

出國報告（出國類別：其他—教育訓練）

林業經營管理暨生質能源

服務機關：行政院農業委員會林務局

姓名職稱：黃妙修 行政院農委會林務局簡任技正

楊瑞芬林務局新竹林區管理處林政課課長

派赴國家：美國

出國期間：97年9月3日至97年9月14日

報告日期：97年12月11日

內容摘要：

延續 95、96 年台灣林業經營技術協助訓練計畫，林務局於九十七年度編列相關出國研習計畫，由林務局及新竹林區管理處人員共二人，於九十七年九月三日至十四日赴美研習觀摩，本次考察主要包括五大主題及一項拜會任務：五大主題為：一、林地監測現況及應用；二、重要集水區之林地經營管理；三、生質能源；四、竹炭創意商品；五、奈米商品認證，一項拜會為「台、阿雙邊貿易協訂」。

研習地點及機構包括位於波特蘭的林務署西北試驗站辦公大樓、世界森林中心(World Forestry Center)、州立奧勒岡大學木材科學暨工程學系、西北試驗站 Corvallis 研究室、Warm Springs 製材廠、Mt. Hood 國家森林內的 Timberline Lodge enroute、Mt. St. Helens 火山紀念區，及西雅圖山區綠色通道聲信託(Mountants To Sound Greenway)、Snoqualmie 點公園、Asahel Curtis 自然步道、Mt. Baker Snoqualmie 巡護站、Mt. Baker Snoqualmie 國有林區管理處、Sierra Pacific Industries 製材廠、阿拉斯加自然資源部林務組、出口冰河、Kenai Fjord 國家公園。

此行除阿拉斯加外，均依原設定主題由美方安排參訪，瞭解美方在生質能源運用的情形、林地監測應用及林地經營的觀念上均有不同的啟發，對於日後在辦理相關業務上應能發揮一定之參考成效，另外也瞭解不同於台灣的民間非營利組織，有以推廣林業之永續概念及提供林業專業研究訓練場所為任務，也有為山區步道的完整性及安全性與環境教育的主要目標，均對公部門有很多的互動，對林業與環教的推動有很大的助益，值得臺灣政府機關學習多與相關性質的非營利組織合作。惟因研習時間短、主題多、參訪地點多，各主題僅能點狀粗略的瞭解，無法做深入探究，建議未來有計畫的選定主題薦送專人做較長(半年或一年)時間之研習，不但能落實研習的目一他山之石可攻錯，更能培訓專精之人才，有助於機關之人力發展。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

目次

壹、前言	3
貳、研習行程	4
參、研習過程與心得	4
一、 林地監測現況及應用：	4
二、 重要集水區之林地經營管理：	8
三、木質生質能源	12
四、創新林產品	24
五、奈米技術	38
六、阿拉斯加林產經貿合作	42
七、其他：	53
肆、建議	57
附錄	62

壹、前言

在得知奉派到國外研習後，希望能由參訪時際瞭解美國的經驗做為臺灣執行的參考；即著手商討以下幾項工作：

- 一、確立目標：近年來本會相關出國實習經費極為短絀，因此二位出國者非常珍惜這次難得機會，首先確認出國任務，並設定欲達成之二項目標。
 - (一) 技術研習—前往研習美國林業先進技術，並提供我國林業施政之參考。
 - (二) 合作交流—強調在互惠平等之基礎下，調整以往向前往實習之方式，改以積極介紹台灣林業現況、科技研發與保育成果，達到增進雙方互相了解，加強技術合作與交流之目的。
- 二、選擇參訪地點：本次行程共參訪奧勒岡州(Oregon)、華盛頓州(Washington)、阿拉斯加州(Alaska)等地。其考量原因為：
 - (一) 配合辦理「第4屆台灣-阿拉斯加經貿暨投資合作委員會—林業暨農業組-決議事項—台阿雙方同意依林業合作備忘錄之架構持續推動林業合作，尋覓在林業管理及森林火災管理經驗之參訪機會。」。
 - (二) 美國國有林區及國家公園多集中在西北地區，具有下列特色：林地所有權屬複雜、管理不易；木材產量豐富、林產工業發達；林業試驗研究成果豐碩等，值得參訪實習。
- 三、擬定題目：依據「台美森林及自然保育技術合作協定」、「台灣-阿拉斯加經貿暨投資合作協定」之合作內容，並蒐集瞭解美國最新林業發展項目，及配合二位出國者之經驗與專長，共擬定「奈米技術」、「木質生質能源」、「創新林產品」、「海岸林監測技術」、「林地管理」、「台阿經貿合作」等6項主題。
- 四、聯繫方式：因為「台美森林及自然保育技術合作協定」是由林務局與美國林務署於美國首府華盛頓所簽署，因此本次係透過官方正式合作協定互訪模式啟動聯繫交流。
 - (一) 首先由本局與美國農業部林務署(USDA Forest Service, USFS)多次聯繫，確立我方派員研習之人員、主題與具體參訪內容。
 - (二) 再由美國林務署轉請其所屬西北林區(Pacific Northwest Region Forest Office)與西北試驗站(Pacific Northwest Region Forest Research)分別安排當地所有參訪地點、對象、食宿、交通等事宜。
 - (三) 美方對本行程之安排極為詳盡周延，事先已確定細節及告知我方，並派員接機到送機全程陪同，參訪者雖首度因公拜訪美國，但因已充分掌握資訊而感到非常安心。

另針對主題分別收集資料並製作英文書面及簡報檔燒成光碟，期能透過所選定的參訪主題能讓美方能藉由書面及簡報對臺灣的作法與現況有所瞭解，真正達到交流的目的。

貳、研習行程

第一天（九月三日星期一）：搭機台北→中正機場→（日本轉機）→Portland

第二天（九月四日星期二）：美國林務署西北試驗站、世界森林中心

第三天（九月五日星期三）：奧勒崗州立大學木材科學暨工程學系、木材創意中心、
美國林務署西北試驗站 Corvallis 研究室

第四天（九月六日星期四）：Warm Springs 製材廠、Timberline Lodge enroute

第五天（九月七日星期五）：參觀週末市集、玫瑰花園

第六天（九月八日星期六）：Mt. St. Helens 火山紀念區

第七天（九月九日星期日）：搭機 Portland→Seattle、山區綠色通道聲信託非營利
組織、Snoqualmie 巡護站、Snoqualmie 點公園、Asahel Curtis 自然步道

第八天（九月十日星期一）：Mt. Baker Snoqualmie 林區管理處、Sierra Pacific Indus
Tries 製材廠

第九天（九月十一日星期二）：搭機 Seattle→安克拉治、阿拉斯加州自然資源部林
務組

第十天（九月十二日星期三）安克拉治→西華德、出口冰河

第十一天（九月十三日星期四）Kenai Fjord 國家公園、西華德→安克拉治

第十二天（九月十四日星期五）搭機安克拉治→Seattle→（日本轉機）→中正機場→
台北

參、研習過程與心得

經依參訪主題分述如下：

一、 林地監測現況及應用：

（一）台灣現況：

台灣因地理區位特殊，地形複雜，擁有相當多樣之生態環境，孕育了極為豐富的生物多樣性資源，在國際間相當受到矚目，也是台灣在生態研究的工作上得天獨厚的資產，早期各機關進行生態調查資料、維護更新都無法整合流通，而在地理資訊系統觀念引入後，使生態資料不僅可在不同時間序列上進行空間的比對與分析，也可將一連串異質的環境資料套疊分析、預測分布，並且達到監測防治的功效。

航遙測資料是地理資訊系統不可或缺的一環，以其快速便捷所獲得的影像判釋資訊，如國土規畫、都市計劃、經濟建設、資源調查、農林經營、災害防救、環境監測等，均賴航遙測資料作為規劃之依據。

台灣在 GIS 的相關應用有：

1、在森林資源調查應用：

(1)、林務局—定期辦理全島性森林資源調查，並於 79 年引入地理資訊系統技術及相關軟體設備，使生態資訊空間化；另於 88 年起配合國科會生物多樣性推動方案，建立起「台灣生物資源資料庫中心」，廣泛納入國內動植物調查空間分布資訊，累積資料高達 60 萬筆，在我國生物多樣性研究長期變遷監測及永續經營等重要議題上，建立起重要基礎。另在「自動化監測技術研習」部分，95 年度以淡水紅樹林自然保留區為監測樣點，進行中、長距離樣點自動監測感技術及資料接收系統之研習，結合無線傳輸、感測單元、太陽能電力供應資料處理等，架設無線感測網路，提供氣溫、水、日照影像監控及無線傳輸測試，並建立生態感測網路，提供即時生態監控功能。

(2)、林業試驗所及特有生物研究保育中心—在相關的研究調查資料在結合地理資訊系統技術後，即成為經營決策上及各機關學校進行環評或鄉土教材的重要依據。

2、有關災害及防疫應用上：

(1)、林務局—運用氣候監測資料及燃料等基本資訊，進行運算分析，提供全民當日即時的全島區域林火危險度預警資訊。另衛星遙測具有涵蓋範圍大、更新週期短能即時獲取有效資訊等特性，已廣為應用在地表監測等用途，如崩塌沖刷、災害處理控制與後續重建工作需要，及深山幅員遼闊人力有限，無法有效全盤掌握。利用福衛二號及 SPOT-5 衛星高解析、多光譜融合影像，定期監測，輔以通報機制之建立以及現場人員的勘查、驗證，有效達到林地變遷監測目的。

(2)、農業航空測量所—應用航遙測製圖技術測製林區相片基本圖，96 年更採用數位式航攝相機取代原有底片式航攝相機後，同時取得紅外線影像資訊，將有助於自然資源經營及生態保育之應用。

(3)、動植物防疫檢驗局—在植物疫情方面，彙整全省監測點網路通報軟體分析，並套疊地形圖、地籍圖、作物相、氣候等地理資訊，迅速瞭解疫情並

採取配套防疫措施。

(4)、水土保持局—建置山坡地空間基礎圖資，辦理各項山坡地管理業務，在土石流防災上結合 Google Earth 平台，展現各項土石流防災相關空間資訊，提供防災宣傳資訊，即可作為土石流警戒研判參考。

3、在農業發展上：農委會企劃處、農糧屬、農業試驗所利用資訊系統可協助農業各階層選擇適當作物，土壤肥培管理等工作執行，提供農民合理化施肥諮詢與建議，以達到「作物優質生產」資訊化之目標。

除概略介紹我國行政院農業委員會轄下各機關在監測應用情形外；另以林務局新竹林區管理處，曾於 2003—2004 年間與工業技術研究院能源與資源研究所合作，針對所轄之桃園海岸防風林區，藉由分年蒐集處理、整合與建置不同時間的航空照片、衛星影像及海岸林造林台帳與保安林檢訂資料等 GIS 資訊，並分析比較歷年海岸林的變遷概況；得知 50 年桃園地區的海岸線的變化，可作為造林效益、變遷狀況掌握及管理、規劃之用，也作了介紹；因近年大環境的變遷，監測的工作日更趨重要，如能在一向走在世界先驅的美國得到一些新概念或方向，對行政部門而言應是很重要的。

(二)、參訪內容：

此行針對此主題美方安排參訪美國林務署西北研究站科瓦利斯 (Corvallis) 林業科學實驗室：

科瓦利斯 (Corvallis) 林業科學實驗室位於美國奧勒岡州立大學校園內的科瓦利斯，是林務署在奧勒岡州的第 2 大實驗室，與林務署的科學家、奧勒岡州立大學：林業學院、美國地質調查局生物研究司：森林和草地生態系統科學中心有交流和研究合作。這些科學家在許多領域進行研究包括：

- 1、儘量減少疾病、火災及蟲害的森林管理方法；
- 2、森林的生態，包括沿岸和水產品領域；
- 3、選擇不同的群體供娛樂與旅遊；
- 4、全球氣候變遷與森林生態；
- 5、庫存與分析森林資源的使用；
- 6、野生動植物群和棲息地；
- 7、森林管理和木材產品等。

據西北試驗站科瓦利斯 (Corvallis) 林業科學實驗室 Thomas A. Spies 博士稱：美方應用大地衛星已在此區做 23 年影像監測工作，其應用項目及結果包括：

- 1、區域規劃研究：此研究為利用遙測所做原始分析，期待所設想未來可能發生的研究；於奧勒岡州海岸此計畫整合規劃模式、GIS 地理資訊系統、空間直觀景觀變遷及各種土地所有權者管理，以衛星提供當時現況影像，用此重新建立模式計畫未來，故提供未來 50 年 100 年對各種土地所有權者形態計畫。
- 2、提供分析（1972 年至 2002 年）三種類型（砍伐、野火及火山）干擾後之林地變遷研究：應用衛星可追蹤干擾後土地後續演變情形；如聖海倫火山於 1980 年爆發地點，利用遙測 30 公尺解析度 TM 影像，可用提供地圖判讀，就其本身疊合做變遷分析。
- 3、利用 Motoware 監控林地及斑點貓頭鷹棲息地變遷研究：斑點貓頭鷹對聯邦林務官是確定的保育物種，其棲息地的變遷對其物種威脅有很大關連，在私有地相對公有地伐木紅色位置，明顯地森林正在變遷，目前正對加州做變遷分析，此計畫是為全美的並且實際上全美已完成已於 TM 影像 84 與 TM 影像 88 之變遷分析。目前學會能實際以一年為基準監測變遷，由一年至下一年。所以，目前利用 TM 影像觀看更多微妙、更小植被一年至下一年如何發生改變。這是近來新發現、新技術，使能做一年為單位的分析。
- 4、用 20 年美國大地衛星影像試驗決定干擾地再生率之應用：如觀看早期砍伐森林後最初幾年接續情形：可用遙測測量觀察幼林再成長率，幼林多快再成長。一些地方再生長是緩慢的，一些地方再生長是快速的。以遙測橫越一大面積找出再生長緩慢及快速地，以決定是否需干擾或干擾強度。或查看當年橫越同一區域干擾發生，能決定干擾強度使其再生的方法，此為新方法。
- 5、利用光達技術測量森林結構：以生物量葉面積，判斷草飼料分布情形。
例如：基本上以紅色區隔，綠色為較高草飼料密度，藍色為較低草飼料密度。
可見於幼栽植地，草飼料分布輪廓及實際上大密度開始；紅色為在舊成長林最多草飼料，更多變的。
- 6、碳儲存變遷研究：這是世界的工作一，在美國係以國家級規格努力於碳儲存變遷研究。在已完成有意義碳存量工作，再利用衛星影像 TM 影像觀看更多再生長變遷。
30 年美國大地衛星變遷觀察欲瞭解何種干擾發生，會釋放二氧化碳及再生長能攝取碳量。至於結果如何，端視干擾發生所在地，但在美很多森林經干擾發生後，很快速良好的再生長，所以，由碳觀點而言，此區因干擾發生正產生更多碳量。
- 7、利用中級解析度成像分光幅射度計（中解析度成像光譜儀）：是不同於大地衛星產品，他提供更多全球狀況，目前此北美計畫是為不同目的。預測植被變遷圖將以調查估算方法製作，對每一映像點構造成分而言，目標是由一連續圖像完成，作法是選取調查加點數據，利用多變量數據創造一地理資訊系統，一個空間模型及創造一張不同森林結構狀況組成空間地圖。例如：可包括樹徑、大膽的死亡樹木密度，潛在地，任何為能衡量森林供應調查，可能潛在地預測空間的背景。這是近十年內相當新的一種以遙測植被製圖方法，目前成為每個人用此方法，若只單用遙測，則只能取得幾種類型。

8、重要非再生的一種海岸森林樹種，作為棲息地的主要樹種而不在作為木材用。

此樹種生長於來自太平洋水氣海霧中，在此地水氣消失而乾燥，沿海而上至阿拉斯加州，此地為其生長南部區。所以，在此做很多有關遙測地理資訊系統研究，並做為規劃、政策分析用，允許作為生態的評估。

綜上，美方在應用大地衛星影像監測工作，包括：火災跡地、野火及火山爆發等干擾復育的監測、野生動物遷移及數量的監測、生物量的監測，且他們所作的監測是預測未來問題，而非只回溯過去結果，也非提供經營者為解決當前的問題作管理決策依據，而是適當的被應用於政策分析和研究，另外也對經營者對林地的政策是保護或出產木材，該政策對生態及社會經濟影響作監測評估；這點是值得台灣學習的，另外 Thomas A. Spies 博士也提到目前有以 MODIS（中解析度成像光譜儀）所測得之數據不同於大地衛星產品，是近 10 年最新的監測模式，因為屬於專門科技，參訪者屬行政人員無法瞭解細節及技術層面的問題，建議此監測觀念與方向方法，能委託專業團隊專案研究學習並應用於台灣，供經營管理單位應用於政策分析用。

