

南投地區承租造林地林木伐採成本之分析¹

鄭欽龍² 施友元³

(收件日期：民國 95 年 4 月 6 日、接受日期：民國 95 年 5 月 19 日)

【摘要】本研究旨在分析南投地區國有林承租造林地的林木伐採成本及其影響因素之量化關係，進而瞭解造林之收益。實證分析顯示，伐採成本為林地至鄰近木材市場的距離、伐木材積及伐木工資水準三項變數的線性函數。此計量成本模式具有良好的解釋能力。從模式推估可見，平均伐採成本趨近於邊際伐採成本，顯示伐採作業具經濟效率。本研究亦顯示，林地具有適當的可及性和立木度，即距離木材市場 40 公里以內，伐採材積在 200 m³ 以上，其伐採作業可有合理的收益。

【關鍵詞】森林經營、森林評價、人工林、伐採成本、立木價金

AN ANALYSIS OF THE TIMBER LOGGING COST OF LEASED FORESTLAND IN NANTOU¹

Chinlong Zheng² Yu-Yuan Shih³

(Received: April 6, 2006; Accepted: May 19, 2006)

【Abstract】The purpose of this study is to quantify the relationship of the timber logging cost of leased forestlands and its influential factors and to assess the profitability of timber logging in Nantou. The result of empirical study showed that logging cost is a linear function of the following factors: distance of forestland from timber market, volume of logged timber and level of logging wage. The quantitative cost model had a high interpretative ability. The study also indicated that forestlands with suitable conditions of accessibility and stock level, i.e., the distance from timber market less than 40 kilometers and the volume more than 200 m³, could generate a reasonable revenue from timber logging.

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

¹ 本研究承國科會計畫 (NSC92-2625-Z-002-028) 及林務局計畫 (94務管-4.4-造-01-7) 補助經費。

This study was sponsored by the National Science Council (NSC92-2625-Z-002-028) and Taiwan Forest Bureau (94-M-4.4-S-01-7).

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

自 1990 年代以來，我國之森林保育漸受重視，又因台幣大幅升值外國木材進口數量日益增加，以致國產木材供給數量逐年減少。依據現行之「臺灣森林經營管理方案」規定，台灣每年伐木量限制在 20 萬立方公尺以下。據林務局（2005）統計，2004 年進行伐採林木的林地面積 704.83 公頃，採伐材積 70,801 立方公尺，此採伐量尚不及國內木材消費量的 1%。然我國人工林面積約 42.2 萬公頃，佔全台灣森林面積之 1/5，倘能在現有市場條件下，選擇適當之人工林地積極經營，應可提高國產木材之供給，並為山村增加就業機會。

人工林在林木成熟後，適度伐採可回收造林投資，增加木材供給之外，森林更新後，以生長旺盛而固碳率高的新林木取代生長停滯的老林木更能有效的減少二氧化碳（FAO, 2003）。我國近年人工林伐採作業漸少，因此缺少相關的伐採成本資訊。京都議定書已在 2005 年生效，因此進一步瞭解人工林採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。此外，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，而人工林實施伐採作業是否可行，可否增加山村就業機會，亦須先瞭解林木伐採成本及其收益。

Horngren *et al.*（2002）指出在成本會計上估計實際作業成本的方法有：工業工程法、專家諮詢法、會計分析法以及計量分析法，而計量分析法估計成本的準確程度高於其他方式，倘若實際成本和其影響

因子的資料易於蒐集，則計量分析法所需經費和時間亦較其他方式少。所謂計量分析法係以統計迴歸分析建立作業成本與其相關因子的數學函數關係，即以作業成本為依變數，配合理論上或實際經驗上可能影響作業成本的因子做為自變數，再藉由調查多數案例所得之實證資料，利用迴歸分析以合適的函數形式配適作業成本函數。計量成本模式除用來瞭解作業成本與其影響因子的關係外，並可用以推估不同條件下的作業成本，進而分析合理成本範圍內的作業條件。

