

台中市北屯區淹水危險度分析

詹勳全⁽¹⁾ 許哲維⁽²⁾ 柯亭羽⁽³⁾

摘要

台灣位處副熱帶季風區，且於環太平洋地震帶上，因此颱風、洪水、地震及坡地災害等經常發生，又因台灣地理環境特殊，地形陡峭，山勢高聳，加上降水的時間及空間分布呈現不均勻的現象，造成台灣最多生命財產損失的災害即是洪水災害。本文針對台中市北屯區，建置24小時累積雨量分別為150mm、300mm、450mm、600mm(近乎百年重現期距)、及短延時(3小時)雨量之淹水潛勢圖，另將歷史易淹水點位數化套疊於潛勢圖上，再進行危險度分析，分析方法包含淹水潛勢、人口密度與高程資料進行計算，並針對易淹水地區，分別擬訂短、中、長期治理對策建議，且其危險度分析結果可提供台中市府日後防災決策時所使用。

(**關鍵字**：台中市、淹水、危險度分析)

Risky analysis grade of inundation at the areas of Beitun

Districts, Taichung city

Hsun-Chuan Chan⁽¹⁾ *Jhe-Wei Syu*⁽²⁾ *Ting-Yu Ko*⁽³⁾

Associate Professor⁽¹⁾, Graduate Student⁽²⁾, Graduate Student⁽³⁾ Department of Soil and Water Conservation, National Chung-Hsing University, Taiwan

ABSTRACT

Taiwan is located at the subtropical monsoon zone and the Circum-Pacific Seismic Zone. Therefore, typhoons, floods, earthquakes, and slopeland disasters are occasionally occurred in Taiwan. Taiwan also possesses a special geography environment such as complex terrain and high mountains, and precipitation in an uneven distribution of time and space. The loss of the lives and property caused by flood disaster are higher than that of the other disasters in Taiwan. This study aimed to

(1) 國立中興大學水土保持學系副教授

(2) 國立中興大學水土保持學系碩士在職專班研究生(通訊作者)

(3) 國立中興大學水土保持學系碩士班研究生

perform the risky analysis grade of inundation at the areas of Beitun Districts, Taichung city. The potential inundation maps of 24 hours accumulated rainfall equal to 150mm, 300mm, 450mm, and 600mm (close to the return period of 100 year) and short-duration rainfall of 3 hours were used for the analysis. The historical flooding sites were marked on the potential inundation maps. The analysis includes the potential inundation maps, population density, and elevation of the study areas. It is expected the results could be a reference for planning of flood damage mitigation of Taichung city government.

(**Keywords:** Taichung, potential inundation, risky analysis)

前言

臺灣位屬太平洋上的一海島，且於環太平洋地震帶上，因地理環境背景關係，難免有遭遇颱風、洪水、坡地、地震等自然災害的威脅，加上社經環境快速變化、國土開發使用強度不斷增加及全球氣候混亂現象加劇等因素，人為災害及複合型災害的發生機率與日增加，常言道「預防勝於治療」，如何以最審慎的態度去面對災害防救的準備與工作，從各方面、各種角度去了解、分析並設法降低此類自然災害造成的傷害，這也是目前整個國家發展上很重要的課題之一。

近年來世界各國的極端天氣與自然災害越來越多，回顧國內，民國 98 年 8 月 7 日中度颱風莫拉克所造成之八八水災，南投、嘉義、臺南、高雄、屏東與臺東等地區出現嚴重水患，並使眾多觀光景點如阿里山及南橫公路等路段發生多處坍崩，其中最嚴重的就是高雄縣小林村滅村事件，造成有數百人遭到活埋的意外，而此次颱風夾帶而來創下紀錄的滂沱雨勢，造成中南部及東南部地區發生嚴重水患及土石流，經濟損失達 164 億 6,863 萬元，是民國 48 年八七水災以來臺灣

最嚴重的水患；在國外部份，民國 100 年 3 月 11 日在日本宮城縣外海所發生規模達 9.0 的世紀地震更讓世人所關心，該地震造成日本慘烈的傷亡，其中包含海嘯及核子災害所引致的二次災害事故，後續災害應變及處理至今仍持續進行中。上述情況都一而再，再而三地顯示出災害防救工作的重要性，對於如何落實與推動防救災相關工作，實為目前災害防救研究當中值得深刻研究的課題。

