

哥倫比亞薩爾加(Salgar)洪災事件探討

羅楷傑、傅鑣漩、張志新

國家災害防救科技中心坡地與洪旱組

摘要

哥倫比亞當地時間 5 月 18 日凌晨 3 時，山區因連日降雨引起山洪暴發，滾滾洪水沿地勢而下，重創西北部安迪奎亞省(Antioquia)的山城薩爾加市(Salgar)；根據哥倫比亞國家災害風險管理部門(Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, UNGRD)統計，截至 6 月 18 日為止，此次事件總計造成至少 97 人死亡、437 戶民宅遭受摧毀，超過 500 名居民因家園受損而被安置於臨時收容所。本事件為哥國自 1999 年 1 月 25 日西部亞美尼亞地震後，受災最為嚴重的天然災害之一。受災地區位處西北部山區、聚落沿河谷匯集，且建築物大部分為磚瓦平房，耐災程度較弱，加上發生時間正值深夜，無法即時將資訊傳遞給民眾，造成此次山洪暴發引起的嚴重傷亡。

一、哥倫比亞地理環境

哥倫比亞共和國(Republic of Colombia)位處南美洲西北部；哥國

北部是加勒比海、東部與委內瑞拉接壤、東南毗鄰巴西、南方則與秘魯及厄瓜多相交、西部為太平洋與巴拿馬邊境連接著南、北美洲。

哥倫比亞人口約 4,832 萬人，國境面積約 113 萬 8,910 平方公里，為南美洲面積第四大國家。國土大部分位於北半球，赤道橫貫南部；西半部約占國土面積 45%，大部分為山區，安地斯山脈縱貫西部，山谷相間，此次災害發生位置就位於西北部山區(圖 1 所示)；沿海地帶則為狹窄平原，如西北部馬格達萊納河(Río Magdalena)沖積平原。東部由廣大的低地組成，主要為亞馬遜河與奧里諾科河沖積平原，約占哥國面積 55%。

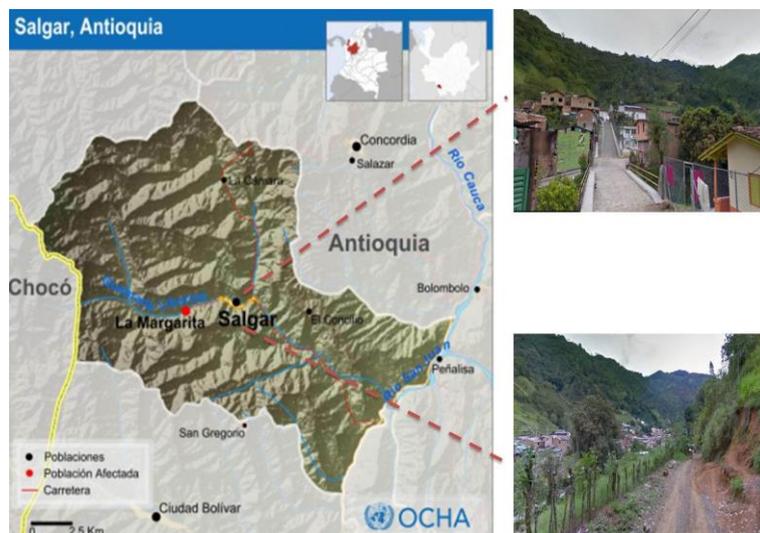


圖 1 本次洪災受災區域位置圖(資料來源:OCHA)

降雨季節因不同地域而有所區別；麥德林(Medellin)(圖 2 星號處)為安迪奎亞省的省會，位於此次災害發生地點薩爾加東北方約 54 公

里處，兩地同屬西部安地斯區；該區在降雨特性上，主要乾季降雨量約占年雨量 20%、次乾季雨量約占年雨量 16%，兩者合計約僅占全年度雨量 36%，其餘六個月的溼季合計占總年雨量的 64%；一年之中，月平均雨量以一月份約 50 毫米最少，十月份平均累積約 215 毫米，為全年度雨量最多之月份；其五月份屬濕季降雨型態，月平均雨量大致約為 180 毫米，占整年度降雨量的 11%(圖 3 所示)。



