

## 以協作式群體力量為基礎之緊密都市發展新契機：

### 以臺北市為例

林長郁\*

世新大學觀光學系 助理教授

#### 摘要

具緊密都市空間結構的臺北市，在許多頻繁且不可預測的天然威脅下，未來都市的規劃發展必須強化其調適能力，以滿足人類求生存之基本需求。極端氣候已對都市地區的居民、資產、經濟和生態系統構成了風險，建設具恢復能力的基礎設施系統，是減少都市地區脆弱性和暴露度的重要方法。近年來臺灣飽受水患之苦，不僅造成基礎建設硬體損失、觀光資源受侵襲，降低觀光客來訪意願，後續的重建修復、清理及防疫工作更是一大挑戰。本文導入以協作式群體力量為基礎的公民共同防災合作模式概念，探討以雨水回收利用的「雨撲滿」設置做為氣候調適策略項目之可能性，集結眾人的力量加強都市韌性，降低都市地區淹水之威脅，減少天然災害帶來的損失。

**關鍵詞：**協作式群體力量、緊密都市、都市韌性、氣候調適策略

\* 通訊作者：林長郁

Email : culin@mail.shu.edu.tw



## 壹、前言

根據聯合國2014年「世界城鎮化展望(World Urbanization Prospects)」報告，2014年世界一半多的人口(約39億人)居住在都市地區，到2050年預計再增加25億人口，世界人口正快速地向都市地區移動。大量的建物與人口集中於有限的空間裡，則須搭配一套都市規劃的新思維。為了減少都市不斷地蔓延擴張，並提高土地利用效率以減少能源的消耗，聯合國環境規劃署(United Nations Environment Programme, UNEP)在2011年提出以綠色經濟為基礎的都市發展架構，強調以更高密度的發展模式來提高勞動生產力，同時也減少市民對基礎設施的平均負擔，減少後續的維護費用(UNEP, 2011)。我國臺北市人口密集度高，完整的大眾運輸路網提高了都市區域土地混合使用的可能性，例如重要交通節點周圍區域可配置居住、零售等消費服務、工作、綠地空間等重要公共基礎設施，已具備UNEP所稱發展綠色經濟的密集型空間發展結構。然此種類型的都市中聚集了大量人口，在氣候劇烈變遷日漸頻繁的挑戰下，又面臨許多頻繁且不可預測的天然威脅，未來都市的規劃發展必須強化其調適能力，方能在這難以預測的環境中滿足人類求生存之基本需求。

由於氣候劇烈變化造成都市降雨量大(內水)，土地利用又多為建築及交通用地，使得雨水入滲減少與逕流增加，容易造成溢淹。2015年九月臺北市政府工務局水利工程處公布「降雨淹水模擬圖」於「臺北市政府資料開放平台」，模擬防洪設施於正常運作且排水設施亦無淤積阻塞下，可能積淹水的範圍及深度。上述資訊提供給市民做參考，希望能降低水災損失。同年三月臺北市長柯文哲在就曾提出，希望利用雨水回收利用的「雨撲滿」等雨水貯留供水設施，來降低區域排水系統負擔，同時落實透水城市的永續發展理念。然而氣候變遷調適作為並非政府單方面的工作，尚需引導民間力量與政府合作，強化都市韌性(urban resilience)。本文主要探討在高密度發展下的都市，在面對劇烈氣候變化的同時，該如何提升其都市韌性以減少對既有自然與人文觀光資源、以及建成環境的破壞，進而保存都市軟實力。在日益激烈的都市競爭中，地方的文化資產與活動是形成觀光產業與服務差異化的重要因素，文化觀光(cultural tourism)也將是都市軟實力的發展重點。

## 貳、劇烈氣候變遷下的空間治理

順應時代的潮流，政府治理也必須翻轉觀念，2014年底行政院長喊出科技三箭：「開放資料、大數據、群眾外包。」期待透過新的治理方式，來縮減政府與民心的差距。面對劇烈氣候變遷所帶來的威脅，聯合國政府間氣候變化專門委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)呼籲各國政府應積極擬訂氣候變遷調適計畫。在IPCC第五次氣候變遷評估報告中就提及，極端氣候已對城



市地區的人們、資產、經濟和生態系統構成了風險，建設具有恢復能力的基礎設施系統，則是減少城市地區的脆弱性和暴露度的重要方法之一。近年來臺灣飽受水患及乾旱之苦，各項治水措施的推動刻不容緩。以臺北市為例，不僅是經濟發達的商業娛樂性城市，同時也擁有豐富的自然與人文觀光資源，加上完善的大眾運輸建設，每年吸引眾多國內與國際觀光客到訪。但由於氣候劇烈變化造成都市降雨量大(內水)，土地利用又多為建築及交通用地，使得雨水入滲減少與逕流增加，容易造成溢淹。水患不僅會造成基礎建設硬體損失、觀光資源受侵襲，降低觀光客來訪意願，後續的重建修復、清理及防疫工作更是一大挑戰。人們必須對氣候變遷產生之綜合影響，以及相對應之調適策略有更進一步的瞭解認識，方能發展出具有氣候適應力的觀光經營管理方式和景點(Scott, Hall & Gössling, 2016)。

### 一、打造有韌性的緊密都市

持續不斷的都市化現象，將會影響到人類的環境與經濟活動，都市人口的成長，也意味著對都市土地需求的提升。根據經濟合作暨發展組織(Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD)的推估，至2050年全世界將有70%(OECD國家則有86%)的人口會生活在都市地區，各國政府必須對此現象有所回應，然而全球的經濟危機卻造成政府失能，難以投入大量資金在能符合民眾需求的基礎設施建設上(OECD, 2012)。

