

莫拉克颱風引致小林村堰塞湖之形成與潰決歷程

陳樹群^[1] 吳俊鈺^[2*]

摘 要 高雄縣小林村旁旗山溪河道在莫拉克颱風期間形成堰塞湖，本文利用莫拉克颱風期間之降雨、河川水位、獻肚山崩塌土砂量等資料，推估小林村堰塞湖之形成過程、堆積土體尺寸及潰決方式等。莫拉克颱風期間，小林村於獻肚山崩塌前之總雨量介於 1218 至 1713 mm，鄰近之甲仙及表湖雨量站降雨量都超過 200 年降雨頻率年估算值。旗山溪水位記錄則在 2009 年 8 月 9 日上午 7 時出現 50 分鐘內急降 3.28m，爾後在 8 時 30 分出現 1 小時內急速攀升 8.05m 之水位，證實小林村旁旗山溪河道曾因崩塌土砂阻塞河道而出現堰塞湖。 ...

關鍵詞：小林村、堰塞湖、溢流侵蝕。

The Formation and Failure of Typhoon Morakot-Triggered Landslide Dam in Siaolin Village

Su-Chin Chen^[1] Chun-Hung Wu^[2*]

ABSTRACT The rainfall, water level of the Chi-Shan River, and the Mt. Xian-Du landslide volume are used to estimate the deposit area, size and dam-break progress of the landslide dam triggered by Typhoon Morakot in Siaolin Village. Typhoon Morakot brought about 30 hours of torrential rainfall with a total rainfall reaching 1218~1713 mm in Siaolin Village. The rainfall frequency at Jia-Shian station and Biao-Hu station exceeded the 200-year return period. The water level at Shan Lin Da Bridge in Chi-Shan River rapidly fell by about 3.28 m in 50 minutes and rapidly rose by about 8.05 m in 1 hour at 7 o'clock, 2009/8/9. The phenomenon also demonstrated a landslide dam occurring in the Chi-Shan River. ...

Key Words: Siaolin Village, landslide dam, overtopping.

(摘要請勿超過一頁)

(本文件為全文格式範例)

一、前 言

Costa and Schuster (1988)彙整 Davis (1882)及 Hutchinson (1957)等資料將天然壩(natural dams)成因分為六類，包含火山熔岩造成的壩體(volcanic dams)、邊坡崩塌造成的壩體(landslide dams)、冰山崩塌或融雪造成的壩體(glacial dams)、洪水氾濫造成的壩體(fluvial dams)、風積泥沙造成的壩體(aeolian dams)、海岸沖積造成的壩體(coastal dams)及有機壩體等。爾

[1] 國立中興大學水土保持學系教授

Professor, Dept. of Soil and Water Conservation, National Chung Hsing University, Taichung 402, Taiwan

[2] 國立中興大學水土保持學系博士後研究員 (* 通訊作者 E-mail: chwu@email.nchu.edu.tw)

Post-Doctoral Researcher, Dept. of Soil and Water Conservation, National Chung Hsing University, Taichung 402, Taiwan

後部分學者 (Costa and Schuster, 1988; 陳樹群, 1999; 陳樹群, 2009) 將堰塞湖 (landslide dams, debris dam, barrier lake) 定義為：由熔岩流、火山泥流、冰河冰礫物 (glacial ice and late-neoglacial moraines) 或崩塌、地滑 (landslides)、土石流 (debris avalanches) 等所形成之天然壩阻塞溪流而形成，並可能對居住於堰塞湖下游之居民生命財產產生重大威脅。Schuster and Costa (1986)、Schutser (1993) 及陳樹群 (1999) 都曾指出堰塞湖的形成主因 ... 可能淹沒範圍等資料。

二、研究區域概述

高雄縣甲仙鄉小林村 (如圖 1) 位於甲仙鄉最北方，全村總面積約為 45.9 平方公里，高程介於 329.8 公尺至 1666.5 公尺，主要交通幹線為台 21 線，

以崩塌前之高程及坡度而言，崩塌及土砂堆積區位在崩塌前高程小於 1000 公尺佔總面積約 86.1%，坡度小於 30 度則總面積約 58.4%；小林村 9-19 鄰在崩塌前居住位置 (如圖 2) 相當平緩，平均坡度約在 15 度以下。

三、降雨、水文及堰塞湖現地調查資料分析

本研究依據訪談 ...