圖 2 哥倫比亞氣候分區(資料來源:IDEAM)

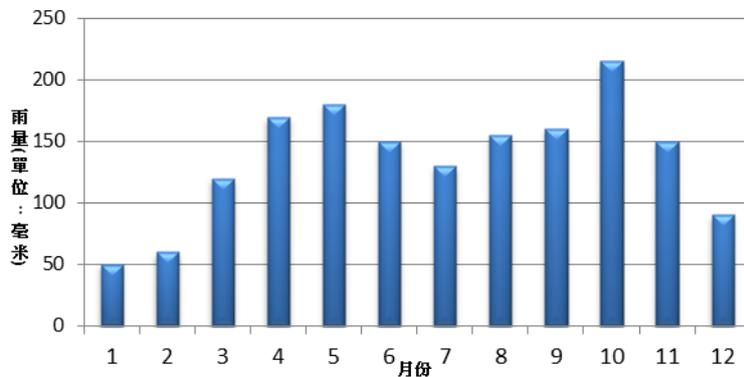


圖 3 麥德林月雨量統計圖(資料來源:發現哥倫比亞網站)

二、 薩爾加(Salgar)洪災事件概述

當地時間 5 月 18 日清晨 3 點，因連日降雨，山洪暴發使得哥倫比亞西北部安迪奎亞省(Antioquia)的 La Libordiana 山區發生多處崩塌與土石流，滾滾泥砂沿著水系傾瀉而下，形成湍急洪水，重創位於下游的山城薩爾加市(Salgar)。薩爾加市長 Olga Eugenia Osorio 災後接受媒體訪問時說，薩爾加市所轄四個城鎮之一的聖瑪格麗塔(Santa Margarita)，受到最嚴重的衝擊(圖 4 所示)，「聖瑪格麗塔幾乎已從地圖上消失」。(資料來源:Colombia Reports)



圖 4 薩爾加災區災後景象

(資料來源: dawatmedia 網站、蘋果日報、BBC News)

三、 氣象降雨分析

依據哥倫比亞水文、氣象與環境研究院(Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, IDEAM)所發布的資料顯示，災害發生前三日(5月16日至5月18日)，東北部安迪奎亞省有一道雲系通過，影響時間主要應介於17日至18日間(圖5所示)。

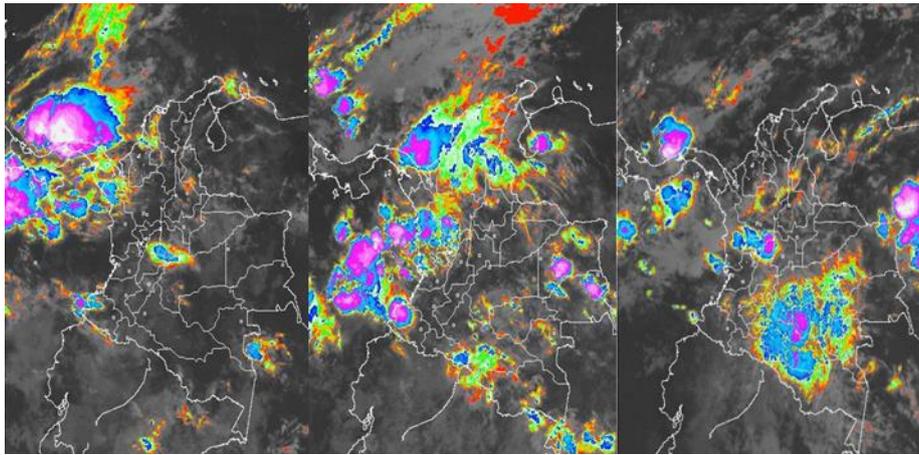


圖 5 5/16 至 5/18(由左至右)雷達回波圖(資料來源:IDEAM)