反對低密度、蔓延式的都市發展、減少能源消耗，在追求永續都市發展概念的倡導下，「緊密都市」的發展模式有了更多的探討，其核心主軸包括高密度開發(密集建築)、混合土地利用(在更短的通勤距離內提供多元的生活機能)以及發展大眾運輸系統(減少對自用車的需求)等(Jenks, Burton & Williams, 1996)。然而在追求緊密都市所帶來效益的同時，需同時反思該都市型態對環境的影響(如廢氣、廢棄物排放)以及都市微氣候的改變程度(Schiller & Evans, 2001)。除了緊密都市所引發的環境外部性，在氣候劇烈變化的現今，也應考量異常氣候等難以預測的外部自然力量，對於居住在都市地區的民眾可能造成的衝擊與損害。

臺灣位於亞熱帶地區，高溫多雨但水資源分布不均，降雨型態有季風雨、地形雨、熱雷雨、颱風雨與熱帶低氣壓雨等。根據中央氣象局統計，臺灣平均每年有3到4次會受到颱風侵襲，帶來豐沛的雨量。然由於坡陡流急，都市地區不透水區域不斷擴大，水資源不易蓄存利用，短延時強降雨可能致災的風險，也一再考驗地方政府災害應變的處理能力。由於全球氣候劇烈變遷帶給人類社會經濟之衝擊，讓國際社會不約而同地對自然災害的議題保持高度關注。世界銀行在2005年的「天然災害熱點—全球風險分析」報告中就曾指出，臺灣有73%以上的人口會同時面臨到最多四種天然災害的威脅，暴露於兩項天然災害威脅之人口更達99%，是災害高風險之地區(Dilley, Chen, Deichmann, Lerner-Lam & Arnold ,



2005)。從內政部消防署「天然災害造成人員傷亡房屋損失」統計資料得知，全國自民國100年至107年間，因颱風及水患因素就已造成73間房屋全倒、1,327間房屋半倒、65人死亡、2,370人受傷，同時出動了876,158次救災人次搶救災民，對於國民經濟的持續穩定發展有嚴重的影響。

臺北市人口密集度高，且具有高度混合的土地使用型態，已具有緊密都市發展的空間結構，雖然臺灣生育率年年下降，然而臺北市的人口數仍居高不下，至2015年底前均有逐年上升的趨勢，雖然近三年人口略為下滑，但人口密度依然高達每平方公里9,800人以上(見表1)，根據臺北市政府主計處網頁之「國際都市統計指標」項目，其中針對「臺北市與國際都市統計指標」的說明：臺北市屬人口稠密城市，人口密度僅低於首爾(每平方公里16,729人)、巴塞隆納、雅加達、布宜諾斯艾利斯、大阪、紐約及等六個城市。人口聚集、都市高密度建設為臺北市的發展帶來無窮的想像空間，但氣候劇烈變化所影響的人數、造成的衝擊損失也相對增加，既有的都市治理模式已受到前所未有的挑戰。

表 1 臺北市歷年人口總數與密度

年	人口數	成長率(比對前一年人口數)	人口密度(每平方公里)
2018	2,688,572	1.98 %	9,891.74
2017	2,683,257	-4.62 %	9,872.18
2016	2,695,704	-3.38 %	9,917.98
2015	2,704,810	0.92 %	9,951.48
2014	2,702,315	5.85 %	9,942.30
2013	2,686,516	4.97 %	9,884.18
2012	2,673,226	8.40 %	9,835.28
2011	2,650,968	12.29 %	9,753.39
2010	2,618,772	4.33 %	9,634.93

資料來源：台北市政府民政局「臺北市各行政區最新月份人口數及戶數」

緊密都市的發展，必須能因應氣候變遷，提高能源使用效率，然而人口的致密化(Densification)卻導致人們對土地資源的高度需求。在此發展趨勢壓力下，許多如開放綠地空間等基礎設施的建置容易被忽略甚至取代。在這既存的緊密發展現狀中，如何增加永續導向之正面效益，正是全體市民應該認知的重要課題，而要使民眾認知並了解所在環境面臨的困境，則必須從環境教育著手(Wolsink, 2016)。都市實體環境(人造和自然環境因子)與人類社區(社會制度結構與公民網絡)的互動關係，將決定都市因應各種環境變化之接受及回復能力，亦即都市韌性的概念(Godschalk, 2003)。綠色基礎設施的創新規劃及設計，是提升都市韌性的契機，針對氣候變遷與減少都市蔓延等政策，都市社區是否能協同應對，也將扮演著重要的角色(Collier et al., 2013)。在檢視氣候調適策略減緩都市環境空間之衝擊程度的同時，也需促使民眾共同參與政策的落實。



面對氣候變遷所帶來的衝擊，歐洲環境總署將影響分為自然與生物多樣性(自然環境系統與服務、森林與漁業資源、海岸)、經濟(農業、觀光、能源)、群眾利益(民眾健康、水、已建成環境與基礎設施)等三大面向討論，分析比較相關調適策略的介入，將可減低未來可能造成的損害及所需負擔之成本(European Environment Agency, 2007)。全球氣候變遷已對於我國國土空間計畫造成衝擊，政府需面對國土容受力的脆弱及韌性都市建構之必要性提出因應對策。2015年12月立法院三讀通過「國土計畫法」，國土分為「國土保育地區」、「海洋資源地區」、「農業發展地區」、「城鄉發展地區」四大分區，要降低國土脆弱度水準並提高國土的災害回復力，尚需提出適當的調適策略。在防災策略方面，不再僅著重於硬體設施建設，而是要導入且結合非工程的治理手法，降低環境脆弱度(賴炳樹、白仁德，2012)。

## 二、緊密都市中的觀光永續經營

人類社會活動型態的演變與空間的開發利用息息相關，過去主要以經濟發展為導向的空間發展，已超出環境所能負荷的承載量，以往降低都市災害風險，常是藉由都市實體環境(physical systems)與工程技術的改善來達成目的。在永續經營理念的倡導下，未來以調適(adaptation)與減量(mitigation)為手法的空間發展模式，是為兼顧經濟效益及環境友善之規劃設計趨勢(Mills et al., 2010；吳珮瑛，2012)。

