

彰化縣山坡地野溪治理之研究

郭立昇

摘要

彰化縣山坡地範圍橫跨八卦山台地，計有彰化市、芬園鄉、花壇鄉、大村鄉、員林市、社頭鄉、田中鎮、二水鄉等 8 個鄉(鎮、市)，面積合計 13,200 公頃。目前縣內計有 9 條土石流潛勢溪流及無數條野溪，由於氣候變遷，長延時、高強度的降雨型態發生機率提高，災害類型也趨向複合型災害，如遭受颱風、豪雨侵襲，恐造成坡地附近民宅、農田及道路橋梁等公共設施安全之威脅，且彰 137 縣道(山腳路)沿線部分野溪因水路共用與天頂川現象，目前上游雖大多已整治完成，但水路共用區域鄰近住宅密集區，另闢排水路實施困難，天頂川又使地表逕流無法匯集至河川，上游排水至山腳路處若無其他相關排水路銜接時，山洪順勢而下導致下游舊有渠道無法宣洩，常造成道路沿線洪水漫溢，土砂堆積及淹水災情。

本研究以彰化縣山坡地範圍為研究樣區，透過水土保持的治理工程與管理的手段來解決土砂災害問題，避免造成下游地區更多的負擔，同時跨域整合相關單位，共同尋求解決該地區長久以來的淹水問題，提供相關單位治理之參考。

(**關鍵詞**：野溪治理、水路共用、天頂川)

Research on The Management of Torrent in The Slopeland

Areas of Changhua County

Li-Sheng Kuo

Ph.D.Student , Department of Soil and Water Conservation, National Chung-Hsing University,
Taichung, Taiwan, 402, R.O.C.

ABSTRACT

The hillside areas of Changhua County span the Bagua Mountain, including eight townships Changhua City, Fenyuan Township, Huatan Township, Dacun Township, Yuanlin City, Shetou Township, Tianzhong Town, and Ershui Township. The total area is 13,200 hectares. There are nine potential debris flows and countless torrents in the county. Due to climate changes, the probability of long time delayed and high intensity rainfall patterns increases. The types of disasters also tend to be combined disasters, such as typhoons and torrential rains, which may threaten the safety of public facilities including houses, farmlands, roads and bridges near slopes. The phenomenon of channel sharing and the hang rivers exist along the #137 Changhua county highways. Although most of the upstream has been regulated, it is difficult to implement another drainage channel because the channel sharing area is adjacent to the densely populated area. The hang river also prevents the surface runoff from gathering to the river. If there is no other relevant drainage channel connecting the upstream to the downstream, the mountain torrent will take advantage of the situation and cause the old downstream channel to be unable to discharge, often causing inundation along the road, accumulation of sediment deposition and flooding.

This study takes the hillside area of Changhua County as the research sample, and solves the problem of sediment by means of conservation, soil of regulation engineering and management, so as to avoid causing more burdens on the downstream areas. At the same time, relevant units are integrated across domains to jointly seek to solve the long-standing inundation problem in the area and provide a reference for relevant units to manage.

(**Keywords:** Management of torrent, Waterway sharing, Ceiling river)

國立中興大學水土保持學系 博士生(通訊作者 e-mail : a720060@email.chcg.gov.tw)

前言

彰化縣位於臺灣中部地區，東邊以八卦山脈與南投縣相鄰，西邊濱臨臺灣海峽，南邊以濁水溪與雲林縣交界，北邊以烏溪與台中市為界，全縣總面積為 107,440 公頃，為臺灣面積最小的縣市，全縣人口超過 125 萬餘人，人口密度(人/m²)為全台第 8 高；山坡地範圍橫跨八卦山台地，計有彰化市、芬園鄉、花壇鄉、大村鄉、員林市、社頭鄉、田中鎮、二水鄉等 8 個鄉(鎮、市)，面積合計 13,200 公頃，山坡地鄉鎮人口數為 56 萬餘人(占總人口數 44%)。目前縣內計有 92 條野溪，其中 9 條屬於土石流潛勢溪流，由於氣候變遷，長延時、高強度的降雨型態發生機率提高，災害類型也趨向於複合型災害，如遭受颱風、豪雨侵襲，恐造成坡地附近民宅、農田及道路橋梁等公共設施安全之威脅，且彰 137 縣道(山腳路)沿線區域早期水路共用，上游排水至山腳路處若無其他相關排水路銜接，常造成道路沿線土砂堆積及淹水災情。山腳路沿線土砂災害問題長期無法有效解決，大致可歸納為以下二大主因：

1. 水路共用

回溯臺灣早期山坡地開發的年代，當時整座八卦山脈的生態與景觀是非常豐富的，隨著時代的進步，土地開發由平地逐漸往山坡地發展，因交通不便，整個開發的速度並沒有像現在這麼快速，農民藉由野溪坑溝作為上山耕作的通路，慢慢走的人越來越多，於是這些野溪坑溝漸漸就變成現在的道路，下雨時給水走，沒下雨時就給人走，這就是八卦山台地或者說臺灣各地山區普遍存在的「水路共用」現象。

