

# 國立交通大學

## 交通運輸研究所

### 碩士論文



緊急救災物流輸配送系統模式構建

Emergency disaster logistics relief model construction

研究生：宋明安

指導教授：許鉅秉 教授

中華民國九十四年六月

# 緊急救災物流輸配送系統模式構建

## Emergency disaster logistics relief model construction

研究生：宋明安

Student：Ming-An Sung

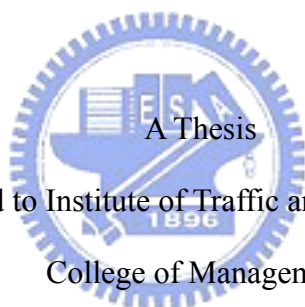
指導教授：許鉅秉

Advisor：Dr. Jiuh-Biing Sheu

國立交通大學

交通運輸研究所

碩士論文



Submitted to Institute of Traffic and Transportation

College of Management

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master

In

Traffic and Transportation

June 2005

Taipei, Taiwan, Republic of China

中華民國九十四年六月

# 緊急救災物流輸配送系統模式構建

研究生：宋明安

指導教授：許鉅秉博士

國立交通大學交通運輸（研究所）碩士班

## 摘 要

日常生活中的天然災害，如地震、颱風、水災、乾旱等，經常造成人們生命與財產的重大損失。由於資源的質與量皆為有限，危難管理者 (emergency managers) 必須就有限資源，規劃最佳的運用時程與策略，以在最短時間內，將救援物資緊急配送至災區。而災害救援行動中物流輸配 (disaster relief management) 的基本問題，係在考量時間因素的情況下，如何使用不同的運輸模式，透過不同的運輸網絡，將各種救援物資從各物資集散中心，順利的配送至災區。其中，如何有效地分配與調度物資，以避免浪費或堆置無用，將是決定此配送系統優劣的關鍵。

本研究所構建之「救災物流輸配送系統」包括前端「物資指派」及後端「物資配送」兩個部份，物資指派部分在於如何將所有供給端所提供之物資指派至各區域型配送中心。第二部分探討資源指派並探討當災害發生初期所衍生之供需失衡問題，以數學方法計算出各災區對於物資配送之權重及其配送之優先順序。同時我們也採用互動式多階層規劃法在將問題分為兩個子問題在決策與運作兩層級中其間有交互影響之關係下游每階段之運作結果將回傳至上游以提供下一時階之規劃，進而提升整體系統之最佳化。

關鍵詞：救災物流、救災物資資源分配、緊急物資輸配送、模糊聚類

# Emergency disaster logistics relief model construction

Student : Ming-An Sung

Advisor : Dr. Jiuh-Biing Sheu

Institute of Traffic and Transportation  
National Chiao Tung University

## Abstract

Natural disasters which might include earthquakes, typhoons, floods, drought, etc. are part of our life. They have significant devastating effects in terms of human injuries and property damage. Because quantity and quality of the resource are limiting factors, emergency managers do have to find an optimal schedule for assigning resources in time to the affected areas, and the basic underlying logistical problem for disaster relief management is to move a number of different commodities using a number of transportation, from a number of distribution center to one or more affected area over a transportation network in a timely manner, and how to distribute relief effectively and efficiently is one of the key point.

In this study will propose a relief distribution system decompose into two parts, concentrating goods and materials and dynamic resource allocation, the first part is how to concentrate goods and materials in the shortest time and minimize the fleet size. And at the second part we discuss when concentrated goods and materials are insufficient for demand of affected areas we use fuzzy clustering to obtain the weight of affected area. Simultaneously, we will use interactive multi-level programming method because the decisions inherent in the problem decompose hierarchically into two sub-problems where tactical decisions are made at the top level, and the operation distribution and evacuation are made at the base level. Consistency between the decomposed problems is achieved with an interactive coordination procedure which transfers anticipated information form the base level to improve the top level decisions to optimal performance of the relief distribution system.

Keywords: relief distribution · Fuzzy clustering

## 誌謝

初入北交頂著營建背景交通領域對我而言神秘夢幻，慕名而來有幸能在許鉅秉教授無私的教導下，讓我得以揭開交通之神秘面紗，跟隨老師有著革命情感的我，將老師『身為交通人死為交通魂』之家訓銘記在心。並感謝老師細心及耐心的培育明安，不僅止於專業知識，更是教導為人處事及人生之經驗，這都是最珍貴的財富。謹此致上由衷的敬意與謝忱。

論文口試期間，承蒙顏上堯教授與林正章教授撥冗細審，並惠予寶貴之建議。研究所修業期間，幸蒙黃承傳教授、徐淵靜教授、黃台生教授、馮正民教授、謝藍武王教授與汪進財教授於專業知識與論文研討之指導，使我獲益良多，在此致上誠摯之謝意。

北交兩年首先感謝全能蘇剛毫無私心的分享及相助，經管一年交管一年感謝天鵝幫的怡婷、建仁、韋燕在我最無助時總能拉我一把，感謝彥衡學長在我剛進北交時及兩年來的指點，許家班小章跟那裡想了三天的model、孟釗智詠跟我分享普拉密技，阿jor的一句便當啊更是讓我的預測模式有了解套，阿倫的eMPlant，憲哥無限量提供的台啤，當然還有教我排版的孟慧及帶給我歡樂的小龜采蘋跟所有北交同學，感謝你們。

掛著首席工讀生的名號，首先感謝峻沛老大及百立的包容下讓我在工讀的情況下得以順利完學業，搶我位子的麻吉阿德、我看著他長大的舜智、只愛剛晴的雪晴、好姐姐芝瑩，這些碩士前輩們跟我分享著做論文的甘苦經驗，視我如己出的曉怡媽咪、心儀娃娃的加油打氣，信義珮琪的激勵，直性情的郁琪口試前的加油簡訊及對沒錯的鳳爪，還有我科政猛於虎的同事們。

當然我台科一起長大的同學們，很開心大家都能一起挺進碩士一起努力，俊祥汶滋時時叮嚀及在我挫折時給予的鼓勵，我就比較好運的元憶、會長沛然、順路回家的義翔、永遠的董事長廖肥、總時在深夜冒出來加油的芷雅婷、球友小黑人漢，當兵不忘關心我的自鈞建豪，OL美女饅頭穗昀，雖然大家四散各地但對我關心依舊。

最後感謝無私為我的家人，在論文研究期間給予的加油打氣，默默陪伴的你們是我最大的動力，今日有此成果也是大家無私的陪伴，僅將此一榮耀與我親愛的老爸天生天祥、淘氣老媽晃華，泡麵大哥明煒、暉哥、我的偶像嗣偉、翰哥，大姐秀秀、曼妙二姐秀如、永遠二十腰二嫂玉玲及可愛的兩個小鬼承歡、承哲。

# 目錄

中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
誌謝.....	iii
表目錄.....	vi
圖目錄.....	viii
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	2
1.3 研究範圍.....	3
1.4 研究限制.....	4
第二章 文獻回顧.....	7
2.1 地震災害特性.....	7
2.1.1 地震的影響.....	7
2.2 國內外之防救災體系.....	9
2.3 國內外救災相關文獻.....	10
2.3.1 救災運輸系統規劃.....	10
2.3.2 救災物流輸配送.....	12
2.3.3 災後交通路線.....	14
2.4 研究方法.....	15
2.4.1 模糊聚類.....	15
2.4.2 指派模式.....	20
2.5 文獻評析.....	21
第三章 模式建構.....	22
3.1 救災物流系統之特性.....	22
3.1.1 供應鏈體系.....	23
3.1.2 救災物流庫存.....	25
3.1.3 配送過程.....	26
3.2 模式基本假設.....	26
3.3 系統架構.....	26
3.4 災區需求屬性聚類分群.....	28
3.4.1 模糊聚類演算法.....	28
3.5 群組排序.....	31
3.6 供需失衡之配送準則.....	32
3.7 配送模式構建.....	33
3.7.1 上階模式.....	34
3.7.2 下階模式.....	35

3.7.3 預測模式 .....	36
第四章 案例研究 .....	40
4.1 案例說明 .....	40
4.2 案例演算流程 .....	41
4.3 案例執行結果分析與討論 .....	43
第五章 數值分析 .....	54
5.1 不同急迫性指標組合 .....	54
5.1.1 聚類屬性組合 B (傷亡人數、物資需求當量) .....	55
5.1.2 聚類屬性組合 C (物資需求當量、災點受創程度) .....	57
5.1.3 聚類屬性組合 D (傷亡人數、災點受創程度) .....	59
5.1.4 綜合分析 .....	61
5.2 物資供給變動 .....	63
第六章 結論與建議 .....	66
6.1 結論 .....	66
6.2 建議 .....	67
參考文獻 .....	68
附錄 A 災區聚類屬性表 .....	72
附錄 B 最終模糊待價矩陣 .....	76
附錄 C 災區配送順序表 .....	80
附錄 D 上階指派結果 .....	84
附錄 E 東勢鎮下階指派結果 .....	86



## 表目錄

表 2-1	救災物流相關文獻 .....	13
表 2-2	模糊類聚數據變換處理表 .....	16
表 3-1	賑災物流系與一般物流系統之異同 .....	23
表 3-2	數據進行二態編碼表 .....	28
表 3-3	二元轉換表 .....	29
表 3-4	變數說明 .....	33
表 4-1	災點屬性分群標準 .....	42
表 4-2	災區傷亡人口數 .....	43
表 4-3	東勢鎮傷亡人數及需求資料 .....	43
表 4-4	東勢鎮災區屬性分類表 .....	44
表 4-5	東勢鎮各災群之綜合效及急迫性指標 .....	45
表 4-6	供給端與區域型配送中心間之旅行時間 .....	47
表 4-7	上階礦泉水指派結果 .....	47
表 4-8	東勢鎮下階指派結果 .....	48
表 4-9	聚類分群變動 .....	51
表 5-1	聚類屬性組合 .....	54
表 5-2	聚類屬性組合 B 之急迫性指標及配送順序 .....	56
表 5-3	聚類屬性組合 C 之急迫性指標及配送順序 .....	58
表 5-4	聚類屬性組合 D 之急迫性指標及配送順序 .....	60
表 5-5	不同聚類屬性組合下系統總效用 .....	63
表 5-6	物資供給充足時上下階之目標值 .....	64
表 5-7	物資供給量稀少時上下階之目標值 .....	64
表 6-1	救災物資供不應求配送準則 .....	66
表 A-1	災區聚類屬性表 T=1 .....	72
表 A-2	災區聚類屬性表 T=2 .....	73
表 A-3	災區聚類屬性表 T=3 .....	74
表 A-4	災區聚類屬性表 T=4 .....	75
表 B-1	東勢鎮最終模糊待價矩陣 .....	76
表 B-2	石岡鄉最終模糊待價矩陣 .....	77
表 B-3	霧峰鄉最終模糊待價矩陣 .....	78
表 C-1	災區配送順序表 T=1 .....	80
表 C-2	災區配送順序表 T=2 .....	81
表 C-3	災區配送順序表 T=3 .....	82
表 C-4	災區配送順序表 T=4 .....	83
表 D-1	上階指派結果 T=1 與 T=2 .....	84



表 D-2	上階指派結果 T=3 與 T=4 .....	85
表 E-1	東勢鎮下階指派結果 .....	86
表 E-2	石岡鄉下階指派結果 .....	89
表 E-3	霧峰鄉下階指派結果 .....	92



## 圖目錄

圖 1-1	重大震災發生至復舊之過程 .....	3
圖 2-1	地震災害與影響 .....	8
圖 3-1	企業物流及救災物流供應鏈示意圖 .....	24
圖 3-2	救災物流系統架構圖 .....	27
圖 3-3	動態性聚類圖 .....	31
圖 4-1	災區地理位置分佈圖 .....	41
圖 4-2	各階段物資分配比例 .....	46
圖 4-4	各災區急迫性指標－滿足率關係圖 .....	49
圖 4-5	需求量累加圖 .....	50
圖 4-6	各災點每時階之急迫性指標變動圖 .....	51
圖 4-7	各災點每時階之急迫性指標變動圖 .....	52
圖 5-1	各災區物資分配比例 .....	55
圖 5-2	聚類屬性組合 A-B 之滿足率趨勢圖 .....	56
圖 5-3	各災區物資分配比例 .....	57
圖 5-4	聚類屬性組合 A-C 之滿足率趨勢圖 .....	58
圖 5-5	各災區物資分配比例 .....	59
圖 5-6	聚類屬性組合 A-D 之滿足率趨勢圖 .....	60
圖 5-7	物資分配百分比 .....	61
圖 5-8	不同屬性組合下各災點急迫性變化趨勢 .....	62
圖 5-9	情境 a 及情境 b 上階效用勢趨曲線 .....	65
圖 5-10	情境 a 及情境 b 下階效用勢趨曲線 .....	65
圖 6-1	921 台中縣立體育場震災物資堆放情形 .....	67

# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與動機

台灣位處環太平洋地震帶上，斷層遍佈全島，目前仍有許多活動斷層持續活動中，因受地理條件影響台灣各地均屬地震頻仍，又台灣屬亞熱帶氣候夏季時颱風亦為主要之災害，這兩項主要之重大天然災害的發生，往往對災區造成相當大的破壞，災區居民常陷入孤立無援的困境，極需外界給予支援與救助。不但造成國家人民生命財產的重大損失，其影響更是全面性且長期性的。如何快速採取最有效應對措施以減低傷亡人數及提升救援行動的運作且藉由運輸系統快速有效的搶救災民及使救災援行動之成本最小化。而災後緊急物資的配送係為救災系統中重要的一環，如何有效地分配與調度物資以避免浪費或堆置無用，且在最短的時間內深入災區，配送給所需的醫療單位、災民等，亦為一項重要的課題。

災害發生往往為突發之狀況，其影響範圍及其衍生救援物資的需求點需求量皆不可預知，從臨時物資集散中心之區位選取、配送運具模式（路運、空運）及運具規模大小之決定及即時資訊之取得...等，都隱含了不確定因素。通常不同運具皆可有效的應用於救援行動，但這些運具並不適用於配送所有救援物資，許多物資必須在配送過程中經過再包裝轉變物資的型態以利於配送作業的進行。

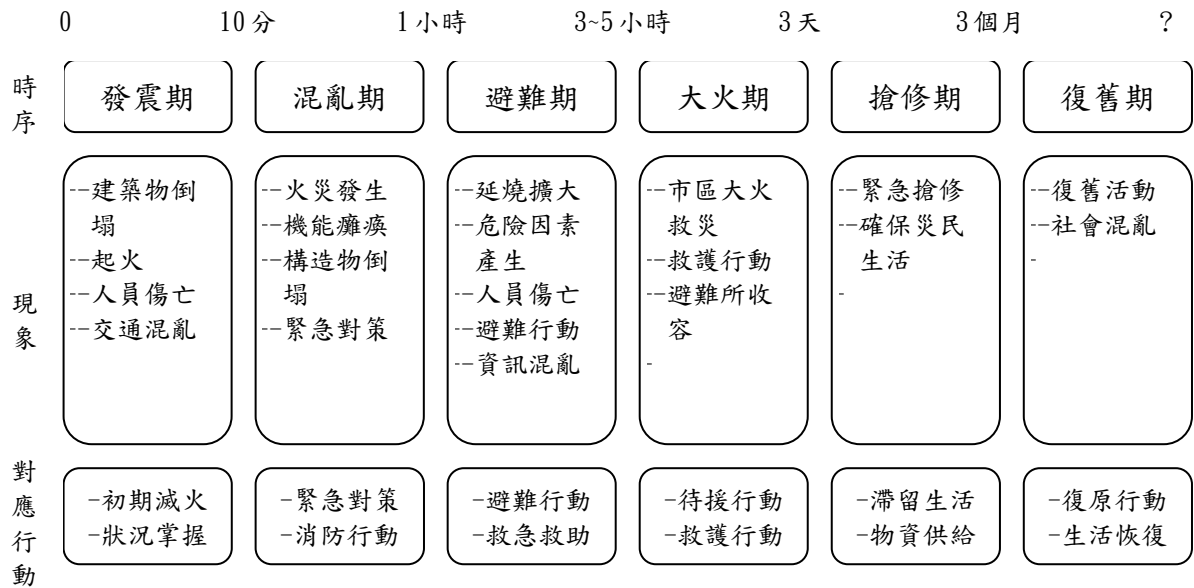
一般企業物流在許多已知條件下，透過有規模的車隊管理及已規劃之路線，配合各反應式物流配送策略，如：快速回應（Quick Response ,QR）、有效消費者回應（Efficient Consumer Response ,ECR），成功的將物品配送至顧客端，物流配送問題的型態，主要依目標、成本、車種、場站數、需求、路網、作業型態、路線時間的組合，不同的物流系統將有不同的組合。其主要為達成繞徑總成本及時間最小、車隊規模最小、服務滿意度最大等目標。

有別於企業物流，救災物流的配送過程中充滿了不確定因素，其最基本的問題為如何在有限的時間下，有效的運用多種不同的運輸模式將救援物資（如：食物、衣服、醫療設備...等），從不同的供應端（物資集散中心）配送到一個或多個需求端（災區）。

## 1.2 研究目的

重大災害發生時，除了透過事先防災教育及有效的災難管對策以至讓傷害減到最低，以震災為例，其發生時程如圖1-1所示，從各時期所採取的對策我們可以得知，災害發生初期除了道路搶修、傷亡救援之外，緊急救援物資的配送仍為一重要課題。然而災害包含地震、水災、旱災等不同種類，每種災害應變的作業體系雖大抵一致，不過在物資儲備及輸配送作業仍有不同處，故僅就地震災害加以探討。本研究主要考量救災物資之稀少性與不確定性、救援物資配送之緊迫性，構建數學規劃模式與有效之求解方法，以利救災決策單位於最短時間內，將供給端之物資分配至各災區並在供需失衡時決定物資配送數量及災區之配送順序。

- (1) 回顧國內外對救災物資配送之相關研究；
- (2) 將災區需求依適當之權重分配物資以解決供需失衡之問題；
- (3) 建立一套能即時回應災區需求之緊急救災物資配送模式；
- (4) 透過個案研究，驗證本模式之可行性，並根據模擬的過程與結果，作為往後救災物流配送模式之參考。



資料來源：施佑林整理(2003)

圖 1-1 重大震災發生至復舊之過程

### 1.3 研究範圍

物流系統簡單地說就是將商品從供應商輸配送到消費者手中，整個過程自獲取消費者資訊始，經流通加工、包裝、保管以至配送至消費者止。救災物流系統的作業方式當然也不脫企業物流，乃將救援物資自供給者配送至災民。不過，一般企業物流系統已知商品的供給者與需求者，且在既有的物流中心進行商品加工、儲存與保管，甚者有甚穩定的輸配送作業，一切物流活動乃以追求成本最低的目標下規劃運作。救災物流系統則不然，災害一旦發生，從物資供給點、物資集散中心、車隊規模、災區需求點及需求屬性...等，所有條件皆為未知，必須在短時間內做一有效統合以期在最大的效益。

然而一般配送系統分為三個層次:長期規劃之策略 (strategic) 層次、中期規劃之戰略(tactical)層次、短期規劃之計畫執行(operational planning) 層次。救災物流配送有其時效性，故將研究範圍界定計畫執行層次的短期規劃。災害發生時，救援單位必須快速有效的掌握可用的物資來源及數量做一有效率的集結，而臨時物資集散中心的選取應考慮與災區之距離遠近

及鄰近交通動線是否損壞，而配送過程中必須兼顧配送時間最短及將有限的物資做一合理的分配。「救災物流輸配送系統」包括前端「物資指派」及後端「物資配送」兩個部份，物資指派部分在於如何將所有供給端所提供之物資指派至各區域型配送中心。第二部分探討資源指派並探討當災害發生初期所衍生之供需失衡問題，以數學方法計算出各災區對於物資配送之權重及其配送之優先順序。

#### 1.4 研究限制

研究希望建立一套能迅速回應救災物流輸配送系統之模式，主要可以分為三個階段，第一部分為依據災區之需求屬性以模糊聚類（Fuzzy clustering）將災區予以聚類分群，第二部分為因應災害發生初期供需失衡時如何將物資做一有效合理的分配，最後為掌握有限資源構建一配送模式，本研究基本假設模式如下：

- 1.假設物資供給點所提供救援物資之種類及其數量為以知
- 2.假設災區所需求救援物資之種類為以知但其數量為未知
- 3.假設供給端及災區地理位置為以知
- 4.假設災區與防災控制中心間之資訊流通正常無礙
- 5.不考慮交通狀態的影響，即假設配送過程中結合交通控制，讓救災車輛得優先通行
- 6.假設救援物資方面僅考一般常溫物資，不考慮低溫冷凍物資
- 7.研究中不設置物資集結中心

## 1.5 研究步驟

就本研究探討之救災物流輸配送系統，擬定研究步驟如下，而相關流程如下圖所示：

### 1.問題確認及研究範圍界定

了解災害發生時所需的物流形態，進而了解相關配送問題，以確定本研究之相關假設及研究之範圍。

### 2,文獻回顧

針對國內外救災體系、物資集結配送、模糊理論等方面進行相關回顧，以進一步建立相關配送模式及選定配合之求解演算法。

### 3.模式建構

針對救援初期物資供需失衡現況，提出一合理的物資分配模式，並對配送過程中時效性與急迫性間取得權衡以構建多目標模式。

### 4.測試分析

利用所構建模式選定一救災實例，進行驗證並修改模式，以達成配送系統之最佳解。

### 5.結論與建議

整理本研究之研究成果，提出相關之結論與建議。

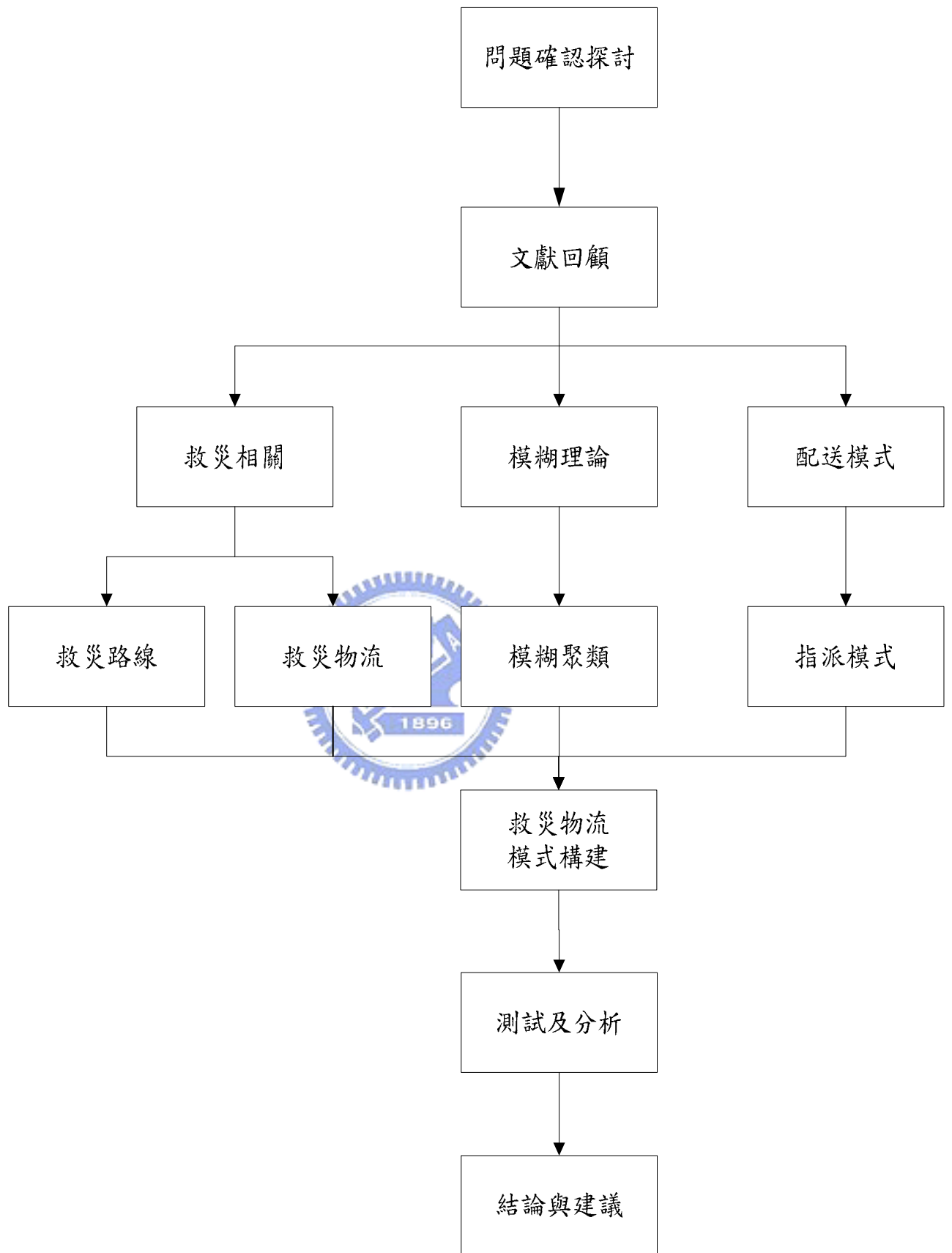


圖 1-2 研究流程



## 第二章 文獻回顧

### 2.1 地震災害特性

台灣位處於世界上最大也是最活躍的環太平洋地震帶上，與大陸板塊交界之處，也是世界上有感地震最多的地區之一；雖然台灣未曾發生過如日本神戶及美國南加州這般大規模的地震，但地震的發生依然無法避免，一旦發生震災，其破壞力對台灣南北及西部地區所造成的災害將會十分嚴重，對於地震這種與台灣息息相關的天然災害，交通部雖意識到防災應變及災後復建之重要，亦定有防災業務計劃與考核要點，俾督導所屬進行災難應變與演習，惟目前國內對災難應變及救援未明訂所屬權責單位辦理，將可能降低災後搶救及復建效率。

