

研究總目標及分年研究重點

一、計畫重要性

近十幾年來全球溫室效應的影響，造成地球表面溫度的升高，惡化了降雨與海水位極端變異的程度，已有多場颱風事件重創台灣各地，致使台灣地區許多河川下游沿岸與沿海低窪地帶的淹水問題更形嚴重，而河川下游沿岸與沿海低窪地帶又恰好是人口聚集之都會地區所在，如今年七月的卡玫基颱風就重創了位處烏溪流域下游人口密集的大台中都會區，瞬間超大雨量造成台中地區普遍性的淹水。根據國家災害防救科技中心於民國 97 年 9 月所執行之「卡玫基與鳳凰颱風災情現地調查」報告書之調查，卡玫基颱風期間在台中都會區淹積水的狀況相當地嚴重。在中央管河川部份，烏溪主流在台中縣大肚鄉的大肚堤防因溢堤而造成大面積淹水，為八七水災以來最嚴重的一次；旱溪排水系統本流及其支流包括麻園頭溪、柳川、綠川等均多處發生局部溢堤或潰堤淹水之情事，其中麻園頭溪的潰堤更是電視新聞播報重點；另外筏子溪與大里溪亦有部份河段溢堤而淹水。在台中市區，通報災情紀錄高達 800 多件，淹水災情在全市均有分佈，淹水大部分為瞬時暴雨量超過區域排水與雨水下水道之負荷，因而導致排水不及，造成商家、住家、車輛的淹水，甚至社區式大樓地下室嚴重積水，產生重大財產損失。在台中縣部份，許多區域排水系統設計容量都無法負荷卡玫基颱風的超大降雨，淹水災情集中在大里市、太平市與烏日鄉等人口密集之處。

台中都會區地勢由東北逐漸向西南降低，台中市位居臺中盆地之中央，東側為大坑山區，西側為大肚山，屬盆地地形，由東北往西南緩降，南側緊臨大里溪及烏溪，為東西狹長之地形。烏溪及其主要支流大里溪、旱溪排水、筏子溪匯流於盆地內，如圖 1 所示；其平均地表坡度約 1/70 至 1/130(亦如圖 1 所示)，較台灣地區其他主要城市為陡，

淹水災情向來輕微。目前「烏溪流域整治工程」、「大里溪流域整治工程」、「旱溪流域整治工程」及「筏子溪流域整治工程」等相關重要防洪保護設施已陸續完工，強化了整個台中都會地區之防洪功能，其中烏溪及大里溪兩岸係以 100 年重現期距之高標準堤防保護，而旱溪排水與筏子溪則以 50 年重現期距堤防保護。但此次卡玫基颱風期間仍造成多段堤防溢堤或潰堤，顯示近年來氣候變異已造成過去之主要河川水利工程設計已有低估之可能。而台中市雨水下水道系統係採用民國 33 年至 54 年之 5-120 分鐘之最大降雨資料，並配合 Talbot 公式，以 5 年頻率的暴雨降雨作為暴雨排水設計標準，其 5 年重現期之 1 小時及 24 小時降雨延時，設計降雨量分別為 74.3mm 及 279.5mm。相較於卡玫基颱風於大坑雨量站之 1 小時及 24 小時延時的紀錄為 148.5 及 607.5mm，其實際降雨量是遠大於台中市暴雨排水設計標準，其中 24 小時延時之降雨量亦超過區域排水 25 年不溢堤之設計標準，足證氣候變異之重大影響。

另一方面，數十年來台中都會區由於幾近於全台最快速的都市發展程度，造成都市河川流量、山區迅洪與平地區域排水及雨水下水道逕流量的大量增加，增加該地區對淹水的脆弱度與不確定性，更加劇了前述淹水災害之災情。台中都會區之都市發展分為五個階段：一為日治時期及光復初期重新核定的舊市區；二為 1970 年代中期開始之一到四期市地重劃的擴大都市計畫區；三為 1980 年代後期開始之五到十二期的優先發展新市區建設地區；四為屯區外圍的後期發展區；五為非都市發展用地地區；其相對位置詳如圖 2。大規模都市開發計畫是在 1986 年通盤檢討時以新市區建設配合市地重劃方式辦理市鎮開發，目前土地重劃已進行至十二期，其位置亦詳圖 2 如示。台中市依前述都市發展五個階段，前四個階段位於台中市中央地形平緩地區，作為一般生活地區，屬第五階段的非都市發展用地部分，靠西側的大肚山台地歸為生產區，目前共有中部科學園區及台中工業區之設置，靠東側的大坑山區則歸為生態區，但也有不少地區逐漸在開發。台中都會區都市化的程度，隨著一期接著一期市地重劃與科學工業園區之完

