

台灣人工林疏伐成本之計量分析¹

鄭欽龍² 陳重銘³ 陳瑩達⁴

(收件日期：民國 94 年 10 月 5 日、接受日期：民國 94 年 11 月 29 日)

【摘要】本研究調查 2001 年林務局所進行的 45 件人工林疏伐計畫之地況、位置、作業方式及其成本。然後，應用多元迴歸分析法建立疏伐成本之計量模式，並用以推估不同狀況下的疏伐成本。研究結果顯示，疏伐成本主要取決林地之地區別、是否搬出疏伐木以及搬出株數。林地坡度小於 25%，距離林道 600 公尺以內，且每公頃疏伐 400 株後仍保有適當蓄積之人工林，實施疏伐作業應屬可行。

【關鍵詞】人工林、立木價金、森林評價、森林經營、疏伐成本

A QUANTITATIVE ANALYSIS ON THINNING COSTS OF FOREST PLANTATION IN TAIWAN¹

Chinlong Zheng² Chung-Ming Chen³ Ying-Ta Chen⁴

(Received: October 5, 2005; Accepted: November 29, 2005)

【Abstract】 The study investigated the site conditions, locations, practices and costs of 45 thinning projects of forest plantations done by Taiwan Forest Bureau in 2001. A quantitative thinning cost model based on the empirical data was set up by multiple regression method, and it was used to estimate thinning costs under certain conditions. The study result indicated that thinning cost was determined mainly by location of forestland, the number of thinned trees and whether or not hauling logs from forest. The necessary conditions of forestland to be feasible for thinning are: the slope of forestland less than 25%, the distance from logging road less than 600 meters, and keeping good stocking level after thinning 400 trees per hectare.

【Key words】 Forest management, Stumpage value, Forest plantation, Forest valuation, Thinning cost

¹ 本研究承國科會 NSC92-2625-Z-002-028 及林務局「人工林中後期撫育作業之社會經濟影響評估」計畫提供經費補助，特此致謝。

² 國立台灣大學森林環境暨資源學系教授，通訊作者。

Professor, School of Forestry and Resource Conservation, National Taiwan University, Taipei, Taiwan. Corresponding author.

³ 國立台灣大學實驗林管理處研究助理。

Research assistant, National Taiwan University Experimental Forest, Nantou, Taiwan.

⁴ 國立台灣大學森林環境暨資源學系研究生。

Graduate student, School of Forestry and Resource Conservation, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.

I、前言

依據 1994 年第三次森林資源調查顯示，臺灣人工林面積約 42 萬公頃，佔全島森林面積 1/5。近年因國產材市場低迷，多數人工林未進行中後期撫育，任其荒蕪。疏伐是森林撫育的主要工具，除可增加木材收穫外，也可提升森林保育功能，減少森林遭受蟲病和火災危害（Matthews, 1989）。2001 年政府為擴大投資提振經濟景氣，加強造林及輔導民營林業，其中包括人工林疏伐計畫。但因近年少有人工林疏伐作業，相關成本資料闕如，故人工林疏伐作業是否可行，對提振景氣增加就業能否有助益，尚須進行研究。經營森林可以減少溫室氣體（FAO, 2003），在京都議定書生效之後，進一步瞭解人工林疏伐成本有利於評估在台灣集約經營人工林對二氧化碳減量的可行性。Vesterdal *et al.* (1995) 在丹麥進行挪威雲杉的疏伐密度研究顯示，疏伐在累積土壤中碳與磷的含量上有顯著的效果。

疏伐是在森林生長期內，選擇不同時間伐採部分林木來控制林分密度，以達成增加木材收穫和生產優質木材的目標。疏伐的時點和強度取決於林分的栽植密度、林齡、蓄積量以及終伐的林齡，其目的在使疏伐的淨效益最大（Klemperer, 1996）。Lindh and Muir (2004) 對美國奧利崗州的花旗松的疏伐研究指出，疏伐可使保留木生長加速，但長期的林分斷面積總量並不因疏伐而改變。此外，疏伐與未疏伐的花旗松幼齡林的林下植被組成皆與老齡林不同，然而疏伐林的組成較相似於老齡林。因此，疏伐是促進林木生長和控制林

