

瓜地馬拉康布雷二村(El Cambray II)崩塌事件分析

呂喬茵、張志新、傅鏗漩

國家災害防救科技中心坡地與洪旱組

摘要

瓜地馬拉中南部的康布雷二村(El Cambray II)南側邊坡，因連日豪雨，於當地時間(2015 年 10 月 1 日)晚上 9 點 30 分發生了嚴重的崩塌事件，大量土石夷平村落，覆蓋了 187 戶住家，土石掩埋深度達 15 公尺。10 月 13 日政府宣布搜救行動停止，死亡人數達 280 人、70 人失蹤。從 2008 開始，瓜地馬拉的國家減災協調中心(CONRED)便建議居民搬離此山崩高潛勢區域，但居民並沒有能力或方法能搬離原本的住所，最終導致本次嚴重的傷亡與損失。

一、 環境背景

康布雷二村(El Cambray II)位於聖卡塔琳娜皮努拉 (Santa Catarina Pinula) 鎮，是瓜地馬拉中南部的一個山區聚落，距離首都瓜地馬拉市東南方約 15 公里處(圖 1)，聖卡塔琳娜皮努拉鎮面積約 50 平方公里，海拔高度 1,640 米。瓜地馬拉有「恆春之國」的美

譽，聖卡塔琳娜皮努拉鎮的年平均氣溫在 19.3° ，每年 11 月至 4 月為乾季，月降雨量最高只有 2mm，5 月到 10 月則為雨季，月降雨量可達 270mm，年降雨量約 1300mm(圖 2)，雨季期間易於地質脆弱且陡峭的邊坡釀災。康布雷二村位處河谷陡峭邊坡的坡腳之下，屬於坡地災害的高風險區，套疊美國地質調查所(USGS) 1:5M 的地質圖，崩塌區域附近的地層以第三紀中新世與第四紀的火山岩為主 (圖 3)。



圖 1 瓜地馬拉康布雷二村(El Cambray II)崩塌地理位置示意圖

(圖片來源：AFP)

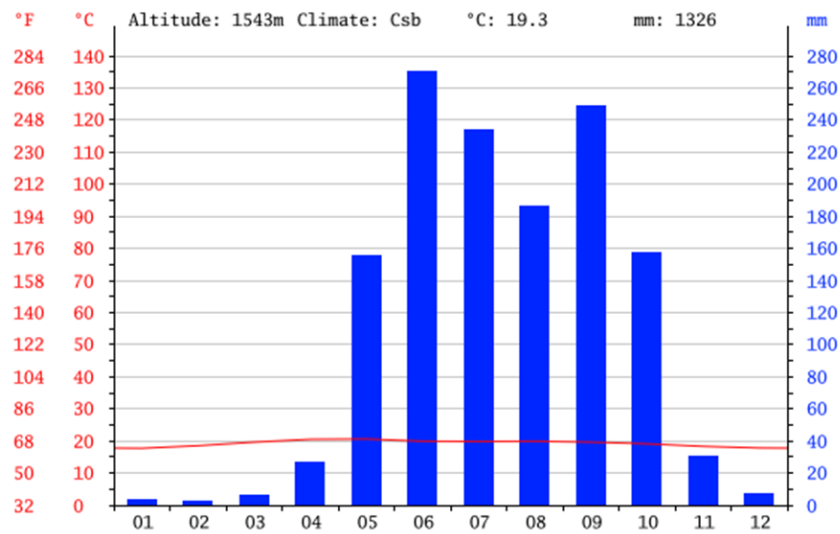


圖 2 聖卡塔琳娜皮努拉鎮的月平均降雨量與溫度。

(資料來源：Climate-DATA)