二、重要集水區之林地經營管理：

（一）台灣現況：

首先向參訪單位及人員介紹台灣於 2004—2005 年石門水庫因水質濁度太高造成台北桃園地區嚴重缺水，經分析原因各相關機關針對各職掌作出對策，並受立法院重視通過石門水庫整治特別條例動支特別預算希望能澈底解決民眾缺水問題，所以參訪者以石門水庫的林業經營對策，向受參訪單位說明台灣因地形陡峭、地質脆弱、加上 921 地震過後土層鬆軟、颱風帶來的豪大雨及道路過度開設等原因，使石門水庫集水區上游國有林地崩塌嚴重，為使台北桃園地區免為缺水而苦，在林務局業務部份擬訂石門水庫暨其集水區治理計畫，包括崩塌地復育措施、放租林地地上物補償收回、嚴格落實租約管理、輔導改正造林等措施及未放租地加強巡護查察林地，避免不法情事發生。

另針對非法占用者則有三種不同情形有不同的配套措施：

- 1、 占用時間為 10 年內的情形：清查後移送法辦；
- 2、 占用 10 年以上的情形：鼓勵自動繳回林地免於訴訟者則核發轉業救助金；
- 3、 58 年 5 月 27 日以前占用並經第一版航空照片顯示已有占用者：可補清理，期能藉由不同措施，導正超限利用，達到林地林用的目標；並表達希望藉由參訪瞭解美方在林地管理上有無租地管理問題？竊取盜伐林木如何防

範？及在巡護人力應用上有無特殊工具或方法來巡護廣大的林地。

在介紹參訪地點前先介紹美國的林地概況，美國的土地面總計有 23 億英畝，其中林地佔 192 百萬英畝，林地管理組織，由上到下分為四個層級包括：9 個林區 (Region)、155 國家森林 (National Forest)、20 國家草原 (National Grassland)、630 地區 (District)，此次參訪太平洋西北林區是第 6 個林區，該林區總計有 27 百萬餘英畝土地、21 個國家森林，經參訪兩個國家森林：

1. Mt. Hood 國家森林

位於波特蘭市郊，隸屬於美國林務署 (USDA Forest Service) 太平洋西北林區 (Pacific Northwest Region)，轄區跨越奧勒岡及華盛頓兩州，區內林相以針葉林為主，主要樹種為花旗松 (Douglas fir, *Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco)、西部鐵杉 (Western hemlock, *Tsuga heterophylla* (Raf.) Sarg) 和西部柏樹 (Western red cedar, *Thuja plicata* Donn. ex D. Don)。

Mt. Hood 為奧勒岡州第一高峰，海拔 11,235 英尺，山頂終年積雪，是美國著名的滑雪勝地，此行來到森林界限 (timberline) 所見樹種有大冷杉 (Grand fir, *Abies grandis* (Douglas ex D. Don) Lindl.)、柱松 (Lodgepole pine, *Pinus contorta* Douglas ex Loudon var. *murrayana* (Grev. & Balf.) Engelm.)、山鐵杉 (Mountain hemlock, *Tsuga metensiana* (Bong.) Carriere) 等。在 1930 經濟蕭條的年代，美國政府雇用失業工人，以當地之木材及石材手工建造森林界線山屋 (Timberline Lodge)，提供餐飲住宿的服務，完全手工打造獨特之建築及內部傢俱等擺設，使其在 1972 年列入國家歷史紀念地 (National Register of Historic Place)，目前由 timberline 之友會從事維護工作。

Mt. Hood 國家森林，從過去之木材生產轉變為現今以遊憩、保育生態為主，乃是順應世界潮流及反應民眾對森林價值改變的一種調適性森林經營方式。這與台灣早期的阿里山、大雪山、太平山三大林場類似，現在亦以保育及遊憩為主要業務而非林木生產；而民眾參與林業經營政策與作法在台灣也很多例子，包括在原住民地區如有任何林業施業均需經得部落同意始可執行，並已於原住民族基本法內明定。所以民眾參與在未來將越來越受到重視。

在美國內依其便利性不同提供三種不同的露營地，在私有林通常提供有水、有電、有衛浴設備；在州立的林地可提供廁所、水及淋浴；而在聯邦的國家森林營地只提簡易廁所而沒有水、沒有電，據西北試驗站接待人員 Eini Lowell 及 Xiaoping Zhou 表示：美國林地提供露營非常盛行通常需提早預約，否則旺季時一位難求，不過他們對於營地管理很注重，並沒有因為露營烤火而引起火災的，甚至有志工會來巡視營地是否有將火苗熄滅；在臺灣除私人的營地外各國家森林遊樂區並未有露營地的規劃，如可吸取美國經驗規劃露營地，將可提供多一項遊憩型態，讓遊憩活動更多元。

2. Mt. Baker-Snoqualmie 國家森林區

位於在太平洋西北與城市交界的重要森林，距離西雅圖大都會約 1 小時車程，平均每年超過 5 百萬人拜訪，遠超過拜訪 Mt. Rainier、Olympic 及 North Cascades 三個國家公園的人數；有超過 1.7 百萬英畝的森林，從加拿大邊界順著 North Cascades 群延申及包含主要的集水區，是所有 Puget Sound 鮭種、重多的野生動物棲息地，並提供人口成長所需的乾淨水源及娛樂的城市後花園。

該國家森林有三大經營目標：1、透過地景管理手段：達到更多的自然恢復、多樣性的地景，在氣候變遷中實現有價值的生態系服務將更為重要；2、提供優質的遊憩機會：聚焦於遊憩的利基是森林的功效，在該林區提供真實的值得懷念的經驗去包括在孤獨、運動、有趣的學習及復原上，且都可從城市開很短的車程到達，提供每天使用的活動像滑雪、登山、家庭旅遊、野生動物的觀察及觀光。3、公眾參與、藉由合夥關係擴大服務範圍：努力擴大服務範圍和聘任年輕人，讓更多的小孩進入森林提供環境教育體認與服務，公眾參與對於未來是必要不可缺的。

該林國有森林比較特殊重要的林地管理問題是：因為屬近郊型，很多林地是夾雜在私有林地間像是一塊塊的巧克力一樣，造成經營管理上成本增加且經營管理達成的目標會打折扣，如為保護野生動物棲息環境或增加水資源的蓄存的經營目標常因臨近私有林的砍伐而受到影響，該林區是用「交換土地」的策略慢慢將國有林地集中、私有地也集中的方式解決，據 Y. Robert Iwamoto 先生表示：這是很艱難的工作，然一定要做，他們需用很長的時間與私人協商，有很多成功的例子，採等值交換方式辦理，目前以價值評估而言，所具價值的考量是為對野生物與魚類的水，其他為遊憩及野生物種，若有可能對斑點貓頭鷹、灰熊或是狼獾成為重要的棲息地，則評估價值會更高，故不僅是考量樹木而已。而經費來源係以「土地保護基金」購買進行交換，而此基金由海洋鑽出石油收入留作聯邦政府購買土地使用。這點與臺灣的區外保安林地、接管國產局經營的林業用地及原省有林地的情形相似，可再詳細參考美國的成功經驗，包

括交換的條件與原則，只可惜因時間倉促，且非原規劃參訪主題，該林管處無現成資料可提供考察人員攜回。

Mt. Baker-Snoqualmie 林管處的林務人員 David Kendrick 也是這次參訪西雅圖地區的聯絡人兼接待人，在帶我們到 Snoqualmie Point Park 及 Asahel Curtis Nature Trail 參觀時，我們有提及台灣的巡護人員平均每人要巡護 2000 公頃，他驚訝的說：你們如何辦到的，他以 Snoqualmie Point Park 所含蓋的集水區面積約 700 英畝，就有 30 位巡護人員，然仍有私有地越界砍伐及盜伐深山的巨木問題；除瞭解美國對於盜伐林政案件中美皆有之，更感受到巡護人員的辛苦與重要性，如果沒有他們，可能林政占墾、盜伐會更猖狂。

David Kendrick 為了讓我們瞭解美國國家森林巡護員服勤的情形，特別帶我們到該林區的 Snoqualmie Ranger Station 拜訪工作站巡護員 James S. Franzel 先生，他表示：

- 1、工作最大挑戰之一為環境團體與各種媒體介入林地保護，以隨時各自張貼或發布片面資訊的照片而言，使林地巡護工作受這些團體任意行為而感困惑；此點在台灣也有相同的情況。
- 2、另一大挑戰為人力、預算縮減，由 30 年前全職 300 至 400 人減至目前 120 人，以通膨換算，預算由 20 年前 2500 萬美元減至 800 萬美元。所以，管理順其自然，僅能維護而已；台灣亦有相同人力不足的窘境。
- 3、當地巡護人員退休年限由過去服務屆滿 30 年，年滿 55 歲，現已提高為年滿 57 歲；台灣則是配合勞基法由今年起由原先 60 歲改為 65 歲退休。
- 4、工作上配備使用 GPS、手機、車輛運輸工具，不騎摩托車（在台灣所使用代步的工具是機車非汽車），不配帶槍械，而當地巡護算是安穩，少有不法情事發生，如發現不法情事則由當地警力單位提供各巡護人員迅速支援。而森林警察直屬由華盛頓區警政署，是獨立工作，未與巡護人員搭配巡護。
- 5、每位巡護員各自有分巡護區，每天單獨駕車巡護有無盜伐、盜獵情事，晚上回到工作站休息、待命（為森林火災防救），每週才回家一次；這與臺灣偏遠的駐在所或分站的巡護情形類似，如當天巡護無法往返時基於安全考量會採用聯合巡護，且每人負責的巡護區大小也懸殊很大，美國約每人巡護不到 100 公頃且無租地管理問題，而台灣的巡護員每人約 2000 公頃，外加租地管理、造林監工、社區輔導、、、等工作均落在巡護員身上，不禁要向臺灣的巡護員致上敬佩之意，而退休年齡則由今年開始由 60 歲延到 65，個人認為未來是否會對巡護工作有影響將有待觀查。

三、木質生質能源

(一)、概況

依據美國能源資訊署預估，全球石油資源僅能再提供 40 年，加上近 10 年來大氣中二氧化碳含量增加了 30%，溫室效應更造成全球氣候嚴重異常；尋找石油替代資源成為目前世界各國所共同關切的問題。

(二)、生質能源

生質能是指「農林植物、沼氣、一般廢棄物與一般事業廢棄物等直接利用或經處理所產生之能源。」生質能是透過植物直接吸收太陽能、水分及二氧化碳轉化為能源，對於二氧化碳產生與消耗過程，可視為完整的封閉系統，具有幾乎無污染及二氧化碳盡排放量的特點，為環保、潔淨的能源，且其國際間的生產技術已經相當成熟。

目前生質酒精主要生產國為：美國(約佔 43%)、巴西(約佔 32%)、歐盟(約佔 15%)，三國總產量已佔全球 90%。但因其主要的原料為玉米、甘蔗及植物油，因此易影響國際糧食價格，衝擊全球糧食產銷體系。

使用玉米等植物生產乙醇的淨效率，估計約僅為 0.1%，因此若要足以提供全球噴射機、火車、船舶及貨車所需能源，必須使用地球 8%的土地種植玉米才足以供應。目前科學家另外研究發現：若以軟枝草生產纖維素乙醇，其產生能量可為玉米乙醇的 5 倍，而且沒有其他有機物回到土壤中，只要使用全球 1.6%土地種植即可，此項發現增進了生質能源發展的可行性。但其前提必須先能以基因改質方式軟化軟枝草的植物細胞壁，因此尚無法確定利用此方式，是否真的比利用反應器的熱生產合成燃料的方法較佳。況且，可能後果包括易釀成火災及造成嚴重災損情形，一切利弊尚待持續研究分析。

就目前各國生質酒精的生產成本比較，成本最低的是以甘蔗為原料的巴西—每公升約 0.2 美元；其次為以玉米為原料的美國，0.25 美元；以蜜糖(molasses)為原料的澳洲，0.48 美元；成本最高的是以纖維為原料所生產者，每公升高達 1.4 美元；由此可知，以纖維為原料生產生質酒精存在非常嚴重的競爭劣勢。

整體而言，未來生質能源發展勢必面臨以下問題：

- 1 與糧食作物競爭耕地。
- 2 生產成本偏高，且易受天候影響。

3 其它替代能源的競爭，如核能、太陽能、風力能源等。

(三) 木質生質能

1、優點：

木質生物質(wood biomass)則為最豐富的、可再生的永續資源，內含 3×10^{21} 焦耳能量，相當於 600~800 億噸石油，等於全球石油供應量的 20-27 倍；且原料價格較石化原料便宜；砍伐利用後具有優異的碳固定功能，每年約可固定 2×10^{11} 噸碳；為未來新一代的燃料原料。

另外，木質生質能尚有下列優點：

- (1) 無酸雨危害：造成雨水酸化之汙染物質為二氧化硫(SO₂)、氮氧化物(NO_x)、鹽酸(HCl)、有機酸，因木質植物不含硫，含氮量亦極為微量，因此幾乎不會產生硫酸、硝酸等酸性物質而降低雨水之酸鹼值。
- (2) 碳固定：植物體具有光合作用，生長過程中會吸收二氧化碳，轉換成澱粉，供植物生長之能量。據統計，地球表面生長的植物體每年所固定的碳可達 2×10^{11} 噸。
- (3) 碳減量：木材熱值較低為其最大缺點，每公斤約 4,500 千卡，約為燃料油之 22.9%，但木材加工所排放二氧化碳僅為重油的 6.4%，作為替代能源可減少 93.6% 二氧化碳排放量，降低溫室效應之衝擊。
- (4) 中性能源：大氣中的碳以固體、液體、氣體狀態循環存在，燃燒石油將產生二氧化碳氣體排放；但木材為可再生、低耗能之材料，且燃燒所產生二氧化碳氣體會透過植物體作用及利用而產生循環，故屬於中性、溫和、潔淨之能源。

生質能源為潔淨、中性的能源，並可解決木質廢棄物所造成的環境問題，永續森林經營可協助達成京都議定書有關溫室氣體減量之目標，因此備受關注。美國石油資源豐富，尚且積極發展替代能源，即使阿拉斯加州亦已深刻感受到替代能源的重要性，目前在許多學校、醫院、監獄、多功能社區等，都有許多木質生質能源發展計畫正在進行中，而且已有許多極具產業規模。反觀台灣，能源幾乎全部仰賴進口，但每人消耗能量為世界的 2.5 倍，能源使用效率較歐盟低 47%，甚至比日本低 65%，1990 到 2006 年 CO₂ 排放量成長 33%，節能減碳已是刻不容緩地步。

2 生產成本與效率

木質材料包括：工業加工下角料與鉋花、建築廢材、家庭木質廢棄物、森林中未經利用的疏伐中小徑木等，分散各地，且具有體積龐大、熱值低等缺點，有關木質生物質的收集、貯存與利用，將會花費相當的成本與能源。

據估計，目前一套每小時約可生產 1-5 百萬 Btu/小時(0.3-1.5 百萬瓦)的木質燃料生產系統，其中每百萬 Btu/小時的熱源成本約需 5-7.5 萬美元(約台幣 170-250 萬元)。一般而言，美國木質生質能源生產成本約比石化燃料增加 50%，凡超過 50 英里以上的原料收集通常就已不符經濟效益。

就燃料應用方面，以目前已有生產技術而言，利用木質燃料能有效率地之方式可為木質燃燒、木質氣化、汽電共生及混燒的組合。

(四)、美國生質能源政策與發展

1 政策：

美國不論對於生質酒精、生質柴油、木質生質能源，都有全面性的發展策略與配套措施。

2008 年 10 月 3 日美國眾議院通過替代能源法案，主要為投資抵稅補助之期限延長至 8 年，補助金額達 170 億美元，有關生質燃料部分，摘要重點如下：

- ※對於【生質柴油】生產，每加侖補助 1 美元的抵稅補助，延長一年。
- ※減少【用熱分解法生產再生燃料】之成本，給予每加侖 50 美分的抵稅補助。
- ※允許 2013 年 1 月 1 日前設立的【植物纖維乙醇廠】，可以直接認列 50%建廠成本。
- ※投資【再生能源提煉設備】之 30%的抵稅補助，延長至 2010 年。
- ※提供【輸油管廠商】相同的投資抵稅補助。

