

杉木省工造林試驗

賀主伯¹⁾

〔摘要〕

本試驗利用一二年生兩種不同年齡杉木苗及在天然林伐木跡地上，實施引火整地與普通整地兩種不同的造林方法，探究杉木經十四年生之成長情形而比較之。

結果，以一年生苗用引火整地方法造林者，不但在育苗、整地、栽植及撫育費用上省工，杉木之高生長、胸高直徑生長及材積生長等均無顯著差異，而且一年生苗者，有少許優良性，證實為省工造林方法。

An Experiment on Labor-Saving Silviculture of China-Fir

Chu-Po Ho¹⁾

〔Abstract〕

In this experiment, 1-year stocks and 2-year stocks of China-fir seedlings were planted. Besides, two different kinds of silvicultural methods were used, such as site preparation by burning and general site preparation. Finally, we made a comparison of 14-years' seedling growth between them.

As a result, we found out 1-year stocks and site preparation by burning not only saving labors in nursery, site preparation, plating and tending expenditure but also no significant difference of increment in tree height, DBH and volume. Besides, 1-year stocks are superior to 2-year stocks in growth.

一、緒言

中興大學實驗林，於隸屬省立興華時期之民國五十年前後三年中，是一個非常困難時期，當時也是林業低迷時，一方面林木標售不出去，一方面盜伐濫墾昌熾，使自給自足的實驗林員工薪資無款支付。那時又適逢學校改制為省立中興大學之過渡期。改制後首任校長林致平博士為實驗林這個包裹面頭痛，竟有人出滑極主張：「把各林場送給林務局算了！」，畢竟教育為百年大計，教授森林學系學生不能無實驗林場。於是校長敦請劉業經教授出掌實驗林管理處，挑起這個破爛攤子，作者

1) 國立中興大學實驗林管理處組主任

Chief of Division, The Experimental Forest of National Chung Hsing University.

則被任命造林組主任兼東勢林場主任，身肩兩個實職。

造林業務亦朝省工育林方向走，五十二年辦理劉教授業經的「杉木品種之研究」之造林試驗時⁽¹⁾(2)(3)，看到預定試驗林地之草木殘材特別繁多，為清理方便計，曾用火焚燒，成果不錯，次（五十三）年辦理第 201 號造林時⁽⁴⁾，也實施引火整地⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾，成績更輝煌，而且是用一年生裸根杉木小苗，成活率相當高，未經補植而成林。（按該林分於六十五年已實施疏伐⁽⁵⁾⁽⁶⁾。）

至五十六年再造第 217 號面積 57.6 公頃之杉木林時⁽⁷⁾，在劉教授的鼓勵指導與俞其海教授的協助試驗設計下，而作此省工造林試驗⁽⁸⁾。

試驗初期承李士維鄉兄協助現場工作，六十九年每木調查試驗木則蒙陳龍山與林喻東兩位碩士留處服務技士辦理，林碩士更代寫英文摘要，統計分析時又勞許敬聲技士協助，均此感謝。敬請方家指導。

關於遲遲至今發表，則感慨萬千，蓋作者在這三年中竟病倒五次住醫院，風霜淒涼，幸未就此「燒倒」，本報告終能發表，深感愉快。

二、試驗經過

(一) 試驗設計

1. 採用 Hierarchical Classification 分析法設計⁽¹¹⁾。

2. 試驗因子，分

(1) 供試驗造林地之整地方法：

甲、引火整地 乙、普通整地

(2) 供試驗用苗木大小：

甲、大苗（經過一次移床之二年生杉木苗）

乙、小苗（未經移床之一年生杉木苗）

(二) 試驗方法

1. 供試用地在國立中興大學惠蓀實驗林場第二林班，第 217 號造林地，海拔 1220 m 西北向，為四十七年伐木跡地。在其中選劃兩區：一為引火整地區，一為普通整地區。

2. 在兩個整地區內，再依其高線在同一線上劃兩個小區為一組（區集），以一區栽植大苗，一區栽植小苗，隨機分配，各重複 20 次。小區面積為 $1m \times 12m = 132m^2$ 。各整地試區之面積為 $132m^2 \times 2 \text{ 小區} \times 20 \text{ 重複} = 5280m^2$ ，全部試驗地面積： $5280m^2 + 5280m^2 = 10560m^2$ ，並在各小區彼此分隔之間，栽植一行栲杉，作界線木以資區分識別。

