

2017 年 8 月獅子山共和國災害報告

林聖琪¹、黃柏誠²、張志新¹

¹ 國家災害防救科技中心坡地與洪旱組

² 國家災害防救科技中心氣象組

摘要

2017 年 8 月 14 日獅子山共和國西區(Western Area)受到連續 3 天的強降雨影響，發生崩塌與淹水災害，影響將近 6,000 人，造成 1,141 人死亡與失蹤，總損失估計 3.2 千萬美元，房屋損失達 1.5 千萬美元。其中，緊鄰雷鎮(Regent)的舒格洛夫山(或稱糖麵包山，Mount Sugar Loaf)發生大規模崩塌，崩塌後土石形成土石流，並沿著 Babadorie Valley 流下，同時亦加劇中、下游的洪水災害，影響範圍廣闊，其受災類型與地理位置有關，例如房屋受損型態，由上游至下游分別遭受到土石直接掩埋全毀、土石流衝擊以及下游洪水淹沒半毀情形，以低收入戶者為洪水災害衝擊對象。本文主要為雷鎮崩塌事件概述、降雨水文分析及衝擊影響評估介紹。

一、 氣象事件概述

獅子山共和國為熱帶氣候，雨季為 5 到 11 月，西部海岸的年平均雨量可達 3,000 至 5,000 mm(圖 1)，為非洲雨量最多的國家，首都自由城年平均雨量約 3,000 mm，以 7~9 月雨量最多，月平均雨量最多的月份為 8 月，月平均雨量可達 791.1 mm(圖 2)。

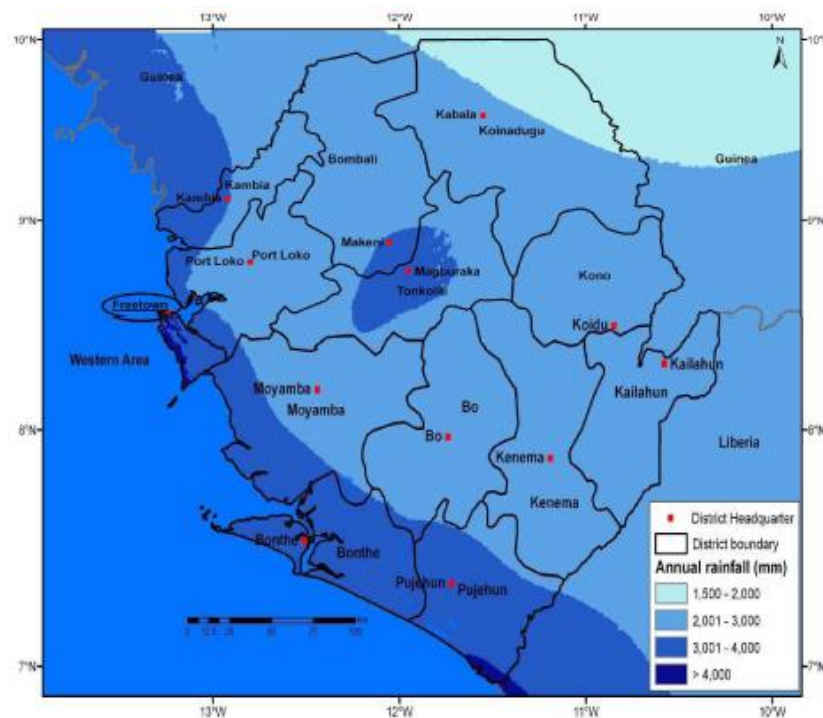


圖 1 獅子山共和國年平均雨量圖(資料來源：獅子山共和國農業研究所，The Food and Agriculture Organization (FAO))

