

出國報告(出國類別：考察)

考察歐盟(芬蘭)私有林政策與機械化收穫技術

服務機關：行政院農業委員會林業試驗所

姓名職稱：黃裕星 所長

劉一新 副研究員兼主任

林裕仁 副研究員

派赴國家：歐盟(芬蘭)

出國期間：104年08月27日至09月04日

報告日期：104年11月25日

目 次

摘要

壹、目的	02
貳、過程	02
參、心得	03
一、芬蘭林業概況	03
二、參訪芬蘭林業試驗所	05
三、參訪赫爾辛基農林大學森林學系	13
四、參訪凱莎涅米植物園	14
肆、結論與建議	18
附件、參訪照片	20

摘要

本所近年來因應提高國產材自給率之趨勢，致力提振國內林業經營效率與活力，惟臺灣私有林均以小規模經營人工林為主，經營效率與競爭力始終不足，如何提昇私有林業者林木生產作業效率，提高經濟收益之永續性，是森林經營上重要挑戰。歐盟國家中之芬蘭，木材主要來自人工林，並以私有林為主體，此與臺灣林業結構中，私有林均屬小規模之結構頗為相似。本次行程參訪歐盟國家芬蘭之林業現況，針對芬蘭私有林經營政策及高效率機械化林木伐採技術與機具，與芬蘭林業試驗所(Metla)與芬蘭赫爾辛基農林大學森林學院等機構林業專家進行會談，並參觀其高效能機械操作林木收穫現場，其林木收穫機具作業效率高，對環境負面衝擊小，對環境友善，其林木作業經營成功之技術，確切值得國內目前推動提昇人工林經營效率，增加木材自給率之林業政策下借鏡學習。綜結此次參訪行程，收集該國林業在制度面、技術面及實務面上第一手相關資訊，學習芬蘭在林業經營政策推動成功經驗、機械化高效率林木生產作業系統、及系統建立過程中政策層面配合之建置，此等資訊有助提昇臺灣私有林業者之經營效益，並可提供作為臺灣林業主管機關未來政策推動之參考。

壹、目的

本所近年來因應提高國產材自給率之趨勢，致力提振國內林業經營效率與活力，積極輔導國內私有林業者申請國際森林驗證，在本所與國立台灣大學、國立嘉義大學及台灣森林認證發展協會合作推動下，國內已有 2 家私有林業者通過國際森林 FSC FM 驗證系統標準稽核，取得符合環境、社會與經濟三方平衡，落實永續利用且負責任經營森林精神之證書，此證書是提昇國內森林經營理念與效率最佳催化劑。惟推展森林驗證雖呈現初步成果，臺灣私有林均以小規模經營人工林為主，經營效率與競爭力仍猶不足，如何提昇獲證之私有林業者林木生產作業效率，提高經濟收益之永續性，是森林經營上重要挑戰。為期改善國內漸失競爭力之舊式林木採運作業系統，提昇林木收穫作業效率，及解決林業長期存在勞力不足與環境衝擊議題，本所 104 年度獲得國科會科發基金補助，執行「友善環境之木竹材採運機械與作業道規劃技術研究」計畫，透過參訪歐盟國家官方與民間執行機械化高效率林木採運技術之成功經驗，進行實務經驗交流，以借鏡推動友善環境林木收穫作業永續利用之經驗，提高國產材自給率之應用政策。

歐盟國家中之芬蘭，木材主要來自人工林，並以私有林為主體，此與臺灣林業結構中，私有林均屬小規模之結構頗為相似。惟該國私有林經營係結合應用企業經營模式，包括伐採、打枝、造材、運輸等作業都採用高效能機械，作業效率高，對環境負面衝擊小，對環境友善，故無論其制度發展與林木作業經營成功之技術，確切值得國內目前推動提昇人工林經營效率，增加木材自給率之林業政策下加以重視與借鏡學習之國家。我國現行法規對木材生產雖限制嚴格，社會大眾卻大部分不明白何謂友善環境之林木收穫作業，故本次行程主要參訪芬蘭林業試驗所(Metla)研究中心及赫爾辛基農林大學森林學院等機構，進行上述議題之制度面、技術面與實務面交流會談與現場參訪，以利於本所目前致力推動國內友善環境林木收穫技術相關研究提昇研究能量。參訪所獲得第一手資訊，亦有助於提供國內林業部門在提高國產材自給率，及改善國內林業相關林木採運作業準則制訂之參考。而藉由參訪機會，除學習芬蘭在私有林政策與高效率林木採運技術推動之成功經驗，同時也透過此類交流，建立國際相互合作管道，以期未來國內林業經營與林木採運技術得以提昇並與國際接軌。

貳、過程

本次參訪行程主要均在芬蘭，由於臺灣與芬蘭間無直航班機可搭乘，因此往返間需於歐洲他國城市透過轉機方可抵達，往程即由桃園直飛班機抵法國巴黎

(Paris)轉機，並飛行 3 小時餘方抵達參訪行程目的地芬蘭首都赫爾辛基(Helsinki)。返程亦透過原航線先至法國巴黎，再轉機搭機直飛回臺，行程中於飛航所費時間頗長。此次參訪行程與內容簡列於如表 1 所示：

