

出國報告（出國類別：考察）

「促進農業國際接軌與新南向佈局-
-都市林在韌性城市的規劃面向與實
務交流計畫」
出國摘要報告

服務機關：行政院農業委員會林業試驗所

姓名職稱：張彬 所長

王培蓉組長、董景生組長、潘孝隆助理研究員

派赴國家：德國

出國期間：108年10月5日至108年10月13日

報告日期：105年12月12日

摘要

氣候變遷造成德國都市內行道樹與都市周邊森林近 10 年發生因為乾旱與熱浪大量死亡，不僅是公共財產損失，也影響國民生活。為了延續其國民對於都市林服務之需求，自乾旱前迄今即有相關研究與管理措施，為強化我國因應氣候變遷下都市林管理與調適研究，研議適合我國都市現況規劃與服務框架，前往德國慕尼黑與柏林與柏林市政府森林局及慕尼黑工業大學交流都市林管理與研究，就「都市林在韌性都市規劃面向與實務」議題進行雙邊對談交流，瞭解大型都市之都市林規劃經驗、歷程與相關配套研究，供政府與民間協力營造韌性都市之都市林參考。

都市林的生態系服務需要健康的樹木才能發揮，因此德國南部藉由選拔耐旱樹種、選擇最適植穴尺寸與基質、誘導根系生長及耐旱機制、觀測長期樹種表現、執行低成本維護管理措施。以適應當地夏季高溫達攝氏40度以及連年降雨減少等氣候變遷，仍有健康的樹木以提供遮陰等生態系服務。

氣候變遷除了反映在氣候統計圖表外，也影響樹木與森林生長，最明顯即是樹木萎凋、生長停滯、提早變葉落葉，因而影響遮陰、降溫與景觀。如以都市基礎建設的角度來看帶行道樹、公園綠地以及市郊森林，其所供應的生活服務效益、所保育的野生動植物與棲地，以及其所營造健康福祉空間，是讓都市人活得更健康更快樂的重要設施；然而，因為氣候變遷造成不健康的都市林，絕對無法延續這些服務，甚至需要反覆投注經費與人力來補救，並費時等待恢復，因此如何選拔在氣候變遷下存活的樹種、規劃低維護成本且簡易可行的管理措施，以及持續監測氣候對樹木生長的影響，是都市林維持韌性的實質條件。

德國面臨乾旱缺水與不斷颯破紀錄的夏季高溫，當本地樹種萎凋死亡，選擇適應氣候且同樣兼具維持生態服務的外來樹種(這些樹種來自東南歐或引進已有數十年)，為部分國民「本土種最好、外來種缺乏與當地生態共演化而影響當地生態」的迷思提出釋疑，政府與研究機關在氣候變遷的情境下，明確定義困境與挑戰，提出避免未來困境、並證實科學可行的策略，為我國都市面臨氣候變遷提供一個對照模式。

關鍵詞：都市林、氣候變遷調適、乾旱、複層林營造

目次

摘要.....	2
壹、前言.....	4
貳、參訪目的.....	4
參、行程摘要與工作紀要	5
肆、心得與建議	13
伍、圖片說明.....	15
陸、附件.....	22

壹、前言

聯合國預估2050年全球約有2/3人口居住在都市，無論是大型都市與中小型都市裡，都市林對於環境衛生與能源使用的貢獻都是都市基礎建設裡必要的一環，部分學者也認為因管理幅度與密度的集中，都市林亦能發揮鄰近區域的生態保育效果。而氣候變遷情境下，從都市林木選植以適應環境、減少病害、維護都市棲地到發揮熱遮蔽與空氣淨化等規劃都是都市林持續提供服務所需考量項目。

台灣因應森林法樹木保護專章施行，本所已逐步執行與推廣都市樹木在形質調查、健康維護、疫病防止等單木層級之管理措施與諮詢建議，進一步需要納入市民對都市林的期待，以及在規劃上預先參考已都市化多年之大型都市之實際經驗與歷程，配合我國主要都市的施政習慣，提出適合我國的建議，並在都市林的研究上尋找國際合作的機會。

貳、參訪目的

本所為強化我國因應氣候變遷下都市林管理與調適研究，擬赴德參訪考察，並與德國柏林市政府與慕尼黑工業大學交流都市林管理與氣候調適之研究，期能收集相關研究資料及配套管理措施，作為未來研究及管理之借鏡，以找出適合我國都市現況之規劃與服務框架，並與國際接軌。

本次參訪會談，擬前往德國巴伐利亞地區(烏茲堡)與柏林，與慕尼黑工業大學及柏林市政府就「都市林在韌性都市規劃面向與實務」議題進行雙邊對談交流，實際了解當地研究及政策推展情形，透過收集他國相關研究資料及政策實際經驗，期能提出適合我國的建議，並在都市林的研究上尋找國際合作的機會。