5月17日至5月18日的日降雨分布，事發當地(圖6紅圈處所示)之累積降雨量大約介於5至20毫米間；推估事件發生前20小時，洪災發生區域降雨量推估最多應未超過20毫米。

進一步檢視事件發生前72小時，也就是15日至18日的日降雨量圖(圖7所示)，16日至17日的日降雨量，事發地點局部地區觀測到約60毫米，其餘兩日的累積值大致皆不超過20毫米；故單就日雨量而言，事發前夕應未有特別顯著的長延時強降雨產生。

MAPA DE PRECIPITACIÓN DIARIA
Desde las 7.00 a.m. del día domingo 17 de mayo hasta las 7.00 a.m. del día lunes 18 de mayo de 2015

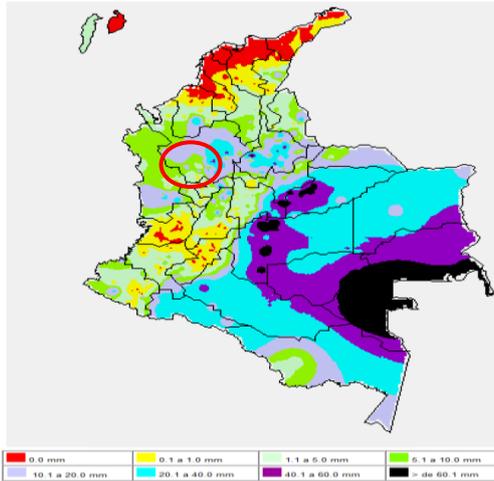


圖 6 5/17 上午 7 時至 5/18 上午 7 時累積雨量圖(資料來源:IDEAM)

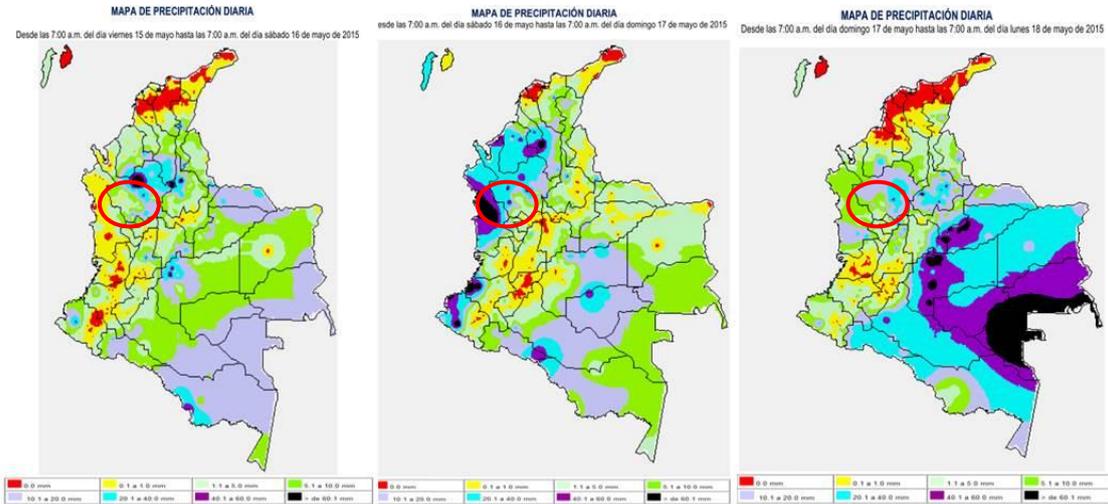


圖 7 5/15 上午 7 時至 5/18 上午 7 時(由左至右)日累積雨量圖
(資料來源:IDEAM)

由三日累積雨量圖(圖 8 所示)當中,可清楚了解事發區域(紅圈處)三日累積雨量最多皆未超過 100 毫米。由於當地位處山處,無法有更細緻之雨量分析;由 5 月 13 日至 5 月 18 日一週的降雨估計應在 200 毫米以內,約為 5 月的平均降雨量,對於當地而言,即造成嚴重的山洪暴發,導致 La Libordiana 河沿岸聚落遭受災害衝擊。

