

出國報告（出國類別：考察）

德國氣候智慧型林業與私有林運作實務

出國報告

服務機關：行政院農業委員會林業試驗所

姓名職稱：王培蓉研究員兼組長、徐中芄助理研究員

派赴國家/地區：德國

出國期間：112年7月1日至112年7月8日

報告日期：112年8月18日

摘要

為強化氣候變遷下森林經營管理策略、私有林活化，以及政策激勵工具與成效，本次考察行程包括巴登符騰州佛萊堡森林研究所與國家森林局、慕尼黑工業大學及巴伐利亞州下級林業局林務官，就歐盟2050森林戰略、氣候變遷造林實驗、森林擴張與私有林激勵策略交換意見。

德國在因應氣候變遷方面以近自然林經營為主要範型，針對氣候調適策略，在樹種、科學證據、溝通平台與工具包都採取具體行動與時程表。雖然台德在自然條件與法政社會背景差異甚大，但對德國在重視科學、完善且徹底遵行的法律制度與對森林所有者的關懷與協助，都提供縝密思考與設計，相當值得吾人參酌並納入國家林業永續發展的規劃藍圖。

關鍵詞：氣候智慧型林業、近自然林、私有林主協會

目次

一、目的.....	3
二、過程.....	3
(一) 拜訪巴登符騰州森林研究所.....	5
(二) 訪問巴登符騰州林業局.....	7
(三) 與慕尼黑工業大學森林與環境政策 Suda 教授共同討論	9
(四) 參訪私有林協會與地方政府林務官	11
三、心得及建議.....	13
(一)重要心得.....	13
(二)建議事項.....	14
四、附錄.....	15
(一)台德航遙測技術應用於森林資源調查雙邊視訊座談會	15
(二)參訪前置作業--與慕尼黑工業大學 Suda 教授進行視訊交流	16
(三)參訪實錄.....	18

本文

一、目的

為提升本所森林生態系統服務的多元功能及強化我國因應氣候變遷下森林經營管理之策略，赴德國參訪，考察該國在研究部門與實務層面如何在理論、法律、政策與執行面向，建構出韌性森林，並維繫未來社會產業的需求，以做為未來臺灣於森林經營管理長期監測及提升決策效率之參考。

近代科學林業觀念奠基於德國，自18世紀以來各項理論與技術俱為各國師法之圭臬，我國早期留德森林人才濟濟，對林業高等教育貢獻甚鉅。近20-30年間，德國面臨嚴重旱象、颶風與甲蟲肆虐，對造林觀念變化、森林結構、森林監測以及林產業都產生激烈變化。針對氣候智慧型林業在育林試驗、科技導入、政策與行政組織的大幅調整，即是德國森林部門對未來變化的準備與因應對策。

近年來，本所於淨零排放、因應氣候變遷下森林經營管理之策略以及提升森林生態系統服務的多元功能等研究面向，謀思如何擴大森林覆蓋面積、強化森林碳吸存/碳保存/碳替代功能、促進低碳足跡林產材開發，以及就私有林森林生態功能服務提供經濟誘因等策略，多以美國為參照對象，然而英美法體系與歐陸法體系對國家角色、私有林定位與市場機制均有差異，以致難以從美式理論與經驗做為本土發展依據。近年來，德國在近自然林推展、森林法修訂、智慧林業監測與應用等工作推動，飛快發展，值得深入了解並建立長期溝通對話管道。

本次考察由本所森林經營組王培蓉組長與徐中芄助理研究員前往德國佛萊堡與慕尼黑，與巴登符騰州森林研究機構、佛萊堡林業局、巴伐利亞州地方森林所有者協會以及慕尼黑工業大學等單位交流，主題氣候變遷下的森林經營管理與科技應用，並從造林試驗、森林生態系服務以及私有林組織與輔導補貼策略等議題，交換意見，並實際至林地考察，汲取森林現場操作經驗，以供本國未來林業發展與研究之參考。

二、過程

本次出國參訪原設定智慧林業、近自然林經營與私有林補貼三大主題，並於本年(112年)初計畫核定後即著手安排行程。唯當時德國罷工事件頻仍，鐵路航空多有中斷，復以新冠疫情方歇，詢問信件多被禮貌回絕。在智慧林業主題的聯繫部分，經多次函詢德國太空總署(Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. , DLR ; German Aerospace Center | Earth Observation Center | German Remote Sensing

Data Center)，對方提議以視訊交流展開對談，介紹國家森林監測系統「ForstEO 專案」的進展。雙方商定於112年5月25日(星期四)下午召開「台德航遙測技術應用於森林資源調查雙邊視訊座談會」，相關討論摘要可參加附錄(一)。針對歐盟2050森林戰略與德國施行近自然林經營的差異，則邀訪到慕尼黑工業大學 Michael Suda 教授，亦於出訪前以視訊會議向我方說明歐盟2050森林戰略的執行問題、樹種選擇的困難，以及不同團體在環境議題的角力。此部分討論可參見附錄(二)。Suda 教授於視訊後允諾可為我們赴德行程安排參訪森林現場。

隨著德國罷工情勢緩解，4月底至5月初，已發出的詢問信函陸續得到回應，遂能就適合主題來安排行程。此行包括：德國巴登符騰州佛萊堡森林研究所與國家森林局就歐盟2050森林戰略、氣候變遷造林實驗、森林擴張與私有林激勵策略交換意見；再赴慕尼黑工業大學就森林與環境政策觀點解讀當前德國森林施政的作為與績效；最後與巴伐利亞州與林務官與私有林所有者協會共同座談，了解私有林運作實務。行程概述於表1，參訪實錄可參見附錄(三)。

