

摘要

基隆河流域屬河谷地形，兩岸支流交錯，坡陡流促，其下游匯入台北盆地，地勢低窪，感潮情況甚為明顯。隨著近數十年來之經濟蓬勃發展，流域沿岸市鎮工商業鼎盛，人口快速集中，土地利用大幅改變，都市化開發影響水文效應相當彰顯。每年夏秋之際，颱風暴雨來襲，常洪流直瀉，一雨成災，對國計民生影響甚大。

本計畫屬於「防洪示範區淹水境況模擬與決策支援系統之研究」目標導向整合型計畫之第六子計畫，擬以三年期間深入研析基隆河流域水文環境之歷年變化歷程，推求及修正河系沿岸逕流量，以提供子計畫七、八颱風發生淹水境況模擬之必要輸入條件與子計畫九、十洪災損失評估及決策支援展示系統所需之水文資訊。

本研究首先蒐集基隆河流域內雨量站及水文站歷年來之降雨及水文資料，查勘河系沿岸之地形地貌及支流分布，建立合適之氣象、水文、地文及土地利用、人口政經資料檔，從事降雨頻率分析，建立降雨強度—延時—頻率關係及合適雨型設計，並應用克利金法，評估站網設置。再利用地理資訊系統，將基隆河沿岸集水區劃分適宜個數之核胞，應用半空間分布並聯型水庫概念模式推求沿岸河段之逕流量。研究中亦採用瞬時單位歷線法探討水文參數與土地利用改變之關係，研析都市化演變對水文之效應。最後考慮不同防洪治理方案，評估及修正沿岸重要測站之設計流量，以提供基隆河防洪示範區水文規劃設計之應用。

關鍵詞：降雨分析、逕流模擬、站網設計、都市化演變、境況模擬、決策支援系統、水文規劃。

ABSTRACT

The objectives of this research project are aimed to study the hydrological characteristics and set up adequate rainfall-runoff model for estimating the runoff discharges along Keelung River for the application of flood mitigation in the project area. Due to rugged valley in its topography, meandering river course, steep slope and complicated tributaries, Keelung River flows into low-lying plain of Taipei Basin. Following the rapid economic development and booming business in recent decades, many residents populated increasingly along banks of Keelung River, great change in land use and high degree of hydrological impact by the urban development can be significantly seen as a result. Severe flood and inundation damages caused by storm or typhoon hitting occur in Keelung River every year.

This research, the sixth subtopic of the objective-oriented and integrated project entitled, "Inundation Scenario Simulation and Decision Support System for Flood-Damage Mitigation in Pilot Areas," is accordingly proposed to study the hydrological environment, execute the detailed analysis for the deterministic rainfall-runoff process, set up the adequately hydrological models to simulate the flood behavior and finally adjust the design discharge for hydrological planning along Keelung River Basin. The results obtained in this study can provide No. 7 and 8 research projects of scenario simulation as the necessary input condition, also to No. 9 and 10 research projects of flood damage and decision support system as the essential information for application.

To begin with the research procedure, rainfall, flood records and the related data are proposed to collect, analyze and store in the appropriate data bank. Several field surveys to the project sites are expected to accomplish to understand the present status of watersheds along the banks of Keelung River. Frequency analyses of rainfall in Keelung River Basin are scheduled to finish, rainfall intensity-duration-frequency curves are drawn, and the adequate rainfall pattern can be formed. The adequacy of rainfall network is also investigated by Kriging approach. Furthermore, ARC/INFO analysis of Geographical Information System are applied for analysis the geomorphologic characteristics of river network and watershed topography of Keelung River Basin. Suitable cell structures of every tributary can thus be organized. Semi-spatial distributed with parallel typed reservoirs conceptual model is theoretically derived, model parameters are reasonably optimized, and the resulting flood hydrographs can be simulated for different design conditions. Moreover, the hydrological effects due to urban development along the project areas are analyzed as the functional relationship between the physical parameter and the land-use variation

by applying the concept of instantaneous unit hydrograph. Finally, by considering different layout conditions of flood-mitigation plans, the design discharge for the important locations along Keelung River can be modified for the hydrological planning of the pilot area.

Keywords: Rainfall analysis, Runoff simulation, Network design, Urban development, Scenario simulation, Decision support system, Hydrological planning.

目 錄

摘要	I
ABSTRACT	II
目錄	IV
圖錄	VII
表錄	XI
第一章 緒論	1
第二章 水文資料庫之建立	3
一、抽水站與橋樑斷面	3
二、人文、建設及統計資料	4
第三章 降雨分析	6
一、資料之資料蒐集與整理	6
二、不同延時之降雨頻率分析	6
三、降雨強度—延時—頻率曲線公式之參數推求	7
四、雨型設計	9
第四章 站網評估	10
一、區域化變數理論	10
二、雨量站網之規劃設計	19
三、水文站網之規劃設計	20
第五章 平均降雨量估算及降雨損失估計理論	21
一、平均雨量推估	21

二、基流分離.....	24
三、降雨損失估計.....	24
四、有效降雨估計.....	27
第六章 降雨—逕流模式之研析.....	30
一、基本原理.....	31
二、模式建立.....	36
三、模式檢定.....	41
第七章 研析資料之處理與土地利用改變對水文效應影響之分析.....	50
一、研究資料蒐集與整理.....	50
二、模式之參數推求及其與土地利用之關係.....	51
三、都市開發對不同重現期距與延時之設計洪水歷線之影響.....	52
第八章 設計洪水歷線之模擬.....	54
第九章 結果與討論.....	55
一、水文資料庫之建立.....	55
二、降雨分析.....	55
三、站網評估.....	56
四、平均降雨量估算及降雨損失估計理論.....	57
五、降雨—逕流模式之研析.....	57
六、研析資料之處理與土地利用改變對水文效應影響之分析.....	61
七、設計洪水歷線之模擬.....	64
第十章 結論與建議.....	65

一、結論.....	65
二、建議.....	67
謝 誌.....	69
參考文獻.....	70
附 圖.....	73
附 表.....	127

圖 錄

圖 1-1	基隆河流域地形圖	73
圖 2-1	淡水河流域抽水站分布圖	74
圖 2-2	淡水河流域橋樑分布圖	75
圖 3-1	基隆河流域雨量及水文測點之布置圖	76
圖 5-1	淡水河流域圖	76
圖 5-2	單峰逕流歷線之基流分離示意圖	77
圖 5-3	複峰逕流歷線之基流分離示意圖	77
圖 5-4	非線性規劃模式之分析流程	78
圖 6-1	輸入函數、轉換函數與輸出函數之關係圖	78
圖 6-2	瞬時流入量經由一串聯之線性水庫示意圖	79
圖 6-3	五堵集水區之核胞分割與網格圖	80
圖 6-4	五堵集水區之模式架構圖	80
圖 6-5	洗牌複演進法(SCE 法)尋求最佳參數值之演算流程圖	81
圖 6-6	競爭複演算法(CCE 法)之演算流程圖	82
圖 7-1	五堵集水區與其各核胞之不透水面積百分比	83
圖 7-2	五堵集水區與其各核胞之人口密度	83
圖 8-1	基隆河流域(台北市中央、汐止、新店區)核胞分區圖	84
圖 9-1	火燒寮站不同重現期距之降雨強度-延時曲線圖	85
圖 9-2	瑞芳(2)站不同重現期距之降雨強度-延時曲線圖	85
圖 9-3	台北(1)站不同重現期距之降雨強度-延時曲線圖	86
圖 9-4	五堵站不同重現期距之降雨強度-延時曲線圖	86
圖 9-5	竹子湖(1)站不同重現期距之降雨強度-延時曲線圖	87
圖 9-6	基隆河流域降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖	88
圖 9-7	時雨量無因次理論半變異圖	90
圖 9-8	五堵集水區不同都市開發參數 N 變化圖(集塊模式)	90
圖 9-9	五堵集水區核胞 1 不同都市開發參數 K_0 變化圖(空間分布模式)	91
圖 9-10	五堵集水區核胞 2 不同都市化開發參數 K_0 變化圖(空間分布模式)	91
圖 9-11	五堵集水區核胞 3 不同都市化開發參數 K_0 變化圖(空間分布模式)	92
圖 9-12	五堵集水區核胞 4 不同都市化開發參數 K_0 變化圖(空間分布模式)	92
圖 9-13	五堵集水區寶莉(POLLY, 81/08/29)逕流歷線驗證圖(集塊模式)	93
圖 9-14	五堵集水區暴雨事件(STORM, 83/06/18)逕流歷線驗證圖(集塊模式)	93
圖 9-15	五堵集水區道格颱風洪(DOUG, 83/08/07)逕流歷線驗證圖(集塊模式)	94
圖 9-16	五堵集水區弗雷特颱風洪(FRED, 83/08/20)逕流歷線驗證圖(集塊模式)	94

圖 9-17	五堵集水區葛拉絲颱風 (GLADYS, 83/09/01) 逕流歷線驗證圖 (集塊模式) ..95
圖 9-18	五堵集水區席斯颱風 (SETH, 83/10/09) 逕流歷線驗證圖 (集塊模式)95
圖 9-19	五堵集水區賀伯颱風 (HERB, 85/07/31) 逕流歷線驗證圖 (集塊模式)96
圖 9-20	五堵集水區薩恩颱風 (ZANE, 85/09/27) 逕流歷線驗證圖 (集塊模式)96
圖 9-21	五堵集水區溫妮颱風 (WINNIE, 86/08/17) 逕流歷線驗證圖 (集塊模式)97
圖 9-22	五堵集水區安珀颱風 (AMBER, 86/08/29) 逕流歷線驗證圖 (集塊模式)97
圖 9-23	五堵集水區寶莉颱風 (POLLY, 81/08/29) 逕流歷線驗證圖 (空間分布模式)98
圖 9-24	五堵集水區暴雨事件 (STORM, 83/06/18) 逕流歷線驗證圖 (空間分布模式)98
圖 9-25	五堵集水區道格颱風 (DOUG, 83/08/07) 逕流歷線驗證圖 (空間分布模式)99
圖 9-26	五堵集水區弗雷特颱風 (FRED, 83/08/20) 逕流歷線驗證圖 (空間分布模式)99
圖 9-27	五堵集水區葛拉絲颱風 (GLADYS, 83/09/01) 逕流歷線驗證圖 (空間分布模式) 100
圖 9-28	五堵集水區席斯颱風 (SETH, 83/10/09) 逕流歷線驗證圖 (空間分布模式)100
圖 9-29	五堵集水區賀伯颱風 (HERB, 85/07/31) 逕流歷線驗證圖 (空間分布模式)101
圖 9-30	五堵集水區薩恩颱風 (ZANE, 85/09/27) 逕流歷線驗證圖 (空間分布模式)101
圖 9-31	五堵集水區溫妮颱風 (WINNIE, 86/08/17) 逕流歷線驗證圖 (空間分布模式) ...102
圖 9-32	五堵集水區安珀颱風 (AMBER, 86/08/29) 逕流歷線驗證圖 (空間分布模式) ...102
圖 9-33	整個五堵集水區不同土地利用之瞬時單位歷線圖 (集塊模式)103
圖 9-34	五堵集水區核胞 1 不同土地利用之瞬時單位歷線圖 (空間分布模式) ..103
圖 9-35	五堵集水區核胞 2 不同土地利用之瞬時單位歷線圖 (空間分布模式) ..104
圖 9-36	五堵集水區核胞 3 不同土地利用之瞬時單位歷線圖 (空間分布模式) ..104
圖 9-37	五堵集水區核胞 4 不同土地利用之瞬時單位歷線圖 (空間分布模式) ..105
圖 9-38	整個五堵集水區不同土地利用之瞬時單位歷線圖 (空間分布模式)105
圖 9-39	五堵集水區核胞 1 之曲線號碼與不透水面積關係圖.....106
圖 9-40	五堵集水區核胞 2 之曲線號碼與不透水面積關係圖.....106
圖 9-41	五堵集水區核胞 3 之曲線號碼與不透水面積關係圖.....107
圖 9-42	五堵集水區核胞 4 之曲線號碼與不透水面積關係圖.....107
圖 9-43	整個五堵集水區之曲線號碼與不透水面積關係圖.....108
圖 9-44	八種重現期距 48 小時降雨延時之五堵集水區設計雨型圖.....109
圖 9-45	五堵集水區重現期距 1.1 年延時 48 小時之不同土地利用之 洪水歷線圖 (集塊模式)110
圖 9-46	五堵集水區重現期距 1.1 年延時 48 小時之不同土地利用之 洪水歷線圖 (空間分布模式)110
圖 9-47	五堵集水區重現期距 2 年延時 48 小時之不同土地利用之 洪水歷線圖 (集塊模式)111
圖 9-48	五堵集水區重現期距 2 年延時 48 小時之不同土地利用之 洪水歷線圖 (空間分布模式)111

圖 9-49	五堵集水區重現期距 5 年延時 48 小時之不同土地利用之 洪水歷線圖 (集塊模式)	112
圖 9-50	五堵集水區重現期距 5 年延時 48 小時之不同土地利用之 洪水歷線圖 (空間分布模式)	112
圖 9-51	五堵集水區重現期距 10 年延時 48 小時之不同土地利用之 洪水歷線圖 (集塊模式)	113
圖 9-52	五堵集水區重現期距 10 年延時 48 小時之不同土地利用之 洪水歷線圖 (空間分布模式)	113
圖 9-53	五堵集水區重現期距 25 年延時 48 小時之不同土地利用之 洪水歷線圖 (集塊模式)	114
圖 9-54	五堵集水區重現期距 25 年延時 48 小時之不同土地利用之 洪水歷線圖 (空間分布模式)	114
圖 9-55	五堵集水區重現期距 50 年延時 48 小時之不同土地利用之 洪水歷線圖 (集塊模式)	115
圖 9-56	五堵集水區重現期距 50 年延時 48 小時之不同土地利用之 洪水歷線圖 (空間分布模式)	115
圖 9-57	五堵集水區重現期距 100 年延時 48 小時之不同土地利用之 洪水歷線圖 (集塊模式)	116
圖 9-58	五堵集水區重現期距 100 年延時 48 小時之不同土地利用之 洪水歷線圖 (空間分布模式)	116
圖 9-59	五堵集水區重現期距 200 年延時 48 小時之不同土地利用之 洪水歷線圖 (集塊模式)	117
圖 9-60	五堵集水區重現期距 200 年延時 48 小時之不同土地利用之 洪水歷線圖 (空間分布模式)	117
圖 9-61	五堵集水區不同重現期距延時 48 小時不同土地利用有效降雨體積圖 (集塊模式)	118
圖 9-62	五堵集水區不同重現期距延時 48 小時不同土地利用有效降雨體積圖 (空間分布模式)	118
圖 9-63	五堵集水區不同重現期距延時 48 小時不同土地利用洪峰流量變化圖 (集塊模式)	119
圖 9-64	五堵集水區不同重現期距延時 48 小時不同土地利用洪峰流量變化圖 (空間分布模式)	119
圖 9-65	五堵集水區因土地利用改變導致之不同重現期距逕流係數圖.....	120
圖 9-66	五堵集水區因土地利用改變導致之不同重現期距洪峰流量圖.....	120
圖 9-67	子計畫六與子計畫八之模擬銜接範圍圖.....	121
圖 6-68(a)	象神颱風核胞 1~5 之模擬逕流歷線圖.....	122
圖 6-69(a)	納荊颱風核胞 1~5 之模擬逕流歷線圖.....	122
圖 6-68(b)	象神颱風核胞 6~10 之模擬逕流歷線圖.....	123

圖 6-69(b) 納莉颱風核胞 6~10 之模擬逕流歷線圖	123
圖 6-68(c) 象神颱風核胞 11~15 之模擬逕流歷線圖	124
圖 6-69(c) 納莉颱風核胞 11~15 之模擬逕流歷線圖	124
圖 6-68(d) 象神颱風核胞 16~20 之模擬逕流歷線圖	125
圖 6-69(d) 納莉颱風核胞 16~20 之模擬逕流歷線圖	125

表 錄

表 2-1	基隆河沿岸抽水站布置.....	127
表 2-2	橫跨基隆河系之主要橋樑.....	128
表 2-3	台北縣平溪鄉土地利用歷年資料表.....	129
表 2-4	台北縣瑞芳鎮土地利用歷年資料表.....	130
表 2-5	台北縣汐止市土地利用歷年資料表.....	131
表 2-6	台北市松山區土地利用歷年資料表.....	132
表 2-7	台北市大同區土地利用歷年資料表.....	133
表 2-8	台北市中山區土地利用歷年資料表.....	134
表 2-9	台北市內湖區土地利用歷年資料表.....	135
表 2-10	台北市南港區土地利用歷年資料表.....	136
表 2-11	台北市士林區土地利用歷年資料表.....	137
表 2-12	台北市北投區土地利用歷年資料表.....	138
表 2-13	基隆市七堵區土地利用歷年資料表.....	139
表 2-14	基隆市暖暖區土地利用歷年資料表.....	140
表 2-15	台北縣人口密度歷年資料表.....	141
表 2-16	台北縣人口密度歷年資料表(續).....	142
表 2-17	台北市人口密度歷年資料表.....	143
表 2-18	基隆市(淡水河流域內)人口密度歷年資料表.....	144
表 2-19	基隆河溪流域歷年現有堤防、護岸及丁壩之長度表.....	145
表 2-20	基隆河流域水文測站狀況表.....	146
表 3-1	降雨分析選定測站之基本資料表.....	146
表 4-1	月累積雨量之選用雨量測站基本資料表.....	147
表 4-2	颱風時雨量之選用雨量測站基本資料表.....	148
表 4-3	選用水文測站之基本資料表.....	149
表 5-1	五堵水文站選取之降雨事件基本資料表.....	150
表 5-2	淡水河流域水利署所屬雨量測站基本資料表.....	151
表 7-1	基隆河五堵上游集水區之地文資料.....	151
表 7-2	五堵集水區逐年變化之不透水面積百分比.....	152
表 7-3	五堵集水區逐年變化之人口密度.....	153
表 7-4	五堵集水區各測站不同重現期距降雨強度—延時—頻率曲線公式之參數值.....	154
表 8-1	台北中央區、汐止區各集水區核胞之地文資料.....	155
表 8-2	台北中央、汐止區各核胞之徐昇氏多邊形控制面積加權值.....	156

表 9-1	五堵站不同延時降雨量之頻率分析結果表.....	157
表 9-2	台北(1)站不同延時降雨量之頻率分析結果表.....	157
表 9-3	竹子湖(1)站不同延時降雨量之頻率分析結果表.....	158
表 9-4	瑞芳(2)站不同延時降雨量之頻率分析結果表.....	158
表 9-5	火燒寮站不同延時降雨量之頻率分析結果表.....	159
表 9-6	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	159
表 9-7	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	159
表 9-8	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	160
表 9-9	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	160
表 9-10	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	160
表 9-11	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	160
表 9-12	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	161
表 9-13	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	161
表 9-14	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	161
表 9-15	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(續)..	161
表 9-16	基隆河流域各雨量站平均之暴雨前進係數 \bar{r} 值表.....	162
表 9-17	基隆河流域高度平衡多邊形控制面積表.....	162
表 9-18	月累積雨量既有站網重覆法結果表.....	163
表 9-19	颱風時雨量既有站網重覆法結果表.....	164
表 9-20	台北市地區長期降雨影響擬建議增設測站之學校基本資料表.....	165
表 9-21	台北市地區短期降雨影響擬建議增設測站之學校基本資料表.....	166
表 9-22	台北縣地區長期降雨影響擬建議增設測站之學校基本資料表.....	167
表 9-23	台北縣地區短期降雨影響擬建議增設測站之學校基本資料.....	167
表 9-24	以最大瞬時流量資料之選用測站站網重覆法結果表.....	168
表 9-25	以日最大平均流量資料之選用測站站網重覆法結果表.....	168
表 9-26	建議增設水文測站之順序表.....	169
表 9-27	五堵集水區不同超滲降雨之檢定結果(集塊模式)	170
表 9-28	五堵集水區不同超滲降雨之檢定結果(空間分布模式)	171
表 9-29	集塊模式之年平均參數表(檢定)	172
表 9-30	集塊模式之年平均參數表(再檢定)	172
表 9-31	五堵集水區集塊模式之再檢定結果表.....	173
表 9-32	空間分布模式之各個核胞參數表(檢定)	174
表 9-33	空間分布模式之各個核胞參數表(再檢定)	174
表 9-34	五堵集水區空間分布模式之再檢定結果表.....	175
表 9-35	五堵集水區集塊模式之驗證結果表.....	176
表 9-36	五堵集水區空間分布模式之驗證結果表.....	176

表 9-37	整個五堵集水區不同土地利用階段之瞬時單位歷線特性表 (Nash 模式)	177
表 9-38	五堵集水區各核胞不同土地利用階段之瞬時單位歷線特性表 (並聯型分布線性串聯水庫概念模式)	178
表 9-39	五堵集水區曲線號碼與不透水面積結果表	179
表 9-40	五堵集水區不同重現期距與延時之逕流歷線之洪峰流量表 (民國 55 年)	179
表 9-41	重現期距 1.1 年與延時 48 小時之設計洪水歷線之特性表	180
表 9-42	重現期距 2 年與延時 48 小時之設計洪水歷線之特性表	181
表 9-43	重現期距 5 年與延時 48 小時之設計洪水歷線之特性表	182
表 9-44	重現期距 10 年與延時 48 小時之設計洪水歷線之特性表	183
表 9-45	重現期距 25 年與延時 48 小時之設計洪水歷線之特性表	184
表 9-46	重現期距 50 年與延時 48 小時之設計洪水歷線之特性表	185
表 9-47	重現期距 100 年與延時 48 小時之設計洪水歷線之特性表	186
表 9-48	重現期距 200 年與延時 48 小時之設計洪水歷線之特性表	187
表 9-49	五堵集水區土地利用改變前後逕流歷線之洪峰到達時刻表	188
表 9-50	五堵集水區土地利用改變前後逕流歷線之洪峰流量表	188
表 9-51	五堵集水區土地利用改變前後逕流歷線之有效降雨體積表	188
表 9-52	五堵集水區因土地利用改變導致之不同重現期距之逕流係數表	189
表 9-53	五堵集水區因土地利用改變導致之不同重現期距之洪峰流量表	193

第一章 緒論

基隆河流域為台灣北部淡水河系中三大支流之一，發源於台北縣平溪鄉石尾林西邊標高 519 公尺之菁桐山，西鄰景美溪，南接坪林溪，各支流匯集後朝東北流至瑞芳再向西折，沿路流經四腳亭、暖暖、八堵、五堵、汐止、南港、士林、北投，於社子關渡蜿蜒匯入淡水河。主流長為 86 公里，流域面積為 501 平方公里，地形圖如圖 1-1 所示。其主要支流自上而下有東勢格溪、平溪、東勢坑溪、暖暖溪、大武崙溪、拔西猴溪、瑪陵坑溪、鹿寮溪、保長坑溪、康誥坑溪、北港溪、叭噠溪、大坑溪、外雙溪及貴子坑溪等。基隆河所流經之行政區包括台北縣之平溪、瑞芳、汐止、基隆市之七堵、暖暖及台北市之南港、松山、內湖、中山、大同、士林及北投，共達十二個鄉鎮區，流域人口為 210 多萬人，其中台北市佔 83.2%，台北縣佔 8.3%，基隆市佔 8.5%。

基隆河流域之下游流入台北盆地之東北角，由於盆地內地勢低窪，基隆河自汐止河段以下，感潮情況甚為明顯，但自五堵上溯地勢漸入丘陵坡地，兩岸支流錯綜複雜，坡陡流短，每到夏秋之際，暴雨颶洪來襲，挾帶大量雨水，洪流渲洩不及，屢次造成重大災害。

基隆河流域內近二、三十年來因河川兩岸土地過度開發利用，導致逕流增加、河道淤積，沿河岸高樓林立，到處呈現與水爭地之現象，造成低窪地區常遭洪水氾濫成災。例如民國 76 年 10 月 24 日琳恩颶洪侵襲五堵、汐止、南港、松山一帶，到處汪洋，災情慘重。民國 87 年 10 月下旬瑞伯、芭比斯兩次颶風來襲，汐止地區十天內淹水三次，造成汐止人口稠密市區 23 個里，760 公頃地區淹水，受災居民達一萬戶，萬戶停電，五堵火車站甚至淹水至車站屋頂，造成重大之經濟及社會損失。又民國 89 年 11 月 1 日象神颶洪更造成基隆、瑞芳、汐止、內湖、木柵各處土石流及廣大之淹水災情，死亡 64 人、受傷 65 人、失蹤 25 人，農漁業及民生物資損失難以估計，災情空前慘重。民國 90 年 9 月 17 日納莉颶洪更造成基隆市區百年大洪水，基隆河沿岸瑞芳、五堵、汐止、台北市南港、內湖、松山、信義、木柵，汪洋一片、抽水站淪陷、捷運系統淹水、土石流肆虐，災情慘不忍睹。

經濟部於瑞伯及芭比斯颶洪災後積極推動基隆河之治理工作，決定結合政府相關機關與學術研究單位，研擬基隆河治理工程初期實施計畫，成立基隆河治理推動小組，定時檢討基隆河各項防洪工程現況與規劃方案，並指出非工程防洪措施亦屬基隆河防洪工作之重點，擬於流域內擴充水文觀測設備，建立洪水預報及淹水預警系統，以水文演算方式預先演算河川逕流量，並配合警戒水位等水理及地文因子建立預警系統，以加強防洪工程之功能。

本整合型計畫結合國立台灣大學及成功大學兩校具有水利工程領域專長之教授專家，基於過去多年從事淡水河、曾文溪、八掌溪、台北都會區洪水預報及淹水預測之研究，達成通力合作、圓滿完成任務之經驗，再次提出「防洪示範區淹水境況模擬與決策支援系統之研究」整合型計畫，配合國科會永續會在氣象方面之颱風暴雨預測方法之研究及經濟部水利署之淡水河洪水預報系統更新作業，整合相關成果，提出應變措施。預計以三年期間完成建立鹽水溪與基隆河兩流域之洪災防護基本資料庫，並配合流域之現況整治工程、排水系統改善工程與水文氣象監測系統，應用降雨、逕流與水理等模式，串聯研析流域因不同颱風降雨事件所導致之淹水災害境況模擬，進而研擬出減災應變措施及洪災損失評估模式，最後再將上述示範流域之洪災防護基本資料庫、不同模式之境況模擬分析成果與應變措施，結合建立一套完整之颱風災害決策支援與展示系統，期以非工程之預警方法，減少水患之損失。

防洪示範區淹水境況模擬與決策支援展示系統之研究，依其資料蒐集、降雨、逕流、洪泛模擬、災損模式評估、應變對策研擬及決策展示等分析流程，本整合型計畫擬定出降雨及逕流模式、地表淹水境況模擬、洪災防護基本資料庫建立、災害損失評估模式與決策支援展示系統等部分之研究，各部分間具有先後因果關係，而彼此間之連接十分緊密，可掌握洪災動態情況及適時提出應變措施。

由於降雨模擬之進行，需借助洪災防護基本資料庫中水文氣象監測傳輸系統，以提供集水區颱風事件之動態訊息；而降雨資料又為逕流模式之輸入資料，逕流資料亦是地表淹水境況模擬不可或缺之邊界條件，進一步再將地表淹水境況模擬之結果提供災害損失評估模式模擬，最後彙整上述各模式之分析成果，建立一套決策支援展示系統，進而研擬及提出颱風事件之應變措施。

本研究計畫屬於「防洪示範區淹水境況模擬與決策支援展示系統之研究」之第六子計畫，擬客觀合理研析基隆河流域氣象、水文、地文、人文特性及最近三十年水文環境之變遷歷程，據以推估沿岸逕流量，以供水理演算及淹水境況模擬之應用。

本計畫擬以三年期間，廣泛蒐集並研析基隆河歷年來之氣象、水文、地文及人文資料，建立水文環境資料庫，從事基隆河流域氣象站、雨量站、水位站、抽水站之站網評估，研析降雨頻率、強度—延時—頻率及合適雨型設計等。建立適宜之水文模式，探討集水區內降雨—逕流之定率/序率關係，研析都市化演變對水文之效應，不同水利建置方案（如員山子分洪、中山橋拆除與否、沿岸支流整治及抽水站增設）條件下對水文環境之影響程度及推估不同降雨狀況下沿岸之設計流量。

第二章 水文資料庫之建立

為進行「防洪示範區淹水境況模擬與決策支援系統之研究」整合型目標導向計畫，本子計畫屬於水文資訊之先驅研究，為優先且重要之工作項目。本計畫擬廣泛蒐集基隆河流域內氣象測候站、雨量站、水位站、抽水站、橋樑、水門、雷達站、人口、土地利用、工商業普查及歷年洪災損失等資料，加以建檔、研析，並建立資料庫，檢討基隆河河系演變、基隆河下游段截彎取直、八堵—汐止段治標計畫，過去、現況及未來之地貌、河道及沿岸水文環境之變化等。

基隆河流域於南港南湖大橋上游屬於河谷地形，兩岸支流繁多，錯綜複雜，流短坡陡，一旦暴雨發生，洪流一瀉而下，直達低窪都會區。本研究擬從事基隆河沿岸集水區之現地勘測、調查，從事地形分析及集水區地文特性之研析。

一般於水資源規劃設計之程序中，常需憑藉足夠年數且具有空間與時間分布特性之地文及氣象水文資料；惟近年來社會、經濟之快速變遷，都市化效應影響水文研析之精度日形顯著，使得土地利用及人口變化等人文資料亦須一併加以考慮。由於所需研析之資料不論於數量上或分類上均相當龐雜，傳統之資料分析與配合地圖使用之方法已無法快速獲得並滿足所需之資訊。因此，如何建立一水文資料庫之地理資訊系統以供水資源規劃上之應用，實屬急務。

本研究蒐集基隆河流域雨量站及水文站歷年來之雨量、水位及流量紀錄，尤其在颱風及暴雨時之降雨組體圖及洪水歷線，分析其設計特性。研究中亦將分析河系內各集水區之面積、河川長度、平均高程、平均坡度、形狀係數等地文因子與沿岸土地利用、人口遷移、抽水設施及行政區分等人文資料，應用地理資訊系統之分析、建檔及展示功能，建立水文資料庫，以供水資源規劃之運用。

本計畫執行時，在資料蒐集上發現多處機構所具有之資料多偏重於水文或地文資料庫之建立，而有關人文、建設及統計數據資料庫之內容頗為匱乏。本計畫擬將針對能代表都市化變遷年代效應或是對水文水理現象造成影響之各種資料廣泛蒐集，以作為屬性資料庫建立之基礎。迄今為止，本計畫已蒐集之資料包括如下諸重要項目：

一、抽水站與橋樑斷面：[11,14]

由於洪災災害年甚一年，隨之防洪設施亦不斷興建，尤其是近幾年於基隆河流域內興建多座抽水站，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；此外，為謀求交通之改善，多處河道斷面均有橋樑興建，其橋墩所造成之阻水效應將導致水位之提高及流速之變緩。本計畫茲蒐集下列基隆河流域內之抽水站及橋樑資料並加以建檔。

1.抽水站：於基隆河流域內目前蒐集到共計 33 座抽水站。各站所含資料包括抽水站名稱、所屬區域、隸屬流域、設施日期、總抽水量、台數及總馬力等，共計總抽水量 1058.29 CMS，如表 2-1 所示。淡水河流域抽水站分布圖如圖 2-1 所示。

2.橋樑資料：本計畫擬蒐集於基隆河流域內橫跨基隆河系各橋樑之斷面資料，目前已蒐集到 11 座橋樑，其斷面資料含橋名、所經流域、所屬行政區、長度、寬度及孔數等數據以利河道模擬時應用，如表 2-2 所示。淡水河流域橋樑分布圖如圖 2-2 所示。

二、人文、建設及統計資料

基隆河流域為台灣北部淡水河系中三大支流之一，發源於台北縣平溪鄉石尾林西邊標高 519 公尺之菁桐山，西鄰景美溪，南接坪林溪，各支流匯集後朝向東北流至瑞芳再向西折，沿路流經四腳亭、暖暖、八堵、五堵、汐止、南港、士林、北投，於社子關渡蜿蜒匯入淡水河。主流長為 86 公里，流域面積為 501 平方公里。其主要支流自上而下有東勢格溪、平溪、東勢坑溪、暖暖溪、大武崙溪、拔西猴溪、瑪陵坑溪、鹿寮溪、保長坑溪、康誥坑溪、北港溪、叭噠溪、大坑溪、外雙溪及貴子坑溪等。基隆河所流經之行政區包括台北縣之平溪、瑞芳、汐止、基隆市之七堵、暖暖及台北市之南港、松山、內湖、中山、大同、士林及北投，共達十二個鄉鎮區，流域人口為 210 多萬人，其中台北市佔 83.2%，台北縣佔 8.3%，基隆市佔 8.5%。

配合都市開發下對水文效應影響之推估，需參考土地利用之概況、人口之變遷、城鄉之建設及其他台北地區數十年來演變所有之相關資料，以利深入探討基隆河系沿岸集水區可能增加之流量以及對現況堤防布置方案所造成之效應。故本計畫乃廣泛蒐集相關統計數據及參考諸如各行政區域之人口概況、各區土地人口數及各區人口消長、環境保護情況等各種統計表等文獻。本年度已完成建檔者計有：

1.基隆河流域內台北縣平溪、瑞芳、汐止(如表 2-3~表 2-5 所示)歷年之耕地、養魚池、池沼、礦泉地、山林、牧場、建物基地、雜種地、寺廟用地、墳墓地、鐵道用地、公園地、道路、鐵道路線、灌溉水路、溝渠、溜池、原野與堤防用地等。資料取自民國 50-85 年台北縣統計要覽。

2.基隆河流域內台北市南港、松山、內湖、中山、大同、士林及北投(如表 2-6~表 2-12 所示)歷年之耕地、養魚池、池沼、礦泉地、山林、牧場、建物基地、雜種地、寺廟用地、墳墓地、鐵道用地、公園地、道路、鐵道路線、灌溉水路、溝渠、溜池、原野與堤防用地等。資料取自民國 51-85 年

台北市統計要覽。

- 3.基隆河流域內基隆市七堵、暖暖(如表 2-13~表 2-14 所示)歷年之耕地、養魚池、池沼、礦泉地、山林、牧場、建物基地、雜種地、寺廟用地、墳墓地、鐵道用地、公園地、道路、鐵道路線、灌溉水路、溝渠、溜池、原野、堤防用地與未登錄地等。資料取自民國 51-85 年基隆市統計要覽。
- 4.基隆河流域內台北縣與台北市歷年之人口數、人口密度統計數據(如表 2-15~表 2-17 所示)。資料取自民國 50-85 年台北縣統計要覽及 51-85 年台北市統計要覽。
- 5.基隆河流域內基隆市歷年之人口數、人口密度統計數據(如表 2-18 所示)。資料取自民國 51-85 年基隆市統計要覽。
- 6.基隆河流域歷年現有堤防、護岸之長度及丁壩之座數(如表 2-19 所示)。資料取自民國 50-85 年台灣省建設統計年鑑及台北市統計要覽。
- 7.已完成基隆河流域水文測站狀況之資料建檔，如表 2-20 所示。

第三章 降雨分析

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。

本研究首先蒐集基隆河流域內經濟部水利署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

本研究所選用之雨量測站計有水利署淡水河洪水預報中心所屬五堵、台北、竹子湖、瑞芳及火燒寮等五站。圖 3-1 為基隆河流域雨量及水文測點之布置圖，基本資料，乃如表 3-1 所示。由歷年來年最大值選用法所求得雨量資料，依 10、20、30、40、60、120、180、240、360、480、600、720、1080、1440、2880、4320 分鐘等不同延時加以整理。

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[37]：

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(3-1)所示。

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

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：

$$\log R_T = \bar{R} + K_T S_r \dots\dots\dots (3-2)$$

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：

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

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[13]：

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(3-4)所示。

$$i_j = R_j \times \frac{60}{t_j} \dots\dots\dots (3-4)$$

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(3-5)所示。

$$\log i = \log a - n \log(t + d) \dots\dots\dots (3-5)$$

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。

$$ER = \sqrt{\frac{\sum \left(\frac{\hat{i}_j - i_j}{i_j} \right)^2}{N-1}} \dots\dots\dots (3-6)$$

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[13]，茲簡述如下：

1. 標準估計誤差(SEE)

$$SEE = \left(\frac{1}{\nu} \sum_{j=1}^N (i_j - \hat{i}_j)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (3-7)$$

式中， ν ：自由度， $\nu = N - p - 1$ ；

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)

$$ME = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (i_j - \hat{i}_j) \dots\dots\dots (3-8)$$

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。

四、雨型設計

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[8,9,10]，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[22]，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。

第四章 站網評估

氣象水文資料之觀測及蒐集，為一地區水資源開發規劃及管理之重要依據。雨量資料常被引用為水文規劃及設計之憑據，其真確性甚為重要。若規劃地區所應用之資料代表性不夠或是不恰當，則有關之水文規劃設計就容易產生錯誤，以致往往問題叢生。故建立適當之雨量站網以蒐集相關雨量資料，頗為重要。河川水文站設置之目的乃在提供水位與流量之系統記錄，故準確之河川流量觀測與資料蒐集實為研究水文及水資源之基本依據。有關水文站網設置標準之研究，國內已有經濟部水資會於民國 54 年由聯合國專家包克士氏(S.J. Bocks)所提測站站數與研究流域人口密度成正比之關係[3,15]；水利局亦曾提出水文站設置應考慮臨近河道特性之相關程度；筆者等亦於民國 75 年在農委會委託研究計畫之研究結果中，提出水文站網設置應考慮水文變數空間變異特性[4,6]。此外，世界氣象組織(WMO)亦有若干方法可供水文站網設置之參考[43]。一般河川水文站之設置原則，或依據規範，或依序率理論求取各站推衍流量之正確性與衍生流量間之相關程度，以提供增設站數或不重要舊站撤廢可能性等各種研議之參考；然此法基本上須有較充足之資料予以配合，故對較缺乏測站資料地區，則恐不宜。

本研究中假設降雨事件為二維隨機變量域(two-dimensional random field)，以精確、條理分明之方式，分析降雨歷程(rainfall process)之季節性與空間變異特性。依據其空間變異特性考慮長時期降雨影響與短時期降雨影響，嘗試建立一雨量觀測測站設置規範模式，判定研究地區有無增設測站之必要性，作為雨量測站增設或站網調整之依據，藉以觀測更具代表性之雨量資料。水文站網則依據合理化公式(rational formula)中比流量(specific discharge)正比於降雨強度之概念及比流量之定義，並結合臨近區域既有水文測站以消除受限於研究地區既有水文測站密度不足之缺點，則可應用一般克利金法(ordinary Kriging method) [7]來規劃研究地區之水文站網。本研究即以此程序為研析方法，嘗試建立一水文觀測測站設置規劃模式，判定研究地區有無增設測站之必要性，作為水文測站增設或站網調整之依據，藉以觀測與蒐集更具代表性之水文資料。

一、區域化變數理論

1. 區域化變數與隨機函數

對於空間現象之描述可利用一個或多個變數架構空間中某現象之分布，該變數即謂之區域化變數(regionalized variable)[30]。此類變數以空間上相對應位置 x

作為自變數，以隨機變數 $Z(x)$ 表示在該位置上現象之物理意義。一般言之，空間上任意位置 x 其區域化變數 $Z(x)$ 無法確實得知，故通常以 x 為中心取一小半徑所包含之範圍謂之「區塊」 V (support)，而以區塊 V 上區域化變數之平均值 $Z_V(x)$ 取代點 $Z(x)$ 之表示法，較符合實際應用。此區域化變數具有兩種特徵：

(1) 在任一位置點 x 上，現象之發生均為獨立、隨機、局部的，亦即 $Z_V(x)$ 在 V 區塊範圍中為一隨機變數。

(2) 在研究空間範圍內不同位置之間，可由一連串相對位置距離之統計量推導出空間結構，以模擬現象在空間中對應分布之關係。

空間中任意兩點可構成一配對(pair)，可以一向量表示之，代表其相對位置之關係。

2. 二階定常性與內在假設

若一隨機變量域之平均值、變異數與共變異數均滿足下列條件，稱為二階定常性(second-order stationary)：

$$\text{平均值： } E[Z(x)] = m, m \text{ 為常數} \dots\dots\dots(4-1)$$

$$\text{變異數： } Var[Z(x)] = \sigma^2, \sigma^2 \text{ 為常數} \dots\dots\dots(4-2)$$

$$\text{共變異數： } Cov(x_1, x_2) = Cov(x_1 - x_2) = C(h) \dots\dots\dots(4-3)$$

上式中， $h = |x_1 - x_2|$ ，表示空間中任意兩點之共變異數與絕對位置無關，只與相對距離有關。實際應用時，此假設經常會受到限制，因為自然界中大多數隨機變量域只能滿足一階定常性。

若一隨機變量域之一階差值 $Z(x+h) - Z(x)$ 之平均值與變異數為定常性，稱為內在假設(intrinsic hypothesis)[29,30,34]，其可以表示為：

$$\text{平均值： } E[Z(x+h) - Z(x)] = m(h) \dots\dots\dots(4-4)$$

$$\text{變異數： } Var[Z(x+h) - Z(x)] = E\{[Z(x+h) - Z(x)]^2\} = 2\gamma(h) \dots\dots(4-5)$$

此假設較二階定常性為柔弱(weaker)，而 $\gamma(h)$ 稱為半變異圖(semi-variogram)，代表配對之均方差隨距離 h 之增量而建立之函數關係。其中，

$$\begin{aligned}
C(h) &= \text{Cov}[Z(x+h), Z(x)] \\
&= E\{[Z(x+h) - m][Z(x) - m]\} \\
&= E[Z(x+h)Z(x)] - m^2 \dots\dots\dots(4-6)
\end{aligned}$$

$$\text{Var}[Z(x)] = E\{[Z(x) - m]^2\} = C(0) \dots\dots\dots(4-7)$$

$$\begin{aligned}
\gamma(h) &= \frac{1}{2} E\{[Z(x+h) - Z(x)]^2\} \\
&= \frac{1}{2} E[Z^2(x+h) - 2Z(x)Z(x+h) + Z^2(x)] \dots\dots\dots(4-8) \\
&= \frac{1}{2} E[Z^2(x+h)] - E[Z(x)Z(x+h)] + \frac{1}{2} E[Z^2(x)]
\end{aligned}$$

因為 $\text{Var}(x) = E(x^2) - [E(x)]^2$ ，所以：

$$\begin{aligned}
\gamma(h) &= \frac{1}{2} \text{Var}[Z^2(x+h)] + \frac{1}{2} m^2 + \frac{1}{2} \text{Var}[Z^2(x)] + \frac{1}{2} m^2 - E[Z(x)Z(x+h)] \\
&\dots\dots\dots(4-9)
\end{aligned}$$

重新整理式(4-6)與式(4-9)，可得：

$$\begin{aligned}
\gamma(h) &= \frac{1}{2} \text{Var}[Z^2(x+h)] + \frac{1}{2} \text{Var}[Z^2(x)] - C(h) \\
&= \sigma^2 - C(h) \dots\dots\dots(4-10) \\
&= C(0) - C(h)
\end{aligned}$$

3. 共變異數與半變異圖之正定條件

(1) 共變異數之正定條件

假設 $Z(x)$ 為一期望值 m ，共變異數 $C(h)$ 或半變異圖 $\gamma(h)$ 之定常性隨機變量域。令 W 為任意線性組合：

$$W = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(x_i) \dots\dots\dots(4-11)$$

$$\begin{aligned}
\text{Var}[W] &= E[W - E(W)]^2 \\
&= E\left[\sum_{i=1}^n \lambda_i Z(x_i) - m\right]^2 \\
&= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j E\{[Z(x_i) - m][Z(x_j) - m]\} \dots\dots\dots(4-12) \\
&= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j C(x_i, x_j)
\end{aligned}$$

因為 $\text{Var}[W] \geq 0$ ，所以：

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j C(x_i, x_j) \geq 0 \dots\dots\dots(4-13)$$

(2) 半變異圖之正定條件

依式(4-10)與式(4-13)可改寫如下：

$$\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j \{ \text{Var}[Z(x_i)] + \text{Var}[Z(x_j)] - 2\gamma(x_i, x_j) \} \geq 0 \dots\dots\dots(4-14)$$

$$\begin{aligned}
&\sum_{j=1}^n \lambda_j \left\{ \sum_{i=1}^n \lambda_i \text{Var}[Z(x_i)] \right\} + \sum_{i=1}^n \lambda_i \left\{ \sum_{j=1}^n \lambda_j \text{Var}[Z(x_j)] \right\} \\
&- 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j \gamma(x_i, x_j) \geq 0 \dots\dots\dots(4-15)
\end{aligned}$$

於內在假設下， $C(0)$ 並不存在，且 $\text{Var}[W]$ 定義在 $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 0$ 之條件下，故：

$$\text{Var}[W] = - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j \gamma(x_i, x_j) \geq 0 \dots\dots\dots(4-16)$$

4. 半變異圖分析

半變異圖乃空間上任意兩隨機變數之相對距離與其半變異數所構成之關係圖。其意義為任意兩隨機變數因配對距離改變，導致兩隨機變數相關性之趨勢。配對距離愈近者，相關性愈大，變異愈小；反之，距離愈遠者，則變異增加，相關性降低。半變異圖代表觀測資料之空間相關結構，其為克利金法之核心，並左右克利金法估計結果之良窳。

(1) 實驗半變異圖

一般而言，理論半變異圖通常未知，故須由觀測資料予以率定，此半變異圖稱為實驗半變異圖(experimental semi-variogram)[19,33]，且於內在假設下，可知：

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} \text{Var}[Z(x+h) - Z(x)] = \frac{1}{2} E\{[Z(x+h) - Z(x)]^2\} \dots\dots\dots(4-17)$$

並因所得之觀測資料為離散型式，故上式可寫成如式(4-18)所示：

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{h_{ij}=h} [Z(x_i) - Z(x_j)]^2 \dots\dots\dots(4-18)$$

式中， h ：空間中任意配對之相對距離；

$N(h)$ ：空間中相同相對距離 h 之配對數；

$Z(x_i)$ ：第 i 點之量測值；

$Z(x_j)$ ：第 j 點之量測值。

而由於觀測資料本身所具有之隨機性(randomness)，所得之實驗半變異圖會呈現不規則之現象。然從統計觀點言之，對任意配對其相對距離 h_{ij} 近似 h 者，均視為與相對距離 h 相同之配對，以增加其配對數，而使得半變異圖較具規律性[29]。依此概念，則式(4-18)可寫成如式(4-19)所示：

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{h_{ij} \approx h} [Z(x_i) - Z(x_j)]^2 \dots\dots\dots(4-19)$$

式中， h ：空間中任意配對之近似相對距離；

$N(h)$ ：空間中近似相對距離 h 之配對數。

(2) 理論半變異圖模式

半變異圖可依式(4-19)計算求得，但其為不連續點，並不具有空間連續性(spatial continuity)。於實際應用時，可以一函數關係式予以套配。一般常用之理論半變異圖模式有四種[29,30,34]，茲簡述如下：

a. 次冪模式

$$\gamma(h) = \omega h^a, \quad a < 2 \dots\dots\dots(4-20)$$

b. 球面模式

$$\begin{cases} \gamma(h) = \omega \left[\frac{3}{2} \left(\frac{h}{a} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right], & h \leq a \\ \gamma(h) = \omega, & h \geq a \end{cases} \dots\dots\dots(4-21)$$

c. 指數模式

$$\gamma(h) = \omega \left[1 - \exp\left(-\frac{h}{a}\right) \right] \dots\dots\dots(4-22)$$

d. 高斯模式

$$\gamma(h) = \omega \left\{ 1 - \exp\left[-\left(\frac{h}{a}\right)^2\right] \right\} \dots\dots\dots(4-23)$$

由以上模式可知；當配對之相對距離 h 增加時，其相應之半變異圖值亦隨之增加，然相對距離 h 逐漸增加至某一距離後而使半變異圖值不再增加，即半變異圖維持一定值時，此時之距離增為影響距離(range)，而相對應之半變異圖值稱為閾值(sill)[29,30,34]。

5. 克利金法

克利金法係利用已知觀測資料之空間統計分佈（即半變異圖模式），對推估區域之統計量作分析研究。基於無偏估與最小估計變異數之最佳估計條件下，解出已知資料線性組合權重值，進而推求隨機變量域 $Z(x)$ 任意未知位置之最佳線性無偏估(best linear unbiased estimator,BLUE)之估計值。線性估計值 Z_K^* 為 n 個可用資料之線性組合[29,30,34]：

$$Z_K^* = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(x_i) \dots\dots\dots(4-24)$$

假設 $Z(x)$ 為二階定常性隨機變量域，則中心點 x_0 體積 V 之平均值 $Z_{V(x_0)}$ 為：

$$Z_{V(x_0)} = \frac{1}{V} \int_{V(x_0)} Z(x) dx \dots\dots\dots(4-25)$$

而量測資料 $Z(x_i)$ 定義為中心點 x_i 體積 v 之平均值 $Z(x_i)$ ：

$$Z(x_i) = \frac{1}{v} \int_{v(x_i)} Z(x) dx \dots\dots\dots(4-26)$$

(1) 無偏估條件(non-bias condition)

於二階定常性假設下：

$$E[Z(x)] = m \dots\dots\dots(4-27)$$

則 Z_V 之期望值為：

$$E[Z_V] = \frac{1}{V} \int_{V(x_0)} E[Z(x)] dx = m \dots\dots\dots(4-28)$$

而 n 個可用資料之線性估計值 Z_K^* 之期望值為：

$$E[Z_K^*] = \sum_{i=1}^n \lambda_i E[Z(x_i)] = m \sum_{i=1}^n \lambda_i \dots\dots\dots(4-29)$$

因為滿足無偏估條件 $E[Z_V - Z_K^*] = 0$ ，則：

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \dots\dots\dots(4-30)$$

(2) 最小估計變異數(minimum estimation variance)

估計變異數如式(4-31)所示：

$$E\{[Z_V - Z_K^*]^2\} = E[Z_V^2] - 2E[Z_V Z_K^*] + E[Z_K^{*2}] \dots\dots\dots(4-31)$$

其中，

$$\begin{aligned} E[Z_V^2] &= \frac{1}{V^2} \int \int E[Z(x)Z(x')] \\ &= \frac{1}{V^2} \int \int [C(x-x') + m^2] dx' dx \dots\dots\dots(4-32) \\ &= \frac{1}{V^2} \int \int C(x-x') dx' dx + m^2 \\ &= \bar{C}(V, V) + m^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
E[Z_V Z_K^*] &= \sum_{i=1}^n \lambda_i E \left\{ \left[\frac{1}{V} \int Z(x) dx \right] \left[\frac{1}{v_i} \int_{v_i} Z(x) dx \right] \right\} \\
&= \sum_{i=1}^n \lambda_i \frac{1}{V v_i} \int \int E[Z(x) Z(x')] \\
&= \sum_{i=1}^n \lambda_i \frac{1}{V v_i} \int \int [C(x-x') + m^2] dx' dx \quad \dots\dots\dots(4-33) \\
&= \sum_{i=1}^n \lambda_i [\bar{C}(V, v_i) + m^2] \\
&= \sum_{i=1}^n \lambda_i \bar{C}(V, v_i) + m^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
E[Z_K^{*2}] &= \sum_{i=1}^n \lambda_i \sum_{j=1}^n \lambda_j E[Z(x_i) Z(x_j)] \\
&= \sum_{i=1}^n \lambda_i \sum_{j=1}^n \lambda_j E \left\{ \left[\frac{1}{v_i} \int_{v_i} Z(x) dx \right] \left[\frac{1}{v_j} \int_{v_j} Z(x) dx \right] \right\} \\
&= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j \frac{1}{v_i v_j} \int \int E[Z(x) Z(x')] dx' dx \quad \dots\dots\dots(4-34) \\
&= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j \frac{1}{v_i v_j} \int \int [C(x-x') + m^2] dx' dx \\
&= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j \bar{C}(v_i, v_j) + m^2
\end{aligned}$$

由式(4-32)至式(4-34)，式(4-31)可改寫為：

$$E \left\{ [Z_V - Z_K^*]^2 \right\} = \bar{C}(V, V) - 2 \sum_{i=1}^n \lambda_i \bar{C}(V, v_i) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j \bar{C}(v_i, v_j) \quad \dots\dots(4-35)$$

(3) 拉格朗吉乘法(Lagrange's multipliers method)之運算子

根據上述，克利金法須滿足無偏估及最小估計變異數兩個條件，因此將式(4-35)估計變異數之最小值視為目標函數(objective function)，而式(4-30)為限制式(constraint)[30]：

$$\begin{array}{ll}
\text{Minimum} & E \left\{ [Z_V - Z_K^*]^2 \right\} \\
\text{constraints} & \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \quad \dots\dots\dots(4-36)
\end{array}$$

上式為一限制式為等式之非線性規劃，可寫成拉格朗吉函數：

$$L = E\left[(Z_V - Z_K^*)^2\right] - 2\mu\left(\sum_{i=1}^n \lambda_i - 1\right) \dots\dots\dots(4-37)$$

式中， μ ：拉格朗吉乘法運算子(Lagrange's multipliers)。

由式(4-37)中，未知數有 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ 與 μ 。因此為求解式(4-37)，必須將 L 函數對未知數取偏微分且等於零。故可得式(4-38)與式(4-39)如下：

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_i} = -2\bar{C}(V, v_i) + 2\sum_{j=1}^n \lambda_j \bar{C}(v_i, v_j) - 2\mu = 0, \quad i = 1, 2, \dots, n \dots\dots\dots(4-38)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \mu} = \sum_{i=1}^n \lambda_i - 1 = 0 \dots\dots\dots(4-39)$$

(4) 一般克利金法(ordinary Kriging method) [29,30,34]

整理式(4-38)與式(4-39)可得以共變異數表示之克利金系統(Kriging system)：

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n \lambda_j \bar{C}(v_i, v_j) - \mu = \bar{C}(V, v_i), & i = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \end{cases} \dots\dots\dots(4-40)$$

克利金估計變異數(Kriging estimated variance)則由式(4-35)可得：

$$\sigma_K^2 = \bar{C}(V, V) - 2\sum_{i=1}^n \lambda_i \bar{C}(V, v_i) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j \bar{C}(v_i, v_j) \dots\dots\dots(4-41)$$

又因為，

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j \bar{C}(v_i, v_j) = \sum_{i=1}^n \lambda_i \bar{C}(V, v_i) + \mu \dots\dots\dots(4-42)$$

