

從氣象觀點探討平地造林 對微氣候之影響

文/圖 林裕豐 ■ 空軍氣象中心預報課課長(通訊作者)
林得恩 ■ 空軍氣象聯隊聯隊長

一、前言

根據跨政府氣候變遷小組(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)第四次評估報告指出,近百年來全球平均氣溫上升 0.74°C ,由於受到溫室氣體排放的影響,暖化現象持續發生。全球氣溫的上升將導致一連串環境的變化,21世紀極端天氣發生頻度增加之可能性相當高。暖化的現象也從全球延伸至台灣地區,氣候統計資料顯示,台灣地區的溫度有上升的趨勢,夏季尤為顯著,近年冬季的溫度也顯著上升,且暖化在台灣伴隨極端降水強度有增加趨勢(吳,2010)。在面對暖化效應的情境,如何有效降低暖化速度或抑制暖化發生,一直是全球關心的議題。減碳是近期的全球焦點之一,企圖透過排放的限制,減少溫室氣體的產出。

由於森林具有吸收二氧化碳及調節氣候之功能,因此藉由增加森林覆蓋率將可有效減少大氣中之二氧化碳含量,對於減緩環境暖化及調節氣候變化有相當程度的助益。此外,由於

植被的覆蓋量、組成及構造會影響大氣和地表之間熱與水氣交換,如改變反射係數、粗糙度及土壤、大氣的濕度等,對於氣候變化扮演相當重要的角色。Gedney(2000)透過數值模式研究顯示,模擬南美森林被砍伐而代之以草地時之情境,結果顯示森林被砍伐後,它減低地面可用的能量,和地面汲取較深處地下水的力量,減少地面蒸發值,近地面之溫度一般說來每個月都比較暖些,甚至在遠離森林被砍伐的地方也有明顯的變化。這個研究結果清楚地顯示森林對於氣候變化之影響。因此,本研究將藉由統計分析平地造林對於周遭區域微氣候環境之影響,冀望透過資料數據分析,瞭解平地造林對於局部地區微氣候之影響情形。

