

六龜試驗林氣候概況

◎林業試驗所集水區經營組·陸象豫 (shiang@tfri.gov.tw)、黃惠雪
◎林業試驗所六龜研究中心·孫銘源

林業試驗所六龜研究中心所管轄的六龜試驗林，擁有從海拔250至2,600公尺面積約9,616公頃的林地，是本所最主要的試驗研究場所。為能掌握幅員廣闊且地形複雜的試驗林地氣候狀況，以供林業經營及試驗研究所需，六龜分所早在民國44年即在扇平工作站進行雨量觀測；嗣後於民國69年起在扇平與多納工作站著手降雨量、溫度、相對溼度、蒸發量(A型蒸發皿)及雲量等氣象因子觀測，始略具氣象站規模。至民國75年起，鑒於試驗研究遍及全林區及電子儀器陸續問世，集水區經營組

因此先後設立了六龜、鳳岡山、多納、扇平及森山等五座二級農業氣象站(見表1及圖1)，觀測項目包括：風速、風向、日照輻射、溫度、相對溼度及降雨量等，開啟電子儀器自動偵測、數位記錄的時代。目前六龜研究中心所有氣象站均以Campbell公司出產的CR1000系統進行監測，每十分鐘監測各因子乙次，每小時將該時段之平均(或總計)、最高及最低紀錄值儲存於資料匣中。本文以自記有效資料(鳳崗1986~2017、扇平1986~2017、多納1986~2017)為基準，闡述六龜試驗林的氣候概況。

由於六龜試驗林緯度從最北N 23° 00' 31"至最南端的N 22° 50' 06"，加上海拔高差亦大，廣闊的幅員內雖設有四個氣象站，仍難以此等氣象觀測站的平均狀態表達全區的氣候狀況；但可試圖將北中南分為鳳岡、扇平及多納三大林區，分別以鳳岡、扇平(森山氣象站與扇平氣象站位置接近，惟記錄較短，故以扇平氣象站紀錄探討試驗林中部林區)及多納等三氣象站的紀錄進行探討。至於溫泉溪東岸由9至25林班廣大的區域，因交通不便少有試驗在此進行，未設置氣象觀測站，對該區域的氣候狀況較不了解。

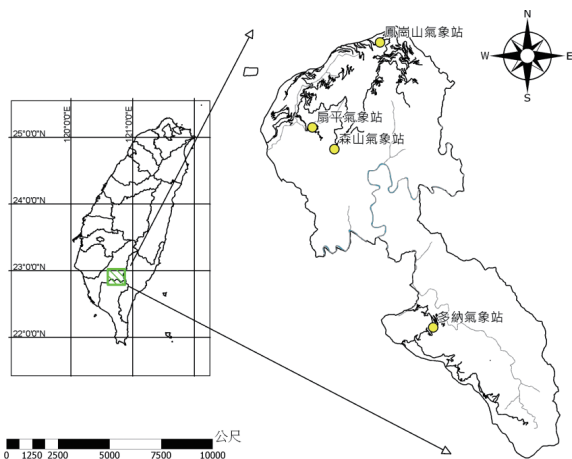


圖1 六龜試驗林氣象站位置圖。

表1 六龜研究中心氣象觀測站一覽表

站名	位置	海拔高 (m)	設置日期
六龜	E 120° 38' 46" N 22° 59' 30"	251	1980/08 (1995/10 自記觀測)
扇平	E 120° 41' 08" N 22° 58' 04"	692	1980/08 (1991/01 自記觀測)
鳳岡	E 120° 42' 54" N 22° 53' 17"	1,050	1986/05 (1986/03 自記觀測)
森山	E 120° 41' 43" N 22° 57' 32"	1,202	1991/10 (自記觀測)



森山氣象站是本所測站中最難到達者，原址為日據時代森山駐派出所，現為南鳳林區主要據點。(陸象豫 攝)



扇平工作站早在民國69年起即著手降雨量、氣溫等氣象因子觀測；現今的氣象站係在原觀測點增建而成。(陸象豫 攝)



溫泉溪東岸9至25林班，因無林道可到達且少有試驗在此區域進行，故未設氣象站；其氣候狀況僅能以同緯度的鳳岡、森山及多納等氣象站的紀錄推估。(孫銘源 攝)



多納氣象站，中央氣象局於1993年3月起在本測站進行雨量觀測。(孫銘源 攝)

