

摘 要

本研究係從事台北都會郊區水文特性之研析及合適水文模式之建立，以供研究區域水資源規劃及防洪排水之應用為目的。近數十年來台北都會區工商業鼎盛，經濟蓬勃發展，人口快速集中，近郊社區林立，形成一都會生活環境圈；惟淡水河河道蜿蜒，沿岸地形複雜多變，河水流入台北盆地，由於低窪河道受感潮影響，若遇暴雨或颱風來襲時，因宣洩不及，致常一雨成災，淹水洪氾頻傳，對國計民生影響甚巨。

以往本省對於山坡地集水區之水文規劃設計，常沿用合理化公式、洪峰推估公式、頻率分析或台灣特有之無因次單位歷線，此等由經驗估計之誤差相當可觀，宜有合適之理論方法予以改進。

本研究係以三年期間深入探討台北都會郊區如五堵、汐止、南港、內湖、松山、士林、北投、新店、景美、深坑、石碇、中和、永和、新莊、板橋、三重、樹林、山佳等集水區之降雨—逕流歷程，研擬適用之水文模式，以瞭解台北都會近郊發生暴雨時沿岸漫地流流動之特性。

本研究首先擬蒐集淡水河流域內之中央氣象局、水利處、石門、翡翠水庫管理局等所屬之雨量站歷年之降雨資料，從事雨量之頻率分析，繪製降雨強度—延時—頻率曲線，建構不同頻率及不同降雨延時之合適設計雨型；視其為引入水文系統之投入函數(input function)，再採用地理資訊系統 ARC/INFO 分析，將淡水河流域內基隆河、新店溪及大漢溪三支流之河川流網分佈，劃成合適數目之核胞。研究中視每一核胞為一個獨立之水文單元，應用半空間分布並聯型水庫概念模式研析各核胞由某種降雨型態及頻率條件下所可能形成之逕流歷線，以提供都會區開發時水文規劃設計之應用。

關鍵詞：都市水文學、降雨分析、逕流模擬、概念模式、水文規劃。

ABSTRACT

The objectives of this research project are aimed to study the hydrological characteristics and set up adequate rainfall-runoff models of suburban watersheds in Taipei for the application of flood-damage mitigation in the project area. Due to high intensity of rainfall, meandering river course of Tamshui River and rugged topography of watershed, severe flood and inundation damages caused by storm or typhoon hitting occur in Taipei area every year.

In the past, rational formula, regional flood formulas, frequency-analysis methods and dimensionless unit hydrograph were commonly applied for the estimation of peak discharge in hillslope areas. However, because of significant errors involved in the empirical approach, some appropriate methods of flood estimation need to be considered for further modification.

This study, a three-year research project, is accordingly proposed to execute the detailed and zoned analyses for the deterministic rainfall-runoff process and set up adequately hydrological models to simulate the flood behavior for the hydrological planning of surrounding areas in Taipei city and county.

Firstly, rainfall and flood records and the related data observed by different water-conservancy organizations are proposed to collect. Frequency analysis of rainfall in Taipei area are accomplished, rainfall intensity-duration-frequency curves are drawn, and the appropriate rainfall patterns for different durations and frequencies can be formed. Nextly, ARC/INFO analysis of Geographic Information System are applied for analysis the geomorphologic characteristics of river network and watershed topography of Tamshui River Basin. Suitable cell structures of every tributary can thus be organized. Finally, semi-spatial distributed with parallel typed reservoirs conceptual model is theoretically derived and compared, model parameters are reasonably optimized, and the resulting flood hydrographs can be simulated for different design rainfall patterns and return periods. Some suggestions are submitted for hydrological planning of new community development. The analytical methods proposed in this study can be applied for flood mitigation of suburban watersheds in Taipei.

Keywords: Urban hydrology, Rainfall analysis, Runoff simulation, Conceptual model, Hydrological planning.

目 錄

摘要	I
ABSTRACT	II
目錄	III
圖錄	V
表錄	IX
第一章 緒論	1
第二章 頻率分析與降雨強度—延時—頻率關係之研究	3
一、資料之蒐集與整理	3
二、不同延時之降雨頻率分析	3
三、降雨強度—延時—頻率曲線公式之參數推求	4
第三章 雨型設計之研究	7
第四章 降雨—逕流模式之研析	8
一、基本原理	8
二、模式建立	10
三、資料蒐集及模式檢定	16
第五章 設計洪水歷線之模擬	24
第六章 結果與討論	26
一、頻率分析與降雨強度—延時—頻率關係之研究	26
二、雨型設計之研究	26

三、降雨—逕流模式之研析.....	26
四、設計洪水歷線之模擬.....	27
第七章 結論與建議.....	28
一、結論.....	28
二、建議.....	29
謝 誌.....	30
參考文獻.....	31
附 圖.....	33
附 表.....	107

圖 錄

圖 1-1	台北都會區山地降雨一逕預報模式與下游都會區淹水預報模式銜接圖...	33
圖 2-1	淡水河流域雨量站及流量站位置示意圖.....	34
圖 4-1	輸入函數、轉換函數與輸出函數之關係圖.....	35
圖 4-2	線性水庫概念模式之示意圖.....	35
圖 4-3	集水區示意圖.....	36
圖 4-4	模式結構示意圖.....	36
圖 4-5	大漢溪三鶯橋橋上游集水區之核胞分區圖.....	37
圖 4-6	景美溪寶橋上游集水區之核胞分區圖.....	37
圖 4-7	基隆河五堵上游集水區之核胞分區圖.....	38
圖 4-8	洗牌複演進法(SCE 法)尋求最佳參數值之演算流程圖.....	39
圖 4-9	競爭複演算法(CCE 法)之演算流程圖.....	40
圖 5-1	三重、蘆洲、新莊區核胞分區圖.....	41
圖 5-2	士林、大直、內湖區核胞分區圖.....	41
圖 5-3	台北中央、汐止、新店區核胞分區圖.....	42
圖 5-4	板橋、中和、永和區核胞分區圖.....	42
圖 6-1	台北中央、汐止區不同重現期距之平均設計雨型圖.....	43
圖 6-2	士林、大直、內湖區不同重現期距之平均設計雨型圖.....	47
圖 6-3	板橋、中和、永和區不同重現期距之平均設計雨型圖.....	51
圖 6-4	三重、蘆洲、新莊區不同重現期距之平均設計雨型圖.....	55
圖 6-5	五堵上游集水區之亞伯颱風逕流歷線檢定圖.....	59
圖 6-6	五堵上游集水區之亞力士颱風逕流歷線檢定圖.....	59
圖 6-7	五堵上游集水區之貝絲颱風逕流歷線檢定圖.....	60
圖 6-8	五堵上游集水區之道格颱風逕流歷線檢定圖.....	60
圖 6-9	五堵上游集水區之弗雷特颱風逕流歷線檢定圖.....	61
圖 6-10	五堵上游集水區之芙瑞達颱風逕流歷線檢定圖.....	61
圖 6-11	五堵上游集水區之葛拉絲颱風逕流歷線檢定圖.....	62
圖 6-12	五堵上游集水區之歐敏颱風逕流歷線檢定圖.....	62
圖 6-13	五堵上游集水區之尼爾森颱風逕流歷線檢定圖.....	63
圖 6-14	五堵上游集水區之諾瑞斯颱風逕流歷線檢定圖.....	63
圖 6-15	五堵上游集水區之歐菲莉颱風逕流歷線檢定圖.....	64
圖 6-16	五堵上游集水區之歐拉洪逕流歷線檢定圖.....	64
圖 6-17	五堵上游集水區之莎拉颱風逕流歷線檢定圖.....	65
圖 6-18	五堵上游集水區之席斯颱風逕流歷線檢定圖.....	65
圖 6-19	五堵上游集水區之泰德颱風逕流歷線檢定圖.....	66
圖 6-20	五堵上游集水區之耐特颱風逕流歷線檢定圖.....	66
圖 6-21	五堵上游集水區之韋恩颱風逕流歷線檢定圖.....	67
圖 6-22	五堵上游集水區之暴雨颱風逕流歷線檢定圖.....	67
圖 6-23	五堵上游集水區之艾貝颱風逕流歷線檢定圖.....	68
圖 6-24	剖析各流路對集水區出口處之影響成分示意圖.....	68
圖 6-25	寶橋上游集水區之亞伯颱風逕流歷線檢定圖.....	69
圖 6-26	寶橋上游集水區之黛特颱風逕流歷線檢定圖.....	69

圖 6-27	寶橋上游集水區之傑魯得颶洪逕流歷線檢定圖.....	70
圖 6-28	寶橋上游集水區之葛拉絲颶洪逕流歷線檢定圖.....	70
圖 6-29	寶橋上游集水區之琳恩颶洪逕流歷線檢定圖.....	71
圖 6-30	寶橋上游集水區之耐特颶洪逕流歷線檢定圖.....	71
圖 6-31	寶橋上游集水區之歐菲利颶洪逕流歷線檢定圖.....	72
圖 6-32	寶橋上游集水區之莎拉颶洪逕流歷線檢定圖.....	72
圖 6-33	寶橋上游集水區之席斯颶洪逕流歷線檢定圖.....	73
圖 6-34	寶橋上游集水區之賽洛瑪颶洪逕流歷線檢定圖.....	73
圖 6-35	寶橋上游集水區之楊希颶洪逕流歷線檢定圖.....	74
圖 6-36	三鶯橋上游集水區之艾貝颶洪逕流歷線檢定圖.....	75
圖 6-37	三鶯橋上游集水區之西仕颶洪逕流歷線檢定圖.....	75
圖 6-38	三鶯橋上游集水區之道格颶洪逕流歷線檢定圖.....	76
圖 6-39	三鶯橋上游集水區之芙瑞達颶洪逕流歷線檢定圖.....	76
圖 6-40	三鶯橋上游集水區之琳恩颶洪逕流歷線檢定圖.....	77
圖 6-41	三鶯橋上游集水區之莫瑞颶洪逕流歷線檢定圖.....	77
圖 6-42	三鶯橋上游集水區之耐特颶洪逕流歷線檢定圖.....	78
圖 6-43	三鶯橋上游集水區之尼爾森颶洪逕流歷線檢定圖.....	78
圖 6-44-1	三重、蘆洲、新莊區核胞 1 於重現期距 1.1 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	79
圖 6-44-2	三重、蘆洲、新莊區核胞 5 於重現期距 2 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	79
圖 6-44-3	三重、蘆洲、新莊區核胞 12 於重現期距 5 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	80
圖 6-44-4	三重、蘆洲、新莊區核胞 6 於重現期距 10 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	80
圖 6-44-5	三重、蘆洲、新莊區核胞 11 於重現期距 25 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	81
圖 6-44-6	三重、蘆洲、新莊區核胞 15 於重現期距 50 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	81
圖 6-44-7	三重、蘆洲、新莊區核胞 4 於重現期距 100 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	82
圖 6-44-8	三重、蘆洲、新莊區核胞 8 於重現期距 200 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	82
圖 6-45-1	士林、大直、內湖區核胞 1 於重現期距 1.1 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	83
圖 6-45-2	士林、大直、內湖區核胞 6 於重現期距 2 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	83
圖 6-45-3	士林、大直、內湖區核胞 8 於重現期距 5 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	84
圖 6-45-4	士林、大直、內湖區核胞 2 於重現期距 10 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	84
圖 6-45-5	士林、大直、內湖區核胞 5 於重現期距 25 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	85

圖 6-45-6	士林、大直、內湖區核胞 11 於重現期距 50 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	85
圖 6-45-7	士林、大直、內湖區核胞 3 於重現期距 100 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	86
圖 6-45-8	士林、大直、內湖區核胞 6 於重現期距 200 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	86
圖 6-46-1	五堵上游集水區於重現期距 1.1 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	87
圖 6-46-2	台北中央、汐止區核胞 6 於重現期距 1.1 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	87
圖 6-46-3	五堵上游集水區於重現期距 2 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	88
圖 6-46-4	台北中央、汐止區核胞 9 於重現期距 2 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	88
圖 6-46-5	五堵上游集水區於重現期距 5 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	89
圖 6-46-6	台北中央、汐止區核胞 17 於重現期距 5 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	89
圖 6-46-7	五堵上游集水區於重現期距 10 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	90
圖 6-46-8	台北中央、汐止區核胞 8 於重現期距 10 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	90
圖 6-46-9	五堵上游集水區於重現期距 25 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	91
圖 6-46-10	台北中央、汐止區核胞 12 於重現期距 25 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	91
圖 6-46-11	五堵上游集水區於重現期距 50 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	92
圖 6-46-12	台北中央、汐止區核胞 14 於重現期距 50 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	92
圖 6-46-13	五堵上游集水區於重現期距 100 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	93
圖 6-46-14	台北中央、汐止區核胞 7 於重現期距 100 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	93
圖 6-46-15	五堵上游集水區於重現期距 200 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	94
圖 6-46-16	台北中央、汐止區核胞 10 於重現期距 200 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬.....	94
圖 6-47-1	寶橋上游集水區於重現期距 1.1 年降雨延時 24 小時之洪水歷線 模擬圖.....	95
圖 6-47-2	新店區核胞 4 於重現期距 1.1 年降雨延時 24 小時之洪水歷線 模擬圖.....	95
圖 6-47-3	寶橋上游集水區於重現期距 2 年降雨延時 24 小時之洪水歷線	

	模擬圖.....	96
圖 6-47-4	新店區核胞 5 於重現期距 2 年降雨延時 24 小時之洪水歷線 模擬圖.....	96
圖 6-47-5	寶橋上游集水區於重現期距 5 年降雨延時 24 小時之洪水歷線 模擬圖.....	97
圖 6-47-6	新店區核胞 6 於重現期距 5 年降雨延時 24 小時之洪水歷線 模擬圖.....	97
圖 6-47-7	寶橋上游集水區於重現期距 10 年降雨延時 24 小時之洪水歷線 模擬圖.....	98
圖 6-47-8	新店區核胞 4 於重現期距 10 年降雨延時 24 小時之洪水歷線 模擬圖.....	98
圖 6-47-9	寶橋上游集水區於重現期距 25 年降雨延時 24 小時之洪水歷線 模擬圖.....	99
圖 6-47-10	新店區核胞 5 於重現期距 25 年降雨延時 24 小時之洪水歷線 模擬圖.....	99
圖 6-47-11	寶橋上游集水區於重現期距 50 年降雨延時 24 小時之洪水歷線 模擬圖.....	100
圖 6-47-12	新店區核胞 6 於重現期距 50 年降雨延時 24 小時之洪水歷線 模擬圖.....	100
圖 6-47-13	寶橋上游集水區於重現期距 100 年降雨延時 24 小時之洪水歷線 模擬圖.....	101
圖 6-47-14	新店區核胞 4 於重現期距 100 年降雨延時 24 小時之洪水歷線 模擬圖.....	101
圖 6-47-15	寶橋上游集水區於重現期距 200 年降雨延時 24 小時之洪水歷線 模擬圖.....	102
圖 6-47-16	新店區核胞 5 於重現期距 200 年降雨延時 24 小時之洪水歷線 模擬圖.....	102
圖 6-48-1	板橋、中和、永和區核胞 2 於重現期距 1.1 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	103
圖 6-48-2	板橋、中和、永和區核胞 4 於重現期距 2 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	103
圖 6-48-3	板橋、中和、永和區核胞 6 於重現期距 5 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	104
圖 6-48-4	板橋、中和、永和區核胞 3 於重現期距 10 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	104
圖 6-48-5	板橋、中和、永和區核胞 5 於重現期距 25 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	105
圖 6-48-6	板橋、中和、永和區核胞 9 於重現期距 50 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	105
圖 6-48-7	板橋、中和、永和區核胞 7 於重現期距 100 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	106
圖 6-48-8	板橋、中和、永和區核胞 8 於重現期距 200 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖.....	106

表 錄

表 2-1	選定測站之基本資料表.....	107
表 3-1(a)	台北中央、汐止區不同重現期距之單日降雨總量對照表.....	108
表 3-1(b)	台北中央、汐止區之徐昇多邊形法控制面積.....	108
表 3-2(a)	士林、大直、內湖區不同重現期距之單日降雨總量對照表.....	108
表 3-2(b)	士林、大直、內湖區之徐昇多邊形法控制面積.....	108
表 3-3(a)	三重、蘆洲、新莊區不同重現期距之單日降雨總量對照表.....	108
表 3-3(b)	三重、蘆洲、新莊區之徐昇多邊形法控制面積.....	108
表 3-4(a)	板橋、中和、永和區不同重現期距之單日降雨總量對照表.....	108
表 3-4(b)	板橋、中和、永和區之徐昇多邊形法控制面積.....	108
表 4-1(a)	大漢溪三鶯橋上游集水區之地文資料.....	109
表 4-1(b)	景美溪寶橋上游集水區之地文資料.....	109
表 4-1(c)	基隆河五堵上游集水區之地文資料.....	109
表 4-2	大漢溪三鶯橋上游集水區之徐昇多邊形法控制面積.....	109
表 4-3	大漢溪三鶯橋上游集水區各核胞之徐昇多邊形控制面積加權值.....	109
表 4-4	景美溪寶橋上游集水區之徐昇多邊形法控制面積.....	110
表 4-5	景美溪寶橋上游集水區各核胞之徐昇多邊形控制面積加權值.....	110
表 4-6	基隆河五堵上游集水區之徐昇多邊形法控制面積.....	110
表 4-7	基隆河五堵上游集水區各核胞之徐昇多邊形控制面積加權值.....	110
表 4-8	所研析之颱風事件.....	111
表 5-1	三重、蘆洲、新莊區集水區核胞之地文資料.....	113
表 5-2	士林、大直、內湖區集水區核胞之地文資料.....	113
表 5-3(a)	台北中央、汐止區集水區核胞之地文資料.....	114
表 5-3(b)	新店區集水區核胞之地文資料.....	114
表 5-4	板橋、中和、永和區集水區核胞之地文資料.....	115
表 5-5	三重、蘆洲、新莊區各核胞之徐昇多邊形控制面積加權值.....	115
表 5-6	士林、大直、內湖區各核胞之徐昇多邊形控制面積加權值.....	115
表 5-7(a)	台北中央、汐止區各核胞之徐昇多邊形控制面積加權值.....	116
表 5-7(b)	新店區各核胞之徐昇多邊形控制面積加權值.....	117
表 5-8	板橋、中和、永和區各核胞之徐昇多邊形控制面積加權值.....	117
表 6-1	林口站(1)不同延時降雨量之頻率分析結果表.....	118
表 6-2	三峽站不同延時降雨量之頻率分析結果表.....	118
表 6-3	石門(3)站不同延時降雨量之頻率分析結果表.....	119
表 6-4	大豹站不同延時降雨量之頻率分析結果表.....	119

表 6-5	火燒寮站不同延時降雨量之頻率分析結果表.....	120
表 6-6	瑞芳(2)站不同延時降雨量之頻率分析結果表.....	120
表 6-7	五堵站不同延時降雨量之頻率分析結果表.....	121
表 6-8	石碇(2)站不同延時降雨量之頻率分析結果表.....	121
表 6-9	粗坑站不同延時降雨量之頻率分析結果表.....	122
表 6-10	中正橋站不同延時降雨量之頻率分析結果表.....	122
表 6-11	台北(1)站不同延時降雨量之頻率分析結果表.....	123
表 6-12	竹子湖(1)站不同延時降雨量之頻率分析結果表.....	123
表 6-13	1.1 年重現期距下各測站降雨強度-延時公式(Hornor 式)之參數值表.....	124
表 6-14	2 年重現期距下各測站降雨強度-延時公式(Hornor 式)之參數值表.....	125
表 6-15	5 年重現期距下各測站降雨強度-延時公式(Hornor 式)之參數值表.....	126
表 6-16	10 年重現期距下各測站降雨強度-延時公式(Hornor 式)之參數值表.....	127
表 6-17	25 年重現期距下各測站降雨強度-延時公式(Hornor 式)之參數值表.....	128
表 6-18	50 年重現期距下各測站降雨強度-延時公式(Hornor 式)之參數值表.....	129
表 6-19	100 年重現期距下各測站降雨強度-延時公式(Hornor 式)之參數值表.....	130
表 6-20	200 年重現期距下各測站降雨強度-延時公式(Hornor 式)之參數值表.....	131
表 6-21	不同重現期距下各測站降雨強度-延時公式(Hornor 式)之評判標準值.....	132
表 6-22	不同重現期距下各測站降雨強度-延時公式(Hornor 式)之評判標準值.....	133
表 6-23	基隆河五堵上游集水區之模式檢定結果.....	134
表 6-24	基隆河五堵上游集水區之模式檢定參數.....	135
表 6-25	景美溪寶橋上游集水區之模式檢定結果.....	135
表 6-26	景美溪寶橋上游集水區之模式檢定參數.....	136
表 6-27	大漢溪三鶯橋上游集水區之模式檢定結果.....	136
表 6-28	大漢溪三鶯橋上游集水區之模式檢定參數.....	137
表 6-29	半分布並聯型線性水庫模式之參數建議值.....	137
表 6-30	不同重現期距下三重、蘆洲、新莊區所模擬之設計洪峰量值表.....	138
表 6-31	不同重現期距下士林、大直、內湖區所模擬之設計洪峰量值表.....	138
表 6-32(a)	不同重現期距下台北中央、汐止區所模擬之設計洪峰量值表.....	139
表 6-32(b)	不同重現期距下新店區所模擬之設計洪峰量值表.....	140
表 6-33	不同重現期距下板橋、中和、永和區所模擬之設計洪峰量值表.....	140
表 6-34	淡水河流域主支流各控制點於不同重現期距下之最大洪峰流量.....	141

第一章 緒論

台北都會區為一盆地地形，淡水河及其主要支流基隆河、大漢溪及新店溪匯流於盆地內。淡水河系主流全長 159 公里，流域面積 2,726 平方公里，為台灣第三大河川。盆地內屬於台北院轄市及台北縣等台灣首善之都會區，約 500 萬人口集中於中下游平原地區。由於盆地內地勢低窪，淡水河流經台北盆地之河段，感潮情況甚為明顯，每當颱風過境，常挾帶大量豪雨，導致洪水渲洩不及，屢屢造成重大災害。

由於都會區內人口密集，地勢低窪，為有效利用土地，河川沿岸大多築堤防束洪，以防範水患，市區則以下水道引導水流至抽水站從事內水排水，惟防洪排水涉及土地徵收、工程施工及管理營運等眾多因素，錯綜複雜。「台北地區防洪計畫」於民國 71 年分三期施工迄今接近完工階段，但由於部份抽水站及相關工程仍在進行，尚未能完成發揮原先規劃之功能，以致民國 85 年 8 月 1 日賀伯颱風即為台北縣沿岸板橋市、中和、永和、新莊地區及台北市社子島帶來嚴重之水患，影響國計民生甚大。

於研究過程中，本研究實地勘查研究區域，以瞭解台北都會郊區之水文及地文狀況，再應用地理資訊系統 ARC/INFO 軟體將台北都會區依等高線 50 公尺劃分成山地逕流模擬區域與平地之淹水模擬區域，如圖 1-1 所示；進一步將山區逕流模擬區域依河川流網分布，劃分合適數目之核胞，且視每一核胞為一獨立之水文單元，然後從事降雨分析及逕流模擬。

進一步蒐集研究區域內(山區逕流模擬區域)各雨量站之資料，應用對數皮爾遜第三類分布，從事各延時之降雨頻率分析，以推求臺北地區之降雨強度—延時—頻率之關係，並繪製不同重現期距與不同降雨延時所組合之等雨量線圖。

根據降雨強度—延時—頻率之關係，進一步從事各雨量站之雨型設計，本研究採用經濟部水資源局委託台灣大學農業工程學研究所針對大台北整體防洪檢討之研究結果[3,4,5]，得知以交替區塊法所設計之雨型較適用於淡水河流域，因此本研究探討之設計雨型方法，乃以交替區塊法為主。

有關臺北都會山區逕流模擬區域內降雨—逕流之研析，本研究茲提出一新近發展之水文概念模式，該模式乃於 1996 年由王、謝兩氏所研析發展而成之半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式[2]，模式架構係以集水區河川網路與土地

覆蓋利用等資料將集水區劃分成多個核胞，然後依據降雨落於各個核胞上流至集水區出口處之不同流路再予以劃分，且可將每一流路中之各核胞之漫地流與河渠流視為不同之狀態(state)。該模式可將每一流路比擬為由數個不同狀態所串聯而成，而每一狀態則係利用一線性水庫予以比擬。因此，每一流路之反應是由數個不同線性水庫串聯之結果，而該集水區出口處之反應乃是由所有流路之反應並聯線性疊加而成。該模式並以 SCE 複洗牌參數優選法[9]，客觀推求模式中參數之大小。

最後，將重現期距為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年，降雨延時為 24 小時之設計雨型所構成之降雨組體圖視為進入水文系統之動態輸入函數，啣接半空間分布並聯型概念水庫逕流模式，以從事都會山區之設計洪水歷線模擬，進一步將都會山區設計洪水歷線之結果提供下游淹水預報模式，以做為平地淹水模擬之上游演算邊界條件。

本研究計畫屬於「台北都會區淹水區域預測之研究(三)」目標導向整合型計畫之第二子計畫。台北都會區之淹水預報模式包括降雨預報、逕流預報及地表淹水預報等三部份，各模式間具有前因後果十分密切之關係。逕流預報之執行需要降雨預報之方法及成果，逕流研究之成果又可以做為淹水預報模式邊界之輸入條件。本研究計畫上必須承接子計畫一「都會區降雨預報之研究(三)」之成果，並且研究結果亦需提供子計畫三「河川潰堤淹水模式之研究(三)」(以三重、蘆洲、新莊區為研究區域)、子計畫四「河川沿岸低窪地淹水模式之研究(三)」(以基隆河北岸區為研究區域)、子計畫五「抽水站與閘門操作對都會區淹水影響之研究(三)」(以台北市中央區為研究區域)及子計畫六「市區排水與淹水模式之研究(三)」(以板和區為研究區域)之淹水模式邊界輸入資料，承先啟後，關係密切。

第二章 頻率分析與降雨強度—延時—頻率 關係之研究

暴雨為一種強度劇烈、延時急驟且具災害性之降雨型態，時常釀成一地區重大之洪澇損失，因此無論對其雨量分布、深度、強度或延時，均為從事水利工程規劃與設計時所需具備之重要資料，且此項資料尤需配合機率之考量，方能符合規劃設計之要求。

本研究首先蒐集台北都會山地內中央氣象局、水利處及臺灣電力公司及石門水庫管理局所轄屬各雨量測站歷年來年最大值選用法所得之降雨資料，應用對數皮爾遜第三類分布，從事各延時之降雨頻率分析。最後，應用臺灣地區較常用之 Horner 三參數型降雨強度—延時—頻率曲線公式，以推求臺北地區之降雨強度—延時—頻率之關係，並繪製不同重現期距與不同降雨延時所組合之等雨量線圖，推求研究地區之設計雨量，以提供台北都會郊區各項水利工程建設之參考應用。

一、資料之蒐集與整理

本研究所選定之雨量測站，計有中央氣象局所轄之雨量站 5 站、水利處所屬之雨量站 12 站、臺灣電力公司之雨量站 4 站及隸屬於石門水庫管理局之雨量站 15 站等共 36 站，其位置分佈圖及基本資料，乃如圖 2-1 及表 2-1 所示。

由於資料取得之來源不同，故降雨延時乃分成四組，第一組為中央氣象局所轄各雨量站，計有 60、120、180、240、360、480、600、720、1080、1440、2880 及 4320 分鐘等 12 種降雨延時；第二組為水利處所屬之雨量站，計有 10、20、30、40、60、90、120、180、240、360、720、1080 及 1440 分鐘等 13 種延時；第三組係隸屬於臺灣電力公司之雨量站，計有 10、20、30、40、60、90、120、180、240、360、720、1080、1440、2280 及 4320 分鐘等 15 種延時；第四組為石門水庫管理局之雨量站，計有 60、120、180、240、360、720、1080、1440、2880 及 4320 分鐘等 10 種延時，分別以年最大值選用法予以整理。

二、不同延時之降雨頻率分析

本研究中不同延時之降雨頻率分析，係採用對數皮爾遜第三類分布以分析並求取不同延時及不同重現期距所對應之降雨量。其分析步驟如下所述[12]：

1. 將某一延時之降雨量序列取以 10 為底之對數值 R_i 。

2. 求取對數後之降雨量均數 \bar{R} 及標準偏差 S_r 。

3. 計算取對數後降雨量分布之偏度係數 C_s ，如式(2-1)所示。

$$C_s = \frac{N \sum (R_i - \bar{R})^3}{(N-1)(N-2)S_r^3} \dots\dots\dots(2-1)$$

式中， N ：資料個數。

4. 對數皮爾遜第三類分布之頻率方程式可表示如下：

$$\log R_T = \bar{R} + K_T S_r \dots\dots\dots(2-2)$$

式中， R_T ：重現期距為 T 年之降雨量；

K_T ：頻率因子，其與不同偏度係數 C_s 及重現期距 T 之組合，可由查表得知。

5. 分別選取重現期距 T 為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年，計算出對應之降雨量 R_T 。

6. 反覆步驟 1 至 5，直至所有測站不同降雨延時均處理完畢為止。

三、降雨強度—延時—頻率曲線公式之參數推求

本研究係採用臺灣地區最常被引用之 Horner 三參數型公式，如下式所示：

$$i = \frac{a}{(t+d)^n} \dots\dots\dots(2-3)$$

式中， i ：降雨強度，mm/hr；

t ：降雨延時，min；

a 、 d 、 n ：待定係數。

其推求步驟如下所述[7]：

1. 將測站某重現期距 T 各延時 t_j 之降雨量 R_j 轉換成降雨強度 i_j ，如式(2-4)所示。

$$i_j = R_j \times \frac{60}{t_j} \dots\dots\dots(2-4)$$

2. 假設一 d 值，並計算 $\log(t_j + d)$ 及 $\log i_j$ 之值。

3. 利用 Horner 公式改寫成如式(2-5)所示。

$$\log i = \log a - n \log(t + d) \dots\dots\dots (2-5)$$

4. 以最小二乘法，計算 $\log a$ 及 n 值。

5. 將 a 、 n 及 d 代入 Horner 三參數型公式中重新計算得 \hat{i}_j 。

6. 計算相對誤差 ER，如下式所示。

$$ER = \sqrt{\frac{\sum \left(\frac{\hat{i}_j - i_j}{i_j} \right)^2}{N - 1}} \dots\dots\dots (2-6)$$

7. 重覆步驟 2 至 6，以試誤法求取最小相對誤差 ER 值之 d 值及相對應之 a 與 n 值。

8. 重覆步驟 1 至 7，直至所有測站不同重現期距之降雨強度—延時—頻率曲線公式均求得為止。

為給予所推求降雨強度—延時—頻率曲線公式合適性之客觀評鑑，本研究以標準估計誤差(standard error of estimate)及平均誤差(mean error)為評判標準[7]，茲簡述如下：

1. 標準估計誤差(SEE)

$$SEE = \left(\frac{1}{v} \sum_{j=1}^N (i_j - \hat{i}_j)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2-7)$$

式中， v ：自由度， $v = N - p - 1$ ；

N ：資料個數；

p ：參數個數；

i_j ：觀測值；

\hat{i}_j ：推估值。

當 SEE 值愈小時，表示公式推估值之總方差愈小，愈具代表性。

2. 平均誤差(ME)

$$ME = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (i_j - \hat{i}_j) \dots\dots\dots (2-8)$$

式中， N ：資料個數；

i_j ：觀測值；

\hat{i}_j ：推估值。

當 ME 值接近於零時，則觀測值對稱分佈於曲線上、下。若 $ME > 0$ ，表示推估值普遍偏低；而 $ME < 0$ ，則表示推估值偏高。

第三章 雨型設計之研究

雨型為降雨—逕流關係中洪水歷線模擬之輸入，故以降雨—逕流模式模擬洪水歷線時，需有雨量組體圖(rainfall hyetograph)作為模式之輸入，始能進行。然而於實際降雨記錄中，每次雨型皆不盡相同；因此，在從事雨型設計時，如何決定一設計雨型，以代表該區域之一般降雨特性，實為一重要課題。

根據經濟部水資源局委託台灣大學農工研究所針對大台北整體防洪檢討之研究結果[3,4,5]，可得知以交替區塊法所設計之雨型較適用於淡水河流域，因此本研究所探討之設計雨型方法，乃以交替區塊法為主。此方法係由周文德教授所發展之設計雨型方法[15]，其主要設計步驟如下：

1.由雨量站歷年之逐時雨量記錄資料，找出每年最大降雨量之暴雨場次，並求其延時 T_d 、尖峰降雨前時間(time before the peak) t_a ，計算暴雨前進係數(storm advancement coefficient) $r = t_a/T_d$ ，並求年平均之暴雨前進係數 \bar{r} 。

2.由第二章之降雨強度—延時—頻率曲線(IDF)，可求得各時刻之平均降雨強度及累積降雨量，再推求各時間增量所對應之降雨增量，即為該時刻之降雨強度。將各時刻之降雨量 p_i 除以總降雨量 P ，可得 n 個比值 $w_i = p_i/P$ 。

3.將 w_i 由大而小重新排序。由延時 n 小時乘以平均之 \bar{r} 值，可計算出第1平均順位 \bar{z}_1 所落之區間位置，另將第2順位 \bar{z}_2 排在第1順位 \bar{z}_1 之左邊，第3順位 \bar{z}_3 排在第1順位 \bar{z}_1 之右邊，依此類推，當一邊已排滿時，將剩餘之順位由大而小排在未滿之另一邊，即可求出設計雨型之時間分布，將此時間分布乘以由降雨強度—延時—頻率曲線(IDF)所得之累積降雨量，可求得該站重現期距為 T 年、降雨延時為 N 小時之設計雨型。

本整合型計畫第三年度之研究係延續第二年度之成果，進一步考慮降雨具有發生機率之觀念，乃探討區域重現期距為1.1、2、5、10、25、50、100與200年，於空間上均勻分布且降雨延時為24小時之降雨條件下，台北都會區可能之淹水狀況。所以對於雨型設計之研究，本子計畫擬將求取各研究區域重現期距為1.1、2、5、10、25、50、100與200年，於空間上均勻分布且降雨延時為24小時之設計雨型。各淹水模擬區不同重現期距之單日降雨總量對照情形與徐昇多邊形法控制面積，示如表3-1至表3-4。

第四章 降雨—逕流模式之研析

臺北都會區位居盆地，都會區及周圍縣市鎮人口約 500 萬人，工商業蓬勃發展，文經萃集，惟淡水河系三支流大漢溪、新店溪及基隆河流經地勢低窪之臺北盆地，且淡水河又屬一感潮河川，往往每年 5 月至 10 月間之颱風季節，由暴雨所引發之洪流直瀉而下，常因排洩不及，以致淹水氾濫屢有所聞，災害不可勝計，對國計民生及經濟建設影響至鉅。因此，本章乃針對臺北都會郊區各集水區內降雨—逕流過程，研擬適用之水文模式，以瞭解集水區發生暴雨時沿岸漫地流流動之特性，且為考慮研究區域內河道蜿蜒、地形複雜與高度空間之變異性，茲提出半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式以為研擬之水文模式。

一、基本原理

在降雨—逕流歷程中，常將集水區視為一系統，降雨是此系統之輸入函數，逕流是降雨在系統內部綜合運作之輸出結果，其三者之關係可以如下式及圖 4-1 所示[1]:

$$Y(t) = H(t)X(t) \dots\dots\dots(4-1)$$

式中， $Y(t)$ 為系統之輸出函數； $X(t)$ 為系統之輸入函數； $H(t)$ 為系統之狀態轉移函數。

系統之輸入、輸出可以藉由精密之儀器觀測而得知，所以系統之狀態轉移函數才是研究降雨—逕流歷程之重心所在，因此根據周氏[15]之研究，集水區之降雨—逕流歷程可以如下關係式表示:

$$\begin{aligned} & a_n \frac{d^n Q}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} Q}{dt^{n-1}} + \dots + a_1 \frac{dQ}{dt} + Q \\ & = I - b_1 \frac{dI}{dt} - b_2 \frac{d^2 I}{dt^2} - \dots - b_{m-1} \frac{d^{m-1} I}{dt^{m-1}} - b_m \frac{d^m I}{dt^m} \dots\dots\dots(4-2) \end{aligned}$$

式中， Q 為逕流函數； I 為降雨函數； $a_1, a_2, \dots, a_n, b_1, b_2, \dots, b_m$ 為係數。

將(4-2)式兩邊取拉普拉斯轉換(Laplace transform)，可得到如下結果:

$$(a_n^* s^n + a_{n-1}^* s^{n-1} + \dots + 1)Q(s) = (1 - b_1^* s - b_2^* s^2 - \dots - b_{m-1}^* s^{m-1} - b_m^* s^m)I(s) \dots\dots\dots(4-3)$$

式中， $Q(s)$ 為 $Q(t)$ 轉換後之拉普拉斯函數； $I(s)$ 為 $I(t)$ 轉換後之拉普拉斯函數； $a_1^*, a_2^*, \dots, a_n^*, b_1^*, b_2^*, \dots, b_m^*$ 為係數。

將上式簡化整理可得如下式所示：

$$Q(s) = \frac{M(s)}{N(s)} I(s) \dots\dots\dots(4-4)$$

式中， $M(s) = 1 - b_1^* s - b_2^* s^2 - \dots - b_{m-1}^* s^{m-1} - b_m^* s^m$

$$N(s) = a_n^* s^n + a_{n-1}^* s^{n-1} + \dots + a_1^* s + 1$$

假設有效降雨量延時收縮至無窮小，此時之單位歷線亦稱為瞬時單位歷線 (Instantaneous Unit Hydrograph, IUH)，可以 $U(0, t)$ 表示之。則有效降雨函數 $I(t)$ ，逕流函數 $Q(t)$ 與瞬時單位歷線 $U(0, t)$ 之關係可如下式所示

$$Q(t) = \int_0^t I(\tau)U(0, t - \tau)d\tau \dots\dots\dots(4-5)$$

上式右端稱為褶合積分(convolution integral)， τ 為此類積分之啞默變數(dummy variable)， $U(0, t - \tau)$ 為核心函數(kernel function)， $I(\tau)$ 為輸入函數(input function)。若將(4-5)式兩邊取拉普拉斯轉換，則可得如下：

$$Q(s) = U(s)I(s) \dots\dots\dots(4-6)$$

比較(4-4)及(4-6)兩式，即可得：

$$U(s) = \frac{M(s)}{N(s)} \dots\dots\dots(4-7)$$

上式之含意即表示集水區之系統轉換函數即是瞬時單位歷線。

根據 1957 年 Nash[11]之研究結果指出，一個集水區可視為 n 個線性水庫所串聯，每一個線性水庫具有相當之蓄水常數 K ，其模式結構示意圖如圖 4-2 所

示。若第一個水庫瞬間降下一單位之有效雨量，則第 n 個水庫之逕流歷線即為線性水庫模式之瞬時單位歷線，其表示式如下：

$$U(t) = q_n(t) = \frac{1}{K\Gamma(n)} \left(\frac{t}{K}\right)^{n-1} e^{-\frac{t}{K}} \dots\dots\dots(4-8)$$

倘若每個水庫之蓄水常數不相等，則其第 n 個線性水庫之出流歷線之通式可表示如下[2]：

$$U_n(t) = q_n(t) = \int_0^t U_{n-1}(\tau) \frac{1}{K_n} e^{-\frac{(t-\tau)}{K_n}} d\tau$$

$$= \begin{cases} \frac{1}{K_1} e^{-\frac{t}{K_1}}, N=1 \\ \sum_{i=1}^N \frac{K_i^{N-2}}{\prod_{j=1, j \neq i}^N (K_i - K_j)} e^{-\frac{t}{K_i}}, N \geq 2 \end{cases} \dots\dots\dots(4-9)$$

二、模式建立

為了便於模式之建立，本研究乃將集水區劃分成數個不同之核胞(cell)，其劃分原則與方法敘述如下：

1. 以研析集水區二萬五千分之一比例尺地形圖經等高線判讀出集水區分水嶺。
2. 將流域邊界圖套疊河川網路圖，並視流域內主、支流匯流點為一個節點，每兩個節點間即為一獨立河段，再由地形圖之等高線判讀即可劃分屬於該河道之集流區域。
3. 將各河段之集流區域以實際河川網路走向與相同土地利用型態再予以合併，合併時應考慮模式之需要，例如驗證流量站之位置應與核胞出口處之位置一致。
4. 每一流路之核胞串聯數目不宜過多，以免模式模擬時間過長。

假設一單位之有效降雨量瞬間均勻地落在集水區上，則其降雨在集水區中遵循多條流路流達出口處。為便於模式之闡釋，茲以如圖 4-3 所示之集水區為例予以說明，其降雨落於各核胞上流至集水區出口處之流路有以下數條途徑 [13,14]:

$$\text{流路1: } O_{11} \rightarrow S_{11} \rightarrow S_{13} \rightarrow S_{15}$$

$$\text{流路2: } O_{22} \rightarrow S_{22} \rightarrow S_{23} \rightarrow S_{25}$$

$$\text{流路3: } O_{33} \rightarrow S_{33} \rightarrow S_{35}$$

$$\text{流路4: } O_{44} \rightarrow S_{44} \rightarrow S_{45}$$

$$\text{流路5: } O_{55} \rightarrow S_{55}$$

以上 O_{nm} 表示流路 n 第 m 個核胞之漫地流; S_{nm} 代表流路 n 第 m 個核胞之河渠流。

模式中可將每一流路中之各核胞之漫地流與河渠流視為不同之狀態(state); 且將每一流路比擬為由數個不同狀態所串聯而成，而每一狀態則係利用一線性水庫予以比擬。因此，每一流路之反應是由數個不同線性水庫串聯之結果，而該集水區出口處之反應乃是由所有流路之反應並聯線性所疊加而成。對圖 4-3 之集水區，其模式結構示意圖如圖 4-4 所示。

針對流路 1 而言，其係由 4 個不同狀態所組成，即第 1 個核胞之漫地流，第 1 個核胞之河渠流，第 3 個核胞之河渠流與第 5 個核胞之河渠流等 4 個。根據上述原則，流路 1 可視為是由 4 個不同之線性水庫串聯而成，而每一線性水庫可用一蓄水常數予以模擬，因此根據前面基本原理所述，則在第 4 個線性水庫出口處之瞬時單位歷線可如下所示:

$$U_1(t) = \frac{K_{O_{11}}^2}{(K_{O_{11}} - K_{S_{11}})(K_{O_{11}} - K_{S_{13}})(K_{O_{11}} - K_{S_{15}})} e^{-\frac{t}{K_{O_{11}}}}$$

$$+ \frac{K_{S_{11}}^2}{(K_{S_{11}} - K_{O_{11}})(K_{S_{11}} - K_{S_{13}})(K_{S_{11}} - K_{S_{15}})} e^{-\frac{t}{K_{S_{11}}}}$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{K_{S_{13}}^2}{(K_{S_{13}} - K_{O_{11}})(K_{S_{13}} - K_{S_{11}})(K_{S_{13}} - K_{S_{15}})} e^{-\frac{t}{K_{S_{13}}}} \\
& + \frac{K_{S_{15}}^2}{(K_{S_{15}} - K_{O_{11}})(K_{S_{15}} - K_{S_{11}})(K_{S_{15}} - K_{S_{13}})} e^{-\frac{t}{K_{S_{15}}}} \dots\dots\dots(4-10)
\end{aligned}$$

式中， $U_i(t)$ 為流路 i 在集水區出口處之瞬時單位歷線； K_{S_j} 為流路 i 第 j 個核胞之渠道蓄水常數； K_{O_j} 為流路 i 第 j 個核胞之漫地流蓄水常數。

同理，流路 2 對出口處之出流瞬時單位歷線可得如下：

$$\begin{aligned}
U_2(t) &= \frac{K_{O_{22}}^2}{(K_{O_{22}} - K_{S_{22}})(K_{O_{22}} - K_{S_{23}})(K_{O_{22}} - K_{S_{25}})} e^{-\frac{t}{K_{O_{22}}}} \\
& + \frac{K_{S_{22}}^2}{(K_{S_{22}} - K_{O_{22}})(K_{S_{22}} - K_{S_{23}})(K_{S_{22}} - K_{S_{25}})} e^{-\frac{t}{K_{S_{22}}}} \\
& + \frac{K_{S_{23}}^2}{(K_{S_{23}} - K_{O_{22}})(K_{S_{23}} - K_{S_{22}})(K_{S_{23}} - K_{S_{25}})} e^{-\frac{t}{K_{S_{23}}}} \\
& + \frac{K_{S_{25}}^2}{(K_{S_{25}} - K_{O_{22}})(K_{S_{25}} - K_{S_{22}})(K_{S_{25}} - K_{S_{23}})} e^{-\frac{t}{K_{S_{25}}}} \dots\dots\dots(4-11)
\end{aligned}$$

流路 3 對出口處之出流瞬時單位歷線可得如下：

$$\begin{aligned}
U_3(t) &= \frac{K_{O_{33}}}{(K_{O_{33}} - K_{S_{33}})(K_{O_{33}} - K_{S_{35}})} e^{-\frac{t}{K_{O_{33}}}} \\
& + \frac{K_{S_{33}}}{(K_{S_{33}} - K_{O_{33}})(K_{S_{33}} - K_{S_{35}})} e^{-\frac{t}{K_{S_{33}}}}
\end{aligned}$$

$$+ \frac{K_{S_{35}}}{(K_{S_{35}} - K_{O_{33}})(K_{S_{35}} - K_{S_{33}})} e^{-\frac{t}{K_{S_{35}}}} \dots\dots\dots(4-12)$$

流路 4 對出口處之出流瞬時單位歷線可得如下:

$$U_4(t) = \frac{K_{O_{44}}}{(K_{O_{44}} - K_{S_{44}})(K_{O_{44}} - K_{S_{45}})} e^{-\frac{t}{K_{O_{44}}}}$$

$$+ \frac{K_{S_{44}}}{(K_{S_{44}} - K_{O_{44}})(K_{S_{44}} - K_{S_{45}})} e^{-\frac{t}{K_{S_{44}}}}$$

$$+ \frac{K_{S_{45}}}{(K_{S_{45}} - K_{O_{44}})(K_{S_{45}} - K_{S_{44}})} e^{-\frac{t}{K_{S_{45}}}} \dots\dots\dots(4-13)$$

流路 5 對出口處之出流瞬時單位歷線可得如下:

$$U_5(t) = \frac{1}{K_{O_{55}} - K_{S_{55}}} e^{-\frac{t}{K_{O_{55}}}} + \frac{1}{K_{S_{55}} - K_{O_{55}}} e^{-\frac{t}{K_{S_{55}}}} \dots\dots\dots(4-14)$$

集水區出口處之出流歷線係由各條流路之出流瞬時單位歷線與其在該集流面積上之降雨強度函數兩者經褶合積分後，再以線性疊加而成，因此出口處之出流歷線可表示如下:

$$Q_D(t) = \sum_{i=1}^N \int_0^t I_i(\tau) U_i(t-\tau) d\tau \dots\dots\dots(4-15)$$

式中， $Q_D(t)$ 為出口處之出流歷線； $I_i(\tau)$ 為第 i 條流路之第 n 個核胞之漫地流降雨強度函數； $U_i(t-\tau)$ 為第 i 條流路於出口處之出流瞬時單位歷線； N 為集水區核胞分割數目。

式(4-15)只適用於集水區上游無水庫放水之模擬。近年來，由於人口急速增

加，水資源更加寶貴，所以常在集水區之上游建造水庫以貯蓄水資源。水庫之興建，將集水區分割成兩個獨立之水文系統。對水庫上游集水區而言，降雨一逕流事件之模擬與一般集水區內水文模擬方式無異；然對水庫下游集水區內降雨一逕流事件之模擬，則必須考慮水庫放水對下游河道之影響，因此本模式亦將水庫放水視為一條獨立之流路，如圖 4-3 所示，其流路如下所述：

$$\text{水庫放水} \rightarrow S_{R1} \rightarrow S_{R3} \rightarrow S_{R5}$$

以上 S_{Rn} 表示水庫放水流路第 n 個核胞之河渠流，在模式演算過程中，其步驟如下：

1. 首先將水庫放水量轉換成均勻降落於水庫集水區之有效降雨量，如下式所示：

$$REI(t) = \frac{RQ(t)}{A_R} \dots\dots\dots(4-16)$$

式中， $REI(t)$ 為水庫放水量轉換成水庫集水區之有效降雨量； $RQ(t)$ 為水庫之放水量； A_R 為水庫集水區之面積。

2. 對於流路之瞬時單位歷線之求取，由於水庫放水之故，因此其逕流時間係從承接水庫放水核胞之河道起算，因此圖 4-3 水庫放水流路之瞬時單位歷線可示之如下：

$$\begin{aligned}
 U_R(t) = & \frac{K_{S_{R1}}}{(K_{S_{R1}} - K_{S_{R3}})(K_{S_{R1}} - K_{S_{R5}})} e^{-\frac{t}{K_{S_{R1}}}} \\
 & + \frac{K_{S_{R3}}}{(K_{S_{R3}} - K_{S_{R1}})(K_{S_{R3}} - K_{S_{R5}})} e^{-\frac{t}{K_{S_{R3}}}} \\
 & + \frac{K_{S_{R5}}}{(K_{S_{R5}} - K_{S_{R1}})(K_{S_{R5}} - K_{S_{R3}})} e^{-\frac{t}{K_{S_{R5}}}} \dots\dots\dots(4-17)
 \end{aligned}$$

式中， K_{S_R} 為水庫放水流路經第 i 核胞之渠道蓄水常數。

3. 對水庫放水歷線在水庫下游集水區出口處流量歷線之求取，則是將此流路之出流瞬時單位歷線與放水量轉換後之有效雨量以褶合積分予以處理，因此水庫放水歷線在水庫下游集水區出口處之流量歷線可如下式所示：

$$Q_R(t) = \int_0^t REI(\tau) U_R(t - \tau) d\tau \dots\dots\dots(4-18)$$

4. 至於水庫下游集水區出口處總流量歷線之求取，則是將水庫放水歷線於水庫下游集水區出口處之流量歷線與水庫下游集水區各核胞之流路在出口處之流量歷線予以線性疊加，如此即可得水庫下游集水區出口處之總流量歷線，如圖 4-3 集水區之總流量歷線可如下式所示：

$$Q(t) = Q_D(t) + Q_R(t) \dots\dots\dots(4-19)$$

式(4-19)適用於水庫下游集水區因水庫放水影響下之模擬。至此，整個模式理論已推衍完成。

模式中之蓄水常數 $K_{o_{mm}}$ 或 $K_{s_{mm}}$ ，其實際物理意義係為洪水波峰流經所需之時間，亦即集流時間，因此其具有時間之因次。然而目前國內對於集流時間之研究不多，根據學者研究結果指出[10]，集流時間係受到流域之逕流長度、逕流坡度、糙度係數、降雨強度及其他因素所支配；基於此，本研究對於模式中之蓄水常數估算乃採用 1994 年李、顏[6]兩氏所推導之結果，而以 V 型漫地流模型分別代表每一子集水區，其漫地流之平均逕流時間可表示如下：

$$K_{o_{ij}} = \left[\frac{N_o \overline{L_{o_{ij}}}}{S_{o_{ij}}^{-1/2} q^{m-1}} \right]^{1/m} \dots\dots\dots(4-20)$$

式中， $\overline{L_{o_{ij}}}$ 為流路 i 第 j 個核胞之平均漫地流長度； $S_{o_{ij}}$ 為流路 i 第 j 個核胞之漫地流之平均坡度； N_o 為漫地流平均粗糙係數； q 為漫地流平面之均勻側入流量，在實際應用時以降雨強度代入； m 為運動波理論中漫地流水深之指數，若由

曼寧公式之關係可得 $m=3/5$ 。

而河渠流部份之逕流時間可表示為[6]:

$$K_{s_{ij}} = \frac{B_{ij}}{2qL_{o_{ij}}} \left[\left(\frac{2qN_c \overline{L_{o_{ij}} L_{c_{ij}}}}{S_{c_{ij}}^{1/2} B_{ij}} + h_{co_{ij}}^m \right)^{1/m} - h_{co_{ij}} \right] \dots\dots\dots(4-21)$$

式中， $\overline{S_{c_{ij}}}$ 為流路 i 第 j 核胞之河渠平均坡度； N_c 為河渠之平均糙度係數； B_{ij}

為流路 i 第 j 個核胞出口處之河渠寬度； $h_{co_{ij}}$ 為流路 i 之第 $j-1$ 個核胞之逕流流

入第 j 個核胞河渠之水深，當 $j=1$ 時， $h_{co_{ij}} = 0$ 。

由此可知，只要求得各條流路之地文參數及降雨強度，則各狀態之逕流時間即可加以推求，且模式中待估參數只有 N_o 與 N_c 兩個。然而進一步探討 N_o 與 N_c 兩參數之實際物理意義，可發現當集水區只劃分成一個核胞時，參數 N_o 與 N_c 即分別代表漫地流與河渠流之平均糙度係數；若將集水區劃分核胞數大於或等於兩個以上時，參數 N_c 仍是代表漫地流之平均糙度係數，而參數 N_o 即已不是河道之平均糙度係數。其原因是模式結構係採用並聯型形式，將河道分割成數條獨立之流路，每一條流路之流量皆小於真實河道之流量，但為了模擬真實河道洪水波峰之流速與逕流時間，因此需將每一條流路之參數 N_c 值降低才足以模擬實際情形，所以參數 N_o 即已無實際物理意義，而只是一概念參數。

三、資料蒐集及模式檢定

本研究為配合「都會區淹水區域預測之研究」整合型計畫之構思，第三年為搭配下游淹水模式之演算，將台北都會區依等高線 50 公尺，劃分成山地逕流模擬區域與平地淹水模擬區。並進一步將平地淹水模擬區域依其地形與防洪設施不同，細分成四區，即(1)三重、蘆洲及新莊區；(2)北投、士林、大直及內湖區；(3)台北市中央、汐止、五堵及新店區及(4)板橋、土城、中和及永和區，如圖 1-1 所示。因此本子計畫須提供上述四個平地淹水模擬區域之山地逕流邊界流量資料，以做為其演算之上游邊界條件。

由於上述四個分區內均未設有流量水位站，無法提供流量資料以檢定逕流

模式之參數；為了探討此四個平地淹水模擬區域之上游山區降雨—逕流關係，本研究擬由分區上游尋找最接近之流量水位站予以檢定逕流模式之參數。因之，三重、蘆洲及新莊分區則以大漢溪上游之三鶯橋流量站替代；板橋、土城、中和及永和分區亦是以大漢溪三鶯橋流量站替代；北投、士林、大直及內湖分區則以基隆河五堵流量站替代，而台北市中央區、汐止、五堵、新店及景美分區則以基隆河五堵流量站、景美溪寶橋流量站替代。所以總共替代之流量站，計有大漢溪之三鶯橋流量站、基隆河之五堵流量站、景美溪之寶橋流量站等三站，其替代流量站檢定所得之參數假設適用於被替代地區之山區逕流模擬區域。進一步針對此三個水位流量上游集水區所蒐集之資料與分析過程分述如下：

(一)地文資料之蒐集

針對每一研究集水區，以五萬分之一比例尺之集水區地形圖，依河川網路與土地覆蓋利用等資料再予以細分，並自上而下給予每一小分區一個編號，各研析研究集水區之分區圖如圖 4-5 至 圖 4-7 所示，且應用地理資訊系統 ARC/INFO 軟體予以數化，則可求得各研究集水區內每一小分區之集水面積、主河道長度及主河道平均坡度等地文資料，其結果如表 4-1 所示。

至於漫地流平均坡度之求法乃依照 Strahler 所分析推得之結果求取，其方式如下所示[15]：

$$\log S_o = 0.6 + 0.8 \log S_c \dots\dots\dots(4-22)$$

式中， S_c 為河道平均坡度， S_o 為漫地流平均坡度。

(二)水文資料之蒐集與研析

目前淡水河洪水預報系統係以電傳雨量站資料為輸入值，因此本研究乃針對電傳雨量站之降雨資料為研析對象。茲將三個替代水位流量站之上游集水區分述如下：

- 1.大漢溪之三鶯橋上游集水區：其電傳雨量站為水利處所轄屬，計有大豹、石門等二站，其徐昇多邊形法控制面積加權值如表 4-2 所列，各核胞之徐昇多邊形法控制面積加權值如表 4-3 所示，並以三鶯橋流量記錄為模式檢定之憑藉。此集水區因受到石門水庫放水之影響，故於降雨—逕流模擬時，亦應加入石門水庫在颱風時期之放水資料。

2. 景美溪之寶橋上游集水區：其電傳雨量站為水利處所轄屬，計有坪林、大桶山、五堵與中正橋等四站，其徐昇多邊形法控制面積加權值如表 4-4 所列，各核胞之徐昇多邊形法控制面積加權值如表 4-5 所示，並以寶橋流量記錄為模式檢定之憑藉。
3. 基隆河之五堵上游集水區：其電傳雨量站為水利處所轄屬，計有五堵、坪林等兩站，其徐昇多邊形法控制面積加權值如表 4-6 所列，各核胞之徐昇多邊形法控制面積加權值如表 4-7 所示，並以五堵流量記錄為模式檢定之憑藉。

(三)有效平均雨量之求取

依據半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式之理論架構，針對每一核胞可輸入不相同之降雨資料，以展現降雨於空間分布之特性，因此每一核胞有效平均降雨量之求取如下所述：

1. 針對某一場颱風事件，利用基流分離法求取集水區之直接逕流量，對於流量歷線之基流分離，乃假定每次水文事件之基流量為一定，其對計算結果影響甚微。如受水庫放水之影響，則再將集水區出口處之累積總直接逕流量扣除水庫放水之總放流量，此處乃假設水庫放水量是無損失地流至集水區出口處，扣除後之剩餘總直接逕流量視為是此次颱風事件降落於此集水區之有效總降雨量。
2. 利用徐昇多邊形法求取集水區之平均降雨量，進一步將集水區之平均降雨量與剩餘總直接逕流量利用 Φ 指數法求取集水區之有效平均降雨量。
3. 利用徐昇多邊形法求取每一核胞之平均降雨量，再將每一核胞之平均降雨量扣除步驟 2. 所得之 Φ 值，則可得第 i 個核胞之初始有效平均降雨量 $IER_i(t)$ ，此處乃假設降雨損失於空間上是均勻分布。進一步將每一核胞之初始有效平均降雨量轉換成核胞之初使直接逕流量 IEQ_i 。
4. 為達到體積平衡之目的，將步驟 1. 所得之直接總逕流量按各核胞之初始直接逕流量間之比例予以分配，各核胞分配所得之直接逕流量稱為各核胞之最終直接逕流量 FEQ_i ，而第 i 個核胞之最終有效平均降雨量 $FER_i(t)$ 之求取如下所示：

$$FER_i(t) = IER_i(t) \frac{FEQ_i}{IEQ_i} \dots\dots\dots(4-23)$$

(四) 颱洪事件之選取

為確定半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式應用於研究地區之合適性，本研究於基隆河之五堵上游集水區選用自民國 68 年至 83 年間 19 場颱洪事件予以校驗；景美溪之寶橋上游集水區選用自民國 76 年至 83 年間 11 場颱洪事件予以校驗；大漢溪之三鶯橋上游集水區選用自民國 71 年至 83 年間 8 場颱洪事件予以校驗，如表 4-8 所示。

(五) 模式參數最佳化分析

本研究於逕流模式之參數最佳化分析中嘗試以新近研發之洗牌複演進法 (shuffled complex evolution algorithm, 簡稱SCE法) 整體性最佳化方式對逕流模式進行參數之率定。SCE法尋求最佳參數值之演算步驟簡述如下[9]：

1. 決定 p 與 m 值， $p \geq 1$ 且 $m \geq n+1$ ， p 為分組數， n 為參數個數，所產生樣本大小為 $s = p \times m$ 。
2. 以均勻分佈法 (uniform distribution method) 於可行空間內，產生樣本 x_1, x_1, \dots, x_s 等 s 點，並計算每一點 x_i 之目標函數值 f_i 。
3. 將樣本點排序。並儲存於陣列 D 中， $D = \{x_i, f_i | i = 1, 2, \dots, s\}$ ，因此， $i = 1$ 為最小之目標函數值。
4. 分割陣列 D 為 p 個分組， A^1, A^2, \dots, A^p ，每一分組包含 m 個點，因此

$$A^k = \{x_j^k, f_j^k | x_j^k = x_{k+p(j-1)}, f_j^k = f_{k+p(j-1)}, j = 1, 2, \dots, m \} \dots\dots\dots(4-24)$$

5. 根據 competitive complex evolution 法，簡稱 CCE 法 (簡述如後)，推演每一分組 $A^k, k = 1, 2, \dots, p$ 。
6. 混合分組點。將推演完後之 A^1, A^2, \dots, A^p 置回陣列 D 中，因此， $D = \{A^k | k = 1, 2, \dots, p\}$ ，再將陣列 D 加以排序。
7. 檢查是否收斂。若是則結束，否則重回步驟 4。

至於 CCE 法之演算步驟乃簡述如下：

1. 選定 q 、 α 及 β 值。其中 $2 \leq q \leq m, \alpha \geq 1$ 且 $\beta \geq 1$ 。

2. 設定權重 ρ_i 。

$$\rho_i = \frac{2(m+1-i)}{m(m+1)}, \quad i=1,2,\dots,m \dots\dots\dots(4-25)$$

且假設 A^k 具三角形機率分佈，則點 x_1^k 乃有最高機率密度 $\rho_1 = \frac{2}{m+1}$ ，而

點 x_m^k 有最低之機率密度 $\rho_m = \frac{2}{m(m+1)}$ 。

3. 依上述機率分佈，由 A^k 中選取 q 個相異點 u_1, u_2, \dots, u_q ，此 q 個點定義為一子分組。將其儲存於陣列 B ， $B = \{u_i, v_i | i=1,2,\dots,q\}$ ， v_i 為點 u_i 之目標函數值，並且儲存其在 A^k 之位置於陣列 L 中。

4. 根據下列之程序以產生下一代：

(1). 將陣列 B 及陣列 L 加以排序，並計算其形心 $g = \frac{1}{q-1} \sum_{j=1}^{q-1} u_j$ 。

(2). 計算一新點 $r = 2g - u_g$ 。

(3). 若點 r 落在可行空間內，則計算目標函數值 f_r 且至步驟(4)。否則於可行空間內任意產生一點 z ，計算其目標函數值 f_z ，令 $r = z$ ，且 $f_r = f_z$ 。

(4). 若 $f_r < f_q$ ，則 r 點以取代點 u_q ，再到步驟(6)，否則計算 c ， $c = \frac{g + u_q}{2}$ 及 f_c 。

(5). 若 $f_c < f_q$ 則以 c 點取代點 u_q ，再到步驟(6)，否則，於可行空間內任意產生一點 z ，計算其目標函數值 f_z ，由點 z 取代點 u_q 。

(6). 重複步驟(1)至步驟(5) α 次。

5. 以下一代來取代上一代。

依儲存於陣列 L 內之原始位置，將陣列 B 放回 A^k 內，並將 A^k 予以排序。

6. 重覆步驟 2 至步驟 5 β 次。

整個 SCE 法之計算流程圖如圖 4-8 與圖 4-9 所示。

為能判定參數檢定過程中模式模擬值與觀測值之吻合程度，本研究以如式 (4-26) 所示之目標函數方式，訂定為參數檢定最佳化之依據 [5]。

$$F_{obj} = \left\{ \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T [Q_{obs,i} - Q_{est,i}]^2 \cdot W_i \right\}^{1/2} + \Delta Q_p \dots\dots\dots (4-26)$$

式中， F_{obj} 為目標函數值； T 為觀測值之延時； $Q_{obs,i}$ 為第 i 時刻之觀測值； $Q_{est,i}$ 為第 i 時刻之模擬值； \bar{Q}_{obs} 為觀測值之平均值； $Q_{est,p}$ 為模擬之洪峰值； $Q_{obs,p}$ 為觀測之洪峰值； W_i 為第 i 時刻之權重，其計算式如下所示：

$$W_i = \frac{Q_{obs,i} + \bar{Q}_{obs,i}}{2Q_{obs}} \dots\dots\dots (4-27)$$

而 ΔQ_p 之定義如下：

$$\Delta Q_p = \begin{cases} \frac{(Q_{obs,p} - Q_{est,p})}{T^2} & , Q_{est,p} < Q_{obs,p} \dots\dots\dots (4-28) \\ 0 & , Q_{est,p} \geq Q_{obs,p} \end{cases}$$

本模式待定之參數為 N_o 與 N_c ，而此兩個參數之實際物理意義前已闡釋，即參數 N_o 代表漫地流平均糙度係數，而參數 N_c 由於模式架構係採用並聯型之緣故，已使其轉變成一概念參數，而不具有實值之物理意義。研究中引用 SCE 參數優選法時，將兩個參數值之值域範圍界定如下：

$$0.1 < N_o < 0.8$$

$$0.001 < N_c < 0.08$$

由於 SCE 法涵蓋以下四個觀點，故可保證其尋求得參數之整體最佳值。

1. 結合機率與定率之概念：機率性可充分提供搜尋空間之訊息；而定率性則可有效地利用反應平面之訊息以引導搜尋方向。
2. 群聚技巧：集中於最有可能之區域進行搜尋。
3. 各分組在全區改善方向上成系統演進：可避免落入區域最佳值。
4. 演進觀念：以較佳值取代原值。

(六) 模式合適性之檢定

為探討模式於研析集水區之合適性，本研究乃分別以效率係數(Coefficient of Efficiency)、峰值誤差 (Error of Peak Discharge) 及峰值到達時刻誤差 (Error of Time to Peak) 等三項標準予以校驗，使能客觀地評估研擬模式之合適性。各項校驗標準如下所示：

1. 效率係數， CE

$$CE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n [Q_{obs}(i) - Q_{est}(i)]^2}{\sum_{i=1}^n [Q_{obs}(i) - \bar{Q}_{obs}]^2} \dots\dots\dots(4-29)$$

式中， Q_{est} 為模式推估之流量； Q_{obs} 為觀測之流量； \bar{Q}_{obs} 為觀測流量之平均值。

CE 值愈趨近於 1，表示模擬結果與實際資料愈密合，精確度愈高。

2. 洪峰流量誤差， EQ_p

$$EQ_p (\%) = \frac{Q_{p,est} - Q_{p,obs}}{Q_{p,obs}} \times 100\% \dots\dots\dots(4-30)$$

式中， $Q_{p,est}$ 為模式推估之洪峰流量； $Q_{p,obs}$ 為觀測之洪峰流量。當 EQ_p 為正值時，表示模式推估之洪峰值大於觀測之洪峰值；而 EQ_p 為負值時，表示模式推估值小於觀測值。

3. 洪峰到達時刻誤差， ET_p

$$ET_p = T_{p,est} - T_{p,obs} \dots\dots\dots(4-31)$$

式中， $T_{p,est}$ 為推估之洪峰到達時刻； $T_{p,obs}$ 為觀測之洪峰到達時刻。 ET_p 值愈小，表示模式洪峰到達時刻估算愈準確。

第五章 設計洪水歷線之模擬

本研究計畫屬於「台北都會區淹水區域預測之研究(三)」整合型計畫之第二子計畫。為配合整合型計畫之構思，第三年為搭配下游淹水模式之演算，將台北都會區依等高線50公尺，劃分成山地逕流模擬區域與平地淹水模擬區；並進一步將平地淹水模擬區域依其地形與防洪設施不同，細分成四區，即(1)三重、蘆洲、新莊區；(2)士林、大直、內湖區；(3)台北市中央、汐止、新店區及(4)板橋、中和、永和區。因此本子計畫須提供此四個平地淹水模擬區域之山地逕流邊界流量資料，以做為其演算之上游邊界條件。而本計畫亦依據下游平地淹水區域之不同將山地逕流模擬區域概分為(1)三重、蘆洲、新莊區；(2)士林、大直、內湖區；(3)台北市中央、汐止、新店區(4)板橋、中和、永和區等四區，如圖5-1至圖5-4所示，以探討因不同降雨條件所引致之洪水特性，期能建立串聯式之氣象—水文歷程且較合理迅速之降雨—逕流模式，以提供此區域水資源規劃及防洪預報系統之參考應用。

根據本研究所採用之半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式，其係將上述四個研析集水區各分割成若干個核胞，其編號及位置如圖5-1至圖5-4所示；地文資料則如表5-1至表5-4所示。每一核胞可輸入不相同之降雨資料，以展現降雨於空間分布之特性。俟求得各研析集水區各雨量測站之兩型設計後，利用徐昇氏多邊形法求取研析集水區各核胞之平均設計兩型雨量，而各核胞之徐昇氏多邊形法控制面加權值如表5-5至表5-8所示。再進一步將各核胞之平均設計兩型雨量扣除平均入滲損失量(Φ 指數)以求取各核胞之有效降雨量，此處平均入滲損失量(Φ 指數)之求法係視各研析集水區之平均逕流係數為已知，利用試誤法予以求取，其中根據相關研究之報告[4,5]得知，平均逕流係數於基隆河流域為0.74；景美溪寶橋上游集水區為0.74；大漢溪三鶯橋上游集水區為0.68。

俟求得各研析集水區各核胞之有效降雨量後，再套配半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式，以從事台北都會郊區之設計洪水歷線模擬，以為其它子計畫平地淹水預報模式演算之邊界輸入條件。

於設計洪水歷線模擬之過程中，本計畫第三年之研究係將台北都會郊區劃分成上述四區域後，分別演算24小時降雨延時重現期距為1.1、2、5、10、25、50、100與200年之設計兩型，再套配半分布並聯型水庫概念降雨—逕流模式，即可得到各集水區於不同總雨量下之設計洪水歷線。至於降雨—逕流模式參數之選用：台北中央、汐止區及士林、大直、內湖區乃是引用與基隆河五堵上游

集水區相同降雨—逕流模式參數；三重、蘆洲、新莊區及板橋、中和、永和區係引用與大漢溪三鶯橋上游集水區相同降雨—逕流模式參數；而新店區則是引用與景美溪寶橋上游集水區相同降雨—逕流模式參數設計洪水歷線。

第六章 結果與討論

一、頻率分析與降雨強度—延時—頻率關係之研究

- 1.本研究以對數皮爾遜第三類分布進行頻率分析，並預估各測站在重現期距為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年下不同延時之降雨量，其結果選其代表列如表 6-1 至表 6-12。
- 2.降雨資料經頻率分析後，即可進行各測站不同重現期距下降雨強度—延時—頻率曲線公式之推求。本研究係採臺灣地區較常被引用之 Horner 三參數型公式，並取迴歸時之最小相對誤差，以推求淡水河流域各測站不同重現期距下之降雨強度—延時—頻率曲線公式，所推求之參數及其合適性評判標準，則列如表 6-13 至表 6-22。

二、雨型設計之研究

採用交替區塊法之設計雨型，總降雨延時為 24 小時，重現期距分別為 1.1、2、5、10、25、50、100 年及 200 年之設計降雨總量，依序求出設計降雨之時間分布；最後，再應用徐昇氏多邊形法 [8]，即可求得各流域不同重現期距與不同降雨延時組合下之流域平均設計雨型雨量。應用交替區塊法所求得之平均設計雨型，如圖 6-1 至圖 6-4 所示。

三、降雨—逕流模式之研析

半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式係以集水區河川網路與土地覆蓋利用等資料將集水區劃分成多個核胞，然後依據降雨落於各個核胞上流至集水區出口處之不同流路再與以並聯線性疊加而成之模式。以半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式套配 SCE 參數優選方法應用於基隆河五堵上游集水區、景美溪之寶橋上游集水區及大漢溪之三鶯橋上游集水區所作洪水估測之結果分述如下：

基隆河之五堵上游集水區之模式檢定結果如表 6-23 所列，並示如圖 6-5 至圖 6-23。其平均效率係數為 0.878，峰量誤差平均在 11.48% 之內，峰時誤差時刻小於 2 小時。模擬所使用之參數如表 6-24 所示。

景美溪之寶橋上游集水區之模式檢定結果如表 6-25 所列，並示如圖 6-25 至圖 6-35。其平均效率係數為 0.844，峰量誤差平均在 9.98% 之內，峰時誤差時刻小於 2 小時。模擬所使用之參數如表 6-26 所示。

大漢溪之三鶯橋上游集水區之模式檢定結果如表 6-27 所列，並示如圖 6-36

至圖 6-43。其平均效率係數為 0.896，峰量誤差平均在 11.88% 之內，峰時誤差時刻小於 2 小時。模擬所使用之參數如表 6-28 所示。

由模擬結果所使用之參數值表中可得知，參數 N_c 之值似有偏低之情形，其原因為模式架構係採用並聯型核胞方式，用以尋求每一核胞與集水區出口處間之直接關係，因此對於每一條流路之模擬流況與實際之流況並不相同，而且比實際流量為小，如圖 6-24 所示，但為達到擬合峰時與峰量之目的，只有降低參數 N_c 值以達到模擬目的。

綜合言之，利用半分布並聯型線性水庫概念逕流模式模擬淡水河流域之結果，其平均效率係數在 0.85 以上，峰量誤差平均在 11% 之內峰時誤差時刻小於 2 小時，此一結果尚令人滿意。對淡水河流域各計畫集水區，其參數建議值如表 6-29 所示。

四、設計洪水歷線之模擬

本研究關於設計洪水歷線之模擬，係以交替區塊法進行降雨延時為 24 小時且重現期距為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年之兩型設計，並由徐昇氏多邊形法求取研析集水區於各核胞之各類型之平均設計兩型雨量，進一步利用 Φ 指數求取各核胞之有效降雨量，然後套配由半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式所校驗之參數建議值，以從事研析地區之設計洪水歷線模擬。

對於各集水區及鄰近殘流域之設計洪水歷線模擬之結果，選其代表如圖 6-44 至圖 6-48 所示，而設計洪峰流量則列如表 6-30 至表 6-33 所示。

本研究對基隆河流域於五堵站 200 年重現期距之最大設計洪峰流量值皆大於 3000cms，而經濟部水資源統一規劃委員會所規劃設計之最大設計洪峰流量值為 2300cms，且從表 6-34 可知於五堵站曾發生紀錄最大洪水量為 2630cms，由此可見當時規劃設計之洪峰流量值有明顯偏小。推敲其原因係當時整個大台北防洪工程之規劃保護重心較偏向於大漢溪流域與新店溪流域，然三十年都市化演變，滄海桑田事過境遷，基隆河流域之蓬勃發展已儼然成為大台北都會區之人文、經濟重心，因此對基隆河流域最大設計洪峰流量之採用，似乎應有重新檢討之必要。

此外，本研究對各分區及鄰近殘流域所模擬之設計洪水歷線，進一步可提供下游淹水模式模擬於不同重現期距下之淹水潛勢。此淹水潛勢分析成果除可提供地方政府研擬地區防災計畫外；進一步配合降雨預報模式提供過去 21 小時及未來 3 小時之總降雨量，據此查詢各集水區不同重現期距之總降雨量，如此即可查得總降雨量相近之淹水潛勢圖，以做為淹水預報之參考依據。

第七章 結論與建議

一、結論

本研究之目的乃探討計劃地區因不同降雨特性所引致之洪水特性，期能建立一套串聯式之氣象—水文歷程且較合理迅速之降雨—逕流模式，以提供此區域水資源規劃及防洪預報系統之參考應用。

研究過程中，已蒐集台北都會區內各雨量站之資料，進行降雨頻率分析與兩型設計；並配合整合型計畫之構思，延續第一年度及第二年度之研究成果，乃以台北都會郊區等高線 50 公尺以上為研究之區域。應用半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式理論研析此集水區降雨與逕流之轉換關係，最後結合兩型設計與半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式，從事台北都會郊區之設計洪水歷線模擬，其內容詳實、步驟清晰，且研究成果亦屬相當豐碩。針對研究成果，本研究已獲致以下之結論：

1. 本研究已選定台北都會郊區 36 個雨量測站，推求其降雨強度—延時—頻率曲線公式，所獲致之研究成果可提供台北近郊未設站或缺乏觀測資料地區從事水利工程規劃設計之應用。
2. 本研究係採用交替區塊法從事台北都會郊區各雨量測站之設計兩型，並配合各雨量站所推得之降雨強度—延時—頻率曲線公式，計算重現期距分別為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年，降雨延時為 24 小時之兩型。此等研究成果對未來台北都會郊區內之水利工程規劃設計，除可做為規劃設計時之參考依據外，並可做為淹水預報查詢之指標。
3. 文中採用之半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式係以集水區河川網路與土地覆蓋利用等資料將集水區劃分成多個核胞，然後依據降雨落於各個核胞上流至集水區出口處之不同流路再予以劃分，且可將每一核胞輸入不同之降雨資料，以展現降雨於空間上分布之特性，因此此模式已改進傳統水文模式將集水區視為單一輸入函數之缺點，而更具完備之理論基礎。
4. 半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式以 SCE 複洗牌參數優選法，客觀推求模式之參數，如此可節省檢驗時間與提高精確度。
5. 本研究係以半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式理論研析基隆河五堵上游集水區、景美溪寶橋上游集水區及大漢溪三鶯橋上游集水區之降雨與逕流之

轉換關係，經以多場颱風事件對此模式加以檢驗，其結果相當良好；因此本研究開發之半分布並聯型線性水庫降雨－逕流模式，對台北都會郊區於水資源規劃與防洪預報系統上，可提供參考應用。

6. 本研究係以交替區塊法進行台北都會郊區一日降雨重現期距為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年之雨型設計，並套配由半分布並聯型線性水庫降雨－逕流模式所校驗之參數建議值，以從事台北都會區 50 公尺以上山地地區之設計洪水歷線模擬，其研究成果可提供下游淹水模式之參考應用。
7. 於研究過程中，發現對同一重現期距與相同時間區段，其設計洪峰流量具有隨著降雨延時增加而增加之趨勢；且對於同一重現期距與相同時間區段，設計雨型平均 Φ_{index} 損失量值隨著降雨延時增加而減少。

二、建議

本研究水文模擬基隆河流域五堵站 200 年重現期距之最大設計洪峰流量值皆大於 3000cms，而經濟部水資源統一規劃委員會於「台北防洪計畫」中所規劃設計之最大設計洪峰流量值為 2300cms，且五堵站曾於民國 15 年發生紀錄最大洪水量為 2630cms，由此可見當時規劃設計之洪峰流量值似有偏小之情事。三十年來大幅度都市化演變結果造成基隆河下游沿岸已形成台北都會區之重心，因此對基隆河流域採用之最大設計洪峰流量，未來宜有重新檢討之必要。

謝 誌

本研究計畫承蒙 行政院國科會環境發展委員會提供研究經費，謹此誌謝。

研究期間，多承國科會「台北都會區淹水預測之研究」整合型研究計畫群台灣大學農工系許銘熙教授、陳增壽教授、吳富春教授、水工試驗所賴進松研究員、成功大學水利系蔡長泰教授、游保杉教授共同參與及定時研商，且經濟部水資源局李如晃工程司提供寶貴資料，謹致由衷之謝忱。

參考文獻

1. 王如意、易任，應用水文學，上下冊，國立編譯館出版，茂昌圖書有限公司發行，民國 68 年 10 月。
2. 王如意、謝龍生，「半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式之研究」，第八屆水利工程研討會論文集，民國 85 年 7 月。
3. 王如意等，「台北防洪整體檢討計畫(一)」，台灣大學農工所，民國 85 年 6 月。
4. 王如意等，「台北防洪整體檢討計畫(二)」，台灣大學農工所，民國 86 年 6 月。
5. 王如意等，「台北防洪整體檢討計畫(三)」，台灣大學農工所，民國 87 年 6 月。
6. 李光敦、顏本琦，「地面及河渠糙度係數對地相瞬時單位歷線模擬之影響」，第七屆水利工程研討會論文集，民國 83 年 7 月。
7. 郭朝雄、黃月娟、曠育呈，「臺北地區降雨強度—延時—頻率分析之研究(一)」，臺灣水利第 35 卷第 2 期，民國 76 年 6 月。
8. 經濟部水資源統一規劃委員會，「台北地區防洪計劃檢討報告」，民國 59 年 6 月。
9. Duan, Q., S. Sorooshian and V. K. Gupta, "Effective and Efficient Global Optimization for Conceptual Rainfall-Runoff Models", *Water Resources Research*, 28(4), pp. 1028, 1987.
10. Eagleson, P. S, Chap. 16 "The Catchment", *Dynamic Hydrology*, pp. 362-369, 1970.
11. Nash, J. E., "The Form of the Instantaneous Unit Hydrograph", IASH Publication No. 45, Vol. 3- 4, pp. 114-121, 1957.
12. Phien, H. N. and T. Jivajirajan, "Applications of the Log Pearson Type-3 Distribution in Hydrology," *J. of Hydrology*, 73, pp. 359-372, 1883.
13. Rodriguez-Iturbe and J. B. Valdes, "The Geomorphologic Structure of Hydrologic Response", *Water Resources Research*, 15(6), pp. 1409-1420, 1979.
14. Rodriguez-Iturbe, G. Devoto and J. B. Vades, "Discharge Response Analysis and Hydrologic Similarity : The Interrelation between the Geomorphologic IUH and the Storm Characteristics" *Water Resources Research*, 15(6), pp. 1435-1444, 1979.
15. Ven Te Chow, David Maidment and Larry W. Mays, "Applied Hydrology", McGraw-Hill Book Company, 1988.

附圖

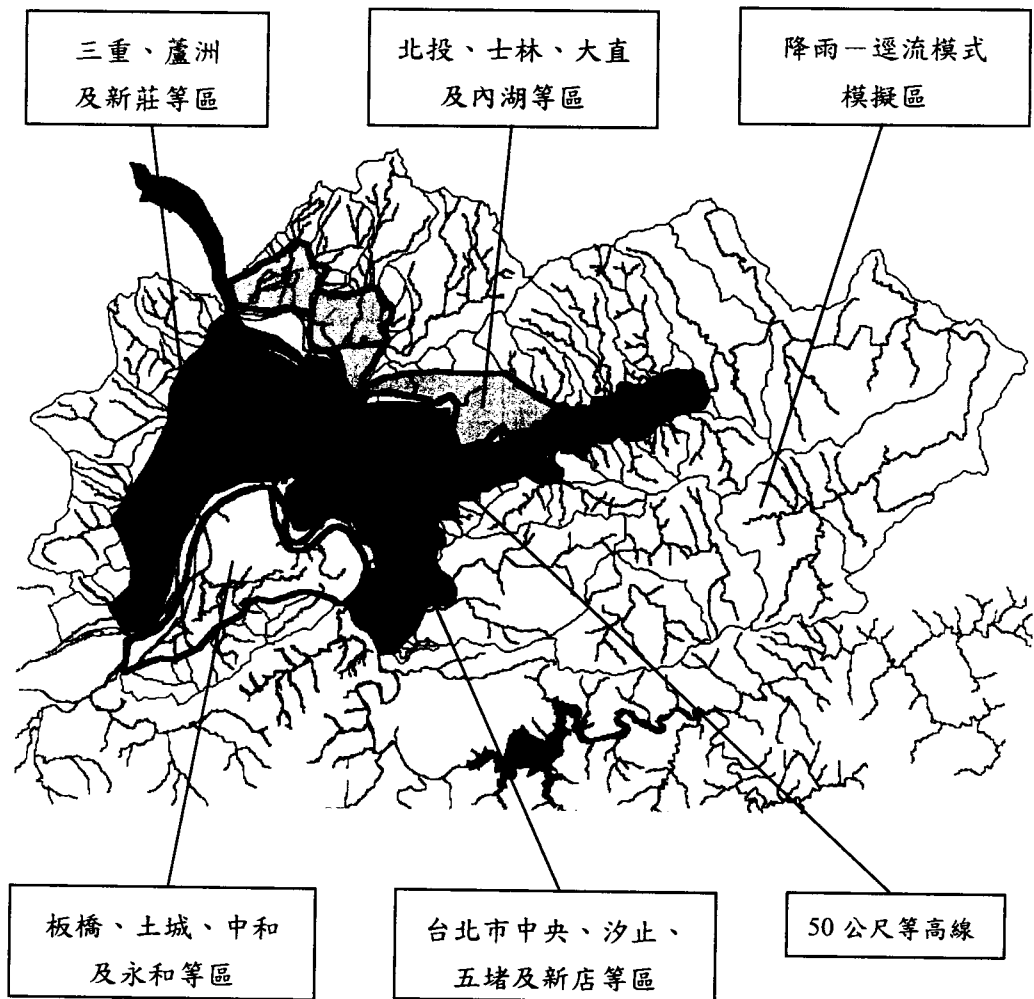


圖 1-1 台北都會區山地降雨—逕流預報模式與
下游都會區地表淹水預報模式銜接圖

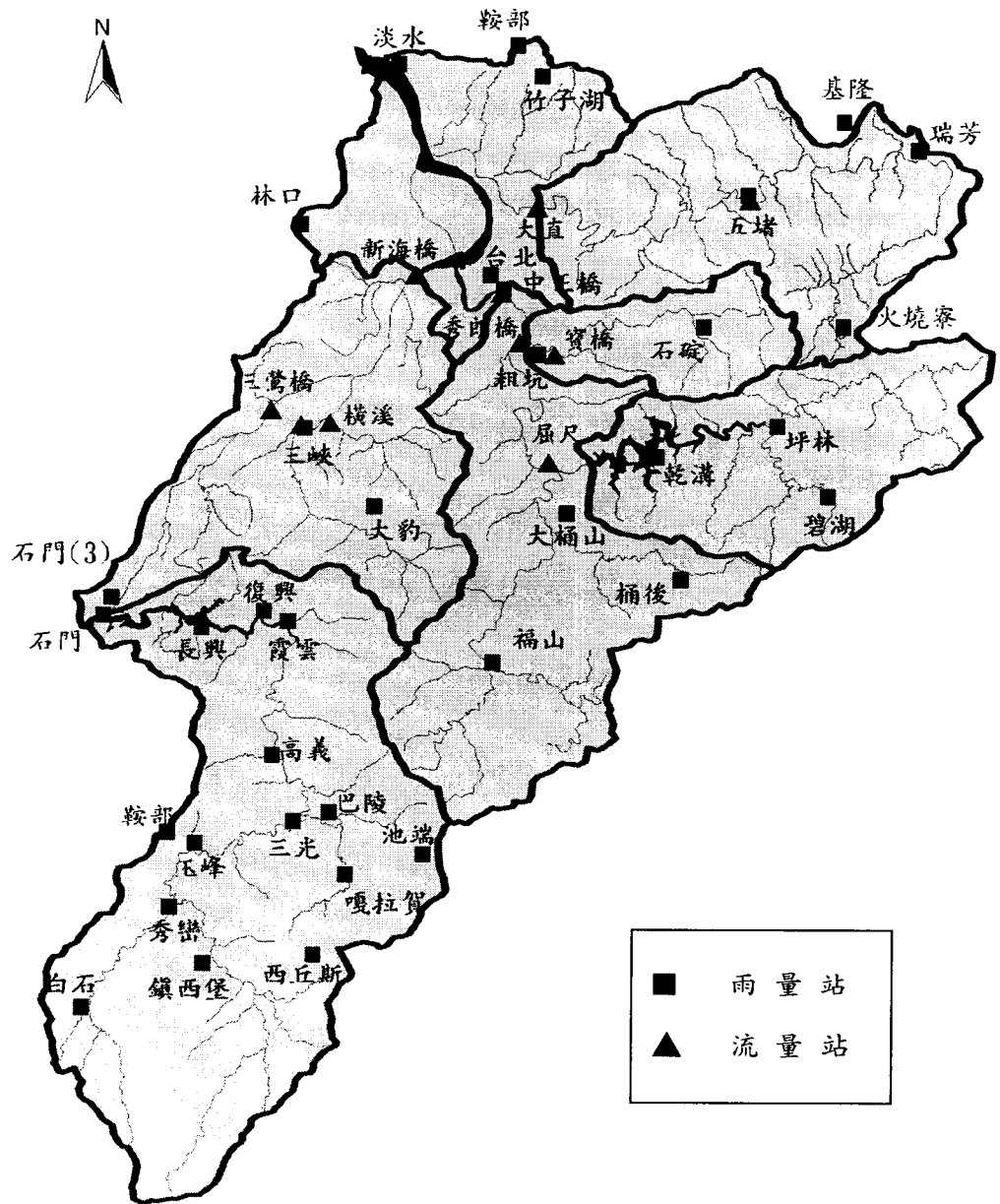


圖 2-1 淡水河流域雨量站及流量站位置示意圖

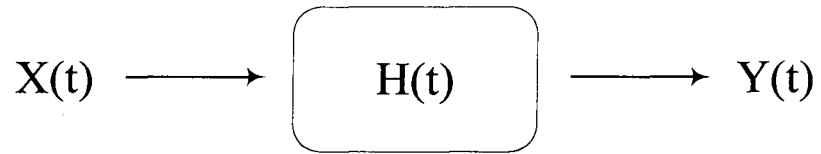


圖 4-1 輸入函數、轉換函數與輸出函數之關係圖

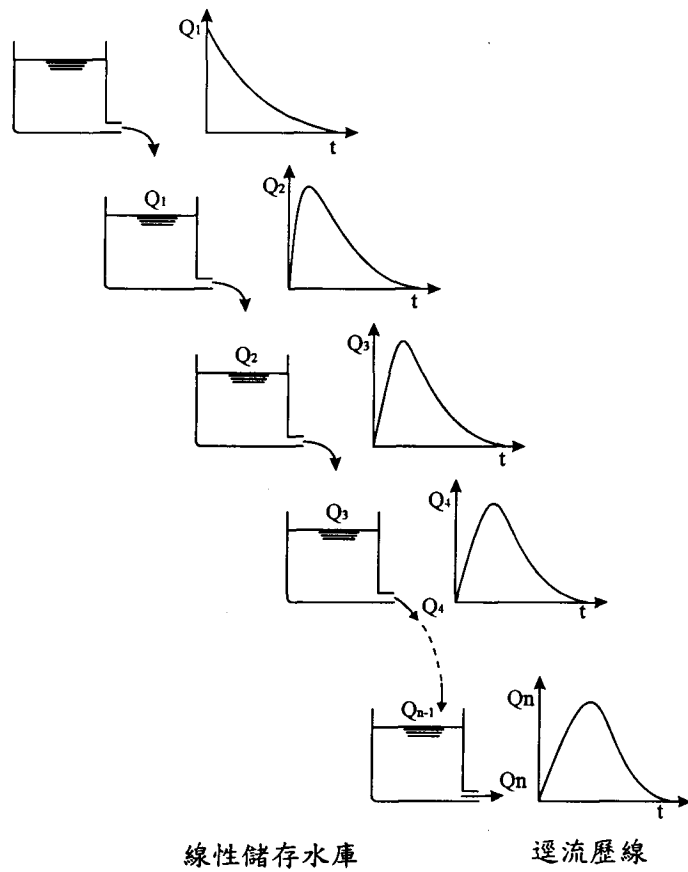


圖 4-2 線性水庫概念模式之示意圖

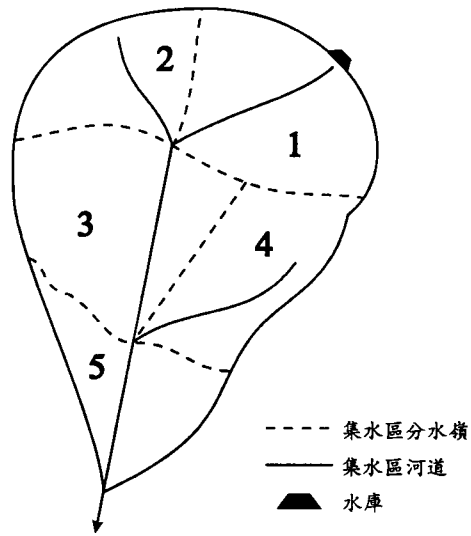


圖 4-3 集水區示意圖

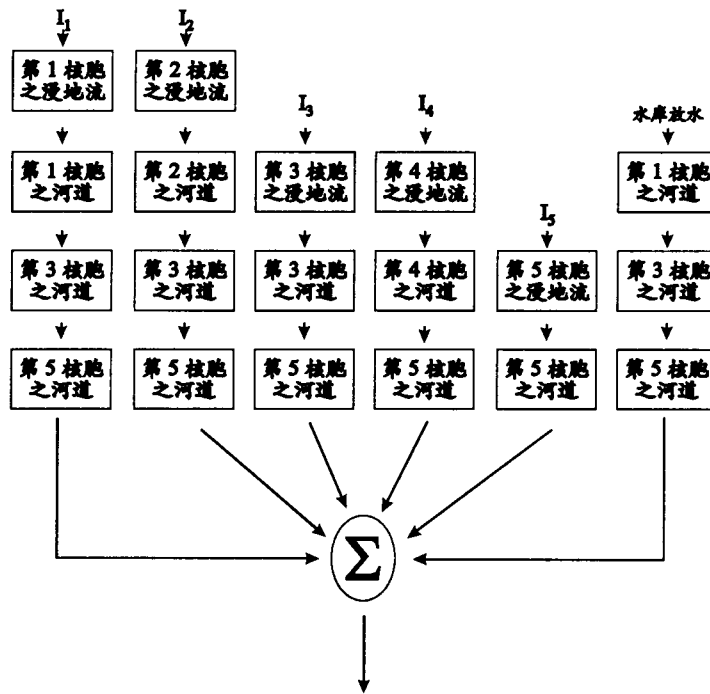


圖 4-4 模式結構示意圖

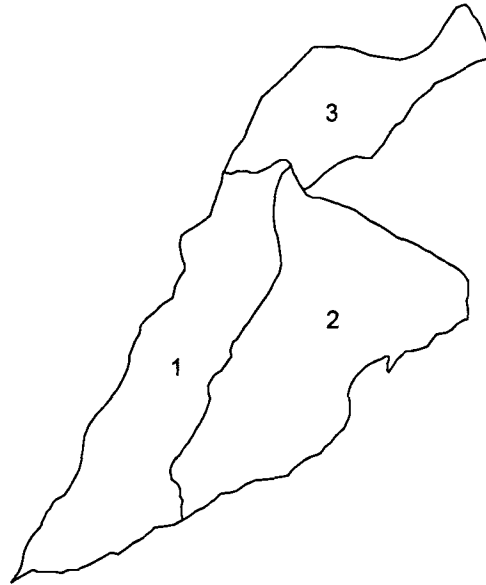


圖 4-5 大漢溪三鶯橋上游集水區之核胞分區圖



圖 4-6 景美溪寶橋上游集水區之核胞分區圖

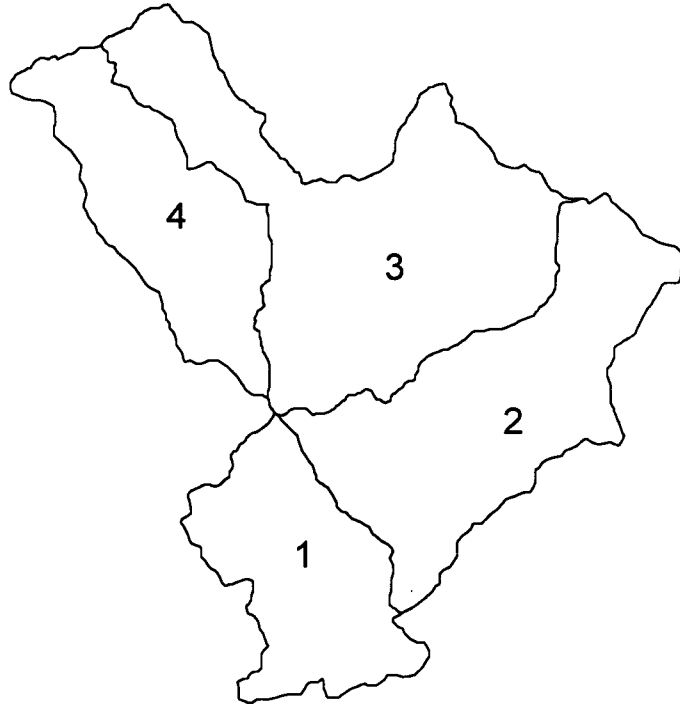
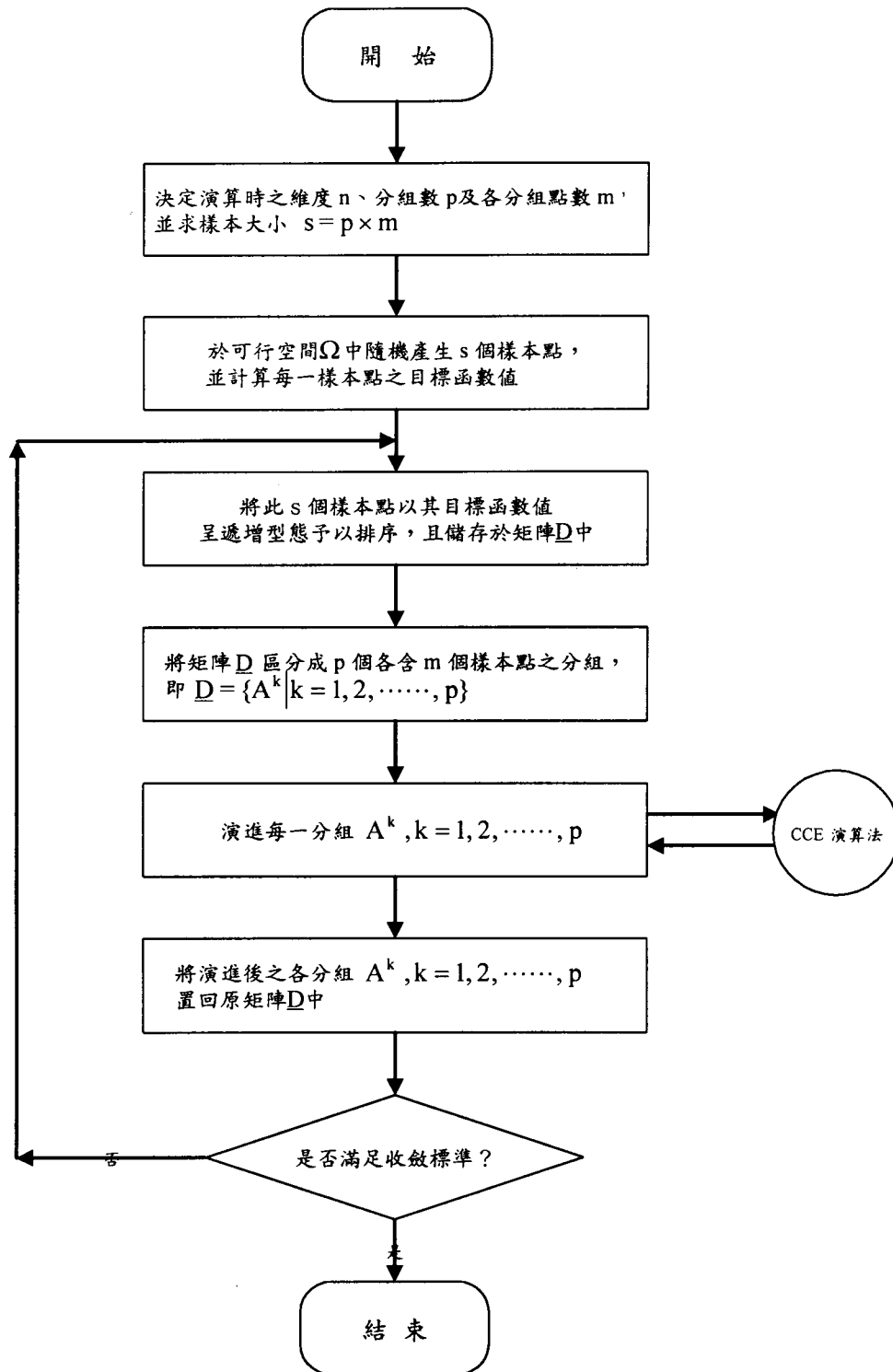
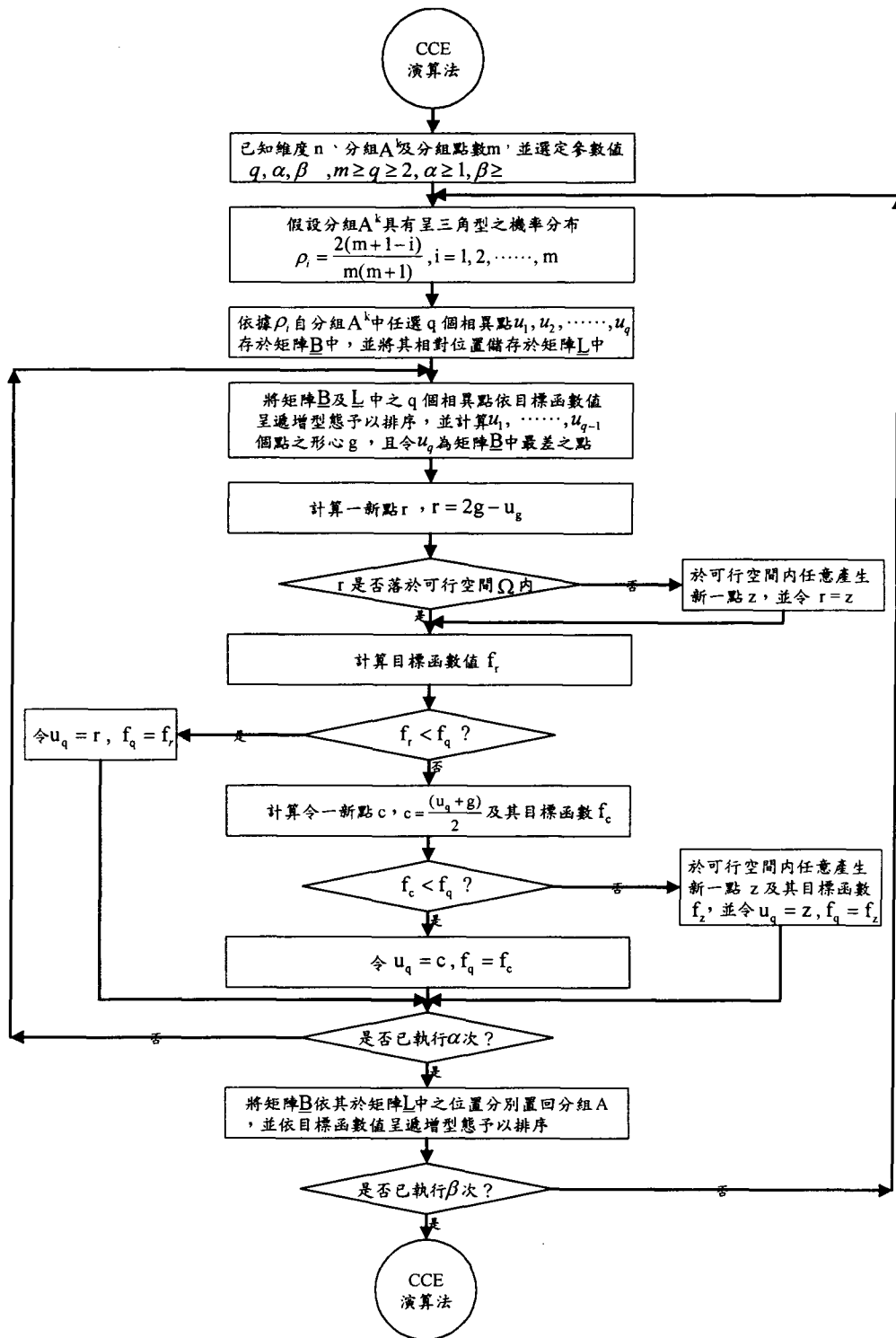


圖 4-7 基隆河五堵上游集水區之核胞分區圖



來源：Duan, Q., S. Sorooshian and V. K. Gupta, "Effective and Efficient Global Optimization for Conceptual Rainfall-Runoff Models," Water Resour. Res., 28(4), pp.1027, 1987.

圖4-8 洗牌複演進法(SCE法)尋求最佳參數值之演算流程圖



來源：Duan, Q., S. Sorooshian and V. K. Gupta, "Effective and Efficient Global Optimization for Conceptual Rainfall-Runoff Models," Water Resour. Res., 28(4), pp.1028, 1987.

