



水保技術

水保技術

Journal of Water and Soil Conservation Technology

Vol.16

No.3

中華民國水土保持技師公會全國聯合會

地址：220 新北市板橋區雙十路 2 段 143 號 4 樓

TEL : 02-82581918 FAX:02-82571900 <http://www.swcpea.org.tw/> e-mail:swcpea@seed.net.tw



9 771998 227007

中華民國水土保持技師公會全國聯合會暨

臺灣省水土保持技師公會 臺北市水土保持技師公會 新北市水土保持技師公會
臺中市水土保持技師公會 高雄市水土保持技師公會 聯合出刊

水保技術



ISSN 1998-2275

第16卷 第3期合刊

2022.09

水土保持技師從事水土保持相關之調查、規劃、設計、
監造、研究、分析、試驗、評價、鑑定、施工及養護等業務

發行人：	郭玉麟	Publisher:	Yu-Lin Kuo
出版者：	中華民國水保技師公會 全國聯合會	Publication Office:	The Union of Soil and Water Conservation Professional Engineer Associations
會址：	新北市板橋區雙十路2段 143號4樓	Address:	4F., No.143, Sec. 2, Shuangshi Rd., Banqiao Dist., New Taipei City 220, Taiwan (R.O.C.)
網址：	http://www.swcpea.org.tw/	Web Site:	http://www.swcpea.org.tw/
電話：	(02)8258-1918 (02)2254-4483 (02)2253-8151 (02)8258-5680	Tel:	+886 2 8258-1918 +886 2 2254-4483 +886 2 2253-8151 +886 2 8258-5680
傳真：	(02)8257-1900 (02)2250-0061	Fax :	+886 2 8257-1900 +886 2 2250-0061
主編委員：	吳烘森	Chief of Editor:	Hong-Sen Wu
編輯委員：	吳正義、鍾東宏、劉衍志	Board of Editor:	Cheng-Yi Wu, Dung-Hung Chung , Yen-Chih Liu
編輯助理：	許婷瑄	Assistant Editor:	Ting-Hsuan Hsu
本刊為季刊，每年出版四次		This journal is published quarterly.	
本刊版權為水保技師公會所有		Institutional subscription fee: NT\$100	
訂閱費：每期新台幣 100 元 (國外郵資另加)			
印刷者：	吉祥數位印刷社	Print:	Ji Xiang Publishing Inc.
地址：	台南市育樂街 55 號 1 樓	Address:	1F., No.55, Yule St., East Dist., Tainan City 70145, Taiwan (R.O.C.)
電話：	(06)2368-880	Tel:	+886 6 2368-880
傳真：	(06)2345-085	Fax:	+886 6 2345-085

本刊文責由作者自負，版權概屬本會所有。未經本會同意，禁止翻印或轉載。

水保技術

「水保技術」四字為鄭燮墨跡。鄭燮，字克柔，號板橋，清朝官員、學者、書畫家，擅長畫竹。鄭燮為官清廉，後因老病罷官客居揚州，身無長物，僅寥寥幾捲圖書隨身，賣畫為生。鄭燮為「揚州八怪」之一，其詩、書、畫被世人稱為「三絕」，以篆、隸、草、行、楷等各種書體的字形，並以蘭草畫法入書，形成有行無列、疏密錯落的書法風格，創造了「六分半書」的書體，後人亦稱之為「板橋」體。

鄭燮注重對自然和周圍事物的觀察，師承自然，與水土保持著重於自然變化、演替、行為相同。借板橋體書本刊刊名，實有見微知著、體察民需、難得糊塗之寄情，亦是對水土保持從業人員與學者之期許。



封面介紹：本案滯洪沉砂池設計以「沉砂」、「導洪」、「分洪」、「滯洪」的方式規劃為下沉式的乾式沉砂滯洪公園；景觀流瀑水池(深池)兼具沉砂滯洪功能，邊坡採自然草坡設計，池體以親水方式呈現。平時提供居民大型活動空間；並兼具防洪、景觀、教育、休憩、運動等功能。

封面照片提供：吳烘森技師

目錄

學術論文

- 4 應用實測水深檢算三角形單位歷線 m 值適用性研究 - 南化水庫為例

- 林書豪 黃景滄 鍾昕育

技術論文

- 12 屏縣 DF071 土石流災害模擬及治理工程評估

- 李明熹 林詠豪 林煥軒

- 20 不同降雨型態下之臨前降雨時間分佈

- 王智平 唐琦

技術短文

- 24 利用雷達影像偵測強降雨引致的大型崩塌和堰塞湖

- 胡植慶

- 26 應用 Sentinel-1 雷達影像地表變位資訊於坡面土砂生產及運移量變遷分析

- 王國隆 林俊廷

評析專欄

- 28 由建築法規談動物收容場所申請困境

- 張博瑋

活動花絮

應用實測水深檢算三角形單位歷線 m 值適用性研究－南化水庫為例 Research on the application of measured water depth to check and calculate the m value of triangle unit Hydrograph case Study of Nan-hua Reservoir

林書豪¹、黃景滄²、鍾昕育³

Shu-Hao Lin¹、Jing-Tsang Huang²、Xin-Yu Zhong³

1. 逢甲大學土木水利工程與建設規劃博士學位學程
(通訊作者 E-mail: linsh@mail.fcu.edu.tw)
2. 行政院農業委員會水土保持局保育治理組水庫保育科
3. 研邦科技有限公司 專案工程師

1. Ph.D. Program for Civil Engineering, Water Resources Engineering, and Infrastructure Planning, Feng Chia University, Taichung 407, Taiwan
2. Water and Soil Conservation Bureau, Conservation Management Team, Reservoir Conservation Division, Nantou 540, Taiwan
3. Project Engineer, Yan-Pang Technology Co., Ltd

摘要

本研究目的在於建構工程實務可用之三角形單位歷線 m 值(limb ratio)，在水文紀錄資料有所缺失下，藉由少量地文資訊仍可推估三角形單位歷線合理的集水區流量歷線，而不會使數據過大或趨於保守。本研究以南化水庫集水區為例，架設兩處水深監測站，記錄2020年最大規模事件0516豪雨之水深歷線，將其以均勻流公式配合斷面測量估算其流量歷線，比對三角形單位歷線所推估之流量歷線，進而選定較適用之 m 值(limb ratio)，顯示南化水庫集水區採用 m 值3.33較為合理，此一結果可作為未來相關規劃單位之參酌。

關鍵字：三角形單位歷線，監測站架設，逕流演算，南化水庫

Abstract

The purpose of this study is to construct a triangular unit hydrograph m value (limb ratio) that can be used in engineering practice. With a small amount of geological information, a reasonable watershed flow history of the triangular unit hydrograph can still be estimated due to the lack of hydrological record data. Line without making the data too large or tending to be conservative. In this study, taking the Nan-hua Reservoir catchment area as an example, two water depth monitoring stations were set up to record the water depth history of the 0516 torrential rain, the largest event in 2020, and comparing the flow estimated by the cross-sectional surveyor and the triangular unit, select the more suitable m value (limb ratio), showing that the value of m is 3.33 is more reasonable,



and this result is used for the future related planning work as part of consideration.

Key Word : Triangular unit Hydrograph, erection of monitoring station, runoff calculation, Nan-hua Reservoir

一、前言

在計算流量歷線與集流時間等水文公式時，多採用尖峰降雨強度或平均降雨強度來計算逕流量，但對於面積較大的集水區而言，因水文反應時間較長，需加以考慮長時距內之降雨特性，所以逕流計算方式不宜以尖峰降雨強度或平均降雨強度來取代完整的降雨組體圖。工程上最常使用的方法為 Sherman(1932)所發展的單位歷線理論(unit hydrograph theory)，此理論建立於線性系統之假設。然而在水文工程設計規劃地區，通常無流量之紀錄可供參考，因此需藉由其他鄰近有紀錄地區之流量資料，再配合欲推估的集水區之地文特性，以求得降雨逕流關係，此種方法稱為合成單位歷線法(烏溪流域三角形單位歷線 m 值之研究，謝平成等，2010)。

集水區降雨逕流演算(rainfall-runoff routing)是由「降雨量」及「溪流水深」之觀測結果，應用水文相關模式模擬分析其對相應之逕流量。依據水土保持技術規範第17條得知，洪峰流量之估算，有實測資料時，得採用單位歷線分析；面積在1,000公頃以內者，無實測資料時，得採用合理化公式(rational formula)計算。因此，就已知集水區推求設計洪峰流量時，首先會依據實測水文資料的完整性，選擇適當的水文模式。例如，具有足夠的河道斷面流量(或水深)觀測資料時，可應用水文統計原理直接由流量(或水

深)系列推求設計洪峰流量，當河道斷面流量(或水深)不足，但有比較完整的降雨量觀測資料時，即可根據降雨逕流形成過程，應用合理化公式法(rational formula method)或三角形單位歷線法(triangular unit hydrograph method)等間接方式，由降雨量觀測資料推估直接逕流量及洪峰流量。以集水區面積的水文特性考量時，小型集水區可以採用合理化公式法或三角形單位歷線法進行洪峰流量的設計，而中型集水區的洪峰流量演算，因降雨的時變性效應甚為明顯，所以需採用能夠反應時變性降雨強度的方法，如單位歷線法或瞬時單位歷線法等。最後本研究採用三角形單位歷線法。

颱風期間之河道流量歷程實為演算各項水文結果之關鍵，故「降雨-逕流」模式之正確性實為逕流演算之重點。鑒於水深、流量監測站之建立實屬不易，因此本研究旨於針對特定研究區域建立由實際測量數據選定三角形單位歷線之 m 值(limb ratio)，使相關資料相對缺乏，如僅有數值地形模型及鄰近測站雨量時，流量歷線之推估成果能符合其實務需求。