所以：

$$\sigma_K^2 = \bar{C}(V, V) - \sum_{i=1}^n \lambda_i \bar{C}(V, v_i) + \mu \dots\dots\dots(4-43)$$

當共變異數 $C(h)$ 存在時，半變異圖 $\gamma(h)$ 同時也存在，兩者之關係如式(4-44)所示：

$$C(h) = C(0) - \gamma(h) \dots\dots\dots(4-44)$$

因此，式(4-40)與式(4-43)亦可以半變異圖表示如下：

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n \lambda_j \bar{\gamma}(v_i, v_j) + \mu = \bar{\gamma}(V, v_i), & i = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \end{cases} \dots\dots\dots(4-45)$$

$$\sigma_k^2 = -\bar{\gamma}(V, V) + \sum_{i=1}^n \lambda_i \bar{\gamma}(V, v_i) + \mu \dots\dots\dots(4-46)$$

二、雨量站網之規劃設計

1. 既有雨量站網之分析

首先，從表 4-1 及表 4-2 既有站網中(n=24)[5]選取一測站，以其餘測站推估其尺度估計變異數 σ_E^2 。同樣地，既有站網中每一測站之尺度估計變異數皆以此方式求得。然後去除月累積雨量最小尺度估計變異數之測站，及颱風時雨量最小尺度估計變異數之測站。下一步驟則以去除最小尺度估計變異數後之站網(n=23)重覆上述步驟，可得月累積雨量次小尺度估計變異數之測站，上述方法稱為重覆法(iterative method)。以重覆法可求得月累積雨量最大之三個測站及颱風時雨量最大之三個測站。這些測站均有較高之尺度估計變異數，其在空間上較具代表性，故應予以保留。

2. 擬增設雨量站網之分析

原則上，擬增設雨量測站數愈多愈佳，但因設置經費問題，上述原則實際執行時仍有困難。本研究擬增設雨量測站位置考慮於基隆河流域內之台北市地區與台北縣地區。其分別敘述如下：

(1) 台北市地區

考慮土地取得之難易，選取基隆河流域內之台北市地區、鄰近流域之台北市區以及台北縣汐止市之國中、國小，共 43 所國中、24 所國小[5]。基於估計變異數低之測站應予以去除，而估計變異數高之測站應予以保留之原則，可將既有測站(Ns=24)與可能增設測站(Np=67)，以重覆法重覆選擇測站。理論上，測站數增加時，其尺度估計變異數隨之降低，測站與測站間之尺度估計變異數變化亦趨平緩。因此擬建議增設雨量測站以不小於既有測站之最小尺度估計變異數為原則。故考慮長期性降雨影響（月累積雨量），擬建議增設合適之雨量測站，另考慮短期性降雨影響（颱風時雨量），亦擬建議增設合適之雨量測站。並可依其尺度估

計變異數之高低作為擬增設雨量測站之先後順序。

(2) 台北縣地區

於基隆河流域內之台北縣地區，選取 14 所國中、48 所國小[5]。將既有測站 ($N_s=24$) 與可能增設測站 ($N_p=62$)，以重覆法重覆選擇測站。擬建議增設雨量測站以不小於既有測站之最小尺度估計變異數為原則。故考慮長期性降雨影響 (月累積雨量)，擬建議增設合適之雨量測站，另考慮短期性降雨影響 (颱風時雨量)，亦擬建議增設合適之雨量測站。並可依其尺度估計變異數之高低作為擬增設雨量測站之先後順序。

三、水文站網之規劃設計

1. 既有水文站網之分析

於既有選用水文站網分析中，首先從表 4-3 選取站網 (站數=11) 之任一測站，以其餘測站推估其尺度估計變異數，且站網中每一測站之尺度估計變異數亦以同理求算；然後去除其中尺度估計變異數最小之測站；再以去除最小尺度估計變異數測站後之站網 (站數=10) 重覆上述步驟，可得次小尺度估計變異數之測站，繼而以相同程序逐一去站，直至站網中所有測站之尺度估計變異數均有其排序為止，此法稱為重覆法 (iterative method)。以重覆法可求得具有較高之尺度估計變異數之水文測站，這些測站無法由其它既有選用測站資料獲致較準確推估值，故其於空間上較具代表性而應予以保留。

2. 擬增設水文站網之分析

原則上，擬增設之水文測站應是愈多愈佳；但因設置經費問題，上述原則於實際執行時乃會有所困難，且本研究係著重於基隆河流域，故擬增設之水文站位置僅限於台北市市區內基隆河主河道適宜之橋樑位置[5]。基於尺度估計變異數較低測站可予以剔除，及尺度估計變異數較高者應需加以保留之原則下，本研究將既有選用測站 (站數=11) 與擬增設測站 (站數=9) 以重覆法擇定其擬增設之水文測站。理論上，當測站數增加時，其尺度估計變異數會隨之降低，且測站間之尺度估計變異數變化亦會趨之平緩。因此，於增設水文監測站時以擬建議增設測站之尺度估計變異數不小於既有選用測站之最小尺度估計變異數為原則，故綜合以最大瞬時流量與日最大平均流量記錄為分析資料之結果，建議增設之水文測站；此外，並可依其尺度估計變異數之高低作為擬增設測站之先後順序。

第五章 平均降雨量估算及降雨損失估計理論

降雨—逕流模式之主要目的為建立降雨與逕流間之定率關係。而集塊模式或分布模式之檢定與驗證過程，皆須先行取得研究地區之平均雨量，以為模式之輸入。本研究乃採用克利金方法計算平均雨量。克利金法係假設降雨空間之變異程度已知，經由克利金系統獲得研究地區各個雨量測站之最佳權重值，從而求取研究地區之平均雨量。克利金方法具有線性無偏估最小估計變異數之特性。

一、平均雨量推估

點降雨深度定義為 $p(t, x)$ ，假設其為不連續、但有先後順序之集合 $\{p(t, x) | t=1, 2, \dots, T\}$ 。對固定 t 值可視為二維隨機變量域之一次觀測記錄 (realization)。隨機變量域之平均值與半變異圖 [19,33] 如式(5-1)與式(5-2)所示：

$$m(t, x) = E[p(t, x)] \dots \dots \dots (5-1)$$

$$\gamma(t, h_{ij}) = \gamma(t, x_i, x_j) = \frac{1}{2} E\{[p(t, x_i) - p(t, x_j)]^2\} \dots \dots \dots (5-2)$$

考慮一 n 個測站之流域，對每個固定 t 可組成隨機 n 向量之一次紀錄 (a realization of the random n vector)：

$$\pi(t) = \{p(t, x_1), p(t, x_2), \dots, p(t, x_n)\} \dots \dots \dots (5-3)$$

本研究乃採用如表 5-1 之淡水河流域 1966 年至 1997 年間之 40 場降雨事件，並且由於基隆河流域本身雨量測站數有限，配對數顯然不足，其將影響結果之正確性與可靠度甚鉅。因此，本研究乃選取淡水河流域內經濟部水利署所轄之 14 個電傳雨量測站，藉以分析研究集水區之空間變異特性—半變異圖，其相關位置與基本資料如圖 5-1 與表 5-2 所示。

克利金系統之最佳權重值是由已知之半變異圖模式 $\gamma(t, h_{ij})$ 計算求得，實際應用時半變異圖為未知且必須由可用資料求得，因此有賴於各種不同假設下，估計其半變異圖。依理推知，半變異圖為時間 t 之函數。首先，假設半變異圖為非時變性 (time-invariance) 且為等向性 (isotropy)，其為非零 (nonzero)、 T 個時刻 (time interval) 之時間平均型式 [19,33]：

$$\gamma(h_{ij}) = \frac{1}{2T} \sum_{t=1}^T \left\{ p(t, x_i) - p(t, x_j) \right\}^2 \dots \dots \dots (5-4)$$

顯然地，假設半變異圖與時間無關是不合理的。半變異圖應該具有時變性特性。Bastin 等 (1984) 利用月降雨資料分析半變異圖之特性，發現半變異圖之參數 a 為非時變性，參數 ω 為時變性。因此，式(5-4)可改寫如下：

$$\gamma(t, h_{ij}) = \omega(t) \gamma^*(h_{ij}, a) \dots \dots \dots (5-5)$$

其中， $\gamma^*(h_{ij}, a)$: 氣候平均半變異圖；
 $\omega(t)$: 尺度參數 (scaled parameter)，代表各時刻之空間變異特性，其為時變性；
 a : 形狀參數 (shape parameter)，只與雨量測站之為置有關，其為非時變性。

為了能夠快速處理半變異圖，定義各時刻 t 之空間變化平均值與變異數如下：

$$m(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p(t, x_i) \dots \dots \dots (5-6)$$

$$s^2(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [p(t, x_i) - m(t)]^2 \dots \dots \dots (5-7)$$

將各時刻 t 各雨量站之逐時觀測資料予以標準化，則無因次之實驗總平均半變異圖 (dimensionless experimental global mean semivariogram) [19,33] 如式(5-8) 所示：

$$\gamma_d^*(h_{ij}) = \frac{1}{2T} \sum_{t=1}^T \left\{ \left[\frac{p(t, x_i) - p(t, x_j)}{s(t)} \right]^2 \right\} \dots \dots \dots (5-8)$$

故各時刻 t 之理論半變異圖模式可如式(5-5)所示，而以尺度氣候平均半變異圖 (scaled climatological mean semivariogram) 代替氣候平均半變異圖 (climatological mean semivariogram) [19,33]：

$$\gamma(t, h_{ij}) = s^2(t) \gamma_d^*(h_{ij}, a) \dots \dots \dots (5-9)$$

本研究根據下列程序計算降雨事件每小時之半變異圖，其詳細程序如下所述：

1. 根據式(5-6)與式(5-7)計算研究地區所有飈洪事件每一時刻 t 可用雨量測站降雨

量之變異數 $s^2(t)$ 與平均值 $m(t)$ 。

2. 應用式(5-8)計算研究地區所有可用降雨事件唯一僅有之氣候平均半變異圖

$\gamma_d^*(h_{ij}, a)$ ，並且應用次冪模式予以套配以取得參數 ω_0 與 a 。

3. 利用式(5-9)計算每小時之半變異圖，即將氣候平均半變異圖 $\gamma_d^*(h_{ij}, a)$ 乘上變異數 $s^2(t)$ 。

一般克利金法主要用途乃在於利用已知量測值推估隨機變量域中任一未知點或面之最佳線性及無偏估之推估值。若將之應用於推估平均雨量，則稱為區塊克利法 (block Kriging method)，其如下式所示：

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n \lambda_j \gamma(x_i, x_j) + \mu = \bar{\gamma}(V, x_i), i = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \end{cases} \dots\dots\dots(5-10)$$

式中， $\gamma(x_i, x_j)$: 量測站 x_i 與 x_j 之半變異圖；

$\bar{\gamma}(V, x_i)$: 推估區域 V 與量測站 x_i 之平均半變異圖。

於實際應用時，將推估區域 V 劃分為 M 個網格[1,33]，式(5-11)亦可改寫如下：

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n \lambda_j \gamma(x_i, x_j) + \mu = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \gamma(h_{i,m+n}), i = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \end{cases} \dots\dots\dots(5-11)$$

有關逐時平均雨量之計算程序如下所述：

1. 將擬估計平均雨量之研究地區切割成合適大小之網格點。其中，合適大小之定義可根據式(4-46)之克利金估計變異數而判定。

2. 計算任意雨量測站 x_i 與 x_j 間之半變異圖值，即式(5-10)或式(5-11)等號左邊之

$\gamma(x_i, x_j)$ 。

3. 計算擬估計平均雨量地區之網格點與每一個雨量測站 x_i 之平均半變異圖，即式

(5-10)或式(5-11)等號右邊之 $\bar{y}(V, x_i)$ 。

4. 求解式(5-10)或式(5-11)之矩陣以取得雨量站之權重值，然後計算研究地區之逐時平均雨量與其估計變異數。

二、基流分離

一逕流歷線下代表直接逕流及基流兩部分之總和。其中，直接逕流大部分由超滲降雨形成，為造成洪水之主因；基流為河川在乾旱情況下所排出之流量。歷線分析及應用時，兩者必須加以分離以便分析。單峰與複峰洪水歷線之基流分離方法敘述如下[3]：

如圖 5-2 所示，由歷線之常態退水底點 B 劃一直線至退水曲線 M 點，該線至尖峰流量 D 所代表之時間處相交於 M'，M'M 之時間等於 N 日。N 之決定通常以一經驗公式 $N = 0.8A^{0.2}$ 推算，其中，A 為集水區面積之平方公里數。在 BM'M 上之歷線部份為直接逕流，在 ABM'M 下之歷線為基流。

設有如圖 5-3 之複峰歷線，可視為由數個單峰歷線組成。圖中之雙峰歷線，可先由 C 循以前退水歷線向下延伸，與第一個洪峰時間向上繪之直線交於 D，再由 D 點以該流域查得之 $N = 0.8A^{0.2}$ 向後劃交第一歷線之常態退水歷線 AB 於 B 點，由第一場暴雨所形成之直接逕流即可析出。第二場暴雨只須利用其退水歷線之底下平整點 F 向前劃切線交 AB 於 E 點，則複合歷線 CDBEF 之上為直接逕流，其下為基流。

三、降雨損失估計

1. 入滲指數

入滲指數 (infiltration index) 為推求某暴雨時段平均入滲率之工具。一般乃採用 Φ 入滲指數。 Φ 指數之求法為雨量強度—時間曲線，即在降雨組體圖上繪出一水平直線，使線上超滲雨量等於直接逕流。該直線與橫座標之距離，以單位時間水深表示，即為 Φ 指數[3,21,22]。

2. 線性規劃模式與非線性規劃模式

在線性規劃模式 (Linear Programming model, LP model) [22,35] 中，利用降雨推求單位歷線，其最小化觀測值與預測值之誤差必須符合下列條件：

$$\min Z_0 = \sum_{i=1}^I (Z_i + V_i) \dots\dots\dots(5-12)$$

subject to

$$P_i U_1 + P_{i-1} U_2 + \dots + P_{i-j+1} U_j + Z_i - V_i = Q_i, \quad i=1, 2, \dots, I \dots\dots(5-13)$$

$$\alpha \sum_{j=1}^J U_j = 1 \dots\dots\dots(5-14)$$

$$U_j \geq 0, \quad j=1, 2, \dots, J \dots\dots\dots(5-15)$$

$$Z_i \geq 0 \quad V_i \geq 0, \quad i=1, 2, \dots, I \dots\dots\dots(5-16)$$

- 式中， Z_0 : 目標函數；
 Z_i : 第 i 時刻觀測值大於預測值時之誤差；
 V_i : 第 i 時刻觀測值小於預測值時之誤差；
 P : 超滲降雨；
 U : 單位歷線；
 Δt : 歷線時間間距；
 i : 降雨延時；
 I : 降雨總延時；
 j : 單位歷線延時；
 J : 單位歷線總延時
 α : 單位轉換因子。

當逕流量單位為 m^3/s 時，參數 α 為將直接逕流體積 ($m^3/s \times$ 時間) 轉換為以 mm 表示之體積，其可如下表示：

$$\alpha = \frac{1000(3600) \Delta t}{(1000)^2 A} \dots\dots\dots(5-17)$$

- 式中， Δt : 以小時表示之歷線觀測時間間距；
 A : 集水區面積 (km^2)。

目標函數中之誤差 $Q_i - \hat{Q}_i$ 以 Z_i 及 V_i 表示，當觀測值大於預測值時

$$Z_i = Q_i - \hat{Q}_i, \quad V_i = 0, \quad \text{而觀測值小於預測值時 } V_i = -(Q_i - \hat{Q}_i), \quad Z_i = 0。 \text{式(5-13)}$$

為有效降雨與直接逕流之褶合積分運算式，式(5-14)表示單位歷線下所包含之體積等於一單位，在此定義為 1 公分之超滲降雨深度。於線性規劃模式中，決策變

數為單位歷線值 U_j ，以及誤差值 Z_i 與 V_i 。

超滲降雨 P 定義為同一時刻下之總降雨量 R 扣除降雨損失 H [35]。因此，對一降雨事件第 i 時刻之有效降雨 P_i 表示如下：

$$P_i = R_i - H_i, \quad i = 1, 2, \dots, I \dots\dots\dots(5-18)$$

而其有效降雨與直接逕流之褶合積分運算式為：

$$\hat{Q}_i = (R_i - H_i)U_1 + (R_{i-1} - H_{i-1})U_2 + \dots + (R_{i-j+1} - H_{i-j+1})U_j \dots\dots\dots(5-19)$$

由於加入降雨損失為決策變數，原線性規劃模式成為非線性規劃模式 (Non-Linear Programming model, NLP model) [17]，其如下表示：

$$\min Z_0 = \sum_{i=1}^I (Z_i + V_i) \dots\dots\dots(5-20)$$

subject to

$$(R_i - H_i)U_1 + (R_{i-1} - H_{i-1})U_2 + \dots + (R_{i-j+1} - H_{i-j+1})U_j + Z_i - V_i = Q_i, \quad i = 1, 2, \dots, I. \dots\dots\dots(5-21)$$

$$\sum_{i=1}^I (R_i - H_i) = D \dots\dots\dots(5-22)$$

$$\alpha \sum_{j=1}^J U_j = 1 \dots\dots\dots(5-23)$$

$$Z_i \geq 0 \quad V_i \geq 0 \quad U_j \geq 0 \quad 0 \leq H_i \leq R_i, \quad i = 1, 2, \dots, I \quad j = 1, 2, \dots, J \dots\dots\dots(5-24)$$

其中， D 為直接逕流量，與總超滲降雨相等，即：

$$D = \alpha \sum_{i=1}^I Q_i \dots\dots\dots(5-25)$$

而式(5-24)之降雨損失則限制在 0 與降雨 R_i 之間，以合乎物理意義。

3. 美國土壤保持署 SCS 方法

水工結構物之設計與評估集水區因土地利用改變之水文效應，常依據美國土壤保持署所發展之 SCS 方法中之曲線號碼 (curve number) 而加以應用。曲線號

碼值之變化範圍為從 0 至 100，高曲線號碼表示集水區具有較低之貯蓄能力，因而產生較大之逕流量。SCS 水文方法應用下列式子估算累積逕流深度與累積降雨深度[41]：

$$\begin{cases} \sum R_t = \frac{(\sum P_t - kS)^2}{\sum P_t + (1-k)S}, & \sum P_t > kS \\ \sum R_t = 0, & \sum P_t \leq kS \end{cases} \dots\dots\dots(5-26)$$

其中，

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \dots\dots\dots(5-27)$$

式中， $\sum R_t$ ：時刻 t 之累積逕流深度；
 $\sum P_t$ ：時刻 t 之累積降雨深度；
 S ：土壤最大貯蓄容量；
 CN ：曲線號碼。

$I_a = kS$ 代表入滲、截留與地表貯蓄之初期降雨損失， k 值一般取 0.2。上述所有變數之單位皆為英吋 (inch)，只有 CN 為無因次單位。對某一時刻 Δt 之瞬時逕流深度 R_t (inch) 與瞬時逕流量 Q_t (cfs) 可如下表示：

$$R_t = \sum R_t - \sum R_{t-1} \dots\dots\dots(5-28)$$

$$Q_t = \alpha \frac{R_t}{\Delta t} A \dots\dots\dots(5-29)$$

式中， A ：集水區面積 (acre)；
 α ：單位轉換因子。

四、有效降雨估計

1. 基流分離

通常降雨一模式以有效降雨為輸入，而輸出為直接逕流。總逕流扣除基流後之流量即為直接逕流。本研究所採用之基流分離方法如前所述，不同降雨事件逕流之基流分離則依其特性而採用單峰與複峰基流分離法分別予以分離出直接逕流。

2. Φ 指數法

Φ 指數法假設入滲率為非時變性，即降雨開始至結束期間之入滲損失為定值。雖然此假設不合理但因其非常簡易，故廣泛應用於降雨—逕流之模擬。對於 Φ 指數之求取，本研究採用二分法（bisection method）根據有效降雨與直接逕流體積相同之原則予以推求。

3.非線性規劃模式

非線性規劃模式（NLP model）[17]具有一線性之目標函數及數個線性與非線性之限制式，其一般形式可如下表示：

$$\min f(\mathbf{X}) \dots\dots\dots(5-30)$$

subject to

$$h(\mathbf{X}) = 0 \dots\dots\dots(5-31)$$

$$\mathbf{L} \leq \mathbf{X} \leq \mathbf{U} \dots\dots\dots(5-32)$$

- 式中， \mathbf{X} : n 個變數之向量形式；
- $f(\mathbf{X})$: 目標函數；
- $h(\mathbf{X})$: m 個等式限制式之向量形式，其可以為線性或非線性；
- \mathbf{L} : 以向量形式表示之 \mathbf{X} 向量之下限；
- \mathbf{U} : 以向量形式表示之 \mathbf{X} 向量之上限。

針對上述問題，本研究乃採用 FORTRAN IMSL 程式庫中之 DNCONF 副程式予以求解。DNCONF 副程式主要以二次規劃技術（quadratic programming algorithm）與有限差分梯度（finite difference gradient）作為非線性規劃主要求解方法，詳細理論可參考 IMSL 手冊。非線性規劃方法可同時推估時變性之降雨損失與單位歷線，進而推估直接逕流[17]。本研究首先應用 Φ 指數法所得之超滲降雨作為線性規劃模式（Linear Programming model, LP model）之輸入，經由式(5-12)至式(5-16)以取得單位歷線值與推估直接逕流歷線。接著以 Φ 指數法所得之降雨損失與線性規劃模式所推估之單位歷線值作為非線性規劃模式之起始值，經由式(5-20)至式(5-25)推求時變性之降雨損失與合適之單位歷線，並推估其逕流歷線。上述推估方式之分析流程如圖 5-4 所示。

4.美國土壤保持署 SCS 方法

美國土壤保持署 SCS 方法中之曲線號碼 CN 與集水區之土壤種類（soil type）、土地利用及臨前土壤濕潤條件（antecedent soil moisture condition）有關，其適用於評估土地利用改變過程中，集水區入滲能力之變異狀況。本研究假設土地利用為曲線號碼 CN 值之主要因素，即曲線號碼 CN 為不透水面積之函數。對於資料之處理方式，Hjelmfelt [27]建議將降雨與逕流資料依序排列，以使逕流體積之頻率與降雨深度之頻率相同。經排序後，僅選用降雨與逕流之最大值予以計

算曲線號碼 CN 值。Zevenbergen[44]則應用所有排序後之降雨及逕流資料，以非線性最小二乘法 (method of nonlinear least squares) 予以計算曲線號碼 CN 值。本研究則以未經排序之累積逕流體積與累積降雨深度資料，應用非線性最小二乘法予以計算曲線號碼 CN 值。針對此問題，本研究採用 FORTRAN IMSL 程式庫中之 DBCLSF 副程式以求解上述非線性最小二乘法問題。

5.核胞之有效平均雨量

空間分布模式可針對不同之核胞輸入不同之有效降雨資料，以表現降雨在集水區之空間分布特性。本研究於每一核胞之有效平均降雨量之計算程序分述如下 [17]：

- (1) 針對某場降雨—逕流事件，應用區塊克利金法計算整個集水區之各時段平均降雨量，再根據體積平衡原則，將整個集水區各時段平均降雨量與基流分離後之總直接逕流量與作為 Φ 指數法與非線性規劃模式之輸入與輸出，予以求解降雨過程中各時刻之降雨損失。
- (2) 應用區塊克利金法計算集水區各個核胞每一小時平均降雨量，再將該核胞每小時之平均降雨量予以扣除步驟 (1) 所得之降雨損失，而取得各核胞之初始有效平均降雨量 $IER_i(t)$ 。此處理方式乃假設降雨損失於集水區之空間上為均勻分布。
- (3) 考慮體積平衡，將每一核胞各時刻之初始有效平均降雨量 $IER_i(t)$ 累加轉換為初始有效直接逕流量 IEQ ，然後計算其與步驟 (1) 之總直接逕流量之差值 $DIEQ$ ，再將差值 $DIEQ$ 再轉換為以降雨深度為單位之 $DIER$ 。各核胞有效平均降雨之調整量則將差值 $DIER$ 依據其面積大小而比例分配。因此，第 i 個核胞各時刻之最終有效平均降雨量 $FER_i(t)$ 可如下式表示：

$$FER_i(t) = IER_i(t) + DIER \times \frac{A_i}{A} \dots\dots\dots(5-33)$$

- 式中， $FER_i(t)$: t 時刻最終有效平均降雨量 (mm)；
 $IER_i(t)$: t 時刻初始有效平均降雨量 (mm)；
 $DIER$: 集水區初始有效平均降雨總量與總直接逕流量之差值 (mm)；
 A_i : 各核胞面積 (km^2)；
 A : 集水區總面積 (km^2)。

第六章 降雨—逕流模式之研析

基隆河流域之下游流入台北盆地之東北角，由於盆地內地勢低窪，基隆河自汐止河段以下，感潮情況甚為明顯；但自五堵上溯地勢漸入丘陵坡地，兩岸支流錯綜複雜，坡陡流短。每到夏秋之際，暴雨颶洪來襲，挾帶大量雨水，洪流渲洩不及，屢次造成重大災害。

基隆河流域內近二、三十年來因河川兩岸土地過度開發利用，導致逕流增加、河道淤積，沿河岸高樓林立，到處呈現與水爭地之現象，造成低窪地區常遭洪水氾濫成災。例如民國 76 年 10 月 24 日琳恩颶洪侵襲五堵、汐止、南港、松山一帶，到處汪洋，災情慘重。民國 87 年 10 月下旬瑞伯、芭比斯兩次颶風來襲，汐止地區十天內淹水三次，造成汐止人口稠密市區 23 個里，760 公頃地區淹水，受災居民達一萬戶，萬戶停電，五堵火車站甚至淹水至車站屋頂，造成重大之經濟及社會損失。又民國 89 年 11 月 1 日象神颶洪更造成基隆、瑞芳、汐止、內湖、木柵各處土石流及廣大之淹水災情，死亡 64 人、受傷 65 人、失蹤 25 人，農漁業及民生物資損失難以估計，災情空前慘重。民國 90 年 9 月 17 日納莉颶洪更造成基隆市區百年大洪水，基隆河沿岸瑞芳、五堵、汐止、台北市南港、內湖、松山、信義、木柵，汪洋一片、抽水站淪陷、捷運系統淹水、土石流肆虐，災情慘不忍睹。

因此，本章乃針對基隆河流域內降雨—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。

地表逕流為由暴雨引致逕流最重要之組成部分，流域上之降水沿地面或地下匯集至各級序河網，最後由流域出口斷面流出，為一自然現象之過程，此一過程即為逕流形成過程。地表逕流過程為一複雜之自然現象，其由許多確定與隨機因子控制。近代水文觀念視集水區為一系統，經過此一系統中水文歷程之輸入為降水，而輸出為逕流。有關降雨與逕流之早期研究且影響久遠者，乃為 1932 年美國水文學家薛爾曼氏 (Sherman) 所研創單位歷線理論。單位歷線之定義為在某一特定延時 T 內，對時間、空間而言，直接均勻落於一集水區之單位有效降雨所形成之直接逕流歷線。因此可以集水區過去之水文記錄推算其單位歷線。單位歷線為水文學上十分重要之觀念，現代定率式水文學之所以能突飛猛進，泰半歸功於此理論之研創。

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 6-1 所示[3]：

$$Y(t) = H(t)X(t) \dots\dots\dots(6-1)$$

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[22]之研究，集水區之降雨—逕流歷程可以如下關係式表示：

$$\begin{aligned} & a_n \frac{d^n Q}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} Q}{dt^{n-1}} + \dots + a_1 \frac{dQ}{dt} + Q \\ & = I - b_1 \frac{dI}{dt} - b_2 \frac{d^2 I}{dt^2} - \dots - b_{m-1} \frac{d^{m-1} I}{dt^{m-1}} - b_m \frac{d^m I}{dt^m} \dots\dots\dots(6-2) \end{aligned}$$

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(6-2)式兩邊取拉普拉斯轉換(Laplace transform)，可得到如下結果：

$$\begin{aligned} & (a_n^* s^n + a_{n-1}^* s^{n-1} + \dots + 1)Q(s) \\ & = (1 - b_1^* s - b_2^* s^2 - \dots - b_{m-1}^* s^{m-1} - b_m^* s^m)I(s) \dots\dots\dots(6-3) \end{aligned}$$

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：

$$Q(s) = \frac{M(s)}{N(s)} I(s) \dots\dots\dots (6-4)$$

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：

$$Q(t) = \int_0^t I(\tau)U(0,t-\tau)d\tau \dots\dots\dots (6-5)$$

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(6-5)式兩邊取拉普拉斯轉換，則可得如下：

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

比較(6-4)及(6-6)兩式，即可得：

$$U(s) = \frac{M(s)}{N(s)} \dots\dots\dots (6-7)$$

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。

瞬時單位歷線 $U(0,t)$ 實際乃單位歷線 $U(T,t)$ 之特殊情形，即其有效降雨延時 T 為 0。瞬時單位歷線之重要觀念為此歷線乃包括 1 吋或 1 公分之單位直接逕流體積，且由實際情形言之，瞬時單位歷線等於由瞬間降雨延時且強度無限大單位有效降雨所造成之逕流歷線者。瞬時單位歷線之優點為不考慮有效降雨延時 T 之變化。理論言之，一線性水文系統具有唯一且形狀不變之瞬時單位歷線，且此歷線可藉助數學方法以相關水文參數表示之，此參數化歷線更可由現代電子計算機迅速加以推估獲得。

一般瞬時單位歷線乃採用概念模式 (conceptual models)。此等模式可引用物

理類比法或數學模擬法，將實際集水區比擬為線性水庫、線性河渠或時間一面積圖，其各具有不同之假設與理論根據。

1. 蓄水常數相等之線性串聯水庫模式

線性水庫之概念模式較常用於推求集水區之瞬時單位歷線。線性水庫之概念模式最具實用者為英國水文學者 Nash (1957) 所研創之二參數數學模式 [3,21,22]，其假設集水區可視為 N 個串聯之線性水庫所組成，每個線性水庫具有相等之蓄水常數 K 。線性水庫為假想水庫以類比實際之集水區，其結構示意圖如圖 6-2 所示。其中，蓄水量 S 與出流量 Q 成正比，即：

$$S = KQ \dots\dots\dots(6-8)$$

式中， K ：蓄水常數。

線性水庫之入流量 $I(t)$ 與出流量 $Q(t)$ 間之差值為線性水庫蓄水量 $S(t)$ 之時間變化率，即：

$$I(t) - Q(t) = \frac{dS(t)}{dt} \dots\dots\dots(6-9)$$

若將整個集水區視為單一線性水庫，且 K 為常數，並將式(6-8)代入式(6-9)可得：

$$I(t) - Q(t) = K \frac{dQ}{dt} \dots\dots\dots(6-10)$$

考慮第一個線性水庫，在某時刻瞬時降雨一單位於線性水庫中，且此後不再有任何之入流量，則其出流量將瞬時由零上升至 $Q_1(0)$ ，並隨時間之增長而漸次消退，其可表示如下：

$$U_1(t) = \frac{1}{K} e^{-\frac{t}{K}} \dots\dots\dots(6-11)$$

由於集水區為一系列之線性串聯水庫，因此第一個線性概念水庫之出流量為第二個線性水庫之入流量，故依據式(6-5)之褶合積分運算式，第二個線性水庫之出流量為：

$$\begin{aligned}
U_2(t) &= \int_0^t U_1(\tau) \frac{1}{K} e^{-\frac{t-\tau}{K}} d\tau \\
&= \int_0^t \frac{1}{K} e^{-\frac{\tau}{K}} \frac{1}{K} e^{-\frac{t-\tau}{K}} d\tau \dots\dots\dots(6-12) \\
&= \frac{t}{K^2} e^{-\frac{t}{K}}
\end{aligned}$$

第二線性水庫流出量即為第三線性水庫之入流量。依此類推，則第 N 個線性水庫之出流量為：

$$U_N(t) = \frac{1}{K(N-1)!} e^{-\frac{t}{K}} \left(\frac{t}{K}\right)^{N-1} \dots\dots\dots(6-13)$$

或者

$$U_N(t) = \frac{1}{K\Gamma(N)} e^{-\frac{t}{K}} \left(\frac{t}{K}\right)^{N-1} \dots\dots\dots(6-14)$$

由式(6-14)可知，瞬時單位歷線為含伽瑪函數因子 (gamma function argument) N 與水庫蓄水常數 (reservoir storage constant) K 等二參數以及時間 t 函數之公式。此兩參數可用以決定瞬時單位歷線之形狀。

2. 蓄水常數不等之線性串聯水庫模式

若線性串聯水庫模式中，每個線性水庫之蓄水常數不相等[28]，則考慮第一個線性水庫，在某時刻瞬時降雨一單位於線性水庫中，其出流量為：

$$U_1(t) = \frac{1}{K_1} e^{-\frac{t}{K_1}} \dots\dots\dots(6-15)$$

式中， K_1 ：第一個線性水庫之蓄水常數。

第一個線性水庫之瞬時單位歷線視為第二個線性水庫之入流量，則第二個線性水庫之瞬時單位歷線可如下表示：

$$\begin{aligned}
U_2(t) &= \int_0^t U_1(\tau) \frac{1}{K_2} e^{-\frac{t-\tau}{K_2}} d\tau \\
&= \int_0^t \frac{1}{K_1} e^{-\frac{\tau}{K_1}} \frac{1}{K_2} e^{-\frac{t-\tau}{K_2}} d\tau \quad \dots\dots\dots(6-16) \\
&= \frac{1}{K_1 - K_2} e^{-\frac{t}{K_1}} + \frac{1}{K_2 - K_1} e^{-\frac{t}{K_2}}
\end{aligned}$$

式中， K_2 ：第二個線性水庫之蓄水常數。

同理，第三個線性水庫之瞬時單位歷線可如下表示：

$$\begin{aligned}
U_3(t) &= \int_0^t U_2(\tau) \frac{1}{K_3} e^{-\frac{t-\tau}{K_3}} d\tau \\
&= \int_0^t \left(\frac{1}{K_1 - K_2} e^{-\frac{\tau}{K_1}} + \frac{1}{K_2 - K_1} e^{-\frac{\tau}{K_2}} \right) \frac{1}{K_3} e^{-\frac{t-\tau}{K_3}} d\tau \\
&= \frac{K_1}{(K_1 - K_2)(K_1 - K_3)} e^{-\frac{t}{K_1}} + \frac{K_2}{(K_2 - K_1)(K_2 - K_3)} e^{-\frac{t}{K_2}} \\
&\quad + \frac{K_3}{(K_3 - K_1)(K_3 - K_2)} e^{-\frac{t}{K_3}} \quad \dots\dots\dots(6-17)
\end{aligned}$$

式中， K_3 ：第三個線性水庫之蓄水常數。

而第四個線性水庫之瞬時單位歷線可如下表示：

$$\begin{aligned}
U_4(t) &= \int_0^t U_3(\tau) \frac{1}{K_4} e^{-\frac{t-\tau}{K_4}} d\tau \\
&= \frac{K_1^2}{(K_1 - K_2)(K_1 - K_3)(K_1 - K_4)} e^{-\frac{t}{K_1}} \\
&\quad + \frac{K_2^2}{(K_2 - K_1)(K_2 - K_3)(K_2 - K_4)} e^{-\frac{t}{K_2}} \\
&\quad + \frac{K_3^2}{(K_3 - K_1)(K_3 - K_2)(K_3 - K_4)} e^{-\frac{t}{K_3}} \\
&\quad + \frac{K_4^2}{(K_4 - K_1)(K_4 - K_2)(K_4 - K_3)} e^{-\frac{t}{K_4}} \quad \dots\dots\dots(6-18)
\end{aligned}$$

式中， K_4 ：第四個線性水庫之蓄水常數。

第五個線性水庫之瞬時單位歷線為：

$$\begin{aligned}
U_5(t) &= \int_0^t U_4(\tau) \frac{1}{K_5} e^{-\frac{t-\tau}{K_5}} d\tau \\
&= \frac{K_1^3}{(K_1 - K_2)(K_1 - K_3)(K_1 - K_4)(K_1 - K_5)} e^{-\frac{t}{K_1}} \\
&\quad + \frac{K_2^3}{(K_2 - K_1)(K_2 - K_3)(K_2 - K_4)(K_2 - K_5)} e^{-\frac{t}{K_2}} \\
&\quad + \frac{K_3^3}{(K_3 - K_1)(K_3 - K_2)(K_3 - K_4)(K_3 - K_5)} e^{-\frac{t}{K_3}} \dots\dots\dots(6-19) \\
&\quad + \frac{K_4^3}{(K_4 - K_1)(K_4 - K_2)(K_4 - K_3)(K_4 - K_5)} e^{-\frac{t}{K_4}} \\
&\quad + \frac{K_5^3}{(K_5 - K_1)(K_5 - K_2)(K_5 - K_3)(K_5 - K_4)} e^{-\frac{t}{K_5}}
\end{aligned}$$

式中， K_5 ：第五個線性水庫之蓄水常數。

從式(6-15)至式(6-19)之推導結果，可利用數學歸納法將之整理而獲得 N 個不等蓄水常數之線性串聯模式之瞬時單位歷線之數學通式[28]，其如下表示：

$$\begin{aligned}
U_n(t) &= \int_0^t U_{n-1}(\tau) \frac{1}{K_n} e^{-\frac{t-\tau}{K_n}} d\tau \\
&= \begin{cases} \frac{1}{K_1} e^{-\frac{t}{K_1}}, & N=1 \dots\dots\dots(6-20) \\ \sum_{i=1}^N \frac{K_i^{N-2}}{\prod_{j=1, j \neq i}^N (K_i - K_j)}, & N \geq 2 \end{cases}
\end{aligned}$$

式中， K_n ：第 n 個線性水庫之蓄水常數。

二、模式建立

不少學者曾採用多種不同模式與方法專注於研析土地利用改變對相關水文效應之影響程度，其中以概念化降雨—逕流模式之應用最為適合 [17,18,20,31,36,42]。概念化降雨—逕流模式具有物理意義明確之參數，對於經由降雨與逕流觀測記錄而率定之物理參數，其適合用來說明研究集水區當時之地文條件。因此，採用此類模式予以探討土地利用開發過程中之相關水文效應，其參數必然因集水區當時之地文狀況而有所改變，該變化參數即可說明相關水文效應變異之因果關係。

本研究為探討集水區於土地利用演變過程中，集水區之單位歷線形狀及集水區出口之直接逕流體積、尖峰流量與洪峰到達時刻等相關水文量之改變，而研擬兩種概念化降雨—逕流模式。其一為只具有時間方面之變化，而空間均勻之集塊模式，其主要研析整個集水區隨不透水面積之增加（土地利用改變），引致相對應上述水文量之改變。而另一為具時變性及空間變異之分布模式，其用來觀察集水區同一時間上、下游不同土地利用之水文效應及上、下游隨不同土地利用改變程度而產生不同之水文量改變。

1. 集塊模式

集塊模式為單輸入與單輸出之水文模式，單一輸入為整個研究集水區之平均雨量，單一輸出則為研究集水區出口之逕流量，其具有空間均勻之特性。如擬觀察因土地利用開發效應而導致相關水文量改變，集塊模式適用於較小流域、地文資料不夠詳盡，而僅有降雨與逕流觀測記錄之流域或者僅專注於整個流域之水文量變異程度。

本研究所採用之集塊模式為具有明確物理意義之參數型之 Nash 概念模式，其為如下 N 及 K 兩個參數之瞬時單位歷線之數學表示式：

$$U_N(t) = \frac{1}{K\Gamma(N)} e^{-\frac{t}{K}} \left(\frac{t}{K}\right)^{N-1} \dots\dots\dots (6-21)$$

式中， N ：線性水庫個數；
 K ：線性水庫之蓄水常數。

瞬時單位歷線之洪峰到達時間 t_m 可由上式對 t/K 微分等於零而得：

$$\frac{1}{K\Gamma(N)} e^{-\frac{t}{K}} \left[\left(\frac{t}{K}\right)^{N-2} (N-1) - \left(\frac{t}{K}\right)^{N-1} \right] = 0 \dots\dots\dots (6-22)$$

即

$$t_m = (N-1)K \dots\dots\dots (6-23)$$

將式(6-23)代入式(6-21)，可得瞬時單位歷線之尖峰流量 U_m ：

$$U_m = \frac{1}{K\Gamma(N)} e^{-(N-1)} (N-1)^{N-1} \dots\dots\dots (6-24)$$

若採用公制，1 公分之有效降雨深度之瞬時單位歷線則可表示如下：

$$U(0,t) = \frac{2.78A}{K\Gamma(N)} e^{-\frac{t}{K}} \left(\frac{t}{K}\right)^{N-1} \dots\dots\dots(6-25)$$

其洪峰到達時間 t_m 為：

$$t_m = (N-1)K \dots\dots\dots(6-26)$$

瞬時單位歷線洪峰流量 U_m 為：

$$U_m = \frac{2.78A}{K\Gamma(N)} e^{-(N-1)} (N-1)^{N-1} \dots\dots\dots(6-27)$$

2. 空間分布模式

空間分布模式為多輸入與單輸出之水文模式，多輸入為各個子研究集水區之平均雨量，單一輸出則為研究集水區出口之逕流量，其具有空間變異之特性。空間分布模式適用於較大流域、地文資料詳盡，且具有降雨與逕流觀測記錄之流域。如擬研析流域於同一時間條件下，上、下游不同土地利用效應之相對水文量改變或欲探討流域上、下游隨時間改變而土地利用開發程度不同之相對應水文量變化。

本研究所採用之空間分布模式為並聯型分布線性串聯水庫概念模式，每個子集水區 (subwatershed) 或核胞 (cell) 具有兩個參數，其各為線性水庫蓄水常數 (K_o) 與線性渠道蓄水常數 (K_c)。線性水庫蓄水常數代表子集水區漫地流之集流時間，而線性渠道蓄水常數代表子集水區河渠流之集流時間，其各自具有明確之物理意義。並聯型線性串聯水庫分布概念模式之參數個數視整個流域之分割數目而定，若流域分割成 M 個集水區，則有 $2M$ 個參數需要率定。

為了便於模式之建立，本研究乃將集水區劃分為數個不同之核胞，其劃分原則與方法依序敘述如下：

- (1) 以研究集水區五萬分之一比例尺地形圖經由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。每兩個節點之間為一獨立河段，再利用地形圖之等高線判讀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走向與相同土地利用型態再予以合併。合併

時應考慮模式應用之需要，如驗證流量站之位置與核胞出口處之位置應為一致。

(4)每一流路之核胞串聯個數不宜太多，以免影響模式模擬時間。

假設一單位有效降瞬間均勻落於集水區，則降雨轉換為逕流，而在集水區中遵循多條流路流至集水區出口處。基本上，若集水區劃分為 N 個核胞，則有 N 條流路。以基隆河中、上游之五堵集水區為例予以說明。依據上述之核胞劃分原則與方法，五堵集水區可劃分為 4 個核胞，如圖 6-3 所示。降雨落於各核胞上流至集水區出口處之流路有以下幾條路徑[38,39]：

流路 1： $O_1 \rightarrow C_1 \rightarrow C_2 \rightarrow C_3 \rightarrow C_4$

流路 2： $O_2 \rightarrow C_2 \rightarrow C_3 \rightarrow C_4$

流路 3： $O_3 \rightarrow C_3 \rightarrow C_4$

流路 4： $O_4 \rightarrow C_4$

以上 O_i 代表第 i 個核胞之漫地流， C_i 為第 i 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)，並且將每一流路比擬為數個不同狀態串聯而成，而每個狀態係利用一線性水庫予以比擬。因此，每一流路之反應為數個不同之線性水庫串聯之結果，而集水區出口處之反應為所有流路之反應且並聯線性疊加而成。對五堵集水區而言，其模式結構示意圖可如圖 6-4 所示。

對流路 1 而言，其由 5 個不同狀態之線性水庫組成，即第 1 個核胞之漫地流與河渠流，第 2 個核胞之河渠流，第 3 個核胞之河渠流與第 4 個核胞之河渠流等 5 個。依據上述原則，流路 1 可視為 5 個不同線性水庫串聯而成，而每個線性水庫皆有其相對應之蓄水常數。因此，根據式(6-20)之不等蓄水常數之線性串聯通式，流路 1 於五堵集水區出口處之瞬時單位歷線可如下表示：

$$\begin{aligned}
U_1(t) = & \frac{K_{O_1}^3}{(K_{O_1} - K_{C_1})(K_{O_1} - K_{C_2})(K_{O_1} - K_{C_3})(K_{O_1} - K_{C_4})} e^{-\frac{t}{K_{O_1}}} \\
& + \frac{K_{C_1}^3}{(K_{C_1} - K_{O_1})(K_{C_1} - K_{C_2})(K_{C_1} - K_{C_3})(K_{C_1} - K_{C_4})} e^{-\frac{t}{K_{C_1}}} \\
& + \frac{K_{C_2}^3}{(K_{C_2} - K_{O_1})(K_{C_2} - K_{C_1})(K_{C_2} - K_{C_3})(K_{C_2} - K_{C_4})} e^{-\frac{t}{K_{C_2}}} \dots\dots\dots(6-28) \\
& + \frac{K_{C_3}^3}{(K_{C_3} - K_{O_1})(K_{C_3} - K_{C_1})(K_{C_3} - K_{C_2})(K_{C_3} - K_{C_4})} e^{-\frac{t}{K_{C_3}}} \\
& + \frac{K_{C_4}^3}{(K_{C_4} - K_{O_1})(K_{C_4} - K_{C_1})(K_{C_4} - K_{C_2})(K_{C_4} - K_{C_3})} e^{-\frac{t}{K_{C_4}}}
\end{aligned}$$

式中， $U_i(t)$ ：流路*i*於集水區出口處之瞬時單位歷線；

K_{O_i} ：第*i*個核胞之漫地流蓄水常數；

K_{C_i} ：第*i*個核胞之河渠流蓄水常數。

同理，流路2於五堵集水區出口處之瞬時單位歷線可如下表示：

$$\begin{aligned}
U_2(t) = & \frac{K_{O_2}^2}{(K_{O_2} - K_{C_2})(K_{O_2} - K_{C_3})(K_{O_2} - K_{C_4})} e^{-\frac{t}{K_{O_2}}} \\
& + \frac{K_{C_2}^2}{(K_{C_2} - K_{O_2})(K_{C_2} - K_{C_3})(K_{C_2} - K_{C_4})} e^{-\frac{t}{K_{C_2}}} \\
& + \frac{K_{C_3}^2}{(K_{C_3} - K_{O_2})(K_{C_3} - K_{C_2})(K_{C_3} - K_{C_4})} e^{-\frac{t}{K_{C_3}}} \dots\dots\dots(6-29) \\
& + \frac{K_{C_4}^2}{(K_{C_4} - K_{O_2})(K_{C_4} - K_{C_2})(K_{C_4} - K_{C_3})} e^{-\frac{t}{K_{C_4}}}
\end{aligned}$$

而流路3於五堵集水區出口處之瞬時單位歷線可如下表示：

$$\begin{aligned}
U_3(t) = & \frac{K_{O_3}}{(K_{O_3} - K_{C_3})(K_{O_3} - K_{C_4})} e^{-\frac{t}{K_{O_3}}} + \frac{K_{C_3}}{(K_{C_3} - K_{O_3})(K_{C_3} - K_{C_4})} e^{-\frac{t}{K_{C_3}}} \\
& + \frac{K_{C_4}}{(K_{C_4} - K_{O_3})(K_{C_4} - K_{C_3})} e^{-\frac{t}{K_{C_4}}} \dots\dots\dots(6-30)
\end{aligned}$$

流路4於五堵集水區出口處之瞬時單位歷線可如下表示：

$$U_4(t) = \frac{1}{(K_{O_4} - K_{C_4})} e^{-\frac{t}{K_{O_4}}} + \frac{1}{(K_{C_4} - K_{O_4})} e^{-\frac{t}{K_{C_4}}} \dots\dots\dots(6-31)$$

集水區出口處之出流歷線乃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，再線性疊加而成。因此，集水區出口處之逕流歷線可應用下式予以計算：

$$Q(t) = \sum_{i=1}^N \int_0^t I_i(\tau) U_i(t-\tau) d\tau \dots\dots\dots(6-32)$$

- 式中， $Q(t)$: 集水區出口處之逕流歷線；
- $I_i(\tau)$: 第 i 個核胞之降雨強度函數；
- $U_i(t-\tau)$: 第 i 條流路於集水區出口處之出流瞬時單位歷線；
- N : 集水區核胞分割數目。

三、模式檢定

1. 動差法

一般 Nash 模式之參數求解可應用動差法 (method of moments) 根據直接逕流與有效降雨而計算求得參數 N 與 K ，進而獲得瞬時單位歷線之簡單計算值。有關動差法之推導過程敘述如下。

Laplace 轉換之定義如下：

$$F(s) = L[f(t)] = \int_0^\infty f(t)e^{-st} dt \dots\dots\dots(6-33)$$

將之對 s 作一次微分，則一階原點矩為：

$$\left. \frac{\partial F}{\partial s} \right|_{s=0} = \frac{\partial}{\partial s} \int_0^\infty f(t)e^{-st} dt \Big|_{s=0} = \int_0^\infty -tf(t)dt = -v_F^{(1)} \dots\dots\dots(6-34)$$

對 s 作二次微分，則二階原點矩為：

$$\left. \frac{\partial^2 F}{\partial s^2} \right|_{s=0} = \frac{\partial}{\partial s^2} \int_0^\infty f(t)e^{-st} dt \Big|_{s=0} = \int_0^\infty -t^2 f(t)dt = -v_F^{(2)} \dots\dots\dots(6-35)$$

因此， n 階原點矩為：

$$\left. \frac{\partial^n F}{\partial s^n} \right|_{s=0} = \left. \frac{\partial}{\partial s^n} \int_0^\infty f(t) e^{-st} dt \right|_{s=0} = \int_0^\infty (-1)^n t^n f(t) dt = (-1)^n \nu_F^{(n)} \dots (6-36)$$

而褶合積分定義如下：

$$Q(s) = I(s)U(s) \dots (6-37)$$

對 s 作一次微分可得：

$$\frac{dQ}{ds} = U \frac{dI}{ds} + I \frac{dU}{ds} \dots (6-38)$$

二次微分亦可得：

$$\frac{d^2 Q}{ds^2} = U \frac{d^2 I}{ds^2} + 2 \frac{dI}{ds} \frac{dU}{ds} + I \frac{d^2 U}{ds^2} \dots (6-39)$$

令 $d/ds = D$, $U = D^0 U$, $I = D^0 I$, 所以：

$$\frac{d^n Q}{ds^n} = D^n Q = (DU + DI)^n \dots (6-40)$$

亦即，

$$\nu_Q^{(n)} = (\nu_U + \nu_I)^n \dots (6-41)$$

上式即所謂之矩定理 (moments theorem)，其乃表示 $Q(t)$ 、 $I(t)$ 與 $U(t)$ 之原點矩間之關係。而中心矩與原點矩之關係如下：

$$\begin{aligned} \mu^{(n)} = \nu^{(n)} - \frac{n}{1!} \nu^{(n-1)} \nu^{(1)} + \frac{n(n-1)}{2!} \nu^{(n-2)} [\nu^{(1)}]^2 \\ - \frac{n(n-1)(n-2)}{3!} \nu^{(n-3)} [\nu^{(1)}]^3 + \dots \end{aligned} \dots (6-42)$$

其中， $\mu^{(n)}$ 為 n 階中心矩。

因為 Nash 模式只有兩個參數，所以只須用至二階矩，由式(6-42)得：

$$\mu^{(1)} = \nu^{(1)} - \frac{1}{1!} \nu^{(0)} \nu^{(1)} = 0 \dots (6-43)$$

$$\mu^{(2)} = \nu^{(2)} - \frac{2}{1!} \nu^{(1)} \nu^{(1)} + \frac{2}{2!} \nu^{(2)} [\nu^{(1)}]^2 = \nu^{(2)} - [\nu^{(1)}]^2 \dots (6-44)$$

經過整理之後，可得：

$$\begin{cases} \mu^{(1)} = 0 \\ \mu^{(2)} = v^{(2)} - [v^{(1)}]^2 \end{cases} \dots\dots\dots (6-45)$$

則，

$$\mu_Q^{(2)} = v_Q^{(2)} - [v_Q^{(1)}]^2 \dots\dots\dots (6-46)$$

由式(6-41)，得：

$$\begin{cases} v_Q^{(1)} = v_U^{(1)} + v_I^{(1)} \\ v_Q^{(2)} = v_U^{(2)} + 2v_U^{(1)}v_I^{(1)} + v_I^{(2)} \end{cases} \dots\dots\dots (6-47)$$

將式(6-47)代入式(6-46)，則：

$$\begin{aligned} \mu_Q^{(2)} &= v_U^{(2)} + 2v_U^{(1)}v_I^{(1)} + v_I^{(2)} - [v_U^{(1)} + v_I^{(1)}]^2 \\ &= \mu_U^{(2)} + \mu_I^{(2)} \end{aligned} \dots\dots\dots (6-48)$$

瞬時單位歷線之一階原點矩如下所示：

$$v_U^{(1)} = \frac{\int_0^\infty tU(t)dt}{\int_0^\infty U(t)dt} = \int_0^\infty tU(t)dt = \frac{1}{K\Gamma(N)} \int_0^\infty t \left(\frac{t}{K}\right)^{N-1} e^{-\frac{t}{K}} dt \dots\dots\dots (6-49)$$

則，

$$v_U^{(1)} = \frac{K}{\Gamma(N)} \int_0^\infty \left(\frac{t}{K}\right)^N e^{-\frac{t}{K}} d\left(\frac{t}{K}\right) \dots\dots\dots (6-50)$$

由伽瑪函數之定義：

$$\Gamma(N) = \int_0^\infty e^{-t} t^{N-1} dt, \quad N > 0 \dots\dots\dots (6-51)$$