美國第 44 屆總統歐巴馬贊成政府持續補助乙醇業，也以「協助美國能源自主」為由，支持對巴西等國生產的甘蔗乙醇課徵進口稅。因此在他的競選政見，即表示要在任內推動能創造 500 萬個新就業機會的「綠色新政」，同時將投入 1,500 億美元執行「阿波羅計畫」(Apollo project)，包括未來 10 年內，每年投資 150 億美元(約 5,000 億台幣)發展再生能源。

全球主要國家對於替代能源的補助金額也年年增加，2008 年補助金額約 100 億美元(約 3,300 億台幣)，到 2015 年時將高達 750 億美元(約台幣 2 兆 5 千萬元)。

表 1 電力、熱能、熱電聯產設施之比較

	規模 (MW, 百萬瓦)	燃料使用 (氣乾重 ,噸/年)	主要成本 (百萬美 元)	操作管理費 ^a (百萬美元)	效率 (%)
電力					
公用事業廠	10- 75	10 萬- 80 萬	20-150	2- 15	18- 24
工業廠場	2- 25	1 萬- 15 萬	4-50	0.5 - 5	20- 25
校園	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
商業/協會	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
熱能					
公用事業廠	14.6- 29.3	2 萬 - 4 萬	10-20	2 - 4	50- 70
工業廠場	1.5- 22	5,000- 6 萬	1.5-10	1 - 3	50- 70
校園	1.5- 17.6	2,000- 2 萬	1.5-8	0.15- 3	55- 75
商業/協會	0.3- 5.9	200- 2 萬	0.25-4	0.02- 2	55- 75
熱電聯產					
公用事業廠	25(73)b				
工業廠場	0.2-7(2.9-4.4)	27.5 萬	50	5- 10	60- 80
校園	0.5-1(2.9-4.4)	1 萬 - 10 萬	5-25	0.5- 3	60- 80
商業/協會	0.5-1(2.9-7.3)	5,000- 1 萬	5-7.5	0.5- 2	65- 85
		5,000	5	0.5- 2	65- 85

a: 操作及維護。

b: 熱電聯產規模是為電力、熱能之組合，括號前面數值表示電力，括號內數值為熱能。1 百萬瓦=3.413 百萬 Btu/小時。

(五)、參訪實錄

【參訪一 奧勒岡州 Warm Spring, Vanport 公司】



生質能原料 1—製材廢料



生質能原料 2—飽花、木絲



生質能原料 3—小徑木、枝梢材



生質能原料 4—木粉



廢料進料口



進料設備



燃燒室－燃燒觀察口



燃燒煙



生質能設備

- － 左管內冷卻後可供木材乾燥所需熱能，右管熱氣送出後則供發電用



生質能設備－輸送熱能



去除空氣設備



水質處理器－去除河水硫化物



生質能源設施

— 管控嚴格，煙囪排放煙均極潔淨



生質能源設施



應用 1— 木材乾燥設備

位於奧勒岡州 Warm Spring 的 Vanport 生質能源設施工廠規模龐大，於 2006 年 1 月新設完成，是以年可生產 4,300 萬板呎的產能規模設計相關設施，生質能源部門只需員工 13 名，一般每週生產 4 天，一天運作 10 小時，目前每月產量約 22-30 萬板呎。每日每次木材粒片進料約 8 萬磅，原料並非全由本廠所產生，約 18-31% 木料尚需外購。原料經過輸送帶送至廠房最高處投入，進入鍋爐燃燒，在經過熱交換，使氧氣得以進入，廢氣排出，全自動控制各關卡，除了產生灰分外，每日可產生約 4,000 千瓦發電力，另外產生的蒸氣經減溫至華氏 360 度、108psi 以下，則可供全廠製材、乾燥木材所需熱能，約經過 10 年後省下的電力可以平衡投資設備之金額。

【參訪二 華盛頓州—SP 工業公司, Sierra Pacific Industries, SPI】

SPI 為美國最大的生質能發電廠，不同於其他生質能源公司都是燃燒都市廢棄物、薪材、建築廢棄物等，該公司只燃燒沒有漆料的木材，將木材碾碎，再經燃燒產生

能源電力，並且真正不會破壞環境。過去，該公司以燃油製造蒸氣，並沒有隨著產生電力，3年前才興建生質能源電廠。

鍋爐每天 24 小時連續運轉，一年約運轉 350 天，大約每半年只各休息 5 天。每小時進料 25,000 噸，全部來自該公司的製材廠，毋需外購。所生產的電力除供本公司製材廠所需外，80%還可銷售至加州，正常銷售量最低為每小時 15 百萬瓦特，最高可達 23 百萬瓦特。銷售綠色能源都有簽訂合約，合約則受制於綠色能源供應量及執照登錄量。

拜訪 SPI 公司時，僅限戶外可以拍攝，室內一率不准攝影，且不同意錄音。但基本上，SPI 生質能電廠設備較之奧勒岡州 Warm Spring 的 Vanport 生質能源，更具數倍的規模，設施幾乎全自動化，而且非常整潔並非常注重安全措施。最後排出煙囪口 99% 都在 8 ppm 容許量以下，均可達到政府所定的嚴格標準。建廠及設備並沒有受到政府補助，但享有租稅扣抵，太平洋區對設施、燃煤新技術研發提供很多不同租稅扣抵。就其所知，在華盛頓租稅扣抵並不多，加州政府對綠色能源就有相當巨額的租稅扣抵。目前綠色能源似乎每百萬瓦特有 3、4 美元租稅扣抵，往後 5、6 年的趨勢，租稅扣抵數字很可能多達 10 或 15 美元，並且是在商品市場上交易的。以百事可樂公司為例，數年前為要買綠色能源公司，而買下數噸租稅扣抵。

SPI 公司說明，該公司雖然無法靠銷售綠色能源賺錢，但使用製材廠廢料生產電力，而且可以供應乾燥廠所需熱能及製材廠的電力，因使降低公司的總生產成本，而且，銷售綠色能源，也等於在銷售租稅扣抵額。



生質能原料

— 不具利用價值小徑木



生質能原料—製材之樹皮廢料



生質能源生產廠場



生質能源生產廠場



生質能源廠前合照

【參訪三 阿拉斯加州自然資源部林務組】

此次拜訪阿拉斯加州自然資源部林務組副處長 Dean N. Brown 及森林資源計畫經理 Martha Welbourn Freeman 等二位女士，談到阿拉斯加州自 2004 年以來，對於生質能源的發展非常重視(提供相關報告一份)。依阿拉斯加州政府的規劃目標，未來十年將著重在熱能的提供，改善居民寒冬生活品質，再往後十年才可能應用於電力發展。相關內容概述如下：

1、阿拉斯加木質能源發展任務組織(Alaska Wood Energy Development Task Group)的發展緣起：

因為近年來國內加熱與電力成本逐年增加，州內各界都感受到嚴重衝擊。對某些單位而言，如何利用森林中過剩的木質材料，已經由原來的「突兀」躍升為「生存必要」的議題。

經濟與環境的壓力源促進了替代性生質能源市場的發展。不論就短期或長期而言，替代性能源都是可以節省支出。但無論如何，財源的補助是必要的，才能支應相關燃燒爐與基礎設施由原來使用石化燃料改為燃燒木材、木質粒片、木質彈丸後所增加的成本。於是在 2004 年成立阿拉斯加木質能源發展任務組織，提供經費與經驗去選定一些計畫，促進替代能源利用與發展。

2、生質能源的二個主要行動：

- (1)降低危害燃料的處理
- (2)達成森林其他功能的森林管理

3、阿拉斯加木質資源包括：

- (1)為了降低可能造成城市邊際荒地火災而疏伐的林木。
- (2)於森林中所清理出的火災受害木或因蟲害(beetle-killed spruce)死亡的雲杉木。

- (3) 伐木或製材加工所產生的木屑、鉋花。
- (4) 在商業標準中較無利用價值亦無市場的低品等鋸木與小徑木。

阿拉斯加森林提供了大量、永續的當地所成長的木質產品，廣泛的利用森林資源創造了經濟機會，除了傳統的製材利用外，也提供以木質為材料的生質能源工業。其他對整體性森林資源利用的優點尚包括：

- (1) 提供一個可促進許多依賴森林環境而生存的野生動物之棲息地。
- (2) 管理城市邊際林地的燃料，降低引起火災之可能性。

4、阿拉斯加木質能源發展任務組織(AWEDTG)

- (1) AWEDTG 是一個為探究阿拉斯加發展木質能源之機會而臨時結合的聯盟組織，自從 2005 年到現在，該任務組織已經有效引導了阿拉斯加界對生質熱能的興趣，並徵集了許多相關的報告，已審核 79 篇，選擇了 42 項未來即將進行的研究計畫，完成了 34 項廠場或野外勘查報告，另完成 21 項可行性評估，2 項計畫正在設計階段，3 項計畫則已經在建置中。
- (2) 美國林務署及阿拉斯加能源局設有專責單位，以提供專業指導與龐大經費。朱諾經濟發展委員會則提供最初的聯繫點、資源資訊、技術支援、場域勘查與初階可行性評估等協助。

阿拉斯加木質能源發展任務組織成員

- 阿拉斯加能源廳
- 阿拉斯加村倡議組織
- 阿拉斯加州州政府黯然資源廳林業處迪納利委員會
- 朱諾經濟發展委員會
- 美國農業部農業服務局
- 美國農業部林務處阿拉斯加林區
- 美國農業部自然資源保育署
- 美國農業部西北太平洋區研究站
- 美國農業部農村發展
- 美國內政部印地安事務局
- 美國內政部土地管理局阿拉斯加辦事處
- 美國國家再生能源實驗室
- 美國國際合作推廣服務部

5、阿拉斯加州正在執行中的 3 項計畫

(1) 克雷格(Craig)

2008 年 5 月鍋爐開始啟動，克雷格市建造了一座以燃燒木料產生熱能的鍋爐系統，以補充供給丙烷及熱油系統，供應國民小學及中途之家等之建築物、多功能游泳池用水及相關設施所需。

此項創新技術是大量收集當地加工廠廢料，即原來供作燃料用的木材鉋花、粒片及乾燥的單板鉋花等，該設施系統係由克雷格市立校區負責維護。建置本套系統後除了每年可以省下約 4-6 萬美元的費用外，本計畫亦可減少因加熱之需而對石化燃料之依賴(reliance)，同時可協助解決當地林產加工廠產生廢棄物後的包裝與利用的問題。該設備的經費是由美國林務署、美國國家資源保育署、阿拉斯加能源局、迪納利委員會所共同提供。

(2) 卡瑟洛夫(Kasilof)

這是一個由大約 10 個家庭所共同組成的團體，已經建置了 2 個戶外的 GARN 木料鍋爐，可以提供該中心所需的三分之一的熱源，產生的熱水則利用地板及牆壁中的管線供應到各棟建築物內以達到保暖效果，這個鍋爐同時也提供了該團體成員家庭的廚房及手洗衣服所需所有熱水。至於所需木料，則來自於北部 200 英畝林地上因蟲害而死亡的雲杉 (beetle-killed spruce)。該團體已經規劃再建置其他的 GARN 擴大提供使用，至於所需經費則由阿拉斯加健康及服務局，及美國林務署啟動木質能源計畫透過林業部門提供，並交由朱諾經濟發展委員會管理。

(3) 塔那那(Tanana)

塔那那團體設立了 2 座 GARN，並用於自助洗衣店及城市水源系統，其鍋爐成本不但比進口然由還便宜，從育空河(Yukon River)取得廢棄木材的工作更為該團體提供了許多就業機會，而鍋爐已從該城市移轉給非營利供水及排污公用事業的 Too' gha 公司。該計畫經費來源除與卡瑟洛夫(Kasilof)相同，另外由阿拉斯加商業與經濟發展團體、以及 Too' gha 公司提供。



阿拉斯加熱能技術員大衛(Dave Frederick)說明位於坦那那的 GARN 木料鍋爐操作方法。(照片提供:Daniel Parrent)



泰德將木料填裝到 GARN 木料鍋爐。鍋爐燃燒供應一個大社區能源並提供團體所需的許多熱水。照片提供:Scott Moon)

(六)、心得：

- 1、生質能源生產成本最主要為原料成本，我國耕地面積有限，種植能源作物發展生質能源將不易達經濟規模，除非使用適合我國農林業產業背景的原料，如甘藷、竹材等，才可能較具競爭力。
- 2、木質生質能為潔淨、中性的能源，並可解決木質廢棄物所造成的環境問題，永續森林經營可協助達成溫室氣體減量之目標，又無衝擊糧食供應的後遺症，且可產生替代能源，一舉數得，極具發展意義與潛力。以美國西部及阿拉斯加等州木材與石油資源豐富的地方，尚且感受到石油危機與氣候變遷的問題，積極發展生質能源，而且頗具規模與成效，台灣 99% 能源與木材全部仰賴進口，不管是為國家安全或環境責任考量，都應更積極面對這嚴重的問題了。
- 3、台灣每年銷耗之木材約有一半變為廢棄物，殊屬浪費，在能節能減碳的時代，實應積極發展利用，提高資源利用效率，且可提高我國木材自給率，降低對他國木材資源與能源的過度依賴，善盡地球村一分子的责任。
- 4、木質生質材料分散各地，且具有體積龐大、熱值低等缺點，有關木質生物質的收集、貯存與利用，將會花費相當的成本，因此木質生質能源不可能單獨成為替代性能源，而是應依各國狀況選擇最佳的組合方式。
- 5、台灣未來木質生質能源發展方向宜定位為：
 - (1) 區域性生產：須配合能夠在現場使用的小型生產設備，並就近提供學校、社區等使用，縮短收集、運輸成本。
 - (2) 遞補性能源：因為目前生產生質能源成本相對較高，適合配合既有或其他替代性能源共同使用，可創造最佳利益。
- 6、台灣發展木質生質能所需之原料可能來源為：
 - (1) 木質廢棄物(3-4 million/y)，每年總量約達 320 萬噸，約為每年木材消耗量使用量之一半。若其中較具利用價值者至少亦有 200 萬噸。
 - a、工業廢棄物(製材加工所產生的鉋花等)， $600 \text{ 萬立方公尺} \times 20\text{-}30\% = 120\text{-}180 \text{ 萬噸/年}$ 。
 - b、營建廢棄物， $11 \text{ 百萬立方公尺} \times 15\% = 160 \text{ 萬噸/年}$
 - c、林業廢棄物：包括漂流木(約 20 噸/年)及疏伐木、枝梢廢材(約 12 噸/年) $= 32 \text{ 萬噸/年}$
 - d、家庭廢棄物， $750 \text{ 萬噸} \times 5\% = 31 \text{ 萬噸/年}$
 - (2) 病蟲害植株：例如每年處理外來入侵種小花蔓澤蘭等所得之植株，若經炭化、調質，製成環保磚，可開發為透水磚、高壓磚、植草磚、裝潢用專…等，除了具有將廢棄物轉換成具經濟價值生態產品的環保意義，亦可達節能減碳目的。

表 2 環保草磚與傳統紅土磚塊性能比較：

性 能	草 磚	紅 土 磚
資源可取得性	大量	少量
設備成本	\$ 38 / m ² (便宜 24%)	\$ 50 / m ²
能源效率	提高 72%	1
熱能效率	提高 6 倍	1
生命週期	100 年，長 多 50-70 年	30-50 年，短
環保	保溫性佳 降低空氣污染、能源散 失及溫室效應	一般

(3) 竹子：台灣竹林有 15 萬公頃，且種類豐富，砍伐老竹有助於保持水土保持功能，不論就資源面、生態面及產業發展面而言，竹類實為我國最具發展潛力之生質能源材料。

- 7、目前有關種植軟枝草取代玉米生產乙醇的研究指出，其能源效率為生產玉米乙醇的 5 倍，可減少五分之四的種植面積，以台灣可耕地面積嚴重缺乏的情況，研發種植生長快速、淨效率高、且無糧食競爭問題的草類或其他植物，不失為一個可行的方向。
- 8、第四代生質能源

替代性生質能源一般稱為第三代能源，利用二氧化碳所產生的能源則被稱為第四代能源。據報導，美國加州一位知名的基因科學家 Craig Venter 在「科技、娛樂與設計會議 TED」發表內容略以：