由於地震具有突發性與多災性的特點，且地震時極易引起次生災害。在多機能的現代化城市裡，地震次生災害是很嚴重的，有時次生災害所帶來的損失並不亞於地震的直接損失。次生災害是指由於房屋倒塌，工程設施破壞等誘發出的火災、水災、爆炸、有毒物質溢出等災害，而產生比原生災害更為嚴重的威脅，故為抗震防災所不可忽視的一個重要方面。

災害一旦發生，災害管理之決策者必須在不確定的動態環境下，迅速做出複雜的決策；早期的防災研究，內容比較偏重於災害發生之防止及受災害程度之減輕（Disaster Prevention and Mitigation），至於災難發生後如何迅速有效地做出及時（real-time）反應與復原則在近年逐漸受到重視。

#### 2.1.1 地震的影響

大型地震的災難範圍十分廣泛，其所造成的影響包括對自然環境的破壞，以及對人為（居住）環境的破壞因而造成許多區隔（Compartments）。茲就地震所產生之災害分為以下三種情況探討（日本都市計畫學會震災復興都市建造特別委員會，1996）：

### 1. 直接災害：

在地震發生的同時引起的災害，稱為直接災害。如山崩、土壤液化、海嘯、地盤隆起、陷落、建築物崩壞、橋樑斷落、瓦斯管破裂、建築物火災等。

### 2. 間接災害

由於直接災害的擴大、波及而造成之災害，稱為間接災害。例如建築物倒塌、維生線及管道系統之破壞、落下物災害、危險物品災害等。另外，由於運輸系統遭到破壞，造成交通機能癱瘓或降低，而道路的損害更會妨礙救災及避難行動的進行。再者，初期建築個體的火災發生延燒，而形成的市區大火，更會造成人員的慌張及經濟估算上的嚴重損失。

### 3. 後續災害

直接災害或間接災害，經過一段長時間仍無法解除或因這些災害的破壞而醞釀形成大範圍、長期性、複合性的災害，諸如都市機能的下降而導致經濟活動衰微、社會不安，或者是當大量人畜傷亡處理不當



資料來源:小牛頓雜誌

圖 2-1 地震災害與影響

## 2.2 國內外之防救災體系

### 1. 美國：

美國設有完備的「全國地震災難應變計畫(National Earthquake Hazards Reduction Program, NEHRP)」。在重大災害(如地震、颶風、大風雪、乾旱、火山爆發以及恐怖組織活動等可能造成重大傷害的事件)發生後，由政府宣佈進入聯邦緊急反應計畫(Federal Response Program, FRP)的階段，由「聯邦緊急事故處理局(Federal Emergency Management Agency, FEMA)」統籌所有防災及救災事務。其防災工作講求運用高科技，事先規劃、模擬與實際演練，對人口稠密的大都會與人煙稀少的地區有明顯不同的規劃及作業方式，並與治安體系相結合，平時與警方配合，發生災害時，立即轉變為緊急救災體系，爭取最高救災效率。FEMA 設有物流管理附屬單位，進入聯邦緊急反應計畫前，負責儲備物資、預測物資需求量、規劃配送作業及設置物流中心。進入聯邦緊急反應計畫後，則根據需求開始接收，配送救災物質。



### 2. 日本：

日本由於受到颱風、地震的侵擾頻率甚高，因此，相當重視防災、救災計畫與事前演練。其救災組織分為三個層面，包括中央國土廳防災局、地方都道府及市鄉鎮，每個層面皆定期舉行防災會報，並訂定防災計畫，包括防災基礎計畫、防災業務計畫、地域防災計畫。此外，日本各重要地區都有地區防災計畫，計畫中詳細規劃防災組織體系、緊急運輸、重要救援物資之儲備與避難所之設置等，加上日本政府積極的宣傳，並定期舉行各種救災演習(包括每年度的大規模地震演習)，其救災體系可謂相當完整，處理救災物資的經驗也相當豐富。

### 3. 台灣：

我國的防救災體系原採「中央--省--縣市--鄉鎮市區」四級制，精省之後縮減為三級制。由中央撥經費給地方，直接由地方基層單位執行。防救

災計畫分為預防、應變與復舊三階段，內容採權責與單位劃分導向，詳如表（中央防災會報，1998）。防救災計畫分成「防災基本計畫」、「防災業務計畫」、「地區防災計畫」三種，主要內容分述如下：

(1) 防災基本計畫

主要內容有三點：

- a. 防災之長期綜合計畫；
- b. 防災業務計畫及地區防災計畫應規定之重要事項；
- c. 防災業務計畫及地區防災計畫之訂定基準。

(2) 防災業務計畫

主要內容有二：

- a. 關於所掌握事務或業務應採行之防災措施；
- b. 關於所掌握事務或業務之地區防災計畫訂定基準。

(3) 地區防災計畫

主要內容包含該地區有關防災措施、災害預防、情報蒐集與傳達、預警、災害應變復舊對策及防救設施、設備、物資、基金之整備調度、分配、輸送、通訊等相關計畫。

## 2.3 國內外救災相關文獻

### 2.3.1 救災運輸系統規劃

吳水威等（1990）藉由運輸規劃與土地使用的配合、路網與土地使用的關係、都市活動特性、人潮聚集等重點，探討救災路網如何配合土地使用，與救援條件如何配合震災情形，並考慮震災路網實質狀態，以研擬救援路網的規劃準則，並利用層級分析法（Analytical Hierarchy Process，AHP），透過專家問卷調查，對救援路網規劃準則評選出優先次序，以作為救援路線選定先後次序之依據。

吳水威、連振勝（2001），以系統分析法與文獻收集評析法依循管理

為機理論及六點理論基礎與五項功能需求，建立出交通管制措施實施之時空區隔設計，並分人車路三要素分析所需之交通系統配合防救災工作之各階段主要任務，及其對應之緊急應變管制方案與事前規劃之項目；並說明設立交通緊急應變中心之必要性；透過實地訪查，將理論結合實務，再經由定性評估、情境模擬分析法，確認其有效性；並提出實施交通管制所需之相關配套措施，確保實施順暢的避難行動和地震防救災緊急應變措施有關的緊急運輸，以配合與協助提高整體救災應變體系之功能與時效。

陳郁文（1999）於研究中指出自然或人為的災禍，如颱風、空難、車禍等對運輸系統常造成極大之負面影響，若運輸系統災後效率低落，則救災資源將無法及時趕赴災區提供必要支援，民眾則將遭受生命財產之巨額損失。為合理化、系統化暨科學化地進行大規模救災及復舊，研究中應用模糊多目標規劃以求解此類問題。因大規模救災及復舊問題亦為一組合最佳化問題（Combinatorial Optimization Problems），而基因演算法（Genetic Algorithms, GA）具有平行搜尋及自我演化的特性，已在理論基礎上被證實在求解組合最佳化問題上最具效益且特別適合應用到大規模的實務問題上。故應用基因演算法求解大規模救災及復舊問題，以提昇運輸系統災後應變效率。

侯鵬曦（2001）以物資輸送過程所使用的道路即為物資輸送道路系統，針對一系列順序下的需求點，這個道路系統應該提供循環性的路網結構，以便最有效率的串聯各個需求點；而若在該地區無物資中心，則可以聯外道路與地區周界之交會口，作為物資輸送的起點；而以階段避難場所、收容場所為需求點，進行路網之分析，依照時間最短、順序最佳所得到的路網即為物資輸送道路系統，若再進行替代路網之篩選，則可繼續擴大物資輸送道路系統之規模。

陳春益等（2002）構建一國內震災物流決策支援系統，以期在震災發生時能即時調用人力、物力與物流設備，進行震災物流作業；根據震災「地

區」之人口密度與地理條件劃分為都市、郊區與山區；然不同地區發生之地震規模所產生之震災程度亦不同，一般將震災程度分為三級：高度/中度/低度。研究中依震災程度建議震災配送系統採行政與物流合併或分流，並透過決策資源系統之交談式系統協助決策者使用資料與模式來解決震災物流的問題，並利用系統模式語言 What if 去模擬不同地震及數與發生地區之情境，或是利用 go seeking 的模式測試改變目標設定或另外加入其他限制條件時，應採取之震災物流措施。

### 2.3.2 救災物流輸配送

鄭欣蓉（2000）「防災」、「救災」以及「重建」是災變防救體系的三大系統，救災的部分係指地震發生以後採取的緊急措施，緊急物資的配送又為救災系統中重要的一環。如何有效地分配與調度物資以避免浪費或堆置無用，將是決定此配送系統優劣的關鍵。陳信宇（2001）救援物資配送是救災工作中之重要一環，快速且具效率地將外界大量援助物資輸送入災區各需求點有助於提昇救災效率。物流據點配置、以及運輸路線規劃為震災物流系統最主要兩部分，災前必須妥善規劃震災物流系統與運作機制，在災後更需依照實際災損情形，擁有即時調整區位與路線的反應機制，使規劃者能夠系統化且快速地進行物流系統規劃。其他國外相關文獻整理如下：

表 2-1 救災物流相關文獻

年份	作者	題目	研究目的
1986	Crainic T.and Rousseau,J,”, Crainic T.and Rousseau	Multicommodity, multimode freight transportation: a general modeling and algorithmic framework for the service network design problem	最小化整體 運作與延遲 時所需花費 之成本。
1990	GuelatJ.,Florian M.andCrainicT.	A multimode multiproduct network assignment model for strategic planning of freight flows	縮小總繞徑 及運送成本
1995	Marie-Christine T.	Interorganization networks and decision making in technological disasters,	分二階段研 究構建決策 系統
1995	Douglas C. long and Donald F. wood	The logistics of famine relief	介紹飢荒物 流整體系統 之特性
1996	Ali H. and Sei-Chang Oh, T	Formulation and solution of a multi-commodity, multi-modal network flow model for disaster relief operation,	總成本最小 化為目標
2000	F.Fiedrich*,F Gehbauer,U. Rickers	Optimized resource allocation for emergency response after earthquake disaster	最小化 SAR ( search-and -rescue)期間 救災設施架 構
2000	Culay Barbaroso glu a, Linet Ozdamar b and Ahmet Cevik b	An interactive approach for hierarchical analysis of helicopter logistics in disaster relief operations	在災害發之 初能夠提供 快速流程規 劃之模式
2004	Ediz Ekinici, Beste K.	Emergency Logistics Planning in Nature Disasters	最小化總救 援延遲

### 2.3.3 災後交通路線

張立偉（2001）過去經驗中，搶修指派一般由決策者依經驗進行，缺乏數理分析基礎，故並非最佳及最有效率之決策。以車輛繞徑問題（Vehicle Routing Problem, VRP）為解題架構，配合上時窗限制之考量，以 C 語言自行撰寫基因演算法求解本問題，考量之目標則以搶修單位之旅行時間最小化、搶修時間最小化及災區之搶修風險最小化構建多目標式，以充分反應涉及之各層面考量，以建立一套緊急應變指派方法，供決策單位決定災害搶修及搶救點之順序，在有限時間內找出最大搶救及搶修效益之計畫排程。

呂獎慧（2000）救災系統是否能發揮功效，都需要藉由道路的正常運作方可達成，在救災路線的規劃在整個救災體系中，道路系統將扮演最具關鍵性的角色。目前國內尚未發展出一套，能於震災發生後立即提供合適路線讓救災車輛與人員迅速且安全地進入災區救災的路線選擇模式。目的為構建一套都市震災救災路線選擇模式，於震災來臨時，能立即提供適合救災車輛行走之路線，該路線須同時具備道路的安全性與效率性，綜合安全與效率兩項指標，決定震災最適救災路線。

陳郁文（1999）災害發生後往往對運輸系統造成極大之影響。若運輸系統災後效率低落，則救災資源將無法及時趕赴災區提供必要支援，民眾則因此遭受生命財產之巨額損失。以往運輸安全之研究多著重於災前、災時及災後應變復舊觀念之文字宣導，為合理化、系統化暨科學化地進行大規模救災及復舊。

吳心琪（1996）以多場站車輛路線問題模式為基礎，構建一震災後公路網搶修工程排程模式，為同時考慮路網交通隨搶修工程進行變化之動態狀況與搶修速度，本模式以路網累積節省旅行時間與總搶修時程為績效指標，即以單位時程內之路網累積節省旅行時間最大為目標式。



## 2.4 研究方法

### 2.4.1 模糊聚類

模糊理論首次是於1965年由美國加州柏克萊大學L.A. Zadeh教授在「資訊與控制」(Information and Control)期刊上發表「Fuzzy Sets」，模糊理論也因此正式問世。它強調人類的思考推理乃至於對整個周遭事物的感知都是相當模糊的，其基本精神是接受模糊性現象存在的事實，擺脫傳統以「0」、「1」的邏輯標準，而以處理概念模糊不定的事物為其研究目標，此後四十年間關於這方面的研究與發展均有相當良好的應用成果。模糊理論的獨到之處則是在處理具有模糊性質的問題，它較一般的理論包含更多的訊息，以提供決策者能充份地掌握整體狀況（張敦程 2002）。

而所謂的聚類分析，便是將樣本按某些特性進行分類的過程，這種分析方法常於社會、經濟、科學等不同領域中，將其所接觸的對象(即樣本)，按其特性、用途等進行分類。當這些事物較為單純時，分類的工作較為容易，甚至可以主觀直接分類；但如果分類對象比較複雜，影響分類因素較多時，會使分類發生困難，此時就必須應用一些數學模式來進行，在過去大多利用統計的方法來做分類，但其過程會相當複雜繁瑣且耗時。然而藉由模糊理論的概念，發展出所謂的模糊類聚分析，這對現實生活中具不確定性特性的分類工作中，提供另一種有效之分類方法。

模糊聚類便是通過建立模糊相似關係而將客觀事物予以分類的方法，其分類之特點為：模糊聚類的結論並不表示樣本絕對地屬於某一類或不屬於某一類，而是以 $\lambda$ 值來表示樣本在什麼程度上屬於某一類，在什麼程度上相對地屬於另一類。模糊類聚分析是在模糊分類關係基礎上進行類聚。首先從集合的概念出發，給出如下的定義（周文鎮 2001）：

若以  $n$  個樣本全部所組成的集合  $X$  作為全域，令

$X \times Y = \{(x, y) | x \in X, y \in Y\}$ ，則稱  $X \times Y$  為  $X$  的全域乘積空間（或稱為直積）。

設  $R$  為  $X \times Y$  上的一個集合，並且滿足：

- (1) 反身性：集合中每一個元素和它自己同屬一類，即對角線上之元素均為 1。
- (2) 對稱性： $(x, y)$  屬於  $R$  時，則  $(y, x)$  也同時屬於  $R$ ，即  $R$  為對稱矩陣；表示  $A$  與  $B$  的相似關係和  $B$  與  $A$  的相似關係相同，如此才能保證若  $A$  與  $B$  分為同一類，則  $B$  與  $A$  必定也分為同一類。
- (3) 傳遞性：包含它與它自身的合成，則稱為模糊等價關係，或稱為等價矩陣，表示若已知各點間之關係，則  $A$  與  $C$  的關係及  $B$  與  $C$  的關係可以傳遞，如此才能保證若  $A$  與  $B$  為同一類， $B$  與  $C$  也為同一類時，則  $A$  與  $C$  必為同一類。

模糊聚類分析的步驟如下：

設有  $n$  個待分類的樣本： $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ 。每個樣本均具有  $m$  個特性，對於每一個樣本均對應著一組描述它各種特性的一組數： $y_1, y_2, y_3, \dots, y_m$ （其中  $y_j$  表描述樣本中第  $j$  個特性的數值），此即為樣本的  $m$  個指標，以  $x_{ij}$  表示第  $i$  個樣本的第  $j$  個指標值。因此， $n$  個樣本  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  的各種指標可以用表 2-2 表示之。

表 2-2 模糊類聚數據變換處理表

指標 樣本	$y_1$	$y_2$	$y_3$	.....	$y_m$
$x_1$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	.....	$x_{1m}$
$x_2$	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$	.....	$x_{2m}$
$x_3$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	.....	
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	.....	$\vdots$
$x_n$	$x_{n1}$	$x_{n2}$	$x_{n3}$	.....	$x_{nm}$

樣本  $x_i$  可由行矩陣表示： $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im}) \quad i = 1, 2, \dots, n$ 。

### 步驟一：建立模糊相似關係

一般有以下幾種方法用相似係數  $r_{ij}$  來表示樣本  $x_i$  與  $x_j$  之間的相似程度，從而得出模糊相似矩陣  $\tilde{R}$ ：

#### 1. 數量積法

$$r_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{當 } i = j \text{ 時} \\ \frac{1}{M} \sum_{k=1}^m (x_{ik} \cdot x_{jk}) & \text{當 } i \neq j \text{ 時} \end{cases}$$

其中， $M$  為適當選取的正數，滿足：

$$M \geq \max\left(\sum_{k=1}^m x_{ik} \cdot x_{jk}\right)$$

#### 2. 夾角餘弦法

$$r_{ij} = \frac{\left| \sum_{k=1}^m x_{ik} \cdot x_{jk} \right|}{\sqrt{\sum_{k=1}^m x_{ik}^2} \cdot \sqrt{\sum_{k=1}^m x_{jk}^2}}$$



#### 3. 相關係數法

$$r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^m |x_{ik} - \bar{x}_i| |x_{jk} - \bar{x}_j|}{\sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{ik} - \bar{x}_i)^2} \sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{jk} - \bar{x}_j)^2}}$$

其中， $\bar{x}_i = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x_{ik}$ ， $\bar{x}_j = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x_{jk}$

#### 4. 指數相似係數

$$r_{ij} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \exp\left[-\frac{3}{4} \left(\frac{x_{ik} - x_{jk}}{S_k}\right)^2\right]$$

$S_k$  為適當選擇的正數，一般為第  $k$  個指標的方差，即  $\delta_k$ 。

5. 非參數法

$$\text{令 } x'_{ik} = x_{ik} - \bar{x}_i$$

$n^+ = \{x'_{i1} \cdot x'_{j1}, x'_{i2} \cdot x'_{j2}, \dots, x'_{im} \cdot x'_{jm}\}$  中大於 0 的個數

$n^- =$  上面組數中小於 0 的個數

$$r_{ij} = \frac{|n^+ - n^-|}{n^+ + n^-}$$

6. 最大最小法

$$r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^m \min(x_{ik}, x_{jk})}{\sum_{k=1}^m \max(x_{ik}, x_{jk})}$$

7. 算術平均最小法

$$r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^m \min(x_{ik}, x_{jk})}{\frac{1}{2} \sum_{k=1}^m (x_{ik} + x_{jk})}$$



8. 幾何平均最小法

$$r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^m \min(x_{ik}, x_{jk})}{\sum_{k=1}^m \sqrt{x_{ik} \cdot x_{jk}}}$$

9. 絕對值指數法

$$r_{ij} = e^{-\sum_{k=1}^m |x_{ik} - x_{jk}|}$$

10. 絕對值倒數法

$$r_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{當 } i = j \text{ 時} \\ \frac{M}{\sum_{k=1}^m |x_{ik} - x_{jk}|} & \text{當 } i \neq j \text{ 時} \end{cases}$$

其中 M 需適當選取，使得  $0 \leq r_{ij} \leq 1$ 。

11. 絕對值減數法

$$r_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{當 } i = j \text{ 時} \\ 1 - c \sum_{k=1}^m |x_{ik} - x_{jk}| & \text{當 } i \neq j \text{ 時} \end{cases}$$

其中  $c$  需適當選取，使得  $0 \leq r_{ij} \leq 1$ 。

## 12. 距離法

$$(1) \text{ 絕對距離： } r_{ij} = \sum_{k=1}^m |x_{ik} - x_{jk}|$$

$$(2) \text{ 歐氏距離： } r_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

$$(3) \text{ 蘭氏距離： } r_{ij} = \sum_{k=1}^m \frac{|x_{ik} - x_{jk}|}{|x_{ik} + x_{jk}|}$$

## 13. 主觀評定法

請有經驗者、專家或公證者評分，以  $[0, 1]$  之間的數值表示  $r_{ij}$ 。

選取不同方法來描述兩樣本間的相似程度，將會直接對分類結果產生不同的影響。因此在作聚類分析時，應針對問題的特性選取適當的方法。

### 步驟二：聚類

以上述方法建立起來的模糊相似矩陣  $\tilde{R}$ ，只滿足自反性與對稱性，並不滿足傳遞性，為求得模糊等價關係，需將  $\tilde{R}$  改成等價矩陣  $R^*$ ，才可得到聚類圖。為能獲得模糊等價矩陣，必須對模糊相似矩陣再進行褶積計算： $R \rightarrow R^2 \rightarrow R^3 \cdots \rightarrow R^n$ ，這樣經過有限次數褶積後，使得  $R^n \bullet R = R^n$ ，由此得到模糊等價矩陣  $\tilde{R}$ 。在得到模糊等價矩陣之後，便可根據不同的門檻值  $\lambda$  進行截集，以獲得不同的分類關係。當  $\lambda = 1$  時每個樣本自成一類，隨著  $\lambda$  值逐漸降低的過程中，部分樣本開始歸成一類，最後當  $\lambda = 0$  時所有樣本便屬於同一分類。

## 2.4.2 指派模式

主要是將物資配送情況，轉化成數學函數或關係式的形式，再透過數學運算以求得最佳解答，包括作業研究中常用的線性規劃(Linear Programming, LP)、整數線性規劃、非線性規劃、以及其它諸如基因演算法、類神經網路模式(neural networks)等，均屬於此類模式之應用。而在模式的建立上，主要則包含了以下的幾項要素：