則，

$$v_U^{(1)} = \frac{K\Gamma(N+1)}{\Gamma(N)} = NK \dots\dots\dots (6-52)$$

同理，瞬時單位歷線之二階原點矩為：

$$v_U^{(2)} = N(N+1)K^2 \dots\dots\dots (6-53)$$

利用式(6-47)與式(6-52)，則：

$$NK = v_Q^{(1)} - v_I^{(1)} \dots\dots\dots(6-54)$$

由式(6-46)得：

$$\mu_U^{(2)} = v_U^{(2)} - [v_U^{(1)}]^2 \dots\dots\dots(6-55)$$

因為，

$$\mu_Q^{(2)} = \mu_U^{(2)} + \mu_I^{(2)} \dots\dots\dots(6-56)$$

所以，

$$\mu_Q^{(2)} - \mu_I^{(2)} = NK^2 \dots\dots\dots(6-57)$$

故二參數 Nash 模式之參數 N 、 K 如下所示：

$$N = \frac{[v_Q^{(1)} - v_I^{(1)}]^2}{\mu_Q^{(2)} - \mu_I^{(2)}} \dots\dots\dots(6-58)$$

$$K = \frac{\mu_Q^{(2)} - \mu_I^{(2)}}{v_Q^{(1)} - v_I^{(1)}} \dots\dots\dots(6-59)$$

因此由上式可知，只須獲得入流量（有效降雨）與出流量（直接逕流）之一、二階原點矩以及二階中心矩，即可求得 Nash 模式之兩個參數 N 與 K ，進而了解集水區瞬時單位歷線之特性。

然上述入流量與出流量為連續形式，而一般之降雨與流量資料為離散形式。因此，上述所提及之一、二階原點矩應改為離散形式，其如下所示：

一階原點矩：

$$v_I^{(1)} = \frac{\sum_{i=1}^m I_i(\tau) \tau_i}{\sum_{i=1}^m I_i(\tau)} \dots\dots\dots(6-60)$$

$$v_Q^{(1)} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i(t) t_i}{\sum_{i=1}^n Q_i(t)} \dots\dots\dots(6-61)$$

二階原點矩：

$$v_I^{(2)} = \frac{\sum_{i=1}^m I_i(\tau) \tau_i^2}{\sum_{i=1}^m I_i(\tau)} \dots\dots\dots (6-62)$$

$$v_Q^{(2)} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i(t) t_i^2}{\sum_{i=1}^n Q_i(t)} \dots\dots\dots (6-63)$$

2. 參數最佳化分析

一般於求解最佳化問題時，可針對待處理問題之目標，以數學函數型態訂定一目標函數 (objective function)，而不同優選法則可依所設定之目標函數，求取最佳目標函數時之各參數值，亦即表示經過優選後所得之參數將會獲致最佳之目標函數值；但因各種求解方式及其特性之不同，所獲致之目標函數即有可能為區域最佳值 (local optimum) 而非整體最佳值 (global optimum)。

由於逕流模式之參數最佳化 (parameter optimization) 常為多重區域性最佳值 (multi-local optimum) 及不連續等問題所困擾，因此，由目前常被廣泛應用之區域性參數最佳化方式，如羅森布洛克法 (Rosenbrock's method)、牛頓法 (Newton's method) 及最陡坡降法等 (steepest descent method) [32]，以尋求最佳參數值則較不易獲致滿意之結果。

整體性最佳化 (global optimization) 理論於 1981 至 1990 間即有相當之進展，然卻未能於降雨—逕流模式中被廣泛地加以應用，實是受制於當時計算資源之有限，而今由於科技進步對於大量計算之負荷乃已不成問題。因此，以整體性最佳化方式從事降雨—逕流模式之最佳參數率定乃一值得深入探討課題。

由於區域性參數最佳化方式，有較易搜尋到區域最佳值而非期望之整體最佳值、受初值影響甚鉅及須輸入多組初始值等缺點，故應用整體性最佳化方式以最佳化逕流模式之參數乃有其必要性。

本研究應用參數整體性最佳化方式之洗牌複演進法 (Shuffled Complex Evolution algorithm, SCE) [23,24,25,40] 以求取整體最佳化值。由於洗牌複演進法具有以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、可集中於最有可能之區域進行搜尋、各分組在全區改善方向上成系統演進以避免落入區域最佳值及由演進之觀念以較佳值取代原值等特性，因此可尋求得參數之整體最佳值。

洗牌複演進法對尋求最佳參數值之演算流程，包含洗牌複演進法與競爭複演進法（Competitive Complex Evolution algorithm, CCE）等二部份，其如圖 6-5 及圖 6-6 所示，而演算步驟則簡述如下：

(1) 洗牌複演進法演算步驟

- A. 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 $s = p \times m$ 。
- B. 以均勻分佈法（uniform distribution method）於可行空間（feasible space）內，產生樣本 x_1, x_2, \dots, x_s 等 s 點，並計算每一點 x_i 之目標函數值 f_i 。
- C. 將樣本點排序，並儲存於矩陣 \underline{D} 中， $\underline{D} = \{x_i, f_i | i = 1, 2, \dots, s\}$ 。因此， $i = 1$ 為最小之目標函數值。
- D. 分割矩陣 \underline{D} 為 p 個分組， A^1, A^2, \dots, A^p ，每一分組包含 m 個點。因此 $A^k = \{x_j^k, f_j^k | x_j^k = x_{k+p(j-1)}, f_j^k = f_{k+p(j-1)}, j = 1, 2, \dots, m\}$ 。
- E. 根據競爭複演進法（簡述如後），推演每一分組 $A^k, k = 1, 2, \dots, p$ 。
- F. 混合分組點。將推演完後之 A^1, A^2, \dots, A^p 置回矩陣 \underline{D} 中，因此， $\underline{D} = \{A^k | k = 1, 2, \dots, p\}$ ，再將矩陣 \underline{D} 加以排序。
- G. 檢查是否收斂。若是，則結束，否則，重回步驟 D。

(2) 競爭複演進法演算步驟

- A. 選定 q 、 α 及 β 值。其中 $2 \leq q \leq m, \alpha \geq 1$ 且 $\beta \geq 1$ 。
- B. 設定權重 ρ_i ，並定義如下：

$$\rho_i = \frac{2(m+1-i)}{m(m+1)}, \quad i = 1, 2, \dots, m \dots\dots\dots(6-64)$$

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 $\rho_1 = 2/m+1$ ，而點 x_m^k 有最低之機率密度 $\rho_m = 2/m(m+1)$ 。

C. 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。將其儲存於矩陣 \underline{B} ， $\underline{B} = \{u_i, v_i \mid i=1, 2, \dots, q\}$ ， 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 \underline{L} 中。

D. 根據下列程序以產生下一代：

(a) 將矩陣 \underline{B} 及矩陣 \underline{L} 加以排序，並計算其形心如下式所示。

$$g = \frac{1}{q-1} \sum_{j=1}^{q-1} u_j \dots\dots\dots (6-65)$$

(b) 計算一新點 $r = 2g - u_g$ 。

(c) 若點 r 落在可行空間內，則計算目標函數值 f_r 且至步驟 d。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 $f_r = f_z$ 。

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

(e) 若 $f_c < f_q$ ，則以 c 點取代點 u_q ，再到步驟(f)，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 。

(f) 重複步驟(a)至步驟(e) α 次。

E. 以下一代來取代上一代。依儲存於矩陣 \underline{L} 內之原始位置，將矩陣 \underline{B} 放回 A^k 內，並將 A^k 予以排序。

F. 重覆步驟B.至步驟E. β 次。

根據上述之說明可知，SCE 參數優選法具有下列四個觀點，故其具有搜尋求得整體最佳值之能力。

- A. SCE參數優選法結合機率與定率之概念，其中，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。
- B. SCE參數優選法擁有特殊之群聚技巧，因此能集中於最有可能之區域間進行搜尋。
- C. 於優選過程中，各個分組於全區改善方向上成系統演進，此可避免落入區域最佳值。

D. SCE參數優選法採用演進觀念，其可以較佳值取代原值。

3. 參數優選之目標函數

在優選過程中必須指定一特定目標函數，目標函數之功用在於使得參數最佳化過程中模式之模擬值與觀測值之誤差最小。為了避免發生偏估情事，Diskin 等 (1977) 強調判斷模擬之完整性須指定多組目標函數而非單一目標函數。為能判定參數最佳化過程中模式模擬值與觀測值之套配程度，本研究參考 Ford 等 (1980) 之研究報告，本研究利用下列之目標函數方式，作為從事參數最佳化時之目標函數式。所使用之目標函數如下所示[2,26]：

$$F_{obj} = \left\{ \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T [Q_{obj}(t) - Q_{sim}(t)]^2 \cdot W(t) \right\}^{\frac{1}{2}} + \Delta Q_p \dots\dots\dots (6-66)$$

式中， F_{obj} ：目標函數值；
 T ：觀測總延時；
 $Q_{obs}(t)$ ：時刻 t 之觀測值；
 $Q_{sim}(t)$ ：時刻 t 之模擬值；
 $W(t)$ ：時刻 t 之權重值。

$$W(t) = \frac{Q_{obs}(t) + \bar{Q}_{obs}}{2\bar{Q}_{obs}} \dots\dots\dots (6-67)$$

式中， \bar{Q}_{obs} ：觀測值之平均值。

而 ΔQ_p 之定義如下：

$$\Delta Q_p = \begin{cases} \frac{Q_{obs,p} - Q_{sim,p}}{D^2}, & Q_{sim,p} < Q_{obs,p} \dots\dots\dots (6-68) \\ 0, & Q_{sim,p} \geq Q_{obs,p} \end{cases}$$

式中， $Q_{sim,p}$ ：模擬值之峰值；
 $Q_{obs,p}$ ：觀測值之峰值。

式(6-66)右邊第一項表示觀測歷線與模擬歷線間之均方根誤差，第二項代表觀測值之尖峰流量與模擬值之尖峰流量之誤差，對於最佳化參數值所對應之目標函數值將為最小。

4. 模式合適性之校驗

為探討模式分析結果之合適性，本研究以效率係數 CE (coefficient of efficiency)，峰值誤差 EQ_p (error of peak discharge) 與峰值到達時刻誤差 ET_p (error of time to peak discharge) 等三項為校驗之標準。各項校驗標準定義如下：

(1) 效率係數 (CE)

$$CE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n [Q_{est}(i) - Q_{obs}(i)]^2}{\sum_{i=1}^n [Q_{obs}(i) - \bar{Q}_{obs}(i)]^2} \dots\dots\dots(6-69)$$

式中， Q_{est} ：模式推估之流量 (m^3/s)；
 Q_{obs} ：觀測之流量 (m^3/s)；
 \bar{Q}_{obs} ：觀測流量之平均值 (m^3/s)。

當 CE 值愈趨近於 1 時，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)

$$EQ_p(\%) = \frac{Q_{p,est} - Q_{p,obs}}{Q_{p,obs}} \times 100\% \dots\dots\dots(6-70)$$

式中， $Q_{p,est}$ ：模式推估之洪峰流量 (m^3/s)；

$Q_{p,obs}$ ：觀測之洪峰流量 (m^3/s)。

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)

$$ET_p = T_{p,est} - T_{p,obs} \dots\dots\dots(6-71)$$

式中， $T_{p,est}$ ：推估之洪峰到達時刻 (hours)；

$T_{p,obs}$ ：觀測之洪峰到達時刻 (hours)。

ET_p 值 (hours) 愈小，表示模式洪峰到達時刻之估算愈準確。

第七章 研析資料之處理與土地利用改變對水文效應影響之分析

研究土地利用改變對水文效應影響必須考慮相關資料之可用性。因此，本研究乃應用瞬時單位歷線原理與特性，採用降雨—逕流模式之研析方式，並利用過去數十年之颱風事件之記錄降雨與逕流資料，予以分析集水區水文特性隨土地利用開發而改變之影響程度。另外，土地利用改變為長期性，若研究相關資料之記錄長度過於簡短，則無法確實觀察其相關改變程度。因此，本研究乃以基隆河流域之中上游集水區—五堵集水區為研析對象。研究中，探討五堵集水區自民國55年至民國86年間土地利用因子與瞬時單位歷線間之相互關係，並探討水文模式中有關參數隨著年代變化之因果體系，進而評估不同重現期距條件下逕流相關水文量之變化，以提供淡水河流域地區各項水利工程建設之參考與應用。

由於研析區域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，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替代。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、研究資料蒐集與整理

1. 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，研析研究集水區之分區圖如圖 6-3 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 7-1 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[22]：

$$\log S_o = 0.6 + 0.8 \log S_c \dots\dots\dots(7-1)$$

式中， S_c 為河道平均坡度， S_o 為漫地流平均坡度。

2. 水文資料之蒐集與研析

本研究乃就基隆河流域之中上游集水區—五堵集水區之土地利用改變對水文效應影響作一系列之探討分析，主要選取五堵水文站為基隆河流域集水區之驗證流量站，分析其因土地利用開發導致相關水量之改變。有關颱風場次共選取民國 55 年至民國 86 年間之 31 場颱風事件與 9 場暴雨事件，共計 40 場降雨—逕流事件，其基本資料列如表 5-1 所示。對於降雨之空間變異分析，採用淡水河流域之 14 個電傳雨量站予以分析克利金方法之半變異圖，而降雨—逕流模式所需之平均雨量則選取五堵集水區內經濟部水利署隸屬之瑞芳、五堵與火燒寮等三站予以計算求得。雨量測站之基本資料列如表 5-2 所示。

3. 土地利用開發之地文資料[17]

土地利用開發過程主要為都市人口逐漸集中使得其相對應之地文因子變更，導致代表集水區水文特性之單位歷線改變，進而影響直接逕流之產生。基於上述觀點，應用土地利用與人口密度為集水區都市化演變之指標甚為合理，其中，土地利用為直接影響集水區水文特性之主要因子。因此，本研究乃假設水文模式之參數為土地利用開發因子（不透水面積）之函數，其可確實地觀察土地利用開發之擴展情形。所謂地文因子於本研究乃指不透水面積，其為因土地利用開發過程中，道路、排水管路與建築物等皆會因土地利用開發之需求，所因應增加之程度。其於水文觀點上即為不透水面積增加。而不透水面積可另定義為降雨時刻，雨量未經由入滲而直接由超滲降雨轉換為直接逕流之面積。因此，本研究乃根據政府公布之資料—「台北縣統計要覽」[12]之內容，統計五堵上游集水區之養魚池、池沼、建物基地、寺廟用地、鐵道用地、道路、灌溉水路、溝渠、溜池與堤防用地等土地利用類別為不透水面積，並以百分比（%）表示，其餘土地利用類別則為透水面積。民國 55 年至民國 86 年間整個五堵集水區與其 4 個核胞分區之不透水面積之逐年變化趨勢示如表 7-2 與圖 7-1 所示。表 7-3 與圖 7-2 為人口密度之逐年變化趨勢。

二、模式之參數推求及其與土地利用之關係

本研究採用美國土壤保持署 SCS 方法、Nash 模式與並聯型分布線性串聯水庫概念模式為主要研析方法，其參數分別為代表集水區土壤入滲能力之曲線號碼值 CN 、線性串聯水庫數目 N 與其線性水庫蓄水常數 K 以及各核胞漫地流蓄水常

數 K_r 與河渠流蓄水常數 K_c 。曲線號碼值 CN 採用非線性最小二乘法予以求取；Nash 模式之參數則先以動差法求得兩個參數之初始值，再應用洗牌複演進參數優選法予以求得最佳化參數。此種方式可節省參數優選之搜尋時間；而並聯型分布線性串聯水庫概念模式則直接以洗牌複演進參數優選法，予以優選最佳化參數。

上述三種模式之參數，除了 Nash 模式較不具明顯之物理意義外，其餘兩種模式之參數分別具有集水區自然現象之特殊物理意義，其皆可用以研析集水區因都市開發而改變之相關水文量。但因 Nash 模式具有函數型式之瞬時單位歷線，其可由兩個參數簡單說明瞬時單位歷線之形狀，而瞬時單位歷線為集水區降雨一逕流間之轉換關係。因此，本研究亦採用 Nash 模式來研析集水區都市化對水文量之影響。

於土地利用開發過程中，因人為需要而陸續有停車場、大型工商建築物、道路、鐵路等產生，不透水面積之改變最為明顯，其亦為影響各個水文量之直接因素。有鑑於此，本研究乃假設不透水面積為上述模式參數之因子，即模式參數為集水區不透水面積百分比之函數。此種方式由於將概念化模式之參數定量化且其隨不透水面積之增減而具有一定之趨勢，因此易於應用於評估集水區土地利用開發對水文量之影響。然複雜之降雨一逕流過程中，除受集水區地文條件影響外，亦可能因其他因素如降雨之氣候條件與土壤臨前濕潤情形而有所不同，每場降雨一逕流事件之參數必然相異，甚至可能差異頗大。針對此問題本研究採用兩種方式處理，擇其較合適者為參數與不透水面積之定量關係，兩種處理方法分別敘述如下[17]：

1. 由於不透水面積為以年為單位，因此將同一年之可用降雨一逕流事件之參數予以平均，以對應不透水面積。然後應用迴歸分析方法以決定模式參數與不透水面積間之定量關係。參數與不透水面積間關係之優劣與否以相關係數為評判標準，此法稱為年平均法。

2. 根據模式參數值之變化趨勢，選擇一合適之不透水面積變化之區間，同一區間之參數值與不透水面積值視為相等，即將同一區間之參數值與不透水面積百分比值予以平均以代表該區間之參數與不透水面積百分比。如同方法 1，應用迴歸分析予以定量模式參數與不透水面積之關係，而合適之區間以參數與不透水面積間之相關係數與區間樣本數目多寡為評判標準，此法稱為區間平均法。

三、土地利用開發對不同重現期距與延時之設計洪水歷線之影響

當上述模式參數與不透水面積之關係率定後，集水區之入滲能力與核心函數

一瞬時單位歷線隨不透水面積增減之變化趨勢亦可確定，其代表集水區因土地利用開發而導致相對應水文特性之變異。然不同降雨量大小與延時等降雨條件之降雨—逕流過程，其因土地利用開發而改變之相關水文量必然有所不同。代表集水區逕流特性之水文量頗多，本研究考慮都市排水、防洪工程與水資源規劃等不同需求，針對直接逕流體積、洪峰到達時刻與洪峰流量等逕流特性，探討不同重現距與降雨延時因土地利用改變而改變之逕流特性。

本研究首先依據如表 7-4 [10]之降雨強度—延時—頻率曲線公式（Horner 式）之參數值，應用交替區塊法（alternating block method）[22]計算五堵集水區之五堵、瑞芳與火燒寮三個雨量站之 1.1 年、2 年、5 年、10 年、25 年、50 年、100 年與 200 年等八種不同重現期距及延時 24 小時與 48 小時之單站設計雨型，然後以克利金法計算整個五堵集水區與其各核胞之平均設計雨型。另外，隨不透水面積改變而變化之降雨損失之計算則採用美國土壤保持署之 SCS 法，然後予以扣除而求得整個五堵集水區與其各核胞之有效平均設計雨型，以為各種降雨—逕流模式之輸入。降雨—逕流模式之參數值為前述之參數與不透水面積率定關係（迴歸方程式）。經由褶合積分，最後可求得隨土地利用改變之演進而改變之上述八種不同重現期距與兩種延時所形成之組合設計洪水歷線，藉以研析五堵集水區之直接逕流體積、洪峰到達時間與洪峰流量等逕流特性[17]。

第八章 設計洪水歷線之模擬

本研究計畫屬於「防洪示範區淹水境況模擬與決策支援系統之研究」整合型計畫之第六子計畫，係針對基隆河流域數十年來由於快速都市化演變而形成水文環境之變化作一系列之水文研究，屬於目標導向之計畫，可據以提供子計畫七、八、九及十從事基隆河防洪示範區淹水境況模擬、洪災損失估計、決策支援及展示研發之必要水文資訊，並探討及修正基隆河流域沿岸重要水文站之設計流量，可提供基隆河流域水資源開發及洪災整治之應用。

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，其係將基隆河流域分割成若干個核胞，其編號及位置如圖8-1；地文資料則如表8-1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雨量設計後，利用徐昇氏多邊形法求取研析集水區各核胞之平均設計雨量，而各核胞之徐昇氏多邊形法控制面加權值如表8-2所示。再進一步將各核胞之平均設計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[8,9,10]得知，平均逕流係數於基隆河流域為0.74。

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，以從事基隆河流域之設計洪水歷線模擬，以為其它子計畫平地水理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年之設計雨量，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，乃是引用與基隆河五堵上游集水區相同降雨—逕流模式參數設計洪水歷線。

第九章 結果與討論

一、水文資料庫之建立

本年度所建立之水文資料庫已完成如下具體之成果：

1. 已完成淡水河流域（包含基隆河流域）內現有抽水站之資料建檔及抽水站分布圖之繪製。
2. 已完成淡水河流域（包含基隆河流域）內現有橋樑断面之資料建檔及橋樑分布圖之繪製。
3. 已蒐集建檔基隆河流域內台北縣平溪、瑞芳、汐止歷年之土地利用資料。
4. 已蒐集建檔基隆河流域內台北市南港、松山、內湖、中山、大同、士林及北投歷年之土地利用資料。
5. 已蒐集建檔基隆河流域內基隆市七堵、暖暖歷年之土地利用資料。
6. 已蒐集建檔基隆河流域內台北縣平溪、瑞芳、汐止歷年之人口數、人口密度統計數據。
7. 已蒐集建檔基隆河流域內台北市南港、松山、內湖、中山、大同、士林及北投歷年之人口數、人口密度統計數據。
8. 已蒐集建檔基隆河流域內基隆市七堵、暖暖歷年之人口數、人口密度統計數據。
9. 已完成基隆河流域水文測站狀況之資料建檔。
10. 已蒐集建檔基隆河流域歷年現有堤防、護岸之長度及丁壩之座數。

二、降雨分析

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，其結果列如表 9-1 至表 9-5。

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，以推求基隆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，其迴歸曲線如圖 9-1 至圖 9-5 所示，所推求之參數及其合適性評判標準，則列如表 9-6 至表 9-15。
3. 基隆河流域計有五堵、台北、竹子湖、瑞芳及火燒寮等 5 個雨量站。本研究以交替區塊法從事兩型之設計；並配合頻率分析與降雨強度—延時—頻率關係之研究成果為兩型設計之依據；及以重現期距為 1.1、2、5、10、25、50、100 年及 200 年等八類降雨總量，與 24 小時降雨延時之組合從事兩型設計。
4. 採用交替區塊法之設計兩型，取總降雨延時為 24 小時，重現期距為 1.1、2、5、10、25、50、100 年及 200 年之設計降雨總量，分別求出設計降雨之時間分布；最後，再應用高度平衡多邊形法(height-balance polygons method)，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兩型雨量。應用交替區塊法所求得之平均設計兩型，如圖 9-6 所示。基隆河流域內各雨量站平均之暴雨前進係數 \bar{r} ，列於表 9-16，為求設計兩型之簡化，係取各雨量站 \bar{r} 之算術平均值為該流域之平均暴雨前進係數 \bar{r} 代表值。各流域應用高度平衡多邊形法之控制面積分別列於表 9-17。

三、站網評估

1. 關於雨量站網之規劃設計，既有雨量站網之分析中以重覆法(iterative method)所得結果如表 9-18 及表 9-19。其中，月累積雨量最大之三個測站分別為編號 15、17、24 之淡水(1)測站、瑞芳(2)測站及大桶山測站，而颱風時雨量為編號 6、11、20 之福山(3)測站、瑞芳(2)測站及淡水(1)測站。這些測站均有較高之尺度估計變異數，其在空間上較具代表性，故應予以保留。擬增設雨量站網之分析中，台北市考慮長期性降雨影響（月累積雨量），擬建議增設 18 個雨量測站，詳見表 9-20，而考慮短期性降雨影響（颱風時雨量），擬建議增設 18 個雨量測站，詳見表 9-21。並可依其尺度估計變異數之高低作為擬增設雨量測站之先後順序。台北縣地區考慮長期性降雨影響（月累積雨量），擬建議增設 13 個雨量測站，詳見表 9-22，而考慮短期性降雨影響（颱風時雨量），擬建議增設 13 個雨量測站，詳見表 9-23。並可依其尺度估計變異數之高低作為擬增設雨量測站之先後順序。
2. 關於水文站網之規劃設計，既有水文站網之分析中以重覆法所得結果示如表 9-24 及表 9-25，其中以介壽橋站、福山站及三鶯橋站等三站具有較

高之尺度估計變異數，無法由其它既有選用測站資料獲致較準確推估值，故其於空間上較具代表性而應予以保留。擬增設水文站網之分析中本研究建議增設之測站為承德橋、南湖大橋、高速公路內湖橋與麥帥二號橋等四個水文監測站，如表 9-26 所示；此外，並可依其尺度估計變異數之高低作為擬增設測站之先後順序。

四、平均降雨量估算及降雨損失估計理論

針對集水區平均雨量之推估，本研究依據前述步驟處理 40 場颱風逐時雨量之無因次實驗半變異圖，並以次冪模式予以套配所得如下，並如圖 9-7 所示。

$$\gamma_d^*(h_{ij}, a) = \omega_0 h^a = 0.12337h^{0.21} \dots\dots\dots(9-1)$$

再將五堵集水區劃分間距為 500 公尺之網格點，其總共有 928 個網格點。應用五堵、瑞芳與火燒寮等三個電傳雨量測站之降雨資料以估算五堵集水區及其 4 個核胞之 40 場降雨事件之逐時平均雨量，據以作為降雨—逕流模式之輸入。

於推估逐時平均雨量時，不同時刻半變異圖具有不同值。為簡化計算程序，本研究採用尺度氣候平均半變異圖之觀念，將降雨觀測資料予以標準化，而得固定參數 a 與 ω_0 。參數 $\omega(t)$ 為各時刻 t 空間中測站觀測資料之變異數 $S^2(t)$ 與 ω_0 之乘積，其代表 t 時刻降雨空間變異特性。如此可迅速計算各時刻半變異圖，進而由克利金系統決定測站權重值，以估計平均雨量。

五、降雨—逕流模式之研析

1. 降雨—逕流模式參數檢定

本研究為探討降雨—逕流模式參數與土地利用間之定率關係，選擇自民國 55 年至 80 年間之 30 場降雨—逕流事件予以檢定合適之參數。而選用之 30 場事件中有 9 場為複峰事件，其餘為單峰事件。研究中，針對研析目的不同而採用集塊模式與空間分布模式等兩種概念化模式。經由 Φ 指數法與非線性規劃模式等兩種方法所計算之降雨損失而依據前述處理方式以取得模式之有效降雨輸入。於參數最佳化過程中，集塊模式—Nash 模式先行以動差法所得之參數值為起始值，再應用 SCE 法優選之；而空間分布模式則直接以 SCE 參數優選法取得足以說明集水區水文條件之物理參數。最後，比較上述兩種不同輸入之逕流歷線模擬結果，以獲得不同土地利用改變程度之合適參數。表 9-27 與表 9-28 分別為集塊模

式與空間分布模式以 Φ 指數法與非線性規劃模式之降雨損失為依據之檢定模擬結果。

根據非線性規劃法計算求得之降雨損失，將之應用於降雨—逕流模式之輸入，其所有檢定場次逕流模擬結果之整體表現優於 Φ 指數法。對於複峰事件具有明顯提高效率係數、降低洪峰流量誤差值，並改進到達洪峰時間誤差值，使其與觀測歷線具有較佳擬合程度之能力。而單峰或低流量事件，應用 Φ 指數法已能模擬出令人滿意之逕流歷線，使用非線性規劃法雖也能改善結果，惟改善幅度不若複峰高流量事件明顯。

2. 模式參數與土地利用之關係

集水區土地利用開發問題一般可利用水文處理方法予以分析，由集水區之模式研析結果可經由率定降雨—逕流間之關係而探討其可能衍生之土地利用改變問題。本研究首先著重於降雨—逕流模式之最佳模擬，以取得足以說明當時集水區地文條件之模式參數，進而應用迴歸分析建立模式參數與集水區地文條件之關係。研究中，採用集塊模式與空間分布模式兩種概念化模式。其中，集塊模式之參數可說明整個集水區於土地利用開發過程中之變化，而空間分布模式參數則可顯示整個集水區上、下游不同子集水區因土地利用改變導致之水文效應。由前述之結果得知，依據非線性規劃法所得之有效降雨為模式之輸入，可得逕流歷線之較佳模擬。因此，本研究乃採用非線性規劃方法所求得之模式參數，據以研析單位歷線與不透水面積之關係。

(1) 集塊模式—Nash 模式

表 9-29 為應用 Nash 模式於五堵集水區因不同程度土地利用改變之逐年參數變化情形，其中，年參數值為應用年平均法（第六章）將同年之多場降雨—逕流事件之參數予以平均而得。參數 N 代表線性水庫個數，其為單位歷線之形狀參數（shape parameter）（Bhaskar, 1997），其由於土地利用開發原因隨著不透水面積之增加而具有明顯減低之趨勢。單位歷線之尺度參數反應集水區蓄水效應之蓄水常數 K 之變化趨勢則呈現輕微震盪情形。表 9-29 中所有檢定事件參數 N 之平均值為 5.29，標準偏差為 2.12；而參數 K 之平均值為 2.00，標準偏差為 0.31。基於參數 K 因土地利用發展之變化趨勢較參數 N 為小、減少參數個數及避免兩個參數間之互相影響等三個理由，本研究乃考慮將參數 K 視為常數，其值為平均值 2.00。

當參數 K 固定為 2.00 後，本研究重新再檢定 30 場降雨—逕流事件，以確定參數 N 之變化趨勢。表 9-30 為重新再檢定後之年參數表，表 9-31 則為再檢定之結果。經由三項校驗標準（ CE , EQ_p 與 ET_p ），表 9-31 之再檢定結果令人滿意。

參數 N 可決定代表集水區特性之單位歷線，而隨著不透水面積之改變，集水區特性必然有相當程度之變化。因此，本研究乃應用迴歸分析建立參數 N 與不透水面積之關係，圖 9-8 為土地利用開發過程中，年參數 N 與不透水面積之關係。其中，迴歸方程式採用次冪型式，其乃考慮土地利用改變前期變化較土地利用改變後期為大之趨勢。參數 N 與不透水面積之關係方程式如下式所示：

$$N = 10.26 \cdot Im^{-0.42}, \quad r^2 = 0.76 \dots\dots\dots (9-2)$$

式中， N : Nash 模式之參數；
 Im : 集水區不透水面積百分比 (%)。

(2) 空間分布模式—並聯型分布線性串聯水庫概念模式

表 9-32 為應用並聯型分布線性串聯水庫概念模式於五堵集水區各個核胞因不同程度土地利用改變之參數變化情形，其中，參數值為應用區間平均法（第六章）將鄰近不透水面積之多場降雨—逕流事件之參數予以平均而得。參數 K_o 為各子集水區漫地流蓄水常數，代表漫地流流況，其由於土地利用改變因素隨著不透水面積之增加而具有較明顯減低之趨勢。代表子集水區河渠流蓄水常數，反映子集水區河渠流蓄水效應之參數 K_c 則呈現小幅度變化之趨勢。表 9-32 中，五堵集水區上游自下游之各核胞參數 K_o 之平均值分別為 2.05、2.80、3.25 與 6.7，標準偏差為 1.23、0.60、0.44 及 1.04；而參數 K_c 平均值各別為 1.46、1.84、2.50 及 2.77，而標準偏差為 0.30、0.29、0.16 與 0.24。由上述可知，參數 K_c 變化趨勢較參數 K_o 為小，此乃因為土地利用開發效應對水文之影響中，漫地流對集水區逕流特性佔主要因素。根據上述分析結果與考量減少參數個數以及避免參數間相互干擾等目的，本研究乃將各子集水區之參數 K_c 視為常數，其值分別為 1.46、1.84、2.50 與 2.77。

當參數 K_c 固定後，模式之其餘參數必須再重新率定，以確定其變化趨勢。表 9-33 為重新再檢定後之各子集水區參數表，表 9-34 則為再檢定之結果。經由三項校驗標準 (CE , EQ_p 與 ET_p)，表 9-34 之再檢定結果除了琴恩颱風(63/07/19)

之效率係數偏低外，其他場次皆有不錯之模擬效果。參數 K_o 與 K_c ($i=1,2,\dots,4$)

可決定代表各子集水區特性之單位歷線，而隨著個別子集水區不同之土地利用開發過程，不同子集水區特性必然具有各自之變化，即整個集水區上、下游受土地利用改變影響之程度亦迥異不同。因此，本研究乃應用迴歸分析建立各子集水區參數 K_o 與不透水面積之關係，圖 9-9 至圖 9-12 為土地利用開發過程中，四個子集水區代表漫地流參數 K_o 與不透水面積之關係。其中，迴歸方程式採用次冪型式，其乃考慮土地利用改變前期變化較土地利用改變後期為大之趨勢。四個子集水區漫地流蓄水常數 K_o 與不透水面積之關係方程式如下列四式所示：

$$\text{核胞 1: } K_{O_1} = 10.41Im^{-2.29}, r^2 = 0.83 \dots\dots\dots (9-3)$$

$$\text{核胞 2: } K_{O_2} = 5.35 \cdot Im^{-0.71}, r^2 = 0.80 \dots\dots\dots (9-4)$$

$$\text{核胞 3: } K_{O_3} = 9.06 \cdot Im^{-0.51}, r^2 = 0.81 \dots\dots\dots (9-5)$$

$$\text{核胞 4: } K_{O_4} = 27.59 \cdot Im^{-0.57}, r^2 = 0.93 \dots\dots\dots (9-6)$$

式中， K_{O_i} : 核胞*i*之漫地流參數；

Im : 集水區不透水面積百分比(%)。

3. 模式參數與不透水面積間關係之驗證

本研究選用自民國 81 年至 86 年之 10 場降雨—逕流事件，以驗證研究地區模式參數之可用性。每場事件之超滲降雨採用非線性規劃方法計算，然後應用集塊模式與空間分布模式兩種概念化模式，經由褶合積分將有效降雨轉換為直接逕流歷線。其中，Nash 模式之參數 N 依據式(9-2)與各降雨—逕流事件發生當時之集水區土地利用改變程度計算而得，而參數 K 值固定為 2.00；並聯型分布線性串聯水庫概念模式各核胞之河渠流參數 K_C 分別為 1.46、1.84、2.50 與 2.77，漫地流參數 K_O 則利用式(9-3)至式(9-6)及該核胞與事件同時刻對應之不透水面積值。

表 9-35 與表 9-36 分別為集塊及空間分布兩種模式之驗證結果。圖 9-13 至圖 9-22 與圖 9-23 至圖 9-32 為其逕流歷線驗證圖。表 9-35 顯示應用集塊模式驗證之效率係數除了葛拉絲颱風(83/09/01)外，其餘事件皆高於 0.8；洪峰流量誤差方面除了弗雷特颱風(83/08/20)與拉絲颱風(83/09/01)外，其餘事件皆低於 15%；而洪峰到達時刻誤差僅安珀颱風(86/08/29)為 2 小時。表 9-36 說明空間分布模式之效率係數所有事件皆高於 0.8；而暴雨事件(83/06/18)、賀伯(85/07/31)、溫妮颱風(86/08/17)與安珀颱風(86/08/29)等 4 場事件之洪峰流量誤差高於 15%，其餘事件則有令人滿意之結果；洪峰到達時刻誤差方面所有事件皆低於 2 小時。

雖然上述模式參數可能因一些因素如水文氣象因子與臨前土壤濕潤情形，而使得參數具有不確定性。但是，數個參數與不透水面積迴歸關係之最低相關係數約為 0.76 (式(7-2)至式(7-6))，其具有高度相關，且其檢定與驗證之模擬結果良好。根據上述結果分析，不透水面積為土地利用開發過程對集水區特性之主要影響因子，而這些分析結果可進一步應用於研析逕流歷線特性之改變。

六、研析資料之處理與土地利用改變對水文效應影響之分析

1. 五堵集水區單位歷線特性之改變

於確定五堵集水區模式參數與不透水面積間之關係後，Nash 模式年參數值 N 可依據表 6-3 之各年總不透水面積與式(9-2)計算而得，而參數 K 視為常數；同樣地，並聯型分布線性串聯水庫概念模式各核胞參數 K_c 為定值，而參數 K_o 則根據表 6-3 之各核胞不透水面積改變與式(9-3)至式(9-6)予以求得其相對應之值。利用這些參數值可取得代表整個集水區或各子集水區水文特性之瞬時單位歷線，以瞭解五堵集水區於土地利用開發過程之變化。

集水區瞬時單位歷線之主要特性為洪峰流量 (peak flow) Q_m 與洪峰到達時間 (time to peak) t_m 。一旦隨著集水區土地利用發展進行之連續變化參數確定後，即可取得集水區之時變性單位歷線，而其特性如洪峰流量與洪峰到達時間亦可同時得知。表 9-37 與圖 9-33 為利用集塊模式分析所得於不同土地利用改變階段之整個五堵集水區瞬時單位歷線特性之變化。其結果顯示於民國 55 年至 86 年間，不透水面積由 4.78% 增加至 11.03%，導致瞬時單位歷線之洪峰流量由 52.76cms 增為 65.47cms，約增加 12.71cms 或 24.09%；而洪峰到達時刻由 8.72 小時縮短至 5.54 小時，大約縮短 3 小時。而應用空間分布模式於不同土地利用開發程度之整個五堵集水區與其 4 個核胞，其結果如表 9-38 與圖 9-34 至圖 9-38 所示。由表 9-38 得知，於民國 55 年至 86 年間，核胞 1 之不透水面積分別由 2.06% 增為 3.42%，其瞬時單位歷線洪峰流量由 8.78cms 增為 9.79cms，增加 1.01cms，其約 11.50%，洪峰到達時刻由 8.31 小時縮減至 6.95 小時，減少 1.36 小時，其約 16.37%；核胞 2 之不透水面積分別由 3.42% 增為 9.57%，其瞬時單位歷線洪峰流量由 15.36cms 增為 17.33cms，增加 1.97cms，其約 12.83%，洪峰到達時刻由 6.95 小時縮減至 5.88 小時，減少 1.07 小時，其約 15.40%；核胞 3 之不透水面積分別由 4.35% 增為 9.82%，其瞬時單位歷線洪峰流量由 17.71cms 增為 20.88cms，增加 3.17cms，其約 17.90%，洪峰到達時刻由 6.18 小時縮減至 5.39 小時，減少 0.79 小時，其約 12.78%；核胞 4 之不透水面積分別由 5.64% 增為 16.68%，其瞬時單位歷線洪峰流量由 6.08cms 增為 9.15cms，增加 3.07cms，其約 50.49%，洪峰到達時刻由 4.97 小時縮減至 3.84 小時，減少 1.13 小時，其約 22.74%。

一般而言，上、下游不同位置子集水區具有不同之土地利用改變趨勢而導致不同水文特性之影響。然土地利用開發大多較集中於集水區下游地區，由上述結果得知，核胞 4 之不透水面積之改變較核胞 1 為大，而其對水文特性之影響亦較顯著，如核胞 4 瞬時單位歷線之洪峰流量改變為增加 50.49%，而核胞 1 則僅為 11.50%，並且核胞 4 瞬時單位歷線之洪峰流量增加百分比遠較其餘三個子集水區為多。整個五堵集水區之不透水面積由 4.78% 增至 11.03%，其整個集水區瞬時

單位歷線之洪峰流量由 46.96cms 增為 55.24cms，增加 8.24cms，其約 17.55%，洪峰到達時刻由 6.89 小時減少為 5.81 小時，約縮減 1 小時。

2. 集水區土壤入滲能力之改變

集水區開發之典型變化為土地利用廣泛之人為改變，而集水區因道路、停車場等不透水面積之增加造成降雨入滲量、窪蓄截流之貯蓄量減少及漫地流快速產生等現象。針對集水區入滲能力消滅問題，本研究乃應用美國土壤保持署所提出之 SCS 方法，利用如表 6-1 之 40 場降雨—逕流事件之累積降雨與累積逕流間關係率定對應之曲線號碼值。其中，代表集水區土壤最終貯蓄常數 (ultimate storage constant) k 採經驗值 0.2。

研析過程中相同土地利用不同降雨事件之曲線號碼並不一定相等，本研究乃採用區間平均法將近似相同不透水面積之曲線號碼值予以平均，並且利用次冪迴歸方程式決定曲線號碼值與不透水面積之函數關係。表 9-39 與圖 9-39 至圖 9-43 為整個五堵集水區及其 4 個子集水區不透水面積與曲線號碼之計算結果。式(9-7)至式(9-11)為曲線號碼值與不透水面積之關係方程式。

$$\text{核胞 1 : } CN = 12.82 \cdot Im^{0.40}, r^2 = 0.67 \dots\dots\dots (9-7)$$

$$\text{核胞 2 : } CN = 20.77 \cdot Im^{0.23}, r^2 = 0.72 \dots\dots\dots (9-8)$$

$$\text{核胞 3 : } CN = 15.69 \cdot Im^{0.40}, r^2 = 0.82 \dots\dots\dots (9-9)$$

$$\text{核胞 4 : } CN = 21.67 \cdot Im^{0.33}, r^2 = 0.90 \dots\dots\dots (9-10)$$

$$\text{整個集水區 : } CN = 19.86 \cdot Im^{0.35}, r^2 = 0.71 \dots\dots\dots (9-11)$$

式中， CN : SCS 方法之曲線號碼值；
 Im : 集水區不透水面積百分比 (%)。

雖然較小降雨事件可能出現較高之曲線號碼值，本研究利用區間平均方法可將此特殊現象予以均化，而呈現一定之趨勢。圖 9-39 至圖 9-43 顯示隨著集水區之土地人為開發，不透水面積增加，而曲線號碼值增高，此乃表示隨著土地利用開發之進行，集水區之入滲能力漸行減弱，降雨於集水區之入滲量減少，使得更多之直接逕流量產生。接近下游地區之子集水區土地利用改變效應最為顯著，其曲線號碼值之增量亦較高。

3. 五堵集水區洪水歷線特性之改變

於瞭解集水區因土地利用改變效應導致單位歷線特性與入滲之變化趨勢後，即可利用褶合積分將降雨轉換為直接逕流，藉以評估不透水面積改變對直接逕流歷線各種水文特性之影響程度。其中，本研究首先以 24 小時與 48 小時兩種降雨延時及 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年等八種重現期距等共 16 個設計兩型作為模式之降雨輸入，而整個集水區與其 4 個子集水區之降雨損失扣除則應用式(9-7)至式(9-11)及其對應之土地利用發展時期予以計算求得。根據上述 16 種設計兩型之有效降雨輸入，應用集塊模式與空間分布模式可分別取得五堵集水區及其各個子集水區對整個集水區出口之逕流歷線，以瞭解不同降雨條件下，逕流歷線特性於土地利用開發過程中之水文量改變。表 9-40 為民國 55 年間（不透水面積百分比為 4.78%）五堵集水區不同重現期距與延時之逕流歷線之洪峰流量，其中顯示重現期距 200 年、延時 48 小時之設計洪水歷線之洪峰流量較為接近經濟部水資源統一規劃委員會之公告數值（2300cms）。因此，本研究後續有關土地利用改變效應對集水區出流歷線特性影響之分析，將以延時 48 小時之結果為依據予以比較及討論。八種重現期距 48 小時降雨延時之五堵集水區設計兩型圖如圖 9-44 所示。

一般代表集水區逕流特性可採用不同之量化指標，本研究針對逕流歷線之重要因子如洪峰流量、洪峰到達時刻及直接逕流體積等三種逕流特性逐一探討，以利排水工程設計、水資源與防洪工程規劃之參考。圖 9-45 至圖 9-60 為八種重現期距與 48 小時延時，應用集塊模式與空間分布模式所模擬之不同土地利用發展階段之洪水歷線圖，圖中清晰地表現出五堵集水區因土地利用改變效應所導致逕流歷線之改變，其歷線形狀變得更為尖銳，而歷線尖峰具有前移趨勢。有關洪水歷線之洪峰到達時刻、洪峰流量與有效降雨體積等三種逕流特性之詳細變化趨勢可如表 9-41 至表 9-48 與圖 9-61 至圖 9-64 所示。由表 9-41 至表 9-48 與圖 9-61 至圖 9-64 可知，洪峰到達時刻隨著不透水面積增加而縮短，而有效降雨體積與洪峰流量則增大，且大降雨事件（較高重現期距）有效降雨體積與洪峰流量之增加幅度較小降雨事件為大，而洪峰到達時刻則相反，小降雨事件之減少幅度較多。整理表 9-41 至表 9-48 可得土地利用改變初期至目前逕流歷線之三種逕流特性改變量與變化百分比，其如表 9-49 至表 9-51 所示。例如，於重現期距 200 年及降雨延時 48 小時之條件下，有效降雨體積約增加 150mm~210mm，約為 14~20%；洪峰到達時刻將縮短 2~4 小時；而洪峰流量之增量有 540cms~550cms 之多，其約 23~24%。

對於水資源規劃、排水工程設計等應用，常需分析未來上述三種逕流特性因集水區土地利用改變效應所造成之影響。針對這些需要，可直接由圖 6-3 預測未來集水區不透水面積百分比或由圖 6-4 預測人口密度成長幅度，再根據人口密度與不透水面積之關係予以估計不透水面積百分比以取得模式應用之相關參數，然後使用集塊模式或空間分布模式模擬特定重現期距與延時之逕流歷線，即可取得其各種逕流特性。

於圖 9-62 與圖 9-64 中有效降雨體積與洪峰流量變化趨勢較不平滑，此乃因空間分布模式每個核胞之不透水面積變化不同，使得其參數 (K_o, K_c, CN) 變化亦相異，而集塊模式僅考慮整個集水區之土地利用改變，其參數只須透過單一不透水面積值即可得知，其有效降雨體積與洪峰流量之變化趨勢較為平滑（圖 9-61 至圖 9-63）。本研究乃以集塊模式研析未來土地利用改變導致集水區逕流係數變化情形與洪峰流量增大問題。其中，降雨延時為 48 小時，而不透水面積百分比由 4.78% 逐漸變化至 100%。因此，隨著五堵集水區土地利用發展之不同降雨條件（八種重現期距）之逕流係數可如表 9-52 與圖 9-65 所示。表 9-53 與圖 9-66 為五堵集水區設計洪水歷線之洪峰流量值。

表 9-52 與圖 9-65 顯示當集水區不透水面積增加時，同一重現期距降雨之逕流係數值亦增大，且降雨重現期距愈小（總降雨量愈小）其逕流係數增加幅度愈大。由表 9-53 與圖 9-66 得知，若集水區不透水面積逐漸增加，則於同一降雨條件（重現期距）下，設計洪水歷線之洪峰流量具有逐漸增大之趨勢，而於不透水面積小於 50% 之土地利用開發時期，大降雨事件所形成之洪峰流量增量較小降雨事件為大。

4. 五堵集水區土地利用改變效應對洪水重現期距之影響

由前述得知，隨著集水區土地利用之發展，洪水歷線之形狀隨之改變，洪峰流量亦隨著增大。此乃衍生一問題，即過去之一定重現期距降雨條件之洪峰流量值，其原有之重現期距經集水區土地利用開發後之改變值應為若干？該問題可依據表 9-53 予以線性內差或應用圖 9-66 以圖解法方式取得改變值。由圖 9-66 得知，隨著集水區土地利用改變之進行，與過去相同洪峰流量之重現期距確實有減少之趨勢，而減少之幅度則因不同降雨條件而異。

七、設計洪水歷線之模擬

本研究計畫屬於「防洪示範區淹水境況模擬與決策支援系統之研究」整合型計畫之第六子計畫，係針對基隆河流域數十年來由於快速都市化演變而形成水文環境之變化作一系列之水文研究，屬於目標導向之計畫，可據以提供子計畫七、八、九及十從事基隆河防洪示範區淹水境況模擬、洪災損失估計、決策支援及展示研發之必要水文資訊，並探討及修正基隆河流域沿岸重要水文站之設計流量，可提供基隆河流域水資源開發及洪災整治之應用。以象神及納莉颱風為例，本子計畫提供子計畫八各個核胞（銜接範圍如圖 9-67）之側入流量如圖 9-68 及圖 9-69 所示。

第十章 結論與建議

一、結論

於研究過程中，本計畫已蒐集基隆河流域內雨量站及水文站歷年來之降雨及水文資料，查勘河系沿岸之地形地貌及支流分布，建立合適之氣象、水文、地文及土地利用、人口政經資料檔，從事降雨頻率分析，建立降雨強度—延時—頻率關係及合適雨型設計，並應用克利金法，評估站網設置。再利用地理資訊系統，將基隆河沿岸集水區劃分適宜個數之核胞，應用半空間分布並聯型水庫概念模式推求沿岸河段之逕流量。研究中亦採用瞬時單位歷線法以探討水文參數與土地利用改變之關係，研析都市化演變對水文之效應。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，從事基隆河流域五堵上游集水區與鄰近殘流域等研析地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. 本研究已選定基隆河流域內 5 個雨量測站，推求其降雨強度—延時—頻率曲線公式，並繪製 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年重現期距及 2 與 24 小時降雨延時組合下之等雨量線圖，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，且選取總降雨延時為 24 小時，重現期距為 1.1、2、5、10、25、50、100 年及 200 年，分別求出基隆河流域內各集水區於設計降雨之時間分布。此等研究成果對未來基隆河流域內之水利工程規劃設計，可做為規劃設計時之依據。
3. 在雨量站網規劃方面，以克利金法針對基隆河流域進行站網評估。由於考慮測站土地取得之不易，故選取基隆河流域內之中、小學為測站位址，並依長、短期降雨不同之特性，分別加以分析，結果顯示台北市地區建議增設 18 個雨量測站；而台北縣地區則建議增設 13 個雨量測站。關於水文站網規劃，係以克利金法理論及比流量之概念來規劃站網。研析結果建議增設承德橋、南湖大橋、高速公路內湖橋與麥帥二號橋等 4 個水文監測站較為合適。
4. 本研究應用克利金法中尺度氣候平均半變異圖之觀念使代表空間變異特

性之半變異圖具有時變性及簡化計算程序之優點。對於即時降雨事件之研析，祇需求得各降雨時刻所有測站雨量之空間變異數，再結合理論半變異圖模式，即可迅速地推估出計劃集水區之平均雨量。

5. 克利金法具有無偏估與最小估計變異數之統計特性，因此應用克利金法推估颱風事件之逐時平均雨量較傳統方法如徐昇式法、高度平衡多邊形法與等雨量線法等更具有理論性，且其推估值與實際降雨情形相契合。而當部分雨量測站缺乏資料時，克利金法可自動、合理地調整其他具有資料測站之權重，不需重新繪圖而能迅速且精確地獲致颱風事件之逐時平均雨量。
6. 本研究因應不同探討對象而採用具集塊與空間分布特性之降雨—逕流模式，兩種模式皆以線性串聯水庫概念為基礎。具有物理概念之線性水庫串聯水文模式易於闡釋因集水區土地利用改變效應而導致逕流歷線改變之影響。由檢定與驗證之模擬結果得知，應用非線性規劃方法所得之降雨損失具有時變性，不似 Φ 指數法所得之非時變性降雨損失，其與實際降雨—逕流歷程更為吻合，且其所模擬之逕流歷線亦較接近觀測歷線。採用非線性規劃方法計算求得之有效降雨應用於集塊模式與空間分布模式之模擬結果整體表現優於 Φ 指數法，對於複峰降雨—逕流事件效果更為顯著。
7. 隨著集水區土地利用開發而不透水面積逐漸增加，集塊模式(Nash模式)之參數 N 與空間分布模式(並聯型分布線性串聯水庫概念模式)各子集水區之參數 K_0 具有明顯減少之趨勢，而參數 K 與各子集水區之參數 K_C 則變化不顯著。研析過程中，參數 K 與各子集水區之參數 K_C 皆予以固定以利探討集水區內所代表瞬時單位歷線之特性，其優點為減少參數個數與避免參數間關係非完全獨立。由上述分析結果證實隨著土地利用改變，集水區單位歷線之形狀亦隨之改變，有關土地利用開發效應所導致之變化可藉由研析水文模式參數之改變趨勢而得知。
8. 由多場颱風場次之檢定與驗證結果顯示五堵集水區瞬時單位歷線之洪峰流量增加18~24%，洪峰到達時刻縮短1~3小時。而上、下游不同子集水區因土地利用改變不同導致其瞬時單位歷線之洪峰流量之增量依上游至下游之順序分別為12%、13%、18%與50%，洪峰到達時刻均約縮短1小時。此乃表示五堵集水區愈往下游都市化開發愈顯著，下游集水區特性變化較上游地區者為大。
9. 經美國土壤保持署SCS方法分析結果證實，五堵集水區歷經30年來之都

市化演變與發展，道路、停車場與大型工商建築物等不透水面積之大幅度增加，使得集水區於降雨期間入滲量與地表貯蓄量顯著減少，而造成較過去更快、更多之直接逕流產生。上述變化愈往下游地區愈形明顯。

10. 過去洪峰流量之重現期距，歷經集水區土地利用改變後，與以往相同洪峰流量數值之重現期距，隨著都市化發展將會逐漸地降低。其重現期距降低幅度則視不同降雨條件而異。
11. 本研究採用集塊及空間分布等兩種不同之概念化降雨—逕流模式，經實際颱風事件檢定與驗證顯示兩種水文模式對模擬逕流歷線均有令人滿意之結果，其表示兩種模式皆適合應用於逕流量之推估。如將之應用於探討土地利用改變對水文效應之影響方面，集塊模式適合用於研析整個集水區土地利用開發之改變趨勢，而空間分布模式則可將研析集水區再細分成數個子集水區，以探討各個子集水區因土地利用改變所因應之變化趨勢，其亦可用於研析上、下游間子集水區不同程度之土地利用開發效應。
12. 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。
13. 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。
14. 本研究係以交替區塊法進行重現期為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年與降雨延時為 24 小時組合下各自記雨量站之兩型設計，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，以從事基隆河流域五堵上游集水區與鄰近殘流域等研析地區之設計洪水歷線模擬，其研究成果可提供此研究地區內之水利工程規劃設計之參考應用。

二、建議

1. 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」[16]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明顯偏小。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重心，因此對基隆河流域之最大設計洪峰流量，似乎應有重新檢討之必要。

2. 非線性規劃方法視降雨損失為未知數，於應用降雨—逕流模式模擬集水區出口逕流時，其研析過程較 Φ 指數法為複雜，將必須花費更多時間運算。因此，本研究建議於模擬降雨—逕流事件時，可先利用 Φ 指數法作初步之模擬。視其結果之優劣，再決定是否應用非線性規劃分析進一步分析，以獲取更良好之模擬結果與代表集水區特性之最佳參數。
3. 依據本研究對集水區特性與逕流歷線之研析程序與結果，僅需得知不透水面積之變化趨勢，即可獲取水文模式應用之參數，進而評估集水區因土地利用改變對水文特性之影響程度。其研析結果於都市排水工程、水資源運用等工程規劃設計助益頗多，茲建議重要都會集水區宜普遍建立合適之推求降雨—逕流間定率之水文模式機制且定期更新模式參數與土地利用改變之關係，進而掌握其逕流歷線特性隨時間之變化趨勢。
4. 本研究之不透水面積為廣義定義，然一集水區上游地區多為高山，土地利用改變較不頻繁，土地利用改變大多集中於下游低窪地區，故其不透水面積百分比之變化較不明顯。建議廣泛蒐集相關之地文與水文資料，以下游都會區域人口較密集或土地開發較快速或主流河道周圍為範圍，推算更實際之土地利用改變率，再應用相同研析程序以掌握都會區之逕流歷線特性隨時間變化之趨勢。

