

易淹水區危險等級評估-以彰化縣山坡地為例

蕭宇伸⁽¹⁾ 田仲傑⁽²⁾ 彭思顯⁽³⁾

摘 要

每逢颱風或豪雨時，大量雨水宣洩不及，流至下游地區常引起洪水氾濫，進而危及民眾行車安全，若能於易淹水區進行現場調查，並針對各淹水原因進行相關重要性分析，就能進行危險等級評估以利作為後續防災之重要參考依據。本研究以彰化縣山坡地範圍(彰化市、芬園鄉、花壇鄉、大村鄉、員林鎮、社頭鄉、田中鎮、二水鄉)八鄉、鎮、市轄區等 18 處易淹水區為例，使用線性組合法做為易致災淹水環境指標之評估方法，並在決定各因素之權重時採用層級分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)設計專家問卷，以對偶比較方式(pair wise comparison)估算特徵向量(eigen vector)以代表各準則之權重，再將求得之權重作危險等級評估。本研究針對 15 位專家進行專家問卷訪談，透過 AHP 獲得權重最重要的 5 項因子，分別為「水道淤積或河床有雜物」、「區域內有無防汛施工缺口」、「地勢低窪或地層下陷」、「淹水潛勢模擬之應用」及「水利署易淹水地區核定範圍」等，並針對 18 處易淹水區建立完整危險等級評估方法。

(**關鍵詞**：洪水、危險等級、層級分析法)

Dangerous Rating of Flood Prone Areas-A Case Study of Hillside in Chunghua County

Yu-Shen Hsiao⁽¹⁾ *Chung-Chieh Tien*⁽²⁾ *Szu-Hsien Peng*⁽³⁾

Assistant Professor⁽¹⁾ Graduate Student⁽²⁾ Department of Soil and Water Conservation, National
Chung-Hsing University, Taiwan

Assistant Professor⁽³⁾ Department of Spatial Design, Chienkuo Technology University, Taiwan

National Chung Hsing University

(1)國立中興大學水土保持學系助理教授

(2)國立中興大學水土保持學系研究生

(3)建國科技大學空間設計系助理教授(通訊作者 e-mail：shpeng@ctu.edu.tw)

ABSTRACT

Abundant runoffs derived from typhoons and heavy rainfalls usually flow to downstream areas and cause flood hazards, and then endanger people's traffic safety. If field investigations over potential flood zones can be implemented and main flooding factors can be seriously analyzed, the dangerous ratings of the flood prone areas can be subsequently conducted for important references of following disaster preventions. This research is aimed at investigating and evaluating the dangerous ratings of 18 prone flood hilly areas in Changhua, Fenyuan, Huatan, Dacun, Yuanlin, Shetou, Teinchung, and Ershui of Changhua County. The algorithm for dangerous rating evaluation is based on the linear combination method. Analytic Hierarchy Process (AHP) is used for expert questionnaire design while determining weights of factors. The "pair wise comparison" is applied for predicting eigenvectors in order to give the weights of standards which are subsequently used for dangerous rating evaluations. In this study, 15 experts are interviewed by the questionnaire methods to obtain five most important factors of weights by AHP, which are (1) watercourse siltation or riverbed debris, (2) With or without gaps of constructions for flood prevention, (3) low-lying or subsidence, (4) applications of simulated potential floods, and (5) flood prone areas approved by Water Resources Agency, respectively, and to establish a complete assessment method on dangerous ratings for 18 flood prone areas.

(Keywords : flood, dangerous rating, Analytic Hierarchy Process)



前言

台灣屬海島型氣候，且地形陡峭、河短流急，颱風暴雨事件頻繁，降雨之空間與時間分布不均。現全球面臨氣候變遷，極端之氣候事件屢見不鮮，更加劇侵襲台灣之颱風暴雨事件的規模與頻率，造成颱洪災害日益嚴重。

防災策略一般可分為減災(mitigation/disaster reduction)、整備(preparedness)、應變(response)、復原(recovery)四個階段。然而，重大天災過後調查的工作在過去卻是一直被忽略的地方，導致相同地區的災害一再發生。臺灣每年因自然災害之損失金額高達百億以上，其中豪雨及颱風所佔的比例最大宗，因此如何有效降低損害，是台灣防救災的重要課題。