參、行程摘要與工作紀要

行程摘要

奉派人員			張彬、王培蓉、 董景生、潘孝隆	出國事由	執行科發基金研究計畫，進行臺德 都市林交流考察	
日期			起迄地點	任 務	停留 天數	備 註
月	日	星期				
10	5	六	桃園-法蘭克福	搭機前往德國參訪。	1	飛航至德國
10	6	日	慕尼黑(烏茲堡)	交通(法蘭克福-烏茲堡)、烏茲堡都市林考察	1	參訪烏茲堡都市林及公園
10	7	一	慕尼黑(烏茲堡)	都市樹木氣候變遷計畫 交流與討論	1	德國巴伐利亞邦葡萄及園藝局 (LWG)的城市綠化和園林綠化研 究所 Dr.Böll 及 Dr. Schönfeld 交流討論及現場勘查
10	8	二	慕尼黑(佛萊辛)	佛來辛都市林考察與交 流	1	至慕尼黑工業大學與 Prof.Soda 交流都市林計畫與近自然林經營
10	9	三	柏林	前往柏林，城際鐵路	1	交通日
10	10	四	柏林	與柏林市林業局雙邊交 流都市林規劃、管理與 滿足社會期望等課題	1	聽取林業局長及 Mr. Lakenberg 等簡報柏林都市林建造歷史、市 民\野生動物衝突以及林地經營 現勘
10	11	五	柏林	柏林市政府古靈林區現 場考察	1	古靈林區林地現勘，複層混合林 與現場管理議題
10	12	六	柏林	柏林當地都市林及都會 公園現場考察	1	參訪柏林植物園
10	13	日	柏林-桃園	柏林-桃園	1	
合 計					9	

工作紀要

本次德國參訪從德國南部慕尼黑(烏茲堡)、到慕尼黑工業大學以及柏林森林局等德國(巴伐利亞邦、柏林邦)官方研究機構、行政機關與大學進行都市林氣候調適、經營管理與民眾參與等面向之相互簡報與交流，以瞭解德國在都市林在韌性都市的規劃以及實務之經驗，並分享我國預計執行的內容供德方參考，以下分日說明。

10月6日(週日)烏茲堡都市林及公園

本日先行前往烏茲堡瞭解當地都市林的狀況，以先取得次日行程的背景知識。在土地覆蓋上除了烏茲堡宮以及烏茲堡大學等市中心為密集的建地外，南北兩側以及鄰近區域都是農田為主，緬因河從西北蜿蜒至東南流經市中心。建地的範圍內有相當密集的闊葉樹行道樹、公園與綠帶，而附近山丘上的農田則以葡萄園為主要地景。氣候上，每年6到8月的氣溫都在30度附近，夏季月累積雨量平均5.3mm，最高沒超過10.1mm，因此夏季應是相當乾燥。

10月7日(週一) 德國巴伐利亞邦葡萄及園藝局(LWG) 城市綠化和園林綠化研究所 都市樹木氣候變遷計畫交流與討論

都市林的生態系服務需要健康的樹木才能發揮，但當原有樹種逐漸不適應氣候變遷時，選擇適當的外來種或鄰近氣候區的樹種顯得相當重要。

德國本土樹種約20種能行道樹使用的選擇是相對少的，尤其都市的夏季溫度高達30多度而且水分缺乏，使得行道樹的生長環境較森林裡的樹更嚴苛。

面對氣候變遷，行道樹須具備乾燥耐受性，在夏季須能適應樹幹不會裂開，並且冬季灑鹽以減少路面積雪與結冰的措施常會讓行道樹的根部土壤的酸鹼度提高，雖然植穴有全國的建議標準12m³，但在實務上受限於介質與工法等成本考量，在不影響成本與生產植穴多調為8 m³。因此在選拔都市行道樹種時，樹種特性包含能對抗高溫、能適應乾燥以及輻射熱，不致於提早變葉等，因此在選擇樹種時必須納入中南歐或是鄰近氣候區的樹種，然而部分在地社群以及民眾認為即使引進的樹種能適應高溫、缺水以及輻射，這些外來種對於本地的生態系統功能沒有幫助，因為並未與當地物種相互適應，因此巴伐利亞邦葡萄及園藝局的都市林研究機關進行了相關試驗，他們選擇三個城市，其中包含夏季最高溫的城市-烏茲堡，並在工業區附近進行試驗，種苗、試驗設計與栽植工法由研究機構決定，苗木栽植後的維護管理則由當地政府負責，試驗除了觀測對於高溫、乾旱的適應以及生長狀況外，也發現這些外來樹種的昆蟲種類以及蜘蛛的組成都跟原生的樹種接近，也證明了這些樹種對於當地的生態系統