- (1) 利用基因改造微生物，吸收二氧化碳，排放甲烷等氣體，轉化為能源。
- (2) 目前已有 2000 萬種基因可以運用。
- (3) 目前已有若干生物可以自行製造辛烷，但生產規模太小。
- (4) 如何從大氣層中吸收高濃度二氧化碳來餵食微生物，為未來研究重點。
- (5) 預計 2009 年 4 月問世，目標將取代石化工業。

若此研究成功可行，那將是一個顛覆性的能源革命，對全球而言，不啻是一個值得期待的技術突破，我們除了拭目以待外，更應積極思考調整因應！

四、創新林產品

美國領土有 23 億英畝(2.3 billion acres)，林地雖僅佔 28%。但在 7 億 4,700 萬英畝(747 million acres)的林地中，可供利用的商用林地即有 4 億 9,000 英畝，約為 65.6%。其中，商用林地主要屬於私有，約佔 58%，其次分別為：工業用 15%，林務署 17%，其他公用土地 10%。

林務署所管理的森林地面積約為 1 億 9,200 萬英畝(192 millions acres)，分為 9 大林區(Forest Regions)，再細分為 155 個國家森林(National Forest)、20 個國家草原(National Grasslands)等。大部分集中在西部，此次參訪的西北林區(USDA Forest Service—PNW region)及阿拉斯加林區(Alaska Region)即屬規模較大且極具代表性之林區。

美國林務署轄下共有 2300 位研究人員，研究領域包括資源使用科學、環境科學、林業管理科學及定量科學等 4 大領域。資源使用科學則含括林產品、都市林業和遺產、戶外休閒、社會科學與經濟訊息提供等。林產品運用和加工製程研究旨在協助製造商及小企業操作員提高其生產技術與效率，當然要兼顧對環境的友善等理念。目前美國有越來越多的新建工程中，因為木製品被設計出特定的形狀、規格與品項，因此非常迫切需要新的樹種與材料新知，因此研究發展某些利用率較低的木材、循環使用廢棄木材與紙類、不會引起污染的紙類生產、自動化、新產品的使用與性能評估等，為目前主要的研究範圍。另外評估木製品的無機物、非石化類膠合劑、由小徑木材製成大規格板材的研究等，亦為重要的研究課題。在森林經濟方面，則加強研究利用小徑木改善森林健康及減少美國西部的火災損失。

(一)、參訪—美國林務署西北試驗站

我們第一站參訪的西北試驗站(USDA Forest Service—PNW Research Station)，在阿拉斯加、奧勒岡和華盛頓州有 11 個駐點，員工約 500 名。其任務是幫助人瞭解和做出關於人、自然資源和環境，提供科學情報作為美國林務署訂定決策及供民眾了解與選擇之參考資訊。

西北試驗站目前主要研究重點為：森林火災、全球性氣候變化、入侵種、St. Helens 聖海倫火山基地生態保育、老齡林之研究等。有關林產利用部分，亦多屬木材生長力方面之研究，例如：人為干擾對森林長期生產力之影響、非木材林產品、如何提高多目標森林價值等，但尚無針對創新林產品的開發利用等研究項目，其主要由奧立岡州立大學森林科學與工程學系的專業團隊針對林產工業之需求進行相關研發與教育訓練。

近年來生態系服務(ecosystem service)在美國非常流行，其範疇包括水、動植物、景觀…等，而二氧化碳亦被視為服務之一，最困難的是如何量化的問題。美國林務署近年來不遺餘力進行碳吸存方面的研究，以 PNW 為例，就有一個研究團隊進行造林對減少二氧化碳排放的功能，但其計算非常複雜，雖然美國樹種較為單純，主要為花旗松 Douglas fir、火炬松 Ponderosa pine、西方松 Western pine、鐵杉 Hemlock 及放射松 Red cedar，但研究時必須針對地區森林的每一種樹種逐一計算，亦是一項艱鉅的工作。

此次參訪首先由我方就【創新林產品】、【木質生質能源】等二項議題進行簡報，並就相關問題請教美方的觀點與政策。

美方對於農委會的新生質能源政策(台灣農地短期內不再種植能源作物，農地只用來種植人類的糧食作物，22萬公頃的休耕農地將耕種台灣需要進口的作物，提高糧食自給率)感到非常驚訝；另外對於台灣積極發展竹類，產品創新、多樣化、產值高等，非常感興趣並讚嘆不已；但也無法了解既不能種植生質能作物，為何可以種竹子？台灣起初為何會發展竹材？全台竹林面積為何？私有竹林佔有的比例？

經詳細說明：台灣的政策是指“農地”不再種植生質能作物，但林地依規就是必須種植林木。台灣森林中約有73%天然林，已因保育目的而禁止砍伐；20%人工林則因樹種複雜、輪伐期長、國人多主張保育措施等因素而不易砍伐，且不易具經濟規模；反之，占7%的竹林約有15萬公頃，其中約有90%屬私有林，提高農民生計為非常重要考量因素，且竹子生長快速，4年即可砍伐利用，更新老竹又可促進其水土保持功能，因此我國政府當初為了協助921地震災區產業重建，經仔細評估其生態面、資源面、產業面等優劣勢後，開始推動竹產業振興計畫。

美國木材資源非常豐富，因此多往大規模木製產業發展，以如何改進加工技術、自動化製程、木材廢料生質能發電等為較重點發展方向，而OSB定向粒片板、木質與非木質的複合板材的研究等亦為重要趨勢，相對地，對於竹子幾乎止於觀賞用途，完全沒有任何研究與利用。西北試驗站研究人員亦對於台灣地質地形以及多颱風，致造成為數可觀的漂流木感到不可思議，但也對於台灣將漂流木多目標利用的方式非常贊同。



與西北試驗站研究人員進行簡報與討論



與美國林務署西北林區
副處長 Peggy 合照



西北試驗站生態旅遊實驗室主任
Robert L. Deal, Ph. 帶領參觀

(二)、參訪－奧勒岡州立大學木材科學及工程學系

Oregon State University, OSU

Department of Wood Science & Engineering, WS&E】

OSU 強調其任務是為協助社會大眾在環境友善及永續經營方式下，利用可再生的木材資源與相關材料及產品，促進科學工程及貿易。更因為其教學研究及訓練計畫，促進奧勒岡州之林產工業能在全競爭下成功發展。

在 21 世紀中，木材是人類社會基本的需求物質，全球對木製產品的需求量都日益增加。美國，不只是全球最大的木製品生產國、消費國，更是全球木質材料及木製品的進口國。而奧勒岡州則是美國西部木製品生產與分布中心，也是國際林產品貿易樞紐。

奧勒岡州立大學木材科學與工程學系，是至北美最大的木材科學計畫研究機構之一，而且在這個具世界水準的大學中，還整合了科學、工程、貿易及技術學會單位(Technology academic unit)等各領域的專長。大學部分為木材工業管理、林產市場、林產工業製程與品管、木材複合產品製造、木材工程與科學等 5 組。除了大學部以外，另有碩士及博士學程。

奧勒岡州立大學森林研究實驗室中設有一個極具規模、設備及為先進的研究工廠，而 OSU 亦是參與美國農業部卓越研究群的十二所大學之一，以促進木材的利用為宗旨，同時也是可再生工業材料研究組織(Consortium for Research on Renewable Industrial Materials, CORRIM)及木質複合中心(Industry-Sponsored Wood-Based Composite Center , WBC) 的會員之一。

木材科學與工程學系近期的研究領域包括:複合材料科學、木質生質奈米複合物、木材組織與品質、林產市場、製程模式與分析、木材運輸程序、木材與膠合化學、木材乾燥及含水率關係、木材工程及結構設計、掃描技術與電腦輔助、木材降解及木材保護計畫等，由此可知其最新的研究發展方向，以及目前美國林產工業較為迫切需要的技術領域，可供我國林產技術研究之參考。

另外，該校附設的奧勒岡木材創新中心(OWIC)則是木材科學與工程學系的對外延伸單位，是接受外界林產工業委託計畫的核心部門，其特性為透過研究、技術、企業界支持及延伸教育等方法，提高奧勒岡州林產工業的國際競爭力與創新發展。

該系具有非常先進的研究設備，例如：溫控式漫步感應器、樣品準備實驗室、現代化乾燥窯、熱壓機、結構試驗機等，幾乎可以模擬林產工業實際作業條件與製程，不斷進行先進技術研究，提升林產工業技術及競爭力。



與 WS&E 木材科學工程系教授們簡報及討論



我方與 WS&E 分別就創新林產品議題進行簡報



系主任 Thomas E. McLain , PhD
帶領參觀該系研究設備

合板試驗研究室



定向粒片板(OSB)及
木質複合材料樣品

結構破壞試驗



無游離甲醛合板



木材與塑膠複合板



恆溫恆濕室中各式木材樣品



鉛筆用材試驗研究



地震洪水模擬破壞試驗



高爾夫球木桿等產品研究

【另外該系將木材產品應用於裝置藝術、展示、教育、美化等，頗多巧思，值得我們參考學習：】



板材標本展示牆



系館木質裝潢之一



木材創作畫及木框



木雕技術作品



木材藝術拼畫



木材藝術拼畫



創意中心處長 Scott Leavengood
辦公室木製標示牌



木製信箱與文件展示架



木製名牌展示牆



木製全球地圖

(三)、參訪—奧勒岡州

Warm Springs Forest Products Industries , WSFPI & Vanport 公司

Vanport 公司原來是美國一家極具規模的私人公司，以出口為主，近年來因為美國保護主義高升，公有林儘可能減少砍伐後，面臨原料來源短缺之困境後倒閉，再轉型為一家加工與經營服務公司。

位於 Warm Springs 的這家木工廠是屬於原住民所有，擁有 66 萬英畝的林地，林地每年蓄積量為 900 萬板呎(board feet)，以前都全部砍伐殆盡，現在已有永續經營觀念，每年砍伐自我限制在一半以下，約 320-400 萬板呎，當然這個決策也是經過組織內部反覆思考討論的結果。

近二年由 Vanport 公司輔導經營，5 項產品取得森林管理委員會認證(Forest Stewardship Council, 簡稱 FSC)。

FSC 創立於 1993 年，起初由 26 個國家 130 個會員建立。FSC 認證的宗旨在於顧全人與森林能在環境、社會、經濟三方面互動模式中取得平衡，提倡以永續森林經營的精神讓世界森林獲得保護。受驗證者必須達到自己所設的目標(You do what you said)，驗證時主要重點為：1. 在砍伐商用木材與非商用木材時，同時要維持森林的多樣性、產量與生態過程。2. 重視當地居民與社會發展，以共同利益與當地居民建立長期維護森林資源與永續經營的關係。3. 建立一個經濟活躍的森林計畫，訂出有制度且有管理的森林施作制度，除可獲得足夠收益外，更不能因為消耗森林資源、生態系統、或是危害社區來獲取經濟利益。

FSC 至今已推行了 14 年，截至 2007 年底止，已有 78 個國家，形成 5,000 多個監督鏈，總共已有 818 個 FSC 認證組織，完成了 9,000 多公頃的森林認證。目前美國大約有 700 萬個地主擁有非工業用途的森林，大部份面積小於 40 公頃，對於不同規模與不同開發程度的森林則採取不同的經營管理模式。

WSFPI 在接受認證時，只要求需有 75% 以上原料須為經過 FSC 認證通過的木材，但其餘 25% 亦必須由其自行保證無蟲害等安全顧慮者。第一年接受驗證時，驗證輔導費用 5 萬美金係由組織工會支付，至於個別林場的驗證費 8,000 美元及加工廠 2,500 美元的費用，則由公司自付。以後每年須接受驗證，但毋需每年付費。

最初通過驗證時，其產品約可提高 3% 價值，公司投入很多心力進行解說教育，宣傳 FSC 認證的理念與堅持，目前消費者已可接受提高 10% 的價格，相信未來隨著消費者對於綠色產品的支持，驗證通過後產品的價格可能可以再提高，因此該公司覺得非常值得，也非常有發展，未來仍將持續辦理，當然也希望組織工會可以持續補助。



木工場入口意象



與業務經理及營業發展經理
討論 FSC 林產品認證與經營



製材廠--進料



預備製材



製材



板材裁切



技術人員鑑別選材



製成板材



規格品分級區



板材成品

(四)、參訪－華盛頓州－SPI 公司, Sierra Pacific Industries

Daisuke Sakuma 是日本人，為 SPI 公司 Hamilton 區的管理幹部，介紹該公司是一個家族企業型的公司，目前由第三代負責經營，公司經營項目以造林伐木及林產加工為主。包括北加州及華盛頓州的森林管理及加工製造作業，創造了數千個就業機會，員工超過 4,400 人。

該公司永續經營林地以達生產木質纖維、潔淨水質、野生動物棲息地及其他資源價值，主要工作內容包括保護水質、減少森林火災、防止非法砍伐、避免造林木及野生動植物受到傷害、保護林道等。

另，該公司土地為私有地，遊憩活動是被允許的，因此該公司也提供大眾森林遊憩的機會，以保育森林環境。遊憩項目包括：健行、森林越野自行車、打獵、釣魚、騎馬、賞鳥、其他團體特殊活動。

SPI 規模極為龐大，在加州有 13 家製材廠，華盛頓州有 3 家，但華盛頓州的規模較大，華盛頓州的 3 家總產量大於加州的 13 家。主要以生產木構建築的窗框、門框，可以接受客戶訂作任何尺寸、任何形狀、任何顏色的框材。

SPI 在華盛頓州有一個全美國最大的製材廠，占地 40 英畝，員工 200 多人。製材廠於 3 年前興建完成，每天 24 小時運轉。使用木材為 Douglas fir 花旗松及 Western hemlock 等 2 種，90% 為華盛頓州產之木材，10% 則來自加州。直徑至少大於 6 呎、通直圓滿、無節的木材，hemlock 較易加工，Douglas fir 木材較大，直徑約 28 英吋，但材質較硬，需要經常更換刀具。具有 4 大棟全自動化設備的乾燥窯，並以電腦螢幕掌控全廠作業過程，而且所有製材廠的設備均為美國國產。



木材裁切輸送機



製材原料氣乾中



樹皮剝皮機



全自動化設備的乾燥窯



全自動化設備的乾燥窯



製材產品



製材產品堆置存放



已包裝準備出貨之產品



遠眺大規模的產品存放場

(五)、參訪—Snoqualmie point park

Snoqualmie point park 具有良好的視野，是近二年來美國政府剛建置完成的一個小景點，為林業的戶外解說遊憩景點，據林務署官員告稱，其建設經費極為龐大，但道路設施均考慮到森林火災時緊急之需，為華盛頓州首度嘗試的多功能景點設施。

區內設施以當地產木材為主，廣泛應用於涼亭的樑柱屋頂、步道、解說告示牌、資料信箱、草地覆蓋等，與環境融合，兼具展示與教育意義。

<利用方式1 — 木構涼亭>



木構與石材組合的涼亭，頗具設計感



木構屋頂



木構樑柱



木構屋頂



木構樑柱

<利用方式 2— 以木片覆蓋林地，美觀、保水、減少雜草>



美觀、保水



減少雜草叢生

<利用方式 3 — 其他用途>



鋪設生態步道



解說告示牌

(六)、心得：

- 1、此行至美方各站參訪討論過程中，美方均對我國目前對竹材的利用方式，不論奈米材料開發、生醫保健的研究成果、保溫紡織品的高產值、生質能源發電效能等，都深感讚嘆與敬佩，我國應持續研發推廣，創造屬於我國特有且最具國際競爭力的林產工業。
- 2、由於氣候變遷與節能減碳議題受到全關注，布希政府始終不願簽定京都議定書，主要考量對產業的嚴重衝擊，以及認為該議定書並未針對開發中國家施予對等的約束而深表不滿。但事實上經過此次的參訪，可以發現事實上美國近年來已實際投入相當龐大經費及人力，全方位推動各項措施，而且也已頗具成效。
- 3、此次參訪的對象，不論官方代表或企業界，似乎非常了解台灣木材多仰賴進口，因此每次被問及台灣木材自給率以及台灣政府有何積極改進措施等問題時，均感到相當難以啟齒解釋，建議本局實應積極面對此問題，確實提出短中長程提高木材自給率的措施，既可減少未來可能面臨木材進口短缺之風險，也對地球環境友善略盡一點義務。
- 4、此行分別請教美方各單位，如何使民眾充分了解：適度砍伐木材為林業經營的一環，有助於營造健康森林及達到節能減碳的功能。受訪者多表示以美國經驗而言，主張適度砍伐與不准砍伐的對立觀點，會隨著政黨政策的不同，或經過長時間討論、沉澱，或因全球氣候變遷問題的受到重視等而改變，但經過長時間的波動消長及更多的科學研究數據支持，最後總會達成平衡，選擇一種對國家發展最有利的經營模式，但若能同時加強對中小學生的解說教育，不失為一種比較可行的方法。

