

# 洪災風險評估與災害風險稅課徵一 以台北市為例\*

洪鴻智\*\* 陳羚怡\*\*\*

論文收件日期：95年10月03日

論文接受日期：96年04月27日

## 摘 要

隨人口迅速增長及災害敏感地區的過度開發，使洪災損失有增無減。由於災害敏感地區的超限開發，造成政府須投資更多的災害防救設施與成本。然基於效率原則，該等地區之土地開發應依受益付費原則及風險分擔概念，依開發行為隱含的災害風險程度，分擔政府增加的防救災成本。故本文提出災害風險稅課（risk-based taxation）之方式，以增加災害敏感區的開發成本，降低開發誘因的手段，以達到減災的目的。本文藉由災害管理及地方財政理論，建構災害風險稅課徵基礎。另應用分析階層程序法（AHP）建立土地開發之災害風險程度評估體系，以台北市為例，評估案例區內各地區的洪災風險分布特性與空間差異，並以之做為災害風險稅課徵負擔估計之基礎。最後估計納稅人應負擔的稅額，依分攤災害防救成本比率的差異，平均約為每戶每年4,167元~11,907元間。

關鍵詞：災害風險稅、災害風險管理、多準則評估，受益者付費、土地開發

---

\* 感謝兩位匿名審查委員的寶貴意見，使本文的內容能更臻完善，然相關的文責仍由作者自負。本文為行政院國家科學委員會補助專題研究計畫（編號：NSC 93-2415-H-305-012）的部份成果，對其經費補助特申謝悃。

\*\* 國立台北大學不動產與城鄉環境學系教授，E-Mail: hung@mail.ntpu.edu.tw

\*\*\* 國立台北大學不動產與城鄉環境學系碩士，E-Mail: linyi5201@yahoo.com.tw

# Flood Risk Assessment and Hazardous Risk-Based Taxation – A Case Study in Taipei\*

Hung-Chih Hung\*\* and Lin-Yi Chen\*\*\*

## Abstract

The dramatic increase in natural disaster losses associated with fast population growth and over-development in hazardous sensitivity areas should be taken seriously. From an efficiency standpoint, developers developing land in hazardous sensitivity areas should have to pay for the costs of disaster prevention and mitigation. This concept is established by the mechanism of risk-sharing, that companies developing in hazard-prone areas should defray the costs of the potential risk resulting from their land development. In order to design a framework for hauling such development, a non-structure disaster mitigation measure of risk-based taxation is proposed. First, we establish a multi criteria evaluation system to assess the risk levels of each development area by using AHP analysis. In the case study of Taipei, the characteristics and heterogeneity of flood risk distribution over areas in the city were estimated and identified by GIS. Second, if a risk-based tax is levied, we estimate the expected average burdens of each household in the case study. The results show that the average burdens of each household are estimated at NT\$4,167~NT\$11,907 per year.

**Keywords:** Risk-Based Taxation, Hazardous Risk Management, Multicriteria Evaluation, Beneficiary-Pay, Land Development

---

\* The authors would like to acknowledge two anonymous referees for thoughtful comments and suggestions. We are also grateful to the support of this study by the National Science Council, Taiwan under Grant No. NSC 93-2415-H-305-012.

\*\* Professor, Department of Real Estate and Built Environment, National Taipei University,  
E-mail: hung@mail.ntpu.edu.tw

\*\*\* Master, Department of Real Estate and Built Environment, National Taipei University,  
E-mail: linyi5201@yahoo.com.tw

## 一、前言

1950年代起，各國為減少災害損失和傷亡，乃開始引入非工程防災措施，整合工程手段，以降低災害損失（Burby et al., 1991；洪鴻智與黃欣怡，2003）。非工程防災措施的運作，主藉由災害風險管理降低災害損失。其中風險分擔即利用課稅、保險或財政機制分擔或轉移災害風險，以達到環境風險管理之目的。特別是引入受益者或使用者的付費原則，提高災害敏感地區開發者的成本，建立「誘因導向（incentive-based approach）」的災害風險管理策略（Zimmerman, 1990；Burby et al., 1991；Deyle and Smith, 2000；洪鴻智，2002b）。亦即對於高災害敏感地區的土地開發，除依一般土地使用管制進行管理外，亦可依其土地開發所處（引發）的環境風險程度，分擔災害防救成本，以提供更公平的災害風險分擔機制，及做為地方政府防救災工作之財源籌措與土地使用規劃的配套措施。

以往之災害防救經驗，許多土地開發或使用者（以下簡稱開發者）選擇在高災害敏感地區開發<sup>註1</sup>，政府卻須提供大量災害防救工程與措施，支持這些土地開發行為。此不但造成政府財政支出之沉重負擔，亦隱含政府須以一般納稅人之稅收補貼這些防救災工作的成本。造成在高災害敏感地區開發者，須由其他地區居民支付其開發風險成本的奇怪現象，甚至形成所謂的土地開發「道德危機」問題。換言之，現有之土地使用管理或公共設施成本分擔機制，不存在讓開發者主動減少在高災害敏感地區開發的機制。相對地，政府反而需投資龐大的防救災設施或措施保護這些土地開發行為，且一旦災害來襲，又須從事永無止盡的災後設施復原重建工作。此無異是對某些高風險地區開發者的變相補貼，無形中亦創造更多及更廣的預期災害損失。

Deyle and Smith（2000）指出災害敏感區之開發者，應依該不動產開發的災害風險程度，分擔所增加的防救災成本。此不但有助於健全政府災害防救工作的財政結構，且可透過開發（外部）成本內部化的方式，抑制對災害敏感地區的開發。風險稅課（risk-based taxation）乃可達到此目標之災害風險管理的政策工具之一。風險稅課的設計原則，主要即欲創造政策上的誘因，透過土地開發成本的增加，使開發者降低於高災害風險地區開發的動機，以達到降低災害風險之目的（Wätzold, 2000；Sadler, 2000）。此在美國對於飽受颶風威脅之海岸地區的開發管理（Deyle

---

註1. 此處所稱的土地開發或使用者，並非單純指不動產開發商（或建商），而是指土地開發市場供需的整個體系。故應包含土地開發業者（供給者）與開發後的住戶（需求者），然本文認為較可行的災害風險稅納稅人為住戶，其理由詳述於註釋5。

and Smith, 2000），及在加拿大之水資源保育地區的環境管理（Cameron et al., 1999），皆有許多應用經驗。

透過風險稅課或以受益者付費理念，進行災害敏感地區之環境管理，須在課徵制度的設計過程克服下列問題：（1）不同地區開發隱含的災害風險須有差異，且此災害風險程度與差異須能量測；（2）須能估計土地開發行為，享有災害防救設施與服務提供的效益或花費的成本；（3）須在政治與行政法令上可行。依據此三項基本課題，本研究主要目的即依風險分擔概念，透過受益原則與災害風險稅課徵理論，提出風險稅課可行的課徵架構與方法。文中將以台北市為例，依本文設計的災害風險評估體系，評估各地區之洪災風險空間分布特徵與差異。另亦應用所提出的風險稅課模式，估計不同地區的稅課負擔。最後再藉之討論災害風險稅課徵，在地方法令與行政之可行性。以下第二節將回顧災害風險管理與風險稅課之相關文獻；第三節說明洪災風險評估架構與風險稅課之課徵方法；第四節說明案例分析程序、方法與資料來源；第五節為案例分析成果與相關課題之討論；最後一節為結論與後續研究之建議。

## 二、災害風險管理與風險稅課原理

### （一）土地使用與洪災風險管理

都市高度發展後，因降雨的滲透量減少，逕流量增大，造成都市土地發生洪災的可能性大增（洪鴻智，2002a）。Hewitt（1997）指出天然災害形成的機制，除自然環境條件外，尚包含人類社會與土地使用之暴露條件。洪災的形成，極端的氣象與水文條件，且通常與都市發展、土地使用型態有密切關係。因而評估洪災風險之內涵，須同時考慮地區的易致災性（vulnerability）與洪災發生機率（頻率）。

傳統的洪災防救偏重在工程防堵與應變，惟Berke（1994）指出工程手段應用於防洪的資源投入需求通常非常龐大，效果卻非常有限。因此較佳的災害防救理念，愈來愈強調災前之減災、土地使用及都市成長管理的綜合應用，而非遭逢災難時的救災與緊急應變（Faisal et al., 1999；陳亮全等，2003；Hung and Chen, 2007）。其中土地使用管理即是透過不同災害風險管理策略的搭配，降低土地使用暴露於洪水的影響過程或強度，以藉之降低災損。

洪鴻智（2000）認為，一般應用土地使用管制手段於災害防救，常將事件過度簡化，造成管制結果的不確定性。若能透過經濟誘因的提供，減少具高災害風險

的開發行為，將更有利於土地資源使用的效率。近來美國之「減災法案2000」即提供一套經濟誘因機制，透過聯邦政府的救助金補助，鼓勵州政府與地方政府研擬減災計畫，及避免未經規劃地區的發展與敏感地區的過度開發，以達到減災之目的（Topping, 2004）。

另所謂的災害風險管理，指採取不同災害風險處理方法，與思考如何面對風險的決策過程（Pritchard, 2000）。其應用於土地使用規劃，可引入風險分擔策略，由災害風險相關的承擔者，依其所處（引發）之風險程度分擔風險成本，使從事高風險決策或高風險土地開發行為的誘因能降低。其中災害風險稅課即應用風險分擔的理念，以財政手段進行災害敏感地區之管理（Berke, 1994；Burby and Dalton, 1994）。此措施如能有效抑制洪災敏感地區的過度開發，則不但有助於降低這些地區的易致災性，亦能提升在全球環境變遷下的環境回復力與適應力（adaptive capacity）（Brooks et al., 2005）。

