

# 颱風豪雨災害預警與情境分析

## Disaster warning and scenario analysis in Typhoons and Heavy Rainfall events

主管單位：國家災害防救科技中心

于宜強  
Yu, Yi-Chiang

李宗融  
Lee, Tsung-Jung

龔楚嫻  
Kung, Chu-Ying

國家災害防救科技中心

### 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。

**關鍵詞：**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.**

## 一、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。

## 二、災害規模推估研究

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。本研究參考林等（2013）研究，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。

### 2.1 全台各鄉鎮淹水災害規模推估方法建立

#### 2.1.1 淹水災害規模推估方法說明

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1。

方法一為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

TLAS計算淹水損失與影響家戶數，進而推估災害規模。其中，若要支援應變進行快速災損計算須建立TLAS格網化的快速計算模組，首先需建置格網化的土地利用資料，該項工作細節將於稍後進行說明。

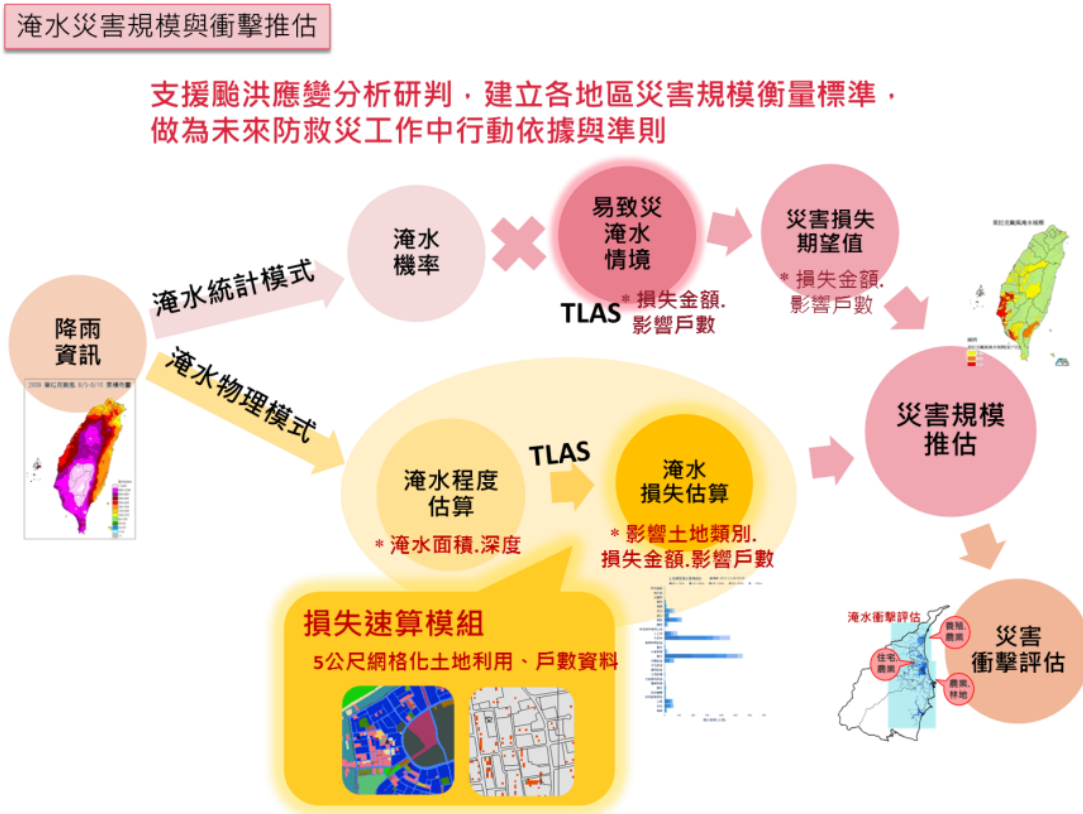


圖 1 淹水災害規模推估之流程。

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 $0.0125^{\circ} \times 0.0125^{\circ}$ 。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50%時，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，由本計畫「全國鄉鎮區災害規模衝擊分析」工作項目完成。