二、雨量及水深監測站建置

1. 監測站架設

本研究於2019年8月在南化水庫上游集水區完成坪坑水泥橋雨量計與水深計設置，設置內容、過程與完工情形等，如表1及表2所示。



2. 通洪控制斷面

依據水深監測站所架設位置，測量其每

次降雨事件後之通洪控制斷面變化。自架站起之降雨事件斷面測量，如圖1所示。

表 1 儀器架設情形

監測站站名	X 座標	Y 座標	架設地點	架設日期
枋坑水泥橋站	209628	2564316	枋坑水泥橋	108/7/18

表 2 枋坑水泥橋監測站

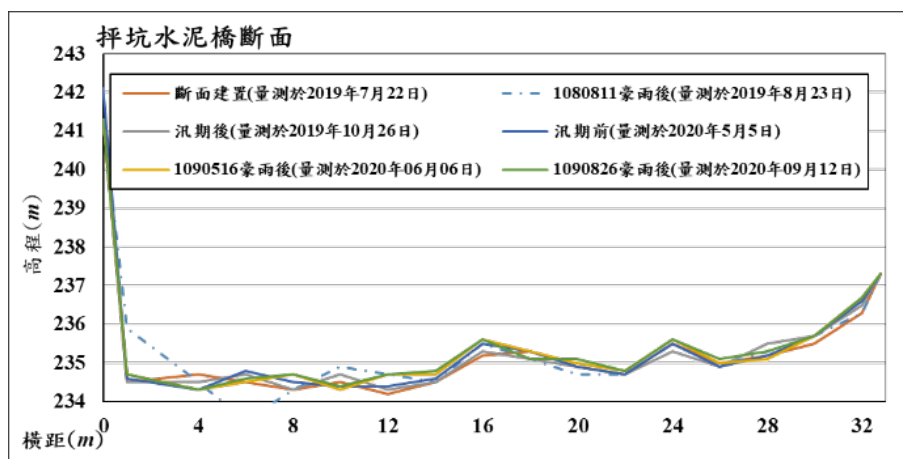


圖 1 枋坑水泥橋監測站歷年斷面測量



三、 豪雨雨量及水深觀測資料

本研究於2019年7月完成雨量計與水深計設置，其後，2020年較具規模的飈洪事件係5月16日~5月26日豪雨，對西南部帶來明顯

的雨量，累積雨量分布情形如圖2所示，監測站豪雨雨量與水深紀錄如圖3，統計如表2所示，作為本研究分析事件。

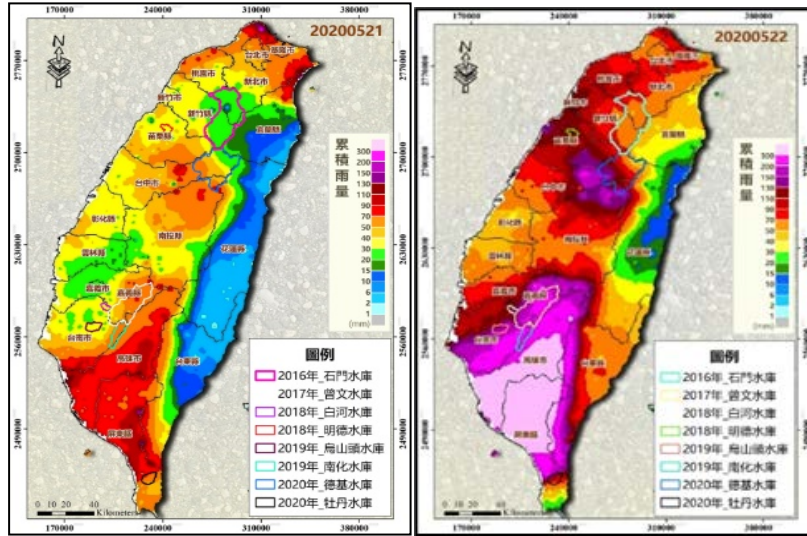


圖 2 2020 年 5 月豪雨累積雨量分布情形

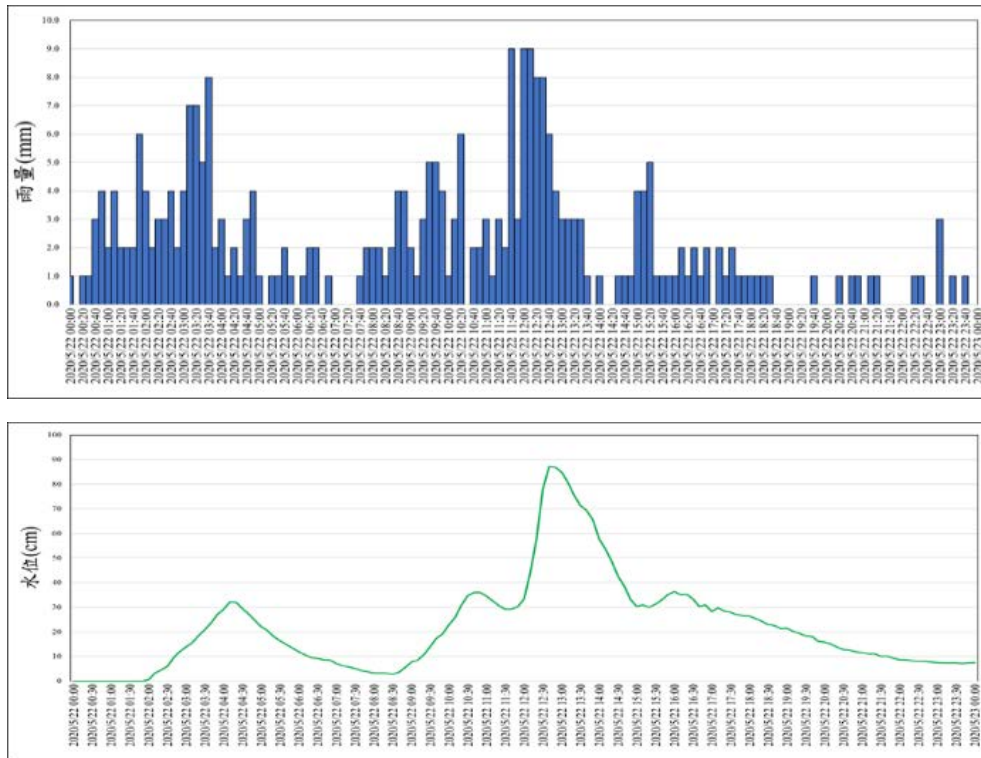


圖 3 坪坑水泥橋站之雨量與水深紀錄



四、降雨逕流演算

集水區降雨逕流演算是由現地儀器觀測結果，應用水文相關模式分析逕流量。對於水深紀錄，可視為局部河段發生均勻流並透過均勻流公式，將水深換算為流量。

對於雨量紀錄，可透過單位歷線法，依據集水區水文與地文特性求出單位歷線後，再配合本研究之雨量紀錄，將雨量換算為流量，對於小集水區常使用三角形單位歷線法。

1. 從水深紀錄推估流量

本研究監測站考量現地儀器安裝的可行性，水深計架設在橋梁上游面，如圖4所示。水深計所觀測資料為水深(y_n)，可依據均勻流(曼寧)公式將水深(y_n)換算為流量，如下所示：

$$Q = \frac{1}{n} AR^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

式中， Q =流量； n =曼寧粗糙係數(參考表4)； A =通水面積； R =水力半徑； S =坡度； P =濕周。其中，通水面積 A 與濕周 P 係依據水深(y_n)量測結果，並透過斷面形狀推估之。

此外，本研究水深計係架設在橋梁，惟橋梁不一定位於集水區出口，因此，可利用比面積法，推估集水區出口處的流量歷線，如下所示：

$$Q_2 = \left(\frac{A_2}{A_1} \right) Q_1$$

式中， Q_2 =集水區出口處流量； Q_1 =水深計架設處之流量； A_2 =集水區面積； A_1 =水深計架設處作為控制點之集水區面積。流量推算結果如圖8所示。

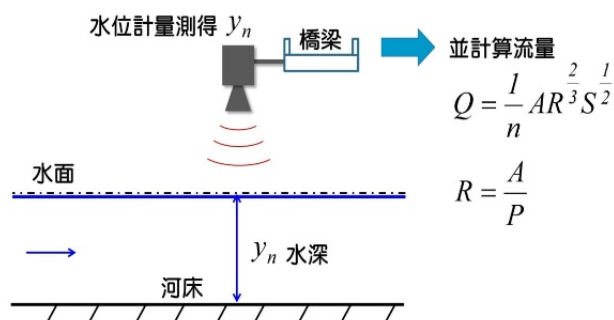


圖 4 監測水深換算流量示意圖

表 4 曼寧粗糙係數

山區河流類型	最小值	一般值	最大值
河底為礫石、卵石間有孤石	0.03	0.04	0.05
河底為卵石和大孤石	0.04	0.05	0.07

資料來源：水土保持技術規範

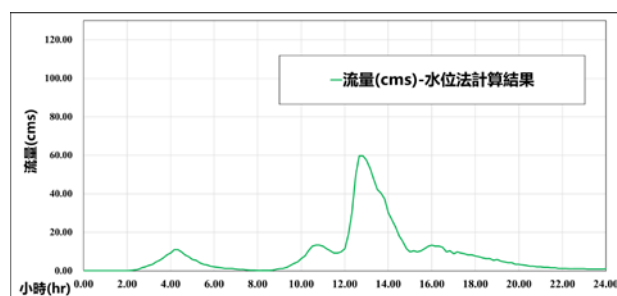


圖 5 水深紀錄推估流量(坪坑水泥橋站)

2 降雨逕流模式演算(三角形單位歷線法)

當有完整的降雨量觀測資料時，可根據降雨逕流形成過程，應用三角形單位歷線法，由降雨量觀測資料推估流量。假設集水區流量歷線(過程線)呈三角形分布，如圖6所示。這樣，由三角形面積可得。

$$Q_p = \frac{2QA}{T_b + T_r}$$

式中， Q_p =洪峰流量(cms)； Q =總逕流水深(mm)； A =集水區面積(km²)； T_p =歷線開始至到達洪峰流量時間(hour)； T_r =到達洪峰流量時間至歷線終端(hour)； T_b =歷線時間基期(= $T_p + T_r$)(hour)。

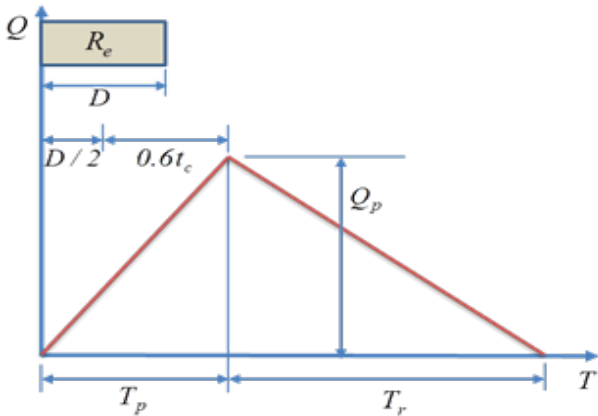


圖 6 三角形單位歷線圖

當總逕流水深(Q)等於單位有效降雨深度(R_e)(一般取10mm),則上式即稱之為三角形單位歷線。三角形單位歷線法概念相當簡單,用途卻頗重要,適用於海洋島嶼型小集水區的洪峰流量設計,尤其在欠缺實測資料的上游集水區,更屬重要。依圖6得知洪峰流量到達時間 T_p 可以表示為

$$T_p = \frac{D}{2} + T_{log} \quad (式 5)$$

式中, D =有效降雨延時(hr); T_{log} =稽延時間(hour),表有效降雨中心至洪峰流量到達時間,可表為

$$T_{log} = 0.6 t_c \quad (式 6)$$

式中, t_c =集流時間(hr)。設 $T_r=mT_p$, 且毛克斯氏(Mockus, 1957)提出, $m=1.67$, 則三角形單位歷線洪峰流量及洪峰流量到達時間可分別表為

$$Q_p = \frac{0.208 \cdot A \cdot R_e}{T_p} \quad (式 7)$$

$$T_p = \frac{D}{2} + 0.6 t_c \quad (式 8)$$

$$D \leq 0.133 t_c \quad (式 9)$$

接著,將三角形單位歷線 $U(D,T)$ 利用S-歷轉換為單位降雨延時為1/6小時(即10分鐘),其單位有效雨量為10mm之單位歷線 $U(1/6,T)$,再配合本研究十分鐘雨量紀錄推求流量歷線。此外,並考量一般集水區入滲率約2~4(mm/hr),本研究取3(mm/hr)進行分析,並配合十分鐘雨量單位,採用0.5(mm/10分鐘)。

(式7)中係數0.208稱為洪峰係數(peaking factor),係反應集水區內保留或遲滯水流的能力,與集水區特性相關。根據「美國國家海洋及大氣總署」單位歷線技術手冊(Unit Hydrograph (UHG) Technical Manual),可修正式(式7)中的洪峰係數以及 T_r 的 m 值,以符合集水區逕流特性。

因此,本研究參考「美國國家海洋及大氣總署」單位歷線技術手冊,選取4組測試參數進行三角形單位歷線計算,如表3所示。4組測試參數之特性說明如下:

- (1) 對於洪峰係數(peaking factor),以參數甲最高,依次為參數乙、丙次之,參數丁最小。洪峰係數(peaking factor)越高,代表降雨後造成洪峰流量增加之趨勢越高。若集水區特性水流匯集快速,造成洪峰流量快速增加,則洪峰係數需選用較高者。
- (2) 對於 m 值(limb ratio),以參數丁最高,依次為參數丙、甲次之,參數乙最小。 m 值(limb ratio)越高,代表到達洪峰流量時間至歷線終端之時間越長。

表 3 三角形單位歷線測試參數編號



測試參數組別	洪峰係數(peaking factor)	m 值 (limb ratio)
甲	0.208	1.67
乙	0.172	1.25
丙	0.129	3.33
丁	0.043	12.00

23.34	2.17	7.31	6.80	5.93
23.50	2.17	8.23	7.30	6.27
23.67	2.17	7.58	7.20	6.35
23.84	2.17	6.98	7.00	6.47
24.00	2.71	5.22	4.90	4.48

配合本研究所架設之監測站雨量計(10分鐘/筆)，推估坪坑水泥橋之三角形單位歷線於0516豪雨之各參數計算結果，如表4；流量歷線如表5所示。

表 4 坪坑水泥橋三角型單位歷線數計算表

參數別	A (km ²)	L (km)	tc (hr)	D (hr)	Tp (hr)	Tb (hr)	U(D,t) 之 Qp (cms)	洪峰流量 (cms)
甲	108.52	18.107	3.61	0.167	0.17	6.01	100.28	206.45
乙	108.52	18.107	3.61	0.167	0.17	7.32	82.92	188.96
丙	108.52	18.107	3.61	0.167	0.17	9.75	62.19	156.40
丁	108.52	18.107	3.61	0.167	0.17	29.26	20.73	66.14