## （二）風險稅課原理

### 1. 風險量測與風險稅課

欲透過風險稅課創造減災的開發行為誘因，則評估不同地區所處的災害風險程度，即成為決定政策能否執行的重要關鍵。災害風險的組成，不管是災害發生機率，或可能造成災損增加之易致災性提高，都會提升災害風險。故災害風險評估須包含兩項基本因素之量測：（1）暴露程度（EXPO）：指不同開發區域之災害潛勢與其機率分配；（2）易致災性（VULN）：指可能影響預期災損之地區土地使用特性、重要設施的開發狀況、區位分布等（Deyle and Smith, 2000；陳亮全等，2003；吳杰穎等，2007）。故地區 $i$ （ $i=1, 2, \dots, n$ ）的災害風險 $R_i$ 可表為下列之函數：

$$R_i = f(\text{EXPO}_i, \text{VULN}_i) \dots\dots\dots (1)$$

當防災工程或措施之邊際效益不確定時，因無法精確估計防災措施的邊際效益，則較佳的政策工具，是從防救災成本的分擔著手。而可藉由租稅手段，由高災害風險地區之開發者負擔成本（洪鴻智，2000）。然欲透過風險稅課，降低高災害風險地區的開發行為，則稅或費率須能反映開發行為的邊際損害（或成本），方能有效的達到風險降低之目的（Baumol and Oates, 1988；Sadler, 2000）。故Baumol and Oates（1988）認為此類型的環境稅率，須隨開發區位而異，較適的稅率為：

$$t_i = \text{MD}_i \times \text{VULN}_i \dots\dots\dots (2)$$

其中 $t_i$ 為地區 $i$ 負擔的稅率， $MD_i$ 為開發區 $i$ 的邊際損害。式（2）顯示 $t_i$ 不但須反映邊際損害，亦須因開發所在區位之易致災性的不同，而有不同的稅率。

然在資訊不充分的情況下，欲精確量測單一土地開發的邊際損害 $MD$ ，有實際之困難。為提高行政上的可行性，依Baumol and Oates的建議，可採較粗略的方法，以分區劃設之方式，假設同一分區內的土地開發行為之邊際損害皆相等。因而式（2）等號右邊之決定，可以分區之方式，估計每一分區的風險單元（risk unit）值，再依之設計應負擔的稅率。

## 2. 課徵額度的決定

風險稅課的另一重要課題，乃須決定課徵之額度。此可透過地方財政理論常應用之受益原則，以公共設施受益者負擔成本的理念，估計土地開發或使用者需負擔的防救災成本（Leithe and Joseph, 1990）。換言之，不同地區之民眾應按其受益程度支付防救災設施及服務成本，以符合稅課的公平原則。若不願負擔較高成本者，則可透過Tiebout的「以足投票」機制，自行選擇其他符合其需求的地區開發或居住（Rubinfeld, 1987；Mieszkowski and Zodrow, 1989）。

所謂的受益原則，乃指政府提供公共設施或服務，個人可享受這些公共設施或服務提供的效益，再依其受益程度支付設施之費用（或成本）的財源籌措方式（Bailey, 1999）。因此受益者付費的目的，在於公共財的費用支付須能反應公共財之真實成本及受益者的受益程度。

對於受益程度的估計，依Lindahl的志願交易說，應以設施提供的邊際效益，做為衡量受益程度與課稅的基準（Bös, 1984）。而此邊際效益可區分為實質與非實質，其中非實質效益（如環境寧適的非市場價值）的估算較為複雜且困難。為簡化估計公共設施的效益，及降低稅捐稽徵行政的困難，可依Musgrave and Musgrave（1984）提出之「消費敵對原則（consumption rivalrous principle）」估計受益程度。亦即在資源固定下，可假設公共設施的提供滿足Lindahl均衡條件，亦即設施提供的邊際效益等於邊際成本與平均成本。故藉由量測對特定地區投資的設施邊際成本或平均成本，即可估計其提供的邊際效益<sup>註2</sup>。消費敵對原則即基於機會成本概念，當政府提高災害敏感地區的設施提供經費，相對會減少其他地區相關設施及服

---

註2. 依Lindahl均衡原則，其主張個人須依公共設施所獲得的邊際效益支付稅款，此原則適用於一般所謂受益者或使用者付費的公共設施財源籌措。然其中的邊際效益如何量測，有許多不同的做法。此等方法除直接量測邊際效益外，另外較可行的做法，乃可依擁擠性俱樂部財（公共財）的最適提供條件：邊際效益＝邊際成本＝平均成本，量測邊際效益（Bös, 1984）。故透過邊際或平均成本，即可量測邊際效益。

務的提供。故透過投入之設施成本，即可估計設施享受的效益，且可藉之計算開發者應負擔之稅額。

### 三、洪災風險評估與風險稅課負擔

以下即以洪災為基礎，分別說明洪災風險程度評估方式，及災害風險稅課負擔額度之估計方法。

#### (一) 洪災風險評估體系

由於估計不同開發地區之洪災風險單元值為課徵風險稅課的基礎，此可透過式(1)的歸納，發現影響洪災風險的因素應包含暴露程度(EXPO)與易致災性(VULN)。此兩項因素的關係，一般的處理程序，多是藉由 $EXPO \times VULN$ 的方式估計災害風險。此作法是將EXPO直接視為VULN的權重，而忽略EXPO與VULN的組成因子，及這些組成因子間的相對重要性。故本文採用分析階層程序法(analytic hierarchy process method, 簡稱AHP)，考慮洪災暴露與易致災性的可能組成因素，及決定不同組成因素間的相對重要性，最後再依AHP分析結果，估計各開發區的洪災風險指數(亦即風險單元值)。其分析步驟為：

#### 1. 洪災風險評估架構

洪災風險評估架構的建立，主要透過相關文獻之歸納，及訪談災害防救、環境管理、都市規劃方面的專家學者建立。最後不同土地開發所處之洪災風險指數的評估層級架構，可如圖一所示，其組成內涵為：

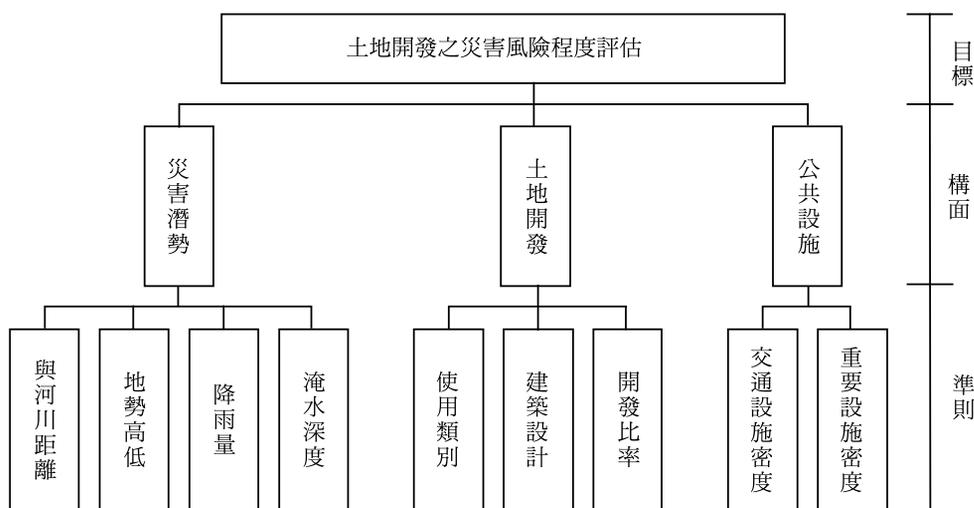
##### (1) 構面

Deyle and Smith (2000) 歸納影響土地開發之洪災風險程度的主要因素，可分為災害潛勢、土地開發及公共設施三個構面<sup>註3</sup>，其相關特性與假設如下：

- a. 災害潛勢：洪災潛勢愈高之地區，表示環境條件愈不佳，發生洪災機率愈高，洪災風險程度亦愈高；
- b. 土地開發：土地或基地開發程度與密度愈高，可能使該土地的易致災性提升，在其他條件不變之下，災害來襲的損害可能愈嚴重，洪災風險程度可能亦因而增加；

註3. Deyle and Smith (2000) 認為尚需考慮持續性之措施，以決定開發者應分擔的長期防救災規劃與設施的行政成本，但本文因欠缺防救災相關之行政成本資訊，故暫不考慮此構面。

- c. 公共設施：土地開發周邊或所在之社區，若提供愈多之公共設施供民眾使用，不但會增加公共設施提供的成本，洪災來襲時，亦可能因而造成愈大之損失與復原重建成本，而增加災害風險程度。



圖一 洪災風險程度評估層級架構

## (2) 準則

在上述三個構面下，其中災害潛勢主要欲量測特定開發行為，產生洪災災損的暴露程度（災害發生機率），土地開發與公共設施則是量測土地開發行為本身與周邊社區的易致災性。三個構面的評估結果，即為洪災風險的量測。以下可進一步擬定評估三個構面的相關準則（相關準則的整理與量測方式可參見表一）。

- a. 災害潛勢：依詹士樑等（2003）、王如意等（2002a; 2002b）與張炎銘（1991）的歸納，洪災災害潛勢主受：與河川距離、地勢高低、降雨量、淹水深度因素之影響<sup>註4</sup>。愈靠近主要河川之區域，受災潛勢往往愈高。地勢愈低窪之地區，愈容易淹水。平均降雨強度則直接反應區域的逕流量，降雨量愈大可能引發愈嚴重之災害。另洪災損害程度與淹水深度亦成正

