

102 年度
颱風豪雨災害預警與情境分析
計畫成果報告

于宜強、李宗融、龔楚嫻

國家災害防救科技中心

中華民國 103 年 02 月

中文摘要

為支援颱風應變期間的分析研判任務，本計畫藉由 NCDR 之淹水統計模式與淹水物理模式進行淹水災害規模之推估方法研究。設計兩種方式推估淹水規模：方法一為建立各地可能發生的最嚴重淹水情境，並評估該情境下的災損；再根據降雨預報，透過淹水統計模式計算淹水機率，進而推算各地淹水的損失期望值，藉以推估災害規模。方法二則是根據降雨預報，透過淹水物理模式模擬出淹水範圍與水深，再利用 NCDR 開發之臺灣颱風災損評估系統 (TLAS) 計算淹水損失與影響家戶數，進而推估災害規模。其中，本計畫依據全台之淹水易致災調查資料，建立台灣本島所有鄉鎮之最嚴重淹水災害情境，並初步分析其可能的災害損失特性。

以梅姬颱風個案評估兩淹水規模推估方法，結果顯示，方法一易低估災情，且由於方法一使用易致災調查資料作為損失期望值，將無法處理超越歷史災害的嚴重災情。方法二則是因模擬淹水範圍偏大，較容易產生誤報，未來若持續改善淹水物理模式，方法二可望有較好的表現。考量支援應變作業的時效性需求，本計畫建立 TLAS 網格化的快速計算模組，產製 5 公尺 × 5 公尺解析度的全台網格化的戶數與土地利用資料。以梅姬颱風為例，藉由快速計算模組進行淹水面積速算，可提高 TLAS 的運算速率達百倍以上。因此，雖然使用快速計

算模組可能造成部分的土地利用面積估算誤差，但考量其運算效率，網格化土地利用資料可用度相當高。

此外，本計畫參考過去之研究與防災經驗，針對全國各鄉鎮區 1992~2012 年內，各延時（1、3、6、12、24 小時）降雨進行分析，並建立各鄉鎮歷史前 20 大降雨事件簿。並針對此 20 場事件進行個案類型統計與分析，製作成鄉鎮可能致災的天氣類型事件簿與資料庫，提供鄉鎮區了解過去致災的降雨類型與特性。

關鍵字：淹水災害規模、網格化土地利用資料、最大淹水災害衝擊、鄉鎮降雨特性

Abstract

To support the analysis tasks during disaster emergency operations, present project designed two methods to estimate the scale of the flooding disaster via statistical and physical models developed by NCDR. The first one is to establish the most severe flooding scenario and the maximum disaster damage under the scenario; then calculate the probability of flooding through flood statistical model according to the rainfall forecasts and projected the losses expectations, in order to estimate the scale of the flood. The second method is to simulate the range and depth of flooding via the physical flooding model according to the rainfall forecasts; then calculate the impact of the number of households and the flood damage loss via Taiwan Typhoon Loss Assessment System(TLAS) developed by NCDR, in order to estimate the scale of the flood. Present project established the most severe flooding scenario of all towns in Taiwan base on the survey of flood-prone.

Using the data of typhoon Megi to evaluate the two methods of estimating the scale of floods, the result showed that first method is easy to underestimate the disaster. And the method will not deal with the disaster beyond history because it counts on the survey of flood-prone. On the other hand, the second is prone to have false alarm because the physical model often overestimates the flooding area. Never the less, if the physical model could be improved in the future, the second method would be expected to have better performance than the first one. Considering the timeliness needs when supporting the disaster emergency operations, present project established the TLAS rapid-computing

modules by producing the 5m x 5m resolution gridded data of households and land-use over Taiwan. In typhoon Megi case, the computing speeds up to a hundred times when calculated the total flooding area with the TLAS rapid-computing modules. Thus, although calculate the flooding area via the TLAS rapid-computing modules might cause some error, but considering its efficiency, the availability of gridded land-use data is quite high.

Moreover, present project also sorted out the township historical top 20 rainfall events of different rainfall durations (1, 3, 6, 12, 24hr) by 1992-2012 rainfall data and classified and study the weather type of the top 20 events. The work helps to understand the characteristics of rainfall hazard of different towns in Taiwan.

Keywords : Scale of the flood, Gridded land-use data, Maximum flood impact, Township characteristics

目錄

第一章 前言.....	1
第二章 災害情境與衝擊評估.....	2
2.1 災害規模推估研究.....	2
2.1.1 全台各鄉鎮淹水災害規模推估方法建立.....	2
2.1.2 全國鄉鎮區最大淹水情境分析與設定.....	13
2.2 全國土地利用網格化資料建置.....	24
2.2.1 土地利用網格化資料處理.....	24
2.2.2 土地利用網格化資料驗證.....	27
2.2.3 戶數網格化資料處理.....	31
2.2.4 網格化資料應用.....	32
第三章 全國鄉鎮區災害降雨特性研究.....	34
3.1 全國鄉鎮區災害性降雨分析.....	34
3.1.1 天氣型態分類.....	35
3.1.2 鄉鎮災害性降雨特性分析結果.....	37
參考文獻.....	55

圖目錄

圖 1 坡地災害與淹水災害規模分級標準與規模分級範例圖	3
圖 2 淹水災害規模推估之流程	4
圖 3 2010 年 10 月 21 日（梅姬颱風侵台期間）0 時起之(a)24 小時 累積雨量分布圖與(b)淹水機率分布圖.....	6
圖 4 2010 年 10 月 21 日（梅姬颱風侵台期間）之淹水地上物損失 期望值.....	7
圖 5 2010 年 10 月 21 日（梅姬颱風侵台期間）之(a)淹水影響戶數 期望值與(b)淹水影響戶數比期望值.....	8
圖 6 梅姬颱風侵台期間宜蘭縣各鄉鎮之淹水災害規模、經濟損失程 度與影響家戶程度分布圖，其中(a)~(c)為依據災後調查結果評估之結 果，(d)~(f)、(g)~(i)則分別是以淹水機率模式與物理模式推估之結果	9
圖 7 梅姬颱風侵台期間之淹水地上物損失估算值	11
圖 8 梅姬颱風侵台期間之(a)淹水影響戶數估算值與(b)淹水影響戶 數比估算值.....	11
圖 9 梅姬颱風期間，宜蘭縣(a)實際淹水調查範圍與(b)淹水物理模 式模擬之最大淹水境況	13
圖 10 高雄市易淹水區分布圖(a)與相對應之淹水深(b).....	19

圖 11 高雄市各行政區易淹水區主要土地利用類型	21
圖 12 (a)高雄市各土地利用類型災損金額評估結果。(b)各土地利用名稱災損金額評估結果	22
圖 13 高雄市各行政區災損總金額評估結果	23
圖 14 (a)高雄市各土地利用類型災損金額評估結果。(b)各土地利用名稱災損金額評估結果	24
圖 29 網格化土地利用資料處理示意圖	25
圖 30 台灣本島周邊 40 公里網格	26
圖 31 5 公尺網格化的土地利用資料 ASCII 檔案	27
圖 32 全台九大類別之土地利用調查資料總面積 (藍色) 與網格化土地利用資料總面積 (紅色) 與兩者誤差百分比 (綠色)	28
圖 33 全台主要類別之土地利用調查資料總面積 (藍色) 與網格化土地利用資料總面積 (紅色) 與兩者誤差百分比 (綠色)	29
圖 34 淹水梅姬颱風期間，淹水物理模式模擬宜蘭縣淹水區域之各九大類別之土地利用總面積 (藍色) 與網格化土地利用資料總面積 (桃紅色) 與兩者誤差之百分比 (綠色)	30
圖 35 淹水梅姬颱風期間，淹水物理模式模擬宜蘭縣淹水區域之各主要類別之土地利用總面積 (藍色) 與網格化土地利用資料總面積 (桃紅色) 與兩者誤差之百分比 (綠色)	31

圖 36 網格化戶數資料處理示意圖	32
圖 37 颱風災害應變之災害衝擊評估流程範例	33
圖 38 台北市各區各延時最大雨量值(左欄)、前 20 名雨量平均值(右欄)分布圖	44
圖 39 台北市各區 5 種延時降雨量前 20 名天氣類型統計結果	46
圖 40 台北市各區 5 各延時前 20 名降雨事件颱風路徑分類結果。本統計結果以去除各區同延時重複之颱風	48

表目錄

表 1 本專案使用之各縣市易致災調查結果年份。各縣市之易致災報告文獻詳列於參考文獻。	16
表 2 高雄市各行政區總面積、易淹水區面積與佔比	19
表 3 高雄市境內土地利用的易淹水總面積與平均淹水深度統計 ...	21
表 4 台北市各區歷史 1 小時最大雨量值，發生時間、天氣類型、事件名(僅標註颱風事件)以及各區前 20 名雨量平均值	39
表 5 台北市各區歷史 3 小時最大雨量值，發生時間、天氣類型、事件名(僅標註颱風事件)以及各區前 20 名雨量平均值	40
表 6 台北市各區歷史 6 小時最大雨量值，發生時間、天氣類型、事件名(僅標註颱風事件)以及各區前 20 名雨量平均值	40
表 7 台北市各區歷史 12 小時最大雨量值，發生時間、天氣類型、事件名(僅標註颱風事件)以及各區前 20 名雨量平均值	41
表 8 台北市各區歷史 24 小時最大雨量值，發生時間、天氣類型、事件名(僅標註颱風事件)以及各區前 20 名雨量平均值	41
表 9 台北市各區歷史 1 小時強降雨颱風事件。(颱風明後標註海上警報為僅發布海上警報之個案，未標註則為發布陸上警報之個案)....	50
表 10 台北市各區歷史 3 小時強降雨颱風事件	50
表 11 台北市各區歷史 6 小時強降雨颱風事件	51

表 12 台北市各區歷史 12 小時強降雨颱風事件	52
表 13 台北市各區歷史 24 小時強降雨颱風事件	52
表 14 台北市南港區 24 小時降雨強度前 20 名事件	54

第一章 前言

本計畫研發項目著重於災害情境與衝擊評估之研究，以及預警技術之落實。其目的為支援颱風應變時分析研判，因應指揮官與現況臨時需求，開發各種技術、工具與平台，以了解在某種災害的規模之下，考量防災能量後，區域遭受經濟損失、社會影響、關鍵設施之衝擊程度。透過各鄉鎮區歷史最大災害規模情境建立，針對人命傷亡、社會影響、經濟損失、關鍵設施等衝擊，分別建立危害與衝擊曲線，透過影響關聯圖，深入了解災害對區域之影響，結合防救災體系與資源，提出有效應變對策，確保防災能量有效傳遞，提供指揮官決策參考。

由於國內的災害主要以颱風災害為主，過去針對災害事件的分析多以「事件」為本出發，透過分析個案事件了解不論是降雨特性、災害衝擊等。然而，在多次的對談中（如 CEOC 研習會、地方訪評等），可以了解到對於落實災害防救相關工作的基層政府組織-鄉鎮區公所而言，如何以「他們(鄉鎮)」的角度出發，針對在地容易受災的特性進行分析，才是地方政府所需。因此，本年度嘗試以「鄉鎮區」為本，完整統計與分析其過去的「災害性降雨特性」以及「淹水災害造成的災害衝擊」兩個面向，進行災害規模的衝擊分析。除可協助地方落實防災工作外，也可回饋至中央應變中心之災害規模判定的需求。

第二章 災害情境與衝擊評估

2.1 災害規模推估研究

本項工作係延續 101 年 P11 災害規模研究計畫(林等, 2013), 101 年完成歷史淹水與坡地災害資料整理與災害規模分級設定研究, 並進行降雨規模指數 (Rainfall Scale Index, RSI) 的改進與應用。以各災害的降雨警戒值做為 RSI 的門檻值, 並依據門檻值與歷史極值進行線性標準化, 建立鄉鎮尺度之 RSI。並利用歷史個案 RSI 設定降雨規模分級, 進而用於降雨規模推估。接著, 分析 RSI 與各淹水、坡地災害相關量化指標之相關性, 嘗試建立期間之回歸關係。

101 年研究結果顯示, RSI 與坡地災害規模分數 (ML) 有不錯的相關, 因此可利用 RSI 進行坡地災害規模推估的研究, 相關後續研究由本中心坡地組領回進行。而由於分析顯示 RSI 與淹水關係則較不明朗, 102 年本項研發工作主要著重於淹水災害規模推估的方法研究。

2.1.1 全台各鄉鎮淹水災害規模推估方法建立

一般而言, 欲表達淹水災情的程度, 常以淹水深度和面積加以描述。但相同程度的淹水災情發生在不同地區時, 因其人口數量、產業價值或建物價值等差異, 將有不同的損害結果與影響程度。林等 (2013) 以「淹水對人的影響」與「淹水造成的經濟損失」作為災害程度的評估指標, 建立綜合性的淹水災害規模。

藉由社會經濟組開發之臺灣颱風災損評估系統 (TLAS) (李等, 2013)將淹水深度與面積之資訊轉化為「影響家戶數」與「地上物損失金額」,並以該系統推算之「影響家戶數上限」值來量化「淹水對人的影響」;而「淹水造成的經濟損失」則使用考量各種土地使用類型所算出的「地上物損失金額上限」做為量化評估指標。鄉鎮淹水程度分級門檻如圖 1 右側之表格,詳細研發成果說明請參考林等(2013)之技術報告。

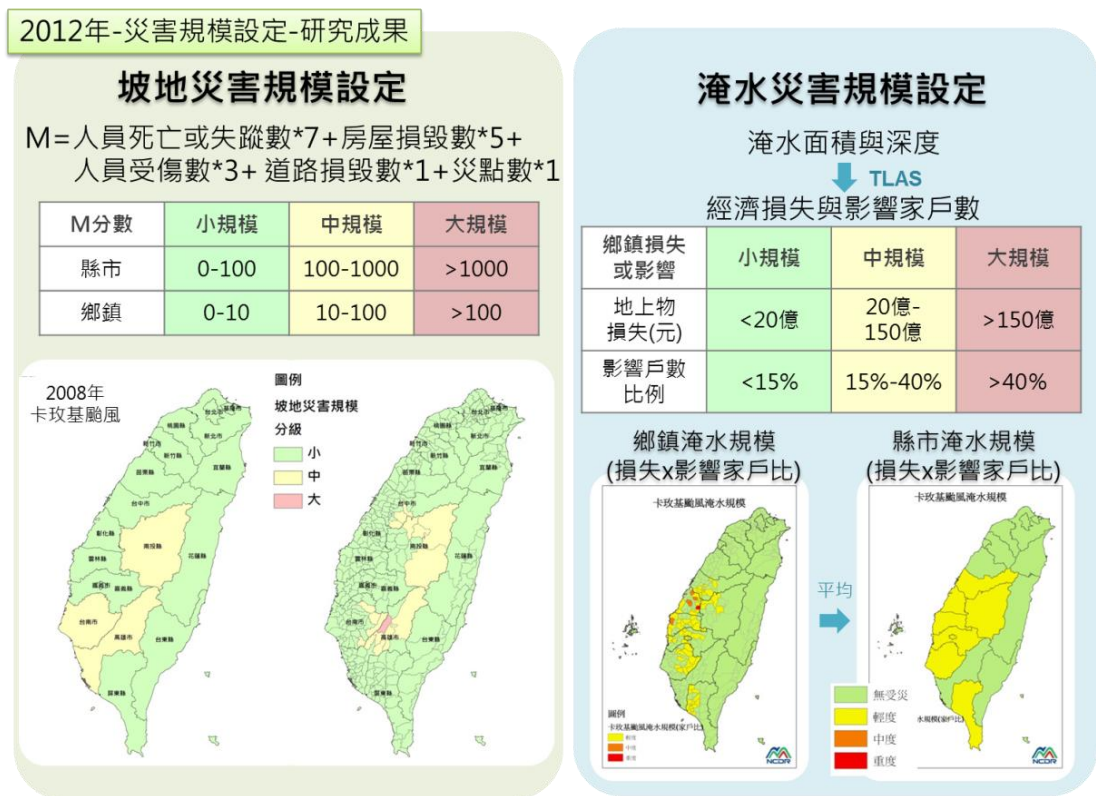


圖 1 坡地災害與淹水災害規模分級標準與規模分級範例圖

要推估淹水規模,首先需借助淹水模式評估可能的淹水情境,透過本中心現有的淹水統計模式與淹水物理模式,本計畫評估淹水規模

可由兩種方法推估，方法簡述如下，推估流程則如圖 2。

方法一：依據易致災調查之淹水範圍，建立各地可能發生的最嚴重淹水情境，並透過 TLAS 計算該情境下的損失與影響家戶數；再根據降雨預報，透過淹水統計模式計算淹水機率，進而推算各地淹水的損失期望值與影響戶數期望值（損失或影響家戶數與淹水機率之乘積），藉以推估災害規模。

