

行政院出國報告

(出國類別：研究)

生態林業對環境效益之研究出國報告

服務機關：行政院農業委員會林業試驗所

出國人職稱：主任

姓名：吳俊賢

出國地區：美國

出國期間：91.06.30~91.09.22

報告日期：91.08.22

F8/
/09/03572

目次

壹、 目的-----	1
貳、 過程-----	2
參、 心得-----	3
肆、 建議與結論-----	21
伍、 附錄（專題演講內容）-----	23

壹、目的

筆者前尚在農委會服務時，向行政院人事行政局研提九十年度公務人員出國專題研究計畫，研究項目為「生態林業對環境效益之研究」，為期三個月，案經農委會、人事行政局審查通過。台灣之森林經營已經邁向生態系經營，森林具有多重效益與功能，但是大部分民眾尚未明瞭森林之非木材價值與公共福祉，包括確保經濟建設、居民生命財產安全等，遠高於木材經濟價值。台灣森林占全島面積 59%，森林是台灣最大且最重要之生態系。台灣森林具有生產至少 20% 木材之自給潛力，但是台灣 99.9% 以上之木材靠進口，身為地球村之一員，台灣有責任增加其潛在木材生產，增進森林生產力也是生態系經營之特色之一。台灣自 81 年實施天然林禁伐，雖然有許多人工造林地，但限制砍伐面積不得超過 5 公頃，環保運動對森林經營之壓力日增。本研究重點即探討在生態系經營之概念之下，如何評估其環境效益與社會價值，並研究永續林業在美國之新發展。本計畫經費係由行政院人事行政局補助，筆者於 90 年 6 月 30 日出國，前往以生態系經營研究著稱的美國奧勒岡州立大學森林學院研習近三個月。本次研習除蒐集許多最新永續林業資料外，尚與許多美國相關林業專家學者進行溝通與交流，對未來國際林業經濟研究合作交流建立良性管道與基礎。

貳、過程

日期	地點	工作內容	備註
6月30日	台北→舊金山→Portland	行程、晚上抵達波特蘭	
7月1日 9月7日	Portland→Corvallis	在奧勒岡州立大學(OSU)森林學院研習	
9月8日	Portland→Morton	參訪聖海倫火山	
9月9日	Morton→Ocean Shores	參訪瑞恩尼爾山	
9月10日	Ocean Shores→Forks	參訪奧林匹克天然資源中心(ONRC)	
9月11日	Forks	參訪老齡林保育及人工林間伐與製材利用	
9月12日	Forks→Portland→Corvallis	行程	
9月13日 9月20日	Corvallis	在奧勒岡州立大學森林學院研習	
9月21日	Portland→Los Angeles	回程	
9月22日	台北	晚上八點十分抵中正機場	

參、心得

一、研習環境

奧勒岡州立大學(Oregon State University; OSU)創辦於1858年1月20日，位於Benton郡的Corvallis。OSU在Willamette河谷的西岸，介於Coast Range和Cascades之間，在Marys河和Willamette河合流處。OSU是在Portland南方85英哩、Salem南方35英哩、Eugene北方43英哩、奧勒岡海岸Newport東方54英哩。Corvallis人口有49,630人，Benton郡人口有76,700人。OSU之海拔高有245英呎。

奧勒岡州立大學校內從事林業方面之研究機構包括奧勒岡州立大學森林學院森林研究室(College of Forestry, Forest Research Laboratory)，研究領域包含森林更新(Forest Regeneration)、森林文化及生產力(Forest Culture and Productivity)、保護森林及集水區(Protecting Forests and Watersheds)、評估森林利用及作業(Evaluating Forest Users and Practices)、木材處理及產品性能(Wood Processing and Product Performance)；美國農部森林署西北太平洋研究所(USDA Forest Service, PNW Research Station)，研究領域包含水及土地交互作用(Aquatic/Land Interactions)、生態系過程(Ecosystem Processes)、資源經營及生產力(Resource Management and Productivity)、社會及經濟價值(Social and Economic Values)、人及自然資源(People and Natural Resources)、太平洋資源調查、監測及評估(Pacific Resource Inventory, Monitoring, and Evaluation)、經營自然干擾以永續森林健康(Managing Natural Disturbance to Sustain Forest Health)；美國內政部美國地理測量森林及牧野地生態系科學中心(USDI U.S. Geological Survey, Forest and Rangeland Ecosystem Science Center)，研究領域包含森林生態系(Forest Ecosystems)、野生動物生態(Wildlife Ecosystems)、水生生態系(Aquatic Ecosystems)、乾燥及半乾燥生態系(Arid and Semiarid Ecosystems)、地景動態學(Landscape Dynamics)、保育遺傳學(Conservation Genetics)、復育生態(Restoration Ecology)、污染物(Contaminants)、人類面向(Human Dimensions)；環境保護局環境研究室(Environmental Protection Agency, Environmental Research Laboratory)，研究領域包含全球氣候變遷(Global Climate Change)、環境監測及評估(Environmental Monitoring and Assessment)、空氣污染對森林之效應(Air Pollution Effects on Forests)、生態風險評估(Ecological Risk Assessment)、生物多樣性(Biological Diversity)。

奧勒岡州立大學森林學院內包含森林資源系(Department of Forest Resources)、森林科學系(Department of Forest Science)、森林產物系(Department of Forest Products)、森林工程系(Department of Forest Engineering)。森林學院有二處林場做研究與教學之用，一為College Research Forests，面積14,000英畝，位於校園北方五英里；另一為H. J. Andrews Experimental Biological Reserve，位於高Cascades西方山坡，其在國家科學基金長期協定之下由森林署和奧勒岡州立大

學聯合經營。

Corvallis 的主要天氣特色是下雨，此地的雨季約佔全年三分之二，通常從九月（有時十月）開始一直到五月（有時六月），夏天相當乾燥。筆者在 Corvallis 研習時間剛好是夏天，氣候炎熱乾爽，只碰過幾次小雨。暑假學生較少，整個校園有些空蕩蕩。

二、森林之價值

（一）價值之類別

所有人類的活動都仰賴天然環境(natural environment)，森林即屬一種環境資源。此等環境資源形成生命所依賴的生態過程，提供投入以生產產品與服務，以及充當廢棄物與污染物之庫存所(sinks)。就森林多目標利用而言，林文鎮（1988）將森林功能分為八大類：林業生產、國土保安、森林遊樂、生態保育、環境綠化、國民健康、自然教育、陶冶性靈。森林是一個多功能、多效益的系統，功能是效益的基礎。森林之效益來自森林生命活動，凡以森林為主之生物群落或生態系運作效應，其生命活動愈為旺盛者，對環境保護之功能亦必宏大。因此，森林是生產資源，可以生產各種林產物；森林也是環境資源，可以發揮水源涵養、國土保安、形成舒適環境；森林更屬文化資源，可以提供森林遊樂、野生動物保育、自然學習、藝術創作、宗教修行等功能。

森林之效用(utility)是由社會所覺察到的，依人類之偏好而決定其大小，因此森林之意義與價值隨時間與空間而改變。可以說，所有的森林價值包括生態、遊樂、經濟的價值，都是社會的，因為其意味對社會的價值與重要性之一種測計。