3. 供試杉木苗：大苗為五十四年二月播種，至五十五年三月移床者。小苗為五十五年二月播種，未經移床者。大小苗之差異（指五十六年一月栽植前觀察調查）：(1) 苗梢之葉——用手觸之，大苗者硬而刺手，小苗者軟而無刺手之感。(2) 苗幹——大苗者幹莖呈黃紅色，小苗者則為黃綠色。(3) 隨機在苗床抽取大小苗各 20 株，測量苗高、根重等十三個項目，平均數值如下表：

表(一)：一年生與二年生苗比較表

Table (1): Comparison of 1-year-old seedlings and 2-year-old seedlings

苗齡	苗高	粗根		地面三公	分蘖直徑	地中根系	全重	根莖重 系保用 修剪根 剪出系	分蘖				分蘖支數	地上全 分蘖 枝等重	剪等地上 分蘖部 重苗份重
		表長	根數						大		小				
									高	徑	高	徑			
大苗 (二年生)	cm 42.0	cm 39.2	根 8.1	cm 1.6	g 23.5	g 16.1	cm 19.3	cm 0.5	cm 2.3	cm 0.1	支 9.2	g 58.1	g 28.8		
小苗 (一年生)	cm 26.0	cm 30.6	根 4.8	cm 0.44	g 3.4	g 2.4						g 9.8			

(註)：(1)上表資料為五十六年一月三十日調查。

(2)粗根；係指根之表皮呈褐紅色，細而白之鬚未計列。

(3)大苗之TR率為 $\frac{58.1}{23.5} = 2.5$ ，小苗之TR率為 $\frac{9.8}{3.4} = 2.9$ 。

(4)大苗之分蘖很多，平均每株有9.15支，小苗則多缺如，致未列數值。

(5)出栽掘苗時修剪程度；大苗地上部與地下部全株被剪損失之重量，佔全苗總重量45%，小苗地上部與地下部全株被剪損失之重量，佔全苗總重量7%。

4. 整地

引火整地區；於五十五年十月開始砍倒草木，晒乾後，至五十六年一月間引火焚燒。林地內雜草與雜木枝極大部燒掉。普通整地區，亦於一月間整地。

據調查引火整地區所用“工作天數”約較普通整地省四分之一。(視整地面積大小而有伸縮)。

5. 栽植：於五十六年二月二十七日至三月二日栽植。栽植株行距為 $1\text{ m} \times 2\text{ m}$ ，每一小區栽5行，每行10株，計50株。栽植操作與苗木之掘、修剪、搬運與一般普通業務造林情形相同。關於工人之栽植操作速度，以引火整地區稍快。界線木(柳杉)亦同時栽植，株距 1 m 。

6. 土壤肥力測定：栽植前於引火整地區與普通整地區，各隨機掘取表土樣品〔指森林土壤洗出層(A₁A₂)為栽植時苗木根系所能達之深度。〕其pH值、有機質含量及有效性植物養分(全氮、有效性磷及交換性鉀)如表(二)。

由表(二)數值可知；引火整地區土壤肥力較普通整地區略有改善。

國立中興大學

National Chung Hsing University

表1: 兩種整地區與一般土壤各要素測定表

Table 2: Two plots of planting site with general soil of various determined factors.

土壤別	肥力因子		全 氮		有 機 質		有效性磷 (P)		交換性鉀 (K)	
	等級	pH 值	等級	%	等級	%	等級	PPm	等級	PPm
普通整地區	極強酸土	3.95	極高	0.39	豐富	7.78	低	5.04	高	125
引火整地區	極強酸土	4.30	極高	0.28	豐富	5.66	低	7.29	高	252
一般土壤	極強酸土	小于 < 4.5	極低	0.00~0.05	低	0.0~2.0	低	0-10	低	0-25
	強酸土	4.5~5.5	低	0.05~0.10	中	2.0~5.0	低	10-20	低	25-50
	弱酸土	5.5~6.5	中	0.10~0.15	豐富	5.0 <	中	20-40	中	50-75
	中性土	7.0	高	0.15~0.20			中	40-60	中	75-100
	鹼性土	大于 > 7.0	極高	0.20~0.25			高	60-80	高	100-125
						高	80-100	高	125-150	

7 撫育割草：第一次割草時，曾選引火區與普通區各三處作操作時間比較說明如下，工人在造林地操作之時間以“分”為單位，然後以每工每天工作八小時換算為“工”，即中午吃飯休息時間、往返工寮路程時間均除外。如下表：

表1: 引火整地區與普通整地區割草工數比較表

Table 2: Comparison of Weeding of the two preparation ways of sites.