表 5 坪坑水泥橋各參數流量歷線計算結果

時間 (hr)	各參數之流量(cms)			
	甲	乙	丙	丁
0.00	0.00	2.74	2.70	2.74
0.17	0.00	3.22	3.10	3.04
0.33	0.00	4.03	3.80	3.54
0.50	0.00	4.89	4.50	4.12
0.67	0.00	5.69	5.30	4.77
0.83	0.00	7.83	7.20	6.29
1.00	0.00	11.37	10.00	8.34
...
5.17	13.59	15.97	14.40	11.97
5.33	10.50	14.96	13.60	11.44
5.50	8.62	11.71	11.50	10.21
5.67	7.74	8.48	8.60	7.91
5.83	6.09	7.35	6.80	5.99
6.00	5.33	8.65	7.80	6.65
...
17.17	24.72	10.06	9.30	8.07
17.34	23.35	9.61	9.10	7.99
17.50	22.02	8.86	8.30	7.29
17.67	20.71	9.72	9.00	7.86
17.84	20.71	9.84	8.90	7.59
18.00	19.44	10.43	9.80	8.50
...
23.17	2.17	6.05	5.90	5.35

五、分析結果

將上述各參數結果比對實際水深測量轉換之流量歷線結果，由於集水區有其集流時間，使雨量洪峰變化相較水深反應快速，因此可藉由水深結果判斷相對正確的洪峰來臨時間，藉此推判何種參數對於洪峰流量之推估相對準確。此外，對比洪峰流量(cms)以及總流量(cms)之差異，可得出何參數對於量體推估相對準確。坪坑水泥橋監測站如圖7所示。綜合分析下，該處以丙參數較為合適：

1.洪峰流量時間

分析三角歷線與實際測量水深推估之洪峰流量時間差距其中乙、丙、丁參數相對接近水深推算結果約提早10分鐘內，參數甲之差距則為早20分鐘。

2.洪峰流量(cms)

水深換算流量之洪峰流量為59.74cms。甲參數為46.20cms(約77%)、乙參數為42.29cms(約71%)、丙參數為35.00cms(約59%)、丁參數為14.80cms(約25%)；因此甲參數推估結果相對接近。

3.總流量(cms)

水深換算流量之總流量約為200.74cms，甲參數為320.77cms(約160%)、乙參數為295.97cms(約147%)、丙參數為252.48cms(約126%)、丁參數為135.35cms(約67%)；因此丙參數推估結果相對接近。

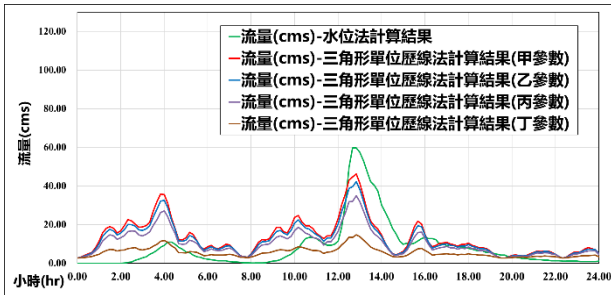


圖 7 坪坑水泥橋監測站流量歷線推估結果比對

六、 結論與建議

1. 結論

- (1)本研究於南化水庫集水區之適當位置建置坪坑水泥橋監測站，架設雨量及水深計，並於各降雨事件後進行斷面測量，以求得相對正確之通洪斷面資料，用以由水深紀錄推估流量歷線。
- (2)本研究將水深紀錄所推估之流量歷線，與三角形單位歷線推估結果進行比對，採用「美國國家海洋及大氣總署」單位歷線技術手冊(Unit Hydrograph (UHG) Technical Manual)中四種不同參數：甲、乙丙及丁參數等。
- (3)在實際測量數據分析比對下，丙參數相對適合南化水庫集水區之三角形單位歷線之推估，即洪峰係數(peaking factor)為0.129、m值(limb ratio)採用3.33。此一結果可用於後續水文推估，在資料有所欠缺之情況下，推估無監測地區之流量歷線使用。

2. 建議

- (1)增加監測站架設點：可增加更多監測站加設點位，並累積長期監測數據，可使結果更臻準確。

- (2)增加更多降雨場次分析：得進行更多場次之水深流量及三角形單位歷線推估結果之分析，並將多場結果之m值加以平均，可求得更為適當之m值。

七、 致謝

本研究為『109年德基及牡丹等8座水庫等上游集水區土砂收支滾動分析』研究計畫之部分成果，前揭計畫承蒙行政院農業委員會水土保持局經費支持，研究過程蒙水土保持局保育治理組高組長伯宗、水庫保育科蔡科長明發及多位委員先進等不吝提供諸多指正與協助，謹致謝忱。

八、 參考文獻

- 1.行政院農業委員會(2007)，農田排水工程規劃、設計參考手冊
- 2.林昭儀(2008)，「烏溪流域三角形單位歷線之研究」，國立中興大學水土保持研究所碩士論文
- 3.烏溪流域三角形單位歷線m值之研究，水土保持學報 42(1)：99-122 (2010)
- 4.陳為宇(2003)，「三角單位歷線之修正與探討」，國立中原大學土木研究所碩士論文。
- 5.呂政宜(2008)。颱風與降雨影響集水區逕流量與逕流係數關係之研究。淡江大學水資源及環境工程學系碩士班學位論文。2008。1-68。



屏縣 DF071 土石流災害模擬及治理工程評估

Simulation of Debris Flow Hazard and Assessment of Control Works in Pingtung DF071

李明熹 1、林詠豪 2、林煥軒 3、李心平 4、傅桂霖 5

Ming-Hsi Lee1、Young-Hao Lin2、Huan-Hsuan Lin3、Shin-Ping Lee4、Guei-Lin Fu5

1. 國立屏東科技大學水土保持系 副教授
國立屏東科技大學複合土砂災害防治研究中心 主任
2. 國立屏東科技大學水土保持系 碩士生
3. 國立屏東科技大學複合土砂災害防治研究中心 副主任
4. 國立成功大學防災研究中心 副主任
5. 行政院農業委員會水土保持局台南分局 分局長

1. Associate professor, Department of Soil and Water Conservation, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan.
2. Master, Department of Soil and Water Conservation, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan.
3. Ph. D., Department of Civil Engineering, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan.
4. Ph. D., Department of Hydraulic and Ocean Engineering, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan.
5. Ph.D., Department of Soil and Water Conservation, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan.

摘要

氣候變遷導致極端降雨事件發生頻率增加，近年來造成許多土砂災害的發生。107 年 8 月 23 日一場豪雨，誘發屏縣 DF071 土石流潛勢溪流中上游邊坡崩塌，大量鬆散的土石料源與降雨所形成的地表逕流形成土石流，造成下游 386 號橋通洪斷面不足溢淹至台 26 線路面，河道右岸一戶鐵皮屋亦遭土石掩埋，台 26 線路面土石堆積高度約 2 m，道路雙向中斷。本研究使用日本京都大學發展的 Hyper KANAKO 模式，進行該事件的模擬並利用現地調查所蒐集的資料進行模式參數率定，藉由情境模擬了解可能致災位置，加入治理工程佈設後重新進行模擬演算，評估治理工程設置之成效，模擬成果可作為未來相關單位進行後續土石流災害防治之參考。

關鍵字：氣候變遷、土石流、數值模擬、Hyper KANAKO

Abstract

Extreme heavy rainfall resulted from climate change induced serious sediment related disasters such as the debris flow of Pingtung DF071 that occurred on August 23, 2018. This study focused on the simulation of debris flow hazard and evaluation of governance engineering in Pingtung DF071. The survey results show that there are many landslides in the middle and upper reaches of the watershed. These sediment materials will endanger the security objects of No. 26 road. The two-dimensional debris flow model (Hyper KANAKO) developed by Kyoto University was used to simulate the flow situation of debris flow hazard in Pingtung DF071. The results show that the river cross sections of the torrent cannot pass the 50-year return periods. The governance countermeasure of DF071 is to divert the debris flow discharge. It is recommended to cross the no. 26 road by submerged or advanced engineering methods. The simulation results can be used as a reference for relevant units to prevent and control debris flows in the future.

Key words: Climate change, Debris flow, Numerical modeling、Hyper KANAKO

一、前言

台灣位處環太平洋地震帶，更是位於歐亞板塊及菲律賓板塊之交接處，板塊運動活躍，因而造成地勢陡峭，岩體容易產生破裂現象且容易誘發集水區內深層、淺層等不同類型之崩塌，為土石流提供了豐富的土石材料。近年來，世界各地極端降雨事件發生頻率有增加的趨勢，台灣近年來許多致災之降雨型態也逐漸趨向於短延時強降雨或長延時高累積雨量的降雨型態，這些極端降雨事件增加了土石流災害的規模及影響範圍，對於人民生命財產的威脅也日趨嚴重。

107年8月23日(0823豪雨)，熱帶性低氣壓自台灣西南部登陸，低氣壓加上西南季風帶來大量降雨及適逢大潮，強降雨導致屏縣 DF071 土石流潛勢溪流集水區上游坑溝崩塌約 0.6 ha，深度約 1 m，土方量約 6,000m³，邊坡崩塌約 10 ha，深度約 0.3 m，土方量約 30,000 m³，降雨逕流挾帶鬆散土石形成土石流沿著坑溝下移，造成下游 1 戶鐵皮屋部分遭土砂掩埋，台 26 線因此交通中斷(圖 1)，

此次事件雖無人傷亡，但嚴重影響恆春半島的觀光產業。

本研究以 Hyper KANAKO 模式，進行該事件土石流災害事件模擬並利用現地調查所蒐集的資料進行模式參數率定，藉由情境模擬了解可能致災位置，加入治理工程構造物佈設後重新進行模擬演算，評估治理工程設置之成效，模擬成果可作為未來相關單位進行土石流災害防治之參考。



圖 1 0823 豪雨土石流溢淹台 26 線道路中斷
(照片來源：劉仲耕 攝)

二、研究區域

2.1 地理位置

屏縣 DF071 為中度潛勢之土石流潛勢溪流，位於屏東縣獅子鄉竹坑村，隸屬於竹坑沿海集水區，溪流主流長度約為 1.118 km，集水區面積約為 48.8 ha，高程約介於海拔 55.04 m 至海拔 472.7 m，溪床平均坡度約為 13.1°。溪流下游與省道台 26 線交會（386 號橋）。本研究區域重要保全對象為台 26 線與下游 4 住戶(如圖 2 所示)，台 26 線為通往恆春半島之重要聯外道路。

2.2 現地調查

DF071 上游崩塌(圖 3)，長約 23 m，寬約 14.1 m，深度約 1.5 m 至 2 m，坡度約為 49°，主要為砂頁岩互層。調查時岩屑仍持續掉落，並在邊坡下方形成長約 9 m 寬、約 5.6 m 之崖錐堆積。河道中可見受土石流淘刷造成之岩盤出露，周圍仍堆積許多塊石，容易成為下次土石流之料源。河道溢流點附近有巨石堆置形成天然壩(Knick point)(圖 4)高差約 6 m。天然壩雖然對於阻止上游土砂輸送至下游具一定效力，惟其遭破壞時，將會對下游造成更嚴重之災情。下游河道進入工程段前，河道內土砂堆積量體豐富(圖 4)，河道兩側仍有崩落情形且河道內土石粒徑較大，豪大雨來時，易成為土石流之材料。

