

### 3 直播試驗實施計畫書

#### Direct Seeding Experiment

##### 1. Objectives

- ① To obtain information on germination ability and initial growth and survival of seedlings of the coated and plain seeds.
- ② To clarify the effects of types of land preparation and land cover type on seed germination and initial growth and survival of seedlings.

##### 2. Site

Banjar Baru area of South Kalimantan Province, the Republic of Indonesia is proposed to be a subject area for this experiment.

##### 3. Experiment period

The experiment will be carried out for a period of one year; from November 1990 to November 1991. Experiment schedule is described in Fig. 1.

##### 4. Species to be used for this experiment

Two species; *Acacia auriculiformis* and *Acacia mangium*.

##### 5. Type of seed treatment

- ① Two treatment types; coated and plain.
- ② Coating condition; soluble coating materials which weigh 7 times as heavy as the coated seed.
- ③ Plain seeds will be treated in 100 °C water for 60 seconds.

##### 6. Type of land preparation

- ① Experimental plots in grassland
  - Plot treated by prescribed burning
  - Plot treated with ripper
  - Control plot (no land preparation is conducted)

7

l

② Experimental plots in bare land

-Plot treated by ripper

-Control plot

7. Design and set up of the experimental plots (Refer to Fig. 2, 3 & 4)

① Dimension

Three quadrats of 1 m x 1 m will be established in each sub-plot of 5 m x 5 m.

② Land preparation

a) Prescribed burning

Prior to the prescribed burning, 10m wide firebreaks will be established around the plot by removing the vegetation.

b) Ripping

Ripping will be carried out by a type of bulldozer equipped with rippers having three shanks in the pitch of 100 cm.

③ Number of plots

Land cover	Type of land preparation	Number of experimental plot
Grassland	Prescribed burning	1
	Ripping	1
	Control	1
Bare land	Ripping	1
	Control	1
Total		5

②

l

④ Number of sub-plots

Type of Land preparation	Species to be sown				Total
	<i>Acacia auriculiformis</i>		<i>Acacia mangium</i>		
	Coated	Plain	Coated	Plain	
<u>Experimental plots in grassland</u>					
-prescribed burning	2	2	2	2	8
-ripping	2	2	2	2	8
-control	2	2	2	2	8
<u>Experimental plots in bare land</u>					
-ripping	2	2	2	2	8
-control	2	2	2	2	8
Total	10	10	10	10	40

Note: Each type of land preparation is repeated twice.

⑤ 1 m<sup>2</sup> quadrat set up

Inside each sub-plot, 3 quadrats each of 1m<sup>2</sup> area will be set up in proper points.

⑥ Numbering on the basis of land preparation type, land cover type, seed species and treatment type in quadrats, sub-plots and plots.

- Numbering in experimental plots( 5 plots )

No. 1 : Prescribed burning in grassland

No. 2 : Ripping in grassland

No. 3 : Control in grassland

No. 4 : Ripping in bare land

No. 5 : Control in bare land

- Numbering in sub-plots( 8 sub-plots in each plot )

No. 1 & 2 : Coated seeds of *Acacia auriculiformis*

No. 3 & 4 : Plain seeds of *Acacia auriculiformis*

No. 5 & 6 : Coated seeds of *Acacia mangium*

No. 7 & 8 : Plain seeds of *Acacia mangium*

②

l

- Numbering in 1m<sup>2</sup> quadrats ( 3 quadrats in each sub-plot )

No. 1 : Quadrats for one month intensive germination experiment. After one month intensive germination experiment same as 2,3.

No. 2 & 3 : Quadrats for one year survival and height surveys.

⑦ Sowing density

50 seeds per sq.m ( which means 1,250 seeds in each sub-plot ).

⑧ Necessary amount of seeds

Type of treatment	Number of seeds to be sown		
	<i>A. aurif.</i>	<i>A. mangif.</i>	Total
Coated	12,500	12,500	25,000
Plain	12,500	12,500	25,000
Total	25,000	25,000	50,000

⑨ Sowing method

Inside each quadrat No. 1 (for intensive germination experiment) a total of 50 seeds will be sown in regular and systematic way. Seeds outside this quadrats will be sown in irregular way but care will be taken to avoid concentration of seeds in one point.

⑩ Recording of starting condition of experimental plots

Just after setting up these plots, the conditions will be recorded using DATA RECORDING SHEET OF EXPERIMENTAL PLOTS (Refer to Fig. 5).

8. Measurement

The following measurements will be conducted in each quadrat:

① Number of surviving seedlings

Number of surviving seedlings will be recorded after the following

periods; after sowing every month up to ~~third month, sixth month and~~

one year and/or when the surviving seedlings become higher than the grasses. The measurement results will be recorded using FIELD DATA SHEET ON SURVIVAL AND HEIGHT MEASUREMENT (Refer to Fig. 6).

② Seedling height

Average height of the surviving seedlings will be measured every month up to ~~third month, sixth month and~~ one year from date of sowing. In the case of 1, ~~2, 3 and 6~~ <sup>11</sup> months old seedlings, height measurement will be conducted only along a line drawn by using a rope and the average value of height will be calculated. In the case of one year old seedlings the height of all surviving seedlings will be measured and average values calculated. The measurement results will be recorded using FIELD DATA SHEET ON HEIGHT MEASUREMENT (Refer to Fig. 7).

③ Intensive germination experiment

a. Germination, causes of mortality, survival, budding, etc. concerning each seedlings will be recorded.

b. The experiment mentioned above will be conducted after sowing once in a week in 4 weeks.

The measurement results will be recorded using FIELD DATA SHEET ON INTENSIVE GERMINATION EXPERIMENT (Refer to Fig. 8).

④ Remarks

The following factor which seem to affect the seed germination and seedling growth will be carefully recorded during the term of the experiments:

- natural disasters such as floods, droughts and heavy rain, etc.
- forest fire
- damage by disease, insects and animals

l

9. Meteorological data collection

The following data will be collected from the nearest meteorological station.

- ① Daily precipitation
- ② Daily average, minimum and maximum temperatures

#### 10. Photography

- ① Time of photography
  - a. Just after the establishment of the experimental plots
  - b. Every time measurements conducted
    - Intensive germination experiment      4 times
    - Survival measurement                      12 times
    - Height measurement                        1 times
- ② Object of photography
  - a. Overall sub-plot
  - b. Overall quadrat
  - c. Each seedling( standing seedling and uprooted seedling )

Whenever taking a picture, the condition will be recorded using DATA RECORDING SHEET OF PHOTOGRAPH (Refer to Fig. 9).

7

l

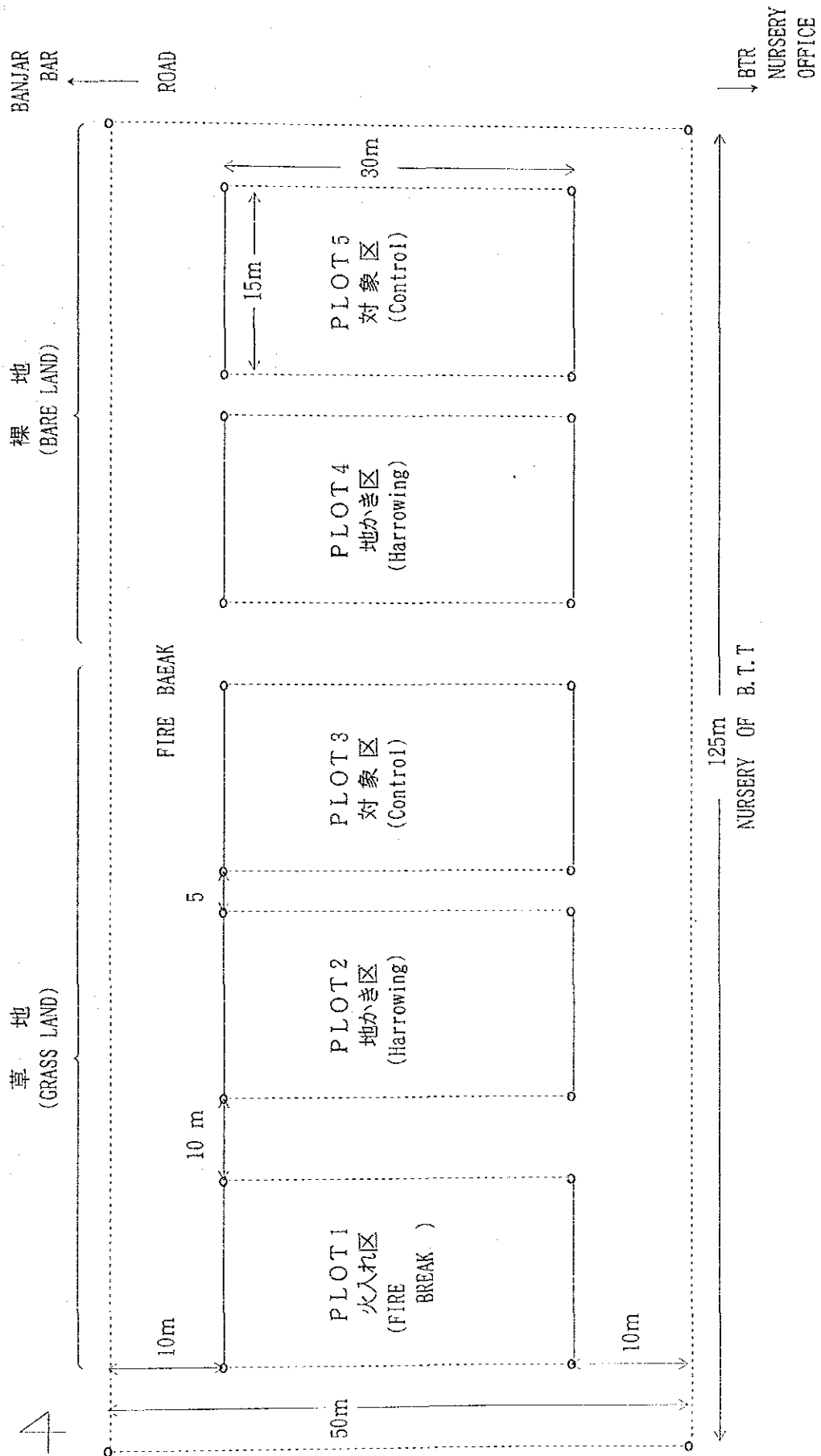


図 I - 2 Design of Experiment Plot

Fig. 1. Design of Experimental Plot-No.1: Land preparation by prescribed burning in grassland (Unit:m)

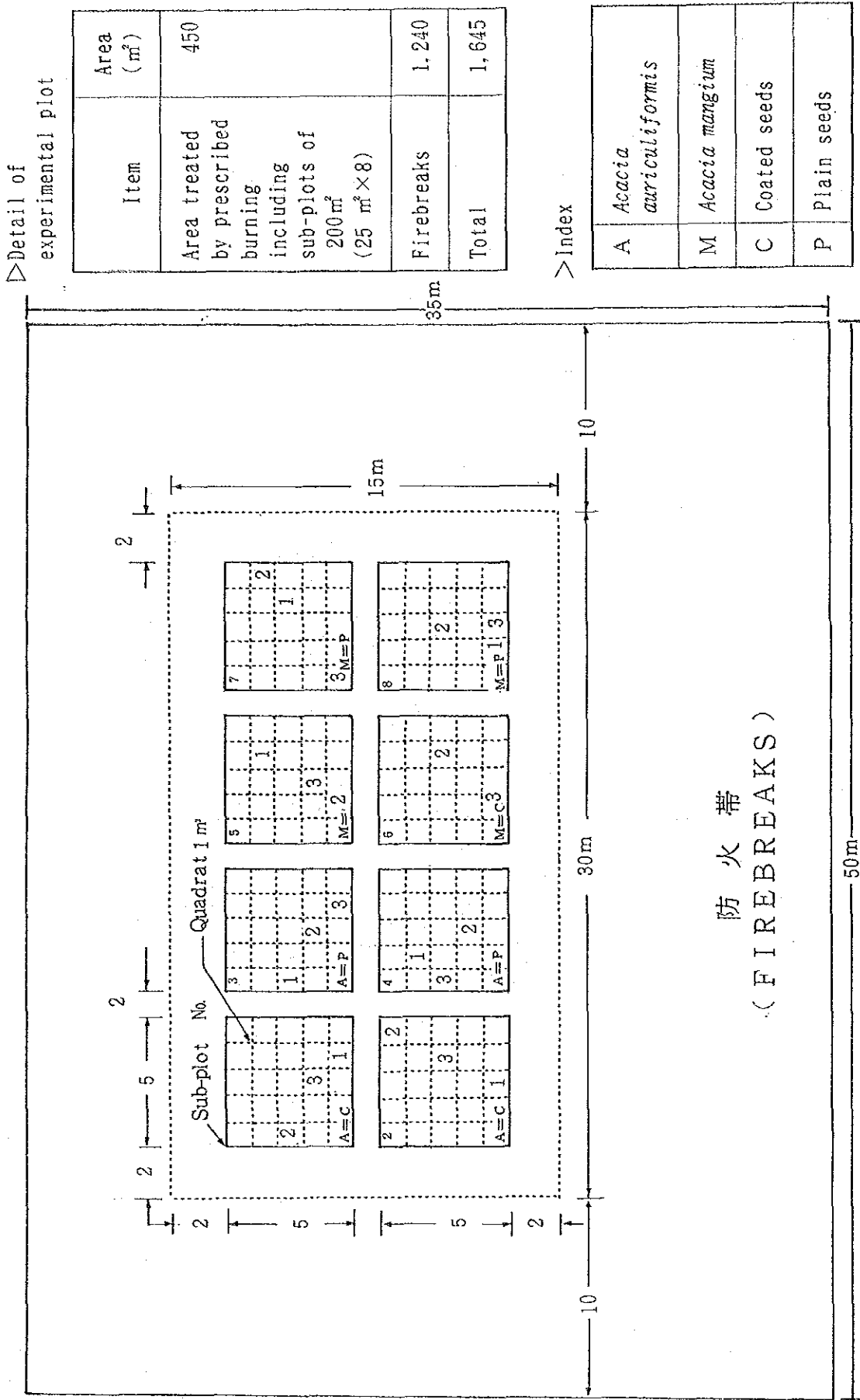
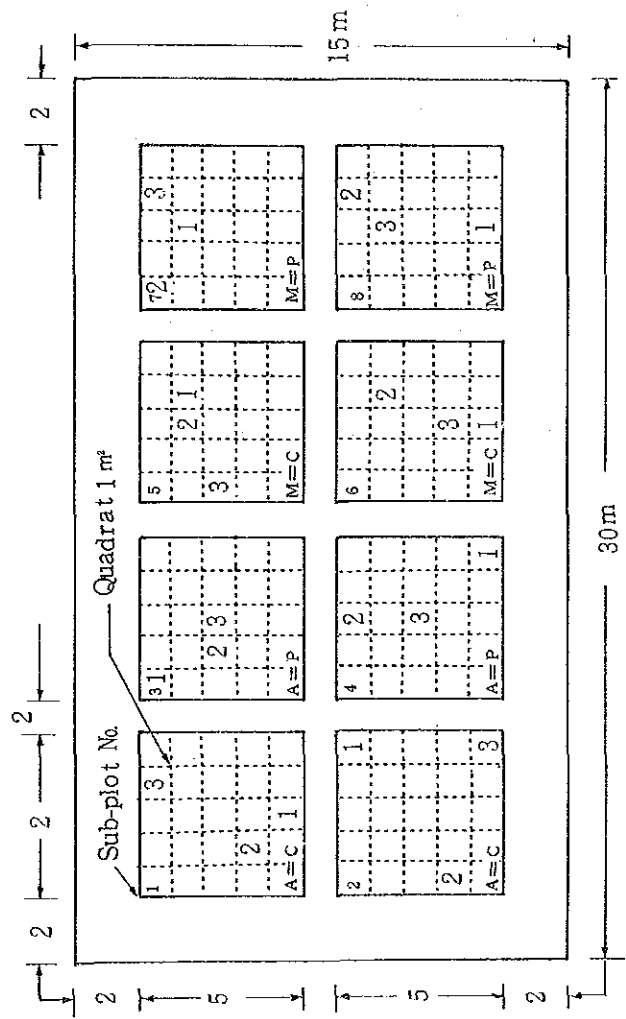