功能應該與原生樹種相異不大。因此，在原有的行道樹選擇清單裡，又多了27種，後續可針對景觀以及食用性選擇適合所需栽植的地點。

當日下午參訪該研究機構的永久苗圃。因為該機構負責建議都市林與農業的樹種，因此苗圃內包含行道樹所需的樹種、也包含來自本地與世界各地交換來的果樹樹種以及經濟作物(如玫瑰、繡球)，苗圃管理人很清楚的表示，德國原生的樹種與經濟作物種類有限，在氣候變遷的情境下，站在經濟安全的角度，它們不能局限自己只要本土種，他們要隨時調整以確保國家有適合新的氣候的作物與樹種，他們不可能排除其他非本土種，而苗圃存在的目的就是觀測這些作物與樹種的長期表現，以確保當既有樹種或經濟作物不適應氣候時，他們已有對策。在交談過程中，他們希望多解台灣對於亞熱帶及熱帶的樹種的造林經驗、生長表現，也希望有機會能與台灣交換樹種。

整體而言，與此機構的都市林管理以及氣候調適的交流，可以歸結下列6點來了解德國南部藉由以下幾點以適應當地夏季高溫達攝氏40度以及連年降雨減少等氣候變遷，仍有健康之樹木以提供遮陰等生態系服務：

1. 耐旱樹種選拔：

藉由選擇東南歐等氣候區的樹種、或是過去曾引進且生長良好的樹種進行試驗，在固定的植穴尺寸與基質下，即時監測傳輸土溫、樹幹表面溫度、葉表溫度、葉背溫度，挑選樹表溫度上升幅度小的且受太陽輻射傷害較少的樹種。

2. 植穴的尺寸與基質選擇：

挑選適合乾旱且施工費用合理的植穴尺寸(8m³)，並有特定的基質及混合比例，確保基質有足夠的水分儲存的空間，在乾旱來臨時減少澆水等維護管理(省水、省管理)。

3. 誘導根系生長及耐旱機制：

在苗圃時即刻意持續減少澆水以促使發展向下的根系。因苗圃往往提供過於優適的環境(養分、水分、遮陰)雖然根系發展好，但一旦出栽(行道樹出栽尺寸為2m以上、地徑5cm)則多因為現場水分不足或無水可澆則稚樹死亡快速，造成行道樹大量死亡。

4. 長期觀測樹種表現：

在研究機構的試驗地長期觀測主要樹種在歷經兩次斷根與土球移植後，20-30年後的耐旱表現，以期瞭解在氣候變遷下，哪些樹種能夠在未來的乾旱狀況下存活，進而協助選擇未來可用的樹種，因此不會在短期試驗結束後即剷除苗木。

5. 與原生樹種的昆蟲相或蜘蛛的比較監測：

城市綠化和園林綠化研究所的計畫主持人表示當地部分團體曾質疑為何要引進外來種(從中南歐來的種)，並認為這些外來種沒有與當地物種一同演化，無法替代原生樹種的生態功能，因此他們也做了昆蟲相與蜘蛛種類的調查，發現這些試驗的樹種的物種組成與棲息在原生樹種的種類與數量都非常接近，因此未來如果原生樹種不適應環境變化了，這些替代的樹種能持續維持當地的昆

蟲相。

6. 維護管理措施：

因為太陽輻射會造成樹幹表面灼傷影響生長，因此有在樹幹南面包覆竹片或塗佈特殊的白漆，白漆可以降低約攝氏5度樹幹表面溫度，可以促使樹幹溫度低於致死的臨界溫度(攝氏40度)，因而減少樹木死亡為危險；另外，在樹體地際鋪設深色蛭石或覆蓋(mulch)會造成土壤表面溫度升高，因而影響根系及其生長，日照強烈區域，因減少使用暗色系覆蓋。

10月8日(週二)慕尼黑工業大學與 Prof.Soda 交流都市林計畫與近自然林經營

本日與慕尼黑工業大學森林系蘇達教授進行交流研討，上午為室內場次主題為其博士生所做的民眾對森林及其服務的認知的，下午則是到大學附近的森林進行實地說明。

蘇達教授團隊在烏茲堡的數個樹木測站進行蒸發散量以及溫度的監測，並在測站設立橘黃色筒形測站、解說牌以及各測站間樹木提供服務的電子測看版，讓路過的行人瞭解樹木對於都市溫度調節與提供遮陰的服務，以瞭解民眾對於樹木提供的服務的看法。他們的研究發現 208 份願意回答的人都是年長的人，年長者的受試者較年輕的受試者較能欣賞與認同提供這樣的服務，經濟收入低者較收入高者關注這樣的服務，有 62%的受訪者表示沒有注意到路旁橘色的桶子以及相關的解說以及資料。這樣的結果與他先前的研究成果都表明，多數民眾因為環境感知弱，根本無法注意到都市樹木與森林，更不要說都市與森林所提供的生態系統服務。對於某些森林的議題，會參與意見發表或交流的多半屬於關心特定議題的團體，而他們所代表人數其實不多。許多人表示他們關心森林，但當有相關的政策議題被拋出時，真正參與的人卻不多。他另舉例在慕尼黑機場為例，慕尼黑南邊的森林原定的選址之一，但因為從以前都是當地人狩獵使用，因當地人的反對下而保留了森林，但當使用衝突結束後，人們就不會注意森林的議題。慕尼黑的環狀線也因為有森林而被反對興建。因此他認為森林不會變成一個社會關注的議題，除非有衝突。他也舉出，慕尼黑的南邊與北邊都有，但如果有衝突而需要開發森林，較窮的區域多半會先被開發使用。他認為在慕尼黑，森林使用的議題，社會上實際關注與參與者很少，森林的管理多半會以實際經營者的需求來決定，而經營者的專業認知往往與一般民眾差異甚大，因此還是需要林業經營者來提供決策。