面積	每公頃工數	
	引火區	普通區
	公頃	工
	2.429	6.55
	2.143	5.20
	1.250	—
	1.071	5.92
	0.714	6.08
	0.857	—
	0.714	5.65
	0.857	—
合計	5.286 (引火區)	15.40
	3.178 (普通區)	18.07
平均		2.91
		5.69

割草時間為五十六年八月三日至八月八日。

由上表可知，引火整地區每公頃平均 2.91 工，較普通整地區者 (5.69 工) 省工，乃因普通整地區之林地上植樹行列中間堆置之草木有碍工人割草時之操作。又引火整地區之新生草木較少等關係。

以後之撫育割草，則未作操作時間之記錄調查，係併入造林業務撫育中實施。先後撫育割草時間與次數為：五十六年割草 3 次、五十七年 3 次 (其中一次實施穴除)、五十八、五十九及六十年亦各 3 次、六十一與六十二年各 1 次。至六十七年再割草功葉 1 次⁽⁷⁾。

㊦ 初 (五十六) 年試驗成活與生長情形

1. 成活率

將實際調查杉木成活株數之值，變換為 Bliss 氏百分數角度值，用 Hierarchical Classification 分析法⁽¹¹⁾，進行 F 值測驗。

表四：成活率變方分析表

Table 4: Analysis of variance of percentage of survival.

變因	自由度	平方和	均方	F 值	理論 F 值
整地法	1	5,167.63	5,167.63	16.42	(0.05, 1:2) = 18.51
整地法中之大小苗	2	629.24	314.62	3.51*	(0.01, 1:70) = 4.92 (0.05, 1:70) = 3.13
機差	76	6,812.98	89.64		
總計	79	12,609.31			

由上表可知，整地法之 F 值，差異不顯著。但從算術平均值中得知，引火整地區兩種苗木之平均成活率為 81.35%，比普通整地區兩種苗木之平均成活率為 95.3% 稍遜。

整地法中之大小苗之 F 值，呈顯著差異，由於本試驗僅有一年生小苗與二年生大苗兩個因子，毋須再進行 t 測驗而可知，計在引火整地區之小苗成活率 82.8% 優於大苗 79.9%。在普通整地區之小苗成活率 97.5%，亦優於大苗 93.1%。兩區混合平均時小苗成活率 90.15%，優於大苗之 86.5%。

2. 第一 (五十六) 年平均總樹高與平均年高生長：

(1) 五十七年一月之試驗木平均總高度之變方分析。

表(五)：平均總高度變方分析表

Table 5: Analysis of variance of average total height.

變因	自由度	平方和	均方	F 值	理論 F 值
整地法	1	0.0708	0.0708		
整地法中之大小苗	2	2463.7049	1231.8525	29.88**	(0.01, 1:70) = 4.92
機差	76	3133.0747	41.2247		
總計	79	5596.8504			

由上表可知，整地法之F值，不顯著。整地法中之苗齡之F值，則呈極顯著，亦不進行t測驗，即在引火整地區之大苗58.93cm高于小苗52.96cm，在普通整地區之大苗63.26cm高于小苗48.75cm，二區均以大苗高，且差異極顯著。

由于栽植時大苗與小苗之高度不同，致上述之分析僅為樹高之差異，而非高生長差異。

(2) 一年生平均年高生長量

造林後一年平均樹高生長（即大苗之樹高減原苗高42.0cm，小苗之樹高減原苗高26.0cm）變方分析如下：

表內： 平均高生長變方分析表

Table 6: Analysis of variance of average height growth.

變 因	自由 度	平 均 和	均 方	F 值	理 論 F 值
整 地 法	1	0.0708	0.0708		
整地法中之大小苗	2	1027.5449	513.7735	12.46**	(0.01, 1:70)=4.92
機 差	76	3133.0746	41.2247		
總 計	79	4160.6904			

由上表可知，整地法之F值，亦不顯著。整地法中之苗齡之F值則呈極顯著。可知引火整地區之小苗之一年生長量（26.96cm）較大苗者（16.93cm）快。在普通整地區亦然（小苗22.75cm，大苗21.21cm）。二區均以小苗為良。

四 次（五十七）年與第三（五十八）年試驗木之平均年高生長情形。為節省篇幅，其變方分析表均省略，僅將其結果敘述如下：

次年者F測驗，整地法之F值，無顯著差異，但從算術平均值中得知，引火整地區中之大小苗平均年高生長量44.85cm，慢於普通整地區者62.15cm，祇是差異不顯著。整地法中之大小苗之F值，呈顯著差異，由於大小苗祇有兩種因子，毋須再進行t測驗，從算術平均值中得知，在引火整地區者小苗平均年高生長量49.02cm，大於大苗者40.67cm。在普通整地區者，小苗平均年高生長量67.54cm，大於大苗者56.75cm。在兩者混合平均時，小苗平均年高生長量58.28cm大於大苗48.71cm。

