

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

子計畫一：淹水災害防護規模設定之研究

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC93-2625-Z-002-040-

執行期間：93 年 11 月 01 日至 94 年 10 月 31 日

執行單位：國立臺灣大學水工試驗所

計畫主持人：許銘熙

共同主持人：譚義績，蔡長泰，陳昶憲，林呈，吳瑞賢

計畫參與人員：謝龍生、潘宗毅、葉森海、吳啟瑞

報告類型：完整報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 95 年 1 月 27 日

中文摘要

本計畫主要在完成淹水災害防護規模設定作業程序之研訂，並選取兩個研究示範區域做為案例分析，以檢驗所研擬災害規模設定作業程序之適用性。透過此淹水災害規模設定作業程序之研擬，做為國家災害防救科技中心各協力機構未來協助各地方政府進行淹水災害規模設定之標準，使所設定之淹水災害規模能在方法上、解析度、應用方向具有一致性及可靠度，並能達到最佳減災效果。此淹水災害防護規模可應用於地方政府地區災害防救計畫之規劃，包含減災、整備、應變及復原等四個階段之災害週期。

於分析過程中，本研究依據模擬分析先後順序，將淹水災害防護規模設定作業流程分成淹水潛勢分析、建立不同土地利用類別淹水深度－損失關係、淹水災害損失風險分析及淹水災害防護規模審議程序等四個階段，並選取台北縣市及台南縣市兩個研究示範區域作為作業規範案例分析。

最後，依據台北縣市及台南縣市兩示範區之各項社會經濟指標、歷史淹水記錄、特別土地使用類別、高度開發與人口密集之程度、淹水損失及年度防救災預算等相關參考因子進行淹水災害防護規模設定之綜合評估。結果顯示，初步建議台北縣市之淹水災害防護規模設定為 200 年重現期之保護標準；而台南縣市之淹水災害防護規模設定為 100 年重現期之保護標準，其中位於台南縣之台南科學園區為特別土地使用類別，應具有較高之保護規模，因此調整其淹水災害防護規模為 200 年重現期之保護標準。

關鍵詞：淹水災害、防護規模設定、設定作業程序、地區災害防救計畫

Abstract

The purpose of this project is to propose the analysis flowchart of design defence scope of inundation disaster. Two pilot study areas were chosen as the study cases to check the performance of analysis flowchart of design defence scope of inundation disaster. The achievements of this project will help the cooperation teams of NCDR to carry out the defence scope of inundation disaster for local governments in future. The defence scope of inundation disaster can be applied in the Local Disaster Prevention & Response Plans of local governments for four periods of disaster cycle such as mitigation, preparedness, response and recovery.

According to analysis and simulation processes, four steps for determining the design defence scope of inundation disaster of local governments are given below,

- (1) scenario simulation of inundation potential.
- (2) establishment of the relationship between inundation depth and damage loss for varied land-use.
- (3) risk analysis of inundation disaster damage.
- (4) suggestion of the procedure of design defence scope for inundation disaster.

Taipei and Tainan counties/cities were selected as the pilot areas of case study for this project. The social-economic indices, history records of inundation areas, special land-use types, the density degree of population, damage losses of inundation disaster, protect standard of river and the annual budget of protect and reduction with the total loss of different return periods were analysed and compared to draft the design defence scope of inundation disaster for pilot areas. Finally, the study suggests that the design defence scope standard of inundation disaster is 200-year return period for Taipei county/city and 100-year return period for Tainan county/city respectively. Owing to the significant industrial

products and resources for Taiwan, the design defence scope standard of Tainan Science Park in Tainan county should be raised to 200-year return period.

Keywords: inundation disaster, analysis flowchart of design defence scope, Local Disaster Prevention & Response Plans.

目錄

中文摘要	I
Abstract.....	II
目錄	IV
表錄	VI
圖錄	VIII
一、 緒論	1
1.1 研究動機	1
1.2 研究目的	2
1.3 研究示範區	2
1.4 工作項目	3
二、 文獻回顧	4
三、 災害潛勢規模及應用方向	8
3.1 災害潛勢規模	8
3.2 應用方向	8
四、 淹水災害防護規模設定作業流程	14
4.1 淹水潛勢分析	14
4.2 建立淹水深度－損失關係	16
4.3 淹水災害損失風險分析	18
4.4 淹水災害防護規模設定之審議	20
五、 應用範例	23
5.1 淹水潛勢分析	23
5.2 建立淹水深度－損失關係	24
5.3 淹水災害損失風險分析	25
5.4 淹水災害防護規模設定之審議	26

六、 西北颱、季風共伴及西南氣流之淹水致災成因分析.....	30
6.1 西北颱	30
6.2 季風共伴效應	32
6.3 引進西南氣流	35
七、 結論與建議	37
7.1 結論	37
7.2 建議	38
參考文獻	39
謝誌	43
附錄一 台北縣市淹水潛勢區域、歷史災害及資料來源.....	86
附錄二 台南縣市淹水潛勢區域、歷史災害及資料來源.....	93
附錄三 淹水災害防護規模設定之工作討論會會議記錄.....	100

表錄

表 5-1 台灣各縣市不同重現期之 24 小時雨量.....	44
表 5-2 台灣各縣市 24 小時降雨量對應之重現期(EOI)及超越機率(EP).....	44
表 5-3 台北縣市不同重現期 24 小時降雨量之各淹水深度面積	45
表 5-4 台南縣市不同重現期 24 小時降雨量之各淹水深度面積	45
表 5-5 台北縣市及台南縣市之區域住宅區調整係數	46
表 5-6 台南縣市及台北市工商業區域調整係數.....	46
註：訂定台北縣之區域調整係數為 1.....	46
表 5-7 台北市不同降雨時不同土地使用類別之各深度淹水面積及比例	47
表 5-8 台北縣不同降雨時不同土地使用類別之各深度淹水面積及比例	48
表 5-9 台南市不同降雨時不同土地使用類別之各深度淹水面積及比例	49
表 5-10 台南縣不同降雨時不同土地使用類別之各深度淹水面積及比例 ..	50
表 5-11 台北市不同降雨時不同土地使用類別之受淹家數.....	51
表 5-12 台北縣不同降雨時不同土地使用類別之受淹家數	52
表 5-13 台南市不同降雨時不同土地使用類別之受淹家數	53
表 5-14 台南縣不同降雨時不同土地使用類別之受淹家數	54
表 5-15 台北市不同降雨之各土地使用類別估計淹水損失(百萬元).....	55
表 5-16 台北縣不同降雨之各土地使用類別估計淹水損失(百萬元).....	56
表 5-17 台南市不同降雨之各土地使用類別估計淹水損失(百萬元).....	57
表 5-18 台南縣不同降雨之各土地使用類別估計淹水損失(百萬元).....	58
表 5-19 台北縣市不同淹水規模之淹水損失表.....	59
表 5-20 台南縣市不同淹水規模之淹水損失表.....	59
表 5-21 台北縣市近 20 年之重大歷史淹水事件表	59
表 5-22 台南縣市近 20 年之重大歷史淹水事件表	60
表 5-23 示範區相關社會經濟指標.....	60
表 5-24 台北市淹水災害防護規模設定之綜合評估表	60
表 5-25 台北縣淹水災害防護規模設定之綜合評估表	61

表 5-26 台南市淹水災害防護規模設定之綜合評估表	61
表 5-27 台南縣淹水災害防護規模設定之綜合評估表	62
表 5-28 示範區之淹水災害損失與防救災預算比較表	62
表 5-29 示範區不同災害規模之防救災成本比較表.....	62
表 5-30 示範區災害防護規模之指標因子表.....	63
表 6-1 民國 38 年至 94 年之西北颱一覽表.....	64
表 6-2 共伴型颱風影響期間，台灣北部竹子湖、宜蘭、彭佳嶼測站之降雨 量與風場分析	65

圖錄

圖 3-1 淹水災害防護規模示意圖.....	66
圖 3-2 淹水災害防護規模分級概念.....	66
圖 4-1 淹水災害防護規模設定作業流程.....	67
圖 5-1 台灣各縣市不同重現期之 24 小時降雨量長條圖	68
圖 5-2 降雨延時 24 小時全台可能最大降雨量等值圖	68
圖 5-3 降雨延時 6 小時全台可能最大降雨量等值圖	69
圖 5-4 台北縣市不同重現期 24 小時降雨量之各淹水深度面積圖	70
圖 5-5 台南縣市不同重現期 24 小時降雨量之各淹水深度面積圖	70
圖 5-6 台北市淹水損失與防災成本圖.....	71
圖 5-7 台北縣淹水損失與防災成本圖.....	71
圖 5-8 台南市淹水損失與防災成本圖.....	72
圖 5-9 台南縣淹水損失與防災成本圖.....	72
圖 5-10 台北市淹水災害防護規模(200 年重現期).....	73
圖 5-11 台北縣淹水災害防護規模(200 年重現期).....	73
圖 5-12 台南市淹水災害防護規模(100 年重現期).....	74
圖 5-13 台南縣淹水災害防護規模(100 年重現期).....	74
圖 6-1 艾莉颱風(AERE, 2004)侵台期間, (a)93 年 8 月 24 日 0 時 UTC 及(b) 93 年 8 月 25 日 0 時 UTC 之紅外線衛星雲圖	75
圖 6-2 艾莉颱風(AERE, 2004)侵台期間, 93 年 8 月 23 日 6 時 UTC 地面天 氣圖	75
圖 6-3 民國 38~93 年間, 8 個西北颱之路徑圖	76
圖 6-4 西北颱侵台期間, 全台總雨量分布圖.....	77
圖 6-5 西北颱侵台期間, 最大 24 小時累積雨量分布圖	77
圖 6-6 溫妮颱風(Winnie, 1997), 竹子湖測站逐時雨量圖	78
圖 6-7 尼爾森颱風(Nelson, 1985), 竹子湖測站逐時雨量圖	78
圖 6-8 民國 53-89 年東北季風與颱風共伴環流研究個案路徑圖(a)第一類	

型、(b)第二類型	79
圖 6-9 民國 89 年象神颱風天氣圖 (a)10 月 31 日 00Z 地面圖、(b)10 月 31 日 00Z 850hPa 高空圖、(c)10 月 31 日 00Z VS 衛星雲圖	80
圖 6-10 民國 76 年 10 月 24 日 12Z 琳恩颱風天氣圖(a)地面圖、(b)850hPa 高空圖、(c)700hPa 高空圖	81
圖 6-11 敏督利(Mindulie,2004)颱風路徑圖	82
圖 6-12 敏督利颱風侵台期間 24 小時累積降雨量	83
圖 6-13 (a) 民國 93 年 7 月 3 日 0 時 UTC (b) 民國 93 年 7 月 4 日 0 時 UTC 之地面天氣圖	84
圖 6-14 民國 93 年 7 月 3 日 0 時 UTC 之 500hPa 天氣圖	85

一、緒論

1.1 研究動機

近年來由於氣候異常與邊際土地不當超限利用，導致洪水與土石流災害規模加劇，而淹水及土石流崩塌等天然災害之威脅，對台灣地區而言是無法避免的，而這些天然災害影響所及，不僅是人員傷亡及財產損失，進一步亦影響國家對外競爭力，所以政府每年投入相當多人力及物力，致力於減災預防工作上，以減輕各種災害損失，保障人民生命及財產安全，提昇生活環境品質及國家競爭力為政府施政之主要目標。

由於工程防洪排水措施有其保護程度之限度，對於超過其保護程度產生之洪水災害，必須輔以如淹水預警、洪水平原管理及洪災保險等非工程防護措施，才能使災害事件所導致可能之損失降至最低。而具體有效非工程防洪措施之建置，係由地區災害防救計畫從整體性防洪觀點規劃研擬與實行，因此為健全縣市層級災害防救體制，強化災害防救功能，推動災害防救工作及業務，於民國 89 年 7 月 19 日總統頒布之「災害防救法」，明定由各級政府與相關公共事業應擬訂災害防救基本計畫、災害防救業務計畫及地區災害防救計畫。

在研訂地區災害防救計畫過程中，應首先設定其所能保護之淹水災害規模，有此淹水災害規模之後，則進一步可依此所設定之淹水災害規模，規劃研擬地區災害防救基本計畫及業務計畫，例如重大工程或土地開發案之位址選取、淹水預警系統規劃建置、洪水預報系統規劃建置、強化排水系統功能之優先順序、高淹水潛勢區域之劃設及土地利用監測管理、避難場所選取及路徑規劃及水災防救災資源分配等減災整備工作；或是於颱風期間進行可能淹水災情研判及緊急應變措施之研擬等。由此可見淹水災害規模設定對於研擬地區災害防救計畫之重要性。

然綜觀審視過去各地方政府所擬定之地區災害防救計畫，可發現共通性問題是尚未確實利用淹水災害規模設定資料，以掌握地區淹水災害特

性，研訂更有效率之淹水災害防治對策。鑑於此，92年5月26日第六次中央災害防救會報決定：「地區災害防救計畫是地方政府執行災害防救工作之重要依據，中央有責任提供地方政府技術經驗與部分資源，協助擬定完整、周全之計畫。請本院災害防救委員會委由國家災害防救科技中心擬定三年中程計畫，以達成健全計畫制度、提升人力素質及精進防救災技術之目標。」。行政院災害防救委員會即依據上述中央災害防救會報決議，委由國家災害防救科技中心研提「協助地方政府擬訂地區災害防救計畫中程計畫」，規劃未來三年（93～95年度）協助地方政府推動擬訂地區災害防救計畫。但如前所述，設定地區淹水災害防護規模是研擬地區災害防救計畫時最首要完成之工作，而目前各地方政府在淹水災害規模設定方面缺乏技術及經驗，因此如何協助各地方政府訂定淹水災害規模，是強化各縣市政府地區災害防救計畫首先需急欲解決之問題。

1.2 研究目的

本研究預計以一年時間完成淹水災害規模設定作業程序之擬訂，並選取台北縣市及台南縣市兩個研究示範區域做為案例分析，以檢驗所研擬災害規模設定作業程序之適用性。期望透過此災害規模設定作業程序，做為國家災害防救科技中心各協力機構未來協助各地方政府進行淹水災害規模設定之標準作業準則，使各地方政府設定之淹水災害規模能在方法上、解析度、應用方向具有一致性及可靠度，並能達到預期之減災效果。

1.3 研究示範區

為檢核本研究所研擬淹水災害規模設定作業程序準則之適用性，因此將選取台北縣市與台南縣市作為本子計畫研究之示範區。台北縣市係屬於高度開發與人口密集之都會地區；而台南縣市係屬於低度開發之農業區，但其轄屬地區卻設有高科技科學園區，因此兩個研究示範區均具有代表性，以利於將來推廣至其他縣市政府作為淹水災害規模設定之用。

1.4 工作項目

淹水災害規模設定作業程序之研訂是本計畫主要工儻，因此針對本研究所選取之研究示範區，擬訂本研究計畫之主要工作項目，其工作重點分述如下：

1. 整合既有水災災害防救科技研發成果與過去歷史重大淹水災害事件資料蒐集。
2. 西北颶及西南氣流之淹水災害氣象致災成因分析。
3. 降雨量統計頻率分析及可能最大降雨量之推估。
4. 淹水災害損失風險分析。
5. 淹水災害防護規模設定作業程序準則之研擬。
6. 示範區案例分析。

二、文獻回顧

目前國內關於非工程措施之災害規模設定相關研究報告相當缺乏，僅有些許工程規劃設計相關作業規範有涉及災害保護程度上之說明，這可能與過去國內對於災害防救較偏重工程保護措施相關，例如對於各縣市下水道系統興建，係根據下水道設計規範[1]，在下水道幹支線管線容量大小以 3-5 年重現期設計規模進行規劃興建，而抽水站系統則以 5-10 年重現期設計規模進行規劃興建；又如河川堤防之興建保護標準，是根據水利法進行規劃設計，依其重要保護程度而有重現期 200 年、100 年、50 年及 25 年等不同程級之設計標準，水庫興建亦有相類似之設計方式。

在國內首次出現淹水災害規模設定之相關分析研究，可溯及民國 89 年防災國家型科技計畫辦公室與台北市政府推動防救災合作專案計畫[25]，此專案計畫曾利用過去最大淹水災情紀錄、淹水潛勢、境況模擬及災害損失推估資料、防救災資源及動員能力等資料，初步設定台北市政府淹水災害保護規模，進一步利用此災害規模資料做為研訂地區災害防救計畫之參考依據。

進一步蒐集國外對於淹水災害規模設定之相關研究與報告，其情況與國內相似，亦無明確專文說明對於地方區域淹水災害規模設定是如何訂定，例如香港於 1990 年進行國土洪水控制策略之研討[2]，並訂定各級保護標準：村落之洪水保護堤防為 200 年重現期標準；村落排水系統為 10 年重現期標準；主排水管為 50 年重現期標準；發展地區之都市排水為 50 年重現期標準；都市排水之主要幹管為 200 年重現期標準；高密度農業用地為 2-5 年重現期標準；休耕或荒廢地則不設保護標準；水庫洩洪道上游之居住地為最大可能洪水之保護標準。

英國政府計畫於 2016 年於東南方發展約二十萬戶之規模[3,4]，英國保險協會特針對此一發展區探討洪災風險，讓保險業更易於評估投資風險。報告中主要條列五點原則：

1. 對於新開發區域之洪災保護標準應不低於 200 年重現期，且防洪計

畫需確保經氣候變遷後仍可達到此標準。此外，洪災保護標準應隨開發區域之人口提高。以倫敦為例，目前已採用 200 年重現期之保護標準。但隨氣候變遷效應，目前之保護標準將於 2030 年成為 1,000 年重現期之保護標準。

2. 都市計畫者需視區域開發程度加強其防洪設施，以維持開發區之保護標準不變。該區域經開發後若洪災風險並無增加，則保險業者將持續提供洪水保險。
3. 開發區域之地點亦為保險業者考量之因素，若地點靠近河川或海岸，其風險自然較高。
4. 對於洪災風險較高之地點，都市開發者需設計較高之災後恢復能力，使洪災損失降至最低。
5. 對於高密度開發區，其遭受地表逕流之潛勢較高。因此，都市計畫者需提供足以承受較大降雨之都市排水系統，而非一般都市排水系統。

其次，英格蘭東北方 Yorkshire(約克郡)及 Humber 之區域計畫，關於開發與洪災風險，參考第 25 號計畫方針指導手冊(Planning Policy Guidance Note Number 25, PPG25)，針對不同洪災風險做各別之描述。PPG25 將洪災風險分成三種區域：

1. 區域 1：當河川、潮汐、海岸地區之洪水重現期小於 1,000 年時，不致發生影響顯著災害之地區可視為極低或無風險。對於任何開發並無與洪水有關之限制。
2. 區域 2：當河川洪水之重現期介於 100 年~1,000 年重現期，而潮汐與海岸洪水介於 200 年~1,000 年重現期時才致災之地區，為低度或中度風險。當洪災風險已評估完成，且防洪工程經適當之設計規畫，則該區域適合大多數之開發，但較不適合進行民生必需之都市基礎建設計畫執行。
3. 區域 3：當河川洪水之保護重現期小於 100 年重現期，而潮汐與海岸

洪水小於 200 年重現期時，該區域列為高風險區。當防洪設施符合標準，且考慮該區域天然滯洪容量之衝擊下，可進行適度之住宅、商業、工業發展。但未開發或開發不足之地區則不適合進行新開發。惟民生必需之基礎建設有特殊地段之需求時，需符合防洪標準及不妨礙洪流或不導致洪氾區之滯洪空間減少之條件。

在荷蘭方面，根據 1960 年之 Delta Coittee 所公布之壩堤設計標準，考慮投資成本與壩堤結構破壞之機率。隨壩堤結構破壞之機率越低，其所需之投資成本相對提升，因此最小成本將發生在投資成本乘以壩堤結構破壞之機率為最小時。目前阿姆斯特丹之海堤洪水保護標準為 10,000 年重現期，農村之海堤保護標準為 3,000 至 4,000 年重現期。1980 年來，對於設計水位超越機率之認知日漸成長，設計頻率或重現期之倒數並非洪水發生機率之良好預報方法。

在美國方面，對於淹水災害保護規模之設定方法及程序，並無直接相關之研究報告，而全國水災保險計畫（National Flood Insurance Program）對於洪災保險之界定範圍，係以 100 年重現期為基準；進一步參考 FEMA 對於洪水平原地區之管理指導手冊，其對於洪水平原區域內不同土地利用型態有不同之保護設計標準，例如在都市地區最小之保護規模為 100 年重現期（發生機率為 0.01），而美國農業部水土保持局(SCS)在農業區設定最小保護規模為 25 年重現期。而對於某些特定區域之保護標準，亦有一些特別規定，例如水庫下游地區考慮潰壩發生可能情形，其淹水災害保護規模提高至 500 年重現期。

基於上述對於淹水災害規模設定之文獻回顧，可知並無專文在探討淹水災害規模設定之方法與程序，推究其原因係災害規模設定除牽涉過去災害事件分析及監測資料之統計頻率分析、災害損失評估、地方政府防救災動員能力、人口及經濟各項影響指標評估外，尚需透過多次評估討論會議，予以決定地區之淹水災害規模設定。對於如此複雜嚴謹之設定程序，無法僅依據單方面學理分析可以完成設定，尚需透過會議審議予以決定。鑒於

此，本研究對於淹水災害規模之設定，除參考國內外之相關設定經驗，如美國 FEMA 全國水災保險計畫劃定洪災保險之界定範圍方式，亦將延續過去防災國家型科技計畫辦公室與台北市政府推動防救災合作專案之成果，進一步使淹水災害規模設定更具有理論嚴謹性，並將設定程序透過研究示範區之案例分析，分析其設定程序適用性，最後研撰成設定作業規範以推廣至其他縣市政府。

三、災害潛勢規模及應用方向

3.1 災害潛勢規模

所謂「淹水災害防護規模」係指地方政府考慮地區洪災水文與環境特性，依據過去最大淹水災情紀錄及災損分析(包含淹水範圍及深度)訂定地方政府所能保護之最大可能淹水災情、據以投入之防救災資源與動員能力等減少災害損失。地方政府據此所設定之最大淹水災情建置與規劃各項工程及非工程防護措施，當面臨如此所設定之最大淹水災情實際發生時，由於事先已有妥善之工程及非工程防護措施進行防護，將有效降低所設定之最大淹水災害對於地方政府在民眾傷亡及社會經濟之影響衝擊。其淹水災害防護規模示意圖如圖 3-1 所示。圖 3-1 說明當降雨超過 a 點時，代表降雨量已超過雨水下水道之容量，開始發生淹水。累積降雨量超過 b 點時，淹水深超過一定深度後即開始造成損失。此時災害防護之工程措施乃以抽水站、閘門、堤防提供，除確保外水不致入侵，亦不斷將過多之內水抽至堤外。此時，非工程措施亦同時啟動，期能降低災害損失。最後累積降雨超過 c 點後，代表超過堤防保護規模，此時全賴非工程措施達到減災救災之功效。

3.2 應用方向

淹水災害防護規模資料應用之方向，最主要是做為地方政府地區防災計畫研擬之依據以落實於災害週期之減災、整備、應變及復原等階段，茲將各階段應用原則分述如下：

1、減災階段：

(1)保全計畫之研擬：

地方政府應根據淹水災害防護規模資料研訂淹水保全對象，並針對保全對象研定其保全計畫。

(2)監測、預報及預警系統之建立：

- I. 淹水監測系統：地方政府水災主管單位應根據淹水災害防護規模資料，針對具有較高危險性(人口聚集且災害經濟損失較高)之地區，設置淹水預警系統以保護鄰近地區民眾之安危。當河川外水位或降雨量高於淹水預警系統所設計警戒值時，此時警戒人員應緊急通告縣市級指揮應變中心，採取必要之措施。
- II. 預警資訊接收站之規劃：應用淹水災害防護規模資料，針對位於高淹水潛勢地區內之防救災單位設置預警資訊接收站。

(3)土地減災利用與管理：

- I. 災害潛勢區域劃設：應用淹水災害防護規模資料，劃設行政區域之高淹水潛勢地區，以避開高密度之土地使用，減少災害之風險性。
- II. 研擬土地利用法規：針對高淹水潛勢地區或洪泛平原區之土地，應強制限制土地利用或禁止開發。
- III. 研擬土地管理制度：針對高淹水潛勢地區或洪泛平原區之土地，應定期加強監測，以免有不法土地利用行為。

(4)都市防災規劃：

- I. 未來重要開發方案之檢討：說明如何應用水災規模設定資料，檢討未來重要開發方案是否位於高淹水潛勢危險地區。
- II. 公園綠地滯洪池之規劃：針對高淹水潛勢危險地區或洪泛平原區，應規劃設置公園、綠地、滯洪池等設施。
- III. 都市雨水流出抑制設施規劃及設置：抑制設施包含滲透設施及貯留設施兩種。針對位於高淹水潛勢危險地區或洪泛平原區之上游公共用地，可規劃適合應用抑制設施之位置，以減緩洪水流入高淹水潛勢區域之量。

(5)設施及建築物之減災與補強對策：

- I. 防洪工程與設施：主要分為堤防、雨水下水道系統、抽水站、閘門、疏散門、滯洪池等，為確保上述防洪工程與設施之正常功能，

應規定於汛期前完成所有工程與設施之檢測，若檢測過程中發現工程缺失或設施故障，即進行改善及補強措施。

II. 重要建物設施：均係各地區之樞紐，同時有大量人口的進出及使用，平時即應加強各區重要建物的安全檢查及維修，並做好事前減災措施規劃，災時才能迅速地進入應變階段。

III. 交通設施：交通設施的設置，平時進行定期檢修及維護工作，加強設施及號誌系統之防水及耐災性，並裝置感應及自動監測系統，隨時監控交通設施正常運作。

IV. 維生管線：各類維生管線的設置，經過詳細的規劃及設計，除應依縣/市各地區之特性加強各類管線之防水及耐災強度，並採分段加裝感應及自動監測裝置，隨時監控管線之安全性。

(6)廢棄物處置與回收：

利用淹水災害防護規模資料，研選廢棄物、垃圾臨時轉運站及集中設置場所之選定。

(7)防災教育：

I. 防災教育教材之製作：教材包含講義、宣導影片、文宣及網頁製作等。

II. 防災教育場地之規劃：可從各高淹水潛勢區域內，規劃水災教育訓練場地。

2、整備階段：

(1)災害應變計畫及標準作業程序之研訂：

水災應變計畫之擬定應根據淹水災害防護規模資料，針對各主要淹水區域進行應變措施之擬定，以作為未來實際發生時之緊急應變指導方針。

(2)災害應變資源整備：

應根據淹水災害防護規模資料進行災害應變資源分配，針對各高淹水潛勢區域，其應分配較多之應變資源。

(3)災害防救人員之整備編組：

應根據淹水災害防護規模資料進行災害防救人員整備編組，針對各高淹水潛勢區域，其應整備較多之災害防救人力。

(4)社區與企業災害防救能力之整合與強化：

- I. 地方政府應針對位於淹水潛勢區域內之社區與企業，進行災害防救能力之整合與強化，其主要工作項目有：
- II. 協助各社區及企業災害防救組織之成立，應訂定運作及管理機制，並列冊管理。
- III. 協助積極參與地區所舉辦之訓練及演習。
- IV. 協助社區災害防救組織與企業災害防救體制的整合。
- V. 社區、企業物資、金源、人力援助之整合及處置。

(5)演習訓練與宣導：

- I. 演習訓練之狀況想定條件，應依據淹水災害防護規模資料進行研擬，並針對所研擬之狀況想定條件，進行防救災資源整備及因應措施之擬定。
- II. 演習訓練之種類分有年度整合演習、區域應變演習、業務單位演習、專業技能訓練演習及一般訓練等。

(6)設施之檢修：

為維護災害發生時民眾生命財產之安全，應由全體民眾共同負起災害防救之責任及工作，災害防救各業務單位於防汛期前，應依據淹水災害防護規模資料分階段辦理及完成所屬業務範圍內有關災害防救設施、設備之檢查及相關修復工程，如無法於防汛期前完成之工作，應呈報縣市主管單位知悉，並依相關緊急處理機制預作準備，以利災時搶救工作順利進行。

(7)災害應變中心之設置規劃：

縣市層級與鄉鎮市層級之災害應變中心設置規劃，應依據淹水災害防護規模資料進行選址規劃，並應有第二災害應變中心之規劃，可

相互支援因應，分散災害風險。

(8)避難場所與設施之設置管理：

- I. 避難場所應依據淹水災害防護規模資料進行選址，選取適當位置及規模，以避免災民二次避災。
- II. 避難場所之選取原則，應考慮安全、便利、活動空間及資源充裕等因素；避難場所之地點，可以學校、廟宇或區民活動中心作為優先考慮地點。

(9)避難救災路徑之規劃及設定：

- I. 避難救災路徑之規劃及設定應依據淹水災害防護規模及避難場所等資料進行路徑規劃，並有替代路徑之規劃。
- II. 研擬避難救災路徑規劃及設定之原則，主要應考慮安全、便捷等因素。

(10)緊急醫療整備：

- I. 緊急醫療應依據淹水災害防護規模資料進行資源整備。
- II. 緊急醫療規劃及設定之原則，主要應考慮機動、便捷等因素。

3、應變階段：

- (1)依據不同淹水災害規模成立不同層級之災害應變中心(由村里社區→鄉鎮市區→縣市)，且各層級災害應變中心彼此間應有充分之協調機制。
- (2)應依據淹水災害防護規模資料，擬定最大緊急動員規模，並依據可能受災情況分配佈置相對應之人力、搶救機具及物資等。
- (3)應依據淹水災害防護規模資料，研擬各項維生設施系統之替代方案，以因應維生設施系統損毀時之搶救作業措施及短期替代方案。
- (4)考量實際發生淹水災害規模，可能超過本縣市地區災害防救計畫所設定之最大淹水災害規模，故應進一步研擬向中央災害應變中心、鄰近縣市政府或軍方請求緊急支援之機制。

4、復原階段：

(1)縣市政府應依據災情勘查結果檢討淹水災害防護資料，並視水災規模成立重建委員會或復建推動專案小組等。

(2)縣市政府應初步估算各淹水地區不同土地使用類別之淹水災害損失金額及總損失金額，以估計災後復建所需之金額，並檢討淹水災害防護規模資料。縣市政府應依據災後復建所需之金額研擬各項金融措施，以作為災後復建經費之來源。

