

3-4 育苗試験

育苗試験は、日覆い試験、灌水試験、山出し苗規格試験、用土混合割合別試験及び *E. cloeziana* 並びに *E. citriodora* の育苗に関する各種試験を実施した。

(1) 日覆いの有効性に関する試験

今までナイジェリアでは、苗床の日覆いはほとんど利用されていないようにみうけられるが、まきつけ時の乾燥状況からみて日覆いが必要と思われる。また、移植時においても、一部のポット床について調査してみたところ、*E. camaldulensis* で69%、*E. citriodora* で57%、*E. tereticornis* で65%の活着率であり、*E. cloeziana* については、ほとんど枯死するという状況で、これらのことから日覆いをすることにより活着率が向上すると思われ、図-8のような試験をした。

この試験は、*E. ucalyptus* 類の移植時における活着率の低下は、移植時に苗木が急激に乾燥することが大きな原因と思われたことから実施した。

試験は、日覆いを3日間行いもの(A)、7日間行いもの(B)とし、図-8のとおり4タイプの苗木処理別に、供試ポットを各々50ポットで実施した。なお、日覆いには庇陰度60%のグラスマットを使用した。

1987年5月22日に移植を行い、7月13日に調査した結果は表-14のとおりである。

表-14の結果をみると、苗木処理については、*E. camaldulensis*、*E. tereticornis* の場合、1~4の間でそれほど大きい差がみられないため、現在の移植法の1に日覆いを行うことで活着率の向上が図られると考えられた。

E. cloeziana の場合は、B-1タイプが良い結果を表わしているが、苗高が4cm程度しかないことから、さらに長期間の育苗日数を要すると思われた。

E. citriodora のばあいは、B-2タイプが最も高い値を示しているが、活着率が依然として向上していないため、用土の混合割合の検討が必要と思われた。

この試験の結果、日覆いを行うことによって、活着率の向上が図られることが予想されたことから、前述の日覆い用組立式金具(移動式)を製作して実行するとともに、日覆いの程度、期間に関する試験も実施した。

(2) 日覆いの程度、期間に関する試験

試験は、庇陰80%、60%、30%について、日覆期間をそれぞれ30日、15日としたものと、日覆いのないものについて、移植後の活着率状況を調査することを目的として実行した。

1) *Eucalyptus* 類

a) 1988年4月の移植

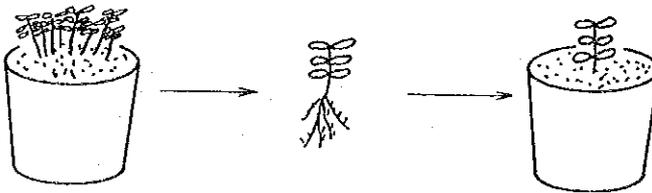
図-8 移植時の活着率向上のための調査

A ……日覆いを3日間行うもの。

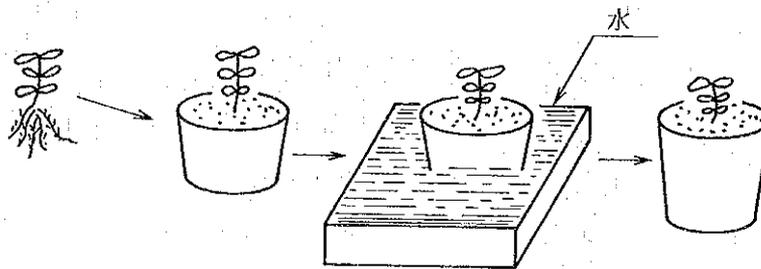
B ……日覆いを7日間行うもの。

(日覆いには、グラスマットを使用した。)

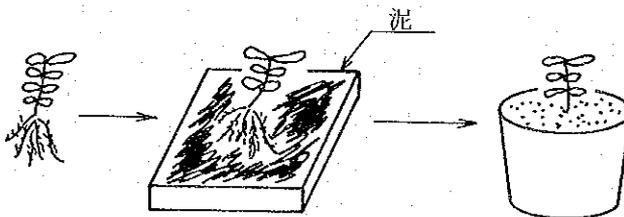
1. 移植時に従来のように何の処理もなしに植えるもの。



2. 移植したポットを水に浸して処理するもの。



3. 移植苗に少量の泥 (Topsoil + 水) をつけて処理するもの。



4. 3.の移植ポットを水に浸して処理するもの。

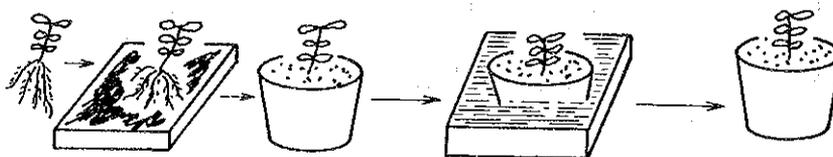


表-14 移植の活着試験

樹種	苗木本数区分 日覆いタイプA.B 苗木処理 タイプ 1~4 (苗木高)	A				B			
		1	2	3	4	1	2	3	4
<i>E. camaldulensis</i>	本 400 (苗木高)	本 49 cm 18.5	48 12.5	50 17.4	50 15.9	49 16.4	49 10.2	50 22.5	49 16.3
<i>E. cloeziana</i>	本 400 (苗木高)	本 43 cm 4.2	35 4.4	38 3.9	34 4.8	47 3.4	41 4.0	31 5.3	31 4.4
<i>E. citriodora</i>	本 400 (苗木高)	本 27 cm 9.1	28 7.1	22 7.9	16 6.7	31 10.5	31 9.8	20 8.0	20 10.3
<i>E. tereticornis</i>	本 400 (苗木高)	本 50 cm 1.8	50 14.1	50 21.8	50 16.3	47 14.0	50 13.4	49 17.4	50 11.4
計	1600								

表一15 日 覆 試 験 調 査 表

試験種日	樹種 調査年月日	E. camaldulensis		E. citriodora
		1988. 6. 6	1988. 7. 4	1988. 7. 11
庇陰 80% 日覆期間 30日	活着苗木本数	28本	28	2
	活着率	56%	56	4
	平均苗高	23.2 cm	53.5	37.5
庇陰 80% 日覆期間 15日	活着苗木本数	35本	33	0
	活着率	70%	66	0
	平均苗高	29.9 cm	72.8	
庇陰 60% 日覆期間 30日	活着苗木本数	38本	37	2
	活着率	76%	74	4
	平均苗高	25.6 cm	59.0	17.5
庇陰 60% 日覆期間 15日	活着苗木本数	39本	39	3
	活着率	78%	78	6
	平均苗高	18.4 cm	51.0	28.0
庇陰 30% 日覆期間 30日	活着苗木本数	40本	40	10
	活着率	80%	80	20
	平均苗高	26.5 cm	65.8	36.1
庇陰 30% 日覆期間 15日	活着苗木本数	38本	38	3
	活着率	76%	76	6
	平均苗高	21.3 cm	58.5	37.0
庇陰なし	活着苗木本数	30本	29	3
	活着率	60%	58	6
	平均苗高	17.6 cm	45.8	20.0

- 注) 1. 供試用ポットは、各々50ポットである。
 2. 移植年月日は、1988年4月11日である。

表-16 日覆試験調査表

試験種目	樹種 調査年月日	E. tereticornis		E. cloeziana
		1988. 6. 6	1988. 7. 11	1988. 7. 18
庇陰 80% 日覆期間 30日	活着苗木本数	36本	35	9
	活着率	72%	70	9
	平均苗高	13.8 cm	40.0	7.8
庇陰 80% 日覆期間 15日	活着苗木本数	15本	14	12
	活着率	30%	28	12
	平均苗高	8.8 cm	31.9	10.0
庇陰 60% 日覆期間 30日	活着苗木本数	35本	34	7
	活着率	70%	68	7
	平均苗高	13.8 cm	45.2	8.2
庇陰 60% 日覆期間 15日	活着苗木本数	43本	43	6
	活着率	86%	86	6
	平均苗高	11.9 cm	43.2	8.4
庇陰 30% 日覆期間 30日	活着苗木本数	44本	41	2
	活着率	88%	82	2
	平均苗高	11.3 cm	40.1	9.0
庇陰 30% 日覆期間 15日	活着苗木本数	36本	36	0
	活着率	72%	72	0
	平均苗高	11.3 cm	35.0	
庇陰なし	活着苗木本数	35本	32	0
	活着率	70%	64	0
	平均苗高	11.3 cm	29.9	

注) 1. 供試用ポットは、E. tereticornisが50ポットであり、E. cloezianaが100ポットである。

2. 移植年月日は、E. tereticornisが1988年4月11日であり、E. cloezianaが1988年4月7日である。

表-17 日覆試験調査表

試験種目	樹種		E. camaldulensis		
	活着苗木本数等	調査年月日	1988. 6. 30	1988. 7. 14	1988. 7. 27
庇陰 80% 日覆期間 30日	活着苗木本数		91本	84	84
	活着率		91%	84	84
	平均苗高		5.0 cm	9.2	16.1
庇陰 80% 日覆期間 15日	活着苗木本数		67本	59	59
	活着率		67%	59	59
	平均苗高		5.8 cm	8.7	16.0

- 注) 1. 供試用ポットは、各々100ポットである。
2. 移植年月日は、1988年6月16日である。

表-18 日覆試験調査表

試験種目	樹種		E. camaldulensis		
	活着苗木本数等	調査年月日	1988. 6. 29	1988. 7. 13	1988. 7. 27
庇陰 60% 日覆期間 30日	活着苗木本数		96本	91	91
	活着率		96%	91	91
	平均苗高		7.9 cm	12.9	23.5
庇陰 60% 日覆期間 15日	活着苗木本数		96本	95	95
	活着率		96%	95	95
	平均苗高		7.7 cm	13.1	22.7
庇陰 30% 日覆期間 30日	活着苗木本数		99本	99	99
	活着率		99%	99	99
	平均苗高		7.7 cm	15.4	27.3
庇陰 30% 日覆期間 15日	活着苗木本数		86本	86	86
	活着率		86%	86	86
	平均苗高		7.4 cm	13.9	23.6
庇陰なし	活着苗木本数		66本	64	64
	活着率		66%	64	64
	平均苗高		8.4 cm	15.3	27.6

- 注) 1. 供試用ポットは、各々100ポットである。
2. 移植年月日は、1988年6月8日である。

表-19 日覆試験調査表

試験種目	活着苗木本数等	樹種 調査年月日	E. tereficornis		
			1988. 6. 30	1988. 7. 14	1988. 7. 27
庇陰 80% 日覆期間 30日	活着苗木本数		46本	44	44
	活着率		46%	44	44
	平均苗高		4.5 cm	7.9	12.1
庇陰 80% 日覆期間 15日	活着苗木本数		50本	49	48
	活着率		50%	49	48
	平均苗高		4.6 cm	7.0	13.6

- 注) 1. 供試用ポットは、各々100ポットである。
2. 移植年月日は、1988年6月16日である。

表-20 日覆試験調査表

試験種目	活着苗木本数等	樹種 調査年月日	E. terericornis		
			1988. 6. 29	1988. 7. 13	1988. 7. 27
庇陰 60% 日覆期間 30日	活着苗木本数		91本	90	90
	活着率		91%	90	90
	平均苗高		7.0 cm	7.5	15.9
庇陰 60% 日覆期間 15日	活着苗木本数		99本	99	98
	活着率		99%	99	98
	平均苗高		6.6 cm	11.5	17.9
庇陰 30% 日覆期間 30日	活着苗木本数		94本	94	94
	活着率		94%	94	94
	平均苗高		5.9 cm	11.8	19.3
庇陰 30% 日覆期間 15日	活着苗木本数		98本	96	95
	活着率		98%	96	95
	平均苗高		7.3 cm	10.9	17.4
庇陰なし	活着苗木本数		93本	92	92
	活着率		93%	92	92
	平均苗高		7.1 cm	12.1	23.1

- 注) 1. 供試用ポットは、各々100ポットである。
3. 移植年月日は、1988年6月8日である。

表-21 日覆試験調査表

試験種目	樹種 調査年月日	E. cloeziana	
		1989. 2. 14	1989. 3. 6
庇陰 80% 日覆期間 30日	活着苗木本数	99本	95
	活着率	99%	95
	平均苗高	0.9 cm	2.1
庇陰 80% 日覆期間 15日	活着苗木本数	95本	93
	活着率	95%	93
	平均苗高	0.9 cm	2.0
庇陰 60% 日覆期間 30日	活着苗木本数	96本	93
	活着率	96%	93
	平均苗高	0.8 cm	2.0
庇陰 60% 日覆期間 15日	活着苗木本数	91本	84
	活着率	91%	84
	平均苗高	0.9 cm	2.1
庇陰 30% 日覆期間 30日	活着苗木本数	92本	85
	活着率	92%	85
	平均苗高	0.6 cm	1.6
庇陰 30% 日覆期間 15日	活着苗木本数	86本	78
	活着率	86%	78
	平均苗高	0.9 cm	2.0
庇陰なし	活着苗木本数	93本	87
	活着率	93%	87
	平均苗高	0.8 cm	2.0

- 注) 1. 供試用ポットは、各々100ポットである。
 2. まきつけは1988年11月9日に、移植は1989年1月16日にそれぞれ
 実行した。

1988年4月11日に移植した苗木について、1988年7月4日の調査によると、*E. camaldulensis*では、庇陰30%、日覆期間30日の試験が80%で最も高い活着率を示し、次いで庇陰60%、日覆期間15日が78%、庇陰30%、日覆期間15日が76%となっている(表-15)。

E. tereticornis (表-16)では、庇陰60%、日覆期間15日が86%で最も高い活着率を示し、次いで庇陰30%、日覆期間30日が82%、庇陰30%、日覆期間15日が72%となっている。

E. citriodora (表-15)及び*E. cloeziana* (表-16)については、移植による活着率が非常に低い状況から、あまり参考にされないかも知れないが、傾向的なものを捉えて、それらの部分について再度試験が必要と思われる。

なお、*E. citriodora*については、現在Direct sowingを実行しており、*E. cloeziana*についてもDirect sowing及びフォークを使用したの移植(根と用土を離さないで移植する)を実行している。

b) 1988年6月の移植

1988年6月8日と16日に移植した苗木について、1988年7月27日の調査によると、*E. camaldulensis* (表-17, 18)では、庇陰30%、日覆期間30日の試験が活着率99%と最も高い値を示し、次いで庇陰60%、日覆期間15日の試験が95%、庇陰60%、日覆期間30日の試験が91%となっている。

*E. tereticornis*では(表-19, 20)、庇陰60%、日覆期間15日の試験が活着率98%と最も高い値を示し、次いで庇陰30%、日覆期間15日の試験が95%、庇陰30%、日覆期間30日の試験が94%となっている。

全体的に移植の活着率が高い傾向にあるのは、雨期の時期に移植をしたことにより、乾燥度も低かった理由によるものと思われる。

なお、これらについては造林地において生長試験を行うこととしており、この結果については今後の調査を待つこととしている。

c) 1989年1月移植の*E. cloeziana*

フォークによる移植の活着状況は、表-21のとおりであり、1989年3月6日の調査によると、庇陰80%、日覆期間30日が95%で最も高い活着率を示し次いで庇陰80%、日覆期間15日と庇陰60%、日覆期間30日が93%の活着率となっている。この試験は、移植してまだ2カ月にもならないことから、今後も調査を続けて行くこととしている。

4月に移植した試験と、6月に移植した試験を比較すると、*E. camaldulensis*では、どちらも庇陰30%、日覆期間30日の試験が、*E. tereticornis*では庇陰60%、日覆期間15日の試験が移植の活着率について最も高い値を示している。

2) Pinus 類

Pinus類の日覆試験は、Eucalyptus類と同様に、庇陰80%、60%、30%について、日覆期間をそれぞれ30日、15日としたものと、日覆いのないものについて実行した。

Pinus caribaeaについてみると、ナイジェリアでは、従来、まきつけ後2週間程度経過した苗を移植に使用しているが、外観的にみて、非常に弱々しい苗なので、まきつけ後1カ月経過した苗を使用した移植も試みた。(表-22)

まきつけ後2週間経過した苗を試用の試験結果をみると、1989年3月2日の調査では、庇陰80%、日覆期間30日の試験が活着率71%、次いで庇陰30%、日覆期間30日の試験が68%となっている。

