

出國報告（出國類別：實習）

森林精油的生產與永續森林經營 出國報告書

服務機關：行政院農業委員會林業試驗所

姓名職稱：葉若璫 助理研究員

派赴國家：美國

出國期間：103 年 5 月 19 日至 11 月 19 日

報告日期：104 年 2 月 16 日

關鍵詞： 非木林產物、精油、林業永續經營

內容摘要： 台灣的森林資源經營從早期的大量伐木，後因自然保育意識興起，轉變為以保育為主的經營方式，自 1990 年全面禁伐天然林以來，所需的木材自給率逐漸降，目前台灣 99% 以上的木材利用皆仰賴進口，故在林產物的研究上，側重高附加價值的森林副產物，包括小徑材、枝葉及非木林產物的開發利用，試想，如何開發利用林產物讓林木健康且有效的更新，並傳遞森林資源永續的合理利用理念，利用林木枝葉生產精油，即為本研究的目的。

美國的林業發展過程和台灣略同，經歷了早期大量的木材資源開採、生態環境保育觀念興起，而後結合森林生態學理論及知識，達到森林資源永續性的經營。本次研習參研單位包含北美政府林業機構、非政府組織、美國西北太平洋各大學、私人營林地及木材工廠。尤其是奧勒岡林業合作社(The Oregon Woodland Cooperative)，正是本研究計畫所尋求利用林木枝葉生產精油的良好模式，該合作社約有 70 個會員，林地面積超過一萬公頃(25000 英畝)，生產販售產品包括薪材、花卉、蕈菇以及森林精油，目前亦嘗試規畫生態旅遊行程。所生產的森林精油包括花旗松(*Pseudotsuga menziesii*)、巨冷杉(*Abies grandis*)、北美翠柏(*Libocedrus decurrens*)、壯麗冷杉(*Abies nobilis*)、美國黃松(*Pinus ponderosa*)、美西側柏(*Thuja plicata*)等六種針葉樹，將採集的針葉運送到位於波特蘭的精油公司，所生產精油在網路上以 Canopy 為品牌，15ml 約台幣 450 元(美金 15 元)的價格進行販售，其價格相較其他品牌相同商品便宜，商品訴求天然香氛帶你到奧勒崗森林(Natural aromas to transport you to the forests of Oregon)。

台灣可借鏡奧勒岡林業合作社的精油生產及銷售模式，台灣尚楠的精油成分即與北美翠柏非常相似，此外，台灣具有多樣的闊葉樹是奧勒岡州所欠缺的，發展台灣闊葉樹森林精油，成為具有台灣特色的商品，是今後努力的方向。

目次

一、目的	4
二、過程	6
(一) 室內演講及研討會	6
(二) 戶外參訪	7
(三) 個人簡報及研究計畫	23
三、心得與建議	24
四、附錄	28

一、目的:

精油應用的歷史以精油蒸餾萃取技術的發展可溯及 11 世紀，如以香料的使用則可上推至西元前四千年。精油一點一滴的滲透累積在我們日常生活中，被添加於食品、化妝品、香水、香煙等；除了空氣淨化、除臭功能外，常以浴療、按摩、順勢療法等形式而賦予醫療的功效。精油本身源自植物自我保護能力，往往發展成抗菌驅蟲劑或化學合成的前驅物。

根據 2008 年世界精油的生產概況，年產量最高的精油分別是柳橙(51000 公噸)、野薄荷(32000 公噸)、檸檬(9200 公噸)及尤加利(4000 公噸)。綜上所述，精油種類除了供需量最大的柑桔類、唇形科植物(薄荷、廣藿香、薰衣草…)外，來自森林的精油如尤加利、丁香、雪松、木薑子、檸檬桉等也一直佔有一席之地。

健全的森林必須經過長期的永續經營，如能讓精油生產成為森林撫育的一環，使林農在撫育期能有中間收益，必能提高林農的造林意願。期許生產的森林精油，不啻具有維護人體健康的功能，更對森林健康有所助益，能為森林概念的載體，傳遞永續森林經營理念給消費者。

精油做為原料使用時，根據產品的屬性，受到各種食品、藥品、化妝品的品質使用規範；而以精油作為最終產品時，由於使用方式多元(食用、薰香、按摩、沐浴…)，較難以使用方式的角度切入建立保障消費者標準，只能以各種精油分別建立成分和性質標準，然精油的品質常因產地、季節、生產方式等影響，加上主要成分及有效成分的不確定因素，使得精油標準的研議倍加困難。目前消費者選購多以各項有機標準、有機認證作為確保品質的參考依據，如 USDA organic、ECOCERT、OTCO (Oregon Tilth Certified Organic)、ACO(Australian

Certified Organic)等；森林認證能否也成為消費者選購森林精油時的安心依據。

目前世界精油產地，巴西居冠佔 28.6%，其次為印度 25.8%，再者為美國的 16.8%；以美國本土品牌 Mountain rose herbs 所販售的 100 餘種精油為例，美國所生產的精油有 7 種，分別為檸檬薄荷 (Mentha citrata)、貓薄荷(Nepeta cataria)、葡萄柚(Citrus paradisi)、萊姆(Citrus aurantifolia)、甜橙(Citrus sinensis)、北美圓柏(Juniperus virginiana)、美洲鐵杉(Tsuga canadensis)，其中北美圓柏、美洲鐵杉即為來自森林所生產的精油。由於奧勒岡州是全美森林資源最豐富且伐木業最盛行的區域之一，對於林業經營與森林副產物的生產的研究，有相當好的成果可茲學習，即為此次研習最主要的目標。目前臺灣人民對於保育與經營森林林產利用觀念略有衝突，如能由森林經營可健全保育的觀點切入，再加上林產利用有助於森林經營的概念，此法或許較易被社會大眾所認同。世界森林研究所(WFI) 致力推廣林業教育多年有成，能提供進修者在面對森林經營觀念傳達及推廣林產利用工作時獲得絕佳學習機會。

綜上所述，本人研究主題與方向如下：

1. 了解不同的森林經營模式對於森林精油生產可能性之評估。
2. 探討精油的生產規範及認證，森林精油如何取得森林認證。
3. 森林精油商品傳遞消費者永續森林經營觀念的應用。

為了達成以上目標，在 WFI 研習期間之行動策略：

1. 參訪相關研究與推廣機構組織，並請益林業研究人員。
2. 實地走訪不同經營目標之森林經營區域，了解其中森林育苗、栽植、修枝、伐採之作業流程，發掘做為精油生產的潛在可能性。
3. 研習期間廣泛參與林業經營林產利用相關會議、研討會或課程。

二、過程

研習期間為 2014 年 5 月 19 日至 11 月 19 日，研習範圍包含美國太平洋西岸地區（華盛頓州、奧勒岡州及加州等），研習過程主要包含三個部分，(一)室內演講及研討會 (二)戶外參訪 (三)個人簡報及研究計畫。

(一)室內演講及研討會

1. 5 月 28 日澳洲 fellow Krystina Kny 簡介該國的環境資源、森林概況及研究計畫。
2. 6 月 3 日 WFC 教育執行長 Rob Pierce 簡報世界森林中心的環境教育概況。
3. 6 月 4 日 世界森林研究所主任 Sara Wu 簡報 Who Will Own the Forest? 主要是介紹林地成為新的投資工具，如林地投資管理組織 (TIMOs) 和不動產投資信託公司(REITs) 的出現。
4. 6 月 11 日 Bob Deal 博士介紹美國生態系統服務及市場
5. 6 月 17 日 WFI 專案經理 Chandalin Bennett 介紹美國林地所有權
6. 6 月 20 日 愛爾蘭 fellow Vincent Upton 簡介該國的環境資源、森林概況及研究計畫。
7. 6 月 30 日印尼 fellow Sudiyah Instichomah 簡介該國的環境資源、森林概況及研究計畫。
8. 9 月 2 日 The Freshwater Trust 生態系統服務分析師 Julia Bond 介紹如何量化保育行動
9. 9 月 16 日至 9 月 18 日 Who Will Own the Forest?研討會
10. 9 月 24 日緬甸 fellow Wai Wai Than 簡介該國的環境資源、森林概況及研究計畫。

