

多目標決策應用於觀光防災區位之研究—以桃園復興鄉為例

Multi-objective Decision making for Location of Tourism Disaster Prevention

樓邦儒¹

摘要

觀光活動是近年來國人休閒的主要生活方式，然而許多觀光地區對災害的防治與救援工作均不盡理想，因此延誤重要的急救時機，本文針對復興鄉 10 個村，現有觀光防災設施區位與服務範圍所構成的面進行防災區位配置之研究，其中包含各村落人口數、服務範圍問題與空間配置問題，以建立復興鄉觀光防災區位配置模式；本文嘗試以多目標決策模式，以尋求多重考量下最適區位的配置，此為本研究的目的。

本文主要以村為實際配置的單位，以符合應用的結果，進而達到實際的運用，經運算結果復興鄉若以 1 處防災區位進行規劃應設置於羅浮村，若以 2 處防災區位進行規劃應設置於三民村與華陵村，若選擇 3 處進行規劃，則三民村、羅浮村與華陵村為最適區。

關鍵字：多目標決策、觀光防災、區位理論

Abstract

Recent year tourism activities is main lifestyle, but many tourism areas disaster prevention and rescue is not enough, so incur loss through delay. This study focus on build to tourism disaster prevention location of Fu-Xing rural area for 10 villages that is contain population, service range and location allocation problem. This paper try to use multi-objective decision making model and multiple consider optimal location allocation.

This paper use village for allocation unit that is conform the result of application and to make use of reach reality. Through an operation, If need one disaster prevention location, it sure be build on Luo-Fu Village, If need two locations, it sure be build on San-Min Village and Hwa-Ling Village, If need three locations, it sure be build on Luo-Fu San-Min and Hwa-Ling Village.

Keywords: Multi-objective Decision making, Tourism Disaster Prevention, Location Theory

1. 前言

台灣近年來因經濟之快速成長，國民所得提高，國人生活型態及消費習慣逐漸產生

¹台灣觀光專校休閒科助理教授兼主任

變化，由於工作與生活上的壓力增加，轉而對可鬆弛身心之休閒需求日需殷切，又自政府為提昇國民生活品質於 2001 全面實施週休二日制度後，提供了多數民眾的休閒時間，在可自由支配之休閒時間增加，加上社會價值觀與旅遊習慣之改變，使國人對觀光遊憩及休閒活動的安排日趨重視；桃園縣復興鄉自然與人文資源非常豐富，鄉內之主要聯外道路台七線為北橫公路之主要道路，因此復興鄉是北部橫貫道路西段之樞紐中心，也成為北部地區重要之觀光遊憩區，每逢假日人、車大量湧入復興鄉，享受親近大自然的樂趣。

休閒地區往往遠離都市，緊急救援與醫療設施並不如都市密集，當遊客在觀光地區遭逢緊急事故，時常受到救援時效的影響，觀光地區災害之發生係在一不確定狀況下所產生，時空上無法事前完全掌握，因此唯有充份的建立資料提供災害之預測分析及建立救災模式，並以最短的時間內掌握救災時機及即時救援，方能使受害程度降至最低。觀光區防災救援單位包括警察局、消防隊、醫院及民間緊急救難組織等，相關單位投入成本愈高品質改善的條件愈大，但是改善的程度必須視規畫的情形而定，不當的設施區位不但造成國家資源的浪費，而且無法達到救援的效果，因此在有限的資源下如何的合理配置區位使其達到最高的效率性及公平性，為本研究的動機。

本文針對復興鄉 10 個村，現有觀光防災設施區位與服務範圍所構成的面進行防災區位配置之研究，其中包含各村落人口數、服務範圍問題與空間配置問題，以建立復興鄉觀光防災區位配置模式；並以村為實際配置的單位，尋求模式應用的結果，以符合實際的運用。並藉由空間假設模式，建立出觀光防災設施區位服務範圍與等級關係，探尋彼此間的關係。除了分析區域之特性及差異外，並嘗試以多目標數學規劃方式，建立一套觀光地區防災區位系統之配置模式。