觀光是具有高度氣候敏感的經濟行業(Scott et al., 2008)。由於全球旅遊市場的快速成長，觀光產業牽動著地方經濟發展，各地的觀光資源需被妥善規劃與合理分配使用，以追求最大經濟效益，我國政府也積極強調環境面、社會面及經濟面之觀光永續發展(周永暉、歐陽忻憶、陳冠竹，2018)。從社會心理學的角度觀察，氣候因素影響遊客本身在美感、身體及生理變化等三個層面，往往能左右旅遊市場的需求(Goh, 2012)。氣候變遷帶來的災害對觀光旅遊有不確定之負面影響，同時影響旅客前往觀光景點之偏好及意願(Hamilton, Maddison & Tol, 2005)，各國政府也不斷思考因應之道，避免觀光收入的短缺。Jopp, Delacy & Mair (2010)所建構之RTAF (Regional Tourism Adaptation Framework)模型說明了區域觀光調適策略步驟，首先是評估觀光景點之災害脆弱度及回復能力，具體做法為掌握觀光系統(Tourism System)組成因子及其互動關係，再找出災害風險關鍵並決定降低脆弱度之操作要素及規模；其次為調適策略之執行，確定執行項目後需再考量觀光消費者之需求面，做為後續提升觀光脆弱度及回復能力工作之參考依據。

然要有效管理風險並達到觀光永續經營，在調適策略中必須落實於觀光景點中的社會公平正義、確保環境完整性及經濟永續性等層面，追求商業利益的同時，仍需顧及到地方團體的權益，地方—國家—全球之間的溝通回饋機制必須建立，透過公部門的政策推動，提供地方行政單位及民眾全球最新研究成果和氣候



資訊，並瞭解地方團體的意見需求，讓地方觀光調適策略的步伐與全球一致(Scott & Lemieux, 2010; Njoroge, 2014)。

### 參、以群體力量為基礎之公共參與新契機

隨著民主意識的覺醒，民眾參與公共事務的機會越來越多，而個人或團體基於自利或公益，以自行組織或被組織的方式，參與政策制定運作的過程，爭取訴求實現的行動，就是所謂的民眾參與。過去政府機關與民眾之間的互動可透過社區組織、利益團體、公聽會、公民諮詢委員會、民意調查與公民投票、示威遊行等方式進行，然網路的發達與普及，已悄悄改變了民眾參與公共事務的模式。透過網路科技將在不同時間及空間的人們串聯在一起，創造各種具有高度自我組織能力的虛擬群體，改變了人們的工作型態並產生新的合作模式，這就是群眾外包的概念(Howe, 2006)。

#### 一、整合群眾力量推動公共政策

將群眾分散之力轉變為眾人一致之力，廣大的利害關係人族群也可如同感測器般成為資料生產者或共同協力者(Seltzer & Mahmoudi, 2013)，讓非組織編制之人員有機會加入原本封閉的運作系統。許多企業開始將常見但卻複雜且大量的工作，導入分散式問題處理模式，透過其所提供之平台收集並整合群眾集體智慧與行動，公共參與機制也更具彈性(Brabham, 2008)。然而許多公共政策的落實與推動，並非單靠政府或小部分民眾力量就可及的。

以國土空間資訊為例，相關項目調查與圖資產製是需要大量人力且費時的工作，然而因自然、社經環境的快速變化及空間規劃之實際需求，空間資料的完整性與即時性，更是有效掌握地區周遭環境資源變化之基礎。過去由公部門主導的作業過程，因作業耗費時間過長，資料未能及時更新，就經常出現資料不合時宜的現象。過去空間資料的產製所需的技術門檻較高，非經過專業的訓練，一般民眾不易操作地理資訊系統(GIS)。隨著GIS軟體功能與介面的改善，整體技術門檻已大幅降低，在學術單位的大力推廣加上GIS專業技術人員的協助下，一種由下而上賦權於社群的民眾參與契機逐漸成形(Sieber, 2003)。

透過適當的民眾參與機制並培養在地組織或社群的技術能力後，民眾也有機會利用地理資訊儲存和製圖展示功能，加強對自我生活環境的理解，以視覺性圖徵來提高資訊(或知識)傳達效率及空間衝突之管理(Wolf et al., 2017)。公眾參與地理資訊系統(Public participation geographic information system, PPGIS)的概念在1996年美國國家地理資訊與分析中心(National Center for Geographic Information and Analysis, NCGIA)的會議中被提出，GIS的應用層面不再僅只於專業人員，而是有機會擴大到讓非政府或非營利組織、社群團體及基層民眾，進而提升公共決策過程中的公眾參與意願，促成社群、社區成員等空間權益關係人之賦權，將



GIS應用落實在社會層面(Sieber, 2006; Tsai, Lu, Chung & Lien, 2013)。此種民眾參與方式運用了目前網路科技中匿名性、非同步、公開以及資料保存的特性，改變了傳統資料蒐集、處理、流通及分享之模式。

## 二、協作式空間圖資編輯

改善民眾參與PPGIS的方式一直是GIS技術發展之重要目標，Goodchild (2007)提出的自願性地理資訊(Volunteered Geographic Information, VGI)，即是基於Web 2.0技術以及虛擬群體概念，由非地理專業人士協助生產之即時、在地化、廉價、豐富多樣且具地理空間座標的資訊，地理資訊對於一般使用者而言不再是遙不可及的昂貴產品。群眾透過如社群媒體等網路平台以新姿態出現，形成一股新興勢力。這些基於民眾日常生活周遭觀察由下而上生產的資訊，包括許多地理概念模糊的自願性地理資訊(geographically implicit VGI)，通常可透過資料探勘和知識發掘技術來擷取重要的地理訊息(鄧東波，2011)。