(二)戶外參訪

1. 5月23日 Columbia River Gorge

初到奧勒岡即拜訪當地頗負盛名的景點 Multnomah 瀑布，位於哥倫比亞河峽谷南岸的一個瀑布。瀑布主要分為兩段，其中一段在 542 英尺（165 公尺）處，緊接著的一段在 69 英尺（21 公尺）處，兩段瀑布中間有一段 9 英尺（3 米）的斜坡，因此一般認為整個瀑布的落差為 620 英尺（189 公尺）。

此外也拜訪了 Bonneville 水庫的參觀中心，該參觀中心最重要的展示重點在於如何降低水壩對鮭魚迴流所造成的影響，可以參觀室外的魚梯構造，也可以透過觀景窗觀賞逆流而上的鮭魚。

另一個重要參訪點為 Bonneville Fish Hatchery，其中有很多池子飼育鮭魚，並提供飼料讓人餵食，最特別的是 Sturgeon 觀賞區。Sturgeon 是一種古老的魚類，起源於一億年前的侏羅紀時，原生存於哥倫比亞河流域。

2. 5月29日 Cool soda

South Santiam 流域管理委員會聯合 Sweet Home Ranger 區、Cascade 木材諮詢會、Linn 縣、Sweet Home 市及其他地方組織共同規畫和實施數個計畫，該計畫將提供就業機會，流域重整並可提供鄰近遊憩。要了解更多內容，可線上查看“Cool-Soda All Lands Restoration Proposal”。



3. 6月10日 Tillamook Forest Center



Tillamook 森林在 1933 年，1939 年，1945 年和 1951 年分別有四次重大的火災，由於每次間隔六年，故被稱作六年厄運，總括而言，這些火災大約燒毀 355,000 英畝(近 144,000 公頃)大規模森林範圍，在高海拔地區主要是花旗松、西部紅雪松和白冷杉，在較低的山坡則是西部鐵杉和雲杉，如此高強度具演替性的森林火災，同時燒毀了很多苗床，森林自然復舊演替愈發困難。



來自林業的奧勒岡部門和當地社區的合作努力在被燒毀的地區重新栽植樹苗，包括社會團體義工計劃，學童和林農均參與了目前 Tillamook 州立森林的復舊。

由於僅存極少的森林覆蓋，種植的樹苗經常被麋鹿拉出，利用直升機傳播的種子經常被鳥類和嚙齒動物吃掉。面臨諸多挑戰和十年的努力復舊終於恢復 Tillamook 森林。目前

Tillamook 森林經營由奧勒岡林業部所管理與監督。

4. 6月23日至6月27日 MC Ranch

對象：Harry Merlo, Owner of MC Ranch

Rex Christensen, Ranch Manager

Kathy Christensen, Rex's wife

Dodi, House manager

Jamie Knight, Oregon Department of Forestry

Rick Wagner, Oregon Department of Forestry

地點：MC Ranch, Eastern Oregon



MC 牧場位於奧勒岡州東部靠近 La Grand 鎮，距波特蘭大約 415 公里。牧場約 12,000 英畝（4850 公頃），主要樹種是黃松，冷杉和花旗松。牧場管理者 Ryan 帶我們討論管理上所面臨的土地問題和挑戰。松材線蟲病被認為經由某種地方性的松樹甲蟲所傳播。受傷的樹常常吸引松樹甲蟲，Ryan 和 Rex 認為，松樹被閃電擊中，使之更容易出現蟲害，一旦樹死了，甲蟲便移動到相鄰的樹木，Ryan 和 Rex 砍伐蟲害的松樹以減少昆蟲傳播，也儘快將雷擊的樹木移出林地。



貫穿林地的河流被適切命名為河狸溪(Beaver Creek)，可看見河狸所正在建設的水壩。



林地被 Harry Merlo 買下之前，已被前地主過度伐採。前次伐採時樹齡分布不均，透過皆伐後重新造林以調整樹齡，這批樹木由於彼此競爭水分和養分以致生長緩慢，進行疏伐以調降立木的密度。



火對於森林健康和再生扮演一個重要的角色，但由於火會對景觀的改變產生衝擊，所以地主被嚴格限制用火的時機。但大量堆積的森林燃料如松針成為潛在的火災威脅。



麋鹿是地主在森林經營上的另一挑戰，在夏末，鹿角的生長停止，鹿角上的絨毛變得乾燥，麋鹿會在樹幹上磨擦，以去除絨毛，往往造成幼樹的死亡。



5. 7月13日至7月19日 International Education Institute

世界林業中心國際教育學院(The World Forestry Center International Educators Institute, IEI)是一個專業發展計畫，主要是針對在教育，研究，自然資源管理和策略溝通的專業領導人所進行的七天開發課程及深度探索遊學，詳細的報名參加的訊息可見於世界林業中心的網站：

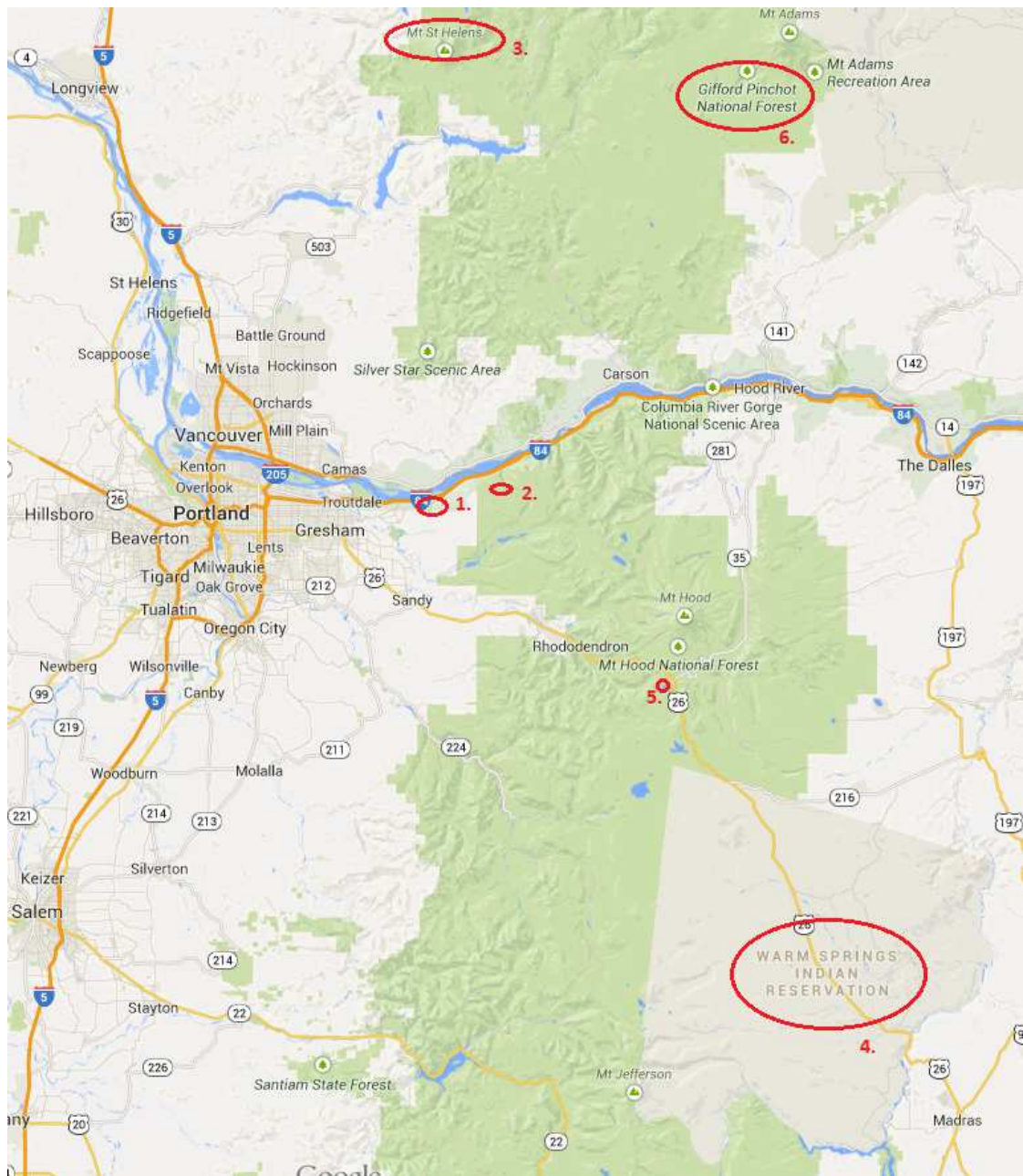
<http://wfi.worldforestry.org/index/international-fellowship/international-educators-institute.html>。

