

# 知識天地

## 從莫拉克談氣候暖化

汪中和研究員（地球科學研究所）

### 摘要

全球暖化正以前所未有的速率在增溫，地表熱能失衡的結果，破壞了地球天然的調節機制，演變出難以捉摸的天氣型態，極端變化的水文循環，以及此起彼落的自然災害。本文從今年莫拉克颱風所帶來的極端降雨事件談起，回顧百年來暖化現象已對台灣降雨型態造成明顯的改變，且正朝不利的極端化方向發展，需要我們正視及妥為因應。

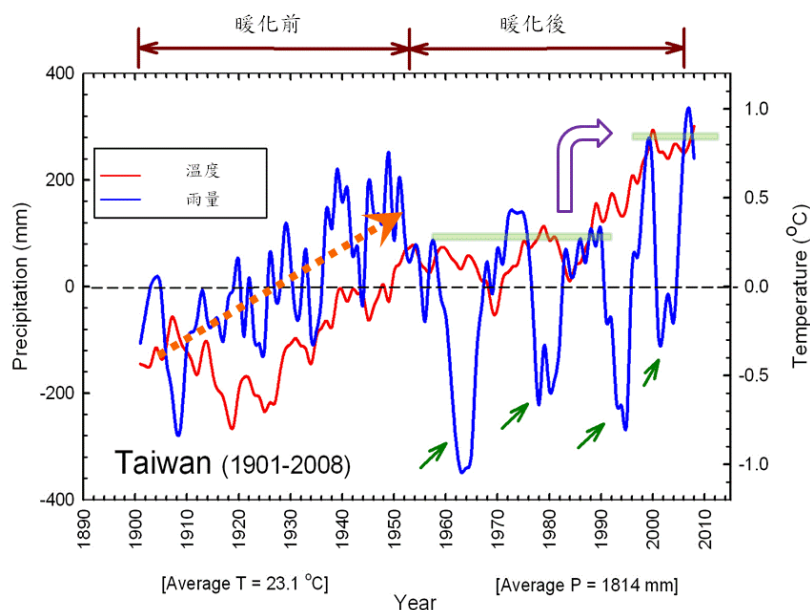
### 本文

從 2008 年 11 月開始，由台灣的月降雨日數所表現的乾旱指標就不斷下滑，顯示新一波的乾旱期正在醞釀中。果然，今年的梅雨季雨量偏低，尤其是五月份的月平均雨量是自 1897 年有觀測以來的第二低值，僅次於 1954 年的最低紀錄。因而進入颱風季時，大家都盼望能獲得豐沛的颱風雨，解除我們乾旱的威脅。沒想到今年 8 月第一個侵台的莫拉克颱風，在掠過北台灣時所引進的旺盛西南氣流，卻為南台灣降下破紀錄的超大豪雨，又給台灣帶來一個新的警訊。

這個極端事件的緣起來自人類自己的錯誤：自工業革命以來，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型態，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台灣，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。從長期氣象資料可以清楚的觀察到因氣候暖化的影響，台灣的降雨型態及降雨強度已經發生了重大的改變。

圖一是以中央氣象局有百年記錄的 8 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 5 年的滑動平均消除高頻信號，以表現台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 1814 mm），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。