表1、訪德行程與工作概要

日期	行程摘要	內容概述
7月1日(六)	桃園—香港--德國法蘭克福	出發
7月2日(日)	法蘭克福--佛萊堡	抵達
7月3日(一)	巴登符騰州森林研究所 (Forstliche Versuchs und Forschungsanstalt Baden- Württemberg, FVA)	由該所今年3月新提出的氣候變遷造林實驗室(WaldlabOR)計畫討論氣候適應性樹種名錄、實驗設計與人工林未來策略。
7月4日(二)	巴登符騰州林業局 (Landes Forst Verwaltung BW, LFV)	拜訪巴登符騰州林業行政部門，針對當地森林權屬歷史背景、現況與問題、木材工業發展，以及私有林管理與激勵措施進行討論。
7月5日(三)	前往巴伐利亞州(ICE, 德國 州際高速鐵路) 佛萊堡—慕尼黑--Freising	路程
7月6日(四)	慕尼黑工業大學 Fresing--Landshut(Bay)— Mühldorf --Altötting	了解公有、私有與社區共有林的態度與意向，以及近自然林的經營實務。
7月7日(五)	Töging 地方林務官與森林所有者協會	與公私部門討論私有林主組織、諮商、輔導與補貼等措施，實際施行狀況
7月8日(六)	Altötting--慕尼黑—仁川	返程
7月9日(日)	慕尼黑—韓國仁川---桃園	抵達國門(此日不計入行程)

(一) 拜訪巴登符騰州森林研究所

巴登符騰州森林研究所(Forstliche Versuchs und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, FVA)為隸屬於林業局的研究型機構，目標在監測森林生態與社經環境的長期變化，同時也做為大數據倉儲/紀錄的專門機構，在大學、林業公司、企業和森林管理部門間扮演溝通協調的媒合功能。由於氣候變遷使森林負荷過大，對森林造成的影響已遠超過森林自我調適的能力。近年來，乾旱對森林造成了大規模的破壞，需要更快速有效推動森林對氣候變化的適應力，州政府與國家著手訂定《全州森林發展類型指南》，發展新的造林計畫，並為林業實務提供操作指南(toolbox)。

FVA 於今年2月提出 WALDLABOR 專案(氣候變遷的造林實驗室)，即在萊茵河上游設計一套能抗旱抗熱的森林生態系統。上萊茵河地區是德國受高溫影響最嚴重的地區之一，未來預期將出現更高溫與頻繁出現的熱浪，而導致森林死亡、荒漠化與原本森林生態系統的潰散。FVA 的研究團隊 Julia Schmitt 博士、Anja Bindewald 博士以及弗來堡大學 Ulrich Kohnle 教授帶我們到 WaldlabOR 專案位於萊茵河上游河谷的現地試驗區，約海拔200 m，地下水位深度6-7 m的淺表土層石礫地，年雨量380 mm，當地在2003、2005、2018與2019年均達「極度乾旱」級指數，Kohnle 教授指出當地歐洲赤松與闊葉樹都有大量死亡的現象，從1990-2023年的連續監測數據，赤松的死亡率於2018年達到最高有15%，橡樹則在2008年死亡率有10%。經連續多年的大量死亡，也未有天然更新的小苗發生，許多地方已朝向疏林草原化(savanna)，無法自然回復為森林，而這種現象還不斷地擴大。