所謂工業工程法，即將伐採作業視為一工作流程，再量測流程內各項作業步驟所需的工時，然後以工時乘以每小時工資計算其作業成本。如李久先等（1982a,b）以時間研究的方式，來探討六龜、太麻里及蓮華池等地之伐木造材、集材與裝材作業之重要時間影響因素，並發現伐木、集材與裝材作業之平均工作量及作業單位材積之直接人工成本皆有地區性差異。時間研究法可得知詳細的伐採作業工時及成本，但量測程序繁雜，適合個案之研究。Hartsough *et al.*（2001）近年應用統合分析（meta-analysis）的概念，蒐集已完成之伐採成本研究文獻，以前人既成之研究結果為觀測對象，再進行每一單株林木的伐木、除枝造材、集材所需之時間的統計分析。

李慶餘等（1989）曾研究中興大學惠蓀林場之疏伐作業，利用迴歸分析建立疏伐總工作量與疏伐林地立木度、疏伐密度、林地條件、集材距離及疏伐木株數等因素的計量關係影響，然後再以疏伐工作

總量和單位工資推估疏伐作業之成本。吳學平 (2001) 以竹東事業區 25 年生柳杉人工林之疏伐作業為例，分析疏伐作業各項工作時間，藉以推算每工每日標準工作量及作業生產成本，該研究結果顯示，每工每日標準工作量分別為伐木 8.89 m^3 ，打枝造材 7.16 m^3 ，集材作業 15.85 m^3 ，裝車運材 19.94 m^3 ，經推算疏伐成本及收益後，疏伐作業仍有 18.1% 之利潤。另外，任憶安、陳宛君等 (1996) 亦曾以林業試驗所六龜試驗林疏伐作業為例，分析伐採成本及效率，研究發現疏伐木成本高昂，而不論是以伐木株數或材積計算，發包作業的效率均高於直營作業。

Keegan *et al.* (1995) 曾調查美國蒙大拿州伐木業者的伐採成本及相關資料，以迴歸分析法探討不同伐木方式的作業成本以及影響因素的關係。依據此研究林木伐採成本可按作業階段分為：林木伐倒成本、除枝造材成本、集材成本、裝材成本及營運管理成本，其中以集材成本最高，營運管理成本最低。另外，影響各階段作業成本的因素也不同，如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，而影響裝材成本的因素為單木尺寸、林地面積及林地狀況。Keegan *et al.* (2002) 又再進行美國蒙大拿州牽引機和集材索兩種不同伐採方式的成本研究，以上兩項成本的計量模式之主要解釋變數為每英畝伐採材積、伐採林木平均胸高直徑和平均集材距離，而解釋能力都在 60% 以上。Febo P. *et al.* (1997) 曾經以西里島 Agrigento 地區九處大小約 1 公頃的試驗林地的伐採作業為例進行研究，發現疏伐費用會隨林地坡度及不平坦程度而增

加，單木尺寸與林分密度雖會使成本增加，但影響不大。鄭欽龍 (2000) 認為決定伐採單位成本的主要因素為：工資、林地的可及性 (accessibility) 以及伐採之規模。工資高則伐採成本增加，而林地越偏遠其林木的伐採及運輸費用越高。因伐採作業具有規模經濟，伐採林地面積愈大或林木蓄積愈多，每一單位材積的伐採成本愈低。另鄭欽龍等 (2006) 曾應用計量分析法分析林務局在 2001 年以後所執行的人工林疏伐作業的成本，分析結果顯示：單位面積的疏伐成本主要取決於林地之地區別、是否搬出疏伐木以及每公頃疏伐木之搬出株數三項，且若林地坡度小於 25%，距離林道 600 公尺以內，每公頃疏伐 400 株後仍有適當蓄積之人工林應可進行疏伐。

綜合前人研究，林木伐採成本與伐採林地面積、林地坡度、林地至木材市場距離、伐採林木之單木尺寸、林地立木度以及伐採工資等有關。本文蒐集南投地區國有林承租造林地的伐採作業成本資料，參考前人研究結果，以多元迴歸的計量分析法，探討並量化影響林木伐採成本之因素，進而討論承租造林地伐採作業的可行條件。

II、研究資料與方法

(I) 實證資料

本研究承林務局協助蒐集南投林區管理處 2002 年至 2005 年查定國有林事業區出租造林地的林木分收價金資料 46 筆，查定項目包括：伐採林木之利用材積 (以 V 做為此項在計量模型之符號，以下各項符