許多環境資源無法在市場交易，因此沒有明顯的價格。因此可能的危險是，人類活動對該自然環境的效應將被忽略。如果其未完全考慮到，則決策將不會對社會最有利。自然資源與人造資源之間雖有部分替代性，但並不能完全取代，因此吾人實施自然保育與森林經營，使自然環境產生各種經濟效益與機制功能，對人類產生許多價值貢獻。森林資源可以提供有市場價值之財貨，如林木生產，同時也提供人類許多美麗景緻、水源涵養、生態旅遊等非市場的財貨與服務。對於非木材產品之需求現正日益增多，其價值也日增，其對森林經營之影響亦漸增大。就森林經營之不同的森林產出而言，吾人必須考慮其價值與生產成本。通常某一產出若增加，則必須犧牲其他產出。因此，其間要有適當的妥協以使森林之總價值最大，此即森林多元利用之替換(trade-offs)與經濟問題。市場之產品與服務可以經由市場機能決定其貨幣價值，森林之非市場產品與服務，則往往無法經由市場機能反應其真正的貨幣價值。森林之非木材功能因具有公共財之特色，缺乏市場價格，故其量化評估較為困難。然而，缺乏市場價格並不表示其沒有價值，只是其價值沒有市場指標。這些無定價的價值(unpriced values)雖然難以顯示，但是其仍有經濟意義，因為任何事物或行動只要個人能從中得到滿足就被視為有價值。森林之社會價值包括產品價值 (commodity values)、令人愉快價值 (amenity

values)、環境品質價值 (environmental quality values)、生態價值 (ecological values)、公共使用價值 (public use values)、心靈價值 (spiritual values)、健康價值 (health values)、安全感價值 (security values)等。

經濟評估(economic valuation)和財務分析(financial analysis)之間的差異，在於經濟評估是根據經濟價值來做評估，即估測其市場及非市場價值，考量到社會福祉；而財務分析是在經濟評估的次集(subset)，只測計金錢流量，僅考量市場上交易的產品與服務。就某一地區之總經濟價值(Total Economic Value, TEV)而言，可分為使用價值(use values)及非使用價值(non-use values)。使用價值包括直接使用價值(direct use values)、間接使用價值(indirect use values)及選擇性價值(option values)，非使用價值包括存在價值(existence values)、遺贈價值(bequest values)及假想身歷其境感受價值(vicarious value)。亦有將選擇性價值歸為非使用價值。其中以非使用價值特別難以估測。非使用價值是指個人可能從沒有直接使用或到達環境資源所得到的效益。開發中國家，往往只評估使用價值，而忽略了非使用價值的存在與重要性，很容易造成資源分配之嚴重偏差。在資源之各種價值中，間接使用價值係指森林之生態功能價值，如集水區保護、穩定氣候、碳固存。選擇性價值為保留在未來某個時間使用某環境資源之選擇而獲得的福祉，包括可能在未來直接使用或間接使用；換言之，即為瞭解關於自然環境資源未來需求之個人不確定性、複雜性、以及其未來可到達性的不確定性，所願意支付的價值。準選擇性價值(quasi-option value)是藉延遲可能導致不可回復環境損害，以期獲得更佳資訊之機會所獲得之福祉；當未來技術或知識可增進自然資源之價值時，此種價值就可獲得。遺贈價值是這一代為未來世代保存環境所獲得之福祉；即知道其他人能由該地區獲益或將獲益之效益，包括其子孫或人類世代。存在價值是得自知道某環境資源存在之福祉，係反應該地區存在之效益，縱使吾人不可能去探訪或使用。假想身歷其境感受價值是經由書本與其他媒體而間接消費某環境資源所得到的福祉。

環境價值如果沒有去評估，則可能產生三種結果。第一、淨環境效應(net environmental effect)可能為負值。經由自然資本過度開發、過量污染、或不可逆轉的損害，可能發生自然資源的劣化。第二、淨環境效應可能為正值。可能在環境生產能力上會投資不足或利用不足。例如在決定樹木栽植計畫之預算時，如果政府只評價樹木視覺愉快(visual amenity)，而忽略樹木之其他環境效益如防風、水源與野生動物棲息地保育，則可能花費太少於造林。第三、淨環境效應可能為中性。環境劣化價值和環境利用價值相同。在此情況下，決策者在做決策時只需考慮非環境因素，如預算或公平考量。

外部性(externality)是一種環境問題，外部性很少在市場上交易。外部性的形式包括物質外部性(physical externality)，如上游污水造成下游污染；精神及文化外部性(spiritual and cultural externalities)，如原住民聖地之褻瀆。外部性也可能為正值，如農民種樹以減少鹽分，也可能對下游農民提供鹽分減少效益，並控制河川流量、減少土壤沖蝕及保護水供給。

(二) 願意支付

在經濟分析裏，任何增加福祉的行動(action)是效益，任何減少福祉的行動是成本。人們對產品或服務所設定之價值就是效益，包括由環境所提供的產品或服務。消費者從產品或服務裏所得到的價值或效用反映在其願意支付(willingness to pay; WTP)。其願意支付表示其願意放棄其他事物或收入，以得到某產品，因此其為以金錢來測計其相對評價。人們可藉其願意支付來顯示效益之價值，也可藉由願意接受(willingness to accept; WTA)放棄該效益之補償來顯示環境效益之價值。這些非市場資源具有貨幣(金錢)價值，只要人們願意以其某些收入與財富來交易它們。依此而言，貨幣價值並不視人們是否實際以金錢交易其所得的效益。在環境損失之例子，人們藉由願意支付避免損失或維持現存的环境愉快(environment amenity)以及願意接受忍受環境愉快損失之補償，來顯示其價值。就經濟理論 WTP 及 WTA 之二種效益概念而言，對某一地區應顯示相同價值，即最大的願意支付等於最小的願意接受。但是根據經驗與試驗結果顯示，WTP 及 WTA 之間有很大差異，由於人們對其擁有的事物比其沒有的事物評價更高，因此 WTP 通常比 WTA 較小，通常 WTA 比 WTP 高二至三倍。在經濟理論上無法解釋此現象，就心理學上的解釋是人們以其權利、特權、財產來定義其本體(identity)，因此在擁有某物一段時間後預期會喪失某物代表個人本體的喪失。其次，高收入者比低收入者有能力支付更多。如果評估某一開發中國家之某地區價值，而該地區卻由已開發國家之觀光客所使用，則觀光客對其使用及非使用效益將比地方民眾給予更高之價值。

(三) 貨幣評價限制

經濟價值之貨幣評價上有其限制，在環境經營裏道德與技術限制特別重要。要轉換所有的環境效益與成本成為金錢價值並非都是可行。某些效益與成本可能難以確認，因為缺乏生態系方面的知識。有些人認為環境資源對社會的效益太複雜而無法以唯一金錢價值來表示，如此將使環境的重要性平凡化。有些效益與成本可能有爭議，例如生命的價值，無法以金錢來測計。就道德限制而言，在經濟分析裏關於公平與道德有假設某種的協約。例如，大部分經濟研究假設賦予某一資源的價值應該受限於人們支付能力，且目前的財富分配是可以接受的。某些人的經濟認同比其他人有較高價值，因為一個富人比窮人較可能願意支付更多來保護(或破壞)一處環境。任何的評價暗示自然資源屬性是相對重要，不是絕對重要，某種判斷並非大家都相同。就某些人而言，對環境資源之損害是無法用金錢來補償。縱使對現存消費者有一完美的偏好評價，卻也無法提供未來人們的任何偏好指示。

雖然科學與經濟學很先進，在貨幣評價上仍有一些未解決的技術問題。對於複雜且很少被了解的效應上，如生態服務的完全價值，常被要求提供貨幣資訊。由於不同型式的政府干預而使市場扭曲，以致不同產品金錢價值的比較性受到限制，如關稅的影響。像大部分定量資訊一樣，金錢價值提供只是某單一時間點的一個估計。社會態度的轉移、改良的資訊、與漸減的資源基礎會使評價產生

很大改變。

在應用評價技術時，主觀性(subjectivity)是很重要因子。不管評價技術怎麼發展，其應用仍依賴專業判斷。縱使環境愉快可以在市場上交易，我們也永遠不會知道其未來價值，因此需要額外的決策規則以處理風險與不確定性。例如，安全最低標準規則以及維護現有天然資本蓄積的原則，對有顯著不可回復結果之任何決策都是很重要的。得到非市場環境價值的利益必須和得到這些的成本與可行性互相評估比較。有時候應避免用困難的環境評估。經濟價值與成本效益分析很少構成決策的唯一投入。關於公平、文化、與社會意義之資訊也是重要的投入。政治考量對決策亦有強烈、有時是高於一切的影響力。