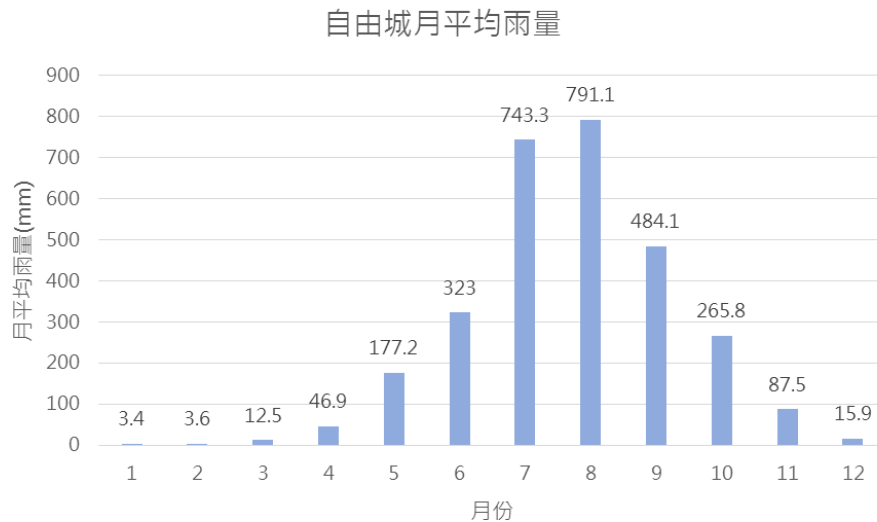


圖 2 自由城月平均雨量(單位：mm)(資料來源：維基百科
<https://en.wikipedia.org/wiki/Freetown>)

暴雨帶來的災情在獅子山共和國並不罕見，在 2015 年的雨季，自由城也因為突如其來的淹水造成 10 人死亡，上千人流離失所。2017 年 8 月 14 日相同於自由城 Wilberforce 測站測得日雨量達 81.2 mm，且在 12 小時內降下，最高時雨量為 16.3 mm(圖 3)。自 7 月 20 日~8 月 14 日 Wilberforce 測站累積雨量達 418.8 mm，在事件發生前幾日也曾有較大降雨，分別是 7 月 24 日的日累積雨量 84.9 mm 及 8 月 10 日的日累積雨量 76.5mm (圖 4)，而 2017 年 8 月的月累積雨量為 520.2mm，尚在歷史氣候值範圍內。另外，根據美國國家海洋和大氣管理局(National Oceanic and Atmospheric Administration)衛星降雨估計，8 月 10 日-8 月 16 日的一周累積降雨相較與歷史超過 100 mm，

且 7 月 1 日至 8 月 14 日的日累積降雨為 1040 mm，為歷史同一時期的 3 倍。

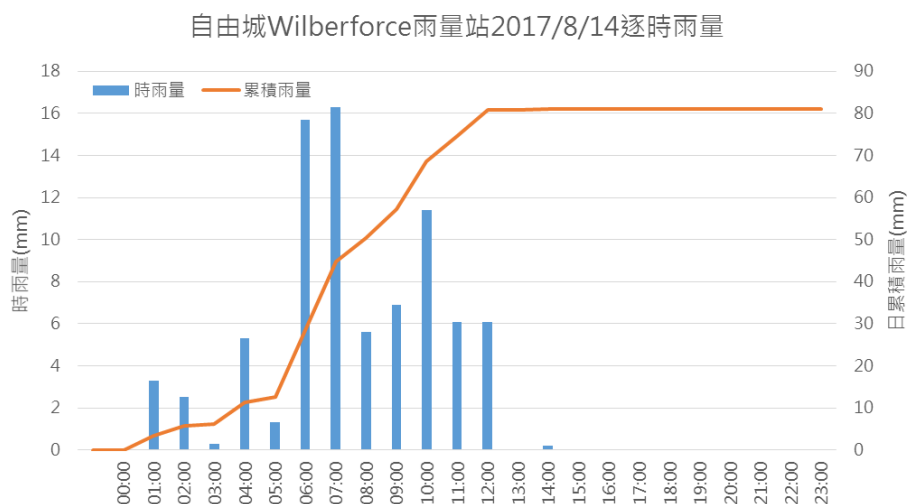


圖 3 自由城 Wilberforce 測站 2017 年 8 月 14 日的逐時雨量

(資料來源：獅子山共和國氣象局)