表1、參訪行程內容

日期	地點	活動與行程
104 年 8 月 27 日(四)	桃園機場 →巴黎(Paris)	往程，搭機前往巴黎。
8 月 28 日(五)	巴黎→赫爾辛基(Helsinki)	抵達巴黎，轉機至赫爾辛基。
8 月 29 日(六)	赫爾辛基	參訪赫爾辛基市立植物園 Kaisaniemi Botanic Garden。
8 月 30 日(日)	赫爾辛基	參訪赫爾辛基都市林規劃。
8 月 31 日(一)	赫爾辛基	參訪世界遺址芬蘭堡島(Suomenlinna)
9 月 01 日(二)	赫爾辛基	1.參訪芬蘭林業試驗所，與執行長 Dr. Mar Walls 舉行會談。 2.參訪 Stora Enso 公司林地高效能林業機械收穫作業。
9 月 02 日(三)	赫爾辛基	1.參訪赫爾辛基農林大學森林科學系，與系主任 Dr. Pasi Puttonen 會談。 2.參訪 Vantaa 試驗林收穫預定地。
9 月 03 日(四)	赫爾辛基	參訪赫爾辛基市立植物園與資料整理。
9 月 04 日(五)	赫爾辛基→巴黎	搭機前往巴黎，於巴黎轉機回臺灣。
9 月 05 日(六)	抵達桃園機場	回程。

參、心得

一、芬蘭林業概況

芬蘭位處於北緯 60°-70°間之斯堪地半島，國土總面積達 33.8 萬平方公里，面積中大部分位於北極圈內，南北最長距離達 1,157 公里，東西最寬有 542 公里。西鄰瑞典與挪威，東與俄羅斯接壤，西南面被波羅的海環繞，東南部為芬蘭灣，西面則為波的尼亞灣。芬蘭全國有 18 萬餘個湖泊與 17 萬餘島嶼，故有「千湖之國」、「千島之國」名號。



圖 1：芬蘭位處北歐之位置圖

芬蘭地勢平坦，最高點海拔僅1,300餘公尺，除湖泊外，全國為大片森林覆蓋，芬蘭森林面積為2,620 萬公頃，蓄積量約23.5億立方公尺，森林覆蓋率達69%，提供生產林木之林地約2,000萬公頃；人均森林面積5公頃，居世界第二位。林木種類單純，主要三種樹種分別為：挪威雲杉(Norway spruce: *Picea Abies*)，佔34.3%、歐洲赤松(Scots pine: *Pinus Silvestris*)，佔46.9%，及白樺木(Birches: *Betula Verrucosa*)，佔15.2%，其它闊葉樹種佔3.5%。因位處溫寒帶地區，林木生長緩慢，作為圓木利用之輪伐期通常訂在70~100年間，主伐前通常會施行1~3次之疏伐作業，以提高林木生長形質與木材品質。

芬蘭林地所有權主要區分為4類，其中私有林占61%、國有林占25%、林業公司林占9%，其他所有權屬林地(如教會、社區團體等)占5%。芬蘭私有林主約有44萬戶，平均每個林主擁有林地23.6公頃。芬蘭森林年生長量約1.04億立方公尺，年伐採量約6,000~7,500萬立方公尺。而私有林的年生長量就占芬蘭森林總生長量的70~75%，占年商業採伐量80~85%。2013年芬蘭之商業用圓木生產中，源自私有林的就高達68%，而產自國有林與林業公司林地的僅分別佔有7%與9%，而進口材原木因貿易平衡與不同材種需求，也高達16%。可見私有林是芬蘭森林產業的主要推動力，在芬蘭約有20%的家庭擁有森林，其中有極高比例一直是延續著森林資產代代相傳的古老習慣，由家族性持續地經營，因此，芬蘭的林業也常被譽為家庭式林業。政府的林業政策配合此種林業結構，此也是芬蘭森林具有優異經營效果，

不斷持續增長，發揮重要作用的主要原因。

二、參訪芬蘭林業試驗所(芬蘭自然資源研究所)

芬蘭林業試驗所(The Finnish Forest Research Institute, Metla)成立於 1917 年，不僅是芬蘭重要之林業研究機構，也在歐盟林業研究機構中扮演重要角色。該研究所原隸屬芬蘭農林部之獨立研究機關，惟因政府組織架構調整與預算整合關係，自 2015 年 1 月 1 日起併入芬蘭自然資源研究所(Natural Resources Institute Finland, Luke)。林業研究領域總部仍位於赫爾辛基市的萬達區(Vantaa)研究中心，另一重要之研究中心位於芬蘭東南部卡瑞里亞(Karelia)區之約恩蘇(Joensuu)市。芬蘭林業試驗所擁有 9 萬公頃試驗林地，7 個研究工作站，員工計約 800 位員工，其中研究人員約 300 位，約 100 位具博士學位。

此次參訪行程全部由該所國際公關部主任 Erkki Kauhanen 博士負責安排與陪同。首要行程即引領拜會自然資源研究所執行長 Mar Walls 女士，並由其主持會談，同時並由 Dr. Matti Siren 與 Dr. Artor Rummukainen 兩位林學教授專家陪同。兩位專家並於會談後，熱誠地提供有關芬蘭林木產銷現況簡報。

