

地理資訊系統應用於土石流避難處所之選擇

鍾佩蓉^[1*] 邱宇翔^[2] 陳振宇^[3] 楊永祺^[4]

摘要 台灣位處亞熱帶氣候區及環太平洋地震帶，地震、颱風頻繁且地質脆弱，故土石流之發生屬正常現象，其移動之速度又急又快，往往令人來不及反應，因此，土石流的發生常造成許多人員傷亡及財產損失；當災害發生時，為降低土石流災害所造成的影響，民眾應儘速撤離疏散至較安全之處所避難，因此於災害未發生前即需事先規劃民眾避難之處所，以減少災害對民眾生命之威脅及提高疏散之效率。為因應土石流災害所規劃的避難處所，通常係為各村里內公共建築物或地方相關單位建議地點，然而，其建議之避難處所仍有可能遭受土石流或其他地質災害之影響，為迅速剔除有安全疑慮之處所及有效率的規劃疏散至避難處所路線，因此本研究將村里內公共建築物及地方相關單位建議之處所，透過地理資訊系統建置建物點位後，套疊相關地質災害圖資以及其他圖資，以剔除地質災害、土石流災害及易遭淹水等區域內之避難處所，並挑選出最短疏散路線之避難處所；經由地理資訊系統篩選後之成果，將與地方單位進行確認並進行後續現地檢核之作業，經由現地檢核後之避難處所可供地方政府作為土石流疏散避難計畫之參考，並有助於汛期前防災演練。

關鍵詞：土石流、避難處所、地理資訊系統。

The Application of GIS in debris flow evacuation shelter selection

Pei- Jung Chung^[1*] Yu- Hsiang Chiu^[2] Chen- Yu Chen^[3] Yung-Chi Yang^[4]

ABSTRACT Taiwan is located in western Pacific, in the region of high frequency earthquakes and typhoons. In recent years debris flow had become a common natural phenomenon in mountainous area and resulted in property losses and human casualties. The residents within potential debris flow hazard area should be evacuated before the event to minimize the damage caused by debris flow, thus the pre-planning of evacuation shelters become an important issue. Usually the public buildings within the region were proposed for evacuation shelters by the local government or community, but still these shelters by local government or community, but still these shelters might be threaten by debris flow or other geological hazards. This study proposed a flow chat to identify the possible shelters and suggest evacuation routes in GIS environment. Through overlaying the location of the shelters with geological hazards, debris flow hazard and flooding areas in GIS environment, those threatened by natural hazards could be easily identified and excluded. After the field investigation and verification, the remaining buildings could be suggested for debris flow evacuation planning in the future.

Key Words: debris flow, evacuation shelter, GIS.

-
- [1] 財團法人中興工程顧問社大地工程研究中心助理研究員 (* 通訊作者 E-mail: pcchung@siontech.org.tw)
Assistant Researcher, Geotechnical Engineering Research Center, Sinotech Engineering Consultants, INC., Taipei 110, Taiwan
- [2] 財團法人中興工程顧問社大地工程研究中心助理研究員
Assistant Researcher, Geotechnical Engineering Research Center, Sinotech Engineering Consultants, INC., Taipei 110, Taiwan
- [3] 京都大學防災研究所流域災害研究室博士班學生
PhD student, Ujigawa Open Laboratory, Department of Civil and Earth Resources Engineering, Kyoto University, Kyoto 612-8235, Japan
- [4] 行政院農業委員會水土保持局土石流防災中心副工程司
Associate Engineer, Debris Flow Disaster Prevention Center, Soil & Water Conservation Bureau, Council of Agriculture, Nantou 540, Taiwan

2. GIS 圖層套疊

完成室內初選避難處所後，利用 GIS 套疊下列圖層用以剔除可能受到災害影響之避難處所，其示意圖如圖 3 所示。

(1) 相關地質災害圖層套疊

A. 土石流潛勢溪流圖層：土石流潛勢溪流係指依據現地土石流發生之自然條件，配合影響範圍內是否有保全對象等因素，綜合評估後，判斷有可能發生土石流災害之溪流或坑溝；土石流潛勢溪流圖層為參考水保局所提供既有 1,578 條土石流潛勢溪流分布圖。應確認避難處所不鄰近既有土石流潛勢溪流，且避難路線儘可能以通過較少之土石流潛勢溪流為佳。