開放式街道圖(OpenStreetMap, OSM)，就是透過世界各地專業及非專業的製圖者，如同編輯維基百科般貢獻己力，特別是在地地理知識，讓地圖資訊更加完整，這也是善用群眾力量與智慧的具體成就。OSM結合眾人之力完成巨量的地圖資訊，並可加值應用於日常生活、導航、學術及商業活動。人道救援開放街圖小組(Humanitarian OpenStreetMap Team, HOT)在災害發生後，總能在短時間內號召全球的圖客(Mapper)，依據新的空照圖及災害資訊，協助繪製遠在千里的災區地圖，成為救災和援助單位倚重的工具。調查人員也可透過現場調查獲取空間資訊，將調查結果在線上採用點、線、面圖徵來編輯OSM，並確實記錄地圖標籤(Tag)於編輯頁內。隨著OSM免費資訊的豐富度、詳細度與即時性不斷提升，許多政府單位在有限經費的考量下，紛紛採用OSM作為政府地理資訊入口網站之圖資供應平台(Haklay, 2010)。

在快速發展的都市化社會中，為了記錄空間裡各種行為現象、民眾態度意見及社會互動關係之變遷，讓VGI成為空間長期監測觀察之新典範(Jiang & Thill, 2015)。許多在VGI及群眾外包概念下整合之民間社群，建立相互合作與分享機制，特別在災害應變及防救災資訊之傳遞層面發揮很大的效益(Goodchild & Glennon, 2010)。在都市空間裡VGI參與者如同感測器般，蒐集大量資訊供決策者與民眾參考使用，例如國內2009年莫拉克風災期間以及2014年高雄氣爆事件，便有許多志工建立製作資訊蒐集與共筆平台，快速地整合與傳遞重要訊息，充分發揮社會公眾的力量。群眾力量的整合尚需克服技術上的問題，VGI需有可跨平台及具擴充性的資料格式作為轉換媒介，在災害管理應變層面，異質(heterogeneous)資料來源之整合效率，將影響到災害資訊蒐集的即時性、彈性及蒐集範圍(Zhang, Zhao & Li, 2015)。



空間資料之可信度為規劃及決策品質之關鍵因素，不同品質的資料可能導致不同的規劃決策，參與的民眾仍須對相關的空間議題有一定程度的了解，並接受基礎的操作訓練，方能產出較為實用的資料(Brown, Kelly & Whittall, 2013)。儘管透過PPGIS的機制降低了資料蒐集的困難度，但由於資料的產製來自於不同的貢獻者，使用著不同精準度的設備工具，缺乏完整的檢核機制與人力，故在資料驗證與過濾(資料品質)仍是加值應用面需克服的難題(Elwood, 2008; Brown & Kyttä, 2014; Senaratne, Mobasher, Ali, Capineri & Haklay, 2017)，同時也是許多應用型研究較難掌握的限制因素。

### 三、群眾外包式防災策略

群眾力量的運用帶給規劃決策者許多的想像應用空間，也體會到群眾力量之強大及無限可能性。氣候劇烈變化是緊密都市永續發展需面對的一大難題，其所造成之災難影響層面將是全面的，政府內部需要跨部門的溝通與協調來落實政策上的規劃整合，透過災害風險管理及氣候調適策略，更有效率的運用資源與技術，減緩公共資源不足之窘境(Howes et al., 2015)。值得注意的是，環境或住居品質因環境災害而下降之地區，社會經濟弱勢族群往往無遷出能力，因此也承受較嚴重的環境負擔，加劇了既有的社會分配不公平。

在數位差距縮短及集合群眾力量的操作概念下，公共事務的規劃上有著更多可能性，規劃決策者有機會提出更具創意的解決方法，集合多方力量及多樣智慧來因應快速變遷的空間環境，減少社會與環境的不正義現象(Brabham, 2009; Certomà, Corsini & Rizzi, 2015; Foster & Dunham, 2015)。將群眾力量做為災害應變作業上的工具，目前多為災害訊息蒐集、交流與應用，可分為災害掌握、災害確認及群眾力量之使用等三層面探討。資訊與通信科技(Information and Communication Technology, ICT)的進步，讓個別的民眾(特別是可能遭受災害威脅者)有機會貢獻己力於共同平台上，並提供即時資訊給災害應變與決策單位，掌握現況，待確認資訊真實性後，即可發揮群眾力量之功能(Riccardi, 2016)。

群眾力量貢獻之程度將會影響到策略執行之成果，本文以公眾參與之精神(Volunteer)為核心，提出將群眾外包的概念延伸至公民共同防災階段之合作架構，並以臺北市淹水問題為分析案例，配合現有之氣候調適策略，以群眾力量為基礎的實質做法，彌補政府有限的資源與人力，試圖減少都市內水所造成的影響，確保都市自然及人文資源之永續經營。



## 肆、以群體力量為基礎之氣候調適策略

臺北市為我國人口密度最高的都市，不僅是臺灣的經濟、金融中心，也蘊含著豐富的自然資源及歷史人文文化資產。過去因為氣候劇烈變遷因素已造成臺北市許多災害與損失，例如2001年的納莉颱風重創臺北，淹水問題更使得捷運系統停擺，雖然有抽水等防洪工程的改善，但近年來動輒超過80毫米的時雨量讓臺北市的排水系統無法負荷，這種短延時強降雨的現象也讓許多地方淹水，造成民眾難以估計的生命財產損失。2015年的杜鵑颱風，其所帶來的豐沛雨量，讓供應臺北都會區用水的南勢溪上游出現土石崩塌的情形，濁度的上升遠高於淨水廠停止取水標準濁度，許多地區民眾也因此無水可用。根據臺北市政府106年度施政計畫，市政府投入了大量資金建設重要的基礎設施，除了維持民眾基本的生活機能需求，同時也希望營造永續環境，其中重要的具體作法包括減少臺北市能耗以提高對抗極端氣候之韌性及氣候災變復原能力、打造海綿城市、節能節水等，期望臺北市能成為安全舒適之防洪、生態城市。