本文針對台中地區進行淹水潛勢分析及災害危險度分析，希望日後能運用於各項災害預防及救災工作，進而增加防救災之成效。

文獻回顧

一、洪水災害之原因

林雪美（2004）指出，近年來，台中市轄區內所遭受之洪水災害主要多集中在堤防護岸之潰堤與陸地局部淹水、橋樑之沖刷與土石流危害、公路路基與下邊坡塌陷，而中斷維生線與交通路線等。且因台灣地理環境特殊，地形複雜，中央山脈縱貫南北，使降水的

時間及空間分布呈現不均勻的現象。

另外，洪水災害之發生，除了氣候之外，還包含了許多複雜的因素。例如水文因素：通水斷面不足、下游地區低滯等；人為因素：山坡地水土保持不良、水庫潰堤等(黃書禮，2000)。還有，水患地區之土地利用不當，像是土地過度利用、侵占河道、超抽地下水引起地盤下陷、沼澤地及溼地之填築利用，都市化發展迅速使逕流量快速增加，皆會導致排水不良，再加上排水設施維護不善、堵塞、影響排水道等眾多情況均是發生洪水災害之原因。

二、災害危險度分析

目前應用之分析方法大致可分為災害潛勢分析、危險度評估及災害境況模擬等三類(陳亮全、賴美如，2002)。

災害潛勢分析：災害潛勢分析是指「某一地區受自然環境因素或人為因素影響所潛藏易致災害之可能性分析」。以颱風災害而言，其潛勢分析為颱風路徑、降雨逕流、潮位、地形、地質、河川、斷面等。

危險度評估：危險度是依據此一潛在的災害，對如人口分布、土地利用、社會經濟等所產生的危害程度。而此類評估的模式多是針對這些可能引發的傷亡或損失因子本身的危害狀況、規模或程度予以評估，而較少針對災情的情況或程度進行評估，是屬於較靜態的評

估工作。

災害境況模擬：災害境況模擬評估是較前述的潛勢分析與危害度評估更進一步的應用，不但考慮自然環境與人文的因子，也要針對不同災害的類型、規模、發生的時間等條件，模擬評估在那些地區可能造成那些程度的傷亡與損失，甚至算出其價值來。就淹水境況模擬方面，國內目前較常用的淹水模式有 FLO-2D、HEC-RAS、SOBEK、SWMM 及核胞模式等。

而本研究之危險度分析，則考慮淹水潛勢、人口密度、及地形高程等三項因子，經由線性疊加來分析研究區域之危險度。

研究材料與方法

一、研究區域概述

臺中市位處中央山脈以西之西部平原，是台灣西部縣市之一，東西狹長，長 88 公里，南北狹窄從 22 公里到 36 公里間，地勢背山面海，地形變化大致上由西往東逐漸起伏，可分成沿海平原、西部臺地、臺中盆地、丘陵地與東部山地五個地區。

臺中市內主要水系共有三條由北至南分別為大安溪、大甲溪以及烏溪，次要河川計有大里溪、旱溪、頭汴坑溪、部仔坑溪、草湖溪、乾溪、筏子溪、普通河川溫寮溪，其河川多源於中央山脈及雪山山脈，流向由

東向西流並注入臺灣海峽。

臺中市處於副熱帶地區，雨量集中在 5~9 月，平均雨量在 1,800 公釐左右，氣候溫和。颱風約在 7 月至 9 月來臨，但因中央山脈的屏障，對建築物威脅不大。冬季東北季風受中央山脈之阻礙，故以北風為最多，氣候受地形影響甚大，高山、海岸、丘陵及臺地各有顯著差異。全區氣候大致可分為三區：西部海岸地區，季風強而雨量少；中部盆地地區，夏多雨冬乾旱；東部丘陵山地區，夏冬有雨西海岸及中部盆地在冬季常有長期的乾旱，近海岸較明顯。

災害方面，因臺灣位於副熱帶季風區，每年 5~6 月間會有梅雨，7 至 10 月間則有颱風侵襲，此等特殊氣候，常帶來豪雨。且由於本島地形陡峻，河川短促，因此進而引發嚴重水災之機率較高。同時，颱風所挾帶之強勁風力、雨量，也常造成大量農作物損毀，導致可觀的經濟損失。此外，臺灣位於歐亞大陸板塊與太平洋菲律賓海板塊交界之處，為世界上有感地震最頻繁的地區之一，颱風豪雨的侵襲及地震，再加上山坡地大量

