

山區盆地淹水問題改善對策之探討—以魚池頭社活盆地為

例

陳文福⁽¹⁾ 王淑英⁽²⁾ 蔡明波⁽³⁾

摘要

南投縣魚池鄉之頭社盆地為遠古湖泊淤積而成，地質屬於泥炭土，因其土層鬆軟而以活盆地著稱，盆地出口之頭社橋，其上游集水區面積約 495 公頃，欲進入本試區可自台 21 甲線由集水區之西北方進入頭社村後即連接單向車道之投 62 線，繞一近似橢圓形後即可由頭社橋南邊銜接台 21 線與外界相接，投 62 線之上邊坡多為一至二層樓之聚落分佈，坡度較陡。集水區內之主流為水里溪支流水尾溪排水幹渠，其餘各支流則匯集各農地之 5 條排水溝以入於幹渠。由於集水區之圓比值高達 0.61，加上係由湖泊淤積而成，其土層均由泥炭層及大量有機質的黏土組成，排水能力甚差，每逢颱風豪雨時由集水區流出之洪流在排入頭社橋處之複式斷面渠道時，因通水斷面縮減而形成排水瓶頸所產生之迴水常造成多達約 60 公頃之淹水災情。因早期盆地種植水稻影響較少，近 10 年因稻作收益降低不符經濟而改種如絲瓜、敏豆、茄子、蕃茄、香蕉、青椒等旱作為主，因不耐淹浸，而造成盆地內之農作物重大損失。本研究旨在以水文模式分析探討其排水系統並做整體規劃，以提出有效改善淹水問題之方法。

本研究透過地質鑽探和測量調查並運用美國陸軍工兵團水文工程中心所發展之 HEC-RAS(一維模式)演算現況排水路各重現期距之通水能力，再以 FLO-2D(二維數值淹水模式)進行淹水模擬，利用 2004 年敏督利颱風豪雨所造成嚴重之七二水災與 2008 年辛樂克颱風豪大雨的資料進行驗證後，提出可有效改善淹水問題之四種策略：(一)排水出口改善：以加強即時排水為目標，可將原來 0.90%之縱向渠道坡度改為 1.51%，並將原寬 2 m 之橫斷面拓寬為 15m。(二)坡地排水改善：分別將水尾溪排水幹線之 1 由原為 4m 之渠道拓寬為 15m、水尾溪排水幹線之 4 和之 5 由原為 1m 深之渠道挖深為 2.5m，分別截排西南方和東北方之坡地逕流，讓逕流安全地排至水尾溪排水幹線。(三)排水路改善：針對「未達 10 年重現期距之洪峰流量且 25 年不溢堤保護標準」之渠道斷面，由原來之 8m 拓寬至 15m。(四)上述三項改善方案完成後，淹水情形可減少 76.25%(45.75ha)，但仍有 25.75%(14.25ha)之面積會遭淹水，經召開說明會後已具共識，期能將該區域劃為滯洪區，並以木頭排椿圍之，同時利用活盆地泥炭土之特殊地質，以營造特殊生態保育景觀、確保水資源之永續利用及提昇當地之觀光收入，並可展現另一種全新的鄉村風貌。

(關鍵字：頭社活盆地、淹水、泥炭土、集水區、圓比值、HEC-RAS、FLO-2D)

(1) 國立中興大學水土保持學系教授

(2) 國立中興大學水土保持學系碩士班研究生

(3) 國立中興大學水土保持學系博士班研究生

Investigation of improving policy on mountain area flood problem—Toushe Alive Basin in Yuchih township as an example

Wen-Fu Chen⁽¹⁾ *Shu-Ying Wang*⁽²⁾ *Ming-Po Tsai*⁽³⁾

Professor⁽¹⁾、 Graduate Student (Master)⁽²⁾ and Graduate Student (Ph D)⁽³⁾, Department of Soil and Water Conservation National Chung-Hsing University, Taichung 402, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