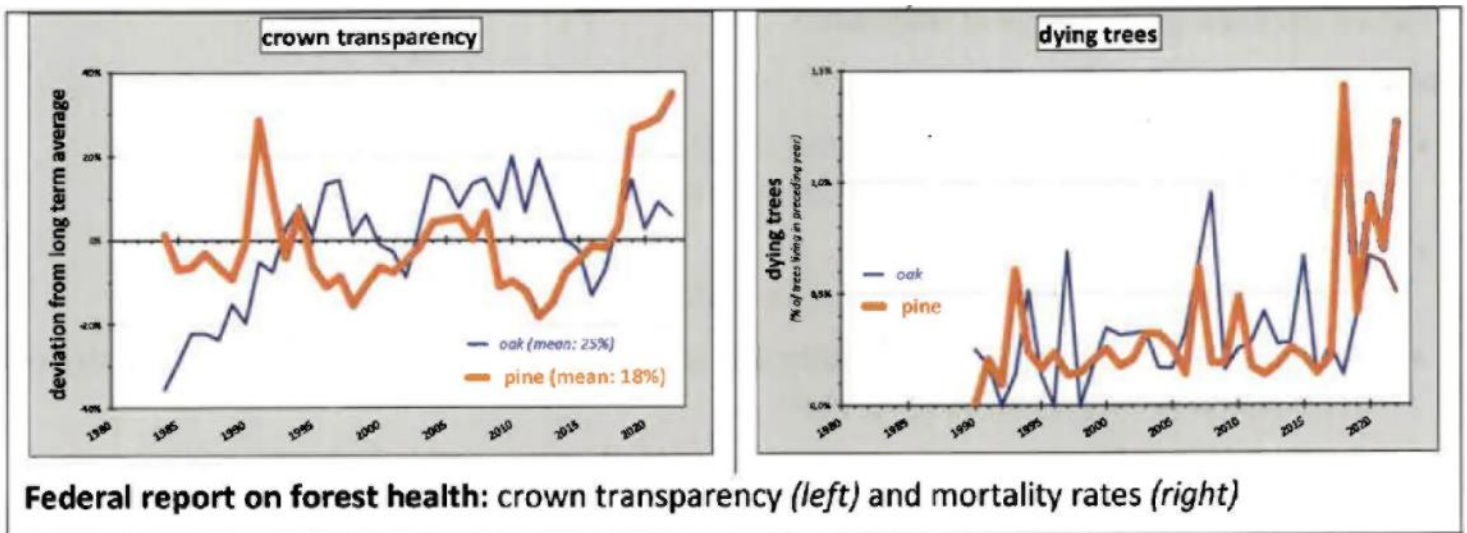


圖1、上萊茵河地區樹木死亡狀況

WALDLABOR 專案是以疏伐可提高樹木的健康與存活力的研究成果，進行4種樹種楓(*Acer platanoides*)、櫟(*Quercus pubescens*)、椴(*Tilia cordata*)並以橡樹(*Quercus petraea*)做為對照組，每公頃栽植100株，並在計畫初期2-3年內採滴灌/不澆水方式觀察成果，以恢復極度乾旱區的植群。由於經費有限，因此試驗範圍與試驗樹種都已儘量縮減。樹種不是這個試驗的主要目的，試驗核心是為了在高度不確定性的氣候變化下，從水均衡模式與林分生長模式尋找新的育林技術。

Anja Bindewald 博士指出，WaldlabOR 專案不只從科學角度解決自然保護和永續經營的問題，更從法律、生態、社會、跨域整合起來。德國森林在面對的也是歐洲共有的問題，為滿足2045年氣候中和目標、國家科教部發展策略(FONA Strategy)、氣候保護林業和木材工業區域創新團體(REGULUS)的支助方案而發展的計畫，參與計畫的組織包括 FVA、大學、地方政府、企業與權益關係人每年2次聚會討論計畫成果與社會期待的落差。預期計畫於2023年2月展開至2026年1月為資料收集與研究發展階段，2026年1月至2028年1月為實務應用與風險控制階段，並在此一過程中持續透過各方的檢視與回饋來修正計畫執行。

WaldlabOR 專案是由政府啟動，整合學界與森林所有者從綜合風險管理的角度，發展適應氣候的森林經營策略。從風險管理的面向思考：過去的傳統知識不再有效，必須展開與不同風險族群的對話，界定風險因子、制定協調策略並採取公眾投入的方式來降低風險。這是一個世界實驗室，研究人員和實務工作者在研究主題和執行過程都有發言權，共同致力於解決社會挑戰。

(二) 訪問巴登符騰州林業局

巴登-符騰堡州森林面積達140萬 ha，覆蓋率為38%。2020年聯邦森林管理權屬調整，分為最高林業局(Oberste Forstbehörde)、高級林業局(Höhere Forstbehörde)、下級林業局(Untere Forstbehörden)以及跨部門單位如弗萊堡森林研究所(FVA)、培育中心與 GIS 部門。本次訪問的對象即是巴登-符騰堡州高級林業局(Landes Forst Verwaltung BW)總監 Jörg Wetzel 先生。討論主題包括：當地森林擁有權結構、聯邦政府和巴登-符騰堡州的法律基礎、巴登-符騰堡州森林組織結構、林業概念和為森林所有者補貼項目等議題。

巴登-符騰堡州(以下簡稱 BW)擁有知名的黑森林，森林維持自然的比例達81%，該州森林蓄積377 m³/ha，全德排名第二；蓄積增長量12.3 m³ /yr/ha，為全德第一；木材可利用量為11.6 Vfm/ha/yr (Vorratsfestmeter, standing timber volume per hectare；即每公頃立木材積)。足見當地優越的自然條件與良好的森林經營成效。自1850年以來造林樹種從針葉樹為主，到2002年有明顯地轉折改為橡樹與山毛櫸為主。

從德國的森林發展過程，早期人們僅將森林做為燃料、建材、製作生活器物、採集與牧場使用，18、19世紀大量的森林開發，導致毀林的後果，以致當時許多公國(BW的前身)即在首次森林法中定立永續原則，也促成森林行政組織的成

立。永續原則是 by Carl von Carlowitz (1645-1714) 在《經濟林(Sylvicultura oeconomica)》(1713)書中提出：“The biggest art will be the development of our country: to conserve and grow the woods, that continuous and sustainable harvesting will be possible. This is essential and necessary for our future”，即最早永續思想的開端。至今德國聯邦與各州的森林立法都遵循著永續發展的理念，以規範森林所有者、使用者與森林行政部門。《聯邦森林法》制訂上位框架，《州森林法》進行精確的規定，其他尚有聯邦與州的自然保護法、狩獵法、森林種子與苗木法等等。

在德國，森林所有人與他們的森林通常有長久的歷史淵源，林地買賣很少，產權很穩定，主要也因為對森林變更的法律相當嚴格，政府也確實監督，因而無法投機炒作。公有林部分為州與下級政府所有，僅在大型基礎建設規劃(如能源、交通)中有可能改成非林地；私有林已繼承幾代，對土地忠誠度很高。德國森林法嚴格禁止轉換，但對私有林所有者的社會義務中規定，必須允許遊客隨意進入他們的財產。森林權屬分為社區共有38%、私有林37%、州有林24%，其餘為聯邦政府低於1%。私有林分為不同的規模，可見圖1。

針對眾多分散的小規模私有林，林業主管機關會提議組成自願合作團體，以解決所有權結構分散的問題。州政府提供免費諮詢幫助小林主在特別資助計畫內組織起來。目前 BW 有26萬名私有林主，約160個林主協會，除了私有林，公有林也可以是協會成員。