方法二使用黃等(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。

### 2.1.2 淹水災害規模推估方法驗證與比較

以梅姬颱風檢驗上述兩種方法所推算出的淹水災害規模之可用性，與林等（2013）所訂出之實際調查淹水災害規模（圖2 a~c）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2 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2 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，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。

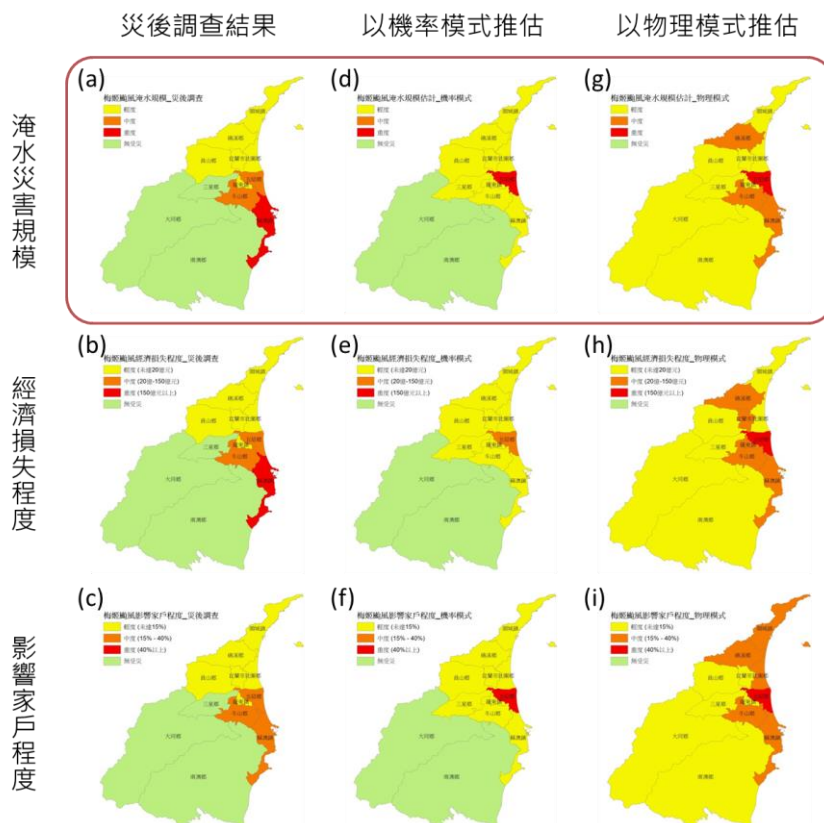


圖 2 梅姬颱風侵台期間宜蘭縣各鄉鎮之淹水災害規模、經濟損失程度與影響家戶程度分布圖，其中(a)~(c)為依據災後調查結果評估之結果，(d)~(f)、(g)~(i)則分別是以淹水機率模式與物理模式推估之結果。

## 2.2 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建置方法說明

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。為進行快速淹水規模推估，需建立TLAS網格化的快速計算模組，產製網格化的土地利用資料。

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。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。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，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。當同一個細網格中，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。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。

### 2.2.2 土地利用網格化資料驗證

比較原始的國土利用調查資料與網格化後的地利用資料兩者之間的差異，以了解後者的正確性。圖3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。

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4）。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。

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，藉由網格化土地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。