2. 災害種類

一般災害類型可分為綜合性災害、自然環境災害、開發類災害、危險物災害、維生線災害、交通類災害與特殊構造物災害七大類。

2.1 綜合性災害

- (1) 風災：當強烈颱風來襲時，其所帶來的風力及風速，強大的風力及風速能產生災害。
- (2) 水災：颱風有時雖然不強，但若挾帶大量雨水常會引起山洪暴發、沖毀河堤、農田、房舍、道路、橋樑及農作物等。低漥地區、排水不良地區，則由豪雨所帶來大量雨水無法排除，因而引起較大地區遭受水患。
- (3) 震災：當地震輕微時，建築物或結構物只會產生輕微的搖動，尚不致造成災害，但當地震達到能使建築物或結構物等產生龜裂，則災害將易發生。
- (4) 火災：通常火災之所以會發生大多都是「人」的因素所引起，人為使用不慎或疏忽將導致火災。

2.2 自然環境災害

- (1) 山崩：坡地是地表最普遍的地貌之一，平時狀似穩定而靜止，但實際上構成邊坡的地質受到各種自然及人為因素的影響，一直都在進行著各種或快或慢的下坡運動，以維持其自身的平衡，而崩塌活動即是無法維持平衡關係的一種反應。
- (2) 地層滑動：地層滑動之成因與山崩相類似，地層滑動也是因為滲透水及地下水之關係，使地層大量滑動，其滑動面是成弧形狀，其發生之初期運動比較緩慢。地層滑動所造成的災害比山崩造成的災害為輕，因為山崩時大量石塊或巨石易將山下之事物擊毀或埋沒，而地層滑動則因滑動的關係使邊坡上的事物隨著滑落而減輕被擊之強度。

2.3 開發類災害

- (1) 山坡地開發：山坡地開發後，原有的地形、地貌、水系等必產生相當程度的變化。地表原有之自然動態平衡受破壞，造成集流時間縮短，經流量增大，洪峰逕流量提高，水質遭受污染，因而容易造成嚴重的山坡地塌滑、山崩、土壤流失等，而土地也發生劣化。
- (2) 軟弱地盤開發：將丘陵地切削，將其所得之土埋填在谷底所造成之土地者，地盤雖經壓實，但仍不能像自然形成之地堅實，當時間過久或上面建築物過多，將引起地盤下陷，有的則是因地震之震動產生下陷。
- (3) 工地災害：由於公共工程或建築物的興建，常會因工地的管理不好或施工的疏忽，或設計的一時失察，而發生工地災害，一般工地災害範圍較廣，施工災害約有基礎開挖的施工災害、混凝土施工災害、鋼筋施工不良導致的災害、模板支撐發生問題的災害、鋼鐵結構施工不良的災害及其它災害。

2.4 危險物災害

- (1) 石油災害：石油類之發生災害最主要原因是人們使用不當、運輸不慎、放置不妥當、處理不小心、製造過程中發生漏氣、或買賣及貯存不妥、甚至因地震之震動等。
- (2) 瓦斯災害：瓦斯之使用相當方便，在非市區觀光地區較不易設置輸氣管，因而液化瓦斯較被普遍使用，瓦斯災害之發生也是人們疏忽較多，一般瓦斯因是氣體，發生災害時大都會爆炸，因而受害程度較嚴重，輕者人員受害，重者結構物爆裂。
- (3) 維生線災害：各類管線包括水電、瓦斯、資訊等，一般而言，管線災害之發生大都受地震、水災、火災或強風所引起。管線本身會發生災害，應以電器用品較多。自來水是災害發生時維生及救援的重要管線，所以自來水輸送管線應考慮耐震性。

2.5 交通類災害

台灣各地人口及車輛眾多，土地則常須供作建築物及公共工程或公共設施用，所以地面上和地面下的交通也被充份利用，尤其是都市地區或地下鐵路，公共交通設施應完備提供大型災害時供應救災之必需品之等。