Toushe Alive Basin at Yuchih Township in Nantou County is famous for its peat soil basin (due to soft and loose soil). The area of the watershed at the upstream of Toushe Bridge covers approximately 495 hectares. We can enter the Toushe Village from the northwest by driving on the 21st Provincial expressway. The expressway is then connected to a one-way road. It goes along a seemingly ellipse road and exits to the expressway from the south of Toushe Bridge. Alongside the road there are two-story houses and the slope of the ground on the upper side of the way is rather steep. The Shueiwei Creek, one of the Shueili Creek's branches, is the mainstream in the watershed. The rest of branches congregate the drainage of every farm and flow into channels. The circularity ratio of the entire watershed is about 0.61. Moreover, the area is silted by ancient lakes. Its layers contain peat beds and lots of organic clay, so its drainage capability is quite poor. Because the compound cross-sectional channel used for temporary drainage at the exit of the watershed is short, and the effectiveness of channel bottleneck will form back water. Therefore, the flood always occurs when typhoons bring heavy rainfall. The flood area covers over 60 hectares. The objective of this research is to probe into the overall plans of drainage system by hydrologic model analysis in order to put forward ways to effectively ameliorate the problems of inundation.

Through boring survey and the utilization of the one-dimensional model of HEC-RAS developed by Hydrologic Engineering Center, U.S. Army Corps of Engineers, the flux capability of current drainage channels were calculated. The two-dimensional values of FLO-2D was then employed to simulate the inundation mode and cross-referenced the data of inundation brought by Typhoon Mindulle on July the 2nd in 2004 and heavy rain caused by Typhoon Sinlaku in 2007. The results showed that there are four effective methods to solve the problems of inundation. First, Shueiwei drainage widens the 2m complicated cross-sectional channel to 15m. Second, Shueiwei drainage-1 widens the 2m complicated cross-sectional channel to 15m. Shueiwei drainage -4 and Shueiwei drainage -5 deepen the 1m in depth complicated cross-sectional channel to 2.5m. Third, drainage widens the 8m complicated cross-sectional channel to 15m. Fourth, flooding area will

reduce 76.25%(45.75 hectares) after drainage improvement. The research suggests the lowest area in the basin as a detention pond and drive wooden piles around it. At the same time, use the special quality of the peat soil basin to widely plant the special indigenous plants such as dawn redwood in order to cultivate a special ecology and coservation area, to ensure the sustainable use of water resources, to enhance local sightseeing value, and, in turn, to give a brand-new appearance of the countryside of this area.

(**Keywords** : Toushe Alive Basin,flood,peat soil,watershed, circularity ratio,HEC-RAS,FLO-2D)

前 言

台灣本島因地勢陡峭、河短流急，加以颱風暴雨頻仍，常發生洪水並使下游農田土地被淹沒，甚至影響生命安全。南投縣魚池鄉頭社橋上游集水區即屬此例。頭社橋上游集水區以活盆地之地形著稱，因其地質條件較差，降雨時可入滲之比例極低，十分容易形成地表逕流，再加上盆底之地勢平坦，水尾溪排水幹線系統排水坡度平緩，排水能力不足，每逢颱風豪雨即淹沒成災，改善淹水問題乃當務之急。本研究針對頭社橋上游集水區之淹水問題以 HEC-RAS 及 FLO-2D 水文模式進行分析並提出改善對策，可供後續集水區聚落安全維護與防災規劃時之參考。

研究區域概述

(一) 研究試區範圍

頭社橋上游集水區（以下稱本試區）位於南投縣魚池鄉境內，包含頭社村及武登村兩個聚落，面積約 495 公頃。交通上主要聯外道路為省道台 21 線和省道台 21 甲線（日月潭環湖公路）為主，並分別與投 62 線（環村道路）銜接，投 62 線為本試區內各聚落間之重要聯絡道路，盆地內由於農耕使用關係

有多條農路分佈其中。人口方面根據南投縣魚池鄉戶政事務所至 98 年 3 月之統計，人口共 1,954 人，其中東北區之頭社村共有 1,117 人，西南區之武登村共 837 人，本試區範圍詳圖 1，聚落之人口統計如表 1。