簡報後，再由 Erkki Kauhanen 主任帶領至 Vantaa 機場附近，參訪以收穫機執行 20 年生白樺木與松樹混交林之皆伐作業林地，由芬蘭紙漿 Stora Enso 公司工地主任與 Metla 試驗林主任 Dr. Jari Varjo 負責現場解說收穫機操作實務。後再至位於 Vantaa 區 80 年生歐洲赤松林木材收穫預定地實地參訪，並交換意見。於實地參訪後，進行第二場會談，雙方就實質合作議題進行意見交換，會中討論簽訂雙方合作備忘錄事宜。

經與多位芬蘭林學及林業專家進行廣泛而深入討論，並實地參訪採運作業林地後，整理目前芬蘭林業木材收穫生產概況特色如下：

(一)林木採運全面機械化

芬蘭由於全國地形平坦，樹種結構單純，其林木收穫以採用高效能收穫機(harvester)與自裝集運卡車(forwarder)為主，並配合公路卡車或水路運輸，並不採行索道集材架線之集運方式。在芬蘭從事林木收穫與集運業所創造 GDP 產值在 2010 年預估達 5 億歐元，在芬蘭林業產值中排名第二，可見其林業發達所提供的工作機會占有極大比例與重要性，而林業對芬蘭經濟的重要性亦可見一斑。

無論是收穫機或是自裝集運卡車，均屬智慧型採運機具(intelligent forest machine)，是芬蘭林業的主軸，機具係由操作輔助系統、協調作業系統、及定位系統所組成，分別提供互動式及回饋式操作訓練、伐採木及土地狀況的自動偵測、操作警示、伐採木定位地圖、林地可到達性等互動式的資訊交換功能。

Amenities of forests in Finland

Sources METINFO 2010	GDP Estimated value, mill. €
Industry & own use round wood	1 705
Fuel and energy wood value	246
Value of harvesting and transport work	550
Christmas trees	25
Game	83
Reindeer husbandry	17
Berries (only those sold to shops)	14
Mushrooms (only those sold to shops)	3
Lichen export	1
Nature based tourism (Estimate 2002) ??	~ 700

Wood production and others services mostly on same areas
- careful planning and gentle operations



圖 2：芬蘭林業關聯產業之 GDP 統計表

收穫機工作效能於疏伐作業時約 8~15 m³/hr，於皆伐作業時約 15~30 m³/hr，年工作效能約 15,000~80,000 m³，收穫機目前在芬蘭售價為 140,000 歐元。訓練熟練之操作員需要至少 2 年之培訓課程與 1 年之實習，方可達到預期之工作效能。自裝集運卡車之工作效能以載重量 8~18 公噸計，運輸量 10~30 m³/hr，年輸運量可達 20,000~60,000 m³。

就作業區的規模而言，芬蘭現在偏向小面積伐採，私有林的平均收穫區面積約 2~4ha，每公頃疏伐材積約 40~250 m³，一次皆伐材積約 350~550 m³，運搬距離約 250m，但在公有林及林業公司擁有林地上，一次皆伐量可達 1,300 m³。無論在私有林，或公國有林所生產的木材，全數將為林產工業所收購，芬蘭建立有配合緊密無間之木材供需系統。



收穫機(harvester)



自裝集運卡車(forwarder)

圖 3：芬蘭林業普遍使用高效能收穫機與自裝集運卡車

(二)全株利用概念

芬蘭林業在紙漿材的收穫是以全株利用概念進行作業，圓木會帶皮進入鋸材廠與紙漿廠，伐採林地會至少將 1/3 之枝葉與梢材留至於林地作為養分供給材料，其餘 2/3 將加以整理成束，包括伐採後根株，全數搬出林地，該等材料將打成碎片(chips)提供作能源利用，而鋸材廠與紙漿廠製程中所產生鋸屑與樹皮，亦將提供作為生質能源利用，包括提供作為熱能與電能利用。以伐採預定地的林木蓄積量約每公頃圓木 250 m³、產生根株枝梢殘材 100 m³ 為例，總量約在 60~80 m³ 的根株中，有 50~60 m³ 會被搬出打成碎片送至發電廠作為生質能源。250 m³ 的圓木中，約 190~210 m³ 作為用材或打成紙漿，另外 40~60 m³ 的樹皮、鋸屑及其他木質殘材則利用於發電。總計約有 150~180 m³ 會被用為能源材，發電總產能達 85~100MWh，熱產能為 170~200MWh。