三、價值分析方法

願意支付/接受是效益的經濟概念，機會成本是成本的概念。淨效益，或淨價值可由以下式子算得：

$$\text{淨價值} = \text{效益} - \text{成本} = \text{願意支付/接受} - \text{機會成本}$$

要找出人們對環境產品與服務之市場與非市場價值，有許多方法、技術可資應用。就評價技術類型而言，包括市場價值方法(Market value approaches)、代替市場方法(Surrogate market approaches)、模擬市場方法(Simulated market approaches)。如下表所示：

市場狀況	使用資料	技術種類
可觀察到的價格或產品之市場資料	環境資源之價值或成本	市場價值方法（從成本與收益之比較導出價值）
可觀察到的價格或產品之市場資料	代替產品或服務之價格或成本	代替市場方法（從相關市場之成本與收益導出價值）
對價格或成本而言沒有可觀察到的市場資料	在模擬市場之調查裏對問題之回應	模擬市場方法（從假設性問題導出價值）

市場價值方法包括生產力改變技術、所得改變技術、替換成本技術、預防的花費技術、及移置到新地方成本技術。

(一) 生產力改變技術(Change-in-productivity technique)

生產力改變技術是估測因環境改變而導致產品或服務生產價值的改變。當吾人想求出保護區的生態價值時，測計生產力的改變特別有用。例如，某一森林保護區正被考慮實施皆伐作業。因為該處森林之所在，其提供給下游農民的一項服務，就是避免河川淤積。生產力改變法將測計目前的生產力水平，並估測其皆伐後的水平，再計算此兩種水平之間的差異以導出生產力的損失。此等損失就是該保護區存在時的價值。

(二) 所得改變技術(Change-in-income technique)

所得改變技術即所得損益法(loss or gain of earnings)。收入損失由於健康不良、太早生病或死亡而喪失工作所致，這種問題可能由環境效應如污染所引起。收入也可能因健康改善、延遲疾病與較晚死亡而獲得。如果健康改變是由於環境效應改變，健康損失就是環境成本，健康獲益就是環境效益。當環境效應、健康、與收入之間的關係能建立後，環境效應就可以收入之改變來評價。其即評估由於環境劣化（或改良）而導致人類生產力的改變。此種方法在決定保護區調整功能的某些更具體改變效應上可能更有用。這些調整功能包括集水區保護；有機物質、養分、與人類廢棄物的儲存與再循環；以及氣候調整。例如，假設水質改善減少因為不良水質所導致疾病的水平，那麼所得損失方法可用來估算乾淨水的效益。

（三）更換成本技術(Replacement cost technique)

更換成本法可用來測計更換環境資源或人造產品、服務或資產所需之費用，如估算對保護區造成損害之成本，藉由檢視更換該受損害地區所需成本而求得。例如，復舊一個保護區的成本可用來做為對該保護區環境損害之成本估計。此等成本拿來與開始時防止損害發生之成本相比較。如果更換成本法超過防止成本，那麼該損害就應避免。此更換費用是繼續得到某特定效益之最少願意支付的估測。如復舊帶狀開礦地點成為原來狀況之費用，可用來估測維護該土地環境之效益，此能提供資訊給開礦的決策。但是，更換產品與服務必須是和原來的產品或服務相同，或至少為好的替代物。更換成本必須是復舊由於環境效應產生之效益損失，而不是由於正常的磨損或損耗產生之效益損失。該方法假設更換之效益超過成本，否則就不會發生成本。因此更換成本僅提供最小的效益估測。

（四）預防的花費技術(Preventative-expenditure technique)

家戶(households)有時願意支付以避免對其環境有損害，且保衛其得自環境的現有快樂水平。只有當他們相信得自防止損壞的效益超過為避免損害而支出時，他們才願意做此花費。此種願意支付的費用表示保護的效益。在家戶花錢以避免其環境遭損害之處，此技術就可應用。例如包括花錢防止洪水、噪音、火災、及水質降低等。在國家公園內步道上做鋪板(duckboard)之花費，在新的都會高速公路兩旁做障礙物與圍牆以維持現有之噪音水平之花費，均可用此法。

（五）移置到新地方成本技術(Relocation-cost technique)

移置到新地方成本技術和預防的花費技術相似之處在於維持快樂或產出水平之活動是成本。現在所論的活動是個人活動或整個廠商或家戶之移置到新地方，而非在現在位置去做調整以防衛現有的活動。例如，當釣客最喜愛的鱒魚河川關閉後，釣客怎麼辦？維持一處鱒魚棲息地的效益可從移置釣客到新地方之成本來估測。如 1990 年，釣客在 Victoria 的 Ovens River 花費平均每次行程\$43，且每次可釣到 1 到 5 條鱒魚。如果鱒魚棲息地因為河川改道、工程建築、或植物生長而喪失，則釣客將需要花費每次行程\$151 去到一處好的替代鱒魚河川，以代替垂釣的環境服務。替換的淨成本\$108 (151-43) 就是保留鱒魚棲息地的個人效益測計。有時某項設備由於環境狀況改變，無法在其現有位置有效運作。移置

到新地方成本就是估測避免損害而得到之效益。如因為上游污染者之活動，下游入水管可能必須移置到新地方。如果此等活動移置到新地方，其成本就是於現在位置預期的損害以及避免損害最低效益之估測。如果移置到新地方有許多可能地點，則以最便宜的成本者當做基準。

所得改變、更換成本、移置到新地方成本技術可能都會低估效益之價值。

(六) 機會成本法(opportunity cost)

機會成本是估測由於做了一項特殊的抉擇，而使用資源的選擇所造成損失的經濟成本。例如機會成本法根據放棄該地區最佳用途的收入來估算該保護區的價值。測計保護區的機會成本能給經營者對該保護區的一個競爭威脅的觀念。在來自居住於鄰近保護區民眾之潛在威脅例子，相關的機會成本將為民眾偏好的替代土地利用價值，例如農耕或放牧。其他對該地區的興趣來自工業或都市發展、採礦或集約遊樂利用的壓力。

(七) 特徵定價法(hedonic pricing)

特徵定價法是利用現存的市場如房屋或勞力市場，去決定環境產品的價值。其假設是財產的價值或工資反應效益趨勢，其中有些可歸因於環境產品。分析者的工作就是分離歸因於該產品的價值。特徵定價法可用來建立某些保護區的美感價值(aesthetic values)，當住宅財產臨近保護區時可能具有較高價值，因為保護區被視為一種效益。另一方面，特徵定價法可用來評價環境損害，及其對財產價值或工資的效應。

代替市場方法包括旅行成本技術、財產價值技術、工資差異技術、及代替產品技術等。

(八) 旅行成本技術(Travel cost technique)

旅行成本法也是利用現存的市場，從人們花費在旅遊上的時間、支出(食宿成本)、及門票來決定環境產品的價值。使用某一環境的願意支付可從訪客之旅行支出推估出來。旅遊成本法對於評估保護區的非商業觀光、遊樂、休閒價值方面特別有用。但是旅行成本法之缺點為需要大量的資料，關於消費者行為方面其依賴限制性假設，必須只為拜訪某地點而做旅行，且其對應用的統計方法非常敏感。對於多目標的旅行之成本資料，必須將成本任意分攤到每一目的地，這樣可能影響到結果的精確度。

(九) 財產價值技術(Property-value technique)

付給某一財產之價格直接反映該財產之特性之效益。就此而言，環境特性(environmental characteristics)如乾淨空氣、平安、安靜與美麗在財產市場裏交易。財產價值技術從付給該財產之價格導出某特殊特徵之價值。從付給價格及財產特徵搜集資料。歸屬於某特徵之價格數量經由統計分析而被確認。在本質上，如果兩棟房子只差一種特徵，則其價格之差異就是該特徵之價值。如當在估算應該對保存林地之地主付給多少補償時，即可用財產價值技術，就要估算土壤保持之效益與土地劣化之成本之貨幣價值。噪音水平的改變會導致一個環境的快樂改變。噪音水平十分高時，其將對個人產生成本，這些成本將減少房屋與土地的價值。