下午到森林觀察森林長期樣區設置以及「近自然林營造」。由於慕尼黑工業大學的森林系與邦聯的森林局以及研究機構有共同合作的關係，因此下午先由森林局的職員說明長期樣區設置。最早德國的森林為因應工業與燃料的需求，各地都有自己的一套經營方法，為瞭解各方法的差異以及當地人工林的生長情

形，而設立許多樣區以其進行長期的觀測，為了確保這些樣區有人維護且進行定期觀測，因此成立林業試驗的單位，目前觀測至今近200年的歷史。他們近10年發現樹木的長期生長不完全依照特定林齡後生長就趨緩的狀況，甚至有生長提高的狀態，因此他們猜測可能與氣候暖化有關，但究竟是氣候造成這樣的差異與否，長期觀測樹木的生長可以提供私有林主經營管理的依據。

在現場的一個人工林內，最上層樹木的主要樹種是花旗松，第二層則是山毛櫸，森林職員與蘇達教授解釋這是近自然林營造的方法，做法是先將花旗松純林以擇伐方式收穫，之後再將下方的空地密植每公頃1萬株的原生山毛櫸，等到山毛櫸生長至花旗松的一半高度後再持續伐除一些花旗松跟山毛櫸，對於一般民眾來說這樣的人工林跟天然的森林來說是沒有差別的，特別是這片森林就在都市內在大學旁，民眾不會特地去區分是都市林或是人工林，對他們來說這些都是森林，而且相對於純林，民眾的接受度更高，因此我們也可以看到有近來散步、健行以及慢跑的民眾；然而同一樣一片森林他們也進行近自然林營造，他們也發現就木材收穫而言，這樣的組合能使花旗松或是挪威雲杉在較乾旱的生長期不會枯死而且能有較好的生長(生長多了10%)，也能提供不只一種的木材來源，因此雖然私有林主長期以來認為純林的收穫量最好，但面對氣候暖化的情境，試驗機構以及森林局必須提供更好的樹種組合建議。也因此，他們採用不同樹種的組合在全邦聯各種氣候區進行永久樣區的設置，希望能瞭解這樣組合的生長情形。

另外，蘇達教授的團隊亦針對不同樹種組合、森林的密度、樹高、森林裡的聲音來瞭解這些森林結構對於民眾心理福祉的影響，初步的成果也顯示這樣的森林能舒緩民眾的心理緊張。

10月10日(週四)柏林市森林局雙邊交流都市林規劃、管理與滿足社會期望

本日先與局長 Mr. Lakenberg 拜會後，即與工作人員進行交流與簡報。

柏林的森林(按:對臺灣而言，柏林森林符合都市林的型態)，每年有3億遊憩人次，是全歐洲來森林拜訪最密集的地點。來森林遊憩的人次每年增加6萬人，而在地的人口也在增加，但森林面積卻因人為使用減少。他們計畫在2050讓這種狀況能得到平衡以保留森林的功能及範圍，而森林對民眾心理健康影響也是他們關心議題，2019年11月18-19日的在當地舉行的研討會希望能發展出森林心理健康的計畫，日本也會來參加，希望參考日本研發的森林浴的概念，找出更適合柏林的模式，因為民眾從森林中得到健康，但有25%市民完全沒有接觸森林，生活上還不像日本一樣緊密。

柏林的都市林比城市更早成立。柏林市以前是各個連結的小城組成，但不當時不叫作柏林。不同的小城負責不同的水域、交通與其他功能但彼此聯繫。

德國人對森林一直有正向的連結，在1875 普魯士的森林法，當時的人民認為森林砍伐是不當的，也支持法律限制砍伐。1906許多有利益團體舉辦柏林森林的研討會，討論如何維持現有的森林。當時參與會議的團體來自不同階層，包含柏林歷史、女性、教育研究、商業團體等參與此次研討會，其中的以政治、醫生、工程師、軍事等有地位名望的人組成的一個團體有打算買下森林，以排水系統、農業生產發展等城市需求以及遊憩名義而購買。1909年該團體就買下森林 Berliner Forsten（目前森林局對柏林都市林的名稱）。一位伯爵把這塊地買下，而目前森林局所在地就是他當時住的地方。當時就持續買地建造森林，直到二戰時期，因為戰爭關係，部分森林變成東德，其餘就在西德境內。現在的林地位置屬於以前的東德管理，主要用於木材生產；而西德的部分則是混合林，因為東西德統治的關係，森林有不同的面貌。雖然早期很努力買地造林，森林也有一定的發展，但因為戰爭，柏林森林被破壞得很嚴重。

