

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

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- -以都市空間為對象(I) 研究成果報告(完整版)

計畫類別：整合型
計畫編號：NSC 97-2621-M-004-004-
執行期間：97年08月01日至98年07月31日
執行單位：國立政治大學地政學系

計畫主持人：白仁德
共同主持人：林建元
計畫參與人員：博士班研究生-兼任助理人員：賴炳樹

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 98年08月29日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

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一

以都市空間為對象(I)

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC97-2621-M004-004

執行期間：97年8月1日至98年7月31日

計畫主持人：白仁德

共同主持人：林建元

計畫參與人員：賴炳樹

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：國立政治大學地政學系

中華民國 98 年 7 月 31 日

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－

以都市空間為對象(I)

目錄

中英文摘要

一、前言.....	1
二、研究目的.....	3
三、文獻探討.....	3
四、研究方法.....	27
五、結果與討論.....	29
六、參考文獻	38
七、計畫成果自評.....	42
八、附錄一總計畫與各子計畫歷次會議記錄與照片.....	43

摘要

近年來全球環境變遷、氣候異常現象，使得台灣天然災害頻率增加、強度增強。由於台灣山坡地地質脆弱，坡度陡峭，河川湍急短促，加上颱風、豪雨頻繁，屢屢釀成土石流失、崩塌及土石流等天然災害，再加上台灣約有 73%的人口是居住在有三種以上災害可能衝擊之地區。地震與颱風災害是台灣最常面對的。特別是在 921 地震後土石鬆軟，颱風帶來得豪雨使得坡地區土石流瀕傳或低窪地區淹水。

鑒於台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上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。近年來，國內外已累積有不少探討脆弱度 (vulnerability) 及回復力 (resilience) 之研究，將脆弱度及回復力觀念運用於探討環境管理之相關研究，亦已成國際上新興之研究趨勢。反觀國內，有關脆弱度及回復力觀念尚屬起步階段，而將此觀念運用於空間規劃與管理之研究仍相當有限。因此，本研究第一年嘗試運用脆弱度及回復力觀念，來建立都市層級可操作之評估指標與模式，第二年則以台中都會區進行實證研究。希望透過本研究，能夠建立具體可操作、並適用於本土之評估指標與模式，藉由整合不同層級空間研究之其他子計畫，將可提供各級政府制定相關空間規劃政策 (國土規劃、城鄉計畫、都市計畫、農村規劃等) 及災害防救政策之參考。

關鍵字:脆弱度、回復力、空間規劃與管理、洪災

Abstract

With the phenomenon of climate change, Taiwan will face more frequently and severe natural disasters. Due to the weak geology, steep slope, high gradient and rapid velocity of stream, Taiwan was usually suffered from soil erosion, landslide and debris flow during the typhoon and torrential rainfall season. Earthquake, typhoon and flood are the most common natural disasters in Taiwan. Taiwan may be the most vulnerable area in the world, because 73% of the people live in the places where at least 3 natural hazards may impact. The 921 earthquake in 1999 caused softening of soils and sands which led to debris flow whenever there is heavy rainfall.

Since Taiwan is located in disasters vulnerable area, how to reduce vulnerabilities and enhance resilience thus become very important issues for spatial planning and management in different level governments should consider some measures to reduce vulnerabilities and enhance resilience. In the past few years, many researches focused on vulnerability and resilience. Applying the concepts of vulnerability and resilience on spatial planning and management are very popular recently. However, vulnerability and resilience related studies just started in Taiwan. Very few researches have done to apply these concepts on spatial planning and management. Therefore, this study tries to applying these concepts to urban level spatial planning and management and establishes assessment indicators and model in the first year. In the second year, this study will choose Taichung metropolitan as case study area. This study will finally establish a proper vulnerability and resilience assessment model which is suitable in urban level. Through this kind of research as well as others in different spatial levels, they will provide some principles and strategies for future spatial planning and disaster management policies.

Key word: Vulnerability, Resilience, Spatial Planning and Management, Flood

一、前言

對全球環境變遷而言，土地使用改變對環境所造成的衝擊是最直接且最明顯的 (Lambin et al., 2001)，而土地使用的形成與變化是政治、經濟、社會、文化及自然環境等交互作用下的結果，然而該結果所引發土地使用的改變，往往容易造成環境方面的衝擊 (Hasse and Lathrop, 2003)。「環境變遷」與「土地使用」兩者間互動關係廣泛而複雜，進行整合性規劃是許多都市規劃者的共同期待。

從 1999 年發生九二一大地震後至今，國內陸續發生了數起的重大天然災害，如碧莉斯、象神、潭美、奇比、桃芝等颱風登陸台灣，造成人民重大傷亡，每當颱風過境，其所挾帶之豐沛雨量，不僅造成山崩、土石流災害，並亦沖毀道路橋樑中斷道路及部落間的連繫(李彥慧, 2007)。

台灣山坡地地質脆弱，坡度陡峭，河川湍急短促，加上颱風、豪雨頻繁，屢屢釀成土石流失、崩塌及土石流等天然災害，又隨著工商業快速發展，經濟結構急劇改變，平地土地利用漸趨飽和，山坡地之開發與利用也日益殷切，然不當開發行為也層出不窮，因而造成水土保持問題之發生。因此，本研究嘗試結合脆弱度及回復力兩項觀念，來評估都市層級土石流問題之空間規劃與管理。

第二屆世界減災大會於 2005 年在日本神戶召開，會中國際災害學界的專家學者們一致呼籲，加強區域綜合減災能力建設、提高應急管理水準，從而實現區域的永續發展。大會針對永續發展所面臨的災害風險，從降低區域脆弱度水準、提高區域社會的災害回復力和加強區域綜合減災能力建設等角度提出了具體的綜合減災策略。

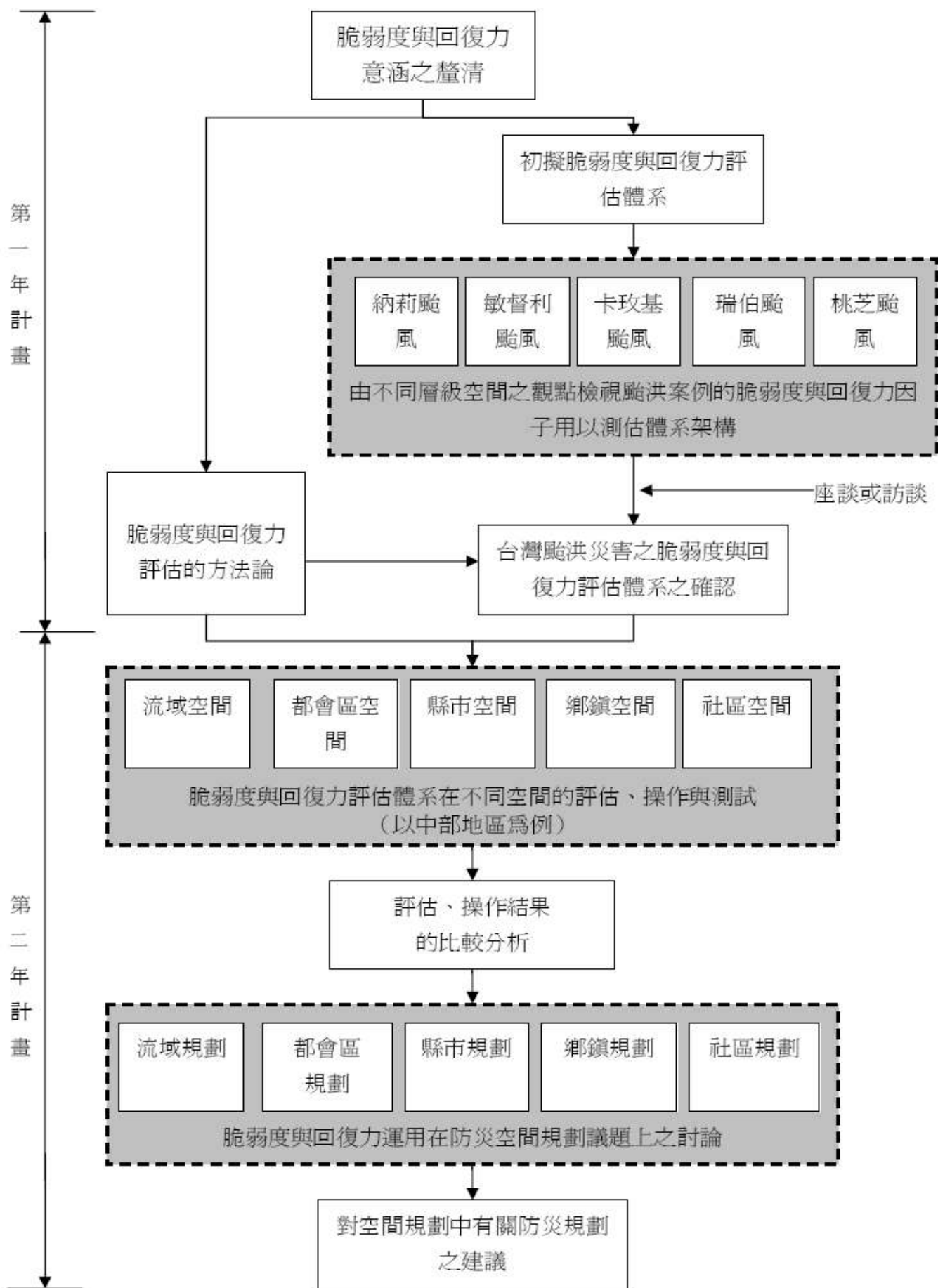
而在國際減災十年(IDNDR)活動、國際減災戰略(ISDR)的相繼實施的大背景下，國內外學者興起了研究災害脆弱度和回復力的新一輪熱潮。而目前國內外對承災體脆弱度的研究較多，但對於災害回復力的回復力研究才剛開始起步。

因此，以風險、脆弱度、回復力和適應性相關的災害綜合管理和減災作為實施永續發展的重要途徑，已受到學術界、經濟與社會界的高度重視。然而，脆弱度和回復力尚缺乏統一與明確之定義，而且對兩者的理解和應用彼此交叉混淆。特別是對空間規劃與管理而言，在理論體系及實務應用上可行性成為有待深入研究的重要課題。

基於上述考量，本整合型研究將分為五個子計畫，分別選擇不同尺度的空間範圍（流域、都會區、縣市、鄉鎮、社區），操作第一年度建構之脆弱度與回復力模式，並且透過總計畫的彙整分析，將各空間層級評估結果反饋至流域規劃、都會區規劃、縣市規劃、鄉鎮規劃、社區規劃，提供未來防災規劃參考（子計畫整合關係如下圖一所示）。

另外，颱風災害雖是由於颱風風速與降雨強度所引起，但其結果在不同空間（地區）可能引發的災害型態與內容（如形成河川溢流、都市淹水、或土石流）將有所不同，因此為掌握所有不同型態的災害，本整合型計畫之各子計畫在檢討不同颱風案例時，將考慮該次颱風及其造成災害的特性，針對不同空間層級討論其脆弱度與回復力（如下表一所示）。

最後，本研究在意涵釐清與颱風案例的資料收集與歸納分析上，採共同作業的方法進行，共同蒐集脆弱度與回復力之國內外相關文獻，經由文獻整理分析出初步的脆弱度與回復力分析架構，再運用台灣過去發生之颱風案例檢視架構的可行性與完整性。而在颱風案例研究部分，亦先共同對納莉、敏督利、卡玫基、瑞伯等四個颱風進行資料蒐集與準備，每個子計畫間共用所收集的資料，再進行脆弱度與回復力因數的彙整與分析。由各子計畫由不同的空間層級觀點，各自對颱風案例分析在該空間層級下之脆弱度與回復力因數。因此，在文獻整理與案例背景資料敘述等部份或許呈現些許雷同，皆是因為合作分工的作業方式所致。



圖一 子計畫整合關係

表一 颱洪案例研究分工

	納莉颱風	敏督利颱風	卡玫基颱風	瑞伯颱風	桃芝颱風
都會區空間	子計畫二				
流域空間		子計畫二	子計畫一		
縣市空間			子計畫三		子計畫三
鄉鎮空間		子計畫四		子計畫四	
社區空間	子計畫五			子計畫五	子計畫五

二、研究目的

基此，本研究目的在於掌握脆弱度、回復力與各層級空間規劃、管理之意涵、實質內容及其相互關係，以建立評估指標，進而建構都市層級指標之評估模式，並選擇台中都市作為實證研究之對象，以確認初步建構之評估指標與評估模式的完整性與可行性。期望本研究結果，可提供各級政府及規劃實務者在進行都市空間規劃與管理之參考。

三、文獻探討

本研究之相關理論文獻回顧包含空間規劃與管理、都市防災、脆弱度、回復力四大部份敘述如下。

1. 空間規劃與管理相關理論文獻

與本研究相關之空間規劃與管理相關理論文獻主要包含永續發展、土地使用規劃、總量管制、成長管理四大部份，敘述如下。

(1) 永續發展

自永續發展理念提出後，永續城市的意涵不僅只為環境保護，更強調社經效益與環境衝擊及能源損害之間的調和關係，地區發展與環境維護之間的關係受到了更大的關注，因此都市發展應考量環境之容受力，都市高度發展的過程可能導致都市內空地、私人花園等非正規性開放空間的喪失，而這些開放空間不僅具有休閒的價值，亦能作為野生動物棲地與提高環境服務水準，對都市內的自然保存相當重要 (Thompson et al., 2003)。

Our Common Future (WCED, 1987) 一書中，探討第三世界及開發中國家之都市所存在之環境問題與危機，並推估 21 世紀世界將有 50% 以上的人口居住於都市地區，顯示都市在全球環境變遷中所扮演角色愈顯重要。所以才有永續都市觀念的提出，建議由地方層級配合全球性永續發展行動計畫，以因應全球性環境變遷問題 (Roseland, 1997)。

「永續發展」一詞則是由聯合國環境規劃署 (United Nations Environment Programme, UNEP)、世界野生動物基金會 (World Wild Fund for Nature, WWF) 與國際自然和自然資源保育聯盟 (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, IUCN) 等三個國際保育組織在其 1980 年出版的「世界自然保育方案」報告中所提出，惟當時並不為人所注意 (張世賢, 2004: 136-137)。

直到 1990 年，聯合國世界環境與發展委員會 (World Commission on Environment and Development, WCED)，發表了「我們共同的未來」(Our Common Future) 一報告後，方才掀起全球永續發展的浪潮 (廖俊松, 2004: 184)。

隨著 1992 年 6 月在裏約地球高峰會中 Agenda 21 的簽署，更讓各國開始積極參與全球、或努力鋪設其國內永續發展前進之道（張世賢，2004：136—137）。在 1993 年聯合國成立「永續發展委員會」，召開「永續發展委員會的組織會議」，對組織任務的討論為推動永續發展監督程式及對特殊方案的支援、對二十一世紀議程的履行報告、對永續發展財務來源的監督及認定、建立永續發展的有效架構及效率提昇，另外企業界亦於 1995 年成立「世界企業永續發展委員會（World Business Council for Sustainable Development, WBCSD）」，以共同參與永續發展工作；在此永續發展已是全球共同積極推動之任務（盧誌銘、黃啟峰，1995：3-4）。

到了 1996 年聯合國在巴西裏約熱盧（Rio De Janeiro）召開「環境與發展大會」，會議係於 6 月 3 日至 14 日舉行，除了重申 1972 年 6 月在斯德哥爾摩通過的《聯合國人類環境會議的宣言》外，通過「二十一世紀議程」，將永續發展的理念規劃成為具體的行動方案（action plan），要求在各國、社會各關鍵部門和人民之間建立一種平等的全球夥伴關係，為環境與永續發展取得共識及合作實踐的承諾。聯合國「二十一世紀議程」昭示地球整體相互依存的本質，主張以夥伴精神來推動永續發展（梁雙蓮，2004：162）。

由於「永續發展」的概念迅速推展，其定義也因各領域專家、學者以不同觀點研究而不同，學者盧誌銘和黃啟峰（1995）曾在其著作中綜合各種觀點，歸納永續發展的意涵。包括有：

以自然生態的論點來說明，「永續發展」的概念是由生態學者首先所提出，生態的永續性（Ecological Sustainability），說明自然生態與環境開發的平衡。在 1991 年，國際生態學聯合會（INTECOL）及國際生物科學聯合會（IUBS）共同主辦永續發展問題研討會，該研討會對永續發展的定義為：保護和加強環境系統的生產及再生能力。此外 1990 年 R.T.T.Forman 從生物圈的概念認為永續發展是尋求一種最佳的生態平衡。

再者，也有以社會性觀點定義永續發展者。在 1991 年自然資源保護聯盟（IUCN）、聯合國環境規劃署（UNEP）、世界野生動物基金會（WWF）在「保護地球—永續的策略」中，將永續定義為：在生存不超過維持生態系統承載能力，改善人類的環境品質。並提出「永續」生存的原則，強調人類生產與生活方式要與地球承載力保持平衡，保護地球的生命和生物多樣性。

另從經濟性的觀點來定義，Edward B.Barbier y 在 1985 年的著作「經濟、自然資源、不足與發展」中，將永續發展定義為：在確保自然資源的品質及其所提服務的前提下，使經濟發展的淨利益增加到最大的限度。另外由學者 Anil Markandya 及 David W.Pearce 在 1988 年所出版的「自然環境與社會折現率」著作中，談到永續發展為：今天的資源使用，不應減少未來的實際收入。還有世界資源研究所在 1992 年定義永續發展為：不降低環境品質與不破壞世界自然資源基礎的經濟發展。

(2) 土地使用規劃

土地使用計畫之意義積極方面在促進土地資源之合理且有效分配，供各種活動使用，消極方面在防止土地資源之不用、低度使用、誤用或濫用。

對全球環境變遷而言，土地使用改變對環境所造成的衝擊是最直接且最明顯的（Lambin et al., 2001），隨著全球暖化現象、生存空間日蹙與產業結構變遷的影響下，「環境變遷」已經成為整個世界目前必須正視的問題。1971 年聯合國在瑞典斯德哥爾摩舉行了一場有關人類環境的會議（United Nations Conference on the Human Environment），並在會後的報告中提出「我們只有一個地球」（Only One Earth）的呼籲，顯示環境破壞的問題已經引起全球性的重視。

土地使用的形成與變化是政治、經濟、社會、文化及自然環境等交互作用下的結果，然而該結果所引發土地使用的改變往往容易造成環境方面的衝擊（Hasse and Lathrop, 2003）。今天人類所面臨全球性環境變遷與生態資源破壞問題日益嚴重，其問題的主要癥結在於都市化過程所導致（王國權，2005）。

台灣山坡地地質脆弱，坡度陡峭，河川湍急短促，加上颱風、豪雨頻繁，屢屢釀成土石流失、崩塌及土石流等天然災害，又因台灣地小人稠，農地資源有限，隨著工商業快速發展，經濟結構急劇改變，平地土地利用漸趨飽和，山坡地之開發與利用也日益殷切，然不當開發行為也層出不窮，因而造成水土保持問題之發生。

「環境變遷」與「土地使用」間的關係交相影響，而具互動關係。政府在擬定土地使用政策與制度時，不僅需記取過去實施的成敗經驗，檢視時空變遷的發展歷程與現況，同時應配合國家施政目標與未來發展狀況，研擬可長可久且可彈性應用的土地使用管理制度與決策，方能使台灣的國土利用得到有效合理且永續的發展(呂宗盈，2003)。環境變遷與土地使用兩者間互動關係廣泛而複雜，進行整合性規劃是許多都市規劃者的共同期待。最近十年全球環境與氣候已經產生明顯而結構性的變遷，如易經繫辭下傳所說：「窮則變，變則通，通則久」，當環境與現況已經改變時，因應之研究與策略也應跟著改變。

施鴻志(1988)之「都市防災與土地使用規劃」中考慮都市結構特性與其內涵、災害的發生特性，將都市災害影響因數分為六項：自然地理因數、社會因數、建築物因數、二次災害衍生因數、避難及救災整備因數、居民的防災意識型態。如下概述說明。

A. 自然地理因數

關於都市環境中自然地理因數之主要變數，包含氣象、微氣候、水文、土壤、地質、地形、地盤穩定性、植生狀況及人為因素所造成的地理條件，包括山坡地開發、地下水抽取，其可能導致颱風、地震、地層下陷等災害。

B. 社會因數

都市災害與社會發展條件息息相關，包括都市人口、人口密度、經濟規模、土地使用型態與混合比率、都市結構等不直接產生災害，但與都市災害有密切的影響。

C. 建築物因數

包括建築物結構、高度、密度等因素，與災害發生時建築物倒塌、毀壞也密切的關係；建物聚集程度與規模大小會產生不同程度的損壞。

D. 二次災害衍生因數

綜合自然、社會、建築等因數之交互影響。尤其是都市維生公共設施及交通系統所導致的災害連鎖反應，產生各種二次災害及衍生災變。

E. 避難及救災整備因數

針對災害發生時之預警通知、避難支援、延燒阻絕及救災編組、設備、設施等，如監控預警系統、空地、建築物之防災避難、消防與醫療體系。

F. 居民的防災意識

探討都市居民對於都市災害的認知，防備及避難反應。如都市災害的衍生特性、災難發生時之避難行動對於都市災害之處理等。

另外，都市化發展具有一定規模，需強化其都市基盤建設及防災設施，以減少災害損失。對於都市中敏感度(Vulnerability)之土地，透過土地使用管制與改善更新的手段下，劃設防範災害導致環境破壞之保護地區，以避免災情擴大。其包含「環境保護區」、「限制發展區」與「防災區劃」。