二、資料分析與方法

本研究針對林務局花蓮大農(圖1)、嘉義鰲鼓(圖2)及屏東赤山、林後、四林(圖3)等平地造林區進行周邊氣象氣溫及雨量等量場的統計分

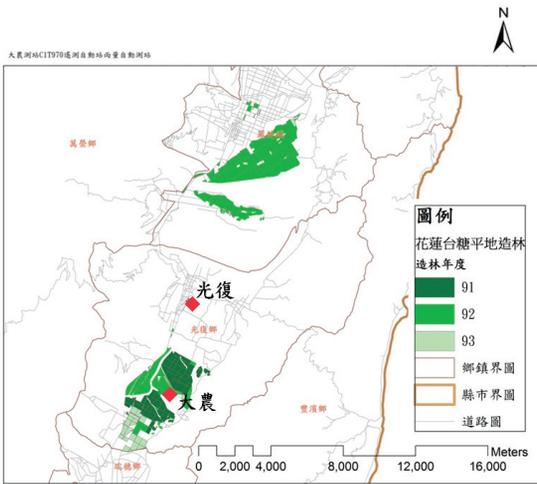


圖1 花蓮地區平地造林位置圖

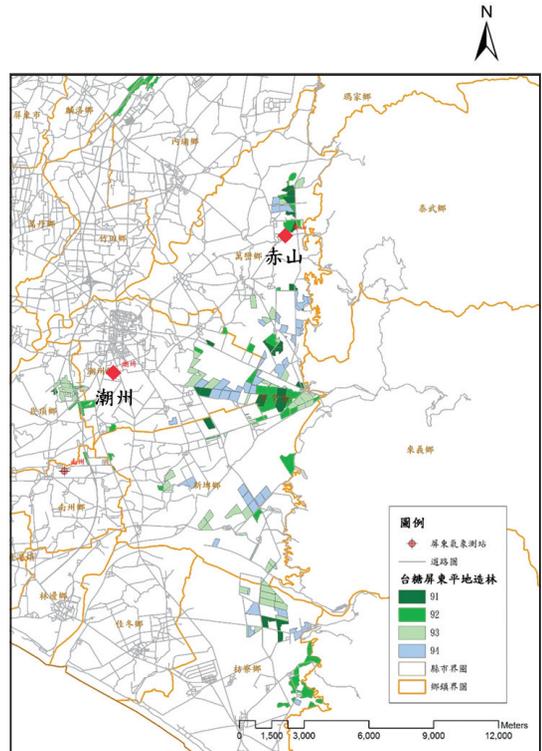


圖3 屏東地區平地造林位置圖

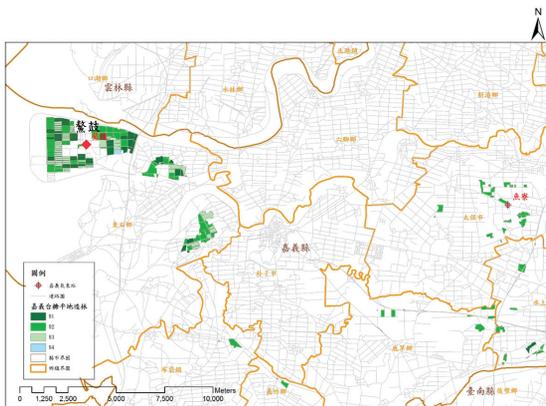


圖2 嘉義地區平地造林位置圖

析，觀察造林前、後對於周邊微氣候之改變情況。花蓮地區造林時間為91至93年，總造林面積2,048公頃，嘉義地區造林時間為91至94年，總造林面積1,053公頃，屏東地區造林時間為91至94年，造林面積1,631公頃。

(一)資料來源

氣象觀測資料取自中央氣象局自動雨量觀測站。造林區之氣象統計資料以鄰近造林區之

氣象觀測站為主要觀測參考(測站相對位置如圖1、2、3)。各造林區選取附近測站分別為，花蓮地區大農測站(測站代碼C1970)及光復測站(測站代碼C0960)、嘉義地區鰲鼓測站(測站代碼C0R220)及屏東地區潮州測站(測站代碼C1M470)及赤山測站(測站代碼C1R19)。

(二)分析方法

為探討由造林地所產生之效應對於鄰近區域微氣候之影響，研究中將移入性之劇烈天氣系統，如颱風或熱帶系統等個案主動剔除，以降低數據統計之誤差，滷除外在環境對於造林區氣象因素之影響；並以氣候觀點，將觀測資料區分為造林前2000至2002年與造林後2010至

2012年，藉由分析造林前、後溫度及雨量平均差異，探討白天(06-18時)與午後(12-18時)之局部地區環境微氣候系統影響之差異分布特徵。

三、分析結果

(一)花蓮地區分析結果

由大農觀測站逐月平均時雨量分析結果顯示(圖4)，造林後，白天5-9月及11、12月，雨量明顯增加，暖季雨量增多最為明顯；午後5-6、9月及11月，雨量亦明顯增加(圖5)，且變化幅度遠大於白天總雨量分布。全年平均雨量白天

及午後增加量分別為0.03毫米及0.04毫米。

由於大農觀測並無溫度觀測，故另分析林地鄰近光復測站以代表溫度變化情況。統計結果顯示，造林後，光復觀測站白天除2月及11月溫度小幅增加外，其餘時段均為降溫，月平均總溫度明顯下降，冷季降溫最為明顯(圖6)；午後情況(圖7)，除2、8、9月及11月溫度小幅增加外，其餘時段均為降溫，月平均午後總溫度明顯下降，且變化幅度遠大於前之白天總溫度分布。全年平均溫度白天及午後降低分別為-0.52°C及-0.58°C。

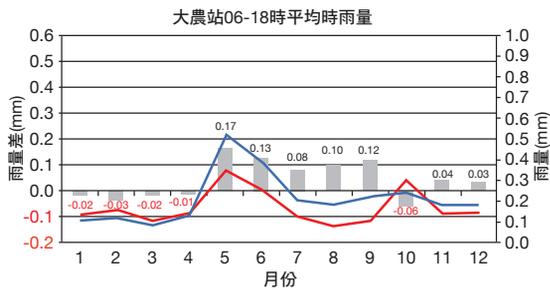


圖4 大農觀測站造林前(2000-2002年)與造林後(2010-2012年)，白天逐月平均時雨量(實線；紅色為造林前，藍色為造林後)及時雨量差(條柱)分布。雨量單位為毫米。

