

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

大規模災害下避難疏散決策需求與支援之研究—以颱風土石流易發生地區為例—總計畫暨子計畫：大規模災害下商業人口之避難疏散決策需求與支援之研究(I)

研究成果報告(完整版)

計畫類別：整合型
計畫編號：NSC 95-2625-Z-002-033-
執行期間：95年08月01日至96年07月31日
執行單位：國立臺灣大學建築與城鄉研究所

計畫主持人：林建元

計畫參與人員：碩士級-專任助理：李萬凱、陳建明

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 96年10月03日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

大規模災害下商業人口之避難疏散決策需求與支援之研究(一) 子畫二：—以颱風土石流災害為例(I)

計畫類別： 個別計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC-95-2625-Z-002-033

執行期間：95年8月1日至97年7月31日

處理方式： 可立即對外提供參考

(請打✓) 一年後可對外提供參考

二年後可對外提供參考

(必要時，本會得展延發表時間)

執行單位：國立台灣大學建築與城鄉研究所

中華民國九十六年九月

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

大規模災害下商業人口之避難疏散決策需求與支援之研究(一) 子畫二：—以颱風土石流災害為例(I)

計畫類別： 個別計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC-95-2625-Z-002-033

執行期間：95年8月1日至97年7月31日

計畫主持人：林建元 教授

研究人員：李萬凱、陳建明

處理方式： 可立即對外提供參考

(請打✓) 一年後可對外提供參考

二年後可對外提供參考

(必要時，本會得展延發表時間)

執行單位：國立台灣大學建築與城鄉研究所

中華民國九十六年九月

一、前言

當國土發生大規模災害時，有效的避難疏散是降低生命財產損害程度的重要手段之一，由於避難疏散作業內容與程序相當複雜，相關計畫的擬訂不僅要配合救災單位的作業能力，也必須充分考慮被疏散者的意願與行為特性，否則避難疏散行動可能成為另場人為災難的開始。

我國在傳統防災研究的方法，大多運用數學規劃理論，假設被疏散者為同質性需求及均質的空間分佈，以最佳化模式求取最佳避災設施區位或是疏散車輛行駛路線。然而，觀察近年來國際間大規模災害，如美國佛州卡翠納颶風、南亞海嘯等，避難與疏散計畫因為沒有考慮到部分被疏散者的意願與行為特性，以致避難與疏散作業無法有效發揮作用。因此，如何瞭解被疏散對象的屬性條件、社經特性及其決策考慮過程與支援需求，乃成為救災研究極為迫切需要加強的領域。

我國近年來，由於都市邊際地帶不斷進行大規模的人為開發，因而造成自然資源的過度利用，每逢夏秋之際暴雨颱風來襲山坡及鄰近地區，經常遭受嚴重的災害及生命財產損失。而台灣地理環境本就多高山峻嶺，且氣候多雨之自然環境，因此地形陡峻區域，每逢豪雨即易引發天然災害，尤以土石流影響最劇，當災害發生時造成社會大眾恐慌，國家負擔加重等種種問題乃不斷產生。

本文即針對受災期間被疏散對象的疏散行為進行分析，期能正確掌握被疏散者的行為型態，以作為救災單位調整現有相關作業，以提高災民的被疏散效率及意願。

二、文獻探討

根據行政院主計處統計資料顯示，近十年來平均每年發生 7.0 次天然災害，其中颱風發生 5.0 次，占天然災害 71.4%。而颱風的主要破壞力主要是強風與豪雨，其中豪雨因於短時間內大量衝擊地面，對於地形陡峻、土石鬆軟區域，極易引發土石流災害。而此一地區主要的生命財產損失，除原有務農及原居民外，以商業人口為最大宗，商業人口主要可分為兩大群體：業主類、顧客類；而此兩大群體的行為決策主要是：貨物類、運輸類，每一群體對於災害的防備特性均不相同。基於上述災害統計數據及說明，本研究將針對颱風土石流災害作為本研究主題、以商業單位為研究對象。針對商業人口中不同個體為分析層級，進行特性調查分析。

目前對於颱風災害方面之研究，國內論文均以探討災害應變中心的組織架構為主，及其運作之缺失以探討管理模式之革新或經濟損失之分析評估。(顏振嘉，2002) 針對建構災害應變中心之策略及應注意事項；(陳德奎，2001) 提出符合國情需求的災害緊急應變運作機制之建議；(王志錚，2001) 探討「區災害應變中心」之功能，並以受災市民

的意見反映，以增進其防救災功能；(鄭思蘋，2004)分析與評估都會區颶風災害損失，並發展出洪災損失規模評估模式等相關研究。此外，過去政府面對土石流災害侵襲時，投入大量資金在硬體防災公共工程上，然而土石流災害所造成的生命財產損害卻未隨之而降低。如運用生態工法、土石流預警系統等工程技術，並配合上述防災工程制定避難疏散計畫，經常忽略地方民眾意願與特性、缺乏地區性組織參與及適當的角色扮演，引此導致防災計畫未能有效執行，造成資源浪費(張錦家，2002)。

對於疏散避難之相關研究，主要以供給(supply)考量為出發點，採用區位分派模式(location-allocation model)，透過最適化概念分派避難資源，如劃設避難圈、指定避難道路等(如張文侯，1997；劉怡萱，1999；謝嘉鴻，1998；詹士樑及鄧慰先，2002；及蕭素月，2003等研究)。然而，現階段我國缺乏以災民需求(demand)為考量之相關研究，包括民眾在面對災害時之疏散決策依據、避難行為及其面對災害之心理狀況。

Lindell, Lu and Prater (2005)實證研究美國德州與路易斯安那州5個郡之家戶在Lili颶風中疏散避難反應，分析民眾疏散避難決策行為與一天中之時段有明顯相關性，從中可發現疏散避難決策大多是在天亮之後進行，但隨著時間越靠近夜晚，則越來越少民眾進行疏散避難決策。因此，Lindell, Lu and Prater (2005)將民眾進行疏散避難的行為分成六個階段，包含：準備從工作崗位離開；從工作崗位到住家之旅運過程；等候欲一起避難之親友；整理避難時所需攜帶之物品；避免房子遭受颶風損害所做之加強措施；關閉家裡所有之維生設施以確保住家安全並且離開。