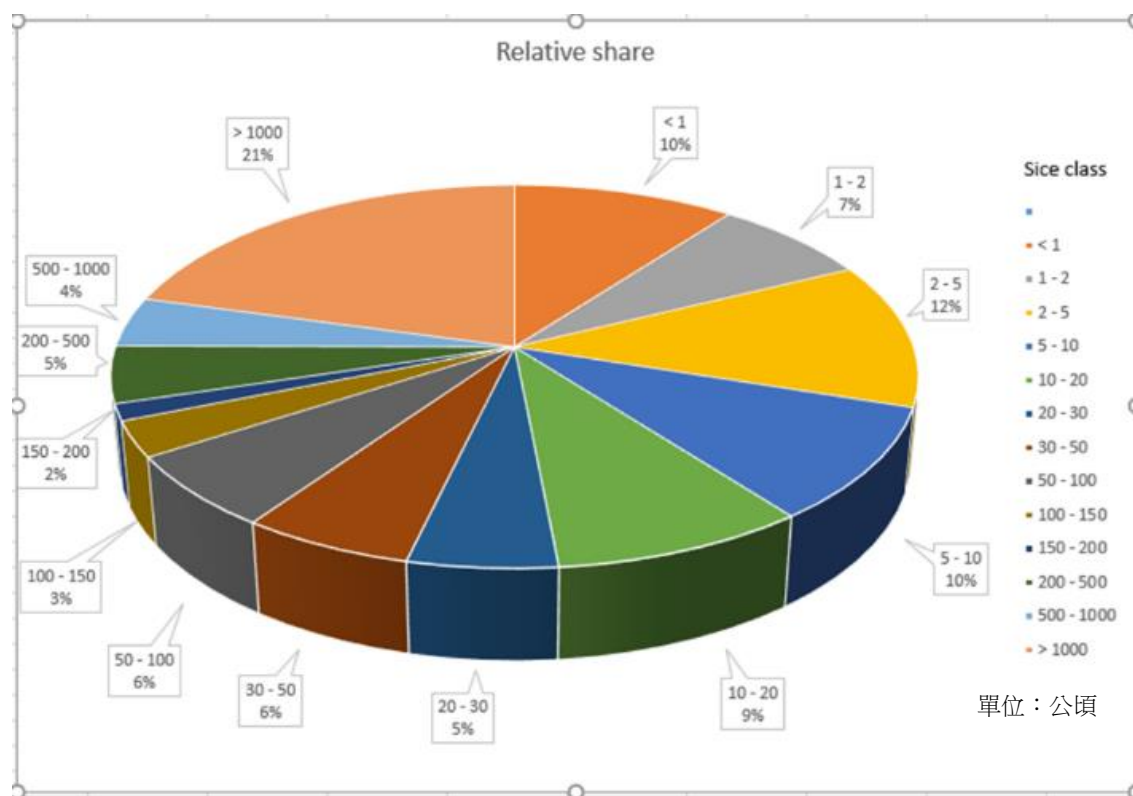


圖2、巴登符騰堡私有林規模分布

對於私有林的輔導，可分為：(1)免費諮詢，由下級林業局專業林務官執行；(2)培訓課程：設有兩所林業培訓中心為私有林主提供教育訓練，此為部分收費課程；(3)資金提供：來自聯邦政府與州政府的混合基金，2022年資助金額達€ 4500萬歐元¹，共資助8000份集體申請書。最新一版的私有林補貼（2022/02/01公布），共48個項目，例如新植分為針葉樹/闊葉樹/野生按株數提供€ 0.5-1.4歐元/株的費率；已然成林的森林分針/闊/混/自然更新的維護提供€ 530-670歐元/ha；保護林、伐採、林道、休閒遊憩(如林地修建自行車道)以及與組織有關的林地契約、會員人數、協會運作等等均有詳細的計算基準與費率。

總體而言，BW 森林管理完善，私有林主對近自然林的接受度很高，木材自給率亦能維持1000萬 m³/yr 的產量。私有林主具備生態觀念，但沒有碳權買賣的意願。

(三) 與慕尼黑工業大學森林與環境政策 Suda 教授共同討論

位於 Freising 的慕尼黑工業大學(Technical University of Munich, TUM)，成立於1868年為全球頂尖研究型大學，在世界大學排名歐洲第10，全球第38名。

¹ 2023年7月歐元匯率約為新台幣34.6元。

其森林系亦是德國4所提供高等林業教育的學府之一。²本次行程拜訪其管理學院森林與環境政策系主任 Michael Suda 教授，研究領域包括環境中意見形成過程、有效溝通、權益關係者的社會學。這次與 Suda 教授討論了近自然林經營的實務運作，以及私有林的態度。

Suda 教授帶我們到三個不同的林地展示了公私有林經營、大學試驗林與遊憩林地的差異。德國有200萬名私有林主，面積大多小於1ha，也有很大比例的社區共有林。但16州各有不同的組織與管理方式，因此成效也大為不同。像是近自然林經營在巴登符騰州實施的比例就高於巴伐利亞州。在巴伐利亞州，私有林主有很高的自主意識，通常缺乏合作的意願。私有林主對政治有影響力，政府現有的補貼方案可以依實際狀況製訂個別化契約，也可以跟政府討論他們想要的作法。

德國皆伐面積在1 ha 以內，3年內必須能夠自然復育或人工栽植完成。但林主只能從政府苗圃拿到冷杉、松和山毛櫸，冷杉通常栽植失敗、山毛櫸無法在全光量生長，松類不適合這裡，所以林主會聯合起來改變現有的政策。此外，砍伐營造開闊地，以及保留母樹維持林地自然更新，哪一種為近自然林經營的作法，也頗受各界質疑。

