

災害治理與直轄市洪災調適 策略評估

賴炳樹* 白仁德**

- 一、前言
- 二、文獻回顧
- 三、模糊德爾菲法
- 四、應用模糊德爾菲法於洪災調適策略之評估
- 五、結論與建議

由於臺灣位於極易受災的地區，如何針對各層級的國土空間規劃與管理，考慮減低其脆弱因子，提昇回復能力的手段，已成為重要的研究課題，災害治理也因此成為都會治理中非常重要的議題。本研究嘗試應用這些概念在都市空間規劃與管理上，並建立評估指標與模式，目的在應用模糊德爾菲法與分析網路程序法，於洪災調適策略規劃，希望能夠建立具體可操作，並適用於都市之調適策略評估指標與模式，提供各級政府制定相關空間規劃政策與災害管理策略之參考，包括加強生態土地使用規劃、禁止超限利用、加強集水區的保育、土地開發總量管制、劃設縣

* 國立政治大學地政所博士，財團法人國家實驗研究院高速網路與計算中心博士後研究員。E-mail: tree@nccu.edu.tw

** 國立政治大學地政學系副教授，E-mail: brianpai@nccu.edu.tw

投稿日期：2014年9月4日；接受刊登日期：2015年6月25日。

東吳政治學報/2015/第三十三卷第二期/頁 77-120。

市國土保育地區、都市計畫通盤檢討。

關鍵詞：洪災、調適、模糊德爾菲法、分析網路程序法(ANP)

一、前言

近年來，受到全球氣候變遷之極端降雨影響，加上臺灣都市化迅速，造成都市洪災發生頻率增加，都市洪災治理問題已成為關心矚目之焦點。災害治理為都會治理中非常重要的議題，政府應該加強都市洪災防治策略，落實都市計畫策略與制度，從都市計畫管理層面，剖析都市土地總體治水之問題癥結，研商都市洪災防治的策略與方向，從空間規劃與管理策略層面具體落實管理，加強都市面臨氣候變遷與極端降雨趨勢之防洪減災能力。面對當今全球氣候變遷，天然災害的頻率越來越高，規模也越來越大，政府應重視全球氣候變遷對都市空間規劃之意涵，強化防救災計畫在都市空間計畫上扮演的重要角色和功能，以降低都市脆弱度水準，提高都市的災害回復力（disaster resilience）。¹

氣候變遷的治理必須考慮其獨特性，災害調適策略也是一種災害治理策略。本研究主要探究臺灣直轄市層級的洪災調適策略評估，以提出合理有效之災害治理對策。災害治理與管理可做為理論基礎，而洪災調適策略可做為災害治理的實踐對策，因應全球環境的快速變遷，所有國家及相關部門，都必須透過「調適」（adaptation）及「減緩」（mitigation）手段，來面對氣候變遷的挑戰。氣候變遷調適策略也是一種災害治理策略，在行政院國家發展委員會（2012）提出的《國家氣候變遷調適政策綱領》中即包含 8 個調適領域：災害防救、土地使用規劃與管理、水資源管理、維生基礎設施、產業及能源供給、海岸土地保護、農業生產及生物多樣性、健康。而本

1. disaster resilience 學術上有翻譯為災害回復力或災害韌性。

研究之洪災調適策略，則與「災害防救」² 和「土地使用規劃與管理」領域具有較高的關連性。

因為臺灣屬於高災害風險區域，災害特性以水文氣象災害為主，而災害變嚴重的原因，則與極端事件的增加，以及自然與社會環境變遷有關。統計資料顯示，在自然因素層面，近年臺灣重大颱風、洪水災害的嚴重程度，與極端降雨的增加有關，過去 40 年極端強降雨颱風（排名前 10% 的颱風降雨），往往造成臺灣重大災害（如莫拉克、賀伯、納莉），此極端強降雨颱風發生的頻率，近 10 年有明顯增加的現象，在 1970-1999 年的 30 年期間，平均每 3-4 年發生一次，在 2000 年以後的 10 年間，則平均每年就發生一次（許晃雄等，2011：18）。根據 World Bank（2005）所出版的報告指出，臺灣可能是全世界最脆弱的地區，臺灣約有 73% 的人口，居住在有三種以上災害可能衝擊之地區，特別是在 1999 年 921 地震後土石鬆軟，颱風帶來的豪雨，使得坡地區土石流頻傳以及低窪地區更易淹水。因此，鑒於臺灣位於極易受災的地區，如何針對都市空間規劃與管理，考慮減低其脆弱因子，提昇回復能力的手段，已成為重要的研究課題。

在研究方法上，以往研究多應用德爾菲法（Delphi method）與分析階層程序法（analytic hierarchy process）於災害治理策略評估，而本研究則以研擬的直轄市洪災調適策略，應用模糊德爾菲法（fuzzy Delphi method）與分析網路程序法（analytical network process），進行洪災調適策略之評估與排序。由於洪災問題特性與土地使用調適策略決策，常需要考量多元的指標與策略，並整合產、

2. 依據《災害防救法》第 2 條，災害防救指災害之預防、災害發生時之應變，及災後之復原重建等措施。

官、學各界專家之意見與決策，而分析網路程序法之優點，包括容易瞭解、具實用性，且能擷取多數專家與決策者的意見，因此在進行脆弱度評估與調適策略評估時，可同時考慮多個指標並決定權重，因而使得分析網路程序法成為一個能夠處理此議題的良好評估工具。分析網路程序法針對方案與準則之間所存在的相互回饋和損益取捨關係，運用超矩陣的演算法，確認組織目標、準則和各替選方案的優先權值。由於進行調適策略評估，必須同時考慮多個指標並決定權重，這些指標之間可能具有相互影響關係，因此分析網路程序法做為處理此議題的評估工具比較合適。此外，白仁德、賴炳樹、張竣維（2013）利用多準則評估方法中的分析階層程序法與分析網路程序法，評估颱風災害脆弱度，專家問卷計算結果為臺南都會區>臺中都會區>桃園中壢都會區>高雄都會區>臺北都會區，其研究方法與洪災脆弱度評估指標體系，可供本研究研擬直轄市洪災調適策略參考。

近年來，國內外已累積不少探討脆弱度及回復力之研究，將脆弱度及回復力觀念，運用於探討環境規劃管理之相關研究，亦已成為國際上新興之研究趨勢，本研究即希望整合於災害治理與直轄市洪災調適策略評估之中。

二、文獻回顧

(一) 災害治理

「災害治理」意指利用災害調查、災害模擬、災害評估等定量方法，針對災害發生的抑制、災害危害範圍的減少，及不利環境因素（自然及人為）的排除等防災、減災目的，提出合理有效之治理

對策。而災害管理³ 對應災害發生時序，可分成災前的減災、整備，災時的應變，以及災後的復原四階段(彭光輝、林峰田，2006： 52)。從「災害管理」到「災害治理」有著認知轉換與責任分擔的實質差異與區別，災害管理是從政府採取災害管理的階段、層次或手段加以區分，卻忽略了治理與管理的本質差異，以及管理相對偏向政府統治由上而下的管理需求，相對忽略多元行動者由下而上的治理需求；治理則表明國家正在把原先由它獨自承擔的責任，轉移給公民社會，治理模式轉向公民社會，結合政治社會學強調的公民參與公共領域的觀點，透過多方共同參與，重視由下而上的社區參與防救災。

「以社區為本之氣候變遷調適策略」(Community based adaptation, CBA) 是近年國際上倡議的一種新興方法。目的是以社區為主導，即以社區當下的優先次序、需要、知識和能力為基礎，培力社區規劃和調適氣候變遷所帶來的影響，強化社區回復力與韌性。CBA 強調氣候變遷和社區未來緊密相連，面對社區、居民、社會與文化層面，設計行動環境教育課程，向大自然『做中共學』調適氣候變遷創新社區未來。由下而上實做適合在地防災策略，例如水資源、糧食安全、河川污染、社區調適氣候變遷推廣行動，由下而上以「社區互動、共學」的模式。

Lakshmi (2012) 指出，災害治理的三大主軸包含資訊 (information)、協調 (coordination) 與教育 (education)，並可從前災害階段與後災害階段兩個面向觀之。前災害階段主要在探討，如何減低災害的脆弱度，例如減災階段的防災資訊建置與整備階段的組織協調；後災害階段則包含了各種災害發生後所採取的措