A. 環境保護區

對於災害潛勢過高或環境敏感地區，應避免任何開發行為，而需有效保全國土、維護環境資源之地區。

B. 限制發展區

針對活動斷層帶、地質潛在災害影響範圍區域內或都市化已具一定規模，土地使用或都市活動高度密集(如住宅區、商業區)，容易導致環境容受能力降低、衍生二次災害，而需抑制其開發成長之地區。

C. 防災區劃

黃定國(2000)曾指出，防災區劃為設置或保護的耐震不燃化建築群或空地、植樹帶所

圈圍之區域。可透過都市更新機制下，於都市窳陋或災害潛勢地區進行基盤建設改善整建，建構耐燃化、耐震化之防災街廓，並設有防災機能之公共設施，提昇地區防災力。

(3)總量管制

總量管制的應用研究於國內相當的常見，主要應用於都市的土地使用管制、交通運輸、教育文化、環境保護、甚至於政治選舉，各方面都有所運用。以下主要說明分析總量管制之定義、目的與相關研究。

總量管制(Growth Control Quotas)，係指基於容受力觀念下，某一地區於一定期間內，在不影響其環境與生活品質的情況下，所能容納的最大人口增量，並就此一人口增量透過成長管理策略與發展許可制，予以管制其土地開發之區位元、時序、速度、總量及品質之謂(賴宗裕，2000)。總量管制影響開發區位之評選、關係著開發速度的快慢，影響都市發展之密度及型態，也對開發品質產生影響。而當政府能運用機制合理進行總量管制時，我們珍貴的環境資源便能有效管理因而易於達到永續發展之目標。營建署(2000)曾指出，總量管制為以資源的供給能力為導向，修正過去以需求導向為基礎的都市發展規劃方式。

發展總量管制之目的在於修正過去可發展用地之計畫供給量過大，導致社會資源浪費問題。由於都市計畫的失衡規劃，導致開發土地的供給遠大於市場的需求。由於土地供給量過大，形成地方必須負擔額外的公共設施建設費用，形成地方政府在財政支出上的浪費。由於地方財務無效率之支出使用，致使可提供改善既成都市發展地區生活及產業環境品質之經費缺乏，影響都市品質之提昇。故訂定發展總量管制之目的便在於確保都市合理之規劃及土地資源有效之管理，以達到健全都市財政及提升生活品質之目標(賴宗裕，2000)。所以總量管制的訂定確實可以解決當前都市發展問題，更可做為地方財政資源分配的參考，使都市財政體系更加完善，減少資源浪費情形。

在相關研究方面，王進明(2000)之空氣污染總量管制下產業調整策略-以高雄地區石化工業為例指出，面對空氣污染總量管制的實施，高雄地區石化工業應致力於更新設備、提升能源使用效率、研發污染減量新製程等措施之外，更重要的是進行產業結構的調整—朝向低污染、低耗能、高附加價值，產業關聯性較高的產業（例如：生化技術產業群領域）調整；以及推動產業共生〔企業基於互利而彼此合作的工業生態〕，減低對環境的負荷，使自然生態的承載力，能容許更多的產業在高雄永續發展。

徐偉鈞(2002)之由環境及設施容受力探討山坡地總量管制之研究-以臺北縣汐止市為例，由山坡地總量管制的觀點，有效管制山坡地的開發，使其開發能在一合理的範圍之內，將山坡地開發對自然生態環境的衝擊減到最低，進而提昇民眾生活品質，保障其生命財產安全。其以灰色階層程式法及灰關聯分析去找尋各個因數間的相對關係及各個因數間的重要程度，來求取一客觀完整的評估準則，再利用地理資訊系統將所得的評估準則建構一個完整易懂的山坡地開發環境及公共設施受力的評估準則，以提昇山坡地開發使用的品質。

邱啟文(2005)之溫泉水權總量管制之個案研究-以烏來地區為例，採用個案研究法來探討溫泉區的水量調配系統，以集中管理、統一供水、總量管制等方式，分別針對烏來溫泉區的溫泉水供給面及需求面來分析，可得烏來溫泉區的當日最大遊客容受能力、溫泉水最大開發量等，進一步推估未來10年烏來溫泉區的溫泉用水成長，以及烏來溫泉區最佳供水模式；另外，使用SWOT配對矩陣分析結果分別找出烏來溫泉區發展出對應不同環境條件的策略，並提出溫泉區內營業用戶總用水量應限制在全區用水量的3/4額度內，以避免未來台灣各地溫泉區在進行開發時，多著重在營業用戶上，反而忽略了一般民眾的需求。

朱政恆(2006)曾對於台灣實施都市發展總量管制之可行性進行研究，其指出目前國內在發展總量管制方面的研究，雖有部分的成果，卻一直無法成功的用來指導現今的都市計畫。經由分析結果得知，總量管制透過SWOT分析後，認為問題集中在法律的支持、與其他制度的配合、總量的推估公平性三者。由於此三大問題目前皆尚未能夠解決，因此在實施上的可能性較低，建議未來研究應針對這些問題加以解決，並嚐試以一都市為例去訂定發展總量，控制都市發展。更易瞭解整個都市發展總量管制的制度，使都市發展策略更加完善。

(4)成長管理

成長管理指為確保生活環境品質，兼顧國土永續發展及社會公平之目標，考量公共設施服務水準與財務成本、開發權利義務及損益公平性之均衡，指導城鄉發展型態，規範計畫作為未來發展地區之適度區位、時程、總量及環境品質，以促進國土有效利用之土地使用管理政策及作法。

賴宗裕(2000)曾定義成長管理為運用環境規劃的方法，配合管理的策略與技術工具，來規範都市發展及土地開發的區位元、時序、速度、總量與品質，同時考量公共設施的服務水準及成本，來執行土地使用管制與公共設施配置等多目標的土地使用政策。

在成長管理相關研究方面，楊瑞珍(2000)參考美國成長管理實施情形作案例分析，經由相關研究的整理建立適當的都市成長管理系統評估階層結構，藉由專家意見的調查，建立合理的評估指標與評點標準，並建議最低許可開發標準的訂定方式，與成長管理作業系統的執行時機、運作方式、及對政策執行提出建議，以使作業系統的建立更為健全。

陳玉嬌(1999)曾以台中都會區的住宅及人口為研究對象，考量人口與住宅問題是空間發展規劃過程中最基本的問題、都市發展問題的根源，透過對人口、住宅為探討向面、公共設施為分析對象，建立一套供公部門政策的擬定與建設計畫的執行，以及私部門開發時參考之成長管理策略(陳玉嬌，1999)。

成長管理係建立在縣市綜合發展計畫及土地使用分區管制規則的基礎上，用來規範土地開發活動，指導公共設施關建，引導都市發展趨勢，確保環境品質，並促進經濟成長的管理機制。成長管理通常運用規劃的方法，配合管理的策略與技術工具，來規範都市發展及土地開發的區位元、時序、速度、總量及品質，同時考量公共設施的服務水準及成本，來執行土地使用管理與公共設施配置等多目標的土地使用政策(賴宗裕，2002)。

蔡勳雄(1996)曾指出，成長管理係為土地使用管理的重要概念，其意涵可由土地使用管制制度的發展清楚的呈現。蔡勳雄認為美國成長管理的發展大致分為三個時期：1960年代之前：土地使用分區管制、1960~1980年：成長控制與成長、1980年代以後：財政衝擊分析。

郭年雄(1996)曾以美國為例，介紹過去運用成長管理在土地使用規劃上主要策略：

A.以公共設施控制負荷量為依據的成長控制

以能提供的公共設施負荷量為依據，給予規劃單位足夠的理由，來訂定成長目標和計畫，以現成的法令規定就足以提出合理成長管理控制政策，限制「量」的成長，提高「質」的供給。

B.以累進點數為依據的成長控制

累進點數方式與公共設施負荷量策略有相當類似的部分，同樣都是以公共設施負荷量為考慮因素，但是「點數化」是比較簡單化的方式。問題是如何達成對點數的協議。規劃單位會面臨如何兼顧居民、開發商與立法單位間之考慮達成均衡的協議。

C.以成長率為依據的成長控制

所謂成長率，可以是成長的數量，或者是上年度的百分比；每年的成長率，通常又和地區的總成長上限有密切的關係。以平均值來訂未來的成長率比較具有說服力。

D.以地理界限為依據的開發控制

一個地區可以透過都市計畫、區域計畫、土地使用計畫等來劃定可開發和限制開發的地區。劃定界限是以公共設施能提供的地區為邊界，自來水、排水、電力、道路等在幾年內無法到的地區被劃為限制發展地區。規劃單位可以評估限制開發地區的未來公共設施提供計畫，而後修訂該地區的範圍，其時間短則1、2年，長則5~10年才會開放；規劃單位評估開發地區發展，一定要視當地財務狀況、實質計畫、和公共設施提供單位的計畫為依據，而且要彈性應用，這類的規劃絕對不可以一成不變，而且訂定時一定參考各單位、地方民眾、私人企業的意見。

E.協議開發

協議開發是政府與私人就個別開發案件協調雙方的條件，而達到開發和環境保育的雙重目標，這是非常實際也非常有效的開發策略，地產業者通常要求特別許可，如容積率、更多開發單元等；而政府則需要公共設施如：公園、停車場、學校、消防員警設施等，這些都是可以利用協議開發，達成相互有利的條件。

2.都市防災相關理論文獻

根據行政院經建會都市及住宅發展處（1990）之定義，所謂「都市災害」是指隨著技術的現代化、都市空間被高度的利用，且人口或設施集中之都市化地區發生多樣化的災害之現象。而災害的發生與社會有密切的關係，因為都市社會的變化常將災害的質與量改變，在不知不覺中將危險累積，一旦發生災變，災害產生連鎖反應，且由於人的集中，都市及建築的建造方式不妥適或使用不當，使災害迅速擴大及蔓延。

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，以減少或降低天然災害或人為災害對於社會所造成的影響及衝擊。災害管理對應災害發生時序，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)。

(1) 減災 (Mitigation)：

通常發生在非災害時期，其主要目的在研究災害發生的現況及評估可能的改善策略，期望透過有效的處置步驟，消除或減輕災害之影響或發生的機會，並持續性的降低災害中之潛在損失。

(2) 整備 (Preparedness)：

主要工作為在現行環境、體制、資源狀況下，規劃面臨災害時可採行的相關處置作為，整備須達到減災未包括或未能阻止之災害發生範圍。此階段相關主管機關應擬定各類災害應變計畫，包含緊急行動中職責之建立，以及儲備支援救災行動的資源，以應緊急需要，並使災害損失減至最小。轄區必須指定幕僚準備設施、裝備和其他資源以完成救災任務；幕僚必須接受訓練，設施與裝備需定期維護。

(3) 應變 (Response)：

係隨著災害緊急事件發生後，快速而有效的掌握即時資訊、傳遞重要警訊、因應實際災害情況有效調派救助人力與資源。其重點工作包含：即時性災害相關資訊蒐集與傳遞、災害預警、人員疏散通報、災情通報、救災人力及資源派遣及救災資源管理等。

(4) 復原 (Recovery)：

發生在實際災害過後，有效的復建受災地區，使其能在最短的時間內恢復原有的運作機能，復原工作將持續至所有都市機能回復至正常或最佳狀況。初期時，係將各項設施之重要功能回復至最低營運標準，其復原重點為維生管線系統(Lifeline Systems)，包括電力、通訊、自來水、污水系統、運輸等系統，提供居民基本食物、衣物、避難之需求，並維持災區治安；而正式復原則於災害發生後持續數年，俟各種設施回復正常或改善水準。因此，復原行動為重建公共建設，讓社會與經濟恢復正常運作之長期政策。

而根據行政院經建會都市及住宅發展處（1990）對於都市災害的特徵闡述，歸納以下三點：

(1) 都市因人口及設施發展高密度化、垂直化，單純的災害發生後經常誘發多樣型態與不同程度的損害。

都市由於多數人居住，建築物分佈密集，因此一旦發生災害，受損之建築物以及公共設施(如維生管線、瓦斯管、電纜)容易成為新的災害誘因，促使單一災害發生演變成爲大面積、大範圍涉及層面眾多的複合型都市災害型態。

(2) 都市地區災害重視度應依地區區位環境及條件差異而有不同對策。

都市內發生的災害類型種類複雜，依地區的區位環境及條件差異應受重視順序以及所應獲得分配的社會資源也應當有所不同，有些地區是地震最受重視(如位於斷層帶附近或是地震頻繁區)，有些則是水災較被重視(如低窪地區)，而都市發展則針對地區區位特性必須不同的因應對策(如土地使用劃設禁限建地區)，藉以減少災害發生所造成的損害。

(3) 都市或聚落地區相較於發展密度較低的地區更容易發生災害。

隨著時代的演進，大量人口聚集而成都市或聚落，為因應大量的生活需求，不得不大規模改造環境，藉由人為手段改變自然的地景、地物、地貌，卻也因此造成河川或天然環境遭受破壞，也增加周邊地區災害發生的潛在機率及危害程度。

另外，李威儀等(1997)對「臺北市實質空間防災功能之檢討」研究中，說明臺北市都市中所隱藏之災害影響成因，包含：

- (1) 大量開發。
- (2) 建築物或附屬建物設計施工不良及使用維護不當。
- (3) 道路分佈與交通(路邊停車、人行步道與騎樓之佔用、主次要道路阻塞)。
- (4) 公園綠地有效面積不足。
- (5) 土地及建築物混合使用。
- (6) 夜市、市場密集及大量人潮聚集之都市活動特性。
- (7) 行政區的劃設無法符合防災分區。
- (8) 可作為防災使用之公共設施分佈不均，使用現況對防災機能造成負面影響。
- (9) 居住人口及活動人口無法明確掌握。

3.脆弱度相關理論文獻

(1)脆弱度之定義

一般定義脆弱度，指傾向或易受危害或傷害的程度(陳亮全，2003)。Blaikie et al.(1994)則認為脆弱度不能單純視為受災的潛在特性，而擴張其內涵，亦即泛指特定個體或團體對於自然災害衝擊的準備、處理與應變、抵抗與恢復的潛在特性與能力(洪鴻智、邵珮君，2004)。

脆弱度在各學門領域各有不同的定義，在學術的運用上缺乏統一明確的定義，而關於國外學者對於災害脆弱度之定義，以及脆弱性類別之比較整理如表六及表七所示。

表六 國外學者在災害面對於脆弱度之定義表

Timmerman(1981)	脆弱度是某一系統對災害事件反向行動的程度，此程度取決於系統的彈性(系統對於事件吸收和復原的能力)。
Kates(1985)	脆弱度是承受災害和反向反應的能力。
Bogard(1989)	脆弱度的操作型定義為無能對損失採取有效的方法。在個人的層次上，受災是無能減輕災害的結果，也是我們察覺災害的能力。
Dow(1992)	脆弱度是群體或個人基於其所在的自然和社會環境，處理災害事件的不同能力。
Smith(1992)	脆弱度是某個時間點，人類可以做到對災害的社會經濟忍受度。
Alexander(1993)	脆弱度是自然災害為居住地區帶來的損失與利益函數。
Cutter(1993)	脆弱度是個人或群體暴露在災害中，或受到其不良影響的可能性。它是地方災害與當地社經條件的互動。
Blaikie et al. (1994)	脆弱度的特徵會反映在個體或社群對於災害衝擊之預測、處理及復原之能力上。

Dow and Downing (1995)	脆弱度是由情境而生的不同感受。生理、人口、經濟、社會和技術等因素都會和自然災害有所關連。
ISDR(2002)	係指由物質條件、社會結構、環境系統、經濟活動等條件所組成之一套條件或計畫，增加或減少一個受災標的受害影響機率。

資料來源：整理自洪雅雯(2005)。

表七 脆弱性類別比較表

脆弱性類別	評估方式	決定因素
化學物理的脆弱性	一種特定類型災害的頻率與強度的函數	災害本身，災害的強度與災害發生時暴露在當地的人口決定其脆弱性
社會的脆弱性	可以決定災害事件的強度或結果的所有因素	人類系統固有的特質能決定災害的結果，因此環境的變項及暴露的尺度與人類的特質是評估決定因素

資料來源：Adger, Neil W., Nick Brooks, and Granham Bentham, eds. (2004)

另外，在巴貝多行動方案中，以海島之「脆弱度」(vulnerability)為訴求，要求與會各國儘速提出「脆弱度指標」(vulnerability index)，以反映島國或海島之經濟與生態脆弱程度，並據以研提永續發展因應對策。1997年聯合國「經濟與社會事務部」再召集海島國家專家群就「環境脆弱度指標」(environmental vulnerability index)及「經濟脆弱度指標」(economic vulnerability index)分組研究，並於1998年提出初步報告書，1999年三月的布魯塞爾會議則再度檢討各指標之意涵與不同地區之適用性(UNEP web)。雖然就科學研究而言，脆弱度指標之設定與量化分析之精準或預測，仍甚困難，但「脆弱度」已是各海島國家(尤其是小島地區及國家)永續發展的必要考量(蔡慧敏，2002)。

(2)脆弱度之評估

脆弱度評估是估計遭受風險成分對潛在災害危害脆弱度的過程。脆弱度評估一般被運用於設計防救災政策或使其合法、災害減輕計畫之成本效益分析，或設定減災措施之優先順序。另外脆弱度評估也運用在基礎建設的區位選擇上，例如避免公共設施、公共建築物位於斷層帶、土石流潛勢溪流等環境敏感地上。國際上主要脆弱性評估模式及其指標整理如表八。

表八 國際上主要脆弱性評估模式及其指標表

脆弱性評估模式	國別	評估指標
安全性圖表	德國	在單一模式中結合了環境壓力、敏感性、危機三概念，從社會及經濟指標評估在氣候變遷下所造成的脆弱度
模糊理論	德國	結合政治學、經濟學及心理學三面向的指標以系統性量化敏感度模式
比較性的脆弱性評估	美國 (史丹福大學)	在單一矩陣中利用三個脆弱度概念-敏感性、暴露、適應能力，此矩陣不僅可以應用於地區性的尺度，還能在不同系統間進行比較以證實造成此脆弱度原因的假設是否成立
進階陸域生態系統評估模式	歐盟	利用生態系統模式及社會經濟變項，以瞭解歐洲人民對生態系統及氣候變遷、土地利用變遷、大氣污染的脆弱度

人與環境系統的脆弱性分析	美國 (哈佛大學)	使用暴露、敏感性、彈性的概念作為分析的架構，以瞭解環境災害發生時，社會及生物物理的過程對形成脆弱度的影響，研究發現外界的政治及經濟力量與環境的變化，都會重塑區域環境的使用與面對災害的能力
--------------	--------------	---

資料來源:林冠慧、孫志鴻(2004)。

受害脆弱度分析即為在特定災害事件下，特定區域內，暴露於災害影響範圍內的人口、建物、生態系統、設施、財產，應用統計方法、數量化分析、質化研究等方法，進行受害脆弱度分析與評估。

受害脆弱度 (Vulnerability Assessment) 分析方法步驟包括：

1. 界定分析之標的與時間範圍

針對各災害發生之地點與影響時間及其相關資訊 (地形、地勢) 進行界定。

2. 研擬受害脆弱度衡量的指標系統

根據各災害特性及其發生之區位 (如災害發生地點位於國土三大功能分區之區位、都市地區、非都市地區)，參考災害潛勢分級準則相關內容，選取衡量受害脆弱度相關指標。

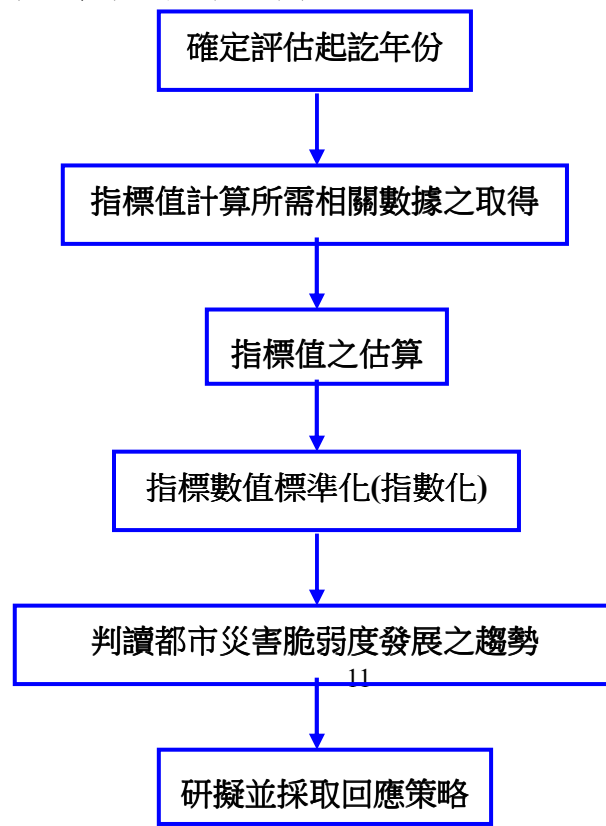
3. 進行受害脆弱度的基本調查

蒐集災害可引用之資料包含：田野調查、問卷分析、統計資料、相關文獻、相關減災建設等，皆可納入基本調查項目中。

4. 應用受害脆弱度分析工具

依照災害相關資訊，挑選適宜受害脆弱度之分析評估工具，以利分析災害風險程度。

在國內相關研究中，洪雅雯(2005)曾經針對都市地區藉由都市災害脆弱度指標的挑選，嘗試建立都市災害脆弱度評估模式，以作為災害發生前，檢視都市環境中都市災害脆弱度之要因，並作為災害防救計畫之參考依據。其研究彙整都市防災之相關法令規章、文獻與研究理論，擬定都市災害脆弱度評估模式架構，區分為減災、整備、應變、復原等四大評估構面，並依各評估層級挑選適當之評估因數。並以台中縣市進行實證分析，運用層級分析法 (analytic hierarchy process, 簡稱 AHP) 進行兩階段的專家問卷，經由專家問卷回饋之結果，得到 75 項影響都市災害脆弱度之重要因素，其都市災害脆弱度指標評估操作流程圖如圖十二。