圖4-9 競爭複演算法(CCE法)之演算流程圖



圖 5-1 三重、蘆洲、新莊區



圖 5-2 士林、大直、內湖區

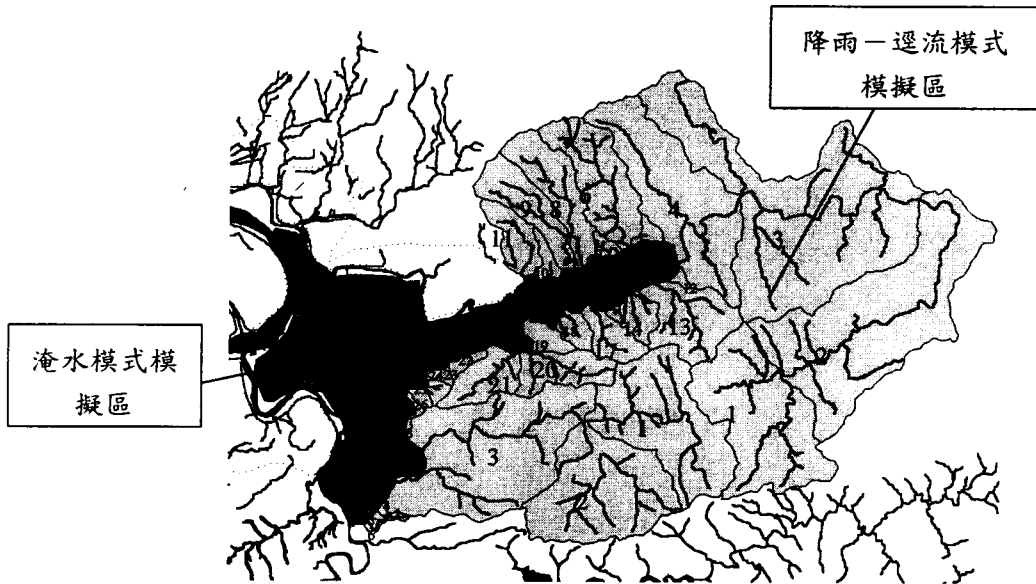


圖 5-3 台北市中央、汐止、新店區

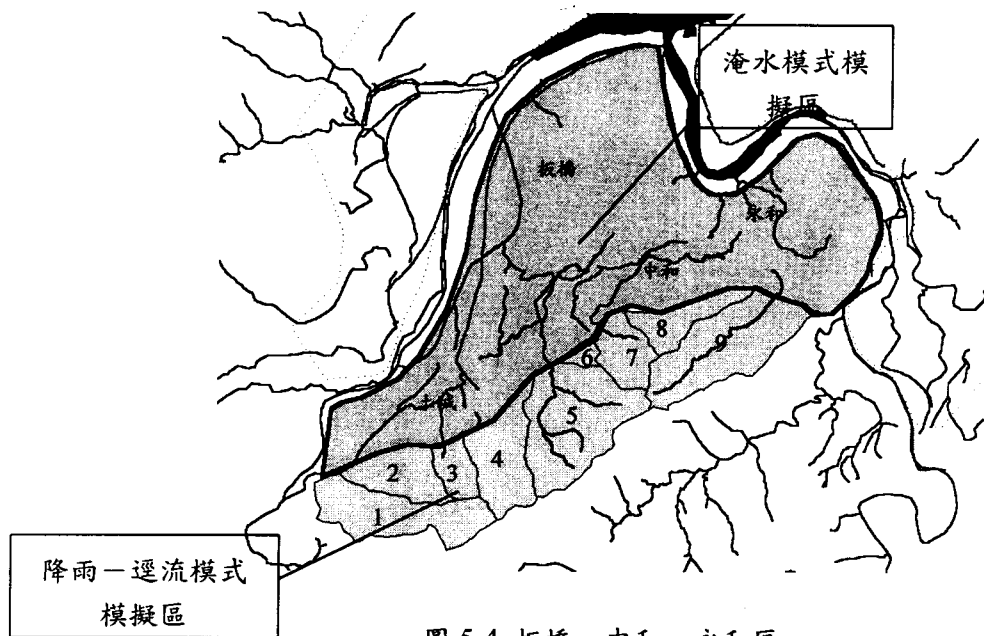


圖 5-4 板橋、中和、永和區

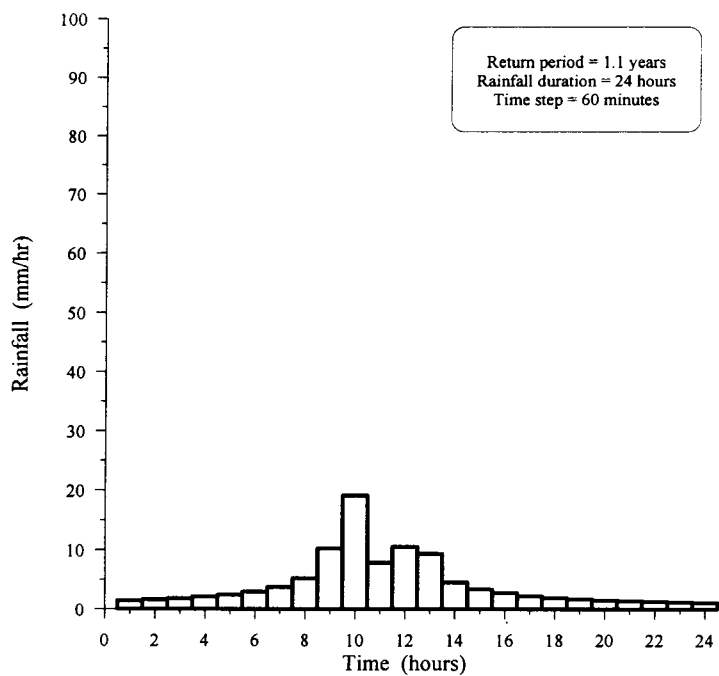


圖 6-1-1 台北中央、汐止區重現期距 1.1 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

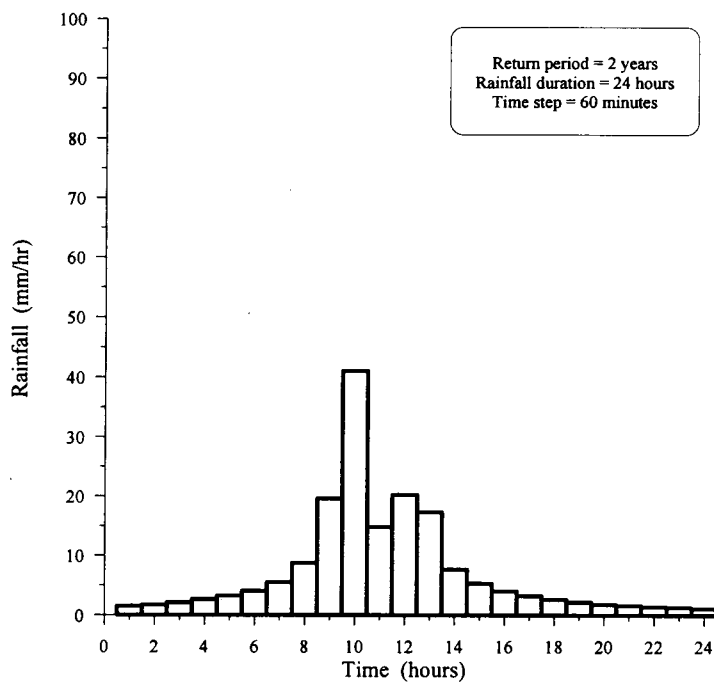


圖 6-1-2 台北中央、汐止區重現期距 2 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

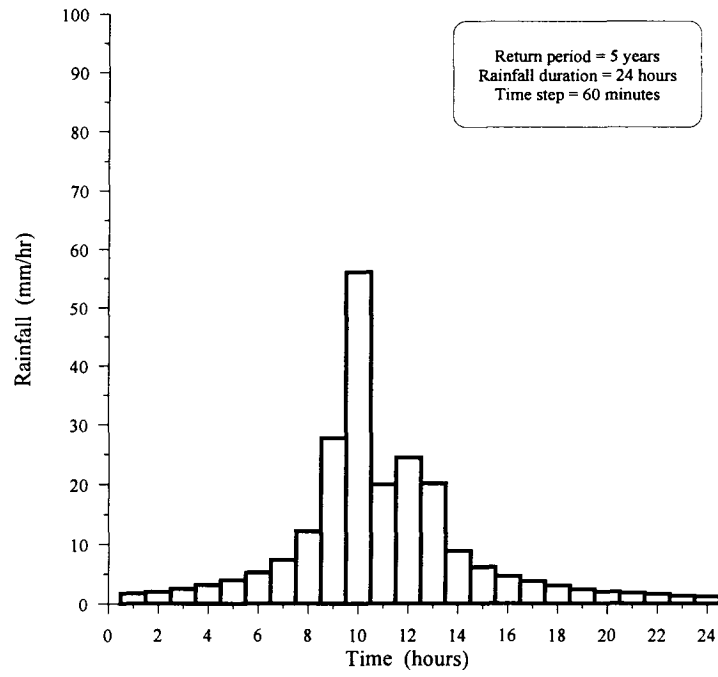


圖 6-1-3 台北中央、汐止區重現期距 5 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

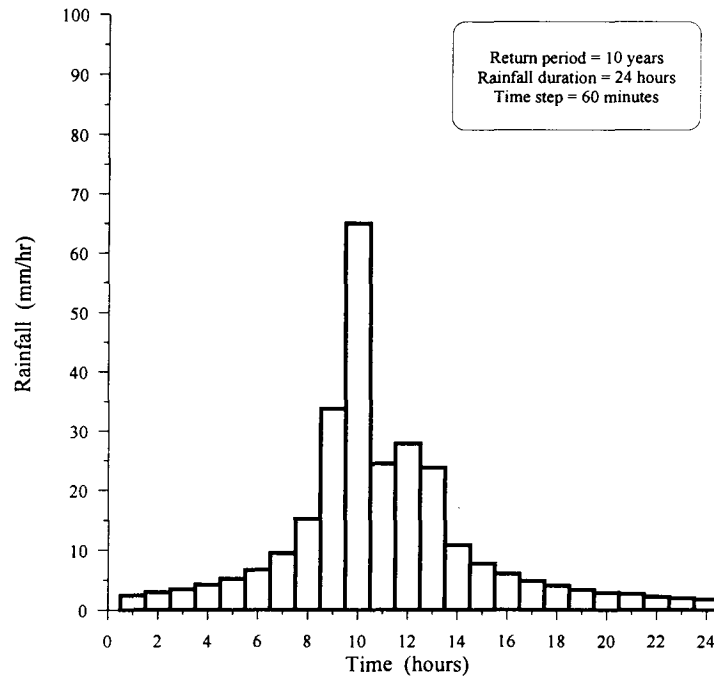


圖 6-1-4 台北中央、汐止區重現期距 10 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

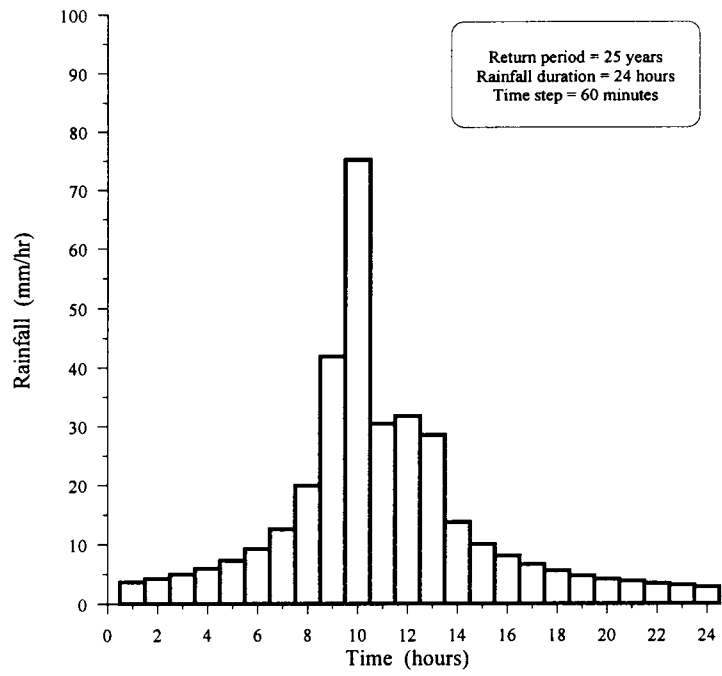


圖 6-1-5 台北中央、汐止區重現期距 25 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

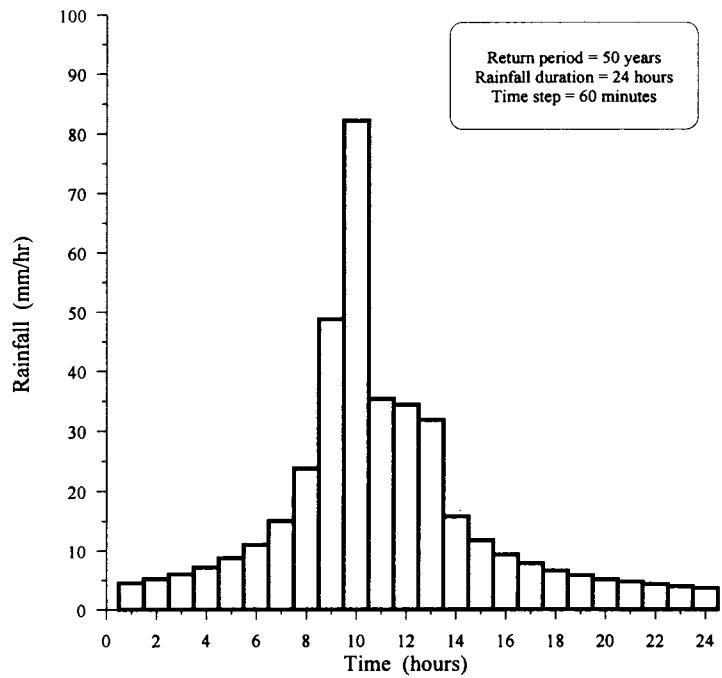


圖 6-1-6 台北中央、汐止區重現期距 50 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

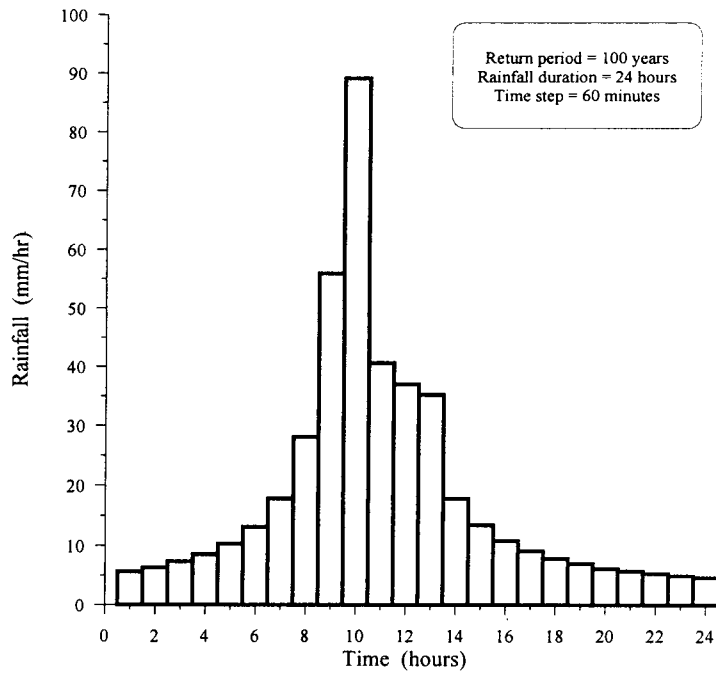


圖 6-1-7 台北中央、汐止區重現期距 100 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

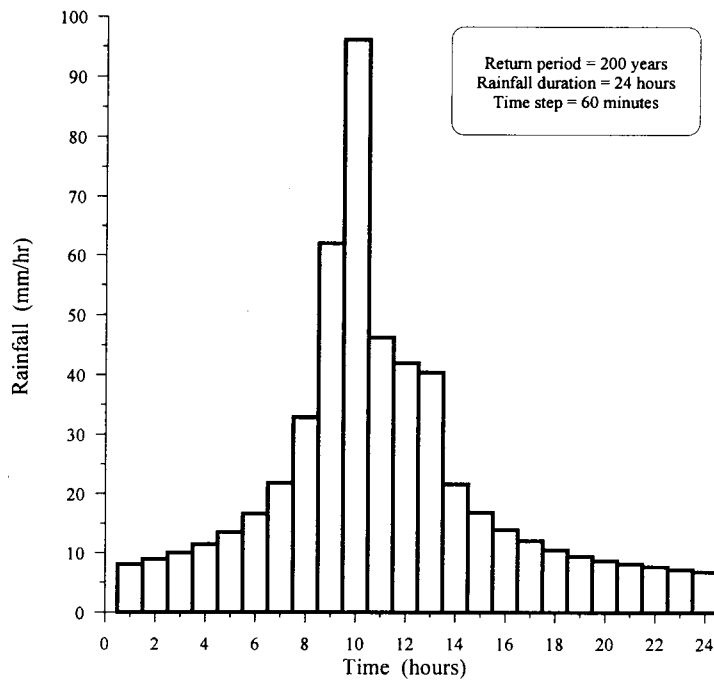


圖 6-1-8 台北中央、汐止區重現期距 200 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

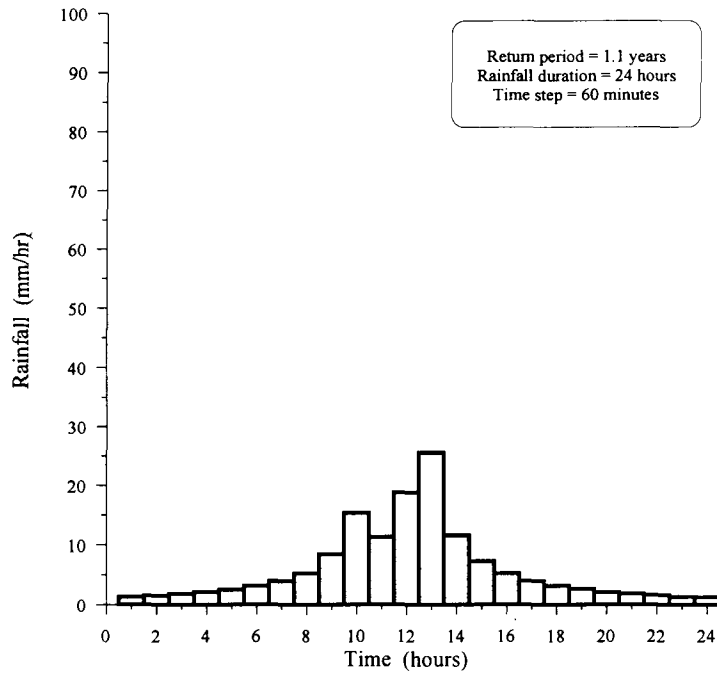


圖 6-2-1 士林、大直、內湖區重現期距 1.1 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

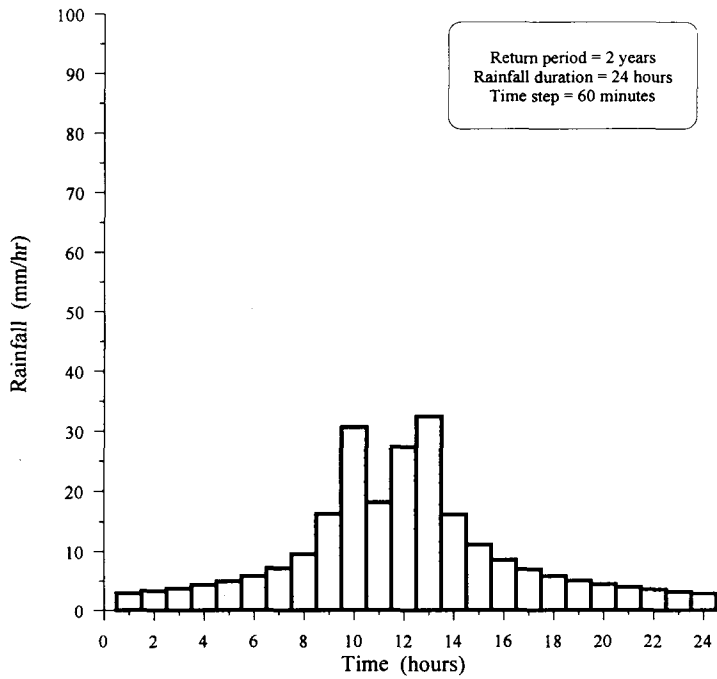


圖 6-2-2 士林、大直、內湖區重現期距 2 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

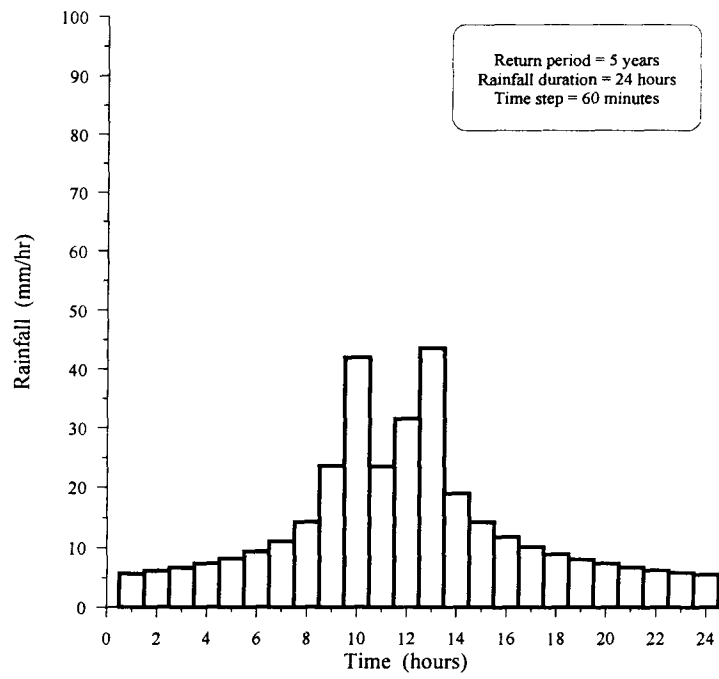


圖 6-2-3 士林、大直、內湖區重現期距 5 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

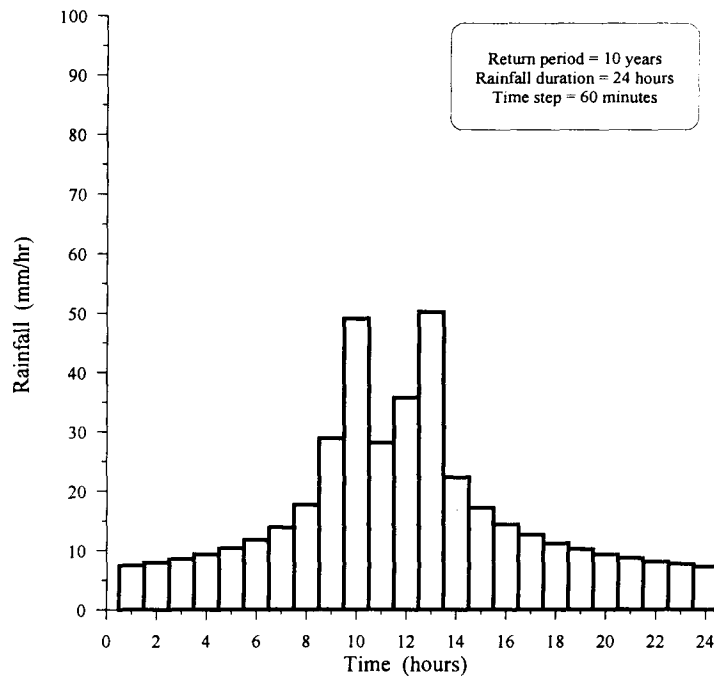


圖 6-2-4 士林、大直、內湖區重現期距 10 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

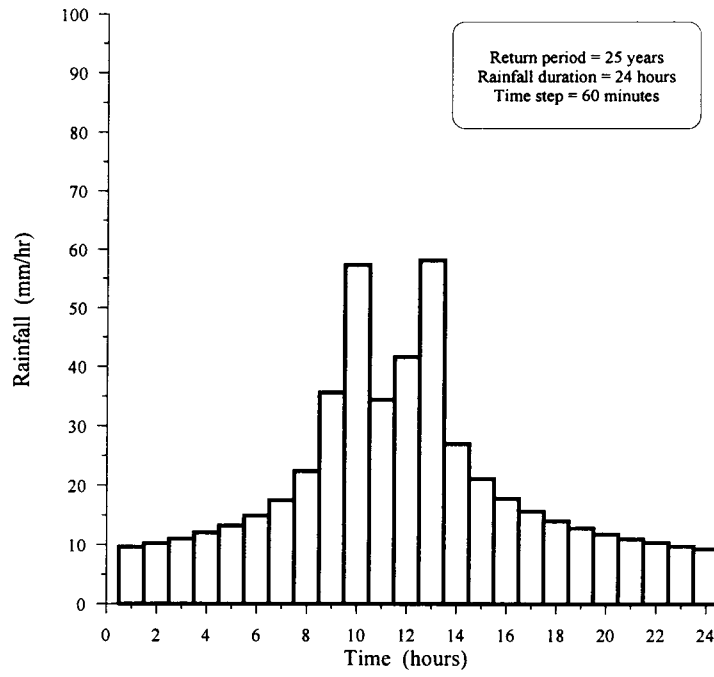


圖 6-2-5 士林、大直、內湖區重現期距 25 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

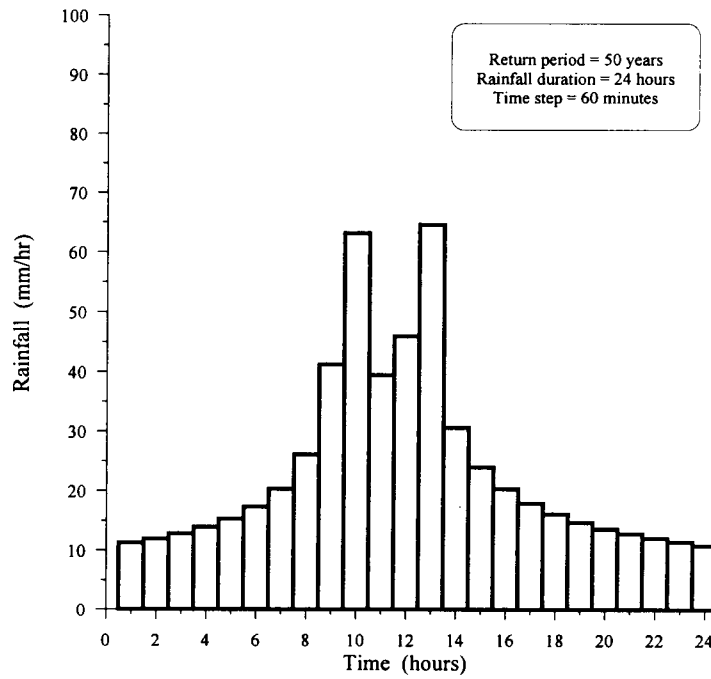


圖 6-2-6 士林、大直、內湖區重現期距 50 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

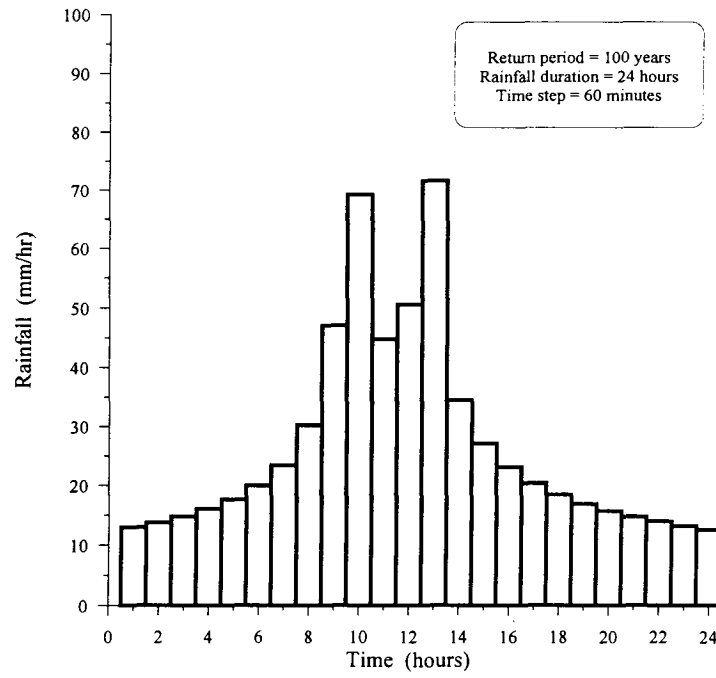


圖 6-2-7 士林、大直、內湖區重現期距 100 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

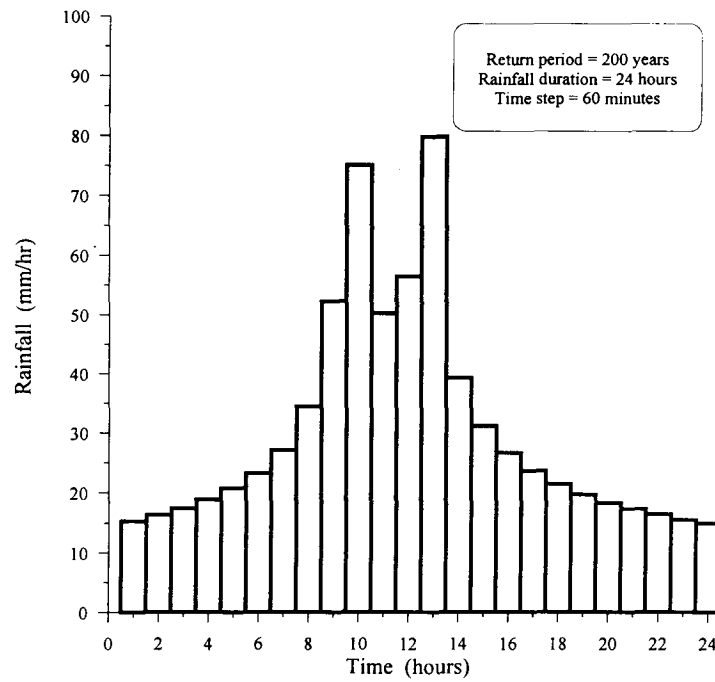


圖 6-2-8 士林、大直、內湖區重現期距 200 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

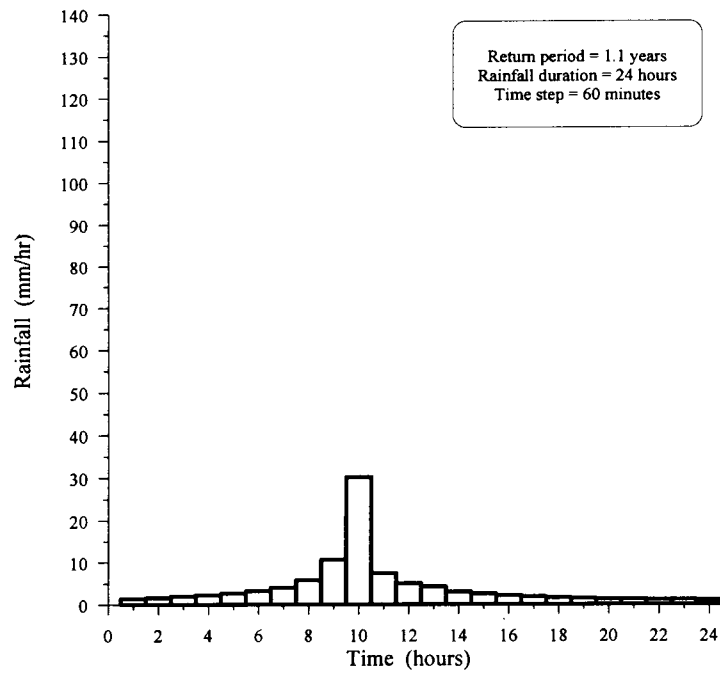


圖 6-3-1 板橋、中和、永和區重現期距 1.1 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

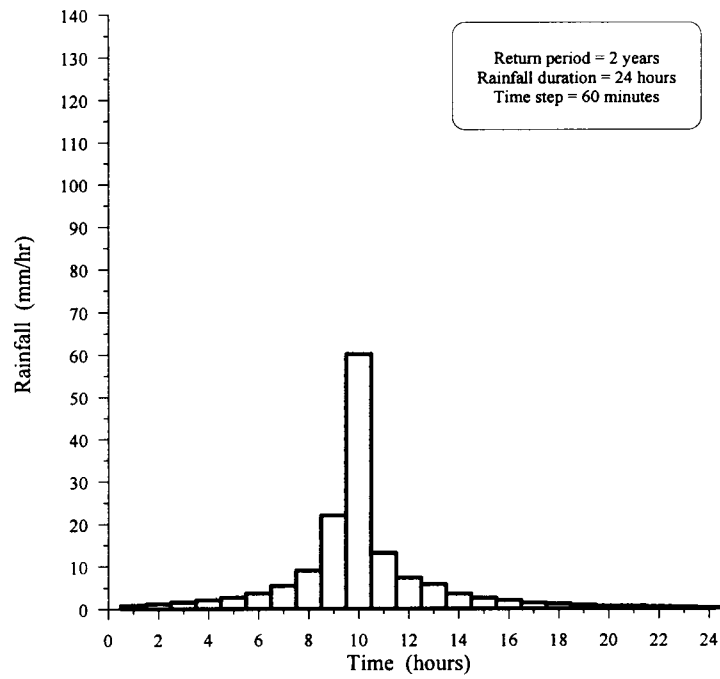


圖 6-3-2 板橋、中和、永和區重現期距 2 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

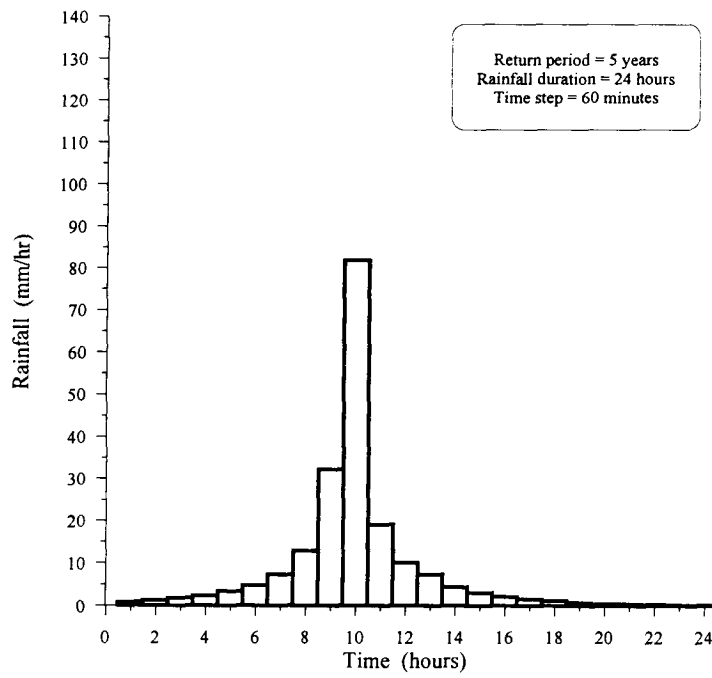


圖 6-3-3 板橋、中和、永和區重現期距 5 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

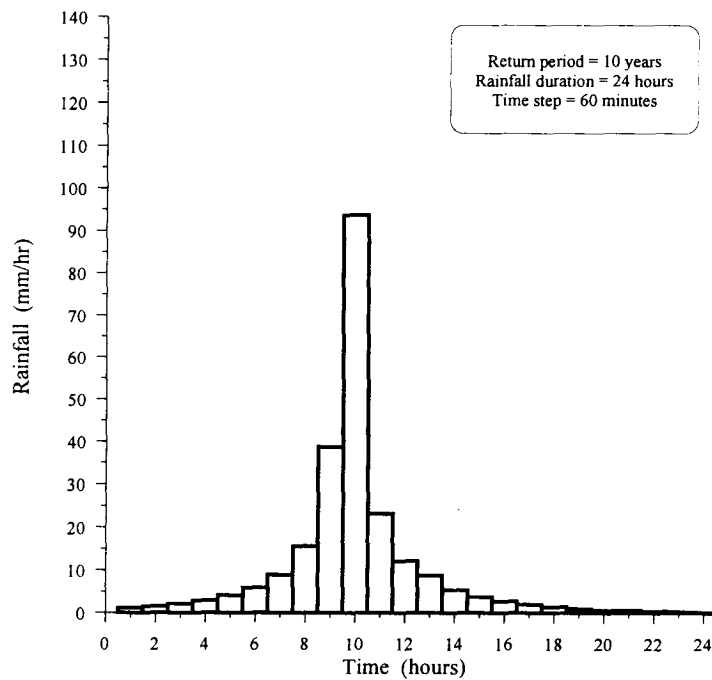


圖 6-3-4 板橋、中和、永和區重現期距 10 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

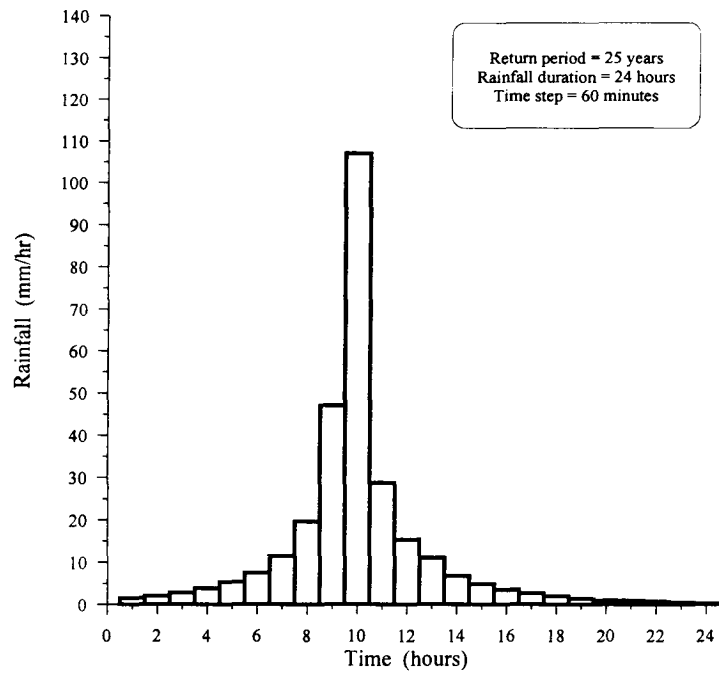


圖 6-3-5 板橋、中和、永和區重現期距 25 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

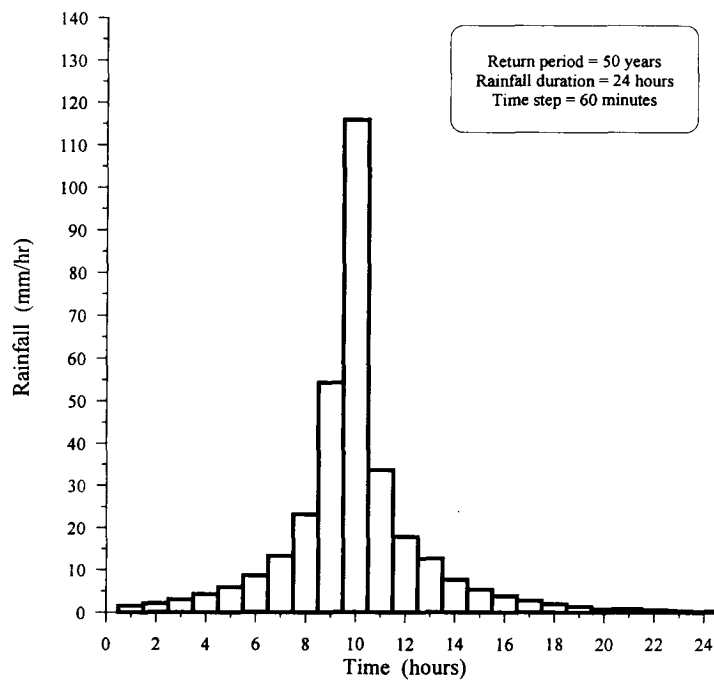


圖 6-3-6 板橋、中和、永和區重現期距 50 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

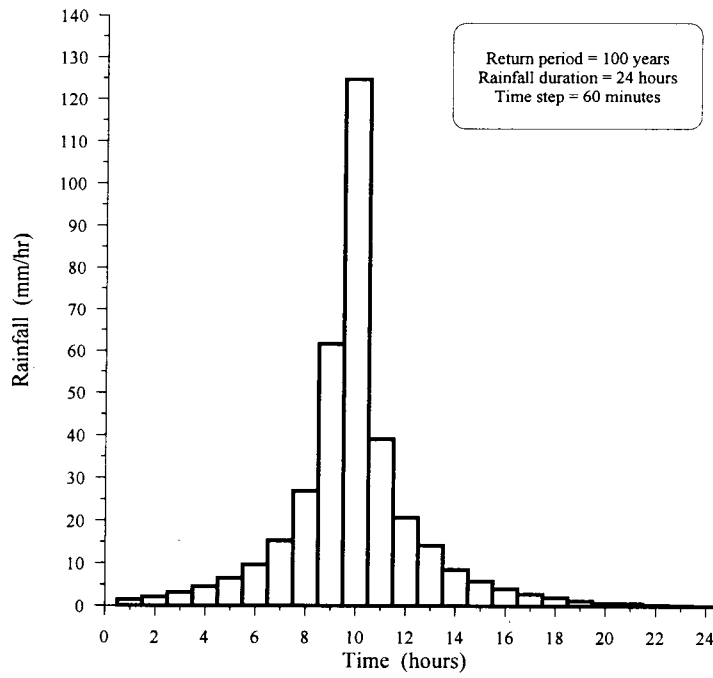


圖 6-3-7 板橋、中和、永和區重現期距 100 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

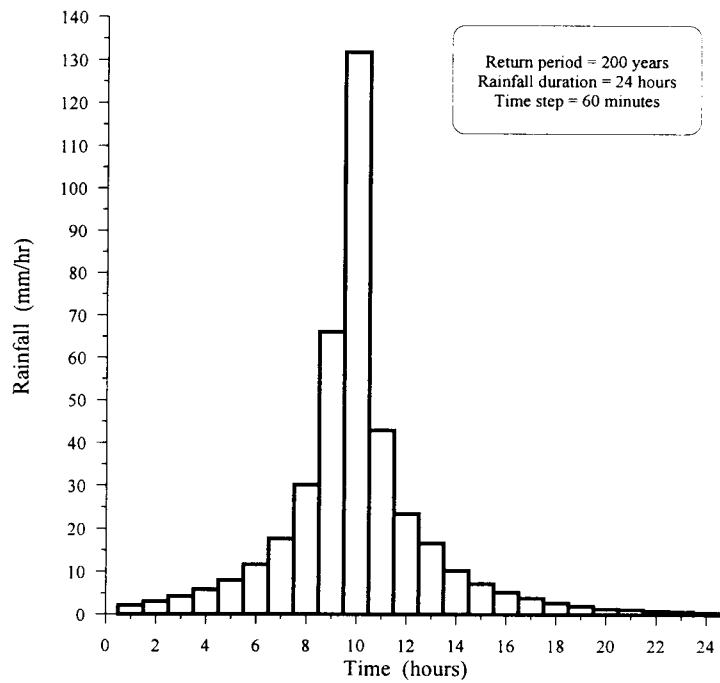


圖 6-3-8 板橋、中和、永和區重現期距 200 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

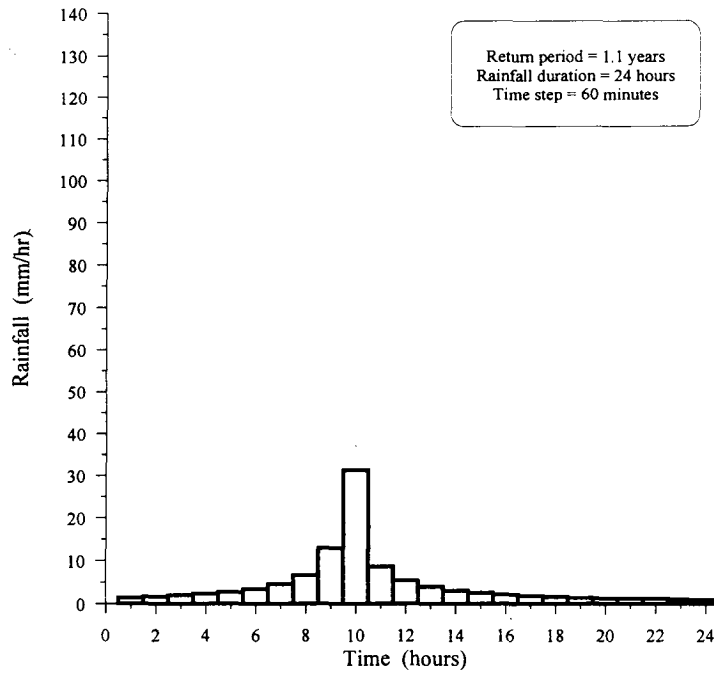


圖 6-4-1 三重、蘆洲、新莊區重現期距 1.1 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

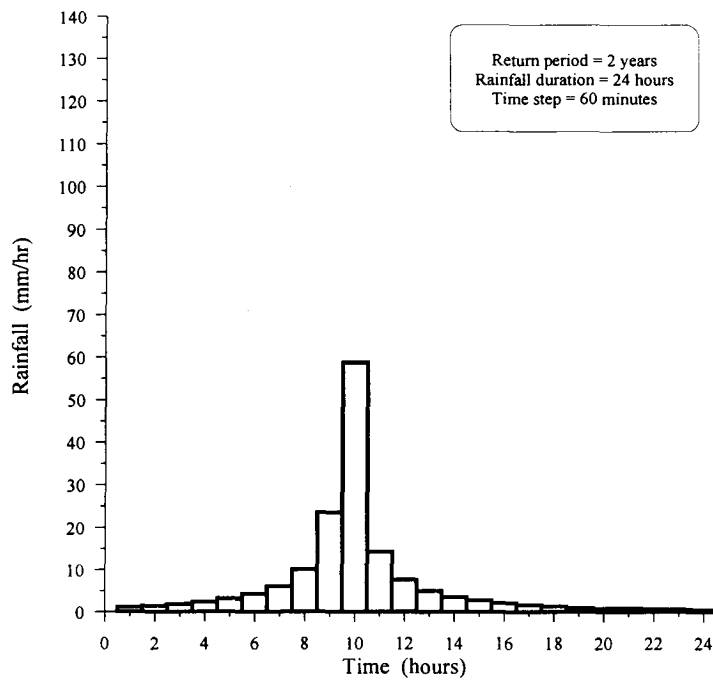


圖 6-4-2 三重、蘆洲、新莊區重現期距 2 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

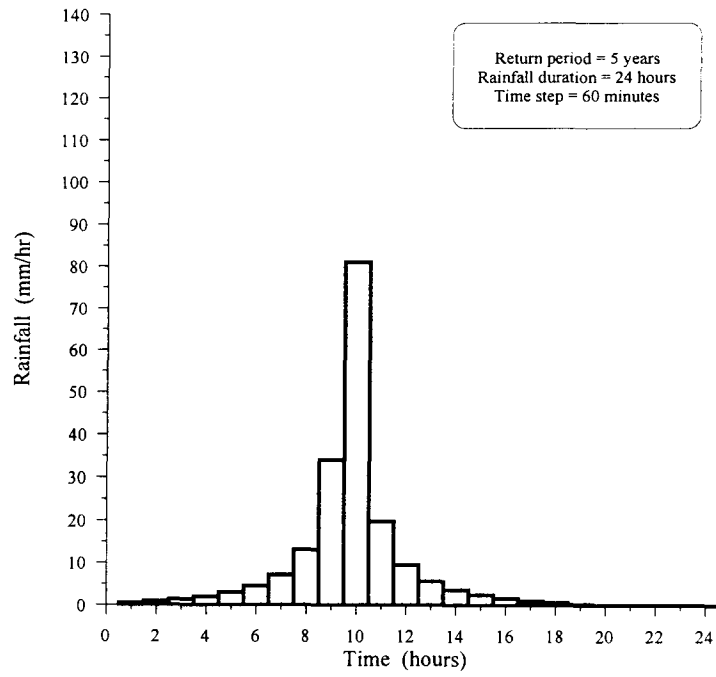


圖 6-4-3 三重、蘆洲、新莊區重現期距 5 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

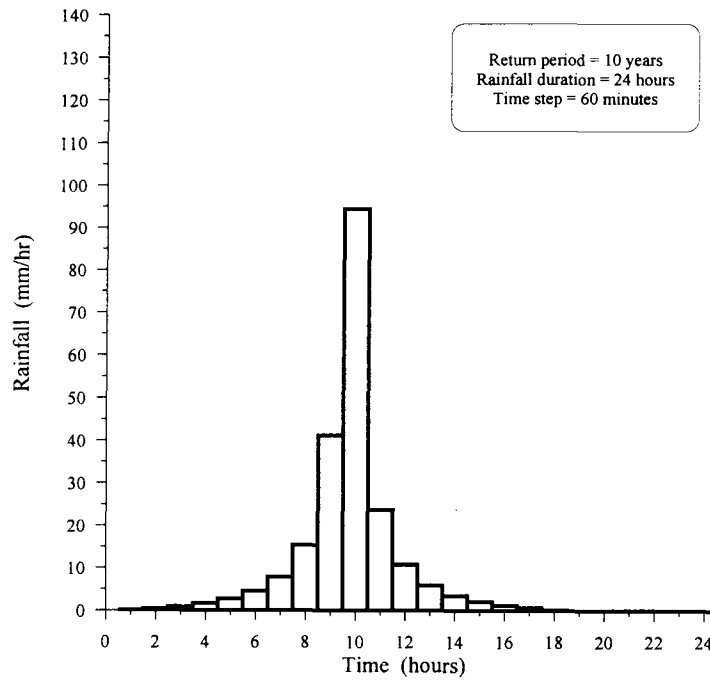


圖 6-4-4 三重、蘆洲、新莊區重現期距 10 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

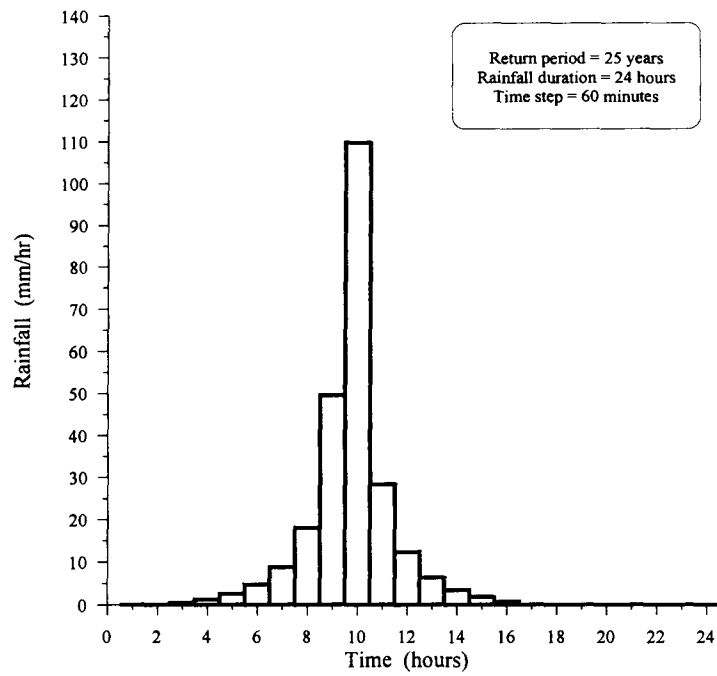


圖 6-4-5 三重、蘆洲、新莊區重現期距 25 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

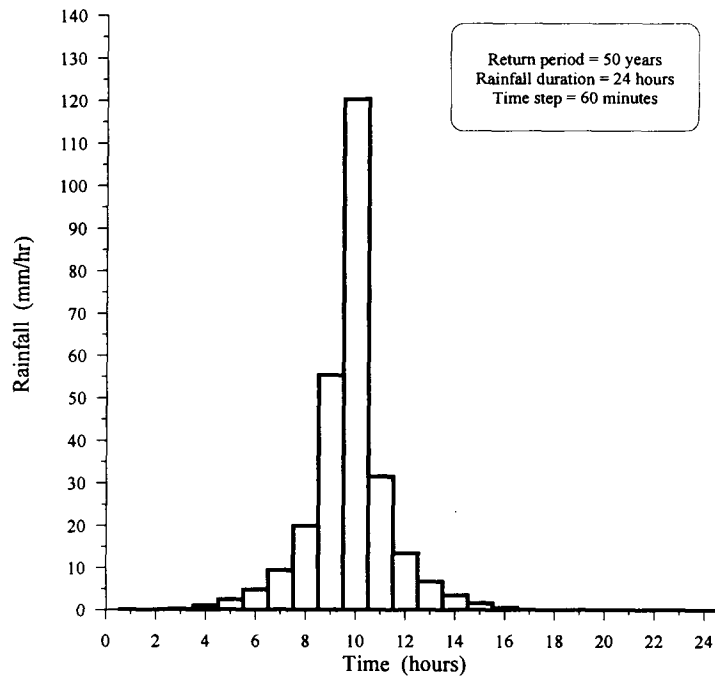


圖 6-4-6 三重、蘆洲、新莊區重現期距 50 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

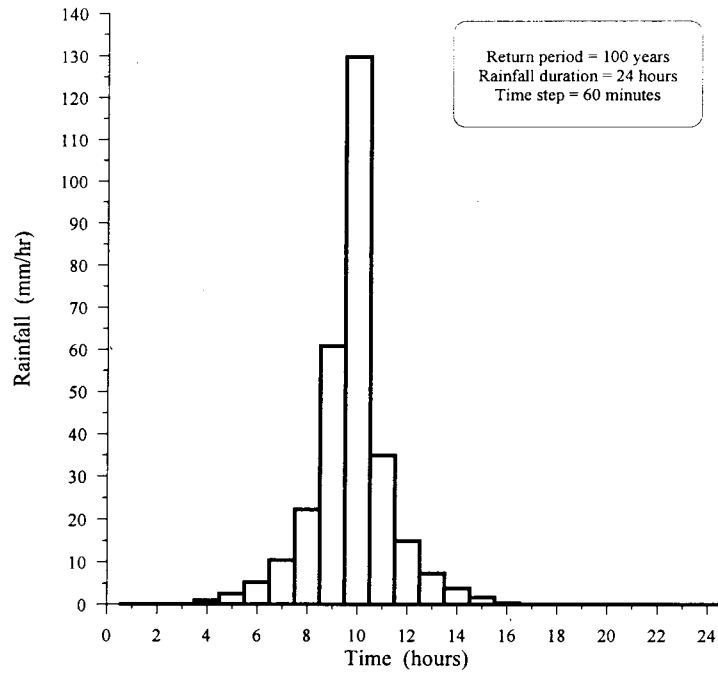


圖 6-4-7 三重、蘆洲、新莊區重現期距 100 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

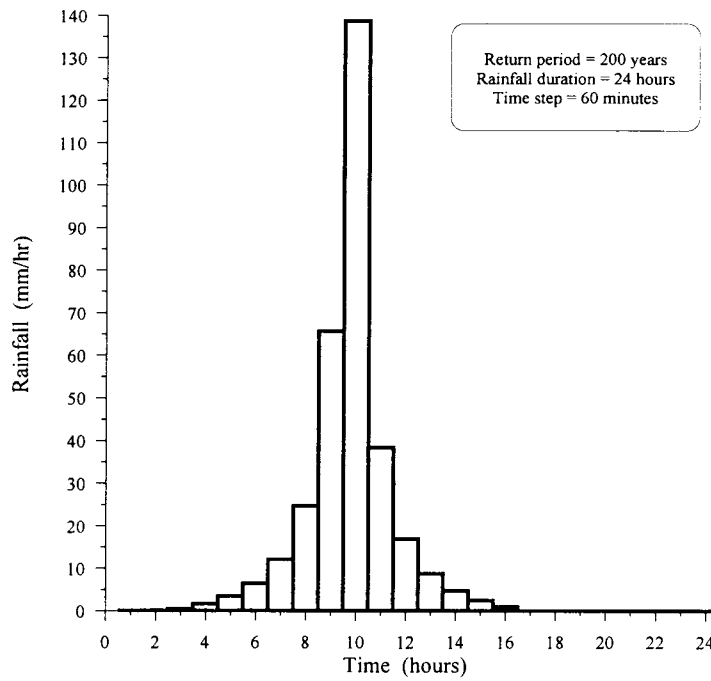


圖 6-4-8 三重、蘆洲、新莊區重現期距 200 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

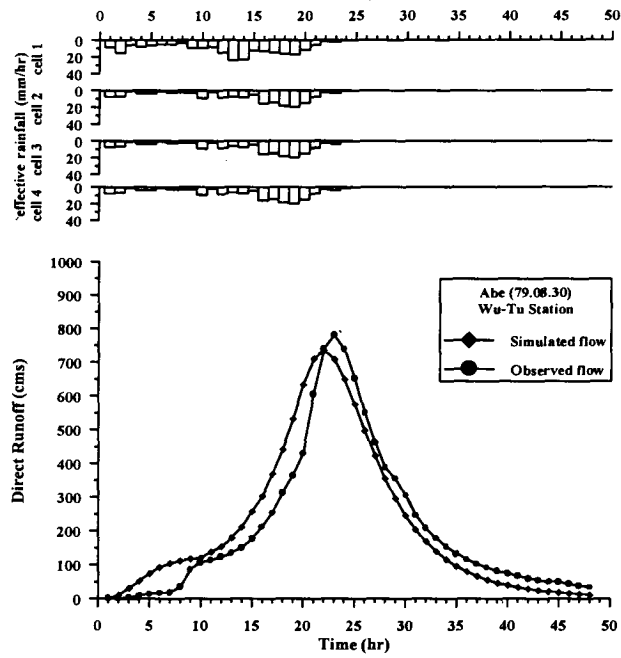


圖 6-5 五堵上游集水區之亞伯颯洪逕流歷線檢定圖

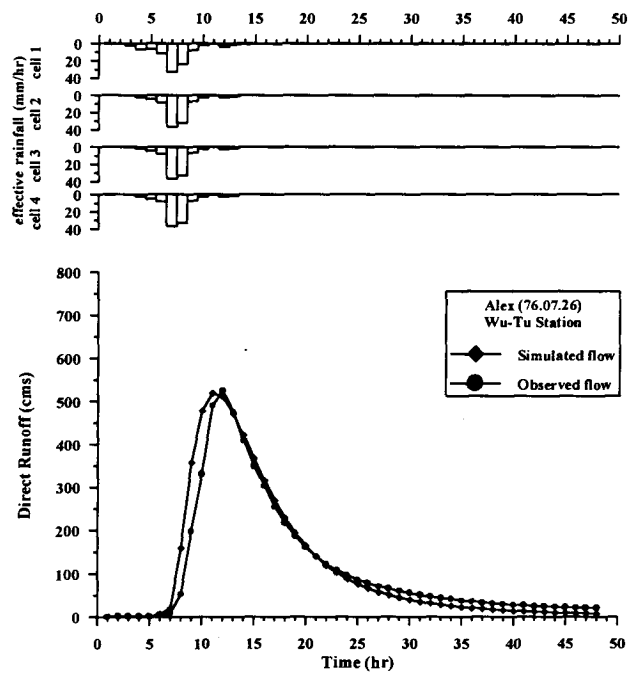


圖 6-6 五堵上游集水區之亞力士颯洪逕流歷線檢定圖

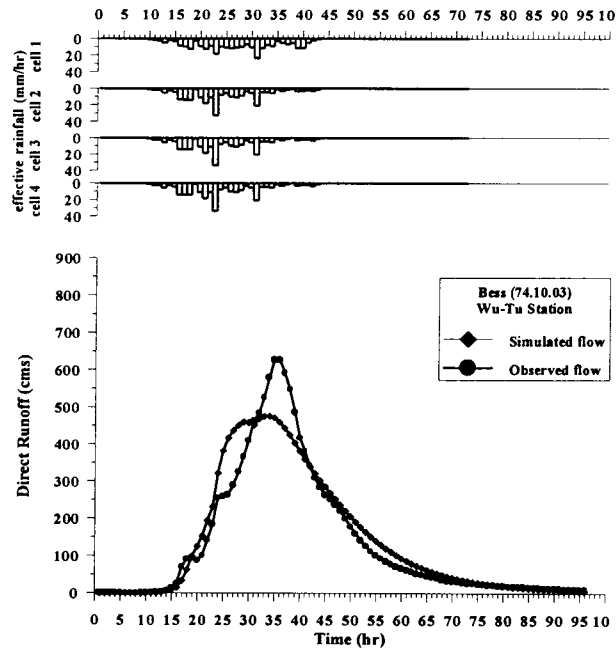


圖 6-7 五堵上游集水區之貝絲颱風逕流歷線檢定圖

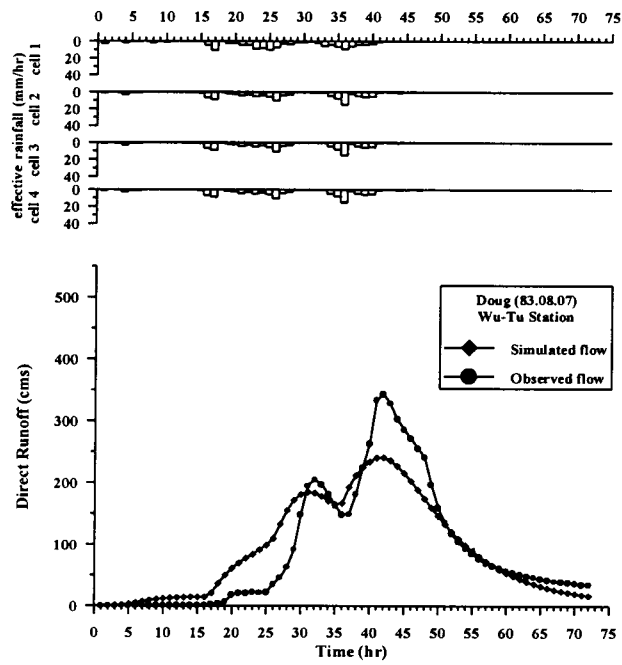


圖 6-8 五堵上游集水區之道格颱風逕流歷線檢定圖

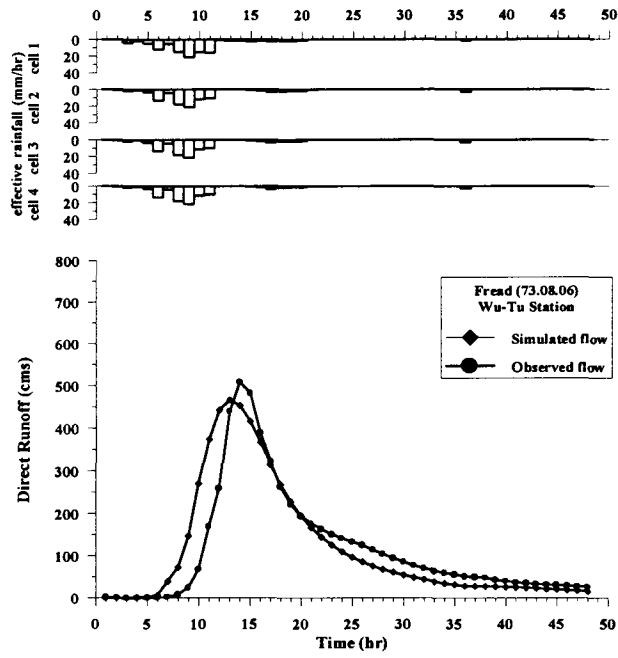


圖 6-9 五堵上游集水區之弗雷特颱風逕流歷線檢定圖

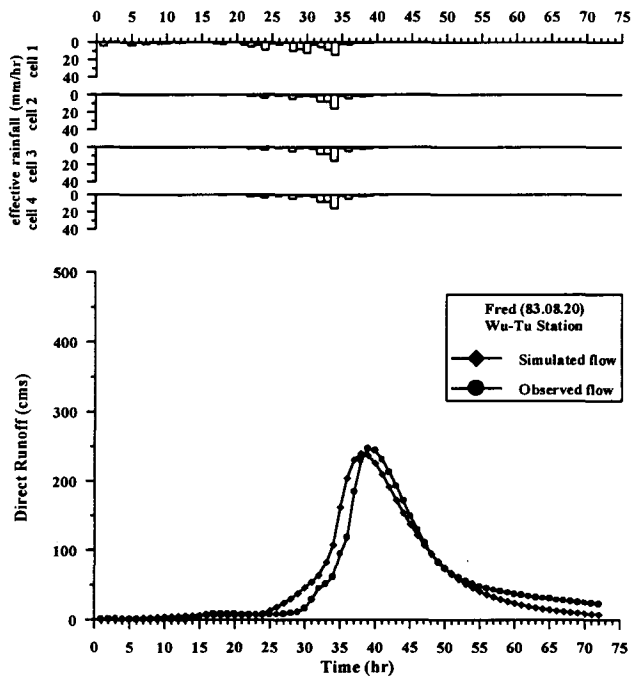


圖 6-10 五堵上游集水區之芙瑞達颱風逕流歷線檢定圖

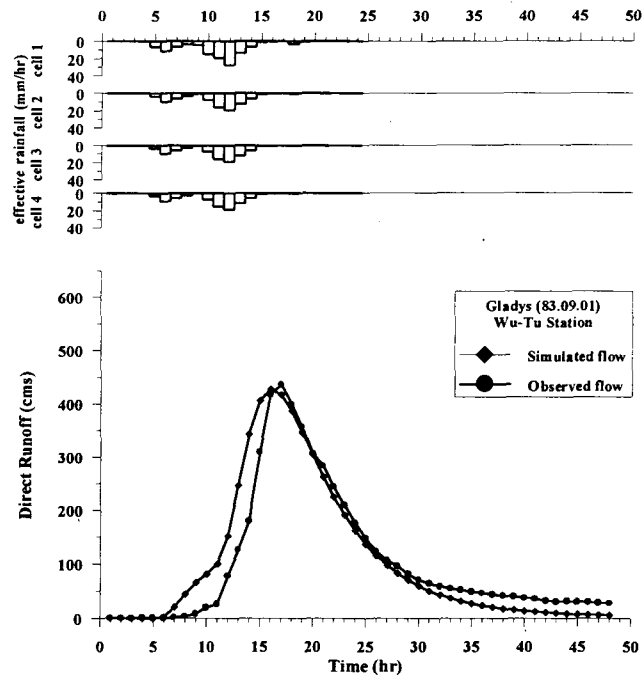


圖 6-11 五堵上游集水區之葛拉絲颱風逕流歷線檢定圖

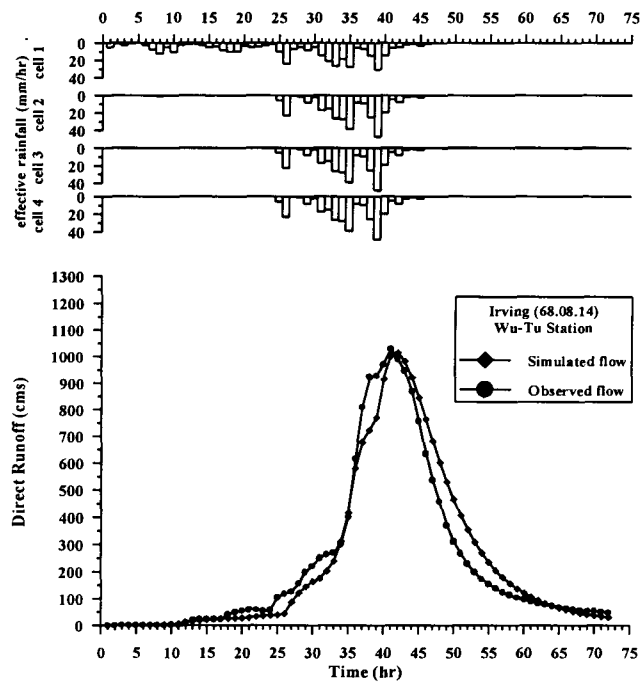


圖 6-12 五堵上游集水區之歐敏颱風逕流歷線檢定圖

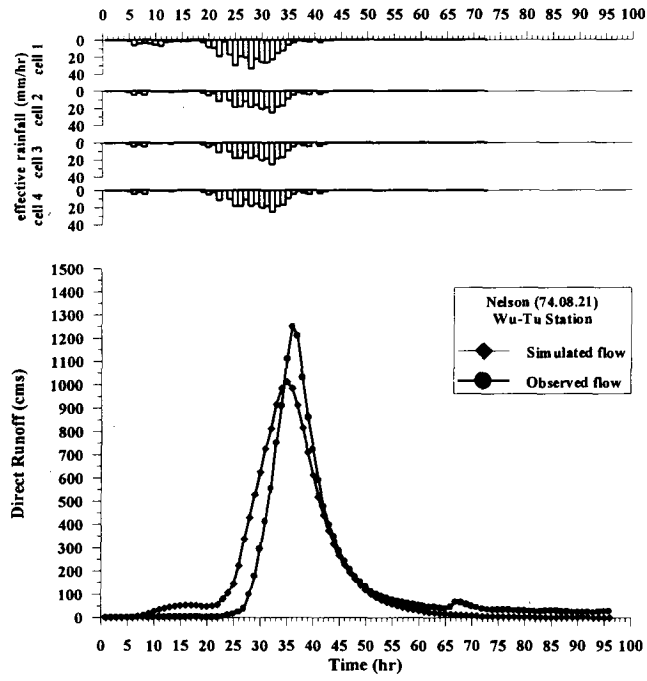


圖 6-13 五堵上游集水區之尼爾森颱風洪逕流歷線檢定圖

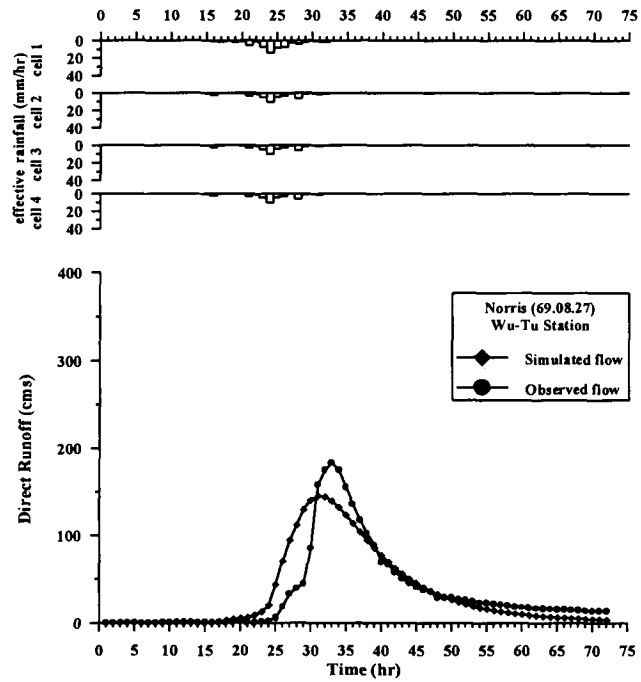


圖 6-14 五堵上游集水區之諾瑞斯颱風洪逕流歷線檢定圖

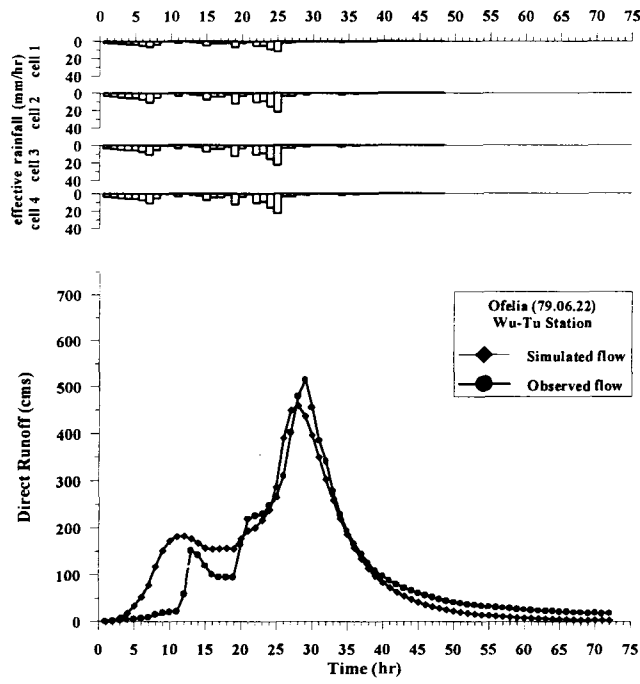


圖 6-15 五堵上游集水區之歐菲莉颱風洪逕流歷線檢定圖

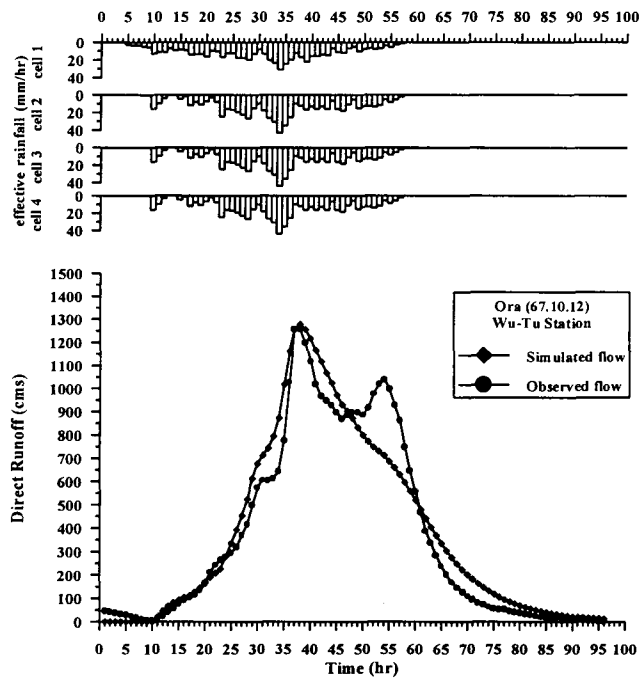


圖 6-16 五堵上游集水區之歐拉洪逕流歷線檢定圖

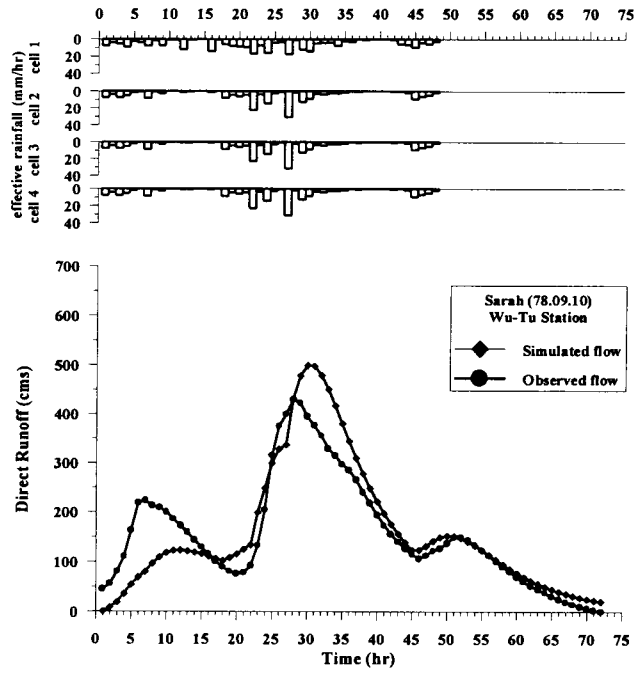


圖 6-17 五堵上游集水區之莎拉颱風逕流歷線檢定圖

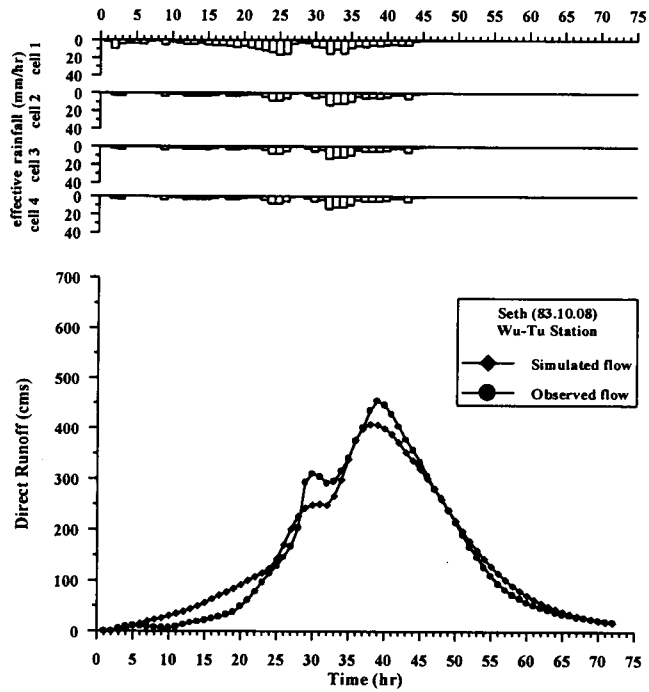


圖 6-18 五堵上游集水區之席斯颱風逕流歷線檢定圖

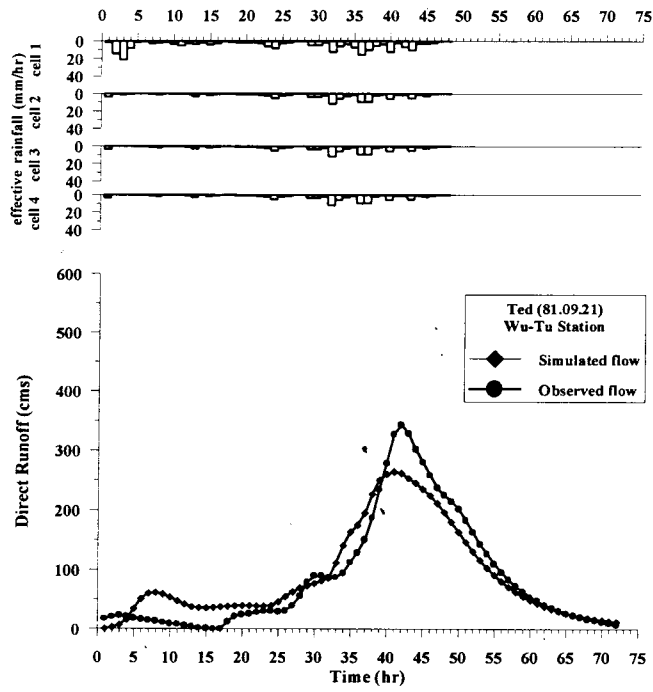


圖 6-19 五堵上游集水區之泰德颶洪逕流歷線檢定圖

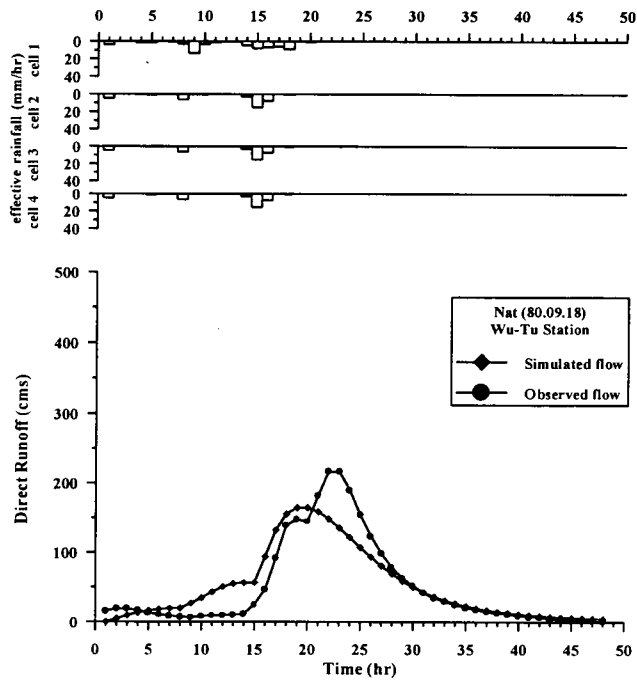


圖 6-20 五堵上游集水區之耐特颶洪逕流歷線檢定圖

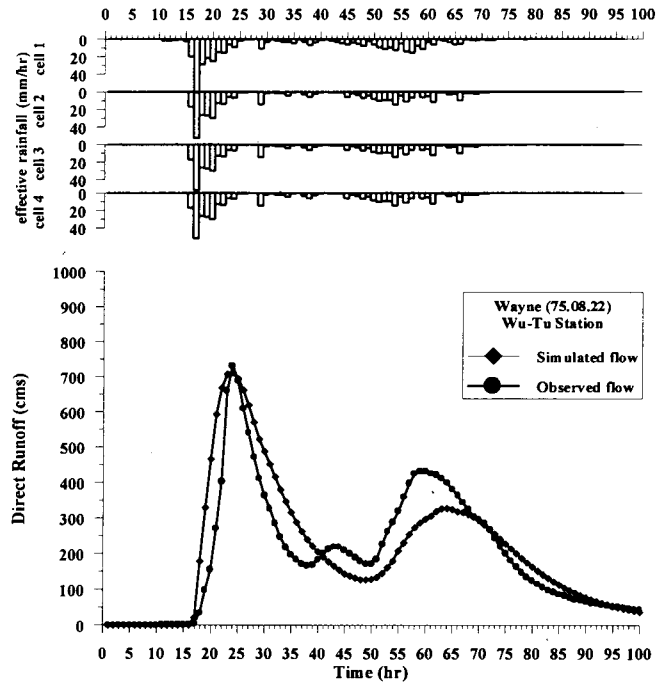


圖 6-21 五堵上游集水區之韋恩颱風逕流歷線檢定圖

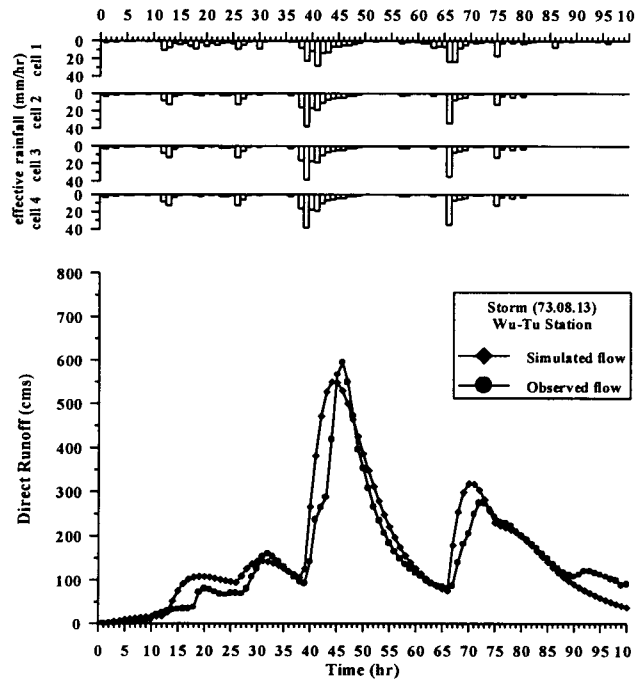


圖 6-22 五堵上游集水區之暴雨颱風逕流歷線檢定圖

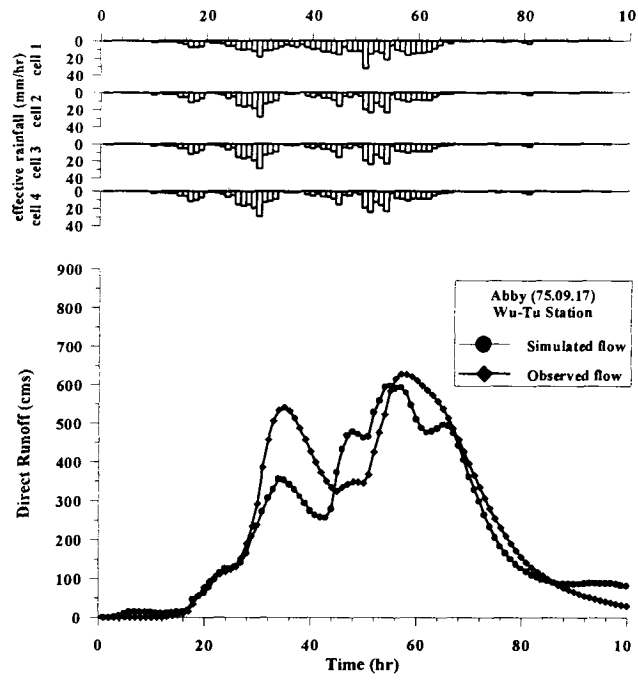


圖 6-23 五堵上游集水區之艾貝颱風逕流歷線檢定圖

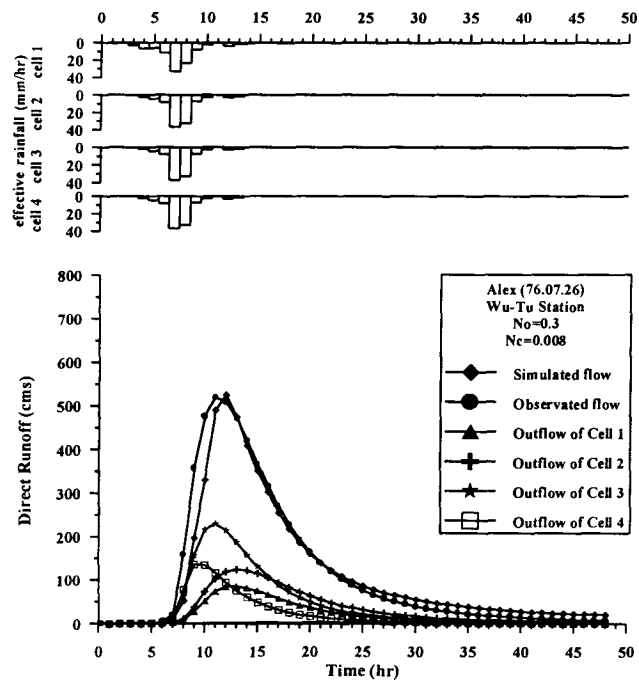


圖 6-24 剖析各流路對集水區出口處之影響成分示意圖

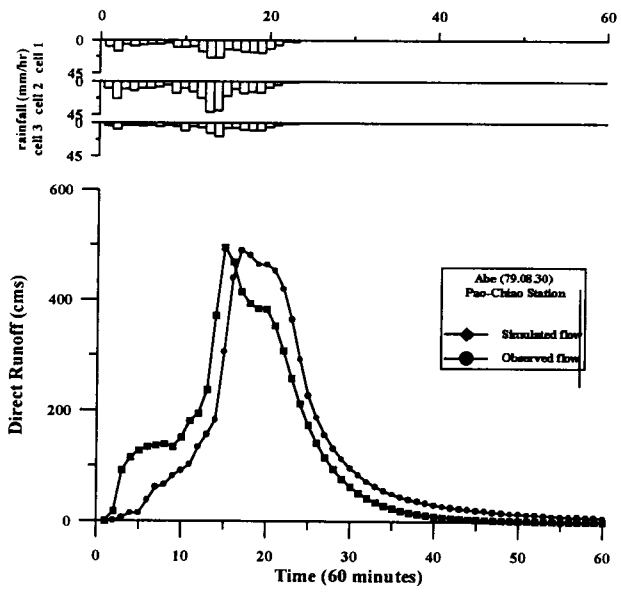


圖 6-25 景美溪寶橋上游集水區亞伯颱風逕流歷線檢定圖

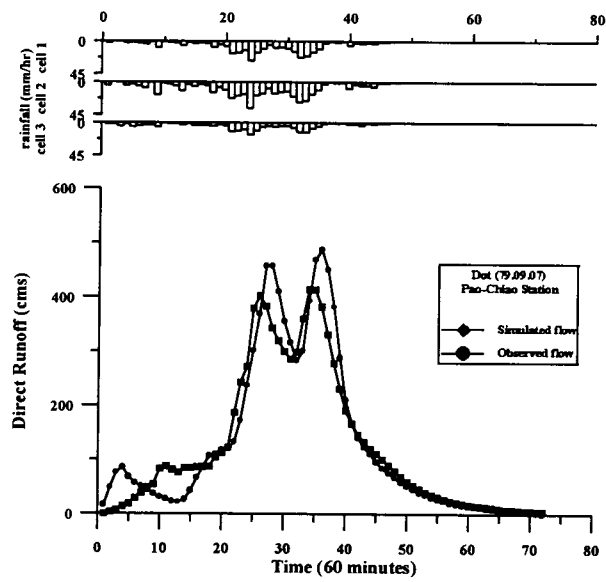


圖 6-26 景美溪寶橋上游集水區黛特颱風逕流歷線檢定圖

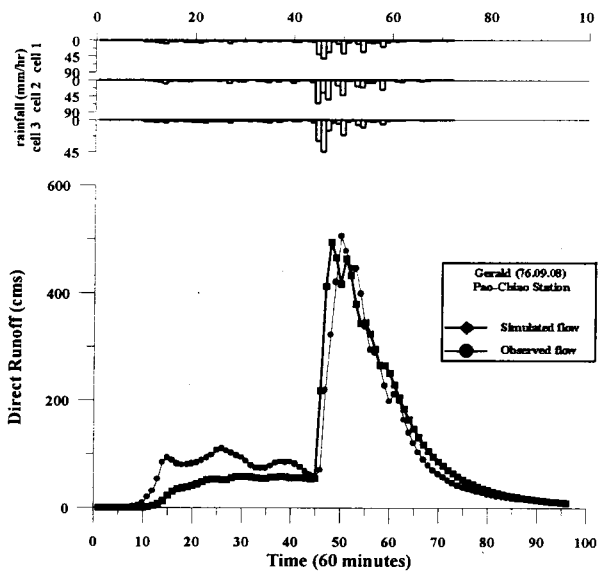


圖 6-27 景美溪寶橋上游集水區傑魯得颱風逕流歷線檢定圖

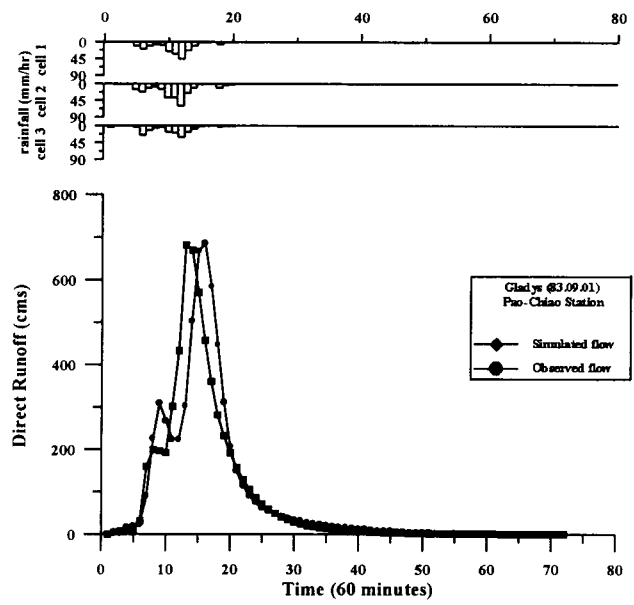


圖 6-28 景美溪寶橋上游集水區葛拉絲颱風逕流歷線檢定圖

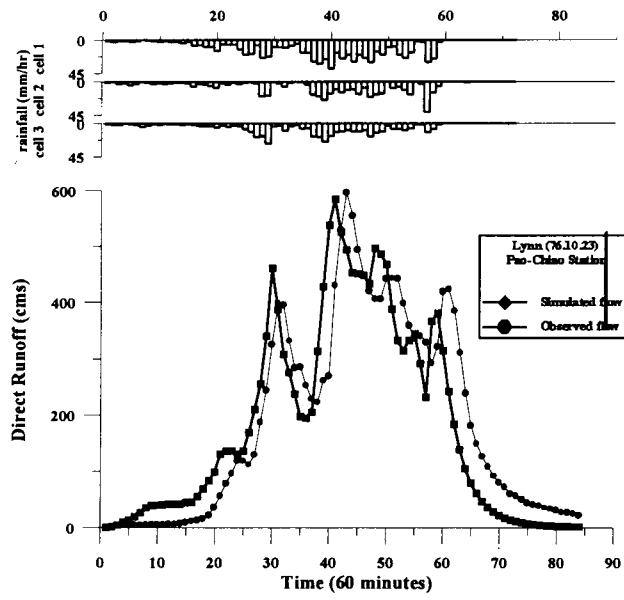


圖 6-29 景美溪寶橋上游集水區琳恩颱風逕流歷線檢定圖

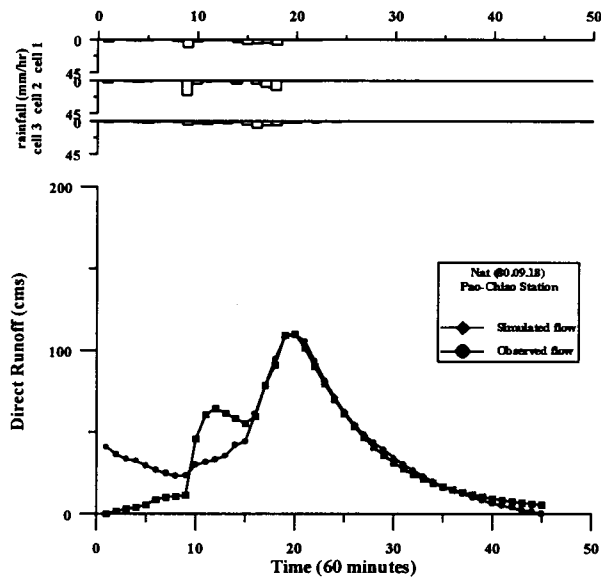


圖 6-30 景美溪寶橋上游集水區耐特颱風逕流歷線檢定圖

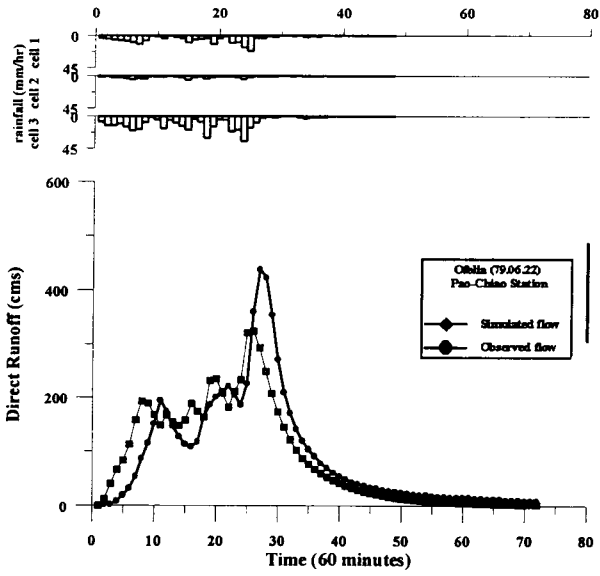


圖 6-31 景美溪寶橋上游集水區歐菲利颱風逕流歷線檢定圖

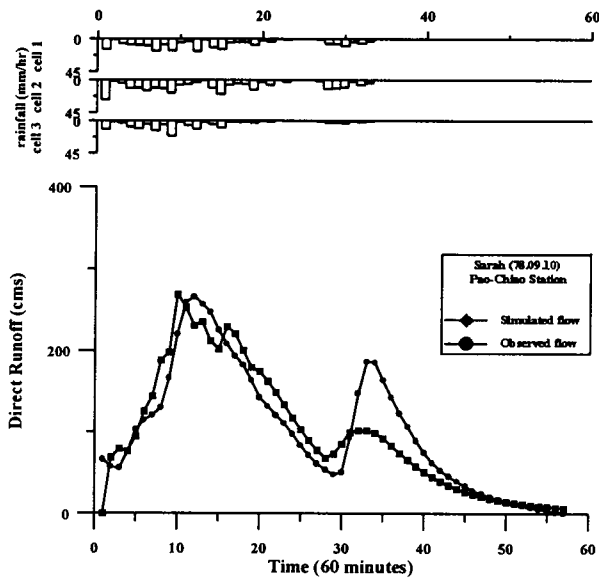


圖 6-32 景美溪寶橋上游集水區莎拉颱風逕流歷線檢定圖

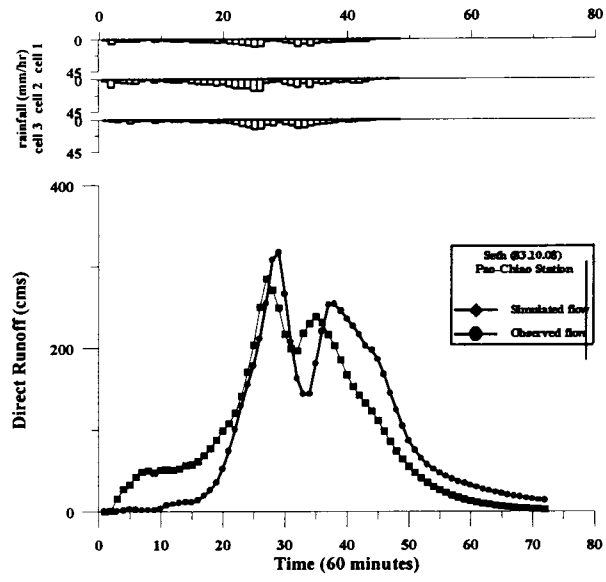


圖 6-33 景美溪寶橋上游集水區席斯颯洪逕流歷線檢定圖

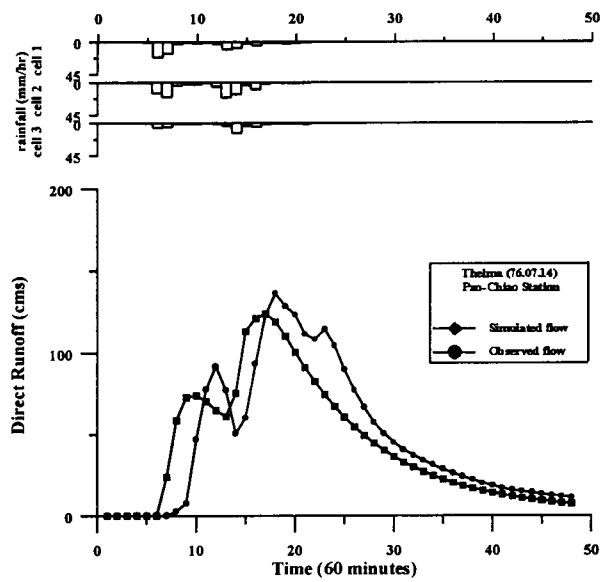


圖 6-34 景美溪寶橋上游集水區賽洛瑪颯洪逕流歷線檢定圖

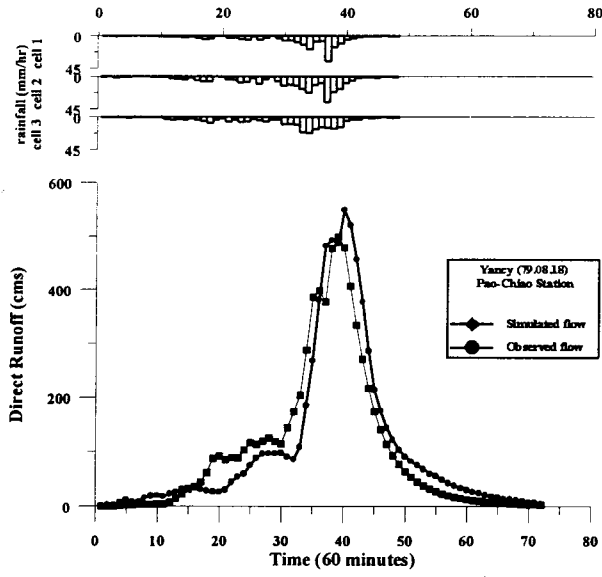


圖 6-35 景美溪寶橋上游集水區楊希颯洪逕流歷線檢定圖

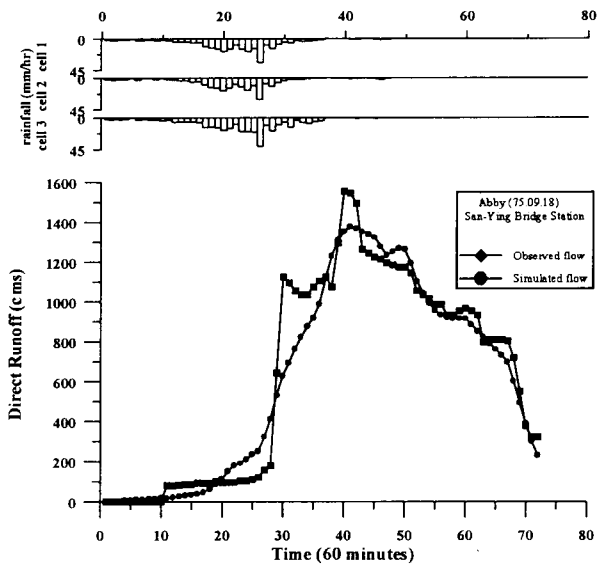


圖 6-36 大漢溪三鶯橋上游集水區艾貝颱風逕流歷線檢定圖

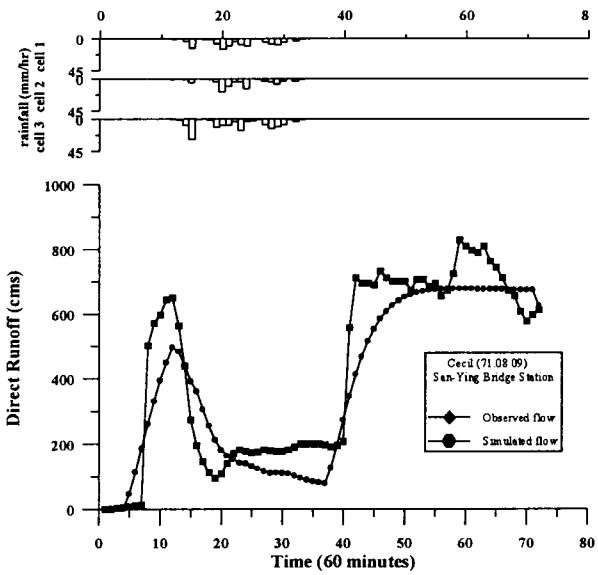


圖 6-37 大漢溪三鶯橋上游集水區西仕颱風逕流歷線檢定圖

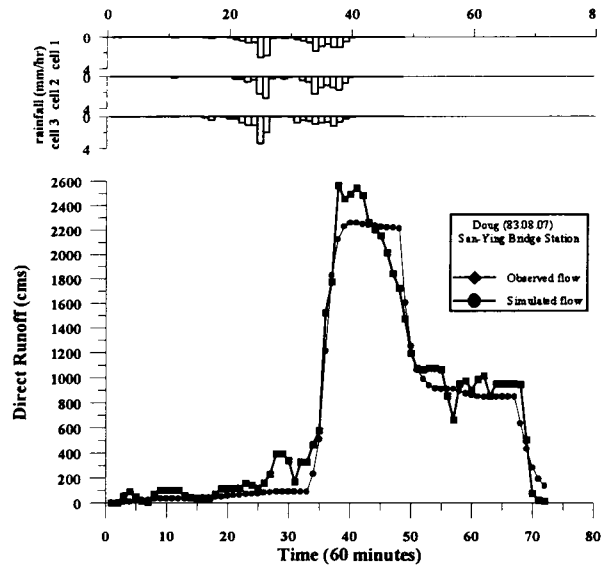


圖 6-38 大漢溪三鶯橋上游集水區道格颱風逕流歷線檢定圖

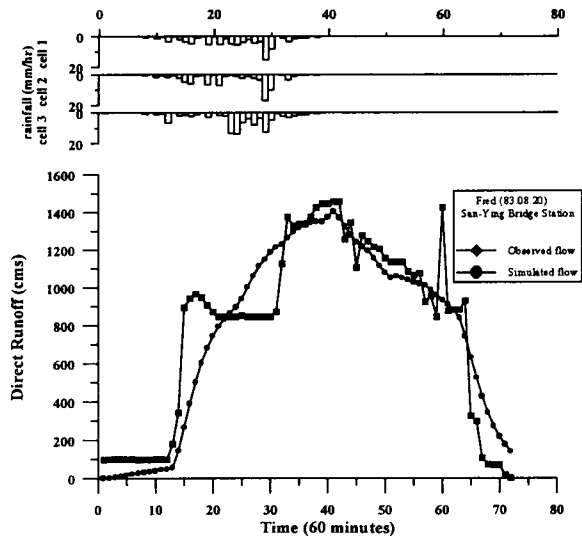


圖 6-39 大漢溪三鶯橋上游集水區芙瑞達颱風逕流歷線檢定圖

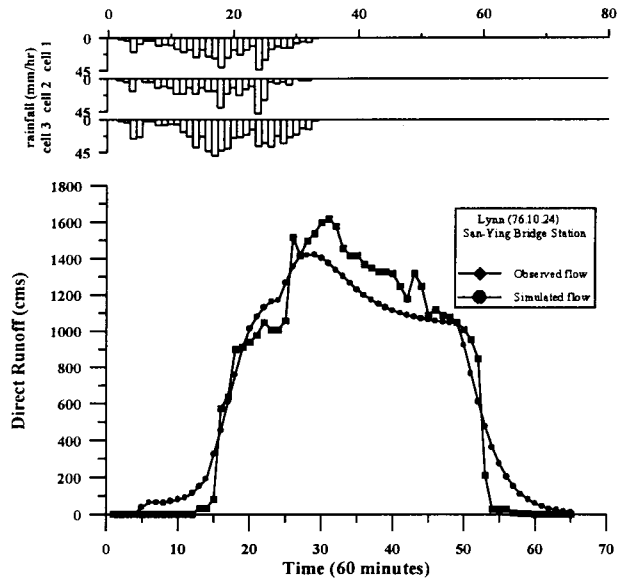


圖 6-40 大漢溪三鶯橋上游集水區琳恩颱風逕流歷線檢定圖

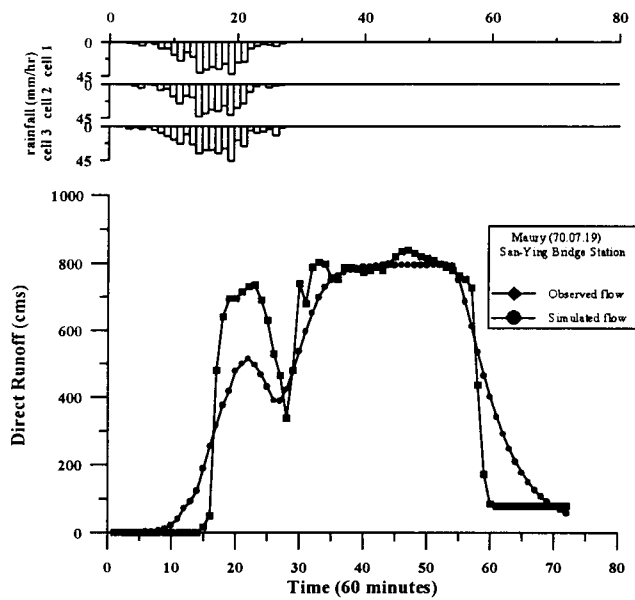


圖 6-41 大漢溪三鶯橋上游集水區莫瑞颱風逕流歷線檢定圖

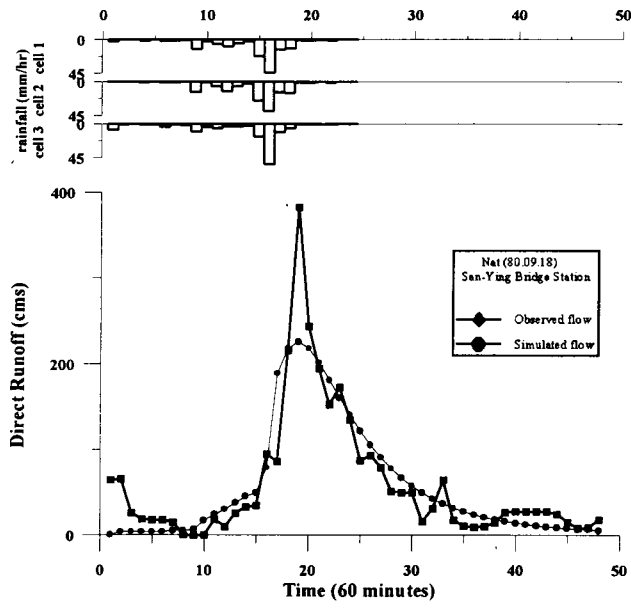


圖 6-42 大漢溪三鶯橋上游集水區耐特颱風逕流歷線檢定圖

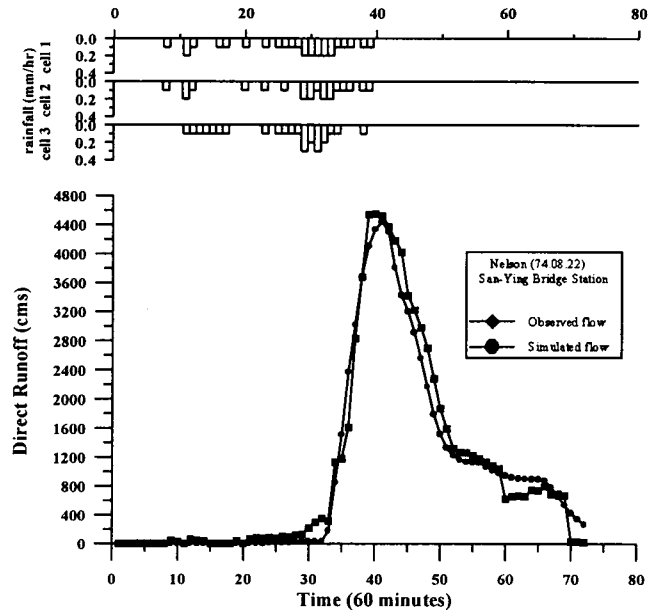


圖 6-43 大漢溪三鶯橋上游集水區尼爾森颱風逕流歷線檢定圖

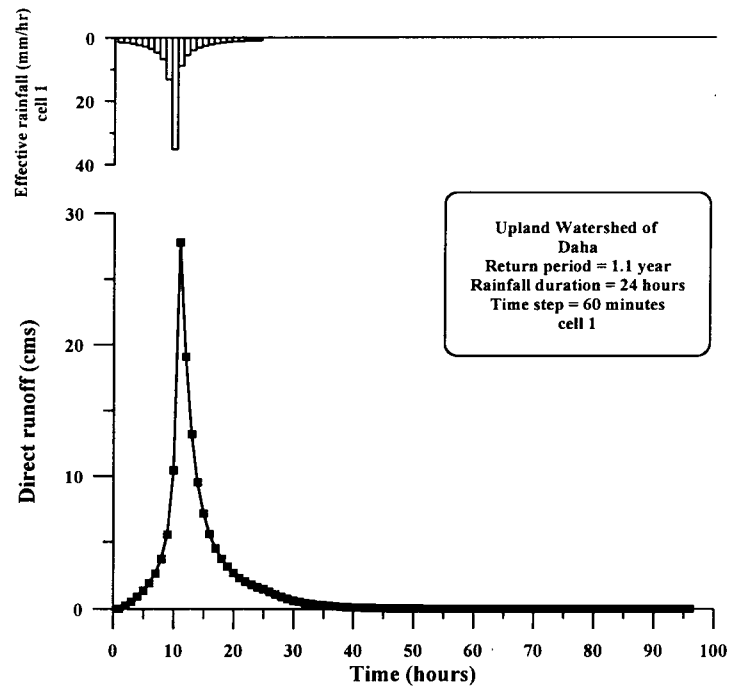


圖 6-44-1 三重、蘆洲、新莊區核胞 1 於重現期距 1.1 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

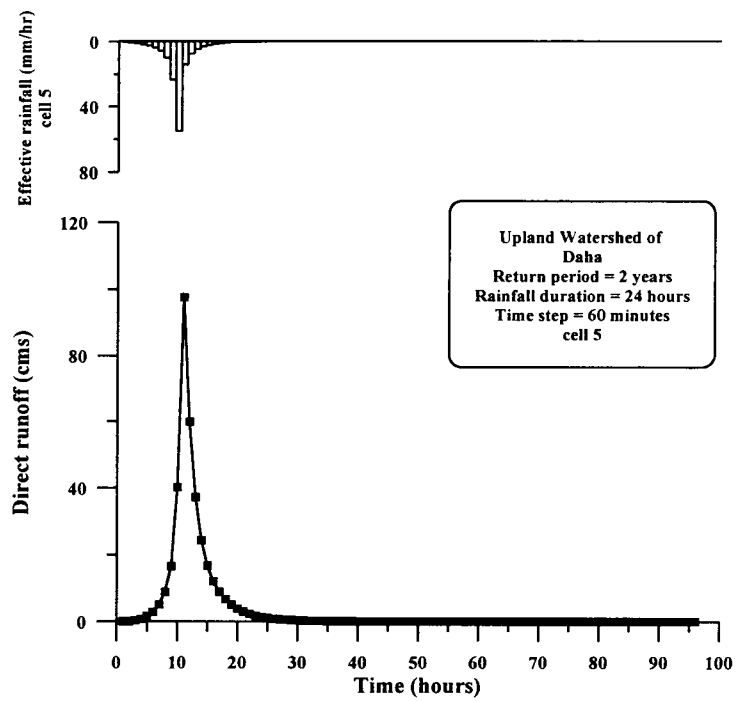


圖 6-44-2 三重、蘆洲、新莊區核胞 5 於重現期距 2 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

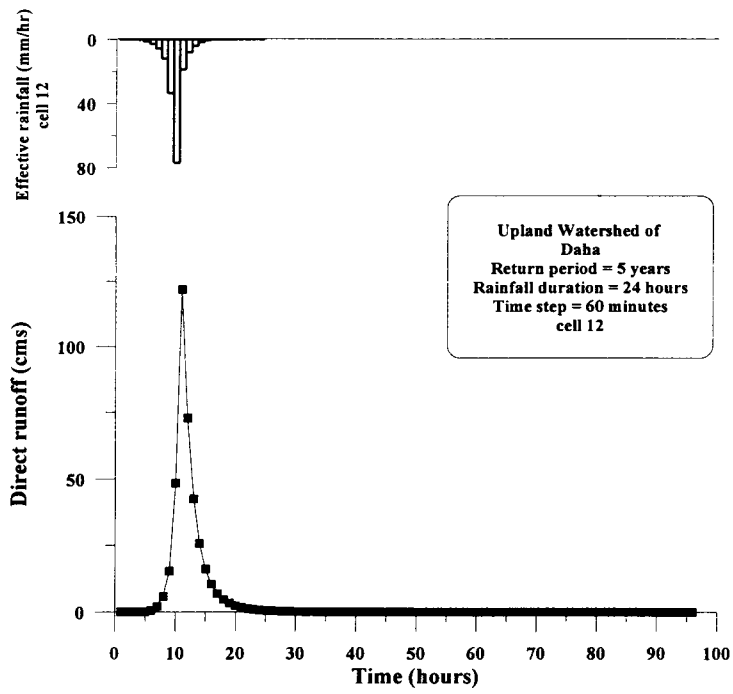


圖 6-44-3 三重、蘆洲、新莊區核胞 12 於重現期距 5 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

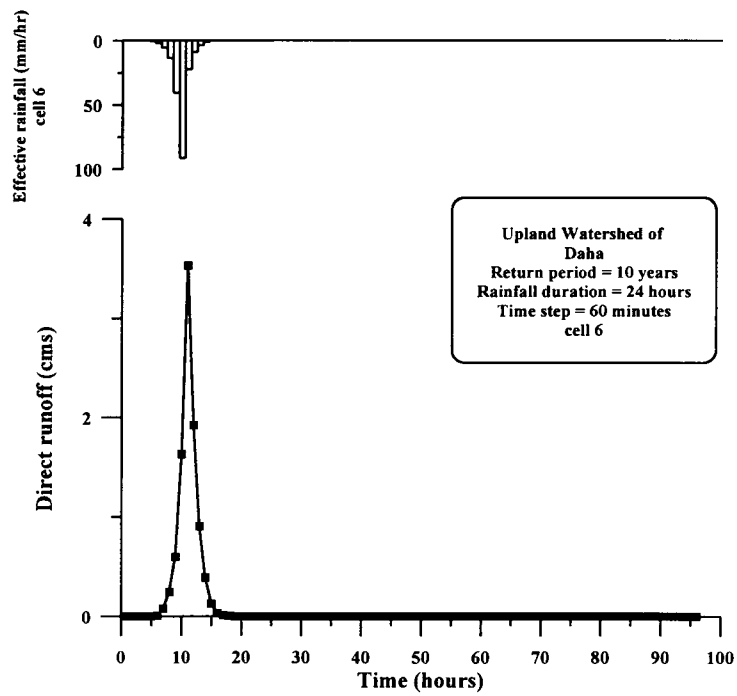


圖 6-44-4 三重、蘆洲、新莊區核胞 6 於重現期距 10 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

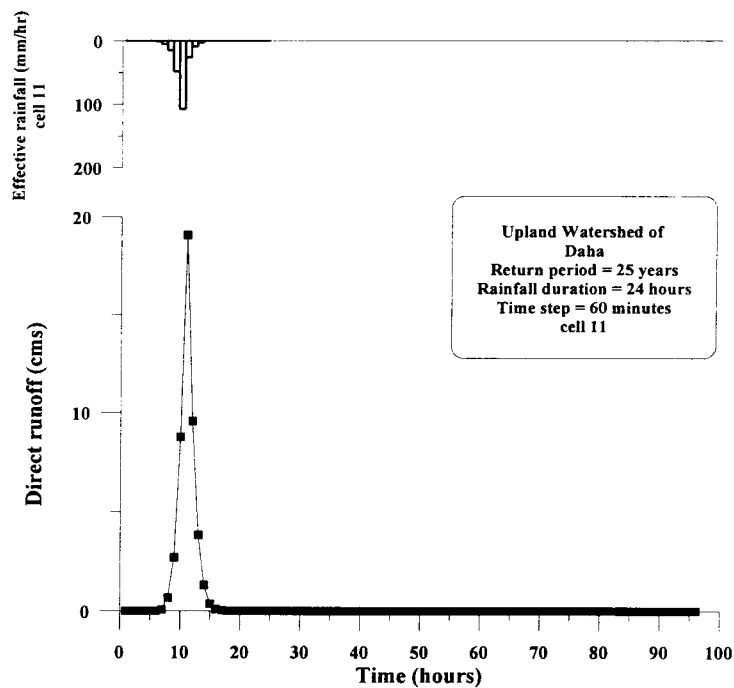


圖 6-44-5 三重、蘆洲、新莊區核胞 11 於重現期距 25 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

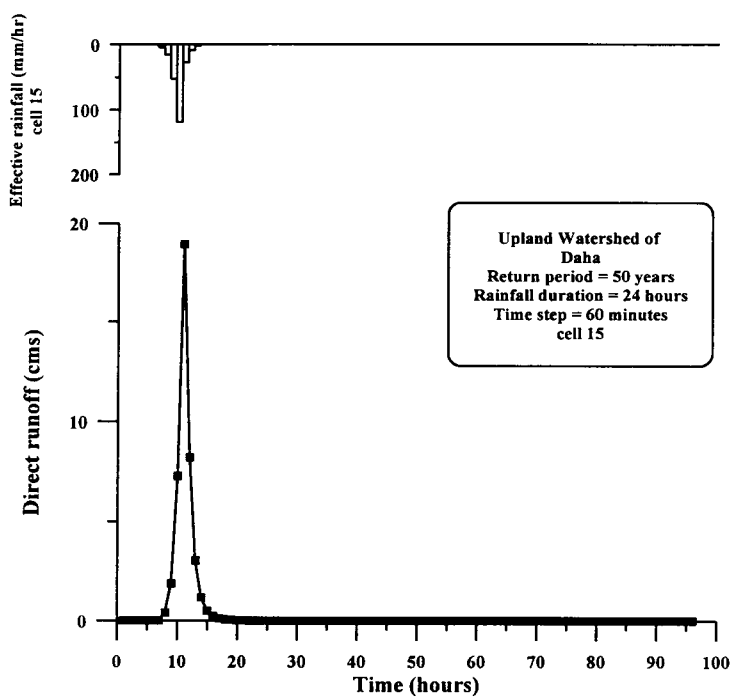


圖 6-44-6 三重、蘆洲、新莊區核胞 15 於重現期距 50 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

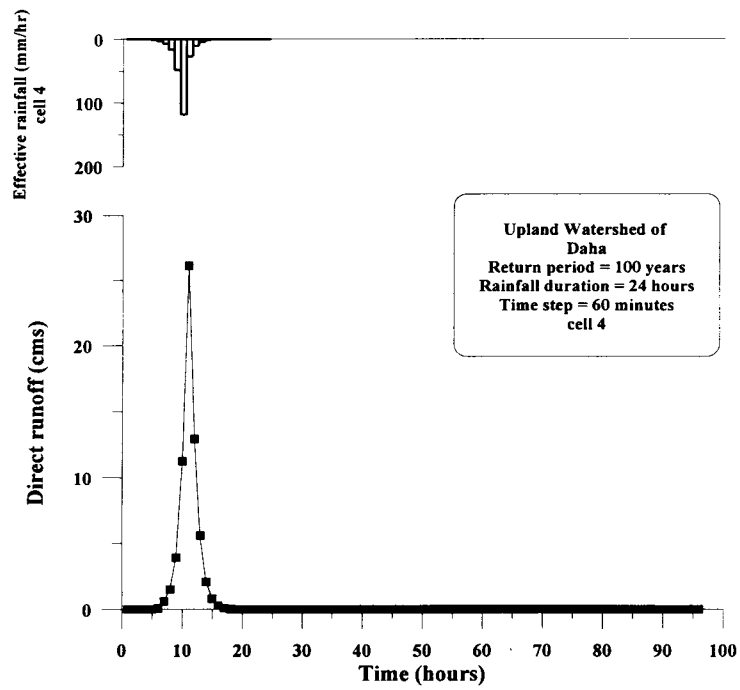


圖 6-44-7 三重、蘆洲、新莊區核胞 4 於重現期距 100 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

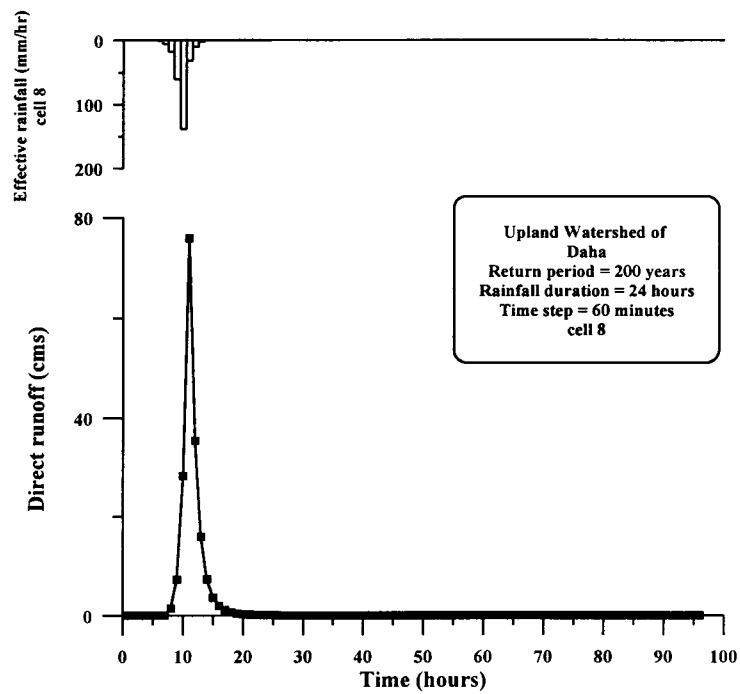


圖 6-44-8 三重、蘆洲、新莊區核胞 8 於重現期距 200 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

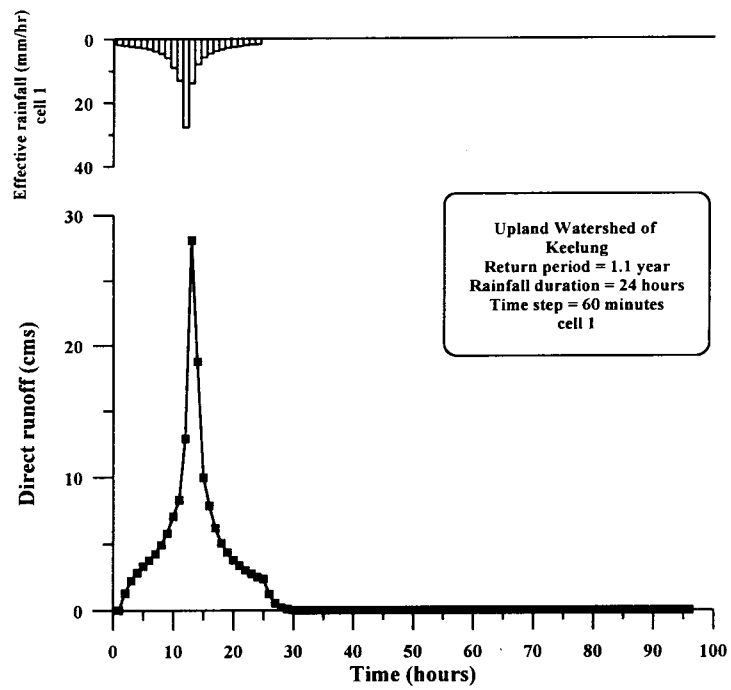


圖 6-45-1 士林、大直、內湖區核胞 1 於重現期距 1.1 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

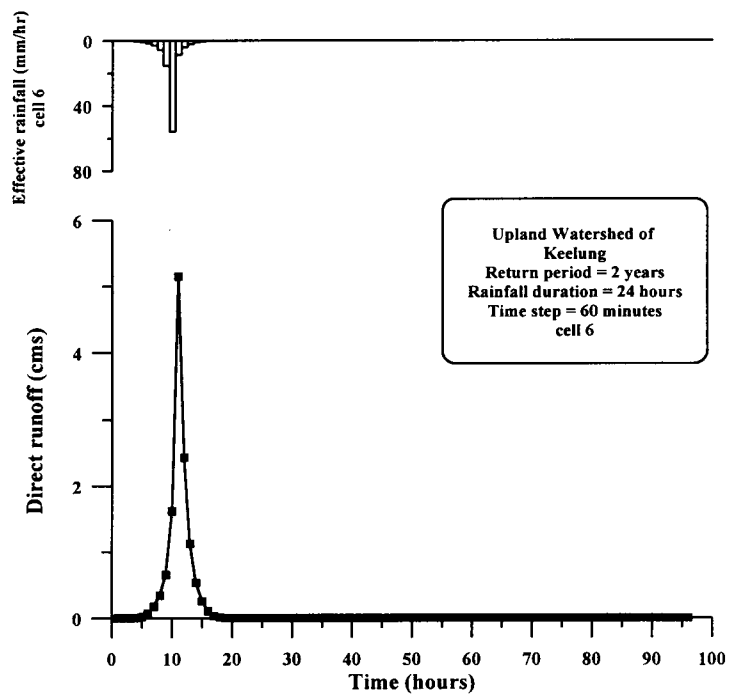


圖 6-45-2 士林、大直、內湖區核胞 6 於重現期距 2 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

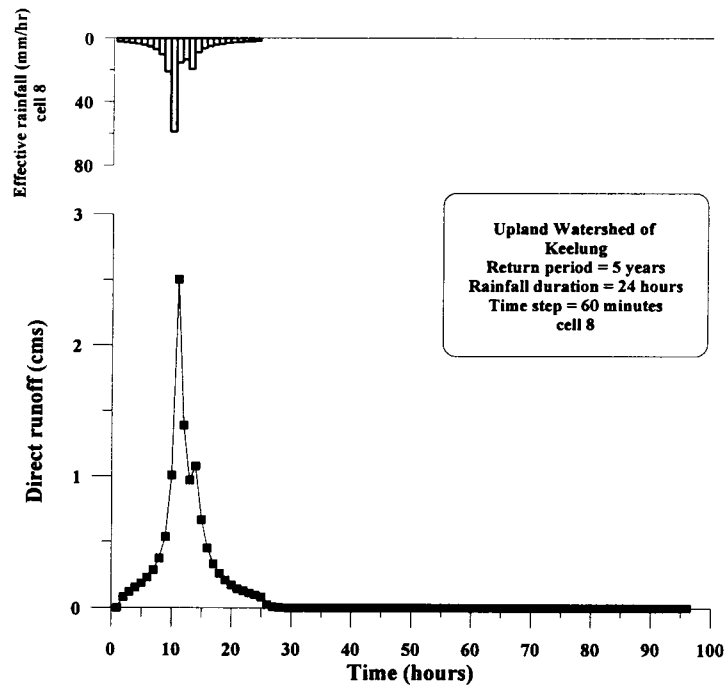


圖 6-45-3 士林、大直、內湖區核胞 8 於重現期距 5 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

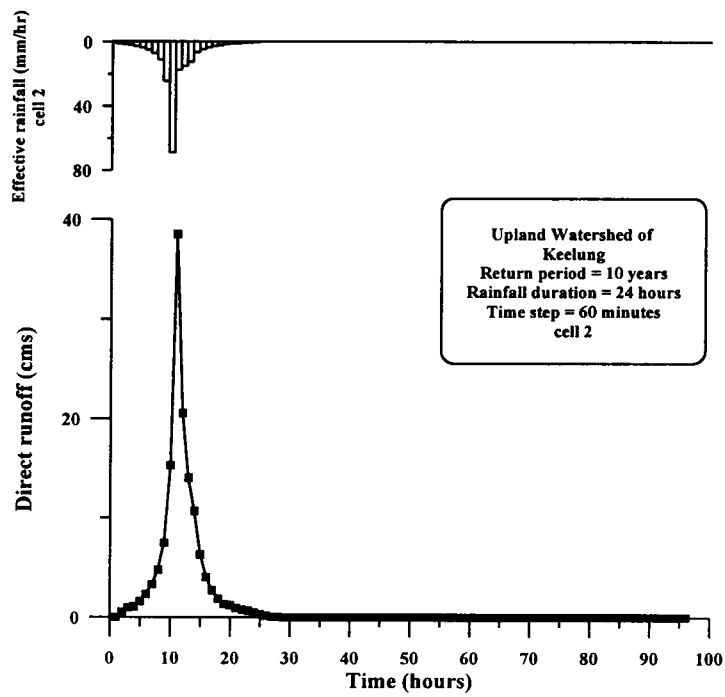


圖 6-45-4 士林、大直、內湖區核胞 2 於重現期距 10 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

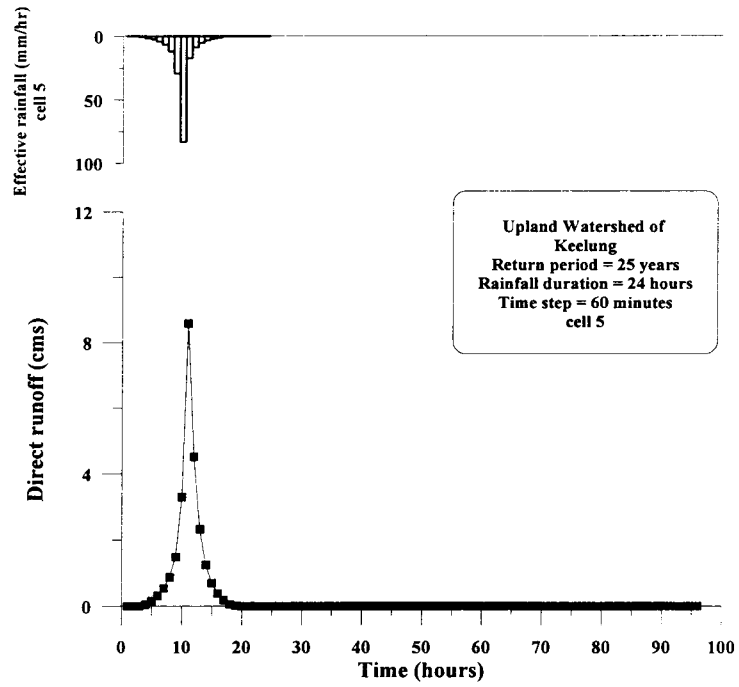


圖 6-45-5 士林、大直、內湖區核胞 5 於重現期距 25 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