開發，更加重崩塌所造成之災害。

北屯區轄區內主要河川旱溪為大里溪支流，屬於烏溪水系。北屯地形錯綜並兼具都會與鄉村特性，主要為農業區與工商業區；由於早期二岸土地多為農田，其中北屯圳為重要灌溉水源，北屯圳以往防洪工程均以重點整治為原則，缺乏整體治理規劃，導致排水系統無法互相配合造成淹水；此外，都市發展快速且大樓建築林立，都市化的結果造成逕流行為的改變，加上故有排水設施通洪斷面不足及淤塞等問題，於短延時暴雨中排水系統易顯容量不足而溢淹之情事，造成低窪處淹水或積水，是為未來防洪規劃需再評估之重點。

為瞭解北屯區過去相關淹水情況，本研究除蒐集近來各颱風事件下臺中市各區致災紀錄外，並實際依據臺中市政府水利局「102 年臺中市水災危險潛勢地區保全計畫」所列之易淹水地區，與北屯區公所進行確認、校對後，排除已改善者，就各里淹水潛勢較為敏感之區位，進行現地勘查、詢訪與定位。北屯區歷史易淹水區域如表 1 所示，

表 1 北屯區歷史易淹水區域

Table 1. Historical flood prone area of Beitun District

里別	時間	位置	災害描述
東光里	連續豪雨	東山路 37 巷口	東山路 37 巷社區與鄰近地區低窪，造成雨水逕流匯集。
	颱風期間或連續豪雨	東山路 91 巷(東光國小前)大排水溝	因外水頂托，內水不易排除造成局部淹水。
水景里	連續豪雨	景賢八路太原路口	景賢八路太原路口附近排水溝與水利灌溉溝渠共用排水孔，以致豪大雨溢滿。
仁和里	颱風期間或連續豪雨	松竹路(起點：崇德路三段、終點：后庄路)	側溝斷面不足造成排水不良，於豪大雨時溢淹。
	颱風期間或連續豪雨	松竹路 3 段 450 巷	灌溉排水系統排水不良，造成淹水。
	颱風期間或連續豪雨	崇德十路二段與四平路交叉口	據里長表示排水與灌溉溝渠共用，控制閘門在若未於豪大雨時開啟導致淹 20~30cm。
	颱風期間或連續豪雨	豐樂路二段 262 號	側溝斷面不足造成排水不良，於豪大雨時溢淹。
	颱風期間或連續豪雨	崇德十路二段(后庄路至豐樂北二路)路面積水	排水溝與水利灌溉溝渠共用排水孔，以致豪大雨溢滿。
仁美里	颱風期間或連續豪雨	環中路一段 82-1 號至 162 號	地勢低窪，排水不良造成淹水。
北興里	颱風期間或連續豪雨	北屯圳天祥街 225 巷	北屯圳入流口堵塞，排水不良造成局部淹水。
同榮里	颱風期間或連續豪雨	更生巷 23 號	因外水頂托，內水不易排除造成局部淹水。
	颱風期間或連續豪雨	臺中市北屯區環中路、昌平路及松竹路路段(果菜市场周邊)	側溝斷面不足造成排水不良，於豪大雨時溢淹。
	颱風期間或連續豪雨	后庄路 871 號至 769 號四張犁國小前	排水溝斷面較小，颱風豪雨路面排水溝溢淹造成淹水。
后庄里	颱風期間或連續豪雨	后庄路 419 號	排水溝斷面較小，颱風豪雨路面排水溝溢淹造成淹水。
忠平里	颱風期間或連續豪雨	敦化路 456 號至 482 號	排水溝斷面較小，颱風豪雨路面排水溝溢淹造成淹水。
平心里	颱風期間或連續豪雨	昌平路 1 段 264 號地下排水溝	道路側溝阻塞，颱風豪雨路面排水溝溢淹造成淹水。

二、研究方法

(一) 災害潛勢分析

本文建置 24 小時累積雨量分別為 150mm、300mm、450mm、600mm(近乎百年重現期距)之淹水潛勢圖,其設計雨型採用經濟部水利署之北屯區大坑站雨量分配圖,如圖 1 所示。此外,為因應臺中市短延時降雨造成排水不及之淹水,採用臺中雨量站 50 年重現期距之三參數 Horner 降雨強度公式計算短延時(3 小時)雨量,其設計暴雨如表 2 所示。將上述五種降雨情境,利用結合數值高程之 SOBEK 二維水理演算模式分別演算其淹水