註4. 台北市主要的天然災害類型，其實不限於洪災，土石流可能亦為主要的天然災害類型之一。惟本文因評估的災害風險類型為洪災，而土石流一般歸類為坡地災害（台北市政府，2005）。故其評估之相關指標如地形、地質、坡度等，則暫不考慮於洪災的災害風險評估體系中。

表一 準則說明

準則	說明
與河川距離	土地開發所處位置與主要河川之直線距離
地勢高低	土地開發所處位置地勢之海拔
降雨量	土地開發所處位置之年平均降雨量
淹水深度	土地開發所處位置在日降雨量600mm情況下，透過數值模擬之淹水深度
使用類別	土地之使用類別
建築設計	建築設計型態（包括單一家庭居住型態、五樓以下公寓及六樓以上大樓）
開發比率	土地開發利用面積占全區面積之比率
交通設施密度	土地開發周邊之交通設施密度
重要設施密度	土地開發周邊之重要地方性公共設施密度

比，淹水深度愈高，預期洪災損害亦愈高。

- b. 土地開發：美國FEMA之國家洪災保險方案的保險費率系統，列出關於土地開發的洪災風險主要決定因素，包含土地使用類別和建築設計（或建物型態）。另Deyle and Smith（2000）與Cameron et al.（1999）亦指出，土地開發隱含的易致災性，尚需考慮土地開發的強度，如建築鋪面面積等。綜合上述，可將評估土地開發構面的易致災性判定準則，歸納為土地使用類別、建築設計與開發比率（面積）三項。
- c. 公共設施：王如意等（2002b）指出，影響公共設施之易致災性指標，為交通設施及重要設施密度。Deyle and Smith（2000）亦提出，相較於其他受益範圍較大之公共設施，地區性公共設施更能反映地區的公共服務需求，及災後復原重建成本。故在公共設施構面下的易致災性判定準則，乃考慮交通設施和重要設施密度。

## 2. 權重分析

根據以上建置之洪災風險評估體系，透過專家團體之AHP問卷調查，由受訪專家依都市土地開發之洪災風險程度，就圖一之評估架構，每個層級進行成對比較，以決定不同構面與準則的相對重要性與權重。本研究共寄出問卷18份，回收16份（回收率89%），經由一致性檢定後，選取13份問卷（占72%），包括8位災害及

環境規劃管理學者、2位水資源規劃管理專家、1位都市財政學者，及水利署、內政部消防署官員各1位。最後透過AHP分析估計之權重可示之於表二。

從表二的權重調查估計成果，顯示受訪的專家對於構成洪災風險構面，乃認為災害潛勢（約占55%）（即洪災暴露程度）較易致災性（合計約占45%）重要。在災害潛勢的判定準則中，則認為地勢高低與淹水深度較為重要。在土地開發構面中，影響易致災性的土地使用類別與開發比率（皆約占36%），為受訪者較關注之項目。而公共設施的準則，則以重要設施的密度較為重要（約占58%）。

## （二）洪災風險稅負擔之估計

為利於實務上的推動，以下乃應用Musgrave and Musgrave建議的消費敵對原則，以災害防救成本，做為土地開發者需分擔的災害風險成本的估計基礎。

### 1. 洪災防救成本

本文將洪災防救成本區分為「防洪措施」、「環境復原」、「公設復原」三類（Deyle and Smith, 2000），以下可針對其內容與特性說明之：

- （1）防洪措施成本：包括防洪工程（如堤防）、抽水及排水設施之興建及維護等成本。當土地開發區位之洪災暴露程度愈高，可能愈需相關之防洪措施進行保護。故可以土地開發地區之洪災潛勢程度，做為衡量防洪措施支出成本的權重，以估計災害風險稅課之負擔。
- （2）環境復原成本：洪災發生之後，往往需要大量的人力及物力進行復原重建工作。其中包含災後垃圾的清除、環境衛生的恢復等。故影響環境復原成本之主要因素為土地開發強度，土地開發強度愈高者，所需之環境復原成本愈高，故可將土地開發程度視為環境復原成本的權重，以藉之估計災害風險稅負擔。
- （3）公共設施復原成本：政府每年需投資龐大的經費，以復原重建洪水、颱

表二 估計之權重

構面	災害潛勢				土地開發			公共設施	
權重	0.548				0.278			0.174	
準則	與河川 距離	地勢 高低	淹水 深度	降雨量	使用 類別	建築 設計	開發 比率	交通設 施密度	重要設 施密度
權重	0.173	0.394	0.316	0.117	0.356	0.280	0.364	0.417	0.583

風、地震等天然災害造成損害之重要設施 (Burby et al., 1991)。公設復原成本包括道路、橋樑、電力、通訊、自來水、學校、公園等地區性公共設施，為儘快恢復受災地區民眾的日常生活機能，地區性公共設施愈多，政府需耗費的成本也愈高。故影響公設復原成本之主要因素為公共設施密度，密度愈高復原重建之成本亦愈高。因而可將公共設施密度視為公設復原成本的權重，以估計災害風險稅負。

## 2. 負擔之估計方法

洪災風險稅負擔之估計，首需估計災害防救措施及服務之總成本，再依各土地開發行為隱含的洪災風險程度，估計應分擔的額度。洪災風險評估的成果，可視為開發區*i*隱含之洪災風險指數，再根據各構面所佔權重，乘上對應的防救災成本，即可估計該土地開發區*i*，於不同風險構面須分擔的成本，最後加總三項須負擔之額度，即為洪災風險稅課應負擔之總額，其可示為：

$$TC = FC_1 + EC_2 + PC_3 \dots\dots\dots (3)$$

$$RT_i = (RH_i / RH_t) \times 0.548TC + (RL_i / RL_t) \times 0.278TC + (RP_i / RP_t) \times 0.174TC \dots (4)$$

上述之TC為土地開發者應負擔的防救災總成本，FC<sub>1</sub>為防洪措施成本，EC<sub>2</sub>為環境復原成本，PC<sub>3</sub>為公共設施復原成本。另RT<sub>i</sub>為地區*i*應負擔之災害風險稅課額度，RH<sub>i</sub>為災害潛勢構面評估之指數，RH<sub>t</sub>為所有已開發土地之洪災潛勢構面評估之總指數，RL<sub>i</sub>為地區*i*之土地開發構面評估之指數，RL<sub>t</sub>為所有已開發土地之土地開發構面評估之總指數，RP<sub>i</sub>為公共設施構面評估之指數，RP<sub>t</sub>為所有已開發土地之公共設施構面評估之總指數。

## 四、資料處理與案例分析程序

以下將以台北市為例，應用上述建立的洪災風險評估體系，評估不同土地開發所處的洪災風險程度，及估計災害風險稅課的負擔。

### (一) 資料蒐集與假設

資料蒐集與處理內容包括：(1) 台北市各里自然環境資料，(2) 台北市政府防救災成本之統計資料。其中對於里別的界定，因資料來源與淹水潛勢模擬的限制，而採2001年台北市之區與里資料，包含12個行政區，計435個里。

理論上災害風險之稅課須依每一筆土地開發的災害風險程度評估，以分別計算應負擔額度。但此方式須依洪災風險評估體系，針對每一筆土地開發個別進行評估。其不但需有完整的資料方能進行，且在實務上，需花費龐大之行政與課徵成本方能完成。故在課徵實務上有實際的困難，亦非有完全之必要性。故本研究採 Baumol and Oates 的分區建議，以里為評估基本單位。假設在同一里中，每筆土地的災害潛勢、土地開發、公共設施條件皆相同，以降低估計的行政與時間成本及提升可行性。估計過程先計算各里應分擔的防救災成本，再由該里所有開發單位（家戶）平均分攤<sup>註5</sup>。

圖二所示之估計步驟，包含：（1）依圖一之體系評估各里的災害風險程度；（2）將蒐集的資料進行分級與正規化；（3）進行加權計算，以估計各里的災害風險加權值；（4）估計式（4）中各里的災害風險指數；（5）估計各里應負擔之防救災總成本；（6）估計各開發單位（家戶）應負擔之平均災害風險稅負。