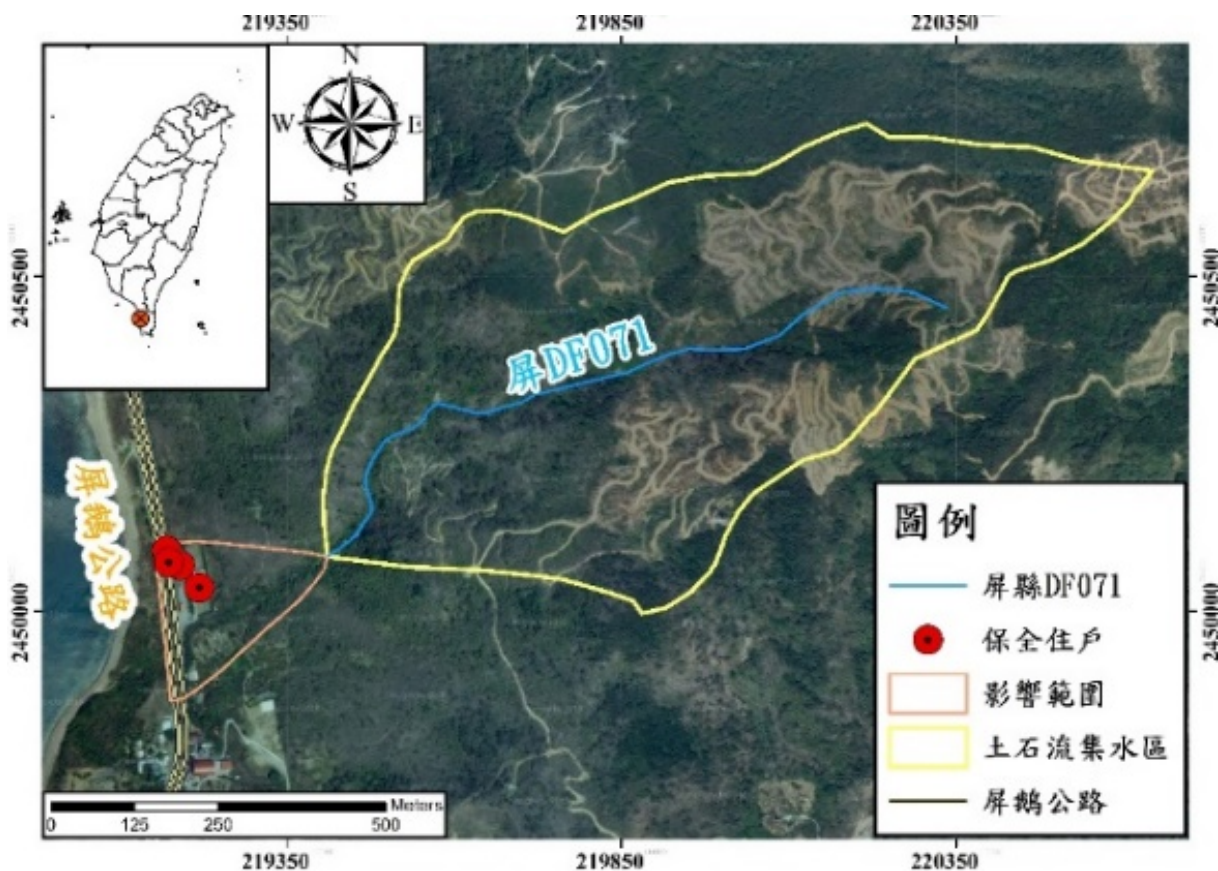


圖 2 研究區域位置圖

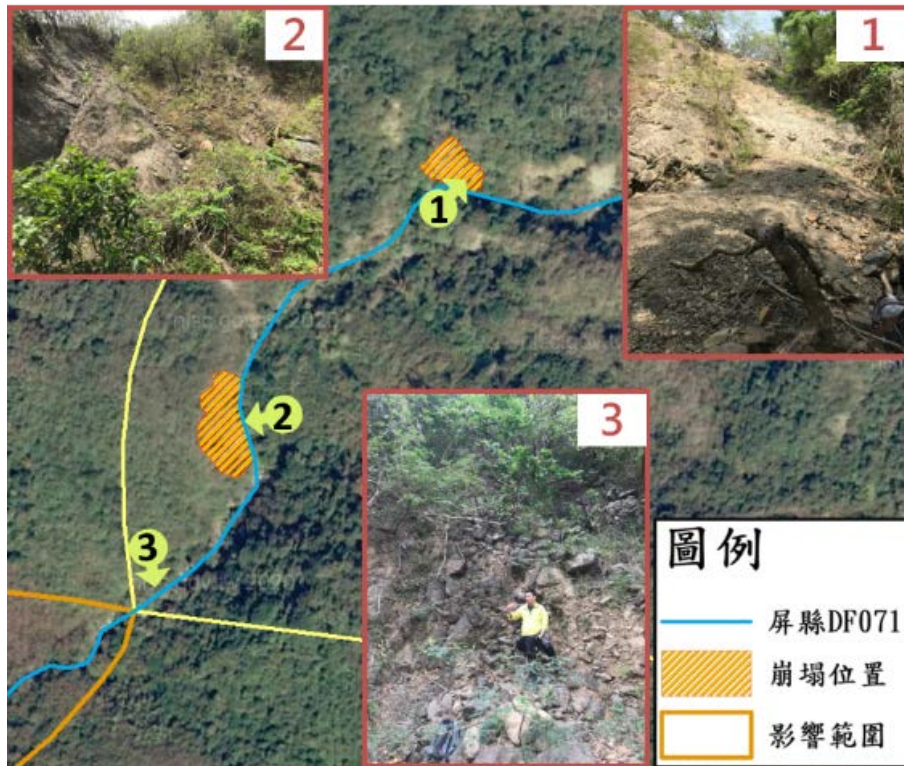


圖 3 屏縣 DF071 上游崩塌現地調查照片

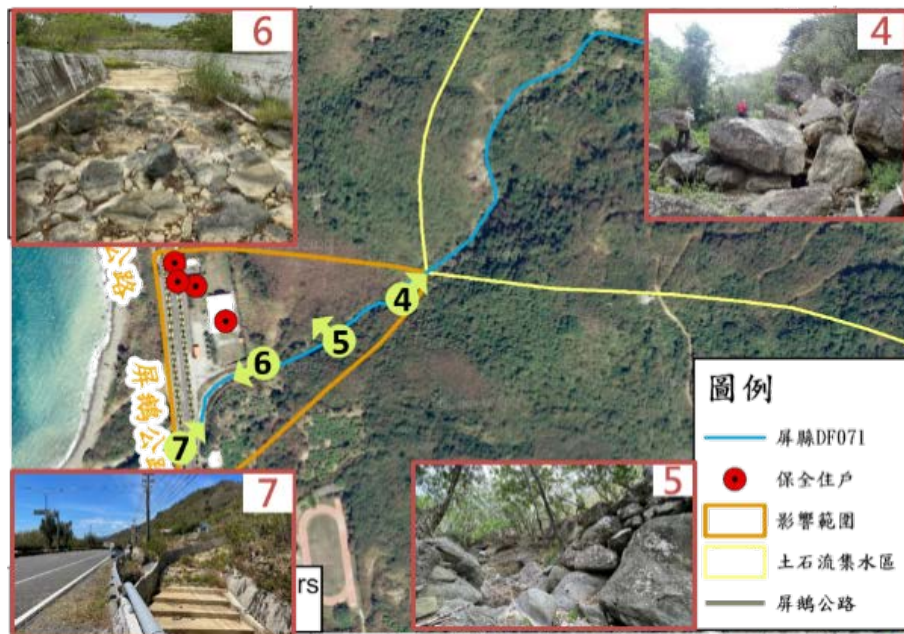


圖 4 屏縣 DF071 下游現地調查照片

三、研究方法

3.1 Hyper KANAKO 模式介紹

該模式由日本京都大學中谷加奈教授開發之土石流演算模式，日本砂防部目前亦採用此模式進行土石流災害模擬，使用了 QGIS 的開源框架、外掛套件與圖形介面，將 QGIS 直接整合至模擬時之操作介面，並能自動計算河道流向與地形參數，大幅簡化操作程序並提高視覺化展示之效果，主要用於評估土石流發生影響範圍。Hyper KANAKO 中土石流模擬是基於 Takahashi (2001) 所提出之理論，包含河床變形、河道侵蝕、堆積以及河床剪應力方程式等。Hyper KANAKO 定量流及變量流兩種流況皆可以進行模擬，動床部分也有很大彈性。該模式可以使用至 1 m 之高精度地形數值模型 (DEM)，可以在模擬中加入工程構造物或建築物進行模擬，並結合了流動段以及堆積扇之互相影響關係，可以模擬沖刷及淤積效應，並可同時模擬土石流及一般河川輸砂。Hyper KANAKO 模式基本方程式說明如下：

1. 運動方程式

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} = -g \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau}{\rho h}$$

2. 連續方程式

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial uh}{\partial x} = i$$

3. 水中泥砂連續方程式

$$\frac{\partial Ch}{\partial t} + \frac{\partial Chu}{\partial x} = iC_*$$

4. 底床連續方程式

$$\frac{\partial z}{\partial t} + i = 0$$

其中 h 為水流流動深度； u 為水流流速； g 為重力加速度、 z 為河床高、 $H=h+z$ ； C 為水體濃度； t 為時間、 C_* 為底床堆積濃度、 ρ 為土石流密度； i 為侵蝕、堆積速度； τ 為底床剪應力。

5. 河道侵蝕與堆積

模式中河床之侵蝕堆積，則是由水流之平衡濃度 (C_∞) 計算成果與水流濃度之差值所造成。

當 $C_\infty \geq C$ 會產生侵蝕，侵蝕速度為

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial uh}{\partial x} = i$$

當 $C_\infty < C$ 則產生堆積，堆積速度為

$$\delta_e \frac{C_\infty - C}{C_* - C_\infty} \frac{q}{d} = i$$

其中 q 為土石流單位寬度流量； d 為平均粒徑； C_∞ 為平衡土砂濃度； δ_e 為侵蝕速度係數，建議值為 0.0007； δ_d 為堆積速度係數，建議值為 0.05。

6. 平衡濃度

當 $\tan \theta_w > \tan \varphi$ 時

$$C_\infty = C_{*max}$$

當 $\tan \theta_w > 0.138$ 時

$$C_\infty = \frac{\rho \tan \theta_w}{(\sigma - \rho)(\tan \varphi - \tan \theta_w)}$$

當 $\tan \theta_w \leq 0.03$

$C_\infty =$

$$\frac{(1 + 5 \tan \theta_w) \tan \theta_w}{\frac{\sigma}{\rho} - 1} (-\alpha_c^2 \frac{\tau_{*c}}{\tau_*}) (1 - \alpha_c \sqrt{\frac{\tau_{*c}}{\tau_*}})$$

$$\alpha_c^2 = \frac{2 \left(0.425 - \frac{\sigma \tan \theta_w}{\sigma - \rho} \right)}{1 - \frac{\sigma \tan \theta_w}{\sigma - \rho}}$$

$$\tau_{*c} = 0.04 \times 10^{1.72 \tan \theta_w}$$

3.2 模擬參數率定

為驗證模式參數之合理性，本研究以 107 年數值地形模型進行建置，並以 107 年 0823 豪雨事件設為流量參數，並利用現地調查資料進行模式參數率定。根據災害資料蒐集結果顯示，台 26 線上淤積深度約 2 m，影響範圍約 7,000 m²，模擬結果，淤積深度約為 2.23 m，影響範圍約 7,132 m²，模擬之影響範圍亦與災害照片進行比對，結果顯示，模擬結果與災害現況之堆積深度及影響範圍皆相當接近。由此得知，表 1 中之各項參數可作為後續情境模擬之參考依據。

表 1 演算參數設定值

輸入參數	設定值
集水區面積(ha)	48.8
溪流平均坡度(°)	14.0
逕流係數	0.75
降雨強度(mm/hr)	64.5
清水流量(cms)	6.60
土石流平衡濃(kg/m ³)	0.33
溪床設定(m)	3
沖蝕速度係數	0.0007
淤積速度係數	0.05
總模擬時間(s)	3,600
河床粒徑(m)	0.147

四、 結果與討論

4.1 無工程設施土石流災害情境模擬

本研究蒐集楓港雨量站之歷年(87-110 年)雨量資料，依據「水土保持技術規範第 16 條」無因次降雨強度公式推估降雨強度，作為後續土石流流量計算之參考依據。表 2 為 50 年及 100 年重現期距降雨強度、清水流量及土石流流量計算結果。情境模擬結果如圖 5 及圖 6 所示。50 年重現期距之總土方量為 20,489 m³，影響範圍為 18,421 m²，淤積最大深度可達 5.99 m；100 年重現期距之總土方量為 22,566 m³，影響範圍為 19,251 m²，淤積最大深度可達 6.16 m。由圖中可看出，由於河道匯入台 26 線處轉彎幅度過大，導致流速變慢，加上通洪斷面不足，因此土石流溢淹至台 26 線，轉彎處之土石淤積深度達 2-3 m。另外下游右岸河道護岸高程不足，導致土石流溢流危害河道下游右岸保全住戶。

