

從風災降雨量看極端氣候 對臺灣災害之衝擊

文・圖／陳永明

臺灣不但位居太平洋西側的地震帶，也處於西北太平洋地區颱風侵襲的主要路徑，屬於極易受天然災害影響的區位。世界銀行2005年刊行之“Natural Disaster Hotspots - A Global Risk Analysis”指出，臺灣同時暴露於三項以上天然災害之土地面積與面臨災害威脅之人口為73%，而暴露於兩項以上天然災害之土地面積與面臨災害威脅之人口為99%，屬於全世界災害高風險的區域。

極端氣候頻率增加

根據聯合國國際減災策略組織2007年出版之“Disaster Risk Reduction: 2007 Global Review”報告（UN/ISDR, United Nations International Strategy for Disaster Reduction, 2007）指出：全球環境的變遷（包括氣候變遷、都市化過程、經濟全球化與貧富差距擴大）導致災害風險提升。報告指出，越來越多的證據顯示環境變遷已直接對災害造成影響，對未來有更大的威脅存在，針對氣候變遷將增加災害風險，ISDR提出下列觀點：

- （1）極端氣候的頻率增加，致災風險增加，例如：熱浪、颱風、洪水與乾旱。
- （2）極端氣候導致的災害，將超越人類既有面對災害的經驗。
- （3）極端氣候將導致災害的脆弱性（vulnerability）增加，且屬於特定氣候變遷（climate-change-specific）引致多面向的綜合災害屬性，例如：海平面上升。

近年來由於全球氣候異常，極端災變發生頻率增加，如2007年連續發生五年的澳洲大乾旱、2008年緬甸納吉斯（Nargis）風災、2009年菲律賓風災以及臺灣的莫拉克風災，其規模與型態均超出該國的歷史經驗，更帶來巨大的損失。

而根據統計資料顯示，臺灣極端降雨事件發生機率也增加，災害事件頻傳，尤其在歷經921地震和莫拉克風災後，原本脆弱的地質條件更受到嚴重衝擊，在可預見的未來，臺灣社會高齡少子化、都會化等社會環境變遷，有可能導致災害型態改變與災害規模擴大。莫拉克風災提醒我們，現有的減災規劃、工程設施及國土環境政策等，似尚未有足夠之因應與調適能力，政府必須有嶄新的思維與明確的行動才能面對即將面臨的環境變遷課題。

極端降雨增加

一般而言，描述氣候變遷或全球暖化對颱風的影響，主要都是針對颱風的強度變化，國際上主要的研究成果與討論亦是如此，然而颱風對臺灣災害的影響主要是暴雨或強降雨所導致之淹水與坡地災害，而強風速的颱風（如強烈颱風）並不同於強降雨颱風，如重創臺灣的2001年納莉、2008年卡玫基以及2009年莫拉克都是中度颱風，因此在探討氣候變遷對侵臺風災的衝擊影響，需瞭解侵臺颱風降雨強度的變異趨勢。

以1970-2009年195個侵臺颱風（氣象局發佈警報颱風）作為統計樣本，以每場颱風可降下之最

大單站累積雨量為降雨指標之一，如表1顯示，排名前20名的颱風定義為「極端強降雨颱風」，2000年以後發生個數有8個在2000-2009年期間，次數明顯增多，在統計上呈現極端不連續的狀況。同時表1也顯示極端強降雨颱風絕大多數為臺灣帶來嚴重災害，如莫拉克、辛樂克、卡玫基、海棠、納莉、敏督利、象神等，而莫拉克颱風居於歷史首位且總雨量是賀伯颱風（2008年前排名首位）的1.5倍。因此極端強降雨颱風與臺灣的災害衝擊有密切之關連。

表1：1970-2009侵臺颱風之最大累積雨量排名前20名颱風

	年份	名稱	最大總雨量	最大站
1	2009	莫拉克	3059.5	阿里山
2	1996	賀伯	1987.0	阿里山
3	1987	琳恩	1941.4	竹子湖
4	2008	辛樂克	1470.9	阿里山
5	1978	嫺拉	1434.1	竹子湖
6	2001	納莉	1315.0	竹子湖
7	2005	海棠	1215.5	阿里山
8	2004	敏督利	1181.5	阿里山
9	2007	柯羅莎	1093.0	阿里山
10	1973	娜拉	1073.7	鞍部
11	1974	貝絲	1044.3	竹子湖
12	2000	象神	1022.1	鞍部
13	1990	楊希	985.6	阿里山
14	1989	莎拉	937.3	阿里山
15	1998	瑞伯	921.3	竹子湖
16	2008	薔蜜	885.6	阿里山
17	1986	艾貝	827.0	鞍部
18	1985	尼爾森	814.2	阿里山
19	1986	韋恩	803.9	鞍部
20	1972	貝蒂	796.2	阿里山