潛勢,另將歷史易淹水點位數化套疊於潛勢圖上,以藉之初步判識淹水原因係屬排水系統問題,亦或地勢低窪所造成,並以較保守條件估計臺中市北屯區淹水災害潛勢。

表 2 50 年重現期距短延時(3 小時)雨量-延時
Table 2. Short-duration rainfall (3 hours) of return period 50 year of Rainfall-Duration

時間 (min)	15	30	45	60	75	90
雨量 (mm)	12.1	14.1	16.8	20.3	26.5	36.4
時間 (min)	105	120	135	150	165	180
雨量 (mm)	30.8	23.2	18.5	15.3	13.1	11.3

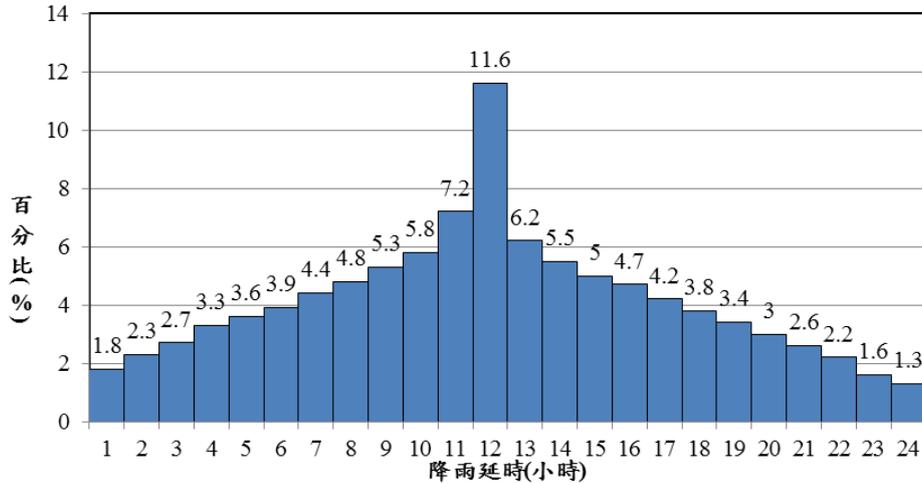


圖 1 大坑站雨量分配圖(參考水利署位序法)

Figure 1. Dakeng stop rainfall allocation graph

(二) SOBEK 二維水理演算模式

SOBEK 模式為經濟部水利署與荷蘭 WL|Delft Hydraulic 公司共同合作研發之模式，以一維渠道演算為基礎，採用顯式有限差分模式來求解迪聖凡南方程式（de Saint Venant equation），再根據一維淺水流方程式進一步發展出二維地表漫地流演算功能，可考慮整體河川、雨水下水道系統與漫地流之交互作用。

SOBEK 模式依照應用區域可區分為區域排水、都市排水及河川三個應用版本，且該模式共包含九個模組，分別為：降雨逕流模組、渠流模組、下水道模組、漫地流模組、即時控制模組、河川水流模組、水質分析模組、輸砂模組、地下水模組。此外，經濟部水利署在進行易淹水地區治理計畫時，也常選用 SOBEK 二維水理演算模式來模擬淹水情況，可見模式具相當程度之公信力，因此本研究採用 SOBEK 模式作為淹水模擬之工具，相關模式參數設定方式參照 SOBEK Software User's Manual (2006) 之說明。

(三) 危險度分析

本文危險度分析方法包含淹水潛勢、人口密度與高程資料等三種，進行計算，茲將之分述如下：

(1) 淹水潛勢

依淹水潛勢圖所示之淹水分布網格與面積進行分析。將各網格淹水深度分為 0.3~0.5m、0.5~1m、1~2m、>2m 等四級，並就各網格區間分別賦予 1~4 分，經加總後再除以面積，接著以 Natural-Break 法將單位面積淹水深度得分劃分為四級，並由低至高分別賦予 1~4 分，以便計算危險度使用。

(2) 人口密度

先就各區人口以 Natural-Break 法 (Jenks & Coulson, 1963) 劃分為四級，由低至高分別賦予 1~4 分，以便計算危險度使用。

(3) 高程

綜觀淹水成因可概分為地形性淹水與系統性淹水，地形性淹水主要為低勢低窪處，於豪雨颱風時雨水匯集所造成淹水現象；系統性淹水則為區域排水系統不良或通水斷面不足造成的淹水。本文依台中市北屯區高程特性進行標準偏差分析，其值愈大者表示其高程變異性越大，相對退水速度較慢。其分析方式為先行計算各區之高程標準偏差，接著以 Natural-Break 法劃分為四級並由高至低分別賦予 1~4 分，以便計算危險度使用。