この試験では、日覆期間の長いものが活着率向上の要因になっているように思われるが、庇陰60%、日覆期間30日の試験では活着率43%と非常に低い値を示している。その原因は不明であるが、移植後1週間で18%も枯死していることから、移植時に根を切るなどの粗末な移植をしたか、あるいは、移植後2週間日から3週間めにかけて更に10%枯死したことから、ポットの表面が他の試験ポットより早く固まり、ポットへの水の浸入が少なかったことなどが考えられる。

なお、Pinus類の用土混合割合は、表土2:砂3であり、ポットの表面が固くなりやすいように思われ、実行面においては、1月からポット表面を攪拌して軟かくし、ポットの表面から水が浸入しやすいように実行している。

次に、Pinus caribaeaのまきつけ後1カ月経過した苗を使用した試験結果(表-23)をみると、庇陰60%、日覆期間30日の試験と庇陰なしの試験が活着率75%と最も高い値を示しており、次いで、庇陰60%、日覆期間15日の試験が活着率66%となっている。

この試験において、庇陰なしの活着率が75%となっているが、実行面においては、生長の状況、苗木の活力充実度から考えて日覆を1カ月程度行った方が良いように思われる。

また、まきつけ後2週間経過した苗と1カ月経過した苗とを比較してみると、1カ月経過した苗の方が活着率が良いことから、移植するにはこの苗を使用した方が良いと思われるが、引き続き調査する必要があると思われる。

Pinus oocarpaについては、まきつけ後1カ月経過した苗を使用して試験を行い、その結果(表-24)、庇陰80%、日覆期間15日の試験が移植の活着率91%と最も高い値を示し、次いで庇陰60%、日覆期間30日と、庇陰60%、日覆期間15日が90%の活着率を示している。また、この試験を全体的にみると、活着率が79~91%と非常に高い値を示している。

表-22 日覆試験調査表

試験種目	樹種	調査年月日	Pinus caribaea		
			1988. 11. 17	1988. 12. 29	1989. 3. 2
庇陰 80% 日覆期間 30日	活着苗木本数		79本	73	71
	活着率		79%	73	71
	平均苗高		2.6 cm	5.2	9.1
庇陰 80% 日覆期間 15日	活着苗木本数		77本	59	56
	活着率		77%	59	56
	平均苗高		1.7 cm	4.1	7.1
庇陰 60% 日覆期間 30日	活着苗木本数		66本	44	43
	活着率		66%	44	43
	平均苗高		1.9 cm	4.5	7.6
庇陰 60% 日覆期間 15日	活着苗木本数		69本	56	54
	活着率		69%	56	54
	平均苗高		1.9 cm	4.4	7.9
庇陰 30% 日覆期間 30日	活着苗木本数		83本	72	68
	活着率		83%	72	68
	平均苗高		2.3 cm	5.6	8.4
庇陰 30% 日覆期間 15日	活着苗木本数		62本	51	50
	活着率		62%	51	50
	平均苗高		1.9 cm	4.7	7.3
庇陰なし	活着苗木本数		63本	45	35
	活着率		63%	45	35
	平均苗高		2.1 cm	5.1	8.6

- 注) 1. 供試用ポットは、各々100ポットである。
 2. この移植苗は、まきつけ後2週間経過したものである。
 3. 移植年月日は、1988年10月26日である。

表-23 日覆試験調査表

試験種目	樹種 Pinus caribaea	調査年月日		
		1988. 12. 16	1988. 12. 30	1989. 3. 2
庇陰 80% 日覆期間 30日	活着苗木本数	83本	76	71
	活着率	83%	76	71
	平均苗高	2.4 cm	3.5	5.7
庇陰 80% 日覆期間 15日	活着苗木本数	76本	71	63
	活着率	76%	71	63
	平均苗高	2.0 cm	3.0	5.9
庇陰 60% 日覆期間 30日	活着苗木本数	84本	80	75
	活着率	84%	80	75
	平均苗高	2.3 cm	3.3	5.5
庇陰 60% 日覆期間 15日	活着苗木本数	84本	76	66
	活着率	84%	76	66
	平均苗高	2.4 cm	3.2	5.5
庇陰 30% 日覆期間 30日	活着苗木本数	76本	76	62
	活着率	76%	76	62
	平均苗高	2.6 cm	3.3	5.5
庇陰 30% 日覆期間 15日	活着苗木本数	72本	72	65
	活着率	72%	72	65
	平均苗高	2.7 cm	3.3	5.6
庇陰なし	活着苗木本数	84本	80	75
	活着率	84%	80	75
	平均苗高	2.5 cm	3.2	5.4

- 注) 1. 供試用ポットは、各々100ポットである。
 2. この移植苗は、まきつけ後1カ月経過したものである。
 3. 移植年月日は、1988年11月28日である。

表-24 日覆試験調査表

試験種目	樹種 調査年月日	Pinus oocarpa		
		1988. 11. 17	1988. 12. 29	1989. 3. 2
庇陰 80% 日覆期間 30日	活着苗木本数	93本	87	87
	活着率	93%	87	87
	平均苗高	2.5 cm	4.8	7.5
庇陰 80% 日覆期間 15日	活着苗木本数	96本	92	91
	活着率	96%	92	91
	平均苗高	2.6 cm	4.6	8.0
庇陰 60% 日覆期間 30日	活着苗木本数	98本	90	90
	活着率	98%	90	90
	平均苗高	2.5 cm	4.4	7.0
庇陰 60% 日覆期間 15日	活着苗木本数	94本	91	90
	活着率	94%	91	90
	平均苗高	2.6 cm	5.3	7.6
庇陰 30% 日覆期間 30日	活着苗木本数	96本	90	89
	活着率	96%	90	89
	平均苗高	2.5 cm	4.4	7.9
庇陰 30% 日覆期間 15日	活着苗木本数	97本	89	86
	活着率	97%	89	86
	平均苗高	2.8 cm	4.7	7.8
庇陰なし	活着苗木本数	95本	79	79
	活着率	95%	79	79
	平均苗高	2.8 cm	4.5	7.3

- 注) 1. 供試用ポットは、各々100ポットである。
 2. この移植苗は、まきつけ後1カ月経過したものである。
 3. 移植年月日は、1988年10月26日である。

(3) 灌水試験(1)

この試験は、灌水期間30日間と60日間について、移植後の活着状況を調べるものである。

E. camaldulensis, *E. tereticornis* について、60%の庇陰を行い、日覆期間をそれぞれ30日、60日とし、灌水期間をそれぞれ30日、60日としたもの、また、日覆を行わないで、灌水期間をそれぞれ30日、60日としたものの試験科目で行った。

1) 1988年4月の移植(表-25)

a) *E. camaldulensis*

灌水期間30日としたものについては、庇陰60%、日覆期間30日としたものが、移植による活着率が、60%、56%、36%という減少傾向を示し、庇陰60%、日覆期間60日としたものが、86%、56%、48%という減少傾向をしめした。

また、日覆なしについては、78%、44%、16%という減少傾向をしめした。

苗木を移植した30日後の5月12日に灌水を止めたが、全部の苗木が枯死しなかったのは、この頃は雨期も近づき、雨が降り始めてきたことによるものと思われる。

灌水期間60日としたものについては、雨期に入ってきたこともあって、大きな減少傾向はみられない。

b) *E. tereticornis*

灌水期間30日としたものについては、庇陰60%、日覆期間30日としたものが、70%、60%、26%という減少傾向を示し、庇陰60%、日覆期間60日としたものが、66%、28%、20%という減少傾向を示した。

また、日覆なしについては、76%、22%、16%という減少傾向を示している。

灌水期間60日としたものについては、庇陰60%、日覆期間30日としたものが、70%、66%、66%という減少傾向を示し、庇陰60%、日覆期間60日としたものが、74%、68%、64%という減少傾向を示している。

また、日覆なしについては、62%、54%、48%という減少傾向を示している。

なお、a)、b)の灌水回数については、移植後1カ月が3回、移植後2カ月目から1カ月間が2回としている。

2) 1988年6月の移植(表-26)

a) *E. camaldulensis*

灌水期間30日としたものについては、灌水を止めた後でも、どのタイプも枯死苗はなかった。また、灌水期間60日としたものについても、2~4%程度の減少傾向であった。

b) *E. tereticornis*

E. tereticornis の場合は、庇陰 60%，日獲期間 60 日，灌水期間 30 日としたものが，82%，64%，59%という減少傾向を示した。その他のタイプは，0～3%の減少傾向であった。

なお，(ア)，(イ)の灌水回数は，移植後 1 カ月間が 3 回，移植後 2 カ月目から 1 カ月間が 2 回を目安としたが，雨期ということもあって，雨が降ったら灌水しないなどポット内の水分状況を考慮し実行した。

(4) 灌水試験(2)

この試験は，従来の灌水方法である 3-2-1 回法と今回試験する 2-1 回法との生長状況と活着率の違いについて調査するものである。

1988年4月12日に移植した表-27をみると，3-2-1 回法においては，4.9 cm，27.6 cm，41.8 cmの生長状況を示し，活着率は，70%，60%，58%という減少状況であったが，2-1 回法は，生長状況が，4.6 cm，9.8 cm，15.1 cmと推移し，活着率は，86%，30%，30%という状況であった。

2-1 回法は，生長状況，活着率とも 3-2-1 回法より劣る結果であった。

1988年6月8日に移植した表-28をみると，灌水回数 3-2-1 回としたものが 95%の活着率を示し，灌水回数 2-1 回としたものより活着率が良好な結果を示している。

生長状況は，雨期のためかどちらもほぼ同じ傾向をしめしている。

表-25 灌水試験(1)調査表

試験種目別	樹種			E. camaldulensis			E. tereticornis		
	調査年月日			1988. 5. 12	1988. 6. 13	1988. 7. 4	1988. 5. 12	1988. 6. 13	1988. 7. 4
	活着苗木本数等	活着苗木本数	活着苗木本数						
庇陰 60%	活着苗木本数	30 本	28	18	35	30	35	30	13
日覆期間 30日	活着率	60 %	56	36	70	60	70	60	26
灌水期間 30日	平均苗木高	7.1 cm	13.5	26.8	3.5	7.7	3.5	7.7	10.9
庇陰 60%	活着苗木本数	39 本	38	38	35	33	35	33	33
日覆期間 30日	活着率	78 %	76	76	70	66	70	66	66
灌水期間 60日	平均苗木高	5.9 cm	39.6	73.8	4.1	22.7	4.1	22.7	44.8
庇陰 60%	活着苗木本数	43 本	28	24	33	14	33	14	10
日覆期間 60日	活着率	86 %	56	48	66	28	66	28	20
灌水期間 30日	平均苗木高	6.5 cm	11.6	20.6	3.6	7.9	3.6	7.9	12.4
庇陰 60%	活着苗木本数	39 本	38	38	37	34	37	34	32
日覆期間 60日	活着率	78 %	76	76	74	68	74	68	64
灌水期間 60日	平均苗木高	4.9 cm	21.9	34.4	3.4	15.9	3.4	15.9	29.4
日覆なし	活着苗木本数	39 本	22	8	38	1.1	38	1.1	8
灌水期間 30日	活着率	78 %	44	16	76	22	76	22	16
	平均苗木高	4.9 cm	10.9	17.0	3.6	5.7	3.6	5.7	9.3
日覆なし	活着苗木本数	31 本	29	28	31	27	31	27	24
灌水期間 60日	活着率	62 %	5.8	5.6	62	54	62	54	48
	平均苗木高	5.7 cm	29.0	47.6	3.4	15.1	3.4	15.1	25.7

注) 1. 供試用ポットは、各々50ポットである。
 2. 移植年月日は、1988年4月12日である。

表-26 灌水試験(1)調査表

試験種目	樹種			E. camaldulensis			E. tereticornis		
	調査年月日			1988. 7. 6	1988. 8. 3	1988. 8. 24	1988. 7. 6	1988. 8. 3	1988. 8. 24
	活着苗木本数等	活着苗木本数	活着苗木本数	95本	95	95	96	96	96
庇陰 60%	活着苗木本数	活着苗木本数	活着苗木本数	95本	95	95	96	96	96
日覆期間 30日	活着苗木本数	活着苗木本数	活着苗木本数	95%	95	95	96	96	96
灌水期間 30日	活着苗木本数	活着苗木本数	活着苗木本数	10.2 cm	36.3	47.6	7.6	24.0	33.2
庇陰 60%	活着苗木本数	活着苗木本数	活着苗木本数	80本	79	78	81	79	78
日覆期間 30日	活着苗木本数	活着苗木本数	活着苗木本数	80%	79	78	81	79	78
灌水期間 60日	活着苗木本数	活着苗木本数	活着苗木本数	9.4 cm	27.3	44.9	7.7	22.5	32.0
庇陰 60%	活着苗木本数	活着苗木本数	活着苗木本数	95本	95	95	82	64	59
日覆期間 60日	活着苗木本数	活着苗木本数	活着苗木本数	95%	95	95	82	64	99
灌水期間 30日	活着苗木本数	活着苗木本数	活着苗木本数	9.3 cm	29.4	42.3	7.1	17.4	26.0
庇陰 60%	活着苗木本数	活着苗木本数	活着苗木本数	96本	96	96	98	97	97
日覆期間 60日	活着苗木本数	活着苗木本数	活着苗木本数	96%	96	96	98	97	97
灌水期間 60日	活着苗木本数	活着苗木本数	活着苗木本数	8.9 cm	32.4	49.6	7.1	22.8	33.6
日覆なし	活着苗木本数	活着苗木本数	活着苗木本数	99本	99	99	78	78	78
灌水期間 30日	活着苗木本数	活着苗木本数	活着苗木本数	99%	99	99	78	78	78
	活着苗木本数	活着苗木本数	活着苗木本数	9.9 cm	36.3	48.5	8.4	25.7	33.4
日覆なし	活着苗木本数	活着苗木本数	活着苗木本数	78本	76	74	85	85	85
灌水期間 60日	活着苗木本数	活着苗木本数	活着苗木本数	78%	76	74	85	85	85
	活着苗木本数	活着苗木本数	活着苗木本数	10.1 cm	33.7	50.5	8.2	25.9	37.0

注) 1. 供試用ポットは、各々100ポットである。
 2. 移植年月日は、1988年6月8日である。

表-27 灌水試験(2)

試験種目	樹種		E. camaldulensis		
	調査年月日	活着苗木本数等	1988. 5. 12	1988. 6. 13	1988. 6. 27
灌水 3回 1ヵ月		活着苗木本数	35 本	30 本	29 本
" 2" "		活着率	70 %	60 %	58 %
" 1" ~		平均苗高	4.9 cm	27.6 cm	41.8 cm
灌水 2回 1.5ヵ月		活着苗木本数	43 本	15 本	15 本
" 1" ~		活着率	86 %	30 %	30 %
		平均苗高	4.6 cm	9.8 cm	15.1 cm

- 注) 1. 移植は1988年4月12日である。
 2. 供試用ポット数は、各々50ポットである。

表-28 灌水試験(2)

試験種目	樹種		E. camaldulensis		
	調査年月日	活着苗木本数等	1988. 7. 6	1988. 7. 27	1988. 8. 17
灌水 3回 1ヵ月		活着苗木本数	95 本	95 本	95 本
" 2" "		活着率	95 %	95 %	95 %
" 1" ~		平均苗高	9.1 cm	26.4 cm	46.6 cm
灌水 2回 1.5ヵ月		活着苗木本数	83 本	81 本	80 本
" 1" ~		活着率	83 %	81 %	80 %
		平均苗高	8.9 cm	24.0 cm	46.3 cm

- 注) 1. 移植は、1988年6月8日である。
 2. 供試用ポット数は、各々100ポットである。

(5) 山出し苗規格試験

山出し苗規格試験は、大ポット（径7.5 cm、高さ23 cm）と小ポット（径7.5 cm、高さ12 cm）を使用し、それぞれのポットに大苗（40 cm）と小苗（15 cm）を育苗し、造林地において、生長試験を行うものである。