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「防洪示範區淹水境況模擬與決策支援系統之研究」整合型研究計畫群台灣大學生工系許銘熙教授、蘇明道教授、陳增壽教授、張倉榮教授、水工試驗所賴進松研究員、何興亞博士、陳明仁博士、成功大學水利系蔡長泰教授、游保杉教授及多位子計畫之研究助理共同參與及定時研商，謹致由衷之謝忱。

參考文獻

1. 王如意、李如晃：「颱風逐時區域平均雨量最佳化估計之研究」，農業工程學報，第39卷第3期，p. 13- p. 30，民國82年9月。
2. 王如意、李戎威：「空間分布地表逕流多層核胞模式之研究及其應用」，行政院農業委員會研究計畫報告，民國78年。
3. 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。
4. 王如意、郭王珍、劉治中：「河川流量空間分佈模式之建立及其應用於台灣水文站網修訂方式之研究」，行政院農委會研究計畫報告，民國75年12月。
5. 王如意、許銘熙、顏清連等：「基隆河整治對河川影響及監測系統之評估（三）—研究子題一：基隆河整治對水文之影響（三）」，台北市政府工務局養護工程處委託計畫研究報告，民國84年1月。
6. 王如意、劉治中、鄭昌奇：「水文變數空間變異序率分析對水文站網設計之研究」，行政院農委會研究計畫報告，民國75年12月。
7. 王如意、鄭士仁、黃欣怡：「台北近郊坡地集水區土地利用改變與水文特性關係之研究」，行政院農委會研究計畫報告，民國88年9月。
8. 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。
9. 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。
10. 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。
11. 台北市政府，「台北統計要覽」，民國85年。
12. 台北縣政府：「台北縣統計要覽」，民國58年~民國87年。
13. 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。
14. 陳俊，「台灣地區道路發展史」，交通部運輸研究所，民國76年10月。
15. 經濟部水資會：「水文觀測手冊」，民國56年。
16. 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。
17. 鄭士仁：「降雨效應與土地利用改變對逕流歷線特性之影響」，國立台灣大學生物環境系統工程學研究所博士論文，民國90年。
18. Aronica, G and M. Cannarozzo, "Studying The Hydrological Response of Urban Catchments Using A Semi-Distributed Non-Linear Model," *Journal of Hydrology*, **238**, 35-43, 2000.
19. Bastin, G, Lorent, B., Duque, C. and Gevers, M., "Optimal Estimation of The Average

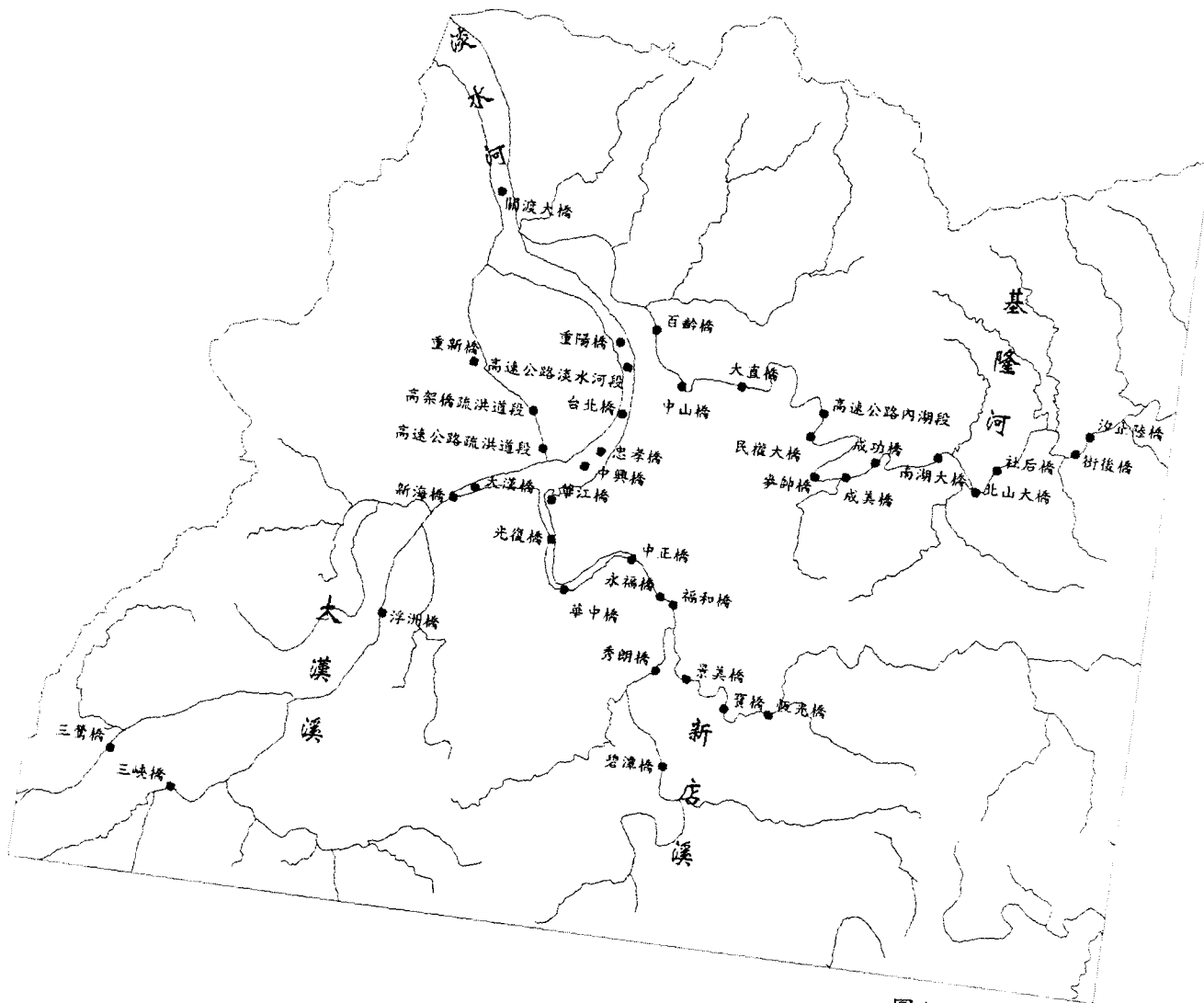
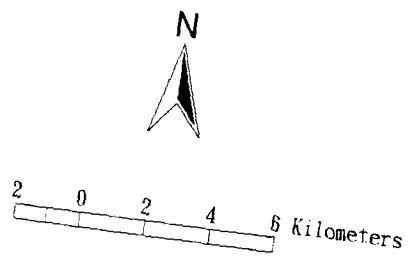
- Rainfall and Optimal Selection of Raingauge Locations,” *Water Resources Research*, 20(4), 463-470, 1984.
20. Bhaskar, N. R., “Projection of Urbanization Effects on Runoff Using Clark’s Instantaneous Unit Hydrograph Parameters,” *Water Resources Bulletin*, 24(1), 113-124, 1988.
 21. Chow, V. T. (Editor), *Handbook of Applied Hydrology*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1964.
 22. Chow, V. T., D. R. Maidment and L. W. Mays, *Applied Hydrology*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1988.
 23. Duan, Q., S. Sorooshian and V. K. Gupta, “Effective and Efficient Global Optimization for Conceptual Rainfall-Runoff Models,” *Water Resources Research*, 28(4), 1015-1031, 1992.
 24. Duan, Q., S. Sorooshian and V. K. Gupta, “Optimal Use of The SCE-UA Global Optimization Method for Calibrating Watershed Models,” *Journal of Hydrology*, 158, 265-284, 1994.
 25. Duan, Q., V. K. Gupta and S. Sorooshian, “Shuffled Complex Evolution Approach for Effective and Efficient Global Minimization,” *Journal of Optimization Theory Application*, 76(3), 501-521, 1993.
 26. Ford, D. T., E. C. Morris and A. D. Feldman, *Corps of Engineers Rpxperience with Automatic Calibration of A Precipitation-Runoff Model in Water and Land Resource System*, (Y. Haimes and J. Kindler, eds.), Pergamon Press, New York, 1980.
 27. Hjelmfelt, A. T., “Empirical Investigation of Curve Number Technique,” ASCE, *Journal of The Hydraulics Division*, 106, 1471-1476, 1980.
 28. Hsieh, L. S. and R. Y. Wang, “A Semi-Distributed Parallel-Type Linear Reservoir Rainfall-Runoff Model and Its Application in Taiwan,” *Hydrological Process*, 13, 1247-1268, 1999.
 29. Isaaks, E. H. and Srivastava, R. M., *Applied Geostatistics*, Oxford University Press, New York, 1989.
 30. Journel, A. G. and Huijbregts, C. J., *Mining Geostatistics*, Academic Press, New York, 1978.
 31. Kang, I. S., J. I. Park and V. P. Singh, “Effect of Urbanization on Runoff Characteristics of The On-Cheon Stream Watershed in Pusan, Korea,” *Hydrological Processes*, 12, 351-363, 1998.
 32. Kuester, J. L. and J. H. Mize, *Optimization Technique with Fortran*, 1973.

33. Lebel, T., Bastin, G., Obled, C. and Creutin, J. D., "On The Accuracy of Areal Rainfall Estimation: A Case Study," *Water Resources Research*, 23(11), 2123-2134, 1987.
34. Matheron, G., The Theory of Regionalized Variables and Its Application, Cahiers du Centre de Morphologic Mathematique, Ecole des Mines, Fountainbleau, France, 1971.
35. Mays, L. W. and C. K. Taur, "Unit Hydrographs via Nonlinear Programming," *Water Resources Research*, 18(4), 744-752, 1982.
36. Ng, H. Y. F. and J. Marsalek, "Simulation of The Effects of Urbanization on Basin Streamflow," *Water Resources Bulletin*, 25(1), 117-124, 1989.
37. Phien, H. N. and T. Jivajirajan, "Applications of the Log Pearson Type-3 Distribution in Hydrology," *J. of Hydrology*, 73, pp. 359-372, 1883.
38. Rodríguez-Iturbe, I. and J. B. Valdés, "The Geomorphologic Structure of Hydrologic Response," *Water Resources Research*, 15(6), 1409-1420, 1979.
39. Rodríguez-Iturbe, I., G. Devoto and J. B. Valdés, "Discharge Response Analysis and Hydrologic Similarity: The Interrelation between The Geomorphologic IUH and The Storm Characteristics," *Water Resources Research*, 15(6), 1435-1444, 1979.
40. Sorooshian, S., Q. Duan and V. K. Gupta, "Calibration of Rainfall-Runoff Models: Application of Global Optimization to The Sacramento Soil Moisture Accounting Model," *Water Resources Research*, 29, 1185-1194, 1993.
41. Tsihrintzis, V. A. and R. Hamid, "Urban Stormwater Quantity/Quality Modeling Using The SCS Method and Empirical Equations," *Journal of The American Water Resources Association*, 33(1), 163-176, 1997.
42. Tung, Y. K. and L. W. Mays, "State Variable Model for Urban Rainfall-Runoff Process," *Water Resources Bulletin*, 17(2), 181-189, 1981.
43. World Meteorological Organization, *Guide to Hydrometeorological Practices*, 1965.
44. Zevenbergen, A. W., "Runoff Curve Numbers for Rangeland from LANDSAT data," *USDA-Agricultural Research Service, Hydrological Laboratory Technical Report HL85-1*, Beltsville, Maryland, 71 pp., 1985.

附圖



圖 1-1 基隆河流域地形圖



圖例
●：橋樑

圖 2-2 淡水河流域橋樑分布圖

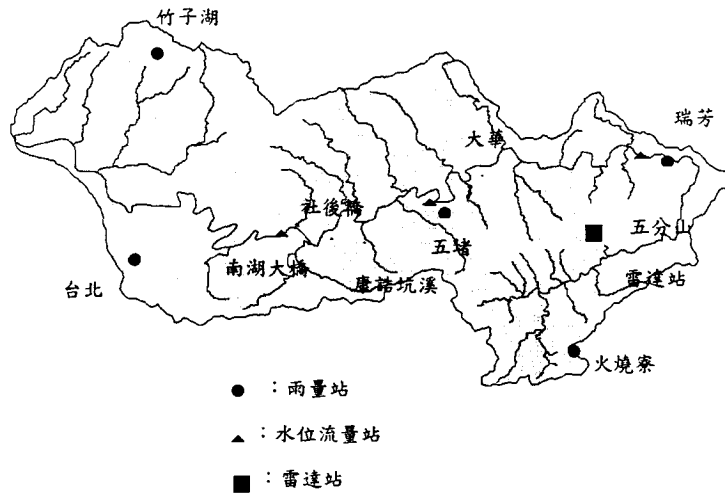


圖 3-1 基隆河流域雨量及水文測點之布置圖

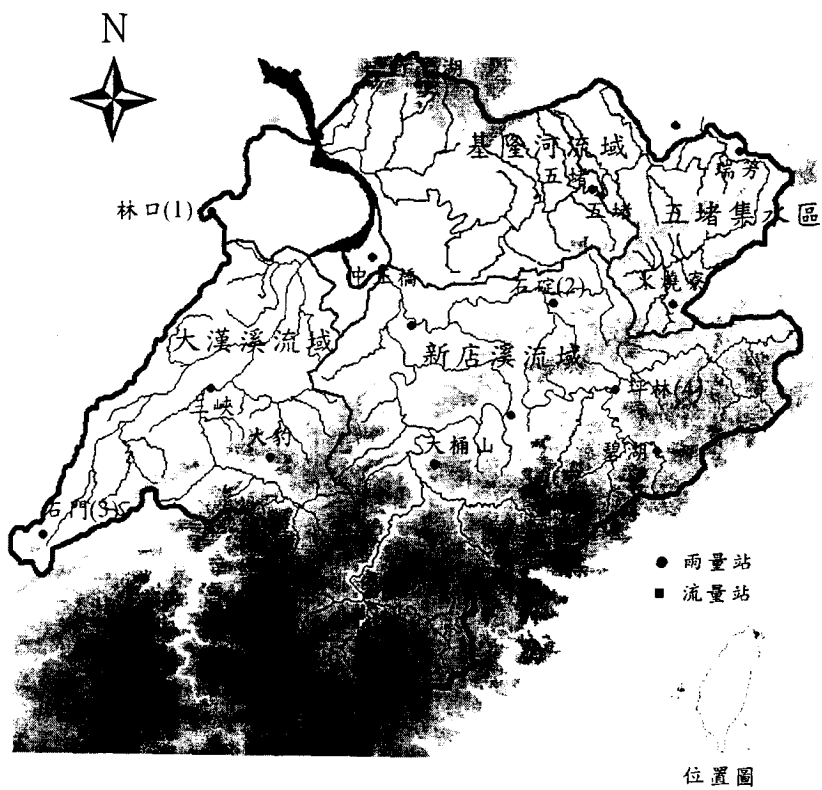


圖 5-1 淡水河流域圖

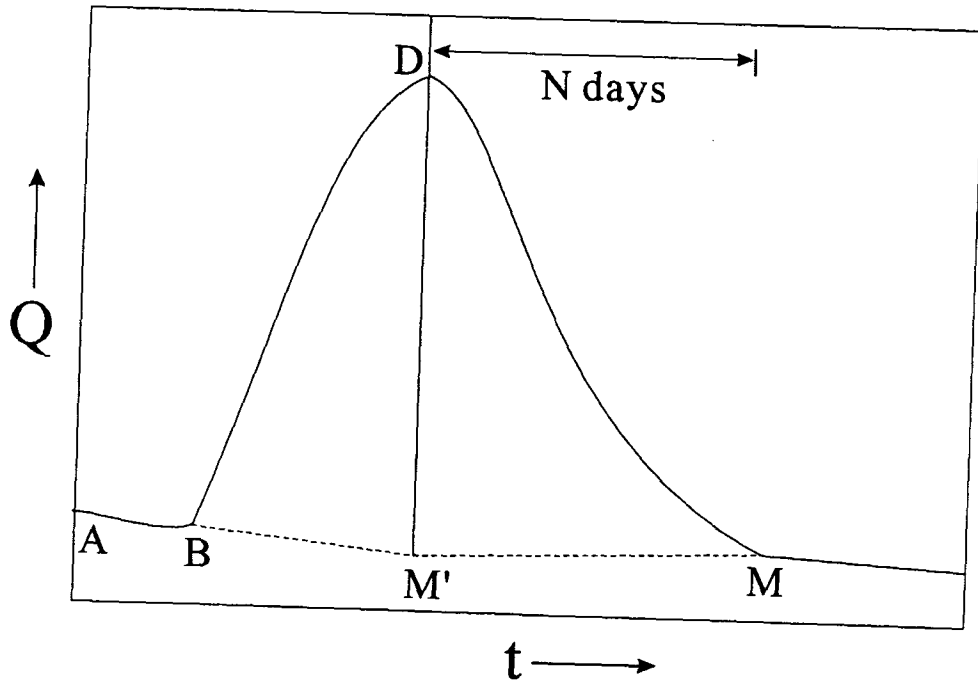


圖 5-2 單峰逕流歷線之基流分離示意圖

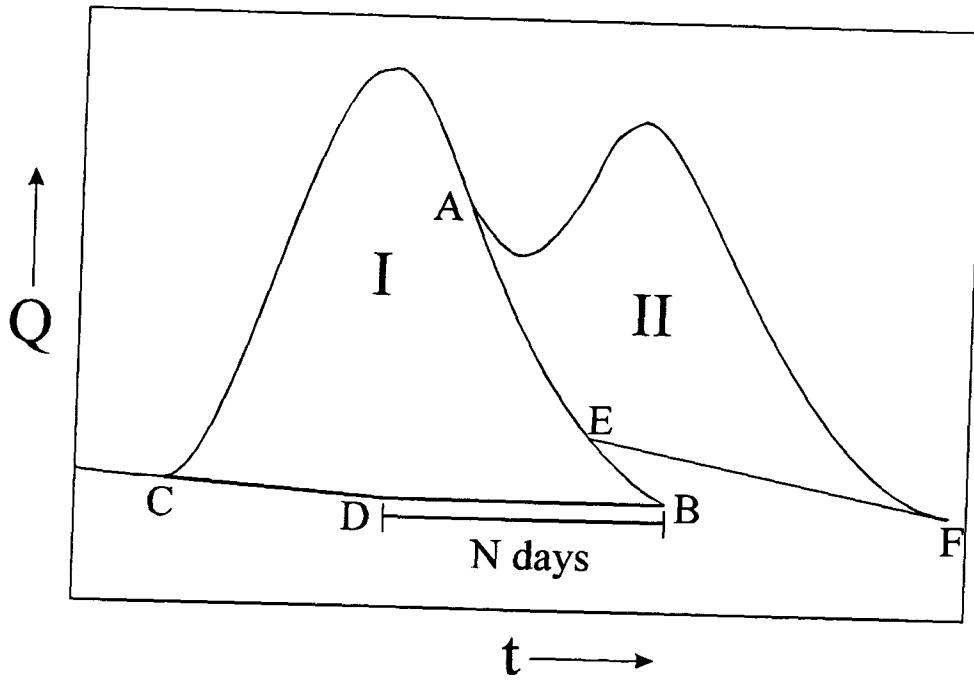


圖 5-3 複峰逕流歷線之基流分離示意圖

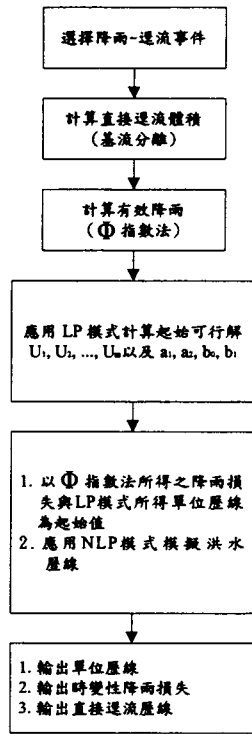


圖 5-4 非線性規劃模式之分析流程

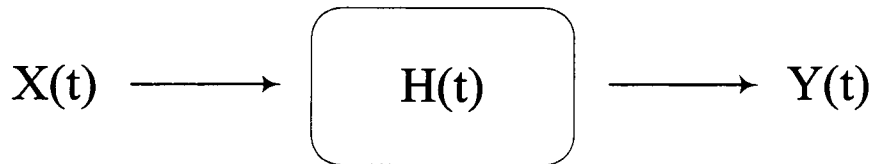


圖 6-1 輸入函數、轉換函數與輸出函數之關係圖

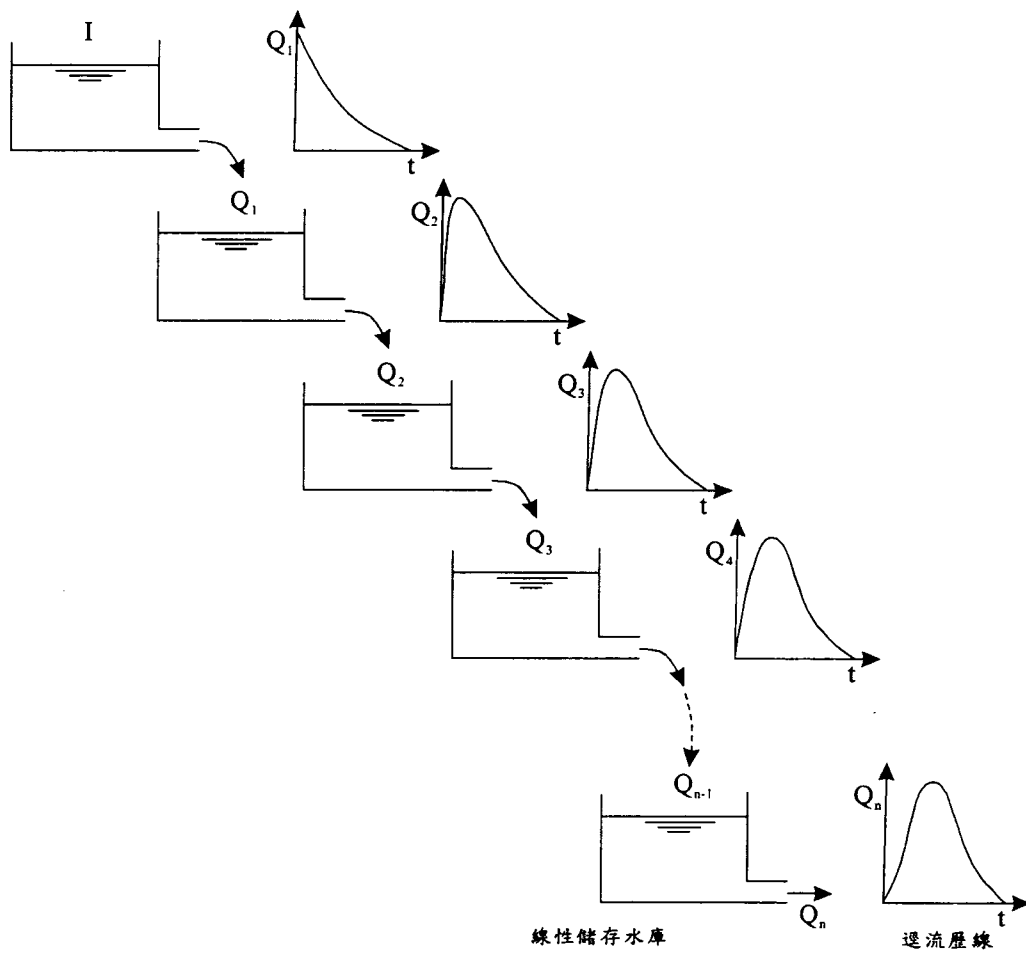


圖 6-2 瞬時流入量經由一串聯之線性水庫示意圖

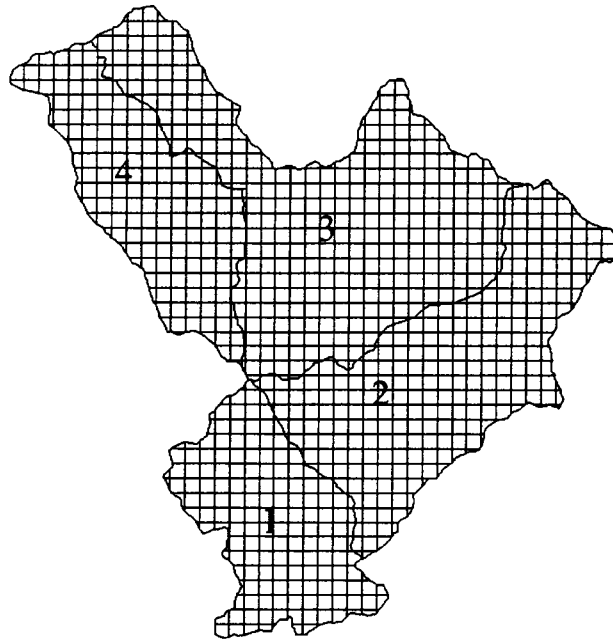


圖 6-3 五堵集水區之核胞分割與網格圖

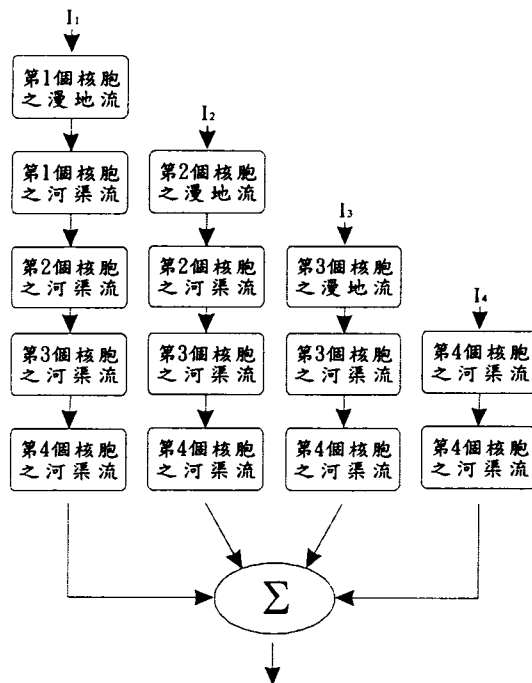
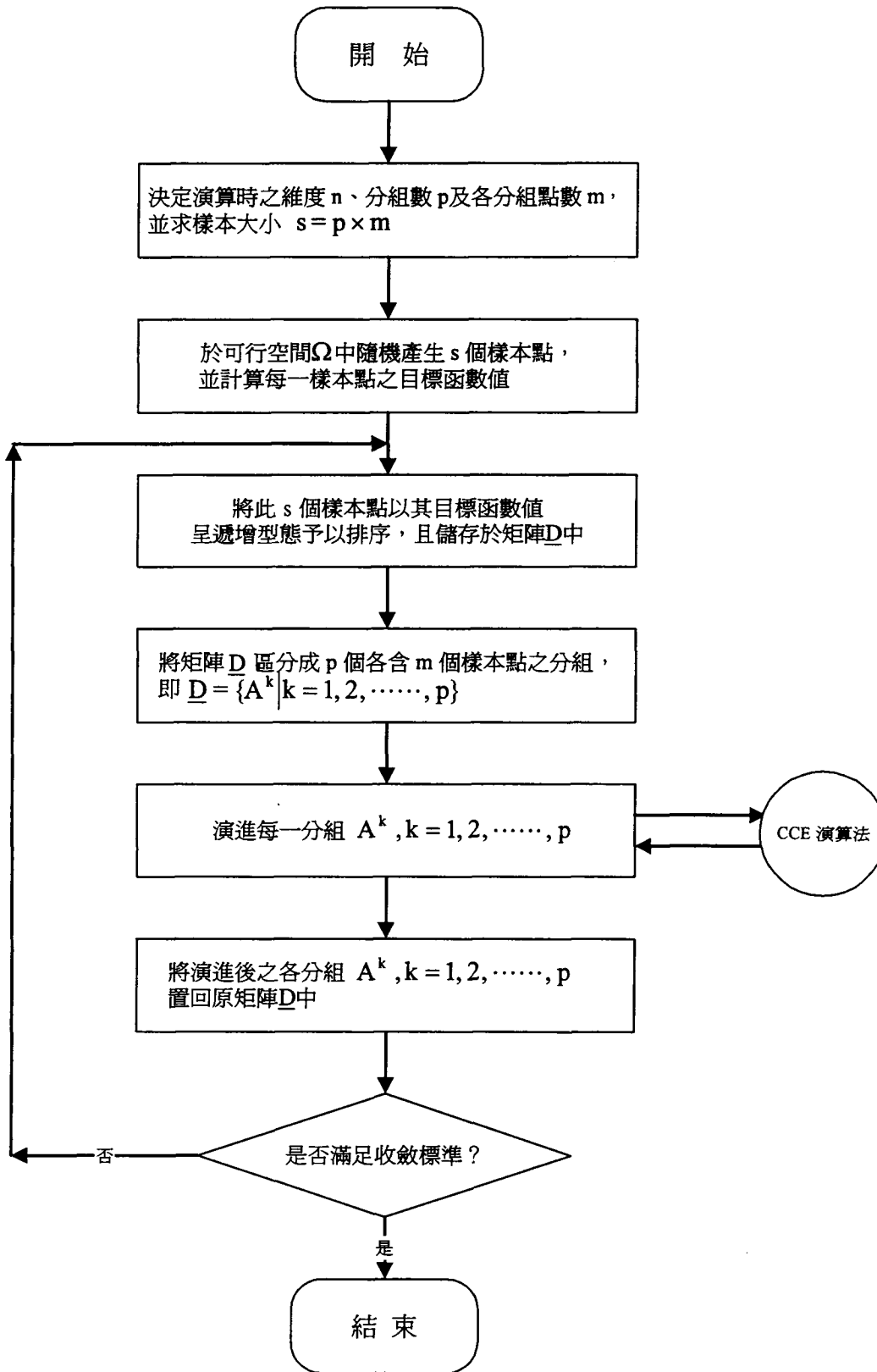
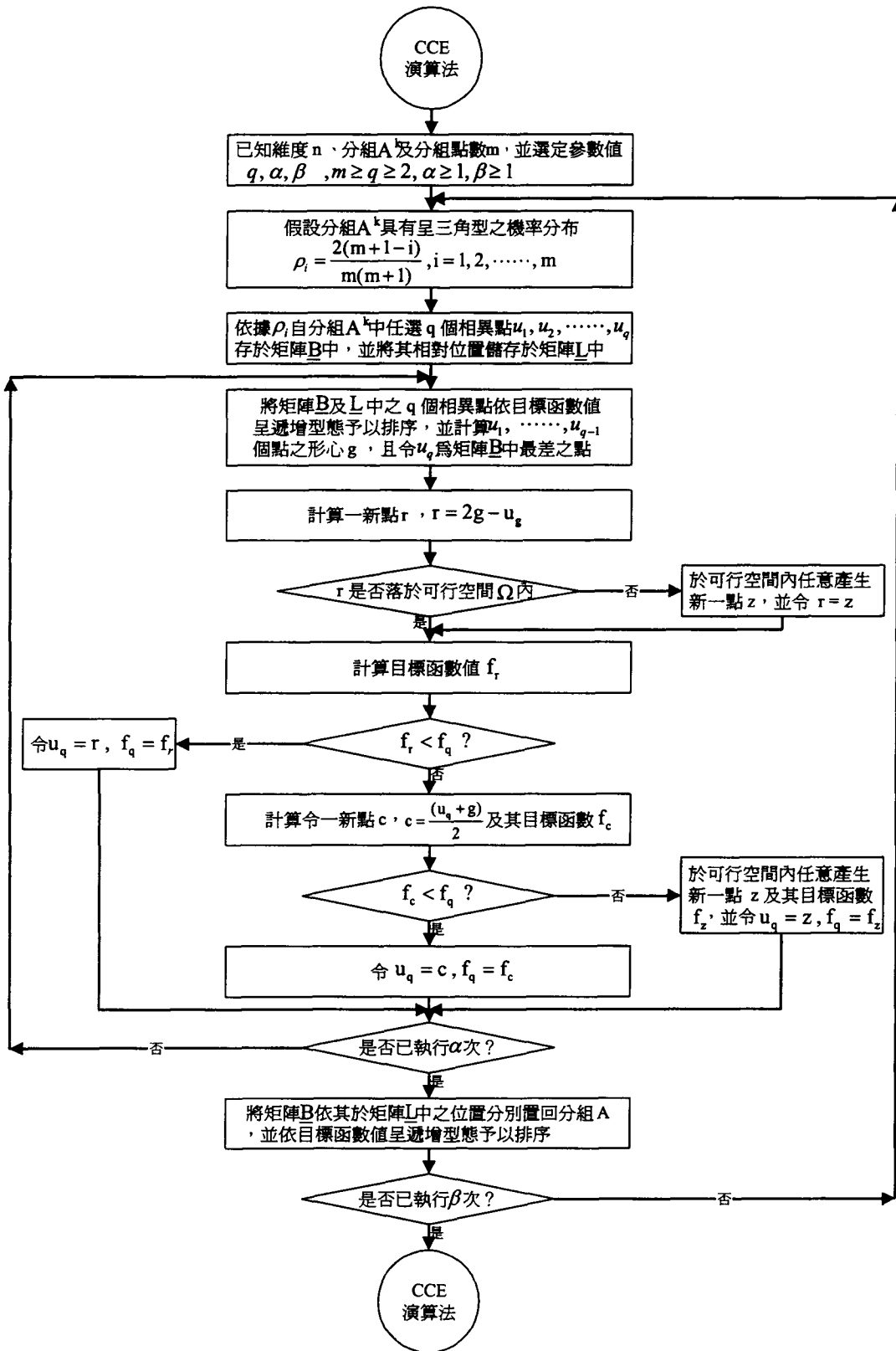


圖 6-4 五堵集水區之模式架構圖



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6-5 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6-6 競爭複演算法(CCE法)之演算流程圖

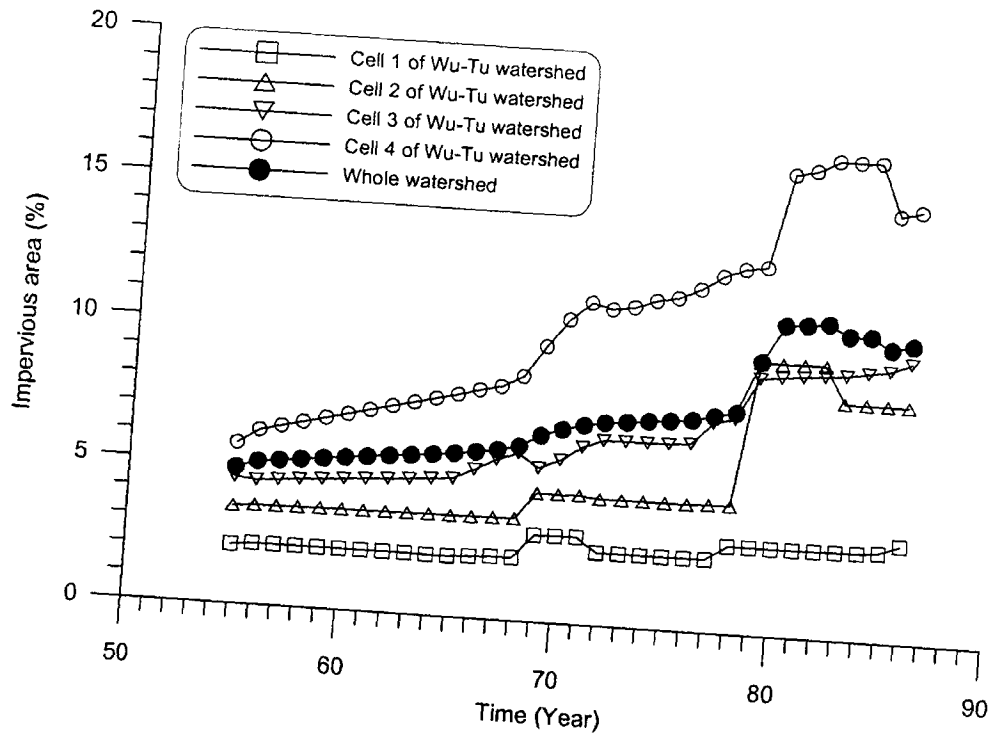


圖7-1 五堵集水區與其各核胞之不透水面積百分比

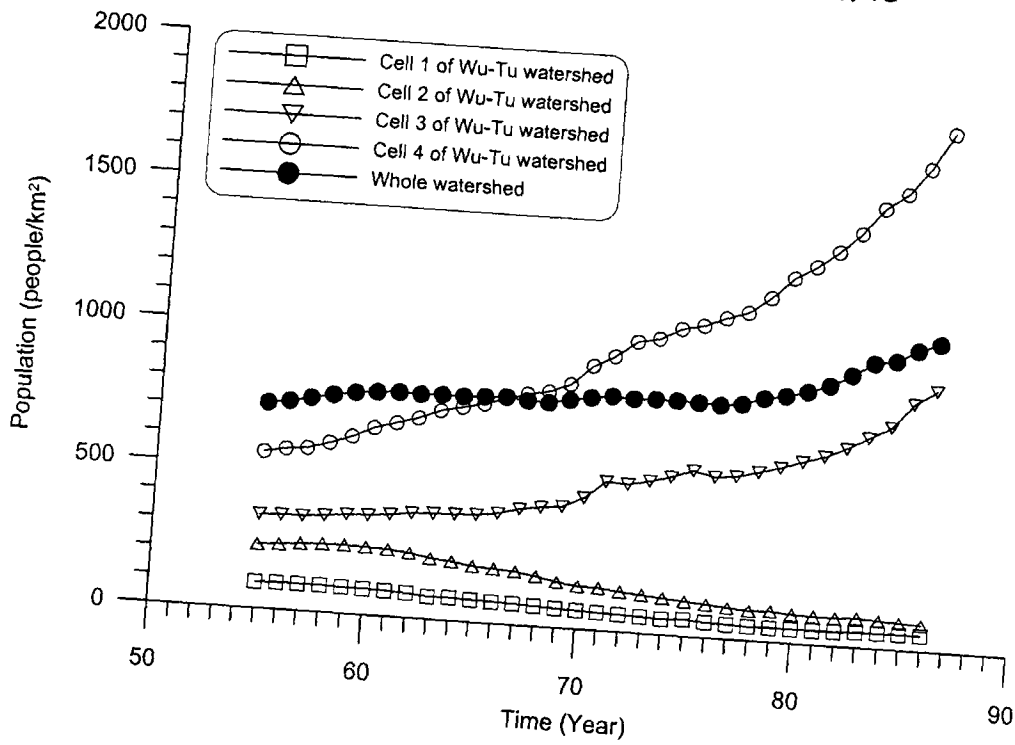


圖7-2 五堵集水區與其各核胞之人口密度

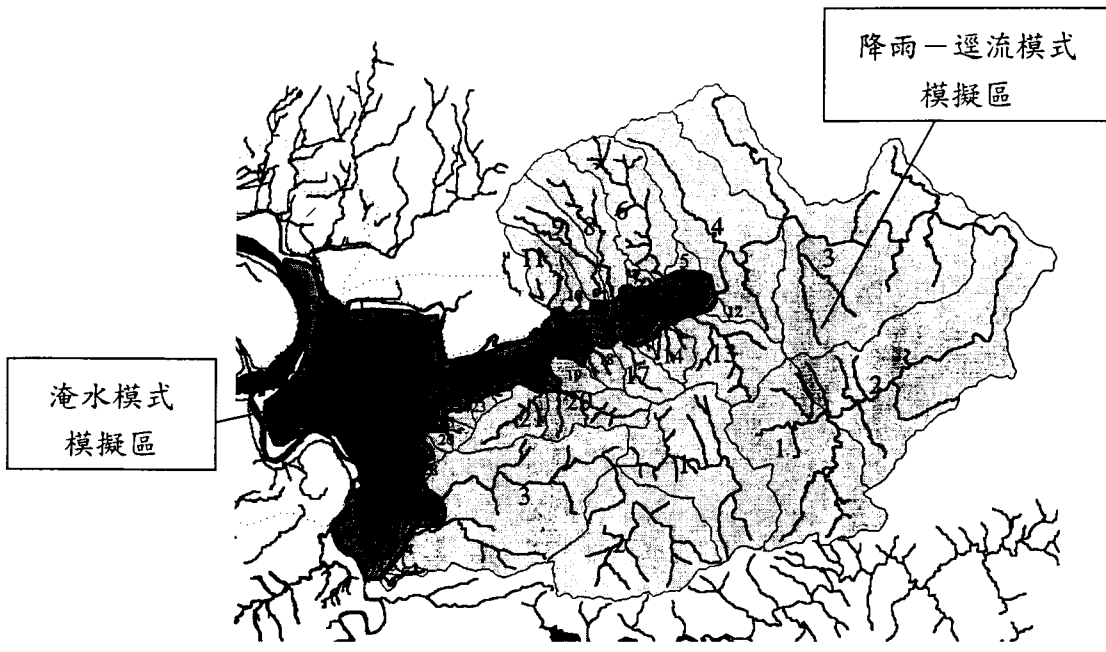


圖 8-1 基隆河流域（台北市中央、汐止、新店區）核胞分區圖

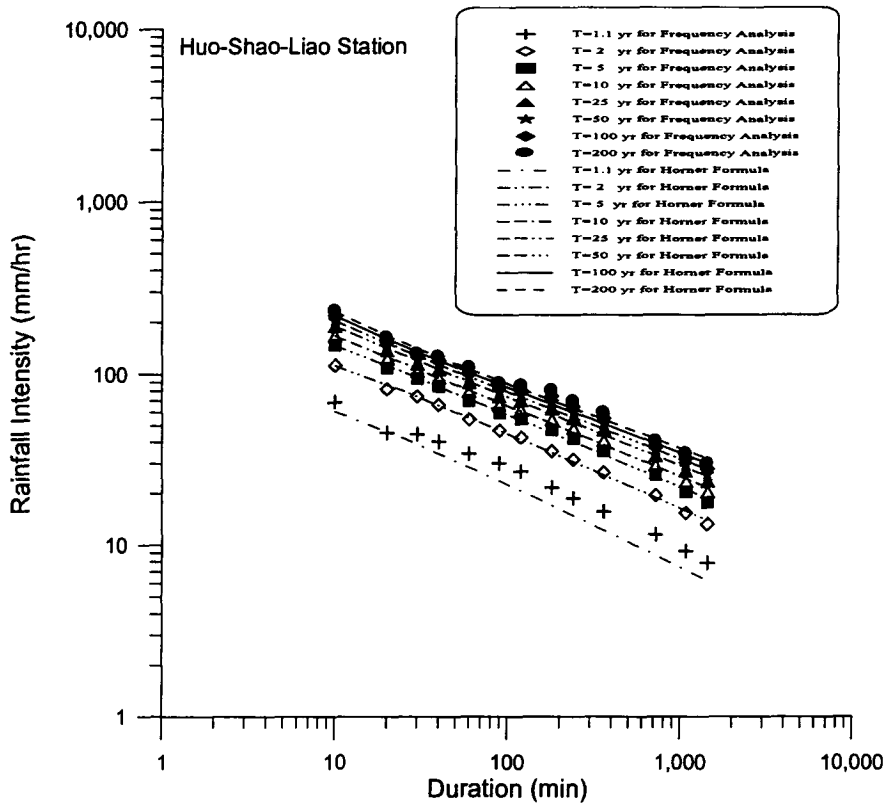


圖 9-1 火燒寮站不同重現期距之降雨強度—延時曲線圖

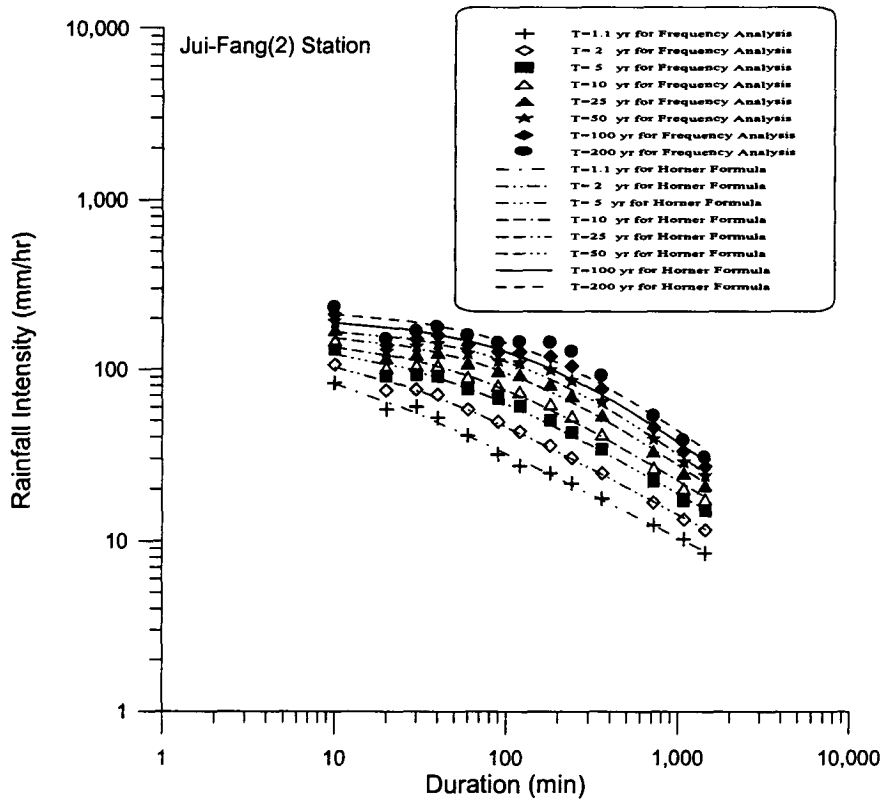


圖 9-2 瑞芳(2)站不同重現期距之降雨強度—延時曲線圖

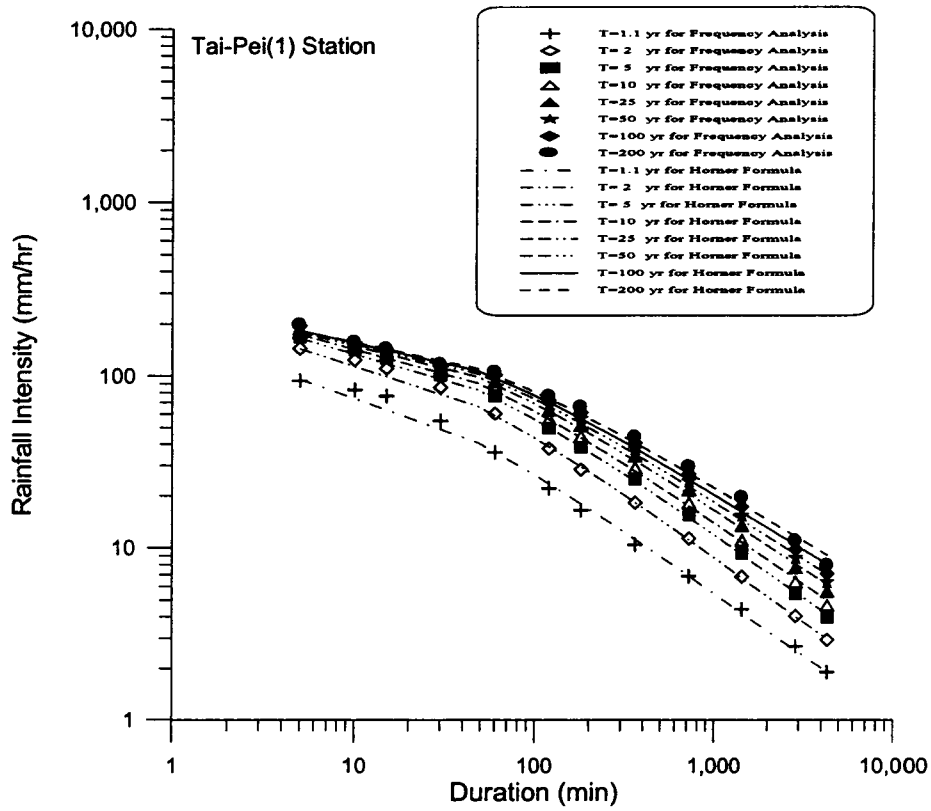


圖 9-3 台北(1)站不同重現期距之降雨強度—延時曲線圖

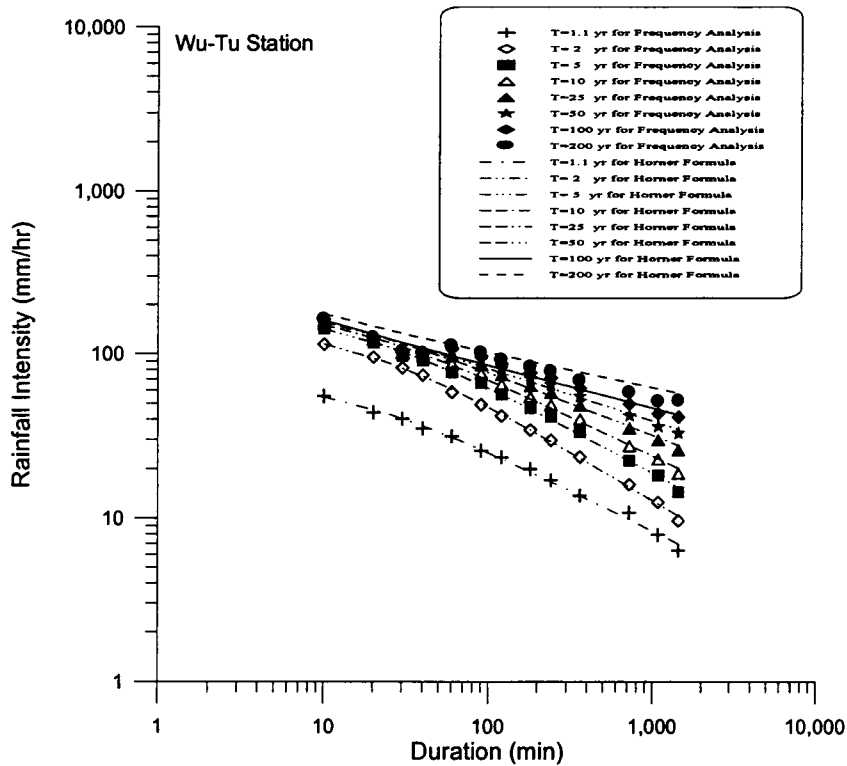


圖 9-4 五堵站不同重現期距之降雨強度—延時曲線圖

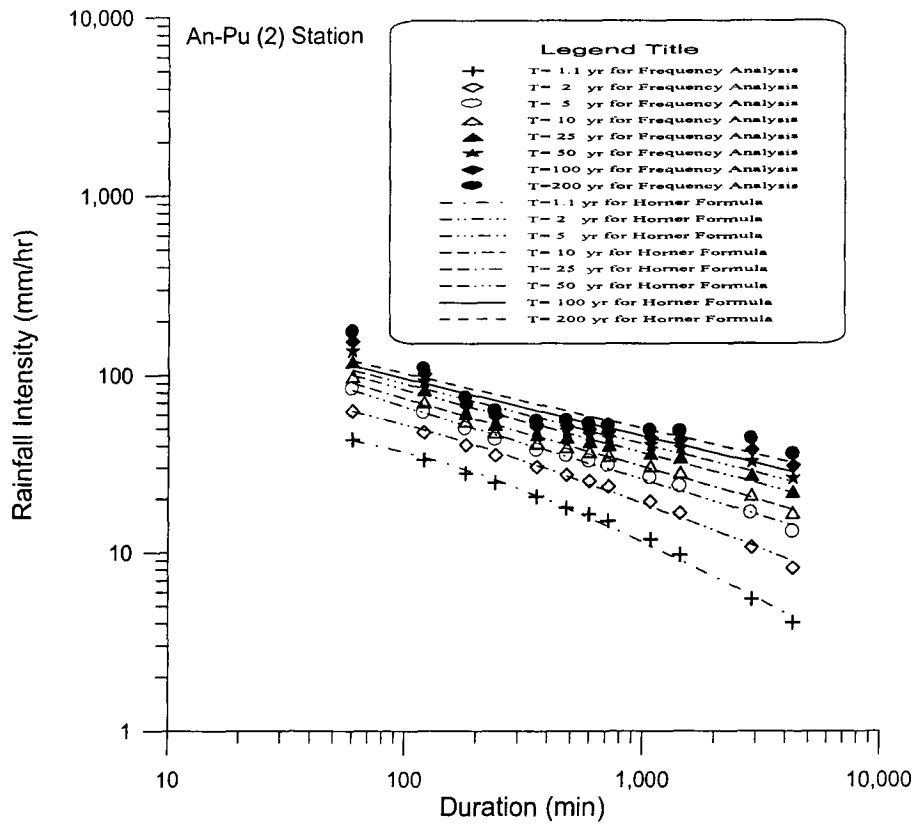


圖 9-5 竹子湖(1)站不同重現期距之降雨強度—延時曲線圖

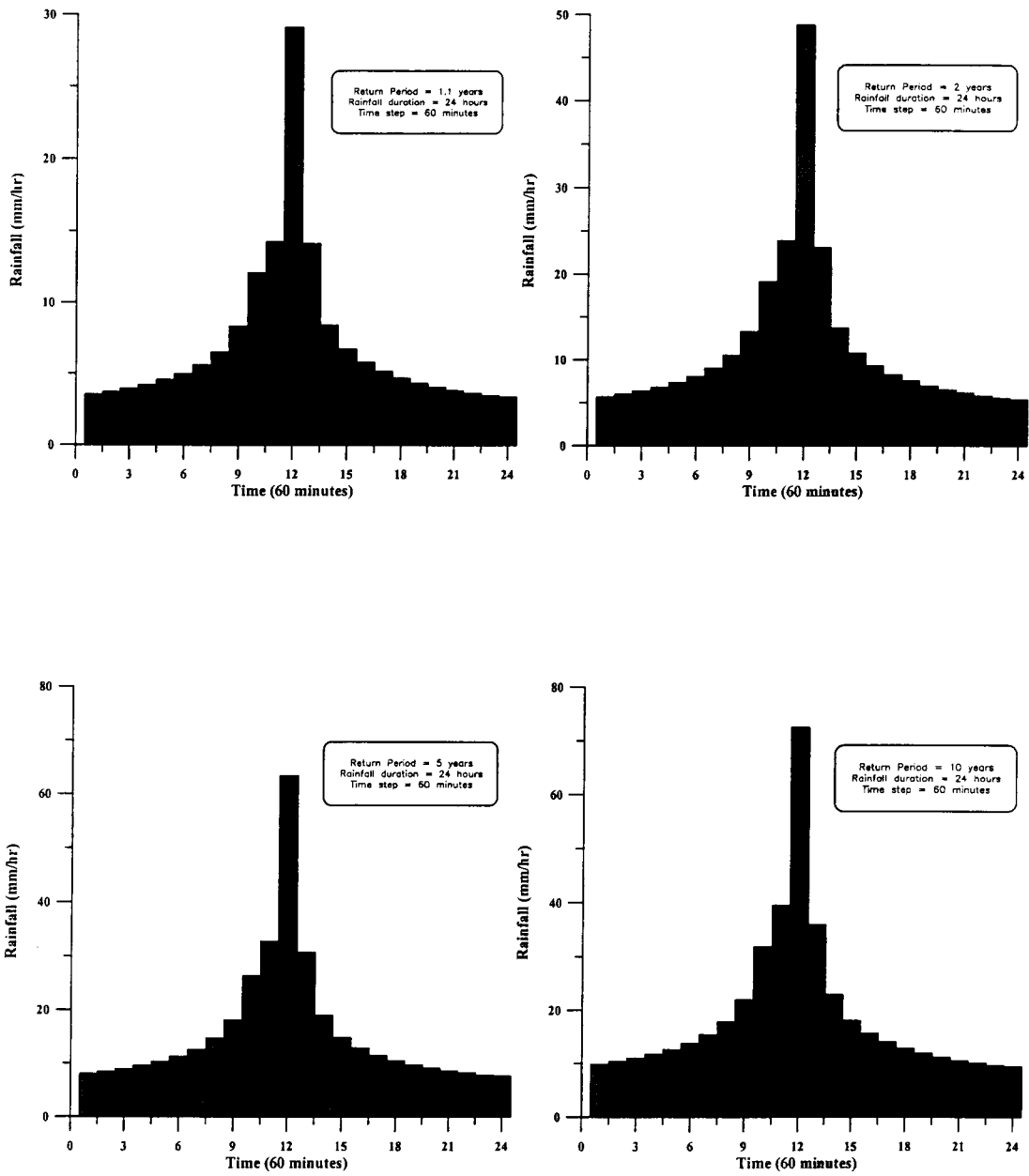
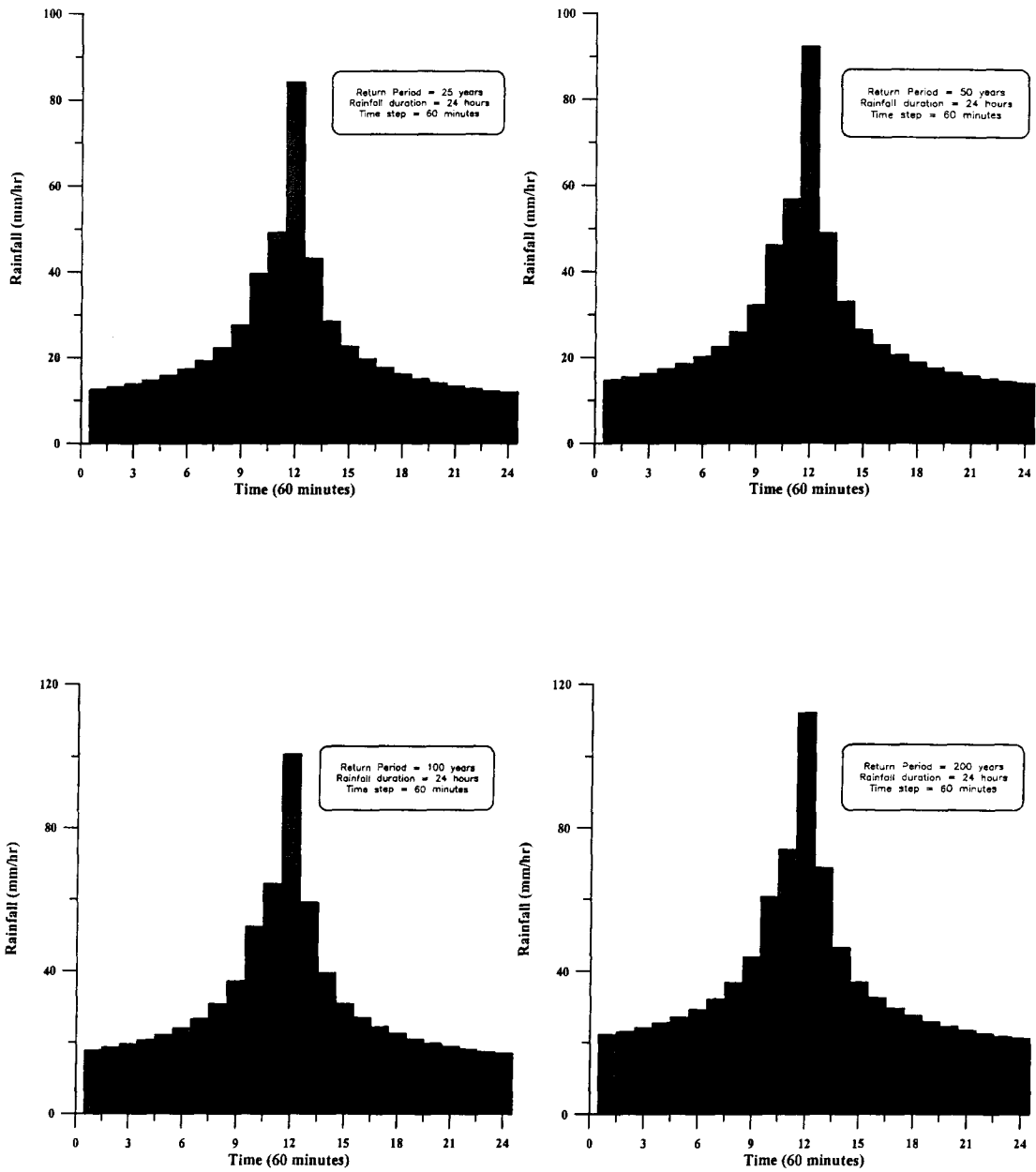