## （二）資料處理

### 1. 自然環境資料

#### （1）災害潛勢

##### a. 與河川距離

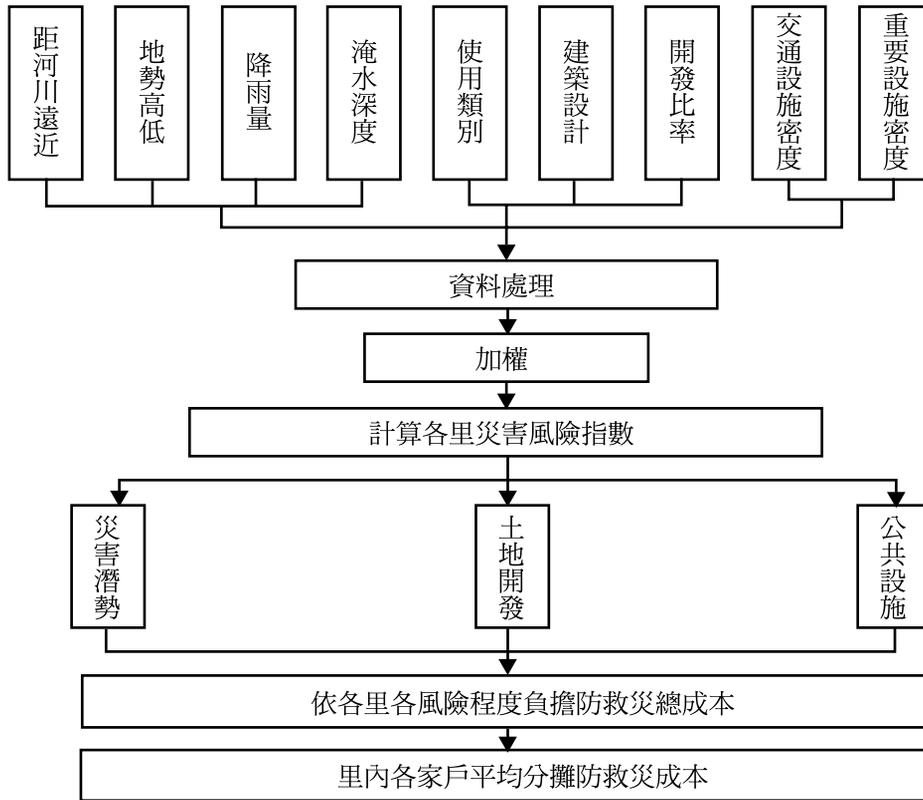
台北市主要河川有淡水河、基隆河、新店溪及景美溪四條，而與河川距離指各里所處位置（中心點）距離主要河川的直線距離。本文乃應用GIS將台北市主要河川與台北市里界圖套疊，以量測各里距離主要河川的直線距離，並將結果按等距尺度分為5級：600m以下，601m~1200m，1201m~1800m，1801m~2400m與2400m以上，再分別給予1~5分之配分（距離愈近給分愈高）及正規化處理。

##### b. 地勢高低

依台北市地形圖，可將台北市各里地勢高低分為5級，包含：100m以下，

---

註5. 災害風險稅如直接對土地開發商或建商課徵，除非供給彈性為零，否則其會轉嫁給消費者負擔（轉嫁的程度需視市場供需彈性而定）。所以表面上是由開發商負擔，但實際上還是由住戶負擔。另向住戶課徵尚有一些優點，例如較難逃漏、較符合租稅中性原則等。另外，如向土地開發商課徵，只能針對新開發者或只能一次課徵，所能達到的災害風險分擔程度其實非常有限。本文建議的災害風險稅課徵，屬於常態性，每年皆需課徵。唯有如此，方能達到風險分擔的目的。故在高災害風險地區的住戶，每年皆需負擔較高的稅捐成本，以進一步抑制其需求，及降低開發商在高風險地區開發的誘因。如只對開發商課徵，欲達此效果，須課徵非常高的稅額，可行性亦會大幅降低。



圖二 災害風險稅課負擔計算程序

101m~200m，200m~300m，300m~400m，400m以上5級，再將5個級距分別給予1~5分之評分（地勢愈低給分愈高）與正規化。

c. 年平均降雨量

台北市地區災害防救計畫將台北市年平均降雨量分為：平地（以台北站為代表）與山坡地降雨量（以竹子湖站作為代表）兩類。依中央氣象局紀錄，1971~2000年間，平地年平均降雨量約2,364mm，山地約為4,526mm。本文乃依「山坡地保育利用條例」第3條對山坡地的界定標準，令地勢在100m以下為平地，地勢100m以上為山坡地，而可將平均降雨量分為2級。按各里平均降雨量給予權重計分，山坡地給予評分2，平地記分1，再進行正規化。

d. 淹水深度

淹水深度指各里之淹水深度模擬值，亦即根據1999年防災國家型科技計畫辦公室（現為國家災害防救科技中心），及台北市地區防災計畫設定之日降雨

量600mm淹水潛勢的數值模擬結果<sup>註6</sup>，與里界圖進行GIS疊圖，得出各里模擬之淹水深度。最後將成果分為5級：0.5m以下，0.5m~1.0m，1.1m~2.0m，2.1m~3.0m與3m以上，5個級距分別給予1~5分配分（淹水深度愈深給分愈高）與正規化。

(2) 土地開發

a. 土地使用類別

不同的土地使用類別，隱含的預期災害損害程度亦不同。詹士樑等（2003）將洪災損害分為10級之Likert尺度，級數愈高表示預期損害愈大。其透過專家問卷與模糊德爾菲法的計算，估計不同土地使用種類在不同淹水高度下的預期損失。評估成果顯示在淹水深度為1m~2m時，商業用地、高科技工業區及傳統工業區三者的損失評估值都是5以上，高密度住宅區、中密度住宅區及機關用地的損失評估值在4到5之間，而農業用地及自然地區損失評估值則在4以下（估計結果可參見表三）。

表三 淹水深度於1m與2m間各類土地使用洪災損失評估值

土地使用類型	高科技工業區	商業用地	傳統工業區	高密度住宅區	機關用地	中密度住宅區	農業用地	非都市集居地區	自然地區
評估值	6.75	5.65	5.00	4.50	4.00	3.75	3.40	3.00	2.50
類型	A類			B類		C類			

資料來源：詹士樑等（2003）

本文引用詹士樑等（2003）的分析結果，將台北市的土地使用類別，依預期洪災損失程度歸納為三類，其中商業用地、高科技工業園區與傳統工業區屬於A類；住一、住二（中密度住宅區）與住三、住四（高密度住宅區）及機關用地歸為B類，農業用地及自然地區則歸為C類。依此土地使用分類，各里可能出現之土地使用類別組合與洪災預期損失狀況計6種：（1）A類：高度洪災損失土地使用，記分5.8<sup>註7</sup>；（2）B類：中度洪災損失土地使用，記分4.25；（3）C類：低度洪災損失土地使用，記分3.16；（4）AB類：高度、中度洪災

註6. 防災國家型科技計畫辦公室的台北縣市淹水潛勢圖，係根據地形圖、坡度圖、高度圖、坡向圖、雨量分布圖、水文圖、河川斷面、堤防位置圖、排水設施圖及降雨量等資料，經數值模擬在不同降雨條件下，流域因河川水位高漲或暴雨宣洩不及，所造成的淹水潛勢。

註7. 此處之給分方式，為不同土地使用類型之預期損失評估計分的平均值。

損失土地使用兩者混合使用，給分5.03（ $(5.8+4.25)/2=5.03$ ）；（5）BC類：中度、低度洪災損失土地使用兩者混合使用，給予記分3.71（ $(4.25+3.16)/2=3.71$ ）；（6）ABC類：高度、中度、低度洪災損失土地使用三者混合使用，記分4.40（ $(5.8+4.25+3.16)/3=4.40$ ），最後可將評分與正規化結果示於表四。

表四 使用類別評分和正規化

使用類別	A	AB	ABC	B	BC	C
評分	5.80	5.03	4.40	4.25	3.71	3.16
正規化	1	0.87	0.76	0.73	0.64	0.54

#### b. 建築設計

張齡方與蘇明道（2001）將建物設計型態依淹水特性，分為傳統農村式、獨院、雙拼式建築連棟式建築。此三種類型住宅其歸為單一家庭居住型態，而五樓以下公寓、六至十一樓公寓、十二樓大樓十三樓以上大樓則歸為集合住宅居住型態。

美國FEMA對於洪災損失與住宅有無地下室進行研究，發現有地下室的洪災損失風險明顯高於無地下室者，故有地下室者的洪災保險費率遠高於無地下室者。王如意等（2002b）認為單一家庭居住型態（傳統農村、獨棟與連棟），因較無公用之機電設備，故其預期洪災損失顯著低於六至十二樓以上公寓具有機電設備者。蘇明道等（2002）亦指出台灣住宅結構多為加強磚造、鋼筋混凝土結構或鋼骨結構，在洪災侵襲過程較無損害的顧慮，建物內部設施與裝潢的預期洪災損失，反遠超過建物結構體。

綜合上述文獻，可歸納影響建物設計型態之洪災預期損害的主要因素，包括：是否為單一家庭居住型態、建物中的機電設備特性有無地下室，而建築物本身之結構設計對於洪災損失較無明顯影響。故本文將建築設計分為：

（1）A類：單一家庭居住型態；（2）B類：5樓以下公寓；（3）C類：6樓以上大樓。另假設5樓以下公寓無地下室，6樓以上大樓則有地下室，且具有公用的機電設備。

由於研究限制，無法針對每棟建築物逐一進行調查與分類，因此乃依台北市土地使用分區管制規則之容積率與建蔽率規定，推算各土地使用別可能之建

築樓層數。上述三類對應的主要土地使用分區如下：(1) A類：住一與住二；(2) B類：住三與工業區；(3) C類：住四與商業區。依上述之建築設計種類，實際可能出現之建築設計組合共8種，並可依王如意等(2002a; 2002b)之建議，依各種建築型態建物隱含之災害風險損害程度給予配分：(1) A類：單一家庭居住型態，記分為1；(2) B類：5樓以下公寓且無地下室，記分為2；(3) C類：6樓以上大樓且有地下室，記分為3；(4) BC類：6樓以上大樓與5樓以下公寓混合，給予記分 $2.5 ((3+2)/2=2.5)$ ；(5) AB類：5樓以下公寓與單一家庭居住型態混合，記分 $1.5 ((2+1)/2=1.5)$ ；(6) AC類：6樓以上大樓與單一家庭居住型態混合，記分 $2 ((3+1)/2=2)$ ；(7) ABC類：6樓以上大樓、5樓以下公寓與單一家庭居住型態混合，記分 $2 ((3+2+1)/3=2)$ ；(8) 無：無上述三類建築設計者，則給予記分0，最後可將各評分正規化示之於表五。