柏林現有的森林有16500公頃，森林的8%面積在柏林市區內，柏林之外約有12500公頃是真正可以經營。在管理上，有28個 FSC 與當地 NGOs 的認證組織所經營有單位配合其上的四個森林局來管理。目前森林局有157位工作人員，其中有20個辦理職訓的人員、43位具林業專業學位、並有35位負責所有的行政事務。財務方面2018-2019年為19.7百萬歐元支出，其中12百萬元為人事支出、0.8百萬為設備（車輛）支出、5.2百萬行政費（經常門）。收入則為3.9百萬元為販售木材以及販賣為控制族群等的狩獵的獵物或或是核發執照給獵人等。此外，森林局裡有獵人，其工作是狩獵鹿科動物或其他動物，以控制族群數量或是達到管理上的目的。獵物可以對外販售，非森林局的獵人如要在森林管理的森林裡狩獵則需要繳交費用核發執照後才能打獵。木材銷售材積為10萬 m³，狩獵的收入約占前述收入的 10%。森林局自1990年起即試著減低人事開銷，主因是東西德合併後，東德沒什麼森林，所以需要刪減合併後重複的人事與預算。此外，尚有固定用途的特定經費（Projekte/Drittmittel）其他來源第三方資金，例如歐盟或中央政府，可用於規劃森林或將不再供人為使用的土地重新造林，讓土地回復森林覆蓋。

森林局主要的工作有以下幾點：

(1) 遊憩場域維管與營運：

除了遊客以外，柏林人常去森林裡散步、騎腳踏車、溜小孩、溜狗、運動；其中有 14 個小孩的遊戲區、森林小學、以及狗自由區（12 區）是有很大的工作量，而有 13 個區可以看到當地的野生動物。

有 7 個森林小學，由 7 個都接受過森林職訓的人員負責，以森林教育為主。其中一個可以搭火車到達並在森林小學內過夜，。各小學可以跟森林小學聯繫，安排活動。每年有 4 萬 5 千名中小學生在森林小學花半天時間，假日也開放給家庭與其他有興趣的人士。

森林分區內約有 436 ha 開放愛狗人士遛狗，狗進入此區不必主人繫牽繩。然而為顧慮其他攜帶小孩或家庭一起遊憩，在某些分區內狗完全不可以進入，

但在其他地方可以繫繩著進入，以避免狗與人(特別是小孩)的衝突。

另外他們也需定維護民宅與森林邊界樹木的維護。

(2) 森林內路樹管理：

森林所負責的森林內有總長 1840 公里森林道路網，其中 280 公里是步道、200 公里是騎馬的專用道路(避免破壞一般步道)，1400 公里的路要維持交通安全，避免遊客在遊憩過程中被危木傷害，因此森林地內長達 1400 公里的道路需要維護清理危木。

(3) 伐木收穫與狩獵：

主要是提供冬天生火取暖的薪材以及家具製作用途，運材方面則有 6 匹馬負責運輸木材。傳統上馬是提供勞役使用，也可遊客休閒載運使用，使用馬的目的是盡量減少道路的開設。狩獵則是一般例行工作以及執照核發與獵物販售。

(4) 森林相關職業訓練：

Ausbildung 柏林唯一在做職訓的單位，以提供完善的森林管理的所需的人才。森林相關職訓分為 2 個層級，第一個是高中畢業後再接受 3 年的職業學校取得「森林管理員」(Forstwirten)，進階還有 master 等級需要有 5 年實務工作經驗後再來森林局接受 1 年進階職訓後取得。受訓期間有每月 600-1000 歐元的國家補貼，等到結業後就可以拿到。一般人的正式薪水。

(5) 城市狩獵(Stadtjagd)與人-動物衝突管理：

狩獵相關法律是聯邦政府制定，每塊林地都被法規明定可否打獵，在正常的獵區內狩獵需要有執照，而且獵人必須接受過相關訓練，並且有規定哪些動物可以狩獵而哪些種動物不准狩獵。但 45%綠地如公園、水域、森林與人口密集的区域接壤，常有野生動物(例如野豬，以及較為難處理的狐狸、貂

(mada)、鹿、熊(mushbear)等動物)跑進市區，例如曾有野豬媽媽在房屋前睡著了而小豬正在吸奶，但引起居民恐慌；或是狐狸跑進幼兒園。曾有狐狸經常在城市出現，雖然是禁止餵食，但人們都會餵食狐狸，但狐狸後來生病得很重，狐狸已經病得不能動了，但還沒死，動保團體認為除了安樂死外別無他途，森林局只好安樂死，一般民眾卻不希望殺動物。造成民眾很大的反彈，但若是狼，森林局會以中立的態度採其他方式以減少人和動物間的衝突，但類似狐狸的議題常引起民眾相當激烈的討論，需要相當多的溝通。由於法律限制都市內不能狩獵(只有森林局被授權可以打獵)，因此如果需要狩獵或其他不殺害動物的處理方式(例如收容中心)，常需要森林局介入處理。