- (1)變數與參數：模式中必須制訂出所欲求取的決策變數(decision variables)，而這些變數即是廠商在進行規劃時所欲控制的項目，例如生產數量、物料採購數量、存貨數量、容器數量、運具數量等；至於參數則是模式建立時的基本資料，包括相關的環境條件、或是與決策變數相對應的若干資料內容，例如生產成本、物料採購價格、運輸成本等。
- (2)目標函數：目標函數的設定主要包含了一些與決策變數相關的內容，而這些項目所反映的即是廠商在進行模式規劃時所欲達到的目的，並藉此滿足企業的需求、或提供給廠商進行決策參考，例如成本極小化、利潤或顧客服務水準極大化、營業額之範圍限制等，均為企業營運的目標。
- (3)限制條件：在建立模式時，必須同時考量外界環境或資源使用上的限制，例如工廠產能限制、物料採購數量限制、倉儲空間限制等，如此才能讓模式所規劃出的結果切實可行，而廠商若違反了這些限制，自然需付出相對的代價，甚至停擺掉整個生產計畫。

## 2.5 文獻評析

從國內外防救災體系可知，無論災害過程分成幾階段，整個救災系統包括了交通維持計畫、路網搶修、復原工程排程規劃、避難路徑、避難據點等規劃，物流系統當然也是相當重要的一環，而救災物資的配送是災民賴以維生的主要來源，其中當然包括維生物資（食物、水）及維生設備（睡袋、帳篷）的配送。回顧國內外救災文獻中，救災相關研究中決大多數為道路救援及避難路線規劃，對於救災物流輸配送系統比較少見，而國外也有運用物流系統中 multi-commodity 及 multi-modal 的觀念來構建多種救災物資的配送模式，但是對於災害發生最初期可能產生供需失衡問題的探討並無一個資源分派的準則，然而各災區之需求屬性也不全然相同，不同災區對不同物資會有不同的需求特性，因此本研究主要探討供需失衡時權重給定及將災區需求屬性聚類分群，並配合指派模式構建一緊急救災物流輸配送系統。



### 第三章 模式建構

本研究欲構建之緊急救災物流輸配送模式，依其規劃作業階段可分為三階段分別為災害發生時針對災區的受創程度期、物資需求數量、傷亡人數等屬性資訊進行聚類分群，第二階段為災害發生最初期若發生供需失衡問題產生時，合理的將集結之物資做一合理的分配，最後依其屬性及其分配後的需求量做有效配送以求達到最大的效益。以下分別提出本研究之基本假設、系統架構、災區需求屬性分析及權重分配，並構建一緊急救災物流配送模式。

#### 3.1 救災物流系統之特性

商業供應鏈是通過數量定、地點已知的配送點來運作的，但救災單位幾乎是必須在一夕之間創立所有配送中心，而且常常是在困難的條件下。同時，由於不存在訂貨與交貨的緩衝時間，救災單位則要爭分奪秒，以滿足災民的需求，延誤與否可能攸關生死。因此，災害一發生，政府需立即成立救災指揮中心，且需立即假設災民需要的物品，再向各界採購或請求捐贈物品。救災指揮中心尚需成立物流中心及避難所，以利將物資供給者所提供的物資加工分類後配送給災民。此外救災物流與一般企業物流所追求之目標、設施特性、規劃時程、區位配送模式，皆有所不同(鄭欣蓉，2000)，如表 3-1 所示，然而企業物流所追求之目標大多為成本最小化利潤最大化，救災物流系統災民則在不過度浪費成本的情況下，以災區滿意度及配送效率為主要目標。並且能做到快速回應 (QR)，期望能在正確的時、正確的地點提供正確的物資給災區居民。



表 3-1 賑災物流系與一般物流系統之異同

比較項目	一般物流系統	賑災物流系統
系統目標	利潤最大	兼顧公平與效率
角色對應	工廠	物資收集點
	物流中心	物資轉運點
	顧客	物資需求點
設施特性	常設性	臨時性
規劃時程	長期-區位	具急迫性，在最短時間內即要做出不壞的決定
	中期-車隊規模	
	短期-排程	
區位-配送模式	往返式配送	往返式配送
	巡迴式配送	

資料來源：鄭欣蓉（2000）

### 3.1.1 供應鏈體系

供應鏈（Supply Chain, SC）是指企業接受客戶訂單到產品交至客戶手中的過程，其間包含企業內與企業間的單位。透過「快速反應（QR）」、「有效消費者回應（ECR）」的機制，促進上下游廠商更緊密的合作關係。即從以往的推力（push）系統轉變為較有效率、以回應消費者需求的拉力（pull）系統，共同降低存貨成本，並提高服務品質，增強企業的營運競爭力。然而一般企業物流系統中從原料供應商、製造商、倉儲、零售商及最末端的顧客為供應鏈中之主要成員，救災物流系統則將整個供應鏈簡化成原料供應商（救援物資供給點）、零售商（區域型配送中心）及最末端的顧客（災點），如圖3-1所示。

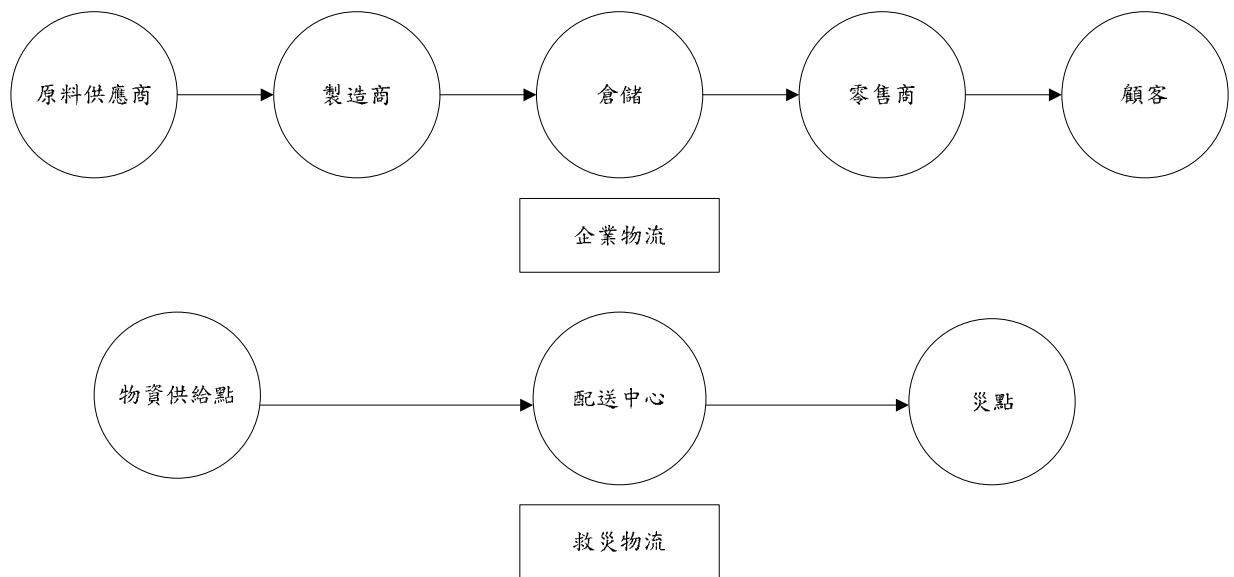


圖 3-1 企業物流及救災物流供應鏈示意圖

#### a. 供給端-物資供給點

企業物流的供給部份有固定的合作廠商固定的上游原料供應商，救災物流則不然，當災害發生時，政府與救援單位尚未知各種救援物資位於何處，從非災區或災區將有許多民眾、及人道組織可提供救援物資，物資的供應端是多元且雜亂的。且物資未加以整合分類直接往災區運送，將造成物資浪費外，配送無效率與物資重複運送等問題均將產生，因此如何統籌集結或是直接指派至災區為十分重要之課題。

#### b. 配送中心-區域型配送中心

其功能類似一般企業物流之配送中心或轉運站，主要功能為將供給端送來之物資在分別送到各個災區或是災民避難所。配送中心僅需備有少量物資以備不時之需，不需進行理貨，勢可減少物資再度轉運、裝卸的人力與時間成本，使得物資送達災民手中的效率將大為提昇。且配送中心設置地點應應緊鄰災區周邊，但不適合設置於災區內其數量應視災區規模而定，各個配送中心可透過運輸網路互相支援與聯繫，以避免災區範圍擴大後，部分配送中心癱瘓造成救災物流功能停擺。空間具彈性，以期能隨物

資供需量增加而加以擴展。

### c.需求端-災區需求

災害發生時，其發生地點及規模並非固定不變，因此任何地方皆可能為受災區域，且災害發生時造成的混亂讓資訊流通不易，在第一時間內也許無法得到災民需求詳細資訊，此一問題必須透過事前的資料收集針對該地之地理特性、人口分佈、人口結構...等相關特性進行分析，預測災民需求量，做為災害發生時配送的參考。然而在救援的過程中，各災區隨著救援活動的進行漸漸的恢復本身應有的生活機能與否，將會造成其需求急迫性及數量皆會有所不同。

### 3.1.2 救災物流庫存

私人部門可以享受相對穩定的需求，災援單位則不然，它們面臨各種突如其來的需求，這種需求發生的時間、地點和規模都是無法預知的。因此，在平時對救災物品應該有計畫的儲存，以備不時之需。災害發生時一般可以從政府戰備存糧或是現在許多救援組織也有自己的備災中心來進行物資調派，例如紅十字會在台北、台中、台南、高雄及花蓮分別設置五個備災中心，其目的為災害發生時，能及時提供日常生活必須之物資及設備救助災民。該會平時儲備的物資有：棉被、毛毯、保暖夾克、帳棚、睡袋等，飲食(如礦泉水、罐頭、乾糧等)及民生物品則擬與備災中心附近的廠商(或物流中心)簽訂開口合約。一旦災害發生，各分會配合地方政府救災指揮中心從事救災工作；救援物資不足時，再由總會徵調其他備災中心的物資、設備前往支援。基本上，紅十字會提供的功能屬於緊急物資供給的角色，較細部的物資配送、據點設置仍未詳以規定，小災害或可正常運作，一旦發生較大規模災害時，恐仍難以負荷。許多救援組織在全球各地的倉庫中堆放著物品，但由於下一個事件的發生地無從確定，因此那些供應物資仍可能必須長途運送。

### 3.1.3 配送過程

一般企業物流在許多已知條件下，透過有規模的車隊管理及即定之配送路線進行配送作業。災害的發生可能造成道路的損害，以至災區聯外道路中斷雖然可以透過直昇機空投物資，但空投受到天候、成本及運量的限制。因此，往往需配合道路搶通以利救災物資配送。救災物資配送過程中，運具之規模、種類、大小乃至於基本道路設施皆不如一般企業物流來的明確且穩定。

### 3.2 模式基本假設

- 1.假設物資供給點所提供救援物資之種類及其數量為以知
- 2.假設災區所需求救援物資之種類為以知但其數量為未知
- 3.假設供給端及災區地理位置為以知
- 4.假設災區與防災控制中心間之資訊流通正常無礙
- 5.不考慮交通狀態的影響，即假設配送過程中結合交通控制，讓救災車輛得優先通行
- 6.假設救援物資方面僅考一般常溫物資，不考慮低溫冷凍物資
- 7.研究中不設置物資集結中心

### 3.3 系統架構

在災害發生時，應快速的收集供給點及災區之相關資訊並依其對物資需求之急迫性予以聚類分群，第二部分為供需失衡時之配送權重之決定並進行配送，接下來在判斷是否滿足所有災區之需求，將本期未滿足之需求累積到下一期做規劃直到所有災區需求被滿足為止，其系統架構如圖 3-2 所示：

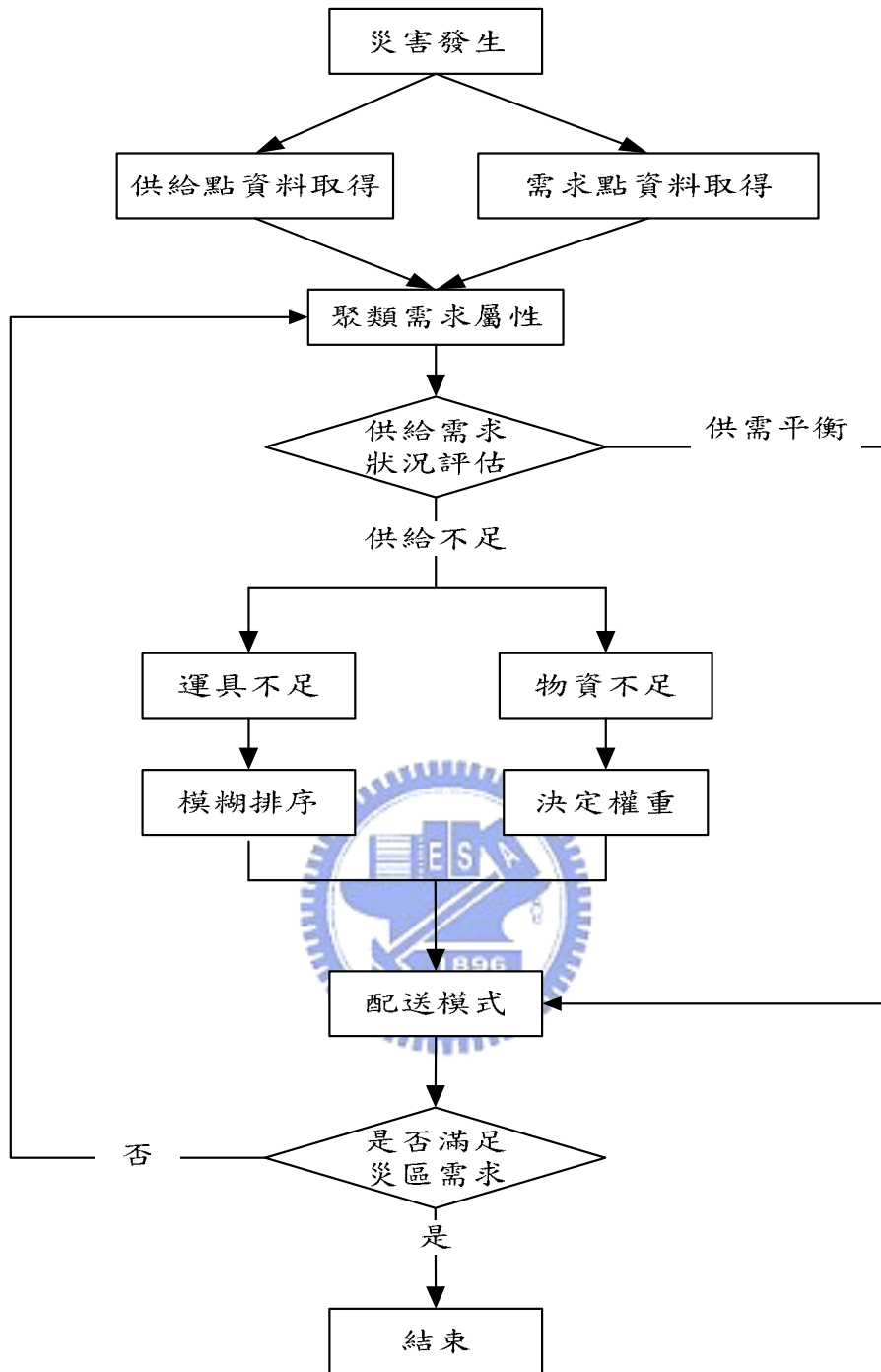


圖 3-2 救災物流系統架構圖

### 3.4 災區需求屬性聚類分群

災害的發生往往為突發性的各災區受創程度不一，人口結構不同對物資需求之數量、種類、急迫性皆不一樣，為了要能夠充分表示各個災區之需之急迫性，本研究將針對各災區對物資需求數量、傷亡人數及災區嚴重程度屬性做分群的動作，每一指標皆可依其嚴重程度可分為五個等級給予評分如表 3-2 所示：

表 3-2 數據進行二態編碼表

樣本\指標	指標 1		...	指標 M	
	等級	評分		等級	評分
樣本 1	一	0		一	0
	二	1		二	1
	三	2		三	2
	四	3		四	3
	五	4		五	4
樣本 2	一	0		一	0
	二	1		二	1
	三	2		三	2
	四	3		四	3
	五	4		五	4
·	·	·	·	·	
·	·	·	·	·	
·	·	·	·	·	
樣本 N	一	0		一	0
	二	1		二	1
	三	2		三	2
	四	3		四	3
	五	4		五	4

以下將先介紹模糊聚類演算法之演算流程，其次則說明聚類合併準則之運作方式。

#### 3.4.1 模糊聚類演算法

在模糊聚類演算法主要包含了三個部分，分別是原始資料之二元轉換、模糊等價矩陣之構建、以及最後以適當之門檻值進行聚類等，以下分別說明之。

(1) 二元轉換

二元轉換之主要目的在於將原始資料轉換成二元表示法，以便將不同變數之相關性與重要性加以比較，作為構建模糊等價矩陣之用。本研究以物種需求之急迫性作為分類之依據，每一個屬性皆可分為五種程度，可於災區需求產生時，依其需求屬性判斷每一項目之評分，再進行八位元之二元轉換，其中“0000”代表「極低」，而“1111”代表「極高」，詳細轉換情形如表 3-3 所示。因此，對於第 k 時階時顧客 i 之屬性 p，可表示成下列之二元轉換之形式：

$$x_i^p(k) = [\sigma_{i,1}^p(k), \sigma_{i,2}^p(k), \sigma_{i,3}^p(k), \sigma_{i,4}^p(k)] \quad (3-1)$$

表 3-3 二元轉換表

語意表示	$\sigma_{i,1}^p(k)$	$\sigma_{i,2}^p(k)$	$\sigma_{i,3}^p(k)$	$\sigma_{i,4}^p(k)$
極高	1	1	1	1
高	1	1	1	0
中等	1	1	0	0
低	1	0	0	0
極低	0	0	0	0

接著進行變數之標準化轉換，包括變數中心化以及標準差變換。

$$\tilde{\sigma}_{i,j}^p(k) = \frac{\sigma_{i,j}^p(k) - \bar{\sigma}_j^p(k)}{S_j^p(k)} \quad (3-2)$$

其中  $\bar{\sigma}_j^p(k)$  為平均數：

$$\bar{\sigma}_j^p(k) = \frac{\sum_{i=1}^N \sigma_{i,j}^p(k)}{M} \quad (3-3)$$

而  $S_j^p(k)$  為標準差：

$$S_j^p(k) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^M [\sigma_{i,j}^p(k) - \bar{\sigma}_j^p(k)]^2}{M-1}} \quad (3-4)$$

，其中 M 為災區數目。

因此，標準化後之決策變數形式為：

$$\tilde{\sigma}_i^p(k) = [\tilde{\sigma}_{i,1}^p(k), \tilde{\sigma}_{i,2}^p(k), \tilde{\sigma}_{i,3}^p(k), \tilde{\sigma}_{i,4}^p(k)] \quad (3-5)$$

## (2) 構建模糊等價矩陣 (Fuzzy Correlation Matrix)

構建模糊等價矩陣的目的在於了解不同顧客需求間之相似程度，於本研究中以數量積相關係數表示之：

$$\Psi(k) = [\Psi_1(k) | \Psi_2(k) | \cdots | \Psi_M(k)]_{M \times M}$$

$$= \begin{bmatrix} \omega_{11}(k) & \omega_{12}(k) & \omega_{13}(k) & \cdots & \omega_{1M}(k) \\ \omega_{21}(k) & \omega_{22}(k) & \cdots & \cdots & \omega_{2M}(k) \\ \omega_{31}(k) & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \omega_{M1}(k) & \omega_{M2}(k) & \cdots & \cdots & \omega_{MM}(k) \end{bmatrix}_{M \times M}$$

$$\omega_{rs}(k) = 1 - \frac{1}{M} \sqrt{\sum_{p=1}^{\Omega} \sum_{\theta=1}^{\Theta} [\tilde{\sigma}_{r,\theta}^p(k) - \tilde{\sigma}_{s,\theta}^p(k)]^2} \quad (3-6)$$

其中，M 為適當選取的正數，滿足  $M \geq \max \sqrt{\sum_{k=1}^m [\sigma_{ik}(k) - \sigma_{jk}(k)]^2}$ ，

並使得  $0 \leq \omega_{rs} \leq 1$ 。上述  $\Psi(k)$  為模糊相似矩陣，僅滿足自反性與對稱性，仍不具有傳遞性，故需進行褶積計算，才能得到模糊等價矩陣  $\tilde{\Psi}(k)$ 。

$$\Psi \cdot \Psi = \max_{k=1}^N \{ \min[r_{ik}(k), r_{kj}(k)] \} \quad (3-7)$$

## (3) 聚類

得到模糊等價矩陣  $\tilde{\Psi}(k)$  之後，可以根據不同信心水平之門檻值  $\lambda$  進行截集，以獲得不同的分類關係。分類之關係如圖 3-2 的動態聚類



譜圖所示，當 $\lambda=1$ 時每個樣本自成一類，隨著 $\lambda$ 值逐漸降低的過程中，部分樣本開始歸成一類，最後當 $\lambda=0$ 時所有樣本便屬於同一分類。藉由這樣聚類的過程，便能將屬性相似度高的聚為同一族群，因而可以針對該族群之災區需求屬性做有效之配送。

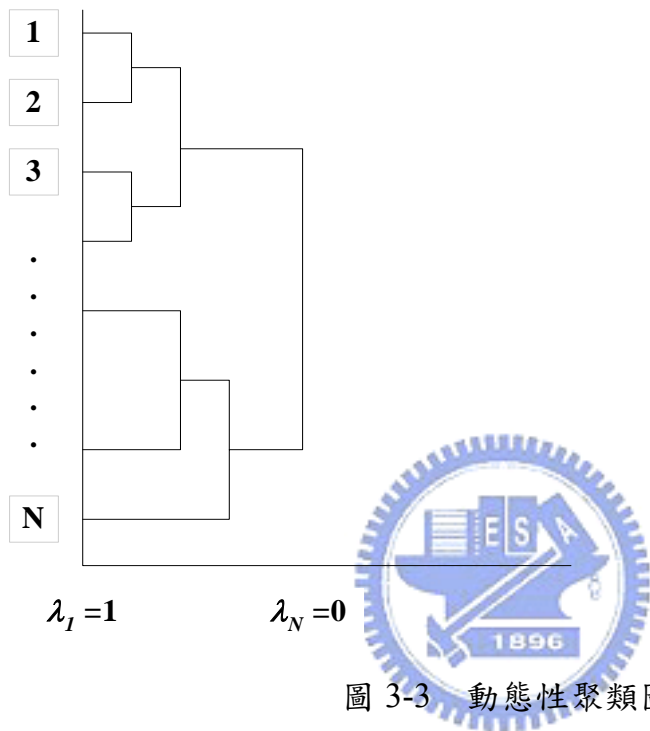


圖 3-3 動態性聚類圖

### 3.5 群組排序

將所有災區分群後，下一階段則進行排序的動作，排序時所考量的因素以第一階段各屬性中之原始數據，進行變換處理所得的評分作為該項模糊評估準則的效用值，在各項準則的模糊效用值計算方面，考量這些因素皆為災區分類的依據，在模糊數型態表現上不致產生偏態的情況，因此假設這些因素皆為三角模糊數，其偏態係數值皆為 0.5，即呈現中立的狀態。

接下來計算各群組內所有樣本在該項模糊評估準則的效用值之平均數，模式假設四項準則之權重均相等，故各別災區群組在四項準則的效用值平均數總合之高低即為評估其處理優先順序之依據。

$$\overline{X}_1 = X_{11} + X_{21} + \cdots + X_{m1} \quad (3-8)$$

$\overline{X}_1$  為該災群在第一項準則的效用值平均數， $X_{11}$  到  $X_{m1}$  為該群組訂單的樣本在該項評估準則的效用值。

$$\overline{X} = \overline{X}_1 + \overline{X}_2 + \overline{X}_3 + \overline{X}_4 \quad (3-9)$$

( $\overline{X}$  為該災群的效用值平均數總合)