下灌木和雜草的有效方法。

台灣有關疏伐的研究以疏伐對林木生長與收穫的影響為主，而又以柳杉、杉木和台灣杉等主要人工造林樹種的研究居多，但有關疏伐成本的研究不多。早期有楊榮啟等（1976）以台大實驗林的柳杉人工林為對象，探討經濟疏伐。近年有任憶安、陳宛君等（1996）以林業試驗所六龜試驗林疏伐作業為個案，分析其採運成本及效率。以上疏伐成本研究或時日已久或以特定林地為對象，但皆未探討不同地區的林分疏伐成本及其地區差異。

Horngren *et al.* (2002) 指出估計作業成本的方法有：應用每一作業階段的產出與工時的關係來估計成本的工業工程法（industrial engineering method），利用專家諮詢的會議法（conference method），用成本會計資料來估計的會計分析法（account analysis method）以及蒐集實際作業成本資料再進行統計分析的計量分析法（quantitative analysis method）。其中，計量分析法係以實際作業成本做為依變數，配合理論上或實際經驗上可能影響作業成本的因素做為自變數，再以合適的函數形式，藉由迴歸分析方法配適作業成本程式，然後利用此程式推估不同情況下的作業成本和分析各解釋變數與作業成本之關係。Keegan *et al.* (2002) 認為計量分析法估計成本的準確性高於其他方式是其優點，若資料蒐集容易，則研究所需經費和時間亦較其他方式少。

Keegan *et al.* (1995) 曾分析 1991 年美國蒙大拿州伐木業者使用不同伐木方式的作業成本以及影響成本的因素。此研究

將林木伐採成本依作業階段分為：營運管理成本、林木伐倒成本、除枝及造材成本、集材成本及裝材成本等五項，而以集材成本最高，營運管理成本最低。另外，各階段作業成本的影響因素也不同。伐倒成本的影響因素為單木尺寸及單位面積林木蓄積量，除枝及造材成本的影響因素為單木尺寸。影響集材成本的因素為單木尺寸、集材距離、坡度及單位面積林木蓄積量等。裝材成本的影響因素為單木尺寸、林地面積及林地狀況。綜上所述，影響林木伐採成本的因素包括：單木尺寸、集材距離、單位面積林木蓄積量、林地面積及林地狀況等。

本研究係利用 2001 年林務局在台灣各林區進行人工林疏伐作業，調查各筆疏伐作業標案的得標價格及其林地之地況、位置與疏伐作業方式等資料。然後，應用多元迴歸分析法建立疏伐成本的計量模式，並用此模式推估不同條件下的疏伐成本。

II、研究方法與資料

(I) 疏伐成本模式

本研究首先依據前人研究及實際經驗建立疏伐成本的分析模式，將影響疏伐作業成本的因素分成：地況、位置及疏伐作業方式等三大類。然後再細分如表 1 所示的各項解釋變數，其中地況包括：面積 (A)、坡度 (S)；位置因素包括：與林道距離 (DS1)、與鄰近城鎮的距離 (DS2)、地區別 (DR)；以及疏伐作業方式包括：每公頃疏伐株數 (N)、是否合併投標 (B)、是否搬出疏伐木 (M)、是否修枝 (T) 和搬出疏伐木株數 (NM)。本模式的被解釋變數則以林務局疏伐作業標案的得標金額除以該案的林地面積，表示林務局支付疏伐一公頃林地的單位成本 (unit cost；UC)。疏伐單位成本與各解釋變數的預期關係亦列於表 1，並說明如下。

表 1 單位疏伐成本模式之解釋變數

Table 1 The explanatory variables of the model of thinning unit cost

解釋變數	變數意義	單位	預期關係
A	疏伐林地面積	ha	-
S	林地平均坡度，分為 5、15、25 及 35%	%	+
DS1	疏伐林地中心點與最近林道的距離	m	+
DS2	林地與最鄰近城鎮的距離	km	+
DR	地區別，林地在花蓮及台東地區 = 1，其他地區 = 0	虛擬變數	-
N	每公頃疏伐株數，分為 150、350、450、550 及 650 株	株	+
M	是否搬出疏伐木，是 = 1，否 = 0	虛擬變數	+
NM	搬出林地的疏伐木株數	株	+
B	是否合併投標，是 = 1，否 = 0	虛擬變數	-
T	是否修枝，是 = 1，否 = 0	虛擬變數	+