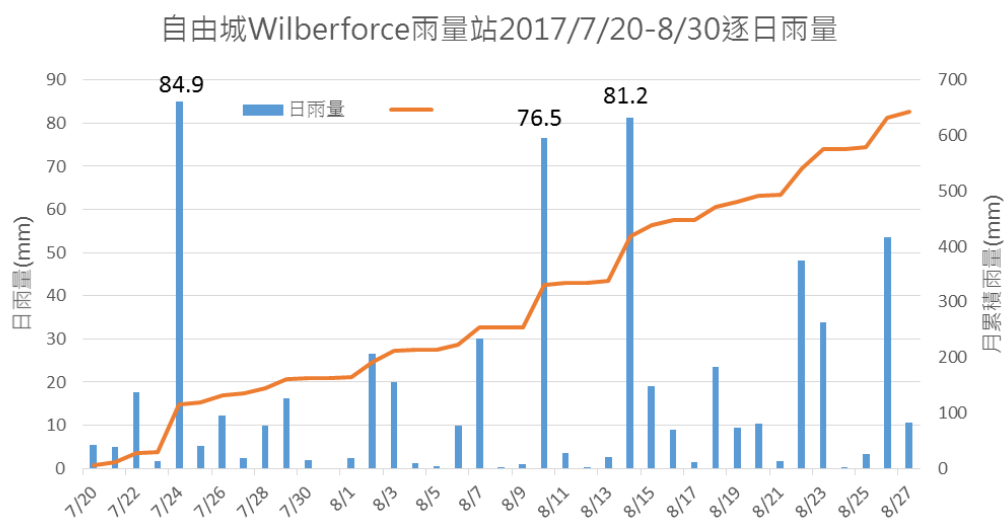


圖 4 自由城 Wilberforce 雨量站 2017 年 7 月 20 日至 8 月 30 日的逐日

雨量(資料來源：獅子山共和國氣象局)

二、 災害衝擊

(1) 災情紀錄

2017 年 8 月 14 日，獅子山共和國西部地區雷鎮發生大規模山體滑坡，大量土砂滑入 Babadorie Valley，加劇了原本河流兩岸已發生的淹水災害，總共 1,141 人死亡與失蹤，6,000 人受到影響。根據國家緊急災害資料庫(EM-DAT)統計，為 2017 年世界天然災害死傷人數最多事件，發生地點如圖 5 所示。

根據目擊者描述，雷鎮崩塌共發生兩次：首先發生在 14 日上午 6 時 50 分，下邊坡發生崩塌滑落山谷，伴隨的低頻「隆隆」聲，類似飛機飛過噪音；10 分鐘後發生第二次滑動，發生處為上邊坡失去穩定的岩體，山坡上的巨大岩石與樹木飛落，並有火花閃光發生。兩階段滑動當中，因上邊坡岩體滑動，其最大滑動岩塊尺寸高達 40 立方公尺，巨大動能使其下方社區多被摧毀，如圖 6 所示。

然而，在雷鎮崩塌發生之前，連續高強度降雨已經透過山區地表逕流，匯集形成高速流動洪水流入雷鎮，造成低窪地區淹水，例如 Kamayama/Malama 地區，淹水深度達 5 至 6 公尺，部分民眾在崩塌之前已疏散，但部分民眾因未能即時避難，已遭受洪水淹沒，並隨著高速水流沿著 Babadorie Valley 流至 Lumley 海邊，約早上七點即在海