上述各階段之防護措施應是按漸進方式開始動員應變，如圖 3-2 為淹水災害防護規模分級概念圖。當降雨量低於 5 年重現期防洪設計標準時，此時之防洪應變以工程保護為主要措施，並結合社區防救災應變計畫；進一步降雨量超過 5 年重現期防洪設計標準，但低於 25 年重現期時，此時防洪應變除工程保護及社區防災外，尚須提升鄉鎮市防災應變措施；降雨量超過 25 年重現期防洪設計標準，但低於 100 年或 200 年重現期時，此時防洪應變除工程保護、社區防災及鄉鎮市應變措施外，須提升至縣市層級防災應變措施；最後，降雨量超過地方政府淹水災害防護規模 100 年或 200 年重現期時，應立即通報中央災害應變中心，尋求其他縣市或中央單位支援。

四、淹水災害防護規模設定作業流程

淹水災害之發生與降雨型態、降雨強度、延時、集水區地形、水文、地表坡度、土地利用型態及防洪排水設施等多項因素息息相關，例如短延時之集中暴雨型態易使低窪地區或排水設施不良之地區造成淹水災害[8]。為能考慮各縣市氣象、地文及河川洪水災害等變化之特性，本研究擬利用降雨資料配合二維水理模式模擬各縣市之淹水境況，並配合不同土地利用型態淹水深度—損失關係，分析不同重現期淹水潛勢之損失值，據此再與行政區域各項指標因子進行比較，以研訂適合之淹水災害防護規模；最後將淹水災害防護規模設定之流程研擬成作業規範，以利地方政府推廣及應用。

依據防災國家型科技計畫第一期所完成全台淹水潛勢資料成果及經濟部水利署「水文設計應用手冊」[30]計畫統計分析雨量，可做為本研究各重現期淹水分析之基礎。本研究依據模擬分析先後順序，將淹水災害防護規模設定作業流程分成淹水潛勢分析、建立不同土地利用型態之淹水深度—損失關係、淹水災害損失風險分析及淹水災害防護規模審議之研擬等四個階段，整體淹水災害防護規模設定作業流程如圖 4-1 所示。茲將各研擬四個階段之設定程序及應用方法，說明如下：

4.1 淹水潛勢分析

1、降雨量統計及分析：

(1)降雨頻率分析：

應用於降雨頻率分析之方法相當多，在台灣常用之方法有常態分布、對數常態分布、皮爾遜第三類分布、對數皮爾遜第三類分布與極端值第一類分布等五種應用方法，其詳細理論方法請參考前經濟部水資源局「水文設計應用手冊」[30]之說明。對於區域降雨頻率分析方法，為考慮降雨受地形影響之空間變異性及水文模式之適用性，因此應首先針對各雨量站進行頻率分析之後，再利用相同重現

期各雨量站之總降雨量使用徐昇氏控制面積加權值法求取各區域分區之平均總降雨量。

若研究區域無實際觀測降雨資料可進行頻率分析，則可參考前經濟部水資源局「水文設計應用手冊」[30]計畫所完成之全台雨量站頻率分析之成果，或經濟部水利署於民國 92 年所完成「台灣地區雨量測站降雨強度—延時 Horner 公式分析」[28]之成果，但應值得注意的是頻率分析應利用最新蒐集降雨監測資料適時更新，以確保頻率分析結果之精度。

(2)流域可能最大降雨(PMP)之推求：

地方政府除應熟知各種重現期之降雨量條件外，亦應瞭解本身轄屬區域可能遭受最嚴重水文氣象條件下之最大降雨量侵襲，因此分析流域可能最大降雨(PMP)是有其必要性。對於可能最大降雨量之推求方法，目前國內常用之方法有世界氣象組織(World Meteorological Organization, WMO)統計法、暴雨移位與露點調整法、颱風模式法、包絡線經驗法及頻率因子法等方法。

對於可能最大降雨量之推求，經常受限於觀測資料之短缺而無法推求較客觀之推估值，目前國內各重要水庫集水區依據「水庫安全評估作業規範」於定期進行水庫集水區之可能最大降雨量分析，因此可參考全台所有水庫集水區可能最大降雨分析成果，利用外延方式推求研究區域之可能最大降雨。此外，前經濟部水資源局「水文設計應用手冊」[30]計畫採用水利處、台電公司與中央氣象局等三機關所屬雨量站之歷年年最大降雨量深度資料，其中水利處雨量站 87 站，台電雨量站 39 站，氣象局 18 站，並將全省劃分為北、中、南及東四區進行可能最大降雨量之分析，北區計有 35 站、中區 55 站、南區 30 站、東區 24 站，因此亦可利用此成果進行研究區域之可能最大降雨量推估。

2、淹水潛勢境況模擬分析：

淹水災害境況模擬主要模擬因河川水位高漲或暴雨宣洩不及所造成之淹水情況。上游山區因地勢高坡度陡，降雨產生之逕流量會快速流入中、下游地區，故使用山區逕流模式計算上游地區逕流量。堤防內地區地勢平坦，暴雨漫地流會形成淹水，且其淹水情況受抽水站、水門操作及下水道排水系統之影響，故須分開處理堤防內地表漫地流、抽水站操作與下水道排水系統，分別採用二維漫地流淹水模式(含抽水站操作)與都市雨水下水道排水模式來模擬，並進行兩模式的結合。

目前國內對於淹水境況模擬模式有二維市區排水淹水模式、Sobek Flow-2D 及核胞模式等，地方政府可依據現有資料特性選取適合之淹水模式進行分析，分析淹水境況案例條件應包含防洪設施系統在正常操作與損壞情況下，不同重現期降雨條件下之淹水境況。防災國家型科技計畫辦公室之防洪研究群於民國 90 年底前針對全台逐年分區進行淹水潛勢研析，其成果經過初審、複審通過後，再送請行政院中央防災會報備查。因此地方政府可參考防災國家型科技計畫辦公室於民國 90 年底前完成之全台各縣市淹水潛勢資料[23, 24]。

此外，配合可能最大降雨量分析成果，地方政府亦應分析遭受可能最大降雨事件侵襲時之淹水境況，以此事先研訂適切之緊急應變措施計畫。

4.2 建立淹水深度－損失關係

1、蒐集與整理災害損失調查資料：

欲建立研究區域不同土地利用型態之淹水深度－損失關係曲線，需蒐集縣市政府行政區內歷史淹水災害調查資料(淹水範圍及深度)及淹水災害損失調查結果等方面資料，對於這些資料蒐集來源，說明如下：

對於歷史淹水災害調查資料之蒐集，地方政府水災主管單位或經濟部水利署各河川局皆對轄區內所發生重大淹水事件進行調查，因此此方面資料可向這些單位蒐集，但這些資料礙於主管單位人力不足，所調查之淹水資料與實際淹水有所差異，因此尚需配合現地訪談資料進行檢核。

而在災害損失調查資料蒐集方面，由於過去無建立此方面之調查機

制，因此相關資料相當欠缺，可參考地方政府之災後補助申請資料，然其資料特性僅呈現 50 公分以上未滿 100 公分及 100 公分以上兩種淹水深度之補助標準，所以資料僅可參考作為淹水區域範圍檢核之使用，對於實際淹水損失之評估助益有限，另一災害損失調查資料來源為災民向稅捐機關申報綜合所得減免申請資料，但此資料受限於個人隱私等因素，稅捐機關往往無法提供，因此在資料蒐集取得上相當困難。

另一災害損失資料蒐集方式，可利用淹水區域問卷調查方式取得，但此種方式有其時效性，若於災後立即進行調查，其資料較具有可靠度；但若於長時間之後再進行調查，災民記憶已模糊，因此調查資料可信度已大幅降低。

2、建立不同土地使用類別之淹水深度－損失關係曲線：

對於災害損失推估方法相當多，例如歷史事件類比法、降雨量比較法、淹水面積推估法及淹水深度－損失關係推估法等等，但這些方法皆有其優缺點。目前台灣對於淹水災害損失之推估方法，較常應用淹水深度－損失關係推估法，因為其較具有理論基礎，但此方法需要較多之災害損失調查資料以建立模式。

由於各種土地利用之經濟活動特性不同，例如住宅區、商業區、工業區及農業區等，遭受淹水災害時之損害程度亦不相同，不同土地使用類別單位面積之損失值差異極大，因此可建立不同土地使用類別之淹水深度－損失曲線。對於淹水災害損失之推估，本研究建議採用淹水深度－損失經驗曲線法，係利用區域內之建物與相關之經濟資料，推求各種類型建築物之淹水深度損失經驗曲線，此方法需要淹水受災區上詳細之財產損失調查報告，以及事先利用過去災害損失資料建立該淹水受災區上各類型建築物之淹水深度－損失經驗曲線。

關於淹水深度－損失關係曲線之建立，若地方政府無法取得淹水事件之災害損失調查資料，可參考經濟部水資源局之「台北盆地及鹽水溪流域示範區颱風災害危險度分析」研究報告[9]、經濟部水利署之「水災損失評

估系統模式之建立(1/2)」[10]、「水災損失評估系統模式之建立(2/2)」[11]報告及台北市政府工務局養護工程處之「台北市排水系統調查檢討及資料建檔－雨水下水道設施標準評析之初期計畫」[26]報告，或行政院國家科學委員會之「防洪示範區淹水境況模擬與決策支援系統之研究(三)」[12]、「家戶洪災災害損失評估與減輕機制之研究調查」[31]及「公共部門颱風洪災害損失評估與風險分攤及減輕機制之研究(2/2)」[27]等研究報告所建立不同土地使用類別之淹水深度－損失關係曲線成果，進一步利用地方政府轄署區域與這些研究報告分析地區之經濟指標，獲得損失之區域調整係數。

在住宅區區域調整係數根據行政院主計處台灣地區各縣市全年家庭消費型態資料，獲得各縣市之衣著鞋類、家具及家庭設備、運輸通訊與雜項支出等消費比例，以計算不同區域間之消費差異，並作為區域調整時之指標。

在工業區區域調整係數，工商普查資料中資產總計及生產總值兩項目為基礎，比較研究流域與台北縣汐止地區之間相同工商業類別之規模大小，以進行工商業之淹水深度－損失關係之區域調整係數修正。

在商業區區域調整係數根據行政院主計處各縣市全年家庭消費型態資料，獲得各縣市之食品、飲料、煙草、衣著鞋類、房租及水費、燃料及燈光、家具、保健和醫療、運輸及通訊、娛樂教育和文化服務，以及雜項支出等消費比例，以計算不同區域間之消費差異，並作為區域調整時之指標。

對於流域農業區淹水度－損失之關係建立，可參考經濟部水利處第六河川局於民國 87 年 9 月完成之「鹽水溪河川治理報告」[9]，分析鹽水溪流域之浸水減產關係曲線以及 100 年重現期之災害損失估計，利用此農業區淹水度－損失關係時，應考慮淹水歷程延時長短所造成之損壞率而進行修正[10]。

4.3 淹水災害損失風險分析

1、社經資料蒐集及整理：

淹水災害之防護規模設定應考慮各縣市政府之各項經濟指標、防救災

動員能力及財政投入能力，因此針對各縣市之社經資料蒐集重點，包含如下：

- (1) 人口分布資料；
- (2) 年經濟總產值；
- (3) 交通運輸能力；
- (4) 土地利用型態；
- (5) 重要文化資產資料；
- (6) 防救災投入人力；
- (7) 投入防救災經費；
- (8) 各項年所得，如民眾年所得，家庭年所得、商業年所得及工業年所得；
- (9) 家庭經濟消費能力；
- (10) 重要規劃開發案資料；
- (11) 特殊重要產業，如高科技科學園區等；
- (12) 防洪系統保護標準。

針對上述各項資料應詳加蒐集瞭解，多方考量社經指標與淹水災害之關係，方可達到經濟效益最佳之防護規模[7]。

2、分析不同重現期各土地使用類別之淹水災害損失值：

結合不同土地利用型態淹水深度-損失曲線與淹水災害境況模擬之結果，由淹水災害境況模擬可得不同重現期降雨量可能產生之淹水面積及深度。進一步與土地使用形態圖層套疊後，可推求不同土地使用所對應之淹水面積及深度，再配合不同土地使用型態之淹水深度-損失曲線進行損失分析，即可求得不同重現期降雨量可能產生之淹水災害總損失。不同重現期降雨量所對照之重現期，可進一步推求任一場降雨事件可能造成損失之期望值，即等於事件發生機率乘以事件之總損失值。再藉由降雨事件之損失期望值與保護區域之相關經濟指標分析比較，可提供淹水災害防護規模設定之參考。

4.4 淹水災害防護規模設定之審議

1. 淹水災害防護規模之初步設定：

上述災害損失風險分析階段已推求各重現期降雨之淹水災害總損失，進一步將此損失分析結果利用各項指標進行比較[1, 2, 3, 4, 5, 6]，比較之項目分述如下：

- (1) 各重現期之淹水面積：利用此淹水面積結果與過去歷史淹水事件之調查結果進行比較。
- (2) 可能影響之民眾人數：推估各重現期淹水災情可能衝擊影響之民眾人數，藉此可與目前地方政府所規劃整備之避難場所收容人數進行比較，以瞭解未來所設定之淹水災害防護規模，需要增設多少之避難場所及救災物資。
- (3) 損失佔年經濟產值之百分比：將各重現期所推估之災害損失值與地方政府年經濟產值進行比較，估計災害損失佔年經濟產值之百分比，藉此地方政府可瞭解未來將面臨多大之淹水災害時之經濟損失及其可容忍之經濟損失程度。
- (4) 與過去重大淹水災害事件損失經費進行比較：地方政府將可知道各重現期災害損失與過去淹水事件損失之差異，藉此災害損失比較以得知未來應保護比過去曾發生之災害規模更高之程度。
- (5) 對交通運輸之衝擊影響：應評估將可能衝擊影響哪些重要交通設施、影響時間及影響人數等資料。
- (6) 對防洪設施之衝擊影響：應評估各重現期之淹水災情，將對防洪系統設施之衝擊影響如何？可能哪些防洪系統(如抽水站、閘門等)將因淹水而喪失功能或破壞。
- (7) 對重要公共設施或文化古蹟之影響：應評估各重現期之淹水災情，將對行政區域內重要公共設施或文化古蹟之衝擊影響如何？
- (8) 特別土地使用類別：例如高科技科學園區之淹水保護程度，應具有較高之保護規模。

- (9) 高度開發與人口密集之都會地區：例如台北、台中及高雄等都會區，若發生嚴重淹水災情，則其直接與間接災害損失影響民眾生計甚大，因此亦應適度提高此地區之淹水災害防護規模設定程度。
- (10) 鄰近河川防洪設施保護程度：對於中央管河川或縣管河川，皆有其堤防防洪設施保護規設定，因此當其河川防洪設施保護規模高於一般性地區之最小淹水保護規模時，則應提高其淹水災害保護規模與河川防洪設施保護規模相同，以求一致性。
- (11) 防救災效益分析：分析淹水對地方造成之損失及地方相對其淹水災害程度需投入之保護成本，選擇以最少成本可達到最大保護效益之防護規模做為淹水災害防護規模設定之依據。

利用防救災效益分析所求得之淹水災害防護規模為應用學理方法求得之參考結果。由於學理方法偏重於經濟分析，不易納入人文社會及無法量化之影響因子，因此仍需利用上述各項指標進行分析及討論。本研究考慮洪流溢堤後所造成之災害非排水系統不良所造成之災害可比擬，因此初步可以水利署所訂定之河川堤防標準為防護規模方案之參考：50 年重現期(縣管河川之堤防保護標準)、100 年重現期(中央管河川之堤防保護標準)及 200 年重現期(中央管河川之堤防特別防護標準)。地方政府專業技術人員應可初步遴選兩個可能之淹水災害防護規模方案，以提送審議評估程序會議進行方案之最後確認。

2、綜合評估審議程序：

(1)初審評估程序：

初審評估會議之委員應由學者、專家及地方政府相關局處室之防救災承辦科人員共同組成，針對上述技術團隊所初步研訂之淹水災害防護規模進行協商討論，確認各地方政府未來應防護之淹水災害規模目標，而此一防護目標是地方政府各相關局處室未來在防救災資源整備上皆可達到之災害規模，透過此初審評估程序，技術團隊應根據各委員意見進行修訂，以得到該縣市初步最合適之淹水災害防

護規模，並將此方案資料提送複審會議進行審議。

(2)複審審議程序：

再將上述初審會議修訂後初步最合適之淹水災害防護規模提送地方政府災害防救專家諮詢委員會進行複審程序，地方政府災害防救專家諮詢委員會之委員應由學者專家及各局處室首長所組成，針對初審評估會議所提送之該縣市初步最合適之淹水災害防護規模，進行修訂意見提供。透過此複審審議程序，技術團隊再根據各委員意見進行修訂，以得到該縣市最合適之淹水災害防護規模，並將此修訂後方案資料提送地方政府災害防救會報進行最後認可及公佈。

(3)防災會報審議程序：

將上述複審審議程序所修訂後之該縣市最合適之淹水災害防護規模，提報縣市政府之災害防救會報，進行最後之審核認可程序及公布，最後再將該縣市最合適之淹水災害防護規模資料，函送地方政府各局處室，做為進行地區災害防救計畫之參考依據。

五、應用範例

為檢核本研究所研擬淹水災害防護規模設定作業程序之適用性，本計畫選定台北縣市與台南縣市作為示範區。台北縣市係屬於高度開發與人口密集之都會地區；而台南縣大都屬於低度開發之農業區，但其轄屬地區卻設有高科技科學園區，因此此兩處研究示範區均具有代表性，以利於將來推廣至其他縣市政府之淹水災害防護規模設定。茲將各示範區所完成分析結果按擬定推估作業流程分述如下：

5.1 淹水潛勢分析

1、降雨分析階段：

(1)頻率分析：

對於研究區域內各雨量站之頻率分析，本研究參考前經濟部水資源局於 90 年 12 月所完成之「水文設計應用手冊」[30]及水利署 92 年 2 月所完成之「台灣地區雨量測站降雨強度—延時 Horner 公式分析」[28]報告中全台各雨量站頻率分析之成果，整理出台灣各縣市不同重現期之 24 小時雨量，如圖 5-1 及表 5-1 所示。同時應用內插法可求得四種不同總降雨量 150、300、450 及 600 毫米所對應之重現期及超越機率，如表 5-2 所示。

(2)可能最大降雨量分析：

對於研究區域之可能最大降雨量分析，同樣亦參考前經濟部水資源局「水文設計應用手冊」[30]計畫所完成之全台北、中、南、東四區可能最大降雨量之分析成果，如圖 5-2 至圖 5-3 所示，從圖 5-2 中可知，台北市 24 小時可能最大降雨量依區域位置不同，範圍自 1,050 毫米至 1,350 毫米；台北縣 24 小時可能最大降雨量依區域位置不同，從 950 毫米至 2,000 毫米；台南市 24 小時可能最大降雨量依區域位置不同，從 1,200 毫米至 1,300 毫米；台南縣 24 小時可能最大降雨量依區域位置不同，從 1,100 毫米至 1,700 毫米不等。

2、淹水潛勢境況模擬分析：

台北縣市淹水災害潛勢模擬區域之介紹、相關水利設施工程資訊及資料來源皆詳述於附錄一。重大歷史淹水災害事件之調查亦如附錄一所示。歷史淹水事件可協助模式模擬結果之校驗，使淹水損失風險分析結果更正確。

台南縣市淹水災害潛勢模擬區域之介紹、相關水利設施工程資訊及資料來源皆詳述於附錄二。重大歷史淹水災害事件之調查亦如附錄二所示。

對於台北縣市及台南縣市之淹水潛勢境況模擬分析，將參考防災國家型科技計畫所完成全台 22 縣市 24 小時四種不同總降雨量 150、300、450 及 600 毫米之淹水潛勢，本研究進一步內插求得不同降雨重現期所造成之總淹水面積及各淹水深度之面積，結果如表 5-3 至表 5-4 及圖 5-4 至圖 5-5 所示。

5.2 建立淹水深度－損失關係

至今已有諸多學者完成不同土地利用型態淹水深度與災害損失間關係之研究[9, 10, 11, 12, 26, 27, 31]。研究中所蒐集之資料相當豐富，台北市政府工務局養護工程處所完成之「台北市排水系統調查檢討及資料建檔－雨水下水道設施標準評析之初期計畫」[26]中，關於「積水損失調查分析研究」所建立不同土地利用型態之淹水深度－損失曲線關係。考慮各縣市土地利用分類方式，選取其中住宅區、工業區(製造業、批發業)、商業區(零售業、服務業)與學校等經濟活動類別之淹水深度－損失曲線進行淹水災害損失風險之分析。對於研究區域，本文所參考之住宅區、工業區(大尺度製造業、小尺度製造業、大尺度批發業、小尺度批發業)、商業區(大尺度零售業、小尺度零售業、大尺度服務業、小尺度服務業)及學校等之淹水深度－損失曲線圖。

至於應用上述不同土地利用型態之淹水深度－損失曲線時，需要進行區域調整，本研究參考經濟部水利署「水災損失評估系統模視之建立」及國科會「防洪示範區淹水境況模擬與決策支援系統之研究—鹽水溪流域洪

災損害評估模式與資料庫建立之研究」之成果，對於住宅區之調整係數如表 5-5 所示，其係根據台灣電通股份有限公司出版之「2001 年台灣市場指標」內容，該公司整理行政院主計處之民國八十七年台灣地區各縣市全年家庭消費型態資料，獲得各縣市之食品、飲料、煙草、衣著鞋類、房租及水費、燃料及燈光、家具及家庭設備、家事管理、保健和醫療、運輸及通訊、娛樂教育和文化服務，以及雜項支出等消費比例。考量颱風災害中一般家庭損失之相關項目，茲選擇其中衣著鞋類、家具及家庭設備、運輸通訊與雜項支出等與淹水損失等較為相關部分作加總，以計算不同區域間之消費差異，作為區域調整時之指標，以此原則進一步訂定台北縣之區域調整係數為 1(即不調整)，則台北市、台南市及台南縣之區域調整係數分別為 1.25、0.79 與 0.70；而對於工商業之調整係數如表 5-6 所示，其係以工商普查資料中資產總計及生產總值兩項目為基礎，比較台北市、台南縣市與台北縣之間相同工商業類別之規模大小，以進行工商業之淹水深度－損失關係之區域調整係數修正，並進一步根據國稅局工商業損失申報資料之類別，將工商業損失更細分成批發業、零售業、製造業及辦公室等四類。

5.3 淹水災害損失風險分析

將研究示範區之土地利用圖層與淹水潛勢圖層進行套疊，利用地理資訊系統可求得降雨延時 24 小時不同總降雨量於不同土地使用類別之各深度淹水面積以及不同土地使用類別之淹水面積百分比，如表 5-7 至表 5-10 所示。由於缺乏各土地使用類別中淹水部分之受災家數，因此假設示範區之工商業店家、住宅區及學校皆均勻分布於所屬之土地使用類別。於此假設下，根據示範區統計要覽[13, 14, 15, 16]之各類營利事業家數可統計出所屬土地使用類別之總店家數，總店家數乘以淹水面積百分比即可求得不同土地使用類別之受淹家數，如表 5-11 至表 5-14 所示。

應用不同土地使用類別之淹水深度－損失曲線圖，配合表 5-11 至表 5-14 之受淹家數進一步分析示範區之淹水災害損失風險，降雨延時 24 小時四種不同總降雨量 150、300、450 及 600 毫米淹水境況所造成之災害損失

估計如表 5-15 至表 5-18 所示。再以內插法求得不同降雨重現期所造成之淹水災害估計損失，結果如表 5-19 至表 5-20 所示。

此外，亦蒐集研究區域過去歷史災情資料及相關社會經濟指標，如表 5-21 至表 5-23 所示，以作為下一階段淹水災害防護規模初步設定之綜合評估資料。

5.4 淹水災害防護規模設定之審議

1、淹水災害防護規模之初步設定：

將上述災害損失風險分析成果與各項指標進行比較，說明如下：

- (1). 各重現期之淹水面積：如表 5-24 及表 5-27 所示，重現期 100 年之淹水面積，台北市、台北縣、台南市及台南縣分別為 5.34 平方公里、38.86 平方公里、45.09 平方公里及 152.69 平方公里；重現期 200 年之淹水面積，台北市、台北縣、台南市及台南縣分別為 6.77 平方公里、41.82 平方公里、47.32 平方公里及 162.75 平方公里，其中在台南縣市之淹水面積，已包含漁塭養殖業之面積。與過去歷史淹水事件之調查結果進行比較，台北縣市在納莉颱風之淹水面積分別為 25.47 平方公里及 37.7 平方公里；台南縣市在納莉颱風期間之淹水面積 65.54 平方公里。
- (2). 可能影響之民眾人數：如表 5-24 及表 5-27 所示，重現期 100 年可能影響之民眾人數，台北市、台北縣、台南市及台南縣分別為 20,692 人、97,829 人、22,738 人及 52,889 人；重現期 200 年可能影響之民眾人數，台北市、台北縣、台南市及台南縣分別為 25,698 人、111,559 人、24,088 人及 58,622 人。
- (3). 損失佔年經濟產值之百分比：如表 5-24 及表 5-27 所示，重現期 100 年損失佔年經濟產值之百分比，台北市、台北縣、台南市及台南縣分別為 0.41%、0.50%、1.60%及 1.51%；重現期 200 年損失佔年經濟產值之百分比，台北市、台北縣、台南市及台南縣分別為 0.52%、0.56%、1.73%及 1.66%。由此可見，台北縣市之年經濟總產值比其

他地區高出甚多，是台灣相當重要之經濟活動區域，因此應須有較高之淹水災害防護規模。

- (4).損失與防救災預算比較：如表 5-28 所示，由表中可知年度災害防救預算及其佔年度總預算之比例皆以台北市為最高，因此台北市適合規畫較高之淹水災害防護規模。此外，台北縣市 200 年重現期之災害規模損失較 100 年重現期之災害規模損失高出 10 億元新台幣以上，相對於台南縣市之 200 年重現期災害規模損失約為 5 億元新台幣，台北縣市之淹水災害防護規模應設定較台南縣市為高。
- (5).對交通運輸之衝擊影響：若發生淹水災情，在無適當保護措施之下，在台北市地區除原有市區道路受影響之外，將亦影響捷運系統、鐵路系統及高速公路等運輸系統；台北縣地區除原有鄉鎮市市區道路受影響之外，將亦影響部分捷運系統路線、鐵路系統及高速公路等運輸系統；台南市地區除原有市區道路受影響之外，將亦影響部分鐵路系統等運輸系統；台南縣地區除原有鄉鎮市區道路受影響之外，將亦影響部分鐵路系統及高速公路等運輸系統。整體而言，淹水災情對於交通運輸之衝擊影響程度，在台北縣市將遠大於其他縣市，因此需要有較高之保護規模。
- (6).對防洪設施之衝擊影響：台北縣市位於淡水河盆地，每遇豪雨既容易淹水，因此皆需要高保護防洪設施進行保護，所以對於台北縣市地區，若其防洪系統設施受到淹水衝擊影響，將導致發生更嚴重災情產生，因此台北縣地區之淹水災害防護規模應較其他縣市有更高保護標準。
- (7).特別土地使用類別：台南縣行政區域內有台南科學園區，其是屬於高科技工業園區，每年為政府帶來相當高之經濟產值，因此若被淹水所侵襲，除年經濟產值受影響，亦影響投資環境之競爭力，因此對於這些地區，應具有較高之淹水災害保護規模。
- (8).高度開發與人口密集之都會地區：台北縣市在台灣地區是屬於高度

開發與人口密集之都會地區，其單位面積所居住之人口數遠超過其他縣市，因此若發生嚴重淹水災情，則其直接與間接災害損失影響民眾生計甚大，因此應具有較高之淹水災害防護規模設定程度。

- (9). 鄰近河川防洪設施保護程度：台北縣市位於淡水河流域，對於淡水河流域之防洪治理標準為重現期 200 年；而其他中央管河川之防洪治理標準為重現期 200 年，因此台北縣市應提高其淹水災害保護規模與河川防洪設施保護規模相同，以求一致性。

- (10). 防救災效益分析：現階段淹水災害防護措施主要可分成內水及外水防治兩部分。內水主要藉由雨水下水道系統將落於堤內之雨水引至堤外；外水則藉由堤防將高漲之洪流阻隔於堤外。目前各地區之雨水下水道容量以 5 年重現期之暴雨量為設計依據，因此雨水下水道系統每年之養護成本可視為淹水災害 5 年重現期防護規模之防災成本。而各地區之堤防設計較不一致。台北縣市依據大台北防洪計畫，採用 200 年重現期之洪峰流量為設計目標；台南縣市則採用早期省水利局之設計標準，以 100 年重現期之洪峰流量為設計目標。因此堤防每年之養護成本可視為淹水災害 100 或 200 年重現期防護規模之防災成本。當淹水災害超越堤防之保護規模時，地方政府最終可投入所有之防救災預算進行救災，可視為超越堤防保護規模之防救災成本。然而，由表 5-28 可知各示範區之災害防救預算佔總預算之比例不一致。為求分析時之一致性，本研究以台北市之比例為基準進行其它示範區之災害防救金額調整。由地方政府之統計要覽及工務局之養護工程資料可推求示範區每年平均於雨水下水道及堤防養護工程所需之費用，由表 5-28 可求得以台北市災害防救預算為基準之防救災成本，如表 5-29 所示。圖 5-6~5-9 中為不同淹水災害規模所對應之防救災成本及淹水災害損失。兩者差距最大之淹水災害規模即為最佳防護效益之淹水災害防護規模。經圖 5-6~5-9 之分析後，台北縣市及台南縣市最高防護效益之防護規模分別為 200

