

氣候暖化與臺灣環境危機

文·圖片提供／汪中和（中央研究院地球科學研究所研究員）



▲圖一：莫拉克颱風造成嚴重災害。（攝影／廖泰基）

2009年第一個侵臺的莫拉克颱風，在掠過北臺灣時所引進的旺盛西南氣流，為南臺灣降下破紀錄的超大豪雨，再給臺灣帶來一個新的警訊。（圖一）

這個極端事件的緣起，來自人類自己的錯誤：我們在大氣層中排放了過量的溫室氣體，改變了地表的熱能平衡，從大氣、海洋到地殼，地球表面正以前所未有的速率在增溫。熱能失衡的結果，破壞了地球天然的調節機制，演變出難以捉摸的天氣形態，極端變化的水文循環，以及此起彼落的自然災害。

位在歐亞大陸及太平洋交界處的臺灣，正是反映環境變化的敏感地帶，也是觀察全球氣候變遷的理想地區，卻是承受自然災害加倍侵擾的苦難位置。從長期

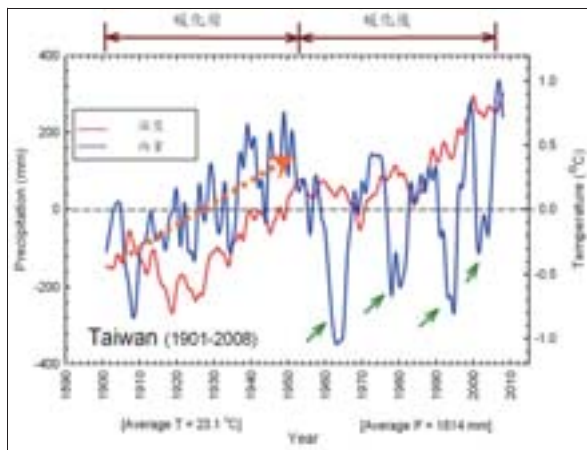
氣象資料觀察到因氣候暖化的影響，臺灣的降雨形態及降雨強度已經發生的重大改變。

圖二是以中央氣象局有百年紀錄的八個氣象站（彭佳嶼、臺北、臺中、澎湖、臺南、恆春、花蓮、臺東）所繪製的年均溫及年雨量變化圖，並做了五年的滑動平均消除高頻信號，以表現臺灣一個世紀來溫度與雨量的長期變化特性。圖中的溫度（紅色曲線）及雨量（藍色曲線）都以百年平均值為基準（年限為1901-2008；溫度平均值是

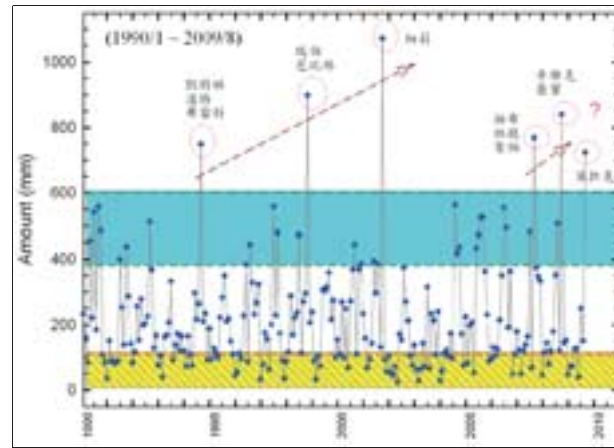
23.1度，雨量是1814mm），凡低於平均值的都是負值，位在黑色虛線的下方；而高於平均值的都是正值，位於黑色虛線的上方。

圖一顯示，因受到全球溫室效應及區域性人為開發的影響，臺灣百年來的年均溫正持續上升（增加了攝氏一度以上），暖化現象相當明顯。然而在氣候暖化的過程中，臺灣的降雨量卻呈現了兩種完全不同的變化形態。在二十世紀的前半期（暖化前），臺灣的年均溫低於百年平均值，且降雨變化幅度小，又呈穩步增加的趨勢，是對環境溫和有利的時期。

進入二十世紀的後半期（暖化後），年均溫跨過百年平均值的門檻且加速上升；這個時期降雨變化呈現的是上下大幅震盪，並反覆發生了四次氣象乾旱期（1960年代



▲圖二：臺灣百年來的年均溫及年雨量距平變化圖。



▲圖三：臺灣月平均降雨量時間序列圖（1990年1月到2009年8月）。

中期、1980年前後、1990年代初期，以及2000年代初期），對環境產生極不利的衝擊。

值得注意的是，近二十年來臺灣的降雨變化有增高的態勢，指出氣候持續暖化正提升臺灣降雨的極端性，使旱澇更頻繁發生，防災工作也相對更棘手，當然也對水資源的管理更增困難。很清楚的，氣候暖化對位於亞熱帶的臺灣，已經帶來日益嚴重的影響，如圖三所示（由臺灣本島21個氣象站匯整而成）。

一般而言，臺灣地區正常月平均降雨量的變化範圍是在110到340mm之間，若大於380mm，就表示會有水患發生（如圖中的藍色區）；若連續低於100mm就會造成乾旱（如圖中的黃色區）。二十年來約有四成五的期間裡，洪澇與乾旱會在臺灣反覆的發生，這是必須經常防範因應的。

圖三中更值得注意的是超越藍色區的超大豪雨事件，這是一

般防洪抗災系統無法承受的。1994年8月，因有三個颱風（凱特琳、道格、弗雷特）連續襲臺，使得該月的平均降雨量陡升到正常上限的兩倍（750mm）；而1998年10月，有兩個颱風（瑞伯及芭比絲）連袂侵襲北臺灣，該月的平均降雨量更高達900mm。然而更令人驚訝的是，2001年9月一個納莉颱風（圖四）就使得該月的平均降雨量超過了1000mm，打破了百年來的觀測紀錄。這三個超大豪雨的事件，不但在短短數年間連續發生，颱風所帶來的豪雨量更是一個強過一個，明確的反映臺灣降雨強度日趨增高的趨勢。

同樣的超大豪雨事件，在經歷百年來最大的乾旱期（2001年10月至2004年6月）後，又再次重現。2007年7月（帕布、梧提、聖帕），2008年9月（辛樂克及蓄蜜），及2009年8月（莫拉克），又讓臺灣

飽受重創。然而，前一梯次的三個超大豪雨的事件，間隔的時間分別是四年與三年；最近的系列卻都大幅縮短到只有一年左右；圖三中的紅色問號就是預想下一次的極端降雨事件會在何時發生？這個現象顯示出，由於地表熱能持續累積，大自然的極端事件的發展時間卻真是越來越快，讓人更難以應付。

展望未來，全球氣候暖化的趨勢仍將持續升高數個世紀；臺灣半世紀來不斷發生的乾旱與豪雨，就是一次又一次的提醒我們，這樣一個不利的情勢正快速發展中，我們當然要嚴加防範，提高警覺。

今天臺灣承擔許多災難，就是過去輕忽懈怠所得到的苦果。如今臺灣外有全球氣候暖化所帶來的嚴重威脅，內有生態環境管理不當的隱憂，臺灣是否能持續而健康的發展下去，全看我們能不能確實做好妥善的因應。希望我國不論政府或民眾，在全球暖化的壓力下，都能上下一心，共同努力去做好這個跨世代的重要議題。



▲圖四：2001納莉颱風造成北臺灣嚴重淹水。圖為基隆河淹水情形。（攝影／廖泰基）