方法二：根據降雨預報，透過淹水物理模式模擬出淹水範圍與水深，再利用 TLAS 計算淹水損失與影響家戶數，進而推估災害規模。

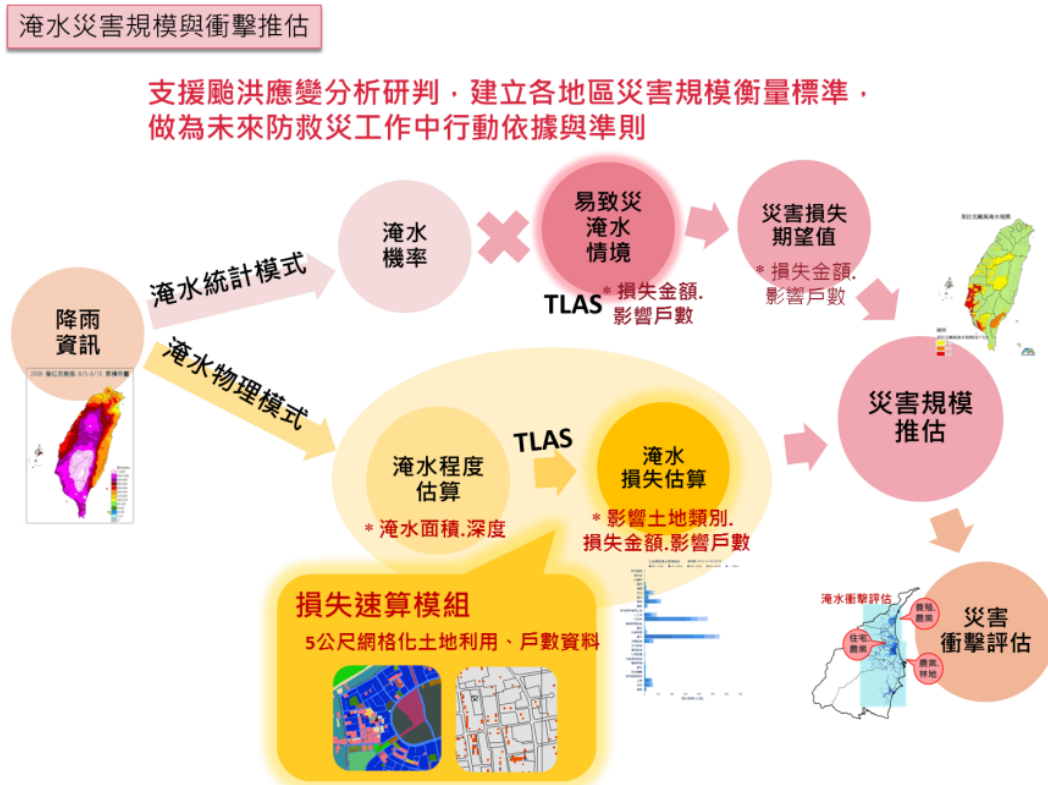


圖 2 淹水災害規模推估之流程

(1) 方法一之說明與測試

方法一所使用的淹水統計模式 由坡洪組開發(Jang, 2011)，輸入 24 小時累積雨量後，可產出網格化之淹水機率資訊，其網格解析度與 QPE 雨量資料相同，為 $0.0125^{\circ} \times 0.0125^{\circ}$ 。102 年坡洪組與氣象組合力完成該模式之自動化作業模組，目前每日可以配合氣象之定量降雨預報產品產出四次淹水模擬結果，模擬結果並展示於 WATCH 預警展示系統內，自動化作業模組之開發說明詳見本計畫「專業組災害情境推估技術落實」工作項目之技術報告。

方法一的另一要素是淹水損失值，本計畫利用各地易致災調查之淹水深度、面積範圍作為該地可能發生的最嚴重淹水情境，再藉由 TLAS 計算該情境下各村里的災害損失與影響家戶數，將此結果作為「最嚴重損失值」。當某地淹水機率為 100% 時，預估其災害損失期望值即為該地的最嚴重損失值；若淹水機率只有 50%，則災害損失期望值為該地的最嚴重損失值之一半。各地的易致災調查資料處理，以及家戶損失與影響戶數計算之工作，已由本計畫「全國鄉鎮區災害規模衝擊分析」工作項目完成，詳細工作說明請見本章第 3 節。

以下以 2010 年之梅姬颱風為範例，測試以方法一推估淹水災害規模是否可行。梅姬颱風侵台期間，以 10 月 21 日之降雨最為猛烈，

故在此以 21 日 0 時起之 24 小時累積降雨作為輸入雨量（圖 3a，此處雨量為雷達定量降雨估計雨量），帶入淹水統計模式後，計算之淹水機率分布圖如圖 3b。結果顯示，淹水機率較高的區域有宜蘭縣、基隆市與新北市局部地區。根據實際淹水調查資料，僅宜蘭縣有發生淹水災害，因此接下來僅針對宜蘭地區進行後續分析與討論。

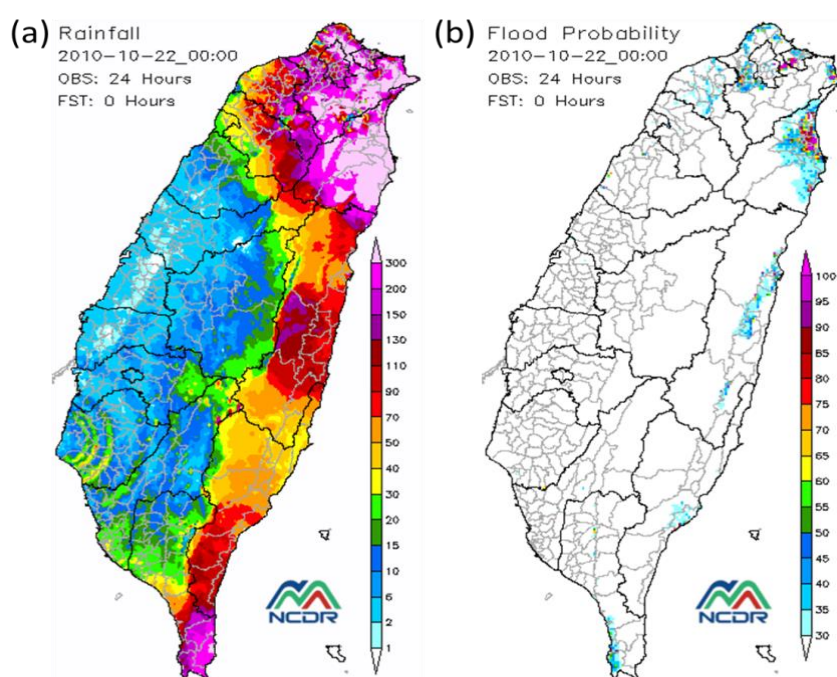


圖 3 2010 年 10 月 21 日（梅姬颱風侵台期間）0 時起之(a)24 小時累積雨量分布圖與(b)淹水機率分布圖

將網格化淹水機率轉換為各村里淹水機率，並與該村里之「最嚴重損失值」相乘，可計算出各村里損失期望值與影響戶數期望值，同一村里之期望值加總後則成為鄉鎮淹水損失或影響戶數期望值。10 月 21 日梅姬颱風影響下各鄉鎮淹水損失期望值如圖 4，而各鄉鎮淹

水影響戶數期望值如圖 5a。為方便後續淹水規模評估，另將各鄉鎮淹水影響戶數期望值除以 99 年該鄉鎮之總戶口數，計算出「各鄉鎮淹水影響戶數比」之期望值，結果呈現如圖 5b。

結果顯示，五結鄉的淹水地上物損失期望值高達 3.8 億~29 億元，影響戶數也達總戶數的 35%~43%，受災程度較大。蘇澳鎮則是全縣損失金額最高的鄉鎮，淹水地上物損失期望值達 3 億~94 億元，但受影響戶數比例低。

若根據圖 1 右側之表格，將上述計算結果之上限值轉換為淹水災害規模，宜蘭縣各鄉鎮災害規模地圖則如圖 6d，全縣僅五結鄉達到重度受災的規模，除大同鄉與南澳鄉無受災之外，其他鄉鎮為輕度受災的規模。

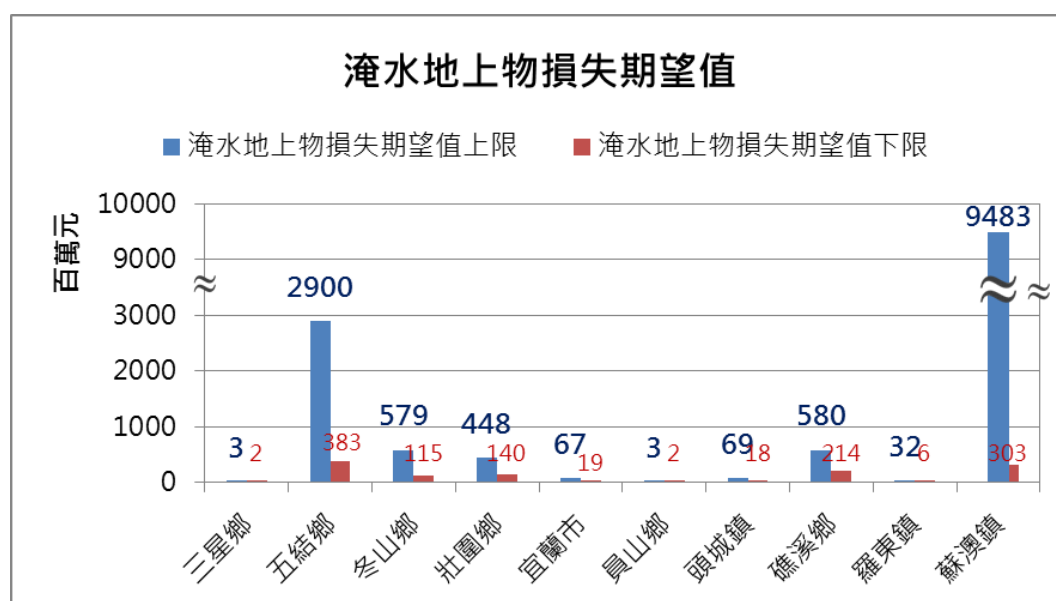


圖 4 2010 年 10 月 21 日 (梅姬颱風侵台期間) 之淹水地上物損失期望值

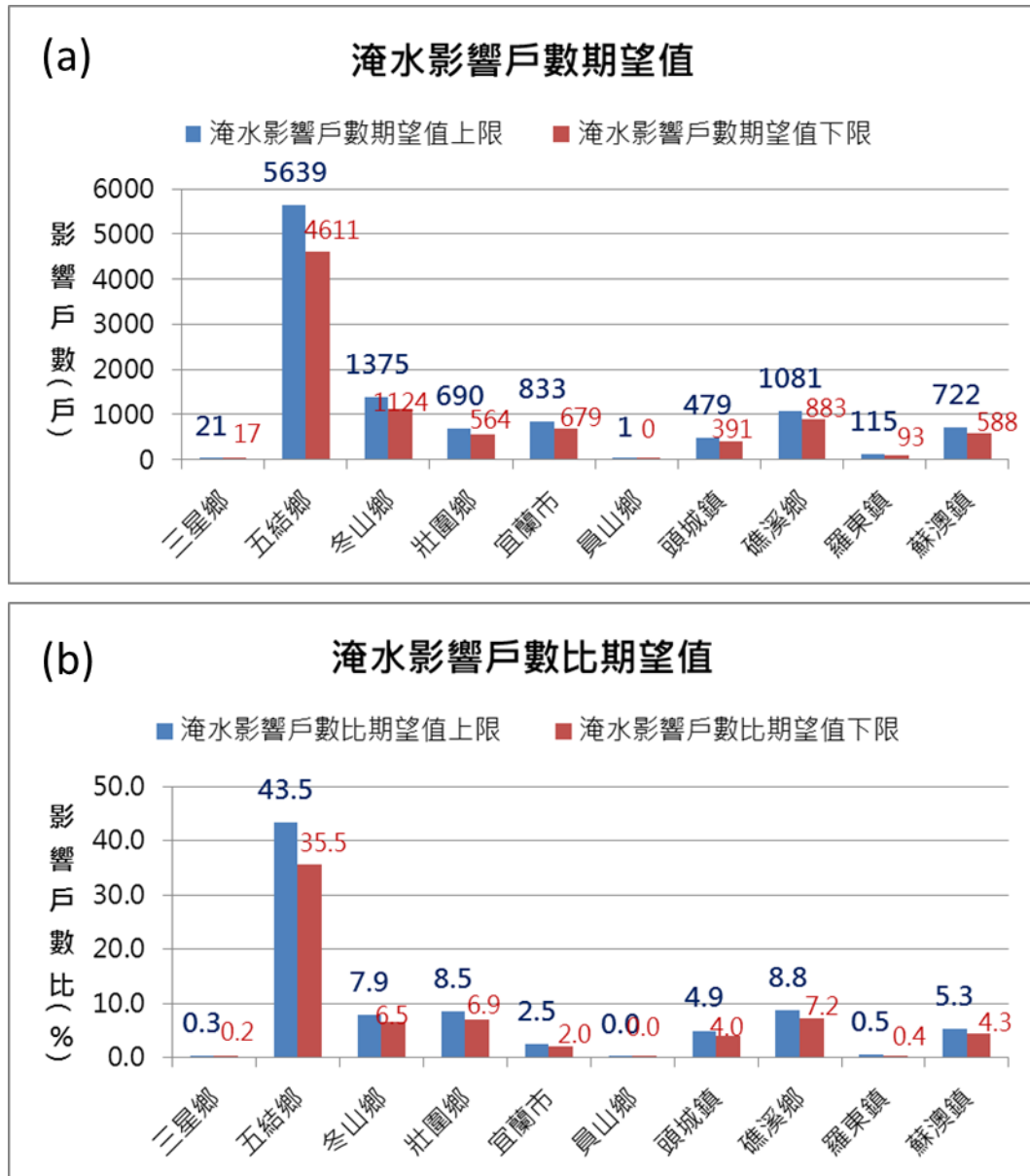


圖 5 2010 年 10 月 21 日（梅姬颱風侵台期間）之(a)淹水影響戶數期望值與(b)淹水影響戶數比期望值

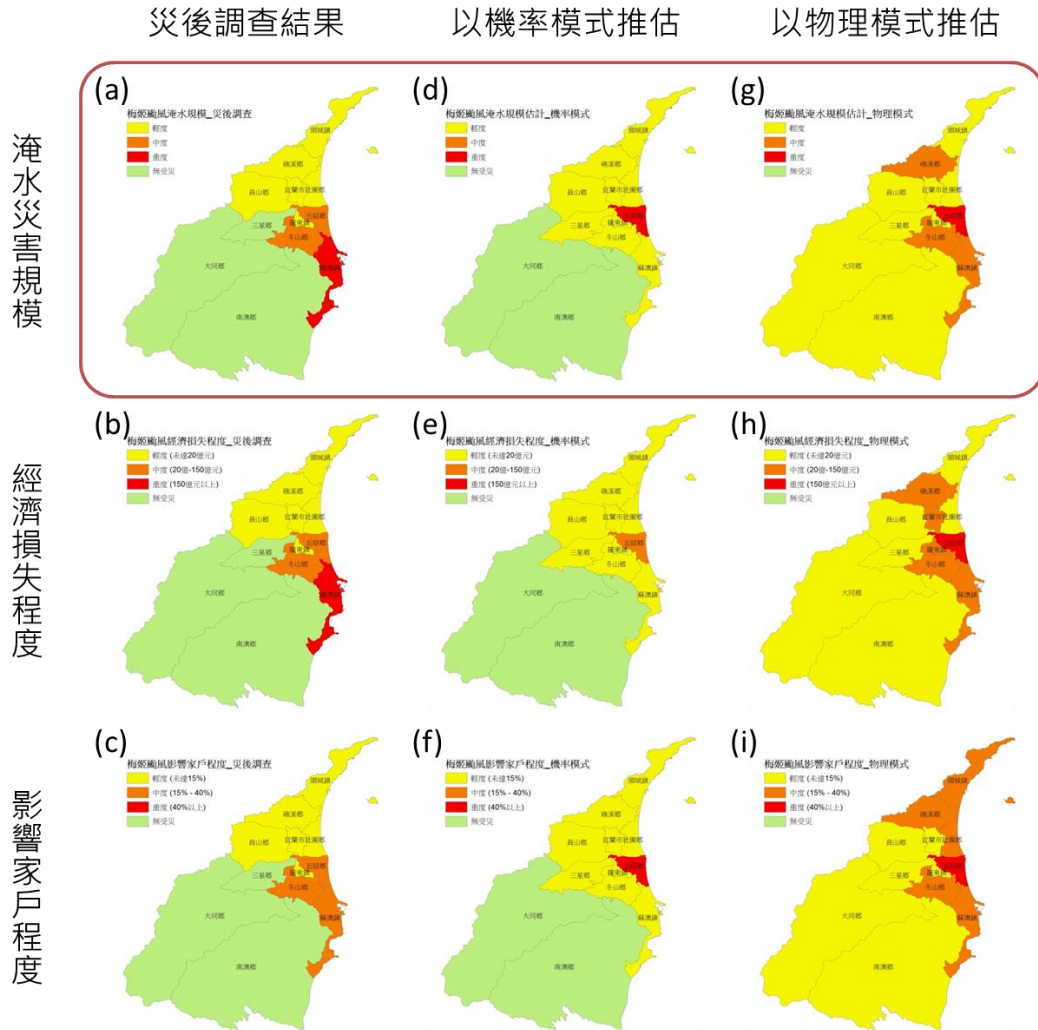


圖 6 梅姬颱風侵台期間宜蘭縣各鄉鎮之淹水災害規模、經濟損失程度與影響家戶程度分布圖，其中(a)~(c)為依據災後調查結果評估之結果，(d)~(f)、(g)~(i)則分別是以淹水機率模式與物理模式推估之結果

(2) 方法二之說明與測試

方法二所使用黃等(2014)發展之淹水物理模式，只要輸入定量降雨預報資訊後，即可產出網格化之淹水資訊，並提供淹水深度之模擬結果。其網格解析度與 QPE 雨量資料相同，為 $0.0125^{\circ} \times 0.0125^{\circ}$ ，未來預計可以與氣象組之系統進行串接，產出即時淹水模擬產品，加快

淹水預報產出時間。將淹水物理模式模擬出之淹水範圍與深度資訊帶入 TLAS，計算淹水區域的淹水地上物損失與影響家戶數，便可進行災害規模的推估。以下同樣以梅姬颱風為範例，測試以方法二推估淹水災害規模是否可行。