所謂脆弱度，可視為在特定環境災害條件下，產生生命及財產損失的可能性。多數災害分析都從經濟損失的方向討論，卻忽略當地的地方文化特質可能與其他因素形成交互作用，而這些被忽略的因素，可能也會對生命及財產的損失程度造成影響(陳令韡，2009)。

在相關的研究方面，洪及陳(2012)使用暴露、敏感性及調適與回應力等評估指標來評估大甲流域颱洪災害之整合性脆弱度。Moel & Aerts (2010)針對荷蘭南部 Land van Heusden/ Maaskant 地區洪水災害的淹水深度-損害曲線之不確定性評估進行討論。Lin et al. (2014)收集 340 位疏散戶的資料調查研究在艾克颶風時疏散後之

返家計劃，結果顯示遵守官方返家計劃的比例並不高。Raaijmakers et al. (2008)也應用多目標評估方法在洪水風險認知與減災之探索研究。

本研究主要針對彰化縣山坡地範圍(彰化市、芬園鄉、花壇鄉、大村鄉、員林鎮、社頭鄉、田中鎮、二水鄉)等八鄉、鎮、市轄區 18 處易淹水地區調查及危險等級評估，作為後續防災之重要參考依據。

研究方法

本研究使用線性組合法做為易淹水區危險等級評估之方法(黃書禮，2000)，線性組合法在評估各因素屬性對所欲評估對象之適宜性時，給予每個因素之相對權重值。在決定各因素之權重時採用層級分析法(Alytic Hierarchy Process, AHP)設計專家問卷，以對偶比較方式(pair wise comparison)估算特徵向量(Eigen vector)以代表各準則之權重(Saaty, 1980)，再將求得之權重作危險等級評估(Peng et al., 2012)。

層級分析法 (Alytic Hierarchy Process, AHP) 係將有關決策的各個要素，以階層構造加以掌握，運用名義尺度做成要素間的成對比較，將原本無法計量的人類感覺、偏好加以量化後，繼而建立成對比較矩陣，求取特徵向量以代表要素的優先順序。具有結構性、複雜尺度、理性成對比較、運用加權平均值整合不同決策者意見等特性。自 Saaty 於 1971 年提出以來，並於 1980 年首度出書介紹 AHP 理論，復於 1986 修訂該書。至此，AHP 理論已趨成熟，並在決策分析實務上，受到分析

者之廣泛應用。

為了得知要素的相對重要性，必須將要素兩兩配對比較，Saaty 建議採用九等的評比尺度設計成對比較問卷。當有 n 個準則時，必須進行 $n(n-1)/2$ 次成對比較。依據兩兩比較結果建立成對比較正倒值矩陣， a_{ij} 為 i 要素與 j 要素比較的數值，主對角線為要素自身比較，故數值為 1，問卷比較結果形成矩陣中對角線左上角的數值，對角線左下角的數值恰為右上角數值的倒數，即 $a_{ji} = 1/a_{ij}$ 。當委託專家進行兩兩成對評比時，以全體之幾何平均數作為代表值。成對比較矩陣 A 如下所示：

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

為了得出各要素間之相對權重，可運用數值分析的特徵值 (Eigen-value) 解法，求得比較矩陣之最大特徵值與對應之特徵向量。Saaty (1980) 提出以下四種近似法求取特徵向量：(1) 行向量平均值標準化法；(2) 列平均值的標準化法；(3) 行向量和倒數的標準化法；(4) 列向量幾何平均值標準化法。本研究利用 MatLAB 軟體適合向量矩陣運算的特性，自行開發視窗介面程式碼，利用 MatLAB 內建函數直接計算特徵值及特徵向量，並取出最大特徵值及其對應的特徵向量做為欲評估要素之權重。

根據 AHP 理論假設，成對比較應滿足偏好關係與強度關係的遞移性，然而，實際評估時，卻很難完全滿足該項假設。因此，Saaty 認為必須就成對評比進行「一致

性檢定」，包含兩個步驟：

- (1) 計算一致性指數 (Consistency Index, C.I.)

$$C.I. = (\lambda_{\max} - n) / (n-1) \quad (2)$$

- (2) 計算一致性比率 (Consistency Ratio, C.R.)

$$C.R. = C.I. / R.I. \quad (3)$$

其中，R.I. (Random Index) 稱為隨機指數，是隨機產生之矩陣的一致性指數，R.I. 值與矩陣階數有關，可依據矩陣階數查出對應之 R.I. 值 (表 1)。