Fig. 2. Design of Experimental Plot-No.2: Land preparation by ripping in grassland (Unit:m)



▷ Detail of experimental plot

Item	Area(m <sup>2</sup> )
Sub-plots	200
Pathways around sub-plots	250
Total	450

▷ Index

A	<i>Acacia auriculiformis</i>
M	<i>Acacia mangium</i>
C	Coated seeds
P	Plain seeds

Fig. 3. Design of Experimental Plot-No.3:Control plot in grassland

(Unit:m)

▷Detail of experimental plot

Item	Area(m <sup>2</sup> )
Sub-plots	200
Pathways around sub-plots	250
Total	450

▷Index

A	<i>Acacia auriculiformis</i>
M	<i>Acacia mangium</i>
C	Coated seeds
P	Plain seeds

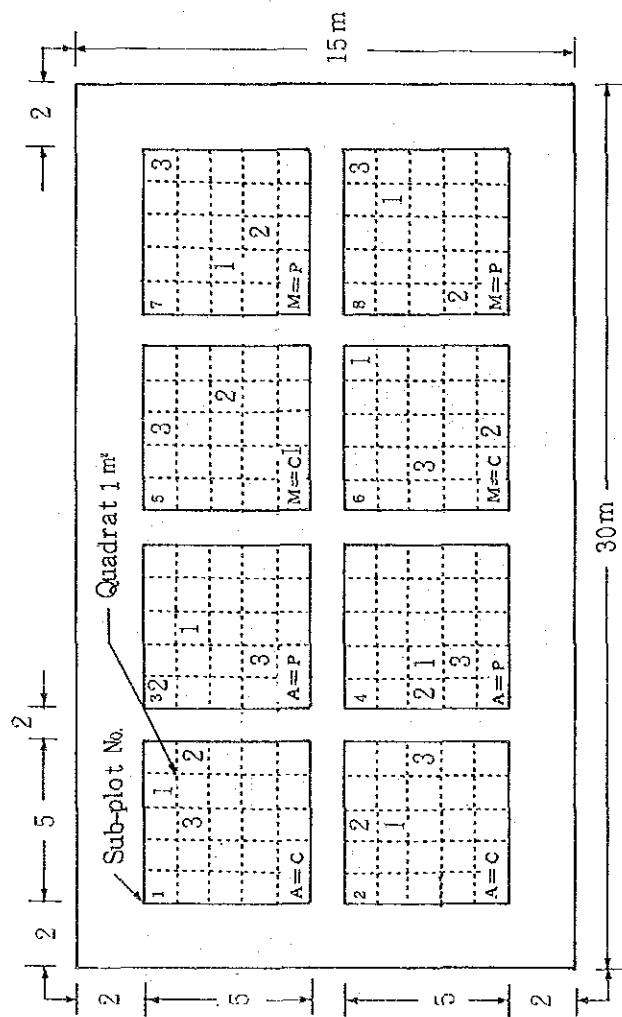


Fig. 4. Design of Experimental Plot-No.4: Land preparation by ripping in grassland (Unit:m)

▷ Detail of experimental plot

Item	Area(m <sup>2</sup> )
Sub-plots	200
Pathways around sub-plots	250
Total	450

▷ Index

A	<i>Acacia auriculiformis</i>
M	<i>Acacia mangium</i>
C	Coated seeds
P	Plain seeds

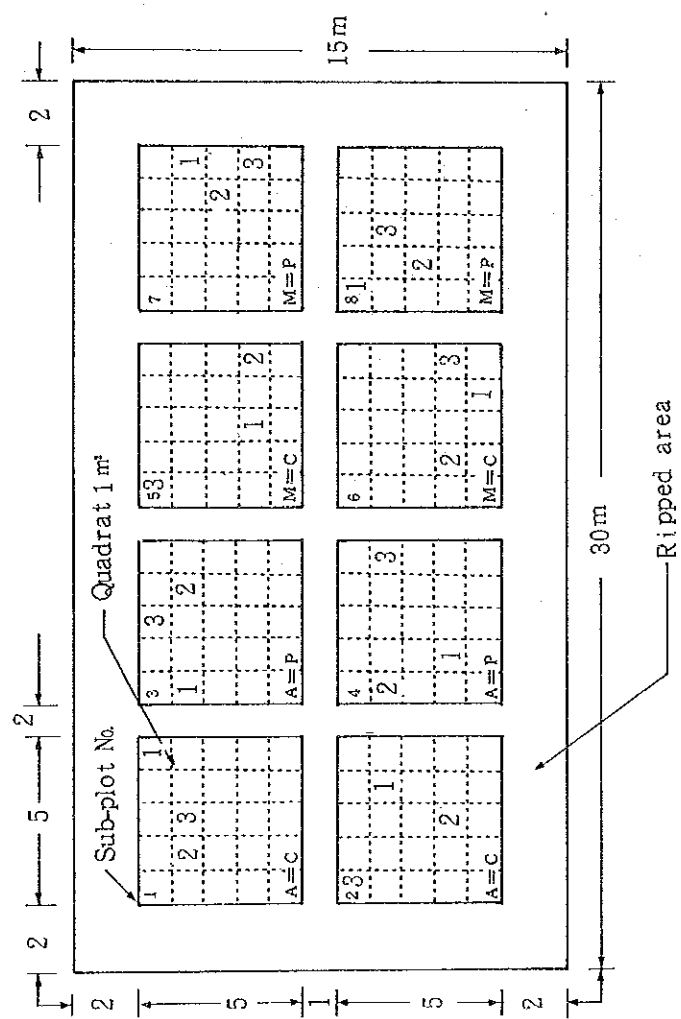
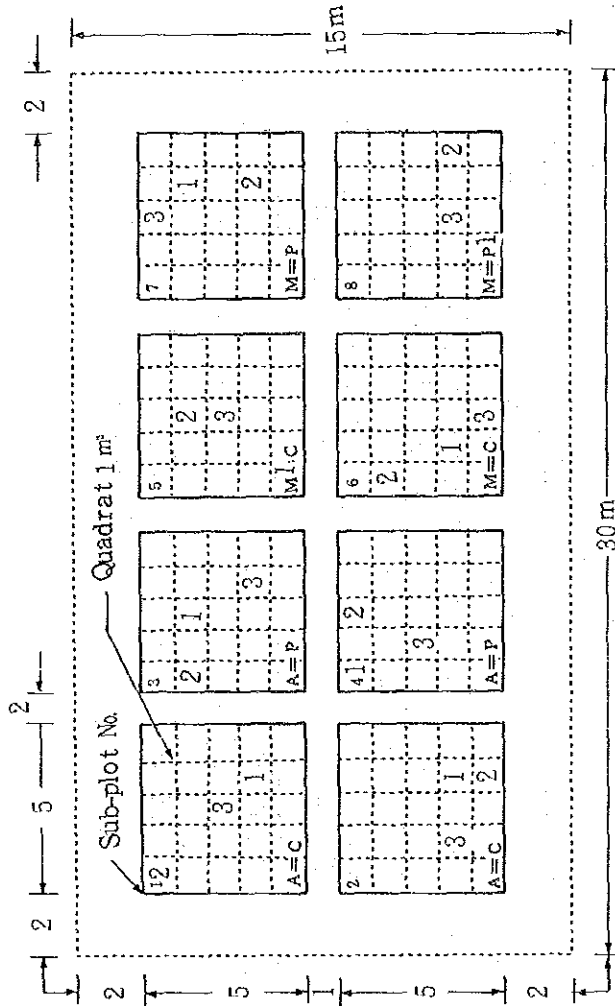
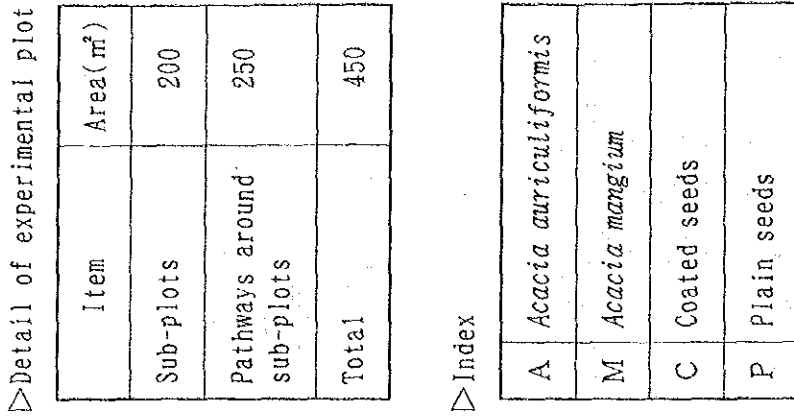


Fig. 5. Design of Experimental Plot-No.5:Control plot in bare land

(Unit:m)



(7)

Fig. 1. Overall schedule of Fundamental Survey on Large-Scale Reforestation Technique

Contents	1990		1991												
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<u>Location of experimental plots</u>															
<u>Plot set up</u> - Land demarcation - Land preparation															
<u>Direct seeding (by hand)</u>															
<u>Measurement and observation</u> - Intensive germination experiment - Number of surviving seedlings - Seedling height															
<u>Photography</u>															
<u>Data arrangement &amp; mailing of data</u>															

2

\*\*\*\* Fig. 5 \*\*\*\*

FUNDAMENTAL SURVEY ON LARGE-SCALE REFORESTATION TECHNIQUE  
Japan International Cooperation Agency ( JICA )

DATA RECORDING SHEET OF EXPERIMENTAL PLOTS

1. No. of experimental plot \_\_\_\_\_ . 2. Size \_\_\_\_\_ m x \_\_\_\_\_ m.
3. Land cover: grass/bare. 4. Land preparation method: burning/ripping/control
5. Plot set up date \_\_\_\_\_.
6. Person responsible \_\_\_\_\_
7. Vegetation; grass height \_\_\_\_\_ cm, Biomass \_\_\_\_\_ kg/ m<sup>2</sup>.
8. Soil; pH \_\_\_\_\_, hardness \_\_\_\_\_, texture \_\_\_\_\_
9. Topography; slope \_\_\_\_\_ °, direction \_\_\_\_\_.
10. Geology \_\_\_\_\_, 11. Annual precipitation \_\_\_\_\_ mm
12. Description map;

Azimuth N ↑	Distance scale (Approximately) 0  _____	Point out the location of the experimental plot by (⊙).

(2)

l

(2)

\*\*\*\* Fig. 6 \*\*\*\*

FUNDAMENTAL SURVEY ON LARGE-SCALE REFORESTATION TECHNIQUE

FIELD DATA SHEET ON SURVIVAL AND HEIGHT MEASUREMENTS

Name of data collector \_\_\_\_\_

Plot No.	Sub-plot No.	Quadrat No.	Date of sowing	Date of measurement	Number of seedlings survived	Average height (cm)	* Causes of mortality**				Remarks
							Insect & pest	Disease	Physical damage	Others	
		1	/ /	/							
		2	/ /	/							
		3	/ /	/							
		1	/ /	/							
		2	/ /	/							
		3	/ /	/							
		1	/ /	/							
		2	/ /	/							
		3	/ /	/							
		1	/ /	/							
		2	/ /	/							
		3	/ /	/							
		1	/ /	/							
		2	/ /	/							
		3	/ /	/							
		1	/ /	/							
		2	/ /	/							
		3	/ /	/							

N.B. \* : According to result of Fig. 2.  
 \*\* : Put circles (O) in the columns identified for the item " Causes of mortality " .

*l*

7

\*\*\*\* Fig. 7 \*\*\*\*

FUNDAMENTAL SURVEY ON LARGE-SCALE REFORESTATION TECHNIQUE

Japan International Cooperation Agency (JICA)

Sheet No.

FIELD DATA SHEET ON HEIGHT MEASUREMENT

Plot No. \_\_\_\_\_ Name of the data collector \_\_\_\_\_

Sub-plot No.	1			2			3			4			5			6			7			8			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Seed-ling No.																									
Date																									
1																									
2																									
3																									
4																									
5																									
6																									
7																									
8																									
9																									
10																									
11																									
12																									
13																									
14																									
15																									
Total height																									
Total number of seedlings																									
Average height																									

2



(R)

\*\*\*\* Fig. 8 \*\*\*\*

FUNDAMENTAL SURVEY ON LARGE-SCALE REFORESTATION TECHNIQUE

Japan International Cooperation Agency (JICA)

Sheet No.

FIELD DATA SHEET ON INTENSIVE GERMINATION EXPERIMENT

Plot No. \_\_\_\_\_ Sub-plot No. \_\_\_\_\_, Quadrat No. \_\_\_\_\_, Date of measurement \_\_\_\_\_, Name of the data collector \_\_\_\_\_

Please put a circle (O) in the column identified!!

Seed-ling No.	Germination	Causes of mortality				Survival	Budding	Remarks
		Insect & pest	Disease	Physical damage	Others			
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								

e

\*\*\*\* Fig. 9 \*\*\*\*

FUNDAMENTAL SURVEY ON LARGE-SCALE REFORESTATION TECHNIQUE  
Japan International Cooperation Agency ( JICA )

DATA RECORDING SHEET OF PHOTOGRAPH

Record No. \_\_\_\_\_

	Date Day/Month	Plot No.	Sub- plot No.	Quad- rat No.	Measurement			Object			Remarks
					A	B	C	A	B	C	
S											
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											
36											
E											

-Experimental plot No. : 1~5      Sub-plot No. : 1~8      Quadrat : 1~3

-Measurement : A ; Intensive germination experiment  
B ; Survival measurement  
C ; Height measurement

-Object : A ; Overall sub-plot  
B ; Overall quadrat  
C ; Each seedling (standing seedling and uprooted seedling)

4. 東ヌサテンガラ州東部スンバにおける  
ギンネムの空中播種試験に関する報告（要旨）

林業省東ヌサテンガラ州 林政局



## 1. 背景 (省略)

## 2. 試験の目的

### (1) 意向

すべての住民が生活の向上を享受できるよう土地の生産性を高め、同時に、土地の保全が重要であるとの認識を住民の間に浸透させることが必要である。これらを達成するために行われる計画のうち、植物を用いて土地の回復及び保護を図る最も迅速な方法としての空中播種技術に適用の可能性を見出す。

### (2) 目的

- a. 草原地帯における空中播種の有効性を見出す。
- b. 空中播種事業が経済的及び社会的価値を持つものであると理解する。
- c. 試験区画を緑化事業のモデルとならしめる。

## 3. 試験の方法

### (1) 試験事業の概要 (省略)

### (2) 試験地の位置及び広さ

この試験は、1985年12月下旬にパンダウェイ地区（東スンパ県の首都であるワインガブの東南20kmの所に位置する）の400haを対象として行われた。試験地は、海拔約100m、気候はシュミット、ファーガソンの気候区分によるE気候帯（年平均降水量700mm、降雨期間約2ヵ月/年）である。

地形及び土地の利用状況に応じて、試験地を3つに分けた。即ち谷部（10%）、尾根部（89.99%）、林道部分（0.01%）といった様である。

試験は、次の2種類の土地を設定して行った。

- a. 試験地である400haの草原のうち200haを全て焼き払い、所定の飛行方法によって往復しながら播種を行う。播種の幅は30m（播種帯1本につき12ha）とする。
- b. 残り200haの草原は、焼かずに播種を行う。播種の方法は上記aに同じ。

### (3) 試験の手順と日程

空中播種試験は、主に次の手順で行った。

#### a. 種子の準備：

試験に用いるギンネム(*Leucaena leucocephala*)の種子は、ワインガブ周辺の天然林から採取した。播かれる種子の量は1ha当り10kgとする。播種帯は各々広さが12haであるので、播種帯1本につき120kgの種子を播くことになる(12ha×10kg/ha)。播種を行う計24本の帯に必要な種子の総重量は2.9tである。

#### b. 試験地の選定及び区画：

試験地は、播種のための飛行が容易に行えるよう区画されることが肝要である。試験地には、なるべく平坦な土地を選ぶ。また、パイロットが見やすい杭及びその他の標識を設置する。試験地の区画に必要な標識は以下の通りである。