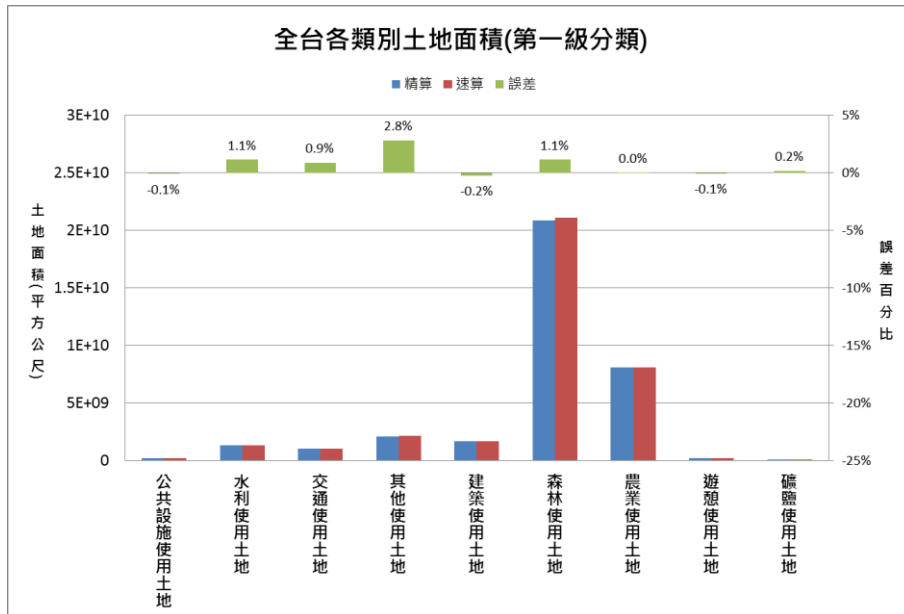


圖 3 全台九大類別之土地利用調查資料總面積（藍色）與網格化土地利用資料總面積（紅色）與兩者誤差百分比（綠色）。

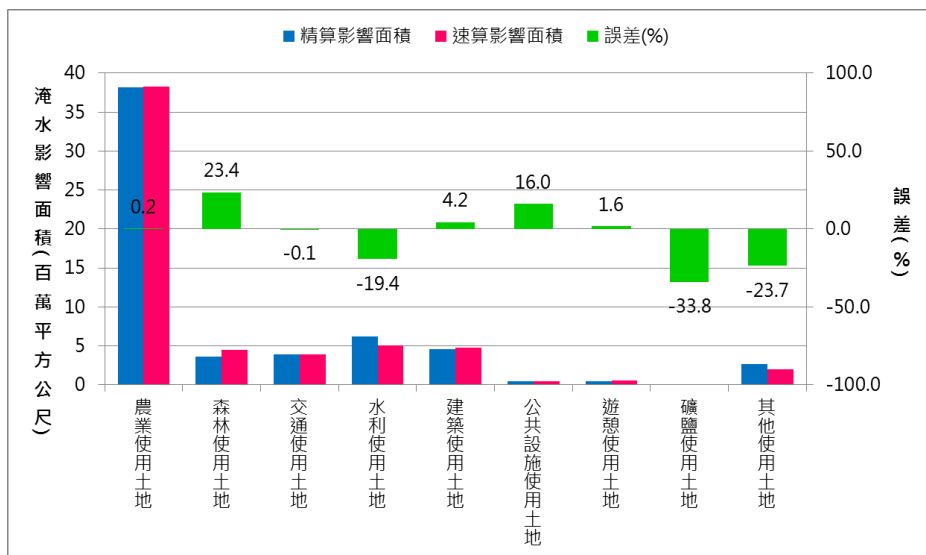


圖 4 淹水梅姬颱風期間，淹水物理模式模擬宜蘭縣淹水區域之各九大類別之土地利用總面積（藍色）與網格化土地利用資料總面積（桃紅色）與兩者誤差之百分比（綠色）。



### 三、全國鄉鎮區災害規模衝擊分析

#### 3.1 全國鄉鎮區災害性降雨研究

本項分析採用中央氣象局 1992 至 2012 年的測站雨量資料，為滿足全台每個鄉鎮皆有雨量資料的需求以及解決資料長度不一的問題。本研究將 1992~2012 年的測站時雨量資料進行客觀分析。此外，本專案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。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。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。

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 達 50mm；3hr 達 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...等圖資，分析其天氣型態，建立不同延時強降雨天氣事件的事件簿。本研究共將天氣類型分類為：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。透過每個鄉鎮的降雨排序與其發生時間，與上述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。

