

應用福衛二號植生指標估測農地更新造林地林木成活率

◎林業試驗所森林經營組·謝漢欽、邱志明、王慈憶、湯適謙

前言

花蓮縣兆豐農場外圍溪埔地區，從民國81年起受政府獎勵農地造林政策下，開始大面積農地更新造林。由於土地含砂石量多、土壤貧瘠，加上地處風衝河口地帶、易受颱風干擾影響，致造林木不容易成林。過去曾栽種不同樹種，雖屢有補植或以混合林方式種植，但林木成活率並不高。估計本地區更新造林面積達500多公頃，要在如此大區域下，於短時間內、以極少人力估算林木成活現況，使用高解析度遙測影像監測方法，視為可行的途徑；若能再配合當地的造林地地理資訊及高解析衛星影像的綠度植生指標，連結相對少量的地面林木生長樣區調查資料，可以進一步推估林木生物量，乃至二氧化碳的吸存量。

本研究基於上述理由，使用2010年6月19日拍攝的福衛二號衛星影像，應用其影像光譜資訊組合的植生指標，偵測花蓮縣壽豐鄉兆豐農場530公頃農地更新造林地主要耕區的造林木成活率。運用地理資訊分析技術，連結地面不同林木生長狀況的地面調查樣區資料，求取顯著最佳迴歸式，用於大面積更新造林木生物量及碳吸存推估，期望所得科學數據有利於植林減碳決策的參考。

研究方法

一、建立試驗區地理資訊

蒐集兆豐農場從民國81年至民國93年間，在現今兆豐農場外圍的造林耕區圖籍及造林樹種與面積紀錄資料；將其核心造林耕

區的上述資料，建立成核心造林耕區地理資訊圖層。以地理資訊圖層的屬性資料，統計計算其造林樹種及其栽植面積。

二、建立福衛二號植生指標

從國立中央大學太遙中心購置本試區範圍2010年6月19日拍攝的福衛二號衛星多光譜影像(以下稱FS2影像)，考慮試區林木生長及分布狀況，先將FS2的多光譜影像與其全色影像，以PCI-Panshpen方法進行融合，既可提高影像空間解析度至2 m，又能保持地物的多光譜反射特性。再將融合影像的紅外光段及紅光段加以組合成常態化土壤調整植生指標(normalized soil adjusted vegetation index；以下稱SAVI植生指標)，以之進行試區林木成活率估測。

三、估算林木成活率

針對本研究的FS2的SAVI指標影像，其值域落在-1.2至+1.3範圍內，可以在影像分類處理系統上，以圖層套疊的交談方式決定試區綠色植生是否覆蓋或呈現土壤反應的門檻值(threshold)。本研究也購置了由林務局農航所於2008年拍攝的1:5000的彩色正射影像，以系統取樣的方式核對，當作植生是否覆蓋及殘活的參考比對的地理資訊圖層。分析程序上，先對主要耕區的SAVI影像進行ISODATA非監督性分類(unsupervised classification)分類成5個可分離聚集組類(cluster)，最後決定SAVI可分離植生覆蓋與非植生覆蓋像元的門檻值。以主要耕區的造林區塊為單元，配合已建立的造林地地理資訊，可扣除區塊內原

本無造林的面積，以SAVI植生覆蓋面積與實際造林面積比，轉算求得全區林木成活率。

四、生物量推估迴歸分析

有關試區的生物量推估方法，係結合14個混合造林木生長地面調查樣區(樣區大小為25 m x 20 m)資料(調查屬性包括樣區內每木平均樹高、胸徑及每公頃材積蓄積量)與樣區的SAVI平均值進行統計相關及迴歸分析。從迴歸模式的迴歸判定係數，可知模式對林木生長屬性推估的解釋變異量大小及其可用性。