根據上述疏散避難行為的六個階段，其中民眾從疏散避難決策開始到抵達主要疏散道路平均花費至少3個小時以上，只有25%的民眾能在疏散避難決策後2小時內執行完成整套的避難疏散動作，要疏散95%以上之民眾則需耗費至少6個小時以上。該研究中亦指出災害資訊來源最主要是仰賴地方性傳播媒體的報導，其次是全國性傳播媒體，再其次則是地方政府，接著是同事或親友的警告，最後才是網路消息，Prater, Wenger and Grady (2000)針對Bret颶風的研究亦有類似之結果，災害風險地區居民獲得災害資訊最重要管道是電視媒體，其次是地方電台，接下來分別是同事或親友、地方政府，然而災害資訊來源之仰賴程度並不必然等同於其影響疏散避難決策之程度。

Lindell and Perry (2000)回顧23篇災害識覺相關研究，整理統計人口屬性指標，包括性別、年齡、教育程度、收入、職業、婚姻、種族、遷移和房屋所有者等項目。以家戶房屋所有者為例，提出對環境災害與調整行為的概念模式，說明房屋所有者及社會大眾如何察覺到災害的發生，調整資源的使用與分配，進而影響到調整措施。此概念模式認為環境危害、危害調整、社會背景及家戶特性等四項因子間具有相互影響的特性。Jackson (1974, 1977, 1981)，Dooley (1992)，Alexander (1993)，及Russell (1995)等研究發現，對於災害的認知主要來自於災害經驗，經歷過越多次災害的不同個體，愈傾向會進行災害調整措施。民眾若經歷過颶風洪水侵襲後，在認知上會憂慮該地區未來再次遭受

洪水侵襲，因此民眾利用不同管道影響社會組織進行的各項防災措施，以降低因颱風洪水所導致生命與財產上的威脅。此外，受民眾關注與監督的社會組織，亦會教育民眾颱風洪水災害會造成的損害程度，使家戶對於災害認知上產生危機意識，進而在未來災害侵襲時，降低災害造成的威脅。Downs (1970) 及 Golledge and Stimson (1987) 等研究發現，對於災害的認知會影響到民眾針對災害進行調整措施的決策行為，並認為民眾對於週遭環境的識覺，會因個人的背景、經驗和知識體系的不同，會影響個人主觀的認知，進一步會影響到個人的選擇行為、態度和決策過程。

三、研究架構與方法

Tierney (2005) 指出預警與疏散避難是一連串複雜決策與運作之過程。這一連串過程包含災害預測與分析、疏散避難之決策、疏散避難命令發布時機與內容、疏散避難命令之傳達、民眾對疏散避難之認知、民眾對疏散避難命令之確認、最後則是民眾採取自保措施等七個階段，各決策層面與階段的衡量項目整理如表 1 所示，此預警及疏散避難決策與運作過程可如圖 1 所示。

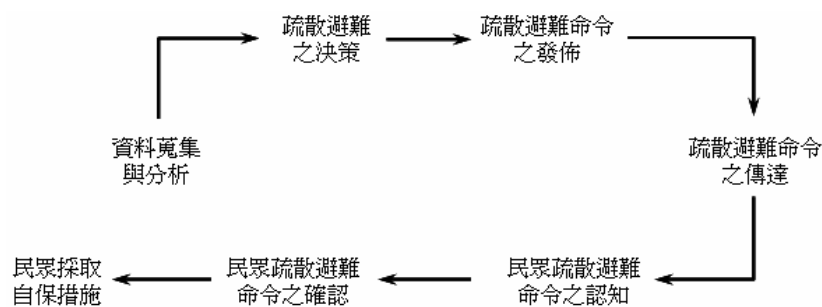


圖 1 預警及疏散避難決策與運作過程圖

資料來源：Tierney (2005)

表 1 預警及疏散避難決策與運作七階段過程表

決策層面	決策階段	衡量項目
一、科技技術層面	(一)資料收集與分析	(非本研究重點)
二、政府決策及政策作為層面	(二)疏散避難之決策	(1)對災害的影響掌握、(2)歷史災害統計
	(三)疏散避難命令發布時機與內容	(1)決策結果、(2)影響程度
	(四)疏散避難命令之傳達	(1)資訊傳達方式、(2)強制性與罰則
三、民眾認知、決策及反應行為層面	(五)民眾對疏散避難之認知	(1)獲得資訊來源的設備、(2)資訊來源信賴程度、(3)對災害的認知
	(六)民眾對疏散避難命令之確認	(1)影響避難判斷主要因素、(2)撤離原因、(3)撤離時間點
	(七)民眾採取自保措施	(1)疏散避難決策階段、(2)持有交通工具、(3)避難點的選擇、(4)過去曾經採取的措施、(5)防護作業與措施、(6)防護措施處理時間、(7)需要撤離人員類別、(8)撤離行動方式、(9)避難地點(場所)、(10)避難路

決策層面	決策階段	衡量項目
		線、(11)至避難地點撤離時間、(12)交通工具的選擇、(13)避難時所需要的協助

資料來源：Tierney (2005)，本研究整理。

在這七個階段中，災害資料預測與分析屬科技技術層面；疏散避難之決策、疏散避難命令發布時機與內容、疏散避難命令之傳達等三個階段是屬政府決策及政策作為層面；而民眾對疏散避難之認知、民眾對疏散避難命令之確認、民眾採取自保措施則是屬民眾之認知、決策及反應行為層面（Tierney，2005）。

就政府決策及政策作為層面而言，政府疏散避難之決策若能理想地執行，將可產生四種不同的結果：第一種結果為正確之決策（有進行疏散且災害有發生），疏散的結果造成無人死亡，因為疏散決策正確，不會失去民眾對疏散命令之可信度，但因疏散之行為而造成經濟損失（如商家無法營業、疏散費用等）；第四種結果亦為正確之決策，造成無人死亡，不會失去民眾對疏散命令之可信度，亦不會產生經濟損失。相反的，第二種結果是錯誤的決策（災害未發生卻進行疏散），疏散的結果造成無人死亡，但因疏散決策錯誤，民眾失去對疏散命令之可信度，亦因疏散之行為而造成經濟損失；第三種結果亦為錯誤之決策，未進行疏散而造成有人死亡，失去民眾對疏散命令的可信度，同時亦因執行疏散行為而造成經濟損失（Lindell and Prater，2005）。另就政府決策及政策作為層面言，其則有兩個層次之議題需考量：一是上述所討論的避難之決策；另一則是決策後之執行（包含疏散避難命令之發布時機與發布內容，以及疏散命令之傳達）。上述兩個層次之議題均與民眾認知、決策及反應行為有密切的關係。