表 1 隨機指數值

Table 1. Random Index Values

階數	1	2	3	4	5
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12
階數	6	7	8	9	10
R.I.	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Source: Saaty (1990, P.84)

一般來說應用層級分析法除了目標層不要超過二個層級外，每個層級之要素不要超過 7 個，因為要素過多會使得權重被稀釋變得無關重要。在進行正式之層級分析法前，需先經過德菲 (Delphi) 法之專家問卷確定分析之要素因子是否合宜 (Nevo & Chan, 2007)，各專家之意見是否一致後，再進行第二次之專家問卷調查進行層級分析法各權重之決定。

本研究之問卷調查共分為兩大部分，問卷第一部分目的在確立「易淹水區危險等級評估」時所需考量之評估因子是否足

夠。透過德菲(Delphi)法之專家問卷，本研究初步研擬出「易淹水區危險等級評估」因子架構，希望藉由各個不同領域的專家學者針對該架構提供寶貴意見。第二階段部份之專家問卷則為評估各因子項目間相對重要程度，藉以決定層級分析法(AHP)中之層級結構矩陣。將於第一階段完成後，統計彙整結果提供第二階段問卷填寫時參考，以比較各項準則間的相對重要性，作為最後的權重求取依據。

當第二階段問卷完成後，依據 AHP 及專家問卷調查成果可訂出各評估因子之權重。本研究在進行專家問卷調查及 AHP 分析後所得各屬性之權重後，再依據權重與評分因子計算出風險指標如下式(Peng et al., 2012)：

$$E.R. = \sum w_i x_i \quad (4)$$

式中 $E.R.$ 為環境風險指標， w_i 是根據 AHP 得到對應 i 因子之權重，以及 x_i 則是 i 因子之評估分數，可透過專家問卷整合專家共識訂出評分標準。

結果與討論

專家問卷調查結果

本研究之問卷調查共分為兩階段，第一階段之專家問卷，目的在確立分析「易淹水區危險等級評估」時所需考量之評估因子指標的重要性次序等級，評定方式採 0~10 個等級，分數愈高表示愈重要。從第一階段之評估結果可提供給第二階段專家評估時之參考，在經過第一階段專家問卷

調查結果整合之後，作為第二階段問卷參考基準。

在第一階段「易淹水地區危險等級評估」專家問卷調查時，共計回收有 15 位專家之問卷，專家基本背景如表 2 所示。第一階段專家問卷調查結果如表 3，從評估項目中可以看出，在 15 位專家意見中：A-1~A-9 中重要性排序最高的前三名為「A-3 水道淤積或河床有雜物」、「A-5 區域內有無防汛施工缺口」及「A-1 地勢低窪或地層下陷」。

表 2 第一階段專家問卷專家背景介紹
Table 2. The backgrounds of the experts interviewed by the expert questionnaire design

專家編號	專長領域	工作年資	工作部門性質
1	土木水利，水土保持，環境，防災	5~10 年	學術機構
2	土木水利，水土保持，生態，社區營造，環境，防災	10 年以上	學術機構
3	土木水利，水土保持	10 年以上	執業技師
4	土木水利，水土保持	5~10 年	學術機構
5	土木水利，水土保持，環境，防災	10 年以上	學術機構
6	土木水利，水土保持	10 年以上	學術機構
7	土木水利，水土保持	10 年以上	政府公部門
8	景觀，建築，社區營造	10 年以上	學術機構
9	土木水利，水土保持	10 年以上	資深工程師

10	水土保持	10 年以上	學術機構
11	土木水利	10 年以上	政府公部門
12	生態，景觀，社區營造	10 年以上	資深工程師
13	建築，都市計畫，都市設計，防災	5~10 年	執業技師
14	生態景觀	10 年以上	資深工程師
15	景觀，電腦輔助設計	10 年以上	學術機構

表 3 第一階段專家問卷分析結果

Table 3.the Result of the first stage expert questionnaire

評估項目	最小值	最大值	平均值	標準偏差	排序
A-1 地勢低窪或地層下陷	1	10	7.133	2.2636	3
A-2 鄰近排水路、河川或海岸	1	9	6.214	2.3592	7
A-3 水道淤積或河床有雜物	4	10	7.600	1.7238	1
A-4 區域內有無水利設施	0	10	6.200	2.5411	8
A-5 區域內有無防汛施工缺口	1	10	7.467	2.1996	2
A-6 位於水庫洩洪下游區域	4	10	6.071	2.1649	9
A-7 水災保全計畫劃定範圍	4	10	6.600	1.7647	6
A-8 水利署易淹水地區核定範圍	5	10	7.000	1.6036	5
A-9 淹水潛勢模擬之應用	4	10	7.067	1.7512	4