2.6 特殊構造物災害

- (1) 地下街災害：地下的利用是空間有效利用的一種特徵，但地下街也存在許多危險因子，例如地震時地下街之瓦斯管破裂，火災一旦發生煙火充滿地下空間，則地下活動中的人員將遭受災害。
- (2) 地下室災害：地下室災害也可以包括在地下街災害，而人行地下道災害也可以包括在地下街災害內，地下室之使用沒有地下街之複雜，地下室是以建築物各棟不相連，而供作商業活動或車站及地下鐵路相連結之地下街常為通行之用，所以災害之嚴重性以地下街牽連廣泛，但地下室之使用者有的僅作儲藏物品，由於一般對地下室之管理不重視，因此災害發生時較不易及時被發現。
- (3) 超高建築災害：超高建築之災害大都是火災方面或地震方面所引起，因現代技術之進步，一般在設計階段，對於防震方面都能依照建築法規設計應有的耐震強度，所以除非地震又超過建築物的耐震力，對於被地震震壞而發生災害者比例較低。

3. 防災理論回顧

目前有關防災區位配置之模式相當多，但是要實際配置於觀光地區所必須考慮的因素將十分複雜，蔡嘉哲(1982)曾將 Blum E.H, Carter G., Ingnall E., Chaiken J.M 與 Lanson R.C 等人對防災系統配置問題摘要如下：

3.1 地理位置與土地利用法則

此乃以地理因素(包括位置與土地利用性質)為依據，在救災的政策需求下決定救災人員，車輛總數與救災據點的位置。例如，對於重要地區，區內任何一點再 1.5 公里半徑範圍內至少要有一個救災據點；其他地區的要求標準，則稍有差異。簡言之，在不同性質的地區，以地區因素，訂地區的救災反應能力，合乎預定標準。然而，實際上救災反應時間並不完全決定於地理因素，其他諸如勤務中心派遣的延遲，救災車奔馳的速度，道路的結構等均亦為重要因素。所以，在應用上，地理位置與土地利用法仍嫌不足。

3.2 工作負荷與危險性法則

威爾森(O.W Wilson)於 30 年代所建議的方法。與前向單獨考慮地理因素的方法不同，此法將救災作業的各種因素均列入考慮。例如，奔馳時間、救災時間、歸隊時間等因素都包括在內，並依其工作之危險性，分別給予一相對的負荷權數再加以決定。例如以第 i 區救災到第 j 區救災所花的時間表為 f_{ij} ，其奔馳時間 t_{ij} ，歸隊時間 r_{ij} ，而其負荷權數分別為 a 、 b 、 c ，則 i 區道 j 區工作負荷為：

$$w_{ij} = af_{ij} + bt_{ij} + cr_{ij}$$

而 i 區救災隊的總工作負荷為 $w_i = \sum w_{ij}$ 。依此工作負荷值，將救災人員與車輛配置至各區每一救災人員與車輛之工作負荷相等。雖然此法已涵括各區救災隊間彼此複雜的關係，並以一些機率性變數合併為一簡單確定性的決策公式，但其中主觀的加權工作至為

困難。由此，各次火警程度不一，其危險性亦不盡相同，權數之決定是很困難。此外，此法並無涉及救災服務績效之衡量，再加上電子計算機與其他模式之出現，目前已不再單獨採用工作負荷法直接來配置救災設備。然而，威氏將計量觀念引入救災配置政策考慮之範圍，仍有其不可抹滅之貢獻。

3.3 等待線模式

即已一般等候理論模式為基礎，來計算救災系統，因該區負責救災人員正參與其任務而造成等候現象的機率。一但發生此種情況，則等候本區救災人員完成其他任務，或經由其他地區救災隊的支援予以搶救，在反應時間上必有遲延，此乃救災系統亟欲避免之現象。因此借助等候的可能性，達到預先設定之水準，則可提高救災反應的能力。然而等候理論僅考慮於平衡狀態時，系統的等候現象，其到達率與服務率一般均設與系統狀態以及時間無關，而發生率則隨時間、地區而不同，尤其是在各次派遣救災車數與服務時間，不但因災害而異，亦與系統狀態有關；若系統中已有多處，則救災系統的服務能力，以及撲救時間都會受到影響。因此，等候理論模式未能充分描述救災系統的特性，故不適用之。