此外，就民眾之認知、決策及反應行為層面而言，Lindell 等人（2005）綜合過去災民對颶風疏散避難行為研究及自身於美國南部之實証研究，提出了美國民眾在進行颶風疏散的 22 項行為參數。此 22 項行為參數包含家戶人口數、家戶汽車持有數、地區民眾自動疏散比例、地區旅館客房數、旅客之家戶人口數及汽車持有數、疏散之目的地、地區之交通系統、被疏散者之交通旅次形成時間分佈、居民之疏散成本、商業人口之疏散成本、地方政府之疏散成本等。

分析過去災害記錄資訊顯示，在颱風及土石流災害危機情況下，影響區域內民眾常不遵循官方疏散命令之現象，常造成應疏散而不疏散、無須疏散但民眾仍自行疏散等問題，對於防災應變計畫之研擬與執行有深遠影響。為探討商業人口避難疏散情況的個體選擇行為，擬透過訪談與調查設計，分析瞭解影響商業人口避難疏散選擇行為之因素，主要分兩大方向包括商業人口災害避難疏散之決策選擇行為及交通行為。影響決策行為之因素如災害威脅程度、個人風險認知、社經特性（如教育程度、年齡、性別等）、心理因素、行為反應、住所特性、媒體角色、官方疏散警告的發佈及親友影響等。疏散過程中之疏散時點、疏散地點、使用運具、疏散路線、道路特性及反遠離災區行為等交通行為

特性為研究重點。Lindell and Perry (2000)針對商業單位衝擊調整理論中的相關變數，決策階段綜合整理如表 2 所示，主要包括資料收集與分析、疏散避難之決策、疏散避難命令發布時機與內容、疏散避難命令之傳達、民眾對疏散避難之認知、民眾對疏散避難命令之確認、民眾採取自保措施等個體選擇行為特性的災害調整措施。

綜觀上述，本研究計畫擬不探討 Tierney 論述中有關科技技術層面之議題（即災害資料預測與分析面），並根據 Lindell and Perry (2000)針對商業單位衝擊調整理論中的相關變數，著重於民眾之認知、決策及反應行為層面，建立適用於臺灣本地應用之商業人口防災行為模式與其相關參數，以做為未來商業人口防災避難設施與交通運輸管理規劃之參考。根據對於過去相關文獻回顧及研究資料的瞭解，台灣目前仍缺乏對於民眾避難疏散認知與行為之相關研究，因此將以 Lindell and Perry (2000)的環境災害與調整行為的概念及理論為本，依據臺灣本土之商業人口研究經驗進行修正與調整以進行調查研究。

表 2 商業人口衝擊調整理論衡量變數表

衡量項目	衡量變數
災害經驗	(1)營業額的損失狀況、(2)洪水導致作業人員傷亡情況、(3)避難情況、(4)生產機具的損失情況、(5)進出貨物的損失情況
災害認知	(1)預期災害發生機率、(2)預期未來災害損害、(3)資訊取得完整性與即時性
商業人口災害調整	(1)營業環境改善：建築結構的改變、生產機具的改變、存貨避難行為的改變、購買保險、作業人員防災教育。(2)物資的防護：源物料的保護、生產設備的保護、通訊設備、急救用品、備份備源設備、工具、動力、運輸設備。(3)人員的防護：作業人員防護(業主類別)、消費者防護(顧客類別)。(4)防止災害的學習機會：研擬緊急應變計畫、索取災害應變手冊、參與洪水相關研討會、講習會或會議、減少災害及應變措施資訊的搜尋、參與防救組織或團體、參與地方或社區的防災演習
作業人員(業主)特性	(1)所得、(2)教育程度、(3)家庭組成、(4)產業所有權情況、(5)工作場所距住家的距離、(6)組織性防護團隊、(7)語言能力、(8)行動能力、(9)機動車輛種類持有數
消費者(顧客)特性	(1)消費行為的必要性、(2)是否有否老人及小孩同行、(3)消費場所距住家的距離、(4)婚姻狀況、(5)機動車輛種類持有特性
社會組織/行為	(1)政府、社區、民間團體等所採取協助措施、(2)組織性防護能力與經驗

註：此表所定義的商業人口包括一般社區間零售業及區域性量販業、服務業，不包括工業部門的製造業。
資料來源：Lindell and Perry (2000)。

並以上述因素建構商業人口疏散避難決策行為分析模式，本研究採取二元羅吉斯迴歸分析法(Binary Logistic Method)，以期能瞭解各衡量項目對商業人口族群疏散避難決策的影響與關聯，如觀察商業單位「應付災變能力良窳」與「避難決策能力良窳」的重要影響因素。常見的線性迴歸模型(Linear Regression Model)，應變數依連續常態分配，變動區域由 $-\infty$ 到 ∞ ，且排除其它條件限制為原則，當以虛擬二元定性變數為因變數進行迴歸分析時，線性機率模型(Linear Probability Model, LPM)的一般最小平方法(Ordinary Least Square, OLS)估計，其因變數估計值不僅可能不在 0 和 1 之間，而且還可能超出和遠離這個值域。因本研究所探討的是個體的決策行為，屬於分類而非連續的觀察，應變數需被限制在某特定範圍才有意義，因此較適合二元相依變數的模式，用來估計模式中每個自變數的勝算率(Odds Ratio)。由於類別性資料屬於離散型資料，而二元因變數即

是 1 或 0，故必須將離散資料轉為 0 或 1 型態，才可對轉換過後的資料進行迴歸分析，0 或 1 的資料型態常代表選擇量度中的「是」與「否」兩類，可簡化商業人口避難疏散選擇行為的個別決策。

在建構商業人口疏散避難決策行為二元羅吉斯迴歸分析法過程中，以每個問卷調查的個體為基本單元，根據其在災害方面行為偏好與選擇行為來進行分析，並建構個體選擇行為模式。個體選擇模式是研究非連續離散資料的方法，以效用理論為基礎，認為各個方案對選擇者會帶來特定的效用，而選擇者會選擇某個方案的機率即為該方案效用優於其它所有方案效用的機率。因此，令選擇者 i 選擇方案 j 的效用函數式 U_{ij} 如下：

$$U_{ij} = Y_{ij} + \varepsilon_{ij} \dots\dots\dots \text{式(1)}$$

式中， Y_{ij} 為可衡量到的明確項， ε_{ij} 為未能衡量到的隨機項，如被忽略掉重要屬性、選擇者間的偏好差異、衡量上的誤差等，期望值為 0。 Y_{ij} 二元羅吉斯迴歸式通常為加權函數：

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 X_{2j} + \dots + \beta_n X_{nj} + \varepsilon_j, X_i = 0, 1 \dots\dots\dots \text{式(2)}$$

