

氣候變遷：想像那無法想像的未來

柳中明

臺灣大學大氣科學系教授

中華民國低碳環境學會理事長

[中華民國一〇〇年五月十六日演講重點]

有關(1)氣候變遷的主軸是氣候暖化；(2)過去百年氣溫持續上升，未來百年仍將持續上升；(3)極端高溫、熱浪與極端乾旱或暴雨的出現頻率與強度持續增加；(4)海水位將上升，國土流失；(5)生態與糧食生產將受影響，公共衛生與民眾健康將受衝擊等。以上，都已經聯合國「跨政府間氣候變化小組」(IPCC)所確認，並已經媒體經常報導，可視之為現代公民的基本氣候知識，乃非本次演講重點。

個人想強調的是(I)災難的骨牌效應與(II)因應策略。

國家等級的災難一定會出現國內損失慘重，然後再影響及國外，如：今年日本大地震。但是，宮城大地震並未促發戰爭與國際動蕩！雖然，促發普遍的懼怕、心理不安與金融震盪。前者是造成不可逆轉的改變，後者則是出現調整、適應與改善。

2009-2011 年間，「氣候驚奇」(climate surprises) 示範了：一連串不同地區的氣象災難，竟然影響及全球糧食與原物料的供應，再配合金融市場的意外運作，影響及第三世界的社會不安、動蕩與內亂，再影響及先進國必須介入。也即發生了不可逆的影響。

事實上，美國與英國的國防單位自 2003 年以來，就先後出過相關報告，認為 2020 年前後，全球將因為氣象災難頻繁與其他意外因素同時發生，而

出現大規模動蕩。

我國應積極地(1)因應國際性災難之蝴蝶效應，與(2)降低國內破記錄災難發生之可能性。

首先，在未來10-20年內，必須成立「國際氣候災難因應小組」，想像那無法想像的，注意會影響我國國防安全的可能災難蝴蝶效應，並探討影響規模與應變策略。

其次，通過「氣候變遷調適政策綱領」、「氣候變遷調適行動方案」與規劃「氣候安全法」。前二者若沒有法律作後盾，若沒有提出「八年八百億」等級的計畫，說服力是很低的！而法律可以解決組織、經費與長期運作等困難。

至於在降低國內破記錄災難發生之可能性方面，則須進行(1)傳統的治水策略；(2)加強緊急避災、救災等演練(大演習)；(3)推動「整合災害預警指數」(Integrated Disaster Prediction Index)，協助民眾迅速掌握災害發生的類別、可能性與因應策略；(4)採用創新工法，降低人口密集地區發生破記錄降雨釀災的可能性。至於國土重規劃，讓民眾遠離易致災區，當然也是該作的。不過，卻是標準的「知易行難」的挑戰。

所謂「創新工法」，就是建築必須防震，也必須防洪抗旱。建築必須像一顆樹，都市必須像一座森林。明確的說：所有新開發案，必須自行處理因為開發所新增加的排洪量。同時，道路必須排水，必須比傳統的排水溝渠更快速排水，還要像公車專用道一樣耐用。

對豪雨新紀元之治水建言：[中華民國低碳環境學會發起]

破記錄的降雨，不斷在台灣各地造成破記錄的災情。隨著無法停止的氣候暖化趨勢，**豪雨已進入新的紀元**。過去的紀錄，過去的治水手段，都顯得過時與失勢，**我們需要新的概念、新的手段，因應這個危險的年代**。

2008 年卡枚基颱風在台中單日降雨 477 毫米；2009 年莫拉克颱風在阿里山創下新記錄，也在台南與高雄分別降雨 524 與 507 毫米；2010 年凡那比颱風在岡山單日降雨 872 毫米，然後 9 月 24 日東北季風在基隆與汐止分別降雨 346 與 422 毫米；10 月 21 日梅姬颱風在蘇澳降下時雨量 181.5 毫米與日雨量 939 毫米。若果山區動輒上千的降雨，讓大家擔心山區土石流、崩山、滅村等，那麼平地都市動輒出現 500 毫米以上的超大豪雨(氣象局定義為單日 350 毫米)，難道不更令人擔憂！？

蘇澳不是小鎮，總人口四萬三千人；緊臨的宜蘭市區等地，總人口三十二萬八千人。暴雨在極端時間降下，就算山區洪水被阻擋於市區外，市區內的溝渠也無法及時發揮作用。最慘的是：就算預報準確，人們安然躲在家中，也一樣必須面對迅速被淹沒的家園。**現代人口密集的都市，根本無法應付如此不斷破紀錄的豪雨！**