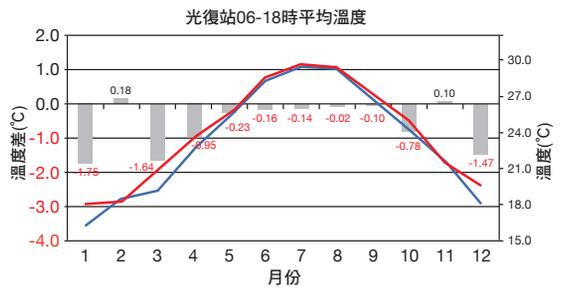


圖6 光復觀測站造林前(2000-2002年)與造林後(2011-2012年)，白天逐月平均溫度(實線；紅色為造林前，藍色為造林後)及溫度差(條柱)分布。溫度單位為°C。

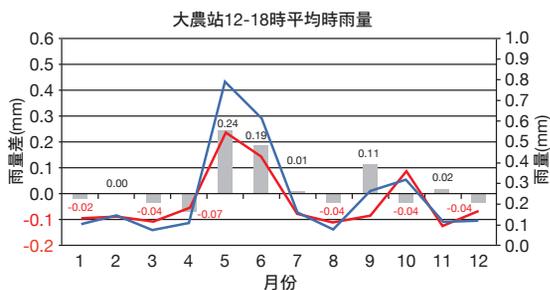


圖5 同圖4，但為午後結果。

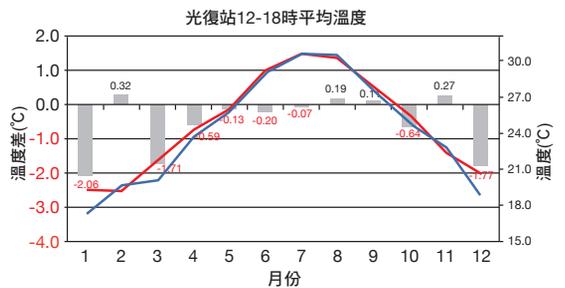


圖7 同圖6，但為午後結果。

(二)嘉義地區分析結果

由鰲鼓觀測站逐月平均時雨量分析結果顯示，造林後，白天除1、5及8月外，其餘月份雨量均明顯增加，月平均時總雨量明顯增加，其中以6、7月暖季最為明顯(圖8)；午後除1、3、4月外，其餘月份雨量均明顯增加，且變化幅度遠大於前之白天總雨量分布，月平均時總雨量明顯增加，其中以6、9月暖季最為明顯(圖9)。全年平均午後降雨有增加現象(全年平均增加量為0.09毫米)，其中以6至11月增加較為明顯。全年白天平均增加量較小(全年平均增加量為0.06毫米)。由於鰲鼓觀測站並無溫度觀測，且造林區周邊亦無相關溫度觀測站，故無法分析本區造林對於溫度變化之影響。

