

小集水區於旱季期間建構土堤以儲留地表逕流後之微氣象變化初步探討

唐琦^[1*] 余柏毅^[2] 林冠亨^[2]

摘要 臺灣西南部麓山區域小集水區內常見荊竹之優勢植被，當考量涵養水資源，順應地形在集水區內設置土堤，以儲留地表逕流供旱季期間地表植被生長所需，勢將造成其間微氣候變化，故本研究擇定國立屏東科技大學水土保持戶外教室西南側有一面積為 3.3 ha 且具荊竹優勢植被之集水區為試驗地點，於集水區谷線中游束縮區設置一頂寬 0.8 m 土堤，以營造寬度、長度及深度分別為 6m、8m 及 2m 之儲留地表逕流空間，並於 2013 年 10 月至 2014 年 11 月針對氣溫、相對濕度、風速、風向及全天日射量進行觀測，藉以初步探討其間於旱季之微氣象變化。初步得知荊竹林集水區內建構土堤於旱季期間儲留地表逕流後，周遭氣溫、露點溫度、相對濕度及全天日射量平均值分別為：23.3°C、19.6°C、82.7%及 2.7 MJ m⁻²，相較於林外者，依序分別為：氣溫偏低 1.9°C、露點溫度偏低 0.2°C、相對濕度約高出 5-10%、全天日射量約為 0.4 倍。

關鍵詞：微氣象、集水區、土堤、荊竹林。

The Primarily Study on Micro-meteorological Variation after Creating Levee to Storage Runoff during Droughty Season in a Small Watershed

Chi Tang^[1*] Pai-I Yu^[2] Kuan-Heng Lin^[2]

ABSTRACT The thorny bamboo is a superior species in small watershed of piedmont area of southwestern Taiwan. To conserve water resources was beneficial to the demand of canopy growth, and to create levee in watershed by the terrain could provided to storage runoff during droughty season, then it had to cause the micro-meteorological variation. The experimental watershed with area of 3.33 ha, which was located in the comprehensive district of soil and water conservation of National Pingtung University of Science and Technology, Taiwan. The 0.8 m top width of levee had constructed in contraction zone nearby midstream of watershed, and could created the space of storage runoff with width, length and height in 6m, 8m and 2m. The purpose of this study was primarily aimed at the micro-meteorological variation after creating levee to storage runoff in a small watershed. All the meteorological elements included as: air temperature, relative humidity, wind speed, wind direction and global solar radiation had measured by a meteorological station from October to November, 2013. The result had shown the storage runoff could affect the meteorological elements of air temperature, dew point temperature, relative humidity and global solar radiation, and the average were 21.6°C, 19.6°C, 81.6% and 2.7 MJ m⁻², and the difference between inner plantation and outside- were lower than 1.9°C and 0.2°C, higher than 5-10%, about 0.4 times, respectively.

Key Words: Micro-meteorology, watershed, levee, thorny bamboo plantation.

一、前言

臺灣西南部丘陵地及淺丘地帶地質多泥岩，此外，荊竹造林面積約為該地區之 80%，顯示其重要性而鼓勵造林政策執行，荊竹被廣泛種植於西部泥岩地區，形成大面積荊竹林；荊竹因其叢生之特性常成叢狀出現，其耐旱、耐瘠之特性，使其能存活於泥岩惡地之中(林信輝與翁書敏，2011)，顯示刺竹林於冬季乾旱季節仍能正常生長，可知荊竹具有水汽儲留校能(唐琦，2006)，但是國內曾以氣候變遷來對荊竹進行耗水量影響研究，結果顯示荊竹為一高耗水量之植物，此表示荊竹林地植被將會對乾旱期間泥岩地區之水源涵養造成衝擊(林信輝與張俊斌，2000)。

[1] 國立屏東科技大學水土保持系副教授 (* 通訊作者 E-mail: tangchi@npust.mail.edu.tw)

Associate professor, Department of Soil and Water Conservation, National Pingtung University of Science and Technology, Neipu, Pingtung, Taiwan.