山出し苗は、大苗で平均47 cm（1988年4月11日移植）、小苗で平均20 cm（1988年6月8日移植）であった。

なお、この試験は、*B. camaldulensis*のみであり、結果については、植栽地における今後の調査を待つこととしている。

(6) 用土混合割合別活着率及び生長試験

ナイジェリアで従来行われている用土混合割合は、巻き付け、移植とも表土2、砂5、牛ふん2であり砂が非常に多い。

そこでこの試験は、表土、砂、牛ふんの混合割合の違い用土を使用し、活着率及び生長状況が最も良好な用土混合割合はどれかを調査することを目的として行った。

1) *B. camaldulensis*

表-29によると、表土2：砂5：牛ふん2（従来型）では、移植から約2カ月後で活着率76%、平均苗高44.1 cm（下刈り等の関係から苗高40 cm程度の苗木を山出しするのが良いと思われる）であり、苗木にも特に徒長もみられず、良苗と思えた。他の混合割合の苗をみると、3：3：4は、移植から約2.5カ月後が活着率78%と高い値を示しているが、他の5：2：3、6：2：2と同様に、苗木の葉等も小さく弱々しい苗木であった。

2) *B. tereticornis*

この機種でも、2：5：2の用土が活着率93%、平均苗高39.8 cm（9月7日調査）と、他の3：3：4、5：2：3、6：2：2より良い値を示している。

B. camaldulensis、*B. tereticornis*については、この試験結果から2：5：2の用土を使用することが最も良いと思われるが、この試験の時期が雨期であったことから、砂の量が多くても良い結果が得られたのではないかと思われる。

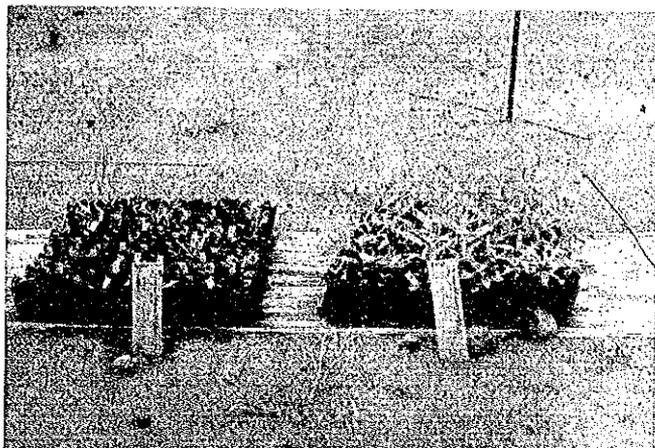
しかし、もし、乾期にこの試験を行った場合は、用土の保水力の関係から、雨期とは異なった結果が出るのではないかと思われ、乾期においてもこの試験を行う必要があると思われる。

表-29 用土混合割合別活着率及び生長試験

樹種	E. camaldulensis			E. tereticornis		
	1988. 7. 20	1988. 8. 10	1988. 8. 24	1988. 7. 20	1988. 8. 10	1988. 9. 7
用土混合割合 調査年月日 活着苗木本数等						
表土, 砂, 牛ふん	77 本	76	75	93	93	93
活着苗木本数						
2 : 5 : 2	77 %	76	75	93	93	93
活着率						
平均苗木高	19.7 cm	44.1	59.1	13.3	26.6	39.8
3 : 3 : 4	79 本	79	78	64	64	64
活着苗木本数						
活着率	79 %	79	78	64	64	64
平均苗木高	7.0 cm	12.5	21.3	7.0	11.0	22.0
5 : 2 : 3	39 本	39	32	57	57	57
活着苗木本数						
活着率	39 %	39	32	57	57	57
平均苗木高	7.7 cm	13.4	28.9	5.2	10.6	21.5
6 : 2 : 2	56 本	56	55	56	54	53
活着苗木本数						
活着率	56 %	56	55	56	54	53
平均苗木高	7.6 cm	12.9	19.5	6.1	8.3	15.8

注) 1. 供試用ポットは, 各々100ポットである。

2. 移植年月日は, 1988年6月8日である。

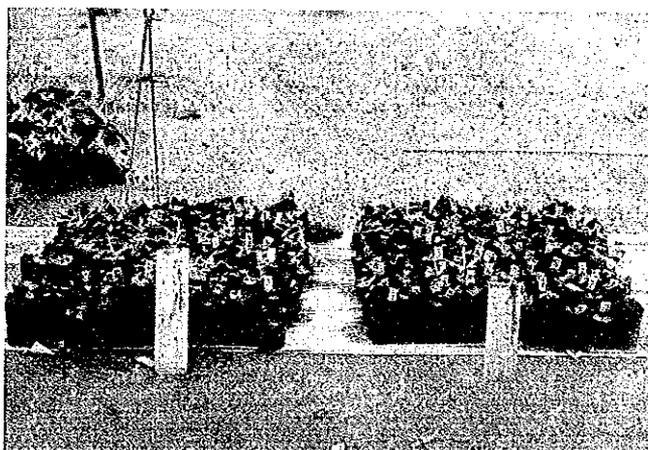


3 : 3 : 4

2 : 5 : 2

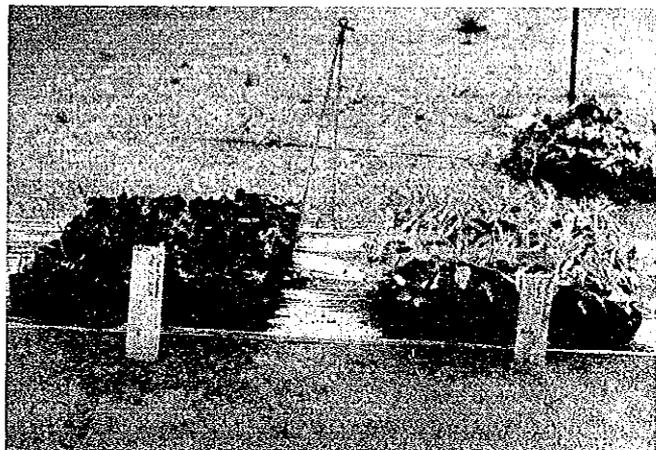
E. camaldulensis

撮影 1988. 7. 20



6 : 2 : 2

5 : 2 : 3



3 : 3 : 4

2 : 5 : 2

E. tereticornis

撮影 1988. 7. 20



6 : 2 : 2

5 : 2 : 3

表-30 E. cloeziana の発芽量テスト

(1回目)

No	用土割合 粟土:砂:マニ	供試用 ポット数	まきつけ 年月日	発芽 年月日	発芽 調査月日	発芽数 10.7	苗高 10.7	発芽数 10.14	" 10.16	" 10.19	" 10.21	苗高 10.21	発芽数 10.23	" 10.26	苗高 10.27
1	2:5:2	5	1987. 9.29	1987. 10.2	10.5 38本	45本	2.3cm	45本	40	37	34	1.5~3cm 2.5	29	25	1.5~3.2cm 2.0
2	3:3:4	5	"	"	75	109	2.5	66	58	42	31	2~3.2 2.5	21	13	1.5~2.5 2.0
3	4:3:3	5	"	"	51	55	2.5	39	37	32	28	1.8~3.3 2.2	19	16	1.7~3.0 2.1
4	4:2:4	5	"	"	38	53	2.2	31	27	20	18	1.6~3.4 2.0	18	14	1.2~3.5 2.0
5	6:2:2	5	"	"	37	48	2.1	26	20	20	16	1.5~3.5 2.4	16	12	1.8~3.4 2.4

※ 10月7日に白覆いを取りはずしたら、その後枯死が目立った。

(2回目)

No	用土割合 粟土:砂:マニ	供試用 ポット数	まきつけ 年月日	発芽 年月日	発芽数 11月2日	" 11月4日	" 11月6日	" 11月9日	" 11月12日	" 11月16日	苗高 11月17日
1	2:5:2	5	1987.10.23	1987.10.28	28	29	30	31	31	31	1.0cm
2	3:3:4	5	"	"	65	94	89	85	83	50	1.4
3	4:3:3	5	"	"	20	33	30	23	21	16	1.5
4	4:2:4	5	"	"	12	12	10	7	7	5	1.5
5	6:2:2	5	"	"	34	42	40	37	36	35	2
6	0:10:0	5	"	"	55	75	81	81	77	60	0.7
7	3:3:4 +表土1:砂1	5	"	"	80	80	80	87	84	83	2

※ まきつけ量は1ポット当り0.1gでその粒数は、200粒程度である。

(7) *E. cloeziana* 並びに *E. citriodora* の育苗に関する各種試験

1) *E. cloeziana*

E. cloeziana は、材質が良好で用材に適しているが、育苗が難しいことからナイジェリアでは、林業試験場、カドナ州、本プロジェクトだけが育苗を行っており、造林面積も非常に少ない状況にある。

1987年植付用苗木の移植は、ほとんど活着せず、山出しができた約1100本のほとんどは、日覆試験により活着した苗木と移植をせず発芽ポットからそのまま育苗した苗木である。

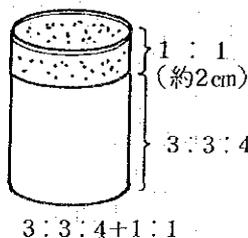
このため、以下の試験を実施した。

a) まきつけ

用土混合割合を表土2：砂5：牛ふん2，3：3：4，4：3：3，4：2：4，6：2：2についてまきつけを行った。

表-30の結果をみると、3：3：4が比較的良好であったが、発芽して10日後に陽光が必要なのではないかと思い日覆いを取り外したところ、枯死が非常に多かった。

枯死の原因は、日覆いを取り外したことにより、陽光が強すぎて乾燥が烈しかったこと、ポットの上部の牛ふんが、灌水と乾燥の繰り返しにより硬化し、灌水の効果が十分に果たせなかったものと思われ、再度この5種類の用土混合割合ポットのほか、砂のみと3：3：4+表土1：砂1（左図）を加え試験した。



砂のみを加えたのは、ポットの上部の牛ふんが硬化する傾向にあることから、移植ではなく、まきつけだけならよいのではないかと考えられたことによる。また、3：3：4+1：1を加えたのは、牛ふんの硬化を防ぐことと、発芽後の生長を考慮したことによる。

表-30（2回目）の結果をみると、3：3：4と3：3：4+1：1が比較的良好であった。特に3：3：4+1：1については、枯死が少ないばかりではなく、後に新たな発芽もみられた。砂のみについては、発芽は比較的良好であるが、発育状況が悪かった。

これらの結果から、3：3：4と3：3：4+1：1を主体として、まきつけを実行している。

なお、このときの日覆いは、庇陰度60%で1カ月程度必要と思われる。

b) 移植

E. cloeziana の移植については、1987年に、移植苗がほとんど枯死したことをみても難しい樹種であることがわかるが、1988年は、移植の一週間ほど前から

ポットに灌水をし、乾燥防止用の厚紙(ビニールと厚紙をはりあわせたもの)でポット床を覆い、雑草が生えだした頃に除草を行い移植したところ、表-31の結果を得た。このように、移植時から全体的に活着率が高い値を示していたことから1988年植付用苗木は、同じ方法で行った。その結果が表-32である。表-32の移植時期は、1988年1月29日から2月8日までの間であり、N. P. K15:15:15を420g加えた3:3:4+1:1の苗床が活着率84%と最も高い値を示していた。このことから、N. P. K15:15:15を420g加えた3:3:4+1:1の苗床4床を作り、3月7日から3月14日までの期間に移植したが、活着率が25%と非常に低い値を示した。これは、ポットの上部の乾燥はあるものの、内部の乾燥がさほどでないのに苗が枯れるという状況から、苗がまだ活着しないうちにハーマッタンの異常に乾燥した強い風のために苗が乾燥し枯死したものである。

1989年植付用苗木については、前年の移植状況をふまえて、一部Direct sowingを実行し、発芽しなかったポットには、1cm程度の小さい苗をフォークを使って移植し、土と根を離すことのないようにして実行している。

また、移植用ポットにフォークを使用して移植した試験の結果は、1989年3月6日現在においては、庇陰80%、日覆期間30日の試験が活着率95%という高い値を示している。この試験の用土混合割合は、3:3:4+1:1にN. P. K15:15:15を一床当たり420g混ぜたものである。

2) *E. citriodora*

E. citriodora については、発芽はそれほど問題はないが移植が比較的難しいことから、用土混合割合別に移植を試みた。

表-33をみると、用土混合割合が表土2:砂5:牛ふん2、3:3:4、4:2:4、6:2:2について移植を行い、その結果、4:3:3が68%で最も高い値を示し、次いで2:5:2、3:3:4となっている。

同様に、表-34、表-35の試験を繰り返し行った結果、4:3:3がそれぞれ77%、82%と最も高い値をしめした。

このようなことから1988年植付用苗木は、用土混合割合4:3:3を使用して実行したが、活着率33.3%という非常に低い活着率であった。このため2~3回の再移植を行いどうか予定苗木生産量にこぎつけたが、これも*E. cloeziana*と同様にハーマッタンの異常に乾燥した強い風によるものと思われる。

1989年植付用苗木の生産については、種子の発芽率が91%と高い値を示しており、また、種子も比較的大きいことから、なるべく移植をしないようにするため、Direct sowingにより実行し、発芽しないポットがあればこれに発芽したポットから移植をするようにしている。

表-31 用土混合別活着率等試験

(E. cloeziana)

No.	用土混合割合 表土, 砂, 牛ふん	肥料等	移植数 本	活着苗 本	活着率 %	苗高 cm
1	2 : 5 : 2	無肥料	50	35	70	42
2	3 : 3 : 4	"	50	34	68	36
3	3 : 3 : 4 +表土1 : 砂1	"	50	42	84	59
4	2 : 5 : 2	N.P.K(5%) 15.15.15	50	39	78	24
5	3 : 3 : 4	"	50	41	82	27
5	3 : 3 : 4 +表土1 : 砂1	"	50	47	94	28

- 注) 1. No.1~3のまきつけは1987年9月29日に、移植は1987年12月17日にそれぞれ実行している。
2. No.4~6のまきつけは1987年11月17日に、移植は1988年1月22日にそれぞれ実行している。
3. 活着率の調査は、1988年3月末であり、苗高の調査は、1988年5月末である。

表-32 用土混合別活着率等試験

(E. cloeziana)

No.	用土混合割合 表土, 砂, 牛ふん	肥料等	移植数 本	活着苗 本	活着率 %	苗高 cm
1	2 : 5 : 2	無肥料	500	260	50	28
2	3 : 3 : 4	"	3,756	2,113	56	36
3	3 : 3 : 4 +表土1 : 砂1	"	2,756	1,700	62	50
4	" 1bed = "	N.P.K(14%) 15.15.15	1,378	988	72	36
5	"	" (280%)	1,378	819	59	53
6	"	" (420%)	1,114	936	84	52
計			10,882	6,816	63	

- 注) 1. 活着率の調査は、1988年3月末であり、苗高の調査は、1988年5月末である。

表-33 用土混合別活着率等試験

(E.citriodora)

No.	用土混合割合 表土, 砂, 牛ふん	移植数 本	活着苗 本	活着率 %	苗高 cm
1	2 : 5 : 2	50	28	56	8.8
2	3 : 3 : 4	50	25	50	6.9
3	4 : 3 : 3	50	34	68	6.8
4	4 : 2 : 4	50	15	30	7.5
5	6 : 2 : 2	50	18	36	6.8

注) 1. まきつけは1987年9月29日に, 移植は1987年10月27日にそれぞれ実行した。

2. 活着率及び苗高の調査は, 1987年11月27日である。

表-34 用土混合別活着率等試験

(E.citriodora)

No.	用土混合割合 表土, 砂, 牛ふん	移植数 本	活着苗 本	活着率 %	苗高 cm
1	2 : 5 : 2	100	61	61	5.2
2	3 : 3 : 4	100	62	62	5.0
3	4 : 3 : 3	100	77	77	5.0

注) 1. まきつけは1987年11月20日に, 移植は1987年12月18日にそれぞれ実行した。

2. 活着率及び苗高の調査は, 1988年1月29日である。

表-35 用土混合別活着率等試験

(E.citriodora)

No.	用土混合割合 表土, 砂, 牛ふん	移植数 本	活着苗 本	活着率 %	苗高 cm
1	3 : 3 : 4	500	295	59	5.0
2	4 : 3 : 3	500	410	82	5.0

注) 1. まきつけは1987年11月20日に, 移植は1987年12月30日にそれぞれ実行した。

2. 活着率及び苗高の調査は, 1988年1月29日である。

4 造 林

林業機械化専門家 馬 淵 征 雄

4-1 機 械 化 作 業

(1) プロジェクトの基本概念及び機械化の意義と課題

本プロジェクトを実施するにあたっての基本概念は、

1. この地域に適応し、将来民間企業による投資を誘導するに適切な造林樹種の選択
2. この地域の自然的・社会的条件に対応する効率的な機械化造林技術の確立
3. 土壌保全技術の確立