### 一、臺北市觀光資源調查

臺北市同時擁有豐富的自然與人文觀光資源，每年吸引眾多國內與國際觀光客到訪。本次觀光資源的蒐集，主要採臺北市地理資訊資料倉儲系統釋出之「臺北市觀光景點」、「臺北市文化資產類(古蹟)」及「臺北市文化資產類(歷史建築)」(見圖1)。為強調文化資產保存的概念，將重新檢視文化部文化資產局網站資料，把所有臺北市文化資產分布位置予以整合。根據《文化資產保存法》第三條所解釋的文化資產，意指具有歷史、文化、藝術、科學等價值，並經指定或登錄之有形及無形文化資產。本研究主要探討與「空間」有關之有形資產保存維護，包括古蹟、歷史建築、紀念建築、聚落建築群、考古遺址、史蹟、文化景觀、自然地景與自然紀念物等文化資產。許多重要的文化資產由於年代久遠且構造脆弱，易受環境複雜等不利因素影響，一經毀損將難以再現其重要價值。





圖 1 臺北市重要觀光景點(部分顯示)

## 二、檢視臺北市全區降雨概況與警戒範圍

臺北市政府將每小時降雨量78.8、100及130毫米的條件下，可能引發的淹水範圍及深度進行模擬分析，並於2015年上網公布「臺北市降雨淹水模擬圖」，供民眾下載。根據臺北市政府工務局水利工程處說明，臺北市雨水下水道乃採五年重現期保護標準設計，可容納每小時78.8/MM的雨量，若時雨量達78.8/MM就容易造成短暫積淹水現象，若下水道無法發揮正常功能排水則有致災的可能性。本文首先檢視臺北市全區降雨情形，首先蒐集中央氣象局綜整發布之全國各雨量測站資料。為了推估且呈現臺北市鄰近新北市之地區降雨資料，需同時匯入臺北市及新北市於2015年9月29日杜鵑颱風來襲期間各雨量站記錄之1小時及24小時累積降雨數據(見表2)。

表 2 臺北市與新北市 2015 年 9 月 29 日累積雨量

序號	行政區	測站名稱	1 小時累積雨量	24 小時累積雨量
1	臺北市南港區	茶場	14.0 mm	501.0 mm
2	臺北市北投區	大屯國小	4.5 mm	424.0 mm
3	臺北市北投區	鞍部	8.5 mm	391.0 mm
4	臺北市北投區	竹湖	5.5 mm	385.5 mm
5	臺北市北投區	大屯山	3.0 mm	384.5 mm
...			...	
65	臺北市士林區	格致國中	-	-



表 2 臺北市與新北市 2015 年 9 月 29 日累積雨量 (續)

序號	行政區	測站名稱	1 小時累積雨量	24 小時累積雨量
1	新北市烏來區	福山	9.0 mm	661.0 mm
2	新北市烏來區	桶後	2.0 mm	572.5 mm
3	新北市坪林區	四堵	21.5 mm	453.5 mm
4	新北市坪林區	坪林	15.0 mm	434.5 mm
5	新北市烏來區	下盆	4.0 mm	429.5 mm
...			...	
40	新北市瑞芳區	鼻頭角	13.0 mm	89.0 mm

資料來源：經濟部水利署防災資訊服務網

此外按經濟部水利署淹水警戒分級定義：

- **二級警戒**：發布淹水警戒之鄉(鎮、市、區)如持續降雨，其轄內易淹水村里及道路可能三小時內開始積淹水。
- **一級警戒**：發布淹水警戒之鄉(鎮、市、區)如持續降雨，其轄內易淹水村里及道路可能已經開始積淹水。

表3為臺北市各行政轄區1小時雨量及24小時雨量之淹水警戒值，將做為淹水災害風險之比較依據。

表 3 經濟部水利署降雨淹水警戒值(臺北市)

警戒範圍	1 小時雨量		24 小時雨量		備註
	二級警戒	一級警戒	二級警戒	一級警戒	
中正區	60mm	70mm	320mm	350mm	中正區-南陽街及新光商圈、許昌街、開封街一段、漢口街、懷寧街、信陽街、衡陽路、公園路、武昌街、重慶南路一段、忠孝西路館前路、詔安街巷、羅斯福路3段
萬華區	60mm	70mm	360mm	400mm	萬華區-西園路二段 52 巷、和平西路三段 286 巷、雅江街(長沙街至內江街)
北投區	60mm	70mm	300mm	350mm	北投區-洲美地區(洲美里、吉慶里、立賢里、立農里)、關渡地區(八仙里、關渡里)、中央南路二段、大業路及承德路七段低窪地區



表 3 經濟部水利署降雨淹水警戒值(臺北市)(續)

警戒範圍	1 小時雨量		24 小時雨量		備註
	二級警戒	一級警戒	二級警戒	一級警戒	
中山區	60mm	70mm	300mm	350mm	中山區-濱江街(機場旁道路)、新生北路沿線
...	...	...	...	...	...