經過計算各災群的綜合效用值後，依綜合效用值高低將各災群予以排序，即可得到 1 到 N 的群組配送順序。

### 3.6 供需失衡之配送準則

災害的發生往往為突發性的且不可預知，一般而言災害發生政府除了平時有效的建立防救災體系外，災害發生時可從平時的戰備儲糧庫或民間緊急調派物資，然而在災害發生之初可能面臨車隊規模及物資集結數量無法滿足整體系統所需之現象。因此在規劃時若有供需失衡之情形發生時，為滿足災區需求之急迫性，決定初期供需失衡求時配送之準則，並以式(3-10)求得該群集之急迫性指標，在求知急迫性指標值後各點實際所分配到之物資如(3-11)式所示：

$$w_{Gn} = \frac{\overline{X}_n}{\sum_{\forall n} \overline{X}_n} \quad (3-10)$$

$$[Q_{dG_1}(t), Q_{dG_2}(t), \cdots, Q_{dG_n}(t)]_{1 \times n} = [w_1(t), w_2(t), \cdots, w_n(t)]_{1 \times n} \bullet I_{n \times n} \times Q_s \quad (3-11)$$

### 3.7 配送模式構建

表 3-4 變數說明

決策變數	定義
$x_{il}$	供給點 $i$ 配送 $k$ 物資至區域型配送中心 $l$ 之數量
$x_{lj}$	區域型配送中心 $l$ 配送 $k$ 物資至災區 $j$ 之數量
參數	定義
$T$	規劃時間總期數
$K$	物資種類之集合
$i$	物資供給點
$l$	區域型配送中心
$j$	物資需求點 (災區)
$Q_{si}^k(t)$	在時間 $t$ 時, 物資供給點 $i$ 所供給 $k$ 物資的總量
$Q_{dl}^k(t)$	在時間 $t$ 時, 區域型配送中心 $l$ 所需求 $k$ 物資的總量
$\delta_{si}^k(t)$	在時間 $t$ 時, 供給點 $i$ 所集結 $k$ 物資的數量
$\delta_{dl}^k(t)$	在時間 $t$ 時, 區域型配送中心 $l$ 對 $k$ 物資新增的需求數量
$Q_{sl}^k(t)$	在時間 $t$ 時, 區域型配送中心 $l$ 所能提供 $k$ 物資的總量
$Q_{dj}^k(t)$	在時間 $t$ 時, 災區 $j$ 所需求 $k$ 物資的總量
$\delta_{si}^k(t)$	在時間 $t$ 時, 供給點 $i$ 所集結 $k$ 物資的數量
$\delta_{dj}^k(t)$	在時間 $t$ 時, 災區 $j$ 對 $k$ 物資新增的需求數量
$c_{ij}(t)$	在時間 $t$ 時, 供給點 $i$ 與災區轉運站 $l$ 之旅行時間
$\omega_j(t)$	在時間 $t$ 時, 災區 $j$ 之急迫性指標

### 3.7.1 上階模式

災害發生時若無一有效的指揮配送，則造成民眾任意配送物資至災區，大量物資供給、配送及發放作業無專責及專業單位有組織地調派，以致救援物資供需失衡，甚者，捐輸物資品質良莠不齊，不僅增加物資發放人員的負荷，而且亦造成災民對劣質又少量的物質產生不滿，更造成物資發放人員精神上的負擔，上階指派模式主要以各供給點及區域型配送中心間配送時間最短為主要標。

$$\min \sum_i \sum_l C_{il} x_{il}^k \quad (3-12)$$

s.t.

$$\sum_{\forall i} x_{il}^k(t) \leq Q_{dl}^k(t) \quad (\forall k \in K, \forall t \in T, \forall l \in L) \quad (3-13)$$

$$Q_{si}^k(t) = \delta_{si}^k(t) + \left[ Q_{si}^k(t-1) - \sum_{\forall j} x_{ij}^k(t-1) \right] \quad (3-14)$$

$$Q_{di}^k(t) = \delta_{di}^k(t) + \left[ Q_{di}^k(t-1) - \sum_{\forall j} x_{ij}^k(t-1) \right] \quad (3-15)$$

$$\sum_{\forall i} \sum_{\forall l} x_{il}^k(t) \leq \sum_{\forall i} Q_{si}^k(t) \quad (\forall k \in K, \forall t \in T) \quad (3-16)$$

$$\sum_{\forall i} \sum_{\forall l} x_{il}^k(t) \leq \sum_{\forall l} Q_{dl}^k(t) \quad (\forall k \in K, \forall t \in T) \quad (3-17)$$

模式(3-12)為最小化總配送時間，主要在決定上階各供給點*i*配送多少量至區域型配送中心*l*；(3-13)為區域型配送中心之流量限制，供給點對*k*物資的總配送量不可以大於該配送中心*l*之需求量；(3-14)表示在每一個時間*t*中，物資供給點*i*本期可供給之總量為本期所結集之物資與上期剩餘物資之加總；(3-15)表示在每一個時間*t*中，區域型配送中心*l*需求之總量為本期新生之需求與上期未滿足之需求之加總；(3-16)供給點*i*與區域型配送中心間配送物資總量應不可大於所集結物資之總量；(3-17)供給點*i*與區域型配送中心*l*間配送物資總量應不可大於所需求的總量。

### 3.7.2 下階模式

災害發生時依期受創程度、傷亡人口數及災區範圍大小對物資的需求急迫性也有所不同，在之前我們透過聚類屬性求得各災區之急迫性指標，並直接於模式中反應出，因此本階段之主要為盡可能滿足最急迫之災區為主要目標。

$$\max \sum_j w_j S_j \quad \text{where } S_j = \frac{\sum_k \sum_l x_{lj}^k}{Q_{dj}^k} \quad (3-18)$$

s.t.

$$\sum_{\forall l} x_{lj}^k(t) \leq Q_{dj}^k(t) \quad (\forall k \in K, \forall t \in T, \forall j \in J) \quad (3-19)$$

$$Q_{sl}^k(t) = \delta_{sl}^k(t) + \left[ Q_{sl}^k(t-1) - \sum_{\forall j} x_{lj}^k(t-1) \right] \quad (3-20)$$

$$Q_{dl}^k(t) = \delta_{dl}^k(t) + \left[ Q_{dl}^k(t-1) - \sum_{\forall j} x_{lj}^k(t-1) \right] \quad (3-21)$$

$$\sum_{\forall j} \sum_{\forall l} x_{lj}^k(t) \leq \sum_{\forall l} Q_{sl}^k(t) \quad (\forall k \in K, \forall t \in T) \quad (3-22)$$

$$\sum_{\forall j} \sum_{\forall l} x_{lj}^k(t) \leq \sum_{\forall l} Q_{dl}^k(t) \quad (\forall k \in K, \forall t \in T) \quad (3-23)$$

$$S_j(t) \leq 1 \quad (3-24)$$

$$\sum_j S_j(t) \times \frac{w_j(t)}{\sum_j w_j(t)} < S_j(t) \quad (3-25)$$

模式(3-18)為最大化災區之效用值；(3-19)為單一災區之流量限制，區域型配送中心對 $k$ 物資的總配送量不可以大於災區 $j$ 之需求量；(3-20)表示在每一個時間 $t$ 中，區域型配送中心 $l$ 本期可供給之總量為本期所結集之物資與上期剩餘物資之加總；(3-21)表示在每一個時間 $t$ 中，災區 $j$ 需求之總量為本期新生之需求與上期未滿足之需求之加總；(3-22)區域型配送中心 $l$ 與災區 $j$ 間配送物資總量應不可大於所集結物資之總量；(3-23)與區域型

配送中心  $l$  與災區  $j$  間配送物資總量應不可大於所需求的總量；(3-24) 為災點滿足率之上限值，各災點之滿足率最多應以 1 為上限值；(3-25) 為兼顧公平之原則各災區之滿足率不可以為零，並由該式計算合理之下限值。

### 3.7.3 預測模式

災害的發生往往為突發之狀況，造成社會的混亂並危及人民的生活，然而這樣混亂的環境中，緊急救災中心對災區的資訊無法在第一時間內完全掌控，必須仰賴資訊傳達系統建立完整後，方能進一步收集災民的需求資訊，但在此之前救災單位應化被動為主動事先估計各災區可能之需求，以利進行救災物資配送。本研究針對災區需求之物資建立一基本預測模式，做為初期資訊不完全時推估各災區需求，以做為救援單位配送之參考。

地震的發生可能造成房屋的倒塌，使得災民無居住之處或是因為瓦斯管線破裂及斷水斷電造成災民無法煮飯，如此一來解決災民住及食的問題，為物資需求預測首要項目。災害發生後災民聚集的收容的地方大多在學校、里民活動中心、教堂...等，嚴重者必須依賴帳篷及組合屋露宿戶外，組合屋之建置較為廢時且需要專業人士協助，因此住的問題主要考量物資為帳篷及睡袋。在食的方面由於地震的發生災民並無法如日常一般自己烹飪，參照政府近年來重大災害(納莉風災、816 水災)維生物資配送，可考慮直接配送便當及礦泉水給災民，待其災情穩定後才進行器材及生食之配送以便災民自行處理，但在此之前政府仍以直接配送熟食為主，因此在食的部分主要考量礦泉水及便當。以下分別對選定物資的預測模式加以說明：

$$Q_{j,t}^k = f_{j,t}^k(P, WD) \quad (3-26)$$

$$Q_{j,t+1}^k = f_{j,t+1}^k(P, WD) + r_{j,t}^k \quad (3-27)$$

$$r_t^k = f_t^k(P, WD) - S_t^k, \text{ where } r_t^k = \begin{cases} f_t^k - x, & \text{if } (f_t^k - S_t^k) > 0 \\ 0, & \text{if } (f_t^k - S_t^k) < 0 \end{cases} \quad (3-28)$$

(3-26)式表示為災區  $j$  對  $k$  物資的預測量為人口數 ( $P$ ) 及傷亡人數 ( $WD$ ) 之函數；(3-27)式為預測模式之動態方程， $t+1$ 階災區  $j$  之預測需求量为本階預測量加上階殘餘需求量为  $r$ ；(3-28)則為殘餘需求量为之計算。

符號定義：

$k_1$ ：帳篷

$k_2$ ：睡袋

$k_3$ ：礦泉水

$k_4$ ：便當

$f_{j,t}^k$ ： $t$ 時階  $j$  災區  $k$  種物資之預測需求量为

$r_{j,t}^k$ ： $t$ 時階災點  $j$  對  $k$  物資之殘餘需求量为

$P_j$ ：災點居住人口數(population)

$WD_{j,t}$ ： $t$ 時階  $j$  災點之傷亡人口數(dead and wounded people)

$Dw$ ：每人每日需水量(daily water)

$Ct$ ：每一帳篷可容納人數(capacity per tent)

$Sb$ ：一個睡袋可供使用人數(sleeping bag)

$Vw$ ：每箱礦泉水容量

$F_d$ ：便當

$k_1$ (帳篷)：

地震發生時可能對建築結構造成損害，受創建築多半呈現全倒或是半倒之狀態，或居民害怕災害的再發生不敢居住在屋內，若災區尚無合適之場所（活動中心、教堂、學校）可供災民避難，災民則需露宿戶外，此時帳篷的需求量相對增加並可以在最短時間內解決居民住的問題。基本之推估方法為計算災區有多少存活人口數，然而帳篷有大小之分可容納 4 人 6

人不等因此其計算方式為災區存活人數除以每個帳篷之容納人數，即可得知帳篷需求數量並取高斯符號加 1 以確保帳篷數量為整數，如式(3-29)所表示：

$$f_{j,t}^{k1} = \left[ \frac{\text{災區人口數} - \text{傷亡人數}}{\text{每一帳篷容納人數}} \right] + 1$$

$$= \left[ \frac{P_j - WD_j}{Ct} \right] + 1 \quad (3-29)$$

k2(睡袋)：

居民外宿帳篷時入夜時的保暖相形重要，因此睡袋為主要考量之保暖物資，在睡袋不足時可考慮兩人配用一件睡袋。因此，其計算方式為災區存活人數除以每個睡袋可供使用人數，(3-30)如式表示：

$$f_{j,t}^{k2} = \frac{\text{災區人口數} - \text{傷亡人數}}{\text{每一個睡袋可供使用人數}}$$

$$= \frac{P_j - WD_j}{Sb} \quad (3-30)$$

k3(水)：

食物及水為災害發生時災民最主要賴以為生之物資，且災害發生時居民難以取得乾淨之水源，若誤引不純淨之水可能造成更大傷害，因此救災單位必須迅速的將水送進災區，其計算方式為存活人數乘上每人需水量在以箱為單位計算所需水為多少箱，如式(3-31)所示：

$$f_{j,t}^{k3} = \frac{(\text{災區人口數} - \text{傷亡人數}) \times \text{每人每日需水量}}{\text{每箱礦泉水容量}}$$

$$= \frac{(P_j - WD_j) \times Dw}{Vw} \quad (3-31)$$

k4(便當)：

災害發生初期，災民往外逃生或聚集於避難所可能面臨沒有食物可吃的問題，加上停水停電及種種條件限制下，災民往往需要外界的直接外援(921 時慈濟深入災區烹煮食物給災民)或是乾糧、麵包、泡麵等物資，但這



些物資不好估算每人所需之數量，且有鑑於政府近年來賑災之方式(納莉風災、816 水災)由災民向里長登計人數，政府直接配送便當以解決災食的問題，如式(3-32)所示：

$$\begin{aligned} f_{j,t}^{k4} &= (\text{災區人口數} - \text{傷亡人數}) \times F_d \\ &= (P_j - WD_j) \times F_d \end{aligned} \tag{3-32}$$



## 第四章 案例研究

本研究構建之模式主要針對災害發生時透過緊急應變中將物資供給點及災區需求資訊做一有效整合指派，減少自行配送造成物資過度集中以產生供需失衡的現象，因此上階模式即在將供給及需求做一有效分配，下階模式則透過急迫性指標反應出整體系統配送之效用，然而過去的研究中對災害發生時災區之需求皆假設已知，本研究則建立一預測模式以推估災害發生最初期資訊不完全時災民可能的需求物資數量。

### 4.1 案例說明

本研究將以 921 地震中台中縣為主要個案，分析當時物資供給及需求資料，另外本研究不考慮區位選擇問題，區域型配送中心參照過去文獻選點或是政府規劃之地點。本研究根據統計處 921 震災勞動情勢分析新聞稿台中縣 921 地震傷亡人數統計資料中，選定傷亡人數比，較為嚴重之東勢鎮(2.61%)、石岡鄉(2.56%)、霧峰鄉(0.92%)做為主要研究之災區，其地理位置分佈如圖 4-1 所示。各行政區內包含之災點數為東勢鎮(7)、石岡鄉(8)、霧峰鄉(9)，並假設各災區內皆設有區域型配送中心，物資供給端考量都會區擁有較豐富之救援物資，依災區之位置，往北假設為台北、桃園、新竹往南假設為彰化、台南、高雄。因此，本研究之三階層救災物流系統共有 6 個物資供應點 ( $i$ )、3 個區域型配送中心 ( $l$ ) 及 24 個物資需求點 ( $j$ )，研究中之總規劃期數為四期，於災害發生最初之前兩天將一天分成兩個時期做配送。

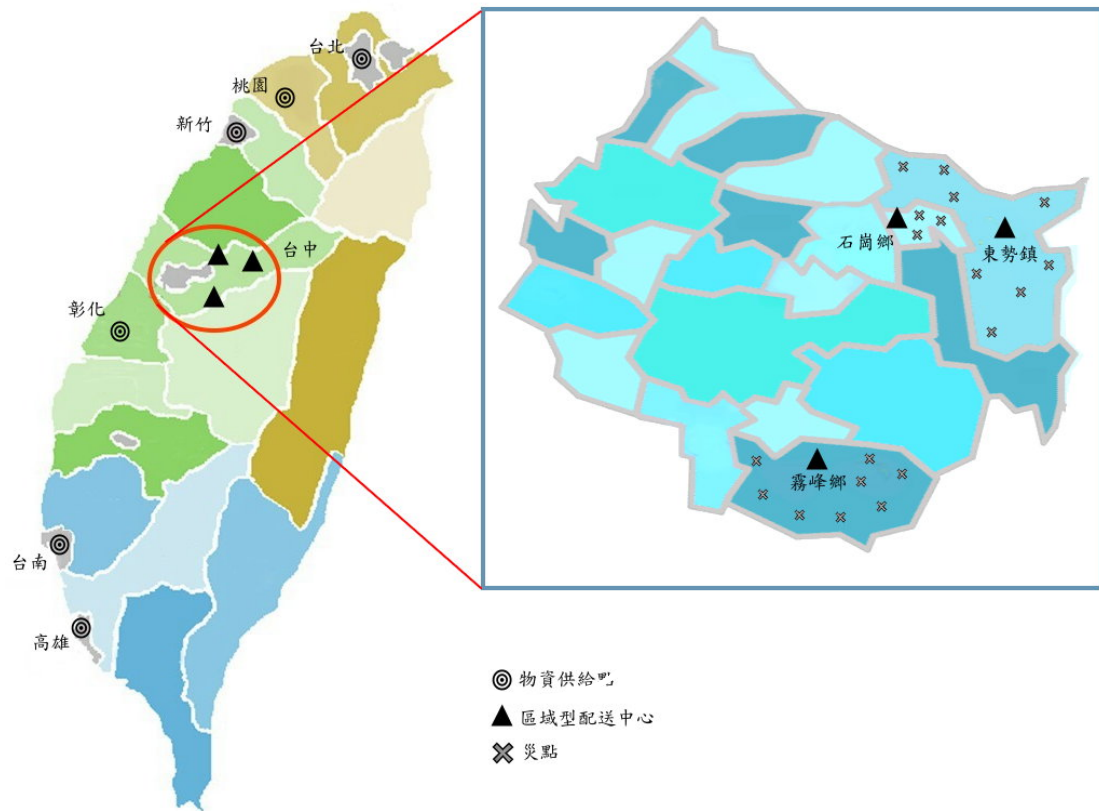


圖 4-1 災區地理位置分佈圖

## 4.2 案例演算流程

研究中之救災指揮中心於災害發生時應迅速將供給端及需求端資訊加以整合，以在最短時間內將資源做一有效指派。本研究假設供給點資訊以知，因此需推估災區之可能需求，利用 3.7.3 節介紹的預測模式，由災區人口數及傷亡人數可以推估災區之初始需求。首先針對預測模式參數加以說明，帳篷之可容納人數  $C_t$  根據台中縣政府社會局經驗 921 時帳篷以四人為一單位，因此  $C_t$  參數為 4。睡袋原則上以一個人為單位但考量災害發生時物資之稀少性，故將睡袋可供使用人數  $S_b$  修正為 2。礦泉水的推估以每日需水量 2000cc 估算，研究中之規劃期數  $t$  以半天為一期，因此將  $D_w$  修正為 1000cc。食物之推估以每期每人需求便當數量  $F_d$  為 1。在得知各災區物資之需量之後，為方便計算，將各物資換算成同一單位表示，參照文獻

(鄭欣蓉, 2000) 採睡袋體積為一單位, 換算各物種之體積當量, 其換算之當量依序為帳篷 (2.21)、礦泉水 (2.27)、便當 (1.71) 其中便當以十個為一箱計算。接著將行政分區內之災區針對設計的四項屬性進行災區聚類, 其四項屬性分別為災區位置、傷亡人數、物資需求當量及災區受創程度, 其中地理位置分區主要為使相同屬性之災點離距相近, 傷亡人數由災區回報為一粗略值因此可分為 0-20 人、20-50 人、50-100 人、100-150 人及 150 人以上五個區間, 而由預測模式求得之物資需求當量以百當量計算可分為 10、10-30、30-50、50-100、100 以上, 五個區間。災點受創程度則為一較模糊屬性其受創程度可由救災中心於災害發生時以直昇機空中鳥瞰災區以判定其嚴重程度, 這四類災區詳細分類依據如表 4-1 所示。

表 4-1 災點屬性分群標準

屬性 等級	災點位置	傷亡人數 (人)	物資需求當量 (單位百當量)	災點受創程度
1	分區一	0-20	<10	稍不嚴重
2	分區二	20-50	10-30	稍微嚴重
3	分區三	50-100	30-50	普通嚴重
4	分區四	100-150	50-100	嚴重
5	分區五	>150	>100	極為嚴重

在選定適當之  $\lambda$  值分類後先進行各群之效用值, 提供救災之初若區域型配送中心車隊規模不足以負荷時之救援順序排定, 式 3-10 計算各災群之急迫性指標, 而急迫性指標也可視為物資分配之權重, 透過式 3-11 決定各區域型配送中心可獲得各種物資之數量並以上階模式由供給端將物資有效的指派至各區域型配送中心, 最後以下階模式決定區域型配送中心對各

災點之最合理配送量。

### 4.3 案例執行結果分析與討論

根據統計處 921 震災勞動情勢分析新聞稿台中縣 921 地震傷亡人數統計資料中災區傷亡人口數如表 4-2 所示：

表 4-2 災區傷亡人口數

	人口數	傷亡人數	災區傷亡人數比
東勢鎮	59647	1559	2.61
石岡鄉	15573	398	2.56
霧峰鄉	68307	626	0.92

以東勢鎮為例假，設各災點人口數及第一時階傷亡人數分佈，並以預測模式推估需求，其結果如表 4-3 所示。

表 4-3 東勢鎮傷亡人數及需求資料

東勢鎮 T=1							
災點編號	1	2	3	4	5	6	7
人口數	1560	11112	5483	26580	1722	3850	9340
傷亡人數	100	126	42	173	32	134	252
帳篷	1.65	12.43	6.15	29.87	1.91	4.20	10.28
睡袋	7.30	54.93	27.21	132.04	8.45	18.58	45.44
礦泉水	0.38	2.86	1.42	6.88	0.44	0.97	2.37
便當	0.85	6.42	3.18	15.44	0.99	2.17	5.31
總當量	10.19	76.64	37.96	184.23	11.79	25.92	63.40

在得知傷亡人數及計算出各災點之需求當量後，地理位置及其受創程度可以整理出屬性分類表如表 4-4 所示，並進行二元轉換與二元變數標準化後，便可由數量積相關係數計算出初始的模糊等價矩陣，此時所成之初

始模糊相似矩陣僅滿足自反性與對稱性，仍不具有傳遞性，故需進行褶積計算，才能得到最終模糊等價矩陣，本研究進行4次褶積計算，方能符合傳遞性之要求，本研究各階所獲得之最終模糊等價矩陣可詳見於附錄 B-1 至表 B-3。

表 4-4 東勢鎮災區屬性分類表

T=1				
東勢鎮	災區位置	傷亡人數	物資需求當量	災區受創程度
1	1	100	10.19	3
2	2	126	76.64	4
3	1	42	37.96	1
4	4	173	184	2
5	3	32	11.79	5
6	2	134	25.92	4
7	5	252	63.40	3

在計算得最終模糊等價矩陣後，可進行災點分群，以第一時階為例東勢鎮選取之 $\lambda$ 值為0.6其分群結果為4、7、(2,3,5,6)、1；石岡鄉選取之 $\lambda$ 值為0.7其分群結果為6、(2,3,4,5)、7、1、8；霧峰鄉選取之 $\lambda$ 值為0.65其分群結果為1、8、(2,3,6,7,9)、4、5。並依傷亡人數、物資需求當量、災區受創程度三個屬性，求得各分群之綜合效用並計算該群占全部災區之百分比出其急迫性指標如表 4-5 所示。

表 4-5 東勢鎮各災群之綜合效及急迫性指標

T=1			
東勢鎮			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	4	5	0.145
2	7	4	0.116
3	2,3,5,6	3.17	0.092
4	1	2.67	0.077
石岡鄉			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	6	3.33	0.097
2	2,3,4,5	2.33	0.068
3	7	1.67	0.048
4	1、8	1.33	0.039
霧峰鄉			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	1	4	0.116
2	2,3,6,7,9、8	3	0.087
3	5	2.33	0.068
4	4	1.67	0.048