經前述計算後，再由線性疊加結

果，是為危險度分數。續將各里危險度分數以 **Natural-Break** 方法分為三個等級，第一級為低潛勢區、第二級為中潛勢區、第三級為高潛勢區。

結果與討論

建置 24 小時累積雨量分別為 150mm、300mm、450mm、600mm(近乎百年重現期距)之淹水潛勢圖，結果如圖 2-圖 6。各假設降雨情境之淹水潛勢模擬結果，其主要顯示低窪地淹水之地形性淹水狀況；另將歷史易淹水點位數化套疊於潛勢圖上，以藉之初步判識淹水原因係屬排水系統問題，亦或地勢低窪所造成。經前述危險度分析方法，包含：淹水潛勢、人口密度與高程資料進行計算，計算結果如圖 7，各里危險度分級如表 3。

本文針對易淹水地區的致災成因，分別擬訂短、中、長期治理對策建議如下：

短期改善對策以降低立即性的致災風險為主，如：東光里東光路 37 巷、同榮里后

庄路 871 號四張犁國小一帶與仁美里環中路一段 82 號一帶地處低窪且排水不良，建議派員清淤與調查淹水成因，使汛期時面臨的致災風險降至最低；南屯區高淹水潛勢區域沿南屯圳分布，應於汛期來臨前加強巡查排水溝渠的暢通，並維護水工構造物的穩固，使汛期時面臨致災的風險降至最低。

中期改善計畫主為評估致災原因及規劃解決方案，就排水系統做整體性調查，不足部分則規劃治理方案進行改善，並於緊急改善方案中，進行排水路調查找出瓶頸段予以打通或加高護岸，另建議與市府配合設置避難看板與水情監測體系於未來防災減災之用。

長期主要為持續進行易淹水地區排水系統整合與改善，徹底解決本區淹水原因；持續配合市府於易淹水潛勢區及危險橋梁設置與維護水情監測系統，建置災害電子水情平台，強化防救災整合能量；與落實防災理念於各里。

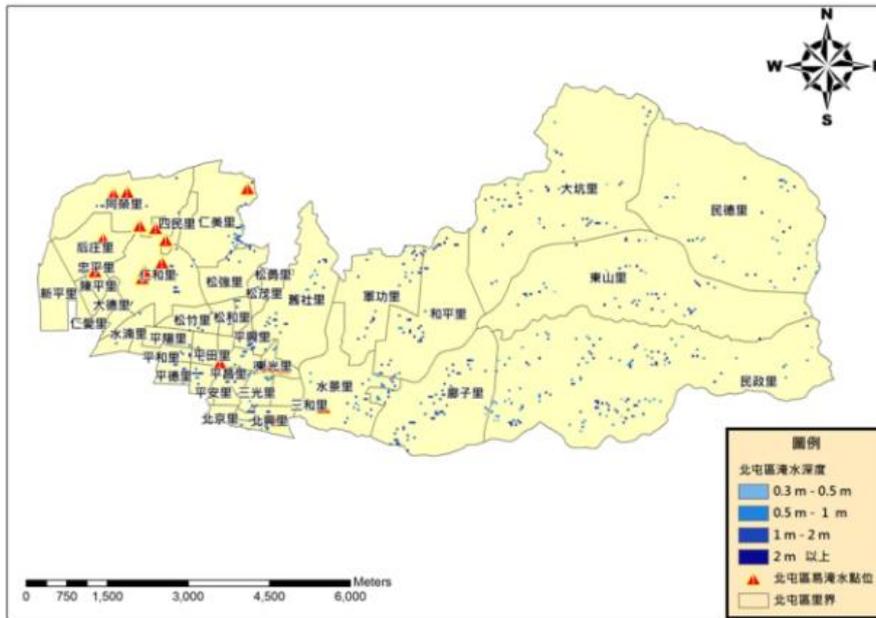


圖 2 北屯區 24 小時累積 150mm 淹水潛勢圖

Figure 2. Potential inundation map of 24 hours accumulated rainfall equal to 150mm of Beitun District