年及 100 年重現期之保護標準。

綜合考慮示範區防救災之成本及各相關指標因子，如表 5-30 所示。由表中可知災害規模越大，造成之直接損失、淹水面積、受影響人數、交通衝擊等必定越大。然而淹水災害防護規模之設定應考慮最佳效益之防護標準，因此指標因子中之「災害保護效益」即成為重要之決定因子。由表 5-84 可知，台北市、台北縣若將災害防護規模設定為 200 年重現期，可分別達到 6731 百萬元及 9242 百萬元之保護效益；台南市、台南縣若將災害防護規模設定為 100 年重現期，可分別達到 5150 百萬元及 5352 百萬元之保護效益。若各縣市再提高防護規模，需投入之保護成本將大幅提升，導致保護效益降低。本研究初步建議台北縣市之災害防護規模設定為 200 年重現期之保護標準，如圖 5-10 及 5-11 所示；而台南縣市之災害防護規模初步設定為 100 年重現期之保護標準，如圖 5-12 及 5-13 所示，其中台南科學園區為特別土地使用類別，應具有較高之保護規模，因此調整其災害防護規模為 200 年重現期之保護標準。

2、綜合評估審議程序：

將上述台北縣市及台南縣市所初步設定之淹水災害防規模，應再經過地方政府初審評估會議、複審審議及防災會報等程序，以訂定台北縣市及台南縣市之最合適淹水災害防護規模。

六、西北颱、季風共伴及西南氣流之淹水致災成因分析

回顧過去對台灣地區造成重大淹水災害之天氣系統型態，主要有西北颱、東北季風共伴效應及西南氣流等三類天氣型態，因此本研究除研訂淹水災害規模設定之程序外，亦將探討這些天氣系統之發生機制，以提供未來監測預警使用，茲將此三類天氣型態之發生機制說明如下：

6.1 西北颱

1、西北颱之介紹與特性

所謂西北颱是指颱風從台灣東方海面向西北方向移行，當颱風在台灣東北方海面上時(圖 6-1a)，由於此時颱風外圍環流對於台灣北部來說是吹北風，而環流會受到地形舉升作用的影響產生降水，故在台灣北部山區常產生大量降雨。等到中心通過基隆與彭佳嶼之間海面後(圖 6-1b)，此時台灣北部及西部地區多吹西北風，風向恰好與海岸線垂直，即是與河流流向相反；同時由於颱風中心並未登陸台灣，結構沒有遭到地形的破壞，所以豪雨與強風將可持續。這股從河口往內陸吹的強風，可能使得海水倒灌，但影響更大的的是會使先前在台灣北部山區降下的大雨不易宣洩，造成下游及低窪地區嚴重淹水；此外，因為風向平行河道的緣故，風會沿著河谷吹進來，阻擋很小，故強風亦是此類型颱風重要災害之一。由於是吹強烈西北風所導致的嚴重災害，故稱為「西北颱」。較典型的西北颱為民國 52 年的葛樂禮颱風、民國 74 年的尼爾森颱風、民國 86 年的溫妮颱風及民國 93 年的艾莉颱風。

一般最主要導引颱風行進的是太平洋高壓，此類型颱風到達台灣北方海面上時會持續向西或西北行進，可知主要導引颱風的太平洋高壓會延伸至較西的地方，且颱風是沿著高壓南緣前進，其綜觀配置如圖 6-2 所示。若太平洋高壓沒有往西延伸，則颱風可能會在台灣東方海面及往北或往東北方行進。

2、歷史事件

挑選個案的時間範圍是民國 38 年至 94 年，挑選方式是利用中央氣象局之颱風資料庫，將東經 121~122 度和北緯 25.3~26.5 度所圍之區域為參考範圍，凡有通過此區域之颱風皆挑選出來，之後再剔除非西行、非西北行或有登陸之颱風，另外，再加上強度的考量，只留下威力在中度颱風以上強度的颱風，即為挑選之個案，所有個案如表 6-1 所示，颱風路徑圖如圖 6-3 所示。

3、雨量分布

以上個案當中，總雨量的極值發生處大致都在北部竹子湖及阿里山山區，兩地總雨量值的範圍分別約為 600 毫米和 800 毫米，而日最大降雨極值也是發生在竹子湖和阿里山山區，分別為 653.6 毫米和 913.8 毫米，可以發現由於颱風是從台灣北部海面經過，所以個案與個案間，竹子湖的降雨不會有很大的變動，但在阿里山山區則有非常大的變動，影響阿里山山區降雨量的原因，推測可能與颱風外圍環流的大小以及颱風經過台灣北部海面時，距離台灣的距離有關，距離近則降雨降多，反之則較少，不過影響雨量多寡的因素還有颱風的移動速度或暴風半徑的大小，隨著不同的個案，變異度相當大。

為了看出此類型颱風降雨量大概的分布情況，我們將所有個案其各地區的雨量總加之後平均，就可做出平均總雨量分布圖及平均日最大雨量分布圖(圖 6-4 及圖 6-5)，可以看出雨量的分布上有雙高峰的現象，北部及中部總雨量值很大，可以達到 550 毫米左右，但東部及南部則都在 100 毫米以下，日最大雨量亦同，北部及中部可達 450 毫米以上，東部及南部則在 50 毫米以下。

4、颱風位置與北部降雨量之關係

西北颱所造成最嚴重的災害就是在北部降下的驚人雨量，為了了解颱風所處的位置對於北部地區降雨量的相關性，可以取每個個案中竹子湖的逐時雨量圖來跟颱風路徑圖做比對，發現大致上雨量開始增多的時候，就

是颱風位在台灣東北方海面上的時候，此時受到外圍環流的影響，時雨量會明顯比前面的時段多，每小時約增加 10 毫米，之後隨著颱風漸漸靠近台灣，時雨量也快速增加，在數小時內可達到最大值，此時颱風約在台灣北方海面上，隨著個案的不同，時雨量可增至 20 毫米~50 毫米不等，到達最大值後可能持平幾個小時後開始下降(圖 6-6，以溫妮颱風為例)或達最大值後馬上下降(圖 6-7，以尼爾森颱風為例)，最後颱風遠離台灣，時雨量也漸漸減少，時雨量從開始增加到最後減少至無，整個過程大約是持續 24 小時，較長的如葛樂禮和艾莉則持續了 30 小時以上。

在颱風路徑與強度大致上都相同的條件下，影響颱風所帶來的雨量有一個很重要的因素就是颱風的行進速度，個案中民國 58 年的貝蒂颱風由於行進的速度很快，導致其在台灣北部造成的降雨量相對於其他個案而言顯得少很多，時雨量約在 10 毫米上下震盪，所以行進速度也是關係到降雨多寡重要的一環。

6.2 季風共伴效應

1、秋颱的特性

近年來『秋颱』常造成台灣發生重大災害，例如利奇馬颱風(90 年)、象神颱風(89 年)、瑞伯颱風(87 年)及芭比絲颱風(87 年)。就字面意義而言，所謂『秋颱』意指秋季颱風；但就綜觀環境而言，此時中緯度西風帶已逐漸南移，颱風在熱帶海洋形成後，常有機會受到中緯度槽線的影響。在此種綜觀條件下，一方面可能改變颱風的導引氣流，造成颱風轉向東北加速運動；另一方面，也可能造成颱風結構的變化，使得颱風強度增強或減弱。此類問題在目前實際的天氣預報作業上，較難確切掌握。當颱風環流與東北季風產生共伴作用，常導致豪大雨的出現(如 87 年的芭比絲颱風與 89 年之象神颱風)，且常對台灣北部(和東北部)地區造成重大災情(李等，2000、2001a,b)。

2、歷史事件

針對民國 53-89 年 10-11 月份生成之颱風，進入 16-26°N、118-124°E

範圍，以中央氣象局對其發布颱風警報，作為個案選取之第一要件。曲與陳（民國 77 年）之研究指出，秋颱易在台北大屯山區（竹子湖）、五堵至火燒寮間及宜蘭平原至太平山間出現大雨中心，而俞與馬（民國 80 年）之研究認為，秋季侵台之颱風，90%都伴隨有東北季風及鋒面的影響；基於上述研究成果，歸納以下四項作為個案選取之第二要件：

- (i)台灣地區附近有無鋒面存在
- (ii)竹子湖測站之日總雨量 (≥ 130 毫米/day)
- (iii)宜蘭測站之日總雨量 (≥ 130 毫米/day)
- (iv)彭佳嶼測站之日平均風向、風速

綜合分析歷史（共伴）颱風個案資料顯示，產生共伴效應的颱風路徑可分兩類，第一類（北行）的路徑係由台灣的東南方向偏北北東方向移動，通過台灣東方近海，第二類（西行）的路徑由西向東通過巴士海峽或呂宋島北部（圖 6-8）。此兩種類型的颱風，中心不必登陸台灣，即可在台灣局部地區產生持續性之顯著豪雨。一般而言，颱風的移速越慢，出現豪雨時間就越長，累積雨量越可觀。主要雨區一般出現在東北季風和颱風外圍偏東南氣流輻合區的迎風面（表 6-2），該區且常為（滯留）鋒面所在位置；東北風的強弱和颱風外圍環流的強弱，與共伴效應是否顯著有密切關係。當鋒面北移且形成滯留時，鋒面帶北側的迎風面，常為最顯著降雨的地區，且鋒面滯留越久，該地區累積雨量越大。

經巴士海峽西行之第二類型共伴環流颱風，其伴隨之豪雨集中在台灣北部、東北部地區，且一般延時較長。沿台灣東部外海北行之第一類型共伴環流颱風，豪雨出現的地區含著蓋台灣北部、東北部及東部地區。然而，東部地區的豪雨，常可能是由颱風中心環流雨帶所導致，而北部、東北部地區的豪雨，則共伴效應常扮演重要角色。此類颱風之移速常較快，因此，除偏北部地區外，其他地區的共伴效應時間較短暫。再者，其間常有因北移的颱風雨帶，於東部地區導致較短時間之大量降水。

3、綜觀環境分析

(1)第一類型—沿台灣東部外海北行（以民國 89 年象神颱風為例）

民國 89 年 10 月 29 日象神颱風在呂宋島南部登陸後進入南海，中心近似滯留，隨後受低壓槽導引，行進方向轉向北北東，並沿著台灣東部近海北上，至彭佳嶼轉向東北快速遠離台灣，行進速度由 16 公里/小時增快為 30 公里/小時。10 月 31 日 00Z 地面天氣圖，顯示滯留鋒面位於台灣北部海面（圖 6-9）；台灣北部至東海一帶溫度梯度明顯增大，大陸冷平流與颱風暖濕環流匯集，10 月 31 日—11 月 1 日影響台灣期間，降水集中在台灣北部及花蓮山區，延時累積總雨量最大值以花蓮玉里測站之 1037.5 毫米為最多，於台北汐止造成嚴重水患，全省計有 64 人死亡。

(2)第二類型—西行颱風（以民國 76 年琳恩颱風為例）

民國 76 年 10 月 23 日，琳恩颱風由呂宋島北部進入巴士海峽後，在恆春西南方海域逐漸轉向西北方移動，且移速減慢，10 月 27 日 8 時於恆春與東沙島之間減弱為熱帶性低壓；10 月 24 日 12Z 滯留鋒面位於台灣北部（圖 6-10），東海至台灣海峽氣壓梯度增強，同時彭佳嶼與台中梧棲測站，於當日持續出現 50kts 之強風。主要降雨中心集中在陽明山、大屯山及宜蘭山區；在台北內湖、松山等地區釀成嚴重之水災，全省計有 54 人死亡。

分析上述共伴天氣類型之颱風，其綜觀天氣系統之特徵歸納如下：

- i. 颱風中心均未登陸，當颱風中心進入巴士海峽後，行進速度變慢或呈現滯留；亦即，共伴環流之颱風個案，其中心不必在台灣登陸即可產生豪雨，例如琳恩在北部陽明山區造成豪雨時，中心遠在 600 公里外。需特別注意的是，此類颱風移速越慢，累積雨量越大。
- ii. 地面天氣圖上，滯留鋒面位於台灣海峽北部或東部；颱風環流在台灣北部或東北部造成顯著之輻合；輻合區即為顯著降雨區。

- iii. 850hpa 高空圖顯示，顯著冷平流，使華南與台灣北部一帶，溫度梯度明顯增大，該區且伴隨強風出現。
- iv. 700hpa 高空圖顯示，位於華南及東海一帶之高空槽線，能影響颱風之移向與速度；沿台灣東部海面北行之颱風（第二類型），易受此高空槽之導引，以致移動速度增快。
- v. 沿台灣東部外海北行之共伴環流颱風（第一類型），豪雨集中在台灣北部、東北部及東部地區；而東部地區豪雨的產生，亦可能由颱風內部環流雨帶所導致。
- vi. 經巴士海峽西行之共伴環流颱風（第二類型），豪雨集中在台灣北部、東北部地區。

6.3 引進西南氣流

1、天氣特徵

夏季台灣吹西南風，此富含水氣的暖濕空氣遇到台灣地形，可藉由地形舉升導致該區域出現大量的降雨。若能使西南風增強，則可預期水氣將在地形迎風面產生額外的輻合，降雨量將會顯著增加；此外，西南氣流中如果伴隨有中小尺度的對流系統存在，也將提供相當程度的降雨量。要加強西南氣流，即氣壓梯度須增大。

2、歷史事件

民國 93 年 07 月 02 日 23 時 30 分，中央氣象局解除敏督利颱風(圖 6-11)的陸上颱風警報，但在颱風北上離開台灣後，中南部降雨量反而增多(圖 6-12)，造成災害。針對此一現象，探討颱風離台後，引進之西南氣流導致中南部降雨的機制，以期在未來結合預報模式，對中南部地區降雨災害可事先做好防範措施。

3、降雨機制

觀察民國 93 年 6 月 23 日至 7 月 8 日 00 日本氣象廳之地面天氣圖，並分析 A：（110E、30N）、（120E、20N）、（130E、10N）；B：（130E、40N）、（120E、30N）、（110E、20N）及 C：（140E、30N）、（130E、

20N)、(120E、10N)截 A 之線段上之氣壓差值。台灣西南部吹西至南風的日子顯示：

日期	6 月 23 日	6 月 24 日	6 月 25 日	6 月 26 日	6 月 27 日		
氣壓差值(hpa)	6	6	2.5	2	3		
日期	7 月 2 日	7 月 3 日	7 月 4 日	7 月 5 日	7 月 6 日	7 月 7 日	7 月 8 日
氣壓差值(hpa)	10	8	4	3	3	3	2

7 月 2 日以及 7 月 3 日台灣西南部之氣壓梯度明顯較大(圖 6-13)，也可以看到在台灣附近標示有強風區，可知此時該區水氣提供旺盛，故有強降水。

如上述提到，除了有較強的氣壓梯度外，這強氣壓梯度區必須是在台灣西南部附近，才可為台灣西南部帶來豐盛水氣。已知夏季台灣受東南邊太平洋高壓影響，故可猜測綜觀系統配置應為在台灣西北邊有一低壓區，其與太平洋高壓之氣壓差值恰可在台灣西南邊反應出來。

已知颱風移動路徑與綜觀天氣型態有關，即與太平洋高壓之位置相關，故要有上述之配置型態，颱風移動可推測是有一定的路徑。以敏督利颱風為例，颱風路徑圖如圖 6-11 所示。

圖 6-14 為 93 年 7 月 3 日 0 時 UTC 500hpa 高空天氣圖，圖中顯示太平洋高壓的往西延伸，配合敏督利颱風的位置，是造成台灣西南部產生較大氣壓梯度的主因。

台灣地區於 4~5 月進入春季，直到秋季開始，均屬在西南季風的範圍之內，因此從梅雨季開始，即有可能受到暖濕的西南氣流影響而導致有豪大雨現象發生，尤其是梅雨期間零星的中小尺度對流可能會伴隨在西南氣流中對台灣造成影響；除此之外，如果颱風位置與太平洋高壓配合之下，可能造成在台灣西南方的氣壓梯度增強，進一步導致西南氣流的增強；透過地形舉升，將會導致台灣中南部有豪大雨現象發生。

七、結論與建議

7.1 結論

本研究之主要目的係以一年時間完成淹水災害防護規模設定作業程序之擬定，並選取研究示範區進行案例分析，以檢驗所研擬災害規模設定作業程序之適用性。本研究經過資料蒐集與分析、淹水災害防護規模應用方向規劃、設定作業程序之研訂、示範區案例分析及致災天氣系統發生機制探討等工作，成果相當豐碩，可獲致如下之結論：

1. 所研訂之淹水災害規模設定程序可做為國家災害防救科技中心各協力機構未來協助各地方政府進行淹水災害防護規模設定之標準作業準則，使所設定之淹水災害防護規模能在方法上、解析度、應用方向具有一致性及可靠度，並能達到最佳減災效果。
2. 於分析過程中，本研究依據模擬分析先後順序，可將淹水災害防護規模設定作業流程分成淹水潛勢分析、建立不同土地利用類別淹水深度－損失關係、淹水災害損失風險分析及淹水災害防護規模審議程序等四個階段。
3. 選取台北縣市及台南縣市兩個研究示範區域作為作業規範案例分析，依據台北縣市及台南縣市兩示範區之各項社會經濟指標、歷史淹水記錄、特別土地使用類別、高度開發與人口密集之程度、淹水損失及年度防救災預算等相關參考因子進行淹水災害防護規模設定之綜合評估。結果顯示，初步建議台北縣市之災害防護規模設定為200年重現期之保護標準；而台南縣市之災害防護規模初步設定為100年重現期之保護標準，其中，位於台南縣之台南科學園區為特別土地使用類別，應具有較高之保護規模，因此此園區調整其災害防護規模為200年重現期之保護標準。
4. 本研究已完成對台灣地區造成重大淹水災害天氣系統發生機制之探討，包含有西北颱、季風共伴及西南氣流等三種類型，將可提供各

災害應變層級在颱洪期間之監控參考。

7.2 建議

1. 由於隨著全球氣候變遷及與都市開發過程，各重現期之淹水災害規模隨時間而變異，因此亦須規定各縣市政府之淹水災害防護規模設定，每隔若干年需重新重新檢討其災害規模之設定，以重新修定其地區災害防救計畫。
2. 地區災害防救計畫為各地方政府防救災之指導綱要，因此建議各地方政府應盡速完成淹水災害保護規模之設定，以利於地區災害防救計畫之擬定，其中關於災害規模設定之技術層面，可透過協力機構協助予以完成。

參考文獻

1. McEwen, L., Hall, T., Hunt, J., Dempsey, M., Harrison, M., 2002. "Flood warning, warning response and planning control issues associated with caravan parks: the April 1998 floods on the lower Avon floodplain, Midlands region, UK." *Applied Geography*, 22, 271-305.
2. Planning for Flood Risk Manual in Yorkshire and Humber, Environment Agency/Yorkshire and Humber Assembly, November 2003.
3. Strategic Planning for Flood Risk in the Growth Areas – Insurance Considerations, Association of British Insurers, July 2004.
4. Territorial Land Drainage and Flood Control Strategy Study – Phase I, Drainage Services Department, Hong Kong Government, August, 1990.
5. Territorial Land Drainage and Flood Control Strategy Study – Phase II, Drainage Services Department, Hong Kong Government, August, 1993.
6. Voortman, H.G., van Gelder, P.H.A.J.M., Vrijling, J.K., 2003. "Risk-based design of large-scale flood defence systems." European Safety and Reliability Conference 2003, Maastricht, The Netherlands.
7. Vrijling, J.K., 2001. "Probabilistic design of water defense systems in The Netherlands," *Reliability Engineering and System Safety*, 74, 337-344.
8. 王如意、易任，1996，應用水文學(上)，國立編譯館。
9. 王如意、許銘熙、蘇明道、謝龍生、鄭士仁等，2001「台北盆地及鹽水溪流域示範區颱風災害危險度分析」，經濟部水資源局。
10. 王如意、許銘熙、蘇明道、鄭克聲、譚智宏、謝龍生、鄭士仁、鄭思蘋

- 等，2002，「水災損失評估系統模式之建立(1/2)」，經濟部水利署。
11. 王如意、許銘熙、蘇明道、鄭克聲、譚智宏、謝龍生、鄭士仁、鄭思蘋等，2003，「水災損失評估系統模式之建立(2/2)」，經濟部水利署。
12. 王如意、許銘熙、游保杉、陳增壽、賴進松、何興亞、陳明仁、張倉榮、蔡長泰等，2003，「防洪示範區淹水境況模擬與決策支援系統之研究(三)」，行政院國家科學委員會。
13. 台北市，2003，「統計要覽」。
14. 台北縣，2003，「統計要覽」。
15. 台南市，2003，「統計要覽」。
16. 台南縣，2003，「統計要覽」。
17. 台灣省政府台北地區防洪計畫工程執行中心，1996，「台北地區防洪計畫」，台灣省水利處。
18. 台灣省水利局，1989，「八掌溪治理工程實施計畫」。
19. 台灣省水利局，1987，「急水溪治理規劃報告」。
20. 台灣省水利局，1994，「曾文溪水系治理基本計畫」。
21. 台灣省水利局，1998，「鹽水溪治理基本計畫」。
22. 台灣省水利局，1982，「二仁溪治理基本計畫」。
23. 許銘熙、鄧慰先、張倉榮、黃成甲、葉森海，1999，「台北縣市淹水潛

- 勢資料」，防災國家型科技計畫辦公室。
24. 許銘熙、鄧慰先、張倉榮、黃成甲、葉森海，1999，「台南縣市淹水潛勢資料」，防災國家型科技計畫辦公室。
25. 許銘熙等，2001，「花蓮縣與台東縣淹水潛勢分析與水災防救研究成果報告」，防災國家型科技計畫九十年度成果報告，防災國家型科技計畫辦公室。
26. 許銘熙、鄭克聲、蘇明道、郭振泰，2004，「台北市排水系統調查檢討及資料建檔－雨水下水道設施標準評析之初期計畫」，台北市政府工務局養護工程處。
27. 張靜貞，2003，「公共部門颱風災害損失評估與風險分攤及減輕機制之研究(2/2)」，行政院國家科學委員會。
28. 經濟部水利署，2003，「台灣地區雨量測站降雨強度－延時 Horner 公式分析」。
29. 鄭克聲、王如意、許銘熙、虞國興、李光敦等，2000，「水文設計規範研訂」，經濟部水資源局，第9章。
30. 鄭克聲、王如意、許銘熙、虞國興、李光敦等，2001，「水文設計應用手冊」，經濟部水資源局。
31. 蕭代基，2003，「家戶洪災災害損失評估與減輕機制之研究調查」，行政

院國家科學委員會。

謝誌

本研究計畫承蒙行政院國科會永續發展委員會提供研究經費，謹此誌謝。

在研究計畫執行期間承蒙行政院國科會永續發展委員會魏良榮博士、行政院經濟建設委員會黃金山顧問、台灣大學土木工程學系洪如江教授、顏清連教授、中央氣象局郭鎧紋主任等委員提供本研究甚多寶貴之資料及意見，同時國家災害防救科技中心與其各協力機構、經濟部水利署第六河川局、台南縣政府工務局及台南科學工業園區之首長及先進，更熱心協助提供鹽水溪流域治理規劃及相關整治資料等，使本研究計畫得以順利執行與完成，於此一併誌謝。

表 5-1 台灣各縣市不同重現期之 24 小時雨量

縣市	各重現期之24小時降雨量 (mm)					
	5 year	10 year	25 year	50 year	100 year	200 year
彰化	250	303	373	426	480	536
嘉義	335	399	474	526	575	621
新竹	269	315	369	407	442	475
花蓮	443	530	600	706	773	842
高雄	352	413	484	533	580	624
基隆	264	312	381	437	498	564
苗栗	281	345	406	482	540	595
南投	354	420	497	550	600	648
屏東	342	411	472	553	613	673
台中	354	420	497	550	600	648
台南	330	410	480	530	580	625
台北	330	374	426	463	505	550
台東	379	445	498	580	634	685
桃園	335	399	474	526	575	621
宜蘭	458	549	654	728	797	863
雲林	236	276	322	354	385	413

表 5-2 台灣各縣市 24 小時降雨量對應之重現期(EOI)及超越機率(EP)

縣市	150 mm		300 mm		450 mm		600 mm	
	EOI (year)	EP	EOI (year)	EP	EOI (year)	EP	EOI (year)	EP
彰化	1.4	0.698	9.8	0.102	67	0.015	457	0.002
嘉義	< 1	> 1	2.9	0.345	20	0.05	140	0.007
新竹	< 1	> 1	8	0.125	115	0.009	> 500	< 0.002
花蓮	< 1	> 1	1.3	0.769	5	0.2	20	0.05
高雄	< 1	> 1	2.2	0.455	17	0.059	132	0.008
基隆	< 1	> 1	8	0.125	55	0.018	360	0.003
苗栗	1	1	6	0.167	35	0.029	205	0.005
南投	< 1	> 1	2.3	0.435	15	0.067	100	0.01
屏東	< 1	> 1	3.2	0.313	17	0.059	90	0.011
台中	< 1	> 1	3.2	0.313	22	0.046	150	0.007
台南	< 1	> 1	2.8	0.357	19	0.053	130	0.008
台北	< 1	> 1	4.8	0.208	40	0.025	330	0.003
台東	< 1	> 1	1.8	0.556	11	0.091	68	0.015
桃園	< 1	> 1	2.9	0.345	20	0.05	140	0.007
宜蘭	< 1	> 1	1.1	0.909	4	0.25	17	0.059
雲林	< 1	> 1	17	0.059	400	0.0025	> 500	< 0.002

表 5-3 台北縣市不同重現期 24 小時降雨量之各淹水深度面積

重現期	台北縣市各淹水深度之淹水面積(km ²)			
	0.5m-1m	1m-2m	2m-3m	3m+
5 year	21.2	13.6	3.9	5.7
10 year	23.6	15.4	4.4	6.2
25 year	26.3	17.6	5.1	6.9
50 year	28.3	19.2	5.6	7.4
100 year	30.5	20.9	6.1	7.9
200 year	32.9	22.8	6.7	8.5

表 5-4 台南縣市不同重現期 24 小時降雨量之各淹水深度面積

重現期	台南縣市各淹水深度之淹水面積(km ²)			
	0.5m-1m	1m-2m	2m-3m	3m+
5 year	154.8	115.0	29.4	19.6
10 year	179.7	152.6	41.8	26.5
25 year	201.4	185.4	52.7	32.5
50 year	217.0	208.9	60.5	36.8
100 year	232.5	232.3	68.2	41.1
200 year	246.5	253.5	75.2	45.0

表 5-5 台北縣市及台南縣市之區域住宅區調整係數

縣市別	消費支出 (元/戶)	消 費 比 例 (%)				相關 消費金額 (元/戶)	區域係數
		衣著鞋類	家具及 家庭設備	運輸 及通訊	雜項 支出		
台北市	931785	3.78	2.04	9.83	7.13	212261	1.25
台北縣	702709	4.49	1.79	10.17	7.62	169142	1
台南縣	502072	3.36	1.8	11.85	6.47	117887	0.70
台南市	593635	4.33	1.38	9.95	6.97	134340	0.79

資料來源：行政院主計處及台灣電通股份有限公司之「2001 年台灣市場指標」

表 5-6 台南縣市及台北市工商業區域調整係數

行業類別	台南縣	台南市	台北市
辦公室	0.804	0.856	1.71
製造	0.787	0.468	2.51
零售	0.745	0.843	2.25
批發	0.774	0.833	4.82

註：訂定台北縣之區域調整係數為 1

表 5-7 台北市不同降雨時不同土地使用類別之各深度淹水面積及比例

淹水深度	土地使用類別	各類別總面積 (km ²)	降雨量(mm)							
			150		300		450		600	
			淹水面積 (km ²)	面積比例 (%)	淹水面積 (km ²)	面積比例 (%)	淹水面積 (km ²)	面積比例 (%)	淹水面積 (km ²)	面積比例 (%)
0.5m-1m	學校	11.030	0.029	0.26	0.086	0.78	0.259	2.35	0.360	3.26
	住宅區	40.493	0.014	0.04	0.274	0.68	0.634	1.56	1.368	3.38
	商業區	7.574	0.029	0.38	0.086	1.14	0.331	4.37	0.763	10.08
	工業區	4.824	0.000	0.00	0.058	1.19	0.230	4.78	0.346	7.16
1m-2m	學校	11.030	0.014	0.13	0.043	0.39	0.173	1.57	0.245	2.22
	住宅區	40.493	0.000	0.00	0.000	0.00	0.331	0.82	0.590	1.46
	商業區	7.574	0.014	0.19	0.014	0.19	0.072	0.95	0.187	2.47
	工業區	4.824	0.000	0.00	0.000	0.00	0.043	0.90	0.173	3.58
2m-3m	學校	11.030	0.000	0.00	0.000	0.00	0.029	0.26	0.101	0.91
	住宅區	40.493	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.115	0.28
	商業區	7.574	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.014	0.19
	工業區	4.824	0.000	0.00	0.000	0.00	0.014	0.30	0.014	0.30
3m+	學校	11.030	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
	住宅區	40.493	0.000	0.00	0.000	0.00	0.029	0.07	0.058	0.14
	商業區	7.574	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
	工業區	4.824	0.000	0.00	0.014	0.30	0.014	0.30	0.014	0.30

表 5-8 台北縣不同降雨時不同土地使用類別之各深度淹水面積及比例

淹水深度	土地使用類別	各類別總面積 (km ²)	降雨量(mm)							
			150		300		450		600	
			淹水面積 (km ²)	面積比例 (%)	淹水面積 (km ²)	面積比例 (%)	淹水面積 (km ²)	面積比例 (%)	淹水面積 (km ²)	面積比例 (%)
0.5m-1m	學校	44.813	0.936	2.08	2.261	5.04	3.946	8.77	5.429	12.08
	住宅區	18.302	0.720	3.93	1.584	8.65	2.117	11.57	2.578	14.09
	商業區	6.624	0.245	3.95	0.518	7.83	1.008	2.26	1.238	18.42
	工業區	1.397	0.072	5.15	0.173	12.37	0.302	21.65	0.245	17.71
1m-2m	學校	44.813	0.331	0.74	0.806	1.80	1.570	3.49	3.110	6.92
	住宅區	18.302	0.072	0.39	0.533	2.91	1.138	6.22	1.728	9.45
	商業區	6.624	0.058	0.93	0.130	1.96	0.317	3.76	0.634	9.42
	工業區	1.397	0.000	0.00	0.029	2.06	0.072	5.15	0.187	13.54
2m-3m	學校	44.813	0.014	0.03	0.101	0.22	0.158	0.35	0.374	0.83
	住宅區	18.302	0.043	0.24	0.101	0.55	0.086	0.47	0.101	0.55
	商業區	6.624	0.029	0.47	0.043	0.65	0.072	2.26	0.115	1.71
	工業區	1.397	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
3m+	學校	44.813	0.043	0.10	0.072	0.16	0.115	0.26	0.144	0.32
	住宅區	18.302	0.014	0.08	0.029	0.16	0.086	0.47	0.130	0.71
	商業區	6.624	0.000	0.00	0.000	0.00	0.014	0.75	0.014	0.21
	工業區	1.397	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00