成而愈來愈高，期與期之間排水系統銜接性或與原有的排水系統的容量等問題，在在產生嚴重的衝擊。

都會區是一個複雜且敏感之系統，由於頻繁之人為活動與開發，其水文、地文與地貌特徵是脆弱的。而自然氣候的變異致現今之降雨型態趨向於短且集中，往往使得極端天氣在都會區形成巨大之社會衝擊與經濟損失。因此，氣候變異與都市化會嚴重衝擊到都會區之洪災防治系統，且二者是緊密關連的。依近年來台中地區於颱風期間明顯受到前述之氣候變異引致極端降雨的影響，都市化後的台中都會區其積淹水問題已更趨嚴重而無法避免。未來一旦遭逢如卡玫基颱風之類的重大颱風事件侵襲，而使得河川洪水位與市區排水超出既有之防洪、排水設計標準，造成主要河川堤防溢堤、山區迅洪、平地區域排水溢流或雨水下水道系統功能喪失淹水等洪水災害發生時，將嚴重威脅大台中都會區約 300 萬人口之生命財產安全。因此，吾人以為必須透過整合型研究，以流域系統整合觀點出發，同時針對氣候變異與都市化對台中都會區洪災之影響進行相關研究，強化都會地區受 1990 年代前後之氣候變異與都市化之相關災害衝擊評估與調適，以徹底找出並解決積淹水問題為重心，乃為現階段洪災科技發展之重點課題。

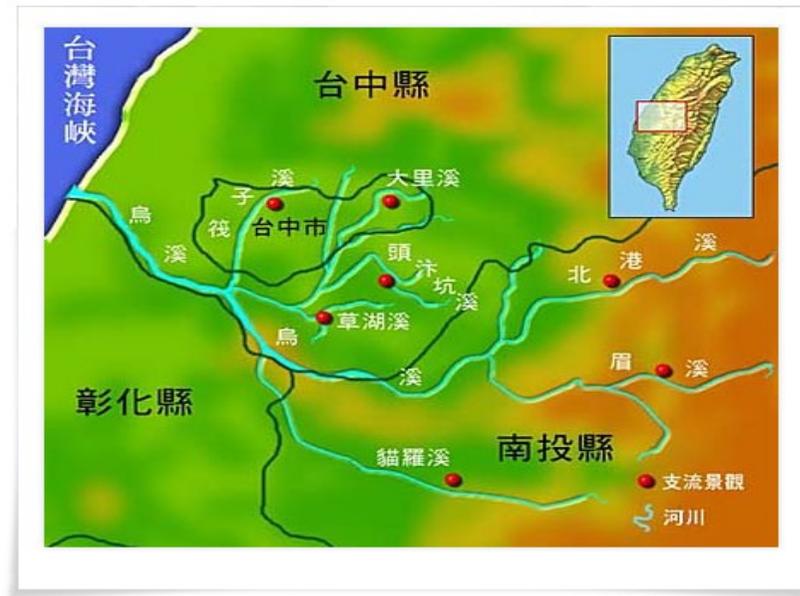
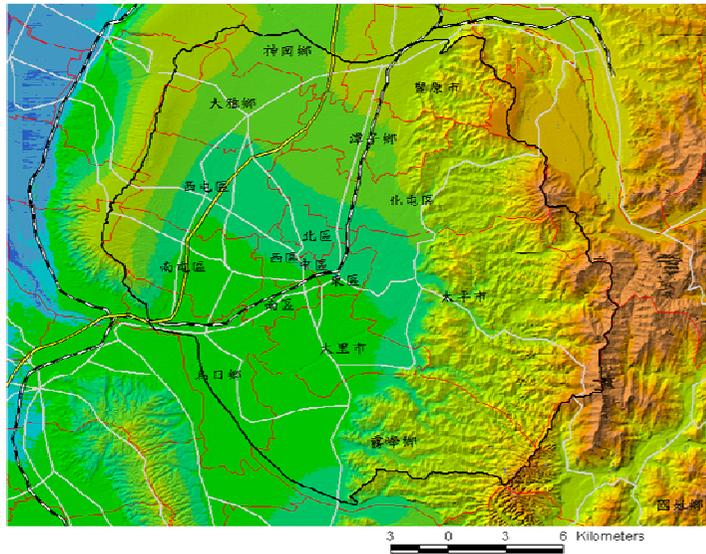