號之意義類同)、林地至最近的木材市場的運輸距離(D)、每工每日伐木工造材作量(Q1)、每日伐木造材工資(W1)、每工每日集材工作量(Q2)、每日集材工資(W2)、每工每日貯木工作量(Q3)、每日貯木工資(W3)、運輸費用、管理費用、稅捐等。由以上Q1、W1、Q2、W2、Q3、W3可分別算出該筆伐採林地的伐木造材工資支出、集材工資支出和貯木工資支出。此三項工資支出再加上運輸費用、管理費用及稅捐即為該筆林地的伐採成本。

本研究所蒐集資料的查定時間在2002年有3筆,2003年16筆,2004年16筆,2005年11筆。為消除不同年度的工資波動,各筆資料的伐採成本再以2001年(民國90年)為基期,按行政院農委會農業統計月報公布之農民工資指數進行平減,以算出各筆林地的實質伐採成本。以上南投林區管理處的國有林出租造林地的林木伐採作業狀況及其成本,整理如表1所示。

從表1可見,出租造林地的伐採成本以小於30萬元的居多,佔總筆數的34.8%,其次為介於40萬元與50萬元以及60萬元以上,分別都是19.6%。平均每筆出租造林地的伐採成本為47.9萬元。在46筆出租造林地的伐採作業中,伐採林木的利用材積以小於200和介於400與600兩者所佔比率最高,皆佔全部的34.8%,材積介於200與400佔21.7%,材積在600以上僅佔8.7%。平均每筆出租造林地的伐採利用材積為330 m³。由以上平均之伐採成本及利用材積可見,國有林出租造林地的伐採規模並不大。

在工資方面,每日伐木造材工資有

2500元及2000元兩類,前者佔89.1%,後者佔10.9%,平均每日伐木造材工資為2445元。同樣的,每日集材工資亦有2500元及2000元兩類,前者佔93.5%,後者佔6.5%,平均每日集材工資為2467元。另每日貯木工資皆為2000元。伐採林木為技術性工作,職業風險也較高,因此以上之伐木造材、集材和貯木工資均高於一般非技術性之工資。

從表1可見,每工每日的伐木工作量以10 m³最多,佔全部的95.7%,而每工每日20 m³僅佔4.3%。集材工作量每工每日以7 m³最多,佔91.3%,而每工每日5.5僅佔8.7%。另貯木工作量为每工每日36 m³。以上之伐木工作量高於吳學平(2001)在新竹林區管理處轄內林地的調查狀況,但集材工作量反而低於新竹之調查,顯示各項伐採工作量因伐採林地之地況、林況、材積、作業方式及樹種比率而異(林務局,1994),而有地區性差異。

此外,在全部46筆伐採林地中,與最近木材市場的距離以介於10km至20km的林地最多,佔50%,其次為介於30km至40km者,佔19.6%,再其次為距離10km以下,佔13%,顯示有63%的林地市場的距離在20km以內,而平均距離為22km。

以每一立方公尺伐採林木利用材積為計算基礎的各項伐採作業之單位成本,包括伐木造材、集材、貯木、運費、管理費以及稅捐等,分別列於表2。

從表2可見,南投林區管理處出租國有林地的林木伐採作業各項成本依其佔全部成本的比例如下:集材成本佔40.11%,運費18.64%,伐木造材16.92%,管理費

表 1 伐採作業條件及成本統計

Table 1 The statistics of logging conditions and costs

項目	範圍	筆數	百分比(%)
伐採成本	30 萬元以下	16	34.8
	30-40 萬元	4	8.7
	40-50 萬元	9	19.6
	50-60 萬元	8	17.3
	60 萬元以上	9	19.6
平均伐採成本	479,228 元		
利用材積	200 m ³ 以下	16	34.8
	200-400 m ³	10	21.7
	400-600 m ³	16	34.8
	600 m ³ 以上	4	8.7
平均利用材積	330 m ³		
伐木造材工資	2000 元/工	5	10.9
	2500 元/工	41	89.1
平均伐木造材工資	2445 元/工		
集材工資	2000 元/工	3	6.5
	2500 元/工	43	93.5
平均集材工資	2467 元/工		
伐木工作量	10 m ³ /工	44	95.7
	20 m ³ /工	2	4.3
平均伐木工作量	10.43 m ³ /工		
集材工作量	5.5 m ³ /工	4	8.7
	7 m ³ /工	42	91.3
平均集材工作量	6.87 m ³ /工		
運輸距離	小於 10 km	6	13.0
	10-20 km	23	50.0
	20-30 km	4	8.7
	30-40 km	9	19.6
	大於 40 km	4	8.7
平均距離	22 km		