選擇梅姬颱風侵台期間各時段的淹水模擬結果中，各地最大淹水深度作為淹水情境，並計算其淹水地上物損失與影響家戶數。以淹水物理模式估算之梅姬颱風影響下各鄉鎮淹水損失呈現如圖 7，而各鄉鎮淹水影響戶數如圖 8a，同樣地，將各鄉鎮淹水影響戶數期望值除以 99 年該鄉鎮之總戶口數，計算出「各鄉鎮淹水影響戶數比」，結果呈現如圖 8b。結果顯示，五結鄉的災害損失金額為全縣最大，達 13 億~155 億，影響戶數比例達 40%~49%，受災嚴重；而蘇澳鎮損失次之，也有 11 億~97 億之多，影響戶數比也達 24%~30%，受災情況也相當嚴重。

若根據圖 1 右側之表格，將上述計算結果轉換為淹水災害規模，則宜蘭縣各鄉鎮災害規模地圖如圖 6g 所示。全縣僅五結鄉達到重度受災的規模，蘇澳鎮、冬山鄉、羅東鎮與礁溪鄉為中度受災，其餘鄉鎮為輕度受災。

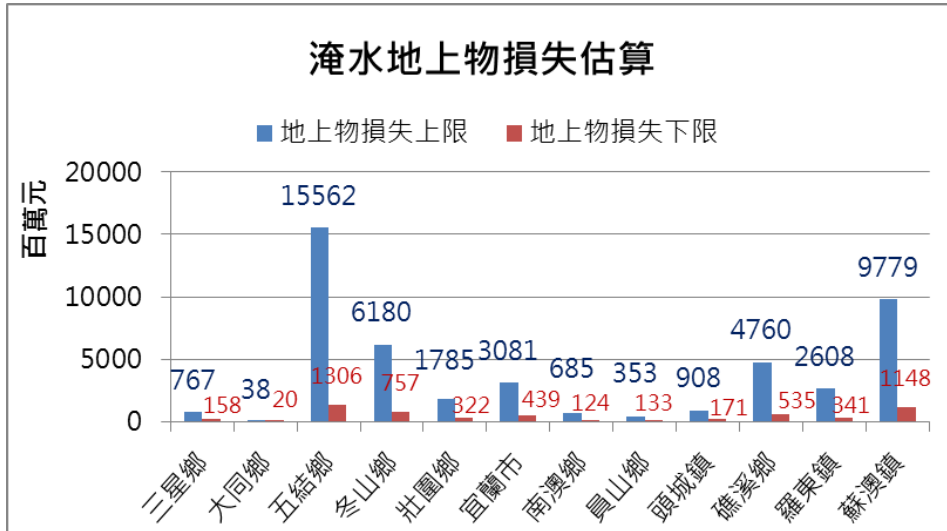


圖 7 梅姬颱風侵台期間之淹水地上物損失估算值

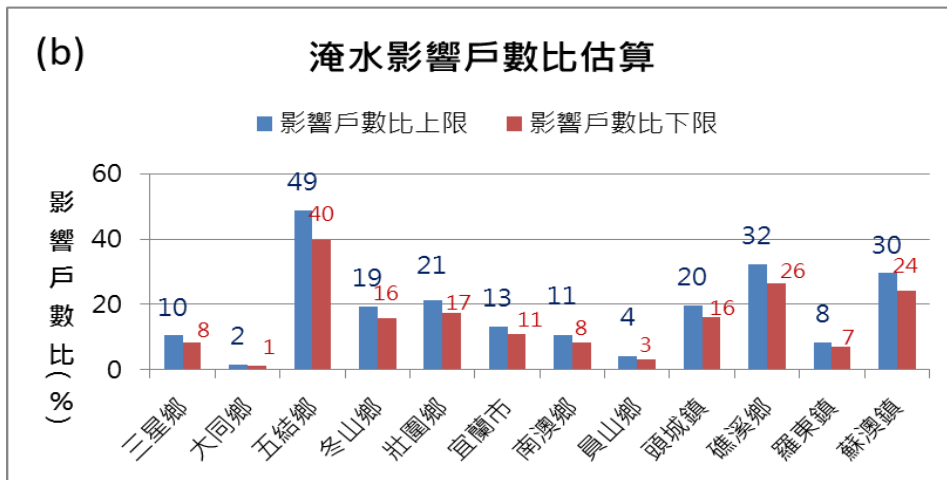
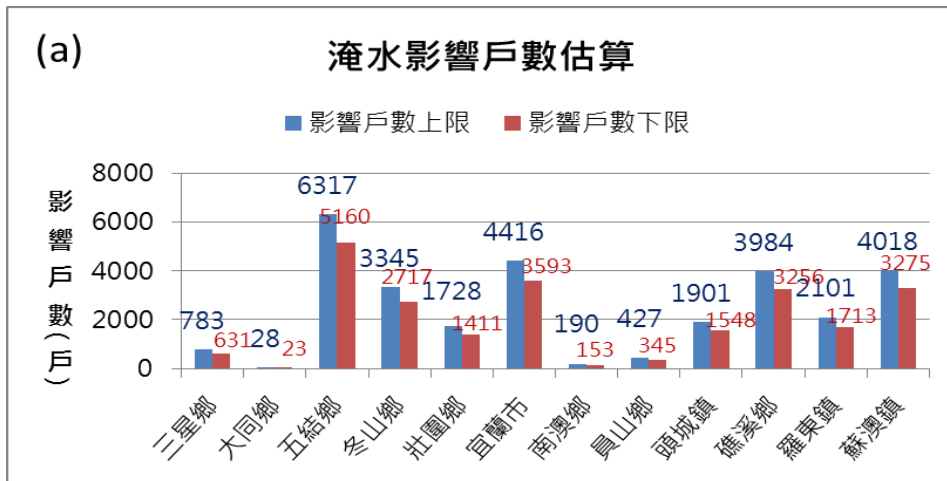


圖 8 梅姬颱風侵台期間之(a)淹水影響戶數估算值與(b)淹水影響戶數比估算值

(3) 方法一與方法二之規模推估表現

林等（2013）曾依據梅姬颱風實際災害調查結果，設定的當時的淹水災害規模（其中宜蘭縣之淹水災害規模如圖 6 a~c），以下分析以該組規模推估結果作為校驗基準，以了解兩種方法在進行淹水規模推估時的表現。

將上述兩種方法推算出的淹水災害規模，與實際調查所訂出的之淹水災害規模進行比對，結果顯示，使用方法一（機率模式）進行淹水規模推估時（圖 6 d~f），對於淹水較為嚴重的鄉鎮，例如蘇澳鎮、冬山鄉，有低估情形，對於五結鄉、三星鄉的淹水規模則有高估情形；至於宜蘭其他多數鄉鎮之淹水規模，則可準確評估。由於方法一使用易致災調查資料作為可能發生的損失期望值，因此若發生超越歷史災害的嚴重災情，則即使該地當時的淹水機率為 100%，也將有低估災情的問題，因此可能在淹水嚴重的災區出現低估問題。此外，本方法在將網格淹水機率值轉換為村里淹水機率值的過程，將會把淹水機率較高的網格訊號變得較為平滑，因此對於淹水機率較高的地方亦有低估的情形，相關問題皆是方法一容易出現低估的可能原因。

使用方法二（物理模式）進行淹水規模推估時（圖 6 g~i），除了淹水較為嚴重的蘇澳鎮淹水規模有所低估之外，其他多數鄉鎮皆出現

了高估的情形。此方法表現優劣主要影響來自於淹水物理模式的淹水情準確程度，以梅姬颱風為例，本個案淹水調查範圍與淹水模擬結果如圖 9，整體而言，物理模式對於淹水較大範圍淹水區域的模擬表現良好，但在河道附近常有局部淹水訊號產生，略有淹水範圍偏大的問題，因而使多數實際未受災的鄉鎮，在經過方法二的推估也有輕度受災的可能，未來若持續改善淹水物理模式，此結果可望有較好的表現。

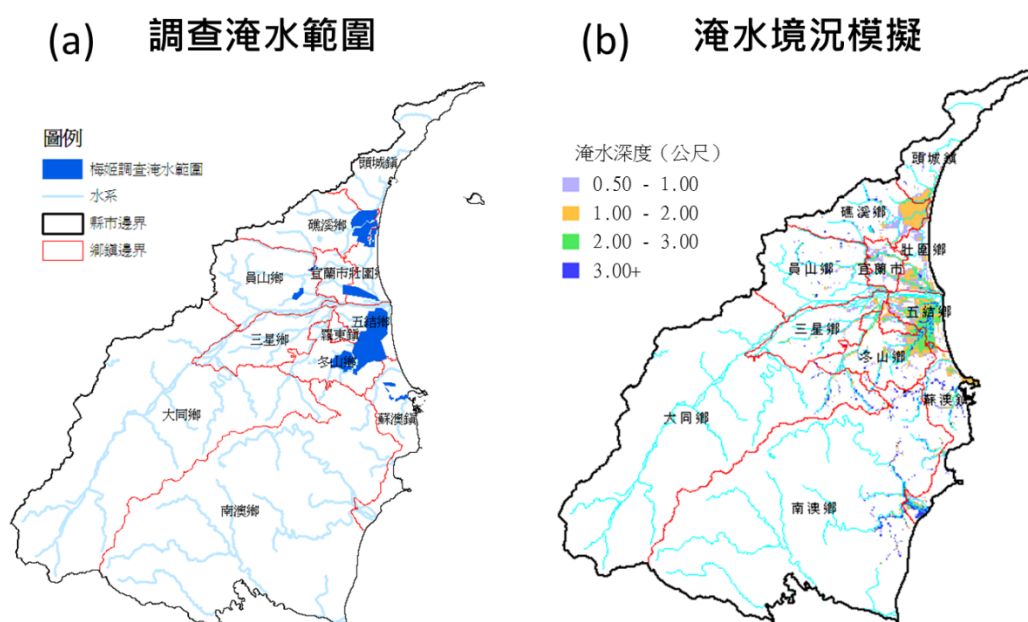


圖 9 梅姬颱風期間，宜蘭縣(a)實際淹水調查範圍與(b)淹水物理模式模擬之最大淹水境況

2.1.2 全國鄉鎮區最大淹水情境分析與設定

從雨量的角度探討一個鄉鎮區在哪種天氣型態影響下，容易產生致災性的降雨。但降雨在災害的定義上，是屬於危害(Hazard)的部分，

而對人們的影響是強降雨導致的淹水、土石流以及其後續帶來的衝擊影響。在防救災工作執行上，了解地區在受到不同類型災害時之衝擊分布、類型，有助於災前整備之工作、災中救災資源之分配以及災後復原之防災能力加強。

本中心體系與社會經濟組根據過去文獻研究，以及中心內歷年的災損調查資料，開發出臺灣颱風洪災損評估系統，英文名為 Taiwan Typhoon Loss Assessment System(簡稱 TLAS Taiwan)，是一套以 ESRI ArcGIS 地理資訊系統分析軟體中 ArcMap 流程化工具(Model Builder) 為計算平台的快速災損評估系統。透過 TLAS 系統，即可快速針對縣市、鄉鎮、村里在淹水、坡地災害下之災損、土地利用類型進行評估。因此，本專案將利用此一系統評估全台各鄉鎮之災害衝擊分析評估之工具。由於要利用 TLAS 進行災害衝擊評估需有兩項重要的參數，分別是災害之面積與深度。由於現階段歷史坡地災害(崩塌、土石流)之面積、深度資料取得相對淹水困難許多，因此本專案先以淹水災害進行分析。嘗試了解淹水災害對各鄉鎮區造成的衝擊面向為何，期望能提供防救災執行單位於防災工作決策與落實之參考。

(1) 淹水資料之選取與加值

前文提及，利用 TLAS 進行淹水災害之衝擊評估需要災害之淹水

範圍與淹水深度。目前含有上述兩個參數之淹水資料類型有二，一為利用淹水潛勢模式模擬之淹水範圍與深度，其二為易致災之淹水調查資料。由於淹水潛勢資料是使用不同強度之降雨(例如 600mm/24hr)，配合現地地形，進行淹水之模擬。該資料之降雨非實際之降雨，而是給定一個理想雨形，另也未完整考量雨水下水道等排水設施，故模擬之淹水區域較大；易致災區域是過去經常發生災害或未來發生災害潛勢高的地區，為了掌握及了解一個地區之易致災區域及致災原因，本中心於民國 97 年開始進行兩年一次的易致災調查。蒐集了全臺灣各縣市的淹水及坡地易致災地區之相關資料，並將調查到之資料建置成資料庫，以提升未來在颱風期間之預警資訊分析研判作業上的效率。游於易致災淹水調查，使以實際淹水的資料為主，其餘資料為輔。故與該地區未來實際可能的淹水情況較於相符，故本專案採用易致災之調查資料進行 TLAS 的衝擊評估。各縣市之易致災調查資料年份如下表 1 所列。由於各縣市提供之數據資料僅有淹水位置之範圍，淹水深度僅備註在報告內。因此，本專案依照各縣市之調查結果與協力團隊提供之 GIS 格式檔案，自行加值各淹水區之歷史最大淹水深、平均淹水身以及淹水範圍，以供後續 TLAS 分析之用。

表 1 本專案使用之各縣市易致災調查結果年份。各縣市之易致災報告文獻
詳列於參考文獻。

縣市	資料年份(年)	備註
基隆市	100	
台北市	100	
新北市	100	
桃園縣	100	
新竹縣市	100	
苗栗縣	100	
彰化縣	101	
南投縣	101	
台中市	100	
雲林縣	99	分析時尚未更新至 101 年資料
嘉義縣市	99	分析時尚未更新至 101 年資料
台南市	101	
高雄市	101	
屏東縣	99	分析時尚未更新至 101 年資料
台東縣	100	
花蓮縣	100	
宜蘭縣市	100	

(2) 最大淹水災害衝擊分析

(a) 縣市層級

本分析之目的在於了解淹水災害發生時，可能對地方造成之最大衝擊，包含經濟損失以及土地利用類型等。因此，在 TLAS 計算時，將使用前節建立淹水資料中的最大淹水深，做為 TLAS 災損計算參

數。表 2 為利用表 1 中各縣市易致災調查結果之平均最大淹水深度，可以發現，高雄市的平均最大淹水深度為全台之冠，故以高雄市為例，進行分析結果說明。

圖 10 為以高雄市範例的易致災淹水區調查結果。高雄市主要易發生淹水的區域大致分布在高雄市的西南方，主要原因與地形有關。高雄市易致災調查淹水總面積約 83.2 平方公里，佔全市面積約 2.8%。高雄市總共有 38 個行政區，其中有 31 個行政區受到淹水影響(表 2)。各行政區中，以大樹區 14.66 平方公里最廣、旗山區 13.41 平方公里次之。若以易淹水區面積佔比而言，橋頭(32.4%)、茄萣(24.9%)、彌陀(22.7%)、旗津(22%)等區是淹水面積佔比較高之行政區。另外，淹水區主要的土地利用類別為農地、其次則為建築用地與水利設施(表 3)。圖 11 為高雄市各行政區淹水區內主要的土地利用類別分布，由圖可知，楠梓區與大社區以北的行政區，易淹水區主要的土地利用類型為農業用地；以南的行政區，易淹水區主要的土地利用類型則是建築用地居多。

在災損金額的評估上，高雄市的各土地利用災損總金額中，建築用地的損失金額最高，約 667 億，且高於第二名的遊憩用地損失一個量級以上(圖 12(a))。再細看各土地利用名稱損失，建築用地類型中，

以商業、工業較高，遠高於住宅(圖 12 (b))。圖 13 為高雄市各行政區災損金額空間分布圖，其中大寮區的災損總金額最高，其次為仁武區、旗山區、永安區等區。對比圖 13 與圖 11 之結果可知，損失金額的高低與該區域內主要淹水影響的土地利用類型有相當大的關係，其中又以建物類型易造成高額損失。

綜整上述分析，高雄市易致災淹水調查面積約 83.2 平方公里，站全市總面積約 2.8%。其中以大樹區淹水面積最廣，橋頭區淹水面積佔比最高。另，楠梓區與大社區以北易淹水區主要的土地利用類型為農業；以南則為建築用地。災損評估上，建築用地損失金額最高，且明顯高於其他類型一個量級以上。其中又以大寮區的災損評估總金額為全市之冠。分析與其淹水區內主要的土地利用類型息息相關。

(b)鄉鎮區層級

上述結果主要針對縣市整體分析主要淹水的最大災害情境。本專案同樣針對鄉鎮層級提供分析的結果。以評估災損金額最高的大寮區為例，大寮區內主要易淹水區內的土地利用類型約有 7 類，其中建築用地之損失金額一枝獨秀，且損失金額的量級遠高於其他土地利用類型(圖 14(a))。再細分各土地利用名稱的損失，以工業為最高，其次為商業、住宅等(圖 14 (b))。