であった。

そして、「機械化造林」の分野には、上記2、3の実施にあたって、

- ① 労働力は豊富にあると言われるナイジェリア国であるが、季節的に労働需要が極端に偏り、特に、雨季には農作業への就労と重なり、労働力需要の集中することが予想されるので、その緩和を図る。
- ② 降雨を出来るだけ地中に取込み、しかも、地中の水分を地表から逃さない
- ③ 植栽木と雑草との水分競合を断つ
- ④ 土壌浸蝕を防止する対策を加味することが技術的解決課題として与えられた。

(2) 地拵における在来技術の紹介と検証

ここ、ナイジェリア国における地拵の基準は、FAOプロジェクトで採用された方法（詳細は4-2-(2)造林）に準拠しているが、現在通常行われている方法は、実際にはKnock-down及びWindrowingが同時に行われる等相当ナイジェリアナイズされているところが見受けられる。

'87～'88年の地拵の実施に際しては、プロジェクトの機材が未着であったため、'87年は全面的に、'88年は一部に請負いを導入して実行してきた。次に、現在行われている在来技術の紹介をするとともに、その実行の結果観察出来たところを述べる。

1) 地拵作業における在来技術の紹介

a) 地表植生除去作業の実際

現地におけるこの地表植生除去作業の実際は、200HP以上の出力を持つブルドーザを使い、概略定めた区域全面について、Knock-down及びWindrowingを同時に行う。しかし、予め計画的に面積を区画することや、計画的に林道を配置すること等は行われておらず、地表植生除去作業が終了してから区画、配置していく方法で行われている。

在来技法における地表植生除去作業の実施時期は雨季の終わりに行なわれることと

されている。これは、雨季中の降雨により土壌が緩んでいるため、地表植生除去作業の時、木の根を抜き取りやすく、後の作業であるH/Dハロー及びピッキングを容易にする等の効果を期待してのことである。さらに、この時期は、雨季中の降雨により林内が湿っており、舞い上がる埃が少なく、気温もそれほど高くない時期でもあることからオペレーターの健康管理上良好である時期でもある（乾季中の地表植生除去作業は一寸先が見えない程の埃が舞う）。

b) H/Dハロー作業の実際

地表植生除去作業後、H/Dハローによる荒起しが行われる。これは、90~100 HP級のブルドーザにけん引されるHeavy-Duty type Disc-Harrow（H/Dハロー）を使い、林地全面を耕起する作業である。通常、林地が軟らかい条件では全面一度耕起で終わるが、堅い場合には交互（二度耕起）に行っていた。

c) ピッキング作業（枝条かたづけ）の実際

H/Dハローによる荒起し後、林床に散乱するH/Dハローにより切断・掘り起された枝条や根を人力により林内数箇所に集積し、農用トラクタ+トレーラーにより搬出する作業である。

これは、事後の作業であるハローイングを行う際、根・枝条等がハローイング作業の支障となることから、これを予め排除するために行うものである。

d) ハローイング作業の実際

ピッキングにより、障害物を排除した後、H/Dハローによる作業後の凹凸の多い不整地の平滑化を目的として、農用トラクタ+ディスクハローによる細土化作業（ハローイング）が行われる。

以上で植付け前の地拵が終了することとなる。これまでの作業手順を要約すると表-36に示すとおりである。

表-3 6 Land Clearing g Site Preparation (Mechanised methods)

(功程はB, A=9.0 m²における数値)

作業区分	使用機種	作業方法	作業功程 / hr	植樹年数等		
				植樹年数等	前年乾季	植樹年数等
地拵 I 伐倒 集積 焼却	ブルドーザ 1台	1 表土を削り取りたり、穴を掘ることを極力すくなくし、根だけを掘り起こす。 2 適正なブルドーザの大きさは、 根元占有面積が ① 9.0 m ² の地域では 64 ~ 90hp級 ② 12.0 m ² の地域では 124 ~ 180hp級が使われる。	0.48 ha /	植樹年数等	前年乾季	植樹年数等
	ブルドーザ 2台	1 ブルドーザ2台にけん引される、9.2 mのアンカー・チェーンを使用して伐倒する。時には、3台目のブルドーザが補助につく。 2 一連統走行距離が短い場合は不利である。 3 アンカー・チェーンは、太さ5cm、長さ92m、重さ5tonのものが使われる。 4 適正なブルドーザの大きさは、180hp級が使われる。	5.50 ha /			
地拵 II 荒起 耕	ブルドーザ	1 集積は線状に、そして各線は平行に、傾斜地では、コンターに沿って集積する。 2 各線の間隔は50mにし、一押し距離は、25mに止どめる。 3 各線には100~200m毎に、5m幅の通路を設ける。 4 補強されたレーキ・ドーザを土中に差込みつつ、表層の植生のみに取り除く。 5 トラクタの大きさは、Knockdownと同じ目安である。 6 ブルドーザを使った場合、林外への土の持出しが多い。	0.49 ha /	植樹年数等	前年乾季	植樹年数等
	整 理 人 力	1 残った根は掘り起こす。 2 抜根後の穴は埋め戻す。				
地拵 II 荒起 耕	クローラ・トラクタ +H/D ハロー ホイール・トラクタ +3枚刃ブローワ	1 最低20cmの深さまで土壌を反転し、植生を斃込む。 2 地表の枝葉等は全て取り除く。 3 直径75cm以上のディスク径を使用する。	0.37 ha / (ホイール) 0.5 ~ 0.75 ha (クローラ)	植樹年数等	前年乾季	植樹年数等
	耕	1 耕転の深さは、最15cm必要である。 2 植生の多い所では、2度掛けすることも必要である。 3 耕転の方向は、荒起と同じ方向に実施する。	0.50 ha / (2m幅) 1.10 ha / (3m幅)			

* FAO ; Hand book of planting establishment techniques in the NIGERIAN SAVANNA 1977, ROME. DP;NIR/73/007,Jan/1977

2) 地拵における在来技法の検証

a) 地表植生除去作業の検証

FAOプロジェクトの報告に述べられている地表植生除去作業中、地中深く伸びている木の根を抜取ることに関し、これまで約285Haの造林を実行し、植栽木の「根」の成長具合を観察してきた結果、固結した土壌の中に造林木が根を伸ばす際、これら前生樹の根が大変有効に利用されていることを見ることができた。つまり、造林木にとって固結した土壌の中に根を伸ばすことは容易な事ではなく、殆どの造林木の根は耕起された地表面軟らかい部分、横方向に伸びているが、そこに前生樹の根があるとそれに添って地下へ伸びているのが観察できたのである。従って、敢えて前生樹の根を抜取る必要性は無いと思われる。

さらに、地表植生除去作業を実行する時期についても、在来技法の中で行われている雨季明け時期は、林業としての全体から見ると、他の事業、特に林道事業において、土壌に湿度が有ることから、① 土の掘起こしが容易であり、② 締め固めが容易なため、新設・維持修理に最適の時期でもある事がわかった。これは、重機の年間の運用の中で効率的な運用を計画するうえで地表植生除去作業以外にこの時期を逃すことの出来ない作業の有ることがわかった。少数の重機を効率的に運用する観点からは、細心の運用計画が必須である。

b) H/Dハロー作業の検証

乾季に実施した箇所では、10cm程度の深さに止まり、しかも、筋条に、いわゆるヒッカキキズをつける程度の耕起であった。

一般的にナイジェリア国の土壌は、乾季の厳しい乾燥のため極度に硬くなり、降雨を保水・浸透する能力が低下しており、このため、降雨は激しく流下し、エロージョンの多発を招いている。

この様な環境にあつて、乾季に実行された箇所の地表面10～15cmの深さの耕起では降雨の捕捉、土中への浸透には十分な効果が見られず、むしろ、地表面が膨軟化・細土化されたため、雨水の早い流れと共に細土化された土壌は流亡しやすくなる傾向にあり、エロージョン防止への効果は少ないと思われる。

H/Dハロー作業において、十分な耕起・反転が可能となつたのは、雨季に入り降雨周期が相当短くなってからの実施であった。これは、降雨により土壌が膨軟になつたためである。

この様に、地拵作業にH/Dハローを利用する方法では、その十分な効果を期待するには、実行期間は限られたものになり、拡大する事業量に対処するには、この方式のみでは不可能であろう。

c) ピッキング作業(枝条かたづけ)の検証

87年度の在来技法による地拵作業を試みる中で、林床に枝条・根が散乱していても植付け作業には支障にならなかった。このため、88年度の地拵時に、本ピッキング作業を省略し、農用トラクタ+ディスクハローによるハローイングを実施したところ、枝条・根がディスク間に挟まる、ディスクに衝撃を与える等により、ディスクハローが度々破損、部品の供給の遅れもあって、以後のハローイングを中止する事態があった。

この様に、「ハローイングを行う」ことを前提としたFAOプロジェクトの方式に準拠する作業仕組みの中では、本ピッキング作業は欠かすことの出来ない作業であると言える。

d) ハローイング作業の検証

このハローイング作業を見ると、H/Dハローにより荒起しされた不整地状の林床、それも表面のみの、細土・平滑化に止まっていた。

しかも、ハローイングにより微細化された土壌は雨水により流亡しやすい状態となり、エロージョンを助長する結果となっているのが見られ、加えて、微細化された土壌は雨水により土壌の隙間を埋めつくし、乾季の乾燥による固結化を早める結果となっているのが見られた。

先のピッキング作業、及びこのハローイング作業共に、農業における耕作技術をそのまま導入している観が強く、実施の必要性、実施の効果に疑問もたれるこれ等技術を、林業技術として導入するには、今一度、技術導入効果・投資効果の面からも検討を加えることが必要と思われる。

(3) プロジェクト実行過程で検証されたことと今後の方向

造林作業の機械化を検討する場合、その意義・目的としては、4-1-1で述べたとおり、

(a) 人的労働量の絶対的不足を補う場合

(b) 機械力による実行が経費・工期等のトータルコストで有利である場合

(c) 物理的・生理的条件に係わる場合；例えば、① 乾季が長く土壌が固結し、地拵の際機械でなければ十分な対処が出来ないこと、② 植栽木と雑草との水分競合を断つ必要があること、

等があげられる。

(a)については、全般的に人的労働量が比較的豊富なナイジェリア国で機械化を進める意義として、プロジェクト発足前の各調査報告書では、造林事業の適期は雨季の限られた期間であり、又、この期間は同時に農作業の適期でもあり、労働需要は極度に高まってくる

ため、このような短期間に集中する労働需要の緩和が必要であり、今後の植林事業の拡大に対処するためにも造林作業の機械化が求められているとしている。プロジェクト発足後の状況を見ても、将来の大規模造林についてはこのことはうなづけることである。なお、この点に着目して、ここナイジェリア国において現在通常実施されている造林作業の方法を見ると（4-2造林、参照）、地拵及び保育作業へは機械の導入がはかられているのに対し、植付け作業は全面的にしかも多数の労働量を必要とする方法により行われており、この部分にも労働需要緩和へむけた技術改善の余地があると思われる。すなわち、現行の植付け作業の手順は ① 決められた間隔（苗間×列間）に植付け位置の標示を行い、② 苗木を植えるための穴を掘り（準備穴掘り）、③ 苗木を植えつける、であり、苗木を植えるまでに3工程を必要としていることである。そこで、これらの3工程の中の1又は複数を省略することが可能となれば、相当数の労働需要の緩和を図られることが考えられる。

(b)の目的での機械化導入についてナイジェリア国における機材の購入環境、利用環境（整備も含め）を見るなかで理解できたのは、機材購入費、維持・修理費が膨大な額となることからその妥当性を理論づけることは困難であることであった。（諸機材の購入価格は日本におけるその約2倍である。又、修理用部品類も同様に高額であることから、企業は部品の種類・量共に多数の在庫を持たない傾向にある）

(c)の意義・目的に関し、プロジェクト・サイトのAfaka地区の林地をみると、その特徴は林地が粘土及びシルト質土壌から形成されており、雨水の浸透性に乏しく、乾季の厳しい乾燥により、非常に固結した土壌となっているうえ、雨季には短時間に多量の降雨を見ることがであろう。このため、林地の傾斜は4～5度と緩傾斜地形ではあるが、時間当たり降雨量が多い場合、地中への浸透が無いまま一気に流下することとなり、エロージョンの発生をまねいている。

この地の様に、ほぼ平坦な地形にあつては、土木工事的手法によるエロージョンの防止は、対策の困難性に加え、作業の多様化とともに、事業費の拡大を招く恐れがあることから、地拵手法の改善で対処することとし、降雨の有効な地中への取込み、及びエロージョン防止対策を加味しつつ、かつ、特殊な機材を用いず、汎用化し得る簡易な技術で実施出来る方法を検討していくこととした。

また、造林木と雑草の水分競合問題については、潔癖な下刈の実施が必要であり、潔癖な下刈を行わないと造林木の初期成長は阻害され、枯死の発生も増加することが明らかである。例えばFAOプロジェクトの報告書には、雑草を取り除き、土壌を耕すことによつて、土壌水分の浸透と保全が促進され、それが造林木にだけ有効に利用されると（4-2-1(6)下刈り、造林、参照）述べられている。

地中にはプリンサイト層の存在が認められ、粘土とシルト質土壌に加え、雨季と厳しい乾季の繰返しにより土壌は固結していることから、造林木の根が地中深く伸張することへの障害となって、植栽時耕起された地表近くの狭い範囲に閉じこめられ、雑草の根の生育範囲と同一レベルにおかれるために、水分の争奪競合が起っていると考えられる。この造林木と雑草の間の水分の競合を避けるために、造林木の根が早い時期に雑草の根の生育範囲を脱するような地拵方法を構ずることとした。

(4) 地拵作業への新たな技術の導入

1) 「新たな技術」導入への構想

(1)に述べた課題とそれに対する今後の方向を実行するための具体策については、次のような方向で対処した。

- a) 植付け作業における、「杭立て」「植穴掘り」の省略については、筋条に耕起する方法
- b) 土壌浸蝕の防止については、林内を流下する雨水の流下速度を弱め、同時に地下への浸透を誘うために、コンター沿いに溝を設ける方法
- c) 造林木の根の伸張促進については、土壌深部の固結を破碎する方法

さらに、機械の一般的な使用条件として、「ここ半乾燥地域への導入が容易であること」、「操作が容易であること」、「メンテナンスが容易であること」、「機械の有効活用のために他事業との共用を計ること」、等も加味する必要があることから、新規に機械を開発することは考慮せず、建設・林業・農業の各分野ですでに利用されている機材・機種を使用する機械化を検討した。

この様な背景で検討したのは、1956年頃、半乾燥地域において灌漑を行わないで造林の成功を確実にする方法として有効であると発表された、フランスの研究になる「ステピック法(Lamethode steppique)*西アフリカ熱帯造林技術の展望*フランス熱帯林業技術センター」(概略、図-8 参照)の本プロジェクトでの適応化であった。

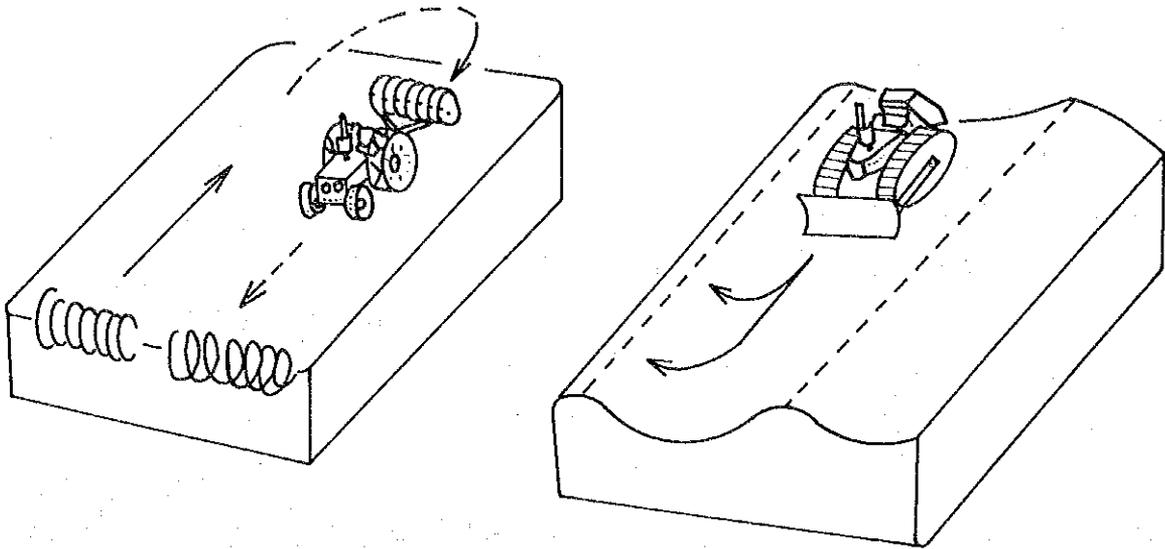
2) 新たな技術の導入

ステピック法に造林技術上のヒントを得て当初検討した「新たな技術」は次の方法であった。

- a) キャタピラ・タイプのトラクタに装着・操作されるサブソイラにより、コンター沿いに深さ50~60cmの連続する溝を切る(ディッチングと言う)。
- b) ディッチングの後、農用トラクタに装着されるプラウを使い、ディッチングされた溝を中心にして、両側から寄せ土を行い畝を造っていく。
- c) この畝の上に、苗木を植えていく。