- 赤またはオレンジの旗（1×0.5m）。支柱は長さ3m。これを播種帯の端々に設置する。これらの旗は播種が終り次第直ちに引き抜く。
- 各区画の標識は、赤またはオレンジのプラスチック板（1.5×5m）を高さ5mの支柱に取り付けたものとする。
- 各播種帯の番号は、白地の布（1×1m）に黒字で標記し、帯の端に上向きに設置する。
- 区画の境界に設置する杭のサイズは、0.2×0.2×2mとする。

c. 草原の火入れ：

火入れは、播種の1週間位前に行う。

d. 播 種：

播種は、播種帯の上空20~30mから行う。

e. 試験結果の調査及び試験地の管理：

空中播種の試験結果は、3~4年の期間にわたって調査する。この間、同地域の住民が試験地を荒らさないよう管理しなければならない。調査プロットは、4×4mのものを計40個全区画に一様に設置する。

試験の手順と日程をTable 2に示す。

Table 2 空中播種試験の手順及び日程

作業内容	1985年								1986年	1987年	1988年	1989年
	11月				12月							
	1	2	3	4	1	2	3	4				
種子の準備	○	○	○	○	○	○						
土地の選定と区画				○	○							
播種帯の設定、 標識の設置、火入れ					○	○						
播 種					○	○						
調 査					○	○	○	○	○12月	○12月	○12月	○12月
試験地の管理								○	○	○	○	○

#### 4. 結果と考察

プロットを調査した結果、試験地に播かれた1㎡当りの種子の数は、火入れを行った土地とそうでない土地とでそれほど差はなかった(平均10個/㎡)。また発芽率についても両者の差はそれほど大きくない。

播種後1～3ヵ月の間に行われた最初の調査結果は、雨季の始まる時期の予測に若干のズレがあったものの、発芽率に関して期待される値(約35%)を満たしている(Table 3参照)。継続した降雨が見られるようになったのは播種後3週間であったため、1ヵ月目の調査では種子の発芽は観察されなかった。

Table 3 空中播種試験におけるギンネムの種子の発芽率

火入れの有無	播種後の発芽率 (%)		
	1ヵ月	2ヵ月	3ヵ月
火入れを行った土地	0	27.2	53.4
火入れをしなかった土地	0	29.5	47.3

播種後3年目の終わりに行った調査(1989年1月)では、ギンネムの稚樹は谷部と林道の縁に多く集中していることが分かった。また尾根部に生育する稚樹は極めて少なかった(Table 4参照)。

同地は土層が非常に薄く、珊瑚石がその多くを占めていて浸食の危険性がある。さらに試験地の管理が充分でなかったため、最初の年以来毎年地域住民による火入れが行われており、これらの事が尾根部での稚樹の生育率を低くしている原因と考えられる。

Table 4 播種後3年目の稚樹生育状況

試験地の区分	稚樹の立木密度 (本/ha)	稚樹の平均高 (cm)	稚樹の割合* (%)
谷部	10,700	75～150	10.70
尾根部	25	30～40	0.03
林道沿	4,500	100～125	4.50

\* (播種後3年目に生育を続けている個体数)  
(試験当初に播かれた種子(約10個/㎡)の個数)

仮に土地の条件が、単に表土層が薄く珊瑚石が多いということだけであれば、稚樹の生育の可能性は充分にあるだろうと推定され、少なくとも林道沿いの区域における生育率に近づくものと思われる。ちなみにこの試験地における林道は防火帯としての役割を果たしていた。

谷部における稚樹の生育率は、尾根部や林道部分に比べて最も高い。谷部にはいまだに大木が残っており、これらが天然林として小さな群落を形成しているため、尾根部に比べ草本の割合が非常に少ない。このような状況下では火入れによる影響はそれほど大きくない。さらに谷部において稚樹の生育率が高いのは、試験開始後の最初の雨季（1986年1～3月）の際、雨水によって種子が尾根部から谷部へ運ばれた結果と考えられる。



5 林業用種子に関する林業大臣布告 (No: 57/Kpts-11/1990)

MINISTRY OF FORESTRY  
REPUBLIC OF INDONESIA

DECREE OF MINISTER OF FORESTRY  
No. : 57/Kpts-II/1990

Concerning  
FOREST TREE SEED

MINISTER OF FORESTRY,

Considering

- a. that to increase the productivity of forest stand and quality of forest product, forest tree seed has an important role;
- b. that the condition of forest tree seed still cannot fulfil the demand of seed in either quantity or quality;
- c. that in relation to the statement mentioned above, it is necessary to determine the declaration of the Minister of Forestry Concerning Forest Tree Seed.

Referring to

1. Act No. 5 year 1971;
2. President Decree No. 27 year 1971;
3. President Decree No. 72 year 1971;
4. President Decree No. 44 year 1974;
5. President Decree No. 43 year 1978;
6. President Decree No. 15 year 1984 jo  
President Decree No. 47 year 1988;
7. President Decree No. 64/M year 1988;
8. Minister of Forestry Decree No. 116/Kpts-II/1989.

DECLARES

DETERMINES : DECREE OF MINISTER OF FORESTRY

## Article 1

In this decree the meaning of

1. Forest tree seed is a plant material to be propagated which can be vegetative or generative part.
2. Seed source is an area either in forest or in non forest area which can be natural forest or man made forest, where stand as a forest tree seed producer is located.
3. Seed stand is a forest stand located either on forest area or on non forest area and it is a producer of forest tree seed in a certain period.
4. Seed orchard is an area prepared and established as a producer of high quality seed.
5. Seed label is a written information describing quality of seed and seed of origin. It is stuck on the seed container.
6. Seed certification is a method to give certificate according to the method of seed production and distribution based on the regulation determined by Ministry of Forestry.

## Article 2

Appointment and registration of seed stand is done by the Directorate General of Reforestation and Land Rehabilitation ( DGRRL ), based on the Consideration of Regional Office of The Forestry Ministry of the province where the seed stand is located.

## Article 3

1. Seed orchard can be established as a seed source for the purpose of superior forest tree seed which is decided and registered by Director General.
2. Seed orchard can be established either on forest area or on non forest area.

#### Article 4

Supply and distribution of seed can be done by a Company which is able to fulfil the requirements determined by DGRLP.

#### Article 5

1. Each seed that will be distributed has to fulfil the quality standard determined by DGRLP.
2. Each seed that is distributed has to have a seed label approved by seed examiner.
3. For seed which have been tested, if necessary can be issued a certificate of seed quality.
4. Regulation of seed test and certificate will be arranged by DGRLP.

#### Article 6

1. Import and export of forest tree seed to and from Indonesia Territory has to be approved by The Minister of Forestry.
2. Import and export of forest tree seed to and from Indonesia Territory has to be based on the regulation of plant quarantine.

#### Article 7

Local forestry agencies are responsible for controlling forest tree seed, and it is coordinated by the head of Regional Office of Forestry Ministry of each province.

Article 8

As a result of this decree all activities related to forest tree seed have been done have to be referred to the regulation in this declaration.

Article 9

Decree... is effective at the date it is declared.

Declared : in Jakarta

Date : February 3, 1990

Minister of Forestry

Ir. Hasjrul Harahap

cc.

1. Secretary General.
2. Inspector General.
3. Director General / Head of Agency.
4. Management of Perum Perhutani.
5. Head of Regional Office of Forestry Ministry.
6. Head of Forest Service.
7. Head of Technical Operation Unit at the Ministry of Forestry.

## 6 林業用種子の輸出入に関する規則

### ( Export-Import Regulation )

Based on the Decree, seed export-import must follow the following rules.

1. Export-import of forest tree seed from or into the territory of the Republic of Indonesia (RI) should be *decreed or approved* by Minister of Forestry.
2. Exported-imported seed from or into the territory of the RI has to be certified or attached with *phytosanitary certificate*.

Detailed mechanisms can be mentioned as follows:

- The request of seeds by foreign agencies (export) must be proposed to Minister of Forestry. The export can be carried out by State Owned Enterprise (SOE) and or Private Enterprise (PE) after having recommendation.
- The request for importing seed by SOE and PE must be proposed to the Minister of Forestry for limited quantity and research purposes only.
- Phytosanitary certificate from original country should be attached to the seed.
- The proposed seed is not available in bulk stock in Indonesia.
- The proposed seed should be profitable species for forestry development in Indonesia.
- Before exporting or importing seed, there should be a recommendation from the Minister of Forestry.

### Species Prohibited to export

Under the National laws, Policies, Decrees of Minister of Agriculture and the Minister of Forestry, there are other limitations and regulation.

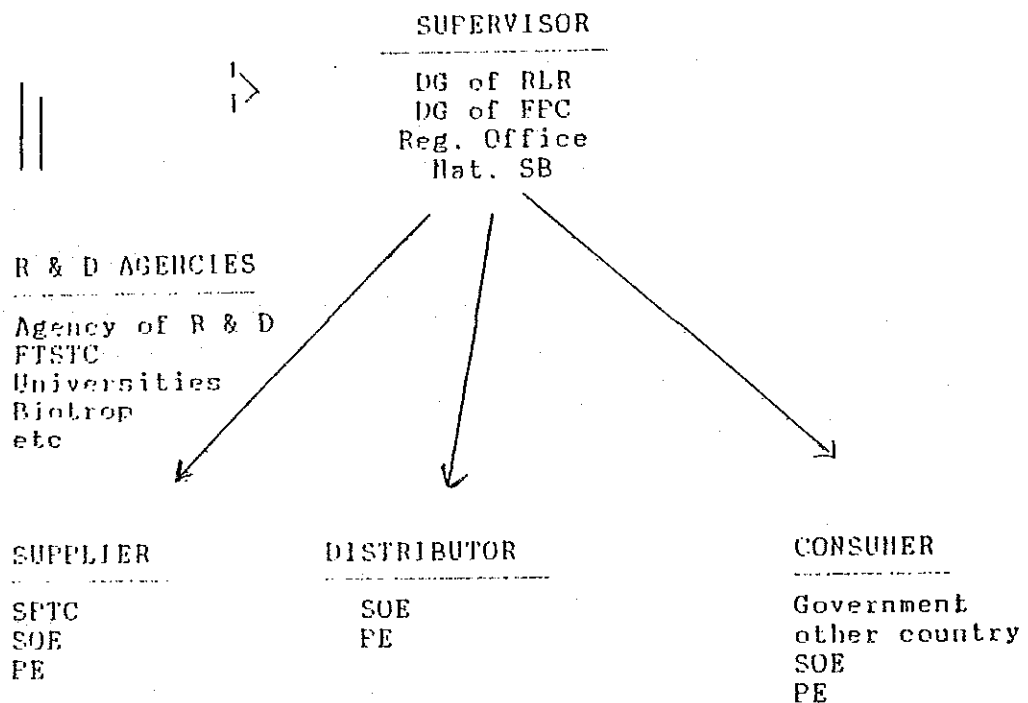
1. The following species categorized as rare tree species are prohibited to be exported for any kind of purposes, such as: Ebony (*Diospyros spp.*), Ulin (*Eusideroxylon zappori*), Sawokecik (*Manilkara kauki*), Cendana (*Santalum album*) and *Pinus merkusii* strain Tapanuli, Kerinci, etc.

2. Tree species which are being developed under tree improvement program such as *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus acglpta*, *Pinus merkusii*, etc. are given a limitation for exporting.

### Seed Controlling

Supervising activities are conducted by the DG of RLR, the DG of FPC, Regional Institution coordinated by Provincial Regional Offices. The details see the diagram.

Seed Technology covers procedures (methods) for seed testing, seed storage, seed collection etc. is developed by Forest Tree Seed Technology Centre (FTSTC). Results like procedures, technical information, technical guide etc. are provided by FTSTC field application. In respective region, the applications are carried out and coordinated by Seed Production and Testing Centre (SPTC) as a Station of FTSTC.



7 種子輸入許可書(事例)

MINISTER OF FORESTRY  
REPUBLIC OF INDONESIA

DECREE OF MINISTRY OF FORESTRY  
No 462/Kpts-II/1990

Concerning

PERMISSION GIVEN TO PT INDAH KIAT OF IMPORTING FOREST TREE SEEDS OF *Acacia crassicarpa* AND *Eucalyptus pellita* FROM AUSTRALIA AND PAPUA NEW GUINEA

MINISTER OF FORESTRY,

Reading : The request of the Deputy Director of PT INDAH KIAT No 357/IHP-IV/90 dated April 4, 1990 ;

Considering :

- a. that for the purpose of the establishment of industrial forest plantation (timber estate), PT INDAH KIAT is necessary to determine species suitable to the site ;
- b. that to determine such species it will need seeds of some species which are not naturally distributed in the region of Indonesia ;
- c. that for the reasons mentioned above, it is necessary to import seed of Acacia crassicarpa and Eucalyptus pellita from Australia and Papua New Guinea to Indonesia.

Referring to

1. Act No 5 year 1967
2. President Decree No 44 year 1974
3. Decree of the President of Republic of Indonesia (RI) No 64/II year 1988
4. Decree of the President of RI No 15 year 1984 and  
Decree of the President of RI No 25 year 1990,
5. Decree of the Minister of Forestry

Paying attention to : Letter of the Director General of the Agency for Forestry Research and Development No 944/VIII-TL3/90 dated June 9, 1990.

DECLARES

Determining

- First : Permission is given to PT INDAH KIAT to import forest tree seeds of Acacia crassicarpa for the amount of 10 kg from Australia and Papua New Guinea and of Eucalyptus pellita for the amount of 25 kg from Australia to Indonesia
- Second : In importing the seeds permission holder has to follow the regulations as follows
- a. Carrying forest tree seed as careful as possible according to the valid regulation ;
  - b. Possessing a phy sanitasy certificate issued by authorized i institution from the country of origin
  - c. Obeying all the valid regulations of importing and exporting forest tree seed and seedling from abroad to Indonesia.
- Third : This permission is valid for 6 months and effective at the date this decree is issued.
- Fourth : This decree has been valid since the date it is issued.

Declared in : Jakarta

Date : September 11, 1990

The Minister of Forestry

Ir. Hasjruil Harahap

CC.

1. Secretary General, Ministry of Forestry
2. Inspector General, Ministry of Forestry
3. Director General, Reforestation and Land Rehabilitation
4. Director General, Forest Protection and Nature Conservation
5. Director General, Agency for Forestry Research and Development
6. Director General, Customs
7. Director, National Seed Centre
8. Director, Center for Plant Quarantine.