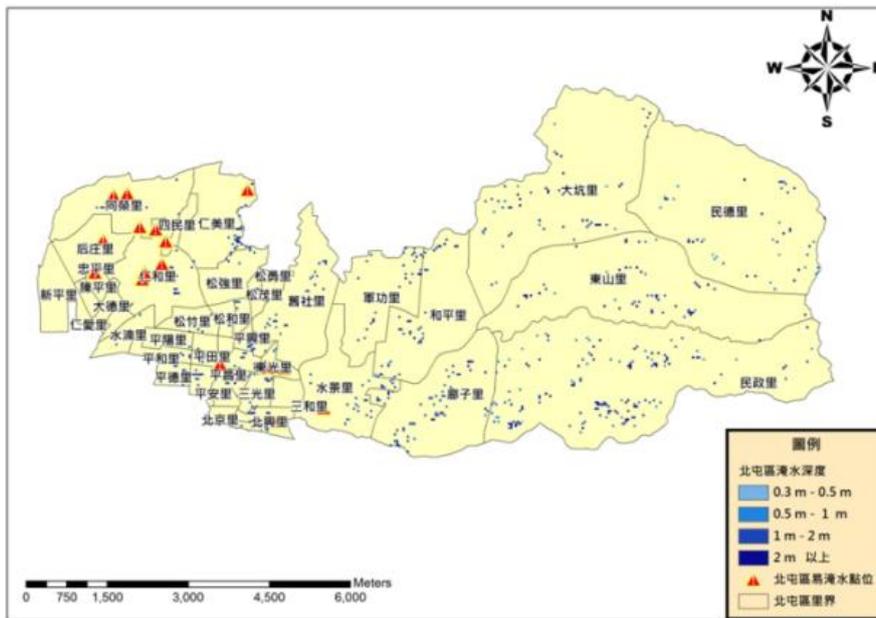


圖 3 北屯區 24 小時累積 300mm 淹水潛勢圖

Figure 3. Potential inundation map of 24 hours accumulated rainfall equal to 300mm of Beitun District

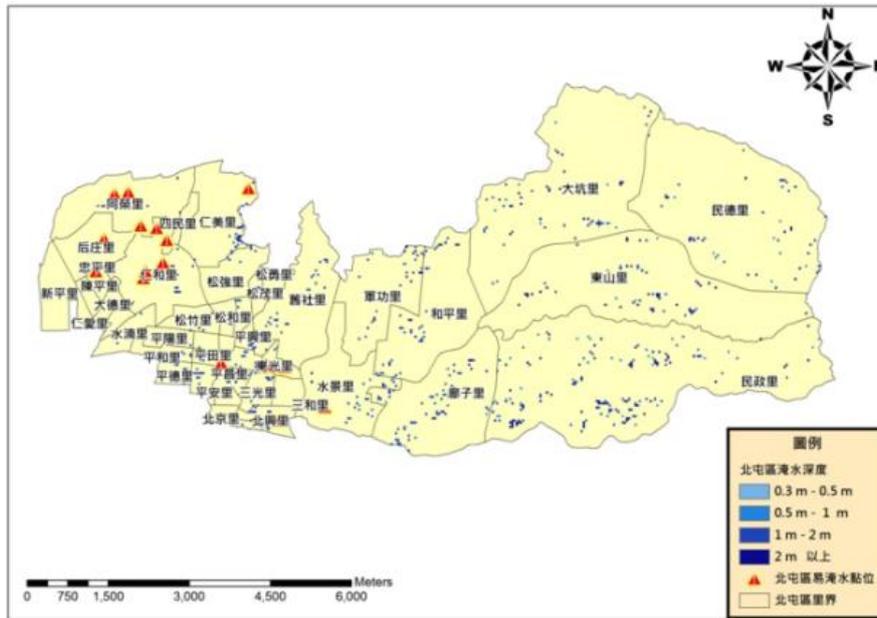


圖 4 北屯區 24 小時累積 450mm 淹水潛勢圖

Figure 4. Potential inundation map of 24 hours accumulated rainfall equal to 450mm of Beitun District