在公私有林經營的比較，顯然公有林的森林層次與林分密度都較私有林管理更為良好。之後，我們參訪一處屬於修道院的森林領地，150年前 Heinrich Mayr 教授引入日本與北美的外來樹種，在本地試種。此地由過去以針葉樹為主的林相轉變為以橡樹為主的近自然林，僧侶會在森林中默思冥想，教會也會將森林租給獵戶。因此，此地土壤肥沃、生產力旺盛，但林木價值不高。

接著我們造訪一處大學實驗林，採取單株擇伐，建造複層林，因為單木選取的方式變化很大而使經營策略更為靈活。大學的試驗地是為了做為私有林經營的示範。

最後來到一處近自然林與遊憩活動結合的類型，這裡包含多層次的林相、人工林與溼地等次系統，並仿照日式庭園設計。參訪當日正巧舉辦森林系學生考試，辦理方式通常由3-5個學生為一組，與2、3個教授討論出選擇主題，在森林裡研討後，就地測驗。這個型態的測驗始自2003年。這裡也同時有自美日引進的速生樹種，山毛櫸的多層次復育，一些園藝種的入侵與管理。關於大量園藝植栽繁殖的問題，如果植物密度過高會影響上層林木的小苗萌發，但以人力除草卻無法根除，隔年又會復發，所以現場採取的方法是等待上木鬱閉，下層缺乏陽光自然就

² 其他三所為弗來堡大學、哥廷根大學與德累斯頓大學。

會消失。

在人工林的生產與樹種組成經過15年林業轉型，雲杉、松類逐漸減少，而山毛櫸與橡樹等落葉闊葉林比例增加。現在政府試圖改變森林結構，但會受到自然保護組織、狩獵團體與林主的反對，而森林系的學生對於環境價值的態度，仍把伐木、野生動物視為「有價值之物」，Suda 教授不失幽默的自嘲：「close to nothing.」。

(四) 參訪私有林協會與地方政府林務官

針對私有林諮商輔導的實務運作，我們來到巴伐利亞農林食品部轄下32個辦公室的其中一處，這棟稱之為「綠色中心」的建築即包括當地農林食品辦公室、農業學校以及林主協會。AELF 由農業和林業局下級林業局局長 Martin Kennel 博士與 Christine Zahnbrecher 女士出席，林主協會(Waldbesitzervereinigung Altötting-Burghausen e.V., WBV)則由執行長 Thomas Krompass 與林務員 Martin Stummer 先生等4人共同接待。前者為政府部門，後者為私部門即森林所有者的自助組織，不論公私部門，專責處理森林事務都稱之為林務官(forester)。這裡的下級林業局同時將辦公室租借給林主協會，因此共用辦公空間外，對工作上的溝通也有很大的助益。

在巴伐利亞州有140個林主協會，會選擇其一做為聯合會代表，從林主的利益與政府商討、簽署協議。一般林主協會的服務包括：木材產銷、林業機械備置與操作、伐木前置作業、苗木聯合採購、森林管理契約、免費提供 PEFC 認證、森林價值與損害補償文件、諮商與建議，以及會員通訊與會籍管理等。

此區有90%以上為小規模林戶，約70%面積小於5公頃，私有林主並不強制加入協會，但因為加入協會能得到栽植、木材販售以及各種經營建議，參加的比例很高。過去林業合作社未設專職人員，20-30年前政府啟動森林專業諮商服務的計畫，才開始有公部門之外的林主協會的設置。林主協會工作人員並不是私有林林主，也並不偏向政府或林主的利益來行事，而是依據法律與專業提出建議。現在 WBV 約有2000名會員，年費€ 25 (約台幣850元)，比較特別的是，林主協會可以接受無林地的會員加入為贊助會員，年費€ 10 (約台幣350元)，唯現在這類會員人數僅有5人。WBV 有3位專職人員，協會年度預算政府出3年€ 200,000，約佔30%；其他有會員販售木材的提成、代管會員林地的收入等。協會有小型機具，伐木或整地等動用大型林業機具則委由外包商執行。

因為森林經營的長期特性，每年有新植、撫育、砍伐等工作要進行的會員人數大約僅400-500人，隔年又會輪到另一些人有不同的需求。由於私有林地的買賣租賃都很少見，所有權幾乎沒有轉移，因此林主協會的成員也相當穩定。

我們特別問及森林碳權認證，不論是官方或私有林協會都表示林主對此不感興趣，因為大多數林主只有小面積林地，而申請碳權的過程與文件非常繁瑣；另一方面，大部分林主仍視木材生產為重要的森林功能，不會為了少許碳權而損失更大的利益。

在充分交流後，即出發觀摩私有林經營現場，當地私有林權屬相當零碎，有時林主也不盡了解自己的土地範圍，反而是林主協會專職人員更能掌握界線與森林現況。雲杉的甲蟲危害與鹿啃食冷杉、橡樹頂芽的問題非常嚴重，因此也鼓勵樹種更換以及開放狩獵。雖然林務官常給予建議，例如建造混交林、選擇抓地力強的樹種，使其自然生長，降低成本；但林主都有自己的想法，一部分林主希望密植來增加收穫量，一些則會選擇自己喜歡的外來樹種做試驗如日本糖松、歐洲落葉松等。