## 8. 粒剤散布装置

### 1. 開発の目的

(1) 本装置は昭和60年より使用実績のあるベル式206B型の殺鼠用粒剤散布装置206AH-14A型を多目的用粒剤散布装置として一部変更したものであり、大きさ及び重量の異なる粒剤を同一の装置で散布することができる。

(a) カルバー・コーティング剤の直播

(b) 一般粒剤（約0.7ミリの以上の粒剤）

### 2. 装置の概要、規格、性能諸元

- (a) 名 称 ; 粒剤散布装置
- (b) 型 式 ; 206AH-14B型
- (c) 装置重量 ; ホッパー・タンク 52.0kg  
散布装置用フレーム 17.3kg
- (d) 最大搭載粒剤重量 ; 260 kg
- (e) 積込み口の地上高 ; 1.36m
- (f) インペラ直径 ; 550 mm
- (g) インペラ軸回転速度 ; 150 ~1000 RPM
- (h) インペラ回転制御方式 ; パルス巾変換
- (i) 計量方式 ; No.1 /No.2 バタフライ開閉角度調整

(注) 吐出量が少ない薬剤（殺菌剤、除草剤等）の場合は、No.1のバタフライ閉状態で、No.2バタフライのみを開閉し、比較的多い粒剤（糞、肥料等）の時は、No.1及びNo.2の両方のバタフライを開閉する。

### 3. 構造及び機能の概要

本装置はインペラ、インペラ・モーター、アクチュエーター・モーター及びロアー・ケースを含むホッパー・タンク組立、散布装置用フレーム及びコントロール用のスイッチ類並びに配線、取付金具類により構成されており、主要部分は次の通りである。

(1) ホッパー・タンク ; 胴体左右の装着するアルミ合金製の薬剤収納容器であり、下部のロアー・ケースにモーター類、インペラ及びシャッター機構が装備されている。

#### (2) 飛行速度

- (a) 直播散布 — 30 MPH
- (b) 施肥散布
- (c) 除草剤散布
- (d) 殺虫剤散布
- 30~40 MPH

#### (3) 散布巾

- (a) 直播散布 —— 30m
  - (b) 施肥散布 —— 25m
  - (c) 除草剤散布 —— 20m
  - (d) 殺菌剤散布 —— 25m
- (4) 散布量 (kg/ha)
- (a) 直播散布 —— 12~16kg/10a
  - (b) 施肥散布 —— 10~20kg/10a
  - (c) 除草剤散布 —— 1~ 3kg/10a
  - (d) 殺菌剤散布 —— 1~ 3kg/10a
- (5) 散布高度 —— 15~20m

## 6. 散布の調整

### (1) 基本調整箇所

- (a) インペラ軸回転数の制御
- (b) バタフライの制御 (1個又は2個の開閉)
- (c) バタフライの開度の調整

### (2) 粒剤特性による調整

- (a) 粗 剤 ; ① インペラ軸回転数を調整することにより、散布巾をセットする。  
② バタフライ開度を調整することにより、吐出率をセットする。
- (b) 微少粒剤 ; ① インペラ軸回転数を最大値(950±50 RPM) にセットする。  
(有効散布巾25m)  
② バタフライ開度を調整することにより、吐出率をセットする。

9 飛行經歷一覽表

PILOT EXPERIENCE & TRAINING RECORD  
PERIOD : SEPTEMBER 1990

No.	Pilot	Licence	Type A/C	Ground		P J C	Night	I F R	H 212	B 206	BO 105	Offshore	Sling Load
				Total	Total								
01.	RICHAN ZAIKUDDIN	ATPL FAR 1805 2392354	Bell 212, B 206, BO 105	7340.2 hrs	7140.0	7140.0	220.4	190.2	7326.4	2795.2	1005.7	4323.4	2598.2
02.	RUBIYANTO ADISARHONO	ATPL FAR 2443	Bell 212, B 206, BO 105	4390.5 hrs	4190.5	4190.5	102.2	80.4	4215.2	1650.3	1025.2	2192.5	1958.8
03.	HARRY PURNOMO	ATPL FAR 1439	Bell 212, B 206, BO 105	7242.0 hrs	7042.2	7042.2	212.3	150.3	3512.2	2204.7	1225.3	4429.9	2201.4
04.	DJOKO PRASETYO	ATPL 2417	Bell 212, B 206	7257.5 hrs	6989.0	6989.0	249.6	220.9	3085.7	3486.6	-	4354.4	2902.0
05.	MUDDNO	ATPL 1233	Bell 212, B 206	8910.2 hrs	8611.3	8611.3	321.2	252.3	4265.0	2879.1	-	5246.0	3564.4
06.	DJOKO SRIYONO	ATPL 2555	B 206, BO 105	4205.6 hrs	4001.6	4001.6	208.7	190.2	1050.1	410.6	1353.3	2523.6	1261.2
07.	DOL. TOBING	CPL 2137	Bell 212, B 206, BO 105	7444.1 hrs	7112.0	7112.0	215.1	208.4	1167.1	5901.0	180.2	3214.3	2982.8
08.	HADI SUBERNO	CPL 1803	Bell 212, B 206, BO 105	6329.8 hrs	5974.1	5974.1	203.3	187.5	1850.3	4572.7	195.4	3050.4	2527.6
09.	RANADI SUMARNO	CPL 2227	Bell 212, B 206, BO 105	5729.7 hrs	4974.1	4974.1	176.4	166.3	528.3	4195.1	987.2	3432.2	1716.0
10.	SUPARNO SARING	CPL 2301	Bell 212, B 206	-	-	-	189.5	176.1	1390.9	4021.8	-	3442.6	1861.8
11.	DENNY RICARDO	CPL/IR 3271	Bell 212, B 206, BO 105	2781.7 hrs	2166.2	2166.2	93.9	86.7	1410.4	329.7	566.3	1653.6	826.8
12.	TAUFIK KADIRAN	CPL/IR 2223	Bell 212, B 206, BO 105	4970.6 hrs	4371.9	4371.9	112.2	98.7	3035.6	312.1	929.2	2046.3	1473.1
13.	MARTINUS DARVONO	CPL/IR 2070	Bell 212, B 206	6141.5 hrs	5417.4	5417.4	193.1	169.8	1110.6	4106.6	-	2684.4	1842.6
14.	NOOR RAMSYAH	CPL 3261	Bell 212, B 206	2337.3 hrs	536.0	536.0	75.2	34.9	2220.4	286.2	-	1202.2	934.6
15.	SONNY KARSENA	CPL 3241	Bell 212, B 206	2377.0 hrs	540.5	540.5	80.4	39.9	2155.0	290.1	-	1190.3	950.1
16.	AUDI HARAL NARAIN	CPL FAR 3500 2364149	Bell 212, B 206	656.0 hrs	13.3	13.3	24.2	18.4	426.1	-	-	392.7	196.8

Note : No. 7, 8, 10, 11, 12, 13 ATPL Course In Progress

Operation Manager.



## II. 中華人民共和國

### 大規模森林回復技術調查



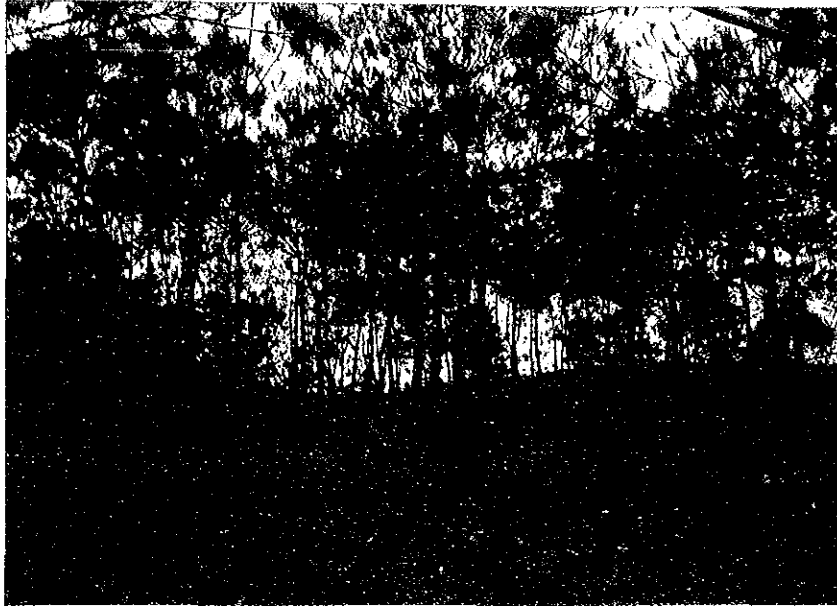


写真-1 福清県大霧山播種区の馬尾松

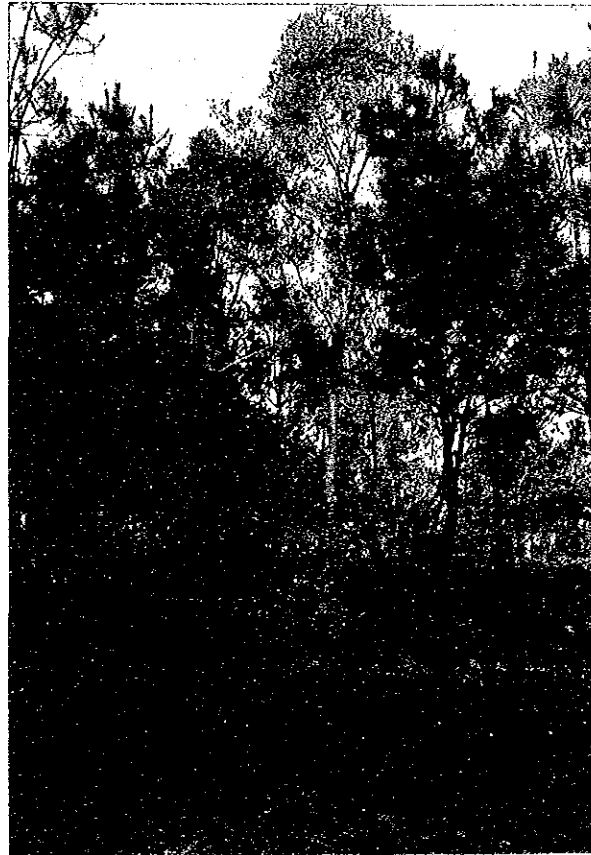


写真-2 大霧山播種区内の台湾相思樹（中央）

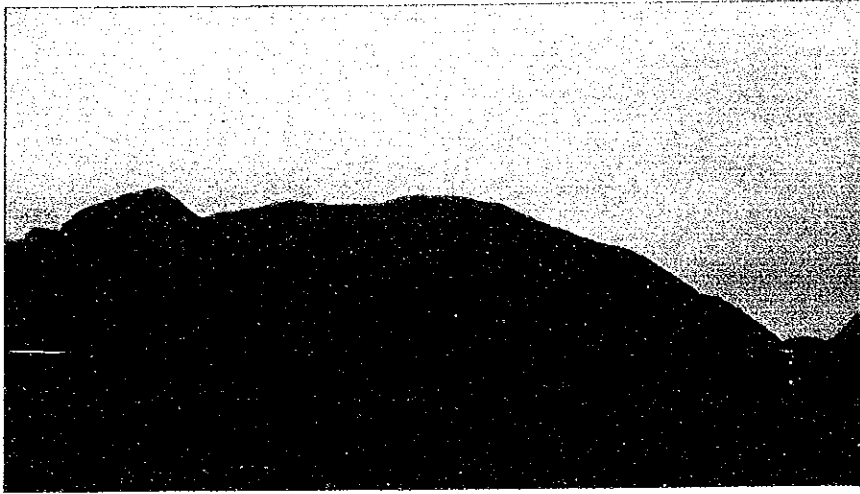


写真-3 福清県石竹山（花崗岩の山）

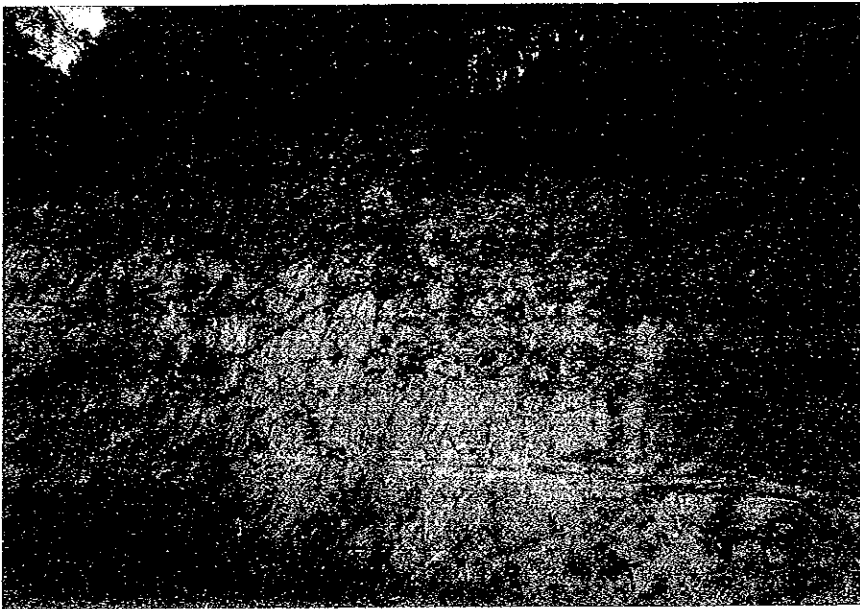


写真-6 福清県大霧山播種区の土壤



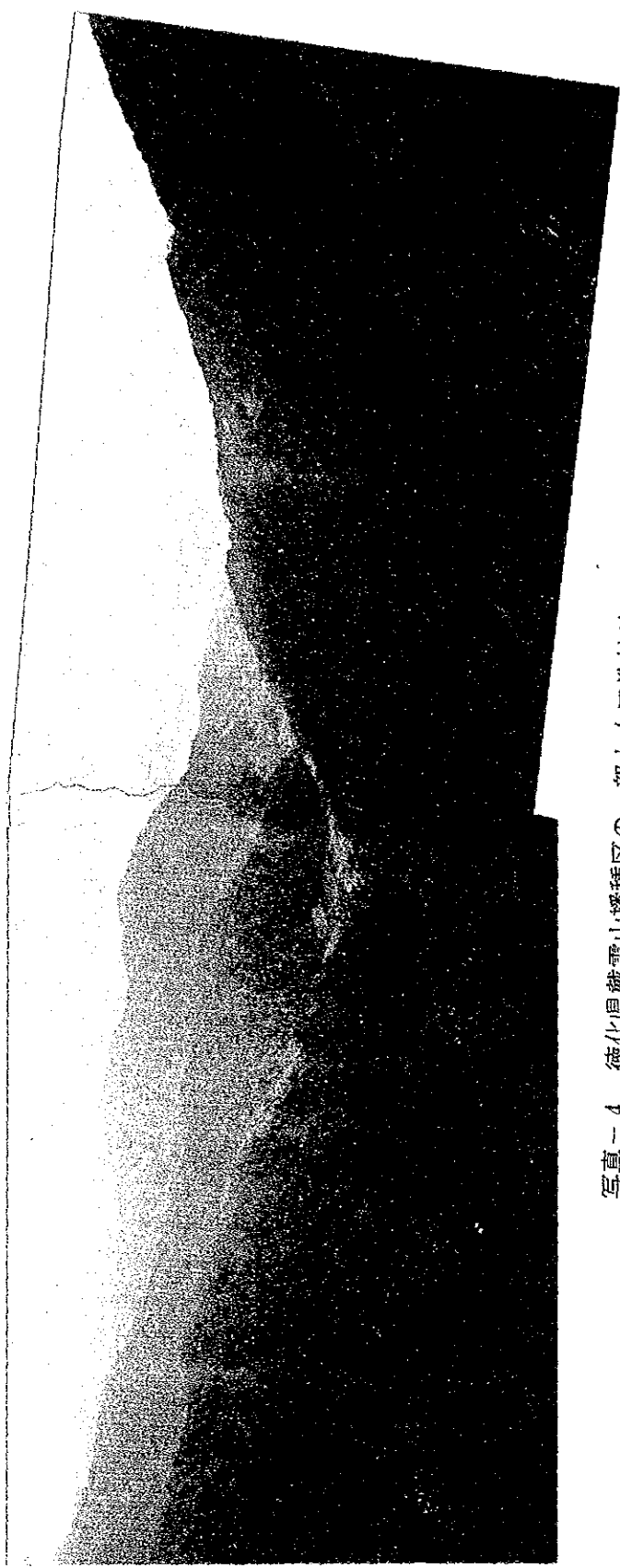


写真-4 徳化県戴雲山播種区の一部と人口造林地  
(沢を挟んで右側の斜面が航空機播種造林地、左側は普通の人口造林地)

