

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

子計畫四：震災交通疏散行為之研究

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC91-2211-E-032-023-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：淡江大學運輸管理學系

計畫主持人：羅孝賢

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 11 月 5 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

都市地區地震防災交通系統之研究 (III) —子計畫四

震災交通疏散行為之研究

A Study on Evacuation Behavior in a Major Earthquake

計畫編號：NSC 91-2211-E-032-023 (羅孝賢)

執行期限： 91 年 8 月 1 日至 92 年 7 月 31 日

主持人：羅孝賢副教授 淡江大學運輸管理學系

一、中文摘要

本研究旨在探討震災危機情況下之人類行為，透過適當之訪談與調查設計，以初次、二次及三次疏散等不同疏散型態分析並釐清影響民眾疏散決策行為之因素。研究結果顯示，初次疏散決策行為受個人風險認知之影響，最佳之預測因子為地震強度感受；二次疏散決策行為則以經濟能力為考量；三次疏散決策行為基於受災情況差異而有不同之影響。另外，疏散過程中之疏散時點、疏散地點、使用運具與疏散路線等交通行為亦為研究重點，結果顯示，疏散初期呈現災民多以步行方式疏散至距原住所較近之空地或學校；中期則以遠離災區為主，汽車的選擇比例增加；後期則以遷回原住所附近或具私密性之避難場所為主。

完善且能有效運作之都市防災體系應能提供民眾安全無虞之疏散據點、規劃良好之疏散交通方式、迅速支援之救難補給工作、完整配套之重建補貼計畫。本研究以 921 大地震中部受災地區為實例完成受災民眾疏散交通行為之探討後，擬將之反映於都市防災體系之防災據點與交通網路設施項目之規劃檢討上；藉由明確界定

影響防救災之交通因素，以具體之準則，落實災害防救工作。

二、英文摘要

The purpose of this study is to analyze the human behavior under earthquake disaster. By using questionnaire and interview techniques, the factors that will affect evacuation decision-making of people in a major earthquake were identified. The results indicate that the factors affected the first-time evacuation decision-making behavior depends on awareness of personal hazard, "perceived earthquake strength" is the significant factor for prediction. In the second-time evacuation, social characteristics were the major factors to affect the decision-making; and in the third-time evacuation, the influence factors were differed from places by the severity in the disaster. In addition, the results of traffic-related characteristics analysis show that most people walk to a near open space at initial stage of evacuation, leave the disaster area via automobile in the middle stage; then move back to the neighborhood after a while. Finally, some key issues on emergency management for subsequent consideration in case of earthquake

disaster were addressed in this study.

三、震災疏散階段時空系統架構

回顧 921 震災後研究地區內之活動，本研究將災後受災民眾與救難人員之行為簡要分為三個階段，並紀錄其發生時間，以做為各活動階段之區隔。

觀察結果顯示，921 震災發生後 1 至 2 日內並無明顯使用機動運具之交通行為，此係因主要災區尚屬都市化程度較低之地區，建築物附近約 400 公尺內即有公園或空地等避難處所，故災民在第一時間下的反應多以步行離開住所為主；災後救援期至重建期，民眾逐漸產生使用機動運具之交通行為，包括災區內外協助救護、消防工作之車輛與佈設緊急替代道路所使用的大型機具工程車輛等，卻與欲離開災區的民眾產生動線衝突的情況，尤其災後道路、橋樑損壞嚴重，因此在道路容量減少、使用車輛增加的情況下，災區附近道路皆陷入嚴重壅塞之窘境。

四、震災疏散決策行為—以 921 震災為例

本研究以邏輯斯迴歸模式 (Logistic Regression Models) 構建疏散決策行為模式，探討埔里與大里兩都化程度各異地區災民之初次、二次及三次疏散決策行為。研究結果顯示，多數災民均經由廣播獲得最初震災消息，究其原因為通訊設備 (電話管線、行動電話基地台等) 遭震災破壞，且災後停電而無法使用電力通訊設備；另災民仍以自行外出觀察的方式確認本身獲得災情之正確性，此乃災民受好奇心趨使及不易信任他人之故。害怕搶奪的心理反應並不顯著影響災民疏散行為，究其原因為災民瞭解生命與財物之輕重權衡，此現象與預期及國外研究一致；而大多數災民表示將

