

全民造林運動造林樹種之經濟價值探討

李久先¹ 顏添明²

【摘要】全民造林運動計畫為當前重要的林業經營政策之一，本研究的目的係在探討全民造林運動計畫有關樹種之經濟問題，應用森林評價公式評估樹種至輪伐期之經濟效益，並以紅檜樹種為例，藉由立木材積生長模式推估林木之收穫量，以探討其經濟收益，研究所得結果將可提供全民造林運動計畫之參考。

【關鍵詞】全民造林運動計畫、紅檜、森林評價

An Economic Study on Tree Species of The Plan of National Reforestation Campaign

Jou-Shian Lee¹ Tian-Ming Yen²

【Abstract】 The plan of National Reforestation Campaign is an important policy in forest management. The study will discuss the subject of economic problems about tree species in the plan of National Reforestation Campaign. Some forest evaluation equations were applied in this study to estimate economic values of tree rotation. We take a tree species of *Chamaecyparis formosensis* as an example, according tree volume growth models to illustrate the economic benefit. The results of the study will afford a basis information for the plan of National Reforestation Campaign.

【Key words】 The plan of National Reforestation Campaign, *Chamaecyparis formosensis*, forest evaluation.

一、前言

森林資源之經營，需依地域之環境特性予以評估，以決定經營之型態。森林經營之原則可分為永續性、公益性及經濟性等三大原則（劉慎孝，1976），而永續性應為森林經營之前提，因為在永續性原則下，才可求得林業經營之穩定（李久先、顏添明，1996），再依森林之特性採公益性或經濟性為優先考

量。就經營之實質層面，由目前臺灣林業經營管理方案第一條之規定：「台灣林業係採保續經營原則，為國民謀福利，積極培育森林資源，注重國土保安，配合農工業生產，並發展森林遊樂事業，以增進國民之育樂為目的。」本條文已可概窺台灣林業經營之大端。

在永續性經營之前提下，經濟性或公益

1. 國立中興大學森林學系教授
Professor, Department of Forestry, NCHU.

2. 國立中興大學森林學系助理教授
Assistant Professor, Department of Forestry, NCHU.

性原則常需視不同區域環境而予以權衡，如於保安林區域或重視國土保安地區，應以公益性為主要考量，相對地，於重視林木生產之經濟林地，則常強調經濟性，不同區域環境森林特性有別，此即為考量森林經營原則之重要依據。

森林經營在台灣地區尤為重要，台灣地區地形陡峭，人口稠密，每當豪雨降下輒易導致水土沖刷蘊釀成災，近年來這種景象不斷地在電視傳播體中重覆出現，也讓民眾意識到環境保育的重要性。緣於八十五年七月間賀伯颱風來襲，夾帶強大雨勢，對台灣地區造成莫大的衝擊，當時之總統李登輝先生即對救災工作下達指示，要在災後重建過程中推動大規模之造林運動，這也就是大家耳熟能詳之「全民造林運動」（林務局，1998a）。全民造林運動實施至今已有一段時間，也引起各單位之專家學者熱烈的討論及民眾的共鳴，此皆顯示全民對於生存環境的重視，也讓林業經營出現一道曙光，鼓舞經營者的士氣。

雖在不同之環境區域下，森林經營層面有其不同之考量，但事實上森林本身所存在之公益性效能及經濟性價值是無庸置疑。本研究蒐集相關資料及應用森林評價學公式探討「全民造林運動」之經濟性，並選擇紅檜樹種為例，分析其至輪伐期之經濟價值，研究所得之結果將可提供相關單位參考。

二、研究材料與方法

本研究主要是以「全民造林運動手冊」（林務局，1998a）所列之造林獎勵樹種為研究材料（不包括竹類），詳如表 1 所示，蒐集近（五）年來木材市場之價格變化，以探討各樹種近年來價格之變化趨勢。並以不同輪伐期樹種為對象，應用森林評價學之計算公式，將政府核發之造林獎勵金換算為前價，以此為基準，再將前價推算為年金，以探討不同輪伐期樹種之年