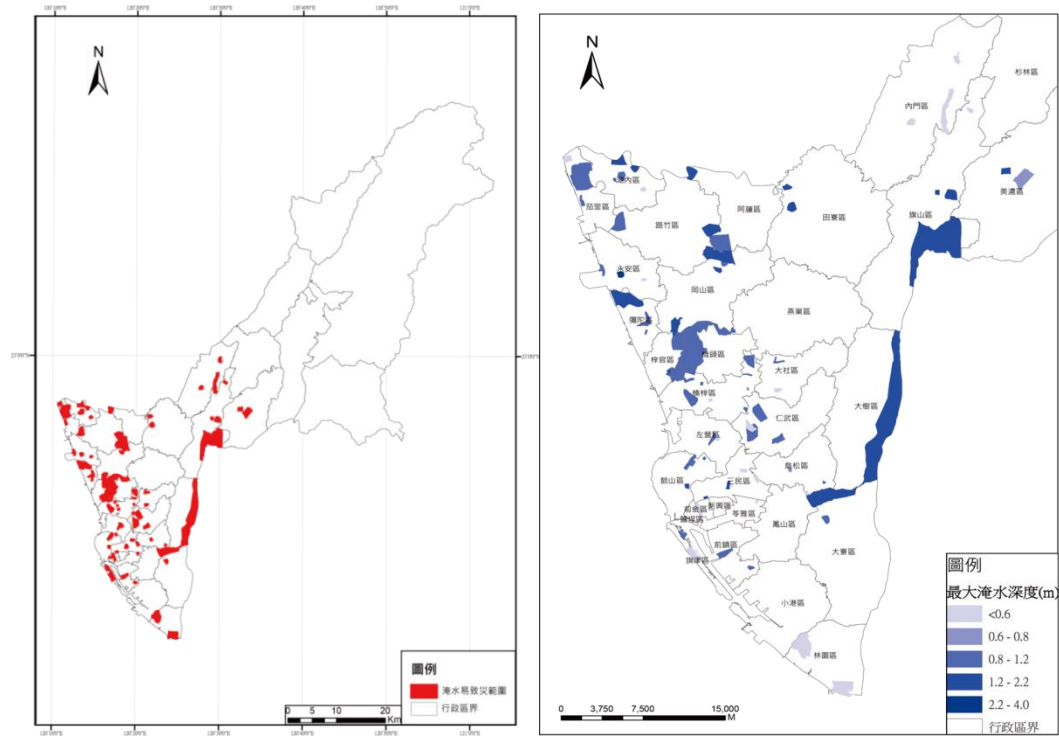


圖 10 高雄市易淹水區分布圖(a)與相對應之淹水深(b)

表 2 高雄市各行政區總面積、易淹水區面積與佔比

行政區	行政區總面積(km ²)	淹水面積(km ²)	面積比
橋頭區	24	7.90	32.42%
茄萣區	17	4.34	24.87%
彌陀區	15	3.30	22.66%
旗津區	5	1.04	21.97%
大樹區	67	14.66	21.77%
前金區	2	0.35	17.63%
林園區	31	4.42	14.14%
旗山區	97	13.41	13.83%
梓官區	12	1.48	12.40%

岡山區	50	5.73	11.40%
仁武區	38	3.25	8.56%
楠梓區	28	2.36	8.56%
阿蓮區	35	2.97	8.39%
鹽埕區	2	0.12	7.95%
湖內區	22	1.72	7.90%
大寮區	70	4.22	6.02%
路竹區	51	2.65	5.23%
前鎮區	18	0.77	4.23%
三民區	17	0.71	4.20%
鼓山區	21	0.82	3.97%
內門區	93	2.39	2.56%
永安區	26	0.66	2.48%
左營區	20	0.49	2.39%
美濃區	118	2.09	1.77%
大社區	25	0.42	1.68%
鳥松區	25	0.33	1.31%
苓雅區	8	0.09	1.05%
田寮區	89	0.85	0.95%
燕巢區	68	0.14	0.21%
鳳山區	28	0.00	0.01%
小港區	44	0.00	0.004%
六龜區	186	--	--
甲仙區	125	--	--
杉林區	102	--	--
那瑪夏區	172	--	--
茂林區	241	--	--
桃源區	969	--	--
新興區	3	--	--

表 3 高雄市境內土地利用的易淹水總面積與平均淹水深度統計

土地利用類型	淹水面積(平方公里)	面積比	平均淹水深度(公尺)
01_農業用地	38.76	46.60%	1.19
02_林業用地	2.72	3.27%	1.15
03_交通用地	7.00	8.41%	1.04
04_水利用地	10.18	12.24%	1.23
05_建築用地	15.19	18.26%	1.11
06_公設用地	1.69	2.03%	1.23
07_遊憩用地	2.11	2.53%	1.14
08_礦業用地	0.15	0.18%	1.20
09_其他用地	5.40	6.48%	1.11
總計	83.20	100.00%	

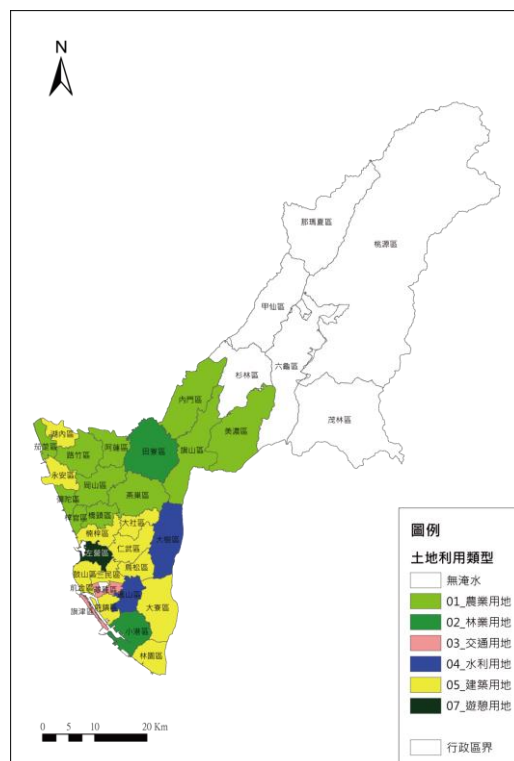


圖 11 高雄市各行政區易淹水區主要土地利用類型

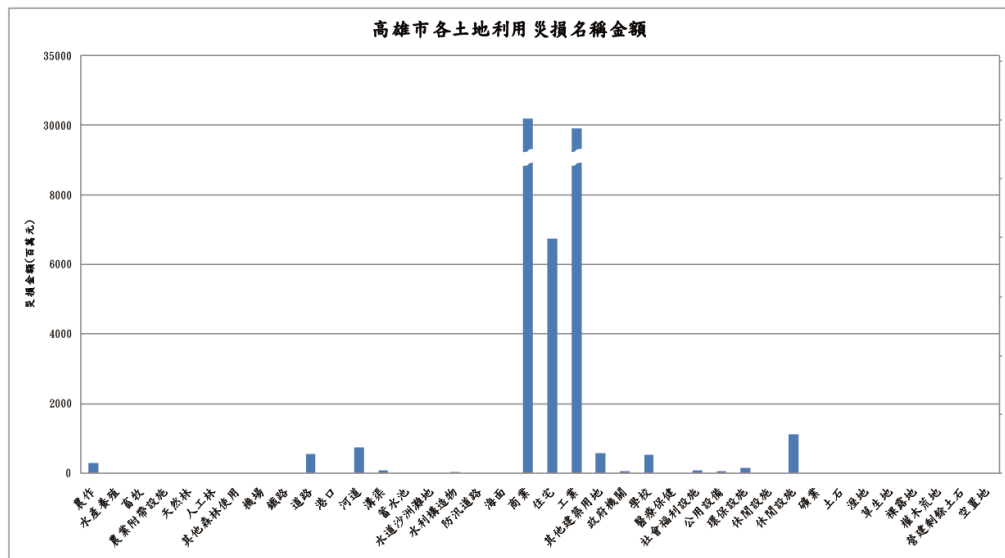
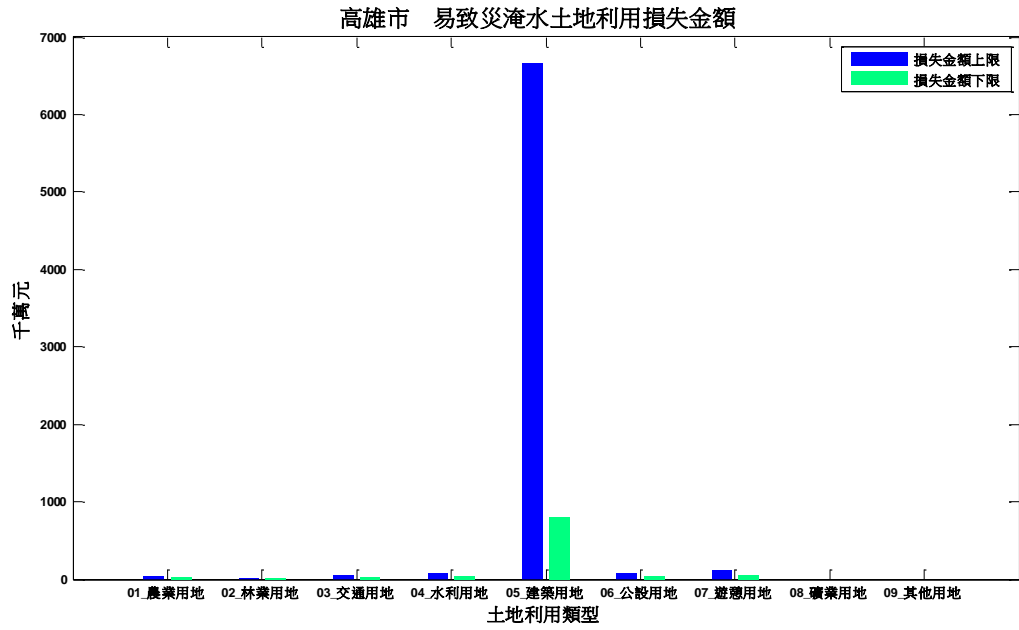


圖 12 (a)高雄市各土地利用類型災損金額評估結果。(b)各土地利用名稱災損金額評估結果

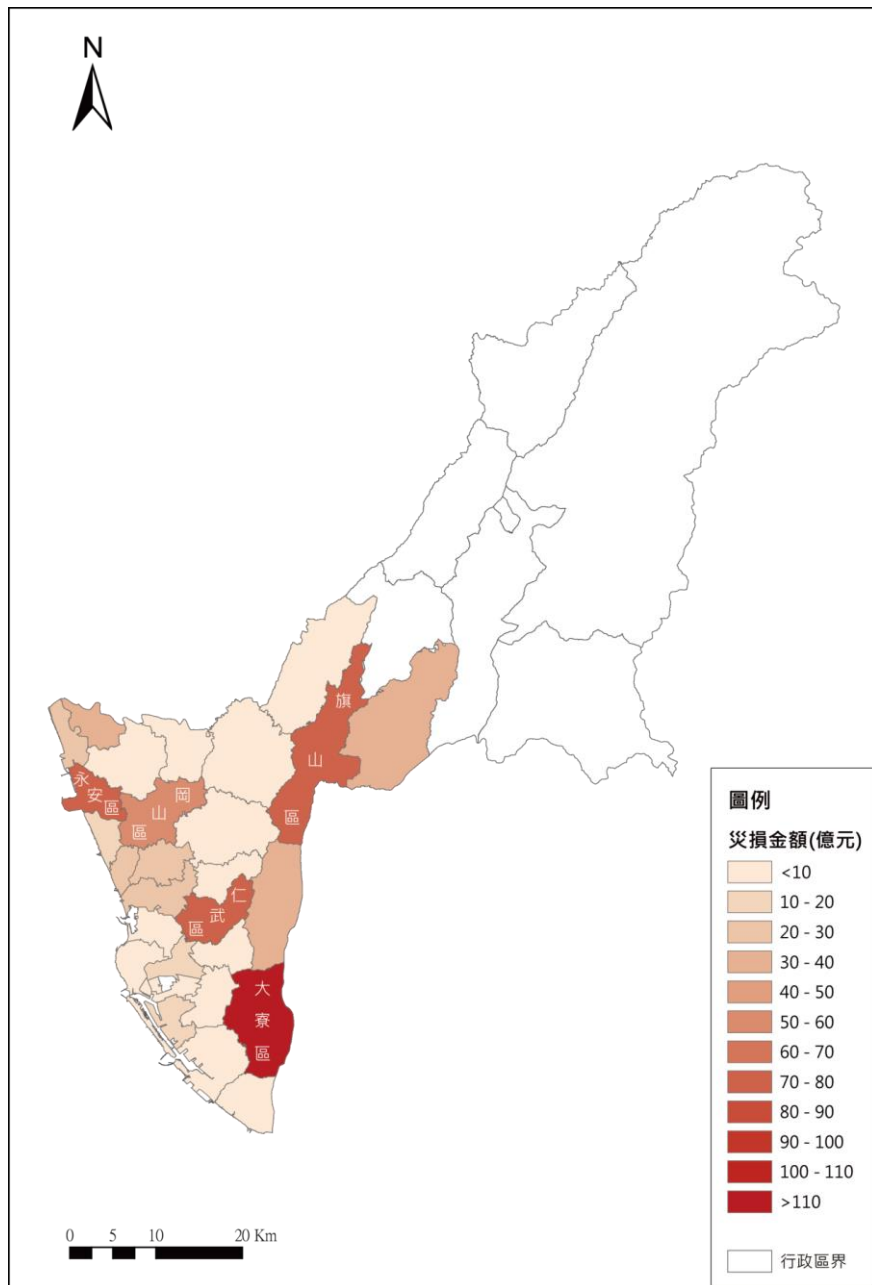


圖 13 高雄市各行政區災損總金額評估結果

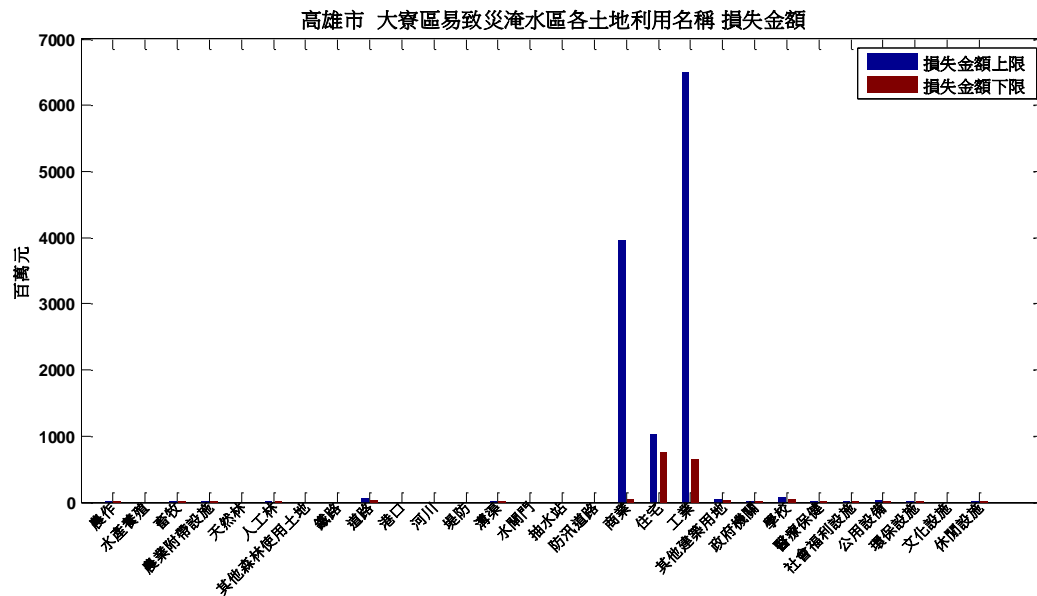
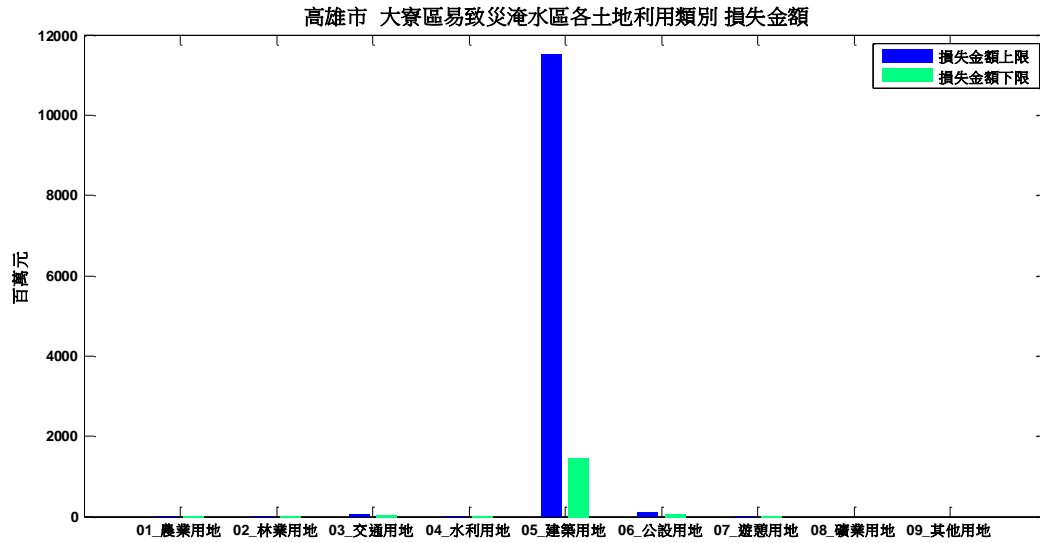


圖 14 (a)高雄市各土地利用類型災損金額評估結果。(b)各土地利用名稱災損金額評估結果

2.2 全國土地利用網格化資料建置

2.2.1 土地利用網格化資料處理

由於 TLAS 系統設計精細，考量參數眾多，並依賴 ARCGIS 作為運算的核心工具，使得運算時間較長。支援颱風應變期間，若要使

用上述方法二來進行快速淹水規模推估，需建立 TLAS 網格化的快速計算模組。此時，首先需要產製網格化的土地利用資料（示意圖如圖 15），為配合此項工作，本計畫調整工作項目，增加了本節「全國土地利用網格化資料建置」的工作。