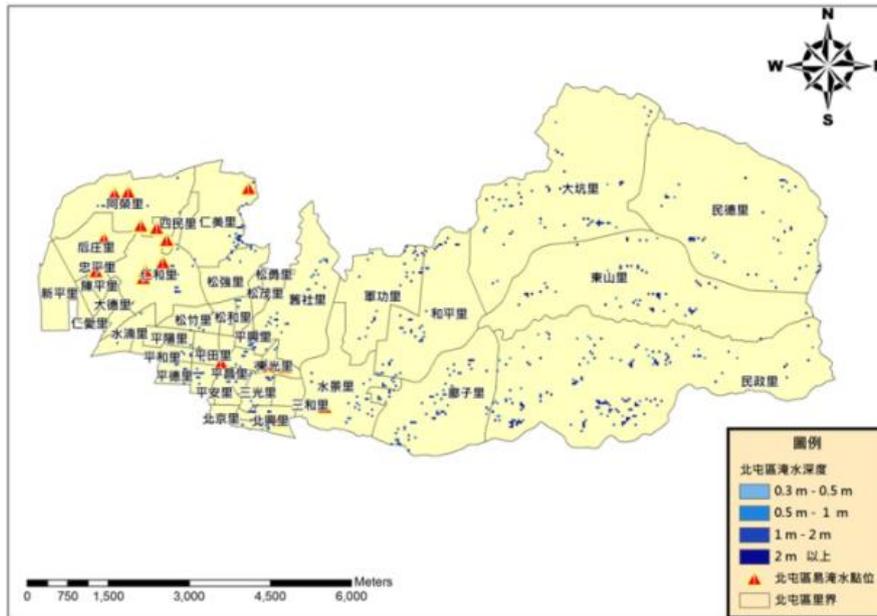


圖 5 北屯區 24 小時累積 600mm 淹水潛勢圖

Figure 5. Potential inundation map of 24 hours accumulated rainfall equal to 600mm of Beitun District

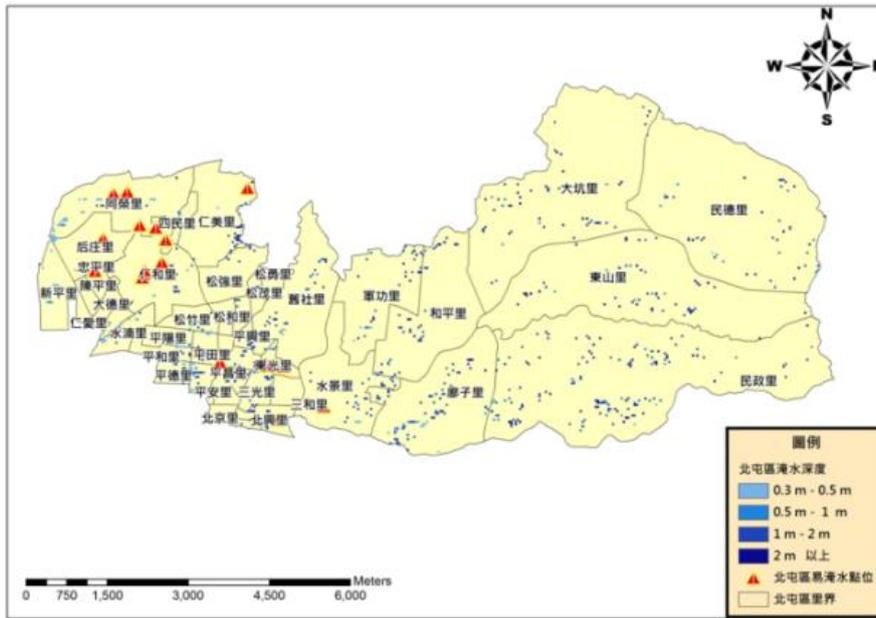


圖 6 北屯區短延時(3 小時)淹水潛勢圖

Figure 6. Potential inundation map of short-duration rainfall (3 hours) of Beitun District

