book contain information on Landsat MSS, Landsat TM and SPOT which are providing data for Australia. The procedure which was used to determine changes in forest cover in the state of Victoria over 15 years (1972-86), using Landsat MSS data has been explained.

D 10

Division fo Forest Operation, Forest Commission, Victoria (1976) Operational Information NO. 10, Aerial Seeding-Eucalypts (Fixed-wing). 17 PP.

SUMMARY OF CONTENTS

This paper explains aerial seeding operations involving fixed-wing aircraft. Concerning seeds, the paper emphasizes the collection of fertile capsules which can produce large quantities of seeds at low cost. Burning the slash is cited as the method used for seed bed preparation. According to the paper sowing rates should be based on the number of viable seeds per hectare and these rate are given for 4 specier of eucalypts. The paper explains that seeds were coated first with fungicides and insecticides and then pelleted with Kaolin clay which was dyed bright yellow.

Calibration is described in detail and is defined as "the adjustment of the aircraft metering mechanism so that the output of seed emitted from the aircraft will be at the desired rate. "

In order to achieve a statisfactory calibration, experimental seeding of low quality coated seeds or offer suitable material resembling coated seeds are recommended prior to actual aprial seeding.

Flying crosswind is recommended for better overlage of swathes. It's emphasized that the Purpose of aerial seeding should be explained to the Pilot and he be made familiar with the site before flying over it.

In appendices of the report seed testing and seed sampling methods are explained, and aircraft calibration tables and equipment information etc are mentioned.

D 34

Land and Forest Division, Department of Conservation, Forests and Lands (1989) The Aerial Forest Seeder; An Improved Method of Aerial Seeding to Regenerate Native Forests. 6 PP.

SUMMARY OF CONTENTS

Components of aerial seeder which can be fit in helicopter are shown and the specifications of helicopter used for aerial seeding are explained. Advantages of aerial seeder and helicopter over fixed-wing aircraf in aerial seeding are clarified.

JICA