この当初検討した新たな技術による地拵方法を図-9に示す。在来技術による地拵方

1. Cultivation by Rotary Harrow
2. Making Ridge by collecting soils by Bulldozer



3. Planting

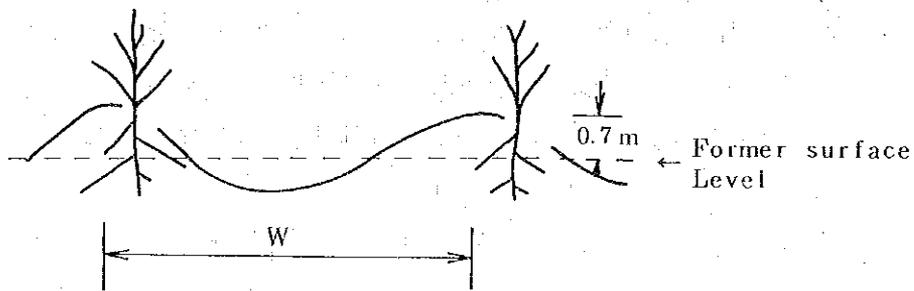


图 - 8 LA METHODE STEPPIQUE

法の違いは図-10に示すとおりである。

以上が本技術の基本的な手順であるが、これを事業実行に移すにあたって、いくつかの機械の組み合わせが考えられたことから、事前にテストを行った(写真-5)。

この結果リッパー+プラウの組み合わせ(リッパーをサブソイラーの代用とした)が良い結果を得たので、今後の事業実行の中への導入を計る事とし、大規模にかつ長期にわたり実施した場合の問題点、さらに、在来技術と新たな技術の地拵方法の違いによる造林木の生長の差、等を調査していく事とした。

3) 新たな技術による事業の実施

当初は、「サブソイラ」を利用しての事業実施を予定していたが、サブソイラを林業に導入した経験が無く、事業的な利用には危険が多いとの判断から本機材の供与が見送られた。

このため、先のテストに利用したリッパーを代用し実行していくこととした(しかし、本来のリッパー作業ではないことから、本報告書ではディッチング:ditching という作業名を使う)。

新たな技術における作業の具体的な手順は ①地表植生除去作業 →②ディッチング →③プラウイング →④植付け である。

1 地 拵

- a 地表立木の除去 (Land Clearing)
- b サブソイラーによる土壌固結の破壊と植筋作り (ディッチング)
- c ディスクプラウを利用して土寄せと水の捕足のための溝造り (プラウイング)

2 植 付 け

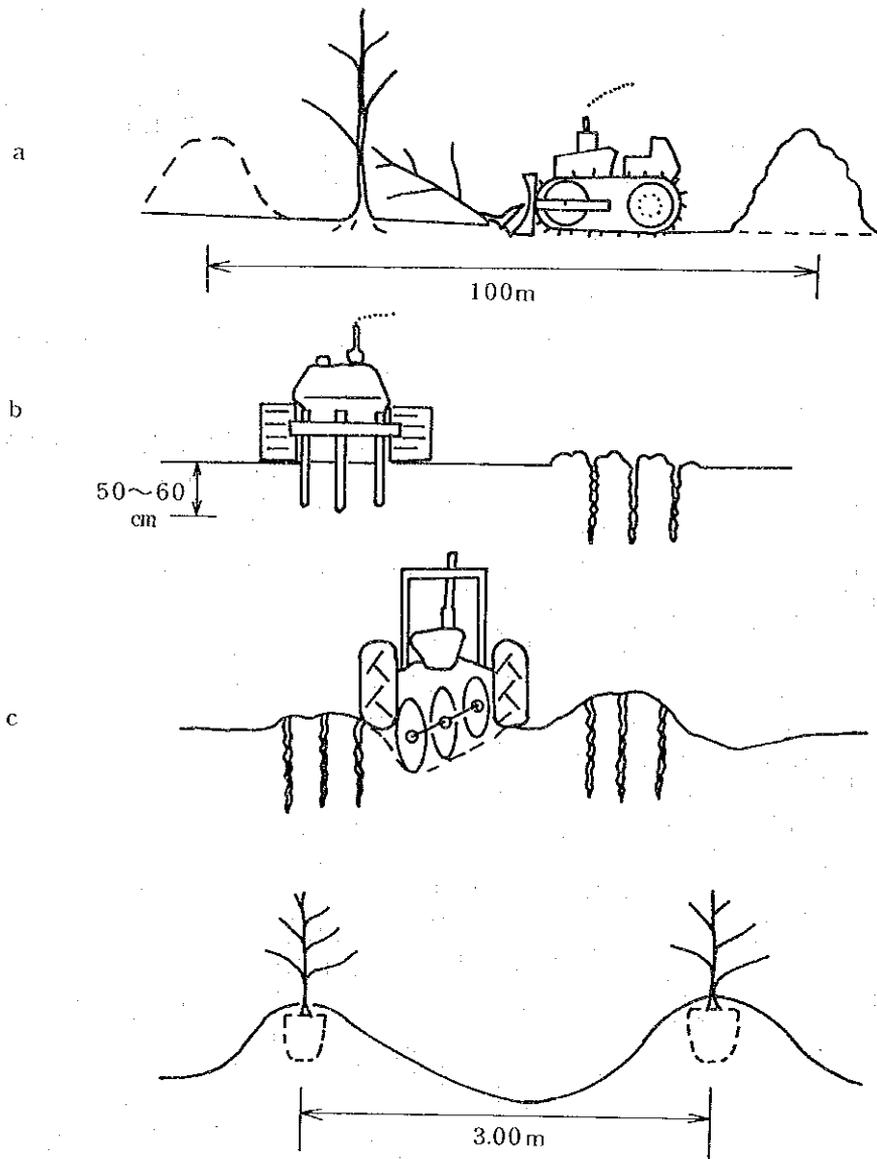
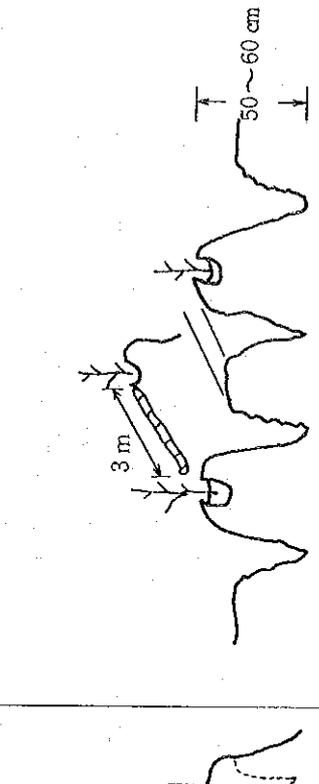
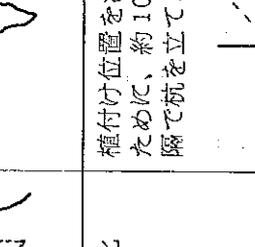
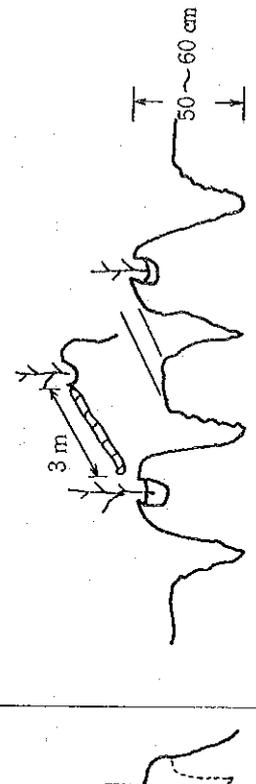
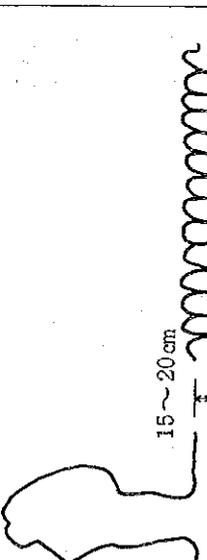


図-9 サブソイラーを利用した
ディッチングとディスクプラウの組合わせによる新たな地拵方法

図10 新たな技術と在来技術における地拵の違い

	荒 起 し	砕 土	植 付 け
新 た な 技 術	<p>サブソイラー リッパ</p> <p>①土壌深部の膨軟化 ②植筋作り</p> 	<p>ディスク・プラウ</p> <p>①畝作り ②溝作り</p> 	<p>植筋は出来ている 苗間を決めるために、尺棒を使い手畝で植える</p> 
在 来 技 術	<p>H/Dハロー ①表層の耕起</p>  <p>15~20cm</p> <p>* 深い所で、15~20cmであるが、H/Dハローは巾・長さがあるためディスク全てが地形に接地しつつ耕起していない。</p>  <p>未耕起地が残る</p>	<p>ディスク・ハロー ①砕土化</p> 	<p>植付け位置を決める ために、約100m間 隔で杭を立てる</p> <p>杭間に縄を張り 適当な苗間を保 ち、植穴を掘る</p> <p>植え付け</p> 

→ この様な状態であると、耕起・砕土の目的が達成されて
いないばかりか、植穴掘りの功程低下となる。



1. ディッチング
ブルドーザのリッパ-
を使用し、固結土壌の
破碎。
爪の間隔 = 1 m



2. ディッチング後、
ディスクプラグを使用
して、土を寄せ、畝作
り。
1回目片側の土寄せ



3. ディッチング後、
ディスクプラグを使用
して、土を寄せ、畝作
り。
2回目別の片側の土寄
せ。

① 地表植生除去作業

作業は、在来技術における地表植生除去作業と何等変わるものではない。しかし、「計画的な事業の実行」「防火管理」「計画的な作業の管理」の面から、小面積（5～10ha）に区画することを徹底し、約200m毎に設ける防火線兼作業道をもって区画線としている。

また、この区画された林内は全面クリアリングされるのではなく、約100m間隔でブルドーザにより押倒された末木枝条を寄せ集める筋が残される。これらの方法を図-11に示す。

87年度は、全事業面積245haの内、約100haを直営で実行したが、初期は、指示する作業内容を、「C/P、オペレーター共に良く理解出来なかった」「オペレーターの技術が未熟であった」「作業機（ブルドーザ）の駐機場所と作業地が離れていたため相当の通勤時間を要した」こと等から、一日の作業時間は約3時間、作業面積は0.9haとなった（表-37）。

（注 表の稼働時間は、実作業時間+現場迄の移動時間、平均1時間を含む）

88年度は、現在事業実行途中であるが、これまでのところ、「駐機場所を山元へうつした」「オペレーターが作業の方法を覚えた」こと等から一日の作業時間は約5.0時間と60%伸びと共に作業面積は2.0haと120%の伸びを示している（表-38）。

② ディッチング

ブルドーザ（D-80）のリップパーの爪は1m間隔に3本装着されており、2mの幅に3本の溝を掘ることが出来る。

一方、植栽列の幅は3mの設計であることから、この間隔（3m）を保つようにするため、ブルドーザの排土板の横に突出すように案内棒を装置し、これで前回のディッチング跡をトレースすることによって、3mの間隔を保つようにした。

ディッチングの方向は、先に小面積に区画した区域（小班）単位に、林地全体を見て傾斜に直角方向に揃えて設定した。これは、オペレーターがこの様な作業に不馴れな段階で、コンターに添った作業を指示することは困難と判断されたためである。

また、ディッチングの深さは、60cm程度（リップパーのプロテクターの上縁が地表面に接する深さ）を目安として実施した。

当初、ディッチングの間隔を保つための目安として使った「案内棒」は、オペレーターがこの作業に馴れてくると共に不要となり、目測による実行が可能であった。しかし、正確に3mの間隔を維持することは出来ず、広狭のある植筋となり後作業の下刈時、植筋間に機械の入れない箇所を見ることとなった。しかし、この3mの植栽間