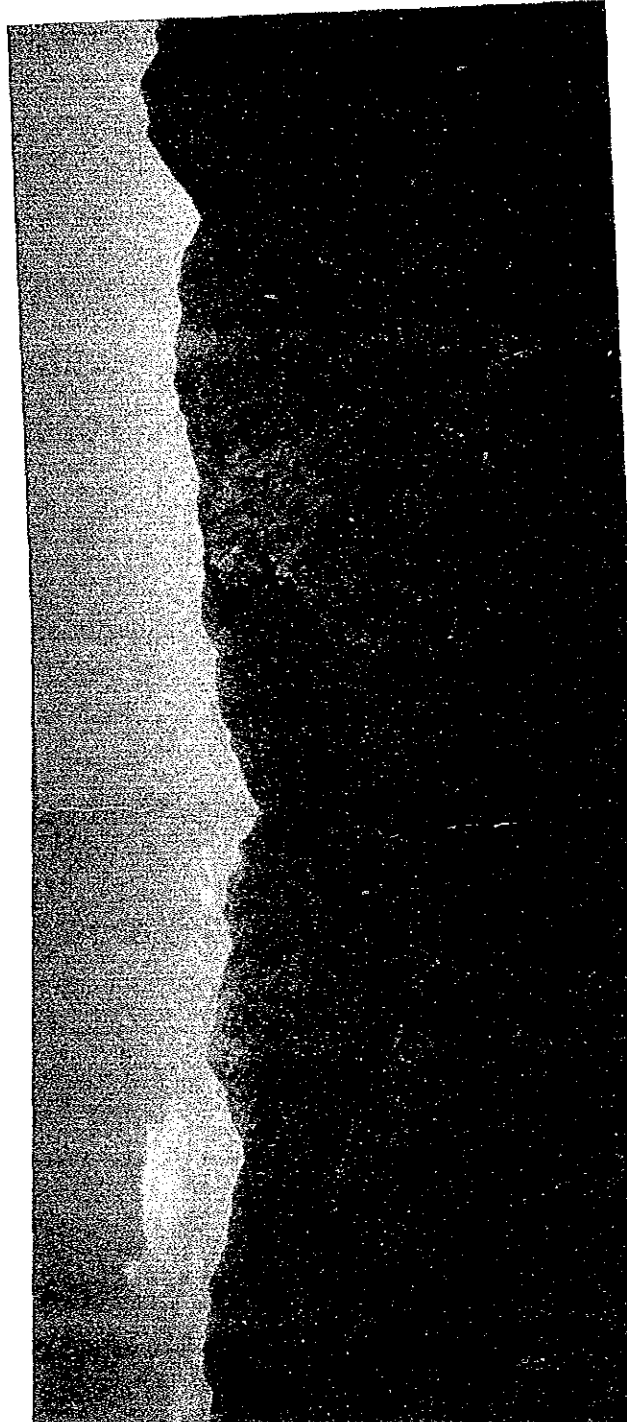
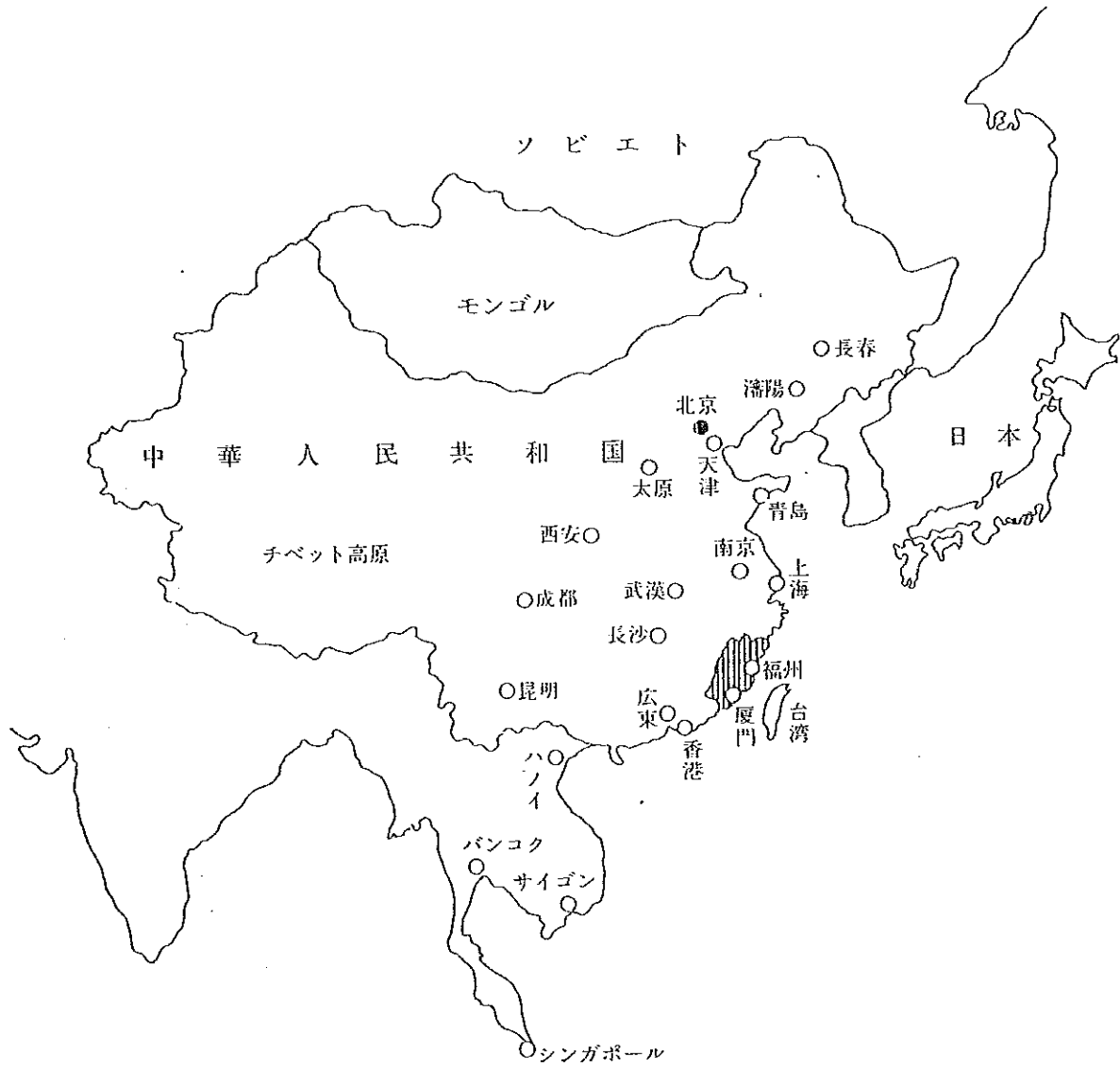
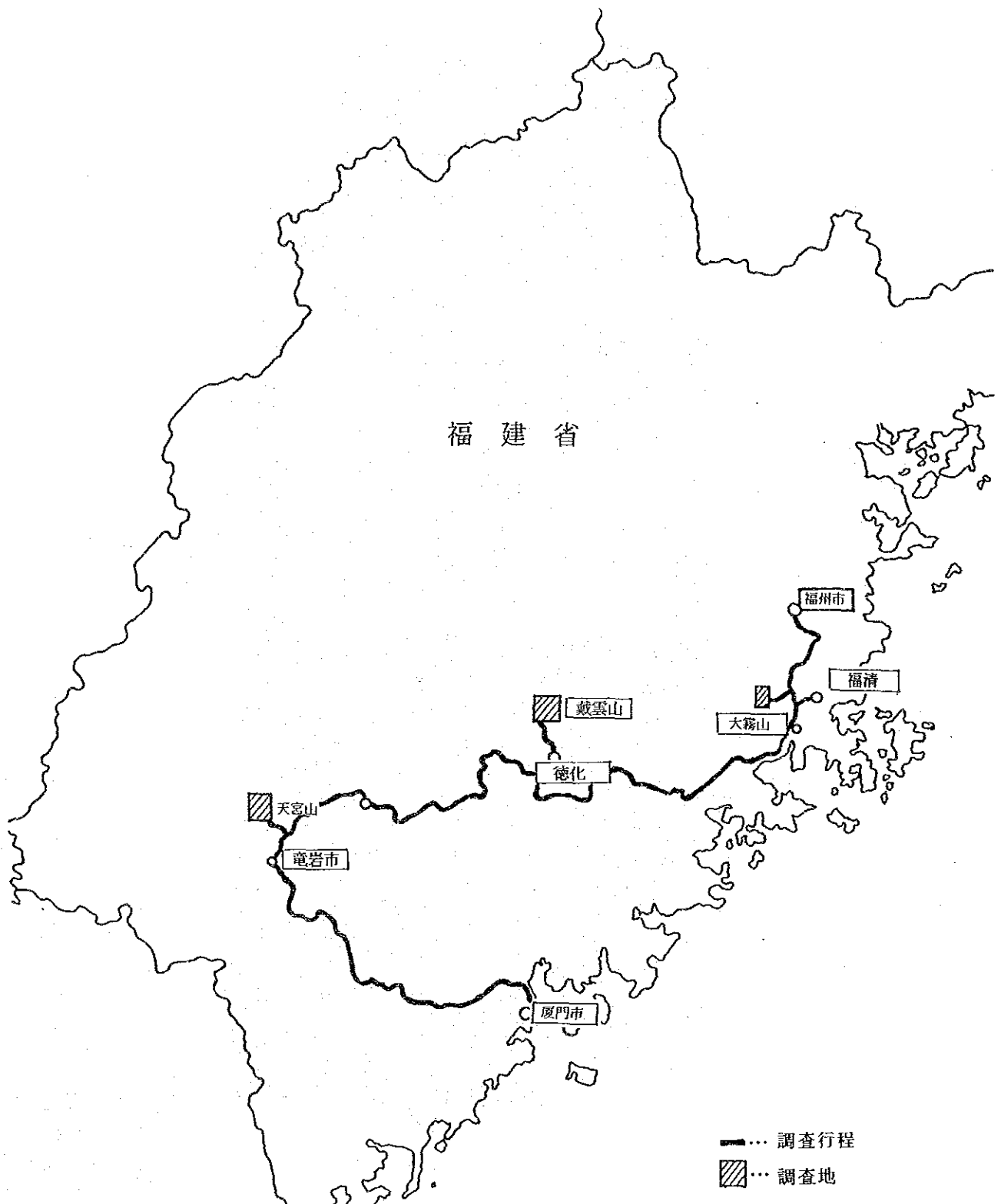


写真-5 竜岩市天宮山播種区眺望（尾根筋は防火帯）



調査位置図  
 (福建省の位置)



調査地位置図

# 目 次

要 約 .....	100
1. 調査団の派遣 .....	102
1-1 調査団派遣の経緯と目的 .....	102
1-2 調査団員の構成 .....	102
1-3 調査日程 .....	102
1-4 主要面会者 .....	103
2. 調査結果 .....	104
2-1 中国における航空機造林の現状 .....	104
2-1-1 技術開発の経緯 .....	104
2-1-2 航空機造林の現状 .....	104
2-1-3 半乾燥地及び黄土丘陵地緑化への応用 .....	107
2-2 福建省における航空機造林の現状 .....	107
2-2-1 造林目的 .....	109
2-2-2 航空機造林の計画と実行組織 .....	109
2-2-3 適地判定 .....	110
2-2-4 造林実績 .....	111
2-2-5 立地条件 .....	111
2-2-6 地上作業 .....	112
2-2-7 航空機利用 .....	112
2-2-8 航空機造林経費 .....	117
3. 今後の検討課題 .....	124
4. 収集資料 .....	125

## 要 約

中国における航空機造林は、既に35年余の歴史を有し、今日では中国全土に広がる荒廃地復旧・森林回復の有力な手段の一つとして定着している。

1956年に広東省において、航空機を用いた播種造林を実施したのが中国の航空機造林の嚆矢である。1983年には、航空機による造林成功面積の合計が全造林面積の16%を占めるに至り、1980年代の終わりには全国の航空機造林面積が470万haに達している。1950年代の中葉から、広大な国土の回復に取組み、治山治水と地域住民の生活の向上・安定のため国土の緑化、特に荒廃林地の回復に努力を傾けてきた。

中国の航空機造林は、全て固定翼機を用いる大面積一斉造林方式であり、かつ自然力利用型であることに特徴がある。一般に、播種前に整地等の地ごしらえを行わず、また播種後も覆土せず、種子の発芽、幼苗の活着成長も自然に任せる方式である。従って、航空機造林を成功させるためには、自然の法則を十分に把握し、活用することに努力が払われている。

現在、航空機造林予定地の決定に当たって、地域に適した樹種に選定することはもちろん、樹種の発芽定着に適した自然条件、固定翼機播種に適した地形条件、及び、航空機による造林を要求する社会経済的条件の三条件が検討されている。自然条件とは、土壌、地表植生、地形、気候などをいうが、局部的立地条件の変化は、固定翼機を利用する場合、無視せざるを得ない。今日までに造成された播種造林地は、全国各地にわたっており、乾燥、半乾燥、湿潤のどの地域にも分布している。乾燥地区は年降雨量が250mm以下の地域で、甘粛省や内蒙古がこれにあたり、主として草本の沙蒿 (*Artemisia arenaria*) の播種試験が行われてきた。半乾燥地区は、年降雨量が250～500mmの風砂区(移動砂丘)や黄土区であり、甘粛省や陝西省、青海省が含まれ、踏郎 (*Hedysarum mongolicum*)、花棒 (*Hedysarum scoparium*)、沙打旺 (*Astragalus adsurgens*) 等を中心に10数種の草本をとりあげ、流動砂地の固定や黄土丘陵の安定に効果をあげてきた。

半湿潤地は年降雨量が500～1,000mm天然植生が森林・草原の地域であり、湿潤地に次ぎ航空機造林の適地である。河北省、遼寧省、河南省等がこれにあたり、油松 (*Pinus tabulaeformis*) の播種造林を行い、良好な成果をおさめている。湿潤地区は、年降雨量が1,000mmを越える地域で天然植生は森林である。この地区では航空機造林の成績が良く、成林率40～50%に達する造林地が多く、それ以上のところもある。四川、貴州、広東、湖北、浙江、湖南、江西、雲南等、南の各省及び陝西省が含まれており、雲南松 (*Pinus yunnanensis*) の適地である四川、雲南両省を除き、他はすべて馬尾松 (*Pinus massoniana*) が主要樹種となっている。

今回調査を行った福建省も、年平均気温が17～20度、年平均降雨量が2,000mmと、気候条件に恵まれた林業地域であり、林業用地面積は882万ha、そのうち森林の状態になっている林地面積は56.6%の500万ha余である。1962年以降1990年までに、79万haに及ぶ航空機播種造林を行い、

約51万3千haの造林地を造成してきた。航空機造林の主な樹種は、馬尾松、黄土松 (*Pinus taiwanensis*)、木荷 (*Schima superba*)、台湾相思 (*Acacia confusa*) 等で、現在の年間播種面積は3～6万haである。今後の課題は、対象地域の奥地化、小面積分散化や賃金の上昇等に伴うコスト高に対抗するための技術開発であり、この面でわが国との共同研究に強い希望が出されている。

中国国内における調査期間は、8日間と短いものであったが、中国林業部及び福建省林野庁の関係者各位、並びに福建省福清県、徳化県及び竜岩市の方々にも全面的なご協力をいただき、所期の成果をおさめることができた。ここに深甚の謝意を表したい。

## 1. 調査団の派遣

### 1-1 調査団派遣の経緯と目的

開発途上地域において航空機利用等による大規模森林造成を行うに当たり、その適性技術について体系化を図るため、一昨年度及び昨年度の調査結果並びに委員会検討結果に基づき、昨年11月インドネシア（南カリマンタン）において、技術マニュアル作成に必要な実証試験候補地調査及び直播試験設定のため現地調査を実施した。

中国については、豊富な実績を持つ中国の航空機造林技術の実態を把握するため、中国南方における事例の一つとして福建省の航空機造林を調査することとした。

### 1-2 調査団員の構成

小 沼 順 一 （総 括） 農林水産省森林総合研究所研究協力官  
青 山 重 和 （航空機利用） (株)農林水産航空協会業務第3課長  
水 谷 恭 二 （業務調整） 国際協力事業団水産開発協力部林業投融資課職員

### 1-3 調査日程

1.15 (TUE)	1	東京 ————— 北京、JICA事務所表敬・打合せ
1.16 (WED)	2	林業部、北京林業大学表敬・打合せ
1.17 (THU)	3	北京 ————— 福州、福建省林業庁表敬・打合せ
1.18 (FRI)	4	移動、福清県大霧山造林地調査、徳化県へ移動
1.19 (SAT)	5	戴雲山造林地調査、竜岩へ移動
1.20 (SUN)	6	竜岩市天宮山造林地調査、厦門へ移動
1.21 (MON)	7	厦門市
1.22 (TUE)	8	厦門 ————— 北京
1.23 (WED)	9	林業部、JICA事務所、大使館報告
1.24 (THU)	10	北京 ————— 東京



#### 1-4 主要面会者

揚禹畴	中国林業部外事司司長
金普春	中国林業部外事司主任
張景春	中国林業部造林經營司
王立勋	福建省林業庁副庁長
吳道彬	福建省林業庁造林經營所副所長
石応林	福建省林業庁外事弁公室
曾世均	福清県林業局局長
鮮榮潘	德化林業委員会主任
李	德化林業委員会副主任
严	漳平市副市長
陳	漳平市林業委員会副主任
林宝泉	竜岩地区林業局副局長
許永榜	厦門林業局局長
黄	厦門林業局弁公室副主任

## 2. 調査結果

### 2-1 中国における航空機造林の現状

中国林業部造林経営司及び北京林業大学水土保持系及び造林学教研室において以下の事項につき調査を行った。

#### 2-1-1 技術開発の経緯

1956年、広東省呉川県の覃巴郷及び坡郷において、約670haを対象に中国最初の航空機造林が行われた。散布した種子は馬尾松(*Pinus massoniana*)と台湾相思樹(*Acacia cofusa*)であったが、播種時期が遅れたことと、事前に適切な地表処理を行わなかったこと等が原因で不成功に終わっている。