政府沒有限制皆伐面積必須在 1 ha 以內，但不能大面積皆伐。小面積的伐採是為了天然更新的需要，同時避免土壤裸露、冬季凍傷以及土石流等為害發生。若為特殊區位(例如太陡峭)必須與林務官討論適合的伐採計畫。林主只要符合聯邦與州政府的法律框架就可以直接施作，不必再提申請文件。私有林的任何處分，林務官也未必知情。但私有林主可以隨時諮詢公私部門的林務官。雖然行政部門的林務官即具有司法警察權，對違法事證可以採取強制手段，但當地的林務官表示：雖然他們有警察權，但他們同時也是專業諮商人員，所以通常會以提供建議為主。經我們一再確認，當地沒有盜伐、濫墾、人為引火等犯罪行為，也沒有破壞水土保持、違規狩獵等問題。局長想了很久，終於想出17年前某位鋸木廠商人砍伐後未及時復育而遭罰款的案例，此外再也沒有任何違法處罰的情事。

狩獵是由獵人向私有林主租借土地，與林主約定獵捕的動物種類與數量，契約一次簽9年。獵人大多數是休閒活動，少數受政府或貴族林主雇用。但狩獵也會引發不同的效果，例如狐狸會吃老鼠與雛鳥，為了不影響鳥類繁殖，必須控制狐狸數量；而老鼠會啃食樹木，也會帶來傳染病，若狐狸數量太少，老鼠族群就會增加。

目前德國各地都提供林主一份氣候變遷適應性樹種的名錄，對樹種變化引起20-30年後的木材產業需求也慢慢思考轉向，以山毛櫸等闊葉材為主要原料；對

社會大眾也鼓勵減少消耗林木資源，尤其巴伐利亞州是紙業重鎮，該州有3座紙廠，提供造紙原料也是私有林的重要收入來源。在Martin送我們回旅舍的途中閒談，我們發現協會的林主諮商工作是非常忙碌的，常常夜間也會收到諮詢電話。我們也察覺不論公私部門的林務官對工作充滿熱情，也願意終生服務於森林諮商與現場管理工作。

三、心得及建議

(一)重要心得

此次德國考察行程參訪林業相關行政部門、研究部門、大學與私有林主協會等不同類型與層級的單位。經由參訪單位的說明與森林實地的現勘與交流討論，了解德國在氣候衝擊下面臨嚴重乾旱、甲蟲為害與大量樹木死亡的問題，以致林地荒原化與少數樹種大量繁殖。因此，在研究部門已著手進行能適應未來氣候的森林狀態的栽植試驗，希望能維護森林覆蓋，同時呼應2045氣候中和的永續目標。就森林狀態惡化的問題，目前尚未影響到木材生產，但近年因俄烏戰爭導致通膨、工資上漲與燃料需求增加，木材價格卻未能提高，造成產業經營困難。就私有林的經營輔導與補貼面向，由於德國林主的自主性高，政府補貼多且項目繁雜，又有地方林務官與私有林主協會可供諮商，林主願意接受補貼的意願似乎不太高。林主幾乎全都遵照法律與林務官的建議進行管理工作，有部分會委託協會代管。不論公私有林以天然更新復育森林的措施非常普遍，此舉不但能大幅降低成本，形成多層次林相，且有助於提高樹種多樣性與維持地表完整覆蓋。

全球面對氣候變遷的挑戰，在不同地域發生的問題不盡相同，也產生不同的思維與作法。若僅祇關心問題表象，誠然跨國與跨洲幾無可參照；若能從環境層次思索如何透過自然復育，回復更健康的森林狀態，從社會層次，尊重不同立場、不同位階的需求，上位政策不是唯一指導原則，也遵從法治精神保障每位林主有權決定森林經營的方法。從德國經驗，可以觀察不論在研究或行政組織，保持必要的彈性設計與自由度是必要的，重視各利益相關方參與，從森林政策、法律到森林適應氣候變化的選擇，以及不同參與者的激勵策略、諮詢和支持服務，都被審慎的考慮並包含在制度架構之中。

氣候問題沒有快速與單一的解方，然而德國林業部門展示他們積極且具前瞻性的想法，理性公開的討論，以及實事求是的精神。這也是在大環境相對不利的狀況下，德國林業已另闢蹊徑，對自己的林業仍充滿信心。

(二)建議事項

德國對因應氣候變遷已從舊有的造林窠臼提出新的適應性模式，從現場監測、跨界合作與尋求多方支持，近自然林經營已成為該國普遍性的施業方式。雖然各界對近自然林的定義或解讀不盡相同，卻允許私有林主在不違反法律規範的基礎下，自由處分財產。此種嚴謹的德式風格與對高度不確定性的風險處理態度，相當值得參採。

就氣候適應性樹種，研究者與實務界均於提出樹種名錄，也開始進行長期適應性試驗。反觀台灣，對氣候變遷的研究與策略研擬多仍停留在收集基礎資料，以及長期觀測，缺乏積極的問題解決與社會參與的相應作法，值得本所在綱要計畫中納入有實證設計的研究方針。

針對自主性強且面積小的私有林主，德國地方政府在公私部門均設置諮商管道，行政系統的林務官同時具有輔導與司法警察權，但幾乎毋須行使警察權，透過與地方私有林主協會的密切合作，提供及時有效的建議，讓林主在資訊充分的前提下能活化經營對策。綿密的諮詢輔導網路，絕對是將私有林經營納入國家林業的重要關鍵。

四、附錄

(一)台德航遙測技術應用於森林資源調查雙邊視訊座談會

時間：112年5月25日下午15時(德國時間上午9時)

出席人員：

德方：德國太空總署(German Aerospace Center, DLR) Juliane Huth 博士、Frank.Thonfeld 博士

台方：王培蓉、王韻皓、政治大學詹進發教授、臺灣大學蔡亞倫教授、逢甲大學莊永忠教授

德國太空總署於2023年3月啟動 ForestOR 計畫，經持續信函溝通，德方同意與本所線上討論以遙測資料處理森林資源的最新進展。我方也分享六龜試驗林已執行之應用光達點雲與高光譜影像於林型自動化分類系統開發與建置之研究成果。為擴大研究討論層面，本次也邀請3位所外學者共同提供意見，以完整陳述國內森林遙測的發展。對談重點整理如下：