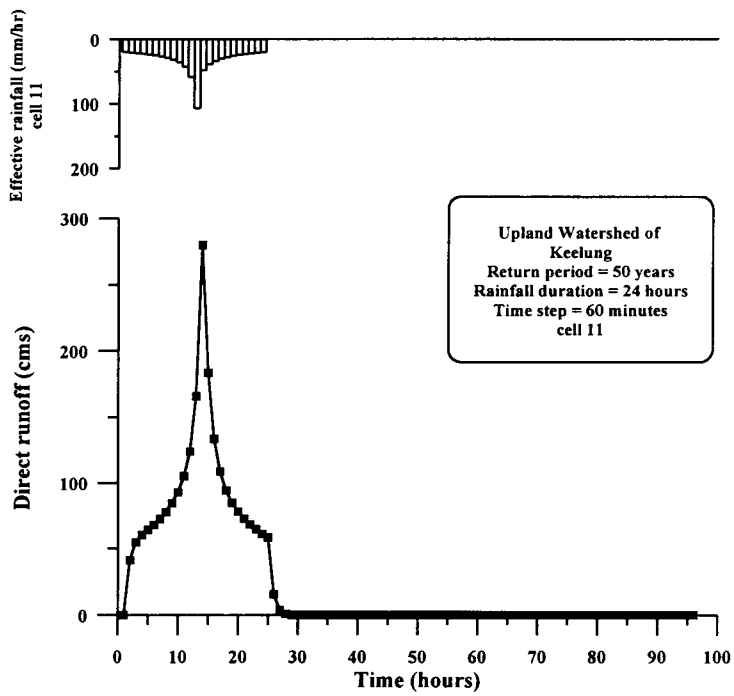


圖 6-45-6 士林、大直、內湖區核胞 11 於重現期距 50 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

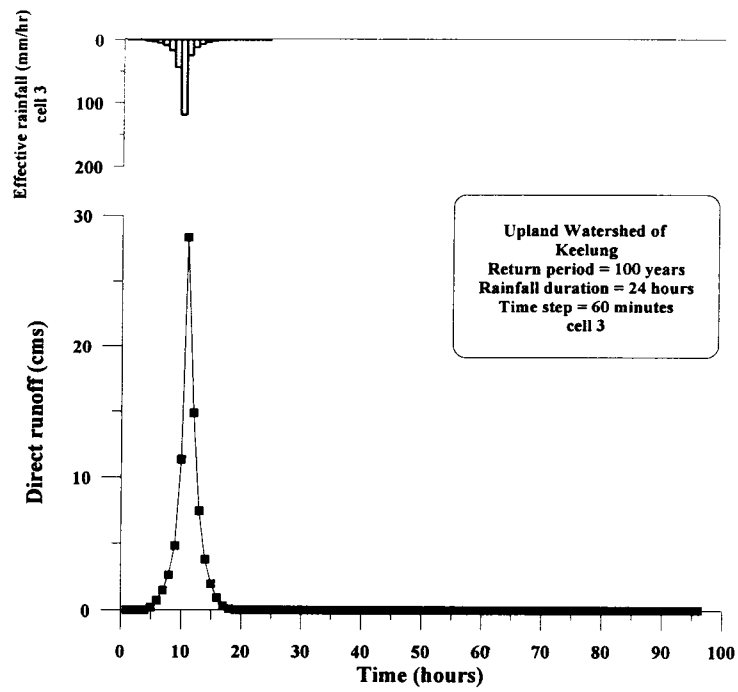


圖 6-45-7 士林、大直、內湖區核胞 3 於重現期距 100 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

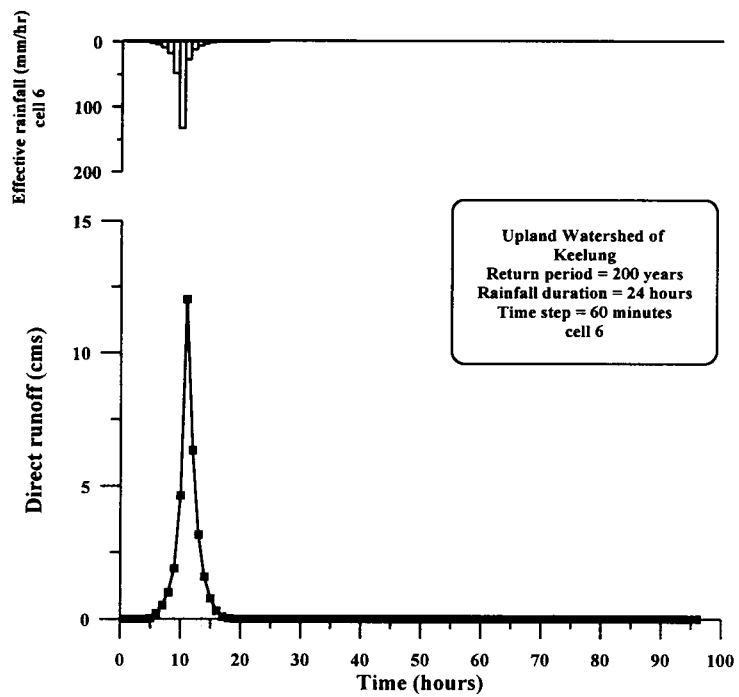


圖 6-45-8 士林、大直、內湖區核胞 6 於重現期距 200 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

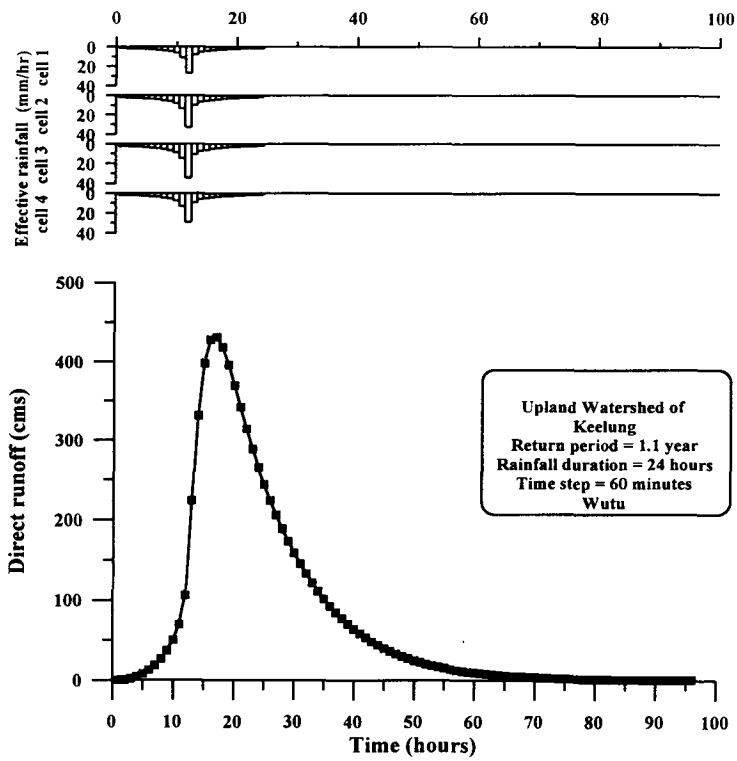


圖 6-46-1 五堵上游集水區於重現期距 1.1 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

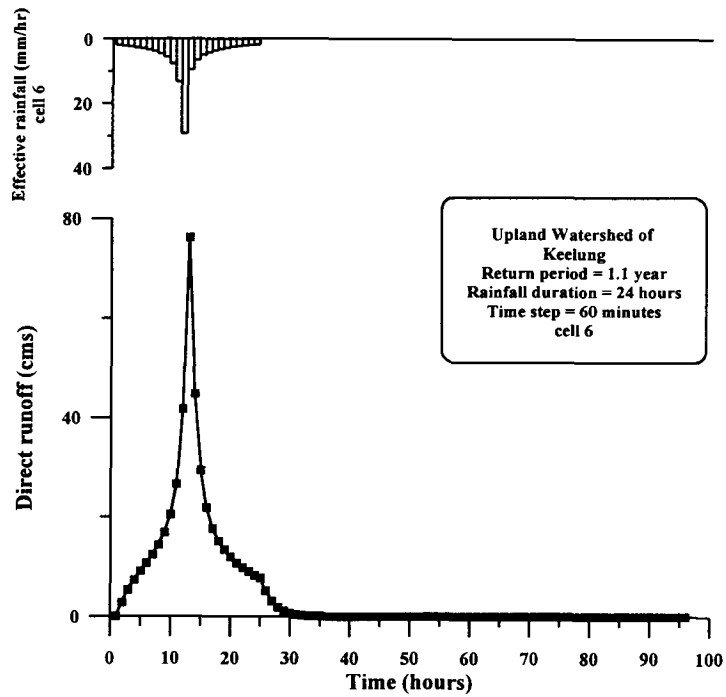


圖 6-46-2 台北中央、汐止區核胞 6 於重現期距 1.1 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

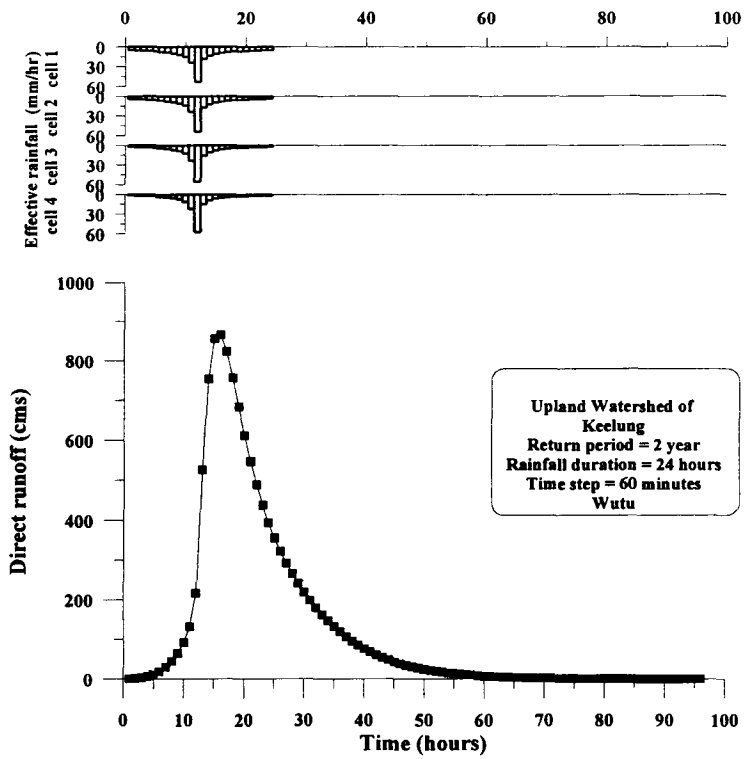


圖 6-46-3 五堵上游集水區於重現期距 2 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

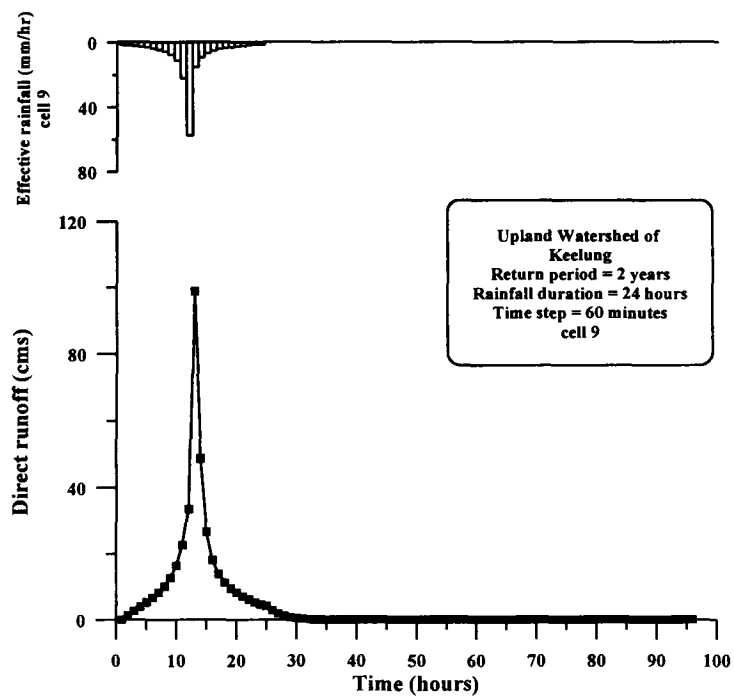


圖 6-46-4 台北中央、汐止區核胞 9 於重現期距 2 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

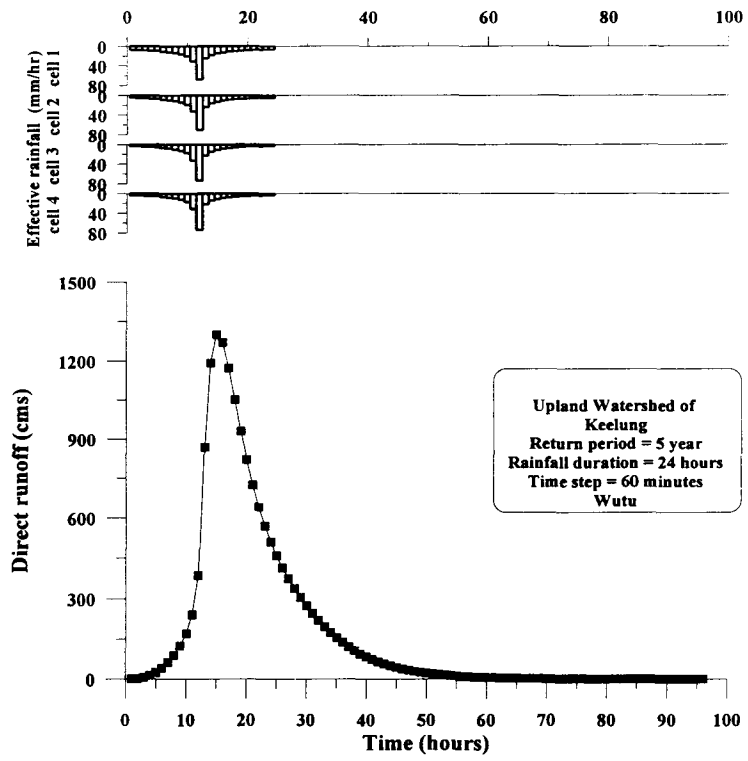


圖 6-46-5 五堵上游集水區於重現期距 5 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

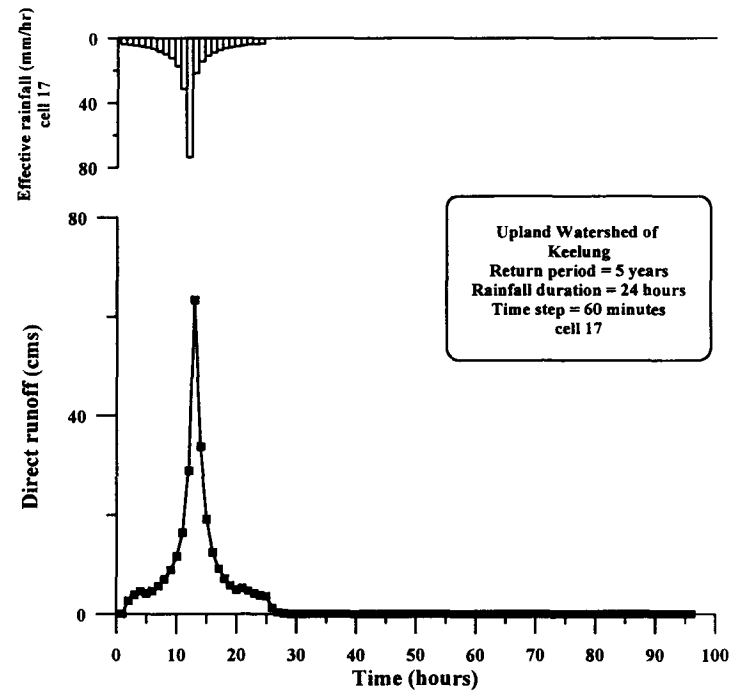


圖 6-46-6 台北中央、汐止區核胞 17 於重現期距 5 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

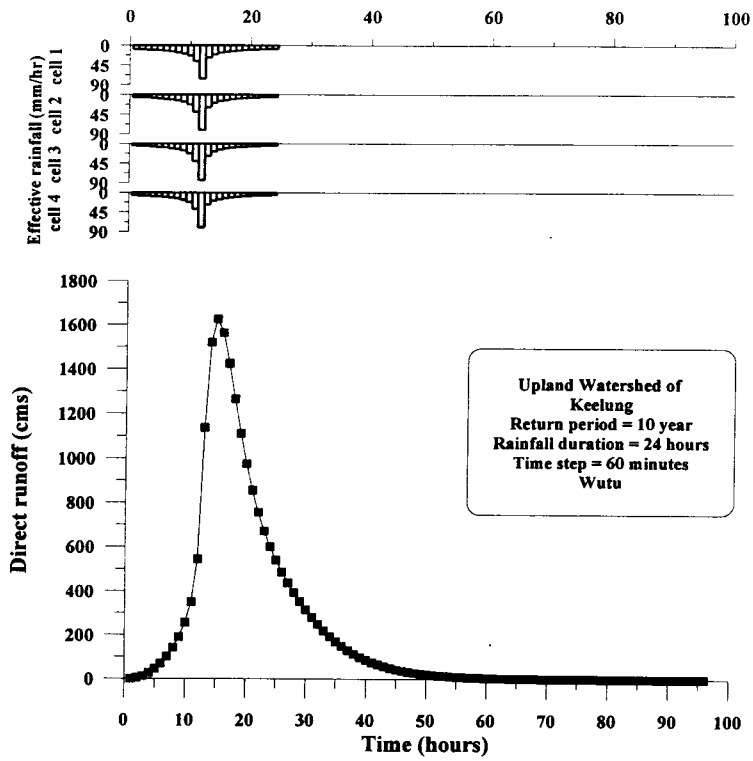


圖 6-46-7 五堵上游集水區於重現期距 10 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

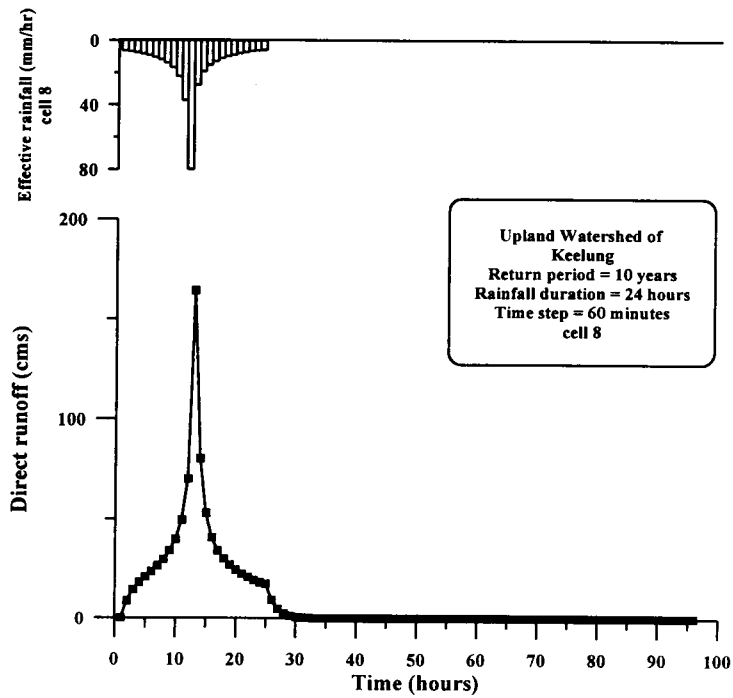


圖 6-46-8 台北中央、汐止區核胞 8 於重現期距 10 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

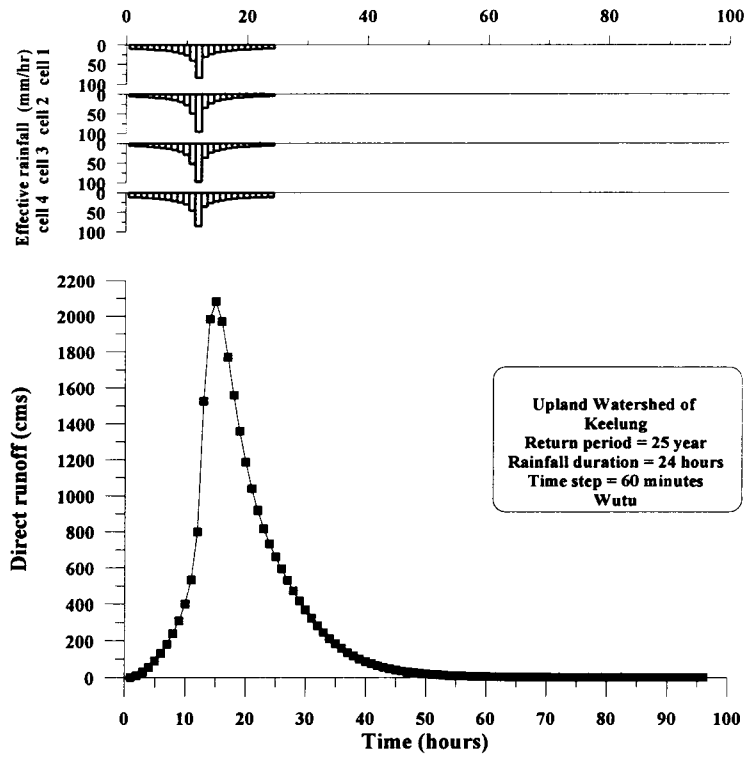


圖 6-46-9 五堵上游集水區於重現期距 25 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

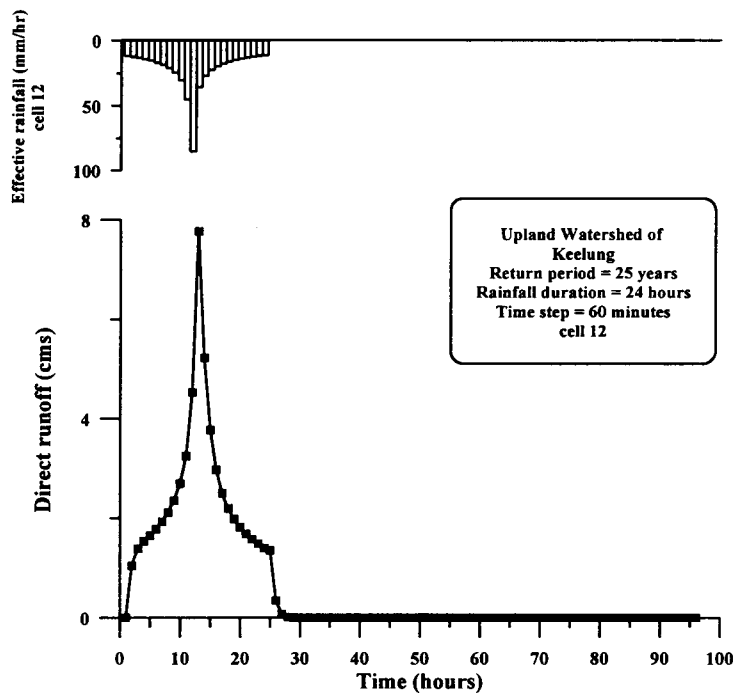


圖 6-46-10 台北中央、汐止區核胞 12 於重現期距 25 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

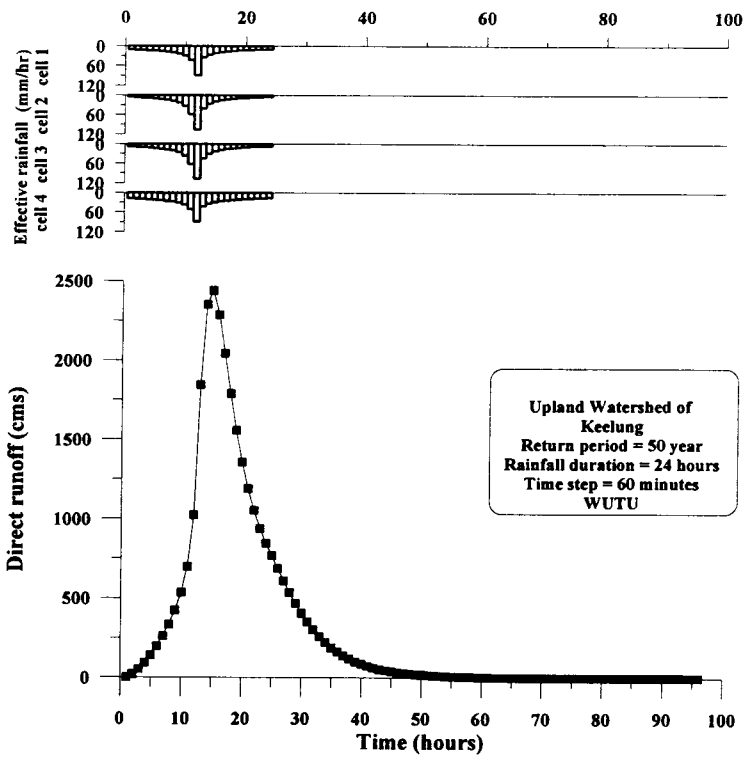


圖 6-46-11 五堵上游集水區於重現期距 50 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

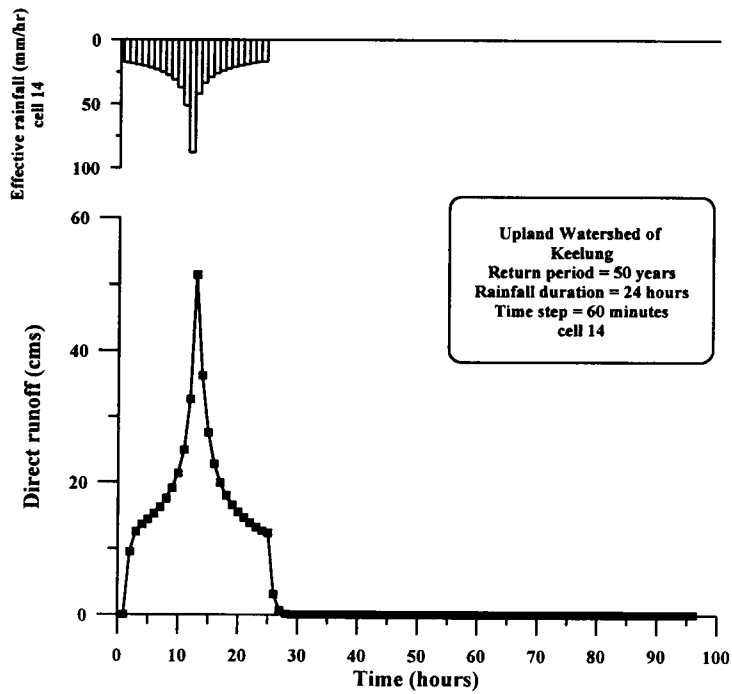


圖 6-46-12 台北中央、汐止區核胞 14 於重現期距 50 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

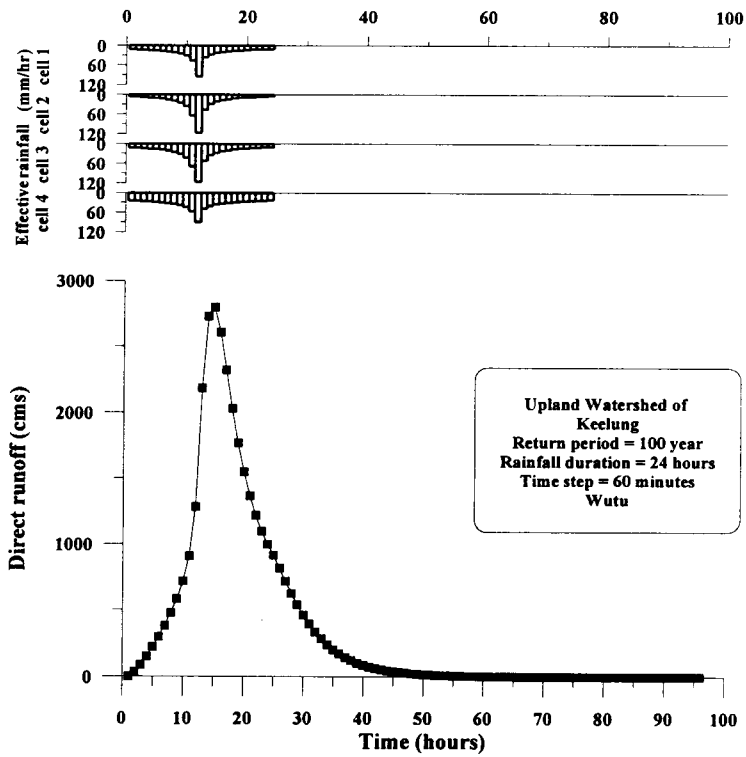


圖 6-46-13 五堵上游集水區於重現期距 100 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

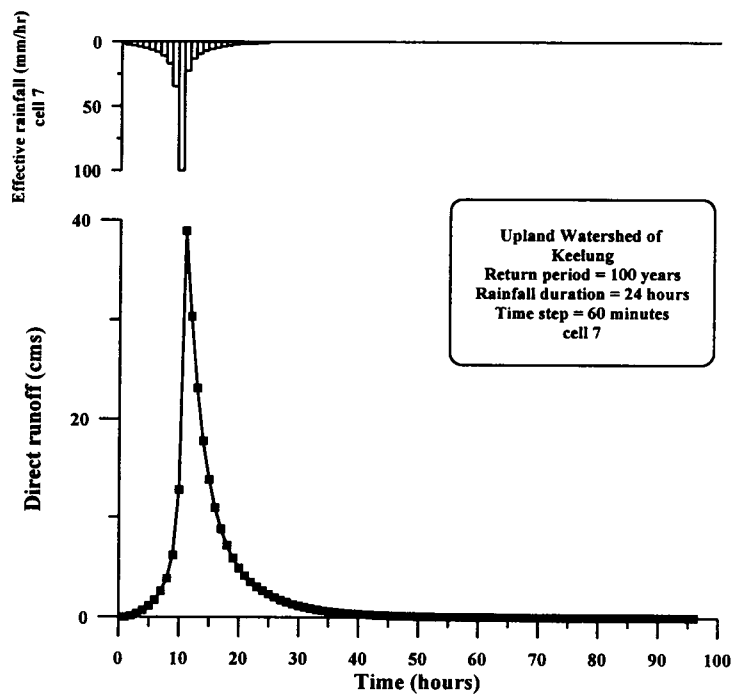


圖 6-46-14 台北中央、汐止區核胞 7 於重現期距 100 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

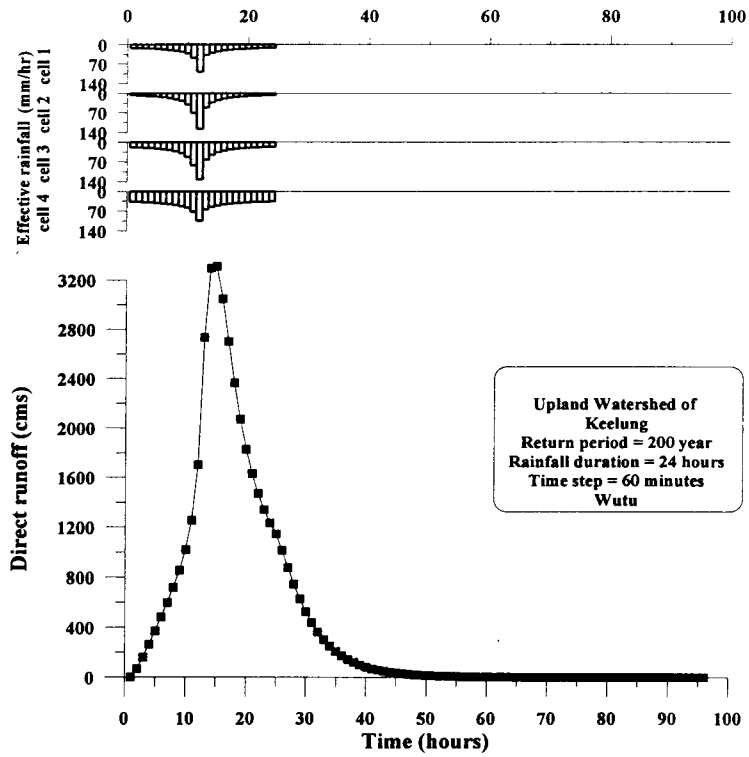


圖 6-46-15 五堵上游集水區於重現期距 200 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

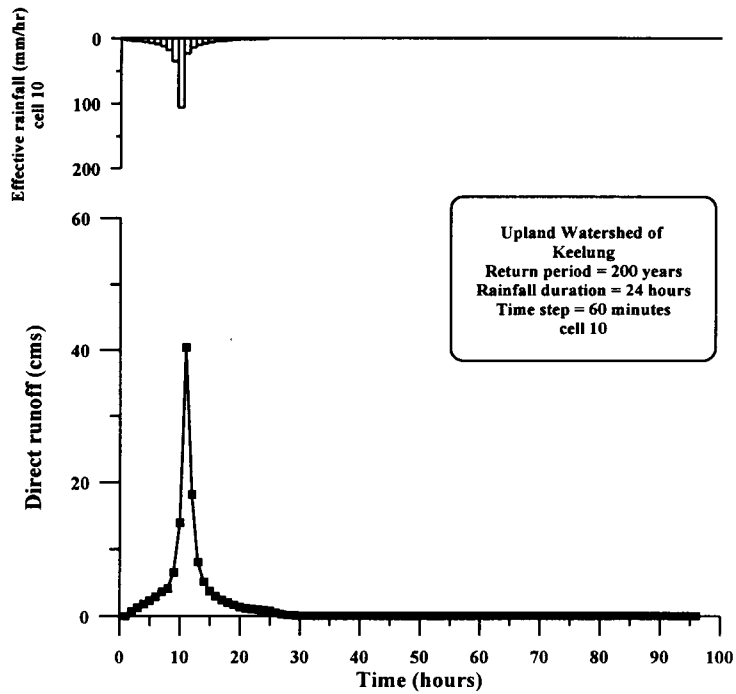


圖 6-46-16 台北中央、汐止區核胞 10 於重現期距 200 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬

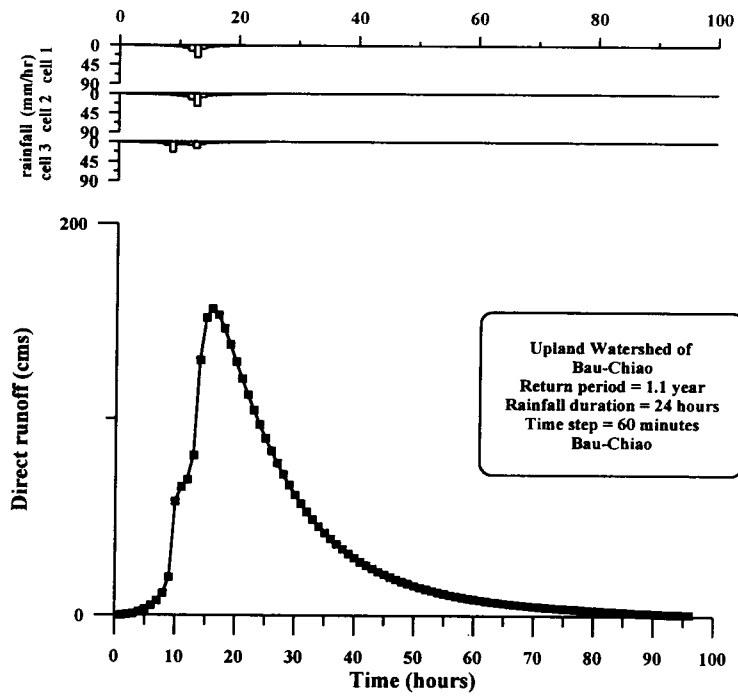


圖 6-47-1 寶橋上游集水區於重現期距 1.1 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

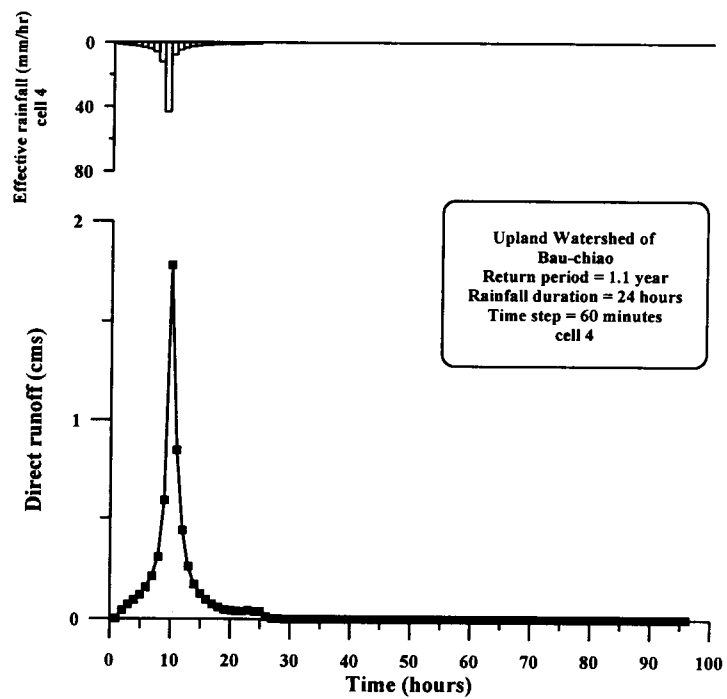


圖 6-47-2 新店區核胞 4 於重現期距 1.1 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

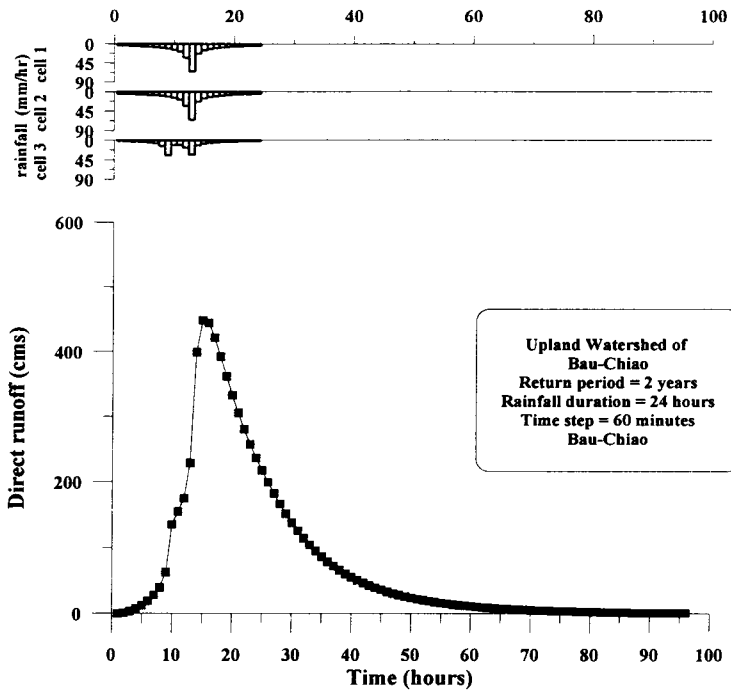


圖 6-47-3 寶橋上游集水區於重現期距 2 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

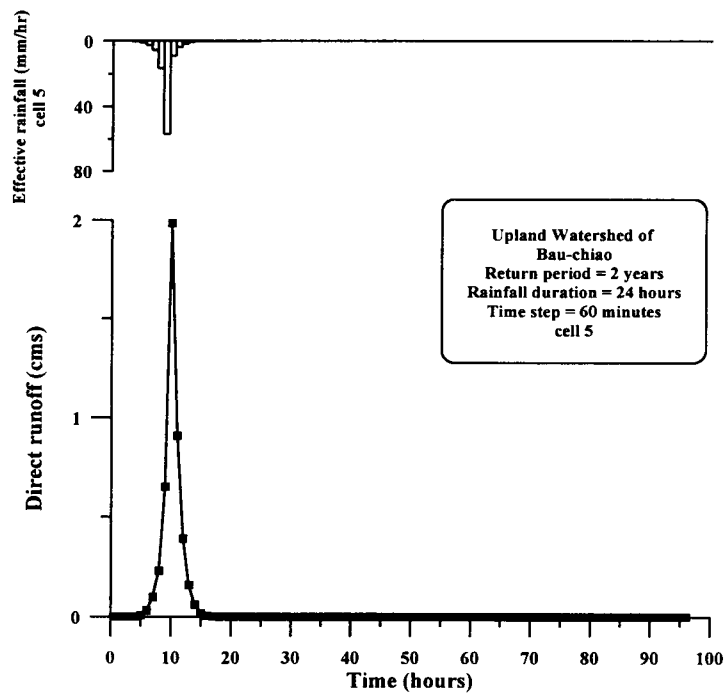


圖 6-47-4 新店區核胞 5 於重現期距 2 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

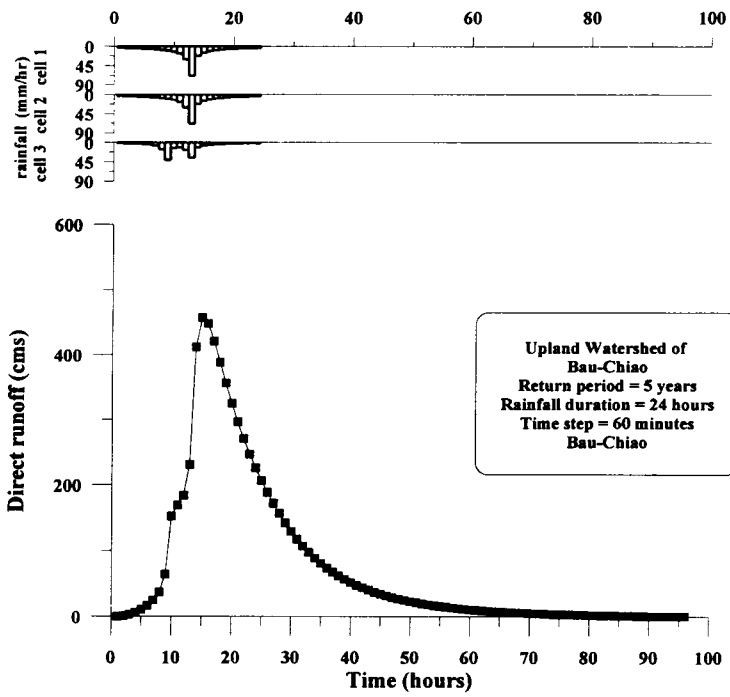


圖 6-47-5 寶橋上游集水區於重現期距 5 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

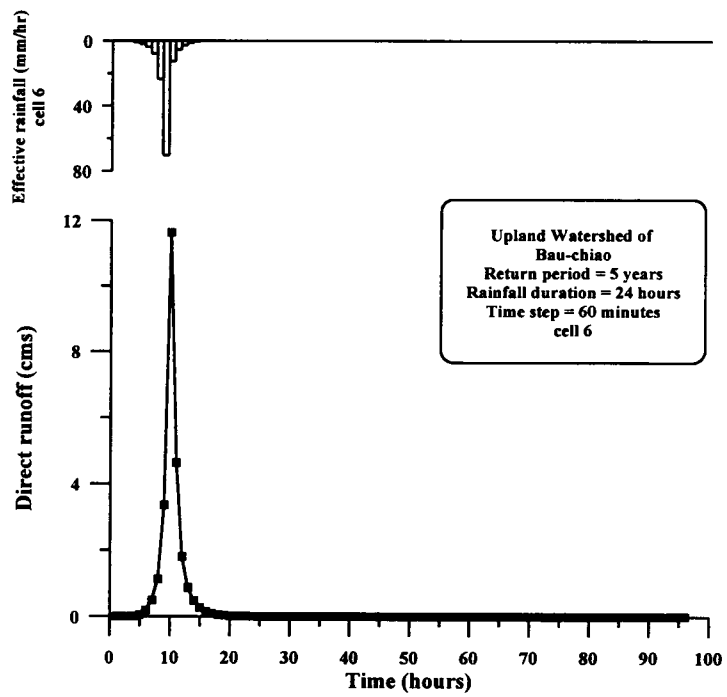


圖 6-47-6 新店區核胞 6 於重現期距 5 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

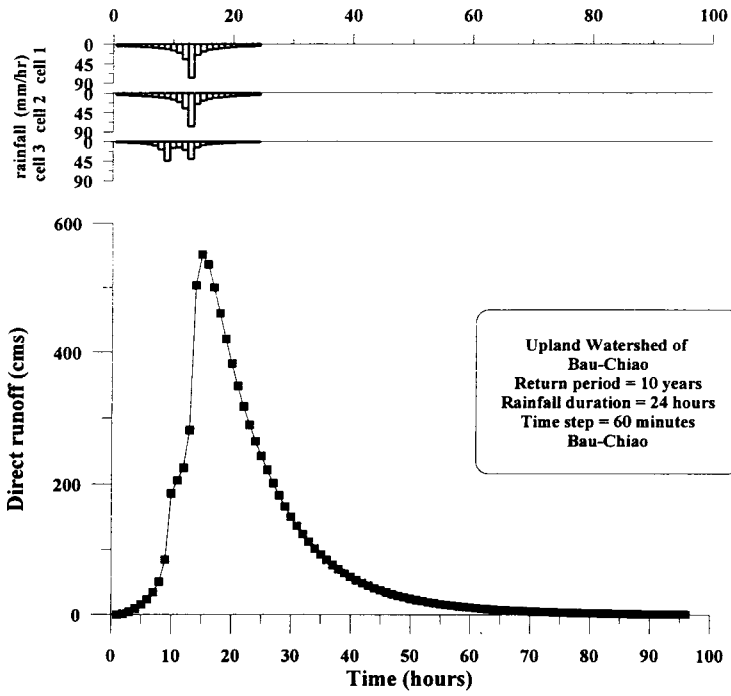


圖 6-47-7 寶橋上游集水區於重現期距 10 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

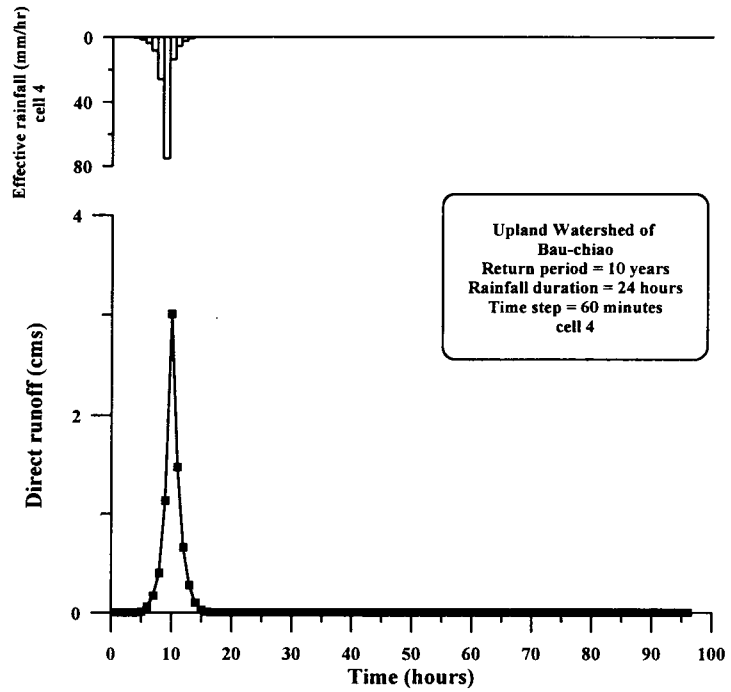


圖 6-47-8 新店區核胞 4 於重現期距 10 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

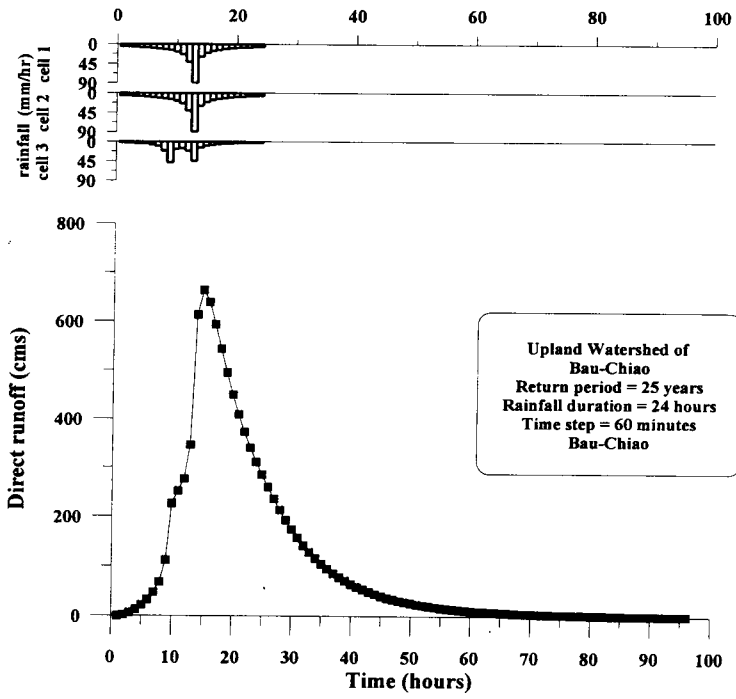


圖 6-47-9 寶橋上游集水區於重現期距 25 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

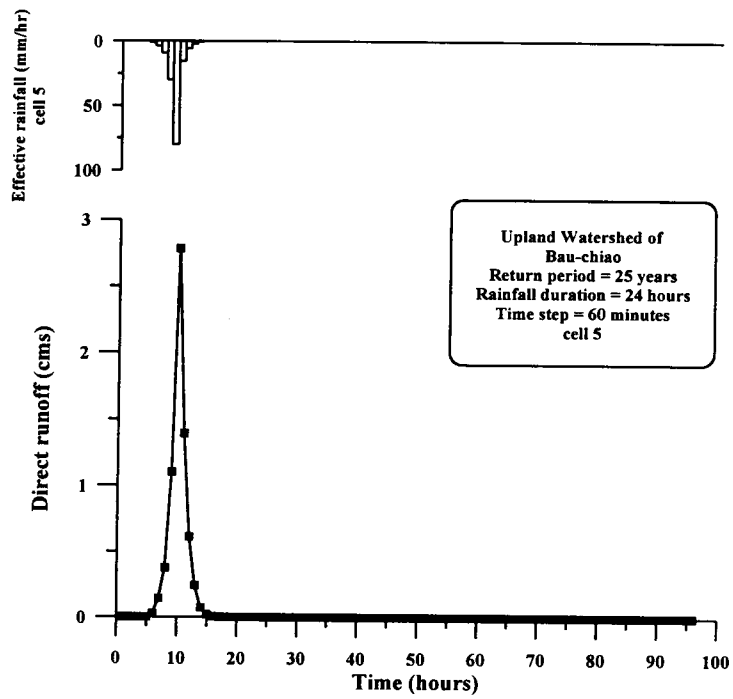


圖 6-47-10 新店區核胞 5 於重現期距 25 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

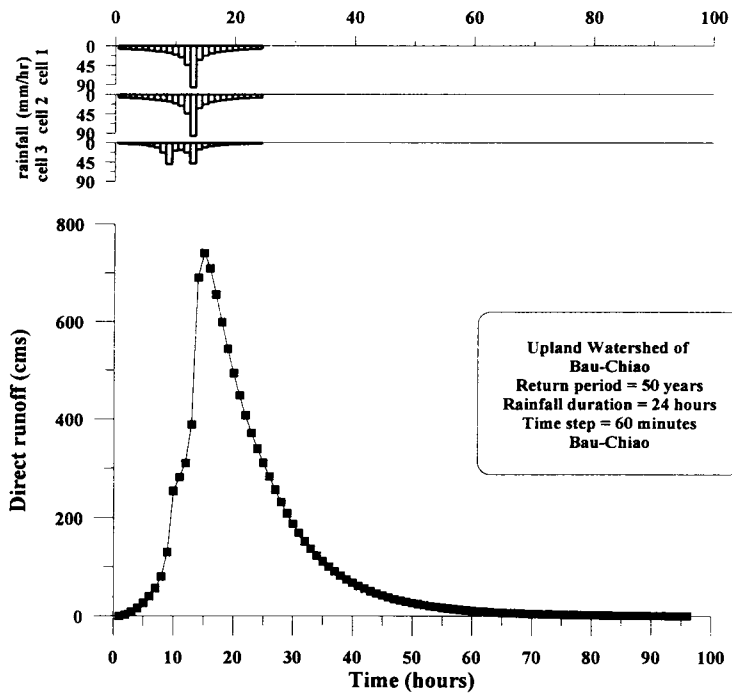


圖 6-47-11 寶橋上游集水區於重現期距 50 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

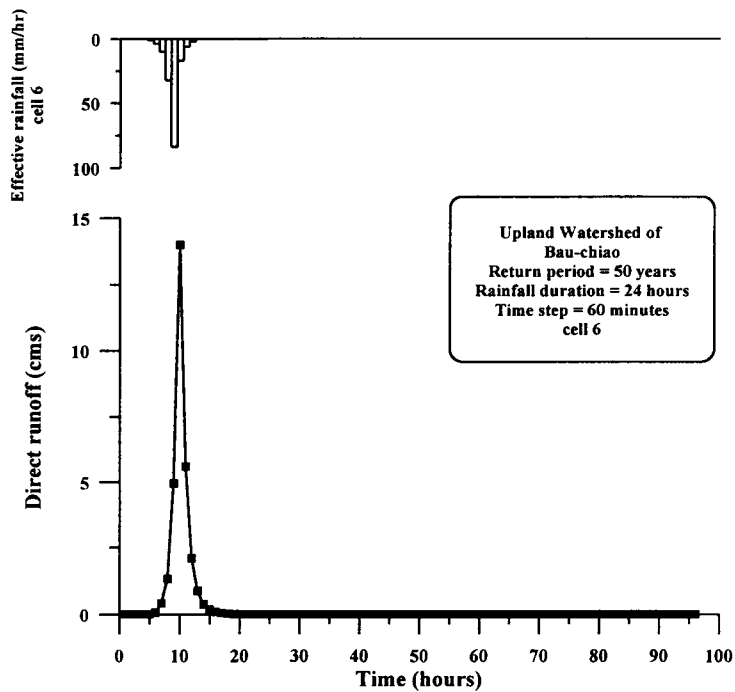


圖 6-47-12 新店區核胞 6 於重現期距 50 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

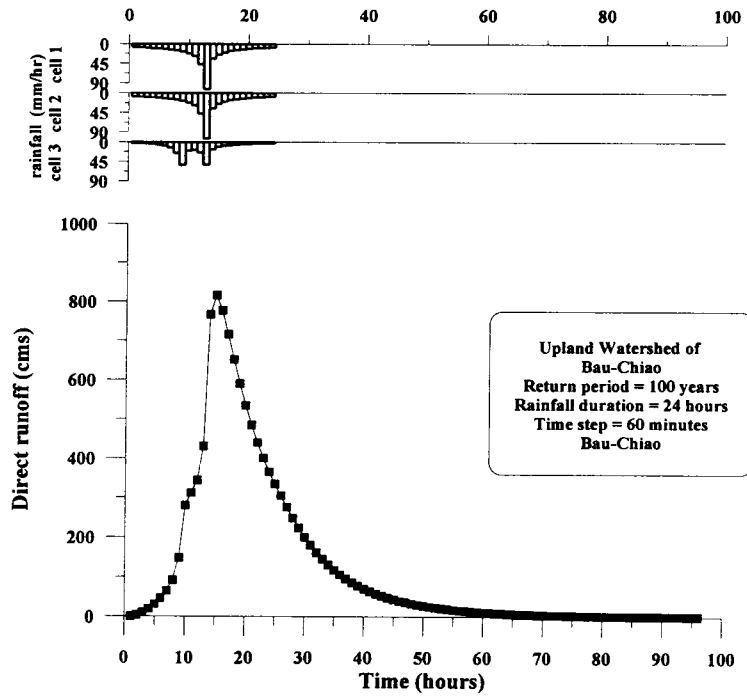


圖 6-47-13 寶橋上游集水區於重現期距 100 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

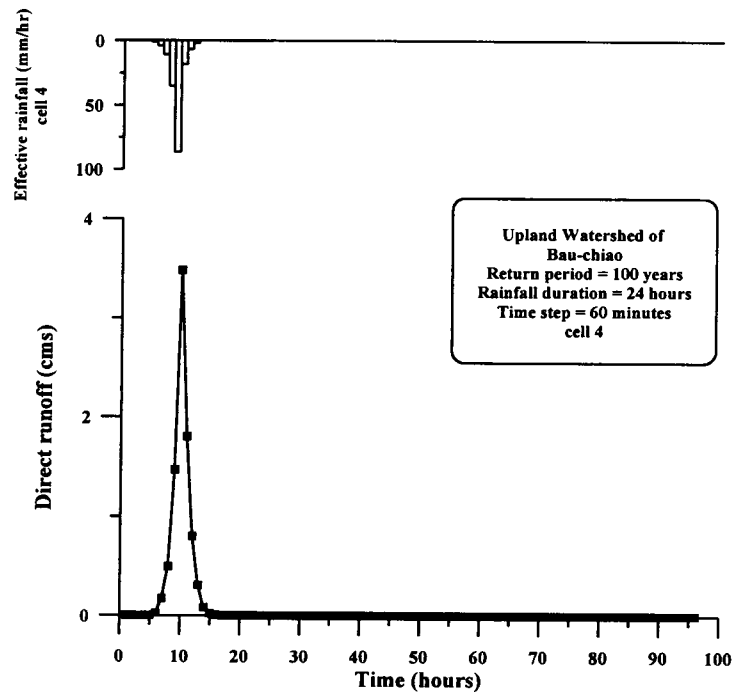


圖 6-47-14 新店區核胞 4 於重現期距 100 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

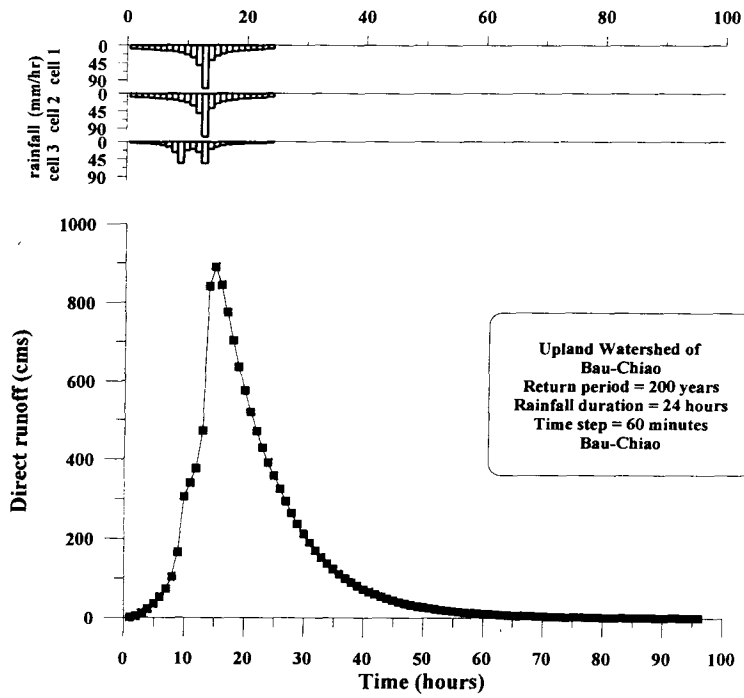


圖 6-47-15 寶橋上游集水區於重現期距 200 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

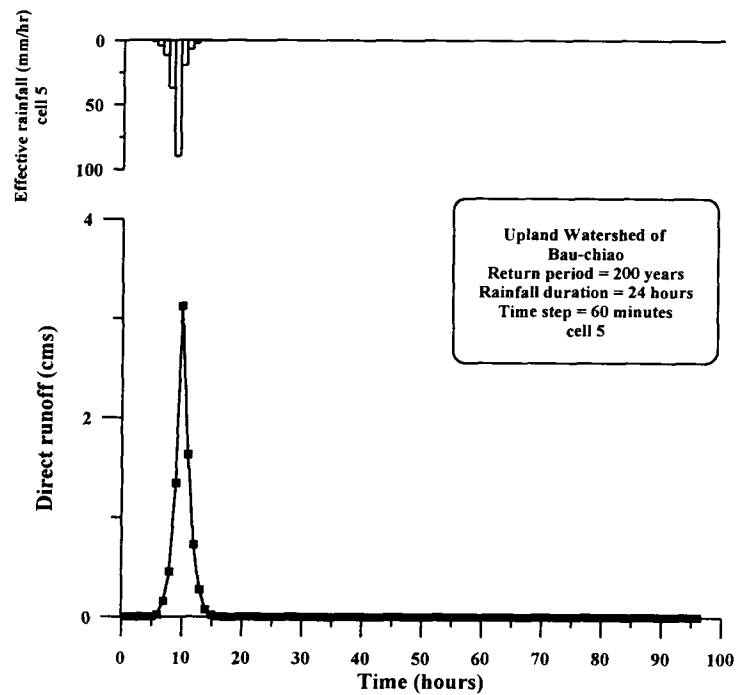


圖 6-47-16 新店區核胞 5 於重現期距 200 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

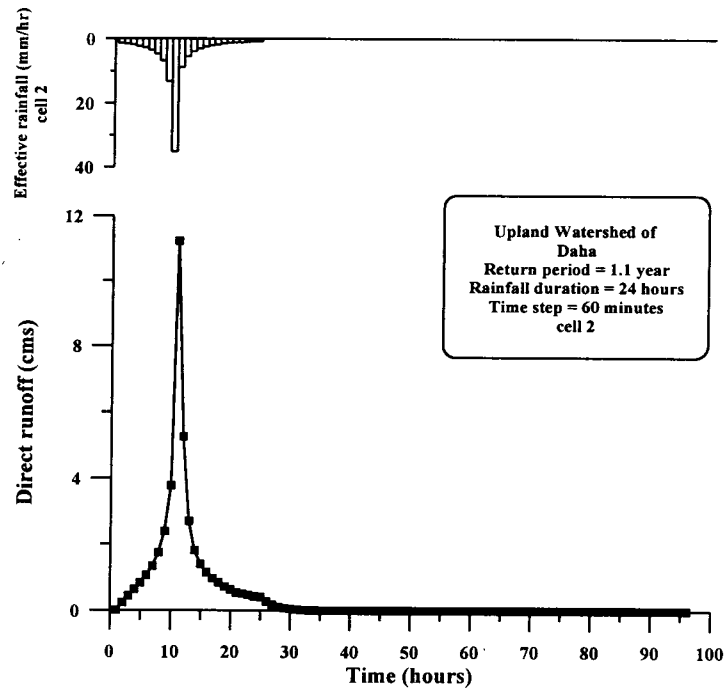


圖 6-48-1 板橋、中和、永和區核胞 2 於重現期距 1.1 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

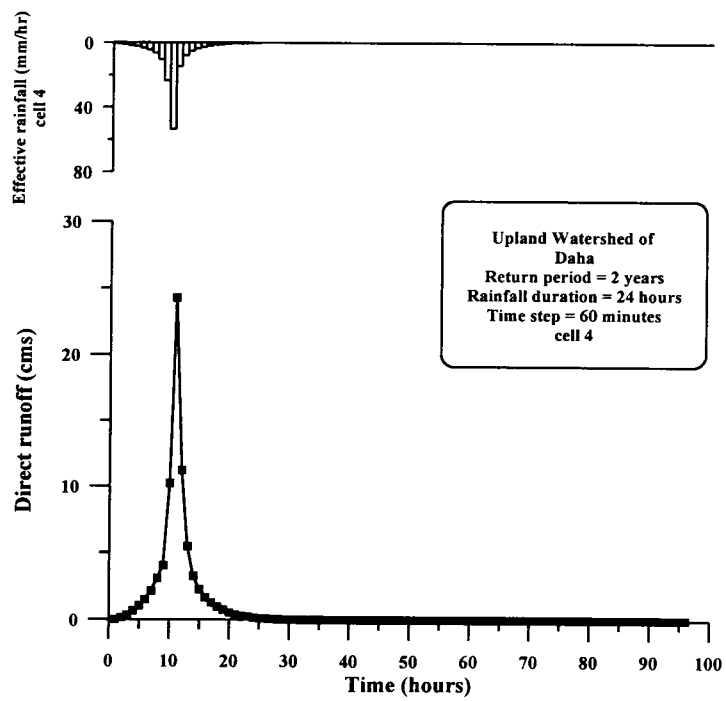


圖 6-48-2 板橋、中和、永和區核胞 4 於重現期距 2 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

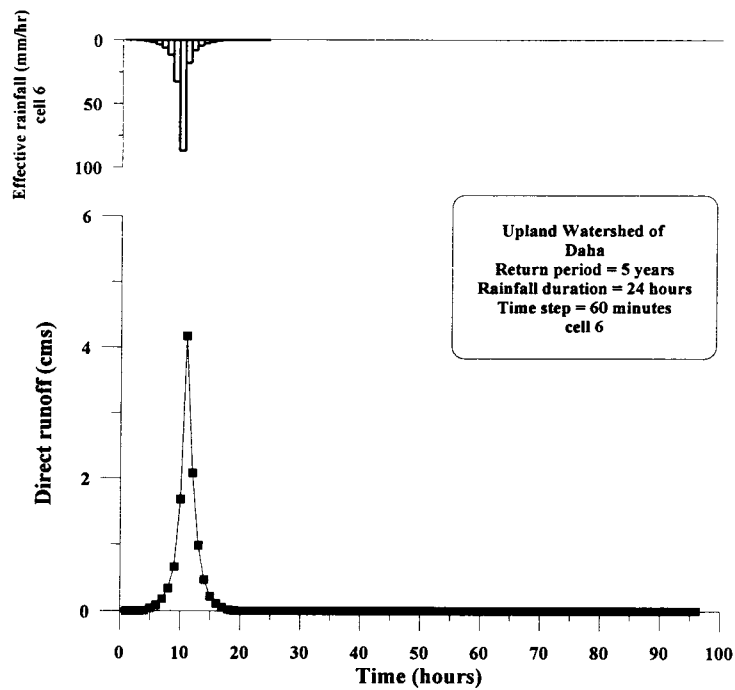


圖 6-48-3 板橋、中和、永和區核胞 6 於重現期距 5 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

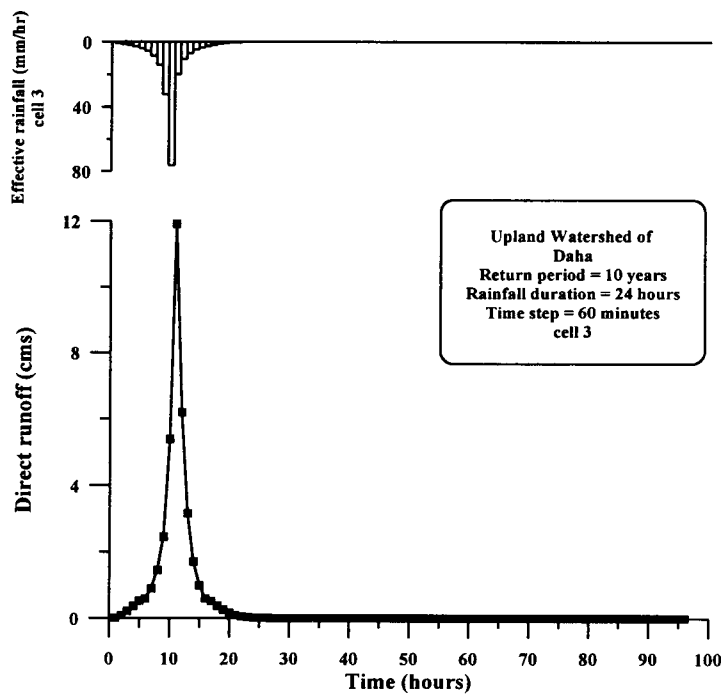


圖 6-48-4 板橋、中和、永和區核胞 3 於重現期距 10 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

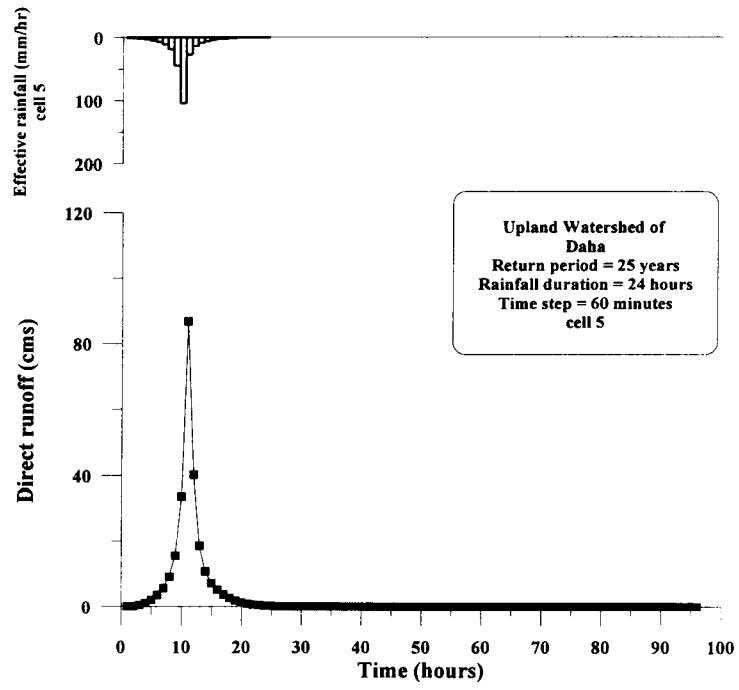


圖 6-48-5 板橋、中和、永和區核胞 5 於重現期距 25 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

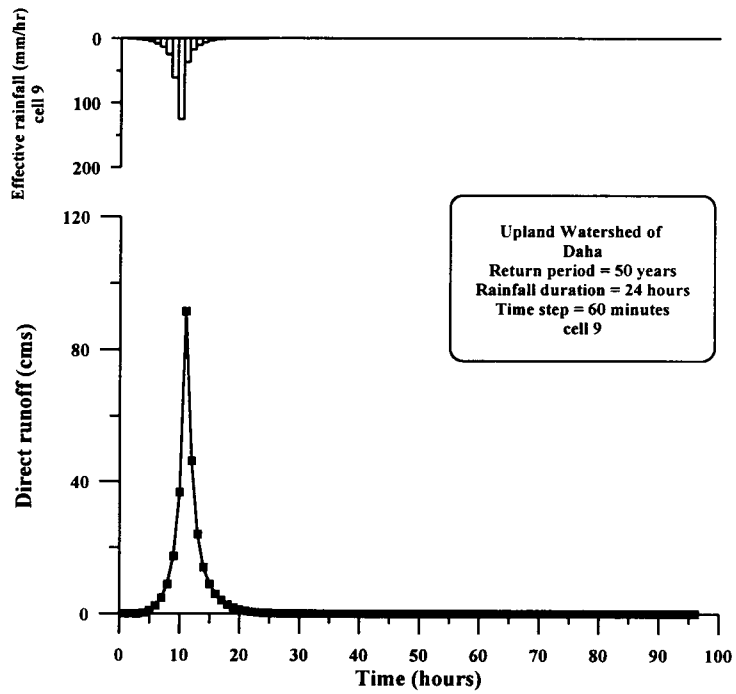


圖 6-48-6 板橋、中和、永和區核胞 9 於重現期距 50 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

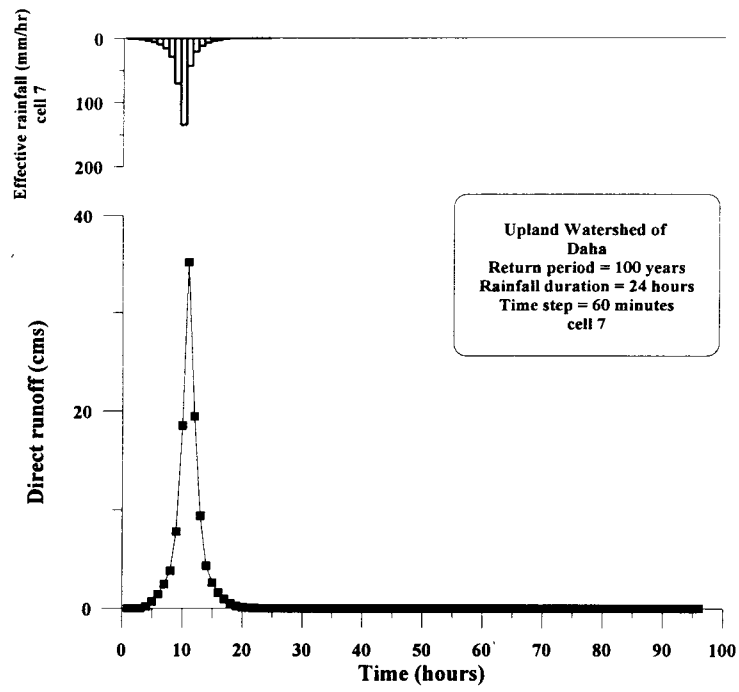


圖 6-48-7 板橋、中和、永和區核胞 7 於重現期距 100 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

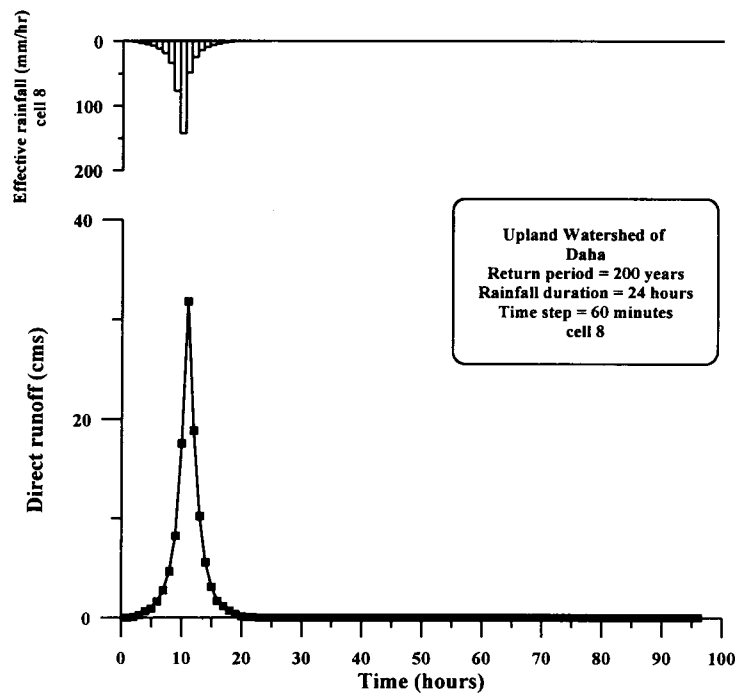


圖 6-48-8 板橋、中和、永和區核胞 8 於重現期距 200 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

附 表

表 2-1 選定測站之基本資料表

No.	站名	隸屬機構	位置		標高 (公尺)	資料使用狀況	
			東經	北緯		使用 年限	缺失 年份
1	淡水(1)	中央氣象局	121° 26'	25° 10'	19.0	49-78	無
2	鞍部(2)	中央氣象局	121° 31'	25° 11'	825.8	49-78	無
3	竹子湖(1)	中央氣象局	121° 32'	25° 09'	607.1	49-78	無
4	台北(1)	中央氣象局	121° 30'	25° 02'	5.5	27-79	無
5	基隆(1)	中央氣象局	121° 45'	25° 08'	26.7	41-79	無
6	瑞芳(2)	水利處	121° 48'	25° 07'	101.0	61-80	無
7	火燒寮	水利處	121° 45'	25° 00'	380.0	46-80	49
8	五堵	水利處	121° 42'	25° 05'	16.0	54-80	55
9	石碇	水利處	121° 39'	25° 00'	140.0	60-80	59
10	林口(1)	水利處	121° 22'	25° 04'	250.0	63-80	無
11	碧湖	水利處	121° 44'	24° 53'	360.0	61-80	63,64,66
12	坪林	水利處	121° 42'	24° 56'	200.0	67-80	無
13	中正橋	水利處	121° 31'	25° 01'	5.0	67-80	無
14	大桶山	水利處	121° 33'	24° 52'	916.0	68-80	無
15	大豹	水利處	121° 25'	24° 53'	590.0	64-80	無
16	三峽	水利處	121° 22'	24° 56'	33.0	69-80	無
17	粗坑	台灣電力公司	121° 32'	24° 59'	26.0	72-80	無
18	乾溝	台灣電力公司	121° 37'	24° 55'	120.0	48-70	無
19	桶後	台灣電力公司	121° 38'	24° 50'	600.0	54-80	62,68
20	福山(2)	台灣電力公司	121° 30'	24° 47'	420.0	49-80	無
21	石門(3)	台灣省水利處	121° 14'	23° 49'	140.0	47-80	無
22	長興	石門水庫管理局	121° 18'	24° 48'	350.0	48-78	無
23	復興	石門水庫管理局	121° 21'	24° 49'	470.0	48-78	無
24	霞雲	石門水庫管理局	121° 21'	25° 48'	350.0	48-78	無
25	高義	石門水庫管理局	121° 21'	24° 43'	620.0	54-78	無
26	巴陵	石門水庫管理局	121° 23'	24° 41'	1220.0	48-78	無
27	三光	石門水庫管理局	121° 22'	24° 40'	63.0	48-78	無
28	玉峰	石門水庫管理局	121° 18'	24° 40'	780.0	48-78	無
29	鞍部	石門水庫管理局	121° 16'	24° 40'	1450.0	48-78	無
30	池瑞	石門水庫管理局	121° 28'	24° 39'	1150.0	71-78	無
31	嘎拉夏	石門水庫管理局	121° 24'	24° 38'	1260.0	48-78	無
32	西丘斯	石門水庫管理局	121° 21'	24° 35'	2000.0	48-78	無
33	秀巒	石門水庫管理局	121° 17'	24° 38'	840.0	48-78	無
34	鎮西堡	石門水庫管理局	121° 18'	24° 35'	630.0	48-78	無
35	白石	石門水庫管理局	121° 13'	24° 33'	1620.0	48-78	無
36	石門	石門水庫管理局	121° 14'	24° 49'	255.0	53-78	無

表 3-1(a) 台北中央、汐止區不同重現期距之單日降雨總量對照表

重現期距(年)	1.1	2	5	10	25	50	100	200
單日總雨量(mm)	100.8	174.3	222.4	272.0	340.6	392.0	447.2	532.1

表 3-1(b) 台北中央、汐止區之徐昇多邊形法控制面積

雨量站名	中正橋	石碇	粗坑	五堵
控制面積(km^2)	55.14	6.67	18.74	17.56
權重	0.562	0.068	0.191	0.179

表 3-2(a) 士林、大直、內湖區不同重現期距之單日降雨總量對照表

重現期距(年)	1.1	2	5	10	25	50	100	200
單日總雨量(mm)	142.1	237.2	335.9	406.3	498.4	567.1	641.1	730.8

表 3-2(b) 士林、大直、內湖區之徐昇多邊形法控制面積

雨量站名	中正橋	竹子湖	五堵	石碇
控制面積(km^2)	12.96	21.63	4.32	1.08
權重	0.324	0.541	0.108	0.027

表 3-3(a) 三重、蘆洲、新莊區不同重現期距之單日降雨總量對照表

重現期距(年)	1.1	2	5	10	25	50	100	200
單日總雨量(mm)	104.0	154.5	191.2	216.5	247.4	270.4	294.0	324.7

表 3-3(b) 三重、蘆洲、新莊區之徐昇多邊形法控制面積

雨量站名	中正橋	林口	三峽
控制面積(km^2)	21.32	35.16	5.31
權重	0.345	0.569	0.086

表 3-4(a) 板橋、中和、永和區不同重現期距之單日降雨總量對照表

重現期距(年)	1.1	2	5	10	25	50	100	200
單日總雨量(mm)	97.8	147.7	198.5	236.5	286.9	321.0	355.2	398.5

表 3-4(b) 板橋、中和、永和區之徐昇多邊形法控制面積

雨量站名	中正橋	三峽	粗坑
控制面積(km^2)	29.54	9.85	0.97
權重	0.732	0.244	0.024

表 4-1(a) 大漢溪三鶯橋上游集水區之地文資料

核胞編號 No.	面積 (平方公里)	河道長度 (公里)	河道坡度
1	31.89	17.13	0.01284
2	26.91	13.21	0.01211
3	13.49	6.78	0.00590

表 4-1(b) 景美溪寶橋上游集水區之地文資料

核胞編號 No.	面積 (平方公里)	河道長度 (公里)	河道坡度
1	31.57	14.88	0.04570
2	31.11	7.33	0.07503
3	48.09	15.34	0.001467

表 4-1(c) 基隆河五堵上游集水區之地文資料

核胞編號 No.	面積 (平方公里)	河道長度 (公里)	河道坡度
1	34.44	5.365	0.00932
2	57.76	16.99	0.00882
3	73.87	11.81	0.00211
4	36.51	7.345	0.00027

表 4-2 大漢溪三鶯橋上游集水區之
徐昇多邊形法控制面積

雨量站名	大 豹	石 門
控制面積 (km^2)	18.77	53.52
權 重	0.2596	0.7404

表 4-3 大漢溪三鶯橋上游集水區各核胞之
徐昇多邊形控制面積加權值

雨量 站名	核胞 編號	1	2	3
	大 豹		0.267	
石 門		0.733	1.000	0.239

表 4-4 景美溪寶橋上游集水區之徐昇多邊形法控制面積

雨量站名	五 堵	坪 林	大 桶 山	中 正 橋
控制面積 (km^2)	22.19	55.59	0.53	32.56
權 重 (%)	0.2001	0.5014	0.0048	0.2937

表 4-5 景美溪寶橋上游集水區各核胞之
徐昇多邊形控制面積加權值

雨量 站名 \ 核胞 編號	1	2	3
五 堵	0.486	0.003	0.139
坪 林	0.514	0.997	0.173
大桶山			0.011
中正橋			0.677

表 4-6 基隆河五堵上游集水區之
徐昇多邊形法控制面積

雨量站名	五 堵	坪 林
控制面積 (km^2)	174.07	18.76
權 重	0.9027	0.0973

表 4-7 基隆河五堵上游集水區各核胞之
徐昇多邊形控制面積加權值

雨量 站名 \ 核胞 編號	1	2	3	4
五 堵	0.498	0.972	1.000	1.000
坪 林	0.502	0.028		

表 4-8 所研析之颱洪事件

集水區分區	颱洪名稱	發生日期	
大漢溪上游集水區	三鶯橋	莫瑞(Maury)	民國 70.07.19
		西仕(Cecil)	民國 71.08.09
		尼爾森(Nelson)	民國 74.08.22
		艾貝(Abby)	民國 75.09.18
		琳恩(Lynn)	民國 76.10.23
		道格(Doug)	民國 83.08.07
		芙瑞達(Fread)	民國 83.08.20
		耐特(Nat)	民國 80.09.18
景美溪上游集水區	寶橋	黛特(Dot)	民國 79.09.07
		亞伯(Abe)	民國 79.08.30
		傑魯得(Gerald)	民國 76.09.08
		琳恩(Lynn)	民國 76.10.23
		莎拉(Sarah)	民國 78.09.10
		賽洛瑪(Thelma)	民國 76.07.14
		耐特(Nat)	民國 80.09.18
		葛拉絲(Gladys)	民國 83.09.01
		席斯(Seth)	民國 83.10.08
		歐菲莉(Ofelia)	民國 79.06.22
		楊希(Yancy)	民國 79.08.18
五堵		艾貝(Abby)	民國 75.09.17
		亞伯(Abe)	民國 79.08.30
		亞力士(Alex)	民國 76.07.26
		貝絲(Bess)	民國 74.10.03
		道格(Doug)	民國 83.08.07
		弗雷得(Fred)	民國 73.08.06

基隆河上游集水區	芙瑞達(Fread)	民國 83.08.20
	葛拉絲(Gladys)	民國 83.09.01
	歐 敏(Irving)	民國 68.08.14
	尼爾森(Nelson)	民國 74.08.21
	諾瑞斯(Norris)	民國 69.08.27
	歐菲莉(Ofelia)	民國 79.06.22
	歐 拉(Ora)	民國 67.10.12
	莎 拉(Sarah)	民國 78.09.10
	席 斯(Seth)	民國 83.10.08
	泰 德(Ted)	民國 81.09.21
	耐 特(Nat)	民國 80.09.18
	韋 恩(Wayne)	民國 75.08.22
	暴 雨(Storm)	民國 73.08.13

表 5-1 三重、蘆洲、新莊區各集水區核胞之地文資料

核胞編號 No.	面積 (平方公里)	河道長度 (公里)	坡度		備註
			漫地流坡度	河道坡度	
1	5.248319	3.2786	0.117243	0.0122	(河道)
2	2.102111	2.188212	0.701911	0.114249	(河道)
3	2.307078	1.735146	0.138317	——	(漫地流)
4	1.438941	0.929726	0.215117	——	(漫地流)
5	11.44054	5.7091	0.272629	0.035032	(河道)
6	0.2742398	0.31468	0.38134	——	(漫地流)
7	2.735126	2.583394	0.514131	0.077418	(河道)
8	3.539925	3.718473	0.384181	0.053786	(河道)
9	2.353089	0.776494	0.218933	——	(漫地流)
10	18.34843	7.471768	0.25435	0.032121	(河道)
11	1.130763	0.844418	0.177637	——	(漫地流)
12	10.64433	6.081082	0.259203	0.032889	(河道)
13	1.313057	1.489	0.094023	——	(漫地流)
14	9.099009	5.036669	0.325257	0.04368	(河道)
15	0.9406546	1.318816	0.037913	——	(漫地流)

表 5-2 士林、內湖、大直區各集水區之地文資料

核胞編號 No.	面積 (平方公里)	河道長度 (公里)	坡度		備註
			漫地流坡度	河道坡度	
1	5.877816	2.6443454	0.289831	0.037816542	(河道)
2	3.785051	2.124422	0.214385	——	(漫地流)
3	1.768227	1.098516	0.247229	——	(漫地流)
4	0.696123	0.422209	0.284182	——	(漫地流)
5	0.7822	0.6345879	0.335183	——	(漫地流)
6	0.697	0.6323883	0.30576	——	(漫地流)
7	34.085840	12.8140831	0.432835	0.06243131	(河道)
8	0.296215	0.75199	0.160611	——	(漫地流)
9	1.631725	1.158469	0.602781	0.094449445	(河道)
10	1.959	1.548617	0.272383	——	(漫地流)
11	15.147080	7.803058	0.726063	0.119184043	(河道)
12	1.419052	1.630909	0.787058	0.131828324	(河道)
13	0.3575	0.431	0.309842	——	(漫地流)
14	1.257875	1.972171	0.59949	0.093805253	(河道)
15	0.0595	0.1918	0.235106	——	(漫地流)
16	9.087611	5.1619536	0.758716	0.125921318	(河道)
17	3.6795580	2.9492991	1.128467	0.206828802	(河道)
18	0.47098	0.8089	0.244836	——	(漫地流)
19	0.587881	0.808	1.209268	0.225503448	(河道)
20	0.67554	0.479319	0.252753	——	(漫地流)

表 5-3(a) 台北中央區、汐止區各集水區核胞之地文資料

核胞編號 No.	面積 (平方公里)	河道長度 (公里)	坡度		備註
			漫地流坡度	河道坡度	
1	34.57582	5.365	0.094522	0.00932	(河道)
2	57.76237	16.99	0.090443	0.00882	(河道)
3	73.86841	11.81	0.028802	0.00211	(河道)
4	34.59371	7.345	0.00556	0.00027	(河道)
5	1.289213	1.422	0.170018	——	(漫地流)
6	16.60861	8.84206325	0.367559	0.050893099	(河道)
7	1.227265	1.7082468	0.197518	0.02341582	(河道)
8	12.12541	9.0271643	0.295674	0.038771865	(河道)
9	10.4655	8.091081	0.322737	0.043257508	(河道)
10	1.865537	1.56738	0.069801	0.006380074	(河道)
11	6.154652	4.538	0.16496	0.018694973	(河道)
12	0.6071	1.061	0.185418	——	(漫地流)
13	1.344677	5.5490508	0.647702	0.103328301	(河道)
14	3.655081	1.9998681	0.802213	0.135008904	(河道)
15	0.1055696	0.555	0.315503	——	(漫地流)
16	0.383183	0.594	0.145816	——	(漫地流)
17	5.25266	3.4941499	0.543557	0.082995867	(河道)
18	2.684942	2.196922	0.308988	0.040966407	(河道)
19	2.982091	3.064	0.11423	——	(漫地流)
20	8.222393	4.874	0.517033	0.0779647	(河道)
21	7.457193	4.497	0.158538	0.0177896	(河道)
22	0.436049	0.494	0.398559	——	(漫地流)
23	0.827495	0.658	0.512221	——	(漫地流)
24	0.78198	0.994	0.409165	——	(漫地流)
25	1.181692	0.798	0.709298	0.115754	(河道)
26	0.75343	1.215	0.428266	——	(漫地流)
27	0.544897	0.490	0.414938	——	(漫地流)
28	0.226674	0.305	0.236967	——	(漫地流)

表 5-3(b) 新店區各集水區核胞之地文資料

核胞編號 No.	面積 (平方公里)	河道長度 (公里)	坡度		備註
			漫地流坡度	河道坡度	
1	31.799	11.579	0.397517	0.05613	(河道)
2	30.9068	7.76	0.287029	0.03736	(河道)
3	45.53459	14.44	0.035808	0.00277	(河道)
4	0.289420	0.566	0.204082	——	(漫地流)
5	0.250334	0.625	0.265252	——	(漫地流)
6	0.99559	2.751	0.469491	0.069109	(河道)

表 5-4 板橋、中和、永和區各集水區核胞之地文資料

核胞編號 No.	面積 (平方公里)	河道長度 (公里)	坡度		備註
			漫地流坡度	河道坡度	
1	3.3536700	3.845185	0.072818343	——	(漫地流)
2	1.9016440	1.571941	0.139954362	——	(漫地流)
3	0.9951203	0.3500471	0.557694	0.085703	(河道)
4	2.6460440	1.764644	0.153005365	——	(漫地流)
5	4.9155970	2.942593	0.518082	0.078162355	(河道)
6	0.3318136	0.415623	0.31278346	——	(漫地流)
7	1.5553440	0.961625	0.43263	0.062394385	(河道)
8	1.4150250	0.8295513	0.156711224	——	(漫地流)
9	4.4870040	3.791331	0.423008	0.060664711	(河道)

表 5-5 三重、蘆洲、新莊區各核胞之徐昇氏多邊形控制面積加權值

Cell 編號 No.	石門	三峽	大豹	林口	中正橋	備註
1		1				
2		1				
3		1				
4		0.35		0.65		
5		0.20		0.80		
6				1		
7				1		
8				1		
9				1		
10				1		
11				1		
12				1		
13				1		
14				1		
15				1		

表 5-6 士林、大直、內湖區各核胞之徐昇氏多邊形控制面積加權值

Cell 編號 No.	五堵	台北	竹子湖	瑞芳	火燒寮	備註
1	1					
2	1					
3	1					
4	0.9965		0.0035			
5	0.9875		0.0125			
6	1					
7	1					
8	0.8258	0.0412	0.133			

9	0.0639	0.8506	0.0855			
10		1				
11		1				
12		1				
13		1				
14	0.0006	0.1049	0.8945			
15		0.771	0.229			
16		0.0345	0.9655			
17			1			
18			1			
19			1			
20			1			
21			1			
22			1			
23			1			
24			1			
25			1			
26			1			
27			1			

表 5-7(a)台北中央、汐止區各核胞之徐昇氏多邊形控制面積加權值

Cell 編號 No.	五堵	台北	竹子湖	瑞芳	火燒寮	備註
1	0.0301				0.9699	
2	0.0027			0.5129	0.4844	
3	0.4233			0.5448	0.0319	
4	1					
5	1					
6	1					
7	1					
8	0.9965		0.0035			
9	0.9875		0.0125			
10	1					
11	1					
12	1					
13	0.9785				0.0215	
14	1					
15	1					
16	1					
17	1					
18	1					
19	1					
20	1					

21	0.27	0.73				
22		1				
23		1				
24		1				
25		1				
26		1				
27		1				
28		1				

表 5-7(b) 新店區各核胞之徐昇氏多邊形控制面積加權值

Cell 編號 No.	石碇	粗坑	備註
1	1		
2	1		
3	0.50	0.50	
4		1	
5		1	
6		1	

表 5-8 板橋、中和、永和區各核胞之徐昇氏多邊形控制面積加權值

Cell 編號 No.	石門	三峽	大豹	林口	中正橋	備註
1		1				
2		1				
3		1				
4		1				
5		0.40			0.60	
6					1	
7					1	
8					1	
9					1	

表 6-1 林口站(1)不同延時降雨量之頻率分析結果表

單位：公厘

重現期距 降雨 延時(分)	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
1440	128.2	195.9	241.6	265.2	289.7	304.9	318.1	340.6
1080	121.8	181.4	219.4	238.4	257.6	289.1	298.9	329.6
720	115.8	168.1	205.0	225.1	246.8	270.9	283.6	313.6
360	84.2	138.6	182.6	208.6	238.5	258.9	268.0	296.0
240	71.7	116.0	160.2	190.8	231.0	242.1	254.1	288.9
180	61.7	104.3	145.3	173.0	208.3	234.8	261.6	271.9
120	47.2	88.1	122.9	143.8	167.9	184.3	199.6	213.9
90	39.1	73.1	102.7	120.9	142.2	156.9	170.9	184.1
60	32.9	59.9	83.9	99.0	117.0	129.7	141.9	153.6
40	26.3	41.9	57.0	67.1	80.2	90.2	100.3	110.7
30	21.0	34.4	46.3	53.8	62.9	69.4	75.8	82.1
20	14.8	26.3	35.9	41.7	48.4	53.1	57.4	61.5
10	8.6	15.6	20.9	23.9	27.1	29.2	31.0	32.6

表 6-2 三峽站不同延時降雨量之頻率分析結果表

單位：公厘

重現期距 降雨 延時(分)	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
1440	144.4	231.8	280.6	301.8	337.8	366.6	425.2	491.3
1080	132.4	203.9	261.9	296.7	320.3	365.4	392.1	417.6
720	120.5	162.0	213.3	254.2	314.7	330.1	337.4	342.9
360	94.5	121.5	142.2	154.4	168.5	178.2	187.4	196.3
240	73.9	104.5	127.6	140.9	156.0	166.3	175.8	184.8
180	60.6	91.4	117.2	133.2	152.2	165.8	178.8	191.5
120	55.0	81.8	105.6	120.9	139.8	153.7	167.4	181.1
90	43.9	77.1	97.8	107.6	116.7	121.8	125.8	129.0
60	34.7	64.1	81.8	89.5	96.3	99.9	102.5	104.5
40	29.4	42.4	55.1	63.8	75.1	83.9	93.0	102.3
30	25.4	34.4	43.4	49.7	58.0	64.5	71.3	78.4
20	20.8	26.9	33.2	37.6	43.4	47.9	52.7	57.7
10	12.1	14.6	18.3	21.6	26.7	31.3	36.8	43.2

表 6-3 石門(3)站不同延時降雨量之頻率分析結果表

單位：公厘

重現期距 降雨 延時(分)	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
1440	137.5	256.0	352.0	407.3	468.9	509.5	546.4	580.2
1080	125.8	226.3	307.9	355.4	408.9	444.7	477.5	507.8
720	102.3	185.1	254.0	294.9	341.8	373.6	403.1	430.7
360	74.8	129.4	184.1	221.9	271.2	309.1	347.8	387.7
240	62.3	107.9	153.6	185.1	226.3	257.9	290.3	323.6
180	54.3	95.7	135.7	162.6	196.7	222.3	247.9	273.9
120	45.2	79.6	110.2	129.4	152.6	169.2	185.2	200.7
90	37.0	67.0	84.2	91.4	97.6	100.7	102.9	104.5
60	29.1	56.1	75.5	85.5	95.5	101.5	106.5	110.7
40	23.4	43.1	57.9	66.0	74.5	79.9	84.8	88.8
30	20.9	34.8	45.1	50.9	57.1	61.1	64.7	7.9
20	14.7	23.0	30.8	35.9	42.4	47.3	52.2	57.1
10	7.6	14.8	20.9	24.6	28.7	31.5	34.1	36.5

表 6-4 大豹站不同延時降雨量之頻率分析結果表

單位：公厘

重現期距 降雨 延時(分)	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
1440	144.5	244.0	327.8	378.6	438.3	479.8	523.3	573.2
1080	125.7	215.7	299.6	354.5	423.0	473.4	519.1	556.7
720	107.6	179.6	246.7	290.8	346.0	386.9	427.6	468.5
360	88.7	129.7	168.9	195.6	230.2	256.6	283.6	311.4
240	84.3	114.0	135.8	148.1	161.8	171.1	179.6	187.6
180	78.9	105.8	122.9	131.5	140.4	146.0	150.7	155.0
120	64.3	92.1	105.5	110.8	115.1	117.1	118.7	119.7
90	53.4	78.2	95.0	103.8	113.1	119.0	124.2	128.8
60	42.2	62.9	79.1	88.7	99.6	107.0	114.1	120.7
40	32.4	49.9	64.8	74.1	85.1	93.0	100.6	108.1
30	27.3	40.6	52.2	59.6	68.6	75.1	81.5	87.9
20	20.0	30.5	37.7	41.5	45.5	48.1	50.3	52.3
10	12.5	19.4	23.0	24.5	25.8	26.5	26.9	27.3

表 6-5 火燒寮站不同延時降雨量之頻率分析結果表

單位：公厘

重現期距 降雨 延時(分)	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
1440	187.3	315.3	421.9	486.1	560.9	612.6	661.3	707.6
1080	165.3	275.2	366.2	420.9	484.4	528.3	569.6	608.8
720	137.6	232.6	306.7	348.8	395.7	426.7	455.0	481.0
360	93.1	158.4	211.9	243.9	280.9	306.3	330.1	352.6
240	74.7	125.7	167.2	191.8	219.9	239.1	257.0	373.8
180	64.7	105.7	140.5	161.9	187.2	205.0	222.0	238.4
120	53.5	84.5	108.8	122.9	138.9	149.7	159.8	169.1
90	44.9	70.7	88.6	99.1	110.6	118.2	125.0	131.3
60	34.1	54.2	69.9	78.9	89.1	95.9	102.2	108.1
40	26.8	44.1	56.7	63.5	70.9	75.6	79.7	83.5
30	22.2	37.0	47.0	52.0	57.2	60.3	62.9	65.1
20	15.1	27.3	36.3	41.0	45.9	49.0	51.6	53.9
10	11.4	18.7	24.4	27.7	31.4	33.8	36.1	38.2

表 6-6 瑞芳(2)站不同延時降雨量之頻率分析結果表

單位：公厘

重現期距 降雨 延時(分)	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
1440	203.0	277.6	359.5	420.2	504.8	573.8	648.1	728.7
1080	183.7	238.9	308.2	363.6	445.7	516.2	595.8	685.7
720	147.7	200.3	266.3	319.5	398.8	467.5	545.5	634.2
360	105.6	148.0	203.7	250.2	321.5	385.1	458.9	544.8
240	86.4	121.4	170.4	212.8	280.3	342.3	416.2	504.6
180	74.2	107.1	150.8	187.7	244.7	296.0	356.0	426.4
120	54.7	86.3	121.6	148.2	185.7	216.6	250.2	286.8
90	47.7	73.8	100.9	120.4	146.7	167.6	189.7	213.2
60	40.9	57.9	76.2	89.6	108.2	123.3	139.5	156.9
40	34.6	47.2	60.5	70.2	83.5	94.1	105.4	117.6
30	30.1	37.9	46.3	52.6	61.1	68.0	75.3	83.2
20	19.4	25.0	30.4	34.1	38.8	42.4	46.1	49.9
10	13.8	17.7	21.8	24.7	28.6	31.8	35.1	38.5

表 6-7 五堵站不同延時降雨量之頻率分析結果表

單位：公厘

重現期距 降雨 延時(分)	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
1440	152.1	231.2	346.7	451.0	623.0	786.8	987.7	1234.6
1080	142.3	225.1	328.3	412.	538.6	649.1	775.1	919.3
720	129.6	192.3	269.2	331.0	423.0	502.6	592.8	695.3
360	82.2	141.9	200.4	240.2	291.4	330.2	369.6	409.7
240	68.3	119.3	165.7	195.5	232.0	258.4	284.2	309.6
60	31.5	58.2	77.1	86.8	96.6	102.5	107.4	111.6
40	23.4	49.3	60.8	64.3	66.2	66.8	66.9	67.0
30	20.1	40.9	48.5	50.4	51.1	51.2	51.2	51.3
20	14.6	31.6	38.7	40.6	41.6	41.8	41.8	41.8
10	9.2	19.0	23.8	25.4	26.4	26.8	27.0	27.1

表 6-8 石碇(2)站不同延時降雨量之頻率分析結果表

單位：公厘

重現期距 降雨 延時(分)	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
1440	137.5	256.0	352.0	407.3	468.9	509.5	546.4	580.2
1080	125.8	226.3	307.9	355.4	408.9	444.7	477.5	507.8
720	102.3	185.1	254.0	294.9	341.8	373.6	403.1	430.7
360	74.8	129.4	184.1	221.9	271.2	309.1	347.8	387.7
240	62.3	107.9	153.6	185.1	226.3	257.9	290.3	323.6
180	54.3	95.7	135.7	162.6	196.7	222.3	247.9	273.9
120	45.2	79.6	110.2	129.4	152.6	169.2	185.2	200.7
90	37.0	67.0	84.2	91.4	97.6	100.7	102.9	104.5
60	29.1	56.1	75.5	85.5	95.5	101.5	106.5	110.7
40	23.4	43.1	57.9	66.0	74.5	79.9	84.6	88.8
30	20.9	34.8	45.1	50.9	57.1	61.1	64.7	67.9
20	14.7	23.0	30.8	35.9	42.4	47.3	52.2	57.1
10	7.6	14.8	20.9	24.6	28.7	31.5	34.1	36.5

表 6-9 粗坑站不同延時降雨量之頻率分析結果表

單位：公厘

重現期距 降雨 延時(分)	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
4320	236.9	307.9	344.2	359.8	373.6	381.1	386.9	391.4
2880	212.4	239.1	252.4	258.2	263.6	266.7	269.2	271.2
1440	127.2	145.9	172.7	194.8	227.8	256.2	288.2	324.4
1080	97.9	125.7	156.0	178.3	209.1	234.0	260.6	289.2
720	91.2	119.8	138.8	148.9	159.6	166.5	172.6	178.2
360	72.8	110.8	125.8	130.5	133.4	134.3	134.8	134.9
240	69.5	95.2	108.2	113.6	118.4	120.9	122.7	124.1
180	66.5	89.4	104.0	111.3	118.9	123.7	127.8	131.4
120	64.9	82.2	98.5	109.5	123.6	134.2	145.1	156.2
90	60.4	77.7	94.9	106.8	122.5	134.6	147.2	160.3
60	47.8	68.9	85.7	95.6	107.1	115.1	122.7	129.9
40	38.8	57.6	67.8	72.2	76.1	78.2	79.8	81.0
30	33.2	48.9	56.3	59.1	61.3	62.3	63.0	63.5
20	26.1	34.7	38.5	39.9	41.0	41.5	41.8	42.0
10	18.9	20.0	20.7	21.1	21.4	21.7	21.9	22.1

表 6-10 中正橋站不同延時降雨量之頻率分析結果表

單位：公厘

重現期距 降雨 延時(分)	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
1440	126.6	205.6	269.8	307.8	351.8	400.5	488.2	589.8
1080	93.3	174.7	245.3	288.2	338.2	381.9	429.8	488.5
720	81.5	142.7	208.7	256.7	322.2	372.5	410.2	435.8
360	66.9	118.0	184.3	239.7	314.8	342.7	405.1	424.5
240	63.0	104.7	155.1	195.0	253.9	304.3	360.9	414.5
180	58.1	95.4	137.6	169.6	215.0	252.5	293.4	338.2
120	43.8	86.6	128.5	156.3	191.1	216.7	241.9	266.9
90	36.3	79.8	112.2	128.7	144.9	154.3	161.9	168.1
60	28.6	70.1	97.7	109.7	119.8	124.8	128.3	130.6
40	23.8	55.8	73.1	79.4	83.7	85.3	86.2	86.6
30	17.4	44.3	57.9	62.2	64.8	65.6	65.8	65.9
20	21.0	34.0	43.2	48.0	53.2	56.4	59.2	61.7
10	11.6	19.7	25.4	28.4	31.5	33.4	35.1	36.5

表 6-11 台北(1)站不同延時降雨量之頻率分析結果表

單位：公厘

重現期距 降雨 延時(分)	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
4320	136.8	211.1	285.0	336.3	403.8	456.0	510.1	566.3
2880	129.1	193.7	259.7	306.4	369.0	418.4	470.0	524.5
1440	105.8	163.3	222.8	265.3	322.5	367.8	415.5	465.9
720	82.1	135.6	185.4	218.3	259.6	290.2	320.8	351.5
360	62.4	109.2	149.5	174.3	203.4	223.8	243.1	261.6
180	49.4	85.0	114.9	133.0	154.1	186.6	182.4	195.5
120	44.1	75.2	98.8	111.8	126.0	135.2	143.4	150.8
60	35.8	60.2	76.4	84.4	92.4	97.2	101.1	104.4
30	27.3	42.8	50.4	53.3	55.6	56.7	57.4	57.8
15	19.0	27.6	31.6	33.2	34.5	35.1	35.5	35.7
10	13.8	20.6	23.6	24.6	25.3	25.6	25.8	25.9

表 6-12 竹子湖(1)站不同延時降雨量之頻率分析結果表

單位：公厘

重現期距 降雨 延時(分)	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
4320	307.5	643.6	1003.6	1257.3	1591.7	1848.6	2111.2	2380.6
2880	285.3	564.9	856.9	1061.3	1329.1	1534.3	1743.8	1958.7
1440	239.5	431.3	615.6	738.2	892.9	1007.7	1122.2	1237.0
1080	215.7	372.5	522.2	622.0	748.3	842.5	936.9	1031.9
720	184.5	301.9	405.9	472.0	552.5	610.6	667.3	723.1
600	171.7	268.5	356.2	413.0	483.7	535.8	587.4	639.0
480	160.3	327.1	304.7	347.9	401.0	439.9	478.1	516.2
360	141.9	196.4	244.4	275.2	313.3	341.4	369.2	397.1
240	115.4	148.9	181.9	204.7	234.7	258.0	282.0	307.1
180	94.7	120.7	147.9	167.3	193.6	214.4	236.4	259.7
120	68.8	90.7	116.2	135.6	163.4	186.5	211.9	239.9
60	41.7	59.7	78.7	92.4	111.1	126.1	142.0	159.0

表 6-13 1.1 年重現期距下各測站降雨強度-延時公式(Hornor 式)之參數值表

No.	測站名稱	Hornor 公式中之參數 a	Hornor 公式中之參數 d	Hornor 公式中之參數 n
1	淡水(1)	832.460	76.180	0.699
2	林口(1)	682.078	42.158	0.654
3	三峽	457.622	12.496	0.586
4	石門(3)	327.615	20.663	0.520
5	大豹	1249.198	38.126	0.735
6	福山(2)	272.451	8.051	0.493
7	大桶山	1849.460	49.119	0.761
8	桶後	575.376	19.872	0.578
9	碧湖	184.752	-2.499	0.416
10	坪林(4)	656.914	21.698	0.611
11	火燒寮	215.732	3.688	0.488
12	瑞芳(2)	334.520	6.505	0.502
13	基隆(1)	441.355	8.981	0.599
14	五堵	268.899	14.029	0.502
15	石碇(2)	496.899	35.986	0.613
16	乾溝(1)	727.495	13.442	0.645
17	粗坑	743.313	7.049	0.669
18	中正橋	340.265	4.628	0.581
19	台北(1)	809.273	14.278	0.723
20	竹子湖(1)	1819.592	118.710	0.712
21	鞍部(2)	1484.736	05.700	0.694
22	長興	2311.988	73.155	0.829
23	復興	1224.150	22.548	0.758
24	霞雲	1042.838	24.663	0.730
25	高義	830.898	30.823	0.689
26	巴陵	564.074	36.065	0.643
27	三光	468.510	47.569	0.620
28	玉峰	1012.284	87.190	0.716
29	鞍部	660.647	20.926	0.676
30	池瑞	910.577	116.710	0.654
31	嘎拉夏	514.112	33.538	0.623
32	西丘斯	654.589	40.017	0.664
33	秀巒	1091.077	40.406	0.753
34	鎮西堡	513.629	43.503	0.647
35	白石	585.128	32.304	0.665
36	石門	2342.388	108.464	0.809

表 6-14 2 年重現期距下各測站降雨強度-延時公式(Hornor 式)之參數值表

No.	測站名稱	Hornor 公式中之參數 a	Hornor 公式中之參數 d	Hornor 公式中之參數 n
1	淡水(1)	1041.469	48.829	0.688
2	林口(1)	1907.145	51.221	0.741
3	三峽	1536.688	47.999	0.706
4	石門(3)	1815.906	47.570	0.740
5	大豹	998.645	20.733	0.633
6	福山(2)	328.629	3.855	0.443
7	大桶山	852.922	18.733	0.578
8	桶後	631.269	14.513	0.532
9	碧湖	517.466	9.918	0.499
10	坪林(4)	861.816	24.376	0.576
11	火燒寮	345.287	2.901	0.442
12	瑞芳(2)	608.296	16.769	0.543
13	基隆(1)	744.488	12.487	0.621
14	五堵	814.152	16.240	0.600
15	石碇(2)	728.591	29.047	0.528
16	乾溝(1)	895.366	17.219	0.614
17	粗坑	1819.378	25.698	0.765
18	中正橋	2274.172	33.661	0.782
19	台北(1)	1521.071	18.814	0.745
20	竹子湖(1)	787.752	84.413	0.523
21	鞍部(2)	696.056	44.253	0.519
22	長興	2181.725	82.671	0.751
23	復興	1159.433	30.454	0.659
24	霞雲	1477.346	68.236	0.679
25	高義	1302.574	59.570	0.657
26	巴陵	878.307	78.192	0.602
27	三光	801.512	98.557	0.586
28	玉峰	1168.518	116.710	0.638
29	鞍部	1682.510	116.710	0.682
30	池瑞	317.389	36.837	0.419
31	嘎拉夏	534.146	56.829	0.535
32	西丘斯	1153.609	111.710	0.632
33	秀巒	2147.173	116.710	0.721
34	鎮西堡	1222.813	116.710	0.646
35	白石	1379.001	113.036	0.662
36	石門	1760.756	116.710	0.672

表 6-15 5 年重現期距下各測站降雨強度-延時公式(Hornor 式)之參數值表

No.	測站名稱	Hornor 公式中之參數 a	Hornor 公式中之參數 d	Hornor 公式中之參數 n
1	淡水(1)	1407.182	40.554	0.666
2	林口(1)	5797.075	77.117	0.869
3	三峽	2242.503	53.578	0.728
4	石門(3)	2619.060	47.050	0.770
5	大豹	1066.407	20.072	0.602
6	福山(2)	474.367	9.096	0.460
7	大桶山	955.864	15.218	0.563
8	桶後	688.864	12.256	0.512
9	碧湖	668.606	9.426	0.508
10	坪林(4)	803.663	18.382	0.527
11	火燒寮	414.422	1.489	0.427
12	瑞芳(2)	1073.842	31.877	0.583
13	基隆(1)	928.955	13.801	0.612
14	五堵	798.404	14.311	0.542
15	石碇(2)	773.975	20.777	0.543
16	乾溝(1)	1018.792	19.002	0.602
17	粗坑	3096.128	39.285	0.813
18	中正橋	4179.657	48.431	0.817
19	台北(1)	1834.792	22.457	0.728
20	竹子湖(1)	387.035	4.931	0.382
21	鞍部(2)	424.828	-2.499	0.406
22	長興	2268.261	83.964	0.706
23	復興	1306.538	33.616	0.622
24	霞雲	2442.796	114.670	0.687
25	高義	1589.169	82.333	0.628
26	巴陵	1513.738	116.710	0.614
27	三光	1324.552	116.710	0.606
28	玉峰	1565.257	116.710	0.625
29	鞍部	1826.979	116.710	0.631
30	池瑞	474.167	32.367	0.422
31	嘎拉夏	826.074	83.470	0.549
32	西丘斯	1191.535	116.710	0.582
33	秀巒	1978.965	116.710	0.643
34	鎮西堡	1795.792	116.710	0.635
35	白石	1549.127	116.710	0.615
36	石門	1490.818	78.873	0.598

表 6-16 10 年重現期距下各測站降雨強度-延時公式(Hornor 式)之參數值表

No.	測站名稱	Hornor 公式中 之參數 a	Hornor 公式中 之參數 d	Hornor 公式中 之參數 n
1	淡水(1)	1735.422	39.101	0.671
2	林口(1)	1258.052	99.291	0.963
3	三峽	2172.729	44.883	0.708
4	石門(3)	2595.489	42.229	0.755
5	大豹	1122.441	21.127	0.589
6	福山(2)	686.366	16.026	0.487
7	大桶山	1185.421	16.897	0.583
8	桶後	730.495	11.513	0.505
9	碧湖	663.038	5.586	0.495
10	坪林(4)	736.952	13.702	0.495
11	火燒寮	440.753	0.480	0.415
12	瑞芳(2)	1678.886	48.610	0.621
13	基隆(1)	1005.521	13.376	0.599
14	五堵	656.694	11.798	0.479
15	石碇(2)	774.372	16.041	0.519
16	乾溝(1)	1084.383	19.459	0.597
17	粗坑	3955.024	47.547	0.836
18	中正橋	5128.701	56.612	0.818
19	台北(1)	1875.037	23.958	0.708
20	竹子湖(1)	374.940	-2.499	0.353
21	鞍部(2)	420.070	-2.499	0.380
22	長興	2329.178	80.170	0.682
23	復興	1451.369	33.696	0.610
24	霞雲	2697.527	116.710	0.674
25	高義	1731.271	96.972	0.612
26	巴陵	1839.514	116.710	0.610
27	三光	1748.202	116.710	0.624
28	玉峰	2053.189	116.710	0.636
29	鞍部	2008.706	116.710	0.613
30	池瑞	914.767	59.953	0.485
31	嘎拉夏	1125.708	95.139	0.572
32	西丘斯	1282.041	116.710	0.567
33	秀巒	1945.033	116.710	0.607
34	鎮西堡	2406.609	116.710	0.644
35	白石	1611.720	116.710	0.593
36	石門	1054.171	19.566	0.529

表 6-17 25 年重現期距下各測站降雨強度-延時公式(Hornor 式)之參數值表

No.	測站名稱	Hornor 公式中之參數 a	Hornor 公式中之參數 d	Hornor 公式中之參數 n
1	淡水(1)	2237.246	38.555	0.680
2	林口(1)	26326.582	118.710	1.053
3	三峡	1844.360	30.342	0.667
4	石門(3)	2354.416	36.406	0.725
5	大豹	1170.711	22.489	0.574
6	福山(2)	1122.542	30.502	0.536
7	大桶山	1656.498	20.907	0.621
8	桶後	785.877	11.148	0.500
9	碧湖	621.361	1.034	0.475
10	坪林(4)	665.652	8.741	0.462
11	火燒寮	463.737	-0.604	0.401
12	瑞芳(2)	3490.478	82.191	0.693
13	基隆(1)	1047.331	12.241	0.578
14	五堵	469.093	7.039	0.389
15	石碇(2)	784.033	12.142	0.497
16	乾溝(1)	1160.223	19.851	0.593
17	粗坑	5210.221	58.594	0.862
18	中正橋	6612.710	70.624	0.823
19	台北(1)	1854.775	25.916	0.682
20	竹子湖(1)	405.665	-2.499	0.338
21	鞍部(2)	416.834	-2.499	0.353
22	長興	2429.242	73.250	0.656
23	復興	1671.653	32.346	0.602
24	霞雲	3088.743	116.710	0.661
25	高義	1894.026	116.653	0.594
26	巴陵	2407.857	116.710	0.615
27	三光	2484.105	116.710	0.655
28	玉峰	3000.552	116.710	0.661
29	鞍部	2304.373	116.710	0.613
30	池瑞	2671.378	111.190	0.603
31	嘎拉夏	1546.660	95.974	0.597
32	西丘斯	864.428	48.299	0.493
33	秀巒	1935.083	116.710	0.510
34	鎮西堡	3525.336	116.710	0.664
35	白石	1019.905	116.710	0.575
36	石門	1107.062	-4.499	0.510

表 6-18 50 年重現期距下各測站降雨強度-延時公式(Hornor 式)之參數值表

No.	測站名稱	Hornor 公式中之參數 a	Hornor 公式中之參數 d	Hornor 公式中之參數 n
1	淡水(1)	2688.344	39.152	0.687
2	林口(1)	32541.338	118.710	1.074
3	三峡	1622.989	20.604	0.638
4	石門(3)	2094.676	31.697	0.697
5	大豹	1174.152	22.61	0.560
6	福山(2)	1719.296	46.486	0.582
7	大桶山	2181.318	24.702	0.656
8	桶後	832.182	11.298	0.498
9	碧湖	588.095	-1.677	0.461
10	坪林(4)	623.460	5.773	0.442
11	火燒寮	475.460	-1.265	0.392
12	瑞芳(2)	6700.316	118.710	0.762
13	基隆(1)	1052.799	11.082	0.560
14	五堵	357.361	2.561	0.321
15	石碇(2)	809.635	10.454	0.488
16	乾溝(1)	1210.522	20.010	0.591
17	粗坑	6216.492	66.485	0.878
18	中正橋	9731.360	92.701	0.858
19	台北(1)	1812.865	27.468	0.663
20	竹子湖(1)	436.845	-2.499	0.332
21	鞍部(2)	416.146	-2.499	0.336
22	長興	2508.749	66.815	0.640
23	復興	1850.872	30.025	0.599
24	霞雲	3454.828	116.710	0.664
25	高義	1792.685	116.710	0.569
26	巴陵	2956.022	116.710	0.623
27	三光	3198.306	116.710	0.679
28	玉峰	4025.842	116.710	0.685
29	鞍部	2569.342	116.710	0.596
30	池瑞	4929.556	116.710	0.670
31	嘎拉夏	1862.678	89.798	0.613
32	西丘斯	662.436	6.392	0.447
33	秀巒	1945.772	116.710	0.549
34	鎮西堡	4690.706	116.710	0.683
35	白石	1940.041	116.710	0.564
36	石門	1438.305	-4.499	0.530