註：依據林產處分生產費用查定明細表，伐採材積的 70% 為利用材積

14.75%，稅捐 5.66%及貯木成本 3.92%。茲將各項伐採作業的成本狀況說明予下。單位集材成本以介於 600 元/m³至 900 元/m³最多，佔 34.8%，其次介於 300 元/m³至 600 元/m³，佔 30.4%，再其次為 900 元/m³

以上，佔 21.8%，平均單位集材成本為 737 元/m³。伐採林木之運費以介於 150 元/m³至 300 元/m³最多，佔 54.3%，其次介於 300 元/m³至 450 元/m³，佔 26.1%，平均運費為 287 元/m³。單位伐木造材成本大多數介於

表 2 各項伐採作業之單位成本

Table 2 The unit costs of different logging operations

項目	範圍	筆數	筆數比例 (%)
伐木造材	150 元/m ³ 以下	2	4.3
	150-300 元/m ³	43	93.5
	300 元/m ³ 以上	1	2.2
	平均數	279 元/m ³	
	比例*	16.92%	
集材	300 元/m ³ 以下	6	13.0
	300-600 元/m ³	14	30.4
	600-900 元/m ³	16	34.8
	900 元/m ³ 以上	10	21.8
	平均數	737 元/m ³	
	比例*	40.11%	
貯木整理	30 元/m ³ 以下	1	2.2
	30-60 元/m ³	42	91.3
	60 元/m ³ 以上	3	6.5
	平均數	63 元/m ³	
	比例*	3.92%	
卡車運費	150 元/m ³ 以下	4	8.7
	150-300 元/m ³	25	54.3
	300-450 元/m ³	12	26.1
	450 元/m ³ 以上	5	10.8
	平均數	287 元/m ³	
	比例*	18.64%	
管理費用	150 元/m ³ 以下	1	2.2
	150-300 元/m ³	42	91.3
	300 元/m ³ 以上	3	6.5
	平均數	240 元/m ³	
	比例*	14.75%	
稅捐	40 元/m ³ 以下	1	2.2
	40-80 元/m ³	15	32.6
	80-120 元/m ³	29	63.0
	120 元/m ³ 以上	1	2.2
	平均數	92 元/m ³	
	比例*	5.66%	

註：*此比例係指佔單位伐採成本之比例

150 元/m³至 300 元/m³，佔 93.5%，平均伐木造材單位成本為 279 元/m³。每立方公尺利用材積的管理費以介於 150 元至 300 元之間最多，佔 91.3 %，平均每立方公尺管

理費為 240/m³。每立方公尺利用材積的稅捐以介於 80 元至與 120 元最多，佔 63%，其次在 40 元至 80 元之間，佔 32.6%，平均每立方公尺稅捐為 92 元。另外，貯木成

本大多數介於 30 元/m³ 至 60 元/m³，佔 91.3%，平均貯木成本為 63 元/m³。

(II) 林木伐採成本的計量模式

本文之林木伐採成本計量模式，係參考前人研究以及本研究所蒐集的實證資料項目而定，模式之被解釋變數項為每筆國有林出租林地的林木伐採成本，解釋變數項（影響成本之因素）則有：伐木林木之利用材積（V）、至最近木材市場之運輸距離（D）、伐木工資（W1）、伐木工作量（Q1）、集材工資（W2）、集材工作量（Q2）。然後，利用本研究蒐集之 46 筆伐採林地資料，以 STATA8.0 及 SPSS13.0 統計軟體進行多元迴歸分析。

各解釋變數項與被解釋變數項的關係先說明如下。一筆伐採林地的伐木利用材積愈多，則其伐採成本愈高。同樣的，若伐採林地距離市場愈遠，則伐採林木運至木材市場的費用愈高。因此，此成本計量模式中利用材積以及運輸距離兩個變數項的迴歸係數應為正值。此外，伐木與集材作業的工資愈高，則伐採成本也隨之增加，故工資變數項的迴歸係數也應為正值。反之，伐木及集材作業的每工每日工作量愈高，表示工作愈有效率，而使林木伐採成本下降，故伐木及集材工作量變數項的迴歸係數應為負值。