其中自變數 X 為選擇者或方案的屬性，為解釋變數值的觀察值；各個 β 為待校估的參數或稱為方案特定係數； ε_j 為隨機誤差項。

$$\text{Let } E(Y_j) = \beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 X_{2j} + \dots + \beta_n X_{nj}$$

$$\because 1 - \pi_j = P(Y_j = 0); \pi_j = \beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 X_{2j} + \dots + \beta_n X_{nj};$$

$$\therefore E(Y_j) = 1 \times \pi_j + 0 \times (1 - \pi_j) = \pi_j$$

假設理性的選擇行為係選擇效用最高方案，由累積分配函數來轉換 $\beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \dots + \beta_n X_{nj}$ 之值，使得 P 介於(1,0)之間。

$$\pi_j = F(\beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 X_{2j} + \dots + \beta_n X_{nj}) = F(Z_j)$$

$$\text{Let } Y_j = 1 \text{ 的機率為 } (\pi_j); Y_j = 0 \text{ 的機率為 } (1 - \pi_j)$$

$$\text{Then } E(Y_j) = 1 \times \pi_j + 0 \times (1 - \pi_j)$$

$$\sigma^2(Y_j) = (1 - \pi_j)^2 \times \pi_j + (0 - \pi_j)^2 \times (1 - \pi_j) = \pi_j \times (1 - \pi_j)$$

在羅吉斯迴歸模型中，假設 F 函數服從 logistic 分配，如下式所示，可採用最大概似法 (maximize likelihood method) 估算其參數值 (β)。

$$F(t) = \frac{1}{1 + e^{-t}}; P_j = F(\alpha + X_j \beta) = F(Z_j) = \int_{-\infty}^{Z_j} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt = \frac{1}{1 + e^{-Z_j^2}}$$

$$e^{Z_j} = \frac{P_j}{1 - P_j}$$

式中：

$\left[\frac{P_j}{1-P_j} \right]$ 為勝算率(Odds Ratio)，在二元羅吉斯迴歸式以 $\text{EXP}(B)$ 表示。

而勝算率取對數後得：

$$\log \left[\frac{P_j}{1-P_j} \right] = Z_j = f(\mathbf{X}) = \alpha + X_i \beta$$

Z_j 為 $\alpha + X_i \beta$ 的線性函數，與 $\left[\frac{P_j}{1-P_j} \right]$ 成正比。

當 P 愈大時，則事件發生機率愈大；且經過轉換可確保 P 落於(0,1)之間，另設定臨界機率值作為事件發生與否判定標準，若事件發生機率大於臨界機率，則判定事件發生；反之則判定事件為不發生。

四、研究限制

(一)取樣對象：本研究分析資料，以內政部水土保持局劃定土石流分布與保全對象地區工商單位為主，選定調查對象集中於中部地區 12 個鄉鎮，研究結果無法判讀或了解未選取地區所在地商業單位之避難疏散決策行為。

(二)研究變數：因國內對於重大災變之被避難疏散者的決策行為缺乏相關研究，因此在擬定決策行為項目與衡量變數時以參考 Tierney (2005) 預警及疏散避難決策與運作七階段過程配合 Lindell and Perry (2000) 商業人口衝擊調整理論衡量變數，經討論與試調修正後建立各項研究變數。另商業單位之分類龐大，本研究所定義的商業人口包括一般社區間零售業及區域性量販業、服務業，並不包括工業部門的製造業。

(三)資料的限制：本研究以專訪式問卷調查進行，受訪對象包括商業單位所有人、專業經營人員、受僱員工，其間對於避難疏散決策行為有主觀上之認之差異，不同的行為模式將造成比較基礎的不一致。

(四)本次調查以家庭商業(資本額新臺幣壹百萬元以下者)佔 91%，受顧員工有 92.6% 在五人以下，不同業別因樣本數過少，無法建立明確的產業別預測模型。

五、實證調查結果與分析

本研究範圍以內政部水土保持局所劃定土石流分布與保全對象地區工商單位為主，選定調查對象為研究範圍內之商業人口進行專訪式問卷調查及進行次數分配分析，受訪對象包括商家及工廠之所有人或經營人員為主，受僱專職員工與兼職員工為輔，採逐題訪問方式填寫問卷，確保問卷可信度並減少無效樣本，實證調查對象共計 122 份。除參考相關文獻及 Lindell and Prater (2005) 商業人口衝擊調整理論、(Tierney, 2005) 疏散避難研究之內容設計問卷外，並事先進行試調，修正並加入部份適合本土性議題，經調整後完成問卷，以確保本研究問卷效度。同時以 Cronbach's α 係數做為分析問卷题目的信度指標(α 係數 >0.70)。利用 Kolmogorov-Smirnov 適合性檢定衡量變數是否符合常態性，在 95% 信心水準下($\alpha = 0.05$)檢定顯著水準，針對各個變數作常態性檢定，若各變數皆符合常態性檢定，則稱此變量符合常態性檢定。

(一)基本資料特性分析

調查單位空間區位多於偏遠山區佔 81.1%，市區外圍平地佔 13.1%，位於市區街上者僅佔 5.7%，充份反映出研究範圍內地理特性。調查樣本中，以零售業最多共佔 53.3%；其次為餐飲業佔 21.3%；住宿、批發和工廠則分別為 7.4%、5.7%和 4.1%，至於其他行業別則機車行、髮廊或鄉間卡拉 OK 等服務業合計為 8.2%。另一觀察重點是研究範圍內商業單位建物所有權多為自有高達 87.7%，租用者僅 12.3%。其使用形態高達 79.5%為住商、住工或住工商混合使用，顯示在易發生土石流地區商業單位多於自宅營業，至於純商店或純工廠則佔 20.5%。研究大部分商業單位並不提供員工住宿佔 91%，主要原因是該營業單位即為所有人自宅有關。

商業人口主要可分為兩大類個體：業主、顧客，在受訪過程中可發現研究範圍內的商業單位主要顧客對象以當地為主佔 57.4%，外來遊客則約 39.3%。同樣反映到持有交通工具的特性，最普遍交通工具為汽車 60.37%和機車佔 39.01%。在汽車交通工具屬於大型運具的九人小巴、貨車或箱型車、中大巴士等合計佔所有運具中的三分之一 29.1%

(二)對於災害認知程度分析

對於影響疏散避難決策行為的資訊來源及信賴程度，以行政單位廣播宣導最高，依現有行政單位發佈疏散避難資訊來源包括：政令宣導車(當地行政公所與警察單位通知為主)、其次為電視媒體報導、收音廣播報導等即時性資訊來源，此外平面媒體報導多為事前預判決策之參考；上述資料與持有設備成正相關，取得外部資訊以電話或手機佔 18.97%最高，其次為電視佔 15.69%及收音機佔 15.54%。