Abelson(1979)研究房屋土地價值與噪音水平、房屋大小之關係，其發現房屋之大小與形狀為最重要因素，環境因素包括道路可及、視野品質與噪音也是重要決定因素；飛機噪音每增加一個單位，即噪音揭露預測(Noise Exposure Forecast)，則減少土地價值在 Marrickville 為\$540 到\$840 之間，在 Rockdale 為\$300。又如在西部澳洲，供水管延伸到農場將裨益農場家戶以及農場生產活動，此等效益可評價為財產價值之增加。

(十) 工資差異技術(The wage differential technique)

對不同地區相似職位之工資而言，可能因為區域間之環境品質差別而有差異。如果是這樣，則較高工資可能付來吸引工人去較多污染、較少愉快或較高健康風險的地方工作。或是較低工資付給較少污染、較多愉快與較低健康風險之地方。如果對相似職位之工資能和此等環境特徵建立相關性，則環境品質之差異可以工資之差異來評價。同樣地，在相同地方不同職位之工資，可能因為環境與職位本身特徵之差異而有不同。若是如此，則較高工資可能支付來吸引工人去較多污染、較少愉快或較高健康風險的職位工作。此等特徵惡化之成本及改善之效益可由工資差異導出。例如工人為較高報酬搬到城市，其是以增加之工資和增加之擁擠、噪音與污染來替換。Thaler 與 Rosen(1976)曾估算個人願意以工資替換安全，根據職業風險與工資差異之資料，其結論顯示工人願意接受每年額外\$390 在增加職業風險千分之一之職位工作。由於就業障礙、失業可能性、對工作地點風險無知、標準最低工資報酬等因素，市場及工資可能不會表現如預期，所以本技術可能會低估環境資源之價值。

筆者認為財產價值技術和工資差異技術都屬於特徵定價法。

(十一) 代替產品技術(The proxy-good technique)

具有市場價值之產品與服務可用來做為無定價的環境效應代替物。該市場價格可當做該環境效應價值之概算值。應用此概念有三種方式。第一，代替物可能是已經有價格之不同產品或服務。例如，對社區某些團體而言，游泳池可能是河川與湖泊之一個好的代替物。第二，代替物可能是相似的環境產品、服務、或資產，在相似的狀況下已經被訂定價格。如州電力委員會(State Electricity Commission)為減少火災風險，花費\$8600 將電線避開一株大樹(Big Tree)。在相似狀況下保存相似的樹木的效益可能就是相同的數量。第三，代替物可能是由私人企業提供具價格的產品或服務。由政府免費提供之產品或服務之價值可能就是相似此市場價格。然而，代替物之相似性常無法保證。如果代替物是較差品質，估測價值將太低。如果代替物是較高品質，則估測值將太高。要應用此技術，應該仔細建立代替物和環境效應之比較性(comparability)。

前面所提的技術都是仰賴來自對相關環境效應或代替效應之實際市場資料。如果缺乏這些資料，市場交易可用調查問卷來模擬。可以問問題以直接引導出貨幣價值（條件評估及替換遊戲），或間接引導出價值（條件排序與分級，及優先性評估）。這些技術之成功與否要視其是否能成功模擬市場。模擬市場方法包括條件評估法、替換遊戲、條件排序與條件分級、及優先性評估技術等。

(十二) 條件評估法(Contingent valuation method; CVM)

條件評估法是一種評估環境產品與服務的直接方法，其經由調查或試驗來問人們為該產品願意支付多少以得到該產品，或願意接受多少以喪失該產品。條件評估法特別吸引人，因為當市場不存在時或市場代替物找不到時，其可以估算出價值。因此，條件評估法被廣泛應用在測計存在價值、選擇價值、間接價值及非使用價值。當應答者了解問題且誠實回答，則環境效益可被直接評價出來。此技術之簡單性使其被廣泛應用。然而因為問題可能被誤解，回答可能被問題所偏導，回答者可能策略性或不誠實表現，條件評估法有時可能難以應用。

Walpole(1991)以條件評估法評定 25 處沿著西北 Victoria 之 Ovens and King Valleys 之遊樂效益。每個團體一次遊樂拜訪之價值從\$7 至\$30，在較高環境品質分級之處有較高價值。環境分級(environmental rating)每增加一個單位，則每次拜訪之遊樂效益增加\$8。

(十三) 替換遊戲(Trade-off game)

替換概念對人類行為與做選擇都是很基本的。在任何決策裏，會有效益獲得與會產生成本，替換就是一種權衡效益與成本之行動。在替換遊戲裏，回答者被給二個替代方案，且要求其選一個。此等替代方案以結果(outcomes)來定義，各結果有不同水平，其中一項結果是貨幣。以二個替代方案、二項結果之例子而言，A 是現有狀況，B 是新狀況，二項結果包括金錢支付 (\$0 與\$X)、環境服務水平【A 水平(低)與 B 水平(高)】。

A：現有狀況是金錢支付\$0，環境服務水平低。

B：新狀況是金錢支付\$X，環境服務水平高。

回答者被問到：你對 A 和 B 之間無差異之支付價值\$X 為何？\$X 之總量就是做既定環境愉快水平改善之願意支付額。此技術是由條件評估法發展而來，其比條件評估法優越之處是對願意支付問題更嚴格設定且替代資源利用更明顯定義。但是其比條件評估法更繁瑣之處是替換遊戲需要對玩遊戲者更多解釋。

(十四) 條件排序與條件分級(Contingent ranking and contingent rating)

此方式不採用對某一環境效應要求表達願意支付或接受，而是要求回答者依其偏好順序排列幾個替代方案。此等替代方案包含將被評價之環境效應，也包括該效應之替代物以及某些具有貨幣價格(\$P)之產品當做門檻(threshold)。得自排序的結果做如下判釋：如果環境效應排序低於門檻產品，其價值則低於\$P；如果環境效應排序高於門檻產品，其價值則超過\$P。在條件分級之簡易例子，回答者被要求依其偏好將替代方案從 1 到 100 做分級。環境效應分級(RE)、門檻分級(RT)與\$P 被用來評價該效應。

$$\text{價值} = f(\text{RE}, \text{RT}, \$P)$$

(十五) 優先性評估技術(Priority-evaluator technique)

優先性評估模擬在市場之選擇。回答者被給一組他們能購買之項目，包括環境效應、其代替物與市場產品。在該組的每一項目被給予一個價格並有一個假設的預算限制。回答者被要求去花完該預算去選擇其喜愛的項目。價值就從偏好中

導引出來。此種技術卻很少有應用例子。

所有的模擬市場技術需要寫下、測試與呈現問卷。不論使用何種技術或評價何種類型環境效應，所有的問卷都要有以下三種要素：

1. 假設性市場之敘述

在第一部分，提供足夠資訊以模擬市場、敘述選擇、並容許回答者支付/接受出價或做其假設性購買。問卷的此章節必須敘述：被購買之產品或服務、產品或服務的品質、回答者將如何支付等。

2. 評價問題

應用前述之一種技術提出問題以引導出為該效應願意支付/接受出價，以及架構排列、分級或替換。

3. 社會經濟資料

關於回答者與家庭之特徵與態度之資訊予以收集。來自評價問題之價值就能與市場有效性檢測裏檢驗一致性之資料相關連。

總而言之，問卷必須記載下列五種資訊：

1. 參考水平或基準點。敘述問題裏產品之權屬（目前水平及是否有增加或減少之改變）。敘述某人目前可處分所得(disposable income)，或家戶所得(household income)，如果分析單位是家戶的話。
2. 環境效益之本質。產品、服務或效應之本質，以及其改變，必須嚴密地記載。改變的不連續性應予記載。例如，空氣品質之改善可能提供美學的或健康的效益。
3. 其他產品之價格。環境改變可能變更其他產品與服務之價格，此等改變大小必須予以注意。
4. 產品提供與其支付情況。產品提供之時間長度，如何與何處，必須予以記載。支付頻率、支付時間周期及還有誰將支付都必須記載。
5. 願意支付/接受之本質。來自問卷之結果必須能提供淨效益之價值。