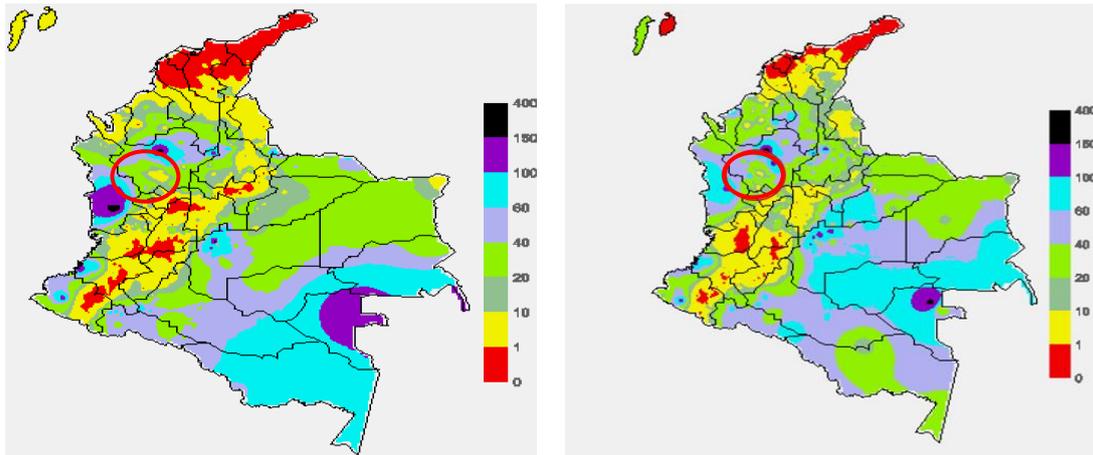


圖 8 5/13-5/16(左)與 5/16-5/18(右)間 72 小時累積雨量圖
(資料來源:IDEAM)

四、 致災原因分析

(一) 上游崩塌與土石流造成下游土砂衝擊

此次災害為上游山洪暴發，導致沿岸聚落河岸侵蝕、建物陷落、洪水溢淹等慘重災情。美國地質調查所(U.S. Geological Survey, USGS)經衛星影像判釋資料(圖 9 所示)，圈繪了受災區域上游山區約十一個大小不一的崩塌地與土石流溪流。

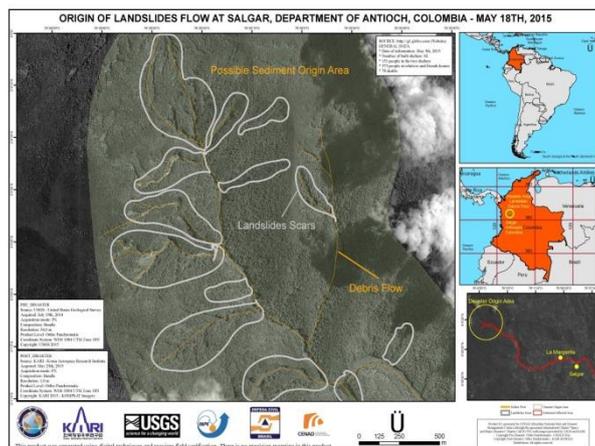


圖 9 洪災之土石可能源頭(資料來源:USGS)

由 International Charter 官網之遙測影像顯示(圖 10 所示), 下游沿岸聚落與上游崩塌及土石流發生地相距約 10 公里之遙, 成為此次山洪暴發主要受災區域。