3. 災害管理是涉及多部門的運籌帷幄，包含規劃、計畫實施、預警、緊急應變、救助等措施，以減少或降低天然或人為災害，對於社會所造成的影響及衝擊。

施，例如應變階段的疏散避難教育。從資訊的角度而言，例如目前科技部之「臺灣氣候變遷推估與資訊平臺建置」計畫，結合行政法人國家災害防救科技中心、中央氣象局與中央研究院環境變遷研究中心與國內氣候變遷研究學者，進行臺灣區域氣候變遷分析與未來推估、降尺度技術發展，以及極端氣候變異與災害衝擊評估等工作；而從協調而言，也就是推動組織（組織平臺）關鍵因素，例如國家發展委員會（前經建會）整合八個機關，推動國家氣候變遷調適政策綱領與國家氣候變遷調適行動計畫；而從教育而言，例如教育部之大專院校氣候變遷調適通識教育暨學程課程規劃與推動計畫，積極推動防救災教育課程。不論從資訊、協調與教育方面都是災害治理的重要工作。

雖然現行行政區劃已確定為 6 都 16 縣市，但是無論防災安全、流域治理、交通建設、觀光休閒、產業發展、氣候變遷等各方面，都需要跨域治理與區域整合，以避免重覆的資源投資浪費，未來都會治理與防救災將更形重要。跨域治理有五項關鍵要素：共同協議、資本投入、組織平臺、管制權力、發展計畫（林建元，2011：6）。本研究歸納推動地方氣候變遷調適計畫相關配套措施與關鍵因素，需要有推動的組織（組織平臺）、首長重視程度（管制權力）、基礎資料庫、脆弱度評估、調適策略評估（發展計畫）、推動法令（共同協議），和推動經費（資本投入），而調適策略評估更是其中最重要的關鍵因素。

盧鏡臣等（2011：90）之研究指出，臺灣在災害管理上存在兩個理想與現實間的弔詭：即便事前相關部門已經預知災害風險，但往往需等重大災害發生後，才會採行積極的因應策略；再則，在河川治理上，多半採取工程導向之整治策略，而較少採兼顧環境協調

的非結構式治理策略。而空間規劃與管理為非工程的災害治理策略，Schwab et al. (2006) 之研究指出，不適當的土地利用，將會導致災害脆弱度提高，而空間規劃是相當有效益的減災工具，可以降低人類系統脆弱度，提升都市的調適能力。

(二) 洪災調適策略評估

《聯合國氣候變化綱要公約》(UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change) 界定了兩種減輕氣候變遷衝擊的方法：一是減緩，二是調適。UNFCCC 的會員國大會認為，各國在進行調適時需要一個規劃準則，因此聯合國發展規劃署與全球環境基金 (United Nations Development Programme-Global Environment Facility) 為此提出了《氣候變遷調適策略綱領》(Adaptation Policy Frameworks for Climate Change, APF) (Burton et al., 2004: 5)。

減緩及調適不僅是氣候治理所不可或缺的根本策略，而透過兩大策略之個別意涵的比較可知，減緩策略的實踐相對簡易可行，主要依賴優秀的執行專家與科學技術，很容易成為一般性的行動方略；調適策略的實踐則強調對標的群體有相當的瞭解，才有足夠的基礎進入方案選擇的階段，此種方略雖然實踐上較為複雜，卻是促進氣候治理的地方實踐與宏觀政策方案所不可或缺。因此，減緩與調適策略的均衡實踐，不可避免地將涉及多重學門之專業整合 (李長晏、曾士瑋, 2010: 68)。國際上對於氣候變遷的調適策略，在科學與政策辯論上，已有越來越多的關注，並且將調適視為是減緩的一種互補策略 (McCarthy et al., 2001: 17)，近年來的重要方向之一，即是透過空間規劃做為主要工具，提供影響土地使用的機制，

達成更整體性與策略性的發展，以因應氣候變遷的威脅。在 2006 年發表的史登報告（Stern Review on the Economics of Climate Change, 簡稱 Stern Review）中即強調，空間規劃在促進氣候變遷調適及調適因應，必須整合到各層級的空間計劃內的重要性（柳中明、蕭代基，2009：132）。

調適和減緩不同的地方在於，減緩只是針對幾個特定的部門（例如：能源部門）發展新的溫室氣體減量技術；而調適則是橫跨整個社會經濟部門（包含了水資源、公共衛生及公共建設），並以目前現有的調適策略作全面性的調整。

而對於洪災治理而言，長期之洪災調適策略比溫室氣體減量之減緩策略更加重要，各國應加強合作，利用脆弱度評估、風險管理等方式，將調適行動納入政策與計畫中。雖然全球氣候變遷會對自然系統或人為社會系統帶來衝擊，但是適當因應與調適可以降低衝擊，只要具備有效調適管理能力，即可將系統脆弱度降至最低，即使顯著氣候變遷也不必然帶來巨大的衝擊。

而在「政府間氣候變遷委員會」第四次評估報告（IPCC, 2007），也就是《氣候變遷：衝擊、調適與脆弱度-決策者摘要》報告中即指出，依部門別，規劃性的調適策略可分為水（water）、農業（agriculture）、基礎建設/住屋（infrastructure/settlement）、人類健康（human health）、旅遊（tourism）、運輸（transport）、能源（energy）等七大類。

IPCC 公佈的報告指出，即使目前溫室氣體減量達一定成效，未來的全球溫度仍會成長，氣候變遷仍然會發生。因此除了溫室氣體控制外，如何做好氣候變遷調適，成為對抗氣候變遷另一個重要的關鍵議題。而為因應氣候變遷的可能衝擊，調適工作須預先進行調

適方法，將衝擊降至最低，但氣候變遷影響層面之廣，各層面所需的評估工具與資訊大不同，如何進行適當的調適策略即成為國際社會一大挑戰（Chen and Liu, 2008: 31）。

楊重信、華昌宜（2009）之研究指出，調適性規劃是指「在都會地區透過空間規劃、環境工程等相關專業部門之整合，改革傳統土地利用模式，針對未來的氣候變遷進行調適，並減緩其發生。」例如滯洪設施之規劃配置，可減少水災之發生機率；大眾運輸導向之發展（transit-oriented development），可減少溫室氣體之排放量。又例如規劃都市綠地空間，利用現有凹地設置滯洪池，以營造生態景觀之溼地，並提供滯洪、降低洪水量之緩衝空間，縮短都市環境受洪泛影響時間。

歐洲各國如英國與荷蘭，均積極研擬空間規劃性質的因應策略。例如透過空間規劃提高都市的緊密發展，增加公共運輸以降低私人運具的使用，進而減低 CO₂ 的排放；又如透過緩衝區的設置，可以減緩洪水的衝擊，亦可保護水資源，以及維持生物多樣性與地景，更可對經濟、旅遊與觀光提供新的機會（柳中明、蕭代基，2009：132）。

雖然全球氣候變遷會對自然系統與人為社會系統帶來衝擊，但是適當的調適可降低衝擊，只要加強有效的調適管理能力，即可將系統脆弱度降至最低。因此，為避免氣候變遷衝擊環境永續性推動，除了增強自我調適之外，更重要的是建立計畫調適能力，以強化處理能力。換言之，當務之急即在於建立系統性之因應衝擊與調適策略。

三、模糊德爾菲法

本研究主要希望透過模糊德爾菲法 (fuzzy Delphi method) 專家問卷的方式，收集專家對於洪災調適策略的排序。德爾菲法是由 Dalkey 和 Rand Corporation 於 1950 年代發展出來用以預測的工具 (Dalkey, 1969)。最初德爾菲法用於預測新的政策，對人口成長、污染、農業等方面的影響，因其效果顯著，而被廣泛運用成為方案規劃的重要工具。德爾菲法是專家預測法，也是群體決策的一種方法，主要目的在於獲取專家們之共識，尋求專家們對特定預測對象之一致性意見。

以往研究多使用德爾菲法，而模糊德爾菲法是因子篩選更有效的一種方法。相較於傳統德爾菲法，模糊德爾菲法的優點包括，可降低調查次數，對於專家意見可較為完整表達，專家知識經由模糊理論 (fuzzy theory)，可使其更具理性與合乎需求，以及在時間與成本上更具經濟效益。模糊德爾菲法的進行一般包括三個主要步驟：第一、建立影響決策的評估因子集；第二、蒐集專家或決策群體意見；第三、進行模糊德爾菲法的評估值計算 (徐村和，1998：59)。本研究採用的模糊德爾菲法，乃鄭滄濱 (2001：53) 所提出，其主要參考自陳昭宏 (2001：2) 之模糊德爾菲法，且對該方法作了部份修正，以減少問卷重複調查的次數；另外，本研究也利用「雙三角模糊數」 (two triangular fuzzy numbers) 整合專家意見，其中的「灰色地帶 (gray zone) 檢定法」可更有效地檢驗專家認知，以判別是否呈現一致的收斂與達成共識。

