

摘 要

- (一) 澳洲森林面積廣達 157.2 百萬公頃，為森林大國之一，但其林業經營注重資源保育及永續利用。
- (二) 澳洲森林以新南威爾斯州森林公司最著名，已成功地發展碳吸存市場，即將人工造林地當成溫室氣體儲藏槽，提供投資者碳排放使用權交易上的回饋，如同木材產品的交易一樣。成功的合作對象計有 Delta 及太平洋兩家電力公司。
- (三) 紐西蘭森林面積 7.95 百萬公頃，其中天然林 6.2 百萬公頃，雖然佔 78%，但絕大部分為國家公園或保安林，其中生產木材之比重非常微小。相反地，該國人工林種植之放射松面積高達 1.56 百萬公頃，為該國每年賺取 25 億紐元的外匯收入，為第二大宗出口物品。
- (四) 紐西蘭放射松係成功的外來引進樹種，經長期之研究始獲致成功，例如每公頃每年之年成長可達 40 立方公尺，輪伐期縮短為 20 - 30 年，其胸徑 20 年可達 60 公分，為成功造林之典範。

壹、 考察目的

- 一、我國林業政策自民國八十一年開始禁伐天然林，由於經濟之發展，木材之需求量有增無減，但國產材之自給率僅不到1%，99%必需自國外進口。故人工林之經營日漸重要，然根據林務局「第三次台灣森林資源及土地利用調查」，我國人工林蓄積量及生產力普遍偏低。因此，目前我國人工林如何適度增加生物多樣性及提高生產力，以充裕國內木材供應並同時兼顧生態環境之維護是最重要課題，亦為此次考察主要目的。
- 二、紐西蘭之人工林係以放射松為主，澳洲之人工林則以桉樹為主，其林地之生產力較國內高出數倍，同時其永續生產及經營等技術享譽全球。我國每年自紐、澳等國進口大量原木、紙漿材、板材及中密度纖維板，以充裕國內市場需求。因此，其林業永續經營政策及技術值得我國派員前往考察。
- 三、林務局係我國林業最高執行單位，為適度增加我國人工林生物多樣性及提高生產力，以厚植我國森林資源，本次考察計劃由本局高級人員共計三位前往紐澳等國作實地考察，其行程主要包括拜訪紐西蘭、澳洲等國之林業部、林業試驗單位及相關林產工業，以瞭解該等國家林業政策、人工林永續經營方式等，以作為我國政府林業施政之參考。