[2] 國立屏東科技大學水土保持系學生

Graduate student, Department of Soil and Water Conservation, National Pingtung University of Science and Technology, Neipu, Pingtung, Taiwan

森林具有調節氣候、涵養水源的功能，森林植被因受樹冠攔截雨水及枯枝落葉層的作用常能直接或間接的提供相關水源涵養功能(陸象豫，1996)，又森林對於氣候變遷具有重大的影響，森林鬱閉的植被冠層常因遮蔽陽光，而使其造成冠層上下受陽光照射情況不同，此會使其林內、外所吸收與放射之輻射量不同，以致直接影響氣溫、濕度、蒸發散量及土壤溫度等叫林外穩定(游繁結等，2001)，顯示森林對於氣候變遷顯具緩衝功能(陳信雄與謝昱男，2007)。此外，當森林冠層枝葉濃密之季節，進入森林內之太陽輻射因冠層而不易反射出森林或是再反射回地面，此使冠層之淨輻射量偏高，反之，冠層枝葉稀疏之季節則其上之淨輻射量偏低(游繁結等，2002)。據此可知探討土壤、植生、大氣與生態系統間之關聯時，常能用地表面植被特性及微氣候資料來建立其相關模式(Lapitain and Parton, 1996)，然荊竹現仍是該地區優勢物種，而如水源狀態不足之問題，由此可知荊竹林地建置土堤以儲留地表逕流之相關特性應進一步探討，然受荊竹枝節處多角質化尖刺、生長茂密及鬱閉度大，常使人員及設備進出荊竹林不便，增加微氣象觀測困難，諸如此類研究非常少，故本研究於對該區域進行微氣象觀測，期能初步了解荊竹林建構土堤以儲留地表逕流後之微氣象變化，藉以提供日後對建構土堤以儲留地表逕流整治管理與發展，與其相關微氣候研究之基礎。

二、材料與方法

本研究試區位於國立屏東科技大學水土保持戶外教室荊竹林集水區，該區域可由鄰近試區 300 m 之教學氣象站(編號 AOR08，22°39'N，120°36'E，海拔 71m)氣象資料統計得知，屬於亞熱帶氣候，夏季午後常有雷陣雨。期間於 2013 年 7 月曾經修整成小型集水區生態池，試區內荊竹平均冠層高度約為 12.7 m，試驗地集水區面積約 3.33 ha，坐落於水土保持戶外教室西南側刺竹林內，其主體以土堤構築一倒三角形截蓄地表逕流之空間，形成一天然蓄水池，其蓄水池之寬為 5 m 深為 2 m，蓄水池後連接著長 5 公尺寬 4 公尺深度 2m 之量水堰，當水位到達堤頂後便溢流至量水堰內，最後排入砌石生態池。該試區於修整後初期地表並無植生覆蓋，然受到荊竹冠層遮蔽，許多耐陰植物侵入試區，其中以下四種草種為優勢草種：血桐(*Macaranga tanarius*)、蟲屎(*Melanolepis multiglandulosa*)、姑婆芋(*Alocasia macrorrhizos*)、含羞草(*Mimosa pudica*)。生態池於 2013 年 9 月完工迄今，池內即有多種水中生物如：魚、青蛙、蟾蜍等，此外有蜻蜓、蝴蝶、水黽等，甚至有鳥類棲息，生物種類逐漸趨多樣。

本研究旨在了解荊竹林內生態池對生態環境微氣候之影響，先於鄰近生態池出流處擇一平整且無冠層遮蔽區位，於距地面高度 1.5 m 處設置一微氣象自動觀測站(Davis, Vantage Pro2, USA)，觀測項目有：氣溫(air temperature)、相對濕度(relative humidity)、露點溫度(dew point temperature)、降雨量(rainfall)、全天日射量(global solar radiation)，另於距地面高度 2 m 處測定風速(wind speed)及風向(wind direction)。相關生態池周遭生態環境之微氣象測定包括：氣溫、露點溫度、相對濕度、全天日射量、降雨量、風速及風向等，相關儀器設置與試區概況示如圖 1。採 10 秒間隔擷取數據一次，並記錄 10 分鐘平均值及累積值於資料收集器(data logger)，再經讀取以獲得相關氣象資料。得到原始數據後經初步分析發現由於本試區位於一封閉地形，氣流無法通過此區域，因此風速與風向幾乎無變化，因此暫無分析，本試驗期間擇定本區域明顯無降雨之旱季期間，即 2013 年 10 月至 11 月於荊竹林內生態池蓄水期間觀測所得氣溫、相對濕度、露點溫度與全天日射量等數據進行個別分析與討論。