本專案已完成台灣本島 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)5 個延時的災害性降雨分析。以下以台北市為例，進行分析結果說明。

##### 3.1.1 各延時最大與平均雨量分析

本分析是以縣市之角度，分析縣市內各鄉鎮區 1992-2012 年各種延時雨量最大降雨值、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。其中表 1 是台北市各區 1 小時降雨之結果，圖 5 則是空間分布結果。其中北市各區歷史 1 小時降雨最大值約 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，以夏季降雨最多，颱風、秋天(秋季降雨)與冬天(東北季風)的個案也都有發生。透過不同延時的分析，即可了解各縣市歷史上各延時極端、劇烈降雨之空間、大小分布與造成這些事件的天氣類型特性的變化。



表 1 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

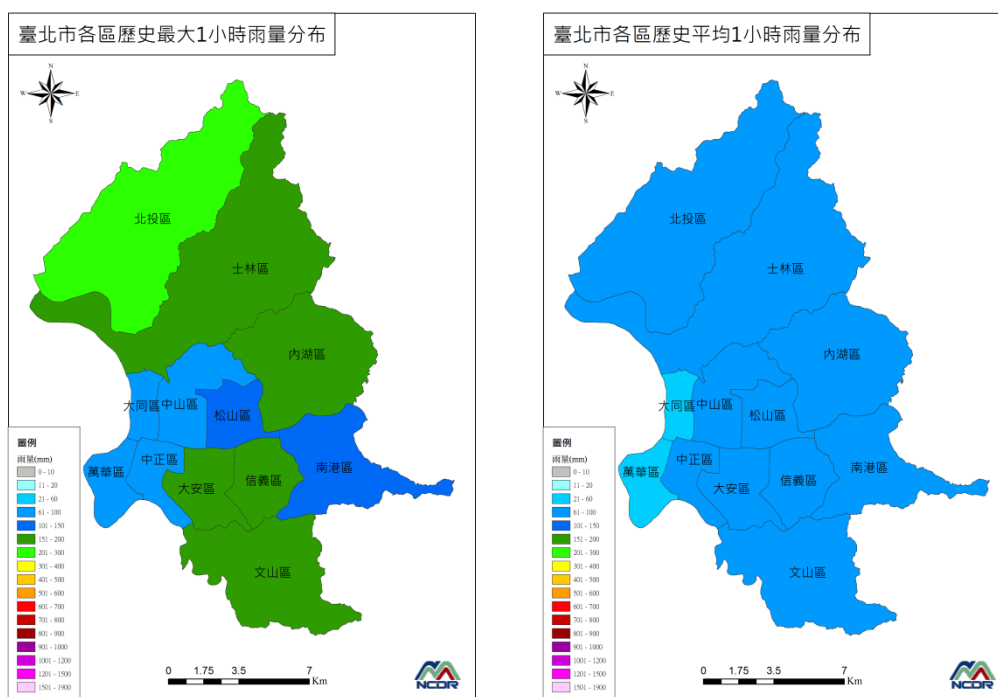


圖 5 台北市各區 1 小時時最大雨量值(左)、前 20 名雨量平均值(右)分布圖。

### 3.1.2 天氣型態分析

前文以台北市為範例分析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。

分析台北市各區各延時前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%(圖6)；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，熱帶氣旋與共伴所佔的比例就越高。

台北市各區1小時雨量前20名天氣類型統計

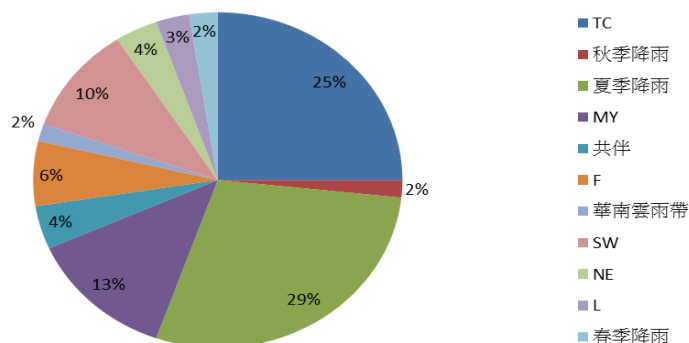


圖 6 台北市各區 1 小時延時降雨量前 20 名天氣類型統計結果。

透過上述分析，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。本專案同樣針對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)的路徑進行分析。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，台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。本專案同樣提供各縣市各延時前20名事件中之颱風個案列表，可做為查找比對之用。