B. 土石流影響範圍圖層：土石流發生之堆積範圍，主要自溢流點向下游方向，土石以扇狀擴展可能堆積之範圍，可利用數值模擬或經驗公式推估，並於現地調查時加以修正；土石流影響範圍圖層為水保局所提供既有 1,578 條土石流潛勢溪流影響範圍分布圖。應確認避難處所非座落於既有土石流潛勢溪流影響範圍內，且避難路線儘可能以通過較少之土石流潛勢溪流影響範圍為佳。

C. 崩塌地圖層：避難處所應避免選擇受崩塌影響之處所，且避難路線以通過較少及較小崩塌地為佳。

D. 坡地環境地質基本圖圖層：參考經濟部中央地調所(以下簡稱為地調所)提供之坡地環境地質基本圖，避難處所應避開岩屑崩滑、落石、岩體滑動及順向坡等區域，且避難路線以通過較少及較小環境敏感地質區域為佳(國家災害防救科技中心, 2011)。

E. 河系圖層：可套疊一般電子地圖之河川圖層，確認避難處所及避難路線不受洪氾影響。

(2) 其他圖層套疊(黃德清等, 2011)

A. 航照：作為套疊土石流潛勢溪流相關 GIS 圖層之底圖，並以近期正射航照為優先，可藉由前後期航照得知該區域地形地貌之變化。

B. 行政區圖層：套疊一般電子地圖之行政區圖層，用於挑選避難處所及規劃避難路線時，輔助判斷所屬之行政區域。

C. 道路圖層：套疊一般電子地圖之道路圖層，可用於規劃避難路線時，輔助判斷避難路線之交通便利性。

D. 縣市政府之門牌查詢系統：針對新增之疑似土石流潛勢溪流，可於現地勘查檢核前，藉由各縣市政府之門牌查詢系統概估保全住戶數量及其分布。



圖 3 避難處所點位套疊各相關圖層示意圖

Fig.3 Overlaying the evacuation shelter locations with other layers

3. 避難處所(多處)初步擇定

室內初選之避難處所經由套疊 GIS 圖層剔除不適者，篩選後之多處避難處所仍屬於初步擇定，須進行進一步現地檢核擇定較佳避難處所。

4. 避難處所現地勘查檢核

通過初步擇定之避難處所即進行現地勘查，先以距離保全住戶最近之避難處所開始檢核，其檢核及紀錄項目依序為：

(1) 避難處所環境安全性檢核

A. 土石流：避難處所應避開鄰近土石流或土石流流經地區，檢核時可注意建物是否有遭土石撞擊、沖刷之痕跡。

B. 山崩：避難處所應避開崩場地，因如遇豪雨，雨水入滲崩場地裂縫，極易造成土體大量崩滑及土石流災害。

C. 洪水：避難處所應避開易發生洪水災害及淹水之地區。

D. 河岸侵蝕：避難處所應避開河流經過或鄰近河流之地區，避免河岸侵蝕或淘刷等災害發生。

E. 順向坡：避難處所應避開順向坡砍腳之區域，避免受順向坡滑動災害。

(2) 避難處所外觀現況紀錄

藉由現地勘查紀錄避難處所外觀之現況，倘若初步擇定之避難處所外觀現況不佳，仍保留該避難處所並加以記錄，供後續維修與改善，其檢核項目為：

A. 建物混凝土龜裂：記錄建物是否有混凝土龜裂情況。

B. 建物混凝土蜂窩：記錄建物是否有混凝土蜂窩情況。

C. 洪水：避難處所應避開易發生洪水災害及淹水之地區。

D. 建物傾斜：記錄建物是否有傾斜情況。

E. 鋼筋裸露銹蝕：記錄建物本身是否有鋼筋裸露銹蝕的情況。

(3) 避難處所空間容納人數檢核

A. 避難處所可用空間：概估可供作為避難使用之面積，其面積為樓層數乘以樓地板面積。

B. 避難處所容納人數：概估可容納人數，其數值為可供作為避難使用之面積除以每人 3 平方公尺方式估算。