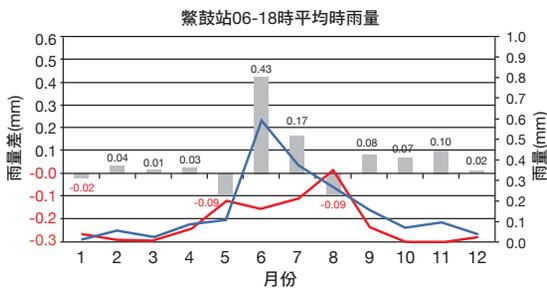


圖8 同圖4，但為嘉義鰲鼓觀測站分析結果。

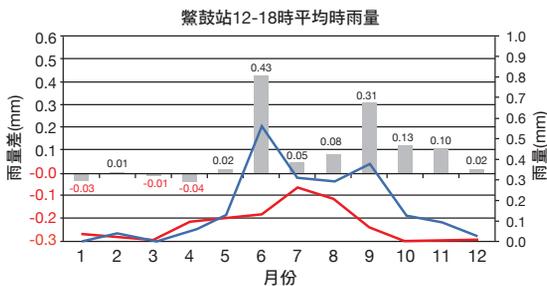


圖9 同圖5，但為嘉義鰲鼓觀測站分析結果。

(三)屏東地區分析結果

1.赤山造林地

由赤山觀測站逐月平均時雨量分析結果顯示，造林後，白天除1、3月外，其餘月份雨量均明顯增加，月平均時總雨量明顯增加，其中以6、8、10月暖季最為明顯(圖10)；午後除1、3、4、11月外，其餘月份雨量均明顯增加，且變化幅度遠大於前之白天總雨量分布，月平均時總雨量明顯增加，其中以6、9、10月暖季最為明顯(圖11)。全年平均白天及午後降雨均有明顯增加，白天及午後增加量分別為0.2毫米及0.34毫米，午後增加量較白天來的顯著，且多集中於暖季5至10月。

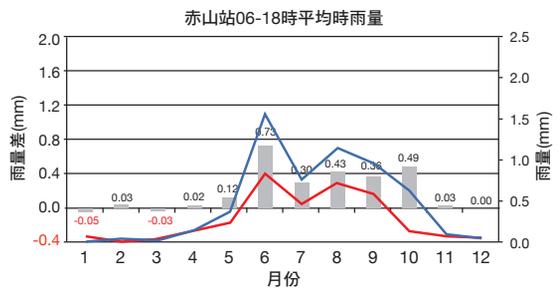


圖10 同圖4，但為屏東赤山觀測站分析結果。

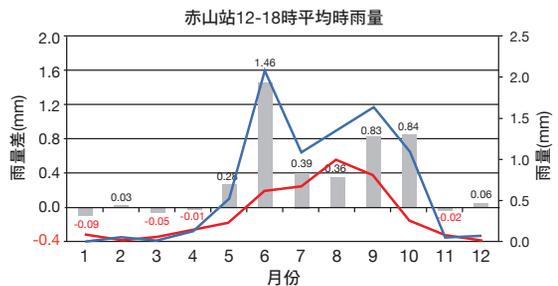


圖11 同圖5，但為屏東赤山觀測站分析結果。

2. 林後及四林造林地

林後及四林造林地最近距離之觀測站為潮州，相距約4公里，相較花蓮大農林地距離光復觀測站約為3公里，且造林區不如花蓮大農大富林地集中，但分析潮州觀測站其資料亦有降水增加之現象(午後較白天明顯)。造林後，白天除1月外，其餘月份雨量均明顯增加，其中以6及9月暖季最為明顯(圖12)；午後除1月外，其餘月份雨量均明顯增加，且變化幅度遠大於白天總雨量分布，其中仍以6及9月增加最為明顯(圖13)。

分析溫度資料顯示，造林後，白天除5、6月外，其餘月份溫度均明顯下降，其中以4及12月最為明顯(圖14)；午後除5月外，其餘月份溫度均明顯下降，且變化幅度遠大於白天總溫度分布，其中以4及12月最為明顯(圖15)。全年平均亦有降低現象，白天及午後全年平均分別降低-0.43°C及-0.56°C。

(四)綜合分析

綜合上述資料顯示，當造林後，林地及其附近區域微氣候環境多呈現溫度下降及雨量增多之趨勢；其中，暖季午後又較白天階段來的更加顯著。顯見平地造林效益，不單可以固碳，亦可有效程度地影響區域的微氣候環境。

三造林地比較(表1)，以溫度下降來看，花蓮林地最為顯著；以雨量增多來看，屏東林地最為顯著。三地造林區雨量增加及溫度下降特徵趨勢相符，但增減量並不完全相同，研判可能與區域的氣候特徵、地理特性、造林面積、林業發展及水氣來源等有關；後續尚需更多資料始可做更進一步之分析，俾以釐清主要肇因與發展過程。