模糊理論的發展對於具有主觀認定性質的評量問題，可提供一

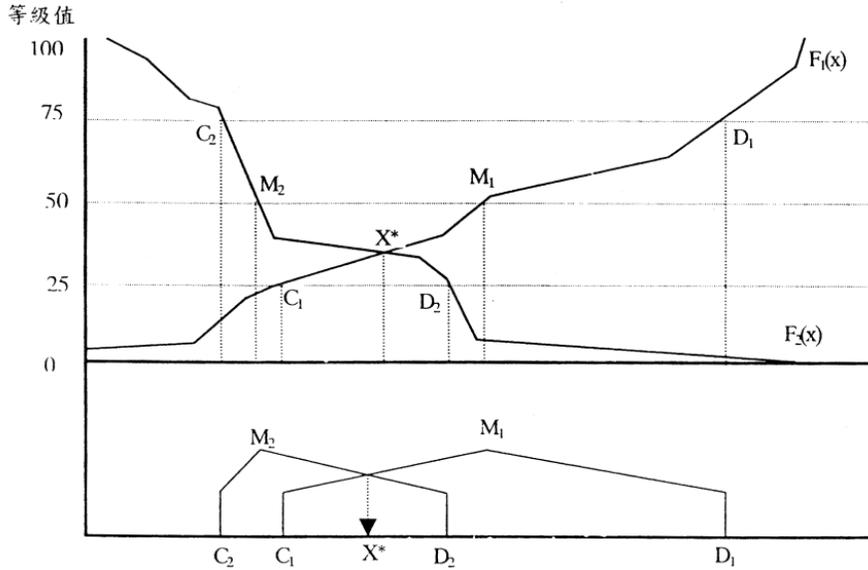
較具客觀性及科學性的方法，並具有較好的效果。本研究具有以下特性：(1) 為多準則之決策問題；(2) 評選過程中，專家主觀判定具有模糊性的問題存在；(3) 需以群體決策的方式，方能具較周全之考量。基於這些需求與考量，故以模糊理論評估各因子的重要性及權重，以建立較為合理之評估架構。另外，為求評估架構之合理性，本研究採二階段之專家問卷，第一階段透過模糊德爾菲法（fuzzy Delphi method），以個別因子重要性程度進行篩選；第二階段即以分析網路程序法，建立評估因子之權重值。

模糊德爾菲法由於可將所有專家意見考慮其中，並顧及人為評判所可能產生之模糊性，故可降低傳統德爾菲法反覆之程序。一般研究可採用 Ishikawa（1993: 241）等人提出之模糊德爾菲法，其乃利用累積次數分配與最大—最小值（Max-Min）之觀念，將專家意見整合成模糊數。其步驟說明如下圖一所示。

步驟一：分別建立認同程度最大值之累積次數函數 $F1(x)$ ，與認同程度最小值之累積次數函數 $F2(x)$ 。

步驟二：分別計算 $F1(x)$ 的第 1 四分位數、中位數與第 3 四分位數（ $C1, M1, D1$ ）與 $F2(x)$ 的第 1 四分位數、中位數與第 3 四分位數（ $C2, M2, D2$ ）。

步驟三：個別連結（ $C1, M1, D1$ ）與（ $C2, M2, D2$ ）可得到預測值 X^* 。



圖一 模糊德爾菲法 Max-Min 預測值

資料來源：Ishikawa et al. (1993)

圖一中，由認同程度最大值的累積次數函數 $F_1(x)$ 與認同程度最小值的累積次數函數 $F_2(x)$ ，二者個別整合形成之三角模糊數相交重疊的部分 (C_1, X^*, D_2) 稱為灰色區域 (gray zone)，該方法即排除確定不予考慮的範圍，留下人為評判會產生的模糊地帶，二者之交點則為專家共識值，「灰色地帶檢定法」可以更有效地檢驗專家認知是否呈現一致的收斂。

在相關研究中，柯于璋 (2008：57) 從政策分析的觀點，利用模糊德爾菲法與模糊分析階層程序法，探討土地使用減災工具之規劃可行性，即探討方案規劃及評選階段中，有關建立方案評估指標與選擇備選方案。效益性為土地使用減災工具最重要的政策指標，其次為接受性，其餘依序為公平性、合法性與回應性，其評估指標可

供本研究參考。另外，柯于璋（2008）最可行之土地使用減災工具為資訊揭露，第二至五名分別為建築物耐災設計、保險、建築物耐災補強、土地使用計畫及管制規則。由此顯示，一個可行性較高的土地使用減災工具規劃，必須能依序滿足降低人員的傷亡、為民眾所接受、能顧及社會整體利益，與適當的民眾參與程度等目標。

進行模糊德爾菲專家問卷時，專家人數的選定方面，Dalkey（1969）認為，人數至少十人時，群體的誤差可降至最低，可信度最高；Delbecq 等人（1975）則建議，若為異質性小組時，成員數量則為 5 至 10 位。本研究限於個人經費考量，共邀請 11 位專家學者填答問卷。

四、應用模糊德爾菲法於洪災調適策略之評估

全球氣候變遷的影響，在不同的空間層次或區位上，將造成不同類型的衝擊與挑戰，因此氣候變遷在各地所造成的影響與衝擊因地而異。氣候變遷調適之落實，須先參考國家層級的國家氣候變遷調適政策綱領，再將氣候變遷調適政策與行動計畫推廣至縣市政府層級。地方政府能更聚焦於地方特定議題、並更能顧及在地居民，所以更能有效制訂與推行有效而細緻的調適行動方案。

我國目前有國家層級的國家氣候變遷調適政策綱領、國家氣候變遷調適行動計畫（102-106 年）與縣市層級的地方氣候變遷調適計畫。其中依據地方氣候變遷調適計畫規劃作業指引規定，地方必須參考國家層級的國家氣候變遷調適政策綱領，逐步推動地方氣候變遷調適計畫，以落實氣候變遷調適行動。舉例而言，國家氣候變遷調適政策綱領中的國土保育地區的劃設（內政部營建署主管），

依據國土計畫法草案，未來在縣市層級必須劃設縣市國土保育地區（縣市都市發展局或城鄉發展局主管），兩者是有上下依從相關的。

目前我國行政院國家發展委員會（2012）之《國家氣候變遷調適政策綱領》中，與本研究較相關的土地使用領域調適策略包括：1.將環境敏感地觀念，落實在國土保育地區的劃設與管理；2.因應氣候變遷，加速與國土空間相關計畫之立法與修法；3.建立以調適為目的之土地使用管理相關配套機制；4.定期監測土地使用與地表覆蓋變遷，並更新國土地理資訊系統資料庫；5.提升都市地區之土地防洪管理效能與調適能力；6.檢討既有空間規劃，再調適氣候變遷之缺失與不足。基於以上，本研究納入劃設縣市國土保育地區、加強生態土地使用規劃、都市計畫通盤檢討為直轄市調適策略。

另一方面，《國家氣候變遷調適政策綱領》災害領域提出的調適策略包括：1.推動氣候變遷災害風險調查與評估，及高災害風險區與潛在危險地區的劃設；2.加速國土監測資源與災害預警資訊系統之整合及平臺的建立，以強化氣候變遷衝擊之因應能力；3.檢視、評估現有重大公共工程設施之脆弱度與防護能力，強化災害防護計畫；4.重大建設與開發計畫，應重視氣候變遷衝擊；5.推動流域綜合治理，降低氣候風險；6.強化極端天氣事件之衝擊因應能力，推動衝擊與危險地區資訊公開、宣導、預警、防災避災教育與演習。基於以上，本研究納入加強民眾災害預警之風險溝通與使用者認知教育、公開縣市之災害地圖、加強綜合流域治理、加強防災保險機制與宣導、補強氣象、坡地災害與河川水情監測系統為直轄市調適策略。

洪鴻智、盧禹廷（2015）則應用社會資本的概念，探討社區居民面對氣候變遷時的調適行為。其研究發現，災前調整模型以電子

媒體和政府單位宣導的資訊來源為主要影響變數，搭配良好災害預警系統，可以更快地將颱風訊息，在整備階段傳遞給居民，鼓勵其採取災前調整行為。其研究成果可供本研究研擬，加強民眾災害預警之風險溝通，與使用者認知教育、公開縣市之災害地圖、加強防災保險機制與宣導調適策略參考。