註：疏伐單位成本與解釋變數的預期關係以 + 表示正向，- 表示負向。

假設疏伐作業具有規模經濟，則林地面積愈大，疏伐單位成本愈小，即兩者間的關係為負。疏伐林地的坡度愈大，疏伐作業愈困難，故疏伐成本與坡度呈正向關係。疏伐林地距離林道及鄰近城鎮愈遠，則人員、物料運輸愈費時，成本愈高，故疏伐成本與林地距離林道及鄰近城鎮的遠近呈正向關係。另資料顯示，花蓮及台東地區的疏伐單位成本明顯低於其他地區，本模式採用虛擬變數表示此一差異。疏伐單位成本隨每公頃疏伐株數而異，株數愈多則成本愈高。疏伐木是否搬出林地及搬出的株數亦與成本呈正向關係。另外，修枝與否也和疏伐成本呈正向關係。反之，合併投標與疏伐單位成本呈負向關係，係因預期合併投標可使面積增加而有規模經濟效果之故。

(II) 實證資料分析

2001 年林務局各林區管理處的人工林疏伐作業標案共計 45 筆，包含新竹處 14 筆，花蓮處 8 筆，台東處 7 筆，羅東處 6 筆，東勢處 5 筆，嘉義處及屏東處各 2 筆，和南投處 1 筆。造林時間在 1971 年以前者，有 11 筆，1971 年至 1981 年者，有 11 筆，1981 年以後有 23 筆。樹種組成則以柳杉、紅檜、台灣杉及杉木等針葉樹為主，闊葉樹較少。

疏伐林地的地況、位置及作業方式如表 2 所示。疏伐的林地面積以介於 10 至 20ha 者最多，佔 26.7%，其次介於 20 至 30ha 佔 22.2%，面積 50ha 以上者僅佔 8.9%，平均一筆標案的疏伐面積為 25.45ha。此外，有 64.4% 的疏伐林地的坡度介於 20% 至 30%，26.7% 的林地坡度介於 30% 至 40%，

表 2 疏伐林地之地況、位置及作業方式
Table 2 Site conditions, locations and practices of thinned forestlands

項目	範圍	筆數	百分比 (%)
面積	小於 10ha	8	17.8
	10-20ha	12	26.7
	20-30ha	10	22.2
	30-40ha	6	13.3
	40-50ha	5	11.1
	大於 50ha	4	8.9
平均數	25.45ha		
坡度	小於 20%	4	8.9
	20-30%	29	64.4
	30-40%	12	26.7
平均數	26.78%		
與林道距離	小於 200m	19	42.2
	200-500m	15	33.3
	500-1,000m	4	8.9
	1,000-2,000m	3	6.7
	大於 2,000m	4	8.9
平均數	598.67m		
與鄰近城鎮距離	小於 15km	12	26.7
	15-30km	15	33.3
	30-45km	8	17.8
	45-60km	6	13.3
	大於 60km	4	8.9
平均數	30.43km		
疏伐株數/ha	少於 300 株	14	31.1
	300-400 株	12	26.7
	400-500 株	11	24.4
	500-600 株	3	6.7
	多於 600 株	5	11.1
平均數	390 株		

8.9% 的林地坡度小於 20%，平均坡度為 26.78%。疏伐林地與最近林道的平均距離為 598.67 公尺，以距離小於 500m 的林地最多，佔 75.5%。疏伐林地與鄰近城鎮的平均距離為 30.43km，以介於 15 到 30km

的林地最多，佔 33.3%，其次為小於 15km 者，佔 26.7%，距離大於 60km 者，僅佔 8.9%。疏伐株數以每公頃 300 株以下者最多，佔 31.1%，介於 300 至 400 株者次之，佔 26.7%，介於 400 至 500 株者佔 24.4%，500 株以上者佔 17.8%，平均每公頃疏伐 390 株。