結果與討論

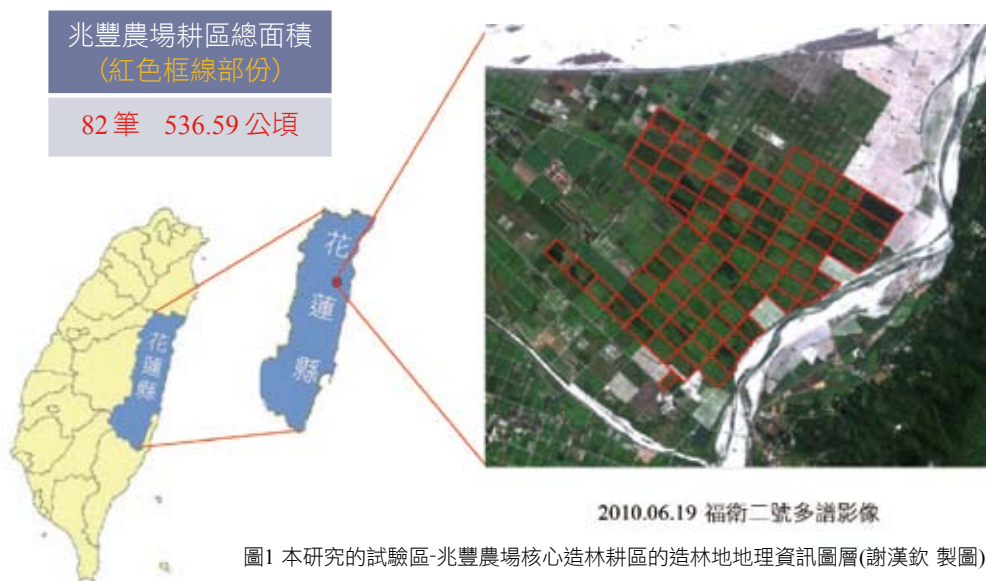
一、研究試區地理資訊

本研究試區如圖1，從圖中紅色矩形區塊共有82筆為兆豐農場核心造林耕區的造林地地理資訊圖層，總面積共536.59公頃。套疊的底圖為2010年6月19日拍攝的FS2多光譜可見光段

組合影像。本區北臨壽豐溪、東臨花蓮溪，為溪流沖積溪埔地，越靠近溪流區域、林木生長有越不容易的趨勢。

二、核心造林耕區樹種及面積統計

試驗區的造林樹種原種植面積統計圖如圖2，由統計結果得知本區造林樹種以經濟樹種為主，共有30多種樹種，其中主要栽植樹種以櫟木、樟樹、耳莢相思樹、印度紫檀、烏心石及桃花心木居多，5個樹種總和面積為231.3公頃，佔了本區總面積的43%(如圖3)。民國81年以來，本區由土地所有人兆豐農場造林，在全區536.59公頃，扣除道路及其他設施等，實際有造林的面積為471.12公頃，有造林的面積佔全區面積的87.8%；其中營造單一樹種的單純林面積為351.52公頃，佔總面積的57.9%，種植2個以上樹種的混合林面積共185.07公頃、佔了全區面積的22.9%，無造林地面積共



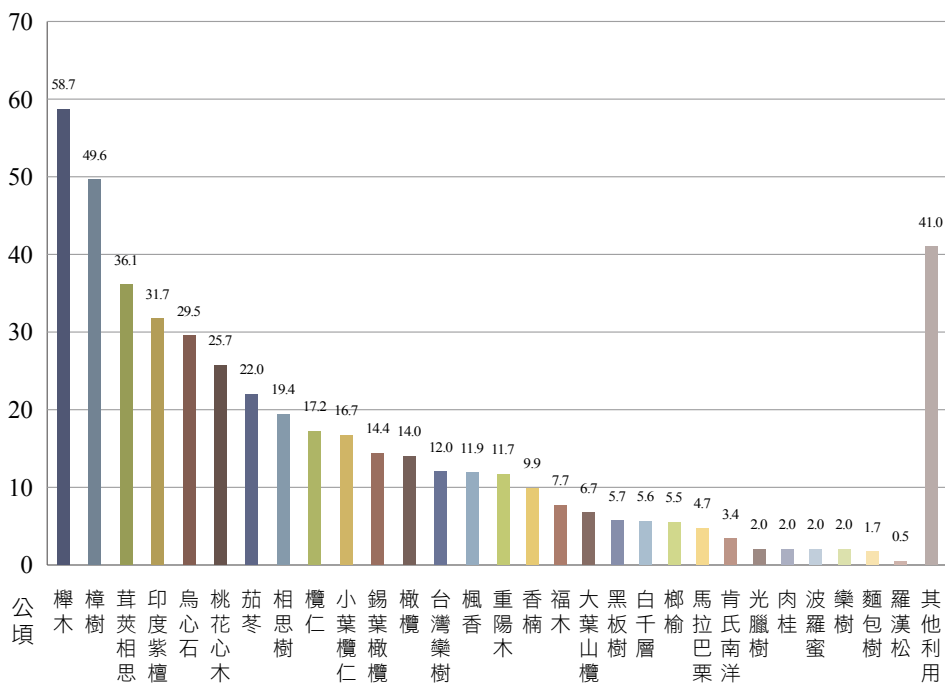


圖2 兆豐農場核心造林耕區之樹種栽植面積統計(謝漢欽 製圖)