綜此，本研究經由相關理論與文獻回顧，結合縣市綜合發展計畫、都市計畫、防救災計畫相關文獻，以及科技部整合計畫（各層級國土空間規劃與管理之脆弱度與回復力之評估研究）每月工作會議，專家學者之間反覆相互諮詢討論的方式，歸納因應颱風災害之空間規劃與管理策略，並將類似相關的策略歸為同一策略面向，歸納洪災調適策略面向分為土地使用規劃與管理、基礎設施、防救災設施、分期分區、風險溝通、財稅制度、合作機制七個面向，其中洪災調適策略面向意義說明如表一所示，洪災調適策略面向與調適策略如表二所示。

表一 洪災調適策略面向意義說明表

策略面向	意義說明
土地使用規劃與管理	為減少環境破壞，不當空間發展造成的脆弱度增加等問題，利用土地使用強度、區位的規劃、配置、管理，引導土地活動發展，並管理其變遷的手段。例如，土地開發總量管制、禁止超限利用、加強集水區的保育。
基礎設施	為維持整體空間功能正常運作，使自然環境、社會經濟環境維持穩定狀態的必須設施。例如，電力、電信備援系統完整度、雨水下水道鋪設量（比例）、檢討公共設施區位及設計容量。

防救災設施	泛指與災害防救相關的實質性設施，其中包含事前減災、緊急應變、重建回復時所需的設施與設備。例如，防洪設施數量、防救災設備數量、醫療機構數量、增強建築物耐災設施、滯洪設施。
分期分區	計畫區在時間及空間的考量下，依其財力及建設時序需要，區分數個期程或地區，訂定發展建設目標，使其得以在系統化的管制下，循序漸進達成目標。例如，劃設縣市國土保育地區、擬定縣市區域計畫。
風險溝通	風險溝通是在個人、團體、機構間，交換災害資訊和意見的互動過程。例如，加強民眾災害預警之風險溝通與使用者認知教育、公開縣市之災害地圖。
財稅制度	指透過財政或公、私合作之災害保險與財務手段，進行災害管理。
合作機制	為有效解決地區共同問題，整合資源避免重疊浪費，運用公、私部門的發展力量，在各地方政府及公私部門、非營利組織與社區間，建立策略性夥伴關係，透過責任機制的建立，形成有力監督及推動機制，提高民間參與公共事務、執行監督與參與競爭管理能力。

資料來源：本研究整理

表二 洪災調適策略面向與調適策略表

洪災調適策略面向	洪災調適策略
土地使用規劃與管理	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加強生態土地使用規劃 2. 建立嚴格之環評審查標準 3. 加強土地使用監測 4. 土地開發總量管制 5. 都市計畫通盤檢討 6. 土地使用計畫及管制規則 7. 加強集水區的保育 8. 積極輔導造林 9. 禁止超限利用 10. 建立環境敏感地之警報系統 11. 都市更新時檢討道路寬度與避難空地分佈
基礎設施	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加強排水、防洪設施之建設與增加雨水下水道鋪設量 2. 檢討公共設施區位及設計容量
防救災設施	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加強公共設施計畫與相關開發計畫中，對於防災計畫之規劃與執行 2. 增強建築物耐災設施 3. 公園綠地、農地滯洪設施 4. 補強氣象、坡地災害與河川水情監測系統
分期分區	<ol style="list-style-type: none"> 1. 擬定縣市成長管理策略（區位） 2. 劃設縣市國土保育地區 3. 擬定縣市區域計畫 4. 緊密都市規劃
風險溝通	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加強民眾災害預警之風險溝通與使用者認知教育 2. 公開縣市之災害地圖
財稅制度	加強防災保險機制與宣導
合作機制	<ol style="list-style-type: none"> 1. 成立流域管理局，加強綜合流域治理 2. 整合水土林，加強水平與垂直之整合

資料來源：本研究整理

本研究參考相關文獻，整理洪災調適策略相關參考文獻如表三所示。

表三 洪災調適策略相關參考文獻表

洪災調適策略	參考文獻
加強生態土地使用規劃	詹士樑(2010)；賴炳樹、白仁德(2012)
建立嚴格之環評審查標準	吳杰穎(2010)；賴炳樹、白仁德(2012)
加強土地使用監測	陳亮全(2010)；行政院國家發展委員會(2012)
土地開發總量管制	詹士樑(2010)；賴炳樹、白仁德(2012)
都市計畫通盤檢討	吳杰穎(2010)；賴炳樹、白仁德(2012)
土地使用計畫及管制規則	陳亮全(2010)；詹士樑(2010)；洪鴻智(2010)；吳杰穎(2010)
加強集水區的保育	詹士樑(2010)；賴炳樹、白仁德(2012)
積極輔導造林	行政院國家發展委員會(2012)；賴炳樹、白仁德(2012)
禁止超限利用	行政院國家發展委員會(2012)；賴炳樹、白仁德(2012)
建立環境敏感地之警報系統	行政院國家發展委員會(2012)；詹士樑(2010)
都市更新時檢討道路寬度與避難空地分佈	陳亮全(2010)；賴炳樹、白仁德(2012)
加強排水、防洪設施之建設與增加雨水下水道鋪設量	陳亮全(2010)；吳杰穎(2010)；詹士樑(2010)；賴炳樹、白仁德(2012)
檢討公共設施區位及設計容量	陳亮全(2010)；吳杰穎(2010)
加強公共設施計畫與相關開發計畫中對於防災計畫之規劃與執行	陳亮全(2010)；吳杰穎(2010)；詹士樑(2010)；賴炳樹、白仁德(2012)

增強建築物耐災設施	陳亮全(2010)；吳杰穎(2010)
公園綠地農地滯洪設施	陳亮全(2010)；詹士樑(2010)；賴炳樹、白仁德(2012)；行政院國家發展委員會(2012)
補強氣象、坡地災害與河川水情監測系統	陳亮全(2010)；行政院國家發展委員會(2012)
擬定縣市成長管理策略(區位)	陳亮全(2010)
劃設縣市國土保育地區	黃書禮、詹士樑(2006)；詹士樑(2010)；賴炳樹(2010)；行政院國家發展委員會(2012)
擬定縣市區域計畫	賴炳樹、白仁德(2012)；行政院國家發展委員會(2012)
緊密都市規劃	Lin and Yang(2006)；Mehaffey et al.(2008)；賴炳樹、白仁德(2012)
加強民眾災害預警之風險溝通與使用者認知教育	陳亮全(2010)；洪鴻智(2010)；詹士樑(2010)；吳杰穎(2010)
公開縣市之災害地圖	陳亮全(2010)；洪鴻智(2010)；詹士樑(2010)；吳杰穎(2010)
加強防災保險機制與教育宣導	陳亮全(2010)；洪鴻智(2010)
成立流域管理局，加強綜合流域治理	李鴻源(2011)；行政院國家發展委員會(2012)
整合水土林，加強水平與垂直之整合	李鴻源(2011)；賴炳樹、白仁德(2012)

資料來源：本研究整理

為找出洪災調適策略之重要性排序，限於個人經費考量，與模糊德爾菲問卷需要碩博士以上專家填答，本研究共邀請 5 位防災規劃專長學者、4 位城鄉規劃政府官員、2 位技師公會產業界之專家學者（如表四所示），利用七種面向空間規劃管理策略與直轄市（臺

北市、新北市、臺中市、臺南市、高雄市)調適策略對照表,設計模糊德爾菲專家問卷,經過模糊德爾菲求解後之排序結果如表五所示,專家共識值(Gi)若數值愈高,代表專家共識程度愈高,結果直轄市洪災調適策略,專家共識值前5名,排序為1.加強生態土地使用規劃,2.禁止超限利用,3.加強集水區的保育,4.土地開發總量管制,5.劃設縣市國土保育地區。

表四 問卷調查之學者專家簡歷

代號	工作職稱	專 長	學歷
1	大學教授、災害管理學會理事	風險管理、脆弱度研究、洪災	博士
2	大學副教授、災害管理學會秘書長	防災規劃、脆弱度研究、洪災	博士
3	大學副教授、都市計劃學會秘書長	都市計畫、脆弱度研究、洪災	博士
4	大學助理教授	風險管理與災害防治、風險溝通	博士
5	大學教授、災害管理學會理事	土地使用與公共設施規劃、洪災	博士
6	縣市政府城鄉發展局長	都市計畫	博士
7	國家災害防救科技中心組長	災害體系與政策、洪災	博士
8	縣市政府都市發展局長	都市計畫	碩士
9	縣市政府副市長	城鄉規劃、洪災	博士
10	都市計畫技師公會全國聯合會理事長	都市計畫	碩士
11	工程顧問股份有限公司經理、都市計畫技師公會理事長	都市計畫	碩士