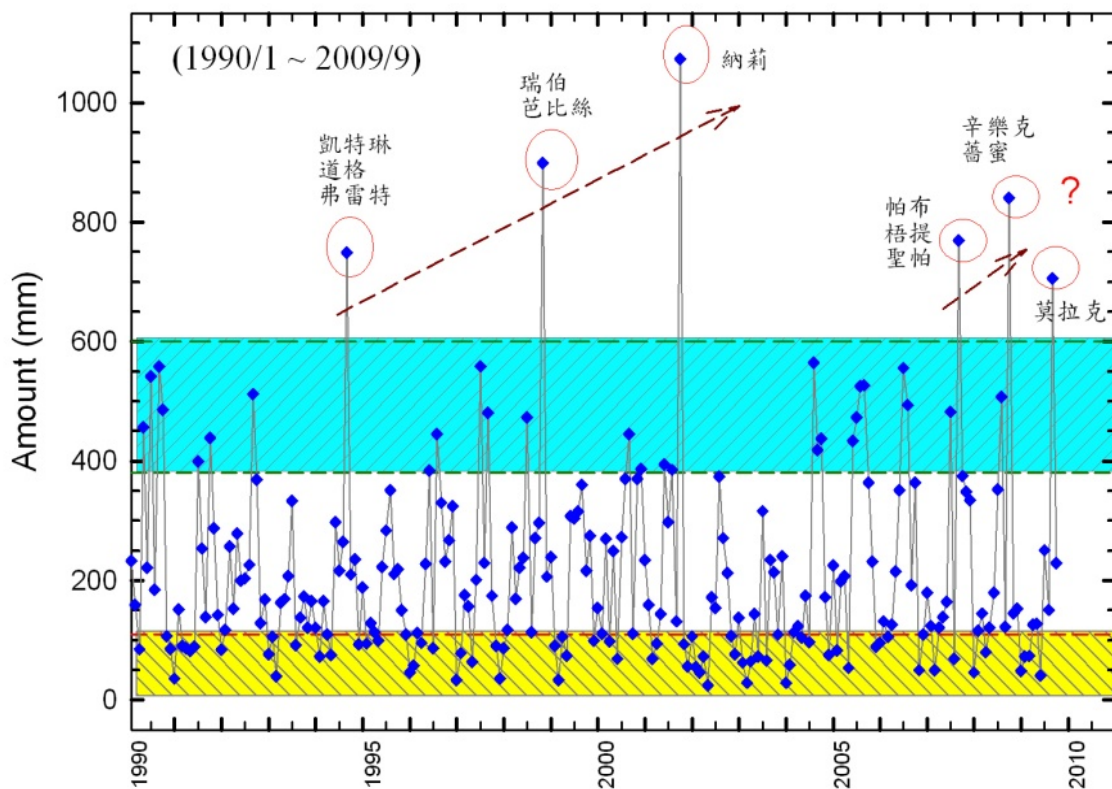
圖一、台灣百年來的年均溫及年雨量距平變化圖，暖化前及暖化後降雨型態有截然不同的變化。

圖一顯示，因受到全球溫室效應及區域性人為開發的影響，台灣百年來的年均溫正持續上升(增加了攝氏 1 度以上)，暖化現象相當明顯。然而在氣候暖化的過程中，台灣的降雨量卻呈現了二種完全不同的變化型態。在 20 世紀的前半期(暖化前)，台灣的年均溫低於百年平均值，且降雨變化幅度小，與溫度同步呈穩定增加的趨勢，是對環境溫和有利的時期。

進入 20 世紀的後半期(暖化後)，年均溫終於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度震盪，並反覆發生了四次氣象乾旱期(1960 年代中期，1980 年前後，1990 年代初期，以及 2000 年代初期)，幅度一次比一次大，也對我們的環境產生極不利的衝擊。

值得注意的是，近 20 年來台灣的降雨變化有增高的態勢，如圖一中的淺綠色水平軸(代表強降雨的高值)，從 1950-1990 年代的相對低區，躍升到 2000 年代以後的相對高區。這個躍升的現象，指出氣候持續暖化正提升台灣降雨的極端性，使旱澇更頻繁發生，防災工作相對更為棘手，當然對水資源的管理也更增困難。

氣候暖化對位於亞熱帶的台灣，已經帶來日益嚴重的影響，可以由圖二來進一步顯示(該圖由台灣本島 21 個氣象站匯整而成)。一般而言，台灣地區正常月平均降雨量的變化範圍是在 110 到 340 mm 之間，若大於 380 mm，就表示會有水患發生(如圖中的藍色區)；若連續數個月低於 100 mm 就會造成乾旱(如圖中的黃色區)。20 年來約有四成五的期間裡，洪澇與乾旱會在台灣反覆的發生，這是必須經常防範因應的異常期。