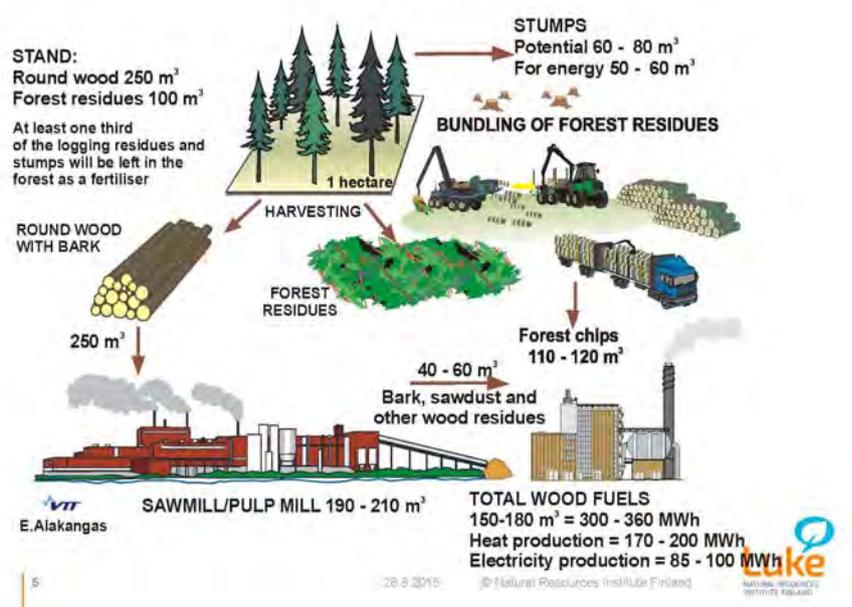


圖 4：芬蘭林木(紙漿材)全株利用概念示意圖

基於以上條件，芬蘭林業經營的重點在採運，如何將不同類型的木質原物料(如圓木、根株、枝梢殘材、木質碎片)，以最經濟的方式與流程送到需要的地方(如鋸木廠、紙漿廠、發電廠)，遂成為需要精密規劃的流程。而諸如分類堆放以便運送，以及伐採列區的設計規劃，都是基於此一考量下的產物。

芬蘭林業對木材提供生質能源的利用，不似鄰國瑞典以製作木質顆粒(wood pellets)為利用方式，而是僅製作成碎片之利用方式，雖然需要增加成本進行整理，然其操作理念在於有效率的前處理，做妥碎片分類、分級工作，可以提高附加價

值，包括提高熱值與售價。芬蘭工業界利用以木材為主要原料之生質能源普及率高，工業界會配合政策採購各式各樣之木材料作為能源材料，林業所生產之木材不致於沒有出路，沒有產值。



圖 5：芬蘭林業重視前處理，妥善分類分級工作，提高林木利用附加價值與木材售價

(三)林道網分布發達

芬蘭林木採運早期多屬人工伐採，經去枝、去皮、截斷後，以獸力集運，經木材道等運輸過程，由水路運輸至集散地。而後隨科技進展，木材採運也逐步機械化。直至近年來，由於收穫機與集運卡車的廣泛使用，芬蘭的林木採運，遂進入全面機械化的時代。雖然運材卡車集運成本與水運及鐵路比較起來較高(約 7.90 歐元/立方公尺)，然由於運材卡車機動性佳，配合林道網的分布，可駛近林地方便集材，在芬蘭有 10% 的私有林主在進行林木收穫作業時會將圓木堆置於林道旁，方便集運。因此，芬蘭木材集運趨勢目前以使用運材卡車運輸為主，其比例已高達 75%，運輸距離平均超過 100 公里。

對於林道網之開設與維護，芬蘭有專業的林道公司負責規劃與維護，林業經營者以付費方式分擔，此可減輕林業經營者的負擔。然通常政府會給予 30% 的專款補助開設與改善。目前芬蘭林道長度達 25 萬公里，林道密度平均 7.4 公里/公頃。2013 年芬蘭林道新闢有 670 公里，改善重建的有 3000 公里。

Long distance transport 2014 Strandström Metsäteho Oy 2015

Transport mode	Share, %	Distance, km	Cost, €/m ³
Truck to mill	75	107	7,90
<i>Truck total (mill, rr station, water side)</i>	<i>100,8</i>	<i>93</i>	<i>7,19</i>
Railroad train to mill	21	272	6,63
Bundle floating to mill	2	274	6,21
Barge transport to mill	2	223	7,17
Total	100	161	8,91