資料來源：本研究整理

表五 直轄市洪災調適策略模糊德爾菲問卷結果表

洪災調適策略	最佳值幾何平均	專家共識值 Gi	專家共識值排序
加強生態土地使用規劃	7.92	8.35	1
建立嚴格之環評審查標準	6.78	6.57	16
加強土地使用監測	7.19	6.62	14
土地開發總量管制	7.33	7.69	4
都市計畫通盤檢討	7.23	7.28	9
土地使用計畫及管制規則	7.13	7.05	12
加強集水區的保育	7.47	7.70	3
積極輔導造林	7.00	7.26	10
禁止超限利用	8.14	8.00	2
建立環境敏感地之警報系統	6.39	6.36	20
都市更新時檢討道路寬度與避難空地分佈	5.72	6.23	21
加強排水、防洪設施之建設與增加雨水下水道鋪設量	7.16	7.39	7
檢討公共設施區位及設計容量	6.38	6.38	19
加強公共設施計畫與相關開發計畫中對於防災計畫之規劃與執行	7.45	7.49	6
增強建築物耐災設施	6.92	6.62	15
公園綠地農地滯洪設施	7.41	7.11	11
補強氣象、坡地災害與河川水情監測系統	6.64	6.57	17
擬定都市成長管理策略（區位）	6.71	6.47	18

劃設縣市國土保育地區	7.06	7.62	5
擬定縣市區域計畫	6.87	7.32	8
緊密都市規劃	5.67	5.81	26
加強民眾災害預警之風險溝通與使用者認知教育	7.00	6.73	13
公開都市之災害地圖	6.13	6.04	22
加強防災保險機制與宣導	5.70	5.63	25
成立流域管理局，加強綜合流域治理	6.27	6.01	23
整合水土林，加強水平與垂直之整合	6.00	5.90	24

資料來源：本研究整理

問卷結果發現，加強生態土地使用規劃是專家共識值第 1 的調適策略，符合內政部 2011 年新修正發布施行都市計畫定期通盤檢討實施辦法第七條規定：辦理主要計畫通盤檢討時，應視實際需要擬定生態都市發展策略，例如公共設施用地及其他開放空間之水與綠網絡發展策略或計畫、都市水資源及其他各種資源之再利用土地使用發展策略或計畫；以及都市計畫定期通盤檢討實施辦法第八條規定：辦理細部計畫通盤檢討時，應視實際需要擬定生態都市規劃原則，例如水與綠網絡系統串聯規劃設計原則、雨水下滲、貯留之規劃設計原則、計畫區內既有重要水資源及綠色資源管理維護原則，並加強公園綠地農地滯洪設施之土地使用規劃。

分析洪災調適策略模糊德爾菲法排序表，無論直轄市或一般縣市洪災調適策略中，前五名排序之中都有禁止超限利用、加強集水區的保育與劃設縣市國土保育地區，這些都是降低暴露度的重要洪災調適策略。

為進一步深入比較分析，產、官、學不同決策群體之偏好差異，

整理產、官、學專家共識值前五名調適策略比較表（如表六所示），相同點為產、官、學三者都很重視加強生態土地使用規劃；學術界與政府界都很重視加強集水區的保育；產業界與政府界都很重視劃設縣市國土保育地區。相異點為，學術界洪災調適策略比較重視加強土地使用監測與加強集水區的保育；產業界洪災調適策略，比較重視擬定縣市區域計畫，與劃設縣市國土保育地區；而政府界洪災調適策略，比較重視禁止超限利用與加強集水區的保育，顯示出決策偏好的差異。

表六 產、官、學專家共識值前五名調適策略比較表

模糊德爾菲法	學術界洪災調適策略	產業界洪災調適策略	政府界洪災調適策略
專家共識值 1	加強土地使用監測(9)	擬定縣市區域計畫(8)	禁止超限利用(8.7)
專家共識值 2	加強集水區的保育(8.9)	劃設縣市國土保育地區(7.7)	加強集水區的保育(8.6)
專家共識值 3	公開縣市之災害地圖(8.87)	擬定縣市成長管理策略(區位)(7.36)	劃設縣市國土保育地區(8.33)
專家共識值 4	加強生態土地使用規劃(8.64)	加強排水、防洪設施之建設與增加雨水下水道鋪設量(7.36)	加強生態土地使用規劃(8.27)
專家共識值 5	加強公共設施計畫與相關開發計畫中對於防災計畫之規劃與執行(8.57)	加強生態土地使用規劃(7)	積極輔導造林(8)

註：() 內代表模糊德爾菲法所求得之專家共識值，專家共識值 G_i 若數值愈高，代表專家共識程度愈高

本研究之專家問卷結果顯示，加強集水區的保育為學術界和政府界第二高專家共識值的調適策略，2013年6月行政院通過《水土

保持法》修正草案（目前立法院未通過），地方政府將有權力廢止水庫集水區及河川上游集水區的特定水土保持區。基於專家學者都認為加強集水區的保育為重要的調適策略，因此本研究建議，地方政府不應有權力廢止特定水土保持區。

分析網路程序法操作步驟包括：

1. 求取各評估準則對目標之影響權重 $W1$ 矩陣。各群組（以 C_h 表示， $h = 1, \dots, n$ ）與其所包含之元素（群組 h 有 m_h 個元素，以 $e_{h1}, e_{h2}, \dots, e_{hm_h}$ ）依序列於矩陣左側與上方，形成一個超矩陣，以說明元素間之關係和強度， $W_{n1}, W_{n2} \dots W_{nn}$ 即為所得之特徵向量值。
2. 求取各評估準則對於各方案的相對重要性比較 $W2$ 。

$$W = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & C_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} e_{11}e_{12} \dots e_{1m_1} \\ e_{21}e_{22} \dots e_{2m_2} \\ \vdots \\ e_{n1}e_{n2} \dots e_{nm_n} \end{matrix} & \begin{bmatrix} & & & \\ e_{11} & & & \\ e_{12} & W_{11} & & W_{1n} \\ \vdots & & & \\ e_{1m_1} & & W_{12} & \dots & \\ e_{21} & & & & \\ e_{22} & W_{21} & & & W_{2n} \\ \vdots & & & & \\ e_{2m_2} & & W_{22} & \dots & \\ \vdots & & & & \\ \vdots & & & & \\ e_{n1} & & & & \\ \vdots & & & & \\ e_{n2} & W_{n1} & & & W_{nn} \\ \vdots & & & & \\ e_{nm_n} & & W_{n2} & \dots & \end{bmatrix} \end{matrix}$$

3. 求取不同準則下各準則間之內部相依關係之權重 W_3 。
4. 求取內部相依情況下，各準則之權重值 $W_c=W_3*W_1$ 。
5. 方案及方案間在各不同準則下之內部相互依存關係的成偶比對 W_4 。
6. 求取各不同準則下，各替選方案實際的影響權重 W_P 。
7. 各替選方案的實際優先權重 $W_A=W_P*W_c$ 。

本研究再結合分析網路程序法，求得各策略面向的實際優先權重 $W_A=(0.321, 0.079, 0.073, 0.186, 0.126, 0.037, 0.219)$ ，乘以模糊德爾菲法之專家共識值（類似績效值），做出比較如表七、表八所示。因應縣市合併升格後，直轄市、縣市跨域治理與防救災，做為政府資源投入與評估相關策略之參考，本研究在原設計模糊德爾菲問卷時，有分為對直轄市（臺北市、新北市、臺中市、臺南市、高雄市）與一般縣市層級兩種，可以發現直轄市策略前 5 名，排序為 1.加強生態土地使用規劃；2.禁止超限利用；3.加強集水區的保育；4.土地開發總量管制；5.都市計畫通盤檢討，但因為直轄市與一般縣市人口、土地環境、財政等不同，故刪除一般縣市調適策略不做比較。以上可以提供未來作為推動地方氣候變遷調適計畫之重要參考策略。

表七 ANP 權重值乘以模糊德爾菲法專家共識值排序表

ANP 權重值乘以專家共識值	直轄市洪災調適策略
排序第 1	加強生態土地使用規劃
排序第 2	禁止超限利用
排序第 3	加強集水區的保育
排序第 4	土地開發總量管制
排序第 5	都市計畫通盤檢討