將小林村在莫拉克颱風中的災害歷程，輔以降雨量、河川水位及堰塞湖形成時間等資料整理如表 2。

表 2 小林村在莫拉克颱風之災害歷程

Table 2 The time-series progress in Siaolin Village during Typhoon Morakot.

時間	累積雨量 (mm)	水位高 (m)	災 情
8/6 8 時	2	368.83	陸上颱風警報發佈
8/7 17 時	370	371.01	土石流黃色警戒發佈
8/7 23 時	511	371.52	土石流紅色警戒發佈
8/8 19 時	1343	374.03	19 鄰淹水，往北道路中斷，8 號橋被土石流沖毀
...	...	...	...
...	...	...	...

備註：累積雨量乃採用甲仙雨量站降雨資料；水位高則採用楠峰橋水位資料，惟楠峰橋僅記錄到 8 月 9 日凌晨 0 時。

1. 降雨資料分析

本研究為針對小林村鄰近區域在莫拉克颱風期間之雨量進行更精確分析，因此利用甲仙等 18 處雨量站資料，蒐集莫拉克颱風降雨起始 (約為 2009 年 8 月 6 日) 至降雨停止 (約為 2009 年 8 月 10 日) 間之雨量資料進行評估 (如圖 3)。

若比對累積雨量圖上之斜率，可發現 2009 年 8 月 8 日 13 時至 24 時之間是莫拉克颱風降雨最集中時間，四個雨量站在此時段之總累積降雨量介於 577.0~786.5 mm，約等同降雨強度介於 48.1~

65.5mm/hr。

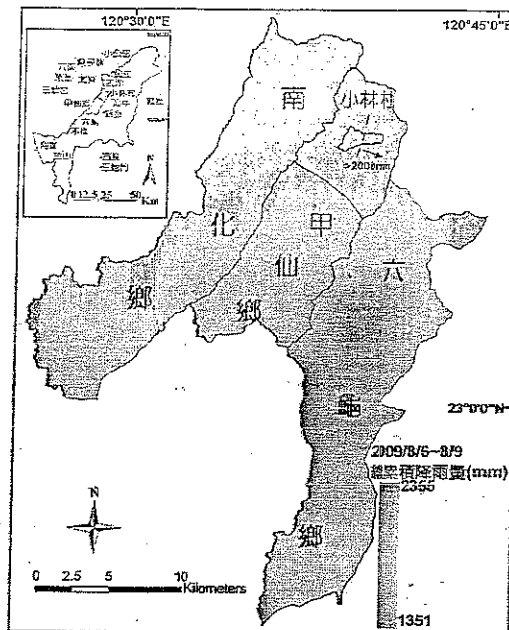


圖 3 2009 年 8 月 6 日至 8 月 10 日台南縣南化鄉、高雄縣甲仙鄉及六龜鄉總累積降雨量分佈圖

Fig.3 The accumulated rainfall distribution from 2009/8/6 to 2009/8/10 in Nan-Hua Town in Tainan County, Jia-Shian Town and Liou-Guei Town in Kaohsiung County

四、討論

1. 莫拉克降雨頻率年分析

為瞭解莫拉克颱風降雨頻率年，本研究選用最接近小林村之甲仙及新發雨量站降雨資料，以極端值第一類分佈 (Extreme-value Type I distribution)，進行 24 小時、48 小時及 72 小時之降雨頻率年估算，探討小林村此次降雨事件之頻率年