圖十二 都市災害脆弱度指標評估操作流程圖

資料來源：洪雅雯(2005)。

洪雅雯(2005)之都市災害脆弱度指標之中，有統計資料之指標整理如下：

1. 減災

(1) 都市人文環境

- A. 都市人口密度
- B. 人口成長率
- C. 都市人口老化指數

(2) 土地減災利用與管理

- A. 山坡地超限利用土地面積
- B. 每年核發建築執照件數
- C. 有無劃設災害危險區域
- D. 水土保持處理面積
- E. 治山防災治理工程費

(3) 都市防災規劃

- A. 都市公園綠地面積
- B. 都市公路密度
- C. 有無規劃防災避難圈
- D. 有無訂定災害防救相關法令

(4) 災害防救資訊技術

- A. 有無製作災害潛勢圖
- B. 有無建置災害防救資料庫
- C. 有無建置資訊通訊系統
- D. 有無建置災害監測及預警/報系統

(5) 設施及建築物之減災與補強對策

- A. 防燬管理檢查合格率
- B. 已制定消防防護計畫比率
- C. 已遴用防災管理人比率
- D. 禦潮、海堤新建長度
- E. 兩水下水道新建長度

(6) 二次災害之防止

- A. 有無建立災後疫情通報機制
- B. 有無建立災後環境消毒機制

2. 整備

(1) 防救/應變計畫及相互援助協議之研訂

- A. 有無擬定災害防救/應變計畫
- B. 有無擬定災害標準作業程式
- C. 有無相互支援災害處理機制

(2) 防救能力之整合與強化

- A. 消防員警人員數
- B. 義警消人員數
- C. 每千戶消防栓數
- D. 每萬人消防車輛數

(3) 災害應變中心與資源整備

- A. 有無設置災害防救專責單位
- B. 有無訂定災害搶救設備調度與供應計畫
- C. 有無訂定救濟急物資調度與無應計畫

(4) 避難場所與設施管理、檢修維護

- A. 有無定期檢修災害防救設施/備
- B. 有無研擬避難場所管理辦法

(5) 緊急醫療整備

- A. 每萬人醫院數
- B. 每萬人病床數
- C. 每萬人醫事人員數
- D. 有無成立醫療災難中心

3. 應變

(1) 災害應變中心設立與運作機制

- A. 有無研擬各層級災害應變中心成立與運作機制
- B. 有無研擬災情通報機制

(2) 災區管理與疏散安置

- A. 有無建置災情資訊專用頻道
- B. 有無建立緊急疏散、收容作業機制

(3) 罹難者處置

- A. 遺體冷藏冰櫃總數
- B. 殯儀館、火化場數

(4) 緊急動員及急難醫療救助

- A. 民間消防、救難團體組織總隊數
- B. 有無研擬緊急動員機制

(5) 維生機能因應對策

- A. 飲用水合格率
- B. 有無研擬維生應急、救援物資供應機制

4. 復原

(1) 災情勘查與復原振興

- A. 有無建立災情資料庫
- B. 有無研擬產業復原/振興相關計畫

(2) 災後復建必要金融措施

- A. 有無研擬災害保險制度
- B. 有無災害準備基金
- C. 有無協調金融機構提供貸款

(3) 災後環境復原

- A. 有無制定廢棄物清除作業機制與管理辦法
- B. 垃圾清運處理車輛數
- C. 廢棄物清理人數

(4) 災民慰助與生活安置

- A. 災害總安遷戶數
- B. 生活重建服務中心數
- C. 每萬人口志工數
- D. 有無協助受災戶申請稅捐減免或保險理賠
- E. 每年天然災害救助金額

另外，依據國土災害影響範圍，進行災害影響度（受害脆弱度）分析內容包括：

- (1) 災害影響範圍：統計說明國土災害影響範圍面積。
- (2) 歷史統計資料：蒐集災害發生與相關統計資料。
- (3) 自然環境：說明國土災害對有機環境（動物、植物、微生物）與物理環境（包括A.岩石土壤環境-土壤、地形、地質；B.水環境-海洋、河川、地下水；C.大氣環境-氣候、風、光能）所導致之影響與損失。

(4) 人為環境

A. 實質環境

說明國土災害對實質環境導致之影響與損失。包括a.土地使用（說明使用分區、土地使用強度-建蔽率、容積率）；b.公共設施；c.交通建設；d.防災計畫（說明縣市防災綱要計畫內容、國土災害減災相關建設）。

B. 非實質環境

說明國土災害對非實質環境造成之損失。包括a.文化環境（歷史、宗教、政治）；b.經濟產業（說明一級、二級、三級產業損失及影響狀況）；

c.社會環境（說明人口統計資料、人口居住概況、人口傷亡情形、以及國土災害導致社會福利相關問題）。

近來逐漸認知到災害風險減除與氣候變遷調適的關連，因為氣候變遷改變的不只是物理性的危害，同時也改變了脆弱程度(吳珮瑛，2008.06b)。

氣候變遷的空間影響模型，一般是以地區(local)的評估為主，因此，如果要加總成區域甚而是全球的範疇則有相當的困難度，很明顯的，因為由地方、匯集至以洲際為主的區域 (region)，而至

全球的範圍，評估氣候變遷在不同空間範圍的影響，除了氣候變遷本身的條件之外，尚且受到未來社會、經濟及技術條件的影響(吳珮瑛，2008.06b)。

由文獻上選出認定關鍵脆弱性的準則共有七點，分別是影響的大小 (magnitude)、影響的時間 (timing)、影響的持續性與可回覆性 (persistence and reversibility)、估計影響發生的可能性及信賴度 (likelihood and confidence)、潛在的調適 (potential for adaptation)、影響的分配 (distribution) 及系統的重要性 (importance of the vulnerable system) (吳珮瑛，2008.06a)。

脆弱性共分為全球社會系統(global social systems)、區域系統(regional systems)、全球生物系統(global biological systems)、地球物理系統(geophysical systems)、極端事件(extreme events) (吳珮瑛，2008.06a)。

脆弱性中的社會系統是指市場系統與社會系統，市場系統包括正式與非正式市場之財貨與服務的提供與販售，非市場影響 (如人命的損失、物種的損失及分配的不均等)的評估則牽涉一系列規範性的評價，這些的共識性比較有限。雖然關於間接影響的評估方法還有相當的爭議，然近年來則有一些共識使人們注意到經濟上的一些間接影響，如資本的累積、投資與儲蓄等。又社會系統面對脆弱性所可能衍生的脆弱情形取決於幾個因素，一個是暴露的程度，另一個因素是社會能夠與威脅共存，或者依此而產生的優勢與調適環境的能力(吳珮瑛，2008.06a)。

在開發中國家，對於氣候變異及颱風、颶風、洪水與旱災的極端氣候，仍難達到基本的調適水準，以致於由此所造成的影響也被視為是關鍵的脆弱性(吳珮瑛，2008.06a)。

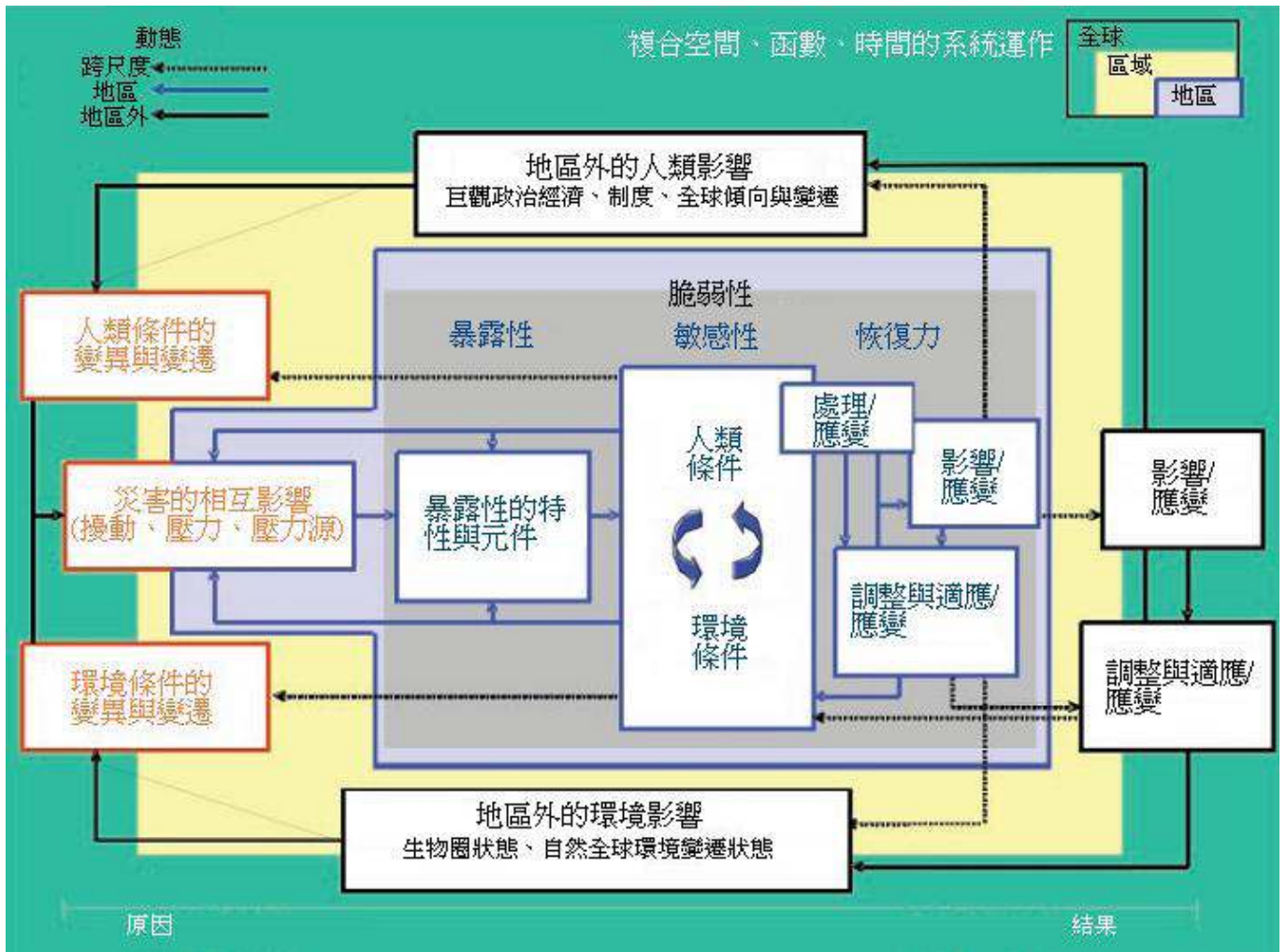
減緩關鍵脆弱性的方法有(1)情境分析與目標穩定分析(scenario analysis and analysis of stabilization targets)、(2)輔助分析(guardrail analysis)、(3)成本效益分析 (cost-benefit analysis)及(4)成本有效性分析(costeffectiveness analysis)(吳珮瑛，2008.06a)。

聯合國氣候變遷綱要公約組織(UNFCCC)指出脆弱性的關鍵在於，人為干擾而危害氣候系統，進而可能顯著的對自然和人類系統有不利影響氣候變遷風險下，脆弱性評估包括三種層次，當前氣候所造成的脆弱性、氣候變遷下沒有任何調適和緩和措施時的脆弱性、和適應和緩和措施實施下的脆弱性(林淑華，2008.06)。

脆弱性的評估取決於適應承載力的決定方式，以檢驗系統對氣候變遷的潛在反應。許多學者竭力於研究社會發展狀況，想瞭解脆弱性的根本原因和進一步加強適應能力。在定量分析中，指標最常被使用於決斷適應能力，例如全國經濟能力，人力資源和環境承載量等(林淑華，2008.06)。

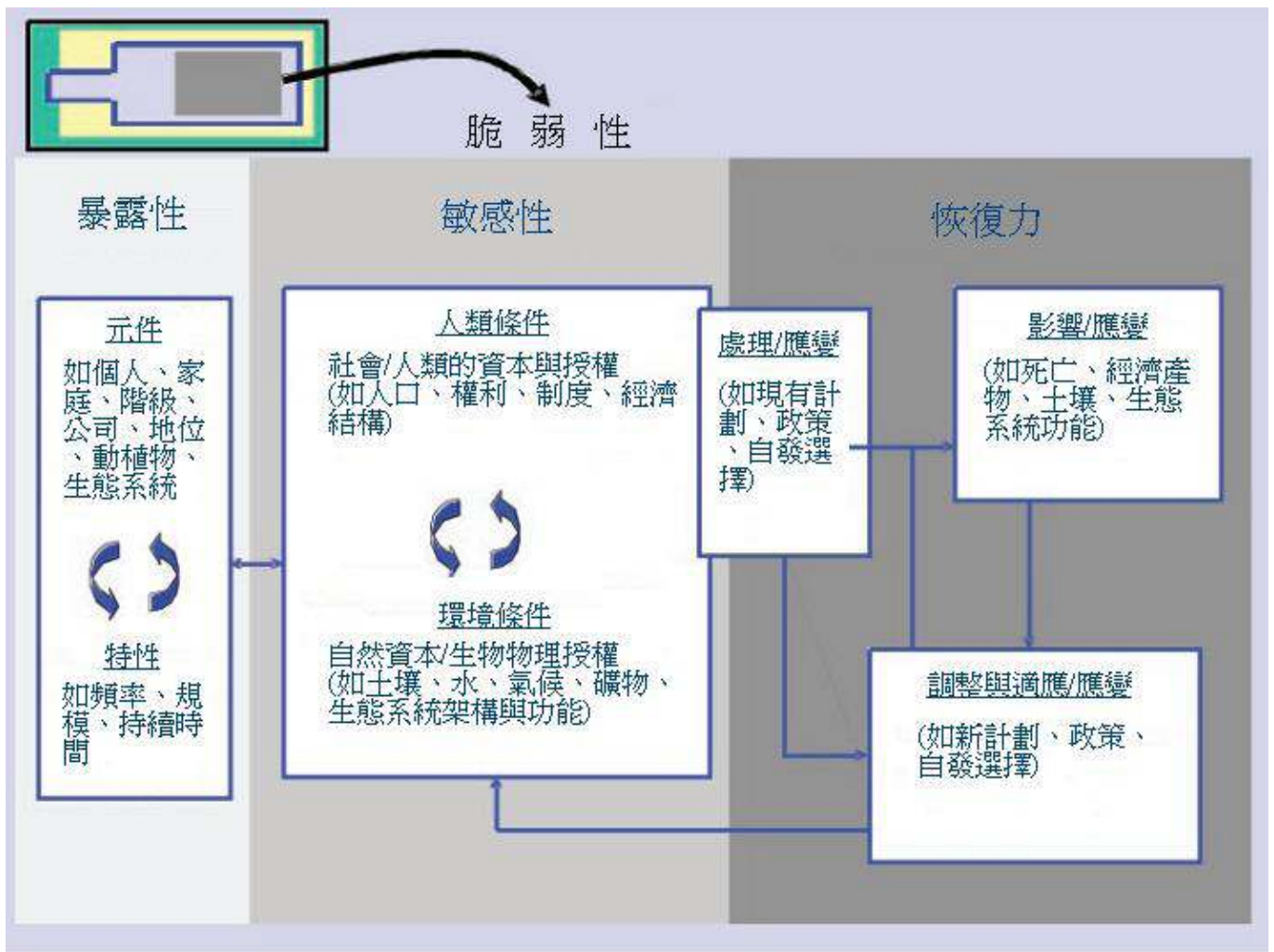
Turner II et al. (2003) 提出的脆弱性評估架構(圖十三)，可提供要素與關聯 (組成結合系統對災害脆弱性) 的概括分類，該基本架構包括：

- (一) 討論的結合系統中，更廣泛的人類與自然 (環境) 的運作條件與過程。
 - (二) 這些條件與過程產生的擾動與壓力源-壓力。
 - (三) 存在脆弱性的人類環境系統，包括暴露性與應變能力 (也對是處理、影響、調整與適應)。
- 這些元素是相互影響且尺度相依，所以分析會受結合系統概念化的方法與研究範圍所影響。



圖十三 脆弱性評估架構，脆弱性要素連結因素圖
 資料來源:蕭煥章(2008)翻譯自Turner II et al. (2003)

依空間尺度可連結地區（藍）到區域（黃）到全球（綠），不論空間尺度為何，人類環境系統由分析的地區所構成，系統中的災害是受系統與地區的外部及內部影響而產生，因此，災害本身是位於評估地區之內與外，這些災害對結合系統有潛在的影響，包括系統經歷擾動與壓力源的方式，進一步針對地區性敘述詳如下圖十四。



圖十四 脆弱性評估架構中，暴露性、敏感性與恢復力要素圖
資料來源:蕭煥章(2008)翻譯自Turner II et al. (2003)

系統的人類環境條件決定它對暴露性的敏感性，這些條件包括影響現有處理機制的社會與自然資產。對人類子系統來說，這些機制可能為個人的自發行動或政策走向的改變，重要的是，社會與自然的回應或處理機制會相互影響與回饋，所以人類子系統的回應能造成自然子系統較多或較少的處理能力，反之亦然。該架構說明脆弱性評估的複雜性與相互關係，著重於某地區影響人類環境系統脆弱性的潛在因素與關聯陣列，其系統特性為可依據使用者所關切的事與目標由左至右（災害至結果）或由右至左（結果至災害）來應用，但不同的分析方向可能產生不同的脆弱性。

4. 恢復力相關理論文獻

(1) 恢復力的概念

參考劉婧等人(2006)整理以往有關恢復力的文獻研究，指出恢復力的觀念從為最早期運用在力學研究、演變至生態學領域、至社會及環境變遷領域，近幾年來才被運用至災害學領域。

最早將恢復力的觀念運用生態領域是Holling(1973)，於其研究中指出恢復力會影響生態系統的關係是否穩固，並據以評估這些系統吸收狀態之變量、驅動變量以及參數等數值的變化與統計量。Timmerman(1981)則進一步討論社會對氣候變化的恢復力，在其研究中將恢復力和脆弱性聯繫起來，定義恢復力是系統或系統一部分承受災害事件的打擊並從中回復的能力。Timmerman 定義社會恢復力為人類社會承受外再壓力對基礎設施的打擊或擾動(如環境變化,社會、經濟或政治的劇變)之能力，及其從中回復的能力，社會恢復力可以用制度變革

和經濟結構的表現載體、財產權、資源可進入性以及人口變化來衡量。

近幾年來，有關回復力研究開始集中在災害學領域。Comfort(1999)將回復力運用在震災與災後應變的行為上，提出回復力乃是運用目前的資源與技能，以適應新的情況與運作環境的能力。Mileti (1999)則認為提升社區 (community) 回復力是阻止災害造成經濟損失持續增加的一項重要目標，並認為回復力是社區所能承受之災害強度，亦即在災害衝擊下，社區能不遭受毀滅性破壞和損失，且當地經濟能力或生活品質在無外援下亦也不會下降。而 Petak (2002)則認為系統的執行能力就是回復力。Bruneau et al.(2003)則將回復力定義為社會單元對於減災、控制災害影響以及完成復原行動的能力。Tierney and Bruneau (2007)認為所謂災害的回復力強調的是災前減災的措施，並反應自然人文系統對於災害的應變與復原的能力。他們亦提出了回復力三角關係(Resilience Triangle)概念。從上述的文獻中可發現，回復力觀念運用在災害學的領域中，主要被運用在災前的評估(藉此在災前評估的災害可能之衝擊)及災後的策略(藉此處理並減少災害的衝擊)。

關於脆弱度與回復力之定義與關係，於目前的空間規劃與災害風險管理領域中，脆弱度和回復力研究時常都是同時進行的，雖然對於災害脆弱度之研究發展較早，而且趨於複雜化和多元化。但在早期的脆弱度相關研究中，大部分的脆弱度定義中包括回復力的含義，如 Kasperson 提出脆弱度指個體因為暴露於外界壓力而存在的敏感性，以及個體調整、恢復或進行根本改變(如變為新系統或自我耗散)的能力(Hossain, 2001)。