德：台灣使用光達和高光譜影像做為研究材料，資料涵蓋範圍為何？

台：空載光達約3-4年前有幾乎涵蓋全島的資料，主要目的是產製數值高程模型，局部地區有利用 UAV 光達蒐集資料，高光譜資料僅限於少數地區。

台：針對 DLR 近期的學術發表，請問是否有考慮使用除了目前已包含的雷達回波強度外，也使用其他雷達衍生資訊，如干涉同調性、多偏極解構資訊？

德：有的，不過目前仍以光學影像如 Sentinel-2為主。

台：是否有機會可以申請 DLR 的雷達影像，尤其是高解析度的拍攝模式？

德：有的，不過目前仍需內部審核，不確定是否可以提供。

台：在德國是否有計畫對於森林資源進行系統性的調查，採取的方式為何？

德：德國有利用遙測與航測技術搭配地面調查蒐集森林資源的資料，除了對於森林之經濟生產的估算，亦對於森林在生態環境和森林碳匯方面的研究與應用提供基礎調查資料。

(二)參訪前置作業--與慕尼黑工業大學 Suda 教授進行視訊交流

時間：112年5月5日下午15時(德國時間上午9時)

出席人員：

德國：慕尼黑工業大學 Prof. Michael Suda、Chiuli Tseng

本所：王培蓉、徐中芃、詹為巽、葉佩祈、徐韻茹

對談重點整理：

1. 德國林主及相關業者不服歐盟新制 Close-to-nature，許多私有林主協會想要反抗，但能力不足對抗歐盟。德國環境部門和相關團體持有不同意見，各方都不讓步。Suda 教授認為近期內不太可能達成共識，各方都重視權威角力，而非解決問題。
2. 某些外來引入種可能可以解決德國乾旱問題，但環境團體不允許。
3. ANW (Arbeitsgemeinschaft Naturgemäße Waldwirtschaft；天然林經營工作隊) 為德國極有影響力的近自然林推動團體 (website: <https://www.anw-deutschland.de/>)，於 1950 年由林務工作者、森林所有者、科學家和對森林感興趣的人士成立的協會。
4. 種植多於一種植物的混合林可以得到政策補助，但30年期限結束後要有成果，不然得還款，還要加上利息。德國林主較不重視補助，對他們來說是可有可無的收入，他們還比較重視自由的經營森林，而且他們有其他收入。
5. 其實就可以種植什麼植物，德國還是一直在討論和實驗、制訂新規則。
6. FSC 與 PEFC 規則大致相同，但相較於 FSC 認證，PEFC 認證費用較便宜，而且申請較為簡單，所以林主比較偏好 PEFC 認證。