表 6-19 100 年重現期距下各測站降雨強度-延時公式(Hornor 式)之參數值表

No.	測站名稱	Hornor 公式中之參數 a	Hornor 公式中之參數 d	Hornor 公式中之參數 n
1	淡水(1)	3205.543	40.038	0.695
2	鞍部(2)	416.094	-2.499	0.321
3	竹子湖(1)	474.338	-2.499	0.328
4	台北(1)	3536.505	37.096	0.728
5	基隆(1)	4284.411	103.184	0.717
6	瑞芳(2)	6945.463	118.710	0.744
7	火燒寮	481.156	-2.005	0.382
8	五堵	276.886	-1.807	0.258
9	石碇(2)	842.790	9.341	0.482
10	林口(1)	35052.586	116.710	1.076
11	碧湖	577.966	-2.499	0.461
12	坪林(4)	589.809	3.970	0.424
13	中正橋	14588.829	118.138	0.896
14	大桶山	2886.733	28.682	0.692
15	大豹	1176.127	22.764	0.549
16	三峽	1476.343	12.845	0.615
17	粗坑	7299.994	74.307	0.892
18	乾溝(1)	1253.426	19.892	0.589
19	桶後	875.942	11.387	0.497
20	福山(2)	2742.516	66.864	0.636
21	石門(3)	1881.625	28.128	0.671
22	長興	2592.739	59.735	0.625
23	復興	2047.625	27.279	0.598
24	霞雲	3888.957	116.710	0.666
25	高義	1696.929	116.710	0.546
26	巴陵	3640.486	116.710	0.633
27	三光	4066.653	116.710	0.704
28	玉峰	5424.525	116.710	0.711
29	鞍部	2879.196	116.710	0.595
30	池端	8879.840	116.710	0.737
31	嘎拉賀	2125.799	78.143	0.623
32	西丘斯	667.865	-4.499	0.432
33	秀巒	1992.257	116.710	0.532
34	鎮西堡	5901.853	110.669	0.697
35	白石	2069.043	116.710	0.556
36	石門	1886.326	-4.499	0.553

表 6-20 200 年重現期距下各測站降雨強度-延時公式(Hornor 式)之參數值表

No.	測站名稱	Hornor 公式中之參數 a	Hornor 公式中之參數 d	Hornor 公式中之參數 n
1	淡水(1)	3796.179	41.111	0.703
2	鞍部(2)	417.418	-2.499	0.307
3	竹子湖(1)	518.515	-2.499	0.327
4	台北(1)	4146.803	37.512	0.736
5	基隆(1)	5447.865	116.710	0.730
6	瑞芳(2)	7162.360	118.710	0.727
7	火燒寮	488.106	-2.499	0.375
8	五堵	269.710	-2.499	0.213
9	石碇(2)	883.082	8.698	0.478
10	林口(1)	36282.788	116.710	1.068
11	碧湖	628.927	-2.499	0.466
12	坪林(4)	560.969	1.310	0.409
13	中正橋	13116.731	118.710	0.864
14	大桶山	3834.227	32.718	0.730
15	大豹	1088.619	19.374	0.527
16	三峽	1387.659	7.129	0.597
17	粗坑	8313.767	80.615	0.903
18	乾溝(1)	1300.254	19.915	0.589
19	桶後	922.082	11.684	0.497
20	福山(2)	4233.395	86.218	0.685
21	石門(3)	1695.967	24.959	0.647
22	長興	2688.412	52.450	0.611
23	復興	2265.513	24.336	0.598
24	霞雲	4426.864	116.710	0.671
25	高義	1609.105	116.710	0.525
26	巴陵	4490.216	116.710	0.645
27	三光	5133.048	116.710	0.729
28	玉峰	7326.443	116.710	0.739
29	鞍部	3242.640	116.710	0.596
30	池端	16358.820	116.710	0.808
31	嘎拉賀	2369.963	65.402	0.632
32	西丘斯	756.791	-4.499	0.438
33	秀巒	2110.535	116.710	0.524
34	鎮西堡	5885.426	81.019	0.684
35	白石	2206.381	116.710	0.550
36	石門	2492.867	-4.499	0.579

表 6-21 不同重現期距下各測站降雨強度-延時公式(Hornor 式)之評判標準值

重現期距 測站名稱	1.1 年		2 年		5 年		10 年	
	SEE	ME	SEE	ME	SEE	ME	SEE	ME
淡水(1)	0.302	-0.004	0.592	-0.059	0.696	-0.030	0.969	0.044
林口(1)	1.085	-0.033	2.647	-0.110	4.230	-0.920	4.795	-0.054
三峽	1.614	-0.025	3.268	0.271	4.528	0.434	4.411	0.418
石門(3)	3.457	0.015	3.273	0.036	1.882	-0.066	2.357	-0.140
大豹	1.981	-0.070	2.061	0.023	3.315	0.320	6.029	0.605
福山(2)	0.978	-0.078	1.646	-0.194	2.411	-0.301	2.894	-0.362
大桶山	2.758	0.151	2.805	-0.151	2.286	-0.138	1.543	-0.022
桶後	2.208	-0.043	1.875	-0.295	3.283	-0.414	4.019	-0.457
碧湖	6.791	2.199	1.955	-0.078	2.270	-0.183	3.908	-0.307
坪林(4)	3.049	0.108	2.624	0.121	1.176	0.053	2.089	0.018
火燒寮	2.558	-0.075	1.766	-0.095	1.759	-0.125	2.288	-0.519
瑞芳(2)	2.347	0.049	3.836	-0.048	6.399	-0.082	8.036	-0.087
基隆(1)	1.181	-0.140	1.030	-0.103	3.349	-0.302	5.392	-0.521
五堵	0.984	-0.050	1.05	-0.026	2.179	-0.148	3.958	-0.177
石碇(2)	1.627	0.069	2.606	0.088	4.747	-0.005	5.527	-0.118
乾溝(1)	2.112	-0.197	1.112	-0.132	0.898	-0.041	1.859	0.029
粗坑	2.748	0.486	5.066	1.210	7.590	1.640	8.879	1.864
中正橋	4.586	0.054	2.703	0.401	3.169	0.234	4.478	-0.091
台北(1)	2.499	0.389	0.996	0.073	2.777	-0.268	4.581	-0.470
竹子湖(1)	1.706	-0.139	1.810	-0.073	2.497	-0.083	3.197	0.432
鞍部(2)	1.006	-0.081	1.317	-0.082	2.096	0.433	4.712	0.677
長興	0.599	0.031	0.235	-0.012	0.895	-0.068	1.429	-0.119
復興	0.184	-0.010	0.950	-0.120	1.852	-0.190	2.482	-0.230
霞雲	0.589	0.065	0.756	-0.083	1.517	-0.135	2.044	-0.213
高義	0.869	-0.080	1.338	-0.133	2.016	-0.165	2.553	-0.177
巴陵	0.503	-0.056	1.567	-0.101	2.801	-0.211	4.441	-0.335
三光	0.248	-0.023	1.162	-0.074	2.024	-0.158	2.630	-0.230
玉峰	0.612	-0.047	1.441	-0.121	2.572	-0.231	3.545	-0.322
鞍部	0.462	-0.013	1.600	0.166	4.523	-0.360	6.884	-0.433
池瑞	1.348	-0.076	1.977	-0.052	2.708	-0.082	2.420	-0.103
嘎拉夏	0.254	-0.031	1.189	-0.077	2.453	-0.111	3.481	-0.135
西丘斯	0.661	-0.054	1.765	-0.162	2.678	-0.190	3.070	-0.160
秀巒	0.565	0.047	1.295	-0.129	3.786	-0.299	5.745	-0.334
鎮西堡	0.500	-0.047	1.814	-0.149	3.558	-0.276	4.662	-0.356
白石	0.286	-0.027	1.745	-0.118	3.713	-0.273	5.430	-0.349
石門	0.489	0.050	1.182	-0.090	1.079	-0.084	1.816	-0.137

表 6-22 不同重現期距下各測站降雨強度-延時公式(Hornor 式)之評判標準值

重現期距 測站名稱	25 年		50 年		100 年		200 年	
	SEE	ME	SEE	ME	SEE	ME	SEE	ME
淡水(1)	1.984	0.223	3.213	0.435	4.813	0.730	6.822	1.123
林口(1)	5.062	-0.131	6.043	-0.359	7.962	-0.605	10.431	-0.855
三峽	4.837	0.341	6.137	0.239	7.987	0.039	9.931	-0.166
石門(3)	4.477	-0.185	6.386	-0.179	8.305	-0.128	9.923	-0.074
大豹	10.078	1.035	12.798	1.364	15.449	1.669	16.541	1.827
福山(2)	3.361	-0.389	3.748	-0.357	4.496	-0.275	4.223	-0.221
大桶山	3.068	0.275	6.009	0.636	9.830	1.130	14.638	1.792
桶後	4.876	-0.478	5.486	-0.467	6.271	-0.442	6.997	-0.403
碧湖	6.268	-0.467	11.976	3.994	19.841	6.595	25.143	7.316
坪林(4)	4.299	0.009	6.094	0.033	7.897	0.080	9.162	0.144
火燒寮	3.998	1.128	7.252	2.647	11.338	4.407	14.577	5.690
瑞芳(2)	10.442	-0.048	13.002	0.009	16.478	-0.091	20.970	-0.111
基隆(1)	8.572	-0.884	11.629	-1.183	14.848	-1.511	18.521	-1.852
五堵	6.032	-0.129	6.728	-0.074	7.361	2.301	8.781	2.738
石碇(2)	6.488	-0.238	6.825	-0.328	7.589	-0.417	9.046	-0.458
乾溝(1)	3.366	0.140	4.535	0.237	5.874	0.348	6.975	0.462
粗坑	10.685	2.163	12.175	2.403	13.636	2.649	14.733	2.760
中正橋	9.486	-0.384	13.964	-0.381	19.314	-0.236	25.105	-0.055
台北(1)	6.517	-0.636	7.670	-0.705	8.914	-0.769	9.792	-0.784
竹子湖(1)	5.116	0.632	6.951	0.819	9.079	1.047	11.518	1.322
鞍部(2)	19.183	1.103	13.221	1.527	17.789	2.049	22.946	2.689
長興	2.285	-0.195	3.123	-0.259	4.182	-0.328	5.498	-0.397
復興	5.326	-0.280	4.007	-0.318	4.736	-0.350	5.524	-0.393
霞雲	3.829	-0.295	3.400	-0.343	3.947	-0.381	4.498	-0.412
高義	3.365	-0.176	4.098	-0.192	4.977	-0.193	5.726	-0.186
巴陵	7.610	-0.500	10.811	-0.616	14.487	-0.731	18.951	-0.832
三光	3.367	-0.332	3.883	-0.404	4.406	-0.470	4.951	-0.527
玉峰	5.044	-0.463	6.440	-0.586	8.141	-0.722	10.193	-0.868
鞍部	10.163	-0.485	12.794	-0.499	15.333	-0.506	17.735	-0.515
池瑞	1.712	-0.017	5.135	0.091	12.402	0.378	19.657	0.938
嘎拉夏	5.015	-0.173	6.315	-0.209	7.760	-0.256	9.306	-0.317
西丘斯	4.014	-0.166	4.614	-0.192	6.384	1.281	20.048	1.730
秀巒	8.414	-0.315	10.515	-0.263	12.727	-0.191	15.177	-0.106
鎮西堡	5.965	-0.440	6.993	-0.470	8.289	-0.470	9.791	0.612
白石	7.805	-0.416	9.678	-0.445	11.623	-0.462	13.659	-0.468
石門	8.106	2.043	17.545	3.394	31.668	5.608	52.220	9.093

表 6-23 基隆河五堵上游集水區之模式檢定結果

項目		颱風	艾 貝	亞 伯	亞力士	貝 絲	道 格	弗雷得
			75.09.17	79.08.30	76.07.26	74.10.03	83.08.07	73.08.06
觀 值 測	Q_p (cms)		597.80	779.80	524.40	627.40	342.92	508.26
	T_p (hrs)		55	23	12	35	42	14
模 式 演 算 結 果	Q_p (cms)		616.09	769.02	523.35	489.97	242.41	441.89
	T_p (hrs)		57	22	11	34	42	14
	CE		0.858	0.872	0.937	0.911	0.843	0.862
	EQ_p (%)		3.06	-1.38	-0.20	-21.90	-29.31	-13.06
	ET_p (hrs)		2	-1	-1	-1	0	0

續表 6-23 基隆河五堵上游集水區之模式檢定結果

項目		颱風	芙瑞達	葛拉絲	歐 敏	尼爾森	諾瑞斯	歐菲莉
			83.08.20	83.09.01	68.08.14	74.08.21	69.08.27	79.06.22
觀 測 值	Q_p (cms)		246.84	435.52	1027.48	1248.92	182.48	515.00
	T_p (hrs)		39	17	41	36	33	29
模 式 演 算 結 果	Q_p (cms)		224.93	410.29	1027.38	958.47	146.69	462.93
	T_p (hrs)		39	17	41	36	32	28
	CE		0.956	0.926	0.962	0.910	0.811	0.870
	EQ_p (%)		-8.88	-5.79	-0.01	-23.26	-19.61	-10.11
	ET_p (hrs)		0	0	0	0	-1	-1

續表 6-23 基隆河五堵上游集水區之模式檢定結果

項目		颱風	歐 拉	莎 拉	席 斯	泰 德	耐 特	韋 恩	暴 雨
			67.10.12	78.09.10	83.10.08	81.09.21	80.09.18	75.08.22	73.08.13
觀 值 測	Q_p (cms)		1257.00	429.20	454.10	343.4	216.40	730.32	594.52
	T_p (hrs)		37	28	39	42	22	24	46
模 式 演 算	Q_p (cms)		1256.25	500.71	426.19	256.33	164.39	711.04	551.91
	T_p (hrs)		38	30	38	42	20	24	45
	CE		0.936	0.77	0.971	0.910	0.815	0.747	0.810

結果	$EQ_p(\%)$	-0.06	16.66	-6.15	-25.36	-24.03	-2.14	-7.17
	$ET_p(\text{hrs})$	1	2	-1	0	-2	0	-1

表 6-24 基隆河五堵上游集水區之模式檢定參數

颱風 參數	艾 貝 75.09.17	亞 伯 79.08.30	亞力士 76.07.26	貝 絲 74.10.03	道 格 83.08.07	弗雷得 73.08.06
N_0	0.20	0.50	0.40	0.45	0.50	0.48
N_c	0.0135	0.004	0.0077	0.0126	0.0075	0.0053

續表 6-24 基隆河五堵上游集水區之模式檢定參數

颱風 參數	歐 敏 68.08.14	尼爾森 74.08.21	諾瑞斯 69.08.27	歐菲莉 79.06.22	芙瑞達 83.08.20	葛拉絲 83.09.01
N_0	0.20	0.58	0.50	0.45	0.48	0.49
N_c	0.0115	0.007	0.0055	0.0047	0.0067	0.0062

續表 6-24 基隆河五堵上游集水區之模式檢定參數

颱風 參數	歐 拉 67.10.12	莎 拉 78.09.10	席 斯 83.10.08	泰 德 81.09.21	耐 特 80.09.18	韋 恩 75.08.22	暴 雨 73.08.13
N_0	0.212	0.10	0.45	0.40	0.3	0.3	0.38
N_c	0.0137	0.007	0.0056	0.0055	0.005	0.015	0.0083

表 6-25 景美溪寶橋上游集水區之模式檢定結果

項目	颱風	黛 特 79.09.07	亞 伯 79.08.30	傑魯得 76.09.08	琳 恩 76.10.23	莎 拉 78.09.10	賽洛瑪 76.07.14
測 觀 值	$Q_p(\text{cms})$	486.00	489.62	504.66	596.96	266.00	136.2
	$T_p(\text{hrs})$	36	17	50	43	12	18
模 式 演 算	$Q_p(\text{cms})$	417.37	413.12	505.15	509.59	265.78	123.79
	$T_p(\text{hrs})$	35	16	48	41	10	17
結 果	CE	0.915	0.903	0.866	0.914	0.826	0.74
	$EQ_p(\%)$	-14.12	-15.62	0.10	-14.64	-0.08	-9.11
	$ET_p(\text{hrs})$	-1	-1	-2	-2	-2	-1

續表 6-25 景美溪寶橋上游集水區之模式檢定結果

項目		颱風	耐 特	葛拉絲	席 斯	楊 希	歐菲莉
			80.09.18	83.09.01	83.10.08	79.08.18	79.06.22
測 觀 值	Q_p (cms)		109.50	685.16	317.00	549.20	437.98
	T_p (hrs)		20	16	29	40	27
模 式 演 算 結 果	Q_p (cms)		109.78	620.53	285.49	500.90	316.87
	T_p (hrs)		20	14	27	39	26
	CE		0.767	0.84	0.800	0.911	0.80
	EQ_p (%)		0.26	-9.43	-9.94	-8.79	-27.65
	ET_p (hrs)		0	-2	-2	-1	-1

表 6-26 景美溪寶橋上游集水區之模式檢定參數

參數	颱風	黛 特	亞 伯	傑魯得	琳 恩	莎 拉	賽洛瑪
		79.09.07	79.08.30	76.09.08	76.10.23	78.09.10	76.07.14
N_o		0.45	0.39	0.40	0.40	0.38	0.30
N_c		0.014	0.020	0.033	0.018	0.016	0.03

續表 6-26 景美溪寶橋上游集水區之模式檢定參數

參數	颱風	耐 特	葛拉絲	席 斯	楊 希	歐菲莉
		80.09.18	83.09.01	83.10.08	79.08.18	79.06.22
N_o		0.396	0.42	0.36	0.43	0.35
N_c		0.015	0.02	0.0117	0.011	0.023

表 6-27 大漢溪三鶯橋上游集水區之模式檢定結果

項目		颱風	莫 瑞	西 仕	尼爾森	艾 貝	琳 恩	道 格
			70.07.19	71.08.09	74.08.22	75.09.18	76.10.23	83.08.07
測 觀 值	Q_p (cms)		839.00	828.30	4548.00	1553.80	1616.85	2564.04
	T_p (hrs)		47	59	40	40	31	38
模 式 演 算	Q_p (cms)		795.54	678.65	4438.46	1375.79	1422.37	2258.54
	T_p (hrs)		47	59	41	41	29	40
	CE		0.874	0.840	0.973	0.945	0.948	0.956

結果	$EQ_p(\%)$	-5.18	-18.07	-2.41	-11.46	-12.03	-11.91
	$ET_p(\text{hrs})$	0	0	1	1	-2	2

續表 6-27 大漢溪三鶯橋上游集水區之
模式檢定結果

項目		颱風	芙瑞達	耐 特
			83.08.20	80.09.18
測 觀 值	$Q_p(\text{cms})$		1456.00	382.66
	$T_p(\text{hrs})$		41	19
模 式	$Q_p(\text{cms})$		1404.40	266.08
	$T_p(\text{hrs})$		41	19
演 算	CE		0.847	0.788
結 果	$EQ_p(\%)$		-3.54	-30.47
	$ET_p(\text{hrs})$		0	0

表 6-28 大漢溪三鶯橋上游集水區之模式檢定參數

參數	颱風	莫 瑞	西 仕	尼爾森	艾 貝	琳 恩	道 格
		70.07.19	71.08.09	74.08.22	75.09.18	76.10.23	83.08.07
N_o		0.40	0.35	0.38	0.37	0.44	0.35
N_c		0.0370	0.025	0.022	0.016	0.022	0.008

續表 6-28 大漢溪三鶯橋上游集
水區之模式檢定參數

參數	颱風	芙瑞達	耐 特
		83.08.20	80.09.18
N_o		0.32	0.60
N_c		0.0235	0.0165

表 6-29 半分布並聯型線性水庫模式之參數建議值

流域分區	參數特性		N_o		N_c	
			平均值	標準偏差	平均值	標準偏差
大漢溪三鶯橋上游集水區			0.3637	0.088	0.02219	0.008400
景美溪寶橋上游集水區			0.3887	0.041	0.01924	0.007090
基隆河五堵上游集水區			0.3880	0.132	0.00801	0.003447

表 6-30 不同重現期距下三重、蘆洲、新莊區所模擬之設計洪峰量值表

單位：cms

重現期距 (年)	1.1	2	5	10	25	50	100	200	備註
核胞 1	27.8	44.2	56.3	62.9	70.5	75.2	79.7	84.1	
核胞 2	11.5	18.8	24.3	27.3	30.8	33.1	35.2	37.3	
核胞 3	13.6	21.1	26.9	30.0	33.6	35.9	38.1	40.3	
核胞 4	7.9	12.9	17.1	19.7	22.5	24.5	26.1	27.9	
核胞 5	56.5	97.6	131.3	152.2	164.5	174.2	191.0	210.3	
核胞 6	1.3	2.2	3.00	3.5	4.1	4.5	4.8	5.2	
核胞 7	13.0	23.5	34.4	41.6	49.4	54.9	59.3	64.2	
核胞 8	16.5	28.6	36.3	44.9	55.1	62.7	69.0	75.9	
核胞 9	12.3	20.9	28.4	33.2	38.5	42.2	45.2	48.5	
核胞 10	86.1	156.3	216.4	255.2	296.5	324.5	347.4	361.4	
核胞 11	6.0	10.3	14.0	16.4	19.1	20.9	22.4	23.0	
核胞 12	48.9	88.2	121.8	143.6	166.8	182.6	195.4	209.0	
核胞 13	6.6	12.3	17.3	20.5	24.0	26.4	28.5	30.6	
核胞 14	44.6	77.6	104.5	113.3	138.6	157.6	173.7	191.5	
核胞 15	4.1	8.3	12.0	14.4	17.1	18.9	20.5	22.1	

表 6-31 不同重現期距下士林、大直、內湖區所模擬之設計洪峰量值表

單位：cms

重現期距 (年)	1.1	2	5	10	25	50	100	200	備註
核胞 1	28.1	52.3	65.8	72.6	79.4	83.3	86.5	101.1	
核胞 2	17.8	28.1	35.0	38.5	42.2	44.4	58.5	65.2	
核胞 3	8.7	13.7	17.0	18.7	20.3	21.2	28.3	31.5	
核胞 4	3.2	5.1	6.4	7.0	7.6	8.0	10.8	12.0	
核胞 5	3.6	5.8	7.2	7.9	8.6	9.0	12.1	13.5	
核胞 6	3.3	5.1	6.4	7.0	7.7	8.0	10.8	12.0	
核胞 7	220.4	295.6	399.4	458.1	529.6	584.6	643.5	701.6	
核胞 8	1.3	2.0	2.5	2.8	3.0	3.2	4.2	4.6	
核胞 9	11.4	14.5	18.5	20.9	23.8	26.0	28.5	30.9	
核胞 10	13.6	17.3	22.1	24.9	28.5	31.2	34.1	37.0	
核胞 11	118.4	152.8	197.6	223.5	255.3	279.9	306.3	332.4	
核胞 12	10.3	13.1	16.8	18.9	21.5	23.5	25.7	27.9	
核胞 13	2.3	2.9	3.8	4.3	4.9	5.4	5.9	6.4	
核胞 14	9.5	12.1	15.5	17.5	19.9	21.8	23.8	25.8	
核胞 15	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	
核胞 16	70.5	90.1	115.9	130.7	149.0	163.1	178.3	193.3	

核胞 17	27.2	34.6	44.1	49.8	56.7	62.0	67.7	73.4	
核胞 18	3.2	4.0	5.2	5.8	6.7	7.3	8.0	8.7	
核胞 19	4.0	5.0	6.4	7.3	8.3	9.1	10.0	10.9	
核胞 20	4.4	5.7	7.3	8.2	9.4	10.3	11.3	12.3	

表 6-32(a) 不同重現期距下台北中央、汐止區所模擬之設計洪峰量值表

單位：cms

重現期距 (年)	1.1	2	5	10	25	50	100	200	備註
核胞									
五堵站	431.4	865.7	1300.6	1626.3	2081.2	2438.5	2796.6	3311.3	
核胞 5	6.1	11.1	14.0	15.4	16.8	17.6	18.2	21.5	
核胞 6	76.2	159.5	206.4	229.1	250.4	261.6	268.9	315.6	
核胞 7	6.2	11.9	15.1	16.7	18.0	18.8	19.4	22.8	
核胞 8	51.0	113.1	148.1	164.2	180.0	188.5	194.16	232.2	
核胞 9	45.9	99.0	129.0	143.0	156.2	163.6	168.4	200.6	
核胞 10	8.9	18.0	23.3	25.8	28.1	29.3	30.2	35.7	
核胞 11	27.8	58.8	76.4	84.8	92.6	96.7	99.6	118.5	
核胞 12	2.8	5.1	6.5	7.1	7.8	8.1	8.4	10.0	
核胞 13	5.7	12.7	16.7	18.4	20.1	21.0	21.7	25.8	
核胞 14	17.8	32.6	41.2	45.3	49.2	51.4	53.0	62.6	
核胞 15	0.5	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.7	
核胞 16	1.7	3.1	4.0	4.4	4.8	5.0	5.2	6.1	
核胞 17	26.4	49.9	63.4	69.7	75.5	78.8	81.1	95.6	
核胞 18	13.5	25.6	32.6	35.8	38.8	40.5	41.6	49.1	
核胞 19	15.0	28.0	35.5	38.9	42.2	44.1	45.4	53.5	
核胞 20	41.2	79.4	101.4	111.6	120.9	126.1	129.7	153.1	
核胞 21	29.6	52.8	68.3	76.9	86.4	92.6	125.1	143.9	
核胞 22	2.0	3.1	3.9	4.3	4.7	4.9	6.6	7.4	
核胞 23	3.8	6.0	7.5	8.2	9.0	9.4	12.7	14.1	
核胞 24	3.7	5.9	7.3	8.0	8.7	9.1	12.2	13.6	
核胞 25	6.0	9.4	11.6	12.7	13.8	14.4	19.3	21.4	
核胞 26	3.6	5.7	7.1	7.8	8.5	8.9	11.9	13.2	
核胞 27	2.5	3.9	4.9	5.4	5.9	6.2	8.3	9.3	
核胞 28	1.0	1.6	2.0	2.2	2.4	2.6	3.4	3.8	

表 6-32(b) 不同重現期距下新店區所模擬之設計洪峰量值表

單位：cms

重現期距 (年) 核胞	1.1	2	5	10	25	50	100	200	備註
寶橋站	156.4	448.3	457.6	552.1	663.8	741.1	816.0	890.9	
核胞 4	1.8	2.3	2.8	3.0	3.2	3.4	3.5	3.6	
核胞 5	1.5	2.0	2.4	2.6	2.8	2.9	3.0	3.1	
核胞 6	7.0	9.2	11.6	12.5	13.4	14.0	14.6	15.1	

表 6-33 不同重現期距下板橋、中和、永和區所模擬之
設計洪峰量值表

單位：cms

重現期距 (年) 核胞	1.1	2	5	10	25	50	100	200	備註
核胞 1	17.2	26.3	30.9	35.7	41.6	45.5	49.5	53.5	
核胞 2	11.2	17.4	22.1	24.7	27.6	29.5	31.3	33.1	
核胞 3	5.7	8.6	10.8	11.9	13.3	14.1	14.9	15.8	
核胞 4	15.6	24.3	30.7	34.3	38.4	41.0	43.5	46.0	
核胞 5	20.9	46.4	64.9	75.1	86.7	94.5	102.2	108.5	
核胞 6	1.5	3.0	4.2	4.8	5.5	6.0	6.5	6.9	
核胞 7	7.2	16.1	22.5	25.9	29.8	32.5	35.2	37.3	
核胞 8	6.6	14.1	19.4	22.2	25.5	27.8	30.0	31.8	
核胞 9	18.3	36.1	57.0	69.1	82.6	91.5	101.0	108.3	

表 6-34 淡水河流域主支流各控制點於不同重現期距下之最大洪峰流量

流域或控制點 \ 重現期距(年)	500	200	100	50	記錄最大
基隆河 員山子	1120	1000	900	820	1000*
五堵	2550	2300	2100	1940	2630
中山橋	3600	3200	3000	2760	
關渡	4400	4000	3800	3400	
景美溪	2000	1700	1510	1300	1450*
新店溪 萬華	1220	10800	10200	9300	9900*
大漢溪 江子翠	15500	13800	11500	10400	13600*
淡水河 台北橋	26000	23500	20800	19000	16680
關渡	28000	25000	23000	20000	

註：

1. 單位為 cms。
2. * 係根據記錄最大雨量推算。
3. 資料來源為「台北地區防洪計劃檢討報告」，03-(洪)-10，經濟部水資源統一規劃委員會，民國 59 年。

台北都會區淹水區域預測之研究(三)
—子計畫二：都會郊區降雨—逕流模式之研究(三)
A Study on the Regional Inundation Forecast of Taipei Metropolitan Area(III)
Study on the Rainfall-Runoff Models of Suburban Areas(III)

計畫編號：NSC 89 - 2625 - Z - 002 - 011

執行期限：88年8月1日至89年7月31日

主持人：王如意 教授 國立台灣大學農業工程學研究所

一、中文摘要

本研究係從事台北都會區郊區水文特性之研析及合適水文模式之建立，以提供研究區域水資源規劃及防洪排水之應用。本研究首先蒐集淡水河流域內之雨量站歷年來之降雨資料，從事雨量之頻率分析，繪製降雨強度—延時—頻率曲線，建構不同頻率及不同降雨延時之合適設計雨型，視其為引入水文系統之投入函數，再採用地理資訊系統 ARC/INFO 分析，將淡水河流域內基隆河、新店溪及大漢溪三支流之河川流網分布，劃成合適數目之核胞，且視每一核胞為一獨立之水文單元，應用半空間分布並聯型水庫概念模式，分別研析各核胞由某種降雨型態及頻率條件下所可能形成之逕流歷線，以提供都會區洪災防範時水文規劃設計之應用。

關鍵詞：降雨分析、逕流模擬、概念模式、水文規劃。

Abstract

The objectives of this research project are aimed to study the hydrological characteristics and set up adequate rainfall-runoff models of suburban watersheds in Taipei for the application in flood-damage mitigation in the project area. Firstly, rainfall and flood records and the related data observed by different water-conservancy organizations are proposed to collect. Frequency analysis of rainfall in Taipei area are accomplished, rainfall intensity-duration-frequency curves are drawn, and the appropriate rainfall patterns for different durations and frequencies can be formed. Next, ARC/INFO analysis of

Geographic Information System are applied for analysis the geomorphologic characteristics of river network and watershed topography of Tamshui River Basin. Suitable cell structures of every tributary can thus be organized. Finally, the semi-spatial distributed with parallel typed reservoirs conceptual model is theoretically derived and compared, model parameters are reasonably optimized, and the resulting flood hydrographs can be simulated for different design rainfall patterns and return periods. Some suggestions are also submitted for hydrological planning of new community development. The analytical methods proposed in this study can be applied for flood mitigation of suburban watersheds in Taipei.

Keywords: Rainfall analysis, Runoff simulation, Conceptual model, Hydrological planning.

二、緣由與目的

台北都會區為一盆地地形，淡水河及其主要支流基隆河、大漢溪及新店溪匯流於盆地內。淡水河系主流全長 159 公里，流域面積 2726 平方公里，為台灣第三大河川。盆地內屬於台北院轄市及台北縣等台灣首善之都會區，約 500 萬人口集中於中下游平原地區。由於盆地內地勢低窪，淡水河流經台北盆地之河段，感潮情況甚為明顯，每當颱風過境，挾常大量豪雨，洪水渲洩不及，屢屢造成重大災害。

本研究計畫屬於「台北都會區淹水區域預測之研究(三)」整合型計畫之第二子計畫。為配合整合型計畫之構思，第三年以都會郊區等高線 50 公尺以上集水區為設計洪水歷線模擬之研究集水區，如圖 1 所示；

探討此地區因不同降雨特性所引致之洪水特性，期能建立串聯式之氣象—水文歷程且較合理迅速之降雨—逕流模式，以提供此區域水資源規劃及防洪預報系統之參考應用。

三、結果與討論

本研究獲致之研究結果分述如下：

1. 頻率分析與降雨強度—延時—頻率關係之研究[1]

本研究以對數皮爾遜第三類分布進行頻率分析，並預估各測站在重現期距為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年下不同延時之降雨量；進一步採用臺灣地區較常被引用之 Horner 三參數型公式，以推求研析流域各測站不同重現期距下之降雨強度—延時—頻率曲線公式，其結果選其代表列如表 1。

2. 雨型設計之研究[1]

對於降雨延時為 24 小時下重現期距為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年之雨型設計，其結果選其代表如圖 2 所示。

3. 降雨—逕流模式之研析

本研究採用半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式[2]，其係以集水區河川網路與土地覆蓋利用等資料將集水區劃分成多個核胞，然後依據降雨落於各個核胞上流至集水區出口處之不同流路再與之並聯線性疊加而成之模式。以半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式套配 SCE 參數優選方法應用於基隆河五堵上游集水區、景美溪之寶橋上游集水區及大漢溪之三鶯橋上游集水區所作洪水估測之結果選其代表示如圖 3。其平均效率係數為 0.85，峰量誤差平均在 11.0% 之內，峰時誤差時刻小於 2 小時。對研析集水區之參數建議值如表 2 所示。

4. 設計洪水歷線之模擬

本研究關於設計洪水歷線之模擬，係以交替區塊法進行降雨延時為 24 小時且重現期距分別為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年之雨型設計，並由徐昇氏多邊形法

求取研析集水區於各核胞之各類型之平均設計雨型雨量，進一步利用 Φ 指數求取各核胞之有效降雨量，然後套配由半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式所校驗之參數建議值，以從事研析地區之設計洪水歷線模擬。

對於各集水區及鄰近殘流域之設計洪水歷線模擬之結果，選其代表如圖 4 與表 3 所示。

四、結論

1. 本研究已選定台北都會郊區 36 個雨量測站，推求其降雨強度—延時—頻率曲線公式，並配合各雨量站所推得之降雨強度—延時—頻率曲線公式，且應用交替區塊法從事降雨延時為 24 小時，重現期距為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年，分別求出台北都會郊區內各集水區設計降雨之時間分布。此等研究成果對未來台北都會郊區內之水利工程規劃設計，除可做為規劃設計時之參考依據外，並可做為淹水預報查詢之指標。
2. 本研究係以半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式理論研析基隆河五堵上游集水區、景美溪寶橋上游集水區及大漢溪三鶯橋上游集水區內降雨—逕流之轉換關係，經多場颱風事件對此模式加以檢驗，其結果相當良好；因此本研究研發之半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式，對台北都會郊區於水資源規劃與防洪預報系統上，可提供參考應用。
3. 本研究水文模擬基隆河流域五堵站 200 年重現期距之最大設計洪峰流量值皆大於 3000cms，而經濟部水資源統一規劃委員會於「台北防洪計畫」中所規劃設計之最大設計洪峰流量值為 2300cms，且五堵站曾於民國 15 年發生紀錄最大洪水量為 2630cms，由此可見當時規劃設計之洪峰流量值有偏小之情事。三十年來大幅度都市化演變結果造成基隆河下游沿岸已形成台北都會區之精華地區，水文環境變化甚大，都市化效應頗為彰顯，因此對基隆河流域之最大設計洪峰流量似宜有重新檢討之必要。

表 1 五堵站不同延時降雨量之頻率分析結果表

單位：公厘

重現期距 降雨 延時(分)	重現期距 (年)							
	1.1	2	5	10	25	50	100	200
1440	152.1	231.2	346.7	451.0	623.0	786.8	987.7	1234.6
1080	142.3	225.1	328.3	412.0	538.6	649.1	775.1	919.3
720	129.6	192.3	269.2	331.0	423.0	502.6	592.8	695.3
360	82.2	141.9	200.4	240.2	291.4	330.2	369.6	409.7
240	68.3	119.3	165.7	195.5	232.0	258.4	284.2	309.6
60	31.5	58.2	77.1	86.8	96.6	102.5	107.4	111.6
40	23.4	49.3	60.8	64.3	66.2	66.8	66.9	67.0
30	20.1	40.9	48.5	50.4	51.1	51.2	51.2	51.3
20	14.6	31.6	38.7	40.6	41.6	41.8	41.8	41.8
10	9.2	19.0	23.8	25.4	26.4	26.8	27.0	27.1

表 2 半分布並聯型線性水庫模式之參數建議值

流域分區	參數特性		N _c	
	平均值	標準偏差	平均值	標準偏差
大漢溪三鶯橋上游集水區	0.3637	0.088	0.02219	0.008400
景美溪寶橋上游集水區	0.3887	0.041	0.01924	0.007090
基隆河五堵上游集水區	0.3880	0.132	0.00801	0.003447

表 3 不同重現期距下台北中央、汐止區各核胞單元所模擬之設計洪峰量值表

單位：cms

核胞	重現期距 (年)								備註
	1.1	2	5	10	25	50	100	200	
五堵上游	431.4	865.7	1300.6	1626.3	2081.2	2438.5	2796.6	3311.3	
核胞 5	6.1	11.1	14.0	15.4	16.8	17.6	18.2	21.5	
核胞 6	76.2	159.5	206.4	229.1	250.4	261.6	268.9	315.6	
核胞 7	6.2	11.9	15.1	16.7	18.0	18.8	19.4	22.8	
核胞 8	51.0	113.1	148.1	164.2	180.0	188.5	194.16	232.2	
核胞 9	45.9	99.0	129.0	143.0	156.2	163.6	168.4	200.6	
核胞 10	8.9	18.0	23.3	25.8	28.1	29.3	30.2	35.7	
核胞 11	27.8	58.8	76.4	84.8	92.6	96.7	99.6	118.5	
核胞 12	2.8	5.1	6.5	7.1	7.8	8.1	8.4	10.0	
核胞 13	5.7	12.7	16.7	18.4	20.1	21.0	21.7	25.8	
核胞 14	17.8	32.6	41.2	45.3	49.2	51.4	53.0	62.6	
核胞 15	0.5	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.7	
核胞 16	1.7	3.1	4.0	4.4	4.8	5.0	5.2	6.1	
核胞 17	26.4	49.9	63.4	69.7	75.5	78.8	81.1	95.6	
核胞 18	13.5	25.6	32.6	35.8	38.8	40.5	41.6	49.1	
核胞 19	15.0	28.0	35.5	38.9	42.2	44.1	45.4	53.5	
核胞 20	41.2	79.4	101.4	111.6	120.9	126.1	129.7	153.1	
核胞 21	29.6	52.8	68.3	76.9	86.4	92.6	125.1	143.9	
核胞 22	2.0	3.1	3.9	4.3	4.7	4.9	6.6	7.4	
核胞 23	3.8	6.0	7.5	8.2	9.0	9.4	12.7	14.1	
核胞 24	3.7	5.9	7.3	8.0	8.7	9.1	12.2	13.6	
核胞 25	6.0	9.4	11.6	12.7	13.8	14.4	19.3	21.4	
核胞 26	3.6	5.7	7.1	7.8	8.5	8.9	11.9	13.2	
核胞 27	2.5	3.9	4.9	5.4	5.9	6.2	8.3	9.3	
核胞 28	1.0	1.6	2.0	2.2	2.4	2.6	3.4	3.8	

謝 誌

本研究計畫承蒙 行政院國科會永續發展研究推動委員會提供研究經費，謹此誌謝。

研究期間，多承國科會「台北都會區淹水預測之研究」整合型研究計畫群台灣大學農工系許銘熙教授、陳增壽教授、吳富春教授、張倉榮教授、水工試驗所賴進松研究員、成功大學水利系蔡長泰教授、游保杉教授共同參與、群策群力及定時研商，達成本整合型計畫之總體目標，並且承蒙經濟部水資源局、經濟部水利處、水利處北區水資源局與內政部住都處提供寶貴資料，謹致由衷之謝忱。

摘 要

都會區內人口密集，由於土地需求殷切，目前大都築堤束洪，以防範水患；但淹水災害之成因十分複雜，常非全憑工程防洪方法所能解決。民國八十五年賀伯颱風即為台北都會區之淡水河沿岸板和地區及社子島帶來嚴重之水患，防洪工程硬體措施雖有助於減少災害，但仍無法完全解決低窪地區之水患問題。本研究群擬以台北都會區淹水區域預測為主題，整合相關研究計畫，期以模擬及預測各種降雨條件下之市區淹水情況，使低窪地區之居民及行政機關得先瞭解淹水訊息，提早防範及提出應變措施。

本計畫結合國立台灣大學及成功大學水利工程領域之相關教授，以台北都會區為研究對象，以三年期間完成台北都會區淹水地區預測之研究。研究內容以建立台北都會區淹水預報模式為目標，未來可結合中央氣象局之氣象預報及經濟部水利處之洪水預報更新系統，建立一完善之台北都會區洪水與淹水預報模式，期以非工程之預警方法，減少台北都會區水患之損失。本整合型計畫研擬七個相關子計畫，即依降雨、逕流、洪泛過程分成降雨預報、郊區逕流預報及淹水區域預報等三部份。其中淹水區域預報除考慮地形變化外，對於防洪相關水工構造物如堤防、抽水站、防洪閘門、排水系統之布置等與淹水相關設施在本研究均予以考量，詳盡探討台北都會區之淹水機制，以掌握台北都會區之淹水狀況，並提供動態之淹水展示資訊，臻以提高都會區居民對洪災防範及救急之意識，期能有效地減少洪災損失。

關鍵詞：淹水預測、淡水河、台北都會區、非工程防洪措施。

ABSTRACT

The lowland along Tanshui River has been developed and urbanized due to the population concentration and the enormous demand of land in the Taipei metropolitan area. Dikes and levees along the river are usually constructed to control the flood flow. However, severe inundation damages still occurred in Taipei metropolitan area in recent years. Because of the intricacy of flood and inundation disaster problems, some non-structure flood-mitigation measures must be used other than the dikes, levees, flood gates and pumping stations. This research group is thus to set up to develop appropriate inundation simulation models for Taipei metropolitan area from viewpoint of the non-structural measures. Various conditions of inundation caused by typhoon and flood are expected to simulate and estimate. The simulation results and information of the inundation can be used for the planning of flood damage mitigation system in the urban area.

This three-year objective orientated research project, carried out by seven professors specializing in hydraulic engineering from the National Taiwan University and the National Cheng-Kung University, aims at developing some adequate inundation forecasting models for the purpose of flood disaster prevention in Taipei metropolitan area. The research group will closely cooperate with the Central Weather Bureau and the Water Conservancy Department of the Ministry of Economic Affairs to build a flood and inundation forecasting model to reduce the inundation damage of the Taipei metropolitan area through the non-structural measures in the future.

The integrated project consisted of seven research subtopics as rainfall forecasting, runoff forecasting and inundation forecasting models for the layouts of levees, pumping stations, flood gates, drainage systems, etc. Different inundation situations can be simulated and forecasted according to various storm patterns and typhoon mechanisms. Furthermore, flood information can be dynamically illustrated to the public of the Taipei metropolitan area. Finally, flood damage is expected to reduce effectively in coming year.

Keywords: Inundation forecast, Tanshui River, Taipei metropolitan area, Non-structure flood-mitigation measures.

目 錄

謝誌.....	I
中文摘要.....	II
英文摘要.....	III
目錄.....	IV
圖錄.....	VI
表錄.....	IX
第一章 緒論.....	1
1-1 本計畫之重要性.....	1
1-2 過去相關研究.....	2
1-3 本計畫之分工與整合.....	3
第二章 研究成果.....	6
2-1 子計畫一、都會區降雨預報之研究.....	6
2-2 子計畫二、都會郊區降雨—逕流模式之研究.....	10
2-3 子計畫三、河川潰堤淹水模式之研究.....	12
2-4 子計畫四、河川沿岸低窪地區淹水模式之研究.....	15
2-5 子計畫五、抽水站與閘門操作對都會區淹水之影響.....	17
2-6 子計畫六、市區排水與淹水模式之研究.....	20
2-7 子計畫七、台北市中央區洪災境況模擬與應變措施之研究.....	23
第三章 模式整合與境況模擬.....	26
3-1 模式整合.....	26
3-2 事件境況模擬.....	26
3-3 結語.....	28
第四章 結論.....	36
參考文獻.....	43
附錄 A 整合型計畫總目標說明.....	A-1
附錄 B 子計畫精簡報告.....	B-1
子計畫一 都會區降雨預報之研究.....	B-1

子計畫二	都會郊區降雨—逕流模式之研究.....	B-13
子計畫三	河川潰堤淹水模式之研究.....	B-25
子計畫四	河川沿岸低窪地區淹水模式之研究.....	B-37
子計畫五	抽水站與閘門操作對都會區淹水之影響.....	B-49
子計畫六	市區排水與淹水模式之研究.....	B-61
子計畫七	台北市中央區洪災境況模擬與應變措施之研究.....	B-73
附錄 C	工作討論會會議記錄.....	C-1
	第一次研究工作討論會.....	C-1
	第二次研究工作討論會.....	C-3
	第三次研究工作討論會.....	C-6
	第四次研究工作討論會.....	C-8
	第五次研究工作討論會.....	C-10
	第六次研究工作討論會.....	C-12
	第七次研究工作討論會.....	C-14

圖 錄

圖 1-1	台北都會區淹水預測之研究流程	4
圖 1-2	台北都會區山地降雨—逕流預報模式與下游都會區地表淹水 預報模式銜接圖	5
圖 2-1	颱風期間 24 小時降雨預報之計畫流程圖	8
圖 2-2	板橋、土城、中和及永和地區 24 小時降雨總量預測結果	8
圖 2-3	火燒寮站(0301140)各颱風事件總降雨量之模糊預報結果	9
圖 2-4	火燒寮站(0301140)道格颱風事件之預報降雨量累積曲線圖	9
圖 2-5	颱風期間動態 24 小時降雨量預報之分析流程圖	9
圖 2-6	台北中央、汐止區重現期距 200 年降雨延時 24 小時之 平均設計雨型圖	11
圖 2-7	五堵上游集水區之亞力士颱風洪逕流歷線檢定圖	11
圖 2-8	五堵上游集水區於重現期距 200 年降雨延時 24 小時之 洪水歷線模擬圖	11
圖 2-9	賀伯颱風時新海橋測站之大漢溪水位歷線	13
圖 2-10	兩種潰堤假設之入流歷線	13
圖 2-11	新莊樹林地區在不同潰堤假設下之最大淹水深分布圖	14
圖 2-12	不同潰堤假設加上 200 年重現期距降雨下， 新莊樹林地區之最大淹水深分布圖	14
圖 2-13	內湖地區模擬重現期距 1.1 年降雨之最大淹水深圖	16
圖 2-14	內湖地區模擬重現期距 2 年降雨之最大淹水深圖	16
圖 2-15	內湖地區模擬重現期距 5 年降雨之最大淹水深圖	16
圖 2-16	內湖地區模擬重現期距 10 年降雨之最大淹水深圖	16
圖 2-17	內湖地區模擬重現期距 25 年降雨之最大淹水深圖	16
圖 2-18	內湖地區模擬重現期距 50 年降雨之最大淹水深圖	16
圖 2-19	內湖地區模擬重現期距 100 年降雨之最大淹水深圖	17
圖 2-20	內湖地區模擬重現期距 200 年降雨之最大淹水深圖	17
圖 2-21	台北市中央區模擬淹水範圍 (5 年重現期降雨，所有抽水站與疏散閘門均正常運作)	19

圖 2-22	台北市中央區模擬淹水範圍 (10 年重現期降雨，所有抽水站與疏散閘門均正常運作)	19
圖 2-23	台北市中央區模擬淹水範圍 (25 年重現期降雨，所有抽水站與疏散閘門均正常運作)	19
圖 2-24	台北市中央區模擬淹水範圍 (50 年重現期降雨，所有抽水站與疏散閘門均正常運作)	19
圖 2-25	台北市中央區模擬淹水範圍 (100 年重現期降雨，所有抽水站與疏散閘門均正常運作)	19
圖 2-26	台北市中央區模擬淹水範圍 (200 年重現期降雨，所有抽水站與疏散閘門均正常運作)	19
圖 2-27	台北縣汐止五堵區模擬淹水範圍(5 年重現期降雨)	20
圖 2-28	台北縣汐止五堵區模擬淹水範圍(10 年重現期降雨)	20
圖 2-29	台北縣汐止五堵區模擬淹水範圍(25 年重現期降雨)	20
圖 2-30	台北縣汐止五堵區模擬淹水範圍(50 年重現期降雨)	20
圖 2-31	台北縣汐止五堵區模擬淹水範圍(100 年重現期降雨)	20
圖 2-32	台北縣汐止五堵區模擬淹水範圍(200 年重現期降雨)	20
圖 2-33	1.1 年重現期降雨量第 12 小時之淹水深度圖	22
圖 2-34	2 年重現期降雨量第 12 小時之淹水深度圖	22
圖 2-35	5 年重現期降雨量第 12 小時之淹水深度圖	22
圖 2-36	10 年重現期降雨量第 12 小時之淹水深度圖	22
圖 2-37	25 年重現期降雨量第 12 小時之淹水深度圖	22
圖 2-38	50 年重現期降雨量第 12 小時之淹水深度圖	22
圖 2-39	100 年重現期降雨量第 12 小時之淹水深度圖	23
圖 2-40	200 年重現期降雨量第 12 小時之淹水深度圖	23
圖 2-41	200 年重現期降雨量第 30 小時之淹水深度圖	23
圖 2-42	台北縣浸水申報範圍	23
圖 2-43	文山木柵地區模擬淹水範圍(5 年重現期距降雨)	25
圖 2-44	文山木柵地區模擬淹水範圍(25 年重現期距降雨)	25
圖 2-45	文山木柵地區模擬淹水範圍(100 年重現期距降雨)	25
圖 2-46	文山木柵地區模擬淹水範圍(200 年重現期距降雨)	25

圖 3-1	整合型計畫連接之流程圖	29
圖 3-2	台北市文山、木柵地區模擬淹水範圍 (25 年重現期降雨量)	29
圖 3-3	板橋、土城、中和及永和等區模擬淹水範圍圖 (5 年重現期降雨量)...	30
圖 3-4	板橋、土城、中和及永和等區賀伯颱風實際淹水範圍圖.....	30
圖 3-5	台北中央區及五堵、汐止等區模擬淹水範圍 (10 年重現期降雨量).....	31
圖 3-6	台北中央區及五堵、汐止等區溫妮颱風實際淹水範圍圖.....	31
圖 3-7	台北中央區及五堵、汐止等區模擬淹水範圍 (50 年重現期降雨量).....	32
圖 3-8	台北中央區及五堵、汐止等區瑞伯颱風實際淹水範圍圖.....	32

表 錄

表 2-1	灰色預報模式之預報結果	10
表 2-2	五堵站不同延時降雨量之頻率分析結果表	12
表 2-3	各研析區域不同重現期(年)之 24 小時總降雨量	12
表 2-4	內湖地區模擬各重現期距淹水面積統計表	17
表 3-1	板橋、土城、中和及永和等區賀伯颱風之預測 24 小時總降雨量 ..	33
表 3-2	台北中央區及五堵、汐止等區溫妮颱風之預測 24 小時總降雨量 ..	34
表 3-3	台北中央區及五堵、汐止等區瑞伯颱風之預測 24 小時總降雨量 ..	35

第一章 緒論

1-1 本計畫之重要性

台灣地處亞熱帶，常遭颱風或暴雨之侵襲，造成嚴重之水災，平均每年損失逾百億元，其中一半為水利工程之損失，而災害損失有隨經濟發展而增加之趨勢。洪災除造成鉅量之財務損失及引起災區衛生、交通、電訊等問題外，另引發社會不安及人民疾苦，甚至生命安全之威脅及損失更無法估計。近年來由於都會區人口密度增加，土地需求殷切，故河川沿岸地勢低窪之邊際土地多被開發利用，相對地洪災所可能造成之損失大幅提高。故如何做好洪水災害防治工作實為水利工程之重大事項，但防洪問題涉及土地利用、工程及管理營運等眾多因素，錯綜複雜。民國八十三年十一月行政院國科會完成天然災害防治研究五年中程計畫之規畫工作，曾列出「水災防護」是其工作重點之一，民國八十五年十二月行政院國科會環發會更進行災害防治整合型計畫，其中水災防護研究群中特將都會區災害防治、土石流問題與海岸災害列為研究工作重點。本研究即以台北都會區淹水區域預測為主題，配合國科會環發會在氣象方面規劃之颱風統計預測方法研究群及經濟部水利處正進行之河川洪水預報系統更新作業，整合相關研究計畫，並模擬及預測各種降雨條件下之市區淹水情況，使低窪地區之居民及行政機關得先了解淹水情況，提早防範及提出應變措施。

台北都會區為一盆地地形，淡水河及其主要支流新店溪、大漢溪、基隆河匯流於盆地內，都會區內地勢由南逐漸向北降低，坡度約千分之一。由於都會區內人口密集，地勢低窪，為有效利用土地，河川沿岸大都築堤束洪，以防範水患。「台北地區防洪計畫」自民國七十一年起實施至今，雖已大部份完成，但由於部份抽水站及相關工程仍在進行，並未能完全發揮原先設計功能及掌握洪水資訊。如民國八十五年賀伯颱風即為台北都會區之河川沿岸板和地區及社子島帶來嚴重之水患，以板和地區為例，淹水面積即廣達 700 公頃，平均淹水深度超過 1 公尺，淹水最深處甚至深達 3 公尺，積水數日未能退去，損失金額以數十億元計，而災後更是耗費大量之人力、物力及鉅額之金錢進行災後復建工作，可見目前以築堤約束洪水之工程方法，雖有助於減少災害，但仍無法解決低窪地區之水患問題。

本計畫結合國立台灣大學及成功大學水利工程相關教授，以台北都會區為研究對象，以全程計畫三年期間完成台北都會區淹水地區預測之研究。台北都會區之淹水預報模式，依其降雨、逕流及洪泛之過程，包括降雨預報、逕流預報與地表淹水預報等部分，

各模式間具有先後因果關係，而彼此間之連接亦十分緊密。逕流預報之進行需要降雨預報資料，逕流預報資料又可做為淹水預報模式之邊界條件。另防洪排水相關水工結構物，如堤防、抽水站、閘門及排水系統等布置均與淹水情況息息相關。因此台北都會區淹水預報模式之研究與建立，除應以研究群方式整合各預報模式，加強各模式間之連接與協調，以達到分工合作、群策群力之整體效果外，研究過程中亦需與經濟部水利處之洪水預報系統與國科會環發會天然災害防治氣象整合型計畫密切合作。本計畫於第一年度及第二年度計畫執行中，已建立台北都會區淹水預報模式，除未來可結合中央氣象局之氣象預報及水利處之洪水預報系統外，並於第三年度研究中建立淹水資訊展示系統，完成適合於台北都會區之洪水與淹水預報模式，期以非工程之預警方法，減少台北都會區水患之損失。

1-2 過去相關研究

行政院國家科學委員會有鑒於天然災害所引致之損失重大，而其發生原因與防範之道多係具有地域特性，外國之研究成果未必全適用於我國，乃於民國七十年起邀請學者專家及有關業務機關代表共同策劃，針對資料蒐集、學理研究及推廣應用等三方面兼籌並顧，進行研究計畫之規劃。自民國七十一年開始執行「防災科技研究」第一期五年計畫，於民國七十六年完成。在第一期五年計畫中針對淡水河流域洪水演算模式進行一系列之研究，完成了全河系洪水演算數值模式以及堤防潰決洪流模式之建立。國科會復於民國七十六年繼續推動第二期五年計畫，亦已於民國八十一年完成。該兩期共十年之研究計畫已獲豐碩成果，且甚具推廣價值。

民國八十二年國科會更在過去研究成果之基礎上，推動第三期五年計畫，以新發展之防災科技與設備，配合目前台灣之人文、地文與水文環境，進行更深入之天然災害防治研究。民國八十二年五月國科會成立環境與發展委員會（民國八十六年一月更名為永續發展研究推動委員會），將「天然災害防治研究」列為重要之推動工作項目之一，以原已在執行中之「防災科技研究」第三期五年計畫為基礎，將各項防災研究予以檢討，重新規劃其主題與內容，以能解決災害防治問題為導向，期望將來之執行有更豐碩之成果，提供相關政府機關及民間應用^[1]。

台灣地區過去十餘年來在國科會及其他相關機構之支助下，先後對淡水河洪流演算模式^[4,5,6,7,8]、基隆河沿岸低窪地區淹水模式^[9,10]、八掌溪洪災模式^[11,12,13]進行一系列之研究，包括疏洪道完成前後之洪水模擬演算及比較^[5]，洪水模式與逕流模式之銜接^[6]，堤防潰決後之洪流模擬^[7]，市區排水設施有無納入洪水演算之比較^[9,10]等，另外亦針對水庫潰壩後之洪水演算進行模擬及研究^[6]。

1-3 本計畫之分工與整合

台北都會區之淹水預報模式，依其降雨、逕流及洪泛之過程，可包括降雨預報、逕流預報與地表淹水區域預報模式等部分，各模式間具有承先啟後因果關係，而彼此間之連接必須十分緊密，方可掌握淹水情況，以爭取提早防範及提出應變措施之時效性。由於逕流預報之模擬需要降雨預報資料之提供，而逕流預報模式之成果資料又為淹水預報模式不可或缺之邊界條件，另台北都會區之防洪排水相關水工構造物相當複雜與眾多，如堤防、抽水站、防洪閘門及排水系統等佈置均與淹水情況息息相關，若由單一子計畫執行整個台北都會區淹水區域預測之研究，其工作量過於龐大，實無法達成本整合型計畫之預期目標；因此對於台北都會區淹水區域預報模式之研究與建立，以研究群方式將台北都會區劃分成四個獨立研究區域，分別進行其淹水區域預報模式之研究與建立。本整合型計畫於執行期間，除整合各預報模式，加強各模式間之連接與協調，以達到分工合作、群策群力之整體效果外，亦需與經濟部水利處之淡水河洪水預報系統與國科會永續會天然災害防治氣象整合型計畫密切合作，以竟全功。圖 1-1 為台北都會區淹水區域預測之研究流程圖，圖中顯示除子計畫一所進行都會區降雨預報之研究，其可銜接氣象組整合型計畫，並提供本整合型各子計畫之降雨預報外，同時亦針對台北都會區逕流、排水系統與防洪體系提出各研究子題，包括都會郊區降雨—逕流模式(子計畫二)、以三重、蘆洲、新莊等區為研究區域(子計畫三)、以北投、士林、大直、內湖等區為研究區域(子計畫四)、以台北市中央、汐止、五堵、新店等區為研究區域(子計畫五)及以板橋、土城、中和、永和等區為研究區域(子計畫六)之都會區淹水預測，而子計畫七將針對台北中央區淹水模式之研究成果，進行洪災境況模擬與應變措施提議，最後整合型計畫則彙整各子計畫之研究成果及提出研究成果淹水相關資訊之展示。

本研究群各子計畫之主持人及子計畫名稱分別為：

子計畫一：(成大游保杉教授)

都會區降雨預報之研究(三)

子計畫二：(台大王如意教授)

都會郊區降雨逕流—模式之研究(三)

子計畫三：(台大賴進松助理研究員)

河川潰堤淹水模式之研究(三)—以三重、蘆洲、新莊等區為研究區域

子計畫四：(台大吳富春助理教授)

河川沿岸低窪地淹水模式之研究(三)—以北投、士林、大直及內湖等區為研究區域

子計畫五：(台大許銘熙教授)

抽水站與閘門操作對都會區淹水影響之研究(三)－以台北市中央、汐止、五堵及新店等區為研究區域

子計畫六：(成大蔡長泰教授)

市區排水與淹水模式之研究(三)－以板橋、土城、中和及永和等區為研究區域

子計畫七：(台大陳增壽助理教授)

台北中央區洪災境況模擬與應變措施之研究(三)

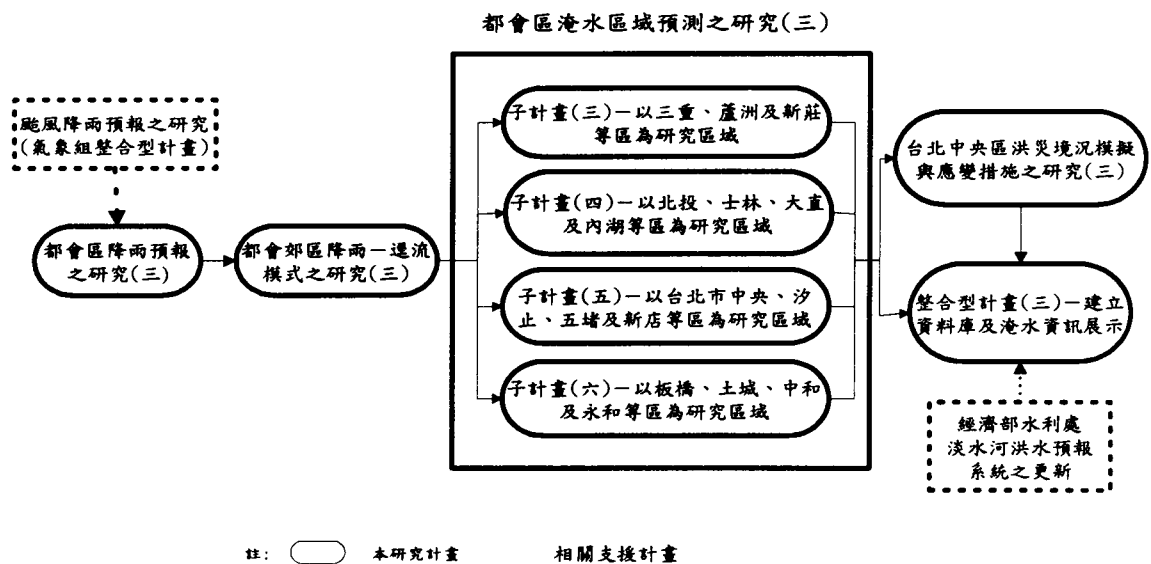


圖1-1 台北都會區淹水區域預測之研究流程

本年度各子計畫之工作重點除延續前兩年之研究成果與各子計畫間之模式整合工作外，新增列子計畫七將針對台北中央區淹水模式之研究成果，提出洪災境況模擬與應變措施，使本整合型計畫之研究成果更能落實於實際應用。最後，整合型計畫將各子計畫之研究成果提供資訊展示，以達到整合型計畫之終極目標。整合型計畫將逕流預報模式與淹水預報模式之銜接邊界由原先之 100 公尺等高線改為 50 公尺等高線，如圖 1-2 所示，且進一步將山地郊區依其地文條件與河川網路劃分成不同之核胞單元，則逕流預報模式提供每一核胞單元之逕流資料給淹水預報模式予以模擬，如此使逕流預報模式與淹水預報模式之銜接更緊密，且可提高淹水預報模式之模擬精確度；至於下游都會區亦依照其都市排水與防洪體系劃分成四區，分別為 (1) 北投、士林、大直與內湖等區、(2) 台北市中央、汐止、五堵與新店等區、(3) 板橋、土城、中和與永和等區及(4) 三重、

蘆洲與新莊區等分區，分別進行其淹水區域預報模式之研究與建立。

整合型總計畫除負責各子計畫間之協調與整合外，並將四個淹水區域預測子計畫於單日總降雨量分別為 150、300、450 與 600mm 條件下之淹水區域預報資料與重現期距各為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年與降雨延時為 24 小時組合下之淹水區域預報資料相結合，且彙整子計畫七之洪災境況模擬與其相對應之應變措施，建立一完整洪災資訊之資料庫，以供查詢與展示之應用。若遇颱風來襲之時，降雨預報模式適時預報可能受災集水區未來 3 小時與過去 21 小時之累積總降雨量，則防災單位根據此 24 小時之總降雨量，立刻可從資料庫查詢其相對應下游都會區可能之淹水範圍及程度，提供防災單位快速擬定應變措施，期以非工程預警方法減少台北都會區之水患損失，此為本整合型計畫之終極目的。

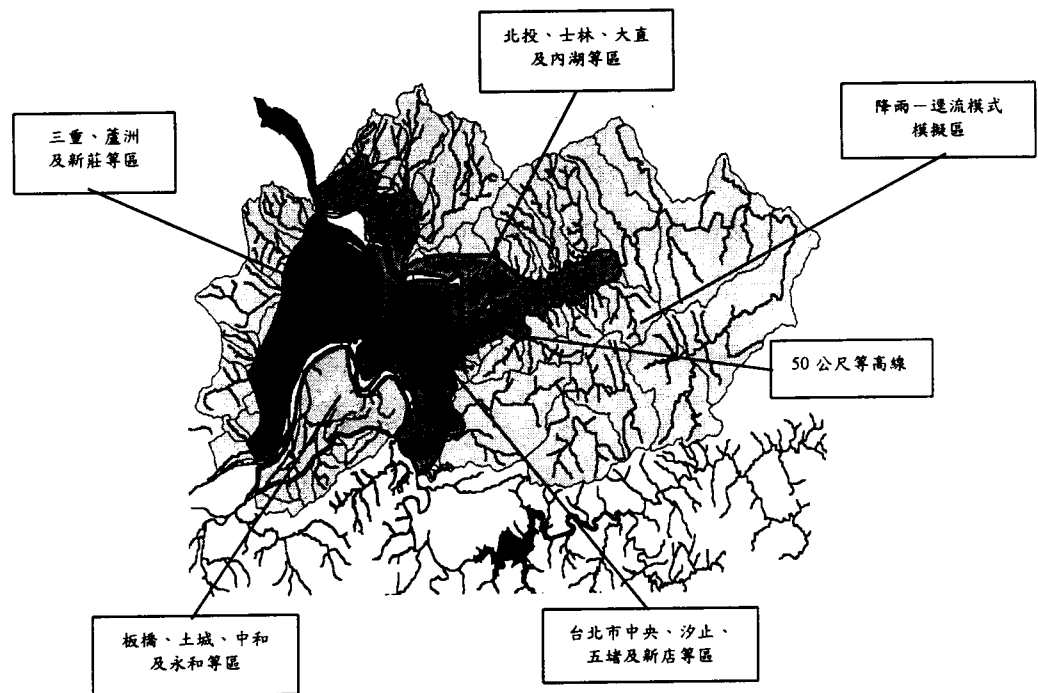


圖 1-2 台北都會區山地降雨-逕流預報模式與下游都會區地表淹水預報模式銜接圖

本整合型計畫總目標詳述於附錄 A。本研究第二章茲就各子計畫本年度之研究成果作一說明，第四章說明模式整合與境況模擬；而七個子計畫之研究成果精簡報告參見附錄 B。本研究群之總計畫除負責各子計畫研究工作之協調與聯繫外，並定期邀集七個子計畫之研究人員，召開研究工作討論會，會中除增進研究人員之協調與配合外，亦將檢討研究進度與成果，整合上下游研究成果，充分達到資源連貫之目的，俾能配合掌握整體之研究進度，以準時有效地完成研究計畫目標。本計畫於今年度執行期間，除經常聯繫討論外，並且正式召開七次研究工作討論會，其會議記錄參見附錄 C。

第二章 研究成果

本研究包括降雨預報、都會郊區逕流預報及都會區地表淹水預報等部份，分三年度完成。第一年度(民國 86 年 8 月~87 年 7 月)以模式建立為主，並以台北縣板和地區為主要研究地區，利用民國八十五年賀伯颱風記錄做為模式之驗證，且將研究成果於後兩年延伸至台北都會區其他地區。第二年度(民國 87 年 8 月~88 年 7 月)係將整個淡水河流域劃分成山地郊區及下游都會區，除設計兩型之降雨研析外，更針對山地郊區建立合適之逕流模式，以提供下游都會區地表淹水預報模式之邊界輸入條件，進一步將下游都會區分為(1)基隆河北岸區、(2)台北市中央區、(3)板和區及(4)三重、蘆洲、新莊等各分區，分工合作從事洪泛之模擬及淹水之預報。第三年度(民國 88 年 8 月~89 年 7 月)各子計畫之工作重點除延續前兩年度之研究成果與各子計畫間之模式整合工作外，新增列子計畫七將針對台北市中央區淹水模式之研究成果，提出洪災境況模擬與應變措施，使本整合型計畫之研究成果更能落實於實際應用。最後，整合型計畫將各子計畫之研究成果提供資訊展示，以達到整合型計畫之終極目標。本年度各子計畫完成之工作項目及具體成果分述如下：

2-1 子計畫一、都會區降雨預報之研究(三) (成大游保杉教授)

洪水為國內重要天然災害之一，為減輕此災害損失，適時之洪水預警愈顯其重要性。台灣由於地形因素，河川多急流且坡度陡峻，一般小集水區對雨量之反應快速，往往致使集流時間甚為短促。為提供適時之預警作用，增加洪水預報之前置時間(leading time)以便掌握預警時效。降雨量之預報在洪水預警中，扮演著極為重要之角色。

本整合型計畫即針對台北都會區，建立淹水預測模式，包括考慮排水系統、抽水站及河川洪流特性等進行淹水深度與範圍之預測。由於降雨量為進行淹水深度與範圍預測之主要輸入，乃影響洪水與淹水分析之重要因子。在降雨方面不同重現期距之雨量會直接影響淹水深度與範圍之預測結果，然而有效地預測 24 小時降雨量為預測淹水深度與範圍不可或缺之要務。

第三年度本子計畫中主要針對不同颱風路徑與其物理特性，利用模糊多目標決策分析來探討 24 小時潛勢降雨量之預報，爾後將可於颱風來襲時，依據其可能移動路徑等物理參數來預估其潛勢雨量。另一方面應用灰色雨量預報模式來進行 1~3 小時雨量預報，進一步結合前 21 小時觀測降雨量以提供 24 小時降雨總量預測值。

本子計畫利用灰色模式中之滾動建模方法進行三小時總降雨量之預報，再結合先前

21 小時之觀測累積降雨量以求得 24 小時之預測降雨總量。應用模式逐式完成整場降雨事件之 24 小時降雨量預測，以提供洪水預報與淹水分析之參考。

另以模糊數學之基本理論出發，採用模糊多目標決策分析理論來探討颱風期間 24 小時降雨量預報之模糊決策。依據颱風降雨量及颱風物理特性，建立一個模糊動態決策模型，於颱風期間逐時預報未來 24 小時之潛勢降雨量，然後進一步配合颱風潛勢雨型之優選，建立 24 小時預報降雨量組體圖，做為淹水模式之輸入，其預報步驟之流程圖如圖 2-1 所示。

本子計畫係以淡水河流域時雨量站之颱風暴雨事件做為研究對象，分別利用灰色模式與模糊決策分析來進行降雨量長短期預測。短期降雨預報方面，主要利用灰色雨量預報模式，進行 1~3 小時之雨量預報，再結合前 21 小時降雨觀測總量，以提供颱風期間 24 小時降雨量預測值。

台北都會區依淹水模擬之需要分為(1)板橋、土城、中和及永和，(2)北投、士林、大直及內湖，(3)台北中央區及新店、寶橋，(4)三重、蘆洲及新莊，(5)台北中央區及五堵、汐止，等五個地區。利用灰色模式所預測 24 小時降雨量(面積)之預報效能，經由賀伯、溫妮、瑞伯及芭比斯等四場颱風事件之分析，顯示具有合理之結果，五個地區 24 小時預報雨量與 24 小時觀測雨量之誤差百分比與相關係數比較如表 2-1 所示，僅將第一分區之預報結果繪於圖 2-2 中，圖中橫軸之時間表示從發生日期之零時起算。

本研究採用模糊多目標優選決策來探討颱風降雨量之預報，區分為靜態 24 小時潛勢雨量預報與動態 24 小時雨量預報兩種情況。以火燒寮站(0301140)之模糊決策分析結果做說明。首先將各決策因子及降雨量劃分適當之預報決策等級，並將各歷史颱風事件之決策因子資料依決策等級分別建立預報資訊庫，並構築各決策因子之模糊隸屬度矩陣。當颱風來襲時依據其可能移動路徑與氣象參數所構成之狀態向量利用模糊優選決策來預報其降雨潛勢(24 小時降雨量)。圖 2-3 為各颱風事件經由模糊決策決定之降雨量預報結果，顯示大部份事件預報值均能落於決策區間內。結合前述颱風雨型之優選，將可提供 24 小時預報雨量組體圖(如圖 2-4)。

本研究將依據颱風移動之資訊，配合其物理特性進行逐時之 24 小時總雨量預報，以大豹(0300410)測站為例，分別針對颱風路徑一之六場歷史颱風事件及颱風路徑四之七場歷史颱風事件來建立其決策資料庫。首先將降雨總量劃分適當之預報決策等級，並針對中心氣壓、中心風速、暴風半徑及颱風路徑(距離比值、方向夾角)等五個決策因子，將歷史颱風之測報資料依其決策等級分別建立決策因子資料庫，並進一步依其對應颱風事件各時刻資料之未來 24 小時降雨總量決策等級分別來建立其模糊隸屬度矩陣，其計

算流程如圖 2-5。以大豹站颱風路徑一之賀伯(Herb)颱風事件與路徑四之尼爾森(Nelson)颱風事件進行檢定分析，從降雨總量預測值與觀測值之比較，顯示大部分觀測值均能落於其對應之預報區間內，兩者之區間雨量預報結果顯示合理之適用性。

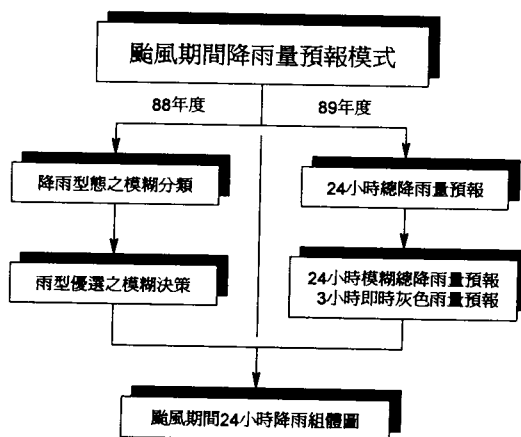


圖 2-1 颱風期間 24 小時降雨預報之計畫流程圖

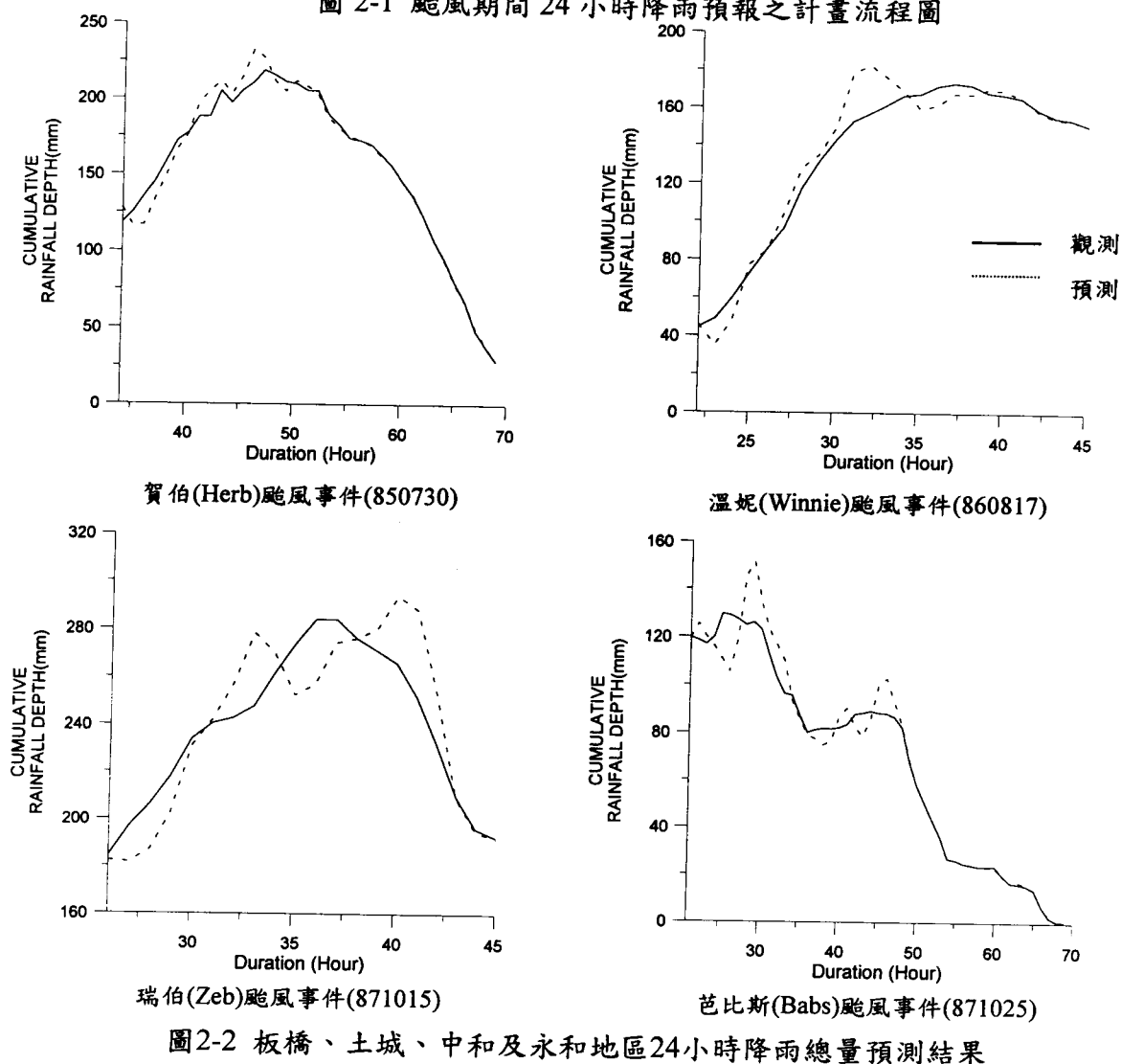


圖2-2 板橋、土城、中和及永和地區24小時降雨總量預測結果

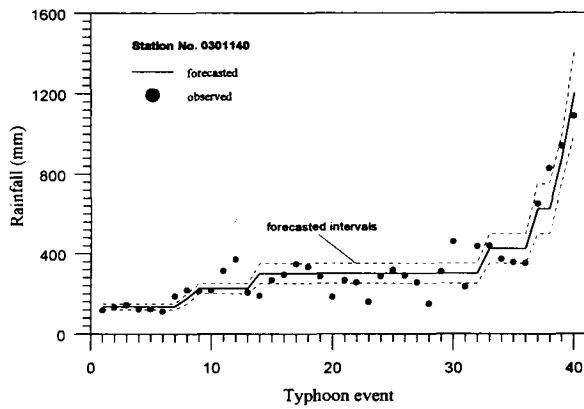


圖2-3 火燒寮站(0301140)各颱風事件總降雨量之模糊預報結果

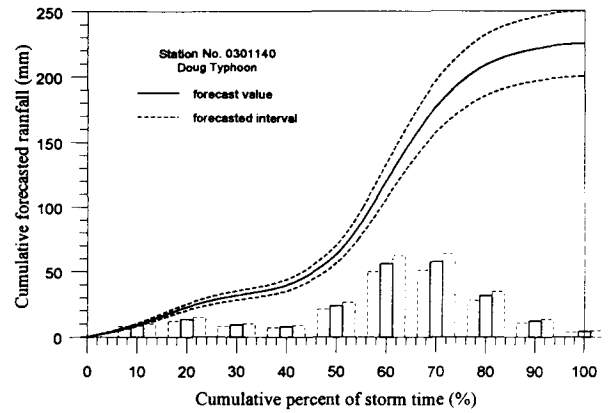


圖2-4 火燒寮站(0301140)道格颱風事件之預報降雨量累積曲線圖

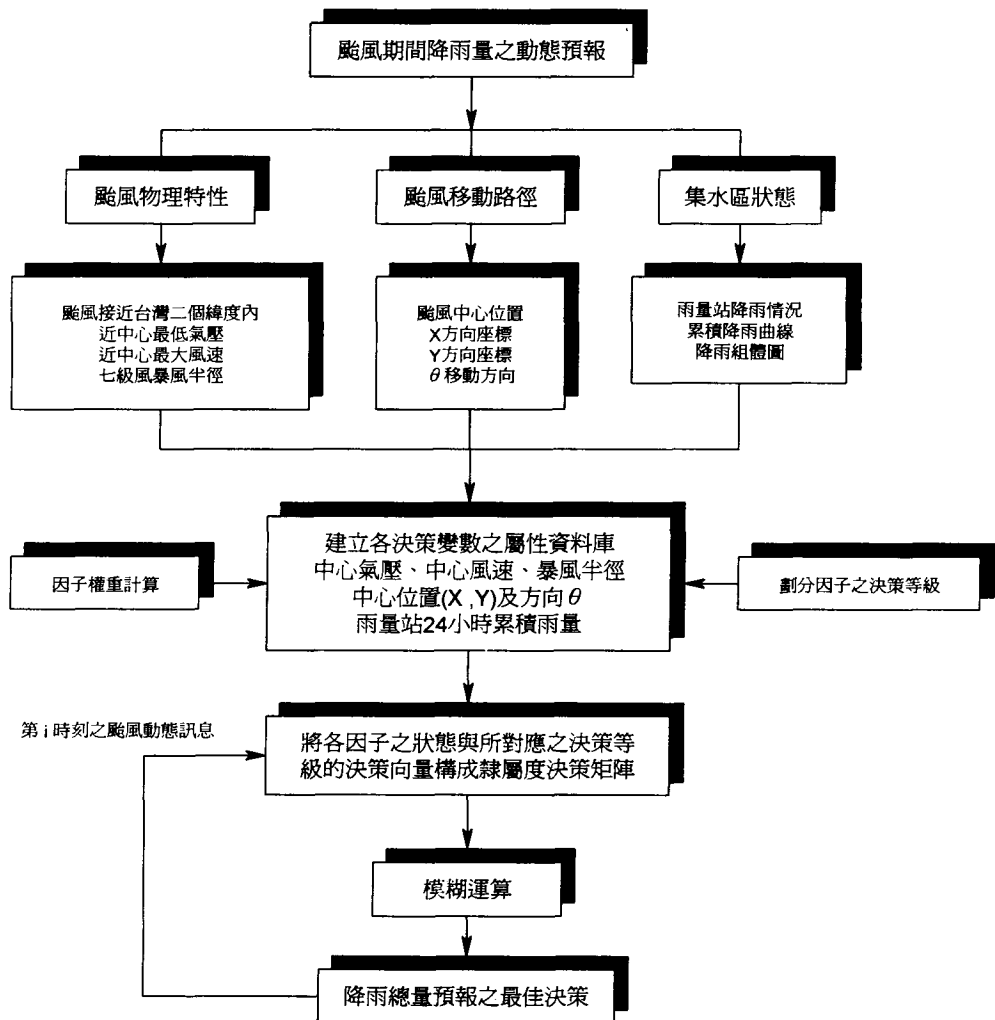


圖 2-5 颱風期間動態 24 小時降雨量預報之分析流程圖

表 2-1 灰色預報模式之預報結果

地區 颱風名	1		2		3		4		5	
	誤差百分比	相關係數	誤差百分比	相關係數	誤差百分比	相關係數	誤差百分比	相關係數	誤差百分比 ECR	相關係數 CC
賀伯	0.35	0.99	1.61	0.99	1.12	0.99	0.80	0.98	1.67	0.98
溫泥	1.58	0.97	2.10	0.98	2.52	0.98	1.44	0.98	3.28	0.98
瑞伯	0.70	0.89	0.03	0.92	-1	0.97	0.39	0.89	-0.62	0.90
芭比絲	1.77	0.98	0.96	0.98	1.83	0.97	1.88	0.98	1.43	0.96

地區說明：

1. 代表板橋、土城、中和及永和等區
2. 代表北投、士林、大直、內湖等區
3. 代表臺北中央區及新店、寶橋等區
4. 代表三重、蘆洲及新莊等區
5. 代表臺北中央區及五堵、汐止等區

2-2 子計畫二、都會郊區降雨—逕流模式之研究(三) (台大王如意教授)

台北都會區之淹水預報模式包括降雨預報、逕流預報及地表淹水預報等三部份，各模式間具有前因後果十分密切之關係。逕流預報之執行需要降雨預報之方法及成果，逕流研究之成果又可以做為淹水預報模式邊界之輸入條件。本研究計畫上必須承接子計畫一「都會區降雨預報之研究(三)」之成果，並且研究結果亦需提供子計畫三「河川潰堤淹水模式之研究(三)」(以三重、蘆洲、新莊區為研究區域)、子計畫四「河川沿岸低窪地淹水模式之研究(三)」(以基隆河北岸區為研究區域)、子計畫五「抽水站與閘門操作對都會區淹水影響之研究(三)」(以台北市中央區為研究區域)及子計畫六「市區排水與淹水模式之研究(三)」(以板和區為研究區域)之淹水模式邊界輸入資料，承先啟後，關係密切。

茲將本研究所獲致之研究成果分述如下：本研究以對數皮爾遜第三類分布進行頻率分析，並預估各測站在重現期距為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年條件下不同延時之降雨量；進一步採取臺灣地區較常被引用之 Horner 三參數型公式，以推求研析流域各測站不同重現期距下之降雨強度—延時—頻率曲線公式，其結果選其代表列如表 2-2。各淹水模擬區不同重現期距之單日降雨總量對照情形與徐昇多邊形法控制面積，示如表 2-3。

本整合型計畫第三年度之研究係延續第二年度之成果，進一步考慮降雨具有發生機率觀念，乃探討區域重現期距為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年，於空間上均勻分布且降雨延時為 24 小時之降雨條件下，台北都會區可能之淹水狀況。所以對於雨型設計之研究，本子計畫求取各研究區域重現期距為 1.1、2、5、10、25、50、100 與

200 年，於空間上均勻分布且降雨延時為 24 小時之設計雨型。其結果選其代表如圖 2-6 所示。

本研究採用半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式套配 SCE 參數優選方法，應用於基隆河五堵上游集水區、景美溪之寶橋上游集水區及大漢溪之三鶯橋上游集水區。其平均效率係數為 0.85，峰量誤差平均在 11.0% 之內，峰時誤差時刻小於 2 小時。基隆河之五堵上游集水區之模式檢定結果，選其代表如圖 2-7 所示。

本研究關於設計洪水歷線之模擬，係以交替區塊法進行降雨延時為 24 小時且重現期距為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年之雨型設計，並由徐昇氏多邊形法求取研析集水區於各核胞之各類型之平均設計雨型雨量，進一步利用 Φ 指數求取各核胞之有效降雨量，然後套配由半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式所校驗之參數建議值，以從事研析地區之設計洪水歷線模擬。對於各集水區及鄰近殘流域之設計洪水歷線模擬之結果，選其代表如圖 2-8 所示。

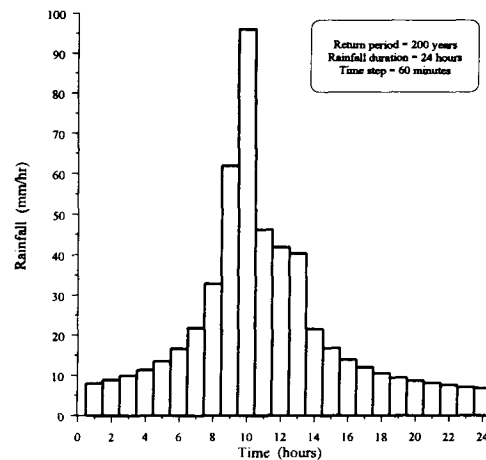


圖 2-6 台北中央、汐止區重現期距 200 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

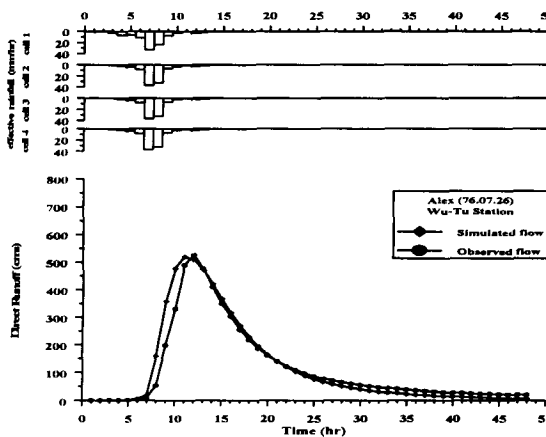


圖 2-7 五堵上游集水區之亞力士颱風逕流歷線檢定圖

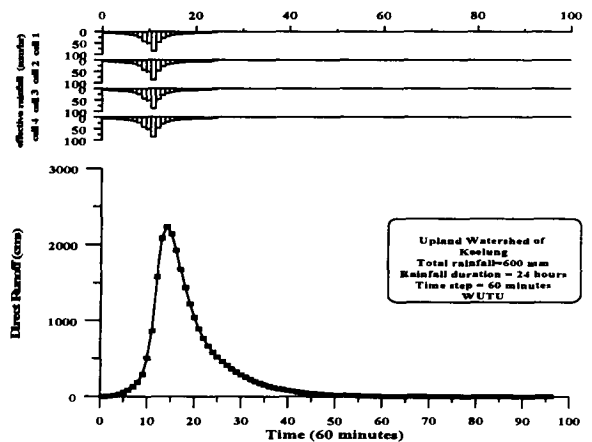


圖 2-8 五堵上游集水區於重現期距 200 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

表 2-2 五堵站不同延時降雨量之頻率分析結果表

(單位:公厘)

重現期距 降雨 (年) 延時(分)	1.1	2	5	10	25	50	100	200
1440	152.1	231.2	346.7	451.0	623.0	786.8	987.7	1234.6
1080	142.3	225.1	328.3	412.0	538.6	649.1	775.1	919.3
720	129.6	192.3	269.2	331.0	423.0	502.6	592.8	695.3
360	82.2	141.9	200.4	240.2	291.4	330.2	369.6	409.7
240	68.3	119.3	165.7	195.5	232.0	258.4	284.2	309.6
60	31.5	58.2	77.1	86.8	96.6	102.5	107.4	111.6
40	23.4	49.3	60.8	64.3	66.2	66.8	66.9	67.0
30	20.1	40.9	48.5	50.4	51.1	51.2	51.2	51.3
20	14.6	31.6	38.7	40.6	41.6	41.8	41.8	41.8
10	9.2	19.0	23.8	25.4	26.4	26.8	27.0	27.1

表 2-3 各研析區域不同重現期(年)之 24 小時總降雨量

(單位:公厘)

重現期距 總降雨量 (年) 區 域	1.1	2	5	10	25	50	100	200
台北中央區	100.8	174.3	222.4	272.0	340.6	392.0	447.2	532.1
基隆河北岸	142.1	237.2	335.9	406.3	498.4	567.1	641.1	730.8
板橋、中和、永和區	97.8	147.7	198.5	236.5	286.9	321.0	355.2	398.5
三重、蘆洲、新莊區	104.0	154.5	191.2	216.5	247.4	270.4	294.0	324.7

2-3 子計畫三、河川潰堤淹水模式之研究(三) (台大賴進松助理研究員)

台灣地區河川短促，坡陡流急，每當颱風暴雨來臨，河中水位高漲，河川沿岸地勢低窪之洪氾平原每每氾濫成災。此外，因山多人稠，各河川沿岸原屬於洪氾平原之低窪地區，早經開發使用，興建堤防束範洪水，遂成防洪計畫之主要手段。構築堤防雖然保障堤內居民生命財產之安全，增加了人類活動空間，然而興建堤防將束縮河道之通水斷面積，直接地抬高建堤河段及其上游河川水位，水位一旦高出堤防高程漫溢而下或因堤岸淘刷導致堤防崩潰，奔流而入之洪水即刻造成嚴重災害。為能精確掌握堤防萬一發生潰決或潰堤後洪水流況及淹水狀況，對防災科技而言殊屬重要。

本研究藉由潰堤溢流時二維淹水模式之研發應用，將可準確掌握萬一堤防潰決後之洪水傳播及淹水域區內之水理特性，期能建立一完善之台北都會區洪水與淹水預報模

式，以非工程之預警方法，減少台北都會區水患之損失。今年度進一步將銜接子計畫二中所提供之不同重現期距降雨之雨量，以及山區入流之逕流量，作為模擬區域中（以三重蘆洲及新莊樹林兩區域為對象）給定之邊界水文條件。

本計畫模擬區與去年度相同，由於整合型計畫中之子計畫二提供新之降雨資料，故今年度以新資料為依據，進行模擬計算。由於三重蘆洲地區及新莊樹林地區分別由堤防線所分隔，以二重疏洪道為分界，故本研究將此兩區域分開，各自進行模擬計算。其中新莊樹林區西側山區為降雨—逕流模式模擬區，共劃分了9個集流核胞分區，淹水演算時以側流方式與新莊樹林區銜接。本研究採用 120x 120 公尺解析度之 DTM 數值地形資料，並依每個網格之土地利用情形輸入適當之曼寧 n 值，三重蘆洲區劃分為 1199 個網格，而新莊樹林區則劃分為 2373 個網格。

針對潰堤之淹水情況進行模擬。模擬區域為新莊樹林區，潰堤位置假設為大漢溪新海橋處。本研究假設兩種潰堤情形：(1)以民國 85 年賀伯颱風在新海橋處之大漢溪水位歷線為外水位條件，如圖 2-9 所示，潰堤寬度假設為一個網格寬度 120 公尺，潰堤高度由堤頂至地表；由堰流公式計算可得潰堤入流歷線，如圖 2-10 所示。(2)以大漢溪 200 年重現期尖峰洪水位為外水位條件，並以顏等採用之瞬時潰堤入流歷線作為入流歷線之依據^[7]，潰堤寬度設定為 20 公尺，潰堤高度亦由堤頂至地表，計算所得之入流歷線如圖 2-10 所示。圖 2-11 為在賀伯颱風及 200 年頻率洪水之潰堤假設下之最大淹水深分布圖。圖 2-12 則為新莊樹林區在 200 年重現期距降雨加上兩種潰堤假設下之不同時間淹水分布圖，由圖中可看出在暴雨來襲時發生潰堤將發生相當嚴重之淹水情況。本研究之模擬計算可提供未來淹水潛勢及洪災評估之參考。

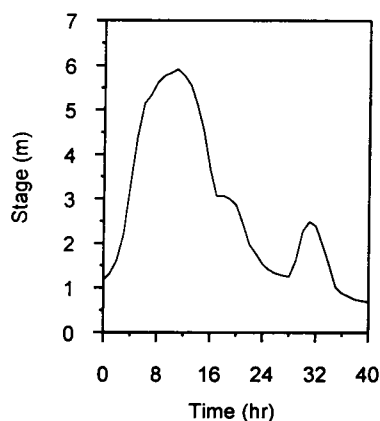


圖2-9 賀伯颱風時新海橋測站之大漢溪水位歷線

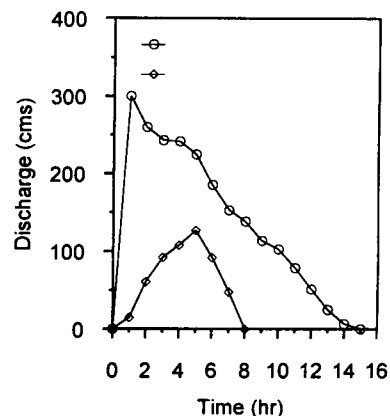
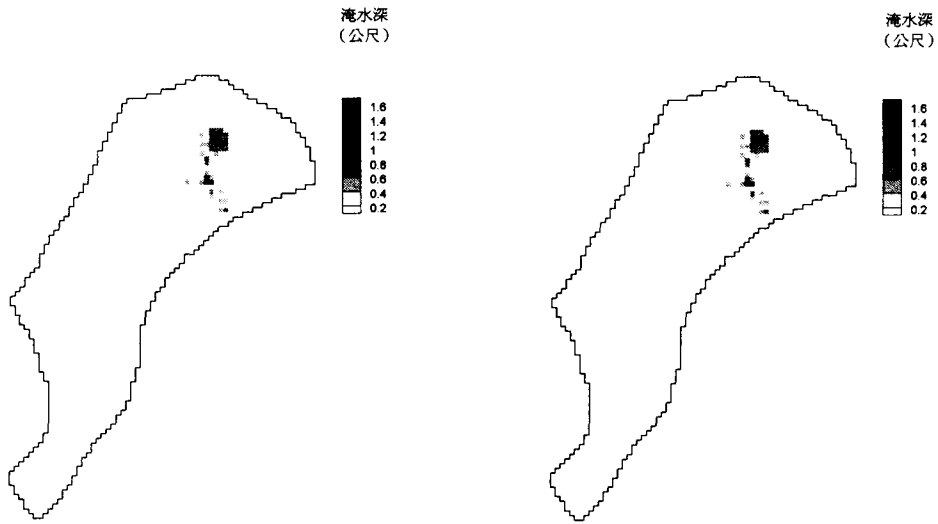


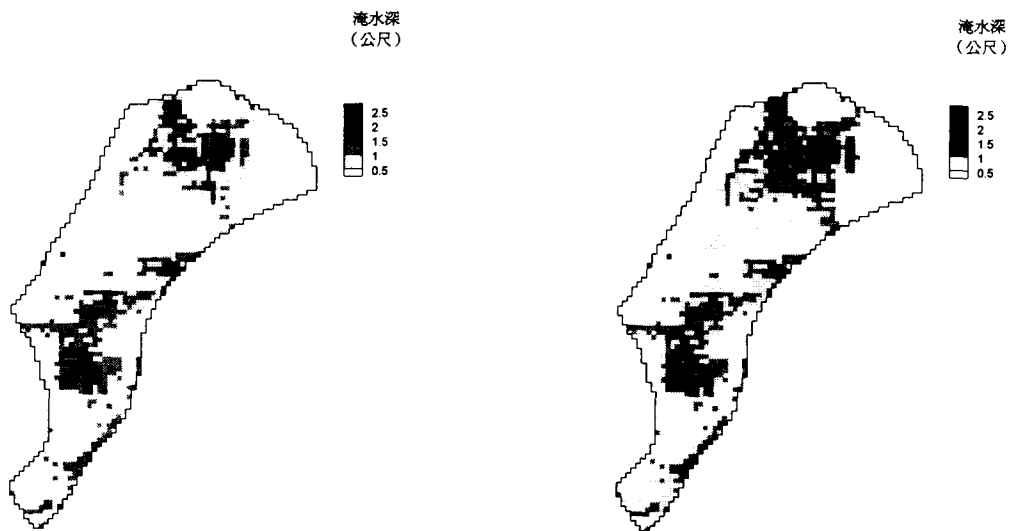
圖2-10 兩種潰堤假設之入流歷線



(a) 賀伯颱風潰堤

(b) 200年重現期洪水潰堤

圖2-11 新莊樹林地區在不同潰堤假設下之最大淹水深分布圖



(a) 賀伯颱風潰堤

(b) 200年重現期洪水潰堤

圖2-12 不同潰堤假設加上200年重現期距降雨下，新莊樹林地區之最大淹水深分布圖

2-4 子計畫四、河川沿岸低窪地淹水模式之研究(三) (台大吳富春助理教授)

本研究之目的即針對基隆河北岸地區進行淹水模擬做為未來台北都會區防洪規劃之依據。今年度研究已完成在八種不同重現期距降雨條件下之淹水模擬(重現期距分別為 1.1、2、5、10、25、50、100 及 200 年，降雨延時 24 小時)，以了解研究區域內之淹水範圍及最大淹水深度。

本研究之模擬區域共包含了北投、士林、大直及內湖四大區域，首先以 120X120 公尺解析度之 DTM 數值地形資料，將此研究區域分別格網化，並依每個格網之土地利用狀況給定適當曼寧 n 值。應用上述之地形資料，並利用子計畫二所提供之降雨資料，即可進行基隆河北岸地區各重現期距之淹水模擬。本研究同時將都市雨水下水道排水系統及抽水站之運轉操作納入考量，以期使模擬結果能更真實反應此區域之淹水變化情形。以內湖區為例探討其淹水模擬結果。

內湖地區各不同重現期距之淹水模擬結果如圖 2-13 至圖 2-20 所示(圖中框線處為大湖)。圖 2-13 及 2-14 顯示，重現期距為 1.1 及 2 年時，研究區域內之淹水深皆在 0.5 公尺以下。重現期距為 5、10 及 25 年時，南湖大橋附近區域開始出現淹水之情況(圖 2-15 ~2-17)，部份地區甚至出現有 3 公尺以上之積水深度，情況十分嚴重。推估原因則是由於此處尚無堤防保護，當暴雨來襲河川水位高漲，即湧入此一地區，造成災害。重現期距增至 50 年時，研究區域內淹水面積迅速增加，除了上述南湖大橋附近之區域外，內湖路三段附近亦因地勢低窪，加上鄰近成功路排水幹線不敷需求，而出現有 0.5-1 公尺不等之淹水深度(如圖 2-18 所示)。重現期距為 100 及 200 年時模擬結果之淹水區域如圖 2-19 及 2-20 所示，其淹水範圍持續擴大。靠近南湖大橋之康寧路 2 段淹水深度已超過 2 公尺，另外若干地勢較低窪之地區，如江南街、成功路等亦發生淹水情況，淹水深度達 1 公尺以上。由此可知研究區域內之淹水情形隨重現期距之增加而更形嚴重。內湖地區實際容易發生水患之區域與模擬之結果相當吻合。各重現期距之最大淹水深度及面積統計如表 2-4 所示。

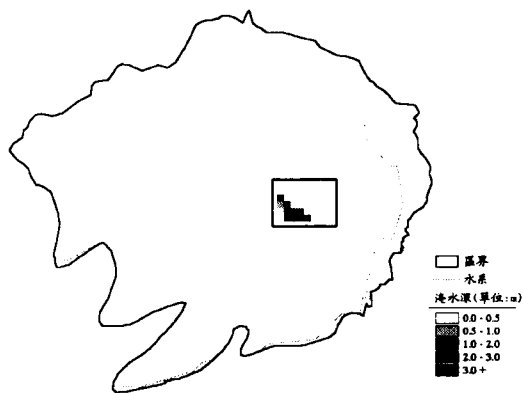


圖 2-13 內湖地區模擬重現期距 1.1 年降雨之最大淹水深圖

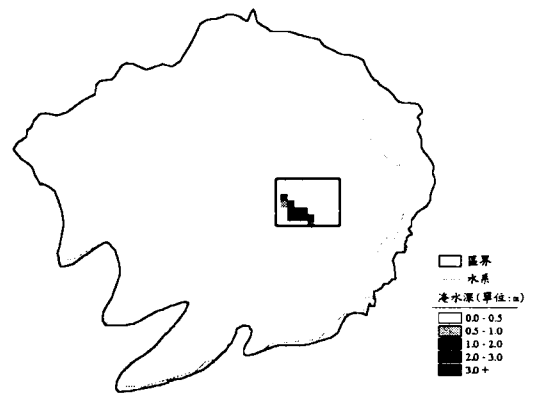


圖 2-14 內湖地區模擬重現期距 2 年降雨之最大淹水深圖

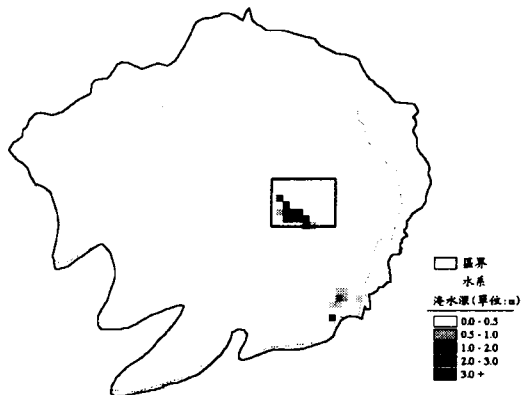


圖 2-15 內湖地區模擬重現期距 5 年降雨之最大淹水深圖

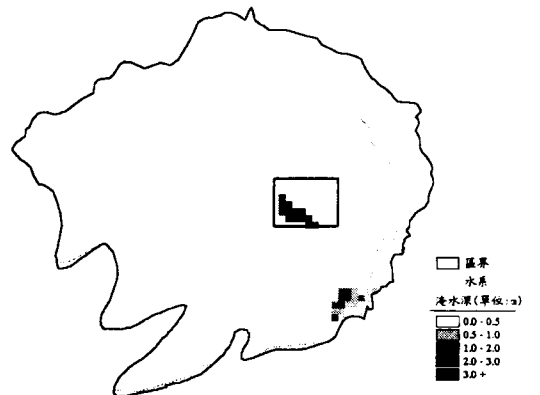


圖 2-16 內湖地區模擬重現期距 10 年降雨之最大淹水深圖

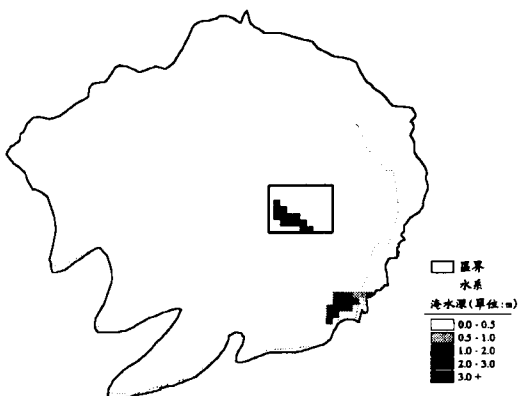


圖 2-17 內湖地區模擬重現期距 25 年降雨之最大淹水深圖

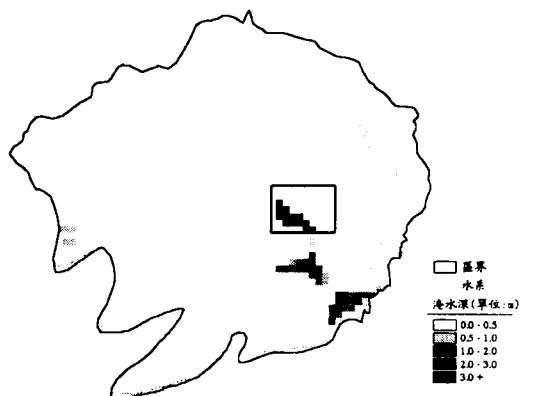


圖 2-18 內湖地區模擬重現期距 50 年降雨之最大淹水深圖

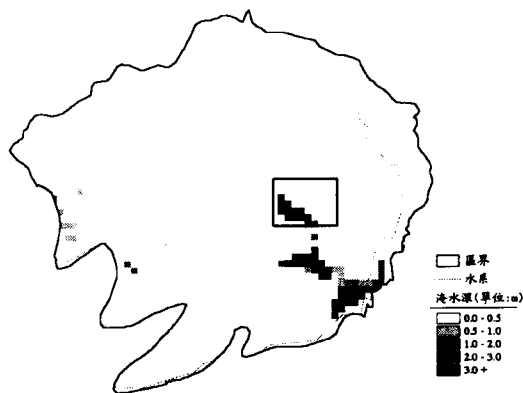


圖 2-19 內湖地區模擬重現期距 100 年降雨之最大淹水深圖

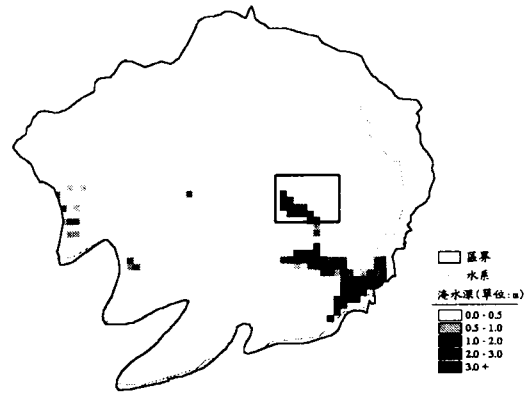


圖 2-20 內湖地區模擬重現期距 200 年降雨之最大淹水深圖

表 2-4 內湖地區模擬各重現期距淹水面積統計表

(單位：平方公里)

淹水面積 重現期距	淹水深度 d (公尺)				
	0.0<d<0.5	0.5<d<1.0	1.0<d<2.0	2.0<d<3.0	d>3.0
1.1 年	13.08	0.01	0.01	0.01	0.10
2 年	13.06	0.01	0.01	0.00	0.13
5 年	12.92	0.13	0.01	0.00	0.16
10 年	12.82	0.10	0.09	0.06	0.16
25 年	12.79	0.01	0.20	0.01	0.20
50 年	12.44	0.14	0.20	0.17	0.26
100 年	12.20	0.17	0.24	0.13	0.48
200 年	11.91	0.19	0.24	0.20	0.68

2-5 子計畫五、抽水站與閘門操作對都會區淹水影響之研究(三) (台大許銘熙教授)

本年度研究區域擴大為台北中央區、台北縣新店市及汐止五堵地區，並完成瑞伯颱風與不同重現期降雨條件在各種不同閘門與抽水站操作方式下之淹水模擬。本研究以台北中央區(含台北市原市區、南港區及文山區)、台北縣新店市及汐止五堵地區為研究對象，在將降雨及流量資料輸入後，配合地文資料與抽水站及閘門之操作情況進行地表淹水與雨水下水道之模擬演算，以民國 87 年 10 月發生之瑞伯颱風作為模式驗證之依據，並完成進行 5 年、10 年、25 年、50 年、100 年及 200 年單日重現期降雨條件條件下之三種不同抽水站與閘門操作情況下之地表淹水模擬，包括(1)所有抽水站與疏散閘門均正常操作，(2)新生、雙園及撫遠抽水站無法正常操作，(3)淡水河三號、基隆河四號及基隆河九號疏散閘門未及時關閉等三種情況，研究結果顯示出本模式具有良好之精度，

並可提供水利相關單位研擬水災防救措施。

本研究將模式進一步應用於數種不同重現期降雨條件及抽水站與閘門操作情況中，以了解各研究區域範圍內可能之淹水情況，並據以提供防災單位之參考應用。限於篇幅，在此僅以台北市中央區所有抽水站與疏散閘門均正常操作及台北縣汐止五堵區為例。

圖 2-21 至圖 2-26 為台北市中央區一日降雨條件分別為 5 年、10 年、25 年、50 年、100 年及 200 年重現期，在所有抽水站與疏散閘門均正常操作之條件下，模擬所得之最大淹水深度圖。在 5 年及 10 年重現期降雨條件下，除少數地區如文山區羅斯福路五段師大分部附近、木新路、樟新街及中山區新生北路特一號排水幹線末端，新生抽水站周邊等地區；玉成排水系統管路末端玉成抽水站附近；萬華區雙園抽水站附近地區在超過排水系統設計容量下，出現輕微淹水情形外，其餘各地區之雨水下水道排水系統均可充分容納市區降雨量，而無淹水之虞。

隨著降雨條件增至 25 年、50 年、100 年及 200 年重現期，此時已遠超過台北市排水系統與抽水站設計容量，溢出人孔之水量會開始以地表漫地流之形式在市區流動。大安區、中正區等區域，地勢較高，排水系統通暢，無淹水之虞；信義區沿基隆路一段、二段之區域，因屬玉成排水系統管路末端，在超過排水系統設計容量下，淹水潛勢較高；松山區民生社區尾之撫遠街一帶，亦因人孔溢流而有類似情況；文山區羅斯福路五段師大分部附近、木新路、樟新街等地區，亦出現 2.0 公尺以上之淹水；萬華區雙園抽水站附近地區，存在淹水可能性；大同區迪化街二段、延平北路四段地帶，有淹水可能；中山區與大同區靠近新生北路特一號排水幹線附近區域，為全台北市地勢地勢最低窪處，亦屬較高淹水潛勢區。

圖 2-27 及圖 2-32 為台北縣汐止五堵區一日降雨條件分別為 5 年、10 年、25 年、50 年、100 年及 200 年重現期下，模擬所得之最大淹水深度圖。因『台北地區防洪計畫』尚未將汐止五堵區納入考量，基隆河堤線及堤防保護標準尚在研擬中，故逢豪雨時，基隆河洪水有可能溢流至汐止五堵市區中。另外，汐止五堵區之水系極其複雜，在基隆河水高漲時，這些支流亦有可能因下游水位暴漲而連帶溢淹。

在 5 年重現期降雨條件下，基隆河部份河道容量已顯不足，而在康誥坑溪交會口(水尾灣、大同路二段與汐萬路一帶地區)與保長坑溪匯流處(五堵長安路、大同路三段及五堵車站附近地區)造成淹水；隨著降雨量增大至 25 年及 50 年重現期時，汐止五堵區沿基隆河岸已一片汪洋，淹水地區包括金龍新城、明峰街、中興街、樟樹灣、樟樹一路、樟樹二路、工建路、汐萬路、大同路二段、大同路三段、長安路、五堵車站、秀峰街、

新台五線、忠孝東路、南昌街、鄉長路等。在 100 年及 200 年重現期之降雨條件下，汐止五堵區基隆河沿岸低窪地區淹水深達 3 公尺以上，幾成一片澤國。

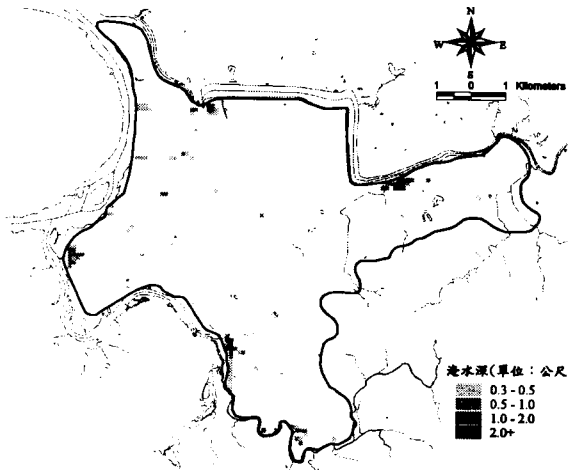


圖 2-21 台北市中央區模擬淹水範圍 (5 年重現期降雨，所有抽水站與疏散閘門均正常運作)

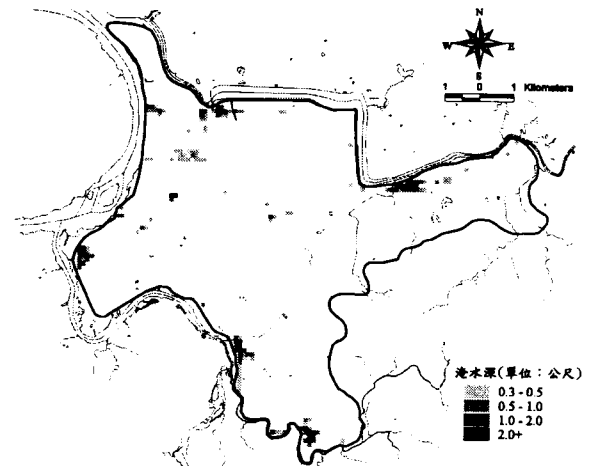


圖 2-22 台北市中央區模擬淹水範圍 (10 年重現期降雨，所有抽水站與疏散閘門均正常運作)

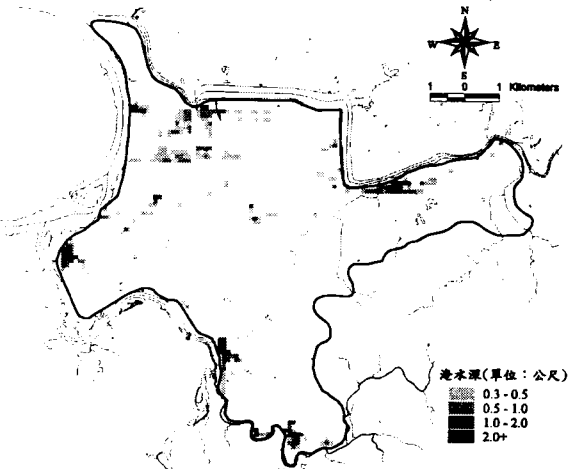


圖 2-23 台北市中央區模擬淹水範圍 (25 年重現期降雨，所有抽水站與疏散閘門均正常運作)

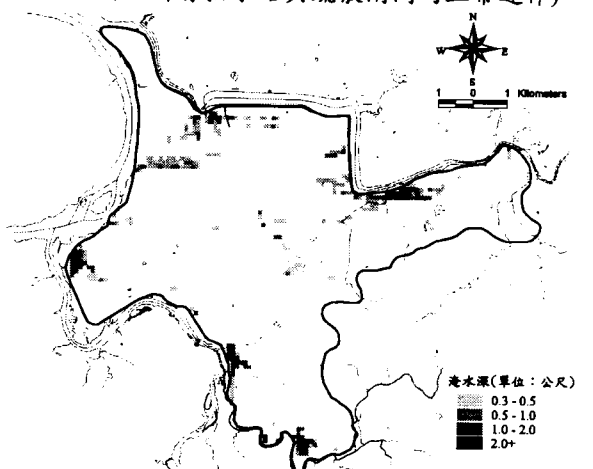


圖 2-24 台北市中央區模擬淹水範圍 (50 年重現期降雨，所有抽水站與疏散閘門均正常運作)

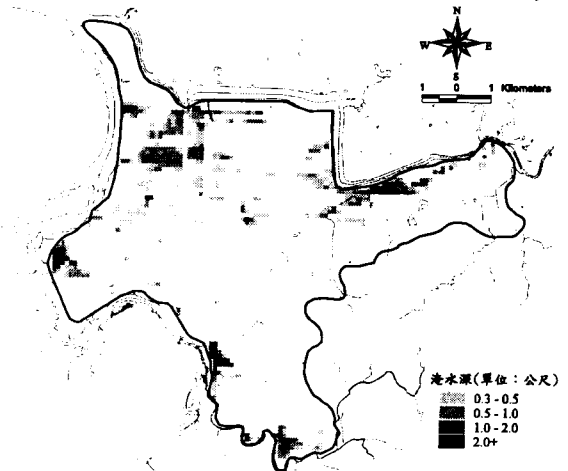


圖 2-25 台北市中央區模擬淹水範圍 (100 年重現期降雨，所有抽水站與疏散閘門均正常運作)

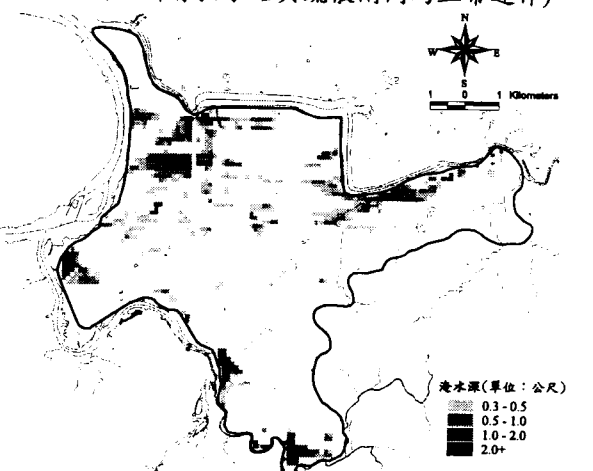


圖 2-26 台北市中央區模擬淹水範圍 (200 年重現期降雨，所有抽水站與疏散閘門均正常運作)

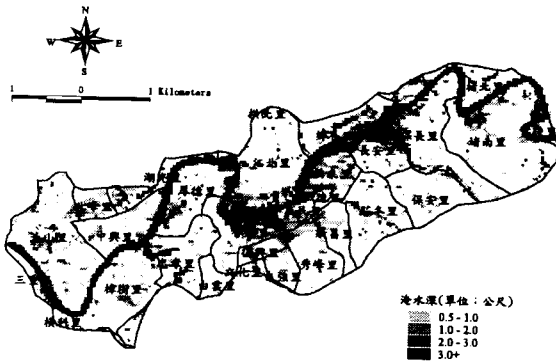


圖 2-27 台北縣汐止五堵區模擬淹水範圍
(5 年重現期降雨)