因為脆弱度定義的混亂與不統一，以及對回復力的理解加深後，回復力逐漸從脆弱度之定義中獨立出來，例如 Buckle 等(2001)所做的澳大利亞应急管理(EMA)中脆弱度和回復力定性評估工作。

(2) 災害回復力評估

A. 定性評估

經過多年在定義上的爭論，以及回復力聯盟和 UN / ISDR 對生態、社會和制度回復力解釋的融合，回復力概念在政策和管理等方面之價值，已為大眾所接受和認可，但回復力研究仍停留在概念層面，仍有待加強使概念可操作化的方法。在回復力聯盟的理論領域和國際減災戰略的應用領域都仍面臨著相同的問題，包括：回復力衡量、檢測與標準化仍未有突破之研究。回復力的量化研究還非常薄弱，僅有的少量研究中又以定性研究為主，例如 Buckle 等(2001)在其澳大利亞应急管理(EMA)的報告書中，在集體討論和問卷調查等方法的基礎上，對個人和社區的回復力進行了全面的定性評估；Rego(2002)提出應該保證社區物流和服務流的暢通，避免其中斷帶來的間接損失以增加回復力；而 Mustafa(2003)通過實地調查和災後統計等方法其結論指出：有針對性對脆弱承災體的救助是災後恢復的關鍵，尤其要關注社會貧富分化和性別差異。因此定性評估往往更多地關注於回復力的重要性和影響因素研究，以及如何來增強社會、組織、社區、個體的災害回復力等方面，具有一定的說服力和可操作性。但目前這方面的研究仍處於起步階段，沒有較為成熟的研究成果。

B. 定量評估

災害學家、生態學家和經濟學家都在嘗試將回復力進行量化研究。比較典型的有 Perrings(2000)應用非線形卡爾曼濾波(Kalman filter)和誤差糾正(Error Correction)模型來研究博茨瓦納農業生態系統的生產潛力和回復力損失，並發現系統對外部打擊的敏感性和經濟、非經濟參數有關，受排水渠造價的影響較小，受放牧成本的影響較大。而 Paton(2001)從社會心理學角度，採用問卷調查和統計方法，對新西蘭魯阿佩胡火山 1995 年和 1996 年火山爆發後的社區回復力，進行了定量研究，最後認為個體的自我效力、問題應對能力、社區歸屬感和年齡是對火山災害回復力的主要預測變數。

另外，還有美國布法羅大學地震工程多學科研究中心(MCEER)的 Michel Bruneau 和 Masanobu Shinozuka(2003)、Stephanie E.Chang(2004)及 Adam Rose(2004)和 Shuyi Liao(2005)等眾多科學家致力於透過改進關鍵性基礎設施(地震的生命線系統)的工程和管理工具，以增強

社區的地震回復力，在災害損失評估的基礎上，對地震回復力的量化進行了大量創新性的研究工作。

回復力度量標準以 Bruneau 等(2003)的工作為基礎，他們指出了定量測量回復力概念的必要性，尤其是為增強回復力和減災決策提供科學依據；認為地震回復力由 4 個相互聯繫的維度空間組成：技術(technical)、組織(organizational)、社會(social)和經濟(economic)，簡稱 TOSE 維度空間，有 4 個屬性(4R)：穩健性(Robustness)；快速性(Rapidity)；冗餘性(Redundancy)；智能化(Resourcefulness)。

近年來災害恢復力研究在領域的拓展和定義的延伸等方面取得了較大的進步。災害恢復力作為系統的一個有價值的屬性，與風險、脆弱性和適應性一起成為當前災害綜合管理和減災研究的重要內容。但目前災害恢復力研究仍停留在理論和概念層面，鮮有深入的實際操作性強的工作開展。為進一步理解水災恢復力的內涵和實質，為區域恢復力建設提供切實可行的方案，劉婧、方偉華、葛怡、王靜愛、蘆星月、史培軍(2006.12)在原有對災害恢復力研究進展進行綜述的基礎上，開展了以湖南省洞庭湖區為例的洪水高風險區水災恢復力理論和實踐的研究，提出了由自然維、經濟維、組織維、社會維組成的四維區域水災恢復力概念模型，然後細緻分析了區域水災恢復力利益主體的相互關係，提供了初步的區域水災恢復力評估模型。最後在定性分析的基礎上，對洞庭湖區區域水災風險管理進行了探討，提出了相應的管理對策和建議，旨在為政府的防災減災決策提供科學依據。

而 Chang 等(2004)以美國田納西州孟菲斯(Memphis)供水系統為例，在災害損失評估模型的基礎上，設計了供水系統不改造和 2 個不同改造方案情景下，採用蒙特卡羅(Monte Carlo)數學統計類比方法，通過電腦程式設計和 GIS 類比運算出，在 2 個不同等級的地震發生後的技術、經濟和組織回復力(由於資料和模型限制未能研究社會回復力)，其結論指出：災前的緩解行為有利於提高災後回復力，改造方案二比方案一具有更好的效果，能夠對回復力現狀產生改進作用。Chang 等(2004)在另一篇文章裡建立了基於承災體的社會—經濟損失模型，應用在洛杉磯水電部門(LADWP)，透過計算損失量而評價了更廣泛的地震破壞(如建築物損壞)下，生命線系統的社區回復力。

Rose(2004)則對地震的經濟回復力進行了深入分析，區分了常規情況下的固有經濟回復力和緊急情況下的適應經濟回復力，以及回復力操作的不同水準。引入經濟學的可計算一般均衡模型(Computable General Equilibrium Model, CGE 模型)，定義了對個體、市場和區域宏觀經濟的非平衡態，以及它們與回復力的關係進行了定性分析，在比較分析可計算一般均衡模型、投入產出模型(Input-Output Model)、社會收支矩陣(Social Accounting Metrics)等模型用於災害影響和政策回應的優缺點後，構建了區域災害經濟回復力定量模型，最後以美國波特蘭地區的供水系統為例，進行了地震對部門和區域經濟影響的定量計算，其結論指出：在供水系統破壞造成的直接經濟損失中，會隨著總體經濟水準、災前緩解行為和災後內在回復力、適應回復力的變化而變化。

由以上可看出，MCEER 主要側重於地震中基礎設施的廣義回復力，考慮到了回復力在災前、災中、災後各個環節中的表現，包括了所有降低災害損失的行為，強調災前緩解行為對災後恢復，以及災後恢復對下一次災害的重要影響，但其研究主要側重在減災項目改造的模擬評價方面，對回復力的形成機制、影響因素等研究較少。

總之，在量化方面也僅在地震對基礎設施的影響方面，從數學模型有一些深入地研究，既沒有針對某種災害建立回復力指標體系，也沒有從數量上回答“什麼因素決定回復力大小”和“在多大程度上決定回復力大小”，也沒有建立較全面系統的綜合評估模型。但是，回復力評估在應急管理和減災規劃中的價值已得到相當地重視。

(3) 災害回復力與脆弱度的關係

關於脆弱度與回復力之定義與關係，於目前的空間規劃與災害風險管理領域中，脆弱度和回復力研究時常都是同時進行的，雖然對於災害脆弱度之研究發展較早，而且趨於複雜化和多元化。但在早期的脆弱度相關研究中，大部分的脆弱度定義中包括回復力的含義，如

Kasperson 提出脆弱度指個體因為暴露於外界壓力而存在的敏感性，以及個體調整、恢復或進行根本改變(如變為新系統或自我耗散)的能力(Hossain, 2001)。

因為脆弱度定義的混亂與不統一，以及對回復力的理解加深後，回復力逐漸從脆弱度之定義中獨立出來，例如 Buckle 等(2001)所做的澳大利亞應急管理(EMA)中脆弱度和回復力定性評估工作。

目前對於脆弱度與回復力之關係主要有以下兩大類觀點: Folke 等(2002)認為脆弱度與回復力是同一硬幣的兩面:脆弱度是承災體被破壞的可能性，它的反面是承災體抵禦和恢復的能力，即回復力;如果承災體是脆弱的，那就同時反映了它的低回復力，反之亦然。很明顯地，用互反性概括脆弱度和回復力的關係並不合理。譬如某一家戶頻繁受到水淹，損失頗大，水災脆弱度大，但家戶在災後及時得到政府救濟金或社會援助等，所以自我恢復能力很強，很快進入災後正常的生產生活。可見，家戶的脆弱度和回復力之間並沒有呈現必然的反向關係。

Buckle 等(2001)認為脆弱度和回復力都是由多個複雜因素的相互作用所形成，同樣屬於事物的屬性但並非全部，在這些因素中對回復力起主導作用的是:對減災資源的可獲取性和經濟安全;解決問題或進行決策的知識和技能;獲取系統的回復力是一種積極的減災行為，減少脆弱度則只是由此產生的一種反應性結果;脆弱度和回復力兩者就像一個雙螺旋結構，在不同的社會層面和時空尺度中交叉，因此它們是不可分離的，既不能簡單視為硬幣的正反兩面，也不能歸納為一個連續體的端點，應該強調兩者之間直接且緊密的聯繫;回復力和脆弱度可以呈正相關性，回復力由低變高的同時，脆弱度也由低變高;回復力和脆弱度也可呈負相關性，當回復力由低變高時，脆弱度由高變低。雙螺旋結構強調了脆弱度和回復力不可分離的關係。

為了更清楚地界定災害回復力，我們可從廣義和狹義兩個方面來進行區分。廣義的災害回復力包括系統抵抗致災因數打擊的能力和災後恢復的能力兩個方面，所以抵抗力包含在廣義的回復力概念中;而狹義的災害回復力則只包括系統災後調整、適應、恢復和重建的能力，可以由恢復速度、恢復到新的穩定水準所需時間，和恢復後水準等變數來表徵。在確定恢復後水準時，應動態地考慮災前水準在恢復的時間段內，以原來正常發展速度應達到的水準，而不是靜態地與災前水準比較。這樣就將脆弱度和回復力的定義明確區分開來。就其狹義的內涵而言，脆弱度是一種狀態量，反映災害發生時系統將致災因數打擊力轉換成直接損失的程度，所以脆弱度研究主要是為災前的減災規劃服務的;而回復力則是一種過程量，反映了災情已經存在的情況下，社會系統如何自我調節，從而消融間接損失並儘快恢復到正常的功能，因此回復力研究主要用於災後恢復重建計畫的制定，主要的研究目的在於確定從什麼方面入手進行恢復可以達到事半功倍的效果，即找出回復力建設的薄弱環節及災後高效恢復的措施和途徑。需要說明的是，回復力概念在系統沒有被完全損壞前適應，而在完全損壞時則用重建能力來表達(劉婧、史培軍、葛怡、王靜愛、呂紅峰，2006.02)。

而災害回復力的研究必須在災害系統中來進行。總結歸納災害系統的各個要素之間的相互關係如下:一個地區在災害發生前存在著潛在的致災因數，人類面對致災因數時具有一定的脆弱度，脆弱度越高意味著風險越大，可能造成的災害損失也越大，而回復力大小決定了實際的災情，回復力大的地區能夠降低可能的災害損失，及時從災害中恢復到正常狀態，回復力小的地區則正好相反(劉婧、史培軍、葛怡、王靜愛、呂紅峰，2006.02)。

另外，由於系統調整、適應與學習能力的存在，回復力對於下一次的災害也將產生正面影響，可以協助人們更完備地做好備災反應、改進減災規劃和應急預案，從而進一步提高脆弱度，降低風險，即回復力對災害系統存在一種正的回饋機制。所以脆弱度和回復力可看成是承災體兩個重要的品質屬性，由區域自然系統和社會經濟系統來決定，二者互相影響，貫穿於災前、災中、災後各個環節。由於經濟水準、區域政策、人口結構和數量、文化差異等的存在，脆弱度和回復力之區域差異也十分明顯，這使得具有相同致災強度的致災因數發生後，造成的影響迥然不同。明確識別風險和客觀量度區域承災體的脆弱度和回復力，可以使區域管理者有足夠科學依據，以規劃如何避免或儘量減小災害造成的不利後果(劉婧、史培軍、葛怡、王靜愛、呂紅峰，2006.02)。

5. 洪災脆弱度評估相關文獻

(1) 國外相關文獻

1945年，美國地理學家Gilbert F. White在對洪水災害進行研究的基礎上，在Environment as Hazards一書中，提出了‘適應與調整’的觀點，確立了人類對致災因數的認識和對極端事件調整的主要原則(Burton et al., 1993)。首次將人們防災減災的視線從單純的致災因數研究和工程防禦措施擴展到人類對災害的行為反應，指出了可以通過調整人類行為而減少災害影響和損失，為其後的綜合減災奠定了理論基礎(商彥蕊，2000.06)。

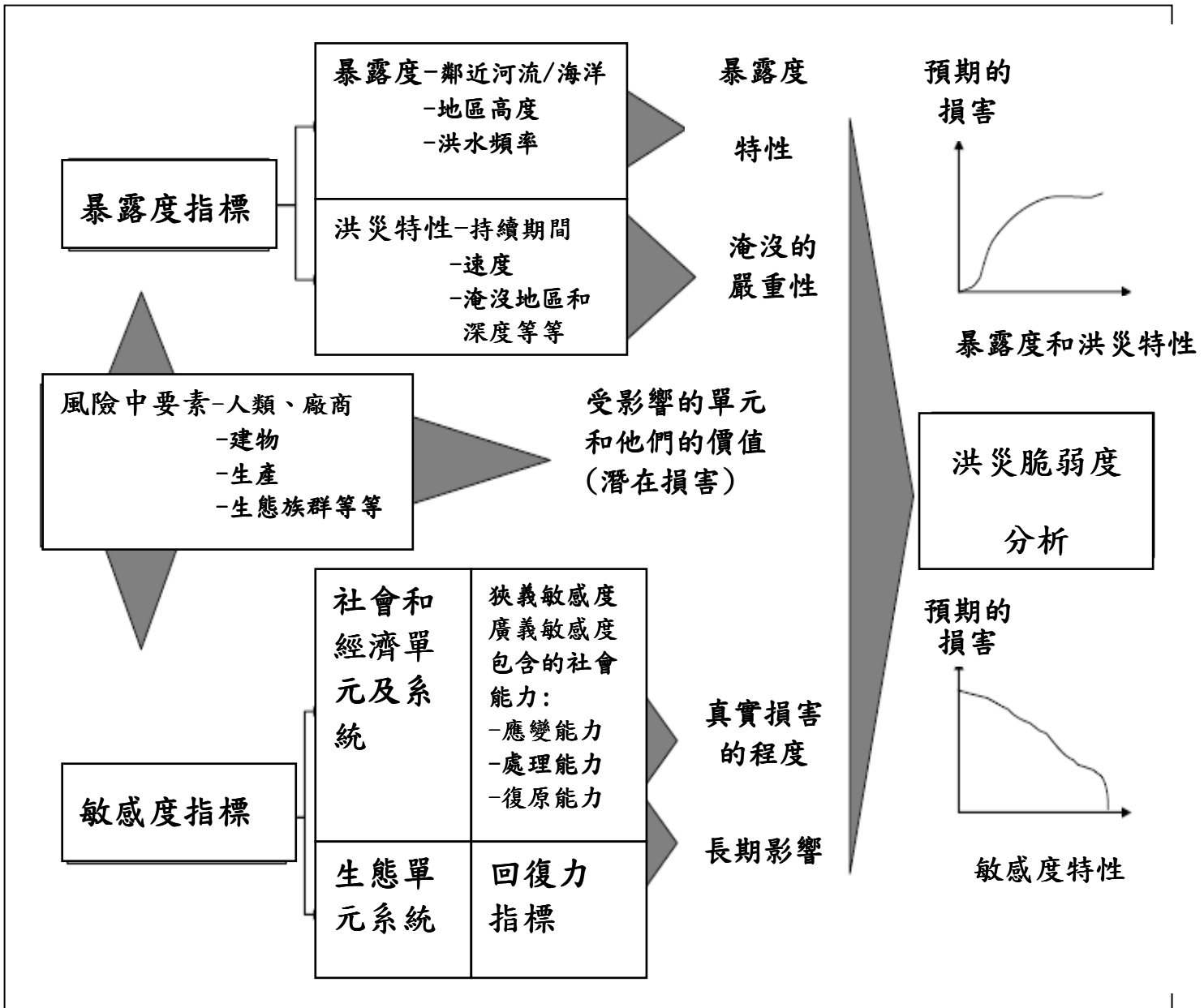
另外，Forte, F., Strobl, R. O., Pennetta, L. (2006)使用GIS、航空照片和遙測於損失估計和洪水脆弱度分析的方法在義大利，其研究表現了一個對損失估計和洪水脆弱度分析先導技術的應用，整合了一個地理資訊系統、航空照片和遙測方法。分析結果清楚的表現Graben地區是在潛在最高洪水脆弱度，然而沿著Horsts洪水脆弱度是更低的。

Dorian Speakman(2007)利用洪水壓力點之繪圖以評估英國消防服務對於洪水的脆弱度，對於英國消防服務的一個脆弱度指標，已經被設計於鑑定在嚴重的洪水事件之中易受傷的位置，以最近英國消防服務的案例研究而言，脆弱度的模式，從及時需求和資源的觀點，能藉由調查環境的起因及他們和回應局處的調適能力之互動而被解釋。

當前最先進的洪水損害分析，主要著重於有形的洪災影響之經濟評估，Messner and Meyer(2005)指出重要的經濟、社會和生態面向洪災相關的脆弱度是被忽略的，對於洪水研究而言，發展一個更廣泛觀點的洪災損害評估是一項挑戰。這是洪水研究的一項挑戰去找出新型和創新的方法，以克服目前洪水損害和脆弱度分析方法的缺點，因此，加強洪水風險管理的全部方法，關於它的社會-經濟組成要素。在洪水整合性計畫之中，在由歐盟所資金支援的第6次架構計畫中，一群歐洲社會科學家的研究目的是洪水脆弱度分析的一些(5個)缺點。這個研究的目標有以下5點：

- (1)提供方法論上的指導方針於洪水影響的貨幣估計在人類健康和環境上。
- (2)提供方法論上的指導方針於間接經濟影響的貨幣估計，在投入產出模型技術的基礎上。
- (3)促進函數上在預期要發生的損害和洪水特性之間脆弱度關係的發展，在淹水深度之外。
- (4)促進函數上在預期要發生的損害和社會經濟敏感度指標之間脆弱度關係的發展，在更廣泛的意義之下，特別著重於風險認知、準備和處理指標。
- (5)發展多評估工具以包含非貨幣無形損害加入洪水損害分析的評估架構。

Messner and Meyer(2005)提出之洪災脆弱度分析指標圖如下圖十五所示。



(2) 國內相關文獻

關於國內脆弱度評估相關之研究文獻，依評估對象各縣市、集水區、流域之不同整理如下表九所示。

表九 國內脆弱度評估相關研究文獻整理表

評估對象範圍	時間作者	研究主題	研究方法	指標分類
各縣市	2005 洪雅雯	建立都市災害脆弱度指標之研究	AHP 專家問卷	減災、整備、應變、復原四大評估構面
	2006 鍾佳霖	台灣地區各縣市颱風災害脆弱性評估之研究	資料包絡分析法、地理資訊系統	三項投入：人口數、歲出金額、農業經濟產值；四項產出：死亡人數、受傷人數、災害救助金額、農業經濟損失
	2007 江宜錦	天然災害統計指標建構與分析-以台灣各縣市為例	模糊德爾菲法、模糊AHP	脆弱性統計、災害損失統計、災害管理統計三大評估標的
	2008 蕭煥章	水災脆弱性評估模式之建立-以汐止市為例	學者專家深入訪談、地理資訊系統	社會脆弱性:女性、住戶數、人口數、低收入者、獨居老人、身心障礙者、14歲以下、65歲以上與不識字;自然脆弱性:淹水潛勢資料與納莉颱風造成汐止各裏淹水的戶數
	2008 李欣輯楊惠萱廖楷民	水災社會易損性綜合指標之建立	地理資訊系統、水災家戶損失模型	社會易損性面向，分為災前的狀態：1.可能的外在損害(失)的情況；2.個體自保能力；3.災後的狀態：災後復原與適應力
	2008 陳建智	台灣脆弱性指標建構與評估之研究	情境分析、統計檢定	居住、糧食、生態、健康、水資源、整體脆弱性指標
集水區	2003 陳慶和吳瑞賢	台灣主要集水區颱風豪雨之相似度與危險性分析	統計方法	颱風路徑、降雨、災害發生
	2007 闕蓓德	集水區脆弱度分析	美國集水區保護中心脆弱度分析方法、地理資訊系統	降雨強度、土壤型態與地表負載潛勢、各分區之地形、河川形態、與出水口距離、污染物在河道中衰減的作用
	2008 闕蓓德	應用環境脆弱度分析於集水區土地利用分區管制之研究	多準則評估	先檢討 95 年度集水區脆弱度分析成果，脆弱度與回復力分析方法之實例探討；再建立經濟發展與環境衝擊之多目標集水區評量系統；最後為集水區土地利用分區管制策略建立與成果發表
流域	2006 鍾懿萍	區域規劃與流域土地分區利用型式判定及總量管制策略之研究	生態系統管理、地理資訊系統	依據國土功能分區、山坡地土地利用限度分類、國土復育計畫分類，並配合流域環境敏感界定水裏流域核心區、緩衝區、開發區
	2007 童慶斌	強化區域水資源永續利用與	水資源系統動力模式	分析各項水資源管理與規劃策略之脆弱度，結合國內外模擬未來可能之氣候變