2. 天頂川

八卦山脈的山坡地與平地銜接的地方就在山腳路上，地形上的轉折點也是屬於河川的土砂堆積段，整座八卦山脈屬於卵礫石層，早期因就地取材方便，舊有野溪護岸型式多採用砌石構築，再加上興建費用除了政府出資興建外，民眾也必須分攤部分費用，因此為節省經費都以興建當時的河床為底向上修築，造成野溪護岸普遍高於路面，相對周邊的地表逕流也不容易排入河川內。山腳路高低起伏就是因為道路在跨越河川時，橋樑為了排洪斷面而升高，之後又沿著既有路面下降，造成沿山腳路道路側溝的水排不出去，如果再連下游的銜接水路也沒有，地表逕流自然就往低窪處匯集造成道路及路旁住家淹水，這就是「天頂川」的由來，日本語稱之為「天井川」，顧名思義就是在天上的河川。

為有效解決山腳路沿線土砂災害問題，確保人民生命財產安全，提升民眾生活品質，除了平時的河道清淤保持暢通外，對於上游坡地的開發利用行為，更應嚴格把關；我們都知道，當土地開發越面積愈多時，相對不透水鋪面增加，大地能吸收雨水的面積就會越少，產生的地表逕流就會增加，淹水的情況相對更加嚴重，透過一些水土保持的治理工程與管理的手段來解決土砂問題，避免造成下游地區更多的負擔，並跨域整合相關單位，共同尋求解決該地區長久以來淹水的問題。

研究流程與方法

1. 研究流程

本研究流程首先確立研究目標後，蒐集樣區基本資料（包括地文、水系、土地利用現況、歷年災害與治理情形等相關資料）並加以整理，另就該集水區現況調查與分析；參考水土保持手冊及相關技術規範、法規等進行水文水理分析後，提出治理目標與對策（圖 1）。

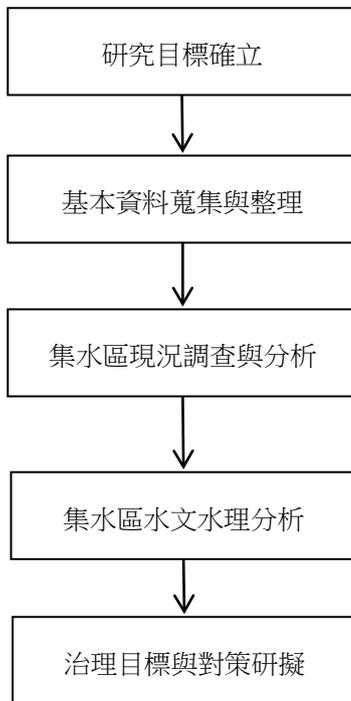


圖 1 研究流程圖

2. 研究樣區

(1) 地形與地勢

本研究地形與地勢，採用內政部 DEM 資料進行分析討論。彰化縣境內地形大都為平

原，地形平坦，東臨八卦山脈與南投縣為界，地勢大致為由東南向西北傾斜（圖 2 為山坡地範圍地理位置圖）。平地面積最大共約 94,240 公頃，占 87.71%；其次為山坡地區，凡標高 100 公尺至 1,000 公尺下或未滿 100 公尺，而坡度在 5% 以上之丘陵地及淺山區域傾斜地區均屬之，面積為 10,020 公頃，占 9.33%，主要分布於彰化縣東側之八卦山脈地區；另外高山林區面積為 3,180 公頃，占全縣面積 2.96%，主要分布於東部之社頭、田中、二水、員林、花壇及彰化等鄉鎮市，地勢陡峻，極少緩坡地，不適於農牧生產，為保安林地（圖 3 為坡度分布圖）。表 1 為彰化縣地形分布情形。

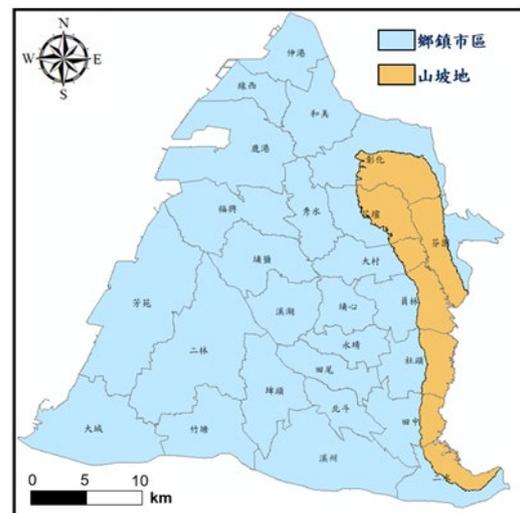


圖 2 地理位置圖

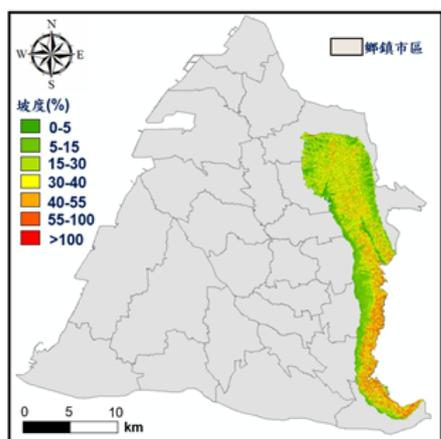


圖 3 坡度分布圖

表 1 彰化縣地形分布情形

分類	面積(公頃)	比例(%)
平地	94,240	87.71
山坡地	10,020	9.33
高山林區	3,180	2.96
合計	107,440	100

註：本研究稱山坡地，係指依山坡地保育利用條例第三條之規定劃定。

(2) 水系

本研究水系資料來源於國土測繪中心。本研究主要河川有烏溪（大肚溪）、貓羅溪（烏溪支流）及濁水溪。烏河流域位於臺灣中部，流域主要水系大致可劃分為北港溪、南港溪、大里溪、旱溪、貓羅溪、筏子溪及烏溪主流，其中在彰化縣境內主要為貓羅溪水系之大部分。烏河流域面積 2,025.6 平方公里，為臺灣地區第四大河川，發源於中央

