



◆美國前任副總統艾爾高爾以他無比的熱誠與堅定不移的決心，大膽戳破關於全球暖化的迷思和誤解，並激勵每個人採取行動阻止情況惡化。

◆如果全世界大多數的科學家是正確的，人類只有十年的時間避免一場大災難，足以讓地球的氣候系統一片大亂，造成嚴重的氣候遽變，包括極端的氣候變化、水旱災、流行性傳染病以及致命熱浪，災情之嚴重是我們從來沒有經歷過的，而且完全是我們自己造成的。

### 全球氣溫持續上升 海水升高

在全球模式中，將過去所有會影響氣候變化的人為污染物持續增加的情形納入後，百年來的氣溫變化趨勢，全都被合理地模擬呈現。所以，IPCC以有「極高信心度」的等級，來陳述科學界的看法：近百年內的氣候暖化現象，若不考慮人為影響是無法解釋的。

未來的一百年呢？IPCC預估本世紀結束時，無論全球人類是否積極進行抑制溫室氣體排放的工作，全球氣溫約將上升一·八到四度，海水位約將上升〇·六公尺。該報告同時將古氣候研究納入，指出過去五十年的

高溫期為近一千三百年來最高，但尚弱於十二萬年前間冰期氣溫，當時全球海水位較現在上升四至六公尺，北極較現今增溫三至五度。

### 氣象災害損失難以估計

海水位上升將使得海島國家消失、海岸後退，以及暴潮洪水災害惡化。其他如極端高溫熱浪的頻繁出現，極端降雨、乾旱與強烈颱風等，均預期愈來愈頻繁，這將造成全球更多與更嚴重的氣象災害損失。

氣候變化大，糧產的穩定性將面臨考驗。若果目前的主要糧食生產地區變得乾旱與不適宜農作，將會對極需

糧食輸入的國家如中國、俄羅斯等，衝擊極大。同時，氣溫上升，熱浪頻繁，熱衰竭將會像冬季的冷中風一樣，成為夏季體弱者的殺手。而病媒蚊適宜遷移的區域擴大，繁殖與傳染的時間延長，瘧疾、登革熱與黃熱病的患者將會大範圍增加，嚴重衝擊目前的防疫體系。

### 生態系統為最大受害者

無法像人類般，主動採取各種保護手段來減輕傷害的大自然生態系統，將會是氣候快速暖化下的最大受害者。部份科學家甚至以「生物大滅絕」來形容廿一世紀的生態變化，其中又以北極

圈內的生物，例如北極熊可能會在廿年內滅絕，最為令人震撼。

面臨氣候變遷的時代，各國都需加強氣候的研究與預測能力。如二〇〇六年至二〇〇七年間的暖冬，在掌握聖嬰指標變化的訊息下，世界各國在二〇〇六年秋季就已提出預測。所以，相關較易受到衝擊的農漁業，均能事前充份應變，以降低損失或甚而獲利。

水資源的供應，最易受到無預警的乾旱衝擊，如何抑制用水需求與建立良好的節水管理體系，更是未來緊急應變的主要良方。至於防災基礎建設的規劃興建，必須

# 毀滅與重生 面對明天過後的真相

— 全球暖化下應有的認識

文 / 柳中明

編按：全球暖化產生的效應，逐漸在全世界出現，各國都付出慘痛代價，如將被視為爵士樂聖地—紐奧良一夕間夷平的卡翠納颶風，以及從歐洲到亞洲的暴雨現象，都讓人類不得不重新省思，正視過去的錯誤，台灣也處在同樣的暴風圈中，無法置身事外。

但政府是否能從他山之石吸取經驗？時報文教基金會從去年立法院通過一千四百一十億元治水預算後，即本著關懷水資源的一貫精神，陸續以座談會和拜訪行政院的方式，不斷提出警訊，認為治水不能單以工程手段，更須考量到全球暖化效應可能帶來的危害，才能及早因應，否則錢花完了、水仍照淹。

除推動政府機關從思維上改變之外，時報文教基金會更認為民眾在此過程中絕不能缺席，應強化民間參與和監督機制，並結合關懷生態的非營利組織以及專家學者，培養種子教師，從教育著手培養民眾關懷水，培養正確的環境知識，希冀有一天能開花結果。

本期半年刊即由台大教授柳中明和李鴻源，從氣候變遷看台灣面對的危機與轉機，並請行政院政務委員吳澤成以及前政務委員林盛豐談治水預算，來看如何建立全民監督機制，在此同時也宣布，時報文教基金會的「水水台灣終身學習列車」正式啓動！

**最**新記錄顯示，二〇〇六年到二〇〇七年的冬天，是自一八八〇年有儀器觀測記錄以來，最溫暖的冬天，比長期冬季平均氣溫高攝氏〇·七二度，國際學者指出：聖嬰與全球氣候暖化趨勢，是主要促成因素。

二〇〇七年可能成為有記錄以來最熱的一年。

## 有史以來最溫暖的冬天

這樣的全球增溫趨勢，聯合國「跨國氣候變化小組」(IPCC)在一九九一年的第一次氣候變遷評估報告中早已預測，當時估計為一九九〇

年到二〇〇五年間，全球增溫速率約為每十年上升〇·一五到〇·三度。實際狀況為每十年約上升〇·二度。

全球暖化的現象已是無法爭辯的事實，主要的困難問題是：為何會如此？對人類的影響會是如何？我們又當如何因應？原則上，太陽輻射能量抵達地球呈現週期性強弱變化，影響地球氣溫高低，並使得地球表面冰覆蓋面積減少或增加，而呈現出約十萬年的變化週期。