1958年以降、陝西、甘肅、寧夏、新疆、内蒙古、青海、北京、雲南、河南等の9省及び市でも実施したが、成績は良くなかった。

1959年、四川省の凉山彝族自治区において約13,300haに雲南松(*Pinus yunnanensis*)種子を散布し、始めて好成績を収めている。1960年代に貴州、広西等の各州でも馬尾松を主として航空機散布が行われ、さらに1970年代には河北省、山西省等にも広がった。

1980年代終わりまでに約1,070万haの航空機造林が行われ、約470万haの森林が造成された。特に1983年からは国の造林計画の中に航空機造林が正式に採用されている。

現在までのところ、航空機播種造林の成功率は、湿潤地域で50%、半湿潤地域で30%、半乾燥地で10~25%、乾燥地で1~3%であるといわれる。

#### 2-1-2 航空機造林の現状

現在、年間の航空機造林面積は100万haである。使用機種は、固定翼機の運5型と伊尔14型及び運11型であり、年間150機を必要とする。利用率は運5型が90%、その他が10%となっている。

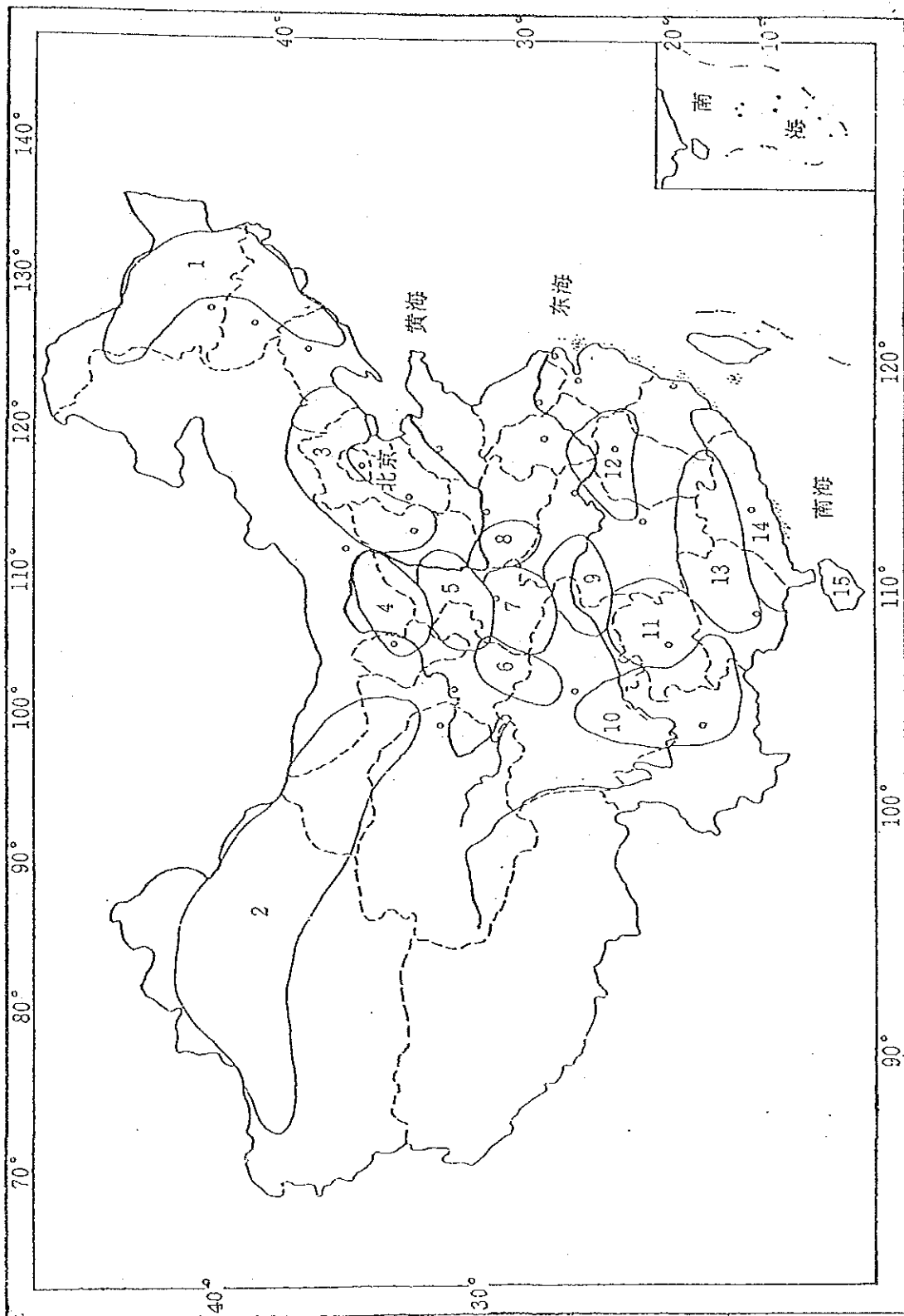
対象地は、丘陵地帯(98%)及び砂漠・黄土高原(2%)である。植生被覆率が30~70%の場所が適地であり、空中写真と地上調査で選定している。

適用樹種は約30樹種といわれるが、そのうち主な樹種としてはマツ類を中心に表-1に示す13種があげられている。

現在、中国では図-1に示すように、気候や土壌、地形、標高等の自然条件と過去の実績を参酌し、全国に15の航空機造林対象区域を設定している。各地区の名称と適用樹(草)種は以下のとおりである。

表-1 主要航空機造林樹種

馬尾松	<i>Pinus massoniana</i>
雲南松	<i>Pinus yunnanensis</i>
油松	<i>Pinus tabulaeformis</i>
黄土松	<i>Pinus taiwanensis</i>
華山松	<i>Pinus armandii</i>
思茅松	<i>Pinus khasya</i>
高山松	<i>Pinus densata</i>
側柏	<i>Platycladus orientalis</i>
台湾相思	<i>Acacia confusa</i>
漆樹	<i>Rhus verniciflua</i>
木荷	<i>Schima superba</i>
樟条	<i>Caragana microphylla</i>
沙棘	<i>Hippophae rhamnoides</i>



图一1 中国における航空機造林適地区分（「中国飛機播種造林」より）

- |                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| 1. 黒吉興安嶺—長白山地区 (試験区) | 興安落叶松、樟子松、魚鱗雲杉、赤松 |
| 2. 甘新試験区             | 牧草等 5種            |
| 3. 冀晋山地区             | 油松                |
| 4. 内蒙古鄂爾多斯高原区        | 樟条、草本6~7種         |
| 5. 陝北高原区             | 油松、側柏、樟条、草本2種     |
| 6. 隴南山地区             | 油松、雲杉             |
| 7. 秦巴山地区             | 油松、漆樹             |
| 8. 豫西山地区             | 油松、               |
| 9. 鄂西山地区             | 油松、華山松            |
| 10. 川滇高原区            | 雲南松、華山松、思茅松、漆樹    |
| 11. 貴州高原区            | 馬尾松、漆樹、柏木         |
| 12. 皖南贛北山地区          | 馬尾松、黄山松、黒松        |
| 13. 南嶺山地区            | 馬尾松、台湾相思、木荷       |
| 14. 閩、粵、桂沿海丘陵山地区     | 馬尾松、台湾相思、木荷       |
| 15. 海南丘陵山地区          | 思茅松、台湾相思、馬尾松      |

注：興安落叶松	<i>Larix gmelinii</i>
樟子松	<i>Pinus sylvestris</i> var. <i>mongolica</i>
魚鱗雲杉	<i>Picea jezoensis</i>
赤松	<i>Pinus densiflora</i>
柏木	<i>Cunninghamia lanceolata</i>

地表処理として、植生の被覆率60%程度以上のところでは、火入れを実行している。支障となる灌木類は伐倒するが、北部では薪として利用している。竹類は根を掘取り除去する。被覆率30%以下が不適な理由は、降雨により種子が流亡するためである。

種子は無処理で散布するが多いが、鳥類やネズミの被害があるところでは種子に忌避剤や殺鼠剤を混ぜる。以前はこれに弗素系化合物を用いたが、人畜への影響が懸念され、現在は使用を禁止している。流動砂丘上では、風と乾燥対策として種子に泥をコーティングし、加工種子丸として、重量を3~5倍に増加させ散布している。これに高分子化合物保水剤を添加し、種子重量の増加と保水効果を促進する場合もある。

種子散布の時期は、一般に湿潤地帯は12~2月、半湿潤地帯は3~5月、半乾燥地帯は6~8月であり、播種後2~3日後に降雨があると発芽に最も良いと思われる。「中国飛機播種造林」(1987)には、地域別播種期を図-2のように示している。

航空機播種跡地の管理法として、播種後3~5年以上「封山育林」を実施している。封山育林とは、燃材の採取、放牧はもちろん、人の立入りを禁止するもので、そのため監視

員を配置する機会が多い。一般には、航空機造林の成功させる必要条件として、①適地適木及び②適度の水分補給の他に、この③封山育林の徹底があげられている。

### 2-1-3 半乾燥地及び黄土丘陵地緑化への応用

半乾燥地の流動砂丘や黄土高原丘陵地帯の緑化にも航空機播種が試験的に導入されている。

流動砂丘の場合は、原則として年降雨量 400mm以上の地区において、主として草本の種子を散布するが、木本も一部採用することもある。定着率が良く、成長も早く、かつ砂の被覆にも強い草本種として、踏郎(*Hedysarum mongolicum*)、花棒 (*Hedysarum scoparium*)、沙蘗(*Artemisia arenaria*) 等が用いられる。30年余を経過した現在、中国全土で約 10,000haの飛砂防止に成功したといわれている。中には年降雨量 250mm程度の乾燥地においても、成功率80%に達したところもあり、有効な飛砂防止効果あるいは砂丘の移動防止効果をあげているといわれている。陝西省北部の榆林の流動砂地における1974年から1981年までの試験結果では、5月には東南の風が吹き、種子の覆土に有利であり、覆土種子の発芽に有効な20mm前後の降雨は6月中旬以降に集中するので、航空機播種の適期は5月上旬から6月上旬までであることを明らかにした。

一方、黄土丘陵では、草本の沙打旺 (*Astragalus adsurgens*) の他、灌木の沙棘(*Hippophae rhamnoides*)、樟条 (*Caragana microphylla*) 等が播種される。草本類の航空機播種として、1975年から4年間にわたり陝西省吳旗県において沙打旺の播種試験を実施している。播種面積合計約 206haに対し、得苗率は20%に終わったが、この結果をうけ、1980年～83年に、沙打旺の衰退後の植被交代を考慮して、沙打旺と沙棘を带状混播する試験を行い、8～9年後の沙棘灌木林の形成に見通しを得ている。沙打旺播種試験は、1981～83年に寧夏自治区固原県の耕作休閑地あるいは荒廃農地においても実施され、年降雨量 350mm程度の条件下でも播種が可能であり、播種適期としては6月下旬から7月上旬がよいが、荒廃山地の場合は破土等の地表処理が必要であること等を明らかにしている。

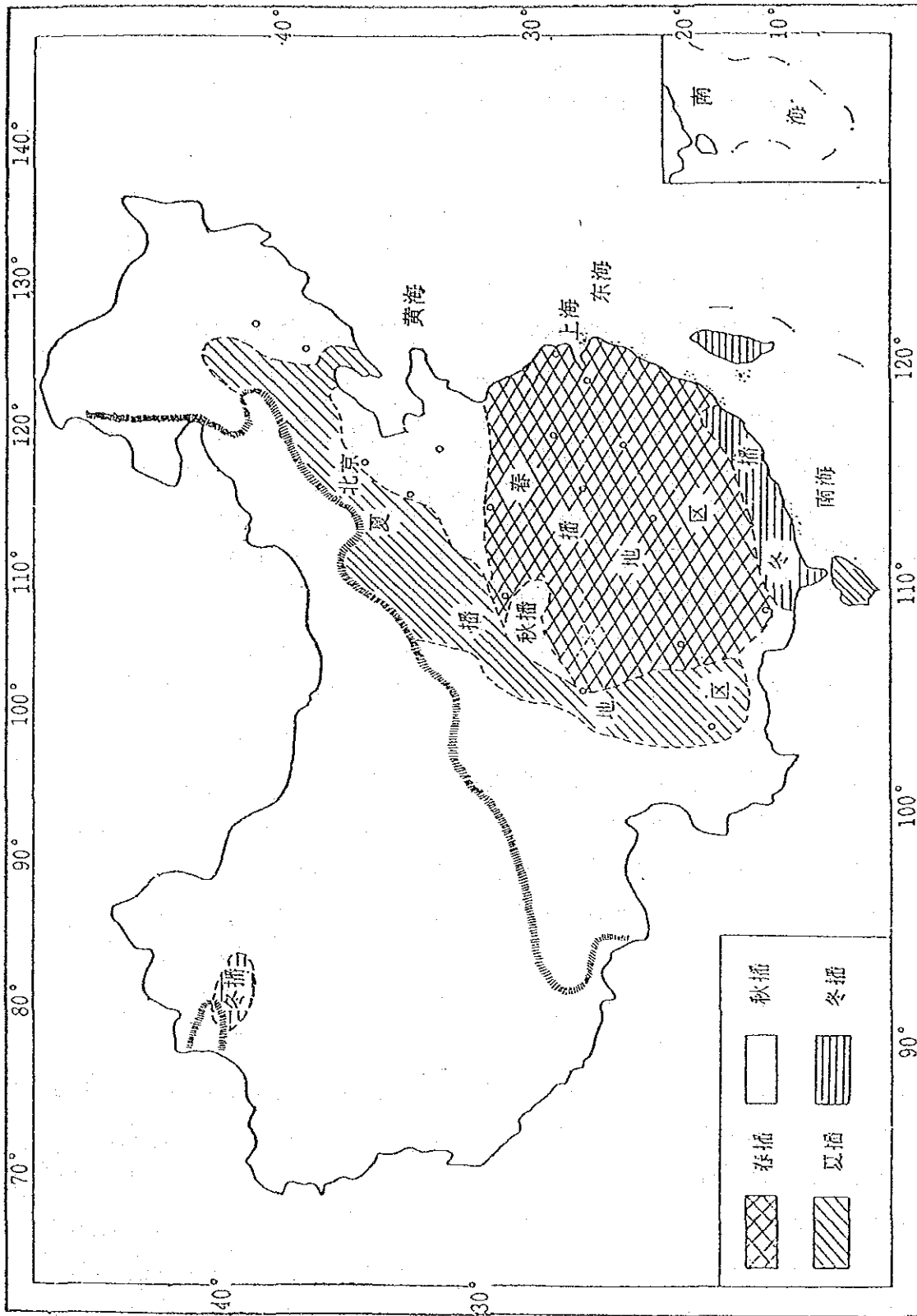
黄土丘陵における航空機造林試験は、1976～78年に陝西省宣川県において、約 140haの油松播種試験を行い、種子の発芽特性、根系特性、幼苗の耐寒・耐乾燥性等を調査している。

### 2-3 福建省における航空機造林の現状

福建省における調査箇所は次のとおりである。

- ① 福建省林業庁造林経営処
- ② 福清県の大霧山及び石竹山播種区
- ③ 徳化県の戴雲山播種区
- ④ 竜岩市の天宮山播種区

調査結果は以下のとおりである。



图一2 航空機造林による播種時期（「中国飛機播種造林」より）

## 2-2-1 造林目的

中国における航空機造林の目的は、広域に亘る荒廃林地に対し、水土保持機能、水源涵養機能、気候調節機能、あるいは地域住民に対する薪炭材等の林産物供給機能等、森林の持つ多面的機能を早期に回復させるために、特に人工造林の実行困難な奥地を対象として、可及的速やかに荒廃林地を緑化することにある。これにより、山村住民の生活の安定はもちろん、下流域における農畜産業の振興、あるいは洪水等による災害の防止、漁場の確保等、流域住民全体の生活の安定に寄与することになるものであり、福建省においてもこのような目的の下に事業が実行されている。