資料來源：經濟部水利署防災資訊服務網

從表2及表3的數據中可發現，許多地區在杜鵑颱風來襲期間之24小時雨量統計中已超過一級警戒的範圍。為顧及研究範圍邊界附近資料之完整性，遂選取雙北地區雨量觀測站數據，通過合適的空間內插方法(spatial interpolation)，由已觀測點的數據推求同一區域未知點之數據。本文採克利金法(Kriging Method)進行降雨分布情形之推估，並轉變成規則的網格資料(見圖2)。其基本假設為期望值與變異數只和隨機變數的距離有關，而與其所在空間無關。

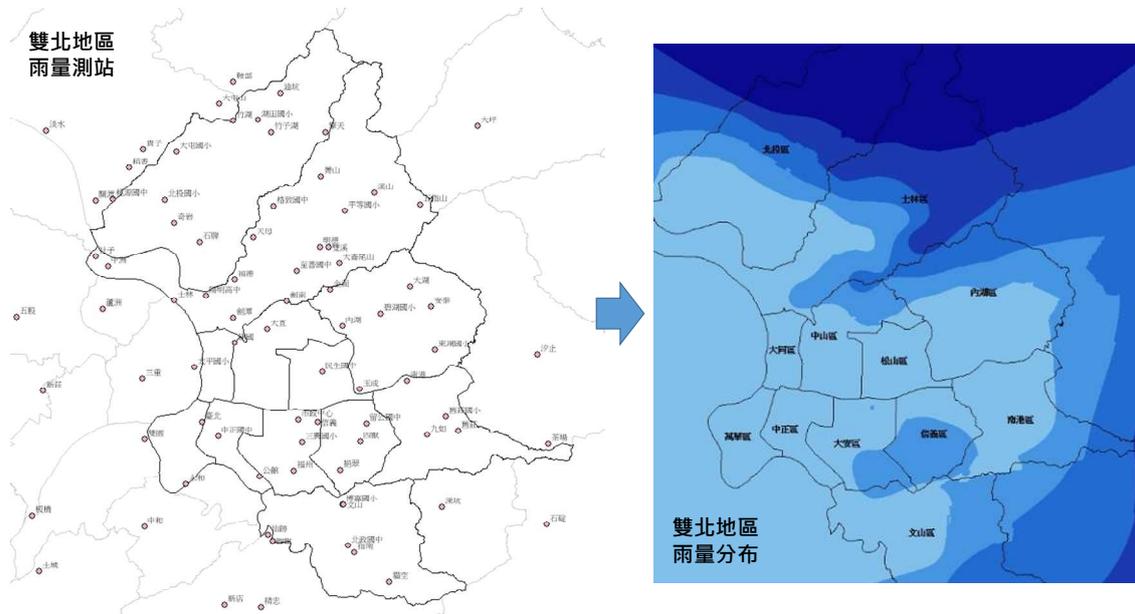


圖 2 以克利金法推估臺北市全區降雨量分布

為利於後續圖層套疊計算作業，圖2之網格資料需先轉換成向量格式，每個向量網格中都會有一個虛擬雨量測站(點圖層)，其屬性資料中有個別的累積降雨量數據(見圖3)，藉以推算出網格區域範圍內的總雨量。



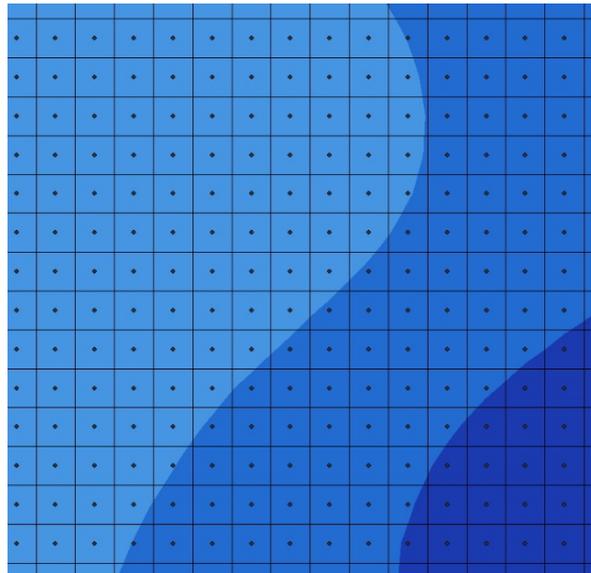


圖 3 臺北市全區降雨量(Raster to Polygon)與虛擬測站

### 三、協作式雨水收集

由於「調適」與「減量」為地方政府因應氣候變遷影響衝擊可採行之措施，本文導入公民共同防災合作模式，以公眾參與之精神(Volunteer)為主軸，群眾外包為基礎的概念，在臺北市推廣雨水回收再利用策略，期望能有效降低強降雨所造成之災害風險，希望透過人為系統的調整，有效減低臺北市因強降雨對觀光資源所造成之危害。常見的雨水回收再利用方法，就是雨水貯留供水系統的設置。雨水貯留供水系統包括集水區域、導管系統、初期雨水處理系統、雨水處理系統及貯水設施，其中的貯水設施即一般通稱的「雨撲滿」。

國內除了政府單位的政策宣導及基礎設施的改善投入，其他民間團體如「氧化鐵工作室」，在全國各地推廣雨撲滿設置教學上更是不遺餘力。根據經濟部水利署網頁中之「水利統計」，107年之「自來水生活用水量統計」報告指出，臺北市每人每日生活用水量為332公升，為全國各縣市之最(全國平均為280公升)，因此在臺北市更應審慎思考節約用水一事。按各項用水統計資料庫定義，「生活用水量」包括自來水供應生活供(配)水量及生活自行取水量之總和水量，不含工業製造、生產等用水。根據經濟部水利署節約用水資訊網所公布之「家庭節水手冊」，國內一般家庭用水主要用途別比例，分別為馬桶沖廁27%、洗衣21%、洗澡20%、一般水龍頭用水15%，清潔及其他用途17%，將雨水作為雜用水如馬桶沖廁、清潔、澆灌等用途均十分適合。雨撲滿的使用，就是希望讓降下的雨能夠暫存於大地之中而非快速的流失，減少雨水流到下水道的水量，並在有需要的時候拿出來使用。