C. 保全住戶總人數：概估保全住戶總人數，若無實際居住人數資料時，可以每戶 5 人方式估算。避難處所空間容納人數須大於保全住戶總人數，通過後即進行避難處所設備完善性紀錄，若空間容納人數少於保全住戶總人數，則保留該避難處所，並依距離為考量增加下一順位之避難處所進行現地勘查檢核，直至避難處所空間容納人數大於保全住戶總人數。

(4) 避難處所設備完善性紀錄

設備完善性並非為篩選避難處所之必要條件，但必須於現地勘查時詳實記錄避難處所之既有設備，以提供給地方政府進行設備補充與維護。

A. 生活設備：其功用在於提供基本清潔盥洗以及飲水烹調，可維持基本衛生條件與供水，主要生活設備為備用電源、廚房、衛浴設備、儲水塔。

B. 通訊設備：其功用在於疏散避難時廣播及對外聯絡，主要通訊設備為傳真機、無線電、廣播系統、專線電話。

C. 醫療設施：記錄該避難處所是否有保健室，若無，則應記錄鄰近醫療單位之距離及坐標點位，如當地的衛生、衛生所及醫院。

D. 直昇機起降點：在於道路阻斷時，直昇機起降點可供運送物資或緊急就醫時使用，調查中需記錄避難處所附近有無可供直昇機起降之地點，並紀錄避難處所、保全住戶抵達直昇機起降點之距離，以及直昇機起降點之坐標點位。

5. 避難處所擇定

當室內初選之避難處所通過避難處所檢核以及滿足避難處所空間容納人數後，將所擇定之避難處所與村里長確認後，則選擇作為土石流警戒發布時緊急避難使用(水保局, 2006)。

三、研究案例

1. 研究案例背景

A. 地理位置及交通

本文以台南市南化區玉山里為研究區域，玉山里位於南化區之中央部位，為南部橫貫公路（台 20 線）必經之地，台 20 線橫瓦本里，往東可達高雄市甲仙區，向西則可抵台南市玉井區，為里內重要之交通幹道。

B. 土石流潛勢溪流歷史災害

玉山里境內有 5 條土石流潛勢溪流，分別為南縣 DF044、南縣 DF045、南縣 DF046、南縣 DF047 及南縣 DF048 等，其土石流潛勢溪流分布如圖 4 所示，其中除南縣 DF046 外，其餘 4 條土石流潛勢溪流皆於近年有土石流災害發生，4 條土石流潛勢溪流土砂災情簡述如下(水保局, 2009)：

(1)南縣 DF044 於 98 年 8 月莫拉克颱風時，左、右支流合流處發生小規模土石流，下移土石沖毀兩岸，所幸堆積於玉山聖光寶堂之雙孔箱涵上游處，未波及建物。

(2)南縣 DF045 於 98 年 8 月莫拉克颱風時，該溪流集水區上游發生面積約 20 公頃之崩塌，所幸未有人員傷亡，而崩塌土石目前皆停留在坡面上，未造成野溪之堵塞，林務局亦已於 99 年完成坡面及坡腳之整治。

(3)南縣 DF047 於 98 年 8 月莫拉克颱風時，該溪流集水區上游發生 3 處新生崩塌，造成土石下移沖寬溪流，並有部份土石波及台 20 線。

(4)南縣 DF048 於 a.97 年 7 月卡玫基颱風來襲時，居民果園發生 2 處崩塌，且其土石流入 2 戶民宅。該溪流上游林班地崩塌發生土石流，造成民宅與橋梁受損，土石流於青山宮旁河道轉彎處，因河道遭土石淤滿，導致土石改道漫流至民宅，民宅中土石淤埋高度約 1.5 公尺；b. 98 年 8 月 8 日傍晚，該溪流上游林班地，受莫拉克颱風所挾帶來之持續豪雨沖刷，爆發土石流沿野溪溢流而下，大量土石淹埋侵入羌黃坑部落多戶民宅，青山宮及下方 5 戶民宅遭大量土石侵入掩埋，土石流於青山宮旁河道轉彎處，因河道箱涵遭土石淤滿，導致土石改道漫流侵入青山宮下方民宅，民宅外之土石堆積區淤埋高度可達 3 至 4 公尺。