各災群之急迫性指標可做為物資分配之權重，因此在供給點所集結物資尚未能滿足所有災區之需求時，依照災區內各災群之急迫性指標可計算出各災群可獲得物資之比例，並可決定物資供給點應配送多少物資至各區域型配送中心，然而隨著各災點屬性之變動每一次聚類結果分群可能不同，而不同的群集也會求得不同之綜合效用及不同之急迫性指標。因此，每一個時階中各區域型配送中心所占物資供給比例，並非固定不變的而是隨著各災點之屬性而有所變動如圖 4-2 所示。

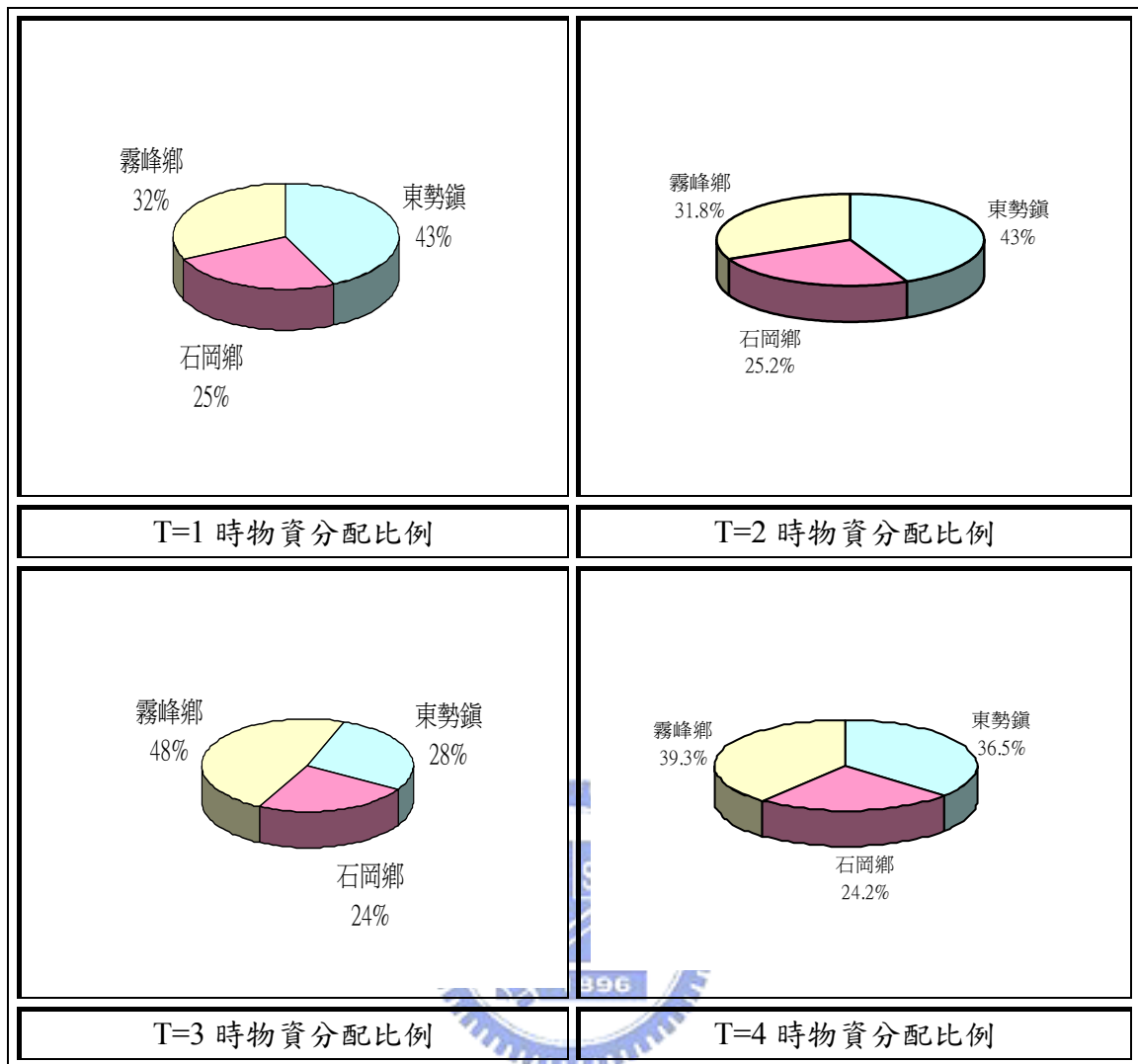


圖 4-2 各階段物資分配比例

然而在取得各區物資分配比例後可以開始進行上階指派，本研究中假設救災時配合交通管控制策略讓救災車輛得以優先通行，因此上階指派各供給點與區域型配送中心之旅行時間，如表 4-6，可先由 GIS 軟體求出未受阻斷交通路線之最短或是最佳距離，並依設計之速率可以求得供給需求間之旅行時間矩陣，做為上階資源指派之主要參數，透過模式得知每種物資應由那一供給點配送多少數量至需求點，以使得所花費時間為最少，其詳細上階分派結果如附錄 D-1，若以第一時階礦泉水之指派其結果如表 4-7 所示。



表 4-6 供給端與區域型配送中心間之旅行時間

TIME	東勢	石岡	霧峰
台北市	2.59	2.65	2.90
桃園市	2.24	2.14	2.38
新竹市	1.37	1.43	1.67
彰化市	0.60	0.75	0.27
台南市	2.77	2.92	2.53
高雄市	3.44	3.59	3.23

單位：小時

表 4-7 上階礦泉水指派結果

T=1	礦泉水	東勢鎮	石岡鄉	霧峰鄉
	台北市	3.32	0.00	0.00
	桃園市	1.22	4.00	0.00
	新竹市	1.80	0.00	0.00
	彰化市	0.00	0.00	7.48
	台南市	2.79	0.00	2.09
	高雄市	3.74	0.00	0.00

單位:百當量

下階模式以上階指派輸出結果為模式之輸入值，配合各災區之急迫性指標，以系統效用最大為原則求解出各災區之物資配送量，以東勢鎮礦泉水之配送情況為例整理如表 4-8，由表可以得知各災點之需求量及配送量計算出其滿足率。聚類分群結果我們可以得知災點 4 在第一階時急迫性指標為 0.145，是所有 7 個災區中急迫性指標最高的，所以在整體之礦泉水供給量中得到較多的配送量，其滿足率 (s) 為 0.89，第二為災點 7 其急迫性指標為 0.116，滿足率 (s) 為 0.76，其他依序為 (2、3、5、6) 四個災點之急迫性指標皆為 0.092，滿足率 (s) 為 0.57，最後為災點 1 其急迫性指標為 0.077，滿足率 (s) 為 0.50。由配送的結果可以得知各災點依照急迫性大小決定分配物資多寡，因此在物資分配過中不但充分反應了愈急迫

災點配送較多物資，又不會造成顧此失彼使得物資過度集中於某些災點，則兼顧了公平性的考量，其物資分配之趨勢圖隨著急迫性之趨勢變大而增加如圖 4-3 表示。

表 4-8 東勢鎮下階指派結果

東勢 T=1	1	2	3	4	5	6	7
急迫性	0.077	0.092	0.092	0.145	0.092	0.092	0.116
礦泉水	0.38	2.86	1.42	6.88	0.44	0.97	2.37
配送	0.19	1.63	0.81	6.11	0.25	0.55	1.80
未滿足	0.19	1.23	0.61	0.77	0.19	0.42	0.57
滿足率	0.50	0.57	0.57	0.89	0.57	0.57	0.76

單位:百當量

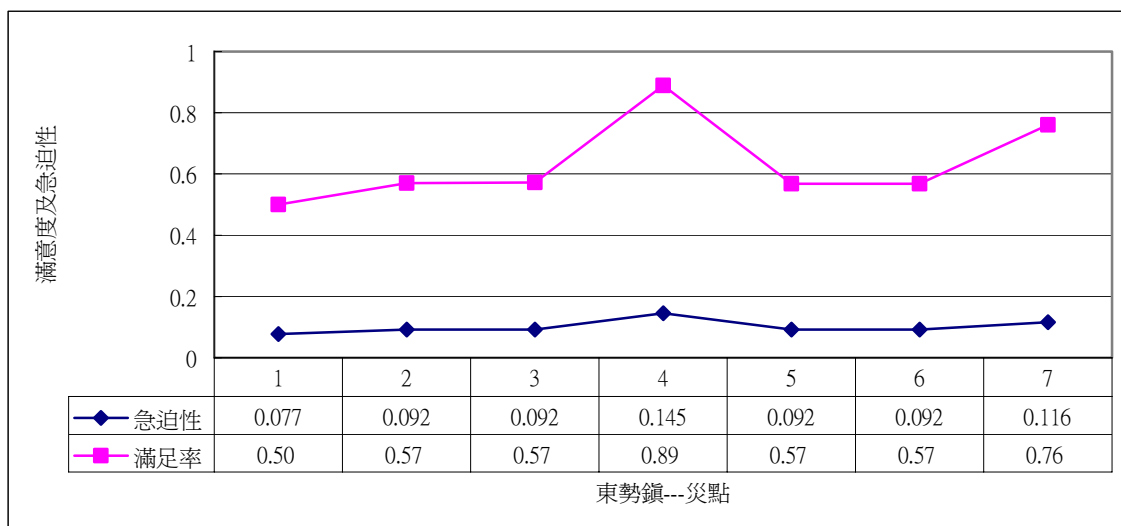


圖 4-3 東勢鎮急迫性—滿足率關係圖

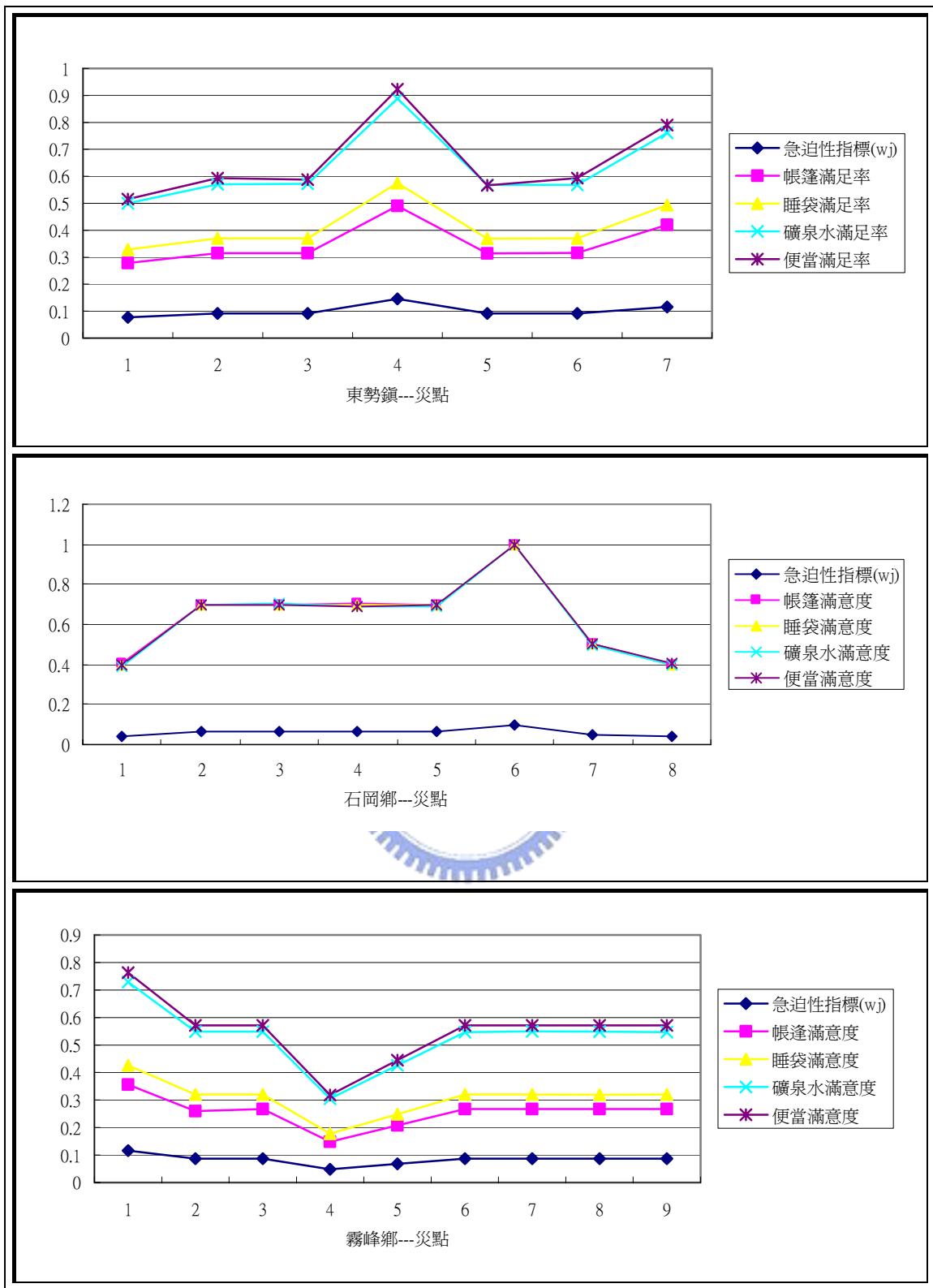


圖 4-4 各災區急迫性指標－滿足率關係圖

以整體來看，無論東勢鎮、石岡鄉或是霧峰鄉，四種物資的配送趨勢圖皆遵循著各災區之急迫性指標的趨勢做變動，其完整之配送滿足率如圖 4-4 所表示。而在災害發生之初供給端所能提供之物資遠小於災區所需求之數量，因此透過狀態方程將本期未滿足之需求累積至下階進行配送處理，如圖 4-5，如此反覆直到滿足災區所有需求為止。

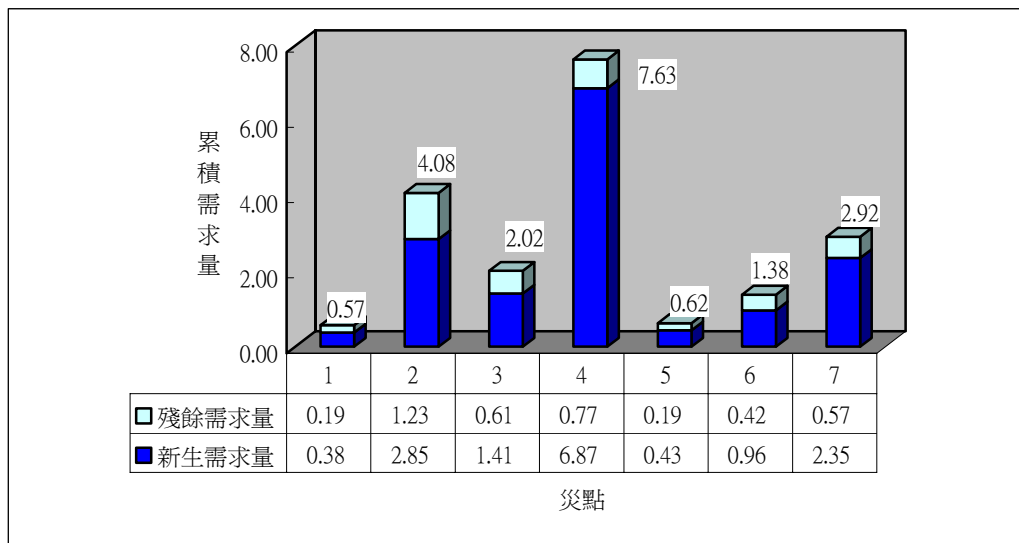


圖 4-5 需求量累加圖

然而在配送過程中隨著災點需求當量的增減、傷亡人數的增加或是受創程度的改變，其屬性的改變可能影響模糊聚類分群之結果使得綜合效用隨之改變，每階處理之順序也會有所變動，圖 4-6 顯示各災區之急迫性指標在四個時階內之變動情形。然而各災區內災點之分群結果、綜合效用、急迫性指標皆有所改變，若以東勢鎮為例，第一階之配送順序為 1. (4) 2. (7) 3. (2,3,5,6) 4. (1)，但隨著災點編號 1 及 2 之嚴重程度由原本 3,4 到第二階改變為 4,5 進而影響了聚類分群的結果為 (1,2,5,6)、3、4、7，其中 3、4、7 為被未分類之災點，而屬性相似之災點由第一階之 (2,3,5,6) 因為災點 1、2 嚴重程度不同變為 (1,2,5,6)，並依照其綜合效決定之配送順序為 1. (4、7) 2. (1,2,5,6) 3. (3)，整理如表 4-8。從表 4-8 也可以得

知各災點隨著不同的聚類分群會有不同的綜合效用，進而造成災點之急迫性指標 ( $w_j$ ) 呈現變動的情形並非一固定值，而各災區內災點急迫性指標之變動表示如圖 4-7。

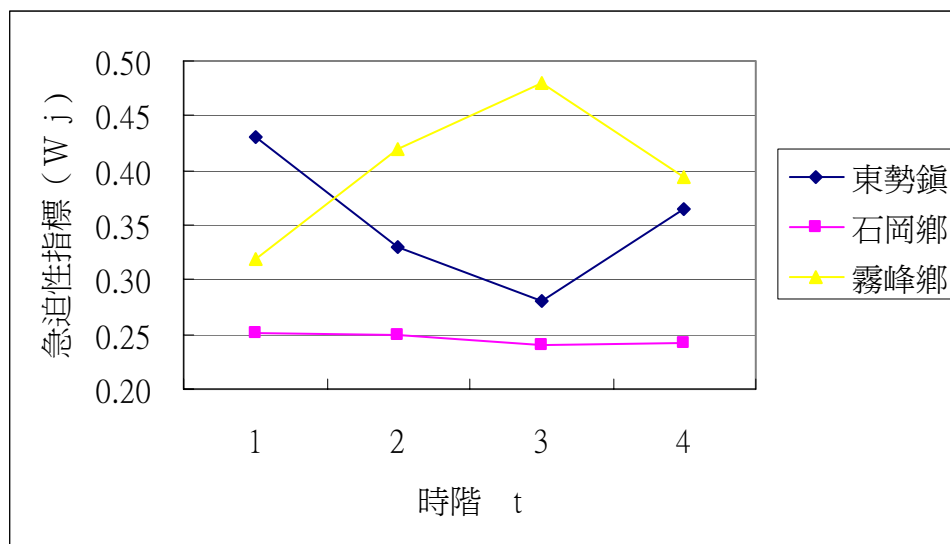


圖 4-6 各災點每時階之急迫性指標變動圖

表 4-9 聚類分群變動

T=1			
東勢鎮			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	4	5	0.145
2	7	4	0.116
3	2,3,5,6	3.17	0.092
4	1	2.67	0.077
T=2			
東勢鎮			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	4、7	3.67	0.133
2	1,2,5,6	3.42	0.124
3	3	2	0.073

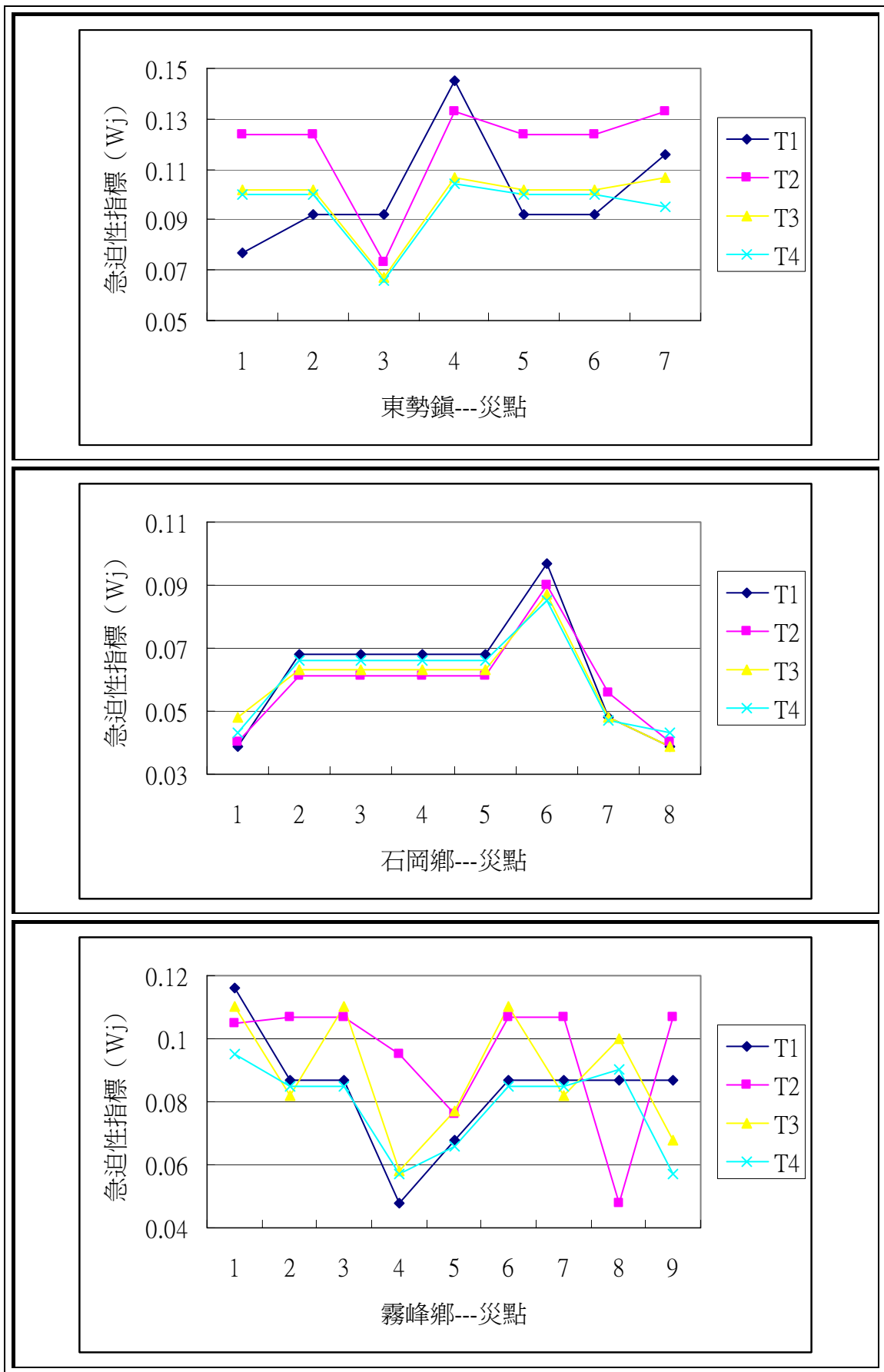


圖 4-7 各災點每時階之急迫性指標變動圖

有關整體系統之災區聚類屬性表、災區最終模糊矩陣、災區分群、配送順序、急迫性指標及上下階指派結果，均詳列於附錄 A 至 E 所示。



## 第五章 數值分析

本章將針對不同聚類屬性組合對各災點急迫性指標計算結果會有何不同，並探討不同組合對整體效用之變化情形。

### 5.1 不同急迫性指標組合

本研究之急迫性指標考慮有傷亡人數、物資需求當量、災點受創程度，三樣屬性來決定各分群之綜合效用進而求出各災點之急迫性指標。接下來針對不同屬性組合探討各災點之配送結果，模式求解時計算急迫性指標同時考慮三種屬性之綜合效用加總。因此，本章將原始之組合編號為 A 並考慮另外三種可能之屬性組合，分別編號為 B (傷亡人數、物資需求當量)、C (物資需求當量、災點受創程度)、D (傷亡人數、災點受創程度)，進行綜合效用及急迫性指標之計算。