聽從官方之疏散要求，但對其提供之避難場所及疏散路線相關建議均抱持不信任的態度，乃因災民認為本身對居住周遭環境較瞭解，且熟悉何處才是最適合的避難場所。家族性疏散則傾向於災害發生後，先與不在家中的成員取得聯繫或重聚再進行疏散。

初次疏散行為模式之最佳預測因子為「地震強度感受」，其餘包括「住所損壞程度」、「危險認知」及「災害認知」等。二次疏散決策行為最佳預測因子為社經變數如「職業」、「所得」；社經條件理應不是影響疏散決策行為之顯著影響因素，但因賑災物資分配不均，致使災民無法獲得足夠支援，造成社經特性之顯著影響。另，「住所損壞程度」影響因素係反映災情嚴重程度之故。三次疏散決策行為之預測因子則受「住所損壞程度」與「協助家人疏散」等因素影響。

本研究根據疏散決策行為模式校估及疏散交通行為調查結果，進行不同疏散型態下，埔里鎮與大里市疏散人員規模推估。其結果如下：

1. 埔里鎮

總人口數約 88,000 人，初次疏散的人員規模約 81,840 人，其中災區內的人員規模約 72,020 人；二次疏散的人員規模約 33,555 人；三次疏散的人員規模約 8,389 人，其中 7,970 人仍無固定住所。

2. 大里市

總人口數約 160,000 人，初次疏散的人員規模約 124,800 人，災區內的人員規模約 103,347 人；二次疏散的人員規模約 34,944 人；三次疏散的人員規模約 8,037 人，其中 4,822 人無固定住所，1,607 人在外租屋。

前述推估結果中，初次疏散之人員規模可作為都市防災空間與避難場所設置規模之參考；二次疏散之人員規模可作為防災道路與交通計畫研擬之依據；三次疏散之人員規模可作為提供災民安置社會支援及災區復原重

建之參考。

五、災民疏散交通行為分析

本研究以羅吉特模式 (Logit Models) 探討災民之疏散運具使用行為，獲致下列結論：

1. 影響埔里鎮疏散運具使用之社經特性變數有「所得」、「性別」、「教育程度」；運具使用特性變數有「運具是否方便取得」、「運具為慣用運具」、「運具具有高安全性」、「易與家人同行」、「具有遠距離疏散能力」、「具有快速疏散能力」、「運具適合長時間疏散」；避難特性變數有「疏散耗費時間」；住所特性中之「住所樓層」與「住所損壞程度」均有影響。大里市疏散交通行為影響變數大致與埔里鎮同，僅增加避難特性變數之「疏散距離」項；住所特性則僅「住所損壞程度」有影響。

2. 模式結果顯示，埔里鎮災民初次疏散階段選擇步行疏散者佔 69.22%，選擇使用機車疏散者佔 30.78%；二次疏散階段選擇步行疏散者佔 30.29%，選擇使用機車疏散者佔 33.34%，選擇使用汽車疏散者佔 36.47%；三次疏散階段選擇使用機車疏散者佔 29.01%，選擇使用汽車疏散者佔 49.23%，選擇使用公車疏散者佔 21.76%。

3. 大里市災民初次疏散階段選擇步行疏散者佔 93.61%，選擇使用機車疏散者佔 6.38%；二次疏散階段選擇步行疏散者佔 19.36%，選擇使用機車疏散者佔 40.55%，選擇使用汽車疏散者佔 40.09%；三次疏散階段選擇使用機車疏散者佔六成，選擇使用汽車疏散與公車疏散者同佔兩成。

以南投市資料驗證模式之適用性，各疏散階段正確率皆達 65% 以上，顯示模式頗能表現真實狀況。南投市疏散運具使用比例經推估結果，初次疏散階段選擇步行疏散者佔 62.85%，選擇使用機車疏散者佔 37.15%；二次疏散階段選擇步行疏散者佔 43.56%

，選擇使用機車疏散者佔 42.14%，選擇使用汽車疏散者佔 14.30%；三次疏散階段選擇使用機車疏散者佔 34.67%，選擇使用汽車疏散者佔 52.33%，選擇使用公車疏散者佔 13.00%。