第三年者F值測驗，整地法之F值，呈顯著差異，惟整地法僅有兩種因子，毋須再進行t測驗，而知引火整地區之平均年高生長量為91.86cm，比普通整地區之75.30cm較優。但整地法中之大小苗木間則無顯著差異，用算術平均數比較，在引火整地區大苗94.17cm，大於小苗89.55cm，在普通整地區則反之，小苗之76.90cm，大於大苗73.69cm。兩區混合平均時，則大苗之83.93cm，與小苗之83.23cm，相似。

三、 試驗木成林時成活率與生長情形

此時所指試驗木成林時，為試驗木栽植後十四年生。所謂成活率係一植穴中採一主株計數，同植穴中之萌株（按杉木是萌蘗性強之樹種）不計列。生長每木調查計胸高直徑、樹高並分別主株與萌株，然後計算立木連皮材積，又萌株係用胸高直徑在3cm以上者，以下者多已枯死未調查取用。

將調查所得資料，分別按試驗設計時之Hierarchical Classification 分析法，進行F值測驗。

為節省篇幅起見，將分析結果之成活株數、萌株支數、主株者立木連皮材積、萌株者立木連皮材積、總立木連皮材積、主株者平均每株胸高直徑及主株者平均每株樹高等七項顯示情形，簡略各項變

方分析表為一總表，如下表(七)。

表(七)： 成林時七項變方分析簡表

Table 7: Variance Analysis of seven items.

分析項目	變異原因	F 值	理論 F 值		說明 (七項分析項目中，所有 F 值均不顯著，特將其算數平均數敘述如下：)
			5 %	1 %	
成活株數	整地法	1.47	18.51	98.49	引火區平均成活 78.75 %，其中大苗 79.5 %，小苗 78 %。 普通區平均成活 73.8 %，其中大苗 70.9 %，小苗 76.7 %。 兩區混合平均成活之大苗 75.2 %，小苗 77.35 %。
	整地法中之大小苗	1.24	3.13	4.92	
萌株支數	整地法	0.03	18.51	98.49	引火區平均萌株 25.25 %，其中大苗 28.4 %，小苗 22.1 %。 普通區平均萌株 26.85 %，其中大苗 29.5 %，小苗 24.2 %。 兩區混合平均萌株之大苗 28.95 %，小苗 23.15 %。
	整地法中之大小苗	2.67	3.13	4.92	
立木總材積 (主株者)	整地法	1.52	18.51	98.49	引火區平均材積 2,72935 m ³ ，其中大苗 2,72129 m ³ ，小苗 2,73700 m ³ 。 普通區平均材積 2,59583 m ³ ，其中大苗 2,40952 m ³ ，小苗 2,78214 m ³ 。 兩區混合平均材積之大苗 2,56541 m ³ ，小苗 2,75977 m ³ 。 茲將上述各試驗小區內之平均材積，換算為每公頃材積如下： 引火區平均 206,77556 m ³ ，其中大苗 206,16493 m ³ ，小苗 207,35512 m ³ 。 普通區平均 196,66008 m ³ ，其中大苗 182,94524 m ³ ，小苗 210,77493 m ³ 。 兩區混合平均之大苗 194,35546 m ³ ，小苗 209,08018 m ³ 。
	整地法中之大小苗	1.39	3.13	4.92	
萌株立木總材積 (萌株胸徑 3cm 以上者計列，以下者未取)	整地法	0.10	18.51	98.49	引火區平均材積 0,35522 m ³ ，其中大苗 0,41711 m ³ ，小苗 0,29333 m ³ 。 普通區平均材積 0,33233 m ³ ，其中大苗 0,37007 m ³ ，小苗 0,29458 m ³ 。 兩區混合平均材積之大苗 0,39359 m ³ ，小苗 0,29356 m ³ 。 茲將上述各試驗小區內之平均材積，換算為每公頃材積如下： 引火區平均材積 26,91147 m ³ ，其中大苗 31,60025 m ³ ，小苗 22,22681 m ³ 。 普通區平均材積 25,17732 m ³ ，其中大苗 28,03650 m ³ ，小苗 22,31738 m ³ 。 兩區混合平均材積之大苗 29,81838 m ³ ，小苗 22,24011 m ³ 。
	整地法中之大小苗	1.86	3.13	4.92	
總立木總材積 (含主株與萌株)	整地法	0.81	18.51	98.49	引火區平均材積 3,08457 m ³ ，其中大苗 3,13840 m ³ ，小苗 3,03073 m ³ 。 普通區平均材積 2,92563 m ³ ，其中大苗 2,77959 m ³ ，小苗 3,09167 m ³ 。 兩區混合平均材積之大苗 2,95899 m ³ ，小苗 3,06120 m ³ 。 茲將上述各試驗小區內之平均材積，換算為每公頃材積如下： 引火區平均材積 233,68702 m ³ ，其中大苗 237,76518 m ³ ，小苗 229,60810 m ³ 。 普通區平均材積 222,40332 m ³ ，其中大苗 210,58174 m ³ ，小苗 234,22492 m ³ 。 兩區混合平均材積之大苗 224,17308 m ³ ，小苗 231,91651 m ³ 。
	整地法中之大小苗	1.22	3.13	4.92	
平均每株胸高直徑 (主株者)	整地法	0.49	18.51	98.49	引火區平均胸徑 11.73 cm，其中大苗 11.72 cm，小苗 11.74 cm。 普通區平均胸徑 11.49 cm，其中大苗 11.48 cm，小苗 11.69 cm。 兩區混合平均胸徑之大苗 11.60 cm，小苗 11.72 cm。
	整地法中之大小苗	0.27	3.13	4.92	
平均每株樹高 (主株者)	整地法	5.98	18.51	98.49	引火區平均樹高 9.26 m，其中大苗 9.87 m，小苗 10.02 m。 普通區平均樹高 10.50 m，其中大苗 10.28 m，小苗 10.71 m。 兩區混合平均樹高之大苗 10.09 m，小苗 10.37 m。
	整地法中之大小苗	1.58	3.13	4.92	