六龜試驗林主要的氣象觀測因子

一地區的氣候狀況主要係由降雨量及氣溫來判定，六龜試驗林鳳崗、扇平、多納三測站的年平均降雨量分別為：3,429.8、3,435.9及3,536.1 mm，總平均降雨量3,467.3 mm，高於臺灣年平均2,500 mm 甚多，顯示該試驗林雨量甚為豐富。然主要的降雨多發生在4至10月(濕季)，鳳岡、扇平及多納在此

期間的降雨量分別佔全年總降雨量的92.8%、94.5%及94.7%，顯示降雨極不平均，有明顯的乾濕季。每年2至4月期間，北方大陸冷氣團遇到南方海洋暖氣團形成不穩定的介面(稱之為華南雲雨區)，有利於臺灣地區雲雨的發展，所降的雨水稱之為春雨。六龜試驗林春雨約佔全年總降雨的7.8%，主要集中於4月，是每年乾季結束後，最先發生的降雨機制。春雨後的降雨機制則為梅雨，主要發生於5、



鳳崗山氣象站是試驗林海拔最高者，中央氣象局亦在此設置雨量監測站，名為御油山測站。(孫銘源 攝)

6月春夏交替之際，由於此時東北季風逐漸減弱，源自於南方熱帶海洋的西南季風逐漸增強(西南氣流)，當其與勢力相當的冷暖氣團在華南至臺灣一帶交會，遂形成一道近似滯留的鋒面系統，為華南地區帶來強度高的降雨。六龜試驗林全年大約有30%至37%的雨量是集中在5、6月的梅雨期，為試驗林僅次於颱風降雨的降雨型態。雖此期間亦有可能遭受颱風侵襲，但歷年來5至6月侵襲臺灣的颱風數目均約佔侵臺颱風數目的15%以下，故5至6月間主要的降雨機制為梅雨。

試驗林的降雨高峰集中在7至9月，此期間主要為颱風帶來的降雨。根據中央氣象局的統計，過去100年間平均每年約有3.4個颱風侵臺，其中約80%以上集中在此期間。六龜試驗林為颱風侵臺時強降雨發生的熱區，颱風所帶來延時長、強度大的降雨，為造成試驗林崩塌等災害的主要原因。颱風雨的多寡，往往成為該年度降雨量多寡的決定因素。夏季另一降雨機制為地形雨，由臺灣西南部海面富含水氣的氣流，受山嶺影響被迫舉升，在上升的過程中，冷卻凝結造成降雨；此種降雨多發生於夏季的午後，亦成為此期間試驗林主要降雨機制。夏季的降雨是六龜試驗林最重要的水資源，其降雨量約佔全年度降雨之55%。

而10月份的降雨，部分為夏季雷陣雨，多發生在上旬；部分為秋颱所帶來的降雨。

六龜試驗林最大的24小時降雨紀錄為鳳崗地區2009年8月8日02:00至8月9日01:00的1,290.0 mm (莫拉克颱風)，次為多納2005年7月18日12:00至7月19日11:00的1,065.5 mm (海棠颱風)，兩者均為令人記憶猶深的致災降雨事件。依據中央氣象局所定義的大豪雨事件(24小時累計雨量達350 mm以上)，以此標準記錄期間鳳岡、扇平與多納三測站發生大豪雨事件均超過12次，幾乎每兩年就發生乙次，顯示颱風帶來的大豪雨在試驗林發生仍頻，為造成試驗林邊坡崩塌與林道毀損的主要原因。鳳岡、扇平及多納地區年平均降雨天數(單日降雨量 ≥ 0.5 mm)分別約為142.5、135.1及126.0天，而北部鳳岡林區年雨量稍低於南部區域，顯示試驗林南部地區降雨比北部區域在時間分布上較為集中。此外，鳳岡、扇平及多納地區歷年平均最長無雨天數分別為32、31及38天，其中連續最長無降雨天數發生在1995年10月10日至翌年1月18日的多納地區，計連續70天無記錄到降雨，鳳岡林區最長紀錄為65天，扇平地區則為62天。連續無降雨天數為乾旱的指標之一，顯示多納林區降雨較集中，但也較其他林區更易遭受乾旱威脅。

六龜試驗林鳳崗、扇平及多納三林區的年均溫分別為16.7、20.7及19.7 $^{\circ}\text{C}$ ，由年均溫觀之，全境均屬偏涼的氣候區，而年均溫的差異主要係受海拔高度的影響。鳳岡、扇平及多納全年度月平均溫差分別為7.7 (12.3~20.0)、8.3 (15.8~24.1)與8.6 (14.7~23.3) $^{\circ}\text{C}$ ，相較於林試所其他試驗林的月均溫差，六龜試驗林月均溫差相對地為低。