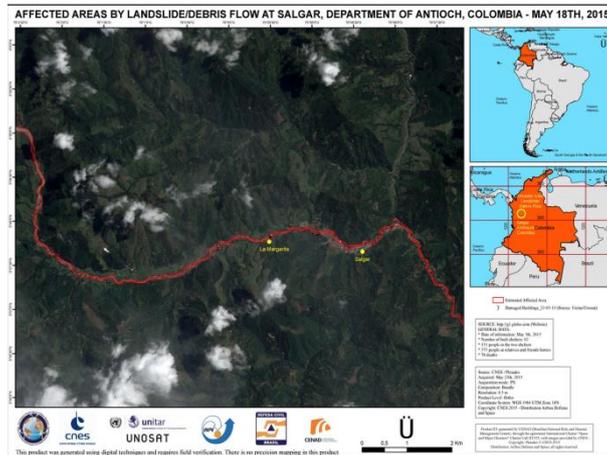


圖 10 土石流受影響聚落位置(資料來源:International Charter)

(二) 溪流沿岸為主要受災地區

主要受災聚落分布上(圖 11 所示), 由圖中可知, 黃色斜線部分為土砂影響區域, 而紅點即為受災聚落, 皆呈沿溪流兩岸分布之型態。



圖 11 主要受災聚落分布(資料來源:International Charter)

如將影像尺度拉近(圖 12 所示)，在受災住宅分布上，主要集中於溪流沿途經過之兩岸民宅；從受災區域災害前後的衛星影像顯示，該區域之地貌有顯著改變(圖 13 所示)，不但摧毀跨河橋樑(圖 13 紅框線處)，沿岸建物更是受創嚴重(圖 13 黃框線處)。

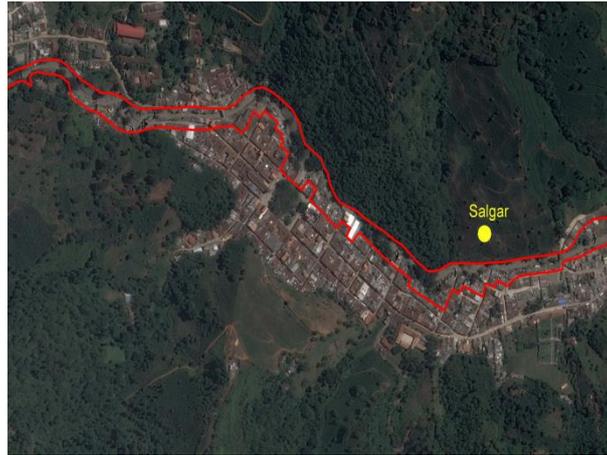


圖 12 受影響住宅分布(資料來源:International Charter)

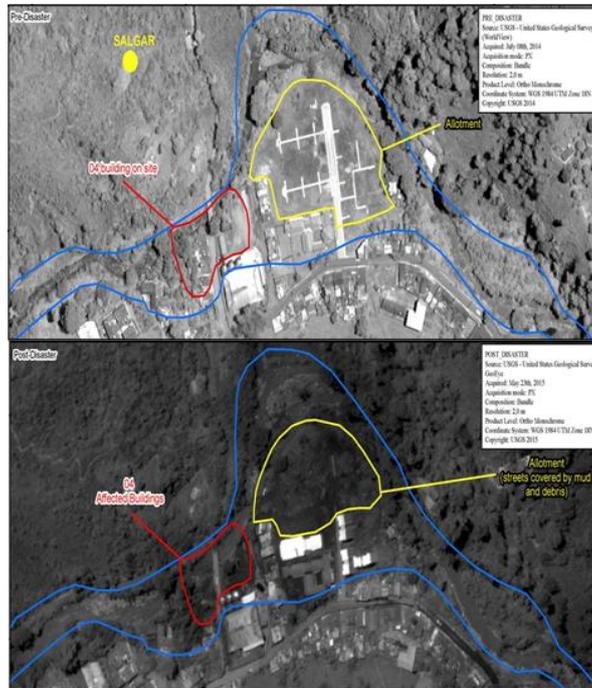


圖 13 受災區域災前、災後影像判釋(資料來源:International Charter)