四、討論

本試驗自五十六年二月造林至六十九年十二月之試驗木每木調查，歷時近十四年。茲彙集先後所得調查與分析資料，於下逐項討論之。

(一) 造林省工情形

當時（五十六年）以前林業業務機關，對造林傳統觀念與習慣，以為經過一次移床後之二年生苗木，其幹莖強壯、根系發達、裸根栽植時成活高、生長快及不易被林地上雜草覆蓋等優點。對於造林地之整理，無論新舊伐木跡地或草生地，都習慣地採用普通整地法，一律用人工砍倒地上草木，撥開整理成行列，以為植行列，當時的伐木跡地遺留下的枝梢殘材非常多，整理成植行列更較為費工，且以為經若干年腐爛後就是很好的有機肥料，如用火焚燒，可能會把林地上枝梢殘材、雜草蘆葦等於燒掉後，破壞林地上有機養分，影響造林木之生長，所以不願辦理引火整地造林。本試驗就是針對這些陳舊理論觀念，來作一下實驗探究，以求省工為主題。

1. 育苗栽植省工：

一年生之苗木比二年生苗木，不僅培養時間縮短一年與節省一年的育苗費用，就是出山栽植時，無論掘苗、修剪根系枝條與萌蘗、包裝及搬運等都樣樣比較省工。又栽植時工人可以在提裝苗木之袋中，能裝放較多之小苗隨帶輕便，一方面節省工人往來於藏苗處與栽植處間之提苗時間，而且小苗之植穴可以挖較小，植置後踏實穴土亦要少，在在省工。

2. 整地撫育省工：

引火整地砍倒草木時，不必搬移，任其隨便倒置林地，伐木跡地的殘材殘枝梢，也不必費工去整理搬移，整地操作時工作速度自然快捷，此乃第一階段工作。惟引火地必須於林地之四周開闢防火線。防火線上的草木，不僅要就地砍斷，且要全部搬移至防火線內側林地，有時按地形關係尚須把地面上的葉片草頭清除，這是比較費工的一節操作，但如果造林地面積越大，則相對地作防火線的比例操作工會降低，此外引火整地工作在時間上分二個階段，如上所述是砍倒草木的第一階段。事後需隔一段時間（約一個月）任草木曬乾，然後方擇日引火焚燒，選無風無雨的時候，從山頂先點火，次由山坡兩側點火，至相當時間才點山下的火，等等技術與經驗操作，此外尚須事先向山地警察管轄派出所備案等手續。

普通整地區疊積行中之草木需先砍倒，有時尚須將較大的雜木或殘枝，另作一次的砍斷伸展的枝椏，使放置落實，植行列的草木與殘留枝梢，都必須就地砍斷，而且要搬移擱置在疊積行的草木之上層堆放著，堆置太高時要壓緊免遭風吹滾落植行列，尤其是新伐木跡地上之殘遺枝梢，往往很韌，砍斷伸張的枝椏時，特別費力，較大的殘材搬移時更屬大氣力。