圖二、台灣月平均降雨量時間序列圖(1990 年 1 月到 2009 年 9 月)。

圖二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難以承受的。1994 年 8 月，因有 3 個颱風(凱特琳、道格、弗雷特)連續襲台，使得該月的平均降雨量陡升到 750 mm，約為正常變化上限的 2 倍；而 1998 年 10 月，有 2 個颱風(瑞伯及芭比絲)連袂侵襲北台灣，該月的平均降雨量更高達 900 mm。然而更令人驚訝的是 2001 年 9 月的納莉颱風，單單這一個颱風就使得該月的平均降雨量超過了 1000 mm，打破了百年來的觀測記錄。這 3 個超大豪雨的事件，不但在短短數年間連續發生，颱風所帶來的驚人豪雨量更是一個強過一個，明確

的反映台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早期(2001 年 10 月至 2004 年 6 月)之後，又再次重現！2007 年 7 月( 帕布、梧提、聖帕，3 個颱風 )，2008 年 9 月( 辛樂克及薔蜜，2 個颱風 )，及 2009 年 8 月(莫拉克，1 個颱風)，又讓台灣飽受重創。

然而，前一梯次的 3 個超大豪雨的事件，間隔的時間分別是 4 年與 3 年；最近的系列卻都大幅縮短到只有 1 年左右；這個觀察顯示出，由於地表熱能持續累積，大自然的極端事件的發展時間真是越來越快，讓人更難以應付。

圖二中的紅色問號是探詢：為何今年莫拉克颱風引進的超大豪雨破壞力這麼大，但是 8 月份的平均雨量卻沒有如我們預期像 2001 年 9 月的納莉一般高呢？我們初步的答案是：(1) 在莫拉克侵台之前，剛好有個柯尼颱風(中國大陸稱作「天鵝」)掠過南海，已經將部分的能量及水汽消耗掉了；(2) 今年 5 月開始，聖嬰現象開始發展，西太平洋海洋表層的熱能逐漸向東側移轉，進一步減弱了西太平洋低層大氣所蘊含的水汽量。因此，在莫拉克颱風期間能匯聚到台灣的雨量就沒有如預期那麼多了。換言之，這是不幸中的大幸。

聯合國早已發出警訊：在全球暖化過程中，異常的高溫、乾旱、颱風、豪雨、寒潮、暴風雪等，都將在世界各地頻繁的出現。展望未來，全球氣候暖化的趨勢仍將持續升高數個世紀；台灣半世紀來不斷發生的乾旱與豪雨，就是一次又一次的在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。

更嚴重的是，長期持續的暖化，加速高山冰川及兩極冰原的消融，帶動海平面不停的上升，使沿海低平地區逐一為海水淹沒，其衝擊的時間將比氣溫的上升還要持久。世界銀行最近公布的報告，曾評估海水面若上升 1 公尺，全世界沿海國家都將受到重創。其中最嚴重的前十名國家，台灣就列居其中。

今年 3 月在丹麥哥本哈根舉行的國際氣候變化科學大會中，有關 2100 年之前海平面上升的預估，已經從 2007 年的最高 50 公分，大幅度上修到至少 1 公尺，等於是加快了二倍以上。聯合國「政府間氣候變化專門委員會」主席不禁感嘆的說：「留給這個世界的時間越來越少了。」

因此，氣候變化與環境變遷已經不再是常數，而成了難以掌控的變數！不論是政府、企業、個人的未來規劃，都必須將這個變數慎重考慮在內。換句話說，以前的「常」，已然成了「變」；氣候及環境不斷的變動，現在竟是我們必須面對的常態。縱是無奈，但卻是人類自己造成的苦果，我們只有勇於面對，將未來的危機，用謙卑的態度與智慧去努力化解。

司馬光曾描述孔子：「夫事未有不生於微而成於著，聖人之慮遠，故能謹其微而治之，眾人之識近，故必待其著而後救之；治其微則用力寡而功多，救其著則竭力而不能及也。」(資治通鑑，卷一)

聖人能夠遠慮，是因為能高瞻遠矚，化危機於初啟；今天台灣承受許多災難，就是過去輕忽懈怠所得到的苦果。如今台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，正是需要我們懷著「聖人的心志」，共同來關懷這個土地與環境。台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，在全球暖化所引致的危機下，都能上下一心，共同努力去做好這個跨世代的重要議題。