表 5-9 台南市不同降雨時不同土地使用類別之各深度淹水面積及比例

淹水深度	土地使用類別	各類別總面積 (km ²)	降雨量(mm)							
			150		300		450		600	
			淹水面積 (km ²)	面積比例 (%)	淹水面積 (km ²)	面積比例 (%)	淹水面積 (km ²)	面積比例 (%)	淹水面積 (km ²)	面積比例 (%)
0.5m-1m	學校	1.786	0.029	1.61	0.144	8.06	0.245	13.71	0.216	12.10
	住宅區	8.179	0.389	4.75	1.094	13.38	1.166	14.26	1.037	12.68
	商業區	0.864	0.086	10.00	0.144	16.67	0.187	21.67	0.115	13.33
	工業區	3.859	0.173	4.48	0.720	18.66	0.720	18.66	0.677	17.54
	農業區	25.862	1.584	6.12	3.312	12.81	4.176	16.15	4.680	18.10
1m-2m	學校	1.786	0.043	2.42	0.072	4.03	0.158	8.87	0.259	14.52
	住宅區	8.179	0.130	1.58	0.389	4.75	0.922	11.27	1.397	17.08
	商業區	0.864	0.000	0.00	0.043	5.00	0.130	15.00	0.259	30.00
	工業區	3.859	0.058	1.49	0.346	8.96	0.864	22.39	1.080	27.99
	農業區	25.862	0.994	3.84	2.664	10.30	3.830	14.81	4.882	18.88
2m-3m	學校	1.786	0.000	0.00	0.014	0.81	0.029	1.61	0.029	1.61
	住宅區	8.179	0.014	0.18	0.086	1.06	0.187	2.29	0.346	4.23
	商業區	0.864	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
	工業區	3.859	0.000	0.00	0.029	0.75	0.058	1.49	0.274	7.09
	農業區	25.862	0.043	0.17	0.518	2.00	1.022	3.95	1.814	7.02
3m+	學校	1.786	0.014	0.81	0.014	0.81	0.014	0.81	0.029	1.61
	住宅區	8.179	0.000	0.00	0.000	0.00	0.014	0.18	0.058	0.70
	商業區	0.864	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
	工業區	3.859	0.014	0.37	0.014	0.37	0.014	0.37	0.043	1.12
	農業區	25.862	0.000	0.00	0.014	0.06	0.259	1.00	0.562	2.17

表 5-10 台南縣不同降雨時不同土地使用類別之各深度淹水面積及比例

淹水深度	土地使用類別	各類別總面積 (km ²)	降雨量(mm)							
			150		300		450		600	
			淹水面積 (km ²)	面積比例 (%)	淹水面積 (km ²)	面積比例 (%)	淹水面積 (km ²)	面積比例 (%)	淹水面積 (km ²)	面積比例 (%)
0.5m-1m	學校	2.390	0.029	1.20	0.158	6.63	0.288	12.05	0.302	12.65
	住宅區	23.386	0.259	1.11	1.296	5.54	2.246	9.61	2.664	11.39
	商業區	0.994	0.000	0.00	0.043	4.35	0.115	11.59	0.101	10.14
	工業區	8.309	0.331	3.99	0.691	8.32	1.022	12.31	1.181	14.21
	農業區	330.408	13.046	3.95	23.789	7.20	31.118	9.42	35.842	10.85
1m-2m	學校	2.390	0.000	0.00	0.029	1.20	0.130	5.42	0.259	10.84
	住宅區	23.386	0.130	0.55	0.490	2.09	1.238	5.30	2.160	9.24
	商業區	0.994	0.029	2.90	0.029	2.90	0.029	2.90	0.115	11.59
	工業區	8.309	0.202	2.43	0.518	6.24	0.835	10.05	1.051	12.65
	農業區	330.408	4.522	1.37	16.373	4.96	24.797	7.50	29.722	9.00
2m-3m	學校	2.390	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.029	1.20
	住宅區	23.386	0.000	0.00	0.072	0.31	0.158	0.68	0.446	1.91
	商業區	0.994	0.000	0.00	0.000	0.00	0.014	1.45	0.014	1.45
	工業區	8.309	0.000	0.00	0.130	1.56	0.187	2.25	0.418	5.03
	農業區	330.408	1.397	0.42	3.485	1.05	8.136	2.46	14.112	4.27
3m+	學校	2.390	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
	住宅區	23.386	0.000	0.00	0.014	0.06	0.029	0.12	0.072	0.31
	商業區	0.994	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
	工業區	8.309	0.072	0.87	0.072	0.87	0.130	1.56	0.202	2.43
	農業區	330.408	1.440	0.44	4.061	1.23	6.250	1.89	9.504	2.88

表 5-11 台北市不同降雨時不同土地使用類別之受淹家數

淹水深度	土地使用類別	單戶損失 (百萬/戶)	降雨量(mm)			
			150	300	450	600
			淹水家數 (戶)	淹水家數 (戶)	淹水家數 (戶)	淹水家數 (戶)
0.5m-1m	住宅	0.05	74	1398	3238	6992
	工業	1.34	0	43	173	259
	學校	4.00	1	3	8	11
	批發及零售業	0.78	128	384	1471	3390
	服務業	0.99	62	186	715	1647
1m-2m	住宅	0.07	0	0	1693	3017
	工業	1.95	0	0	32	130
	學校	18.50	0	1	5	7
	批發及零售業	1.03	64	64	320	832
	服務業	2.13	31	31	155	404
2m-3m	住宅	0.08	0	0	0	589
	工業	2.39	0	0	11	11
	學校	28.50	0	0	1	3
	批發及零售業	1.48	0	0	0	64
	服務業	2.96	0	0	0	31
3m+	住宅	0.09	0	0	147	294
	工業	2.39	0	11	11	11
	學校	28.50	0	0	0	0
	批發及零售業	1.72	0	0	0	0
	服務業	3.26	0	0	0	0

表 5-12 台北縣不同降雨時不同土地使用類別之受淹家數

淹水深度	土地使用類別	單戶損失 (百萬/戶)	降雨量(mm)			
			150	300	450	600
			淹水家數 (戶)	淹水家數 (戶)	淹水家數 (戶)	淹水家數 (戶)
0.5m-1m	住宅	0.05	4342	10487	18302	25182
	工業	1.34	397	873	1166	1421
	學校	4.00	6	13	4	30
	批發及零售業	0.78	200	480	841	688
	服務業	0.99	369	885	1548	1266
1m-2m	住宅	0.07	1536	3741	7281	14428
	工業	1.95	40	294	627	953
	學校	18.50	2	3	6	15
	批發及零售業	1.03	0	80	200	526
	服務業	2.13	0	147	369	968
2m-3m	住宅	0.08	67	468	735	1737
	工業	2.39	24	56	48	56
	學校	28.50	1	1	4	3
	批發及零售業	1.48	0	0	0	0
	服務業	2.96	0	0	0	0
3m+	住宅	0.09	200	334	534	668
	工業	2.39	8	16	48	71
	學校	28.50	0	0	1	0
	批發及零售業	1.72	0	0	0	0
	服務業	3.26	0	0	0	0

表 5-13 台南市不同降雨時不同土地使用類別之受淹家數

淹水深度	土地使用類別	單戶損失 (百萬/戶)	降雨量(mm)			
			150	300	450	600
			淹水家數 (戶)	淹水家數 (戶)	淹水家數 (戶)	淹水家數 (戶)
0.5m-1m	住宅	0.05	1035	2914	3105	2760
	工業	1.34	107	445	445	418
	學校	4.00	1	7	13	11
	批發及零售業	0.78	145	241	313	193
	服務業	0.99	230	384	499	307
1m-2m	住宅	0.07	345	1035	2454	3719
	工業	1.95	36	214	534	667
	學校	18.50	2	4	8	13
	批發及零售業	1.03	0	72	217	434
	服務業	2.13	0	115	345	690
2m-3m	住宅	0.08	38	230	498	920
	工業	2.39	0	18	36	169
	學校	28.50	0	1	1	1
	批發及零售業	1.48	0	0	0	0
	服務業	2.96	0	0	0	0
3m+	住宅	0.09	0	0	38	153
	工業	2.39	9	9	9	27
	學校	28.50	1	1	1	1
	批發及零售業	1.72	0	0	0	0
	服務業	3.26	0	0	0	0

表 5-14 台南縣不同降雨時不同土地使用類別之受淹家數

淹水深度	土地使用類別	單戶損失 (百萬/戶)	降雨量(mm)			
			150	300	450	600
			淹水家數 (戶)	淹水家數 (戶)	淹水家數 (戶)	淹水家數 (戶)
0.5m-1m	住宅	0.05	847	4235	7340	8705
	工業	1.34	133	279	412	476
	學校	4.00	3	16	29	30
	批發及零售業	0.78	0	87	233	204
	服務業	0.99	0	90	240	210
1m-2m	住宅	0.07	423	1600	4047	7058
	工業	1.95	81	209	337	424
	學校	18.50	0	3	13	26
	批發及零售業	1.03	58	58	58	233
	服務業	2.13	60	60	60	240
2m-3m	住宅	0.08	0	235	518	1459
	工業	2.39	0	52	75	168
	學校	28.50	0	0	0	3
	批發及零售業	1.48	0	0	29	29
	服務業	2.96	0	0	30	30
3m+	住宅	0.09	0	47	94	235
	工業	2.39	29	29	52	81
	學校	28.50	0	0	0	0
	批發及零售業	1.72	0	0	0	0
	服務業	3.26	0	0	0	0

表 5-15 台北市不同降雨之各土地使用類別估計淹水損失(百萬元)

淹水深度	土地使用類別	台北市			
		150mm	300mm	450mm	600mm
		淹水家數 (戶)	淹水家數 (戶)	淹水家數 (戶)	淹水家數 (戶)
0.5m-1m	住宅	17	332	769	1661
	工業	0	58	232	348
	學校	3	10	31	44
	批發及零售業	100	301	1155	2661
	服務業	62	185	710	1636
	農業	-	-	-	-
1m-2m	住宅	0	0	526	939
	工業	0	0	63	252
	學校	8	24	97	138
	批發及零售業	66	66	329	856
	服務業	66	66	331	859
	農業	-	-	-	-
2m-3m	住宅	0	0	0	223
	工業	0	0	26	26
	學校	0	0	25	87
	批發及零售業	0	0	0	95
	服務業	0	0	0	92
	農業	-	-	-	-
3m+	住宅	0	0	64	127
	工業	0	28	28	28
	學校	0	0	0	0
	批發及零售業	0	0	0	0
	服務業	0	0	0	0
	農業	-	-	-	-
總損失		323	1,071	4,385	10,071

表 5-16 台北縣不同降雨之各土地使用類別估計淹水損失(百萬元)

淹水深度	土地使用類別	台北縣			
		150mm	300mm	450mm	600mm
		淹水家數 (戶)	淹水家數 (戶)	淹水家數 (戶)	淹水家數 (戶)
0.5m-1m	住宅	217	524	915	1259
	工業	533	1172	1566	1908
	學校	26	51	15	120
	批發及零售業	157	377	660	540
	服務業	366	879	1537	1258
	農業	-	-	-	-
1m-2m	住宅	101	245	477	945
	工業	77	572	1221	1856
	學校	28	59	113	284
	批發及零售業	0	82	206	541
	服務業	0	314	784	2060
	農業	-	-	-	-
2m-3m	住宅	5	37	59	139
	工業	57	133	114	133
	學校	22	30	105	80
	批發及零售業	0	0	0	0
	服務業	0	0	0	0
	農業	-	-	-	-
3m+	住宅	18	30	49	61
	工業	20	41	122	182
	學校	0	0	35	10
	批發及零售業	0	0	0	0
	服務業	0	0	0	0
	農業	-	-	-	-
總損失		1,627	4,546	7,977	11,376

表 5-17 台南市不同降雨之各土地使用類別估計淹水損失(百萬元)

淹水深度	土地使用類別	台南縣			
		150mm	300mm	450mm	600mm
		淹水家數 (戶)	淹水家數 (戶)	淹水家數 (戶)	淹水家數 (戶)
0.5m-1m	住宅	52	146	155	138
	工業	143	597	597	562
	學校	6	30	50	45
	批發及零售業	113	189	246	151
	服務業	229	381	495	305
	農業	20	41	52	59
1m-2m	住宅	23	68	161	244
	工業	69	416	1040	1300
	學校	41	69	151	247
	批發及零售業	0	74	223	447
	服務業	0	245	734	1469
	農業	21	57	82	105
2m-3m	住宅	3	18	40	74
	工業	0	43	85	405
	學校	0	21	42	42
	批發及零售業	0	0	0	0
	服務業	0	0	0	0
	農業	1	11	22	39
3m+	住宅	0	0	3	14
	工業	23	23	23	68
	學校	21	21	21	42
	批發及零售業	0	0	0	0
	服務業	0	0	0	0
	農業	0	0	6	12
總損失		765	2,451	4,230	5,766

表 5-18 台南縣不同降雨之各土地使用類別估計淹水損失(百萬元)

淹水深度	土地使用類別	台南縣			
		150mm	300mm	450mm	600mm
		淹水家數 (戶)	淹水家數 (戶)	淹水家數 (戶)	淹水家數 (戶)
0.5m-1m	住宅	42	212	367	435
	工業	179	374	553	639
	學校	12	64	116	121
	批發及零售業	0	69	183	160
	服務業	0	90	239	209
	農業	163	297	389	448
1m-2m	住宅	28	105	265	462
	工業	158	407	656	825
	學校	0	53	241	481
	批發及零售業	60	60	60	240
	服務業	128	128	128	511
	農業	97	352	533	639
2m-3m	住宅	0	19	41	117
	工業	0	125	181	403
	學校	0	0	0	82
	批發及零售業	0	0	43	43
	服務業	0	0	89	89
	農業	30	75	175	303
3m+	住宅	0	4	9	21
	工業	74	74	133	207
	學校	0	0	0	0
	批發及零售業	0	0	0	0
	服務業	0	0	0	0
	農業	31	87	134	204
總損失		1,002	2,594	4,534	6,642

表 5-19 台北縣市不同淹水規模之淹水損失表

重現期 (年)	台北降雨量 (mm)	淹水損失(百萬元)	
		台北市	台北縣
5	330	1,733.66	5,232.40
10	374	2,705.95	6,238.76
25	426	3,855.01	7,428.10
50	463	4,878.06	8,271.59
100	505	6,469.91	9,223.26
200	550	8,175.45	10,242.91

表 5-20 台南縣市不同淹水規模之淹水損失表

重現期 (年)	台南降雨量 (mm)	淹水損失(百萬元)	
		台南市	台南縣
5	330	2,806.57	2,982.31
10	410	3,755.78	4,016.87
25	480	4,537.44	4,955.77
50	530	5,049.20	5,658.46
100	580	5,560.96	6,361.16
200	625	6,021.55	6,993.58

表 5-21 台北縣市近 20 年之重大歷史淹水事件表

台北縣市重大歷史淹水事件

年	月	颱風	雨量站	24小時最大降雨(mm)	淹水面積(km ²)
76	10	琳恩	五堵	891.0	30.00
85	8	賀伯	台北	220.0	10.49
86	8	溫妮	台北	205.0	1.80
87	10	瑞伯	五堵	492.0	2.91
87	10	芭比絲	五堵	319.0	--
89	10	象神	五堵	647.0	3.56
			南港	389.5	
90	9	納莉	五堵	759.0	37.7
			南港	746.5	
			內湖	717.0	
			天母	675.5	
			大直	616.5	
			五股	550+	

88年後24小時最大降雨資料來源：水利署水災防救作業支援系統

表 5-22 台南縣市近 20 年之重大歷史淹水事件表

台南縣市重大歷史淹水事件

年	月	颱風	雨量站	24小時最大降雨(mm)	淹水面積(km ²)
77	8	豪雨	台南	455.0	--
78	9	莎拉	台南	211.0	--
85	7	賀伯	台南	182.0	--
86	7	豪雨	台南	294.0	--
90	9	納莉	關仔嶺	644.5	65.54
			曾文	547.5	
			左鎮	401.5	
			虎頭埤	358.0	
			新市	272.0	

88年後24小時最大降雨資料來源：水利署水災防救作業支援系統

表 5-23 示範區相關社會經濟指標

縣市	人口數 (人)	人均年經常性收入 (元)	縣市生產毛額 (百萬元)
台北市	2,627,138	435,625	1,566,675.90
台北縣	3,676,533	364,441	1,834,211.92
台南市	749,628	338,979	347,857.63
台南縣	1,106,833	278,349	421,749.63

表 5-24 台北市淹水災害防護規模設定之綜合評估表

重現期	24小時累積 降雨量	淹水面積	淹水面積/總 面積	學校、住 宅、工商之 淹水面積	學校、住 宅、工商之 衝擊人口	單位面積淹 水直接損失	淹水損失/縣 市生產毛額
(年)	(mm)	(km ²)	(%)	(km ²)	(人/km ²)	(百萬元/km ²)	(%)
10	374	2.40	0.97	1.36	3,849	1,129	0.17
25	426	3.22	1.30	1.91	4,002	1,197	0.25
50	463	4.01	1.62	2.35	3,993	1,216	0.31
100	505	5.34	2.15	2.96	3,873	1,211	0.41
200	550	6.77	2.73	3.62	3,797	1,208	0.52

表 5-25 台北縣淹水災害防護規模設定之綜合評估表

重現期	24小時累積 降雨量	淹水面積	淹水面積/總 面積	學校、住 宅、工商之 淹水面積	學校、住 宅、工商之 衝擊人口	單位面積淹 水直接損失	淹水損失/縣 市生產毛額
(年)	(mm)	(km ²)	(%)	(km ²)	(人/km ²)	(百萬元/km ²)	(%)
10	374	30.38	4.53	8.66	2,072	205	0.34
25	426	33.70	5.03	10.26	2,235	220	0.40
50	463	36.09	5.38	11.44	2,355	229	0.45
100	505	38.86	5.80	12.84	2,518	237	0.50
200	550	41.82	6.24	14.35	2,667	245	0.56

表 5-26 台南市淹水災害防護規模設定之綜合評估表

重現期	24小時累積 降雨量	淹水面積	淹水面積/總 面積	學校、住 宅、工商之 淹水面積	學校、住 宅、工商之 衝擊人口	單位面積淹 水直接損失	淹水損失/縣 市生產毛額
(年)	(mm)	(km ²)	(%)	(km ²)	(人/km ²)	(百萬元/km ²)	(%)
10	410	35.90	38.48	4.28	481	105	1.08
25	480	40.11	42.99	4.93	492	113	1.30
50	530	42.60	45.66	5.30	499	119	1.45
100	580	45.09	48.32	5.67	504	123	1.60
200	625	47.32	50.72	6.00	509	127	1.73

表 5-27 台南縣淹水災害防護規模設定之綜合評估表

重現期 (年)	24小時累積 降雨量 (mm)	淹水面積 (km ²)	淹水面積/總 面積 (%)	學校、住 宅、工商之 淹水面積 (km ²)	學校、住 宅、工商之 衝擊人口 (人/km ²)	單位面積淹 水直接損失 (百萬元/km ²)	淹水損失/縣 市生產毛額 (%)
10	410	112.60	18.18	5.65	265	36	0.95
25	480	130.34	21.05	6.94	305	38	1.18
50	530	141.52	22.85	7.80	330	40	1.34
100	580	152.69	24.66	8.67	346	42	1.51
200	625	162.75	26.28	9.45	360	43	1.66

表 5-28 示範區之淹水災害損失與防救災預算比較表

	人口數 (人)	總面積 (平方公里)	人口密度 (人/平方公里)	93年度災害防救預算 (百萬元)	年度災害防救經費平均數 (元/每人)	612豪雨農業損失 (百萬元)
台北市	2,621,441	272	9,645	2,576	983	--
台北縣	3,720,000	2,053	1,812	803	216	--
台南市	747,000	176	4,253	121	161	115
台南縣	1,100,000	2,016	546	337	307	606

	年度預算 (百萬元)	防災預算/年度預算 (%)	模擬面積 (平方公里)	100年重現期損失 (百萬元)	200年重現期損失 (百萬元)	100=>200之增加損失 (百萬元)
台北市	135,600	1.90	248	6,470	8,175	1,706
台北縣	78,725	1.02	670	9,223	10,243	1,020
台南市	21,629	0.56	93	5,561	6,022	461
台南縣	30,652	1.10	619	6,361	6,994	632

表 5-29 示範區不同災害規模之防救災成本比較表

防救災規模(年)	台北市	台北縣	台南市	台南縣
5(A)	870.8	757.2	303.4	498.5
100(A+B)	-	-	410.9	1008.9
200(A+B)	1444.1	1001.1	-	-
溢堤(A+B+C)	4020.1	2496.9	891.4	1691.0

養護成本A：每年平均養護雨水下水道工程之成本(百萬元)

養護成本B：90~93年每年平均養護防洪工程之成本(百萬元)

救災成本C：以台北市之防災預算比例為基準(百萬元)

表 5-30 示範區災害防護規模之指標因子表

縣市別 評估項目 災害規模 (重現期)	台北市				台北縣				台南市			台南縣		
	50年	100年	200年	333年	50年	100年	200年	333年	50年	100年	200年	50年	100年	200年
災害境況	內水無法 排出	內水無法 排出	內水無法 排出	外水溢堤	內水無法 排出	內水無法 排出	內水無法 排出	外水溢堤	內水無法 排出	內水無法 排出	外水溢堤	內水無法 排出	內水無法 排出	外水溢堤
淹水直接損失 (百萬元)	4878.0	6470.0	8175.0	10070.5	8272.0	9223.0	10243.0	11375.8	5049.0	5561.0	6022.0	5658.0	6361.0	6994.0
災害保護效益 (百萬元)	3874.9	5319.9	6730.9	6050.4	7458.5	8347.0	9241.9	8878.9	4680.5	5150.1	5130.6	4917.7	5352.1	5303.0
淹水面積 (平方公里)	4.0	5.3	6.8	8.4	36.1	38.9	41.8	45.1	42.6	45.1	47.3	141.5	152.7	162.8
影響之民眾人數 (人)	16020	20692	25698	31260	85014	97829	111559	126814	21237	22738	24088	46726	52889	58622
各重現期總損失佔 年經濟產值之 百分比(%)	0.31	0.41	0.52	0.64	0.45	0.50	0.56	0.62	1.45	1.6	1.73	1.34	1.51	1.66
防救災預算 (百萬元)	2576.40				803.00				120.61			337.17		
對交通運輸之	影響捷運系統、鐵路系統及高速公路等				影響捷運系統、鐵路系統及高速公路等				影響部分鐵路系統			影響部分鐵路系統及高速公路		
對防洪設施之	全市55座永久抽水站及21座臨時抽水站				全縣有46座抽水站				全市有3座抽水站			全縣有5座抽水站		
特別土地使用類別	1.首善之區				1.中央災害應變中心				1.文化古蹟			1.台南科學園區		
高度開發與人口密	高密度開發				高密度開發				中密度開發			低密度開發		
鄰近河川防洪設施	淡水河保護標準重現期200年				淡水河保護標準重現期200年				曾文溪、鹽水溪保護標準重現			曾文溪、鹽水溪保護標準重現		

表 6-1 民國 38 年至 94 年之西北颱一覽表

時間	中文名稱	英文名稱
1959/07	畢莉	BILLIE
196309	葛樂禮	GLORIA
196609	寇拉	CORE
196908	貝蒂	BETTY
197208	貝蒂	BETTY
198508	尼爾森	NELSON
199708	溫妮	WINNIE
200408	艾莉	AERE

表 6-2 共伴型颱風影響期間，台灣北部竹子湖、宜蘭、彭佳嶼測站之降雨量與風場分析

					竹子湖(693)	宜蘭(708)	彭佳嶼(695)	
序號	年	月	颱風名稱	鋒面	日總雨量(mm)	日總雨量(mm)	日平均風速(m/s)	最大陣風風向(度)
1	1987	10	LYNN	○	336.4	33.3	14.6	20
					1135.5	129.3	19.8	40
					204.7	38.9	14.3	20
					157.2	28.6	13.5	20
2	1988	10	RUBY	○	262.9	355.6	14.7	40
3	1994	10	SETH	○	159.7	103.5	13.7	20
					414.2	135.0	29.1	280
4	1998	10	ZEB	○	271.0	288.1	13.3	40
					543.0	181.1	18.5	300
5	1998	10	BABS	○	236.0	184.0	15.1	60
					22.0	175.3	13.8	40
6	2000	10	XANG SANG	○	223.5	155.0	12.0	284
					531.0	163.1	21.0	10

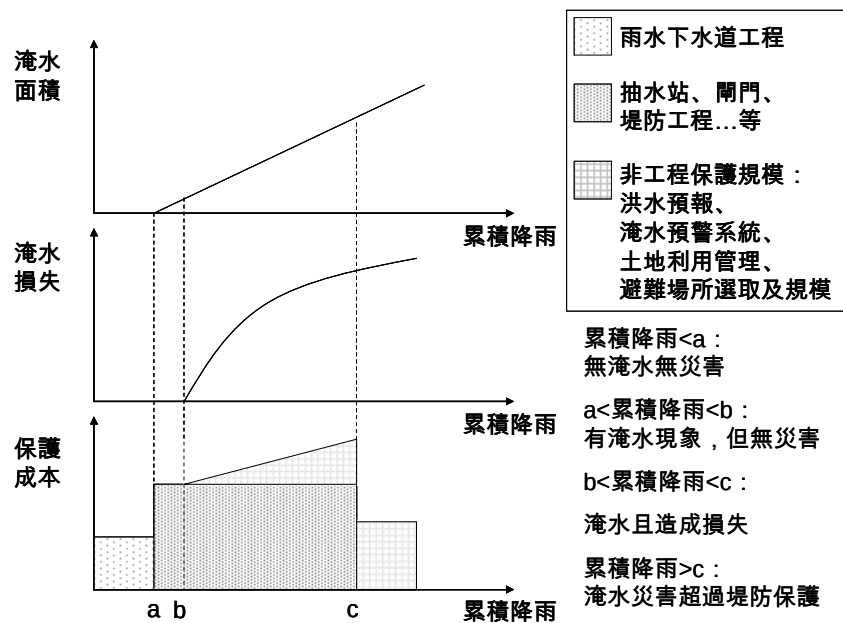


圖 3-1 淹水災害防護規模示意圖

分級標準		工程 保護規模 <5年	5~25年	25~200年or 25~100年	最適防護規模	>200年 or >100年
防救災措施	減災	排水設施可達到之保護標準	應用淹水潛勢圖加強對建物之耐災設計、實施鄉鎮市區互助訓練計畫、維護淹水監測系統	規劃淹水監測系統、規劃避難場所、專業防救人員培訓		總合治水對策規劃(跨縣市考慮流域整體性)
	整備		應變資源人員編組、汛期前完成村里社區防洪排水設施檢修	災害應變資源分配、辦理災害防救演習		督導各縣市執行防救災業務
	應變		以鄉鎮市區災害應變中心指揮，確保各項維生系統之正常運作	設立不同層級之應變中心、擬定最大緊急動員規模		跨縣市統合救災
	復原		協助縣市災情勘查、統計水災損失金額	依災情勘查結果檢討水災規模設定標準		同乙級復原工作項目
參與層級角色	鄉鎮市區 縣市 中央	● ▲	● ▲ ▲	● ● ▲		● ● ● ▲