因此，整地之總工程費，普通整地法比引火整地法較費工。引火整地區能節省四分之一至二分之一，以面積大小與伐木跡木遺留的殘廢枝梢之多寡而異。

由於引火整地區之林地上草木與殘留枝梢已被燒燬，疊積行中亦沒有堆積之枯枝雜草，對割後重新發生之雜草、新幼雜樹苗與萌蘗蘆葦等，於撫育割草時，可以就地面很順刀輕鬆地砍除。但割普通整地區之草蔓時，由於疊積行堆積的枯枝殘梢等物，妨礙工人砍割時之用力，使割草之速度慢得多，且不便就地面割斷，使保留的草木頭越割越留增高，故如表(1)，引火整地區與普通整地區割草工數比較表中而知，引火整地區每公頃平均 2.91 工較普通整地區者 5.69 工可以省 2.78 工，就是一示例。

(二) 試驗木成活與生長量比較

試驗木用兩種苗木，一年生苗木與二年生苗木，亦即二年生苗之試驗木之樹齡比一年生苗者大一

年，依理二年生苗之試驗木之生長量，應該大於一年生苗者之生長量。

再就試驗地質分比較，如表(1)，兩種整地區與一般土壤各要素測定表內來看，無論PH、全氮、有機質、有效性磷及交換性鉀等，在普通整地區與引火整地區之等級都相同，只是兩者間之數值稍有變異而已。

茲綜合試驗木初年之成活率與成林時之成活率，最初三年中之高生長量與成林時之樹高、胸徑及材積等於下分項討論。

1. 幼小時與成林時成活株數比較

經F值測驗：在「整地法」[變因]中，栽植當年之成活差異不顯著[如表(4)]，至成林時之成活差異仍不顯著[如表(5)]，但成活率相當高，可見兩種整地法，對杉木之生活環境均適宜而近似。如表(1)，所得測定資料得知，兩種林地中之PH、全氮、有機質、有效性磷及交換性鉀等，在引火整地區與普通整地區其等級都相同，只是兩者間之數值稍有變異而已。

在「整地法中之大小苗」[變因]中，栽植當年之F值是屬顯著差異[表(4)]，至成林時，則無顯著差異了[表(5)]，此項結果表示著小苗之成活率不但不比大苗差，相反地小苗優於大苗。再進一步比較其各項平均數值如下表。

表(4)： 各項平均成活率數值表

Table 2: Mean Survival percentage of Each Items .

項 目	數 值
引 火 整 地 區 大小苗合計之平均成活	幼年時 81.35 %。其中大苗 79.9 %，小苗 82.8 %。 成林時 78.75 %。其中大苗 79.5 %，小苗 78 %。
普 通 整 地 區 大小苗合計之平均成活	幼年時 95.3 %。其中大苗 93.1 %，小苗 97.5 %。 成林時 73.8 %。其中大苗 70.9 %，小苗 76.7 %。
兩區混合後之平均成活	大苗幼年時 86.5 %。小苗幼年時 90.15 %。 大苗成林時 75.2 %。小苗成林時 77.35 %。

觀表中成活率各對照數值，可知

- (1) 幼年時引火整地區者，遜於普通整地區者。成林時則反之，蓋杉木為中性偏陰性樹種，似不耐突然暴曬⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾。
- (2) 無論幼年時或成林時，在大小苗木間並無顯著差異，但仍均以小苗稍佳。此乃表示「省工」之又一證明。
- (3) 成林時之成活率，在各「變因」中均降低了，此乃立木度過密所影響之趨勢。

2. 兩種苗木植株之萌蘗株數比較

經F值測驗：在「整地法」[變因]中與「整地法中之大小苗」[變因]中，均無顯著差異[表(4)]。但按其平均數值細觀之，以普通整地區(大小苗合計之平均)之萌株為 26.85 %，稍多於引火整地區者之 25.25 %。其中兩者中均以大苗者稍多於小苗者。再就兩區混合後之大小苗者為 28.95 % 稍多於小苗者 23.15 %。由於萌株影響主幹株之生長，自然以萌蘗株少者較良。就此原則而得的結果是引火整地區稍佳。小苗較大苗稍優，正是「省工」之明證。

3. 試驗木高生長趨勢：

試驗木之高生長，先後有四次調查，作過五種分析，首三次調查為栽植後第一、二、三年者

〔表(戊)、(己)等〕，第四次者為成林時（植後第十四年生）〔表(己)〕。

栽植後第一年之試驗木「平均總高度」與第一年之「平均年高生長量」，經F值測驗後〔表(戊)、(己)〕，在「整地法」〔變因〕中都無顯著差異，可是在「整地法中之大小苗」〔變因〕中，均呈極顯著差異。然而在「平均總高度」測驗中〔表(戊)〕是大苗極顯著優於小苗。在「平均年高生長量」中〔表(己)〕，則反之，是小苗極顯著優於大苗。這是由於栽植時大苗之平均高度為42cm，小苗的26cm之差異關係〔表(己)〕。實際上之「年高生長量」是小苗快。