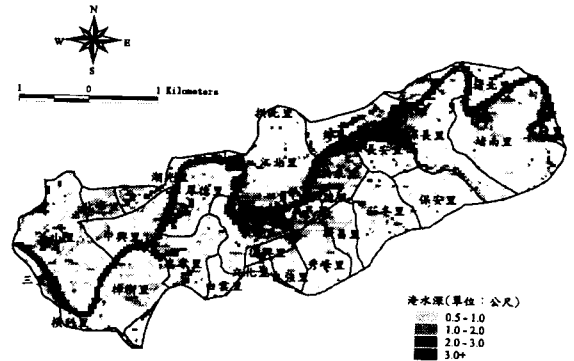


圖 2-28 台北縣汐止五堵區模擬淹水範圍
(10 年重現期降雨)

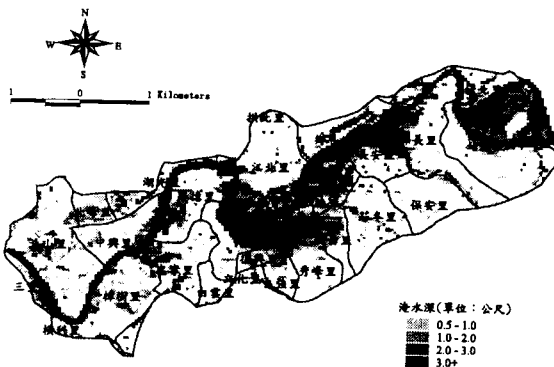


圖 2-29 台北縣汐止五堵區模擬淹水範圍
(25 年重現期降雨)

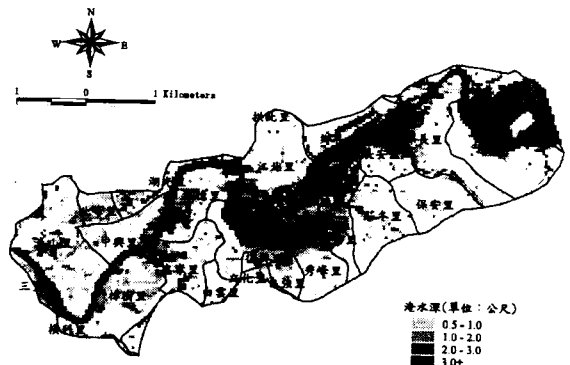


圖 2-30 台北縣汐止五堵區模擬淹水範圍
(50 年重現期降雨)

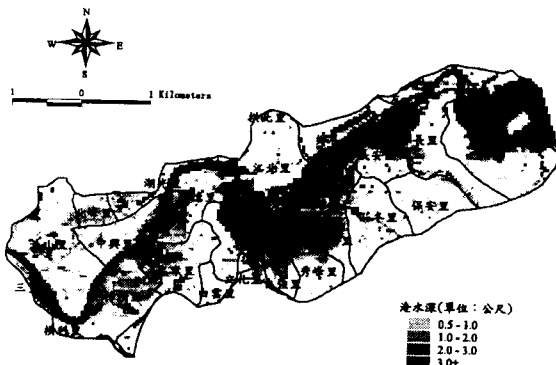


圖 2-31 台北縣汐止五堵區模擬淹水範圍
(100 年重現期降雨)

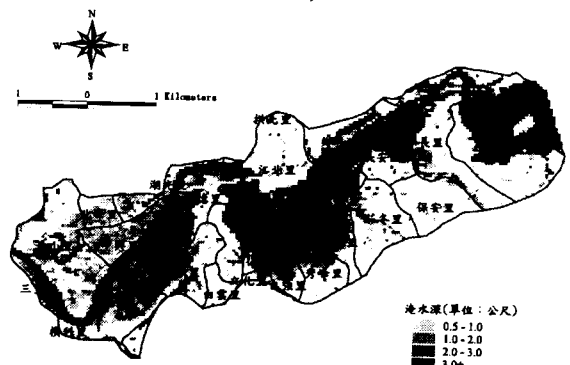


圖 2-32 台北縣汐止五堵區模擬淹水範圍
(200 年重現期降雨)

2-6 子計畫六、市區排水與淹水模式之研究(三) (成大蔡長泰教授)

近年來有感於每逢異常暴雨都會區便頻傳災情，建立一預警系統已成為刻不容緩之課題。本計畫執行三年，第一年度工作進度為排水路及道路系統之整理、排水網路模式之建立，第二年度工作進度為模擬由第二子計畫所提供單日總降雨量為 150、300、450 與 600mm 之逕流資料等條件下，以模擬預報研究區域範圍可能之淹水情況。本年度工

作進度則為模擬由第二子計畫所提供重現期為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年，降雨延時 24 小時總降雨量之逕流資料條件下，以模擬預報研究區域範圍可能之淹水情況。

在本年度之工作項目為依據市區排水與逕流預報模式所提供之重現期為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年 24 小時總降雨量之逕流資料等條件模擬預報研究區域範圍可能之淹水情況。本研究範圍沿新店溪及大漢溪沿岸設有防洪牆以隔絕堤外溪水漫淹，但亦使得研究範圍內之積水在不考慮水門及抽水設施之情況下無法正常宣洩。然本研究範圍中有新生溝、瓦瑤溝、中和、中原、光復、江子翠、土城、四汴頭、新海、華江與新莊等水門及抽水站，故於本年度模式模擬過程中，將此因素一併考慮。模擬時視水門為未關閉之狀態，並假設積水可由水門及沿岸道路之排水設施排入沿岸河流中。

由研究範圍格區高程圖可看出有些許地區屬於低窪地區，排水不易，以致積水不退。演算結果顯示最大淹水深度約在第 12 小時發生，圖 2-33~圖 2-40 為在不同重現期雨量下所演算之第 12 小時淹水深度圖。於降雨停止後 6 小時(第 30 小時)，本研究範圍除前述部分地勢低窪地區積水難退外其餘地區之積水幾乎完全退去，以重現期 200 年之結果為例，如圖 2-41。

重現期為 1.1 年與 2 年之淹水-退水過程相似，大致上以南勢角地區智光里(智光商工)、安和里、長安里與雙和里附近為主要淹水地區，其餘永和市新生路、保安路沿岸積水；板橋埔乾里有輕微積水；另外土城工業區、污水處理廠附近因為地勢低窪亦有部分積水。重現期為 5 年與 10 年之淹水地區除延續前面所述之淹水區域外，江子翠沿岸附近由於地勢低窪亦有積水發生，板橋西安里與長安里附近有局部積水；同時土城地區之信義國小、中華中學附近亦有部分淹水。重現期為 25 年因土城埤塘里鄰近山區逕流增加以致淹水區域略有擴增之趨勢，同時中和及板橋沿新店溪沿岸有積水發生。重現期為 50 年、100 年與 200 年之淹水區域分布則與 25 年大致相同，為上述淹水區域略向其鄰近格區漫淹，擴大淹水範圍；惟擴散區域之淹水深度約在 0.3 m 以下。

若以降雨重現期 200 年第 12 小時之淹水深度圖(圖 2-40)為例，與圖 2-42 台北縣申報浸水範圍圖相對應比較可發現模式模擬之淹水預測與實際淹水趨勢相近。

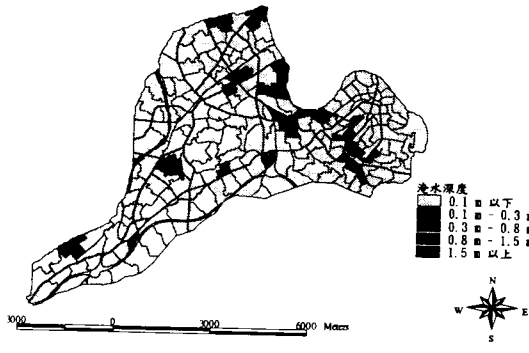


圖 2-33 1.1 年重現期降雨量第 12 小時之
淹水深度圖

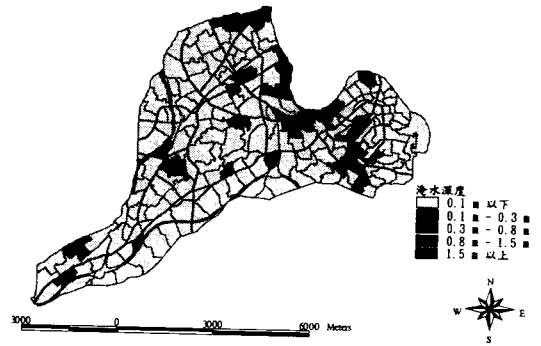


圖 2-34 2 年重現期降雨量第 12 小時之
淹水深度圖

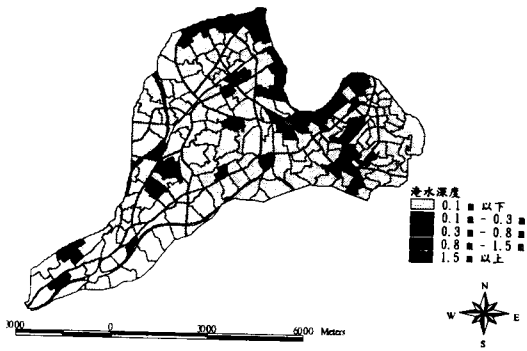


圖 2-35 5 年重現期降雨量第 12 小時之
淹水深度圖

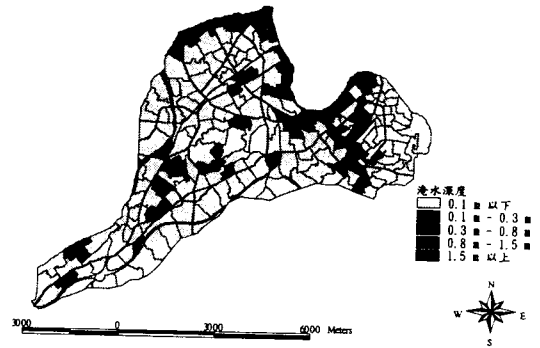


圖 2-36 10 年重現期降雨量第 12 小時之
淹水深度圖

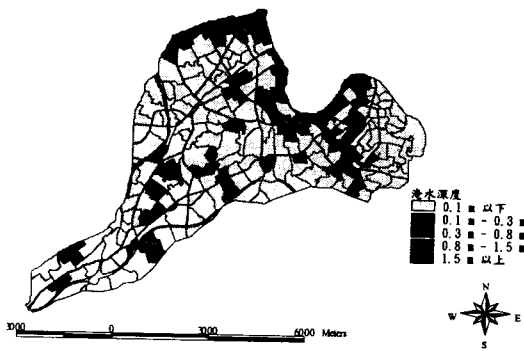


圖 2-37 25 年重現期降雨量第 12 小時之
淹水深度圖

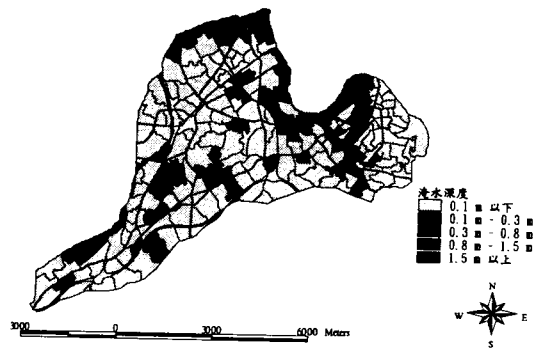


圖 2-38 50 年重現期降雨量第 12 小時之
淹水深度圖

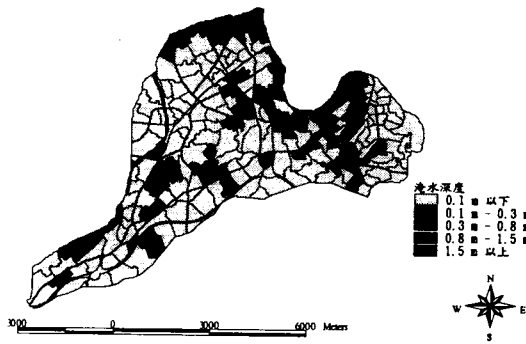


圖 2-39 100 年重現期降雨量第 12 小時之
淹水深度圖

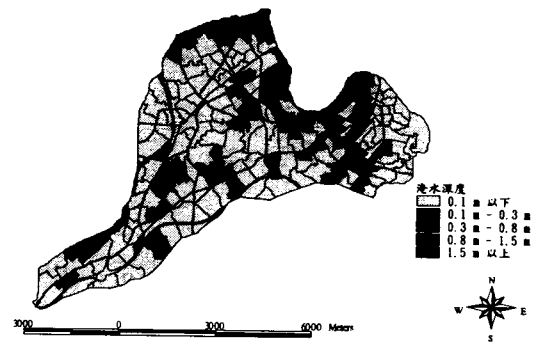


圖 2-40 200 年重現期降雨量第 12 小時之
淹水深度圖

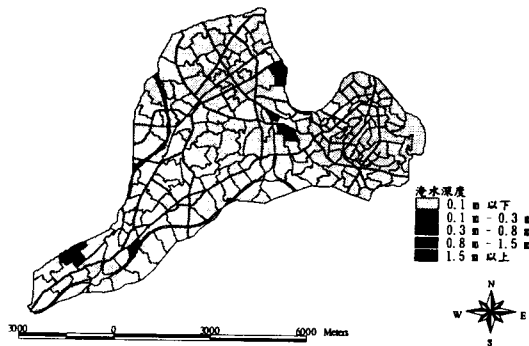


圖 2-41 200 年重現期降雨量第 30 小時之
淹水深度圖

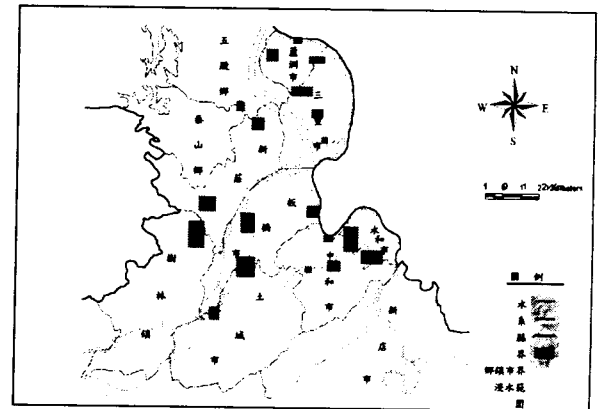


圖 2-42 台北縣浸水申報範圍

2-7 子計畫七、台北市中央區洪災境況模擬與應變措施之研究(三)(台大陳增壽助理教授)

本子計畫之目的主要在探討台北市中央區在不同重現期降雨條件下之洪災境況及其相關應變措施。台北市中央區洪災境況模擬是藉由一維河川變量流動力波模式、山區逕流模式、二維零慣性波漫地流淹水模式及 SWMM 都市雨水下水道模式之結合演算，將都市雨水下水道系統出口之抽水站與地表漫地流出口處之閘門操作納入考慮，進行不同重現期降雨事件下之地表淹水模擬，及抽水站或閘門未發揮功能時對研究範圍淹水之影響，以充分考慮台北市中央區洪災發生時之各種可能情況。

在洪災應變措施部份，本研究以文山木柵地區為例，依據洪災境況模擬成果及該地區之地域特性，訂定都會區洪災應變措施之內容與判定方法，並規劃其洪災避難措施，包括「緊急應變體系」、「緊急應變中心通訊系統」、「疏散避難計畫」與「救援及醫療物資」等內容。使淹水區域行政機關可藉由本研究成果，規劃居民疏散方式、路徑及疏散安置地點，儲備民生應用物資於避難安置場所；而淹水區域居民亦可經由本研究結果，

確實知道一旦發生淹水，有多久應變時間，應至何處避難等，以期能減少水患之損失。

因篇幅所限，在此僅以文山木柵地區洪災境況模擬（所有抽水站與疏散閘門均正常操作）與應變措施為例說明之。圖 2-43 至圖 2-46 為台北市文山木柵地區在 5 年、25 年、100 年及 200 年等重現期之 24 小時延時降雨條件下，當所有抽水站與疏散閘門均正常操作時，模擬所得之最大淹水深度圖。在 5 年重現期降雨下，文山區木柵路二段、木新路、樟新街等地區，下水道系統稍有阻塞或容量稍有不足外，有短暫輕微淹水外，其餘各地區之雨水下水道排水系統均可充分容納市區降雨量，而無淹水之虞。

隨著一日總降雨量陸續增至 25 年、50 年、100 年及 200 年重現期之降雨時，溢出人孔之水量會開始以地表漫地流之形式在市區流動。木柵路二段、木新路、樟新街等地區淹水逐漸嚴重，淹水區域並向北擴展至興隆路四段及向東延伸到木柵路三段等排水系統管路末端地區，此時最高淹水深度可達 2.0 公尺以上。

如前所述，景美溪沿岸低窪地區已有數次因內水不及渲洩，造成當地人民生命財產之損失。本研究依據現況，應用經由洪災境況模擬完成之淹水潛勢資料，予以分級及計算所需應變時間，劃定警戒疏散區域，並且研擬加強台北市政府及文山區公所之緊急救援與居民疏散之相關應變措施。緊急應變措施應強化包括協助警戒區域內區公所規劃居民疏散方式及路徑，並提供適當避難場所及儲備民生應用物資。汛期期間，區公所應指導警戒區域內居民作好防汛演練，並經由演練結果檢討現有人力及設備是否足夠，如成立區級應變中心及組織防災專責人員等，並應貫徹文山區居民之防災教育與認知，讓民眾確實知道一旦發生淹水，有多久應變時間，應至何處避難等。分別以「緊急應變體系」、「緊急應變中心通訊系統」、「疏散避難計畫」與「救援及醫療物資」等說明文山木柵地區淹水緊急應變措施之規劃建議。

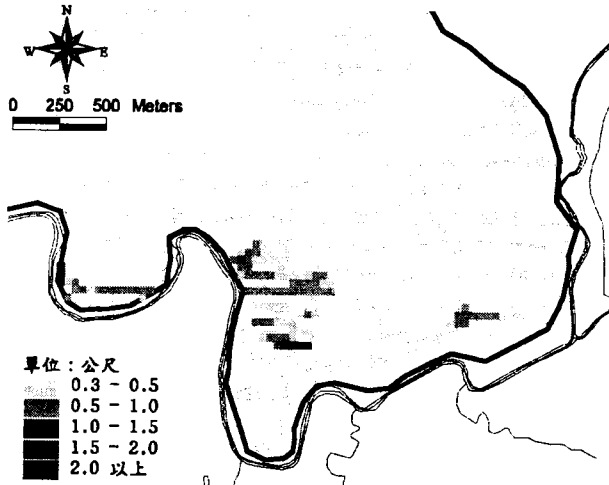


圖 2-43 文山木柵地區模擬淹水範圍
(5 年重現期距降雨)

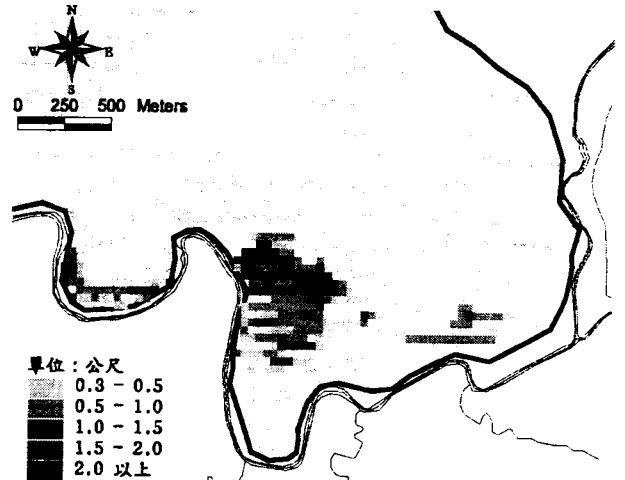


圖 2-44 文山木柵地區模擬淹水範圍
(25 年重現期距降雨)

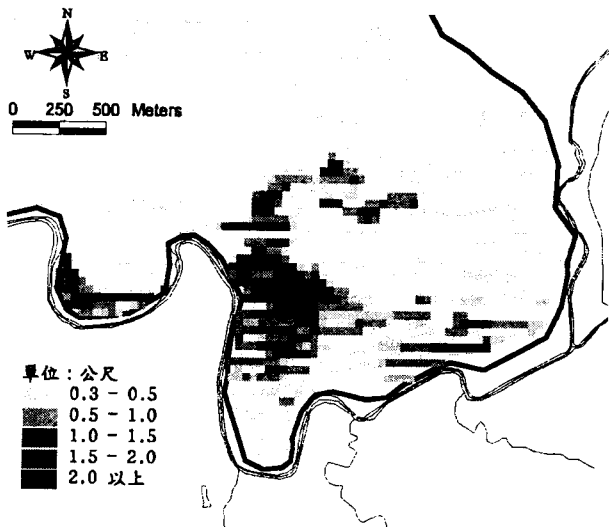


圖 2-45 文山木柵地區模擬淹水範圍
(100 年重現期距降雨)

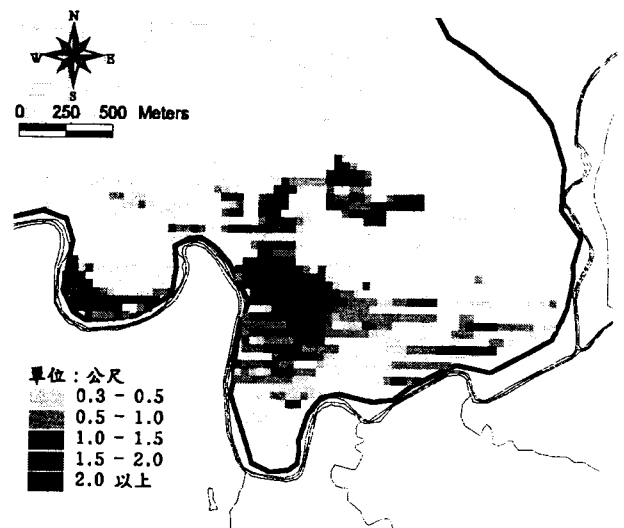


圖 2-46 文山木柵地區模擬淹水範圍
(200 年重現期距降雨)

第三章 模式整合與境況模擬

3-1 模式整合

台北都會區之淹水預報模式，依其降雨、逕流及洪泛之過程，可包括降雨預報、逕流預報與地表淹水區域預報模式等部分，各模式間具有承先啟後之因果關係，而彼此間之連接必須十分緊密，方可掌握淹水情況，以爭取提早防範及提出應變措施之時效性。

歷經三年持續之研究，各子計畫之最終成果亦達到當初既定之目標，茲將各子計畫之研究成果重點摘述如下：

子計畫一：針對不同類型之颱風預報 24 小時降雨組體圖及未來 3 小時降雨預報，以提供其它子計畫所需之降雨訊息。

子計畫二：研究最合適之台北都會郊區降雨—逕流模式，以提供都會區洪災防範時水文規劃設應用，並分析不同重現期各研究區域 24 小時之總雨量（如表 2-3 所示）。

子計畫三：模擬三重、蘆洲及新莊、樹林兩區域不同重現期之淹水潛勢圖，並假設潰堤溢流之入流歷線，模擬水流在潰堤後之運行及對淹水情況之影響。

子計畫四：模擬基隆河北岸都會區(北投、士林、內湖)不同重現期之淹水潛勢圖。

子計畫五：模擬台北市中央區不同重現期之淹水潛勢圖；並假設不同抽水站及閘門操作故障情況下，模擬不同重現期之淹水潛勢圖。

子計畫六：模擬中和、永和及板橋不同重現期之淹水潛勢圖。

子計畫七：文山木柵地區洪災境況之模擬，並訂定都會區洪災應變措施及規劃其洪災避難措施。

上述各子計畫之研究成果僅呈現各部分之分工成果，因此總計畫之整合工作必須將各子計畫之研究成果加以整合，以達到本整合型計畫之終極目標。各子計畫之整合連接流程圖，如圖 3-1 所示；子計畫一提供過去 21 小時研究區域平均累積總降雨量及未來 3 小時研究區域平均累積總降雨量；配套子計畫二所提供不同重現期 24 小時總降雨量，以內插方式換算成相近之重現期，進一步對照由子計畫三、四、五及六所提供之淹水潛勢圖，預報可能之淹水範圍，以提供防洪決策單位之參考。而防洪決策單位根據淹水潛勢圖提出緊急應變措施(子計畫七提供)，可立即發布淹水通報及指揮人員疏散避難。

3-2 事件境況模擬

為評估本整合型計畫之整合效果，本研究挑選過去發生在台北都會區之重大颱風事

件，以圖 3-1 所示之作業流程予以檢驗，茲將模擬結果以事件分述如下：

1. 賀伯颱風

賀伯颱風事件發生於民國 85 年 7 月 29 日至 8 月 1 日，近中心最大風速 53 公尺/秒是屬於一強烈颱風，其颱風中心以西北走向直撲臺灣北部陸地，期間停滯 5~6 小時引進強烈之西南氣流，造成臺灣本島相當嚴重之災情。

利用圖 3-1 所示之作業流程進行本次事件淹水區域之預報，子計畫一逐時之 24 小時累積降雨預報結果，如表 3-1 所示，例如第 40 小時之預報總降雨量為 194.26mm，對照表 2-3 可知板橋、土城、中和及永和等區之重現期距約為 5 年。再利用本整合型計畫所建立之淹水潛勢資料庫查詢該地區 5 年重現期距之模擬淹水範圍，如圖 3-3 所示，預報可能之淹水範圍，提供給防洪決策單位應用。防洪決策單位則據此淹水範圍圖，進行緊急應變措施。如台北中央區之文山、木柵地區可能發生如圖 3-2 所示之淹水範圍，則市府防災單位應針對可能發生淹水地區進行淹水預警及人員避難，疏散至子計畫七所規劃之避難場所。

比較板橋、土城、中和及永和等區賀伯颱風預報之淹水範圍圖(圖 3-3)與實際淹水範圍圖(圖 3-4)，可得知模擬淹水區域與實際淹水範圍相當吻合，由此可見本整合計畫所建立之淹水預報模式已能掌握颱風事件在板橋、土城、中和及永和等區之淹水預報趨勢。

2. 溫妮颱風

溫妮颱風事件發生於民國 86 年 8 月 17-18 日，近中心最大風速 43 公尺/秒是屬於一中度颱風，其颱風中心從臺灣上方以西北方向直撲中國大陸，其所挾帶之強風豪雨過境台灣北部及東北地區，造成台北天母、內湖、汐止地區嚴重積水及山崩，汐止林肯大郡房屋倒塌。

利用圖 3-1 所示之作業流程圖進行本次事件淹水區域預報，子計畫一逐時之 24 小時累積降雨預報結果，如表 3-2 所示，例如第 31 小時之預報總降雨量為 275.59mm，對照表 2-3 可知台北中央區及五堵、汐止等區之重現期距約為 10 年。再利用本整合型計畫所建立之淹水潛勢資料庫查詢該地區 10 年重現期距之模擬淹水範圍，如圖 3-5 所示，預報可能之淹水範圍，提供給防洪決策單位，防洪決策單位則以此淹水範圍圖進行緊急應變措施。

比較台北中央區及五堵、汐止等區溫妮颱風預報之淹水範圍圖(圖 3-5)與實際淹水範圍圖(圖 3-6)，可得知模擬淹水區域與實際淹水範圍相當吻合，由此可見本整合計畫所建立之淹水預報模式已能掌握颱風事件在台北中央區及五堵、汐止等區之淹水預報趨勢。

3· 瑞伯颱風

瑞伯颱風事件發生於民國 87 年 10 月 15-16 日，近中心最大風速 55 公尺/秒，是屬於一強烈颱風。其颱風中心經呂宋島北部受地形影響減弱為中度颱風並轉向北方移動，經台東東方近海時轉為北北東方向而離開臺灣。

利用圖 3-1 所示之作業流程圖進行本次事件淹水區域預報，子計畫一逐時之 24 小時累積降雨預報結果如表 3-3 所示，例如第 23 小時之預報總降雨量為 388.11mm，對照表 2-3 可知台北中央區及五堵、汐止等區之重現期距約為 50 年。再利用本整合型計畫所建立之淹水潛勢資料庫查詢該地區 50 年重現期距之模擬淹水範圍，如圖 3-7 所示，預報可能之淹水範圍，提供給防洪決策單位，防洪決策單位則以此淹水範圍圖進行緊急應變措施

比較台北中央區及五堵、汐止等區瑞伯颱風預報之淹水範圍圖(圖 3-7)與實際淹水範圍圖(圖 3-8)，可得知模擬淹水區域與實際淹水範圍相當吻合，由此可見本整合計畫所建立之淹水預報模式已能掌握颱風事件在台北都會區之淹水預報趨勢。

3-3 結語

本整合型計畫中各子計畫均已達成預期目標，模式整合根據測試結果尚屬滿意，可提供防災單位參考。若遇颱風來襲之時降雨預報模式適時預報可能受災集水區未來 3 小時與過去 21 小時之累積總降雨量，則防災單位根據此 24 小時之總降雨量，立刻可從資料庫查詢其相對應下游都會區可能之淹水範圍及程度，提供防災單位快速擬定應變措施，期以非工程預警方法減少台北都會區之水患損失，此為本整合計畫之終極目的。

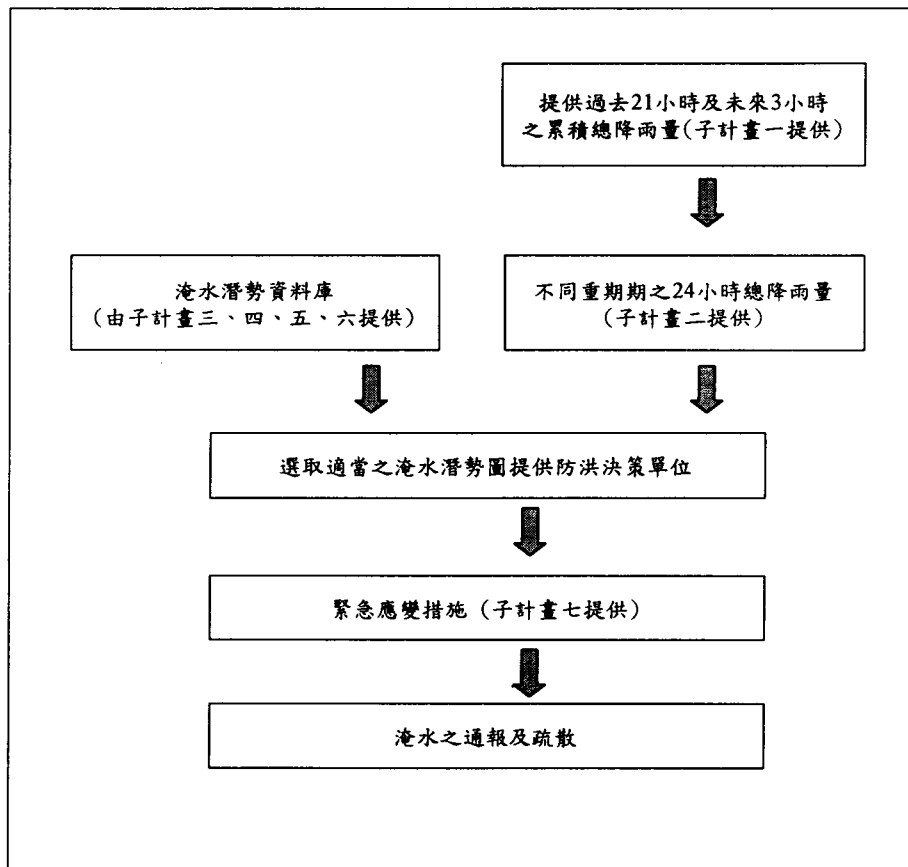


圖 3-1 整合型計畫連接之流程圖

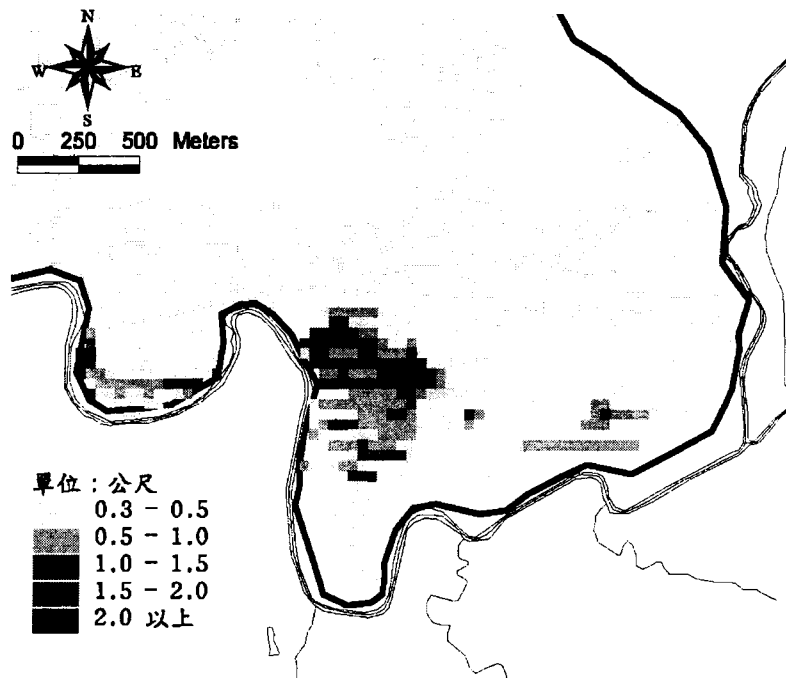


圖 3-2 台北市文山、木柵地區模擬淹水範圍 (25 年重現期降雨量)

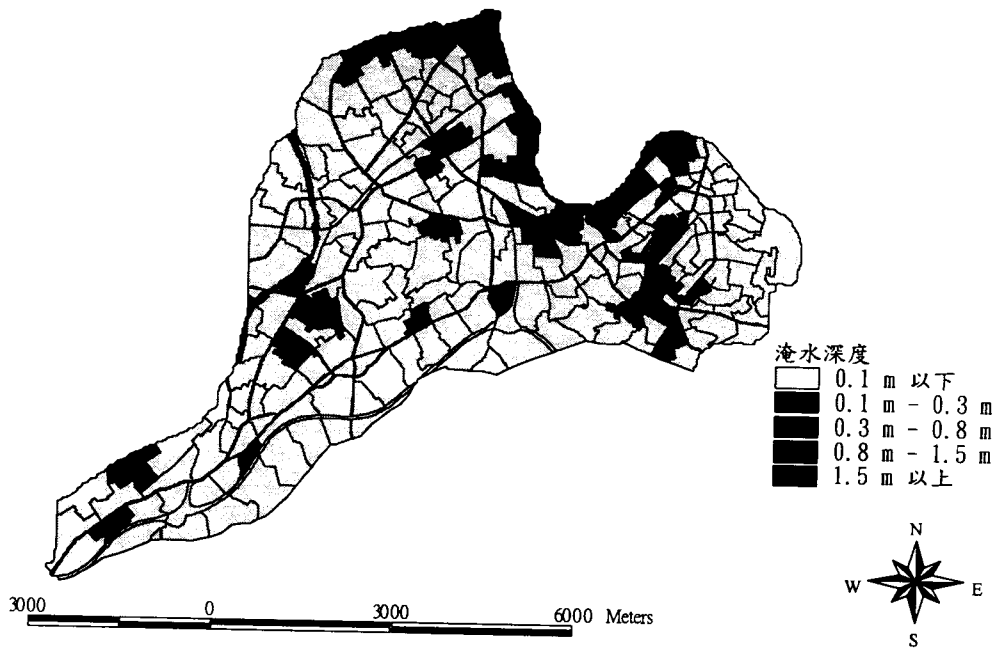


圖 3-3 板橋、土城、中和及永和等區模擬淹水範圍圖 (5 年重現期降雨量)

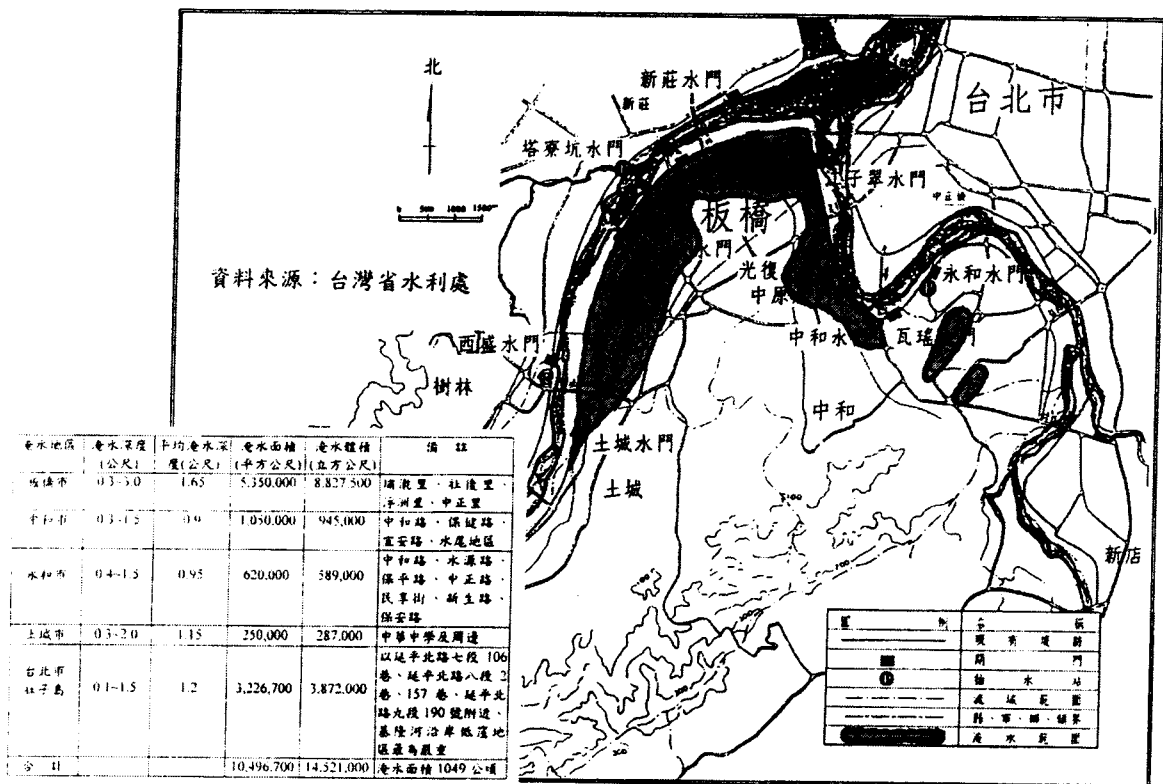


圖 3-4 板橋、土城、中和及永和等區賀伯颱風實際淹水範圍圖

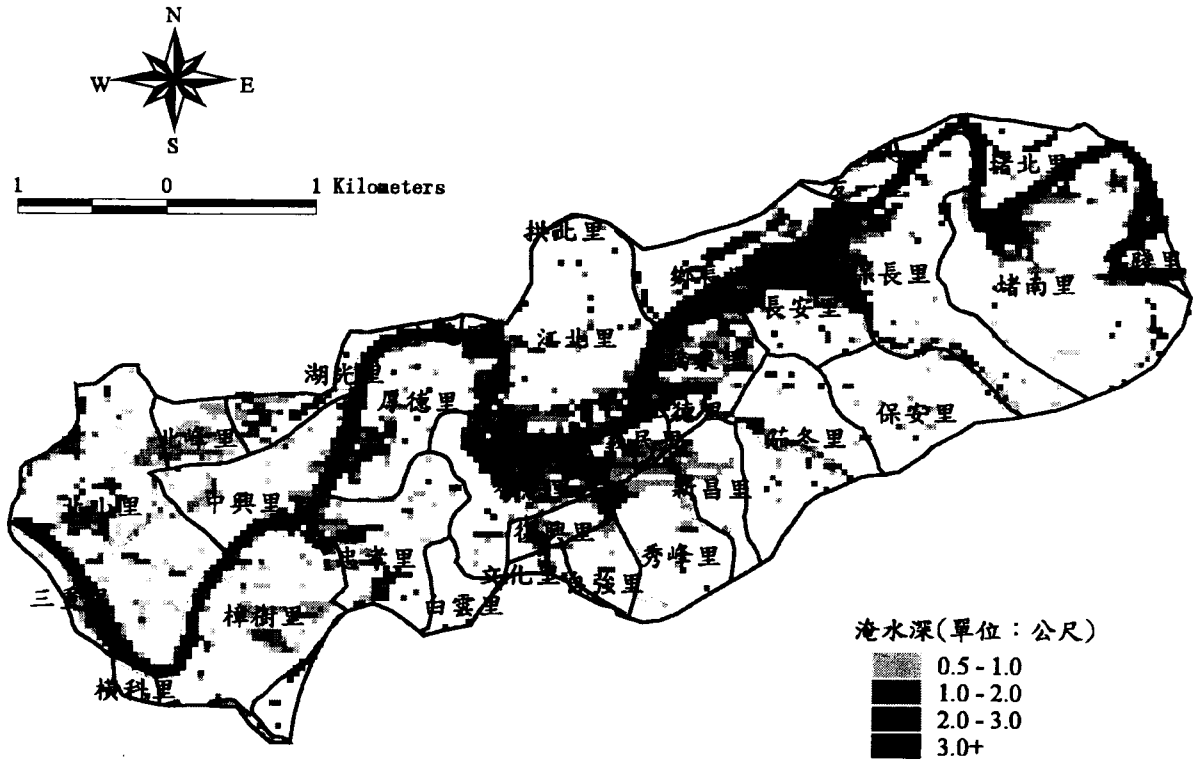


圖 3-5 台北中央區及五堵、汐止等區模擬淹水範圍 (10 年重現期降雨量)

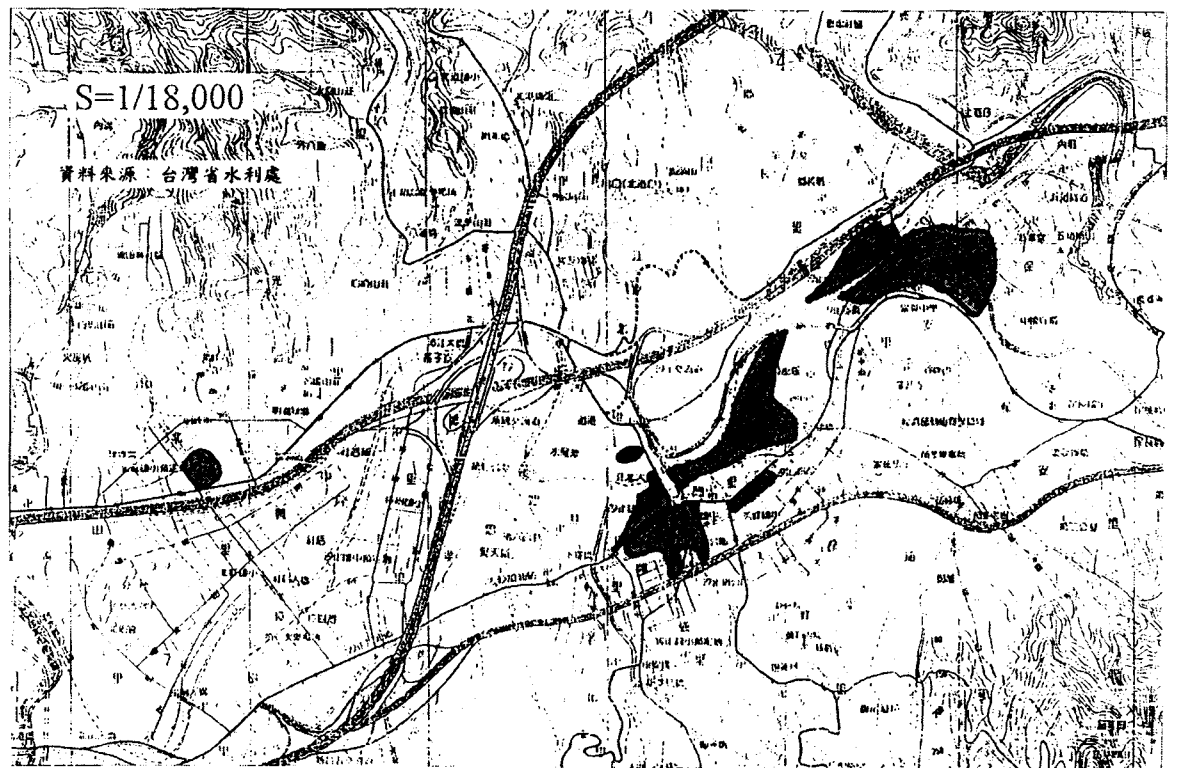


圖 3-6 台北中央區及五堵、汐止等區溫妮颱風實際淹水範圍圖

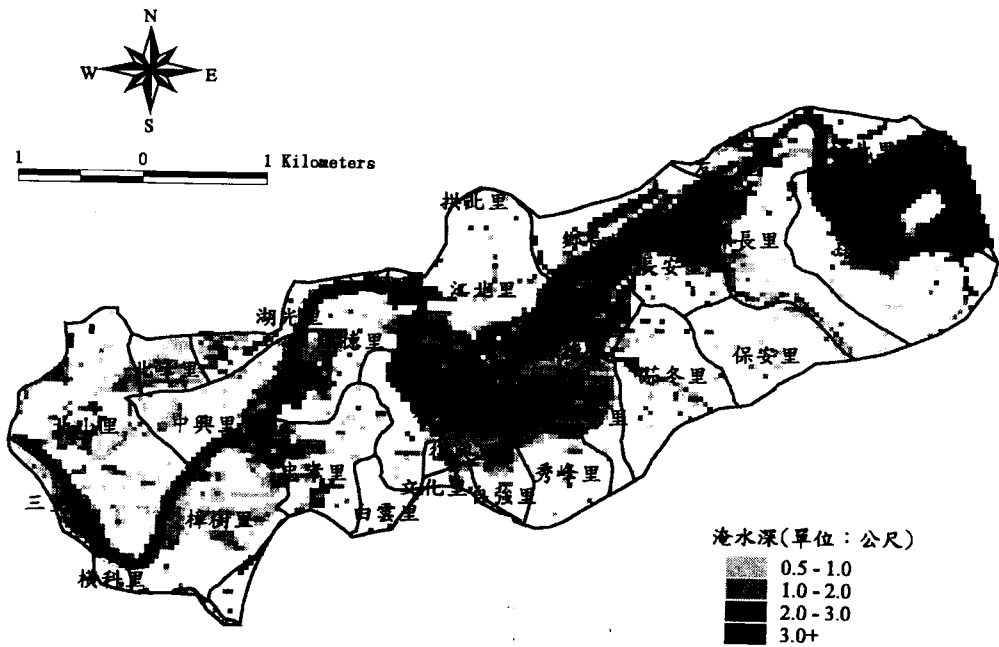


圖 3-7 台北中央區及五堵、汐止等區模擬淹水範圍 (50 年重現期降雨量)

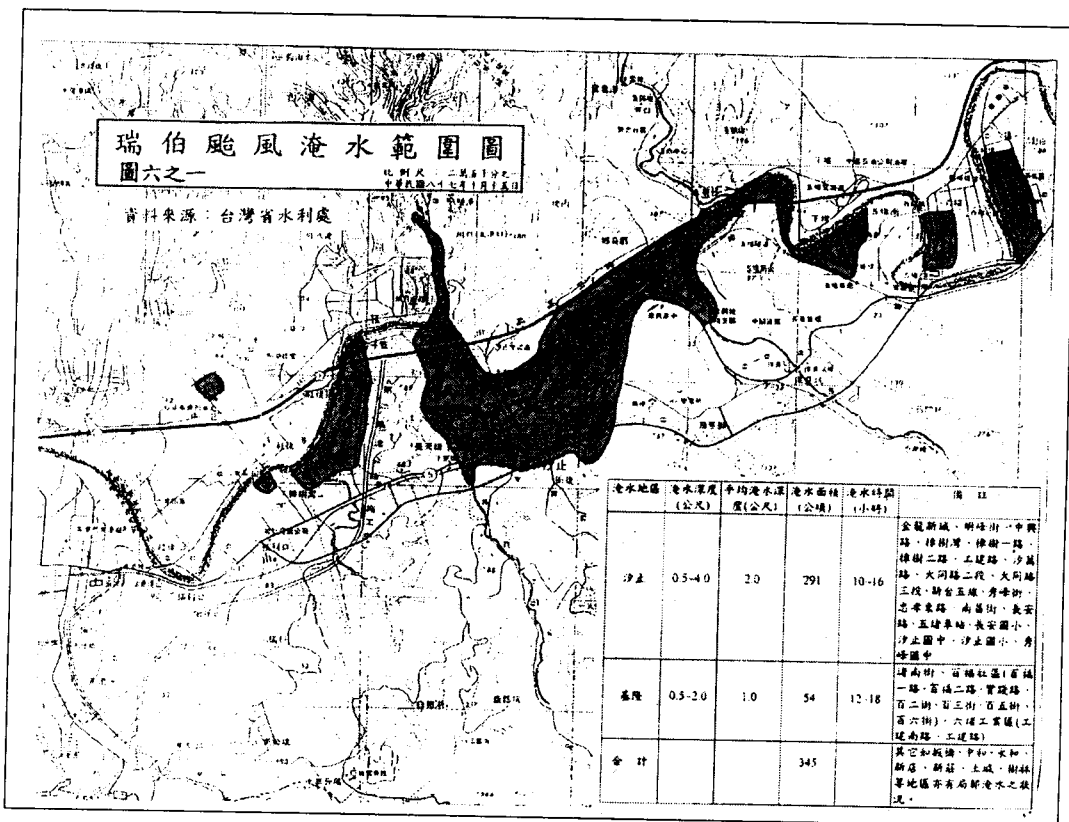


圖 3-8 台北中央區及五堵、汐止等區瑞伯颱風實際淹水範圍圖

表 3-1 板橋、土城、中和及永和等區賀伯颱風之預測 24 小時總降雨量

(單位：公厘)

項目 時間(hr)	前面 21 小時實 測累積降雨量	第 22 小時實測 量或預測量	第 23 小時實測 量或預測量	第 24 小時實測 量或預測量	全部 24 小時累積 實測量或預測量
28	47.30	2.02	1.30	0.84	51.46
29	48.16	1.83	2.34	0.50	52.83
30	53.28	4.90	4.33	4.05	66.56
31	56.86	5.74	4.73	5.27	72.59
32	58.37	5.00	6.35	5.39	75.12
33	65.14	5.31	6.84	6.03	83.33
34	66.09	2.01	1.99	3.22	73.31
35	60.04	0.28	0.91	2.08	63.31
36	64.76	6.26	5.23	6.20	82.45
37	72.36	12.35	9.63	10.76	105.10
38	79.67	13.93	15.84	14.22	123.66
39	92.53	15.48	21.20	18.61	147.82
40	104.40	24.97	30.65	34.24	194.26
41	140.26	40.30	46.06	55.12	281.73
42	165.70	37.07	45.78	53.43	301.97
43	186.95	22.29	35.55	40.89	285.68
44	206.82	20.83	27.67	36.41	291.73
45	228.77	25.79	20.18	35.56	310.30
46	254.48	28.76	23.00	30.81	337.05
47	280.12	25.36	23.93	16.48	345.89
48	292.59	12.04	11.72	2.44	318.79
49	299.10	2.48	1.18	0	302.76
50	308.81	4.22	0	0	313.03
51	310.85	5.58	0	0	316.43
52	310.76	1.64	0	0	312.40
53	308.16	0	0	0	308.16
54	300.54	0	0	0	300.54
55	300.97	0.49	0	0	301.46
56	300.21	0.59	0	0	300.80
57	294.84	0	0	0	294.84
58	285.16	0	0	0	285.16
59	276.39	0.13	0	0	276.52
60	262.00	1.11	0.8	0.73	264.65
61	251.85	2.96	2.74	2.17	259.72
62	216.92	2.80	2.91	2.38	225.02
63	189.08	0.46	1.79	1.41	192.73
64	164.85	0	0.48	1.01	166.34
65	139.89	0	0	0.75	140.64
66	113.99	0.01	0	0	114.00
67	86.69	0.38	0	0	87.07
68	57.95	0.60	0.42	0	58.97
69	41.94	0.28	0.36	0	42.58

註：時間 t=28，表示自民國 85 年 7 月 31 日 04:00 開始預測降雨量。

表 3-2 台北中央區及五堵、汐止等區溫妮颱風之預測 24 小時總降雨量

(單位：公厘)

項目 時間(hr)	前面 21 小時實 測累積降雨量	第 22 小時實測 量或預測量	第 23 小時實測 量或預測量	第 24 小時實測 量或預測量	全部 24 小時累積 實測量或預測量
21	35.92	9.34	10.21	10.36	65.83
22	36.82	3.62	5.65	6.22	52.31
23	39.06	1.64	5.13	5.64	51.47
24	46.07	7.84	7.64	10.75	72.30
25	51.67	11.13	8.63	13.66	85.09
26	61.45	11.67	14.24	13.91	101.27
27	70.35	15.32	19.97	17.34	122.98
28	88.24	23.15	27.13	31.19	169.71
29	110.66	30.76	36.32	43.08	220.82
30	136.04	32.67	41.35	46.48	256.54
31	163.74	28.73	38.23	44.89	275.59
32	185.71	26.32	32.42	42.42	286.87
33	219.88	31.10	32.46	43.85	327.29
34	247.11	33.87	31.89	39.39	352.26
35	278.92	25.83	25.27	24.69	354.71
36	291.45	8.46	7.96	1.10	308.97
37	296.63	0	0	0	296.63
38	296.94	0	0	0	296.94
39	298.74	0	0	0	298.74
40	298.46	1.02	0	0	299.48
41	295.90	0	0	0	295.90
42	285.72	0	0	0	285.72
43	284.32	0	0	0	284.32
44	281.90	0	0	0	281.90
45	273.39	0.57	0.20	0	274.16

註：時間 t=21，表示自民國 86 年 8 月 17 日 21:00 開始預測降雨量。

表 3-3 台北中央區及五堵、汐止等區瑞伯颱風之預測 24 小時總降雨量

(單位：公厘)

項目 時間(hr)	前面 21 小時實 測累積降雨量	第 22 小時實測 量或預測量	第 23 小時實測 量或預測量	第 24 小時實測 量或預測量	全部 24 小時累積 實測量或預測量
21	249.68	30.96	14.99	28.69	324.32
22	282.23	33.96	30.26	15.18	361.63
23	324.46	30.73	26.96	5.96	388.11
24	331.32	5.91	1.09	0	338.32
25	338.94	0.12	0	0	339.06
26	364.65	15.29	1.15	0	381.09
27	367.46	15.78	0	0	383.24
28	386.65	15.01	15.53	0	417.19
29	403.95	20.45	21.17	6.23	451.80
30	418.46	22.50	21.63	21.27	483.86
31	441.32	25.81	28.71	29.73	525.57
32	453.73	16.30	18.14	16.95	505.12
33	454.56	0	3.20	4.51	462.27
34	460.76	0	0	0.32	461.08
35	452.14	4.37	0	0	456.51
36	449.56	10.06	1.40	0	461.02
37	431.35	20.12	18.35	6.78	476.60
38	410.08	29.89	30.70	21.44	492.11
39	404.41	23.62	29.08	26.13	483.24
40	384.05	10.86	21.37	22.42	438.70
41	362.59	6.62	10.76	18.70	398.67
42	339.05	5.21	0.23	11.50	355.99
43	314.28	3.53	0	1.56	319.37
44	274.71	1.20	0	0	275.91
45	268.18	0	0	0	268.18

註：時間 t=21，表示自民國 87 年 10 月 15 日 21:00 開始預測降雨量。

第四章 結論

整合型計畫之總目標在於完成台北都會區淹水區域預測之研究，本研究由第一年度、第二年度及第三年度之研究中，獲得相當豐碩之研究成果。茲分別詳述總計畫與各子計畫第三年度之重要結論如下：

一、總計畫部分：

本年度共召開七次研究工作會議，會中除增進各子計畫間之協調與配合外，並確實掌握與完成各子計畫於第三年度所既定之研究目標，進而達成本整合型計畫第三年度之預期成果，如將四個淹水區域預測子計畫於單日總降雨量分別為150、300、450與600mm條件下之淹水區域預報資料與重現期距各為1.1、2、5、10、25、50、100與200年與降雨延時為24小時組合下之淹水區域預報資料相結合；台北都會區因河川潰堤、地勢低窪、抽水站與閘門未發揮功能及市區排水不良等實際情況所造成可能之淹水狀況，且彙整子計畫七之洪災境況模擬與其相對應之應變措施，建立一完整洪災資訊之資料庫，以供查詢與展示之應用。若遇颱風來襲之時，降雨預報模式適時預報可能受災集水區未來3小時與過去21小時之累積總降雨量，則防災單位根據此24小時之總降雨量，立刻可從資料庫查詢其相對應下游都會區可能之淹水範圍及程度，提供防災單位快速擬定應變措施。綜觀上述之研究成果，本整合型計畫確實已達到都會區災害防治之工作目標。

二、子計畫一：都會區降雨預報之研究(三)(成大游保杉教授)

1. 應用灰色系統理論來構建灰色雨量預報模式，進行1~3小時集水區雨量預報，進一步結合前21小時觀測降雨量來提供24小時降雨總量預測值。
2. 將颱風事件總降雨量(24小時)依擬等機率分布劃分若干預報(決策)等級，配合該事件之颱風路徑與氣象參數來建立總降雨量預報資料庫，於颱風來襲(接近台灣二個緯度內或海上颱風警報發佈)時依據其可能路徑與颱風物理特性來預報其24小時之潛勢雨量區間。分析結果顯示決策模式具有合理之預報結果。
3. 本計畫為進一步掌握颱風期間24小時降雨量預報之動態訊息，嘗試做逐時預報未來24小時降雨總量之動態探討，利用颱風中心與測站之距離及夾角來描述颱風與測站逐時之動態關係。並分別針對颱風路徑一及路徑四之颱風事件逐時之物理特性與對應測站未來24小時降雨總量等資訊分別建立動態24小時降雨總量預報資料庫，依據颱風動態訊息逐時提供颱風期間測站24小時之預報雨量。
4. 為進一步將24小時雨量預報值進行時間分配，本計畫依據颱風特性利用模糊決策

分析方法來優選最適雨型。

三、子計畫二：都會郊區降雨逕流模式之研究(三)(台大王如意教授)

1. 本研究已選定台北都會郊區36個雨量測站，推求其降雨強度—延時—頻率曲線公式，所獲致之研究成果可提供台北近郊未設站或缺乏觀測資料地區從事水利工程規劃設計之應用。
2. 本研究係採用交替區塊法從事台北都會郊區各雨量測站之設計雨型，並配合各雨量站所推得之降雨強度—延時—頻率曲線公式，計算重現期距為1.1、2、5、10、25、50、100與200年，降雨延時為24小時之雨型。此等研究成果對未來台北都會郊區內之水利工程規劃設計，除可做為規劃設計時之參考依據外，並可做為淹水預報查詢之指標。
3. 半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式係以集水區河川網路與土地覆蓋利用等資料將集水區劃分成多個核胞，然後依據降雨落於各個核胞上流至集水區出口處之不同流路再予以劃分，且可將每一核胞輸入不同之降雨資料，以展現降雨於空間上分布之特性，因此此模式已改進傳統水文模式將集水區視為單一輸入函數之缺點，而更具完備之理論基礎。
4. 本研究係以半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式理論研析基隆河五堵上游集水區、景美溪寶橋上游集水區及大漢溪三鶯橋上游集水區內降雨與逕流之轉換關係，經以多場颱風事件對此模式加以檢驗，其結果相當良好；因此本研究所研發之半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式，對台北都會郊區於水資源規劃與防洪預報系統上，可提供參考應用。
5. 本研究係以交替區塊法進行台北都會郊區一日降雨重現期距為1.1、2、5、10、25、50、100與200年之雨型設計，並套配由半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式所校驗之參數建議值，以從事台北都會區50公尺以上山地地區之設計洪水歷線模擬，其研究成果可提供下游淹水模式參考應用。
6. 於研究過程中，發現對同一重現期距與相同時間區段，其設計洪峰流量具有隨著降雨延時增加而增加之趨勢；且對於同一重現期距與相同時間區段，設計雨型平均 Φ_{index} 損失量值隨著降雨延時增加而減少。
7. 本研究水文模擬基隆河流域五堵站200年重現期距之最大設計洪峰流量值皆大於3000cms，而經濟部水資源統一規劃委員會於「台北防洪計畫」中所規劃設計之最大設計洪峰流量值為2300cms，且五堵站曾於民國十五年發生紀錄最大洪水量為2630cms，由此可見當時規劃設計之洪峰流量值目前應用已有明顯偏小之情

事。三十年來都市化演變結果造成基隆河下游沿岸已形成台北都會區之精華地區，水文環境變化甚大，都市化之效應頗為彰顯，因此對基隆河流域之最大設計洪峰流量似宜有重新檢討之必要。

四、子計畫三：河川潰堤淹水模式之研究(三)(台大賴進松助理研究員)

1. 本計畫模擬區與去年度相同，由於整合型計畫中之子計畫二提供新之降雨資料，故今年度以新資料為依據，進行模擬計算。文中之研究區域為三重蘆洲區及新莊樹林區，由於三重蘆洲地區及新莊樹林地區分別由堤防線所分隔，以二重疏洪道為分界，故本研究將此兩區域分開，各自進行模擬計算。其中新莊樹林區西側山區為降雨—逕流模式模擬區，共劃分了9個集流核胞分區，淹水演算時以側流方式與新莊樹林區銜接。本研究採用120×120公尺解析度之DTM數值地形資料，並依每個網格之土地利用情形輸入適當之曼寧n值，三重蘆洲區劃分為1199個網格，而新莊樹林區則劃分為2373個網格。
2. 在水文條件方面，本研究採用重現期距分別為1.1年、2年、5年、10年、25年、50年、100年及200年，降雨延時為24小時之八場降雨作為模擬分析之水文條件。新莊樹林區西側山區之降雨逕流以側流方式流入淹水模擬區內，以200年重現期距、24小時延時之降雨為例，其側流歷線之資料由子計畫二提供。
3. 首先模擬不同降雨條件下之淹水情形。由不同降雨條件之下，三重蘆洲地區之最大淹水深分布圖，可看出淹水情況隨著降雨量增加而嚴重，其中尤以三重市中山路、中正路及蘆洲市永平街、游五路等處有較嚴重之淹水。不同降雨條件之下，三重蘆洲地區不同地點之淹水位歷線，以縣立醫院為例，在1.1年重現期距之降雨下（總降雨量為104mm），淹水深為0.33公尺；在200年重現期距之降雨下（總降雨量為324.7mm），淹水深則達0.86公尺。另由不同降雨條件之下，新莊樹林地區之最大淹水深分布圖，可看出淹水較嚴重之區域為新莊市中山路、復興路及思源路所圍繞之區域，以及新樹路沿線之區域。不同降雨條件之下，新莊樹林地區不同地點之淹水位歷線，以省立醫院為例，在1.1年重現期距之降雨下（總降雨量為104mm），淹水深為0.25公尺；在200年重現期距之降雨下（總降雨量為324.7mm），淹水深則達0.97公尺。
4. 另針對潰堤之淹水情況進行模擬。模擬區域為新莊樹林區，潰堤位置假設為大漢溪新海橋處。本研究假設兩種潰堤情形：(1)以85年賀伯颱風在新海橋處之大漢溪水位歷線為外水位條件，潰堤寬度假設為一個網格寬度120公尺，潰堤高度由堤頂至地表；由堰流公式計算可得潰堤入流歷線。(2)以大漢溪200年頻率尖峰洪

水位為外水位條件，並以顏等採用之瞬時潰堤入流歷線作為入流歷線之依據，潰堤寬度設定為20公尺，潰堤高度亦由堤頂至地表，計算所得之入流歷線。由新莊樹林區在200年重現期距降雨加上兩種潰堤假設下之不同時間淹水分布圖，可看出在暴雨來襲時發生潰堤將發生相當嚴重之淹水情況。本研究之模擬計算可提供未來淹水潛勢及洪災評估之參考。

五、子計畫四：河川沿岸低窪地淹水模式之研究(三)(台大吳富春助理教授)

1. 本研究結合山區逕流模式、都市雨水下水道排水模式及二維漫地流淹水模式，針對基隆河北岸之北投、士林、大直及內湖地區進行淹水模擬。
2. 本研究今年度已完成八種不同降雨強度(重現期距分別為1.1、2、5、10、25、50、100及200年)，降雨延時為24小時條件下之淹水模擬，以推估在各種降雨條件下研究區域內之淹水範圍及最大淹水深度。
3. 模擬結果顯示淹水深度隨重現期距之增加而增大。模擬結果與實測之淹水範圍相比較，發現兩者之淹水趨勢相當一致。
4. 模擬結果顯示北投地區之淹水範圍主要集中於石牌路及公館路、承德路口並擴及至洲美及關渡平原地區。而士林地區則分布於士林前街、中山北路、至誠路及後港里地區。大直地區則是以大直街和北安路為較嚴重之地區。至於內湖地區則以南湖大橋附近之區域為淹水最嚴重之區域，其餘地勢低窪之地區，如內湖路三段、成功路及江南街等，亦為淹水較嚴重之區域。

六、子計畫五：抽水站與閘門操作對都會區淹水影響之研究(三)(台大許銘熙教授)

1. 本研究為探討都會區河川洪水與地表淹水間之相互關係，以一維河系變量流動力波模式、山區逕流模式、二維零慣性波漫地流淹水模式及SWMM都市雨水下水道等模式，並考慮抽水站及閘門操作之影響。本研究已成功地銜接上列模式，使模式於每一演算時距相互迭代河川內外水位，獲得都會區動態地表淹水資料。
2. 本研究完成5年、10年、25年、50年、100年及200年重現期降雨條件下中央區之三種不同抽水站與閘門操作情況下之模擬，包括(1)所有抽水站與疏散閘門均正常操作，(2)新生、雙園及撫遠抽水站無法正常操作，(3)淡水河三號、基隆河四號及基隆河九號疏散閘門未及時關閉等三種情況，以及台北縣新店地區及汐止五堵地區於5年、10年、25年、50年、100年及200年重現期降雨條件下之淹水模擬，研究成果除可作為台北都會區淹水區域預測之依據外，亦可作為建立大台北防洪作業系統之參考。

3. 台北市區內一些重要之抽水站(如新生、雙園及撫遠抽水站)，若無法正常操作，會引發抽水站及其附屬雨水下水道系統連鎖溢淹效應，淹水之範圍與深度都十分可觀。反觀抽水站之正常操作亦可對附近之低窪地區之淹水情況有所幫助，而抽水站若能正常操作後，沿岸低窪地區之淹水情況均可獲得顯著之改善，足見抽水站之設立可改善低窪地區局部之淹水。除此之外，若在颱風期間，堤外河川水高漲，若有疏散閘門未能及時關閉，引發堤外洪水擁入市區之內，其淹水情況較抽水站無法正常操作之情形更加嚴重。足見在颱風期間閘門操作不當會使研究區域之淹水情況更加惡化，無論是淹水深度或淹水範圍均較閘門能正常操作之情況為之嚴重，不可不慎。
4. 由不同程度單日總降雨量條件下所模擬之結果發現，由於台北市之雨水下水道系統，其管路排水容量是依5年重現期短延時暴雨設計，而抽水站容量則是依據5年重現期24小時延時颱風雨設計，在100年及200年高重現期降雨事件中，即使抽水站與疏散閘門均能發揮正常功能，整個市區淹水之情況仍屬嚴重，足見以目前雨水下水道排水系統之佈置仍不足以解決高重現期降雨事件之淹水情況。
5. 新店區之淹水多為暴雨所形成之地表漫地流，因排水路容量不足宣洩不及而造成地表積水，多侷限於排水路旁低窪地區，汐止五堵地區由於「台北地區防洪計畫」尚未將汐止五堵區納入考量，基隆河堤線及堤防保護標準尚在研擬中，故逢豪雨時，基隆河洪水有可能溢流至汐止五堵市區中，淹水集中於沿岸地窪地區，造成重大之損失。

七、子計畫六：市區排水與淹水模式之研究(三)(成大蔡長泰教授)

1. 模式演算結果與台北縣申報浸水範圍之淹水趨勢大致相符，顯示模式模擬之結果良好。
2. 研究範圍經模式演算結果可得出各地區之淹水情況，由於部分地區之地表高程相較於其鄰近格區較為低窪，以致積水較深難以宣洩，於豪雨期間應增加機動性排水設備以減輕災害損失。然有部分低窪積水之地區並非屬於申報浸水之區域，其退水之過程亦值得注意研究。
3. 格區之劃分之精密度仍可改善，期能使格區之高程走勢更符合實際地表狀況，應可更確切地模擬研究區域之淹水情況。

八、子計畫七：台北中央區洪災境況模擬與應變措施之研究(三)(台大陳增壽助理教授)

1. 本研究之內容主要探討台北市中央區在不同重現期降雨條件下之洪災境況及其

相關應變措施，研究範圍含蓋台北市原市區、南港區及文山區等行政區域。洪災境況模擬是以數值方法求解由一維河川變量流動力波模式、山區逕流模式、二維零慣性波漫地流淹水模式及SWMMD都市雨水下水道模式所結合之淹水模式，瞭解不同重現期降雨事件下，抽水站及閘門完全正常操作對地表淹水之影響、河川洪水與中央區地表淹水間之相互關係及抽水站或閘門未發揮功能時對研究範圍淹水之影響。本研究以民國87年10月瑞伯颱風為模式驗證之依據。洪災境況包括台北市中央區在5年、10年、25年、50年、100年及200年等重現期降雨條件下，三種不同抽水站與閘門操作情況之模擬，包括(1)所有抽水站與疏散閘門均正常操作，(2)新生、雙園及撫遠抽水站無法正常操作，(3)淡水河三號、基隆河四號及基隆河九號疏散閘門未及時關閉等三種情況。本研究並再針對文山木柵地區進行細部洪災境況模擬，以瞭解該地區在5年、10年、25年、50年、100年及200年等重現期條件下，當(1)所有抽水站與疏散閘門均正常操作，(2)該區最重要抽水站—中港抽水站無法正常操作等二種情況發生時之淹水範圍與深度。

2. 由研究結果顯示，由於台北市之雨水下水道系統，其管路排水容量是依5年重現期短延時暴雨設計，而抽水站容量則是依據5年重現期24小時延時颱風雨設計，在5年重現期條件下，各地區之雨水下水道排水系統可充分容納市區降雨量，而無淹水之虞。但在100年及200年重現期之高重現期降雨事件中，堤防外河水雖不會溢岸氾濫至堤防內市區，但即使抽水站與疏散閘門均能發揮正常功能，整個市區淹水之情況仍屬嚴重，淹水範圍及淹水深度均隨總降雨量增加而擴大，而且明顯看出淹水較嚴重之區域都集中於沿岸之低窪地區與排水幹線附近。模擬結果中亦顯示，除抽水站與閘門之操作對地表淹水有相當大之影響外，河川洪水與地表淹水亦存在有密切之關係。足見以目前雨水下水道排水系統之佈置，仍不足以解決高重現期降雨事件之淹水情況。
3. 台北市中央區內一些重要之抽水站(如新生、雙園及撫遠抽水站)，若無法正常操作，會引發抽水站及其附屬雨水下水道系統連鎖溢淹效應，淹水之範圍與深度都十分可觀。反觀抽水站若能正常操作後，沿岸低窪地區之淹水情況均可獲得顯著之改善，足見抽水站之設立可改善低窪地區局部之淹水。此外，若在颱風期間，堤外河川水高漲，若有疏散閘門未能及時關閉，引發堤外洪水擁入市區之內，其淹水情況較抽水站無法正常操作之情形更加嚴重。足見在颱風期間閘門操作不當會使研究區域之淹水情況更加惡化，無論是淹水深度或淹水範圍均較閘門能正常操作之情況為之嚴重。

4. 在洪災應變措施研究部份，本研究以文山木柵地區為例，依據洪災境況模擬成果及該地區之地域特性，分別以「緊急應變體系」、「緊急應變中心通訊系統」、「疏散避難計畫」與「救援及醫療物資」等觀點，規劃文山木柵地區洪災緊急應變措施之建議，並訂定居民疏散方式及路徑，提供適當避難場所及儲備民生應用物資。依洪災境況模擬所計算之結果，本地區按淹水危險區域劃分，可分為三級。第一級地區為木柵路二段以南、木新路三段以北、興隆路四段以西及辛亥路七段以東所圍繞之區域，此區位於中港、實踐排水系統管路末端地帶，在10年重現期之24小時延時降雨條件下，最高淹水深度可達1.0公尺以上。第二級地區為木柵路一段以南沿景美溪地區(埤腹排水系統管路末端)、木新路二段兩側及木柵路二段以北地區，在10年重現期降雨條件，最高淹水深度達0.5至1.0公尺間；第二級地區之淹水一般是由第一級淹水地區逐漸擴展而至。第三級地區則為本區除第一、第二級地區外所在之區域，或因地勢較高，或因雨水下水道系統排水順暢，淹水之可能性不大。
5. 經由地理資訊系統之空間分析功能，套疊淹水危險區域分級圖及當地之人口分布資料，可獲得各地區之疏散居民人數，若再配合當地建物街廓圖，則可進一步擬定疏散路線及訂定疏散安置之場所。第一級淹水危險地區之疏散路線為往東北方向進行，其疏散安置場所選擇在明道國小。第二級淹水危險地區之疏散路線則宜沿保儀路而往北方進行，其疏散安置場所選擇在木柵國小。另外必須說明，因明道國小位處於第二級淹水危險地區中，故當第二級地區亦有淹水之可能時，應撤銷明道國小這個疏散安置地點，而轉往地勢更高之木柵國小。汛期期間，區公所應指導警戒區域內居民作好防汛演練，經由演練結果檢討現有人力及設備是否足夠，並應貫徹居民之防災教育與認知，讓民眾確實知道一旦發生淹水，有多久應變時間，應至何處避難，以期能減少水患之損失。

參考文獻

1. 行政院國家科學委員會，「天然災害防治研究五年中程計畫」，環境與發展委員會，民國 83 年 11 月。
2. 「賀伯颱風光復及土城水門流入量與淹水情形第二次詳細計算書」，台灣省水利局第十工程處，民國 85 年 9 月。
3. 顏清連、李天浩、王如意、楊德良、許銘熙等，「淡水河整體洪水預報模式之研發」—第二階段報告，台灣省政府水利處，民國 86 年 5 月。
4. 顏清連、許銘熙、陶偉麟，「淡水河系洪水演算模式 (一) 現況河道模式之建立驗證」，行政院國科會防災科技研究報告 72-08，民國 72 年 9 月。
5. 顏清連、許銘熙、段鏞，「淡水河系洪水演算模式 (二) 二重疏洪道完成後淡水河系洪流演算模式」，行政院國科會防災科技研究報告 73-06，民國 73 年 10 月。
6. 顏清連、許銘熙、唐建章，「淡水河洪水演算模式 (三) 與逕流模式之銜接」，行政院國科會防災科技研究報告 74-26，民國 74 年 12 月。
7. 顏清連、許銘熙、陳昶憲、賴進松，「淡水河洪水演算模式 (四) 堤防潰決洪流模式之建立」，行政院國科會防災科技研究報告 75-19，民國 75 年 9 月。
8. 顏清連、劉家富，「淡水河洪水演算模式 (五) 水庫操作對洪流之影響」，行政院國科會防災科技研究報告 76-51，民國 77 年 7 月。
9. 許銘熙、顏清連、謝慧民，「基隆河沿岸低窪地區淹水模式 (一) 模式之建立與驗證」，行政院國科會防災科技研究報告 78-57，民國 79 年 8 月。
10. 許銘熙、顏清連、謝慧民、鄧慰先，「基隆河沿岸低窪地區淹水模式 (二) 市區排水設施納入模式中」，行政院國科會防災科技研究報告 79-66，民國 80 年 8 月。
11. 許銘熙、鄧慰先、吳啓瑞，「八掌溪流域淹水模擬 (一) 河川演算模式與沿岸地區淹水模式之建立」，行政院國科會研究計畫報告第 80-56 號，民國 81 年 8 月。
12. 許銘熙、鄧慰先、吳啓瑞、楊應平，「八掌溪流域淹水模擬 (二) 沿岸地區小範圍之淹水模式之建立」，行政院國科會研究計畫報告第 81-50 號，民國 82 年 8 月。
13. 許銘熙、鄧慰先、吳啓瑞、徐培玠，「八掌溪流域淹水模擬 (三) 降雨與淹水範圍之關係」，行政院國科會研究計畫報告第 82-29 號，民國 83 年 12 月。

附錄 A

整合型計畫總目標說明

「台北都會區淹水區域預測之研究(三)」計畫

研究群總主持人：王如意教授

總目 標 說 明

一、研究總目標

台北都會區為一盆地地形，盆地內轄屬台北院轄市及台北縣等台灣首善城市，人口約 500 萬人，佔台灣總人口四分之一，且集中於盆地內之中下游平原地區；惟淡水河及其主要支流新店溪、大漢溪、基隆河匯流於盆地內，往往每年 5 月至 10 月間之颱風季節，由暴雨所引發之洪流直瀉而下，常因排洩不及，以致淹水氾濫屢有所聞，對國計民生及經濟建設影響至鉅。由於都會區內人口密集，地勢低窪，為有效利用土地，河川沿岸大多築堤束洪，以防範水患；惟防洪問題涉及土地利用、工程及管理營運眾多因素，錯綜複雜。「台北地區防洪計畫」自民國 71 年實施至今，雖已大部份完成，但由於部分抽水站及相關工程仍持續進行，並未能完全發揮原先規劃功能及掌握洪水資訊，如民國 85 年賀伯颱風曾為板橋、中永和地區及社子島帶來嚴重之水患，另民國 87 年瑞伯與芭比絲兩次颱風亦為汐止、五堵等地區帶來損失重大之洪水氾濫。目前以築堤約束洪水之工程方法，雖有助於減少災害，但仍無法解決低窪地區之水患問題。

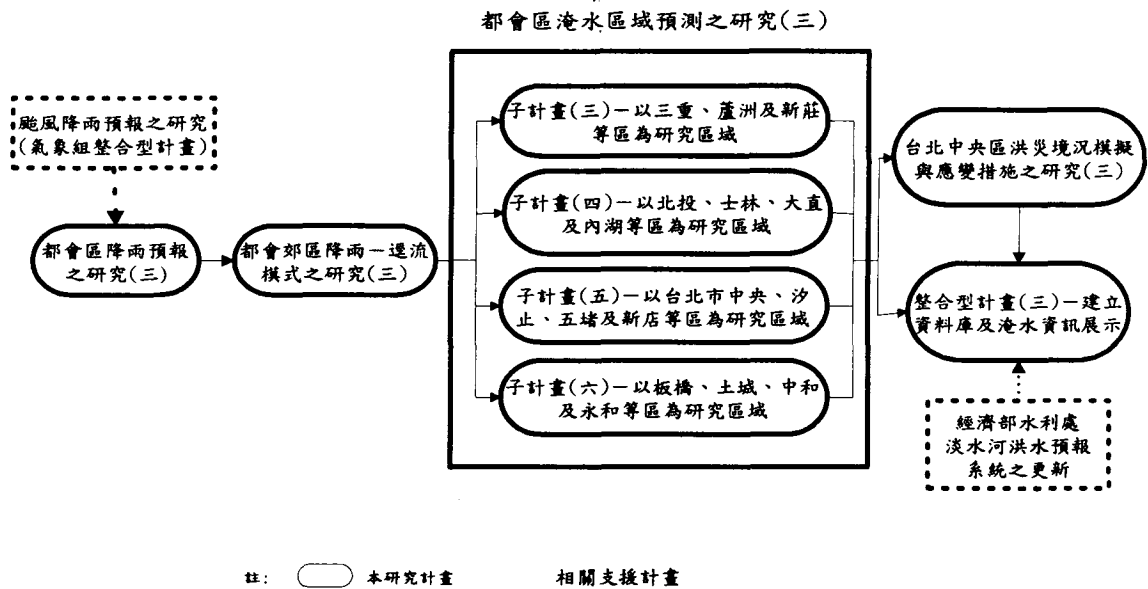
本研究群以台北都會區淹水區域預測為主題，並配合國科會永續會在氣象方面規劃之颱風預測方法研究群、經濟部水利處之淡水河洪水預報系統更新作業與其它整合相關研究計畫，期以模擬及預測在各種降雨條件下，可能造成市區之淹水情況，使低窪地區之居民及行政機關得先了解未來可能淹水情況，提早加以防範及提出應變措施。

本計畫結合國立台灣大學及國立成功大學兩校水利工程專長之教授群，以台北都會區為研究對象，以三年期間完成台北都會區淹水地區預測之研究。研究目的則以建立台北都會區淹水預報模式為目標，且未來可結合中央氣象局之氣象預報及經濟部水利處之淡水河洪水預報系統，建立一完善之台北都會區洪水與淹水預報模式，期以非工程之預警方法，臻能減少台北都會區水患之損失。

二、整合之必要性與分工合作架構

台北都會區之淹水預報模式，依其降雨、逕流及洪泛之過程，可包括降雨預報、逕流預報與地表淹水區域預報模式等部分，各模式間具有承先啟後因果關係，而彼此間之連接必須十分緊密，方可掌握淹水情況，以爭取提早防範及提出應變措施之時效性。由於逕流預報之模擬需要降雨預報資料之提供，而逕流預報模式之成果資料又為淹水預報模式不可或缺之邊界條件，另台北都會區之防洪排水相關水工構造物相當複雜與眾多，如堤防、抽水站、防洪閘門及排水系統等佈置均與淹水情況息息相關，若由單一子計畫執行整個台北都會區淹水區域預測之研究，其工作量過於龐大，實無法達成本整合型計

畫之預期目標；因此對於台北都會區淹水區域預報模式之研究與建立，以研究群方式將台北都會區劃分成四個獨立研究區域，分別進行其淹水區域預報模式之研究與建立。本整合型計畫於執行期間，除整合各預報模式，加強各模式間之連接與協調，以達到分工合作、群策群力之整體效果外，亦需與經濟部水利處之淡水河洪水預報系統與國科會永續會天然災害防治氣象整合型計畫密切合作，以竟全功。圖 A-1 為台北都會區淹水區域預測之研究流程圖，圖中顯示除子計畫一所進行都會區降雨預報之研究，其可銜接氣象組整合型計畫，並提供本整合型各子計畫之降雨預報外，同時亦針對台北都會區逕流、排水系統與防洪體系提出各研究子題，包括都會郊區降雨—逕流模式(子計畫二)、以三重、蘆洲、新莊等區為研究區域(子計畫三)、以北投、士林、大直、內湖等區為研究區域(子計畫四)、以台北市中央、汐止、五堵、新店等區為研究區域(子計畫五)及以板橋、土城、中和、永和等區為研究區域(子計畫六)之都會區淹水預測，而子計畫七將針對台北市中央區淹水模式之研究成果，進行洪災境況模擬與應變措施提議，最後整合型計畫則彙整各子計畫之研究成果及提出研究成果淹水相關資訊之展示。



圖A-1 台北都會區淹水區域預測之研究流程

三、參與研究人力及分工情形

本研究計畫結合國立台灣大學及國立成功大學水利工程領域相關教授組成，計畫總主持人王如意教授，於民國七十一年起即連續主持國科會洪水防災計畫17年，學驗俱優，研究績效良好，相信可勝任計畫整合之工作。而各子計畫主持人所參與之主題亦為其主要專長之研究領域，故在整合型計畫之推動上，當可相互協調、分工合作以達成計畫總目標。各子計畫之主持人及子計畫名稱分別為：

子計畫一：(成大游保杉教授)

都會區降雨預報之研究(三)

子計畫二：(台大王如意教授)

都會郊區降雨—逕流模式之研究(三)

子計畫三：(台大賴進松助理研究員)

台北都會區淹水區域預測之研究(三)—三重、蘆洲及新莊研究區域

子計畫四：(台大吳富春助理教授)

台北都會區淹水區域預測之研究(三)—北投、士林、大直及內湖研究區域

子計畫五：(台大許銘熙教授)

台北都會區淹水區域預測之研究(三)—台北市中央、汐止、五堵及新店研究區域

子計畫六：(成大蔡長泰教授)

台北都會區淹水區域預測之研究(三)—板橋、土城、中和及永和研究區域

子計畫七：(台大陳增壽助理教授)

台北中央區洪災境況模擬與應變措施之研究(三)

四、資源整合及申請機構配合度

台灣大學農業工程學研究所已購置工作站型電腦與全球定位系統(GPS)之野外量測設置可支援本計畫之執行，本研究群多位教授曾參加台北防洪計畫之研究、淡水河洪水預報模式之研發及基隆河整治規劃等有關研究多年，台北都會區內氣象、水文、地文及人文資料都可以充分提供本計畫之應用，且研究區域之數值地型(DTM)資料亦可供各子計畫使用。此外為加強各子計畫間聯繫，本計畫定期召開工作討論會，以落實研究成果與經驗之交流以及進度之掌握。

五、預期成果及應用

本整合型計畫之研究範圍包括降雨預報、都會郊區逕流預報、都會區地表淹水預報、洪災境況模擬與應變措施、資料庫建立及淹水資訊展示等部分，研究區域以台北都會區為主，分三年期間完成。第三年度各子計畫之工作重點除延續前兩年之研究成果與各子計畫間之模式整合工作外，新增列子計畫七將針對台北市中央區淹水模式之研究成果，提出洪災境況模擬與應變措施，使本整合型計畫之研究成果更能落實於實際應用。最後，整合型計畫將各子計畫之研究成果提供資訊展示，以達到整合型計畫之終極目標。整合型計畫將逕流預報模式與淹水預報模式之銜接邊界由原先之100公尺等高線改為50公尺等高線，如圖A-2所示，且進一步將山地郊區依其地文條件與河川網路劃分成不同之核胞單元，則逕流預報模式提供每一核胞單元之逕流資料給淹水預報模式予以模擬，如此使逕流預報模式與淹水預報模式之銜接更緊密，且可提高淹水預報模式之模擬精確度；至於下游都會區亦依照其都市排水與防洪體系劃分成四區，分別為(1)北投、

士林、大直與內湖等區、(2)台北市中央、汐止、五堵與新店等區、(3)板橋、土城、中和與永和等區及(4)三重、蘆洲與新莊區等分區，分別進行其淹水區域預報模式之研究與建立。

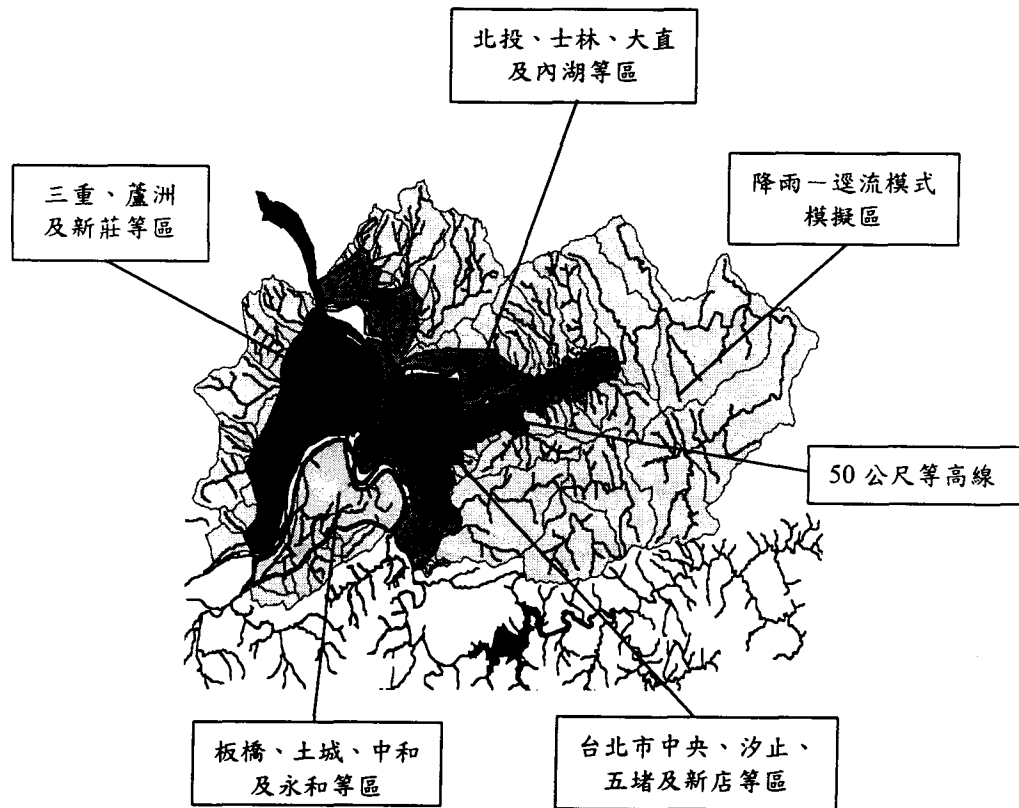


圖 A-2 台北都會區山地降雨-逕流預報模式與下游都會區地表淹水預報模式銜接圖

第三年度各子計畫預定完成之工作項目及具體成果分述如下：

一、都會區降雨預報之研究(三)(子計畫一)

研究區域範圍如圖 A-2 所示，包含山地郊區與下游都會區，其工作重點是其所建立之降雨預報模式應具有預報未來 3 小時之能力並一併估計過去 21 小時之集水區累積總降雨量，據以提供防災單位查詢下游都會區在該 24 小時延時總降雨量下可能之淹水狀況。

二、都會郊區降雨-逕流模式之研究(三)(子計畫二)

研究區域範圍為如圖 A-2 所示之山地郊區，其工作重點除建立合適之逕流預報模式外，針對研究區域之雨量站進行頻率分析、降雨強度-延時-頻率與雨型設計之研究，進而提供下游四個淹水區域預測子計畫所需之上游邊界條件資料，其所提供資料包括重現期距為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年與降雨延時為 24 小時組合下每一核胞分區之設計洪水歷線，更針對不同淹水模擬區域提供不同之實際颱風事件逕流量予以檢定。

三、河川潰堤淹水模式之研究(三)(子計畫三)

研究區域範圍如圖 A-3 所示，其工作重點為針對研究區域範圍內之防洪排水體系與逕流預報模式所提供重現期距分別為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年與降雨延時為 24 小時組合下每一核胞分區之設計洪水歷線，模擬研究區域範圍可能之淹水情況，以提供防災單位預報之參考應用。

四、河川沿岸低窪地淹水模式之研究(三)(子計畫四)

研究區域範圍如圖 A-4 所示，其工作重點為針對研究區域範圍內之防洪排水體系與逕流預報模式所提供重現期距分別為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年與降雨延時為 24 小時組合下每一核胞分區之設計洪水歷線，模擬研究區域範圍可能之淹水情況，以提供防災單位預報之參考應用。

五、抽水站與閘門操作對都會區淹水影響之研究(三)(子計畫五)

研究區域範圍除台北市中央、新店外，為考慮基隆河治理之整體性，本年度增加汐止與五堵等區之淹水模擬，如圖 A-5 所示，其工作重點為針對研究區域範圍內之防洪排水體系與逕流預報模式所提供重現期距分別為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年與降雨延時為 24 小時組合下每一核胞分區之設計洪水歷線，模擬研究區域範圍可能之淹水情況，以提供防災單位預報之參考應用。

六、市區排水與淹水模式之研究(三)(子計畫六)

研究區域範圍如圖 A-6 所示，其工作重點為模擬在市區排水與逕流預報模式所提供重現期距分別為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年與降雨延時為 24 小時組合下每一核胞分區之設計洪水歷線，模擬研究區域範圍可能之淹水情況，以提供防災單位預報之參考應用。

七、台北中央區洪災境況模擬與應變措施之研究(三)(子計畫七)

研究區域範圍如圖 A-2 所示之下游都會區，其工作重點為針對上述台北市中央區淹水模式之研究區域與研究成果，模擬在不同降雨條件下之洪災境況，進而提出應變對策，以提供防災單位之參考應用。

最後，整合型總計畫除負責各子計畫間之協調與整合外，並將四個淹水區域預測子計畫於單日總降雨量分別為 150、300、450 與 600mm 條件下之淹水區域預報資料與重現期距各為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年與降雨延時為 24 小時組合下之淹水區域預報資料相結合，且彙整子計畫七之洪災境況模擬與其相對應之應變措施，建立一完整洪災資訊之資料庫，以供查詢與展示之應用。若遇颱風來襲之時，降雨預報模式適時預報可能受災集水區未來 3 小時與過去 21 小時之累積總降雨量，則防災單位根據此 24 小時之總降雨量，立刻可從資料庫查詢其相對應下游都會區可能之淹水範圍及程度，提供防災單位快速擬定應變措施，期以非工程預警方法減少台北都會區之水患損失，此為本整合型計畫之終極目的。

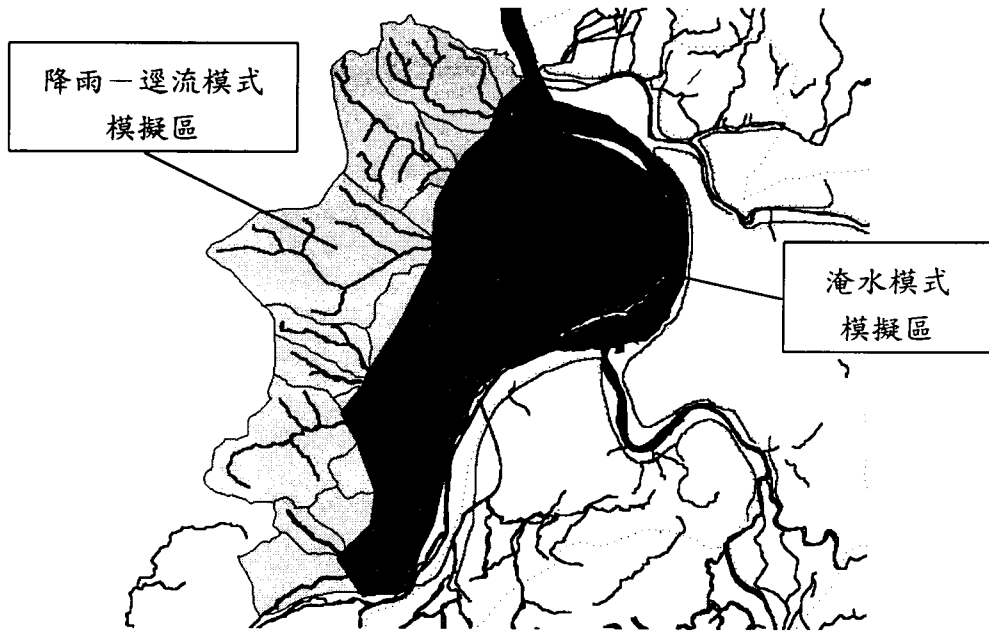


圖 A-3 子計畫三之模擬區域圖

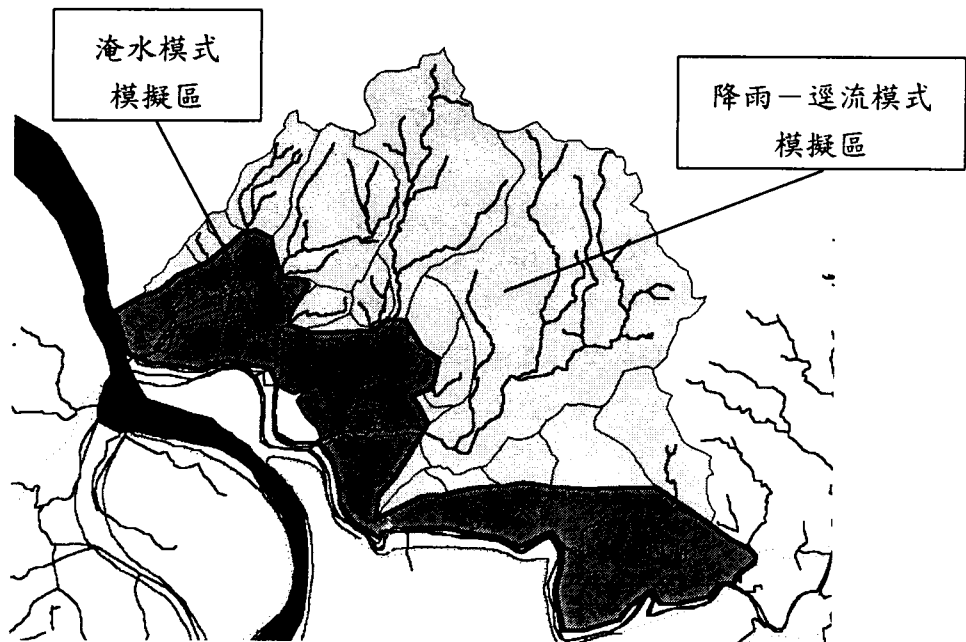


圖 A-4 子計畫四之模擬區域圖

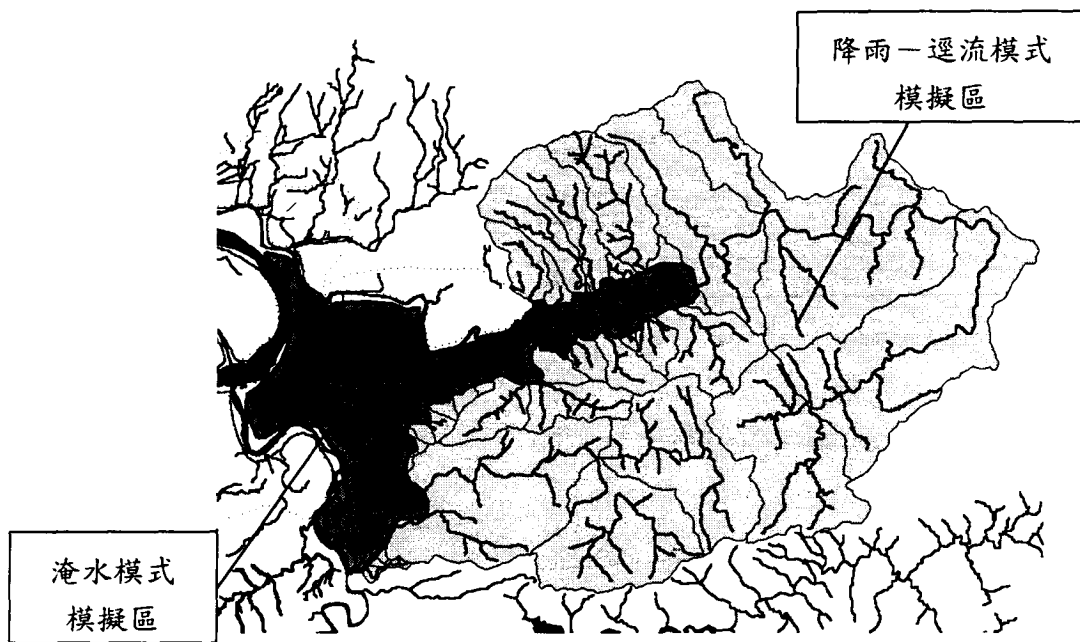


圖 A-5 子計畫五之模擬區域圖

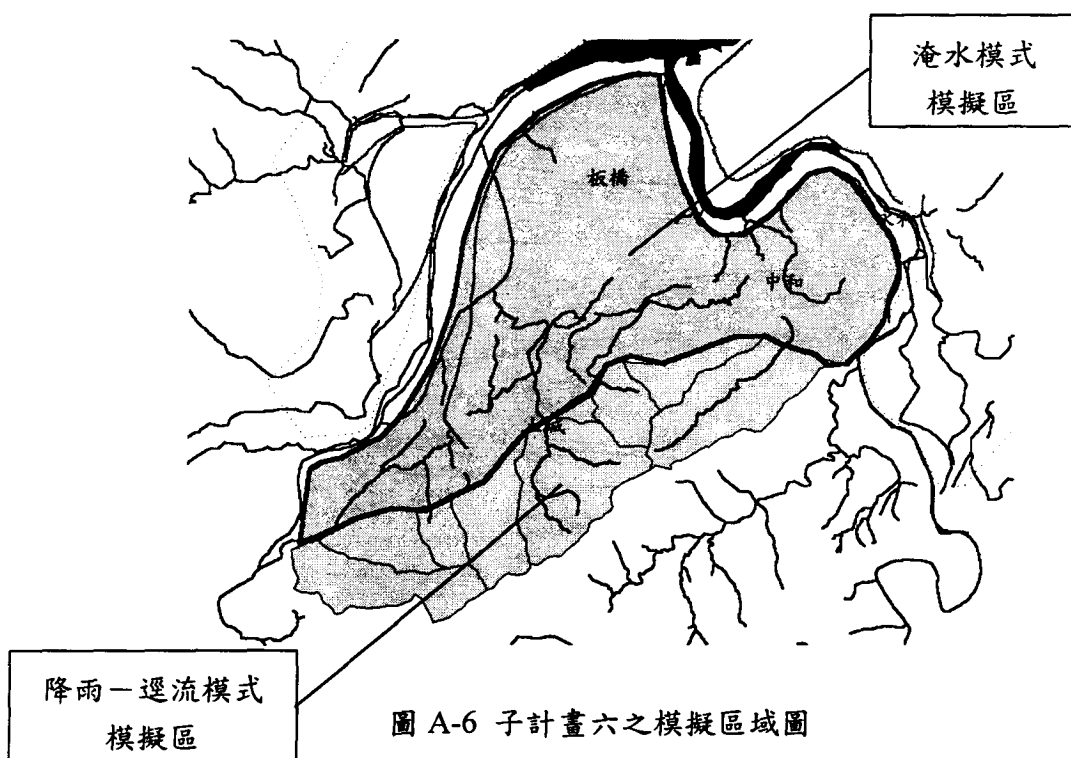


圖 A-6 子計畫六之模擬區域圖

附錄 B
子計畫精簡報告

台北都會區淹水區域預測之研究(三)

—子計畫一：都會區降雨預報之研究(三)

精簡報告

計畫編號：NSC 89-2625-Z-002-001

執行期限：88年8月1日至89年7月31日

主持人：游保杉 教授

研究人員：陳嘉榮 研究助理

執行單位：國立成功大學水利及海洋工程研究所

中文摘要

本計畫主要探討颱風期間之雨量預報，分別建立短延時(3小時)與長延時(24小時)之雨量預報模式。在短延時雨量預報方面，利用灰色系統理論與單一時間距預報技巧，進行三小時之雨量預報。再結合前21小時降雨觀測總量，以提供颱風期間24小時降雨量預測值。在長延時雨量預報方面，本研究嘗試結合颱風事件之潛勢雨型優選與總雨量預報法之概念來預報24小時雨量組體圖。在颱風潛勢雨型之優選方面，以歷史颱風事件之物理特性及其降雨型態為基礎來建立雨型優選之預報決策資料庫。資料庫係針對歷史颱風事件之降雨型態進行雨型之模糊分類，颱風物理特性則選取颱風路徑、中心氣壓、中心風速、暴風半徑作為雨型優選模式之決策因子，利用模糊多目標決策模式來優選侵台颱風事件之潛勢雨型。在探討颱風降雨量之預報上，依據颱風物理特性包括颱風路徑(中心位置、移動方向)、中心氣壓、中心風速、暴風半徑做為決策因子，分別建立靜態總雨量預報法與動態24小時雨量預報法。分析結果顯示本模式能合理預報颱風事件之24小時雨量組體圖。

關鍵詞：雨量預報、灰色模式、模糊多目標決策分析。

Abstract

The project aims to study rainfall forecasting during the typhoon period, including a short-term (3 hours ahead) and a long-term (24 hours ahead) rainfall forecast models separately. Regarding to the

short-term rainfall rainfall forecast model, 3 hours ahead rainfall is forecasted based on both grey system theory and one-time step forecasting technique. The three hours forecasting rainfall is then coupled with previous 21 hours observed rainfall to provide 24 hours forecasted rainfall. The long-term forecasting model attempts to forecast 24 hours rainfall hyetograph based on optimal 24 hours rainfall pattern decision and 24 hours rainfall depth prediction. Optimal rainfall pattern for a typhoon is decided based on both typhoon characteristics and historical databases of various rainfall pattern. The databases for four rainfall patterns of Huff are first generated from historical rainfall storm of typhoon events by using fuzzy classification method. The typhoon characteristics including central pressure, central velocity, cyclonic radius and moving path are chosen as variables to decide optimal rainfall pattern for a typhoon approaching to Taiwan by using fuzzy multi-object decision method. 24 hours rainfall depth is further statically and dynamically predicted by using typhoon characteristic including typhoon path (central position, moving direction), central pressure, central velocity and cyclonic radius as decision-making variables. The calibration results conclude that the proposed model can reasonably forecast 24 hours rainfall hyetograph for a typhoon rainfall event.

Keywords: Rainfall forecast, Grey model, Fuzzy multi-object decision-making.

一、計畫緣由與目的

洪水為國內重要天然災害之一，為減輕此災害損失，適時之洪水預警愈顯其重要性。台灣由於地形因素，河川多急流且坡度陡峻，一般小集水區對雨量之反應快，往往致使集流時間甚為短促，為提供適時之預警作用，增加洪水預報之前置時間(Leading time)以便掌握預警時效。降雨量之預報在洪水預警中，扮演著極為重要之角色。

本整合型計畫即針對台北都會區，建立淹水預測模式，包括考慮排水系統、抽水站及河川洪流特性等進行淹水深度與範圍預測。由於降雨量為進行淹水深度與範圍預測之主要輸入，是影響洪水與淹水分析之重要因子。在降雨方面不同重現期距之雨量會直接影響淹水深度與範圍之預測結果，然而有效地預測 24 小時降雨量為預測淹水深度與範圍不可或缺之一項。

本年度子計畫中主要針對不同颱風路徑與其物理特性利用模糊多目標決策分析來探討 24 小時潛勢降雨量之預報，爾後將可於颱風來襲時，依據其可能移動路徑等物理參數來預估其潛勢雨量。另一方面應用灰色雨量預報模式來進行 1~3 小時雨量預報，進一步結合前 21 小時觀測降雨量以提供 24 小時降雨總量預測值。

二、研究方法與步驟

台灣地區之暴雨及水患主要是由颱風雨、夏季對流雨及春末之梅雨所引起，其中又以颱風雨所造成之生命財產損失最為嚴重，因此本計畫將以颱風暴雨為主要探討之對象。相關研究結果顯示颱風事件之降雨延時常持續達 20~30 多小時之久，而對流雨之延時則明顯較短。故本計畫以颱風降雨事件為主要探討之對象，配合其他子計畫進行颱風淹水模擬之需要。文中篩選長延時颱風降雨事件做為分析資料，並蒐集颱風路徑與參數資料來探討其 24 小時潛勢雨量與逐時動態 24 小時總雨量預報之研究。其研究方法與分析步驟說明如后：

(1) 資料整理

針對本計畫所需之雨量與颱風相關資料進行蒐集與整理。

(2) 短期灰色降雨預報(1至3小時雨量預測)

本計畫利用灰色模式中之滾動建模方法進行三小時總降雨量之預報，再結合先前 21 小時之觀測累積降雨量以求得 24 小時之預測降雨總量。應用模式逐式完成整場降雨事件之 24 小時降雨量預測，以提供洪水預報與淹水分析之參考。

(3) 24 小時降雨量之模糊預報

本節以模糊數學之基本理論出發，採用模糊多目標決策分析理論來探討颱風期間 24 小時降雨量預報之模糊決策。依據颱風降雨量及颱風物理特性，建立一個模糊動態決策模型，於颱風期間逐時預報未來 24 小時之潛勢降雨量，然後進一步配合颱風潛勢雨型之優選，建立 24 小時預報降雨量組體圖，做為淹水模式之輸入。各步驟如圖 1 所示，詳述如下：

2.1 雨量資料整理

本計畫為配合其他子計畫進行颱風造成淹水計算之需要，決定針對長延時(24 小時)降雨事件來探討雨型與長短期降雨量之預報，因此首先從歷史雨量記錄資料中篩選長延時颱風降雨事件做為計畫分析資料。

2.2 灰色雨量預報模式

在灰色系統理論中對於未知系統(unknown system)輸出之原始數列(raw time series)，其中存在之隨機性(randomness)可藉由累加生成運算(accumulated generating operation, AGO)方式來加以降低或消除，並產生一新之規則數列(regular time series)，進一步對此新數列利用灰微分方程式(grey differential equations)來描述與模擬(Deng, 1989)。灰色模式中之 GM(1,1)模型為一較簡單之線性微分方程形式，在前人研究中已有頗多之應用成果(Deng, 1989 ;Xia, 1989; Huang, 1996)，其建模過程簡述如下：

設降雨觀測序列為 $X^{(0)}(t)=[x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(k), \dots, x^{(0)}(n)]$ ，其

中 $x^{(0)}(k)$ 為第 k 筆降雨資料，經由一次累加生成運算 (AGO) 得到一新數列 $X^{(1)}(t) = [x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(k), \dots, x^{(1)}(n)]$ ，其中 $X^{(0)}(t)$ 及 $X^{(1)}(t)$ 之離散形式及運算關係式分別表示為

$$X^{(0)}(t) = (x^{(0)}(t) ; t = 1, 2, 3, \dots, n \in N) \quad (1)$$

$$\begin{aligned} X^{(1)}(t) &= \text{AGO } X^{(0)}(t) \\ &= (x^{(1)}(t) ; t = 1, 2, 3, \dots, n \in N) \quad (2) \end{aligned}$$

$$\text{式中 } x^{(1)}(t) = \sum_{k=1}^t x^{(0)}(k)$$

累加生成數列 $X^{(1)}(t)$ 可利用一階(first-order) 微分方程式來表示為

$$\frac{dX^{(1)}(t)}{dt} + \otimes_a X^{(1)}(t) = \otimes_b \quad (3)$$

上式中 \otimes_a, \otimes_b 為灰色參數 (grey parameters)，而 $X^{(1)}(t)$ 為 $X^{(0)}(t)$ 之一次累加生成數列(1-AGO)，本研究中 $X^{(0)}(t)$ 表集水區面積雨量 (areal mean rainfall) 之逐時觀測值。

在方程式(3)中灰導數 (grey derivatives) 與灰色參數均以其白化 (whitening) 背景值來表出，依照灰色系統理論對於離散資料之灰導數，當取單位時間距 ($\Delta t = 1$) 時，其白化過程可表成為

$$\left. \frac{dX^{(1)}(t)}{dt} \right|_{t=k} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x^{(1)}(k) - x^{(1)}(k - \Delta t)}{\Delta t} \quad (4a)$$

$$\left. \frac{dX^{(1)}(t)}{dt} \right|_{t=k} = x^{(1)}(k) - x^{(1)}(k-1) = X^{(0)}(k) \quad (4b)$$

定義一新變數 $Z^{(1)}(k)$ 其為 $X^{(1)}(t)|_{t=k}$ 之白化值，其一般形式表示為

$$\begin{aligned} X^{(1)}(t)|_{t=k} &\cong Z^{(1)}(k) = \beta [x^{(1)}(k) + x^{(1)}(k-1)] \\ &; \forall k = 2, 3, \dots, n \quad (5) \end{aligned}$$

上式中取 β 值為 0.5，進一步將式(4)及(5)代入(3)式中，並轉換成差分形式為

$$\begin{aligned} X^{(0)}(k) + \otimes_a Z^{(1)}(k) &= \otimes_b \\ &; \forall k = 2, 3, \dots, n. \quad (6) \end{aligned}$$

進一步將(6)式表成矩陣形式為

$$Y = U\theta \quad (7)$$

上式中

$$Y = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ x^{(0)}(4) \\ \vdots \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix}, \quad U = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2) & 1 \\ -z^{(1)}(3) & 1 \\ -z^{(1)}(4) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -z^{(1)}(n) & 1 \end{bmatrix},$$

$$\theta = \begin{bmatrix} \otimes_a \\ \otimes_b \end{bmatrix} \quad (8)$$

其中 Y 及 U 為降雨觀測數列之白化值矩陣，一般利用最小二乘法求解灰色參數矩陣 $\hat{\theta}$ ，其表示為

$$\hat{\theta} = \begin{bmatrix} \hat{\otimes}_a \\ \hat{\otimes}_b \end{bmatrix} = (U^T U)^{-1} U^T Y \quad (9)$$

上式中 $\hat{\otimes}_a, \hat{\otimes}_b$ 為灰參數 \otimes_a, \otimes_b 估計之白化值。式(7.3)之白化之離散形式解可表為

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = \hat{\otimes}_c e^{-\hat{\otimes}_a k} + \hat{\otimes}_d \quad (10)$$

其中 $\hat{\otimes}_c = x^{(0)}(1) - \hat{\otimes}_d$ ， $\hat{\otimes}_d = \frac{\hat{\otimes}_b}{\hat{\otimes}_a}$ ， k 為時間指標 (time index)。

上式(10)之累積雨量預測值 $\hat{x}^{(1)}|_{t=k+1}$ ，經利用後項差分 (Inverse-AGO) 運算後得到預測雨量數列 $\hat{x}^{(0)}|_{t=k+1}$ 為

$$\begin{aligned} \hat{x}^{(0)}(k+1) &= \hat{x}^{(1)}(k+1) - \hat{x}^{(1)}(k) \\ &, \forall k = 1, 2, 3, \dots, n \in N \quad (11) \end{aligned}$$

其中 $\hat{X}^{(1)}$ 為預測雨量之一次累加生成數列(1-AGO)，而研究中方程式(10)之參數值當新之降雨資料被觀測時可做即時更新。

2.3 模糊多目標優選模式

在預報系統中，由於實際降雨量受多種因素之綜合影響，而因素中往往具有難

以量化之模糊性，增加決策之困難度。本節以模糊數學之基本理論出發，採用模糊優選理論來探討颱風降雨量預報之模糊決策，針對影響颱風降雨量之物理特性加以分析，以建立模糊決策模式，於颱風期間逐時預報未來24小時之潛勢降雨量。模糊多目標決策方法簡述如下：

(1) 模糊多目標優選決策

在預報或決策系統中常包含有多個影響因子，其均可視為決策變數，而構成變數集 U ，這些因子通常都具有不同程度之模糊性。設有 m 個預報因子組成系統之預報(或決策)因子集 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_i, \dots, u_m\}$ ，對因子集 U 而言， $u_i \in U$ 或 $u_i \notin U$ 。有 n 個待預報(決策)之方案組成系統之方案集(或稱決策集) $V = \{v_1, v_2, \dots, v_i, \dots, v_n\}$ ，其中 v_i 對 V 之關係為一個普通集合關係($v_i \in V$)。考量與決策方案相關各因子對決策目標所作之模糊優選，從 $U \rightarrow V$ 之一個模糊映射 $\tilde{R}: U \times V \rightarrow [0, 1]$ ，則預報系統之決策變數特徵值之模糊隸屬度矩陣可表為

$$\tilde{R} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{pmatrix} \quad (12)$$

其中 \tilde{R} 為一模糊隸屬度矩陣，可視為從 U 至 V 之模糊關係矩陣，而 r_{ij} 表示決策因子 u_i 對選擇方案集 v_j 之隸屬度。

(2) 決策因子隸屬度

將各決策因子原始值劃分為 k 個決策等級，並分別將因子集與方案集之對應狀態依 k 個決策等級，分別統計其相應發生次數，列出個別決策因子之關聯表。進一步定義關聯比為

$$\delta_{kj}^i = \frac{n_{kj}}{n_{kk}} + \frac{n_{kj}}{n_{jj}} \quad (13)$$

$$n_{kk} = \sum_{j=1}^n n_{kj}, \quad k = 1, 2, \dots, l$$

$$n_{jj} = \sum_{k=1}^l n_{kj}, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

其中 δ_{kj}^i 表第 i 個決策變數關聯表中，第 k 個決策等級、第 j 個方案之關聯比， n_{kj} 為第 k 個決策等級第 j 個方案發生之次數。 n_{kk} 為第 k 等級各方案之總發生次數， n_{jj} 為第 j 個方案各等級之總發生次數。

進一步將各決策因子之關聯比(13式)作歸一化，得到因子特徵值之模糊隸屬度可表為

$$\mu_{kj}^i = \delta_{kj}^i / \sum_{j=1}^n \delta_{kj}^i, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (14)$$

當預報系統之決策變數之因子特徵值處於第 k 個等級時，從個別因子特徵值之模糊隸屬度矩陣中，取出第 k 個等級時之列向量，組成決策矩陣 $\tilde{R} = \{r_{ij}\}$ ，其可表為

$$r_{ij} = \mu_{kj}^i, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (15)$$

(3) 因子權重集

在決策系統中，賦予各決策因子 u_i 一相對之權重來反應各因子重要程度之不同，其組成之集合 $\tilde{W} = (w_1, w_2, \dots, w_m)$ 稱為因子權重集。其中元素 w_i 是因素 u_i 對 \tilde{W} 之隸屬度，其應滿足歸一性及非負性條件，即 $\sum_{i=1}^m w_i = 1, 0 \leq w_i \leq 1, i = 1, 2, \dots, m$ 。

在因子權重計算過程中定義關聯係數 C_i (丁世飛, 1998)表為

$$c_i = \sqrt{\frac{\chi^2}{n_s + \chi^2}}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (16)$$

式中

$$\chi^2 = \left\{ \sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^n \left(\frac{n_{kj}}{n_{kk}} \times \frac{n_{kj}}{n_{jj}} \right) - 1 \right\} \times n_s$$

其中 n_s 個別因子總樣本數。將(16)式作歸一化處理得到因子權重 $w_i = c_i / \sum_{i=1}^m c_i$

(4)相對最優方案

在決策系統中，設有模糊隸屬度矩陣(14式)， r_{ij} 為決策 j 方案，決策變數 i 之特徵值之相對隸屬度，若

$$\begin{aligned} \tilde{G} &= (g_1, g_2, \dots, g_m) \\ &= (r_{11} \vee r_{12} \vee \dots \vee r_{1n}, r_{21} \vee r_{22} \vee \dots \vee r_{2n}, \dots, r_{m1} \vee r_{m2} \vee \dots \vee r_{mn}) \end{aligned} \quad (17)$$

則稱 \tilde{G} 為系統決策之相對最優方案。

進一步計算各方案與相對最優方案之貼近度，在決策系統中，第 j 個方案 $\tilde{R} = (r_{1j}, r_{2j}, \dots, r_{mj})$ 與相對最優方案 $\tilde{G} = (g_1, g_2, \dots, g_m)$ 之間之模糊貼近度表為

$$N(\tilde{R}_k, \tilde{G}) = 1 - \sum_{i=1}^m w_i |r_{ij} - g_i|^{\frac{1}{p}} \quad (18)$$
$$j = 1, 2, \dots, n$$

其中 p 為參數，取 $p=1$ 時表示為加權Hamming距離， w_i 為因子權重。

(5)優選決策準則

在決策系統方案集 V 中，若存在 v_k ，使得

$$N(\tilde{R}_k, \tilde{G}) = \max \left\{ N(\tilde{R}_1, \tilde{G}), N(\tilde{R}_2, \tilde{G}), \dots, N(\tilde{R}_n, \tilde{G}) \right\} \quad (19)$$

則模糊識別第 k 個方案 v_k 為系統方案集中之最優決策方案

三、研究結果

本計畫以淡水河流域時雨量站之颱風暴雨事件做為研究對象，分別利用灰色模式與模糊決策分析來進行降雨量長短期預測研究結果有：

3.1 短期灰色降雨預報

短期降雨預報方面，主要利用灰色雨量預報模式，進行1~3小時之雨量預報，再結合前21小時降雨觀測總量，以提供颱風期間24小時降雨量預測值。

台北都會區依淹水模擬之需要分為(1)板橋、土城、中和及永和，(2)北投、士林、大直及內湖，(3)台北中央區及新店、寶橋，

(4)三重、蘆洲及新莊，(5)台北中央區及五堵、汐止，等五個地區。利用灰色模式所預測24小時降雨量(面積)之預報效能，經由賀伯、溫妮、瑞伯、芭比斯等四場颱風事件之分析，顯示具有合理之結果，五個地區24小時預報雨量與24小時觀測雨量之誤差百分比與相關係數比較如表一所示，僅將第一分區之預報結果繪於圖2中，圖中橫軸之時間表示從發生日期之零時起算。

3.2 24小時降雨量之模糊預報

在長期24小時雨量預報，係採用模糊決策模式，乃根據颱風物理特性與降雨觀測資料建立模糊決策之分析模型，再利用模糊多目標綜合決策來預報未來24小時降雨總量，並配合雨型優選，來套配24小時降雨量之分配。

3.2.1 降雨量之模糊預報

本節採用模糊多目標優選決策來探討颱風降雨量之預報，區分為靜態24小時潛勢雨量預報與動態24小時雨量預報兩種情況。以火燒寮站(0301140)之模糊決策分析結果做說明。

(a)靜態24小時潛勢雨量預報

首先將各決策因子及降雨量劃分適當之預報決策等級(如表2)，並將各歷史颱風事件之決策因子資料依決策等級分別建立預報資訊庫，並構築各決策因子之模糊隸屬度矩陣。當颱風來襲時依據其可能移動路徑與氣象參數所構成之狀態向量利用模糊優選決策來預報其降雨潛勢(24小時降雨量)。圖3為各颱風事件經由模糊決策決定之降雨量預報結果，顯示大部份事件預報值均能落於決策區間內。結合前述颱風雨型之優選，將可提供24小時預報雨量組體圖(如圖4)。

(b)動態24小時降雨量預報

本節將依據颱風移動之資訊，配合其物理特性進行逐時之24小時總雨量預報，以大豹(0300410)測站為例，分別針對颱風路徑一之六場歷史颱風事件及颱風路徑四之七場歷史颱風事件來建立其決策資料

庫。首先將降雨總量劃分適當之預報決策等級如圖3，並針對中心氣壓、中心風速、暴風半徑及颱風路徑(距離比值、方向夾角)等五個決策因子(如表4)，將歷史颱風之測報資料依其決策等級分別建立決策因子資料庫，並進一步依其對應颱風事件各時刻資料之未來24小時降雨總量決策等級分別來建立其模糊隸屬度矩陣，其計算流程如圖5。本節以大豹站颱風路徑一之賀伯(Herb)颱風事件與路徑四之尼爾森(Nelson)颱風事件進行檢定分析，其結果分別如圖6及圖7所示，圖中虛線部分為24小時降雨總量之預測區間，實線部分為降雨總量預測之代表值，從降雨總量預測值與觀測值之比較，顯示大部分觀測值均能落於其對應之預報區間內，兩者之區間雨量預報結果顯示合理之適用性。

3.2.2 兩型優選之模糊決策

24小時降雨量經前節預報後，期望依據颱風物理特性選擇一個合適之降雨型態，來進行時間分配，研究成果為：

(a) 降雨型態之模糊分類

本節中利用模糊多目標綜合評判理論，來針對測站降雨事件作降雨型態之模糊分類，對於無因次雨量累積曲線，選取其中10%，20%，30%，...，70%，80%，90%之累積降雨百分率等九個數值做為評判之因子集，本節分別以Huff四個象限中之10%機率曲線與90%機率曲線作為隸屬函數之上界及下界值，來表示降雨型態中各階段值(評判因子)之模糊度。50%機率曲線為代表值，並以三角形分布之隸屬函數來表示各評判因子之模糊隸屬度如圖8a所示，圖中50%機率曲線值之隸屬度為1.0，位於中心，而90%與10%機率曲線值之隸屬度為0.0，分位左右兩側表現變數之模糊區間。Huff四個兩型之評判因子繪於圖8b中，顯示其為不對稱三角形分布之模糊隸屬度函數。

最後分別將測站中各事件之兩型對Huff四種象限類型做綜合判別，其評判流程如圖9所示。林口站(0350020)中各事件降雨依以上模糊分類之結果表示於圖10顯示

模糊決策可以合理將歷史降雨事件劃分於Huff四個降雨型態。圖10中各降雨型態之降雨事件將建構資料庫為下節兩型優選之用。

(b) 兩型優選之模糊決策

上節中對各雨量站之颱風降雨事件做兩型模糊之結果將作為本節中兩型模糊優選決策分析之決策方案集。在前人研究降雨預報之氣象模式中，颱風物理特性因素均為模式中之主要變數。因此在本研究中選擇與颱風事件相關之物理特性因素作為兩型優選之決策變數，計有颱風路徑、中心最低氣壓、中心最大風速及七級風暴風半徑等因子來構成決策因子集，以火燒寮站(0301140)為例做為決策之分析說明。首先將決策因子劃分適當之決策等級(如表3)，以利於歷史颱風事件建立其中各決策因子資訊庫之建立，並構築其模糊隸屬度矩陣。並依據颱風資料進行颱風事件兩型之模糊優選決策。其中8場颱風降雨事件之驗證結果顯示合理之適用性，如圖11所示，大部份事件均能落於其對應像限之上下區間內。

四、結論與討論

1. 應用灰色系統理論來構建灰色雨量預報模式，進行1~3小時集水區雨量預報，進一步結合前21小時觀測降雨量來提供24小時降雨總量預測值。
2. 將颱風事件總降雨量(24小時)依擬等機率分布劃分若干預報(決策)等級，配合該事件之颱風路徑與氣象參數來建立總降雨量預報資料庫，於颱風來襲(接近台灣二個緯度內或海上颱風警報發佈)時依據其可能路徑與颱風物理特性來預報其24小時之潛勢雨量區間。分析結果顯示決策模式具有合理之預報結果。
3. 本計畫為進一步掌握颱風期間24小時降雨量預報之動態訊息，嘗試做逐時預報未來24小時降雨總量之動態探討，利用颱風中心與測站之距離及夾角來描述颱風與測站逐時之動態關係。並分別針對颱風路徑一及路徑四之颱風事件逐時

之物理特性與對應測站未來 24 小時降雨總量等資訊分別建立動態 24 小時降雨總量預報資料庫，依據颱風動態訊息逐時提供颱風期間測站 24 小時之預報雨量。

4. 為進一步將24小時雨量預報值進行時間分配，本計畫依據颱風特性利用模糊決策分析方法來優選最適雨型。

參考文獻

- [1] 丁世飛，「多目標預報系統的模糊優選識別模型及其應用」，系統工程理論與實踐，第 10 期，pp. 44-47，1998。
- [2] 王時鼎，「臺灣颱風降雨特性及其預報之研究(一)」，國科會防災科技研究報告 72-13 號，1983。
- [3] 胡務義、黃月清，「農業害蟲發生動態的模糊識別」，植物保護學報，19(1)，pp. 63-68，1992。
- [4] 張靈瑩，「定性指標評價的定量化研究」，系統工程理論與實踐，第 7 期，pp. 98-101，1998。
- [5] 陳守煜，系統模糊決策理論與應用，大連理工大學出版社，大連，1994。
- [6] 陳嘉榮，「區域雨量分析與降雨-逕流預報之研究」，國立成功大學水利及海洋工程研究所博士論文，2000。
- [7] 靳桂芝、張會孔、楊振霞，「二代棉鈴蟲發生量預報技術研究」，植物保護學報，21(3)，pp. 30-32，1995。
- [8] 鄭博文，「洪水時期水庫操作之模糊決策分析-以石門水庫為例」，私立中原大學土木工程研究所碩士論文，1997。
- [9] 關頌廉，應用模糊數學，科技圖書公司，1994。

- [10] 蓋墟，實用模糊數學，亞東書局，1991。
- [11] Chen, S. Y., "Theory of Fuzzy Optimum Selection For Multistage and Multi-objective Decision-Making System", The Journal of Fuzzy Mathematics, Vol. 2, No. 1, 1994.
- [12] Chen, S. Y. and Hwang, C. L., Fuzzy Multiple Attribute Decision-Making - Methods and Applications, Springer-Verlag, New York, 1992.
- [13] Huang, Y. P. and Huang, C. H., "Real valued genetic algorithms for fuzzy grey prediction system", Fuzzy Sets and Systems, Vol. 87(3), 265-276, 1997.
- [14] Klir, J.G., and Yuan, B., Fuzzy sets and fuzzy logic-theory and applications, Prentice Hall PTR, New Jersey, 1995.