表 5-1 聚類屬性組合

組合	災點聚類屬性組合
A	傷亡人數、物資需求當量、災點受創程度
B	傷亡人數、物資需求當量
C	物資需求當量、災點受創程度
D	傷亡人數、災點受創程度



### 5.1.1 聚類屬性組合 B (傷亡人數、物資需求當量)

若只考慮傷亡人數、物資需求當量時各災區物資分配權重改變為東勢鎮 (38.7%)、石岡鄉 (25.7%)、霧峰鄉 (35.6%)，如圖 5-1。而各災區內之處理順序也有所更動，石岡鄉之處理順序原本之 1. (6)、2. (2,3,4,5)、3. (7)、4. (1、8) 變更為 1. (6)、2. (7)、3. (2,3,4,5)、4. (1、8) 其中原本處理順序為 3 之災點 7 在此一組合中處理順序變為 2。同樣的霧峰鄉內之災點 8 由原本處理順序 2 降至順序 3，其餘災點順序沒有變動，東勢鎮之災點順序則與組合 A 相同，詳細結果如表 5-2 所示。

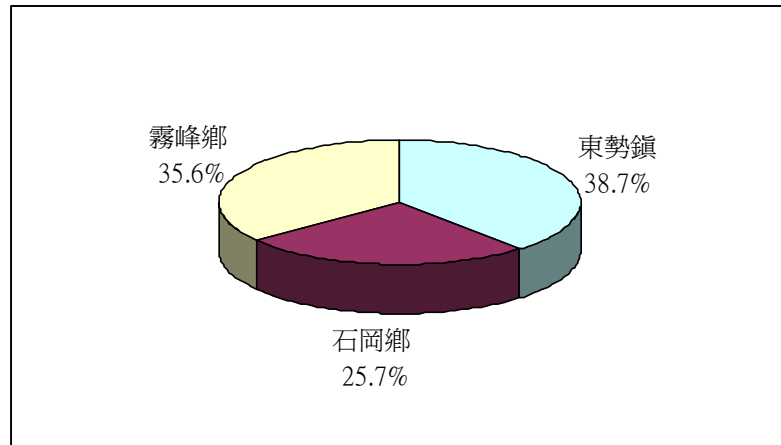


圖 5-1 各災區物資分配比例

以聚類屬性組合 B 求得之急迫性指標進行物資配送，其對各災點之滿足率與聚類屬性組合 A 之結果如圖 5-2 所表示。趨勢圖顯示當考慮傷亡人數、物資需求當量之組合時，其配送之結果與原本考慮傷亡人數、物資需求當量、災點受創程度三種屬性組合所得到之災點滿足率趨勢圖相當相似，東勢鎮第一時階內災點 4 仍為較急迫之災點，唯災點 7 之滿足率在考慮聚類屬性組合 B 與 A 時的差異並不顯著。

表 5-2 聚類屬性組合 B 之急迫性指標及配送順序

T=1 屬性組合 B			
東勢鎮			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	4	5	0.130
2	7	4.5	0.117
3	2,3,5,6	2.875	0.075
4	1	2.5	0.065
石岡鄉			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	6	3	0.078
2	7	2	0.052
3	2,3,4,5	1.875	0.049
4	1、8	1.5	0.039
霧峰鄉			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	1	4	0.104
2	2,3,6,7,9	2.7	0.070
3	5、8	2.5	0.065
4	4	2	0.052

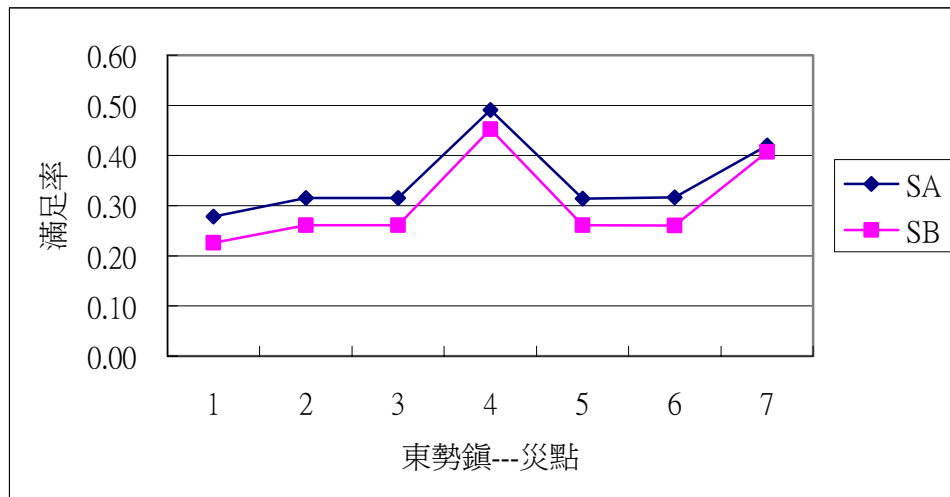


圖 5-2 聚類屬性組合 A-B 之滿足率趨勢圖

### 5.1.2 聚類屬性組合 C (物資需求當量、災點受創程度)

若只考慮物資需求當量、災點受創程度時各災區物資分配權重改變為東勢鎮 (31.3%)、石岡鄉 (28.4%)、霧峰鄉 (40.3%)，如圖 5-3。而各災區內之處理順序也有所更動，東勢鎮之處理順序原本為 1. (4)、2. (7)、3. (2,3,5,6)、4. (1) 改變為 1. (4、7)、2. (2,3,4,5)、3. (1)。石岡鄉之處理順序原本之 1. (6)、2. (2,3,4,5)、3. (7)、4. (1、8) 變更為 1. (6)、2. (7)、3. (2,3,4,5)、4. (1)、5. (8)。霧峰鄉內災點之處理順序原本為 1. (1)、2. (2,3,6,7,9、8)、3. (5)、4. (4) 改變為 1. (1)、2. (2,3,6,7,9)、3. (8)、4 (5)、5. (4)，詳細結果如表 5-3 所示。

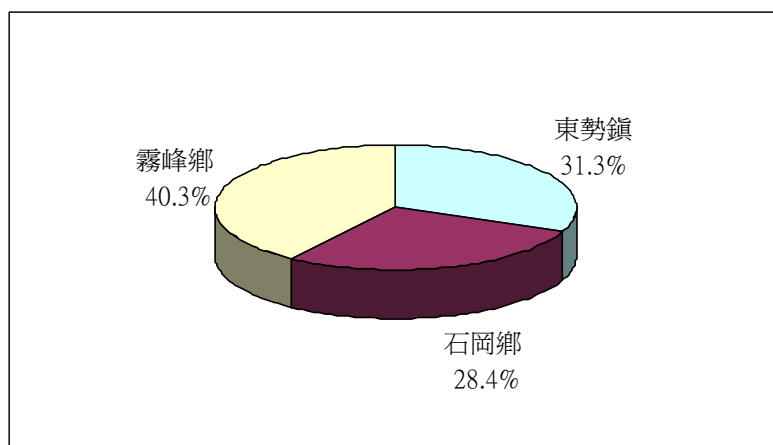


圖 5-3 各災區物資分配比例

以聚類屬性組合 C 求得之急迫性指標進行物資配送，其對各災點之滿足率與聚類屬性組合 A 之結果如圖 5-2 所表示。趨勢圖顯示當考慮物資需求當量、災點受創程度之組合時，其配送之結果與原本考慮傷亡人數、物資需求當量、災點受創程度三種屬性組合所得到之災點滿足率趨勢圖略為相似但各災點間之滿足率差異不大，東勢鎮第一時階內災點 4 仍為較急迫之災點但與其他點之急迫性差異質較為和緩，災點 1 之滿足率在考慮聚類屬性組合 C 時其急迫性較其他災點為低因此配送之滿足率相對較低。

表 5-3 聚類屬性組合 C 之急迫性指標及配送順序

T=1 屬性組合 C			
東勢鎮			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	4、7	3.5	0.090
2	2,3,5,6	3.125	0.081
3	1	2	0.052
石岡鄉			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	6	4	0.103
2	2,3,4,5	2.5	0.065
3	7	2	0.052
4	1	1.5	0.039
5	8	1	0.026
霧峰鄉			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	1	4	0.103
2	2,3,6,7,9	3.6	0.093
3	8	3.5	0.090
4	5	3	0.077
5	4	1.5	0.039

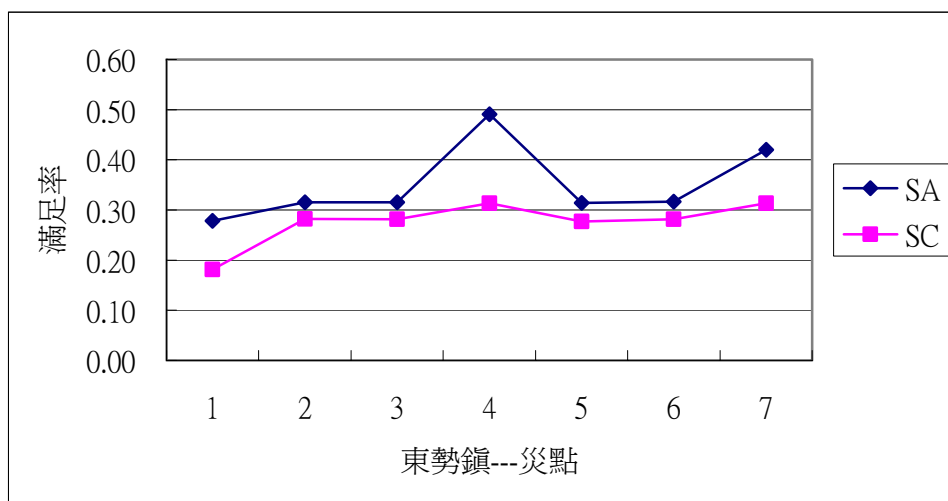


圖 5-4 聚類屬性組合 A-C 之滿足率趨勢圖

### 5.1.3 聚類屬性組合 D (傷亡人數、災點受創程度)

若只考慮傷亡人數、災點受創程度時各災區物資分配權重改變為東勢鎮 (38.7%)、石岡鄉 (25.7%)、霧峰鄉 (35.6%)，如圖 5-5。而各災區內之處理順序也有所更動，東勢鎮之處理順序原本為 1. (4)、2. (7)、3. (2,3,5,6)、4. (1) 改變為 1. (7)、2. (1、4)、3. (2,3,4,5)。石岡鄉之處理順序原本為 1. (6)、2. (2,3,4,5)、3. (7)、4. (1、8) 變更為 1. (6)、2. (2,3,4,5)、3. (1、7)、4. (8)。霧峰鄉內災點之處理順序原本為 1. (1)、2. (2,3,6,7,9、8)、3. (5)、4. (4) 改變為 1. (1)、2. (8)、3. (2,3,6,7,9)、4. (4,5)，詳細結果如表 5-4 所示。

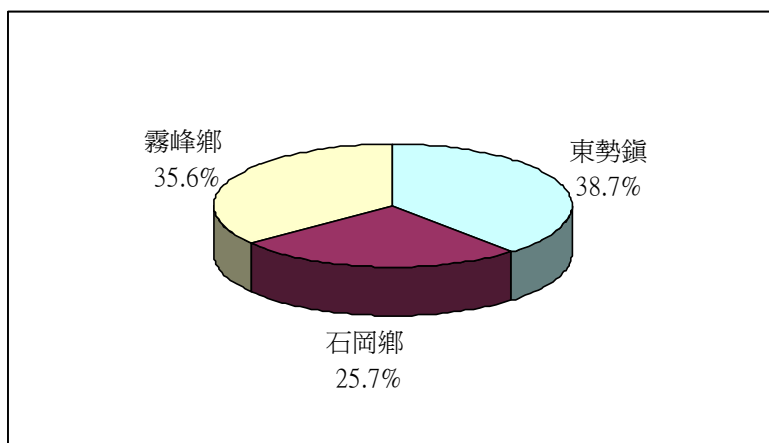


圖 5-5 各災區物資分配比例

以聚類屬性組合 D 求得之急迫性指標進行物資配送，其對各災點之滿足率與聚類屬性組合 A 之結果如圖 5-6 所表示。趨勢圖顯示當考慮傷亡人數、災點受創程度之組合時，其配送之結果與原本考慮傷亡人數、物資需求當量、災點受創程度三種屬性組合所得到之災點滿足率趨勢圖略為相似但各災點間之滿足率差異不大，東勢鎮第一時階內各災點急迫性較為相近其滿足率之趨勢圖變化也較為和緩，唯災點 7 之滿足率在考慮聚類屬性組合 D 與 A 時的差異並不顯著。

表 5-4 聚類屬性組合 D 之急迫性指標及配送順序

T=1 屬性=A			
東勢鎮			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	7	4	0.102
2	1、4	3.5	0.089
3	2,3,5,6	3.25	0.083
石岡鄉			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	6	4	0.102
2	2,3,4,5	2.875	0.073
3	1、7	2	0.051
4	8	1.5	0.038
霧峰鄉			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	1	4	0.102
2	8	3	0.076
3	2,3,6,7,9	2.7	0.069
4	5、4	1.5	0.038

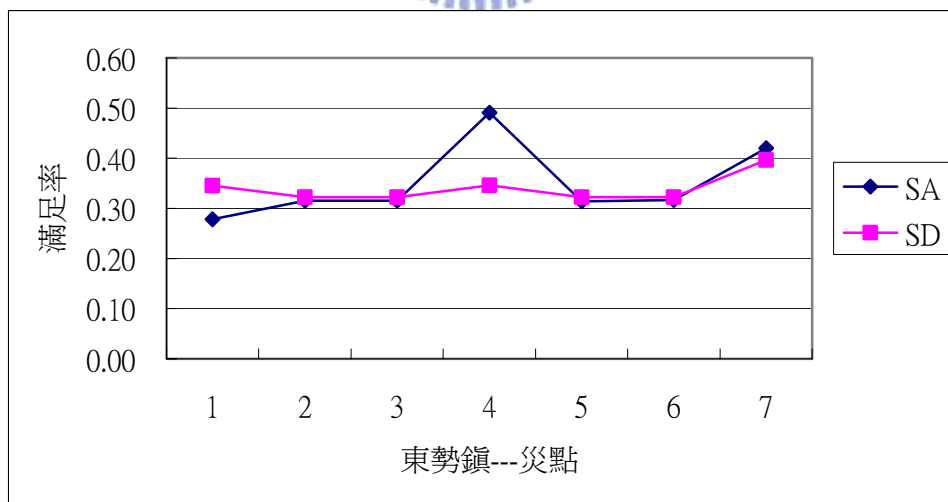


圖 5-6 聚類屬性組合 A-D 之滿足率趨勢圖

### 5.1.4 綜合分析

由前述三節中可以得知考量不同之屬性組合時，從上階各災區之物資分配百分比乃至下階計算之綜合效用及急迫性指標皆會有所不同，而這些改變又會影響各災點之滿足率及系統之總效，以下將分別加以說明比較。

#### a. 物資分配百分比

在考量不同屬性組合時各災群之物資分配百分比也會有所不同，在考量組合 A 時東勢鎮佔有較高之物資分配百分比，當考量組合 C 時則霧峰鄉佔有較高之物資分配百分比，而考量組合 D 時各災群之物資分配百分較為接近各災群間之差異不大，整理如圖 5-7 所示。

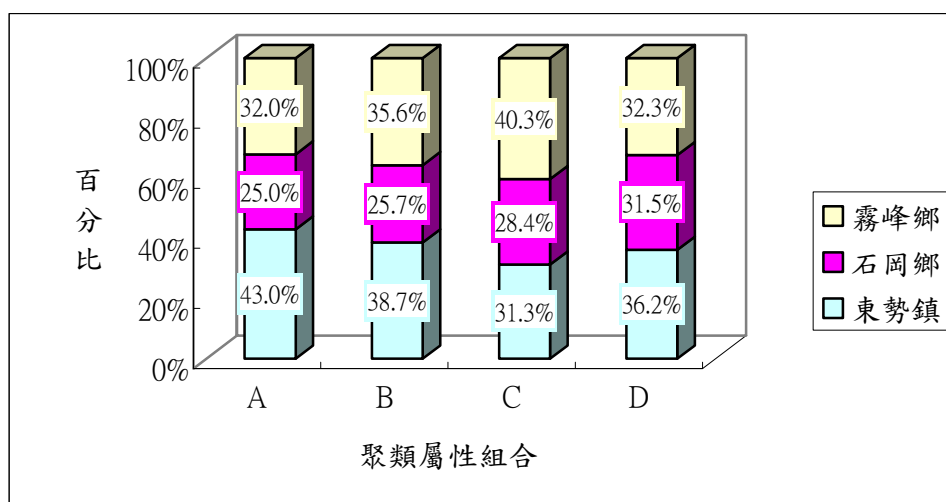


圖 5-7 物資分配百分比

#### b. 急迫性指標

考量不同屬性組合各災群之綜合效用也會不同使得各災群之急迫性指標產生變動，三個災區內災點急迫性之變動情形如圖 5-8 所示。從圖中可以得知三個災區中以石岡鄉各災點之急迫性變動在四種聚類屬性組合中呈現之趨勢圖較為相近，而東勢鎮則分為聚類屬性組合 A 及聚類屬性組合 B、聚類屬性組合 C 及聚類屬性組合 D 兩類趨勢圖，霧峰鄉則是聚類屬

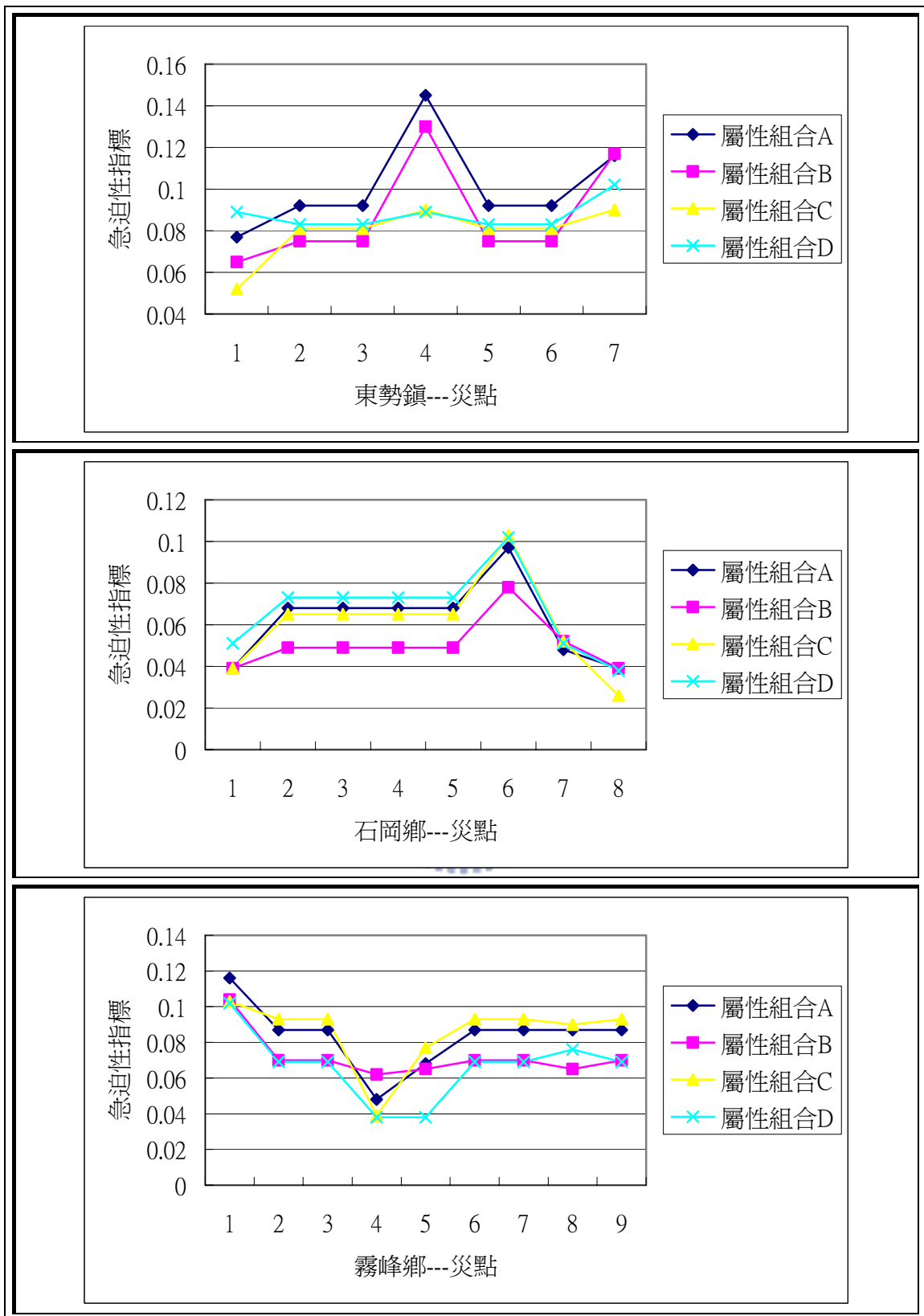


圖 5-8 不同屬性組合下各災點急迫性變化趨勢



性組合 A 與聚類屬性組合 C 兩者之趨勢較為相似而聚類屬性組合 B 及聚類屬性組合 D 則有較大之變動。

### c. 系統總效用

由於各區域型配送中心分配之物資數量不同及災點之急迫性不同造成系統之效用於各種聚類屬性組合時也會有所不同，表 5-5 東勢鎮在聚類屬性組合 A 中系統效用為最高；石岡鄉為聚類屬性組合 D 時有較高之效用；而霧峰鄉則是在聚類屬性組合 C 中獲得較高之效用。而將三個災區之效用加總，可以得知最高之系統總效用為聚類屬性組合 A，因此我們可以得知在考量聚類屬性組合中以聚類屬性組合 A 較為完整也得到較佳之結果。

表 5-5 不同聚類屬性組合下系統總效用

	東勢鎮	石岡鄉	霧峰鄉	總效用
聚類屬性組合 A	1.585	1.381	1.290	4.257
聚類屬性組合 B	1.284	1.099	1.207	3.590
聚類屬性組合 C	1.043	1.259	1.674	3.976
聚類屬性組合 D	1.442	1.504	1.294	4.240

## 5.2 物資供給變動

本研究設計之案例在物資供給方面不同物種有不同之供給比例分別為帳篷 39.41%、睡袋 46.19%、礦泉水 71.46 及便當 74.07%，其上階之總效用為 969.32，下階之總效用為 4.163。然而 921 發生時，各地方之民間及政府組織同時投入大量人力物力於救災活動中，而當時救援物資配送之情形是以各地鄉鎮公所自行處理物資配送，因此詳細配送資料並無一完整紀錄，可以與本研究之結果驗證比較。基於此一原因，本研究分別模擬兩組可能發生之情境一為物資供給較為充足之情境 a，另一則為物資供給較為稀少之情境 b。

### a. 物資供給充足

本組情境模擬假物資供給量分別為災點需求之 100%、90%、80%及 70%其上階及下階之系統總目標值如表 5-6 所示：

表 5-6 物資供給充足時上下階之目標值

	上階效用	下階效用
100%	1985.180	7.820
90%	1803.290	6.298
80%	1552.799	5.669
70%	1366.218	5.401

### b. 物資供給量稀少

本組情境模擬假物資供給量分別為災點需求之 30%、20%、10%及 5%其上階及下階之系統總目標值如表 5-7 所示：

表 5-7 物資供給量稀少時上下階之目標值

	上階效用	下階效用
30%	607.937	2.701
20%	411.340	1.801
10%	202.575	0.900
5%	102.835	0.451

### c. 綜合分析

綜合上面設計物資供給量較為充足及稀少時之兩組情境，可以將知物資供給為 100%、90%、80%、70%或是 30%、20%、10%、5%，上下階配送總效用繪製如圖 5-9 及圖 5-10，從圖中可以得知上階及下階之總系統效用質趨勢線極為相似，可以得知本模式在處理上階指派及下階配送時皆可以得到一個穩定的結果，並不會隨著供給量之不同造成配送結果有太大的