山脈合歡山西麓，海拔 2,596 公尺。流域範圍東以中央山脈為界，北鄰大甲河流域，南毗濁水河流域，西至台中縣龍井鄉，出海口於台中縣、彰化縣交界注入臺灣海峽，流域東西長約 84 公里，南北寬約 52 公里，略似桐葉狀，流域平均標高 651 公尺，河床平均坡度約為 1：92。

濁水河流域，發源於合歡山主峰與東峰間的「左久間鞍部」，大約在標高 3,200 公尺處，其最上游為霧社溪，係集合歡山西坡之水，沿縱谷流下，至廬山附近與塔羅灣溪匯流，至萬大附近與萬大溪合流，再併入丹大溪、巒大溪、邵大溪、水里溪、陳有蘭溪等支流。其下河谷漸漸開闊，於集集盆地再納清水溝溪、東埔蚋溪與清水溪後流入彰雲平原。並於彰化縣大城鄉的下海墘村與雲林縣麥寮鄉許厝寮之間流入臺灣海峽，全長 186.6 公里，為全台灣最長的一條河。圖 4 為彰化縣水系分布圖。

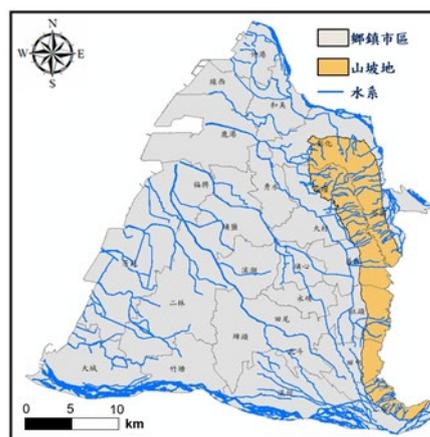


圖 4 彰化縣水系分布圖

(3) 土地利用

本研究土地利用資料來源於國土測繪中心。彰化縣總面積為 107,439 公頃，山坡地範圍面積為 13,200 公頃，主要土地使用以農業及林業使用居多，依據水土保持局山坡地土地權屬圖層與林務局各林班事業區圖層，可知研究樣區內之農、林使用所佔比例高達 78%，其次為建地佔 17%，其分布情形詳圖 5 所示。

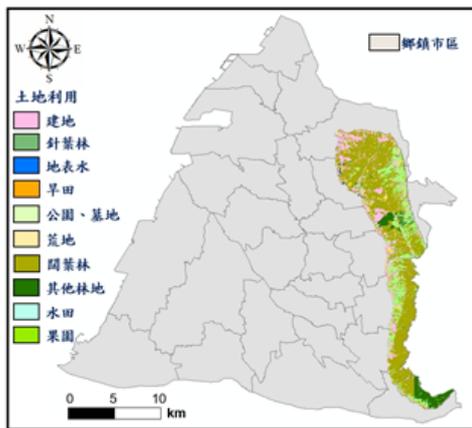


圖 5 彰化縣山坡地土地利用分布圖

(4) 歷年災害情形

本研究區域災害主要集中於八卦山台地，多由颱風豪雨所造成，早期如 1959 年艾倫颱風、1986 年韋恩颱風、1990 年楊希颱風、2004 年敏督利颱風、2008 年卡玫基颱風及鳳凰颱風、2009 年莫拉克颱風侵襲造成土砂災害、2013 年康芮颱風連日豪大雨，造成彰化市江南花園城社區 28 戶民宅發生房屋傾斜、2021 年 6 月豪大雨造成彰化縣花壇鄉三芬路大面積崩塌，長延時、高強度的降雨型態已成為當前必須防範致災

的重要因素之一。

3. 研究方法

依水土保持技術規範(2020)第 17 條規定：洪峰流量之估算，有實測資料時，得採用單位歷線分析；面積在一千公頃以內者，無實測資料時，得採用合理化公式計算。

本研究利用 DTM 數值地形參照 1/5000 航照圖重新進行集水區劃分，並配合現地調查成果及區內重要野溪分布情況，共劃分為 92 條野溪(圖 6、圖 7)進行水文水理分析。

洪峰流量之推估係依據各坡地排水計畫起點，劃分出每條野溪集水區面積後進行洪水量演算；經劃分結果研究範圍內各集水區面積均小於 1000 公頃，故採用合理化公式進行重現期距 50 年之洪水量估算(水土保持技術規範第 65 條)。

(1) 逕流量推估

a. 清水流逕流量分析

$$Q_p = CIA/360 \dots (1)$$

Q_p 為洪峰流量(cms)

C 為逕流係數

I 為降雨強度(mm/hr)

A 為集水區面積(ha)

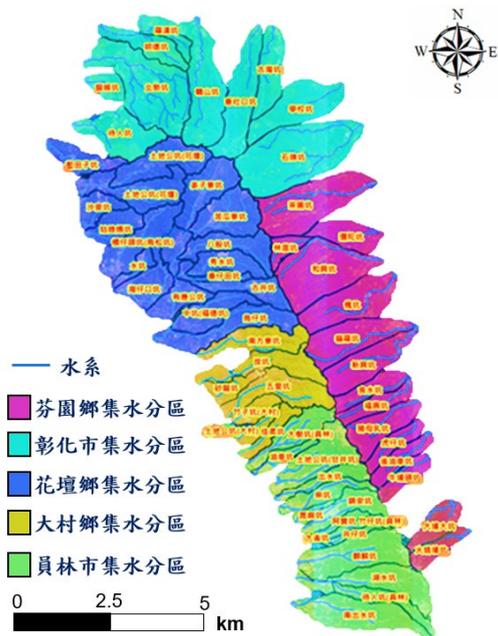


圖 6 集水分區圖 (上)