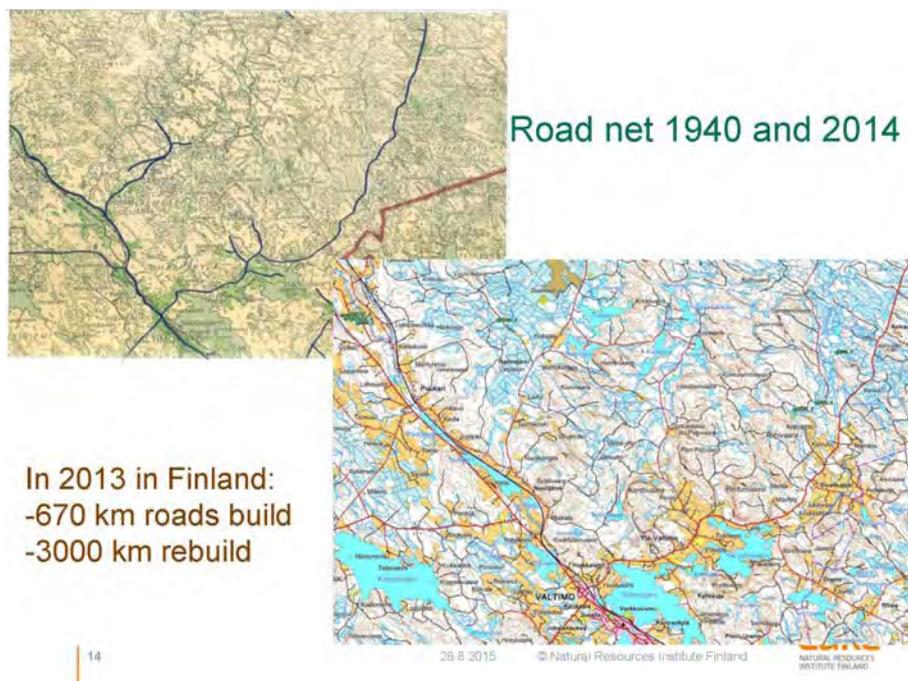


11

Photos Arto Rummukainen
28.8.2015 © Natural Resources Institute Finland



圖 6：芬蘭林木產銷不同運輸方式比例、距離及成本統計比較表



14

28.8.2015 © Natural Resources Institute Finland

NATURAL RESOURCES INSTITUTE FINLAND

圖 7：芬蘭早期與近年林道網比較示意圖

(四)芬蘭林業建立技術支援系統

芬蘭私有林佔 61% ，是該國林木生產主要來源，然因私有林規模小，為減輕經營成本，芬蘭林業以協助私有林建立技術與資訊支援經營模式，應用結合各衛星企業合作經營模式，林主通常不自行伐採，而是委由專業公司進行林木收穫作

業，包括伐採、打枝、造材、運輸等作業，都有專業公司代勞，並都採用高效能機械，作業效率高，對環境負面衝擊小，對環境友善，對私有林主之在技術層面的投資成本可大幅度降低。尤其在資訊共享方面，透過系統機制的建立，讓產業界知道哪裡有木材可伐採？哪裡可以購買木材？透過哪個經銷商可以協助購買？此制度與林木作業經營技術，確切值得國內目前推動提昇人工林經營效率，增加木材自給率之林業政策下借鏡學習。

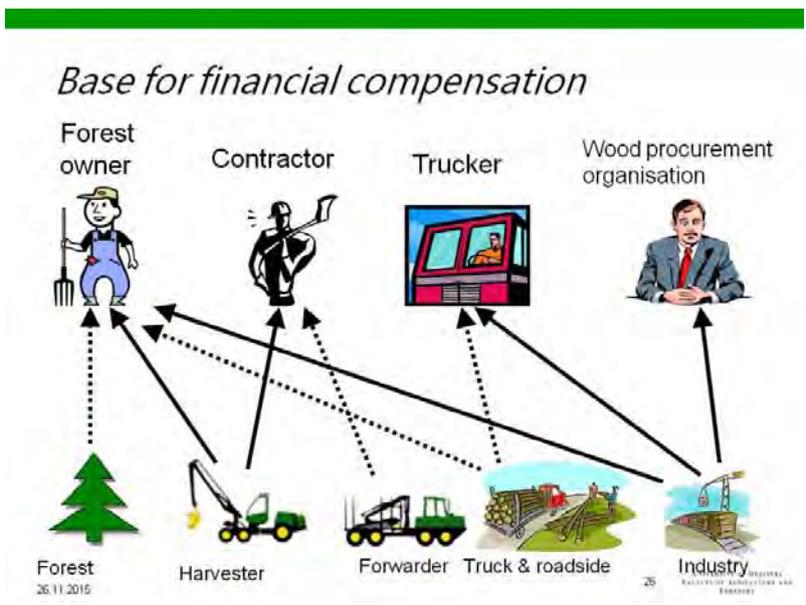


圖 8：芬蘭林木集運關聯技術產業支援系統圖，上圖為林木伐採後之流程；下圖為關聯產業技術支援相關連結操作示意圖

(五)芬蘭林業發展面對的挑戰

就木材生產量而言，自 2000 年以來，芬蘭的採運單位產值逐年下滑，其中尤以收穫機與集運機的單位產值下滑最嚴重。然就整體而言，機械採運的比例仍呈上升的趨勢。其次，由於私有林比例佔全國林地面積的 61%，因此，私有林主的動向也直接影響芬蘭的木材生產量。儘管在公有林及林業公司部分，每年均能維持相對恆定的木材產量，但是私有林部分的產量呈現非常不穩定的波動現象且逐年減產，這一點也造成芬蘭林業上的大問題，並直接衝擊到該國的經濟，特別是在 NOKIA 手機垮台後，木材減產對芬蘭經濟更可謂雪上加霜。

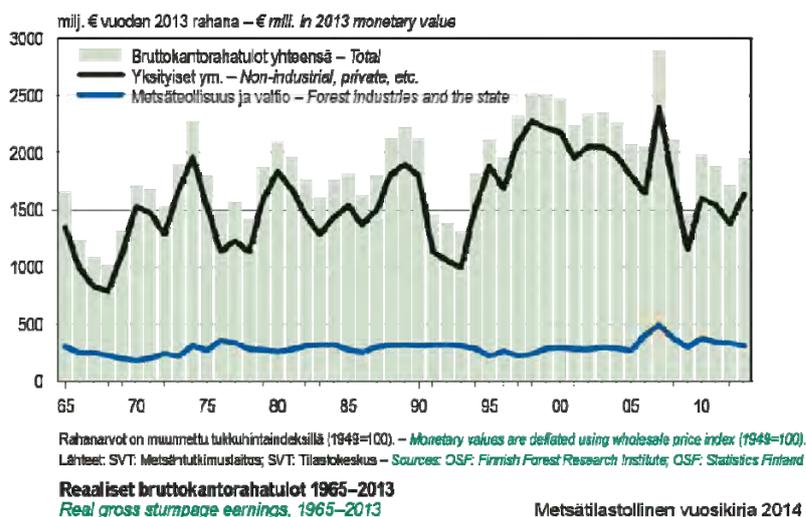
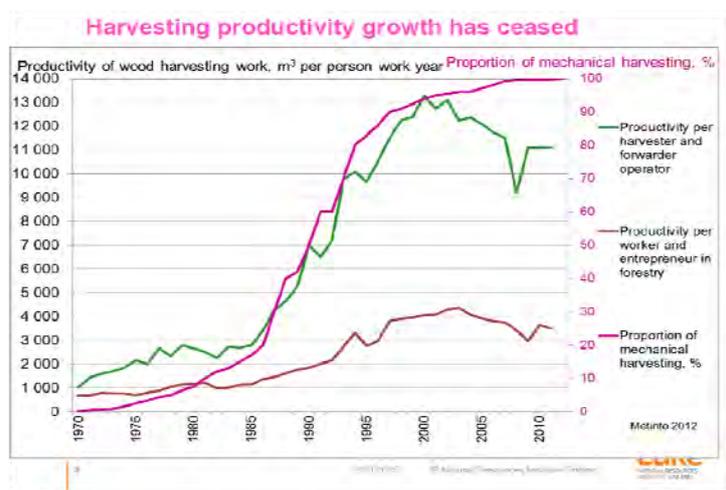