(三) 災區位於高程 1000 公尺以上之坡地災害潛勢地區，災後聯外道路受阻

坡度分析上(圖 14 所示)，災害地區位於安地斯山脈區，故其坡度相對而言較為陡峭；由哥國 IDEAM 所提供之坡地災害潛勢分析可知，此區位於哥倫比亞坡地災害潛勢區域(圖 15 紅圈處)，因此就致災因素上，屬有坡地災害風險之山區。分析受災區域的等高線圖(圖 16 所示)，災區高程主要介於 1200 至 1400 公尺間，聚落沿河谷谷地分布，易受洪災衝擊。綜上所述，在坡度陡峭、屬坡地災害潛勢區域，加上聚落沿河谷而居，土瓦磚房建物密集，且當地位處偏鄉，災後當地聯外交通、橋梁受到嚴重破壞，無法對外溝通，甚至飽受缺水、缺電、缺乏燃油之苦。

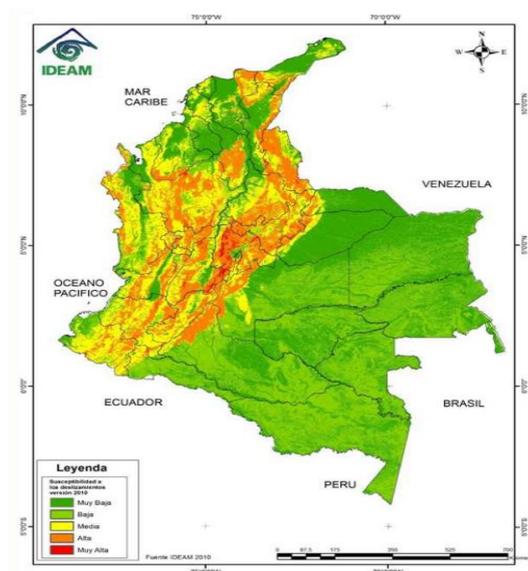


圖 14 哥倫比亞坡度分析圖(資料來源:IDEAM)

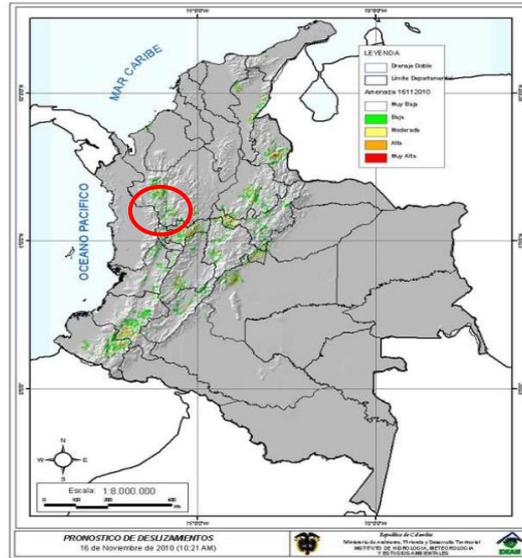


圖 15 哥倫比亞坡地災害潛勢圖(資料來源:IDEAM)



圖 16 受災區域等高線圖(資料來源:Google Maps)

(四) 單周降雨達該地區月平均雨量

由哥國氣象單位所發布之相關資料，可了解受災區域災前一周的累積雨量約為 200 毫米，已超過其五月之月平均雨量 180 毫米。

綜上所述，當地原就位於海拔相對較高之坡地災害潛勢區域，加以主要聚落皆沿河谷群聚；種種因素，致使連下多日降雨後，在山區

的崩塌與土石流往下游運移過程中，造成了沿岸聚落嚴重的災害衝擊。

五、 相關應變作為

災害發生之後，哥倫比亞政府與國際上各人道救援組織(如聯合國救災組織、各國救災單位、紅十字會等)隨即進入災區協助救災與災後之復原重建；以下茲就災後相關應變復原工作進行扼要說明：