如表 3 所示，平均每公頃疏伐作業標金視疏伐作業方式而有明顯差異。在 45 筆標案中，有 41 筆不搬出疏伐木，其中每公頃平均標金少於 3 萬元者佔 17.8%，介於 3 至 4 萬元佔 13.4%，介於 4 至 5 萬元佔 17.8%，介於 5 至 6 萬元佔 20.0%，介於 6 至 7 萬元佔 22.2%。另有 4 筆疏伐作業包含搬出疏伐木，其中 2 筆每公頃平均標金介於 10 到 15 萬元，另 2 筆大於 15 萬元，分別各佔 4.4%。不搬出疏伐木的標金平均每公頃為 46,238 元，搬出疏伐木的標金平均每公頃為 159,576 元。

III、結果與討論

本研究依據表 1 之解釋變數，將前述 45 筆疏伐作業招標資料以迴歸分析法配適疏伐單位成本模式，再應用此模式推估不同情況下的疏伐成本。模式如表 4 所列，分完整及簡化模式兩種，茲分述如下。

(I) 完整模式

完整模式係以表 1 列出的所有 10 項解釋變數所配適之疏伐單位成本模式。從表 4 中可見，完整模式之 F 檢定值呈極顯著，而其判定係數 R^2 值高達 92.86%，表示本模式具有高達 92.86% 的解釋能力。比較完整模式 10 項迴歸係數符號與表 1 各項解釋變

表 3 每公頃平均疏伐作業標金

Table 3 Average bidding prices per hectare of thinning projects

金額/ha	筆數	百分比(%)
少於 3 萬元	8	17.8
3-4 萬元	6	13.4
4-5 萬元	8	17.8
5-6 萬元	9	20.0
6-7 萬元	10	22.2
10-15 萬元*	2	4.4
大於 15 萬元*	2	4.4
平均數	不搬出疏伐木	46,238 元/ha
	搬出疏伐木	159,576 元/ha

備註：*表示疏伐作業含搬出疏伐木，其餘為不搬出疏伐木

表 4 疏伐單位成本迴歸模式

Table 4 Regression models of thinning unit cost

解釋變數	完整模式	簡化模式
C	54,922** (10,085.00)	48,776** (5,030.49)
A	73.71 (124.85)	
S	-533.55 (270.48)	
DS1	0.79 (1.45)	
DS2	111.59 (87.44)	
DR	-20,787** (4,083.32)	-23,132** (3,806.41)
N	11.89 (12.13)	14.70 (11.16)
M	56,997** (12,972.00)	58,400** (12,871.00)
NM	172.59** (37.78)	179.24** (37.83)
B	3,986.53 (4,151.63)	
T	7,750.99 (5,256.59)	
F 值	58.24**	121.86**
調整後 R^2 值	0.9286	0.9166

註：C 為常數項，其餘解釋變數符號意義同表 1。括號內為迴歸係數的標準誤，* 表示 5% 的顯著水準，**表示 1% 的顯著水準。

數與疏伐單位成本之間的預期關係可見，有面積（A）、坡度（S）與是否合併投標（B）三項變數的迴歸係數符號與預期關係不符，但 t 檢定均顯示此三項係數與零差異不顯著，故可略而不計。由此可見，無論疏伐面積大或合併投標使疏伐面積擴大，皆無規模經濟效果而未降低疏伐單位成本。此外，疏伐林地與最近林道平均距離（DS1）、與鄰近城鎮距離（DS2）、疏伐株數（N）、是否修枝（T）等 4 項解釋變數的迴歸係數符號雖符合預期關係，但其迴歸係數皆與零差異不顯著，表示以上 5 項變數對疏伐單位成本的影響不明顯。然而，地區別（DR）、是否搬出疏伐木（M）、搬出疏伐木株數（MN）等 3 項迴歸係數與零差異極顯著，且係數符號合乎預期關係，可見疏伐單位成本主要取決於 DR、M 及 MN 三項變數，而 DR 項係數為負且差異顯著表示花蓮及台東地區的疏伐單位成本明顯低於其他地區。

