發佈：2012-10-22, 週一 17:30
點擊數：23163

2009年8月莫拉克颱風侵台，造成嚴重的人員傷亡和財產損失，其中小林村全村遭土石流掩蓋，超過四百人身亡，更是難以抹滅的記憶。不僅在台灣，近年來全世界因極端天氣造成的災害似乎有越來越多的現象，特別是經過媒體大幅報導，更讓民眾印象深刻。例如2011年可說是美國極端天氣年，單就損失超過10億美金的災害達14件之多，包括發生在德州、奧克拉荷馬州及特拉華州的熱浪和4月出現的753個龍捲風，都刷新過去的歷史紀錄。其它地區如澳洲、日本及韓國，降雨創下紀錄，但中國長江流域、歐洲西部卻是極乾旱的天氣。然而，2011年並非特例，就今年(2012)來說，雖然只過了一半，全球各地因極端天氣造成的災情卻已頻傳：美國正在發生的乾旱、之前於北京出現的暴雨、6月發生在台灣的水災，甚至7月初格陵蘭陸地溶冰面積的激增，這些都和極端天氣有關。

到底造成這些嚴重災害的極端天氣是否如我們所想像，在過去數十年有明顯地增加趨勢？還是因為資訊傳播發達所造成的錯誤印象？國際知名科學雜誌「自然-
氣候變遷」甫於7月刊登了一篇論文（Coumou and Rahmstorf, 2012），文中指出過去十年地球經歷史無前例數量的極端天氣，造成人們巨大的苦難和嚴重的經濟損失。換言之，極端天氣發生頻率是有增加之趨勢，這不僅僅是停留在人們腦海中的印象，更是有確切的科學依據。

壹、全球暖化vs.人為因素

極端天氣頻率增加到底是甚麼因素造成？是否如媒體報導與全球暖化有關，還是有其它原因？此問題可分為兩個層面：目前全球暖化是否是人類活動所造成？以及全球暖化是否會造成極端天氣頻率增加？

在回答全球暖化和人類活動關係前，必須先了解什麼是已經觀測到的事實，什麼是預測但仍有爭議的結果，而這兩者常常被混為一談。

在過去數十年間，觀測資料顯示地球表面的溫度正逐漸上升，這就是所謂的全球暖化；觀測資料同時也顯現空氣中二氧化碳的濃度也在增加，且其主要原因與人類日常活動有直接關係。二氧化碳是一種溫室氣體，所以會產生溫室效應，大多數科學家認為溫室效應是造成目前全球暖化的主要原因，但是仍有一些科學家持反對意見，認為這是地球自然變化，與人類活動無關。利用氣候模式對過去氣候的模擬，二氧化碳的增加確實是造成目前全球暖化的重要原因，但是地球自然變化也有相當程度的貢獻。
所以，較客觀且正確的說法是，
過去數十年的全球暖化現象是人為
因素和自然現象共同造成的
。然而自然因素有週期性，不會一直增強對氣候的影響力，但是溫室效應則會持續增加，並終究成為造成全球暖化的主因，換言之，如果人們的生活方式仍維持不變，全球暖化的現象就會持續地增強。

貳、極端天氣頻率vs.全球暖化

接下來關心的問題是：極端天氣發生頻率的增加是否和全球暖化有關？天氣現象是一種快速變化的自然現象，從發生到結束，常常是數天乃至於數個小時之間的事。全球暖化是一種氣候

Phoca PDF

狀態的改變，世界氣象組織（ＷＭＯ）定義的氣候狀態是30年的平均，因此，氣候改變是非常緩慢的。極端天氣頻率的改變也是一種長期平均的結果，從科學角度而言，單一極端天氣事件的變化不足以表示氣候是否變遷，更無法判斷與全球暖化之關係。然而從統計上歸納，極端天氣發生頻率的變化卻很可能和全球暖化有關，此關係可從簡單的物理機制理解。

熱浪是極端的溫度現象，所以在大氣增暖的過程中，如果大氣溫度現象的隨機分布不變，熱浪強度的變強和發生頻率的增加都是可預期的。在大氣溫度增加的同時，空氣中水氣含量也會因熱力平衡而增加，這不但造成降雨強度增強和發生頻率增多，同時也使得大氣更為不穩定，進而再加強降雨發生的頻率與強度，這個加成的現象在極端降雨事件上更為明顯。進一步利用氣候模式來推估這些極端天氣事件的變化，雖然科學上仍然不能百分之百地確定，但是人為因素所引起的全球暖化的確會造成極端天氣強度與頻率的增加（IPCC, 2007）。「自然-氣候變遷」雜誌的論文（Coumou and Rahmstorf, 2012）更指出越來越多的科學證據顯示，前所未有的熱浪和極端降雨事件頻率的增加均是直接由人為因素所造成的，至於像颱風一樣的熱帶風暴則有較高的不確定性，但從物理觀點來看，增強是必然的結果。