	遊保杉 李明旭	因應氣候變遷 之調適能力		遷之預設情境，並將國內未來經濟社會發展對水資源需求之可能情境納入考量，及評估氣候變遷對淡水河流域各項水資源使用所帶來之衝擊，並探討各項調適策略之優劣，期能由模擬與最佳化分析，進而強化淡水河流域水資源彈性調配能力及水資源規劃與管理決策，藉此計畫推動並強化未來水資源規劃與管理面對氣候變遷之調適能力。
--	------------	-----------------	--	--

資料來源:本研究整理

(3)大陸相關文獻

而在大陸相關研究中，陳香(2007)以福建省為例，根據颱風災害承災體特徵，構建了颱風災害承災體脆弱性評價指標(表十)和評價模型，對福建省颱風災害承災體脆弱性時空動態進行評價。結果表明：福建省颱風災害脆弱性呈明顯上升趨勢；三個時段承災體脆弱度統計表明，脆弱度差值和平均值呈不太明顯上升，但高值縣數明顯增多，而低值縣數明顯減少；空間分佈不均，脆弱度高值集中分佈在東部沿海，體現福建人口經濟地區差異明顯。颱風災害承災體脆弱性時空趨勢評價可為福建省制定區域防災政策和經濟持續發展提供科學依據，建議脆弱度高值區應該成為福建防災減災的重點。

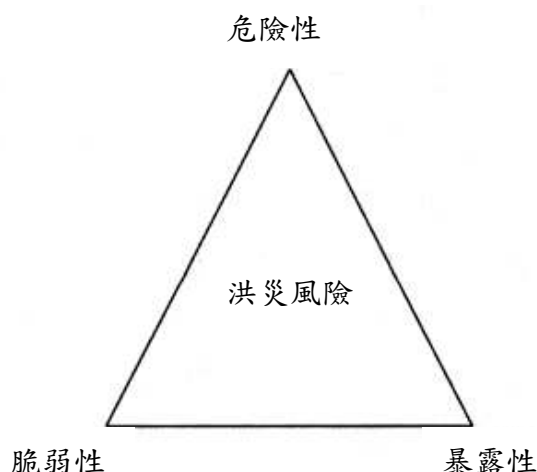
表十 福建省颱風災害承災體脆弱性評價指標等級及權重

指標	權重	方向	10分	8分	6分	4分	2分
人口密度 人/k m ²	0.254	+	>800	400-800	200-400	100-200	<100
城市人口比重%	0.130	+	>0.8	0.6-0.8	0.4-0.6	0.2-0.4	<0.2
地均GDP 萬元/k m ²	0.254	+	>240	120-240	60-120	30-60	<30
農民人均剩餘額 /元	0.062	-	>1400	1100-1400	800-1100	500-800	<500
農作物面積 比重%	0.130	+	>0.5	0.3-0.5	0.2-0.3	0.15-0.2	<0.15
地均基建投資 萬元/k m ²	0.042	-	>80	40-80	20-40	10-20	<10
單位從業人員比 重%	0.062	+	>0.18	0.14-0.18	0.1-0.14	0.08-0.1	<0.08
單位面積通車里 程 km /m ²	0.029	-	>0.8	0.6-0.8	0.4-0.6	0.2-0.4	<0.2
中等教育人員比 重%	0.015	-	>0.07	0.06-0.07	0.05-0.06	0.04-0.05	<0.04
衛生技術人員比 重%	0.042	-	>0.008	0.006-0.008	0.004-0.006	0.002-0.004	<0.002

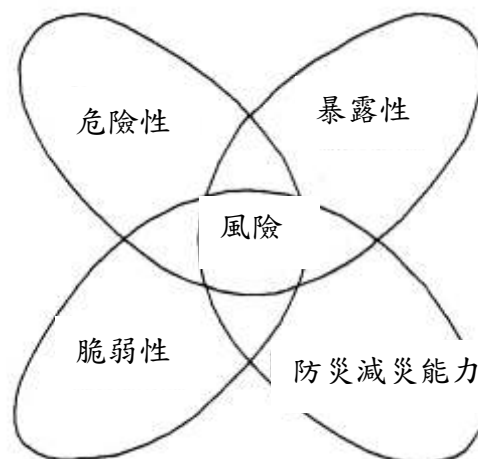
資料來源:陳香，2007，福建台風災害脆弱性時空趨勢評價。

從洪災系統的角度來看，洪災風險是由洪災危險性、洪災易損性和洪水災害災情共同構成的，其中洪災易損性是由承災體的脆弱性和暴露性決定的。目前多數學者認為，洪災風險是由洪水危險性、脆弱性和暴露性3個要素決定的，這類似於Crichton and Mounsey(1997)提出的“洪災風險三角形”概念模型(圖十六)；另一種洪災風險概念模型(圖十七)認為在洪災風險的形成過程中，除了危險性、暴露性和脆弱性之外，防災減災能力對於洪災風險的作用也是比較大的，指出洪災風險是由

洪災危險性、暴露性、脆弱性和防災減災能力四個因數共同構成的。對於這兩種洪災風險概念模型，筆者更偏向前者，因為防災減災能力是一種風險減輕和風險轉移措施，更多的是對洪水危險性、洪災易損性的影響(黃大鵬、劉闢、彭順風，2007)。



圖十六 洪災風險三角形概念模型圖
資料來源: Crichton and Mounsey(1997)



圖十七 洪災風險形成概念模型圖
資料來源:張會、張繼權、韓俊山(2005)

馬定國、劉影、陳潔、鄭林、張文江(2007)運用 1.5 萬 DEM 地形資料，對鄱陽湖區洪澇災害風險區區域範圍及空間分佈進行了分析。在此基礎上，以鄉鎮為基本研究單元，選取鄉村人口比重、耕地面積比重為洪災風險暴露分析指標，選取單位面積生產總值、農民人均純收入、第一產業從業人員比重、農業收入占農村經濟總收入比重等為農戶洪災應對能力分析指標，並引入了不同洪水水位特徵值的影響係數，對鄱陽湖區農戶洪災脆弱性程度進行了定量研究。結果表明，鄱陽湖洪災風險區面積廣、影響深，農戶對洪澇災害總體上存在著較高的脆弱性，在所涉及的 180 個鄉鎮中，農戶脆弱度高於平均值的有 100 個，占到鄉鎮數 55.56%，脆弱度最高的鄉鎮主要集中在濱湖地帶及五河幹流沿岸地區，而脆弱度較低的鄉鎮則主要分佈在湖區各縣城關鎮所在區域。

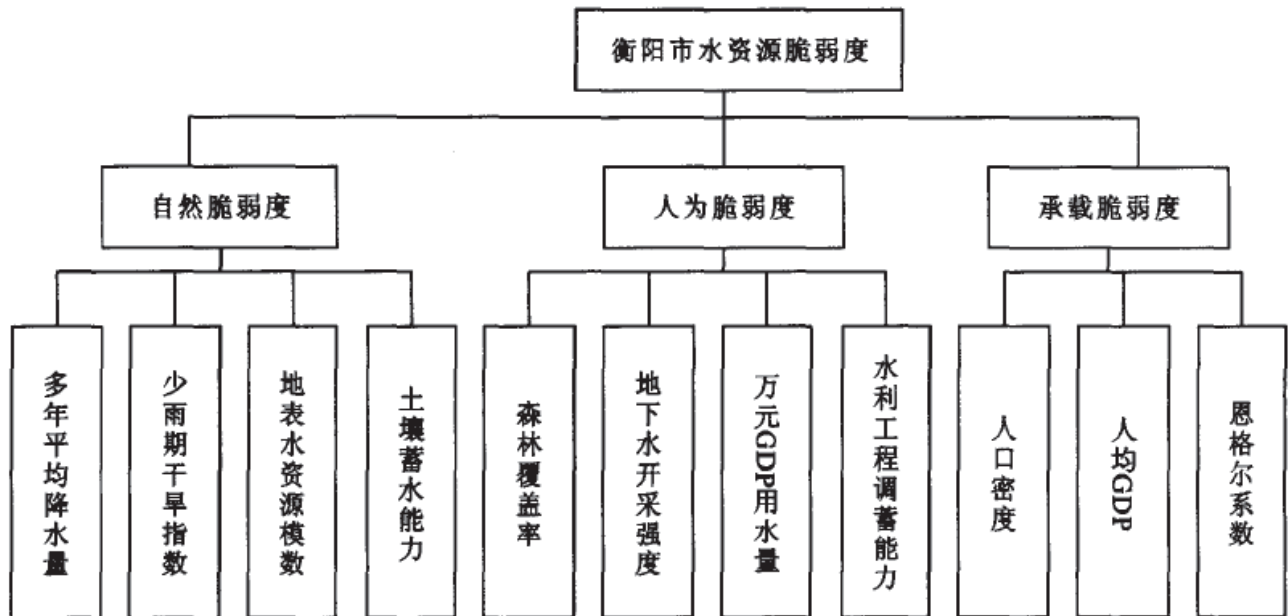
石勇、石純、孫蕾、許世遠、王軍(2008) 從災害系統承災體的角度，分析影響災害脆弱性的基礎設施、城市形態與結構和災害管理體制等 5 個方面，順應脆弱性評價量化的趨勢，依據一定的原則，不分災種，面對區域和人群，選取代表性指標嘗試構建了沿海城市自然災害脆弱性的評價指標體系(表十一)，利用 AHP 法對該區域相應指標的權重進行確定，建立了脆弱性模型，並在收集和標準化數據的基礎上，以上海市浦東開發區為例進行了實證分析。結果證明，模擬結果與實際情況基本吻合，可以為沿海城市防災減災提供科學依據，有一定的參考價值。結果證明，模擬結果與實際情況基本吻合，可以為沿海城市防災減災提供科學依據，有一定的參考價值。

表十一 沿海城市自然災害脆弱性的評價指標體系表

区域自然災害脆弱性评价指标体系				人群自然災害脆弱性评价指标体系			
一级指标 及权重	二级指标 及权重	浦东原 始数据	浦东标 准数据	一级指标 及权重	二级指标 及权重	浦东原 始数据	浦东标 准数据
	境内公路密度(km/km ²)(0.053 0)	1.73	1		境内公路密度(km/km ²)(0.053 0)	1.73	1
基础设施 (0.125)	人均年用电量(万 kW·h/人)(0.028 4)	6 936.31	0.727 2	基础设施 (0.125)	人均年用电量(万 kW·h/人)(0.028 4)	6 936.31	0.727 2
	电话交换机装机总容量(门)(0.028 4)	1 457 700	1		电话交换机装机总容量(门)(0.028 4)	1 457 700	1
	人均年用水量(∇/人)(0.015 3)	226.86	0.210 2		人均年用水量(∇/人)(0.015 3)	226.86	0.210 2
经济 (0.250)	人均 GDP(万元/人)(0.134 9)	11.41	1	人口结构 (0.125)	人口密度(人/km ²)(0.050 0)	3 535	1
	经济密度(万元/km ²)(0.074 3)	40 340	1		流动人口的比重(%) (0.025 0)	48.55	1
	农业总产值占 GDP 的比重(%) (0.040 9)	0.55	0.012		60 岁以上人口比重(%) (0.025 0)	18.63	0.884 6
	最低生活保障线以下人口比重(%) (0.062 5)	4.3	0.550 6		最低生活保障线以下人口比重(%) (0.025 0)	4.3	0.550 6
人口结构 (0.250)	流动人口占总人口的比重(%) (0.062 5)	48.55	1	公众素质与 灾害意识 (0.250)	R&D 经费支出占 GDP 比重(%) (0.056 9)	0.021	0.224 1
	人口密度(人/km ²)(0.125 0)	3 535	1		人均年教育支出(元/人)(0.056 9)	1 019.97	1
	区域建筑覆盖率(%) (0.062 5)	51.63	1		万人教师数(人/万人)(0.030 8)	96.22	1
城市形态 结构(0.125)	绿化覆盖率(%) (0.031 3)	45.4	0.812 2	灾害管理体制 (0.250)	公众灾害宣传教育(0.105 6)	60	0.75
	房屋建筑面积比重(%) (0.031 3)	18.43	1		行政管理机构设置完善程度(0.100 0)	70	1
	灾害应急预案完善程度(0.105 9)	80	0.888 9		灾害应急预案的完善程度(0.100 0)	80	0.888 9
社会 (0.250)	公众灾害宣传教育(0.056 8)	60	0.75	灾后应对 (0.250)	公众参与决策的程度(0.050 0)	30	0.5
	万人病床数(张/万人)(0.056 8)	35.28	0.419 8		灾害救援组织(0.083 3)	60	0.857 1
	人均保险额(元)(0.030 6)	350.16	0.658 4		人均保险额(元)(0.041 7)	350.16	0.658 4
					万人病床数(张/万人)(0.041 7)	35.28	0.419 8
					金融机构存款余额(亿元)(0.083 3)	4 796.3	1

資料來源: 石勇、石純、孫蕾、許世遠、王軍, 2008, 沿海城市自然災害脆弱性評價研究- 以上海浦東新區為例。

鄒君、傅雙同、毛德華(2008.04)從自然脆弱性、人為脆弱性、承載脆弱性 3 個方面選取 11 個評價指標，構建了湖南省衡陽市水資源脆弱度評價指標體系(圖十八)。採用 5 級 100 分制方法對指標數值進行量化，運用綜合指數法進行定量評價，其中指標臨界值的確定主要參考南方 8 省各指標的極值。從評價結果來看，衡陽市水資源為強脆弱。其中，少雨期乾旱指數、多年平均降水量、人口密度和人均 GDP 對水資源脆弱性貢獻最大。因此，可以通過採取水資源管理措施進行產業結構調整，提高水資源利用率，控制人口增長，加強水利工程建設，完善水資源管理等措施來降低水資源的脆弱性。



圖十八 湖南省衡陽市水資源脆弱度評價指標體系圖

資料來源:鄒君、傅雙同、毛德華，2008，中國南方濕潤區水資源脆弱度評價及其管理-以湖南省衡陽市為例。

四、研究方法

(一)文獻回顧歸納法：

透過文獻回顧與資料蒐集，蒐集與歸納國內、外關於回復力與脆弱度相關的討論文獻，包含定義、評估指標（因素）建立、評估方法、實證與案例分析、政策評估等層面的文獻與資訊。此外，尚要回顧縣市與鄉鎮都市計畫以及各層級災害防救計畫之實質計畫內容，以做為各層級評估指標研究的基礎。

(二)德爾菲法：

透過不同領域專家或焦點團體的座談與訪談，協助研究相關工作的推動，包含對於回復力與脆弱度的相關定義、評估系統（與指標）建置、評估方法的確認等，皆可透過專家座談與訪談，使研究的進行方向能獲得較高的共識，亦可透過集思廣益以避免研究層面過於狹隘。

(三)多準則評估方法：

在回復力與脆弱度的評估過程，針對蒐集的資料，將應用多準則評估方法中的分析階層程式法(AHP)或分析網路程式法(ANP)，以協助回復力與脆弱度指標之量測及實證分析的進行。

(四)地理資訊系統 (GIS)：

透過 GIS 的應用，除可將回復力與脆弱度的評估結果，進行空間解析與相關處理外，亦可結合統計分析，協助研究者進行空間災害回復力與脆弱度的相關空間比較分析，相關圖層包含特定水土保持區、土石流高潛勢溪流影響危險地區、活動斷層一定範圍內、山坡地保育區等。

(五)深度訪談法：

本計畫將訪談具有豐富經驗的專家學者、中央與地方相關部門官員，研擬相關課題與短、中、長期空間規劃與管理策略。

五、結果與討論

最後本研究經過多次專家會議討論後，完成洪災脆弱度指標應用於卡玫基颱風評估如表十二所示。

表十二 洪災脆弱度指標應用於卡玫基颱風評估表

面向	指標	縣市層級	洪災脆弱度指標應用於卡玫基颱風評估
暴露	災害強度	颱風陣風強度 累積/瞬時雨量 建築物淹水高度	<p>本次卡玫基颱風之致災主因，係累積降雨量及降雨強度超大，其中 24 小時累積降雨量達 200 年重現期距，累計降雨量超過 500mm 之雨量站有 50 站，產生之逕流大部分超過河川、區域排水、都市雨水下水道、農田排水之現況保護標準及「易淹水地區水患治理計畫」之計畫保護標準；未來受全球氣候變遷影響，類似情形可能更頻繁，另旱災的情況，亦可能變得更難處理。全球氣候變遷，短延時高強度的集中暴雨發生機率越來越高，如何面對超過預期的降雨強度，是防災工作的重要關鍵。卡玫基颱風豪雨事件的特性為短延時暴雨（小於 24 小時的劇烈降雨）的降雨強度超過預期，造成淹水與土石流災情，以此次事件 3 小時延時雨量大於 200 毫米的降雨分佈情形而言，與此次災害嚴重的區域相當吻合，包括台中的都會地區淹水、台南高雄地區的坡地災害、南化水庫原水濁度升高...等，這些重災地區也分別與時雨量超過 100 毫米、6 小時延時雨量超過 400 毫米的降雨空間分佈相吻合。以此次台中發生嚴重淹水災情為例，大坑站 17~18 日的總累積雨量為 630 毫米，但最大 6 小時延時雨量即高達 470 毫米，短延時的集中暴雨為此次降雨的特性同時也是致災的重要關鍵因素。</p> <p>卡玫基颱風淹水鄉鎮深度統計圖。</p>
自然環境條件	氣候條件	颱風頻率 暴雨頻率	降雨頻率分析，參考水利署災害緊急應變系統網站之資料及水利署水利規劃試驗所之分析結果
	災害敏感區	淹水潛勢面積(比例) 坡地災害潛勢區面積(比例)	<p>718 卡玫基水災淹水面積統計表</p> <p>卡玫基颱風 718 水災與易淹水範圍比較圖</p> <p>卡玫基颱風縣市通報坡地災害處數統計資料圖</p>
	地形、植被狀態		<p>菜寮溪之河川屬於曲流地形，流經地區多為泥岩地質。故其整治，需配合河川特性，管制兩岸的土地使用型態，擴大其滯洪範圍，避免都市發展與過度開發，以降低其洪災風險。台灣自從民國 88 年發生集集大地震之後，流域中上游之地質條件顯現脆弱化不穩定，每遇豪雨易發生土石沖蝕、崩塌及滑動等坡地災害。邊坡植被遭嚴重破壞，邊坡植被復育情況不佳，於卡玫基颱風期間，豪大雨沖刷導致地表含水量過高，造成坡地滑動而崩塌。</p>

社會環境條件	外在整體經濟	國民生產毛額 經濟成長率、 失業率	因颱風造成之平均年損失達 174 億元，約為國民生產毛額之 0.33%。2008 年 7 月 18 日電)中華經濟研究院今天公佈，由於國際經濟受到美國房利美及房地美等「二房」房貸風暴以及農工原料價格飆升影響，將原預估台灣全年經濟成長率 4.67%下修至 4.5%。
	人口規模	縣市人口數 縣市人口密度	人命傷亡(資料來源：內政部消防署)、人口密度、城鄉人口比重
	弱勢族群	縣市老弱婦孺數 縣市老弱婦孺分布 縣市老弱婦孺密度	女性、住戶數、人口數、低收入者、獨居老人、身心障礙者、14 歲以下、65 歲以上與不識字，可參考蕭煥章(2008)，水災脆弱性評估模式之建立-以汐止市為例，中國文化大學地學研究所博士論文。
	地方經濟	縣市產業結構 縣市產業產值 縣市就業率(量) 縣市失業率(量)	農林漁牧產物及設施災情損失(資料來源：農委會)
	非政府組織	社會扶助與福利團體數	許多非營利組織、宗教慈善團體、專業技術組織、職業工會、市民與政治組織
	政府防救災組織與制度	公部門防救災組織 防救災法令完整度	治水機制與管理權責分工介面尚有部分仍未釐清：雖已經過機關組織調整，但在政府組織再造前，治水機制與管理權責分工介面尚有部分仍未釐清，例如集水區上中下游分屬不同機關治理及管理，仍具交界不清楚地帶，該地帶往往被忽略，另又如固定抽水站在都市及非都市該設置處，具尚未興設之問題。對於氣候變遷事宜，因為因應策略之開展尚屬初步，首要進行之工作應為擴編氣象局之氣候變遷研究部門，橫向整合相關學術組織、財團法人機構，逐步架構我國氣候變遷調適之幕僚機構；同時於行政院或經建會下設立氣候變遷因應辦公室，俟政府組織再造中成立國家發展委員會後併入為專責機構。以政府治理的長期眼光，應馬上落實重大建設投資之政策評估機制，加入受氣候變遷衝擊之經濟社會效益評估。 河道疏濬相關法令亦應重新檢討修訂，以免造成業務人員因法令限制而無法進行疏濬工程。因此建議應儘速檢討所有防災相關法規及作業規範，以減少因法規間衝突或過度限制而造成之災害。目前許多水利防洪相關之法規及操作規範應適時修訂，以符合現況應變需求，例如水庫防洪放水操作規則之修訂，以免造成因水庫放水而造成下游淹水災害更加嚴重；另河道疏濬相關法令亦應重新檢討修訂，以免造成業務人員因法令限制而無法進行疏濬工程。因此建議應儘速檢討所有防災相關法規及作業規範，以減少因法規間衝突或過度限制而造成之災害。
	電力、電信設備	電力、電信備援系統完整度	維生管線災情(資料來源：經濟部、國家通訊傳播委員會) 交通災害總數(資料來源：交通部)