1. 搜救與救援:災後各救援機構迅速投入救災，截至六月底為止，各救援單位總計動員超過上千人力進入災區，協助搜救工作。
2. 人道緊急援助:在事件發生不到 48 小時，當地政府與人道組織即成立 3 處緊急收容中心，提供 500 位受災居民緊急收容場所，安頓這些無家可歸的災民(圖 17 所示)。
3. 維生管線復原:災後 48 小時內，相關單位即緊急將災區大部分的水電與煤氣恢復供應；至於尚未恢復供水區域，當地省政府則出動水車支援給水。
4. 醫療提供:於災後調度相關醫療資源與後送機制，對於災區傷患提供必要之救治與照料。
5. 災害調查:對於相關人員傷亡與災害損失進行清查與需求分析。

6. 殯葬協助:對於災害罹難者，哥國政府全數協助處理後續喪葬事宜(圖 18 所示)。
7. 大型救災機具:災後官方與救災組織，緊急調動各大型機具馳援薩爾加災區，協助後續土方清除與運移等復原工作。
8. 租金補貼:災後哥國政府提供災民三個月的租屋補助，協助災後安置，讓家園遭無情洪水吞噬之人們，在家園重建前，能有個遮風避雨的窩。
9. 災民心理照顧:對於災後受災居民之心理衝擊與創傷，相關人道組織之社工員，紛紛進駐災區陪伴災民，提供相關心靈支持，協助災民走出陰霾，逐漸回歸正常生活。
10. 於災後第 10 天開始，災區即進入復原階段，首先為家園重建；透過聯合國救災組織與政府單位的橫向配合，加速進行重建工作(圖 19 所示)，主要項目為:公共場所復原、橋梁搭建、基礎設施復原、心靈照顧與農業經濟重建。截至 6 月 18 日止，初步估算已投入之重建費用總計約 300 億比索(新台幣 3 億 6 千萬元)、相關緊急撫恤救助金約 32 億比索(新台幣 3 千 8 百萬元)，依哥國 1532 號相關救災法案進行推動。(資料來源:UNGRD)

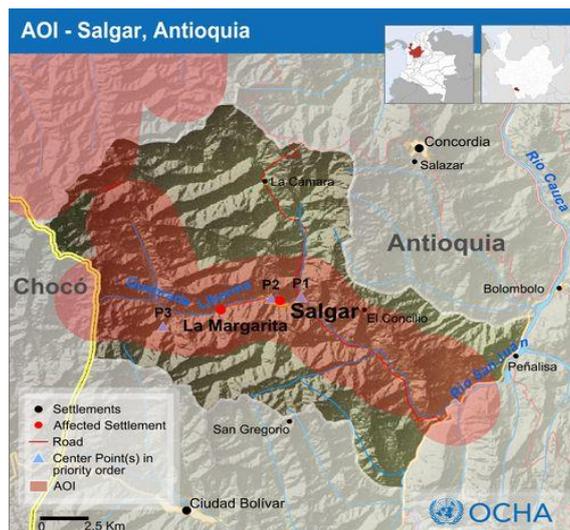


圖 17 災區緊急收容中心分布圖(資料來源:OCHA)



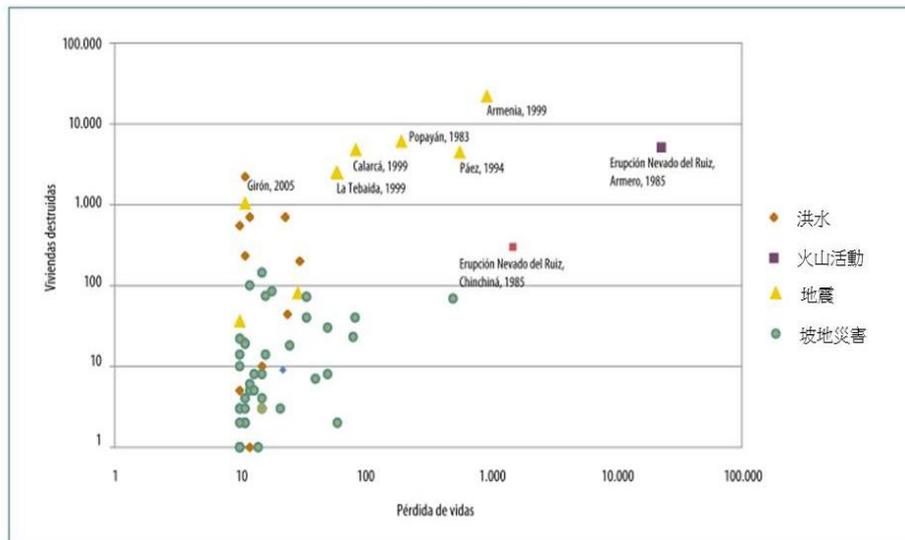
圖 18 洪災罹難者舉行集體喪禮(資料來源:中新網網站)