圖 9-6 基隆河流域降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖



續圖 9-6 基隆河流域降雨延時 24 小時之平均設計雨型圖

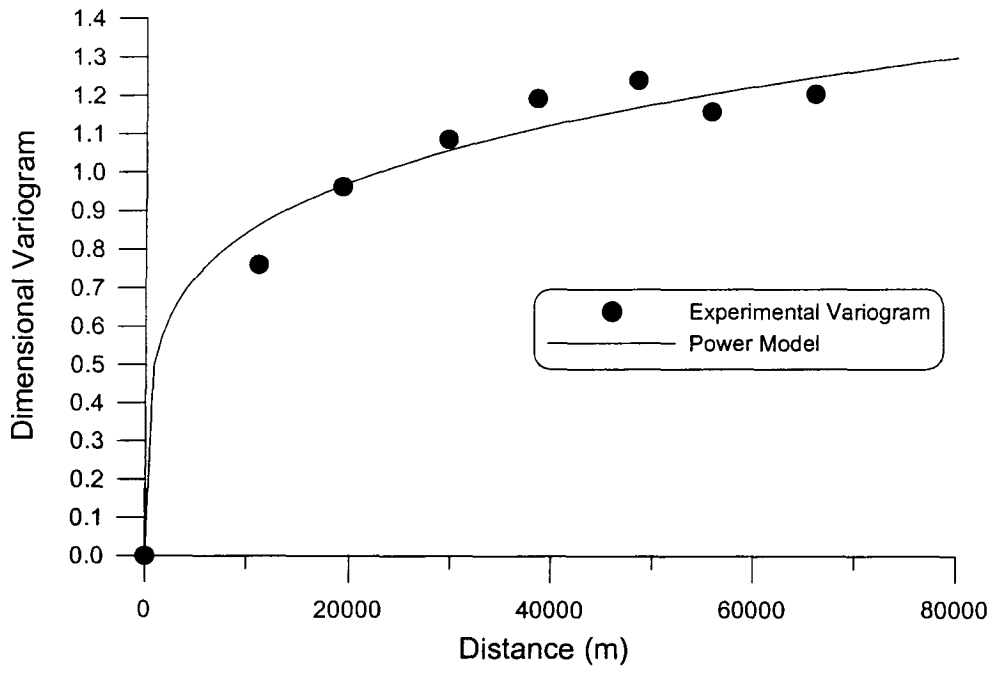


圖 9-7 時雨量無因次理論半變異圖

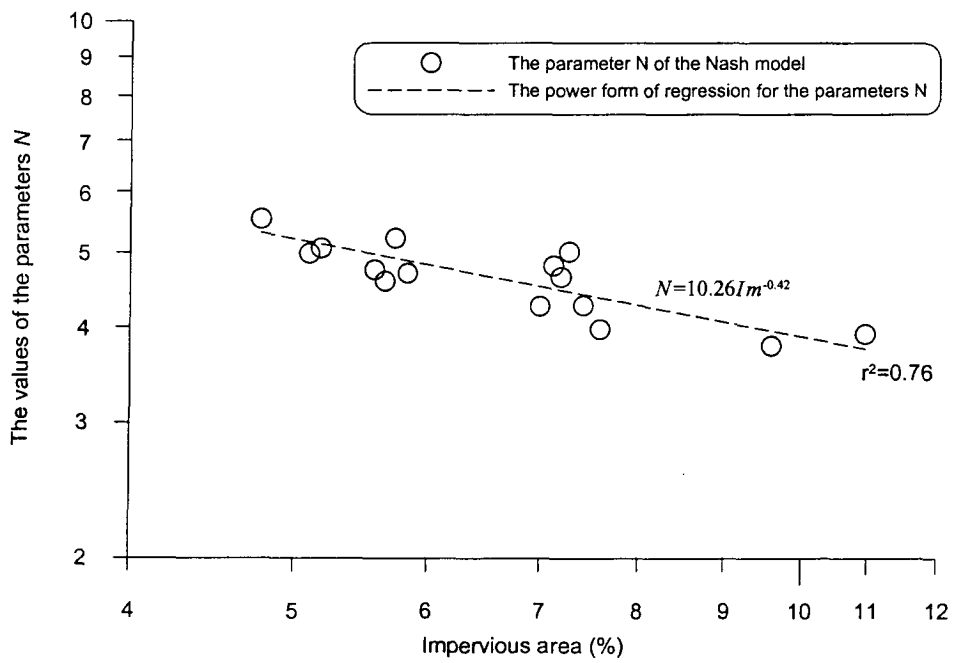


圖9-8 五堵集水區不同都市開發參數 N 變化圖 (集塊模式)

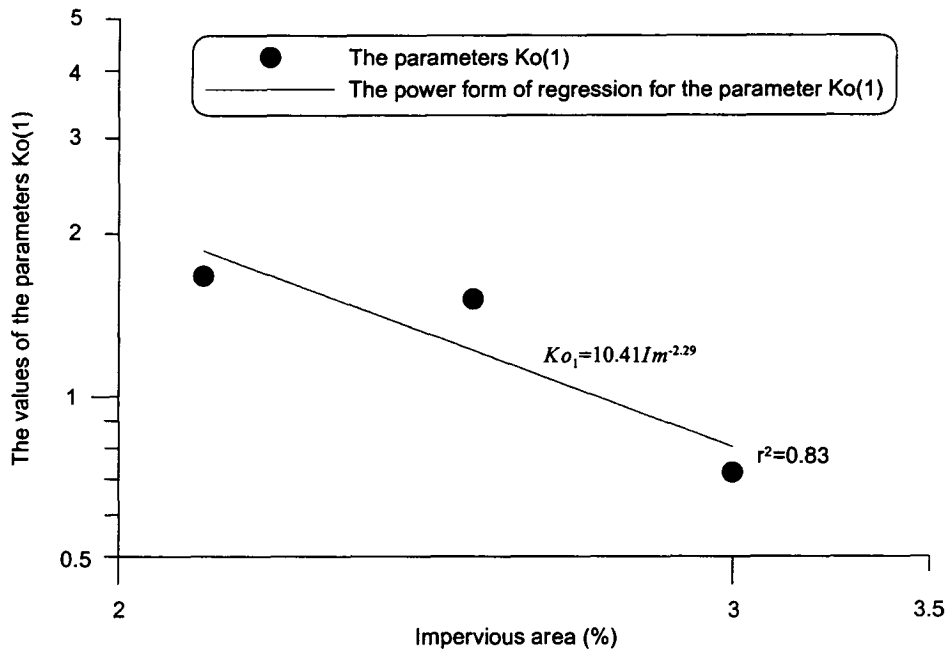


圖9-9 五堵集水區核胞1不同都市開發參數 K_o 變化圖 (空間分布模式)

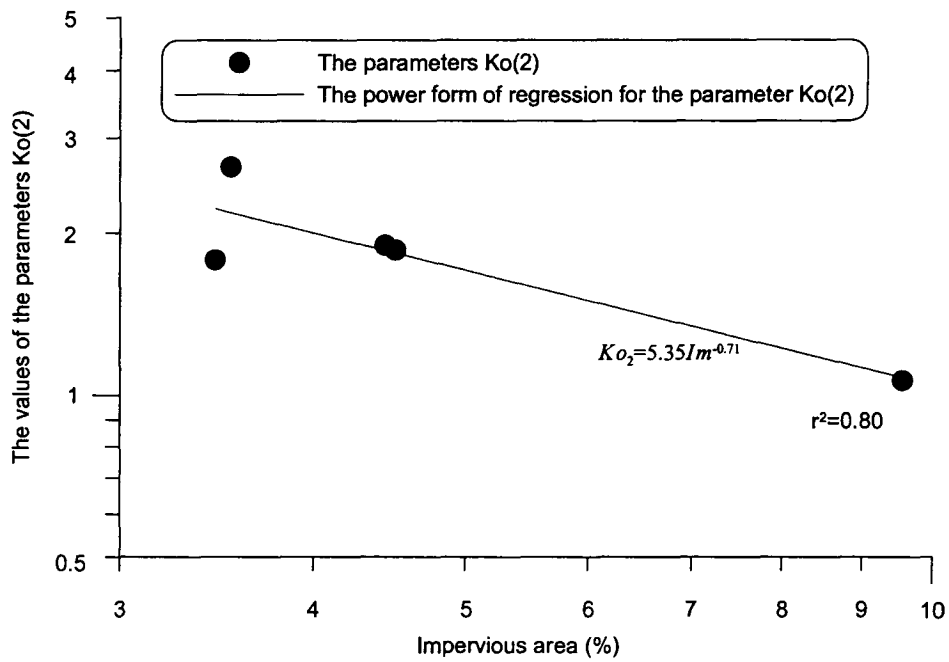


圖9-10 五堵集水區核胞2不同都市化開發參數 K_o 變化圖 (空間分布模式)

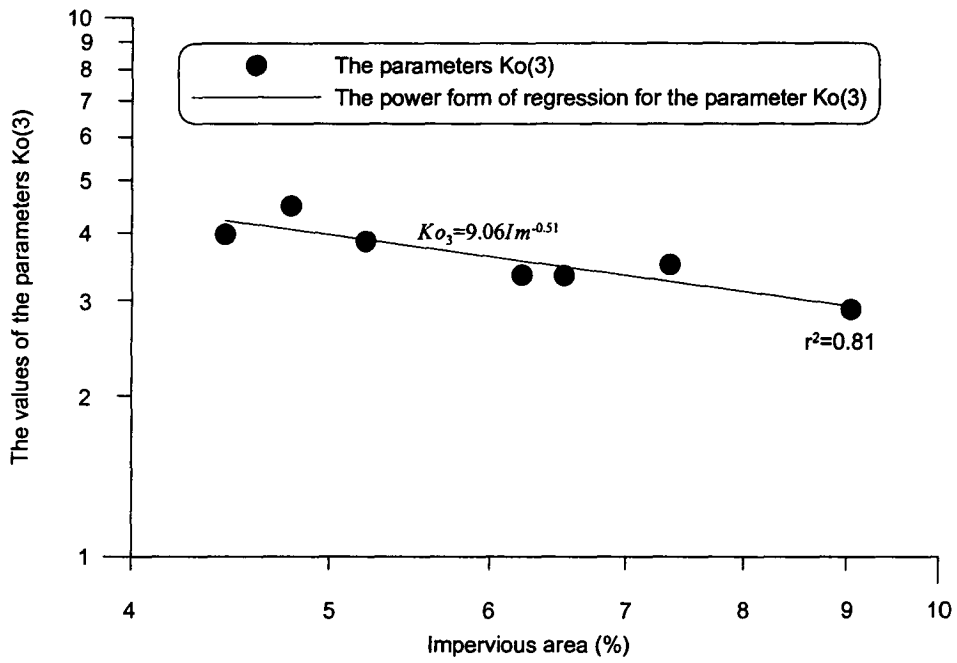


圖9-11 五堵集水區核胞3不同都市化開發參數 K_o 變化圖（空間分布模式）

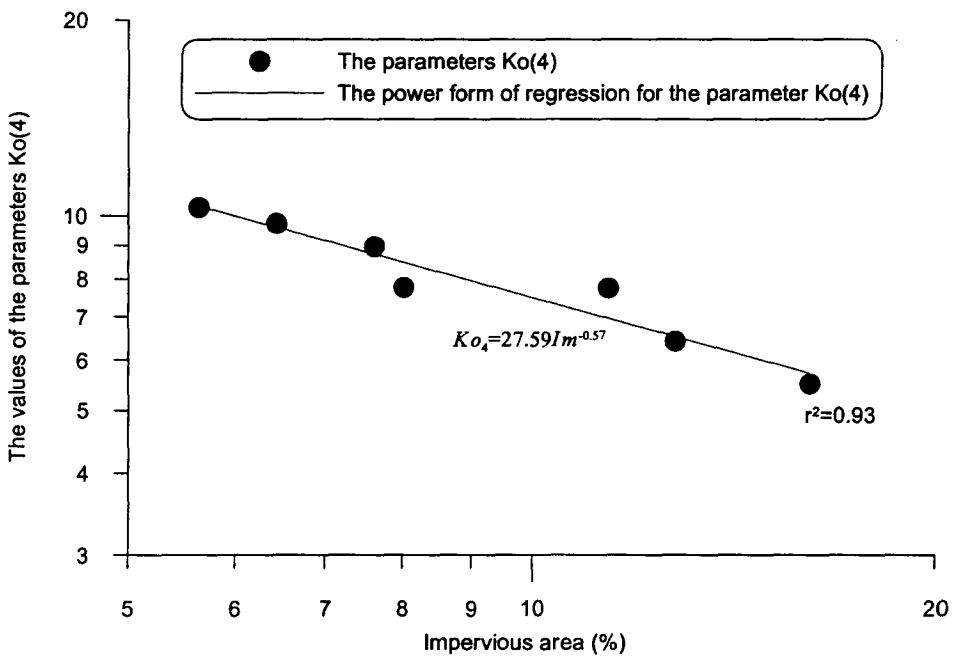


圖9-12 五堵集水區核胞4不同都市化開發參數 K_o 變化圖（空間分布模式）

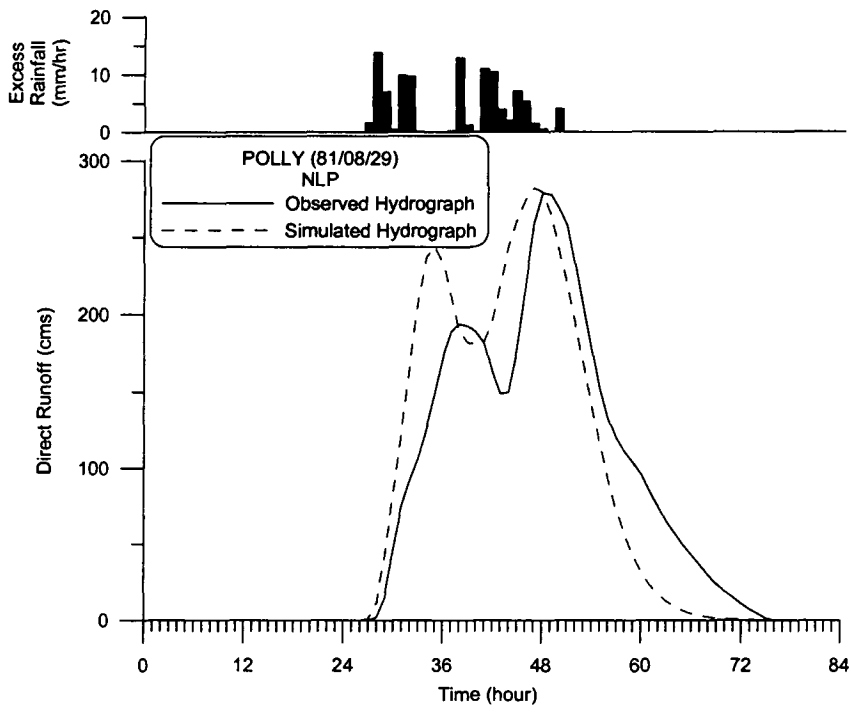


圖9-13 五堵集水區寶莉 (POLLY, 81/08/29) 逕流歷線驗證圖 (集塊模式)

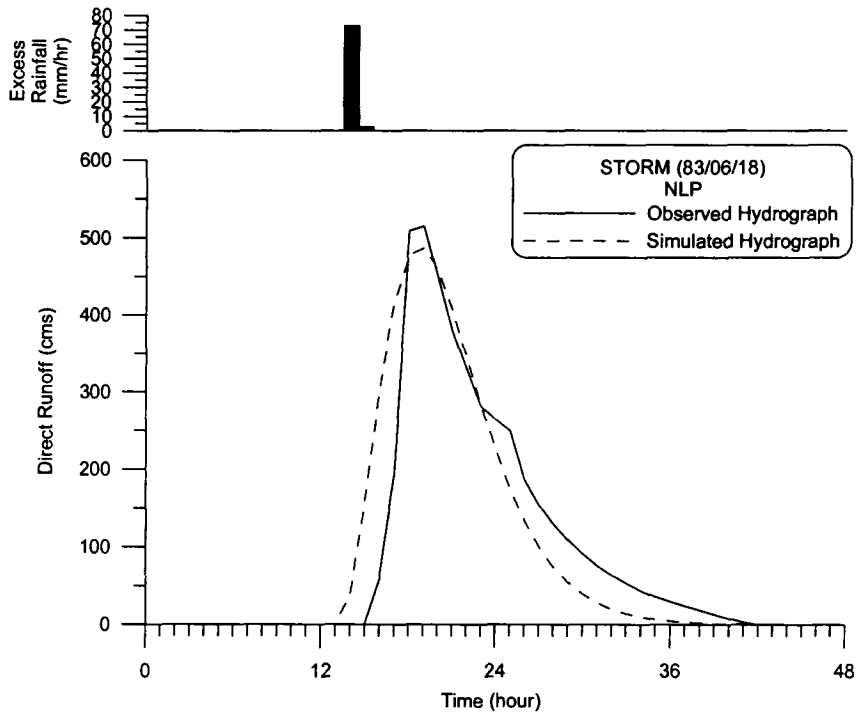


圖9-14 五堵集水區暴雨事件 (STORM, 83/06/18) 逕流歷線驗證圖 (集塊模式)

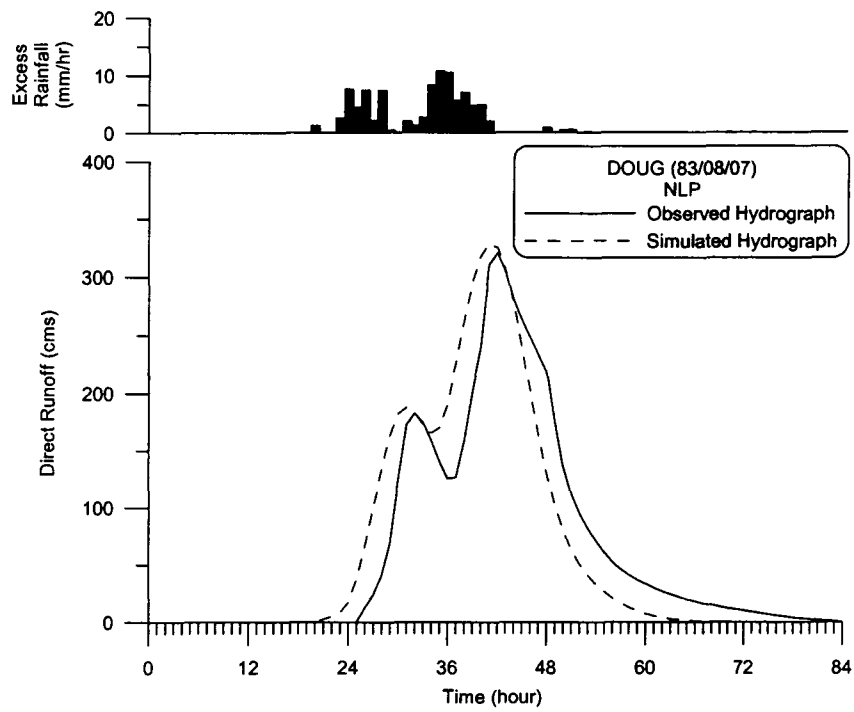


圖9-15 五堵集水區道格颱風洪 (DOUG, 83/08/07) 逕流歷線驗證圖 (集塊模式)

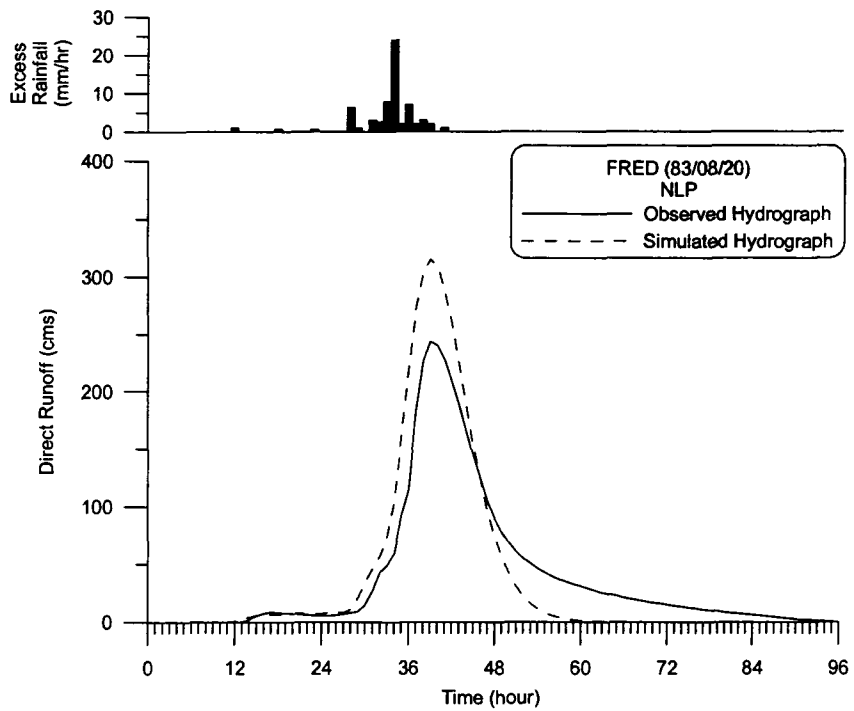


圖9-16 五堵集水區弗雷特颱風洪 (FRED, 83/08/20) 逕流歷線驗證圖 (集塊模式)

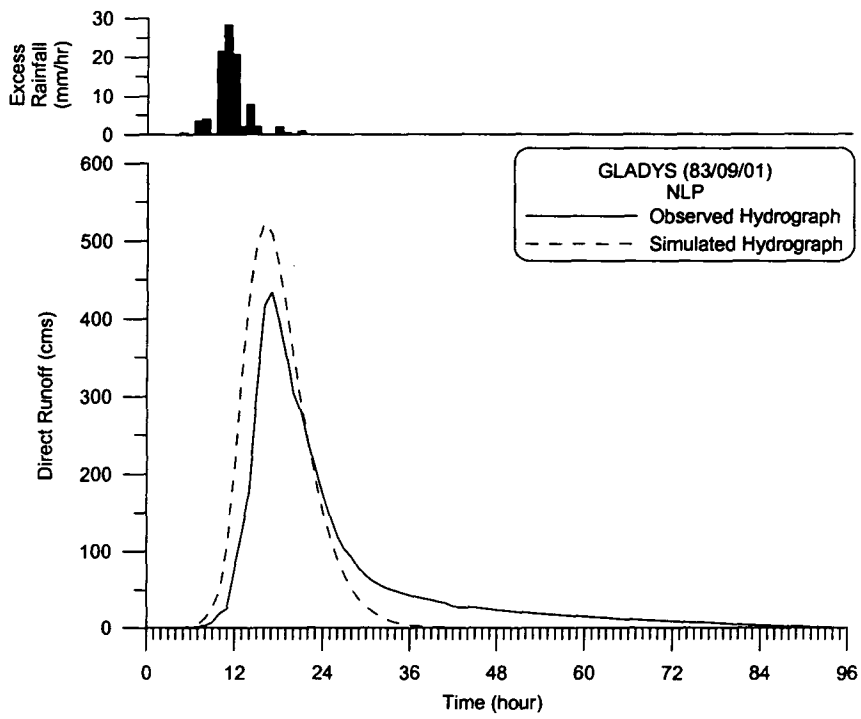


圖9-17 五堵集水區葛拉絲颱風 (GLADYS, 83/09/01) 逕流歷線驗證圖 (集塊模式)

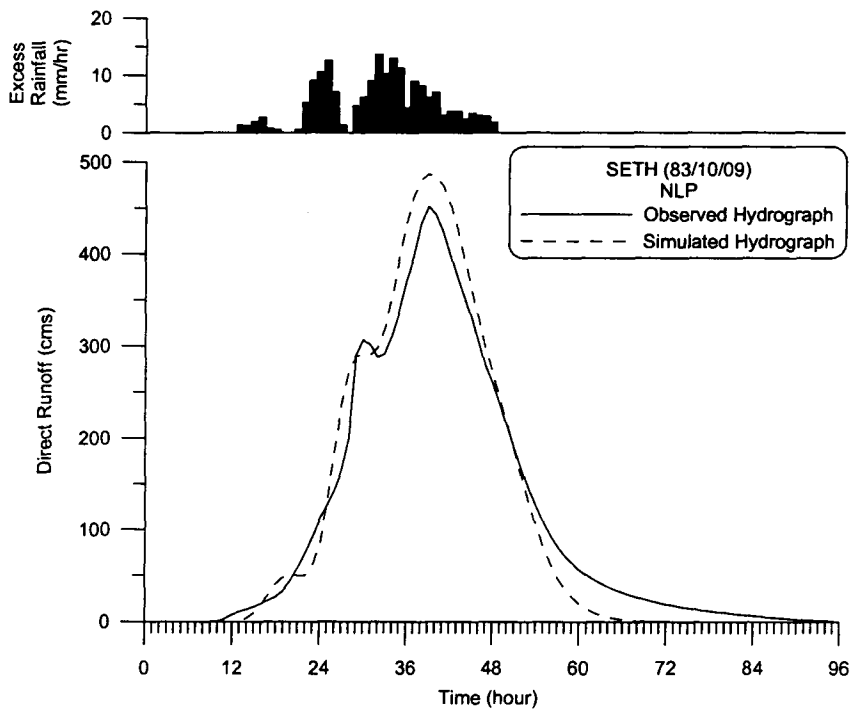


圖9-18 五堵集水區席斯颱風 (SETH, 83/10/09) 逕流歷線驗證圖 (集塊模式)

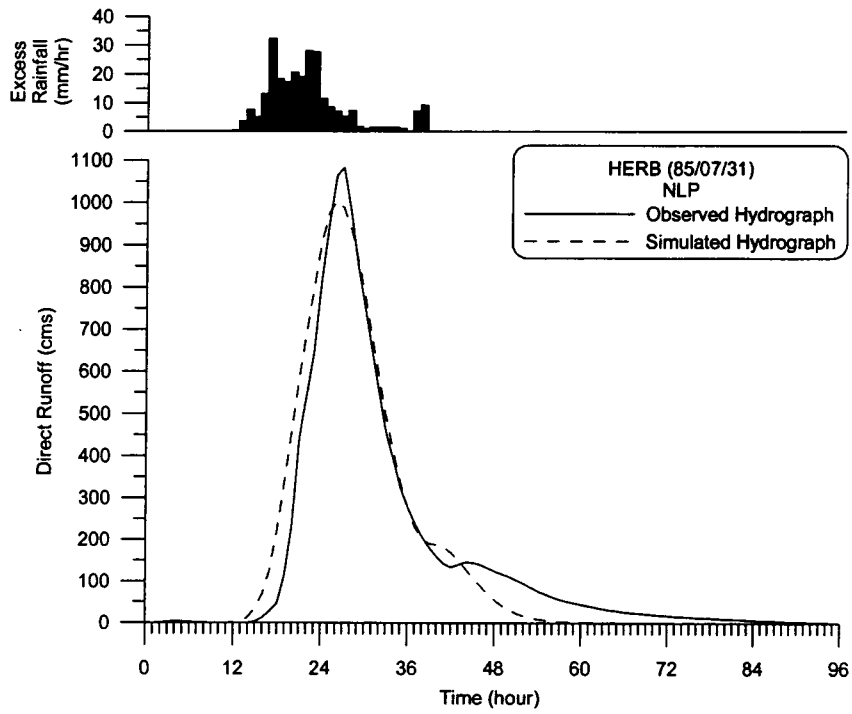


圖9-19 五堵集水區賀伯颱風 (HERB, 85/07/31) 逕流歷線驗證圖 (集塊模式)

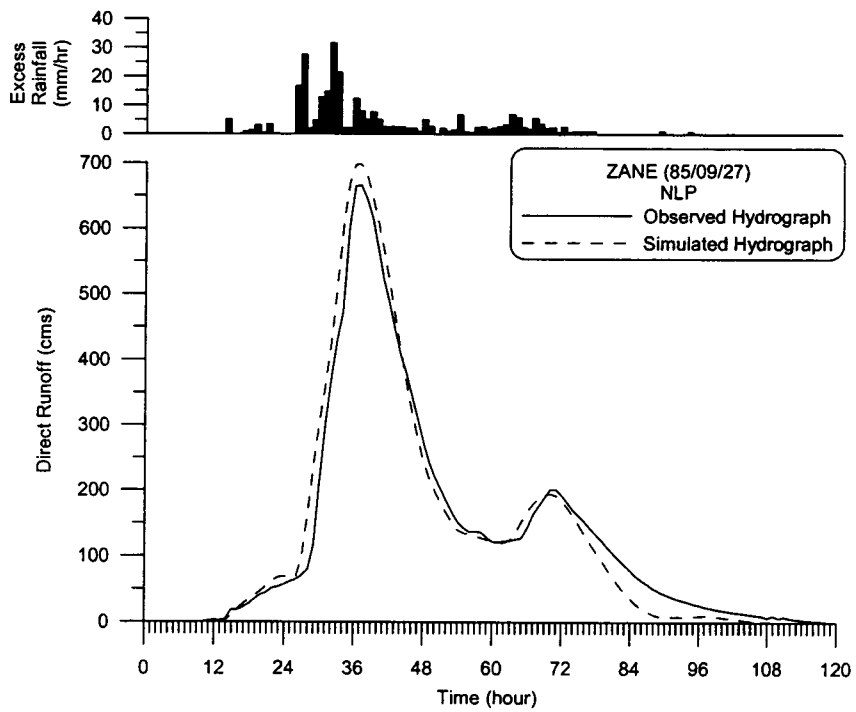


圖9-20 五堵集水區薩恩颱風 (ZANE, 85/09/27) 逕流歷線驗證圖 (集塊模式)

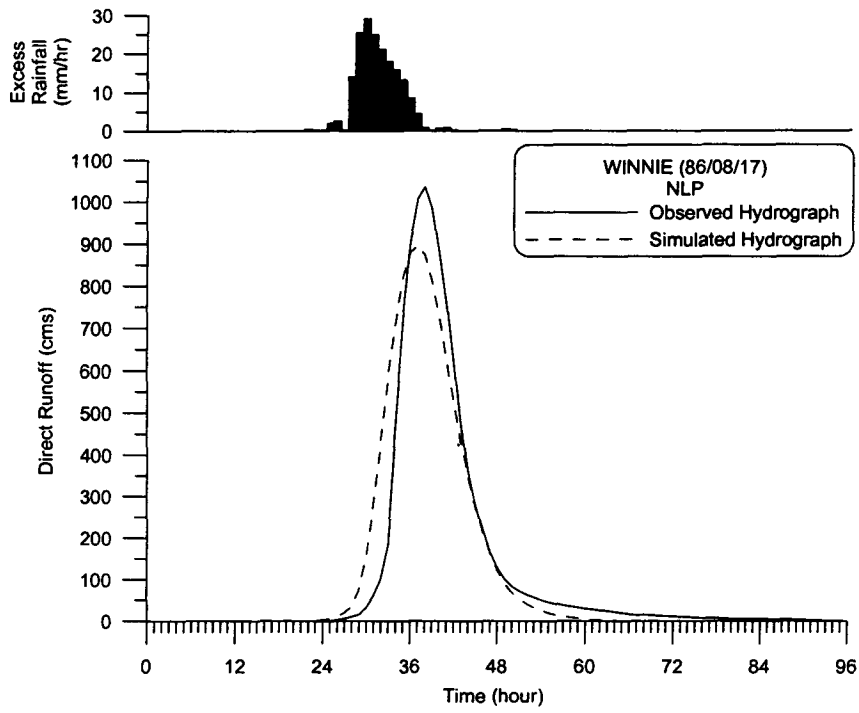


圖9-21 五堵集水區溫妮颱風 (WINNIE, 86/08/17) 逕流歷線驗證圖 (集塊模式)

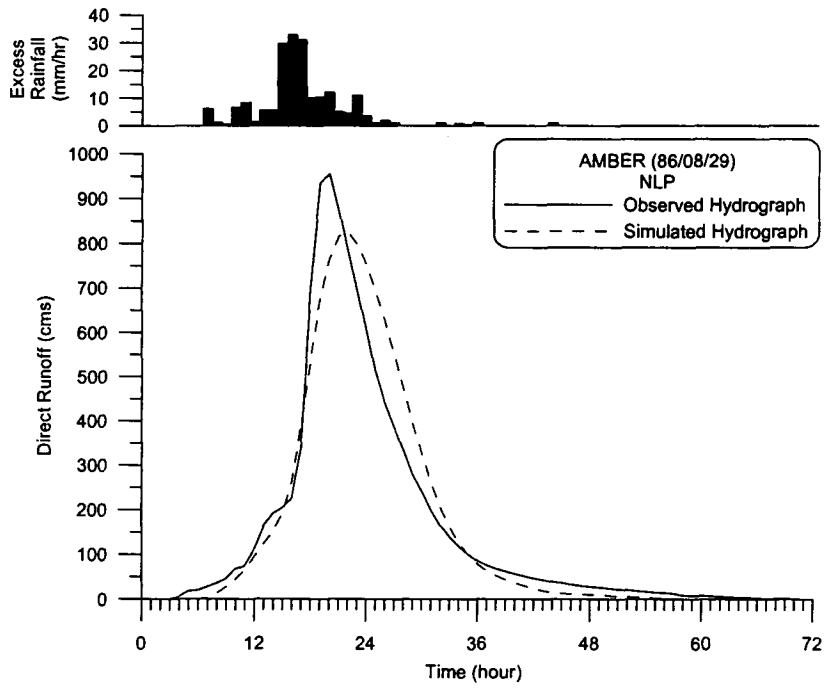


圖9-22 五堵集水區安珀颱風 (AMBER, 86/08/29) 逕流歷線驗證圖 (集塊模式)

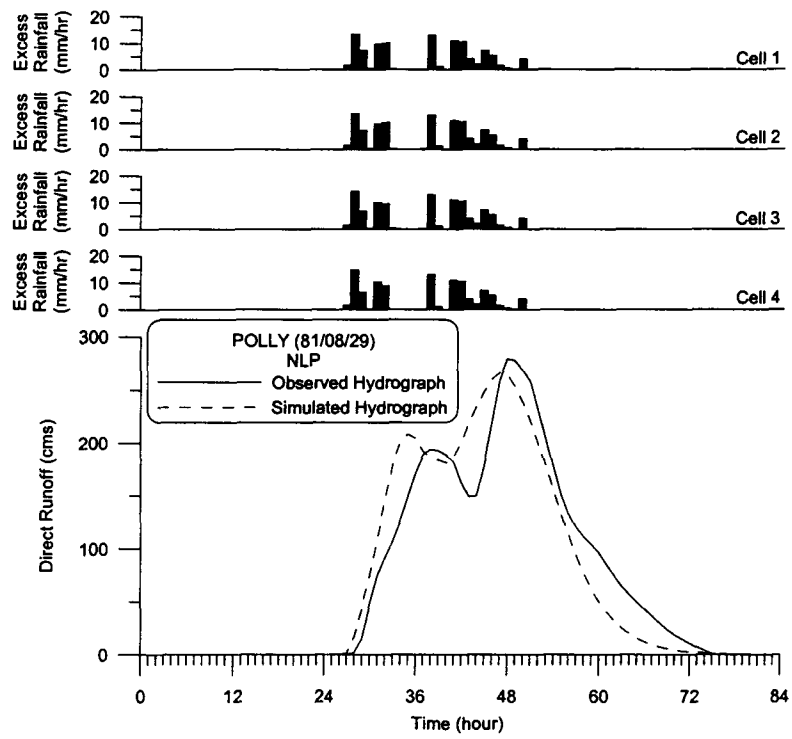


圖9-23 五堵集水區寶莉颱風 (POLLY, 81/08/29) 逕流歷線驗證圖 (空間分布模式)

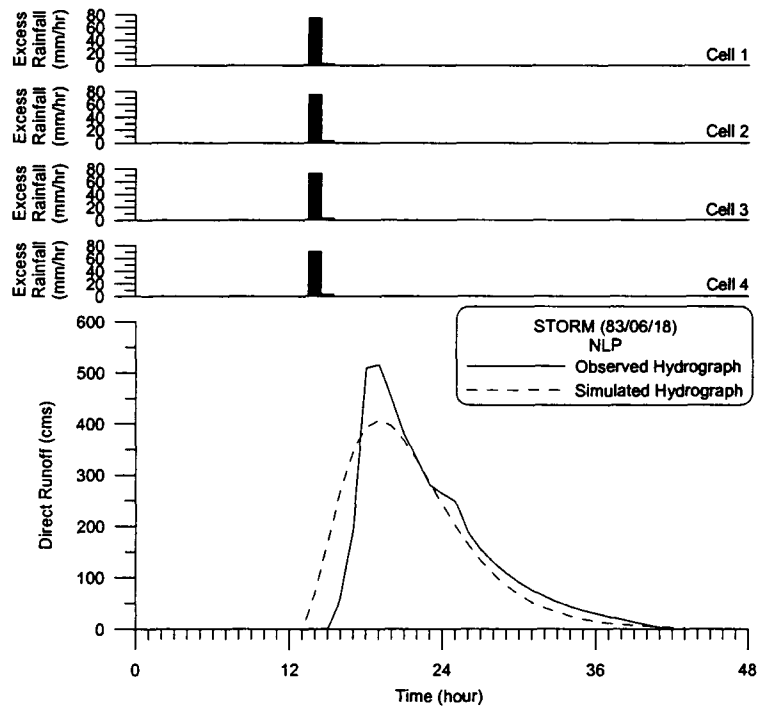


圖9-24 五堵集水區暴雨事件 (STORM, 83/06/18) 逕流歷線驗證圖 (空間分布模式)

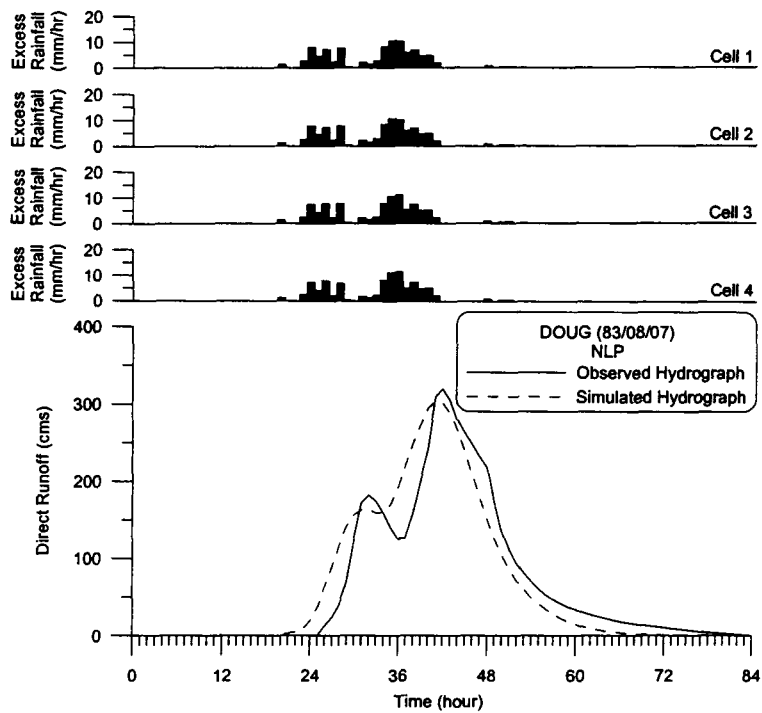


圖9-25 五堵集水區道格颱風 (DOUG, 83/08/07) 逕流歷線驗證圖 (空間分布模式)

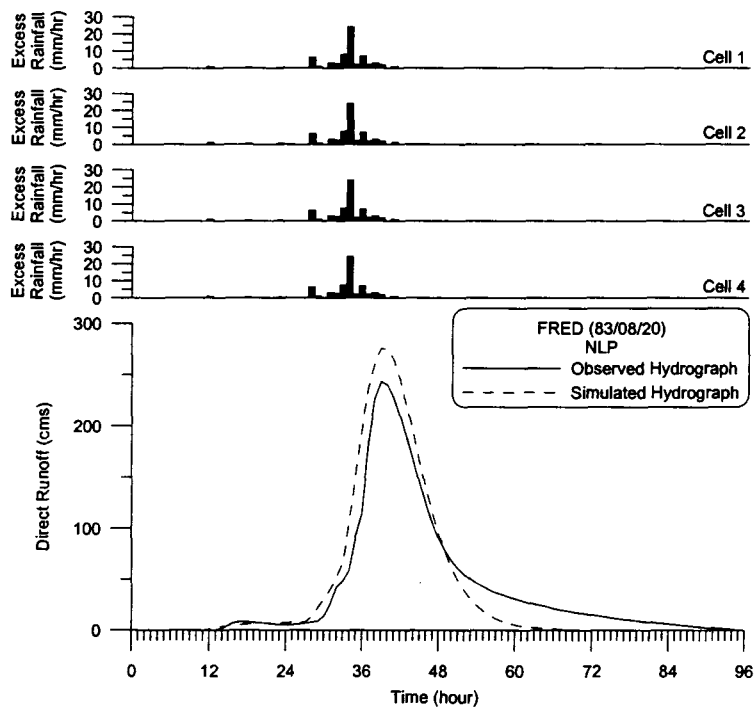


圖9-26 五堵集水區弗雷特颱風 (FRED, 83/08/20) 逕流歷線驗證圖 (空間分布模式)

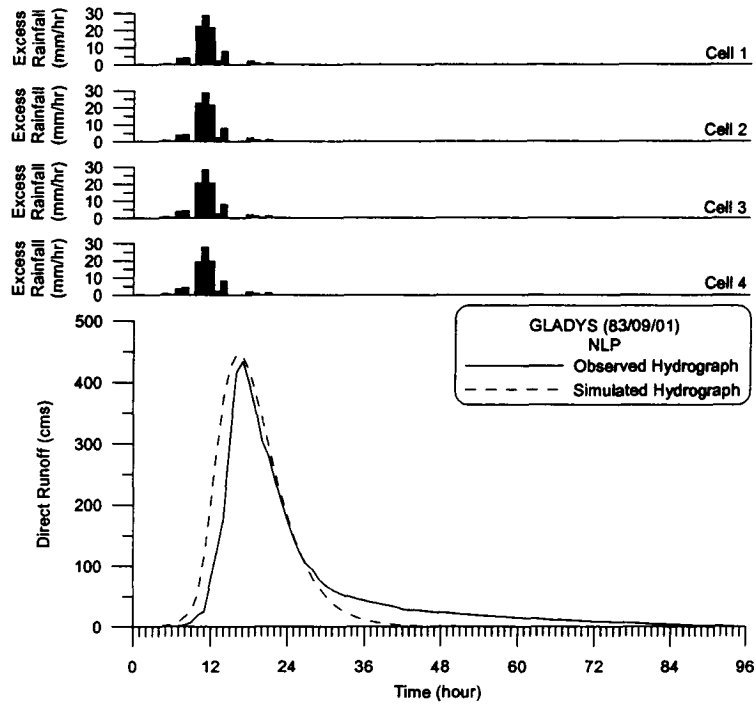


圖9-27 五堵集水區葛拉絲颱風 (GLADYS, 83/09/01) 逕流歷線驗證圖 (空間分布模式)

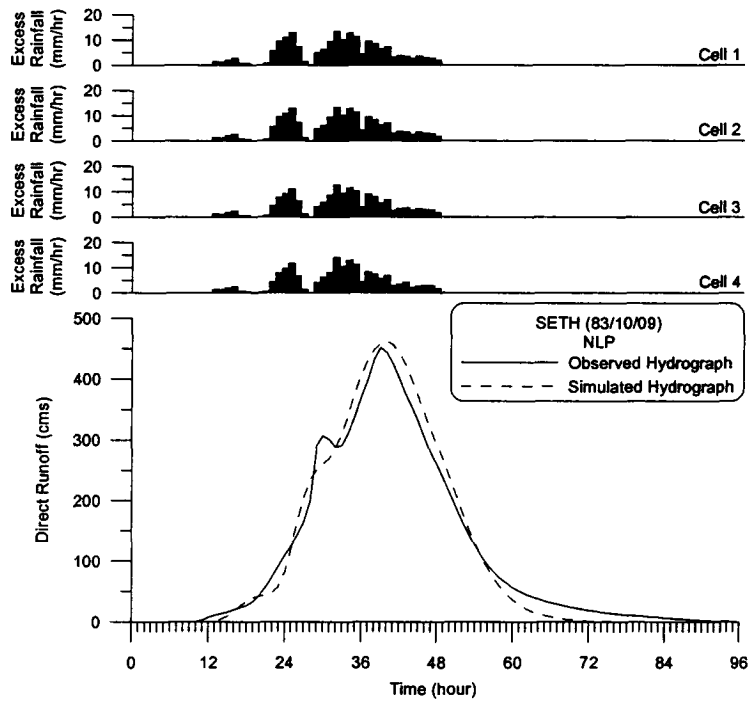


圖9-28 五堵集水區席斯颱風 (SETH, 83/10/09) 逕流歷線驗證圖 (空間分布模式)

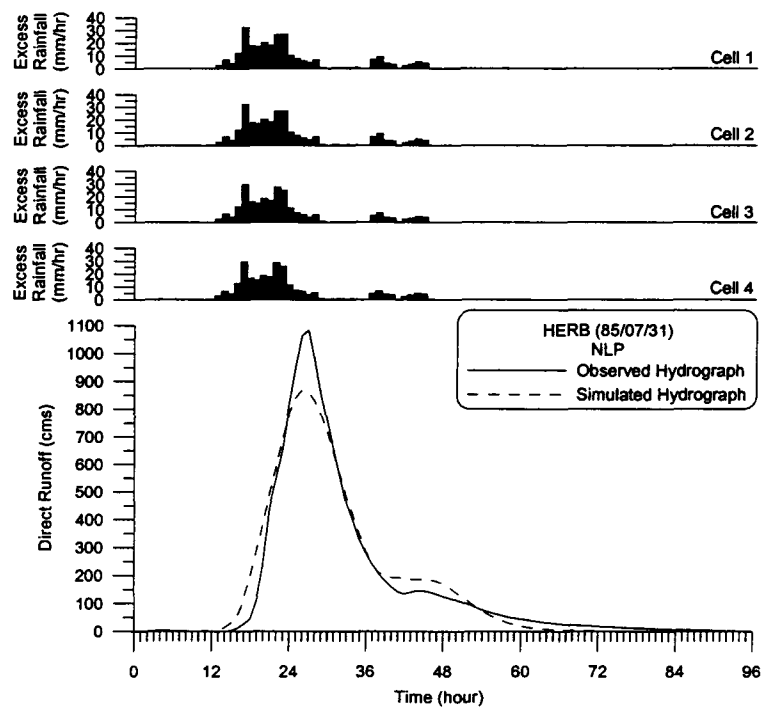


圖9-29 五堵集水區賀伯颱風洪 (HERB, 85/07/31) 逕流歷線驗證圖 (空間分布模式)

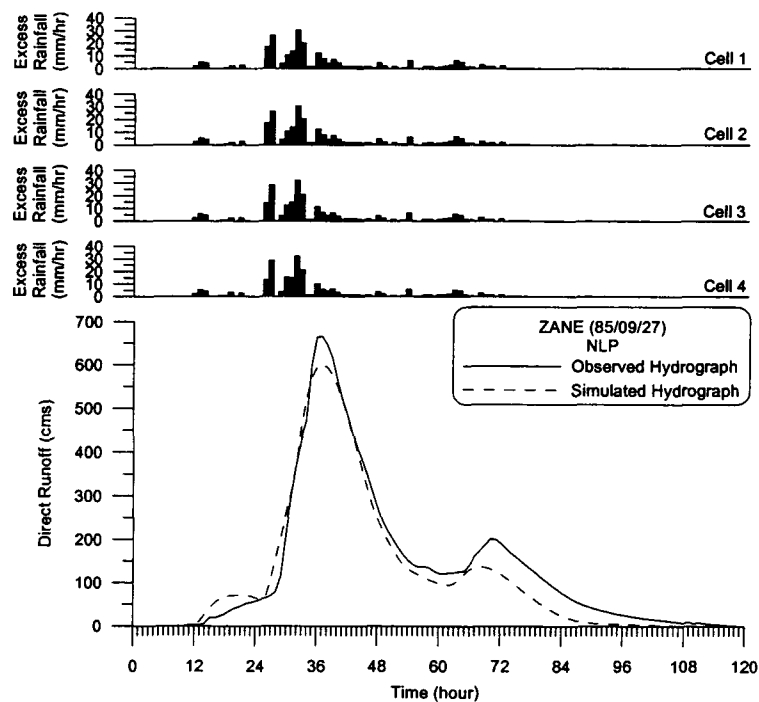


圖9-30 五堵集水區薩恩颱風洪 (ZANE, 85/09/27) 逕流歷線驗證圖 (空間分布模式)