邊發現屍體，推估應為崩塌發生前之淹水災害受難人員，河流兩岸影響範圍如圖 7 所示。

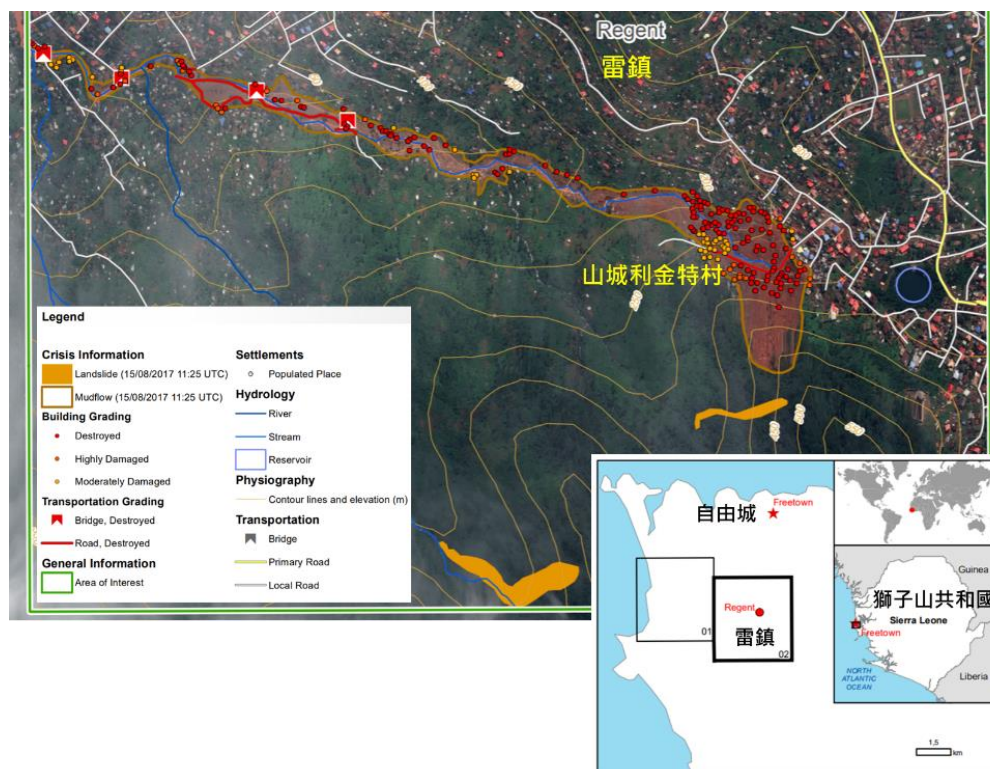


圖 5 雷鎮崩塌發生地區圖(改繪 EMSR222，2017)



圖 6 雷鎮崩塌發生前後衛星圖

(照片來源：Digital Globe，2017 與 EDA，2017)



圖 7 Babadorie Valley 兩岸受衝擊範圍(資料來源：Wold Bank、英商奧雅納工程顧問有限公司(Arup))

(2) 雷鎮崩塌災因分析

獅子山共和國的自然災害，主要是經常發生的洪水、乾旱和山體滑坡。15 年來，共發生 4 次大洪水影響了 22 萬人，造成了嚴重的經濟損失(World Bank 與 GFDRR，2017)。此次雷鎮發生大規模崩塌，根據氣象資料分析結果，西區之降雨量相較於過去同一時段的降水量多，土壤含水量高使得邊坡剪力阻抗下降，使得邊坡滑動。根據現場崩塌照片顯示，崩塌材料以高風化土壤為主，滑動面在於基岩上方，如圖 8 所示。

另外，芝加哥評論與國家地理頻道針對雷鎮崩塌事件指出，獅子山共和國在山坡地區建設大型住宅，且不受限制的砍伐森林，削弱了

附近山坡的穩定性，造成了嚴重的土壤侵蝕。根據全球森林監察 (Global Forest Watch) 指出獅子山共和國過去 10 年損失約 80 萬公頃的森林覆蓋，以 2015 年面積最大；同時，獅子山共和國於 1991 年至 2002 年間發生的內戰亦是森林砍伐的一個原因。利用 Google Earth 多時序衛星圖資顯示(圖 9)，在 2012 年 12 月舒格洛夫山坡趾已開始有建築物，災害發生前 2017 年 1 月坡趾處房舍密度增加，直接受邊坡滑動衝擊。



圖 8 雷鎮崩塌崩崖與進入溪流災害型態

(資料來源：Arup)