● 執行 ▲ 協助與督導

圖 3-2 淹水災害防護規模分級概念

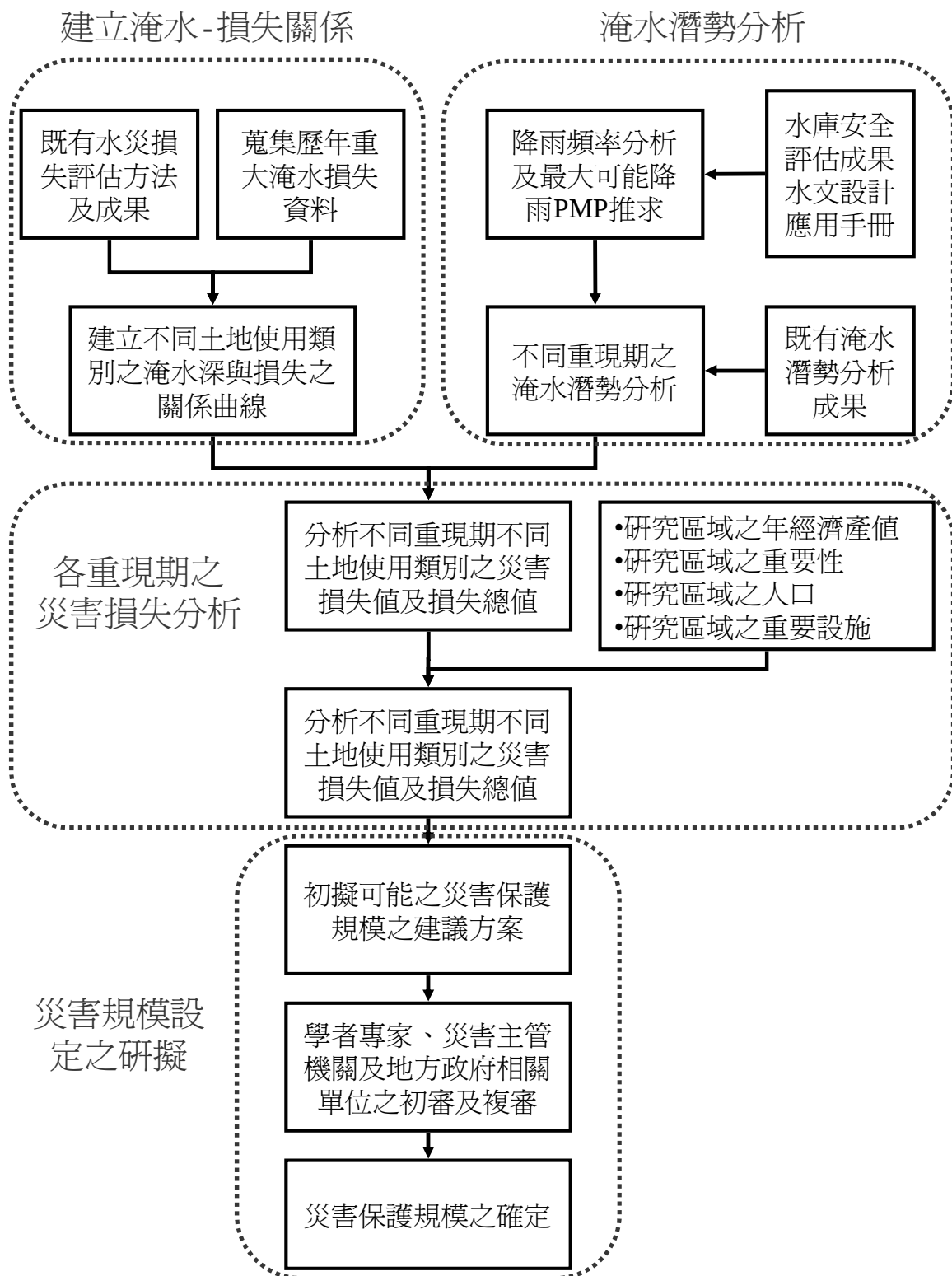


圖 4-1 淹水災害防護規模設定作業流程

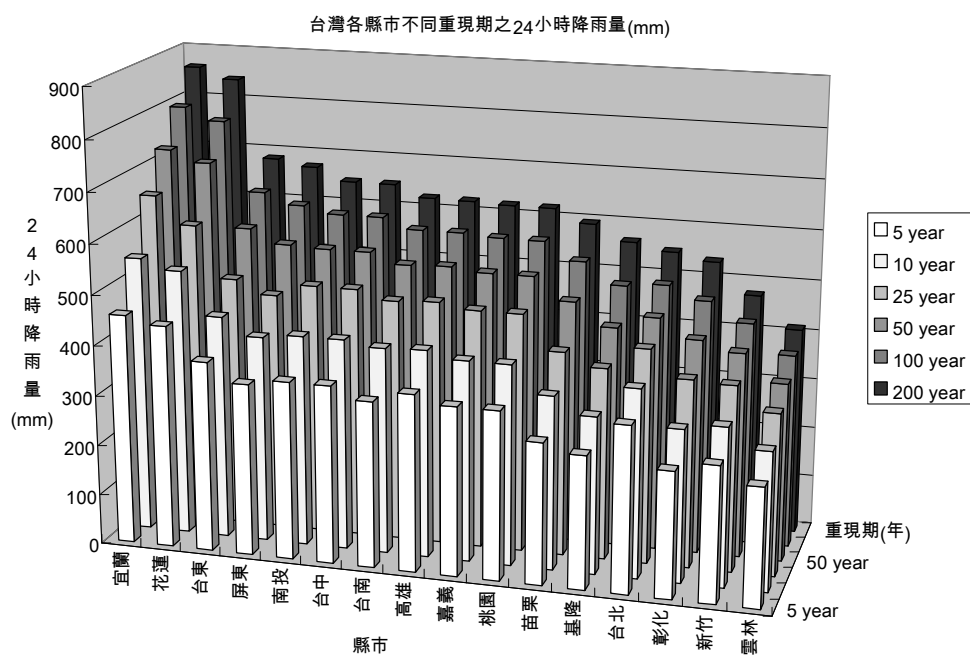


圖 5-1 台灣各縣市不同重現期之 24 小時降雨量長條圖

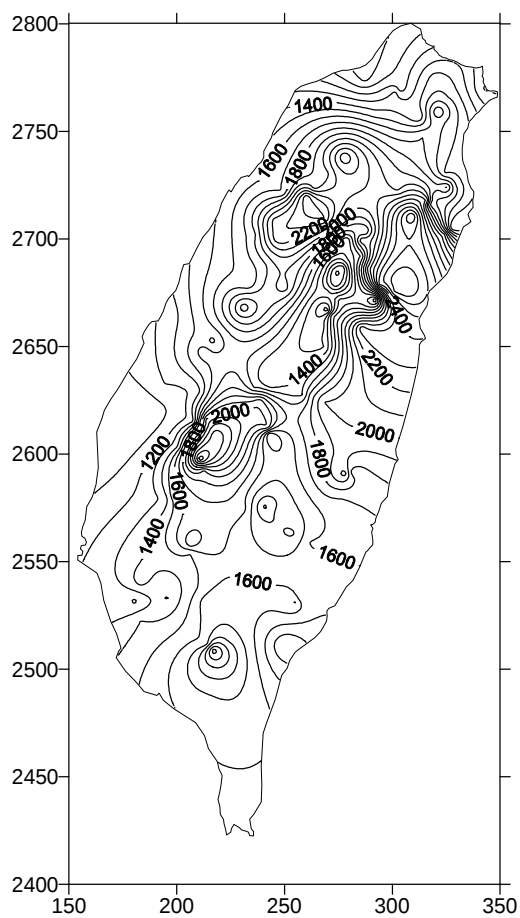


圖 5-2 降雨延時 24 小時全台可能最大降雨量等值圖

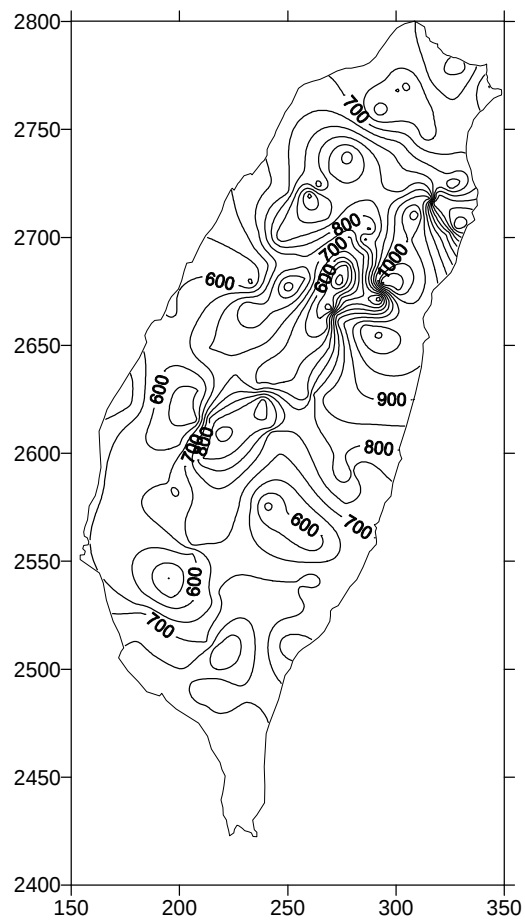


圖 5-3 降雨延時 6 小時全台可能最大降雨量等值圖

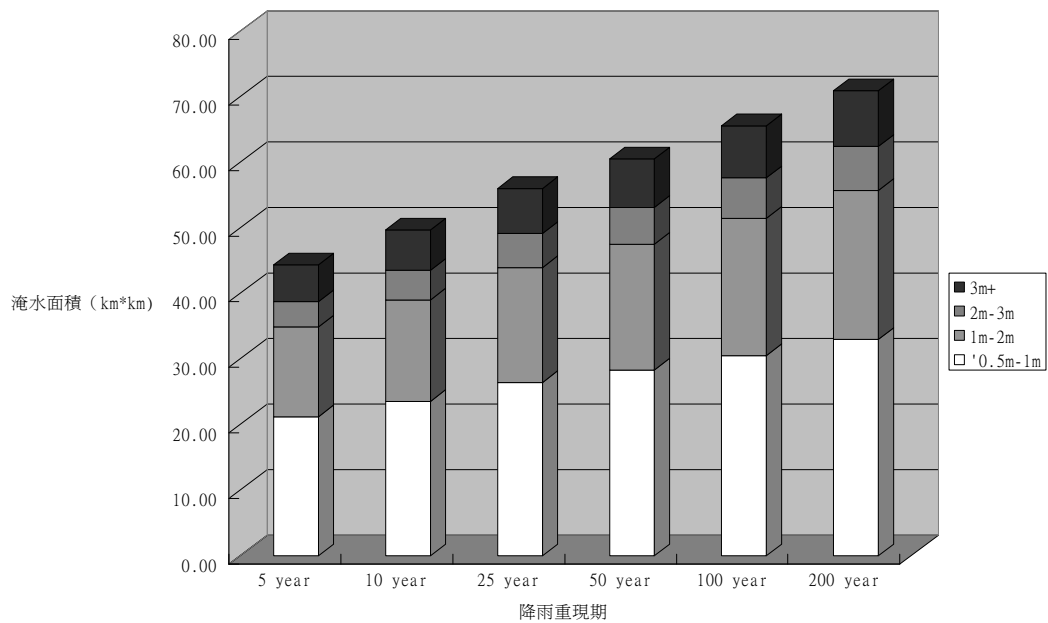


圖 5-4 台北縣市不同重現期 24 小時降雨量之各淹水深度面積圖

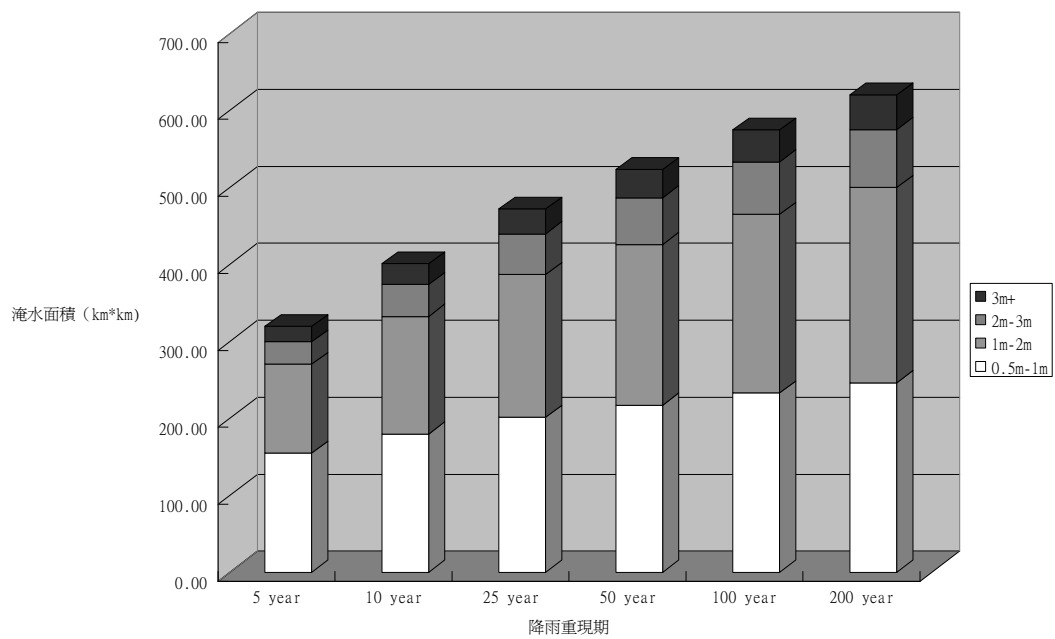


圖 5-5 台南縣市不同重現期 24 小時降雨量之各淹水深度面積圖

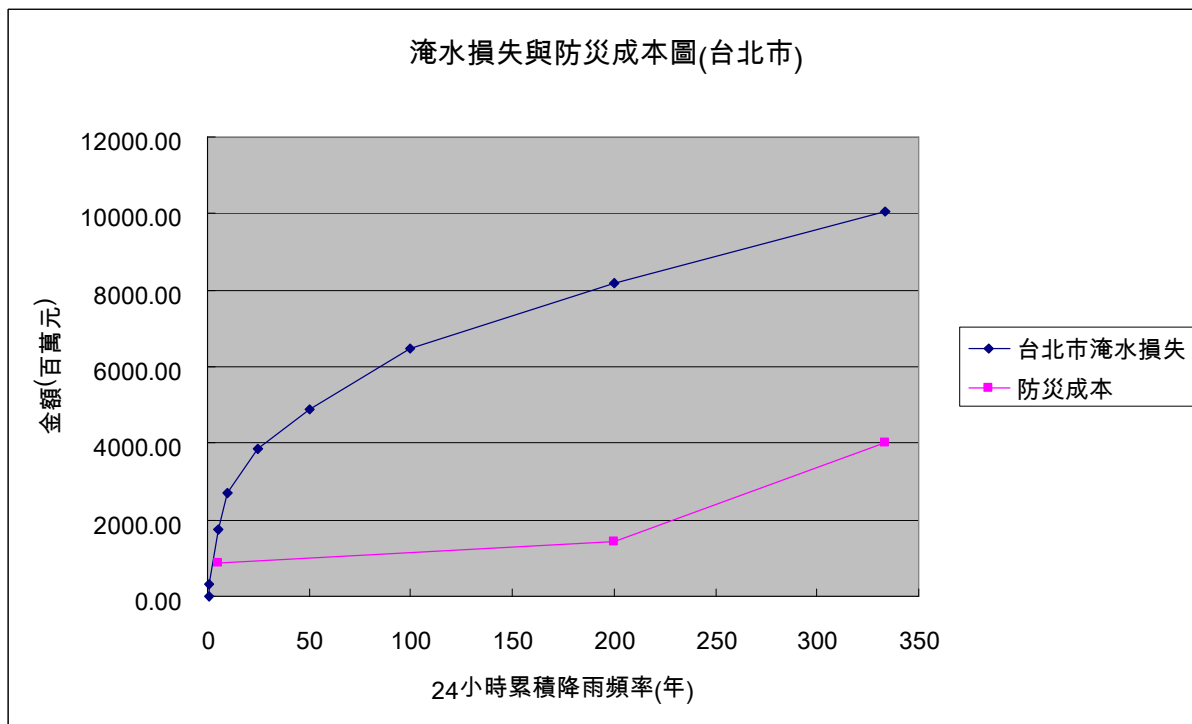


圖 5-6 台北市淹水損失與防災成本圖

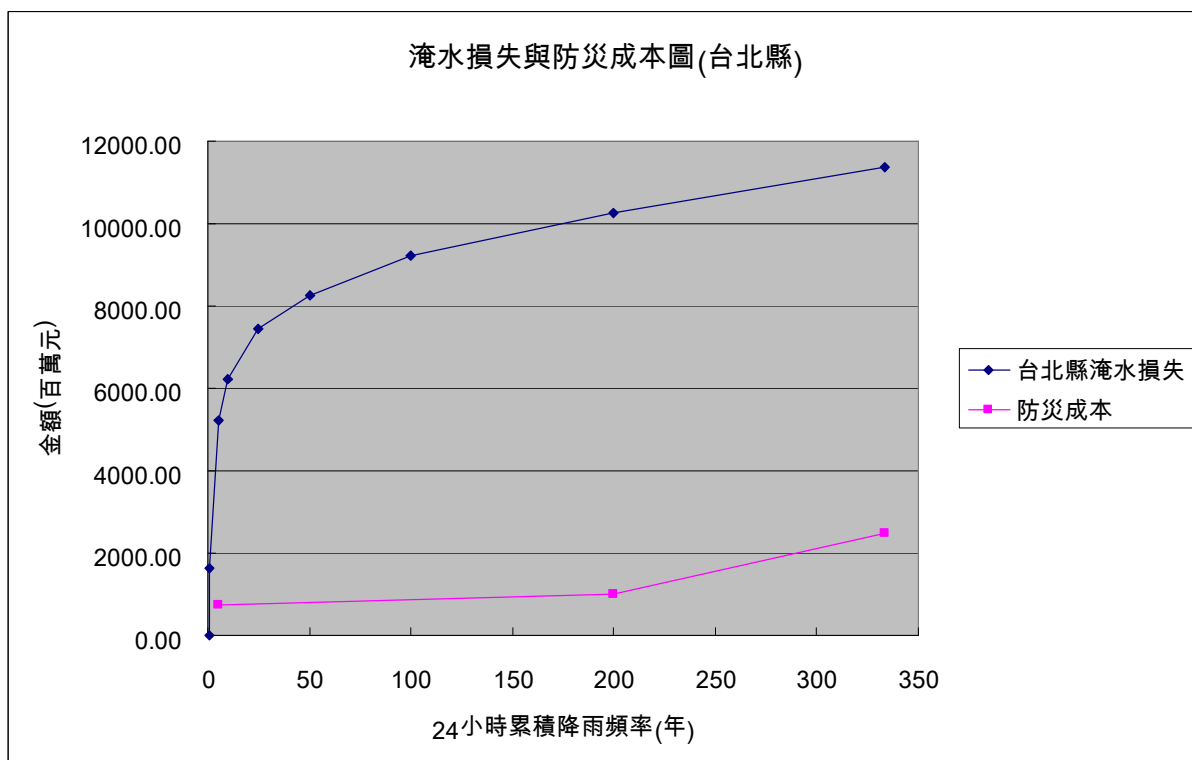


圖 5-7 台北縣淹水損失與防災成本圖

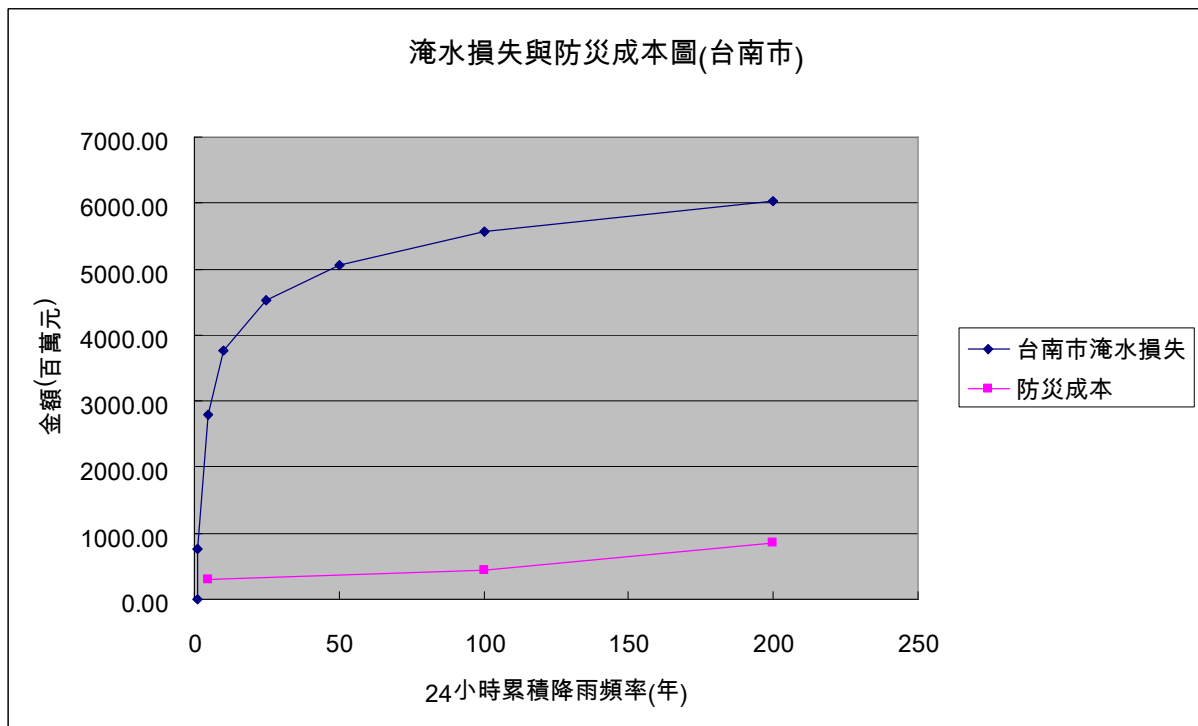


圖 5-8 台南市淹水損失與防災成本圖

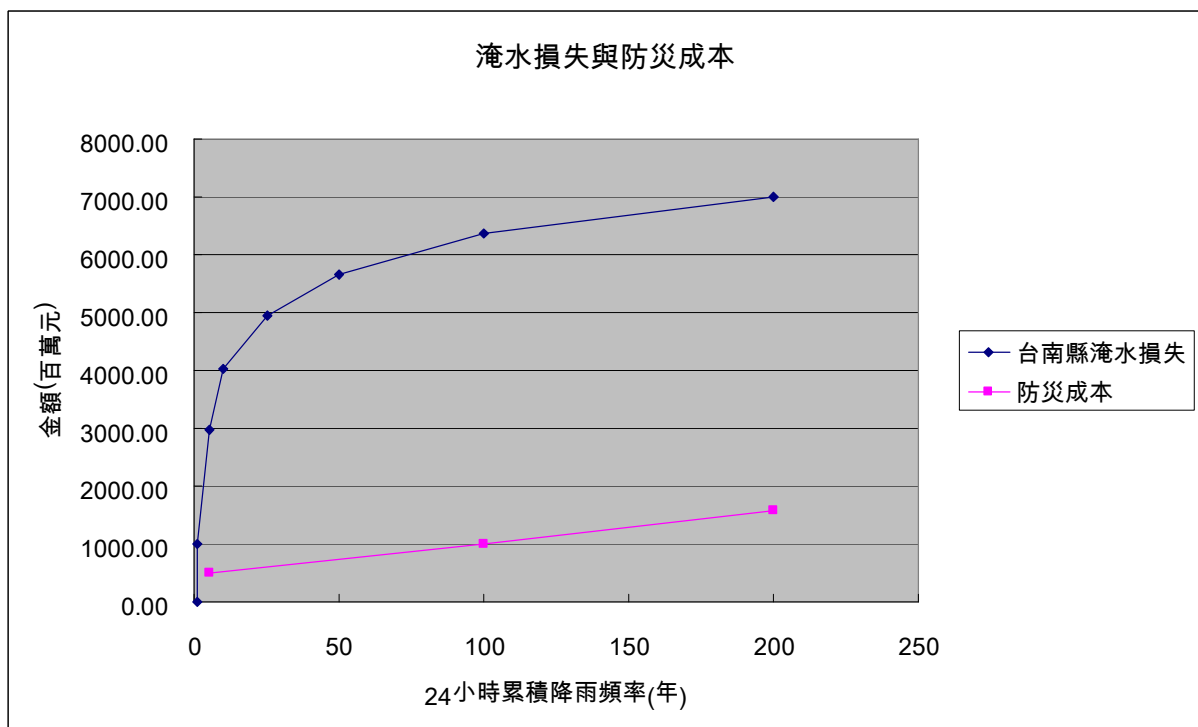


圖 5-9 台南縣淹水損失與防災成本圖

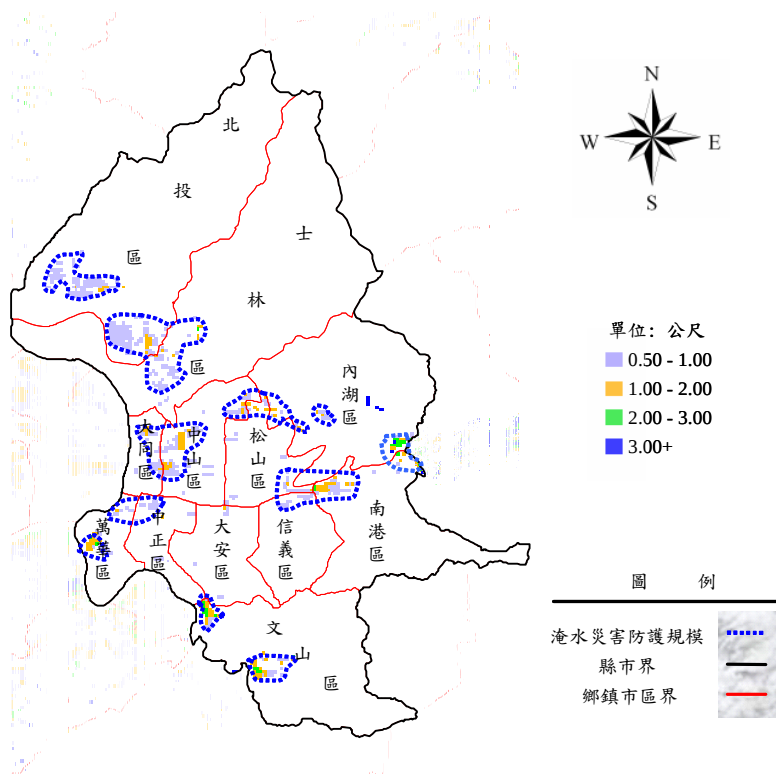


圖 5-10 台北市淹水災害防護規模(200 年重現期)

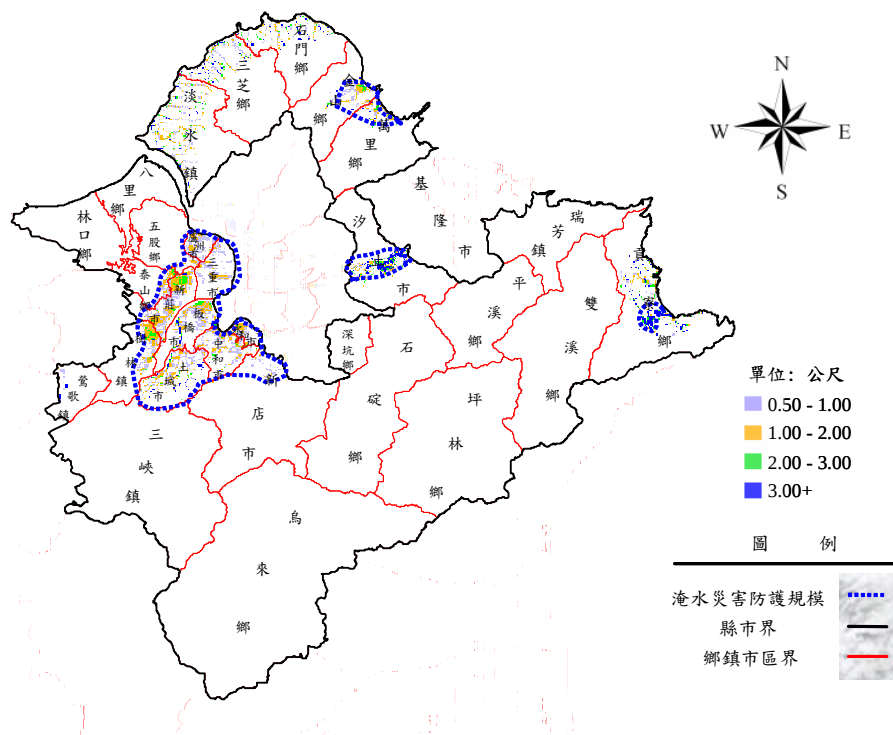


圖 5-11 台北縣淹水災害防護規模(200 年重現期)

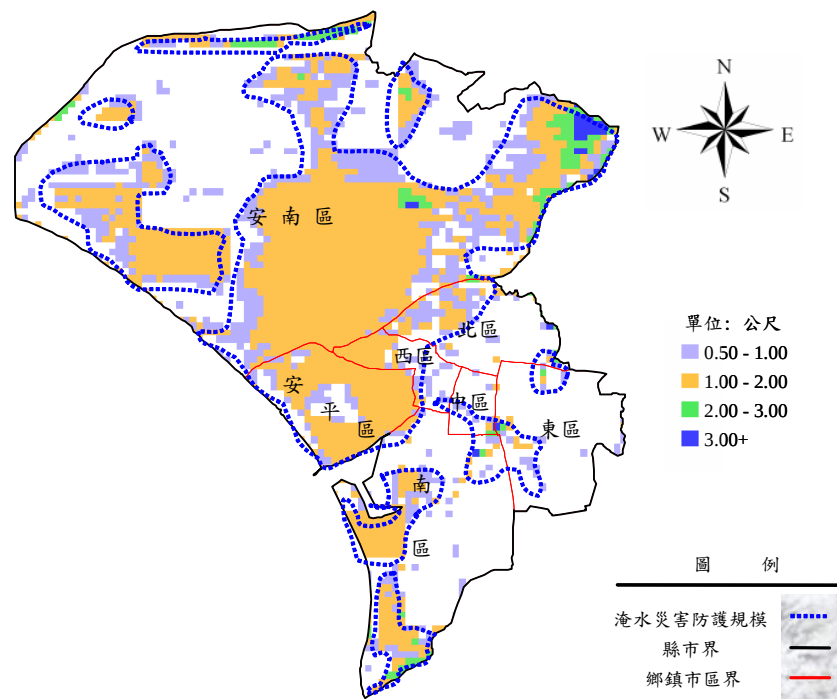


圖 5-12 台南市淹水災害防護規模(100 年重現期)

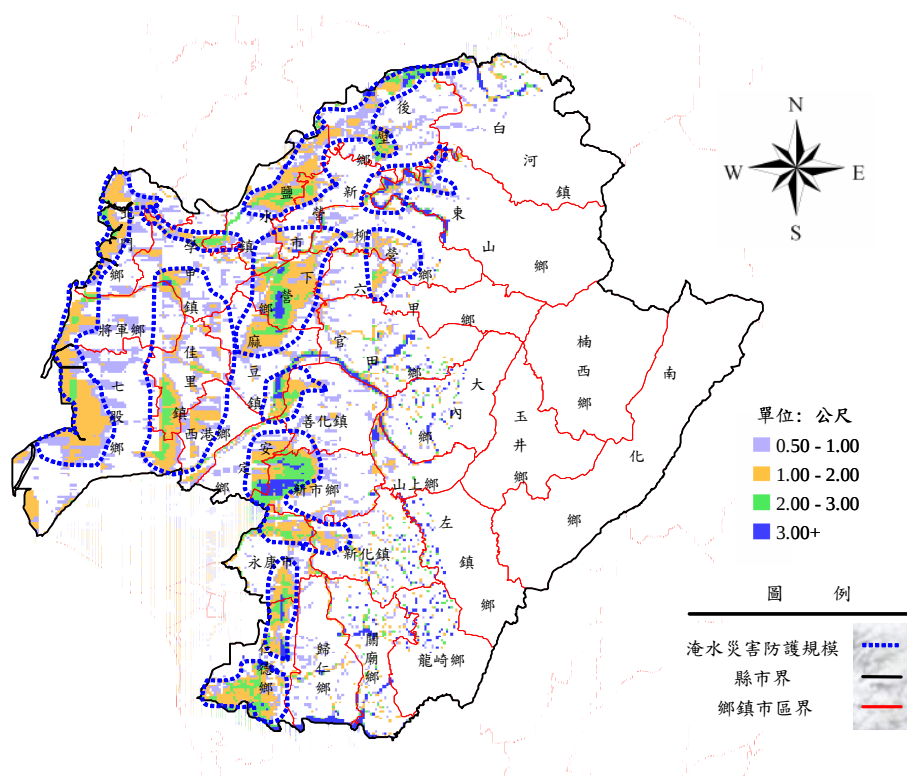


圖 5-13 台南縣淹水災害防護規模(100 年重現期)