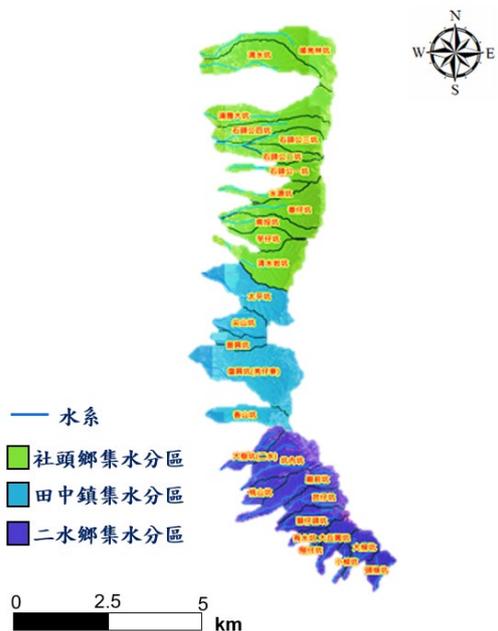


圖 7 集水分區圖(下)

b. 含砂水流逕流量分析

由於樣區位屬山坡地，因此考慮暴雨洪流之輸砂能力，應酌予考量水流含砂情形，故含砂水流洪峰流量可以下式估算：

$$Q_{ps} = Q_p(1 + \alpha) \dots (2)$$

Q_{ps} 為含砂水流流量(cms)； Q_p 為清水流流量(cms)； α 為水流中含砂率，一般採用以流量之 5%~10% 為原則。

本研究考量各溪流之河道現況及上游土砂來源等條件後，針對現況河道堆積及集水區內有土石流潛勢溪流者提高其水流含砂量，分別以 8% 估算，其餘溪流者則以 5% 估算。

c. 土石流潛勢溪流流量分析

流動中之土石流體積濃度，土石流之濃度受溪床坡度影響甚大，一般以下列公式表示：

$$C_D = (\rho \tan \theta) / ((\sigma - \rho)(\tan \varphi - \tan \theta)) \dots (3)$$

C_D 為流動中土石流體積濃度； ρ 為水之密度 (kg/m^3)； σ 為土石密度 (kg/m^3)； θ 為溪谷之坡度； φ ：土石之內摩擦角。

溪流中之清水流量 (Q_w)：以洪峰流量分析成果來估算。

清水流量 (Q_w) 及土石流體積濃度 (C_D) 可推求土石流之流量 (Q_D)，其關係如下：

$$Q_D = (C^* Q_w) / (C^* - Q_D) \dots (4)$$

結果與討論

$$C^*=1-P_r\dots(5)$$

Q_D 為土石流之流量(cms)； Q_w 為溪谷上游之清水流量(cms)； C^* 為溪床上土石堆積物之體積濃度； P_r 為溪床上土石堆積之孔隙率； C_D 為流動中土石流之體積濃度。

(2)水理分析(通洪能力檢討)

河道因受地形、水流及其攜帶土砂之影響，使其主槽流路常有變化，為能了解目前河川之通洪能力，將以普遍運用於水土保持坡地排水及河溪整治工程之曼寧公式進行河道之水理分析，其公式如下：

$$Q=(1/n)(A)(R^{2/3})(S^{1/2})\dots(6)$$

A：通水斷面積；

R：水力半徑(=A/P；P：潤周長)；

S：底床坡度；

n：曼寧粗糙係數。

依據水土保持技術規範第 84 條規定，設計排洪量需大於逕流量，且水流速度應小於最大安全流速。利用上述曼寧公式估算計各溪流不同控制點之現況排洪量，並依各溪流不同控制點之集流面積以比流量法估算其 50 年重現期距含砂水流量作為計畫排洪量，比較現況排洪量及計畫排洪量，據以瞭解各溪流之通洪能力是否達計畫標準。

本研究之主要坡地排水系統，經現場逐一踏勘調查並參考行政院農業委員會水土保持局南投分局98年度「洋仔厝舊濁水員林大排等易淹水區排上游集水區整體治理調查規劃」報告內所列之69條野溪名稱，重新整理共計92條野溪，表2為彰化縣坡地野溪一覽表。

另由水理分析結果，現況溪流多可達50年重現期距洪水量不溢堤之保護標準，野溪局部斷面通洪能力不足有林厝坑、新興坑、食水坑、福興坑、豬母乳坑、虎仔坑、後油車坑、大埔大坑、大崙坑、麒麟坑、待人坑、滿雅大坑及香山坑等溪流；另於鳥松坑、福德坑、三家春坑、南風寮坑、麒麟坑、太平坑、芭樂坑及獅頭坑等野溪，有局部溪段水流超過安全流速，造成現況溪床縱、橫向沖刷，導致構造物有破損情形發生，後續將依據水理分析成果，針對未達保護標準之河段提出改善對策。

1. 土石流潛勢溪流問題分析

彰化縣境內之土石流潛勢溪流共有9條，分別位於社頭鄉(1條)、田中鎮(2條)及二水鄉(6條)，其餘鄉鎮皆無土石流潛勢溪流分布情形。經由現場踏勘調查得知，區內土石流潛勢溪流主要問題如下：

