

扇平科學園區無線網路系統 應用於植物物候的調查與監測

◎林業試驗所六龜研究中心·林文智、彭瑞芬、周富三、陳永修

前言

所謂物候(phenology)泛指所有自然界中的動、植物與外界環境條件的週期變化與其之間的相互關係，而植物物候學研究主要是在描述隨著時間發育植物外貌的規律變化週期，外貌的特徵包括花的發育(花芽、開花、結果、種子散播)與葉的生長(抽芽、展葉、落葉)。因此調查氣候環境因子之季節性變化的程序以及生物活動週期性之關係，稱之物候調查。

物候調查的主要目的在了解自然氣候對於生物的影響，從觀測調查資料上所顯示

的訊息，了解生物之局部漸進的物候變異現象，進而預測每年四季的提早、延遲或異常氣候等綜合氣候狀況之變遷；物候調查早在1736年英國就有記錄；而中國的物候知識起源更早，在“詩經”裡就有記載，經過春秋以至秦漢，方形成了“七十二候”比較完整的全年物候歷史。台灣有關植物物候調查的記錄最早於日據時代，有多位日本學者：包括香田善代、水戶野進、小川清等人就台北及旗山地區之植物作開花結實之調查，台灣光復後有廖日京、何豐吉、蔡達全、徐渙榮、黃松根、章樂民、李順合等人由北至南針對台灣各地區之觀賞植物、栽植木本植

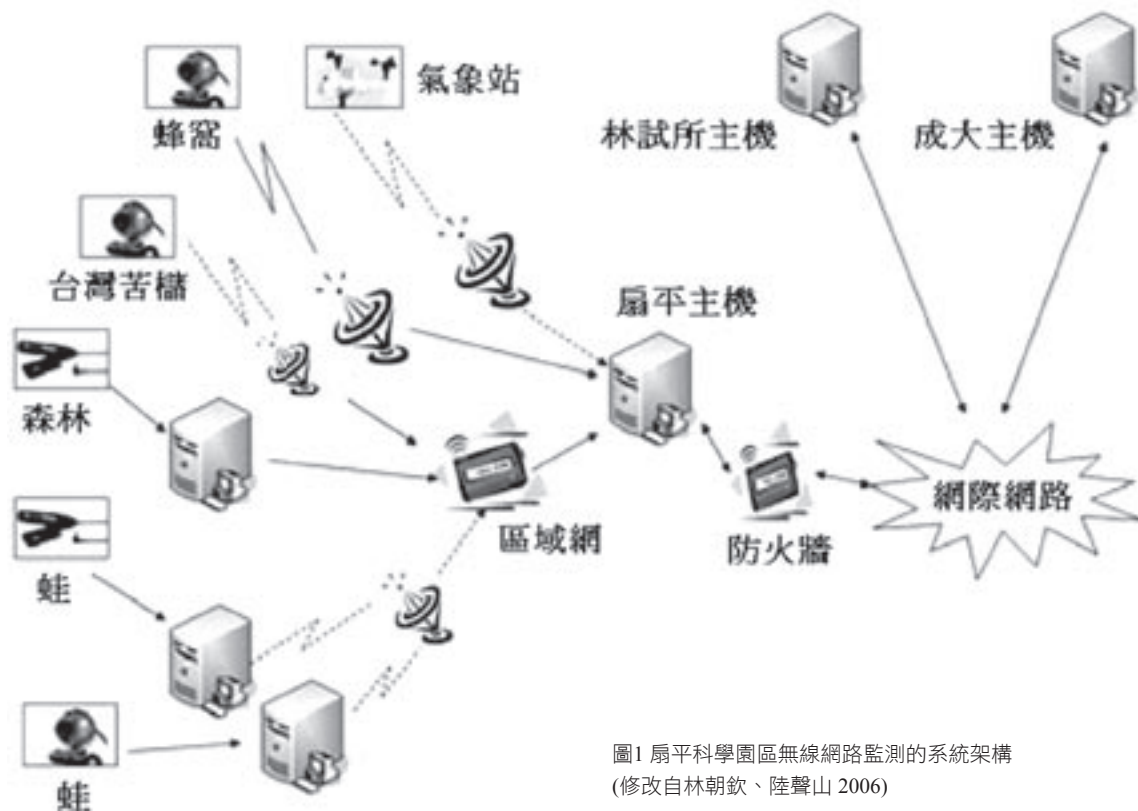


圖1 扇平科學園區無線網路監測的系統架構
(修改自林朝欽、陸聲山 2006)

物、原生植物或主要造林樹種進行生活週期的調查；近期則有呂理昌(1991)針對玉山國家公園轄內東埔玉山區開花植物之物候調查報告與林國銓等(1997)針對福山試驗林天然闊葉樹進行物候現象之調查，這些早期及近期的調查資料累積至今，可謂極具參考價值。



圖2 將IP攝影機固定於長桿上(彭瑞芬 攝)