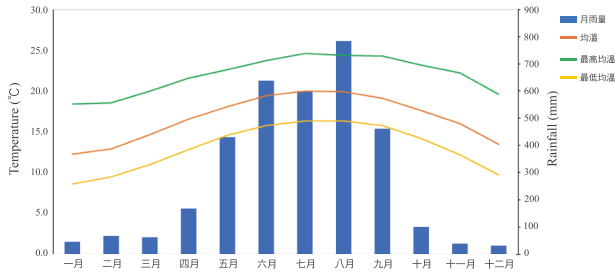


圖2 鳳崗林區月降雨量與月平均溫度(Jan. 1986~Dec. 2017)。

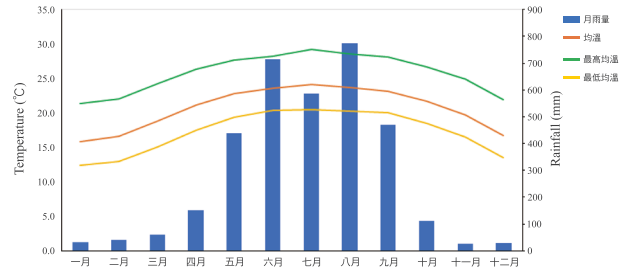


圖3 扇平林區月降雨量與月平均溫度(Jan. 1986~Dec. 2017)。

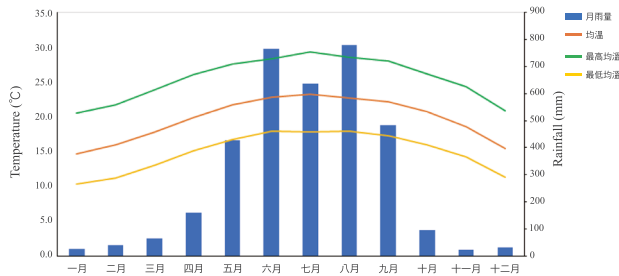


圖4 多納林區月降雨量與月平均溫度(Mar. 1986~Dec. 2017)。

試驗林冬季的低溫主要是受大陸冷氣團所影響，當大陸高氣壓中心達於長江流域或更南，臺灣中南部地區即會受其影響，出現低溫。鳳岡、扇平與多納三林區在記錄期間最低溫則分別為：-1.2、3.0與-0.1°C，均發生在冷氣團來襲時的清晨。夏季高溫除受日照輻射量多寡影響外，亦受反聖嬰現象所帶來西太平洋高海溫影響；鳳岡、扇平及多納所記錄到的最高溫分別為：36.6、37.8與37.9°C，均發生在7月的中午。最高與最低氣溫差異甚大，然此等氣溫已屬極端溫度的範疇。三林區最高月均溫均以7月為最高(少數年分最高月均溫均發在8月，主要受該年度颱風發生的時間所影響)，最低月均溫則都為1月份(少數年份最低月均溫發生在2月，為冷氣團較晚發生所致)，各林區月均溫、最高均溫、最低均溫等紀錄如圖2~4所示。1月及7月的日溫度變化如圖5及圖6所示，鳳岡、多納及扇平1月平均日溫差分別為：7.04、6.87及6.42°C；7月平均日溫差則分別為：5.73、6.50及7.32°C。1月日最

高溫分別發生在12:00、14:00及12:00，最低溫分別發生在06:00、07:00及07:00；7月份最高溫分別發生於12:00、14:00及12:00，最低溫則均發生於06:00。每日最高溫發生時間與坡向有顯著的關係，扇平氣象站位於西向坡，午後仍可受到陽光直射，故最高溫發生時間較其它二測站延後約2小時，而最低溫則均發生在太陽照射之前，多為每日的清晨6點。

其它的氣象因子觀測

其它與氣候相關且進行觀測的氣象因子尚有：濕度(humidity)、日照輻射(solar radiation)、風速與風向(wind speed and direction)、蒸發量(evaporation)等項目。濕度為大氣中水分含量的多寡，雖然其含量最多不會超過5%，但對一地區的氣候會有顯著的影響；其表示法有水汽混合比、比濕、水汽壓、絕對溼度及相對濕度等多種。其中本所氣象站均採用相對溼度來表示，定義為：在一定壓力與溫度下，單位體積空氣中水汽的分子數與其飽和水汽分子數的百分比。風速則為單位時間內風之行程，通常以每秒公尺表示(m/sec)。日照輻射(solar radiation)係指太陽輻射能中，近紫外線(波長約0.3~0.4 μm)至近紅線(波長約3~4 μm)波段間之輻射能。日照輻射量通常設定為單位時間(時或日)單位面積的輻射量累積值，通常以MJ/m²(百萬焦耳/平方米)或cal/cm²(卡/平方公分，1 MJ/m² = 23.9 cal/cm²；1 cal為