表 1 人口資料統計表

Table 1. Statistics of the population

村里	戶數 (戶)	非原住民 (人)	平地原住民 (人)	山地原住民 (人)	總人口數(人)		
					男性	女性	合計
頭社村	384	1,106	6	5	635	482	1,117
武登村	294	826	5	6	457	380	837
合計	678	1,932	11	11	1,092	862	1,954

資料來源：南投縣魚池鄉戶政事務所（至 98 年 3 月止）

(二) 地形與地質

本試區最低點之高程約 349m，最高點者約 1,004m，高低落差為 665m。茲將高程之分析結果彙整示如圖 2。

依據經濟部中央地質調查所於 2000 年出版之 50 萬分之一地質圖幅，集水區之地質包括盆地堆積層 (b) 約佔 30%，以及周邊坡地為白冷層(Pl) 約佔 67%和水長流層(Sc) 約佔 3%，其中盆地堆積層 (b) 分佈最廣。本試區鄰近所出現之地質構造為頂崁向斜、人和背斜、車埕斷層及民和斷層；工研院能資所「南投縣頭社及慈恩塔地區環境地質圖幅」

調查之斷層包括 A 斷層與 B 斷層。區域地質 之分佈示如圖 3。

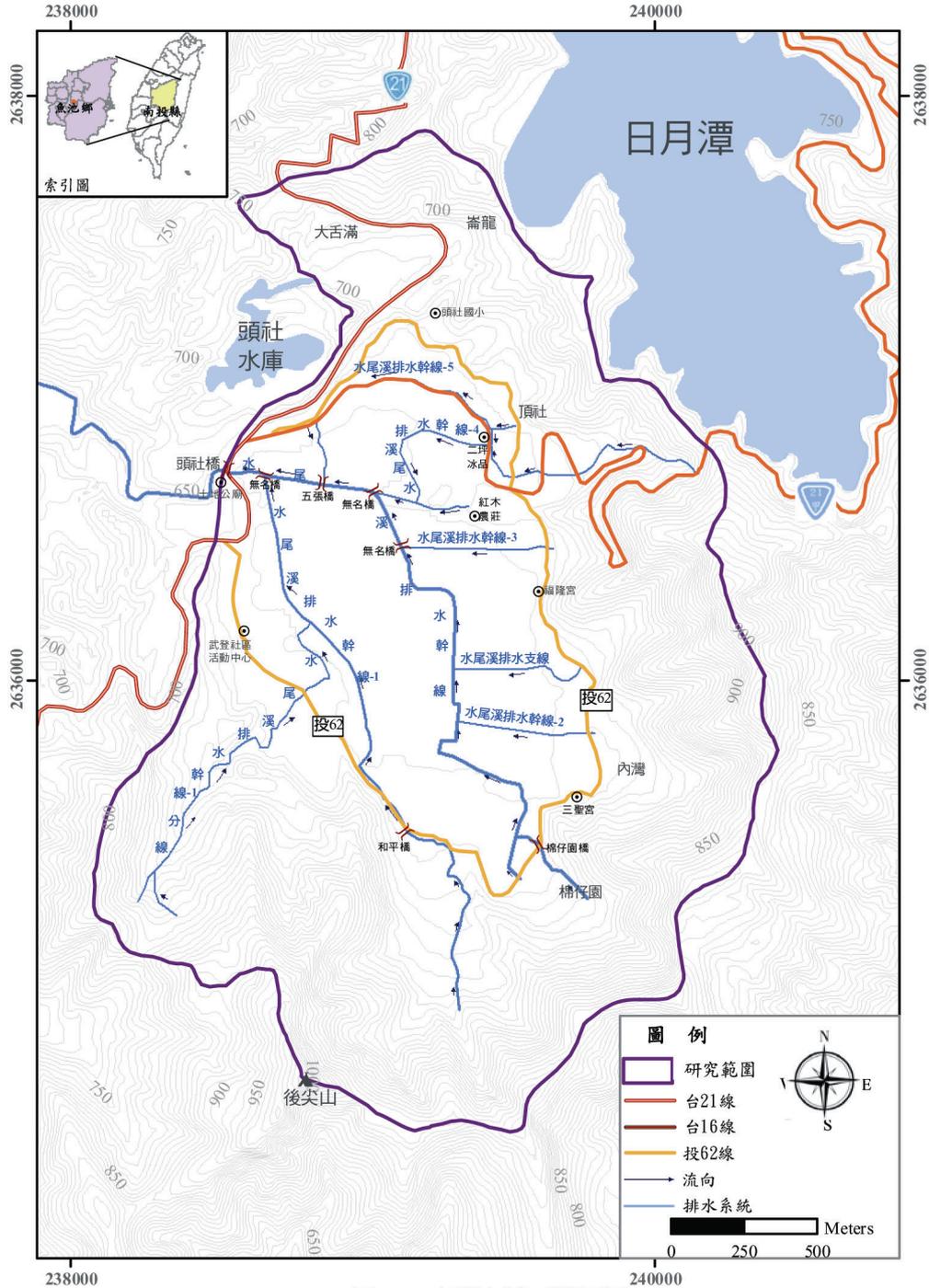


圖 1 . 本研究試區範圍圖

Figure 1 . Range of the study area

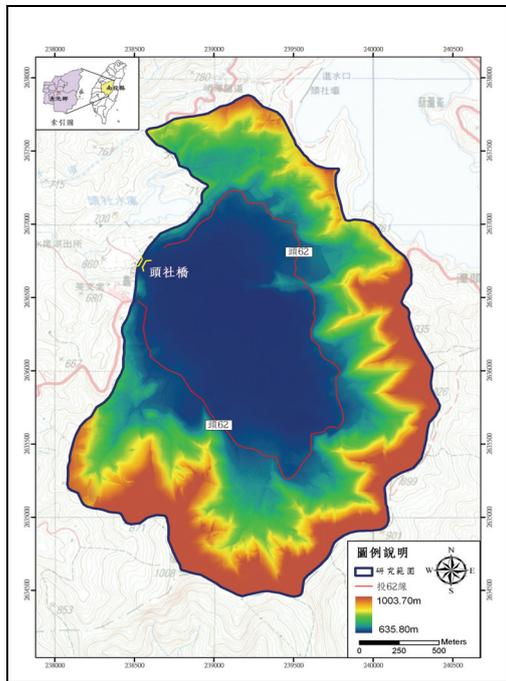


圖 2 高程分佈圖

Figure 2. Elevation distribution of the study area

本試區位於頂崁向斜和人和背斜之間，其整體地質構造呈現南北走向-向西傾斜的層理位態。而頭社盆地之地質構造，正好夾在 A 斷層、B 斷層和人和背斜等構造之間，形成了一個具有封閉性的儲水構造。由地質鑽探後得知地下水位已達地面，而由野外調查發現盆地內大部份排水溝之水流緩慢甚或停滯，此可說明了封閉性儲水構造之特性。

由相關的地質學術研究文獻資料顯示，在此一具有封閉性儲水構造的頭社盆地，其地層為厚約 40 公尺的泥炭土層或含有大量有機質的黏土粉土，根據劉平妹教授利用花粉分析方法，可知頭社盆地為一萬餘年以來堆積所成。

由地質鑽探所取土樣之分析，知盆地內

地層為泥炭土層或含大量有機質的黏土粉土，含水量相當高，範圍在數百到千餘百分比，意即實際土壤含量僅約在 1/3~1/10 之間，絕大部份為水；其土壤之力學性質甚差。