通常是在每年的七月舉辦，從 1996 起已超過 45 個國家和美國 36 洲的學員參與過該計畫，該計劃的目的是幫助建立有效的教學策略，並了解世界森林。

今年的世界林業中心國際教育學院是從 7 月 13 日到 19 日，住宿的地點是在 Menucha Retreat，參觀的地點包括 1.世界森林中心探索博物館 World forestry discovery museum 2.落羽松山(Larch Mountain) 3.聖海倫火山(Mount St Helens) 4.溫泉印第安保留區(Warm Springs

Indian Reservation) 5.延齡草湖(Trillium Lake) 6.吉福品徹國家森林 (Gifford Pinchot National Forest)，位置如地圖所示。

參加的學員包括來自愛爾蘭、印度尼西亞、巴西、日本、澳大利亞和台灣等其他六個國家，以及美國明尼蘇達州、加利福尼亞州、佛羅里達州、新墨西哥州、南卡羅來納州、喬治亞州和俄勒岡州，一共 19 名，成員包括小學老師、大學教授、公務員、國際組織、私有林地地主等等。



6. 7月9日 Columbia Land Trust Hood River

對象：Glenn Lamb, Executive Director of the Columbia Land Trust

Jes Munk Hansen, Fellow in 1994 and on the World Forestry
Center Board of Directors

地點：Hood River



哥倫比亞土地信託是一個私人，非政府組織在俄勒岡州和華盛頓州間的大概 200 英里長的哥倫比亞河下游沿岸運作。他們的使命是與土地所有者和社區合作，以保育土地，水和野生動物在哥倫比亞河岸區域。

在現場一天，我們拜會了 **Glenn Lamb**，哥倫比亞土地信託執行董事，查看其土地信託的保育計畫之一，**Powerdale Corridor** 保護區大約是 396 英畝的河岸土地位於胡德河鎮東南，長度約為 3.5 英里。

水壩建造於 1920 至 30 年間作為發電用途，在胡德河下游的水壩開始是為了發電而興建，水壩的經營執照大約可以運作 50 年，目前太平洋公司為絕大部分 **Powerdale Hydroelectric Project** 的擁有者，太平洋公司在 2002 年檢視了目前尚存於 **Hood** 河的水壩，評估對周圍環境及魚類遷徙的通道，將水壩改建並重新申請執照，太平洋公司發現不再運行水電項目是可行的。太平洋公司決定捐出土地向當地社區和達成了一項協議，移除水壩，保育土地。

地主必須建立一個土地信託的法律協議來約束他們的所有財產或部分達到一定的保護目的的能力。土地所有者可以繼續擁有並使用自己的土地，雖然保護地役權放棄一些與土地有關的權利。與哥倫比亞土地信託設立的地役權的保護將根據協議而有所不同，但往往涉及確保不開發的土地或確保土地使用無顯著的變化。

永久地役權可能會導致一些土地所有者的關注，因為這涉及到洩露自己的財產為土地信託的部分土地使用權，如增建結構。如果未來情況改變，業主也能藉由地役權條款來約束永久地役權不能被改變。

Hood 河水壩是將通過地下管道引水發電。管道的一個部分在風暴事件被沖毀，其他的部分則可在步行於管道上。哥倫比亞土地信託計劃保留了這個走道可沿著管道穿過鐵路橋樑並安全地過河，具有遊憩價值。

在 **Powerdale Corridor** 保護地役權的目的是為了實現以下目標：

- 1.保護現有的魚類和野生動物棲息地
- 2.保留現有的遊憩用途
- 3.允許擴展遊憩的機會，如果不違背目標 1
- 4.保留部落捕魚權

有幾個項目目前正在進行，如雜草控制，溪流修復工程，並遊憩發展。目標和行動可詳見於線上的哥倫比亞土地信託 10 年概述管理計劃下，**Powerdale Corridor Conservation Area 2013 - 2022**，目前正在試用放置大型混凝土結構“jacks”於河中，其作用就像錨可抓住碎片對減緩流速增加了複雜性有助於魚類的棲息。雖然高流速會移動jacks，但滾動後仍會定著於較下游，希望這種方法會比在溪流中放置大的圓木有效，因為圓木較為昂貴同時在暴雨後容易流失。



7. 7月18日 Trout Mountain Forestry

對象：Mark Miller, FSC certified forester Trout Mountain Forestry

Jennifer Ward, City of Corvallis Watershed Program Director

Frank Davis, Siuslaw National Forest Natural Resource Planner

地點：Corvallis Watershed



實地考察了 Corvallis 集水區及鱒魚山(Trout Mountain)。Corvallis 集水區提供了 Corvallis 主要的都市飲用水，該區域並不對外開放，包括聯邦政府所擁有的土地，以及 Corvallis 市的公有土地。鱒魚山是由 Corvallis 市所管理進行森林經營及木材伐採販售，該區域是經過 FSC 認證，符合 FSC 的規範。



8. 7月30日 Oregon Woodland CO-OP

對象：Neil Schroeder, President of Oregon Woodland Cooperative

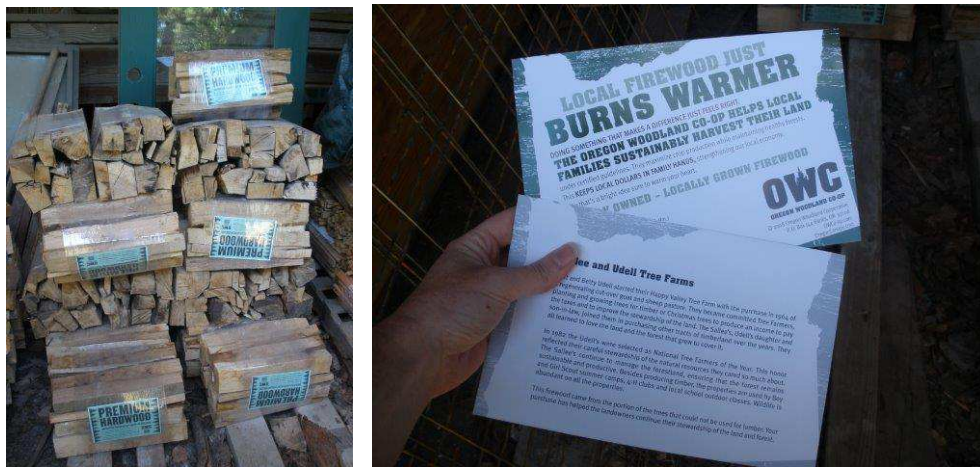
Robert Seidel, President of The Essential Oil Company