五、奈米技術

(一)、緣起

奈米是一種長度的單位名稱，1奈米等於10的-9次方米，也就是10億分之1米。在奈米尺度上，物質會表現出種種「新穎的現象、奇特的效應、特異的性質」。亦即物質在奈米尺度下，可能產生新的物理或化學的現象，顛覆既有的理論與特性，運用奈米技術若可能產生新穎及優異特性，因此國際間無不積極發展。首先由政府公開將奈米列為重點研究項目的是日本，在西元1990年代初期投入大筆經費，「奈米(nanometer)」一詞就是在此時由日本提出；美國則因經費、人力充足，因此也維持相當領先的地位。

其實奈米材料與技術研究方面，約於30餘年前即由美國開始發展，但多限於國防工業用途，其相關技術一直領先國際。近年來由於奈米技術研究在國際間蓬勃發展，各國無不卯足全力積極研發，因此陸續已有奈米技術應用於各類產業而成功轉型的案例。

根據台灣大學生物資源暨農學院森林環境資源學系林法勤助理教授於 2008 年 6 月前往參加「第 62 屆美國林產學會 2008 年年會」的報告指出，由該次會議論文發表的數量可知，目前美國國內較關心的議題著重在能源、奈米科技與生物複合材料等 3 部分，大致與我國森林資源永續利用之中長程綱要計畫相符。

在訪美前特別至工業技術研究院參觀訪問希望更充分了解我國奈米研究歷史與現況。工業技術研究院的奈米科技研發中心成立於 2002 年 1 月，2003 年我國成立國家型 6 年奈米計畫，6 年投入 170 億元發展奈米技術。除建立了奈米共同實驗室，並尋求業界、學界乃至於國際間密切的合作與聯繫。在 2006 年，工研院即執行 100 個奈米技術研發計畫，投入研發 588 人年，並與學界及產業界有多項合作計畫，67% 為產業化的相關計畫，者是我國發展方向與其他國家最大差異的地方。另 2006 年開始執行奈米創意應用及原型產品計畫，建立奈米知識結構化資料庫，系統化整理眾多的奈米新現象、新知識，進而將技術落實於應用，創造新產業。其中耐熱防眩膜片更連續獲得 2007 年日內瓦及匹茲堡發明獎大獎。

2004 年底建立了全球首創的奈米標章認證系統，使得奈米產品及技術在市場有規範可循，消費也有保障。至 2008 年 1 月止，已開放 14 家廠商 163 項產品認證。

(二)、參訪內容

在此行與美國林務署聯絡參訪行程過程中，充分了解近年來該署已將奈米技術研究與應用列為重要研究發展重點，因此自 2005 年起 3 年內，林產實驗室已陸續有 8 篇報告發表，分別為奈米技術應用於住宅用與非住宅用建築結構的機會 Nanotechnology opportunities in residential and non-residential construction、奈米技術應用於林產工業的願景與途徑 Nanotechnology for the forest products industry: vision and technology roadmap、奈米技術與林產工業(總論、第 1 部分、第 2 部分)Nanotechnology for the forest products industry、奈米技術應用於林產工業 Nanotechnology applications in the forest products industry、提升纖維質奈米技術 Advancing cellulose-based nanotechnology、奈米技術與木材保存 Nanotechnology : implications for the wood preservation industry 等。

此行特別請美國林務署代為安排參訪有關奈米技術應用於林產業的相關計畫，但獲悉西北試驗站並無相關研究，只有奧勒岡州立大學木材科學與工程學系近年開始啟動相關之研究，因此該校亦特別安排計畫主持人 John Simonsen 副教授與會討論。此次參訪奧勒岡州立大學森林科學與工程學系時，與會的教授起初態度相當冷淡，於是我方首先就領先國際的奈米認證切入討論，接著介紹本局有關奈米竹炭纖維、竹炭電容器代步車、竹炭生質能發電、竹炭應用於血液透析的生醫研究等，始獲得渠等研究人員的高度興趣與敬佩。

John Simonsen 副教授有關奈米的研究項目為纖維素奈米結晶，是將無花果經過漂白水解後的木漿中取得，這時纖維素將由原本的微米範圍，受到高剪的影響，微粒逐漸被粉碎後，可能產生約 30%的纖維素奈米結晶體，主要可應用於製藥和食

品工業。

John Simonsen 副教授更進一步將纖維素奈米結晶與其他材料複合，如羧甲基纖維素(CMC)、多(乙烯基酒精) (PVOH)，另外也證明優越機械性能應該可以讓纖維素奈米結晶與許多工程學塑料競爭。因此，他認為經過適當修改纖維素奈米結晶的表面性質後，產生的各式各樣的接合類型都是可以繼續探索的。而且纖維素的化工修改已是一種成熟的技術，結合不同分子的纖維素奈米結晶是有可能的，在經過處理成一種固體物料後，在分子水平上的直接控制，將導致宏觀而且可預期的有形資產。

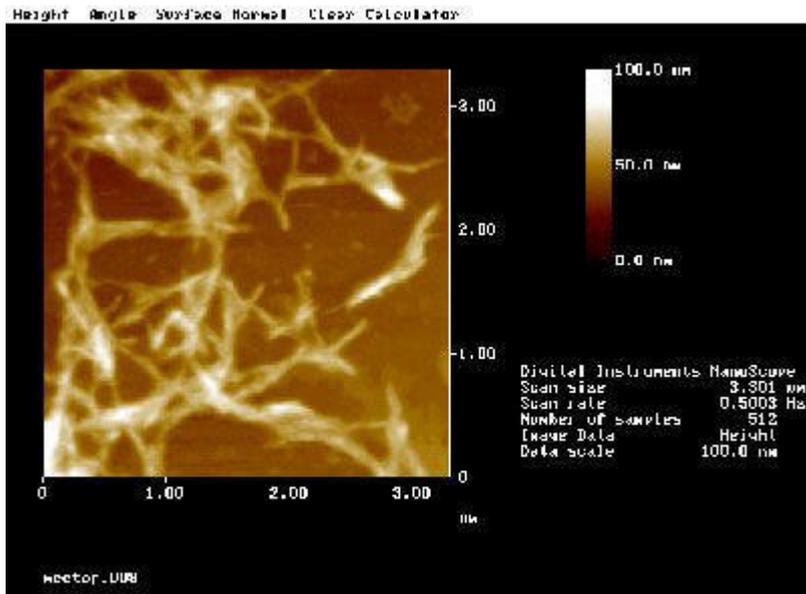


Figure 1 Atomic force microscope (AFM) image of MCC.

纖維素是在地球上最大的容量聚合物，實際上所有植物中還包含由某些細菌和小海洋動物所生產的。從 X 光衍射數據 CNXLs 計算的密度是 1.566 g/cc，而且由表 1 數據可知，其他材料比較，他們的機械強度是非常優異的。

表 1. CNXLs 與其他材料比較的強度和硬度		
材料	抗拉強度 GPa	模數 GPa
纖維素水晶	7.5 41	145 21
玻璃纖維	4.8	86
鋼繩	4.1	207
石墨類鬚	21	410
奈米碳管	11-73	270-970

會中首先請教 Simonsen 副教授對於奈米認證的看法，他也認為奈米產品要認證的確非常重要，需要同時考慮性能與安全性，而且須有非常科學的檢測設備與方法，是一項非常困難的工作。經介紹我國工業技術研究院於 2004 年建立了全球首創的奈米標準認證系統，使得奈米產品及技術在市場有規範可循，消費也有保障。至 2008 年 1 月止，已開放 14 家廠商 163 項產品認證。Simonsen 副教授亦感到非常敬佩。

會中特別簡報我國相關奈米研究現況，以及介紹農業委員會自 2002 年起，科技計畫即將奈米材料之開發列為施政重點，擬定 1. 奈米材料、2. 奈米能源、3. 生醫應用等為林產業發展應用的重點方向。因此，近年來本局在此既定發展方向中，委託工業技術研究院協助研發，陸續發表研發成果包括：奈米竹炭纖維、竹炭電容器代步車、竹炭生質能發電、竹炭應用於血液透析的研究等，獲得美方非常高度興趣與肯定。

據了解，工研院所進行的頂尖奈米技術研究，其量測或試驗設備都是自行研發，國際間並無既成儀器可購買。於是再請教 John Simonsen 副教授，我國森林學系的研究人員，雖有心進行奈米相關研究，但首先將面臨設備儀器問題，不知應如何進入？Simonsen 副教授認為非常容易解決，會後木材科學與工程學系系主任 Thomas E. Mclain 教授也引導我們參觀該系奈米實驗室與相關設備。



系主任 Thomas E. Mclain 教授引導參觀奈米實驗設備



Simonsen 副教授實驗室相關試驗設備

(三)、心得：

- 1、奈米技術是繼年來全球劇烈競爭的領域，台灣雖然自 2002 年才啟動相關研究，但以國家型計畫全面整合推動結果，已在某些領域佔有極重要地位；反觀美方雖然較早 30 年即已開始國防方面的研發，但在林業部門也是近 5 年來才積極進行。相對地，本局在工研院的協助下，在此領域的研發似未落後美國與日本，甚有些許超越之情形，建議今後應該持續研究，創立我國林產業的新紀元，獲得優異的國際競爭力。
- 2、此次參訪奧勒岡州立大學森林科學與工程學系時，與會的教授起初態度相當冷淡，只由系主任以五分鐘簡介該系基本資料後，即交由我方代表提問。於是由我國領先國際的奈米認證切入，緊接著介紹本局有關奈米竹炭纖維、竹炭電容器代步車、竹炭生質能發電、竹炭應用於血液透析的生醫研究等，始獲得渠等研究人員的高度興趣與敬佩。因此，建議本局往後派遣人員前往訪訓練時，宜提前整體規劃，讓代表人員有更充分的時間，準備相關政策與技術資料、擬了解的問題，並積極提升英語能力，除可確實學到最新技術外，亦可適時展現我方優異成果，讓美方多了解我國林業，始可揮發合作交流的最高效益。

六、阿拉斯加林產經貿合作

台灣每年木材消費量 99% 以上仰賴進口，因此如何拓展木材來源一直是我國林產業及民生的當務之急，加上台灣外交之窘境，亟需以各種管道如經貿合作等方式，基及拓展我國與國際間的交流合作，因此，2004 年成立了「台灣阿拉斯加經貿暨投資合作委員會」，該年 12 月 13 日至 15 日於台北召開第 1 屆台阿會議，經過持續研商與交流，於 2006 年 9 月簽訂了林業合作備忘錄(MOU)，至 2008 年 3 月 6 日至 11 日已於阿拉斯加州召開第 4 屆台阿會議。

在第 4 屆台阿經貿暨投資合作委員會會議中，有關林業處部分，主要 3 項議題為：

議題一：台阿雙方依林業合作備忘錄內容架構，推動各項相關合作計畫，如拓展林產品貿易、轉移林業技術、促進林業投資、減少貿易障礙等。

議題二：建請阿方同意協助台方尋找適當機會在阿州投資林產工業，提供我方所需原木、合板、木片(Chip)等木材資源。

議題三：建請台阿雙方林業人員互訪，交換森林經營管理等經驗。

經過阿方詳細安排參觀多處林區與加工廠，協助我國林產業代表們了解該州上中下游產業與運輸碼頭等投資訊息，再經雙方充分溝通討論後，獲得下列會議結論：

- (一) 台阿雙方同意依林業合作備忘錄之架構持續推動林業合作。
- (二) 阿拉斯加將繼續探討林產品之投資機會。阿拉斯加州州長辦公室國際貿易專員 Ms. Shelley James 及阿拉斯加州政府商務廳經濟發展處 Mr. Jack Phelps 將繼續擔任聯絡人。
- (三) 台阿雙方將尋覓在林業管理及森林火災管理經驗之交換參訪機會。

阿方表示在該州內陸地區森林收穫作業多數發生在冬天；明顯地，森林火災季節發生在夏天，特別是 6 月中旬至 7、8 月間。這種情境也許需要台灣代表分別時間參訪。

依據該會議決議三，我方召集人前總統府康資政寧祥指示本局今年即應派員與阿方尋覓在林業管理及森林火災管理經驗之交換參訪。而此次林業技術合作訓練計畫行程既已安排至西雅圖參訪，於是特別安排訪問阿拉斯加州。惟因 8-10 月為美國西北部乾燥期，森林火災頻率最高期間，美方林業單位全面戒備預防中，並禁止非絕對必要之出國開會訪問等行程。美國林務署再為我方安排參訪的連絡過程中，亦特別婉轉說明若有森林火災發生時，可能會因動員救災而導致部分行程受到影響，請我方諒解。基於上述理由，為免造成美方困擾，加上因時間有限，而阿州林區分散各區，於是僅安排拜會阿拉斯加州政府黯然資源廳林業處副處長 Dean N. Brown 及森林資源計畫經理 Martha Welbourn Freeman。

副組長 Dean N. Brown 及森林資源計畫經理 Martha Welbourn Freeman 對我方非常友善及熱情，除了感謝前次台灣之行受到我方熱情接待外，對於台灣的熱情、水果、烏龍茶更是留下非常美好的印象，雙方也寒暄到該州州長裴琳 Sarah Palin, Governor 獲得提名副總統參選 2008 年大選，尤其將阿州相關野生動物保育與能源政策推向國際，阿州政府官員都相當支持並引以為傲。

會中首先由我方就【阿拉斯加林產經貿合作】進行簡報，特別表達我方願意積極在林業合作備忘錄之架構下，促進雙方未來 30 年對於林產貿易、林業技術研究發展的合作，希望創造雙贏。未來當務之急應是有關環境保護議題，也希望阿方可以提供最新相關規定。

其次也說明自 2004 年台阿進行經貿合作至今，已促進雙方業者密切交流，我方已自阿方進口超過 2,500 萬美元之木材；台灣有優異的加工技術經驗，有助於協助阿方促進木材利用與拓展海外市場等問題，台灣的林產界意有意願在阿拉斯加州生產木材半成品，但前提須先提高木材利用率，以降低生產成本，並提高附加價值，爰請阿方協助我方尋求有關林產工業投資機會，及協助提供木材、層積材(LVL)及粒片板等資源。

阿方提供了一份 2007 年出版的阿拉斯加內陸林產業說明書(Prospectus of the Forest Products Industry of Interior Alaska)，首先是州長裴琳 Sarah Palin 給有意投資者的一封信，介紹阿州內陸森林有豐富而具潛力的森林資源，如樺樹 birch、白雲杉 white spruce、山楊木 quaking aspen 等，阿州政府相關部門已積極準備並提供森林資源、基礎市場、運輸等相關資訊，希望業界能進一步前往洽詢合作及評估投資的可行性，希望藉由業界的投資促進阿拉斯加州的發展及森林健康。

另外一份阿拉斯加州森林區域與疆界(Division of Forestry Regional & Area Boundaries)的資料介紹如下：

(一)、森林及土地所有權屬：

阿拉斯加州商業林地所有權分屬如下：聯邦政府約 65%、阿州州政府 24.5%、地區及山谷的當地企業共同掌握約 10%、剩下低於 1%是屬於幾個私人企業所有。阿州政府約擁有 2,490 萬英畝林地，所管理的商用林地則有 294 萬英畝(包括塔拿拿山谷州有林的 177 萬英畝在內，Tanana Valley State Forest, TVSF)，其中內陸森林的 Fairbanks 地區的蓄積量最高。



其他在內灣的廣大公有商用林地則分屬阿拉斯加大學信託林地(The University of Alaska Trust Lands)、阿拉斯加精神健康信託林地(The Mental Health Trust Lands)、費爾班克斯北星行政區(Fairbanks North Star Borough)等管理，森林蓄積量約達 77,987 立方英畝。

(二)、州有及私有商用林總量

塔拿拿山谷州有林(Tanana Valley State Forest, TVSF)的各種主要樹種每年容許收穫量 1 億 2,730 萬板呎(127.3 MMBF)，如表 1；淨立木材積有 38 億 6,900 萬板呎(3,869MMBF)，如表 2。