依據行政院主計處（2003）統計顯示，2002 年 5 月全國失業率為 5.0%，而原住民的失業率為 8.4%，同期原住民就業者從事農林漁牧業的比例是 20.8%，而全國此一比例為 7.5%。花蓮和台東縣的原住民及從事農林漁牧業的人口比例均高，因高失業率，故可能雇工容易工資較低，而使疏伐單位成本低於其他地區。

(II) 簡化模式

由於完整模式有多項解釋變數的迴歸係數與零差異不顯著，為便於後續之疏伐成本推估，簡化模式將不顯著的解釋變數項除疏伐株數保留外，其餘皆刪除。從表 4 可見，簡化模式包含：DR、N、M 及 MN

等四項解釋變數，除 N 項以外，其餘三項的迴歸係數的 t 檢定皆呈極顯著。簡化模式的 F 檢定亦呈極顯著， R^2 值達 91.66%。此外，完整模式及簡化模式的 DR、N、M 及 MN 等四項解釋變數的迴歸係數差異不大，顯示模式的迴歸係數穩定（robust）。

簡化模式的意義可依各項迴歸係數說明如下。花蓮及台東以外的地區每公頃疏伐的固定費用如表 4 的 C 項（常數項）所示為 48,776 元。若是花蓮及台東地區，則如 DR 項的迴歸係數所示，此固定費用可減少 23,132 元，而成為 25,644 元。由 N 項的迴歸係數可見，每多疏伐一株林木則單位成本增加 14.7 元。若疏伐作業包含搬出疏伐木，如表 4 的 M 項之迴歸係數所示，每公頃疏伐的固定費用增加 58,400 元，且每多搬出一株疏伐木則如 NM 項係數所示，疏伐單位成本增加 179.24 元。

(III) 疏伐成本推估

從以上說明，可將疏伐單位成本（UC）的推估模式表示如下：

$$UC = 48,776 + 23,132 \times DR + 14.70 \times N + 58,400 \times M + 179.24 \times NM$$

其中，各項變數符號的意義如表 1 所示。

依據以上模式，表 5 試計算出在是否搬出疏伐木及不同地區和不同疏伐株數等情況的疏伐單位成本。若不搬出疏伐木，在花蓮及台東地區疏伐單位成本視疏伐株數而介於 200 株的 28,584 元/ha 至 800 株的 37,404 元/ha；同樣的疏伐株數，在其他地區介於 51,716 元/ha 及 60,536 元/ha。比較表 3 不搬出疏伐木的標案每公頃平均標金有 51.2% 介於 3 萬至 6 萬元之間，另有 22.2%

%在 6 萬至 7 萬元之間，及 17.8%在 3 萬元以下，而不搬出疏伐木的每公頃平均標金為 46,238 元，可見表 5 的推估值應屬合理。另外視疏伐地區及株數，搬出疏伐木的推估成本介於 200 株的 122,832 元/ha 至 800 株的 262,328 元/ha。由表 3 所列的標金反推算出實際疏伐且搬出的株數應在 400 株/ha 左右。另從表 2 可知，疏伐株數平均為 390 株/ha，顯示此搬出疏伐木的成本推估值亦在合理範圍之內。

以下係以柳杉人工林疏伐為例，推估柳杉每立方公尺的疏伐成本及立木價金。表 5 係依據楊榮啟 (1975) 所做的台大實

驗林柳杉法正收穫表中地位級指數 26 及林齡 25 年的主副林木總株數與材積，再以疏伐株數佔總株數的比例計算一公頃疏伐木的材積。從表 5 可見，若柳杉林每公頃疏伐株數 400 株，可得材積 134.14 m³，換算可得柳杉疏伐木成本在花蓮及台東地區為 1,205 元/m³，其他地區為 1,377 元/m³。

利用以上成本資料可進一步推估柳杉之立木價金。依據國有林產物處分規則之立木價金計算式，木材市價包含立木價金、生產成本、經營利潤與資金利息。生產成本含林木伐倒成本、除枝造材成本、集材成本及裝材成本。本研究係蒐集 2001