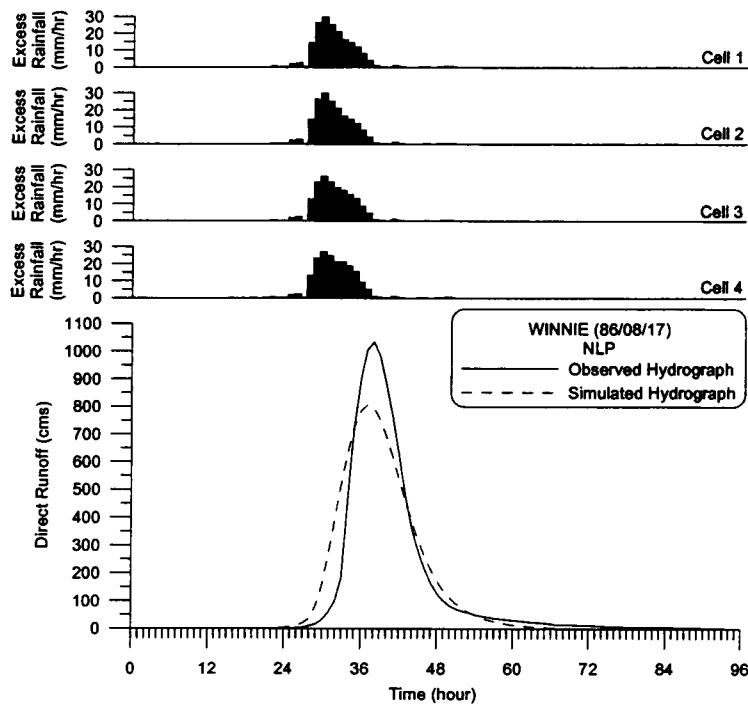


圖9-31 五堵集水區溫妮颱風洪 (WINNIE, 86/08/17) 逕流歷線驗證圖 (空間分布模式)

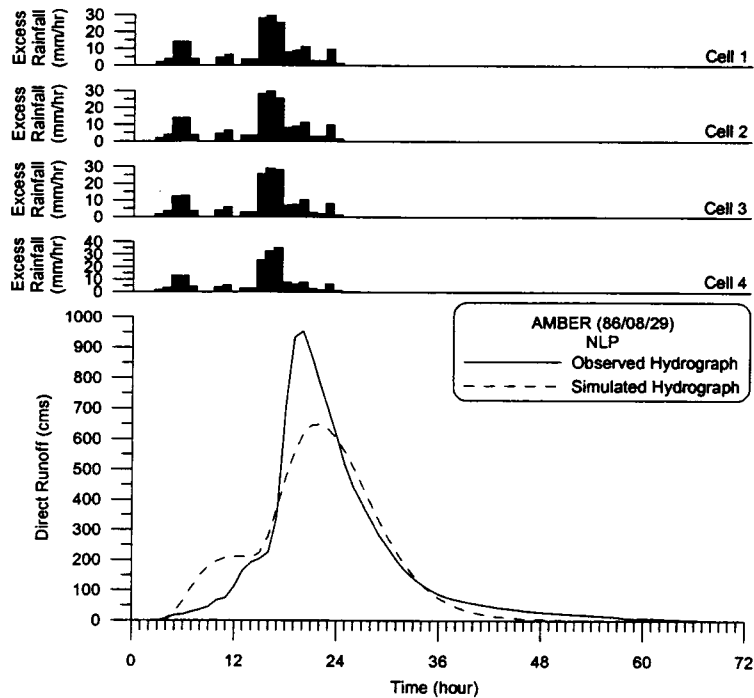


圖9-32 五堵集水區安珀颱風洪 (AMBER, 86/08/29) 逕流歷線驗證圖 (空間分布模式)

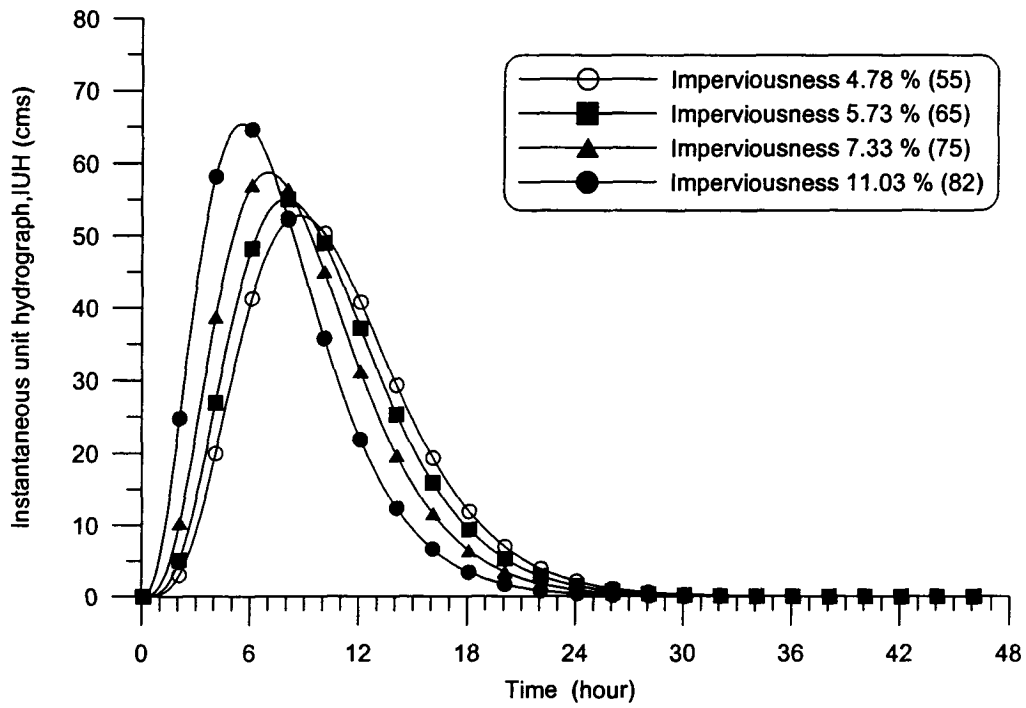


圖9-33 整個五堵集水區不同土地利用之瞬時單位歷線圖 (集塊模式)

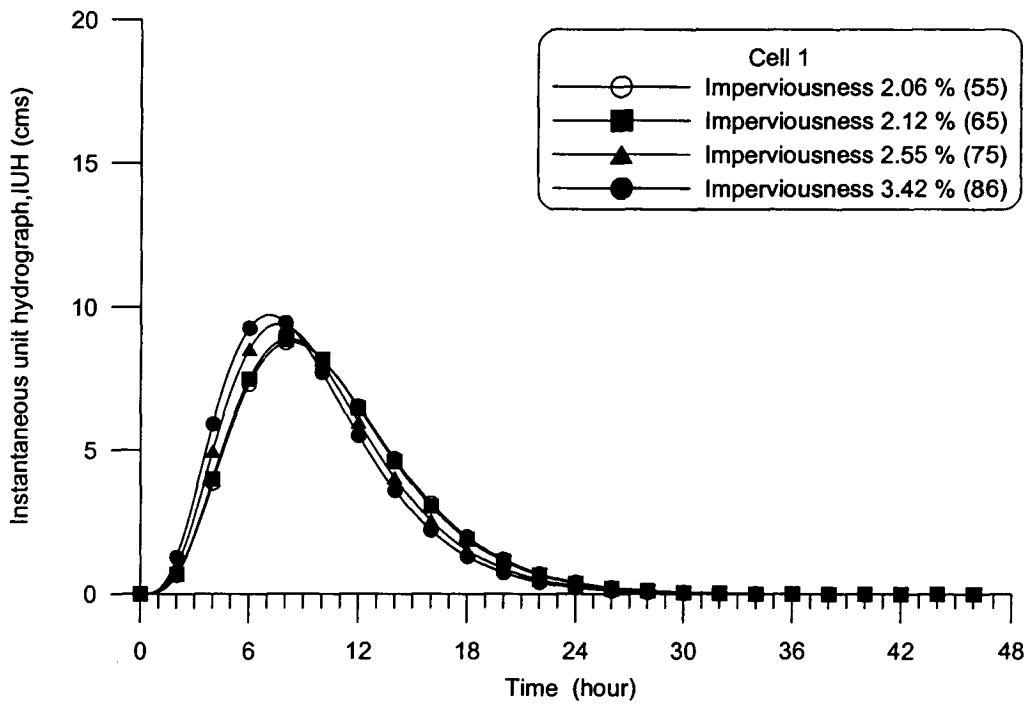


圖9-34 五堵集水區核胞1不同土地利用之瞬時單位歷線圖 (空間分布模式)

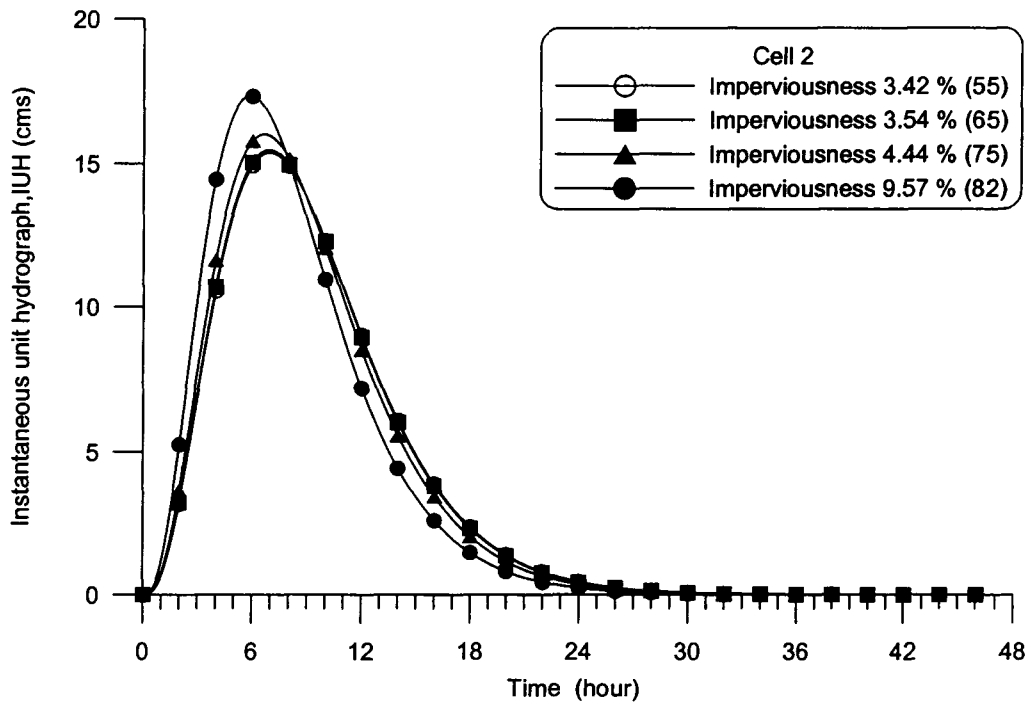


圖9-35 五堵集水區核胞2不同土地利用之瞬時單位歷線圖 (空間分布模式)

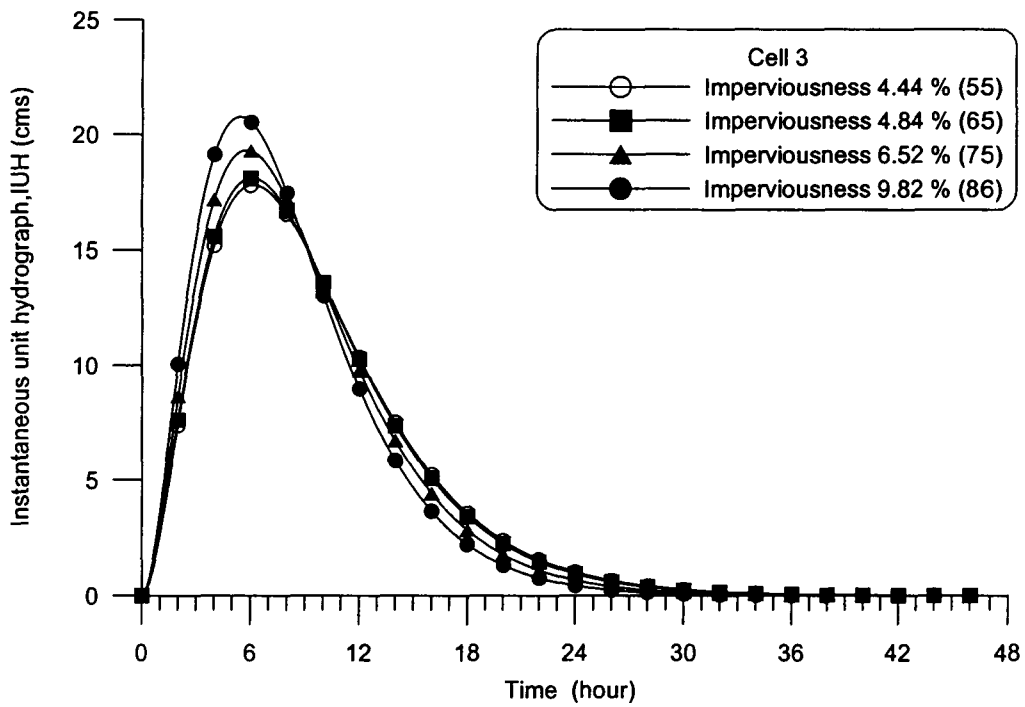


圖9-36 五堵集水區核胞3不同土地利用之瞬時單位歷線圖 (空間分布模式)

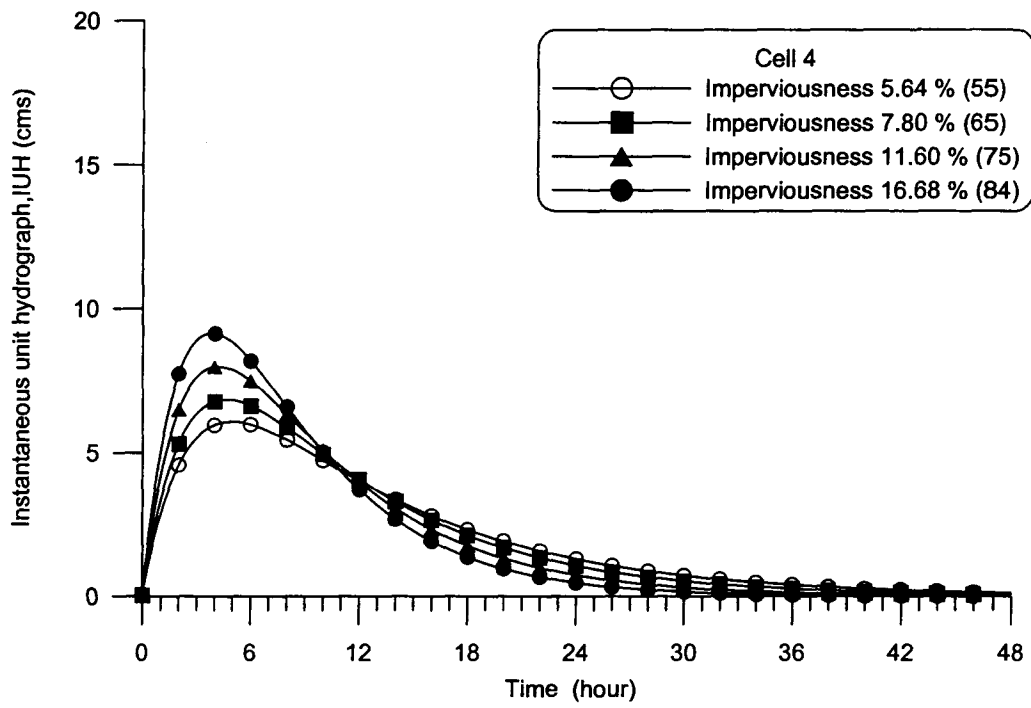


圖9-37 五堵集水區核胞4不同土地利用之瞬時單位歷線圖 (空間分布模式)

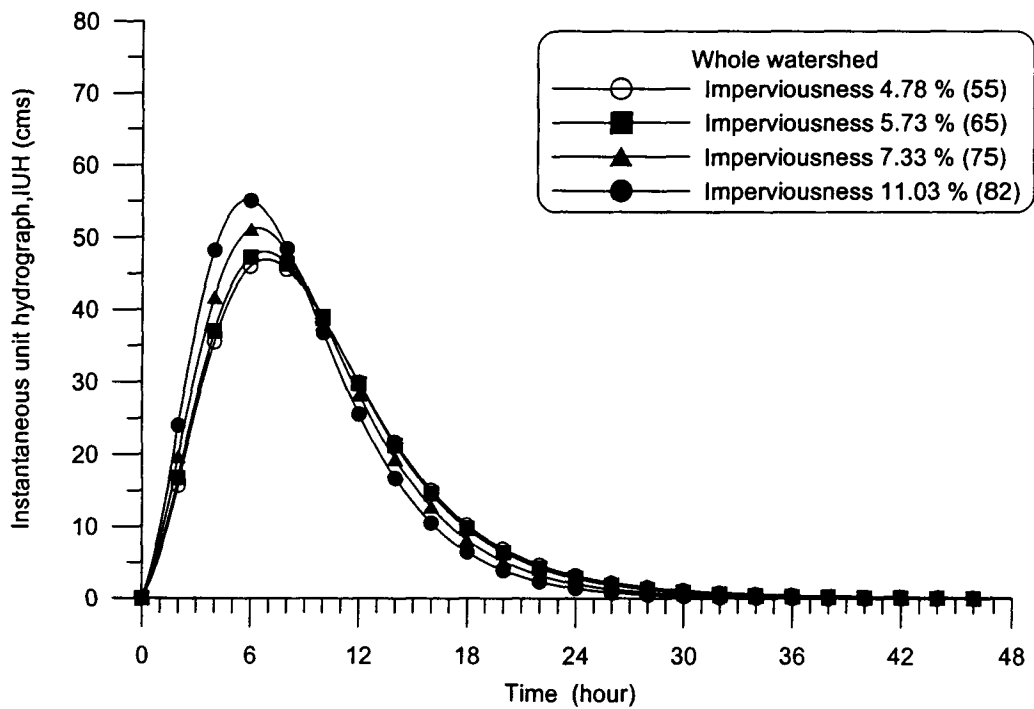


圖9-38 整個五堵集水區不同土地利用之瞬時單位歷線圖 (空間分布模式)

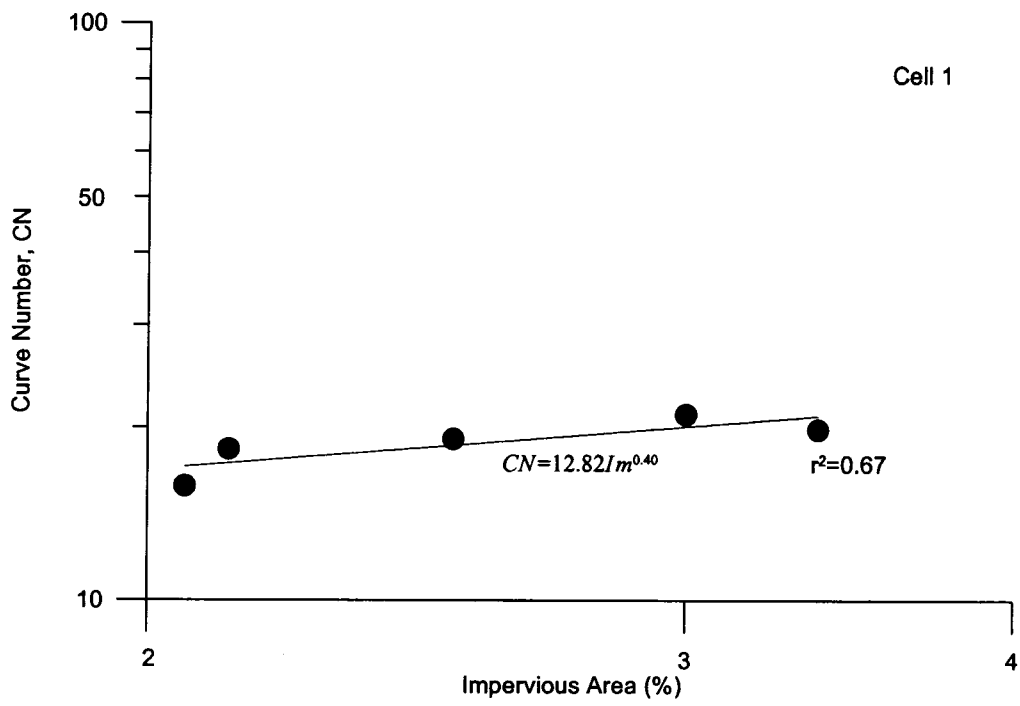


圖9-39 五堵集水區核胞1之曲線號碼與不透水面積關係圖

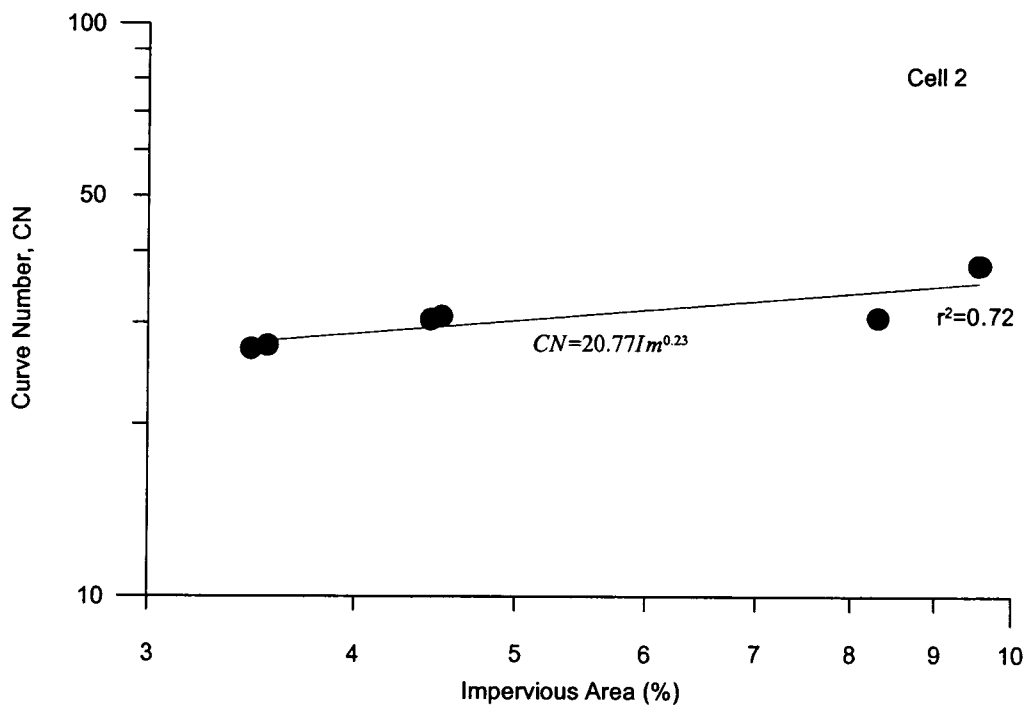


圖9-40 五堵集水區核胞2之曲線號碼與不透水面積關係圖

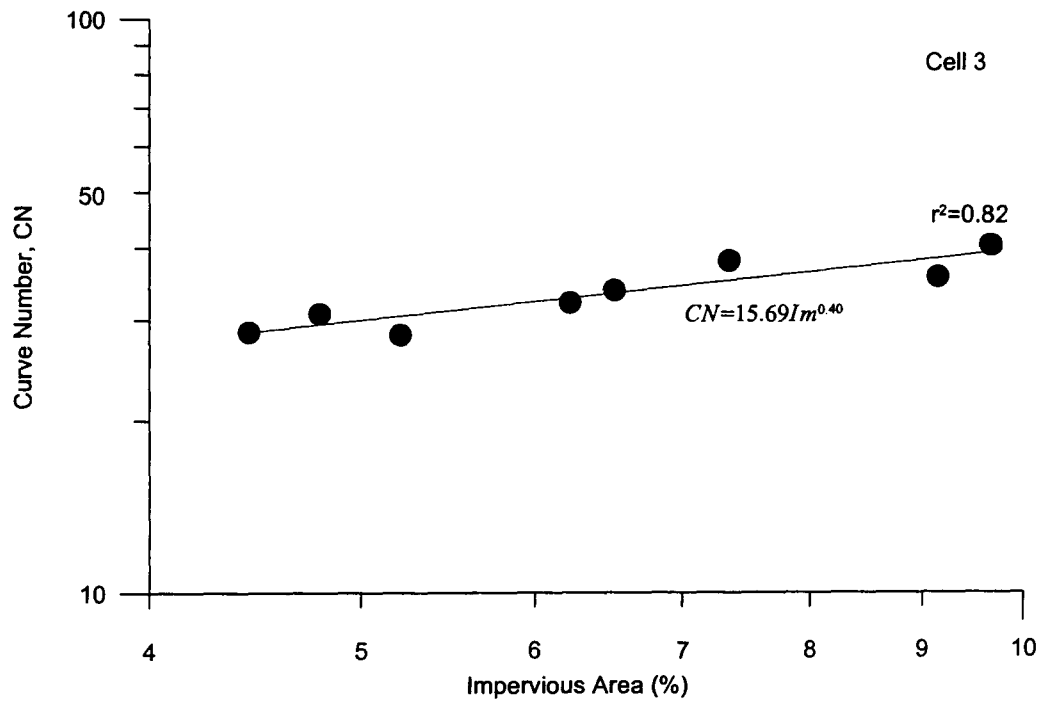


圖9-41 五堵集水區核胞3之曲線號碼與不透水面積關係圖

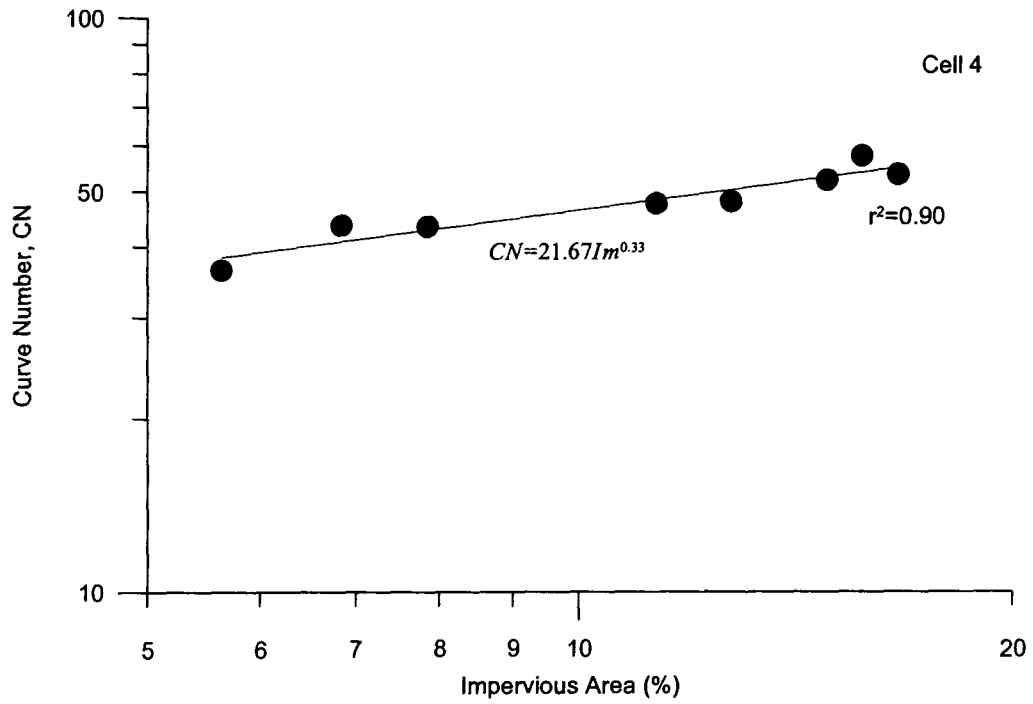


圖9-42 五堵集水區核胞4之曲線號碼與不透水面積關係圖

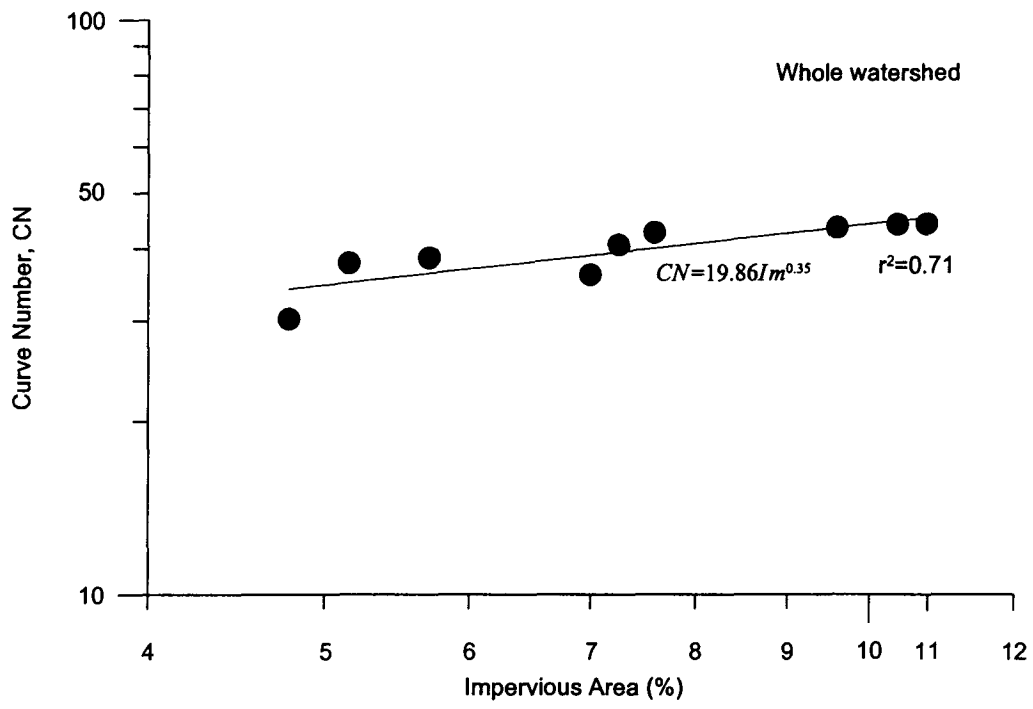


圖 9-43 整個五堵集水區之曲線號碼與不透水面積關係圖

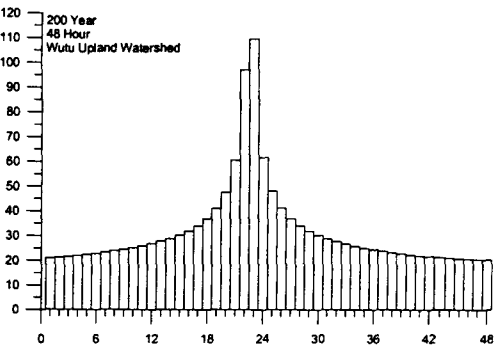
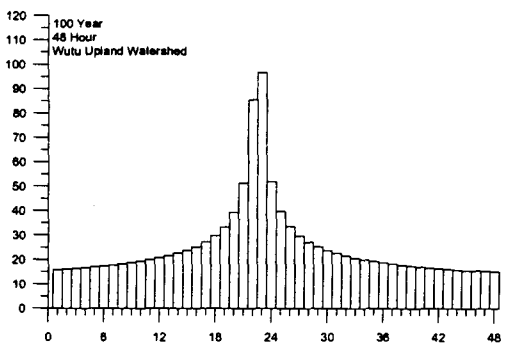
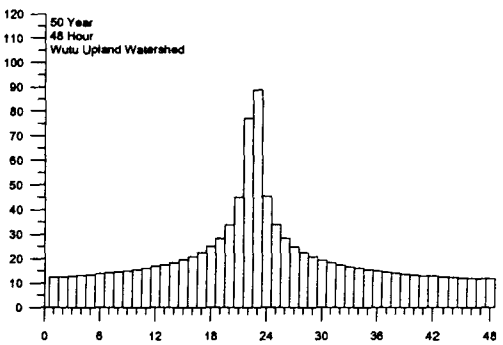
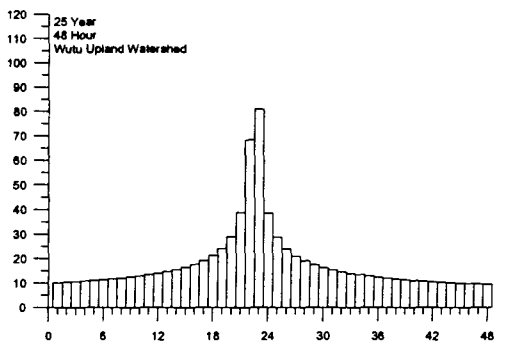
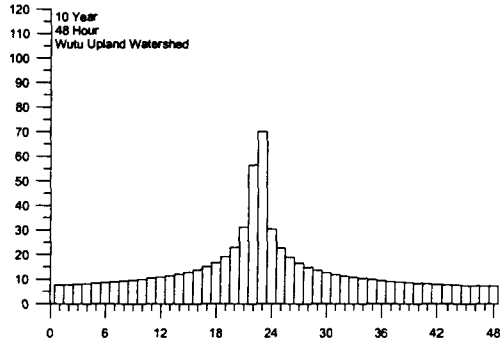
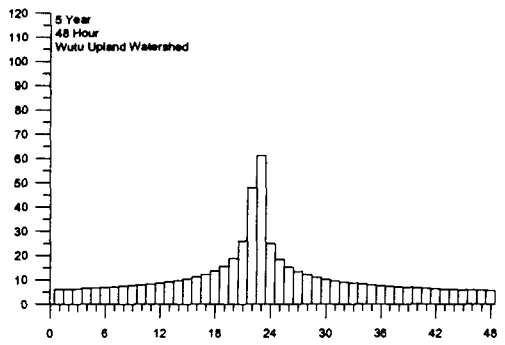
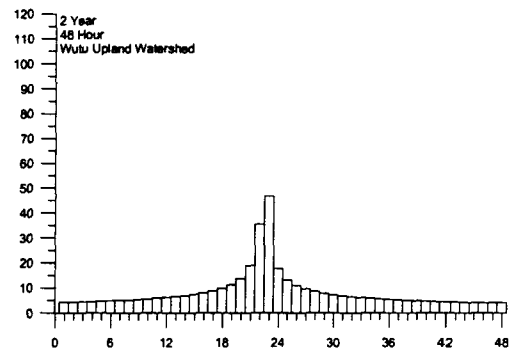
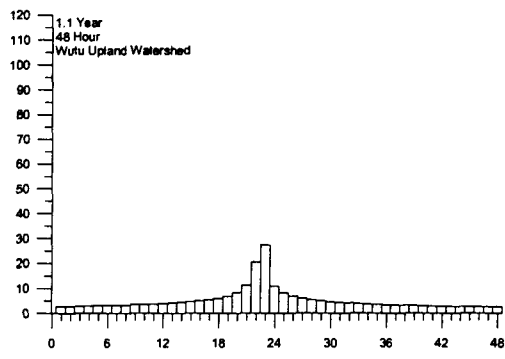


圖 9-44 八種重現期距 48 小時降雨延時之五堵集水區設計雨型圖

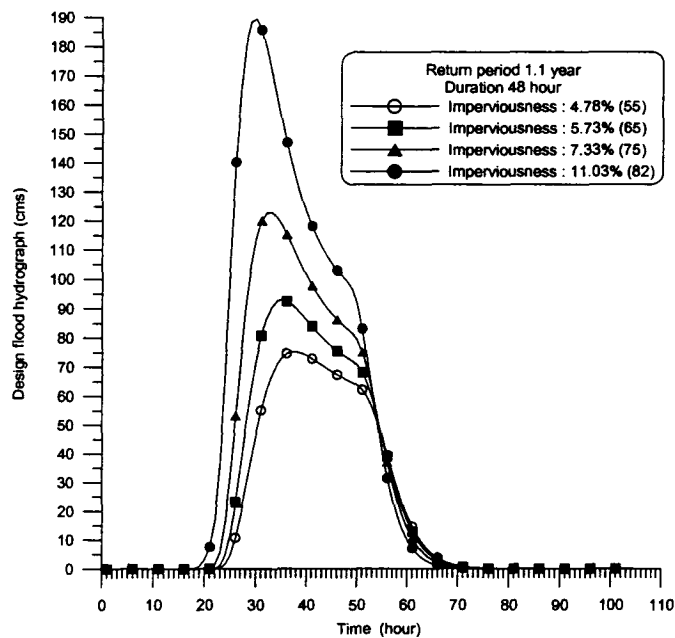


圖9-45 五堵集水區重現期距1.1年延時48小時之不同土地利用之洪水歷線圖
(集塊模式)

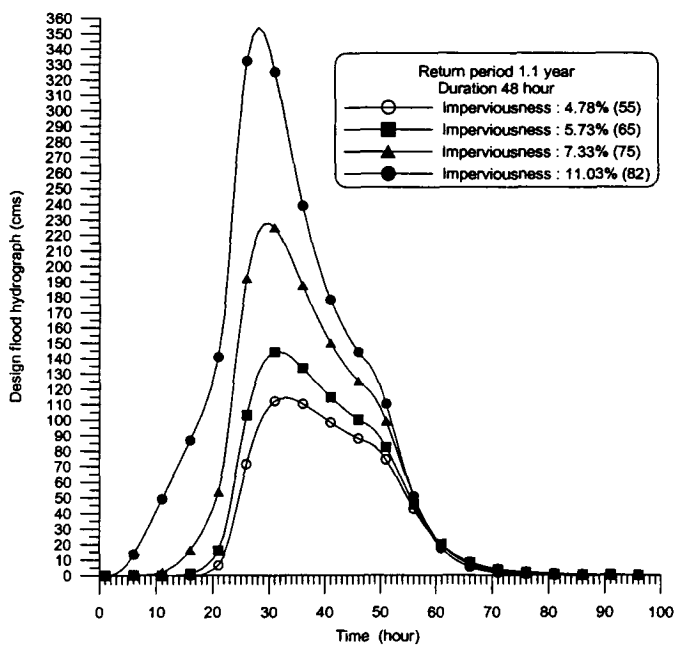


圖9-46 五堵集水區重現期距1.1年延時48小時之不同土地利用之洪水歷線圖
(空間分布模式)

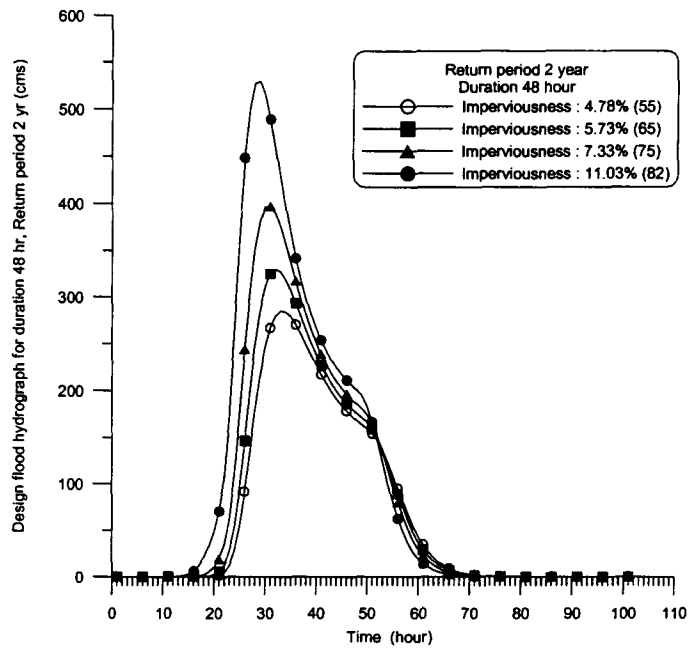


圖9-47 五堵集水區重現期距2年延時48小時之不同土地利用之洪水歷線圖
(集塊模式)

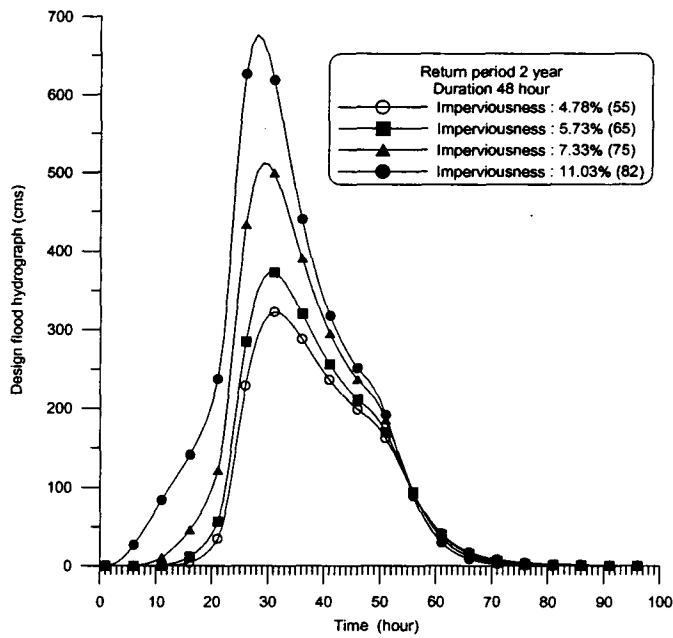


圖9-48 五堵集水區重現期距2年延時48小時之不同土地利用之洪水歷線圖
(空間分布模式)

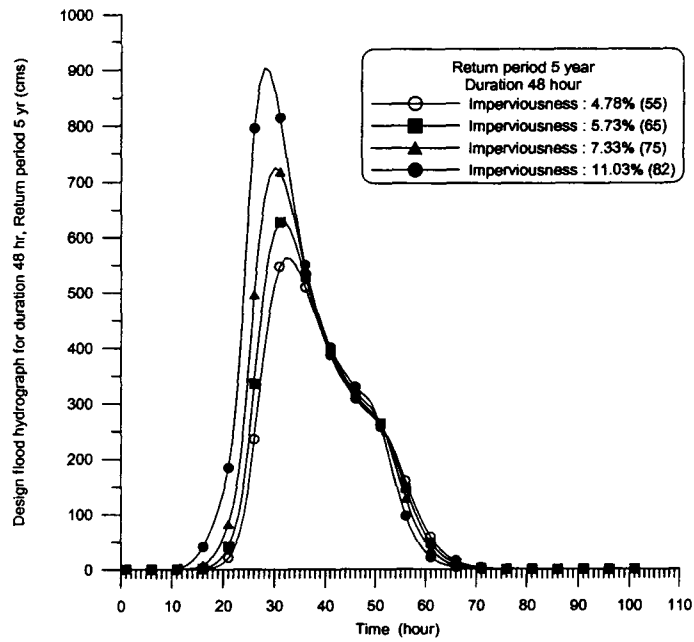


圖9-49 五堵集水區重現期距5年延時48小時之不同土地利用之洪水歷線圖
(集塊模式)

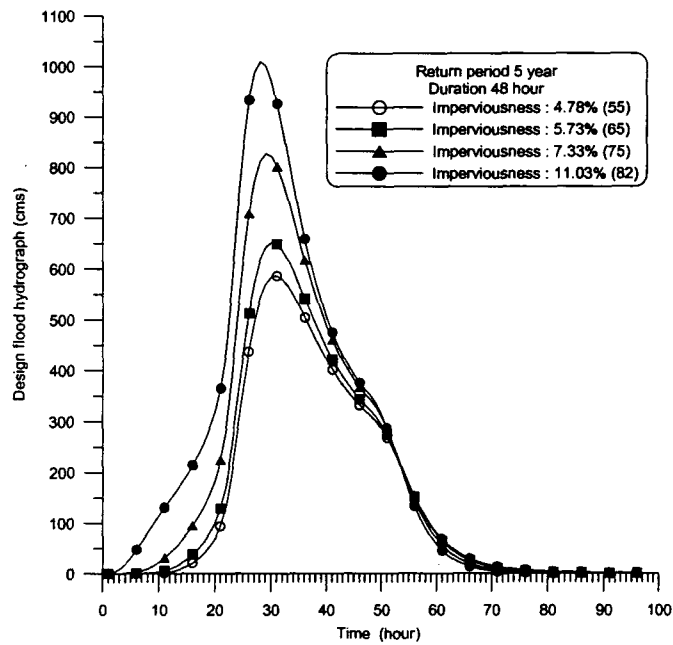


圖9-50 五堵集水區重現期距5年延時48小時之不同土地利用之洪水歷線圖
(空間分布模式)

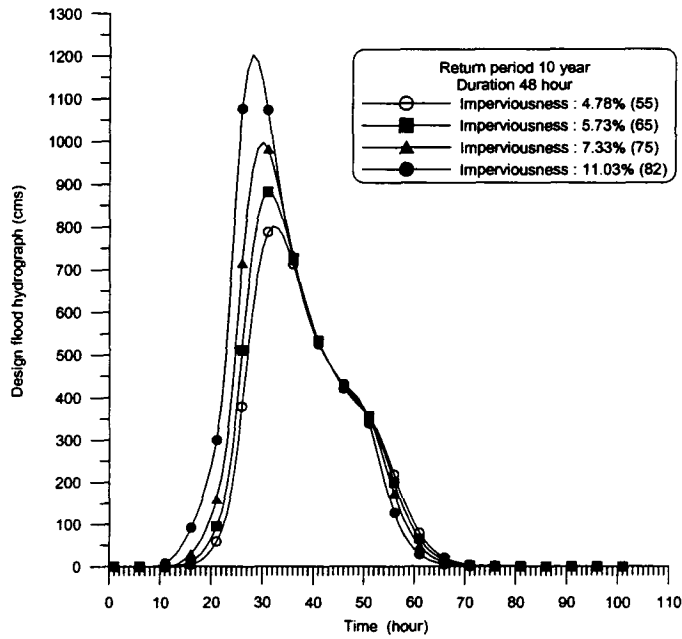


圖9-51 五堵集水區重現期距10年延時48小時之不同土地利用之洪水歷線圖
(集塊模式)

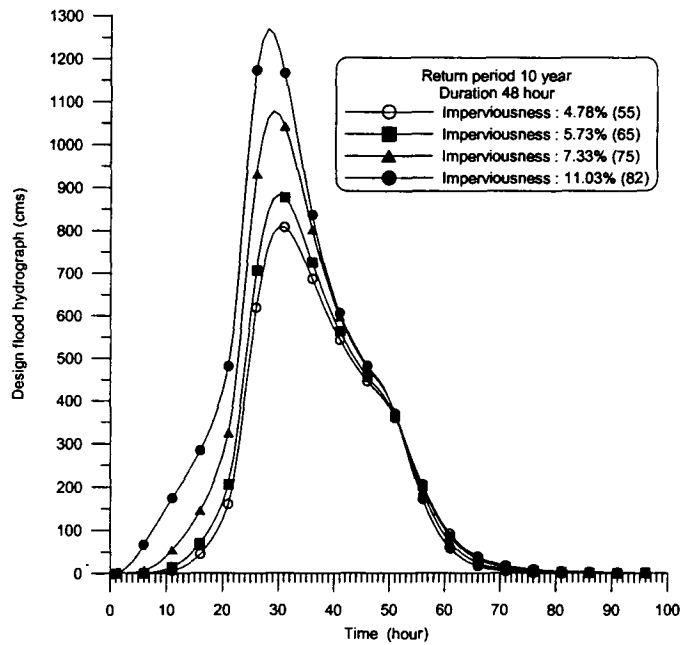


圖9-52 五堵集水區重現期距10年延時48小時之不同土地利用之洪水歷線圖
(空間分布模式)

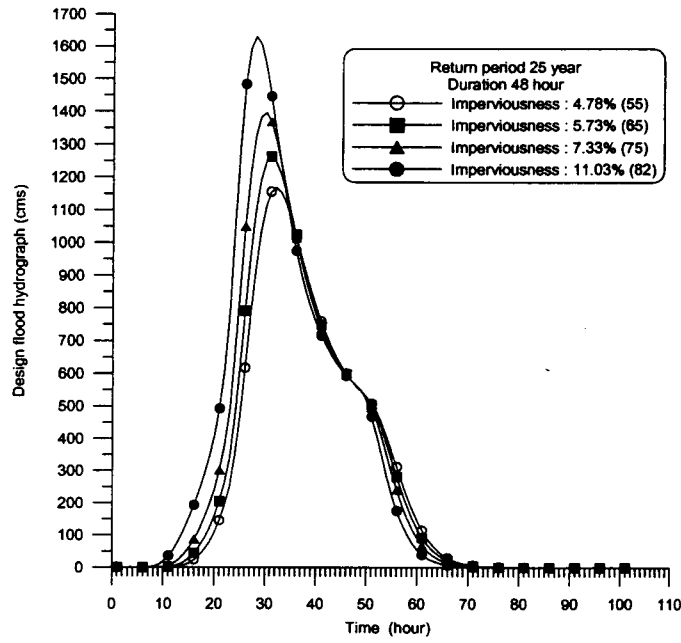


圖9-53 五堵集水區重現期距25年延時48小時之不同土地利用之洪水歷線圖
(集塊模式)

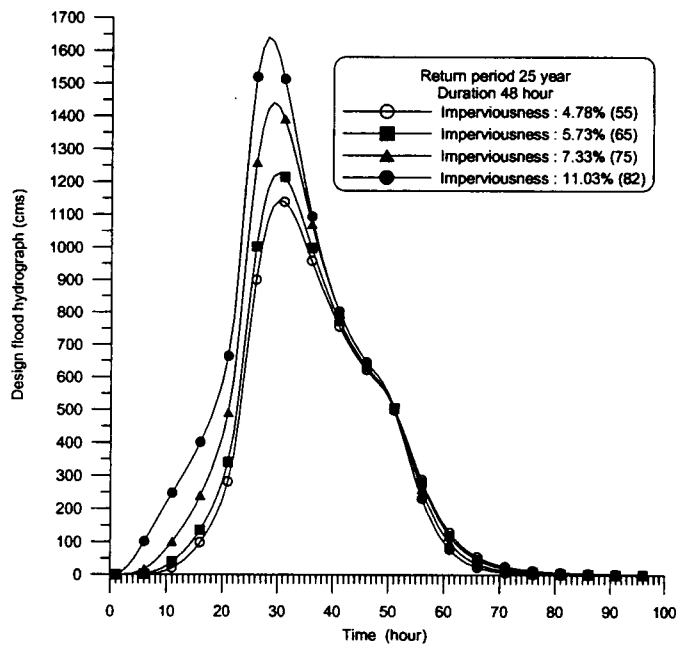


圖9-54 五堵集水區重現期距25年延時48小時之不同土地利用之洪水歷線圖
(空間分布模式)

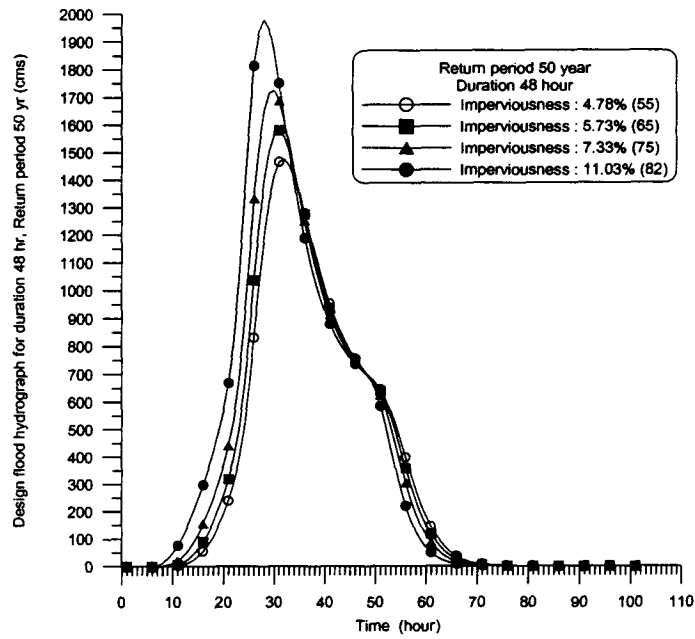


圖9-55 五堵集水區重現期距50年延時48小時之不同土地利用之洪水歷線圖
(集塊模式)

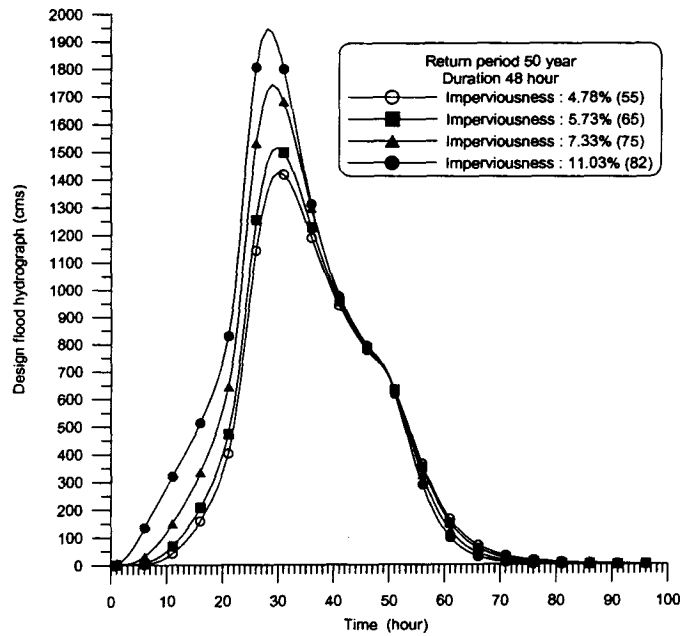


圖9-56 五堵集水區重現期距50年延時48小時之不同土地利用之洪水歷線圖
(空間分布模式)