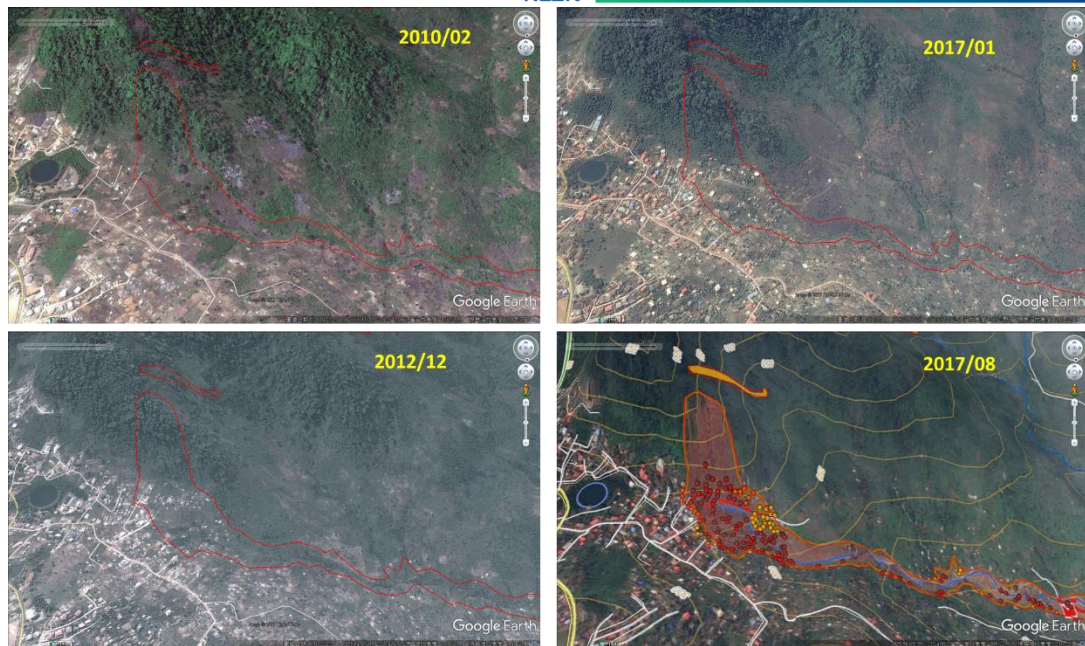


圖 9 雷鎮崩塌前後多時序衛星圖

(影像來源：Google Earth 與 EMSR222)

(3) 災損統計

雷鎮山體滑坡後，許多國際機構製作並分享了災前和災後的地圖和衛星圖像，其中全球環境與安全監測計劃(Global Monitoring for Environment and Security, GMES)與數位全球(DigitalGlobe)提供雷鎮災害前後影像協助災害規模判定、搶救、復原及重建規劃衛星影像判釋。另外，8月14日災害發生後，獅子山共和國政府請求世界銀行(World Bank)支持與聯合國(UN)合作，進行一次全面的快速破壞和損失評估(DaLA)。經8月24日至9月8日災害損失以及復原所需資金等一系列評估，涉及十個部門，四個交叉領域，提出短、中和長期需求之初步建議。同時，聯合國機構和其他發展夥伴將支持制定涵蓋關

鍵體制，政策，融資和實施行動的計劃性計劃，其詳細報告可參考世界銀行(World Bank)與世界減災與復原基金(GFDRR)評估報告(以下簡稱「評估報告」，World Bank 與 GFDRR，2017)，本文針對獅子山共和國此次事件災害損失與雷鎮崩塌與崩塌後引起洪水加重損失進行說明。

A. 災害總損失

根據獅子山共和國傷亡統計，確認死亡與失蹤共 1,141 人，各城市以雷鎮死亡與失蹤達 808 人最多，其次為中、下游 Kamayam/Malama 城市 264 人，其分布如圖 10 所示。根據當地國家安全局(Office of National Security)提供的街道與建築物圖資，以及聯合國開發計畫署(United Nations Development Programme, UNDP)轄下地理資訊與環境管理服務單位(Integrated Geo-information and Environmental Management Services, INTEGEMS)利用 GPS 和 GIS 進行現地資料紀錄，並整合不同來源之資料，如圖 11 所示，調查結果之整體損失如表 1 所示，高達 3,365 萬美元，以建築物損失 1,539 萬美元為最高。

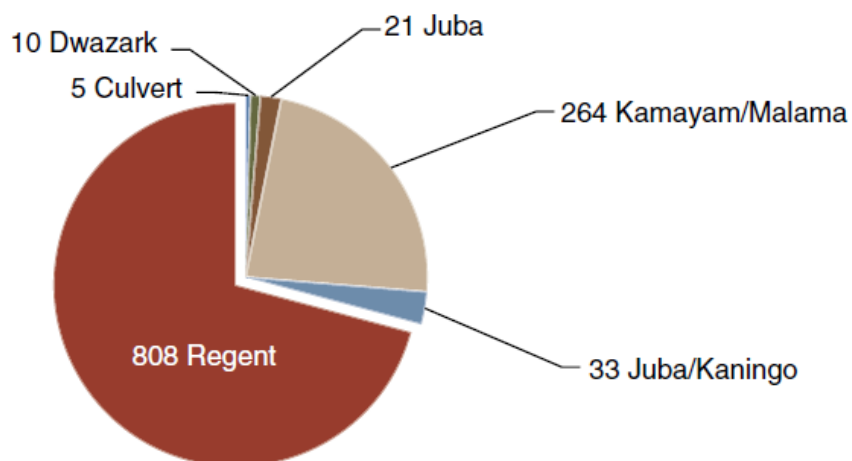


圖 10 獅子山共和國各城市死亡與失蹤人數統計圖

(資料來源：獅子山共和國國家安全局)