地點：SE Portland

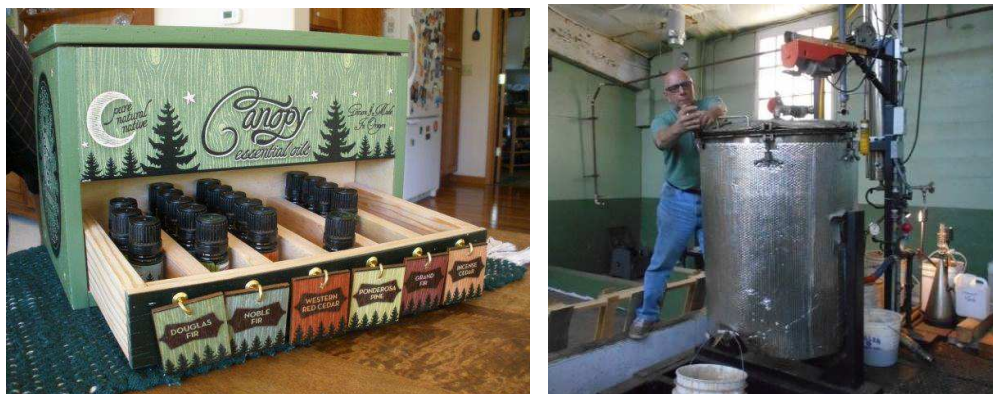


第一站先來到 OWC 總裁 Neil Schroeder 的家。自 1980 年以來的 OWC 已經在運作，包括超過 70 個的小林場主，他們銷售各種木材和非木材產品從木柴，樹枝，鄉村風格的家具，以及精油，沐浴用品和芳香療法。

OWC 成員切捆木柴直接銷售給商店。每個林地所有者負責切割和捆綁自己的木材， Neil 則負責市場營銷和銷售。柴火的標籤是獨一無二的，柴火來自家庭林地，使得產品更加個性化，同時客戶可以將產品連接到源頭。



OWC 還生產六種的針葉樹的精油，包括美國黃松、壯麗冷杉、北美翠柏、花旗松、巨冷杉以及美西側柏。為了了解更多精油生產的過程，前往 The Essential Oil Company 拜訪 Robert Seidel。



9. 8月12日至8月14日 Deschutes National Forest & Crater Lake National Park

對象：Maret Pajutee, District Ecologist Sisters Ranger District, Deschutes National Forest
Brian Tandy, Silviculturalist and Forest Products Team
Bill Munro, District Supervisor

地點：Sisters, Deschutes National Forest & Crater Lake National Park



在為期 3 天的實地考察，前往 Deschutes 國家森林公園和 Crater Lake 國家公園。先抵達姐妹鎮，會見了美國農業部林務局人員討論並實地訪查 Deschutes 國家森林公園內的 the Glaze Forest Restoration Project。在 Crater Lake 國家公園的行程中，我們參觀了火山口的邊緣，並了解大約 7700 年前 Mazama 火山爆發後形成火口湖的過程。



10. 8月16日至8月17日 Olympic National Park



奧林匹克國家公園位在華盛頓州的邊境距加拿大不遠的地方，為了保護當地的麋鹿、原始森林及自然的海濱地區於 1938 年設立國家公園，區內有者保留自然環境面貌的海濱，古老的原始森林和積雪的山峰，森林的從西邊的溫帶雨林一直延伸到東邊乾燥易燃林，是一個相當受歡迎的景點。

11. 9月25日 Pacific Logging Congress 7th in the Woods Show

地點：Port Blakely Tree Farm, Molalla, OR

這次的參訪行程並非單純的參觀，而是前往擔任志工，該伐木現場共開放 25, 26, 27 三天場次，前二日主要是讓團體預約報名，最後一日則讓一般民眾自由參加，我們主要的任務就是陪同國中學童搭乘校車前往伐木現場，留心學童的安全。該活動安排的很豐富，各隊都有隨行解說，除了觀賞伐木外，另有駐點的解說站。



12. 10月8日 Ecotrust Forests

對象：Will Hart, Forester, Ecotrust Forest Management

Julie Gunder, Property Manager Garibaldi Forest, Ecotrust Forest Management

地點：Garibaldi Property, Garibaldi



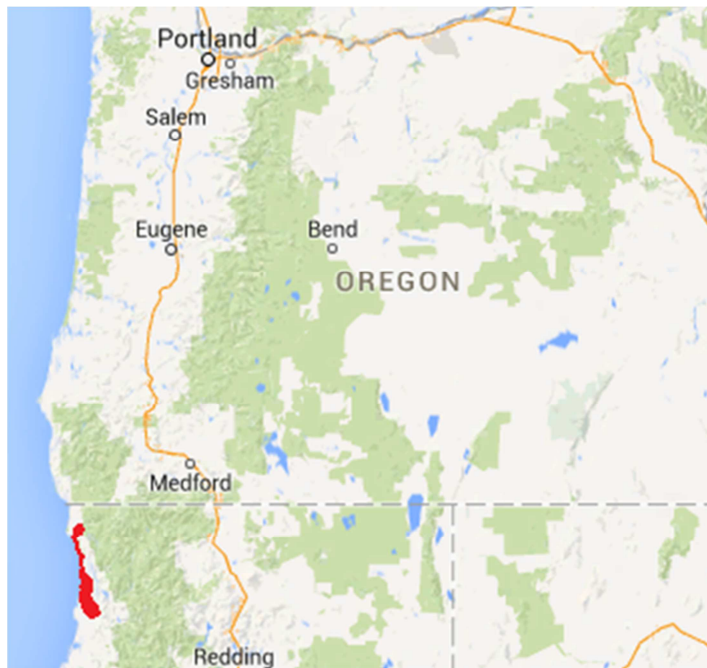
Ecotrust 森林管理 (Ecotrust Forest Management, EFM) 是一家投資公司，為非營利組織 Ecotrust 的分公司，成立於 2005 年，負責管理著代表投資者的林地。 EFM 的任務是管理林地，提高森林健康和生產力，以及管理的一系列森林產品，包括碳補償，水質，改善棲息地，生物量和木材。 EFM 已被認證 FSC 對大約 6 年。該審計機構是 SCS Global Services 對在每年進行監督審計。



13. 10月21日至10月23日 Redwood National and State Parks

對象：Jason Teraoka, Forester, Redwood National and State Parks

地點：Redwood National and State Parks



紅木國家公園位於加州北部海岸，建立於 1968 年，包括 Jedediah Smith 紅木州立公園, Del Norte 海岸紅木州立公園和 Prairie 溪紅木州立公園，總之這些公園均被列名為世界遺產，該地區約有 135,000 英畝，包括老齡的立木以及以前被伐採的區域。加州的紅木能活到大約 1800 年，被稱為是地球上最高的樹。在國家公園可以看出，由於

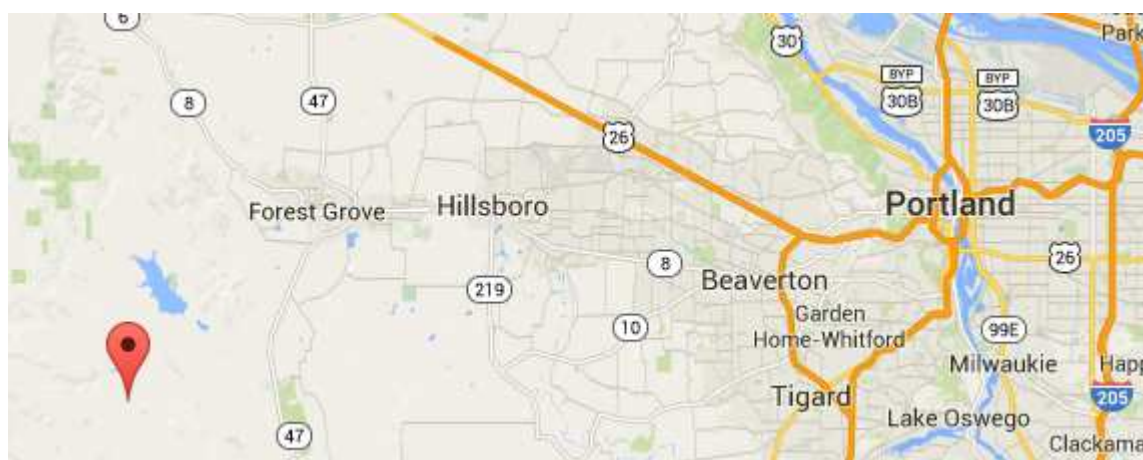
森林的地面厚厚的枯枝落葉，他們很少從種子生長，往往從樹樁萌蘖更新，樹木萌蘖簇長於老樹樁周圍，也被稱為仙女環。