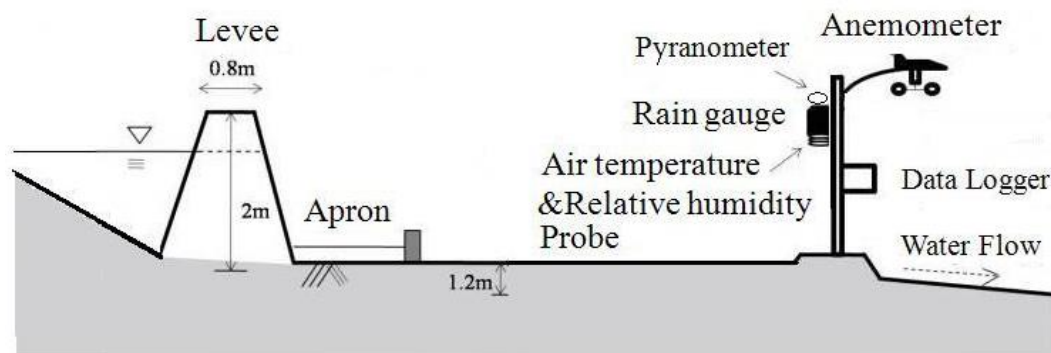


圖 1. 微氣象自動觀測站與荊竹林生態池示意圖

Fig. 1 The diagram of micro-meteorological station and ecological pond of thorny bamboo plantation

三、結果與討論

本研究於荊竹林旱季期間建構土堤以完成生態池，並在旱季期間，使該生態池蓄留水位期間，採取氣溫、相對濕度、露點溫度及全天日射量等微氣象資料來對照鄰近試區 300 m 之氣象站資料，對其荊竹林地內生態池蓄水後之微氣候特性進行探討。本研究觀測期間於荊竹林內生態池周邊近地表 1.5 m 高度處與國立屏東科技大學教學氣象站同時測得氣溫、相對濕度、全日射量、露點溫度，分別依 10 月及 11 月繪製全日逐時平均分布圖，結果如圖 2。

由圖 2 可知，荊竹林地生態池周邊全日逐時氣溫變化於 10 月及 11 月期間分別介於 18.8 - 25°C 及 21-25°C，相較同時期於教學氣象站者分別為 19-27.7°C 及 20-27°C，則晝間前者約低於後者約 2-2.7°C，但夜間於日出前 4-7 小時期間，卻有前者高於後者約 0.2-1°C 之情形，顯示荊竹林地生態池因蓄水後有增加熱容量趨勢，使得其氣溫降低趨勢會較教學氣象站為低。而氣溫逐時變化趨勢，則是荊竹林地生態池者有滯後教學氣象站者 1 小時情形，此係受荊竹冠層遮蔽，使其周邊之太陽高度角需在日出後 1 小時後，方有太陽輻射進入林地所致。觀測期間於荊竹林地生態池周邊之氣溫平均值為 23.3°C，相較於林外者之氣溫約偏低 1.9°C。

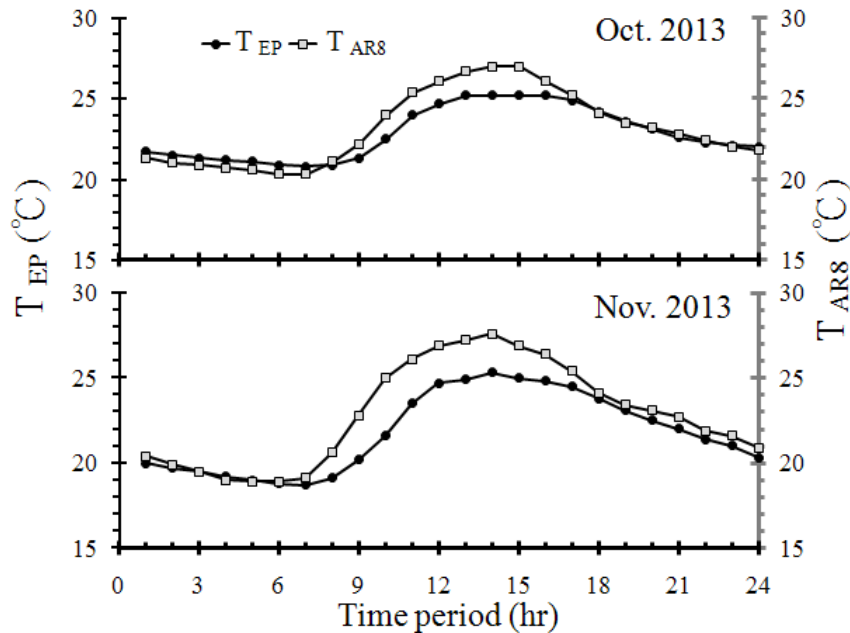


圖 2 2013 年 10 月及 11 月荊竹林生態池(EP)周邊與教學氣象站(AR8)之全日逐時平均氣溫(T)變化

Fig. 2 The hourly variation of mean air temperature between ecological pond of thorny bamboo plantation (EP) and agro-meteorological station (AR8) (Oct.-Nov., 2013)