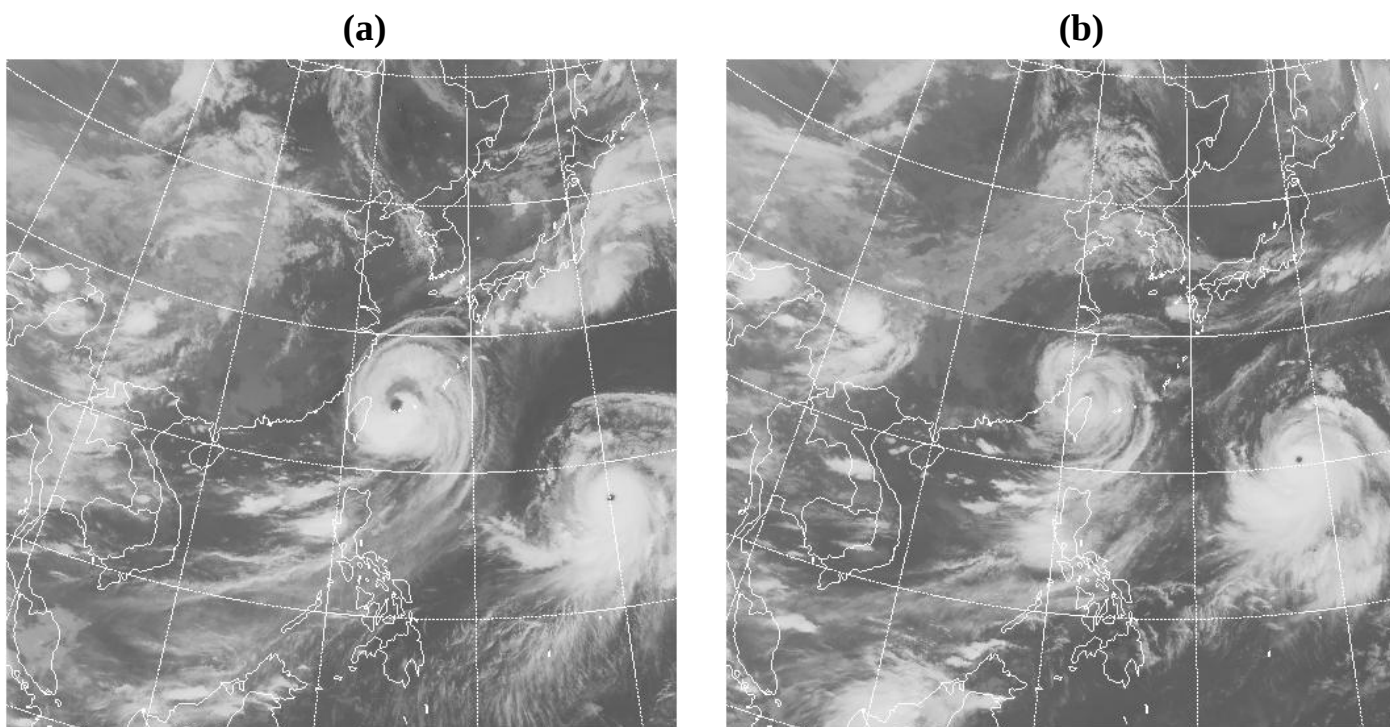


圖 6-1 艾莉颱風(AERE, 2004)侵台期間，(a)93 年 8 月 24 日 0 時 UTC 及(b) 93 年 8 月 25 日 0 時 UTC 之紅外線衛星雲圖

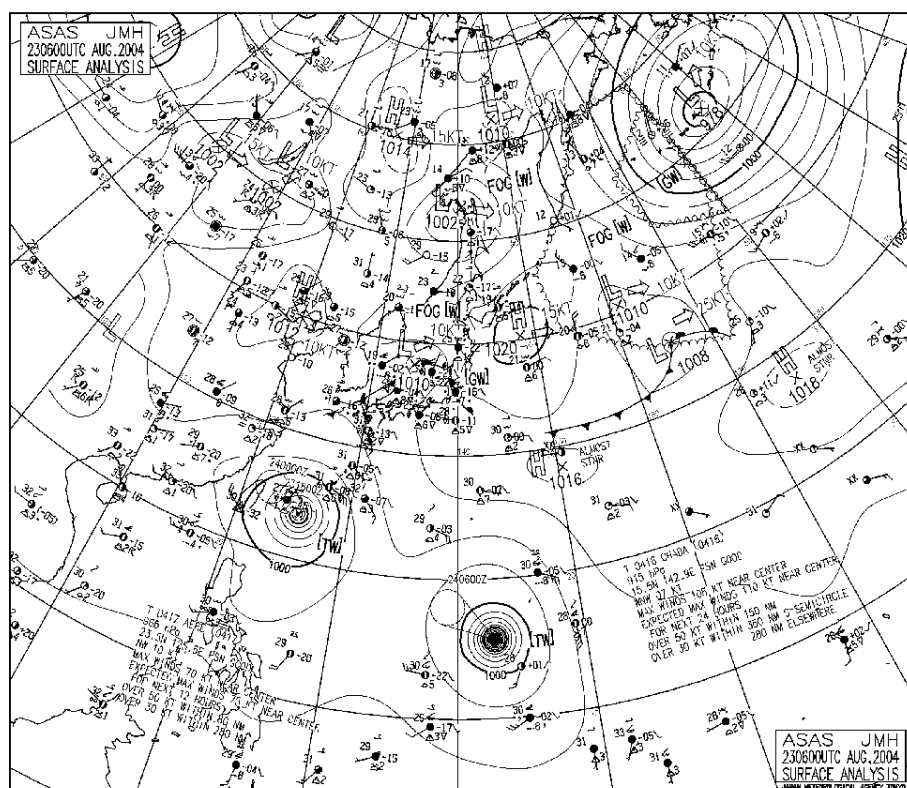


圖 6-2 艾莉颱風(AERE, 2004)侵台期間，93 年 8 月 23 日 6 時 UTC 地面天氣圖

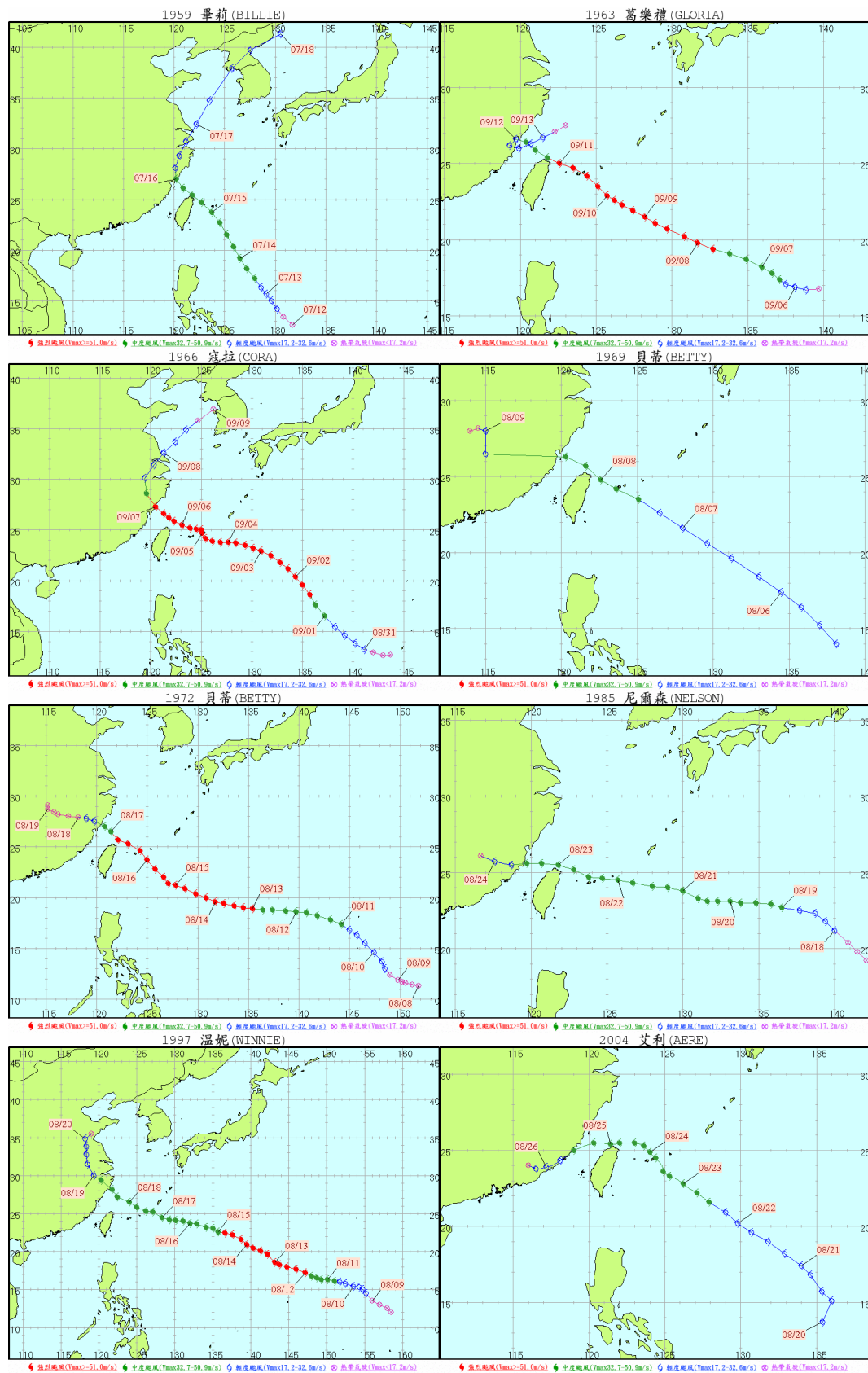


圖 6-3 民國 38~93 年間，8 個西北颱之路徑圖

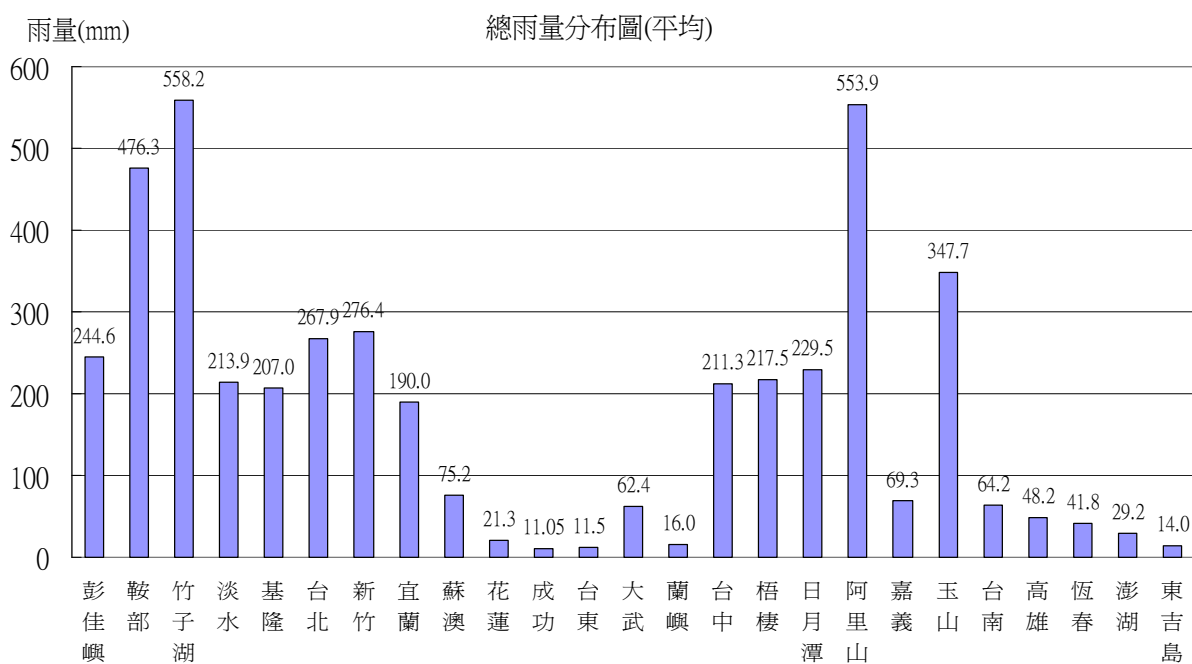


圖 6-4 西北颱侵台期間，全台總雨量分布圖

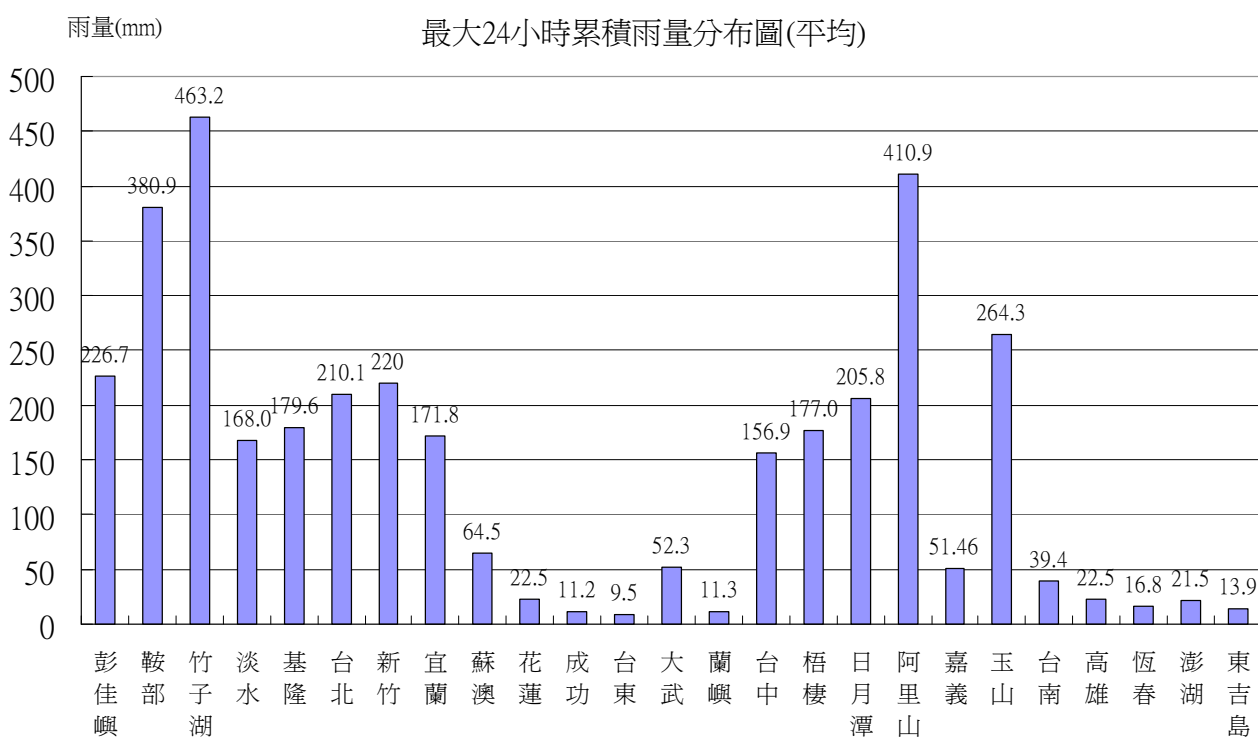


圖 6-5 西北颱侵台期間，最大 24 小時累積雨量分布圖

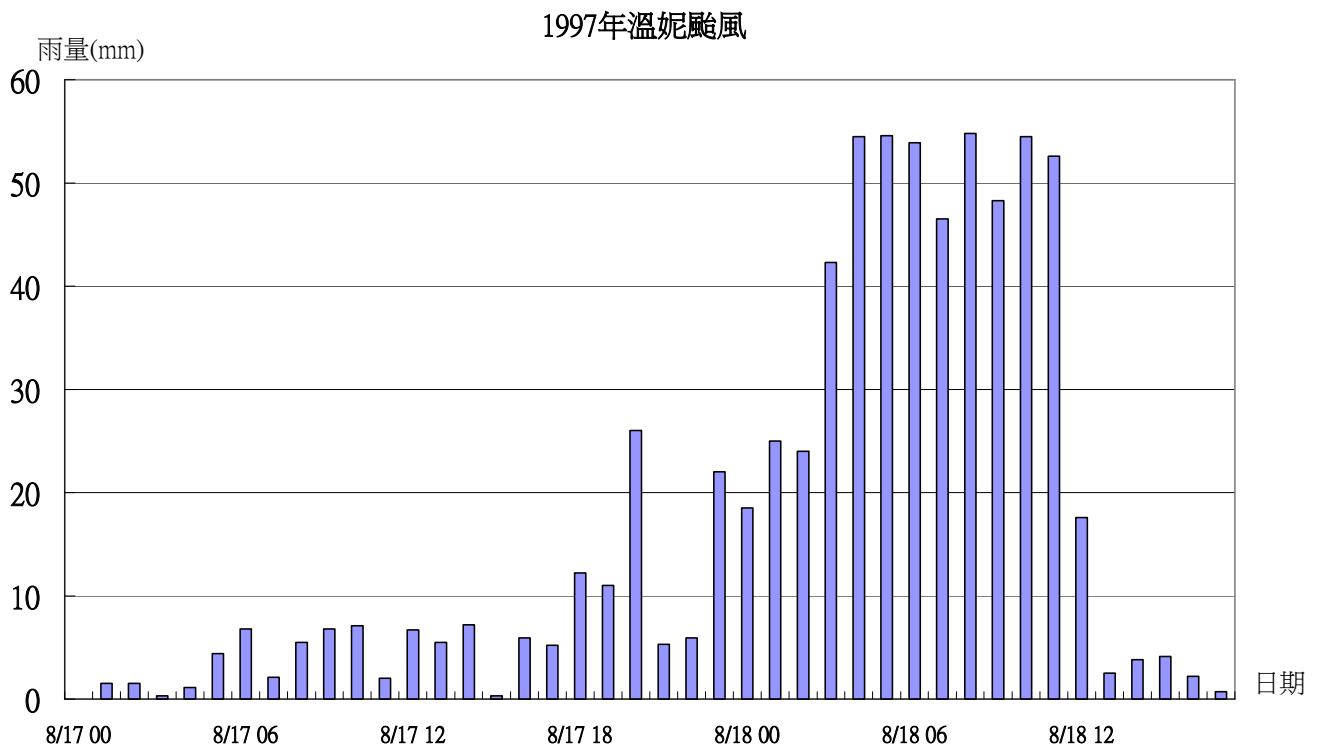


圖 6-6 溫妮颱風(Winnie，1997)，竹子湖測站逐時雨量圖

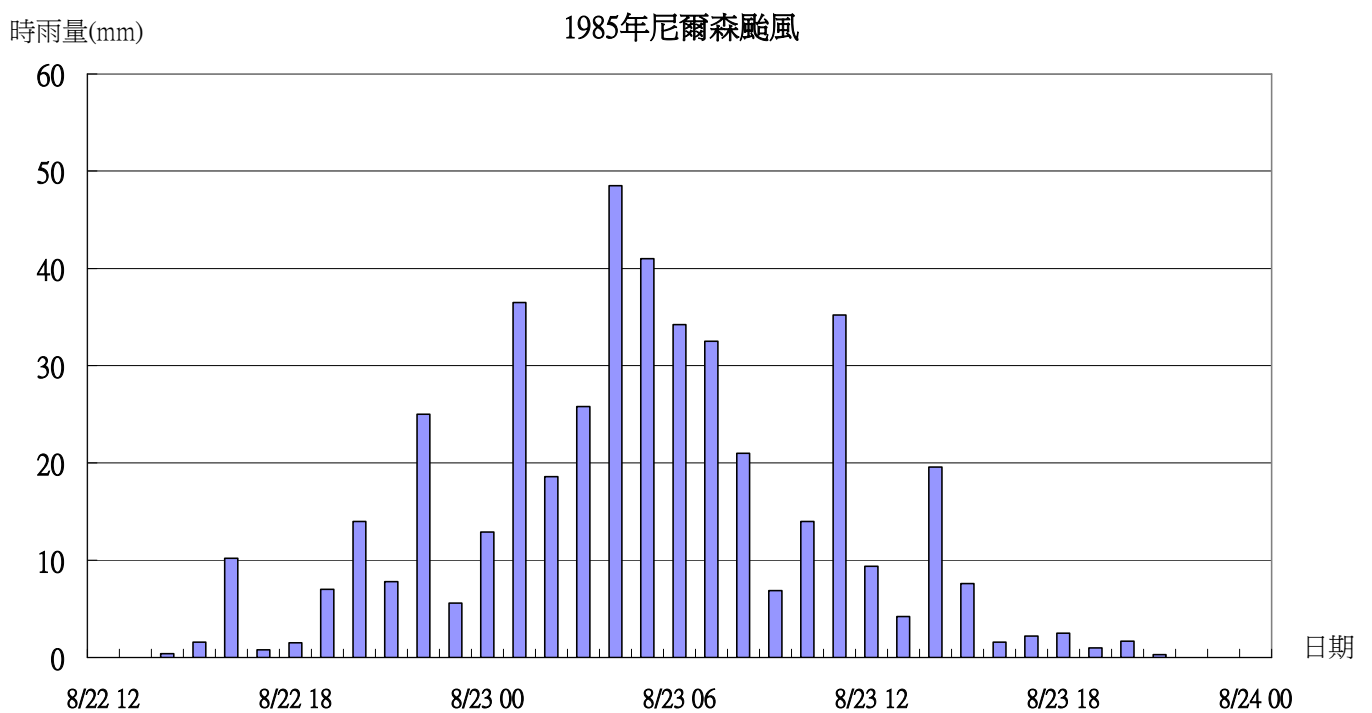


圖 6-7 尼爾森颱風(Nelson，1985)，竹子湖測站逐時雨量圖
《圖七》

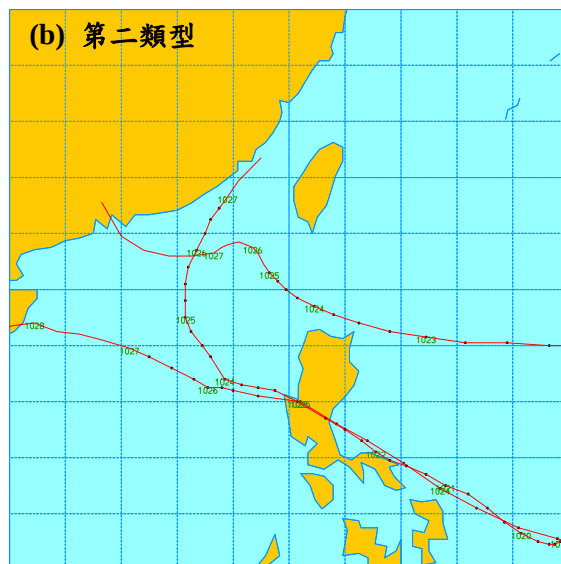
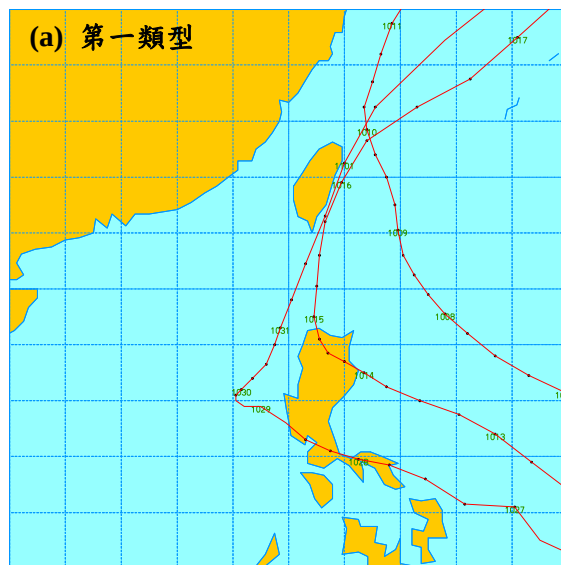
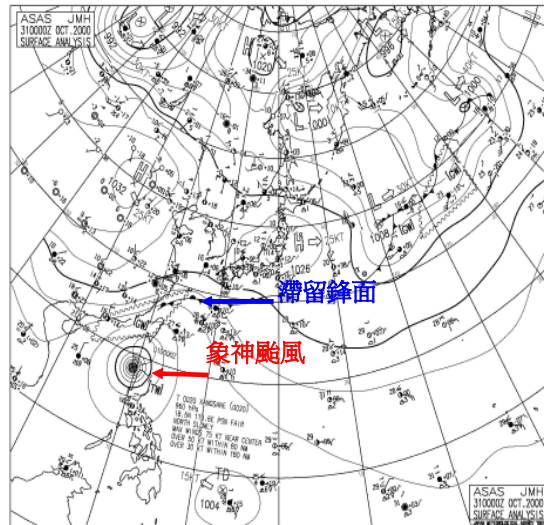
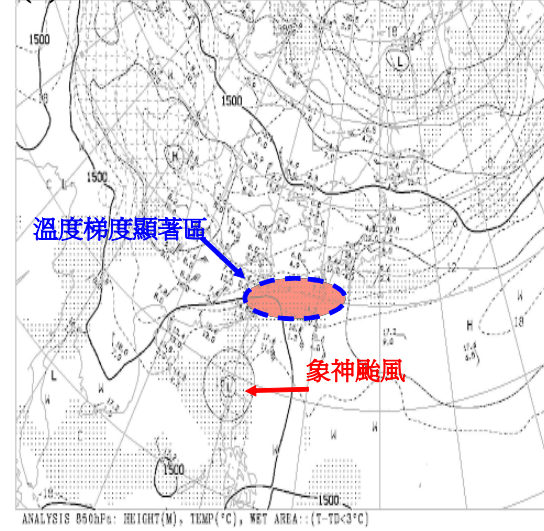


圖 6-8 民國 53-89 年東北季風與颱風共伴環流研究個案路徑圖(a)第一類型、(b)第二類型

(a)



(b)



(c)

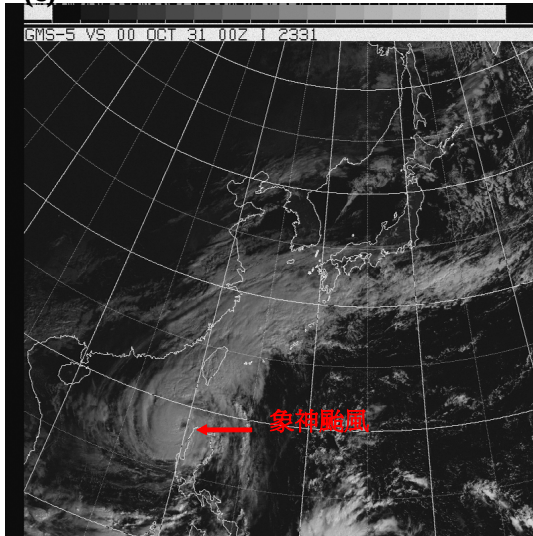
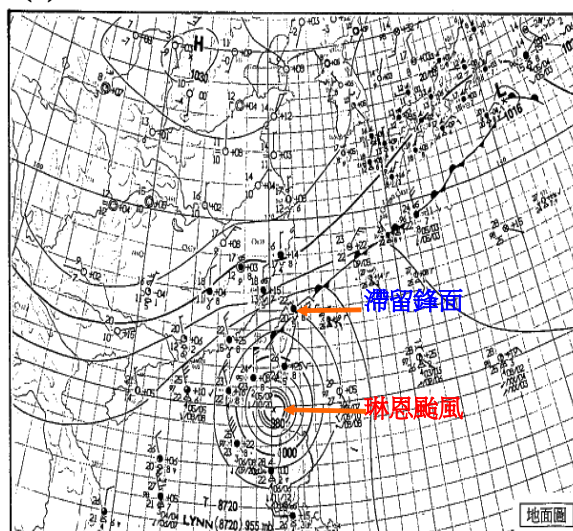
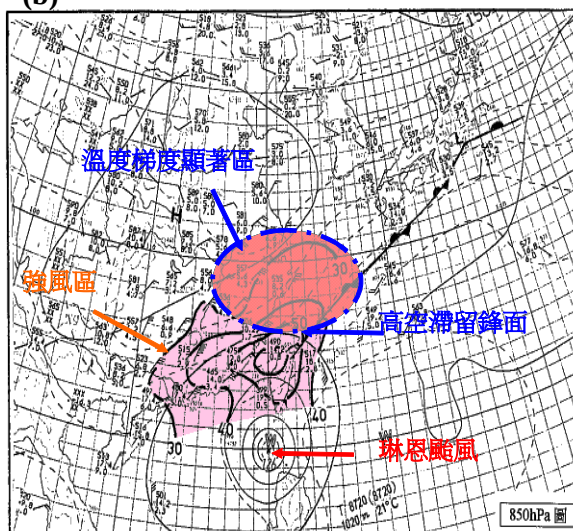


圖 6-9 民國 89 年象神颱風天氣圖 (a)10 月 31 日 00Z 地面圖、(b)10 月 31 日 00Z 850hPa 高空圖、(c)10 月 31 日 00Z VS 衛星雲圖

(a)



(b)



(c)