(6) 執行柏林相關森林法令(Landeswaldgesetz Berlin)：

300 年前就有人在思考如何永續利用森林，不管多少，都能永久使用森林。所謂永久使用，通常指的是木材利用，也包括保護、減噪、休閒、動物保護，但各邦有各自的法規，1976 年各邦的森林法統一發布為聯邦森林法，但各邦仍可擁有自治森林法。柏林本身有聯邦森林法及州政府法，還有一維持原始狀態的法條。全德森林所有權為 1/3 私有、1/3 國家、1/3 各利益組織所有。柏

林 99%都是州政府的地，剩餘非常少的土地則是基金會或教會的。由於聯邦法僅做原則規定，柏林是州政府有自己的法與詳細規範，私有林也必須按州政府法律執行。因此，森林局需要執行法定工作，而林地開發都要經過森林局的同意。

(7) 造林以及生態系統服務維持：

柏林森林局管轄 60%都是 Kiefer 針葉林（松類），森林所提供的服務，除前述遊憩外，森林內還有保護區作為野生動物棲息地以及涵養柏林所需飲用水的 80%。目前州政府仍持續跟私人購買森林，並在氣候變遷調適上，每年種植 100 ha 的混合林。所需的經費每年來自柏林州政府花 120 萬歐元，利用松類讓林地快速恢復覆蓋，另外如果將林地改為建築用地，必須要有一塊等面積的地將森林種回來，而這樣的變更需要經過森林局同意才能執行，可以想見因為土地使用改變而造成的衝突是存在的。

另外，有些土地例如德國鐵路荒廢的調度站或維修廠，經確認不再供人為使用後，會將土地交給森林局，由森林局將水泥移除後重新造林，將建地恢復成森林，維護森林覆蓋。

(8) 民眾調查溝通與諮詢：

定期由工作人員對森林遊客或在地居民進行訪談，森林在對柏林的影響層面很多，常需要跟民眾面對面溝通，而溝通者須是森林背景的專業人士，才能面對媒體、公關、大眾與網路社群時正確回應森林以及相關政策的執行並回應問題。使用森林很重要 99.9%，97.4%認為森林不能再減小了，主因就是生態服務。此外，森林局也提供林業或森林相關諮詢服務主要由森林背景之職員以及 2 個工作人員負責，並有森林資訊中心、展覽、活動、導覽以提供服務，另外也有 28 個小單位接受諮詢&買木頭；並且針對媒體與報紙每周也有定期的接觸；若議員或其他提案由他們去接受質詢。

10月11日(週五)古靈林區林地現勘

本日前往林區現場勘查主要勘查松樹造林地，以往這些地點都以松樹純林，每區30公頃，自2009年起，他們刻意減少純林內的刈草，讓原生地其他針葉樹以及闊葉樹天然下種長起來，並配合疏伐形成兩個垂直層次的人工林，然而部分原先較適合其他針葉樹或天然生橡木的地方則因接近天然林，所以就沒有以近自然林的方式建造人工林，然而工作人員也表示此過程中有北美的櫻屬入侵種逐漸進入造林地內，因為該入侵種帶有苦味，鹿科動物不喜歡吃，因此都只吃原生的樹種，不僅壓抑原生樹種林相，也讓入侵種的數量也增加起來，因此入侵種只能靠先伐除再將根挖起等人為方式控制，需要花費相當多的經費；另外近自然林的經營讓林相從純林變為混合林，對鹿而言，相對的食物就變多，因此族群數量也變多，造成春夏時鹿往森林外的區域(如農地)攝食、造成交通意外而加入與動物的衝突，以往藉由狩獵控制族群的措施也因為棲息環境也變為複雜形成遮蔽，造成

獵人即使在高塔上也不容易看到鹿的蹤影，因此增加族群控制的困難。

10月12日(週六)柏林植物園

本日為德國休息日，為了解德國民眾在假日的植物園使用情形，本日前往柏林植物園觀摩其植物園。柏林植物園為柏林自由大學的設施，但開放民眾購票進入，其面積達43公頃，在動線設計上入口處即以各種芒草讓民眾了解禾本科草種之美，也更襯托出秋末氣息，接著以德國原生樹木、各式花卉以及觸摸植物區、食用植物區延伸至溫室，再由溫室延伸出藥用植物區以及樹木分類區。其中溫室是大學的設施，因此收錄非常多特有的蘭科、鳳梨科、茶科、杜鵑花科以及秋海棠等植物以及各氣候帶與生態系的植物。因佔地廣大，植物園將植物從季節性的主題到日常生活相關、科學性專業知識都包含，也因此除了遠道而來特地參訪這些收藏的植種的遊客外，也吸引當地親子與家庭等在地的遊客，就植物園規劃以及展區樹木安排值得國內大型園區參考，以提供更多市民增加科普知識以及休閒機會。