(1)下游與區域排水銜接問題

部份土石流潛勢溪流為水路共用形式，其中小柳坑(DF001)、尖山坑(DF006)、香山坑(DF009)，下游出口即與道路共線，並與山腳路直接銜接，豪大雨過後上游之土砂，

經由河道運移至山腳路上，大量土砂伴隨逕流衝出至路面，溢淹山腳路附近民宅，造成山腳路道路積淹水等土砂災害，影響交通甚鉅。



照片1 DF001(二水鄉小柳坑-水路共用)



照片2 DF006(田中鎮尖山坑-無銜接水路)



照片3 DF009(田中鎮香山坑-無銜接水路)

(2)上游土砂淤積問題

經現勘調查結果得知，上游屬行政院農

業委員會林務局轄管之保安林地範圍，歷經多次颱風及豪雨，保安林區內河道淤積大量土砂，且壩體多呈淤滿狀態，雖權責機關定期辦理清疏作業疏通河道，但土砂以堆置河道兩旁或以低窪地區存放為主，若再遇豪大雨來臨，上游土砂恐將直接挾帶至下游地區，造成下游土砂災害。

另彰化縣政府每年編列治山防災經費約3,500萬元，近幾年更因財政拮据而有逐年降低預算之情況，導致每年用於清疏之開口契約金額亦有逐年遞減之情形，對於目前極端降雨發生機率頻繁，實為一隱憂。(表3)彰化縣歷年治山防災及搶險(修)經費編列情形表

表3 彰化縣歷年治山防災及搶險(修)經費編列情形表

年度	治山防災預算數(萬元)	搶險(修)開口契約經費(萬元)
110	1,000	600
109	3,500	800
108	3,500	800
107	4,700	800
106	5,300	800
105	5,300	800

表2 彰化縣坡地野溪一覽表

編號	野溪名稱	編號	野溪名稱	編號	野溪名稱	編號	野溪名稱
1	茶園坑	24	龍喉坑	47	土地公坑(大村)	70	石頭公一坑
2	彌陀坑	25	待人坑(彰化)	48	佳柔坑	71	水源坑
3	林厝坑	26	籃仔田坑	49	大樹坑(員林)	72	番仔坑
4	和興坑	27	土地公坑(花壇)	50	油車坑	73	南投坑
5	楓坑	28	夕泉坑	51	土地公坑(甘井坑)	74	芋仔坑(DF007)
6	貓羅坑	29	姑娘媽坑	52	出水坑	75	清水岩坑
7	新興坑	30	橋仔頭坑(烏松坑)	53	柴坑	76	太平坑
8	食水坑	31	水坑	54	蔴麻坑	77	尖山坑(DF006)
9	福興坑	32	灣仔口坑	55	錦安坑	78	普興坑
10	豬母乳坑	33	姜子寮坑	56	阿寶坑	79	復興坑(羌仔寮)
11	虎仔坑	34	苦瓜寮坑	57	竹仔坑	80	香山坑(DF009)
12	後油車坑	35	八股坑	58	井仔坑	81	大樹坑(二水)
13	牛埔頭坑	36	秀水坑	59	大崙坑	82	坑內坑
14	大埔大坑	37	番仔田坑	60	麒麟坑	83	桃山坑
15	火燒埔坑	38	古井坑	61	湖水坑	84	廟前坑
16	石碑坑	39	有應公坑	62	待人坑(員林)	85	芭仔坑
17	學校坑	40	中坑(福德坑)	63	南出水坑	86	獅仔頭坑
18	古灣坑	41	鳥仔坑	64	埔姜林坑	87	有水坑
19	番社口坑	42	南方寮坑	65	滴水坑	88	柳仔坑
20	轆山坑	43	炭坑	66	滴雅大坑	89	大丘園坑
21	羅漢坑	44	砂龍坑	67	石頭公四坑	90	小柳坑(DF001)
22	明德坑	45	五里坑	68	石頭公三坑	91	大柳坑(DF002)
23	南、北勢坑	46	竹仔坑	69	石頭公二坑	92	頭條坑(DF003)

2. 野溪問題分析

經現場踏勘調查得知，八卦山之野溪於上游坡面陡峭，集流快，於中游溪段坡度降低

後，即發生滯流的現象；再者其素有「天頂川」之稱，導致道路遇到野溪時須直接爬升高程，形成山腳路高低起伏，間接造成山腳路一帶地勢低窪處產生溢淹，另區內野溪過去治理工程甚多，於中、下游溪段大多已渠道化。今針對野溪現況災害及水理分析，總

體歸納研究樣區內野溪主要問題如下：

(1) 溪床沖淤問題：

部份野溪之溪段河床坡降過陡，以致水流流速超過安全流速，導致構造物基腳淘刷。如橋仔頭坑、姜子寮坑、苦瓜寮坑、福德坑、三家春坑、南方寮坑等。另因八卦山區位屬頭崙山層，此種地層結構因膠結疏鬆，易受雨水沖蝕形成蝕溝及崩塌，並產出大量土砂流出，惟受限河溪本身輸砂能力，坡面及兩岸所產出的泥砂與河溪輸砂能力一時無法得到平衡，使得泥砂至河道下游後，產生淤積底床抬高。

(2) 道路與水路共用現象：

將原有河道改成道路，致使逕流漫流於路面，未妥善排至安全處。如油車坑、籠麻坑、滴水坑、石頭公四坑、石頭公二坑(銜接水路工程已於109年初完工)、石頭公一坑、湳雅大坑、尖山坑、普興坑及香山坑等。