參、台灣：極端天氣的變遷

身處台灣的我們，又面臨什麼樣的氣候變遷？是否也和全球各地一樣面對極端天氣頻率的增加與強度的增強？

首先在溫度方面，台灣當然不可能例外。像今年7月初超過攝氏38度高溫的熱浪事件將會增多，同時會因為都市熱島效應而更加嚴重。至於降雨方面，強降雨事件（大雨）有越來越多、越來越強的趨勢，小雨則有越來越少的現象。大雨越多越強容易釀成水災、造成土石流，已是眾所周知，然而小雨變少則容易被忽略，但是它卻有放大旱災來臨的影響，使旱災更為嚴重。此外，對於影響最大最深遠的颱風，雖然科學上對於未來變化的推估仍有相當的不確定性，特別是台灣，還須要考慮颱風路徑的變化，但是侵台颱風的個數有可能因為路徑改變而增加，這和從2000年以來造成台灣嚴重災害颱風個數的陡增很可能有關。因為大氣中水氣的含量增加，颱風所伴隨的降雨也可能會增強，所以，如莫拉克颱風一樣伴隨強大雨量的颱風個數有可能增加。

最近的研究顯示，除了降雨事件和颱風可能的改變外，降雨亦有兩極化的現象，即雨季下雨越多、乾季下雨越少，這個現象在台灣主要農作物產區的中南部特別明顯。雨季下雨增加代表了水災發生的機率增大且強度增強，乾季下雨變少則會影響水資源的利用，例如春天因缺水而停止灌溉的次數在過去三十年有增加的趨勢。這種現象有別於一般長期不下雨的旱象，因為年平均降雨的變化不明顯，很容易被忽視。

肆、因應之道：減排與調適

因應未來可能的氣候變遷，社會大眾與政府應有什麼樣的作為？這必須從兩方面同時著手：減排（mitigation）和調適（adaptation）。「減排」，是直接針對全球暖化的源頭，亦即溫室氣體排放的控制；「調適」，則是尋求面對未來氣候變遷的因應之道。

雖然科學上對溫室效應是否為造成目前全球暖化之主因仍有爭議，但是二氧化碳濃度的增加卻是不爭的事實，整個地球生態必然會因而改變，我們絕對沒有等到這個問題在科學爭議解決

Phoca PDF

後再來反應的時間，因此，減少排放溫室氣體（以二氧化碳為主）是必要且越快越好、越多越佳。減排的方法和措施有很多種，主要可從科技發展與政策面著手，例如開發新能源、發展高效能少排碳的技術，乃至於碳稅的實施等，都能有效地降低二氧化碳排放量。一般民眾則可從改變自己的生活習慣開始，但更重要的是，認知高價能源的必然性與必要性。不管是新能源的開發，或是碳稅的執行，都會造成能源價格升高，但為了我們的未來，更為了下一代著想，這樣的妥協犧牲是必要的。

即使全世界都積極地從事減排行動，氣候變遷的腳步也不會因此停駐，主要是因為人類自工業革命後所排放在空氣中的溫室氣體仍存留在空氣中數十年，所以氣候變遷是無法避免的，至少對於我們這一代而言。因此，如何調整自己適應未來的氣候是必要的。如何調適？因為區域的差異，我們必須先知道自己身處的這個區域會面對甚麼樣的氣候變遷，特別是影響甚鉅的極端天氣，如此才能提出有效的調適方法。而調適上，最重要的是態度的改變。小時候，師長們灌輸的是人定勝天的觀念，課本讀的是愚公移山的故事，但是我們目前所面臨氣候變遷的問題都是肇始於這些觀念。在人類對自然界影響較小、人口數不多的時候，追求生活上的舒適是無可厚非的，但是目前人類已發展到對自然生態造成巨大傷害的階段，所以如何與環境生態共存、達到永續發展（sustainability），就顯得格外的重要。

談到永續發展，自然資源的多寡和人口的數量便成為重要的議題：自然資源有多少，可提供多少人使用，並且還能維持一個平衡的狀態。因此，政府首要的工作應是調查全國地理環境與生態資源，有了這些資料才能完整地規劃永續發展。此外，未來人口的增減和都市化趨勢都是必須參考的資料。目前氣候變遷的主因是和人類的活動有關，所以不管是減排或者是調適都必須考慮人口的數量，才能有效地規劃未來。再者，人們往大城市集中發展的趨勢會越來越嚴重，此亦會成為環境變遷乃至於成為氣候變遷的原因之一。

伍、永續發展：救災勝於防災

在永續發展前提下，加上極端天氣很可能會越變越強，只是一味地防止災難發生已是不切實際。如何減少因災難所造成的生命和財產的損失，不僅是較為可行的辦法，也是符合永續的思維，所以面對氣候變遷的態度應是救災勝於防災
。這個觀念的改變不僅是政府部門，更是社會大眾要了解的。救災技術的開發、統籌調度的組織能強化救災的成效，然更重要的是必須認知，在氣候變遷的環境中，過去的經驗已絕對不夠，事前的準備工作只能更充分，更不可存有僥倖心態，如此才能有效地降低災害的衝擊。

探究極端天氣在過去的演變，並推估未來的氣候變遷，越強、越多的極端天氣是可預期的，且是不可逆轉的趨勢，不會在短期內消失或改善，所以不僅要持續且積極地執行減排措施，如何調適面對可能的氣候變遷亦不容輕忽。我們絕不能心存僥倖而不積極作為，錯過時機，不僅影響我們這一代，後代子孫更將會承受我們這一代所遺留下的苦果，如同此時我們正在飽受自工業革命後人類濫用自然資源的後果。

作者周佳為中央研究院環境變遷研究中心研究員
（本文僅代表作者個人意見，不代表本智庫立場）

Phoca PDF

發佈：2012-10-22, 週一 17:30
點擊數：23163

Phoca PDF

發佈：2012-10-22, 週一 17:30
點擊數：23163

Phoca PDF

發佈：2012-10-22, 週一 17:30
點擊數：23163

Phoca PDF