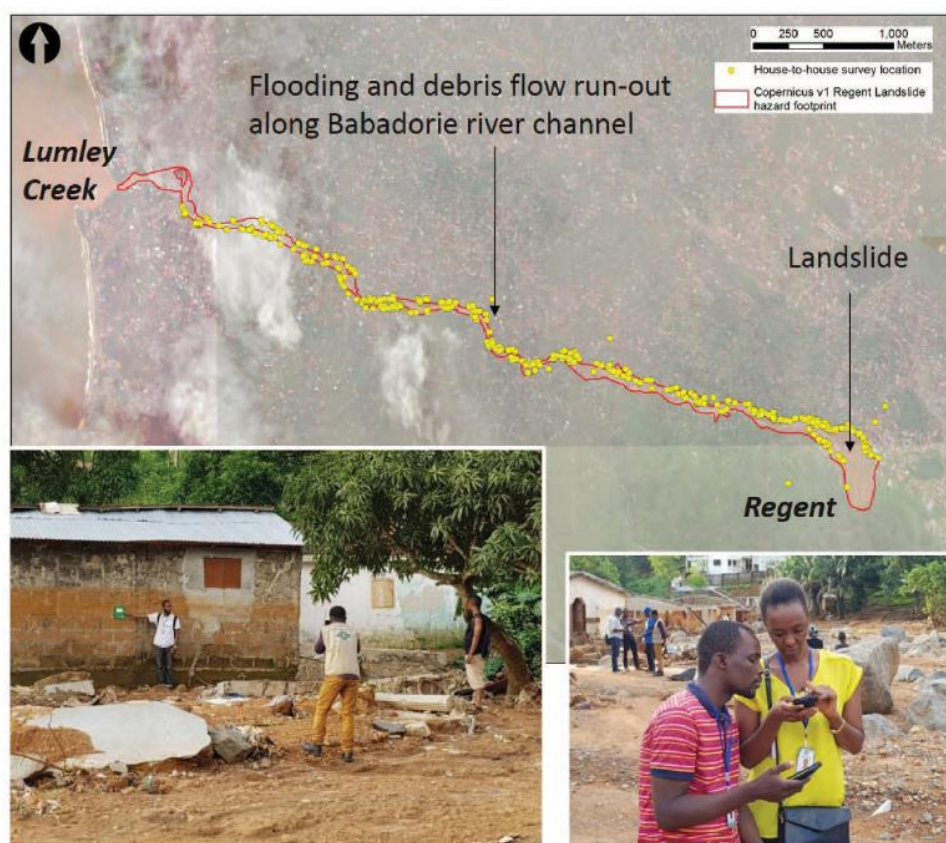


圖 11 INTEGEMS 利用 GPS 與 GIS 整合家戶調查結果

(資料來源：INTEGEMS 與 Arup)

表 1 災害衝擊損失表(資料來源：世界銀行，2017)

項目	損壞 美金(百萬)	損失 美金(百萬)	總損失金額 美金(百萬)
房地產	14.14	1.25	15.39
運輸與排水系統	0.98	-	0.98
電力與電信	0.17	0.10	0.27
水與公共衛生	0.76	0.88	1.64
衛生系統	0.02	4.67	4.69
教育機構	0.52	0.70	1.22
社會關護所	-	4.85	4.85
工商業	0.17	0.65	0.82
固體廢棄管理	-	-	-
環境衝擊	0.01	-	0.01
災難風險管理	-	1.78	1.78
總金額	16.77	14.88	31.65

B.建築物衝擊

根據災害前後期之衛星影像比對結果，Babadorie Valley 河道拓寬 100 公尺(如圖 7 所示)，連結兩岸之交通道路與橋樑接受到嚴重或中度的損壞。自舒格洛夫山崩塌土石，直接撞擊與掩埋坡趾下方雷鎮建築物，以及土石與水混合形成土石流衝撞與掩埋建築物；中、下游含砂水流淹沒河流兩岸房舍，以及下游至出海口受淹水房舍，建築物破壞型態則有不同，如圖 12 為 Babadorie Valley 上、中、下游房子破壞衝擊型態與數量現地調查，上游雷鎮建築物全面損壞為最多，下游 Lumley 建築物遭淹水退後，建築物仍可使用，其損壞最低。

另一項調查結果值得注意，Kamayam/Malama 建築物損壞相較於

下游 Juba/Kaning 損壞棟數較少，但損失金額高於 Juba/Kanin，如圖 13 所示，其原因在於 Kamayam/Malama 建築物屬性與家庭資產相較於 Juba/Kaning 比例較高，該項調查完整有賴於房屋與人口普查、財產稅籍資料以及詳細災害家戶調查技術與能力。

