

從蓮華池地區氣象紀錄談極端氣候

◎林業試驗所集水區經營組·陸象豫 (shiang@tfri.gov.tw)

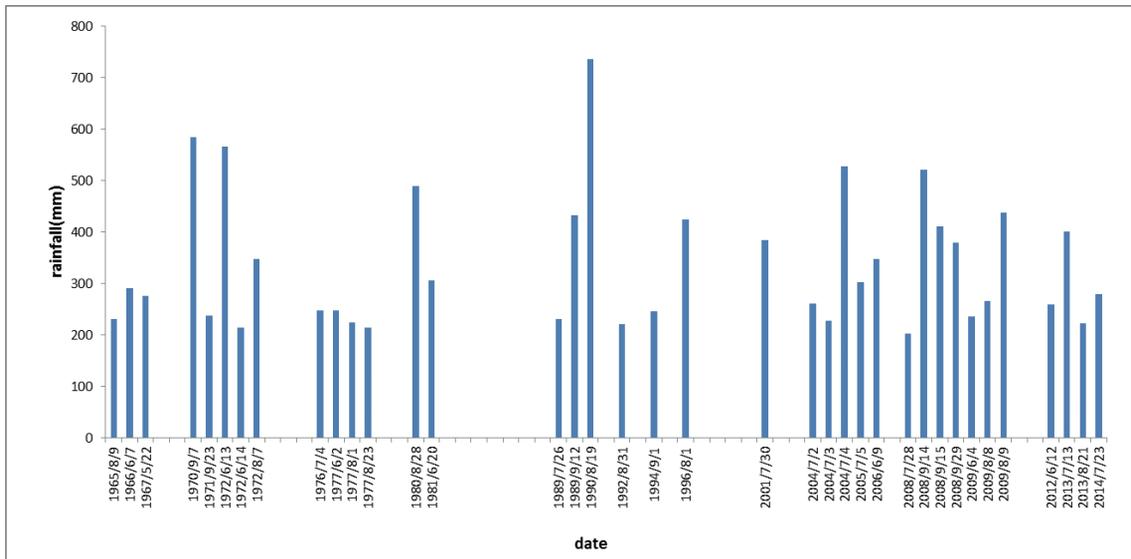
受全球暖化影響，世界各地異常天候現象較以往更為頻繁，因此極端氣候(extreme weather)已是常被提及的名詞。所謂氣候(climate)是籠統地指某地區各氣象因子長期的平均狀態，而氣象(meteorology)則是指一地區大氣的物理現象，通常為大氣平流層內某處的溫度、壓力、溼度、風速、風向、日照輻射量等物理因子的量或特性，這些因子均為構成一地區氣候要素。各氣象因子的『平均狀態』多是指統計上的平均值(mean)，其中平均溫度與降雨量常被用來描述一地區的氣候型態，變異度(standard deviation)、機率分佈型態和時間序列等則均為描述各氣象因子的統計量。極端氣候是指嚴重反常或甚少出現的天氣現象，其氣象因子的物理量為該地區歷史紀錄甚少出現或未曾出現的超大或超低值。通常極端氣候事件是根據一地區長期天氣紀錄來判定的，須符合統計極端性的定義；極端氣候雖無嚴謹的定義，但一般認為是落於最高與最低2.5%範圍或50年回歸週期(return period)以上的氣象狀態。而判斷或研究極端氣候，須有長期且穩定的觀測資料，方能提出具有說服力的數據。

所有氣象因子中，其極端值對人類影響最大且最受關注的為溫度(temperature)與降水(precipitation)，此二項因子為討論極端氣候的主題。一地區的氣溫有一定的範圍，且各季節有各自的變動區間。大致而言，各地區各季節的溫度可視為常態分佈(normal distribution)，其特徵是以數值平均值(μ)為中心，相關溫度發生機率呈鈴形曲線(bell shape)，中心點處其數值出現的頻率(次數)最多，離中心點越遠處