時之累積降雨量在世界降雨記錄中並未凸顯，但在長降雨延時之累積降雨量卻相當逼近世界降雨記錄，莫拉克颱風在小林村之降雨類型屬於長延時且降雨強度強。

五、結 論

本研究主要利用莫拉克颱風期間之降雨、旗山溪河川水位及獻肚山崩塌估算資料，探討小林村旁旗山溪河道上在獻肚山大崩塌後所形成之堰塞湖。小林村在莫拉克颱風期間，於獻肚山大崩塌前總共降下 1218 至 1713 mm 之雨量，降雨集中於 2009 年 8 月 8 日 13 時至 24 時之間，小林村鄰近之甲仙及表湖雨量站在莫拉克颱風期間之降雨頻率年都超過 200 年。旗山溪水位則由 8 月 6 日下午開始上升，且杉林大橋水位資料在 8 月 9 日上午 8 時左右出現 50 分鐘內急降 3.28m，爾後又在 1 小時內急速攀升 8.05m。本研究根據此水位資料及蒐集資料研判：小林村旁旗山溪河道因獻肚山大崩塌，崩塌土砂阻塞旗山溪河道而形成堰塞湖。根據本研究於獻肚山下邊坡土砂堆積處擷取 9 條剖面線進行崩後地形觀測，並找出崩塌土砂第一波堆積曲線而描繪堰塞湖可能堆積範圍及高度，堰塞湖堆積土體長度、寬度及高度分別為 600.0、347.8 及 53.0 m，總堆積土體體積約為 1053.1 萬 m^3 ，堰塞湖上游總漫淹面積及體積約分別為 92.3 公頃及 1947.5 萬 m^3 。而堰塞湖形成主因則為降雨形成之崩塌土砂阻塞旗山溪河道，潰決方式則為洪水溢流過頂 (overtopping)，且存在時間不到 3 小時。經本研究利用 Casagi and Ermini (1999) 及 Ermini and Casagi (2003) 估算堰塞湖穩定性公式進行

推算，推算結果都顯示此堰塞湖不穩定。

參考文獻

1. 田畑茂清、水山高九、井上公夫(2002)，「天然ダムと災害」，古今書院，東京。
2. 陳樹群(1999)，「堰塞湖潰決機制與減災工法研究」，中華水土保持學報，30(4): 299-311。
3. 陳樹群、許中立(2009)，「莫拉克颱風形成之堰塞湖及危險度評估」，地工技術，122: 77-86。
4. 陳樹群、吳俊鉉(2009)，「高雄縣小林村獻肚山巨型崩塌引致地形變遷特性」，中華水土保持學報，41(4):357-374。
5. 許銘峰(2002)，「九份二山崩塌區位植生復育與堰塞湖淤滿年限之研究」，國立中興大學水土保持學系研究所碩士論文。
6. 張雅文(2009)，「八八水災／小林村倖存者重現滅村經過」，Nownews 重點新聞。
7. 童煜翔(2008)，「山崩引致之堰塞湖天然壩穩定性之量化分析」，中央大學應用地質研究所碩士論文。
8. 鄭新興、陳文福、蔡喬文(2004)，「以不同地形資訊探討草嶺地區地形之變遷」，台灣地理資訊學刊，1: 63-78。
9. 鄧屬予、李錫堤、劉平妹、宋聖榮、曹恕中、劉桓吉、彭志雄(2004)，「臺北堰塞湖考證」，地理學報，36: 77-100。
10. Casagli, N., and L. Ermini(1999), "Geomorphic analysis of landslide dams in the Northern Apennine," *Transactions of the Japanese Geomorphological Union*, 20:219-249.
11. Chai, H.J., H.C. Liu, Z.Y. Zhang, and Z.W. Xu(2000), "The distribution, causes and effects of damming landslides in China," *Journal of Chengdu University of Technology*, 27:302-307.
12. Chen, Y.J., F. Zhou, Y. Feng, and Y.C. Xia(1992), "Breach of a naturally embanked dam on Yalong River," *Canadian Journal of Civil Engineering*, 19:811-818.
13. Costa, J.E., and R.L. Schuster(1988), "The formation and failure of natural dams," *Geological Society of America Bulletin*, 100: 1054-1068.
14. Cui, P., Y.Y. Zhu, Y.S. Han, X.Q. Chen, J.Q. Zhong(2009), "The 12 May Wenchuan earthquake-induced landslide lakes: distribution and preliminary risk evaluation," *Landslide*, 6:209-223.
15. Dai, F.C., C.F. Lee, J.H. Deng, L.G. Tham(2005), "The 1786 earthquake- triggered landslide dam and subsequent dam-break flood on the Dadu River, southwestern China," *Geomorphology*, 65, 205-221.
16. ...