14. 10月29日 Hyla Woods

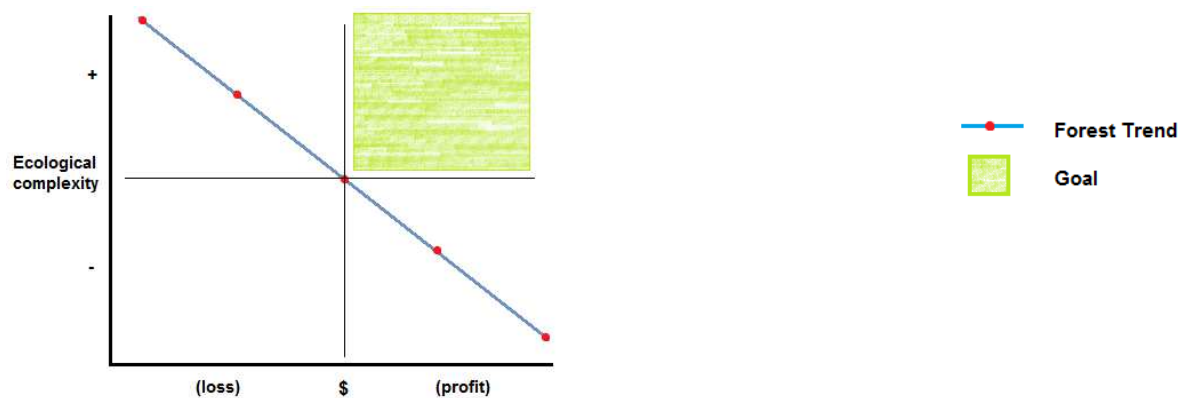
對象：Peter Hayes, Private Landowner Hyla Woods

地點：Hyla Woods, Forest Grove



Richmond 山森林位於奧勒岡州，範圍約為 550 英畝大小的私有財產，主要樹種包括道格拉斯冷杉、壯麗冷杉、雪松、鐵杉、楓樹和橡樹。Hyla Woods 在 1997 年通過西北自然資源集團（the Northwest Natural Resource Group, NNRG）取得 FSC 認證。每年審計人員將隨機選擇 NNRG 森林所有者進行 FSC 審查。Hyla Woods 大約每 15 年被審核一次。

Peter Hayes 表示，他如何看待森林趨勢的問候生態的複雜性和收益（下圖所示）。一個森林，顯示高生態的複雜性，往往有著複雜的管理，卻不能在現今的市場產生利潤。而一個低生態複雜性的森林，例如單年齡人工林，運行成本降低，並且回報也高得多。彼得指出，“綠色區域”作為自己的目標。他希望管理具有高生態複雜性的森林同時產生收益。



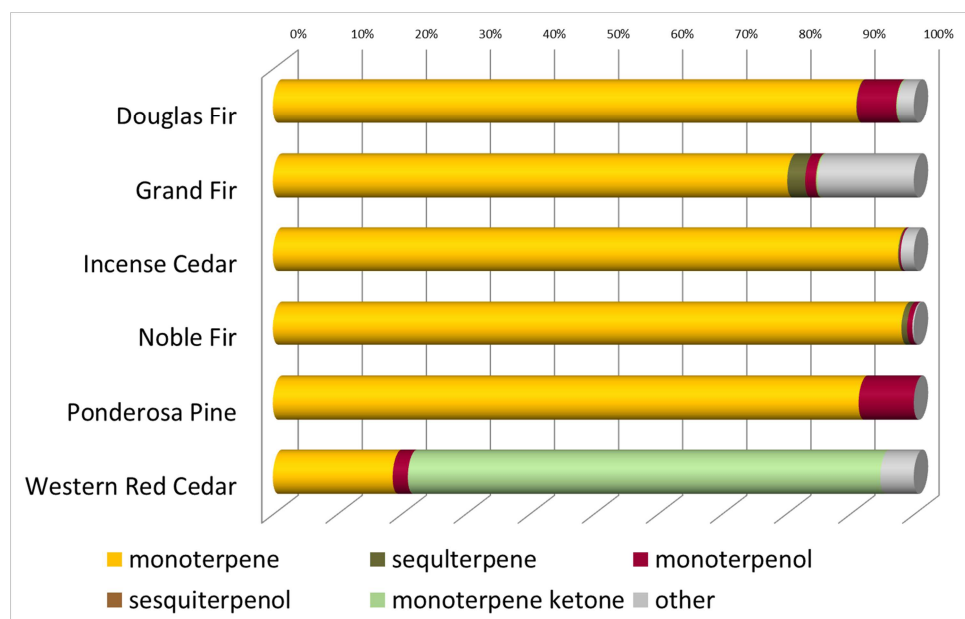
(三)個人簡報及研究計畫

1. 6月16日在WFC簡報，對象主要是WFC成員，內容包括介紹台灣、台灣森林概況、以及個人要進行的研究計畫。
2. 7月13日在世界林業中心國際教育學院會期中對來自世界各國的學員簡短的介紹個人、台灣及森林概況。
3. 11月5日在奧勒岡州立大學對該校師生進行簡報，講題為Taiwan Excursion Landscape，簡單的說明個人的研究計畫，內容雖以介紹台灣的景點為軸但結合台灣林業的發展史。
4. 11月13日在WFC以Products from the Forest: Essential Oils Production為題進行公開的結案報告，完整呈現最後的研究成果，以及在美國研習的心得。
5. 11月13日在WFC的最後簡報時同時輔以海報展示。

三、心得及建議

奧勒岡林業合作社(The Oregon Woodland Cooperative)，正是本研究計畫所尋求利用林木枝葉生產精油的良好模式，該合作社約有 70 個會員，林地面積超過一萬公頃(25000 英畝)，生產販售產品包括薪材、花卉、蕈菇以及森林精油，目前亦嘗試規畫生態旅遊行程。所生產的森林精油包括花旗松(*Pseudotsuga menziesii*)、巨冷杉(*Abies grandis*)、北美翠柏(*Libocedrus decurrens*)、壯麗冷杉(*Abies nobilis*)、美國黃松(*Pinus ponderosa*)、美西側柏(*Thuja plicata*)等六種針葉樹，將採集的針葉運送到位於波特蘭的精油公司，所生產精油在網路上以 Canopy 為品牌，15ml 約台幣 450 元(美金 15 元)的價格進行販售，其價格相較其他品牌相同商品便宜，商品訴求天然香氛帶你到奧勒岡森林(Natural aromas to transport you to the forests of Oregon)。

分析奧勒岡州林地合作社所生產的六種針葉樹精油，結果如下圖所示，花旗松、巨冷杉、美國黃松，都含有高量的 β -Pinene，壯麗冷杉含量最高的則是(-)-Limonene(61.93%)，北美翠柏和台灣肖楠的成分相似，以 27.77%的 α -Pinene 和 27.82%的 Limonene 含量最高，值得注意的是美西側柏因含有高量的 Thuione，在使用上要格外小心。



台灣可借鏡奧勒岡林業合作社的精油生產及銷售模式，利用枝葉生產精油，再強調本土森林的天然香氛，傳遞該產品友善森林的理念，並利用網路做為購物平台，台灣尚楠的精油成分即與北美翠柏非常相似，香氣可為人所接受，此外，台灣具有多樣的闊葉樹是奧勒岡州所欠缺的，發展台灣闊葉樹森林精油，成為具有台灣特色的商品，是今後努力的方向。