變動或是差異。

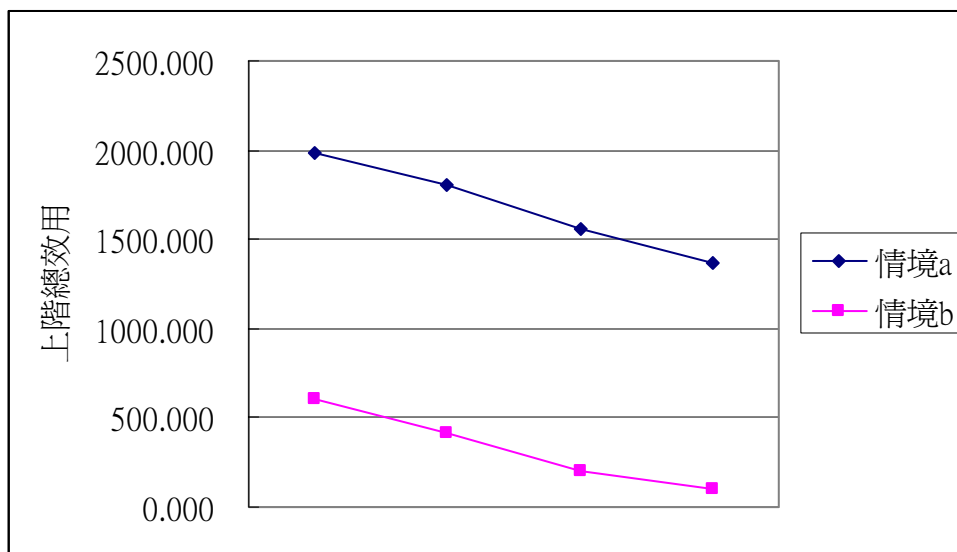


圖 5-9 情境 a 及情境 b 上階效用勢趨曲線

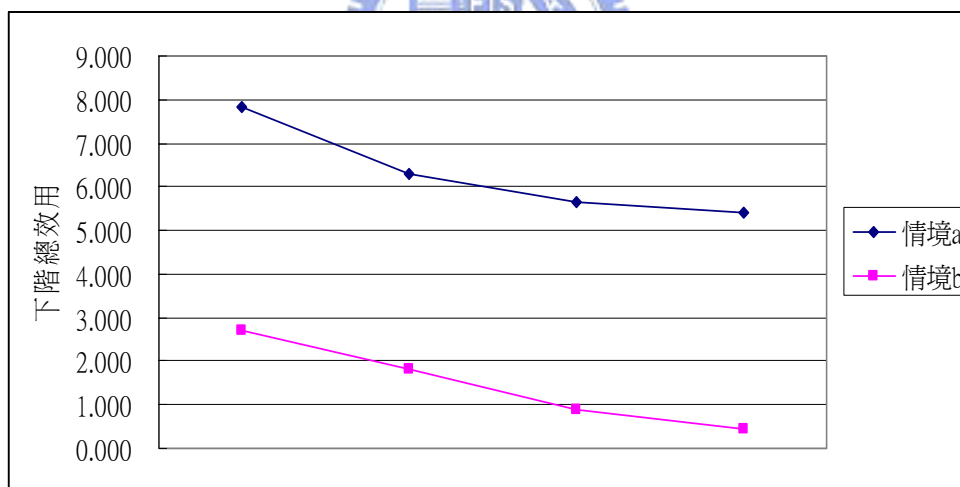


圖 5-10 情境 a 及情境 b 下階效用勢趨曲線

## 第六章 結論與建議

### 6.1 結論

1.本研究界定之系統範圍為災害發生最初期所演發而成之物流系統，然而在此一時期快速反應（Quick Response）為主要目的，加上一開始處於混亂狀況，若無事先準備將無法應付突如其來之需求，而本研究之救災物流系統剔除以往的大型物資散中心，減少一階之處理及轉運，直接將供給及求資訊整合指派，以縮短整體運做時間以達到快速回應之要求。

2.災害發生之初，政府應緊急調派救援物資或是運具之集結，但由於時間緊迫因此存在著供需失衡之問題，供需失衡在物資不足之情況下過去研究處理方法如表 6-1 所示，而本研究依建立之聚類屬性以決定各災區之急迫性指標並做為物資分派之權重。供需失衡的另一種情境為車隊容量不足時過去研究並未加以處理，本研究依照聚類結果計算各災區之綜合績效值並排序其處理之優先順序。

表 6-1 救災物資供不應求配送準則

	物資供不應求之配送準則
鄭欣蓉	平均分配
施佑林	決策者給定一最低值
本研究	依照急迫性指標 $w_j$ 分配

## 6.2 建議

1. 災害的發生往往為突發性，因此事先對救災物資進行預測有其必要性，且各災點受創程度不一，人口結構不同對物資需求之數量、種類皆有所不同，未來應針對各分區建立需求預測並應依人口組成比例及嬰兒人數推估可能之需求之物資量，其考量之物資種類應更為詳細。

2. 綜觀 921 之經驗物資過度堆置於台中市立體育館，如圖 6-1，物資雜亂且未經整理建議應於供給端先行處理包裝在進行配送，而處理包裝應跟隨國際標準將各物資分類標式，以利於下階處理單位辨識，以南亞海嘯為例我國捐贈之救援物資並未依照國際標準編碼，因此當我國救難人員撤離災區時，當地之救援單位因語言及文字間之隔閡並無法快速得知物資為何。



圖 6-1 921 台中縣立體育場震災物資堆放情形

3. 當救援單位所集結之物資或是車隊規模無法在同時間進行物資配送時，本研究選定幾個評做急迫性指標，未來可以針對急迫性指標做一更詳細之考量及選取，以求能依選定之準則計算出災區之急迫性指標，做為救援單位排定救援順序之參考。

## 參考文獻

### (一) 中文部分

1. 施佑林，「災後工程搶修作業暨賑災物流排程之研究」，碩士論文，國立中央大學土木工程研究所（2003）
2. 張敦程，「模糊聚類演算法應用於高海域污染範圍之判定」，國立中山大學海洋環境研究所及工程學系研究所（2002）。
3. 陳春益、蔡明志、蔡坤穆、王仁宏、洪瑜敏，「震災物流決策支援系統之構建構想」，都市地區地震防災交通系統之研究九十學年度期中研究成果研討會，頁 71-頁 86（2002）。
4. 吳水威、連振勝，「都市地區地震災害交通管制緊急應變之研究」，中國民國運輸學會第 16 屆論文研討會，pp.153-pp.161（2001）。
5. 張立偉，「災後工程緊急搶修作業排程之研究」，碩士論文，淡江大學運輸管理學系運輸科學碩士班（2001）。
6. 侯鵬曦，「震災時都道路系統運輸功能評估與防災路網之研擬」，碩士論文，國立交通大學交通運輸研究所（2001）。
7. 陳春益、蔡坤穆、蔡明志、許瓊心，「國內救災物流體系之建構」，國科會研究案：「國內救災物流體系之構建」（2001）。
8. 陳信宇，「震災物流系統之決策模式」，碩士論文，國立交通大學交通運輸研究所（2000）。
9. 鄭欣蓉，「賑災物資配送系統之最適規劃」，碩士論文，國立交通大學交通運輸研究所（2000）。
10. 呂獎慧，「都市震災救災路線選擇模式之構建」，碩士論文，國立臺灣大學土木工程學研究所（2000）。
11. 陳郁文，「模糊多目標組合規劃基因演算法應用於提升運系統災

後應變效率之研究」，博士論文，國立交通大學交通運輸研究所（1999）。

12. 行政院統計處 921 震災勞動情勢分析新聞稿（1999）。
13. 中央防災會報，防災基本計畫、防災業務計畫、地區防災計畫彙編（1998）。
14. 熊建夫，「日本都市防災政策」，第十七屆中日工程技術研討會建築研究組論文集，內政部建築研究所/中國工程師學會（1996）。
15. 吳心琪，「震災後工程搶修作業排程之研究」，碩士論文，國立交通大學交通運輸研究所（1996）。
16. 陳亮全、邱昌平，「有關台灣都市地震災害及其成因之初步探討」，內政部營建署建築研究籌備小組（1988）。

## （二）英文部分

17. Ali H. and Sei-Chang Oh, “Formulation and solution of a multi-commodity, multi-modal network flow model for disaster relief operation”, *Transportation Research-A* Vol.30, No3, pp.231-250 (1996) .
18. Crainic T., and Rousseau, J, “Multicommodity, multimode freight transportation: a general modeling and algorithmic framework for the service network design problem ,”*Trans Res.*,20B,pp.225-242 (1986) .
19. Crainic T., Florian M., and Leal J., “A model for the strategic planning of national freight transportation by rail” *Transportation Science*,Vol.24,pp.1-24 (1990) .
20. Culaý Barbaroso glu a, Linet Ozdamar b and Ahmet Cevik b, “An interactive approach for hierarchical analysis of helicopter logistics in disaster relief operations”, *European Journal of Operational*

- Research, Vol.140,pp.118–133 ( 2000 ) .
21. Douglas C. long and Donald F. wood, “Logistics of faminie relief”, Journal of Business Logistics, Vol.16,No.1, ( 1995 ) .
  22. Ediz Ekinci, Beste K., “Emergency Logistics Planning in Nature Disasters”, Annals of Operations Research Vol. 129 , pp.217-245 ( 2004 ) .
  23. F.Fiedrich\*,F Gehbauer,U. Rickers, “Optimized resource allocation for emergency response after earthquake disaster,” Safety Science,Vol.35, pp.45-57 ( 2000 ) .
  24. Guelat J., Florian M., and Crainic T., “A multimode multiproduct network assignment model for strategic planning of freight flows”, Transportation Science, Vol.24,pp.25-39 ( 1990 ) .
  25. Hwang, C.L., and Yoon, K., “Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications”, Springer-Verlag, New York. ( 1981 )
  26. Jiu-Biing Sheu, “A hybrid fuzzy-based approach for identifying global logistics strategies”, Transportation Research Part E vol. 40,pp.39-61 ( 2004 ) .
  27. Hu, Tung-Lai and Sheu, Jiu-Biing, “A Fuzzy-based Customer Classification Method for Advanced Demand-Responsive Logistical Distribution Operations”, Fuzzy Sets and Systems, Vol.139 , pp431-450 ( 2003 ) .
  28. Marie-Christine T., “Interorganization networks and decision making in technological disasters”, Safety Science, Vol.20, pp.101-113, ( 1995 ) .
  29. Zeleny, M., Multiple Criteria Decision Making, McCrew Hill, New York ( 1982 ) .



30. Zimmermann, H.J., Fuzzy Set Theory and Its Application, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.



## 附錄 A 災區聚類屬性表

表 A-1 災區聚類屬性表 T=1

T=1				
東勢鎮	災區位置	傷亡人數	物資需求當量	災區受創程度
1	1	100	10.19	3
2	2	126	76.64	4
3	1	42	37.96	1
4	4	173	184.23	2
5	3	32	11.79	5
6	2	134	25.92	4
7	5	252	63.40	3
石岡鄉	災區位置	傷亡人數	物資需求當量	災區受創程度
1	5	12	7.51	2
2	3	21	5.76	3
3	2	26	17.54	3
4	3	22	5.18	4
5	4	35	15.87	4
6	2	42	33.05	5
7	1	18	19.41	2
8	5	21	2.94	1
霧峰鄉	災區位置	傷亡人數	物資需求當量	災區受創程度
1	5	107	70.57	4
2	2	40	52.96	3
3	3	33	57.81	5
4	4	28	23.2	1
5	5	12	87.12	2
6	2	47	60.37	5
7	3	31	29.62	3
8	1	38	38.8	4
9	2	17	53.61	2

表 A-2 災區聚類屬性表 T=2

T=2				
東勢鎮	災區位置	傷亡人數	物資需求當量	災區受創程度
1	1	116	7.92	4
2	2	150	56.24	5
3	1	68	27.85	1
4	4	210	95.54	2
5	3	56	8.67	5
6	2	148	19.01	4
7	5	296	38.32	3
石岡鄉				
石岡鄉	災區位置	傷亡人數	物資需求當量	災區受創程度
1	5	18	5.41	2
2	3	25	2.43	3
3	2	38	7.37	3
4	3	24	2.19	4
5	4	36	6.68	4
6	2	58	3.99	5
7	1	30	12.03	2
8	5	29	2.12	1
霧峰鄉				
霧峰鄉	災區位置	傷亡人數	物資需求當量	災區受創程度
1	5	129	47.03	4
2	2	54	41.38	3
3	3	65	45.08	5
4	4	44	21.61	1
5	5	22	74.57	2
6	2	55	47.10	5
7	3	48	23.10	3
8	1	59	30.26	4
9	2	30	41.83	2

表 A-3 災區聚類屬性表 T=3

T=3				
東勢鎮	災區位置	傷亡人數	物資需求當量	災區受創程度
1	1	149	6.79	4
2	2	172	49.35	5
3	1	113	28.27	1
4	4	318	89.99	2
5	3	96	7.54	5
6	2	203	16.63	4
7	5	328	34.43	3
石岡鄉	災區位置	傷亡人數	物資需求當量	災區受創程度
1	5	25	3.62	2
2	3	37	1.25	3
3	2	46	3.82	3
4	3	37	1.12	4
5	4	47	3.48	4
6	2	66	5.26	5
7	1	42	5.42	2
8	5	34	1.42	1
霧峰鄉	災區位置	傷亡人數	物資需求當量	災區受創程度
1	5	140	42.64	4
2	2	59	35.88	3
3	3	73	39.07	5
4	4	61	18.84	1
5	5	28	70.63	2
6	2	57	40.83	5
7	3	52	20.02	3
8	1	64	31.86	4
9	2	38	36.25	2

表 A-4 災區聚類屬性表 T=4

T=4				
東勢鎮	災區位置	傷亡人數	物資需求當量	災區受創程度
1	1	176	4.10	4
2	2	200	30.62	5
3	1	135	21.09	1
4	4	342	58.83	2
5	3	132	4.62	5
6	2	224	10.28	4
7	5	350	21.16	3
石岡鄉				
石岡鄉	災區位置	傷亡人數	物資需求當量	災區受創程度
1	5	37	1.77	2
2	3	43	1.07	3
3	2	53	3.30	3
4	3	49	0.96	4
5	4	53	2.99	4
6	2	74	3.98	5
7	1	45	4.23	2
8	5	44	0.77	1
霧峰鄉				
霧峰鄉	災區位置	傷亡人數	物資需求當量	災區受創程度
1	5	144	16.75	4
2	2	65	20.87	3
3	3	76	14.75	5
4	4	68	13.70	1
5	5	36	41.35	2
6	2	64	16.53	5
7	3	62	11.63	3
8	1	69	12.98	4
9	2	42	24.79	2

## 附錄 B 最終模糊待價矩陣

表 B-1 東勢鎮最終模糊待價矩陣

T=1	1	2	3	4	5	6	7
1	1	0.555	0.555	0.349	0.555	0.555	0.555
2	0.555	1	0.611	0.349	0.611	0.708	0.58
3	0.555	0.611	1	0.349	0.678	0.611	0.58
4	0.349	0.349	0.349	1	0.349	0.349	0.349
5	0.555	0.611	0.678	0.349	1	0.611	0.58
6	0.555	0.708	0.611	0.349	0.611	1	0.58
7	0.555	0.58	0.58	0.349	0.58	0.58	1
T=2	1	2	3	4	5	6	7
1	1	0.603	0.55	0.464	0.603	0.603	0.531
2	0.603	1	0.55	0.464	0.603	0.606	0.531
3	0.55	0.55	1	0.464	0.55	0.55	0.531
4	0.464	0.464	0.464	1	0.464	0.464	0.464
5	0.603	0.603	0.55	0.464	1	0.603	0.531
6	0.603	0.606	0.55	0.464	0.603	1	0.531
7	0.531	0.531	0.531	0.464	0.531	0.531	1
T=3	1	2	3	4	5	6	7
1	1	0.565	0.537	0.441	0.565	0.565	0.454
2	0.565	1	0.537	0.441	0.584	0.631	0.454
3	0.537	0.537	1	0.441	0.537	0.537	0.454
4	0.441	0.441	0.441	1	0.441	0.441	0.441
5	0.565	0.584	0.537	0.441	1	0.584	0.454
6	0.565	0.631	0.537	0.441	0.584	1	0.454
7	0.454	0.454	0.454	0.441	0.454	0.454	1
T=4	1	2	3	4	5	6	7
1	1	0.677	0.585	0.277	0.656	0.68	0.596
2	0.677	1	0.585	0.277	0.656	0.677	0.596
3	0.585	0.585	1	0.277	0.585	0.585	0.585
4	0.277	0.277	0.277	1	0.277	0.277	0.277
5	0.656	0.656	0.585	0.277	1	0.656	0.596
6	0.68	0.677	0.585	0.277	0.656	1	0.596
7	0.596	0.596	0.585	0.277	0.596	0.596	1

表 B-2 石岡鄉最終模糊待價矩陣

T=1	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	0.611	0.611	0.611	0.611	0.611	0.577	0.543
2	0.611	1	0.75	0.796	0.704	0.678	0.577	0.543
3	0.611	0.75	1	0.75	0.704	0.678	0.577	0.543
4	0.611	0.796	0.75	1	0.704	0.678	0.577	0.543
5	0.611	0.704	0.704	0.704	1	0.678	0.577	0.543
6	0.611	0.678	0.678	0.678	0.678	1	0.577	0.543
7	0.577	0.577	0.577	0.577	0.577	0.577	1	0.543
8	0.543	0.543	0.543	0.543	0.543	0.543	0.543	1
T=2	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	0.367	0.367	0.367	0.367	0.367	0.367	0.367
2	0.367	1	1	0.783	0.77	0.669	0.606	0.55
3	0.367	1	1	0.783	0.77	0.669	0.606	0.55
4	0.367	0.783	0.783	1	0.77	0.669	0.606	0.55
5	0.367	0.77	0.77	0.77	1	0.669	0.606	0.55
6	0.367	0.669	0.669	0.669	0.669	1	0.606	0.55
7	0.367	0.606	0.606	0.606	0.606	0.606	1	0.55
8	0.367	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	1
T=3	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	0.537	0.537	0.537	0.537	0.537	0.5	0.637
2	0.537	1	1	0.76	0.746	0.634	0.5	0.537
3	0.537	1	1	0.76	0.746	0.634	0.5	0.537
4	0.537	0.76	0.76	1	0.746	0.634	0.5	0.537
5	0.537	0.746	0.746	0.746	1	0.634	0.5	0.537
6	0.537	0.634	0.634	0.634	0.634	1	0.5	0.537
7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.5
8	0.637	0.537	0.537	0.537	0.537	0.537	0.5	1
T=4	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	0.585	0.585	0.585	0.585	0.585	0.585	0.68
2	0.585	1	0.767	0.789	0.692	0.677	0.616	0.585
3	0.585	0.767	1	0.767	0.692	0.677	0.616	0.585
4	0.585	0.789	0.767	1	0.692	0.677	0.616	0.585
5	0.585	0.692	0.692	0.692	1	0.677	0.616	0.585
6	0.585	0.677	0.677	0.677	0.677	1	0.616	0.585
7	0.585	0.616	0.616	0.616	0.616	0.616	1	0.585
8	0.68	0.585	0.585	0.585	0.585	0.585	0.585	1

表 B-3 霧峰鄉最終模糊待價矩陣

T=1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	0.611	0.611	0.543	0.611	0.611	0.611	0.605	0.611
2	0.611	1	0.678	0.543	0.611	0.678	0.678	0.605	0.657
3	0.611	0.678	1	0.543	0.611	0.794	0.678	0.605	0.657
4	0.543	0.543	0.543	1	0.543	0.543	0.543	0.543	0.543
5	0.611	0.611	0.611	0.543	1	0.611	0.611	0.605	0.611
6	0.611	0.678	0.794	0.543	0.611	1	0.678	0.605	0.657
7	0.611	0.678	0.678	0.543	0.611	0.678	1	0.605	0.657
8	0.605	0.605	0.605	0.543	0.605	0.605	0.605	1	0.605
9	0.611	0.657	0.657	0.543	0.611	0.657	0.657	0.605	1
T=2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	0.531	0.531	0.531	0.471	0.531	0.531	0.531	0.531
2	0.531	1	0.669	0.55	0.471	0.669	0.669	0.607	0.677
3	0.531	0.669	1	0.55	0.471	0.78	0.669	0.607	0.669
4	0.531	0.55	0.55	1	0.471	0.55	0.55	0.55	0.55
5	0.471	0.471	0.471	0.471	1	0.471	0.471	0.471	0.471
6	0.531	0.669	0.78	0.55	0.471	1	0.669	0.607	0.669
7	0.531	0.669	0.669	0.55	0.471	0.669	1	0.607	0.669
8	0.531	0.607	0.607	0.55	0.471	0.607	0.607	1	0.607
9	0.531	0.677	0.669	0.55	0.471	0.669	0.669	0.607	1
T=3	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	0.454	0.454	0.454	0.446	0.454	0.454	0.454	0.454
2	0.454	1	0.634	0.537	0.446	0.634	0.656	0.565	0.638
3	0.454	0.634	1	0.537	0.446	0.757	0.634	0.565	0.634
4	0.454	0.537	0.537	1	0.446	0.537	0.537	0.537	0.537
5	0.446	0.446	0.446	0.446	1	0.446	0.446	0.446	0.446
6	0.454	0.634	0.757	0.537	0.446	1	0.634	0.565	0.634
7	0.454	0.656	0.634	0.537	0.446	0.634	1	0.565	0.638
8	0.454	0.565	0.565	0.537	0.446	0.565	0.565	1	0.565
9	0.454	0.638	0.634	0.537	0.446	0.634	0.638	0.565	1



表 B-3 霧峰鄉最終模糊待價矩陣 (續一)

T=4	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	0.596	0.596	0.585	0.563	0.596	0.596	0.596	0.596
2	0.596	1	0.677	0.585	0.563	0.677	0.786	0.617	0.671
3	0.596	0.677	1	0.585	0.563	0.786	0.677	0.617	0.671
4	0.585	0.585	0.585	1	0.563	0.585	0.585	0.585	0.585
5	0.563	0.563	0.563	0.563	1	0.563	0.563	0.563	0.563
6	0.596	0.677	0.786	0.585	0.563	1	0.677	0.617	0.671
7	0.596	0.786	0.677	0.585	0.563	0.677	1	0.617	0.671
8	0.596	0.617	0.617	0.585	0.563	0.617	0.617	1	0.617
9	0.596	0.671	0.671	0.585	0.563	0.671	0.671	0.617	1



## 附錄 C 災區配送順序表

表 C-1 災區配送順序表 T=1

T=1			
東勢鎮			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	4	5	0.145
2	7	4	0.116
3	2,3,5,6	3.17	0.092
4	1	2.67	0.077
石岡鄉			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	6	3.33	0.097
2	2,3,4,5	2.33	0.068
3	7	1.67	0.048
4	1、8	1.33	0.039
霧峰鄉			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	1	4	0.116
2	2,3,6,7,9、8	3	0.087
3	5	2.33	0.068
4	4	1.67	0.048

表 C-2 災區配送順序表 T=2

T=2			
東勢鎮			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	4、7	3.67	0.133
2	1,2,5,6	3.42	0.124
3	3	2	0.073
石岡鄉			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	6	3	0.090
2	2,3,4,5	2.17	0.061
3	7	2	0.056
4	1、8	1.33	0.040
霧峰鄉			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	2,3,6,7,9	3.75	0.107
2	1	3.67	0.105
3	4	3.33	0.095
4	5	2.67	0.076
5	8	1.67	0.048