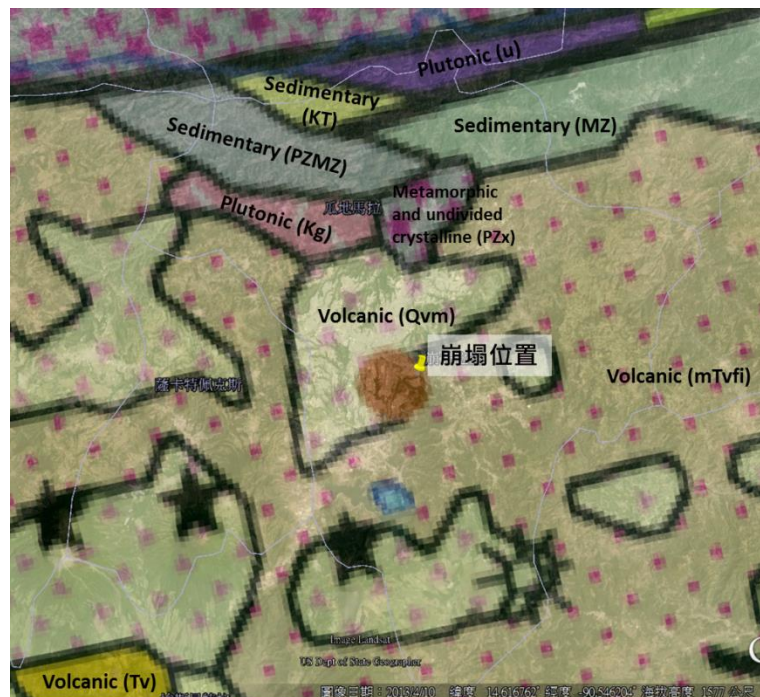


圖 3 瓜地馬拉市及其附近區域地質圖

(圖層來源：USGS)

二、災情概述

2015 年 10 月 1 日，當地時間晚上 9:30 分，康布雷二村南側邊坡，因連續的大雨引發了崩塌，大量土石夷平部分的村落，覆蓋了 187 戶住家，部分地區被埋在約 15 公尺深的土礫堆下(圖 4)。根據瓜地馬拉的国家減災協調中心(Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED)的資料，本中心概估崩塌範圍寬約 100 公尺，長約 110 公尺(圖 5)，CONRED 估計整體受影響區域約 8,300 平方公尺。當局動用了至少 2,250 名救難隊員與大型機具負責搜救與清理土石，也有民眾主動投入事發現場的救援工作，墨西哥亦派出搜救隊到當地協助，許多公司與私人企業也都提供了食物、水和藥物等必需品，但是大雨阻礙了救援行動的進行(圖 6)。事件發生後，當地政府疏散附近約 300 位居民及災民至三個避難處所，原本 CONRED 將當地劃定為橘色警戒，後續因為災害規模嚴重而提升到紅色警戒的緊急狀態(分級如圖 7)，並設置網頁提供搜救狀態、失蹤或收容所居民等相關資訊。10 月 13 日官方宣布救援行動停止，死亡人數達 280 人，約 70 人失蹤，並宣布了附近重建的計畫，以安置目前住在臨時庇護所的人民(AFP, Reuters, CNN, IFRC)。



圖 4 康布雷二村南側邊坡山崩

(照片來源：歐新社)



圖 5 康布雷二村山崩崩塌影響範圍

(修改自 CONRED 資料)



圖 6 康布雷二村山崩後救災情況

(照片來源：AFP, SOY502)



圖 7 瓜地馬拉的国家减灾协调中心(CONRED)的灾害分级。

(修改自 CONRED)

三、致災原因

本次崩塌的致災原因探討歸納如下：

(一) 連續性大雨

由於雨季的關係，在康布雷二村崩塌事件之前，連日的大雨已經造成瓜地馬拉部分地區有淹水、崩塌的災情傳出。瓜地馬拉地震、火山、氣象、水文國家研究所(INSIVUMEH)所長表示，紀錄顯示崩塌時的土壤溼度高達 90%，連續的豪雨是引發此次瓜地馬拉近十年來最嚴重崩塌災害事件的原因之一。

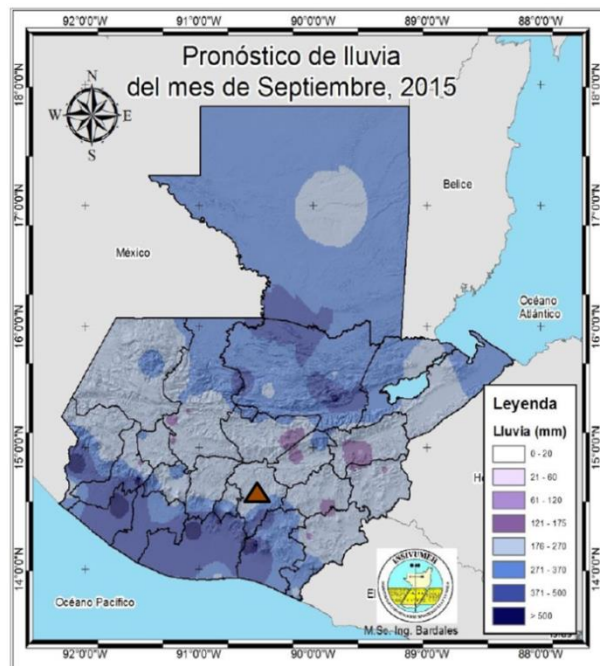


圖 8 瓜地馬拉 9 月份的雨量預報，三角形為康布雷二村崩塌位置

(資料來源：INSIVUMEH)