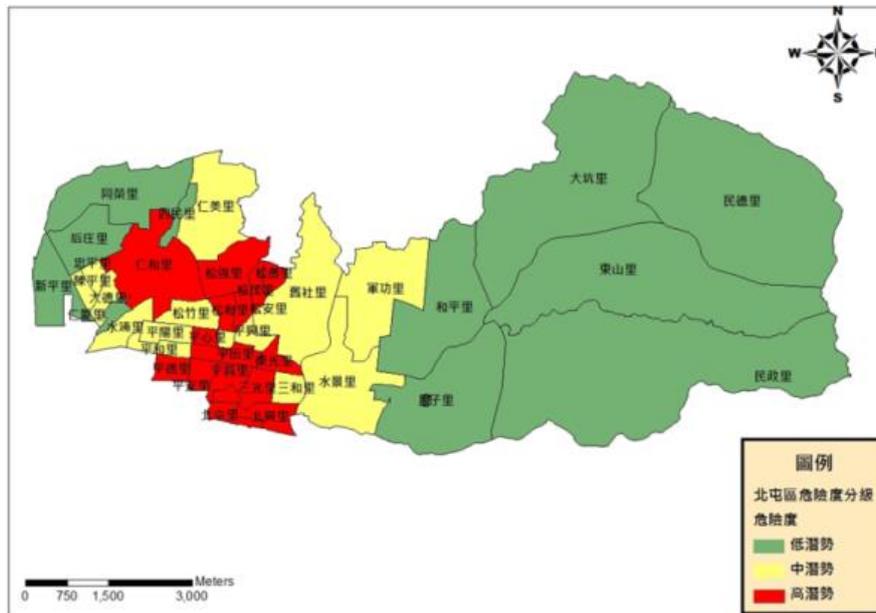


圖 7 北屯區淹水災害各里危險度分級圖

Figure 7. Risk classification map of flooding disaster in each village of Beitun District

表 3 北屯區淹水災害各里危險度分級表

Table 3. Risk classification table of flooding disaster in each village of Beitun District

危險度分級	里名稱
高潛勢	仁和里、松強里、松勇里、松茂里、松和里、平心里、平田里、東光里、平德里、平昌里、平安里、北京里、三光里、北興里、松安里
中潛勢	平興里、北屯里、仁美里、軍功里、和平里、舊社里、松竹里、水景里、三和里、陳平里、平陽里、大德里、水滴里、忠平里、平福里、平順里
低潛勢	同榮里、后庄里、新平里、仁愛里、大坑里、平和里、東山里、民德里、廊子里、民政里、四民里

結論與建議

本文針對台中市北屯區，建置 24 小時累積雨量 150mm、300mm、450mm、600mm 及短延時(3 小時)雨量之淹水潛勢圖，並將歷史易淹水點位數化套疊於潛勢圖上，再進行危險度分析，相關之結論與建議如下：

一、減災方面

災害潛勢分析資料應加強運用於各項地區災害分佈研判與減災業務規劃，可針對近年災害原因、問題加強減災對策，分析是否有待改進之項目，加強災害防救之成效。建議各類災害潛勢圖除可利用於製作民眾疏散避難地圖外，亦應套疊於救災人員之救援運輸道路及節點中，以供市府應災決策時所需。

二、整備方面

對於易淹水區域之管理，除當下發生時，透過調度防救災資源以減少災情及損失之治標作為外，治本方式應為中、長期之減災規劃，搭配整體都市計畫考量，進行災害防治，才是未來重要的施政方針。

三、應變方面

建議加強災情研判分析，蒐集災害相關資訊，如氣象、水文、雨量、風力、水位等，藉以分析研判，並將相關數據資料標準化、數據話，並建置歷史應災資料庫，作為未來如遇類似數據之災害，可提早預估危害或投入人力實施救援，並規劃災害弱勢者之遇災緊急撤離動員能力之演練。

四、其他

建議加強風災、水災、震災等災害潛勢資料之系統資料庫建置與整合。資料庫系統之實際操作、應用與查詢等，仍應因應不同層級使用者進行不同之規劃設計，以拓展系統使用人數及方便性，避免不人性之空殼資料庫。

參考文獻

1. Jenks, G. F. and Coulson, M. R. (1963) "Class intervals for statistical maps, International Yearbook of Cartography", 3: 119-134.
2. WL|Delft Hydraulics (2006). SOBEK

Software User's Manual. Delft, the Netherlands.

3. 林雪美 (2004) 台灣地區近三十年自然災害的時空特性，師大地理研究報告，第 41 期。
4. 黃書禮 (2000) 生態土地使用規劃 (台北詹式書局)。
5. 陳亮全、賴美如 (2002) 「地方政府研擬地區災害防救計畫方式之研討」，國科會防災國家型科技計劃辦公室。
6. 施邦築、吳泓勳，災害危險度分析之研究 (基隆市共同管道系統整體規畫案-防災道路研討會論文集)。
7. 陳亮全、洪鴻智、詹士樑、簡長毅 (2003) 地震災害風險-效益分析於土地使用規劃之應用：應用 HAZ-Taiwan 系統，都市與計畫，第 30 卷，第 4 期，P281 - 299。
8. 李明儒 (2010) 雨水下水道淤積對於都市淹水之影響評估，國立交通大學土木工程研究所碩士論文。

105 年 04 月 26 日收稿

105 年 05 月 03 日修改

105 年 06 月 14 日接受

水土保持學報 49 (1): 1995 – 2008 (2017)

Journal of Soil and Water Conservation, 49 (1): 1963–1978(2017)