金收入。並以紅檜樹種為例，蒐集以往所建構之單木材積生長模式，探討其至輪伐期之經濟價值，有關本研究之流程如圖 1 所示。

三、結果與討論

（一）樹種價格變化

茲統計「台灣林業」月刊 1996~2000 年五年間之臺灣省木材市價摘要表所列之省產材價格表，所得之結果如表 2 所示。

茲將表 2 之樹種分為每立方公尺一萬元以上及一萬元以下繪成圖形，以便判斷變化趨勢，所得結果如圖 2 及圖 3。

由表 2 及圖 2、圖 3 之趨勢顯示，除了扁柏、杉木及柳杉等樹種外，其餘各樹種之木材價幾乎趨於平緩，無明顯的變化趨勢。據林務局（1988b）公布之全省歷年木材生產量資料，自 1987 年至 1997 年木材生產量由 490,215 m³ 下降至 44,071 m³，下降達 90% 以上。而目前有 99% 以上之木材皆需依賴國外進口，國內所能提供的木材不到 1%，省產木材交易量萎縮、不熱絡，可能是造成樹種近五年來價格變化量不明顯的主因。

表 2 統計所得之近年來木材市場價格，共計有 13 種（類），其中最後一項為「什木」，此類木材屬於尚有經濟價值之其他類木材而言，而表 1 所列之 54 種獎勵造林樹種中，有部份樹種如榕樹、麵包樹、波羅密等，其木材並無明顯之經濟利用價值，因此這類樹種之價格應在表 2 所統計之什木項以下，因此表 2 所列之樹種尚不能涵蓋全民造林運動之所有樹種，僅能供參考之用。

（二）不同輪伐期樹種之評價

有關全民造林運動造林獎勵金的發放，需符合下列三個條件（林務局，1998a）：

1. 樹種及株數符合規定，且平均分布正常生長於林地。
2. 造林成活率達 70% 以上。

表 1. 全民造林運動獎勵造林樹種 (林務局, 1998a)
 Table 1. Tree species of the plan of National Reforestation Campaign.

樹 種	每公頃栽植		輪伐期(年)	樹 種	每公頃栽植		輪伐期(年)
	株	數			株	數	
杉木	2000		20	榕樹	2000		50
柳杉	2000		20	銀葉樹	1000		50
水杉	2000		30	欖仁	1500		20
台灣杉	2000		30	瓊崖海棠	2000		20
巒大杉	2000		30	毛柿	2000		30
南洋杉	2000		20	象牙樹	2000		30
檫木	2000		50	光臘樹	2500		20
肖楠	2000		50	木荷	2000		30
紅檜	2000		60	相思樹	2500		20
桃花心木	2000		30	楓樹	2500		20
印度紫檀	2000		30	柚木	2000		20
印度黃檀	2000		30	赤楊	2000		20
楠木	2000		20	桉樹	2000		20
儲櫟	2000		20	苦楝	2500		20
樟樹	2000		30	泡桐	1000		20
烏心石	2000		50	油桐	1000		20
扁柏	2000		60	麵包樹	600		20
印度栲	2000		20	波羅密	600		20
福木	2000		20	黃連木	2000		50
鐵刀木	2000		20	水黃皮	2000		20
杜英	2000		20	銀杏	1800		50
椴果	1000		20	銀樺	2500		20
橄欖	1000		20	茄苳	2000		20
龍眼	1500		20	木麻黃	2500		20
大葉山欖	2500		20	油茶	2500		20
白(紅)千層	2000		20	香桂	2000		30
牛樟	2000		30	台灣賽楠	2000		20