貳、 考察過程

十月十九日（星期四）

下午：21:45 搭乘紐航班機飛往澳洲。

十月廿日（星期五）

上午：8:10 到達布里斯班機場，住進旅館。

下午：布里斯班參觀克麥植物園及考察都市林。

十月廿一日（星期六）

上午：驅車前往黃金海岸考察林業建設。

下午：黃金海岸考察桉樹人工林及海岸林建造。

十月廿二日（星期日）

上午：例假日整理資料。

下午：搭乘紐航由黃金海岸飛往雪梨。

十月廿三日（星期一）

上午：雪梨拜訪澳洲林業部。

下午：考察植物園及都市林。

十月廿四日（星期二）

上午：考察藍山桉樹人工林造林地。

下午：參觀造林木加工廠。

十月廿五日（星期三）

上午：11:00 搭乘紐航由澳洲雪梨飛往紐西蘭奧克蘭市。

下午：16:00 到達奧克蘭市後住進旅館。

十月廿六日（星期四）

上午：拜訪奧克蘭大學及參觀市郊保安林。

下午：考察市郊風景林。

十月廿七日（星期五）

上午：參觀 Karapiro 水庫及考察集水區人工林經營。

下午：考察放射松採種園。

十月廿八日（星期六）

上午：行程由奧克蘭至羅陀魯哇（Rotorua）。

下午：拜訪林務官員 Dr. Wink Sutton 及參觀放射松試驗地。

十月廿九日（星期日）

上午：由羅陀魯哇搭機至基督城。

下午：整理資料。

十月卅日（星期一）

上午：參觀公園都市林及植物園。

下午：由基督城搭機至威靈頓，拜訪林業部。

十月卅一日（星期二）

上午：參觀放射松造林地及加工廠。

下午：搭機返回奧克蘭。

十一月一日（星期三）

上午：在奧克蘭待機。

下午：得知新航空難桃園機場關閉致紐航停飛台北後返旅館整理資料。

十一月二日（星期四）

上午：由奧克蘭飛往澳洲布里斯班轉機返程台北。

下午：21:00 返回國門。

參、 考察心得

一、 澳洲部份

(一) 廣大的澳洲森林

澳洲森林面積廣達 157.2 百萬公頃，幾乎佔全世界森林面積 4,000 百萬公頃之 4%，為森林大國之一。其每人平均森林面積達 6.04 公頃，為台灣之 0.09 公頃之 67 倍；其木材年生產量為 2 千萬立方公尺，為台灣 4 萬立方公尺之 500 倍。雖然澳洲森林面積廣大，但其林業經營注重資源保育及永續利用。澳洲森林以天然林為主，佔 99.2%；人工林面積 130 萬公頃，其中以種植放射松 72 萬公頃最多，為該國主要木材生產樹種。澳洲的森林林型及面積如表 1。

表 1. 澳洲的森林林型及面積

林	型	面積(百萬公頃)	百分比
天然林	熱帶雨林	3.6	2.3
	紅樹林	1.0	0.7
	高疏開桉樹林	5.5	3.5
	中疏開桉樹林	22.7	14.4
	低疏開桉樹林	0.4	0.2
	高群落桉樹林	1.1	0.7
	中群落桉樹林	68.8	43.8
	低群落桉樹林	14.3	9.1
	桉樹叢林	11.8	7.5
	澳洲柏林分	0.9	0.6
	相思樹林分	2.3	7.8
	千層皮林分	4.1	2.6
	木麻黃林分	1.1	0.7
	其它	8.4	5.4

	天然林總面積	155.9	99.2
人工林	針葉樹人工林	0.9	0.6
	闊葉樹人工林	0.4	0.2
總面積		157.2	100

(二) 著名之新南威爾斯州森林公司

澳洲之人工林以桉樹為主，而其永續經營技術、林地生產力高，已被全球公認。而澳洲的人工林發展，則是由新南威爾斯州森林公司 (State Forests of NSW) 負責領導桉樹及放射松人工林的新發展。此公司屬於新南威爾斯州的國營企業，除了經營公有本土森林外，亦可與私有地主訂立合約租用私有土地以建造人工林，並廣泛邀請國內及國際間的投資，另外提供資金來建造人工林，投資者可採固定年金、森林產物收穫等多樣性彈性組合比例來獲得收益。公司轄下五個部門：

1. 闊葉樹造林地部門：負責經營在澳洲最大的人工造林地擴展計劃，特別是經由與地主及投資者的合作來發展碳吸存 (Carbon sequestration) 市場。它已經成功的引導一項商業投資概念，即將人工造林地當成溫室氣體儲藏槽 (Greenhouse Gas Sinks)，提供投資者碳排放使用權交易上的回饋，如同木材產品的交易一樣。1997 年 12 月「聯合國氣候變化綱要公約第三次締約國大會」，會中通過了「京都議定書」(Kyoto Protocol)，具體的規範了 38 個工業國家由 2008 年到 2012 年溫室氣體排放的減量標準，其中針對 1990 年以後所進行之造林的淨值，可併入排放減量值計算。並且產生之「碳排放權」(Carbon Credits)，國家間可進行碳排放交易，開啟了工業國家與開發中國家間減量額度的轉移之道。兩家新南威爾斯的電力公司已經在「碳交易」(Carbon trades)

中與森林公司作了策略上的合作關係。Delta 電力公司是以提供土地供栽植人工林以交換未來的碳排放使用權，太平洋電力（Pacific Power）則選擇支付給森林公司在栽植一千公頃造林地的十年費，以取得碳吸存權，也就是太平洋電力可以購買碳權當作「可交易的抵銷權狀」（Certified Tradable Offsets ,CTOs ）。後續的「碳儲存」投資計劃也將由日本東京電力公司（Tokyo Electric Power Company）投資進行。

2. 針葉樹造林地部門：負責經營 80 萬公頃針葉樹（松類）森林，松類木材是一項全球性商品，針葉樹部門負責提供符合國際水準的木材給國內製材市場，並供輸出。
3. 鄉土樹種部門：負責以生態系經營方式經營全部新南威爾斯省超過 300 萬公頃的公有本土森林，目標包括：生物多樣性、木材產品、森林遊樂。
4. 市場部門：負責新南威爾斯的森林、人工造林地的林產品銷售和市場，現在還有一項新的市場，即是森林能源（forest energy）和碳交易。森林公司每年大約有三百萬立方公尺的用材及紙漿材的收獲，1998 - 1999 年間有超過一億五百萬元的收入總額。
5. 森林研究發展部門：主要目標在於如何以最廣泛的範疇，其中包括木材、植物相（flora）、動物相（fauna）及水，研究如何妥善經營森林。工作重點強調如何將森林公司和合作者帶入新的科技和革新，兼負永續進步的任務。