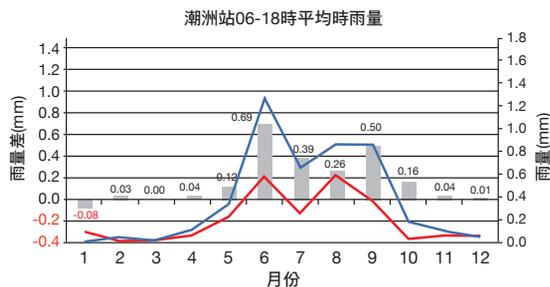


圖12 同圖4，但為屏東潮州觀測站分析結果。

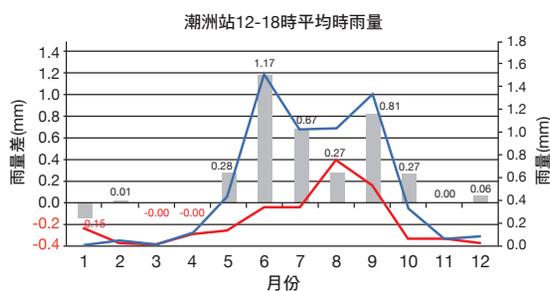


圖13 同圖5，但為屏東潮州觀測站分析結果。

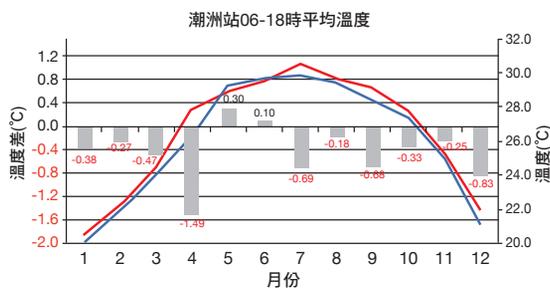


圖14 同圖6，但為屏東潮州觀測站分析結果。

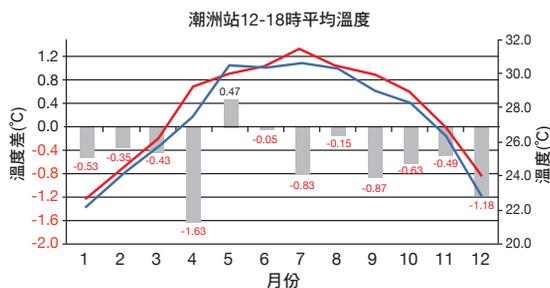


圖15 同圖7，但為屏東潮州觀測站分析結果。

表1 花蓮、嘉義及屏東地區白天、午後造林前後年平均雨量及溫度變化情況

	雨量增加(毫米/小時)	溫度下降(°C)
花蓮林地白天	0.03	0.52
花蓮林地午後	0.04	0.58
嘉義林地白天	0.06	
嘉義林地午後	0.09	
屏東林地白天	0.20	0.43
屏東林地午後	0.34	0.56

四、結論

森林具有吸收二氧化碳及調節氣候之功能，增加森林覆蓋率可有效減少大氣中之二氧化碳含量，對於減緩環境暖化及調節氣候變化有相當程度的助益。本研究藉由分析平地造林對於周遭區域微氣候環境之影響，以瞭解平地造林之效益。

分析結果顯示，花蓮、嘉義及屏東地區平地造林前、後溫度及雨量均有明顯變化。三地之造林地周邊溫度及雨量在造林後，林地及其附近區域微氣候環境多呈現溫度下降及雨量增多之趨勢，其中暖季午後較白天階段來的更為顯著；溫度以花蓮林地下降最為顯著，雨量則以屏東林地增加最為顯著。三地造林區雨量增加及溫度下降特徵趨勢相符。

由初步分析顯示，林地之植被增加確實會

改變局部地區之微氣候環境特徵。然而，究竟這些林地植被如何透過與大氣環境產生相互作用，進而影響附近微氣候之特徵改變，其過程是相當複雜的。這些過程與氣候特徵、地理特性、造林面積、林業發展、地面逕流及水氣來源等有關，需更多數據資料始可做更進一步分析，俾以釐清主要肇因與發展過程。

若要清楚瞭解其間的關係，除了必須克服觀測點資料在時間與空間上之觀測密度不足，尚需透過完整的環流模式或具有詳細地面植物物理作用之區域模式進行一系列完整觀測及模擬實驗，如此將有助於進一步瞭解其中複雜變化過程，以透過更多有利數據，來說明平地造林在氣候變遷議題上所扮演之重要性。🌱

參考文獻(請逕洽作者)