更完整的降雨指標包含颱風之總降雨量與降雨強度，定義之綜合降雨指標包括單站最大累積雨量、颱風整場平均降雨、前五大降雨量平均、最大時雨量以及平均日降雨強度等5項指標，作為描述颱風降雨能力之指標（非颱風強度）。依據綜合降雨指標定義，1970-2009年排名前20名之極端強降雨颱風發生頻率，2000年以前為3-4年一次；2000年以後增加為平均每年發生一次。如前所述，極端強降雨颱風往往帶來重大災害，造成2位數以上的人員傷亡與重大經濟損失，顯示我們近年來所遭遇的重大颱風災害頻率與強度的增加，而2000年後增加更快，具有明顯的氣候變異訊號，未來是否會持續發生為更為複雜的科學問題，須待進一步科學模式以為評估，而政府部門尤須積極面對氣候變遷可能的衝擊。

洪澇發生頻率增加，降雨越趨不均

IPCC（聯合國跨政府氣候變遷小組）2007年之第四版氣候變遷報告指出，全球大部分地區在過去的觀測資料顯示旱澇交替的發生頻率及強度越趨明顯，而在未來的氣候變遷推估資料也有相同顯示，呼籲各國政府須積極面對水資源管理問題。臺灣的水資源問題相當嚴重，雖然年平均降雨量可達2,500毫米，但因人口密集，每人可分配有效水量為世界平均值的1/6弱，被聯合國列為水資源貧乏地區；同時臺灣的觀測資料亦顯示，過去40年來整體年降雨量並無明顯變化，但颱風降雨占年總雨量之比例從1970年代之15%提高至2000年代之30%（圖2），這樣的結果顯示豐水期之集中降雨變多，枯水期之降雨減少，顯見季節降雨越來越不平均，雨季留不住水，旱季缺少降雨補助，對水資源系統之影響更大。

糧食危機與水資源安全之競合

水資源問題在臺灣更有其複雜的一面，舉例而言，2009年底莫拉克颱風造成河道淤積與流量減少，加上下半年降雨量偏少，政府決定南部2010年一期稻作休耕，藉以確保2010上半年民生與工業用水安全，然因休耕所導致之糧食問題也必須加以重視。以政策面上的衝擊來說，回顧2008年全球之糧價高漲（部分緣於因全球暖化議題導致生質能源需求過度預期與哄抬，以及緬甸稻米出口受風災影響甚鉅），政府為穩定糧食安全，以因應全球化與氣候變遷的雙重影響，行政院於2009年2月4日核定農委會所提之『活化休耕農地方