表 C-3 災區配送順序表 T=3

T=3			
東勢鎮			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	4、7	3.67	0.107
2	1,2,5,6	3.5	0.102
3	3	2.3	0.067
石岡鄉			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	6	3	0.087
2	2,3,4,5	2.17	0.063
3	1、7	1.67	0.048
4	8	1.33	0.039
霧峰鄉			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	3,6、1	3.67	0.110
2	8	3.33	0.100
3	2,7	2.83	0.082
4	5	2.67	0.077
5	9	2.33	0.068
6	4	2	0.058

表 C-4 災區配送順序表 T=4

T=4			
東勢鎮			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	4	3.67	0.104
2	1,2,5,6	3.5	0.100
3	7	3.33	0.095
4	3	2.33	0.066
石岡鄉			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	6	3	0.085
2	2,3,4,5	2.33	0.066
3	7	1.67	0.047
4	1、8	1.5	0.043
霧峰鄉			
配送順序	災區群組	綜合效用	急迫性指標
1	1	3.33	0.095
2	2,3,6,7	3.17	0.085
3	8	3	0.090
4	5	2.33	0.066
5	4、9	2	0.057

## 附錄 D 上階指派結果

表 D-1 上階指派結果 T=1 與 T=2

T=1	帳篷	東勢鎮	石岡鄉	霧峰鄉	T=2	東勢鎮	石岡鄉	霧峰鄉
	台北市	6.24	4.78	0.00		3.42	0.11	0.00
	桃園市	0.00	3.74	0.00		0.00	1.20	0.00
	新竹市	0.00	7.32	0.00		0.00	1.61	0.00
	彰化市	0.00	0.00	13.25		0.00	0.00	1.82
	台南市	0.00	0.00	6.80		0.00	0.00	1.87
	高雄市	21.00	0.00	0.23		0.58	0.00	1.53
T=1	睡袋	東勢鎮	石岡鄉	霧峰鄉	T=2	東勢鎮	石岡鄉	霧峰鄉
	台北市	70.43	11.68	0.00		34.49	0.00	0.00
	桃園市	0.00	37.20	0.00		0.00	9.92	1.81
	新竹市	0.00	28.00	0.00		4.65	11.06	0.00
	彰化市	0.00	0.00	74.00		0.00	0.00	17.75
	台南市	31.08	0.00	33.23		0.00	0.00	16.51
	高雄市	42.57	0.00	0.00		0.00	0.00	14.93
T=1	礦泉水	東勢鎮	石岡鄉	霧峰鄉	T=2	東勢鎮	石岡鄉	霧峰鄉
	台北市	3.32	0.00	0.00		3.59	0.00	0.00
	桃園市	1.22	4.00	0.00		0.38	4.00	0.00
	新竹市	1.80	0.00	0.00		7.34	0.00	0.00
	彰化市	0.00	0.00	7.48		0.00	0.00	8.08
	台南市	2.79	0.00	2.09		1.55	0.00	1.49
	高雄市	3.74	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
T1	便當	東勢鎮	石岡鄉	霧峰鄉	T=2	東勢鎮	石岡鄉	霧峰鄉
	台北市	8.33	0.00	0.00		14.16	0.00	0.00
	桃園市	4.41	8.99	0.00		0.79	11.41	5.21
	新竹市	11.48	0.00	0.00		15.15	0.00	0.00
	彰化市	0.00	0.00	14.33		0.00	0.00	17.20
	台南市	3.18	0.00	8.10		0.00	0.00	13.54
	高雄市	2.74	0.00	0.00		0.00	0.00	3.29

表 D-2 上階指派結果 T=3 與 T=4

T=3	東勢鎮	石岡鄉	霧峰鄉	T=4	東勢鎮	石岡鄉	霧峰鄉
	6.31	0.00	0.00		0.32	0.00	0.00
	0.30	1.84	0.00		2.88	0.00	0.00
	3.95	0.00	0.00		0.20	0.00	0.00
	0.00	0.00	6.81		0.00	0.00	0.34
	0.00	0.00	3.79		0.00	0.00	0.19
	1.16	0.00	9.49		2.34	0.00	5.64
T=3	東勢鎮	石岡鄉	霧峰鄉	T=4	東勢鎮	石岡鄉	霧峰鄉
	49.63	0.00	0.00		12.83	0.00	0.00
	1.28	2.27	17.69		23.48	0.00	3.59
	18.19	0.00	0.00		11.28	0.00	0.00
	0.00	0.00	40.46		0.00	0.00	10.27
	0.00	0.00	35.51		0.00	0.00	22.02
	0.00	0.00	24.78		0.00	0.00	18.26
T=3	東勢鎮	石岡鄉	霧峰鄉	T=4	東勢鎮	石岡鄉	霧峰鄉
	5.58	0.00	0.00		5.30	0.00	0.00
	3.52	4.61	0.00		2.18	5.54	0.00
	5.83	0.00	0.00		5.54	0.00	0.00
	0.00	0.00	12.58		0.00	0.00	11.95
	0.00	0.00	8.21		0.00	0.00	7.80
	0.69	0.00	5.99		5.81	0.00	0.53
T=3	東勢鎮	石岡鄉	霧峰鄉	T=4	東勢鎮	石岡鄉	霧峰鄉
	16.69	0.00	0.00		18.36	0.00	0.00
	0.00	13.55	10.52		11.08	13.52	1.88
	18.29	2.45	0.00		22.81	0.00	0.00
	0.00	0.00	24.99		0.00	0.00	27.49
	0.00	0.00	19.67		0.00	0.00	21.64
	0.00	0.00	4.78		0.00	0.00	5.25

## 附錄 E 東勢鎮下階指派結果

表 E-1 東勢鎮下階指派結果

東勢 T=1	1	2	3	4	5	6	7
急迫性	0.077	0.092	0.092	0.145	0.092	0.092	0.116
帳篷	1.65	12.43	6.15	29.87	1.91	4.20	10.28
配送	0.46	3.92	1.94	14.66	0.60	1.33	4.32
未滿足	1.19	8.51	4.21	15.21	1.31	2.87	5.96
滿足率	0.28	0.32	0.32	0.49	0.31	0.32	0.42
睡袋	7.30	54.93	27.21	132.04	8.45	18.58	45.44
配送	2.40	20.31	10.06	75.95	3.12	6.87	22.40
未滿足	4.90	34.62	17.15	56.09	5.33	11.71	23.04
滿足率	0.33	0.37	0.37	0.58	0.37	0.37	0.49
礦泉水	0.38	2.86	1.42	6.88	0.44	0.97	2.37
配送	0.19	1.63	0.81	6.11	0.25	0.55	1.80
未滿足	0.19	1.23	0.61	0.77	0.19	0.42	0.57
滿足率	0.50	0.57	0.57	0.89	0.57	0.57	0.76
便當	0.85	6.42	3.18	15.44	0.99	2.17	5.31
配送	0.44	3.81	1.87	14.25	0.56	1.29	4.20
未滿足	0.41	2.61	1.31	1.19	0.43	0.88	1.11
滿足率	0.52	0.59	0.59	0.92	0.57	0.59	0.79
總當量	10.19	76.64	37.96	184.23	11.79	25.92	63.40
東勢 T=2	1	2	3	4	5	6	7
急迫性	0.124	0.124	0.073	0.133	0.124	0.124	0.133
帳篷	1.19	8.51	4.21	15.21	1.31	2.87	5.96
配送	0.16	1.07	0.31	1.29	0.16	0.36	0.64
未滿足	1.03	7.44	3.90	13.92	1.15	2.51	5.32
滿足率	0.13	0.13	0.07	0.08	0.12	0.13	0.11
睡袋	4.90	34.62	17.15	56.09	5.33	11.71	23.04
配送	1.27	8.94	2.61	15.54	1.38	3.02	6.38
未滿足	3.63	25.68	14.54	40.55	3.95	8.69	16.66
滿足率	0.26	0.26	0.15	0.28	0.26	0.26	0.28
礦泉水	0.57	4.08	2.02	7.63	0.62	1.38	2.92
配送	0.37	2.62	0.76	5.26	0.40	0.89	2.01
未滿足	0.20	1.46	1.26	2.37	0.22	0.49	0.91
滿足率	0.65	0.64	0.38	0.69	0.64	0.64	0.69



便當	1.26	9.03	4.48	16.61	1.40	3.05	6.40
配送	0.90	6.46	1.89	12.75	1.00	2.18	4.91
未滿足	0.36	2.57	2.59	3.86	0.40	0.87	1.49
滿足率	0.72	0.72	0.42	0.77	0.71	0.72	0.77
總當量	7.92	56.24	27.85	95.54	8.67	19.01	38.32
東勢 T=3	1	2	3	4	5	6	7
急迫性	0.102	0.102	0.067	0.107	0.102	0.102	0.107
帳篷	1.03	7.44	3.90	13.92	1.15	2.51	5.32
配送	0.45	3.05	1.15	3.71	0.47	1.03	1.86
未滿足	0.59	4.38	2.76	10.21	0.68	1.48	3.46
滿足率	0.43	0.41	0.29	0.27	0.41	0.41	0.35
睡袋	3.63	25.68	14.54	40.55	3.95	8.69	16.66
配送	2.17	15.33	6.49	26.62	2.36	5.19	10.94
未滿足	1.46	10.35	8.05	13.93	1.59	3.50	5.72
滿足率	0.60	0.60	0.45	0.66	0.60	0.60	0.66
礦泉水	0.56	4.31	2.65	9.21	0.65	1.44	3.26
配送	0.39	2.99	1.29	7.02	0.45	1.00	2.49
未滿足	0.18	1.33	1.37	2.19	0.20	0.44	0.77
滿足率	0.69	0.69	0.48	0.76	0.70	0.69	0.76
便當	1.56	11.92	7.18	26.31	1.79	3.99	9.20
配送	0.86	6.58	2.78	15.98	0.99	2.20	5.59
未滿足	0.70	5.34	4.40	10.33	0.80	1.79	3.61
滿足率	0.55	0.55	0.39	0.61	0.55	0.55	0.61
總當量	6.79	49.35	28.27	89.99	7.54	16.63	34.43
東勢 T=4	1	2	3	4	5	6	7
急迫性	0.100	0.100	0.066	0.104	0.100	0.100	0.095
帳篷	0.59	4.38	2.76	10.21	0.68	1.48	3.46
配送	0.24	1.59	0.80	1.58	0.24	0.54	0.73
未滿足	0.35	2.79	1.96	8.63	0.44	0.94	2.73
滿足率	0.41	0.36	0.29	0.15	0.35	0.36	0.21
睡袋	1.46	10.35	8.05	13.93	1.59	3.50	5.72
配送	1.46	10.35	8.05	13.93	1.59	3.50	5.72
未滿足	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
滿足率	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
礦泉水	0.54	4.17	2.76	9.02	0.61	1.39	3.11

配送	0.49	3.76	1.64	8.47	0.55	1.25	2.67
未滿足	0.05	0.41	1.12	0.55	0.06	0.14	0.44
滿足率	0.91	0.90	0.59	0.94	0.90	0.90	0.86
便當	1.51	11.72	7.53	25.67	1.73	3.91	8.86
配送	1.34	10.39	4.40	23.66	1.53	3.47	7.46
未滿足	0.17	1.33	3.13	2.01	0.20	0.44	1.40
滿足率	0.89	0.89	0.58	0.92	0.88	0.89	0.84
總當量	4.10	30.62	21.09	58.83	4.62	10.28	21.16



表 E-2 石岡鄉下階指派結果

石岡 T=1	1	2	3	4	5	6	7	8
急迫性	0.039	0.068	0.068	0.068	0.068	0.097	0.048	0.039
帳篷	1.22	0.93	2.84	0.84	2.57	5.36	3.15	0.48
配送	0.49	0.65	1.99	0.59	1.80	5.36	1.58	0.19
未滿足	0.73	0.28	0.85	0.25	0.77	0.00	1.57	0.29
滿足率	0.40	0.70	0.70	0.70	0.70	1.00	0.50	0.40
睡袋	5.38	4.13	12.57	3.72	11.38	23.69	13.91	2.11
配送	2.15	2.89	8.80	2.60	7.97	23.69	6.96	0.84
未滿足	3.23	1.24	3.77	1.12	3.41	0.00	6.95	1.27
滿足率	0.40	0.70	0.70	0.70	0.70	1.00	0.50	0.40
礦泉水	0.28	0.22	0.65	0.19	0.59	1.23	0.72	0.11
配送	0.11	0.15	0.46	0.13	0.41	1.23	0.36	0.04
未滿足	0.17	0.07	0.19	0.06	0.18	0.00	0.36	0.07
滿足率	0.39	0.70	0.70	0.69	0.69	1.00	0.50	0.40
便當	0.63	0.48	1.47	0.43	1.33	2.77	1.63	0.25
配送	0.25	0.34	1.03	0.30	0.93	2.77	0.82	0.10
未滿足	0.38	0.15	0.44	0.13	0.40	0.00	0.81	0.15
滿足率	0.40	0.70	0.70	0.69	0.70	1.00	0.50	0.41
總當量	7.51	5.76	17.54	5.18	15.87	33.05	19.41	2.94
石岡 T=2								
石岡 T=2	1	2	3	4	5	6	7	8
急迫性	0.040	0.061	0.061	0.061	0.061	0.090	0.056	0.040
帳篷	0.73	0.28	0.85	0.25	0.77	0.00	1.57	0.29
配送	0.31	0.19	0.59	0.17	0.53	0.00	0.99	0.12
未滿足	0.42	0.09	0.26	0.08	0.24	0.00	0.58	0.17
滿足率	0.43	0.67	0.69	0.68	0.69	0.00	0.63	0.42
睡袋	3.23	1.24	3.77	1.12	3.41	0.00	6.95	1.27
配送	2.01	1.24	3.77	1.12	3.41	0.00	6.38	0.79
未滿足	1.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.48
滿足率	0.62	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.92	0.62
礦泉水	0.45	0.28	0.85	0.25	0.77	1.23	1.09	0.17
配送	0.20	0.20	0.61	0.18	0.55	1.23	0.72	0.08
未滿足	0.25	0.08	0.24	0.07	0.22	0.00	0.37	0.10
滿足率	0.45	0.72	0.72	0.71	0.71	1.00	0.66	0.44
便當	1.00	0.63	1.90	0.57	1.73	2.76	2.43	0.39
配送	0.45	0.45	1.36	0.41	1.24	2.76	1.60	0.17

未滿足	0.55	0.18	0.54	0.16	0.49	0.00	0.83	0.22
滿足率	0.45	0.72	0.71	0.72	0.72	1.00	0.66	0.44
總當量	5.41	2.43	7.37	2.19	6.68	3.99	12.03	2.12
石岡 T=3	1	2	3	4	5	6	7	8
急迫性	0.048	0.063	0.063	0.063	0.063	0.087	0.048	0.039
帳篷	0.42	0.09	0.26	0.08	0.24	0.00	0.58	0.17
配送	0.42	0.09	0.26	0.08	0.24	0.00	0.58	0.17
未滿足	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
滿足率	1.00	0.95	0.99	0.99	0.99	0.00	1.00	1.00
睡袋	1.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.48
配送	1.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.48
未滿足	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
滿足率	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
礦泉水	0.53	0.29	0.89	0.26	0.81	1.23	1.08	0.20
配送	0.29	0.19	0.59	0.17	0.54	1.23	0.60	0.09
未滿足	0.23	0.10	0.30	0.09	0.27	0.00	0.48	0.11
滿足率	0.56	0.67	0.67	0.65	0.66	1.00	0.55	0.44
便當	1.46	0.87	2.67	0.78	2.42	4.03	3.19	0.57
配送	0.81	0.58	1.78	0.52	1.61	4.03	1.77	0.25
未滿足	0.65	0.29	0.89	0.26	0.81	0.00	1.42	0.32
滿足率	0.55	0.67	0.67	0.67	0.66	1.00	0.56	0.44
總當量	3.62	1.25	3.82	1.12	3.48	5.26	5.42	1.42
石岡 T=4	1	2	3	4	5	6	7	8
急迫性	0.043	0.066	0.066	0.066	0.066	0.085	0.047	0.043
帳篷	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
配送	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
未滿足	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
滿足率	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
睡袋	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
配送	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
未滿足	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
滿足率	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
礦泉水	0.51	0.31	0.94	0.28	0.86	1.23	1.20	0.22
配送	0.51	0.31	0.94	0.28	0.86	1.23	1.20	0.22
未滿足	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

滿足率	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01
便當	1.27	0.76	2.35	0.68	2.13	2.75	3.03	0.55
配送	1.27	0.76	2.35	0.68	2.13	2.75	3.03	0.55
未滿足	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
滿足率	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
總當量	1.77	1.07	3.30	0.96	2.99	3.98	4.23	0.77



表 E-3 霧峰鄉下階指派結果

霧峰 T=1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
急迫性	0.116	0.087	0.087	0.048	0.068	0.087	0.087	0.087	0.087
帳篷	11.44	8.59	9.37	3.76	14.13	9.79	4.80	6.29	8.69
配送	4.08	2.23	2.50	0.56	2.94	2.62	1.28	1.68	2.32
未滿足	7.37	6.36	6.87	3.20	11.19	7.17	3.52	4.61	6.37
滿足率	0.36	0.26	0.27	0.15	0.21	0.27	0.27	0.27	0.27
睡袋 1	50.58	37.96	41.44	16.63	62.44	43.27	21.23	27.81	38.43
配送	21.56	12.14	13.25	2.95	15.53	13.83	6.79	8.89	12.29
未滿足	29.02	25.82	28.19	13.68	46.91	29.43	14.44	18.92	26.14
滿足率	0.43	0.32	0.32	0.18	0.25	0.32	0.32	0.32	0.32
礦泉水	2.63	1.98	2.16	0.87	3.25	2.25	1.11	1.45	2.00
配送	1.92	1.08	1.18	0.26	1.38	1.23	0.61	0.79	1.10
未滿足	0.71	0.89	0.97	0.60	1.87	1.02	0.50	0.65	0.91
滿足率	0.73	0.55	0.55	0.30	0.43	0.55	0.55	0.55	0.55
便當	5.92	4.44	4.85	1.95	7.30	5.06	2.48	3.25	4.49
配送	4.51	2.54	2.77	0.62	3.25	2.89	1.42	1.86	2.57
未滿足	1.40	1.90	2.08	1.33	4.06	2.17	1.07	1.39	1.93
滿足率	0.76	0.57	0.57	0.32	0.44	0.57	0.57	0.57	0.57
總當量	70.57	52.96	57.81	23.20	87.12	60.37	29.62	38.80	53.61
霧峰 T=2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
急迫性	0.105	0.107	0.107	0.095	0.076	0.107	0.107	0.048	0.107
帳篷	7.37	6.36	6.87	3.20	11.19	7.17	3.52	4.61	6.37
配送	0.75	0.65	0.71	0.29	0.82	0.74	0.36	0.21	0.66
未滿足	6.62	5.71	6.16	2.91	10.37	6.43	3.16	4.40	5.71
滿足率	0.10	0.10	0.10	0.09	0.07	0.10	0.10	0.05	0.10
睡袋	29.02	25.82	28.19	13.68	46.91	29.43	14.44	18.92	26.14
配送	7.03	6.38	6.96	3.00	8.23	7.27	3.57	2.10	6.46
未滿足	21.99	19.44	21.23	10.68	38.68	22.16	10.87	16.82	19.68
滿足率	0.24	0.25	0.25	0.22	0.18	0.25	0.25	0.11	0.25
礦泉水	3.34	2.86	3.12	1.46	5.12	3.27	1.60	2.10	2.90
配送	2.30	2.00	2.19	0.91	2.55	2.29	1.12	0.66	2.03
未滿足	1.04	0.86	0.93	0.55	2.57	0.98	0.48	1.44	0.87
滿足率	0.69	0.70	0.70	0.62	0.50	0.70	0.70	0.31	0.70
便當	7.30	6.33	6.90	3.26	11.35	7.22	3.54	4.63	6.41
配送	5.55	4.91	5.35	2.24	6.25	5.60	2.74	1.61	4.97

未滿足	1.75	1.42	1.55	1.02	5.10	1.62	0.80	3.02	1.44
滿足率	0.76	0.78	0.77	0.69	0.55	0.78	0.77	0.35	0.77
總當量	47.03	41.38	45.08	21.61	74.57	47.10	23.10	30.26	41.83
霧峰 T=3	1	2	3	4	5	6	7	8	9
急迫性	0.110	0.082	0.110	0.058	0.077	0.110	0.082	0.100	0.068
帳篷	6.62	5.71	6.16	2.91	10.37	6.43	3.16	4.40	5.71
配送	3.16	2.03	2.94	0.73	3.46	3.07	1.12	1.91	1.68
未滿足	3.46	3.68	3.22	2.18	6.91	3.36	2.04	2.49	4.03
滿足率	0.48	0.36	0.48	0.25	0.33	0.48	0.35	0.43	0.29
睡袋	21.99	19.44	21.23	10.68	38.68	22.16	10.87	16.82	19.68
配送	17.58	11.59	16.98	4.50	21.65	17.72	6.48	12.23	9.73
未滿足	4.41	7.85	4.25	6.18	17.03	4.44	4.39	4.59	9.95
滿足率	0.80	0.60	0.80	0.42	0.56	0.80	0.60	0.73	0.49
礦泉水	3.67	2.84	3.08	1.41	5.81	3.23	1.58	2.88	2.87
配送	3.67	2.12	3.08	0.74	4.07	3.23	1.18	2.62	1.77
未滿足	0.00	0.72	0.00	0.67	1.74	0.00	0.40	0.26	1.10
滿足率	1.00	0.75	1.00	0.52	0.70	1.00	0.75	0.91	0.62
便當	10.37	7.90	8.60	3.84	15.76	9.01	4.41	7.76	7.99
配送	10.00	5.67	8.29	1.95	10.63	8.68	3.17	6.80	4.76
未滿足	0.38	2.23	0.31	1.89	5.13	0.33	1.24	0.96	3.23
滿足率	0.96	0.72	0.96	0.51	0.67	0.96	0.72	0.88	0.60
總當量	42.64	35.88	39.07	18.84	70.63	40.83	20.02	31.86	36.25
霧峰 T=4	1	2	3	4	5	6	7	8	9
急迫性	0.095	0.085	0.085	0.057	0.066	0.085	0.085	0.090	0.057
帳篷	3.46	3.68	3.22	2.18	6.91	3.36	2.04	2.49	4.03
配送	0.82	0.83	0.72	0.31	1.14	0.76	0.46	0.56	0.57
未滿足	2.64	2.85	2.50	1.87	5.77	2.60	1.58	1.93	3.46
滿足率	0.24	0.23	0.22	0.14	0.16	0.23	0.23	0.22	0.14
睡袋	4.41	7.85	4.25	6.18	17.03	4.44	4.39	4.59	9.95
配送	4.41	7.85	4.25	4.23	12.98	4.44	4.39	4.59	6.99
未滿足	0.00	0.00	0.00	1.95	4.05	0.00	0.00	0.00	2.96
滿足率	1.00	1.00	1.00	0.68	0.76	1.00	1.00	1.00	0.70
礦泉水	2.62	2.69	2.15	1.53	4.99	2.25	1.50	1.70	3.09
配送	2.26	2.54	2.03	0.92	3.47	2.13	1.42	1.61	1.85
未滿足	0.36	0.15	0.12	0.61	1.52	0.12	0.08	0.09	1.24

滿足率	0.86	0.95	0.95	0.60	0.70	0.95	0.95	0.95	0.60
便當	6.27	6.65	5.13	3.81	12.42	6.48	3.70	4.19	7.71
配送	6.27	6.65	5.13	3.81	12.32	6.48	3.70	4.19	7.71
未滿足	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
滿足率	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00
總當量	16.75	20.87	14.75	13.70	41.35	16.53	11.63	12.98	24.79