的數值出現頻率越少，曲線左右對稱。降水量通常以某期間內下降水分(包括液體的雨及固體的雪、雹、霰等)，其發生值可從零至理論上的無限大。難有一分佈函數能有效地描述降雨的機率分佈，然而水文及氣象學者多認同日降雨量較符合Weibull機率分佈函數；但若紀錄時間足夠，某時距內的總降水量亦可以常態分佈進行分析或解釋，並可將出現在95%信賴區間(confidence level)外的降雨量視為極端降雨事件。此外，連續無雨的時期則衍生出另一極端氣候現象—乾旱，因此極端降水量所關注的課題為暴雨與乾旱。

為便於說明極端溫度與極端降雨的大小，茲將本所紀錄最長的蓮華池氣象站由1964至2015年的日溫度與降雨紀錄進行統計分析，以便求得極端值相關的物理量。先將此52年的日溫度紀錄(扣除遺失資料後，每月均超過1400筆紀錄)視為常態分佈，求得其平均值及變異度，再將累積分佈機率高於97.5%及低於2.5%以外發生的高溫與低溫視為極端溫度的閾值，所得結果列於表1。表中括號內的數值為觀測期間極端溫度發生的次數(天數)，雖然與排序後最高與最低2.5%的發生數(35次)稍有差距，但卻是統計法分析的結果，具有相當高的可信度。再比對歷年紀錄，發現極端高與低溫度多出現在1990年以後，顯示受暖化的影響，大氣中貯存量較以往更多的能量，因此推動熱流流動的能力更強，導致世界各地出現極端溫度與降水的頻率較以往更高。

當大氣溫度迅速下降且達到一定的門檻則會引發的寒潮(cold wave)，它將會衝擊農



蓮華池地區大於200mm/day暴雨事件發生時間與降雨量。

業、工業、商業和社會活動，並能造成土壤顆粒硬化和冷凍，使植物難以正常生長。低溫對植物生理及生育的影響包括：原生質的機械傷害與細胞膜相轉換(phase transition)、生理異常與生育延遲、提前抽臺(花芽)、落花與落果等。概括而言，低溫對植物的傷害可分為寒害(chilling injury)、霜害(frost injury)和凍害(freezing injury)等三種，對動物影響最大者為養殖業的牲畜或水產類。在農業氣象預報上，通常以10、5及0°C分別為發佈為寒害、霜害及凍害預報的判斷值。然而何種低溫才足以造成此等低溫災害，則因動植物種類、年齡、不同發育階段與不同的部位而異。高溫所導致的酷熱的天氣可能會損壞農作物，人們容易發生脫水、熱痙攣和中暑等現象，而危及人們生命。高溫下乾燥的土壤更易遭受侵蝕，並因而減少可耕的農業用地，且因大多數植被乾枯，使野火發生的機率大為增加。在過多熱能的環境

中，植物會關閉它們的氣孔，以減少水分的散失，但也因此而限制了植物的吸收能力。故高溫所導致熱浪發生的地區，空氣中會有更多的污染物及臭氧，將造成較高的死亡率。

為求得不同回歸週期日降雨量，本報告先將記錄年的最大日雨量挑選出，建立每年最大值序列(annual maximum series)，再以極端值第一型分佈函數進行頻率分析，求得不同回歸週期之24小時延時之降雨量。所得2、5、10、25、50、100年回歸週期最大日降雨量分別為：228.5、368.3、460.7、577.7、664.4與750.5 mm，而每年最大日雨量的平均值為254.4 mm，變動區間為735.0至88.7 mm。若以降雨量超過該地區50年回歸週期發生的降雨量視為極端降雨量，則蓮華池地區日降雨量須達到600 mm上方可視為極端降雨。然而中央氣象局為便於災害預報與防治，將24小時的總降雨量分為(1)大雨事件：為24小時