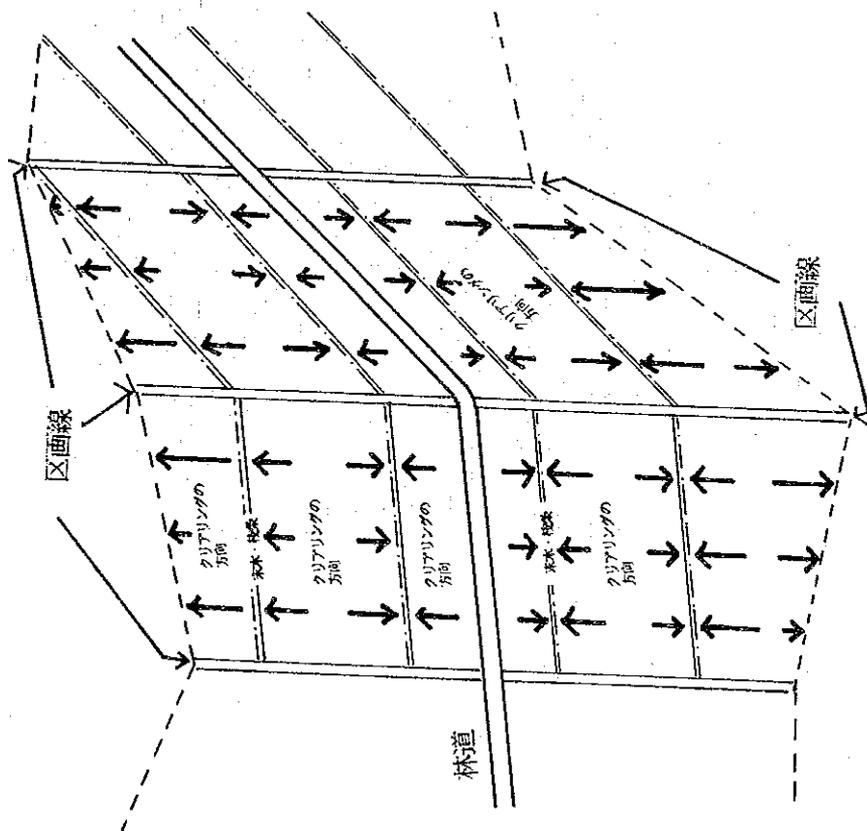


図-A

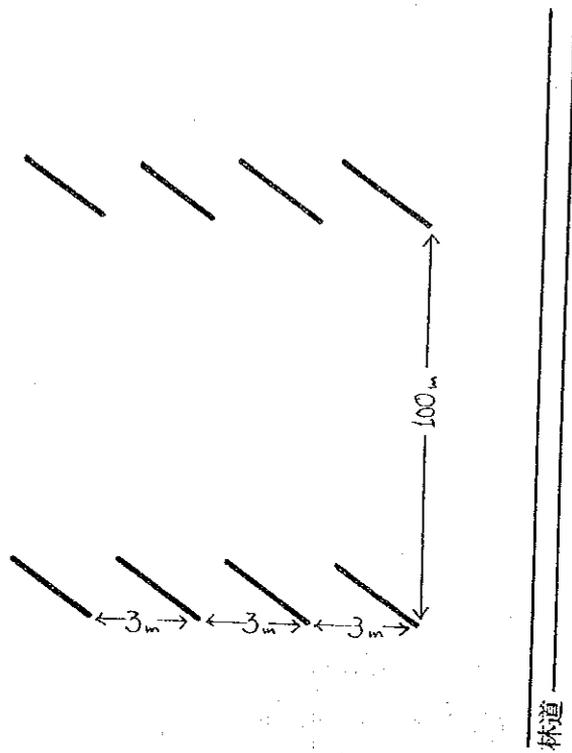


図-B

図 1.1 地表植生除去作業

表 3 7 - 1 実 行 成 果 表

機種	記 番	面 積 ha	Land Clearing				Striping				Ploughing				
			燃料	時間	日数	hr/day	燃料	時間	日数	hr/day	燃料	時間	日数	hr/day	
D-80	B-	10.00	875	36	6.5	5.5/	612	22.5	6.5	3.5/	117	20	7.0	2.9/	
	-2	10.19	857	30	5.0	6.0/	578	18.0	4.0	4.5/	93	16	5.0	3.2/	
	小 計	20.19	1732	66	1.5	5.7/	1190	40.5	10.5	3.9/	210	36	12.0	3.0/	
	B-3	6.33	565	21	6.0	3.5/	177	6.5	1.5	4.2/					
	C-1	2.95	245	10	2.5	4.0/	81	3.0	0.0	6.0/					
	C-2-a	4.02	393	14	5.0	2.8/	174	7.0	2.0	3.5/					
	C-2-b	2.90	269	10	2.5	4.0/	201	7.0	1.0	4.7/					
	小 計	16.20	1472	55	16.0	3.4/	633	23.5	5.5	4.3/					
	C-4	3.00	250	9	2.0	4.5/									
	C-5	5.27	454	20	6.5	3.1/									
	小 計	8.27	704	29	8.5	3.4/									
	A-2	10.27					350	16.0	3.0	5.3/					
	計			3908	150	36.0	4.2/	2173	80.0	19.0	4.1/	210	36	12.0	3.0/
		面 積		44.66ha			1.24ha/day		46.66ha		2.46ha/day				
	平 均 値		26.1Ltr/hr			4.2 hr/day		27.2Ltr/hr		4.2hr/day					
D-65	C-1	5.35	322	21	5.5	3.8/	370	15	3.0	5.0/					
	小 計														
	C-3	26.78	2649	156	36.0	4.3/									
	C-4	26.65	2649	156	41.5	3.8/									
	小 計	53.43	5298	312	77.5	4.0/									
計			5620	333	83.0	4.0/									
	面 積		58.78ha												
	平 均 値		16.9Ltr/												
合 計			9528	483		4.1/	2543	95	22.0	4.3/	210	36	12.0	3.0/	
	面 積		103.44ha			0.87ha/day		52.01ha		2.36ha/day				1.68ha/day	
	平 均 値		19.7Ltr			4.1 hr/day		26.8Ltr		4.3 ha/day				3.0 hr/day	

表 3.7 - 2 実行成果表

機種	記番	面積 ha	Harrowing			
			燃料	時間	日数	hr/day
F/T -1	C-6	31.10	114	30	8.0	3.8/
	-7	34.60	126	33	7.0	4.7/
	小計	65.70	240	63	15.0	4.2/
計			240	63		/
		面積	65.70ha		4.38ha/day	
		平均値	3.8ltr/hr		4.2 hr/day	

表 3.8 地拵作業功程(89年用)中間報告

機種	作業面積	日数	時間	燃料	補助員
D-80	47.62	20	93	2090	19
功程	0.51/hr			22.5ℓ/hr	
	2.4/day				
D-65	52.34	21	107	2120	23
功程	0.49/hr	5.10hr/day		19.8ℓ/hr	
	2.5/day				

隔は、ユーカリ種には狭い観があり(2年目にすでに樹冠が閉鎖している)、造林木の生産目標と機械化作業の両面から植筋幅は検討を要する課題であり、1989年度については、E, Camaldulensis については3×5とすることとしている。

87年度、88年度始めにかけて約50haのディッチングを実行した結果は、一日の作業時間は約4時間、作業面積は2.4haとなった(表-37)。

このディッチングに使用したリッパーの爪(リッパーポイント)は、約68ha、約120hrに至って摩耗の限界になり交換を要したが、折損等の事故はなかった。

③ ブラウイング

この作業は、ファムトラクタ(70馬力級)に装着した農用ブラウ(4枚刃、ディスク径60cm)を使用して実施した。図-9に示した様に、植付け予定ラインを中心にして、両側からブラウにより土を寄せ、畝を作ると共に、排水を目的とする溝を作る方法で実施した。

この畝は、現在の植付け仕様が3mであることから、3mに1列作られるようにブラウを走らせた。

作業を始めて間もなくブラウの破損が相次いで発生し、しかも、部品の供給が間に合わなかったため、途中で終了せざるを得なかった。この原因としては、「ブラウイングを実施した時期が乾季であり、ディッチングにより生じた土の塊が大きく(直径30cm程度)、硬かったためにブラウへの衝撃が大きかった」、「オペレーターの技術未熟」等が考えられる。

87年度は実行なし。88年度は、途中故障を繰返したこともあって、約20haの実行に止まり、一日の作業時間は約3時間、作業面積は1.7haとなった(表-37)。

4) 新たな地拵技術による結果

a) 労働需要の緩和

これについては、(4-2 造林)に報告されているように、植付け作業に従事する労働者数の削減を計ろうとする目的に関して、在来技術であるH/Dハロー区の12,03人/haに対し、新たな技術であるディッチング区は6,91人/haと、新たな技術により実行された地拵箇所での植付け作業においては、大幅な必要労働量の緩和を計れることが可能となった。さらに、植付け作業の実行に必要な管理要員(現場監督者)の削減、人員輸送用車両等の削減及び作業のコントロールの容易化への効果もみとめられた。

b) 土壌侵蝕の防止

地拵方法別の土壌侵蝕の防止への効果の測定に関しては、在来技術により実施された地区、及び新たな技術により実施された地区における、流出土量を測定する等の数量的な把握は出来なかつたが、目視による観察による林内からの雨水の流出量は、

- ① H/Dハロー地区では、平地を流れるような激しい勢いで流出していた。
- ② ディッチング+ブラウ区では、畝間に作られた溝に良く保水され、流出量は少なかった。
- ③ ディッチング区では、雨水はリッパーにより掘られた溝に浸透し、地表面の流れはほとんど見られなかつた。

この様に、H/Dハロー区におけるH/Dハロー等による土壌表層部を反転するのみでは多量の降雨には抗しきれず、とくに、H/Dハローにより荒起しした後、農用ハローにより細土化する方法のH/Dハロー+農用ハロー区ではエロージョン防止への効果は期待できなかつた。これに対し、ディッチング+ブラウ区、及びディッチング区の様に土壌深く固結を砕くような地拵方法を講じた地区では、降雨の流下速度を弱めると共に地下への浸透をはやめており、エロージョン防止の効果を期待出来ることが分つた。

c) 造林木と雑草の水分の競合

(3)に述べた仮定を下に、地拵方法別に降雨量と深度別土壌硬度の変化、及び造林木の根の伸張状況を見ることとした。

① 土壌硬度の変化について

土壌硬度については、各地拵方法別に山中式硬度計を用いて深さ毎に土壌硬度を調査し、降雨量の変化と対比してみた(表-39)。

これらの表から、① 天然林においても降雨による土壌表面の膨軟化は明らかであり、地表下20cm程度の深さまでは浸透している。② H/Dハロー+ハローの

実施区では、耕起可能な深さ20cmの位置の硬度は、天然林における同一深さの硬度に対し、若干の硬度低下が見られる程度であり大きな差が見られなかった。

③ 一方、ディッチング+ブラウ実施区及びディッチング実施区では、土壌の膨軟化が顕著に表れており、H/Dハロー+ハロー実施区の20cmの位置における硬度と等しい硬度は、40～60cmの深さまで下がる事が出来た。

しかし、降雨により運ばれた細土が土壌の隙間を埋め、乾燥・降雨を繰返すことにより土壌を固結化すると言われていることに符号するように、初期に膨軟化された土壌は、降雨回数及び降雨量が増すと共に、浅い深度においてはどの区も一様に硬度を増しているのがみられた。この変化は、ディッチング区の変化に比べ、H/Dハロー区において顕著に表れていた。

② 造林木の根の伸張状況

造林木の根の調査にあたって、標本数を多く取ることは現地の事情から出来なかったことから、1区 1～2本と少ない標本の採取であったが、地拵方法別造林木の根の伸張状況を見ると、

ア. H/Dハロー区；深さ15～20cmの所で太い根は折れ曲り、横へ広がっていた。さらに、造林木の根のほとんどは地表下10～15cmの範囲に集り、地表面近くでの伸張が多く見られた
(図-12)

イ. ディッチング区(ディッチング+ブラウ区も含む)

；リッパー及びブラウによる砕土効果により直根、細根共に発達が顕著であり、地中深い位置に伸張していた
(図-13)

この様に、土壌が砕土、膨軟化された区域では根は十分に伸び広がっていたが、H/Dハローによる未耕起領域(15～20cm以深)、及びディッチングによる未砕土領域(50～60cm以深)においては、根は、非常に硬く萎縮し、押潰された様に偏平状態になっており、共に未耕起部分への根の貫入は相当困難な様子を示していた。

この様に根の伸張には、土壌の破碎が必要であることは勿論であるが、農耕地を造成するように細(粒)土化する必要は無く、むしろ、固結した土壌をいかに深部迄破碎するかが造林木の根の伸長への大きい影響因子となるものと思われる。

d) 両技術比較におけるまとめ

新たな技術による地拵作業は、在来技術に比べ、目新しい機械を使用したものでは

なく、ここ、ナイジェリア国に一般的に見ることの出来る機械である。これらの使用方法を替え、組合わせを替えて実行したのみであった。この結果はこれまでに述べてきたいくつかの長所を見る事ができた。しかし、今後事業規模の中で、機械の安定した稼働率を確保していくには、強度を増す事の他、構造を単純化する等の検討が必要と思われる。

同時に、造林の機械化を推進するうえで植栽密度等に関し、造林木の生産目的、そして、施業方法等林業経営方針も検討されていく必要があると思われる。

これ迄得ることの出来た資料は、機械使用上知り得た資料のみであり、この新たな技術を導入した結果、在来技術と比べて、生長への影響等造林木の生育上何が違うのか等の分析は今後待つ必要がある。

表 1

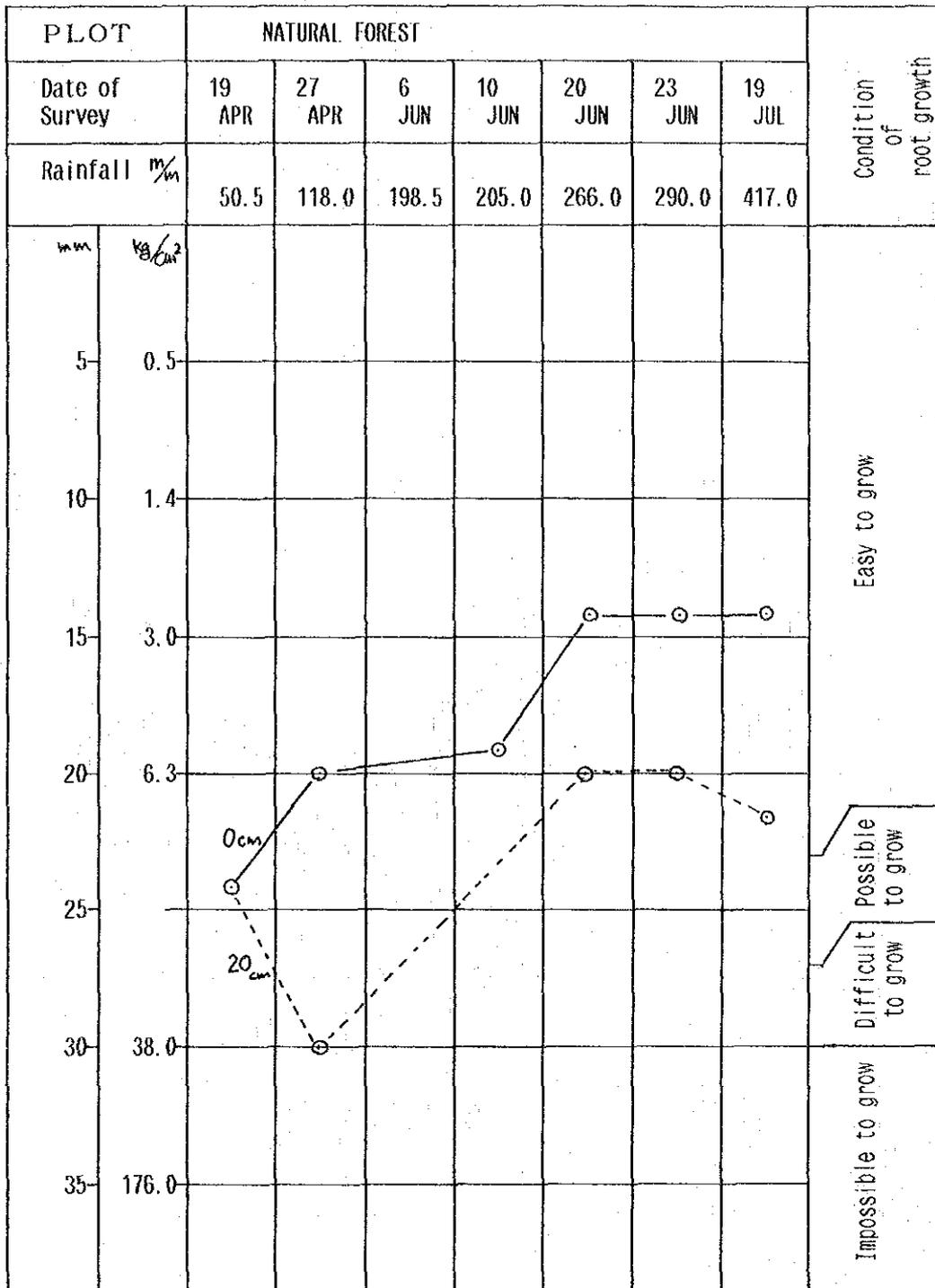


表-2

PLOT		H/D HARROW & HARROWING						Condition of root growth	
Date of Survey		19 APR	27 APR	6 JUN	10 JUN	20 JUN	23 JUN		19 JUL
Rainfall $\frac{m}{m}$		50.5	118.0	198.5	205.0	266.0	290.0		417.0
m.m	$\frac{kg}{cm^2}$								
5	0.5				0 cm				Easy to grow
10	1.4								
15	3.0			10 cm					
20	6.3					15 cm		Possible to grow	
25						20 cm			
30	38.0							Difficult to grow	
35	176.0								

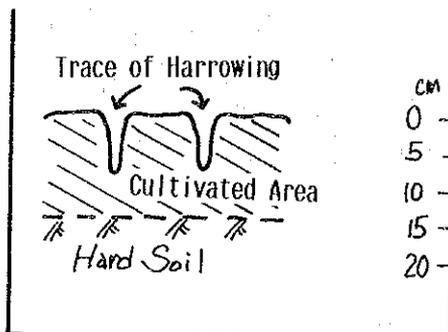


表 - 3

PLOT		RIPPERING & PLOWING						Condition of root growth
Date of Survey		19 APR	27 APR	6 JUN	10 JUN	20 JUN	23 JUN	
Rainfall $\frac{m}{m}$		50.5	118.0	198.5	205.0	266.0	290.0	417.0
m.m	kg/cm ²							
5	0.5							
10	1.4							
15	3.0							
20	6.3							
25								
30	38.0							
35	176.0							