表 2 土石流流量之計算

輸入參數	重現期距(年)	
	50	100
降雨強度 (mm/hr)	141.50	153.90
清水流量 (cms)	14.90	16.20
土石流流量 (cms)	28.70	31.22

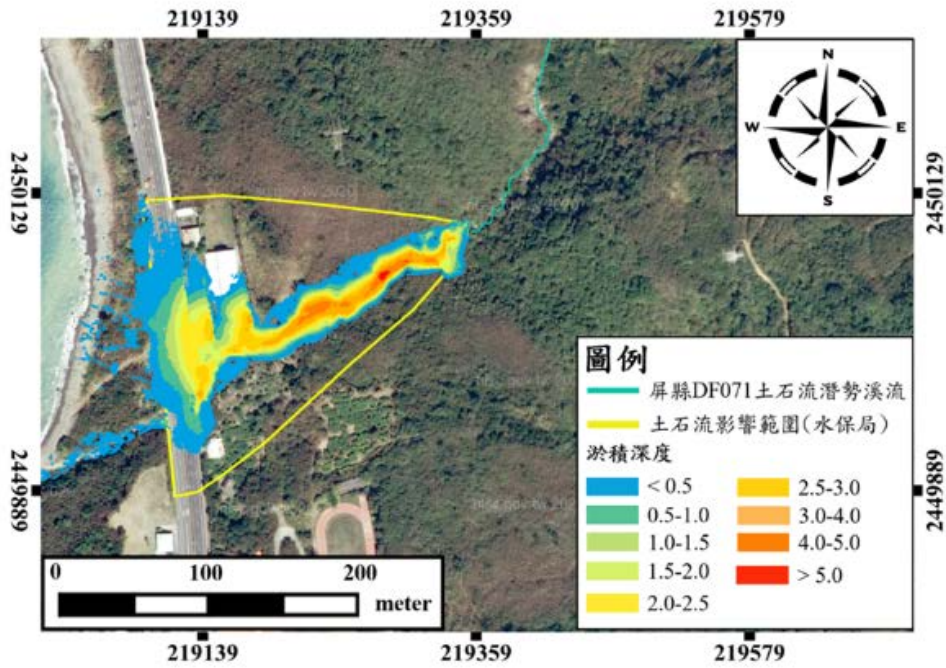


圖 5 50 年重現期距土石流災害模擬結果

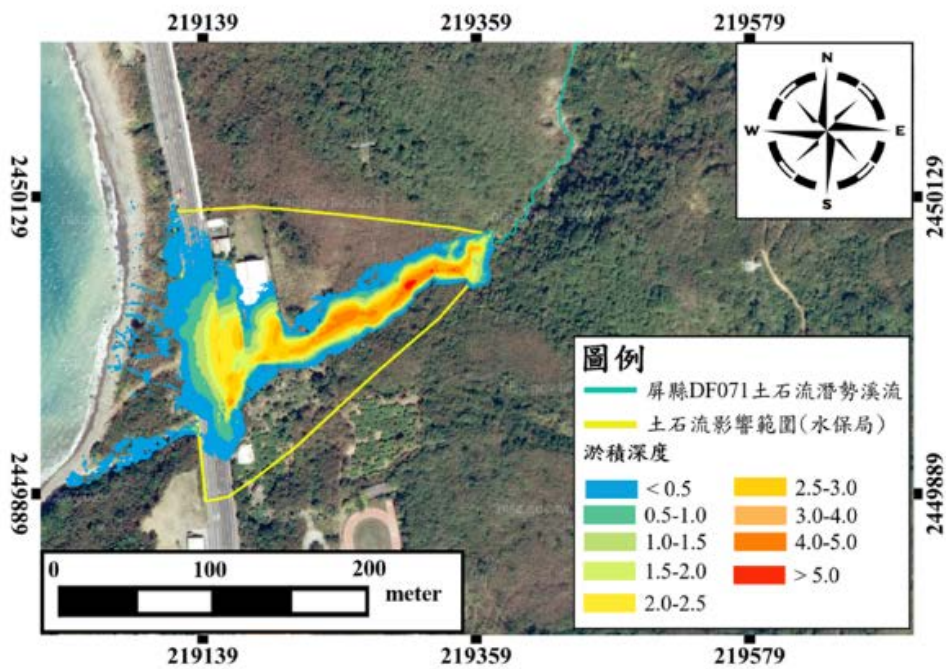


圖 6 100 年重現期距土石流災害模擬結果



4.2 有工程設施土石流災害情境模擬

本研究建議採用直徑 2 m 涵管(圖 7)以潛循或推進方式穿越台 26 線道路，另外右側護岸增高 2 m，長度約 100 m，治理工程佈設如圖 8 所示。涵管分流量計算，依據水土保持技術規範第 200 條，涵管斷面以不設計滿流為原則，最佳水深為內徑之 0.75 倍，涵管水深採 1.5 m，涵管流量公式如下：

$$Q_0 = A \cdot V$$

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

$$R = \frac{d_0}{4} \left(1 - \frac{\sin\beta}{\beta}\right), \quad P = \frac{d_0\beta}{2}$$

$$A = \frac{d_0}{8} (\beta - \sin\beta), \quad \beta = 2\cos^{-1}\left(1 - \frac{y}{r}\right)$$

式中 A =通水斷面積(m^2)； V =斷面平均流速(m/sec)； n =曼寧粗糙係數； R =水力半徑 (m)； S =水力坡降； d_0 =圓管直徑 (m)； γ =圓管半徑 (m)； y =水深 (m)； β =水面線夾角 (角度)。

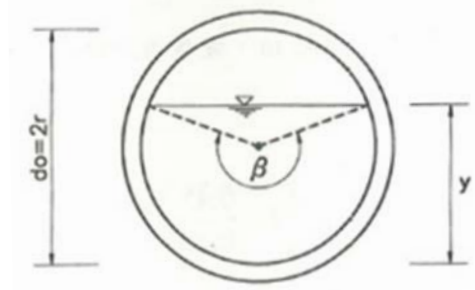


圖 7 管涵幾何要素圖 ($y \geq r$)

曼寧粗糙係數採 0.014；水力坡降配合現地地形採 2%，經計算本涵管之分洪量為 18.23cms。參考原分析採用土石流流量分別為 29.8cms (50 年重現期距) 及 32.4cms (100 年重現期距)，經涵管分洪後其流量分別為 11.57cms (50 年重現期距) 以及 14.17cms (100 年重現期距)。將分流後流量及下游河道右側護岸加高 2m 後，重新進行模擬(圖 9 及圖 10)，結果顯示經工程治理後可有效改善土石流災害的影響。

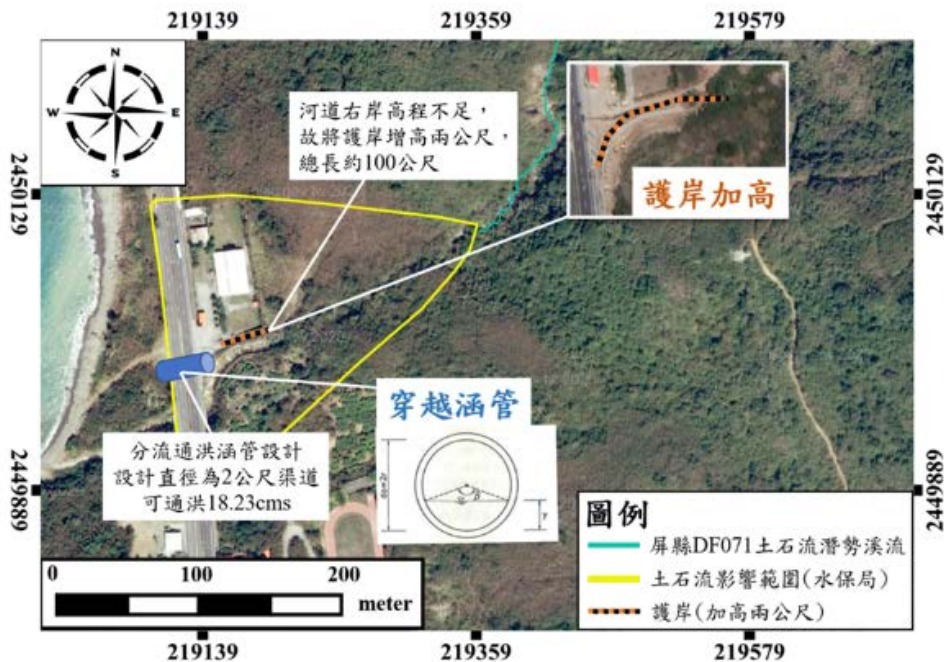


圖 8 治理工程佈設示意圖



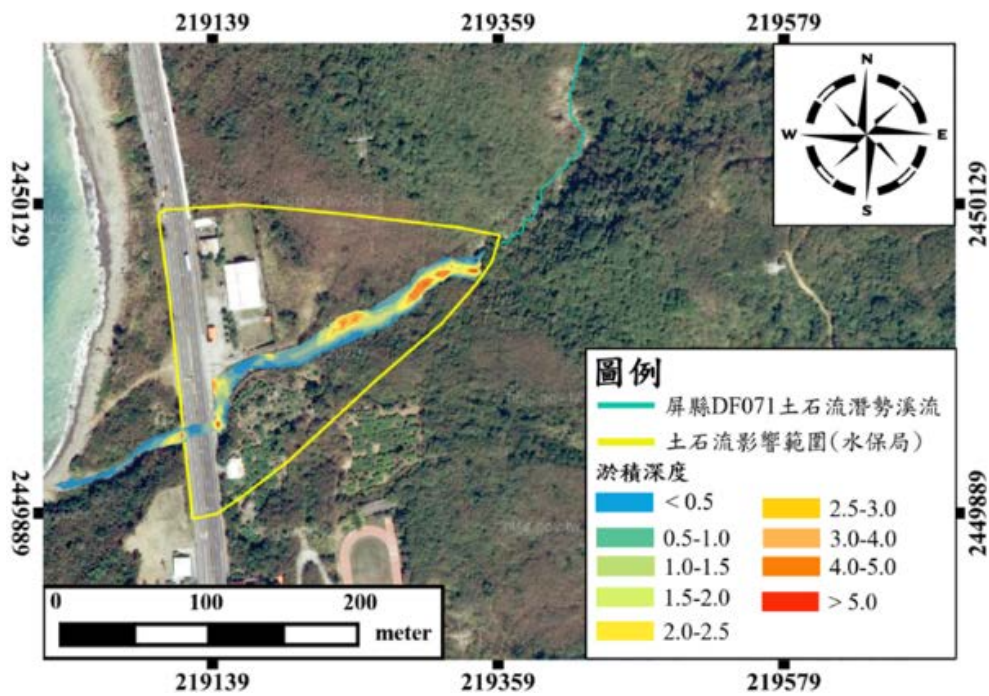


圖 9 工程佈設後 50 年重現期距土石流災害模擬結果

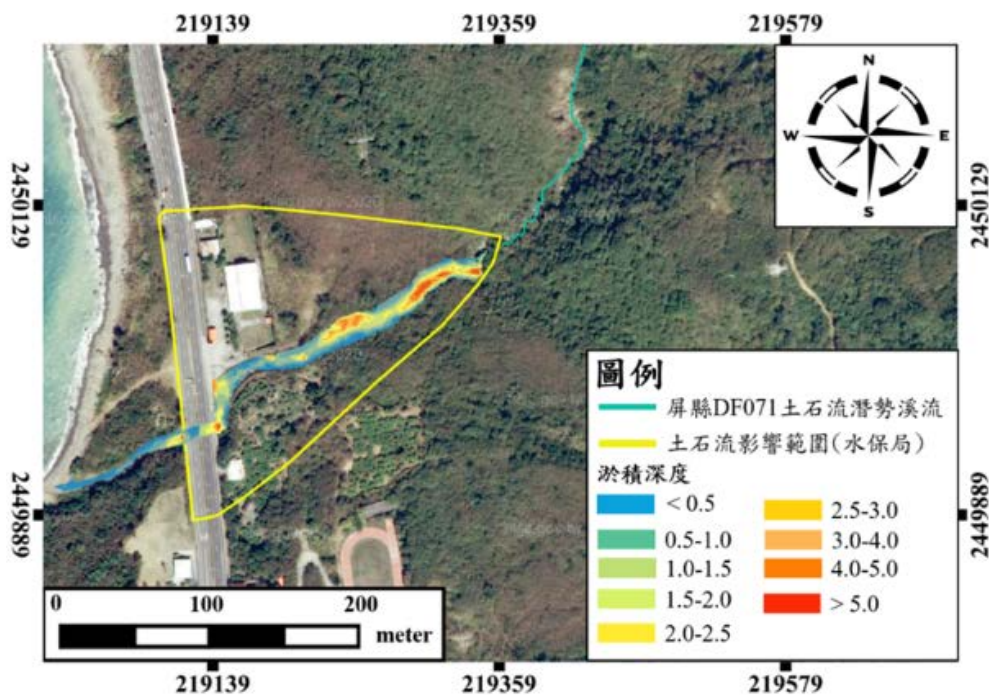


圖 10 工程佈設後 100 年重現期距土石流災害模擬結果



五、 結果與討論

本研究以屏東縣獅子鄉竹坑村土石流潛勢溪流(屏縣 DF071)為研究對象,利用 HyperKANAKO 模式進行土石流災害模擬。透過現地調查及資料蒐集,驗證模式參數之正確性後,進行不同重現期距之土石流災害情境模擬,了解災害發生位置,並提出相對應之工程改善措施,研究成果說明如下。