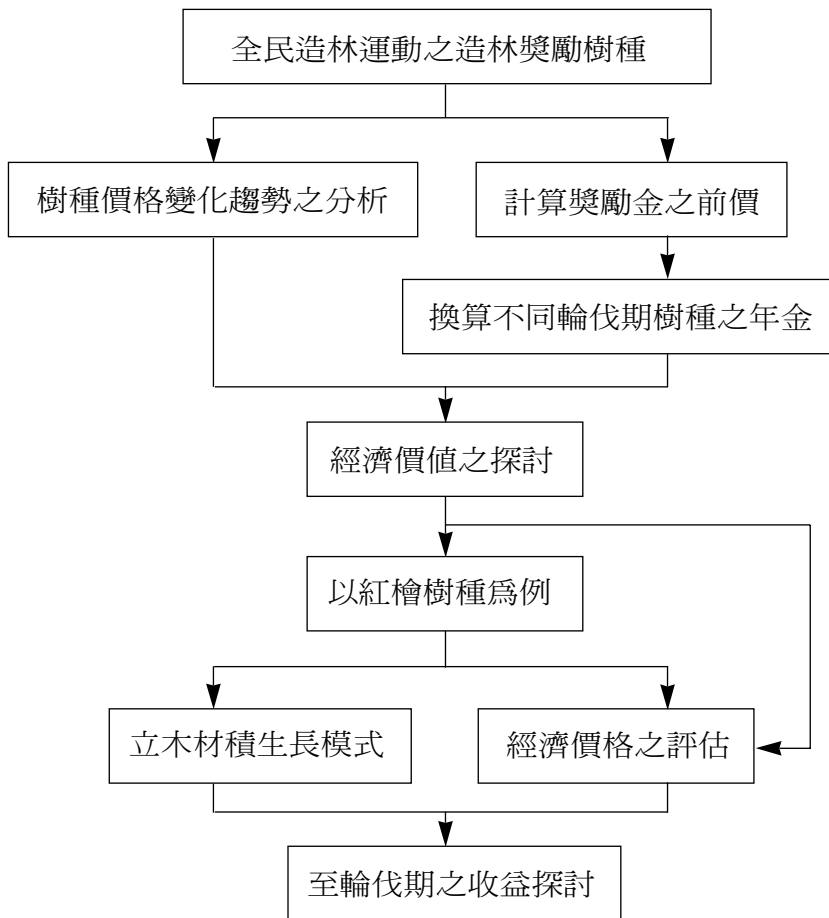


圖 1. 本研究之流程

Fig. 1. Flow chart of the study procedure.

3.自造林第七年起，造林成活率扣除自然枯死率 2%，每三年實施檢測工作，需經檢測合後，再發給獎勵金。

而造林獎勵金之發給方式，茲整理林務局（1998a）獎勵造林實施要點第七條之內容，如表 3 所示。

本研究假設林農皆按相關規定實施造林與撫育工作，且全數取得表 3 所列之造林獎勵金，依森林評價公式將不同年度所發放之造林獎勵金，換算為前價，以此為基準，再依不同輪伐期之年數，推算輪伐期內每年可

得之定額年金。

有關造林獎勵金之前價計算，係依前價之計算公式(井上由扶，1975；于政中，1995)，如(1)式所示：

$$T \times (1/1.0P^n) \dots \dots \dots (1)$$

T 第n年之獎勵金

P 利率

n 年數

有關利率(P)暫以目前之銀行利率（年利率 5%）計算。

茲由(1)式換算 1 至 20 年間之造林獎勵金

表 2. 相關樹種近五年來價格變化之統計(以當年為計價標準)

Table 2. Timber prices of different tree species in recent 5 years (at current price basis).

單位：新臺幣元／立方公尺

樹種	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年
扁柏	61,933	56,318	61,164	61,352	63,060
紅檜	50,455	49,587	49,539	49,510	49,510
鐵杉	4,072	4,072	4,072	4,078	4,072
松類	3,580	3,580	3,580	3,580	3,580
杉木	3,467	3,918	3,858	3,819	3,803
柳杉	3,520	3,649	3,337	3,589	3,548
烏心石	4,821	4,821	4,821	4,821	4,821
牛樟	29,834	29,820	29,834	29,851	29,874
檫木	23,820	23,820	23,820	23,839	23,866
楠木	3,351	3,315	3,315	3,315	3,351
柯椎	3,627	3,627	3,627	3,627	3,627
儲櫟	2,879	2,879	2,879	2,879	2,879
什木	2,698	2,698	2,698	2,698	2,698

資料來源：「台灣林業」月刊之木材市場摘要表(1996-2000)