C. 家戶損失調查

在「評估報告」第 8 章附錄提到獅子山共和國西區損失評估流程，首先利用衛星影像進行快速建築物類型判釋，提供現場調查者逐戶確認建築物類型與經濟使用(例如住宅、商業與混合用途建築物)，其他損壞無法判定建築物型態者，則利用區域特性推估建築物用途，其損失評估結果與實際損失相近。然而，其他地區的損失評估並不如西區詳細，例如東區 Dwazark and Culvert 城市，未能實地調查與逐戶確認，但仍可以衛星影像評估影響之建築物進行家戶損失評估，作為重建經費參考。

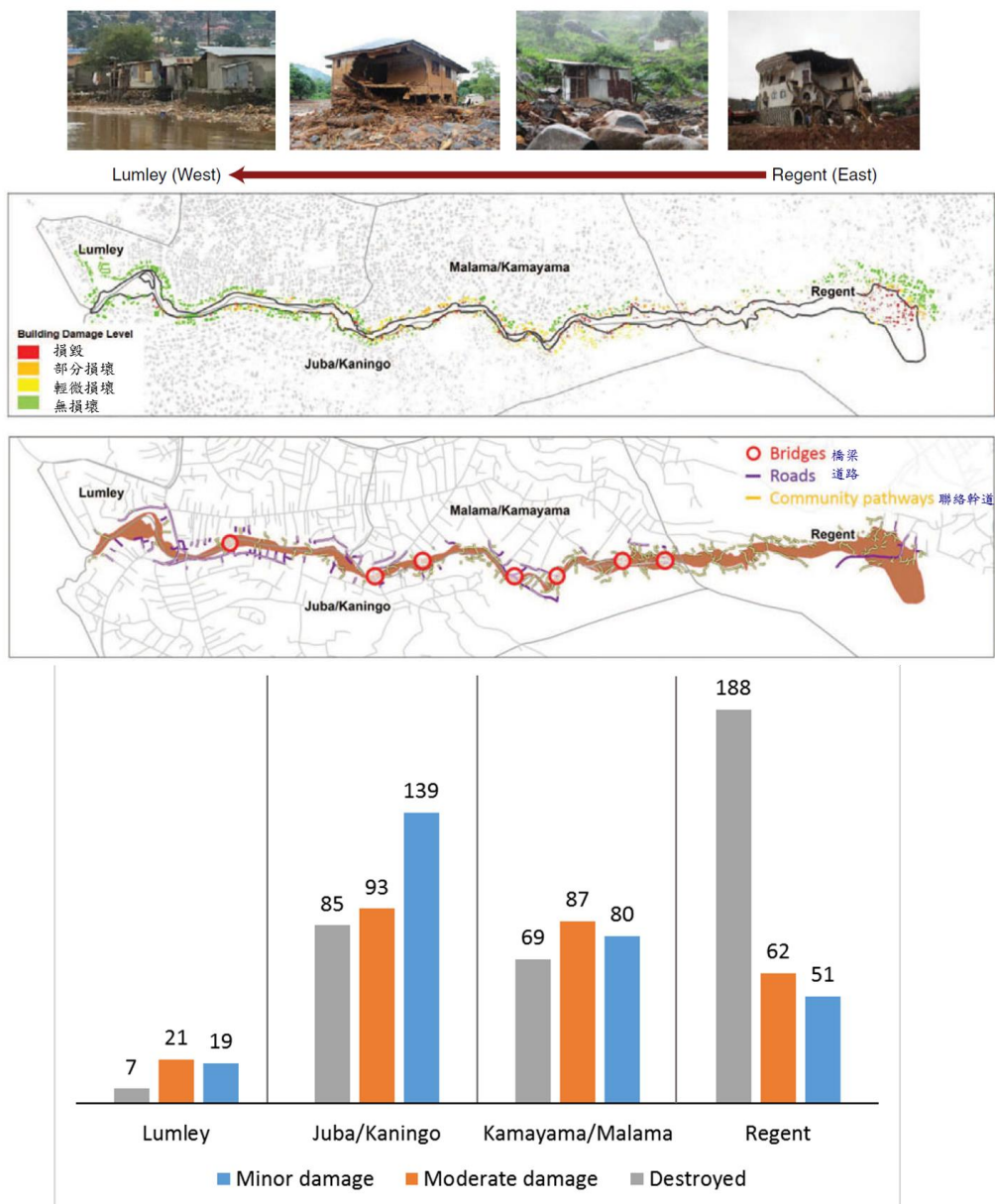
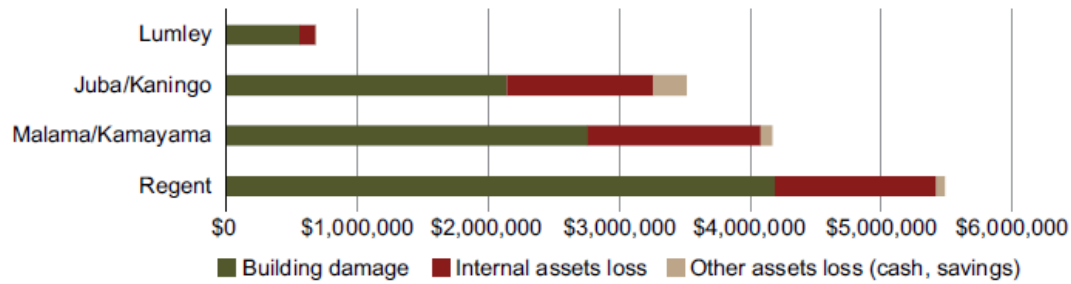