III、分析結果與討論

本研究應用前述之成本計量模式，將南投林區管理處 46 筆國有林出租造林地的林木伐採作業成本及其作業狀況資料，以多元迴歸分析進行模式配適。然後，利用

此成本計量模式推估不同情況下的林木伐採成本，並進一步探討在合理的成本範圍內的伐採作業條件。成本計量模式之多元迴歸分析，分為完整及簡化模式兩種，其分析結果如表 3 所列。茲將模式分析分述如下。

(I) 完整模式

完整模式的被解釋變數項為每筆承租林地的伐採作業成本，而以前節所列之利用材積（V）、運輸距離（D）、伐木工資（W1）、伐木工作量（Q1）、集材工資（W2）、集材工作量（Q2）等 6 項做為解釋變數。從表 4 的迴歸分析結果可見，此模式的 F 檢定值呈極顯著，表示此模式之解釋變數項的設定有意義，而此模式的判定係數 R² 值為 0.9713，顯示此模式對於林木伐採成本具有 97.13% 的解釋能力。

此外，此模式 6 項解釋變數的所有迴歸係數符號都符合前節所說明的伐採成本與其影響因素間的預期關係，亦即利用材積、運輸距離、伐木工資與集材工資此 4 項成本影響因素的迴歸係數為正值，其與伐採成本呈正向關係；反之，伐木工作量與集材工作量兩項的迴歸係數為負值，表示其與伐採成本呈負向關係。以上結果顯示，本研究之林木伐採成本模式的設定合於理論和實際經驗。

然而，伐木工作量、集材工資、集材工作量此 3 解釋變數項的迴歸係數雖符合預期關係，但依據 t 檢定顯示其係數都與零差異不顯著。由前表 1 可見，此 3 解釋變數項的 46 筆實證數值之分佈大多集中於某些特定值，因其變異範圍甚小，故使其迴歸係數與零差異不顯著。

表 3 林木伐採成本之迴歸模型

Table 3 Regression models of logging costs

解釋變數	完整模式	簡化模式
常數項 (C)	230,371.59 (300,214.19)	-501,530.00* (217,468.11)
利用材積 (V)	1,392.23** (50.52)	1,469.51** (50.88)
運輸距離 (D)	2,884.78** (835.77)	2,986.33** (916.12)
伐木工資 (W1)	277.21* (99.10)	181.37* (80.76)
伐木工作量 (Q1)	-13,018.29 (4,047.77)	
集材工資 (W2)	212.02 (114.60)	
集材工作量 (Q2)	-40,680.40 (20,105.38)	
F 值	215.94**	315.39**
調整後 R ² 值	0.9713	0.9572
RESET test: Prob>F		0.4144>0.05

註：迴歸係數底下的括號內為其標準誤，* 表示在 5% 的水準下顯著，** 表示在 1% 的水準下顯著

(II) 簡化模式

簡化模式係將完整模式中迴歸係數與零差異不顯著的伐木工作量、集材工資、集材工作量等 3 個解釋變數項刪除，其目的在使後續的資料蒐集與分析以及伐採成本的推估更加簡化。簡化模式的被解釋變數項仍為每筆承租林地的伐採成本，解釋變數項只保留利用材積、運輸距離及伐木工資等 3 項。

從表 3 的迴歸分析結果可見，簡化模式的 F 檢定值呈極顯著，3 個解釋變數項的迴歸係數皆為正值，且其 t 檢定也都呈現與零差異極顯著，3 項係數都符合前節探討的預期關係。此模式的 R² 值達 0.9572，雖然稍低於完整模式，但仍有高達 95.72% 的

解釋能力。

本研究的伐採成本模式假設被解釋變數項與解釋變數項之間為線性函數關係。為檢證成本模式是否可能為非線性函數關係，本研究再應用 RESET (regression specification error test) 檢定 (Wooldridge, 2000) 伐採成本模式為線性函數的假說是否有誤。此一 RESET 檢定的機率值為 0.4144 大於 0.05 的顯著水準，表示成本模式為線性函數的假說可被接受。

本文以下即採用簡化的成本模式來分析國有林出租林地的林木伐採成本 (Y) 與伐採林木的利用材積 (V)、運輸距離 (D) 及伐木工資 (W1) 的關係，並用此模式估計在不同狀況下的林木伐採成本。