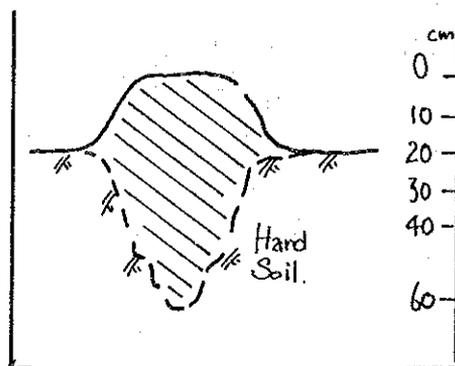
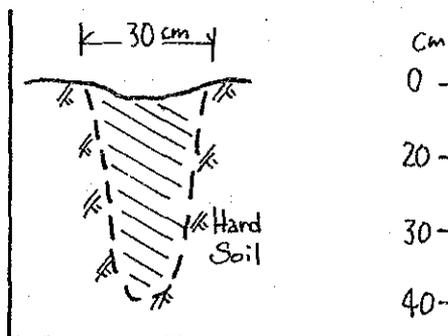
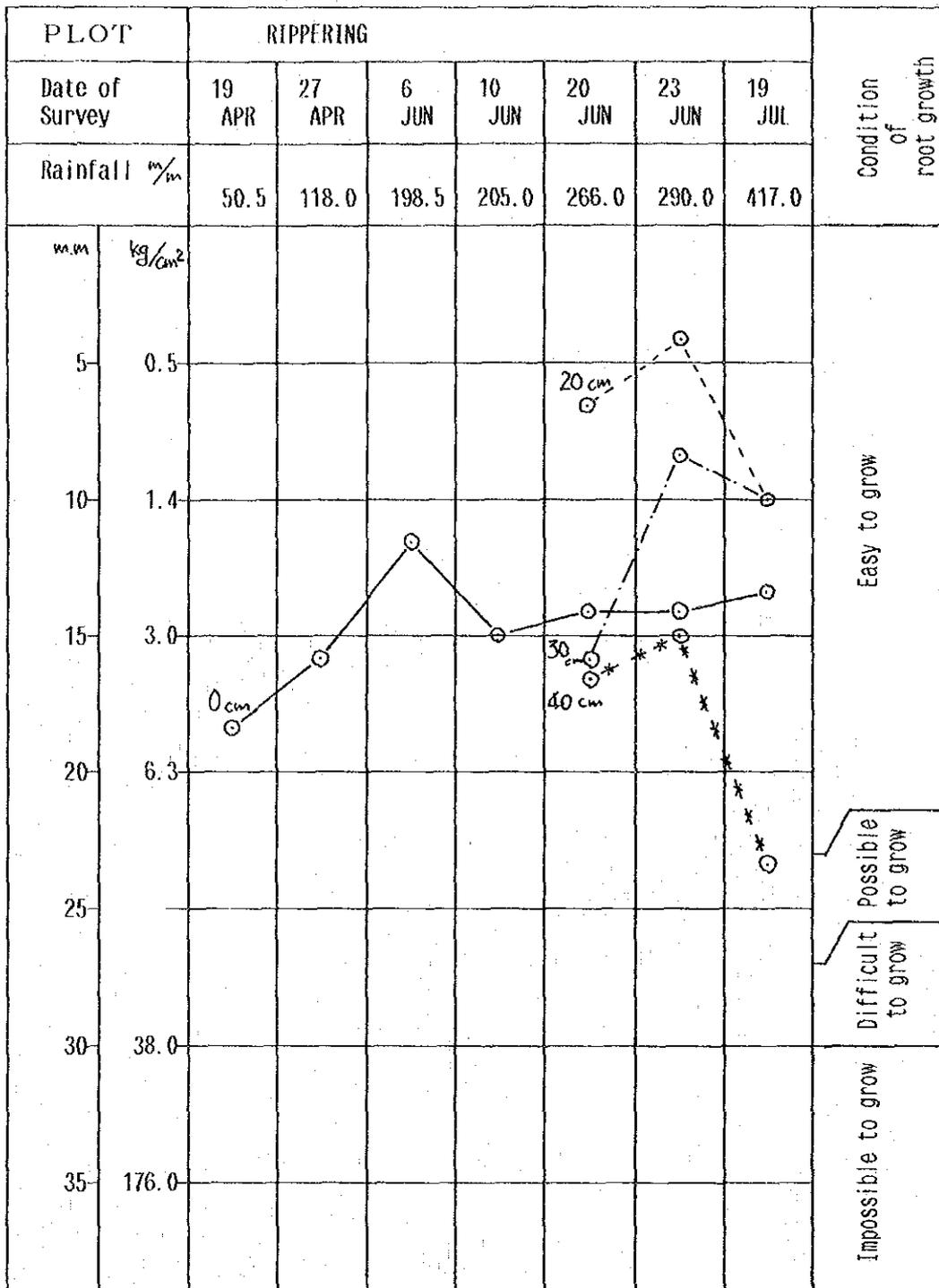


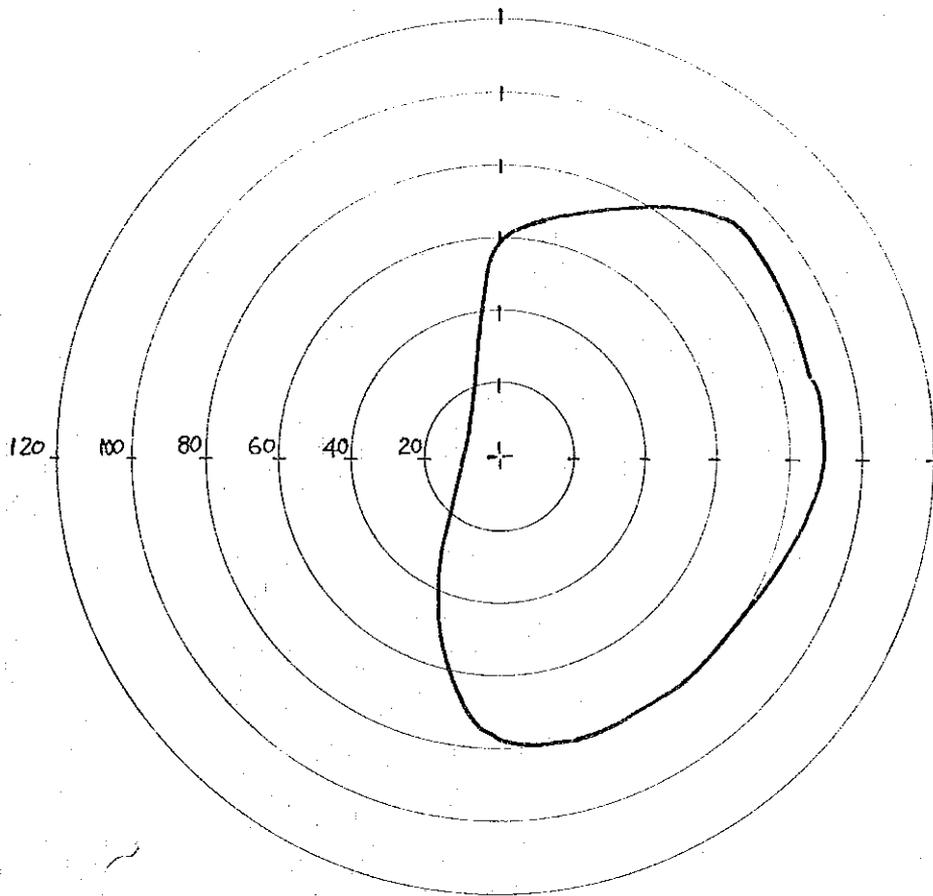
表 - 4



根の伸張方向・長さ及び区域

No. _____

H/D ハロー+ハロイング実行区

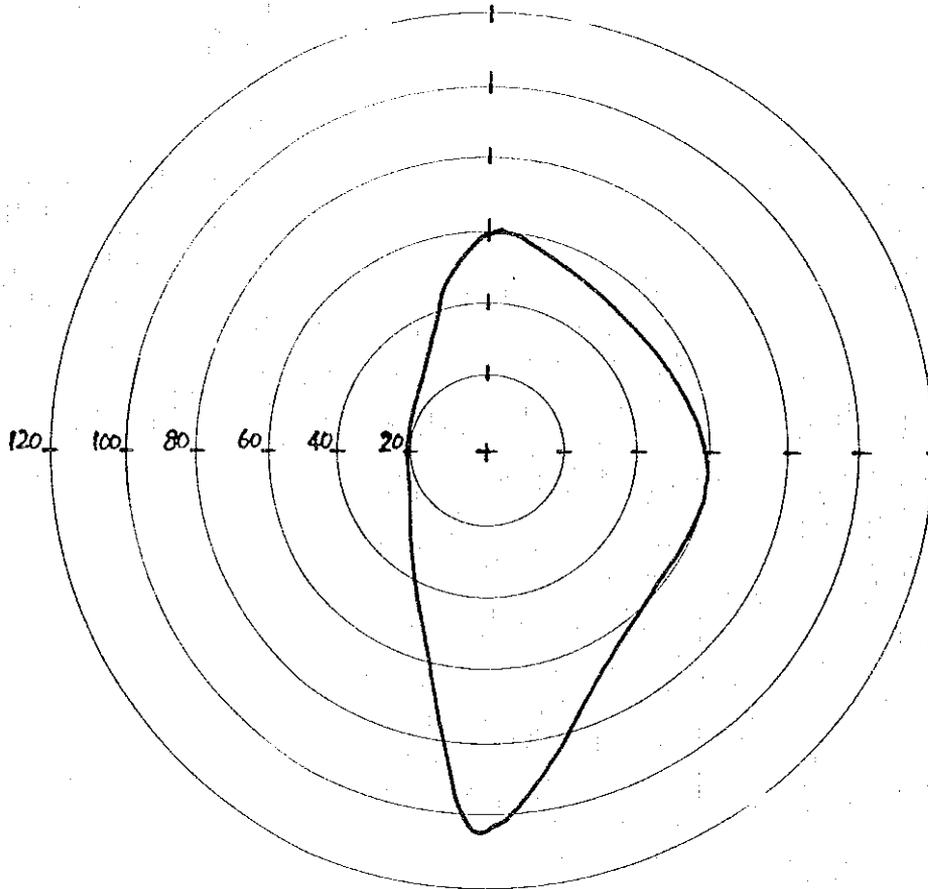


地際直径	27mm
根の重量	300g
直根の長さ	15cm
直根の地表 下20cmでの 直径	10.8mm

調査月日 16/JAN. 89

根の伸張方向・長さ及び区域

H/D ハロー+ハロイング実行区

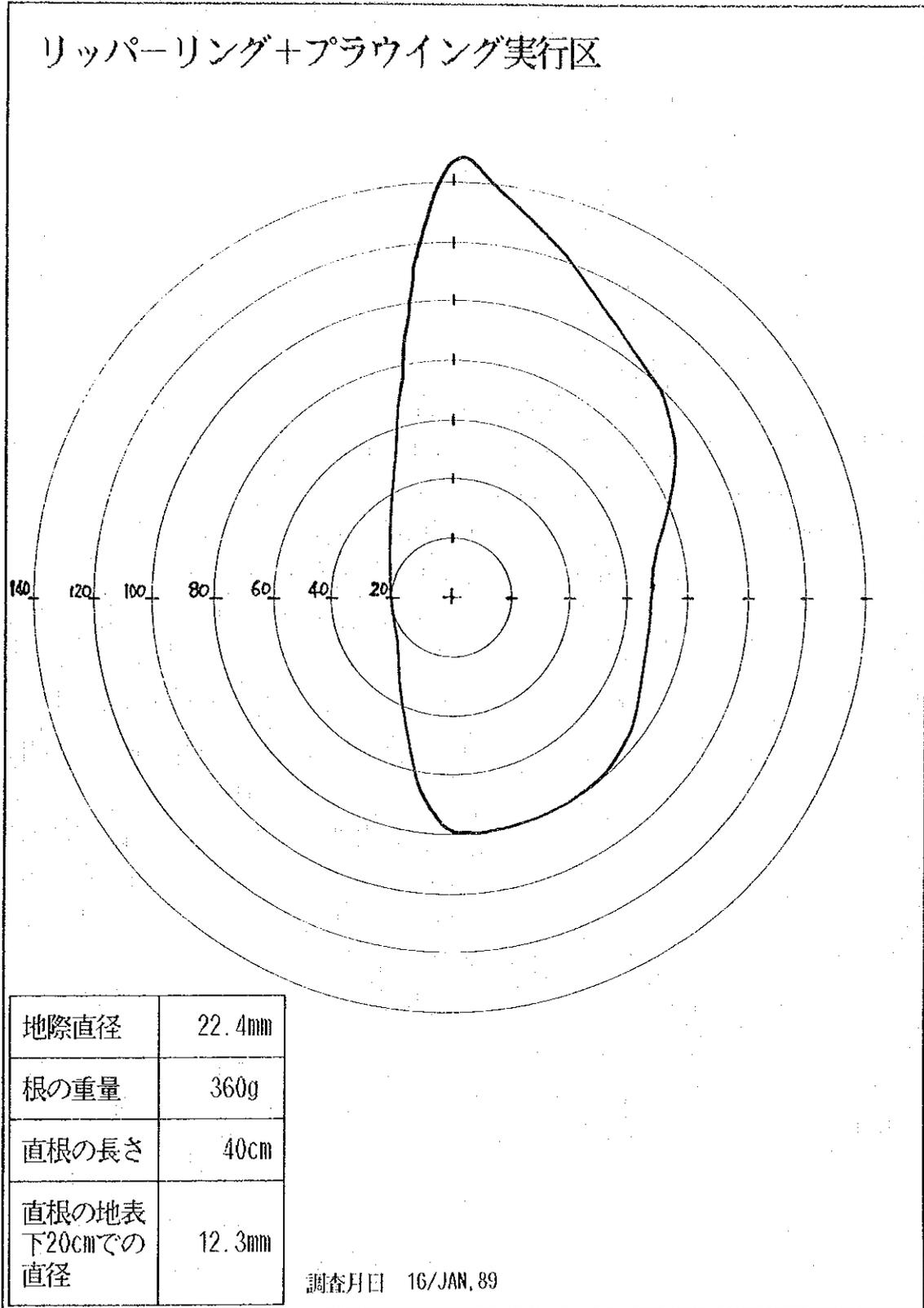


地際直径	22.4mm
根の重量	260g
直根の長さ	27cm
直根の地表 下20cmでの 直径	7.9mm

調査月日 16/JAN, 89

根の伸張方向・長さ及び区域

No. _____



(5) その他の作業

1) 保育・下刈作業

ナイジェリア国の下刈作業はこれまでも記してきたが、農用ハローを用い、苗間・列間を植生の繁茂の状態により、1方向、又は2方向に実施されている。

また、これら機械作業の他、植生の繁茂が部分的である場合、あるいは機械が刈り残した箇所等には、クワ・マチェットを用い人力による刈り払いが行われている。

当プロジェクトでは、これまで「地拵」の項で述べてきたように、H/Dハローを用いた「全面耕起」とリッパーを用いた「ディッチング＝溝掘り」の2方法を採用した。

この地拵方法の違いによって雨水の流下速度に相当の差が見られたが、下刈の機械化を考える際も、これ等地拵方法の違いを考慮し各々に対応した方法で実施していく必要があった。

つまり、ディッチング実施区では、このディッチングの効果を失わないようにすることが肝要でありH/Dハロー区では、雨水の流下速度を弱めるような下刈の方法を新たに講ずることであった。そこで、下刈の機械化は地拵方法別に、基本的には表-40に示す体系で実施していくこととした。

88年植栽地の下刈は、① H/Dハロー区では農用プラウによる中耕を実施したが、オペレーターの乱暴な操作と、機材の強度不足から破損し、以後の下刈作業は他の方法（スラッシャーおよび人力）で実施することとなり、② ディッチング区ではスラッシャーにより実施した。

この機械による下刈は約98haを実施したが、一日の作業時間は、スラッシャーの実施区では約5時間、作業面積は約2.1haであるのに対し、プラウ実施区では約4時間、作業面積は約4.8haであった。ここに見られる様に作業時間にはそれ程差が見られないのに対し作業面積に大きなひらきが見られた。これが機材破損の大きな原因と思われる。

しかし、農用プラウを使用する中耕除草は、その効果が期待出来ることから、本機材の改良（刃の枚数は3枚程度とするが、100hp級のトラクタでけん引することが可能な程度の強度を持たせる等）が必要と思われる。

また、ハローによる下刈については、本機材（ディスクハロー）は地拵作業のハローイングに使用する目的で選定したこともあって、大型の機材となり、植え筋（列間）に入らず、下刈への導入は計れなかった。しかし、その後、本機材を改造（幅を短縮＝2.5m）したので、今後は下刈への導入を計ることとしている。

2) 防火線の開設及び整備

これ迄の各調査報告書にも危惧の念が述べられているように、林内のいたる所に火をつけられている。しかし、現在までのところ造林地内での火災の発生は見えていない。こ

表-40-1 機械化造林施業体系(案)