由圖 3 可知，荊竹林地生態池周邊全日逐時露點溫度變化於 10 月及 11 月期間分別介於 17.4-21.1°C 及 18.6-22.4°C，相較同時期於教學氣象站者分別為 17.5-20°C 及 19.7-21.2°C，有晝間前者約高於後者約 1.1-2.5°C，及夜間有前者低於後者約 0.7-1.2°C 之情形，而晝間荊竹林地生態池周邊之露點溫度偏高時，表其近地表氣層空氣容易飽和，然而夜間受氣溫隨太陽輻射減弱，而使其露點明顯偏低，有不易飽和之趨勢，亦顯示荊竹林地生態池因蓄水後受熱容量增加影響，使得其近地氣層空氣中水汽不易飽和，推論荊竹林冠層有對地表長波輻射進行逆輻射效應所致。觀測期間於荊竹林地生態池周邊之露點溫度平均值相較於林外者約偏低 0.2°C，但就觀測期間分別於晝間有偏高 0.9°C 及夜間偏低 0.6°C 之情形。

由圖 4 可知，荊竹林地生態池周邊全日逐時平均相對濕度變化於 10 月及 11 月期間分別介於 73-92%，其間於 1 時至 9 時之相對濕度均維持在 90%，然至 10 時開始有太陽輻射到達試區，使得其近地表氣層氣溫有遞增趨勢，進而造成相對濕度降低，再至 14 時之相對濕度達到最低點 74%，隨即受荊竹林冠層遮蔽太陽 15 時開始離開照射高角，使得氣溫有遞降趨勢，造成相對濕度有再漸增趨勢，而荊竹林地生態池周邊之相對濕度有較鄰近氣象站者偏高約 6%，此再對照前述露點溫度有偏高情形，顯示荊竹林內近地表氣層水汽含量應有受蒸發散作用而出現遞增趨勢，使得相對熱容量增加，而此得相對濕度有略為偏低情。觀測期間於荊竹林地生態池周邊之相對濕度平均值為 82.7%，相較於林外者之相對濕度約高出 5-10%。

由圖 5 可知，荊竹林地生態池周邊之全日射量逐時變化於 10 月及 11 月期間均滯後荊竹林外教學氣象站約 1

小時，而其間實測之每小時全天日射量最大累積值均出現在 11 時，依序分別為 $0.8 \text{ Mj m}^{-2}\text{hr}^{-1}$ 及 $0.5 \text{ Mj m}^{-2}\text{hr}^{-1}$ ，相較於林外者分別可達 $2.2 \text{ Mj m}^{-2}\text{hr}^{-1}$ 及 $1.8 \text{ Mj m}^{-2}\text{hr}^{-1}$ ，前者明顯低於後者。觀測期間於荊竹林地生態池周邊之全天日射量平均值為 2.7 MJ m^{-2} ，其值約為林外者約為 0.3-0.37 倍，此顯係荊竹冠層遮蔽效應所致。同時林內受限太陽輻射強度偏低，將能減緩荊竹林地生態池之蒸發散作用。