（三）地廣人稀經濟平穩國家

澳洲面積 769 萬平方公里，人口數僅 1 千 9 百萬人，就

土地面積來看，是唯一佔據整個大陸的國家，也是世界第六大國。澳洲多元文化的社會，包括原住民人種與來自全球超過 160 個國家的移民。今日澳洲的經濟規模雖仍遠小於美、日等國，但已超過瑞典、比利時及瑞士等國。並且澳洲經濟始終維持在高成長、低利率、低通膨的優良體質，是一個擁有高效率政府、高彈性勞動市場，與高度競爭業環境的國家。

（四）建造可供給木材產品與作碳吸存的功能商業性人工林

新南威爾斯州已先後在北海岸地區栽植闊葉樹林，北部高原地區栽植針葉樹林。這些森林每年每公頃大約有 20 立方公尺的生長量和 20 公噸的二氧化碳吸存量。在經過 20 - 30 年的生長，這些森林生產用材和合板原木、間伐期間可以生產紙漿材、小徑木以及生物量能源（Biomass Energy）原料。

投資這些高成長的商業性森林，本質上大概有 7% - 9% 的年回收，尚不包括碳排放權的價值在內。所以這項因素對於那些正在尋求迴避未來廢氣排放束縛管道的投資者來講，相當有吸引力。

（五）澳洲領導國際碳排放交易

澳洲在來年可望再建立百萬公頃的人工造林地而處於世界領導地位。澳洲有些立地優良、氣候良好及富吸引力的經濟條件可供建造這些人工林。未來，在歐洲、日本及北美洲的公司或政府機構極有可能視澳洲為一個能將碳排放權供國際間交易使用的地方。碳排放權交易可以發展成一全新的出口業務替澳洲的經濟賺取外匯。對於經濟發展、環境保護以及地主而言，澳洲人工造林地的發展模式，示範了一個

三贏的局面，工業界、投資者、各種市場及地主可以發展合作關係，以擴展人工造林地。

二、紐西蘭部份

(一) 林木產業為紐西蘭重要財政收入

由紐西蘭農業森林部公布的以下數據，可窺知林木產業對該國的經濟意義所在。

1. 1999 年木材收獲 1,640 萬立方公尺 (比前一年增加 5%)。
2. 木材加工量 1,100 萬立方公尺 (增加 3%)。
3. 輸出 1,100 萬立方公尺原木及其製品 (成長 8%)，創匯 25 億紐元 (增加 5%)，林木產品躍居第二大出口項目。
4. 輸出國家多達 40 餘國，國內雇用人數 21,000 人。
5. 林木業產價值佔 GDP 的 4%。

以金額看，紐西蘭林木產品出口比重大致為：原木佔 20%、紙漿 14%、紙及紙板 21%、製材 20%。

目前紐西蘭木材加工業，現在國內有 4 家紙漿暨造紙廠、8 家板材廠 (panelboard) 約 400 家鋸木廠及 80 家再製廠 (re-manufacture)。每年總產能 1,100 萬立方公尺。加工業者通常就是擁有林產的企業，加工廠以設在林區內或靠近林區處居多，林場最集中的中北島加工廠最為密集。

(二) 紐西蘭森林注重人工林之經營

在 11 世紀毛利人遷入前，天然林佔全紐西蘭面積的 75%，有 2,700 萬公頃，到 1840 年歐洲移民加強開發情況下，天然林面積降至 53%，一直到現在的 24%，6,200 萬公頃。由表 2 可知紐國天然林分公有及私有，分佔 4,905 公頃

及 1,323 公頃，各佔 79% 及 21%。但是公有天然林中非生產林木國家及保育公園佔高達 77%，而私有天然林中非生產林木之保護性森林亦佔 19%；由此可知紐西蘭之天然林在生產林木之比重非常微小。