1. 根據土石流災害情境模擬結果顯示,由於河道匯入台 26 線處轉彎幅度過大,導致流速變慢,加上通洪斷面不足,因此土石流溢淹至台 26 線,轉彎處之土石淤積深度達 2-3 m。另外下游右岸河道護岸高程不足,導致土石流溢流危害河道下游右岸保全住戶。
2. 工程治理措施建議以分流方式進行改善。採用直徑 2 m 涵管以潛循或推進方式穿越台 26 線道路,另外右側護岸增高 2 m,長度約 100 m,重新模擬後可有效降低土石流災害之影響,模擬成果可作為未來相關單位治理工程評估之參考依據。

六、 致謝

本研究承蒙行政院農業委員會水土保持局台南分局 110 年「竹坑沿海集水區複合土砂災害之潛勢調查評估與對策研擬」計劃補助,謹致謝忱。

參考文獻

1. 中谷加奈,長谷川右治,笠原拓造,海堀正博,里深好文,2019,「平成 30 年

7 月豪雨で発生した土石流被害と谷出口の道路の影響」,土木學會論文集,第 75 卷,第 403-413 頁。

2. 尤繁結,賴建信,1996,「不同粒徑組成之土石流流動特性研究」,中華水土保持學報,第二十七卷,第 3 期,第 213-222 頁。
3. 池谷浩,1982,土石流災害調查法,砂防・地すべり技術センター,第 1-125 頁。
4. 吳映昕,2013,「FLO-2D 和 Debris-2D 在顆粒狀泥石流危害評估中的應用比較」,山地科學雜誌,第 10 期,第 293-304 頁。
5. 李璟芳,周憲德,曹鼎志,許志豪,黃鄧軒,廖緯璿,2016,「羅浮合流部落土石流之致災機制分析與數值模擬」,中華水土保持學報,第四十七卷,第四期,第 171-184 頁。
6. 陳松村,2006,FLO-2D 模式應用於土石流災害模擬之研究-以松鶴為例,碩士論文,國立中興大學,土木工程學系,台中。
7. 黃全謚,許志豪,曹鼎志,2018,「以不同數值模式進行土石流情境模擬之分析與比較」,中興工程,第 141 期,第 45-55 頁。
8. 詹錢登,蕭凱文,徐郁超,曾國訓,2015,「應用 FLO-2D 及 Debris 2D 模擬羌黃坑集水區內土石流流動特性差異之研究」,中華防災學刊,第七卷,第 2 期,第 239-247 頁。
9. 劉格非,黃名村,2002,「土石流之現場數值模擬—應用於南投縣神木村」,中華水土保持學報,第三十三卷,第 3 期,第 215 頁-221 頁。



不同降雨型態下之臨前降雨時間分佈

The Properties of Antecedent Rainfall for Three Distinct Rainfall Patterns

王智平 1、唐琦 2

Chi-Ping Wang 1、Chi Tang 2

1. 國立屏東科技大學水土保持系 碩士生
2. 國立屏東科技大學水土保持系 副教授

1. Master Student, Department of Soil and Water Conservation, National Pingtung University of Science and Technology, Taiwan, ROC

2. Associate Professor, Department of Soil and Water Conservation, National Pingtung University of Science and Technology, Taiwan, ROC. (*Corresponding author)

摘要

本研究於2020年8月至2021年8月採用都卜勒雷達雨量計(R)及傾斗式自記雨量儀(T)於國立屏東科技大學教學氣象站進行降雨量觀測，配合對流雨、地形雨及鋒面雨等不同降雨型態來探討臨前降雨之特性。經整理分析獲致以下結果：R觀測降雨量(RP)有偏低於T觀測降雨量(TP)；當對流雨、地形雨及鋒面雨下之降雨強度分別大於11.1 mm/hr、1.4 mm/hr及2.4 mm/hr時，RP有偏低於TP之趨勢；其臨前降雨時間及臨前降雨量分別為：(5 min/0.9 mm) (34 min/0.3 mm) (58min/2.7 mm)。

關鍵字：時間差、臨前降雨

Abstract

The study focus on the tow distinct rain gauges include Doppler radar and tipping bucket to measure rainfall, all the data were collected from August 2020 to August 2021, at the educational meteorology station of National Pingtung University of Science and Technology. The properties of antecedent rainfall had shown by time deficit, rainfall amount and rainfall intensity, for the rainfall pattern of convective, topographic and frontal, respectively. The results had summarized as: to use Doppler radar and tipping bucket measure rainfall, could find the former was less than latter within rainfall intensity was more than 11.1, 1.4 and 2.4 mm/hr under rainfall pattern of convective, topographic and frontal, meanwhile the time deficit/ rainfall amount of antecedent rainfall were describe as follow (5 min/0.9 mm), (34 min/0.3 mm) and (58 min/2.7 mm).

Key words: Time deficit, Antecedent rainfall

一、前言

1.1 研究背景

臺灣為降雨量豐沛的地區，在多種不同季風及颱風的影響下，全年平均降雨量可達 2500 mm 以上，其中降雨的主要來源為 7~9 月的夏季，受來自西南氣流影響，及地形抬升而易生成對流性雷雨或颱風為全臺帶來豪大雨，且多發生於午後，因此臺灣為弱綜觀環境條件時，大部份之對流屬於午後雷暴系統(Chen et al. 2014)，冬季則受到東北季風影響，12~1 月東北部容易降下連續性陰雨，而 2~4 月的春季中南部的降雨量開始增加，直到 5~6 月的梅雨季，臺灣西半部會出現明顯的降雨趨勢，此季節為僅次於夏季的重要雨量資源，因此臺灣的雨量季節分布為北部四季皆有雨，南部則是夏雨冬旱。

Eagleson(1970)指出，在特定降雨類型與降雨事件尺度下，無因次化後的事件在時間上有類似的分布，就降雨事件尺度而言，可分為小尺度(micro scale)如對流雨(convective rain)、中尺度(meso scale)如雷陣雨(thunderstorms)及大尺度(synoptic scale)如鋒面雨(frontal rain)與氣旋雨(cyclonic rain)，徐享崑(1993)提出，將 15 場每年最大 24hr 降雨延時分佈，以最大雨峰之時間位置為主要判定標準，歸類出三種降雨型態，分別為：前峰型(front peak)，如對流雨、中峰型(middle peak)，如地形雨及後峰型(back peak)，如鋒面雨。

都卜勒雷達雨量計廣泛應用於氣象觀測，尤其以降雨量觀測最為多寡，雖無法精準估計出空間中水汽量的多寡，但是可以做為地面雨量估計的參考(張智昌，2006)，利用都卜勒雷達雨量計高時空解析之優勢對地面

進行定量降雨估計為目前相當經濟且可行之方案(李清勝，1995)，其主要應用都卜勒效應為原理基礎，對大氣中的水汽及冰晶進行雷達回波變化分析，以獲得一般雨量計無法觀測的氣態降水數據，此結果可提供強降雨事件於臨前降雨時之近地表空氣狀態說明，進而作為強降雨事件發生之指標。

透過都卜勒雷達雨量計能對小粒徑雨滴觀測而提前知悉降雨事件發生，將有利於相關災害預警發布依據，再經由不同降雨型態分類分析臨前降雨特性。

二、研究材料與方法

本研究試區位於屏東縣內埔鄉國立屏東科技大學教學氣象站(A0R080)，海拔高度為 71 m。於本氣象站測候坪內移入傾斗式自記雨量儀鄰近 5m 處設置都卜勒雷達雨量計，型號為：Manual R2S V4, Lufft, FRG，雷達回波頻率設定為 24GHz，每分鐘測定一筆，解析精度為 0.1 mm，測定資料自動儲存於資料搜集器 (Campbell, CR-10X, Logan, Utah, USA)內，資料經由程式 Logger Net3.3.1，轉換為降雨資料。



圖1 都卜勒雷達雨量計

三、結果與討論

3.1 觀測期間降雨資料之分析

本研究於觀測期間採用都卜勒雷達雨量計(R)及傾斗式自記雨量儀(T)，共蒐集 34 筆有效降雨量記錄。並以降雨量、降雨延時來比較降雨事件尺度，進而區分出：26 筆對流雨、6 筆地形雨、1 筆鋒面雨及 1 筆颱風雨，同時以 T 測得降雨量前，R 有測得之降雨量視為臨前降雨。

觀測期間多見對流雨之降雨型態為主，除 2020 年 9 月 25 日有因西南氣流旺盛而出現降雨延時 6 hr 38 min 之 164.5 mm 降雨量外，餘者降雨延時多小於 4.5 小時、降雨量多介於 0.5~55 mm 及臨前降雨量 0.3~1.4 mm；地形雨降雨延時多小於 5 hr、降雨量多介於 0.5~25.5 mm 及臨前降雨量 0.2~1 mm；鋒面雨僅於 2021 年 7 月 25 日出現 1 筆因滯留鋒面通過有出現降雨延時為 20.5 時、降雨量為 95.5 mm 及臨前降雨量 0.9 mm 之記錄。

(1) 對流雨下臨前降雨時間分佈

將觀測期間以午後出現降雨及降雨期間內氣溫達 30 °C 以上視為對流雨條件，擇取 2021 年 7 月 19 日之降雨事件進行探討，該場降雨係 16:09 至 16:48，降雨延時 39 分鐘，分別將都卜勒雷達雨量計測值(R_P)與傾斗式自記雨量儀測值(T_P)之時間分佈繪製如圖 2 所示。

圖中可見 R_P 較 T_P 提前 5 min 測得臨前降雨量為 0.9 mm，同時段之降雨強度約大於 11.1 mm/hr 時，則 R_P 有偏低於 T_P 之趨勢，此係 R 於降雨强度高之降雨過程中，觀測近地表氣層內雨滴受雲層遮蔽而氣溫降低，致水汽凝結作用增加，使雨滴落下加速，造成 R 回波受干擾所致。

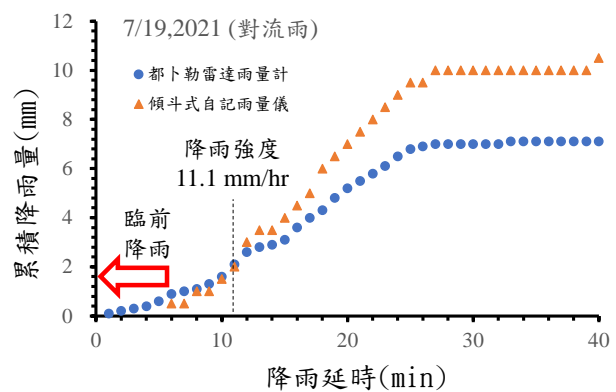


圖2 觀測降雨量之時間分佈

(2) 地形雨下臨前降雨時間分佈

將觀測期間以出現西向東之氣流視為地形雨條件，擇取 2020 年 8 月 13 日之降雨事件進行探討，該場降雨起迄時間為 8:52~10:06，降雨延時為 74 分鐘，R_P 與 T_P 之時間分佈繪製如圖 3 所示。