圖 9：上圖為芬蘭林業採用機械化收穫生產力長期發展趨勢比較；下圖為不同林地所有權之長期獲利趨勢長期比較統計

在這種情形下，芬蘭林業的發展任務遂指向下列重點：

- 如何鼓勵私有林主出售木材
- 釐清 2014 年所訂定的新林業法案對於提昇私有林主森林經營自由度效益
- 降低季節性工作量差異
- 強化收穫機與集運機的邏輯運算與資料傳輸系統及其操作的自動化
- 在森林計畫的編定與執行過程中，引用多源頭的大數據資料。
- 強化採運機具操作訓練
- 善加利用收穫機具所偵測蒐集的資料(大數據)
- 提高林木伐採產業的收益
- 育林作業機械化

整理芬蘭 2014 及 2015 年增訂新林業法案的重要變革如次：

- 增加私有林主的選擇自由與責任
- 可採異齡林經營與小面積皆伐
- 人工造林與天然更新並重，使復舊造林的期限與責任歸屬鬆綁。
- 重視生物多樣性的維持：允行異齡林經營、造林樹種自由選擇與動物棲地營造等育林作業的實施。

也因此 2015 年法案中，強化以下數項變革：

- 提昇林業的競爭力，給與私有林主更大的選擇自由，以強化森林服務提供者的競爭地位
- 自由選擇金管組織(FMA)
- 取消森林經營責任規費
- 會員費及商業行為可提供贊助
- 取消現地作業的地理邊界限制
- 增加私有林主的決策權力
- 取消依法設限的森林政策目標

顯然的，這些法案的訂定，都是為了給與私有林主更大的權力及自由，以鼓勵私有林主出售木材的意願，這點與台灣的情形迥異。其次，在整合木材供應鏈結方面，其經營重點如次：

- 收穫區的選擇及優先順序排定
- 規畫回頭車運輸路線，減少空車返程。
- 木材利用最佳化
- 降低森林認證所帶來的衝擊與限制(木材生產國對森林認證的反感)
- 增加木質能源的重要性
- 重視森林的碳吸存功能
- 加強經營系統資訊(如 GIS，GPS,RFID)

- 加強森林調查及追蹤監測
- 減少蘇聯木材的進口量(目前芬蘭自蘇年進口量為 25%)
- 加強全球化競爭的思維

三、參訪赫爾辛基農林大學森林學系

參訪赫爾辛基農林大學森林學院由其院長 Dr. Pasi Puttonen 親自接待，並率該院 5 位教授陪同，針對參訪團參訪目的，探討芬蘭高效率林木收穫議題提供相關簡報多則。Pasi Puttonen 院長並親自簡報該學院之概況與治學理念與方向。

赫爾辛基農林大學於 1640 年建校於 Turku，於 1828 年遷校於赫爾辛基，致力於研究、高等教育及社會交流。校內使用芬蘭與及英語二種官方語言進行雙語教學，為芬蘭最大的大學，擁有 11 個系所，40,000 名學生，7,500 名教職員，其中有 4,000 名為科技人員，為全球排名第 67 名的大學。赫爾辛基大學總計有四個校區 (City、Viiki、Meilahti、Kumpula)，森林學院位於 Viiki 校區。



圖 10：赫爾辛基農林大學 Viiki 校區鳥瞰

Viiki 校區有學生 6,000 名，教職員 1,500 名，分四個系所，分別為：農業及森林系、生物及環境科學系、藥學系、獸醫系（含獸醫院），校區中並有研究所、政府研究所、商業及科學園區，及超過 20 家的廠商進駐。其中，芬蘭食品安全認證、芬蘭自然資源研究所(即 Luke)及下屬芬蘭漁獵研究所、芬蘭農產研究所、芬蘭林業研究所，及赫爾辛基城市環境中心均設於此地。

赫爾辛基大學森林學院的研究及教學領域有三大方面：

1. 森林生態及經營
 - 森林及泥炭地生態系的功能及生產力
 - 森林及泥炭地生態系的經營及復舊
 - 森林昆蟲及野生動物經營
 - 森林病理學及真菌學
 - 森林資源經營
 - 林產科技
 - 熱帶森林生態學及經營
2. 森林經濟及市場
 - 林產物市場及經營
 - 產業經濟與林業
 - 森林資源及環境經濟
3. 生物科技
 - 森林科技之整合及教學