(3) 坡面排水與區域排水斷面銜接不良：

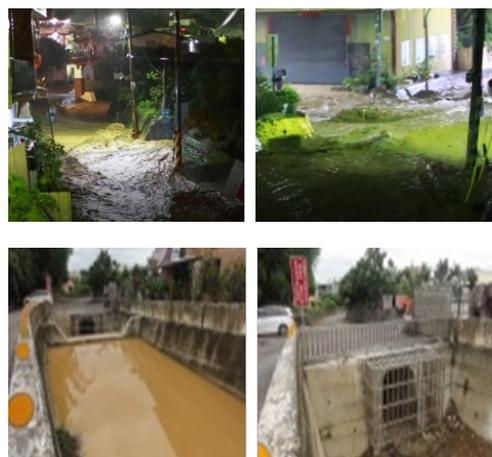
因防洪標準不一，上游野溪採頻率50年之洪峰，下游水利相關單位為10~25年，水利會單位為5~10年，故造成下游斷面束縮，導致洪水宣洩不及或無法宣洩而造成淹水。如大崙坑、籠麻坑、滴水坑、香山坑等。

(4) 溪流源頭侵蝕：

139線之道路排水或位於源頭處之社區、住家及果園等之廢水，經匯集後排入坑溝，未妥善處理尾水進而造成溪流源頭侵蝕。經調查得知區內源頭侵蝕者為：阿寶坑、竹仔坑、湳雅大坑、松柏坑、番仔坑、柴坑及炭坑等野溪。

(5) 天頂川：

由於野溪土砂不斷淤積，河床抬升，造成溪床高於二側之農地、社區及住家，致其地表逕流水無法注入坑溝，而形成「天頂川」之特殊現象，導致道路遇到野溪時須直接爬升高程，造成區內山腳路高低起伏，間接導致靠近山腳路一帶坡面逕流無法順利排入坡地排水系統，使山腳路一帶地勢低窪處產生溢淹，總計區內之天頂川包括：白沙坑、有應公坑、三家春坑、炭坑、土地公坑(甘井坑)、出水坑、柴坑、麒麟坑(99年改善完成)、芋仔坑、太平坑、復興坑(羌仔寮)、大樹坑、松柏坑、拔仔坑、有水坑及柳仔坑等共計16條。



照片4 社頭鄉石頭公二坑銜接水路工程

3. 野溪治理對策

山腳路沿線土砂災害問題長期無法有效解決，大致可歸納為二大主因：一為水路共用現象，二為天頂川，拓寬排水路配合上游設置滯洪池或截流分洪以滿足保護需求，排水路用地取得無虞者，仍採用拓寬方式改善；排水路兩旁建物密集徵收困難之瓶頸

段，於其上游適當地點增設滯洪池降低洪峰流量，或配合截流分洪，減少地上物拆遷。另考量利用較大面積之公有土地設置多目標滯洪池或利用都市計畫區公園用地增設調節池增加減洪效果。此外，針對野溪主要問題包括通水斷面不足、河道泥砂、雜草淤積以及溪流坡降過陡導致整流工程基腳沖毀等；於瞭解坡地溪流及現況後提出相關治理對策如下：

(1) 疏濬清淤：

水患發生處其排水問題之一是水道泥砂淤積、河道枯枝雜草堆積以致阻礙水流，故須儘速辦理疏濬清淤工程予以改善。為了降低水患威脅，針對坡地排水與河川、區域排水及下水道銜接處下游進行疏濬、清除，以維持原有通水斷面及排洪量。

另針對未來河道清疏土石之維護管理作業，包括土石堆置場之設置，建議由地方政府單位選取適當地點，規劃設置土石堆置場暫屯清淤之土砂，後續並進行土石標售，如此一來，除可有效解決清疏後土砂之問題，亦可增進地方財源。

(2) 上游泥砂減量：

由於集水區內部份溪流上游有崩塌地存在，崩落土石為溪流主要泥砂之來源，故應配合崩塌地治理加以處理；若因不易到達或不易加以整治，應配合施設系列沉砂工程與防砂壩，藉以達到整治、泥砂減量之目的；另針對已淤滿之潛壩及防砂壩等構造物，應編列經費於暴雨過後立即清淤土砂或每年定期勘查及清淤土砂，確保下次暴雨來臨前有足夠庫容攔阻土砂，以避免土砂下

移，進而降低下游洪患發生及土砂災害之機率。考量區內用地取得不易，除炭坑、大崙坑、滿雅大坑、石頭公一坑、番仔坑及芋仔坑等野溪外，尚有腹地設置沉砂池，其餘則缺乏大面積範圍之沉砂空間，建議以定期清淤河道之方式辦理，以維持足夠之通洪斷面降低淹水之機率，及避免土砂下移減少下游土砂災害。

(3) 整流工程：

在野溪、溪流泥沙堆積、沖蝕區及亂流地區，為防止縱向及橫向侵蝕所構築之護岸、堤防與固床工、跌水工及溪床保護工等組合而成之工程，其目的包括：

- a. 防止溪流縱向及橫向侵蝕以穩定溪床。
- b. 調整並控制水流，保護兩岸土地房舍及公共設施。
- c. 保護特殊地質地區溪岸坡腳，防止崩塌。

惟上游地區做過多的整流排水工程，會加速上游集水區集排水的功能，變成下游排洪負擔變大，造成上游整治完，問題移轉至中下游，故將以設置橫向構造物為主要考量，避免河道渠化。