六、震災防災應變規劃之省思

經釐清影響疏散交通行為之社經特性、運具使用特性、避難特性及住所特性等因素項目，研提於都市防災規劃之具體應用，彙整說明如后。

1. 初次疏散

以初次疏散而言，民眾處於緊急避難狀況下，注重避難疏散所需耗費時間與住所附近道路是否可通行。因此，初次疏散避難據點之設置，應至多以 10 分鐘內得以到達之處所為設置標準，為反應地震造成房屋、道路損壞，及扶持家中老人、幼童同行等影響步行速度等因素，經以平均步行或小跑步速度換算為距離，應以 100 至 500 公尺為臨界值，於範圍內設置公園、綠地或學校操場等空曠處提供適當防災空間，供民眾避難。若民眾居住於大樓內，則平日應保持逃生樓梯通暢，注意逃生路線與大樓外疏散處所間之行進路線，以確保緊急疏散時能及時抵達避難場所。

由於初次疏散具有「疏散距離短」、「快速到達疏散據點」之特性與要求，民眾多傾向以步行為主要疏散交通工具。因此官方疏導人員於初次疏散時期進行交通管制之需要並非迫切，應以致力於各避難場所間民眾受災情況之蒐集與聯絡，並回報災害防救中心，以能確實掌握各地受災狀況為首要。

民眾選擇避難場所以地點近且熟悉為原則，此乃因 921 地震後立即停電，於暗夜無光的情況下，僅能選擇平日熟悉的地點疏散。因此，除應於平日提高民眾對避難據點之認識與熟

悉程度外，更應加強應變器具之提供，如手電筒、電池、收音機及基本飲用水與糧食等，使民眾於初次疏散場所以安全無虞。

2. 二次疏散

以二次疏散而言，雖同於初次疏散階段注重「疏散所需耗費的時間」與「住所附近道路是否可通行」等要求，另尚以「疏散距離」為重要考量因素。二次疏散據點以同為災區內受災輕微之親戚朋友家或災區周圍之臨時收容所為疏散目的地，其距離稍遠於初次疏散，約為 500 至 800 公尺以內，較偏遠地區約為 1,500 公尺以內，故建議臨時收容所之設置以 800 公尺範圍為臨界值，在人口密集處需可提供 2~3 鄰的民眾避難。

臨時避難場所應滿足提供民眾約 5 天至半個月內之收容需要，民眾疏散場所選擇因素除距離近與熟悉外，尚希望能取得生活支援，因此臨時避難場所之物資補給工作愈顯重要。是故，臨時避難所之規劃及其與物資運補中心之聯繫，為維繫災民基本生活需求來源；另亦需提供臨時醫療設備，以備就近照顧受傷情況較輕之傷患。醫療設備提供單位為該轄區內責任醫院，臨時醫療場所應配置適當之醫生與護士。

二次疏散階段之道路搶修工程應以臨時避難場所附近道路為優先整建對象，期確保避難場所內外救援物資或傷患運送順利；若搶修工程無法及時完成，則臨時避難場所宜有大型空地（如學校操場）作為次物資中心，供直昇機起降，以利救援物資做系統層級性發放作業。

3. 三次疏散

三次疏散屬較長期之疏散，多數進行三次疏散者以疏散至災區外熟人家或租屋為主，另則住宿於政府或民間團體提供之組合屋，疏散運具多以

汽車為主。

災區外疏散，距離多在 1,500 公尺以上；組合屋則多設置於主要房屋倒塌地區邊緣，疏散距離多在 800 至 1,500 公尺以內。就本研究疏散階段之定義，三次疏散階段道路整修工作約已完成 90%，已可提供公車等大型車輛通行，故政府應於災區重要據點，如主要交岔路口、收容場所、物資集散中心附近，設置公車接駁點，供無法使用汽、機車疏散之民眾疏散至災區外；另公車亦可提供家族性多人同時疏散，以埔里鎮而言，進行長期疏散者不乏全體家族一同疏散，少則 4 人，多則 10 人以上，在無法同時使用汽車疏散時，可考慮以公車疏散。

三次疏散階段主要著重於災後建物與心靈重建等社會支援工作。以 921 震災而言，災民與政府機關因初次面對如此大規模災難，對於災後災民之安置、房屋損壞鑑定與住屋、租屋補償作業流程等相關規定均不熟悉，使得整體效率猶如牛步，非但災民抱怨連連，承辦人員對整體制度亦多有詬病。因此，建議設立專責單一窗口收受災民申請文件，整體作業流程公開透明化，並明定房屋鑑定、損害補助與賠償等條文款項，以加快各項金額發放速度，提高災民重建復舊效率。相較於政府的表現，民間力量於震災期間的充分展現與發揮，值得政府反省與謀思改進之道。