離開了工作崗位赴美半年，踏出了實驗室走到森林現場，除了看到美國的林業外，也轉身用不同的視角看台灣的林業。

台灣在 1990 年全面禁伐天然林已過了 25 年，我們不僅是伐木集材的技術流失外，民眾也失去了森林永續經營的觀念，人們的生活遠離了山林，失去了山林記憶，森林人背負砍伐森林的原罪，找不到森林工作者的驕傲，所謂的森林教育只剩下森林保育，所有問題的答案還是要回到教育。

教育可分為三個層次，分別是國民教育、高等教育和推廣教育。在奧勒岡，人們的生活非常接近山林，平日常以看到何種野生動物做為話題，森林的教育是從小開始，在森林博物館利用動畫畫面來模擬伐木機具的操作，伐木現場展示場分送給學童的貼紙上寫著”Logging is pride (伐木是驕傲的)”，如果我們現在不重視學童的森林教育，再過另一個 25 年，學童長大後，依舊成為只知生態保育不知森林經營的國民。在台灣森林高等教育的森林概念主要來自美國和日本，而每個國家所面臨的問題輕重緩急各有不同，在美國由於天乾物燥往往發生森林大火就造成大面積長時間的林火，對林火的議題相當的重視，相較之下不若地處亞熱帶的我們對林木病蟲害的嚴陣以待，台灣森林高等教育欠缺源自本土的森林理念，應獎勵林農子弟及原住民就讀林業科系使森林教育更能夠貼近現場的需求。由於林務局掌理台灣國有森林，森林遊樂區雖具有遊憩推廣教育的功能，但對於森林的經營管

理教育推廣難免落入球員兼裁判的兩難局面，而林試所正可為客觀專業的第三方，提供森林推廣教育應為林試所責無旁貸的任務。

對於準備赴世界林業中心研習人員的建議

1. 及早規畫參訪地點、對象及研討會

由於研習人員赴美的研習時間大約是半年至一年，一定要好好利用這個機會，多規畫與個人研究相關的參訪地點，由於 WFI 本身就規畫相當多的戶外參訪，如能儘早了解波特蘭以及奧勒岡州相關資訊安排行程，WFI 對於 Fellow 本身的參訪計畫均給予最大的支持，無論是在事前聯繫的協助，或前往參訪地點的交通。

2. 提昇美語能力

雖然研究人員平日裡就用使用英文的習慣，但往往局限在專業的英文閱讀與寫作，所以在赴美之後常感到英文能力的不足，主要包括二個部分，第一部分是一到美國之後馬上就面臨的日常生活的瑣事問題，採買東西、買電話卡、申請水電網路等等，而我們往往不了解美國人慣常所使用的單字，以我們所學的單字廁所 toilet，一般則用 rest room，用餐沒吃完要打包的 doggy bag，也只簡單稱為 box，所幸這方面的單字可在遇到不同的情境再加以學習外，非慣用的說法，也尚能達到溝通的目的，不至於造成太大的困擾，而另一部分則是專業詞彙的使用但受限於中文本身為象形文字，而非表音的文字，致使往往認識該文字，卻欠缺聲音的連結，對於林業專業的辭彙的使用，多僅限於閱讀或寫作，因此研習人員在”看到”該字時或許可迅速的瞭解其意思，但是對於”聽到”該字時，卻要花不少時間思考，才能於記憶庫中得到解答，再加上不同國家或不同地區的南腔北調，使得辨識上再加困難，所以務必要在赴美之前複習林業專用詞彙。

3. 備妥適應氣候的裝備

在環境的適應上，除了全美語外，氣候則是對研習人員的另一挑戰。奧勒岡州的氣溫自然是較台灣低，除了保暖的衣物不可少，可攜帶保溫瓶，藉由熱飲達到禦寒目的，由於當地的雨量不大，也不悶熱，當地人多習慣穿著防雨的外套來抵禦細雨，少見雨傘的使用。此外高緯度的陽光也不容小覷，太陽眼鏡、防曬乳可視個人需求準備。

4. 積極與其他 fellow 交流及分享經驗

WFI 每年平均約有 3-6 個 fellow 前往研習，以我個人參訪期間為例，fellow 分別來自澳洲、愛爾蘭、印尼和緬甸，不同國家的森林面臨不同的挑戰，愛爾蘭希望提高森林覆蓋面積，印尼希望減緩林木被砍伐的速度，而台灣正為印尼木材的主要出口國之一，一開始印尼 fellow 對於台灣購買印尼木材的行為視為財大氣粗，透過彼此的溝通，始能理解台灣的地理環境及氣候因素，進口木材有其不得不為的理由。和來自不同國家的林業人員進行交流，分享不同林業工作經驗，有助於日後有心進行國際合作、研究，也不失為另一種國民外交。

5. 珍惜每一次戶外參訪的機會

戶外參訪是 WFI 提供給 fellow 最佳且最有效的學習方式，短則一天，長則數天至十幾天，多以拜訪美國西北太平洋的林業相關單位為主，包含國家公園、州立森林公園、大學實驗林場、大學森林環境相關學系、木材工廠以及私人林業公司等等。參訪前應先閱讀 WFI 提供的資料以概略瞭解要參訪的單位，準備要發問的問題，隨時做文字和影像的記錄，結束後整理心得筆記。戶外參訪中屬世界林業中心國際教育學院為其重頭戲，把握機會和來自各國的學員進行交流，可事先準備小禮物，或是簡單的才藝

展現自己，以此次來自日本的學員為例，準備了自來水毛筆，每到一處參訪地點則以自來水毛筆畫像及題字贈予接待人員，使人印象深刻。

附錄：

A. World Forestry Institute International Fellowship Program 研習

證明書

B. International Education Institute 證明書

C. 研究計畫成果簡報

D. 研究計畫成果海報

World Forest Institute International Fellowship Program

This is to certify that

Ruo-Yun “Zoe” Yeh
From Taipei, Taiwan



WORLD
FORESTRY
CENTER

World Forest Institute

has successfully completed the International Fellowship Program at the World Forest Institute from May through November 2014.

Project Title: *Products from the Forest: The Case for Essential Oils Production*

The WFI Fellowship Program brings forestry and forest products professionals from around the world to work at the World Forest Institute for 6 to 12 months. Completion of the Fellowship program involves conducting of an independent research project, participation in field tours and site visits around the Pacific Northwest, and the development of a network with forestry professionals.

Sara W. Wu

Sara Wu, World Forest Institute, Director

Nov 4, 2014

Date

Eric Vines

Eric Vines, World Forestry Center, Executive Director

Nov 4, 2014

Date

International Educators Institute

This is to certify that

Ruo-yun Yeh



WORLD
FORESTRY
CENTER

participated in the World Forestry Center's International Educators Institute
July 13-19, 2014 in Portland, Oregon USA


A handwritten signature in black ink that reads "Rick Zenn". The signature is stylized with a large, looping "R" and a long horizontal stroke at the end.

Rick Zenn, Senior Fellow

A handwritten signature in black ink that reads "Chandalin Bennett". The signature is written in a cursive style with a large "C" and a long horizontal stroke at the end.

Chandalin Bennett, Program Manager



Yushan National Park



Products from the Forest: Essential Oils Production

Ruo-Yun Zoe Yeh

International Fellow, World Forestry Institute
Assistant Researcher, Taiwan Forestry Research Institute

Outline


- Introduction to Taiwan
- My job
 - Taiwan Forestry Research Institute (TFRI)
- My project in the WFI
 - Products from the Forest: Essential Oils Production

Where is Taiwan?



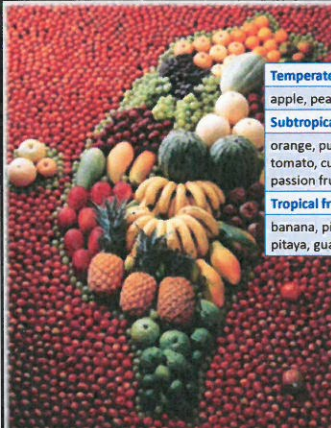
The island of Taiwan is located in **East Asia**, in the South China Sea. Taiwan is 180 kilometers away from **China's** southeastern coast by the **Taiwan Strait**. **Japan** is Taiwan's neighbor in the north. The **Philippines** lie to the south of Taiwan. Taiwan is at the same latitude as Mexico and Hawaii.