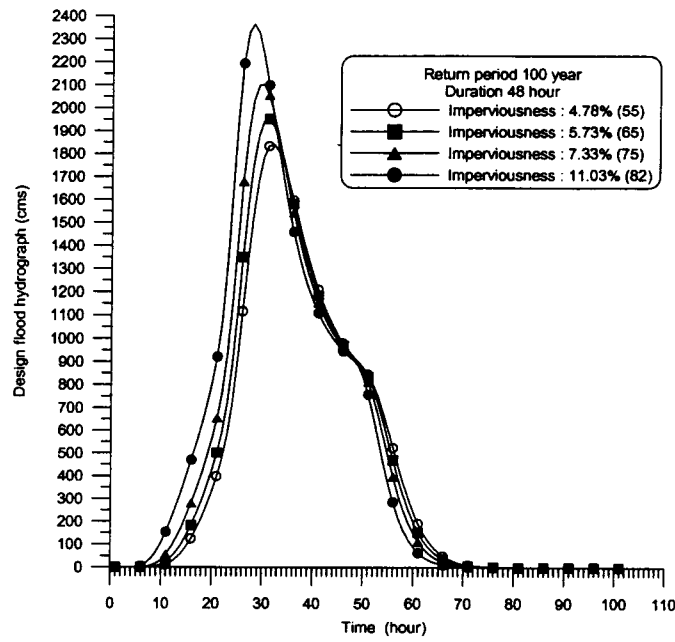


圖9-57 五堵集水區重現期距100年延時48小時之不同土地利用之洪水歷線圖
(集塊模式)

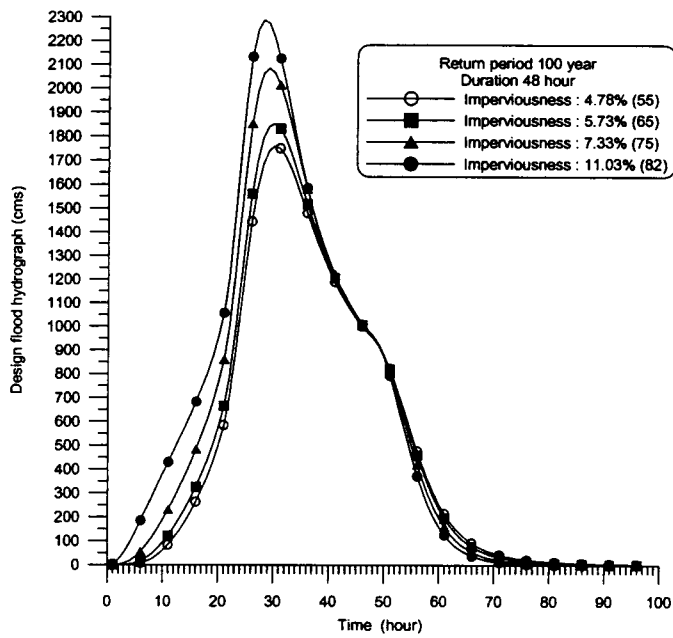


圖9-58 五堵集水區重現期距100年延時48小時之不同土地利用之洪水歷線圖
(空間分布模式)

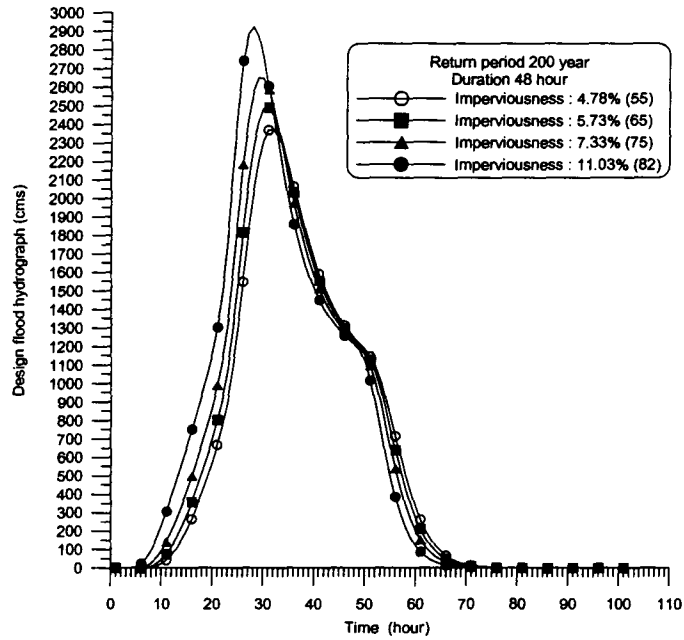


圖9-59 五堵集水區重現期距200年延時48小時之不同土地利用之洪水歷線圖
(集塊模式)

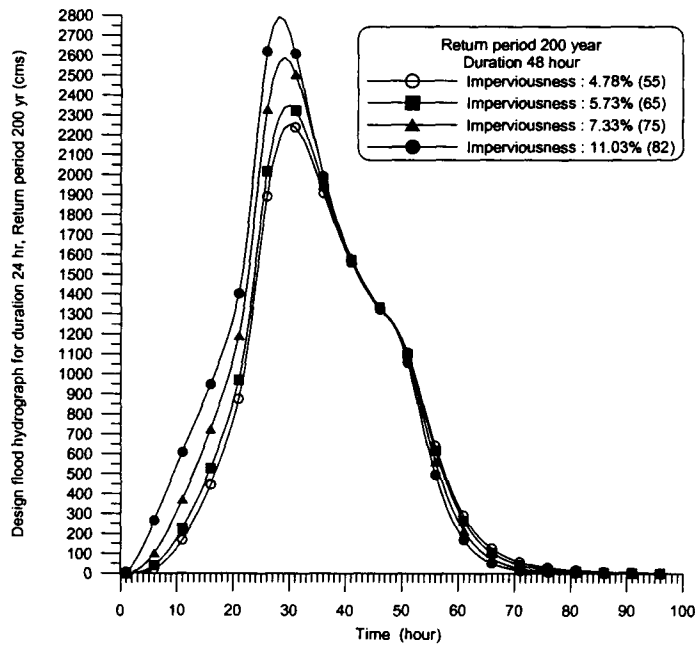


圖9-60 五堵集水區重現期距200年延時48小時之不同土地利用之洪水歷線圖
(空間分布模式)

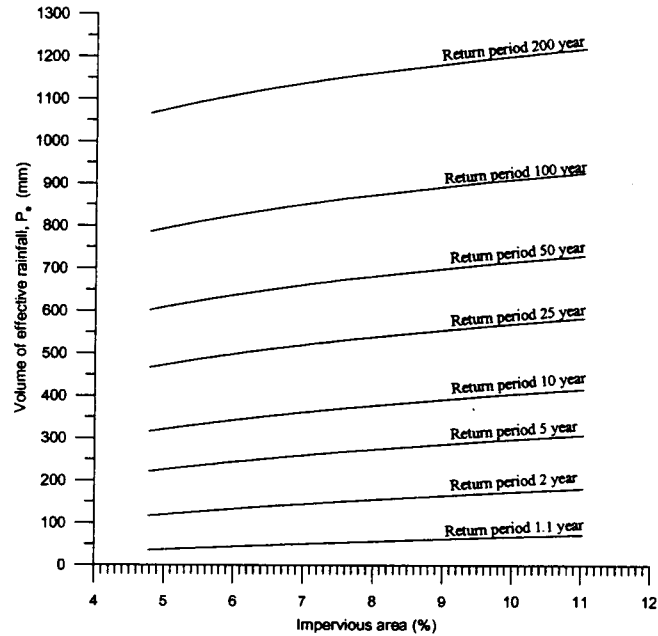


圖9-61 五堵集水區不同重現期距延時48小時不同土地利用有效降雨體積圖 (集塊模式)

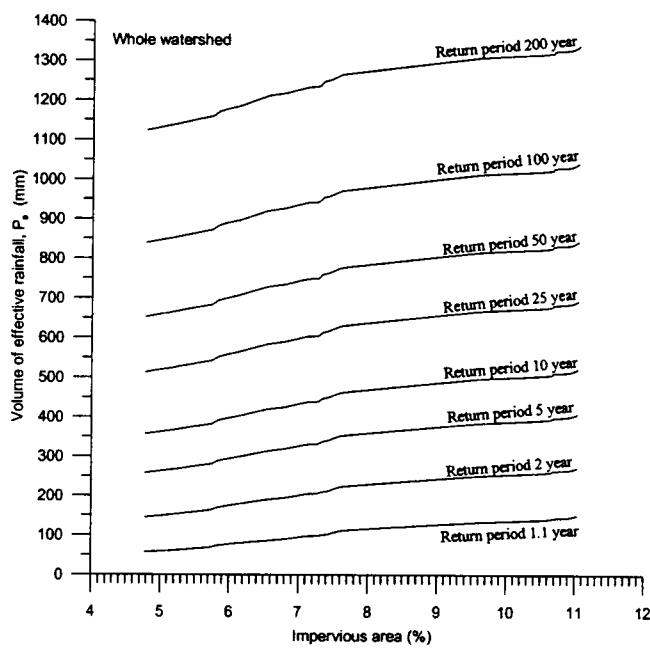


圖9-62 五堵集水區不同重現期距延時48小時不同土地利用有效降雨體積圖 (空間分布模式)

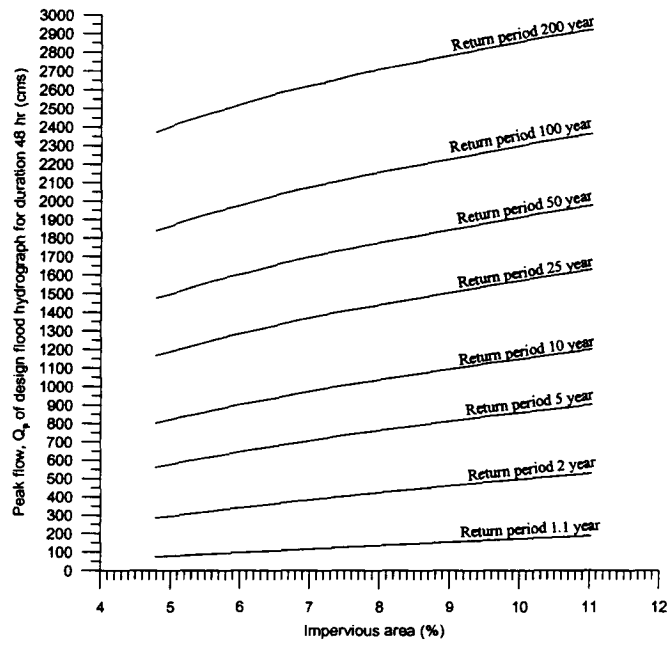


圖9-63 五堵集水區不同重現期距延時48小時不同土地利用洪峰流量變化圖
(集塊模式)

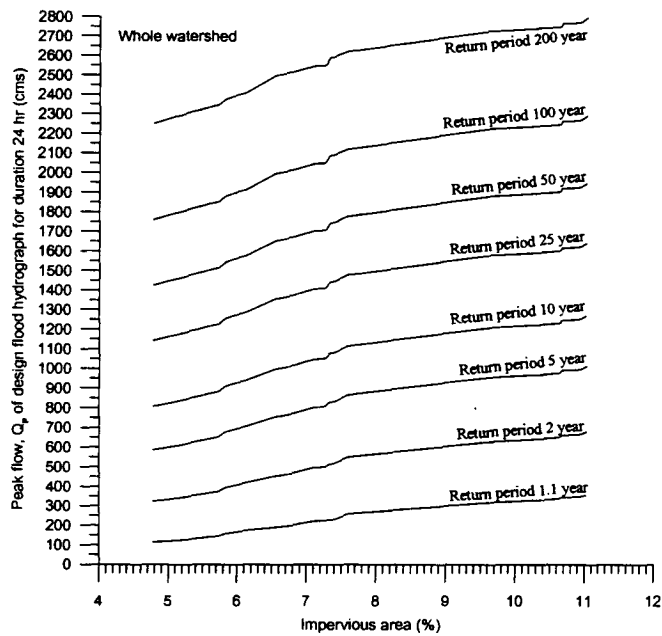


圖9-64 五堵集水區不同重現期距延時48小時不同土地利用洪峰流量變化圖
(空間分布模式)

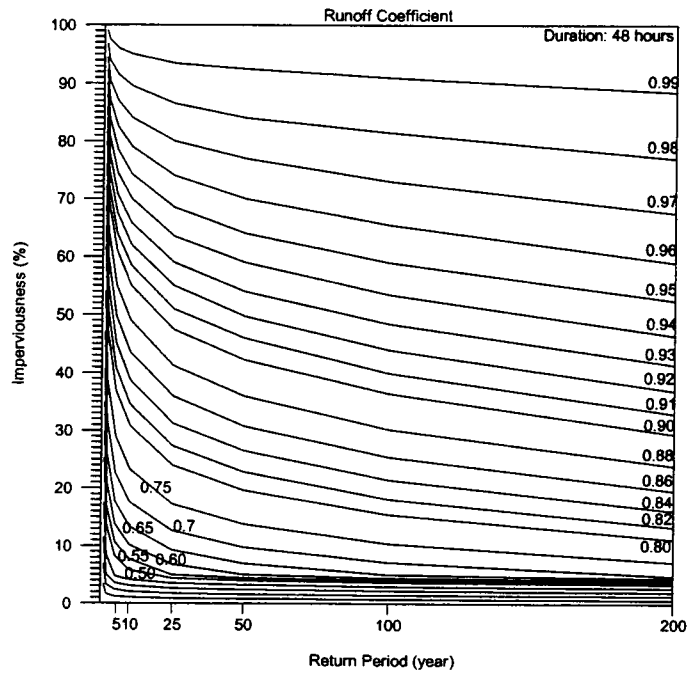


圖9-65 五堵集水區因土地利用改變導致之不同重現期距逕流係數圖

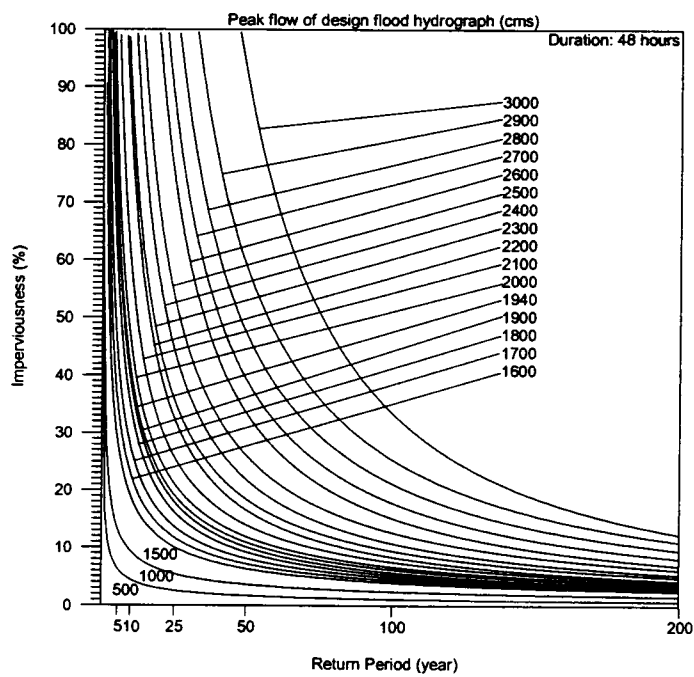


圖9-66 五堵集水區因土地利用改變導致之不同重現期距洪峰流量圖

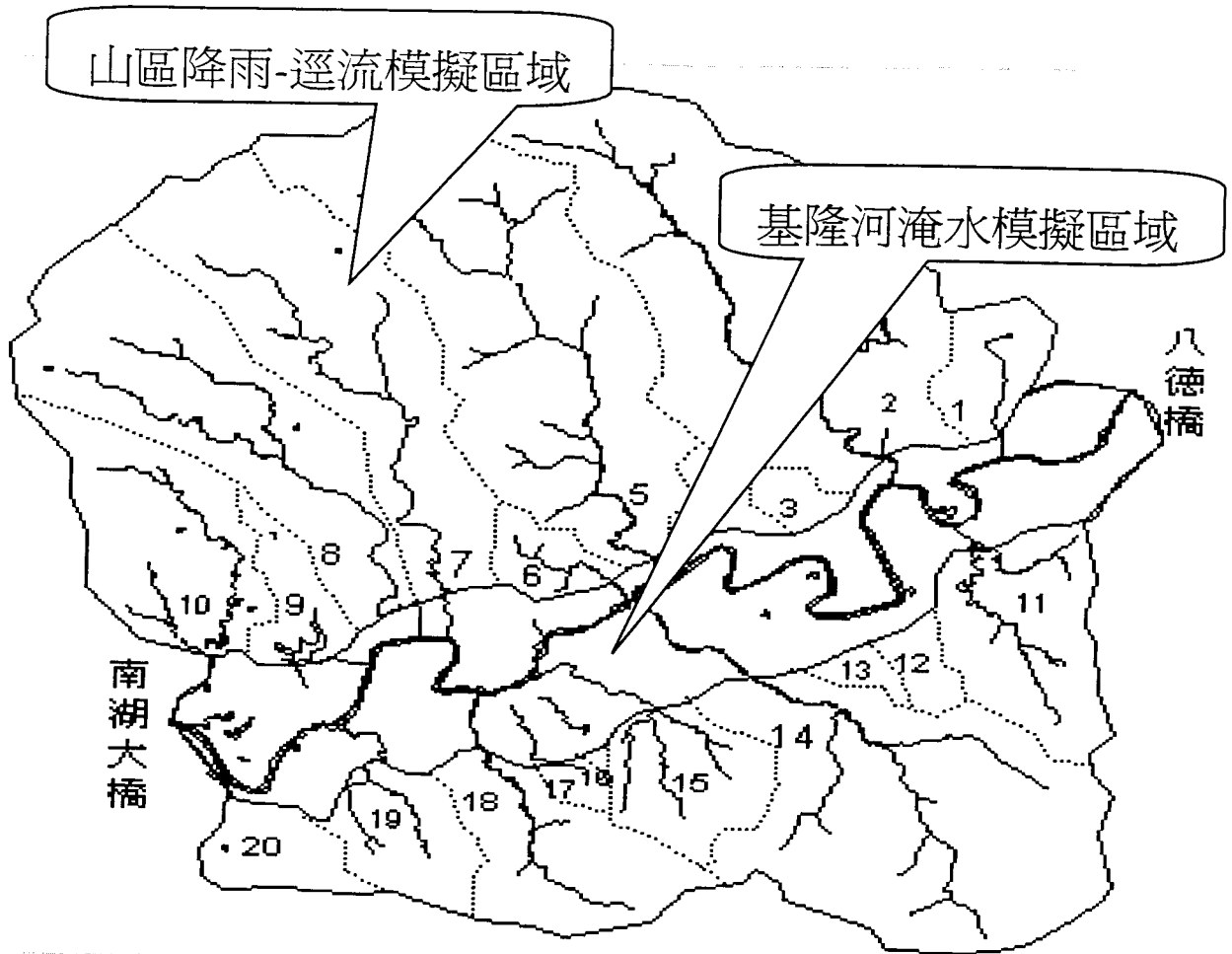


圖 9-67 子計畫六與子計畫八之模擬銜接範圍圖

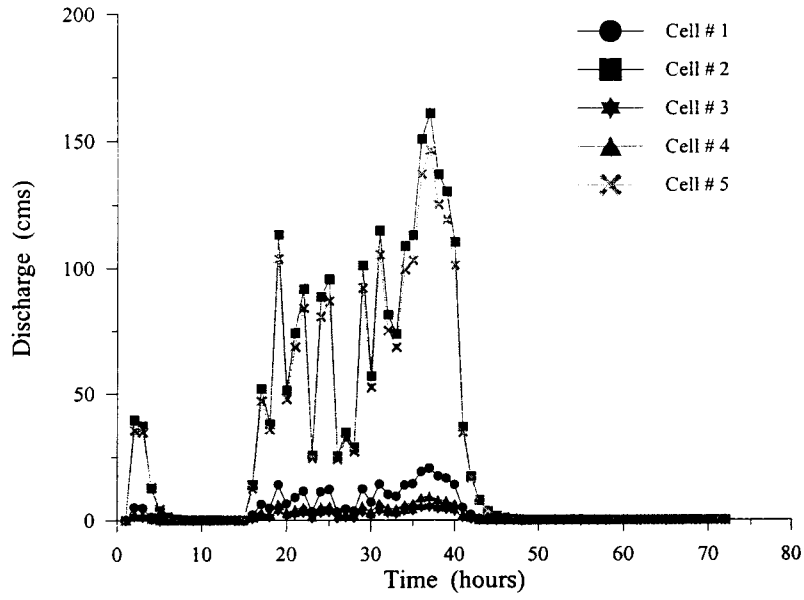


圖 9-68(a) 象神颱風核胞 1~5 之模擬逕流歷線圖

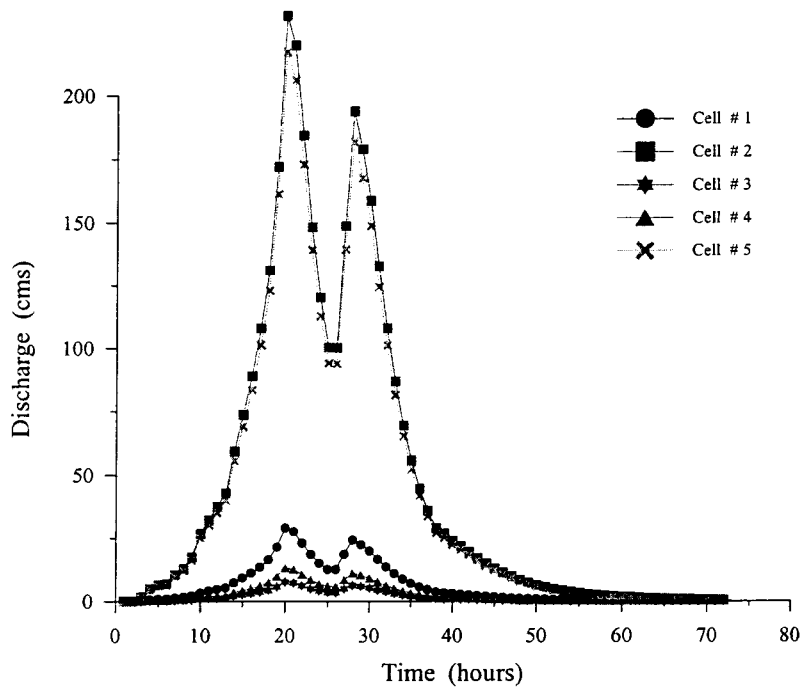


圖 9-69(a) 納莉颱風核胞 1~5 之模擬逕流歷線圖

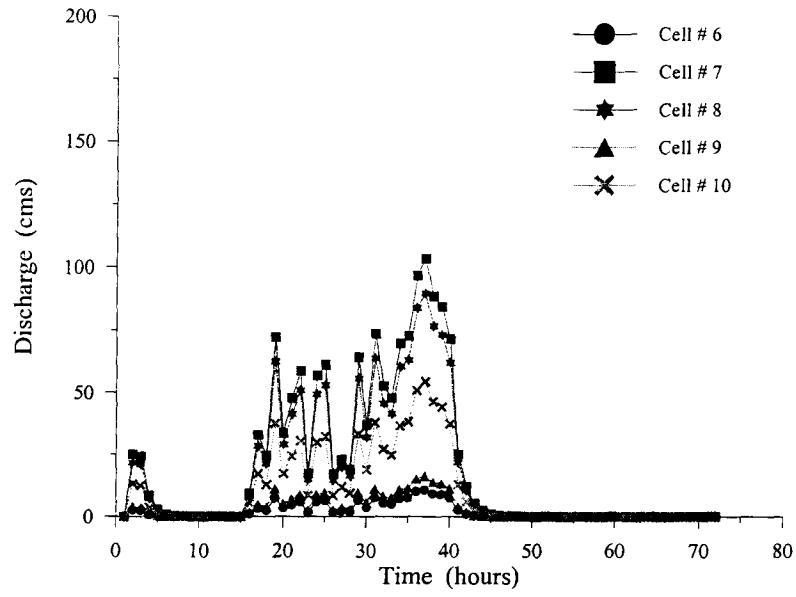


圖 9-68(b) 象神颱風核胞 6~10 之模擬逕流歷線圖

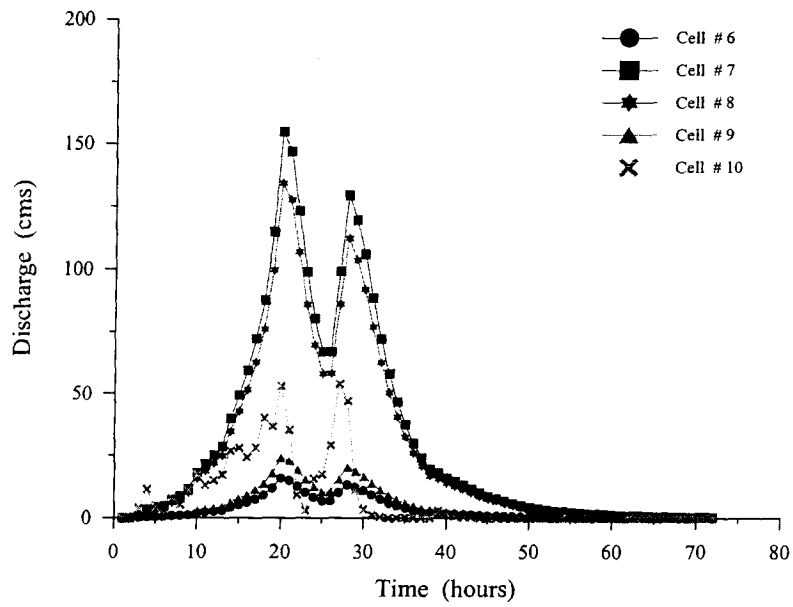


圖 9-69(b) 納莉颱風核胞 6~10 之模擬逕流歷線圖

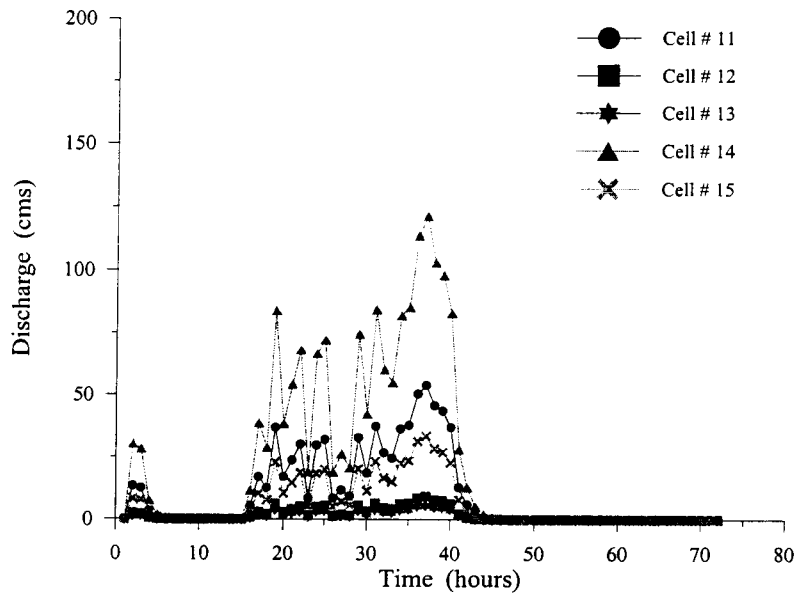


圖 9-68(c) 象神颱風核胞 11~15 之模擬逕流歷線圖

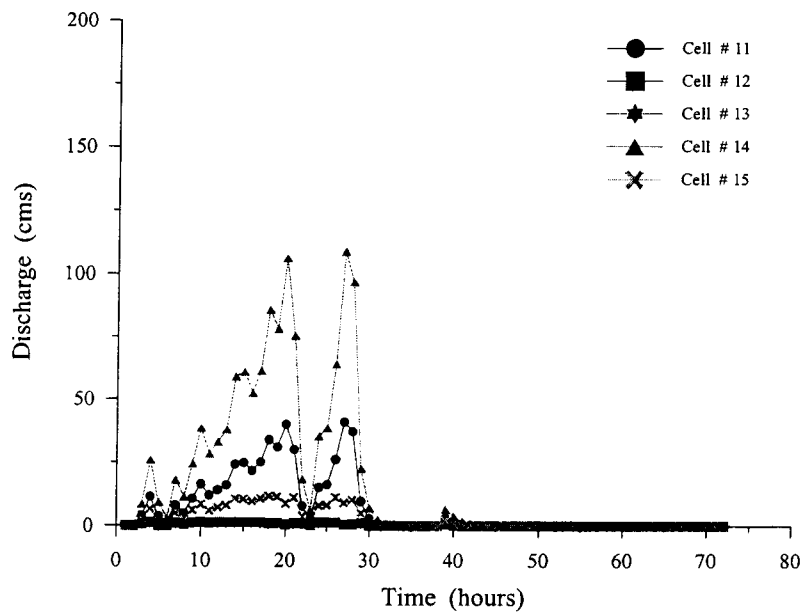


圖 9-69(c) 納莉颱風核胞 11~15 之模擬逕流歷線圖

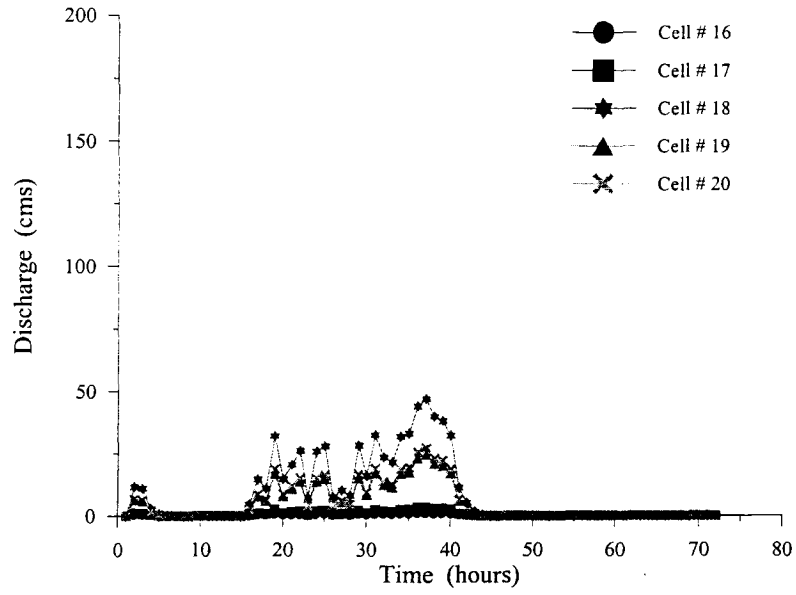


圖 9-68(d) 象神颱風核胞 16~20 之模擬逕流歷線圖

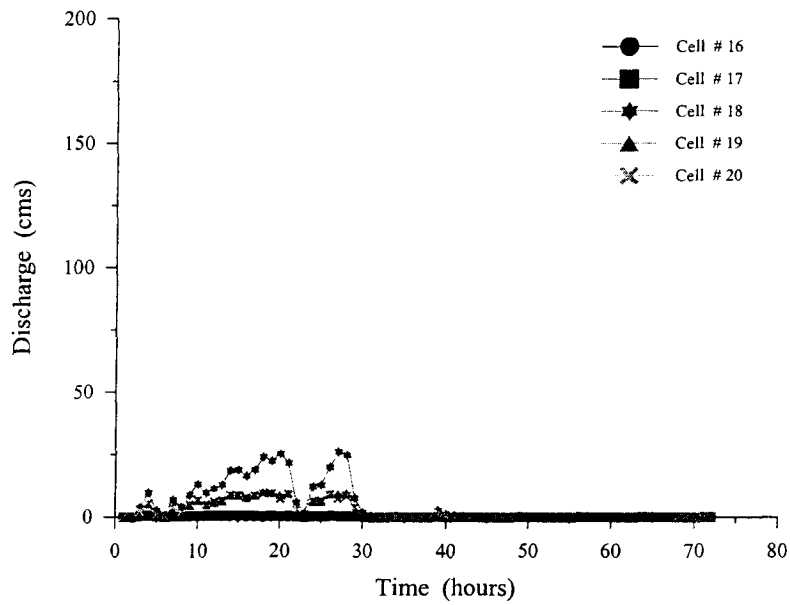


圖 9-69(d) 納莉颱風核胞 16~20 之模擬逕流歷線圖

附 表

表 2-1 基隆河沿岸抽水站布置

No.	抽水站 名稱	所屬區域	隸屬流域	設施日期 (年-月-日)	總抽水量 (CMS)	台數 (台)	總馬力 (H.P.)
14	林森	中山區	基隆河流域	76-06-00	42.00	6	4,344
15	長安	中山區	基隆河流域	58-08-00	9.09	3	822
16	長春	中山區	基隆河流域	68-12-00	1.00	2	100
17	民生	中山區	基隆河流域	58-08-00	12.62	5	1,052
18	民權	中山區	基隆河流域	59-08-00	3.90	1	280
19	錦州	中山區	基隆河流域	78-00-00	7.00	5	760
20	圓山	中山區	基隆河流域	76-04-00	24.00	6	3,000
21	新生	中山區	基隆河流域	71-11-00	53.00	4	3,800
22	建國	中山區	基隆河流域	71-11-00	82.98	6	6,900
23	南港	南港區	基隆河流域	85-09-00	20.00	4	6,704
24	南湖	南港區	基隆河流域	85-09-00	15.00	3	5,028
25	長壽	南港區	基隆河流域	85-12-00	23.00	4	2,095
26	成功	南港區	基隆河流域	85-12-00	32.00	4	4,000
27	成美	南港區	基隆河流域	83-06-00	15.00	3	1,650
28	玉成	南港區	基隆河流域	76-12-00	184.10	7	21,000
29	南京	松山區	基隆河流域	79-05-00	9.00	3	1,110
30	松山	松山區	基隆河流域	70-08-00	8.00	2	450
31	民權	內湖區	基隆河流域	84-07-00	74.00	10	10,782
32	撫遠	松山區	基隆河流域	81-06-00	25.00	5	4,150
33	陽光	松山區	基隆河流域	86-05-00	71.00	11	7,472
34	港墘	內湖區	基隆河流域	85-01-00	55.00	8	6,372
35	環山	內湖區	基隆河流域	84-05-00	39.00	6	6,513
36	北安	內湖區	基隆河流域	84-07-00	55.00	8	6,322
37	濱江	松山區	基隆河流域	71-03-00	10.00	2	550
38	大直	中山區	基隆河流域	71-07-00	23.60	6	1,660
39	中山	中山區	基隆河流域	71-03-00	44.00	6	4,640
40	大龍	大同區	基隆河流域	64-05-00	16.00	4	2,040
41	劍潭	士林區	基隆河流域	74-10-00	12.00	3	1,730
46	文昌	士林區	基隆河流域	75-01-00	12.00	3	1,635
47	士林	士林區	基隆河流域	81-03-00	59.00	12	8,000
48	社子	士林區	基隆河流域	63-12-00	8.00	3	980
50	奇岩	北投區	基隆河流域	80-03-00	12.00	4	1,052
51	中洲	北投區	基隆河流域	72-08-00	1.00	2	100
52	百齡	北投區	基隆河流域	計畫中	-	-	-
53	社淡一	北投區	基隆河流域	計畫中	-	-	-
54	社淡二	北投區	基隆河流域	計畫中	-	-	-
55	社淡三	北投區	基隆河流域	計畫中	-	-	-
56	大業	北投區	基隆河流域	計畫中	-	-	-

57	社基一	北投區	基隆河流域	計畫中	-	-	-
58	社基二	北投區	基隆河流域	計畫中	-	-	-
59	社基三	北投區	基隆河流域	計畫中	-	-	-
59	社基三	北投區	基隆河流域	計畫中	-	-	-

表 2-2 橫跨基隆河系之主要橋樑

橋名	所經流域	長度 (公尺)	寬度 (公尺)	孔數	平均橋高 (公尺)
汐止陸橋	基隆河流域	23.3	9.2	1	6.2
街後橋	基隆河流域	7.6	14.2	1	5.8
北山大橋	基隆河流域	600.1	12.5	21	11.5
南湖大橋	基隆河流域	75.2	6.5	3	11.5
成功橋	基隆河流域	276	11	8	12
成美橋	基隆河流域	119.1	15	5	10.35
參帥橋	基隆河流域	356	21		15.46
民權大橋	基隆河流域	704.4	26.5	18	15.69
高速公路內湖段	基隆河流域	400	56.2	11	13
中山橋	基隆河流域	100	25	3	11.22
百齡橋	基隆河流域	392	38	12	6.361

表 2-3 台北縣平溪鄉土地利用歷年資料表 (單位：公頃)

年 代	總 計	耕 地	養 魚 池	池 沼	礦 業 地	山 林	牧 場	建 物 基 地	雜 種 地	寺 廟 用 地	墳 墓 地	鐵 道 用 地	公 園 地	道 路	鐵 道 線 路	灌 溉 水 路	溝 渠	溜 池	原 野	堤 防 用 地
50	5517.86	815.39	-	-	-	4598.31	-	35.57	4.47	0.17	15.81	6.69	-	1.12	13.33	0.01	-	3.46	23.52	-
51	5517.95	814.62	-	-	-	4595.47	-	36.67	7.25	0.17	15.83	6.69	-	1.12	13.42	0.01	-	2.95	23.76	-
52	5518.42	822.14	-	-	-	4587.87	-	36.75	7.73	0.17	15.83	6.69	-	1.12	13.42	0.01	-	2.95	23.76	-
53	5523.64	814.43	-	-	-	4595.47	-	36.86	12.94	0.17	15.83	6.69	-	1.12	13.42	0.01	-	2.95	23.76	-
54	5523.64	814.41	-	-	-	4595.49	-	36.86	12.94	0.17	15.83	6.69	-	1.12	13.42	0.01	-	2.95	23.76	-
55	5523.64	814.41	-	-	-	4595.49	-	36.86	12.94	0.17	15.83	6.69	-	1.12	13.42	0.01	-	2.95	23.76	-
56	5525.76	827.39	-	-	-	4580.64	-	37.26	16.19	0.17	15.80	4.32	-	1.12	15.78	0.01	-	3.19	23.89	-
57	5525.53	826.38	-	-	-	4581.47	-	37.34	16.08	0.17	15.80	4.27	-	1.15	15.77	0.01	-	3.19	23.90	-
58	5525.31	825.37	-	-	-	4582.29	-	37.43	15.96	0.17	15.80	4.22	-	1.18	15.76	0.01	-	3.19	23.91	-
59	5525.08	824.37	-	-	-	4583.12	-	37.52	15.85	0.17	15.80	4.16	-	1.22	15.75	0.01	-	3.18	23.93	-
60	5524.86	823.36	-	-	-	4583.95	-	37.61	15.74	0.17	15.80	4.11	-	1.25	15.74	0.01	-	3.18	23.94	-
61	5524.63	822.35	-	-	-	4584.78	-	37.69	15.63	0.17	15.80	4.06	-	1.28	15.73	0.01	-	3.18	23.96	-
62	5524.41	821.34	-	-	-	4585.60	-	37.78	15.51	0.17	15.80	4.00	-	1.32	15.71	0.01	-	3.18	23.97	-
63	5524.18	820.33	-	-	-	4586.43	-	37.87	15.40	0.17	15.80	3.95	-	1.35	15.70	0.01	-	3.18	23.98	-
64	5523.96	819.32	-	-	-	4587.26	-	37.96	15.29	0.17	15.80	3.90	-	1.38	15.69	0.01	-	3.18	24.00	-
65	5523.73	818.32	-	-	-	4588.09	-	38.04	15.18	0.17	15.80	3.85	-	1.42	15.68	0.01	-	3.17	24.01	-
66	5523.79	808.82	-	0.14	-	4595.58	-	39.21	15.75	0.17	15.80	3.85	-	1.48	15.68	0.01	-	3.17	24.12	-
67	5524.15	806.20	-	0.14	-	4596.59	-	40.07	16.83	0.17	15.80	3.85	-	1.53	15.68	0.01	-	3.17	24.12	-
68	5524.15	805.22	-	0.14	-	4597.49	-	40.14	16.83	0.18	15.80	3.85	-	1.53	15.68	0.01	-	3.17	24.12	-
69	5527.17	844.01	-	0.14	-	4515.44	-	52.73	18.98	0.11	16.45	3.80	-	14.92	16.17	0.01	-	3.06	41.35	-
70	5527.27	843.69	-	0.14	-	4515.44	-	53.05	19.08	0.11	16.45	3.80	-	14.92	16.17	0.01	-	3.06	41.35	-
71	5527.31	842.63	-	0.14	-	4516.22	-	53.42	19.08	0.11	16.45	3.80	-	14.92	16.17	0.01	-	3.06	41.30	-
72	5539.10	820.75	-	0.14	-	4577.35	-	40.24	17.97	0.11	15.80	4.07	-	20.11	15.68	0.01	0.11	2.94	23.81	-
73	5539.15	820.78	-	0.14	-	4577.23	-	40.36	17.97	0.11	15.80	4.07	-	20.13	15.68	0.01	0.11	2.94	23.81	-
74	5539.17	820.77	-	0.14	-	4577.23	-	40.38	17.97	0.11	15.80	4.07	-	20.15	15.68	0.01	0.11	2.94	23.81	-
75	5539.17	820.73	-	0.14	-	4577.23	-	40.42	17.97	0.11	15.80	4.07	-	20.15	15.68	0.01	0.11	2.94	23.81	-
76	5539.17	819.47	-	0.14	-	4577.87	-	40.97	17.97	0.11	15.80	4.07	-	20.21	15.68	0.01	0.11	2.94	23.81	-
77	5539.17	811.36	-	0.14	-	4585.98	-	40.97	17.97	0.11	15.80	4.07	-	20.21	15.68	0.01	0.11	2.94	23.81	-
78	5566.89	810.72	-	0.14	-	4585.89	-	40.96	29.07	0.11	15.80	4.16	-	22.14	15.68	13.00	2.50	2.94	23.79	-
79	5566.89	810.60	-	0.14	-	4586.01	-	40.96	29.07	0.11	15.80	4.16	-	22.14	15.68	13.00	2.50	2.94	23.79	-
80	5566.89	810.60	-	0.14	-	4585.99	-	41.02	29.02	0.11	15.80	4.16	-	22.14	15.68	13.00	2.50	2.94	23.79	-
81	5567.05	810.51	-	0.14	-	4585.99	-	41.12	29.18	0.11	15.80	4.16	-	22.14	15.68	13.00	2.50	2.94	23.79	-
82	5567.05	810.43	-	0.14	-	4585.88	-	41.30	29.18	0.11	15.80	4.16	-	22.14	15.68	13.00	2.50	2.94	23.79	-
83	5567.85	810.43	-	0.14	-	4585.84	-	41.32	29.36	0.11	15.80	4.16	-	22.77	15.68	13.00	2.50	2.94	23.79	-
84	5569.88	810.43	-	0.14	-	4587.49	-	41.35	29.71	0.11	15.80	4.16	-	22.77	15.68	13.00	2.50	2.94	23.79	-
85	5572.76	810.26	-	0.14	-	4587.49	-	42.36	30.73	0.11	15.80	4.16	-	22.79	15.68	13.00	3.51	2.94	23.79	-

註：民國 57 年至 64 年之資料為內插所求得。

表 2-4 台北縣瑞芳鎮土地利用歷年資料表 (單位：公頃)

年 代	總 計	耕 地	養 魚 池	池 沼	礦 產 地	山 林	牧 場	建 物 基 地	雜 種 地	寺 廟 用 地	墳 墓 地	鐵 道 用 地	公 園 地	道 路	鐵 道 線 路	灌 溉 水 路	溝 渠	溜 池	原 野	堤 防 用 地
50	5904.12	750.40	-	-	-	4647.84	-	182.52	37.35	2.86	35.26	25.63	-	20.47	24.35	3.61	-	3.72	170.12	-
51	5904.12	732.90	0.11	-	-	4694.35	-	195.28	41.57	3.01	35.18	25.68	-	20.32	26.29	3.61	-	3.49	122.32	-
52	5906.39	633.24	0.11	-	-	4774.76	-	196.08	43.39	3.01	35.18	25.68	-	20.38	26.29	3.19	-	3.49	121.60	-
53	5906.55	634.07	0.11	-	-	4772.81	-	197.14	43.64	3.01	35.18	25.68	-	20.44	26.29	3.19	-	3.49	121.50	-
54	5906.67	649.74	0.11	-	-	4772.56	-	197.09	43.80	3.01	35.17	25.68	-	25.12	26.29	3.19	-	3.49	121.43	-
55	5906.67	644.21	0.11	-	-	4776.13	-	198.34	44.43	3.01	35.17	25.68	-	25.22	26.29	3.19	-	3.49	121.41	-
56	5907.32	675.00	0.11	-	-	4724.31	-	207.78	55.26	3.01	33.02	26.25	-	26.46	26.17	3.21	-	3.41	123.34	-
57	5896.35	662.11	0.14	0.01	-	4718.74	-	212.47	54.76	3.15	33.22	26.47	-	27.49	27.96	3.20	-	3.36	123.27	-
58	5885.38	649.22	0.17	0.01	-	4713.16	-	217.16	54.27	3.30	33.42	26.69	-	28.52	29.76	3.20	-	3.31	123.19	-
59	5874.41	636.33	0.20	0.02	-	4707.58	-	221.85	53.77	3.45	33.62	26.90	-	29.56	31.55	3.19	-	3.26	123.11	-
60	5863.44	623.44	0.23	0.02	-	4702.01	-	226.54	53.27	3.60	33.83	27.12	-	30.59	33.35	3.19	-	3.21	123.04	-
61	5852.47	610.55	0.26	0.03	-	4696.43	-	231.23	52.78	3.74	34.03	27.34	-	31.63	35.14	3.18	-	3.16	122.96	-
62	5841.50	597.66	0.30	0.04	-	4690.85	-	235.92	52.28	3.89	34.23	27.56	-	32.66	36.93	3.18	-	3.11	122.88	-
63	5830.53	584.77	0.33	0.04	-	4685.28	-	240.61	51.78	4.04	34.43	27.78	-	33.69	38.73	3.17	-	3.06	122.81	-
64	5819.56	571.88	0.36	0.05	-	4679.70	-	245.30	51.29	4.19	34.64	28.00	-	34.73	40.52	3.17	-	3.00	122.73	-
65	5808.59	558.99	0.39	0.06	-	4674.12	-	250.00	50.79	4.33	34.84	28.22	-	35.76	42.32	3.16	-	2.95	122.66	-
66	5808.64	553.60	0.39	0.06	-	4675.76	-	251.48	51.62	4.33	34.84	28.45	-	36.06	43.33	3.16	-	2.95	122.62	-
67	5830.70	546.91	0.39	0.06	-	4691.33	-	254.65	57.82	4.33	34.84	28.45	-	38.93	44.33	3.16	-	2.95	122.56	-
68	5901.69	537.90	0.39	0.06	-	4754.34	-	258.81	62.29	3.09	34.45	28.45	-	49.06	44.33	3.16	-	2.95	122.42	-
69	5905.30	574.15	0.24	0.37	-	4728.44	-	249.84	63.38	2.99	36.09	28.87	-	49.62	44.92	2.57	0.01	2.94	120.88	-
70	5908.16	567.94	0.24	0.37	-	4731.75	-	251.90	65.64	2.99	36.09	28.84	-	51.22	44.92	2.54	0.01	2.90	120.82	-
71	5908.48	560.39	0.24	0.37	-	4734.60	-	256.07	66.62	2.99	36.09	28.84	-	51.25	44.92	2.54	0.01	2.90	120.65	-
72	6360.46	525.97	0.24	0.42	-	5107.97	-	258.05	150.38	1.74	33.25	29.22	-	71.79	46.88	2.82	1.14	2.91	127.67	-
73	6370.96	525.48	0.24	0.42	-	5107.15	-	258.18	151.49	1.70	33.55	29.20	-	81.88	46.88	2.82	1.49	2.91	127.57	-
74	6371.10	524.66	0.24	0.42	-	5100.56	-	261.33	147.01	2.58	33.44	29.18	-	85.21	51.97	2.77	1.49	2.91	127.32	-
75	6371.09	524.44	0.24	0.42	-	5094.22	-	264.86	144.77	2.57	33.44	29.18	-	85.21	57.27	2.76	1.49	2.91	127.30	-
76	6371.65	524.25	0.24	0.42	-	5094.29	-	269.82	140.40	2.57	33.37	29.18	-	85.80	57.27	2.76	1.49	2.91	127.25	-
77	6371.75	523.01	0.24	0.42	-	5094.49	-	271.13	138.01	2.57	34.76	29.18	-	85.81	57.27	2.75	1.57	2.91	127.23	-
78	6378.82	522.52	0.24	0.42	-	5099.84	-	276.05	134.09	2.57	34.76	29.18	-	87.22	57.27	2.95	1.57	2.91	127.22	-
79	6380.76	522.37	0.24	0.42	-	5092.37	-	283.99	134.18	2.57	34.76	29.18	-	87.68	57.27	4.10	1.57	2.85	127.21	-
80	6584.81	522.37	0.24	0.42	-	5092.38	-	286.40	142.18	2.57	34.76	29.18	-	91.26	57.27	4.10	2.81	2.85	316.01	-
81	6584.94	522.28	0.24	0.42	-	5092.29	-	286.76	142.18	2.57	34.76	29.18	-	91.26	57.27	4.10	2.81	2.85	315.97	-
82	6586.89	521.15	0.24	0.42	-	5092.16	-	289.12	141.55	2.57	34.76	29.18	-	91.46	57.27	4.10	4.08	2.85	315.97	-
83	6589.31	520.70	0.24	0.42	-	5092.02	-	289.80	141.72	2.57	34.76	29.16	-	91.98	57.27	4.10	5.77	2.85	315.94	-
84	6591.84	520.61	0.24	0.42	-	5091.62	-	290.34	144.20	2.57	34.76	29.16	-	91.99	57.30	4.10	5.77	2.85	315.90	-
85	6592.32	520.39	0.24	0.42	-	5090.51	-	291.71	144.45	2.57	34.76	29.16	-	92.08	57.30	4.10	5.87	2.85	315.89	-

註：民國 57 年至 64 年之資料為內插所求得。

表 2-5 台北縣汐止市土地利用歷年資料表 (單位：公頃)

年 代	總 計	耕 地	養 魚 池	池 沼	礦 泉 地	山 林	牧 場	建 物 基 地	雜 種 地	寺 廟 用 地	墳 墓 地	鐵 道 用 地	公 園 地	道 路	鐵 道 線 路	灌 溉 水 路	溝 渠	溜 池	原 野	堤 防 用 地
50	6861.95	2110.93	2.38	0.02	-	4385.50	-	134.16	39.45	1.92	41.63	1.70	-	7.72	16.64	1.64	-	63.24	55.01	0.02
51	6861.95	2102.00	2.38	0.02	-	4390.74	-	136.94	40.36	1.86	41.63	1.70	-	7.78	16.64	1.64	-	63.24	55.01	0.02
52	6861.95	2092.91	-	0.02	-	4395.76	-	139.11	41.86	1.86	41.63	1.70	-	8.20	16.64	1.64	-	65.61	55.00	0.02
53	6861.95	2086.84	-	0.02	-	4398.19	-	140.07	44.24	1.86	41.63	1.70	-	8.27	16.64	1.64	-	65.64	55.21	0.02
54	6861.95	2074.55	-	0.02	-	4407.30	-	142.86	44.42	1.86	41.63	1.70	-	8.27	16.64	1.64	-	65.64	55.40	0.02
55	6861.95	2065.22	-	0.02	-	4409.72	-	144.19	50.23	1.85	41.63	1.70	-	8.33	16.64	1.64	-	65.37	55.40	0.02
56	6902.41	2066.55	-	-	-	4412.76	-	148.04	41.24	7.90	43.41	11.51	-	34.70	14.81	2.02	-	64.98	54.47	0.02
57	6903.25	2053.86	-	-	0.02	4413.39	-	154.10	43.40	7.90	43.37	11.51	-	39.33	14.33	1.96	-	64.73	55.31	0.03
58	6904.08	2041.17	-	-	0.03	4414.02	-	160.17	45.57	7.90	43.33	11.52	-	43.96	13.85	1.89	-	64.47	56.14	0.05
59	6904.92	2028.48	-	-	0.05	4414.65	-	166.24	47.73	7.91	43.29	11.52	-	48.59	13.37	1.83	-	64.22	56.98	0.06
60	6905.76	2015.80	-	-	0.07	4415.29	-	172.31	49.90	7.91	43.25	11.53	-	53.22	12.89	1.76	-	63.96	57.81	0.07
61	6906.59	2003.11	-	-	0.09	4415.92	-	178.38	52.06	7.91	43.21	11.53	-	57.85	12.41	1.70	-	63.71	58.64	0.09
62	6907.43	1990.42	-	-	0.10	4416.55	-	184.45	54.23	7.91	43.17	11.54	-	62.48	11.93	1.64	-	63.45	59.48	0.10
63	6908.27	1977.73	-	-	0.12	4417.18	-	190.51	56.39	7.91	43.12	11.54	-	67.11	11.45	1.57	-	63.20	60.31	0.11
64	6909.10	1965.04	-	-	0.14	4417.81	-	196.58	58.56	7.91	43.08	11.55	-	71.75	10.97	1.51	-	62.95	61.15	0.13
65	6909.94	1952.35	-	-	0.15	4418.44	-	202.65	60.72	7.91	43.04	11.55	-	76.38	10.49	1.44	-	62.69	61.98	0.14
66	6910.01	1938.40	-	-	0.15	4418.38	-	215.23	62.32	7.84	42.98	11.55	-	76.98	10.49	1.52	-	62.21	61.83	0.14
67	6911.32	1915.97	-	-	0.15	4431.02	-	224.41	62.98	7.81	42.96	11.55	-	77.83	10.49	1.52	-	61.70	62.79	0.14
68	6912.91	1886.70	-	-	0.15	4433.67	-	251.44	62.88	7.81	42.93	11.55	-	80.14	10.49	1.49	-	60.74	62.79	0.14
69	6782.53	1893.58	-	1.00	0.15	4234.08	-	232.38	64.28	1.68	44.35	1.77	-	167.57	19.37	1.87	-	60.51	59.92	0.02
70	6783.08	1847.32	-	1.00	0.15	4214.79	-	292.30	63.32	1.68	44.26	1.77	-	169.67	19.37	1.88	-	60.80	64.75	0.02
71	6783.55	1825.37	-	1.00	0.15	4195.14	-	335.01	61.81	1.68	44.08	1.77	-	171.09	19.37	1.82	-	60.30	64.75	0.02
72	6869.33	1715.41	-	0.97	0.15	4393.71	-	370.62	69.07	1.67	40.71	1.77	-	120.86	18.71	3.51	-	59.80	72.35	0.02
73	6874.45	1706.98	-	0.97	0.15	4398.21	-	374.93	70.31	1.60	40.68	1.77	-	122.69	19.64	5.07	-	59.47	71.95	0.02
74	6878.36	1700.07	-	0.97	0.15	4389.84	-	391.14	72.93	1.60	40.65	1.77	-	123.09	19.64	5.07	-	59.47	71.95	0.02
75	6879.57	1691.16	-	0.97	0.15	4390.11	-	399.48	73.21	1.60	40.61	1.77	-	123.89	19.64	5.12	-	59.38	72.47	0.02
76	6894.75	1659.93	-	0.97	0.15	4410.78	-	411.55	75.80	1.60	40.61	1.77	-	134.98	19.64	5.10	-	59.38	72.47	0.02
77	6920.87	1642.74	-	0.97	0.15	4417.19	-	422.67	75.68	1.60	40.60	1.77	-	137.66	19.64	28.36	-	59.35	72.47	0.02
78	6925.13	1622.70	-	0.97	0.15	4421.06	-	440.94	73.58	1.60	40.53	1.77	-	138.55	19.64	31.81	-	59.33	72.47	0.02
79	6935.29	1623.76	-	0.97	0.15	4421.06	-	443.29	73.51	1.60	40.53	1.77	-	138.87	19.64	38.22	0.02	59.41	72.47	0.02
80	7205.56	1623.96	-	0.97	0.15	4421.06	-	445.56	73.62	1.60	43.77	1.77	-	243.23	17.33	77.87	0.02	82.15	72.47	0.02
81	7216.97	1623.00	-	0.97	0.15	4419.40	-	451.30	76.38	1.60	143.98	1.77	-	244.67	17.33	78.95	0.02	82.24	75.17	0.02
82	7104.54	1618.51	-	0.97	0.15	4301.94	-	462.39	76.66	1.60	143.98	1.77	-	244.45	17.33	79.21	0.02	81.49	74.03	0.02
83	7106.16	1618.29	-	0.97	0.15	4303.05	-	462.68	76.55	1.60	144.00	1.77	-	244.85	17.33	79.30	0.02	81.10	74.46	0.02
84	7106.24	1617.24	-	0.97	0.15	4303.66	-	464.26	75.79	1.60	144.00	1.77	-	245.78	17.33	79.17	0.02	81.01	73.48	0.02
85	6957.77	1551.26	-	0.93	0.15	4371.12	-	563.20	66.59	1.60	40.21	1.77	-	153.17	18.66	60.95	-	57.11	71.03	0.02