本所森林經營組同仁與 Suda 教授線上座談

(三)參訪實錄



附圖1、與 FVA 研究人員及佛萊堡大學教授 Prof. Dr. Ulrich Kohnle 共同討論 WaldlabOR 計畫對氣候為害的造林試驗



附圖2、聽取 WaldlabOR 試驗設計並與研究員與研究生共同討論



附圖3、巴登符騰州森林研究所(FVA)位於黑森林之中



附圖4、本所以「台灣私有林研究」為題，於 FVA 進行一場小型討論會



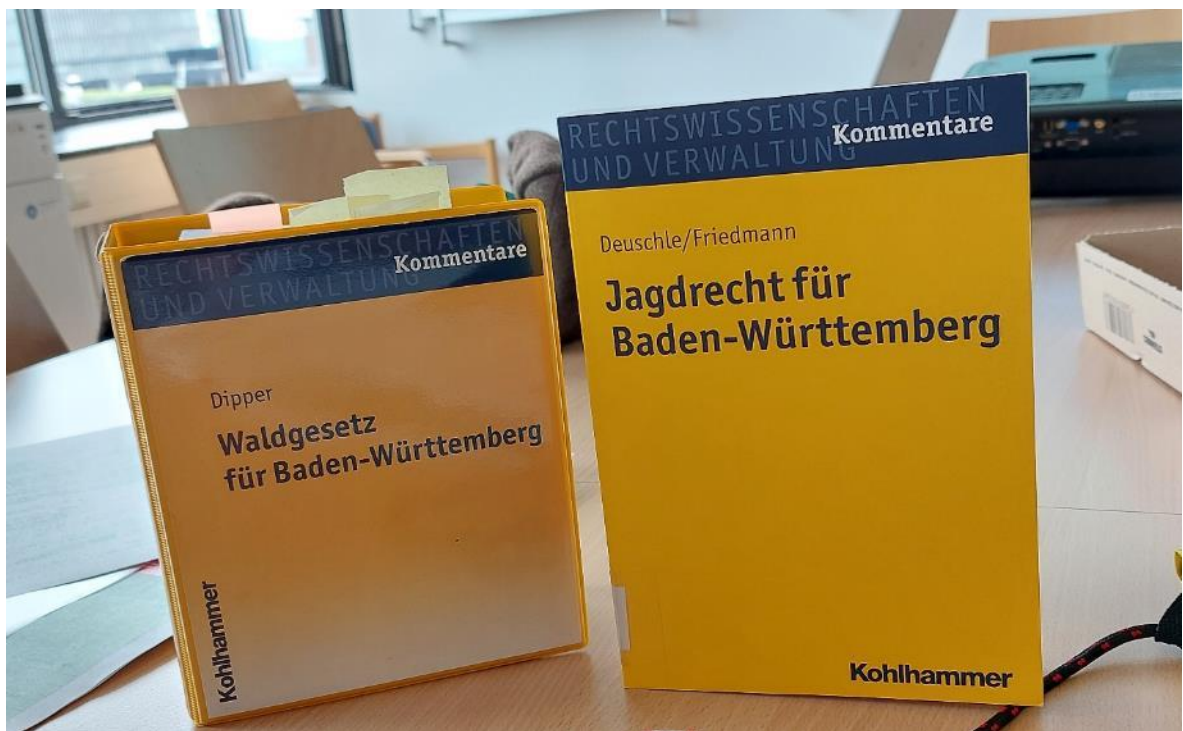
附圖5、著名的黑森林



附圖6、黑森林內高大通直圓滿的林木比比皆是



附圖7、訪問巴登符騰州林業局(LFV)由 Wetzel 先生接待並說明該州森林歷史沿革與政策發展



附圖8、巴登符騰州針對森林法(左)與狩獵法(右)有明確詳盡的規範



附圖9、BW 森林局將本所來訪事宜發布於 IG



附圖10、慕尼黑工業大學森林系 Suda 教授展示公私有林經營的差異



附圖11、與 Suda 教授及研究生合影



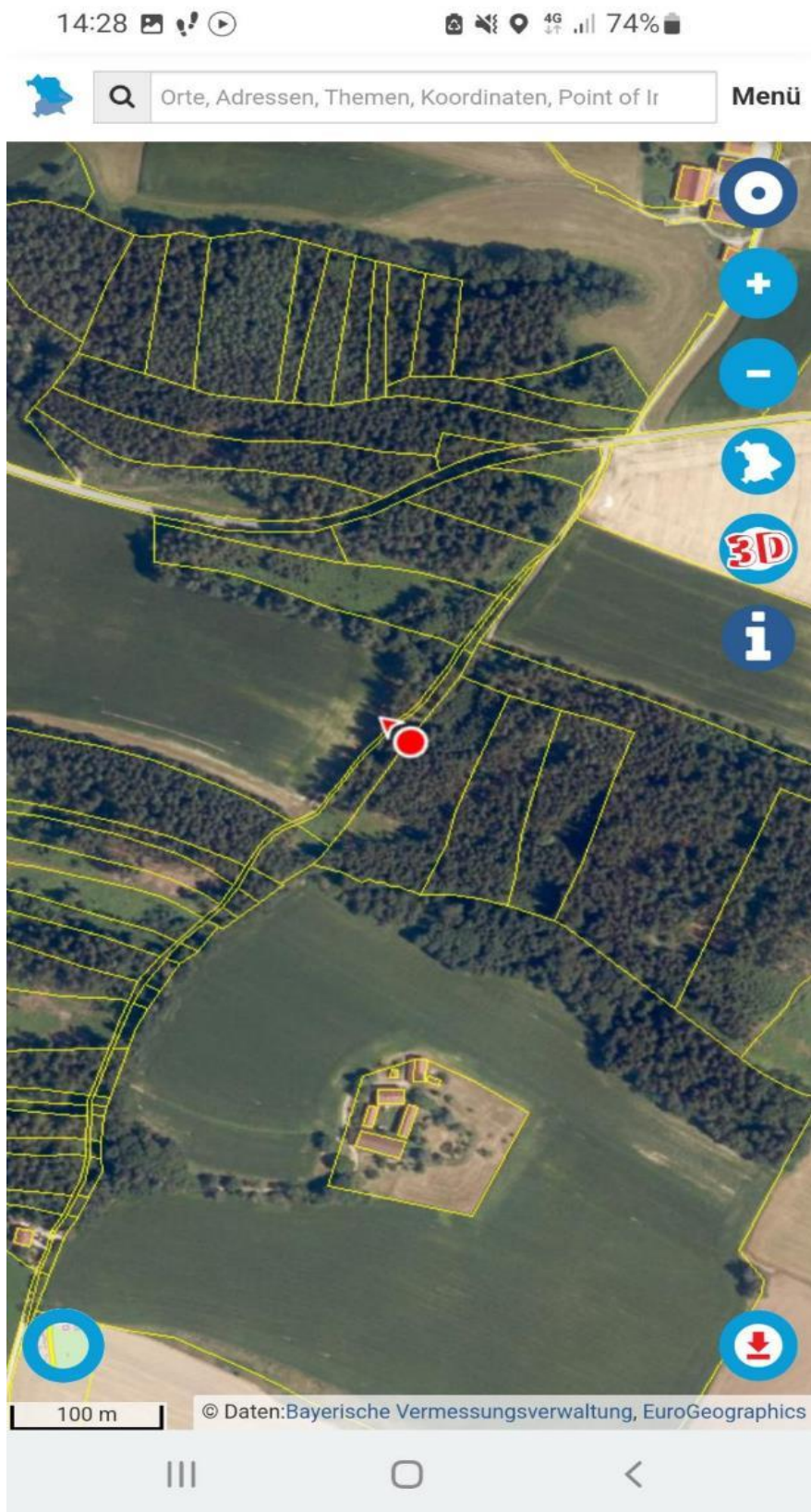
附圖12、當地雜誌報導 Suda 教授的森林觀點，隨後教授讓我們現場領略這處森林迷宮



附圖13、拜訪 Töging 地方林務官與私有林主協會總幹事與工作人員



附圖14、與 Töging 公私部門林務官赴私有林現場討論



附圖15、私有林主協會人員能在手機即時查詢私有林權屬範圍



附圖16、公私部門的林務官帶領我們赴現場了解私有林樣態、規範與作法