綜觀上述傳統植物物候調查相關文獻之記載，不管是針對單一物種或特定區域，其所調查或監測之時程少者1~2年，多者3~5年，它所代表的義意就長期之生態監測而言，所呈現之資料只是片段的，究其原因不外乎無法承受人力與物力持續的長期投入；顯然地，若還是以傳統的物候調查方式為之，就現今的人力資源將無法進行長期之調查與監測；因此若還是僅僅以這種片段式的植物物候資料，將無法證實長期氣候變遷對植物生長之影響，反之亦無法藉由所調查之數據作為長期氣候變遷之證據。

傳統的植物物候學研究，都是針對某一特定植物調查其生植物候，而被調查的植物通常都是與人類的食衣住行育樂有密切關係，例如：針對巴西油桃木(*Caryocar*



圖3 台灣苦槠監測器全貌(彭瑞芬 攝)

brasiliense)的物候學研究，是因為它的果實可食用，在藥學工業上可製作成化粧品與潤滑劑，果實的油脂具有活化的效用，已經被使用來治療支氣管炎、流行性感冒與抑制腫瘤；葉子浸泡的茶水可調理女性月經的週期；木材則是良好的薪炭材，可製成木炭。本文要介紹使用無線網路監測系統監測扇平科學園區內台灣苦槠(*Castanopsis formosana*)的物候，主要是想測試本系統應用在植物物候調查之可行性，且因為台灣苦槠的種子可食用，木材堅硬是良好的建材及薪炭材，是扇平科學園區內優勢的天然闊葉樹，野生動物(台灣獼猴、赤腹松鼠)會捕食樹上成熟的堅果，掉落在樹下的堅果則會被齧齒類動物捕食及搬運儲藏，可提供動植物之間交互作用的研究素材。

扇平科學園區無線網路監測的系統架構

扇平森林生態科學園自95年7月起，由林業試驗所保護組林朝欽博士帶領的生態資訊研究小組，在本園區先後建構感測器網路系統，分別是青蛙池的聲音感測器，錄製拉

都希氏赤蛙的鳴叫聲；蜂巢動態IP攝影機，監測蜜蜂進出蜂巢數量及黃腳虎頭蜂互動行為；台灣藍鵲圓形高速球攝影機，監測其育雛過程；台灣苦槠IP攝影機，監測其物候的變化。感測器網路系統將資料連結進入長期倉儲設備建立網路伺服器(Web server)與檔案傳輸伺服器(Ftp server)，儲存於扇平資料庫(NAS)(圖1)，其照片可直接連結到網路上，透過網路可看到即時影像，並可下載所有過去的紀錄照片，提供研究人員分析所需的資料。監測資料不斷的進入資料庫中，除建置符合生態後設資料語言(Ecological Metadata Language, EML)標準文件，以利日後和其它研究資料整合外，研究人員可以從這些資料中抽取或蒐集需要的資料，而五年後，甚至二十年後，這此資料可以延續、再利用且更易於與世界交流合作。

台灣苦槠簡介及物候監測

台灣苦槠為常綠大喬木；樹皮灰褐色，縱向深溝裂；葉有柄，近革質，卵狀長橢圓形，表面綠色，背面銀白褐色，疏鋸齒緣，長7-12公分，寬3-4公分，側脈6-7對；雄花為葇荑花序，花被5片，雄蕊10枚；雌花為穗狀花序；殼斗球形，徑約2.5公分，外被直生針刺，長約1公分；堅果先端凸起，被有絨毛。產於海南島及台灣島的西南部山麓，海拔分布範圍200-1500公尺。

選擇園區電力所及範圍的一棵台灣苦槠成熟樹，架設一台IP攝影機(圖2、3)，從96年3月30日開始，設定拍攝時間為每天早上5點到下午6點，每1小時自動拍攝一張，一天共拍攝14張，照片可直接連結到網路上，且可

以看到即時影像(圖4)，影像檔案都儲存於扇平主機的資料庫(NAS)中，可提供研究人員下載所需的資料。此外，採用傳統的植物物候調查法，固定每隔15天以望遠鏡對同一棵台灣苦槠成熟樹觀察物候隨時間變化(抽芽展葉期、開花期、結實期、落葉期)的規律性。



圖4 扇平無線感測網即時影像(彭瑞芬 擷取)

結語

扇平科學園區無線網路系統應用於植物物候的監測是可行的，此套系統可以累積長期的觀測資料，幫助研究者了解植物物候隨時間變化的規律性。傳統調查植物物候的方法都是採用人力做定期觀察，然而常會遭遇天候與人力的問題，而無法按照預定的調查日期及持續做比較長時期的監測，此外，由於是固定每隔15天才觀察一次，所以並無法確切地知道植物物候各時期(抽芽展葉期、開花期、結實期、落葉期)轉變的日期。因此，將無線網路系統應用於植物物候的監測，可以克服傳統物候調查所遭遇天候與人力的問題，並可收集長期的生態資料，唯需較多的經費來購買設備儀器及維護確保網路的暢通。⊗