

臺灣森林土壤調查及福山次生林枯落物樣本保存現況與延伸研究

杜清澤¹、馬復京¹、黃菊美¹

前言

森林生態系統是陸地生態系統的主體，森林土壤又是森林生態系統的重要基礎，是生態系統中物質與能量交換的載體和場所。過去許多學者認為森林土壤與培育農作物的土壤是一致的，而忽略掉森林土壤其實有著獨特的性質與功能。1960~70年代全球開啟酸雨危害引發森林死亡的學術研究與辯證，森林土壤的研究重點才從育林生產逐漸轉型為生態系的過程與功能(ecosystem processes and functions) (王巧萍, 2017)。本所育林組的主要任務是研究林木的培育與生長，森林土壤及森林生態系的過程與功能均是重要的研究對象，故在農委會大力支持下，於1993~2003年與林務局共同合作執行「臺灣高山林地土壤調查」計畫，調查臺灣林地土壤生成環境與基本理化性質，提供林地土壤經營管理與保育利用規劃之重要資訊；另為研究森林生態系養分循環，自1994年起於本所福山研究中心次生樟櫟林中設立樣區，進行植群生態之調查。同時蒐集枯落物(litterfall)進行養分循環架構分析，研究成果將可推測生態系不同營養階的養分利用效率。此兩項工作一為大規模、全島性的土壤調查，一為長期性的枯落物收集，均累積大量的研究資產與基礎資料，這些資料對於臺灣森林土壤及森林生態系養分的研究均具有極大的價值，未來若能在相同地點再次採取土壤分析比較，在全

球氣候變遷環境監測的議題上，將是無可取代的歷史資產。期能經由此專訊報導讓這些土壤研究室收藏的研究資產能世代傳承並發揮其價值，不會因為相關研究人員退休而導致這些資產堆放在倉庫角落而漸漸被遺忘。

臺灣森林土壤調查樣本

「臺灣高山林地土壤調查」於1991年進行規劃，1993~2003年進行野外調查工作，調查取樣範圍涵蓋全島國有林班地及各實(試)驗林，每個土壤採樣點除了土壤剖面描述外，對於採樣點的位置及環境、地形要目等資料皆有詳細記載；另選取代表性剖面，在各化育層採取1,000 g土壤，帶回實驗室進行理化性質分析。此項工作總計採樣7,794個土壤樣本，包含558個代表性剖面，其各項調查之原始資料(rawdata)已集成「臺灣森林土壤調查資料」置於本所研究資料目錄(<https://metacat.tfri.gov.tw/tfri/style/skins/tfri/index.jsp>)中。

除了前述原始資料外，此次調查的每個土壤剖面皆依層次採取一些土壤置於小型剖面樣本盒(代表性剖面點則使用大型剖面樣本盒)，供室內繪製土壤圖時進行比對、分類參考，除崩塌地、岩層地、河溪地、建地未採標本外，共累積4,958個土壤剖面樣本盒；另588個代表性剖面採回之1,000 g土壤進行土壤質地、營養元素等理化分析後剩餘之樣品依樣點編號及剖面層次以小罐裝瓶保存，留存的土壤為風乾、土粒小於2 mm的樣本，平均

¹ 林業試驗所·育林組



圖1 臺灣森林土壤調查之土壤剖面樣本盒。



圖2 臺灣森林土壤調查代表性剖面土壤樣品。

存量約50~150 g，以備分析資料檢核使用。計畫結束後，此二類樣本因其係屬系統性、大規模及取得不易之研究資材，均予以保存在育林組土壤研究室。

對這些標本之利用，我們於2004~2006年間，取用剖面樣本盒微量土樣以土壤酸鹼測試劑測定4,958個樣點之土壤反應pH值以地理統計上的克利金法(Kriging)進行林地土壤pH值分布的研究，但其成果並不理想，其原因除了樣本數外，應該也和臺灣山區地形零碎陡峭，樣本分布在不同之平面高度有關；2005~2006年間亦嘗試取用數10個剖面樣本盒微量土樣進行土壤碳含量之量測，後因這些剖面樣本盒轉移至農業試驗所「臺灣土壤陳列館」未再進行；而代表性剖面土壤樣品亦於2009年與其他實驗室進行能力比對分析。

2006年因農委會籌建聯合辦公大樓，本所木織組、化學組搬遷，原存放4,958個土壤剖面樣本盒的空間改為實驗室，所內亦無其他空間可存放這些剖面樣本盒，鑒於這些標本極具保存價值，故洽農業試驗所農化組將這些剖面樣本盒運往「臺灣土壤陳列館」存



圖3 枯落物樣本於實驗室先行攤開晾乾。

放。代表性剖面土壤樣品則因數量較少，移至土壤研究室之工具儲存室存放。

福山次生樟櫛林枯落物樣本

枯落物泛指生態系中所脫落植物組織，包括樹葉、細枝、花、果實、樹皮碎片、苞、芽等植物器官的總稱。枯落是森林生態系養分循環的一個重要路徑，為有機物及養分由林木轉移至土壤的基本橋樑；由枯落物量及其季節性變化，可供瞭解林地養分循環架構與推測養分利用效率。本所育林組為監測枯