因為前述有提到應用層級分析法時同一層之評估項目不宜超過 7 個。第二階段問卷將根據第一階段調查結果，刪除重要性較低的項目，重新設計兩兩成對評比的 AHP 問卷以進行各項目間之權重計算，其評估所得之結果如表 4 所示。

表 4 經由層級分析法(AHP)評估淹水環境指標中各因子之權重

Table 4. The weights of the eigenvectors evaluated by AHP method in the flooding environmental factors

	A-1 地勢低窪或地層下陷	A-2 水道淤積或河床有雜物	A-3 區域內有無防汛施工缺口	A-4 易淹水地區核定範圍	A-5 淹水潛勢模擬結果之應用	權重
A-1 地勢低窪或地層下陷	1.0000	2.2134	2.9130	2.9428	3.3098	0.3982
A-2 水道淤積或河床有雜物	0.4518	1.0000	1.9680	2.7832	2.6321	0.2523
A-3 區域內有無防汛施工缺口	0.3433	0.5081	1.0000	1.0267	1.7321	0.1363
A-4 易淹水地區核定範圍	0.3398	0.3593	0.9740	1.0000	1.0000	0.1129
A-5 淹水潛勢模擬結果之應用	0.3021	0.3799	0.5774	1.0000	1.0000	0.1003



註： $\lambda_{mk} = 5.067$; C.I. = 0.0168; C.R. = 0.0150

易淹水地區調查及危險等級評估

蒐集調查及分析已設置警告示牌 18 處地區之相關河川資訊，並針對 18 處易淹水區進行現地調查，18 處山坡地易淹水地區調查地點如圖 1 及表 5 所示。

圖 1 彰化縣山坡地 18 處易淹水區位置
Fig.1.The locations of 18 flood prone areas

表 5 彰化縣 18 處山坡地易淹水區座標
Table 5.The coordinate values of 18 flood prone areas

編號	鄉鎮	村里路(附近)	座標
----	----	---------	----

No. 1	彰化市	彰化市彰南路 4 段 565 巷	209927,2662964
No. 2	彰化市	彰化市彰南路 3 段 1、2 巷	208575,2664281
No. 3	大村鄉	山腳路炭坑橋東側	206297,2655223
No. 4	員林鎮	員林鎮振興里山腳路二段 57 號前	208530,2649192
No. 5	員林鎮	鎮興廟與 148 線交會	208541,2651284
No. 6	社頭鄉	山腳路二段 791 巷口至 764 巷口	209253,2645610
No. 7	社頭鄉	清石道路與石頭公二坑交會處	210579,2645270
No. 8	社頭鄉	清石道路與松仔坑交會處	210653,2645621
No. 9	社頭鄉	清石道路與石頭公三坑交會處	210655,2645841
No. 10	社頭鄉	涌雅大坑(兒童公園下方)	209493,2646296
No. 11	社頭鄉	涌雅國小旁與山腳路交會處	208833,2646454
No. 12	社頭鄉	協和村後路巷口至員田加油站	208728,2647719
No. 13	田中鎮	和平里山腳路五段以北，復興路山腳路四段以南	208920,2641108
No. 14	田中鎮	和平路自山腳路起至編號 6 號農路路段	208920,2641108
No. 15	田中鎮	和平路自山腳路起至三巧魚池旁路段	208920,2641108
No. 16	田中鎮	田中鎮和平里山腳路 4、5 段交界處至 5 段 100 巷止	208920,2641108

No. 17	二水鄉	倡和村 152 線 42K 處	214859,2633675
No. 18	二水鄉	合和村山腳路二 段 492 巷口	209662,2635822

依據淹水現地調查結果配合表 4 之「A. 水災」的各項影響因素相對重要程度：「A-1 地勢低窪或地層下陷」權重為 39.82%、「A-2 水道淤積或河床有雜物」權重為 25.23%、「A-3 區域內有無防汛施工缺口」權重為 13.63%、「A-4 易淹水地區核定範圍」權重為 11.29%、「A-5 淹水潛勢模擬結果之應用」權重為 10.03%。

現地調查表中並無直接對應「A-3 區域內有無防汛施工缺口」之項目，因此以「1.鄰近排水路、堤岸斷面或高度不足」、「3.區域內無相關水利設施」及「4.水利設施出口無其它設施銜接」之平均值替代。