實施調查時，有關調查樣本大小與樣本設計必須請教統計學家之建議。個人訪談(Person interview)方面，郵寄調查傾向於提昇不可靠的反應，因此應該採面對面訪談。事先測試(Pretesting)方面，問卷應該事先測試以檢驗出是否有重大的偏差來源（因為起始點、資訊、訪問者）。問卷無可避免會包含新的與技術的資訊，事先測試應能保證該資訊被回答者了解且足以描述將被評價之產品與服務。代替物(Substitutes)方面，在評價問題之前，回答者應被提醒該環境效應有代替物。交叉檢查(Cross checks)方面，該調查應包含問題可以引導出有關收入、教育、對環境之態度等資料，以檢驗得到之價值。

所得到的價值應符合市場有效性測驗(Tests of market validity)，才可以接受與應用。此等價值必須要和將實際支付之價格相一致，雖然此一致性(consistency)實際上很少被測出，以下之概略測驗可提供此等價值之可靠幸。

1. 對於價值的期望類型和回答者的收入或其他特徵做測驗。如果願意支付隨著收入而升高，此種類型就能提供願意支付價值之可靠性。

2. 對於價值的期望類型和其他特徵做測驗。如果願意支付進入一處公園隨著與公園距離而減少，此種類型就能提供願意支付價值之可靠性。

四、環境效益之前人研究

關於美國斑點梟保護方面，民眾願意支付以增加斑點梟存活之機率，包含自然生態系存在與被保護之知識，以及從其遺贈給後代子孫而得到之滿足。這些實質或保存價值可能很大。Rubin et al. (1991)報告顯示對斑點梟保存價值，華盛頓州居民每家戶\$35，奧勒岡州每家戶\$37，加州\$21，美國其他州\$15，總計每年\$15億。Hagen et al. (1991)報告顯示81%支持老齡林與北美斑點梟之保護。在複決條件評估格式(referendum contingent valuation format)，平均願意支付較高之稅與木材產品價格為每年\$190。

自然保育並非免費的午餐，因此對於物種保育吾人應有成本效益的觀念，物種保護之最適水平應落於邊際成本等於邊際效益之處。Montgomery et al. (1994)研究物種(北美斑點梟)保存之邊際成本顯示，由棲息地容納量(habitat capacity)增加導致存活機率之邊際獲益(marginal gain)，當棲息地容納量超過某一點時會急速降低。其結果為增加存活機率的邊際成本當超過某點(約91%)會急遽增加。ISC(Interagency Scientific Committee)保育策略產生估計330億美元福利損失，且提供估計91%北美斑點梟存活機率。存活機率從90%到91%改變一個百分點，其估計邊際成本為14億美元。增加存活機率到95%之估計成本是130億美元，或每個百分點平均26億美元。美國內政部復原計畫有估計82%存活機率，成本為210億美元。

Lindberg et al. (1997)使用條件評估法測計鄉村奧勒岡社區旅遊之社會衝擊。其衝擊很大，平均每年家戶願意支付(WTP)以減少交通阻塞之金額是\$186。以郵寄調查得之WTP估測值比以電話調查的低。

Kline et al. (2000) 研究顯示，非工業私有林(NIPF)林主具有多重目標，以致其對經濟力量與政策之反應很複雜且不可預測。其調查西部奧勒岡及西部華盛頓州之NIPF林主，記錄其森林擁有之目標以及願意接受之誘因支付，以放棄伐採並改善野生動物棲息地。其發展出經驗模式以敘述林主願意接受之誘因支付以放棄伐採，等於森林權屬目標與社會經濟特徵之函數。要使林主放棄伐採所需的平均誘因支付對具有主要林木目標之林主而言較高(\$301~314/公頃/年)，具有林木及非林木目標之林主次之(\$254~257/公頃/年)，主要遊樂目標之林主最低(\$185~210/公頃/年)。雖然許多林主需要很少或不需誘因而放棄伐採，但其他人則需很大的誘因。非林木服務可針對具有非林木目標之NIPF林主設定誘因獎勵計畫或技術支援而予以促進。

Kline et al. (2000) 研究西北太平洋非工業私有林(NIPF)林主放棄在濱水地區內伐採以改善濱水棲息地之意願，其發展出經驗模式描述地主願意接受經濟誘因採納沿河川200英尺之砍伐緩衝帶，是其森林權屬目標及社會經濟特徵之函

數。結果顯示林主願意放棄伐採隨其森林權屬目標而異。要使林主放棄在濱水地區伐採之必需平均誘因支付，對於具有主要林木目標之林主而言較高(\$128~137/英畝/年)，對具有林木與非林木目標之林主為\$54~69/英畝/年，對主要是遊樂目標之林主為\$38~57/英畝/年。

Fried et al. (1999) 使用條件評估法評估原野地—都市界面(Wildland-Urban Interface)內減少火災風險之效益。大部分居民對資助的火災降低活動表達正的 WTP，而其 WTP 和所得與財產價值呈現正相關。雖然 97% 的回答者都有保險以預防財產損失，許多的正的 WTP 回答者正暗示當野火損害建築物時，會遭受到重大的非市場與非補償的損失。

Brian E. Garber-Yonts (2001) 博士論文對奧勒岡海岸山脈生物多樣性保育，採用選擇試驗(choice experiment; CE) 架構去產生福利效應變化之效用理論估測值，在不同的保育計畫之生物多樣性保護水平下。四種保育計畫包括水生棲息地保育(aquatic habitat conservation)、森林輪伐期經營(forest rotation management)、瀕危物種保護(endangered species protection)、及大尺度保育保留區(large-scale conservation reserves)。研究結果顯示民眾對保育計畫十分支持。在保護基準線之上剛開始增加時 WTP 是正值，而當保護水平大量增加時，WTP 降為 0 或成為負值，顯示更進一步增加保護水平時需要金錢補償。大幅提高到目前基準線之上將會增加消費者剩餘，雖然土地資源過度分配到生物多樣性一般被認為是一種福利損失。其調查工具尚包括二分選擇條件評估(dichotomous choice contingent valuation) 導出 WTP，以和 CE 做方法的比較。結果顯示 CE 法產生更保守(更低的) 消費者剩餘估測值。

M. Norton Griffiths (1994) 應用總經濟價值架構以決定 Kenya 保護區之成本與效益，以及何處此等成本與效益會全國性或全球性產生。藉測定 Kenya 保護區之觀光、林業、集水區、生物多樣性與碳固存之效益與機會成本，Griffiths 估測 Kenya 負擔每年淨成本\$28 億美元，此為保護區之機會成本，而 Kenya 維護保護區之全球效益為\$110 億美元。因此，對 Kenya 維護其保護區而言，具有全球性興趣。

非洲野生動物基金會的 Lucy Emerton (1996) 利用條件評估法調查對保護區之非市場價值，以確認地方人民如何與為何使用 Kenya 的 Aberdares 四周森林，據此來指導保護區經營者整合建立符合地方人民需求及保育努力之經營計畫。結果顯示平均每年每家戶森林價值為 18,408 KSH (或\$306)。

Murthy et al. (2001) 根據現有文獻回顧摘要 North Carolina 森林之市場及非市場價值。市場價值包括立木\$650 million/yr，林地\$45~165 billion (全部)，野生動物\$1 billion/yr，聖誕樹\$100 million/yr。非市場價值包括森林水質\$7 million/yr，濕地岸(wetlands banks)\$10 million/yr，遊樂消費者剩餘\$300 million~\$2 billion/yr，碳儲存\$50 million~\$1.5 billion/yr。雖然市場價值估測較精確，非市場價值估測較不明確，但其至少提供一個水準基標。但是該研究尚有許多服務未檢驗，如生態系健康與功能、瀕危物種、清潔空氣或含土水層之補充。有很大的價