表五 建築設計評分和正規化

建築設計類型	A	AB	B	ABC	AC	BC	C	無
評分	3.0	1.5	2.0	2.0	2.0	2.5	3.0	0
正規化	0.33	0.5	0.67	0.67	0.67	0.83	1	0

c. 開發比率

依2000年台北市建築用地之GIS資料庫與里界圖套疊，可概估各里建築用地面積占全里總面積之比率<sup>註8</sup>，並將其結果分為5級：20%以下，21%~40%，41%~60%，61%~80%與80%以上，分別給予1~5分之配分（比率愈高給分愈高）與正規化。

(3) 公共設施

a. 交通設施密度

本準則的量測，是以各里道路總長度除以里總面積，以估計交通設施密度。依2000年台北市道路GIS資料庫與里界圖套疊，再依各里道路長度的估計值<sup>註9</sup>，計算各里道路長度與總面積之比率。最後依各里每平方公里道路長

註8. 各里建築用地面積 = 該里建築用地筆數 × 該區平均每筆建築用地面積，故估計結果可能會有誤差。

註9. 各里道路長度 = 該里道路筆數 × 該里平均每條道路長度，因此估計成果亦可能會有誤差。

度，分5等級：20 km/km<sup>2</sup>以下，21~40 km/km<sup>2</sup>，41~60 km/km<sup>2</sup>，61~80 km/km<sup>2</sup>與80 km/km<sup>2</sup>以上，分別給予1~5分之評分（密度愈高給分愈高）與正規化。

b. 重要設施密度

地區性重要設施乃以公共設施總個數除以區域總面積<sup>註10</sup>，做為重要設施密度估計之依據。惟因缺乏里的公共設施詳細資料，且有些設施乃跨越里界，故公共設施密度之估計，是以區的平均值代入各里。台北市地區防災計畫界定之防救災主要設施，包含開放空間（公園、學校）、醫療、物資、消防、警察、道路等六類（台北市政府，2005）。依上述分類，除道路系統已考慮外，乃納入各區公有停車場、中小學、鄰里公園、市立醫院／衛生所、公有市場、消防隊、派出所等七項公共設施，估計各區公共設施密度。估計結果發現公共設施密度最高為大同區（15.84個/km<sup>2</sup>），公共設施密度最低為士林區（1.97個/km<sup>2</sup>），最後可將各區之公共設施密度估計與正規化成果示之於表六。

表六 重要設施密度和正規化

區	松山區	信義區	大安區	中山區	中正區	大同區	萬華區	文山區	南港區	內湖區	士林區	北投區
公設密度 (個/km <sup>2</sup> )	10.01	8.57	11.97	9.94	9.33	15.84	12.31	4.51	2.98	3.45	1.97	2.01
正規化	0.63	0.54	0.76	0.63	0.59	1	0.78	0.28	0.19	0.22	0.12	0.13

## 2. 成本資料

### (1) 防洪措施成本

本文考慮之防洪措施成本主要包含：防洪工程、雨水下水道及雨水抽水站等三項建設與營運成本。然因防洪措施多屬於跨年度延續性工程，考慮此項成本不能只考慮單一年度，故以1999年~2001年，台北市三年之年平均防洪措施成本為估計基礎。依台北市政府（2002），統計1999年下半年至2001年，防洪工程新建和整建、

註10. 估計公共設施密度較佳的方式，應是以設施的面積除以區域總面積方式處理。然因公共設施面積資料的缺乏，在本文乃以個數代替。此方式可能會造成在公共設施數量相同的情況下，設施面積較小的里會高估其密度，而設施面積較大的里，反而會低估其實際的密度。基於此因素，或許是造成表六呈現老市區之大同區的設施密度最高，而士林、北投區較低的可能原因。

雨水下水道新建和改善，以及雨水抽水站新建和擴建等六項工程總成本，平均每年防洪措施成本約為16.76億元（詳見表七）。

表七 災害防救成本之估計

單位：億元

種類	內容	金額
防洪措施成本	工務局民國88年下半年至89年平均每年防洪措施成本，包括防洪工程新建及維護工程、雨水下水道新建及改善工程、雨水抽水站新建及擴建工程	16.76
環境復原成本	納莉颱風災後環境復原工作，環保局動員人力及機具清理災後泡水傢俱、垃圾、污泥等廢棄物，並就淹水地區及垃圾轉運站執行噴藥消毒工作	74.54
公設復原成本	納莉颱風災後公設復原工作，包括維生管線搶修、道路坍方搶修、地下停車場及大眾捷運系統回復、河道疏濬及護岸修復工程、校園重建等工作	
合計		91.30

## (2) 環境復原及公設復原成本

台北市雖曾發生多次洪災，但缺乏災後復原成本之完整統計。僅2001年納莉風災過境，成立「臺北市政府納莉颱風重建推動委員會」推動災後復原重建工作，並對災後復原重建經費進行統計。故本文乃依納莉風災復原重建成本統計值，估計環境復原成本及公設復原成本。根據統計各機關執行之環境復原及公共設施修復重建花費，約為74.54億元。綜合上述統計資料及防救災總成本，可估計台北市的平均防洪措施、環境復原及公設復原總成本，約91.3億元<sup>註11</sup>。

註11. 本文使用的防洪相關成本為全市性資料，如在實際估計能更具體釐清不同防洪措施投資成本，在不同地區的差異，則在估計不同里或地區住戶的成本分攤額度將更精確且合理。然台北市的防洪相關成本統計資料，皆以全市為基本單位，難以區分各地區投資之個別實際成本，故本文只能以全市之成本，由全市住戶分攤之方式處理。此處理方式，可能造成成本分攤的不公平問題。

### (三) 加權估計

依上述正規化之洪災風險評估準則評分值乘上該準則之權重，可估計各里之各項評估準則之加權值，加權計算方式為：

$$V_{ki} = W_k \times R_{ki} \dots\dots\dots (5)$$

上式之 $V_{ki}$ 為第 $i$ 里，第 $k$  ( $k=1, 2, \dots, 9$ ) 個準則之加權值， $W_k$ 為準則 $k$ 之權重， $R_{ki}$ 為第 $i$ 個里第 $k$ 準則正規化評分值。

### (四) 計算各里災害風險指數

計算各里之總洪災風險指數，可透過以下式(6)～式(9)進行估計：

$$RH_i = \sum_{k=1}^4 V_{ki} \dots\dots\dots (6)$$

$$RL_i = \sum_{k=5}^7 V_{ki} \dots\dots\dots (7)$$

$$RP_i = \sum_{k=8}^9 V_{ki} \dots\dots\dots (8)$$

$$RI_i = RH_i + RL_i + RP_i \dots\dots\dots (9)$$

以上 $RH_i$ 為第 $i$ 里災害潛勢構面評估指數， $RL_i$ 為第 $i$ 里土地開發構面評估指數， $RP_i$ 為第 $i$ 里公共設施構面評估指數。式(9)之 $RI_i$ 為式(6)～式(8)的加總，可估計第 $i$ 里的總洪災風險指數。以下可進一步估計各里的洪災風險指數占所有里總指數的比率：

$$\frac{RH_i}{RH_t} = \frac{RH_i}{\sum_{i=1}^n RH_i} \dots\dots\dots (10)$$

$$\frac{RL_i}{RL_t} = \frac{RL_i}{\sum_{i=1}^n RL_i} \dots\dots\dots (11)$$

$$\frac{RP_i}{RP_t} = \frac{RP_i}{\sum_{i=1}^n RP_i} \dots\dots\dots (12)$$

最後將式(10)～式(12)的估計成果，代入式(4)，即可估計第 $i$ 里應負擔之災害防救成本或洪災風險稅負。

### (五) 計算各里負擔與各戶災害風險稅額

根據式(4)估計之各里土地開發應負擔之總稅額，可將各里之負擔平均分攤至里內各戶，各家戶負擔的估計方式如下：

$$TAX_i = \frac{RT_i}{m_i} \dots\dots\dots (13)$$

上式之 $RT_i$ ：第 $i$ 里應負擔的防救災總成本； $TAX_i$ ：第 $i$ 里每戶應負擔之平均災害風險稅課； $m_i$ ：第 $i$ 里內之總家戶數。

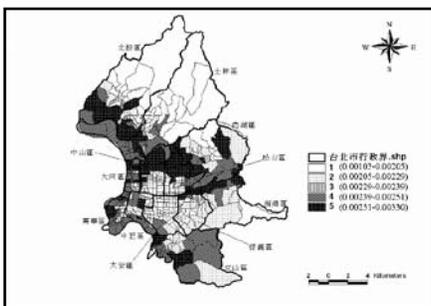
## 五、案例分析

### (一) 洪災風險分布

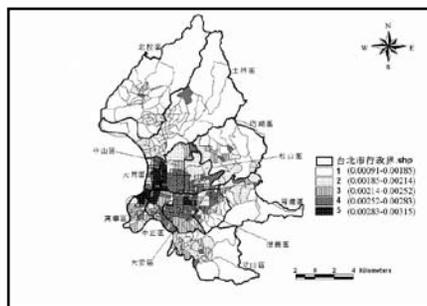
依上述估計之台北市各里，於災害潛勢、土地開發及公共設施三個構面的評估成果，可透過GIS的處理，呈現洪災風險指數的空間分布特性，亦可進一步呈現災害風險稅課負擔估計成果的空間分布特徵。