第二年生時之「平均年高生長量」與第一年生者相同，是小苗比大苗較快。

但到第三年時之「平均年高生長量」，發生變異，在「整地法」〔變因〕中呈顯著差異（前兩年則無顯著差異）。以引火整地區中者，優於普通整地區者。在「整地法中之大小苗」〔變因〕中，則變為無顯著差異，而且在各「變因」中，大小苗木者之差異值，變得有點混亂。

總之，栽植後之前二年中之「平均年高生長量」，在「整地法」〔變因〕方面，均無顯著差異，到第三年時變為顯著差異。在「整地法中之大小苗」〔變因〕中，由極顯著差異減為顯著差異到第三年再減為無顯著差異。即幼年時小苗比大苗生長快，其差異幅度初大後小。再到成林時（栽植十四年生）之平均樹高（非年高生長量），在「整地法」與「整地法中之大小苗」兩項〔變因〕中，均無顯著差異。

綜合前三年與成林時高生長過程各項平均數值如下：

表(己)： 平均高生長數值表

Table 9: Mean Seedlings Height growth of Each Items.

項 目	數 值 (平 均 值)
引 火 整 地 區	第一年之年高生長 21.95 cm，其中大苗 16.93 cm，小苗 26.96 cm。 第二年之年高生長 44.85 cm，其中大苗 40.67 cm，小苗 49.02 cm。 第三年之年高生長 91.86 cm，其中大苗 94.17 cm，小苗 89.55 cm。 成林時樹高 996.0 cm，其中大苗 989.0 cm，小苗 1002.0 cm。
普 通 整 地 區	第一年之年高生長 22.01 cm，其中大苗 21.26 cm，小苗 22.75 cm。 第二年之年高生長 62.15 cm，其中大苗 56.75 cm，小苗 67.54 cm。 第三年之年高生長 75.30 cm，其中大苗 73.69 cm，小苗 76.90 cm。 成林時樹高 1050.0 cm，其中大苗 1028.0 cm，小苗 1071.0 cm。
兩 區 混 合 後 之 平 均 高 生 長	大苗第一年之年高生長 27.10 cm，小苗 24.86 cm。 大苗第二年之年高生長 48.71 cm，小苗 58.28 cm。 大苗第三年之年高生長 83.93 cm，小苗 83.23 cm。 大苗成林時樹高 1009.0 cm，小苗 1037.0 cm。

觀表中高生長各對照數值，可知

- (1) 在第一、二年與成林時，普通整地區者，略優於引火整地區，第三年時反之。此正是杉木為中性偏陰性樹種之性向趨勢。
- (2) 在第一、二年與成林時各項樹高，均以小苗略優，祇有第三年時不統一。總之，小苗之最後樹高略優。此又顯示「省工」之又一明證。

4. 胸高直徑比較：

經F值測驗，在〔表(乙)〕之「整地法」與「整地法中之大小苗」兩項「變因」中，均無顯著差異。惟就試區平均值觀之，以引火整地區者之平均胸高直徑11.73 cm，略大於普通整地區者之11.59 cm，此也證明「省工」之一。

就「大小苗木」觀之，則在任何「變因」項目下，均以小苗者之胸高直徑稍大。此又顯示出「省工」之再一數值證明。

5. 材積比較：

為詳細瞭解試區內試驗木之主株、萌株與二者合計之總立木連皮材積之內容，已作了三種分析比較。茲分別討論如下：

(1) 主株立木連皮材積比較

經F值測驗，在〔表(乙)〕「整地法」「變因」中無顯著差異，就平均數值言，引火整地區者之平均 $2.72935 m^3$ ，換算每公頃材積為 $206.77556 m^3$ ，略優於普通整地區者之 $2.59583 m^3$ ，換算每公頃材積為 $196.66008 m^3$ 。此項差異數字又顯示「省工」之證明。在「整地法中之大小苗」「變因」中，亦無顯著差異，且在任何項下數值比較，均以小苗者略優。此更證明「省工」之證明。

(2) 萌株立木連皮材積比較

經F值測驗，在〔表(乙)〕「整地法」「變因」中，無顯著差異，就平均數值言，引火整地區者之平均材積為 $0.35522 m^3$ ，換算每公頃材積為 $26.91147 m^3$ ，略優於普通整地區者 $0.33233 m^3$ ，換算每公頃材積為 $25.17732 m^3$ 。在「整地法中之大小苗」「變因」中，亦無顯著差異。但在各項數值比較下與主株之情形正相反，而以大苗者略優。此又從另一角度證明大苗之發育不如小苗之正常，蓋萌蘗株多會影響主株之生長量。