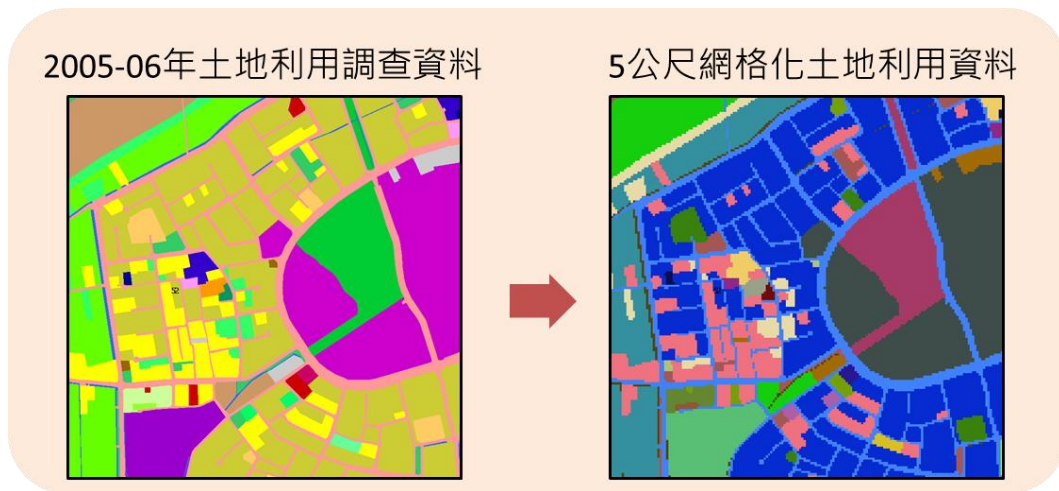


圖 15 網格化土地利用資料處理示意圖

(1) 資料來源

土地利用資料來自國土測繪中心於 2005~2006 年的調查結果，並且該資料經本中心社會經濟組初步除錯。土地利用資料共分為九大類、103 種土地利用類型。資料涵蓋台灣本島、蘭嶼綠島等，暫無澎湖、金門與馬祖等外島縣市之土地調查資料。

(2) 資料處理方法

考量全台 5 公尺網格資料之資料量龐大，不易存取，本計畫首先將台灣本島周邊海域劃分為 40 公里 x 40 公里解析度的粗網格(如圖 16)，再藉由地理資訊系統 (GIS) 軟體，將每個粗網格中的土地利用資料進一步細分成 5 公尺 x 5 公尺解析度的細網格資料。當同一個 5 公尺 x 5 公尺網格中，存有多種土地利用類型時，以佔地面積最大的土地利用類型代表該網格的土地利用類型。

網格化土地利用資料的輸出亦以 40 公里網格為單位，將各網格中 5

公尺解析度(總計 8000 筆 x 8000 筆)的土地利用代碼輸出為一檔案，輸出形式為 ASCII (檔案內容如圖 17)。全台 5 公尺網格化土地利用資料量約 12.6G；另有 binary 檔案，總資料量大小約 3.6G。

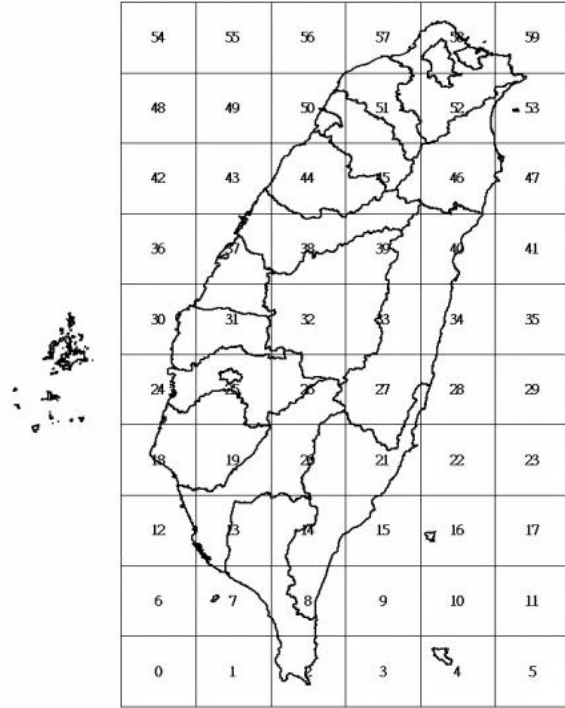


圖 16 台灣本島周邊 40 公里網格

```

ncols      8000
nrows      8000
xllcorner  255000
yllcorner  2610000
cellsize   5
NODATA_value -9999
19 19 19 19 19 19 19 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 19 19 19 19
15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15
15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15
15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15
15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15
15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15
15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15
13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13
13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13
13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13
20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20
13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13
13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13
13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13
45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45
45 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45
45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13
2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15
15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15
15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15
15 15 15 15 15 15 15 15 30 30 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 15

```

圖 175 公尺網格化的土地利用資料 ASCII 檔案

2.2.2 土地利用網格化資料驗證

(1) 全台資料驗證

本節比較原始的國土利用調查資料與網格化後的土地利用資料兩者之間的差異，以了解後者的正確性。圖 18 為全台九大類別之土地利用調查資料總面積、網格化土地利用資料總面積，以及兩者誤差百分比。圖中顯示，全台土地使用以森林用地佔最大面積，農業用地次之，網格化後的土地利用資料在森林用地類別之誤差僅有 1.1% 高估的情形，農業用地部分則幾乎沒有誤差。整體而言，網格化土地利

用資料在多數類別有些微高估的情形，但誤差較大的其他類別用地，但也僅有 2.8% 的高估問題。

仔細分析九大土利利用類別下，被 TLAS 列入運算考量的 28 種主要土利利用類型的誤差（圖 19），結果顯示，絕大多數土地利用類型的面積誤差在 1% 以下，少數土地使用類別（例如港口、與其他森林用地等）存在較大的面積高估問題，但由於這些類別其面積範圍較小，且分布較為畸零，對於整體災害損失推估影響應不大。整體而言，本計畫所產製的網格化土地利用資料與原始土地利用資料相似程度極高，適合用於建置 TLAS 網格化的快速計算模組。

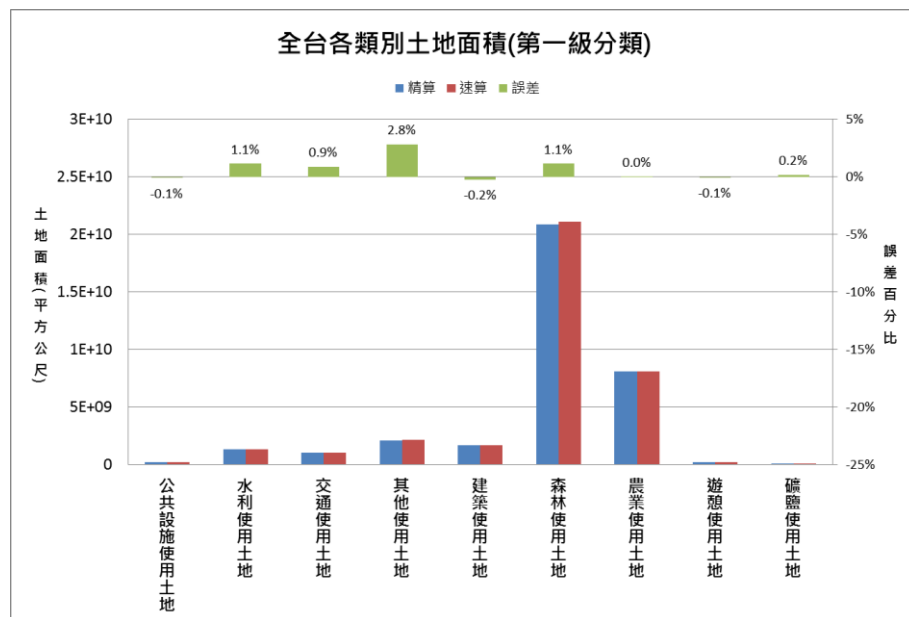


圖 18 全台九大類別之土地利用調查資料總面積（藍色）與網格化土地利用資料總面積（紅色）與兩者誤差百分比（綠色）

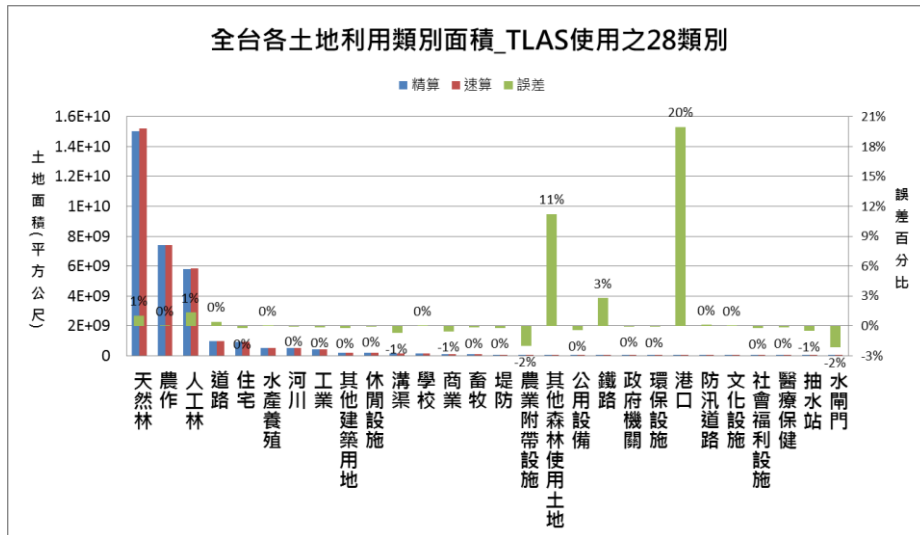


圖 19 全台主要類別之土地利用調查資料總面積（藍色）與網格化土地利用資料總面積（紅色）與兩者誤差百分比（綠色）

(2) 淹水個案驗證

為了解網格化土地利用在淹水個案的運算效率與運算結果誤差，本研究以梅姬颱風進行網格化土地利用資料驗證。首先藉由淹水物理模式，模擬出宜蘭縣最大淹水情境區域，並分別計算該淹水區域中，全台九大類別之土地利用調查資料總面積、網格化土地利用資料總面積，以及兩者誤差百分比（圖 20）。結果顯示宜蘭地區之淹水區域以農業用地為主，淹水農地面積超過 3500 萬平方公尺，此類別估算誤差僅 0.2%，準確率高。水利與其他用地面積有低估情形，而森林與建築用地則有高估面積的問題。至於公共設施與礦鹽用地雖有較大誤差，但因其淹水土地面積較小，較不影響損失估算結果。

仔細分析九大土利利用類別下，被 TLAS 列入運算考量的 28 種主要土利利用類型的誤差（圖 21）。結果顯示，農作、住宅與道路等淹水面積較大的土利使用類別其誤差皆 3% 以下，天然林淹水面積則有 17% 的高估，至於水利設施相關類別（河川、堤防等）則普遍有低估的情形。至於少數類別（抽水站、與其他森林用地等）雖有較大誤差，但由於其淹水面積較小，對於損失估算結果的影響也較為輕微。

運算效率分析的部分，本研究計算使用 TLAS 精算梅姬颱風淹水範圍各類型土地利用災損與面積的時間，需時約 70 分鐘；而匯入同樣的淹水情境，藉由網格化土利利用資料進行淹水面積速算，只需花費 20 秒左右的時間（未產出淹水損失估算值）。運算效率提高超過百倍，因此，雖有部分面積誤差，但考量其運算效率，網格化土地利用資料可用度仍高。

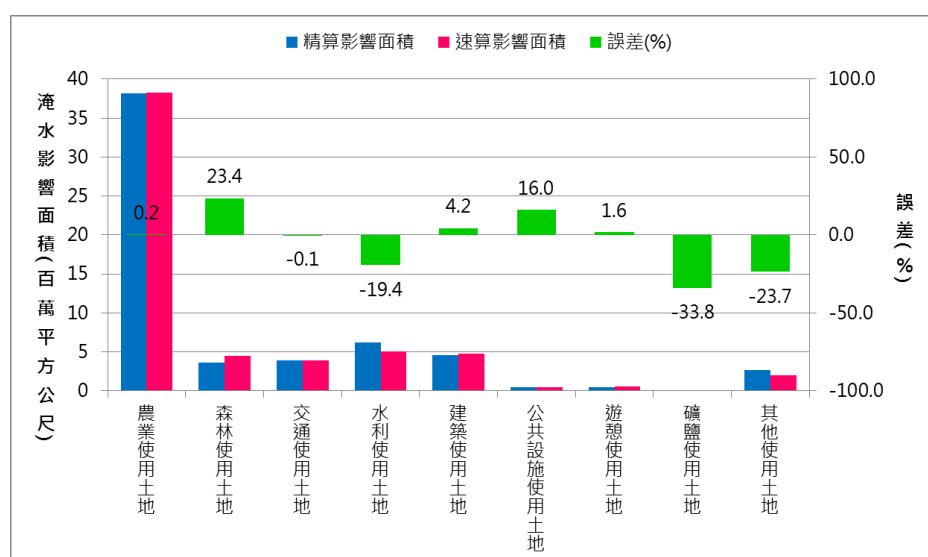


圖 20 淹水梅姬颱風期間，淹水物理模式模擬宜蘭縣淹水區域之各九大類別之土

地利用總面積（藍色）與網格化土地利用資料總面積（桃紅色）與兩者誤差之百分比（綠色）

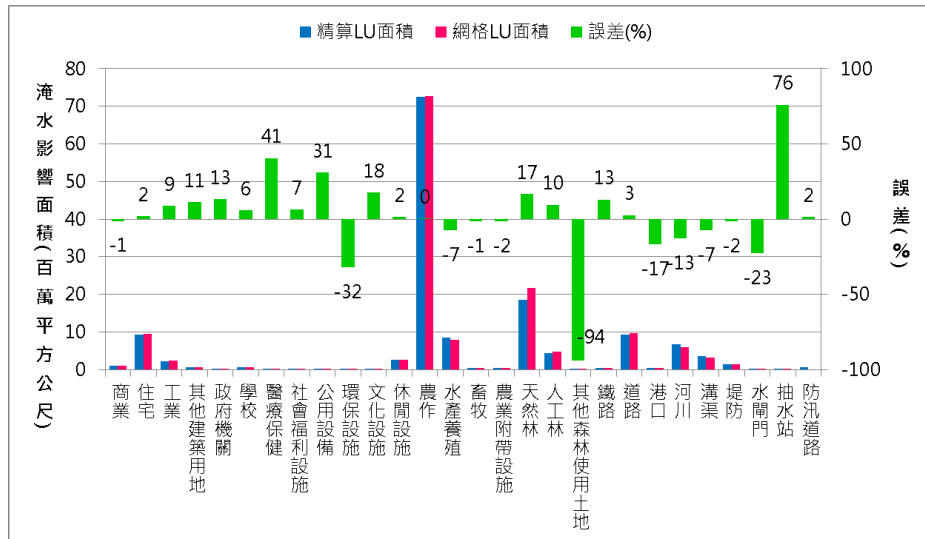


圖 21 淹水梅姬颱風期間，淹水物理模式模擬宜蘭縣淹水區域之各主要類別之土地利用總面積（藍色）與網格化土地利用資料總面積（桃紅色）與兩者誤差之百分比（綠色）

2.2.3 戶數網格化資料處理

為了快速推算淹水區域中的受影響戶數，本計畫亦將戶數資料進行網格化處理，比照土地利用資料，將戶數資料同樣製作成 5 公尺 x 5 公尺解析度的網格化資訊（示意圖如圖 22）。本計畫使用的戶數資料，是本中心社會經濟組利用內政部 2011~2012 年之國土資訊系統門牌號碼資料加值而成之戶數統計資料。為方便存取應用，網格化戶數資料的輸出與網格化土地利用資料相同，以 40 公里網格為單位，各網格中 5 公尺解析度（總計 8000 筆 x 8000 筆）的戶數輸出為 ASCII 檔案，另外也製作成全台 binary 檔案。

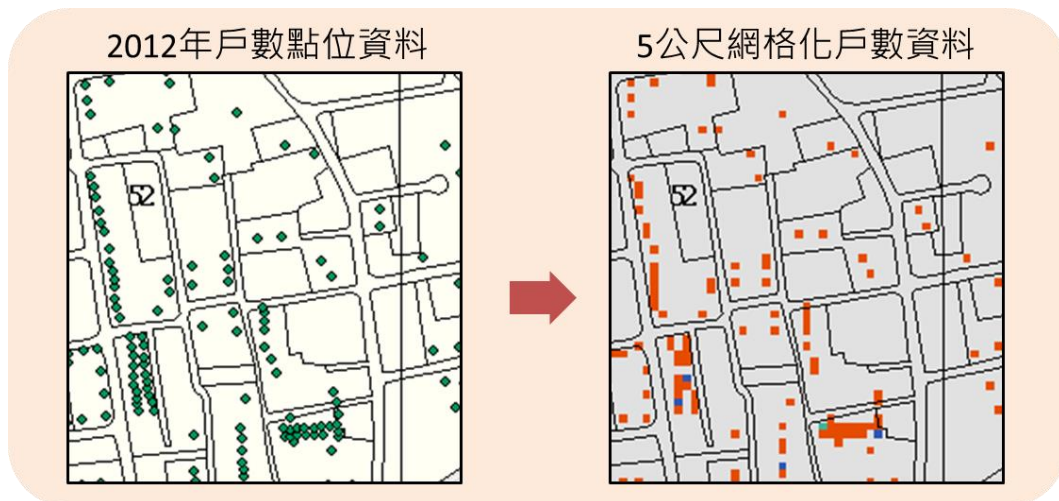


圖 22 網格化戶數資料處理示意圖

2.2.4 網格化資料應用

本研究已完成全台戶數與土地利用 5 公尺 × 5 公尺解析度的網格化資料建置，透過該資料可進行災害衝擊研究，並於應變期間快速提供衝擊情境之統計結果。以颱風應變作業為例，災害衝擊評估流程可如圖 23，當取得颱風路徑與定量降雨預測結果，即立即進行透過淹水物理模式進行淹水境況模擬，並藉以網格化土地利用資料為基礎的淹水損失速算模組進行淹水土地類型統計，分析淹水可能影響的土地利用情形，評估可能的產業衝擊，並掌握可能的淹水影響戶口數，以提出針對該地區的綜合性防災建議事項，減少颱風災害衝擊。