肆、心得與建議

本次參訪心得與建議約可以歸納為以下幾點：

1. 都市林在氣候調適的監測與選種：

誠如 LWG 研究機構的人員所言，健康的樹木才有辦法持續提供好的生態系統服務，因此在面對乾旱高溫的等氣候變遷，德國優先考量找出能適應環境的樹種，藉由樹種篩選的實驗，了解各樹種的適應情形，同時也放大視野納入鄰近氣候區的樹種作為日後的樹種清單，並結合不同昆蟲項的調查，了解這些樹種對人以外的其他物種的功能是否與原生的相似。

我國也有針對不同氣候需求考量較耐旱或抗風折的樹種選拔試驗，或許可以考慮與不同領域專業結合選出適合未來情境的樹種。

2. 林木長期樣區的設置與定期觀測

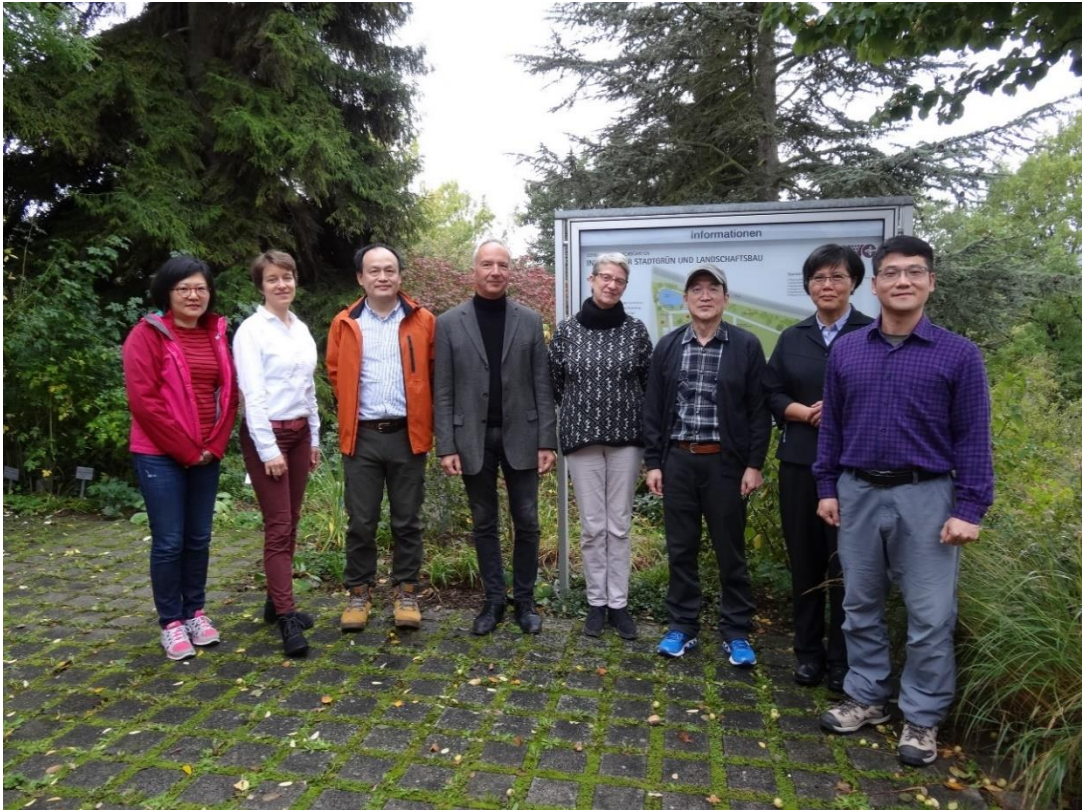
無論是研究機構、大學或是森林管理單位，其實都花了許多心思在了解樹木長期表現，雖然短期而言，永久樣區調查是很無趣且耗工的工作，但誠如所有長期資料的蒐集一樣，這些紀錄給我們樹木在長期氣候下的表現資料，也因此我們能看到前輩研究者無法看到的現象進而叩問新的問題，而我們也能提供未來的研究者針對未來的情境一些改進或解決所需要的基礎知識與資料。

3. 了解民眾對森林與氣候議題的關心程度

參訪過程中，我們從德南、德中到德東地區向大學、試驗單位與森林局都詢問過公民參與的機制如何形成、如何納入決策，但因公民意見參與是法律規定的必須過程，因此無法獲得更深的說明，但在德國這種已將公民參與列為基本步驟的國家，其實更關心的是究竟民眾是否真的在乎森林相關議題，有多少一般民眾想要了解相關政策，雖然在慕尼黑工業大學得到的初步結論是除非有