### 3.2 全國 358 鄉鎮區最大淹水情境分析與設定

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，開發出臺灣颱風災損評估系統，英文名為Taiwan Typhoon Loss Assessment System(簡稱TLAS Taiwan)。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。

#### 3.2.1 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。淹水潛勢資料是使用不同強度之降雨，配合現地地形，進行淹水之模擬，模擬之淹水區域較大；易致災區域則是以現地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。評估後本專案採用易致災之調查資料進行TLAS的衝擊評估。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、平均淹水深以及淹水範圍，以供後續TLAS分析之用。

#### 3.2.2 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。使用前述建立之淹水資料中的最大淹水深，做為TLAS災損計算參數。本專案已完成台灣本島所有縣市之最大淹水災害衝擊評估，其中高雄市全市易致災淹水區之平均最大淹水深度為全台之冠，故以其結果為例，進行分析結果說明。

圖7為高雄市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%。易致災調查中高雄市總共有38個行政區，其中有31個行政區受到淹水影響。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，高雄市易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。圖8(a)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9 (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9 (b))。錯誤! 找不到參照來源。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8(b)與圖8(a)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，佔全市總面積約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結果做為參考。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。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。

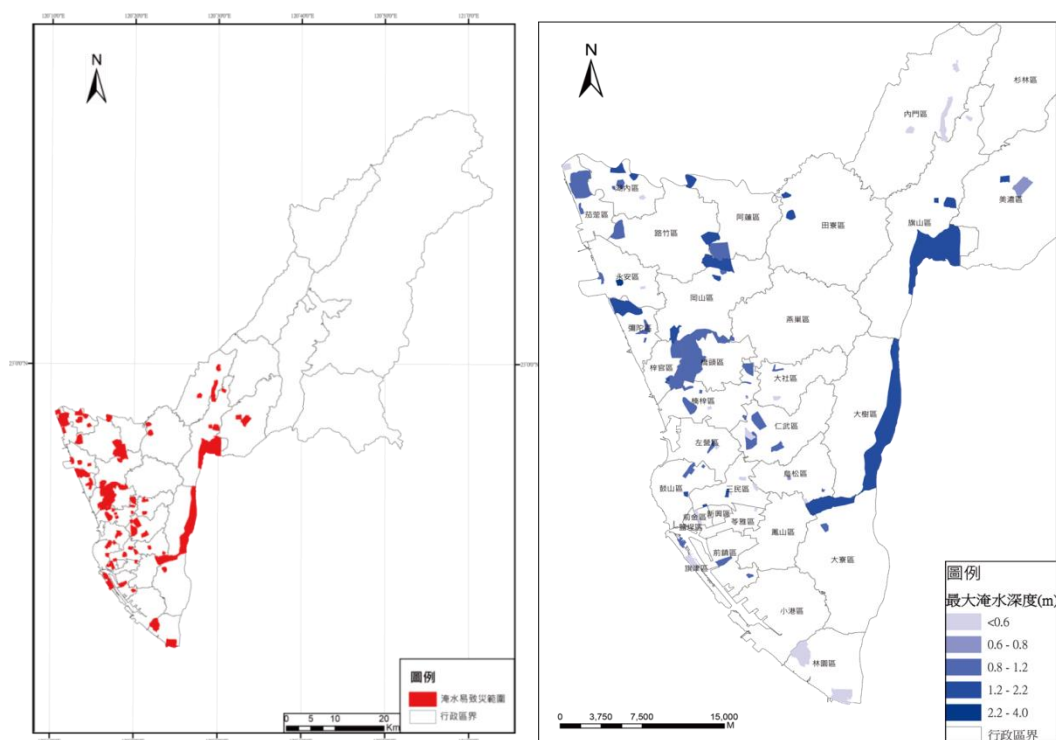


圖 7 高雄市(a)易淹水區分布圖與(b)相對應之淹水深度。

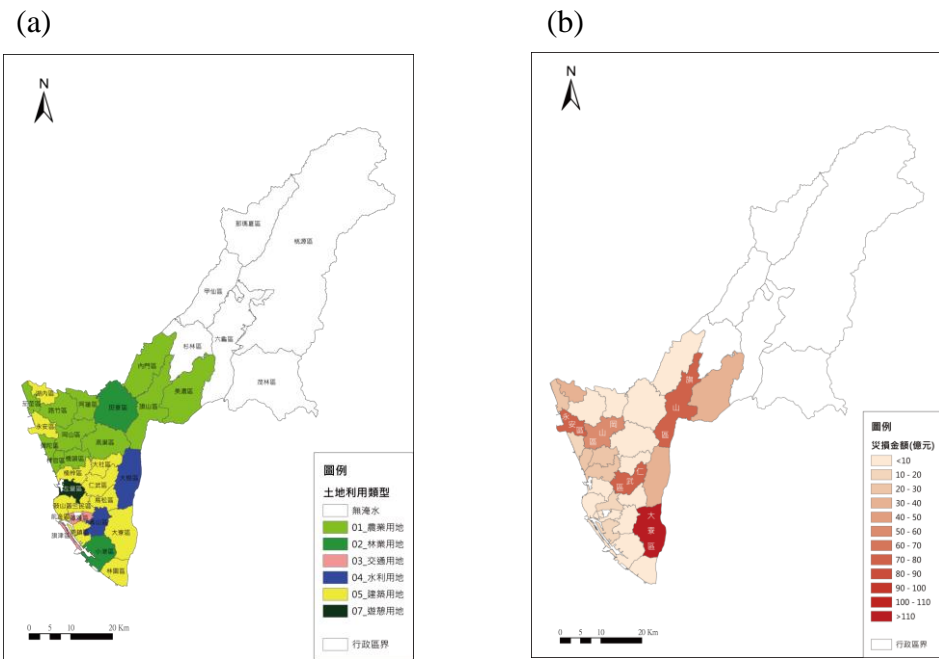


圖 8 高雄市各行政區(a)易淹水區主要土地利用類型與(b)災損金額評估結果。

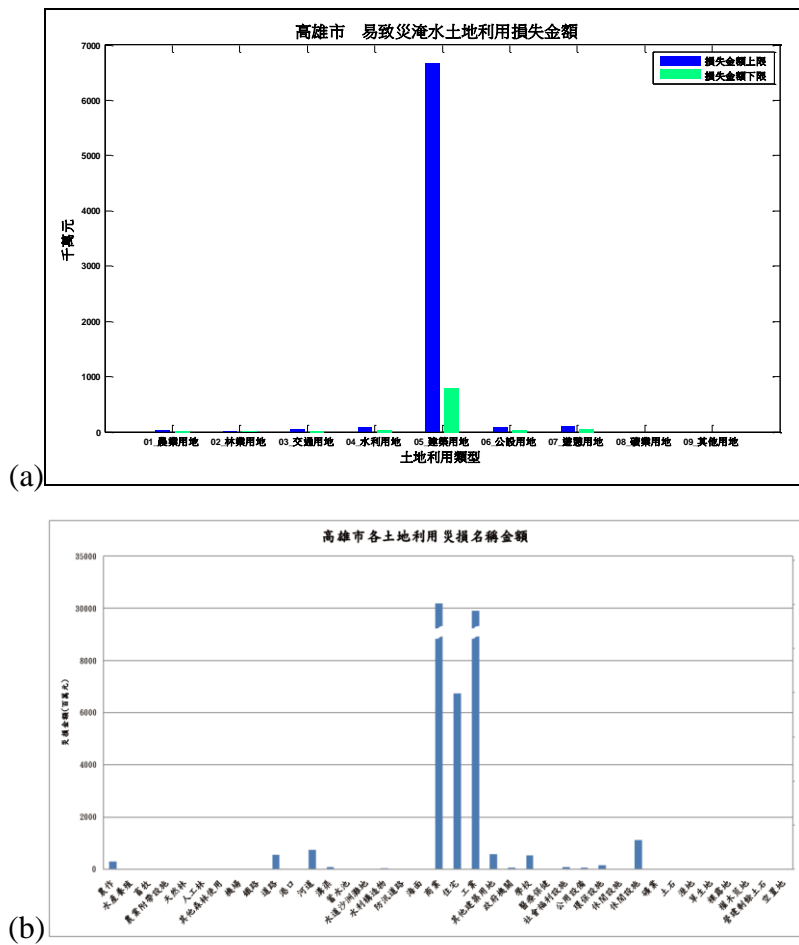


圖 9 (a)高雄市各土地利用類型災損金額評估結果與(b)各土地利用名稱災損金額評估結果。

#### 四、結論與建議

為支援颱風應變期間的分析研判任務，了解在某種災害的規模之下，區域遭受經濟損失、社會影響、關鍵設施之衝擊程度，本計畫進行淹水規模之推估研究，研究評估，透過NCDR現有的淹水統計模式與淹水物理模式的使用，可藉由兩種方式推估淹水規模：方法一為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NCDR社經組開發之臺灣颱風災損評估系統(Taiwan Typhoon Loss Assessment System，簡稱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，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，加值產製出各淹水區之歷史最大淹水深、平均淹水深以及淹水範圍，進而透過TLAS建立台灣本島所有縣市、鄉鎮之最大淹水災害情境之災害損失評估，以協助上述方法一之建置。本計畫亦針對最大淹水災害情境，進行初步之災害損失評估分析與圖資彙整。

以梅姬颱風個案評估兩淹水規模推估方法，結果顯示，方法一容易出現低估問題，可能是由於方法一使用易致災調查資料作為損失期望值，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，方法一在將網格淹水機率值轉換為村里淹水機率值的過程，將使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。至於方法二部分，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。