資料來源：本研究整理

表八 直轄市策略 ANP 權重值乘以專家共識值表

洪災調適策略	專家共識值 Gi	ANP 權重值乘以專家共識值	排序
加強生態土地使用規劃	8.35	2.68035	1
建立嚴格之環評審查標準	6.57	2.10897	9
加強土地使用監測	6.62	2.12502	8
土地開發總量管制	7.69	2.46849	4
都市計畫通盤檢討	7.28	2.33688	5
土地使用計畫及管制規則	7.05	2.26305	7
加強集水區的保育	7.70	2.4717	3
積極輔導造林	7.26	2.33046	6
禁止超限利用	8.00	2.5680	2
建立環境敏感地之警報系統	6.36	2.04156	10
都市更新時檢討道路寬度與避難空地分佈	6.23	1.99983	11
加強排水、防洪設施之建設與增加雨水下水道鋪設量	7.39	0.58381	20
檢討公共設施區位及設計容量	6.38	0.50402	23
加強公共設施計畫與相關開發計畫中對於防災計畫之規劃與執行	7.49	0.54677	21
增強建築物耐災設施	6.62	0.48326	24
公園綠地農地滯洪設施	7.11	0.51903	22
補強氣象、坡地災害與河川水情監測系統	6.57	0.47961	25

擬定都市成長管理策略(區位)	6.47	1.20342	16
劃設縣市國土保育地區	7.62	1.41732	12
擬定縣市區域計畫	7.32	1.36152	13
緊密都市規劃	5.81	1.08066	17
加強民眾災害預警之風險溝通與使用者 認知教育	6.73	0.84798	18
公開都市之災害地圖	6.04	0.76104	19
加強防災保險機制與宣導	5.63	0.20831	26
成立流域管理局，加強綜合流域治理	6.01	1.31619	14
整合水土林，加強水平與垂直之整合	5.90	1.2921	15

資料來源：本研究整理

行政院國家發展委員會（2012）考量區域均衡、基礎資料的完整性與地方政府意願，及選擇直轄市與一般縣市各 1 處原則下，選定臺北市與屏東縣，作為推動地方氣候變遷調適計畫的示範縣市。因此本研究整理直轄市調適策略，與臺北市氣候變遷調適計畫調適策略相關比較表如表九所示，兩者研究方法雖有不同，但可供其他直轄市政府執行氣候變遷調適計畫時參考。

臺北市氣候變遷調適策略行動計畫，研究方法係透過交叉分析與座談會，只分為優先推動與非優先推動的行動計畫，無給分排序，而本研究直轄市調適策略則應用分析網路程序法、模糊德爾菲法，收集產、官、學多位學者專家之意見排序。例如辦理都市計畫通盤檢討及擬定時，臺北市氣候變遷調適策略行動計畫提出，應優先調查淹水潛勢之土地使用，以評估衝擊影響程度，並據以檢討變更（優先推動），相對於本研究之部分則為都市計畫通盤檢討（排序 5）、

加強生態土地使用規劃（排序 1）、土地使用計畫及管制規則（排序 7）；都市計畫通盤檢討時，加強檢討基地滯洪、抽水設備之需求（優先推動），相關於本研究之部分則為都市計畫通盤檢討（排序 5）、加強排水、防洪設施之建設與增加雨水下水道鋪設量（排序 20）、公園綠地農地滯洪設施（排序 22）；加強山坡地安全管理及開發行為審查（優先推動），相關於本研究之部分為禁止超限利用（排序 2）、加強集水區的保育（排序 3）、土地開發總量管制（排序 4）、建立嚴格之環評審查標準（排序 9）；新建築廣設貯留滲透水池及地下雨水貯集層（優先推動），相關於本研究之部分為增強建築物耐災設施（排序 24）、公園綠地農地滯洪設施（排序 22），水災脆弱度評估、繪製防災地圖（優先推動），相關於本研究之公開都市之災害地圖（排序 17）；將脆弱度納入未來都市規劃之考量，易積水、坡地災害地區土地規劃利用（優先推動），相關於本研究之部分為加強生態土地使用規劃（排序 1）、都市計畫通盤檢討（排序 5）、土地使用計畫及管制規則（排序 7）。

表九 本研究與臺北市氣候變遷調適計畫調適策略相關比較表

臺北市氣候變遷調適策略 或行動計畫	本研究直轄市調適策略
研究方法透過交叉分析與座談會，只分為優先推動與非優先推動的行動計畫，無給分排序。	研究方法應用分析網路程序法、模糊德爾菲法，收集產、官、學多位學者專家之意見排序。
辦理都市計畫通盤檢討及擬定時，應優先調查淹水潛勢之土地使用，以評估衝擊影響程度並據以檢討變更（優先推動）。	都市計畫通盤檢討（排序 5）、加強生態土地使用規劃（排序 1）、土地使用計畫及管制規則（排序 7）。

都市計畫通盤檢討時，加強檢討基地滯洪、抽水設備之需求（優先推動）。	都市計畫通盤檢討（排序 5）、加強排水、防洪設施之建設與增加雨水下水道鋪設量（排序 20）、公園綠地農地滯洪設施（排序 22）。
加強山坡地安全管理及開發行為審查（優先推動）。	禁止超限利用（排序 2）、加強集水區的保育（排序 3）、土地開發總量管制（排序 4）、建立嚴格之環評審查標準（排序 9）。
新建築廣設貯留滲透水池及地下水雨貯集層（優先推動）。	增強建築物耐災設施（排序 24）、公園綠地農地滯洪設施（排序 22）。
水災脆弱度評估、繪製防災地圖（優先推動）。	公開都市之災害地圖（排序 17）。
將脆弱度納入未來都市規劃之考量，易積水、坡地災害地區土地規劃利用（優先推動）。	加強生態土地使用規劃（排序 1）、都市計畫通盤檢討（排序 5）、土地使用計畫及管制規則（排序 7）。
檢討土地混合使用之可能性，以達緊密都市發展形態（非優先推動）。	都市計畫通盤檢討（排序 5）、土地使用計畫及管制規則（排序 7）、提高都市的緊密發展（排序 17）。
落實農業區、保護區及濕地之保育與維護管理（非優先推動）。	禁止超限利用（排序 2）、加強集水區的保育（排序 3）、公園綠地農地滯洪設施（排序 22）。
研擬於海平面上升影響脆弱度較高之地區，優先規劃配置防災及滯洪等公共設施（非優先推動）。	加強排水、防洪設施之建設與增加雨水下水道鋪設量（排序 20）、檢討公共設施區位及設計容量（排序 23）、加強公共設施計畫與相關開發計畫中對於防災計畫之規劃與執行（排序 21）。

於細部計畫內研訂生態都市設計準則（非優先推動）。	加強生態土地使用規劃（排序 1）、都市計畫通盤檢討（排序 5）、土地使用計畫及管制規則（排序 7）。
都市計畫書或土地使用分區管制自治條例內增訂有關透水及保水之相關規定（非優先推動）。	都市計畫通盤檢討（排序 5）、土地使用計畫及管制規則（排序 7）。
辦理都市計畫通盤檢討及擬定時，應配合相關單位評估之災害潛勢地區（非優先推動）。	都市計畫通盤檢討（排序 5）、土地使用計畫及管制規則（排序 7）。

五、結論與建議

氣候變遷調適策略也是災害治理策略，本研究經由模糊德爾菲法與分析網路程序法於洪災調適策略評估，希望透過本研究能夠建立具體可操作，並適用於直轄市之調適策略評估指標與模式，將可提供直轄市制定相關空間規劃政策與災害治理策略之參考。由洪災調適策略模糊德爾菲法排序表，對照本研究利用 ANP 法所求得之策略面向排序為 1.土地使用規劃與管理、2.合作機制、3.分期分區、4.風險溝通、5.基礎設施、6.防救災設施、7.財稅制度，再對照空間規劃管理策略與直轄市調適策略對照表，可以看到多數專家共識值高的策略，都是在土地使用規劃與管理面向和分期分區面向內。在土地使用規劃與管理面向中，有加強生態土地使用規劃、土地開發總量管制、加強集水區的保育、禁止超限利用，而在分期分區面向內，有劃設縣市國土保育地區、擬定縣市區域計畫，顯示軟體之非工程手法比硬體之工程手法更重要。以下進一步提出調適策略之推動作法。