從表 3 簡化模式的各項迴歸係數可見，一筆林地的伐採林木之利用材積（ V ）每多增加一立方公尺，則伐採成本增加 1,469.51 元，表示在其他條件不變的情況下，林木伐採邊際成本等於 1,469.51 元/ m^3 。此外，伐木工資（ $W1$ ）項的迴歸係數表示，若伐木工資每工增加 1 元時，一筆林地的伐採成本則隨之增加 181.37 元。就伐採林木從林地至市場的運輸距離（ D ）而言，每多一公里，則一筆林地的伐採成本增加 2,986.33 元。

(III) 林木伐採成本及立木價金之推估

依據前述模型，可將林木伐採成本推估值（ $\hat{Y}$ ）以數學式表示如下：

$$\hat{Y} = -501,530 + 1,469.51 V + 181.37 W + 2,986.33 D \quad (1)$$

其中，因簡化模式中的工資只有伐木工資一項而無集材工資，故為使數學式符號易於表示，以下皆以 W 取代原伐木工資的符號 $W1$ 。

依據式(1)，平均一筆林地的伐採成本 $\hat{Y}$ 可用表 1 所列的平均利用材積（ $\bar{V}$ ）、平均伐木工資（ $\bar{W}$ ）及平均運輸距離（ $\bar{D}$ ）等 3 項數值代入，而得出 $\hat{Y}$ 為 492,557 元。若將 $\hat{Y}$ 除以其（ $\bar{V}$ ）則可推估國有林出租造林地每立方公尺林木的平均伐採成本為 1,493 元/ m^3 。另外，依據成本模式的係數所推估的每增加一立方公尺林木的邊際伐採成本為 1,469 元/ m^3 。

本研究之伐採成本係以 2001 年物價水準為基期，而國產主要人工林樹種杉木與柳杉近年的市價平穩，故以下以林務局木材市價摘要表的 2001 年國產杉木與柳杉之

平均價格 3,508 元/ m^3 估算立木價金。依據國有林產物處分規則之立木價金計算式，木材市價扣除生產成本、經營利潤與資金利息後，所餘為立木價金。本文推估之平均林木伐採成本為 1,493 元/ m^3 ，約國產杉木與柳杉平均價格的 42%，若估計經營利潤與資金利息高達市價的 25%（表示售價的 1/4 為營業利潤），則立木價金估計為木材市價的 33%。

如表 2 所示，若將佔全部伐採成本 18% 的卡車運送成本扣除，未含運輸成本的伐採成本約為 1,224 元/ m^3 。鄭欽龍等（2006）曾利用林務局 2001 年所進行的疏伐作業的標金資料，推估花蓮及台東地區不含運輸費用的林木疏伐成本為 1,205 元/ m^3 ，而花東以外的台灣其他地區為 1,377 元/ m^3 。雖然，此二研究的對象林地於區域範圍、立地條件與伐採作業方式都不同，但估計之每一立方公尺林木伐採成本差異並不大。由此可見，透過市場機制，不論是國有林競標疏伐作業或出租林地造林人委由伐木業商伐採林木，兩者的林木伐採成本有一大致相同的市場價格。另外，任憶安、陳宛君（1996）曾以林業試驗所六龜分所的人工林疏伐實驗的雇工時數、工資推估未包含運費的疏伐木成本為 11,144 元/ m^3 ，此成本遠高於台灣杉的市價，在市場條件下並不可行。可見，為試驗所需而進行之疏伐不符合實際疏伐或伐採作業，以此推估之成本顯然偏高。

(IV) 單位材積伐採成本之估計

式(1)係估計一筆林地的伐採成本，其金額隨伐採材積而增加。為始能估計每一立方公尺林木的伐採成本，可將式(1)除以

林木利用材積 (V)，而得到單位材積的伐採成本估計式，如下式(2)：

$$\hat{y} = 1,469.51 - 501,530/V + 181.37 (W/V) + 2,986.33 (D/V) \quad (2)$$

其中 $\hat{y}$ 表示推估之單位材積伐採成本，其餘符號之意義如前述的式(1)。

因大多數的伐木工資如表 1 所列為每日每工 2500 元，故在利用式(2)推估單位材積伐採成本時，先將伐木工資項 (W) 設為 2500 元，然後運輸距離項 (D) 和伐木利用材積項 (V) 則分別依據實證資料估計