案例分析區內各里之災害潛勢、土地開發、公共設施災害風險評估指數的空間分布特性，可分別示於圖三與圖四。圖三顯示災害潛勢程度較高的里，主分布在淡水河、基隆河、新店溪景美溪兩側。災害潛勢最高者為文山區的萬年里內湖區的五分里，兩者災害潛勢積分占總積分比例皆為0.33%；災害潛勢最低者為士林區的菁山里、平等里、北投區的湖山里等，此可能與這些里的地勢較高與距主要河川較遠有關。

在土地開發程度方面，開發程度較高的里主集中在老市區與市中心，如大同區、萬華區、中正區、中山區大安區。開發程度最高之里為大同區建功里、萬華區新起里等，土地開發積分占總積分比例皆約為0.32%。開發程度最低者為士林區平



圖三 各里洪災災害潛勢



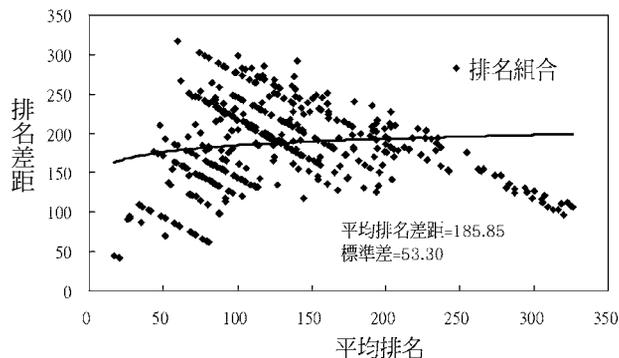
圖四 各里土地開發程度

等里、溪山里等。公共設施密度最高者為大同區的揚雅里、重慶里老師里，其公共設施積分占總積分比例皆為0.45%；公共設施密度最低者包括士林區的平等、溪山等11里。

本文另透過Pearson相關分析，發現各里之災害潛勢與土地開發構面評估成果的相關係數為 $r=0.13$  ( $p=0.008$ )；與公共設施的相關係數為 $r=0.10$  ( $p=0.05$ )。另土地開發構面與公共設施密度的相關係數為 $r=0.81$  ( $p<0.001$ )。依此等分析成果，顯示公共設施的密度，與土地開發程度的空間分布具有極高之正相關性，土地開發程度愈高之里，公共設施分布密度亦愈高。另亦發現災害潛勢，與土地開發程度和公共設施密度亦呈顯著之正相關。此結果隱含，台北市許多高度開發之高易致災性地區，本身亦具有高度的洪災潛勢（高洪災暴露程度）。這些地區具有很高的洪災風險，在災害來襲時，可能發生高度的洪災預期損失。

## （二）洪災風險分布差異分析

另一個顯示各里洪災風險分布特性的方式，乃可透過各里在各洪災風險評估準則，於全部評估之435個里的排名分布，瞭解各里的風險特性與各準則在各里評估成果的相對關係。圖五乃以各里內所有評估準則的平均排名與最低排名的排名差距繪製而成<sup>註12</sup>。圖中顯示，排名差距較大，大於排名平均值185名的里約佔51%；大於218名（可能差距的50%）者所占的比率約佔26.44%。而排名差距小於50名者，只占0.68%。此結果隱含，各評估準則在各里內評估結果的排名，存在極大之差異。



圖五 各里對於各風險評估準則的敏感度分布

註12. 因在各評估準則的排名中，最高排名依排序結果皆為1。故以平均排名與最低排名的差距，顯示各里在各評估準則的排名差異分布，較觀察其最高與最低排名之全距更能突顯分布特性。

另為顯示各里間在所有洪災風險評估準則間的排名差異，可透過平均差異指標  $d$  的估計，比較各里在不同評估準則間的排名差距。 $d$  的估計方式為：

$$d_i^{a,b} = (\sum |\tau_i^a - \tau_i^b|) / n \dots\dots\dots (14)$$

上式之  $\tau_i^a$  與  $\tau_i^b$  分別為第  $i$  個里，於第  $a$  與  $b$  個評估準則，在所有里評估結果的排名， $n$  為里的總數（計 435 個）。文中共有 9 個評估準則，故兩兩比較的準則計有 36 組。估計結果發現， $d$  介於 1.84 與 18.62 間。各里差異最大的評估準則為「平均降雨量」與「土地開發比率」，及「地勢高低」與「土地開發比率」間。呈現出土地開發比率較低者，常是地勢較高及平均降雨量較多之地區。另  $d$  值較小的準則，於「地勢高低」與「平均降雨量」間，顯示各里在此兩個準則的評估結果具有較高之正相關性。

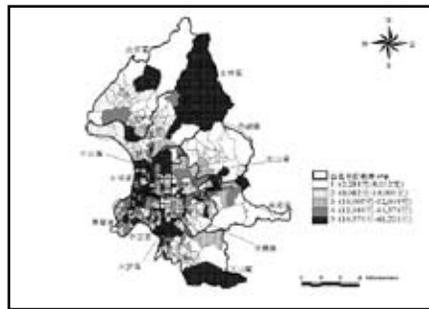
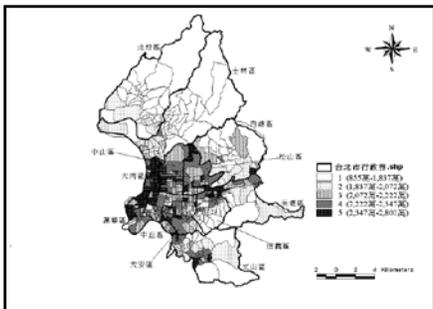
### (三) 風險稅課負擔分析

#### 1. 各里負擔

依式 (4) 估計各里應負擔之防救災措施成本，估計成果之空間分布可示之於圖六。其顯示負擔額度較高的里，多集中在大同區、萬華區、中正區與中山區，這些地區亦多屬於災害潛勢及開發程度較高之地區。負擔額度較小的里多集中於士林區、北投區。其中負擔最高的里是大同區至聖里和保安里，應負擔之成本為 2,800 萬元；負擔最低的里是士林區平等里，需負擔之防救災成本為 855 萬元。台北市各里負擔之防救災成本之平均值為 2,099 萬（標準差為 319 萬）。

#### 2. 各戶負擔

各里應負擔之風險稅課，如經里內各家戶平均分擔，則估計各家戶應負擔額度的空間分布可如圖七所示。圖中顯示各家戶之負擔，仍以大同區、萬華區、中



圖六 台北市各里負擔防救災成本 圖七 台北市各戶負擔風險稅課額度

正區、中山區內各戶的負擔較高。負擔最高的是文山區老泉里，各家戶之負擔為61,221元；負擔最低的是內湖區葫州里，各家戶應負擔之稅額為2,214元。而各戶負擔之平均值為11,907元（標準差為5,771元）。

因各里家戶數的差異，在分擔總成本不變下，各戶之負擔額度亦會有明顯不同。特別是部份里雖負擔的總成本不高，但因里內家戶數少，使負擔額度反而提高。例如文山區老泉里，因該里家戶數少（262戶），該里負擔的額度雖不高，個別家戶卻成為負擔額度最高之里。此現象可能有公平上的問題，較理想的方式應依每一筆開發隱含的風險程度，負擔風險稅額，而非以里界做為成本分擔的依據。然如從另一個角度詮釋，此顯示政府對於某些地區的開發，如無法落實受益者付費，則為降低該地區的災害風險或執行災害防救工作，對該地區住戶個別的成本補貼勢必非常龐大。故透過災害風險稅的估計，反可呈現另一個財政負擔與補貼的不公平與無效率問題。

### 3. 負擔情境分析

上述各里或各戶負擔估計，乃考慮平均每年防洪措施成本及納莉風災的災後復原重建成本。如當年發生洪災損害規模較小，政府的復原重建成本將降低，各家戶負擔亦會較低。故就災害風險稅課而言，土地開發行為需負擔的風險稅課亦可分為平時與災時。平時家戶負擔的風險稅，可只負擔政府之防洪措施成本，各家戶之負擔將明顯降低。從上述案例，則需負擔之防洪成本為16.76億，每戶每年平均負擔災害風險稅課則將降為2,185元（標準差為1,059元），最高負擔為11,238元，最低為406元，此額度可被接受的程度較高。

如參考「工程受益費徵收條例」的相關規定，將居民負擔防救災成本，依四個不同分攤比例估計。從表八可發現，當只負擔成本之80%，災時平均各戶需負擔約9,526元。如以「工程受益費徵收條例」的下限35%估計，則平均值約可降至4,167元。如在平時，則各戶年平均負擔之下降幅度更為顯著。另從防救災財源籌措的角

表八 各戶負擔災害風險稅課額度平均值 單位：元

負擔比例	100%	80%	50%	35%
負擔				
平時	2,185 (1,059) <sup>a</sup>	1,748 (848)	1,093 (530)	765 (371)
災時	11,907 (5,771)	9,526 (4,617)	5,954 (2,886)	4,167 (2,020)

註：<sup>a</sup>括弧中為標準差

度觀察，災害風險稅課如能順利推動，當在面對類似納莉風災之龐大復原重建成本需求下，透過表八所示，戶如能平均負擔35%~80%的成本，則可分攤政府32億至73億元的防救災支出。此不但有助於平衡政府的財政收支，且可促進災害風險管理工作的推動。

#### (四) 高風險與高負擔地區的界定

透過洪災風險評估與風險稅課負擔的估計，可分別瞭解各里在各項洪災風險評估指數及風險稅課負擔的分布與特性。然為瞭解與界定台北市內，高洪災風險與高負擔里別的分布，以下應用群落分析（cluster analysis），以各里土地使用之災害潛勢、土地開發與公共設施三個構面之洪災風險評估指數，及各里分別於災時與平時的災害風險稅課負擔等五個變數，分析各里洪災風險與風險稅課負擔的族群特性。