(4) 滯洪、沉砂工程：

內容包含設置沉砂池、防砂壩、滯洪池及入滲補注池等設施。主要以減緩逕流至下游時間，及避免土砂下移堵塞或影響通洪斷面，以降低洪水及土砂災害發生。目前除香山坑、尖山坑、普興坑等野溪於下游推動田中滯洪池外，普興坑於110年度已獲水土保持局補助1500萬元整辦理上游滯洪沉砂池興建工程。清疏作業及設置沉砂池仍為主

要之考量，其中沉砂池之設置除提供沉砂空間外，池底採不封底之設計，亦可視為一入滲補注池，可增加入滲之容量，降低下游淹水之潛勢。入滲補注池，除可將水保存於地下水庫外，亦可供後續農業使用，及達到分洪的功能。

(5) 排水斷面改善工程：

由於防洪標準不一，通水斷面突縮導致水流漫溢兩岸或無排水設施與區域排水銜接，導致道路當成排水渠道使用，造成山腳路一帶積水，因此建議設計導洪渠道安全排放洪水。惟山腳路一帶房屋林立且部份溪流為水路共用，部份道路為主要道路，設置明渠較困難，因此建議以地下箱涵或與相關單位設置地下道排水系統配合改善。

(6) 天頂川改善工程：

早期因施工技術致使護岸與跨溪路段高突，造成排水與交通問題，駕駛人往往無法看到對面來車動向而屢屢發生事故，樣區內天頂川的特殊現象，道路遇到野溪時便須爬升，溪床高出兩邊道路許多，下游道路低窪處排水無法排入溪流而積水，故建議以工程方法降低溪流高程，並與下游排水系統高度銜接，使道路逕流能排入溪流，除可改善淹水問題外，亦可解決行車無法通視之問題。

(7) 源頭侵蝕治理工程：

區內139線之道路排水或位於源頭處之社區、住家及果園等之廢水，經匯集後排入坑溝，未妥善處理尾水淘刷坡腳造成邊坡崩塌，導致溪流源頭侵蝕。針對區內源頭侵蝕之對策如下所述：

a. 坡頂截水：

坡頂設置截流溝，避免上邊坡逕流衝擊入滲，擴大崩塌範圍。

b. 穩定坡腳：

八卦山區因地質因素，崩塌邊坡多為陡峭坡面，建議應自其坡腳堆積土砂處，下游適當地點設置防砂壩工程穩定坡腳，防止水流持續淘刷，並加強護坦及水墊等尾水處理設施，避免基礎淘刷。

c. 裸露坡面植生處理：

坡面不安定土石應予以清除。紅土礫石層植生工法則以噴植法(不需開溝處理)為佳。

(8) 非工程措施：

由於工程技術方法有其極限和盲點，建議可朝非工程手段配合措施辦理，其中包括避災措施及管理管制措施兩大類，前者包括減損措施、警戒措施、居民避難遷移等，而後者涵括限制措施、防救災組織、集水區管理、教育宣導及設施維護等。

a. 有害行為限制

通過嚴格的科學管理及有關法令的認真執行，使激發土石流的人為因素被控制和消除，例如合理開發水土資源、防止對生態環境破壞、嚴禁濫砍、濫伐及陡坡墾植，禁止隨意大量棄石、棄土和其他有關破壞邊坡土體穩定之有害行為等。

b. 劃設特定水土保持區

為有效管理和限制有害行為，降低被害規模，可進行特定水土保持區之劃定，依據水土保持法第16條，其劃定之條件如下：

I. 水庫集水區。

II. 主要河川集水區須特別保護者。

- III. 海岸、湖泊沿岸、水道兩岸須特別保護者。
- IV. 沙丘地、沙灘等風蝕嚴重者。
- V. 山坡地坡度陡峭，具危害公共安全之虞者。
- VI. 其他對水土保持有嚴重影響者。

c. 避難路線及場所之規劃

疏散避難路線規劃係結合專業判斷和在地民眾經驗，事先劃定災害發生前之疏散避難路線和緊急避難處所，以維護危險地區保全對象之安全。由於疏散避難路線和緊急避難處所是事前所規劃，可以通過平時的演練，讓在地民眾熟悉疏散路線和避難時機，是降低致災風險相當有效的非工程方法之一。

d. 土石流預警系統

事前觀測系統量測之因子包括雨量、地表水逕流水位、孔隙水壓等參數；其觀測之儀器有傾斗式雨量感測器、地下水水位感測器、孔隙水壓感測器、地表伸縮感測器、地表傾斜感測器、地中傾斜感測器等為主，期能蒐集土石流發生時的觀測資料。事發型觀測系統則是針對土石流發生的時候，透過對土石流特殊的運動特徵(如衝擊力、震動、水位、巨礫移動等)進行觀測，以確認土石流之流動發生時刻、衝撞力大小與土石流量之多寡等，其觀測之儀器有簡式鋼索監測器、CCTV攝影監視器、複式鋼索線監測網與麥克風等，一般藉土石流衝撞鋼索監測器，而啟動CCTV攝影監視器及投光燈開始攝影記錄。掌握土石流運動之第一手資料，期望能發佈土石流發生的觀測結果，以達到預警