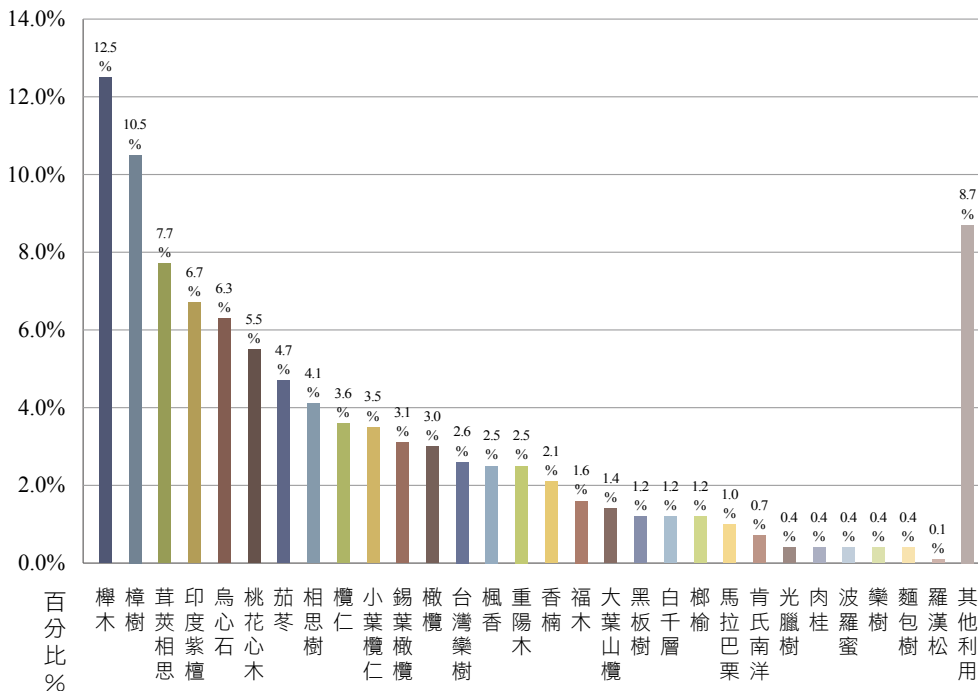


圖3 兆豐農場核心造林耕區之樹種面積比例統計(謝漢欽 製圖)

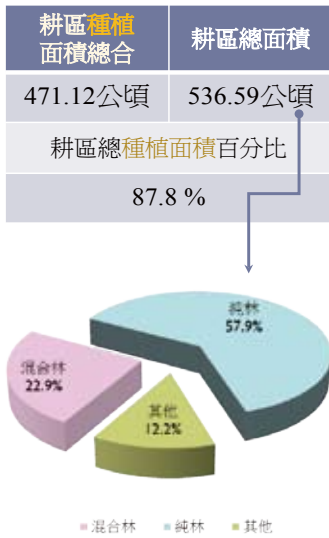


圖4 兆豐農場造試驗區——純林與混合林種植面積比較(謝漢欽 製圖)

65.47公頃、佔了全區面積的12.2%(如圖4)。

三、SAVI偵測林木成活率

經由本研究SAVI影像處理程序，求得核心耕區的SAVI影像如圖5，圖中綠色顏色越深的像元表示植生覆蓋量高，越是趨向褐色的像元區域反映出全土壤反應。經由本研究SAVI影像分類、分析程序，求得SAVI最適的分類門檻，可將本區有林木植生覆蓋像元與非林木植生覆蓋像元分離出來，所得分類圖如圖6。

從分類圖計算全區屬於土壤反應區面積共有302.1公頃，屬於健康林木覆蓋區面積共有234.5公頃，將其與實際造林面積相比，可求得2010年6月時，全區造林成活率為49.8%。雖然林木植生覆蓋的面積少非林木覆蓋區將近70公頃，但與實際造林面積相比，