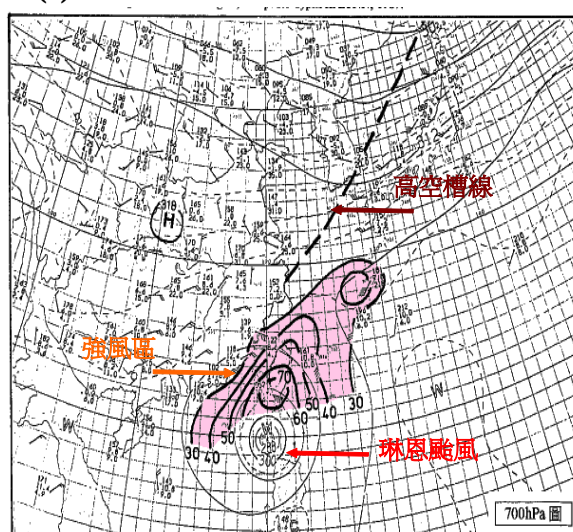


圖 6-10 民國 76 年 10 月 24 日 12Z 琳恩颱風天氣圖(a)地面圖、(b)850hPa 高空圖、(c)700hPa 高空圖

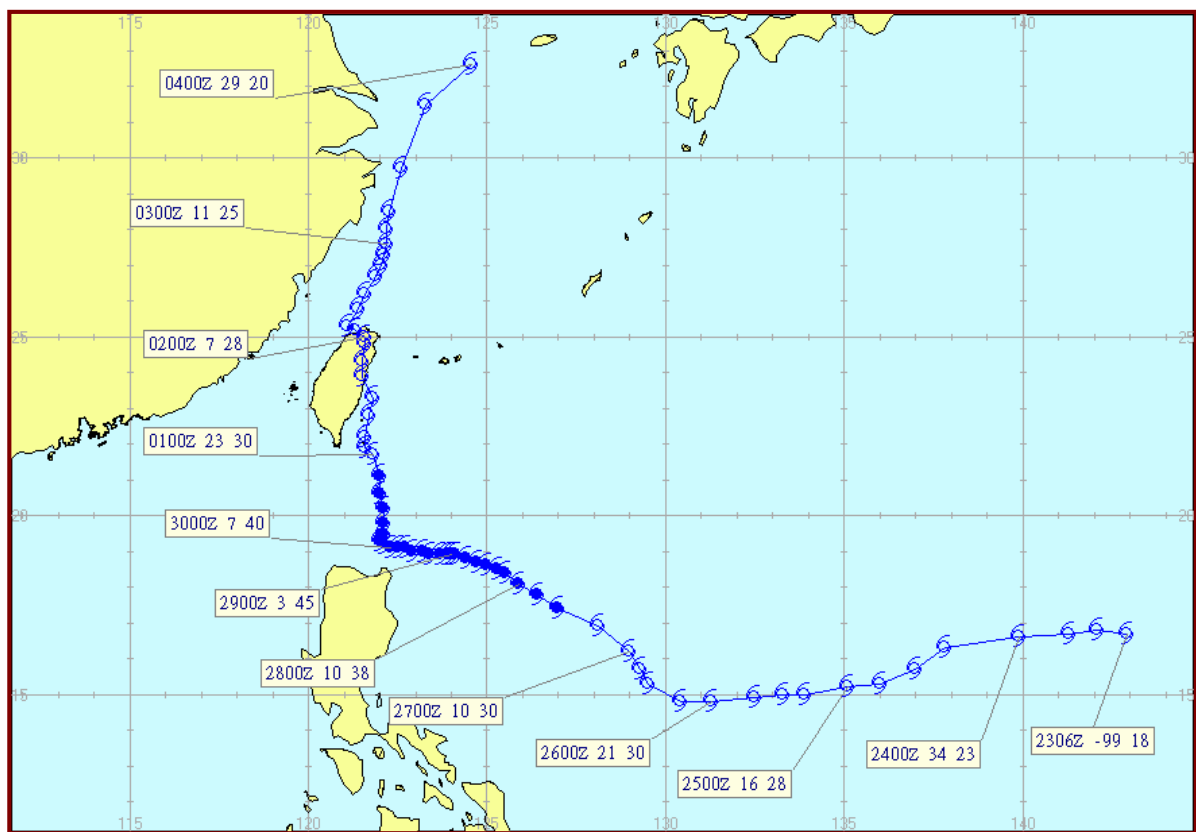
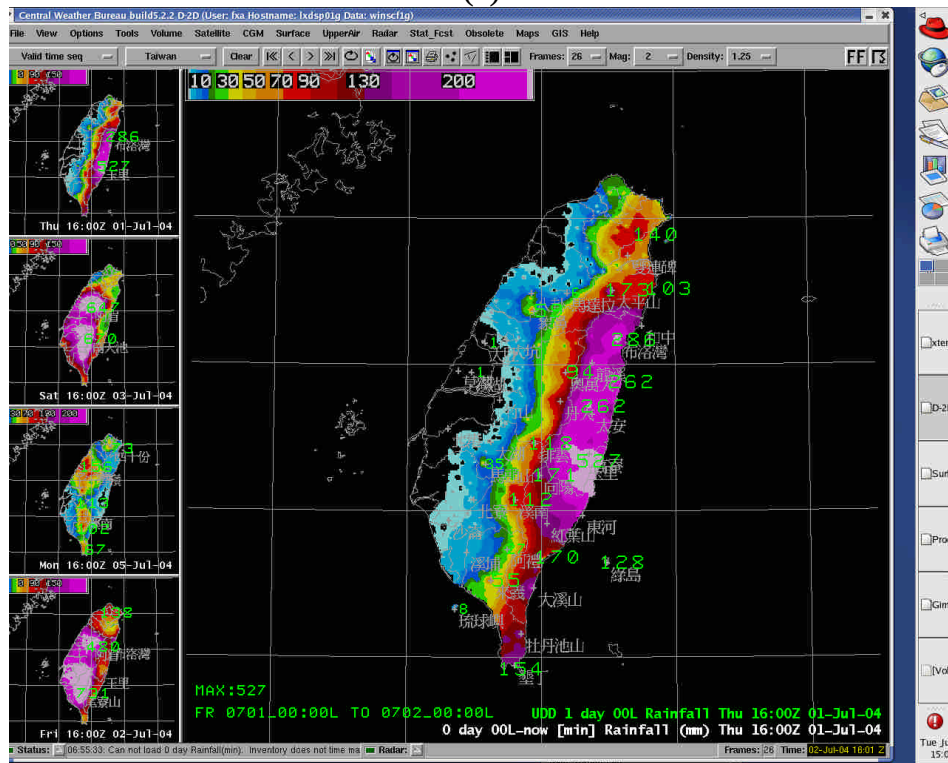


圖 6-11 敏督利(Mindulie,2004)颱風路徑圖

(a)



(b)

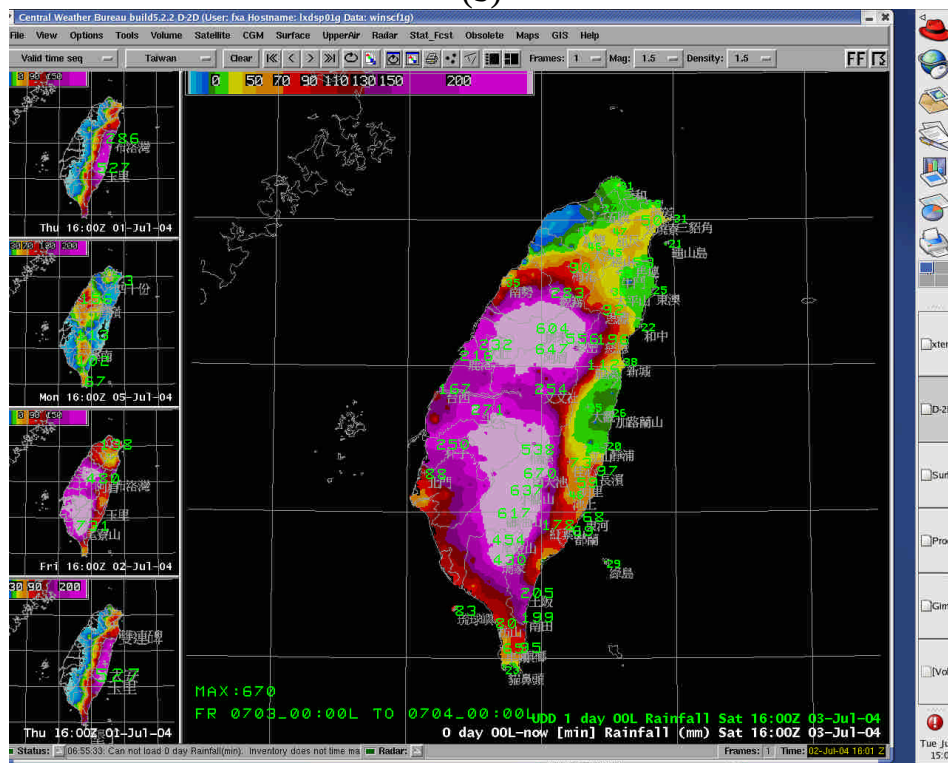
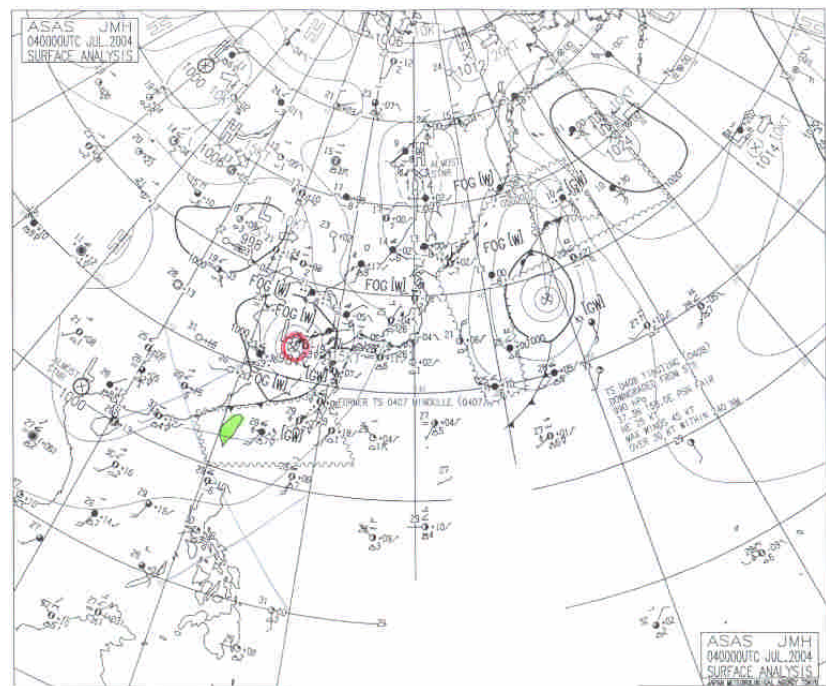
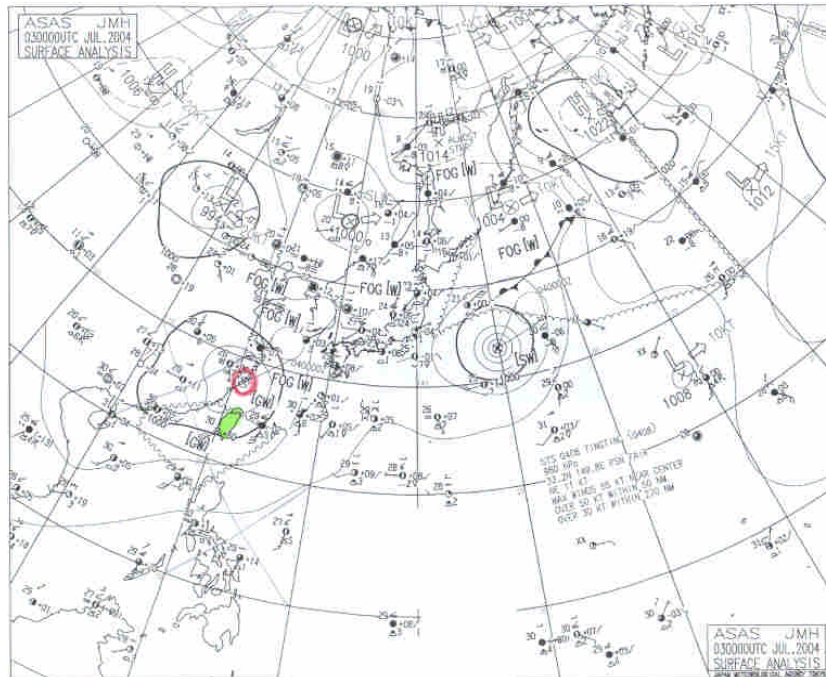


圖 6-12 敏督利颱風侵台期間 24 小時累積降雨量



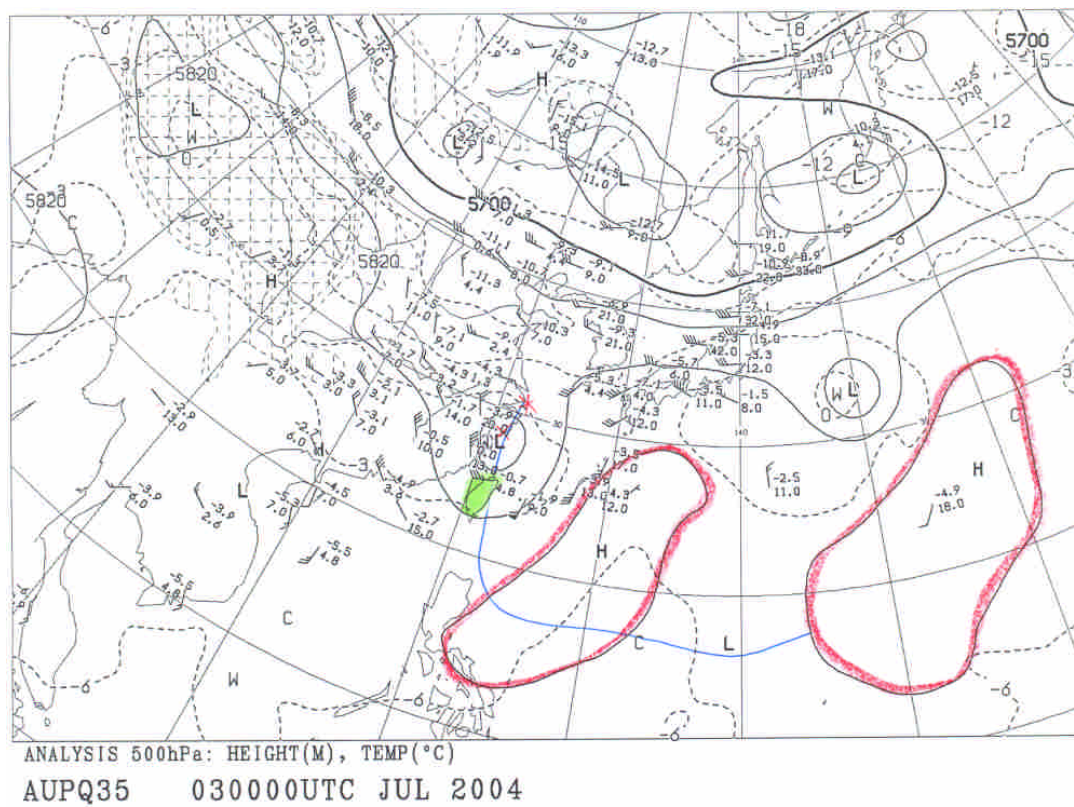


圖 6-14 民國 93 年 7 月 3 日 0 時 UTC 之 500hPa 天氣圖

附錄一 台北縣市淹水潛勢區域、歷史災害及資料來源

一、災害潛勢區域

台北縣市位於台灣北部之台北盆地，四面環山，淡水河及其支流貫穿其中，面積 2,324 平方公里 (含台北縣 2,052 平方公里與台北市 272 平方公里)，人口總數為 616 萬人 (含台北縣 344 萬人與台北市 272 萬人)。台北縣行政區域劃分為九市五鎮十五鄉：包括板橋市、三重市、永和市、中和市、新莊市、新店市、土城市、蘆洲市、汐止市、樹林鎮、三峽鎮、鶯歌鎮、淡水鎮、瑞芳鎮、五股鄉、泰山鄉、林口鄉、三芝鄉、石門鄉、八里鄉、平溪鄉、雙溪鄉、貢寮鄉、金山鄉、萬里鄉、深坑鄉、石碇鄉、坪林鄉、烏來鄉等；台北市行政區域則劃分為松山區、信義區、大安區、中山區、中正區、大同區、萬華區、文山區、南港區、內湖區、士林區、北投區等十二區。

台灣北部地區之平均年雨量達 2,850 毫米，為全台雨量最豐沛之地區，尤其基隆河流域上游山區更有曾達年雨量 7,500 至 8,000 毫米之記錄；每年五月至十月為豐水期，雨量佔全年雨量之 62%，主要集中在幾場颱風或西南氣流引發之豪雨，故每逢颱風豪雨，極易遭受洪災淹水之苦。依據統計結果，新店溪、大漢溪及淡水河下游流域之 200 年重現期一日暴雨量為 550 毫米，100 年重現期為 505 毫米，5 年重現期為 330 毫米；基隆河流域汐止五堵地區 200 年重現期一日暴雨量則高達 875 毫米，100 年重現期為 767 毫米，5 年重現期為 393 毫米。

台北縣市地勢呈外高內低之盆地狀，外圍山區環繞縣市境，佔全縣市面積約二分之一，內部盆地區背山臨河，地勢低窪，故盆地內之淡水河系呈放射狀由外向內走向。淡水河流域之水文與地文特性以及河川治理狀況與台北縣市洪患情形息息相關，茲將流域概況簡述如下：大漢溪匯集盆地南方之桃園山區逕流，流經石門水庫後，由西南方流入台北盆地；新店溪匯聚盆地東南方之北勢溪、南勢溪、景美溪等水流，由盆地東南方流入。大漢溪與新店溪在板橋江子翠附近匯合後改稱淡水河，再往盆地北方流

去。基隆河發源於台北縣平溪鄉菁桐山，流經台北縣瑞芳鎮後，水流向西轉向，再流經基隆市暖暖區、七堵區、台北縣汐止市(陸續匯入港寮溪、保長坑溪、鄉長溪、茄苳溪、康誥坑溪、北港溪、八連溪、下寮溪、內溝溪等河川)、台北市內湖區、南港區(匯入大坑溪)、中山區、士林區及北投區，在匯入盆地東北方陽明山區之雙溪、磺溪、磺港溪及貴子坑溪後，於台北市關渡附近流入淡水河，淡水河主流則於台北縣淡水鎮油車口附近出海，流入台灣海峽。台北縣市在台北盆地以外至台灣海峽間之海岸區域，如台北縣淡水鎮、三芝鄉、石門鄉、金山鄉、萬里鄉、瑞芳鎮、雙溪鄉及貢寮鄉等地區，則屬於北海岸河系流域。該流域之河川均短陡而獨流入海，較大之河川有圭柔山溪、大屯溪、八連溪、石門溪、磺溪、員潭溪、雙溪等。

總體而言，淡水河流域主流全長 159 公里，流域面積為 2,726 平方公里，為台灣第三大河川，由大漢溪、新店溪及基隆河等三主要支流匯集於台北盆地。盆地內屬於台北市及台北縣等台灣首善之都會區，為台灣政治、經濟、文化中心，超過五百萬人集中於中下游平原地區。台北盆地在清康熙時代猶為湖泊，其後方逐漸淤積而匯聚成市，故盆地內地勢本屬低窪，又因淡水河出海口附近之關渡隘口河槽狹窄，整個台北盆地水系呈壺口狀。此種特殊之壺口狀盆地地形造成每年颱風時期，洪水無法順利宣洩而在低窪處氾濫成災，若颱風期間又適逢大潮，淡水河因受潮水頂托之影響，災情更為嚴重。為求能一勞永逸減除洪災，政府自民國 49 年起即著手研究規劃，就蓄洪、攔洪、分洪、束洪、導洪、避洪等十數種可能方案進行評估分析，最後由經濟部訂定『台北地區防洪計畫』，分三期在大台北地區實施。該計畫之目標為以整個大台北地區為實施範圍，採用 200 年重現期之洪水為保護及設計標準，其中新店溪出口設計洪峰流量為 10,300 立方公尺/秒，大漢溪出口設計洪峰流量為 13,200 立方公尺/秒，新店溪、大漢溪匯合後淡水河洪峰流量為 23,500 立方公尺/秒 (包括通過台北橋下洪峰流量 14,300 立方公尺/秒及二重疏洪道 9,200 立方公尺/秒)，關渡以下河口洪峰流量為 25,000 立方公尺/秒。『台北地區防洪計畫』各期實施計畫細節簡述如

下：

1、台北地區防洪初期實施計畫（民國 71 年至民國 73 年）

台北地區防洪初期實施計畫沿淡水河左岸興建保護 10 年重現期洪水之堤防，包括三重堤防 4,257 公尺及蘆洲堤防 4,558 公尺。同時，開闢二重疏洪道，道寬 450 公尺，左岸築堤 5,700 公尺，右岸築堤 7,730 公尺，並於入口處設固定堰一座寬 650 公尺，以控制水流。此時通過台北橋之淡水河洪峰流量為 12,400 立方公尺/秒，二重疏洪道 2,400 立方公尺/秒。保護地區內並建有排水幹線 15,500 公尺及抽水站五座，五股、新莊低窪地區填土開發 136.8 公頃。

2、台北地區防洪第二期實施計畫（民國 74 年至民國 76 年）

第二期實施計畫將初期實施計畫完成之三重、蘆洲及二重疏洪道左右岸堤防加高至保護 200 年重現期洪水之高度。此時通過台北橋之淡水河洪峰流量為 14,300 立方公尺/秒，二重疏洪道 9,200 立方公尺/秒。排水工程則包括蘆洲、鴨母港抽水站擴建工程及五股工業區暨附近地區排水計畫。

3、台北地區防洪第三期實施計畫（民國 79 年至民國 85 年）

第三期實施計畫為在淡水河水系繼續興建保護 200 年重現期洪水之堤防，包括沿大漢溪左岸興建新莊堤防 2,350 公尺，西盛堤防 3,109 公尺，樹林堤防 7,130 公尺，右岸興建板橋堤防 6,190 公尺，土城堤防 3,456 公尺及大漢溪河道疏濬，沿新店溪左岸興建中原堤防 4,798 公尺，二重疏洪道左岸延長堤防 3,800 公尺；共計新建堤防 30,833 公尺，加高堤防 2,190 公尺，新建水門 15 座，抽水站 12 座。此時大漢溪出口洪峰流量為 13,200 立方公尺/秒，新店溪出口洪峰流量為 10,300 立方公尺/秒。

4、『台北地區防洪計畫』後續相關工程

為配合台灣省政府負責執行之『台北地區防洪計畫』中，大漢溪、新店溪及淡水河築有保護 200 年重現期洪水之堤防，台北市政府亦在轄區內之基隆河(河口至南湖大橋段)及景美溪(溪口至萬壽橋段)興建 200 年重現期洪水保護標準之堤防。此外，基隆河左岸南湖大橋以上至省市界間河道，

為配合南港經貿園區之開發，已新建相同保護標準之堤防。另基隆河在中山橋至成美橋段亦已完成河道截彎取直工程。

5、抽水站及雨水下水道工程

隨著『台北地區防洪計畫』中各高保護標準堤防之興建，堤防內亦陸續建有多座抽水站，以利洪水來臨時，能將堤內水量迅速有效地排入堤外河道中。目前淡水河系建有 82 座抽水站，其中台北市所轄屬者有 59 座，台北縣管理者共 23 座，共計總抽水量 2,109 立方公尺/秒。抽水站容量是依據 5 年重現期 24 小時延時颱風雨設計。

為解決台北都會區內之排水問題，目前台北都會區設有雨水下水道排水系統，其管路排水容量是依 5 年重現期暴雨強度設計。台北市規劃有雨水下水道幹、支線總長 540 公里，目前已完成 498.5 公里，完成率為 92.3%。

二、過去災害情況

1、重大颱風事件淹水調查

台北縣市地勢呈外高內低之盆地狀，外圍山區環繞縣市境，約佔全縣市面積二分之一；其餘內部盆地區背山臨河，地勢低窪，每逢豪雨，洪流湧向盆地區，流速驟降，水位劇增而氾濫。近年來，淡水河系因『台北地區防洪計畫』中之高保護堤防陸續完成，流域上游又已建有石門、翡翠等大型水庫調控水流，除少數重大颱風事件因部分堤防尚未完成或水門未及關閉，而造成溢淹之情形，河水溢岸氾濫之現象已屬罕見。發生日期較近、損失嚴重且具代表性之颱風事件分述如下：

(1)民國 76 年 10 月琳恩颱風

民國 76 年 10 月琳恩颱風侵襲台灣時，降雨集中在基隆河流域，水利處五堵雨量站之連續 24 小時最大雨量高達 891 毫米，故除在基隆河沿岸造成了重大的災情外，台北縣市其他地區損失均屬輕微。基隆河沿岸之台北縣五堵、汐止、台北市南港區、內湖區、松山區等大台北精華區域遭受洪水淹沒，總淹水面積超過三千公頃。

(2)民國 85 年 8 月賀伯颱風

民國 85 年 8 月強烈颱風賀伯來襲，在台北縣造成的淹水範圍面積約為 727 公頃，包括板橋市、中和市、永和市及土城市等區域，其致災原因主要為降雨量大（台北氣象站之連續 24 小時最大雨量約達 220 毫米），又適逢淡水河河口高潮位及台北地區防洪第三期實施計畫中之若干抽水站與水門尚未完成。另外，板橋、中和兩市之嚴重淹水亦跟光復、土城二水門未能及時關閉有關係。

(3)民國 86 年 8 月溫妮颱風

民國 86 年 8 月溫妮颱風造成台北縣市豪雨，台北氣象站之連續 24 小時最大降雨量約 205 毫米左右，台北市內湖區大湖公園一帶、台北縣汐止市五堵車站與大同路附近地區、新店市安康路與北新路一帶、中和市連城路附近地區、板橋市環河路、土城市及新莊市均遭淹水之苦。

(4)民國 87 年 10 月瑞伯及芭比絲颱風

民國 87 年 10 月 15 日瑞伯颱風侵襲台灣，由於降雨集中在台灣東北部山區，五堵氣象站之連續 24 小時最大降雨量約 492 毫米，造成基隆河流域嚴重淹水災情，其中台北縣汐止地區遭遇繼民國 76 年 10 月琳恩颱風以來最嚴重的水患，共淹沒了汐止市四十六個里中最繁榮、人口最密集的二十三個里，其中五堵車站附近地區更有淹水達 4 公尺之情形發生，並造成三人溺水死亡，受淹水影響的住戶超過一萬戶，停電戶數亦超過五萬戶，造成重大經濟、社會損失。十日後，芭比絲颱風外圍環流過境台灣，在 10 月 25 日及 26 日兩天之內，五堵氣象站之連續 24 小時最大降雨量約 319 毫米，再造成汐止地區接連兩次淹水，淹水規模雖無前次瑞伯颱風之大，但淹水範圍亦幾乎含蓋整個汐止市區。汐止地區在短短兩週之內連續遭遇到三次大規模淹水，主要為台北縣汐止市沿基隆河段之河道容量不足造成。

2、台北縣市申報浸水地區範圍

台北縣市之另一水患來自於因區域排水不良造成的地表積水。由於台北縣市面積之二分之一屬平坦的台北盆地，本有許多的地勢低窪地區，排水不易。在過去，這些土地多為非都市計畫用地或農業區，尚可承受較低

的排水標準及較長的淹水時間，但在變更用途成為高密度都市計畫用地時，不僅須有高標準的防洪排水設施，更因土地利用型態改變而增加逕流量，加大了淹水的可能性。

本地區近年來較完整的洪災範圍調查為台北市政府養工處下水道工程科所提供的『台北市申報浸水地區範圍』，及台北縣政府水利課提供的『台北縣申報浸水地區範圍』。

三、資料來源

為進行淹水潛勢之模擬分析，必須蒐集淹水模擬所需要之各項資料，包括地形、地貌、氣候及相關水利設施等現況資料。本文將流域各項資料之整理與輸入扼要說明如下：

1、河川及區域排水資料

包括河川斷面及堤防資料、區域排水系統及相關水利設施概況資料。

2、雨型雨量資料

由水文分析得知，颱風雨是造成台灣地區各流域淹水的主要降雨型態，其致災降雨延時約為 24 小時，故本文依據 24 小時延時颱風雨資料，並採用無因次移動平均法作為推估設計雨型之用。計算的方式是由小時降雨資料中選出降雨延時為 18 至 30 小時之事件，再經無因次轉換為 24 小時降雨延時。

因 24 小時颱風雨雨型會隨著模擬地區而改變，本文針對不同模擬區域使用不同設計雨型配合假設之降雨損失 3 毫米/小時進行淹水模擬。淡水河流域的設計雨型係採用台北縣五堵雨量站(民國 54-80 年記錄) 降雨資料作為分析的依據，。另一方面，在本文中使用四種不同程度的 24 小時延時空間均勻分佈之一日降雨量 (150、300、450、600 毫米)，以模擬不同總降雨量在模擬區域中之淹水範圍及深度，上述四種不同降雨量約為台北縣市重現期 0.6 年、4.8 年、40 年及 330 年之一日暴雨雨量，故將上述四種不同總降雨量依圖十六之設計雨型百分比予以分配逐時降雨量，則可推得不同總降雨量下之逐時設計降雨組體圖。

3、地形資料

(1)DTM 數值地形高程

DTM 數值地形資料為農林航空測量所於民國 70-78 年間為配合繪製 1/5000 台灣地區像片基本圖，而經由航空測量所製作得到，後來交由國立中央大學太空及遙測中心使用保管。本文所使用之 DTM 資料係由國立中央大學太空及遙測中心提供，其資料型態為 ASCII 碼，網格為 40 公尺×40 公尺，資料內容含各點之 UTM 國際座標與高程資料。另外，本文根據內政部地政司的台灣省國土利用現況調查數化資料，將模擬區分為水利用地、建築、工業用地、農業、交通、遊憩、礦業、軍事及其他用地等，再以不同土地利用狀況來決定曼寧糙度 n 值。

(2)地理資料庫

本文因採用小網格之數值模擬，模式所需資料量十分龐大，且需同時考慮地形之幾何與屬性資料，另外所利用之地圖種類亦很多，包括流域數值地形資料圖層、流域內各行政區資料圖層、土地利用資料圖層、交通設施圖層（包括 1/25000 鐵路圖層、1/25000 及 1/5000 公路圖層）及水利設施圖層（包含 1/25000 與 1/5000 水系圖層、1/25000 區域排水路圖層）。為整合上述各項資料，引用地理資訊系統（Geographic Information System，簡稱 GIS）之技術，建立地理資料庫。