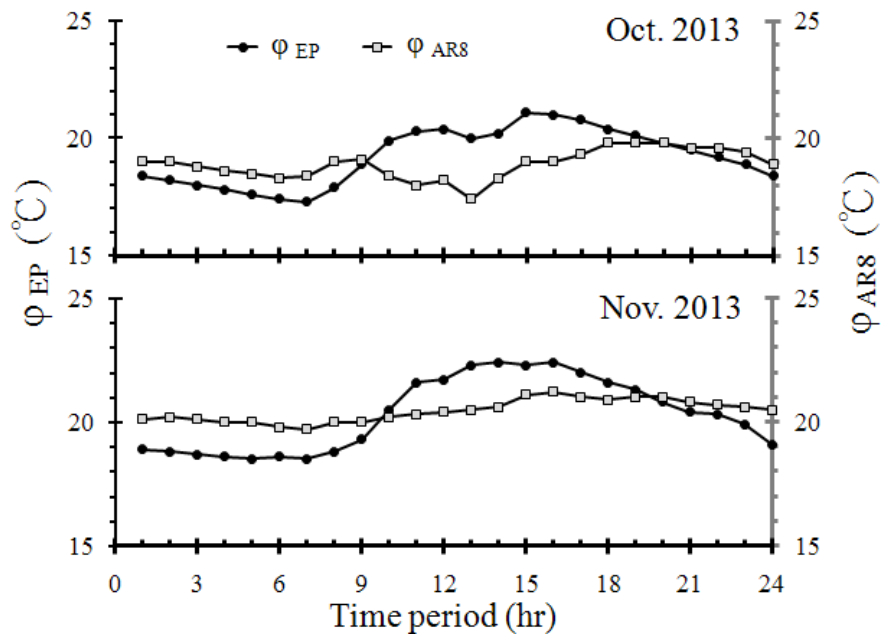


圖 3 2013 年 10 月及 11 月荊竹林生態池(EP)周邊與教學氣象站(AR8)之全日逐時平均露點溫度(φ)變化圖

Fig. 3 The hourly variation of mean dew point temperature between ecological pond of thorny bamboo plantation (EP) and agro-meteorological station (AR8) (Oct.-Nov., 2013)

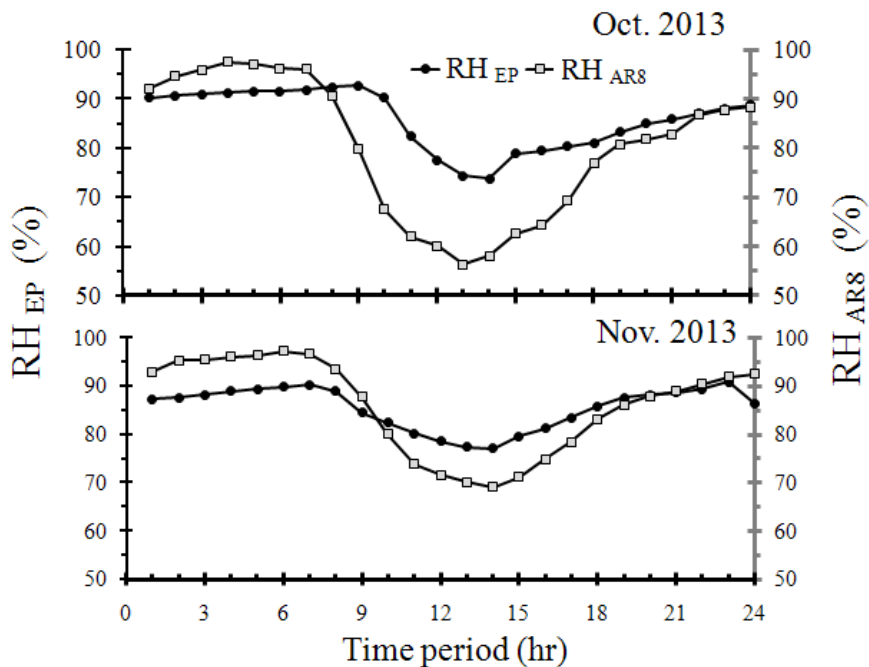


圖 4 2013 年 10 月及 11 月荊竹林生態池(EP)周邊與教學氣象站(AR8)之全日逐時平均相對濕度(RH)變化圖

Fig. 4 The hourly variation of mean relative humidity between ecological pond of thorny bamboo plantation (EP) and agro-meteorological station (AOR08) (Oct.-Nov., 2013)