			水利設施損害搶修（資料來源：經濟部）
	給排水系統	雨水下水道鋪設量（比例）	針對都市計畫及未來發展重新檢討區域排水及雨水下水道的通洪能力。水利設施損害搶修（資料來源：經濟部）
	土地使用	都市土地開發比例（強度）	為疏解人口成長壓力及刺激提振社會經濟，近年來有許多新市鎮社區之開發，而這些新市區之開發，將造成許多週邊環境敏感地區超限利用，而這些環境敏感地區大多是屬於高災害潛勢區域，若讓這些高災害潛勢區域持續開發，未來除造成災害規模加劇之外，其衍生之問題讓解決方案更加複雜化。建議應儘速劃定高災害潛勢區域及公布，並研擬相關法規以限制其土地不當開發利用；且未來都市城鄉規劃時，亦應考慮避開高災害潛勢區域之規劃。
	特殊人文資產	古蹟/歷史建物數量	日前卡玫基、鳳凰颱風造成北港溪水暴漲，當地居民楊安順昨天至復興鐵橋拍照、取景時，赫然發現河道中原殘存的3座橋墩，目前只剩一座，軌道疑因橋墩傾倒出現移位，其中一條懸在空中沒有支撐，大批枕木落入河中。當初參與保留鐵橋的黃水水相當憂心表示，鐵橋現況岌岌可危，再不修護恐將走入歷史，這座鐵橋裝載著雲、嘉兩縣居民的共同回憶，希望兩縣府能展開協調設法搶救。
	防救災硬體設施與設備	防洪設施數量 防救災設備數量 醫療機構數量	分析台中縣此次淹水災害主要原因，包括暴雨洪流超過防洪設施設計標準、防洪設施不足、老舊或設置不當。預期縣(市)管防洪設施完成率可提升至60%以上。
	防災宣導	縣市防災宣傳與教育經費	加強民眾及媒體災害風險教育宣導：各單位應於97年汛期，加強水災正確觀念之教育宣導，尤其針對媒體人員，另對一般民眾應強化民眾疏散、避災、自救之知能及喚起民眾防災意識。
緊急應變	人員整備	縣市救難人員服務比例 縣市消防人員服務比例 縣市醫護人員服務比例	「易淹水地區水患治理計畫」營建署人力最為不足，亦請同意專案增加正式人力。另縣(市)政府執行本計畫，亦有人力不足情事，亦建請適當調整員額編制，補充水利及地政專業人員。
	物資整備	醫療資源量 縣市整備物資數量	救災資源之整合良好與否，直接影響災害發生時救災工作之成效及災害所造成之人員財產損失程度，應儘速完成救災物資及人員整備，建立短期有效之洪氾救災機制，防止於災區經歷重創後，短期間再度因洪水災害導致嚴重損失。
	緊急應變計畫與能力	縣市緊急應變計畫	保全計畫內容標準作業程序化，以強化民眾自救應變能力為強化民眾自救應變能力，保全計畫之內容應標準作業程序化，使緊急應變措施為確實可操作，而非僅是原則性之條文，對於保全計畫之具體內容，應將保全計畫之內容製作成防災地圖，使保全對象能瞭解自己居家危險地區，並知悉如何進行避難。

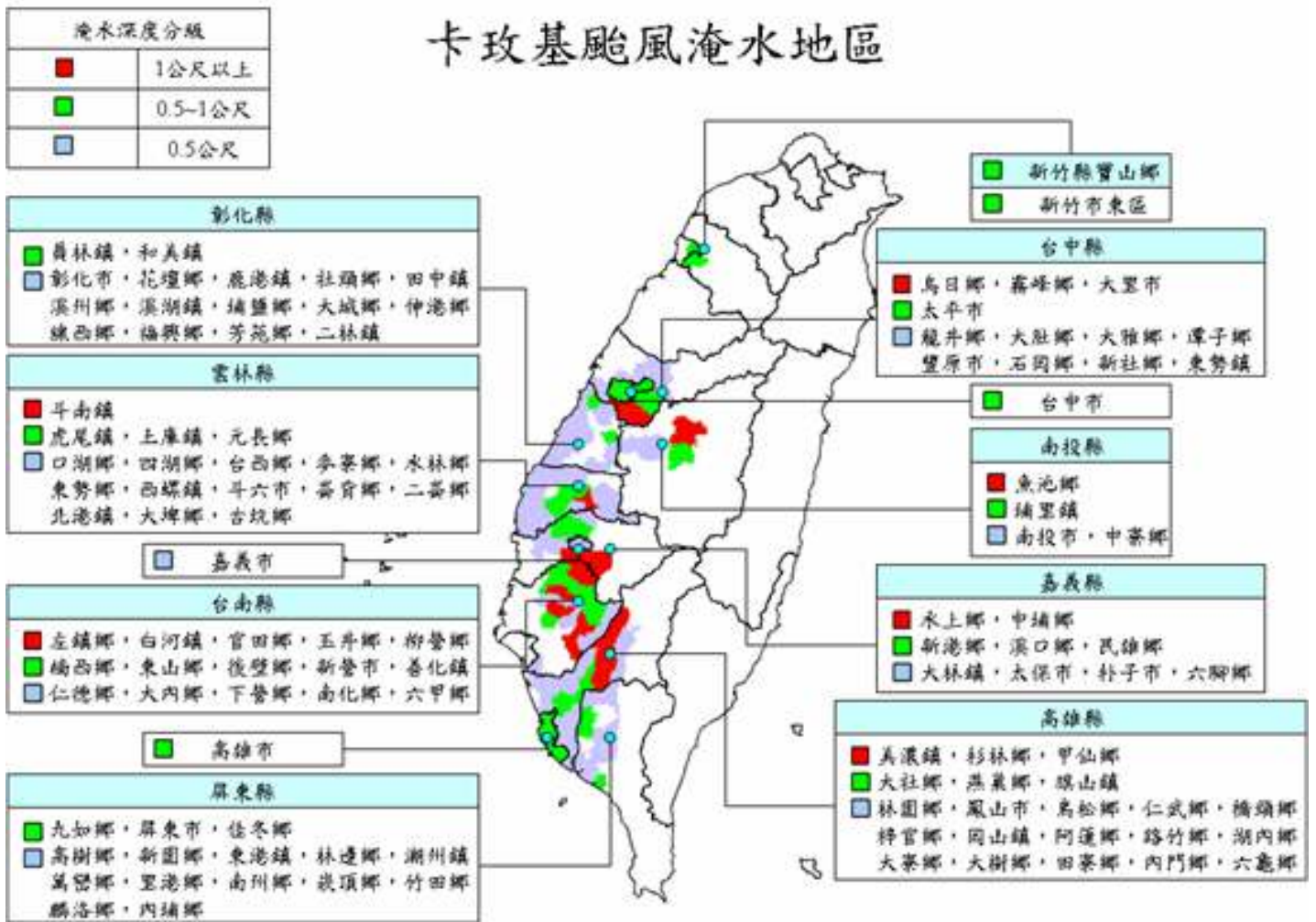
調適/回應	重建計畫與執行力	縣市重建計畫投入數量	西部沿海地層下陷區過去雖有推動整合性的防治計畫，但執行結果應再加強，特別是雲林彰化一帶，地層下陷中心有往內陸移動趨勢，因此應檢討推動地層下陷防治的機制。由過去經濟部主導提升至行政院層級，由政務委員主持跨部會協調工作，如「綜合治水」、「地貌改造」與「產業調整」等三大環境改善與復育主軸。
	減災計畫與執行力	縣市減災計畫數量 縣市減災工程經費	各級主管機關依照災害防救法進行應變、救災、救助及復建工作，期使災害損失減至最低。(97年7月21日行政院召開「718水災檢討會議」指示)。

表十三 718卡玫基水災淹水面積統計表

縣市別	淹水面積 (公頃)
新竹縣	1
台中市	45
台中縣	689
南投縣	51
彰化縣	1,123
雲林縣	20,500
嘉義縣	2,937
嘉義市	144
台南縣	1,985
高雄縣	959
屏東縣	547
花蓮縣	8
總計	28,986

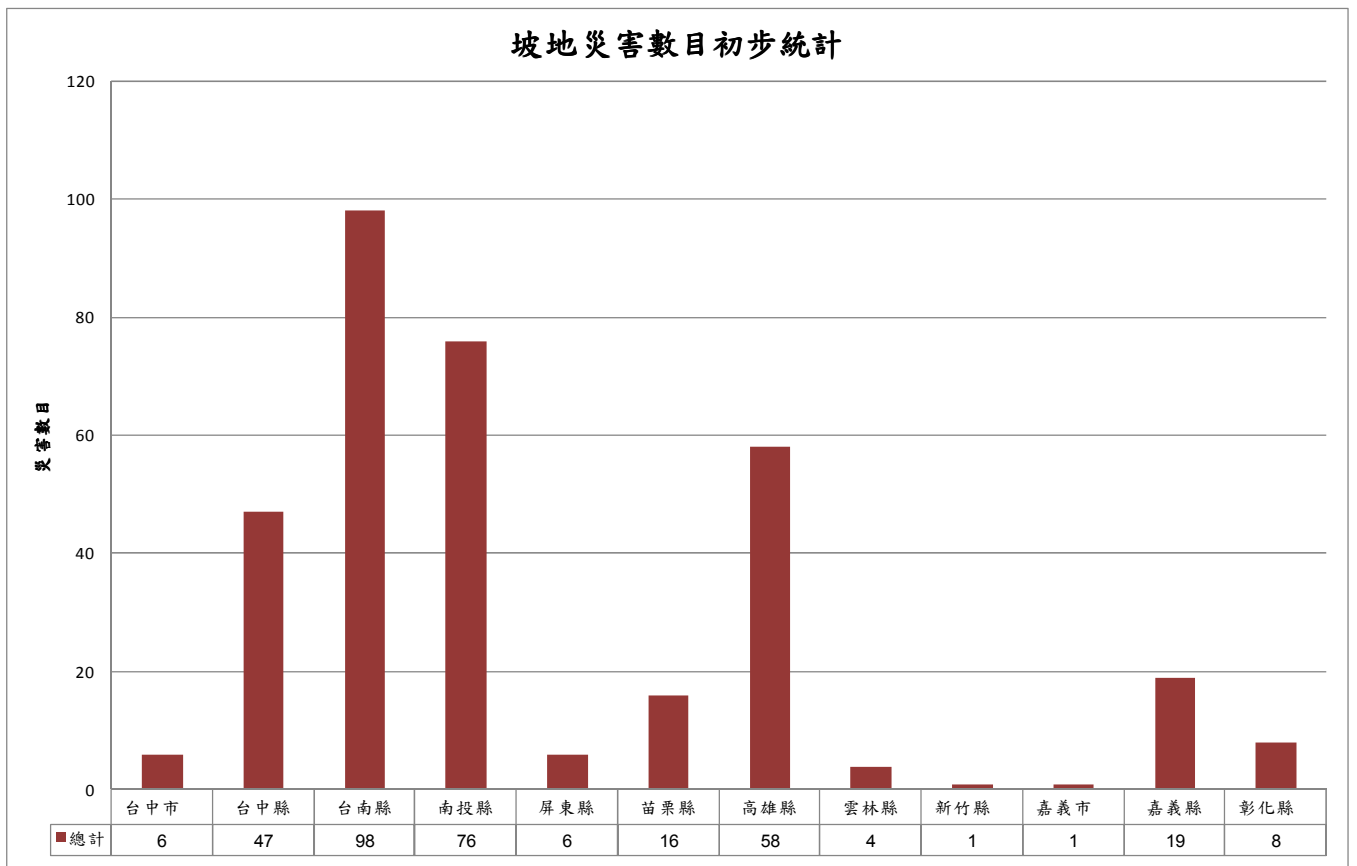
資料來源:行政院經濟建設委員會、行政院公共工程委員會、國家災害防救科技中心，2008.08，卡玫基颱風718水災研究暨檢討報告。

卡玫基颱風淹水地區



圖十九 卡玫基颱風淹水鄉鎮深度統計圖

資料來源:國家災害防救科技中心, 2008.10, 卡玫基與鳳凰颱風災情綜合評估報告。



圖二十 卡玫基颱風縣市通報坡地災害處數統計資料圖

資料來源:國家災害防救科技中心, 2008.10, 卡玫基與鳳凰颱風災情綜合評估報告。

表十四 卡玫基與鳳凰颱風淹水區域災情統計表

卡玫基颱風淹水災情統計			
單位	農田排水	河川及區域排水	都市雨水下水道
件數	1	63	243
鳳凰颱風淹水災情統計			
單位	農田排水	河川及區域排水	都市雨水下水道
件數	0	7	25

資料來源:國家災害防救科技中心, 2008.10, 卡玫基與鳳凰颱風災情綜合評估報告。

(一) 人命傷亡 (資料來源:內政部消防署)

縣市別	死亡(人)	失蹤(人)	受傷(人)
高雄縣	10	3	5
台南縣	4	0	3
台中縣	3	1	0
苗栗縣	1	0	0
嘉義縣	1	1	0
南投縣	0	1	0
屏東縣	1	0	0
合計	20	6	8

(二) 維生管線災情 (資料來源：經濟部、國家通訊傳播委員會)

項目	影響數目 (戶、處)
電力	127165
電信 (市話)	22125
自來水	671673
電信 (基地台)	638

(三) 農林漁牧產物及設施災情損失 (資料來源：農委會)

縣市別 (機關別)	合計 (仟元)	農林漁牧業產物損失					農林漁牧業民間設施損失				
		小計	農作物	畜禽	漁產	林產	小計	農田	農業設施	畜禽設施	漁民漁業設施
總計	1,218,598	835,438	705,458	84,623	43,002	2,356	383,160	330,182	37,455	10,923	4,600
宜蘭縣	1,610	1,110	1,110	-	-	-	500	500	-	-	-
新竹縣	962	962	962	-	-	-	-	-	-	-	-
苗栗縣	34,151	27,791	27,755	36	-	-	6,360	6,360	-	-	-
臺中縣	126,318	74,101	71,178	2,923	-	-	52,217	47,270	375	172	4,400
彰化縣	68,751	68,693	67,924	769	-	-	58	-	-	58	-
南投縣	183,904	75,513	48,794	25,909	-	810	108,391	103,070	1,100	4,221	-
雲林縣	235,971	229,301	192,306	23,943	13,052	-	6,670	3,070	1,200	2,400	-
嘉義縣	50,312	47,712	45,311	2,401	-	-	2,600	-	2,500	100	-
臺南縣	292,825	154,784	124,514	19,648	10,622	-	138,041	104,104	30,455	3,482	-
高雄縣	171,258	104,136	81,847	7,393	14,896	-	67,122	64,952	1,750	420	-
屏東縣	42,831	42,831	36,843	1,556	4,432	-	-	-	-	-	-
澎湖縣	200	-	-	-	-	-	200	-	-	-	200
新竹市	331	331	331	0	0	0	0	0	-	0	0
臺中市	7,139	6,213	6,168	45	-	-	926	856	-	70	-
嘉義市	489	414	414	-	-	-	75	-	75	-	-
新竹林管處	113	113	-	-	-	113	-	-	-	-	-
東勢林管處	262	262	-	-	-	262	-	-	-	-	-
南投林管處	877	877	-	-	-	877	-	-	-	-	-
嘉義林管處	274	274	-	-	-	274	-	-	-	-	-

(四) 交通災害總數 (資料來源：交通部)

	災害總數(處)
國道	1
省道	34
代養縣道	10
自養縣道	0
鄉道	0
市區道路	9
農路	18
原住民部落道路	24
合計	96

(五) 水利設施損害搶修(資料來源:經濟部)

設施別	受損數
河堤	<u>43</u>

致災原因分析

國家災害防救科技中心(2008)針對卡玫基颱風對中南部各縣市所造成淹水之致災原因,可初步歸納如下:

(一) 主要原因

1. 降雨強度過大,已超過區域排水系統之設計強度標準:

目前國內各種土地利用之區域排水設計標準,在農業地區及易淹水地區為30~35毫米/小時,地勢稍高農地為40~50毫米/小時,都會區為40~80毫米/小時(台北市保護標準最高為78毫米),工業區為大約是100~110毫米/小時,由前述氣象降雨統計分析,可知此事件1小時、3小時及6小時等短延時累積降雨強度皆相當強,許多地區已超過一般設計降雨強度標準,尤其是台中市區、台中縣烏日鄉及大里市、台南縣官田鄉及白河鎮、高雄美濃鎮等地區最為降雨重心,因此淹水災情亦最為嚴重。

2. 適逢農曆大潮:

颱風侵襲期間適逢遇上農曆15日之大潮時刻,因此雲林及彰化沿海低窪地區受到上游洪水及河口海水潮位夾擊,造成區域排水內水無法宣洩而淹水。

(二) 次要原因

1. 高淹水潛勢地區過度開發:

此次許多淹水區域位落河川沿岸低窪地區或地層下陷嚴重區域,而這些地區皆屬於高淹水潛勢區域,容易被洪水侵襲之處,但因與雨水爭地,這些低窪地區近年來亦高度開發,造成洪水無處宣洩而溢淹此低窪危險區域。

2. 都市化速度快、區域排水設施不足:

由於土地都市化速度快,造成許多地區之區域排水設施興建落後或不足,且開發過程中缺乏滯水設施,導致原有下游排水系統之通水斷面排水能力不足而溢堤。

3. 局部地區發生河川溢堤:

蒐集水利署河川水位統計資料顯示,颱風期間許多河川重要水位站超過一級警戒水位,包括清水溪桶頭站、濁水溪中山橋、北港溪土庫大橋及大湖口溪橋、朴子溪華興橋、八掌溪軍輝橋及八掌溪橋及厚生橋及常盤橋、急水溪新營站、曾文溪新中站、二仁溪崇德

橋等，其中八掌溪常盤橋、曾文溪新中站、曾文溪支流後堀溪玉田站、二仁溪崇德橋站等處河川水位皆超過河岸堤防高程，因此可能有有溢堤災情發生。

4.排水路阻塞及河床淤積：

排水路設施興建完成之後，由於缺乏妥善維護管理，導致排水路淤積阻塞而喪失原有之排水效率；另河川近年因上游土石崩塌沖刷而下導致河床淤積，結果造成抬高河川水位而阻礙沿岸區域排水系統無法有效宣洩，明顯案例是美濃地區淹水主要原因係因高屏溪河床淤積過高而導致鎮內排水系統無法宣洩。

4.水庫放水導致下游內水無法宣洩：

水庫放水亦有抬升河川水位之作用，因此下游沿岸區域排水系統內水無法宣洩而積淹。

5.上下游排水設施無法銜接：

流域之排水設施經常由不同單位規劃設計興建，但由於引用之規劃設計標準不一，因此導致許多排水路上下游銜接處之設計流量，無法有效一致性連續，例如可能上游設計流量較下游大，因而導致銜接處溢淹。

6.路堤效應：

許多局部地區受到新建交通道路工程影響，猶如道路堤防一般，雖有涵管排水，但已破壞原有區域排水系統之流通性，導致道路工程兩面之排水特性不一致而積淹，這亦是過去許多重大淹水事件致災因之一。

針對卡玫基颱風及鳳凰颱風所造成坡地災害之致災原因，卡玫基颱風超過 100 年頻率的超大降雨強度造成災害，而鳳凰颱風雖然雨量不如卡玫基颱風，但因緊接其後發生，已趨飽和的土壤在降雨後使得邊坡崩塌的情形再次發生。其他坡地致災原因可初步歸納如下：

- 1.降雨強度及累積雨量過大，超過坡地災害發生之容忍值。
- 2.坡面排水不良或超過現有排水設施以致大量逕流漫溢，產生新沖蝕溝，土石匯集崩落。
- 3.坡面地下水量增加，部份老舊擋土設施因洩水孔排水機能降低，造成壓力過大而倒塌。
- 4.地形陡峭，岩層破碎極易崩落、沖刷。
- 5.坡地超限利用或違規使用。
- 6.野溪水位高漲沖刷到坡腳，造成下邊坡滑落，以致上邊坡土體隨之崩坍。
- 6.工程設施位置或工法不當，造成坡頂荷重過大，下邊土層承载力不足發生崩塌，而造成結構設施隨土體滑落產生破壞。
- 7.部份現有攔砂設施因小型崩塌積滿，以致此次大量崩塌土石滿溢外流，並隨逕流改道掩埋路面。

另外本研究也完成以下之結論與建議：

- (一)建立都會區颱風災害脆弱度指標體系：兼納脆弱度各種相關評估價值與面向，包括暴露性、敏感度與回復力；透過文獻回顧與資料蒐集，初擬都會區颱風災害脆弱度評估指標，進行模糊德爾菲專家問卷，對指標體系之調整與修正，確立都會區颱風災害脆弱度之評估架構，建立六大面向、二十七項指標的評估體系。
- (二)匯整不同領域專家意見與分析不同面向之重要性：除了水利工程領域的認為軟硬體設施條件會稍高於整備與應變能力這點與其他領域稍不同外，其餘總體來看，整備與應變能力多被認為是脆弱度的評估上最重要的一個因子，將近有整體三成的重要性。其次，自然環境條件與復原與調適能力兩者權重值差不多，也是相當重要的評估面向；再來