因 18 處淹水均未位於易淹水地區淹水潛勢區範圍內，因此「A-4 易淹水地區核定範圍」之項目以「6.有設置警告示牌」來評估，假設已有設置區位為「1」，危險等級較高。

「8.其他因子」目前是應用彰化縣政府(2012)所做的淹水模擬成果來評估：淹水水深>2m 為 1、淹水水深介於 1.5~2m 為 0.8、淹水水深介於 1.0~1.5m 為 0.6、淹水水深介於 0.5~1m 為 0.4、淹水水深<0.5m 為 0.2、未淹水區為 0。

綜合上述，使用線性組合法並結合專家問卷與 AHP 評估，可獲得如表 6 之易淹水區危險等級評分，本研究將評分結果轉換為 0~100 分，得分越高危險等級越高。應用本方法可將危險等級評估量化，容易

進行排序，有利於後續防災計畫或減災措施研議排定優先順序之參考。

結論

本研究透過 18 處淹水災害現地調查，針對彰化縣山坡地易淹水區進行危險等級評估。本研究結合專家問卷及 AHP 層級分析法建立危險等級評估方法，初步判定結果為二水鄉倡和村的 152 縣道 42K 處危險等級最高，其次是社頭鄉與田中鎮的山腳路段。這些地區皆為重要交通路線，亦亟須列為優先考量地區，顯示本評估方法確實可提供一有效量化的指標，其成果可協助地方政府了解轄屬區域之致災風險權重，作為地方政府研擬減災計畫之參考。

目前中央政府單位例如水土保持局已針對全台灣的土石流潛勢溪流定出影響範圍，水利署也針對全台灣易致災地區進行全面之淹水潛勢分析，然而在彰化縣部份卻未針對山坡地進行淹水潛勢分析。未來應整合相關的防災圖資，以作為地方基層可有效運用之防災資訊。

誌謝

本研究承蒙彰化縣政府及鑫昀技師事務所提供部份研究經費，在此一併感謝。

參考文獻

1. 洪鴻智、陳令韡(2012),「颱風災害之整合性脆弱度評估-大甲溪流域

- 之應用」，地理學報，第 65 卷，第 79-96 頁。
2. 陳令韡(2009)，「大甲溪流域颱風洪脆弱度評估：分析網路程序法之應用」，臺北大學不動產與城鄉環境學系學位論文。
 3. 黃書禮(2000)，「生態土地使用規劃」，詹氏書局。
 4. 彰化縣政府(2012)，「101 年度山坡地易淹水地區調查規劃」。
 5. Lin, C. C., Siebeneck, L. K., Lindell, M. K., Prater, C. S., Wu, H. C., & Huang, S. K. (2014), "Evacuees' information sources and reentry decision making in the aftermath of Hurricane Ike," *Natural Hazards*, 70(1): 865-882.
 6. De Moel, H., & Aerts, J. C. J. H. (2011), "Effect of uncertainty in land use, damage models and inundation depth on flood damage estimates," *Natural Hazards*, 58(1): 407-425.
 7. Nevo, D., and Chan, Y. E. (2007), "A Delphi study of knowledge management systems: Scope and requirements," *Information & Management*, 44(6): 583-597.
 8. Peng, S.H., Shieh, M.J. and Fan, S.Y. (2012), "Potential Hazard Map for Disaster Prevention Using GIS-Based Linear Combination Approach and Analytic Hierarchy Method," *Journal of Geographic Information System*, 4(5): 403-411.
 9. Raaijmakers, R., Krywkow, J., & van der Veen, A. (2008), "Flood risk perceptions and spatial multi-criteria analysis: an exploratory research for hazard mitigation," *Natural hazards*, 46(3): 307-322.
 10. Saaty, T. L. (1980), *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York.
 11. Saaty, T. L. (1990), *Decision making for leaders-the analytic hierarchy process for decisions in a complex world*, RWS Publications, Pittsburgh.