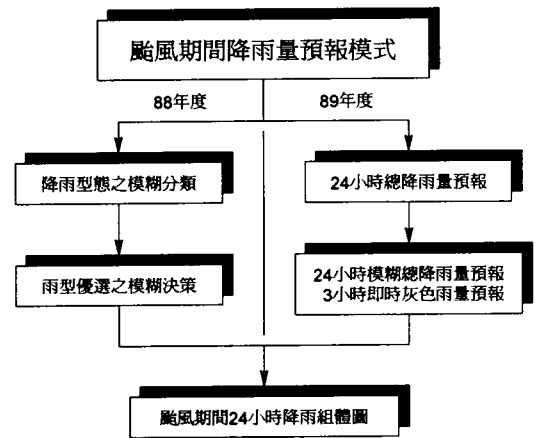
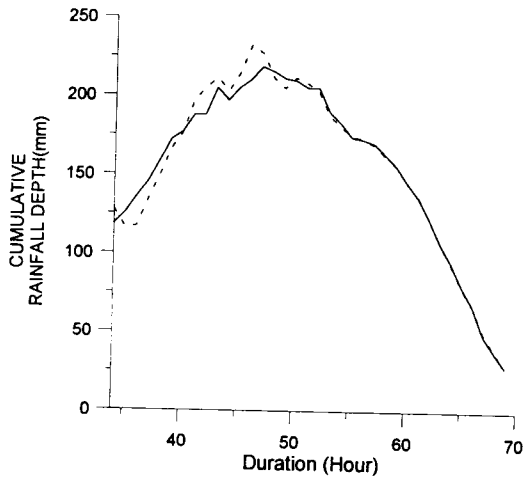
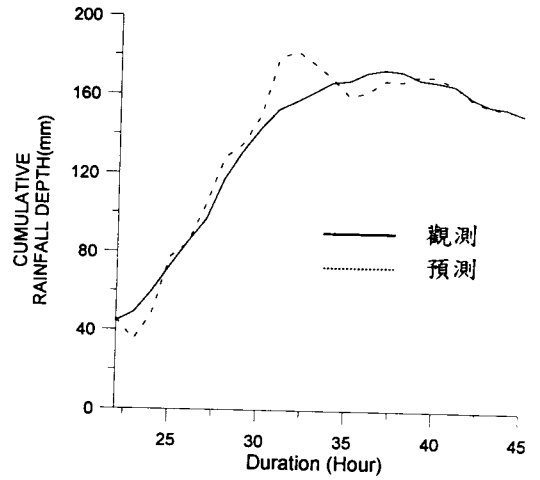


圖1 颱風期間24小時降雨預報之計畫流程圖

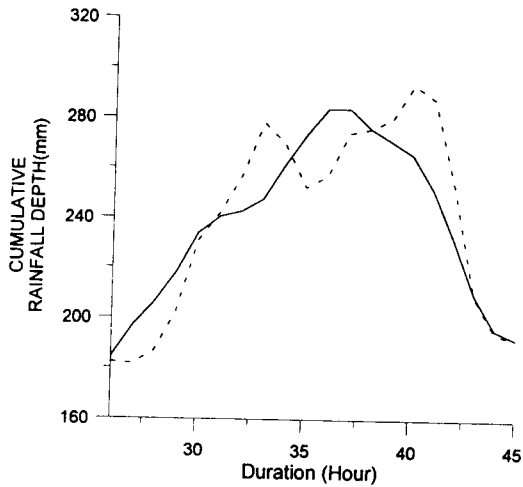


賀伯(Herb)颱風事件(850730)

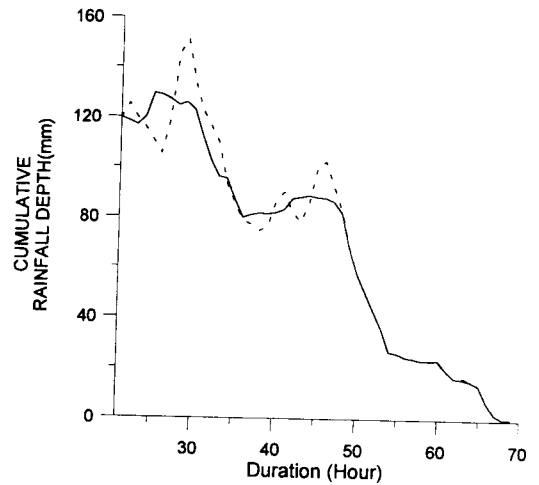


溫妮(Winnie)颱風事件(860817)

圖2a 板橋、土城、中和及永和地區24小時降雨總量預測結果



瑞伯(Zeb)颱風事件(871015)



芭比斯(Babs)颱風事件(871025)

圖2b 板橋、土城、中和及永和地區24小時降雨總量預測結果

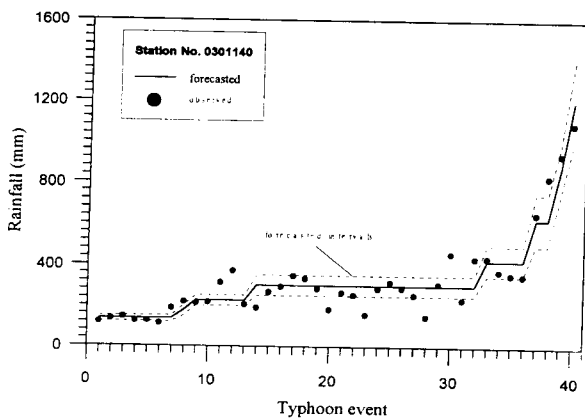


圖3 火燒寮站(0301140)各颱風事件總降雨量之模糊預報結果

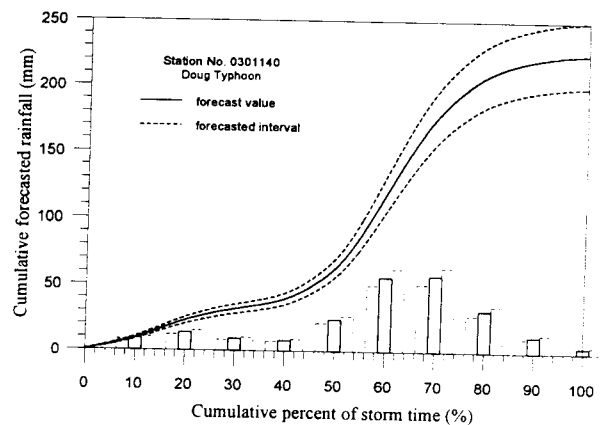


圖4 火燒寮站(0301140)道格颱風事件之預報降雨量累積曲線圖

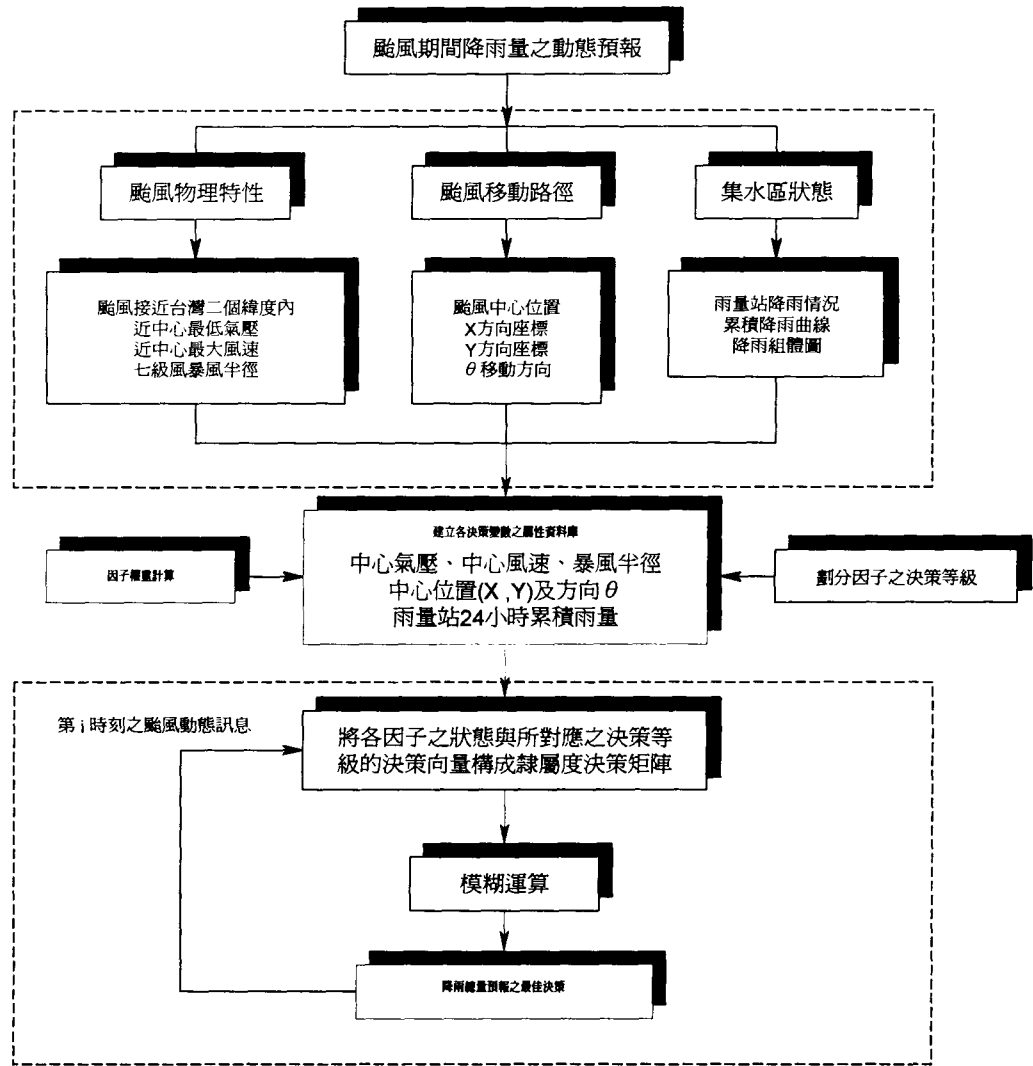


圖5 颱風期間動態24小時降雨量預報之分析流程圖

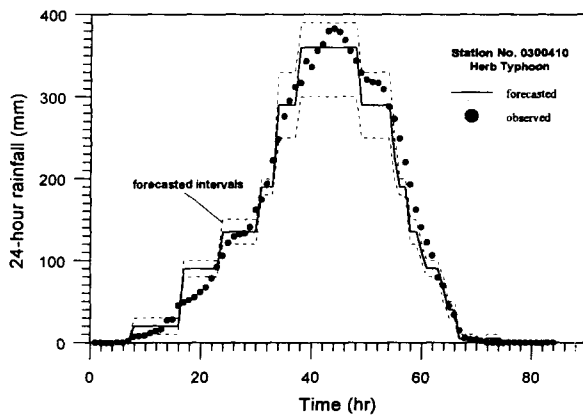


圖6 大豹站(0300410)賀伯颱風動態24小時降雨總量之預測結果

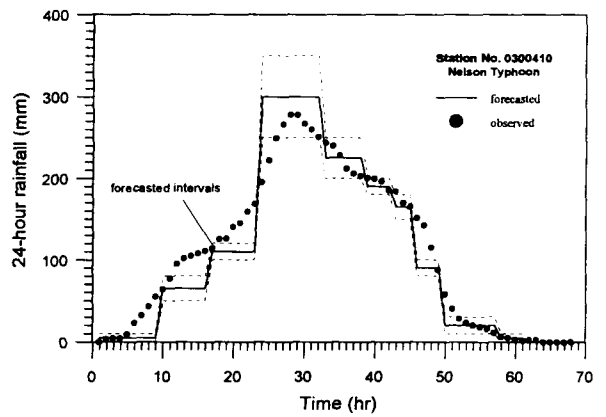


圖7 大豹站(0300410)尼爾森颱風動態24小時降雨總量之預測結果

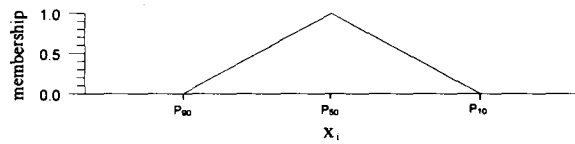


圖8a 三角形分之模糊隸屬函數

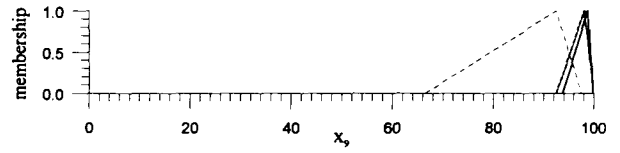
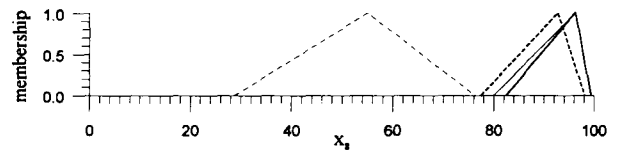


圖8b 各評判因子之模糊隸屬函數

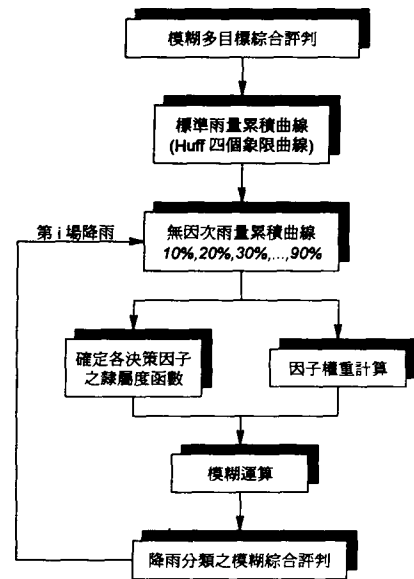
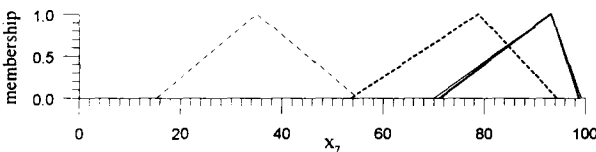
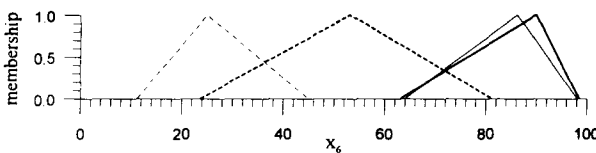
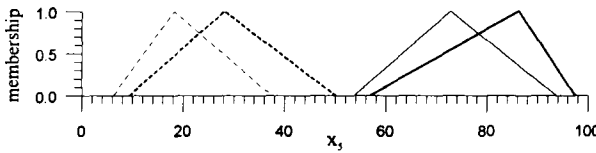
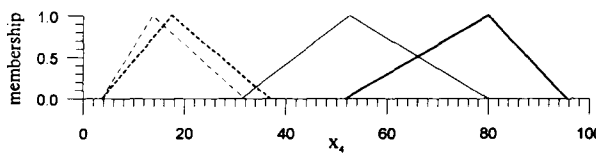
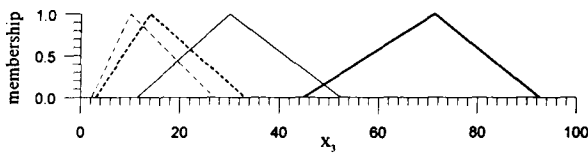
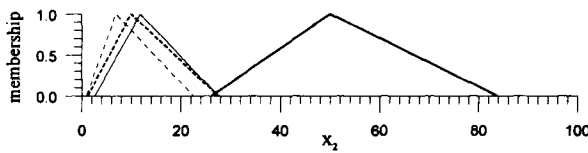
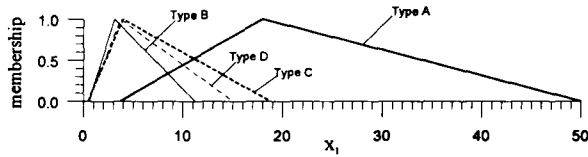


圖9 降雨型態之模糊分類流程圖

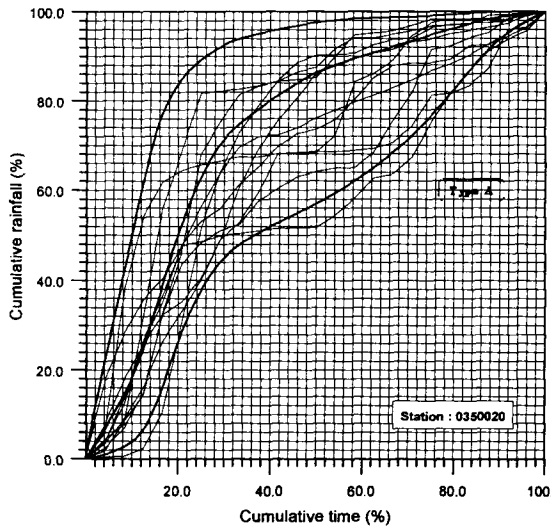


圖10a 林口站第一型態之模糊分類結果

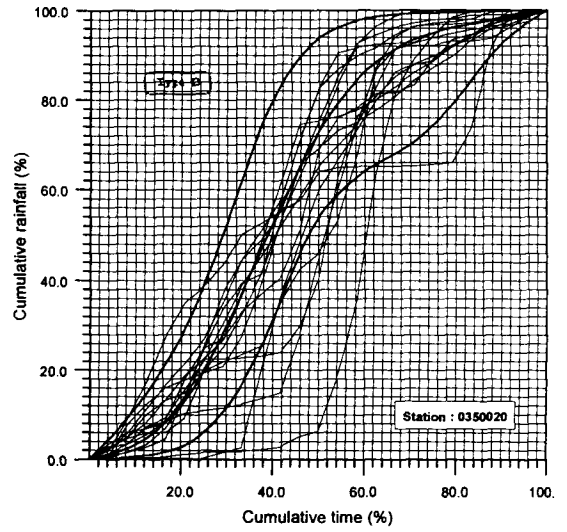


圖10b 林口站第二型態之模糊分類結果

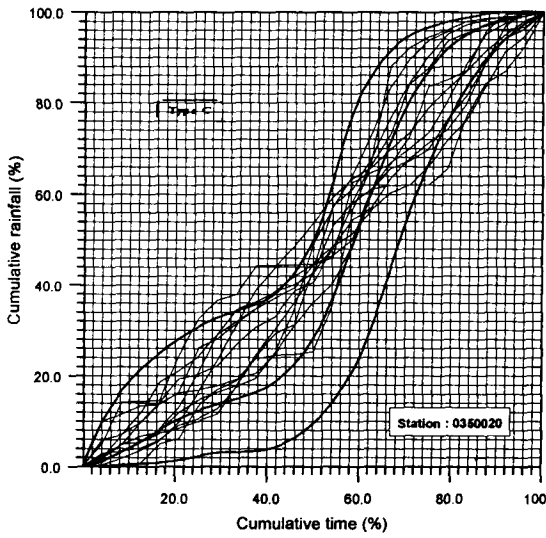


圖10c 林口站第三型態之模糊分類結果

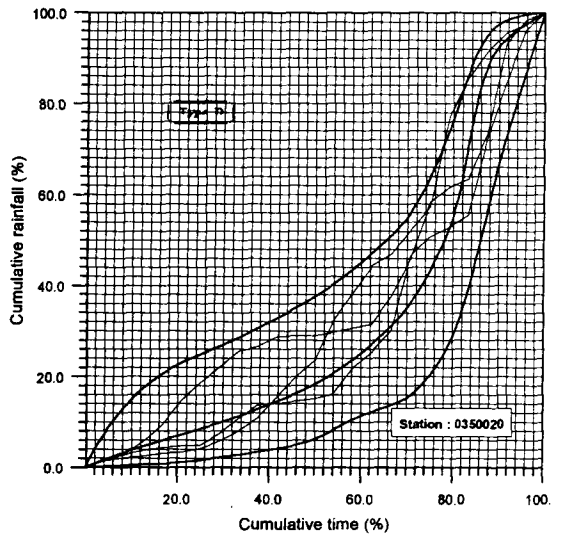


圖10d 林口站第四型態之模糊分類結果

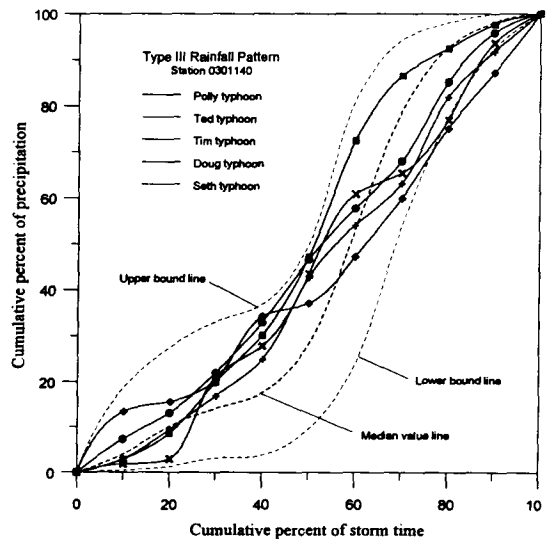
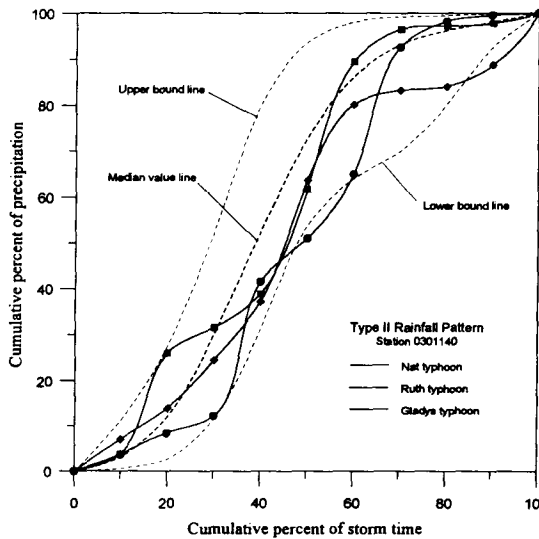


圖11 火燒寮站颱風事件兩型與決策兩型間之驗證

表1 灰色預報模式之預報結果

地區 颱風名	1		2		3		4		5	
	誤差百分比	相關係數	誤差百分比	相關係數	誤差百分比	相關係數	誤差百分比	相關係數	誤差百分比	相關係數
賀伯	0.35	0.99	1.61	0.99	1.12	0.99	0.80	0.98	1.67	0.98
溫泥	1.58	0.97	2.10	0.98	2.52	0.98	1.44	0.98	3.28	0.98
瑞伯	0.70	0.89	0.03	0.92	-1	0.97	0.39	0.89	-0.62	0.90
芭比絲	1.77	0.98	0.96	0.98	1.83	0.97	1.88	0.98	1.43	0.96

地區說明：

1. 代表板橋、土城、中和及永和等區
2. 代表北投、士林、大直、內湖等區
3. 代表臺北中央區及新店、寶橋等區
4. 代表三重、蘆洲及新莊等區
5. 代表臺北中央區及五堵、汐止等區

表2 降雨量模糊預報之決策等級與區間邊界

決策 等級	總降雨預報區間 (mm)		
	下邊界值	上邊界值	區間代表值
1	—	150.0	135.0
2	150.0	200.0	175.0
3	200.0	250.0	225.0
4	250.0	350.0	300.0
5	350.0	500.0	425.0
6	500.0	750.0	625.0
7	750.0	1000.0	875.0
8	1000.0	—	1200.0

表3 動態24小時降雨總量預報之決策等級與區間邊界

決策 等級	總降雨預報區間 (mm)		
	下邊界值	上邊界值	區間代表值
1	—	0.1	0.0
2	0.1	10.0	5.0
3	10.0	30.0	20.0
4	30.0	50.0	40.0
5	50.0	80.0	65.0
6	80.0	100.0	90.0
7	100.0	120.0	110.0
8	120.0	150.0	135.0
9	150.0	180.0	165.0
10	180.0	200.0	190.0
11	200.0	250.0	225.0
12	250.0	330.0	290.0
13	330.0	390.0	360.0
14	390.0	—	450.0

表4 模糊綜合決策之因子特徵值等級分類

決策等級	中心最低氣壓	中心最大風速	七級風暴風半徑	颱風路徑
1	≤920.0	≤63.0	≤100	I
2	921.0~940.0	64.0~99.0	101.0~200.0	II
3	941.0~960.0	100~129.0	201.0~300.0	III
4	961.0~980.0	≥130.0	301.0~350.0	IV
5	≥981.0	—	≥351.0	V

台北都會區淹水區域預測之研究(三)
—子計畫二：都會郊區降雨—逕流模式之研究(三)
精簡報告

計畫編號：NSC 89 - 2625 - Z - 002 - 002

執行期間：88年8月1日至89年7月31日

主持人：王如意 教授

研究人員：周建明 研究生

執行單位：國立台灣大學農業工程學研究所

中文摘要

本研究係從事台北都會區郊區水文特性之研析及合適水文模式之建立，以提供研究區域水資源規劃及防洪排水之應用。近數十年來台北都會區工商業鼎盛，經濟蓬勃發展，人口快速集中，近郊社區林立，形成一都會生活環境圈；惟淡水河河道蜿蜒，沿岸地形複雜多變，河水流入台北盆地，由於低窪河道受感潮影響，若遇暴雨或颱風來襲時，因宣洩不及，致一雨成災，淹水洪汎頻傳，對國計民生影響甚巨。

以往本省對於山坡地集水區之水文規劃設計，常沿用合理化公式、洪峰推估公式、頻率分析或台灣特有之無因次單位歷線，此等由經驗估計所產生之誤差相當可觀，宜有合適之理論方法予以改進。

本研究係以三年期間深入探討台北都會郊區如汐止、南港、內湖、士林、北投、新店、深坑、平溪、石碇、中和、樹林、山佳等集水區之降雨—逕流歷程，研擬適用之水文模式，以瞭解台北都會區近郊發生暴雨時河系沿岸漫地流流動之特性。

本研究首先蒐集淡水河流域內之氣象局、水利處、石門、翡翠水庫管理局等所隸屬雨量站歷年來之降雨資料，從事雨量之頻率分析，繪製降雨強度—延時—頻率曲線，建構不同頻率及不同降雨延時之合適設計雨型，視其為引入水文系統之投入函數 (input function)，再採用地理資訊系統 ARC/INFO 分析，將淡水河流域內基隆河、新店溪及大漢溪三支流之河川流網。分布，劃成合適數目之核胞，且視每一核胞為一獨立之水文單元，應用半空間分布

並聯型水庫概念模式，分別研析各核胞由某種降雨型態及頻率條件下所可能形成之逕流歷線，以提供都會區洪災防範時水文規劃設計之應用。

關鍵詞：都市水文學、降雨分析、逕流模擬、概念模式、水文規劃。

Abstract

The objectives of this research project are aimed to study the hydrological characteristics and set up adequate rainfall-runoff models of suburban watersheds in Taipei for the application in flood-damage mitigation in the project area. Due to high intensity of rainfall, meandering river course of Tanshui River and rugged topography of watershed, severe flood and inundation damages caused by storm or typhoon hitting occur in Taipei area every year.

In the past, rational formula, regional flood formulas, frequency-analysis methods and dimensionless unit hydrograph were commonly applied for the estimation of peak discharge in hillslope areas. However, because of significant errors involved in the empirical approach, some appropriate methods of flood estimation need to be considered for further modification.

This study, a three-year research project, is accordingly proposed to execute the detailed and zoned analyses for the deterministic rainfall-runoff process and set up adequately hydrological models to simulate the flood behavior of the hydrological planning of surrounding areas in Taipei city and county.

Firstly, rainfall and flood records and the related data observed by different water-conservancy organizations are collected.

Frequency analysis of rainfall in Taipei area are accomplished, rainfall intensity-duration-frequency curves are drawn, and the appropriate rainfall patterns for different durations and frequencies can be formed. Next, ARC/INFO analysis of Geographic Information System are applied for analysis the geomorphologic characteristics of river network and watershed topography of Tamshui River Basin. Suitable cell structures of every tributary can thus be organized. Finally, the semi-spatial distributed with parallel typed reservoirs conceptual model is theoretically derived and compared, model parameters are reasonably optimized, and the resulting flood hydrographs can be simulated for different design rainfall patterns and return periods. Some suggestions are also submitted for hydrological planning of new community development. The analytical methods proposed in this study can be applied for flood mitigation of suburban watersheds in Taipei.

Keywords: Urban hydrology, Rainfall analysis, Runoff simulation, Conceptual model, Hydrological planning.

一、前言

台北都會區為一盆地地形，淡水河及其主要支流基隆河、大漢溪及新店溪匯流於盆地內。淡水河系主流全長 159 公里，流域面積 2726 平方公里，為台灣第三大河川。盆地內屬於台北院轄市及台北縣等台灣首善之都會區，約 500 萬人口集中於中下游平原地區。由於盆地內地勢低窪，淡水河流經台北盆地之河段，感潮情況甚為明顯，每當颱風過境，挾常大量豪雨，洪水渲洩不及，時常造成重大災害。

本研究之目的乃探討研究地區因不同降雨特性所引致之洪水特性，期能建立一套串聯式之氣象—水文歷程且較合理迅速之降雨—逕流模式，以提供此區域水資源規劃及防洪預報系統之參考應用。

二、本研究對整合型計畫之貢獻

本研究計畫屬於「台北都會區淹水區域預測之研究(三)」目標導向整合型計畫之

第二子計畫。台北都會區之淹水預報模式包括降雨預報、逕流預報及地表淹水預報等三部份，各模式間具有前因後果十分密切之關係。逕流預報之執行需要降雨預報之方法及成果，逕流研究之成果又可以做為淹水預報模式邊界之輸入條件。本研究計畫上必須承接子計畫一「都會區降雨預報之研究(三)」之成果，並且研究結果亦需提供子計畫三「河川潰堤淹水模式之研究(三)」(以三重、蘆洲、新莊區為研究區域)、子計畫四「河川沿岸低窪地淹水模式之研究(三)」(以基隆河北岸區為研究區域)、子計畫五「抽水站與閘門操作對都會區淹水影響之研究(三)」(以台北市中央區為研究區域)及子計畫六「市區排水與淹水模式之研究(三)」(以板和區為研究區域)之淹水模式邊界輸入資料，承先啟後，關係密切。

三、研究方法與步驟

本研究所採用之方法有降雨分析及逕流模擬兩要項。降雨分析包括(1)降雨頻率分析、(2)降雨強度—延時—頻率分析及(3)兩型設計。逕流模擬因考慮台北都會郊區地形變化複雜、河川曲折蜿蜒且水文空間分布特性顯著，本研究中研擬半空間分布並聯型水庫概念逕流模式之理論架構，從事參數優選，以建立最佳化之水文模式，俾供水文設計之應用。最後將降雨分析所得於不同重現期距與不同降雨延時之設計兩型，配合逕流模式於研究區域之合適參數值，如此即可獲得研究區域內不同控制點上於不同重現期距與不同降雨延時之設計洪水歷線，以作為其它子計畫之上游邊界條件。

1. 降雨分析：

暴雨為一種強度劇烈、延時急瞬且具災害性之降雨型態，時常釀成一地區重大之洪澇損失，因此無論對其雨量分布、深度、強度及延時，均為從事水利工程規劃與設計所需具備之重要資料，研析方法如下：

(1) 雨量資料之蒐集與研析：

本研究首先蒐集台北都會山地內中央氣象局、水利處及臺灣電力公司及石門水庫管理局所轄屬各雨量測站歷年來年最大值選用法所得之降雨資料，依不同延時加以整理。

(2) 不同延時之降雨頻率分析[4,9]：

本研究採用對數皮爾遜第三類分布法，分析並求取不同延時及不同重現期距所對應之降雨量。

(3) 降雨強度—延時—頻率曲線之分析[1]：

本研究採用台灣地區常被引用之 Horner 三參數公式，並取迴歸時之最小相對誤差，以推求台北都會區各雨量測站不同重現期距下之降雨強度—延時—頻率曲線公式。

(4) 兩型設計[12]：

本整合型計畫第三年度之研究係延續第二年度之成果，進一步考慮降雨具有發生機率觀念，乃探討區域重現期距為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年，於空間上均勻分布且降雨延時為 24 小時之降雨條件下，台北都會區可能之淹水狀況。所以對於兩型設計之研究，本子計畫擬將求取各研究區域重現期距為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年，於空間上均勻分布且降雨延時為 24 小時之設計兩型。

2. 逕流模擬

(1) 理論簡介[1,2,3,7]

本研究針對台北都會郊區之地形複雜、河道曲折，具有高度水文空間變異之特性，採用半空間分布並聯型水庫概念模式，以模擬台北都會區一旦發生暴雨時各集水區之降雨—逕流歷程，期能了解沿岸集水區漫地流流動之特性。茲將擬採用之水文模式理論之架構簡述如下：

本模式乃視一集水區可由 n 個不等之概念線性水庫所比擬。若第一個水庫瞬間降下一單位之有效雨量，則第 n 個水庫之逕流歷程即為線性水庫模式之瞬時單位歷線，其表示方式為[8]：

$$U_n(t) = q_n(t) = \int_0^t U_{n-1}(\tau) \frac{1}{K_n} e^{-\frac{(t-\tau)}{K_n}} d\tau$$

$$= \begin{cases} \frac{1}{K_1} e^{-\frac{t}{K_1}}, N=1 \\ \sum_{i=1}^N \frac{K_i^{N-2}}{\prod_{j=1, j \neq i}^N (K_i - K_j)} e^{-\frac{t}{K_i}}, N \geq 2 \end{cases}$$

其中， k_n 為第 n 個線性水庫之蓄水常數。

假設一單位之有效降雨量瞬間均勻地落在集水區上，則其降雨在集水區中，遵循多條流路流達出口處。為便於模式之闡釋，茲以圖 1 所示之集水區為例予以說明，其降雨落於各核胞上流至集水區出口處之流路有以下數條途徑[10,11]：

流路 1： $O_{11} \rightarrow S_{11} \rightarrow S_{13} \rightarrow S_{15}$

流路 2： $O_{22} \rightarrow S_{22} \rightarrow S_{23} \rightarrow S_{25}$

流路 3： $O_{33} \rightarrow S_{33} \rightarrow S_{35}$

流路 4： $O_{44} \rightarrow S_{44} \rightarrow S_{45}$

流路 5： $O_{55} \rightarrow S_{55}$

以上 O_{mn} 表示流路 n 第 m 個核胞之漫地流； S_{mn} 表示流路 n 第 m 個核胞之河渠流。

模式中將每一流路中之各核胞之漫地流與河渠流視為不同之狀態，每一流路可比擬為由數個不同狀態所串聯而成，而每一狀態則係利用一線性水庫予以比擬。因此每一流路之反應是由數個不同線性水庫串聯之結果，而該集水區出口處之流路反應乃是由所有流路之反應並聯線性疊加而成。其模式之結構圖如圖 2 所示。

模式中待估參數只有 N_o 與 N_c 兩個。然而進一步探討 N_o 與 N_c 兩參數之實際物理意義，可發現當集水區只劃分成一個核胞時，參數 N_o 與 N_c 即分別代表漫地流與河渠流之平均糙度係數；若將集水區劃分核胞數大於或等於兩個以上時，參數 N_o 仍是代表漫地流之平均糙度係數，而參數 N_c 即已不是河道之平均糙度係數，其原因是模式結構係採用並聯型式，將河道分割成數條獨立之流路，每一條流路之流量皆小於真實河道之流量，但為了模擬真實河道洪水波峰之流速與逕流時間，因此需將每一條流路之參數 N_c 值降低才足以模擬實

際情形，所以參數 N_c 即已無實際物理意義，而只是一概念參數。

(2) 資料蒐集及模式之檢定

本研究依據「都會區淹水區域預測之研究」整合型計畫之構思，為配合下游淹水模式之演算，將台北都會區以等高線 50 公尺為界，劃分成山地逕流模擬區域與平地淹水模擬區。並進一步將平地淹水模擬區域根據其地形與防洪設施不同，細分成四區，即(1)三重、蘆洲及新莊區；(2)北投、士林、大直及內湖區；(3)台北市中央、汐止、五堵及新店區及(4)板橋、土城、中和及永和區，如圖 3 至圖 6 所示。因此本子計畫須提供上述四個平地淹水模擬區域之山地逕流邊界流量資料，以做為其演算之上游邊界條件。

因上述此四個分區內均未設有流量水位站，無法提供流量資料以檢定逕流模式之參數，為了探討此四個平地淹水模擬區域之上游山區降雨一逕流關係，本研究由分區上游尋找最接近之流量水位站檢定逕流模式之參數。因之，三重、蘆洲及新莊分區則以大漢溪上游之三鶯橋流量站替代；板橋、土城、中和及永和分區亦是以大漢溪三鶯橋流量站替代；北投、士林、大直及內湖分區則以基隆河五堵流量站替代，而台北市中央區、汐止、五堵、新店及景美分區則以基隆河五堵流量站、景美溪寶橋流量站替代。所以總共替代之流量站，計有大漢溪之三鶯橋流量站、基隆河之五堵流量站、景美溪之寶橋流量站等三站，其替代流量站檢定所得之參數假設適用於被替代地區之山區逕流模擬區域。進一步針對此三個水位流量上游集水區所蒐集之資料與分析過程分述如下：

A. 水文資料之蒐集

針對每一研究集水區，以五萬分之一比例尺之集水區地形圖，依據河川網路與土地覆蓋利用等資料再予以細分，並自上而下給予每一小分區一個編號，且應用地理資訊系統 ARC/INFO 軟體予以數化，則可求得各研究集水區內每一小分區之集水

面積、主河道長度及主河道平均坡度等地文資料。

B. 水文資料之蒐集與研析

目前淡水河洪水預報系統係以電傳雨量站資料為輸入值，因此本研究乃針對電傳雨量站之降雨資料為研析對象，茲將三個替代水位流量站之上游集水區分述如下：

1. 大漢溪之三鶯橋上游集水區：其電傳雨量站計有大豹、石門等二站，並以三鶯橋流量記錄為模式檢定之憑藉。此集水區因受到石門水庫放水之影響，故從事降雨一逕流模擬時，亦應加入石門水庫在颱風時期之放水資料。
2. 景美溪之寶橋上游集水區：其電傳雨量站計有坪林、大桶山、五堵與中正橋等四站，並以寶橋流量記錄為模式檢定之憑藉。
3. 基隆河之五堵上游集水區：其電傳雨量站計有五堵、坪林等兩站，並以五堵流量記錄為模式檢定之憑藉。

C. 颱風事件之選取

為確定半分布並聯型線性水庫降雨一逕流模式應用於研究地區之合適性，本研究於基隆河之五堵上游集水區選用自民國 68 年至 83 年間 19 場颱風事件予以校驗；景美溪之寶橋上游集水區選用自民國 76 年至 83 年間 11 場颱風事件予以校驗；大漢溪之三鶯橋上游集水區選用自民國 71 年至 83 年間 8 場颱風事件予以校驗。

D. 模式參數最佳化分析

本研究於逕流模式之參數最佳化分析中嘗試以新近研發之洗牌複演進法 (shuffled complex evolution algorithm, 簡稱 SCE 法)[6] 整體性最佳化方式對逕流模式進行參數之率定。

E. 模式合適性之檢定

為探討模式於研析集水區之合適性，本研究乃分別以效率係數 (Coefficient of Efficiency)、峰值誤差 (Error of Peak

Discharge) 及峰值到達時刻誤差 (Error of Time to Peak) 等三項標準予以校驗, 使能客觀地評估研擬模式之合適性。

3. 設計洪水歷線之模擬

本研究所採用之半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式係將上述四個研析集水區各分割成若干個核胞, 其編號及位置如圖3至圖6所示。每一核胞可輸入不相同之降雨資料, 以展現降雨於空間分布之特性。

俟求得不同研析集水區各核胞之有效降雨量後, 再套配半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式, 以從事台北都會郊區之設計洪水歷線模擬, 以為其它子計畫執行平地淹水預報模式演算之邊界輸入條件。

於設計洪水歷線模擬之過程中, 本計畫第三年之研究係將台北都會郊區劃分成上述四區域後, 分別演算24小時降雨延時重現期距為1.1、2、5、10、25、50、100與200年之設計雨型, 再套配半分布並聯型水庫概念降雨—逕流模式, 即可得到各集水區於不同總雨量下之設計洪水歷線。至於降雨—逕流模式參數之選用: 台北中央、汐止區及士林、大直、內湖區乃是引用與基隆河五堵上游集水區相同降雨—逕流模式參數; 三重、蘆洲、新莊區及板橋、中和、永和區係引用與大漢溪三鶯橋上游集水區相同降雨—逕流模式參數; 而新店區則是引用與景美溪寶橋上游集水區相同降雨—逕流模式參數設計洪水歷線。

四、研究結果

茲將本研究所獲致之研究結果分述如下:

1. 頻率分析與降雨強度—延時—頻率關係之研究

本研究以對數皮爾遜第三類分布進行頻率分析, 並預估各測站在重現期距為1.1、2、5、10、25、50、100與200年條件下不同延時之降雨量; 進一步採取臺灣地區較常被引用之 Horner 三參數型公式, 以推求研析流域各測站不同重現期距下之降雨強度—延時—頻率曲線公式, 其結果選其代表列如表2。

2. 雨型設計之研究

對於降雨延時為24小時下重現期距為1.1、2、5、10、25、50、100與200年之雨型設計。其結果選其代表如圖7所示。

3. 降雨—逕流模式之研析

以半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式套配 SCE 參數優選方法應用於基隆河五堵上游集水區、景美溪之寶橋上游集水區及大漢溪之三鶯橋上游集水區所作洪水估測之結果分述如下:

基隆河之五堵上游集水區之模式檢定結果, 選其代表如圖8所示。其平均效率係數為0.878, 峰量誤差平均在11.48%之內, 峰時誤差時刻小於2小時。

景美溪之寶橋上游集水區之模式檢定結果, 選其代表如圖9所示。其平均效率係數為0.844, 峰量誤差平均在9.98%之內, 峰時誤差時刻小於2小時。

大漢溪之三鶯橋上游集水區之模式檢定結果, 選其代表如圖10所示。其平均效率係數為0.896, 峰量誤差平均在11.88%之內, 峰時誤差時刻小於2小時。

由模擬結果所使用之參數值表中可得知, 參數 N_c 之值似有偏低之情形。其原因為模式架構係採用並聯型核胞方式, 用以尋求每一核胞與集水區出口處間之直接關係。因此, 對於每一條流路之模擬流況與實際之流況並不相同, 而且比實際流量為小; 但為達到擬合峰時與峰量之目的, 只有降低參數 N_c 值以達到模擬目的。

綜合言之, 利用半分布並聯型線性水庫概念逕流模式模擬研析集水區之結果, 尚令人滿意。對研析集水區之參數建議值如表3所示。

4. 設計洪水歷線之模擬

本研究關於設計洪水歷線之模擬, 係以交替區塊法進行降雨延時為24小時且重現期距為1.1、2、5、10、25、50、100與200年之雨型設計, 並由徐昇氏多邊形法求取研析集水區於各核胞之各類型之平均設計雨型雨量, 進一步利用 Φ 指數求取各核胞之有效降雨量, 然後套配由半分布並聯型

線性水庫降雨—逕流模式所校驗之參數建議值，以從事研析地區之設計洪水歷線模擬。

對於各集水區及鄰近殘流域之設計洪水歷線模擬之結果，選其代表如圖 11 至圖 13 與表 4 所示。

五、結論

1. 本研究已選定台北都會郊區 36 個雨量測站，推求其降雨強度—延時—頻率曲線公式，所獲致之研究成果可提供台北近郊未設站或缺乏觀測資料地區從事水利工程規劃設計之應用。
2. 本研究係採用交替區塊法從事台北都會郊區各雨量測站之設計雨型，並配合各雨量站所推得之降雨強度—延時—頻率曲線公式，計算重現期距分別為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年，降雨延時為 24 小時之雨型。此等研究成果對未來台北都會郊區內之水利工程規劃設計，除可做為規劃設計時之參考依據外，並可做為淹水預報查詢之指標。
3. 文中採用之半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式係以集水區河川網路與土地覆蓋利用等資料將集水區劃分成多個核胞，然後依據降雨落於各個核胞上流至集水區出口處之不同流路再予以劃分，且可將每一核胞輸入不同之降雨資料，以展現降雨於空間上分布之特性，因此此模式已改進傳統水文模式將集水區視為單一輸入函數之缺點，而更具完備之理論基礎。
4. 本研究係以半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式理論研析基隆河五堵上游集水區、景美溪寶橋上游集水區及大漢溪三鶯橋上游集水區內降雨與逕流之轉換關係，經以多場颱風事件對此模式加以檢驗，其結果相當良好；因此本研究所研發之半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式，對台北都會郊區於水資源規劃與防洪預報系統上，可提供參考應用。
5. 本研究係以交替區塊法進行台北都會郊區一日降雨重現期距為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年之雨型設計，並套配由半分布並聯型線性水庫降雨—逕流

模式所校驗之參數建議值，以從事台北都會區 50 公尺以上山地地區之設計洪水歷線模擬，其研究成果可提供下游淹水模式之參考應用。

6. 於研究過程中，發現對同一重現期距與相同時間區段，其設計洪峰流量具有隨著降雨延時增加而增加之趨勢；且對於同一重現期距與相同時間區段，設計雨型平均 Φ_{index} 損失量值隨著降雨延時增加而減少。
7. 本研究水文模擬基隆河流域五堵站 200 年重現期距之最大設計洪峰流量值皆大於 3000cms，而經濟部水資源統一規劃委員會於「台北防洪計畫」[5]中所規劃設計之最大設計洪峰流量值為 2300cms，且五堵站曾於民國 15 年發生紀錄最大洪水量為 2630cms，由此可見當時規劃設計之洪峰流量值目前應用已有明顯偏小之情形。三十年來都市化演變結果造成基隆河下游沿岸已形成台北都會區之精華地區，水文環境變化甚大，都市化之效應頗為彰顯，因此對基隆河流域之最大設計洪峰流量似宜有重新檢討之必要。

參考文獻

- [1] 王如意、易任，應用水文學，上下冊，國立編譯館出版，茂昌圖書有限公司發行，民國 68 年 10 月。
- [2] 王如意、謝龍生，「半分布並聯型線性水庫降雨—逕流模式之研究」，第八屆水利工程研討會論文集，民國 85 年 7 月。
- [3] 李光敦、顏本琦，「地面及河渠糙度係數對地相瞬時單位歷線模擬之影響」，第七屆水利工程研討會論文集，民國 83 年 7 月。
- [4] 郭朝雄、黃月娟、曠育呈，「臺北地區降雨強度—延時—頻率分析之研究（一）」，臺灣水利 第 35 卷第 2 期，民國 76 年 6 月。
- [5] 經濟部水資源統一規劃委員會，「台北地區防洪計劃檢討報告」，民國 59 年 6 月。
- [6] Duan, Q., S. Sorooshian and V. K. Gupta, "Effective and Efficient Global Optimization for Conceptual Rainfall-Runoff Models", Water Resources Research, 28(4), pp. 1028, 1987.
- [7] Eagleson, P. S, Chap. 16 "The Catchment", Dynamic Hydrology, pp. 362-369, 1970.
- [8] Nash, J. E., "The Form of the Instantaneous Unit Hydrograph", IASH Publication No. 45, Vol. 3-4, pp. 114-121, 1957.
- [9] Phien, H. N. and T. Jivajirajan, "Applications of the Log Pearson Type-3 Distribution in

Hydrology, " J. of Hydrology, 73, pp.359-372, 1983.

- [10] Rodriguez-Iturbe and J. B. Valdes, "The Geomorphologic Structure of Hydrologic Response", Water Resources Research, 15(6), pp. 1409-1420, 1979.
- [11] Rodriguez-Iturbe, G. Devoto and J. B. Vades, "Discharge Response Analysis and Hydrologic Similarity : The Interrelation between the Geomorphologic IUH and the Storm Characteristics" Water Resources Research, 15(6), pp. 1435-1444, 1979.
- [12] Ven Te Chow, David Maidment and Larry W. Mays, "Applied Hydrology", McGraw-Hill Book Company, 1988.

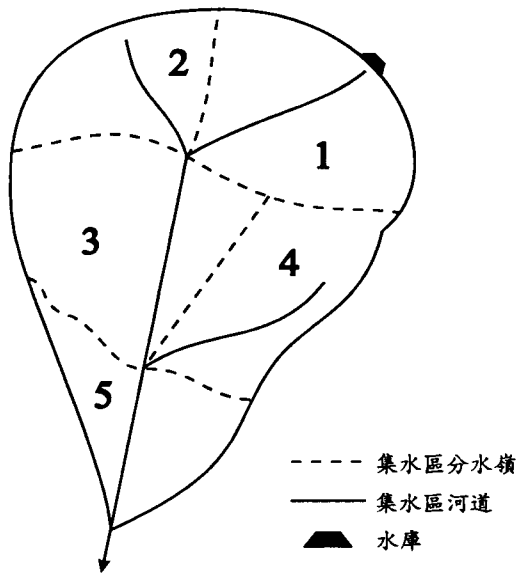


圖 1 集水區示意圖

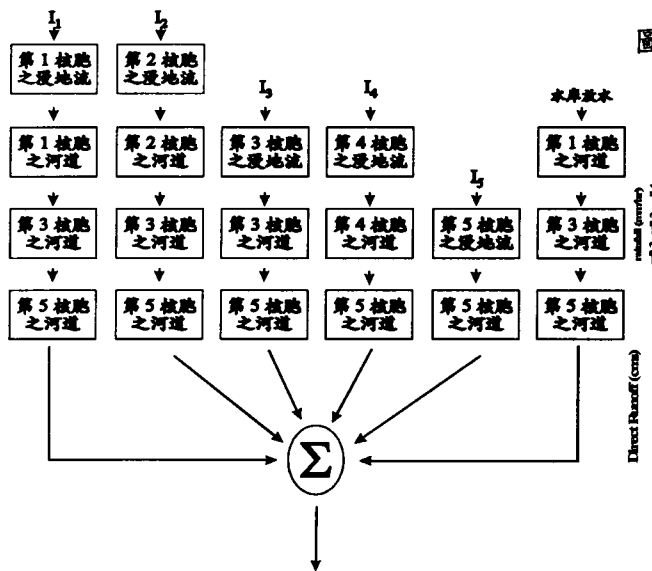


圖 2 模式結構示意圖

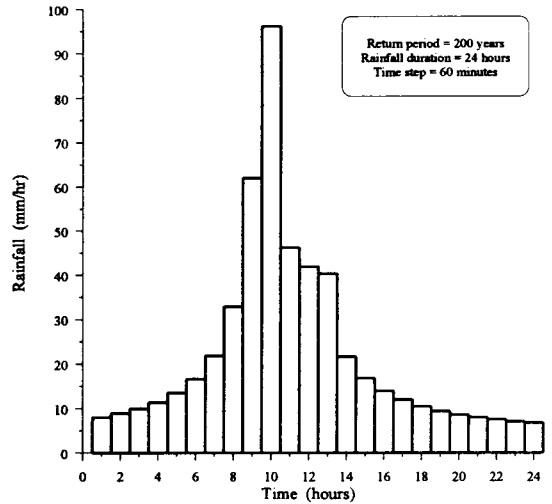


圖 7 台北中央、汐止區重現期距 200 年降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

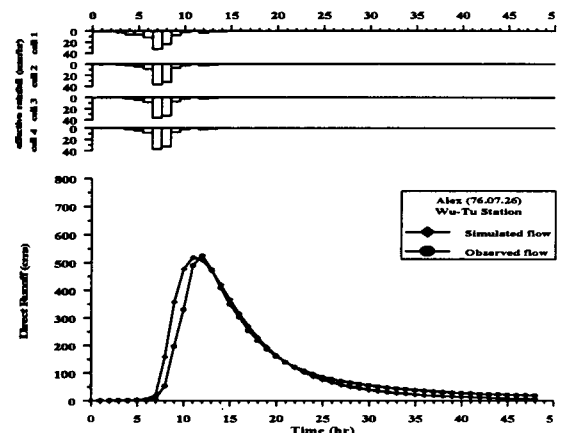


圖 8 五堵上游集水區之亞力士颱風逕流歷線檢定圖

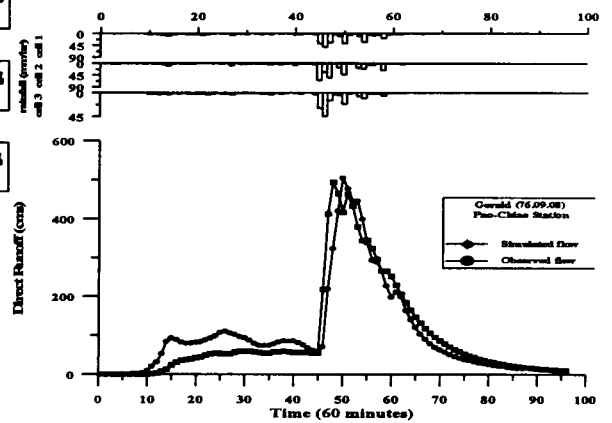


圖 9 景美溪寶橋上游集水區傑魯得颱風逕流歷線檢定圖

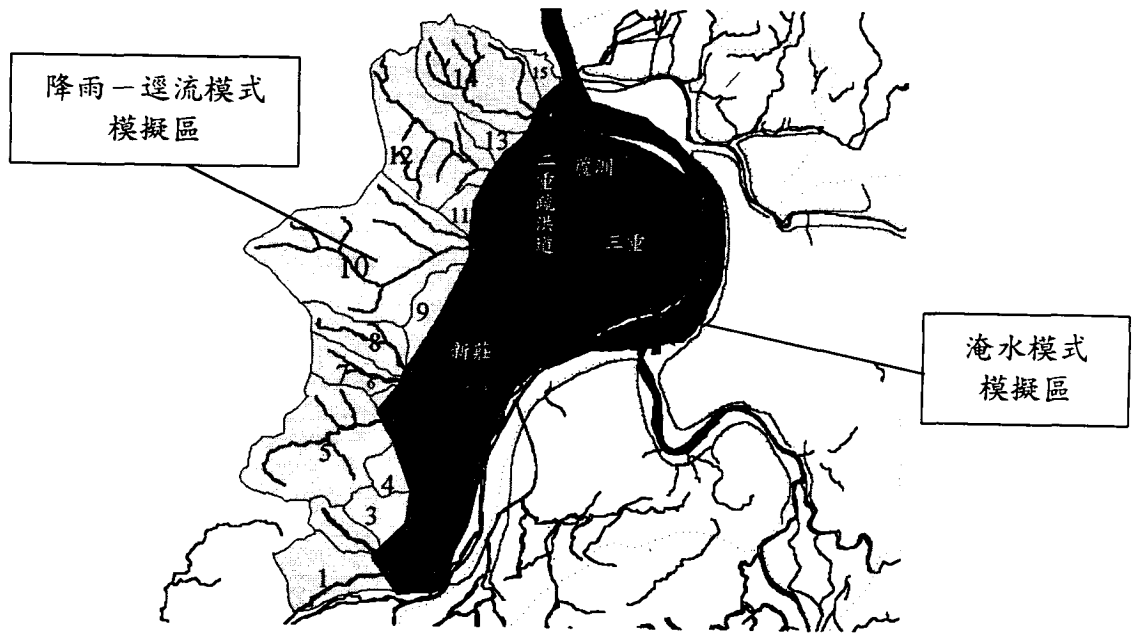


圖 3 三重、蘆洲及新莊區



圖 4 北投、士林、大直及內湖區

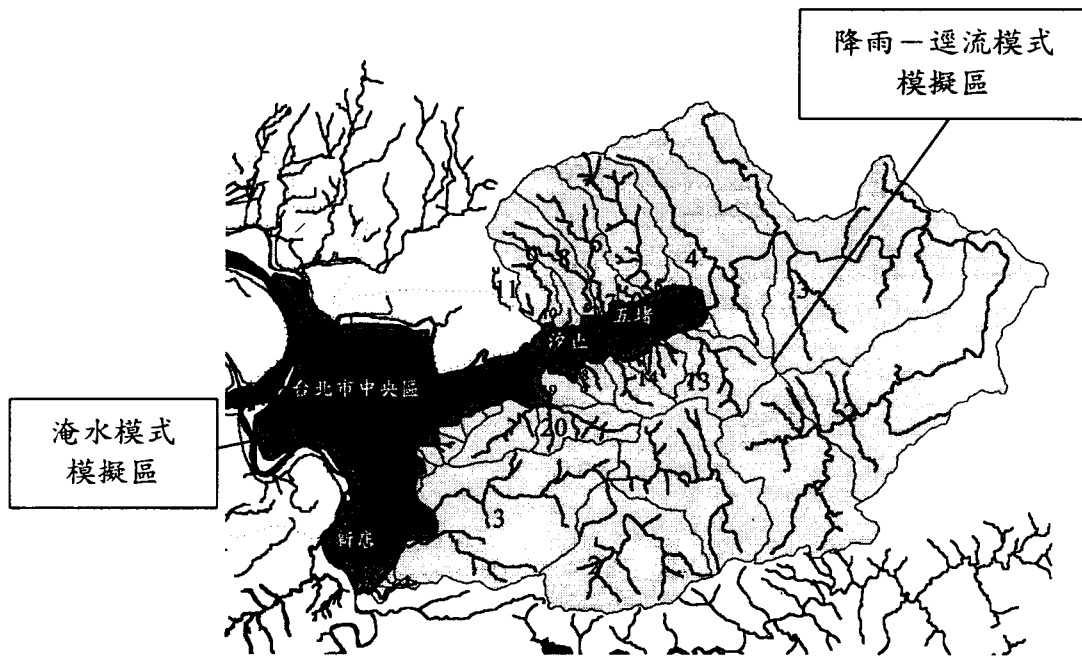


圖 5 台北市中央、汐止、五堵及新店區

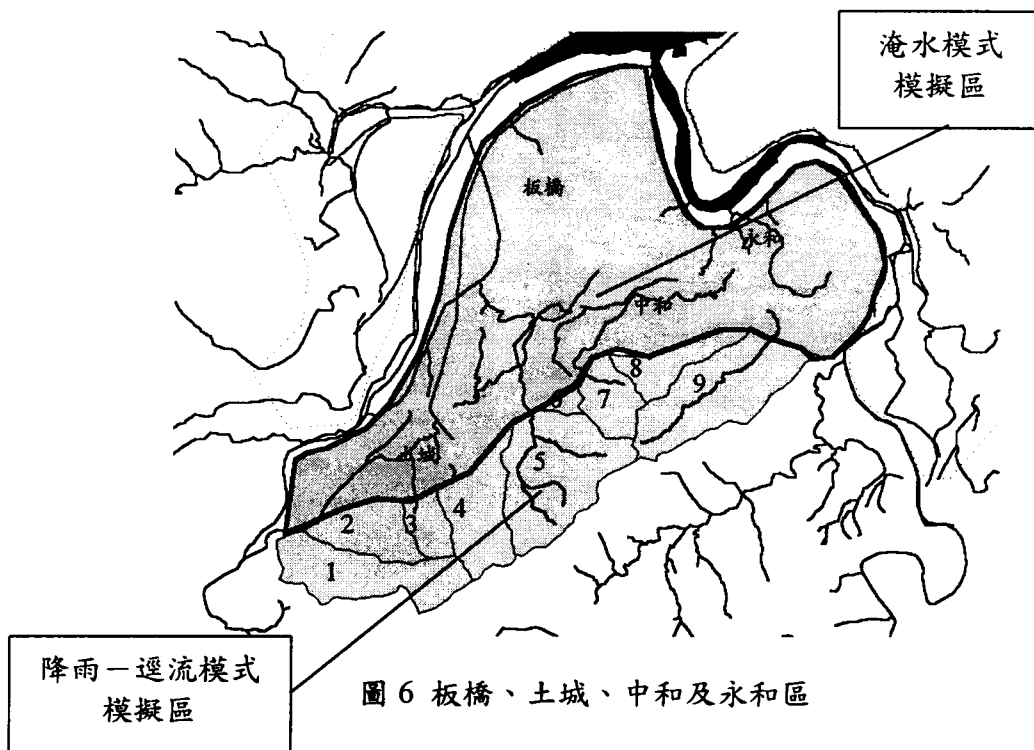


圖 6 板橋、土城、中和及永和區

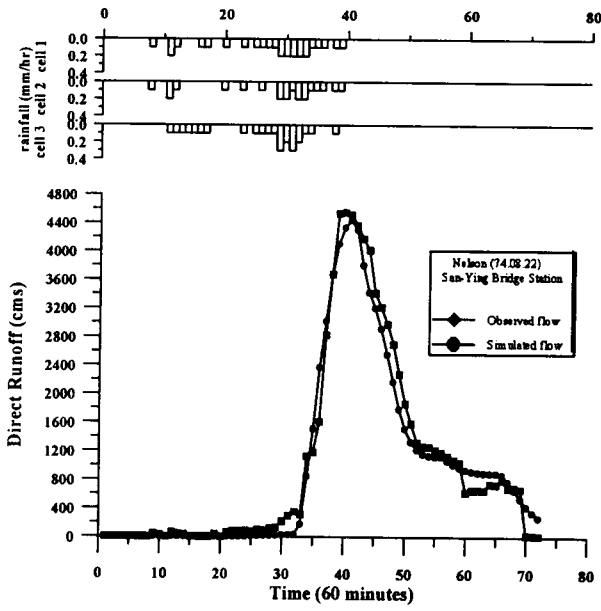


圖 10 大漢溪三鶯橋上游集水區尼爾森颱洪逕流歷線檢定圖

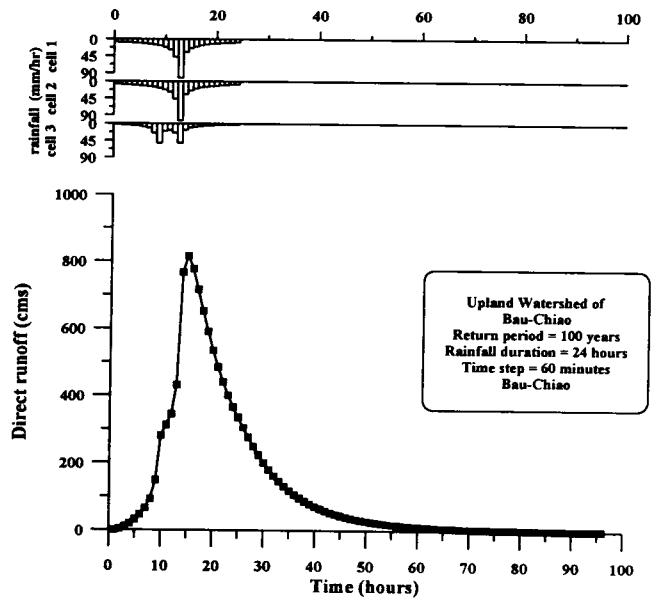


圖 12 寶橋上游集水區於重現期距 100 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

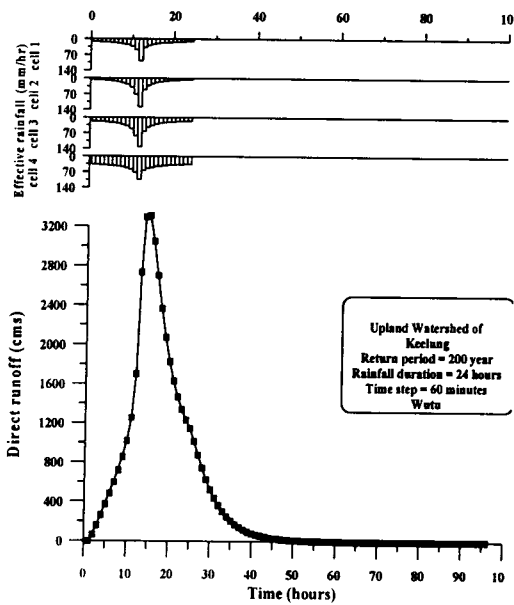


圖 11 五堵上游集水區於重現期距 200 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

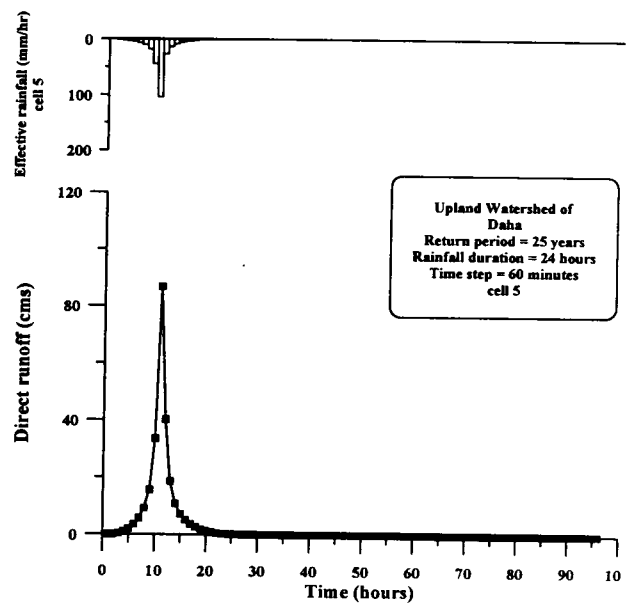


圖 13 板橋、中和、永和區核胞 5 於重現期距 25 年降雨延時 24 小時之洪水歷線模擬圖

表 1 各研析區域不同重現期(年)之 24 小時總降雨量

(單位:公厘)

區 域	重現期距 (年)							
	1.1	2	5	10	25	50	100	200
台北中央區	100.8	174.3	222.4	272.0	340.6	392.0	447.2	532.1
基隆河北岸	142.1	237.2	335.9	406.3	498.4	567.1	641.1	730.8
板橋、中和、永和區	97.8	147.7	198.5	236.5	286.9	321.0	355.2	398.5
三重、蘆洲、新莊區	104.0	154.5	191.2	216.5	247.4	270.4	294.0	324.7

表 2 五堵站不同延時降雨量之頻率分析結果表

(單位:公厘)

重現期距 降雨 (年) 延時(分)	1.1	2	5	10	25	50	100	200
	1440	152.1	231.2	346.7	451.0	623.0	786.8	987.7
1080	142.3	225.1	328.3	412.0	538.6	649.1	775.1	919.3
720	129.6	192.3	269.2	331.0	423.0	502.6	592.8	695.3
360	82.2	141.9	200.4	240.2	291.4	330.2	369.6	409.7
240	68.3	119.3	165.7	195.5	232.0	258.4	284.2	309.6
60	31.5	58.2	77.1	86.8	96.6	102.5	107.4	111.6
40	23.4	49.3	60.8	64.3	66.2	66.8	66.9	67.0
30	20.1	40.9	48.5	50.4	51.1	51.2	51.2	51.3
20	14.6	31.6	38.7	40.6	41.6	41.8	41.8	41.8
10	9.2	19.0	23.8	25.4	26.4	26.8	27.0	27.1

表 3 半分布並聯型線性水庫模式之參數建議值

流域分區	No		Nc	
	平均值	標準偏差	平均值	標準偏差
大漢溪三鶯橋上游集水區	0.3637	0.088	0.02219	0.008400
景美溪寶橋上游集水區	0.3887	0.041	0.01924	0.007090
基隆河五堵上游集水區	0.3880	0.132	0.00801	0.003447

表 4 不同重現期距下台北中央、汐止區所模擬之設計洪峰量值表

(單位：cms)

重現期距 (年) 核胞	1.1	2	5	10	25	50	100	200	備註
五堵上游	431.4	865.7	1300.6	1626.3	2081.2	2438.5	2796.6	3311.3	
核胞 5	6.1	11.1	14.0	15.4	16.8	17.6	18.2	21.5	
核胞 6	76.2	159.5	206.4	229.1	250.4	261.6	268.9	315.6	
核胞 7	6.2	11.9	15.1	16.7	18.0	18.8	19.4	22.8	
核胞 8	51.0	113.1	148.1	164.2	180.0	188.5	194.16	232.2	
核胞 9	45.9	99.0	129.0	143.0	156.2	163.6	168.4	200.6	
核胞 10	8.9	18.0	23.3	25.8	28.1	29.3	30.2	35.7	
核胞 11	27.8	58.8	76.4	84.8	92.6	96.7	99.6	118.5	
核胞 12	2.8	5.1	6.5	7.1	7.8	8.1	8.4	10.0	
核胞 13	5.7	12.7	16.7	18.4	20.1	21.0	21.7	25.8	
核胞 14	17.8	32.6	41.2	45.3	49.2	51.4	53.0	62.6	
核胞 15	0.5	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.7	
核胞 16	1.7	3.1	4.0	4.4	4.8	5.0	5.2	6.1	
核胞 17	26.4	49.9	63.4	69.7	75.5	78.8	81.1	95.6	
核胞 18	13.5	25.6	32.6	35.8	38.8	40.5	41.6	49.1	
核胞 19	15.0	28.0	35.5	38.9	42.2	44.1	45.4	53.5	
核胞 20	41.2	79.4	101.4	111.6	120.9	126.1	129.7	153.1	
核胞 21	29.6	52.8	68.3	76.9	86.4	92.6	125.1	143.9	
核胞 22	2.0	3.1	3.9	4.3	4.7	4.9	6.6	7.4	
核胞 23	3.8	6.0	7.5	8.2	9.0	9.4	12.7	14.1	
核胞 24	3.7	5.9	7.3	8.0	8.7	9.1	12.2	13.6	
核胞 25	6.0	9.4	11.6	12.7	13.8	14.4	19.3	21.4	
核胞 26	3.6	5.7	7.1	7.8	8.5	8.9	11.9	13.2	
核胞 27	2.5	3.9	4.9	5.4	5.9	6.2	8.3	9.3	
核胞 28	1.0	1.6	2.0	2.2	2.4	2.6	3.4	3.8	

台北都會區淹水區域預測之研究(三)

—子計畫三：三重蘆洲及新莊樹林研究區域

精簡報告

計畫編號：NSC 89-2625-Z-002-003

主持人：賴進松 助理研究員

執行單位：台灣大學水工試驗所

中文摘要

台灣因山多人稠，各河川沿岸原屬於洪氾平原之低窪地區，早經開發使用，興建堤防束範洪水，遂成防洪計畫之主要手段。而河川短促，坡陡流急，每當颱風暴雨來臨，河中水位高漲，河川沿岸地勢低窪之洪氾平原每每氾濫成災。

本研究計畫為整合型計畫：「都會區淹水區域預測之研究(三)」之一子計畫，係以台北都會區為研究對象，透過潰堤溢流二維淹水模式之研發，利用有限差分法建立二維零慣性淹水模式，模擬不同重現期距之降雨條件下，三重蘆洲及新莊樹林兩區域之淹水情形。

構築堤防雖然保障堤內居民生命財產之安全，增加了人類活動空間，然而興建堤防將束縮河道之通水斷面積，直接地抬高建堤河段及其上游河川水位，水位一旦高出堤防高程漫溢而下或因堤岸淘刷導致堤防崩潰，奔流而入之洪水即刻造成嚴重災害。為能精確掌握堤防萬一發生潰決或潰堤後洪水流況及淹水狀況，對防災科技而言殊屬重要。因此，本計畫假設潰堤溢流之入流歷線，模擬水流在潰堤後之運行，及對淹水情況之影響，以計算淹水深度，提供淹水潛勢之模擬結果。

關鍵詞：潰堤、二維零慣性淹水模式。

Abstract

The construction of levee is the main measure around the urban area to prevent damages from flooding. However, the levee built on the floodplain reduces the river cross sections which may originally be large enough to accommodate the passage of the flood. Due to the cross section constriction, the water stage in the

river can easily rise.

If levee breach or bank overtopping occurs, the flood with high speed flow near the collapsed opening and the huge amount of water can usually create disasters. As one of the subprojects for the three-year project, this study of flood inundation is mainly focused on the urban region in the Taipei metropolitan area. With two conditions of levee breach, a 2D depth-averaged flow models, the 2D zero-inertia inundation model, is established to simulate the flood propagation on the urban area, including Shan-Chung, Lui-Chow, Sin-Zwang and Shu-Lin areas in Taipei County. The inundation duration and max inundation depth are calculated to provide the flooding data for damage estimation.

Keywords: Levee breach, 2D zero-inertia inundation model.

一、前言

台北都會區為一盆地地形，淡水河及其主要支流新店溪、大漢溪、基隆河匯流於盆地內，都會區內地勢由南逐漸向北降低，坡度約千分之一；由於都會區內人口密集，地勢低窪，為有效利用土地，河川沿岸大都築堤束洪，以防範水患。構築堤防雖然保障堤內居民生命財產之安全，增加了人類活動空間，使堤內人口聚集、經濟發展、土地價值高漲；然而興建堤防將束縮河道之通水斷面積，直接地抬高建堤河段及其上游河川水位，倘若颱風或豪雨形成大洪水時，水位一旦高出堤防高程漫溢而下或因堤岸淘刷導致堤防崩潰，奔流而入高速大量之洪水即刻可能造成嚴重災害。

台灣山多人稠，各河川沿岸原屬於洪

氾平原之低窪地區，早經開發使用，且多已成為人文薈萃之都會地區。興建堤防束範洪水，遂成防洪計畫之主要手段，故而堤防乃目前台灣各級河川主要之防洪構造物。惟防洪問題涉及土地利用、工程及管理營運眾多因素，因而錯綜複雜[2,3]。

由於潰堤附近之水理現象甚為複雜，故以假設之區域加入分析討論，並以數學模式模擬洪水波在潰堤決口處附近及廣闊淹水地區傳播(propagate)於具非單向性高程變化地形上之水理特性，若能確切掌握水流在都會淹水地區之運行情形，對於災害防治處理而言殊屬重要。而淹水深度及延時可提供淹水潛勢分析及淹水災害損失所需之資料。

二、本研究對整合型計畫之貢獻

本研究計畫乃屬於整合型計畫「都會區淹水區域預測之研究(三)」中之一子計畫，本研究透過潰堤溢流時二維淹水模式之研發應用，將可準確掌握萬一堤防潰決後之洪水傳播及淹水域區內之水理特性，期建立一完善之台北都會區洪水與淹水預報模式，以非工程之預警方法，減少台北都會區水患之損失。今年進一步將銜接子計畫二中所提供之不同重現期距降雨之雨量，以及山區入流之逕流量，作為模擬區域中（以三重蘆洲及新莊樹林兩區域為對象）給定之邊界水文條件。

三、研究方法與步驟

通常在決口處之水流其流速在時間及空間上變化極大，因此動量方程式中之慣性項之影響十分重要而不可忽略；然而，當水流遠離決口時，則地表之高程坡降及摩擦阻力漸成為控制水流運行之主要因素[5]。由於淹水區洪水下游移動邊界條件無法得知，亦即波鋒線前進位置難以預測，故模式之建立採用顯式法計算模擬[6]，期能模擬計算潰堤後淹水區內各時段洪水波鋒線前進之位置，以及淹水面積、淹水深度、淹水時間等水理現象。本研究將應用忽略慣性力之二維零慣性淹水模式，模擬潰堤時洪水波傳播之過程。

除決口處附近外，洪水流經廣闊之淹

水地區時，應可以忽略二維水深平均變量流方程式中之慣性項，得到二維零慣性(zero-inertia)方程式來描述水流流況以簡化模式，減少電腦 CPU 時間。本研究將研發之另一模式即是二維零慣性淹水模式，其將依據本研究計畫主持人在民國七十五年參與國科會防災科技研究計畫「淡水河系洪水演算模式(4)堤防潰決洪流模式之建立」時，所發展出來之二維性洪流演算模式為基礎，加以改進研發；其利用 MAC(marker & cell)之差分觀念，以交替方向顯式法(alternating direction explicit scheme)來解二維零慣性方程式，建立二維零慣性淹水模式，期模擬較遠離決口處洪水運行之過程[1,2]。以下將簡要說明模式中之基本方程式及其數值解法[3]。

基於緩變量流之假設，不計科氏力、風力和紊流擴散項之影響，忽略垂直方向速度分量，將納維爾-史托克方程式沿水深方向積分，則可推導出二維水深平均變量流方程式，寫成向量守恆型式如下：

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} f(q) + \frac{\partial}{\partial y} g(q) = b(q) \quad (1)$$

式中，守恆性物理量向量 $q = [h, hu, hv]^T$ ， x 方向通量向量 $f(q) = [hu, hu^2 + gh^2/2, huv]^T$ ， y 方向通量向量 $g(q) = [hv, huv, hv^2 + gh^2/2]^T$ ； $b(q)$ 為源項(source term)可包含有摩擦阻力、地面坡降、二次流效應及紊流擴散等其他外力，若僅考慮摩擦阻力及地面坡降項，則 $b(q) = [0, gh(S_{ox} - S_{fx}), gh(S_{oy} - S_{fy})]^T$ ；其中 h 為水深， u 為 x 方向分量之水深平均流速， v 為 y 方向分量之水深平均流速， g 為重力加速度， S_{ox} 為 x 方向之地面坡降， S_{oy} 為 y 方向之地面坡降， S_{fx} 為 x 方向之摩擦坡降， S_{fy} 為 y 方向之摩擦坡降。

對於遠離決口附近之廣闊淹水區而言，式(1)中之二維動量方程式，其加速項之大小級次(order of magnitude)遠小於重力項及摩擦項，且若洪水波之歷線上升相當平緩時，除決口處附近之水理現象

外，洪氾區內洪水波傳播現象，可用忽略加速項之二維零慣性方程式予以描述，則二維連續及動量方程式可簡化為：

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(uh)}{\partial x} + \frac{\partial(vh)}{\partial y} = q_t \quad (2)$$

$$-\frac{\partial(h+z)}{\partial x} = u \left[\frac{n^2|u|}{h^{4/3}} + \frac{q_t}{h \cdot g} \right] \quad (3)$$

$$-\frac{\partial(h+z)}{\partial y} = v \left[\frac{n^2|v|}{h^{4/3}} + \frac{q_t}{h \cdot g} \right] \quad (4)$$

其中 q_t 為單位面積之側流量；摩擦坡度已表為 $S_{fx} = n^2 u |u| / h^{4/3}$ ， $S_{fy} = n^2 v |v| / h^{4/3}$ ， n 為曼寧糙度係數。

假若淹水區內地表於初始時刻為無水狀態，當洪水波由決口處傳入洪氾平原後，洪流前進時地面將形成一水陸交界界面（即波鋒線位置所在），波鋒線隨洪流之運移而變，故下游（以主流方向定義之）邊界係隨時間改變。為有效處理此種移動邊界水流狀況，本研究採用標示網格 (marker and cell, 簡稱 MAC) 差分觀念來建立交替方向顯式 (alternative direction explicit scheme) 差分法以求得二維零慣性方程式之數值解。此模式已被廣泛應用於淹水區中洪水傳播過程之描述 [1,5]，且獲致良好之模擬結果。故本研究將以此為基礎加以改進研發，並將其模擬結果與二維變量流淹水模式模擬之結果進行比較分析。

依 MAC 差分觀念，將 (2)、(3) 及 (4) 式中任意變量以 f 表示，其中 f 可代表式中各變量，採用之差分型式如下：

$$f_{i+1/2,j} = \frac{1}{2}(f_{i,j} + f_{i+1,j}) \quad (5-a)$$

$$f_{i,j+1/2} = \frac{1}{2}(f_{i,j} + f_{i,j+1}) \quad (5-b)$$

$$\frac{\partial f}{\partial t} = \frac{f_{i,j}^{m+1} - f_{i,j}^m}{\Delta t} \quad (5-c)$$

$$\frac{\partial f_{i,j}^m}{\partial x} = \frac{f_{i+1/2,j}^{m+1} - f_{i-1/2,j}^m}{\Delta x} \quad (5-d)$$

$$\frac{\partial f_{i,j}^m}{\partial y} = \frac{f_{i,j+1/2}^m - f_{i,j-1/2}^m}{\Delta y} \quad (5-e)$$

式中， Δx 、 Δy 代表沿 x 、 y 方向之網格距離； Δt 代表演算時間間距； m 為時間指標；在本節中 i 、 j 分別為沿 x 、 y 方向之空間指標。

本研究採用交替方向顯示法，將演算時距 (Δt) 等分為兩個時階，且每前進一個時階即分別交替求解流速 u 及 v 。(2)、(3) 及 (4) 式之差分方程式可依第一、二時階分別列出，其第一時階 ($m+1/2$) 所得之差分式如下：

$$\begin{aligned} h_{i,j}^{m+1/2} &= h_{i,j}^m - \frac{1}{2} \Delta t [(h^m u^{m+1/2})_{i+1/2,j} \\ &\quad - (h^m u^{m+1/2})_{i-1/2,j}] / \Delta x \\ &\quad + [(h^m v^{m+1/2})_{i,j+1/2} - (h^m v^{m+1/2})_{i,j-1/2}] / \Delta y - q_{t,i,j}^{m+1/2} \end{aligned} \quad (6-a)$$

$$\begin{aligned} [(h+z)_{i,j}^{m+1/2} - (h+z)_{i+1,j}^{m+1/2}] / \Delta x &= \\ \{u^{m+1/2} [(n_x)^2 |u^{m+1/2}| / (h^m)^{1/2} \\ &\quad + q_t^{m+1/2} / (h^m \cdot g)]\}_{i+1/2,j} \end{aligned} \quad (6-b)$$

$$\begin{aligned} [(h+z)_{i,j}^{m+1/2} - (h+z)_{i,j+1}^{m+1/2}] / \Delta y &= \\ \{v^{m+1/2} [(n_y)^2 |v^{m+1/2}| / (h^m)^{1/2} \\ &\quad + q_t^{m+1/2} / (h^m \cdot g)]\}_{i,j+1/2} \end{aligned} \quad (6-c)$$

式 (6-a) 為 $(i, j, m+1/2)$ 座標點之連續方程式，式 (6-b)、(6-c) 則分別為 $(i+1/2, j, m+1/2)$ 座標點沿 x 方向之運動方程式及 $(i, j+1/2, m+1/2)$ 座標點沿 y 方向之運動方程式。求解時先將式 (6-b) 及式 (6-c) 兩式聯立解出 u 及 h ，再代入式 (6-a) 中解出 v ，如此可得 $m+1/2$ 時階之 u 、 v 及 h 。第二時階 ($m+1$) 之重點是將式 (6-a) 待求流速分量 u 更替為 v ，並將式 (6-b)、(6-c) 之 u 、 v 互換。由第一及第二時階可交替解出每一演算時距 Δt 中之 u 、 v 及 h 三個未知變數。

四、研究模擬區域與模擬結果

本計畫模擬區與去年度相同，由於整

合型計畫中之子計畫二提供新降雨資料，故今年度以新資料為依據，進行模擬計算。文中之研究區域為三重蘆洲區及新莊樹林區，如圖 1(a)所示，由於三重蘆洲地區及新莊樹林地帶分別由堤防線所分隔，以二重疏洪道為分界，故本研究將此兩區域分開，各自進行模擬計算。其中新莊樹林區西側山區為降雨—逕流模式模擬區，共劃分了 9 個集流核胞分區，淹水演算時以側流方式與新莊樹林區銜接；圖 1(b)為兩區域之地形等高線圖，其中並標示出重要地點之位置。本研究採用 120x 120 公尺解析度之 DTM 數值地形資料，並依每個網格之土地利用情形輸入適當之曼寧 n 值，三重蘆洲區劃分為 1199 個網格，而新莊樹林區則劃分為 2373 個網格。

在水文條件方面，本研究採用重現期距分別為 1.1 年、2 年、5 年、10 年、25 年、50 年、100 年及 200 年，降雨延時為 24 小時之八場降雨作為模擬分析之水文條件，其降雨組體圖如圖 2 所示。新莊樹林區西側山區之降雨逕流以側流方式流入淹水模擬區內，以 200 年重現期距、24 小時延時之降雨為例，其側流歷線如圖 3 所示。圖 2 及圖 3 之資料由子計畫二提供。

首先模擬不同降雨條件下之淹水情形。圖 4 為不同降雨條件之下，三重蘆洲地區之最大淹水深分布圖，由圖中可看出淹水情況隨著降雨量增加而嚴重，其中尤以三重市中山路、中正路及蘆洲市永平街、游五路等處有較嚴重之淹水。圖 5 為不同降雨條件之下，三重蘆洲地區不同地點之淹水位歷線，以縣立醫院為例，在 1.1 年重現期距之降雨下（總降雨量為 104mm），淹水深為 0.33 公尺；在 200 年重現期距之降雨下（總降雨量為 324.7mm），淹水深則達 0.86 公尺。圖 6 則為不同降雨條件之下，新莊樹林地帶之最大淹水深分布圖，圖中可看出淹水較嚴重之區域為新莊市中山路、復興路及思源路所圍繞之區域，以及新樹路沿線之區域。圖 7 為不同降雨條件之下，新莊樹林地帶不同地點之淹水位歷線，以省立醫院

為例，在 1.1 年重現期距之降雨下（總降雨量為 104mm），淹水深為 0.25 公尺；在 200 年重現期距之降雨下（總降雨量為 324.7mm），淹水深則達 0.97 公尺。

接著針對潰堤之淹水情況進行模擬。模擬區域為新莊樹林區，潰堤位置假設為大漢溪新海橋處（如圖 1(c)所示）。本研究假設兩種潰堤情形：(1)以 85 年賀伯颱風在新海橋處之大漢溪水位歷線為外水位條件（如圖 8 所示），潰堤寬度假設為一個網格寬度 120 公尺，潰堤高度由堤頂至地表；由堰流公式計算可得潰堤入流歷線（如圖 9 所示）。(2)以大漢溪 200 年頻率尖峰洪水為外水位條件，並以顏等[3]採用之瞬時潰堤入流歷線作為入流歷線之依據，潰堤寬度設定為 20 公尺，潰堤高度亦由堤頂至地表，計算所得之入流歷線如圖 9 所示。圖 10(a)及圖 10(b)分別為在賀伯颱風及 200 年頻率洪水之潰堤假設下之最大淹水深分布圖。圖 11(a)及圖 11(b)則分別為新莊樹林區在 200 年重現期距降雨加上兩種潰堤假設下之不同時間淹水分布圖，由圖中可看出在暴雨來襲時發生潰堤將發生相當嚴重之淹水情況。本研究之模擬計算可提供未來淹水潛勢及洪災評估之參考。

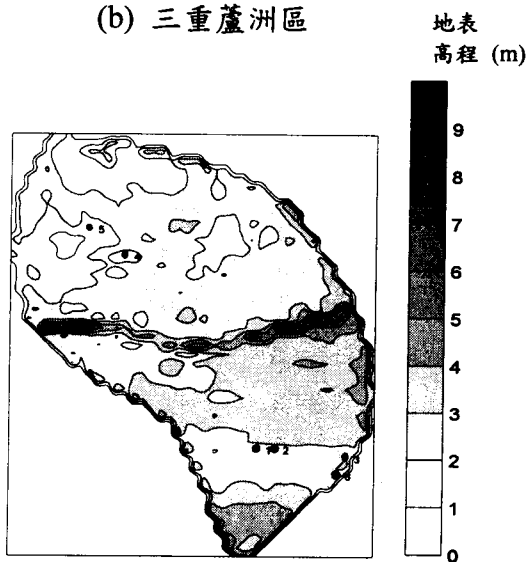
參考文獻

- [1] 許銘熙、吳富春、鄧慰先、吳啟瑞，「八掌溪北岸淹水預報模式之研究(一)」，行政院國科會研究計畫報告，1995 年。
- [2] 賴進松，「堤防潰決後二維性洪流演算模式」，國立台灣大學土木工程學研究所碩士論文，民國 75 年 6 月。
- [3] 顏清連、許銘熙、陳昶憲、賴進松，「淡水河系洪水演算模式(四)堤防潰堤洪流模式之建立」，行政院國科會研究計畫報告，1986 年。
- [4] 顏清連、許銘熙、賴進松，「洪氾區二維變量流模擬-ADE 與 SES 法之比較」，民國七十八年電子計算機於土木水利工程應用研討會，台北市，1989 年。
- [5] Mahmood, K., & V. Yevjevich, "Unsteady Flow in Open Chanel," Vol.2, Water Resources Publications, Inc., Fort Collins, Colorado, 1975.
- [6] Xanthopoulos, T. & C. Koutitas, "Numerical Simulation of a Two-Dimensional Flood Wave Propagation due to Dam Failure", Journal of Hydraulics Research, ASCE, Vol.14, 1976, pp.321-431.

(a) 模擬區域

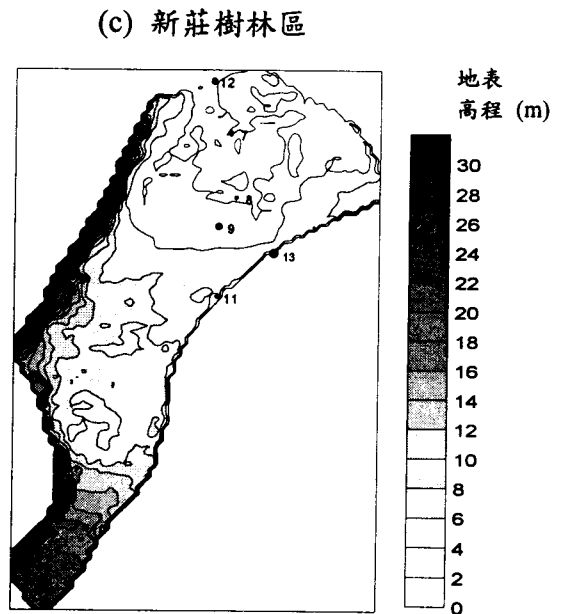


(b) 三重蘆洲區



編號	地點
1	三重市公所
2	縣立醫院
3	光興國小
4	蘆洲市公所
5	蘆洲國中
6	同安抽水站

(c) 新莊樹林區



編號	地點
7	頭前國中
8	省立醫院
9	新莊市政大樓
10	樹林車站
11	塔寮坑抽水站
12	中港大排抽水站
13	新海橋

圖 1 研究區域範圍

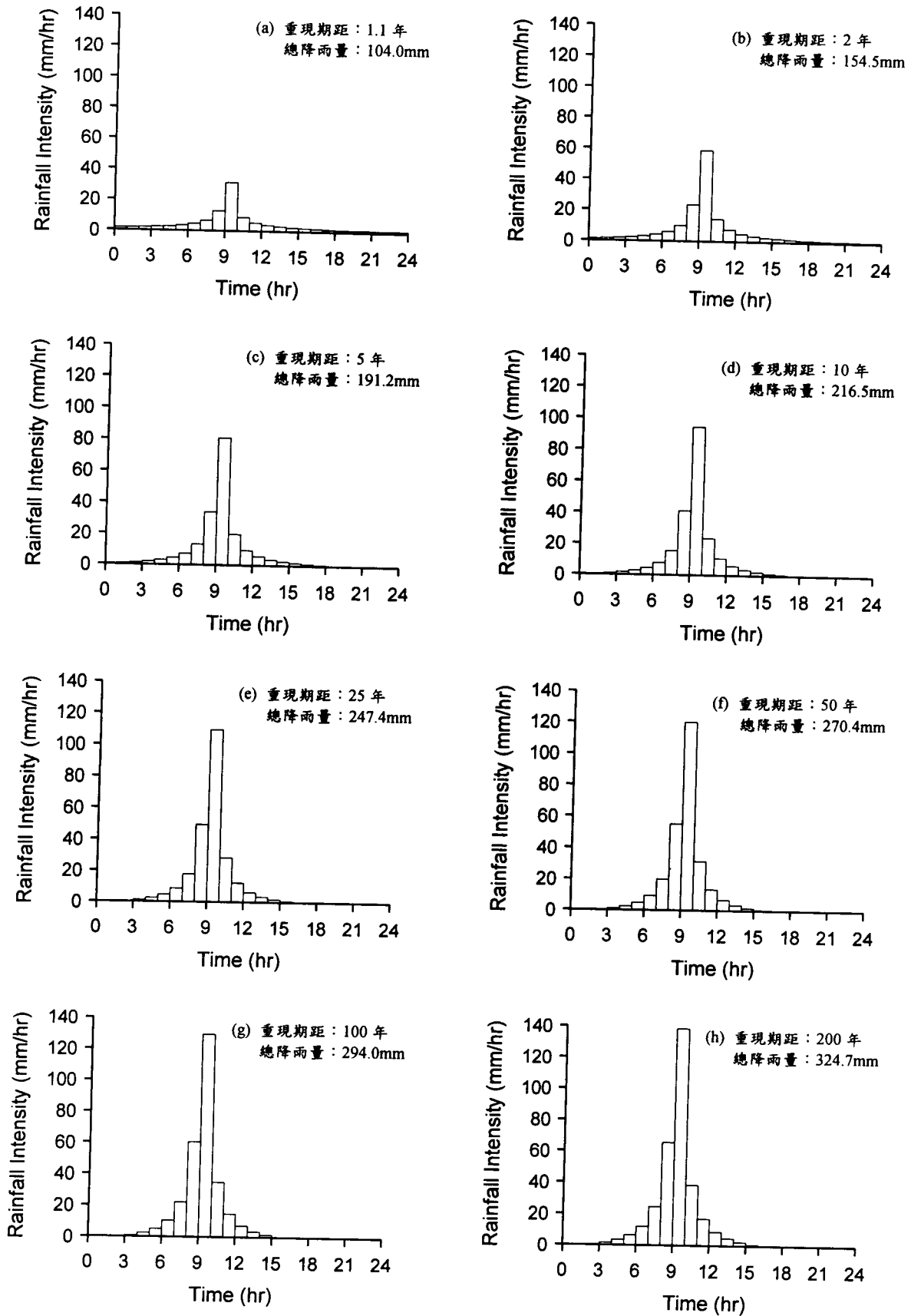


圖 2 模擬區域中不同重現期距之降雨組體圖

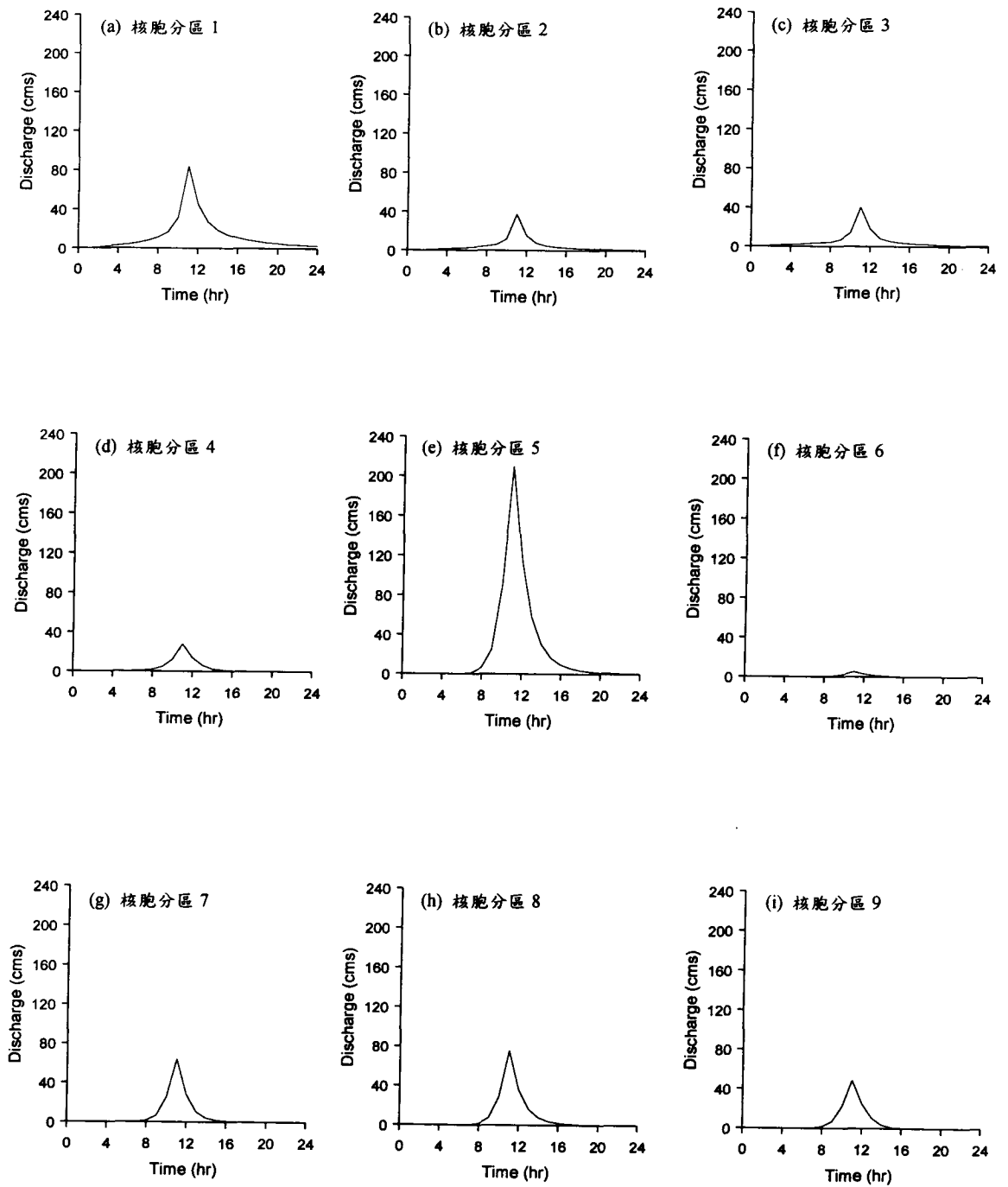


圖 3 新莊樹林地區各核胞分區之側流歷線 (200 年重現期距降雨)

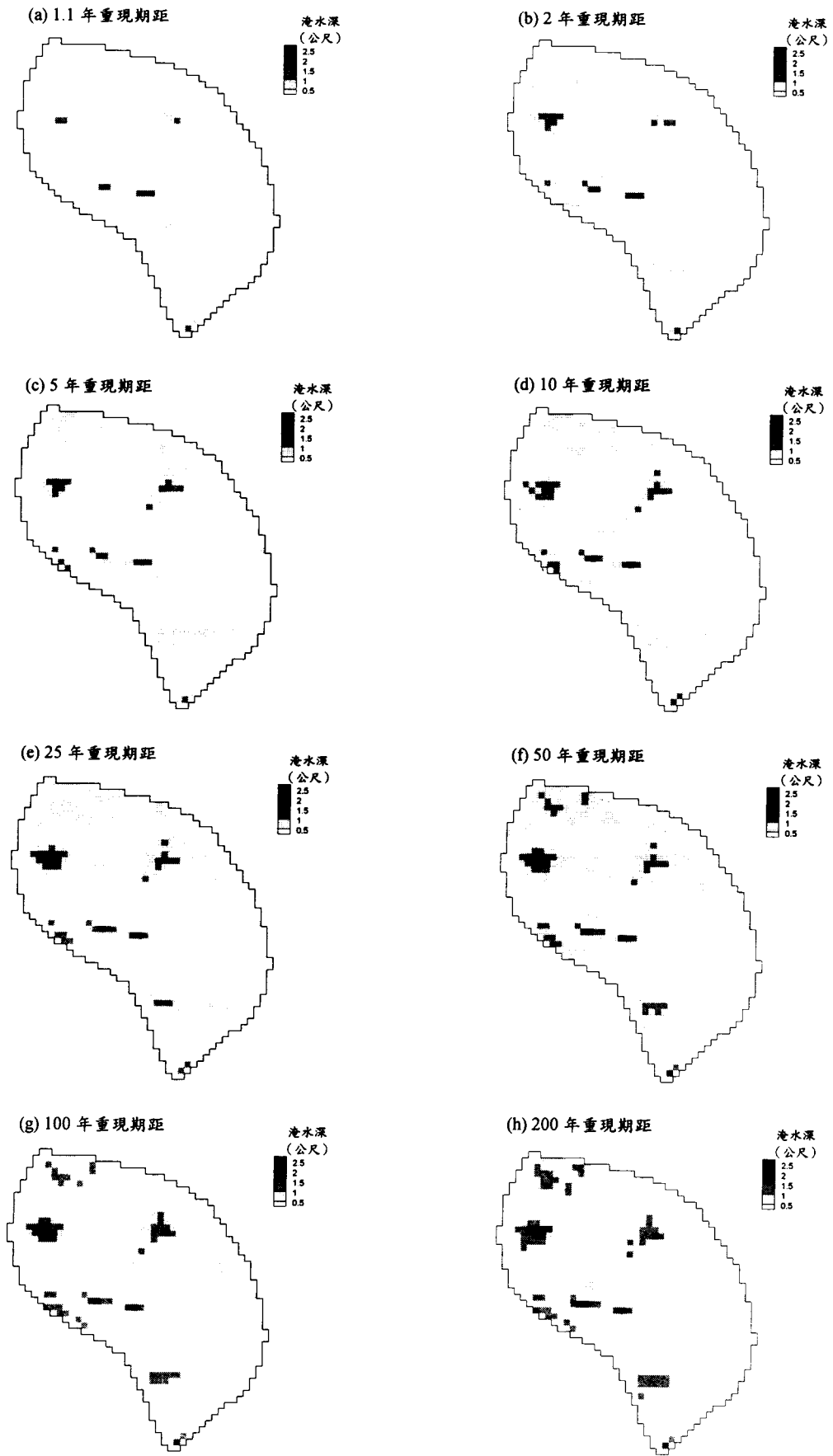


圖 4 不同重現期距降雨下，三重蘆洲地區之最大淹水深分布圖

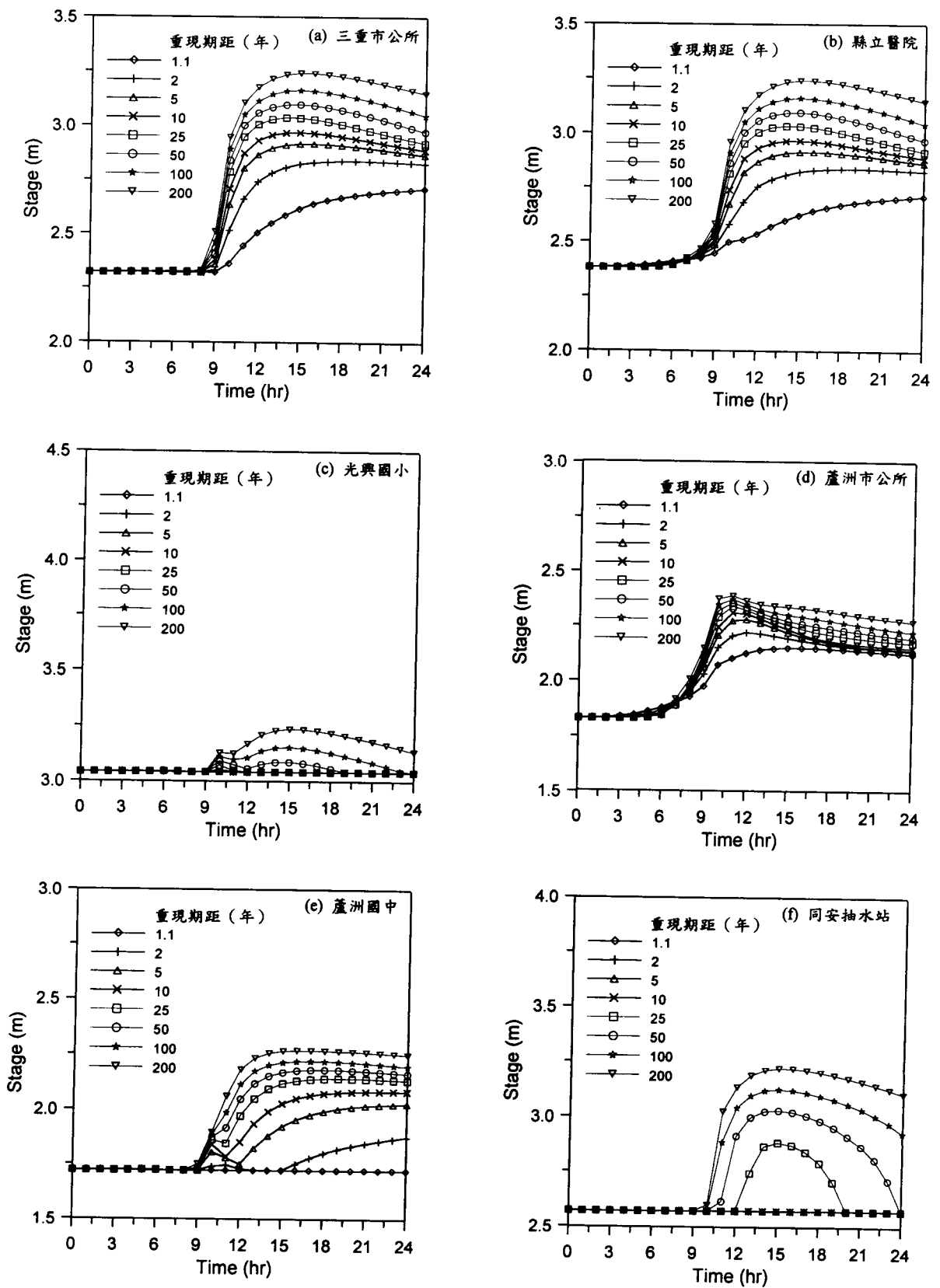


圖 5 不同重現期距降雨之下三重蘆洲地區不同地點之淹水位歷線

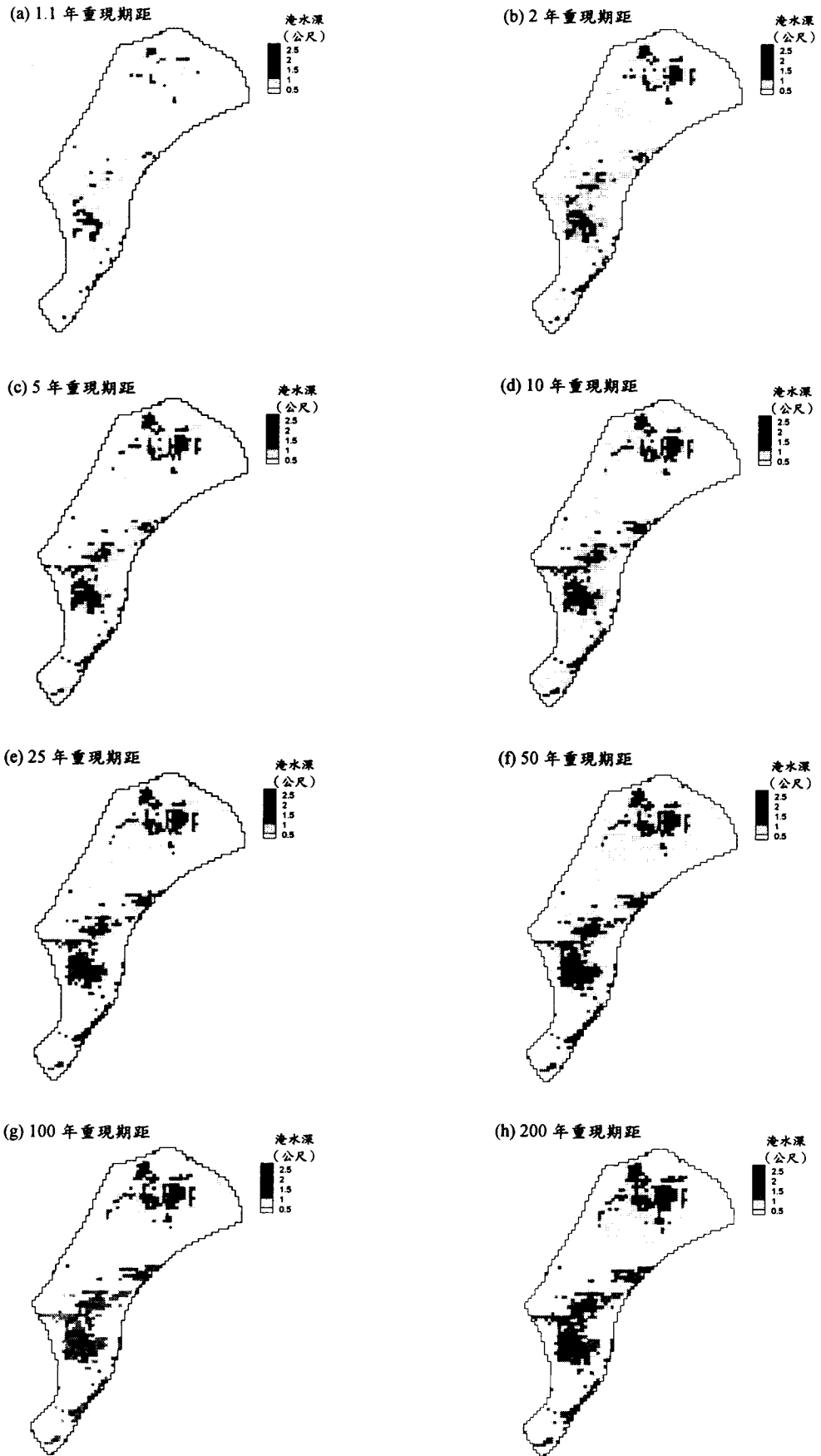


圖 6 不同重現期距降雨下，新莊樹林地區之最大淹水深分布圖

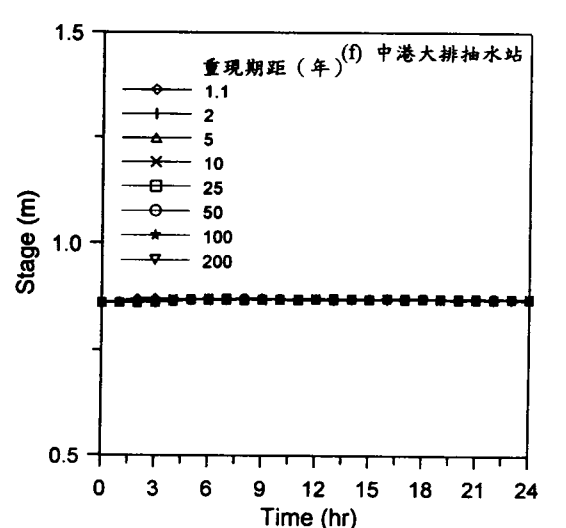
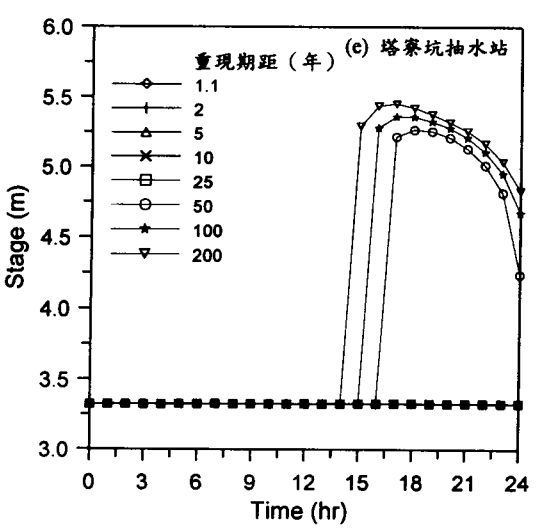
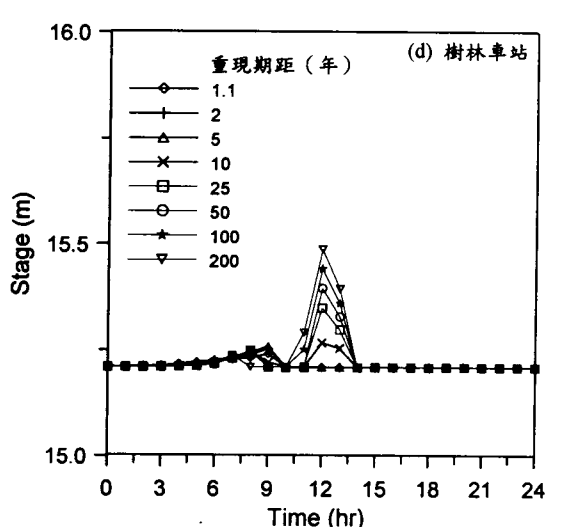
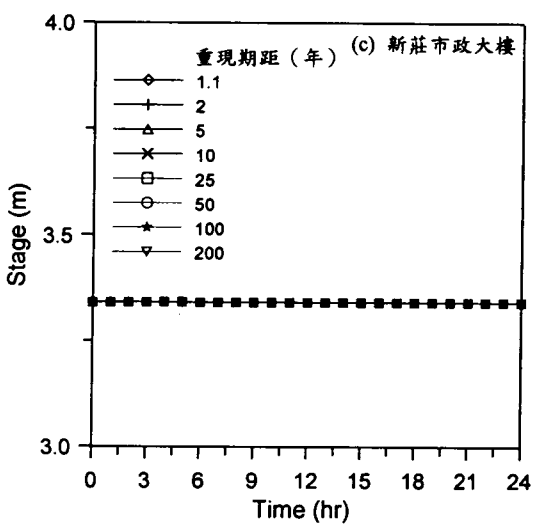
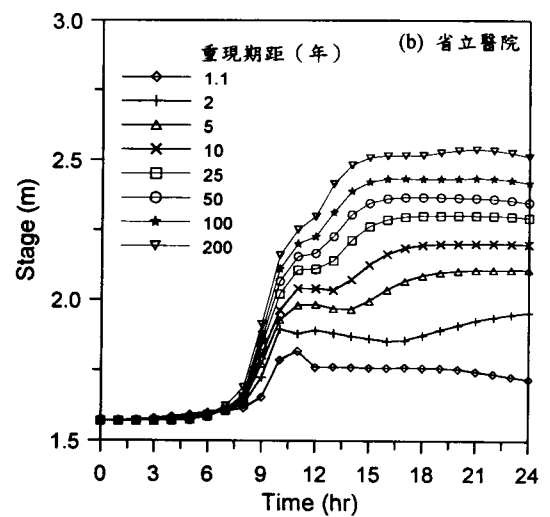
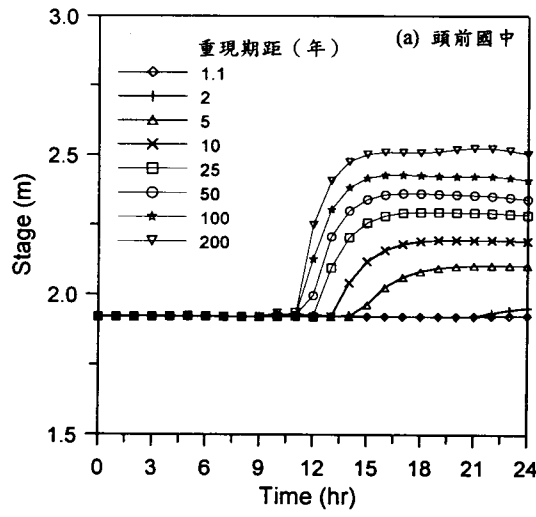


圖 7 不同重現期距降雨之下新莊樹林地區不同地點之淹水位歷線

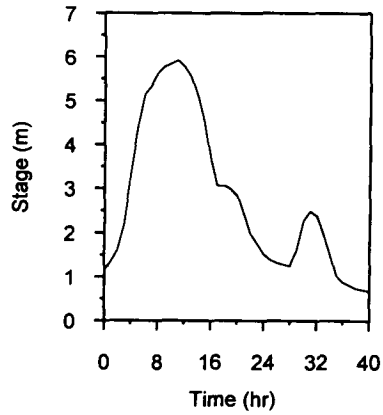


圖 8 賀伯颱風時新海橋測站之大漢溪水位歷線

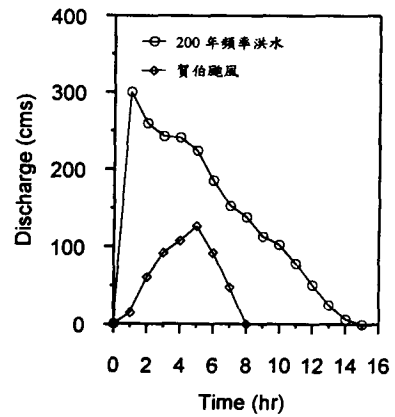
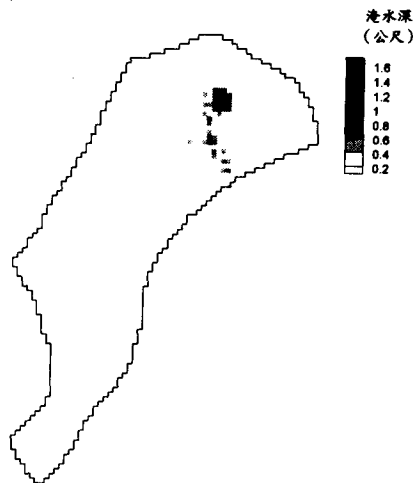


圖 9 兩種潰堤假設之入流歷線

(a) 賀伯颱風潰堤



(b) 200 年頻率洪水潰堤

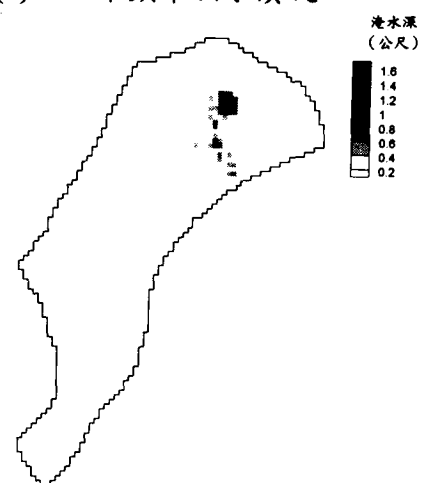
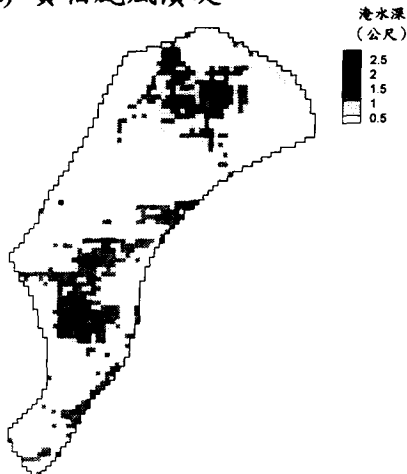


圖 10 新莊樹林地區在不同潰堤假設下之最大淹水深分布圖

(a) 賀伯颱風潰堤



(b) 200 年頻率洪水潰堤

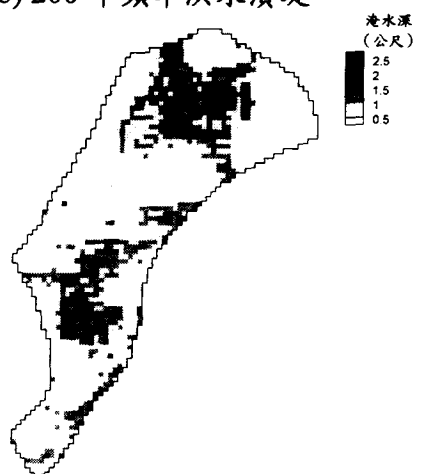


圖 11 不同潰堤假設加上 200 年重現期距降雨下，新莊樹林地區之最大淹水深分布圖

台北都會區淹水區域預測之研究(三)
—子計畫四:北投、士林、大直及內湖地區
精簡報告

計畫編號：NSC 89 - 2625 - Z - 002 - 004

執行期間：88年8月1日至89年7月31日

主持人：吳富春 助理教授

研究人員：林曜成 研究助理

執行單位：國立台灣大學農業工程學研究所

中文摘要

本研究為「台北都會區淹水區域預測之研究(三)」整合型計畫中之子計畫之一，目的在針對基隆河北岸地區進行淹水模擬做為未來台北都會區防洪規劃之依據。本年度針對北投、士林、大直與內湖區域之防洪排水體系進行淹水模擬，並配合各子計畫之研究成果進行整合。

關鍵詞：淹水、數值模擬、防洪。

Abstract

This study is a sub-project of the integrated project – Prediction of inundation for Metropolitan Taipei area. The tasks of this study are to develop a numerical model and carry out inundation simulations for northern Keelung River basin. The present study carries out inundation simulation in Pei-Tou, Shi-Lin, Da-Chi, and Nei-Hu area to complete integration with other sub-projects.

