

氣候與災害風險

前言

十月三十一日是人類歷史上的一個重要日子，在這一天世界人口總數跨過了七十億，並且仍以每秒誕生兩名新生兒的速度持續前進，預期將在本世紀末突破一百億的大關。聯合國祕書長潘基文呼籲：「七十億人口需要足夠的糧食和能源，良好的教育和就業機會，以及在平安安全的環境裡撫養子女成長的自由。你自己所想要的一切，都得乘上七十億倍。」如果糧食與資源增加跟不上人口成長，教育和就業機會不能相互匹配，人類渴望的幸福與自由終將難以實現，十月三十一日的里程碑紀念的也將不是一件喜事。糧食、資源、人口都脫離不了氣候。

今年臺灣可謂是風調雨順，沒有重大天然災害發生，可是並不是世界上的每一個地方都能如此幸運。澳洲年初遭遇了五十年來最大的水災，重挫農業與礦業，使第一季的國內生產毛額掉了 1.2 個百分點。非洲東部因乾旱與農產歉收爆發饑荒，緊張情勢到現在仍未解除。美國渡過了歷史上最不平靜的一年，春季開始出現異常密集又頻繁的龍捲風，夏季則有熱

浪、水災、旱災、颶風在境內不同地方接二連三或同時出現，截至十月底損失超過十億的重大災害事件已超過十二件，明顯超過二〇〇八年九件的最高歷史紀錄。

在亞洲東南亞多國飽受水災之苦，以泰國最為嚴重，影響層面也最廣。七月以來泰國遭遇了近半世紀最嚴重的洪災，全國超過三分之一的省分落難，淹沒了超過 12% 的全國稻作面積，死亡人數超過五百人，數百萬災民流離失所，至今大水仍未全退。泰國是全球最大的稻米供應國，供應量占全球稻米交易的三分之一，每年收穫五次，產量多寡牽動著全球的稻米價格。除此之外，泰國還是東南亞地區主要的汽車與零件生產地，以及全球第二大硬碟出口國，因此洪水的影響不僅僅是造成泰國國內生產毛額下降 1~2% 的損失，也造成了全球性的經濟傷害。

氣候極端化？

本世紀以來氣候趨於極端化的憂慮在各地蔓延，擔心的問題包括未來氣候乾的地區愈乾濕的地區愈濕，或是乾季愈加延長雨季趨於縮

短，降雨強度和乾濕季的對比變強，高溫事件隨著暖化加劇，以致於乾旱、洪災、熱浪和冰雪風暴等現象在世界各地同時或交替出現的現象愈來愈頻繁。



↑圖1. 泰國水災。照片拍攝日期二〇一一年十月二十二日 (圖片來源：http://en.wikipedia.org/wiki/File:Helicopter_survey_of_flooding_in_suburban_Greater_Bangkok,_22_October_2011.jpg)

世界氣象組織氣候研究計畫於十月二十四至二十八日在美國丹弗市舉行的開放性科學研討會 (WCRP Open Science Conference) 公布了一份聲明，強調瞭解氣候極端事件 (climate extremes) 變化的確認必須從研判分析長期氣象觀測資料著手，極端事件要有清楚量化的指標避免混淆，並且只有發生機率極低的事件才能稱為極端。氣候上的極端事件並不一定會造成災害，造成重大氣象災害的事件也不一定到達了極端的程度。絕大多數的災害都不是單一因素造成的，並且人的因素往往遠大於自然因素的影響。國際間常以菲律賓和日本的對照為例，雖然兩國受到颱風侵襲程度類似，但是前