前價如下：

第1年	$100,000 \times (1/1.05^1) = 95,238.0952$
第2年	$30,000 \times (1/1.05^2) = 27,210.8844$
第3年	$30,000 \times (1/1.05^3) = 25,915.1280$
.	.
.	.
第6年	$30,000 \times (1/1.05^6) = 22,386.4619$
第7年	$20,000 \times (1/1.05^7) = 14,213.6266$
.	.
.	.
第20年	$20,000 \times (1/1.05^{20}) = 7,537.7897$
合計	366,667.7942

將各年計算所得之前價合計得 366,667.7942元，復以有限年金公式（井上由扶，1975；于政中，1995），如(2)式所示，推算每年可得之定額年金。

$$Sv = A \times (1.0P^{n-1}) / (1.0P^n \times 0.0P) \dots\dots\dots(2)$$

Sv 年金合計

A 每年定額之年金

n 全期之年數

P 年利率

如將(1)式之A移至等式之左方，Sv移至等式之右方，該式即可由(3)式表示之。

$$A = Sv \times 1.0P^n \times 0.0P / (1.0P^{n-1}) \dots\dots\dots(3)$$

茲以(3)式計算表 1 所列之四種不同輪伐期之定額年金。所得之結果以圖 4 表示。

由圖 4 之結果可知，隨著輪伐期年數增加，年金隨之遞減，以 60 年和 20 年之年金相比較，差距達一萬元以上，由造林獎勵金之發放方式可知，造林 20 年後即無獎勵金的發放，因此由造林獎勵金換算得之前價，必需分攤至 20 年以後。單就本項計算結果可知，林農若選擇短輪伐期之樹種，於 20 年內將可獲得較多之收益。若林主至 20 年輪伐期實施伐採作業後，林地即可重新利用，不似長伐期樹種，需於 20 年以後才能伐採，且 20 年以後至輪伐期這段期間並無獎勵金的發

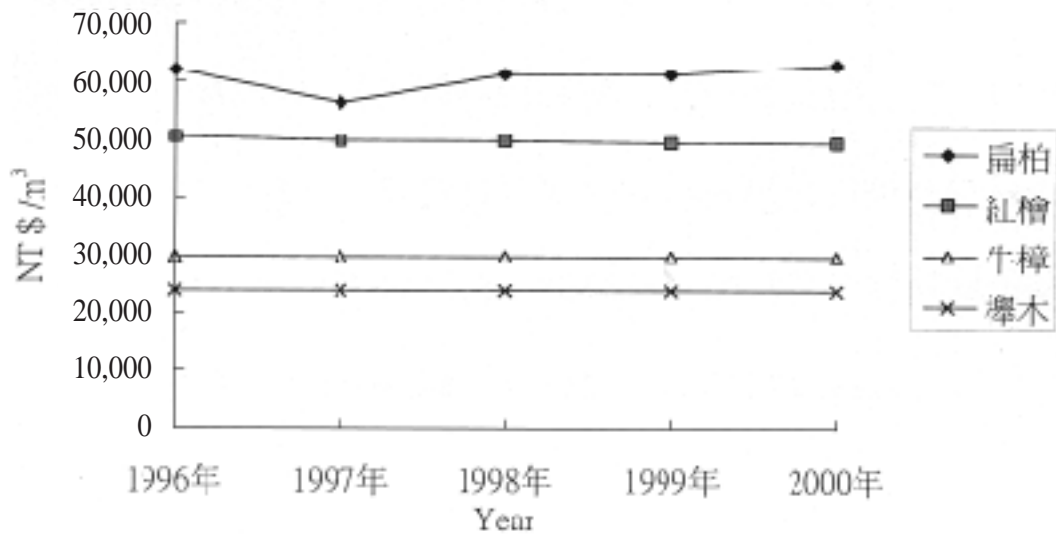


圖 2. 四種不同樹種近五年來價格變化趨勢 (資料來源：「台灣林業」1996-2000)

Fig. 2. Timber price fluctuation of 4 tree species in recent 5 years.