方能得求配合數位航照樣區比對，轉算後實際造林成活率的估測值。

四、生物量推估迴歸分析

將14個混合造林木生長地面調查樣區之每木平均樹高(H)、胸徑(DBH)及每公頃蓄積量(m^3/ha)與樣區的SAVI平均值(SAVI)進行簡單迴歸分析。從迴歸模式的迴歸判定係數，可知迴歸線性模式對混合林林木生長屬性的樹高解釋變異量可達69.42%、對胸高直徑的推估解釋變異量亦可達67.34%。對於每公頃蓄積量的迴歸式以指數公式較為顯著，但由於每一調查樣區的混合樹種屬及比率不一，因此解釋變異量只達38.94% (詳如圖7)。有關純林調查樣區目前只有兩個，尚不足以進行統計估測模式的建立，有待後續進行研究。

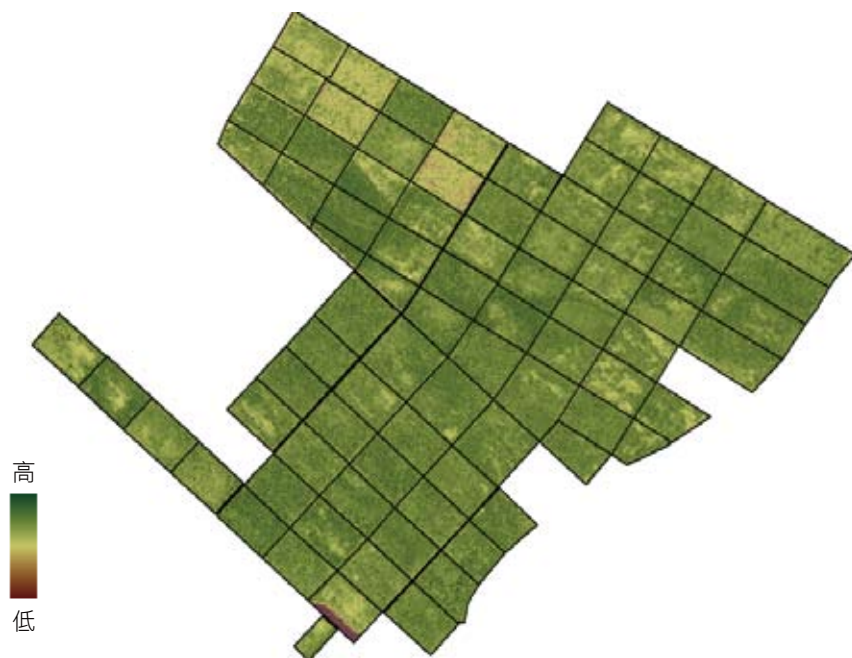


圖5 核心耕區的SAVI影像，圖中綠色顏色越深的像元表示植生覆蓋量高，越是趨向褐色的像元區域反映出全土壤反應(謝漢欽 製圖)