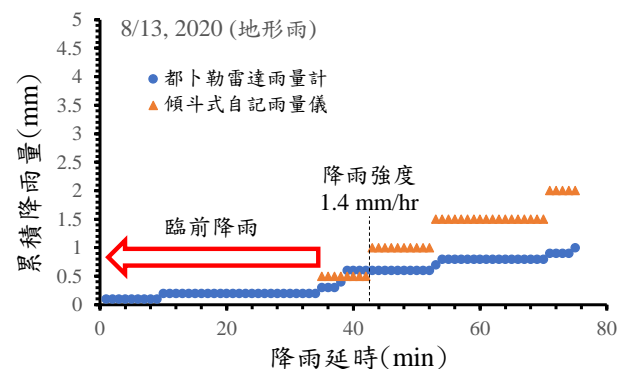


圖3 觀測降雨量之時間分佈

四、結論

圖中可見 R_P 較 T_P 提早 34 min 測得臨前降雨量為 0.3 mm，同時段之降雨強度約大於 1.4 mm/hr 時， R_P 有偏低於 T_P 之趨勢，此係在降雨量不明顯下，純以上坡氣流引發之地形雨會有偏低之降雨強度，且以 R 觀測近地表氣層內雨滴，則因未受雲層完全遮蔽，致水汽凝結作用緩慢，同時使雨滴落下減緩，因此 R 之雷達回波較能偵測近地表氣層內雨滴，故 R_P 及 T_P 之降雨量差值維持穩定。

(3) 鋒面雨下臨前降雨時間分佈

將觀測降雨期間以出現滯留鋒面視為鋒面雨條件，擇取 2021 年 7 月 25 日之降雨事件進行探討，該場降雨起迄時間為 3:22~23:55，降雨延時長 20.5 hr， R_P 與 T_P 之時間分佈繪製如圖 4 所示。圖中可見， R_P 較 T_P 提早 58 min 測得臨前降雨量約為 2.7 mm，同時段之降雨強度約大於 2.4 mm/hr 時， R_P 有偏低於 T_P 之趨勢，此係滯留鋒面通過，常見低降雨強度且長降雨延時之降雨過程，使得近地表氣層內水汽易於凝結而使得雨滴分布較為均勻，致 R 之雷達回波有偏誤情形，進而造成 R_P 有明顯偏低於 T_P 之情形。

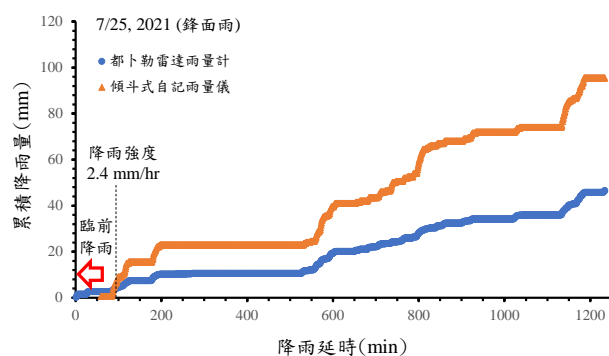


圖4 觀測降雨量之時間分佈

1. 對流雨、地形雨及鋒面雨分別在降雨強度大於 11.1 mm/hr、1.4 mm/hr 及 2.4 mm/hr 時， R_P 有偏低於 T_P 之趨勢。
2. 對流雨、地形雨及鋒面雨在都卜勒雷達雨量計會提前傾斗式自記雨量儀先測得臨前降雨量，其值與時間差為：(5min, 0.9mm)、(34min, 0.3mm)、(58min, 2.7mm)。
3. 都卜勒雷達雨量計觀測前後於近地表氣層內之水汽分布狀態，顯受近地表氣層內水汽凝結成雨滴之多寡、降雨強度之高低、及氣流流動狀態等因素影響，因此日後運用都卜勒雷達雨量計時須多加留意。

參考文獻

1. 李清勝、蔡德攸(1995)，「利用 CAA 都卜勒雷達資料分析四個侵台颱風伴隨雨帶之特徵」，大氣科學，第 23 卷，第 2 期，第 209-236 頁。
2. 徐享崑(1993)，「雨量時間分布之研究」，成功大學水利暨海洋工程學碩士學位論文。
3. 張智昌、孫志鴻、賴進貴(2006)，「整合氣象雷達與即時降雨資料於颱風降雨推估之研究」，環境與世界，第 13 卷，第 1-22 頁。
4. Chen, T.C., M.C. Yen, J.D. Tsay, C.C. Liao, and E.S. Takle. (2014), "Impact of afternoon thunderstorms on the land-sea breeze in the Taipei basin during summer", An experiment. J. Appl. Meteor. Climatol., 53:1714-1738.
5. Eagleson, P. S. (1970), Dynamic Hydrology., McGraw-Hill.

水土保持局線上技術短講分享

利用雷達影像偵測強降雨引致的大型崩塌和堰塞湖

Change Detection for Heavy Rainfall Induced Landslide and Dammed Lake by using SAR images

臺灣大學地質科學系 胡植慶 教授

摘要


臺灣地區由於其特殊的地質和氣候環境，其災害主要以颱風、地震、水災、山崩為主。而近年來，隨著眾多不同波段和極化特性衛載雷達衛星進入太空，大數據及廣域的災害偵測，愈來愈重要。基於雷達衛星影像穿透性強、受天氣雲霧影響程度遠遠小於光學衛星影像等特性，為防災減災段水土保持局創新研究計畫要求之「軟體防災對策」與「新興科技應用」兩大領域，目標為應用雷達影像發展大型崩塌偵測分析模式，應用於偵測強降雨引致之大型崩塌與形成之堰塞湖，提升即時大型崩塌災害與堰塞湖之應變能力。研究主要基於事件前後雷達影像背向散射係數會發生變化的原理，採用閾值法，通過開源雲端平臺 Google Earth Engine (GEE) 進行快速流程化自動處理。

關鍵字：高密度崩塌區、極端降雨、河川型態變遷

精選內容：

處理平臺：GEE (Google Earth Engine)

➢ 專處理衛星影像和其他地球觀測數據雲端運算平台：存取衛星影像和其他地球觀測數據資料庫中的資料，並提供足夠的運算能力來處理這些數據。可用於商業用途，且可免費用於學術和研究用途。

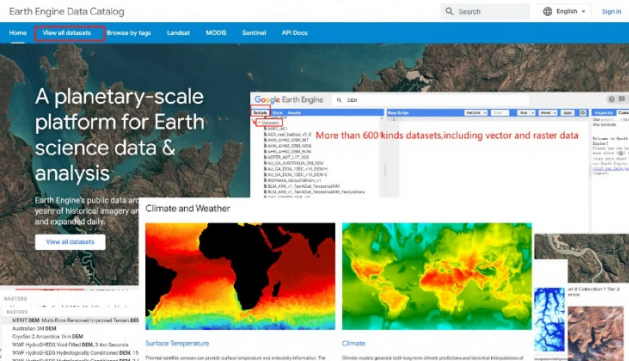


GEE是一個“遙測大數據”析和呈現的平臺

- 面向科研人員而非程式師
- 免費使用google雲端伺服器的運算能力
- 使遙測處理更加便捷，促使大尺度空間分析研究變得簡單

code是個人文件 code-編寫 資料報告 結果呈現

GEE上超600多種數據集可調用配合應用程式介面(API)



Earth Engine Data Catalog

A planetary-scale platform for Earth science data & analysis

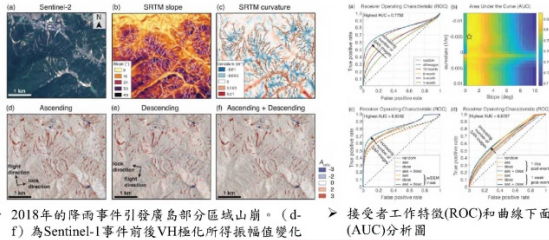
More than 600 kinds datasets, including vector and raster data

Earth Engine's public datasets include a year's worth of historical imagery and expanded daily Climate and Weather

Surface Temperature

Climate

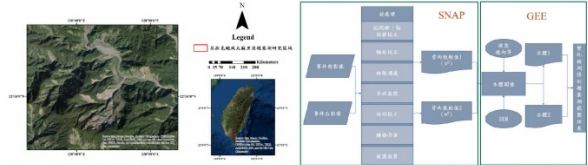
雷達影像應用於崩塌地之功能評估



- 2018年的降雨事件引發臺灣島部分區域山崩。(d-f)為Sentinel-1事件前後VH極化所得振幅值變化
- 接受者工作特徵(ROC)和曲線下面積(AUC)分析圖
- 曲線下面積(Area Under the Curve, AUC)隨山崩事件發生後天數和SAR影像的增加而增加。

(1) Sentinel-1VH極化：增加事件前後的SAR影像總數可以改善山崩檢測精度。通過應用DEM遮罩去除不太可能發生滑坡的區域，進一步提高了檢測性能。
 (2) 山崩檢測的精度：亦與植被的季節變化有關。
 (3) 升軌和下軌幾何SAR數據合併使用可以改進滑坡檢測精度。
 (Handwerker et al., 2020)

案例分析：Google Earth Engine偵測2009年莫拉克颱風於臺東太麻里溪之堰塞湖

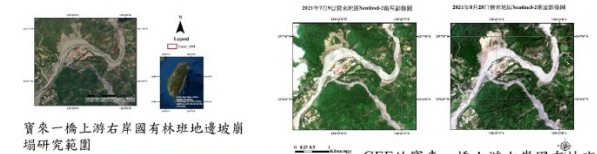


莫拉克颱風太麻里溪堰塞湖研究區

莫拉克颱風太麻里溪堰塞湖辨識處理流程

- 基於Google Earth Engine的2009年莫拉克颱風於臺東太麻里溪之堰塞湖雷達影像辨識結果
- 優勢：突破了硬體的設備的限制，能更快速的得到堰塞湖偵測結果，且人工修改閾值更為直觀方便，能立馬顯示閾值調整後所得影像結果。

案列一：基於多期雷達影像偵測盧碧颱風之寶來崩塌地

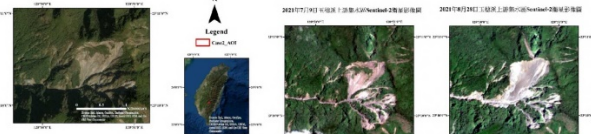


寶來一橋上游右岸國有林班地邊坡崩塌研究範圍



GEE的寶來一橋上游右岸國有林班地邊坡崩塌識別。黃色為識別崩塌地範圍。

案列二：多期雷達影像於盧碧颱風之玉穗溪上游集水區崩塌地辨識



盧碧颱風之玉穗溪上游集水區崩塌地研究範圍



GEE的玉穗溪上游集水區崩塌地識別結果。黃色為識別崩塌地範圍。

研究計畫科目：110年水土保持局創新研究計畫

研究報告全文下載：<https://tech.swcb.gov.tw/Results/ResultsInnovation>

歷次技術短講影音及簡報 PDF 下載：<https://tech.swcb.gov.tw/Seminar/SeminarDiscussion>

觀看本文簡報影音及 PDF 檔下載

加入 Facebook 社團，即時獲得技術短講公告



水土保持局線上技術短講分享

應用 Sentinel-1 雷達影像地表變位資訊於

坡面土砂生產及運移量變遷分析

Application of Sentinel-1 Radar Image's Surface Displacement Information to the Analysis of the Production and Transportation of Slope Debris

國立暨南國際大學土木工程學系 王國隆 副教授
導讀分享者 林俊廷 博士

摘要

本計畫與其餘子計畫共同組成整合型計畫團隊，運用遙測技術與資料共享，共同完成「多尺度監測技術在坡面變形及河道土砂運移之整合應用」的課題，本研究中則嘗試以合成孔徑雷達等遙測技術，建立坡地變位資料的分析模式、坡面土砂生產量的評估、多時序的土砂運移量及變遷分析。

本研究與組成整合型計畫團隊共同蒐集多期 SAR 影像組建資料庫、光達及航空攝影 DEM 資料，並自行以無人機航空攝影建模搜集近期的研究資料後與整合型計畫團隊共享使用。

本計畫中以 SAR 強度判釋法分析崩塌範圍，並比較與衛星崩塌判釋差異，在 ALOS、Sentinel-1 兩種衛星影像中皆得到良好的判釋結果，在坡面變位資訊分析，使用 7 期 DSM、DEM 與 26 期衛星影像整理研究區近期變化，並結合 SBASInSAR 進行滑動速率分析，用已評估潛在崩塌區的範圍，最後運用力學模型推測潛在滑動深度與滑動量體，計算出上游崩塌地的潛在滑動量體約有 1100 萬立方公尺，並與 DSM 分析結果進行驗證，將來可替土砂生產量提供另一種評估方法。