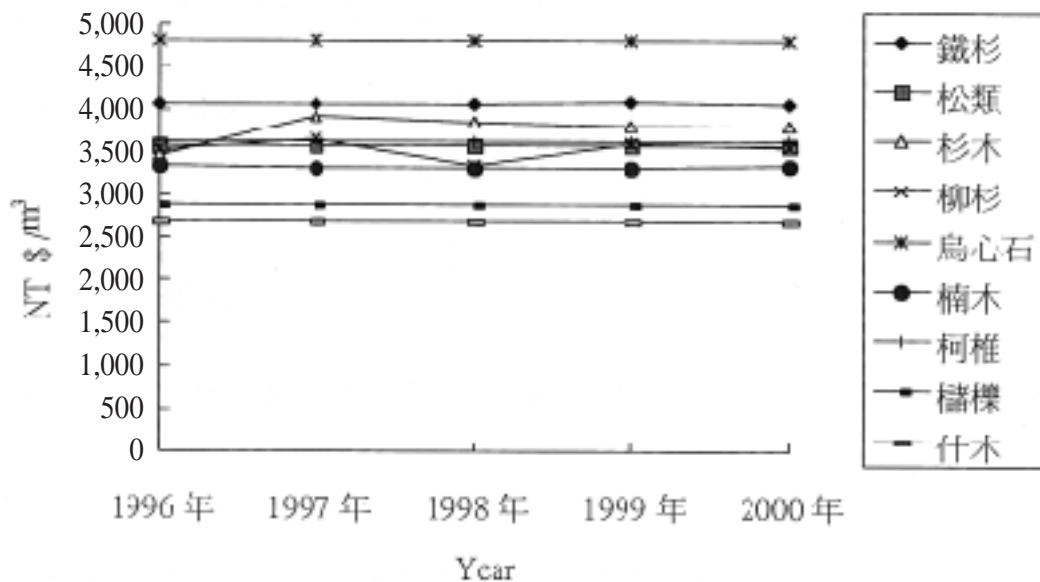


圖 3. 十種不同樹種近五年來價格變化趨勢 (資料來源：「台灣林業」1996-2000)

Fig. 3. Timber price fluctuation of 10 tree species in recent 5 years.

表 3. 造林獎勵金之發給方式 (林務局, 1998a)

Table 3. Bounty of the plan of National Reforestation Campaign.

年份	內容	金額
第一年	新植撫費/公頃	100,000元
第二至六年	新植撫費/年/公頃	30,000元
第七年至第二十年	造林管理費/年/公頃	20,000元

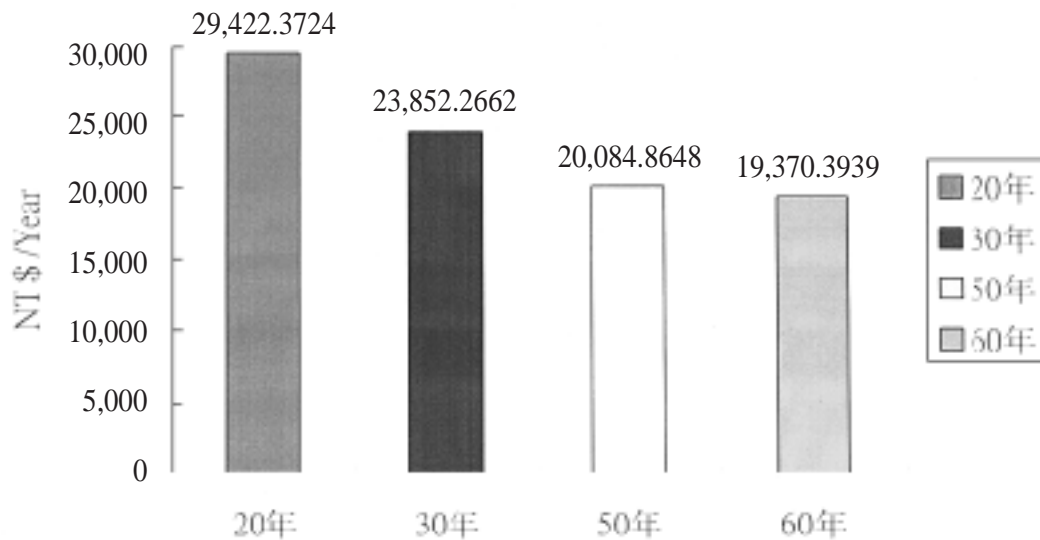


圖 4. 不同輪伐期樹種之定額年金

Fig. 4. Annuities account by different tree rotation.