透過群落分析，可將案例區之所有里分為：「高度風險與負擔」、「中度風險與負擔」與「低度風險與負擔」三個群組，表九顯示三群組中相關解釋變數的統計值。透過ANOVA分析，檢定三群組之各變數平均值間，確實具有顯著差異。表中顯示高度洪災風險與負擔群，除災害潛勢構面的平均值，略低於中度風險與負擔群外，於各變數的得點或負擔的平均值皆最高，且隸屬於此群的里數亦最多。隱含此群組之里，不但具有較高之洪災風險，所負擔之災害風險稅課亦較高。這些里在政府減災或災害防救相關工作之推動，不但具有防救災的急迫性，亦具有特別之土地使用規劃意義。

圖八顯示三個群組的空間分布特性，其中高度風險與負擔群主要集中之地區，依序為大同區（占全區里數之88%）、大安區（占85%）、中山區（占83%）、萬

表九 群落分析成果

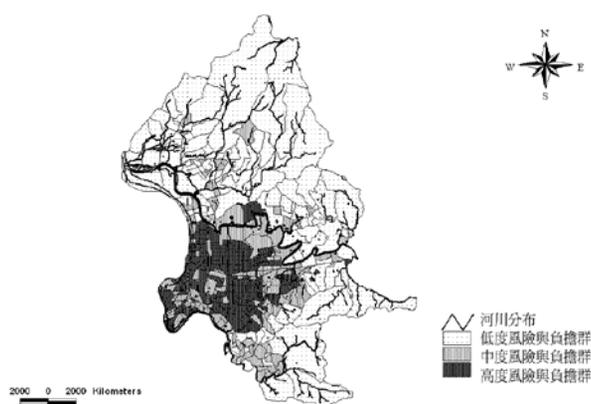
變數	高度風險與負擔群	中度風險與負擔群	低度風險與負擔群	F值
災害潛勢指數	0.651 <sup>a</sup> (0.069) <sup>b</sup>	0.681 (0.089)	0.637 (0.114)	8.0**
土地開發指數	0.878 (0.066)	0.712 (0.077)	0.544 (0.099)	631.3**
公共設施指數	0.7056 (0.105)	0.497 (0.083)	0.253 (0.073)	917.3**
災時各里負擔（萬元）	8775.43 (656.9)	7118.72 (773.7)	5453.65 (991.9)	631.3**
平時各里負擔（萬元）	7059.77 (1047.8)	4970.91 (833.1)	2535.36 (727.4)	917.3**
里數	171	142	122	-

註：<sup>a</sup>群組之平均值；<sup>b</sup>括弧中為標準差；\*\* F檢定在顯著水準0.01下呈顯著

華區（占64%）等。這些地區皆位於市中心、高度開發、老舊市區或主要河川流經之地區。另低度風險與負擔群主要集中之地區，依序為北投區（占全區里數之85%）、內湖區（占79%）、士林區（占70%），這些里多數為開發程度較低或地勢較高者。

透過群落分析，可助於高洪災風險與高負擔群組地區的界定。這些地區需負擔較高的災害防救成本，然目前的地方稅體系未反映此現實，隱含政府透過交叉補貼，提供這些地區開發行為的災害防救服務。故如真正落實風險稅課的精神，有些地區的稅捐將增加，其他地區則須降低。而稅課調整的原則，在於土地開發的型態與所處的災害風險特性。故風險稅課的效應，可能會產生土地開發型態與區位選擇的調整，而有利於建立避免於高災害風險地區開發，或降低高風險地區開發的誘因。

本文以全台北市住戶做為分攤防救災成本的方式，此作法隱含假設全體住戶，皆會受益於防救災設施與服務，因而亦須分擔成本，只是負擔的程度因所處洪災風險的差異而有高低之別。然此風險分擔方式，可能反而會降低高災害風險地區開發者的稅額負擔，而影響風險稅課徵的功效。藉由群落分析，或可提供一種劃設高災害風險地區的方法。透過劃設的結果，可助於界定高災害風險地區，如只由這些地區負擔防救災成本，則會大幅提高這些地區開發者或土地使用者之負擔，或許可因而大幅提升災害風險稅課徵的功效。



圖八 群落分析成果

### (五) 綜合討論

影響災害風險稅課在政治與行政上是否可行的因素，除課徵方式是否公平外，課徵後的財富與行政成本重分配的課題，應慎重於政策評估中考慮。災害風險稅課雖基於受益者付費原則，然欲於地方政府推動，仍有許多待努力的空間。依2002年12月頒布的「地方稅法通則」第2條與第3條，災害風險稅課可歸類為「特別稅課」或「附加稅課」。故災害風險稅課不違反現有法令，惟在推動過程，於政治與行政上的阻力，仍需謹慎納入政策評估的內涵。這些阻力可能來自三個層面：

1. 行政成本：課徵過程如需龐大的課徵與稅額查估成本，將會造成政府執行的困難；
2. 財源籌措：災害風險稅課如只是地方性公共設施另一種財源籌措選擇，無法有效的與現行地方稅課徵目的與支用體系區隔，成立指定用途稅或以基金方式處理，將可能造成政治的接受度降低，甚至立法上的困難（Deyle and Smith, 2000）；
3. 納稅人的反對：災害風險稅課較適宜的課徵方式，宜以土地開發或不動產為標的。然如過度加重納稅人的負擔，將會降低可行性。另對於在現行享有土地稅優惠的土地開發者，如新增此稅課，亦可能遭致強烈反對（Cameron et al., 1999）。

欲克服或降低上述阻力，在第一個層面，如將課徵體系結合或附加在現有之土地稅課徵相關系統上，即可降低資料蒐集與不動產標的物查估的成本，而可提高可行性。第二個層面，則在於特別稅課或附加稅課的課徵，須明確反映特定土地開發或財產與防救災相關公共設施（服務）提供的受益關係，透過指定用途稅或基金方式建立，方不會產生與一般地方稅的重複課稅問題。故處理的重心在於課徵機制的設計，須緊扣住土地開發涉及的災害風險，及土地開發與政府提供之災害防救設施與服務的受益關係。否則不但難與土地稅或其他地方稅區隔，亦難創造降低土地開發災害風險的誘因。本文提出的方法，即透過土地開發行為，依其開發隱含的洪災風險與防救災成本支出的對應關係，估計其風險稅課之負擔。對於此問題的解決，或可提供一個實務上的處理模式。

第三層面的處理，依案例分析，如將家戶之災害風險稅課與地價稅負擔比較。窺之2001年~2004年度台北市地價稅，平均每戶繳納之地價稅為18,740元。綜合表八的歸納，可發現無論在災時或平時之負擔，災害風險稅課都低於地價稅平均值。如能採工程受益費之比率課徵方式，更可大幅降低納稅人的負擔。惟當有嚴重洪災發生，將使災後復原重建成本大幅增加，各戶負擔之額度仍可能高出地價稅。故如何透過政策參與，有效進行洪災風險與稅課的溝通，降低相關納稅人的反對，及對

既得利益者的配套方案輔助，將是關係災害風險稅課能否順利執行的關鍵。

另一個重要的課題，在於災害風險稅的課徵，應該只針對新開發者或對既有開發者一併課徵。如僅對新開發者課徵，或許可提高高災害風險地區住戶的租稅成本，降低高災害風險地區的土地開發需求，然此方式無法解決既有高災害風險地區的過度開發問題。故較佳的方式，應採既有住戶一併課徵的方式，較符合風險分擔之原則。長期而言，此方式不但可加重新開發者，亦可加重既有開發的災害風險負擔，以反映真正的風險成本，使高災害風險地區的開發需求下降及創造遷離該地區的誘因。

## 六、結 論

近年來為因應全球環境變遷，推動綠色或生態稅課，成為環境風險管理重要的策略之一（O’Riordan, 1997）。本文依風險分擔理念，提出以災害風險稅課徵方式，從事災害敏感地區的風險管理。依受益者付費原則，使土地開發者支付因其開發所增加或所處的環境風險成本，避免政府透過交叉補貼，使一般納稅人補貼高風險地區的開發者，造成資源使用的無效率或增加潛在的預期災害損失。此不但可創造避免於高災害風險地區開發的誘因，亦可做為政府籌措災害防救設施與服務財源的可行方式之一。

本文應用多準則評估法建置土地開發的災害風險評估體系，評估土地開發行為所處的洪災風險，並以其做為災害風險稅負擔估計的基礎。從AHP分析發現，受訪之專家認為災害潛勢為決定洪災風險最重要之因素，其次為屬於易致災性的土地開發程度及公共設施密度。本文以台北市為例，應用建置的評估體系，評估不同地區的災害風險指數與分析其空間分布特性，及呈現不同風險評估準則於各地區評估成果的差異。另亦估計納稅者之負擔。發現各家戶如平均負擔災害防救成本之35%至100%，則負擔額度在平時與災時，每年平均負擔分別約為765元~2,185元與4,167元~11,907元間。此負擔較之2001年~2004年度，台北市每戶平均負擔之地價稅18,740元低，且可分擔台北市大部份的防救災成本。

考慮災害風險稅課徵的效率與公平，須先精確評估每筆土地開發的災害風險程度，以估計應負擔的災害風險稅。然在實務上，欲精確評估每筆土地開發的災害潛勢、自然、開發及公共設施條件，是相當艱困的工作。故在課徵實務上，如何兼顧每筆土地開發行為之災害風險評估的精確性，及課徵行政成本的最小化，以提高可