者因颱風災害死亡的人數約為後者的十七倍，可見國人防災意識和國家的防救災能力對災害的損失程度有決定性的影響。

經濟合作暨發展組織 (Organization for Economic Cooperation and Development, 簡稱 OECD) 在二〇〇七年對世界一百三十六個港口都市受洪水影響的現況與未來做過研究，指出全球五大洲以亞洲的「高風險」港口都市比例最高，最主要的原因是因為許多大都市位於地勢較低的河口沖積平原。若以曝露在百年一遇的洪水風險之人口數量為洪災風險的衡量指標，排在前十名的高風險都市有：印度孟買、中國廣州、中國上海、美國邁阿密、越南胡志明市、印度加爾各答、美國紐約、日本關西、埃及亞歷山大港、美國紐奧爾良。若以曝露在百年一遇的洪水風險中的資產金額為洪災風險的衡量指標，總計約有 5% 的全球生產總量(GDP) 曝露在風險中，排在前十名的高風險都市有：美國邁阿密、美國紐約、美國紐奧爾良、日本關西、日本東京、荷蘭阿姆斯特丹、荷蘭鹿特丹、日本名古屋、美國坦帕-聖彼得、美國維吉尼亞海灘。泰國曼谷在這兩項排名當中若以人口數衡量排名在 13，以按資產金額衡量排名 19。另外，根據模式模擬結果推估的未來，顯示在二〇七〇年曼谷的兩項名次分別提升至第 11 與 14 名，表示曼谷的洪災風險可能隨氣候變遷升高，其中地層下陷情況嚴重是一個主要的影響因子。地層下陷的後果是區域海表面高度上升，全球暖化的效果也是使海水位升高。都市的高度若接近海平面或

更低，雨季時在陸地上累積的大量雨水便無法順利排入海中，今年的泰國水災正是這種情況的寫照，無異於暴露出曼谷在變遷氣候中的困境。

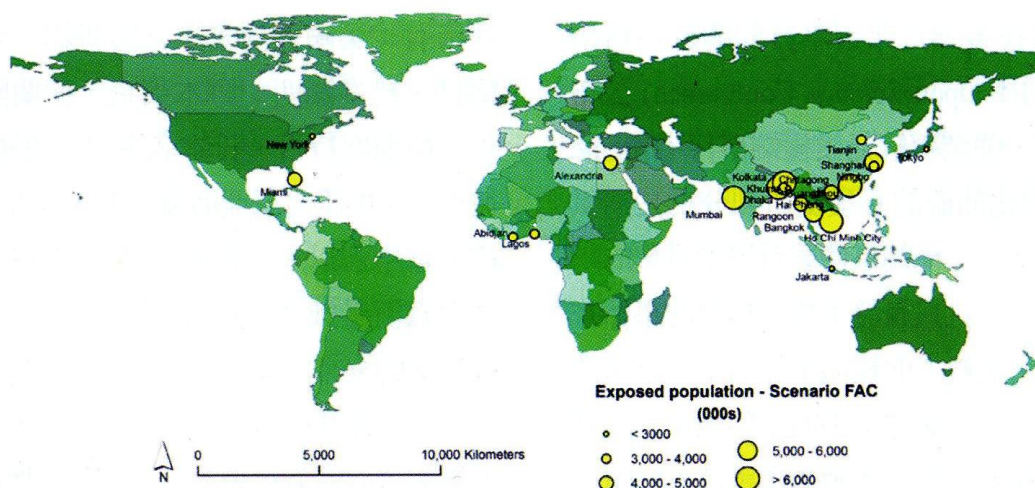
臺北市也是 OECD 研究的 136 個都市之一，結果發現以人數衡量洪災風險臺北的排名為 49，以資產衡量排名為 59。該研究是以各都市提供的二〇〇五年經濟與人口資料進行評估。