圖 12 Babadorie Valley 上游山區至下游平地出海口之建築物與交通設施損壞型態(資料來源：改繪 Wold Bank、Arup、INTEGEMS、UNOPS、SLRA 調查資料)



, Arup, INTEGEMS (2017).

圖 13 Babadorie Valley 上、中及下游城市建築物損失金額比較圖(資料來源：World Bank、Arup、INTEGEMS)

三、 結語

2017 年 8 月 14 日獅子山共和國因三天連續降雨，發生崩塌與洪水災害影響將近 6,000 人，造成 1,141 人死亡與失蹤，總損失估計 3,200 萬美元，房屋損失達 1,500 萬美元，為 2017 年全世界天然災害死亡與失蹤人數最多事件地點。其中，西區雷鎮的舒格洛夫山發生大規模崩塌，形成土石流沿著 Babadorie Valley 流下，加劇中、下游的洪水災害。Babadorie Valley 河道拓寬將近 100 公尺，建築物與交通設施損壞與其所在地理位置，上游建築物遭受土石流衝擊完全損壞，而中、下游雖然遭受淹水，退水後建築物仍可使用。面對巨大損失之天然災害初期，許多國家快速提供衛星影像資訊與初步判釋結果，例如全球環境與安全監測計劃(GMES)與數位全球(DigitalGlobe)，提供各人道

救援組織與重建基金機構協助國家快速恢復正常生活。以獅子山共和國事件來看，世界銀行與其他聯合國相關機構於 8 月 24 日至 9 月 8 日，短短 16 天內，有效利用衛星影像進行建築物類型評估與實地家戶訪查，完成全面災害損失評估與未來重建短、中及長期規劃。

參考資料

- [1] Clarke, Hillary (August 14, 2017). "Hundreds killed in Sierra Leone mudslides". CNN. Retrieved August 15, 2017.
<http://edition.cnn.com/2017/08/18/africa/sierra-leone-mudslides/index.html>
- [2] Gibbens, Sarah (August 16, 2017). "Explaining the Deadly Sierra Leone Mudslide". National Geographic Channel. Retrieved August 16, 2017.
<https://news.nationalgeographic.com/2017/08/sierra-leone-mudslide-deadly-video-spd/>
- [3] Map Action (2017). "Sierra Leone Emergency - Landslide Overview(as of 19 Aug 2017)." <https://maps.mapaction.org/dataset/sierra-leone-landslides-ma001-v1>
- [4] Regent, Freetown area – SIERRA LEONE Mudflow- Situation as of 15/08/2017 Grading Map ,
http://emergency.copernicus.eu/mapping/system/files/components/EMSR222_02REGENT_02GRADING_MAP_v2_200dpi.pdf
- [5] Relief Web (2017). "[Flash Update](#)". Retrieved August 17, 2017.
<https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Sierra%20Leone%20Flash%20Update%20v4.pdf>
- [6] Wikipedia (2017). "Sierra Leone mudslides."
https://en.wikipedia.org/wiki/2017_Sierra_Leone_mudslides
- [7] The World Bank (2017). Sierra Leone Rapid Damage and Loss Assessment of August 14th, 2017 - Landslides and Floods in the Western Area.
https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/19371_Sierra_Leone_DaLA_Web-forprinting.pdf