## 伍、結論與建議

本文以協作式群體力量的概念為基礎，導入公民共同防災合作模式，探討群眾力量整合於臺北市氣候變遷調適策略之效益，提出以雨撲滿設置來減少都市逕流的氣候調適策略，讓民眾有機會以另類的參與方式，加強自己所居住都市對環境變化之接受及回復能力，發揮群體力量對都市發展的影響力。有鑑於臺灣特殊的地理位置以及面臨氣候劇烈變化的挑戰，本研究計畫以臺北市為研究範圍，為達降雨資料在空間上推估的連續性，蒐集了臺北市及新北市在2015年9月杜鵑颱風來襲期間各雨量站記錄之降雨數據，以空間內插法將雨量資料轉變成規則的網格資料，檢視各地的降雨狀況可能對臺北市觀光資源造成之衝擊。後續研究則建議從民眾參與度的角度做深入探討，推估臺北市市民在全面及部分參與設置雨撲滿後，所能降低都市地區淹水之威脅程度，及減少對既有觀光資源之危害，找出氣候調適策略介入後降雨量仍明顯聚集之區域，做為政府與民眾優先防範準備工作規劃之參考。藉由研究的成果讓民眾了解，每位市民都有機會運用手邊的工具設備，集結眾人的力量加強都市的韌性，減少天然災害帶來的損失。

另一方面，民眾設置雨撲滿後也可建立相關的空間資訊，即可透過如OSM、GOOGLE 地圖協作邀請、TGOS地圖協作平台等工具，將已設置的雨撲滿做地理標記(Geotag)，從已標記的點位中即可了解目前雨撲滿設置的分布情形，進一步分析降雨量分布在調適策略的介入下，是否仍呈現空間聚集情形，以及其聚集強度的改變，所推算出的成果將繪製成聚集強度地圖，檢視該策略在執行上所需具備的強度，可供決策者與民眾參考，提早做好未來強降雨之相關防範措施。

## 陸、參考文獻

1. 吳珮瑛(2012)。氣候變遷對城市的經濟影響—對臺灣城市的啟示。臺灣國際研究季刊，8(4)，131-160。
2. 周永暉、歐陽忻憶、陳冠竹(2018)。台灣觀光 2020 永續發展策略。台灣當代觀光，1(1)，1-20。
3. 鄧東波(2011)。運用社群媒體於災害救援資訊製圖。地圖，21(2)，1-21。
4. 賴炳樹、白仁德(2012)。因應氣候變遷之洪災調適策略規劃。災害防救科技與管理學刊，1(1)，81-100。
5. Brabham, D. C. (2008). Crowdsourcing as a model for problem solving: an introduction and cases. *Convergence: The International Journal of Research into New Media Technologies*, 14(1), 75-90.
6. Brabham, D. C. (2009). Crowdsourcing the public participation process for planning projects. *Planning Theory*, 8(3), 242-262.
7. Brown, G. & Kytta, M. (2014). Key Issues and Research Priorities for Public Participation GIS (PPGIS): A synthesis based on empirical research. *Applied Geography*, 46, 122-136.
8. Brown, G., Kelly, M. & Whittall, D. (2013). Which 'public'? Sampling effects in public participation GIS (PPGIS) and volunteered geographic information (VGI) systems for public lands management. *Journal of Environmental Planning and Management*, 57(2), 190-214.



9. Certomà, C., Corsini, F. & Rizzi, F. (2015). Crowdsourcing urban sustainability. Data, people and technologies in participatory governance. *Futures*, 74, 93-106.
10. Collier, M.J., Nedović-Budić, Z., Aerts, J., Connop, S., Foley, D., Foley, K., Newport, D., McQuaid, S., Slaev, A., & Verburg, P. (2013). Transitioning to resilience and sustainability in urban communities. *Cities*, 32(Supplement 1), 21-28.
11. Dilley, Maxx; Chen, Robert S.; Deichmann, Uwe; Lerner-Lam, Arthur L.; Arnold, Margaret; Agwe, Jonathan; Buys, Piet; Kjevstad, Oddvar; Lyon, Bradfield; Yetman, Gregory. 2005. *Natural disaster hotspots: A global risk analysis (English)*. Washington, DC: World Bank. [Retrieved 2019-12-17] Available at: <http://documents.worldbank.org/curated/en/621711468175150317/Natural-disaster-hotspots-A-global-risk-analysis>.
12. Elwood, S. (2008). Volunteered geographic information: future research directions motivated by critical, participatory, and feminist GIS. *GeoJournal*, 72(3-4), 173-183.
13. European Environment Agency. (2007). Climate Change: The Cost of Inaction and the Cost of Adaptation. *EEA Technical Report*, (13). Copenhagen: EEA.
14. Foster, A. & Dunham, I. M. (2015). Volunteered geographic information, urban forests, & environmental justice. *Computers, Environment and Urban Systems*, 53, 65-75.
15. Godschalk, D. R. (2003). Urban Hazard Mitigation: Creating Resilient Cities. *National Hazards Review*, 4(3), 136-143.
16. Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), 211-221.
17. Goodchild, M. F. & Glennon, J. A. (2010). Crowdsourcing geographic information for disaster response: a research frontier. *International Journal of Digital Earth*, 3(3), 231-241.
18. Goh, C. (2012). Exploring impact of climate on tourism demand. *Annals of Tourism Research*, 39(4), 1859-1883.
19. Haklay, M. (2010). How good is volunteered geographical information? A comparative study of OpenStreetMap and Ordnance Survey datasets. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 37(4), 682-703.
20. Hamilton, J. M., Maddison, D. J. & Tol, R. S.J. (2005). Climate change and international tourism: A simulation study. *Global Environmental Change*, 15, 253-266.
21. Howe, J. (2006). The rise of crowdsourcing. *Wired Magazine*, 14(6), 1-4.
22. Howes, M., Tangney, P., Reis, K., Grant-Smith, D., Heazle, M., Bosomworth, K. & Burton, P. (2015). Towards networked governance: improving interagency communication and collaboration for disaster risk management and climate change adaptation in Australia. *Journal of Environmental Planning and Management*, 58, 757-776.
23. Jenks, M., Burton, E. & Williams, K. (Eds.). (1996). *The Compact City: A Sustainable Urban Form?* London: E & FN Spon.
24. Jiang, B. & Thill, J-C. (2015). Volunteered Geographic Information: Towards the establishment of a new paradigm. *Computers, Environment and Urban Systems*, 53, 1-3.
25. Jopp, R., Delacy, T. & Mair, J. (2010). Developing a framework for regional destination adaptation to climate change. *Current Issues in Tourism*, 13, 591-605.
26. Mills, G., Cleugh, H., Emmanuel, R., Endlicher, W., Erell, E., McGranahan,