對於颱風土石流災害相關知識的認知，約 50.9%受訪者非常瞭解或很瞭解災害知識，非

常不清楚或不太清楚者僅佔 19.6%。至於颱風土石流會對生命與財產造成威脅的瞭解高達 83.6%，顯示受訪者對災害威脅有很高的認知。

至於該區域的疏散避難計畫內容的瞭解程度僅佔 67%，表示仍有 33%的商業人口無法配合疏散避難計畫，此訊息反映執行避難計畫的行政單位與商業單位受疏散者間的認知落差。在影響考慮是否避難的判斷因素，以過去經驗而決定者高達 54%，其次是發現附近居民或營業場所已經開始疏散避難、聽到疏散避難勸告及看見風雨有逐漸增強情況等三者，但在調查中可以觀察到影響商業人口是否疏散避難的判斷因素相當多元。在撤離時間點上，39.8%受訪者以當時天候狀況決定，其次為土石流黃色警戒佔 22.1%和村里長通知為 20.4%。從避難判斷因素和避難時間觀察，受訪者相當依賴自身經驗及判斷。

(三)對疏散避難行動的分析

當決定疏散避難時，商業人口受訪者因建物所有權自有者高達 87.7%，因此在避難前都會先進行防護措施以加強建物結構達 42.5%，將貨物運走亦佔 25.7%。而在進行處理防護作業時間 81.4%需要在 3 小時以內。在撤離人員方面，因商業單位使用形態 79.5%為住工商混合使用，因此達 88.5%的受訪者之撤離人員以家屬最多，撤離方式九成以上為集體共同撤離。而 85.45%以汽車為疏散運輸工具，此與集體共同撤離需要大容量運具有關。

商業人口避難路線 84.1%以安全為最重要考量，其次為熟悉路線，反而是行政單位安排路線最少人考慮，在研究範圍內商業人口避難地點以鄰里活動中心及附近學校為最多，之所以會選擇該避難路線與地點，是受訪者在其自身經驗及判斷有把握於短時間內可到達者。在疏散避難計畫中，61.9%表示需要政府提供所需物資，遠高於其它所需要協助。

(四)由實證調查探討商業單位疏散避難決策行為

經由探討商業人口基本特性、災害認知程度、疏散避難行動的實證調查，商業人口在疏散避難決策上，與一般居民主要的差異在於商業設施與商業行為的特性，因此為建構決策行為模式，本研究採取二元羅吉特迴歸分析方法，以期能瞭解各變數對於商業單位疏散避難決策的影響與關聯。在進行二元羅吉特迴歸分析前，由前述之實證調查研究中歸納出商業人口行為特性，作為建立疏散避難決策因素的分析，並調整解釋變數以重新分類，轉化成適於二元羅吉特迴歸分析之型態。

六、與國外案例之比較

將本研究實證調查結果分析與 Lindell (2005)針對路易斯安那州與德州之家戶在 Lili 颶風中疏散避難反應進行的個體選擇行為實證研究進行比較分析。

(一)資訊來源信賴程度之比較

Lindell (2005)針對受訪者接受 Lili 颶風資訊來源以地方新聞媒體為最重要，其次是全國性的媒體與當地有關當局，親朋好友、鄰居、同事與網路則為較不重要的資訊來源，因美國幅員廣大，為簡化對映臺灣現況，合併為新聞媒體與當地行政當局。根據研究實證調查結果分析，居民疏散避難措施，雖然因經驗法則或資訊認知而有個體性差異外，政府預警系統仍是商業人口最信賴的決策資訊，如圖 2 所示，因此重要的是如何透過預警通報系統，迅速而有效的媒體將資訊傳遞出去。依照災害防救法中有關資訊處理程序，如圖 3 所示，自應變中心預判達到預警標準時，即以傳真、電話通報中央災害應變中心及各縣市鄉鎮災害應變中心，並透過媒體協助傳遞訊息，或以手機簡訊通知緊急聯絡人、村里長、土石流防災專員，共同協助以語音廣播警戒區附近民眾。

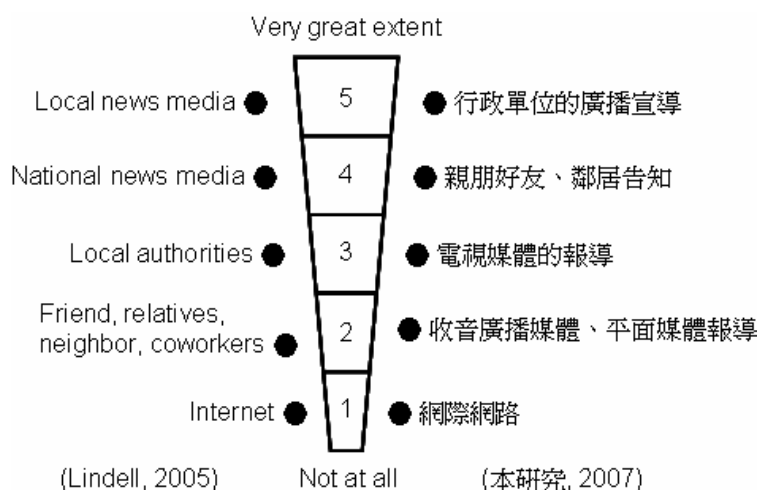


圖 2 本研究商業人口與 Lindell (2005)研究之資訊來源信賴程度比較圖

資料來源：本研究整理

雖然在商業人口受訪者中政府預警系統為最重要的資訊來源，但在接收資訊的設備持有上仍有 0.8%沒有接通電話或手機、10.7%沒有電視、甚至 39.7%的未持有收音機，更有 68.6%未安裝電腦網路凸顯城鄉在資訊知識上的差距。此亦為政府預警系統是否能充份落實的重要課題。

(二)決定撤離時間點之比較

Lindell (2005)在 Lili 颶風疏散避難反應實證研究，指出民眾疏散避難決策行為大多於天

亮之後進行；且 29.1% 民眾在媒體發佈注意颶風之前即進行疏散避難決策，59.8% 民眾在發佈颶風警報前進行疏散避難決策。表示近九成民眾，在獲得颶風警報資訊前即會自動自發進行疏散避難。