**氣溫舒適百年增加五十億人口**  
在約二萬年前，地球處於

低溫的冰河期，爾後氣溫持續上升，已在目前的間冰期停留約九千年。由於氣溫舒適，人類在最近的一千年內，從五億人口增加到六十七億，其中約有五十億是在過去的一百年內增加的。約八萬年後，地球會再度來到另一次冰河期，全球氣溫將會下降約九度，人類必須在此之前探索適應整年寒冬之道。

不過，在一百年間增加五十億人口的現在，我們是沒有餘力去擔憂八萬年後的世界。IPCC在今年二月提出報告，報告內文指出全球溫

室氣體濃度近兩百多年來持續增加，如今二氧化碳已超越過去六十五萬年來地球曾出現的濃度，達三七九ppmv，且仍以每年一·九ppmv的速率增加中。

## 人為活動導致溫室氣體快速累積

其增加主因就是：人類大量燃燒化石燃料，以及原始森林被鏟除所致。其他如農業活動增加大氣中甲烷與氧化亞氮的濃度，以及人為合成的高效率溫室氣體HFCs, PFCs 與SF6等，也均呈現加速累積的情況。

國際間許多氣候研究中心運用大氣海洋環流模式，模擬過去百年的全球氣溫變化，發現在同時考量自然與人為影響下，才能解釋全球暖化的事實。自然因素如太陽輻射能量的強弱，可能因為太陽表面活躍狀態而改變。研究發現：在太陽黑子數出現高峰時，其亮度會較黑子數稀少期增加〇·〇七%，但在近百年內考量黑子數量變化的影響，並不足以解釋氣候暖化的事實。

在考量氣候變遷的趨勢下進行。如破紀錄豪大雨未來仍會頻繁出現，適當的淹水預留區域的保險措施，是絕對不可忽略的構想。

#### 加強預測能力提早因應

海岸地區的保護將在未來面臨更嚴峻的挑戰，若是採取升高海堤與堆積更多防波堤的方式，來降低海水上升與海岸沖蝕的影響，不僅會面臨破壞自然景觀的窘境，如美國紐奧良市海堤遭海浪衝破以致全面崩潰的惡夢，更有可能隨時上場。而目前靠填海取得的新生地，更是損失風險最高的區域。

因此，如何撤出海岸，恢復自然生態海岸景觀，預留相當充裕的海水位上升空間，以及暴潮衝擊區域，將是極為困難但必要的決定。至於，往後向山



◆ 柳中明/台灣大學大氣系教授

區發展，或往外向國外移民發展，似乎都是地窄人稠的台灣，終究無法逃避的挑戰。

此外，在學習了解與適應氣候變遷衝擊下，人類是否也當為下一代的永續與全球生物，善盡應承擔的責任呢？

#### 沒有國家可以置身事外

聯合國在國際合作推動環保的理念下，於一九九二年制訂「全球氣候變化綱要公約」，並於一九九七年訂定「京都議定書」，明文要求已開發國家先承擔溫室氣體排放減量工作。現今，「京都議定書」的各項實施細節，已大致獲得國際共識，並於二〇〇五年二月十六日正式生效，全球正式邁入管制二氧化碳等溫室氣體的新紀元。

國際間目前已就京都議定書第一承諾期間結束後，適用的行動綱要架構進行規劃。同時進行第二個議定書的籌備，以期讓未參與京都議定書的國家，如美國、澳洲，與開發中國家如中國、印度等，一起參與溫室氣體減量的工作。

今年六月，全球八大工業國及五個新興經濟體(G8+5)的高峰會，將再度

討論全球暖化，並就全球大幅度增加能源效率、再生能源使用與零溫室氣體排放的發電、全球碳交易以刺激經濟誘因等進行政策探討，期望訂立出穩定大氣溫室氣體濃度的長期目標。

#### 歐盟擬定策略備戰 鎖定中國、美國為目標

歐盟更先在三月的首腦會議中一致同意：要在二〇二〇年以前把溫室氣體的排放量至少降低二十%，而如果美國、俄羅斯、中國、印度等國採取同樣措施，歐盟更願意將目標提高到三十%。英國則更積極提出「氣候變遷法」草案，一旦通過，英國國內的二氧化碳排放量將以一九九〇年為基準，在二〇二〇年以前降低廿六至三十%；到二〇五〇年前更大幅度調降六十%左右。

中國是G8+5與會國之一，在三月的全國人大會議中，對於節能與減少汙染物排放問題展開熱切討論，並就控制溫室氣體排放目標定為：單位GDP能源消耗在未來五年降低二十%。該指標的解讀是：若未來五年GDP成長四十%，則能源消耗僅能成長十二%，亦即並非達到二

氧化碳排放減量，而是減緩排放成長速率。

#### 台灣站在經濟成長和全球責任的十字路口

若果再以我國的資料來作比對，二〇〇一年至二〇〇五年間我國GDP成長十九%，能源消耗成長十八·三%，單位GDP能源消耗僅降低〇·六%。是否我國已達無法顯著抑制能源消耗的狀態？若單位GDP的能源消耗無法降低，追求經濟成長的臺灣，很難期望二氧化碳排放能夠減少。

京都議定書至今生效已經超過兩年，國際間在京都議定書架構下的各類活動，亦正熱絡。我國雖受限於國際現實，並非京都議定書的締約國，然而溫室效應造成全球氣候變遷的議題，攸關人類社會的永續發展，我國身為地球村的一份子，無論是政府或民間，均應正視此課題。

（作者為臺灣大學大氣科學系教授兼任全球變遷研究中心主任、時報文教基金會河川保護小組顧問）