Taiwan




- **Area:** 36,193 km² (13,974 mi²)
1/7 the size of Oregon
- **Population:** 23,000,000
6 times more than the population of Oregon
- **Capital:** Taipei
- **People:** Han majority with some aborigines
- **Language:** Mandarin/Taiwanese/Hakka/ Austronesian

Taiwan Fruits

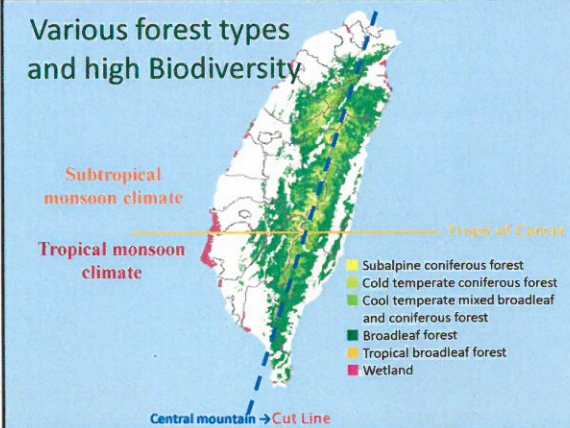


Temperate fruit
apple, peach, pear, plum, grape...
Subtropical fruit
orange, pummelo, lime, date, avocados, star fruit, tomato, custard apple, longan, litchi, persimmon, passion fruit, strawberry, sugarcane...
Tropical fruit
banana, pineapple, mango, papaya, bell fruit, pitaya, guava, water melon...



assorted fruit crushed ice

Various forest types and high Biodiversity



Subtropical monsoon climate

Tropical monsoon climate

Tropic of Cancer

- Subalpine coniferous forest
- Cold temperate coniferous forest
- Cool temperate mixed broadleaf and coniferous forest
- Broadleaf forest
- Tropical broadleaf forest
- Wetland

Central mountain → Cut Line

The Status of Taiwan Forest

- The concept of sustainable forest management has declined
 - 1990 Logging was banned in natural forest
- The techniques of logging are being lost and the timber industry is greatly declined
 - Only 9% forestland is private
 - Timber self-sufficiency ratio only 0.22%
- Only conservation education, no forestry education
 - 2013 rule: civil officers must have min. 4 hr. per year of Environmental Education.
- Taiwan encourages planting, but with no end uses
 - 1997 rule: annual subsidies for planting, but there are no rule for what to do with trees after that.



人 rén
person; people; human being



囚 ch'i'u
prisoner



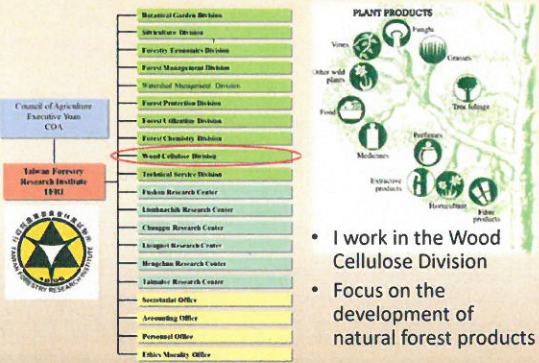
木 mù
tree; wood



困 k'un
Difficulty; being trapped

The Status of Taiwan's Forests: We are in a box!

Taiwan Forestry Research Institute



- I work in the Wood Cellulose Division
- Focus on the development of natural forest products

TFRI Projects

- 2014-2017 Production of forest-based essential oils from foliar matters of trees
- 2012-2014 The bioactivity and market acceptance of aromatic hydrosols from trees
- 2010-2011 Studies of antifungal ability of the raw materials for handmade paper
- 2011 Composition and antimicrobial activity of fragrance compositions from Formosa Cypress (*Chamaecyparis formosensis*) and Taiwan Cypress (*Chamaecyparis obtusa* var. *formosana*)
- 2009-2010 Studies on the constituents of antioxidant, sunscreen and whitening substance in Oil Camellia (*Camellia tenuifolia*)

WFI Project

- Came to WFI to study models of essential oil production from forest products
- Trying to link models here with how to help landowners in Taiwan
- Learn about sustainable forest management

Products from the Forest: Essential Oils Production



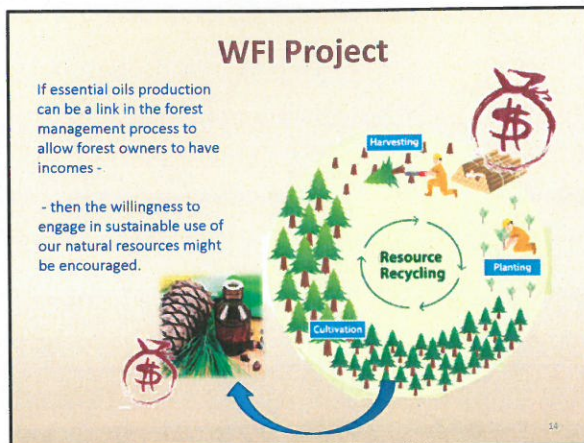
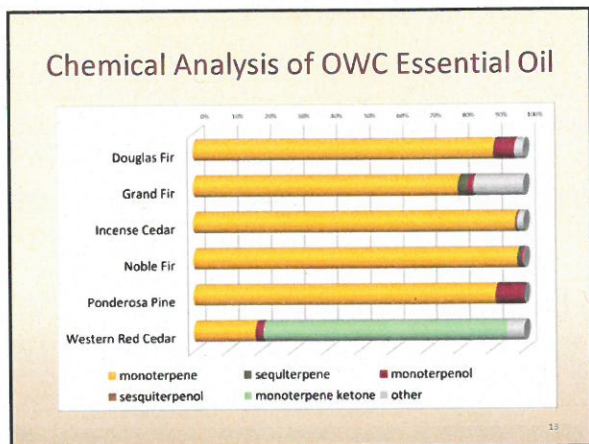
OWC
OREGON WOOLAND CO-OP



Canopy



The essential oil company



Connections to the Forest

What I've seen here:

Tillamook Forest Center
MC Ranch
Hood River

Only few Taiwanese own or live in forests – so linking them with a product like forest essential oils will help them connect to the forest

Proud to be a forester

What I've seen here:

Deschutes National Forest
Hyla Woods
Ecotrust
Redwood National Park

People in Taiwan generally regard National Foresters as "regulators" or "guards" and do not engage with them.

Concerned about Forestry Education

What I've seen here:

Discovery Museum
OWC firewood

Pacific Logging Congress

There is no Forestry education in Taiwan, strictly conservation education, not forest management ideas – want to use essential oils products to help educate about forests

Overall Conclusions

- Implementing a model like OWC in Taiwan could help small woodland owners participate in a market to generate revenue from their lands and also help with education about forestry
 - Connect people to the forest with essential oils
 - Use Cooperatives: start production essential oils through a cooperative system
 - Promote Education: want to develop materials about the forest to include in essential oils products
- Taiwan's high biodiversity is good for essential oil production – give us a lot of choices

Products from the Forest: Essential Oils Production

Ruo Yun Yeh, World Forest Institute, Taiwan Forestry Research Institute



Ruo Yun Yeh is an assistant researcher in the Taiwan Forestry Research Institute (TRRI). She joined WFI in 2014 for a six-month fellowship to explore the production of essential oil from forest in the US.



Introduction



Taiwan, Republic of China (ROC) is a Pacific island that is 1/7th the size of Oregon but with a population 6 times that of Oregon. Taiwan forests cover 60% of the island, much of it mountainous and inaccessible. In 1970, Taiwan was the second largest wood exporter in Asia, but logging was banned in natural forest from 1990 as the government shifted its focus from wood production to land protection and conservation. Developing, non-timber forest products of commercial value is thus a forest priority for Taiwan.