C. 保全戶數

玉山里土石流潛勢溪流保全戶數分別如下：a.南縣 DF044 為 16 戶；b.南縣 DF045 為 2 戶；c.南縣 DF047 為 1 戶；d.南縣 DF048 為 23 戶，該里境內保全住戶共約 42 戶，因此當發布土石流警戒時，保全住戶應疏散至較適當之處所避難，以減少土石流造成之損失及傷害。



圖 4 玉山里土石流潛勢溪流分布圖

Fig.4 The distribution map of potential debris flow in torrents Yushan village

2. 研究案例實作

本研究首將玉山里及鄰近村里可作為緊急避難之建物列出，其中包括村里公共建物及地方相關單位建議之避難處所共 8 處，將建物坐標點位建置為 GIS 圖層，如圖 5 所示，將避難處所點位圖層套疊相關地質災害圖層(如圖 6)，其相關地質災害圖層包括土石流潛勢溪流、土石流影響範圍、崩塌地、坡地環境地質基本圖及河系等圖層，藉由圖層套疊了解避難處所與地質災害區域的空間分布及相對位置，用以剔除位於較易致災範圍之建物，並事先數化避難路線，藉此得知疏散之概估距離，作為優先考慮之名單，因此經由室內初步挑選後剔除 2 處所，分別為玉山寶光聖堂及聖王宮，因此 2 處所皆位於土石流影響範圍內。

經由室內作業篩選後之避難處所詳如表 2 所示，爾後進行後續現地勘查檢核之工作，由距離抱拳住戶最近之處所開始著手調查，6 處避難處所附近無野溪、河川，建物主體亦無土石撞擊、沖刷痕跡，鄰近區域未曾有淹水情形且所在位置未鄰近坡地，故無順向坡滑動之疑慮，故通過環境安全性之檢核；建物外觀部分並無傾斜、鏽蝕、龜裂及混凝土蜂窩情形；玉山里保全戶數約 42 戶，其概估人數約為 210 人，而 6 處避難處所之疏散距離以至玉山國小及玉山多功能活動中心最短，為 5.8 公里，其主要疏散路線為台 20 線，開車約 9 分鐘可達避難處所，兩處避難處所總共可容納人數約 250 人，故無容納空間之問題；接著記錄該處所擁有之設備，其各項目檢核、記錄及現況照片詳如表 3、表 4 所示。最後，則與玉山里里長確認本研究規劃建議之避難處所，因此當土石流警戒發布時，玉山國小及玉山多功能活動中心則為緊急疏散避難之地點。