3.4 奔馳時間模式法

在一般情況下，奔馳時間站反映時間的大部分。因此救災配置應著重於「力求在各種可能情況下最短的平均奔馳時間」。模式中，需同時考慮各區發生率、地理因素、各執勤救災車的奔馳時間，以及救災服務時間等相關因素。在發生率不高時，此模式可替代地理因素法則。

3.5 多目標法則

由於前述各種法則，可能不足以決定所需配置的救災人員，故宜同時以多項因素作為配置之考量。例如，當同時進行奔馳時間與工作負荷的分析時，由於增設救災車輛不但削減過量之工作負荷，同時增加救災車可用率，使該區救災人員、車輛支援他區救災時，多增加保留車輛的機會，盡量避免救災真空狀態。因此，考慮降低工作負荷與改善反應能力的結果，會比以往用單純配置法要求更多的救災設備。

4. 觀光防災特性

觀光旅遊災害或事故主要指發生於觀光地區或從事觀光活動的意外，而郊區觀光景點通常在災害的設施與配置上較一般人口密集的都市缺乏，災害的特性也與一般都市災害有所差異，其類型茲分述如下：

4.1 觀光旅遊災害

(1) 旅遊緊急事故：指因海難（海嘯）、劫機、火災、天災、車禍、中毒、疾病及其他

事變，致造成旅客傷亡或滯留之情事。

- (2) 國家風景區事故：較大區域性災害，損失重大，致區域景點陷於停頓，無法對外開放。
- (3) 遊樂區事故：觀光地區遊樂設施發生重大意外傷亡者。

4.2 其他災害

- (1) 發生全面性或較大區域性之颱風、地震、水災、旱災等天然災害，陷於重大停頓者。
- (2) 其他因海難（海嘯）、火災、爆炸、核子事故、重大建築災害、公用氣體、油料、電氣管線等、造成重大人員傷亡或嚴重影響景點旅遊與公共安全之重大災害者。
- (3) 辦公廳舍災害事故：所轄機關辦公廳舍內，公共設施因故受損，致有公共安全之虞者。

4.3 災害規模

4.3.1 甲級災害規模

- (1) 觀光旅遊事故發生死傷十人以上者。
- (2) 海難（海嘯）等災害造成傷亡或災害有擴大之趨勢，可預見災害對社會有重大影響者。
- (3) 具新聞性、政治性、社會敏感性或經局長認為有陳報之必要者。

4.3.2 乙級災害規模：

- (1) 旅行業舉辦之團體旅遊活動因劫機、火災、天災、海難、中毒、疾病及其他事變，造成旅客傷亡或滯留之情事。
- (2) 國家風景區（含原台灣省旅遊局所轄風景區）內發生三人以上旅客死亡或九人以下旅客死傷之旅遊事故。
- (3) 觀光旅遊事故發生死亡人數三人以上或死傷人數達九人以下。
- (4) 具新聞性、政治性、社會敏感性或經承辦單位認為有陳報之必要者。
- (5) 所轄機關辦公廳舍內，公共設施因故受損，致有公共安全之虞者。

4.3.3 丙級災害規模

- (1) 觀光旅遊事故發生人員死傷者或無人死傷，惟災情有擴大之虞者或災情有嚴重影響者。
- (2) 具新聞性、政治性、社會敏感性者。

5. 防災區位理論基礎

防災區位問題是屬於緊急性設施區位問題，區位的設置一般屬於 0 與 1 的整數規劃

問題，所提供的服務具有時效性與迫切性設施，依衡量指標不同而有：中心問題(P-Center Problem)，中位問題(P-Median Problem)，區位設施之服務範圍問題(Location Set Covering Problem, LSCP)，最大服務區位問題(Maximal Coverage Location Problem, MCLP)等，茲分述如下：

5.1 P 中位問題(P-Median Problem)

此類問題主要是尋求預先設定設施數目的最適區位，使其與救災需求點之間的總加權旅程距離和為最小。以數學模式表示如下(Larson and Odoni,1981)：

$$\begin{aligned} & \text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i d_{ij} x_{ij} \\ & \text{s.t.} \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \forall_i \dots\dots(1) \\ & \text{s.t.} \sum_{j=1}^n x_{jj} = p \dots\dots(2) \\ & x_{ii} \geq x_{ij} \geq 0, \forall_i, \forall_j (3) \\ & x_{ij} \in \{0,1\}, \forall_i, \forall_j \end{aligned}$$