落物的量與林內光度的變化，提供森林更新動態的預測，自1994年開始於福山研究中心粗坑溪東側山脈，海拔約735 m之次生樟櫛林中，收集枯落物並進行植群生態之調查。

調查範圍為100 × 100 m之正方形大樣區，大樣區再細分為100個10 × 10 m小樣區，小樣區正中設置1 × 1 m之枯落物收集網，每個收集網之位置離林地高1 m。自1994年迄今，每隔15日收集一次，每月二次，將收集網中之枯落物攜回實驗室，陰乾後細分為樹葉、小枝，排遺物(蟲屎等)及其他(芽、苞等)後，再將枯落物置於烘箱，65°C烘乾至恆重(約3~5天)，烘乾之枯落物秤重。為估算颱風干擾對福山闊葉林枯之落葉量的影響，



圖4 福山次生樟櫛林枯落物經分類烘乾後，置於紙袋內封存。

針對登陸臺灣之颱風，影響較大者(尤其強烈颱風直撲東北陸地者)，颱風後立即進行枯落物的收集、秤重，再加入當月枯落物之總量中，1995年洪富文等人利用此樣區資料進行福山闊葉林年枯落物量與颱風的研究，歸納出「因颱風經常發生所造成的短期大量枯落物的產生，將使該闊葉林的光度、土壤水分、溫度及養分大量增加，有利於苗木從下層生長更新，並不需要形成空隙才能進行森林的更新」之成果(洪富文等，1995)，並發表於本所研究報告季刊。

此樣區枯落物量之收集期間為1994年11月03日至2017年12月03日，歷次收集、分類後之枯落物皆記錄其收集日期、收集位置(樣區之行、列)、烘乾之葉重、烘乾之枝條重、出現的颱風名稱等6個欄位資料，1998年1月15日增加烘乾之排遺重、無法區分之碎片乾重2欄位資料，此資料集亦將整理審查後置於本所研究資料目錄中提供相關研究使用；2016年以後因人力缺乏，僅持續收集枯落物、烘乾但未進行分類稱重及記錄。



圖5 烘乾後置於紙袋內封存的枯枝落葉樣本，再以麻袋網裝置於置物架實體保存。

1994~2003年收集之枯落物材料因儲存位置不佳，屋頂漏水濕氣過高，導致發霉腐爛，在搬遷至本所種原庫大樓時即已丟棄，2003年至今之枯落物樣本皆以麻袋網包收藏於置物架實體保存。

未來延伸研究與推廣應用的價值

對於土壤垂直剖面的物理化學性質、礦物和化學組成的深入研究，可以提供成土母質、土壤演化作用的重要資訊，識別人類活動疊加的污染強度和影響深度。臺灣森林土壤調查樣本具有空間分布的廣度，土壤剖面樣本盒可補充土壤剖面描述的不足，如能深化研究或可為生態環境影響的評估提供科學的方法和依據；另對這些剖面樣本盒如能進行有關土壤化育方面專業性研究，亦能提供臺灣地區有關土壤地球化學背景值調查之科學依據。

代表性剖面土壤樣品資料可提供對於森林土壤礦物學有興趣者進行X-光繞射分析，鑑別土壤礦物類別，應用在土壤化育(岩石或沖積物經由成土作用而形成土壤的過程)與分類研究；而在土壤化學分析之研究亦可進行無機毒物質分析，應用於土壤環境汙染監測與土地利用管制。進行腐植質成分分析，可以提供林分養分循環研究參考。

枯落物量是森林生態系統生物量的組成部分，生物量反映森林生態系統的初級生產力，受制約於溫度、水分、二氧化碳濃度和植物的營養狀況等因素。福山次生樟櫟林枯落物樣本資料因具時間分布之廣度，可提供進行全球氣候變遷下福山次生樟櫟林枯落物產量、林地養分回歸及林下苗木天然更新的研究，以為調適氣候變遷之參考。

結語

目前大數據之應用正以前所未有的速度，顛覆人們探索世界的方法。但在生態領域研究上，長期性、大規模的調查計畫，除了調查資料的共享外，如能有保存完整實體材料，相信能讓研究人員挖掘出更多種可能的研究主題。本所成立至今已超過百年，研究學者累積了數十年至百年的歷史資產，但也有許多的實體研究資材因研究人員退休而湮滅、或因各項因素使得空間不足而丟棄、甚或有因傳承問題堆放在倉庫角落而漸漸流失。目前所內正在整理長期研究、調查、監測資料集之盤點，而實體研究資材仍是由各研究人員獨自保存，缺乏全面性的整合，並面臨貯藏空間的需求；也應早日思考規劃找出合適的盤點及保存方式，讓這些珍貴資材能有更多的延伸研究與推廣應用，未來亦有機會挖掘出更多可能的研究主題。⊗