應用範例-颱洪災害應變之災害衝擊評估

依據颱風預報與模擬情境，快速運算淹水造成的土地與產業衝擊，以協助提供針對各產業衝擊之建議事項

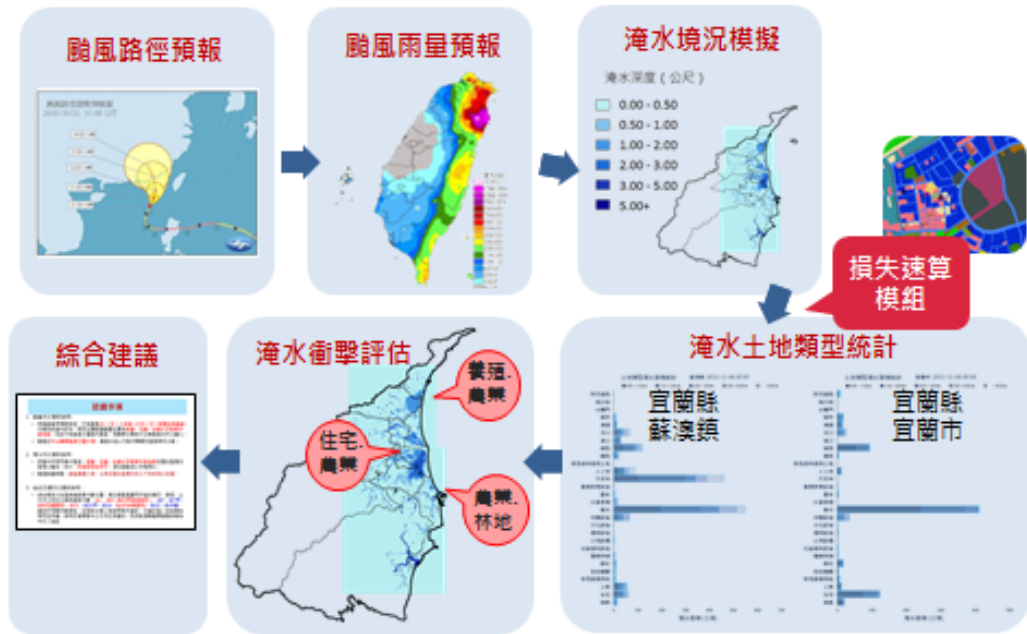


圖 23 颱洪災害應變之災害衝擊評估流程範例

第三章 全國鄉鎮區災害降雨特性研究

3.1 全國鄉鎮區災害性降雨分析

周仲島（2009）研究在極端降雨颱風事件的發生頻率與氣候變遷的關係時，提出六個衡量極端降雨事件的降雨指標。分別是『最大總雨量、颱風整場平均降雨、前五大降雨量平均、最大時雨量、最大 6 小時延時雨量及最大 24 小時延時雨量』等六種。在台灣過去的災害事件分析與災害經驗中，不同延時的極端強降雨事件，往往也與淹水、崩塌、土石流等災害的發生息息相關。然而，不論是周(2009)的研究或是災害事件的分析結果，多是以個案的角度進行分析。個案的分析固然重要，但終究數量有限。針對較小區域尺度的分析，更是付之闕如。對於防災工作最基層且重要的推動者-鄉鎮區公所而言，什麼樣的天氣類型發生時，災害發生頻率較高。是推動防災相關作為前，亟欲了解的問題。

本項分析採用中央氣象局 1992 至 2012 年的測站雨量資料，但由於每個測站的建站年份不同，資料長度也不一。雖然中央氣象局積極推動鄉鎮預報工作，但在現階段下，因雨量站分布密度問題，每個鄉鎮仍不一定有其對應參考的測站。為解決資料長度，以及滿足全台每個鄉鎮皆有雨量資料的需求，故本研究將 1992~2012 年的測站時雨量資料進行客觀分析，解析度採用與 QPESUMS 系統相同。透過上述方

法，只須建立全台鄉鎮對應之網格，即可快速分析出該鄉鎮之雨量值。因此，本專案參考過去之研究與防災經驗，針對全國各鄉鎮區過去 21 年(1992 至 2012)內，各延時(1、3、6、12、24 小時)降雨排序進行分析。並嘗試建立各鄉鎮歷史前 20 大降雨事件。並針對此 20 場事件進行個案類型統計與分析，製作成鄉鎮可能致災的天氣類型事件簿與資料庫。此分析結果除可提供鄉鎮區了解過去致災的降雨類型與特性外，也可做為未來使用實際降雨於鄉鎮最大淹水境況模擬之參考。

3.1.1 天氣型態分類

由前文敘述可知，除了鄉鎮各延時的降雨排序外，導致這些降雨的天氣型態分類也是本分析的重點項目。因此，在分析每個鄉鎮區的致災天氣類型前，首先需要進行台灣地區容易發生強降雨天氣類型的分類。我們針對不同延時的雨量制定門檻值(例如：1hr/50mm；3hr/130mm...等)，挑選 1992~2012 年間超過門檻值的事件時間。針對所有被挑選的事件，搭配當日天氣圖、雲圖、雷達圖、雨量圖等，分析其天氣型態，建立不同延時強降雨天氣事件的事件簿。本研究將所有的事件的天氣類型分類為：颱風、共伴、梅雨、西南氣流、鋒面、春季降雨、夏季降雨、秋季降雨、東北季風等。以下就每種天氣類型的定義進行說明：

熱帶氣旋(TC)：指因熱帶氣旋引發之降雨事件，例如：TD、颱風

等。

低壓(L)：因低壓環流引發之降雨事件。

梅雨(MY)：5~6 月由鋒面引發之降雨事件。

共伴：颱風或低壓未直接影響台灣，渦旋環流與東北季風或鋒面交互作用引發的降雨事件。

西南氣流(SW)：台灣附近盛行西南風環境下，引發之降雨事件。

鋒面(F)：地面天氣圖上台灣受鋒面影響下之降雨事件。

東北季風(NE)：受東北風影響下產生之降雨事件。

春季降雨：無明顯天氣系統影響下，在 3-5 月間發生之降雨事件。

夏季降雨：無明顯天氣系統影響下，在 6-8 月間發生之降雨事件。

如：午後雷陣雨。

秋季降雨：無明顯天氣系統影響下，在 9-11 月間發生之降雨事件。

冬季降雨：無明顯天氣系統影響下，在 12-2 月間發生之降雨事件。

透過計算每個鄉鎮的降雨排序與每筆降雨的發生時間，與上述的強降雨天氣類型事件簿進行比對。即可建立每個鄉鎮各延時的強降雨天氣類型，而後進行鄉鎮尺度之災害性降雨特性分析。

3.1.2 鄉鎮災害性降雨特性分析結果

針對台灣本島 19 個縣市 352 個鄉鎮區(澎湖、金門、馬祖由於資料客觀分析處理原因，暫未列入)，進行 5 個降雨延時強度的事件分析，分別為 1、3、6、12 與 24 小時。在此以台北市為例，進行分析結果說明。

(1) 各延時最大與平均雨量分析

表 4-表 8 的表格內容為以縣市之角度，分析縣市內各鄉鎮區 1992-2012 年 5 種延時雨量(1、3、6、12、24 小時)最大降雨值、最大降雨天氣類型、事件以及各區各延時前 20 名雨量平均值。其中，最大降雨係為了凸顯各鄉鎮區在各延時的極端降雨值與極端天氣事件。平均值則是作為該地區該延時劇烈降雨事件的參考值。此列表是以台北市為範例計算各區各延時的分析結果。其中表 4 為 1 小時歷史最大雨量，1 小時最大值約 75~200 毫米，北投區 201.5 毫米最高，大同區 75.2 毫米最低。天氣類型部分，由於 1 小時屬瞬時強降雨，許多種天氣型態都可能引發。從台北市的結果也可發現，以夏季降雨最多，颱風、秋天(秋季降雨)與冬天(東北季風)的個案都有發生。各區平均值約 55~80 毫米，其中以大同區 55 毫米最低，文山區 81 毫米最高。

3 小時降雨的部分(表 5)，各區最大值約 180~270 毫米不等，以南港最高，大同最低。天氣類型部分，與 1 小時相比夏季降雨的事件明顯減少，取而代之的則是納莉颱風。另一個重要事件則是 04 年 0911 西南氣流引發之豪雨。平均值的部分，約從 100 至 140 毫米不等，士林區約 142 毫米最高，大同區 99 毫米最低。

6 小時降雨的部分(表 6)，各區最大值約 285~440 毫米不等，以南港 436 毫米最高，大同區 285 毫米最低。天氣類型部分，則完全由納莉颱風與 0911 豪雨所刮佔，而這兩個事件也是過去北市著名的致災降雨事件。平均值的部分，平均約 135~220 毫米。最大為北投區 221 毫米，最低為大同區 136 毫米。

12 小時降雨(表 7)，各區最大值約 430~720 毫米不等，以南港 719 毫米最高，萬華區 433 毫米最低。天氣類型部分，一樣僅有颱風與西南氣流兩種類型，與 6 小時相比，多了 1997 年溫妮颱風。平均值的部分，平均約 190~350 毫米。最大為北投區 347 毫米，最低為萬華區 195 毫米。

24 小時降雨(表 8)，各區最大值約 580~830 毫米不等，以北投 828 毫米最高，萬華區 583 毫米最低。天氣類型部分，全數為颱風所造成，除內湖區為 2004 年艾利颱風造成的外，其餘皆為 2001 年納莉颱風所

造成。平均值的部分，平均約 250~500 毫米。最大為北投區 502 毫米，最低為萬華區 254 毫米。

圖 24 為台北市各區 5 各延時最大雨量與前 20 名平均雨量的分布圖。由圖 24 可歸納出，台北市以地理位置偏北、東以及南的行政區降雨量較大(如北投、士林、內湖、南港、文山等)，位居市中心及偏西的行政區雨量相對較低(如中山、大同、萬華等)。在最大值的分析上，因屬歷史上極端之個案，可能因為事件發生的位置而有所不同，但從前 20 名平均的角度來看，北市仍以北投、士林區的降雨最強。當然這與其地理位置及地形效應息息相關。此外，北市易引發極端降雨的天氣類型，在瞬時降雨上(1 小時)，各類的天氣型態皆可能引起，隨著時間拉長，天氣型態就集中在颱風、西南氣流等尺度較大的事件。甚至在 24 小時延時，12 各區全都由颱風事件所引起。

表 4 台北市各區歷史 1 小時最大雨量值，發生時間、天氣類型、事件名(僅標註颱風事件)以及各區前 20 名雨量平均值

鄉鎮名	雨量最大值	發生時間	天氣類型	事件	雨量前 20 名平均
北投區	202	20081021	秋季降雨		67
士林區	194	20081021	秋季降雨		67
內湖區	191	19960221	NE		75
中山區	96	20010917	TC	輕颱納莉，陸警	61
大同區	75	20010917	TC	輕颱納莉，陸警	55
松山區	129	19950603	夏季降雨		70
南港區	147	20040911	SW		75
中正區	91	19950603	夏季降雨		61

萬華區	85	20090812	夏季降雨	59
信義區	152	19950603	夏季降雨	74
大安區	189	19950603	夏季降雨	80
文山區	175	19950603	夏季降雨	81

表 5 台北市各區歷史 3 小時最大雨量值，發生時間、天氣類型、事件名(僅標註颱風事件)以及各區前 20 名雨量平均值

鄉鎮名	雨量最大值	發生時間	天氣類型	事件	雨量前 20 名平均
北投區	206	20010905	TC	TD	141
士林區	216	19960227	華南雲雨帶		142
內湖區	261	20040911	SW		125
中山區	193	20010917	TC	輕颱納莉，陸警	99
大同區	187	20010917	TC	輕颱納莉，陸警	99
松山區	213	20010917	TC	輕颱納莉，陸警	111
南港區	271	20040911	SW		129
中正區	197	20010917	TC	輕颱納莉，陸警	100
萬華區	189	20010917	TC	輕颱納莉，陸警	101
信義區	227	20010917	TC	輕颱納莉，陸警	115
大安區	215	20010917	TC	輕颱納莉，陸警	118
文山區	205	19990619	MY		132

表 6 台北市各區歷史 6 小時最大雨量值，發生時間、天氣類型、事件名(僅標註颱風事件)以及各區前 20 名雨量平均值

鄉鎮名	雨量最大值	發生時間	天氣類型	事件	雨量前 20 名平均
北投區	319.1	20010916	TC	輕颱納莉，陸警	221.2
士林區	297.4	20010916	TC	輕颱納莉，陸警	208.2
內湖區	418.2	20040911	SW		184.6
中山區	303.2	20010917	TC	輕颱納莉，陸警	144.8
大同區	285.2	20010917	TC	輕颱納莉，陸警	135.7
松山區	329.5	20010917	TC	輕颱納莉，陸警	163.1
南港區	436.4	20040911	SW		194.4
中正區	318.3	20010917	TC	輕颱納莉，陸警	142.5
萬華區	309.6	20010917	TC	輕颱納莉，陸警	141.6

信義區	379.2	20040911	SW		173.4
大安區	353.1	20010917	TC	輕颱納莉，陸警	160.3
文山區	322.7	20010917	TC	輕颱納莉，陸警	180.7

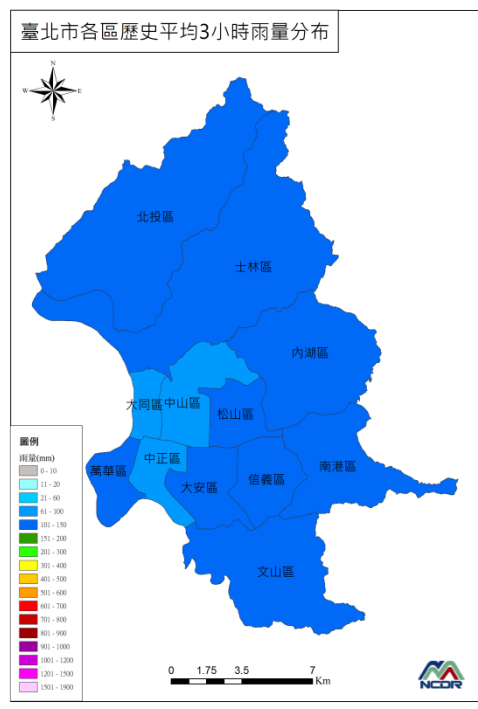
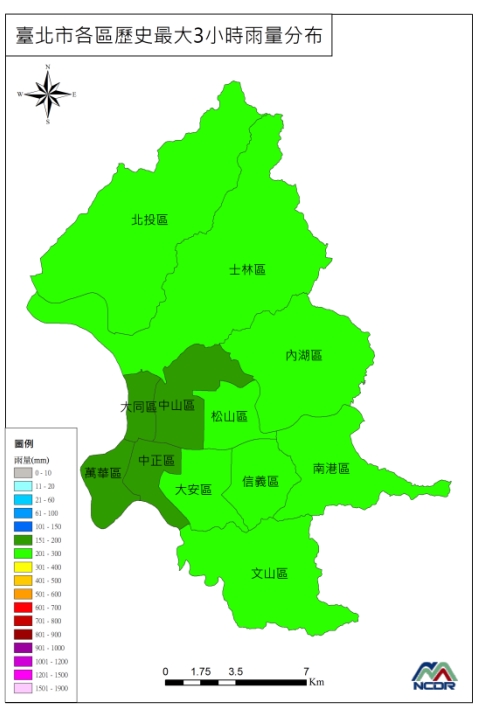
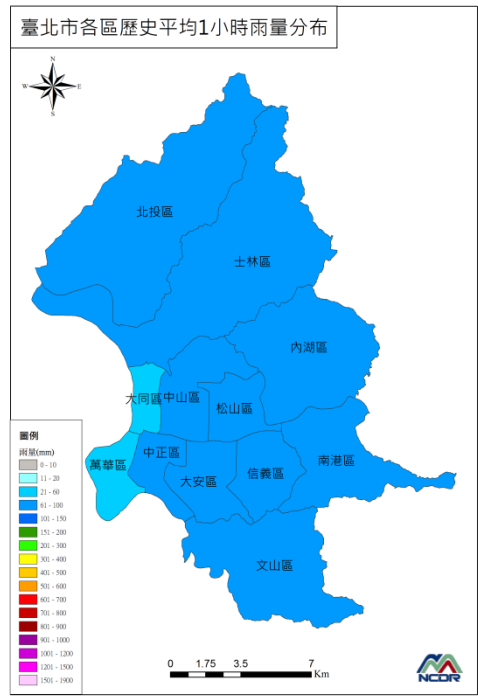
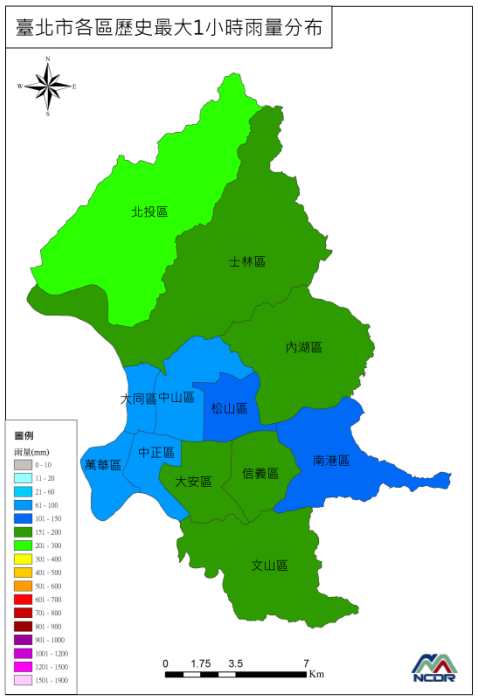
表 7 台北市各區歷史 12 小時最大雨量值，發生時間、天氣類型、事件名(僅標註颱風事件)以及各區前 20 名雨量平均值