圖 5 玉山里及鄰近村里避難處所點位分布圖

Fig.5 Locations of evacuation shelters around Yushan and surrounding villages

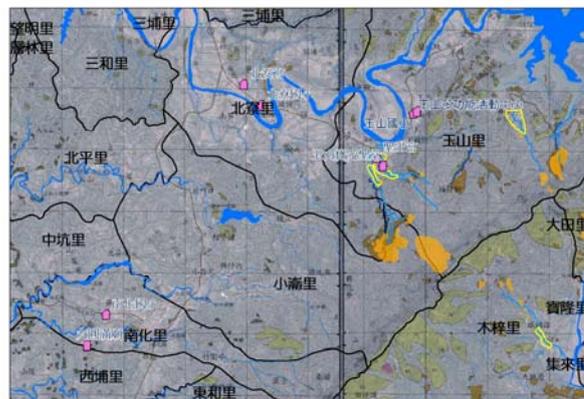


圖 6 避難處所點位套疊各相關圖層

Fig.6 Overlaying evacuation shelter locations with natural hazard layers

表 2 室內初選避難處所列表

Table 2 List of evacuation shelters

| 避難處所名稱 | 避難路線距離(km) | 是否位於地質災害範圍內 | 是否進行現地勘查 |
|-----------|------------|-------------|----------|
| 北安宮 | 8.7 | 否 | 是 |
| 北寮國小 | 9.1 | 否 | 是 |
| 玉山國小 | 5.8 | 否 | 是 |
| 玉山多功能活動中心 | 5.8 | 否 | 是 |
| 玉山寶光聖堂 | - | 是 | 否 |
| 聖王宮 | - | 是 | 否 |
| 南化國小 | 16.4 | 否 | 是 |
| 大圓滿廟 | 8.7 | 否 | 是 |

表 3 避難處所檢核表

Table 3 Evacuation shelter examination form

避難處所檢核表

填表人: 蔡**、鍾** 填表日期: 2010.05.04 天氣: 晴

| | |
|-----------------------|--|
| 一、基本資料 | |
| 行政區域 | 台南市 縣(市) 南化區 鄉(鎮) 玉山里 村(里) |
| 避難處所名稱*1 | 玉山國小 |
| 避難處所地址 | 南化鄉玉山村玉山 48-1 號 |
| 緊急聯絡人 | 張永旺 |
| 避難處所用途分類 | <input checked="" type="checkbox"/> 學校 <input type="checkbox"/> 醫院 <input type="checkbox"/> 民宅 <input type="checkbox"/> 活動中心 <input type="checkbox"/> 地方信託中心 <input type="checkbox"/> 其他 |
| 載運保全對象住戶至避難處之距離*2 | <input type="checkbox"/> 汽車需時 <u>9</u> 分鐘 <input type="checkbox"/> 機車需時 <u>12</u> 分鐘 <input type="checkbox"/> 步行需時 分鐘 |
| 二、避難處所安全性檢核 | |
| 避難處所環境 | 土石流 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 洪水 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 |
| 安全性檢核 | 山崩 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 河岸侵蝕 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 |
| 避難處所外觀 | 建物傾斜 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 鋼筋裸露結構 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 |
| 視況紀錄 | 建物混凝土龜裂 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 建物混凝土蜂窩 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 |
| 三、疏散避難路線檢核 | |
| 疏散避難路線檢核*3 | 保全住戶疏散至避難處所路線是否適宜 <input type="checkbox"/> 否 <input checked="" type="checkbox"/> 是 |
| 四、避難處所空間容納人數檢核 | |
| 避難處所可用生活空間*4 | 可容納 <u>200</u> 人【避難處所面積 <u>600</u> m ² 】 |
| 空間檢核 | <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> 有【空間大小 <u>200</u> m ² 】 |
| 避難處所容納人數檢核 | 避難處所是否容納所有保全住戶人數*5 <input type="checkbox"/> 否 <input checked="" type="checkbox"/> 是【保全住戶人數共計 <u> </u> 人】 |
| 五、避難處所設備完善性紀錄 | |
| 生活設備 | 備用電源 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有【註明種類數量 <u> </u> 】 |
| | 廚房 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> 有 |
| | 衛浴設備 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> 有【註明廁所 <u> </u> 浴室 <u> </u> 】 |
| | 儲水塔 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> 有【註明容量 <u>2</u> 噸】 |
| 通訊設備 | 傳真機 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> 有【註明數量 <u>1</u> 】傳真號碼: <u>06-5722638</u> |
| | 無線電 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> 有【註明數量 <u> </u> 】 |
| | 廣播系統 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> 有【註明數量 <u>1</u> 】 |
| | 專線電話 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> 有【註明數量 <u>1</u> 】電話號碼: <u>06-5722072</u> |
| 醫療設施 | 內部設置保健室 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> 有【若無, 填填下一項 <u> </u> 】 |
| | 抵達鄰近醫療單位容易度 <input type="checkbox"/> 難 <input type="checkbox"/> 中等 <input checked="" type="checkbox"/> 容易【註明單位 <u> </u> 】 |
| 直昇機起降點 | 可供直昇機起降地點 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> 有【註明地點 <u>玉山國小操場</u> 】 |
| | 抵達鄰近直昇機起降點容易度 <input type="checkbox"/> 難 <input type="checkbox"/> 中等 <input checked="" type="checkbox"/> 容易【註明所需時間 <u>1</u> 分鐘】 |