放，可能造成林農在經濟上的問題，因此政府造林獎勵金的發放是否應斟酌所選擇樹種輪伐期之長短而有所差異，以解決林農可能在經濟上所發生的問題，值得深思。

就樹種之輪伐期而言，全民造林運動所選用樹種之輪伐期若比照民國八十年十月十六日所公布之「保安林造林樹種伐期齡一覽表」所訂之樹種伐期齡相較，可發現全民造林運動所選用樹種之輪伐期明顯較短，茲列舉全民造林運動所列之四種輪伐期與之相比較：輪伐期六十年之紅檜、扁柏，保安林造林樹種伐期齡皆訂為一百五十年；輪伐期五

十年之檫木、烏心石，保安林造林樹種伐期齡皆訂為八十年；輪伐期三十年之台灣杉、巒大杉，保安林造林樹種伐期齡皆訂為一百年；輪伐期二十年之杉木、柳杉，保安林造林樹種伐期齡杉木為三十年、柳杉為四十年。全民造林運動所選用樹種之輪伐期明顯較短，是否顧慮到經濟收益之考量，則有待進一步深入研究。

(三) 紅檜樹種之價格分析

紅檜 (*Chamaecyparis formosensis* Matsum.) 為全民造林運動所獎勵造林樹種之一，係高山造林之重要樹種，屬於長輪伐期

之樹種，以經濟價值而論，其在人工林佔有舉足輕重之地位，早年曾為本省帶來大量外匯，依「林務局各林區國有林直營造林地清查結果報告」顯示紅檜人工林的造林面積達33,482.76 ha，佔全部造林面積之 13%，僅次於柳杉及松類（林務局，1994）。

該樹種之相關研究很多，包括疏伐試驗、生長模式研究、地位指數建立等（李久先，1985；李久先、陳朝圳，1988；李久先、顏添明，1996；2000；顏添明、李久先，1998）。驗試資料易於蒐集，本研究採用李久先、陳朝圳（1988）所建立之大雪山地區紅檜人工林單木材積生長模式，如表 4 所示，由該模式推估紅檜至輪伐期（60年）之立木材積，及全林分材積。

由表 4 之推估結果可知，紅檜屆輪伐期時，其單株之材積可達 0.0891641m³，有關林分於林地之材積（蓄積）量，並不能以直接乘上木材市場之單位材價，以推估其價格。因林木自林地到木材市場販售的過程，其間至少需要經過伐木、造材、集材及運材等過程（姚鶴年，1969；蔣孝淑，1963），這些過程中皆需費用支出，這類問題國有林產物處分規則第十七條中亦曾提及林產物價金的計算式即：

林產物價金=〔林產物總市價／（1+利潤率+資金利率）〕－生產費

換言之，市場上的售價（selling price）其實包括了林木由林地至市場之各種生產費用及利潤等，這些費用至少包括了伐木成本（logging cost）、運材成本（hauling cost）及製

材成本（milling cost）等，這些成本也一並會附帶轉加到商品上。Davis and John（1983）、Duerr（1988）將以上這些成本稱之為轉換成本（conversion cost），而這類問題可用殘值法（derived residual value）來解決，該法乃由售價扣除各種成本及利潤推導出林木價格，Duerr（1988）分析以往資料，所得轉換成本之值約為 75%，若再扣除利潤率，林木殘值將低於 10%，為能儘可能將這類問題合理化本研究採用市價之 10%做為推估市價和林木價間之價差修正值。