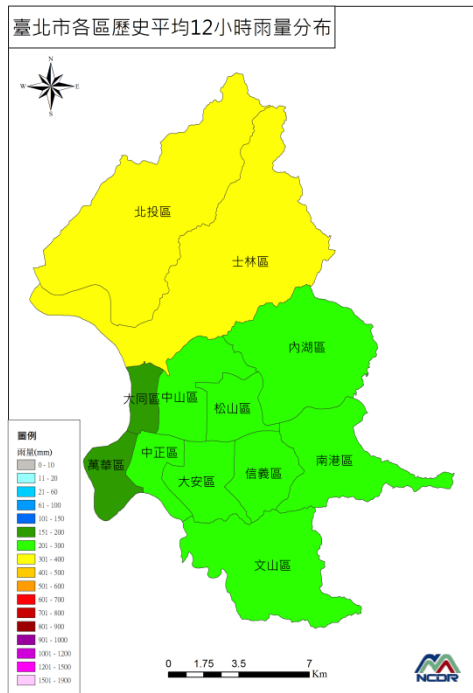
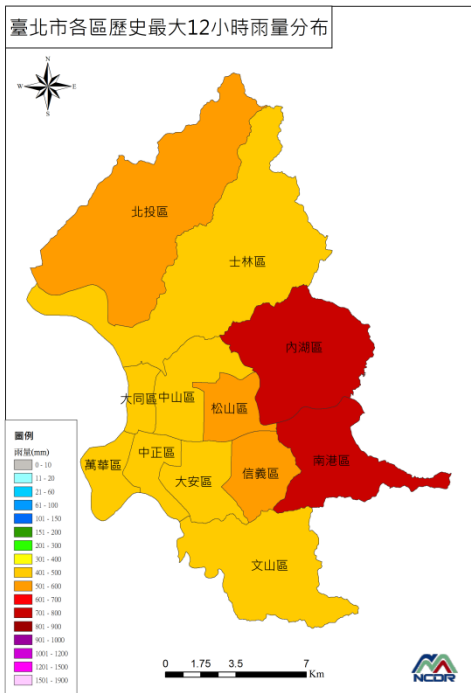
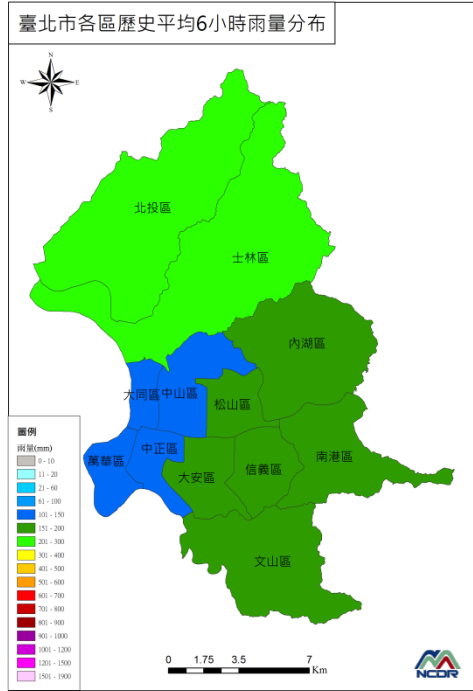
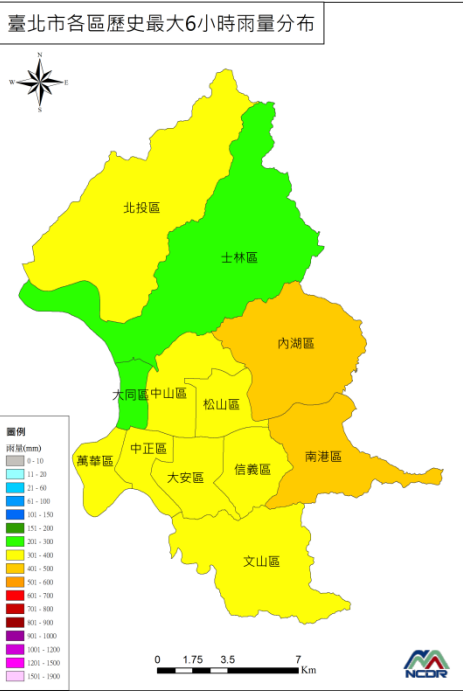
鄉鎮名	雨量最大值	發生時間	天氣類型	事件	雨量前 20 名平均
北投區	529	19970818	TC	中颱溫妮，陸警	347
士林區	498	19970818	TC	中颱溫妮，陸警	327
內湖區	707	20040910	SW		279
中山區	497	20010917	TC	輕颱納莉，陸警	215
大同區	435	20010917	TC	輕颱納莉，陸警	197
松山區	524	20010917	TC	輕颱納莉，陸警	234
南港區	719	20040911	SW		293
中正區	452	20010917	TC	輕颱納莉，陸警	204
萬華區	433	20010917	TC	輕颱納莉，陸警	195
信義區	592	20040911	SW		251
大安區	495	20010917	TC	輕颱納莉，陸警	228
文山區	460	20010917	TC	輕颱納莉，陸警	260

表 8 台北市各區歷史 24 小時最大雨量值，發生時間、天氣類型、事件名(僅標註颱風事件)以及各區前 20 名雨量平均值

鄉鎮名	雨量最大值	發生時間	天氣類型	事件	雨量前 20 名平均
北投區	828	20010916	TC	輕颱納莉，陸警	502
士林區	776	20010916	TC	輕颱納莉，陸警	472
內湖區	760	20040824	TC	艾利颱風陸警	358
中山區	694	20010916	TC	輕颱納莉，陸警	281
大同區	602	20010916	TC	輕颱納莉，陸警	256
松山區	738	20010916	TC	輕颱納莉，陸警	311
南港區	632	20010916	TC	輕颱納莉，陸警	271
中正區	773	20010916	TC	輕颱納莉，陸警	396
萬華區	583	20010916	TC	輕颱納莉，陸警	254

信義區	737	20010916	TC	輕颱納莉，陸警	333
大安區	691	20010916	TC	輕颱納莉，陸警	301
文山區	660	20010916	TC	輕颱納莉，陸警	349





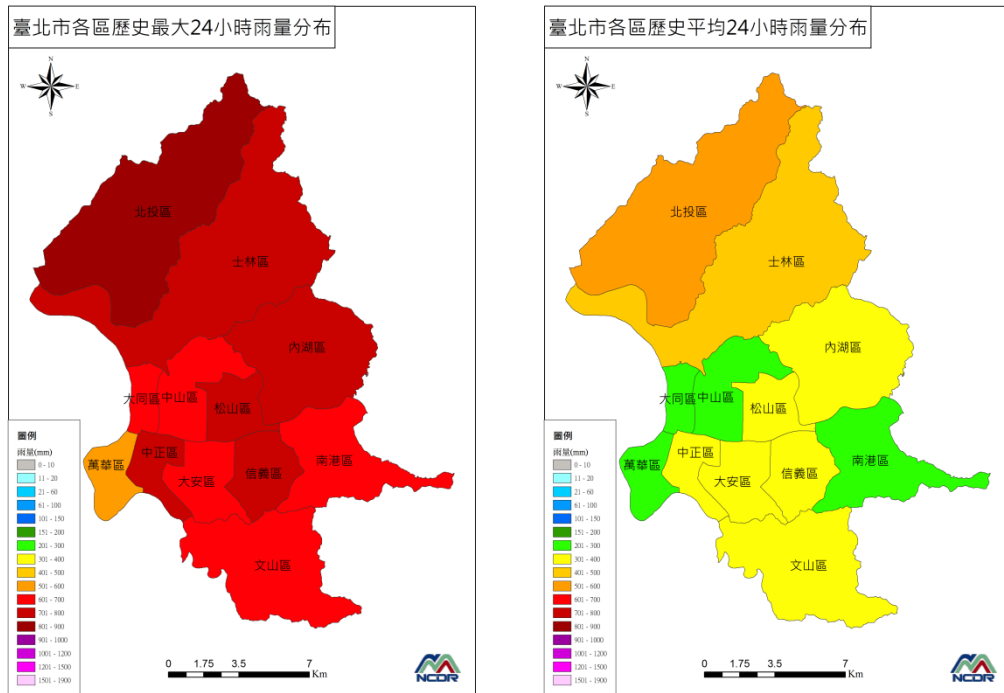


圖 24 台北市各區各延時最大雨量值(左欄)、前 20 名雨量平均值(右欄)分布圖

(2) 天氣型態特性分析

前文以縣市為觀點，分析了以台北為範例之各區各延時最大降雨值、前 20 名平均值的分布範圍與地理分布特性，以及描述引發各區各延時該極端降雨的天氣類型、事件等，但各區各延時最大值畢竟屬於相當極端降雨事件。本節分析項目同樣以縣市為觀點，以各區前 20 名雨量值的天氣類型、事件為本，探討主要在台北市引起各延時強雨的天氣型態特性。

續同樣以台北市為例，分析各區各延時前 20 名雨量事件，天氣型態統計結果。1 小時的強降雨天氣型態以夏季降雨 29% 佔比最高、

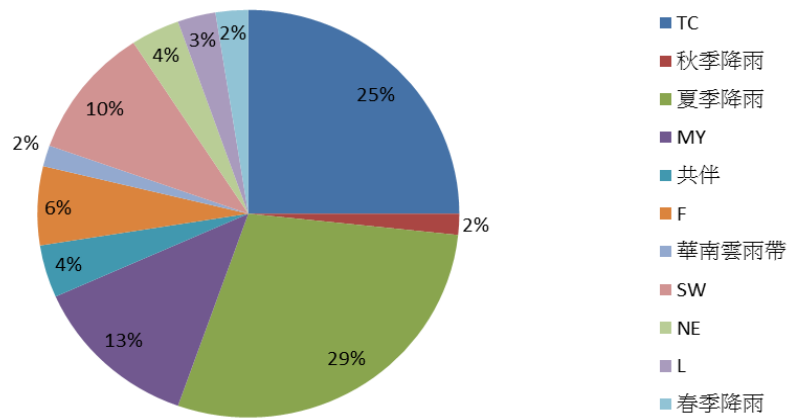
其次為熱帶氣旋(TC)25%以及梅雨(MY)13%；3小時天氣型態則轉以熱帶氣旋(TC)37%佔比最高、依序為梅雨(MY)與夏季降雨同為18%，此外，共伴事件所佔的比例也增加；6小時的天氣型態同樣以熱帶氣旋(TC)佔比達到1/2最高、依序梅雨(MY)17%、共伴15%，在此延時分析結果，共伴事件佔比大幅增加，夏季降雨的事件佔比則明顯減低；12小時熱帶氣旋(TC)佔比超過50%達62%、共伴15%成為第2名、梅雨(MY)13%；24小時熱帶氣旋(TC)佔比72%、共伴12%，兩者達所有佔比近85%，其餘天氣事件則都未達10%。

由上述分析發現，台北市短延時的強降雨天氣型態以夏季降雨、熱帶氣旋、梅雨為主；長延時的降雨則以熱帶氣旋、共伴、梅雨為主。當延時越長，熱帶氣旋與共伴的佔比就越高。

透過續的分析，明顯呈現出熱帶氣旋為台灣發生強降雨相當重要的天氣類型。而熱帶氣旋的侵襲路徑，更是研判其降雨位置的重要因子之一。續則是將各延時天氣型態為熱帶氣旋且為颱風事件(以去除該延時中重複出現之個案)的路徑分析結果。整體而言，易在北市降下強降雨的颱風以路徑2最多、路徑6次之。隨著延時拉長，路徑1跟路徑3個案增多。其中特殊路徑的颱風則是納莉颱風。另外，一個值得注意的是路徑9的個案，除在此統計表內的個案外，北市定義為

共伴天氣型態之強降雨事件，多數也與路徑9之颱風有關。表 9-表 13 則是羅列台北市各延時前 20 名事件中之颱風個案列表，可做為查找比對之用。

台北市各區1小時雨量前20名天氣類型統計



台北市各區3小時雨量前20名天氣類型統計

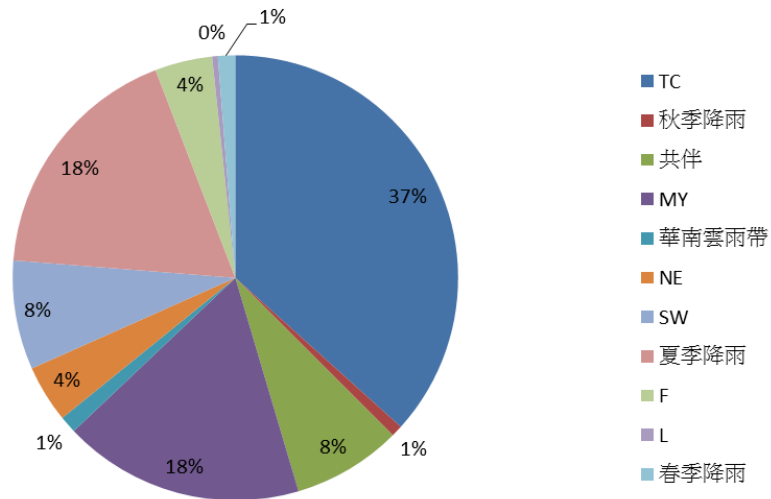
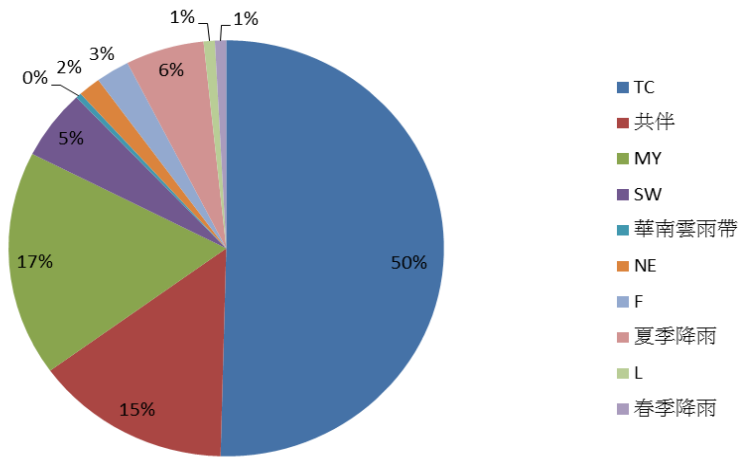
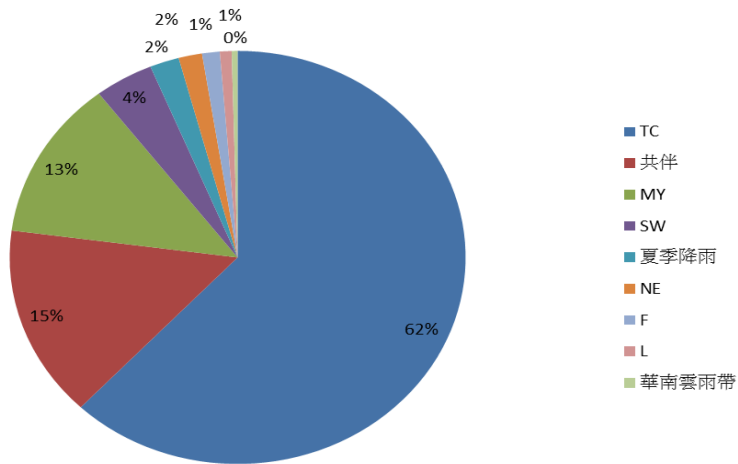