表 1 州有地—塔拿拿山谷林地—每年容許收穫量

	雲杉	樺木	山楊木
Kantishna	4.6 mmcf 18.2 mmbf	4.3 mmcf 12.9 mmbf	1.6 mmcf 4.8 mmbf
Fairbanks	6.2 mmcf 24.6 mmbf	4.0 mmcf 12.0 mmbf	2.1 mmcf 6.3 mmbf
Delta	5.2 mmcf 20.6 mmbf	3.6 mmcf 10.8 mmbf	1.2 mmcf 3.7 mmbf
Tok	2.7 mmcf 10.8 mmbf	0.4 mmcf 1.2 mmbf	0.4 mmcf 1.2 mmbf
總量 (立方英呎)	18.6 mmcf	12.3 mmcf	5.4 mmcf
總量 (板呎)	74.3 mmbf	36.8 mmbf	16.2 mmbf

表 2 州有地—塔拿拿山谷林地—淨立木材積量

	雲杉	樺木	山楊木
Kantishna	233 mmcf	208 mmcf	80 mmcf
	729 mmbf	50 mmbf	14 mmbf
Fairbanks	308 mmcf	193 mmcf	101 mmcf
	933 mmbf	158 mmbf	82 mmbf
Delta	399 mmcf	227 mmcf	78 mmcf
	1,017 mmbf	148 mmbf	38 mmbf
Tok	250 mmcf	33 mmcf	36 mmcf
	645 mmbf	11 mmbf	4 mmbf
總量 (立方英尺)	1,190 mmcf	622 mmcf	295 mmcf
總量 (板呎)	3,365 mmbf	367 mmbf	137 mmbf

阿州內私有林地主要是由阿拉斯加原住民企業 (Alaska Native Corporation) 所擁有和管理，在塔納納 (Tanana) 流域擁有和管理約 50 萬英畝的商業林地，整體私有林地商業用材蓄積量約 17 億 8,600 萬板呎 (1,786MMBF)。私有林地係依其所有權面積分別核定其年度容許收穫量，阿拉斯加原住民企業在塔納納 (Tanana) 流域林地之每年容許收穫量 1,270 萬板呎 (12.7 MMBF)，如表 3；淨立木材積有 17 億 8,600 萬板呎 (1,786MMBF)，如表 4。

表 3 阿州原住民企業林地—塔拿拿山谷林地—每年容許收穫量

	雲杉	闊葉樹
Dot Lake	0.2 mmcf	0.2 mmcf
	0.5 mmbf	0.1 mmbf
Healy Lake	0.2 mmcf	0.3 mmcf
	0.6 mmbf	0.4 mmbf
Manley	0.2 mmcf	0.3 mmcf
	0.4 mmbf	0.6 mmbf
Nenana	0.1 mmcf	0.4 mmcf
	0.4 mmbf	0.6 mmbf
Northway	0.1 mmcf	0.1 mmcf
	0.1 mmbf	0.1 mmbf
Tanacross	0.1 mmcf	0.1 mmcf
	0.1 mmbf	0.1 mmbf
Tetlin	0.5 mmcf	0.1 mmcf
	1.8 mmbf	0.1 mmbf
Tanana	1.1 mmcf	0.6 mmcf

	3.8 mmbf	1.1 mmbf
Doyon/ Katishna River	0.2 mmcf 0.6 mmbf	0.2 mmcf 0.4 mmbf
Doyon/ Upper Tanana	0.2 mmcf 0.4 mmbf	0.9 mmcf 0.6 mmbf
總量 (立方英尺)	2.9 mmcf	3.1 mmcf
總量 (板呎)	9.1 mmbf	3.6 mmbf

表 4 阿州原住民企業林地—塔拿拿山谷林地 —淨立木蓄積量

	雲杉	闊葉樹
Dot Lake	26 mmcf 65 mmbf	208 mmcf 50 mmbf
Healy Lake	39 mmcf 102 mmbf	193 mmcf 158 mmbf
Manley	24 mmcf 73 mmbf	227 mmcf 148 mmbf
Nenana	25 mmcf 81 mmbf	33 mmcf 11 mmbf
Northway	10 mmcf 19 mmbf	9 mmcf 6 mmbf
Tanacross	13 mmcf 14 mmbf	5 mmcf 3 mmbf
Tetlin	75 mmcf 265 mmbf	10 mmcf 2 mmbf
Tanana	152 mmcf 520 mmbf	68 mmcf 123 mmbf
Doyon/ Katishna River	33 mmcf 88 mmbf	40 mmcf 54 mmbf
Doyon/ Upper Tanana	111 mmcf 216 mmbf	90 mmcf 59 mmbf
總量 (立方英尺)	508 mmcf	325 mmcf
總量 (板呎)	1,443 mmbf	343 mmbf

(三)、阿拉斯加州林木標售方式及相關規定

阿州政府標售木材的方式有 5 種，大部分是採用競標方式，但某些特殊情況下可以採用議價方式。數量大的交易可以直接與阿州經濟發展部門議價。阿州政府準備有正式的競標計畫。大多數超過 160 英畝的銷售案件都會列入木材銷售 5 年預定表，表上也會列出產量、地點和報價日期等資料。如果企業對於在預定表上的銷售案有興趣，可以要求增加額外的標案，也同意就現有預定表上的標案作進一步討論修正。

如果交易案件必需列入預定表內，其必要的審查程序最短需要 1 個月的時間，最長則是需要 18 個月的時間。核定預定表都是根據當地產業需求所規劃開會決議，其數量佔容許伐採量的比例不到 10%。所有國公有木材收穫規定皆係依據阿拉斯加州森林資源及施業法所訂定 (Alaska Forest Resources and practices Act)。

其他公有林地管理人，例如阿拉斯加州立大學信託林地、精神健康信託林地、費爾班克斯北星行政區(FNSB)林地，都是使用林業界通用的競標方式，底價密封。

表 5 阿州州有林木標售類型及相關規定

標售類型	標售方式	最大材積	最長時間	標售審查作業所需最短時間	特別要件
(1) 競標	投標	無	無	假如大於 160 英畝，為 1 年半	無
(2) 議價	議價	50 萬板呎	1 年	1 個月	每家企業每年最多 50 萬板呎
(3) 特殊偏遠地區	議價	無	25 年	1 個月	適用於當地製造工廠在高失業地區，未使用工廠產能及未使用容許砍伐量地區
(4) 增加附加價值	議價或者評比建議書內容	每年 1,000 萬板呎	10 年	假如大於 160 英畝，為 1 年半	當地工廠製造高附價值產品
(5) 整理伐採	投標或者議價	無	無	3 個月	無

表 6 阿州政府林務組至 2008 年 9 月 10 日止之木材投資情形

面積 (Area)	狀態 (Status)
Southern Southeast	進行中，將於 2008 年 12 月完成
Northern Southeast (Haines State Forest)	原計畫已於 1994 年完成， 後續計畫將於 2012 年 6 月完成
Mat-Su District	計畫開始，將於 2010 年 6 月完成
Kenai-Kodiak	預計於 2014 年 6 月完成
Valdez/Copper River	預計於 2012 年 6 月完成
Tok	原計畫已於 1997 年完成， 後續計畫將於 2012 年 6 月完成
Delta	原計畫已於 1997 年完成， 後續計畫將於 2008 年 6 月完成
Fairbanks	原計畫已於 1997 年完成， 後續計畫將於 2008 年 6 月完成
Southwest District	無相關計畫

森林資源計畫經理 Martha Welbourn Freeman 說明，阿州州有林在 2006 年及 2007 年發生嚴重的病蟲害，因此砍伐樣突增，但因有些不具利用價值，因此售出量並未相對增加，如表 7。

表 7 10 年來(1999-2008 年)州有林木之供應量與銷售量

年度	木材總量		銷售數量	
	供應量 (百萬板呎)	銷售量 (百萬板呎)	#供應銷售	#售出
1999 年	28,601	14,553	55	32
2000 年	35,926	20,779	88	60
2001 年	32,521	8,875	98	60
2002 年	38,160	16,880	94	56
2003 年	36,948	18,737	105	68
2004 年	42,350	11,729	64	50
2005 年	76,743	26,531	101	77
2006 年	83,914	24,958	93	63
2007 年	82,948	60,967	85	65
2008 年	30,531	15,704	80	67
總計	見備註 1	219,713	見備註 1	598
平均	見備註 1	17,880	見備註 1	58

備註 1：有些供應超過一年但並未被售出是可以接受的

表 8 最近 10 年木材銷售計畫之面積(英畝)

	98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07
SSE	379	171	271	17	345	110	305	466	430	555
NSE	593	5	5	33	36	45	44	74	62	47
Kenai	3046	265	265	15	152	2314	46	499	186	3714
Mat-Su /SW	960	300	690	184	0	173	133	510	163	414
CRO 小計	4978	740.7	1231	249	533	2642	528	1549	841	4730
Fair- banks	625	585	452	585	402	390	241	413	1290	550
Delta	406	155	291	206	24	41	166	131	1083	291
Tok	62	100	113	109	100	66	40	70	33	10
Copper R.	560	0	0	0	25	284	22	0	902	0
IRO 小計	1653	839.8	856	900	551	781	469	614	3308	851
總計	6631	1580.5	2087	1149	1084	3423	997	2162	4149	5581

私人林地地主和其他公有林地管理人是依照林業界通用的競標方式，底價密封。目前他們並沒有固定的銷售計畫，地主會依照市場供需在最有利的期間出售，私人林地的木材銷售同樣要依照森林資源及施業法律規定加以審查。

(四)、森林管理事務

1、森林資源及施業法

阿州法規第 41.15 章森林保護及第 41.17 章森林資源與施業，是管理阿州州有、市有及私有土地上所實施森林作業最主要的法律依據。

為求州民最大利益，立法機關對於州屬所有自然資源，包括魚類棲息土地、水資源、開發及保育等作業提供法律依據。確保長期性的木材生產與商業性魚產業發展。

森林資源及施業法規內容包括木材收穫、道路、整地、疏伐、砍伐作業等。阿拉斯加森林施業分為 3 區，第一區超過 10 英畝、或第 2 區超過 40 英畝、或第 3 區林主擁有超過 160 英畝者其施業超過 40 英畝者，均須依照失業法規定辦理。

2、森林永續生產

州有魚產、森林、野生動物、草生地及其他所有可再生資源必須依據永續產出原則予以利用、開發及維護，並在多項有益用途中安排其優先順序。

(五)、林產發展近況、市場及資產

絕大多數工廠位於沿海地區，接近大型林木生長之地方。市場不景氣時，某些工廠減少產能或停工以為因應。小型當地工廠在現場生產板材及房屋建材。

阿州最大的製材廠每年約生產 450 萬板呎雲杉。相對地，以 1998 年為例，每年進口至阿州的原木及板材則高達 8-9 千萬板呎左右。

最近生質能源已經變成一種大家很感興趣，且不論居家、用於室內空間加熱或發電用的木丸製造，都頗具商機的產業。當地原來的電力利用是使用焦煤為原始燃料，現在則對使用木碎片或木丸作為共同燃料相當地感興趣。

(六)、運輸系統及港口

阿州境內有道路網連結安克拉治 (Anchorage) 港和惠堤爾 (Whittier) 港，從菲爾班克斯 (Fairbanks) 經帕克高速公路向南走 356 哩就可到安克拉治港。帕克高速公路全程可行卡車、聯結車。行駛舒德 (Seward) 高速公路，在彼堤 (Portage) 有施工完善的隧道，從安克拉治到彼堤距離大約只有 48 哩。

另外，也可採用鐵路運輸，阿拉斯加鐵路局在上述安克拉治港和惠堤爾港均有設站。即將規劃延伸該鐵路運輸，由費爾班克斯東南方 20 哩處為起點，至 Delta Junction 冬南方 80 哩處止。目前 Delta Junction 至這些港口是用公路連繫，通過費爾班克斯或往南至 Glenn 高速公路及往西至安克拉治，總共 340 英哩長。

港口設備現代化，汽車及大卡車都可以直接開到渡輪上，目前每週有船到加拿大屬哥倫比亞省 Prince Rupert 港和西雅圖。從安克拉治港則每週有貨櫃船到西雅圖和華盛頓州貝林漢 (Bellingham, WA) 港。

瓦迪斯 (Valdez) 港距菲爾班克斯 366 哩，從菲爾班克斯走理查生 (Richardson) 高速公路即可到達。聯結車在這條高速公路也是全程可通行，同時瓦迪斯港的卸櫃基礎設施完備，因此方便散裝貨輪利用此港口進出商品。另外一種考慮是將木料運到 349 哩遠庫克 (Cook) 港的麥肯錫角 (Point Mackenzie)，那裏倉儲設備充足，貨物可先集中再轉到往南的貨輪上。原木則可以順塔納納河到達轉運點尼納納 (Nenana)，從這裏走公路或鐵路都可以到菲爾班克斯的鋸木廠，或者也可以直接在尼納納的木材加工廠進行加工。

(七)、回顧阿州 2007 年重要紀事

- 1、出售 65 區共 6,097 萬板呎之木材給 48 位買主，最大出售案超過 20 年的供應計畫，其中包括創歷史最高紀錄的 2,380 萬板呎出售案，主要係為協助在南南東區將建立的木材工業，支持其因缺乏聯邦林地致木材資源不足的情形。
- 2、首次與州政府合作設計，及自同格斯國有林區 (Tongass National Forest) 供應較多具經濟價值的木材，由於 2007 年的辦理成功，2008 年更繼續擴大辦理。
- 3、執行 200 次以上私有地、州有地及其他公有林區之巡視作業，辦理 12 場針對伐木作業員及職員的教育訓練。
- 4、對 174 個機關團體、學校、社區組織、或社團甚或其他城市等提供林業技術協助，包括森林管理行政、聯合林業、健康森林、自然資源教育計畫等。
- 5、接受對阿阿斯加中南區森林資源及施業法之補充或修正意見，建立了冬季道路的最佳管理方案。

6、修復阿拉斯加東北區分屬 5 位不同所有權者的林道，計 153 英哩，便於該區森林的作業及魚類的通行。

(八)、心得

- 1、此次拜訪阿拉斯加州自然資源廳林務組副組長 Dean N. Brown 及森林資源計畫經理 Martha Welbourn Freeman，除了對我方代表非常友善及熱情外，另因我方事先已將欲了解的相關問題電郵連繫，因此阿方有充分的時間準備了相當豐富的資料提供。
- 2、未來台阿經貿合作委員會的動向與運作方式尚未明確，但只要雙方業界已積極接觸中，若雙方政府亦能儘量安排互訪，相信可促進雙方實質交流合作。
- 3、此次我方代表亦就台灣的【木質生質能源】、【創新林產品】等科技研發現況進行簡報，除讓美方對台灣的創意及林業科技讚嘆不已，也深深感受到我方積極推動的態度。在台阿的經貿合作中，我們既然希望阿方可以在未來 30 年提供我們充分的木材資源，而我們能夠提供協助者為林產技術與國際貿易經驗，相信此行展現台灣的最新林業技術，對於未來促進台阿雙方的經貿合作會有極大的幫助。



拜會阿拉斯加州自然資源部林務組副組長 Dean N. Brown
及森林資源計畫經理 Martha Welbourn Freeman



我方代表簡報雙方經貿合作辦理情形、木質生質能源、創新林產品等



雙方代表於阿拉斯加州州長裴琳的照片前合影，完成一次成功的交流訪問。

七、其他：

除上述各主題外美方也安排參訪兩處非營利組織及一處火山紀念區，外加兩旅遊行程

(一) 世界森林中心 (World Forestry Center)：

成立於 1964 年，總部設在奧勒岡州波特蘭市，是一個非營利組織 (NPO) 的教育機構，設立之目的為促進民眾對於森林的了解並提供森林及其相關產品之諮詢服務。包括世界森林研究所 (World Forest Institute)、探索博物館、兩座林場及大型會議廳，期透過教育、研究及展示等方式教育和宣傳使民眾了解西北太平洋及世界的森林及樹木對生活的重要性，以均衡和管理森林讓林業永續。

世界森林研究所成立於 1989 年，為一提供森林相關資訊的單位，旨在供世界各地的研究人員、顧問、政府機關、製造商及民眾寶貴的服務。目前所提供之資訊主要為木材產品、市場趨勢、技術發展、國際木材產製品的交易趨勢等，另透過國際合作，提供對等經費給其他國家人員到此進行為期六個月至一年不等之學習及合作交流計畫，互相交流彼此國家森林現況及林業相關發展。據該所國際獎助計畫負責人 Sara Wu 女士介紹，台灣亦有多位林業試驗所人員曾進入世界森林研究所研習。探索博物館展於 2005 年整修六個月後重新開放，採互動式的展示，專為家庭、好友參觀所設計，可了解森林的永續性和太平洋西北林區及世界各地的樹木及林產，在展示區就有展示台灣的牛樟菇。另讓人印像深刻的互動式的操作展示有定點跳傘操作、急流泛舟及伐木機的操作，可讓人從中了解經營森林的各項機器與技能及冒險旅遊泛舟的求生技巧，也是搭配影像等科技的呈現，目前林務局正逐步推展自然教育中心，如場地准許應可參考設置，定可吸引更多年輕學生及家庭參觀，進而達到環境教育目的。