一適合之範圍帶入。表 4 即依據運輸距離介於 10 至 60km，伐採利用材積介於 100 至 700 m³ 之間，估計在不同區位條件和伐採規模下每一立方公尺利用材積之林木的伐採成本。另表 5 為本研究 46 筆伐採作業實證案例，按表 4 的運輸距離和伐木利用材積的級距，所做的筆數分配統計，從此表可以瞭解實際情況下南投地區承租林地林木伐採個案的區位條件和伐採規模的分佈。由以上兩表可進而探討承租林地須具備何種區位條件和伐採規模可有合理的伐木收益範圍，以供林業界參考。

表 4 單位伐採成本之推估

Table 4 Estimation of unit logging costs

單位：元/m³

伐採利用材積	運輸距離					
	10 km	20 km	30 km	40 km	50 km	60 km
100 m ³	1,287	1,586	1,884	2,183	2,482	2,780
200 m ³	1,378	1,528	1,677	1,826	1,976	2,125
300 m ³	1,409	1,508	1,608	1,707	1,807	1,906
400 m ³	1,424	1,499	1,573	1,648	1,723	1,797
500 m ³	1,433	1,493	1,552	1,612	1,672	1,732
600 m ³	1,439	1,489	1,539	1,588	1,638	1,688
700 m ³	1,443	1,486	1,529	1,571	1,614	1,657

表 5 實證伐採案例按運輸距離及材積之筆數分佈

Table 5 The frequency table of empirical logging cases by transportation distance and volume

伐採利用材積	運輸距離						材積級距
	10 km 以下	10--20 km	20--30 km	30--40 km	40--50 km	50--60 km	
100 m ³ 以下	2	3	1	2			8
100-200 m ³		3		2	1	2	8
200-300 m ³	2	1	1				4
300-400 m ³		4	1			1	6
400-500 m ³	2	7		1			10
500-600 m ³		5		1			6
600-700 m ³			1	3			4
距離級距	6	23	4	9	1	3	46

為便於討論，表 4 依據單位材積伐採成本金額分成三個範圍，首先右上方匡格內的伐採成本都在前述 2001 年每立方公尺國產杉木與柳杉平均市價 3,508 元之 50% 的 1754 元以上。倘仍按前節討論，表示在這一匡格內的運輸距離和伐木利用材積條件，即材積在 100 m^3 以內且距離在 30 km 以上或是材積在 400 m^3 以內且距離在 60 km 以上，扣除林木伐採成本（設佔市價之 50%）、經營利潤與資金利息（設佔市價之 25%）後，承租林地造林人所得之立木價金在國產杉木與柳杉平均市價 25% 的 877 元/ m^3 以下，造林人獲利較少，又若有木材市價下跌或伐採成本上升的波動，甚至可能虧損。如此表示，伐採材積少於 100 m^3 及距離超過 60 km，以不伐採為宜。從表 5 可見，本研究蒐集的 46 筆實際案例中，僅有 6 筆在這一材積及距離的範圍內，佔全數的 13.04%。

表 4 左下方匡格內的伐採成本都在本研究推估的平均伐採成本 1,493 元/ m^3 以下，表示在此一材積和距離範圍內的林木伐採作業的立木價金都在前述的平均值之上。換言之，在 10 km 的運輸距離內且不論材積多少，或距離在 20 km 以內且材積多於 500 m^3 ，倘仍按前述討論，則此範圍內的立木價金在國產杉木與柳杉平均木材市價的 33% 以上，亦即每立方公尺的立木價金高於 1157 元。若如表 1 所示，每筆作業平均伐採材積以 330 m^3 計算，承租造林人的平均收益在 38 萬元以上。46 筆實際案例中，在這一範圍內有 11 筆，佔全數 23.92%。

另外，介於以上兩個匡格之間的實際

案例共有 29 筆，佔全數之 63.04%，顯示多數伐採案例的立木價金介於國產杉木與柳杉平均木材市價的 25% 至 33% 之間，即以上市價的 $1/4$ 至 $1/3$ 。在此 29 筆中，有 18 筆的運輸距離在 10 至 20 km 之間，4 筆在 20 至 30 km 之間，7 筆在 30 至 40 km 之間，未有超過 40 km。倘仍以每筆作業平均伐採 330 m^3 計算，則承租造林人的平均收益介於 29 至 38 萬元之間。