則是軟硬體設施條件與前兩者其實也差不多。被一致認為最低的是社會環境條件，也相當符合先前德爾菲問卷調查時的專家共識，主因可能是台灣的整體都市社會結構較為均值，整體差異不大。

(三)整備與應變能力為影響各都會區脆弱度高低最重要的因素：正向面向的軟硬體設施、整備與應變能力與重建與復原能力在脆弱度的評估上佔有半數以上的權重，可見在先天難以預測的風雨影響程度、或潛在較難改變的自然環境條件與社會環境條件之下，如何後天增強都會區的防災能力，尤其在軟硬體設施、整備與應變能力與重建與復原能力程度的提高，將可大大降低脆弱度，也可視為影響各都會區脆弱度高低最重要的因素。

(四)評估各都會之颱風災害脆弱度：本研究就決策群體的意見為考量，其總體都會區的颱風災害脆弱度為台南都會區 > 台中都會區 > 桃園中壢都會區 > 高雄都會區 > 台北都會區。探究其原因，台南都會區前三項負面面向值頗高，常在颱風過後引來西南氣流造成豪大雨，加上地勢低窪，整體風雨與自然面向相當不利，造成脆弱度於各都會區裡最高。台中都會區常年遭受颱風災害，每遇颱風就會發生土石流、局部淹水等情形，水利工程專家給予相當高的脆弱性。桃園中壢都會區先天台地地形，受風雨與豪雨影響較小，但在軟硬體設施、應變與復原程度則不良。高雄都會區與台北都會區脆弱度最低的兩位，其中掌握最風附的資金、資源，高程度的軟硬體設施條件、整備與應變能力與復原與調適能力是其脆弱度頗低的主因。

(五)政策建議：1.透過災害相關資訊，整合與建立完善防災資料庫。2.加強整體的整備應變能力與復原調適能力。3.均衡各區防災的需求，加強防災建設較弱的地區。4.各種不同尺度的整備與防災規劃。

六、參考文獻

1. Adger, N. W., Nick B., and Granham B. (2004), New Indicators of Vulnerability and Adaptative Capacity. No.7, Tyndall Centre Technical Report.
2. Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I. and Wisner, B. (1994), At risk:natural hazards, people's vulnerability, and disasters. London: Routledge.
3. Bruneau, M., Chang, S., Eguchi, R., et al. (2003), A framework to quantitatively assess and enhance seismic resilience of communities. *Earthquake Spectra*, 19 (4) : 733-752.
4. Buckle, P., Graham, M., Smale, S. (2001), Assessing resilience and vulnerability: Principles, strategies and actions, Emergency Management Australia, Department of Defence Project 15.
5. Burton I. , Kates R. W. and White G. F., 1993, *The Environment as Hazard[M]* . Second Edition , New York : The Guilford Press.
6. Chang, S. E. and Shinozuka, M. (2004), Measuring improvements in the disaster resilience of communities, *Earthquake Spectra*, 20 (3) : 739-755.
7. Chang, S. E., Chamberlin, C. (2004), Assessing the Role of Lifeline Systems in Community Disaster Resilience, Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering Research. Research Progress and Accomplishments: 2003-2004 (MCEER-04-SP01). Buffalo: MCEER Publications.
8. Crichton D, Mounsey C. (1997), How the Insurance Industry will use its flood research. In: Proceedings of the Third MAFF Conference of Coastal and River Engineers, 131~134.
9. Dorian Speakman, (2007), Mapping flood pressure points: assessing vulnerability of the UK Fire Service to flooding.

10. Dow, K. and Dowing, T.E. (1995), Vulnerability research: where things stand. *Human Dimensions Quarterly* 1, p.3-5.
11. Folke, C., Carpenter, S., Elmqvist, T., et al.(2002), Resilience and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations, Environmental Advisory Council to the Swedish Government, Stockholm, Sweden.
12. Forte, F., Strobl, R. O., Pennetta, L. (2006), A methodology using GIS, aerial photos and remote sensing for loss estimation and flood vulnerability analysis in the Supersano-Ruffano-Nociglia Graben, southern Italy.
13. Hasse, J.E., Lathrop, R.G.(2003) , Land resource impact indicators of urban sprawl, *Applied Geography*, vol.23 : pp.159–175.
14. Hossain, S. M. N. (2001), Assessing Human Vulnerability due to Environmental Change: Concepts and Assessment Methodologies, Stockholm: Department of Civil and Environmental Engineering Royal Institute of Technology.
15. Lambin, E.F., et al.(2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths, *Global Environmental Change*, vol.11 : pp.261-269.
16. Messner F., Meyer V., (2005), Flood damage, vulnerability and risk perception-challenges for flood damage research.
17. Mileti, D. S. (1999), Disasters by design: A reassessment of natural hazards in the United States, Washington DC: Joseph Henry Press.
18. Morrow, B.H. (1999) Identifying and mapping community vulnerability”, *Disasters*, 23(1): 1-18.
19. Mustafa, D. (2003), Reinforcing vulnerability? Disaster relief, recovery, and response to the 2001 flood in Rawalpindi, Pakistan, *Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards*, 5 (3~4) : 71-82.
20. Odeh, D. J. (2002) Natural hazards vulnerability assessment for statewide mitigation planning in Rhode Island. *Natural Hazards Review*, 3(4): 177-187.
21. Paton, D., Smith, L. and Violanti, J. (2000). Disaster response: risk, vulnerability and resilience. *Disaster Prevention and Management*. Vol 9 Number 3. pp. 173-179.
22. Perrings Charles, David I Stern. (2000), Modeling loss of resilience in agroecosystems: Rangelands in Botswana. *Environmental and Resource Economics*, 16: 185-210.
23. Petak, W. (2002). Earthquake resilience through mitigation: a system approach, paper presented at the International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg.
24. Prater, C. S. and Wu J. Y. (2002), The politics of emergency response and recovery: Preliminary observations on Taiwan's 921 earthquake, *Australian Journal of Emergency Management*, 17, pp. 48-59.
25. Perry, R.W. and M. K. Lindell (2003), Preparedness for Emergency Response: Guidelines for the Emergency Planning Process, *Disaster*, 27(4), pp. 336-350.
26. Rego, A. J. (2002), Legal and Institutional Arrangements for Disaster Management in Asia: Trends and Issues ,The GO I-C II-UNDP Disaster Preparedness and Mitigation Summit, New Delhi.
27. Rose, A. and S. Liao. (2005), Modeling Regional Economic Resilience to Disasters: A Computable General Equilibrium Analysis of Water Service Disruptions, *Journal of Regional Science* 45 (1): 75-112.
28. Rose, A., (2004), Defining and Measuring Economic Resilience to Disasters, MCEER Research Progress and Accomplishments: 2003-2004, MCEER-04-SP01, 41-54.
29. Roseland M. (1997) . *Eco-City Dimensions:Healthy Communities Healthy Planet*, New Society Publishers.
30. Schwab, J., K. C. Topping, C. C. Eadie, R. E. Deyle, and R. A. Smith (1998), Planning for post-disaster recovery and reconstruction, Chicago IL: American Planning Association.
31. Smith, K. (1992), *Environmental Hazards I Assessing risk and reducing disaster*, New York: Routledge.
32. Tierney, K (2002). Organizational and community resilience in the World Trade Center disaster. <http://www.udel.edu/DRC>.
33. Timmerman, P. (1981), Vulnerability, Resilience and the Collapse of Society: A Review of

- Models and Possible Climate Applications, Institute for Environmental Studies, University of Toronto, Canada.
34. Tierney, K. & Bruneau, M. (2007). Conceptualizing and Measuring Resilience. TR NEWS 250. pp. 14-15.
 35. Turner II, B. L., R. E. Kasperson, P. A. Matson, J. J. McCarthy, R. W. Corell, L. Christensen, N. Eckley, J. X. Kasperson, A. Luers, M. L. Martello, C. Polsky, A. Pulsipher, and A. Schiller (2003), A framework for vulnerability analysis in sustainability science, PNAS, 100 (14), pp. 8074-8079.
 36. Thompson, K., Austin, K.C., Smith, R.M., Warren, P.H., Angold, P.G., Gaston, K.J. (2003), Urban domestic gardens (I): putting small-scale plant diversity in context, Journal of Vegetation Science, vol.14: pp.71-78.
 37. 內政部營建署(2000), 都市發展總量管制之研究。
 38. 王國權(2005), 「臺北都會區都市發展對都市能源消耗影響之研究」, 國立臺北大學都市計劃研究所碩士論文。
 39. 王進明(2000), 空氣污染總量管制下產業調整策略—以高雄地區石化工業為例, 中山大學公共事務管理研究所碩士論文。
 40. 石勇、石純、孫蕾、許世遠、王軍, 2008.08, 沿海城市自然災害脆弱性評價研究-以上海浦東新區為例, 中國人口資源與環境, 第18卷第4期。
 41. 台中縣政府(2002), 台中縣綜合發展計畫《第一次修訂》, 縣市綜合發展計畫報告書查詢系統,
 42. http://gisapsrv01.cpami.gov.tw/cpis/cprpts/taichung_county_1/INDEX.HTM。
 43. 朱政恆(2006), 台灣實施都市發展總量管制可行性之研究, 文化大學建築及都市計畫研究所碩士論文。
 44. 行政院農業委員會水土保持局(2007), 土石流分佈圖,
 45. <http://fema.swcb.gov.tw/common/debris/map/taiwan3.htm>。
 46. 行政院經建會都市及住宅發展處(1990), 都市災害型態及其應變措施之研究~防災體系及防災相關計畫, 行政院經濟建設委員會研究報告。
 47. 呂宗盈(2003), 「環境變遷與土地使用管理制度關係之研究--土地與法律互動模式之應用」, 國立臺北大學都市計劃研究所博士論文。
 48. 吳珮瑛(2008.06a), 評估關鍵的脆弱性及來自氣候變遷的風險, 全球變遷通訊雜誌第58期, 第19章。
 49. 吳珮瑛(2008.06b), 氣候變遷與永續發展的展望, 全球變遷通訊雜誌第58期, 第20章。
 50. 李欣輯、楊惠萱、廖楷民, 2008.10, 水災社會易損性綜合指標之建立, 2008 臺灣災害管理研討會。
 51. 李威儀等 (1997), 臺北市實質空間防災功能之檢討, 中華民國都市計畫學會。
 52. 李彥慧(2007), 「我國天然災害地方風險治理之研究—以桃園縣復興鄉為例」, 開南大學公共事務管理學系碩士論文。
 53. 林冠慧、孫志鴻(2004), 全球變遷人文面向的新發展—IHDP 2003 open meeting 的回顧, 『全球變遷通訊雜誌』, 41:40-43。
 54. 林淑華(2008.06), 氣候變化衝擊, 適應性和脆弱性評估方法進展和未來情景的特性, 全球變遷通訊雜誌第58期, 第4-8頁。
 55. 邱啟文(2005), 溫泉水權總量管制之個案研究-以烏來地區為例, 臺北科技大學環境規劃與管理研究所碩士論文。
 56. 施鴻志(1988), 都市防災與土地使用規劃, 行政院國家科學委員會。
 57. 洪雅雯(2005), 建立都市災害脆弱度指標之研究, 逢甲大學土地管理所碩士論文。
 58. 洪鴻智、邵珮君(2004), 災後重建體系及其運作機制檢討與建置之研究, 行政院災害防救委員會委託研究報告。
 59. 徐偉鈞(2002), 由環境及設施容受力探討山坡地總量管制之研究-以臺北縣汐止市為例, 成功大學都市計劃學系碩士論文。

60. 財團法人國土規劃及不動產資訊中心(2006),「國土保育地區防災空間規劃策略之整合型規劃(第二期)-期中報告書」,臺北:內政部營建署市鄉規劃局。
61. 張世賢(2004.03),〈聯合國推動地方永續發展的策略分析〉,《中國行政評論》,卷13期2,頁135-156。
62. 張會、張繼權、韓俊山,2005,基於GIS 技術的洪澇災害風險評估與區劃研究-以遼河中下游地區為例,自然災害學報,14(6):141~146。
63. 梁雙蓮(2004.03),〈永續發展與地方公務人員的工作價值觀〉,《中國行政評論》,卷13期2,頁157-182。
64. 郭年雄(1996),《土地使用規劃與成長管理》,研考雙月刊20卷5期,p35~p40。
65. 商彥蕊,2000.06,自然災害綜合研究的新進展-脆弱性研究,地域研究與開發,第14卷第5期。
66. 陳玉嬌(1999),台中都會區成長管理策略之研究-以人口及住宅為例,中興大學都市計劃研究所碩士論文。
67. 陳香,2007.10,福建台風災害脆弱性時空趨勢評價,莆田學院學報,第14卷第5期。
68. 陳亮全(2003),地震災害風險—效益分析於土地使用規劃之應用:應HAZ-Taiwan系統,都市與計畫,第30卷第4期,p.281-299。
69. 彭光輝、林峰田(2006),台灣地震損失評估系統於都市防災空間規劃之應用,行政院國家科學委員會專題研究計畫。
70. 黃大鵬、劉闢、彭順風(2007.07),洪災風險評價與區劃研究進展,地理科學進展,2007年第4期。
71. 黃定國(2000),都市暨都市計畫防災作業準則,教育部顧問司委託委託研究。
72. 黃書禮、詹士樑、洪鴻智(2007),國土保育地區防災空間規劃策略之整合型規劃(第二期),內政部營建署研究報告。
73. 馬定國、劉影、陳潔、鄭林、張文江(2007.03),鄱陽湖區洪災風險與農戶脆弱性分析,地理學報,第62卷第3期。
74. 楊瑞珍(2000),都市成長管理作業系統之研究—以蘆竹鄉住宅開發為例,中興大學公共行政暨政策學系碩士論文。
75. 鄒君、傅雙同、毛德華,2008.04,中國南方濕潤區水資源脆弱度評價及其管理-以湖南省衡陽市為例,水土保持通報,第28卷第2期。
76. 劉婧、方偉華、葛怡、王靜愛、蘆星月、史培軍,2006.12,區域水災恢復力及水災風險管理研究-以湖南省洞庭湖區為例,自然災害學報,第15卷第6期。
77. 劉婧、史培軍、葛怡、王靜愛、呂紅峰(2006.02),災害回復力研究進展綜述,地球科學進展,第21卷第2期。
78. 蔡慧敏(2002),「地方永續發展指標的選擇:離島地區指標初探」,永續台灣評量系統(第四年度報告),國科會專題研究計畫 NSC90-2621-Z-002-039,259-294頁。
79. 蕭煥章(2008),水災脆弱性評估模式之建立-以汐止市為例,中國文化大學地學研究所博士論文。
80. 蔡勳雄(1996),《成長管理的演變與衝突》研考雙月刊20卷5期,p6~p11。
81. 盧誌銘、黃啟峰(1995.05),〈全球永續發展的起源與發展〉,《工業污染防治》,期56,頁1-23。
82. 賴宗裕(2000),《都市發展總量管制之研究》,內政部營建署。
83. 賴宗裕(2002.06),土地開發總量管制機制之探討,政大地政學報。
84. 闕蓓德(2007),集水區脆弱度分析,國科會專題研究計畫。
85. 闕蓓德(2008),應用環境脆弱度分析於集水區土地利用分區管制之研究,國科會專題研究計畫。
86. 陳建智(2008),台灣脆弱性指標建構與評估之研究,國立臺北大學自然資源與環境管理研究所在職專班碩士論文。
87. 鍾懿萍(2006),區域規劃與流域土地分區利用型式判定及總量管制策略之研究,國科會

研究計畫。

88. 陳慶和、吳瑞賢(2003)，台灣主要集水區颱風豪雨之相似度與危險性分析，國科會專題研究計畫。
89. 鍾佳霖(2006)，台灣地區各縣市颱風災害脆弱性評估之研究，朝陽科技大學建築及都市設計研究所碩士論文。
90. 江宜錦(2007)，天然災害統計指標建構與分析-以台灣各縣市為例，銘傳大學媒體空間設計研究所碩士論文。
91. 蕭煥章(2008)，水災脆弱性評估模式之建立-以汐止市為例，中國文化大學地學研究所博士論文。
92. 賴宗裕、陳立夫、詹士樑(2005)，「國土計畫功能分區劃定與土地使用管制機制結合」，中國土地經濟學會，營建署委託研究報告。
93. 鍾懿萍(2006)，區域規劃與流域土地分區利用型式判定及總量管制策略之研究，國科會研究計畫。
94. 童慶斌、遊保杉、李明旭(2007)，強化區域水資源永續利用與因應氣候變遷之調適能力，經濟部水利署水利規劃試驗所委託研究報告。

七、計畫成果自評

本研究之研究內容與原計畫完全相符，有達成預期目標，研究成果具有學術或應用價值，本計畫為結合理論基礎與實務應用之整合型研究，不論對學術發展與國家政策應用都深具貢獻，值得深入探討研究，本計畫對於參與之工作人員，可培養其關於空間規劃管理、都市防災、脆弱度、回復力評估之理論基礎，以及應用地理資訊系統之獨立研究能力。本研究成果可提供未來都市計畫、城鄉計畫及地區災害防救計畫擬訂之參考，並將來完成之評估指標與方法（模式）將可移轉給各級空間規劃相關單位及實務業參考、使用。本研究預計於 98 年 12 月 5 日，以台灣五大都會區颱風災害脆弱度評估比較之研究，發表於中華民國都市計劃學會、區域科學學會、地區發展學會 2009 聯合年會暨論文研討會。

八、附錄一總計畫與各子計畫歷次會議記錄與照片

第一次工作會議			
時間	2008/8/9(六) 9:00	地點	台大城鄉所
出席人員	白仁德教授、洪鴻智教授、陳亮全教授、詹士樑教授		
紀錄	黃宣鳳		
<p>重要結論：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 研究架構大致分為三部分：脆弱度與回復力意涵定義，各類脆弱度評估指標建立，以及如何落實於各層級空間規劃上的探討。其中，本年度計畫需完成前兩項，而有關於空間規劃的議題於次年計畫討論。 2. 由於相異災害有不同的影響範圍，因此對於脆弱度亦有不同層面的探討。綜合所有災害的脆弱度進行歸納分類，研擬脆弱度評估指標的方法，可能造成個別災害對應不易，評估指標使用可能性下降。緣此，本研究將<u>採取以個別災害切入，建立該災害的評估指標。</u> 3. 於十月底前，須完成脆弱度與回復力的定義基本內涵、構成元素等的探討，以便做為於後續研究的基礎與各子計畫間分工、進行。 4. <u>現階段將以影響台灣最大的颱風災作為研究案例</u>，蒐集近年來台灣發生的相關案例（如賀伯颱風、納莉風災等），做為後續評估指標建立之參考。 5. 在蒐集評估指標的相關文獻時，必須包含對指標操作方法的探討，以提高指標的可操作性與應用層面。 6. 空間有重疊部分如何劃分的探討，待脆弱度與回復力定義及評估指標初步界定完成後，再依據其結果以及其他文獻提及的內容，討論層面的劃分。 			
<p>工作進度重點：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 脆弱度與回復力文獻蒐集整理，歸納其意涵。 2. 以卡玫基、象神、賀伯、桃芝、納莉颱風為案例，透過整理報章雜誌、相關颱風檢討報告，分別蒐集有關<u>組織制度、實質環境、自然生態、社會經濟</u>方面有關脆弱度與回復力的資料。 3. 颱風資料分工蒐集分配如下： <ul style="list-style-type: none"> ● 子計畫一：卡玫基 ● 子計畫二：象神 ● 子計畫三：賀伯 ● 子計畫四：桃芝 ● 子計畫五：納莉 			
<p>下次會議討論重點：</p>			

1. 各子計畫工作進度報告。
 - 脆弱度與回復力之定義意涵、構成要素。
 - 颱風資料蒐集。
2. 本年度後期子計畫間的分工。

第二次工作會議			
時間	2008/9/2(二) 9:00	地點	台大城鄉所
出席人員	白仁德教授、洪鴻智教授、陳亮全教授、詹士樑教授		
紀錄	黃宣鳳		
<p>重要結論：</p> <p>脆弱度與回復力意涵</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 由於脆弱度與回復力意涵眾說紛紜，難以用一句話完整定義其意涵。因此，本研究除歸納脆弱度與回復力一般性的概念外，將<u>以本研究所建立之脆弱度與回復力評估指標體系，定義兩者涵蓋的面向。</u> 2. 評估指標體系將由國內、外探討脆弱度與回復力文獻彙整出，再配合國內、外實際颱風災害案例研究，歸納之脆弱度與回復力因數，修正評估指標系統。 3. 採由上而下的指標系統，內容較粗略，可適用於較大的空間範圍(如國土、區域之空間層級)；採由下而上建立的指標系統，內容較細緻，可適用於較小的空間範圍(如鄉鎮、社區之空間層級)。本計畫藉由五個子計畫分工，採由上而下，以及由下而上兩種方法並行，建立適用各地的評估指標。並且納入國外颱風案例探討，可做國內外比較分析。 <p>颱風案例之篩選與分析方法</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 由目前資料較完全的颱風災害中，篩選具有代表性的颱風案例。 2. 可從案例中挑選颱風強度雷同之颱風災害，分析其所造成的災害內容(土石流、淹水等)，做橫斷面的比較。在颱風強度相似下，分析造成不同災害內容的因素。 3. 颱風案例中，回復力資料可藉由投入的資源、政策、經費等項目，估計地區回復力強弱。 <p>工作分配</p> <p>歸納脆弱度與回復力意涵的部分，由五個子計畫共同蒐集資料。待脆弱度與回復力定義確定後，各子計畫在針對負責特定議題進行研究。資料蒐集分工如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 脆弱度與回復力之意涵歸納，主要由白仁德老師、洪鴻智老師與詹士樑老師負責蒐集歸納。 			