- G., ...Steemer, K. (2010). Climate Information for Improved Planning and Management of Mega Cities (Needs Perspective). *Procedia Environmental Sciences*, 1, 228-246.
27. Njoroge, J. M. (2014). An enhanced framework for regional tourism sustainable adaptation to climate change. *Tourism Management Perspectives*, 12, 23-30.
  28. OECD (2012). *Compact City Policies: A Comparative Assessment*. Paris: OECD Publishing. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264167865-en>
  29. Riccardi, M. T. (2016). The power of crowdsourcing in disaster response operations. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 20, 123-128.
  30. Schiller, S. & Evans, J. M. In M. Jenks & R. Burgess (Eds.) (2001). Urban Climate and Compact Cities in Developing Countries., *Compact Cities: Sustainable Urban Forms for Developing Countries* (pp. 37-52). London and New York: SPON PRESS.
  31. Scott, D., Amelung, B., Becken, S., Ceron, J. -P., Dubois, G., Gössling, S., ... Simpson, M. (2008). *Climate Change and Tourism: Responding to Global Challenges*. United Nations World Tourism Organization (UNWTO), United Nations Environment Programme (UNEP) and World Meteorological Organization (WMO).
  32. Scott, D., Hall, C. M. & Gössling, S. (2016). A review of the IPCC Fifth Assessment and implications for tourism sector climate resilience and decarbonization. *Journal of Sustainable Tourism*, 24(1), 8-30.
  33. Scoot, D. & Lemieux, C. (2010). Weather and Climate Information for Tourism. *Procedia Environmental Sciences*, 1, 146-183.
  34. Seltzer, E. & Mahmoudi, D. (2013). Citizen participation, open innovation, and crowdsourcing: challenges and opportunities for planning. *Journal of Planning Literature*, 28, 3-18.
  35. Senaratne, H., Mobasheri, A., Ali, A. L., Capineri, C. & Haklay, M. (2017). A review of volunteered geographic information quality assessment methods. *International Journal of Geographical Information Science*, 31(1), 139-167.
  36. Sieber, R. (2003). Public participation geographic information systems across borders. *The Canadian Geographer*, 43(1), 50-61.
  37. Sieber, R. (2006). Public Participation Geographic Information Systems: A Literature Review and Framework. *Annals of the Association of American Geographers*, 96(3), 491-507.
  38. Tsai, B-W., Lu, D-J., Chung, M-K. & Lien, M-C. (2013). Evaluation of PPGIS empowerment d A case study of Meinong Yellow Butterfly Valley in Taiwan. *Journal of Environmental Management*, 116, 204-212.
  39. UNEP. (2011). *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*. [Retrieved 2017-12-31]  
DOI:[https://web.unep.org/greeneconomy/sites/unep.org.greeneconomy/files/field/image/green\\_economyreport\\_final\\_dec2011.pdf](https://web.unep.org/greeneconomy/sites/unep.org.greeneconomy/files/field/image/green_economyreport_final_dec2011.pdf)
  40. Wolf, I. D., Brown, G. & Wohlfart, T. (2017). Applying Public Participation GIS (PPGIS) to inform and manage visitor conflict along multi-use trails. *Journal of Sustainable Tourism*, published online: 16 Aug 2017, 1-26.
  41. Wolsink, M. (2016). 'Sustainable City' requires 'recognition'—The example of environmental education under pressure from the compact city. *Land Use Policy*, 52, 174-180.
  42. Zhang, C., Zhao, T. & Li, W. (2015). Towards an interoperable online volunteered geographic information system for disaster response. *Journal of Spatial Science*, 60(2), 257-275.



# A crowdsourcing-based development chance for compact cities in Taipei City

Chang-Yu Lin\*

Master, Department of Tourism, Shih Hsin University

## ABSTRACT

The compact city is advocated as a key strategy in Taipei to establish a sustainable city. Climate change is, however, the most significant challenge to achieving this type of development, especially impacts on urban rainfall extremes, but increased urban runoff from impermeable surfaces (such as roads and buildings) reduces infiltration and groundwater recharge. The Taipei City has an array of natural and cultural resources, and receives many domestic and international visitors. Risk of flooding from extreme climate conditions has affected people's lives, urban resources, economics and ecosystems. Decision makers and planners have to develop adaptation strategies to deal with trends in urban vulnerability and exposure, for example the resilient infrastructure. Recently, Taiwan has been threatened by flood disasters and droughts that cause damage to the built environment and tourism resources. Tourists' destination image and willingness to visit (or revisit) will be negatively influenced, the following challenges of reconstruction, restoration and disease prevention need to be resolved. This research project surveys the important tourism resources in flooding area in Taipei. Concept of crowdsourcing is discussed for effective citizen empowerment during flood prevention work, and the crowdsourced rainfall storage tanks are expected to decrease the load of drainage system.

**Keywords:** crowdsourcing, compact city, resilient city, climate adaptation strategies

---

\* Email : [culin@mail.shu.edu.tw](mailto:culin@mail.shu.edu.tw)