表 6 18 處淹水地區危險等級評估

Table 6. Dangerous rating for 18 flood prone areas

編號	鄉鎮市	村里	位置	淹水原因	1.鄰近排水路、堤岸斷面或高度不足	2.水道淤積或河床有雜物	3.區域內無相關水利設施	4.水利設施出口無其它設施銜接	5.易淹水地區淹水潛勢區範圍內	6.有設置警告示牌	7.地勢低窪	8.其他因子	評分	排序
No. 1	彰化市	竹巷里	彰南路 4 段 565 巷	雨量過大、排水不良、水路共構	1	0	1	0	0	1	1	0.2	62.20	7
No. 2	彰化市	香山里	彰南路 3 段 1、2 巷	雨量過大、排水不良、水路共構	1	0	1	0	0	1	1	0.2	62.20	7
No. 3	大村鄉	平和村	炭坑橋	雨量過大、河道淤積	0	0	1	0	0	0	0	0.2	6.55	18
No. 4	員林鎮	振興里	山腳路二段 57 號前	雨量過大、排水不良	1	0	1	0	0	0	0	0.2	11.09	17
No. 5	員林鎮	鎮興里	鎮興廟與 148 線交會	雨量過大	0	1	1	1	0	0	0	0.2	36.32	14
No. 6	社頭鄉	仁和村	山腳路二段 791 巷口至 764 巷口	雨量過大、排水不良、缺乏整治、無排水溝或排水箱涵導引由上流流下來的水，導致水淹至路面	1	0	1	1	0	1	1	0.2	66.75	2
No. 7	社頭鄉	朝興村	清石道路與石頭公二坑交會處	雨量過大、排水不良、河水溢堤、河道淤積、箱涵阻塞、缺乏整治	0	1	0	0	0	1	0	0.2	38.53	11
No. 8	社頭鄉	泰安村	清石道路與松仔坑交會處	雨量過大、河水溢堤、河道淤積、缺乏整治	0	1	0	0	0	1	0	0.2	38.53	11
No. 9	社頭鄉	泰安村	清石道路與石頭公三坑交會處	雨量過大、排水不良、河水溢堤、河道淤積、箱涵阻塞、缺乏整治	0	1	0	0	0	1	0	0.2	38.53	11
No. 10	社頭鄉	龍井村	兒童公園下方	雨量過大、排水不良、水路共構、箱涵淤積、箱涵斷面太小	1	1	1	0	0	1	0	0.2	47.61	10

蕭宇伸、田仲傑、彭思顯：
易淹水區危險等級評估-以彰化縣山坡地為例

No. 11	社頭鄉	湳雅村	湳雅國小旁	雨量過大、排水不良、缺乏整治、水路共構、排水溝斷面過小	1	0	1	0	0	1	1	0.4	64.21	5
No. 12	社頭鄉	協和村	社頭鄉協和村後路巷口至員田加油站	雨量過大、排水不良、下游處地勢較高排水不易、下游箱涵斷面小	1	0	0	0	0	1	0	0.2	17.84	15
No. 13	田中鎮	和平里	和平里山腳路五段以北，復興路山腳路四段以南	雨量過大、排水不良、坡地崩坍災害、缺乏整治、土石流災害引發、無排水溝、地勢低窪	1	0	1	1	0	1	1	0.2	66.75	2
No. 14	田中鎮	和平里	和平里自山腳路起至編號6號農路路段	雨量過大、排水不良、坡地崩坍災害、缺乏整治、土石流災害引發、無排水溝、水路共構	1	0	1	0	0	1	1	0.6	66.21	4
No. 15	田中鎮	和平里	和平里自山腳路起至三巧魚池旁路段	雨量過大、排水不良、坡地崩坍災害、缺乏整治、土石流災害引發、洩水坡度不足、排水溝斷面過小	1	0	1	0	0	1	1	0.4	64.21	5
No. 16	田中鎮	和平里	和平里山腳路4、5段交界處至5段100巷止	雨量過大、排水不良、坡地崩坍災害、缺乏整治、土石流災害引發、無排水溝、洩水坡度不足	1	0	1	0	0	1	1	0.2	62.20	7
No. 17	二水鄉	倡和村	152縣42k處	雨量過大、排水不良、坡地崩坍災害、地勢低窪、上方邊坡裸露	1	1	0	1	0	1	1	0.2	87.43	1
No. 18	二水鄉	合和村	山腳路二段429巷口	雨量過大、排水不良、洩水坡度不足	1	0	0	0	0	1	0	0.2	17.84	15

水土保持學報 47 (3): 1395–1406 (2015)

Journal of Soil and Water Conservation, 47 (3): 1395–1406 (2015)

103 年 11 月 04 日收稿

103 年 11 月 10 日修改

103 年 11 月 18 日接受

國立中興大學 
National Chung Hsing University