值難以被森林所有者或森林使用者獲得。森林經營可影響價值，如林木伐採改變構造、動物、價值，短期可能傷害非市場價值，長期可能促進森林健康，亦可改善碳儲存。

五、生態林業之發展

生態系方法是永續或復原自然系統及其功能與價值之方法。生態林業即符合生態原則之林業經營，亦即森林生態系經營。生態系經營起源於美國西北林區保護斑點梟之環境運動，至今生態系經營研究在美國仍在繼續發展。生態系經營是資源經營的概念方法，其並非一種嚴格的經營處方或怎麼做的食譜。生態系經營並不排除資源利用，人類也是生態系中之重要角色，因此生態系經營不能排除人類、社會面向。永續森林經營(sustainable forest management)就是一經營森林之程序，以達成一個或多個明確的經營目標，此種經營目標即關於想要的森林產品與服務之連續生產，而不會不當的減低其固有的價值與未來生產力，且對自然與社會環境沒有不當的不良效應。易言之，永續森林經營是經由維持森林生態系之健康與活力而滿足對各種森林功能之現在需求之經營方式，而不會危及森林滿足未來子孫需求之能力。永續林業(sustainable forestry)即考慮環境議題、社會議題與經濟議題，且三者平衡。永續林業最簡單之意義就是將樹木保持在現場之一種承諾(commitment)。要了解永續性之關鍵，即在於認清其完全是對於未來之願景規劃。

森林生態系之屬性為組成、功能與構造。組成是各種種類之變異與比例，呈現主要的生物多樣性。功能是由一個生態系所完成之工作，包括如生產力、養份保育、與水文循環調整等程序。構造包括個別構造之變異，諸如各種大小與情況之樹木、枯立木與倒木，以及這些構造的空間安排，諸如是否其為均勻分布或叢生。在森林演替發展之過程中，所有這三種屬性都會改變。森林之構造屬性在了解與經營森林生態系上，其理論與實際之重要性漸被肯定。構造是森林建造後最常被操作以達成經營目標之屬性。構造是容易測定之代替物，以代替難以直接測定之功能（如生產力）或生物（如穴居動物）。天然林分之構造發展遠比我們想像的要複雜。先前生態系之干擾與生物遺產是林分發展之重要因素。構造之空間類型（水平與垂直）是森林之重要因素。構造發展包含生態重要程序與構造在長壽樹種森林裏可能持續數百年。演替序列幾乎總是形成構造多樣性森林，不論主要之干擾機制是突發災害或長期性。傳統的同齡林伐採作業（皆伐、留伐、傘伐）並非根據干擾與林分發展之自然模式。在許多公有林與私有林裏，經營者已開始藉保留先前林分構造元素與在建造的林分中修正經營機制，以提供構造複雜性。Jerry Franklin et al. (2001) 應用西北太平洋花旗松—西部鐵杉演替序列之天然林分發展來研究林分構成發展之模式。其應用干擾生態學及天然林分發展之原則，以創造出與天然程序更一致的育林方法。此等方法提供更多的枯立木倒木與大的老樹，或許會減少短期經濟生產力，但會促進野生動物棲息地、生物多樣性、及

生態系功能，包括土壤保護與養份保留。

保育(conservation)並不是非利用(non-use)，而是明智利用(wise use)以促成永續發展。根據 IUCN (1980) 定義，保育是生物圈(biosphere)的人類利用經營，以致其可產生最大的永續效益給當代人，同時維護其潛力以滿足後代人的需要(needs)及希望(aspirations)。因此，保育是積極的，包含自然環境的保存(preservation)、維護(maintenance)、永續利用(sustainable utilization)、復原(restoration)、及增進(enhancement)。

森林生態系經營並非封存不動，而是應予適當經營，使生態系永續發展。Chan et al.(2001)在西部奧勒岡之溪頭河岸緩衝帶與疏伐設計以達成多元資源目標的研究，主要是加速老齡林之發展及稀有物種之經營。其對 30 到 50 年生之林分實施三種疏伐處理，並調查其對溪頭森林棲息地及生物相之效應。此係美國內政部土地經營局(USDI Bureau of Land Management)和森林署之合作研究。初步結果顯示從河川到高地森林(upland forest)之主要微氣候變化發生在距河川 45 英尺範圍內；在疏伐林分和非疏伐林分之間，河岸緩衝帶內之土壤及水之溫度均相似；在最暖且最乾之時期，疏伐達 80TPA(tree per acre)導致空氣溫度增加 2~6°C，相對濕度約減少 15~20%。

在 1980 年代後期，Willamette 國家森林上之經營者和奧勒岡州立大學的科學家就開始發展應用研究，設計幼齡林疏伐及多樣性研究以決定是否不同疏伐、下層栽植、與枯立木創造處理，能在 35~50 年生造林地上加速後演替棲息地的發展。主要目標即在更了解如何提供木材纖維之際，也能增進多樣性。該研究調查處理對林分生長與死亡、野生動物與植物族群、伐採成本、土壤干擾、真菌、及特殊森林產物如劍蕨(sword fern)與奧勒岡葡萄(Oregon grape)。四種林分處理包括控制組、100~110 殘留 tpa 輕度疏伐、50~55 殘留 tpa 重度疏伐加下層栽植、以及輕度疏伐加孔隙—約 20%的林分內有 0.5 英畝空地植樹。三種採運系統亦做比較：tractor、cable、及 mechanical (harvester/forwarder)。該研究目前仍持續監測調查中。

六、聖海倫火山

90 年 9 月 8 日筆者與劉一新主任、陳燕章先生一行人順道參觀聖海倫火山(Mount St. Helens)，這是筆者第二次來訪，第一次是 89 年 9 月 6 日。

聖海倫火山位於華盛頓州西南方，約在奧勒岡州波特蘭市東北方 50 英里處，是北美洲西北太平洋岸從加拿大英屬哥倫比亞之 Mount Garibaldi 至美國加利福尼亞州北部 Lassen Peak 一連串主要火山中之一。聖海倫火山於 1980 年 5 月 18 日劇烈爆發，至今已滿 21 年。林木約有 4 億板呎被損害，主要是因為側面的爆炸。至少 25% 毀壞的林木在 1980 年 9 月之後被搶救。數百位伐木工人參與林木搶救作業，在夏季月份之巔峰，每天有超過 600 卡車的搶救林木被送出。在聖海倫火山地區的野生動物亦嚴重受害。華盛頓州狩獵動物部估計該地區約 7,000

隻大型狩獵動物（鹿、麋鹿、熊），以及所有的鳥類與大部分的小哺乳動物主要因為爆發而死亡。然而，有許多小動物，主要是穴居齧齒類動物、蛙類、蠓蟻、及小龍蝦則殘存，因為當災難來襲時，它們在地面或水面之下。華盛頓漁業部當繁殖場被毀滅時，約 1 千 2 百萬條國王鮭(Chinook salmon)、銀鮭(Coho salmon) 魚苗死亡，這些魚苗有可能發育成 360,000 條成年鮭魚。另外估計有 40,000 條年輕鮭魚當被迫游過水力發電機之渦輪葉片時喪生，因為沿著聖海倫火山南面李威斯河(Lewis River)的儲水庫水面被降低以容納可能的泥流與洪水。

火山的順風處，在厚火山灰累積的地區許多農作物如小麥、蘋果、馬鈴薯、及紫花苜蓿被摧毀。然而，在只有薄火山灰覆蓋的地區，有許多作物存活。事實上 1980 年蘋果及小麥生產比正常還高，由於高於平均夏季降雨量之故。外層火山灰亦有助於夏季維持土壤濕度。此外就長期而言，火山灰可提供東部華盛頓州土壤有益的化學營養。火山灰落下對河川、湖泊的水品質效應很短暫且微小。

要見證自然之破壞，沒有比華盛頓州的聖海倫火山更好的地方了。當此火山於 1980 年爆發時，其摧毀超過 150,000 英畝的森林，許多是生長在山腰的老齡林。有趣的是，被摧毀的森林剛好在二個截然不同的轄區。一部分是聯邦公有地，基佛德平巧特國家森林(Gifford Pinchot National Forest)，由 Washington DC 管理控制。一部分是私有林地，由位於華盛頓塔可馬市的 Weyerhaeuser 公司所擁有。美國政府將此被毀壞的部分重新公告為「聖海倫國家火山紀念物」(Mount St. Helen's National Volcanic Monument)，其信念即為「此地讓自然去恢復，人類不要去幫助，為了科學發現」(where nature will be permitted to recover, unaided by human being, for the discovery of science)。自最初爆炸經過多年之後，至今該火山紀念物仍然看起來像沙漠。死的樹木仍然躺在被最初的爆發所吹倒或樹頂被吹斷之處。很厚一層火山灰沉澱下來，對隨風吹來的種子而言，形成非常貧瘠的下種床。只有少數頑強的固氮植物如赤楊，才能夠生根於此貧瘠土壤。