なお、人工造林困難地の中には、地形急峻な岩山も含まれており、これらに対する航空機種子散布のねらいは、当該岩山を含む地域の景観修復にある。

## 2-2-2 航空機造林の計画と実行組織

航空機造林の計画、実行、跡地調査、及び事後の保育管理は、省林業庁及び飛播辦が定めた「福建省飛機播種造林技術規定」及び「福建省飛機播種造林成苗調査技術規定・福建省飛機播種造林成效調査技術規定」に基づいて行われている。福建省における航空機造林の設計は、福建省林業勘察設計院が担当している。

福建省の適用樹種は、馬尾松、黄山松、黒松 (*Pinus thunbergii*)、台湾相思樹、及び木荷の5樹種である。黄山松は標高1,000m以上の土層が厚く排水のよい酸性黄土壤で、また、馬尾松は標高1,200m以下の瘠悪な酸性土壤で、木荷は標高200~1,200mでそれぞれ成林率が高い。また、台湾相思樹と木荷は馬尾松と混播して好成績をおさめている。

播種量の基準は、馬尾松で2,250~2,625g/ha、黄山松3,750~4,500g/ha、台湾相思樹の混播量1,500~2,250g/ha、木荷の混播量750~1,500g/haである。

ha当り播種量  $x$  (g/ha)は次式で計算される。

$$x = \frac{N}{P \cdot R \cdot F} \times 1000$$

但し、 $N$  : ha当り計画得苗数

$P$  : 種子純度

$R$  : 現地得苗率 = 現地発芽率 × 現地種子保存率

$F$  : kg当り種子粒数

同省における単位面積当りの目標種子散布量は、馬尾松が16粒 (0.175 g)/m<sup>2</sup>、黄土松15粒 (0.175 g)/m<sup>2</sup>、台湾相思樹10粒 (0.25g)/m<sup>2</sup>、馬尾松と台湾相思樹を混播する場合は、馬尾松9粒 (0.1g)/m<sup>2</sup>と相思樹6粒 (0.15g)/m<sup>2</sup>、また、馬尾松と木荷を混播する場合は、馬尾松11粒 (0.125g)/m<sup>2</sup>と木荷12粒 (0.07g)/m<sup>2</sup>とされている。

なお、福建省では特に種子加工は行っていない。

航空機播種区の成績調査として、「飛機播種造林技術規定」では1～2年目に成苗（稚樹）調査を、また3～5年目に成功調査を実施することになっている。その評定標準は表一2に示すとおりで、これを航空機造林の成功・不成功の判定基準としている。

実行組織としては、省に航空機造林指揮部を設置し、指揮官には省農業委員会主任が、副指揮官には省林業庁副長官があたる。指揮部は、林業、民航、空軍、飛行場、通信、気象、公安等の各部門からなり、地方を指導する。地方の県、郷、鎮等でも指揮組織を設置し、現地の指揮に当たる。現地における実行班の構成は、竜岩市天宮山の場合、指揮者2名の下に、播種位置を指示する信号手（旗手）6名、散布量を検査する検査担当者4名、航空機との連絡を取る無線手4名の計16名で、それぞれの係が航播対象区の両端に等分に別れて作業を行っている。

表一2 航空機造林成果評定標準表

等級	成苗段階（1～2年）		成功段階（3～5年）		成果評定
	播種面積に占める有苗面積	ha当り本数	播種面積に占める成功面積	ha当り本数	
I	61%以上	5,625	51%以上	4,050	優 合格
II	41～61%	4,995	41～51%	3,900	良 合格
III	31～40%	4,500	31～40%	3,600	可 合格
IV	30%以下	4,200	30%以下	3,600以下	劣 不合格

「福建省飛機播種造林技術規定」より

### 2-2-3 適地判定

人里から離れ、農民の動員が困難で、人工造林の行えない山岳地帯において、比較的大面積に放置された荒廢林地が航空機播種造林の候補地となる。候補地の選定は空中写真及び現地踏査により行われる。

対象地の決定に当たっては、その面積、地形、海拔高、土壤、植生の状態等が検討される。面積は、現行の固定翼機を使用する限りは、1区域で最小5千畝（約330ha）とされている。地形はできるだけ起伏の少ない方が好ましく、運5型の場合、高低差が300m程度であれば、播種区の長さは1km以上必要とされる。海拔高は播種区の緯度と散布樹種等により異なるが、例えば広西省では馬尾松の適用範囲は800m以下とされている。土壤は当然のことながら肥沃で土層が厚い方がよい。

地表植生については3-1の(2)でも述べたが、福建省においても同様、被覆率30～70%のところが適地とされている。70%を越える区域では、事前に伐倒・火入れ等を行うことにより処理可能であるが、コストの面で問題が出てくる。また、30%程度以下の場合、降雨等により種子が流亡するため好結果は得られないとのことであった。



## 2-2-4 造林実績

1965年以降、省内の40%以上の県・市で航空機造林を実施した。合計79万haの対象地に種子散布を行い、そのうち成功した面積は65%の51.3万haである。調査の結果、成林して一つのまとまりとなった林分が91箇所あり、その中で13,300ha以上のものが1箇所、2,600~3,300haが7箇所、2,000~2,500haが6箇所、1,300~1,900haが7箇所、1,300ha未満の林分が70箇所ある。

現在、福建省の年間航空機造林面積は3~6万haである。1990年の実行面積は33,000ha、1991年の予定は48,000haである。

今回調査した航空機造林地のうち、福清県の大霧山及び石竹山は、1972年に実行された6播種区31,100haの一部であり、馬尾松、黒松、及び台湾相思樹の種子が2.25kg/haの割合で散布された現地である。この地区の最適播種量は目標値でha当り15~18粒であった。大霧山播種区については、播種面積6,463haに対し、3,961haが成林し、成功率は61%となっている。封山期間は5年間、4年目と12年目に除間伐を行ったが、1989年の値によれば、馬尾松がha当り平均3,750本の割合で成立し、鬱閉度は80%以上、平均樹高6.5m、平均胸高直径8cm、蓄積はha当り45mに達している（写真-1、2）。現在は林内に稚樹が発生し、天然更新が進行しているとのことであった。これに対し、石竹山は花崗岩の岩山であり、急斜面の壁面を除き、景観的に適度に成林していることが認められた。（写真-3）

同じく、1972年に実行した徳化県の戴雲山・九仙山及び周辺9郷に亘る播種区では、播種有効面積28,200haに対し、馬尾松、黄山松及び台湾相思樹の種子82,400kgが散布された（写真-4）。1984年の調査結果では、成林した面積は51%の約14,500haで、高標高地では黄山松の成績が良好であった。成林率を高めるためには、播種後、封山育林・山火事防止等の長期間の保育管理が必須となっている。

竜岩市の天宮山を中心に1郷1鎮を含む播種区は、1974年に航空機造林を実施した現地である。1984年の調査では、播種面積4,353haの内、2,433haが成林しており、成林率は56%、ha当り平均本数3,990本、平均樹高7.5m、平均胸高直径10.5%であった。（写真-5）

## 2-2-5 立地条件

福清県の大霧山周辺の播種区の標高は200~800m、土壌は黄壤であり、石竹山は花崗岩からなる岩山である。（写真-6）

徳化県の戴雲山・九仙山及びその周辺播種区は標高800~1,200mで、土壌は黄壤と呼ばれ、土壌が厚く、林内にはシダ類も繁茂し、どちらかと言えば土壌条件の悪いところであった。

福清、徳化両県とも、年平均気温は17~21度、年平均降雨量は2,000mm程度である。

竜岩市天宮山播種区は、標高900~1,700m、年平均気温16度、最低気温は-12度、年降

雨量1,950mm、年相対湿度84%、草本類の被覆度90%、草丈80cm程度、土壌は黄壤であるが、一部赤壤の部分もある。

## 2-2-6 地上作業

植生による被覆率が60%程度以上の区域には火入れを行うが、種子散布の3ヵ月前に火入れを行うと、播種時点で新草の丈が10~20cmとなり、種子の発芽・活着に最も好ましい状態となる。火入れ区には防火帯を配置する。「飛機播種造林技術規定」では、防火帯の播種区全域に占める割合は3%程度としている。

竜巖市天宮山播種区では、地表の植生被覆度が高いので、ほぼ全域に火入れを行っている。主として尾根筋に15m程度の防火帯を設け、楊梅 (*Myrica rubra*) あるいは木荷等の火に強い広葉樹を植栽している。当区の防火帯の総延長は約60kmとのことであった。航空機播種作業当日の作業班の編成は上記(2)の項で述べたとおりであり、播種航跡は図-3に示すとおりである。

## 2-2-7 航空機利用

### (1) 航空機

中国における航空機造林用の航空機は、1956年に航空機造林が開始されて以来全て固定翼機が用いられてきた。固定翼機の種類としてはソ連製の安-2を模して中国で製造された運5型(現在改良型の運5Bもある)が90%以上利用されており、残りの10%は運-11型、伊尔-14型となっている。

航空機造林用としてのヘリコプターの利用は事業としては皆無であるが(中国民航のヘリコプター所有なし)、1988年には日本の一部航空会社の協力を得て試験的に実施された。使用したヘリコプターはB206型で、航空学校から借用したものである。

中国の年間所有機数は150機程度であり、一部軍から10機程度借用(有料)した以外は中国民航有機をチャーターしている。年間の総飛行時間は8千~1万時間程度となっている。

今回調査対象の福建省の3地域では全て運5型が使用されていた。

以下、航空機造林用の主要使用機種の特徴、性能等については次のとおりである。

#### ① 運5型

主として、農林業用としてソ連の安-2をまねて中国で製造された単発、複葉機である。

全長(機長)	; 12.735m	上昇率	; 1~2m/秒、最大4m/秒
全幅(上翼長)	; 18.176m	飛行高度	; 2,600m以下
全高(機高)	; 4.13m	旋回半径	; 750m
最大積載量	; 1,000kg	飛行障害物のない距離	; 前後3km、両側2km
”速度	; 245km/h	播種区域内10km以内の高低差	; 300m以内

” 航続距離 ; 870km

その他の性能は表-3のとおりである。

表-3 運5型性能諸元

離陸最大重量 (kg)	発電機 (台数×馬力)	自重 (kg)	燃料消費量 (kg/h)	積載量 (kg)	作業速度 (km/h)		作業高度 (m)		離発着距離 (m)	
					一般	最小	一般	最小	離陸	着陸
5,000	1×1,000	3,600 ±	140~ 160	800~ 1,000	160	150	80~ 150	30	150~ 180	150

② 伊尔-14型

ソ連性の双発、単葉低翼機。

全長(機長) : 22.31 m

全幅(翼長) : 31.70 m

全高(機高) : 7.80 m

旋回半径 : 1,830 m

飛行障害物のない距離 : 前後 8~10km、両側 5 km

播種区域最小面積 670haに適する。

播種区域内10km以内の高低差 : 500m以内

その他の性能は、表-4のとおりである。

表-4 伊尔-14型性能諸元

離陸最大重量 (kg)	発電機 (台数×馬力)	自重 (kg)	燃料消費量 (kg/h)	積載量 (kg)	作業速度 (km/h)	一般作業高度 (m)	離発着距離 (m)	
							離陸	着陸
17,000 ~ 17,500	2×1,900	13,500 ±	450~ 480	1,600~ 2,000	250	300~500	540	510

③ 運-11型

1976年、農林業を主に地質探査、空中写真、野性動物調査等のため中国で製造された双発、単葉高翼機(発動機 2×285馬力)である。

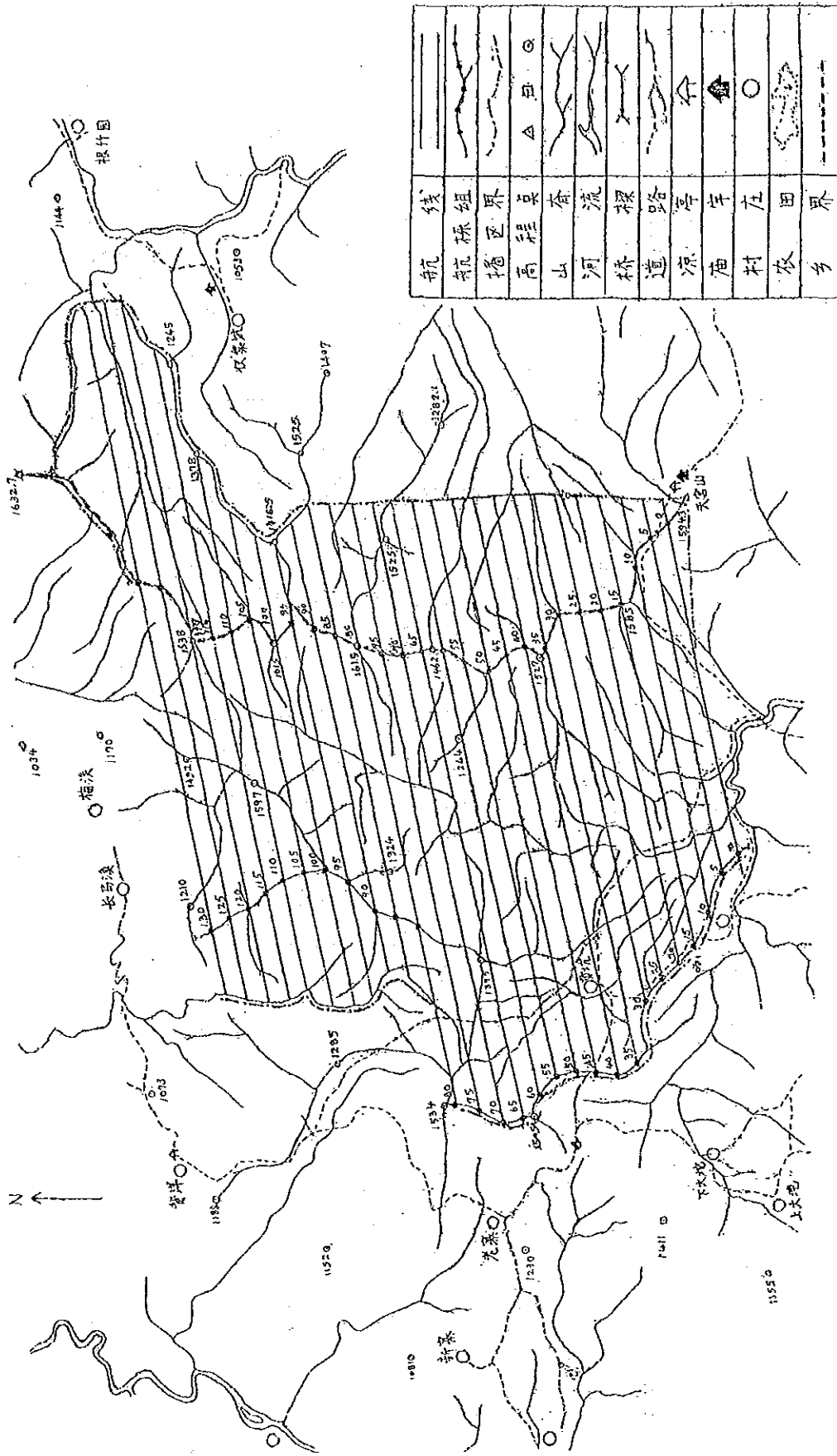
全長(機長) : 12.0 m

作業速度 : 150~170km/h

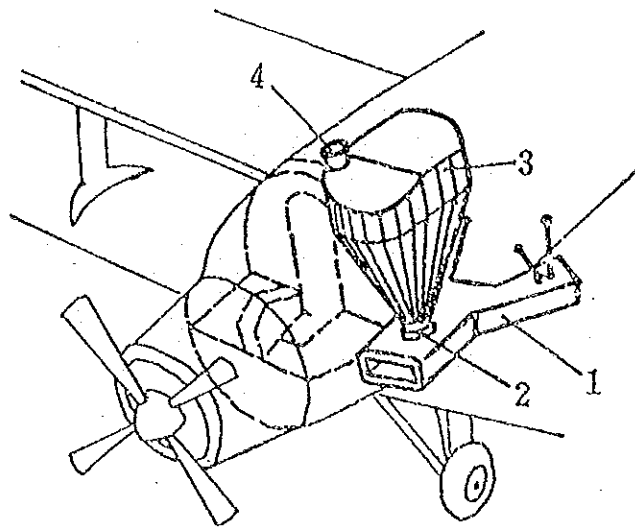
全 幅 (翼長) : 17.0 m	航続距離 : 900 km
全 高 (機高) : 4.64 m	上昇率 : 4.2m/秒
自 重 : 2,050 kg	上昇限度 : 3,950 m
最大積載量 : 1,250 kg	離陸距離 : 196 m
巡航速度 : 200 km/h	着陸距離 : 155 m