表2 六龜試驗林關氣象因子月統計值

月份	相對溼度(%)			照輻射(MJ/m ²)			風速(m/s)			蒸發量(mm)	
	FK	SP	DN	FK	SP	DN	FK	SP	DN	SP	DN
Jan	86.6	85.8	84.3	355.0	288.1	329.6	0.67	0.70	0.57	79.5	61.0
Feb	88.1	86.0	83.4	326.0	292.3	314.2	0.67	0.72	0.62	71.5	94.5
Mar	88.7	84.7	85.1	373.6	354.1	375.4	0.65	0.71	0.63	99.3	95.5
Apr	91.0	86.9	86.2	354.4	401.4	384.2	0.61	0.76	0.67	100.5	82.6
May	92.6	89.8	89.2	336.1	420.0	409.2	0.58	0.76	0.64	115.4	94.9
June	93.3	89.6	89.8	340.0	432.3	408.3	0.67	0.74	0.70	92.9	93.6
July	93.5	89.6	89.0	345.7	479.2	452.9	0.67	0.77	0.80	104.1	114.7
Aug	93.3	90.2	91.2	313.1	411.5	373.4	0.70	0.71	0.78	89.1	101.1
Sep	94.2	90.32	90.8	297.4	394.8	372.0	0.56	0.66	0.70	82.2	57.8
Oct	92.8	89.5	90.0	316.5	354.3	342.6	0.52	0.64	0.60	82.0	74.9
Nov	89.0	88.1	88.1	330.2	283.4	303.4	0.57	0.63	0.59	77.2	65.5
Dec	87.1	87.0	86.1	319.6	254.5	295.6	0.61	0.65	0.55	72.0	69.5
平均	90.9	88.1	87.8				0.62	0.70	0.65		
總計				4,007.5	4,366.0	4,360.7				1,066.2	1,055.5

FK：鳳岡 SP：扇平 DN：多納

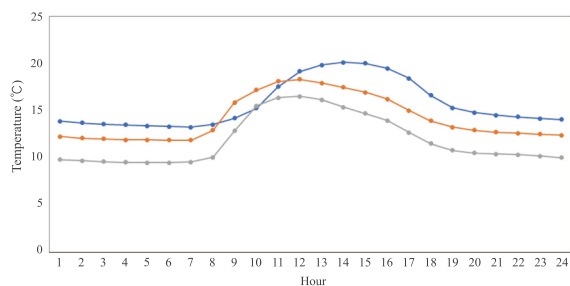


圖5 六龜試驗林1月份日氣溫變化圖(1993~2017)。

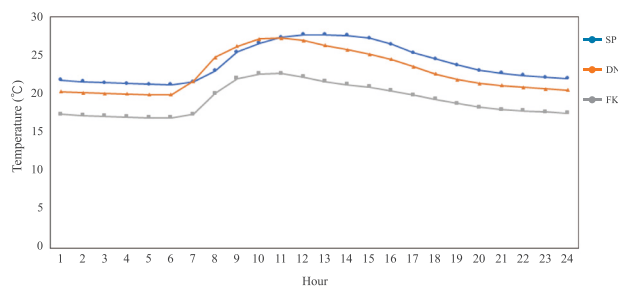


圖6 六龜試驗林7月份日氣溫變化圖(1993~2017)。

將1公克的水在1大氣壓下提升1攝氏度所需要的熱量，約等於4.1855焦耳為單位。蒸發是液態或固態的水變成氣態的現象，自土壤表面或自由水面因蒸發而失去之水量，稱為蒸發量。其觀測是在1980~1990期間於扇平及多納以120 cm蒸發皿進行之，採用單位為mm/day。相關觀測因子的月統計值列於表二。

結語

六龜試驗林自設立氣象站以來，該研究

中心(分所)負責氣象觀測與記錄的人員計有：林新發、彭金發、黃吉井、林佳源、林金榮、吳勇成、趙國基、林文秀、黃榮俊、邱澄吉等多位先生，此外尚有曾玉芬小姐負責資料保管與整理。集水區經營組李福明、傅鶴翹、蔡喜光等先生負責資料讀取、氣象站維護，黃惠雪小姐負責資料整理、建檔及資料庫運作。這些工作人員常需克服道路崩塌中斷與惡劣天氣，不辭辛勞的堅守崗位，是幕後最大的功臣，感謝他們多年來的辛勞，並致上最高的敬意。☀