圖 19 災後組合屋移交給災民居住(資料來源:UNGRD)

六、 歷史災害紀錄

哥倫比亞因天然環境因素影響，使該國易受天然災害侵襲；哥國主要的天然災害大致有：洪水、坡地災害、森林大火、霜害、颶風與地震(World Bank, 2012)。圖 20 為世界銀行所統計之哥國近 40 年(1970-2011)間重大天然災害統計資料，圖中縱坐標為房屋損失數、橫坐標則是人員傷亡數，由圖中我們可知影響程度最為嚴重的天然災害，主要以地震與火山活動為主，當中以 1985 年 11 月 13 日哥國中部魯伊斯火山爆發，逾近 3 萬人喪亡最為嚴重。此次洪災事件可說是哥倫比亞近年來受災規模最為慘重之天然災害。



Fuente: Corporación OSSO 2011 a partir de Corporación OSSO-EAFIT, 2011 y DANE, 2010.

圖 20 哥倫比亞 1970-2011 重大天然災害統計

(資料來源:World Bank, 2012)

七、 結論

本次災害之致災原因，可歸納為四個面向：(1)上游山區約十一個

大小不一之崩塌地與土石流溪流，造成下游聚落土砂衝擊。(2)聚落沿河谷群聚，致使溪流沿岸為主要受災地區。(3)災區位於 1000 公尺以上之坡地災害潛勢地區，災後聯外道路受阻，造成後續救援工作上的困難。(4)事發前一周降雨量達該地區五月份月平均雨量。

山區聚落受災時，因地處偏遠、資源缺乏，往往造成後續救災上的困難，尤以在極端氣候、複合式災害的衝擊下，使得這些聚落易形成孤島效應。考量「防災重於救災，離災優於防災」及災害之威脅性，藉由他國的經驗與教訓中，能讓我們獲得啟示與省思，瞭解與體會防災的重要。

參考文獻

1. World Bank, & GFDRR. (2012). *Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia*. Bogotá, Colombia : World Bank.
2. BBC NEWS
<http://www.bbc.com/news/world-latin-america-32785201>
3. Colombia Reports
<http://colombiareports.com/200-still-missing-after-west-colombia-avalanche-kills-at-least-48/>
4. dawatmedia.com
<http://www.dawatmedia.com/colombia-landslide-kills-dozen-antioquia-province/>

5. International Charter

https://www.disasterscharter.org/web/guest/activations/-/asset_publisher/fmpRVvSW3UIw/content/other-in-colombia

6. 中新網

<http://www.chinanews.com/tp/hd2011/2015/05-22/521022.shtml>

7. 美國地質調查所

<http://www.usgs.gov/>

8. 哥倫比亞水文、氣象與環境研究院

<http://www.pronosticosyalertas.gov.co/>

9. 哥倫比亞國家災害風險管理部門

<http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/>

10. 發現哥倫比亞

<http://discovercolombia.com/medellin/weather-in-medellin/>

11. 聯合國人道救援組織

<http://www.unocha.org/>

12. 蘋果日報

<http://www.appledaily.com.tw/realtimenews/article/new/20150518/612687/>