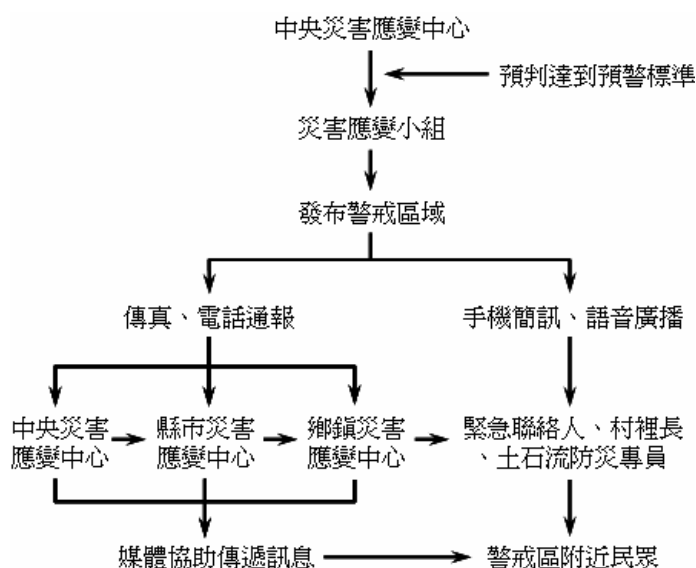


圖 3 災害資訊預警資訊處理流程圖

資料來源：土石流防災資訊網 <http://246.swcb.gov.tw/>

根據本研究調查範圍內的商業人口，雖然政府預警系統是商業人口最信賴的決策資訊，但真正進行疏散避難時，影響判斷避難時間點的重要性因素反而是看見風雨有逐漸增強情況(視天候狀況決定)、土石流黃色警戒(勸告疏散)、村里長通知(聽到疏散避難勸告)等等，此與資訊來源信賴程度調查結果有相當大的落差。根據實證調查分析結果可發現兩個主要限制因素：(1)未持有任何交通工具者佔 62.75%，因研究範圍均非公共運輸系統發達的偏遠山區或市區外圍地區，使得疏散避難作業面臨極高的決策門檻；(2)在需要的政府行政單位的協助措施第一位是提供所需物資，表示研究範圍受生活環境艱難的影響，對於物資之不足與缺乏安全感。

(三)避難所費時間之比較

在 Lindell (2005)實證研究中，其民眾從決定要避難到離開住家平均費時 3 小時 16 分鐘，而要疏散 95% 以上民眾則需耗費至少 6 個小時以上，所需時間用於疏散避難六個階段中，主要也是因颶風的特質具有行經路線與移動速度的可預測性，加上近九成民眾在獲得颶風警報資訊前即會進行疏散避難，因此擁有充份的前置作業時間。而本研究主體商業人口因包括業主、顧客兩種不同特質，在顧客特質部份與 Lindell (2005)實證研究中疏散避難六個階段相似；然業主特質部份，尚包括將機具與貨物運移、建物結構補強等增加撤離時間，約佔總撤離時間 85.71%，要達到 95% 以上的撤離率，則需時 8 個小時以上，在耗時比例上約是美國的 1.33 倍。

七、商業單位疏散避難決策行為模式分析

根據實證調查分析結果及與國外案例比較後，本研究將以分析影響「商業單位應付災變能力」、「商業單位避難決策能力」決策行為的各項因素為主，並以實證調查商業人口衝擊調整理論衡量變數為基礎，重新調整分類。運用二元羅吉斯迴歸統計分析技巧，包括「向前逐步」(Forward Stepwise)及「向後逐步」(Backward Stepwise)兩類。前者建立模型原則「將符合所定顯著水準的獨立變數一次一個加入模型中」；後者建立模型原則則「在所有可掌握的獨立變數組合基礎上，將不符合保留顯著水準的獨立變數，一次一個自模型中剔除」。本研究針對「決策行為」衡量變數，依資料特性採向後逐步迴歸分析，藉由控制其他變項找出單一個別變項對「疏散避難決策行為」之顯著性，篩選出影響決策行為的衡量變數。

(一)「商業單位應付災變能力」評價之決策行為模式分析

商業單位本身應付災變能力，以是否求助他人協助作為二元反應變數，並將需要他人協助定義為 1，不需協助定義為 0，在二元羅吉斯迴歸分析法過程中，將以接受問卷個體為基本單元，根據其對於疏散避難決策行為偏好與選擇行為進行分析，探討個體對於選擇衡量變數(X_i)，為解釋變數值的觀察值)的機率，並以二元羅吉斯迴歸加權函數式建構個體選擇行為模式(Y_{ij})，如式(2)所示。各變數值的重新分類如下，並將詳細內容說明如表 3 所示：

1. 「營業場所所有權」重新定義為二元變數「所有權為租用或自有」。
2. 「單位資本額」重新定義為二元變數「家庭商業或中小企業」。
3. 「場所使用型態」重新定義為二元變數「專業使用或混合使用」。
4. 「區位」重新定義為二元變數「營業場所為於市區或山區」。
5. 「顧客對象」重新定義為二元變數「本地顧客為主或外來顧客為主」。
6. 「急難救助設備」重新定義為二元變數「消防預警和逃生設備有或無」。
7. 「疏散避難演練性質」重新定義為二元變數「經常性演練或非經常性演練」。
8. 「防災作為性質」重新定義為二元變數「主動積極性或被動消極性」。
9. 「疏散撤離原因」重新定義為二元變數「主動撤離或被動原因」。
10. 「決定撤離避難時間點」重新定義為二元變數「決定時間點較早或較晚」。
12. 「設備防護措施處理時間」重新定義為二元變數「作業時間短或作業時間長」。
13. 「需要撤離人員掌握性」重新定義為二元變數「能掌握時間或不能掌握時間」。
14. 「避難路線考量」重新定義為二元變數「有把握能掌握時間或無把握能掌握時間」。

經二元羅吉斯迴歸分析法計算後，依變數顯著性篩選，「企業本身應付災變能力」評價具有解釋能力變數，包括：避難路線最少時間、有無安排防災措施、擬定避難計畫、營業場所權屬、道路狀況良好、購買保險、區位等，其參數校估結果如表 4 所示，並以二