4. 其他相關課題

其他尚有與都市計畫防災相關之課題，諸如都市開放空間之區位、規模與數量；街道尺度之檢討，舊市區六公尺以下巷道，以及目前常見之六公尺、八公尺之都市計畫道路規劃，明顯無法滿足都市防災需求。此外，道路網之可靠度（Reliability）與餘裕度（Redundancy）；疏散避難道路、救災道路與替代道路之規劃釐定；相同/不同運輸系統之替代與/或轉運（Substitution and/or Transfer）；以至於

系統自趨安全設計 (Fail-safe Design) 等，此次 921 震災提供各專業省思之空間，相關課題與應對策略應予具體落實。

在災害防救體系與程序方面，國內外之經驗顯示，防災應變計畫之研訂多係以「由上而下 (Top-down)」觀點，由中央至地方，然則災害發生時，防救作業之開展卻多半由地方發動，以爭取時效，實則為「由下而上 (Bottom-up)」之運作機制。防災應變計畫需確實考量實際運作特性，避免淪為紙上作業而不自知。研究顯示，由鄰里救災避難圈，向上逐級規範地區救災避難圈、縣市救災避難圈，以致於全國救災避難圈，逐層規範避難據點與疏散場所規模，釐定救災必要設施與設備，「由下而上」之規劃思考，符合實務之運作。

七、結論與前瞻

1. 都市防災體系之檢討落實為當務之急。921震災暴露政府對於震災之防救工作有相當大之改進空間，自「防災基本計畫」、「都市計畫防災」、「都市防災管理」、以及「都市防災基礎」之防災據點與交通網路設施項目等，皆應逐項檢討落實。防災空間、防災避難據點、防災道路、疏散交通網路與疏散交通方式等之安排規劃，應於都市計畫中充分反映。
2. 都市計畫防災相關之課題，諸如都市開放空間之區位、規模與數量；街道尺度之檢討；道路網之可靠度與餘裕度；疏散避難道路、救災道路與替代道路之規劃釐定；相同/不同運輸系統之替代與/或轉運；以

至於系統自趨安全設計等，相關課題與應對策略應予具體落實。

3. 災民對官方的疏散決策多抱持不信任的態度，未來官方需加強疏散決策的合理性及適用性，以便災民遵行，進而達到及時應變之效。防災應變計畫之研訂多係以「由上而下」觀點，由中央至地方，然則災害發生時，防救作業之開展卻多半由地方發動，以爭取時效，實則為「由下而上」之運作機制。防災應變計畫需確實考量實際運作特性，避免淪為紙上作業而不自知。
4. 災民對震災危險性、避難場所安全性及防災必要性等認知相當薄弱，未來政府相關單位應加強防災知識宣導，提升整體防災素質，並督促災民儘速研擬防災計劃，以備未來應變之需。
5. 都市化程度不同導致地區整體災情差異增大，因此未來救援調派之際，應先快速完成災情評估，以免造成救援物資及人員過於集中部分災區而顧此失彼，延誤救援之契機。921 震災南投、台中兩地災情觀察不能直接適用於其他都會地區，除都市發展程度有別外，城鄉之社會網絡之落差，都市人際關係之疏離，亦將影響災害防救規劃與落實。

八、參考文獻

1. Glass, Thomas A., "Understanding Public Response to Disasters", *Pubic Health Reports*, Vol.116, pp.69-73 (2001).
2. 羅孝賢、莊世奇，「震災疏散行為之研究-以九二一集集大地震為例」，都市地區地震防災交通系統之研究八十九學年度期末研究成果研討會論文集，民國 90 年 7 月。

3. 羅孝賢、陳蕙娟，「震災疏散交通行為之研究」，都市地區地震防災交通系統之研究九十學年度期末研究成果研討會論文集，民國 91 年 5 月。
4. 何明錦、黃定國，*都市計畫防災規劃作業之研究*，內政部建築研究所，民國 86 年。
5. 葉光毅，因應防災之道路交通對策，*科學發展月刊*，頁 504-510，第 29 卷第 7 期，民國 90 年 5 月。
6. Aguirre, B. E., Planning, Warning, Evacuation, and Search and Rescue: A Review of the Social Science Research Literature, Department of Sociology, Texas A&M University (2000).
7. 李佩瑜，*由鄰里單元觀點探討震災時救災避難圈之規劃*，成功大學都市計畫學系碩士論文，民國 89 年 6 月。