氣候風險

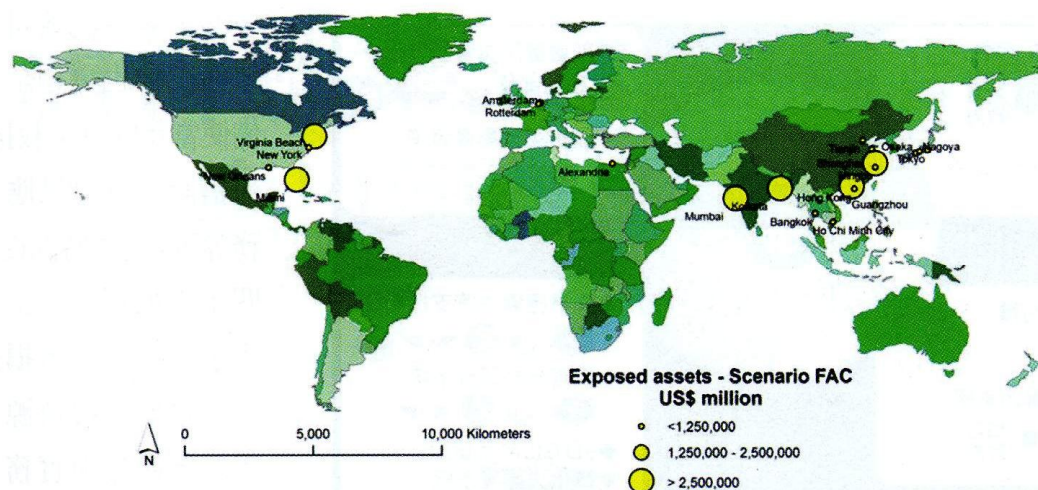
氣候風險 (risk) 是指對於和氣候有關的災害與損失的一種客觀預期，通常用易致災的危害因子之量化指標的機率分布來表示。災害風險機率決定於危害因素 (如：颱風、暴雨、乾旱……等) 和環境 (如：人口分布、政治經濟

條件、文化特性、防災意識、公共設施、維生管線、建築規範與法規……等) 因素，若要把氣候對災害風險的影響降至最低，首先必定要根據當地的人文、建成與自然條件徹底瞭解災害的影響因素。

所謂「氣候風險」主要是指伴隨氣候變遷的災害風險變化。氣候變遷如何改變氣候風險呢？「風險」是對於某種特定事件的預期，如果氣候變化程度達到必須調整對於災害的強度、規模或頻率的預期，就表示災害風險已經受到氣候變化的影響；如果推估的未來氣候變化程度達到必須調整對於災害的強度、規模或頻率的預期，就表示目前慣用的災害風險也許不能延用至未來，必須考慮災害風險如何隨氣候改變的可能。這種調整與改變的過程非常緩慢，需要有足夠的資料才能進行統計分析，不能根據少數事件斷定。



↑圖2. 以曝露在百年一遇的洪水風險之人口數量為風險衡量指標，二〇七〇年全球洪災風險最高的 20 個城市分布圖。人口單位為千人，最大的黃色圓圈表示有超過 600 萬人曝露在洪水風險中。本研究結果出自於經濟合作暨發展組織 (OECD) 的二〇〇七年研究報告 (Nicholls et al. 2007). http://www.rms.com/publications/OECD_Cities_Coastal_Flooding.pdf



↑圖3. 以曝露在百年一遇的洪水風險之資產金額為風險衡量指標，二〇七〇年全球風險最高的20個城市分布圖。金額單位以百萬美元計，最大的黃色圓圈表示有超過2兆5千億美元的資產曝露在洪水風險中。本研究結果出自於經濟合作暨發展組織 (OECD) 的二〇〇七年研究報告 (Nicholls et al. 2007). http://www.rms.com/publications/OECD_Cities_Coastal_Flooding.pdf