圖 25 台北市各區 5 種延時降雨量前 20 名天氣類型統計結果

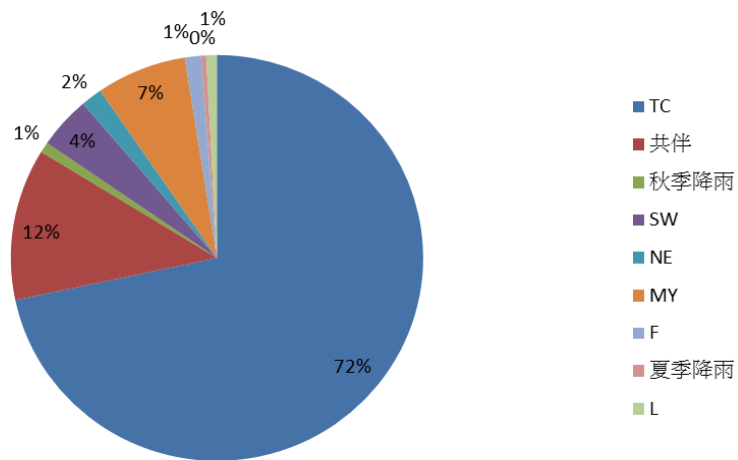
台北市各區6小時雨量前20名天氣類型統計



台北市各區12小時雨量前20名天氣類型統計



台北市各區24小時雨量前20名天氣類型統計



續圖 25 台北市各區 5 種延時降雨量前 20 名天氣類型統計結果

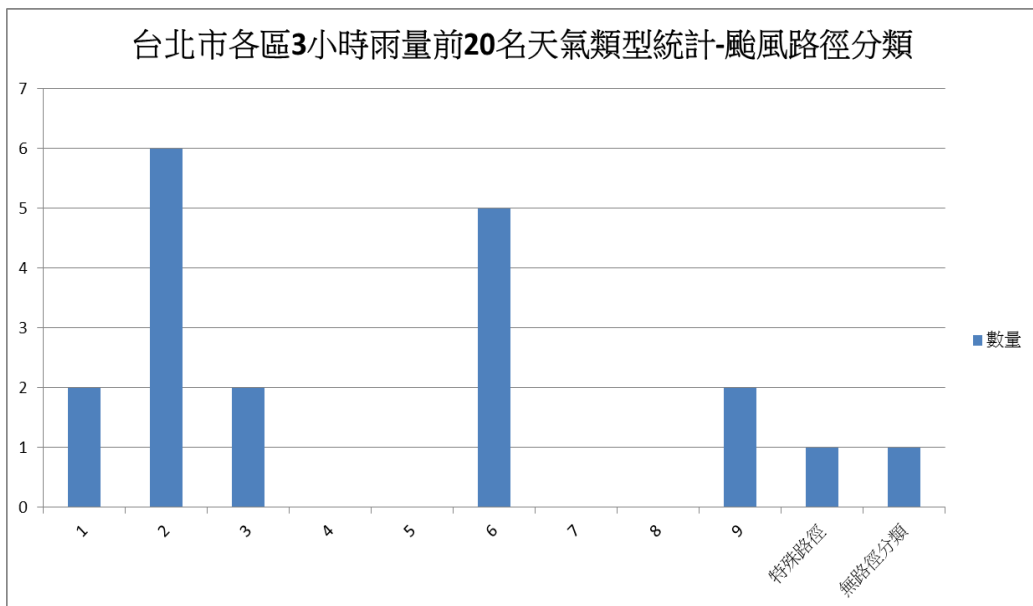
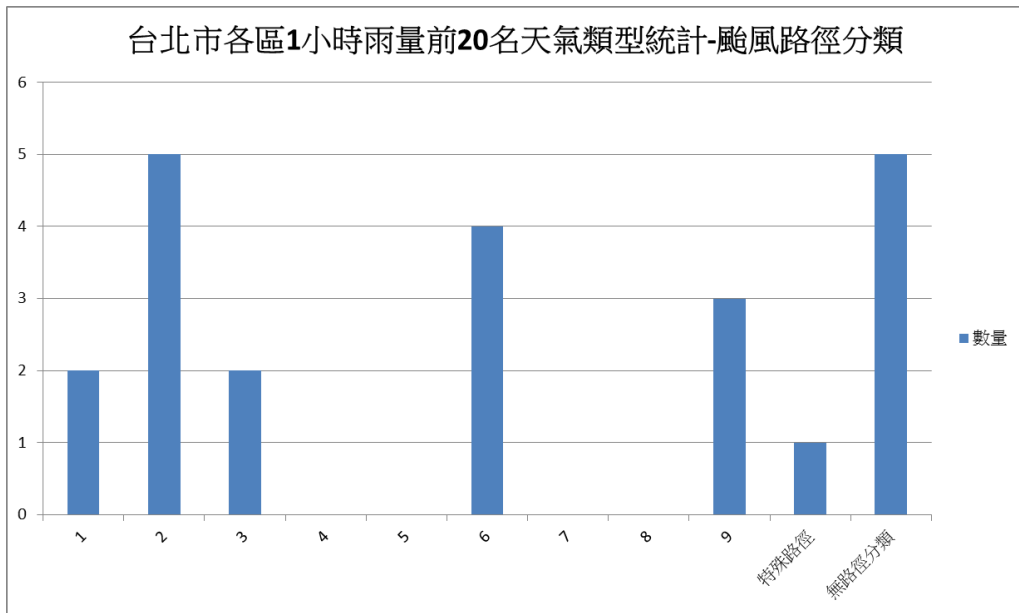
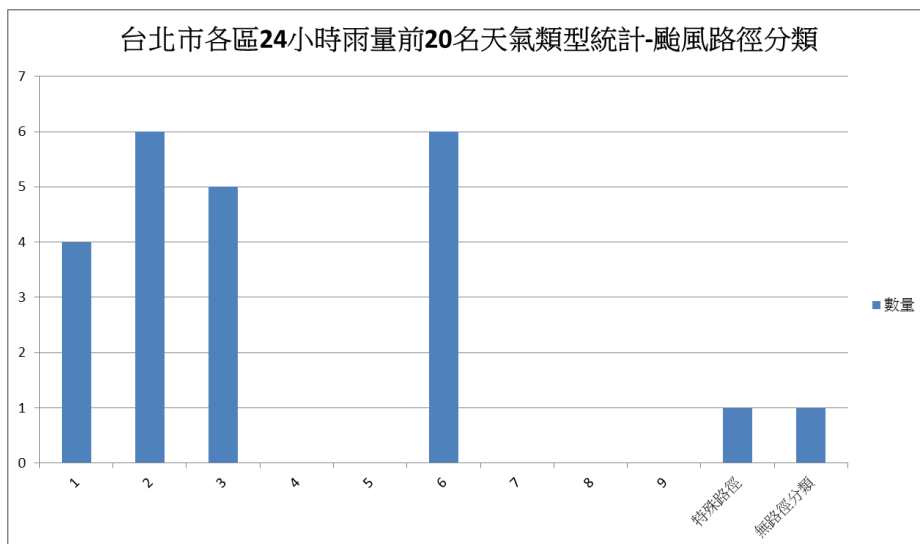
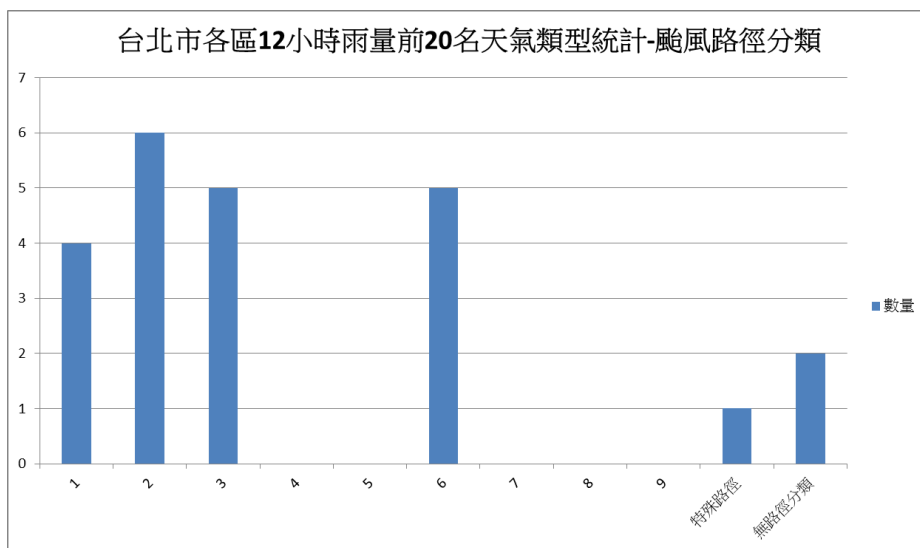
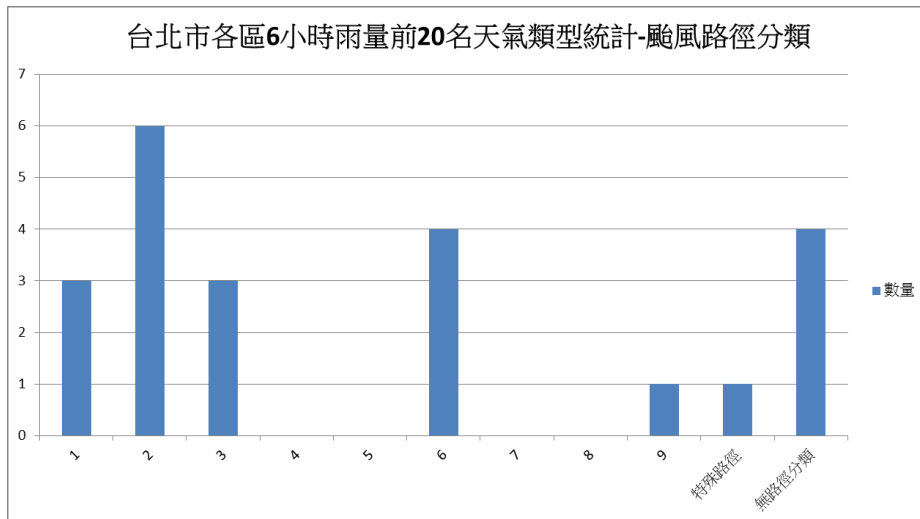


圖 26 台北市各區 5 各延時前 20 名降雨事件颱風路徑分類結果。本統計結果以去除各區同延時重複之颱風



續圖 26 台北市各區 5 各延時前 20 名降雨事件颱風路徑分類結果。本統計結果以去除各區同延時重複之颱風

表 9 台北市各區歷史 1 小時強降雨颱風事件。(颱風明後標註海上警報為僅發布海上警報之個案，未標註則為發布陸上警報之個案)

年分	颱風名	路徑	強度
1997	溫妮颱風	1	中度
2004	艾利颱風	1	中度
1994	葛拉絲颱風	2	中度
1996	賀伯颱風	2	強烈
2007	柯羅莎颱風	2	強烈
2008	辛樂克颱風	2	強烈
2008	薔蜜颱風	2	強烈
2012	蘇拉颱風	2	中度
1994	提姆颱風	3	強烈
2005	泰利颱風	3	強烈
1992	泰德颱風	6	輕度
1994	席斯颱風	6	強烈
1998	瑞伯颱風+鋒面共伴	6	強烈
2000	象神颱風	6	中度
1998	妮蔻兒颱風	9	輕度
2002	娜克莉颱風	9	輕度
2006	珍珠颱風	9	中度
2001	納莉颱風	特殊路徑	輕度
2002	雷馬遜颱風(海上警報)	無路徑分類	中度
2004	蘭寧颱風	無路徑分類	輕度
2004	梅姬颱風(無警報)	無路徑分類	中度
2006	艾維尼颱風	無路徑分類	中度

表 10 台北市各區歷史 3 小時強降雨颱風事件

年分	颱風名	路徑	強度
1997	溫妮颱風	1	中度
2004	艾利颱風	1	中度
1994	葛拉絲颱風	2	中度
1996	賀伯颱風	2	強烈
2007	柯羅莎颱風	2	強烈
2008	辛樂克颱風	2	強烈

2008	蕃蜜颱風	2	強烈
2012	蘇拉颱風	2	中度
2005	泰利颱風	3	強烈
2005	海棠颱風	3	強烈
1994	席斯颱風	6	強烈
1998	楊妮颱風	6	輕度
1998	瑞伯颱風+鋒面共伴	6	強烈
2000	象神颱風	6	中度
2004	納坦颱風+共伴	6	中度
1998	妮蔻兒颱風	9	輕度
2006	珍珠颱風	9	中度
2001	納莉颱風	特殊路徑	中度
2004	米雷颱風(海上警報)	無路徑分類	中度

表 11 台北市各區歷史 6 小時強降雨颱風事件

年分	颱風名	路徑	強度
1997	溫妮颱風	1	中度
2004	艾利颱風	1	中度
2005	馬莎颱風	1	中度
1994	葛拉絲颱風	2	中度
1996	賀伯颱風	2	強烈
2007	柯羅莎颱風	2	強烈
2008	蕃蜜颱風	2	強烈
2008	辛樂克颱風	2	強烈
2012	蘇拉颱風	2	中度
1994	提姆颱風	3	強烈
2005	海棠颱風	3	強烈
2005	泰利颱風	3	強烈
1998	楊妮颱風	6	輕度
1998	瑞伯颱風+鋒面共伴	6	強烈
2000	象神颱風	6	中度
2004	納坦颱風+共伴	6	中度
1998	妮蔻兒颱風	9	輕度
2001	納莉颱風	特殊路徑	中度
2002	雷馬遜颱風(海上警報)	無路徑分類	中度
2004	米雷颱風(海上警報)	無路徑分類	中度

2010	南修颱風	無路徑分類	輕度
------	------	-------	----

表 12 台北市各區歷史 12 小時強降雨颱風事件

年份	颱風	路徑	強度
1994	弗雷特颱風	1	強烈
1997	溫妮颱風	1	中度
2004	艾利颱風	1	中度
2005	馬莎颱風	1	中度
1994	葛拉絲颱風	2	中度
1996	賀伯颱風	2	強烈
2007	柯羅莎颱風	2	強烈
2008	辛樂克颱風	2	強烈
2008	薔蜜颱風	2	強烈
2012	蘇拉颱風	2	中度
1992	寶莉颱風	3	輕度
1994	提姆颱風	3	強烈
1997	安珀颱風	3	中度
2005	泰利颱風	3	強烈
2005	海棠颱風	3	強烈
1994	席斯颱風	6	強烈
1998	楊妮颱風	6	輕度
1998	瑞伯颱風+鋒面共伴	6	強烈
2000	象神颱風	6	中度
2004	納坦颱風+共伴	6	中度
2001	納莉颱風	特殊路徑	中度
2004	米雷颱風	無路徑分類	中度
2010	南修颱風	無路徑分類	輕度

表 13 台北市各區歷史 24 小時強降雨颱風事件

年份	颱風	路徑	強度
1997	溫妮颱風	1	中度
2004	艾利颱風	1	中度
2005	馬莎颱風	1	中度

2007	韋帕颱風	1	中度
1994	葛拉絲颱風	2	中度
1996	賀伯颱風	2	強烈
2007	柯羅莎颱風	2	強烈
2008	辛樂克颱風	2	強烈
2008	薔蜜颱風	2	強烈
2012	蘇拉颱風	2	中度
1992	寶莉颱風	3	輕度
1994	提姆颱風	3	強烈
1997	安珀颱風	3	中度
2005	泰利颱風	3	強烈
2005	海棠颱風	3	強烈
1994	席斯颱風	6	強烈
1994	道格颱風	6	強烈
1998	楊妮颱風	6	輕度
1998	瑞伯颱風+鋒面共伴	6	強烈
2000	象神颱風	6	中度
2004	納坦颱風+共伴	6	中度
2001	納莉颱風	特殊路徑	中度
2010	南修颱風	無路徑分類	輕度

(3) 鄉鎮降雨分析

上述的分析是針對整各縣市進行綜觀的整理與分析，可以快速整理出主要事件的特性。本專案同樣提供每個行政區的個別分析結果，透過同一鄉鎮區不同延時，即可快速查找各行政區過去歷史上各延時的前 20 名降雨值與其對應的事件。表 14 為台北市南港區 24 小時的結果範例，由表列內容分析，南港區歷史上 24 小時強降雨事件前 20 名約從 250~770 毫米，前 3 名都達 700 毫米以上。天氣類型以颱風或颱風/低壓共伴為主。

表 14 台北市南港區 24 小時降雨強度前 20 名事件

雨量	日期	時間	天氣類型	個案	強度	路徑	颱風編號
773	20010916	14	TC	輕颱納莉，陸警	中度	特殊	0116
764	20040910	23	SW				
760	20040824	16	TC	艾利颱風陸警	中度	1	0417
497	19981015	15	TC	中颱瑞伯 ZEB 陸警，鋒面共伴	強烈	6	9810
495	20001031	19	TC	中颱象神陸警	中度	6	0020
368	20120611	17	MY	無			
368	20120801	15	TC	蘇拉颱風	中度	2	1209
323	20080914	11	TC	辛樂克陸警	強烈	2	0813
322	19970817	23	TC	溫妮颱風	中度	1	9714
322	19940831	23	TC	葛拉絲颱風	中度	2	9416
318	20071006	7	TC	柯羅莎颱風陸警	強烈	2	0715
316	20080928	6	TC	蕃蜜颱風陸警	強烈	2	0815
312	20120914	10	共伴	三巴颱風外圍環流及東北季風			
302	20101020	23	共伴	中颱梅姬共伴	中度	9	1013
297	19981025	0	共伴	南海中颱芭比絲 BABS 共伴	中度	9	9812
293	20050717	15	TC	海棠陸警	強烈	3	0505
287	20050831	18	TC	泰利颱風陸警	強烈	3	0513
283	19960731	3	TC	強颱賀伯 HERB，陸警	強烈	2	9608
259	20100923	19	NE				
257	20041024	15	TC	納坦颱風	中度	6	424

參考文獻

- 100 年台北市新北市「易致災區域脆弱性因子」之調查與分析期末報告。
- 100 年桃竹苗縣易致災區域脆弱性因子調查與分析期末報告。
- 101 年雲嘉縣易致災環境調查與評估期末報告。
- 101 年台南市易致災環境調查與評估期末報告。
- Jiun-Huei Jang, Pao-Shan Yu, Sen-Hai Yeh, Jin-Cheng Fu and Cheng-Jia Huang.
(2011) A probabilistic model for real-time flood warning based on deterministic flood inundation mapping. *Hydrological Processes*, **26(7)**, 1079–1089.
- 林沛練、于宜強、李宗融、龔楚嫻、王安翔、林又青、王俞婷、傅鑣漩、葉森海、陳怡臻、黃泰霖、張志新、張駿暉（2013）。颱風災害規模研究。國家災害防救科技中心，NCDR 101-T21。
- 李欣輯、陳怡臻、郭玫君（2013）。台灣颱風災損評估系統之建置與應用。農業工程學報，**Vo59(4)**，42-55。
- 周仲島、陳永明，2009：台灣地區劇烈降雨與侵台颱風變異趨勢與辨識研究。氣候變遷對災害防治衝擊調適與因應策略整合研究報告。
- 黃成甲、許銘熙、陳彥宏（2014）。格網局部細化之淹水模式。臺灣水利，**62(1)**，1-12。