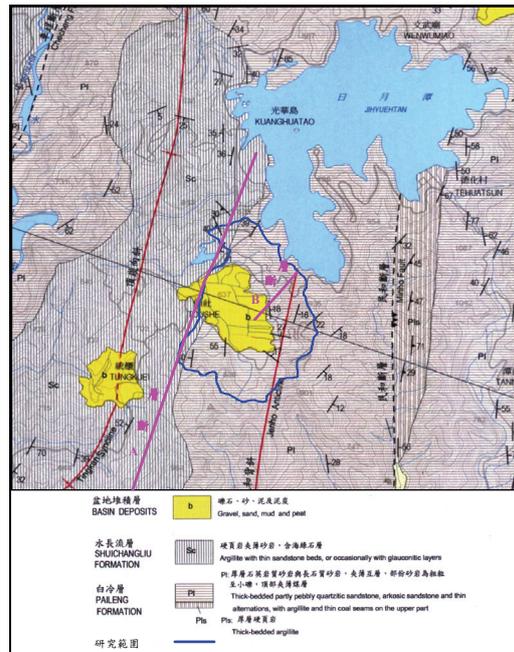


圖 3 地質分佈圖

Figure 3. Geology distribution of the study area

(三) 土地利用概況

依據 2007 年航拍之影像判釋及現場調查，本試區之土地利用現況，以旱田所佔比例最高 (35.34%)，其次為檳榔園 (22.61%)，闊葉林最少 (19.57%)。因地勢低窪，早期盆地內以種植水稻農作物為主，近 10 年因稻作收益已不符經濟改以旱作為主，多種植絲瓜、敏豆、青椒、茄子、蕃茄、香蕉及其他雜作，而盆地內之泥炭土有機質含量豐富，又以種植絲瓜最為廣泛；山坡地則以種植檳榔和闊葉林為主，茲將土地利用情形彙整示

如圖 4。

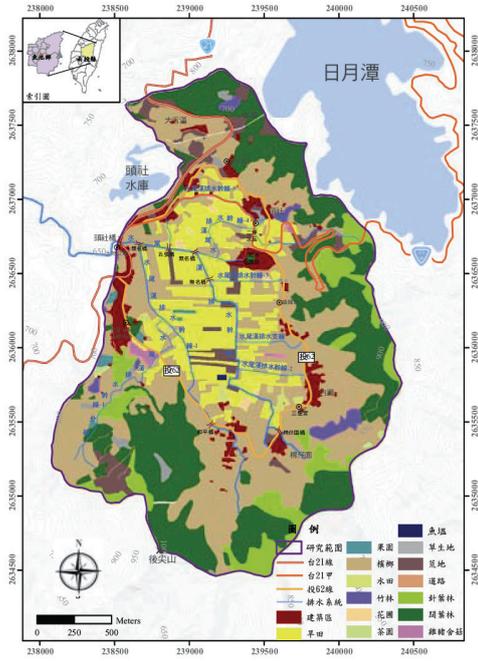


圖 4 土地利用分佈圖

Figure 4. Land use distribution of the study area

(四) 歷年洪災概況

在歷年洪災概況部份，本試區於 1996 年賀伯颱風、2001 年桃芝颱風、2004 年敏督利颱風引起之七二水災、2005 年馬莎颱風、2006 年 0609 豪雨、2007 年韋帕颱風侵台、2008 年卡玫基颱風、鳳凰颱風、辛樂克颱風和薔蜜颱風時，均有程度不同之災害，以下即針對本試區內歷年之降雨情形進行整理，彙整歷年一日最大降雨量之分佈示如圖 5。

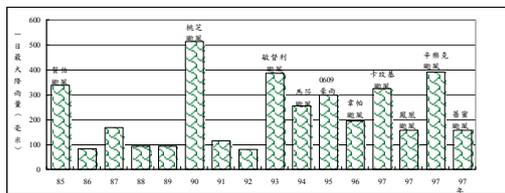


圖 5 歷年一日最大降雨量統計圖

Figure 5. Statistics diagram of maximum 1-day rainfall

(五) 淹水區位調查

淹水區位調查係於歷次颱風過後訪談當地居民，以確定淹水之範圍、水深和瞭解淹水發生時之情況。依據所蒐集與調查之資料，和本試區內最大淹水面積約 60ha，且多集中於頭社盆地內，最大之淹水深度約 2~2.5m，平均淹水深度約 1.5m。由於水尾溪排水範圍集中於頭社盆地，因此環繞頭社盆地之道路下游，皆為淹水區位，茲將淹水區位之分佈示如圖 6。