註 1: 每一處避難處所調查表, 可填寫一處避難處所, 請自行加印表填寫。
 註 2: 以汽車速度 40km/hr, 機車速度 30km/hr, 步行速度 2km/hr 估計所需時間。
 註 3: 保全住戶避難之路線, 其選擇請參照「土石流疏散避難路線選擇作業手冊」。
 註 4: 容納人數可由避難處所面積求得, 容納每人空間約佔 3m² 方式估算。
 註 5: 參考避難處所相關資訊表之保全對象, 保全住戶總人數每戶以 5 人估算。

避難處所檢核表

填表人: 蔡**、鍾** 填表日期: 2010.05.04 天氣: 晴

| | |
|-----------------------|--|
| 一、基本資料 | |
| 行政區域 | 台南市 縣(市) 南化區 鄉(鎮) 玉山里 村(里) |
| 避難處所名稱*1 | 玉山多功能活動中心 |
| 避難處所地址 | 南化鄉玉山村玉山 65 號 |
| 緊急聯絡人 | 張永旺 |
| 避難處所用途分類 | <input type="checkbox"/> 學校 <input type="checkbox"/> 醫院 <input type="checkbox"/> 民宅 <input checked="" type="checkbox"/> 活動中心 <input type="checkbox"/> 地方信託中心 <input type="checkbox"/> 其他 |
| 載運保全對象住戶至避難處之距離*2 | <input type="checkbox"/> 汽車需時 <u>9</u> 分鐘 <input type="checkbox"/> 機車需時 <u>12</u> 分鐘 <input type="checkbox"/> 步行需時 分鐘 |
| 二、避難處所安全性檢核 | |
| 避難處所環境 | 土石流 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 洪水 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 |
| 安全性檢核 | 山崩 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 河岸侵蝕 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 |
| 避難處所外觀 | 建物傾斜 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 鋼筋裸露結構 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 |
| 視況紀錄 | 建物混凝土龜裂 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 建物混凝土蜂窩 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 |
| 三、疏散避難路線檢核 | |
| 疏散避難路線檢核*3 | 保全住戶疏散至避難處所路線是否適宜 <input type="checkbox"/> 否 <input checked="" type="checkbox"/> 是 |
| 四、避難處所空間容納人數檢核 | |
| 避難處所可用生活空間*4 | 可容納 <u>50</u> 人【避難處所面積 <u>150</u> m ² 】 |
| 空間檢核 | <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> 有【空間大小 <u>40</u> m ² 】 |
| 避難處所容納人數檢核 | 避難處所是否容納所有保全住戶人數*5 <input type="checkbox"/> 否 <input checked="" type="checkbox"/> 是【保全住戶人數共計 <u> </u> 人】 |
| 五、避難處所設備完善性紀錄 | |
| 生活設備 | 備用電源 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有【註明種類數量 <u> </u> 】 |
| | 廚房 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 |
| | 衛浴設備 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> 有【註明廁所 <u> </u> 浴室 <u> </u> 】 |
| | 儲水塔 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> 有【註明容量 <u>2</u> 噸】 |
| 通訊設備 | 傳真機 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有【註明數量 <u> </u> 】傳真號碼: <u> </u> |
| | 無線電 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有【註明數量 <u> </u> 】 |
| | 廣播系統 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有【註明數量 <u> </u> 】 |
| | 專線電話 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> 有【註明數量 <u>1</u> 】電話號碼: <u>06-5722841</u> |
| 醫療設施 | 內部設置保健室 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> 有【若無, 填填下一項 <u> </u> 】 |
| | 抵達鄰近醫療單位容易度 <input type="checkbox"/> 難 <input type="checkbox"/> 中等 <input checked="" type="checkbox"/> 容易【註明單位 <u> </u> 】 |
| 直昇機起降點 | 可供直昇機起降地點 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> 有【註明地點 <u>玉山國小操場</u> 】 |
| | 抵達鄰近直昇機起降點容易度 <input type="checkbox"/> 難 <input type="checkbox"/> 中等 <input checked="" type="checkbox"/> 容易【註明所需時間 <u>3</u> 分鐘】 |