元羅吉斯迴歸建置評價模型。

表 3 二元變數定義說明表

解釋變數	二元變數分類定義	原問卷調查項目
(1)營業場所所有權	0：所有權為租用	營業建物所有權為租用
	1：所有權為自有	營業建物所有權為自有
(2)商業單位資本額	0：家庭商業	10 萬以下、10-50 萬、50-100 萬、100 萬以下
	1：中小企業	100 萬以上
(3)營業場所使用型態	0：專業使用	純商店、純工廠
	1：混合使用	住商混合、住工混合、住工商混合
(4)營業場所區位	0：場所位於市區	市區街上、市區外圍平地
	1：場所位於山區	偏遠山區
(5)主要顧客對象來源	0：本地顧客為主	當地居民、當地廠商
	1：外來顧客為主	外來遊客
(6)擁有的急難救助設備	0：沒有	無消防、預警和逃生設備
	1：擁有	有消防、預警和逃生設備
(7)疏散避難演練性質	0：經常性演練	一季、半年
	1：非經常性演練	無、一年、兩年以上
(8)單位防災作為性質	0：主動積極性	參加防災演習、學習急難救護、擬定避難計畫、員工防災訓練
	1：被動消極性	購買保險、物資防護、建築結構加強、無採取任何措施
(9)疏散撤離原因	0：主動撤離	依過去經驗而決定、土石流警戒發佈
	1：被動原因	親友勸告、行政單位疏散、附近居民紛紛開始撤離、考量營業場所環境的安全
(10)決定撤離避難時間點	0：決定時間點較早	發布海上颱風警報、發布陸上颱風警報、發布土石流黃色警戒(勸告疏散)
	1：決定時間點較晚	發布土石流紅色警戒(強制疏散)、視當時天候狀況決定、村里長通知、其他
(11)設備防護措施處理時間	0：作業時間短	1 小時內、1-3 小時
	1：作業時間長	3-5 小時、5-7 小時、7-10 小時、10 小時以上
(12)需要撤離人員掌握性	0：能掌握時間	自己、居住於營業場所內的員工與其眷屬
	1：不能掌握時間	家屬、居住於營業場所外的員工
(13)避難路線考量	0：有把握能掌握時間	最短距離、最少時間、熟悉的路線
	1：無把握能掌握時間	安全、行政單位安排路線、道路狀況良好

資料來源：本研究整理。

二元羅吉斯迴歸數學式：

$$Y = -4.458 + 1.537X_1 + 1.760X_2 + 2.013X_4 - 2.132X_6$$

表 4 「商業單位應付災變能力」評價決策行為模式參數校估表

	解釋變數	B	S.E.	Wald	顯著水準	Exp(B)
X1	擬定避難計畫	1.537	.678	5.144	.023 *	4.649
X2	無安排或採取任何措施	1.760	.698	6.363	.012 *	5.811
X3	附近居民紛紛開始撤離	1.139	.599	3.610	.057	3.122
X4	考量營業場所環境安全	2.013	.649	9.629	.002 *	7.487
X5	安全是最適合人員前往避難地點考量	1.226	.732	2.802	.094	3.407
X6	前往避難地點時間最少	-2.132	.866	6.058	.014 *	.119
X7	道路狀況良好	1.238	.670	3.420	.064	3.450
	常數	-4.458	.943	22.345	.000	.012
模式係數 Omnibus 檢定						
卡方				28.069		
自由度				7		
顯著水準 α				0.000		
模式摘要						
樣本數				122		
-2Log likelihood				92.912		
Cox & Snell R Square				0.206		
Nagelkerke R Square				0.327		
預測準確率(%)				80.3		

資料來源：本研究整理。註：分別表示顯著水準，*表 $\alpha \leq 0.05$

(二)「商業單位避難決策能力」評價之決策行為模式分析

經二元羅吉斯迴歸分析法計算後，依變數顯著性篩選，「商業單位避難決策能力」，以是進行疏散避難作為二元反應變數，並將立即避難定義為 0、仍進行設備防護定義為 1，變數型態包括：對不同媒體信賴程度、土石流災害認知、影響避難判斷因素、避難點選擇因素、擁有急難救助設備等，根據其對於衡量變數的決策行為與選擇偏好進行分析，各變數觀察值的重新分類，將 {普通信賴、很信賴、非常信賴定義} 及 {普通同意、很同意、非常同意} 定義為 1，{不太信賴、完全不信賴} 及 {不太同意、非常不同意} 定義為 0。評價具有解釋能力，包括：對於土石流災害相關認知、影響避難判斷重要性、對媒體信賴程度、避難所選擇之因素等，其參數校估結果如表 5 所示，二元羅吉斯迴歸建置評價模型。

二元羅吉斯迴歸數學式：

$$Y = -1.884 - 2.375X_2 + 1.827X_3 - 1.523X_4$$

表 5 「商業單位避難決策能力」評價決策行為模式參數校估表

	解釋變數	B	S.E.	Wald	顯著水準	Exp(B)
X1	未來在營業處附近發生土石流機率很高	2.050	1.322	2.403	.121	7.767
X2	避難時期停止營業將對收入有重大損害	-2.375	.717	10.989	.001 *	.093
X3	無人營業場會遭小偷侵入行竊	1.827	.850	4.621	.032 *	6.218
X4	生活方便性、舒適性及隱私	-1.523	.842	3.277	.070 **	.218
	常數	-1.884	1.330	2.008	.156	.152
模式係數 Omnibus 檢定						
卡方				25.444		
自由度				5		
顯著水準 α				0.000		
模式摘要						
樣本數				122		
-2Log likelihood				65.511		
Cox & Snell R Square				0.188		
Nagelkerke R Square				0.358		
預測準確率(%)				87.7		

資料來源：本研究整理。註：分別表示顯著水準，*表 $\alpha \leq 0.05$ ；**表 $\alpha \leq 0.1$

七、綜合結論與建議

本研究以颱風土石流災害為例，「需求面」為考量探討並分析商業單位避難疏散決策行為，除基礎之專訪式問卷調查及進行次數分配分析外，並以二元羅吉斯迴歸分析法，建構商業人口疏散避難決策行為分析模式，分析對於疏散避難決策行為偏好與選擇，以期能瞭解各衡量項目對商業人口族群疏散避難決策行為的影響與關聯。根據實證調查分析結果及與國外案例比較後，本研究可以歸納出下列結論與建議：

- (一)研究範圍內的商業單位多為產權自有、住商工混合使用、大部份雇用員工數不超過五人、及小資本額的家庭商業，基本上對於颱風土石流災害資訊的接收與反饋能力較弱，再加上決策者多為老版本人同時亦為家戶家長，在決策考量上除了一般家戶因素外，更包含賴以謀生的機具、貨物，在疏散避難應變速度上反不如一般家戶。
- (二)根據實證調查，雖然受訪者對災害對生命與財產造成威脅有很高的認知，但受限於經濟能力，在空間區位上仍無法搬離偏遠山區。近年來發生多起大規模土石流災害，經由媒體傳播與政府宣導作用，影響疏散避難決策行為資訊來源及信賴程度，以行政單位廣播宣導最高、其次為電視媒體報導，此與 Lindell (2005)研究結論大致相同，值得注意的是本研究受訪者有三分之一強受訪者不清楚該區域疏散避難計畫內容，