(二) 陡峭邊坡與脆弱地質

由崩塌的照片可以看到此區邊坡是由脆弱鬆散的地質材料所組成，圖 9 顯示於搜救過程中(10 月 7 日)在主要崩塌旁產生了另一個較小的新生崩塌，推測可能為崩塌的堆積物使河流改道，沖蝕其坡腳所造成(AGU Landslide Blog)，可見此河谷邊坡的地質特性極易因河流的沖刷侵蝕導致坡體不穩定。另外，也可以從 1976 年瓜地馬拉所發生芮氏規模 7.5 大地震造成之崩塌分部(Harp et al., 1981)，看到此河谷地區已有多處發生過崩塌(圖 10)。



圖 9 崩塌搜救過程影片截圖。

(資料來源：SOY502)



圖 10 紅色與白色線框分別表示此次崩塌與堆積範圍，黃色線框代表

1976 年瓜地馬拉所發生芮氏規模 7.5 大地震造成之崩塌範圍。

(資料來源：Rüdiger Escobar Wolf of Michigan Technological University;
Harp et al., 1981)

(三) 舊崩塌地復發

2003 年至 2014 年的歷史影像資料顯示了此邊坡的植被變化(圖 11)。2003 年坡面還算完整，但從 2005 年起，該地區影像開始有土石崩落、塌陷與沖蝕的痕跡，2012 年後邊坡直接裸露，且鄰近邊坡也有多處的崩塌裸露狀況。因此舊崩塌地的復發也是本次災害發生的主因之一。



圖 11 康布雷二村南側邊坡歷史影像資料

(底圖來源：Google earth)

(四) 都市窳陋地區的災害脆弱性

從Google 影像也可以看到該地區的城市發展現況(如圖 12 所示)，康布雷二村位在河川谷地中，而其坡面上方城市的高密度開發亦是相當驚人，居住空間不足，較貧困的民眾只能往近邊坡地區或河谷地居住，從災害畫面可以看出建築物緊鄰坡腳而建設，因此當崩塌災害發生時並沒有任何的緩衝空間，崩塌土方直接堆埋山谷中的建物與民眾，幾乎沒有逃生機會，造成嚴重傷亡。

然而，從 2008 年開始，國家減災協調中心(CONRED)已經數次建議居民能搬離此山崩高潛勢的區域(圖 13)，在 2014 年 11 月，瓜地馬拉的国家減災協調中心再次聲明，希望地方政府可以協助居民”立刻”搬離，以降低未來災害發生時的衝擊與損失。但，就像其他曾遭受致命性山崩威脅的中南美洲窮困村落一樣，此區的居民依舊沒有能力或方法能搬離原本的住所(Reuters; BBC)。