誠如前述，本文研究之伐採作業案均係由承租造林人向林務局申請砍伐並由林務局分收立木價金，以殘餘值法（residual value approach）的概念而言，伐採林木的市價扣除生產成本、營銷利潤及利息後應有正的殘餘值，否則承租人不曾申請伐採，因此所有案例的立木價金皆為正值。然從以上分析可推知，六成三的實際案例的立木價金介於柳杉和杉木平均市價的 $1/4$ 至 $1/3$ ，約二成四的案例的林木價金高於平均市價的 $1/3$ ，僅一成三的案例其立木價金少於平均市價的 $1/4$ 。換言之，八成七的實際伐採案例的立木價金在 877 元/ m^3 以上，以每一筆平均伐採 330 m^3 計，承租造林人伐採林木的收益在約 29 萬以上。但實際造林樹種的木材市價高於柳杉和杉木時，則其收益更高，反之，則更低。另由以上之估計顯示，林地距離木材市場 40 km 以下，林木伐採材積在 200 m^3 以上，則其伐採作業應具財務可行性。

IV、結論

本文蒐集 2002 至 2005 年南投地區國有林承租造林地的 46 筆實際伐採作業狀況及其成本資料，應用多元迴歸分析量化林

木伐採成本及其影響因素之函數關係。實證分析結果顯示，林木伐採成本為林地至木材市場的運輸距離、伐木利用材積及伐木工資水準三項變數的線性函數，而此伐採成本模式具有 95.72% 的解釋能力。各變數的影響程度依序如下：運輸距離每多一公里，成本增加 2,986 元，伐木利用材積每多一立方公尺，成本增加 1,469 元，伐木工資每增一元，成本增加 181 元。

若以柳杉和杉木的平均市價為計算基礎，六成三的實際案例其立木價金介於市價的 1/4 至 1/3，約二成四高於市價的 1/3，僅一成三低於市價的 1/4。倘以實際伐採案每筆平均伐採材積 330 m³ 計算，八成七的伐採案的立木價金收益在 29 萬元以上，但若實際造林樹種的市價高於柳杉和杉木的平均市價，則收益較高，反之，收益較少。

本文雖然以國有林承租造林地為研究對象，但其伐採作業與一般人工林地應無差別，故可推論若林地易於到達，距離木材市場 40 km 以下，且有適當之立木度，林木伐採材積在 200 m³ 以上，其林木伐採作業應可使造林人獲得合理收益。

V、引用文獻

任憶安、陳宛君（1996）六龜試驗林疏伐作業個案伐採成本及疏伐效率分析。台灣林業科學 11(4)：475-480。

吳學平（2000）新竹林區柳杉人工林疏伐之工作研究。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。90-92。

李久先（1982a）天然林經營之成本分析——伐木造材作業。中華林學季刊 15(4)：

33-42。

李久先、林照松（1982b）天然林經營之成本分析——集材裝材作業。興大農林學報 31(2)：65-72。

李慶餘、林子育、楊坦進、賀主伯（1989）杉木人工林經濟性疏伐研究。國立中興大學農學院實驗林管理處研究報告。37-69。

林務局（2005）台灣地區林業統計。行政院農委會林務局編印。104 頁。

林務局（1994）林產物處分實務。行政院農委會林務局編印。55 頁。

鄭欽龍（2000）再造林成本與林木伐採決策之分析。中華林學季刊 33(1)：81-87。

鄭欽龍、陳重銘、陳瑩達（2006）台灣人工林疏伐成本之計量分析。中華林學季刊 39(1)：57-66。

Febo, P., F. Pipitone and G. Peri (1997) The Preservation of Sicilian Forests with Poorly Mechanized Logging Processes. Journal of Agricultural Engineering Research 67(3): 229-233.

Food and Agricultural Organization (2003) State of the World's Forests 2003. Rome: FAO, pp151.

Hartsough, B. R., X. Zhang and R.D. Fight (2001) Harvesting cost model for small trees in natural stands in the Interior Northwest. Forest Products Journal 51(4): 54-61.

Horngren, C., G. Foster and S. Datar (2002) Cost Accounting: A Managerial Emphasis. Prentice-Hall, Upper Saddle, NJ, USA.

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. Niccolucci, C. Fiedler, J. Jones and R. Regel (2002) Harvest

cost collection approaches and associated equations for restoration treatments on national forests. *Forest Products Journal* 52 (7/8): 96-99.

Wooldridge, J. M. (2000) *Introductory Econometrics*. South-Western. 281-283pp.