Essential oil production can be a way for landowners to derive income from their forests and to encourage them to reforest. Oregon provides a good model from which to study the production of essential oil from woodland cooperatives, with the goal of ultimately applying some of these experiences in Taiwan.

Woodland Cooperatives in Taiwan

There were 13 woodland cooperatives in Taiwan in 1980 but by 2012 most had ceased operations as the logging ban took its toll. More recently, the promotion of forestry scholars from Taiwan University, Ilan University and others, have led to the creation of four new cooperatives, listed below.

Incorporated	Name	Position	Members	Woodland Area (acre)	Tree species
2012 Jun	Yong-Tai	Hsinchu	11	1250	Japanese cedar, China fir
2013 Mar	Yong-Long	Nantou	8	1350	China fir, Zelkova, Ginkgo, Camphor
2014 Jun	Yong-Zai	Pingtung	One family	3700	Acacia, White Poppine
2014 Sep	Ping-Yen	Maoli	8	125	Japanese cedar, China fir

Oregon Woodland Cooperatives (OWC)

Oregon's Woodland Cooperative (OWC) offers a case study on how small woodland owners can collaborate to produce essential oils for local markets.

Oregon has been in operation since 1980 and consists of over 70 small woodland owners representing over 25,000 acres of timberlands. The members collectively grow and sell a variety of wood and non-wood products from their forests. Products range from firewood, boughs, rustic furniture to essential oils, bath products and aromatherapy. OWC produce essential oils from family forestlands which are then marketed through retail stores as well as online.

The Production of OWC Essential Oils

OWC members collaborate with the Essential Oils Company, to market essential oils produced from six native Oregon tree species: Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*), Grand Fir (*Abies grandis*), Incense Cedar (*Libocedrus decurrens*), Noble Fir (*Abies nobilis*), Ponderosa Pine (*Pinus ponderosa*) and Western Red Cedar (*Thuja plicata*). Fresh needles on small branches are first harvested from member forests.

The OWC provides the Essential Oils Company with dry raw material such as leaves and small diameter branches. The Essential Oil Company extracts and distills the oils. The process involves tightly packing the drum and releasing steam through the material from the base of the drum. As the steam rises through the material, oil is extracted and the oil and water is condensed in the pipes above the drum. Overflowing material achieves the purposes of saving energy and fractionation. Lower steam temperature contributes to raise yield. Once back in liquid form, the water and oil can be separated into containers and bottled. The essential oil bottles are either sold in stores or online at the Oregon Canopy website. <http://www.oregoncanopy.com>

A chemical analysis of OWC essential oil products was undertaken to provide further information on the properties of specific tree oils which can appeal to consumers.



Chemical Analysis of OWC Essential Oil

Major constituents and relative contents (%) of OWC Essential Oil

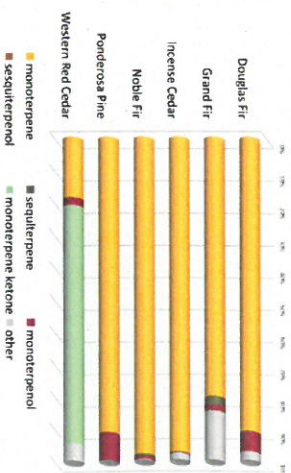
Component	WT %	Douglas fir	Grand Fir	Incense Cedar	Noble Fir	Ponderosa Pine	Western Red Cedar
Terpinolene	929	0.77	0.13	-	-	-	-
o-Thujene	931	1.07	-	0.10	0.11	-	0.70
o-Pinene	940	13.56	6.12	27.77	9.15	14.53	2.69
α-Pinene	955	-	-	0.23	-	-	-
Camphene	957	0.35	11.57	0.16	0.34	0.18	-
Unknown	967	-	-	0.65	-	-	-
Sabinene	978	8.73	-	0.26	-	-	8.19
β-Pinene	983	40.48	50.02	0.43	5.69	60.08	0.12
β-Myrcene	992	1.15	0.33	6.16	1.37	1.47	1.63
α-Phellandrene	1011	-	-	0.35	-	-	-
3-Carene	1013	5.93	-	26.50	0.27	-	5.06
α-Terpinene	1022	1.83	-	0.20	0.11	-	1.02
α-Terpinolene	1030	3.79	-	0.75	-	-	1.06
l-Limonene	1035	1.35	2.21	27.82	61.93	1.32	0.90
Phellandrene	1037	1.06	8.52	1.44	17.14	0.95	0.12
γ-Terpinene	1063	2.52	-	0.41	0.13	0.08	1.79
Terpinolene	1089	9.31	0.52	5.30	0.24	0.82	0.48
p-Cymenene	1094	0.10	-	-	-	-	-
Linalool	1101	-	-	-	-	0.17	-
Thujone	1111	0.25	-	-	-	73.72	-
Unknown	1123	-	-	-	-	-	5.21
Camphor	1154	-	0.27	-	-	-	-
Borneol	1178	-	0.25	-	-	-	-
Terpinolene-4-ol	1185	5.04	-	0.24	0.21	-	2.04
p-Cymenol	1190	0.17	-	-	-	0.44	-
α-Terpinol	1198	0.71	1.38	-	-	-	-
Terpinolene	1200	-	-	-	-	7.99	0.33
Carvone	1242	0.25	-	-	-	-	-
L-Borneol	1288	-	14.94	-	0.09	-	-
α-Terpinolene	1340	-	-	-	0.14	-	-
α-Terpinolene	1350	-	-	2.05	-	-	-
α-Cubebene	1351	-	0.41	-	-	-	-
Chromanol acetate	1352	1.80	-	-	-	-	-
Unknown	1379	0.68	-	-	0.12	-	-
Camphor	1380	-	0.36	-	-	-	-
β-Caryophyllene	1425	-	-	0.11	0.35	-	-
Camphorene D	1481	-	-	-	0.17	-	-
Eudesma-4(14),11-diene	1493	-	-	-	0.11	-	-
α-Cubebene	1500	-	-	-	0.11	-	-
α-Muratriene	1500	-	0.22	-	-	-	-
Unknown	1506	0.09	-	-	-	-	-
α-Cubebene	1521	-	1.47	-	-	-	-
Camphorene	1525	-	0.33	-	-	-	-
α-Cubebene	1615	-	-	0.06	-	-	-
β-Cedrene	1823	-	0.11	-	-	-	-

*Values index relative to n-Nonane (C₉H₁₈) on DB-Sms column

gas chromatography / mass spectrometry, GC/MS



Aromatherapy of OWC Essential Oil



Most essential oils from conifer needles contain a high content of monoterpenes. According to Ruth von Braunschwieg's model of chemistry constituents, this type of essential oil makes people feel exhilarated. The essential oils of Douglas fir and Ponderosa Pine contain higher monoterpene content, making people feel grounded and physically balanced.

Western red cedar has a significantly high thujone content, which pregnant women and infants are recommended to avoid. Chemical analysis of the oil of incense cedar and Taiwan incense cedar (*Calocedrus formosensis*) reveals very similar properties, such as high in α-pinene and limonene.

Conclusions

There is an opportunity to produce income for small woodland owners in Taiwan through essential oil extraction within a woodland cooperative setup to share costs. The Oregon Woodland Cooperative provides a good model for which to study the production of essential oil from the leaves of trees. The extraction and distillation processes were not excessively capital intensive, especially if government funding could support startup costs. This offers an economically feasible option for small woodland owners in Taiwan to produce oils for local markets.

Acknowledgements

I deeply appreciate Neil Schroeder and Robert S. Seidel who helped me achieve this project. Particularly thanks Sara Wu, Chandrin Bennett and other WFC staff and lovely WFI Fellows. I also appreciate my Fellowship in WFI sponsored by the Harry A. Merlo Foundation and Liang-Hung Wu, and supported by my working institution, the Taiwan Forestry Research Institute (TRRI).