表 2. 紐西蘭天然林組成面積

公有天然林(Public Natural Forest)	面積 (千公頃)	百分比
國家及保育公園(National and Conservation Parks)	4,755	77
經營生產木材的州立森林(State forest allocated for management for timber production)	150	2
小計	4,905	79
私有天然林(Private Natural Forest)		
保護性森林(Protection Forest)	654	19
有生產木材潛力的森林(Potentially available for wood production)	124	2
小計	1,323	21
合計	6,228	100

相反地紐西蘭的人工林面積高達 173 萬公頃，其栽植樹種以放射松為主，道格拉斯花旗松次之，及其他外來樹種。紐國人工林栽植面積如表 3。

表 3. 紐西蘭人工林面積

樹種	面積(千公頃)	百分比
放射松	1,563	90.3
道格拉斯火炬松	86	5.0
其他外來針葉樹種	32	1.8
其他外來闊葉樹種	49	2.9
合計	1,730	100

紐國人工林栽植地區集中在北島中部地區，面積

569,000 公頃，佔 33%，最小栽植地區為西岸地區，卻有 33,000 公頃佔 2%，紐國人工林全國分佈地區如表 4。

表 4. 紐西蘭人工林全國分布情形

地 區	面積(千公頃)
北部地區(Northland)	199
奧克蘭(Auckland)	53
北島中部地區(Central North island)	569
東部海岸區(East Coast)	144
霍克灣區(Hawke ' s Bay)	121
北島南部地區(Southern North island)	147
納爾遜和馬爾堡(Nelson/Marlborough)	172
西岸地區(West Coast)	33
坎特伯里地區(Canterbury)	112
奧塔爾和南部地區(Otago/South land)	179
合 計	1,730

紐西蘭的人工造林地大部分由私人所擁有，在全部 1,730,765 公頃面積中，由農業及森林部所經營管理的只佔 3% (54,538 公頃)，其餘部份為：

公有公司 (Registered public companies) 805,182 公頃 47%
 私人公司 (Registered private companies) 767,507 公頃 44%
 州營企業 (State owned enterprises) 54,538 公頃 3%
 地方政府 (Local government bodies) 54,308 公頃 3%

(三) 全球針葉樹人工林主要生產及輸出國之一

紐西蘭的人工造林地生產潛力及木材生產工業相當巨大，在 25 年間放射松人工林所能生產的木材將可達到世界其他主要木材生產國家如瑞典、芬蘭、加拿大等國一樣的產能水準。紐西蘭農業及森林部估計，在這個世紀初的廿五年

裡,松樹類人工林每年的永續木材收穫量可望超過五千萬立方公尺,將使紐西蘭成為全球主要針葉樹材生產國家之一。

紐西蘭人工林生產的木材情況及趨勢：

1. 98%的工業用材、皆是由永續經營的人工林所供應。
2. 松樹類人工林,每年有超過一千七百萬立方公尺的收穫量。
3. 到 2010 年,上述的人工林,每年的收穫量將可達到三千萬立方公尺。
4. 每年輸出的木材產品,有一千萬立方公尺。
5. 到 2010 年木材輸出,將達到二千三百萬立方公尺。
6. 其他額外的木材可供在紐西蘭作高附加價值的產品,再行出口。
7. 到 2015 年前,紐西蘭將投資六億五千萬紐元,在木材附加價值生產項目上。

紐西蘭平均每年從林木工業可賺取二五億紐元的出口收入,是釀酒業的 23 倍,除了酪乳業以外,是紐西蘭的第二大宗出口貿易。1999 年紐西蘭的人工林地有一千七百四十萬立方公尺的圓木生產,其中五百八十萬立方公尺供應做原木輸出,也就是有 33%是用在出口方面。其中對台灣的出口金額為一億二千一百八十五萬四仟紐元,占總輸出的 4%,項目有原木、製材、紙漿材、紙及紙板、鑲板等;最大的出口國家為澳洲 28%,依次為日本 21%、韓國 15%、美國 11%、中國 5%、印尼 3%、泰國、菲律賓、馬來西亞 2%、新加坡、印度、斐濟 1%、其他國家 2%。

