

回應

「氣候變化與台灣未來的自然災害：因應與適應」與「氣候變遷趨勢與監測、預警之規劃建議」

■與談：盧孟明 主任研究員（交通部中央氣象局科技中心）

近幾年不僅在台灣觀測到強降雨的次數變多，在世界其他地方也有類似經驗，並且現象還會持續下去。根據2007年公佈的聯合國政府間氣候變遷小組（IPCC）第四次評估報告，全球大部分的地區雨量強度在本世紀的最後20年，也就是2080-2099年，會比上一個世紀的最後20年更強，變化以北緯45度以北的中高緯區域和赤道附近的亞馬遜雨林區、東非、印尼等地比較明顯，台灣和華南一帶的雨量強度也是增強，但是幅度比日本、韓國、華北稍緩。

除了雨量強度增強以外，科學家發現在北緯45度以南包括台灣在內的許多區域的每年不下雨的日數也呈現增加的趨勢，其中以美國中西部、歐洲地中海國家以及巴西、南非等區域的乾化現象最明顯。雨量強度增強和乾旱現象的加劇同時在地球不同區域頻繁出現，是科學家相當憂心的一個氣候變遷發展趨勢。

降雨特性受全球暖化影響而產生的變化程度有相當大的區域性差異，這是因為暖化除了會改變大氣水含量之外，還會改變雲、大氣環流和大氣擾動與風暴活動等的重要氣候要素，目前的科學技術還不能準確模擬這些變化。因此，發展具有模擬真實氣候能力的地球氣候系統數值模式是全球氣候學家共同努力的目標。

98年水災旱災的現象非常頻繁，澳洲就是一個明顯的例子。2009年1月底，澳洲的東南部出現罕見的熱浪，莫爾本市測量到46.4°C的高溫，是1855年設站以來的最高溫。同年5月，澳洲北部經歷了大規模的水災，被迫撤離家園者達兩萬人之多。台灣也不例外，在這麼小的國土範圍，極端乾溼的情況也能在出現在一年之中交替出現。如汪教授所言，六月以前我們還在擔心缺水，八月莫拉克就帶來了破紀錄的超大豪雨！不能忘記的是，驚人雨量僅發生在相當集中的一些地點。在莫拉克侵台的8月7日至10日，阿里山的3天累積雨量（2965公釐）占今年1至10月（共304天）總雨量的58%，但是同樣的3天在台北的累積雨量（118公釐）僅占1至10月總雨量的8%，這麼大的差異完全是因台灣地形特殊而形成的，可謂是差之數里失之千釐，也顯示台灣面臨氣候變化挑戰的艱鉅。

不斷發生的乾旱與豪雨提醒我們環境愈趨嚴峻，必須要提高警覺，嚴加防範災難的發生。這個警訊對地狹山高人稠又缺乏

自然資源的我國而言，尤其需要全國上下一同重視我們身處的環境。汪教授指出，最需要強化的是面對災難的反應能力與速度，以及周詳完整的處理災難相關措施。我認為這些都需要靠平時防災能力的培養與應變措施的預備和演練，當然還需要政府各部門無間的合作，災害發生時才能及時應變。柳教授提到的全球氣候服務框架（Global Framework for Climate Services）正是聯合國世界氣象組織因應氣候變化而推出的具體作為。

鑑於氣候變化使得過去的經驗不再可靠，國際間共同體認到氣象災害防治必須要有新的做法，其中最為迫切的需要就是消除科學成果與資訊應用之間的障礙，使氣候預測和資訊能為決策服務。雖然氣候預測技術進步快速，目前世界能夠提供氣候服務的能力還遠遠不足以應付實際需求，氣象科技較為落後的國家景況更是窘迫，衍生出的災害與饑餓問題相當嚴重。「氣候受災國」認為國際間處理氣候問題時過於偏重於節能減碳，忽略了他們的基本權利，這些受災國多半是經濟開發度較低，氣象基本觀測資料相當欠缺的國家，很難計算當地災害風險或評估節能減碳的效益。節能減碳固然要緊，但不能解決眼前的災害問題，唯有加強世界氣候服務能力，才能提升對氣候變異的適應力，減輕災損，消除饑餓和貧窮。為了達到這些目的，世界氣象組織認為應儘速建立一套氣候資訊的產生、傳遞與服務的準則，名為《全球氣候服務框架》（Global Framework for Climate Services,

簡稱GFCS)。98年9月於瑞士日內瓦舉行的「第三屆世界氣候大會」，有94個聯合國會員國和27個國際組織的代表發表共同聲明，宣示在2011年啟動將影響未來十餘年世界氣候研究與服務的發展方向的GFCS。

GFCS由觀測和監測、研究模擬和預測、氣候服務資訊、用戶銜接計劃等四個部分組成，前兩部分已經建立，但有待加強，後兩者則將共同構成「世界氣候服務系統」。用戶銜接計畫代表了一個新服務理念，將開發各種方法以彌合氣候學家和服務提供方開發的氣候資訊與用戶實際需要之間的隔閡。氣候服務資訊系統(CSIS)用已有的聯合國計畫為基礎，加強協調現有的機構、基礎設備和機制，發展以科學和技術為中心，用戶為導向的產品。CSIS將通過全球、區域、和國家機構網對「觀測和監測」以及「研究模擬和預測」兩部分的資訊進行合成，並形成各類產品和服務項目。這些產品和服務項目將透過用戶銜接計畫回饋給「觀測和監測」以及「研究模擬和預測」兩部分，以達到用戶導向的氣候服務的理想。

國際間一致認為，氣候變化的觀測與預測技術都不可能由一個國家獨立負擔，國際間彼此合作、資源共享才有可能發展精細有用的氣候預測模式，提供以科技為基礎的服務。在資訊的整合與運用這方面，因不同國家或地方的風土民情不同，只能各地各別發展，但是強國必須幫助弱國，以消除饑餓與貧窮。

對於柳教授大作的第二節第(1)段『氣候變遷模擬分析能力之加強』，在此作一些補充說明。氣象局發展全球、區域與本地的數值天氣預報系統已經有四分之一世紀的歷史，藉由發展本國預報模式確實成功的帶動了氣象業務的全面現代化。我們目前的預報作業方式和美國、加拿大、日本等氣象先進國家的作業方式基本上沒有什麼不同。氣象局的24小時颱風路徑預測能力（誤差約100公里）已達國際一流水準，並能發布5日的颱風路徑預測及颱風累積降雨量的預測；也能利用雷達等多重觀測系統，進行1公里解析度且每10分鐘可更新的精確定量降雨估計與預測，可見我國天氣預報技術已具有相當的水準。在預報業務上，時效愈短的預報對於觀測資料的依賴愈深，時效愈長的預報對模式品質的依賴愈深；換言之，數值模式的好壞很難用3天以內的預報結果來判斷，但是3天以上預報時間愈長就愈能暴露模式的問題。氣象局的氣候模式發展工作碰到的最大困難是氣候人才不足，如果沒有好的人才，就算有一流的電腦設備和軟硬體工程師，還是沒有辦法發展出好的氣候模式作為氣候預報或變遷推估的工具。

我們期望學界訓練更多的氣候與相關領域的人才，更契合業務單位的需求，為國家發展精良的氣候預報和資訊傳播與應用工具。國際交流在民間向來活絡，政府吸取其他國家發展經驗的機會卻相對不足；面對嚴峻的環境與災害和快速發展的知識與技術，國際交流與技術合作更形重要。GFCS在聯合國通過之後，

就會成為未來十餘年世界氣候研究與服務的發展方向的框架，期望GFCS概念也能在我國生根發芽。