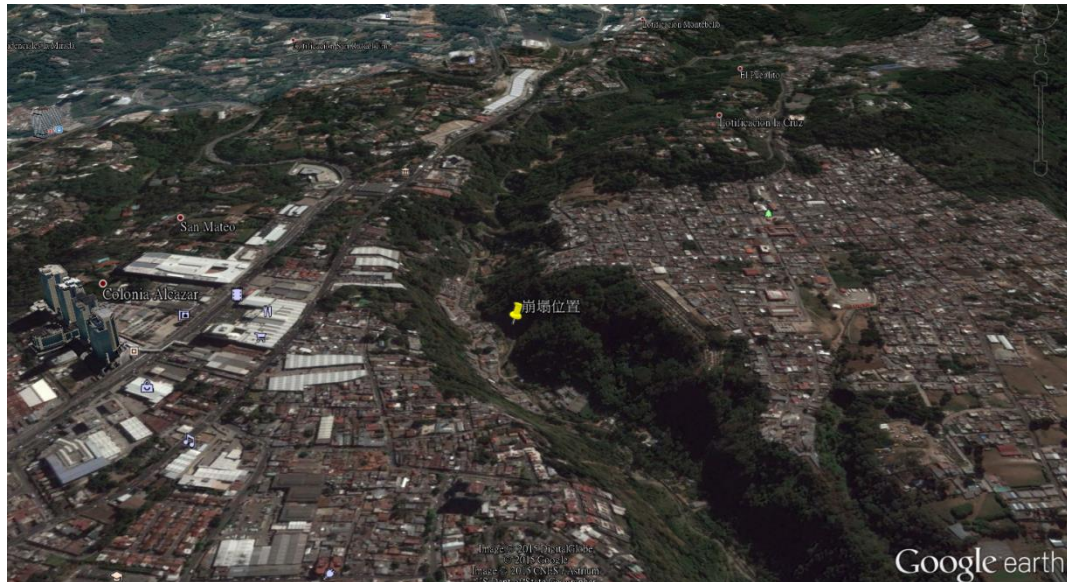


圖 12 康布雷二村崩塌鄰近城市鳥瞰

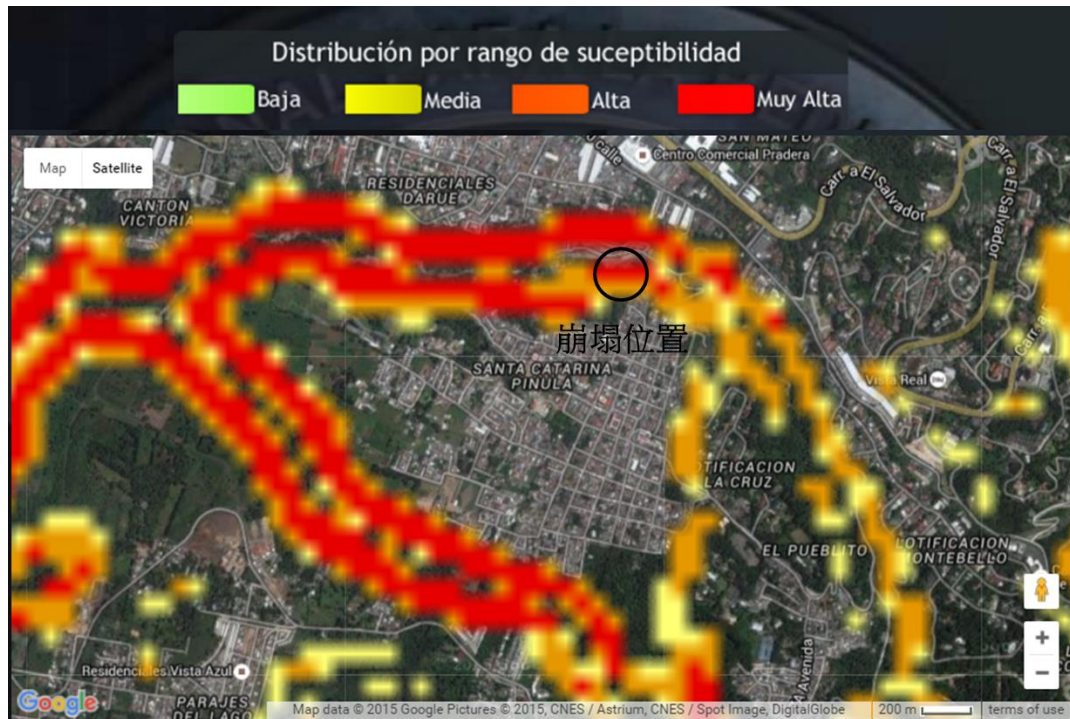


圖 13 國家減災協調中心(CONRED)所公布之崩塌潛勢地圖，本次崩塌位於高潛勢地區。(資料來源：CONRED)

四、結論與討論

此次崩塌是瓜地馬拉近十年來最嚴重崩塌災害事件，共造成 280 人死亡，70 人失蹤。災害主要因為雨季的連續降雨，在舊崩塌地再次發生更大規模崩塌災害，導致嚴重傷亡。在此次災害發生前，瓜地馬拉的國家減災協調中心(CONRED)已經多次提出警訊，但仍無法避免本次災害的傷亡與損失。此災害事件凸顯出都市窳陋地區，因屬於社會上相對的弱勢，在面臨災害衝擊時，所受到的傷亡與損失也會相對較嚴重，即便政府有建議該地區不宜居住，但是高風險地區的遷居規則，仍是目前困難的課題。

除了災害潛勢的分析與評估成果外，如何落實、應用，讓較弱勢、窮困的居民了解其所處的環境風險，協助居民遷居或災前提早撤離，以及其他的配套措施，是複雜的整體社會的問題，需加強協調各環節的整合與溝通，並透過立法與政府政策，將防災政策納入各部門的施政規劃中，以加速推動執行。

參考文獻

AGU Landslide Blog

<http://blogs.agu.org/landslideblog/>

AFP

<http://www.afp.com/>

BBC

<http://www.bbc.com/>

Climate-DATA

<http://es.climate-data.org/>

Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED

<http://www.conred.gob.gt/>

CNN

<http://edition.cnn.com/>

Harp, E. L., Wilson, R. C., & Wieczorek, G. F. (1981).

Landslides from the February 4, 1976, Guatemala earthquake.
In Landslides from the February 4, 1976, Guatemala
earthquake. US Government Printing Office.

Instituto Nacional de Sismologia, Vulcanologia, Meteorologia
e Hidrologia (INSIVUMEH)

<http://www.insivumeh.gob.gt/>

Reuters

<http://www.reuters.com/>

SOY502

<http://www.soy502.com/>

U. S. Geological Survey (USGS)

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

歐新社

<http://www.epa.eu/>

維基百科

https://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page