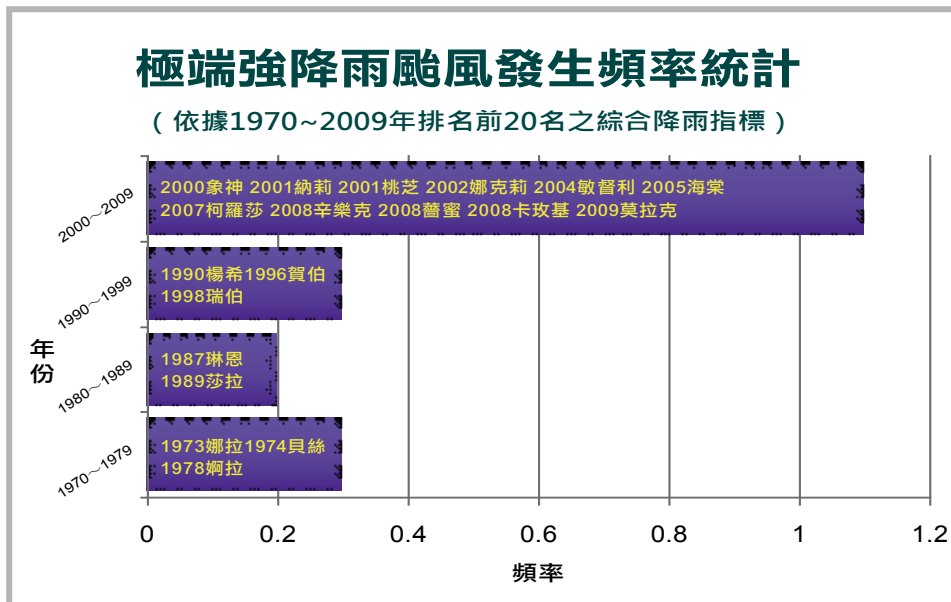


圖1：依據1970-2009年排名前20名之綜合降雨指標所定義之極端強降雨颱風發生頻率統計。

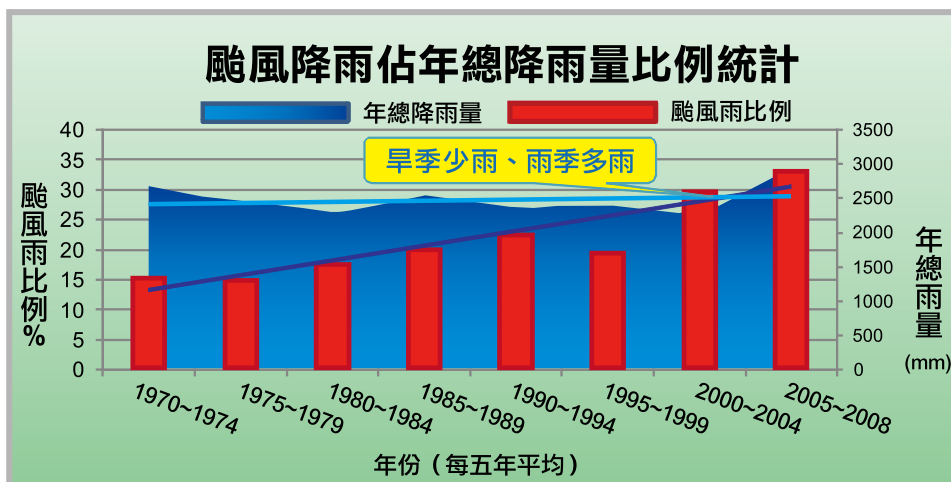


圖2：颱風降雨佔年總降雨量之比例統計，每五年平均。

案』，鼓勵兩期都休耕的6萬公頃農地活化復耕，復耕之土地鼓勵農民優先種植糧食作物，凡種植水稻者，可由政府辦理稻穀保價收購，此方案核定推動後遭逢前述之缺水危機，其執行效果與後續衍生之影響仍有待評估，但農地復耕勢必需要更多水資源，從國家安全角度而言，糧食安全與水資源缺一不可，如何考量其競合關係，政府部門要積極以對。

複合型災害

如前所述，洪災與旱災發生的機率均可能提高，其災害規模與複雜度也不斷在改變，由於臺灣地表

環境脆弱，易生坡地與土砂災害的特性，加上近年來環境變遷與土地利用改變，在颱風帶來超大雨量後，山區、河道與集水區極易發生大量之土砂崩塌與淤砂，造成河道淤積與水庫蓄水量減少，也因水庫原水濁度過高而引發水質不穩定與用水危機；加上考量壩體安全進行水量調節，不但無法有效蓄水而浪費水資源，還提高了下游低窪地區淹水風險；又上游沖刷大量漂流木堆積在出水口，不僅影響水庫正常運作，還衝毀或損害到重要聯外道路、橋樑或維生管線。總之，臺灣的災害已不是單一的水災、旱災或坡地災害的問題，受氣候與環境變遷影響災害特性已逐漸轉為複合型的災害（Multi-Hazards）。

結論

根據統計，臺灣近年來降雨強度增強，不降雨日數則增加，921地震更嚴重衝擊臺灣原本脆

弱的地質，災害型態不斷在改變；2008年的卡玫基颱風與辛樂克颱風以及2009年的莫拉克颱風的災害經驗提醒我們，氣候與環境變遷所帶來的衝擊影響是全面性的，政府必須調整現有的減災規劃、工程設施及國土環境政策以為因應。舉凡攸關人民生存環境及國家永續發展之洪澇、坡地與地震災害、水資源、農糧供應、能源供給、公共衛生、國土利用、海陸資源與生態環境、公共設施安全…等，相關研究單位、學術機關與政府相關部門都要積極推動，包括氣候變遷之國家調適政策綱領（APF, Adaptation Policy Framework）之制訂，以及氣候變遷衝擊影響與科學評估之工作等，盼科學研究與政策規劃能有效配合，降低氣候變遷之負面衝擊，維護國土安全與國家永續發展。圖（本專題共同策畫／地理環境資源學系姜蘭虹教授&全球變遷研究中心柳中明主任&法律學系詹森林教授）

延伸閱讀：

- (1) 周仲島、陳永明、黃柏誠，2007：侵臺颱風劇烈降雨之氣候變異分析。中華水資源管理學會會刊。
- (2) 游保杉、許志聰、林宣汝、黃柏誠、陳永明、謝龍生，2007：IPCC氣候變遷評估報告一對全球水資源管理策略之省思。中華水資源管理學會會刊。
- (3) 陳亮全、陳永明、郭彥廉，2007：「從天然災害觀點論全球氣候變遷對於亞太經濟社會的影響」，2007 APEC Review。中華臺北APEC研究中心。
- (4) 陳永明，2009：氣候變遷對臺灣災害衝擊影響。桃園縣政府2009災害防救國際研討會，6/12，桃園。
- (5) 陳永明，2009：公共建設因應氣候變遷之防災與調適。永續公共建設決策與管理前瞻科技研討會，7/10，臺北。
- (6) 周仲島、陳永明，2009：臺灣地區劇烈降雨與侵臺颱風變異趨勢與辨識研究Ⅲ。國家科學委員會研究成果報告。



陳永明小檔案

學歷：臺灣大學大氣科學研究所博士（2004）
經歷：國家災害防救科技中心組長/助研究員（現任）
臺北市立教育大學自然科學系兼任助理教授（現任）
專長：氣候變遷與災害衝擊，防災調適政策，氣候統計分析