Keywords: Inundation, Numerical simulation, Flood control.

一、緣由與目的

台北都會區為一盆地地形，淡水河及其主要支流新店溪、大漢溪、基隆河匯流於盆地內，都會區內地勢由南逐漸向北降低，坡度約千分之一。由於都會區人口密

集、地勢低窪，為兼顧土地利用及人民財產之安全，政府自民國七十一年起，便開始著手進行一系列「台北地區防洪計畫」以防範水患。其中河川沿岸大都築堤束洪，並輔以下水道、抽水站之設置及其相關工程，以期能夠解決低窪地區之水患問題，並掌握洪水資訊。本研究之目的即針對基隆河北岸地區進行淹水模擬做為未來台北都會區防洪規劃之依據。今年度研究已完成在八種不同重現期距降雨條件下之淹水模擬(重現期距分別為1.1、2、5、10、25、50、100及200年，降雨延時24小時)，以了解研究區域內之淹水範圍及最大淹水深度。

二、演算模式

本研究主要模擬基隆河北岸之台北都會區因暴雨宣洩不及所造成之淹水情況。由於北投、士林、大直及內湖等四區域皆位於「台北地區防洪計畫」範圍內，在基隆河沿岸皆構築有200年重現期洪水標準之堤防，故在進行模式演算時，假設在研究範圍內之堤防不至有潰堤之情形發生。

進行模擬時，由於上游山區地高勢陡，降雨所產生之逕流量往往快速地流入下游都會區，故須先行以山區逕流模式推估上游地區之逕流量。其次由於堤防內之地勢平坦，暴雨所引起之漫地流往往會造成淹水之情況，淹水之程度亦將受到區域

內抽水站、水門操作及下水道排水系統之影響，故須將堤防內之地表漫地流、抽水站操作與下水道排水系統分別以二維漫地流淹水模式及都市雨水下水道排水模式進行模擬，再進行兩模式之結合。

2.1 山區逕流模式

山區逕流量之計算採用美國陸軍工兵團(U.S. Army, Corps of Engineers)所發展之HEC-1模式，配合山區集水區面積、形狀、坡度等地形特性及設計雨量推估之，並將山區逕流歷線作為都市雨水下水道排水模式與二維漫地流淹水模式之上游側入流邊界條件。

2.2 二維漫地流淹水模式

以二維零慣性波(Non-inertia wave)作為傳遞理論，並輔以二維交替方向顯式(ADE)差分法，可準確模擬水流在地表之流動情形，並求得研究區域內之淹水範圍及淹水深度。模式中更可納入降雨、入滲、重力排水及抽水站等功能，以考量彼此間複雜之互動情況，期能反映出實際之淹水情形。

2.3 都市雨水下水道排水模式

本研究為掌握水流在雨水下水道系統之流動狀況，故採用美國環保署(USEPA)所發展之都市暴雨經理模式(SWMM, Storm Water Management Model)模擬台北市區雨水下水道排水系統之水流情形，其中台北市區雨水下水道排水系統之管路排水容量是依五年重現期暴雨強度而設計。SWMM模式主要依據變量流理論，以一維連續方程式與動力波理論為基礎，依水流流程之特性，將模式分為地表逕流與排水幹管輸水兩大部份。其中地表逕流是指雨水降落地面後，排入各排水幹管前之水流狀況；模擬方式是經由動力波逕流演算，

計算匯入排水人孔之水流流量歷線。而幹管輸水部份則是利用疊代法求解動力波方程式，以計算各排水幹管系統之流量以及溢出人孔之水量。

2.4 模式銜接

模式銜接步驟是先以山區逕流模式推得山區逕流量及其逕流歷線；隨後再以都市雨水下水道排水模式承接前面計算所得之山區逕流量與市區降雨量，演算雨水下水道管線之水流狀況及人孔溢流量；最後以二維漫地流淹水模式計算下水道之人孔溢流及部份山區逕流所引起之地表淹水情形。

山區逕流模式所計算之上游地區逕流量部份，可透過上游側入流邊界條件之形式，代入平地淹水模式。而平地淹水模式又包含有都市雨水下水道排水與二維漫地流淹水兩大部份。為使模擬結果更能接近真實之淹水情況，首先考慮以都市雨水下水道排水模式承接上游地區之逕流量與市區降雨量；倘若有人孔溢流之情形發生，此時則將溢流部份之水量代入二維漫地流淹水模式中進行演算。此外二維漫地流淹水模式中，關於各抽水站之操作設定則是以各排水系統最終出口流量大小為依據，即當出口流量小於該站設計總抽水量時，抽水站即以出口流量操作；而當出口流量大於該站之設計總抽水量時，抽水站即以設計總抽水量操作。

三、資料整理與輸入

本研究進行基隆河北岸都會區之淹水模擬，為能符合實際之淹水流況，在資料之蒐集方面必須盡量配合真實地形、地貌、氣象及構造物等流域現況資料。

3.1 地文資料

本研究之模擬區域包括了基隆河流域北岸之北投、士林、大直與內湖四大區域，其中北投地區全區行政面積約為56.8平方

公里，地形半為山岳丘陵半為沖積平原，地勢自北向南傾斜，尤以新北投一帶之山間谷地為最；而在石牌地區，由於瀕臨基隆河，地勢較低，每遇颱風豪雨往往積水為患。轄區內之磺港溪及磺溪皆為主要排水幹道。而士林地區之行政面積約為63.9平方公里，其地勢亦呈現自北向南傾斜之傾向，同時由於市區地勢低窪而平坦，當颱風豪雨來臨時，周圍外雙溪及磺溪之溪水則無法排洩，以至於常氾濫成災。大直地區則是屬於北高南低之地形，南邊地區為基隆河沿岸，屬於地勢較低窪之地區，東邊則與內湖為交界，整個大直地區之面積約4.3平方公里。至於內湖地區則數山陵地帶，東鄰汐止，北接士林，南以基隆河與南港區及松山區為界，溪連大直，全區行政面積約為31.6平方公里。且在基隆河沿岸均建有200年重現期之堤防，研究區域圖如圖1所示。同時本研究使用GIS之資料庫管理功能，以120公尺×120公尺之數值模擬網格，將DTM之40公尺間距之高程資料統計平均後得到120公尺格網之平均高程資料即針對120公尺間距格網中9個40公尺間距之DTM資料點，各點高程經統計分析後得到算數平均高程，可做為該格網之代表高程。

3.2 降雨資料

本研究利用子計畫二所提供之雨量及雨型資料進行淹水模擬。設計雨型採用交替區塊法配合台北都會區各雨量站所推得之降雨—延時—頻率公式，計算各重現期距24小時延時之設計雨型，並將所有雨量站設計雨型依徐昇氏多邊形法求出各研究區域之平均設計雨型。

四、模擬結果與討論

本研究之模擬區域共包含了北投、士林、大直及內湖四大區域，首先以 120X120

公尺解析度之DTM數值地形資料，將此研究區域分別格網化，並依每個格網之土地利用狀況給定適當曼寧 n 值。應用上述之地形資料，並利用子計畫二所提供之降雨資料，即可進行基隆河北岸地區各重現期距之淹水模擬。本研究同時將都市雨水下水道排水系統及抽水站之運轉操作納入考量，以期使模擬結果能更真實反應此區域之淹水變化情形。以下分別針對北投、士林、大直及內湖四區探討其淹水模擬結果。

4.1 北投地區

圖2至圖9，分別代表北投地區在八種不同重現期距情況下之最大淹水深度及淹水範圍。由圖2及圖3可知，重現期距為1.1及2年時，模擬區域內並沒有大於0.5公尺水深之淹水區域產生，此時排水系統大致維持良好運作。當重現期距超過5年時，研究區域內開始出現超過1公尺淹水區域(如圖4所示)。將模擬所得之淹水深圖配合北投地區街道圖進行比較後，發現淹水區域主要分布於北投石牌路及公館路、承德路口附近，檢討積水原因則可能與臨時抽水站容量不足、下游涵管斷面過小及排水幹管無適當出口有關。當重現期距為100及200年時，模擬結果顯示淹水情況已發展為全面性，其中以洲美及關渡平原地區最嚴重，如圖8及9所示。此時有相當大面積淹水地區之淹水深度超過0.5公尺，淹水情況較嚴重之區域其淹水深可達1-2公尺，主要集中於石牌路及公館路、承德路口附近。另一方面，將淹水深圖與台北市政府所調查之歷次實際淹水範圍相比較之後，發現兩者之淹水範圍趨勢相當一致；表示模式演算確能反映出實際之淹水狀況。各重現期距之最大淹水深度及面積統計如表1所示。

4.2 士林地區

士林地區在四種不同降雨強度情況下之模擬最大淹水深度及淹水範圍分別如圖 10 至圖 176 所示。當重現期距為 1.1 及 2 年時，由圖 10 及圖 11 可知，模擬區域內之最大淹水深度皆小於 0.5 公尺。當增加至 25 年時，模擬結果顯示，研究區域內開始出現較嚴重之淹水情形，部份地區之淹水深度超過 1 公尺(如圖 14 所示)，主要分布於士林前街、至誠路及後港里地區一帶。重現期距增至 200 年時，研究區域內淹水範圍及淹水深度亦隨之擴大(如圖 17 所示)，發現淹水範圍持續向四周蔓延擴大，中山北路一帶亦有淹水情形發生，且因淹水深高達 1-2 公尺，為淹水較為嚴重之區域。整體而言，研究區域內之淹水情形隨重現期距之增加而更形嚴重。

將淹水模擬結果與士林地區過去之淹水紀錄進行比對，可發現兩者之淹水範圍趨勢相當吻合：士林前街、後港里及中山北路、至誠路等地為本區域內最易產生洪患之處。研判積水原因則主要分別為上游集水區域過大、地勢低窪及抽水機容量不足所導致。各重現期距之最大淹水深度及面積統計如表 2 所示。

4.3 大直地區

大直地區各重現期距之淹水模擬結果如圖 18 至 25 所示。圖 18 與圖 19 顯示，當重現期距為 1.1 及 2 年時，大直地區淹水情況皆在 0.5 公尺以下，排水情況仍然良好。當重現期距增至 10 年時，大直橋下、大直街及北安路附近開始出現超過 0.5 公尺之淹水深，部分地區超過 1 公尺。隨著重現期距之增加，淹水範圍也逐漸擴大，明水路上及北安路部分路段有超過 0.5 公尺之淹水深。當重現期距增至 200 年，淹水情況演變為全面性，推測其原因為排水幹線容量不足，導致大雨時排水不及而產生淹水之情形。各重現期距之最大淹水深

度及面積統計如表 3 所示。

4.4 內湖地區

內湖地區各不同重現期距之淹水模擬結果如圖 26 至圖 33 所示(圖中框線處為大湖)。圖 26 及圖 27 顯示，重現期距為 1.1 及 2 年時，研究區域內之淹水深皆在 0.5 公尺以下。重現期距為 5、10 及 25 年時，南湖大橋附近區域開始出現淹水之情況(圖 28~30)，部份地區甚至出現有 3 公尺以上之積水深度，情況十分嚴重。推估原因則是由於此處尚無堤防保護，當暴雨來襲河川水位高漲，即湧入此一地區，造成災害。重現期距增至 50 年時，研究區域內淹水面積迅速增加，除了上述南湖大橋附近之區域外，內湖路三段附近亦因地勢低窪，加上鄰近成功路排水幹線不敷需求，而出現有 0.5-1 公尺不等之淹水深度(如圖 31 所示)。重現期距為 100 及 200 年時模擬結果之淹水區域如圖 32 及圖 33 所示，其淹水範圍持續擴大。靠近南湖大橋之康寧路 2 段淹水深度已超過 2 公尺，另外若干地勢較低窪之地區，如江南街、成功路等亦發生淹水情況，淹水深度達 1 公尺以上。由此可知研究區域內之淹水情形隨重現期距之增加而更形嚴重。內湖地區實際容易發生水患之區域與模擬之結果相當吻合。各重現期距之最大淹水深度及面積統計如表 4 所示。

五、結論與建議

5.1 結論

1. 本研究結合山區逕流模式、都市雨水下水道排水模式及二維漫地流淹水模式，針對基隆河北岸之北投、士林、大直及內湖地區進行淹水模擬。
2. 本研究今年度已完成八種不同降雨強度(重現期距分別為 1.1、2、5、10、25、

50、100 及 200 年)，降雨延時為 24 小時條件下之淹水模擬，以推估在各種降雨條件下研究區域內之淹水範圍及最大淹水深度。

3. 模擬結果顯示淹水深度隨重現期距之增加而增大。模擬結果與實測之淹水範圍相比較，發現兩者之淹水趨勢相當一致。
4. 模擬結果顯示北投地區之淹水範圍主要集中於石牌路及公館路、承德路口並擴及至洲美及關渡平原地區。而士林地區則分布於士林前街、中山北路、至誠路及後港里地區。大直地區則是以大直街和北安路為較嚴重之地區。至於內湖地區則以南湖大橋附近之區域為淹水最嚴重之區域，其餘地勢低窪之地區，如內湖路三段、成功路及江南街等，亦為淹水較嚴重之區域。

5.2 建議

本計畫為「台北都會區淹水區域之研究」整合型計畫之子計畫四，整合型計畫以都會區淹水預測為主題，未來可結合國科會永續會在氣象方面規劃之颱風統計預測方法研究群及經濟部水利處正進行之河川洪水預報系統更新作業，整合相關研究計畫，以模擬及預測各種降雨之市區淹水情況，使低窪地區之居民及行政機關得先了解情況提早防範並提出應變措施。

參考文獻

- [1] 許銘熙、吳富春、鄧慰先等，「八掌河流域北岸洪水與淹水預報模式之研究(一)」，行政院國科會，台北市，民國 84 年 8 月。
- [2] 許銘熙、吳富春、鄧慰先等，「八掌河流域北岸洪水與淹水預報模式之研究(二)」，行政院國科會，台北市，民國 85 年 8 月。
- [3] 吳富春、鄭武慎，「台北都會區淹水區域預測

之研究(一)」，子計畫四：河川沿岸低窪地淹水模式之研究」，行政院國科會，台北市，民國 87 年 7 月。

- [4] 吳富春、鄭武慎，「台北都會區淹水區域預測之研究(二)」，子計畫四：河川沿岸低窪地淹水模式之研究」，行政院國科會，台北市，民國 88 年 7 月。

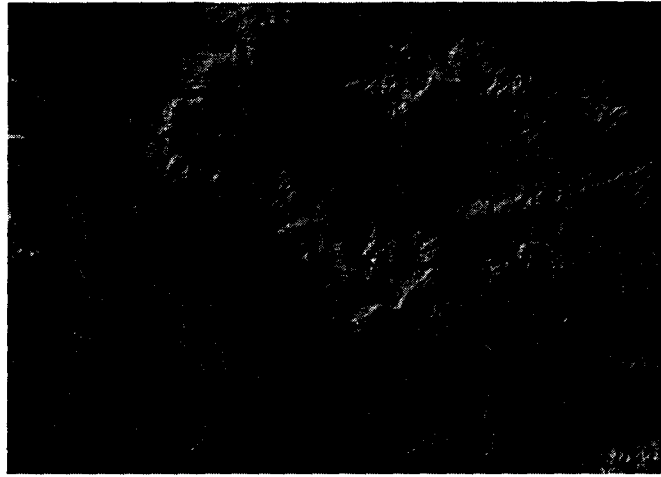


圖 1 研究區域圖

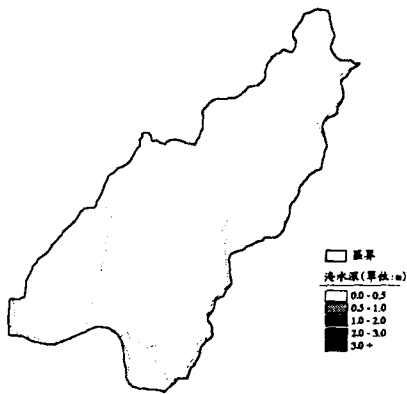


圖 2 北投地區模擬重現期距 1.1 年降雨之最大淹水深圖

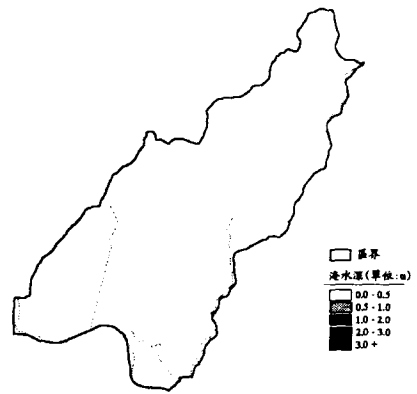


圖 3 北投地區模擬重現期距 2 年降雨之最大淹水深圖

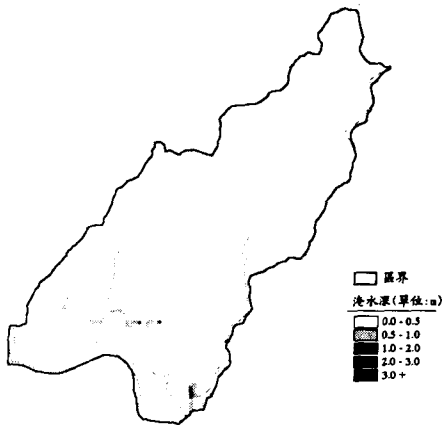


圖 4 北投地區模擬重現期距 5 年降雨之最大淹水深圖

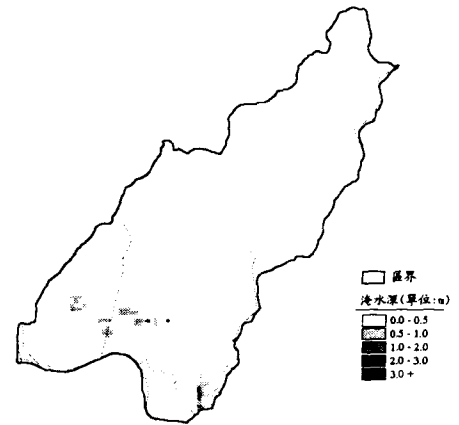


圖 5 北投地區模擬重現期距 10 年降雨之最大淹水深圖

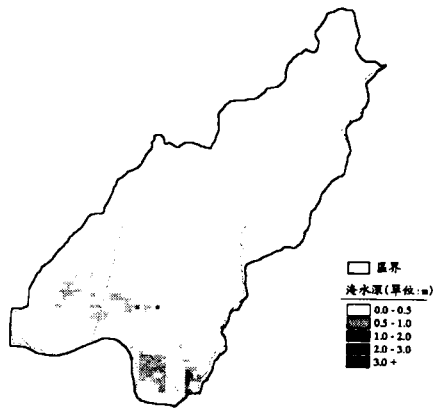


圖 6 北投地區模擬重現期距 25 年降雨之最大淹水深圖

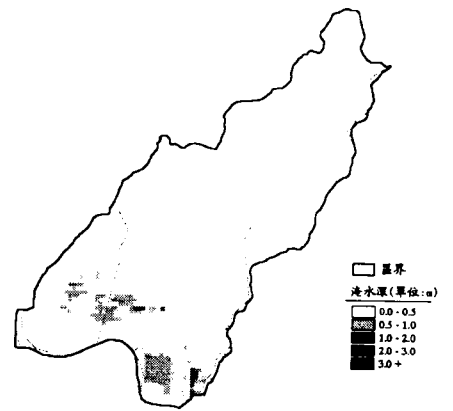


圖 7 北投地區模擬重現期距 50 年降雨之最大淹水深圖

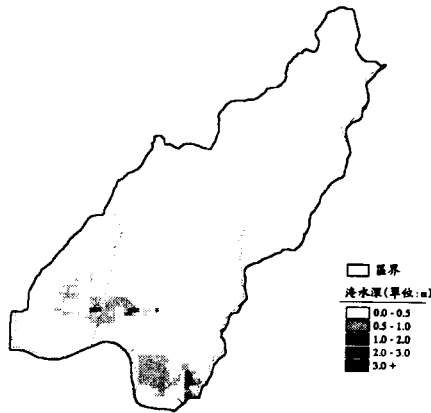


圖 8 北投地區模擬重現期距 100 年降雨之最大淹水深圖

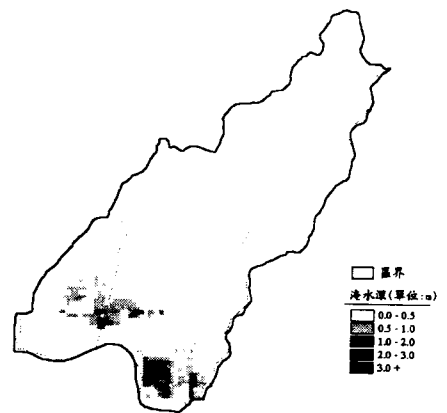


圖 9 北投地區模擬重現期距 200 年降雨之最大淹水深圖

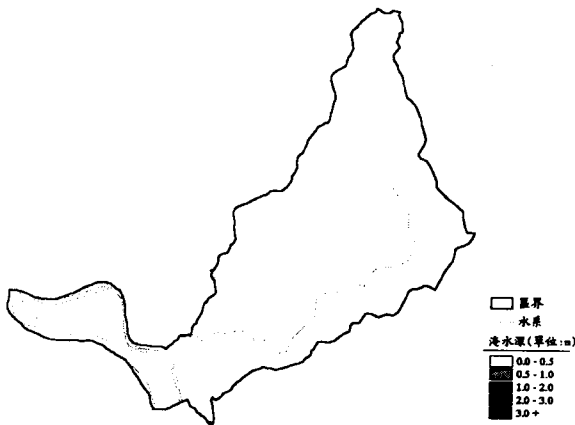


圖 10 士林地區模擬重現期距 1.1 年降雨之最大淹水深圖

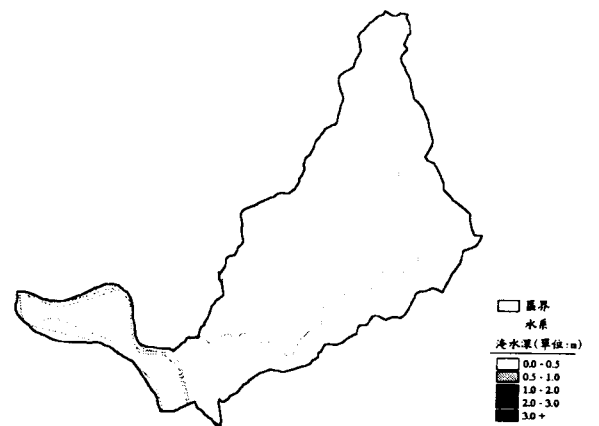


圖 11 士林地區模擬重現期距 2 年降雨之最大淹水深圖

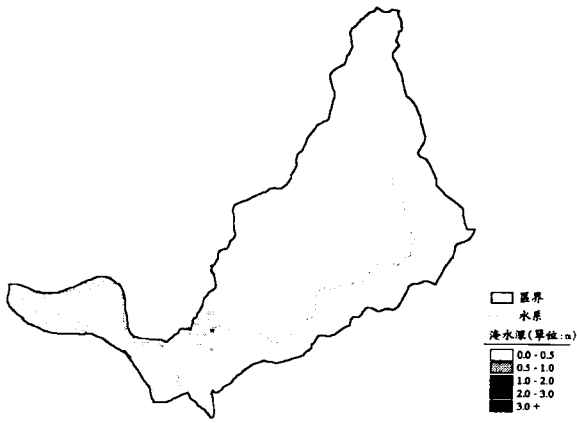


圖 12 士林地區模擬重現期距 5 年降雨之最大淹水深圖

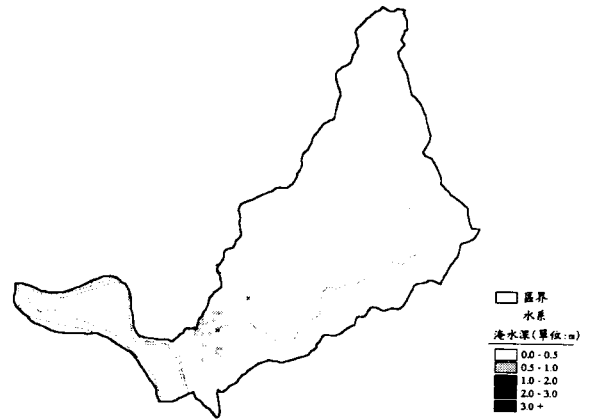


圖 13 士林地區模擬重現期距 10 年降雨之最大淹水深圖

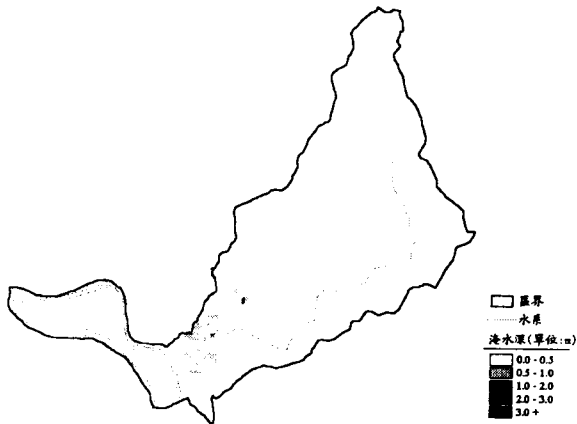


圖 14 士林地區模擬重現期距 25 年降雨之最大淹水深圖

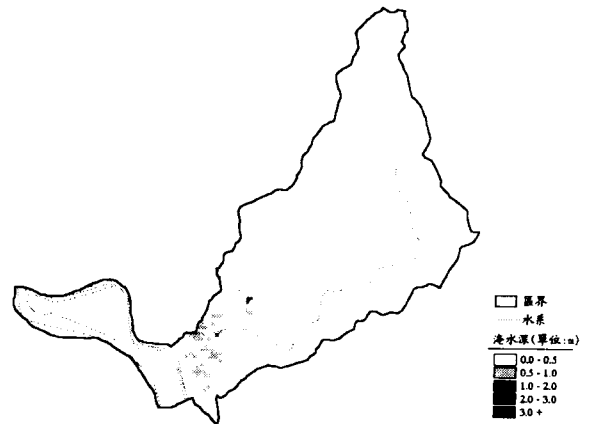


圖 15 士林地區模擬重現期距 50 年降雨之最大淹水深圖

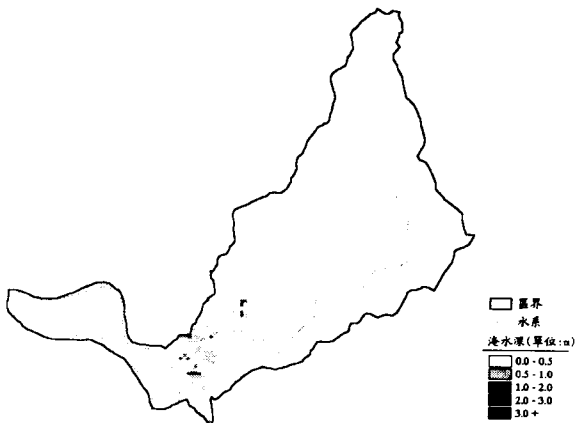


圖 16 士林地區模擬重現期距 100 年降雨之最大淹水深圖

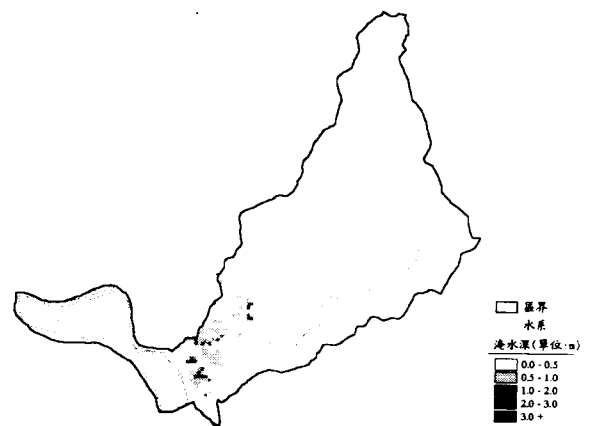
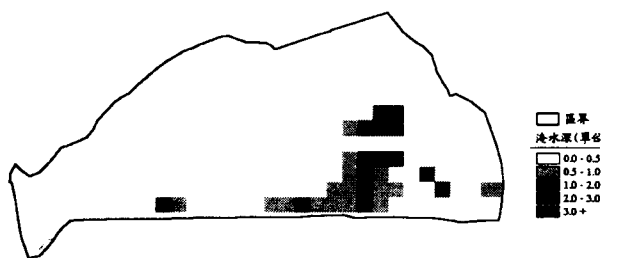
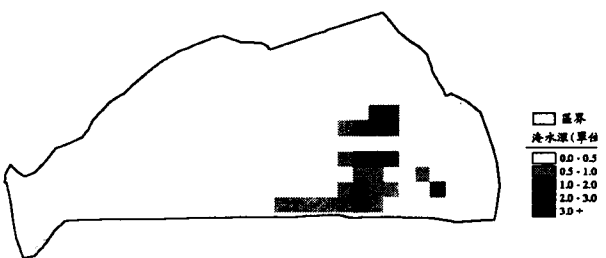
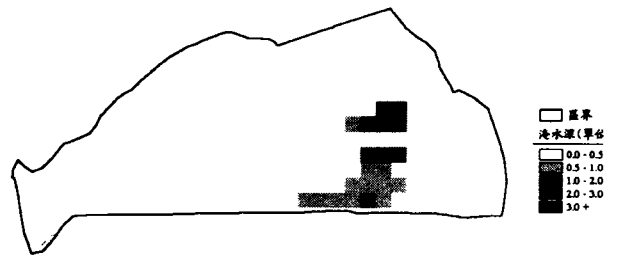
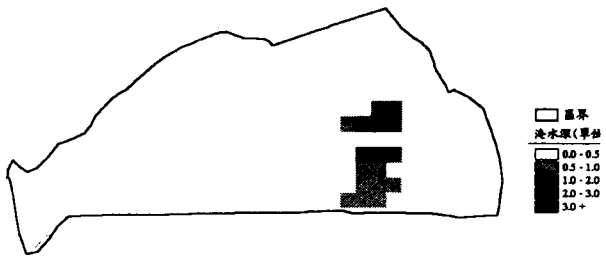
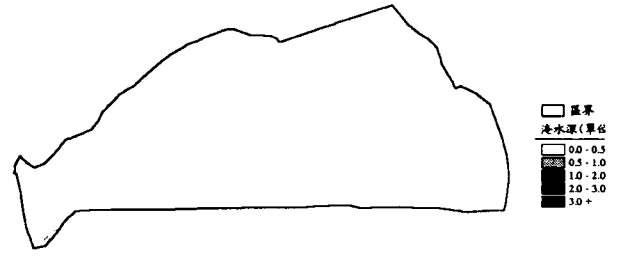
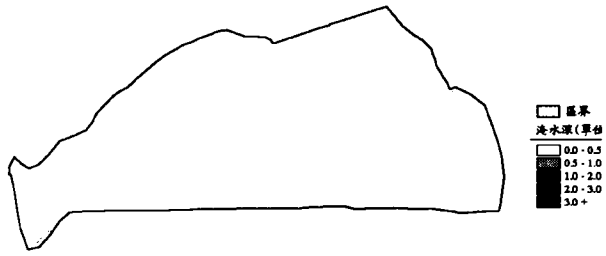


圖 17 士林地區模擬重現期距 200 年降雨之最大淹水深圖



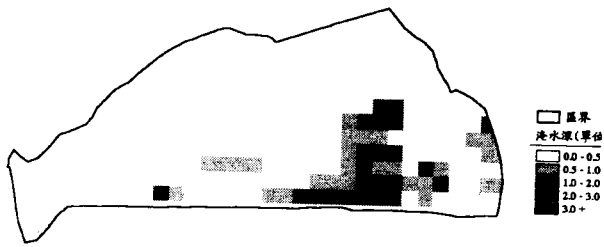


圖 24 大直地區模擬重現期距 100 年降雨之最大淹水深圖



圖 25 大直地區模擬重現期距 200 年降雨之最大淹水深圖

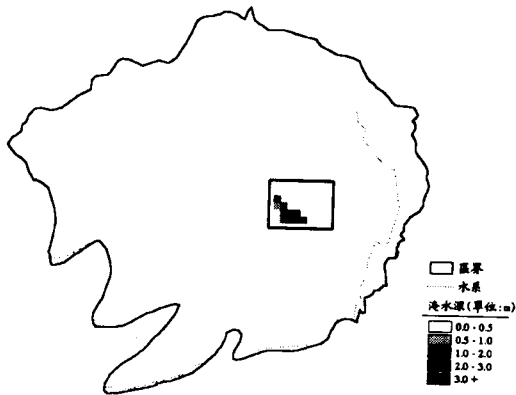


圖 26 內湖地區模擬重現期距 1.1 年降雨之最大淹水深圖

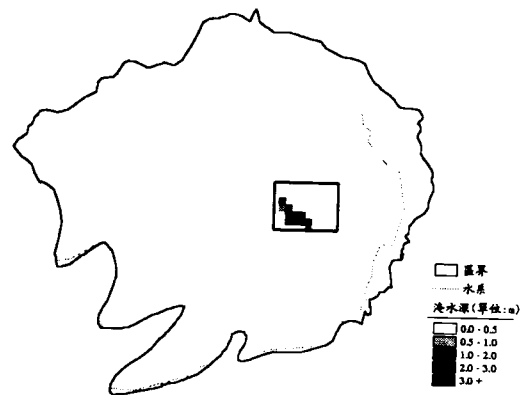


圖 27 內湖地區模擬重現期距 2 年降雨之最大淹水深圖

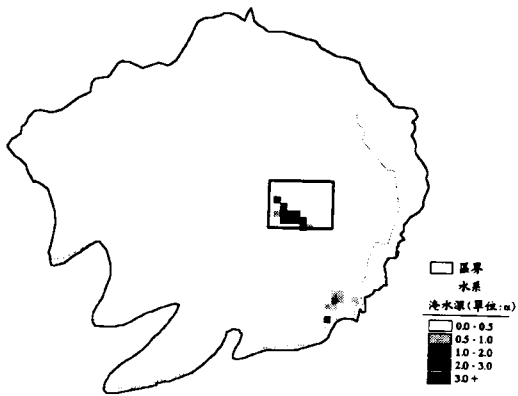


圖 28 內湖地區模擬重現期距 5 年降雨之最大淹水深圖

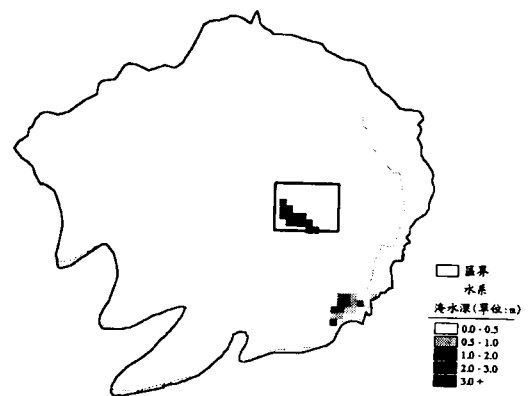


圖 29 內湖地區模擬重現期距 10 年降雨之最大淹水深圖

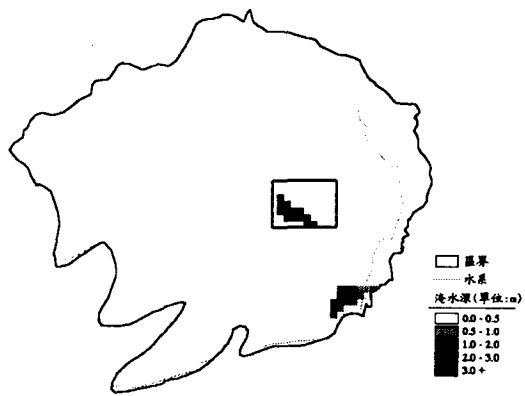


圖 30 內湖地區模擬重現期距 25 年降雨之最大淹水深圖

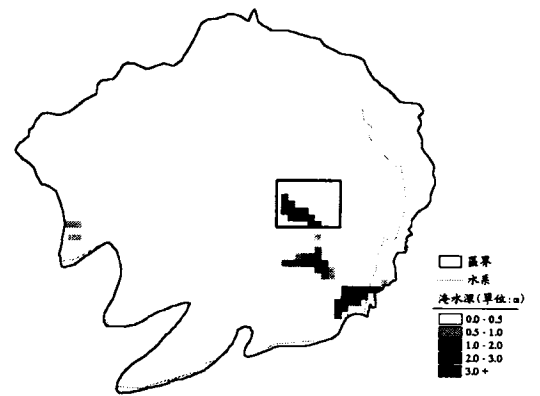


圖 31 內湖地區模擬重現期距 50 年降雨之最大淹水深圖

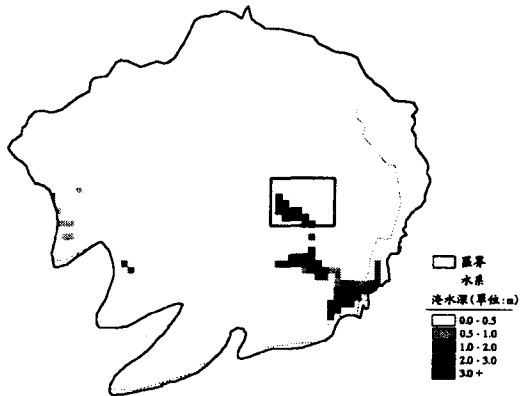


圖 32 內湖地區模擬重現期距 100 年降雨之最大淹水深圖

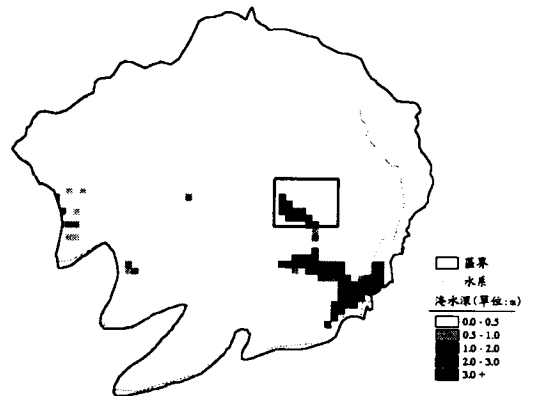


圖 33 內湖地區模擬重現期距 200 年降雨之最大淹水深圖

表 1 北投地區模擬各重現期距淹水面積統計表

(單位：平方公里)

淹水面積 重現期距	淹水深度 d (公尺)				
	0.0<d<0.5	0.5<d<1.0	1.0<d<2.0	2.0<d<3.0	d>3.0
1.1 年	15.49	0.00	0.00	0.00	0.00
2 年	15.49	0.00	0.00	0.00	0.00
5 年	14.92	0.50	0.07	0.00	0.00
10 年	14.59	0.79	0.12	0.00	0.00
25 年	13.45	1.93	0.12	0.00	0.00
50 年	12.92	2.39	0.19	0.00	0.00
100 年	12.51	2.15	0.84	0.00	0.00
200 年	12.02	2.28	1.20	0.00	0.00

表 2 士林地區模擬各重現期距淹水面積統計表

(單位：平方公里)

淹水面積 重現期距	淹水深度 d (公尺)				
	0.0<d<0.5	0.5<d<1.0	1.0<d<2.0	2.0<d<3.0	d>3.0
1.1 年	7.76	0.00	0.00	0.00	0.00
2 年	7.76	0.00	0.00	0.00	0.00
5 年	7.47	0.27	0.01	0.00	0.00
10 年	7.36	0.37	0.03	0.00	0.00
25 年	7.13	0.59	0.04	0.00	0.00
50 年	6.87	0.84	0.04	0.01	0.00
100 年	6.72	0.79	0.23	0.01	0.00
200 年	6.34	1.05	0.36	0.01	0.00

表 3 大直地區模擬各重現期距淹水面積統計表

(單位：平方公里)

淹水面積 重現期距	淹水深度 d (公尺)				
	0.0<d<0.5	0.5<d<1.0	1.0<d<2.0	2.0<d<3.0	d>3.0
1.1 年	2.97	0.00	0.00	0.00	0.00
2 年	2.97	0.00	0.00	0.00	0.00
5 年	2.71	0.14	0.12	0.00	0.00
10 年	2.65	0.17	0.14	0.00	0.00
25 年	2.59	0.20	0.17	0.00	0.00
50 年	2.51	0.22	0.24	0.00	0.00
100 年	2.25	0.39	0.32	0.01	0.00
200 年	2.02	0.45	0.46	0.04	0.00

表 4 內湖地區模擬各重現期距淹水面積統計表

(單位：平方公里)

淹水面積 重現期距	淹水深度 d (公尺)				
	0.0<d<0.5	0.5<d<1.0	1.0<d<2.0	2.0<d<3.0	d>3.0
1.1 年	13.08	0.01	0.01	0.01	0.10
2 年	13.06	0.01	0.01	0.00	0.13
5 年	12.92	0.13	0.01	0.00	0.16
10 年	12.82	0.10	0.09	0.06	0.16
25 年	12.79	0.01	0.20	0.01	0.20
50 年	12.44	0.14	0.20	0.17	0.26
100 年	12.20	0.17	0.24	0.13	0.48
200 年	11.91	0.19	0.24	0.20	0.68

台北都會區淹水區域預測之研究 (三)
—子計畫五：台北市中央、汐止、五堵及新店研究區域
精簡報告

計畫編號： NSC 89-2625-Z-002-005
執行期限： 88年8月1日至89年7月31日
主持人： 許銘熙教授
執行單位： 國立台灣大學農業工程學研究所

中文摘要

本研究屬於「台北都會區淹水區域預測之研究」整合型計畫中子計畫五「抽水站與閘門操作對都會區淹水影響之研究」全程三年計畫之第三年計畫，本年度研究區域擴大為台北中央區、台北縣新店市及汐止五堵地區，並完成瑞伯颱風與不同重現期降雨條件在各種不同閘門與抽水站操作方式下之淹水模擬。

本研究以台北中央區(含台北市原市區、南港區及文山區)、台北縣新店市及汐止五堵地區為研究對象，在將降雨及流量資料輸入後，配合地文資料與抽水站及閘門之操作情況進行地表淹水與雨水下水道之模擬演算，以 87 年 10 月發生之瑞伯颱風作為模式驗證之依據，並完成進行 5 年、10 年、25 年、50 年、100 年及 200 年單日重現期降雨條件條件下之三種不同抽水站與閘門操作情況下之地表淹水模擬，包括 (1)所有抽水站與疏散閘門均正常操作，(2)新生、雙園及撫遠抽水站無法正常操作，(3)淡水河三號、基隆河四號及基隆河九號疏散閘門未及時關閉等三種情況，研究結果顯示出本模式具有良好之精度，並可提供水利相關單位研擬水災防救措施。

關鍵詞：抽水站、閘門、雨水下水道系統、地表淹水。

Abstract

This is a third year study result of project

5 "The Influence of Pumping-Station and Flood-Gate Operations on Regional Inundation of Metropolitan Area" for the three-year term integrated project "A Study on Regional Inundation Forecast of Taipei Metropolitan Area." The study area is enlarged in the third year study and contains the Central District, Hsien-Ten city and Shi-Ji city. The urban inundation model is applied to simulate the surface inundation in the study area for the Typhoon Zeb event and under the 24-hour design rainfalls of different return periods with the operation of pumping stations and flood-gates.

The study area located in the heart of Metropolis Taipei is selected as the study area, which includes Taipei Downtown, Hsien-Tehn city and Shi-Ji city of Taipei County. The rainfall data, geographic features, capacity of pumping station and flood gate operations are input for numerical simulations. The Typhoon Zeb event occurred in Oct 1998 is used for model verification. The urban inundation model is applied to simulate the surface inundation in the study area under the 24-hour design rainfalls of 5-, 10-, 25-, 50-, 100-, and 200-yr return periods. Three sets of scenario simulation including (1) all of the pumping stations and flood gates are in the condition of normal operation, (2) Shinshan, Shunyuan, and Foyuan pumping stations fail

to operate, (3) Tansui No. 3, Keelung No. 4, and No. 9 floodgates cannot be turned off in time. The results are compared to be in good accuracy and assist the authorities concerned in proposing strategies for flood hazard mitigation plans.

Keywords: Pumping-station, Flood-gate, Sewer system, Surface inundation.

一、前言

台灣河川坡陡水急，集流時間短，下游多為平原，且由於夏秋兩季，受颱風及西南氣流之影響，常有颱風雨或暴雨，造成河川中下游地區嚴重之水患，故如何做好洪水災害防治工作實為水利工程相關研究之重要課題。

台北都會區為一盆地地形，外圍山區環繞縣市境，佔全縣市面積約二分之一，內部盆地背山臨河，地勢低窪，故盆地內之淡水河系由外向內呈放射狀走向。「台北地區防洪計畫」自民國七十一年實施至今，雖已大部份完成，但由於部份抽水站及相關兩水下水道排水工程仍在進行，並未能完全發揮原先設計功能。

本研究計畫屬於「台北都會區淹水區域預測之研究(三)」整合型計畫之子計畫五，本研究第三年計畫增加都市下水道排水系統對淹水之影響，研究區域並擴大為台北中央區、台北縣新店市及最近飽受淹水之苦之汐止、五堵區。目前已完成瑞伯颱風與 5 年、10 年、25 年、50 年、100 年及 200 年重現期降雨條件在各種不同閘門與抽水站操作方式下之淹水模擬，並加強各子計畫間資料之整合，達成總計畫所規劃之研究目標。

二、演算模式

本研究主要在模擬台北都會區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、下游台北盆地地

區，故使用山區逕流模式計算上游地區逕流量。中、下游之台北都會盆地，假設若降雨量在不大於堤防設計保護標準條件下，堤防均不會有潰決之情形發生。本子計畫負責進行台北市中央區、新店區及汐止五堵區之淹水模擬。

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、閘門操作及兩水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。另外，在考慮閘門操作對都會區淹水範圍之影響時，需要再考量河川內同一時刻外水位之互動關係，故加入一維河系變量流演算在模式中。

1. 一維河系變量流模式

河川之洪流演算係採用一維渠道變量流之動力波傳遞理論為依據，即利用迪聖凡納氏 (de Saint Venant) 所導出之變量流方程式來描述河川中水流之動態：

$$\begin{aligned} \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial X} - q_n + q_n &= 0 \\ \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial X} \left(\frac{Q^2}{A} \right) - gA(S_0 - \frac{\partial Y}{\partial X} - S_f) \\ - q_{n1}V_1 + q_{n2} \left(\frac{Q}{A} \right) &= 0 \end{aligned}$$

式中， A 為河川通水斷面積， Q 為河川流量， q_n 表單位河川長度之側入流量， q_n 為單位堤防長度之溢頂流量， t 為時間座標， X 表沿水流方向之距離座標， S_0 為河川底床坡度， Y 為河川之水深， S_f 為摩擦坡度， R 為水力半徑， n 為河床之曼寧糙度係數， V_1 為河川側流平均流速在水流方向之分量。

2. 二維漫地流淹水模式

對於一般之漫地流而言，變量流方程式中加速項之大小級次 (order of magnitude) 通常遠小於重力項或摩擦項。假設洪水歷線上升平緩，且忽略科氏力、風力及加速項之影響，則地表漫地流況可用二維零慣性模式予以描述，其控制方程式可簡化如下：

$$\frac{\partial d}{\partial t} + \frac{\partial(ud)}{\partial x} + \frac{\partial(vd)}{\partial y} = q$$

$$-\frac{\partial h}{\partial x} = u \left[\frac{n_x^2 |u|}{d^{4/3}} + \frac{q}{dg} \right]$$

$$-\frac{\partial h}{\partial y} = v \left[\frac{n_y^2 |v|}{d^{4/3}} + \frac{q}{dg} \right]$$

式中， x, y 表示模擬地模擬區標示之迪卡兒空間座標， t 為時間座標， d 為模擬區地表水深， u, v 分別為沿 x, y 方向之平均流速， n_x 為沿 x 方向之曼寧糙度值， n_y 為沿 y 方向之曼寧糙度值， $h (d+z)$ 為地表水位， z 為地表高程， g 為重力加速度， q 為有效降雨強度。

3. 都會區雨水下水道模式

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五年重現期暴雨強度設計。本研究為掌握水流在雨水下水道系統之流動狀況，採用美國環保署所發展之都市暴雨經理模式(SWMM, Storm Water Management Model) 來模擬台北市區雨水下水道排水系統之水流情形。

4. 山區逕流模式

山區逕流量計算採用美國陸軍工兵團所發展之 HEC-1 模式，配合山區集水區面積、形狀、坡度等地形特性及設計降雨量推估之，並將山區逕流歷線作為都市雨水下水道排水模式與二維漫地流淹水模式之上游側入流邊界條件。

5. 地表漫地流出口與河川之匯流

本研究為使模擬結果更接近於實際淹水狀況，考慮了地表排水出口流量受河川外水位與抽水站和閘門操作之影響，並結合一維河系變量流與二維漫地流淹水模式，以探討河川洪水與地表淹水之間之相互關係。

6. 模式之銜接

在模式銜接之流程上，台北市中央區係以山區逕流模式先行演算山區逕流量，求得山區逕流歷線，其次以都市雨水下水道排水模式接納山區逕流量及市區降雨量，再演算雨水下水道管線之水流狀況及人孔溢流量；最後，以二維漫地流淹水模

式計算下水道管線之人孔溢流及部份山區逕流所引起之地表淹水情形；台北縣新店區及汐止五堵地區係以山區逕流模式先行演算山區逕流量，求得山區逕流歷線；其次以二維漫地流淹水模式計算山區逕流所引起之地表淹水情形。

三、資料之整理與輸入

1. 模擬區域

本研究以台北市中央區(含台北市原市區、南港區及文山區)、台北縣新店區及汐止五堵區為研究對象。台北市中央區研究範圍面積共約 110 平方公里，位處大台北都會區中人口最密集之處，模擬區域之範圍及其 DTM 高程如圖 1 所示。台北縣新店區研究範圍面積共約 6 平方公里，其模擬區域之範圍及其 DTM 高程如圖 2 所示。汐止五堵區研究範圍為沿基隆河兩旁之地區，面積共約 16 平方公里，模擬區域之範圍及其 DTM 高程如圖 3 所示。

2. 兩型雨量資料

本研究所使用之雨量資料分為兩類，一為瑞伯颱風之實測雨量資料，另一為各不同重現期之單日累積颱風雨降雨量。本研究在進行中央區及汐止五堵區瑞伯颱風之淹水模擬時，雨量資料分別根據經濟部水利處中正橋雨量站及五堵雨量站之實測時雨量資料，並將各小時之降雨歷線輸入模式中以進行淹水模擬。

故本研究依 24 小時延時之颱風雨資料，採用無因次移動平均法推估淹水模擬所須使用之兩型。另一方面，本研究亦參酌使用六種不同重現期 24 小時延時之降雨(5 年、10 年、25 年、50 年、100 年及 200 年)，以模擬不同總降雨量在模擬區域中之淹水範圍及深度。

(1) 設計雨型

針對模擬區域進行淹水模擬時，本研究使用之設計雨型是採用無因次移動平均法轉換之延時 24 小時颱風雨。

台北市中央區、台北縣新店區及汐止五堵區之設計雨型幾經考量，決定採用台

北縣五堵雨量站(民國 54-80 年記錄) 降雨資料做為分析之依據。

(2) 暴雨降雨量之頻率分析

依據統計結果，台北市中央區及新店區之 200 年重現期一日暴雨量為 532 公厘，100 年重現期為 447 公厘，10 年重現期為 272 公厘；汐止五堵區之 200 年重現期一日暴雨量為 875 公厘，100 年重現期為 767 公厘，10 年重現期為 472 公厘。

3. 地形資料

(1) DTM數值地形

臺灣地區 DTM 資料由國立中央大學太空及遙測研究中心提供，其資料型態為 ASCII 碼，資料內容含各點之 UTM 國際座標與高程資料。

(2) 土地利用資料

由於不同之土地利用型態會有不同之曼寧 n 值，因此本研究根據內政部地政司之台灣省國土利用現況調查數化資料，將格網分為農業用地、水利用地、建築用地等，並依各網格之土地利用型態來決定其曼寧 n 值。

(3) 地理資料庫之建立

本研究因採用小格網之數值模擬，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，包括臺灣地區 1/25000 地形圖、河川流域圖、區域排水系統調查圖、雨水下水道系統圖等。為整合上述各種來源之資料，需要引用地理資訊系統 (Geographic Information System, 簡稱 GIS) 之技術，建立地理資料庫。

(4) 資料之處理

地理資料庫中，由 DTM 資料建立之點屬性資料為空間間距 40 公尺之高程資料。格網間距大小對模式模擬之影響甚大，故參考以往之研究成果，台北市中央區及台北縣新店區使用 120 公尺 \times 120 公尺格網，台北縣汐止五堵區因要考慮基隆河河水溢流之情形，則使用 40 公尺 \times 40 公尺格網。

(5) 抽水站與閘門資料

在本研究研究區域內共有二十九個抽

水站及二十八個疏散閘門，分布在淡水河、基隆河與景美溪沿岸，其相關位置如圖 4 所示。

(6) 雨水下水道系統資料

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，台北雨水下水道排水系統人孔位置如圖 4 所示。

(7) 河川斷面資料

在進行台北市中央區淡水河三號、基隆河四號及基隆河九號疏散閘門未及時關閉及汐止五堵地區之淹水模擬時，收集淡水河系各支流 87 年之河道斷面資料，輸入模式中，以探討地表淹水之深度與範圍，模擬更接近於真實之淹水情形。

四、模式檢定與驗證

1. 驗證事件瑞伯颱風簡介

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，造成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之水患。在台北市中央區部份，淹水災情雖不若台北縣汐止地區般嚴重，但亦造成市區內二十二處地區積水。

2. 模式驗證

去年瑞伯颱風來襲時，造成市區及汐止五堵地區多處積水，故本模式參數以該事件之調查積水範圍進行驗證。

圖 5 為台北市政府工務局養工處所提供之瑞伯颱風調查淹水範圍圖，圖 6 則為使用瑞伯颱風降雨事件及上列驗證參數值所模擬之台北市中央區淹水範圍結果。

圖 7 為瑞伯颱風汐止五堵地區模擬淹水驗證圖與經濟部水利處所提供之瑞伯颱風調查淹水範圍。

比較上述之颱風事件調查積水範圍與模式計算淹水範圍可知，本研究所建立之淹水模式提供可靠之淹水潛勢資訊，並且模擬過程中使用之各項參數可應用於其他降雨事件之淹水模擬。

五、模式之應用

本研究將模式進一步應用於幾種不同重現期降雨條件及抽水站與閘門操作情況中，以了解各研究區域範圍內可能之淹水情況，以提供防災單位之參考應用。

1. 台北市中央區

台北市中央區所位處之台北都會盆地，「台北地區防洪計畫」已經完工，構築有保護二百年重現期洪水之高標準堤防。

由於抽水站與閘門操作對地表淹水之影響相當大，因此本研究在考慮抽水站與閘門操作之情況後，將各降雨事件依抽水站及閘門之操作情形下列三種情況來進行模擬。

(1) 所有抽水站與疏散閘門均正常操作

圖 8 至圖 13 為台北市中央區一日降雨條件分別為 5 年、10 年、25 年、50 年、100 年及 200 年重現期，在所有抽水站與疏散閘門均正常操作之條件下，模擬所得之最大淹水深度圖。在 5 年及 10 年重現期降雨條件下，除少數地區如文山區羅斯福路五段師大分部附近、木新路、樟新街及中山區新生北路特一號排水幹線末端，新生抽水站周邊等地區；玉成排水系統管路末端玉成抽水站附近；萬華區雙園抽水站附近地區在超過排水系統設計容量下，出現輕微淹水情形外，其餘各地區之雨水下水道排水系統均可充分容納市區降雨量，而無淹水之虞。

隨著降雨條件增至 25 年、50 年、100 年及 200 年重現期，此時已遠超過台北市排水系統與抽水站設計容量，溢出人孔之水量會開始以地表漫地流之形式在市區流動。大安區、中正區等區域，地勢較高，排水系統通暢，無淹水之虞；信義區沿基隆路一段、二段之區域，因屬玉成排水系統管路末端，在超過排水系統設計容量下，淹水潛勢較高；松山區民生社區尾之撫遠街一帶，亦因人孔溢流而有類似情況；文山區羅斯福路五段師大分部附近、木新路、樟新街等地區，亦出現 2.0 公尺以上之淹水；萬華區雙園抽水站附近地區，

存在淹水可能性；大同區迪化街二段、延平北路四段地帶，有淹水可能；中山區與大同區靠近新生北路特一號排水幹線附近區域，為全台北市地勢地勢最低窪處，亦屬較高淹水潛勢區。

(2) 新生、雙園及撫遠抽水站無法正常操作

圖 14 與圖 17 為台北市中央區一日降雨條件分別為 25 年、50 年、100 年及 200 年重現期，在新生、雙園及撫遠抽水站無法正常操作下，模擬所得之最大淹水深度圖。與圖 10 至 13 比較可知，在一日總降雨量為 100 年與 200 年重現期此等超大降雨時，三個無法正常操作之抽水站及其所連接之雨水下水道人孔，溢出大量之水量而在市區隨地勢流動。撫遠抽水站所在之松山區民生社區尾之撫遠街一帶，人孔溢流造成 2.0 公尺淹水深之情況，淹水範圍並隨地勢向北邊之松山機場及濱江街地區蔓延；新生抽水站所在之中山區與大同區靠近新生北路特一號排水幹線附近區域，本為全台北市地勢地勢最低窪處，溢流水量更造成沿排水幹線附近區域嚴重之淹水；雙園抽水站所在之萬華地區，亦因人孔溢流而有類似情況；另外信義區沿基隆路一段、二段之區域，因屬玉成排水系統管路末端，在超過排水系統設計容量下，淹水潛勢較高。上述模擬結果可提供台北市政府在研擬防災計畫時之參考。

(3) 淡水河三號、基隆河四號及基隆河九號疏散閘門未及時關閉

圖 18 及圖 19 為台北市中央區一日降雨條件分別為 100 年及 200 年重現期，在上述三個疏散閘門未及時關閉情形下，模擬所得之最大淹水深度圖。由圖中可知，100 年重現期降雨條件下，三個疏散閘門站址附近已開始溢入由淡水河與基隆河灌進之水量，中山區與大同區靠近新生北路特一號排水幹線附近區域，本為全台北市地勢地勢最低窪處，淹水深度達 2.0 公尺以上。200 年重現期降雨條件下，三個疏散閘門溢入之水量復加上豐沛之雨量而在市區流動，淹水範圍繼續擴展到其鄰近區域。此模擬結果可提供台北市政府在研擬防災計畫時之參考。

2. 台北縣新店區

圖 20 至圖 25 為台北縣新店區一日降雨條件分別為 5 年、10 年、25 年、50 年、100 年及 200 年重現期下，模擬所得之最大淹水深度圖。在 5 年重現期降雨條件下，西南方靠近新店溪碧潭橋之環河路旁低窪地區、北新路與中正路口附近已出現淹水情形，隨著重現期之增大，淹水範圍和淹水深也變大，但多局限於排水路旁低窪地區，新店區之淹水多為暴雨所形成之地表漫地流，因排水路容量不足宣洩不及而造成地表積水。

3. 台北縣汐止五堵區

圖 26 至圖 31 為台北縣汐止五堵區一日降雨條件分別為 5 年、10 年、25 年、50 年、100 年及 200 年重現期下，模擬所得之最大淹水深度圖。因『台北地區防洪計畫』尚未將汐止五堵區納入考量，基隆河堤線及堤防保護標準尚在研擬中，故逢豪雨時，基隆河洪水有可能溢流至汐止五堵市區中。另外，汐止五堵區之水系極其複雜，在基隆河水高漲時，這些支流亦有可能因下水水位暴漲而連帶溢淹。

在 5 年重現期降雨條件下，基隆河部份河道容量已顯不足，而在康誥坑溪交會口(水尾灣、大同路二段與汐萬路一帶地區)與保長坑溪匯流處(五堵長安路、大同路三段及五堵車站附近地區)造成淹水；隨著降雨量增大至 25 年及 50 年重現期時，汐止五堵區沿基隆河岸已一片汪洋，淹水地區包括金龍新城、明峰街、中興街、樟樹灣、樟樹一路、樟樹二路、工建路、汐萬路、大同路二段、大同路三段、長安路、五堵車站、秀峰街、新台五線、忠孝東路、南昌街、鄉長路等。在 100 年及 200 年重現期之降雨條件下，汐止五堵區基隆河沿岸低窪地區淹水深達 3 公尺以上，幾成一片澤國。

六、結論與建議

1. 結論

本研究為探討都會區河川洪水與地表淹水間之相互關係，以一維河系變量流動力波模式、山區逕流模式、二維零慣性波

漫地流淹水模式及 SWMM 都市雨水下水道等模式，並考慮抽水站及開門操作之影響。本研究已成功地銜接上列模式，使模式於每一演算時距相互迭代河川內外水位，獲得都會區動態地表淹水資料。

本研究完成 5 年、10 年、25 年、50 年、100 年及 200 年重現期降雨條件下中央區之三種不同抽水站與開門操作情況下之模擬，包括(1)所有抽水站與疏散開門均正常操作，(2)新生、雙園及撫遠抽水站無法正常操作，(3)淡水河三號、基隆河四號及基隆河九號疏散開門未及時關閉等三種情況，以及台北縣新店地區及汐止五堵地區於 5 年、10 年、25 年、50 年、100 年及 200 年重現期降雨條件下之淹水模擬，研究成果除可作為台北都會區淹水區域預測之依據外，亦可作為建立大台北防洪作業系統之參考。

台北市區內一些重要之抽水站(如新生、雙園及撫遠抽水站)，若無法正常操作，會引發抽水站及其附屬雨水下水道系統連鎖溢淹效應，淹水之範圍與深度都十分可觀。反觀抽水站之正常操作亦可對附近之低窪地區之淹水情況有所幫助，而抽水站若能正常操作後，沿岸低窪地區之淹水情況均可獲得顯著之改善，足見抽水站之設立可改善低窪地區局部之淹水。除此之外，若在颱風期間，堤外河川水高漲，若有疏散開門未能及時關閉，引發堤外洪水擁入市區之內，其淹水情況較抽水站無法正常操作之情形更加嚴重。足見在颱風期間開門操作不當會使研究區域之淹水情況更加惡化，無論是淹水深度或淹水範圍均較開門能正常操作之情況為之嚴重，不可不慎。

由不同程度單日總降雨量條件下所模擬之結果發現，由於台北市之雨水下水道系統，其管路排水容量是依 5 年重現期短延時暴雨設計，而抽水站容量則是依據 5 年重現期 24 小時延時颱風雨設計，在 100 年及 200 年高重現期降雨事件中，即使抽水站與疏散開門均能發揮正常功能，整個市區淹水之情況仍屬嚴重，足見以目前雨水下水道排水系統之佈置仍不足以解決高

重現期降雨事件之淹水情況。

新店區之淹水多為暴雨所形成之地表漫地流，因排水路容量不足宣洩不及而造成地表積水，多局限於排水路旁低窪地區，汐止五堵地區由於『台北地區防洪計畫』尚未將汐止五堵區納入考量，基隆河堤線及堤防保護標準尚在研擬中，故逢豪雨時，基隆河洪水有可能溢流至汐止五堵市區中，淹水集中於沿岸地窪地區，造成重大之損失。

2. 建議

本研究目前已完成台北市中央區、台北縣新店地區及汐止五堵地區之洪水及地表淹水之模擬，未來應可將本模式應用於其他河川流域，在完成各河川流域之淹水模擬後，依據模擬成果，可作為當地防災工作策劃及施行之參考依據，其應用方向包括：

- (1) 協助地方政府及人民瞭解淹水潛勢與提高防災意識，並可依據淹水潛勢資料，作為地方政府研擬地區防災計畫之參考。
- (2) 淹水潛勢資料配合地區經濟發展之程度，可推估洪水發生時可能造成之經濟損失，並可作為洪水危害度評估之參考依據。
- (3) 淹水潛勢圖可作為未來檢討河川防洪及改善地區排水工程之參考依據。
- (4) 淹水潛勢資料可作為國土開發、地區綜合發展計畫及都市計畫之參考，以期減少淹水風險，另可考慮在高淹水潛勢區中執行土地利用限制措施。
- (5) 不同暴雨條件下所模擬之各地區淹水潛勢情況，可作為製訂洪災保險費率之參考，以為長期推動洪災保險措施之基礎。

參考文獻

- [1] 顏清連、許銘熙、陳昶憲、賴進松，「淡水河系洪水演算模式（四）堤防潰決洪流模式之建立」，行政院國科會，防災科技研究報告75-19，台北市，民國75年9月。
- [2] 許銘熙、鄧慰先、黃成甲，「嘉義地區逕流及淹水模式之研究（四）」，台灣省水利局，民國85年10月。

[3] 許銘熙、鄧慰先、黃成甲，「八掌溪流域北岸洪水與淹水預報模式之研究（三）」，行政院國科會，台北市，民國86年8月。

[4] 許銘熙、鄧慰先、盧重任、黃成甲、葉森海，「抽水站與閘門操作對都會區淹水影響之研究（一）」，行政院國科會，台北市，民國87年8月。

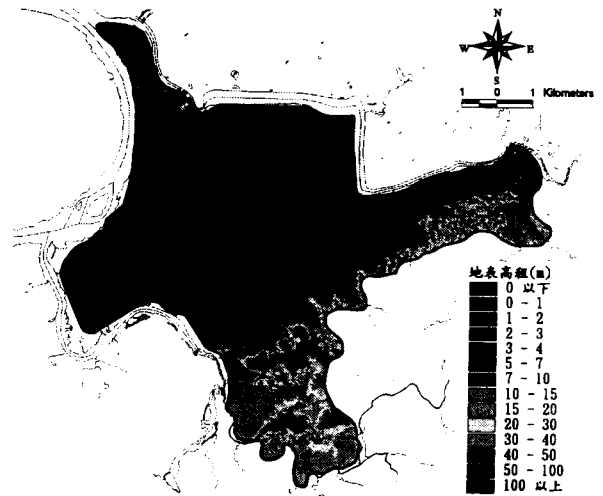


圖 1 台北市中央區模擬區域

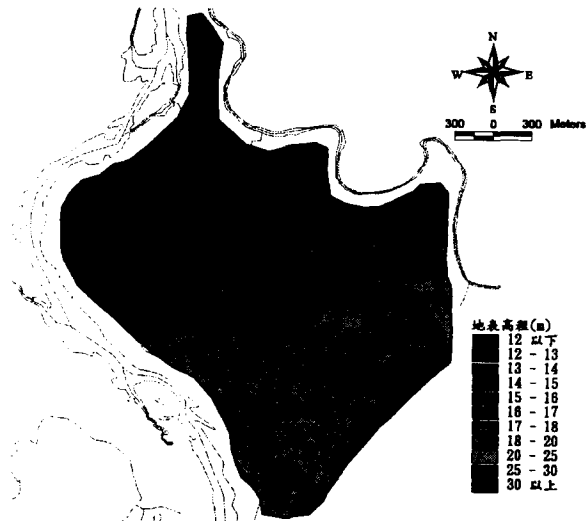


圖 2 台北縣新店地區模擬區域

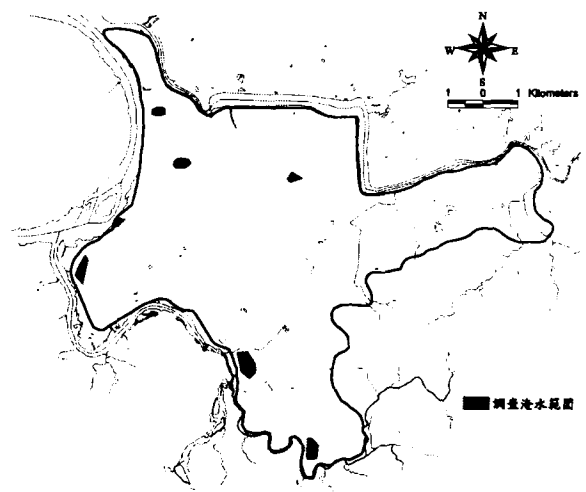


圖 5 瑞伯颱風台北市中央區調查淹水範圍

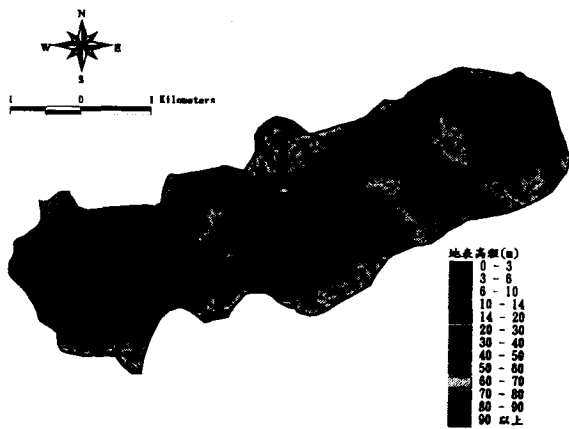


圖 3 台北縣汐止五堵地區模擬區域

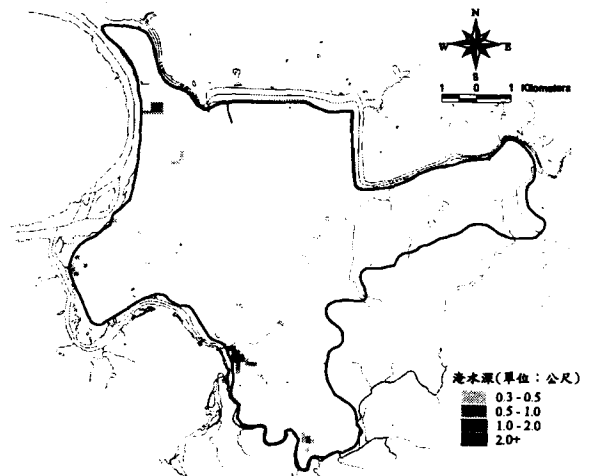


圖 6 瑞伯颱風台北市中央區模擬淹水範圍

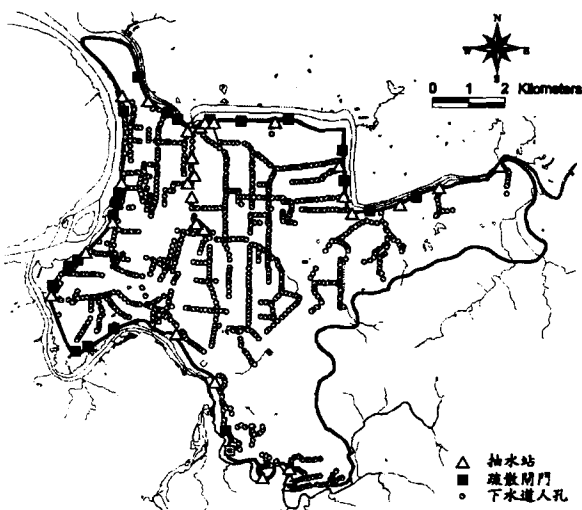


圖 4 台北市中央區抽水站、下水道人孔及疏散閘門位置示意圖

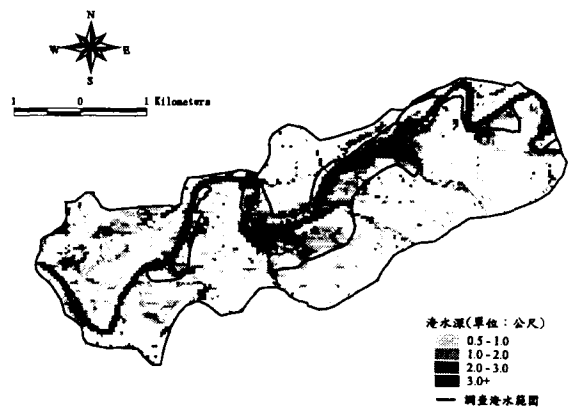


圖 7 瑞伯颱風汐止地區模擬淹水驗證圖

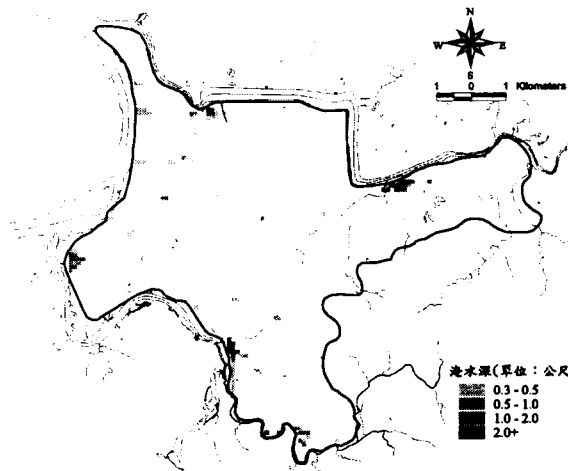


圖 8 台北市中央區模擬淹水範圍 (5 年重現期降雨，所有抽水站與疏散閘門均正常運作)

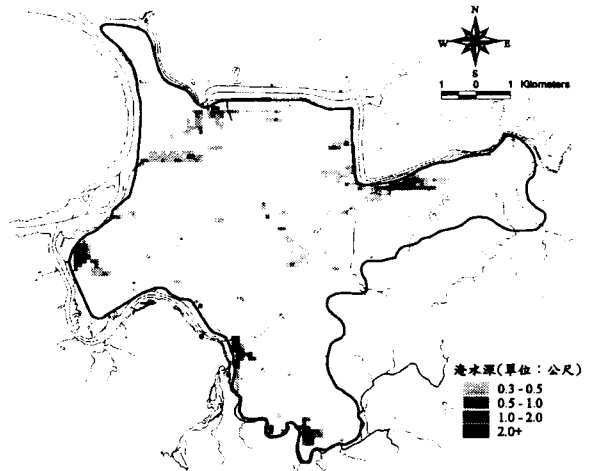


圖 11 台北市中央區模擬淹水範圍 (50 年重現期降雨，所有抽水站與疏散閘門均正常運作)

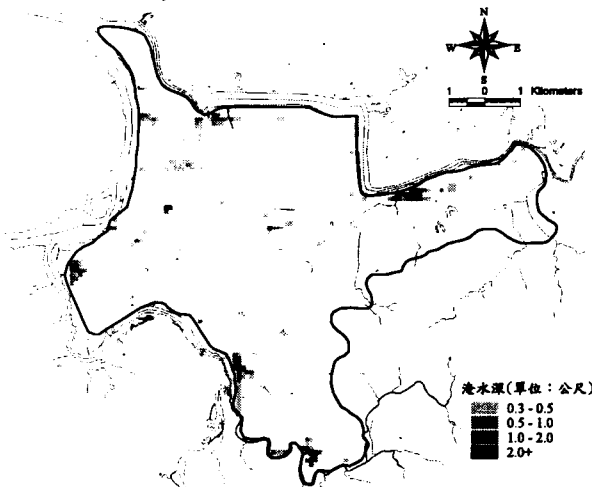


圖 9 台北市中央區模擬淹水範圍 (10 年重現期降雨，所有抽水站與疏散閘門均正常運作)

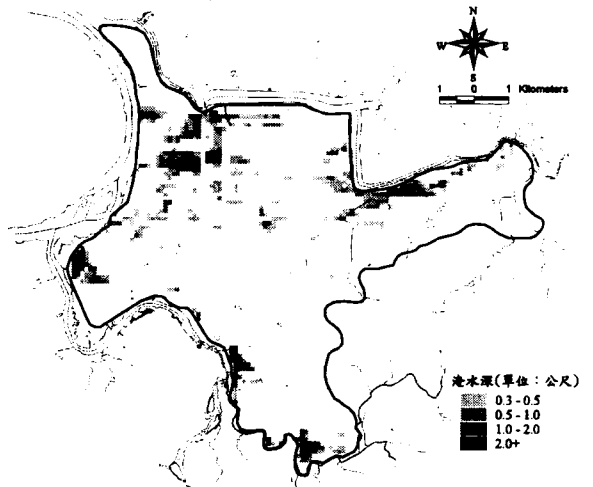


圖 12 台北市中央區模擬淹水範圍 (100 年重現期降雨，所有抽水站與疏散閘門均正常運作)

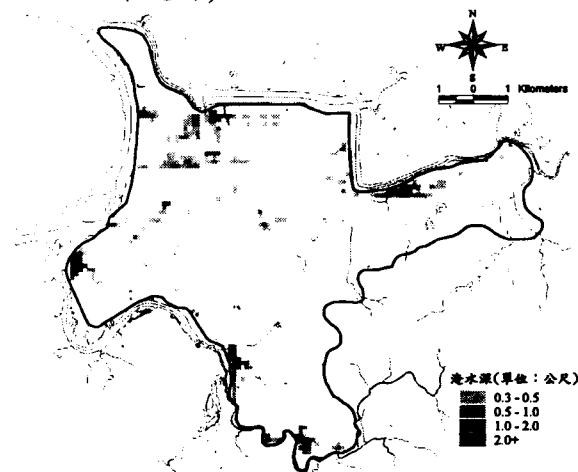


圖 10 台北市中央區模擬淹水範圍 (25 年重現期降雨，所有抽水站與疏散閘門均正常運作)

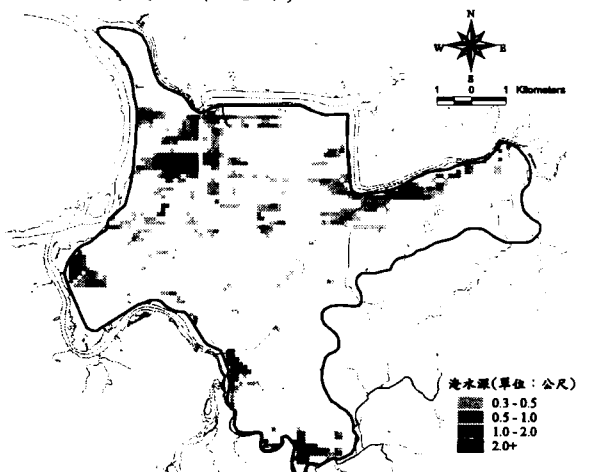


圖 13 台北市中央區模擬淹水範圍 (200 年重現期降雨，所有抽水站與疏散閘門均正常運作)

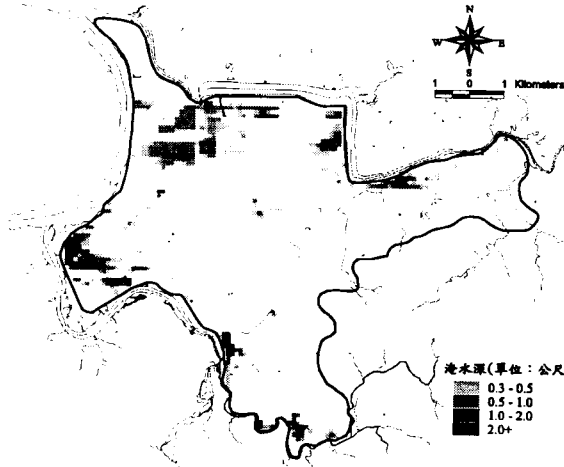


圖 14 台北市中央區模擬淹水範圍 (25 年重現期降雨，新生、雙園及撫遠抽水站無法正常操作)

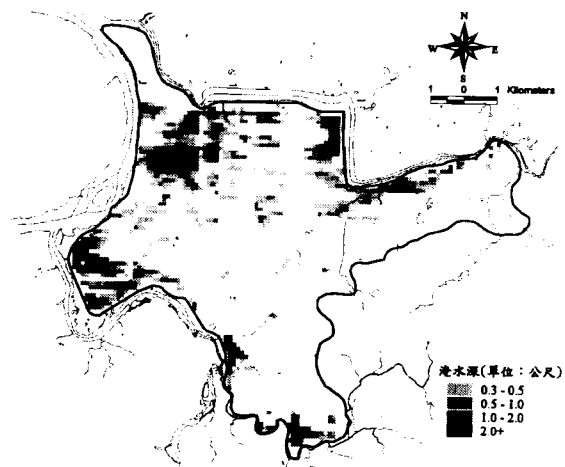


圖 17 台北市中央區模擬淹水範圍 (200 年重現期降雨，新生、雙園及撫遠抽水站無法正常操作)

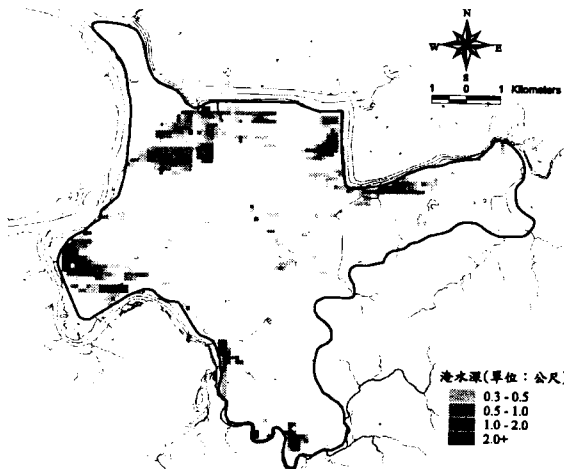


圖 15 台北市中央區模擬淹水範圍 (50 年重現期降雨，新生、雙園及撫遠抽水站無法正常操作)

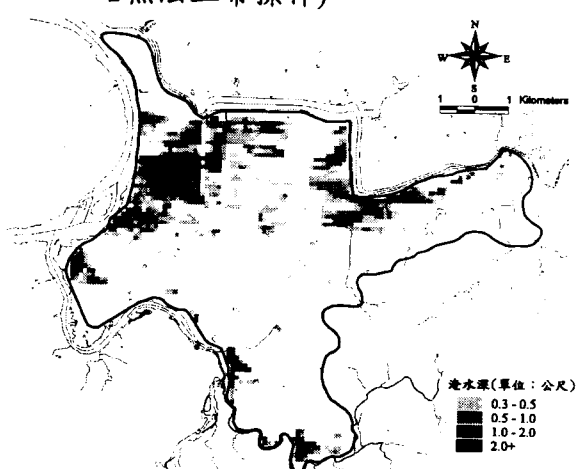


圖 18 台北市中央區模擬淹水範圍 (100 年重現期降雨，淡水河三號、基隆河四號及基隆河九號疏散閘門未及時關閉)

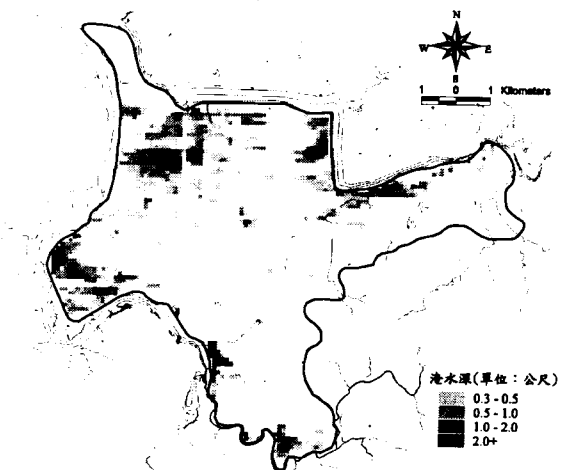


圖 16 台北市中央區模擬淹水範圍 (100 年重現期降雨，新生、雙園及撫遠抽水站無法正常操作)

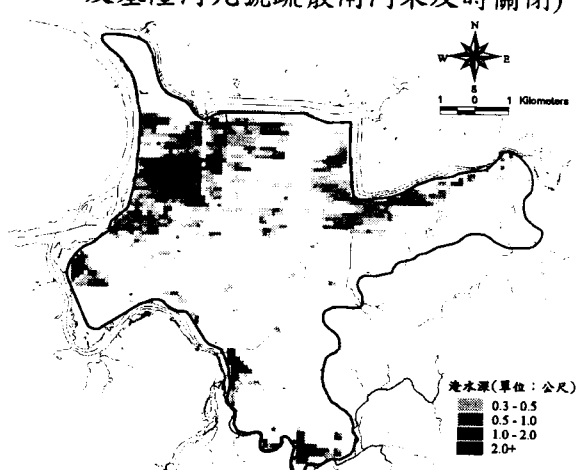


圖 19 台北市中央區模擬淹水範圍 (200 年重現期降雨，淡水河三號、基隆河四號及基隆河九號疏散閘門未及時關閉)

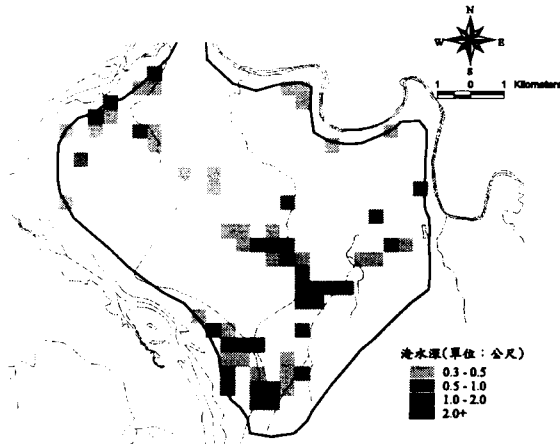


圖 20 台北縣新店區模擬淹水範圍
(5 年重現期降雨)

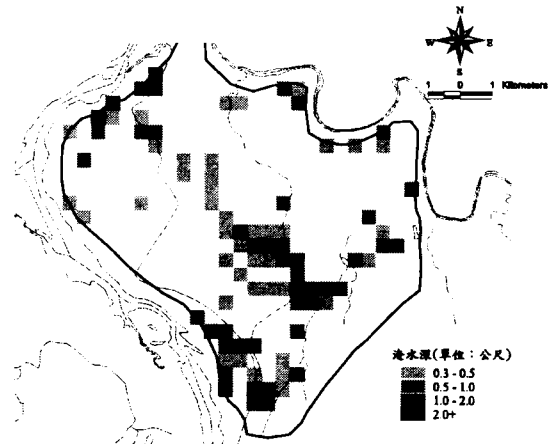


圖 23 台北縣新店區模擬淹水範圍
(50 年重現期降雨)

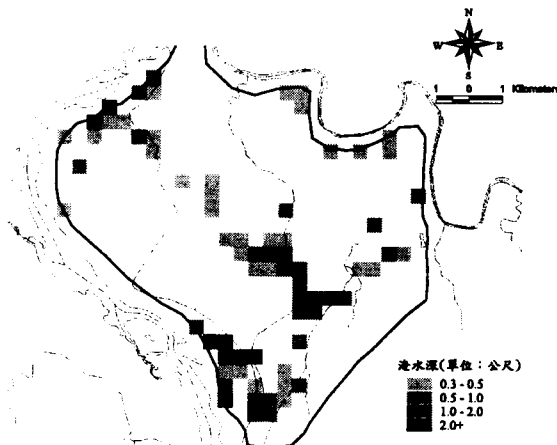


圖 21 台北縣新店區模擬淹水範圍
(10 年重現期降雨)

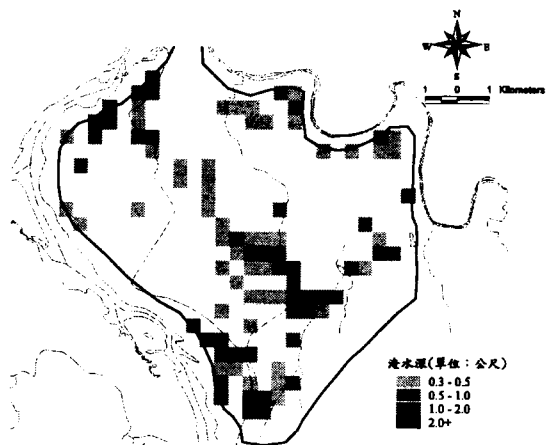


圖 24 台北縣新店區模擬淹水範圍
(100 年重現期降雨)

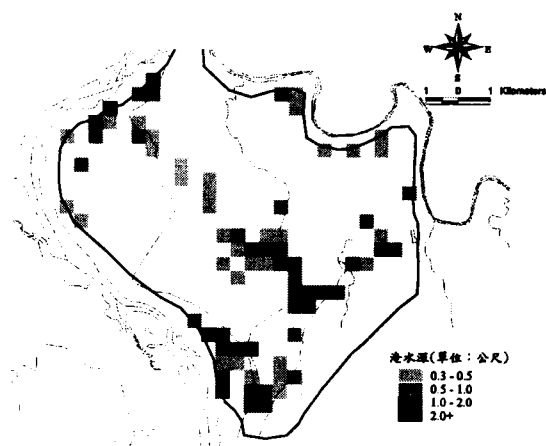


圖 22 台北縣新店區模擬淹水範圍
(25 年重現期降雨)

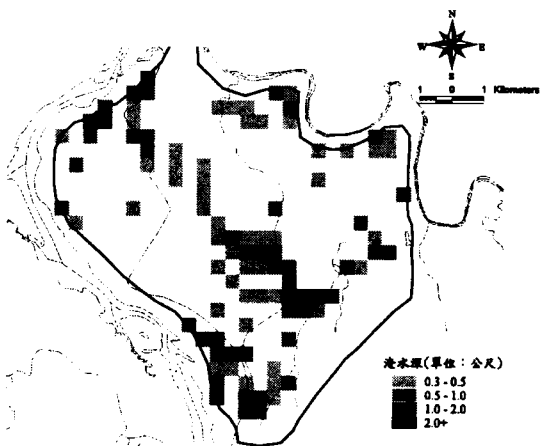


圖 25 台北縣新店區模擬淹水範圍
(200 年重現期降雨)

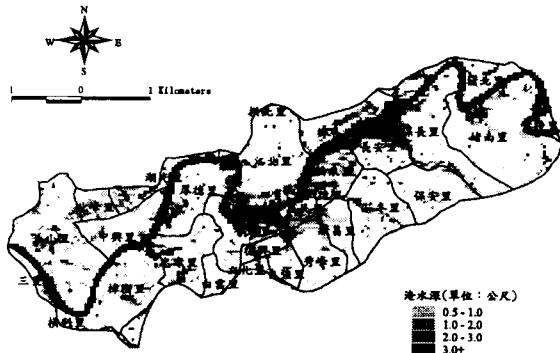


圖 26 台北縣汐止五堵區模擬淹水範圍
(5年重現期降雨)

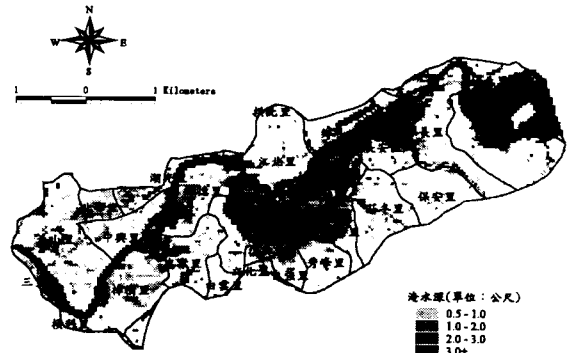


圖 29 台北縣汐止五堵區模擬淹水範圍
(50年重現期降雨)

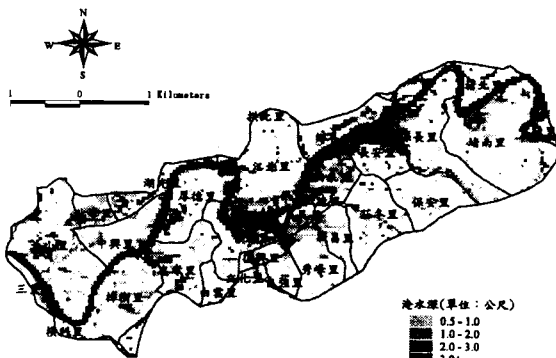


圖 27 台北縣汐止五堵區模擬淹水範圍
(10年重現期降雨)

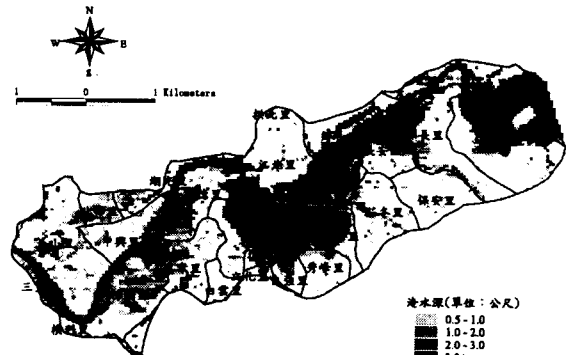


圖 30 台北縣汐止五堵區模擬淹水範圍
(100年重現期降雨)

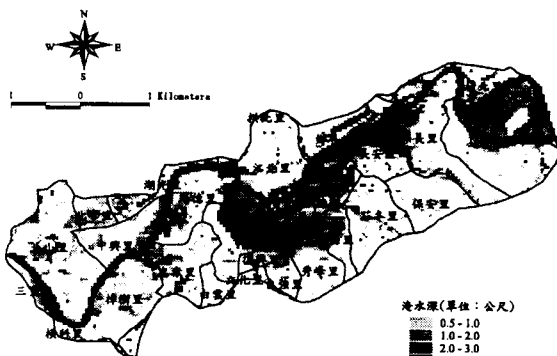


圖 28 台北縣汐止五堵區模擬淹水範圍
(25年重現期降雨)

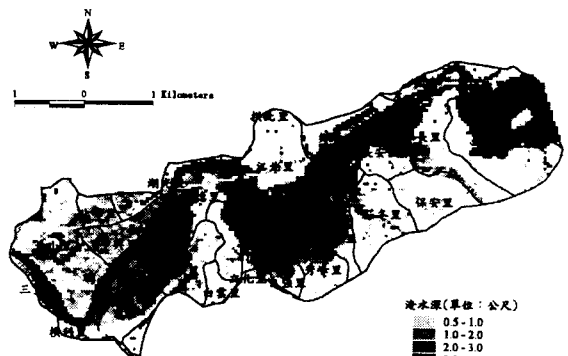


圖 31 台北縣汐止五堵區模擬淹水範圍
(200年重現期降雨)

台北都會區淹水區域預測之研究(三)

—子計畫六：市區排水與淹水模式之研究(三)

精簡報告

計畫編號：NSC 89 - 2625 - Z - 002 - 006

執行期間：88年8月1日至89年7月31日

主持人：蔡長泰 教授

執行單位：國立成功大學水利及海洋工程學系

中文摘要

近年來有感於每逢異常暴雨都會區便頻傳災情，如何建立一預警系統已成為刻不容緩之課題。本計畫執行三年，第一年度工作進度為排水路及道路系統之整理、排水網路模式之建立，第二年度工作進度為模擬由第二子計畫所提供單日總降雨量為150、300、450與600mm之逕流資料等條件下，以模擬預報研究區域範圍可能之淹水情況。本年度工作進度則為模擬由第二子計畫所提供重現期為1.1、2、5、10、25、50、100與200年，降雨延時24小時總降雨量之逕流資料條件下，以模擬預報研究區域範圍可能之淹水情況。

關鍵詞：都市暴雨洪水、數學模式、淹水預測、排水網路。

Abstract

Because of severe damage in the urban area caused by storms in recent years, how to construct a flood forecasting system is the most important task of non-structure flood-mitigation measures. This project is scheduled to proceed for 3 years. The purpose of the first year is to build a mathematical model to simulate the inundation during a storm and collect the data of road system and drainage system by using the geographic information system. The purpose of the second year is to predict the probable inundated condition in study area by simulating the runoff caused by total

rainfall, 150 mm, 300 mm, 450 mm and 600 mm each day that provided by the second subproject. The purpose of this year is to predict the probable inundated condition in study area by simulating the runoff caused by the return periods of rainfall, 1.1, 2, 5, 10, 25, 50, 100 and 200 years, and 24 hours rainfall duration that provided by the second subproject.

Keywords: Urban stormwater, Mathematical model, Inundation forecasting, Drainage network.

一、前言

台灣地區因地理與氣候條件特殊，河流短促，降雨量之分布不均，集中於夏秋兩季，若瞬時降雨量過大再加上局部排水不良，往往造成洪澇之災，每年洪災損失平均高達新台幣100億元 [1]。

減免都會區洪災損失之措施可分為工程與非工程方法。工程方法，主要為防洪工程與排水系統之建設與改善，以增進防洪排水能力。為規劃有效之排水系統，必須以當地之地形地物為主，進行排水與淹水演算，以瞭解應佈置之排水管道位置及其設計容量，進而測試排水系統功能。非工程方法，則為洪水與淹水預警系統，亦即必須在洪水尚未到達都市平原地區之前，即已演算出因上游暴雨而可能造成之中下游河水溢流體積及淹水範圍、持續時間及消退過程，以適時採取防患措施減少淹水損失。

二、子計畫與整合型計畫之關係

本計畫需承接由子計畫二：都會郊區降雨—逕流模式之研究所提供之重現期為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年單日總降雨量之逕流資料等條件以進行模擬本研究區域範圍之淹水情況。所得結果將與其他各子計畫之模擬結果整合共同展示。

三、模式建立

1. 街道系統

都市街道縱橫交錯，錯綜複雜，雨水漫流於街道形同渠流，若將沿街道流動變量流水理現象以一維迪聖凡南方程式描述，則多條道路交錯形成之網路系統就如同排水網路系統。

(a) 街道水流基本方程式

豪雨期間，若將雨水漫流於道路之流況視為一維變量流時，則每一道路上之水流連續方程式及動量方程式分別如下列之(1)式、(2)式所示：

$$B \frac{\partial Y}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q_i - q_o \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(QV)}{\partial x} + gA \left(\frac{\partial Z}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial x} + S_f \right) = q_i V_i - q_o V \quad (2)$$

以上各式， t 為時間， x 為沿主流方向之距離， Y 為水深， A 為水深等於 Y 時之通水面積， R 為水力半徑， B 為渠頂寬， Z 為底床高程， V 為斷面平均流速， Q 為流量， g 為重力加速度， q_i 為單位渠段長度之側向入流量， q_o 為單位渠段長度之側向溢流量， V_i 為側向入流在主流方向上之速度分量， S_f 為摩擦坡度，由曼寧公式求之，如(3)式所示：

$$S_f = \frac{V|V|n^2}{R^{4/3}} = \frac{Q|Q|n^2}{A^2 R^{4/3}} \quad (3)$$

上式中 n 為曼寧糙率係數。

(b) 節點連續方程式

街道網路系統中有許多由街道所形成之交點，本研究稱為街道網路系統之節點 (node)。某一節點 m 而言，若有 $NL(m)$ 條道路交匯時，每一條道路皆可視為 m 節點與其他節點之聯絡道路如圖 1 所示。豪雨淹水期間各道路有水流動時，則每一節點也相當於水路系統之匯流點。若忽略在 Δt 時間內，節點 m 之水體積變化量，則節點 m 之連續方程式可表如 (4) 式：

$$Q_m(t) + \sum_{\ell=1}^L Q_{m,\ell} = 0 \quad (4)$$

式中， Q_m 為 t 時刻流入節點 m 之所有外加流量， $Q_{m,\ell}$ 則為由聯絡道路 ℓ 流入節點 m 之流量，亦為聯絡道路 ℓ 連接節點 m 之斷面之流量。

在節點處之各聯絡道路與連接節點之水位假設相等可得關係如下：

$$h_{m,1} = h_{m,2} = \dots = h_{m,\ell} = h_m \dots \quad (5)$$

(5) 式亦表示在節點處各聯絡道路之連接斷面水位可視為相等，亦即假設在節點處之水面為水平。

(c) 數值模式建立

圖 2 為單一道路之網格佈置圖，而街道系統可分為上、下游端斷面 (即圖上所示之 1 與 I+1 斷面)、節點端斷面 (道路交會處) 與非節點之內部斷面 (如圖上之 2~I 斷面) 三部分，以下將分別就此三部分簡述其求解過程。

(1) 上、下游端斷面

上游邊界

若上游邊界斷面之流量歷線或流量-水位率定曲線為已知時，則可將已知上游

端斷面之流量歷線或流量-水位率定曲線與負向特性曲線方程式聯立求解各個時刻上游端斷面之水深。

下游邊界

若下游邊界斷面之水位歷線或流量-水位率定曲線為已知時，則可將已知之下游端斷面水位歷線或流量-水位率定曲線與正向特性曲線方程式聯立求解各個時刻下游端斷面之流量。

(2)節點端斷面

將每一節點看成是單一道路之上游端斷面或下游端斷面，然而在本模式中，節點乃是指各道路交會處，並無已知之邊界條件以配合求解，故針對這些節點除了使用正向或負向特性曲線方程式以外另採用上述之(4)式與(5)式聯立求解各節點斷面之水位、流量。

(3)非節點之內部斷面

對任一街道之積水漫淹過程以馬科麥克差分法 (Mac Cormack Scheme) 將上述(1)式、(2)式離散化並聯立求解。

2.街區系統

(a)街區水流連續方程式

街道兩旁之街區 (block) 多為建築物、公園、綠地以及巷道小路，降雨時，街區為相鄰街道之集水區，承接雨水形成地表逕流而後流入街道，故街區積水深度之改變及街區與相鄰街道間之流量交換關係，可以如下之水流連續方程式表示：

$$A_{Bn} \frac{dh_n}{dt} = P_n(t) + \sum_k Q_{n,k}(Z_n, Z_k) \quad (6)$$

上式中， A_{Bn} 為 t 時刻時第 n 個街區之有效水表面積(=水表面積 \times (1-建蔽率))， $P_n(t)$ 為 t 時刻時第 n 個街區之降雨量(= 降雨強度 \times 第 n 個街區之有效水表面積)， $Q_{n,k}$ 為相鄰於 n 街區之 k 道路流進 n 街區之流量。

(b)數值模式建立

依據街區水流連續方程式，每一街區之水位均隨著時間而有所不同，而需估算以供計算下一個時刻之溢流量。若有 m 個街區，則有 m 個街區連續方程式，以求解 m 個未知數。

$$A_{Bn} \frac{\Delta h_n}{\Delta t} = P_n + \sum_k Q_{n,k}(h_n, h_k) \quad (7)$$

假設在 Δt 時間內， n 街區之有效水表面積 A_{Bn} ，與瞬時降雨量 P_n 之變化不大，可以 t^j 時刻之有效水表面積 A_{Bn}^j 及降雨量 P_n^j 表示之，則 (7) 式可改寫為：

$$\Delta h_i = \frac{(P_n^j + \sum_k Q_{n,k}^j) \cdot \Delta t}{A_{Bn}^j} \quad (8)$$

上式中， $\Delta t = t^{j+1} - t^j$ ， A_{Bn} ， Δh ， P_n 分別代表 n 街區由 t^{j+1} 時刻到 t^j 時刻之平均有效水表面積、水深增量及降雨量。

利用 (6) 式將街區與街道網之演算做一連結， n 街區之總入流量即是與 n 街區相鄰街道之總溢流量。街區與街道網間之水體交換關係如圖 3 所示。

若能已知各街區在 t^j 時刻之降雨及有效水表面積，依據 t^j 時刻之水位計算 t^j 時刻道路與街區之交換流量，則可利用 (8) 式求得各街區在 Δt 內之水深增量 Δh 進而可得 t^{j+1} 時刻之水位。

$$h_i^{j+1} = h_i^j + \Delta h_i \quad (9)$$

3.側向流量之估算

降雨時街區與街道系統之交換流量關係有二：一為雨水由街區流入街道，以每單位水路長度之側向進流量 q_i 表示；另一則為水流由街道溢流至兩旁街區，以每單位渠長之側向溢流量 q_o 表示。故 q_o 及 q_i 為水流越過交界處而溢流之水理現象，可視為水流越過寬頂堰，以堰流公式估算溢流量。

四、本年成果與模式測試

在本年度之工作項目為依據市區排水與逕流預報模式所提供之重現期為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年 24 小時總降雨量之逕流資料等條件模擬預報研究區域範圍可能之淹水情況。

本研究範圍沿新店溪及大漢溪沿岸設有防洪牆以隔絕堤外溪水漫淹，但亦使得研究範圍內之積水在不考慮水門及抽水設施之情況下無法正常宣洩。然本研究範圍中有新生溝、瓦瑤溝、中和、中原、光復、江子翠、土城、四汴頭、新海、華江與新莊等抽水站及水門(圖 4~圖 5)，故於本年度模式模擬過程中，將此因素一併考慮。模擬時視水門為未關閉之狀態，並假設積水可由水門及沿岸道路之排水設施排入沿岸河流中。

圖 6 為研究範圍格區高程圖，由圖 6 中可看出有些許地區屬於低窪地區，排水不易，以致積水不退。演算結果顯示最大淹水深度約在第 12 小時發生，圖 7~圖 14 為在不同重現期雨量下所演算之第 12 小時淹水深度圖。於降雨停止後 6 小時(第 30 小時)，本研究範圍除前述部分地勢低窪地區積水難退外其餘地區之積水幾乎完全退去，以重現期 200 年之結果為例，如圖 15。

重現期為 1.1 年與 2 年之淹水-退水過程相似，大致上以南勢角地區智光里(智光商工)、安和里、長安里與雙和里附近為主要淹水地區，其餘永和市新生路、保安路沿岸積水；板橋埔乾里有輕微積水；另外土城工業區、污水處理廠附近因為地勢低窪亦有部分積水。重現期為 5 年與 10 年之淹水地區除延續前面所述之淹水區域外，江子翠沿岸附近由於地勢低窪亦有積水發生，板橋西安里與長安里附近有局部積水；同時土城地區之信義國小、中華中學附近亦有部分淹水。重現期為 25 年因土城埤塘里鄰近山區逕流增加以致淹水區域略有擴增之趨勢，同時中和及板橋沿新店溪沿岸有積水發生。重現期為 50 年、100 年

與 200 年之淹水區域分布則與 25 年大致相同，為上述淹水區域略向其鄰近格區漫淹，擴大淹水範圍；惟擴散區域之淹水深度約在 0.3 m 以下。

若以降雨重現期 200 年第 12 小時之淹水深度圖(圖 14)為例，與圖 16 台北縣申報浸水範圍圖相對應比較可發現模式模擬之淹水預測與實際淹水趨勢相近。

五、結論與建議

1. 模式演算結果與台北縣申報浸水範圍之淹水趨勢大致相符，顯示模式模擬之結果良好。
2. 研究範圍經模式演算結果可得出各地區之淹水情況，由於部分地區之地表高程相較於其鄰近格區較為低窪，以致積水較深難以宣洩，於豪雨期間應增加機動性排水設備以減輕災害損失。然有部分低窪積水之地區並非屬於申報浸水之區域，其退水之過程亦值得注意研究。
3. 格區之劃分之精密度仍可改善，期能使格區之高程走勢更符合實際地表狀況，應可更確切地模擬研究區域之淹水情況。

參考文獻

- [1] 國科會專題計畫 NSC81-0414-P002-24,「從防災觀點評估國建六年計畫以探討防災小組成立之層次」,民國 81 年 9 月。
- [2] 馬英九,「賀伯颱風災情檢討及復建報告」,行政院,民國 85 年 8 月。
- [3] 台灣省水利局第十工程處,「賀伯颱風淡水河洪水報告」,民國 85 年 7 月 29 日。
- [4] 經濟部水利司,「賀伯颱風豪雨成災台北地區概況報告」,民國 85 年 8 月。
- [5] 蔡世瑛,「市區街道系統淹排水模式之研究」,國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文,民國 87 年 6 月。
- [6] 梁剛璋,「街區--路網淹排水模式之研究」,國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文,民國 89 年 6 月。
- [7] Yafei Jia and Sam S. Y. Wang, "CCEH2D: A Two-Dimensional Hydrodynamic and Unsteady Open Channel Flow over Loose Bed," Technical Report:No. CCHE-TR-97-2, (1997).