(3) 總立木連皮材積比較

總立木連皮材積是主株與萌蘗兩種材積之合計。經F值測驗〔表(丙)〕，在「整地法」「變因」中，無顯著差異，就平均材積數值言，引火整地區之 $3.08457 m^3$ ，換算每公頃材積為 $233.68702 m^3$ ，略優於普通整地區之 $2.93563 m^3$ ，換算每公頃材積為 $222.40332 m^3$ 。在「整地法中之大小苗」「變因」中，亦無顯著差異，由於主株材積中混入萌株材積，大小苗在三項對照比較數值中，以引火整地區者之大苗 $3.13840 m^3$ ，稍多小苗之 $3.03073 m^3$ 。但在普通整地區者之大苗 $2.77959 m^3$ ，則反略少於小苗之 $3.09167 m^3$ 。同時當兩區混合後之數值，仍以小苗之 $3.06120 m^3$ 略多於大苗者之 $2.95899 m^3$ ，終以小苗稍勝一點兒。

五、 結論

本試驗利用一、二年生兩種不同年齡杉木苗，並在天然林伐木跡地實施引火整地與普通整地兩種造林方法，經十四年（連同育苗時間實為十六年）之探究，所得結果如下：

(一) 造林省工

1. 育苗與栽植

一年生苗木比二年生苗木可節省一年育苗時間與費用。栽植時各類操作工作，亦以用一年生苗者省工。

2. 整地與撫育

引火整地區之整地工作（尤其面積較大時）比普通整地區省工。撫育割草亦以引火整地區較省工。

(二) 杉木生長情形（一年生苗者與二年生苗者比較）

1. 成活株數

在兩種整地方法中，試驗木在幼年時與成林時之成活株數，均無顯著差異，乃表示在省工之引火整地區造林之成本較少。致於兩種苗木間之成活株數，無論幼年時或成林時，均無顯著差異，亦表示用省工之小苗有利。

2. 杉木生長趨勢

(1) 在兩種「整地法」區中，試驗木之高生長，初兩年與成林時（十四年生），均無顯著差異，惟第三年生時曾有顯著差異，係引火整地區者優於普通整地區者。至成林時的胸高直徑、主株立木連皮材積、萌株立木連皮材積及總立木連皮材積等均無顯著差異。此等資料亦表示用省工的引火整地法者較有利。

(2) 在兩種「苗木」間，試驗木之平均年高生長量，第一年生者呈極顯著差異、第二年生者呈顯著差異，且均以小苗者較大苗者優，到第三年生時與成林時之樹高，均無顯著差異。此外到成林時之主株胸高直徑、主株立木連皮材積、萌株立木連皮材積等，亦均無顯著差異，由此先後所得各項分析資料表示，以用省工之小苗較有利。

白 總之，用一年生小苗並用引火整地方法造林是省工的方法。

六、參考文獻

- 1 劉業經、謝萬權、賀主伯、蕭全紹/1964：杉木品種之調查及研究。中興大學、農復會合作試驗報告。
- 2 劉業經/1968：杉木品種之研究報告(一)。中華林學季刊1(2) P. 106~125。
- 3 劉業經、呂福原、賀主伯、歐辰雄、呂金誠/1982：杉木品種之研究報告(白)。中華林學季刊15(3) P. 87~98。
- 4 國立中興大學實驗林管理處育林記載簿，第201號育林地。
- 5 李慶餘、林子玉、楊垣進、賀主伯/1978：杉木人工林經濟性疏伐研究。中興大學、農復會合作試驗報告。
- 6 林子玉、賀主伯、林喻東/1982：杉木人工林疏伐試驗。中興大學實驗林研究報告第四號 P. 17~25。
- 7 國立中興大學實驗林管理處育林記載簿，第217號育林地。
- 8 賀主伯/1968：杉木造林整地方法與苗木大小試驗。中華林學季刊1(2) P. 126~134。
- 9 章樂民/1963：火燒對植物群叢之影響。臺灣省林業試驗所所訊，第144期，P. 1251~1253
- 10 呂福原、歐辰雄、廖秋成/1984：林火對於森林土壤效應之研究。預定在中興大學實驗林研究報告第五號發表。
- 11 Li Jerome C.R. /196/ Introduction to statistical Inference, Edwards Inc. Michigan. National Chung Hsing University