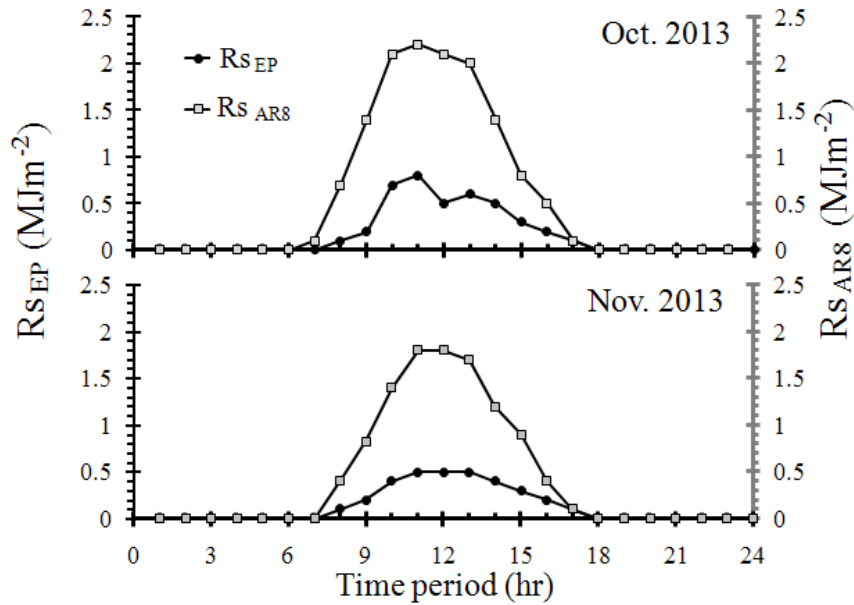


圖 5 2013 年 10 月及 11 月荊竹林生態池(EP)周邊與教學氣象站(AR8)之全日逐時平均全天日射量(Rs)變化圖
Fig. 5 The hourly variation of mean global solar radiation between ecological pond of thorny bamboo plantation (EP) and agro-meteorological station (AOR08) (Oct.-Nov., 2013)

參考文獻

1. 林信輝, 翁書敏 (2011), 荊竹林根系對泥岩邊坡沖蝕之穩定性研究, 國立中興大學碩士學位論文。
2. 游繁結、詹宜紋 (2001), 關刀溪森林集水區氣象因子及氣候指標之探討, 中華水土保持學報, 第32卷, 第1期, 第9-16頁。
3. 游繁結、詹宜紋、蔡志隆 (2002), 關刀溪森林集水區地表熱能收支之研究, 中華水土保持學報, 第33卷, 第2期, 第151-160頁。
4. 游繁結、詹宜紋 (2004), 關刀溪森林集水區蒸發量推估之探討, 坡地防災學報, 第3卷, 第2期, 第23-38頁。
5. 唐琦、游繁結、徐森雄 (2002), 天然香楠林之微氣候調查, 水土保持學報, 第34卷, 第4期, 第239-248頁。
6. 唐琦、游繁結、徐森雄 (2003), 天然香楠林之熱環境特性, 中華水土保持學報, 第34卷, 第2期, 第113-127頁。
7. 徐森雄、唐琦 (2004), 坡地檳榔園之微氣候特性, 中華林學季刊, 第37卷, 第2期, 第169-180頁。
8. 林信輝、高齊治 (1999), 西南部泥岩地區荊竹根力特性之研究, 中華水土保持學報, 第32卷, 第2期, 第1-11頁。
9. 唐琦、陳立昌、陳釗偉、陳致濤 (2013), 荊竹林集水區營造生態池後對微氣候之影響, 2013中華水土保持學會年會暨研討會, 3-2, 第1-8頁。
10. 唐琦 (2008), 荊竹林集水區營造人工濕地後之熱環境變化初步探討, 第一屆亞洲濕地大會中文論文集, 第190-200頁。
11. 唐琦、陳韻如、陳威豪 (2006), 屏東地區原生荊竹林於寒潮通過下之水汽儲留變化研究, 海峽兩岸水土保持與生態環境專題交流營學術論文集, 第97-102頁, 北京。
12. 林信輝、張俊斌 (2000), 氣候變遷對泥岩主要樹種耗水量之影響, 中華水土保持學報, 2000, 31(3): 171-181。
13. 陳信雄、謝昱男 (2007), 森林在公益上之探討, 中華林學季刊, 第40期, 第1卷, 第135-145頁。
14. 陸象豫 (1996), 森林在水土資源保育上之功能, 台灣林業科學, 第11卷, 第3期, 第333-347頁。
15. Lapitan, R. L. and W. J. Parton, (1996), Seasonal variabilities in the distribution of the microclimatic factors and evapotranspiration in a shortgrass steppe, *Agric. For. Meteorol.* 79:113-130。
16. Meyers, T. P. and U. K. T. Paw, (1987), Modeling the plant canopy micrometeorology with higher order closure principle, *Agric. For. Meteorol.*, 41:143-163。