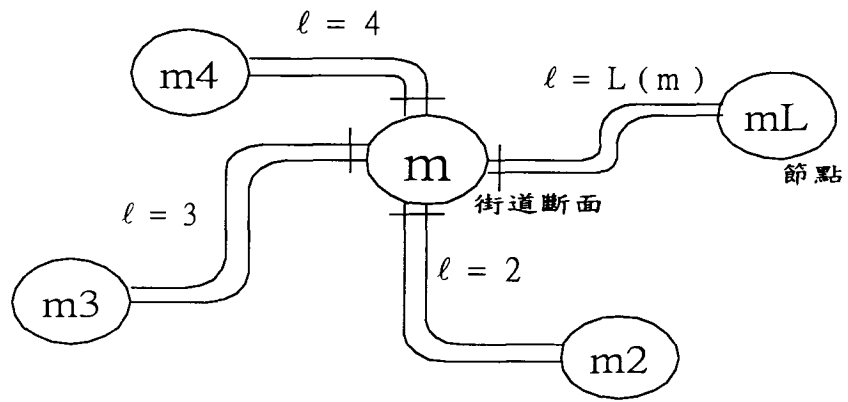


圖 1 節點與聯絡道路示意圖

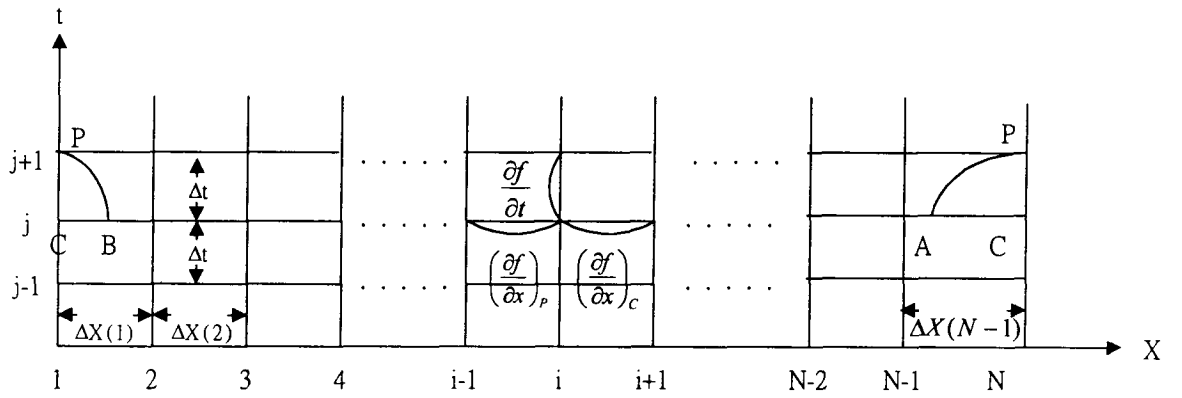


圖 2 格網示意圖

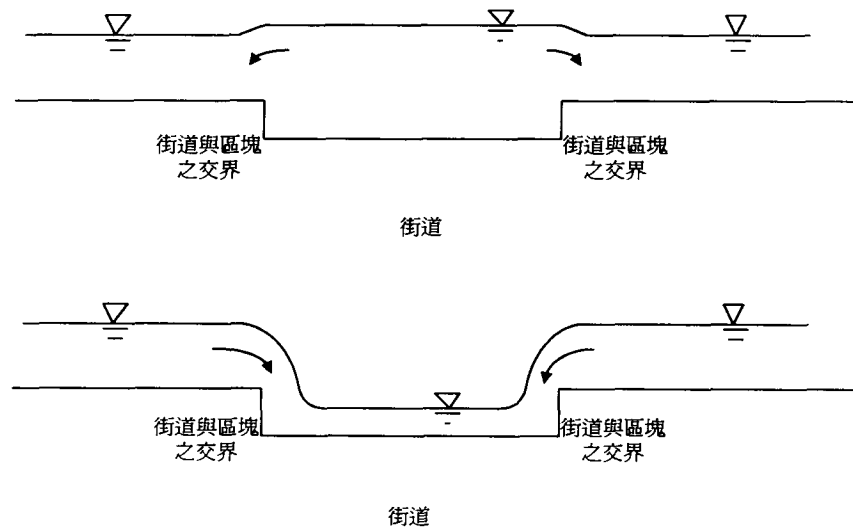


圖 3 水體交換示意圖

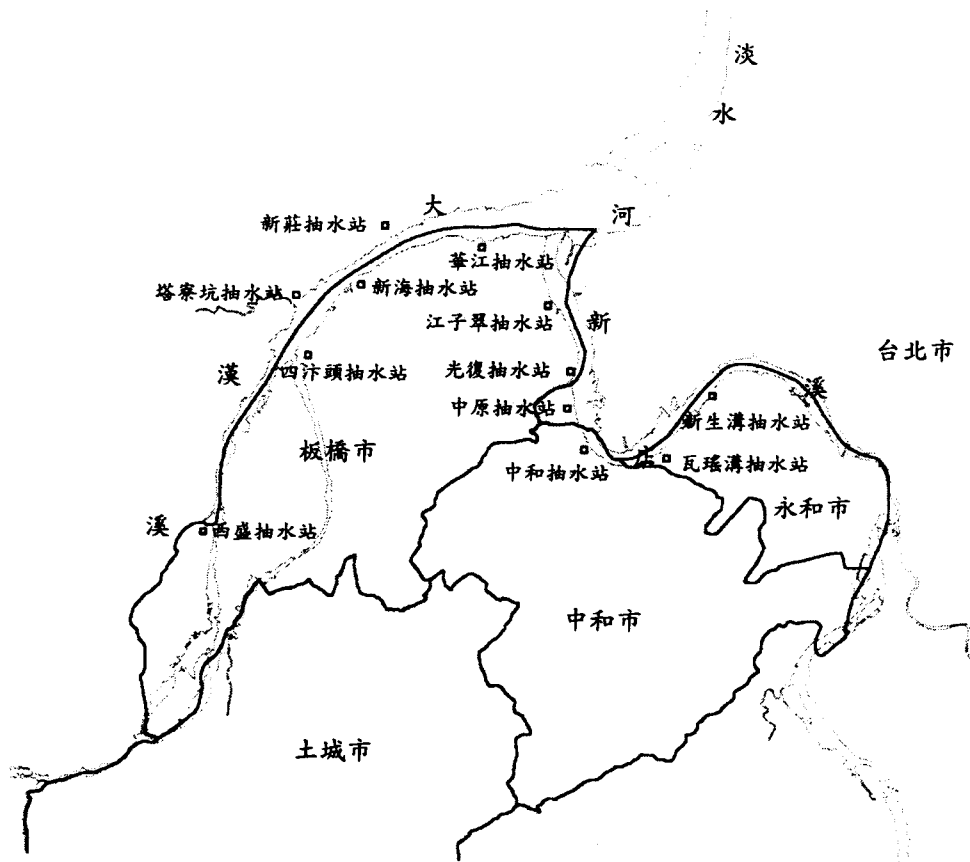


圖 4 研究範圍之抽水站分布圖



圖 5 研究範圍之水門分布圖

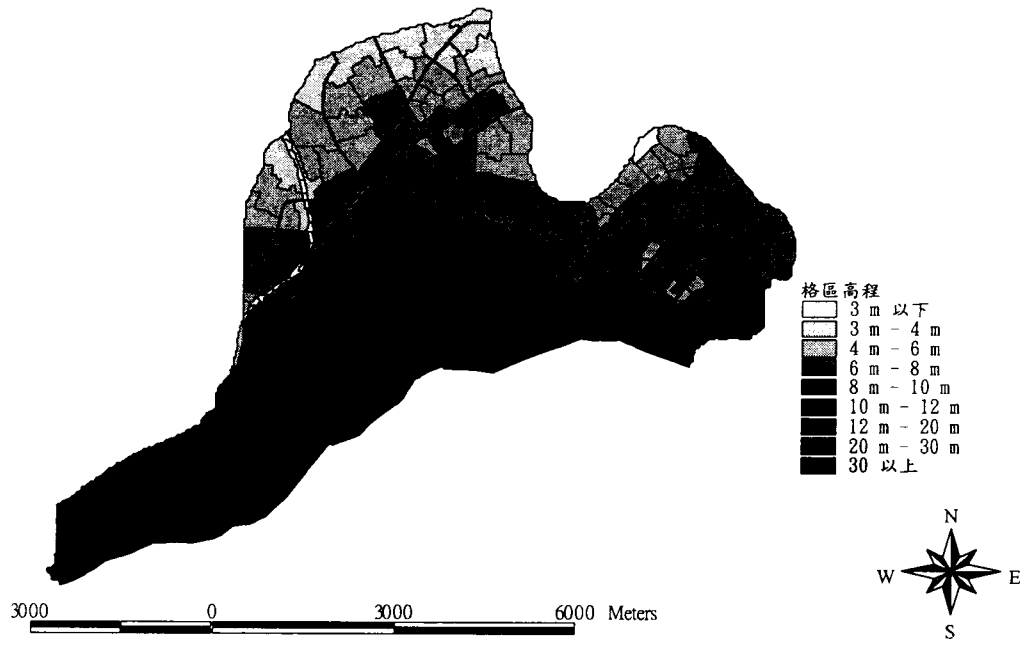


圖 6 研究範圍格區高程圖

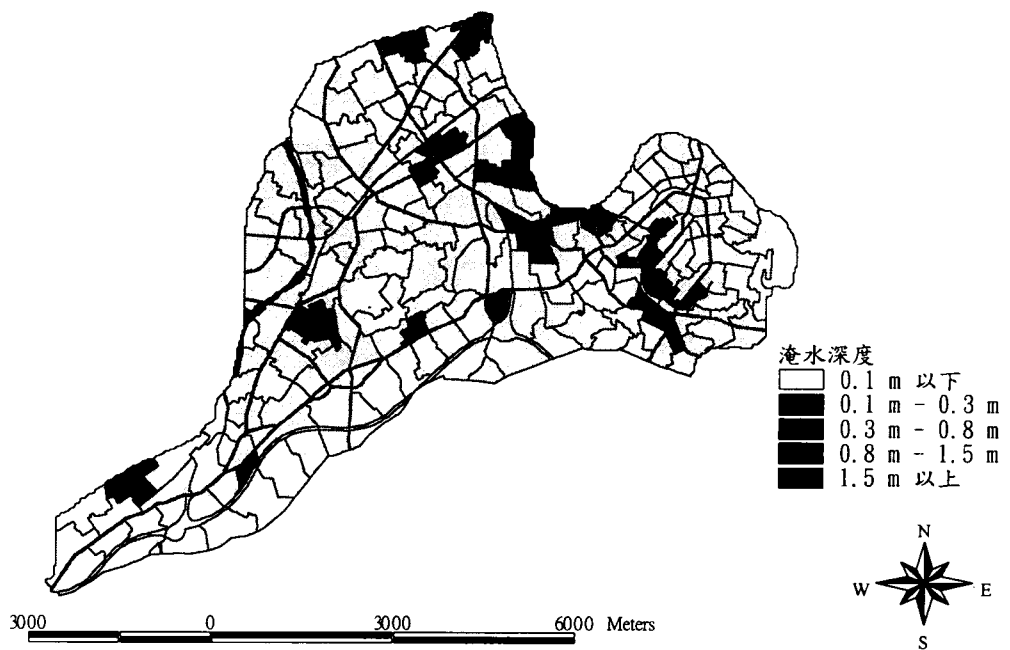


圖 7 1.1 年重現期降雨量第 12 小時之淹水深度圖

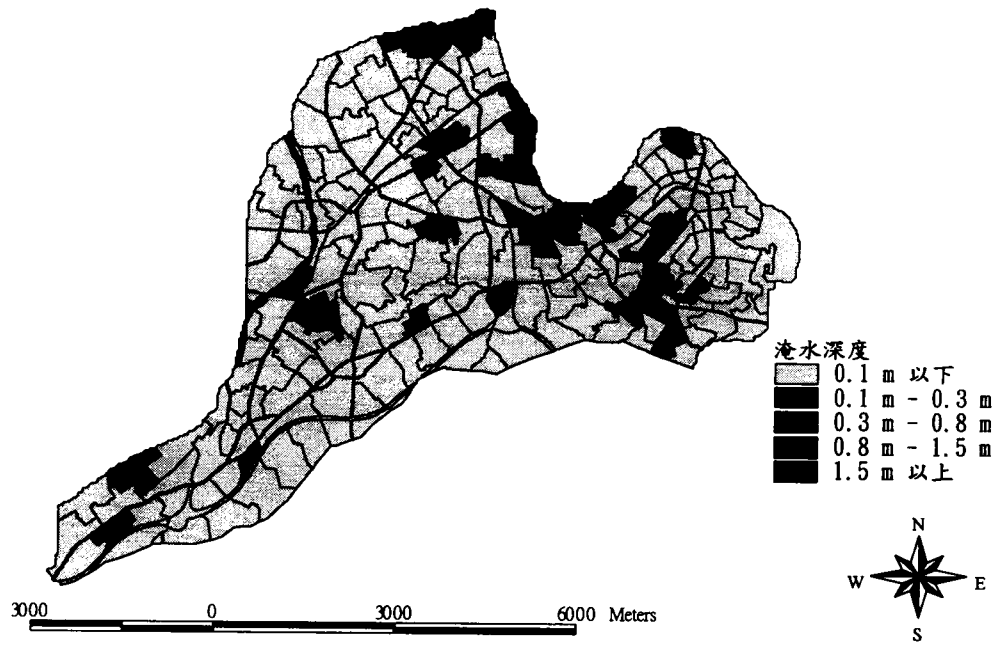


圖 8 2 年重現期降雨量第 12 小時之淹水深度圖

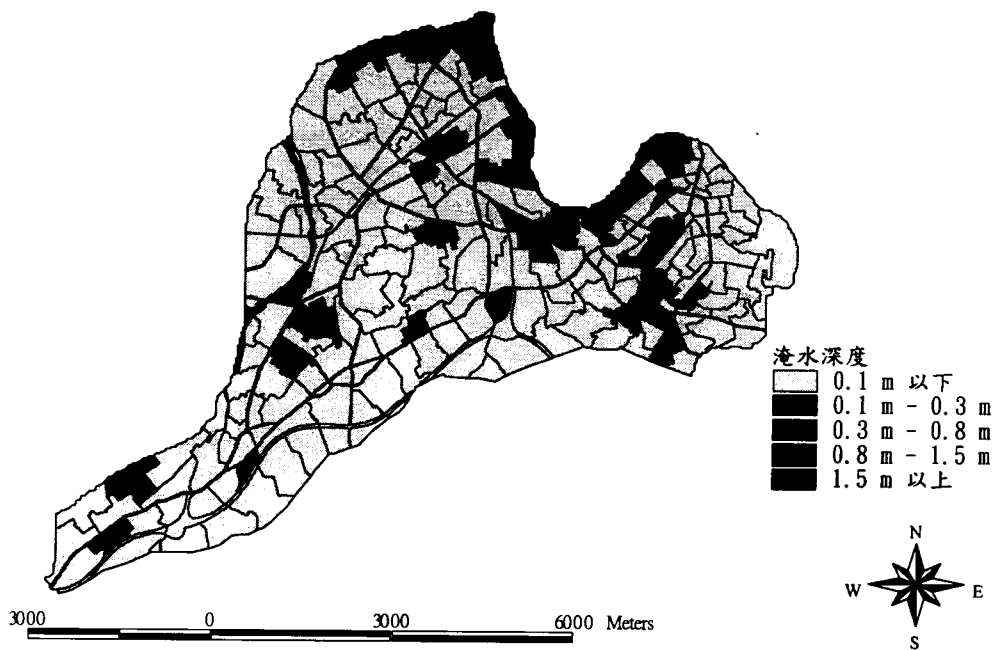


圖 9 5 年重現期降雨量第 12 小時之淹水深度圖

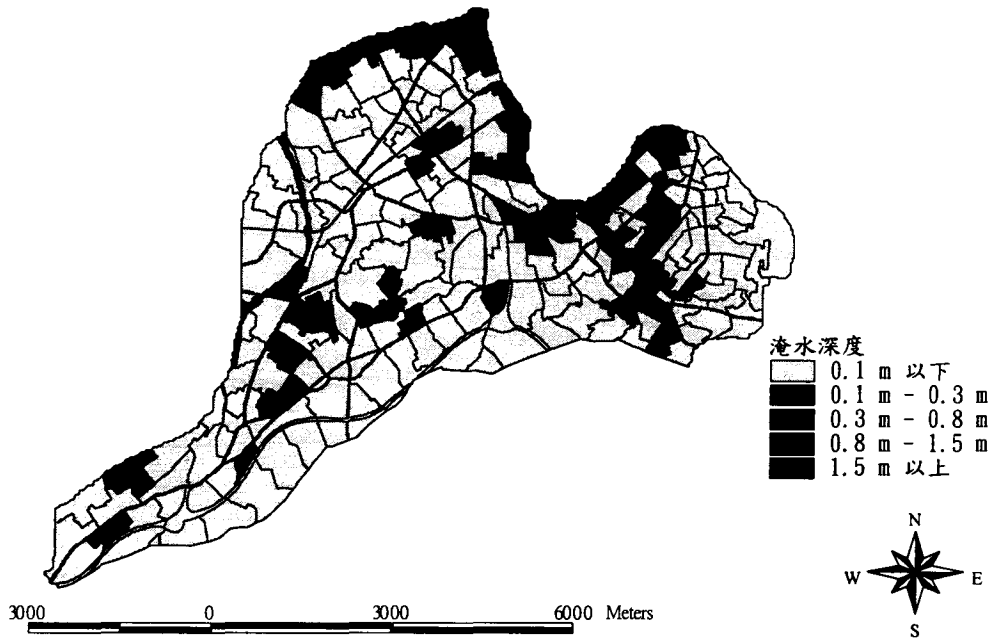


圖 10 10年重現期降雨量第12小時之淹水深度圖

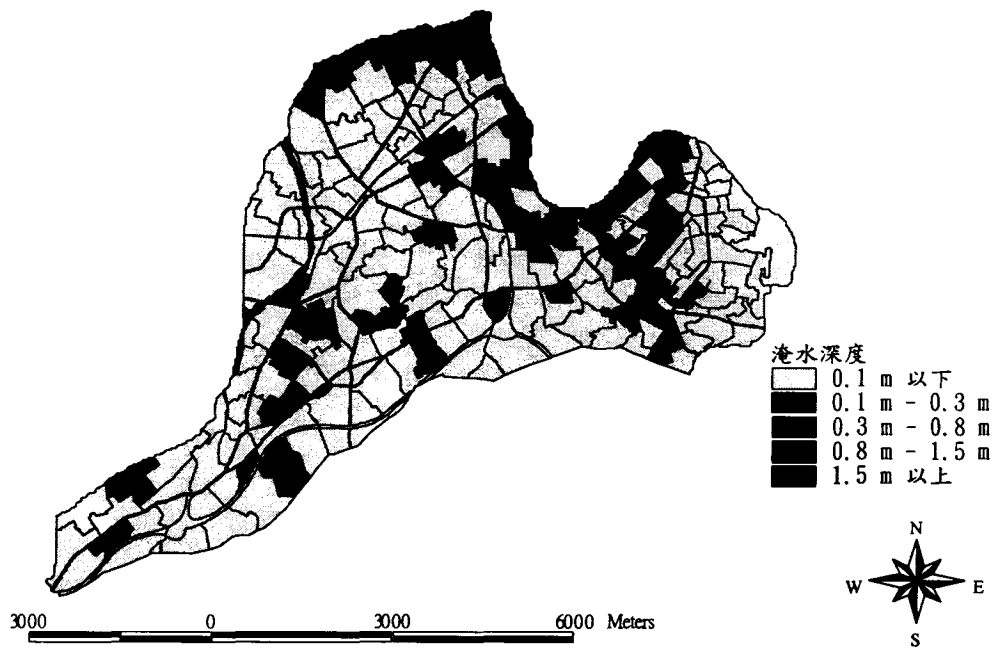


圖 11 25年重現期降雨量第12小時之淹水深度圖

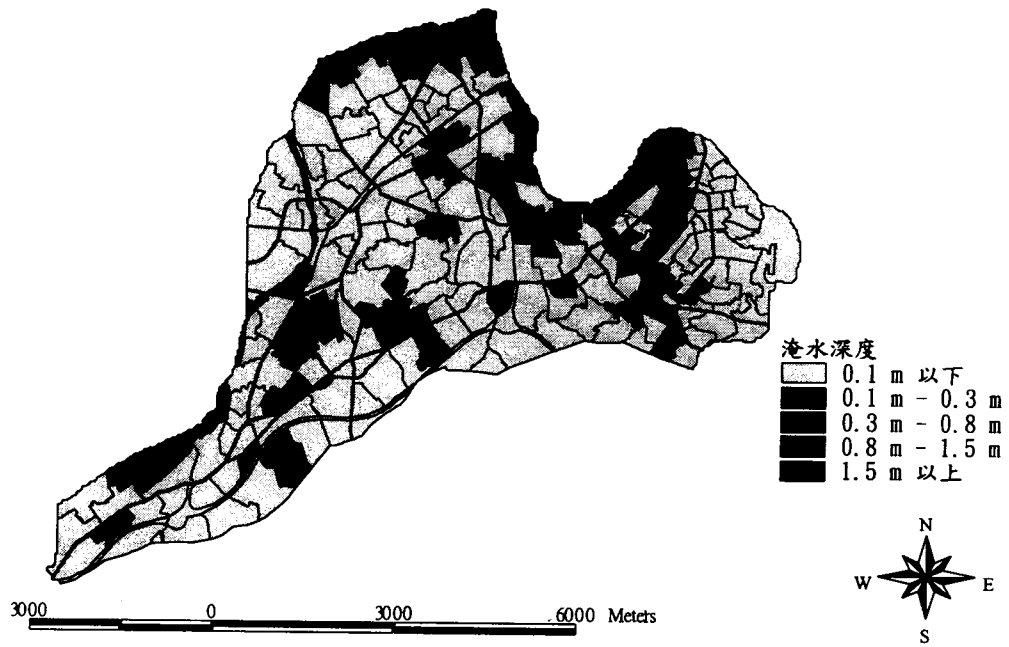


圖 12 50 年重現期降雨量第 12 小時之淹水深度圖

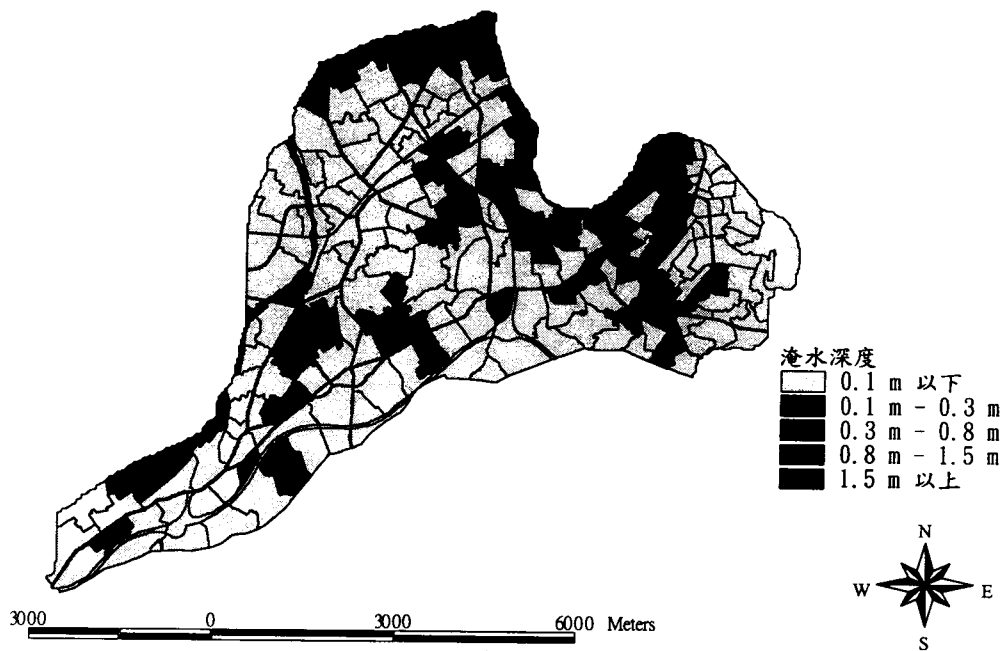


圖 13 100 年重現期降雨量第 12 小時之淹水深度圖

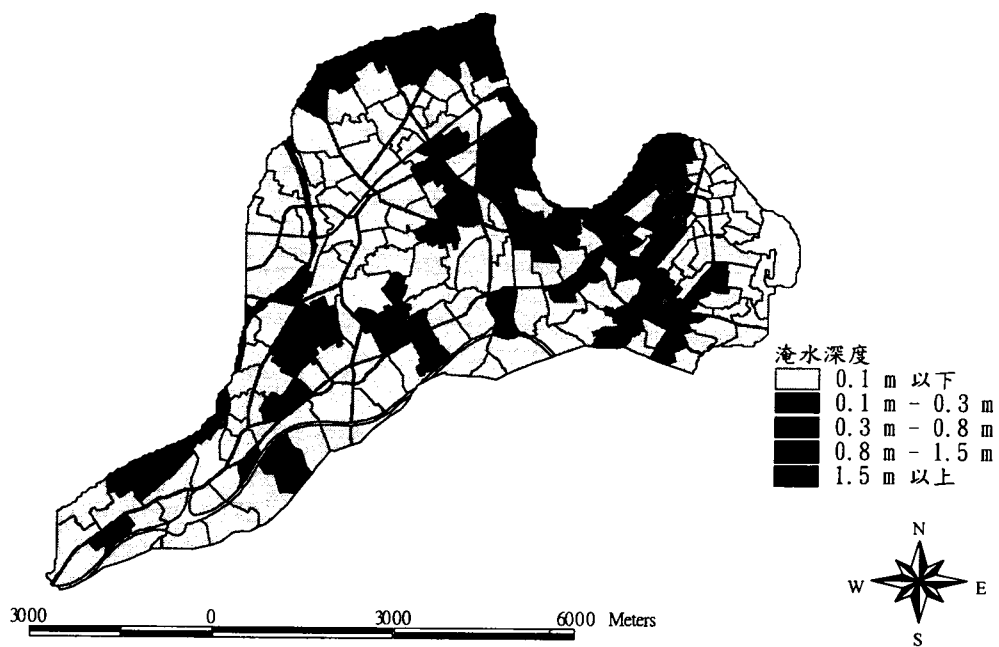


圖 14 200 年重現期降雨量第 12 小時之淹水深度圖

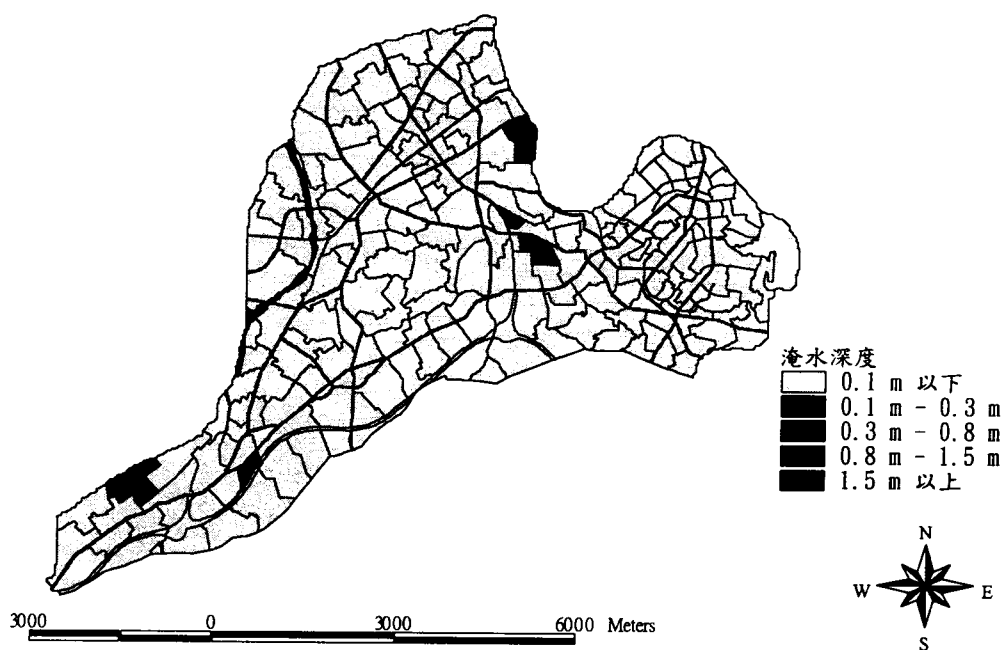


圖 15 200 年重現期降雨量第 30 小時之淹水深度圖

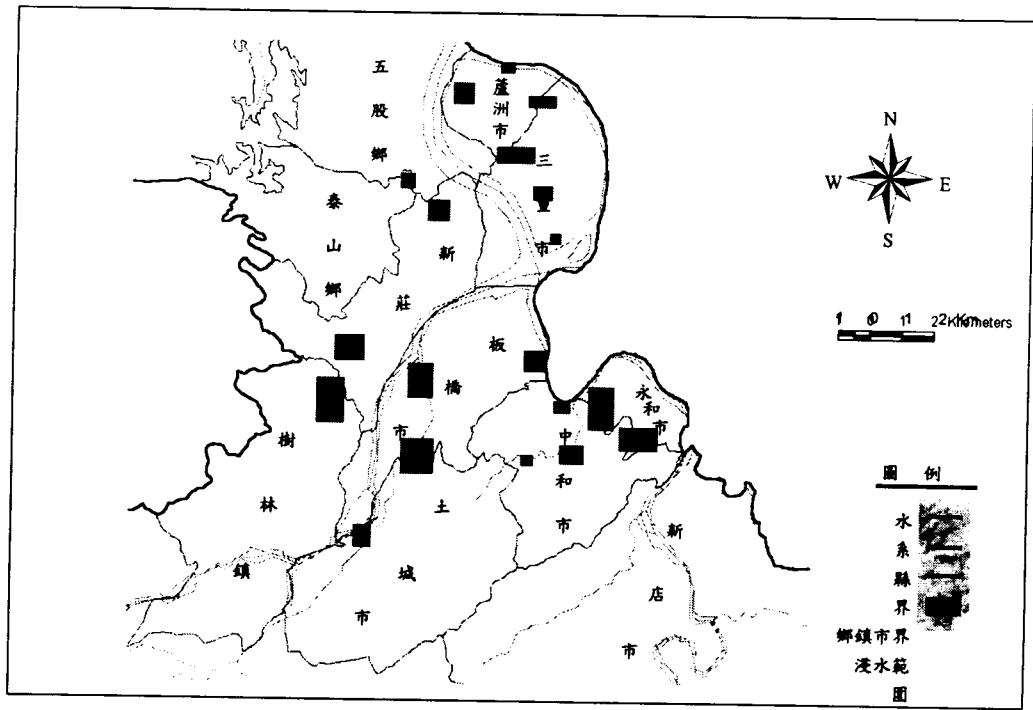


圖 16 台北縣浸水申報範圍

台北都會區淹水區域預測之研究(三)

一子計畫七：台北市中央區洪災境況模擬與應變措施之研究(三)

精簡報告

計畫編號：NSC 89 - 2625 - Z - 002 - 007

執行期間：88年8月1日至89年7月31日

主持人：陳增壽 助理教授

協同主持人：張倉榮 助理教授

協同主持人：鄧慰先 博士

執行單位：國立台灣大學農業工程學研究所

中文摘要

本計畫為「都會區淹水區域預測之研究(III)」整合型計畫之子計畫七，其計畫之目的主要在探討台北市中央區在不同重現期降雨條件下之洪災境況及其相關應變措施。台北市中央區洪災境況模擬是藉由一維河川變量流動力波模式、山區逕流模式、二維零慣性波漫地流淹水模式及SWMM都市雨水下水道模式之結合演算，將都市雨水下水道系統出口之抽水站與地表漫地流出口處之閘門操作納入考慮，進行不同重現期降雨事件下之地表淹水模擬，及抽水站或閘門未發揮功能時對研究範圍淹水之影響，以充分考慮台北市中央區洪災發生時之各種可能情況。

在洪災應變措施部份，本研究以文山木柵地區為例，依據洪災境況模擬成果及該地區之地域特性，訂定都會區洪災應變措施之內容與判定方法，並規劃其洪災避難措施，包括「緊急應變體系」、「緊急應變中心通訊系統」、「疏散避難計畫」與「救援及醫療物資」等內容。使淹水區域行政機關可藉由本研究成果，規劃居民疏散方式、路徑及疏散安置地點，儲備民生應用物資於避難安置場所；而淹水區域居民亦可經由本研究成果，確實知道一旦發生淹水，有多久應變時間，應至何處避難等，以期能減少水患之損失。

關鍵詞：洪災、洪災境況模擬、洪災應變措施。

Abstract

The project belongs to the NSC third-year integrated project entitled "A study on regional inundation forecast in metropolitan Taipei area (III)" as its 7th subproject. The main objective of the project is to conduct inundation scenario simulations under the influences of pumping-station as well as flood-gate operations, and to establish flood response measures for the Central District of Metropolis Taipei. An urban inundation model, combining one-dimensional dynamic wave model, hydrologic routing model, two-dimensional zero-inertia wave inundation model, and Storm Sewer Management Model (SWMM), is developed and used to carry out inundation scenario simulations for various flood events.

The study also conducts flood response measures and rescue plans for Wenshan District based on the results of inundation scenario simulations and local social/economic characteristics. The result can be used by the residence and Taipei city government to establish flood mitigation strategy.

Keywords: Flood disaster, Inundation scenario simulation, Flood response measure.

一、前言

台北市中央區位於大台北盆地之中

央，行政區域範圍含蓋台北市原市區、南港區及文山區等地，背山臨河，地勢低窪，淡水河及其主要支流新店溪、大漢溪、基隆河匯流其中，區內地勢由南逐漸向北降低，坡度約千分之一，人口總數約達 150 萬人，為台北市首善之區。「台北地區防洪計畫」自民國七十一年實施至今，已在台北市中央區沿河岸地帶構築有抵禦二百年重現期降雨之高標準堤防，並在中央區中建有一系列五年重現期之抽水站及相關雨水下水道。因此，當降雨規模低於五年重現期之設計標準，若所有抽水站與疏散閘門均正常操作，台北市中央區應無淹水可能；反之若降雨規模介於五年與二百年重現期之間，堤防外河水當不會溢岸氾濫至堤防內市區，但堤防內之抽水站及相關雨水下水道排水工程無法將降雨有效排出市區，此時市區內之雨量有可能會在地勢平坦之市區內形成淹水，而其淹水情況受抽水站與閘門操作及雨水下水道排水系統之共同影響。如民國 86 年 8 月溫妮颱風及民國 87 年 10 月瑞伯、芭比絲颱風，台北地區河川堤防無溢堤情事發生，但仍造成台北中央區嚴重之區域水患。

由此可見目前以築堤約束洪水之工程方法，雖有助於減少災害規模，但仍無法徹底解決台北都會區之水患問題，為防範水患並降低洪災損失，實有必要以非工程預警方法來減少台北都會區之水患損失。本整合型計畫「都會區淹水區域預測之研究(III)」之終極目的即以台北都會區淹水區域預測為主題，模擬及預測在各種降雨條件下，所可能造成市區之淹水情況。當颶洪來襲之時，立刻可從資料庫查詢其相對應下游都會區可能之淹水範圍及程度，使低窪地區之居民及行政機關得先了解未來可能淹水情況，提早加以防範，而防災單位亦可據以快速擬定應變措施。本計畫為此整合型計畫之子計畫七，計畫之目的主要在探討台北市中央區在不同重現期降雨條件下之洪災境況及其相關應變措施。

二、研究方法與流程

本研究主要在模擬台北都會區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、下游台北盆地地區，故使用山區逕流模式計算上游地區逕流量。中、下游之台北都會盆地區，因「台北地區防洪計畫」已完工，構築有保護二百年重現期洪水之高標準堤防，河水溢岸氾濫之現象已屬罕見，故假設若降雨量在不於堤防設計保護標準條件下，堤防均不會有潰決之情形發生。因此，台北都會盆地區可依其水系與高保護堤防之分布，分為台北市中央區(含台北市原市區、南港區及文山區)、內湖大直區、士林北投區、汐止五堵區、新店區、三重蘆洲區、新莊泰山區(含樹林)及板橋雙和區(含土城)等八個淹水模擬區，由四個子計畫分別進行。而本子計畫則負責進行台北市中央區之洪災境況模擬。

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、閘門操作及雨水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，分別採用山區逕流模式、二維漫地流淹水模式(含抽水站操作)與雨水下水道排水模式來模擬，並進行各模式之結合。另外，在考慮閘門操作對都會區淹水範圍之影響時，需要再考量河川內同一時刻外水位之互動關係，故加入一維河系變量流演算在模式中。

三、台北市中央區水文地文資料

本研究在進行台北市中央區淹水模擬時，為考慮能符合實際之淹水流況，在資料之蒐集方面必須儘量考慮配合真實地形、地貌、氣象及構造物等流域現況資料。資料之整理與輸入包括(1)模擬區域概述，(2)兩型雨量資料，(3)抽水站與閘門資料，(4)雨水下水道系統資料，(5)40×40公尺數值地形資料與土地利用資料，(6)地理資訊資料庫之建立。

1. 模擬區域概述

本研究以台北市中央區為研究對象，行政區域包含台北市原市區、南港區及文山區等地，研究範圍北由基隆河左岸起，南至景美溪右岸止，西由淡水河右岸起，東至台北市東側山區，研究範圍面積共約 110 平方公里，位處大台北都會區中人口最密集之處，模擬區域之範圍及其 DTM 高程如圖 1 所示。由圖中可知，研究區域地勢東南高西北低，沿岸地區多為地勢低窪之地區。

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二百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)興建二百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。因此，本研究區域四周範圍均已構築有保護二百年重現期洪水之堤防。

2. 兩型雨量資料

由水文分析得知，颱風雨是造成台灣地區各流域淹水之主因，其致災降雨延時約為 24 小時，故本研究依 24 小時延時之颱風雨資料，採用無因次移動平均法推估淹水模擬所須使用之雨型。另一方面，本研究亦參酌使用六種不同重現期(5 年、10 年、25 年、50 年、100 年及 200 年)之 24 小時延時降雨，以模擬不同總降雨量在模擬區域中之淹水範圍及深度。

台灣北部地區之平均年雨量達 2,850 公厘，為全台雨量最豐沛之地區，每年五月至十月為豐水期，雨量來自於五、六月間之梅雨及夏季之颱風豪雨。豐水期雨量佔全年雨量之 62%，雨量主要集中在幾場颱風或西南氣流引發之豪雨。依據統計結果，台北市中央區 5 年重現期之 24 小時延時降雨量為 222 公厘，10 年重現期為 272 公厘，100 年重現期為 447 公厘，200 年重現期為 532 公厘。

針對台北市中央區進行淹水模擬，本研究使用之設計雨型是採用無因次移動平

均法 (dimensionless moving average method)，由小時降雨資料選出延時 18 小時至 30 小時之降雨事件，經無因次轉換為延時 24 小時颱風雨之降雨。台北市中央區之設計雨型係採用台北市中央氣象局雨量站(民國 54-80 年記錄)降雨資料做為分析之依據。因此，本研究使用之六種不同重現期(5 年、10 年、25 年、50 年、100 年及 200 年)之 24 小時延時降雨，依設計雨型百分比分配，則可推得不同總降雨量下之設計降雨組體圖。

3. 抽水站與閘門資料

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 2,109.07 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。在本研究研究區域內共有二十九個抽水站及二十八個疏散閘門，分布在淡水河、基隆河與景美溪沿岸，如圖 2 所示。本研究進行洪水與地表淹水模擬時所需之抽水站與閘門相關資料已由台北市政府取得，如閘門底高程、閘門頂高程、閘門寬、與抽水站所含資料包括抽水站名稱、所屬行政區域、隸屬流域、設施日期、總抽水量、抽水機台數及總馬力等。

4. 雨水下水道系統資料

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%，其人孔分布如圖 2 所示。

5. 數值地形資料與土地利用資料

台灣地區 DTM 資料由國立中央大學太空及遙測研究中心提供，其資料型態為 ASCII 碼，資料內容含各點之 UTM 國際座標與高程資料。由於不同之土地利用型態會有不同之曼寧 n 值，因此本研究根據內政部地政司之台灣省國土利用現況調查數

化資料，將格網分為農業用地、水利用地、建築用地等，並依各網格之土地利用型態來決定其曼寧 n 值。

6. 地理資訊資料庫之建立

本研究因採用小格網之數值模擬，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，包括臺灣地區 1/25,000 地形圖、河川流域圖、區域排水系統調查圖、兩水下水道系統圖等。為整合上述各種來源之資料，需要引用地理資訊系統 (Geographic Information System, 簡稱 GIS) 之技術，建立地理資料庫。

地理資料庫中，由 DTM 資料建立之點屬性資料為空間間距 40 公尺之高程資料，可滿足 40 公尺 x 40 公尺數值模擬格網所需。格網間距大小對模式模擬之影響甚大，故參考以往之研究成果，以採用 120 公尺 x 120 公尺之數值模擬格網較為恰當，故本研究使用 GIS 之資料庫管理功能，將 DTM 之 40 公尺間距之高程資料統計平均後得到 120 公尺格網之平均高程資料。即針對 120 公尺間距格網中之 9 個 40 公尺間距之 DTM 資料點，各點高程經統計分析後得到算術平均高程，可做為該格網之代表高程。

四、過去淹水紀錄與模式驗證

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 公厘，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之水患，共淹沒了汐止鎮中最繁榮、人口最密集之二十三個里，並造成三人溺水死亡。在台北市中央區部份，經濟部水利處中正橋氣象站之連續 24 小時最大降雨量亦達 365 公厘，淹水災情雖不若台北縣汐止地區般嚴重，但亦造成市區內二十二處地區積水。

本淹水模式是由山區逕流、都市雨水下水道排水模式及二維漫地流淹水(含抽水站、開門操作)等三個模式組成，模式中

包含若干參數，如地表漫地流曼寧 n 值、山區逕流出口流量、漫地流排水出口堰高、堰寬、堰流係數、與堰外水位等。其中山區逕流出口流量與漫地流排水堰高、堰寬、堰流係數、及堰外水位可由「台北地區防洪計畫」中水利設施資料計算而得；地表漫地流曼寧 n 值雖可由過去使用經驗值配合台北市土地使用狀況進行推估，例如水利用地曼寧 n 值採 0.10，建築、工業用地採 0.20，農業、交通、遊憩、礦業、軍事、及其他用地則採 0.13。但上述各參數值仍需進行本區模式驗證，以確保模擬結果之準確性。如前所述，本地區在去年瑞伯颱風來襲時，造成市區多處積水，故本模式參數以該事件之調查積水範圍進行驗證。

圖 3 為台北市政府工務局養工處所提供之瑞伯颱風調查積水範圍圖，由圖中可知，淹水地區在大同區承德路、赤豐街、迪化街二段、延平北路四段、萬華區廣州街、西園路、漢口街、中正區寶慶路總統府週邊及文山區羅斯福路五段師大分部附近、木柵路二段、木新路、樟新街等地區；圖 4 則為使用瑞伯颱風降雨事件及上列驗證參數值所模擬之台北市中央區淹水範圍結果，其雨量資料是根據經濟部水利處中正橋雨量站之實測時雨量，並將各小時之降雨歷線輸入模式中以進行淹水模擬。比較上述之颱風事件調查積水範圍與模式計算淹水範圍可知，本研究所建立之淹水模式提供可靠之淹水潛勢資訊，並且模擬過程中使用之各項參數可應用於其他降雨事件之台北市中央區淹水模擬。

五、台北市中央區洪災境況模擬

台北市中央區所位處之台北都會盆地，「台北地區防洪計畫」已經完工，構築有保護二百年重現期洪水之高標準堤防。當低於二百年重現期之暴雨發生時，若所有抽水站與疏散閘門均正常操作，堤防外河水當不會溢岸氾濫至堤防內市區，但市區內之雨量卻有可能會在地勢平坦之市區內形成淹水，且其淹水情況受抽水站

與閘門操作及雨水下水道排水系統之共同影響。

由於抽水站與閘門操作對地表淹水之影響相當大，因此本研究在考慮抽水站與閘門操作之情況後，將各降雨事件依抽水站及閘門之操作情形分成(1)所有抽水站與疏散閘門均正常操作，(2)新生、雙園及撫遠抽水站無法正常操作，(3)淡水河三號、基隆河四號及基隆河九號疏散閘門未及時關閉等三種情況來進行模擬。

1. 所有抽水站與疏散閘門均正常操作

當都會區內所有抽水站與疏散閘門均正常操作下，因暴雨量過大所造成之淹水之模擬，須同時考量堤防內地表漫地流、抽水站及疏散閘門操作與下水道排水系統等三部份，本研究分別採用山區逕流模式、二維漫地流淹水模式(含抽水站操作)與雨水下水道排水模式進行模擬，並完成各模式間之結合工作。另外，在模擬所有抽水站與疏散閘門均正常操作之過程中，其意義是表示當匯流處之河川水位高於格網水位時疏散閘門會關閉；而抽水站之操作方面，所有區域內之抽水站均能以設計抽水量正常運作。

圖 5 至圖 8 為台北市中央區在 5 年、25 年、100 年及 200 年等重現期之 24 小時延時降雨條件下，當所有抽水站與疏散閘門均正常操作時，模擬所得之最大淹水深度圖。台北市之雨水下水道系統，其管路排水容量是依 5 年重現期 2 小時延時暴雨設計，而抽水站容量則是依據 5 年重現期 24 小時延時颱風雨設計。故在 5 年重現期降雨條件下，除少數地區如文山區羅斯福路五段師大分部附近、木柵路二段、木新路、樟新街及中山區新生北路特一號排水幹線周邊等地區，下水道系統有阻塞現象或容量稍有不足外，其餘各地區之雨水下水道排水系統均可充分容納市區降雨量，而無淹水之虞。

隨著一日總降雨量增至 25 年、100 年及 200 年重現期之規模時，此時已超過台北市排水系統與抽水站設計容量，溢出人孔之水量會開始以地表漫地流之形式在市區流動。大安區、中正區等區域，地勢較

高，排水系統通暢，無淹水之虞；信義區沿基隆路一段、二段之區域，因屬玉成排水系統管路末端，在超過排水系統設計容量下，淹水潛勢較高；松山區民生社區尾之撫遠街一帶，亦因人孔溢流而有類似情況；文山區羅斯福路五段師大分部附近、木柵路二段、木新路、樟新街等地區，淹水可能性亦高；萬華區雙園抽水站附近地區，存在淹水可能性；大同區迪化街二段、延平北路四段地帶，有淹水可能；中山區與大同區靠近新生北路特一號排水幹線附近區域，為全台北市地勢地勢最低窪處，亦屬較高淹水潛勢區。

2. 新生、雙園及撫遠抽水站無法正常操作

在處理台北市中央區內三個重要抽水站(新生、雙園及撫遠抽水站)無法正常操作下，因不同程度暴雨量所造成之淹水，則須與上一節相同，分別採用山區逕流模式、二維漫地流淹水模式(含抽水站操作)與雨水下水道排水模式來進行模擬結合。唯一不同之處是將新生、雙園及撫遠抽水站改為無法正常操作，其設計抽水量為零。

圖 9 與圖 10 為台北市中央區在 100 年及 200 年等重現期之 24 小時延時降雨條件下，新生、雙園及撫遠抽水站無法正常操作下，模擬所得之最大淹水深度圖。比較圖 7、圖 9 與圖 8、圖 10 可知，在一日總降雨量為 100 年及 200 年等重現期之超大降雨時，三個無法正常操作之抽水站及其所連接之雨水下水道人孔，溢出大量之水量而在市區隨地勢流動。撫遠抽水站所在之松山區民生社區尾之撫遠街一帶，人孔溢流造成 2.0 公尺淹水深之情況，淹水範圍並隨地勢向北邊之松山機場及濱江街地區蔓延；新生抽水站所在之中山區與大同區靠近新生北路特一號排水幹線附近區域，本為全台北市地勢地勢最低窪處，溢流量更造成沿排水幹線附近區域嚴重之淹水；雙園抽水站所在之萬華地區，亦因人孔溢流而有類似情況；另外信義區沿基隆路一段、二段之區域，因屬玉成排水系統管路末端，在超過排水系統設計容量下，淹水潛勢較高。

3. 淡水河三號、基隆河四號及基隆河九號

疏散閘門未及時關閉

淡水河三號疏散閘門位於中正區市民大道底之忠孝大橋旁；基隆河四號疏散閘門位於松山區玉成及南京抽水站之間；基隆河九號疏散閘門則位於中山區建國與中山抽水站間。上述三個疏散閘門外均有堤外停車場之設置。因不同程度暴雨量所造成閘門未關所引致之都會區淹水，除了按照上節採用山區逕流模式、二維漫地流淹水模式(含抽水站操作)與雨水下水道排水模式來進行模擬結合外，尚須考量堤外河川洪水與堤內地表淹水間之相互關係，故利用一維河川變量流動力波模式同時進行河川洪水位研究。一維河川變量流動力波模式採用重現期 100 年之山區逕流量為邊界條件。藉由一維河系變量流動力波模式及二維零慣性波漫地流淹水模式在每一演算時距相互迭代河川內外水位進行模擬，並將疏散閘門之入流量根據閘門尺寸及內外水位差，依堰或孔口流之公式計算。

圖 11 及圖 12 為台北市中央區在 100 年及 200 年重現期之 24 小時延時降雨條件下，當上述三個疏散閘門未及時關閉情形下，模擬所得之最大淹水深度圖。由圖中可知，在 100 年重現期降雨，三個疏散閘門站址附近已開始溢入由淡水河與基隆河灌進之水量，淹水深度在 1.0 公尺以上。在 200 年重現期降雨條件下，三個疏散閘門溢入之水量復加上豐沛之雨量而在市區流動，淹水範圍繼續擴展到其鄰近區域。此模擬結果可提供台北市政府在研擬防災計畫時之參考。

六、文山木柵地區洪災境況模擬

台北市文山木柵地區位處台北市之最南邊，東、南、西三邊臨景美溪，北有溪子口山(仙跡巖)、馬明潭山為障。文山木柵地區沿景美溪低窪地帶每逢颱風或西南氣流暴雨，經常造成嚴重積水，本研究第四章曾針對文山區過去淹水記錄做過詳盡說明。近年來汛期期間台灣地區降雨頻繁且雨量可觀，倘若外水溢堤或內水不及渲洩，勢必造成洪災危及景美溪沿岸低窪地

區人民生命財產安全。景美溪與新店溪皆在「台北地區防洪計畫」中，已構築有保護二百年重現期洪水之高標準堤防，而區內有保儀(4 CMS)、實踐(8 CMS)、中港(15 CMS)、埤腹(12 CMS)等四個抽水站，將區內降雨排入景美溪。故當低於二百年重現期之暴雨發生時，堤防外景美溪水當不會溢淹至堤防內市區，但下在市區內之雨量卻有可能隨抽水站與雨水下水道人孔溢流至地面，而在市區隨地勢流動。本研究將各降雨事件依抽水站及閘門之操作情形分成(1)所有抽水站與疏散閘門均正常操作，(2)中港抽水站無法正常操作，等二種情況來進行模擬。

1. 所有抽水站與疏散閘門均正常操作

圖 13 至圖 16 為台北市文山木柵地區在 5 年、25 年、100 年及 200 年等重現期之 24 小時延時降雨條件下，當所有抽水站與疏散閘門均正常操作時，模擬所得之最大淹水深度圖。在 5 年重現期降雨下，文山區木柵路二段、木新路、樟新街等地區，下水道系統稍有阻塞或容量稍有不足外，有短暫輕微淹水外，其餘各地區之雨水下水道排水系統均可充分容納市區降雨量，而無淹水之虞。

隨著一日總降雨量陸續增至 25 年、100 年及 200 年重現期之降雨時，溢出人孔之水量會開始以地表漫地流之形式在市區流動。木柵路二段、木新路、樟新街等地區淹水逐漸嚴重，淹水區域並向北擴展至興隆路四段及向東延伸到木柵路三段等排水系統管路末端地區，此時最高淹水深度可達 2.0 公尺以上。

2. 中港抽水站無法正常操作

圖 17 與圖 18 為台北市文山木柵地區在 100 年及 200 年等重現期之 24 小時延時降雨條件，當中港抽水站無法正常操作，模擬所得之最大淹水深度圖。在 25 年重現期之降雨條件時，其淹水範圍已相當於在 200 年重現期降雨而所有抽水站與疏散閘門均正常操作時之淹水範圍，足見中港抽水站在該地區之重要性。到降雨規模為 200 年重現期時，大量之水量隨中港抽水站及其所連接之雨水下水道人孔，從下水道溢

出至市區，造成沿排水幹線附近區域嚴重之淹水，整個文山木柵地區幾乎淹滿，人孔溢流造成 2.0 公尺以上淹水深。

七、文山木柵地區洪災應變措施

如前所述，景美溪沿岸低窪地區已有數次因內水不及渲洩，造成當地人民生命財產之損失。本研究依據現況，應用經由洪災境況模擬完成之淹水潛勢資料，予以分級及計算所需應變時間，劃定警戒疏散區域，並且研擬加強台北市政府及文山區公所之緊急救援與居民疏散之相關應變措施。緊急應變措施應強化包括協助警戒區域內區公所規劃居民疏散方式及路徑，並提供適當避難場所及儲備民生應用物資。汛期期間，區公所應指導警戒區域內居民作好防汛演練，並經由演練結果檢討現有人力及設備是否足夠，如成立區級應變中心及組織防災專責人員等，並應貫徹文山區居民之防災教育與認知，讓民眾確實知道一旦發生淹水，有多久應變時間，應至何處避難等。本章分別以「緊急應變體系」、「緊急應變中心通訊系統」、「疏散避難計畫」與「救援及醫療物資」等說明文山木柵地區淹水緊急應變措施之規劃建議。

1. 緊急應變體系

本研究所提出之緊急應變體系是針對文山區淹水，相關單位所應採取應變措施之建議。該體系除平時偵測文山區是否可能發生水災外，並應劃定淹水警戒區域及規劃如何將預警資訊迅速傳遞至警戒區域內之居民，以利民眾進行疏散避難以及從事緊急救援工作。文山區水災緊急應變體系必須整合中央與地方不同層級單位及相關領域之技術人員，才能共同建立功能齊備之應變體系。

2. 緊急應變中心通訊系統

緊急應變中心是否能迅速經由將監測資料研判災情之預估規模或現況，及進一步將救災資源迅速有效投入災區，正確規劃監測資料傳輸及預警資訊發佈系統是不可或缺之一環，本研究僅就監測資料傳輸

及預警資訊發佈之緊急應變中心通訊系統做一般性介紹。

3. 文山區水災疏散避難計畫

一旦文山區淹水監測系統偵測極有可能發生淹水，緊急應變指揮系統應立即執行淹水警戒區域內居民之疏散避難計畫，以確保居民生命財產之安全，然而疏散避難計畫是否能確實施行，取決於疏散避難計畫之可行性與周延性，以及當地居民對該計畫之了解程度及熟練度。本研究說明疏散避難體制及其規劃流程，並引用洪災境況模擬計算之文山區景美溪沿岸低窪地區淹水潛勢圖，劃定及分級淹水潛勢區域，並擬定高淹水潛勢區域之疏散避難計畫，提出疏散避難方法，並針對避難所之選定、設立及運作提出建議。

依洪災境況模擬之結果，本地區按淹水危險區域劃分，可分為三級。第一級地區為木柵路二段以南、木新路三段以北、興隆路四段以西及辛亥路七段以東所圍繞之區域，此區位於中港、實踐排水系統管路末端地帶，在 10 年重現期之 24 小時延時降雨條件下，最高淹水深度可達 1.0 公尺以上。第二級地區為木柵路一段以南沿景美溪地區(埤腹排水系統管路末端)、木新路二段兩側及木柵路二段以北地區，在 10 年重現期降雨條件，最高淹水深度達 0.5 至 1.0 公尺間；第二級地區之淹水一般是由第一級淹水地區逐漸擴展而至。第三級地區則為本區除第一、第二級地區以外之區域，或因地勢較高，或因雨下水道系統排水順暢，淹水可能性不大。

經由地理資訊系統之空間分析功能，套疊淹水危險區域分級圖及當地之人口分布資料，可以獲得各地區之疏散居民人數，若再配合當地建物街廓圖，則可進一步擬定疏散路線及訂定疏散安置之場所。本研究所擬定之第一級淹水危險地區之疏散路線為往東北方向進行，其疏散安置場所選擇在明道國小。第二級淹水危險地區之疏散路線則宜沿保儀路而往北方進行，其疏散安置場所選擇在木柵國小。另外必須說明，因明道國小位處於第二級淹水危險地區中，故當第二級地區亦有淹水之可

能時，應撤銷明道國小這個疏散安置地點，而轉往地勢更高之木柵國小。

4. 救援物資及醫療保健

一旦不幸地發生景美溪河水溢堤或內水渲泄不及，大量洪水將造成景美溪下游居民極大之危害，此時災民急切需要救援及醫護救助。再者，根據 921 集集大地震之經驗，全國各地救援物資將湧入災區，故如何提出災區急切需要何種救援物資，如何妥善處理及分配救援物資，以確實支援救災單位完成災民之救助，是需要在災害來臨前，就應仔細規劃完成。本研究針對災民所需救援物資供給進行合理之規劃，如飲用水及糧食之整備，並提出災區外救援物資之管理原則，並說明災區應具備基本之醫療保健措施。

八、結論

本研究之內容主要探討台北市中央區在不同重現期降雨條件下之洪災境況及其相關應變措施，研究範圍含蓋台北市原市區、南港區及文山區等行政區域。洪災境況模擬是以數值方法求解由一維河川變量流動力波模式、山區逕流模式、二維零慣性波漫地流淹水模式及 SWMM 都市雨水下水道模式所結合之淹水模式，瞭解不同重現期降雨事件下，抽水站及閘門完全正常操作對地表淹水之影響、河川洪水與中央區地表淹水間之相互關係及抽水站或閘門未發揮功能時對研究範圍淹水之影響。本研究以 87 年 10 月瑞伯颱風為模式驗證之依據。洪災境況包括台北市中央區在 5 年、10 年、25 年、50 年、100 年及 200 年等重現期降雨條件下，三種不同抽水站與閘門操作情況之模擬，包括(1)所有抽水站與疏散閘門均正常操作，(2)新生、雙園及撫遠抽水站無法正常操作，(3)淡水河三號、基隆河四號及基隆河九號疏散閘門未及時關閉等三種情況。本研究並再針對文山木柵地區進行細部洪災境況模擬，以瞭解該地區在 5 年、10 年、25 年、50 年、100 年及 200 年等重現期條件下，當(1)所有抽水站與疏散閘門均正常操作，(2)該區最重

要抽水站一中港抽水站無法正常操作等二種情況發生時之淹水範圍與深度。

由研究結果顯示，由於台北市之雨水下水道系統，其管路排水容量是依 5 年重現期短延時暴雨設計，而抽水站容量則是依據 5 年重現期 24 小時延時颱風雨設計，在 5 年重現期條件下，各地區之雨水下水道排水系統可充分容納市區降雨量，而無淹水之虞。但在 100 年及 200 年重現期之高重現期降雨事件中，堤防外河水雖不會溢岸氾濫至堤防內市區，但即使抽水站與疏散閘門均能發揮正常功能，整個市區淹水之情況仍屬嚴重，淹水範圍及淹水深度均隨總降雨量增加而擴大，而且明顯看出淹水較嚴重之區域都集中於沿岸之低窪地區與排水幹線附近。模擬結果中亦顯示，除抽水站與閘門之操作對地表淹水有相當大之影響外，河川洪水與地表淹水亦存在有密切之關係。足見以目前雨水下水道排水系統之佈置，仍不足以解決高重現期降雨事件之淹水情況。

台北市中央區內一些重要之抽水站(如新生、雙園及撫遠抽水站)，若無法正常操作，會引發抽水站及其附屬雨水下水道系統連鎖溢淹效應，淹水之範圍與深度都十分可觀。反觀抽水站若能正常操作後，沿岸低窪地區之淹水情況均可獲得顯著之改善，足見抽水站之設立可改善低窪地區局部之淹水。此外，若在颱風期間，堤外河川水高漲，若有疏散閘門未能及時關閉，引發堤外洪水擁入市區之內，其淹水情況較抽水站無法正常操作之情形更加嚴重。足見在颱風期間閘門操作不當會使研究區域之淹水情況更加惡化，無論是淹水深度或淹水範圍均較閘門能正常操作之情況為之嚴重。

在洪災應變措施研究部份，本研究以文山木柵地區為例，依據洪災境況模擬成果及該地區之地域特性，分別以「緊急應變體系」、「緊急應變中心通訊系統」、「疏散避難計畫」與「救援及醫療物資」等觀點，規劃文山木柵地區洪災緊急應變措施之建議，並訂定居民疏散方式及路徑，提供適當避難場所及儲備民生應用物

資。依洪災境況模擬所計算之結果，本地區按淹水危險區域劃分，可分為三級。第一級地區為木柵路二段以南、木新路三段以北、興隆路四段以西及辛亥路七段以東所圍繞之區域，此區位於中港、實踐排水系統管路末端地帶，在 10 年重現期之 24 小時延時降雨條件下，最高淹水深度可達 1.0 公尺以上。第二級地區為木柵路一段以南沿景美溪地區(埤腹排水系統管路末端)、木新路二段兩側及木柵路二段以北地區，在 10 年重現期降雨條件，最高淹水深度達 0.5 至 1.0 公尺間；第二級地區之淹水一般是由第一級淹水地區逐漸擴展而至。第三級地區則為本區除第一、第二級地區外所在之區域，或因地勢較高，或因雨水下水道系統排水順暢，淹水之可能性不大。

經由地理資訊系統之空間分析功能，套疊淹水危險區域分級圖及當地之人口分布資料，可獲得各地區之疏散居民人數，若再配合當地建物街廓圖，則可進一步擬定疏散路線及訂定疏散安置之場所。第一級淹水危險地區之疏散路線為往東北方向進行，其疏散安置場所選擇在明道國小。第二級淹水危險地區之疏散路線則宜沿保儀路而往北方進行，其疏散安置場所選擇在木柵國小。另外必須說明，因明道國小位處於第二級淹水危險地區中，故當第二級地區亦有淹水之可能時，應撤銷明道國小這個疏散安置地點，而轉往地勢更高之木柵國小。汛期期間，區公所應指導警戒區域內居民作好防汛演練，經由演練結果檢討現有人力及設備是否足夠，並應貫徹居民之防災教育與認知，讓民眾確實知道一旦發生淹水，有多久應變時間，應至何處避難，以期能減少水患之損失。

參考文獻

- [1] 顏清連等，「台北都會區大眾捷運系統防洪排水設計之研究」，國立台灣大學水工試驗所研究報告第100號，台北市，民國78年12月。
- [2] 顏清連、許銘熙、陶偉麟，「淡水河系洪水演算模式（一）現況河道模式之建立驗證」，行政院國科會，防災科技研究報告72-08，台北市，民國72年9月。
- [3] 顏清連、許銘熙、段鏞，「淡水河系洪水演算模式（二）二重輸洪道完成後淡水河系洪流演算模式」，行政院國科會，防災科技研究報告73-06，台北市，民國73年10月。
- [4] 顏清連、許銘熙、唐建章，「淡水河系洪水演算模式（三）與逕流模式之銜接」，行政院國科會，防災科技研究報告74-26，台北市，民國74年12月。
- [5] 顏清連、許銘熙、陳祖憲、賴進松，「淡水河系洪水演算模式（四）堤防潰決洪流模式之建立」，行政院國科會，防災科技研究報告75-19，台北市，民國75年9月。
- [6] 沈榮茂、楊德良，「流域之漫地流有限元素模式及穩定度分析之研究」，第六屆水利工程研討會論文集，新竹市，民國81年7月，pp.82-93
- [7] 吳啟瑞，「八掌溪流域之淹水模擬」，國立台灣大學農業工程研究所碩士論文，民國82年6月。
- [8] 許銘熙、鄧慰先、黃成甲，「嘉義地區逕流及淹水模式之研究（四）」，台灣省水利局，民國85年10月。
- [9] 許銘熙、鄧慰先、黃成甲，「八掌溪流域北岸洪水與淹水預報模式之研究（二）」，行政院國科會，台北市，民國85年8月。
- [10] 許銘熙、鄧慰先、黃成甲，「八掌溪流域北岸洪水與淹水預報模式之研究（三）」，行政院國科會，台北市，民國86年8月。
- [11] 許銘熙、鄧慰先、盧重任、黃成甲、葉森海，「抽水站與閘門操作對都會區淹水影響之研究（一）」，行政院國科會，台北市，民國87年8月。
- [12] 許銘熙、張倉榮、鄧慰先、陳宣宏、林洙宏、傅金城，「抽水站與閘門操作對都會區淹水影響之研究（二）」，行政院國科會，台北市，民國88年8月。
- [13] 李威儀、錢學陶、李威亨，「台北都市計畫防災系統之規劃」，台北市都市發展局，民國86年6月。
- [14] 顏清連、蔡義本、陳亮全、李清勝、許銘熙、林美聆、羅俊雄，「防災國家型科技計畫規劃報告」，行政院國家科學委員會，台北市，民國86年9月。
- [15] 台北市政府文山區公所，「台北市政府文山區防災計畫」，台北市，民國88年10月。
- [16] 國防部史政編譯局，「災害評估與應變實作指導手冊」，台北市，民國89年1月。
- [17] 神戶市防災會議，「神戶市地區防災計畫—水防計畫篇」，日本、神戶市，民國86年6月。
- [18] Huber, W. C. et al., "Storm Water Management Model: User's Manual Ver. IV", U.S. Environmental Protection Agency, Virginia, 1984.

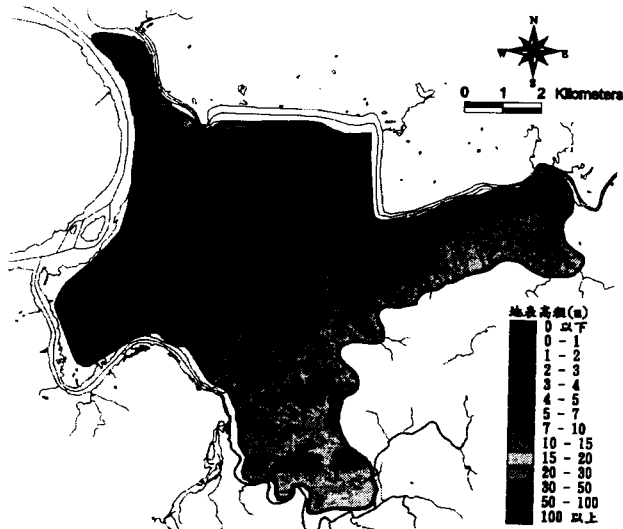


圖1 台北市中央區數值地形高程圖

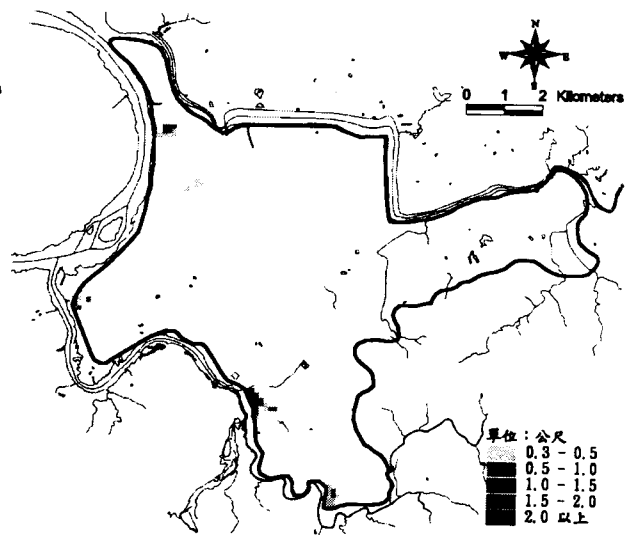


圖4 台北市中央區瑞伯颱風模擬淹水範圍

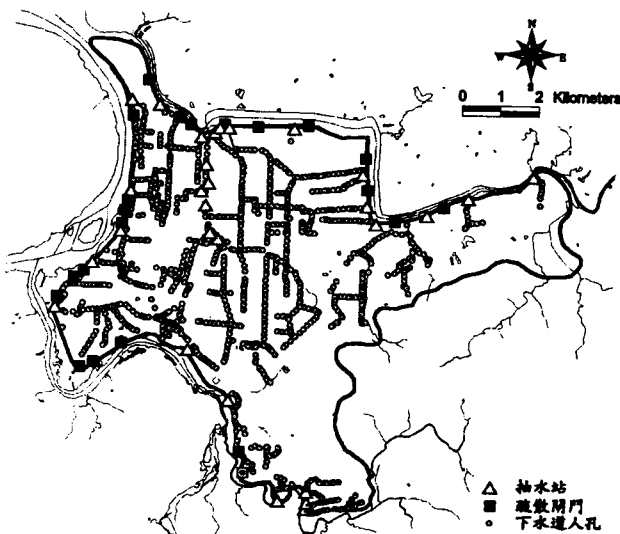


圖2 台北市中央區抽水站及雨水下水道幹線位置圖

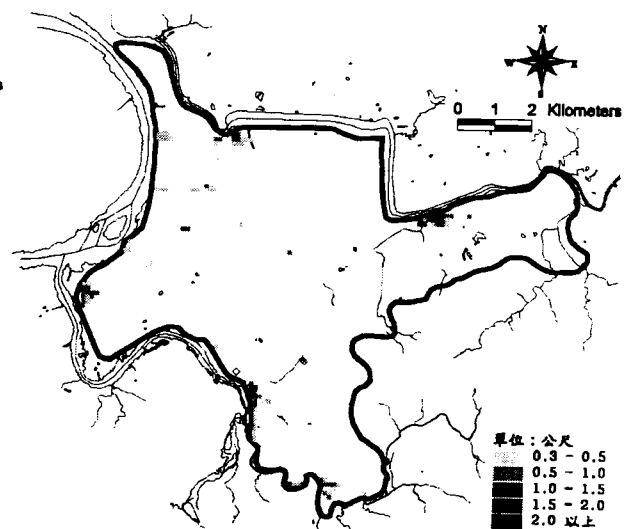


圖5 台北市中央區模擬淹水範圍
(5年重現期距降雨)

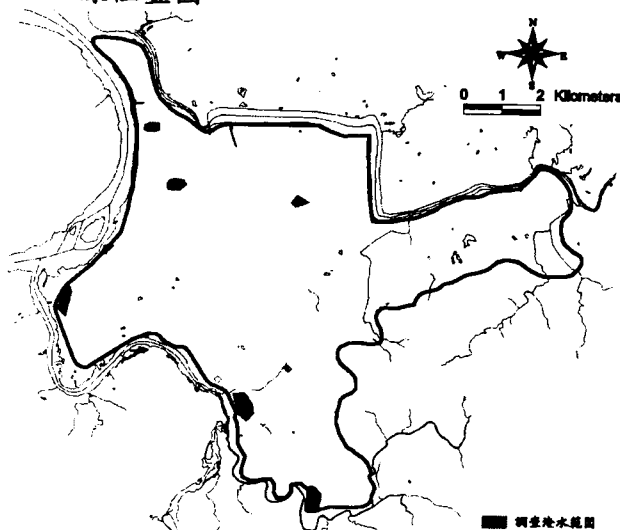


圖3 瑞伯颱風調查積水範圍圖

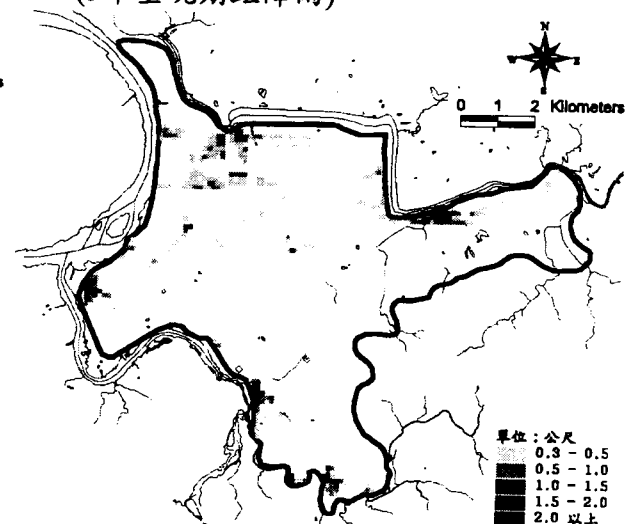


圖6 台北市中央區模擬淹水範圍
(25年重現期距降雨)

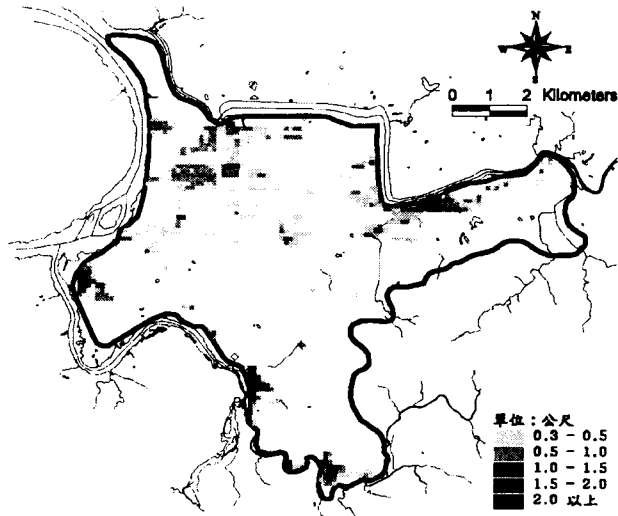


圖7 台北市中央區模擬淹水範圍
(100年重現期距降雨)

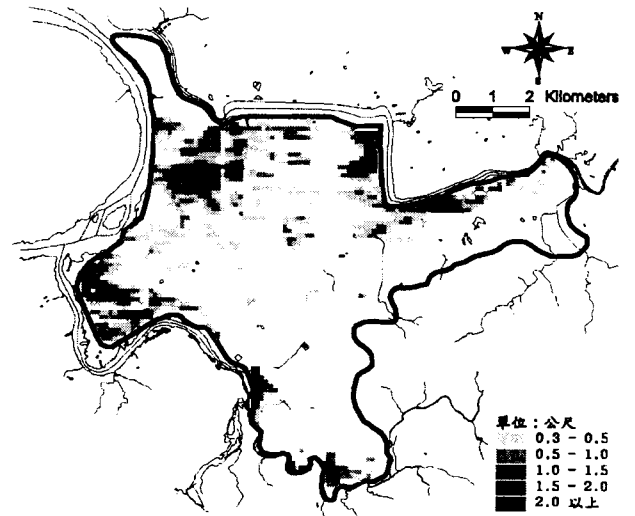


圖10 台北市中央區模擬淹水範圍 (200年重現期距降雨，三個抽水站無法正常操作)

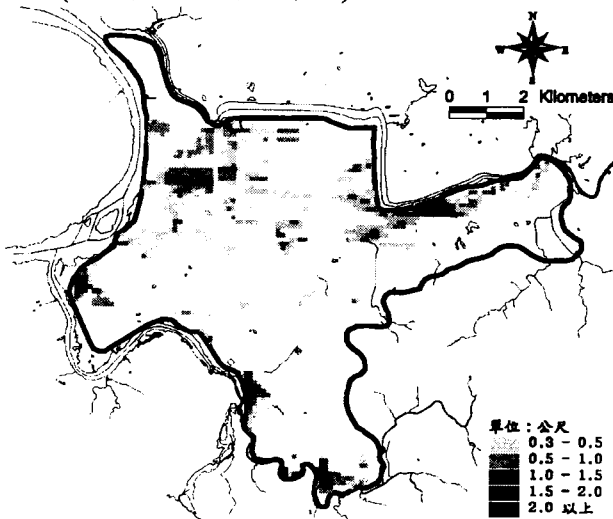


圖8 台北市中央區模擬淹水範圍
(200年重現期距降雨)

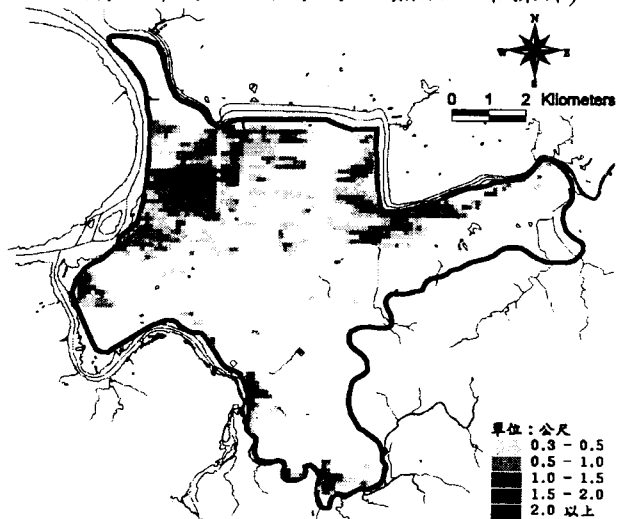


圖11 台北市中央區模擬淹水範圍 (100年重現期距降雨，三個閘門無法即時關閉)

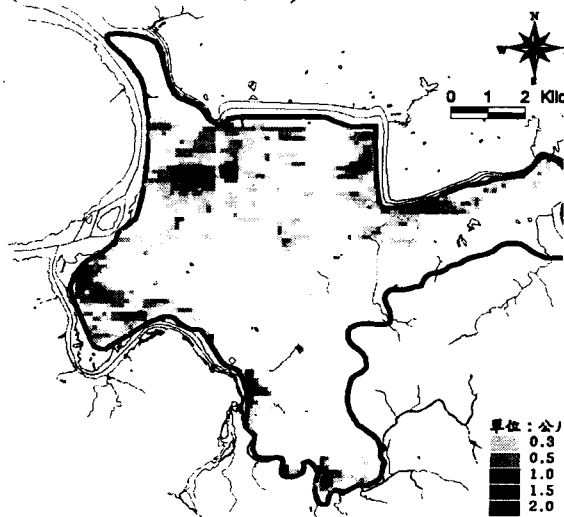


圖9 台北市中央區模擬淹水範圍 (100年重現期距降雨，三個抽水站無法正常操作)

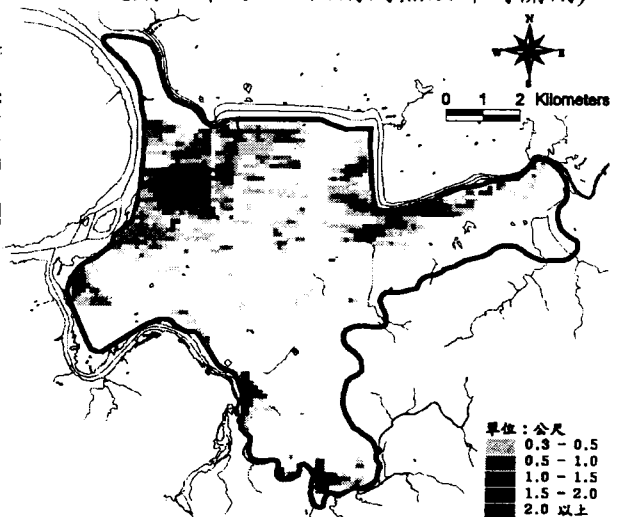


圖12 台北市中央區模擬淹水範圍 (200年重現期距降雨，三個閘門無法即時關閉)

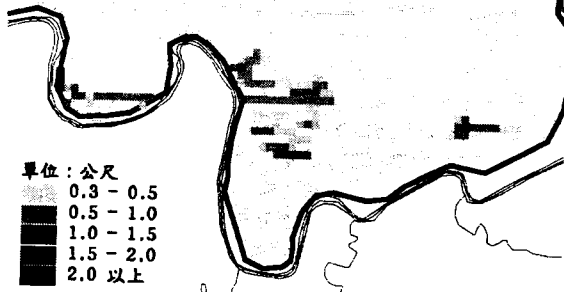
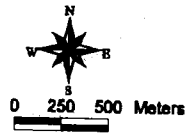


圖13 文山木柵地區模擬淹水範圍
(5年重現期距降雨)

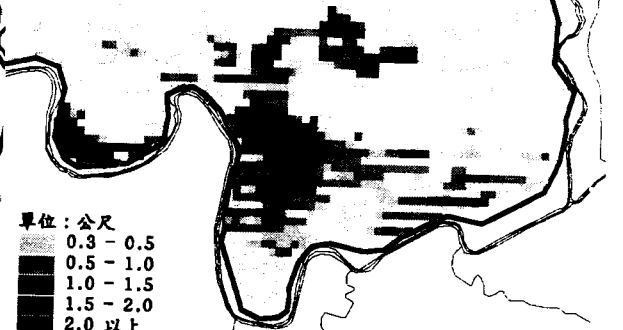
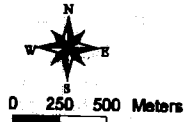


圖16 文山木柵地區模擬淹水範圍
(200年重現期距降雨)

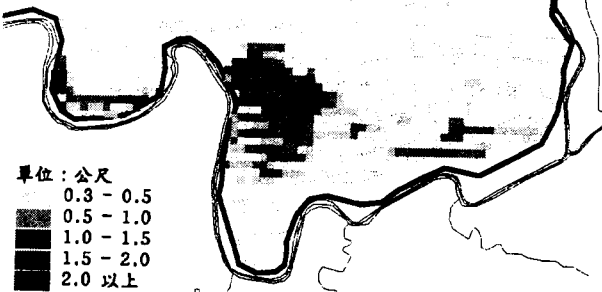
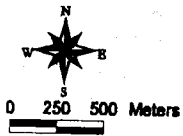


圖14 文山木柵地區模擬淹水範圍
(25年重現期距降雨)

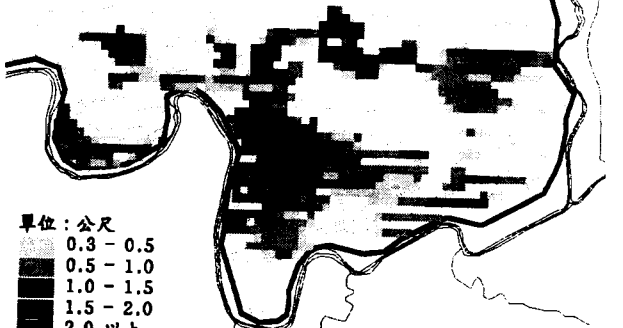
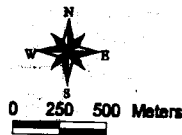


圖17 文山木柵地區模擬淹水範圍(100年重現
期距降雨，中港抽水站無法正常操作)

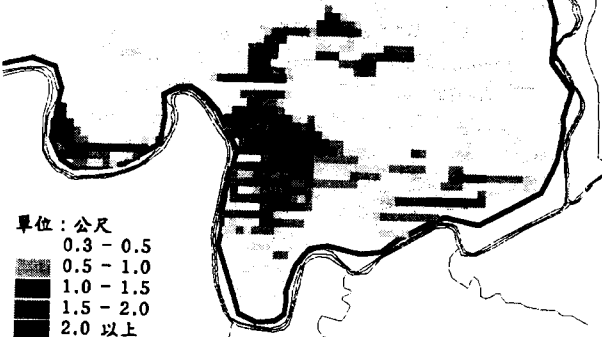
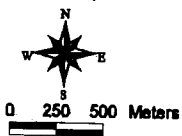


圖15 文山木柵地區模擬淹水範圍
(100年重現期距降雨)

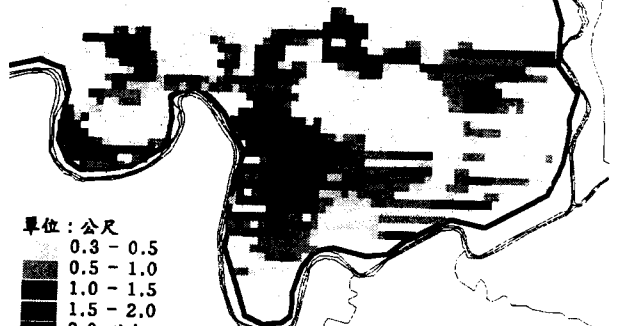
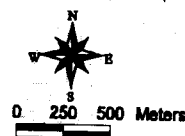


圖18 文山木柵地區模擬淹水範圍(200年重現
期距降雨，中港抽水站無法正常操作)

附錄 C
工作討論會會議記錄

國科會「台北都會區淹水區域預測之研究(三)」
整合型研究計畫

第一次綜合工作討論會 會議記錄

時間：民國八十八年十月十二日(星期二)中午 12 時

地點：台灣大學農業工程學系 204 室

主持人：王如意教授

出席人員：王如意教授

許銘熙教授

蔡長泰教授 (蔡世瑛研究助理代理)

游保杉教授

陳增壽助理教授

吳富春助理教授

張倉榮助理教授

賴進松助理研究員

周建明博士班研究助理

林見榮研究助理

紀錄：林見榮

記錄內容：

一、 主持人報告

1. 「台北都會區淹水區域預測之研究(二)」已於七月三十一日結束，請各子計畫主持人於計畫完成後三個月內繳交完整的報告，後附四頁摘要，由服務單位呈交國科會。
2. 國科會八十八年度成果發表會因九二一震災復建緣故延後至八十九年一月十一、十二日在台大第二學生活動中心舉行，在八十八年十一月三十日前要將各子計畫彙整成果繳交國科會。
3. 第三年度新增了第七個子計畫，由陳增壽教授主持，原則上第三年還是三個月開會一次。目前的工作請各子計畫主持人思考新的研究方向，以便於明年一月左右著手申請另一合適的整合型目標導向計畫。如果各位有好的構想請不吝提出，計畫以三年為原則。
4. 國科會今年不少教授同仁申請二個計畫大多被刪掉一個。第二個計畫如為個別計畫審查評比要達 30%，整合型計畫審查評比需達 60%，請各位同仁瞭解國科會之審查標準。
5. 年底如獲知提交新年度計畫之資詢，可能會再勞駕各位開會研擬新年度之計畫要點。

二、 各子計畫報告

1. 子計畫一：第二年計畫研究提供 24 小時降雨組體圖，依據雨型分類做為 data base，

再做雨型優選的工作，根據颱風的物理特性將雨型分為一、二、三及四型。最後以八場颱風做為驗證，大部分雨型多屬二、三型。第三年研究要做 24 小時總雨量預報及 3 小時灰色雨量預報。(成大游教授)

- 2.子計畫二：第二年研究將標高 50 公尺以下定為都會區，其外圍範圍為都會郊區。依據河網分布推求每一核胞 24 小時降雨量分別為 150、300、450 及 600mm 之逕流量，作為都會區洪水推估之邊界條件。未來希望能和中央氣象局合作，做即時(real time)的預報。(台大王教授)
- 3.子計畫三：模擬三重、蘆洲及新莊、樹林兩區域之降雨淹水情形，並假設潰堤溢流之入流歷線，初步模擬水流在潰堤後之運行及對淹水情況之影響。(台大賴研究員)
- 4.子計畫四：模擬區為北投、士林、大直及內湖區，設計雨型採用台北縣五堵雨量站(民國 54-80 年紀錄)降雨資料作為分析依據。根據此設計雨型，配合四種不同之降雨強度(24 小時延時之總降雨深度分別為 150、300、450 及 600mm)進行模擬，求得不同之降雨在模擬區域中所造成之最大淹水深度及淹水面積。模擬之結果與實際情況吻合。(台大吳教授)
- 5.子計畫五：本研究以台北市中央區為研究對象，並以 87 年 10 月發生之瑞伯、巴比斯兩場颱風作為模式驗證之依據。模擬情況包括：(1)所有抽水站與疏散閘門均正常操作，(2)新生、雙園及撫遠抽水站無法正常操作，(3)淡水河三號、基隆河四號及基隆河九號疏散閘門未及時關閉等三種情況。由模擬結果顯示出本模式已具有良好之精度。(台大許教授)
- 6.子計畫六：由第二子計畫所提供單日總降雨量為 150、300、450 與 600mm 之逕流資料等條件下，以模擬預報研究區域範圍可能之淹水情況。模擬的結果與實際狀況相吻合。(成大蔡世瑛助理)
- 7.子計畫七：第三年度加入之新的研究項目，係針對台北中央區洪災虛境模擬及成果展示做重點研究。(台大陳教授及張教授)

三、臨時動議：

無

四、散會

下午 14:00

國科會「台北都會區淹水區域預測之研究(三)」
整合型研究計畫
第二次綜合工作討論會 會議記錄

時間：民國八十八年十一月十九日(星期五)中午十二時
地點：台灣大學農業工程學系 204 室
主持人：王如意教授
出席人員：蔡長泰教授
游保杉教授
王如意教授
許銘熙教授
陳增壽助理教授
吳富春助理教授
張倉榮助理教授
賴進松助理研究員
謝龍生博士
周建明博士班研究助理
林見榮研究助理
紀錄：林見榮

記錄內容：

一、主持人報告

王教授：本次會議分二部分進行：第一部分討論整合型計畫第三年度各項工作協調事項；第二部份則針對國科會永續會「九十年度永續發展研究主題」所提整合型計畫申請事宜進行討論。本次會議之重點主要放在第二部分計畫申請事宜之討論。

二、議題討論

第三年度各子計畫之工作進度及協調事項

王教授：第二年度計畫之成果發表會由民國 88 年 11 月 16~17 日延後到 89 年 1 月 11~12 日舉行，地點在台大學生第二活動中心，成果報告需於 11 月 30 日前繳交至到國科會防災辦公室，另整合型計畫完整之報告亦需繳交至國科會永續會。第三年度新增加第七個子計畫，由陳教授及張教授負責。本年度計畫所提供之上游邊界條件係重現期距分別為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年、降雨延時為 24 小時組合下每一核胞分區之設計洪水歷線，所獲致之結果將於年底時經由網路提供給各子計畫使用。各子計畫若有任何問題可提出討論。

賴博士：第三年度計畫所討論之重現期距有些很接近，是否有需要執行這麼多個重現期？還是選擇幾個較具代表性之重現期來討論？

王教授：根據賴博士所提之問題，由於當初提交計畫書曾明確指出，所以還是得根據計畫書之內容進行研究。若覺得工作量過大，可先選擇重現期大、中、小之狀況加以討論，其餘留到後面再進行研究，或是使用內插方法推求之。

許教授：當初所提之計畫包括降雨量及淹水區域之預報，提出重現期距條件較多之原因仍希望淹水模擬結果較正確。

蔡教授：中和及板橋區堤防周圍淹水需靠抽水站抽水以排除之，所以需要各抽水站之位置及功能之相關資料。

王教授：目前有這方面資料，可以提供給蔡教授做參考。

九十年國科會整合型計畫申請事宜

王教授：經濟部水資源局對於基隆河流域之探討是以災害損失為主，政府花費 126 億元進行防洪之工作，但由於基隆河流域行水區受阻，若根本問題無法解決，最後仍然會造成淹水。汐止市希望中央政府能將預算提高到 1500 億元，將淹水重現期從 10 年提高到 200 年；但是以政府目前之經濟狀況是不太可能做到。基隆河流域及鹽水溪流域是目前兩大重點示範區，所以下年度所申請之整合型計畫建議包括上述南北兩個區域，內容可以加入颱風災害境況模擬及淹水決策支援系統二個部分，現在大家進行討論研究計畫之題目及研究內容。

許教授：當初整合型計畫提出執行期間為四年，結果被刪掉一年，所以此計畫至少仍需再進行一年之研究工作。目前淹水問題最嚴重之汐止市及南部科學園區，政府分別投入了 100 多億及 30 億之經費進行防洪及排水系統改善之工程，我們可以利用工程資料及電腦模式來研擬颱風之災害境況，並進行淹水災害之模擬及減災應變措施之研究。

蔡教授：由於研究範圍包括了南北兩大流域，所以需要一個較廣泛之計畫名稱以涵蓋此二區域，淹水決策支援系統是一個不錯之名稱。

王教授：我們可以將計畫分成境況模擬及決策支援系統兩個分支來探討，或依照南北兩個流域分別加以討論。

許教授：建議以基隆河及鹽水溪兩個流域來區分，再分別探討集水區降雨量、逕流及淹水等現象與集水區境況模擬與決策支援系統，其中境況模擬與決策支援系統部分至少要佔 1/2 之比重。

王教授：我們把主計畫分成南北兩個流域來探討，大家可以討論一下人力之分配。

游教授：最後探討決策支援系統時，需將南北兩流域合而為一討論之。

許教授：可將問題分成：

- (1) 基隆河流域境況模擬；
- (2) 鹽水溪流域境況模擬；
- (3) 決策支援系統三個部分來探討，可採用模式以驗證工程完工後之改善情況。

蔡教授：雨量方面資料很重要，若降雨量資料不準確，則以後相關研究之成果就大打折扣，目前鹽水溪沿岸只有二個雨量站，可能會影響整個流域平均降雨量資料之準確度。另淹水是只探討地面之淹水情形？還是包括河流之氾濫也要加以界定？由於南部科學園區之地理位置是位於鹽水溪及曾文溪兩流域中間，所以若南部科學園區要討論淹水情形時，不能只考慮鹽水溪流域。

游教授：決策分析可以分成以下三個子題：

- (1) 在某一降雨條件下那些地方會淹水？
- (2) 那些狀況改變後可以減緩淹水之情況？
- (3) 某一區域淹水後需進行何種反應？我們目前之研究重點是偏重在第一項子題，將來之研究內容也可根據第二及第三項子題來加以討論。

王教授：現在我們就人力資源方面進行調配：

- (1) 鹽水河流域：蔡長泰教授、游保杉教授及許銘熙教授。
- (2) 基隆河流域：王如意教授、張倉榮教授及賴進松研究員。
- (3) 決策支援系統：陳增壽教授、何新亞博士(暫定)及陳明仁博士(暫定)。

三、臨時動議

無

四、散會

下午 15:00

國科會「台北都會區淹水區域預測之研究(三)」
整合型研究計畫

第三次綜合工作討論會 會議記錄

時間：民國八十八年十一月二十九日(星期一)下午五時卅分
地點：台灣大學農業工程學系 204 室
主持人：王如意教授
出席人員：王如意教授
許銘熙教授
蘇明道教授
張倉榮助理教授
賴進松助理研究員
何興亞博士
陳明仁博士
謝龍生博士
周建明博士班研究助理
林見榮研究助理

紀錄：林見榮

記錄內容：

一、主持人報告

王教授：對於九十年度國科會永續會整合型計畫申請之相關事宜，在十一月十九日所舉行之會議中，已經決議採用許教授所提之構想，即選定基隆河流域及鹽水溪流域兩個示範區，探討氾濫模擬及決策支援系統。在人力資源分配上，上次會議決議暫定為：

1. 基隆河流域—王如意教授、張倉榮教授及賴進松博士；
2. 鹽水溪流域—許銘熙教授、蔡長泰教授及游保杉教授；
3. 決策支援系統—陳增壽教授、何興亞博士(暫定)及陳明仁博士(暫定)。

本次會議不但邀請何博士及陳博士，另邀請蘇明道教授加入本整合型計畫之研究群陣容。目前預計提出四年之整合型計畫，總計畫下設十個子計畫，前半部的人力分配不變，決策支援系統及成果展示的部分則由蘇教授、陳教授、何博士及陳博士來負責，這一部分也可以依照行政區域來畫分，等一下大家可以討論一下這個部分的劃分方式及人力的分配。

二、議題討論

許教授：本計畫內容是配合基隆河流域及鹽水溪流域兩個指定示範區，以探討境況模擬及決策支援系統，境況模擬部分之人力分配是各流域配置一位研究水文之教授及兩位研究水理之教授。在決策支援系統部分我們不做即時(real time)預報，我們的研究重點是在某一降雨預報值時可能之淹水區域之預測，以提供決策參考之依據。我們現在要討論一下在此部分要如何來分工？

王教授：十位參與本整合型計畫之教授可以就工作性質上或地域上來加以分工。

蘇教授：我們選擇之兩個示範區：基隆河流域屬於都會型區域，鹽水溪流域則是代表農業區及高密度科技開發之區域，所以此二流域涵蓋了所有之區域型態。在防減災之考量上除了加入決策支援系統外，可再加入經費及改善成果之評估。現在

提出兩個研究方案：

1.依區域劃分，各區域再分別探討：

- (1) 資料庫建立及災損評估；
- (2) 資料展示及防減災評估。

2.依項目劃分，分別探討：

- (1) 資料收集與資料庫建立；
- (2) 災損評估；
- (3) 資料展示；
- (4) 決策支援系統；
- (5) 救災支援及體制等項目。

若依區域劃分，則兩流域之研究群要能密切配合且評估方法需一致，最後整合時才能加以討論。

何博士：我覺得可以分兩個流域來做，接著再分幾個子項目來探討。二個流域之研究群在方法部分可以交互搭配來進行，以求評估方法之一致性。

陳博士：各年度的工作進度可以分成：

1. 架構建立；
2. 各別模式模擬；
3. 整合；
4. 評估。

王教授：現在就今天討論的結果做一總整理：

1. 展示及決策支援系統部分人力分配：

- (1) 資料庫建立及災損評估—蘇明道教授（基隆河）及陳增壽教授（鹽水溪）；
- (2) 成果展示及決策支援系統—何興亞博士（基隆河）及陳明仁博士（鹽水溪）。

2. 各子計畫之順序：

- (1) 游保杉教授；
- (2) 許銘熙教授；
- (3) 蔡長泰教授；
- (4) 陳增壽助理教授；
- (5) 陳明仁博士；
- (6) 王如意教授；
- (7) 張倉榮助理教授；
- (8) 賴進松助理研究員；
- (9) 蘇明道教授；
- (10) 何興亞博士。

3. 十二月一日（星期五）中午前請各位主持人繳交：

- (1) 子計畫題目名稱；
- (2) 計畫第一年之經費及人力分配；
- (3) 未來四年之工作重點；
- (4) 預期成果。

三、臨時動議

無

四、散會

下午 20:00

國科會「台北都會區淹水區域預測之研究(三)」
整合型研究計畫

第四次綜合工作討論會 會議記錄

時間：民國八十九年三月十日(星期五)中午十二時

地點：台灣大學農業工程學系 204 室

主持人：王如意教授

出席人員：王如意教授

許銘熙教授

蔡長泰教授 (蔡世瑛小姐代)

游保杉教授

陳增壽助理教授

吳富春助理教授

張倉榮助理教授 (陳宣宏先生代)

賴進松助理研究員

謝龍生博士

周建明博士班研究助理

林見榮研究助理

紀錄：林見榮

記錄內容：

一、主持人報告

王教授：本整合型計畫第三年度必須先由第二子計畫提供重現期距分別為 1.1、2、5、10、25、50、100 及 200 年有關核胞內逕流模式演算結果予第三、四、五及六等四個子計畫淹水模擬使用；分別是許教授所負責之台北中央、汐止、五堵及新店區，吳教授所負責之北投、士林、大直及內湖區，蔡教授所負責之板橋、土城、中和及永和區與賴博士所負責之三重、蘆洲及新莊區。第三年度增加第七個子計畫，原則上以中央區之境況模擬為主，雖然計畫只有一年時間，但最後需將整個成果展示出來，所以是相當重要的一個子計畫。本次會議之第一項重點即將各重現期距之有關核胞逕流演算結果提供給各子計畫主持人。另外，再請游教授說明以模糊理論來分類及預報降雨量之方式，大家來討論一下要用什麼方式將資料提供給下游水理部分子計畫使用。如果各位教授有任何困難也請提出來，希望在四月底能將模擬雨量預報銜接逕流模式之結果再提供給四個子計畫以及時完成各項工作。

二、議題討論

周建明：提供給各位計畫主持人之磁片中包括雨量資料及流量資料兩個部分，格式和去年相同，各位如果有任何問題可以打：23630231 轉 2908 再轉 372 與本人聯絡，或是打：23635351 與王教授聯絡。

王教授：在第二年度研究計畫中，游教授所負責之部分有相當具體的成果，但在降雨及逕流之間尚未加以銜接。在第三年度研究計畫中，希望能夠串聯降雨—逕流之模擬，再與第二年總降雨量及第三年再現期降雨量方式作內插比較，以提供計劃地區淹水資訊正確及快速之研判。

游教授：本子計畫擬以各雨量站延時 24 小時降雨事件，包括 21 小時的觀測及 3 小時的預報，以每站每小時總量的方式來提供資料。

謝博士：每一區各雨量站之資料可以用徐昇氏法算出該區之權重平均值。

許教授：每一個子計畫可以獨立來完成作業，最後結果再繪製合適之淹水模擬圖。

王教授：今天的會議圓滿結束，謝謝各位教授及先生女士撥冗參加。

三、臨時動議

無

四、散會

下午 14:00

國科會「台北都會區淹水區域預測之研究(三)」
整合型研究計畫

第五次綜合工作討論會 會議記錄

時間：民國八十九年六月九日(星期五)中午十二時

地點：台灣大學農業工程學系 204 室

主持人：王如意教授

出席人員：王如意教授

蔡長泰教授（蔡世瑛小姐、梁剛偉先生代）

游保杉教授（陳嘉榮先生代）

許銘熙教授（鄧慰先博士代）

陳增壽助理教授

吳富春助理教授

張倉榮助理教授

賴進松助理研究員

謝龍生博士

陳宣宏先生

周建明博士班研究助理

林見榮研究助理

紀錄：林見榮

記錄內容：

一、主持人報告

王如意教授：上次開會日期為 89 年 3 月 10 日，由於子計畫一在資料處理上稍有延誤，所以間隔了三個月才召開今天之會議。今日議程主要為提出第三年度初步之研究成果，及如何將研究結果提供給子計畫三、四、五及六等四個與水理有關之子計畫及第七子計畫境況模擬使用。由於國科會計畫之結案，需在計畫結束後一個月內提出 4 頁及 12 頁之精簡報告與研究結果總報告，因此煩請各位主持人在這段期間內多辛苦一點，在暑假期間將計畫完成，並繳交 4 頁及 12 頁之精簡報告以供總計畫彙整。

二、議題討論

陳嘉榮先生：本計畫工作內容及目前之進度包括以下幾點：

- 1、完成各測站短延時雨量預報。
- 2、完成各測站降雨型態之分類（87 年度）。
- 3、完成颱風潛勢雨型之優選（87 年度）。

4、完成颱風事件 24 小時降雨總量之靜態預報（部份測站）。

5、完成颱風期間 24 小時降雨總量之動態預報（部份測站）。

王如意教授：子計畫二採用交替區塊法從事台北都會郊區各雨量測站之設計雨型，並配合各雨量站所推得之降雨強度—延時—頻率曲線公式，計算重現期距分別為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年，降雨延時為 24 小時之設計雨型。其次將所有雨量站設計雨型依徐昇氏多形法求出研究地區之平均設計雨型，以提供子計畫三、四、五、及六模擬不同重現期距下研究區域範圍可能之淹水情況。本子計畫成果可提供下游四個淹水模式之地表側入流量，提供資料包括重現期距為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年以及降雨延時為 24 小時組合下每一核胞分區之設計洪水歷線，將此成果彙集於整合型計畫中，以建立研究集水區之設計洪水歷線資料庫，提供政府水利單位於河川治理規劃之參考依據。

賴進松博士：三重、蘆洲、新莊地區已完成部分之工作內容，預計在計畫結束前可以順利完成全部工作。

吳富春教授：本子計畫之格網仍是按照去年方式建立，預期可順利完成工作。

鄧慰先博士：本子計畫已依照原定目標進行淹水區域預測模擬，並配合子計畫二所提供之上游邊界資料，模擬重現期距分別為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年與降雨延時為 24 小時組合下研究區域範圍可能之淹水情況，以提供子計畫七洪災境況模擬與應變措施研究之應用。

蔡世瑛小姐：本子計畫目前已完成模式之建立，部分設計及實際之範圍也已經代入模式中模擬，接續工作係將整個計畫之內容均以此模式來處理。

張倉榮教授：本研究目前研究成果包括兩部分：

1、初步完成台北中央區洪災境況模擬之研究。

(1) 不同重現期距之淹水潛勢。

(2) 抽水站操作失靈之淹水境況模擬。

(3) 防洪閘門未能即時關閉之淹水境況模擬。

2、初步提出洪災應變措施示範區—台北市木柵地區之應變措施建議。

(1) 指出高淹水潛勢地區，提供主管機關與當地民眾了解。

(2) 避難逃生地區及路徑分析。

王如意教授：自從 921 大地震後，國科會比以往更重視防災計畫，未來我們工作推動期望會更為順利。今年各子計畫應該都可以按時完成預定之成果，感謝各位計畫主持人之努力及辛苦，並多謝各位撥空來參加今天之會議。

三、臨時動議

無

四、散會

下午 14:00

國科會「台北都會區淹水區域預測之研究(三)」整合型研究計畫第六次工作
討論會暨「防洪示範區淹水境況模擬與決策支援系統之研究(一)」
第一次工作討論會 綜合會議記錄

時 間：民國八十九年八月十一日(星期五)中午十二時

地 點：台灣大學農業工程學系 204 室

主 持 人：王如意教授

出席人員：王如意教授

蔡長泰教授 (蔡世瑛小姐代)

游保杉教授

許銘熙教授

蘇明道教授

陳增壽助理教授

吳富春助理教授 (請假)

張倉榮助理教授

賴進松助理研究員

何興亞博士

陳明仁博士

鄧慰先博士 (請假)

謝龍生博士

周建明研究助理

紀 錄：周建明

記錄內容：

一、主持人報告

王如意教授：「台北都會區淹水區域預測之研究(三)」整合型計畫已結束，請各子計畫主持人準時完成預定之研究工作與各項報告之撰寫。其中，篇幅 4 頁之報告及各子計畫之完整報告，由各子計畫主持人在規定期限內經由各系所正式繳交至國科會永續會；另篇幅 12 頁之報告請於九月十五日前繳交至總計畫以彙整成總計畫之完整報告。

二、議題討論

(一) 「台北都會區淹水區域預測之研究(三)」整合型計畫

游保杉教授：完成各項預定之研究工作，配合總計畫提供賀伯、溫妮、瑞伯及芭比絲四場颱風日總降雨量預報之資料，以進行淹水模擬及驗證之工作。

王如意教授：子計畫二已完成報告初稿之撰寫。

賴進松博士：可按預期完成不同重現期距之淹水模擬。

許銘熙教授：可按時完成預定之研究工作及各項報告之撰寫及印製。

蔡世瑛小姐：本子計畫目前已完成模式之建立，另加入抽水站之考量，以模擬研析區域淹水之境況。

張倉榮教授：不同重現期距 1.1、2、5、10、25、50、100、200 年之淹水模擬工作量頗大，因重現期距為 1.1 及 2 年時不會造成淹水之情形，所以從重現期距 5 年開始進行淹水之模擬。目前完成台北中央區洪災境況模擬之研究及提出洪災應變措施示範區—台北市木柵地區之應變措施建議。

陳增壽教授：完成淹水境況模擬及避難路線之擬定。

(二) 「防洪示範區淹水境況模擬與決策支援系統之研究(一)」整合型計畫

王如意教授：新申請之「防洪示範區淹水境況模擬與決策支援系統之研究(一)」整合型計畫已被核准，惟研究期間由四年縮短為三年，另經費被大幅刪減。各子計畫專任助理及博士班獎助學金請經由各系所申請，另專任助理考慮保險問題。鹽水河流域及基隆河流域兩研究群，請各子計畫主持人密切保持聯繫及協調各項研究工作。

蘇明道教授：已開始蒐集淹水損害評估模式之相關資料及文獻。

游保杉教授：已開始蒐集各項資料。

何興亞博士：決策支援系統需蒐集各子計畫研發模式之功能、輸入及輸出格式，以密切配合及規劃系統功能及資料庫架構。

陳明仁博士：擬透過參與各子計畫之工作討論會議、經由參訪相關業務單位等進行系統規劃。

王如意教授：關於舊的整合型計畫，請各位子計畫主持人準時完成報告之撰寫；而新的整合型計畫，請各子計畫主持人開始辦理人員之聘用手續、資料蒐集及相關文獻研讀等先期準備工作。預定每二~三月召開一次綜合工作討論會，平時請各子計畫間保持聯繫、相互交流。謝謝各位子計畫主持人撥冗參與今天的會議。

三、臨時動議

無

四、散會

下午 14:00

國科會「台北都會區淹水區域預測之研究(三)」整合型研究計畫第七次工作
討論會暨「防洪示範區淹水境況模擬與決策支援系統之研究(一)」
第二次工作討論會 綜合會議記錄

時 間：民國八十九年十月六日(星期五)中午十二時

地 點：台灣大學農業工程學系二樓會議室

主 持 人：王如意教授

出席人員：王如意教授

許銘熙教授

蘇明道教授

蔡長泰教授 (蔡世瑛小姐代)

游保杉教授

陳增壽助理教授

吳富春助理教授

張倉榮助理教授

賴進松助理研究員

何興亞博士

陳明仁博士

鄧慰先博士 (請假)

謝龍生博士

周建明先生

鄭思蘋小姐

陳宣宏先生

高銘佐先生

江俊生先生

紀 錄：周建明

記錄內容：

一、主持人報告

王如意教授：今天會議重點主要分成兩部分，一是「台北都會區淹水區域預測之研究(三)」各子計畫之研究成果報告；另一是「防洪示範區淹水境況模擬與決策支援系統之研究(一)」各子計畫之工作進度及協調事項。關於「台北都會區淹水區域預測之研究(三)」整合型計畫部分，請各子計畫主持人，以申請機構之名義，於89年10月31日截止日期之前，繳交四頁及完整報告至國科會，並送一本完整報告至總計畫主持人處。另感謝各子計

畫主持人已繳交十二頁報告至總計畫，將於近日彙整成總計畫之完整報告，於89年10月31日前，繳交至國科會。成果發表會日期國科會尚未決定。關於「防洪示範區淹水境況模擬與決策支援系統之研究(一)」整合型計畫部分，因研究時間由四年縮短為三年，因此請各位子計畫主持人將原先所提預定四年完成之工作目標，縮短成三年。目前計畫已經開始執行，請各子計畫將核准之人事案向學校報備，完成各項人員聘用之手續。預計每二~三月召開一次工作討論會，各子計畫之研究助理彼此之間請保持聯繫。年底即將提出第二年度計畫構想，請各位子計畫主持人思考如何修正架構，若有任何問題請以電話或E-mail聯絡總計畫主持人。

二、議題討論

(一) 「台北都會區淹水區域預測之研究(三)」整合型計畫

王如意教授：請各位子計畫主持人簡單地將第三年度之研究成果進行重點簡報。

王如意教授：總計畫部分蒐集賀伯、溫妮、瑞伯及芭比絲四場颱風之實際淹水圖，由子計畫一預測之日總降雨量，換算成合適重現期之雨量(換算資料由子計畫二提供);對照由子計畫三、四、五及六所提供不同重現期之淹水潛勢圖，可進行各時刻不同研析區域之淹水範圍之預測並與實際淹水圖比較。若遇颱風來襲之時，降雨預報模式適時預報可能受災集水區未來3小時與過去21小時之累積總降雨量，則防災單位根據此24小時之總降雨量，立刻可從資料庫查詢其相對應下游都會區可能之淹水範圍及程度，提供防災單位快速擬定應變措施，期以非工程預警方法減少台北都會區之水患損失。

游保杉教授：本計畫主要探討颱風期間之雨量預報，分別建立短延時(3小時)與長延時(24小時)之雨量預報模式。在短延時雨量預報方面，利用灰色系統理論與單一時間距預報技巧，進行三小時之雨量預報。再結合前21小時降雨觀測總量，以提供颱風期間24小時降雨量預測值。分析結果顯示本模式能合理預報颱風事件之24小時雨量組體圖。

王如意教授：本研究係採用交替區塊法從事台北都會郊區各雨量測站之設計雨型，並配合各雨量站所推得之降雨強度-延時-頻率曲線公式，計算重現期距分別為1.1、2、5、10、25、50、100與200年、降雨延時為24小時之設計雨型。其次將所有雨量站設計雨型依徐昇氏多邊形法求出研究地區之平均設計雨型，以提供子計畫三、四、五及六模擬不同重現期距下研究區域範圍可能之淹水情況。本計畫成果可提供下游四個淹水模式之地表側入流量，提供資料包括重現期距為1.1、2、5、10、25、50、100與200年與降雨延時為24小時組合下每一核胞分區之設計洪水歷線，將此成果彙集於整合型計畫中，以建立研究集水區之設計洪水歷線資料庫，提供政府水利單位於河川治理規劃之參考依據。子計畫二另提供賀伯、溫妮、瑞伯及芭比

絲四場颱風之各研析區域平均雨量予子計畫一，以進行預報結果之驗證工作。

賴進松博士：本研究計畫以台北都會區為研究對象，透過潰堤溢流二維淹水模式之研發，利用有限差分法建立二維零慣性淹水模式，模擬不同重現期距之降雨條件下，三重蘆洲及新莊樹林兩區域之淹水情形。為能精確掌握堤防萬一發生潰決或潰堤後洪水流況及淹水狀況，對防災科技而言殊屬重要。因此，本計畫假設潰堤溢流之入流歷線，模擬水流在潰堤後之運行，及對淹水情況之影響，以計算淹水深度，提供淹水潛勢之模擬結果。

吳富春教授：本研究目的在針對基隆河北岸地區進行淹水模擬做為未來台北都會區防洪規劃之依據。本年度針對北投、士林、大直與內湖區域之防洪排水體系進行淹水模擬，並配合各子計畫之研究成果進行整合。

許銘熙教授：本研究以台北中央區(含台北市原市區、南港區及文山區)、台北縣新店市及汐止五堵地區為研究對象，在將降雨及流量資料輸入後，配合地文資料與抽水站及閘門之操作情況進行地表淹水與雨水下水道之模擬演算，以 87 年 10 月發生之瑞伯颱風作為模式驗證之依據，並完成進行 5 年、10 年、25 年、50 年、100 年及 200 年單日重現期降雨條件條件下之三種不同抽水站與閘門操作情況下之地表淹水模擬，包括(1)所有抽水站與疏散閘門均正常操作，(2)新生、雙園及撫遠抽水站無法正常操作，(3)淡水河三號、基隆河四號及基隆河九號疏散閘門未及時關閉等三種情況，研究結果顯示出本模式具有良好之精度，並可提供水利相關單位研擬水災防救措施。

蔡長泰教授：近年來有感於每逢異常暴雨都會區便頻傳災情，建立一預警系統已成為刻不容緩之課題。本年度工作進度則為模擬由第二子計畫所提供重現期為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年，降雨延時 24 小時總降雨量之逕流資料條件下，以模擬預報研究區域範圍可能之淹水情況。

張倉榮教授：本子計畫之目的主要在探討台北市中央區在不同重現期降雨條件下之洪災境況及其相關應變措施。台北市中央區洪災境況模擬是藉由一維河川變量流動力波模式、山區逕流模式、二維零慣性波漫地流淹水模式及 SWMM 都市雨水下水道模式之結合演算，將都市雨水下水道系統出口之抽水站與地表漫地流出口處之閘門操作納入考慮，進行不同重現期降雨事件下之地表淹水模擬，及抽水站或閘門未發揮功能時對研究範圍淹水之影響，以充分考慮台北市中央區洪災發生時之各種可能情況。在洪災應變措施部份，本文以文山木柵地區為例，依據洪災境況模擬成果及該地區之地域特性，訂定都會區洪災應變措施之內容與判定方法，並規劃其洪災避難措施，包括「緊急應變體系」、「緊急應變中心通訊系統」、「疏散避難計畫」與「救援及醫療物資」等內容。使淹水區域行政機關可藉由本研究結果，規劃居民疏散方式、路徑及疏散安置地點，儲備民生應用物資於避難安置場所；

而淹水區域居民亦可經由本研究成果，確實知道一旦發生淹水，有多久應變時間，應至何處避難等，以期能減少水患之損失。

(二) 「防洪示範區淹水境況模擬與決策支援系統之研究(一)」整合型計畫

王如意教授：本整合型計畫執行期間自民國 89 年 8 月 1 日至民國 92 年 7 月 31 日，由原先所申請之四年縮短為三年，請各子計畫主持人將原先預定四年完成之工作時程做適當調整；另年底請準備提出整合型計畫第二年度之構想。為保持各子計畫間之聯繫及協調工作，請各子計畫儘速將研究助理或研究生助理之通訊資料(含電話及 E-mail)以 E-mail 方式傳送給周建明助理(d4622002@ms.cc.ntu.edu.tw)。

謝龍生博士：賴博士詢問能否給予基隆河之相關資料，如網格建置等，當作計畫輸入之資料。

賴進松博士：因目前計畫經費有限，且商請國家高速電腦中心幫忙需支付部分費用，若能引用現有資料，如基隆河網格建置等相關資料，當作計畫輸入之資料，可節省部分人力物力。

王如意教授：當初整合型計畫提出鹽水河流域及基隆河流域兩個研析區域，各有其優缺點，故採用並行(重)之架構，顯示鹽水河流域及基隆河流域同等重要。另資料蒐集及文獻研讀等，請縮短時程，將原先預計完成之工作，平均分配至三年期間內執行。

謝龍生博士：建議各子計畫參與研究工作之研究助理每月召開一次聯繫及工作協調會議。

何興亞博士：在計畫剛開始執行時，建議多花功夫在資料蒐集方面。另請各子計畫列出執行研究工作時所需資料之清單，可避免各子計畫重複蒐集資料，以提高效率。

王如意教授：請各子計畫儘速將所需資料清單(有什麼資料?缺什麼資料?)以 E-mail 方式傳給周建明助理。另有任何參考文獻亦請一併提出，以達資源共享之目的。

許銘熙教授：決策支援系統應先規範其他各子計畫之輸入及輸出相關格式，即預先制定統一架構及格式並加以說明，然後要求各子計畫執行研究工作時確實遵守。如此若其他子計畫完成相關研究工作後，決策支援系統隨即可有成果展示，而不必再花費時間去處理未統一之輸入及輸出格式與資料，以提高研究工作效率。

何興亞博士：會事先考量各種情形，提出初步之架構，並請各子計畫指正。

許銘熙教授：鹽水河流域已有初步之相關研究結果，例如 DTM 資料等，但當初因未考慮滯洪池、排水系統、抽水站及高程改變等，希望本次計畫能再有更精進之成果。

許銘熙教授：請各位子計畫主持人踴躍將研究成果投稿至台灣水利、農工學報或農業工程研討會。

王如意教授：多謝各位子計畫主持人及研究群之參與及贊助，希望本整合型計畫可以順利進展，圓滿地達致預期之目標。

三、臨時動議

無

四、散會

下午 14:00