除了上述固定之硬體宣傳設施外，世界森林中心在其所屬的林場 (Magness Memorial Tree Farm) 亦辦理各種環境教育活動，值的一提的活動如：美國在每年聖誕節時均需砍伐許多樹木做為聖誕裝飾，該中心為讓小朋友能對樹木有初步的認識，並建立珍惜森林的觀念，會利用每年聖誕節時間點，舉辦類似臺灣植樹節的植樹活動，每次活動均有三、四百個小朋友參加，對於生態理念之宣導奠定良好之基礎，並藉此達到師生、親子交流的機會。另外，該中心亦針對森林經營者及教師之需要，辦理相關之訓練班次，同時配合學校有關森林學辦理的戶外教學課程；在台灣有關伐木作業，一般年輕的 (五年級以下) 林務人員不管在學校或職場上幾乎沒有機會實際操作，更不用講如何提升技術了，在此中心有兩個林場就可提供這樣的

學習場域，林務局未來在提昇林木自給率的政策下，伐木作業應有必要培訓一些專精的人才，應可提早分年薦送人員到該中心訓練。

(二) 山區綠通道聲信託 (Mountants To Sound Greenway)：

成立於 1991 年，的非營利組織，其董事會成員及諮詢委員會包括西雅圖到華盛頓市中心間 100 英哩的 90 號州際道路沿線土地所有者和管理者，如林務人員、商界代表、娛樂團體、環保、社會活動家、政府機構等；該信託藉由 70 名成員組成技術諮詢委員會，制定全面的綠色概念規劃，激發土地所有人或政府機構自願開展綠色通道目的：1、支持社區和公共機構在開放空間獲得土地的永久保護；2、規劃和協助社區連繫一個區域綠色通道步道系統的；3、支持歷史性的保存和解說項目；4、開發計劃進行環境教育；5、招聘各年齡層的人進行公共開放空間的環境恢復和管理；6、在不同的公共和私人利益間努力尋求切合實際的解決辦法，以平衡保護與經濟繁榮，提供一個論壇。

該綠色通道包括歷史城鎮和 750,000 英畝的公有森林、農場和公園、壯觀的高山景色、野生動物棲息地、野營、步道、湖泊和在家後院河流的權利，該信託並不擁有土地，他們的工作是與公共機構和土地保護組織尋求資金和賣方願意建立連結綠色景觀，在 1990-2008 年間藉由購買新的公共土地及取得已受保護地役權的面積為 200,000 英畝。綠色通道是一種極具寶貴的娛樂、旅遊和棲息地的資產。據該信託執行長 Cynthia Welti 女士表示：於 2006 年 8.5 英畝的 Snoqualmie Point Park 在該信託與相關機關如 Snoqualmie 市、美國農業部林務署的公有土地、團體組織與個人捐助夥伴合作建造，並於 2007 年 10 月 27 日開幕對外開放，公園周圍的公共森林也是綠色通道保護的一部份，除提供娛樂、環境教育外，可持續木材收穫、提供野生動物棲息、乾淨的空氣與水，是該信託近年較大的成效。該信託除少數工作人員外，大都對外招募志願者也就是我們所稱的志工 (volunteer)，依服務工作項目招募不同年齡層的志工，據該信託執行長 Cynthia Welti 女士表示：他們招募許多青年 (13-18 歲) 志工，年輕學子非常喜歡，原因有：1、可累積戶外野營、步道整建和入侵植物清除的實際經驗；2、可獲得 36 小時服務學習或社會服務認證；3、快樂學習和工作並與人分享；4、可探索選擇在各領域的職業；5、為現在與後代創建改善休憩場所；6、建立健全森林、潔淨的空氣與水。

在瞭解這個非營利組織後，反觀台灣雖沒有這樣的組織，不過類似的步道整建志工的制度林務局已於 96 年起有辦理步道志工工作假期的活動，同樣受到好評，建

議參考山區綠通道聲信託的志工運作，尤其鎖定在高中與大學生上。

(三)、聖海倫火山紀念區(Mt St.Helens National Volcanic Monument)

就其災害復育的原則及復原情形做瞭解希望能供台灣類似石門水庫集水區崩塌地整治之參考。

聖海倫斯火山位於華盛頓州西雅圖市南方 154 公里，波特蘭市東北 85 公里處，大部份的參訪是由西雅圖前往並參觀紀念區的教育中心，而我們是由波特蘭進入並沒有參觀教育中心，不過西北試驗站有安排紀念區的解說員為我們解說；針對預先準備的問題與所見疑問提問，對於國內劣化地或災害地的復育觀念有值的省思之處。

聖海倫斯火山，為一座活火山，在 1980 年 4 月又開始活動；首先是在華盛頓山脈西南側發生地震，岩漿及火山灰於 7 天後也就是 4 月 27 日從山頂噴出，5 月 18 日上午 8:32 聖海倫火山劇烈爆發，科學家認為一個 5 級的強震引發了有史以來最大的地層滑動，山頂部分約有 1,300 英尺高的火山口因而崩潰流入下方的 Toutle 河谷，熔岩因地滑所造成的缺口露出並產生側向風暴，灼熱的碎屑像大浪一般湧出，其中包括破碎岩石、飽和的氣體、炙熱的水蒸氣，摧毀了近 150,000 英畝的私有、州有及國有林，花旗松、銀冷杉與西部鐵杉等巨木全面橫倒，棲息於區內之生物及魚類消失殆盡，噴出及湧出的火山灰質土及大量的煙塵造成 57 人死亡，而爆發後的泥石流及洪水更造成 Toutle 河及 Cowlitz 河下游政府及民眾等公私有財產巨大的損失。

在火山爆發後，在國有林地處理上係採放任式經營，區內因火山爆發後橫陳之林木及現地環境，皆置放原地，不施以人為干擾，完全容許以大自然力量自行恢復現地植生，結果大自然再一次向人類顯示其無比強大的復原能力。據資料記載：植生的天然恢復成果在火山爆發後一個月就可以看到，一種蕨類 bracken fern (*Pteridium aquilinum* var. *pubescens*) 從地下倖存的根部穿過 6 英尺還沒風化的火山灰長出幼芽，一年後在 7 吋厚火山灰所覆蓋海拔 1,500 英尺至 3,000 英尺的地區長滿了 Fireweed (*Epilobium angustifolium*)、barken fern、thistle (*Cirsium* spp.)、groundsel (*Senecio sylvaticus*)、pearly everlasting (*Anaphalis margaritacea*) 等當地原來生長的常見草本植物，而在接近山頂 6 英尺以內的植生則因為火山灰覆蓋厚達數英尺，和原有土壤流失岩盤裸露之故，所以植生係呈點狀分佈。

為保存火山爆發後之地景狀態及自然演替過程，並提供大眾及科學家觀察、瞭

解之場所，於 1982 年 2 月包含火山爆發所摧毀區域及附近存留的老齡林，超過 110,000 英畝的範圍，成立 Mt. St. Helens 火山紀念區。據解說員稱：火山爆發後土壤 PH 值約 5.4-5.7 且非常貧脊，除考量面積廣闊如要人工造林方式將耗費龐大經費外，也評估在地勢陡峭地因地層岩盤裸露造林困難及河流兩側自然復育迅速等因素，決定採自然復育方式，經過 28 年的長期監測，證明天然更新復育是效果最佳；當然也有以人工造林的方式復育的，就在 Weyerhaeuser 公司的 St. Helens 林場內總計面積僅 45,500 英畝，依海拔不同栽植當地的原生樹種，海拔 1000 公尺以下主要樹種為花旗松 (Douglas fir) 海拔 1000 公尺以上主要樹種為 Noble Fir，復育仍很成功。另外在更新時以具有固氮功能的豆科植物及赤楊樹種為先趨樹種。

在參訪聖海倫斯火山紀念區過程中除有上述的瞭解外也觀察到幾點心得如下：

- 1、大量的枯立倒木未加以處理，任其順著雨水或崩塌流入河流內，致使河流內佈滿漂流木一樣不處理，據解說員稱：漂流木不但不會污染水源反而可保持水溫提供野生動物棲息，這與台灣對漂流木的處理情形截然不同，因為台灣的漂流木或在水庫內、或在魚港、或在河流橋樑下，如不處理將會對發電、魚船、及水流有不良的影響，所以要加以清理。不過如果量不會有上述的影響應可試為自然生態的一環無需處理。
- 2、Mt. St. Helens 火山紀念區之經營模式，對於自然環境脆弱、天然災害頻繁的臺灣提供災後重建的寶貴經驗，不論是以人工更新造林亦或是放任自然演替進行，有著不同的結果，要視經營者充分評估現況後依據經營目標來選擇最適合的方式，並沒固定的模式可套用在所有的狀況。

台灣在崩塌地的治理上雖然一樣有近溪近路優先以工程方式穩定溪流繼續下切破壞安息角及坡度較緩處以打樁編柵等植生方式加速林地的復育及無路可及且坡度太陡未穩定處則先不處理等原則，然 Mt. St. Helens 火山紀念區的經驗應可提供我們不同的省思。

在結束所有的官方行程，為體驗以遊憩聞名的阿拉斯加，透過當地的旅行社報名參加兩個旅遊行程，自行搭乘阿拉斯加的鐵路從安克拉治搭到西華德（阿拉斯加鐵路線是旅遊的另一個選擇，連接 Seward 西華德和 Fairbanks 費爾班克斯，全長 470 哩。在安克拉治和費爾班克斯兩城之間，許多人住在遠離道路系統的山林中，需要靠火車往來這些地區，運送乘客），總共花費 6 小時的時間，不過沿圖高山峻

嶺森林密佈、河川清澈、湖泊冰河夾雜其間風景美不勝收，無不令人讚嘆不已，一點也不覺的搭火車有 6 小時之久；到達度假勝地西華德，主要係到基奈國家公園參訪，包括搭遊覽車到出口冰河及搭船到基奈峽灣參訪

(一)、出口冰河：

在這裡步行十分鐘就可接近冰河，從自然中心的步道網絡可觀賞不同的出口冰河景緻，開始由自然中心左轉後，通過楊樹森林就可觀看到冰河全景，此區步道系統有三條，包括下環，上環，與自然教育徑。第一個路線，為下環徑，一個 0.5 英里循環，可到達沖積平原上面臨的冰川。到此如要回程依循環步道約一公里可回到停車區，但如果左轉 trailside 亭，則可以繼續向冰河的邊緣前進；兩個小時的自然引導步行，可以瞭解冰河為何呈現藍色，以及全球暖化正在影響冰河（越溶越上游）。也可以瞭解該地區的植物和野生動物（有同行的遊客看見熊的蹤跡）。

冰河的邊緣步道維護良好，所選擇的觀景點亦很恰當，且全區步道依距離及陡坡不同，讓遊客有多重選擇之循環式網絡是很貼心的規畫，另警告牌、解說牌及指示牌均簡明扼要且材質顏色均與環境很相融。

(二)、基奈峽灣

該公園包括近 65 % 的哈丁冰原，加上峽灣，島嶼和基奈海岸的半島。基奈峽灣國家公園約距安克拉治南部 100 英里。可利用公路、航空、鐵路和船等交通工具到達。此行係搭 6 個小時的船，在船上賞景及觀察野生動物的套裝行程，（另外還有 4 小時、8 小時的行程）遊客可依時間的多寡與費用的高低做不同選擇。

此遊程主要是沿著峽灣觀查兩測風景及陸域、水域所出現的不同野生動物包括：水獺、海獅、小殺人鯨、海鷗、鱸鰲、山羊、禿鷹等，在臺灣花蓮、基隆龜山外海也有類似的賞鯨豚的遊程，這樣的遊程初體驗覺的很新鮮，不過是否會干擾野生動物的棲息應可再檢討。

肆、建議

本次參訪因事先與美國林務署的 Darcy Nelson 以 e-mail 方式將想要考察地區、項目及想瞭解的問題提供給美方，故美國林務署再交由各地區的聯絡人安排細節包括行程規劃及代訂住宿，故此行除在設定的議題上有收獲外，與美方在 2005 年簽訂「台灣林業經營技術協助訓練計畫」執行以來，互動情形最好的一次，且是以高規格方式處理，包括所有地區交通接送及拜會的人員都是主管級接待，另與以往不同的地方是針對每一參訪主題事先準備書面及簡報資料，將台灣的經驗、現狀先向參訪單位介紹後再提出問題，參訪單位人員均表示這樣的交流很好，建議日後選派訓練者可以參考辦理。

另外因想感謝此次美方協助的相關人員，事先準備與林產、保育有關的宣傳品及禮物如竹炭產品（襪子、護膝、護腰、檜木精油、無患子香皂及印有保育植物的磁鐵書籤），不但與參訪主題相關，也讓美方人員很感動也很喜歡，而這些宣傳禮品都有幾個特色就是體積小輕便好攜帶，最重要的是實用，建議日後也考量有這些特色的宣傳品去製作，以達宣傳效果。

至於此次參訪主題各建議如下：

一、關於美方稱目前最新的監測方法 MODIS 的應用，建議林務局應可與學校或研究單位合作：MODIS 應用於環境監測方面，提供了地表反射比、地表溫度、葉面積指數等 10 種陸地產品，為陸地自然資源監測、生態環境評估以及其他環境相關學科的研究做出了重要的貢獻及自然災害上，利用 MODIS 數據可進行災害時段內地物光譜特徵的深入分析，從而準確判斷其成災原因。同時，在 250m、500m 和 1km 三種空間解析度和密集的過境時間大大豐富了災情數據，使得長期、大範圍的動態監測成為可能，所以利用 MODIS 數據可進行災害時段內地物光譜特徵的深入分析提供相關監測結果，可供政策擬訂之科學依據外，更能更精準的提出預期目標，如石門水庫崩塌地之整治監測。

二、因應林地區位與林政樣態之不同建議重新檢討舊機制建立新機制：此次參訪的林區管理處人員包括：位於波特蘭 R-6 林區的副處長 Peggy Kain 表示：在 R-6 林區雖然無林地出租造林的問題，然林地如此廣闊，違法種植大麻等行為也是她們很困擾的問題，到目前為止也無法遏止，僅能靠良好的機制及民眾於登山時協助通報處理，另外就是由雷達輔助監測，而位於西雅圖的 Mt. Baker-Snoqualmie 林管處森林監督人 Y. Robert Iwamoto 就租地及盜伐問題亦與 Peggy Kain 同樣的表示內容。美國每位巡護員平均巡護 100 公頃（以 Snoqualmie Point Park 集水區為例）都無法免除林木被竊，更不用說台灣的巡護員所巡護區域是美國的 20 倍，更需要建立一套實際可行的良好機制是很重要的；針對林地管理機制如何建置，分機關內部與外部分別提出建議如下：

林務局機關內部：

- (一) 近都會區之租地管理與巡護可否與偏遠山區之巡護區隔各採不同的巡護規定：目前各巡護員係以不同巡護級數採不同的巡護強度，在近郊地區較無問題，而在偏遠山區則與實際操作有很大落差，應針對不同巡護性質採不同的規範較符實際。
- (二) 提供必要工具應用及專業技能：近年林務局提供巡護員 GPS 及保林圖台的應用並以農航所提供的正射影像圖作為輔助，對巡護工作幫助很大，惟仍有需加強之處包括：1、林地大都已土地登記完成，應請地政單位提供地籍圖之電子檔，尤其近郊區或與保留地交界處資料更為需要，以利巡護員可於巡護第一時間瞭解有無越界情事即時處理；2、目前林地管理所需合法軟體（Arc View、Arc Gis、Auto Cad、Auto DeskMap）套數太少，受限於智慧財產權無法充份應用，建議儘速編列資訊設備增購讓巡護員更方便套疊各圖資瞭解林地狀況；3、精密測量工具應用應更普及：以往羅盤測量是每位巡護員必要技能，近年因衛星定位測量由於更精準日漸取代羅盤測量，惟會使用的人數較少，亦是人力應用的侷限因素，建議比照羅盤使用，訓練每位巡護人員均會使用。
- (三) 建立完整圖籍資料庫：整合衛星、航照、地籍、林班、保安林、直營造林、租地造林、各類租地數值圖檔並搭配相關屬性資料，讓林地管理人員能完整瞭解林地的相關資訊，而非點狀塊狀的拼湊資料，容易遺漏重要資料而錯判形勢。
- (四) 研議租地交換土地之可行性：目前有很多租地位於保留（護）區或遊樂區內之暫准建地，因補償費用龐大或承租戶無意願，維持現狀對林業經營管理又有阻礙，此次訪美得知有交換土地的機制與成功案例，應可參考研議。
- (五) 建議取消契約聘僱巡護員：巡護員的技能養成不易需長年培養訓練，過去以招考方式納入事務管理規則管理，各巡護員對機關有認同感且因課責之約束力大，每人之盡業精神與工作倫理相較來的好，如仍以契約 1-2 年的方式聘用，前述之特性將降低許多，更嚴重問題是此聘用時間在技能欠缺的情行下容易發生林政案件不知查報，無法即時處理，徒增管理單位日後處理困擾。