式中， x_{ij} ：決策變數。當第 i 個需求點由第 j 個設施服務時， $x_{ij}=1$ 否則 $x_{ij}=0$

w_i 表示第 i 個需求點的需求量。

d_{ij} 表示第 i 個需求點至第 j 個設施的旅程距離。

p 表示設施數目。

此模式中→若 i 區為 j 區所服務，則 i 區服務需求量越多且 j 區至 i 區距離越短，愈能使目標式最小。限制式(1)式中規定每一個需求點 i 均恰好有一個設施服務。(2)式表示要選定 p 個設施。(3)式表示，假如某一個設施點連自己都無法服務則也不會服務其他地區。由於設施總數 p 為固定參數，決策者可分別利用不同的設施總數值得到不同的目標值。

5.2 P 中心問題(P-Center Problem)

此類問題在於預先設定設施數目的最適區位，使其於需求點之間的最長距離最小化，稱為 p 中心問題。以數學模式表示如下(Larson and Odoni,1981)：

$$\begin{aligned} & \text{Min} [\max d_{ij} x_{ij}] \\ & \text{s.t.} \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \forall_i \dots\dots(1) \\ & \text{s.t.} \sum_{j=1}^n x_{jj} = p \dots\dots(2) \\ & x_{ii} \geq x_{ij} \geq 0, \forall_i, \forall_j (3) \\ & x_{ij} \in \{0,1\}, \forall_i, \forall_j \end{aligned}$$

式中， x_{ij} 決策變數。當第 i 個需求點由第 j 個設施服務時， $x_{ij}=1$ 否則 $x_{ij}=0$

d_{ij} 表示第 i 個需求點至第 j 個設施的的旅程距離。

p 表示設施數目。

5.3 區位服務範圍問題(Location Set Covering Problem,LSCP)

此類問題在於尋找最小設施數目之最適區位，使所有需求點均能在一定距離內接受服務，以數學模式表示如下：

$$\begin{aligned} & \text{Min} \sum_{j=1}^n x_j \\ & \text{s.t.} \sum_{j=1}^n A_{ij} x_j \geq 1, \forall_i \\ & x_j \in \{0,1\}, \forall_j \\ & A_{ij} = \begin{cases} 1, & d_{ji} \leq s \\ 0, & d_{ji} > s \end{cases}, \forall_i, \forall_j \end{aligned}$$

式中， x_j ：決策變數。當第 j 個地底設施時， $x_j=1$ ；否則 $x_j=0$

d_{ji} ：表示設施 j 與需求點 i 之距離；

s ：預先設定之最大服務距離；

A_{ij} ：服務距離條件虛擬變數。

此模式中，假設有 n 個設施，若第 i 個需求點被第 j 個設施服務，則令 A_{ij} 為 1，否則為 0，限制式中亦要求每一需求點 i 至少被一個設施服務。

5.4 最大服務區位問題(Maximal Coverage Location Problem, MCLP)

此類問題是尋求預先設定的設施數目的最適區位，使其在一定距離內服務人數最多 (Church and ReVelle,1974)：

$$\begin{aligned} & \text{Min} \sum_{j=1}^n w_j x_j \\ & \text{s.t.} \sum_{j=1}^n A_{ij} x_j \geq 1, \forall_i \\ & \sum_{j=1}^n x_j = p \\ & x_j \in \{0,1\}, \forall_j \\ & A_{ij} = \begin{cases} 1, & d_{ji} \leq s \\ 0, & d_{ji} > s \end{cases}, \forall_i, \forall_j \end{aligned}$$