表 5 疏伐單位成本之推估

Table 5 Estimation of thinning unit cost

是否搬出疏伐木	地區別	疏伐株數 (株/ha)	疏伐木材積 (m ³ /ha)	疏伐成本 (元/ha)	疏伐木成本 (元/m ³)
不 搬 出	花蓮及台東地區	200		28,584	
		400		31,524	
		600		34,464	
		800		37,404	
	其他地區	200		51,716	
		400		54,656	
		600		57,596	
		800		60,536	
搬 出	花蓮及台東地區	200	67.07	122,832	1,831
		400	134.14	161,620	1,205
		600	201.21	200,408	996
		800	268.28	239,196	892
	其他地區	200	67.07	145,964	2,176
		400	134.14	184,752	1,377
		600	201.21	223,540	1,111
		800	268.28	262,328	978

註：疏伐材積係以楊榮啟 (1975) 發表之「台灣大學實驗林產柳杉之生長與收穫的研究」報告之地位級指數 26 之法正收穫表 25 年生主副林木合計株數與疏伐株數的比例計算得之

年的疏伐作業資料，當年 12 月國產柳杉平均市價 3,309 元/m³（林務局，2002）。以花蓮和台東以外的地區為例，柳杉林木疏伐且搬出的成本 1,377 元/m³ 係包含林木伐倒、除枝造材與集材成本，但不含將疏伐木從林道旁之集材地點裝載至鄰近木材市場的裝材成本在內。假設合理裝材成本為林木疏伐且搬出成本的 30%，可估算出裝材成本約為 410 元/m³。另假設合理的利潤率和資金利率合計佔木材市價的 20%，即利潤和資金利息合計約為 660 元/m³。依據以上估計，將柳杉市價扣除疏伐且搬出成本、裝材成本以及利潤和資金利息，可算出柳杉疏伐木的立木價金約在 862 元/m³。

依據前項假設疏伐 400 株/ha，立木材積 134.14 m³/ha，則柳杉疏伐木的立木價金約為 115,000 元/ha。依據行政院農業委員會獎勵造林實施要點（林務局，2005），政府為獎勵造林而全額補助造林費用，每一公頃前六年發給新植撫育費 25 萬元。以上推估的疏伐木立木價金相當於此新植撫育費的 46%，可見期中疏伐可提早回收造林投資，顯著增加造林收益。

以上估算係以地位級指數 26 的 25 年生柳杉林為例。至於其他樹種、地位級的立木價金，可調查其生長收穫表及市場價格再利用前述方法估算。此外，本研究所調查之疏伐林地坡度多數在 30% 以下，且有林道經過或鄰近林道，如表 2 所示，林地之平均坡度為 26.78%，與林道的平均距離為 598.67m，故以上成本推估應限於可及性尚稱便利且坡度較緩之疏伐林地，否則有低估之虞。同時，在坡度 25% 以下和距離林道 600 公尺以內的人工林進行疏伐作

業應屬可行。尤其，花蓮及台東地區，若其疏伐木市價不低於全國平均市價時，因其疏伐成本較低而比其他地區更可行。

另外，個別疏伐作業可針對林地地況、位置、林木生長狀態，模擬不同疏伐強度、疏伐時間、伐期齡和立木價格，應用成本效益分析選擇最適的疏伐方法，以使疏伐的淨效益最大。本研究範疇不包含個別人工林最適疏伐方法的探討，但應用此計量分析方法估計疏伐成本，可使疏伐作業的成本效益分析結果更可靠。

本實證分析係以林務局在台灣各林區的疏伐作業標案的得標金額為基本資料。廠商承包疏伐作業的得標金額扣除疏伐工資、材料費等支出外尚有利潤，故用得標金額表示疏伐成本是否會高估實際的疏伐成本，值得探討。以林務局過去伐木及造林的直營作業現在完全被承包作業取代，可見疏伐作業過程中有協調、執行與監督等「無形」的交易成本（transaction costs）。直營作業看似不需支付廠商利潤而費用較低，但因缺乏協調、執行與監督造成無效率，反而增加作業成本，以致政府改採承包制。利潤是生產要素之一的企業家精神的報償（張清溪等，2000），除非假設零交易成本，否則承包廠商有效率的協調、執行與監督而獲致的利潤應包含在疏伐成本之內方屬合理。