圖 1 計畫研究區域—大台中都會區地形高程與河川水系分布圖 (部份圖幅摘自水利署網站)

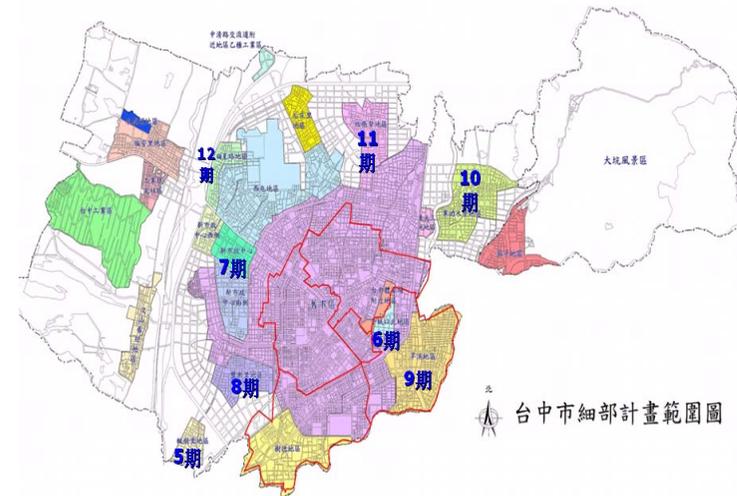
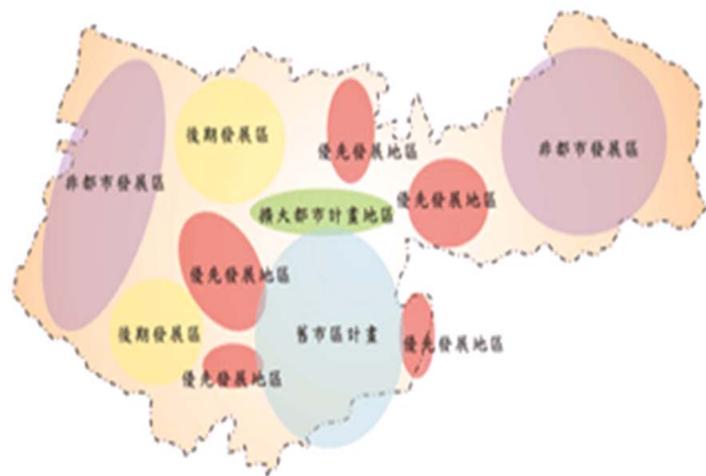


圖 2 計畫研究區域—大台中都會區細部計畫位置詳圖 (部份圖幅摘自台中市政府網站)

二、研究重點

近年來台中都會區之快速發展，改變原有之土地使用型態與地貌，間接導致水文循環與防災系統環境之變遷，其中以 1980 年代後期開始之五到十二期的新市區優先發展建設計畫影響最巨，故本研究將 1990 年訂為台中都市發展之轉折點。此外，目前聯合國 IPCC 組織及許多國內外氣候變遷學者普遍將 1990 年訂為氣候變異之轉折點，並以 1960 年至 1989 年之三十年為氣候變遷前之研究基期，1990 年後再依研究需求分為若干變遷期情境。在本研究中，將以 1990 至 2010 年之實測水文資料建構氣候變遷後情境，由於是採取研究區域內實測水文資料為對象，而非是以 IPCC-AR4 氣候變遷預測模式模擬境況為研究標的，故名之為「氣候變異」以區別之。因此，本計畫擬以大台中都會區所在之台中盆地為研究對象，將從整體流域系統水文循環為觀點，研析都會地區受 1990 年代前後之氣候變異與都市化之相關洪水災害的衝擊影響。在研究項目上，將探討氣候變異與都市化對降雨頻率、洪災災損、地表水文量(含蒸發散量、入滲量、集流時間與洪峰逕流量)、主要河川水位與流量、河川堤防溢堤風險、山區迅洪演算、山坡地開發對下游洪患之影響、區域排水演算、雨水下水道演算及平地漫地流淹水等之影響。本計畫並將完成台中都會區受氣候變異與都市化影響之淹水境況模擬展示系統與各類型洪災情境分析結果展示，最終整合完成總計畫之目標。另外，本計畫會根據水利署「易淹水地區水患治理計畫核定本」，加入分析台中盆地之 8 年/1160 億工程經費所集中之區域排水改善部份，包括林厝排水系統、綠川、柳川、麻園頭溪及南屯溪排水系統、港尾子溪支流排水系統等。本計畫將會考量上述工程，進一步結合易淹水水患治理計畫之現有成果與未來擬辦事項進行綜合之檢討，增加計畫成果之實用性。