本研究將推估所之結果配合林木存活率（70%~100%）及表 2 之紅檜市價（以 49510 元/m³計算）×修正值（10%）計算，所之結果如表 5 所示。

本研究將不同存活率林分計算所得之價格為後價，以有限年金終值合計公式（井上由扶，1975；于政中，1995），如（4）式所示，推算每年可得之定額年金。

$$S_n = A \times (1.0P^n - 1) / 0.0P \dots\dots\dots (4)$$

S_n：年金終值合計；

A：每年定額之年金；

n：全期之年數；

P：年利率。

將（4）之A移至等式之左方S_n移至等式之右方，該式則可由（5）式表示之。

$$A = S_n \times 0.0P / (1.0P^n - 1) \dots\dots\dots (5)$$

由（5）式可計算不同存活率林分之定額年金。如將其和圖 4 輪伐期為 60 年之樹種由造林獎勵金換算所得之年金相加，結果可由

表 4. 紅檜之材積生長模式

Table 4. Tree volume growth model of *Chamaecyparis formosensis*.

推估模式	$v = 89.22145 \exp(-\exp(2.15719 - 0.158446A)) \times 10^{-3}$
分析樣本	103
相關係數(R)	0.9982
推估結果	A=60年, v=0.0891641m ³

備註 v：材積；A：林齡（李久先、陳朝圳，1988）

表 6 表示之。

由表 6 之結果可明顯的得之，由材價及獎勵金換算所得之年金合計值差異量並不大，主要是因為材價部份換算所得之年金比例小，此部份和合計值之比例約在 10% 左右，這也突顯出在收入部分造林獎勵金所扮演著相當重要的地位。

(四) 相關問題之討論

就政策層面而言，臺灣林業經營管理方案第三條之規定「公、私有林之經營，應積極作有計畫之造林及經營之輔導，對私人造林給予補助，以激發民間造林興趣。」全民造林運動計畫採用造林獎勵金鼓勵全民參與造林運動，雖其對象並不僅侷限公、私有林，但是這種經濟上的誘因，確可促進公、私有林造林意願，尤其是私有林之經營，其經營目的大都和一般之農業經營相同，在於獲得經濟上之收益。此政策若和以往的租地造林政策相比較，租地造林政策，係出租國有之林地，吸收民間之力量，予以造林。而全民造林運動，則是由政府

提供「造林獎勵金」，激發造林意願，就森林之所有權而言，已由國有擴展到公有及私有之領域。

就技術層面而言，全民造林運動唯該運動尚屬起步階段，相關之規劃、研究及評鑑工作雖已陸續展開（農委會，1998；李久先，2001），但是部份之基本資料，如臺灣之木材市場之供需及產銷系統等相關資料亟待建立，這些資料庫的建立有助於輔導林農瞭解木材供給及產銷之相關資訊。

就經濟層面而言，經營林木一輪伐期之經濟收益為收入扣除支出，一般林木經營之支出包括造林費、管理費及伐採等相關費用，而收入則包括間伐及主伐收穫（井上由扶，1975），當由林木由林地伐採至市場還需計算伐木、造材、集材運材等相關成本，而全民造林運動在收入部份則增加了造林獎勵金，本研究大都僅就收入部份逕行探討，雖亦計及林木由林地伐採至銷售等相關費用，但對於造林費及管理費等均未列出，因此如要詳細計算淨收

表 5. 林分之立木價格

Table 5. Timber prices of Stand.

存活率	株數	全林分材積(m ³ /ha)	全林分價格(元/ha)
70%	1,400	124.8296	618,031.3496
80%	1,600	142.6624	706,321.5424
90%	1,800	160.4952	794,611.7352
100%	2,000	178.3280	882,901.9280

表 6. 由不同林分存活率之年金計算結果

Table 6. Annuities of each stand account by different tree survival ratio.

存活率	由材價換算之年金(元/年)	由獎勵金換算之年金(元/年)	合計(元/年)
100%	1,747.9067	19,370.3939	21,118.3006
90%	1,997.6077	19,370.3939	21,368.0016
80%	2,247.3086	19,370.3939	21,617.7025
70%	2,497.0096	19,370.3939	21,867.4035

單位：ha

益，對於支出部份仍需蒐集相關資料進行研究。

有關林木價格推估方面，市場之售價與林木價二者之間必有很大的落差，因林木之售價必需扣除生產之相關費用及利潤等才可以合理的估算立木價，這種以市價推導至林木價的殘值法具合理的經濟理論基礎，但國內相關之研究較為欠缺，所引用之文獻（Duerr, 1988）的合宜性，仍有待後續蒐集資料佐證。