因此，定期的演練與教育及有效將疏散避難資訊傳達到散佈於偏遠山區的可能災戶，為當前重要課題。

(三)分析實際疏散避難行動決策因素，避難路線以時間最少為重要考量、其次為熟悉路線，均以本身經驗為主要考量，因此如行政單位佈置物資於官方指定路線上將造成資源閒置，應將政府所提供物資於事先規劃避難所內，反較能發揮救援物資效益。

(四)分析商業單位疏散避難決策行為模式，根據二元羅吉斯迴歸分析結果，商業單位避難決策主要因素，是對於土石流災害的相關認知程度、財物損失為影響避難判斷的重要因素、對媒體信賴程度、及避難點能否滿足需求等；反觀 Lindell (2005)研究近九成民眾，在獲得颶風警報資訊前即會自動自發進行疏散避難。由實證調查分析結果可發現兩個主要限制因素：(1)疏散區多為非公共運輸發達的偏遠山區或市區外圍地區，使得疏散避難作業機動力不足；(2)研究範圍生活環境艱難，物資不足更缺乏安全感。因此雖然自政府預警系統中獲得疏散避難的資訊來源，但受限於決策限制因素，在決定撤離時間點上，能拖延就拖延、心存僥幸的態度。

(五)為加強商業單位應付災變能力，根據二元羅吉斯迴歸分析結果，擬定避難計畫、有無安排或採取任何措施、考量營業場所環境安全、避難地點時間最短等等，為判定商業單位應付災變能力良窳的影響因素；另影響商業單位避難的決策因素主要是：避難時期停止營業將對收入有重大損害、無人營業場會遭小偷侵入行竊造財產損失、及避難對於生活方便性、舒適性及隱私所產生的影響等。因此，如何強化災害潛勢區的安全系統的整合與維護，能有效強化商業單位應付災變能力，此預防勝於治療的傳統觀念，對於政府行政單位具有重要警示作用。

中文參考文獻

1. 顏振嘉，2002，“縣市層級災害應變中心建構之研究”，中央警察大學消防科學研究所碩士論文。
2. 陳德奎，2001，“我國災害防救體系中第三層級(鄉鎮市公所)運作機制之探析”，中央警察大學消防科學研究所碩士論文。
3. 王志錚，2001，“臺北市區級災害應變中心運作檢討之研究--以納莉颱風為例”，國立台北科技大學，土木與防災技術研究所，碩士論文。
4. Cheng, Szu-ping and Ru-yih Wang, 2004, “Analyzing Hazard Potential of Typhoon Damage by Applying Grey Analytic Hierarchy Process,” *Natural Hazards*, Vol. 33 No. 1, pp.77-103. (SCI) .
5. 張錦家，2002，“我國土石流災害防救業務現狀與未來”，行政院農委會水土保持局、中興大學水土保持學系，土石流防災應變對策研討會論文集，p9-p14。

6. 張文侯，1997，“台北市防災避難場所之區位決策分析”，國立台灣大學建築與城鄉研究所碩士論文。
7. 劉怡萱，1999，“地理資訊系統之網路分析於都會區災害防救之應用”，國立臺灣大學農業工程學研究所碩士論文。
8. 謝嘉鴻，1998，“都市地區震災避難疏散指派規劃之研究”，國立交通大學，交通運輸研究所碩士論文。
9. 詹士樑、鄧慰先，2002，“都市洪災防制策略之整合型規劃研究（一）應用區位分派模式探討都市型水災避難系統規劃之研究”，內政部建築研究所研究報告。
10. 蕭素月，2003，“地震災害避難疏散最適路徑之研究—以南投都市計畫區範圍為例”，國立台灣大學地理環境資源研究所碩士論文。

REFERENCES in English

1. Alexander, D. 1993. *Natural Disasters*, New York: Chapman and Hall.
2. Carla Prater, Dennis Wenger and Kevin Grady, 2000, Hurricane Bret Post-Storm Assessment: A Review of the Utilization of Hurricane Evacuation Studies and Information Dissemination Prepared for Texas Division of Emergency Management and Federal Emergency Management Agency Region VI., College Station, TX: Hazard Reduction & Recovery Center, 2000
3. Dooley, D., Catalano, R., Mishra, S. and Serxner, S., 1992, *Earthquake preparedness : Predictors in a community survey*, Journal of Applied Social Psychology, 22: 451-470.
4. Downs, R.M., 1970, Geographic Space Perception : Past Approaches and Future Prospects, Progress in Geography, 2: 65-108.
5. Golledge, R.G. and Stinson, R.J., 1987, *Analytical Behavioural Geography*, New York: Croom Helm.
6. Jackson, E.L. and Mukerjee, T., 1974, *Human Adjustment to the Earthquake Hazard of San Francisco, California*, In *Natural Hazard : Local, National, Global*, ed. G.F.White, pp.160-166, New York: Oxford University press.
7. Jackson, E.L., 1977, Public response to earthquake hazard, California Geology, 30:278-280.
8. Jackson, E.L., 1981, Response to earthquake hazard: The West Coast of North America, Environment and Behavior, 13: 387-416.
9. Jackson, E.L., 1981, Response to Environment and Behavior, 13(4): 387-416.

10. Lindell, M.K., Lu, J.C., Prater, C.W., 2005, Household Decision Making and Evacuation in Response to Hurricane Lili, *Natural Hazards Review*, Volume 6, Issue 4.
11. Lindell, M.K. and Perry, R.W. 2000. Household adjustment to earthquake Hazard: A review of research, *Environment and Behavior*, 32(4): 461-501.
12. Lindell, M.K. and Perry, R.W., 2000, Household adjustment to earthquake Hazard: A review of research, *Environment and Behavior*, 32(4): 461-501.
13. Lindell, M.K., Prater, C.S., Perry, R.W. & Peacock, W.G., 2005, Household Behavior in Hurricane Evacuations: Guidance on Assumptions Used in Computing Evacuation Time Estimates. College Station TX: Texas A&M University Hazard Reduction & Recovery Center.
14. Russell, L., Goltz, J.D., and Bourque, L.B., 1995, Preparedness and Hazard mitigation actions before and after two earthquakes, *Environment and Behavioral*, 27: 744-770.
15. Tierney, K., 2005, Effective Strategies for Hazard Assessment and Loss Reduction: The Importance of Multidisciplinary and Interdisciplinary Approaches, presented at 2004 National Workshop of Disaster Reduction Related Projects, Taipei, Taiwan.