表1 蓮華池地區各月份極端高溫與極端低溫閾值(°C)

| 月份 | 平均溫度 | | 最高溫度 | | 最低溫度 | |
|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 高 | 低 | 高 | 低 | 高 | 低 |
| January | 19.78 (23) | 9.79 (48) | 27.58 (32) | 14.08 (52) | 15.37 (23) | 5.20 (50) |
| February | 22.07 (20) | 10.19 (40) | 30.15 (16) | 13.76 (47) | 17.38 (40) | 5.99 (37) |
| March | 24.38 (30) | 12.44 (41) | 31.74 (27) | 16.05 (46) | 19.70 (29) | 8.10 (19) |
| April | 25.93 (46) | 16.08 (33) | 33.09 (49) | 19.10 (38) | 21.66 (33) | 12.07 (48) |
| May | 27.00 (56) | 19.16 (25) | 33.36 (51) | 22.23 (35) | 22.98 (56) | 15.53 (33) |
| June | 28.30 (51) | 20.47 (16) | 34.23 (62) | 23.60 (48) | 24.15 (61) | 17.05 (15) |
| July | 28.35 (26) | 21.85 (36) | 34.38 (64) | 25.61 (57) | 24.19 (54) | 17.78 (19) |
| August | 27.89 (45) | 21.60 (20) | 34.06 (72) | 25.03 (51) | 24.12 (64) | 17.63 (30) |
| September | 26.99 (42) | 21.19 (36) | 33.02 (43) | 24.73 (64) | 23.24 (34) | 16.84 (52) |
| October | 26.17 (24) | 18.69 (53) | 31.74 (42) | 23.26 (48) | 22.49 (15) | 13.81 (54) |
| November | 24.15 (15) | 14.67 (50) | 30.43 (16) | 19.41 (48) | 20.57 (15) | 9.57 (46) |
| December | 21.14 (25) | 10.63 (46) | 28.28 (26) | 15.13 (54) | 17.11 (32) | 5.45 (34) |

註：括號內的數值為歷年來該月份發生的日數。

累計降雨量達50 mm以上，且其中至少有一小時強度達15 mm以上；(2)豪雨事件：為24小時累計降雨量達130 mm以上；(3)大豪雨事件：為24小時累計降雨量達200 mm以上；(4)超大豪雨事件：為24小時累計降雨量達350 mm以上。據此中央氣象局所定義臺灣平地的大豪雨事件為約是在2年重現期距(recurrence interval)的降雨量，超大豪雨事件約為5年重現期距的降雨量。豪雨規模的降雨在臺灣幾乎每年都會發生，大豪雨規模的降雨在平地可能不會年年發生，但在中海拔山區因地形作

用，則幾乎每年都會發生。然而此種豪雨規模的降雨均不能視為極端降雨，故就降雨量而言，臺灣地區極端降雨的門檻值相當高。

蓮華池地區降雨量在時間上分佈有明顯的差異，10月至翌年2月的降雨量約佔全年總降雨量的10%，為乾早期。因此較長時間連續無降雨的天數多發生在乾早期，在52年記錄期間，每年最長連續無雨的平均日數約為32.7天，變動範圍為15至58天。雖無明確的分佈函數適用於乾早期的頻率分析，但若以極端值第一型分佈函數分析，則所得2、5、10、25、



2016年1月23~24日的超級寒流，是歷年臺灣地區少見的極端低溫。(范義彬 攝)

50、100年回歸週期最大連續無降雨天數分別為：31.0、39.9、45.8、53.2及64.1 天。若將之視為常態分佈，則95%信賴區間外的連續無降雨日數為52.3日。無論以極端值分佈或常態分佈模式推估，蓮華池地區需約有連續50天以上的連續無降雨，方達到極端乾旱的門檻值。

極端降雨所帶來的氣象災害為洪水、崩塌、土石流及旱災等。但並非極端降雨事件就必然會造成災害，因災害的程度往往決定於基礎建設、開發程度、人口分佈、土地利用及社會經濟等人為因素，且具有地域性。極端氣候事件的發生與否純粹



2009年8月莫拉克颱風帶來雨量使荖濃溪溪水暴漲，是令人印象深刻的極端降雨事件。(孫銘源攝)

是自然過程，具有不確定性。然而現今因氣候變遷使其發生的頻率有增加的現象，強度有變強的趨勢，此為特別需要關注的課題，且要加強防災意識。☸