考量支援應變作業的時效性需求，若要使用方法二進行淹水規模推估，於應變期間快速提供衝擊情境之統計結果，需建立TLAS網格化的快速計算模組，產製網格化的土地利用資料。故本計畫新增工作項目，產製全台戶數與土地利用5公尺×5公尺解析度的網格化資料。比對網格化土地利用資料與原土地利用資料，兩者之各類別總面積誤差在2.8%以內。最重要的是，藉由網格化土地利用資料進行淹水面積速算，可提高TLAS的運算速率達百倍以上，因此，雖有網格化土地利用資料可能造成部分面積估算誤差，但考量其運算效率，網格化土地利用資料可用度相當高。

網格化土地利用資料的應用部分，以颱風應變作業為例，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。

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。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。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。透過不同延時的分析，即可了解各縣市歷史上各延時極端、劇烈降雨之空間、大小分布與造成這些事件的天氣類型特性的變化。

## 參考文獻

1. 99 年度屏東縣「易致災區域脆弱性因子」之調查與分析成果報告。
2. 99 年度雲嘉縣市「易致災區域脆弱性因子」之調查與分析成果報告。
3. 100 年基宜縣市「易致災區域脆弱性因子」之調查與分析期末報告。
4. 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。
5. 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。
6. 100 年花東縣市易致災區域脆弱性因子」調查與分析期末報告。
7. 101 年彰投縣市易致災環境調查與評估期末報告。
8. 101 年台南市易致災環境調查與評估期末報告。
9. 101 年高雄市易致災環境調查與評估期末報告。
10. 李欣輯、陳怡臻、郭政君 (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。
11. 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。
12. 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。
13. 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.