機械化体系別	地		播		種付	下	刈
	使用機械 本体	メメント	方	法			
I 従よ 来の 地の 技術 /C	Pioneer plowing (H/D type Harrow)	→D-60F+H/D Harrow	* 全面積を実施 * 同一方向に2回 (但し、土壌条件=硬 度=により、直角方向 に追加1回)		*	F/T-3+Disk- plough	*コンター沿いに、苗 間、又は列間に1回 *深く耕起する (降雨の捕促の為)
	Cleaning up + Pre-planting harrowing	→実施しない →F/Tractor+ Harrow (次年度からは、実施 しない方向で検討中)					
II 新 た な 技 術 に よ る 地 播	(1) Striping + Ploughing	→D-80F+リッパ →F/Tractor+ Disk-plough	* ロンター沿いに溝を 切る * 植列を中心に、両側 から土を寄せ、畝を 作る		* 畝の上に、苗間を保 ち植える	F/T-3+スラッシャー 以後は、林地の状況を みてDisk-plowを入 れる。	*列間を刈り払い * 植生により人力補正 を行う * 樹種Eは2年目に、 樹種Pは2年目、3 年目に1回/年実施
	(2) Striping Only	→D-80F+リッパ	* コンター沿いに溝を 切る		* 溝に沿って苗間を保 ち植える	F/T-3+スラッシャー 以後は、林地の状況を みてDisk-plowを入 れる。	*列間を刈り払い * 植生により人力補正 を行う * 樹種Eは2年目に、 樹種Pは2年目、3 年目に1回/年実施

表一40-2 当プロジェクトにおける機械化作業体系

作業種	作業内容	使用する機械・アタッチメント					
		D-80A	D-65A	D-60F	F/T-1(1040T)	F/T-2(7340T)	F/T-3(7340T)
地 拵	L / C	ドーザー	ドーザー・レキ	H / D ハロー	*ディスク・ブラウ *トレラー		*ディスク・ブラウ *トレラー
	荒起し 砕土	リッパ			*ディスク・ブラウ *ディスク・ハロー *ディスク・ハロー *スラッシュャー		*ディスク・ブラウ *ディスク・ハロー *ディスク・ハロー *スラッシュャー
植付け 下刈	苗木運搬						
	中除草						
防火線	開	ドーザー	ドーザー	H / D ハロー	*ディスク・ハロー		*ディスク・ハロー
	除草	ドーザー	ドーザー		*トレラー	フロントローダー	*トレラー
林道	作	ドーザー・リッパ	ドーザー		*トレラー	フロントローダー	*トレラー
	維修	ドーザー・リッパ	ドーザー				
所有・付属する アタッチメント	ストレートドーザー ・リッパ	ストレートドーザー ・リッパ	アングルドーザー ・レキドザー	H / D ハロー	1 ディスクハロー 2 ディスクブラウ 3 スラッシュャー 4 フロントローダー 5 リアローダー	×1台 ×1台 ×1台 ×1台 ×1台	6 ローターディスク ×1台 7 カルチベーター ×1台 8 オーガー ×1台 9 トレラー ×1台 10 リアローダー ×1台

(注) *印は、両機種間に互換性有り、を示す。

の火を付ける行為は主に、林内に生息する小動物の捕獲のためであり、パトロールを配置しても完全に無くすることは不可能であるため、防火線の高い密度での開設を進めていくとともに、毎年の防火線の整備はもとより、消火体勢も整備しておく必要がある(表-41)。

当プロジェクトにおいては、地拵の項でも触れたが、防火区域面積を5~10 haに設定して ~10 m幅の作業道兼用の防火線を作設している。このほか、消火体勢としては、図-8の構想の下に機材の充実を計っている。

3) 林道・維持・修理作業

林道が頻繁に使われる時期は、人の輸送、及び苗木の輸送と車両の往来が多くなる植付け作業の始まる時であり、また雨季でもある。

林道の路床を構成する土壌は粘土及びシルト質であるため、降雨時には、スリップしやすい路面になってしまう。限られた期間内に植付け作業を終了させるためには、これ等に使用される車両の通行は絶対に確保しておかなければならない。

このため、林道維持・修理班(ブルドーザ、小型トラック、パワーショベル、作業員)を編成し対処してきた。しかし、これら応急措置とは別に、事前に林道の新設、および路面の整備改修を行うておく必要もある。これ等の作業の時期は、先の地拵の項でも述べたが、植付け終了後、作業用車両、重機の繁閑をみて開始し乾季の強まる前に終了させる必要があるようである(表-42)。

表-4 1 防火線維持・修理実績

林小班	面積	D-60		11/10	11/11	11/14	11/15	11/16	11/17	11/18	11/21	11/22	11/23	11/24	11/28
		時間	燃料												
A-1	24.79	5	45	24.79											
A-2	10.27	2	15	10.27											
B-1	10.00	2	20	10.00											
B-2	10.19	2	20			10.19									
B-3	6.33	1	10			6.33									
C-1	8.30	2	10			8.30									
C-2	6.92	1	10				6.92								
C-3	26.78	5	45				3/15.55	2/11.23							
C-4	29.65	6	55					4/19.75	2/ 9.90						
C-5	5.27	1	10						5.27						
C-6	31.10	6	55						1/ 5.18	1/ 5.18	4/20.74				
C-7	34.60	7	65							1/ 4.95	6/29.65				
C-8	64.54	12	110									5/26.90	5/26.90	2/10.74	
E-1	8.00	-	-												
E-2	8.00	-	-												
計	268.74	52	470	24.79	20.27	24.82	22.47	30.98	20.35	5.18	25.69	29.65	26.90	26.90	10.74
功 程	9.0ℓ/hr, 5.2ha/hr														

表 4 2 - 1 林道新設工程(幹線)

作業内容	方 法	実働時間	燃 料		作業工程	経 費							
			時間 / 日	ℓ / hr		燃料	人件費	損 料	教材費				
路線測量	簡易測量												
伐 開	ブルドーザ D-65A 使用 補助員	20	5.0hr	390	19.5	100/hr 500m/日・台	N137	N 40	N 2800				パイプ4本 砂利等
路体作成	ブルドーザ D-80A 使用 ブルドーザ D-65A 使用 補助員	27 29	4.5hr 4.8hr	540 550	20.0 19.0	357m/hr 167m/日・台	N189 N193		N 4860 N 4060				
排水パイプ埋 設	ブルドーザ D-65A 使用 バックホー HD-400 使用 トラクタ F/T-1 使用	4 5 4	3.1hr 5.0hr 3.1hr	75 50 23	18.8 10.0 5.8		N 26 N 18 8		N 560 N*(560) N 240				N30,552
合 計							N571	N232	N13080				N30,552
KM当り 経 費	1 燃料 N 285. /KM 2 労 賃 N 116. /KM 3 損 料 N 6,540. /KM 4 資材費 N 15,276. /KM												
	計 N 22,217. /KM												

* 仮数値

表 4 2 - 2 林道新設功程 (低規格)

作業内容	方 法	実働時間	燃 料		作業功程	経 費				
			時間 / 日	ℓ / hr		燃料	人件費	損 料	資材費	
路線測量	簡易測量 (クリノメーター使用)				600m					
伐 開	ブルドーザ D-80A 使用 補助員	5	5.0hr	110	120/hr 600m/日・台	N 39	N 8	N 900		
路体作成	ブルドーザ D-80A 使用 補助員	9	4.5hr	180	66.7m/hr 300m/日・台	N 63	N 16	N 1,620		
排水パイプ埋 設	ブルドーザ D-65A 使用 バックホー HD-400 使用 トラクタ F/T-1 使用 補助員	0.5 2 1	1.3hr 5.0hr 2.5hr	9 16 6		N 3 N 6 N 2	N 8 N 8 N 8	N 70 N*(280) N 60	パイプ2本 砂利 等	N14,988
合 計						N113	N 32	N 2,930		N14,988
K.M当り 経 費										
	1 燃 料	N	188.	/KM						
	2 労 賃	N	53.	/KM						
	3 損 料	N	4,883.	/KM						
	4 資材費	N	24,980.	/KM						
	計	N	30,104.	/KM						

FRIN/JICA Trial Afforestation Project

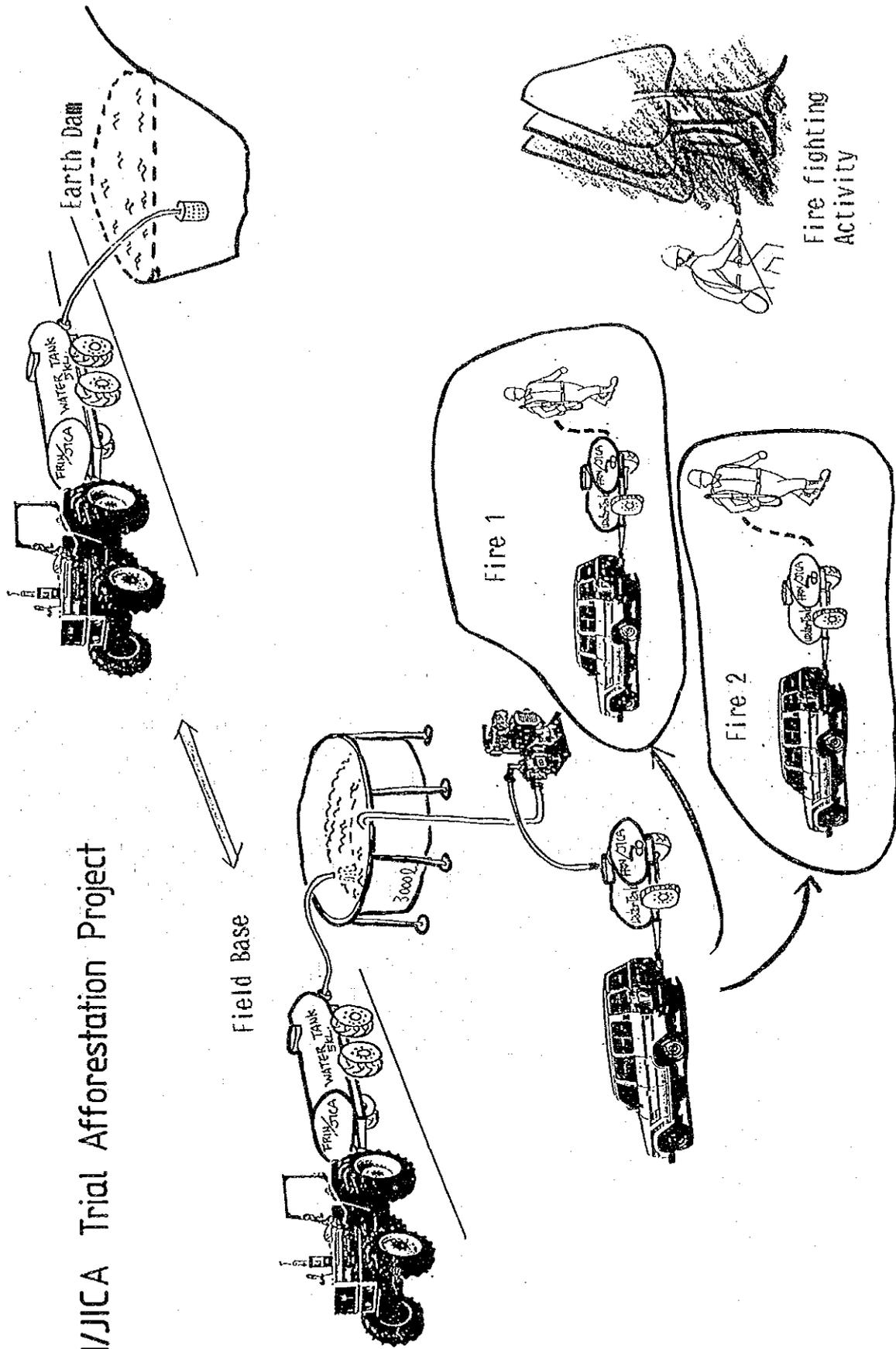


图 1 4 山火事消火体制

(6) まとめ(機械化作業を推進するために)

これまで、2年間、ここ半乾燥地域における造林の振興とその機械化を推進する方法を模索してきた。

事業開始当初は、当プロジェクト独自の機材を所有していなかった事もあり、ナイジェリア国の機械化造林技術にもとづく請負いによる実行に始まり、その後の、独自の構想の導入試験を行ってきた。これまでの結果はすでに述べてきた通りである。しかし、これ等技術的な問題の解決の他に、機械化を推進していくうえでいくつか検討を要する課題もあった。それは、

- ① 月間の稼働日数が少ないことに加え、日稼働時間も少ない。また、年間を通してみると、時間的に大きな偏りが見られる(表-43)。
- ② 良いオペレーターの確保が大変に難しく、また、新たにオペレーターを養成することも長期間を要する。
- ③ 部品の調達が難しく、かつ、高価である。このため、ナイジェリア国の重機販売店等では恒常的に必要とされる部品(定期交換される部品)さえも在庫を極力少なくする傾向にある等であった。

この様にオペレーターの教育、部品の確保、部品の保管、整備員の教育等における事業実行上の直接的な問題の他、厳しい乾季、短い雨季等事業適期に制約を受けるため、機材の事業実行可能量との係わりから過装備に陥りやすく、機材に遊休を生じる傾向にある。このようなことから、多くの機種を導入することは得策ではなく、少ない重機とアタッチメントの活用による効率的な年間の運用計画の樹立で対応していくべきと思われる。

表-43-2
RESULTS OF OPERATION

1/2

Machine used	Compartment	Area ha	Land Clearing			Ditching			Ploughing						
			Fuel	Hours	Days	Hr/day	Fuel	Hours	Days	hr/day	Fuel	Hours	Days	hr/day	
D-80	B-1	10.00	875	36	6.5	5.5/	612	22.5	6.5	3.5/	117	20.0	7.0	2.9/	
	-2	10.19	857	30	5.0	6.0/	578	19.0	4.0	4.5/	93	16.0	5.0	3.2/	
	Subtotal	20.19	1732	66	11.5	5.7/	1190	40.5	10.5	3.9/	210	36.0	12.0	3.0/	
	B-3	6.33	565	21	6.0	3.5/	177	6.5	1.5	4.2/					
	C-1	2.95	245	10	2.5	4.0/	81	3.0	0.5	6.0/					
	C-2-a	4.02	393	14	5.0	2.8/	174	7.0	2.0	3.5/					
	C-2-B	2.90	269	10	2.5	4.0/	201	7.0	1.5	4.7/					
	Subtotal	16.20	1472	55	16.0	3.4/	633	23.5	5.5	4.3/					
	C-4	3.00	250	9	2.0	4.5/									
	C-5	5.27	454	20	6.5	3.1/									
	Subtotal	8.27	704	29	8.5	3.4/									
	A-2	10.27					350	16.5	3.0	5.3/					
	Subtotal														
	Total			3908	150	36.0	4.2/	2173	80.0	19.0	4.1/	210	36.0	12.0	3.0/
		Area		44.66ha		1.24ha/day		46.66ha		2.46ha/day					
	Average		26.1ltr/hr		4.2 hr/day		27.2 Ltr/hr		4.2hr/day						

表-43-3

D-65	C-1	5.35	322	21	5.5	3.8/	370	15.0	3.0	5.0			
	Sub-total												
	C-3	26.78	2649	156	36.0	4.3/							
	C-4	26.65	2649	156	41.5	3.8/							
	Sub-total	53.43	5298	312	77.5	4.0/							
Total													
	Area		58.78ha			0.71ha/day							
	Average		16.9ltr/			4.0 ha/day							
Grand total			9528	483	119.0	4.1/	2543	95.0	22.0	4.3/	210	36.0	12.0
	Area		103.44ha			0.87ha/day		52.01ha		2.36ha/day		20.19ha	1.68ha/day
	Average		19.7ltr/			4.1 hr/day		26.8ltr/		4.3 hr/day		5.8ltr/	3.0 hr/day

表-43-4
RESULTS OF OPERATTON

Machine used	Compart-ment	Area ha	Harrowing			
			Fuel	Hours	Days	Hr/day
F/T-1	C-6	31.10	114	30	8.0	3.8/
	-7	34.60	126	33	7.0	4.7/
	Subtotal	65.70	240	63	15.0	4.2/
Total			240	63		
Area			65.70ha		4.38ha/day	
Average			3.8 Ltr/hr		4.2 hr/day	

表-43-5
TENTATIVE REPORT ON 1989 LAND CLEARING

Machine used	Areas	Days	Hours	Fuel	Assistants (man-days)
D-80	47.62	20	93	2090	19
		4.65hr/day 2.4 ha/day 0.51ha/hr		22.5ℓ/hr	
D-65	52.34	21	107	2120	23
		5.10hr/day 2.5 ha/day 0.49ha/hr		19.8ℓ/h5	