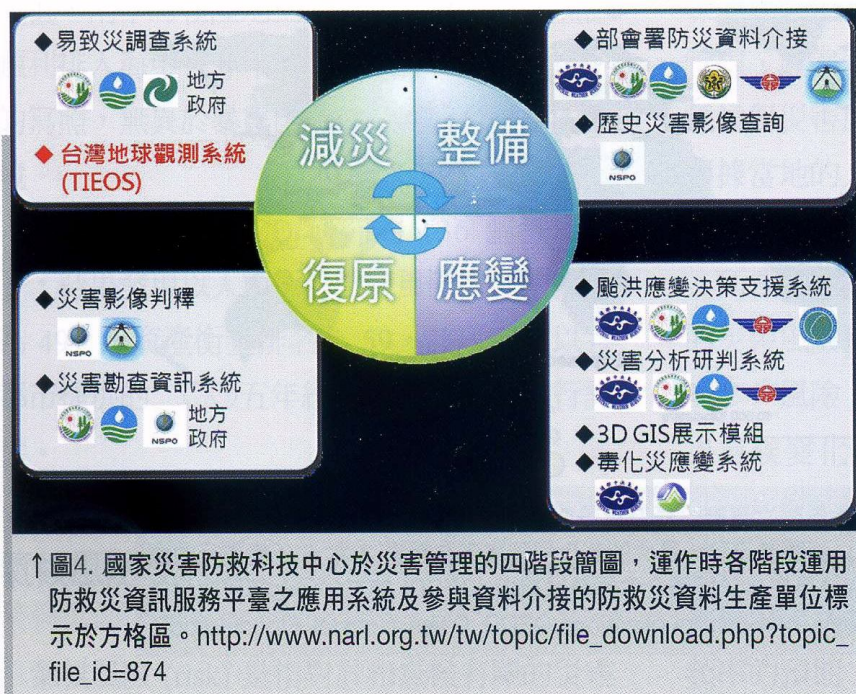
氣候變遷是指氣候的長期變化，狹義的意思是自第一次工業革命以來人類活動造成的氣候變化。氣候變遷對氣候極端事件與災害風險的影響大致分成三種類型。第一種是氣候變化導致極端事件頻率或強度的改變，例如氣候變化造成強降雨事件或乾旱頻率的改變。第二種影響則是非氣候因子的變化使環境脆弱度改變而影響到災害風險，例如都市化造成的熱島效應會增加熱危害的風險；又如超抽地下水造成地層下陷會增加暴潮與淹水的風險。雖然改變的原因不是氣候變遷，但是因為災害性天氣對社會與經濟的危害程度改變了，氣候風險必會隨之改變。第三種是氣候變化的影響改變了危害因素的發生機率，導致災害風險的改變。屬於這種類型的現象包括因冰河融解造成的冰河湖潰決，或是因高溫乾旱造成的大規模森林野火。從這些簡單說明已不難體會，若不能充

分瞭解當地的氣候與災害類型就無法瞭解氣候變遷如何影響災害風險。

災害風險管理

災害風險管理是採取系統化的方法避免災害發生或將災害損失降至最低。災害的種類固然繁多，發生原因與影響層面也相當複雜，但是災害風險管理的基本概念都是要建構一套具備減災、整備、應變、復原四階段緊密相扣的管理系統，使四種性質的工作形成不斷改進與調整的進步循環。

對於事件型的災害管理我國已累積有相當豐富的經驗，也有非常成熟的做法。但是我們絕不能滿足於此。受到氣候變遷的影響，一些先進國家或國際組織近幾年開始積極發展和運用一週以上的氣象預測資料，進行更宏觀



與更有前瞻性的災害管理，在這方面紅十字會與紅新月國際聯合會 (International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, 簡稱 IFRC) 是具有實務經驗的時代先鋒。IFRC 在二〇〇八年第一次將月與季度天氣預測資訊融入在西非的救援計畫。國際聯合會在五月看到國際氣候與社會研究院 (IRI) 發布的預報資料，知道當年七至九月的西非雨季可能多雨，便聯絡 IRI 請求協助預測與研判西非的未來降雨趨勢，同時提醒西非的區域辦

公室與各國的紅十字會提高警覺，另外也提醒募捐部門當年雨季可能會有較多的物資需求，並在六月展開訓練。隨著季節的接近，有更

多的天氣預測資料可運用，準備工作也更週全。這些整備使當年的洪災救援行動 (帳篷搭設，食物供應，衛生服務等等) 反應時間從前一年的四十天縮短至二至三天，減少了大量的災害損失也節省了大量的救援資源，並鼓舞了許多研發與實務工作者的鬥志。

泰國水災再一次提醒人類，在這個又熱又擠又平的世界，災害風險管理必須要更前瞻與宏觀才能將損失降至最低。氣象科技的發展和氣象資訊的運用，不同領域和部門之間溝通障礙的破除，以及全民防災意識的加強與宣導是當務之急。