此外，Viikki 熱帶資源研究所(VITRI)也進行與熱帶地區的研究與合作，包括：

- 熱帶混農林業及人工造林
- 社區林業之經營
- 劣化棲地復舊，特別在非洲旱地
- 森林及氣候變遷
- 開發合作與高等教育訓練計畫

此行中，參訪團與赫爾辛基大學森林學院院長 Dr. Pasi Puttonen、學院教授 Dr. Markka Kanninen、Dr. Eshetu Yirdaw 及 Dr. Heimo Karppinen，及交換學生負責人 Dr. Outi Orenius 等專家，進行深入的討論與意見交換，發現該學院雖對熱帶及東南亞國家相當感興趣，並有相關的研究及開發合作，乃至交換學生的計畫，然而該校目前並沒有來自臺灣的留學生，針對這點，我方也提出臺灣林業的經營及研究概況，與進一步合作的意願。

四、參訪凱莎涅米植物園(Kaisaniemi Botanic Garden)

凱莎涅米植物園(Kaisaniemi Botanic Garden)坐落於赫爾辛基市中心，緊鄰該市中央車站，交通方便。雖為植物園，然為一佔地面積 4 公頃的室外花園，惟參訪時已是夏末，仍呈現開花的植物已不多。除園區室外植物外，園內亦設置有溫室一座，溫室內空間以展示熱帶植物為主。溫室參觀採收費入園，而室外園區則是

免費參觀。園區內基本植物的標籤是白色的，瀕臨滅絕的物種和有用的植物標籤分別是紅色和黃色的。



圖 11：赫爾辛基凱莎涅米植物園內入口位置示意地圖

與臺灣林木種類的多樣性比較，芬蘭的林木種類相較單純許多，園區內可見針葉樹總共僅有四種，分別為：



歐洲赤松(*Pinus sylvestris*)





挪威雲杉(*Picea abies*)



歐洲紫杉(*Taxus baccata*)



刺柏(*Juniperus communis*)

在闊葉樹方面，園區內則以白樺木居多，並雜以椴木、赤楊、花楸、橡木、光蠟樹、柳樹等樹種。



芬蘭白樺(*Betula verrucosa*)



挪威楓 (*Acer platanoides*)



小葉椴樹(*Tilia cordata*)





歐洲橡木(*Quercus robur*)



赤楊(*Alnus glutinosa*)



歐洲花楸(*Sorbus aucuparia*)



歐洲光蠟樹(*Fraxinus excelsior*)



白柳(*Salix alba*)

肆、結論與建議

- 一、芬蘭地勢平坦，全國為大片森林覆蓋，私有林占 61% ，是芬蘭森林產業的主要推動力，林木材採運全面機械化，同時配合技術支援系統，建置結合各衛星

企業合作經營模式，林主通常不自行伐採，從伐採、打枝、造材、運輸等作業，都可聘請專業公司代勞，對私有林主之在技術層面的投資成本大幅度降低，此是該國林業經營成功主因之一。借鏡學習建立芬蘭林業此等技術支援系統將有助克服國內林木生產始終利不及費之困境。

- 二、芬蘭林業經營成功的重點在採運，如何將不同類型的木質原物料(如圓木、根株、枝梢殘材、木質碎片)，以最經濟的方式與流程送到需要的地方(如鋸木廠、紙漿廠、發電廠)，遂成為需要精密規劃的流程。芬蘭林業市場資訊的建立，與林木產銷分享系統連結私有林主與買主間之應用，鼓勵木材加工企業直接收購林主生產的木材，協助提高採運效能。此等資訊系統之建立也是值得我國借鏡學習之處。
- 三、芬蘭林業在紙漿材的全株利用作業系統之概念，有效率的前處理，妥善進行碎片分類、分級工作，可以提高附加價值，此亦是值得借鏡學習之觀念。不過，因臺灣複雜之林地地形，山區無充足空間可資應用，完全仿效其系統作法有其困難性，或將降低其效率。
- 四、芬蘭赫爾辛基農林大學之林學教育系統在歐洲國家有悠久歷史，尤其在溫帶森林生態系研究之成就，在歐洲國家為其翹楚，臺灣對該等生態系之研究尚屬陌生，然該學系重視國際林學與林業合作，故有相當數量之亞洲學生前往學習深造，中國大陸學生佔有相當比例，惟目前尚未有臺灣學生前往進修。此次參訪可謂首次學術研究單位之接觸，本所日後應加強與該學系之交流，同時利用機會鼓勵國內大專院校森林系學生前往進行交換學生交流計畫。
- 五、此次參訪芬蘭林業研究所與臺灣林業界與該所首次交流，該所在歐洲林業學術研究有其優秀成就與崇高地位，在參訪與會談討論中對兩所未來之學術合作，尤其在生態監測與生質能源技術提昇方面有共識，該所在有計劃經費支援下，願意提供技術支援。討論中也提議先簽署合作備忘錄，可為兩所合作交流建立基礎。合作備忘錄內容有待雙方進一步討論。
- 六、芬蘭是制定森林法最早的國家之一，芬蘭對私有林的管理主要體現在森林法、林業稅制、特殊禁令和各種補貼等方面，其農林部根據森林法重新評價私有林進展情況，以便提供最合宜支援國家森林專案目標。芬蘭對林業的扶持政策，主要是政府對造林、撫育和林區基礎設施等給予補助，提供技術諮詢與服務以及對林主進行培訓等，確切均值得國內目前推動提昇人工林經營效率，增加木材自給率之林業政策下加以重視與借鏡學習之國家，惟此等議題非此次參訪主要目的，且因參訪時間短促，無法有充足時間安排與相關專家會談討論。為瞭解與學習芬蘭林業經營成功之模式，未來繼續加強與芬蘭林業在更多相關議題之交流有其必要性。