就林木生長收穫層面而言，林木生長受樹種、林分密度、地位等因子影響（Clutter *et al.*, 1983; Husch *et al.*, 1982），因此探討森林之生長收穫，除必需瞭解不同樹種之特性外，尚需考量地位及林分密度等外在因子，對於本研究所應用之樹種－紅檜，該樹種之區域性(大雪山地區)地位生產潛能之評估模式及疏伐對生長之研究已有相關之研究報告發表（李久先、顏添明，2000；顏添明、李久先，1998），但若要應用這些模式予以評估不同地位或密度之林木生長量，可能會使研究內容趨於複雜，因此本研究採用較為簡便之推估方法，逕採區域性之單木材積生長模式模擬，配合存活率推估林分之材積收穫量，即以平均生長狀態之概念將這些問題簡單化，以探討經濟收益。

四、結語

全民造林運動為目前重要的林業政策，該運動對林主所補貼之造林獎勵金長達20年，如以森林經營之經理期計算，可達二個經理期，在這為期不短的期間，仍需要各領域投入研究及政府民衆持續關心，以提昇本運動的品質。

如以供給需求之觀點而言，需求者（全民或政府）對本運動之期望可能在於森林公益性公能的發揮，這和本運動之精神是一致的；而供給者（林主）對本運動可能尚需慮

及經濟考量，本研究乃以經濟性的觀點探討全民造林運動，並以紅檜為例，探討林木收益等相關問題。由各種收益換算年金後更可明顯地得知，林農之收益來源大部份是以造林獎勵金為主，這也突顯出造林獎勵金在全民造林運動的重要性，這點可以提供有關單位參考，唯目前各類資料的蒐集及分析尚屬起步階段，分析過程疏漏之處在所難免，尚祈各領域之專家學者不吝指正，未來將蒐集各類資訊分析研究，以期得到較為具體的結果。

五、引用文獻

- 于政中 (1995) 數量森林經理學 1-101頁。
- 林務局 (1994) 林務局各林區國有林直營造林地清查結果報告 254頁。
- 林務局 (1996~2000) 臺灣省木材市價摘要表所列之省產材價格表。台灣林業。
- 林務局 (1998a) 全民造林運動手冊。臺灣省林務局編印 31頁。
- 林務局 (1998b) 林務局業務簡介 52頁。臺灣省林務局編印。
- 李久先 (1985) 紅檜人工林疏伐之研究(第三年總報告)。國立中興大學森林學系研究報告第 202 號 50頁。
- 李久先 (2001) 全民造林運動計畫專案查證評鑑。(未發表)
- 李久先、陳朝圳 (1988) 大雪山地區紅檜人工幼齡林單木生長模式之研究。中華林學季刊 21(2):25-24。
- 李久先、顏添明 (1996) 三種生長模式在紅檜人工林生長適用性之探討。中華林學季刊 29(2):83-94。
- 姚鶴年 (1969) 林木採運規劃 行政院國軍退除役官兵輔導委員會橫貫公路森林開發處叢 361頁。
- 農委會(委託) (1998) 全民造林運動規劃研究報告。國立中興大學、台灣省林務局、台

灣省林試所編纂。

蔣孝淑 (1963) 伐木運材。臺灣省立中興大學農學院叢書第三 313頁。

顏添明、李久先 (1998) 應用RICHARDS生長模式分析疏伐林分之單木生長。中華林學季刊 31(2):165-176。

井上由扶 (1975) 森林評價。地球社 128頁。

Clutter, J. L., J. C. Fortson, L. V. Pienaar, G. H. Brister, and R. L. Bailey. (1983) Timber management a quantitative approach. John &

Sons.

Davis, L. S., and K. N. Johnson. (1987) Forest management. McGraw-Hill. New York.

Duerr, W. A. (1988) Forestry economics as problem solving. Distributed by Orange Student Book Store, Inc.p(48-1)-(48-8).

Husch, B., Miller, C. I., and T. W. Beers. (1982) Forest mensuration. 3rd ed. New York:The Ronald Press Co.