式中， x_j ：決策變數。當第 j 個地點設置設施時， $x_j=1$ ；否則 $x_j=0$

w_i ：需求點 i 的需求量

p ：預先設定之設施數目

d_{ji} ：表示設施 j 與需求點 i 之距離

s ：預先設定之最大服務距離

A_{ij} ：服務距離條件虛擬變數

6. 觀光防災區位之實證應用

本節首先介紹復興鄉觀光產業的特性，並由 10 個村落在人口分佈的差異及各村落中心位置與其它各村落相對距離進行統計，依據最短距離與服務人數最大化的目標進行分析。

6.1 研究範圍與現況分析

復興鄉隸屬桃園縣，地理位置處於桃園縣的東南，西南接新竹縣關西鎮、尖石鄉、北接台北縣烏來鄉、三峽鎮以及大溪鎮，東南與宜蘭縣的大同鄉毗鄰，占全縣面積約三分之一，由大溪貫穿全境，地勢走向由東北往西南傾斜，境內高山峻嶺，海拔在 380 至 2000 餘公尺之間，形近似為扇面形，是石門水庫上游重要的集水區。由於受到地球地殼的變動影響所及，有著許多發達的河階，因而在河床硬岩初露處，形成許多瀑布與急流，也因此使河川顯得多彩多姿，更添豐富的地理景觀。

復興鄉是桃園縣境內唯一的山地鄉，位於石門水庫上游之重要集水區，更是北部橫貫公路之起點，自然景觀奇特，民風純樸，觀山資源極為豐富，尤其北部橫貫公路沿線風景頗富盛名，青翠山巒及新鮮空氣向來為國民旅遊熱門景觀，鄉內觀光旅遊據點多負勝名，鄉內目前人口約為 10 萬人，參考表 1。

表 1 復興鄉人口統計表

村別	鄰數	戶數	人口數
三民村	19	727	2256
澤仁村	20	528	1567
霞雲村	11	221	638
義盛村	11	254	796
羅浮村	8	414	1226
奎輝村	9	215	734
長興村	17	235	687

表 1 復興鄉人口統計表 (續)

村別	鄰數	戶數	人口數
高義村	12	294	927
三光村	12	221	693
華陵村	11	524	1403
總計	130	3647	10927

6.2 多目標模式之應用

桃園縣復興鄉之空間結構具有極大的差異，因而在本文模式的選擇上採用村為單位，並以 1 至 3 個救災區位為配置目標，分別運算；首先依照上節所建之多目標模式，以 ε 限制法求解；救災之區位配置直接影響救災時效，所以必須考量公平性以及時效性，公平性之考量必需以各服務區域的人口數為指標，人口較多之區域服務相對較高；而救災旅程所耗費的時間有非客觀性因素，且量測十分困難，因此本文之研究模式是時間轉化為距離，以尋求服務區域由中心至最遠距離最小化，以達到時效性之考量。合併上述最大服務區位問題與中心問題雙目標應用於復興鄉救災區位模式如下：

$$\begin{aligned}
 z &= [z_1, z_2] \\
 z_1 &= \max \sum_{k=1}^n p_i x_{kk} \\
 z_2 &= \min [\max d_{ik} x_{ik}] \\
 s.t. & \sum_{k=1}^n y_{ik} x_{kk} \geq 1, \forall i \\
 & \sum_{k=1}^n x_{kk} = t \\
 & 0 \leq x_{ik} \leq x_{kk}, \forall i, k \\
 & y_{ik} = \begin{cases} 1, & d_{ik} \leq s \\ 0, & d_{ik} > s \end{cases}, \forall i, k \\
 & x_{ik} \in \{0,1\}, \forall i, k \\
 & x_{kk} \in \{0,1\}, \forall k
 \end{aligned}$$

式中

n : 潛在之救災區位數目

p_i : i 需求地之人口數

t : 救災區位總數

d_{ik} : i 需求地至 k 救災區位之最短距離

y_{ik} : i 需求地是否由 k 救災區位服務之距離變數；其為一 0, 1 變數；0 表示 i 不被 k 救災區位服務，1 表示 i 被 k 救災區位服務。

x_{ik} : i 需求地是否由 k 救災區位服務之決策變數；其為一 0, 1 變數；0 表示 i 不被 k 救災區位服務，1 表示 i 被 k 救災區位服務。