衝突，否則森林議題並非多數人關心議題，而專業的考量需要堅持，但他們仍持續想要了解，這樣的做法也值得我們參考。

伍、圖片說明



108 年 10 月 7 日參訪城市綠化和園林綠化研究所



本所與城市綠化和園林綠化研究所分別簡報都市林氣候調適相關計畫



城市綠化和園林綠化研究所的樹種選拔試驗地(Urban Green 2021 Project)



城市綠化和園林綠化研究所苗圃作業說明



本所與慕尼黑工業大學森林系蘇達教授簡報交流都市林計畫



本所與慕尼黑工業大學森林系蘇達教授林地觀摩



慕尼黑林業試驗單位人員說明近自然林營造與永久樣區設置



柏林森林局局長 Mr. Lakenberg 介紹柏林森林局



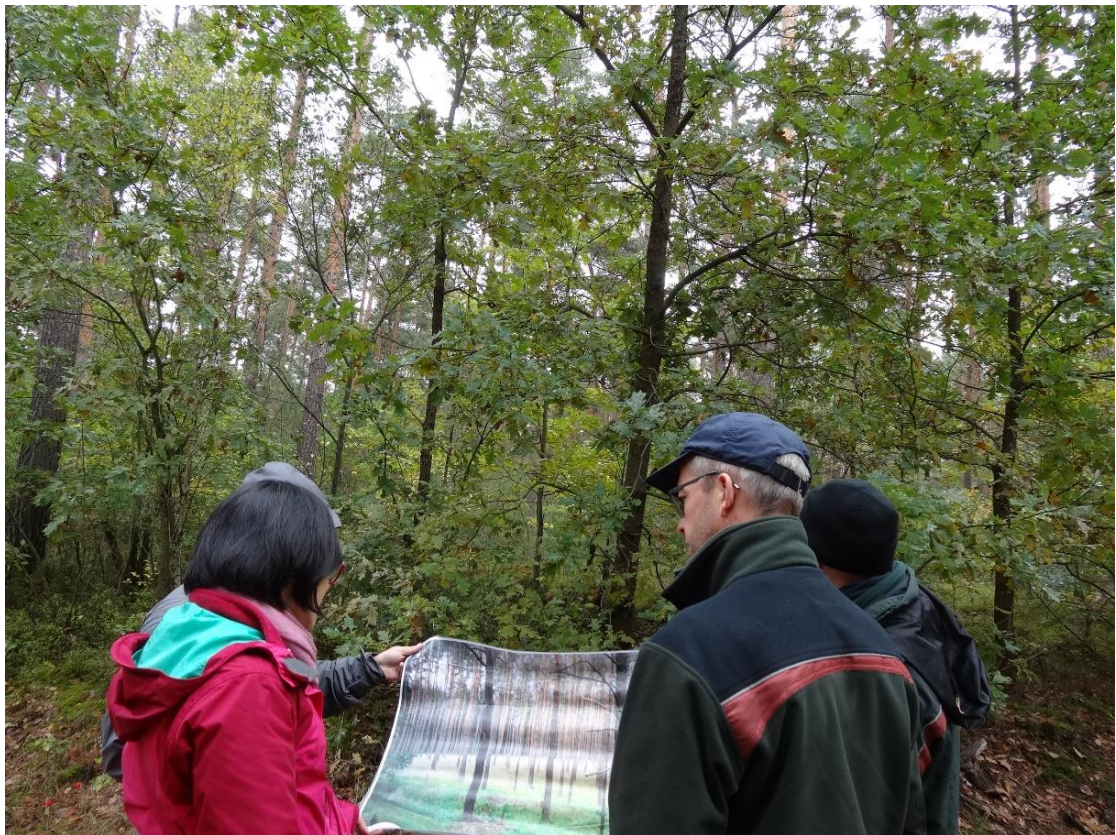
本所與柏林森林局簡報都市林相關計畫



柏林森林局人員說明都市林遊憩及環境維護情形



柏林森林局松樹純林建造近自然林現場



2009 年松樹純林改造後現今之林相對比



松樹純林內松樹與其他闊葉樹天然下種及經營說明

陸、附件

中文姓名	服務單位/職稱	學歷	專業領域
張彬 Bin Chang	林業試驗所 所長	國立臺灣大學 碩士	地理資訊系統、航空測量及遙感探測、資源調查、區域規劃、資訊科學、農業溫室氣體排放及吸存
王培蓉 Pei-Jung Wang	林業試驗所 森林經營組 副研究員兼組長	國立臺灣大學 博士	林業政策之研究、森林與政經社文等人文面向互動關係之研究、森林社會效益及資源調查、研究法及多變量統計分析
董景生 Gene-Sheng Tung	林業試驗所 植物園組 研究員兼組長	國立臺灣大學 博士	造癭生物學、森林與植食性昆蟲學、民族植物學、植物園經營管理。
潘孝隆 Hsiao-Lung Pan	林業試驗所 森林經營組 助理研究員	國立臺灣大學 博士生	地理資訊系統、遙感探測、生態資料分析、森林火管理