(2) 散布装置 (播種器)

散布装置 (播種器) の構造図等詳細について入手できなかったが、外観は図-4及び図-5のとおりであり、種子タンク、種子吐出口、定量盤、風車、攪拌器、操作スイッチ等から成り立っている。なお、現在は改良型で運5型用のFB-85型があり、体積小さく、重量軽く、抵抗が少ないため種子の分散が良い結果が得られているということである。

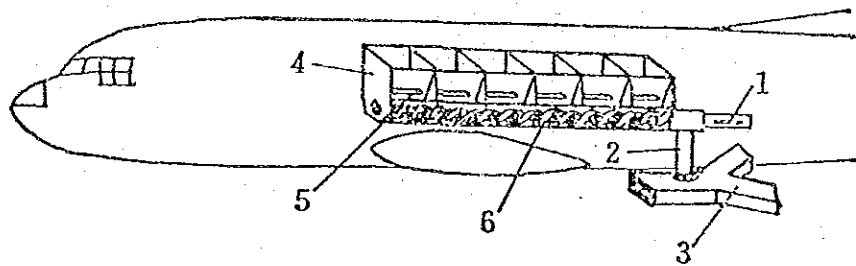


图一3 竜岩市天宮山播種区全域と播種航跡



1. 拡散器 2. 出種門 3. 種子桶 4. 加種門  
 (「中国飛機播種造林」より)

図-4 運5型飛行機播種器構造図



1. 電動機 2. 下種筒 3. 拡散器 4. 種子箱 5. 出種門 6. 螺旋推進器  
 (「中国飛機播種造林」より)

図-5 伊小-14型飛行機播種器構造図

### (3) その他

航空機種、散布装置については上述のとおりであり、今回福建省の航空機による造林地を視察した限りにおいては、使用航空機が固定翼機でヘリコプターより自在性に欠けるにもかかわらず、急斜面でしかも摺曲の多い複雑な地形を対象とし、一定の成果を得られており、今後の機種選定に当たって参考となるものと考え。

しかしながら、一般的な固定翼機を使用した場合の問題点としては、中国側からの説明にもあったが、散布予定地内の湖沼、河川、道路等の本来の対象外地にも播きこむことが多く、有効率（有効成林率）が低下する。一般には、有効率は70%確保を目途としている。従って播きこみによる種子の無駄も多くなる。また、種子の漂流による重複、ズレ区域外への散布も見られるとされている。

一方、航空機造林の対象地が段々奥地化、小面積分散化の傾向にあることから、今後固定翼機のみでの対応ではコスト負担が大きく、ヘリコプター導入の検討が進められつつあり、日本に対する技術協力要請も強い。

#### 2-2-8 航空機造林経費

福建省における平均的な航空造林経費について、福建省林業庁の説明によれば、過去を遡れば、70年代にはha当り18.3元（1元=約26円）であったものが、80年代59.5元、89年62.4元、90年代85.0元、と年々経費は上昇してきている。

経費上昇の原因は、労賃その他諸物価高騰のほか、前述のように航空機造林の対象地が奥地化し、また小面積分散化の傾向も影響しているものと考えられる。

具体的な航空機造林の経費積算事例について、1989年10月に、福建省林業勘察設計院が作成した同省政和県の「1990年飛播造林規劉設計説明書」（以下、「設計書」という）の概要を紹介することにする。

この設計書は1990年3月下旬から4月上旬にかけて航空機造林を実行するため、前年の1989年10月に作成されたものである。

##### (1) 航空造林対象地域の概況

政和県は同省北部、建陽地区に位置し、気候は亜熱帯型に属しているが、標高により気候の差がある。実行地の標高は800m以上が大部分で、一部1,200~1,500mの現地もある。800 m以上では、年平均気温摂氏3~15度、年降雨量1,800mm。800m以下では、年平均気温摂氏17.5~19.3度、年降雨量1,600 mmである。土壌は紅壤、黄壤、紫色土、石灰土等である。

##### (2) 播種区域の企画設計

###### ① 播種区的设计

播種区的设计内訳は、表-5、6のとおりである。

全省で11の播区からなり、播区総面積は120,626畝（ム一）、播種面積は108,532畝

で播区総面積の90%、有効播種面積98,489畝で播区総面積の81.6%、播種面積の90.7%である。播区内の林況は、宣林荒山（意味不詳）84,228畝、疎林地14,261畝。播区飛行総延長距離1,608.34km、総飛行時間は54時間38分、飛行回数24回である。総播種量は馬尾松9,525kg、黄山松8,700kg。地被植生処理面積69,729畝、内煉山（火入れ）40,312畝、劈草（刈払い）29,417畝。航空標識班25組。航空標識938個、播種帯451条。播種幅50m、播種作業高度80～120m、播種作業速度160km/時、使用航空機は「運5型」、使用飛行場は「崇安」、地上から信号旗を兼ね薫煙を採用している。

② 播種樹種の選定

標高1,000 m以上の普城林、南山崗、風水凹、香炉山播区は黄山松。同じく 900～1,200 mの礼岩類、仙岩、庄下等の播区は、黄山松と馬尾松の混播、内仙岩播区の1,200m以上の箇所は2回目の播種は全て黄山松である。

担坑、黄担、黄淡坑等 1,000m以下の箇所では馬尾松を播種する。

③ 播種量の決定

播種量の計算には、3-2の(2)に掲げる式（畝当りに修正）を用いており、馬尾松、黄山松とも1畝当たり0.175g、馬尾松と黄山松の混播は、馬尾松、黄山松ともに0.0875gとなっている。

④ 播種区の植被処理

植被度が0.3～0.6の範囲が播種に適し、0.7 以上の場合は、必ず刈払いまたは火入れを前年の秋に実施する。

⑤ 種子の質量

項目 種子	純度	含水率	千粒重	毎 0.5kg	室内発芽率
	>%	<%	g	種子粒数	>%
馬尾松	90	10	10	50,000	70
黄山松	85	10	11	45,455	80

⑥ 航行標識、通信連絡（省略）

⑦ 播種密度の検定

項目	樹種	馬尾松	黄山松	馬尾松 黄山松
設計落種密度		26	26	13 / 13
実際落種密度		13	13	6～7 / 6～7



⑧ 必要作業人員

全播区の所要人員は 216人となっているが、詳細内訳は省略。

(3) 投資経費の概要

① 経費概算

航空機造林の経費積算単価は表-7のとおりであり、各播種区ごとの経費は表-8のように積算されている。

表一5 飛播造林播區設計表

項目	播區名稱	普城林播區	上洋播區	南山崗播區	担坑播區	黃担播區	礼岩頭播區	仙岩播區	庄播區	風水凹播區	黃淡坑播區	香炉坑播區	合計
播區面積(畝)(A)		5,770	20,835	15,025	5,380	11,060	5,530	14,154	9,122	4,920	23,540	5,290	120,626
播種面積(畝)		4,990	17,976	14,360	4,840	9,980	4,935	11,130	7,691	4,920	22,715	4,995	108,532
有效面積(畝)	合計(B)	4,890	16,559	12,882	4,756	9,046	4,605	10,089	7,169	4,661	18,987	4,845	98,489
	宜林荒山	4,410	9,949	12,215	3,730	8,025	4,357	7,639	7,169	3,705	18,184	4,845	84,228
	疎林地	480	6,610	667	1,026	1,021	248	2,450	0	956	803	0	14,261
有效率 % (B)/(A)		84.7	79.5	85.7	88.4	81.8	83.3	71.3	78.6	94.7	80.6	91.6	81.6
植地被處理積(畝)	合計	1,589	15,497	9,619	3,357	5,953	910	8,214	7,169	956	11,620	4,845	69,729
	煉山	956	6,404	5,213	1,641	2,621	745	4,389	6,204	0	7,294	4,845	40,312
	劈草	633	9,093	4,406	1,716	3,332	165	3,825	965	956	4,326	0	29,417
飛播樹種	黃山松	馬尾松 黃山松	黃山松	馬尾松	馬尾松	馬尾松	馬尾松 黃山松	馬尾松 黃山松	馬尾松 黃山松	黃山松	馬尾松	黃山松	馬尾松 黃山松
播種量 kg	0.175	0.0875 0.0875	0.175	0.175	0.175	0.175	0.0875 0.0875	0.0875 0.0875	0.0875 0.0875	0.175	0.175	0.175	
需種量 kg	775	1,575 1,575	2,400	775	1,575	375 400	375 400	650 1,325	675 675	775	3,900	775	9,525 8,700
航標組數	2	4	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	25
航標樁數	52	166	112	52	82	52	52	104	62	52	152	52	938
播帶數	26	76	56	26	41	26	26	41	31	26	76	26	451
航線總長度 km	76.93	277.80	200.33	71.73	147.47	73.73	188.72	121.63	70.53	313.87	70.53	1,608.34	

表-6 飛播造林飛行、航空標識等設計表

項目	播區名稱	普城林播區	上洋播區	南山崗播區	担坑播區	黄担播區	礼岩頭播區	仙岩播區	庄播區	風水凹播區	黄淡坑播區	香炉坑播區	合計
飛行方向角(度)		75.5	27	125.5	24	24	125.5	121	137.5	19	4.5	70	
播區~飛行場距離km		128	119.6	119.8	124	127.4	112.4	115.4	113.4	107.6	120	130.4	
飛行回数		1	4	3	1	2	1	3	2	1	5	1	24
飛行作業時間(時間:分)		2:33	9:44	6:50	2:39	4:56	2:34	6:01	4:07	2:28	10:34	2:24	54:38
航空機數量		3	5	3	3	3	3	4	3	3	3	3	9
紅白旗數量		6	12	6	6	6	6	9	6	6	6	6	21
白旗數量		0	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	7
落下種子調查布數		6	12	6	6	6	6	9	6	6	6	6	21

表-7 航空機造林の経費積算単価

(単元：元)

種子費 元/kg①		作 業 飛 行 時 費 U ②	臨 時 工 工 費 U ③	交 通 運 輸 費 U ④	設備購置費⑤		植被処理費⑥		科 研 費 U ⑦	設 計 費 U ⑧	調 機 費 U ⑨	鼠 鳥 虫 防 治 費 U ⑩	管 護 費 U ⑪	①～⑪ 不 可 予 見 費 ⑫
馬 尾 松	黄 山 松				信 号 旗 (元/面)	接 種 布 (元/面)	煉 山	劈 草						
14.00	24.00	633	0.30	2,000	4.00	2.00	1.50	5.00	0.02	0.10	15,000	0.04	2.50	5

- a) 種子費：種子購入費、運搬費を含む。
- b) 作業飛行費：飛行場～播区往復 230km/h、播区内作業速度 160km/h。  
播区内巡回時間 1回 2分30秒、離着陸 1回 5分として計算。
- c) 臨時工工資：航空標識設置、引航、飛行場での種子積み込み。
- d) 交通運輸費：播区指揮部、播区作業、飛行場での指揮部等の車。
- e) 設備購置費：信号旗、種子落下調査用布。
- f) 播区植被処理費：火入れ 0.3人/畝、刈払い 1.0人/畝。
- g) 科研費：各播区ごとに一定数の標準地設定し、定期的に観察記録。
- h) 鼠鳥虫防治費：病虫獣害防除費。
- i) 調機費：調査飛行費 運5型。
- j) 設計費：
- k) 管護費：管理費。
- l) 不可予見費：予備費①～⑪の総計の5%計上。

表一 8 航空機造林經費予算表

單位：元

播 區 名 稱	播 種 面 積	經 費 予 算													有 效 面 積 畝 當 於 成 立 本 數
		合 計	種 子 費	作 業 飛 行 費	臨 時 工 資	交 通 運 輸 費	設 備 購 置 費	植 被 處 理 費	科 研 費	鼠 鳥 虫 防 治 費	調 機 費	設 計 費	管 護 費	不 可 予 見 費	
晉 城 林 播 區	4990	39364	18600	1614	1497	998	8	4599	98	198	745	577	8557	1875	8.05
上 洋 播 區	17976	172575	59850	5845	5393	3595	26	55071	331	662	2522	2084	28978	8218	10.42
南 山 崗 播 區	14360	132047	57600	4326	4308	2872	20	28850	258	516	1962	1503	22544	6288	10.25
担 坑 播 區	4840	37658	10850	1677	1452	968	7	11041	95	190	724	538	8322	1793	7.92
黃 担 播 區	9980	73107	22050	3123	2994	1996	14	20592	181	362	1378	1106	15830	3481	8.08
孔 岩 頭 播 區	4935	32004	14850	1625	1480	987	7	1942	92	184	701	553	8059	1524	6.95
仙 岩 播 區	11130	102073	40900	3809	3339	2226	16	25709	202	404	1536	1415	17656	4861	10.12
庄 下 播 區	7691	64283	25650	2606	2307	1538	11	14131	143	286	1092	912	12546	3061	8.97
鳳 水 凹 播 區	4920	38898	18600	1561	1476	984	7	4780	93	186	710	492	8157	1852	8.35
黃 淡 坑 播 區	2271	152104	54600	6689	6815	4543	30	32571	380	760	2892	2354	33227	7243	8.01
香 炉 山 播 區	4995	42125	18600	1709	1499	999	8	7267	97	194	738	529	8479	2006	8.69
合 計	108532	886238	342150	34584	32560	21706	154	207553	1970	3940	15000	12063	172356	42202	9.00

### 3. 今後の検討課題

中国における航空機造林技術は、固定翼機を用いる方法としては実用の域に達しており、第三国においても、自然的条件が近似した地域においては、種子処理法及び播種装置に関する一部を除き、その基本技術の応用は可能であると思われる。しかし、中国における航空機造林技術の今後の検討課題としては、次の諸点が指摘できる。

- (1) 航空機造林の対象地が次第に奥地化しており、従って、飛行場からの距離が遠くなって、作業効率が低下する傾向にある。このことは航空機造林のコスト上昇の問題を招いている。
- (2) 大面積集中型から小面積分散型へ向かいつつあり、また、地形条件も次第に厳しさを増している。このことは、固定翼機にとって作業条件が悪化していることを意味している。
- (3) 賃金の上昇及び諸物価の高騰で、作業コストが年々上昇しており、コストダウンの方策を検討しなければならない。
- (4) 大面積の単純林、あるいはそれに近い森林が増加し、病中害発生の危険性が增大している。
- (5) この他、技術的問題点として、①適用樹種が少ない。②種子の消費量が多い。③鳥獣害が播種量の30%に達することもある。④固定翼機で行うので、散布幅の重複やズレが生じる、等があげられる。

中国側は、以上のような課題を背景に、回転翼機の使用を含めて、日本側との共同研究に強い意欲を示している。

#### 4. 収集資料

- |  |                           |          |
|--|---------------------------|----------|
| (1) 中国飛機播種造林   | 中華人民共和國林業部造林經營司           | 1987. 3  |
| (2) Afforestation for sand fixation in China, J. Arid Env., 16 | Zhang Kebin & Zhao Kaiguo | 1989     |
| (3) 政和県一九九〇年飛機造林規劃說明書  | 福建省林業勘察設計院                | 1989. 10 |
| (4) 福建省飛機造林狀況紹介  | 福建省林業庁                    | 1990     |
| (5) 天宮山播区簡介  | 竜岩市林業局                    | 1990. 1  |
| (6) 福建省飛機播種造林成苗調査技術規定  |                           |          |
| • 福建省飛機播種造林成效調査技術規定  |                           |          |
|  | 福建省林業庁・福建省飛機播辦            | 1990. 9  |
| (7) 福建省飛機播種造林技術規定  | 福建省林業庁・福建省飛機播辦            | 1990. 10 |
| (8) 德化県飛機造林的情況   | 德化県林業委員会                  | 1990. 12 |
| (9) 福清県飛機播種造林成效簡介  | 福清県林業局                    | 1991. 1  |
| (10) 黄土高原の航空実播（要約）   | 遠藤泰造                      | 1991. 1  |

(収集資料は国際協力事業団図書館に保管される。)







JICA