附件、參訪照片



照片 1：參訪團與芬蘭自然資源研究所(Luke)執行長 Dr. Mar Walls (中)與公關部主任 Dr. Erkki Kauhanen (右一)舉行會談交流。



照片 2：參訪團團長黃所長於會議結束後致贈紀念品予自然資源研究所(Luke)執行長 Mar Walls 女士 (右一)。



照片 3：參訪團黃所長在會後與 Luke 公關部主任 Dr. Erkki Kauhanen 合影並致贈紀念品。



照片 4：Dr. Artor Rummukainen (左) 及 Dr. Matti Siren (右) 於會談後就芬蘭林業機械化及林木產銷現況，向參訪團進行專題報告。



照片 5：參訪團赴 Stroa Enso 林業公司林地現場參訪，該公司估地主任(右一)與 Luke 試驗林工作站主任 Dr. Jari Varjo (中)陪同負



照片 6：參訪團參訪高效能收穫機於林地進行皆伐作業實務操作。



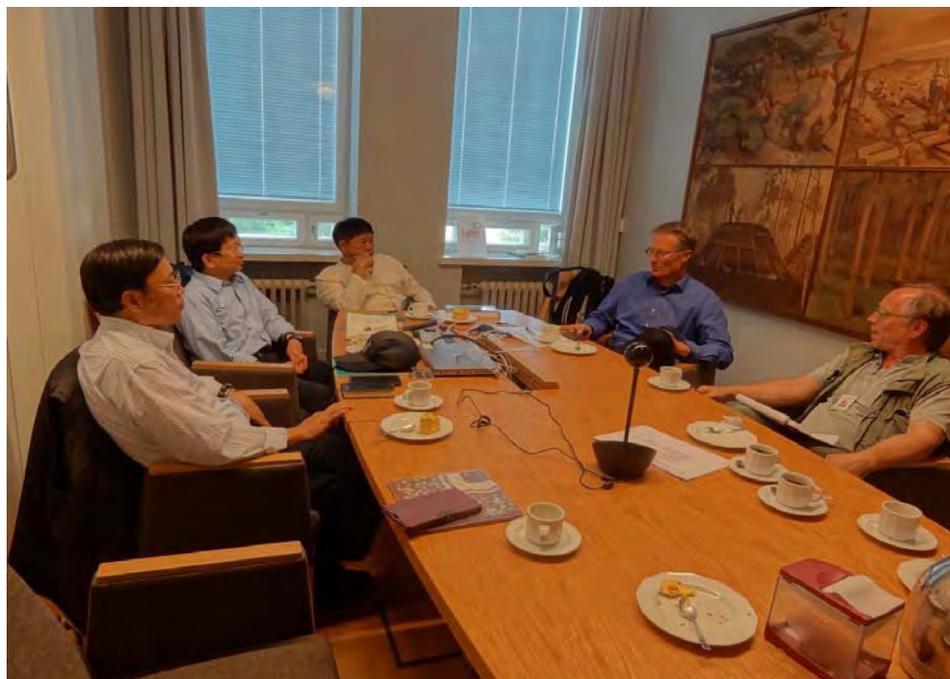
照片 7：Stroa Enso 公司工地主任向黃所長近距離解說高效能收穫機多功能切鋸模組結構與功能。



照片 8：Dr. Jari Varjo (左一)與 Dr. Erkki Kauhanen (右一)陪同參訪 80 年生歐洲赤松預定收穫林分。



照片 9：高性能收穫機、自裝及運卡車、完整林道網及產銷資訊網路，構建芬蘭高效率成功的林木集運系統。



照片 10：林分現地參訪後，進行第二次會談，討論兩所雙方未來合作方向與議題。



照片 11：赫爾辛基大學森林學院院長 Dr. Pasi Puttonen 親自為參訪團簡報，介紹森林學院概況與治學方向。



照片 12：黃所長於會談中與赫爾辛基大學森林學院院長 Dr. Pasi Puttonen(左一)及該院教授 Dr. Heimo Karppinen(左二)進行充分討論交流。



照片 13：黃所長在會談後與院長 Dr. Pasi Puttonen (左一)合影並致贈紀念品。



照片 14：黃所長在會談後與提供簡報者森林學院教授 Dr. Bo Dahlin (左一)合影並致贈紀念品。



照片 15：黃所長在會談後與提供簡報者森林學院教授 Dr. Eshetu Yirdaw (左一)及 Dr. Heimo Karppinen (右一)合影並致贈紀念品。



照片 16：黃所長在會談後與提供簡報者森林學院國際交換學生事務負責人 Dr. Outi Orenius 合影並致贈紀念品。