(一) 加強生態土地使用規劃

就加強生態土地使用規劃之推動作法而言，都市計畫定期通盤檢討實施辦法第七條規定，辦理主要計畫通盤檢討時，應視實際需要擬定生態都市發展策略，包括一、自然及景觀資源之管理維護策略或計畫。二、公共設施用地及其他開放空間之水與綠網絡發展策略或計畫。三、都市發展歷史之空間紋理、名勝、古蹟及具有紀念性或藝術價值應予保存建築之風貌發展策略或計畫。四、大眾運輸導向、人本交通環境及綠色運輸之都市發展模式土地使用配置策略或計畫。五、都市水資源及其他各種資源之再利用土地使用發展策略或計畫。都市計畫定期通盤檢討實施辦法第八條規定，辦理細部計畫通盤檢討時，應視實際需要擬定生態都市規劃原則，包括一、水與綠網絡系統串聯規劃設計原則。二、雨水下滲、貯留之規劃設計原則。三、計畫區內既有重要水資源及綠色資源管理維護原則。四、地區風貌發展及管制原則。五、地區人行步道及自行車道之建置原則。

(二) 禁止超限利用

就禁止超限利用之推動作法而言，林地應積極輔導造林，禁止超限利用，並避免大片林地遭砍伐而破壞林木水土涵養功能。依據農委會 2010 年 6 月公佈修正之「山坡地超限利用處理計畫」，具體措施包括禁止新植或補植各種超限利用作物，新的超限利用案件，由直轄市、縣（市）政府嚴加取締，依法處理。本計畫公告前之超限利用案件，除非法占用公有山坡地者，由各土地管理機關收回土

地，實施造林。而非法占用公有山坡地之超限利用，由行政院原住民委員會、財政部國有財產局、直轄市、縣（市）政府及鄉（鎮、市、區）公所等土地管理機關收回土地，實施造林。合法承租或使用公有山坡地超限利用者，除由直轄市、縣（市）主管機關通知限期改正外，並由土地管理機關通知承租人或使用人，切結在民國九十三年十二月三十一日前完成造林。

禁止超限利用是很重要的洪災調適策略，山坡地若未經規劃之開發使用，將導致水土流失嚴重，對生態環境、國土保持、水土涵養等皆將造成重大危害，更可能造成居民之生命財產損失。因此需依現行法令規定，加強山坡地開發行為之審查工作。進行土地開發強度之分類，劃分可發展區、限制發展區及不可發展區等土地使用強度類別，作為山坡地開發管理之基礎。加強非農業使用管理，即依據水土保持技術規範及各類開發利用案件之水土保持計畫內容、審查程序及實施之檢查，加強管制核准案件；並透過加強宣導、充實巡查設備、加強開發使用資訊提報及利用衛星影像輔助山坡地資源管理與監測等，積極處理違規案件。

(三) 加強集水區的保育

就加強集水區的保育之推動作法而言，為加強辦理水庫集水區保育工作，行政院核定水庫集水區保育綱要，依據新世紀水資源政策綱領及國土復育策略方案暨行動計畫精神，積極推動水庫集水區保育，維護水庫功能，以管理重於治理之原則，結合水、土、林功能作整體有效經營，作為水庫集水區保育執行依據。未來推動方向包括：(1)推展生態環境評估及檢核機制，可達民眾參與、資訊公開與採取迴避、縮小、減輕及補償方式，使治理工程兼顧生態環境維

護與保育；(2)落實水庫集水區保育實施計畫，於水庫集水區加強辦理泥砂減量、水質改善與維護環境生態，以達水庫發展永續化、水源環境生態化、災害防治整體化、教育宣導普及化；(3)廣續實施石門水庫及其集水區整治計畫、曾文南化烏山頭水庫治理及穩定南部地區供水計畫、蓄水建造物更新及改善計畫－蓄水範圍保育工程。

(四) 土地開發總量管制

就土地開發總量管制之推動作法而言，建議以總量管制與階段性成長方案，來影響土地開發之區位、時序與速度，對鄉鎮市間或轄區內之土地規劃開發管制工作，進行監督與指導之工作。土地開發總量管制應符合「開發後之洪峰量不得超過開發前之洪峰量」，為求流域永續經營，新訂都市計畫、既有都市計畫通盤檢討及非都市土地使用分區變更，應要求訂定排水計畫書，管制因開發增加之出流量。並協助中央劃設可發展區及限制發展區，並依據地方特性，訂定分區管制規範，作為發展許可執行之依據。改善限制因素與提升都市競爭力，研擬資本門改善方案，以引導土地開發區位及總量，避免零散蛙躍之發展型態。並建構都市計畫之相關資訊系統，以供上級政府通盤檢討人口總量分派工作之依據，並協助監測土地開發區位、速度、總量、品質工作之進行。

(五) 都市計畫通盤檢討

就都市計畫通盤檢討之推動作法而言，應依據都市災害發生歷史、特性及災害潛勢情形，就都市防災避難場所及設施、流域型蓄洪及滯洪設施、救災路線、火災延燒防止地帶等事項，進行規劃及

檢討，並調整土地使用分區或使用管制。主要計畫及細部計畫應該視實際的需要，擬定生態都市的發展策略及規劃原則，並依大眾運輸導向之都市發展模式，檢討土地使用強度，並檢討停車空間需求、檢討都市計畫容積總量及相關獎勵規定；各縣市原有都市計畫書如有附帶條件規定，應辦理整體開發的地區，經過檢討後仍維持原計畫而尚未辦理開發的面積，如果超過該整體開發地區面積 50% 以上，就不得再新增加整體開發地區，但情形特殊經都委會審議通過者不在此限。所謂尚未辦理開發的面積，乃是指規定整體開發地區中，扣除已完成開發地區、正辦理開發地區及檢討變更為其他開發方式（如改為開發許可、恢復原使用分區等）等地區之面積。考量全球氣候變遷，過去 10 年來國內每年約有 2,600 公頃之農地變更為可建用地，都市熱島效應持續擴大，對於地方政府如未能積極主動辦理原有整體開發地區之開發，卻又隨意擴大都市發展用地新增整體開發地區之情形，予以限制，以促進各縣市積極辦理開發並避免農地無限制地損失。

都市計畫擬定與定期通盤檢討時，應該配合雨水下水道系統佈設位置與淹水潛勢圖資，檢討都市地區土地使用分區之配置，如果滯洪效益不佳，則應重新調整公共設施與都市發展分區之分佈，以發揮都市地區內可以滯洪空間的最大減災效益。

(六) 劃設直轄市國土保育地區

就劃設直轄市國土保育地區之推動作法而言，建議加速推動各直轄市層級區域計畫之擬定，收集國內各單位建置之環境資源空間資料庫，與災害潛勢模擬成果，並輔以脆弱度評估、環境敏感地分析與地理資訊系統，進行縣市國土保育地區分區分級之模擬劃設，

以釐清直轄市國土保育地區之劃設作業程序與國土保育地區之範圍。然而，直轄市國土保育地區範圍之界定，僅為直轄市國土保育理念落實之第一步，未來在管理機制與徵收補償等配套措施方面仍有待進一步研究。另外，部分準則圖檔資料庫雖已建立，惟其資料精度仍低於縣市規劃層級之需求（1/25,000），因此，也需要精度更高之調查與範圍測定，以提升資料精度並作為縣市國土保育地區落實之基礎。

參考書目

- Burton, Ian et al. 2004. *Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Chen, Chi-Feng and Chung-Ming Liu. 2008. “Perspective and Development of Climate Change Adaptation Policy.” *Global Change and Sustainable Development* 2, 1: 30-51.
- Dalkey, Norman. 1969. *The Delphi Method: An Experimental Study of Group Opinion*. C.A.: Rand.
- Delbecq, Andre et al. 1975. *Group Techniques for Program Planning: A Guide to Nominal Group and Delphi Processes*. Glenview, Illinois: Scott, Foresman and Company.
- Ishikawa, Akira et al. 1993. “The Max-Min Delphi Method and Fuzzy Delphi Method via Fuzzy Integration.” *Fuzzy Sets and Systems* 55: 241-253.
- Lakshmi, Ahana. 2012. “Disaster Governance—a Complex Process.” in <http://www.trinet.in/?q=node/883>. Latest update 10 October 2014.
- Lin, Jen-jia and An-tsei Yang. 2006. “Does the Compact City Paradigm Foster Sustainability? An Empirical Study in Taiwan.” *Environment and Planning B: Planning and Design* 33, 3: 365-380.
- McCarthy, James et al. 2001. *Climate Change 2001: Impacts,*

Adaptation, Vulnerability. Cambridge: Cambridge University Press.

Mehaffey, Megan et al. 2008. "Assessing Vulnerabilities from Alternative Development Patterns." *Landscape and Urban Planning* 87: 84-95.

Schwab, Anna et al. 2006. *Hazard Mitigation and Preparedness: Building Resilient Communities*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

The Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge: Cambridge University Press.

World Bank. 2005. "Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis." in <http://hdl.handle.net/10986/7376>. Latest update 12 October 2013.