x_{kk} : k 為潛在救災區位中心是否成立之決策變數，0 表示 k 潛在救災區位中心不成立，1 表示該救災區位中心成立。

表 2 各村落相對中心距離

村別	三民村	澤仁村	霞雲村	義盛村	羅浮村	奎輝村	長興村	高義村	三光村	華陵村
三民村	0	2.0	4.0	6.5	5.3	4.3	4.5	9.0	12.5	14.5
澤仁村	2.0	0	2.5	4.5	3.5	3.1	4.8	7.3	11.7	12.3
霞雲村	4.0	2.5	0	3.8	4.8	5.3	7.5	7.8	11	12
義盛村	6.5	4.5	3.8	0	2.9	5.2	7.9	4.3	7.3	8.2
羅浮村	5.3	3.5	4.8	3.9	0	2.0	5.3	3.8	7.2	9.2
奎輝村	4.3	3.1	5.3	5.2	2.0	0	2.8	5.8	9.1	11.5
長興村	4.5	4.8	7.5	7.9	5.3	2.8	0	8.3	11.3	14.1
高義村	9	7.3	7.8	4.3	3.8	5.8	8.3	0	3.9	5.8
三光村	12.5	11.7	11	7.3	7.2	9.1	11.3	3.9	0	2.7
華陵村	14.5	12.3	12	8.2	9.2	15	14.1	5.8	2.7	0

t 救災總數為 1 時最適救災區位為羅浮村，若 $t=2$ 時最適區位為三民村與華陵村，若 $t=3$ 時，最適區位為 $t=1$ 與 $t=2$ 共同區位，即為羅浮村、三民村與華陵村三個村落為最適救災區位。

7. 結論與建議

觀光活動近年來已成為國人假日主要生活重心，一般郊區觀光對於緊急救災的應變能力受到資源的影響，往往耽誤最佳的救援時機，因此在有限的資源管理上如何作最有效的運用，能使國內觀光旅遊活動能在安全有保障的條件進行，此為本文最終之目的。

經多目標求解結果尋找出三個最適防災區位，三民村、羅浮村與華陵村，由結果可以很清楚的瞭解本文主要引用的變數是以各村落相對中心距離與當地人口數為計算的準則，但是實際情況會受到地形的限制而影響救災的時間，此外，各地遊客數的多寡並非全然受到當地住戶的影響，因此，觀光防災的管理需要更多的人與資源的投入才能建立一個最佳的觀光旅遊環境。

參考文獻

1. 陳郁文、曾國雄、樓邦儒(1997)，「模糊多目標區位規劃之研究 - 以中正國際機場消防站為例」，中國行政評論，第 6 卷，第 2 期，17-42 頁。
2. 曾國雄、林楨家(1997)，「淡海新市鎮消防隊佈設區位之研究—TOPSIS 多目標規劃法之應用」，都市與計劃，第 24 卷，第 1 期，81-98 頁。

3. 蔡嘉哲(1982), 「台北市消防隊區位之研究」, 中興都研究所碩士論文。
4. 樓邦儒(1995), 「台北市消防隊多目標區位模式之研究」, 文大地學研究所碩士論文。
5. 蕭再安(1992), 「設施區位問題多目標決策之研究」, 交大交研所博士論文。
6. Church, R. & C. ReVelle (1974), The Maximal Covering Location Problem, Papers of the Regional Science Association, 32, pp.101-118.
7. Church, R. L. & C. ReVelle (1976), Theoretical and Computational Links Between the P-median Location Set-covering and the Maximal Covering Location Problem, Geographical Analysis, 8, pp.406-415.
8. Cohon, J. L. (1978), *Multiobjective Programming and Planning*, New York: Academic Press.
9. Current, J., H. Min & D. Schilling (1990), Multiobjective Analysis of Facility Location Decisions, *European Journal of Operational Research*, 49, pp.295-307.
10. Jaramillo, J. H., J. Bhadury & R. Batta(2002), On the Use of Genetic Algorithms to Solve Location Problem, *Computer and Operation Research*, 29, pp.761-779.
11. Larson, R. C. & A. R. Odoni (1981), *Urban Operations Research*, New Jersey: Prentice-Hall.
12. Zeleny, M. (1982), *Multiple Criteria Decision Making*, New York: McGraw-Hill.
13. <http://www.fu-hsing.gov.tw/> 復興鄉公所
14. <http://www.fs119.org.tw/920512.html> 復興鄉救難協會