Weyerhaeuser 則採取完全不同的方式。首先，其在爆發後兩年內在其土地上搶救伐採了相當 85,000 棟三房間體積大小的有價值林木。經由使用重機械及挖掘四周的大原木，他們將所有的火山灰挖開，使底下的肥沃土壤露出來。此舉提供隨風吹來的種子非常肥沃的下種床，這是典型的生育地干擾例子，或叫生育地整治，可增加生育地的肥力。這也是每個農民耕田時都知道的一件事。然後他們再將 1 千 8 百萬株二年生的花旗松(Douglas fir)、冷杉(noble fir)苗木種下去，使其根足以穿過火山灰到達底下健康的土壤。今天這些苗木已經超過 20 英尺（約 6 公尺）高，且將在 2026 年長大成商業用材。國家火山紀念物和 Weyerhaeuser 土地之間的強烈對比可提供一個明證，就是人類的一些干擾相較於如火山的自然災難後之生態系復舊方式，可產生巨大的差異。

七、胡德山(Mt. Hood)

胡德山是座火山峰，自從 1900 年早期就休眠至今，它是奧勒岡州最高點，

山高 11,240 英尺，終年積雪，位於 Portland 東方 20 英里、一小時車程之遙。在山頂，吾人可展望亞當斯山(Mount Adams)、聖海倫火山、瑞恩尼爾山、傑佛森山(Mount Jefferson)及三姐妹山(Three Sisters)。奧勒岡州華人稱其為雪山，是觀光旅遊之聖地。許多遊客來胡德山國家森林享受夏季垂釣、露營、泛舟、健行；秋天來打獵；冬季來滑雪與其他雪上運動。此地採莓與撿菇類很普遍，許多地方居民於十二月時至此林中砍一株家庭聖誕樹是一項長久以來持續的傳統。在森林荒野地區(Wilderness Areas on the Forest)裏有 189,200 英畝被指定的荒野，最大的是胡德山荒野(Mt. Hood Wilderness)，包含山頂及上部之山坡。

胡德山之氣候隨海拔而改變。該區域有大量降水，大部分降水從十月到四月，在低海拔是雨水的形式，在較高海拔是濕厚的雪。晚春、夏季、早秋常有晴朗、陽光日子且溫度適中。

瀑布山脈森林保留地(Cascade Range Forest reserve)設立於 1893 年，在 1908 年分成數個國家森林，北方部分和 Bull Run Reserve (屬都市集水區) 合併且改名為奧勒岡國家森林(Oregon National Forest)，1924 年時再改名為胡德山國家森林(Mt. Hood National Forest)。

Timberline Lodge 是胡德山最具特色之地標，建於 1937 年。其內之家具全部用手工製造，有許多材料是就地取材，手工精巧且耐用，非常別緻。Timberline Lodge 上方不遠的山坡就是滑雪道的終點，筆者 90 年 7 月 21 日第一次來訪時，雖然陽光燦爛，但滑雪道上積雪未化，仍有許多年輕滑雪人從山頂呼嘯而下。90 年 8 月 31 日 Nancy Diaz 帶楊所長和我們拜訪胡德山國有林總部(Mt. Hood National Forest Headquarter)及胡德山 Timberline Lodge 時，陽光依然燦爛，滑雪道上已沒有雪，只見溶化的雪水由山頂潺潺而下。

八、瑞恩尼爾山國家公園(Mt. Rainier National Park)

瑞恩尼爾山(Mount Rainier)高 4,392 公尺，比鄰近的山峰高出近 2,500 公尺是瀑布山脈(Cascade Mountain Range)的最高山峰，且是圍繞著太平洋之火山之一部分。瑞恩尼爾山在距今約七十萬年前的冰河時期第一次爆發，最近的一次爆發在 150 年前。瑞恩尼爾山南背的天堂(Paradise)一般全年的雪量超過 15 公尺，足以把該處三層樓高之天堂旅店(Paradise Inn)掩蓋。龐大的下雪量使其形成美國大陸本土最大單峰冰河系統。有 25 條主要冰河由山頂向下散開，有超過 90 平方公里的冰雪覆蓋山頭，並且延續在傾斜的山脈間形成深谷。

1899 年瑞恩尼爾山及其周圍之地方被劃為國家公園。國家公園內的樹木是典型的老齡林，主要是花旗松(Douglas fir)、西部鐵杉(Western Hemlock)、美國側柏(Western Red Cedar)等。瑞恩尼爾山到處可見野生動物，在山下草原可見黑尾鹿、高山羊、土撥鼠，在樹林中偶爾可見黑熊及山獅。每年有約八千人攀登瑞恩尼爾山頂，然只有半數人登上山頂。

90 年 9 月 9 日筆者與劉一新主任、陳燕章先生一行人途經瑞恩尼爾山國家

公園(Mt. Rainier National Park)之反映湖(Reflection Lake)，湖面如鏡，整座瑞思尼爾山反映在湖中，分不清是水中有山，或山中有水，或山水皆非有。在反映湖畔剛好碰到一位國家公園的員工在種草，其係繁殖當地原生草類，種植在已被踐踏破壞之步道上。筆者看了實在感慨萬千。我國的國家公園可說完全仿效美國之國家公園系統，也跟美國一樣隸屬於內政部。但是我國之國家公園系統卻只學到美國之皮毛，美國之精髓卻毫無所悉。我國之國家公園內一草一木都不能動，也不能種。國內有些環保人士更倡言「造林就是造孽」、「土地公比人類會種樹」，不只國家公園範圍內不能造林，其他地方也不能造林。然由美國考察得知，美國的土地公不只比人類不會種樹，並且比人類不會種草。好像也只有我國的土地公比人類會種樹。

九、奧林匹克天然資源中心

90年9月10日中午筆者與劉一新主任、陳燕章先生一行人到達華盛頓州的Forks，中午在鎮上的「金門餐館」吃中國料理。飯後至該鎮之奧林匹克天然資源中心(Olympic Natural Resources Center; ONRC)，該中心有供住宿，我們住進之後，下午四點 Dr. Richard Hsu（徐得祥博士）來找我們討論參訪事宜。徐得祥博士是該中心前副主任，早年由台灣移居美國，現已退休，現仍在該中心擔任顧問，他對台灣來訪的朋友十分友善，當天晚上還請我們在金門餐館吃中國料理。

奧林匹克天然資源中心是華盛頓大學的附屬單位，該中心之任務是從事整合生態與經濟價值之自然資源經營作業之研究與教育。該中心之願景包括在成功整合環境與經濟利益至實際的森林與海洋資源經營之資訊提供方面，成為公認的領導者；經由廣泛之公共支持、由不同來源之適當資助以達成任務而永續下去；成為奧林匹克實驗州有林(Olympic Experimental State Forest; OESF)之強力夥伴，貢獻達成 OESF 目標所需的研究與教育機會；成為有價值的且客觀的權威，經由關鍵議題之辨認、著手研究及資訊散播，貢獻解決森林與海洋資源利用衝突。