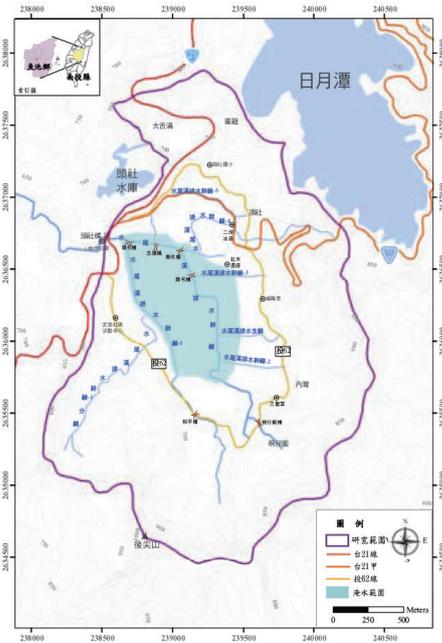


圖 6 淹水區位分佈圖

Figure 6. Flood distribution of the study area

研究流程

本研究選定「頭社橋上游集水區」作為本研究試區之範圍，經收集文獻回顧和自然環境資料（如：地形、地質、土地利用、歷年洪災、淹水區位）、地質鑽探、試驗和現場

勘查、同時以 HEC-RAS(一維模式)進行渠道洪水能力檢討和 FLO-2D (二維數值模式)作為淹水範圍模擬、淹水深度之計算和驗證，以進行淹水特性分析，並提出解決淹水之對策，以減輕盆地內淹水之災害。以下將研究流程說明示如圖 7。



圖 7 研究流程圖

Figure 7. Flowchart of the study

結果與討論

(一) 水文水力分析

本研究整合蒐集之雨量資料、模式分析、現場調查與訪談之資料，以綜合探討現況渠道之問題並進行分析，以作為後續整治決策之參考。

1. 水文測站

本研究採用經濟部水利署之龍神橋與台灣電力公司之水社、大觀、鉅工雨量站之降雨資料以徐昇式法進行分析，時間自 1957 年

至 2008 年，共計 52 年。

2. 降雨量分析

本試區之年均雨量為 2,128.5mm。最大一日暴雨量採用對數皮爾遜 III 型機率分佈法，如表 2 所示。兩型分析採用 Horner 及序率馬可夫 (SSGM) 兩種方式進行分析比較，以得出較適合之設計兩型。

表 2 各重現期一日最大暴雨量

Table 2. The maximum 1-day rainfall of various return periods

重現期距 (年)							
2	5	10	20	25	50	100	200
202.4	299.9	358.3	410.7	426.6	474.2	519.3	562.6

單位：毫米

3. 洪峰流量分析

本研究經採用合理化公式法、三角型單位歷線法及無因次單位歷線等三種方法，配合 Horner 及序率馬可夫 (SSGM) 兩種設計兩型進行演算各控制點於不同重現期距降雨量下之洪峰流量。經分析與比較之結果，以採用三角型單位歷線法配合 Horner 設計兩型之洪峰流量推估之組合方法最切合實情，故以其上述兩種兩型及三種洪峰推估所組合之 13 種情況，並以 2004 年之敏督利七二水災及 2008 年之辛樂克颱風豪雨經 FLO-2D 所模擬以淹水邊界與居民提供之淹水範圍校核，作為後續各控制點之水量推算基礎。茲將 10 年和 25 年重現期距洪峰流量分配示如圖 8。

4. 水力分析

現況通水能力檢討之一維水力演算模式擬採用美國陸軍工程師團水文工程中心 (Hydrologic Engineering Center, U.S. Army Corps of Engineers) 所發展計算水面剖線之一