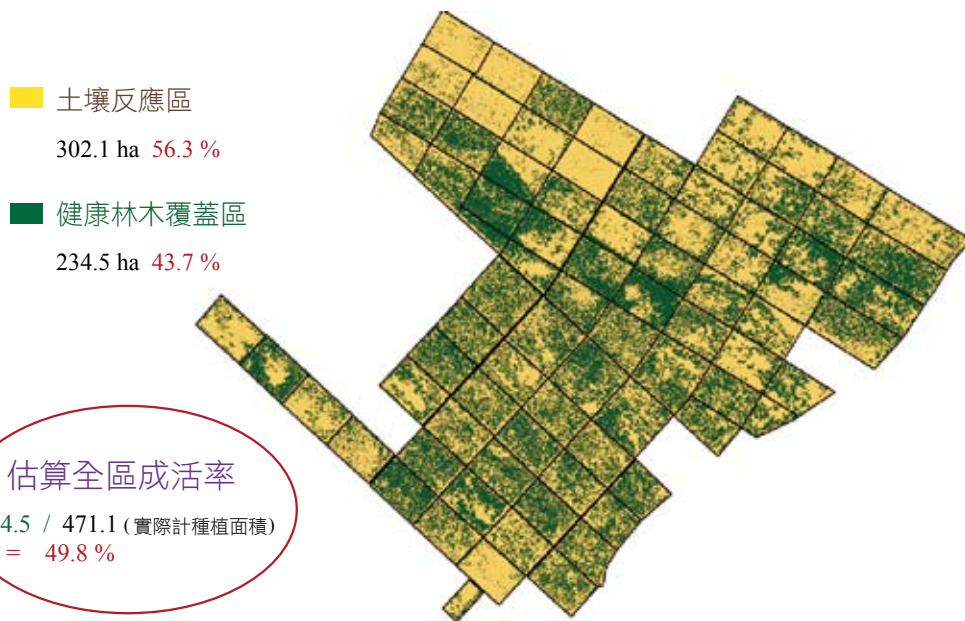
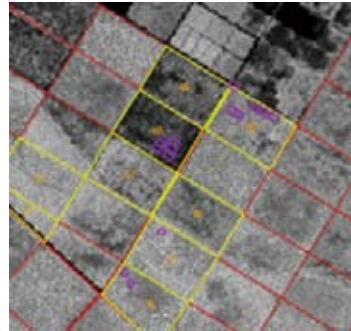
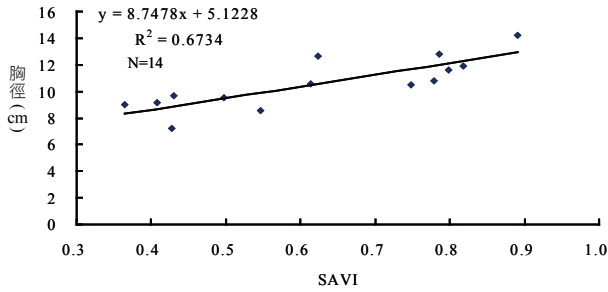


圖6 以SAVI的最適分類門檻，將本試驗區有林木植生覆蓋像元與非林木植生覆蓋像元分離出來，所得分類圖；依此求得造林成活率(謝漢欽 製圖)



■ 兆豐農場 ■ 樣區所在核心耕區 ■ 混合林樣區
底圖為 FS2 SAVI 影像

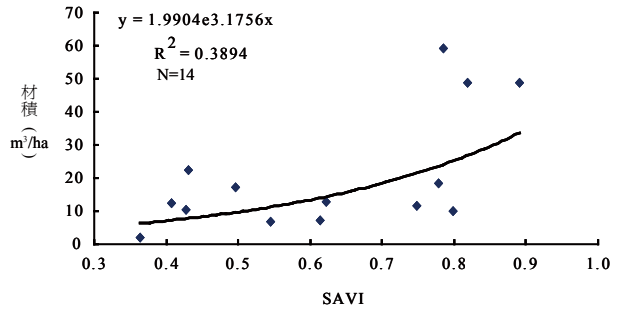
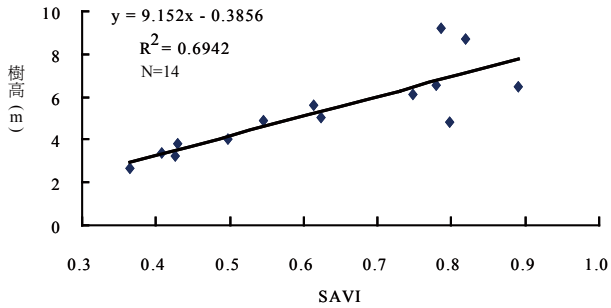


圖7 試驗區混合林樣區平均屬性與樣區福衛二號 SAVI平均值迴歸分析結果(謝漢欽 製圖)

結論與展望

本研究針對花蓮縣壽豐鄉兆豐農場530公頃農地更新造林地主要耕區，建立耕區造林地地理資訊，經地理資訊分析統計結果，本試驗區純林面積有351公頃，佔總面積58%，混合林面積185公頃佔總面積30%，其他非造林區域面積佔12%。使用2010年6月福衛二號多光譜與全色融合影像，以其常態化土壤調整植生指標偵測核心耕區的造林成活率，全區估算結果成活率為49.8%。將常態化土壤調整植生指標結合14個地面調查樣區的樹高及胸徑，發現常態化土壤調整植生指標對於本區的不同生長

程度的混合林生物量有顯著的線性迴歸關係，可解釋變異量達69%。因此，本研究所開發的監測與評估技術，可針對大面積的農地更新造林地林木成活率進行監測，並能進一步與少量的地面造林木生長樣區連結，建立最佳迴歸式，後續研究將有利於大面積造林地林木蓄積量與二氧化碳吸存量的推估。☼

(參考文獻請逕洽作者)