行政院國家發展委員會。2012。《國家氣候變遷調適政策綱領》。臺北：行政院國家發展委員會。(National Development Council of the Executive Yuan. 2012. *Adaptation Strategy to Climate Change in Taiwan*. Taipei: National Development Council of the Executive Yuan.)

白仁德、賴炳樹、張竣維。2013。〈都會區颱風災害脆弱度指標建構與評估之研究〉。《中央警察大學災害防救學報》14：1-21。
(Pai, Jen-Te, Bing-Shu Lai and Jun-Wei Chang. 2013. "The Establishment and Assessment of Typhoon and Flood Vulnerability Indexes in Metropolitan Areas." *Journal of Disaster Mitigation and Rescue Central Police University* 14: 1-21.)

- 吳杰穎。2010。《各層級國土空間規劃與管理之脆弱度與回復力之評估研究-以鄉鎮空間為例》。臺北：行政院國家科學委員會。(Wu, Jie-Ying. 2010. *A Study on the Vulnerability and Resilience Assessment for Township Scale of Spatial Planning and Management*. Taipei: National Science Council of the Executive Yuan.)
- 李長晏、曾士瑋。2010。〈城市氣候治理理論初探-策略變遷、治理模式與風險評估〉。《城市學學刊》1, 2: 37-73。(Lee, Chang-Yen and Shih-Wei Tseng. 2010. "Preliminary Study on Urban Climate Governance Theory: Strategical Change, Governance Mode and Risk Assessment." *Journal of Urbanology* 1, 2: 37-73.)
- 李鴻源。2011。〈氣候變遷之整合、協調與執行〉。《面對公與義邁向永續研討會論文集》：48-53。臺北：余紀忠文教基金會。(Lee, Hong-Yuan. 2011. "Integration, Coherence, Governance of Climate Change." *Proceeding of a Conference on Facing with Fair and Justice towards Sustainable Development*. 48-53. Taipei: Yu Chi Chung Cultural Educational Foundation.)
- 林建元。2011。《三大城市區域與七大發展區域生活圈跨域合作機制推動之研究》。臺北：內政部營建署城鄉發展分署。(Lin, Chien-Yuan. 2011. *Research to Promote the Cross-border Cooperation Mechanisms in Three City Region and Seven Developmental and Regional Living Area*. Taipei: Urban and Rural Development Branch, Construction and Planning Agency, Ministry of the Interior.)
- 柯于璋。2008。〈土地使用減災工具之政策規劃可行性評估：模糊

- 德菲層級法之應用〉。《行政暨政策學報》47：57-90。(Ke, Yu-Chang. 2008. “The Feasibility Assessment of Policy Planning of Land Use Tools for Hazard Mitigation: The Application of Fuzzy Delphi AHP.” *Public Administration and Policy* 47: 57-90.)
- 柳中明、蕭代基。2009。《氣候變遷趨勢、衝擊、脆弱度評估與調適措施》。臺北：行政院環保署。(Liu, Chung-Ming and Dai-Gee Shaw. 2009. *Climate Change Trends, Impact, Vulnerability Assessment and Adaptation Measures*. Taipei: Environmental Protection Administration of the Executive Yuan.)
- 洪鴻智。2010。《各層級國土空間規劃與管理之脆弱度與回復力評估方法之研究》。臺北：行政院國家科學委員會。(Hung, Hung-Chih. 2010. *A Study on the Methodology for the Vulnerability and Resilience Assessment for Different Scale of Spatial Planning and Management*. Taipei: National Science Council of the Executive Yuan.)
- 洪鴻智、盧禹廷。2015。〈沿海居民的氣候變遷與颱風災害調適〉。《都市與計劃》42，1：87-108。(Hung, Hung-Chih and Yu-Ting Lu. 2015. “Adaptation to Climate Change and Typhoon-Flood Hazards in Coastal Areas.” *City and Planning* 42, 1: 87-108.)
- 徐村和。1998。〈模糊德爾菲層級分析法〉。《模糊系統學刊》4，1：59-72。(Hsu, Tsuen-Ho. 1998. “The Fuzzy Delphi Analytic Hierarchy Process.” *Journal of the Chinese Fuzzy Systems Association* 4, 1: 59-72.)
- 許晃雄等。2011。《臺灣氣候變遷科學報告》。臺北：行政院國家科學委員會。(Hsu, Huang-Hsiung, et al. 2011. *Climate Change*

Science Report in Taiwan. Taipei: National Science Council of the Executive Yuan.)

陳亮全。2010。《各層級國土空間規劃與管理之脆弱度與回復力之評估研究-以社區空間為對象》。臺北：行政院國家科學委員會。(Chen, Liang-Chun. 2010. *A Study on the Vulnerability and Resilience Assessment for Community Spatial Planning and Management*. Taipei: National Science Council of the Executive Yuan.)

陳昭宏。2001。〈亞太港埠競爭力與核心能力指標之研究〉。《運輸學刊》13，1：1-25。(Cheng, Jao-Hong. 2001. "Indexes of Competitive Power and Core Competence in Selecting Asia-Pacific Ports." *Journal of the Chinese Institute of Transportation* 13, 1: 1-25.)

彭光輝、林峰田。2006。《臺灣地震損失評估系統於都市防災空間規劃之應用》。臺北：行政院國家科學委員會。(Peng, Kuang-Hui and Feng-Tyan Lin. 2006. *The Application of Earthquake Loss Estimation System to the Spatial Planning of Urban Disaster-Prevention in Taiwan*. Taipei: National Science Council of the Executive Yuan.)

楊重信、華昌宜。2009。〈都市土地使用因應氣候變遷衝擊之減災與調適策略研究〉。臺北：內政部建築研究所。(Yang, Chung-Hsin and Chang-I Hua. 2009. *Climate Change Adaptation by Urban Land Use for Taiwan Cities*. Taipei: Architecture and Building Research Institute, Ministry of the Interior.)

詹士樑。2010。《各層級國土空間脆弱度與回復力之評估研究-以都會區颶風災害為例》。臺北：行政院國家科學委員會。(Chan, Shih-Liang. 2010. *A Study on the Vulnerability and Resilience Assessment of the Metropolitan Area*. Taipei: National Science Council of the Executive Yuan.)

鄭滄濱。2001。〈軟體組織提昇人員能力之成熟度模糊評估模式〉。國立臺灣科技大學資訊管理系碩士論文。(Jeng, Tsang-Bin. 2001. “Fuzzy Assessment Model for Maturity of Software Organization in Improving its Staff's Capability.” Master's Thesis of Information Management of National Taiwan University of Science and Technology.)

盧鏡臣等。2011。〈重大災害事件對媒體議題設定及政府決策之影響基隆河流域河川整治的個案研究〉。《地理學報》63：89-113。(Lu, Jing-Chein. et al. 2011. “Major Disasters, Media Agenda-setting, and Policy-making: A Study of Keelung River Floods and Their Mitigation Policies.” *Journal of Geographical Science* 63: 89-113.)

賴炳樹。2010。〈氣候變遷與桃園縣國土保育地區劃設之模擬〉。《土地經濟年刊》21：155-186。(Lai, Bing-Shu. 2010. “A Study for Climate Change and Delineating Simulation of the National Conservation Area in Tao Yuan County.” *Land Economics Annual Publication* 21: 155-186.)

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。(Lai, Bing-Shu and Jen-Te Pai. 2012. “Flood Adaptation Strategic Planning in

Response to Climate Change.” *Journal of Disaster Management* 1,
1: 81-100.)

Metropolis Disaster Governance and Municipalities Flood Adaptation Strategic Assessment

Bing-Shu Lai * Jen-Te Pai**

Since Taiwan is located in a disaster prone area, how to reduce vulnerabilities and enhance resilience of environment have become very important issues for spatial planning and management for different levels of government. This study tries to apply concepts to urban level spatial planning and management and establishes assessment indicators and a model. The purpose of this research is to apply fuzzy Delphi and analytical network processes to flood adaptation strategic planning. This study establishes a proper adaptation strategy assessment model which is suitable at the urban level. Through this kind of research we provide some principles and strategies for future spatial planning and disaster management policies, including strengthening ecological land-use planning, prohibiting overload exploitation, strengthening the conservation of catchment areas, establishing growth control quotas, delineating the counties of the national conservation area, and making overall inspections to the urban planning.

Keywords: flood, adaptation, fuzzy Delphi, analytical network process

* Ph.D., Department of Land Economics, National Cheng-Chi University.

** Associate Professor, Department of Land Economics, National Cheng-Chi University.