關鍵字：合成孔徑雷達、差分干涉分析、崩塌量體、崩塌範圍



精選內容：



研究計畫科目：110 年水土保持局創新研究計畫

研究報告全文下載：<https://tech.swcb.gov.tw/Results/ResultsInnovation>

歷次技術短講影音及簡報 PDF 下載：<https://tech.swcb.gov.tw/Seminar/SeminarDiscussion>

觀看本文簡報影音及 PDF 檔下載

加入 Facebook 社團，即時獲得技術短講公告



由建築法規談動物收容場所申請困境

作者：張博璋 技師



▲救救流浪動物，用人的標準去審查動物的窩，流浪動物真的只能一直流浪了（圖片來源：動物保護資訊網）

流浪動物問題一直在台灣社會中存在著，不論是公家單位或民間機構皆有成立流浪動物之家進行收容作業，其中多處公家單位成立之流浪動物之家，於近年來皆再辦理相關補正合法程序申請中。

流浪動物收容場所因其不受周圍居民喜愛，為鄰避設施，其常位於山區，人煙稀少處，故其用地常屬農牧用地，甚至為林業用地，於土地管制規則中並無法作為流浪動物收容場所使用，因而時常可見違法之流浪動物之家遭受檢舉，而必須拆除或遷移。



▲台北市動物之家（圖片來源：台北市動保處）



根據農委會 109 年全國遊蕩犬隻數量調查，推估全國遊蕩犬數為 155,869 隻，然而目前全台收容所合計的犬隻可收容數量僅有 7,664 隻，遠不及遊蕩犬總數的 5%，故現況其實很多流浪動物是靠著民間不合法的動物收容機構進行收容，而這些不合法民間業者因長期遭受檢舉，其實都逐漸想往合法化進行補正申請。



資料來源：行政院農委會

農委會於 108 年 12 月 31 日頒佈「申請非都市土地作動物保護相關設施容許使用審查作業要點」，放寬了農牧用地不得設置流浪動物收容場所之限制，只要用地面積不大於 0.5ha，且動物保護相關設施不超過申請面積之 40%，無需進行用地變更即可作為流浪動物收容場所使用，但若超過這個規模一樣需進行用地變更作業後，方可設置。

但這個規定雖然鬆綁了土地管制規則的限制，卻對於那些從事公益卻“不合法”的民間動物收容所而言卻沒有幫助，因為以建築法規而言，只要有頂蓋的犬舍、貓舍皆需申請建築執照，造成所有犬舍、貓舍都要依照以人為主的建築法規進行檢討，等於既有犬舍、貓舍不僅不能用，還要再花一筆錢重新設置。

另外因為動物流浪收容場所因其位於山區，人煙稀少處的特性，雖有足夠寬度的道路進入，但常非計畫道路或政府養護之公眾道路，使得需要申請建照的辦公場所、有頂蓋的犬舍、貓舍等，皆因無建築線指示而無法進行建照執照的申請。

故筆者在此呼籲，對於流浪動物收容場所相關建築執照申請，應有相關函示說明對於有頂蓋的犬舍、貓舍等，是否可依照其不同規模採免建照方式處理，另因其屬鄰避設施，常位於深山，又非人居住使用，建築線指示是否應採免辦理方式處理。

（本文屬個人評論，不代表水土保持技師公會立場）



▲有頂蓋的犬舍依法皆需申請建築執照（圖片來源：張博璋拍攝）



▲五股公立動物之家（圖片來源：動物保護資訊網）

活動花絮

★111年7月30日(六)全聯會和新北市水土保持技師公會於新北市政府511會議室一辦理「會員(代表)大會暨專題講座」、行政院農業委員會頒發「優良農業建設工程獎」



會員(代表)大會暨專題講座



會員(代表)大會暨專題講座



會員(代表)大會暨專題講座



行政院農業委員會頒發「優良農業建設工程獎」



行政院農業委員會頒發「優良農業建設工程獎」



行政院農業委員會頒發「優良農業建設工程獎」

Activity Highlights



★111年8月11日(四) 臺北市水土保持技師公會—辦理「111年金門縣水土保持服務團組訓大會」



參訪金門大橋建設計畫第CJ02-2C標金門大橋接續工程



參訪金門大橋建設計畫第CJ02-2C標金門大橋接續工程



參訪金門大橋建設計畫第CJ02-2C標金門大橋接續工程



金門縣水土保持服務團組訓活動照片



金門縣水土保持服務團組訓活動照片



金門縣水土保持服務團組訓活動照片



活動花絮

★111年8月19日(五) 臺灣省水土保持技師公會—辦理「教育訓練暨聯誼餐會」



教育訓練暨聯誼餐會照片



民視主播張筱芬分享專業與媒體應對技巧



教育訓練暨聯誼餐會照片



教育訓練暨聯誼餐會照片



教育訓練暨聯誼餐會照片



教育訓練暨聯誼餐會照片

Activity Highlights



★111年8月20日(六)臺中市水土保持技師公會—連江縣政府辦理「2022年連江縣水土保持戶外教學推廣多元化宣導計畫」、南投縣政府—辦理「南投縣 111 年度多元化教育宣導活動」及行政院農業委員會水土保持局臺中分局—辦理「碳碳+0 守護環境、水保攜手 IN 臺中」水土保持宣導聯展活動設攤



推廣多元化宣導計畫



推廣多元化宣導計畫



水土保持宣導聯展活動設攤



水土保持宣導聯展活動設攤



碳碳+0 守護環境、水保攜手 IN 臺中



碳碳+0 守護環境、水保攜手 IN 臺中



活動花絮

★111年8月22日(一) 臺北市水土保持技師公會—出席「111年臺北市水土保持服務團組訓」



活動照片



活動照片



活動照片

111年度臺北市水土保持服務團
組訓會議時程表

時間	活動內容	預計停留時間	備註
13:30-14:00	抵達研習會場	30	會議地點： 陳石厝南邊溫泉會館山水廳(約) (臺北市南港區新南港路五段88號)
14:00-14:05	主席致詞	5	主持人： 池蘭生處長、唐孟瑜團長
14:05-14:15	團務宣導	10	唐孟瑜團長
14:15-14:45	輔導經驗分享	30	高文宗技師、董文麟技師
14:45-15:00	茶敘時間	15	
15:00-16:30	淨零排放與種樹造林	90	屏東科技大學-賴士豪教授

活動照片



活動照片



活動照片

Activity Highlights



★111年8月31日(三) 臺北市水土保持技師公會與中華民國建築技術學會－辦理「金門縣水土保持服務管理與宣導計畫山坡地管理法令座談會-臺北場」



座談會照片



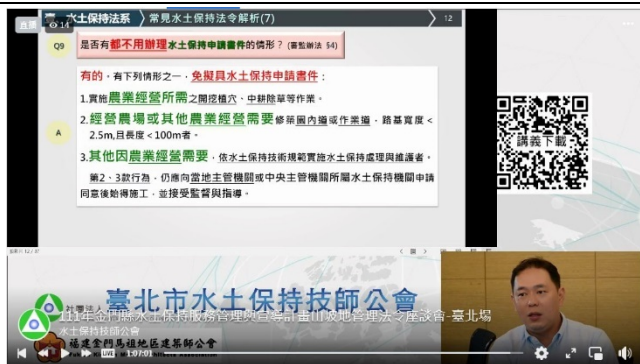
座談會照片



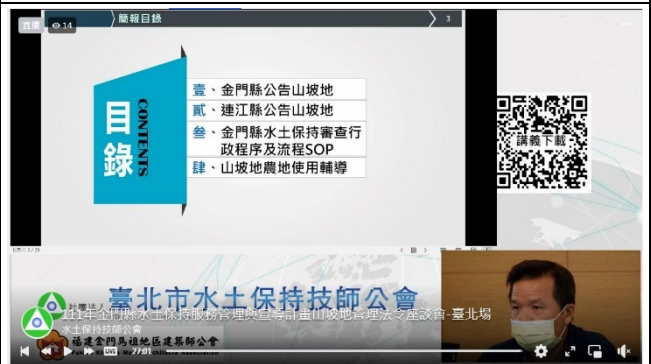
座談會照片



座談會照片



線上直播畫面



線上直播畫面



★111年9月2日(三) 臺南市水土保持技師公會—辦理「第一屆第一次會員大會」



現場照片



現場照片



現場照片



現場照片

★111年9月7日(三) 臺中市水土保持技師公會—辦理「山坡地管理與安全維護教育宣導與訓練」



「水土保持技術」文稿稿約

本期刊為社團法人中華民國水土保持技師公會全國聯合會發行之季刊，為行政院公共工程委員會95年2月20日工程企字第09500060870號函公告為「國內外專業期刊」。本刊成立之宗旨以提升國內水土保持技術水準，並提供國內外水土保持及相關領域在學術研究及技術應用上具有公信力之發表及交流園地。為貫徹本刊可讀性與風格，並確保刊出文稿內容之嚴謹與完整，謹訂定以下稿約：

- 一、本刊接受之文稿，包含有關於水土保持技術之學術論文與技術論文，需未經發表之論文、工程案例分析、報導文字或新型之工法、材料、分析模式等之介紹，或曾於研討會發表，但經增補或改寫內容之論文。或者其他符合本刊宗旨之文字。
- 二、每篇論文或報導之長度，以不超過10印刷頁（約15000字）為原則。
- 三、稿件以中文或英文撰寫均可，書寫範圍統一使用A4稿紙(21×29.5 cm)橫寫。
- 四、文稿之技術性名詞應使用通行之譯名。非經常性使用之技術名詞須加註該名詞之原文，以免誤解。
- 五、任何一篇文稿應包括以下幾個部份：
 1. 標題（中、英文），以簡明為原則。
 2. 作者真實姓名及服務機關或單位（中、英文並列）。
 3. 關鍵詞（2至4個）及不超過250字之單一段中英文摘要。
 4. 文稿之主體，其第一段必須是「前言」、「引言」、「緣起」、「簡介」等等，最後一段必須是「結論」或「結論與建議」。內容應具條理分明之段落，並冠以適當之子標題，其編號階層以3級為原則，如：
 - 一、章節
 - 1.1 小節
 - 1.1.1 小小節
 5. 後記或致謝（無則免）。
 6. 參考文獻。
- 六、文稿如有列舉事項，請依層次使用1、2、...；(1)、(2)、...；(a)、(b)、...；(i)、(ii)、...等編號。公式請以方程式編輯器編輯，其符號應於第一次出現時予以定義。公式應以(1)、(2)、(3)、...等統一編號，引用時以公式(1)、公式(2)...繕寫之。
- 七、文稿之圖片及表格需提供 Microsoft Office Word 可編輯之檔案，可為向量檔或高解析度點陣檔，若過於模糊請自行數化。圖片及表格應予編號命名，編號方式為表1、圖1等，其所述內容應全篇一致。圖表下方需標註資料來源，可對應參考文獻或本研究成果。
- 八、參考文獻依文稿引用次序予以編號，如[1]、[2]...，未引用之文獻則不可列入。參考文獻內容應依序為：作者姓名、年代、文獻標題、期刊或書名，刊載卷號期數、發行地點等，舉例如下：
 - [1]陳昶憲、雷祖強、許汎穎、郭怡君(2004)，「未設測站日流量預測」，中華水土保持學報，第35卷，第2期，第119-129頁。
 - [2]種田行男(1955)，「農地保全」，理工圖書，東京。
 - [3]Delhomme, J. P. (1979), "Kriging in the Design of Streamflow Sampling Networks", WRR, Vol.15, No.6, pp.1833-1840.
 - [4]Goovaerts, P. (1997), "Geostatistics for natural resources evaluation", Oxford University Press, pp.181-182.
- 九、文稿若有侵害他人之著作權、專利權、智慧財產權、商業機密或與事實不符者，概由作者自行負責，與本刊無涉。
- 十、投稿本刊之文稿，均由學者專家依主旨從嚴審核以決定是否採用。未盡之處將於審查過程補充。

來稿請以電子郵件方式寄至 swcpea@seed.net.tw，聯絡電話：02-82581918洽許婷瑄小姐。