2. 國內颱風災害案例主要由陳亮全老師蒐集提供。

3. 國外颱風災害案例主要由吳傑穎老師負責蒐集。

下次開會重點

下次開會 9/17(三)上午 9:00 於台灣大學城鄉所 305 室，主要討論題綱為**脆弱度與回復力之意涵探討**，主要由洪鴻智老師與詹士樑老師負責。

開會情形：

聆聽進度報告情形	討論脆弱度架構之項目意涵 1
	
解釋脆弱度架構內容	討論脆弱度架構之項目意涵 2
	

第三次工作會議

時間	2008/9/17(三) 9:00	地點	台大城鄉所 305 教室
出席人員	吳傑穎教授、洪鴻智教授、陳亮全教授、詹士樑教授		
紀錄	黃宣鳳		

重要結論

脆弱度與回復力評估構想

- 以颱風災害為案例研究之地區脆弱度與回復力評估架構，原則上採用下圖 1 關係與因數。影響地區脆弱度與回復力強弱的因素主要分為三部份：首先為系統外部驅動因數（即下圖紅色部分，其中包含巨觀的社會經濟狀況、氣候及環境變遷狀態、人為活動等）；再者為系統擾動部分及下圖黑色部分；最後為系統內部的災害受體、社會經濟情況等元素。三者環環相扣，相互影響。

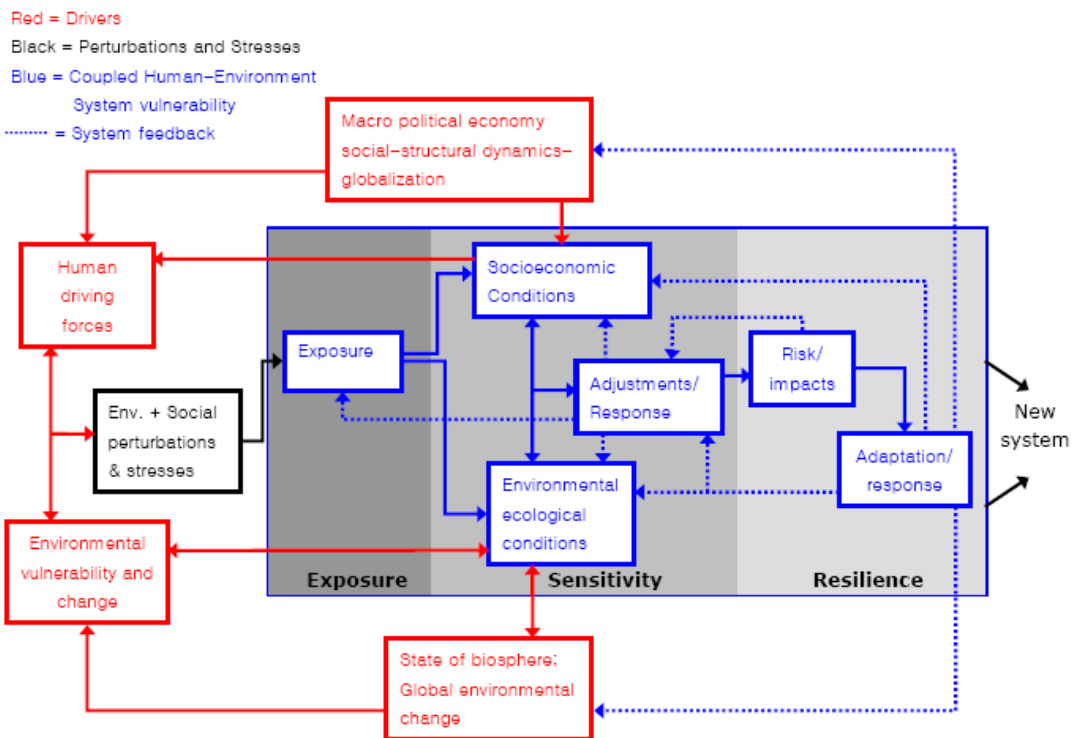


圖 1:脆弱度與回復力分析架構

- 不同空間層級的脆弱度與回復力研究，會因為空間大小界定的差異，影響內部條件與外部條件的認定，而影響評估結果。因此，本研究運用案例研究方式，套用上圖 1 分析架構，依據個別案例特性，與研究空間範圍大小，分別設定系統的內部條件與外部巨觀因數，依照個別案例特性，定義脆弱度與回復力，以及蒐集出不同粗細程度的輸入條件。
- 將現有颱風災害資料，對應至圖 1 架構時，可能有現有資料無法對應、單一資料可對應多處的狀況產生，因此需拿實際颱風案例對應分析架構圖，已

修正理論架構圖，增加架構圖可操作性。

4. 由於採用以實際案例修正理論方式，建構出合適的脆弱度與回復力評估架構，因此計畫第一年度的將改為，每子計畫分別挑選一個適合颱風案例，分別對應與修正架構圖，最後再彙整、調適成完整的脆弱度與回復力評估架構，作為第二年度應用的依據。
5. 未來在探討脆弱度與回復力影響因數時，需要考慮因數變數包含：脆弱度與回復力之組成元素、外在趨勢變化（氣候變遷、社會經濟系統狀態）、災害受體（object）、災害別（颱風、地震等）等項目。
6. 回復力以「回復速度」衡量回復力的強弱。然而，未來在探討回復力時，所考量的因數包含：系統本身的抗災力（Robustness）、災害前減災措施與政策，與事後投入資源，此三項皆會影響回復力強弱。
7. 脆弱度與回復力關係方面，可引用 Gallopin (2006) 提出之關係，將回復力視為脆弱度內回應力的一部份，亦較容易操作。

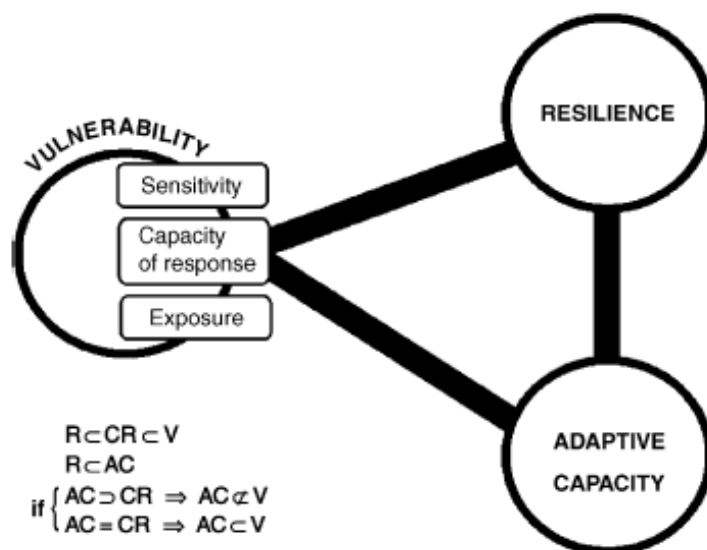


圖 2:脆弱度與回復力關係

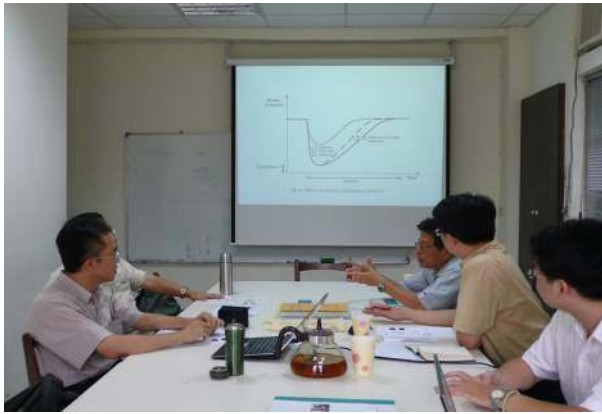
資料來源：Gallopin, 2006

下次開會重點

下次開會 10/01(三)上午 9:00 於台灣大學城鄉所 305 室，主要討論題綱：挑選合適的颱風案例，與討論脆弱度與回復力評估架構內容及關係。

開會情形：

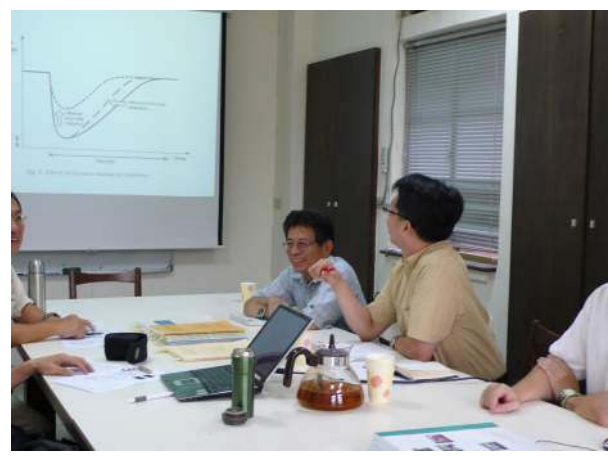
回復力意涵探討 1	回復力意涵探討 2
-----------	-----------



脆弱度探討情形 1



脆弱度探討情形 2



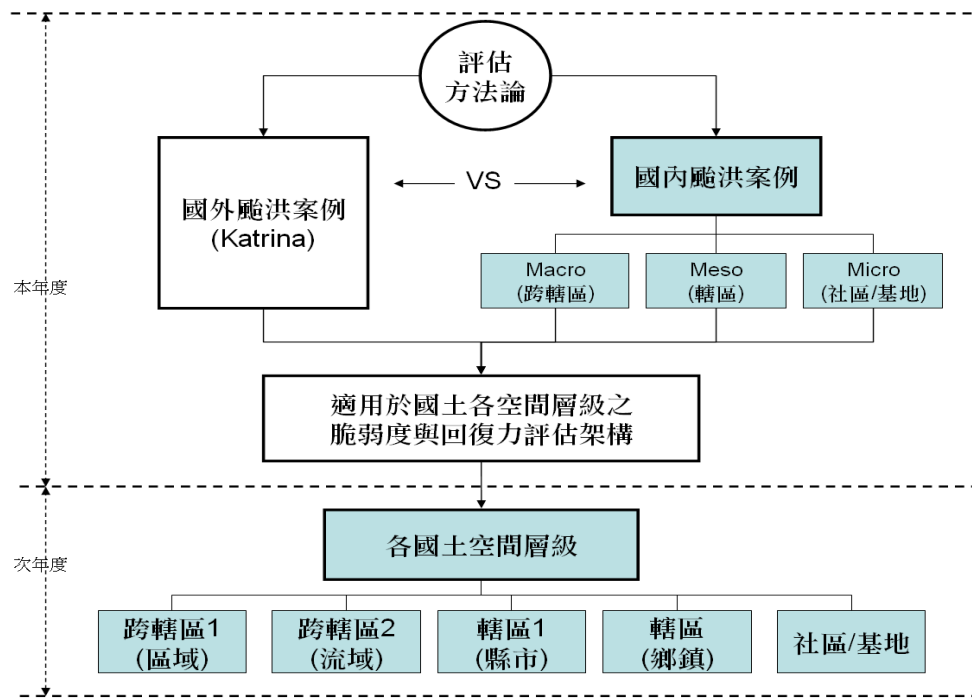
第四次工作會議

時間	2008/10/01(三) 9:00	地點	台大城鄉所 305 教室
出席人員	白仁德教授、吳傑穎教授、洪鴻智教授、陳亮全教授、詹士樑教授		
紀錄	黃宣鳳		

重要結論

1. 計畫內對專有名詞的用語及意涵須一致：回應能力(response capacity)包含調適能力(adaptation)與回復力(resilience)兩者，其中與日常的整備、系統本身的抗災能力有關。
2. 於下次開會前，先廣泛蒐集相關近年重大災害的相關文獻資料，於下次會議中篩選出資料較充足，且具代表性的颱風災害案例。颱風案例資料蒐集除災害檢討報告書之外，尚需收集相關學術論文、期刊雜誌(災後專刊、特別報導)等資料。
3. 本年度計畫藉由國內與國外颱風災害，配合評估方法的探討，歸納出適用於國土各空間層級之脆弱度與回復力評估架構。其中國內案例部分，分別

從 Macro 跨轄區的觀點、Meso 轄區的觀點，與 Micro 社區/基地的角度切入研究。而次年度計畫再挑選不同空間範圍案例操作(如下圖所示)。



4. 回復力(resilience)評估方面，推估較困難，台灣目前僅有 921 地震，有相關資料，在文獻上亦是運用理論推估為主。

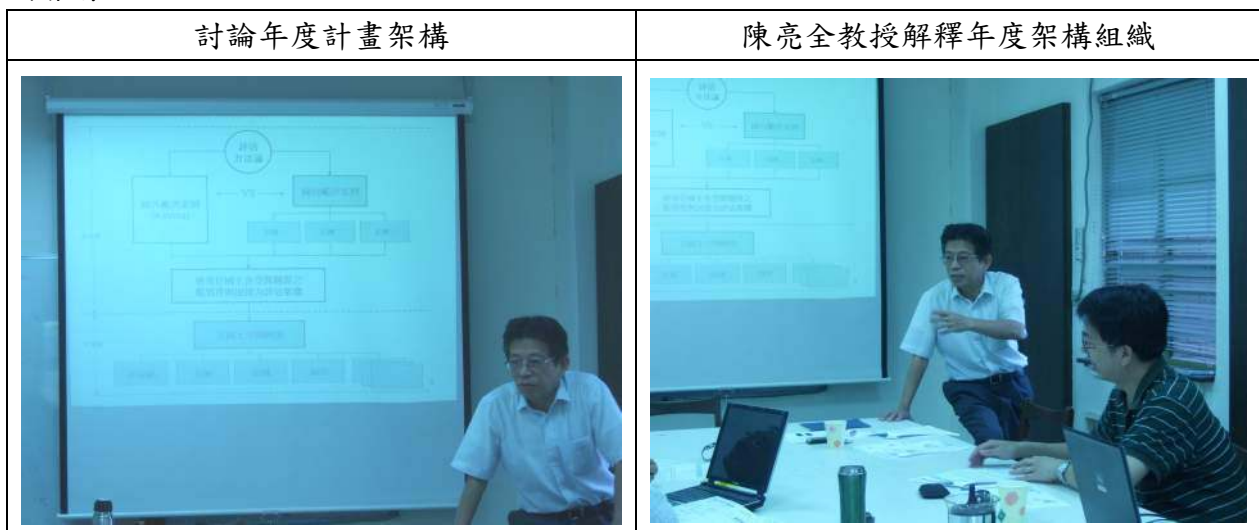
工作分工

1. 初擬脆弱度與回復力評估指標項目：洪鴻智老師、詹士樑老師。
2. 颱風災害案例資料蒐集：白仁德老師、吳傑穎老師、陳亮全老師。

下次工作會議討論提綱

1. 脆弱度與回復力評估指標項目探討。
2. 颱風災害案例篩選與分工。

開會情形：





第四次工作會議			
時間	2008/10/22(三) 9:00	地點	台大城鄉所 305 教室
出席人員	白仁德教授、吳傑穎教授、洪鴻智教授、詹士樑教授		
紀錄	黃宣鳳		
重要結論			
<p>5. 以類目、指標、內容三個階層建構脆弱度與回復力評估指標體系，其中類目共分為五項，其意涵說明如下：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 暴露：包含擾動與壓力的概念，因此災害特性亦包含在內。 ● 社會經濟條件：包含社會資本 (social capital)、實質環境 (physical capital)、人力資本 (human capital)、經濟資本 (economic capital)，不僅涵蓋系統內部社會經濟條件，外在巨觀的政治、經濟、社會條件。 ● 環境生態條件：泛指自然資本範疇、巨觀的生物圈的狀態。 ● 調整/回應 (adjustment)：指較短期、個人災害應變的調整回應，屬於應變、復原階段的短期反應。 ● 調適/回應：指長期政策、制度、法令的改變，即重建階段的回應。 <p>6. 評估體系之指標與內容，由 daywater project 等指標資料，匯集而成初步架構，再經由實際颱風案例修正評估體系。</p> <p>7. 回復力指標，藉由 921 地震案例找出評估基礎，再修改為颱風案例適用的指標項。</p> <p>8. 選擇納莉颱風、敏督利颱風、卡玫基颱風與新樂克颱風為本年度案例研究的對象。每個案例分別檢視其 macro、meso、micro scale 的脆弱度與回復力因數。</p> <p>9. 下年度各子計畫實證空間層級：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 跨轄區層級 (macro scale)：詹士樑與洪鴻智教授，其中一子計畫以河 			

川流域為研究空間，另一子計畫則以都會區為範圍。

- 單一轄區層級 (meso scale)：由白仁德、吳傑穎教授負責，前者以縣市轄區為研究空間；後者以鄉鎮轄區為研究範圍。
- 社區層級 (micro scale)：由陳亮全教授負責，挑選單一社區或基地為研究空間。

工作分工

3. 陳亮全教授：將 daywater 指標資料庫內的評估項整理至本研究之評估體系。
4. 案例分配：辛樂克颱風（洪鴻智教授）、卡玫基颱風（白仁德教授）、敏督利颱風（吳傑穎與詹士樑教授）、納莉（詹士樑教授）。

第六次工作會議

時間	2008/11/12(三) 9:00	地點	台大城鄉所 305 教室
出席人員	陳亮全教授、吳傑穎教授、洪鴻智教授、詹士樑教授		
紀錄	黃宣鳳		

重要結論

- 在脆弱度與回復力評估表，加增備註欄，註記該項目的資料來源，便於後續確認原始資料使用。
- 藉由颱風洪案例資料可以發現，現有報告書與災後調查，缺乏評估脆弱度與回復力的調查資料。因此，可在本年度的成果報告中建議未來做災害調查時需包含那些資料項目，做那些評估調查，以利於後續國內對脆弱度與回復力的研究。
- 由於本研究焦點於空間規劃之上，因此在社會環境條件的類目下，增加土地使用指標，藉此找出需注意的空間規劃元素。
- 暴露類目下環境壓力中的土地使用屬於是、否的概念，如：是否有在易淹水地區？而社會環境條件類目中的土地使用則有程度、屬性的概念。
- 下年度計畫：
 - 以都會/區域（詹士樑老師）、流域（洪鴻智老師）、海岸（白仁德老師）、都市（吳傑穎老師）、社區（陳亮全老師）五不同尺度的空間範圍為下年度研究對象。
 - 各子計畫挑選的空間需有連貫性，較能表達空間層級間的問題，因此選擇以中部地區為探討的對象。
 - 下年度選擇以海岸為研究對象之一，而本年度中缺乏對海岸規劃的案例蒐集，故需要補足海岸規劃、海岸災害的相關資料，以作

為後續研究參考基礎。

- 下次開會時間：12/10（三）上午9：00 於台大城鄉所 305 教室。
- 麻煩請於 12/8（一）前寄整理好的案例資料寄至 pinnahot@gmail.com。

第七次工作會議

時間	2008/12/10(三) 9:00	地點	台大城鄉所 305 教室
出席人員	陳亮全教授、洪鴻智教授、詹士樑教授		
紀錄	黃宣鳳		

重要結論

- 本年度研究：
 1. 建立完整可適用於各空間層級的評估模式架構，供給未來其他研究使用，可由本研究建立模式架構中，挑選出適合該空間使用之評估指標項目，進行脆弱度與回復力評估研究。
 2. 颱風案例研究方面，先對個別颱風案例做概括性的說明；其次說明由不同空間角度歸納該案例之脆弱度與回復力因數；評估架構表格內容彙整呈現；分析架構的可用性及優缺點。
 3. 颱風案例分配：

	納莉颱風	敏督利颱風	卡玫基颱風	瑞伯颱風	桃芝颱風
都會區空間	詹				
流域空間		詹	洪		
縣市空間			白	白	
鄉鎮空間		吳		吳	
社區空間	陳				陳

- 下年度研究：
 - 以操作模式為主，藉由模式操作的結果研擬防救災之空間規劃策略。
 - 一子計畫專責負責評估方法論之相關研究（並以流域空間資料，比較、分析、測試評估方法間的差異與可行性。），其餘四個子計畫以不同空間層級做為評估模式操作對象：都會區（詹士樑老師）、流域：以流域空間做為評估方法測試的案例（洪鴻智老師）、縣市（白仁德老師）、鄉鎮（吳傑穎老師）、社區（陳亮全老師），構成五不同尺度的空間範圍。
 - 比較不同空間層級下使用的評估方法。

- 在總計畫計劃書中，需加強描述子計畫間分工合作情形，避免審查時對每個子計畫內容雷同的疑慮。

討論評估模式指標內容 1



飈洪案例分配討論

討論評估模式指標內容 2



討論下年度計劃書內容