90年9月11日早上 ONRC 主任 Dr. John M. Colhoun 與我們面談，其告知當日早上恐怖份子劫持二架飛機攻擊紐約世貿中心雙子星二棟大廈，造成數千人傷亡之慘劇，美國全國進入緊急戒嚴狀況。雖然恐怖攻擊事件影響大家的心情，但是我們仍然繼續參觀訪問行程。關於未來合作研究事宜，Dr. John M. Colhoun 亦表達合作之意願，但是建議最好直接與華盛頓大學接洽較好。接著去拜會華盛頓州天然資源部，由 Dr. Scott Horton 做簡報。接著到 PORTAC 之製材廠及鋸木廠參觀。此二家廠都是用間伐木，樹種為 Hemlock，約三十年生。此種間伐木之利用，提供了林業永續經營、永續利用很好之範例，不但可進行森林生態系經營，又可促進林木生長，提高森林生產力，增進森林之健康，增加森林之生物多樣性，真正符合永續林業之各項原則與特色，對地方社區經濟、發展亦有助益。如此則林業經營才是一潭活水，源源不絕，而不是一灘毫無生機死水。下午去參觀 Hoh

Rain Forest National Park，其內有許多老齡林，實施嚴格之保護，沒有任何之森林經營作業。其後，去參觀間伐作業現場林地。該處正在進行間伐，現場監工說明如何以簡單儀器測量疏伐度是否足夠。其疏伐是以重機械進行，由技工操作隨機選木，自己憑經驗判斷疏伐度。現場監工則擔任抽樣監測工作，如果發現疏伐度不足，則隨時告知該操作技工予以修正。伐木重機械非常有效率，從伐木到修枝、截斷成固定長度之原木，一貫作業不到一分鐘。這種過程不需要事先每木調查、標示伐採木、計算材積等繁瑣作業，再加上重機械作業速度快，非常有效率，因此其成本自然減低，利潤也相對提高，不會有利不及費之情況。筆者認為，雖然台灣林地之地型陡峭，此種疏伐重機械，只要略加修改，應可適用台灣大部分之林地作業。

晚餐 Dr. Scott Horton 以該中心名義宴請我們，雖然其本人因故並未出席，派 Dr. Richard Hsu 為代表，但已經充分表達其善意與熱忱。

十、麥當勞唐森林(McDonald-Dunn Forest)

筆者與楊所長等人於 90 年 9 月 5 日拜訪奧勒岡州立大學實驗林，即麥當勞唐森林。該實驗林有許多研究計畫在進行，在疏伐作業中對不同之林木均在樹幹上予以明顯標示。例如，"W"表示該樹保留做為野生動物棲息地之用，"G"表示該樹將被環剝，以供做野生動物使用之枯立木(snags)。該實驗林有十大經營目標，非常明確，分述如下：

- (一) 促進實驗林之教學、研究及推廣教育。
- (二) 維護實驗林之森林與河川之生態完整與永續性。
- (三) 維護地方山谷小丘地景(local valley foothill landscape)可見的樹種組成與森林結構之範例，包括河川與濱水地區，以供教學、展示及研究。
- (四) 維護活躍經營森林之各種經營作業典型的示範。
- (五) 評估不同森林構造與森林經營系統之效應，依據地景規模大範圍森林，做出分區主題來表示。
- (六) 符合計畫十年伐採以產生收益。實驗林是自己自足，每年森林作業之收益必須涵蓋成本。任何額外之收益可供院長支持院際教學、研究與推廣教育。
- (七) 成為一個好鄰居，和實驗林任務敘述相合。
- (八) 在實驗林上經營非車輛化之遊樂。
- (九) 發展及維護一個自然資源資料庫以支持監測、教學、研究及展示。
- (十) 確認及保護文化資源。

肆、建議與結論

- 一、奧勒岡州立大學是美國生態系經營之研究重鎮，校內有關林業領域之研究機構包括奧勒岡州立大學森林學院森林研究室、美國農部森林署西北太平洋研究所、美國內政部美國地理測量森林及牧野地生態系科學中心、及環境保護局環境研究室等，相距不遠，要互相研究交流非常方便。因此，關於生態林業、永續森林經營方面之研究議題，選擇奧勒岡州立大學森林學院是很好的決定。
- 二、筆者此次進修是以訪問學者之身份向學校提出申請，由於以前台灣去奧勒岡州立大學森林學院的訪問學者以育林專長居多，很少有林業經濟方面之研究人員，筆者可能是第一位。以致於筆者開始向森林學院森林資源系提出申請時並不順利，延宕甚久。筆者猜想可能森林學院森林資源系之系主任與教授們從未與台灣之林業專家學者交流過，所以心存疑慮不敢冒然同意。後來透過美國農部森林署西北太平洋研究所之 Dr. Samuel Chan 大力的幫忙與協助溝通，終於獲得學校申請許可，順利成行。筆者至森林學院森林資源系與系主任 Dr. John Walstad 見面後，才發現他做事非常嚴謹，井然有序，且非常熱心，與申請學校尚未見面前之印象截然不同。90 年 7 月 9 日早上，Dr. John Walstad 花了一個半小時親自為我介紹森林資源系、森林學院、學校以及與我研究主題有關之系上教授專長與研究，毫無系主任之架子。Dr. John Walstad 在 Peavy Hall 幫我準備了一間與教授們同樣大小的研究室，內有電腦、網路、及電話（可直接打國際電話），筆者也申請到一張學校教職員證件卡。筆者在學校可說享受高規格之待遇，有點受寵若驚。這是一個好的開始，相信爾後雙方面必能加強林業經濟與生態系經營之合作研究。
- 三、此次研習原來安排在 9 月有二星期的參觀訪問，包括參觀 ONRC 及拜訪 Auburn University 的 Dr. Larry Teeter 以及 Louisiana State University 的 Dr. Joseph Chang。然而 9 月 11 日在 ONRC 時碰巧發生劫機攻擊事件，美國所有機場關閉，全美進入緊急戒嚴狀況。筆者原計畫參訪 Auburn University 以及 Louisiana State University 之其餘旅程被迫全部取消。這是一個令人印象深刻且悲傷的經驗，過慣太平日子的美國人精神上受到嚴重打擊。然而，美國畢竟是世界第一強國，潛力雄厚，相信必能很快從傷痛中恢復自信，反擊恐怖主義。
- 四、美國土地經營局(BLM)與西北太平洋研究所之合作關係非常密切，西北太平洋研究所之研究人員許多試驗地設在 BLM 土地上，BLM 經營者亦不定期與西北太平洋研究所之研究人員討論溝通。台灣之林業行政主管經營機構與林業試驗機構之合作溝通似有待加強。
- 五、筆者與學校許多教授學者洽談過，其中比較印象深刻的是 Dr. Rebecca Johnson 曾談及她的研究問卷調查回收率高達 50%。而台灣一般所做的問卷調查回收率差不多只有 10%，簡直無法與其相比。經筆者進一步追問何以有如此高之回收率，得知其主要關鍵在寄出問卷後，對未回信者會繼續積極

追蹤，使未回信者覺得自己很受重視，提高其回信之意願。其次，其問卷印刷精美，彩色印刷圖文並茂，與人價值感，使人覺得這種調查不是隨便的調查，是非常慎重的事，因此回答問卷調查是很重要之事。再者，其對回信者都會送一份精美禮物，雖然不是貴重，但代表一份感謝之情。

- 六、筆者此次赴美研習，適逢本所楊政川所長率領相關研究人員於 2001 年 8 月 31 日至 9 月 8 日訪問美國，筆者恭逢其會全程陪同。為了促進森林生態系經營之國際合作交流，楊所長風塵僕僕拜訪 WFI、OSU、PNW、BLM、USGS 等單位之相關高層人員會商討論，並就我國之林業現況分別在 OSU、PNW、BLM 發表三場專題演說，專題演說內容豐富精彩，合作交流之誠意與實力深厚，美方之相關研究人員均表達相當高之合作意願與興趣，可以說做了一次非常成功的國際林業研究交流與國民外交。筆者有機會陪同楊所長拜訪許多單位高層人員與專家學者，受益良多，對於爾後之林業經濟研究事業應有非常大之幫助。
- 七、筆者於 90 年 8 月 20 日早上在奧勒岡州立大學森林學院之 Richerson Hall 做了一場專題演講，題目是“Private Forest Management Improvement Experiment, Ecosystem Management and Forestry Policy in Taiwan”，報告如附錄，演講後再與美方教授專家進行討論與交流，反應與效果良好。