之效果。

e. 在地滯洪

「在地滯洪」是經濟部水利署在經歷108年0823風災後，體認到治水工程有其極限，所衍生出來的適用洪水方案。在地滯洪可兼顧原有的設施功能並滯洪，因為在氣候變遷情境中，下雨時間變少、但洪水力道變強，傳統的抽水機、滯洪池等工程手段只能減緩一部分洪水，必須有其他非工程方法輔助，在地滯洪就是其一，水利署公告「在地滯洪獎勵及補償作業要點」，即鼓勵公私有土地的地主加入在地滯洪方案。在地滯洪，顧名思義就是利用在地的現成設施，稍微改良後(如田埂加高)，成為機動性的臨時滯洪場所。這跟滯洪池不一樣，滯洪池要先找一塊地，編列預算徵收、興建、單純只有一個用途，就是滯洪。



照片5 經濟部水利署第五河川局109年優先以雲林縣褒忠鄉有才村推動在地滯洪工程

結論與建議

本研究樣區淹水問題主要係因水路共用現象所產生，即排水路權充道路使用，因此坡地排水最終流入一般道路造成道路側溝排水不及或由於野溪坑溝下游無銜接水

路可排水，豪大雨過後上游之土砂，經由河道運移至道路上，大量土砂伴隨逕流衝出至路面，溢淹至道路附近民宅，造成路面積淹水等土砂災害。

例如彰化市福山里山中街淹水問題，山坡地野溪坑溝之洪水順流至山中街後變成水路共用所致，目前山中街周邊現況已由彰化市公所辦理短期改善措施，於福山街無名坑溪施作水閘門配合實際雨量調整排水分洪；中長期措施則須配合下游中庄里台化街及上游福山里山中街81巷雨水下水道工程進行銜接水路，前開下水道工程計畫已於109年提報計畫書予營建署並獲該署同意補助改善工程在案。

又為解決水路共用所產生的危害，於上游段適當地點加設滯洪沉砂設施以減少土砂流出，或於河道內設置滯洪壩以減緩洪峰流量；另搭配於道路下設置銜接水路箱涵，並於下游處規劃滯洪池以收納上游逕流量來解決淹水問題。又以田中鎮野溪為例，香山坑、普興坑及尖山坑等3條野溪，下游排水路業經經濟部水利署規劃有田中滯洪池工程，後續針對水路共用段排水規劃地下箱涵延伸排放至田中滯洪池內即可解決長久以來淹水困擾。

因此水路共用除規劃銜接水路外，尚需配合滯洪沉沙設施來調節洪峰流量，以減緩下游淹水情況。

依據水土保持技術規範，山坡地水土保持排水設計標準通常採用50年重現期洪峰流量，本研究區銜接山區逕流之區域排水設計標準採用10年重現期洪峰流量，25年重現

期洪峰流量不溢堤。由於洪峰流量估計方式不同，有時區域排水10年重現期洪峰流量亦能承納山區25年重現期洪峰流量，而若未能承納，則應加強山坡地水土保持以延緩逕流；或考量提高區域排水銜接段之出水高加以承納，並使其堤頂與山區排水堤頂平順銜接。

再者上游坡地應落實相關水土保持計畫，增加入滲、減少逕流、防止沖蝕、崩塌、土石流等災害任務。因平地區域排水受開發條件等限制，保護標準不易有效提升，如平地排水無法承納坡地排水時，上游坡地排水應依排水總量管制原則，對於超過銜接處計畫流量之洪峰，應妥為檢討規劃設置相關滯洪或減洪等設施，以符總量管制原則及減少下游洪災。為減輕下游平地排水之淤積，於沖刷量較大之坡地排水銜接處適當位置增設沉砂池囚砂，其大小依山坡排水之沖刷量設計，沉砂池設置後應辦理經常性之清淤，以發揮其功能。

另就現階段在管理上尚需加強的地方提出幾點建議：

1. 落實水土保持計畫(含簡易水土保持申報書)審查及監督管理：

目前水土保持計畫在審查及監督管理上大都已經有一套相當完整的機制運行，然對於簡易水土保持申報書並未要求一定要設置滯洪沉砂設施，對於水路共用或無銜接水路區域，相關山坡地開發案件無疑增加下游排水負擔，應針此一區域在審查時多加注意。

2. 加強聯外排水及區外截水系統審查：

依據水土保持技術規範有關聯外排水及截水系統之規劃，基地開發應儘量利用天然坑溝作為排洪之用，並不得妨礙上、下游地區原有水路之集、排水功能。又開發地區以外之逕流，為免流入基地內，增加開發地區排水系統負擔，宜設置截水系統，將逕流截引至區外排水系統內，並不得妨礙上、下游地區原有水路之集、排水功能。故對於水路共用區域，聯外排水或區外截水系統，下游並無適當的排水路可供排水，故審查時應注意避免增加下游排水負擔。

坡地排水規劃評估，2007年。

9. 彰化縣政府，網址：
<http://www.chcg.gov.tw/>。

參考文獻

1. 行政院農業委員會水土保持局，水土保持法，2016年。
2. 行政院農業委員會水土保持局，水土保持技術規範，2020年。
3. 行政院農業委員會水土保持局，網址：<http://www.swcb.gov.tw/>
4. 行政院農業委員會水土保持局南投分局，洋仔厝舊濁水員林大排等易淹水區排上游集水區整體治理調查規劃，2009年。
5. 彰化縣地區災害防救計畫（2020年備查）。
6. 彰化縣政府，彰化縣舊社排水上游太平二排截流溝暨田中滯洪池治理計畫，2018年。
7. 彰化縣政府，八卦山脈北區四鄉鎮市坡地排水規劃評估，2009年。
8. 彰化縣政府，八卦山脈南區四鄉鎮市

111 年 11 月 14 日收稿

111 年 11 月 30 日修改

111 年 12 月 28 日接受