為了永續台灣的都市，為了讓國民在破記錄豪大雨發生時，能夠少擔憂淹水災情，**我們必須對於都市的治水提出新的構想**，以因應極端暴雨頻繁出現的未來。

- 一、**首先**，當然是加強排水溝渠的清理與擋水閘門及抽水站的維護，確保大雨時，不會讓都市之外的惡水進入。這乃是政府八年千億治水計畫的主要任務，但實難解決根本問題。想像都市外的河川水位持續上升，但都市內破記錄豪雨不斷自天上降下，請問都市內的水能夠抽去那？
- 二、**其次**，我們必須在都市內增加滯洪池，當然不能利用捷運，而是要多增加都市內的低窪濕地(如 202 濕地)、公園、池塘，以及建築用地內的蓄水池。後者乃是讓每壹棟建築，像大樹一樣地儲存雨水。在美國，早已立法要求如 101 大樓的整個建物產權用地內，所有降雨都不准流到產權用地之外。簡單說：都市排洪系統只負責處理公有用地降雨的疏導，而私人建物必須自行處理建地內的降雨。
- 三、**最後**，暴雨來得又急又快，道路旁的排水溝都來不及處理而立刻淹水，

是否可以改變這種傳統設計，而讓所有道路鋪面之下都變成排水溝與滯洪池！如台北市排水系統至多是疏通時雨量 85 毫米的降雨，但若是所有道路與鋪面都能排水，且是能疏通時雨量 200 毫米或日雨量 3000 毫米的豪雨，則各地要淹水，反而是非常困難。而且，此策略才是全國各地均可行，無需集中經費在某一特定地區。

首先，當然是加強排水溝渠的清理與擋水閘門及抽水站的維護，確保大雨時，不會讓都市之外的惡水進入。這乃是政府八年千億治水計畫的主要任務，但實難解決根本問題。而且，想像都市外的河川水位持續上升，但都市內破記錄豪雨不斷自天上降下，請問都市內的水能夠抽去那？

其次，我們必須在都市內增加滯洪池，當然不能利用捷運，而是要多增加都市內的低窪濕地(如 202 濕地)、公園、池塘，以及建築用地內的蓄水池。後者乃是讓每壹棟建築，像大樹一樣地儲存雨水。在美國，早已立法要求如 101 大樓的整個建物產權用地內，所有降雨都不准流到產權用地之外。簡單說：都市排洪系統只負責處理公有用地降雨的疏導，而私人建物必須自行處理建地內的降雨。

怎麼辦？101 當然是自己在建地內挖一個滯洪池，或是在建物下建一個蓄水池。最簡單的辦法是：大雨時，地下室清空，讓雨水進入，而非是進入大眾道路。事實是：每次大雨，所有地下室一定遭殃，所以已在發揮類似功能，但是顯然儲水量不足，且是非屬原始設計。因此，需要在建築法規中，加入相關規範，以符合實際需求。

現階段，要按前述建議，快速增加都市滯洪功能，實具相當挑戰。因此，我們可以立刻處理的問題是：暴雨來得又急又快，道路旁的排水溝都來不及處理而立刻淹水，是否可以改變這種傳統設計，而讓所有道路鋪面之下都變成排水溝與滯洪池！

目前，國內已有「高承載透水鋪面」生態工法，可以用在興建道路、停車場等，讓單日 3000 毫米的降雨都進入下面的碎石層。而碎石層可以設計到單日蓄積 2500 毫米的雨水。如此，整個都市道路、停車場、公園、池塘等，都在蓄水，都市降雨真出現單日上千毫米都不用擔心淹水。

更且，此種生態工法鋪面可以承重 40 噸的貨櫃車、80 噸的吊車，更可以長期承受每日至少 3 萬輛車使用的負荷，其品質遠高於台北市區內的公車專用道，而且是 40 年不會剝損、不會龜裂、不需重新鋪整，一勞永逸，可以節省非常多的公帑。不過，平日需要用高壓沖洗與抽塵，以穩定維持

其透水功能，但這同時可以維持市容與降低空氣污染。所以，若果節省下的定期翻修費，轉成長期的清潔使用，應是值得的。

對於山區道路與地層下陷區，高承載透水鋪面道路可略調整。在山區，讓豪雨直接進入道路下方，就可以直接排除，有效避免道路地基流失。在地層下陷區，雨水也是直接進入道路下方，但卻可直接注入地下，補充地下水，避免地層持續下陷。

最後，在預見未來都市洪災將愈趨惡劣與無法預測下，前述四項策略：**疏濬、增加公共濕地、建地滯洪與道路透水及蓄水**，都應推動。第一項為大家所熟知，乃是基本工作。第四項可以立刻開始逐段推動，按成效再擴大實施。公共濕地的擴大，則需視政府決心。至於建地滯洪，則有待國內那個城鎮願意開始試行，估計需相當時日，才可能形成國人共識。基本上，建築物的設計要與過去不同，這是許多人不敢想像與無法接受的，但這就像是提高建築的防震級數，才能因應如 921 的大地震，對的事，最終仍將是無法迴避的。

對於新的都市規劃，應加入**多功能地下水庫**的興建，以達到緊急供水、暴雨儲水、灌溉澆水、消防用水等功能。

以上建言，將提供中央與地方各級首長，以及民意代表、企業、環保人士與一般大眾等參考。台灣人八成都住在都市內，在暴雨進入新紀元下，若想避免人口密集區的洪災危害，所有策略都需積極考量施行。