林務局機關外部：

- (一) 政府各部門的資訊分享平台的建置：具瞭解地政土地地籍資料透過縣市政府是可

提供給鄉鎮公所作獎勵造林抽測用，農糧署也透過農航所提供之正射影像圖套疊地籍圖以瞭解農地使用情形，舉這兩個例子，這些已建置的資料如可提供林務局取用，將可簡化並縮短各工作站再花時間取得地籍圖、正射影像圖及自行套疊的流程，所以政府各部門的資訊分享平台的建置對於行政效率上有很大的助益，應儘早與相關單位洽商辦理。

(二) 民眾參與機制建立：據參訪的兩個林區的人員或林區所設定的目標中均提到為擴大服務範圍民眾參與是日漸重要的課題，在台灣因機關人力短缺及業務範圍日漸增加的情形下，民間資源的應用亦與美國情形同樣的重要；目前林務局應用最佳的應屬解說志工、社區綠美化、社區林業等，然青年志工的應用仍有待開發，此次參訪如美國的山區綠通道聲信託在志工應用機制讓人印像深刻，建議參考山區綠通道聲信託的志工運作，尤其鎖定在年輕的高中與大學生上。

三、此次參訪的對象，不論官方代表或企業界，似乎非常了解台灣木材多仰賴進口，因此每次被問及台灣木材自給率以及台灣政府有何積極改進措施等問題時，均感到相當難以解釋，建議本局實應積極面對此問題，確實提出短中長程提高木材自給率的措施，既可減少未來可能面臨木材進口短缺之風險，也對地球環境友善略盡一點義務。

四、木質生質能為潔淨、中性的能源，並可解決木質廢棄物所造成的環境問題，永續森林經營可協助達成溫室氣體減量之目標，又無衝擊糧食供應的後遺症，且可產生替代能源，一舉數得，極具發展意義與潛力。以美國西部及阿拉斯加等州木材與石油資源豐富的地方，尚且感受到石油危機與氣候變遷的問題，積極發展生質能源，而且頗具規模與成效，台灣 99% 能源與木材全部仰賴進口，惟約有 4-5 成最後以各種木質廢棄物型態產生，殊屬可惜。台灣不管是為國家安全或環境責任考量，都應更積極面對這嚴重的問題。

五、木質生質材料分散各地，且具有體積龐大、熱值低等缺點，有關木質生物質的收集、貯存與利用，將會花費相當的成本，且設廠生產不易達經濟規模。因此木質生質能源不適合單獨成為替代性能源，而是應依各國狀況選擇最佳的組合方式。台灣未來木質生質能源發展方向宜定位為：

(一) 區域性生產：須配合能夠在現場使用的小型生產設備，並就近提供學校、社區

等使用，縮短收集、運輸成本。

(二) 遞補性能源：因為目前生產生質能源成本相對較高，適合配合既有或其他替代性能源共同使用，可創造最佳利益。

六、目前國際間尚有種植軟枝草取代玉米生產乙醇的研究指出，其能源效率為生產玉米乙醇的 5 倍，可減少五分之四的種植面積，以台灣可耕地面積嚴重缺乏的情況，研發種植生長快速、淨效率高、且無糧食競爭問題的草類或其他植物，不失為一個可行的方向，建議可加強了解其應用於台灣之可行性評估。

七、替代性生質能源一般稱為第三代能源，利用二氧化碳所產生的能源則被稱為第四代能源。美國加州一位知名的基因科學家 Craig Venter 在「科技、娛樂與設計會議 TED」發表內容略以：

(1) 利用基因改造微生物，吸收二氧化碳，排放甲烷等氣體，轉化為能源。

(2) 目前已有 2000 萬種基因可以運用。

(3) 目前已有若干生物可以自行製造辛烷，但生產規模太小。

(4) 如何從大氣層中吸收高濃度二氧化碳來餵食微生物，為未來研究重點。

(5) 預計 2009 年 4 月問世，目標將取代石化工業。

若此研究成功可行，那將是一個顛覆性的能源革命，對全球而言，不啻是一個值得期待的技術突破，我們在木質生質能源領域之研究已落後甚多，今後更應密切注意最新發展方向並調整因應。

八、奈米技術是近年來全球劇烈競爭的領域，台灣雖然自 2002 年才啟動相關研究，但以國家型計畫全面整合推動結果，已在某些領域佔有極重要地位；反觀美方雖然較早 30 餘年前即已開始國防方面的研發，但在林業部門也是近 5 年來才積極進行。相對地，本局在工研院的協助下，在此領域的研發似未落後美國，建議今後應該持續研究，開創符合我國發展的林產業，並獲得優異的國際競爭力。

九、建議本局往後派遣人員前往訪訓練時，宜提前整體規劃，讓代表人員有更充分的時間，準備相關政策與技術資料、擬了解的問題，並積極提升英語能力，除可確實學到最新技術外，亦可適時展現我方優異成果，並讓美方多了解我國林業，揮發合作交流的最高效益。

附錄 研習活動照片：林務署西北試驗站辦公大樓



0903PNW 與 FSR-6Peggy Kain 及其他 PNW 的研究人員會面



PNW 與 FSR-6Peggy Kain 及其他 PNW 的研究人員會面



PNW 與 FSR-6Peggy Kain 及其他 PNW 的研究人員會面



PNW 與 FSR-6Peggy Kain 及其他 PNW 的研究人員會面



Eini 及 Xiaoping 是這次波特蘭 PNW 參訪的聯絡人



Forest Service R-6 Peggy Kain 與參訪人留影

附錄 研習活動照片世界森林中心(World Forestry Center)



探索館前留影



Sara Wu 女士簡介世界林業中心的業務概況



Sara Wu 女士引導參觀探索館情形



與 Sara Wu 女士討論森林經營的相關問題



探索館內互動操作式體驗 1



探索館內互動操作式體驗 2

附錄 研習活動照片州立奧勒岡大學木材科學暨工程學系



在奧勒岡大學木材科學暨工程學系合影



奧勒岡大學木材創意中心



與奧勒岡大學木材科學暨工程學系教授參
關係內設備



與奧勒岡大學木材科學暨工程學系教授參
關係內設備



與奧勒岡大學木材創意中心交換經驗



與奧勒岡大學木材創意中心交換經驗

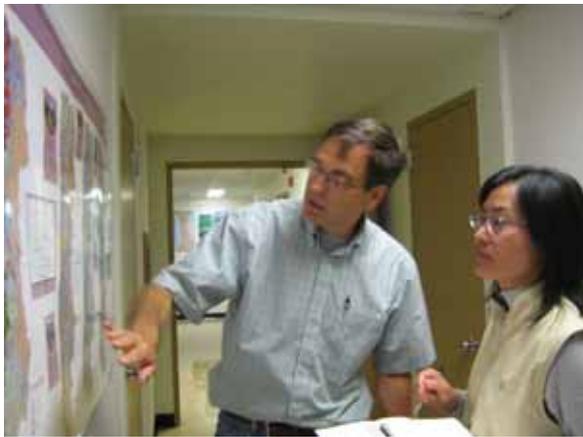
附錄 研習活動照片西北試驗站 Corvallis 研究室



參訪人向西北試驗站林業科學研究室 Thomas A. Spies 博士簡介台灣農委會監測應用情形



參訪人向西北試驗站林業科學研究室 Thomas A. Spies 博士簡介後互動情形



Thomas A. Spies 博士逐一簡介美國監測的研究計畫與成果



西北試驗站林業科學研究室的研究人員說明美國衛星應用及研究情形



西北試驗站林業科學研究室參觀研究人員操作情形



西北試驗站林業科學研究室與 Tom Spies 組長合影並贈送紀念品

附錄 研習活動照片 Warm Springs 製材廠



Warm Springs 木工廠與業務經理等人會談



Warm Springs 木工廠與業務經理等人會談



Warm Springs 木工廠辦公室前留影



Warm Springs forest products mill tour
於生質能源廠前留影



Warm Springs forest products 生質能源
廠內設備參觀 1



Warm Springs forest products 生質能源
廠設備參觀 2

附錄 研習活動照片 Mt. Hood 國家森林內的 Timberline Lodge enroute



Mt. Hood 長年積雪，九月仍有雪覆蓋



Timberline Lodge 旅館外型山型搭配，傾斜屋頂有除雪的功能



Timberline Lodge 旅館內係以原木搭建而成



Timberline Lodge 旅館內與 Eini 留影



Mt. Hood 登山步道，另有纜車可搭，參訪時纜車正修中



Mt. Hood 是滑雪勝地，此景為滑雪道，仍有積雪未溶化

附錄 研習活動照片 Mt. St. Helens 火山紀念區，



解說員解說聖海倫山火山紀念區內植生自然復育的情形



歷經 28 年仍聖海倫山火山紀念區內在北向坡仍未復育的景像



南向坡自然復育情形特別好



在水流兩測自然復育情形亦佳



聖海倫山火山紀念區內規畫許多觀察點是最佳的自然教室



在河流內佈滿漂流木是部份野生動物冬季最佳的棲息地

附錄 研習活動照片 Mt. St. Helens 火山紀念區，



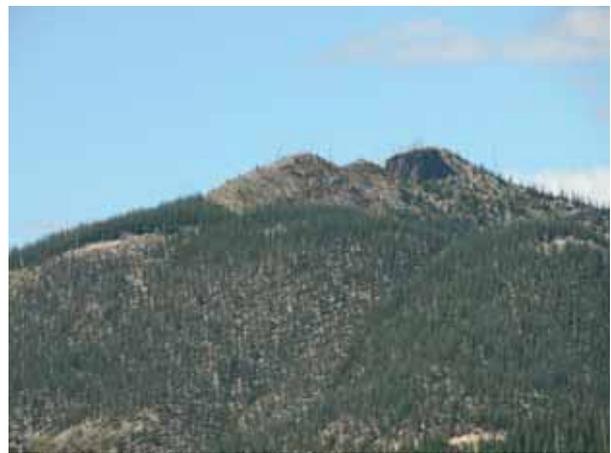
原湖泊處因火山爆發生態大為改變



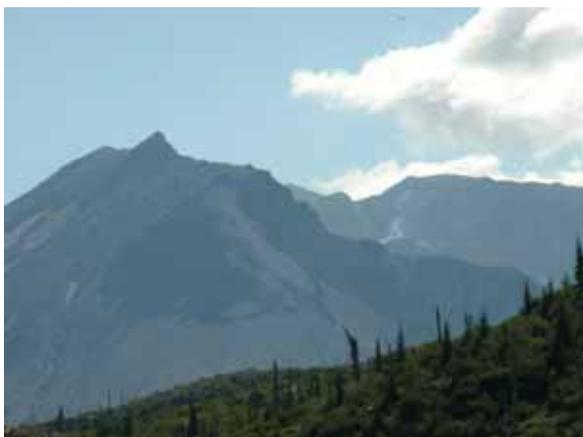
紀念區內經過 28 年在自然復育地區仍不乏有未成林處及枯立木林立的地方



北向坡植生復育差



南向坡植生復育較好



火山口仍有白煙散出，仍有再爆發的可能



自然生長的小苗生命力旺盛

附錄 研習活動照片 Snoqualmie 點公園、



在 Snoqualmie 點公園至高點有一特殊造型的涼亭提供視野良好的觀察點



在集水區範圍內可見私人林地砍伐後與國有林有截然不同的景像



公園內有設計精美的解說牌



進入 Snoqualmie 點公園公園的道路平坦屬近郊型區域



集水區內約有 700 公畝的天然復育國有森林，林相被覆良好



集水區內在陡峻處，雖自然更新不易，人工造林亦困難情況下採自然復育方式雖復育時間較長惟仍為持自然復育方式

附錄 研習活動照片 Asahel Curtis 自然步道、



此自然步道屬自導式，步道入口處有提供自取摺頁之服務



各類告示公布於步道入口處



布道路線圖簡單明瞭



步道內僅有簡易木棧道及木橋並無其他水泥設施



用色簡單與環境相融合之解說牌



沿著步道可享受森林的寧靜清新與森林的植物的多樣

附錄 研習活動照片 Snoqualmie Ranger Station



巡護站內有多樣的防火海報



工作站巡護員 James S. Franzel 為我們介紹
工作站內的環境



工作站內巡護工具汽車暨防火車輛



工作站前與 James S. Franzel 留影



工作站內的防火倉庫



防火倉庫內的救火器材

附錄 研習活動照片 Mt. Baker Snoqualmie 國有林區管理處



西雅圖 Mt. Baker Snoqualmie 國有林區管理處辦公大樓前留影



Mt. Baker Snoqualmie 國有林區管理處辦公環境



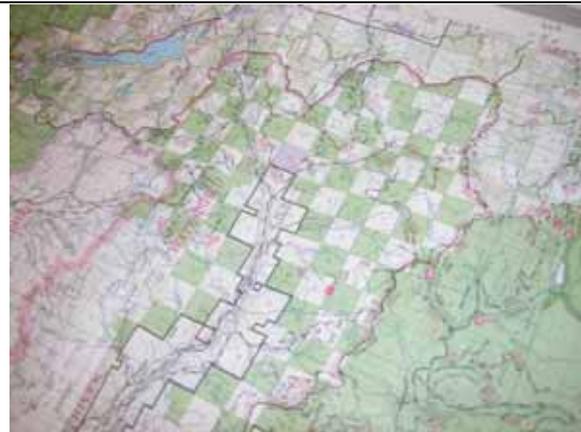
拜會 Y. Robert Iwamoto 及 David Kendrick 並就教林地管理問題



Y. Robert Iwamoto 提到國家森林與私有林地夾雜造成整體經營管理不易 已有交換土地的成功案例



David Kendrick 的辦公桌寬敞



由照片可看出綠色的國家森林與白色的私有林地夾雜

附錄 研習活動照片 Sierra Pacific Industries 製材廠



西雅圖最大製材場附設生質能源廠前留影



生質能源廠房



製材廠廢料可充分供應生質能源廠運用



生質能源廠所製造能源大部分供應製材廠電力及部分轉為蒸汽提供乾燥廠乾燥木材用後還有多餘電力可轉賣



Sierra Pacific Industries 製材廠占地 20 英畝



製材廠內堆置不同規格原木

附錄 研習活動照片阿拉斯加自然資源部林務組



阿拉斯加自然資源部大樓前留影



與阿拉斯加自然資源部林務組副組長會談情形



黃簡任技正向阿拉斯加自然資源部林務組副組長等人簡介台灣生質能源應用情形



與阿拉斯加自然資源部林務組副組長等留影



阿拉斯加地震紀念公園



林地因土壤內結冰無法成林

附錄 研習活動照片 出口冰河、Kenai Fjord 國家公園。



出口冰河的循迴登山步道平緩



出口冰河觀景點很洽當視野佳



出口冰河亦可走進河床於正上方觀看冰河的壯觀



出口冰河由於太陽吸收所有顏色僅藍色被折色出所以顯現藍色的冰而非白色



服務中心建物設計材質都與環境相融



公廁建物設計材質都與環境相融

附錄 研習活動照片出口冰河、Kenai Fjord 國家公園。



阿拉斯加火車由安克拉治開往西華德沿圖
景色如詩如畫



冰河景色壯觀



如詩如畫景色迷人



搭船參觀 Kenai Fjord 國家公園壯觀的冰
河



觀賞 Kenai Fjord 國家公園內海上野生動
物



參觀 Kenai Fjord 國家公園所搭的客船