附錄二 台南縣市淹水潛勢區域、歷史災害及資料來源

一、災害潛勢區域

台南縣市位於台灣西南部嘉南平原之中心，北臨八掌溪，南界二仁溪，東連中央山脈，西面台灣海峽，面積 2,192 平方公里 (含台南縣 2,016 平方公里與台南市 176 平方公里)，人口總數為 181 萬人 (含台南縣 109 萬人與台南市 72 萬人)。台南縣行政區域劃分為二市七鎮二十二鄉鎮：包括新營市、永康市、善化鎮、麻豆鎮、佳里鎮、學甲鎮、鹽水鎮、白河鎮、新化鎮、山上鄉、新市鄉、仁德鄉、歸仁鄉、關廟鄉、安定鄉、龍崎鄉、左鎮鄉、南化鄉、東山鄉、大內鄉、六甲鄉、官田鄉、下營鄉、北門鄉、將軍鄉、七股鄉、玉井鄉、楠西鄉、西港鄉、柳營鄉、後壁鄉等；台南市行政區域則劃分為東區、南區、西區、北區、中區、安南區、安平區等七區。

台灣南部地區之歷年平均(民國 38-79 年)年雨量約為 2,501 毫米，每年五月至十月為豐水期，雨量幾佔全年雨量之 90%，主要集中在幾場颱風或西南氣流引發之豪雨。如此不均勻之降雨分佈，亦造成本區河川之豐水期流量佔全年九成以上，故每逢颱風豪雨，極易遭受洪災淹水之苦。依據統計結果，台南縣市 200 年重現期一日暴雨量為 625 毫米，100 年重現期為 580 毫米，5 年重現期為 330 毫米。

台南縣市地勢東高西低，山區均在縣境東側，佔全縣市面積約三分之一，故河川均呈由東向西之走向，台灣省政府原公告二十一條省管河川有五條分佈在台南縣市，從北至南依序為八掌溪、急水溪、曾文溪、鹽水溪及二仁溪，其中八掌溪為台南縣與嘉義縣之分界河，高雄縣則以二仁溪與台南縣為界。此五條主要河川流域之水文與地文特性以及河川治理狀況與台南縣市洪患情況息息相關，茲將五個主要流域概況述之如下：

1、八掌溪流域概況

八掌溪發源於阿里山西麓之奮起湖山，橫貫本省中南部，於嘉義縣新塢港附近出海，全長 81 公里；本流域西面台灣海峽，北接朴子溪流域，南臨急水溪流域，東邊在中央山脈與曾文溪流域相接，流域面積 475 平方公

里，流域內行政轄區有嘉義、台南兩縣的十四個鄉鎮，人口約七十萬。流域上游為阿里山區，坡度陡峻；中、下游地區屬嘉南平原，面積佔 60%。

八掌溪流域中、下游平原區所包括之區域為東高西低、沿海漸降的嘉南平原，由於上游阿里山區降雨量大，中、下游河道坡度緩，且走勢蜿蜒，故常於中、下游平原地區形成洪水，如民國七十八年莎拉颱風侵襲台灣時，即對八掌溪沿岸造成重大災情。在彙整目前各有關單位已完成或正進行之河川治理計畫顯示，八掌溪目前已興建 100 年重現期標準之堤防，河口計畫洪峰流量為 3,900 立方公尺/秒。

2、急水溪流域概況

急水溪流域位於嘉南平原北方，西面台灣海峽，南接曾文溪流域，北臨八掌溪流域，東側與濁水溪流域在中央山脈相接。急水溪發源於阿里山山脈之檳榔山，上游山區由白水溪與六重溪合流後稱急水溪，再匯流入龜重溪後，而於台南縣學甲鎮入台灣海峽，流域面積為 379 平方公里，山地（標高 100 公尺以上）面積佔全流域三分之一。總體而論，急水溪上游區域，地處阿里山區，雨量較大，河道順沿河谷地形而蜿蜒，地表坡度陡而水流急促，已建有白河、尖山埤及德元牌等三座水庫；中、下游貫穿嘉南平原區，地形十分平坦且已高度開發，防洪工程已具規模，因受地形限制，蓄洪、分洪等辦法難以施行，防洪工程主要採堤防配合河道整治方式處理。

急水溪流域地勢自東向西傾斜，主流及各支流在流入平坦的嘉南平原後，河道因失去山谷約束，河川縱橫交錯呈辮狀，屬沖積型河川，河道曲折蜿蜒，主槽狹窄且彎曲，洪水宣洩緩慢，常氾濫成災。急水溪主流堤防採 100 年重現期洪峰流量設計，河口計畫洪峰流量為 2,920 立方公尺/秒。

3、曾文溪流域概況

曾文溪發源於阿里山山脈之水山（標高 2,609 公尺），上游段蜿蜒於嘉義縣與高雄縣山谷後，流入曾文水庫，出水庫後再於山上與大內兩鄉之間進入嘉南平原，於台南市安南區西北方流入台灣海峽，全長 138 公里，流域面積 1,176 平方公里。主要支流有後堀溪、菜寮溪、官田溪等，此三支流並

各建有南化、鏡面與烏山頭水庫。

曾文溪上游山區地勢陡峭，河道蜿蜒曲折，河幅寬窄不一，建得上列四座水庫；中游平原區河段在縱貫鐵路橋至北勢洲橋間，河床淤積嚴重，洩洪能力較差，每遇洪水易氾濫成災，針對現況洪災成因，採築堤禦洪、導洪為主，河道整治為輔；下游河段防洪工程已具規模，應配合洪氾區之管制，將土地作適當利用。曾文溪為嘉南地區最大河川，主流堤防採 100 年重現期洪峰流量設計，河口計畫洪峰流量為 9,200 立方公尺/秒。

4、鹽水溪流域概況

鹽水溪流域西面台灣海峽，北接曾文溪流域，南臨二仁溪流域，東邊在中央山脈與高屏溪流域相接，流域面積約 410 平方公里，山地面積約佔 25%。總體而言，鹽水溪上、中游區域，地表坡度大，河道蜿蜒，為確保河防安全，河川治理偏重築堤束洪及河道整理方式。下游區域屬於嘉南平原，地形平坦，則採築堤、河道整理與洪氾區管制等方式並用以治理河川。

由於鹽水溪流域下游所包括之區域為嘉南平原之沿海地區，又因上、中游河道因地勢平緩低窪，且通水斷面過小，每遇暴雨常氾濫成災。經彙整目前各有關單位已完成或正進行之河川治理計畫顯示，鹽水溪堤防採 100 年重現期之洪峰流量為設計標準，河口計畫洪峰流量為 4,100 立方公尺/秒。

5、二仁溪流域概況

二仁溪流域西面台灣海峽，北接鹽水溪流域，南臨高雄沿海河系流域，東邊在中央山脈與高屏溪流域相接，流域面積 340 平方公里，山地面積約佔 45%。本流域發源於高雄縣內門鄉木柵村山地，經內門盆地後，匯合安南老溪、牛稠溪等支流，蜿蜒西行於崇德一帶之丘陵間，坡度較陡，行至崗山頭下游，復匯入番社溪、深坑仔溪、港尾溪、三爺宮溪等支流，於高雄縣茄萣鄉白沙崙附近入海。總體而言，二仁溪上、中游區域，地表坡度大，河道蜿蜒，為確保河防安全，河川治理偏重築堤束洪及河道整理方式。下游區域屬於嘉南平原，地形平坦，則採築堤、河道整理與洪氾區管制等

方式並用以治理河川。

由於二仁溪流域下游所包括之區域為沿海漸降的嘉南平原，從縱貫鐵路至河口段，因地勢平緩低窪，且濫墾魚塭及浸耕土地造成河道過於狹窄，通水斷面過小，每遇暴雨常氾濫成災。二仁溪堤防採 100 年重現期之洪峰流量為設計標準，河口計畫洪峰流量為 3,200 立方公尺每秒。

二、過去災害情況

1、重大颱洪事件淹水調查

台南縣市地勢呈東向西傾斜，山區多集中在東部，約佔全縣面積三分之一；其餘三分之二屬嘉南平原，西面台灣海峽，地勢平坦，每逢豪雨，洪流湧向平原區，流速驟降，水位劇增而氾濫。近年來八掌溪、急水溪、曾文溪、鹽水溪及二仁溪等主要河川之重要堤防與護岸陸續完成，除少數重大颱洪事件造成部分堤防潰決而產生溢淹之情形，河水溢岸氾濫之現象已大為改善。主要淹水事件包括：

(1)民國 78 年 9 月莎拉颱風

民國 78 年 9 月莎拉颱風侵襲台灣時，台南氣象站之連續 24 小時最大降雨量達 211 毫米，對八掌溪沿岸造成了重大的災情。由於嘉義縣水上鄉與台南縣後壁鄉之間的八掌溪河段洪水氾濫，護岸被沖毀，溪水淹沒農田，造成高速公路水上到新營路段路基嚴重崩坍，其中最嚴重的屬台南縣鹽水鎮，淹水超過 2 公尺，整個鹽水鎮成為一片汪洋。莎拉颱風調查淹水結果，淹水較深處集中於台南縣鹽水鎮、嘉義縣水上鄉南部與台南縣後壁鄉北部（高速公路附近），而台南縣白河鎮鄰接八掌溪河岸由於地勢較低，淹水亦較明顯。

(2)民國 85 年 8 月賀伯颱風

民國 85 年 8 月的賀伯颱風來襲，由於阿里山雨量站單日與二日降雨量均打破設站以來的雨量記錄，造成八掌溪中、下游部份地區嚴重淹水，其中義竹流量站的最高洪水位比警戒水位高出達 2.6 公尺，為賀伯颱風期間各主要各河川最高洪水位記錄超過警戒水位最大者。賀伯颱風侵襲期間，台

南氣象站之連續 24 小時最大降雨量達 182.5 毫米，主要淹水區域有三處，其災害情形與致災原因如下：

a. 水上鄉在八掌溪蜿蜒處之北岸與南岸地區淹水深度達 3 公尺，水災原因主要為部份堤防溢流或有缺口、嘉義市垃圾山阻礙水流及區域排水不良。

b. 鹿草鄉三角村淹水 1.5 公尺，淹水原因為八掌溪水位高漲，南靖排水路之閘門排水效率低，造成局部淹水。

c. 八掌溪南岸之台南縣鹽水鎮平均淹水約 0.6 公尺，原因為八掌溪水位高漲，後鎮排水路下游左岸背水堤溢流潰堤。

(3)民國 86 年 7 月豪雨

民國 86 年 7 月初南台灣連日豪雨，台南氣象站之連續 24 小時最大降雨量高達 294 毫米，如此巨量降雨造成曾文溪以南之永康、仁德、新市、新化等四個地區積水 1 公尺深，尤其是新市鄉之台南科學園區部分地區積水達近 2 公尺，災情相當嚴重。

(4)民國 86 年 8 月蒂娜颱風引進之西南氣流

民國 86 年 8 月蒂娜颱風引進之西南氣流造成台南縣市豪雨，台南氣象站之連續 24 小時最大降雨量約 140 毫米左右，台南縣新市、麻豆、白河、仁德及東側上游山區鄉鎮（包括楠西、東山、龍崎、左鎮、大內、新化、六甲、山上等）均遭淹水之苦。

(5)民國 87 年 6 月豪雨

民國 87 年 6 月連日豪雨造成台灣中、南部地區嚴重淹水災情。在台南縣市部分，台南氣象站之連續 24 小時最大降雨量約 160 毫米，麻豆、新化、新市、仁德、佳里等鄉鎮均有不同程度之淹水情況，其中新市鄉的台南科學園區低窪地區又遭淹水。

2、台南縣市近年來常淹水範圍

台南縣市之另一水患來自於因區域排水不良造成的地表積水，由於台南縣市面積之三分之二屬平坦的嘉南平原，本有許多的地勢低窪地區，排

水不易。在過去，這些土地被開闢為非都市計畫用地或農業區，尚可承受較低的排水標準及較長的淹水時間，但在變更用途成為都市計畫用地或高科技產業區時，不僅須有高標準的防洪排水設施，更因土地利用型態改變而增加逕流量，加大了淹水的可能性。台南縣市近年來常淹水範圍主要參考台南縣政府提供的『台南縣改善區域排水及一般中小排水系統計畫調查作業成果報告』及颱風事件淹水調查結果所繪製。

三、資料來源

為進行淹水潛勢之模擬分析，必須蒐集淹水模擬所需要之各項資料，包括地形、地貌、氣候及相關水利設施等現況資料。本文將流域各項資料之整理與輸入扼要說明如下：

1、河川及區域排水資料

包括河川斷面及堤防資料、區域排水系統及相關水利設施概況資料。

2、雨型雨量資料

由水文分析得知，颱風雨是造成台灣地區各流域淹水的主要降雨型態，其致災降雨延時約為 24 小時，故本文依據 24 小時延時颱風雨資料，並採用無因次移動平均法作為推估設計雨型之用。計算的方式是由小時降雨資料中選出降雨延時為 18 至 30 小時之事件，再經無因次轉換為 24 小時降雨延時。

因 24 小時颱風雨雨型會隨著模擬地區而改變，本文針對不同模擬區域使用不同設計雨型配合假設之降雨損失 3 毫米/小時進行淹水模擬。八掌溪流域的設計雨型是使用嘉義縣樟腦寮雨量站(民國 51-83 年記錄)為代表；急水溪、曾文溪、鹽水溪與二仁溪流域的設計雨型則使用台南縣木柵雨量站(民國 48-83 年記錄)為其代表。另一方面，在本文中使用四種不同程度的 24 小時延時空間均勻分佈之一日降雨量 (150、300、450、600 毫米)，以模擬不同總降雨量在模擬區域中之淹水範圍及深度，上述四種不同降雨量約為台南縣市重現期 0.4 年、2.8 年、19 年及 130 年之一日暴雨雨量，故將上述四種不同總降雨量依設計雨型百分比予以分配逐時降雨量，則可推得不同總

降雨量下之逐時設計降雨組體圖。

3、地形資料

(1)DTM 數值地形高程

DTM 數值地形資料為農林航空測量所於民國 70-78 年間為配合繪製 1/5000 台灣地區像片基本圖，而經由航空測量所製作得到，後來交由國立中央大學太空及遙測中心使用保管。本文所使用之 DTM 資料係由國立中央大學太空及遙測中心提供，其資料型態為 ASCII 碼，網格為 40 公尺×40 公尺，資料內容含各點之 UTM 國際座標與高程資料。另外，本文根據內政部地政司的台灣省國土利用現況調查數化資料，將模擬區分為水利用地、建築、工業用地、農業、交通、遊憩、礦業、軍事及其他用地等，再以不同土地利用狀況來決定曼寧糙度 n 值。

(2)地理資料庫

本文因採用小網格之數值模擬，模式所需資料量十分龐大，且需同時考慮地形之幾何與屬性資料，另外所利用之地圖種類亦很多，包括流域數值地形資料圖層、流域內各行政區資料圖層、土地利用資料圖層、交通設施圖層（包括 1/25000 鐵路圖層、1/25000 及 1/5000 公路圖層）及水利設施圖層（包含 1/25000 與 1/5000 水系圖層、1/25000 區域排水路圖層）。為整合上述各項資料，引用地理資訊系統（Geographic Information System，簡稱 GIS）之技術，建立地理資料庫。

附錄三 淹水災害防護規模設定之工作討論會會議記錄

第一次工作討論會會議紀錄

一、會議時間：九十四年二月二十五日(星期五)下午二時

二、會議地點：國家災害防救科技中心三樓會議室

三、參與人員：譚教授義績、吳教授瑞賢、林教授呈、蔡教授長泰、
陳明仁博士、謝龍生博士、陳宣宏博士、潘宗毅博士。

四、主席：許銘熙教授

記錄：潘宗毅

五、主席報告

1. 本計畫為「天然災害防護規模設定之研究」整合型計畫之第一子計畫，已通過國科會審查程序後，正式從 93 年 11 月開始執行至 94 年 10 月結束。

2. 總計畫工作討論會已於 1 月 28 日召開，決議事項簡列如下：

(1)未來總計畫綜合工作討論會暫訂於 3、5、7、9 月之月底召開。

(2)5 月底之綜合工作討論會為擴大會議，將邀請協力機構參加。

(3)7 月底之綜合工作討論會將邀請複審委員參加。

(4)報告內容若涉及細部計畫之執行過程或偏重各災害類別之技術性問題，由各子計畫個別召開專家學者座談會討論。總計畫主要討論整合性之問題及各計畫執行進度之報告。

六、進度報告：

略(詳見附加檔之 pdf 檔)。

七、討論事項

1. 譚義績教授：台北市與台北縣最常遭受之災害即為颱風災害，因此 600 毫米之淹水圖已不敷需求，近幾場颱風之預估降雨量常超過 1,000 毫米，且台北市一旦遭受淹水災害，易造成重大損失，建議可提高淹水圖之降雨量。台大未來於颱風期間希望設立應變小組，支援各縣市進行技術分析，但不做發布之動作。考慮由定量降雨推求淹水，進而求得災害損失。此想法與本計畫有諸多相似之處，未來應多交流，亦為北部協力機構最期盼之工作。

許銘熙教授：未來颱風期間，科技中心可製作大尺度之淹水圖提供各協力機構參考，而尺度較小之淹水圖則需由協力機構自行製作。

陳明仁博士：希望本計畫之結果可協助台北縣市提高應變效率，而未來之保護規模亦需反應地區之特性。此外，淹水潛勢圖中，不同降雨量之組數可否反應實際防災所需。至少需設計最大可能降雨與最常發生降雨之兩種規模。而組數之精簡將可提高應變效率。最後，在整備問題方面，應與縣市政府討論，因不同規模所需之經費不同。

許銘熙教授：已與地震與坡地另二個子計畫討論過，未來可朝不同等級之災害規模進行淹水潛勢分析。

2. 蔡長泰教授：對於淹水災害保護規模之定義需明確。目前南部只要超過 300 毫米 之降雨，中小學即停止上課，地方政府並進駐應變中心。因此，不論 300 毫米 或 600 毫米 之預報，反應動作皆相同。

許銘熙教授：目前防災工作除“反應”部份以外，“整備”與“減災”仍為重要之工作。本計畫結果可供地區防救災計畫中“整備”與“減災”規劃之參考。

蔡長泰教授：可考慮由人口數及整備經費作為未來訂定防護規模之參考，而“淹水範圍”及“受淹人口”則是訂定之重要指標。

3. 林 呈教授：中部協力機構去年針對南投縣服務。因南投屬山區，主要災害以土石流及地震為主，都市淹水之成果較不易應用。南投曾於桃芝颱風時，於台 16 線水淹及胸。主因為樹木阻塞山溝造成溢流。今年中興大學之協力機構為台中縣，希望未來科技中心能提供一套 SOP。此外，本人有數場歷史淹水資料可供此計畫應用。

4. 吳瑞賢教授：我們曾做過完整的頻率分析，可提供相關之著作及水利署災害資料供此計畫參考。此外，如何把各縣市之差異(往往是尺度上之差異)放入設定之規模中，需進一步探討。亦可將歷史情境，如納莉颱風或歷史最嚴重事件作為設定之規模。

八、決議事項：

本計畫將規畫不同等級之防護規模，以利未來縣市政府在訂定地區防災計畫時，可依據各地區區域化之差異設計不同等級之防護規模，以推動地區之防災減災工作。

九、散會：15:40pm

第二次工作討論會會議紀錄

一、會議時間：九十四年五月三日(星期二)上午十時

二、會議地點：國家災害防救科技中心三樓會議室

三、參與人員：王如意教授、蘇明道教授、蕭代基教授、張靜貞教授、游保杉教授、何興亞博士、謝龍生博士、潘宗毅博士、葉森海先生、黃星翔先生。

四、主 席：許銘熙教授

記錄：潘宗毅

五、主席報告

1. 本計畫為「天然災害防護規模設定之研究」整合型計畫之第一子計畫，已通過國科會審查程序後，正式從 93 年 11 月開始執行至 94 年 10 月結束。

2. 本計畫針對淹水災害規模設定之作業規範，規劃邀集學者、災害主管單位及各縣市政府防救災業務執行單位舉行座談會，以研擬制定適用於全台之災害防護規模設定作業規範。因此本次會議邀集各位學者專家進行工作討論會。

六、進度報告：

略(詳見附加檔之 pdf 檔)。

七、討論事項

1. 許銘熙教授：本計畫所採用之淹水境況模擬圖尚未加入下水道系統，因此淹水災害損失有高估之情況。在淹水境況模擬圖尚未更新前，未來或許考慮以折算之方式估計下水道系統之影響。

2. 王如意教授：

(1)以一年之時間完成此計畫，研究時間過短，是否可以延長計畫時程。

(2)災損評估之研究工作於資料蒐集部分較困難，因國稅局不輕易提供相關之財稅資料。而研究方法又與地區天然條件及人文件有關，因此相當複雜。

(3)由於此計畫將來將提供各地方政府參考，工作項目中，對於西北颱之定義需明確。

(4)未來對於類似台北市 911 淹水事件之短期暴雨所造成之災害應進一步規劃因應方案。此類短期暴雨由於延時短，降雨峰值往往相當大，因此容易造成一定程度之災害。

(5)PMP 之資料水利署雖無更新，但此資料是一項重要之參考指標。若分析時間不足，請考慮先以示範區做更新動作。

(6)災害保護規模之分級請考慮以雨量為標準，而非以重現期。由於重現期隨時空境遷需不斷更新估算，若以雨量為標準，較不易讓人產生疑惑。

(7)此研究採用之方法相當好，希望未來可進一步推廣至地方政府或協力機構。

(8)在淹水損失估算中，由於地下室之損失估算尚未成熟。目前許多工商店家為了儲存物資，往往選擇地下室做為儲貨場所，因此一旦淹水深度高過地下室門檻，將立即造成損失。

(9)台南縣市之淹水面積比台北縣市大 10 倍左右，但淹水損失比台北縣市少許多，其原因是台南縣市之損失以農林漁牧所佔比例較高，可考慮採用第 6 河川局之相關資料進行研究。

3. 游保杉教授：

(1)未來推廣時，由於災損調查不易，若能由示範區之示範結果精簡出具體之方法與步驟，將較易使其它縣市政府或協力機構採用。

(2)災害防護規模如何訂定相當不易，有形及無形之影響若都考慮，研究將更為複雜。

4. 蘇明道教授：

(1)損失規模之定義需明確。若以單一事件大小訂定災害損失規模，採用 EP 即可。若是由經濟角度定義之，預算是以年度為一單位，因此需將 EP 經由蒙地卡羅法模擬後，轉換後之 AEP 即可定出經濟損失規模。若本計畫著重應變部分(應變、復原)，則採用單一事件可能致災之 EP。若本計畫著重經濟層面(減災、整備)，則建議以 AEP 方式估計災損。

(2)當初以 150 毫米、300 毫米、450 毫米、600 毫米 做為淹水潛勢模擬主

要考慮民眾較易瞭解，但我們研究過程中發現 600 毫米 對東部而言，其重現期只有十幾年，因此對更長之重現期之降雨量只能用外延推估，精度亦大為降低。未來可能有需要針對不同地區之需要計算更適當之淹水潛勢圖。

(3)以流域為單位係展現水文特性，而鄉鎮為單位係展現人文社會特性。其實藉由地理資訊系統之處理後，其不同之特性皆反應在網格上，因此後續之運算皆以網格進行分析。

5. 張靜貞教授：

(1)此計畫之執行將工程與經濟做了更多之結合。在淹水災害防護規模分級概念之投影片中，個人認為還有許多可改善之空間。將之前災損分析結果置入災害防護規模分級之概念中將更完整。舉例而言，接於雨量欄之後可設計為：淹水深度、淹水家數、損失金額、防救災人力、防救災措施。

(2)分級之標準最好以簡單之指標，如保險所採用之“水深”，或是除水文水理外再加上社經指標。若以重現期為分級標準，恐造成認定之困難。

許銘熙教授：這方面我們正在努力中，未來下水道系統若加入模擬過程，將使目前所完成之估計損失降低。

6. 蕭代基教授：

(1)AEP 之計算與蘇教授之用法相同，可以 AEP 之結果作為分級之依據之一。社經指標上可考慮人口、面積、家戶。

(2)以統計方法進行災損之估計時需注意不確定性之問題，亦即變異數分析。

(3)考慮以流域為單位進行分析，最後再與縣市結合。

(4)個人相當贊同張教授提出以簡單之指標作為分級標準。可以慮以水深之面積、暴露量、相對暴露量等作為應變及復原之指標，損失期望值可作為減災與整備之指標。

八、決議事項：

無

九、散會：12:10pm

第三次工作討論會會議紀錄

時間：九十四年九月五日（星期一）12:00-15:00

地點：國家災害防救科技中心

主持人：許銘熙教授

出席者：黃顧問金山、顏教授清連、郭主任鎧紋、魏博士良榮、洪教授如江(請假)、羅教授俊雄、蕭教授代基、劉教授格非、葉教授錦勳、洪教授李陵、張教授哲豪

列席者：謝龍生博士、吳子修博士、陳建元博士、薛朝光博士、林又青佐理研究員、黃星翔佐理研究員、葉森海助理研究員、吳啟瑞佐理研究員。

記錄人：葉森海

一、報告事項

1. 本整合型計畫已於 1 月 28 日召開第一次工作討論會，未來暫訂於 5、7、9 月之月底召開綜合工作討論會。
2. 3 月 22 日召開第一次工作討論會。
3. 各子計畫已召開協力機構討論會議：
 - 6 月 21 日為淹水災害規模設定
 - 7 月 5 日為坡地災害規模之設定
 - 7 月 10 日為地震災害規模之設定

二、進度報告

(略)

三、討論與建議事項

各委員意見

黃金山顧問：

1. 淹水可區分為洪(外水)及澇(內水)所引起之淹水災害，淹水災害規模設定要考量其差異。
2. 降雨量之多寡不只以重現期表示，可再補充其相對應降雨量，配合行政院所提之 8 年 8 百億治水計畫，即希望當降雨量不超過 450 毫米/日

時，各縣市皆能不淹水為目標。

3. 洪災之狀況有(1)降雨重現期超過 200 年之情況、(2)堤防等水利設施損壞之情況、(3)降雨重現期小於 200 年之情況；澇災之狀況有(1)現有水利設施下之災害情況、(2)降雨量超過 450 毫米/日時之防災能力。
4. 建議國科會應成立相關研究全球氣候異常之專案計畫，以提供相關氣候資訊。
5. 水利防洪設施之設計需考量(1)何種情況下，降雨重現期會超過 200 年、(2)降雨重現期超過 200 年之災損情形、(3)降雨重現期超過 200 年之防災機制。
6. 水保局所定之 1420 條土石流危險溪流，數量似乎過多，可考量降雨、地質、地震等因子，加以區分低、中、高之土石流危險溪流。

顏清連教授：

1. 災害規模之設定，各縣市是否有統一標準，或直接提供成果給各縣市，其強制執行之效力如何。
2. 建議透過相關單位(如災害防救委員會)，強制各縣市政府落實災害規模之設定。
3. 請加強說明淹水災害規模設定與災害損失之關聯性。
4. 若設定之地震災害規模，地方政府無能力應變時，該如何應用地震災害規模設定資料。
5. 各種災害間之規模設定方法，建議尋求一致之表達方式。

郭鎧紋主任：

1. 地震災害規模之設定，習慣上以最大規模來考慮。
2. 各縣市政府目前無能力分析各斷層可能發生之最大規模，可由協力機構加以協助。
3. 請補充說明嘉南地區地震災害規模設定之進度
4. 花蓮地區亦有 deeper & near 之地震發生，而宜蘭地區受 shallow & far 地震之影響亦大。

5. 大台北瓦斯公司曾與日本公司合作建立安全措施系統，本計畫可考慮向大台北瓦斯公司索取相關資料參考。

魏良榮博士：

1. 京都議定書通過後，行政院隨即成立因應小組，國科會永續會為國科會之窗口，並規劃希望於今年內，成立一聯合防災及全球變遷二領域之專案計畫。
2. 各協力機構是本計畫之共同研究者，非僅接收資料者。
3. 本計畫須與地方政府建立良好之溝通管道，以達到落實於地方政府之目的。

各子計畫主持人說明

許銘熙教授：

1. 淹水災害規模之設定，是以工程及非工程方法共同解決洪澇災害之發生。
2. 降雨以重現期及日降雨量來表示各有其優缺點，如各縣市以降雨 450 毫米/日來說，宜蘭縣約為 5 年重現期，但雲林縣則超過 200 年重現期，因此為求統一標準並參照國外經驗，先以重現期表示，但會補充說明其地區相對應之降雨量。
3. 本計畫各種災害規模設定之研究方式，為先研擬一基本災害規模設定方法，然後再選取示範區做進一步之研究。
4. 本計畫將各種災害規模設定之方法，利用研撰設定作業流程規範推廣給各協力機構，透過各協力機構之協助以落實於地方政府，因此各協力機構在本計畫亦是共同研究者，主要功能是進行計畫成果之後續推廣。
5. 淹水災害規模之設定與淹水災害損失之關係，本計畫後續將再報告中做更詳細說明。

劉格非教授：

水保局所定之 1420 條土石流危險溪流，數量雖多，但尚有其它溪流可

能未包含在內，未來將透過各縣市政府及協力機構進一步檢討。

羅俊雄教授：

1. 地震災害規模之設定一般採用最大可能發生之規模，至於各縣市政府所能應變之能力，則須進一步透過境況模擬來決定。
2. 地震災害規模設定後續之境況模擬，因所需資料量龐大，本子計畫尚無法完成。
3. 嘉南地區之地震災害規模設定，本子計畫後續將積極建立。

葉錦勳博士：

國家地震中心已蒐集大台北瓦斯公司 921 地震及 331 地震相關資料，但其資料記錄方式與國家地震中心不同，亦無法即時取得資料。

決議事項：

1. 請各子計畫參酌各委員之意見進行分析。
2. 各子計畫與協力機構，未來再強化與地方政府之間合作關係，以利於將來研究成果之推動及落實應用。
3. 請各子計畫於 10 月 15 前將計畫成果報告電子檔寄送總計畫，以利於總計畫總報告之彙整。

四、臨時動議

無

五、散會

15.00