(四) 脫穎而出的紐西蘭放射松

木材能成為紐西蘭的主要外銷產品,歸功於放射松人工造林地的成功。紐西蘭專注於放射松的經營係最近幾十年才

開始，而在過去的一個世紀中則嚐試過 400 多種的樹種。甚至在 1920 年時，即由國家林業局試遍了 200 多種的樹種，在所有其他的樹種都試驗失敗之後，放射松才脫穎而出。放射松原生地美國加州，天然分佈區域較窄，它只能夠在海洋性氣候之溫帶地區成長，除此之外，放射松在熱帶地區亦無法發揮出其成長的潛力（除了較高海拔地區以外）。所以如果氣候條件合適，放射松適合於各種土地條件：砂土到粘土、酸性到鹼性，高肥沃區到低肥沃區，海平面到 1,000 公尺的高度。根據最近的統計，放射松被成功栽種在世界各地其他的面積為：智利 1,381,000 公頃，澳洲 720,000 公頃，西班牙 240,000 公頃，南非 55,000 公頃，其他 25,000 公頃。

放射松在紐西蘭成長相當快速，成長率每公頃每年最高可達 40 立方公尺，即使是供高品質的製材用木，平均年生長至少為 20 立方公尺以上，放射松人工林的輪伐期為 20 - 30 年。

放射松也已證明遺傳改良的效果良好，樹幹的通直性和樹型皆可改良，樹枝的成長習性也可變更，其成長率仍可提高，木材的密度和病蟲害的抵抗力亦可控制。

另外在撫育、管理方面，修枝及疏伐，使放射松可在相當短的時間內就可達到較大的樹徑，在 20 年就可達到胸徑 60 cm，比其他樹種可更快速達到較大的樹徑。

（五）傑出的紐西蘭林業研究

紐西蘭對於林業長遠發展，在研發上投注相當心血。位於 Rotorua 的 New Zealand Forest Research Institute Ltd，享譽國際。研究機構和企業界攜手，合作領域從研究松木基因進行品種改良，建立森林管理技術，以至高附加價值的生產加工。目前，研究人員正開發如何在加工過程加強木材硬

度、改變顏色及增加強度的技術。最近運用的一項化學蒸氣處理，就將處理時間由 8 週大幅縮減至 24 小時，大幅提高加工廠的獲利，該國林業研究之成果頗值得我國借鏡。

肆、 建議事項

一、 澳洲部分

1. 「二氧化碳排放」交易正在全世界各國內及國際間如火如荼發展時，作為地球村之成員，政府確實要趕快著手進行人工造林地的擴展與建立一套研究機制，以對溫室效應這個議題的回應。因此，建議政府為雨綢繆，輔導業者赴海外造林，以取得碳排放權交易，維持國內工業成長。同時，政府應輔助林業研究機構及大學研究調查國內森林之碳吸存量，作為未來因應之對策。
2. 台灣地理環境限制，無法像澳洲一樣擴展廣大面積的人工造林地，但平地造林綠化應是可行，值得推廣。平地造林之地區包括廢耕農地、道路、學校、社區、公園綠地、工業區、礦區、軍事用地、觀光遊憩地區，以及由政府機關經營輔導之農場，國有閒置土地如退輔會所屬農場與台糖公司土地等，除了可作「碳儲存」功能外，亦可發揮涵養水源，降低空氣污染，減少廢音、增進視覺景觀，提供休閒遊憩及提昇生活環境品質等功能。

二、 紐西蘭部份

1. 台灣人工造林地，前曾引進生長快速的薩爾瓦多銀合歡，但卻因罹患木蝨病蟲害而失敗，此仍樹選擇之失敗。建議政府在樹種的選擇上應從下列的五種特性著

手：(1)可在廣闊的林地上快速成長，(2)比較少植物病蟲害，(3)容易遺傳改良，(4)容易管理，(5)用途廣泛。

2. 紐西蘭放射松人工林成功的經驗提供了值得參考的方向：人工林樹種的選擇並非侷限於固有的樹種（放射松原生地為美國加州），應多方面選擇。在提高生產力及符合經濟效益上，人工林必須如同農作物的方式管理，只有極少數的樹種能適合此種模式。因此，建議研究機構當尋找到一種具有市場支配性的商用優良樹種時，應專注其遺傳、育林、生長及產量之研究，並發展出一套有效的人工管理制度。

3. 人工林是一項資本密集及風險性高（如火災、病蟲害）之投資，政府除應研究提供短輪伐期而報酬率較高樹種外，政府如何吸引更多的民間資本投入為當前國內林業轉型思考方向。鑑於紐西蘭的人工林絕大部分為私人企業經營，並獲相當成功，因此，建議政府修改租地造林策將林務局轄內立地條件好的造林中心地，出租給農林企業公司經營管理，及給予低率造林貸款，以提高國內木材自給率。