維數值模式 HEC-RAS，其模擬演算係利用能量方程式以標準步推法推求各斷面之水位與流速等水力狀況。

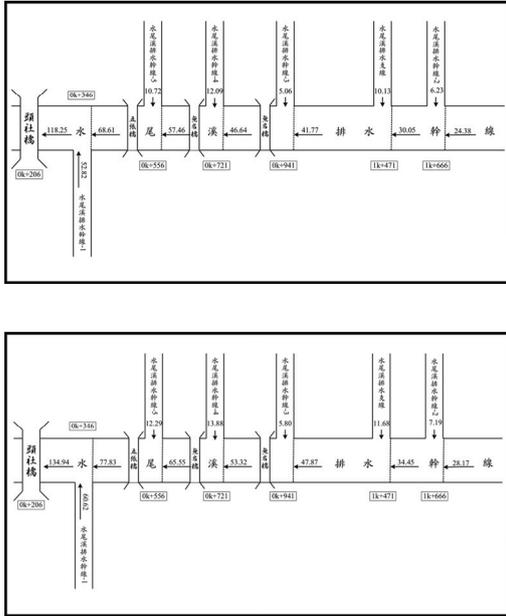


圖 8 10 年和 25 年重現期距洪峰流量分配圖
Figure 8. Peak flow of 10 and 25 year return period

依據現場調查之水理起算要素，包括各河道斷面之形式與測量資料、河道粗糙係數等實際狀況，加入現場調查之跨河構造物等影響因子，參照各重現期距洪峰流量及各河段流量分配情形，以供日後治理對策規劃時之應用，經演算現況排水路各重現期距之通水能力，結果為盆地內排水系統斷面之現況通水能力皆小於 25 年重現期距之保護標準，投 62 線以上之渠道則可大致通過 25 年以上重現期距保護標準，現況通水能力檢討演算結果與現場訪談與調查所得之淹水區位皆能符合，茲將模擬結果示如圖 9。

淹水模擬使用 FLO-2D(二維數值模式)進行模擬，以瞭解其排洪能力和淹水情形。本

研究以往發生過之兩場重大颱風豪雨—以（1）93 年七二水災與（2）97 年辛樂克颱風為例，配合內政部最新 5m×5m 之 DEM 資料及相關地文參數進行模式驗證，模擬結果得淹水區域為 57.75ha，最大深度約 2.33m，其與訪談淹水區位與深度大致相符，模擬結果示如表 3 和圖 10。

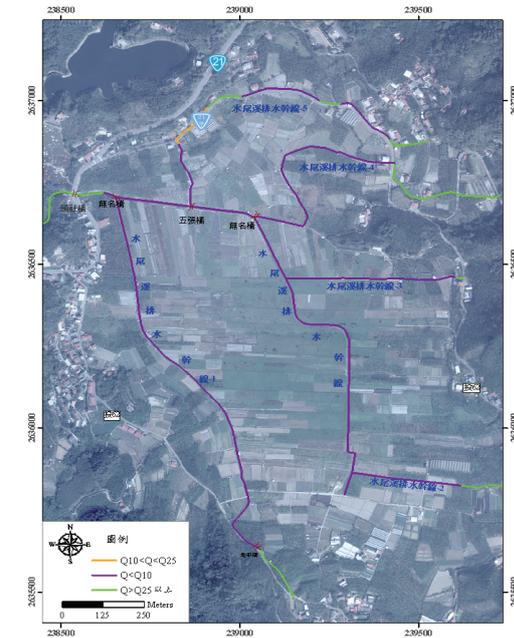


圖 9 排洪能力圖
Figure 9. Diagram of drainage capability

表 3 模擬七二水災與辛樂克颱風之淹水範圍及深度表

Table 3. The simulated result with Mindulle and Sinlaku typhoon storms

場次	平均淹水深度 (m)	最大淹水深度 (m)	淹水深度與淹水面積(公頃)					淹水總面積(ha)
			0.25m-1.00m	1.00m-1.25m	1.25m-1.50m	1.50m-1.75m	1.75m-2.00m	
七二水災	1.64	2.33	3.5	5.25	11.5	17	10.25	57.75
辛樂克颱風	1.50	2.13	3.00	8.75	18.75	12.00	7.00	55.25

再以該地形模組及相關參數，配合實測河道之斷面，進行不同重現期距降雨量下之淹水模擬示如表 4 及圖 11~圖 12。