三、分年研究重點

本計畫，「氣候變異與都市化對都會區淹水之影響研究」，為整合型總計畫「氣候變異與都市化對台中盆地洪災之影響研究」之子計畫四，預計以三年期間完成總計畫目標，各分年之研究重點細目如下：

第一年研究重點：進行研究地區地文與水利設施資料之蒐集與建檔及模式驗證。

1. 進行研究地區—台中都會區之地文資料(含數值地形、土地利用、都市變遷等資料)及水利設施資料(含雨水下水道系統、區域排水系統)之蒐集與建檔。
2. 蒐集及研析研究地區—台中都會區在過去之重大歷史淹水事件資料。
3. 結合一維區排渠道變量流模式、二維地表漫地流淹水模式及都會區雨水下水道模式，研發與整合建立「台中都會區地表淹水模擬模式」。
4. 以過去重大歷史淹水事件，進行模式參數驗證(如 97 年卡玫基颱風)。

第二年研究重點：探討研究地區在密集都市化後對下水道系統、區域排水及地表淹水之衝擊與調適建議。

1. 探討台中都會區在未歷經密集都市化程度前(1990 年代前)時所構築之下水道系統與區域排水系統的流量及其保護程度。
2. 進行 1990 年代前之下水道系統與區域排水系統對台中都會區淹水程度之影響。
3. 以 1990 年代前之水文資料，探討台中都會區在歷經密集都市化程度後(2010 年代)對下水道系統與區域排水系統的保護程度衝擊。
4. 研析台中都會區在歷經密集都市化程度後對淹水災情之衝擊與調適建議。
5. 比較密集都市化程度前後之台中都會區淹水程度。

第三年研究重點：探討研究地區在氣候變異與都市化發生後對下水道系統、區域排水及地表淹水之衝擊與調適

建議。

1. 藉由子計畫一所提供之氣候變遷對長短延時降雨變異影響的研究成果及子計畫二之所推估之降雨逕流關係，探討台中都會區在歷經氣候變異後(2010年代)，其下水道系統與區域排水系統保護程度之改變。
2. 進行氣候變異後對台中都會區洪災淹水之境況模擬。
3. 整合本計畫的研究成果與子計畫三、五之氣候變遷與都市化對現有河川防洪系統、中游地區淹水之衝擊評估成果進行介面整合，提供總計畫進行資料彙整，整合為台灣地區氣候變異與都市化對洪水災害防治衝擊與調適之建議。
4. 整理研究資料與成果，撰寫國際 SCI 期刊，積極參與氣候變異與都市化程度在淹水面向影響程度之國際學術會議。

四、預期成果及其應用

項目	預期成果
學術研究，如：學術專書、期刊論文	預計三年內產出中英文期刊 10 篇，國內外研討會論文 10 篇。
社會影響 如：示範計畫、政策參考	<ol style="list-style-type: none"> 1. 針對目前台中都會區在既有之防洪排水系統保護下，在遭遇氣候變異與都市化而發生超過設計標準之情況下，各種不同之防洪系統受損及其淹水災害情境分析模擬，提供政府主管機關於防救災緊急應變時之參考。 2. 建立氣候變異與都市化對台中盆地洪災之影響及淹水境況展示系統，使相關單位了解在遭遇氣候變異與都市化事件時，可能發生之災害訊息，減少洪災損害。
技術發展 如：技術規範、專利衍生	<ol style="list-style-type: none"> 1. 發展氣候變異與都市化下之降雨頻率分析與都會區洪災損失評估技術。 2. 氣候變異與都市化對流域地表水文之影響評估技術之研發。 3. 進行氣候變異與都市化對河川洪水保護標準與溢堤之研析。 4. 發展氣候變異與都市化對都會區淹水之影響評估技術。 5. 研發氣候變異與都市化對都會區周邊迅洪災害之評估技術與展示系統研究。
成果移轉，列舉移轉對象	中央災害應變中心、水利署、台中市政府、台中縣政府。

註：本項於未來計畫獲補助執行期間，進行期終考評之主要依據