IV、結論

本文先探討疏伐成本與疏伐林地的地況、位置及疏伐作業方式的關係，再以 2001 年林務局在台灣各林區的 45 件人工林疏伐

作業標案的得標價格及疏伐林地的地況、位置和作業方式等實證資料，應用多元迴歸分析方法建立疏伐單位成本的計量模式，再以此推估不同狀況下的疏伐成本。研究顯示，疏伐單位成本主要取決於地區別、是否搬出疏伐木及搬出疏伐木株數，其次是疏伐木株數。本研究提出的疏伐單位成本模式具有良好的解釋能力，且其成本推估值都在合理範圍內，顯示計量分析是推估疏伐成本的可行方法。

以花蓮及台東以外地區每公頃疏伐 400 株為例，疏伐木不搬出時，估計的疏伐成本為 54,656 元/ha，疏伐木搬出時為 184,752 元/ha 或 1,377 元/m³，而疏伐木的立木價金估計約為 115,000 元/ha。花蓮及台東地區的疏伐成本更低，可優先在此地區實施人工林疏伐，除立木收益較高，也可提供當地就業機會。以上立木價金相當於政府所定的造林一公頃前六年的新植撫育費 25 萬元的 46%，疏伐顯然可提早回收造林投資並增加造林收益。

本研究顯示，每一公頃疏伐 400 株後仍保有適當的立木度，林地坡度小於 25%，距離林道 600 公尺之內，易於到達且不陡斜的人工林，疏伐且搬出疏伐木的作業應屬可行，可優先選為實施疏伐作業之林地。

V、引用文獻

行政院主計處 (2003) 國情統計通報 92 年 3 月 11 日。
 任憶安、陳宛君 (1996) 六龜試驗林疏伐作業個案採運成本及疏伐效率分析。台灣林業科學 11(4)：475-480。

林務局 (2002) 台灣地區木材市價摘要表。台灣林業 28(1)：112-113。
 林務局 (2005) 獎勵造林實施要點 <http://www.forest.gov.tw/web/reg/reg-all.htm>
 張清溪等 (2000) 經濟學—理論與實際 (四版)。台北：翰蘆圖書公司。
 楊榮啟 (1975) 台灣大學實驗林產柳杉之生長與收穫的研究。台大實驗林研究報告 116：1-149。
 楊榮啟、陳昭明、林文亮 (1976) 柳杉人工林之經濟疏伐。台大實驗林研究報告 118：39-94。
 Food and Agricultural Organization (2003) State of the World's Forests 2003. Rome: FAO, 151 pp.
 Horngren, C., G. Foster, and S. Datar (2002) Cost Accounting: A Managerial Emphasis. Prentice-Hall, Upper Saddle, NJ.
 Keegan III, C., C. Fiedler, and D. Wichman (1995) Costs associated with harvest activities for major harvest systems in Montana. Forest Products Journal 45(7/8): 78-82.
 Keegan III, C., M. *et al.* (2002) Harvest cost collection approaches and associated equations for restoration treatments on national forests. Forest Products Journal 52 (7/8): 96-99.
 Klemperer, W. (1996) Forest Resource Economic and Finance. McGraw-Hill: N. Y. 551 pp.
 Lindh, B. and P. Muir (2004) Understory vegetation in young Douglas-fir forests: does thinning help restore old-growth

composition. *Forest Ecology and Management* 192(2-3): 285-296.

Matthews, J. (1989) *Silvicultural Systems*. Oxford Univ. Press. 284 pp.

Vesterdal, L. *et al.* (1995) Effects of thinning

and soil properties on accumulation of carbon, nitrogen and phosphorus in the forest floor of Norway spruce stands. *Forest Ecology and Management* 77(1): 1-10.