註 1: 每一處避難處所調查表, 可填寫一處避難處所, 請自行加印表填寫。
 註 2: 以汽車速度 40km/hr, 機車速度 30km/hr, 步行速度 2km/hr 估計所需時間。
 註 3: 保全住戶避難之路線, 其選擇請參照「土石流疏散避難路線選擇作業手冊」。
 註 4: 容納人數可由避難處所面積求得, 容納每人空間約佔 3m² 方式估算。
 註 5: 參考避難處所相關資訊表之保全對象, 保全住戶總人數每戶以 5 人估算。

表 4 避難處所記錄及照片

Table 4 Evacuation shelters of Yushan Village

| 避難處所名稱 | 玉山國小 | 玉山多功能活動中心 |
|--------|---|--|
| 避難處所照片 |  |  |
| 容納人數 | 200 人 | 50 人 |
| 生活機能 | 廚房、廁所、浴室、儲水塔 | 廁所、浴室、儲水塔 |
| 通訊設備 | 專線電話、傳真機 | 專線電話、傳真機 |
| 醫療設備 | 保健室 | 無 |

四、結論與討論

(1)藉由地理資訊系統，建立避難處所點位圖層，針對建物點位套疊相關地質災害圖層進行廣域的篩選，之後進入後續現地勘查檢核之作業，除減少過去大量人力及成本之支出，並可提前知道該處所在區域是否會產生其他地質災害。

(2)避難處所外觀及設備完善性記錄可供地方政府或相關單位後續進行維護與補充之參考。

(3)針對通往避難處所之路線，各縣市、鄉鎮、村里相關單位應對該避難路線中所負責路段，積極進行道路相關維護及管理，使其避難路線能於土石流警戒發布時發揮應有之功效，確保保全住戶能「安全」且「迅速」的前往規劃之避難處所。若防災緊急避難路線僅有 1 條時，經評估可能有安全疑慮、或為溪底便道、有道路中斷可能，則應於發布土石流警戒(如黃色警戒)時，盡早由該避難路線進行疏散避難。

(4)現地勘查檢核後之避難處所應與村里長確認，以避免規劃之處所與實際避難之處所有所差異。

(5)避難處所擇定後，可將其處所及疏散避難路線數化為 GIS 圖資，並建置相關防災資訊等，其相關資訊為保全住戶戶數、避難處所及村里長聯絡資訊、直昇機起降點、警消醫療單位聯絡資訊；作為後續資料彙整及土石流防災地圖製作使用，以供其他單位參考，另針對村里有多條土石流潛勢溪流及多處避難處所時，避難處所容納人數需作妥善之配置規劃，依此建議地方政府進行保全住戶疏散分配，將回饋提供後續土石流防災地圖之製作。

參考文獻

1. 楊冠葆、王文清(2011)，「聚落的災害避難處所評估與分析」，2011 台灣災害管理研討會。
2. 黃德清、蕭力愷、蔡志鴻、鄭宏敦(2011)，「應用地理資訊系統增進消防救災工作」，2011 台灣災害管理研討會。
3. 國家災害防救科技中心(2011)，「災害潛害地圖之製作與應用」，100 年度直轄市、縣(市)政府颱風災害情資研判作業研討會
4. 農委會水土保持局(2010)，「99 年土石流潛勢地區易致災因子調查與危害頻率分析」，農委會水土保持局。
5. 內政部營建署城鄉發展分署(2010)，「建立易致災地區之安全建地劃設機制與準則」，內政部營建署城鄉發展分署。
6. 行政院農業委員會(2009)，「土石流防災疏散避難作業規定」，行政院農業委員會。
7. 農委會水土保持局(2009)，「98 年莫拉克颱風後土石流潛勢地區易致災因子調查」，農委會水土保持局。
8. 行政院農業委員會(2006)，「土石流災害防救業務計畫」，行政院農業委員會。