行性，是決定災害風險稅能否順利課徵的重大挑戰。本文參酌Baumol and Oates的建議，以里為評估單位。然各里的範圍差異相當懸殊，且同里內的災害風險條件亦不盡相同。較可行的方式，為可針對北市所有土地進行評估，以製作洪災風險等級圖，做為計算稅率的依據。此等級圖可將全北市，依不同洪災風險程度劃分為若干等級之風險分區，再依之課徵風險稅。此風險區可能會跨越里界，而非以里界等行政界線作為依據，應是較合理的課徵方式。此相關的評估方法，本文提出之洪災風險評估體系結合群落分析法或許為可嘗試的方法之一，其相關之後續分析是未來可努力的研究方向。

本文估計台北市的洪災防救成本，主要的依據為2001年納莉風災的災後重建復原成本，及工務局之防洪措施成本。然納莉風災的復原重建成本為單一事件，且工務局之防洪措施成本，亦非系統性的區隔不同地區與項目的洪災防救成本投入統計。兩者的受益對象亦可能為局部之住戶，此等現象可能造成成本估計與風險稅額估計的誤差。由於本文主要目的在提供一套方法論，以助於說明災害風險稅課額度決定的可行方法與可能呈現的問題。故在後續應用，為更合理的估計應納災害風險稅額，如何有效的估計防救災成本與擬定配套的預算制度，甚至提升衡量災害風險之相關資料內容的精確度，皆是後續災害風險稅課執行須面對的關鍵課題。

本文以全台北市為災害風險稅課徵的範圍，發現雖可降低每戶的平均負擔，惟對於高災害潛勢地區的開發是否有顯著的抑制效應，仍有待後續深入的觀察。尤其是欲更強化抑制災害敏感地開發的政策目標，如何更有效劃設所謂的「災害敏感區」或「災害風險稅課徵區」，應為課徵災害風險稅的重要配套措施。另外因本文以一般住戶為納稅人，為降低對既有已在高災害風險地區開發住戶的衝擊，及提高課徵的公平性，宜有一些配套措施，例如設定緩衝期、對弱勢族群的補貼、災害保險的提供等，皆是可考慮的事項。

透過受益者或使用者付費模式，做為公共設施成本負擔的基礎，須更合理估計所應負擔的防救災設施與服務的成本，及災害風險稅課徵可能產生的衝擊。因而後續的相關研究，可進一步透過風險一效益分析（risk-benefit analysis）（陳亮全等，2003；Hung and Chen, 2007）或成本一效益分析，評估合理的成本負擔與政策的效益，將更有助於估計更公平與更具效率的風險稅課負擔。特別當災害風險稅課負擔，遠低於高災害潛勢地區不動產開發利益時，風險稅課可能不足以誘導民眾減少於高災害風險地區之開發，而只具財源籌措之功能。故災害風險稅課後續的政策評估，及是否能達到減災之目標，皆是可投入的後續研究方向。

## 參考文獻

- 王如意、鄭思蘋、黃欣怡（2002a），〈都市區颱風災害危險度分析〉，《農業工程學報》，第 48 卷，第 2 期，頁 1-16。
- 王如意、黃欣怡、鄭思蘋（2002b），〈模糊分析階層程序法結合灰色系統理論於淹水災損潛勢之解析〉，《台灣水利》，第 50 卷，第 4 期，頁 1-23。
- 台北市政府（2002），《台北市公務統計年報》，台北市。
- 台北市政府（2005），《台北市地區災害防救計畫》，台北市。
- 吳杰穎、邵珮君、林文苑、柯于璋、洪鴻智、陳天健、陳亮全、黃智彥、詹士樑、薩支平（2007），《災害管理學辭典》，台北：五南圖書。
- 洪鴻智（2000），〈公共選擇與環境風險設施管制政策工具之選擇〉，《都市與計劃》，第 27 卷，第 1 期，頁 47-63。
- 洪鴻智（2002a），〈颱風損害之綜合評估：模糊多準則評估法之應用〉，《台灣土地研究》，第 4 期，頁 1-27。
- 洪鴻智（2002b），《公私合作的都市防災財務機制：環境災害保險的供、需評估》，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告（NSC 90-2415-H-305-008-S55）。
- 洪鴻智、黃欣怡（2003），〈洪災保險的購買意願：以基隆河中下游沿岸居民為例〉，《都市與計劃》，第 30 卷，第 3 期，頁 241-258。
- 陳亮全、洪鴻智、詹士樑、簡長毅（2003），〈地震災害風險－效益分析於土地使用規劃之應用：應用 HAZ-Taiwan 系統〉，《都市與計劃》，第 30 卷，第 4 期，頁 281-299。
- 張炎銘（1991），〈談防洪受益費〉，《農田水利》，第 38 卷，第 7 期，頁 22-23。
- 張齡方、蘇明道（2001），〈空間資料於洪災損失推估之應用〉，《農業工程學報》，第 47 卷，第 1 期，頁 20-28。
- 詹士樑、黃書禮、王思樺（2003），〈台北地區洪水災害風險分區劃設之研究〉，《都市與計劃》，第 30 卷，第 4 期，頁 263-280。
- 蘇明道、張齡方、糠瑞林、林美君（2002），〈區域洪災損失評估方法之比較研究〉，《臺灣水利》，第 50 卷，第 2 期，頁 22-28。
- Bailey, S. J. (1999), *Local Government Economics: Principles and Practice*, London: Macmillan Press.
- Baumol, W. J. and W. E. Oates (1988), *The Theory of Environmental Policy*, New York:

Cambridge University Press.

- Berke, P. (1994), "Reducing Nature Hazard Risks through Land Use Planning and Growth Management: Federal and State Policy Experience," Paper presented at the Fifth U.S National Conference on Earthquake Engineering, Chicago, Illinois.
- Bös, D. (1984), "Public Sector Pricing," in A. J. Auerbach and M. Feldstein, eds., *Handbook of Public Economics*, pp.125-211, New York: North-Holland.
- Brooks, N., W. N. Adger, and P. M. Kelly (2005), "The Determinants of Vulnerability and Adaptive Capacity at the National Level and the Implications for Adaptation," *Global Environmental Change*, 15: 151-163.
- Burby, R. J., B. A. Cigler, S. P. French, E. J. Kaiser, J. Kartez, D. Roenigk, D. Weist, and D. Whittington (1991), *Sharing Environmental Risks: How to Control Governments' Losses in Natural Disaster*, Oxford: Westview Press.
- Burby, R. J. and L. C. Dalton (1994), "Plan Can Matter! The Role of Land Use Plans and State Planning Mandates in Limiting the Development of Hazardous Areas," *Public Administration Review*, 54: 229-238.
- Cameron, J., C. Cincar, M. Trudeau, J. Marsalek, and K. Schaefer (1999), "User Pay Financing of Stormwater Management: A Case Study in Ottawa-Carleton, Ontario," *Journal of Environmental Management*, 57: 253-265.
- Deyle, R. E. and R. A. Smith (2000), "Risk-Based Taxation of Hazardous Land Development," *Journal of the American Planning Association*, 66: 421-434.
- Faisal, I. M., M. R. Kabir, and A. Nishat (1999), "Non-Structural Flood Mitigation Measures for Dhaka City," *Urban Water*, 1: 145-153.
- Hewitt, K. (1997), *Regional of Risk: A Geographical Introduction to Disaster*, Singapore: Longmen.
- Hung, H. C. and L. C. Chen (2007), "The Application of Seismic Risk-Benefit Analysis to Land-Use Planning in Taipei City," *Disasters*, 31: 256-276.
- Leithe, J. L. and J. C. Joseph (1990), "Financing Alternatives," in S. G. Robinson, ed., *Financing Growth: Who Benefits? Who Pay? And How Much?,"* Chicago IL: Government Finance Officers Association, pp. 91-107.
- Mieszkowski, P. and G. R. Zodrow (1989), "Taxation and the Tiebout Model: The Differential Effects of Head Taxes, Taxes on Land Rent and Property Taxes," *Journal of Economic Literature*, 27: 1089-1146.

- Musgrave, R. A. and P. B. Musgrave (1984), *Public Finance in Theory and Practice*, New York: McGraw-Hill.
- O’Riordan, T. (1997), “Ecotaxation and Sustainability Transition,” in T. O’Riordan, ed., *Ecotaxation*, pp.7-20, London: Earthscan.
- Pritchard, P. (2000), *Environmental Risk Management*, London: Earthscan.
- Rubinfeld, D. R. (1987), “The Economics of Local Public Sector,” in A. J. Auerbach and M. Feldstein, eds., *Handbook of Public Economics*, pp.571-645, New York: North-Holland.
- Sadler, T. S. (2000), “Regulating Chemical Emissions with Risk-Based Environmental Taxation,” *International Advances in Economic Research*, 6: 287-305.
- Topping, K. C. (2004), “Promoting Natural Hazards Mitigation through Land Use Planning on a National Scale: Lessons from the U.S. Disaster Mitigation Act of 2000,” Keynote presentation in Annual Meeting of National Science and Technology Center for Disaster Reduction, National Chung-Hsin University, Taichung, Taiwan.
- Wätzold, F. (2000), “Efficiency and Applicability of Economic Concepts Dealing with Environmental Risk and Ignorance,” *Ecological Economics*, 33: 299-311.
- Zimmerman, R. (1990), *Governmental Management of Chemical Risk: Regulatory Processes for Environmental Health*, New York: Lewis.