註：民國 57 年至 64 年之資料為內插所求得。

表 2-6 台北市松山區土地利用歷年資料表 (單位：公頃)

年 代	總 計	耕 地	養 魚 池	池 沼	礦 泉 地	山 林	牧 場	建 物 基 地	綠 地	寺 廟 用 地	墳 墓 地	鐵 道 用 地	公 園 地	道 路	鐵 道 線 路	灌 溉 水 路	溝 渠	湖 池	原 野	堤 防 用 地
51	1896.21	881.87	0.17	0.16	-	344.44	-	335.17	233.21	0.34	13.00	2.28	-	20.60	10.58	29.99	0.14	15.38	8.90	-
52	1896.54	878.98	0.17	0.16	-	344.44	-	337.54	233.66	0.47	12.91	2.28	-	21.00	10.58	29.95	0.14	15.38	8.90	-
53	1918.13	875.85	0.17	0.16	-	344.43	-	339.78	234.44	0.47	12.82	2.28	-	21.37	10.58	29.95	21.74	15.31	8.78	-
54	1917.66	875.20	0.17	0.16	-	344.43	-	340.45	234.58	0.47	12.80	2.28	-	21.41	10.58	29.93	21.11	15.31	8.78	-
55	1917.72	873.57	0.17	0.16	-	344.43	-	341.82	234.51	0.47	12.80	2.28	-	21.84	10.58	29.90	21.11	15.31	8.77	-
56	1908.88	871.25	0.17	0.16	-	344.43	-	335.14	234.56	0.47	12.73	2.28	-	22.03	10.58	29.89	21.11	15.31	8.77	-
57	1910.92	860.48	0.17	0.16	-	344.43	-	346.28	235.25	0.47	12.69	2.28	-	23.18	10.58	29.77	21.11	15.31	8.76	-
58	1910.93	860.48	0.17	0.16	-	344.43	-	346.30	235.25	0.47	12.69	2.28	-	23.18	10.58	29.77	21.11	15.31	8.76	-
59	1910.95	846.78	0.17	0.16	-	344.42	-	357.68	235.22	0.58	12.65	2.28	-	26.06	10.58	29.27	21.11	15.27	8.73	-
60	1910.95	846.78	0.17	0.16	-	344.42	-	357.68	235.22	0.58	12.65	2.28	-	26.06	10.58	29.27	21.11	15.27	8.73	-
61	1910.95	822.19	0.17	0.16	-	344.52	-	383.17	232.70	0.58	12.56	2.28	-	27.86	10.58	29.08	21.11	15.27	8.73	-
62	1910.95	805.66	0.10	0.16	-	344.52	-	399.15	231.94	0.58	12.53	2.28	-	29.62	10.58	28.83	21.11	15.16	8.72	-
63	1911.72	784.11	0.10	0.16	-	342.84	-	421.46	230.28	0.58	12.53	2.28	-	32.97	10.58	28.83	21.11	15.16	8.72	-
64	1913.31	774.99	0.10	0.16	-	342.84	-	432.17	230.42	0.58	12.53	2.28	-	32.97	10.58	28.83	21.11	15.16	8.72	-
65	1913.45	774.99	0.10	0.16	-	342.84	-	432.17	230.42	0.58	12.53	2.28	-	32.97	10.58	28.83	21.11	15.16	8.72	-
66	1914.28	774.99	0.10	0.16	-	342.84	-	433.13	230.29	0.58	12.53	2.28	-	32.97	10.58	28.83	21.11	15.16	8.72	-
67	1932.70	522.94	0.03	0.10	-	318.65	-	637.63	231.03	0.53	11.53	3.52	25.17	111.05	8.95	27.24	15.26	10.40	8.17	0.51
68	1943.48	522.94	0.03	0.10	-	318.65	-	652.13	223.59	0.53	11.53	3.52	25.17	116.35	8.95	26.98	15.26	9.86	7.39	0.51
69	1954.27	514.99	0.03	0.10	-	318.65	-	679.53	216.15	0.53	11.53	3.52	25.17	117.44	8.95	26.00	15.26	9.31	6.61	0.51
70	1980.69	514.99	0.03	0.10	-	318.65	-	695.28	224.25	0.53	11.53	3.52	25.17	119.65	8.95	26.00	15.62	9.31	6.61	0.51
71	1983.27	509.38	0.03	0.10	-	318.06	-	708.16	220.96	0.53	11.39	3.52	24.49	119.88	8.95	25.79	15.62	9.31	6.60	0.51
72	1986.17	504.27	0.03	0.10	-	318.65	-	719.20	217.44	0.53	11.16	3.52	24.49	120.03	8.95	25.79	15.62	9.31	6.60	0.51
73	1986.17	501.46	0.03	0.10	-	315.33	-	727.49	215.63	0.53	11.13	3.52	24.49	120.07	8.95	25.58	15.55	9.31	6.50	0.51
74	1986.17	497.64	0.03	0.10	-	314.76	-	731.56	215.21	0.53	11.09	3.52	26.63	120.37	8.95	25.44	15.46	7.88	6.49	0.51
75	1986.17	491.93	-	0.10	-	312.30	-	740.16	207.82	0.53	11.00	3.72	26.63	127.39	9.01	25.32	15.44	7.84	6.49	0.51
76	1992.36	327.96	0.06	0.11	-	324.57	-	690.80	314.52	0.58	6.41	2.60	47.77	237.12	7.56	15.07	2.56	5.21	6.87	2.58
77	1965.91	293.20	0.06	0.11	-	325.73	-	712.01	296.98	0.66	6.04	2.69	49.10	239.35	7.82	14.62	3.88	5.21	6.76	1.70
78	2052.18	330.40	0.06	0.11	-	325.67	-	726.60	317.21	0.66	6.43	2.69	49.10	251.39	7.81	15.72	3.90	5.16	6.75	2.54
79	1050.14	221.37	0.05	0.11	-	0.16	-	400.76	259.85	0.57	3.27	0.01	21.99	123.63	2.82	8.63	1.14	2.71	1.06	2.01
80	1050.14	220.52	0.05	0.11	-	0.16	-	385.99	262.13	0.61	3.23	0.01	21.99	137.32	2.89	8.41	1.14	2.43	1.16	2.00
81	1050.14	215.05	0.05	0.11	-	0.16	-	402.66	261.58	0.61	3.23	0.01	21.99	127.24	2.89	8.36	1.14	1.97	1.06	2.04
82	1050.14	215.04	0.05	0.11	-	0.16	-	406.54	258.80	0.61	3.23	0.01	21.86	127.40	2.89	8.34	0.05	1.97	1.06	2.04
83	1050.14	215.38	0.05	0.11	-	0.16	-	406.90	258.21	0.61	3.23	0.01	21.86	127.28	2.89	8.34	0.05	1.97	1.06	2.04
84	822.01	138.15	-	0.08	-	0.16	-	333.65	194.59	0.63	3.65	0.05	24.10	111.93	2.31	8.52	0.05	1.92	0.12	2.10
85	887.18	46.53	-	0.08	-	0.09	-	321.97	351.31	0.62	0.99	0.05	21.69	134.18	2.31	4.45	0.05	0.19	0.59	2.07

表 2-7 台北市大同區土地利用歷年資料表 (單位：公頃)

年 代	總 計	耕 地	養 魚 池	池 沼	礦 泉 地	山 林	牧 場	建 物 基 地	雜 種 地	寺 廟 用 地	墳 墓 地	鐵 道 用 地	公 園 地	道 路	鐵 道 線 路	灌 溉 水 路	溝 渠	溜 池	原 野	堤 防 用 地
51	204.97	65.44	0.81	-	-	0.20	-	113.94	4.63	2.87	0.79	0.37	-	9.01	2.87	1.65	-	1.57	0.83	-
52	205.32	65.12	0.81	-	-	0.20	-	114.64	4.61	2.87	0.79	0.37	-	9.05	2.87	1.64	-	1.52	0.83	-
53	204.72	64.84	0.81	-	-	0.20	-	114.75	4.07	2.87	0.79	0.37	-	9.17	2.87	1.64	-	1.50	0.83	-
54	205.32	64.71	0.80	-	-	0.20	-	114.59	4.64	2.87	0.78	0.37	-	9.52	2.87	1.64	-	1.50	0.83	-
55	205.32	64.71	0.80	-	-	0.20	-	114.60	4.63	2.87	0.78	0.37	-	9.52	2.87	1.64	-	1.50	0.83	-
56	205.36	64.10	0.80	-	-	0.20	-	115.25	4.63	2.87	0.78	0.37	-	9.52	2.87	1.64	-	1.50	0.83	-
57	205.82	64.53	0.80	-	-	0.20	-	115.29	4.65	2.87	0.78	0.37	-	9.52	2.87	1.64	-	1.48	0.83	-
58	205.82	64.32	0.80	-	-	0.20	-	115.49	4.60	2.87	0.78	0.37	-	9.59	2.87	1.63	-	1.48	0.83	-
59	206.64	60.32	0.79	-	-	-	-	120.43	4.43	2.87	0.78	0.37	0.20	9.65	2.87	1.63	-	1.48	0.83	-
60	206.68	60.13	0.79	-	-	-	-	120.71	4.47	2.87	0.78	0.37	0.20	9.58	2.87	1.60	-	1.47	0.83	-
61	206.68	59.77	0.79	-	-	-	-	121.27	4.65	2.87	0.75	0.37	0.20	9.60	2.87	1.36	-	1.35	0.83	-
62	206.68	59.25	0.79	-	-	-	-	121.82	4.63	2.87	0.75	0.37	0.20	9.63	2.87	1.36	-	1.32	0.83	-
63	206.89	59.07	0.79	-	-	-	-	111.54	4.63	2.87	0.75	0.37	0.20	20.31	2.87	1.36	-	1.32	0.83	-
64	206.89	58.96	0.79	-	-	-	-	111.62	4.60	2.87	0.75	0.37	0.20	20.37	2.87	1.36	-	1.32	0.83	-
65	226.91	78.95	0.79	-	-	-	-	113.37	3.03	2.87	0.75	0.37	0.20	20.32	2.87	1.36	-	1.21	0.83	-
66	226.92	78.86	0.79	-	-	-	-	112.72	3.04	2.87	0.75	0.37	0.20	21.07	2.87	1.36	-	1.21	0.83	-
67	229.63	24.72	-	-	-	0.05	-	138.05	11.22	3.40	0.08	2.20	0.75	39.82	4.83	0.52	-	0.08	0.02	3.88
68	229.63	24.62	-	-	-	0.05	-	138.11	11.20	3.40	0.08	2.20	0.75	39.88	4.83	0.52	-	0.08	0.02	3.88
69	229.63	24.27	-	-	-	0.05	-	138.30	11.20	3.40	0.08	2.20	0.75	40.04	4.83	0.52	-	0.08	0.02	3.88
70	229.77	24.16	-	-	-	0.05	-	138.42	11.21	3.40	0.08	2.20	0.75	40.15	4.83	0.52	-	0.08	0.02	3.88
71	229.86	24.09	-	-	-	0.05	-	138.47	11.20	3.40	0.08	2.20	0.75	40.29	4.83	0.51	-	0.08	0.02	3.88
72	230.30	24.06	-	-	-	0.05	-	138.51	11.20	3.40	0.08	2.19	0.75	40.73	4.83	0.51	-	0.08	0.02	3.88
73	230.50	23.85	-	-	-	0.05	-	138.65	11.32	3.40	0.08	2.18	0.75	40.89	4.83	0.51	-	0.08	0.02	3.88
74	230.76	23.75	-	-	-	0.05	-	138.37	11.28	3.40	0.08	2.18	1.31	41.06	4.83	0.46	-	0.08	0.02	3.88
75	230.84	23.64	-	-	-	0.05	-	138.54	11.30	3.40	0.08	2.18	1.31	41.06	4.83	0.46	-	0.08	0.02	3.88
76	218.32	9.12	-	-	-	0.05	-	137.55	10.85	3.41	0.08	2.11	1.31	44.34	4.80	0.76	-	0.02	-	3.91
77	245.65	9.45	-	-	-	0.05	-	141.46	11.28	3.41	0.08	2.38	1.31	66.14	4.83	0.82	-	0.02	0.02	4.38
78	245.65	9.45	-	-	-	0.05	-	141.51	11.28	3.38	0.08	2.38	1.31	66.14	4.83	0.82	-	0.02	0.02	4.38
79	386.03	9.55	-	-	-	0.05	-	257.45	11.38	4.25	0.09	2.38	2.92	84.40	8.22	0.84	0.08	0.02	0.02	4.38
80	386.29	8.57	-	-	-	0.05	-	259.01	11.25	4.25	0.09	2.38	2.92	84.22	8.22	0.84	0.08	0.02	0.02	4.38
81	386.39	8.57	-	-	-	0.05	-	259.00	11.25	4.25	0.09	2.38	2.92	84.37	8.22	0.80	0.08	0.02	0.02	4.38
82	385.48	8.07	-	-	-	0.05	-	257.58	11.67	4.26	0.09	2.78	2.90	85.97	7.18	0.82	0.08	0.02	-	4.01
83	386.07	8.08	-	-	-	0.05	-	258.01	11.67	4.26	0.09	2.78	2.90	86.12	7.18	0.82	0.08	0.02	-	4.01
84	409.42	8.07	-	-	-	0.05	-	258.17	12.16	4.26	0.09	2.78	3.01	108.73	7.18	0.82	0.08	0.02	-	4.01
85	409.38	8.07	-	-	-	0.05	-	258.44	12.11	4.09	0.07	2.78	3.00	108.74	7.10	0.82	0.08	0.02	-	4.01

表 2-8 台北市中山區土地利用歷年資料表 (單位：公頃)

年 代	總 計	耕 地	養 魚 池	池 沼	礦 業 地	山 林	牧 場	建 物 基 地	雜 種 地	寺 廟 用 地	墳 墓 地	鐵 道 用 地	公 園 地	道 路	鐵 道 線 路	灌 溉 水 路	溝 渠	溜 池	原 野	堤 防 用 地
51	1271.11	561.40	1.11	--	--	106.39	--	363.68	49.23	46.34	31.10	2.62	13.18	32.47	8.05	20.69	14.65	18.35	1.81	0.02
52	1271.75	558.49	1.11	--	--	106.39	--	364.78	51.44	46.53	31.10	2.62	13.18	32.62	8.05	20.60	14.65	18.35	1.81	0.02
53	1272.29	555.65	1.11	--	--	106.39	--	366.22	51.94	46.53	31.10	2.62	13.18	34.09	8.05	20.57	14.65	18.35	1.81	0.02
54	1272.75	553.85	1.11	--	--	106.39	--	367.66	52.35	46.53	31.10	2.62	13.18	34.70	8.05	20.53	14.65	18.20	1.81	0.02
55	1273.22	553.83	1.11	--	--	106.39	--	367.72	52.79	46.53	31.10	2.62	13.18	34.70	8.05	20.52	14.65	18.20	1.81	0.02
56	1278.70	552.16	1.11	--	--	106.39	--	374.38	53.33	46.53	31.06	2.62	13.18	34.78	8.05	20.41	14.65	18.20	1.81	0.02
57	1278.32	550.76	1.11	--	--	106.39	--	375.15	53.33	46.53	31.06	2.62	13.18	35.08	8.05	20.41	14.65	18.20	1.81	--
58	1278.32	546.66	1.11	--	--	106.39	--	379.35	54.33	46.53	31.06	2.62	13.18	36.18	8.05	18.19	14.65	18.20	1.81	--
59	1279.97	535.82	1.11	--	--	104.40	--	387.28	54.35	46.53	30.95	2.62	19.58	36.94	8.05	17.86	14.65	18.03	1.81	--
60	1279.98	531.09	1.11	--	--	104.40	--	392.80	54.14	46.23	30.93	2.62	19.58	37.24	8.05	17.68	14.64	17.68	1.78	--
61	1279.98	526.11	1.11	--	--	104.40	--	398.28	53.88	46.23	30.93	2.62	19.58	37.34	8.05	17.44	14.61	17.60	1.78	--
62	1279.99	520.94	1.11	--	--	104.40	--	404.28	53.60	46.08	30.91	2.62	19.58	37.43	8.05	17.20	14.57	17.43	1.77	--
63	1280.00	509.99	1.11	--	--	104.40	--	403.35	69.66	46.08	30.91	2.62	19.58	48.64	8.05	2.21	14.57	17.17	1.65	--
64	1280.32	495.58	1.11	--	--	103.55	--	414.30	69.66	46.08	30.91	2.62	19.58	49.27	8.05	2.21	14.57	17.17	1.65	--
65	1300.72	506.26	1.11	--	--	104.40	--	416.42	81.44	46.08	30.89	2.62	19.58	48.88	8.05	2.00	14.53	16.84	1.63	--
66	1300.83	498.16	1.11	--	--	104.40	--	416.69	89.08	46.08	30.89	2.62	19.58	48.62	8.05	2.00	14.53	16.84	2.19	--
67	1307.28	432.95	0.94	--	--	100.76	--	488.30	60.01	46.06	40.41	0.67	25.23	71.87	4.97	9.64	13.46	10.60	1.39	0.02
68	1314.24	428.70	0.94	--	--	100.76	--	494.82	63.14	46.06	40.41	0.67	25.23	73.23	4.97	9.64	13.75	10.51	1.39	0.02
69	1314.59	421.89	0.94	--	--	100.70	--	501.21	63.72	46.06	40.41	0.67	25.52	73.36	4.97	9.55	13.75	10.42	1.39	0.02
70	1315.19	419.91	0.94	--	--	100.70	--	503.60	63.79	46.06	40.41	0.67	25.52	73.72	4.97	9.46	13.69	10.35	1.39	0.02
71	1315.19	413.33	0.94	--	--	100.70	--	510.45	63.59	46.06	40.41	0.67	25.52	73.93	4.97	9.33	13.69	10.25	1.33	0.02
72	1315.36	406.21	0.94	--	--	100.63	--	517.83	63.40	46.06	40.41	0.67	25.52	74.29	4.97	9.22	13.63	10.23	1.33	0.02
73	1315.37	398.41	0.94	--	--	100.58	--	527.05	62.35	46.06	40.41	0.67	25.54	74.36	4.97	9.02	13.57	10.09	1.33	0.02
74	1318.96	394.14	0.94	--	--	100.51	--	535.04	60.54	46.06	40.41	0.67	25.55	76.62	4.97	8.81	13.46	9.89	1.33	0.02
75	1319.04	392.10	0.94	--	--	100.45	--	538.09	60.13	46.06	40.41	0.67	25.55	76.67	4.97	8.69	13.46	9.80	1.04	0.02
76	1087.92	123.96	0.70	--	--	100.46	0.13	495.64	22.05	43.46	28.34	1.05	57.26	196.91	2.64	3.93	6.59	4.12	0.24	0.44
77	1153.74	63.72	0.70	--	--	0.25	0.13	800.34	32.42	2.40	0.19	0.64	56.28	183.55	2.64	3.83	4.02	1.83	0.14	0.67
78	1154.10	57.64	0.70	--	--	0.24	0.13	827.31	31.26	2.37	0.18	0.62	50.92	169.05	2.64	4.10	4.38	1.68	0.12	0.73
79	1149.97	73.91	--	--	--	25.08	--	750.79	47.65	1.61	3.05	0.60	55.14	181.86	0.01	3.55	4.66	0.86	0.21	0.98
80	1149.95	81.01	--	--	--	25.08	--	743.08	47.28	2.74	3.05	0.60	55.14	181.71	0.01	3.47	4.72	0.87	0.21	0.98
81	1150.04	84.87	--	--	--	49.48	--	666.23	52.45	29.56	16.90	0.60	55.24	184.63	0.01	3.36	4.66	0.88	0.21	0.98
82	1151.99	85.03	--	--	--	49.81	--	666.43	49.51	29.52	16.90	0.60	55.34	188.75	0.01	3.35	4.66	0.89	0.21	0.98
83	1155.25	127.97	--	--	--	98.63	--	514.21	48.27	43.74	28.46	0.60	59.95	221.20	0.07	3.03	6.42	3.02	0.31	0.98
84	1155.54	127.83	--	--	--	98.62	--	505.20	49.27	43.74	28.54	0.60	59.95	227.25	0.07	3.02	7.17	3.00	0.31	0.98
85	1301.84	104.22	--	--	--	98.62	--	500.18	204.46	43.74	28.54	0.60	49.78	256.96	0.07	2.92	7.71	2.81	0.24	0.98

表 2-9 台北市內湖區土地利用歷年資料表 (單位：公頃)

年 代	總 計	耕 地	養 魚 池	池 沼	礦 產 地	山 林	牧 場	建 物 基 地	雜 種 地	寺 廟 用 地	墳 墓 地	鐵 道 用 地	公 園 地	道 路	鐵 道 線 路	灌 溉 水 路	溝 渠	溜 池	原 野	堤 防 用 地	
51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	3061.49	967.55	0.47	0.16	-	1812.23	-	99.15	44.50	0.12	21.81	-	-	28.15	-	4.16	-	69.55	13.38	0.24	
58	3061.49	967.55	0.47	0.16	-	1812.23	-	99.15	44.50	0.12	21.81	-	-	28.15	-	4.16	-	69.55	13.38	0.24	
59	3061.49	963.26	0.47	0.16	-	1810.96	-	101.31	47.80	0.12	21.81	-	-	28.36	-	4.16	-	69.45	13.38	0.24	
60	3061.49	963.26	0.47	0.16	-	1810.96	-	101.31	47.80	0.12	21.81	-	-	28.36	-	4.16	-	69.45	13.38	0.24	
61	3061.49	960.58	0.47	0.16	-	1810.96	-	104.50	47.62	0.12	21.81	-	-	28.37	-	4.16	-	69.43	13.07	0.24	
62	3061.49	959.95	0.47	0.16	-	1810.76	-	105.31	47.62	0.12	21.81	-	-	28.38	-	4.16	-	69.43	13.07	0.24	
63	3061.37	957.80	0.47	0.16	-	1809.77	-	105.68	46.62	0.12	21.81	-	-	32.03	-	4.16	-	69.43	13.07	0.24	
64	3061.37	957.34	0.47	0.16	-	1809.77	-	106.12	46.62	0.12	21.81	-	-	32.06	-	4.16	-	69.43	13.07	0.24	
65	3061.37	957.34	0.47	0.16	-	1809.77	-	106.12	46.62	0.12	21.81	-	-	32.06	-	4.16	-	69.43	13.07	0.24	
66	3061.49	957.34	0.47	0.16	-	1809.77	-	106.24	46.62	0.12	21.81	-	-	32.06	-	4.16	-	69.43	13.07	0.24	
67	3062.97	797.86	0.70	0.36	-	1841.58	-	135.60	85.63	0.12	71.00	-	-	48.54	-	3.09	-	65.69	12.51	0.28	
68	3071.93	797.86	0.70	0.36	-	1841.58	-	145.87	80.69	0.12	71.00	-	-	56.43	-	3.09	-	63.73	10.22	0.28	
69	3075.68	793.83	0.70	0.36	-	1841.58	-	156.30	76.06	0.12	71.00	-	-	61.83	-	3.09	-	61.56	8.97	0.28	
70	3078.49	784.07	0.70	0.36	-	1839.83	-	168.84	76.46	0.12	70.99	-	-	63.40	-	3.08	-	61.41	8.93	0.28	
71	3078.71	776.57	0.70	0.32	-	1838.92	-	177.47	75.96	0.12	70.99	-	-	64.07	-	3.08	-	61.30	8.93	0.28	
72	3085.51	764.86	0.70	0.32	-	1836.17	-	193.55	74.43	0.12	70.97	-	-	66.08	-	3.05	5.16	60.87	8.93	0.28	
73	3087.33	753.53	0.54	0.32	-	1835.19	-	207.37	72.54	0.12	70.97	-	1.75	67.85	-	3.05	5.83	59.05	8.93	0.28	
74	3096.21	745.17	0.55	0.32	-	1835.84	-	223.91	72.34	0.12	70.89	-	1.75	69.06	-	3.04	5.80	58.22	8.92	0.28	
75	3102.03	745.30	0.55	0.33	-	1830.72	-	240.08	65.36	0.12	70.88	-	1.75	69.88	-	3.05	6.29	58.53	8.92	0.28	
76	2925.07	681.64	0.35	0.33	0.14	1633.37	-	272.81	106.54	0.13	21.35	-	17.48	127.35	0.01	3.51	6.25	43.02	10.70	0.10	
77	3039.21	696.07	0.35	0.36	0.14	1671.68	-	315.35	106.23	0.13	22.16	-	17.48	141.83	0.01	4.30	7.27	44.77	11.00	0.10	
78	3153.29	608.58	0.35	0.39	0.14	1824.98	-	342.32	110.56	0.13	24.27	-	17.48	155.64	0.01	4.84	7.37	44.81	11.33	0.10	
79	3038.75	689.89	0.35	0.36	0.14	1668.85	-	323.68	106.90	0.13	22.16	-	17.48	141.69	0.01	4.33	7.58	44.18	10.93	0.10	
80	3036.26	682.16	0.35	0.36	0.14	1666.98	-	333.98	103.67	0.13	22.27	-	17.48	141.79	0.01	4.30	7.38	44.08	10.90	0.28	
81	3035.70	681.02	0.35	0.36	0.14	1665.35	-	340.29	99.97	0.13	22.27	-	17.48	141.78	0.01	4.35	7.05	43.97	10.90	0.28	
82	3038.46	677.12	0.35	0.36	0.14	1663.88	-	363.10	85.68	0.13	22.27	-	17.48	142.05	0.01	4.04	6.98	43.70	10.90	0.28	
83	3023.27	641.10	0.35	0.38	0.73	1648.23	-	407.55	77.66	0.13	20.76	-	18.21	144.97	-	3.31	6.40	42.56	10.82	0.10	
84	3059.09	544.61	0.35	0.35	0.73	1642.07	-	405.00	164.24	0.13	18.06	-	27.31	181.01	-	8.43	21.84	34.42	10.46	0.10	
85	3116.47	392.30	0.35	0.35	0.73	1627.73	-	402.08	410.81	0.13	17.46	-	27.72	166.91	-	7.83	21.54	30.55	9.89	0.10	

表 2-10 台北市南港區土地利用歷年資料表 (單位：公頃)

年 代	總 計	耕 地	養 魚 池	池 沼	礦 泉 地	山 林	牧 場	建 物 基 地	雜 種 地	寺 廟 用 地	墳 墓 地	鐵 道 用 地	公 園 地	道 路	鐵 道 線 路	灌 溉 水 路	溝 渠	溜 池	原 野	堤 防 用 地
51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	2087.43	836.02	-	0.08	2.20	857.71	-	212.78	46.63	0.56	16.64	-	20.93	6.24	1.32	-	44.90	41.43	-	
58	2087.43	836.02	-	0.08	2.20	857.71	-	212.78	46.63	0.56	16.64	-	20.93	6.24	1.32	-	44.90	41.43	-	
59	2087.43	832.59	-	0.08	2.20	857.70	-	214.68	48.23	0.56	16.64	-	21.01	6.24	1.21	-	44.90	41.39	-	
60	2087.43	832.59	-	0.08	2.20	857.70	-	214.68	48.23	0.56	16.64	-	21.01	6.24	1.21	-	44.90	41.39	-	
61	2087.43	826.31	-	0.08	2.20	857.70	-	220.57	48.63	0.56	16.64	-	21.01	6.24	1.21	-	44.88	41.39	-	
62	2087.43	813.16	-	0.08	2.20	857.70	-	233.76	48.63	0.56	16.64	-	20.98	6.24	1.21	-	44.88	41.39	-	
63	2086.52	806.42	-	0.08	2.20	856.52	-	239.95	47.42	0.56	16.64	-	23.01	6.24	1.21	-	44.88	41.39	-	
64	2086.79	802.42	-	0.08	2.20	856.52	-	244.21	47.42	0.56	16.64	-	23.01	6.24	1.21	-	44.88	41.39	-	
65	2086.74	802.42	-	0.08	2.12	856.52	-	244.22	47.44	0.56	16.64	-	23.01	6.24	1.21	-	44.88	41.39	-	
66	2087.60	802.42	-	0.08	2.12	850.52	-	251.08	47.44	0.56	16.64	-	23.01	6.24	1.21	-	44.88	41.39	-	
67	2098.59	717.10	-	0.08	1.29	865.57	-	309.00	85.27	0.57	16.87	-	26.58	6.28	0.62	0.33	32.55	36.50	-	
68	2135.79	717.10	-	0.08	1.29	865.57	-	351.91	80.64	0.57	16.87	-	32.69	6.28	0.62	0.33	30.29	31.57	-	
69	2141.29	709.71	-	0.08	1.29	865.57	-	367.31	75.64	0.57	17.34	-	41.72	6.28	0.62	0.33	27.79	27.07	-	
70	2141.95	705.19	-	0.08	1.29	865.57	-	372.41	75.72	0.57	17.34	-	41.72	6.28	0.62	0.33	27.79	27.07	-	
71	2143.69	691.72	-	0.08	1.29	865.25	-	370.72	75.77	0.57	17.18	-	59.04	6.28	0.62	0.33	27.79	27.07	-	
72	2148.45	677.36	-	0.08	1.29	864.47	-	374.06	75.86	0.57	16.97	-	75.34	6.28	0.62	0.33	27.79	27.44	-	
73	2152.69	675.58	-	0.08	1.29	864.26	-	376.25	75.68	0.57	16.97	-	75.73	6.28	0.62	1.64	27.79	29.95	-	
74	2152.69	669.81	-	0.08	1.29	863.73	-	378.71	75.19	0.57	16.97	-	75.87	6.28	0.60	1.62	27.51	29.95	-	
75	2152.69	662.83	-	0.08	1.29	863.33	-	380.28	74.43	0.57	16.97	7.83	4.51	75.77	6.28	0.55	26.98	28.46	-	
76	2064.49	659.17	0.38	-	2.65	775.15	0.54	347.35	111.59	0.66	15.76	18.89	3.82	55.72	5.21	0.75	31.07	30.99	-	
77	2129.86	661.96	0.38	-	2.65	807.47	0.54	354.47	115.09	0.65	15.81	19.52	3.82	58.28	5.23	0.81	36.30	34.52	-	
78	2129.87	661.26	0.38	-	2.65	807.34	0.54	355.47	114.93	0.65	15.81	19.52	3.82	58.15	5.23	0.81	36.30	34.47	0.04	
79	2130.18	661.10	0.38	-	2.65	808.71	-	355.07	115.07	0.65	15.83	19.52	3.82	57.57	5.77	0.81	36.24	34.44	0.04	
80	2130.18	665.38	0.39	-	2.65	815.72	-	339.15	116.25	0.65	15.82	19.82	4.02	59.59	5.77	0.90	36.54	34.44	0.04	
81	2128.47	659.17	0.39	-	2.65	804.00	-	359.94	115.23	0.65	15.48	19.52	3.82	57.59	5.77	0.90	35.83	34.44	0.04	
82	2128.47	659.80	0.39	-	2.65	804.02	-	357.70	115.22	0.65	15.21	19.52	4.06	57.55	5.82	0.90	35.83	33.85	0.54	
83	2128.47	659.59	0.39	-	2.65	803.92	-	358.00	115.11	0.65	15.21	19.52	4.06	57.52	5.82	0.90	35.83	33.85	0.54	
84	2128.72	646.65	-	-	2.65	744.42	-	397.96	141.33	0.56	15.10	20.49	5.14	59.25	5.94	0.94	36.03	33.92	-	
85	2154.51	642.77	-	-	2.65	806.98	-	344.17	135.30	0.56	14.94	20.49	5.14	65.69	5.94	5.15	34.27	35.96	-	

表 2-11 台北市士林區土地利用歷年資料表 (單位：公頃)

年 代	總 計	耕 地	養 魚 池	池 沼	礦 產 地	山 林	牧 場	建 物 基 地	雜 種 地	寺 廟 用 地	墳 墓 地	鐵 道 用 地	公 園 地	道 路	鐵 道 線 路	灌 溉 水 路	溝 渠	湖 池	原 野	堤 防 用 地	
51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	4537.82	2393.94	-	0.44	1.82	1574.67	-	409.29	24.45	1.60	30.02	-	-	38.17	8.00	10.09	0.22	1.20	36.47	7.45	
58	4537.86	2384.46	-	0.44	1.82	1571.88	-	420.03	24.48	1.73	30.03	-	-	39.54	8.00	10.09	0.22	1.20	36.50	7.45	
59	4538.48	2365.15	-	0.38	1.82	1567.67	-	444.01	24.01	1.73	30.03	-	-	41.34	8.00	10.09	0.22	1.20	35.37	7.45	
60	4538.53	2340.83	-	0.68	1.82	1563.49	-	448.84	25.75	1.73	30.03	-	-	48.96	8.00	9.48	0.22	1.20	32.59	24.91	
61	4538.53	2328.79	-	0.68	1.82	1556.15	-	465.43	24.90	1.73	29.29	-	-	55.30	8.00	8.47	0.22	1.20	31.64	24.91	
62	4538.53	2316.43	-	0.68	1.82	1556.15	-	477.89	24.90	1.73	29.29	-	-	55.20	8.00	8.47	0.22	1.20	31.64	24.91	
63	4538.53	2304.22	-	0.68	1.82	1554.31	-	488.22	24.90	1.73	29.29	-	-	58.92	8.00	8.47	0.22	1.20	31.64	24.91	
64	4540.55	2286.51	-	0.68	1.82	1553.22	-	507.11	24.90	1.73	29.29	-	-	60.85	8.00	8.47	0.22	1.20	31.64	24.91	
65	4556.15	2300.42	0.08	0.70	1.82	1553.53	-	507.83	25.14	1.73	29.34	-	-	61.06	8.00	8.47	0.22	1.20	31.64	24.95	
66	4654.93	2275.03	0.08	0.70	1.82	1554.40	-	628.27	27.48	1.73	29.34	-	-	62.91	8.00	8.47	0.22	1.16	31.64	23.68	
67	5701.75	2200.42	-	0.40	0.88	2430.49	-	749.77	42.72	1.88	26.78	7.44	-	97.08	-	10.31	4.63	0.79	35.87	92.29	
68	5736.35	2207.34	-	0.40	0.88	2423.57	-	777.21	44.59	1.88	26.78	7.44	-	102.36	-	10.31	4.63	0.79	35.87	92.29	
69	5745.86	2200.40	-	0.40	0.88	2423.57	-	787.04	44.61	1.88	26.78	7.44	-	104.67	-	10.31	4.63	0.79	35.87	96.58	
70	5745.98	2155.78	-	0.70	1.82	2423.57	-	806.50	49.60	1.88	26.78	7.44	-	120.67	-	9.73	4.27	1.10	33.49	102.65	
71	5881.84	2153.98	-	0.70	1.82	2423.78	-	909.70	50.95	1.88	26.78	7.44	-	155.18	-	8.93	4.27	1.08	32.69	102.64	
72	6081.25	2151.88	-	0.70	1.82	2425.28	-	1002.93	59.08	1.88	26.78	7.44	-	254.06	-	8.72	4.27	1.08	32.69	102.64	
73	6157.24	2141.13	-	0.70	1.82	2366.19	-	1090.91	59.85	1.88	26.74	7.44	6.19	305.31	-	8.78	4.27	1.04	32.19	102.81	
74	6220.03	2135.96	-	0.70	1.82	2417.39	-	1100.25	59.04	1.88	26.73	7.44	6.19	308.65	-	8.78	9.04	1.04	32.18	102.95	
75	6246.59	2124.72	-	0.70	1.82	2454.57	-	1108.10	42.96	1.88	26.72	7.44	6.19	314.76	-	11.57	8.99	1.04	32.18	102.95	
76	5056.63	2049.49	-	0.23	1.73	1770.64	-	707.41	158.61	2.32	25.24	6.89	7.57	152.38	0.68	8.78	46.47	0.60	32.53	85.06	
77	5834.96	2154.77	-	0.23	36.33	2344.01	-	754.50	137.31	2.32	25.40	7.52	6.85	161.99	0.68	9.43	56.52	0.94	40.73	95.43	
78	5836.52	2152.18	-	0.23	36.33	2329.11	-	773.41	137.21	2.32	25.40	7.51	6.57	162.31	0.68	9.44	57.00	0.94	40.43	95.45	
79	5609.74	2027.63	0.70	0.23	1.73	2294.76	-	781.64	103.09	2.97	25.38	7.54	6.70	165.49	2.66	9.88	43.24	0.95	39.92	95.21	
80	5705.97	2028.73	0.70	0.23	1.73	2392.76	-	776.71	103.00	2.97	25.40	7.54	6.70	166.45	2.69	9.97	44.57	0.64	39.95	95.21	
81	5749.71	2019.98	0.70	0.23	1.81	2436.14	-	780.18	108.81	2.97	25.38	7.54	6.70	166.32	2.69	9.97	44.47	0.64	39.96	95.21	
82	5808.78	2017.87	0.70	0.23	1.81	2439.13	-	789.26	107.47	2.97	25.40	7.54	6.70	176.23	2.69	10.07	84.97	0.64	39.88	95.21	
83	5805.06	1899.07	0.70	0.23	1.81	2493.22	-	792.17	111.70	2.64	25.02	7.55	13.11	187.54	2.57	14.45	120.76	0.60	40.43	91.50	
84	5831.36	1899.42	0.70	0.23	1.81	2517.10	-	795.38	110.98	2.64	21.86	9.86	13.11	187.71	2.57	14.44	121.01	0.60	40.43	91.49	
85	5844.74	1884.63	0.70	0.23	1.81	2519.96	-	799.18	128.79	2.84	24.27	7.51	16.48	187.46	2.57	14.71	121.00	0.60	40.50	91.50	

表 2-12 台北市北投區土地利用歷年資料表 (單位：公頃)

年 代	總 計	耕 地	養 魚 池	池 沼	礦 泉 地	山 林	牧 場	建 物 基 地	綠 地	寺 廟 用 地	墳 墓 地	鐵 道 用 地	公 園 地	道 路	鐵 道 線 路	灌 溉 水 路	溝 渠	溜 池	原 野	堤 防 用 地
51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	3581.17	2035.88	3.37	1.49	0.29	1099.23	-	286.71	16.31	2.84	34.03	-	6.92	32.05	23.00	14.95	1.03	13.26	6.15	3.66
58	3581.18	2021.37	3.37	1.49	0.29	1099.61	-	300.19	16.56	2.84	33.88	-	6.92	32.46	23.00	14.95	1.03	13.25	6.31	3.66
59	3582.13	1992.60	3.37	1.07	0.29	1098.50	-	331.40	16.47	2.97	33.88	-	6.91	32.86	23.00	14.95	1.03	13.02	6.14	3.66
60	3582.13	1975.67	3.37	1.07	0.42	1088.11	-	347.96	19.58	2.97	34.05	-	6.91	41.04	23.00	14.12	1.03	13.02	6.14	3.66
61	3582.13	1966.45	3.37	1.07	0.42	1081.34	-	361.63	18.38	2.97	34.05	-	6.91	45.43	23.00	13.36	1.03	13.02	6.03	3.66
62	3582.13	1944.50	3.37	1.07	0.42	1081.34	-	383.58	18.38	2.97	34.05	-	6.91	55.51	23.00	13.36	1.03	13.02	6.03	3.66
63	3582.13	1925.84	3.37	1.07	0.42	1078.62	-	394.88	18.38	2.97	34.05	-	6.91	57.66	23.00	13.36	1.03	13.02	6.03	3.66
64	3584.16	1911.02	3.37	1.07	0.42	1077.42	-	410.78	18.38	2.97	34.05	-	6.91	58.25	23.00	13.36	1.03	13.02	6.03	3.66
65	3589.10	1913.03	3.37	1.08	0.42	1077.45	-	413.01	18.46	2.97	34.05	-	6.91	59.07	23.00	13.36	1.03	11.74	6.03	3.23
66	3591.15	1899.39	3.37	1.08	0.42	1077.38	-	427.99	20.12	2.97	34.05	-	6.91	59.07	23.00	13.36	1.03	11.74	6.03	3.23
67	4604.65	2300.56	1.85	1.17	0.26	1534.54	-	545.80	33.83	2.88	48.03	16.43	10.47	78.41	-	10.35	1.20	8.93	7.65	2.30
68	4615.36	2300.56	1.85	1.17	0.26	1534.54	-	556.76	30.69	2.88	48.03	16.43	10.47	83.98	-	10.34	1.20	7.89	6.02	2.30
69	4618.29	2292.98	1.85	1.17	0.26	1534.54	-	565.40	30.72	2.88	48.03	16.43	10.47	85.81	-	10.34	1.20	7.89	6.02	2.30
70	4681.48	2267.10	1.85	1.08	0.83	1541.41	-	591.89	64.41	2.88	48.03	16.43	11.91	93.26	-	16.07	5.49	7.53	8.09	3.23
71	5077.56	2266.20	1.85	1.08	0.83	1553.40	-	802.08	80.50	2.88	48.03	16.43	11.91	249.53	-	18.61	5.49	7.44	8.09	3.23
72	5124.03	2266.13	1.85	1.07	0.83	1554.45	-	832.10	88.06	2.88	48.03	16.43	11.91	258.06	-	18.45	5.49	7.44	7.63	3.23
73	5144.57	2256.47	1.85	1.07	0.83	1570.56	-	839.12	88.12	2.88	48.03	16.43	12.90	259.82	-	18.30	6.08	11.25	7.63	3.23
74	5155.46	2255.08	1.85	1.07	0.83	1589.77	-	840.70	78.35	2.88	48.02	16.43	13.36	260.41	-	18.27	6.35	11.25	7.63	3.23
75	5227.43	2252.49	1.85	1.07	0.83	1658.58	-	843.94	79.73	2.88	48.02	16.43	13.36	260.67	-	18.26	7.13	11.16	7.63	3.42
76	4210.94	1726.18	3.02	0.79	0.48	1595.98	-	546.82	114.63	1.73	30.63	15.39	8.96	115.56	5.48	14.28	10.99	8.12	5.91	6.01
77	4676.29	1752.08	3.03	0.97	0.48	1943.79	-	554.93	125.42	1.73	30.67	21.55	11.69	123.13	5.48	16.25	17.01	8.40	54.07	6.01
78	4740.49	1747.05	2.98	1.75	0.58	1991.92	-	562.88	121.30	2.53	30.74	21.55	11.77	125.80	5.47	15.52	17.84	8.24	65.87	6.70
79	4970.14	1872.82	2.90	2.06	0.58	2008.20	-	634.01	121.86	3.13	32.11	20.36	11.77	126.11	5.47	15.76	31.89	8.30	66.02	6.80
80	5038.64	1864.31	2.68	2.06	0.58	2111.69	-	583.20	140.37	3.13	34.76	20.36	11.77	127.05	5.47	17.23	33.19	7.97	66.02	6.80
81	5045.78	1864.96	2.68	2.05	0.58	2116.77	-	583.59	141.18	3.13	34.77	20.27	11.77	127.36	5.47	17.29	33.34	7.97	65.79	6.80
82	5062.19	1860.98	2.68	2.05	0.58	2097.43	-	610.17	146.02	3.13	31.67	20.27	11.76	131.22	5.47	17.53	40.75	7.95	65.72	6.81
83	5545.40	1846.37	2.42	2.21	0.10	2453.00	-	677.25	130.57	1.69	28.09	21.95	12.28	164.57	-	15.27	112.02	8.05	65.54	4.02
84	5509.13	1847.77	2.49	2.21	0.21	2456.05	-	681.52	129.77	1.69	28.09	21.95	12.28	134.45	-	6.42	114.79	2.08	63.35	4.02
85	5582.67	1849.97	2.49	2.21	0.21	2468.91	-	683.25	134.79	1.69	28.13	21.95	12.57	165.55	-	17.79	115.44	8.05	65.66	4.02

表 2-13 基隆市七堵區土地利用歷年資料表 (單位：公頃)

年 代	總 計	耕 地	養 魚 池	池 沼	礦 產 地	山 林	牧 場	建 物 基 地	耕 種 地	寺 廟 用 地	墳 墓 地	鐵 道 用 地	公 園 地	道 路	鐵 道 線 路	灌 溉 水 路	溝 渠	池	原 野	堤 防 用 地	未 登 錄 地
51	6270.28	1444.57	-	-	-	4253.80	-	80.91	38.91	-	15.11	-	-	39.46	-	2.97	0.01	30.30	45.35	-	318.91
52	6270.28	1434.30	-	-	-	4259.71	-	83.46	40.00	-	15.11	-	-	40.18	-	2.97	0.01	30.30	45.35	-	318.91
53	6270.28	1431.02	-	-	-	4259.28	-	86.46	40.89	-	15.11	-	-	39.98	-	2.97	0.01	30.30	45.35	-	318.91
54	6270.28	1377.89	-	-	-	4256.11	-	130.60	42.21	-	15.06	-	-	45.11	-	2.97	0.01	29.54	45.28	6.59	318.91
55	6270.28	1366.14	-	-	-	4243.61	-	145.41	52.00	-	15.06	-	-	45.11	-	2.97	0.01	29.19	45.28	6.59	318.91
56	6270.28	1365.35	-	-	-	4243.61	-	146.14	52.00	-	15.06	-	-	45.17	-	2.97	0.01	29.19	45.28	6.59	318.91
57	6273.05	1363.87	-	-	-	4238.78	-	148.95	52.25	-	15.08	2.18	-	50.88	-	2.95	0.01	29.19	45.40	6.59	316.91
58	6275.81	1362.38	-	-	-	4233.94	-	151.76	52.51	-	15.11	4.36	-	56.60	-	2.93	0.01	29.19	45.52	6.59	314.91
59	6278.58	1360.90	-	-	-	4229.10	-	154.58	52.77	-	15.14	6.55	-	62.31	-	2.91	0.01	29.19	45.65	6.59	312.91
60	6281.35	1359.42	-	-	-	4224.26	-	157.39	53.02	-	15.16	8.73	-	68.02	-	2.88	0.01	29.18	45.77	6.59	310.91
61	6284.11	1357.94	-	-	-	4219.43	-	160.20	53.28	-	15.19	10.91	-	73.74	-	2.86	0.01	29.18	45.89	6.59	308.90
62	6286.88	1356.45	-	-	-	4214.59	-	163.01	53.54	-	15.22	13.09	-	79.45	-	2.84	0.01	29.18	46.01	6.59	306.90
63	6289.65	1354.97	-	-	-	4209.75	-	165.82	53.79	-	15.24	15.27	-	85.16	-	2.82	0.01	29.17	46.13	6.59	304.90
64	6292.41	1353.49	-	-	-	4204.91	-	168.63	54.05	-	15.27	17.45	-	90.88	-	2.80	0.01	29.17	46.26	6.59	302.90
65	6292.41	1290.74	-	-	-	4198.89	-	184.93	96.42	-	12.38	17.45	1.02	105.02	-	2.65	0.01	28.73	46.87	6.59	300.72
66	6292.41	1282.82	-	-	-	4200.69	-	187.26	100.43	-	12.38	17.45	1.02	105.11	14.90	2.65	0.01	28.73	46.82	6.59	285.54
67	6292.42	1268.20	-	-	-	4198.22	-	193.25	112.31	-	12.38	17.45	1.02	105.14	14.90	2.65	0.01	27.96	46.82	6.59	285.52
68	6255.36	1209.83	-	0.03	-	4210.59	-	240.10	86.59	-	11.79	18.02	1.02	97.12	14.90	2.64	0.01	25.43	45.21	6.61	285.45
69	6257.11	1201.69	-	0.03	-	4207.76	-	246.66	89.90	-	11.79	18.02	1.02	100.26	14.90	2.64	0.01	25.43	45.17	6.61	285.22
70	6256.25	1194.19	-	0.03	-	4199.03	-	253.02	90.85	-	11.79	19.36	1.02	107.30	14.90	5.24	0.35	25.27	45.07	6.61	282.20
71	6253.59	1184.46	-	0.03	-	4186.10	-	261.81	94.61	-	11.79	19.36	1.02	115.38	14.90	5.24	0.35	25.27	45.02	6.61	281.64
72	5842.60	1002.91	-	0.03	-	4175.76	-	310.37	88.98	-	11.73	20.88	1.02	134.19	14.74	5.19	0.35	24.99	44.87	6.59	-
73	5876.74	1002.34	-	0.03	-	4175.11	-	311.80	92.00	-	11.73	20.88	1.02	134.78	14.74	35.58	0.35	24.91	44.85	6.59	-
74	5877.81	1001.70	-	0.03	-	4173.36	-	316.01	91.24	0.02	11.63	21.00	1.02	134.78	14.74	35.58	0.35	24.91	44.85	6.59	-
75	5878.08	1000.68	-	0.03	-	4167.55	-	324.99	87.91	0.02	11.63	21.00	1.02	136.28	14.71	35.58	0.42	24.81	44.85	6.59	-
76	5878.04	1000.34	-	0.03	-	4167.44	-	325.76	87.78	0.02	11.63	21.00	1.02	136.39	14.40	35.58	0.42	24.81	44.85	6.59	-
77	5891.07	998.23	-	0.03	-	4166.39	-	327.33	89.01	0.04	11.62	21.00	1.02	149.35	14.40	35.57	0.82	24.81	44.85	6.59	-
78	5891.88	997.24	-	0.03	-	4166.26	-	328.61	89.47	0.04	11.62	21.00	1.02	149.41	14.40	35.57	0.95	24.81	44.85	6.59	-
79	5897.13	995.23	-	0.03	-	4167.97	-	330.50	88.79	0.04	11.62	21.00	1.02	150.65	14.40	38.45	1.43	24.55	44.85	6.59	-
80	5900.98	992.72	-	0.03	-	4167.72	-	332.53	88.51	0.04	11.62	21.00	1.02	151.88	14.40	38.45	5.08	24.55	44.85	6.59	-
81	5891.34	993.85	-	0.03	-	4168.72	-	329.76	87.60	0.04	11.66	21.00	1.02	150.66	14.40	38.31	2.18	20.60	44.75	6.75	-
82	5899.89	991.57	-	0.03	-	4167.47	-	331.89	87.67	0.04	11.66	21.00	1.02	151.34	14.40	41.31	4.75	22.51	46.47	6.75	-
83	5904.26	987.22	-	0.03	-	4165.93	-	336.18	90.08	0.10	12.26	21.00	1.02	153.10	14.38	41.72	5.54	22.45	46.47	6.75	-
84	5900.84	980.72	-	0.03	-	4165.55	-	337.46	91.82	0.10	12.26	21.00	1.02	153.04	14.61	41.88	5.74	22.35	46.48	6.75	-
85	5696.35	875.58	-	0.02	-	4165.55	-	275.01	71.27	0.52	12.94	18.95	1.02	146.75	17.14	39.68	5.32	18.75	41.43	6.40	-

註：民國 57 年至 63 年之資料為內插所求得。

表 2-14 基隆市暖暖區土地利用歷年資料表 (單位：公頃)

年 代	總 計	耕 地	養 魚 池	池 沼	礦 泉 地	山 林	牧 場	建 物 基 地	雜 種 地	寺 廟 用 地	墳 墓 地	鐵 道 用 地	公 園 地	道 路	鐵 道 線 路	灌 溉 水 路	溝 渠	溜 池	原 野	堤 防 用 地	未 登 錄 地
51	2282.83	193.70	-	-	-	1872.45	-	29.70	24.99	0.40	3.36	10.48	-	9.45	9.09	0.02	-	9.56	12.94	-	106.69
52	2282.83	193.65	-	-	-	1872.45	-	29.75	24.99	0.40	3.36	10.48	-	9.45	9.09	0.02	-	9.56	12.94	-	106.69
53	2282.83	192.05	-	-	-	1872.40	-	31.05	25.24	0.40	3.36	10.48	-	9.55	9.09	0.02	-	9.56	12.94	-	106.69
54	2282.83	189.61	-	-	-	1872.23	-	33.57	25.34	0.40	3.36	10.48	-	9.55	9.09	0.02	-	9.56	12.94	-	106.69
55	2282.83	173.85	-	-	-	1867.78	-	52.85	26.62	0.40	3.36	10.48	-	9.55	9.09	0.02	-	9.21	12.94	-	106.69
56	2282.83	173.69	-	-	-	1867.71	-	53.08	26.62	0.40	3.36	10.48	-	9.55	9.09	0.02	-	9.21	12.94	-	106.69
57	2275.56	173.27	-	-	-	1858.18	-	53.79	27.00	0.40	3.35	10.43	-	10.39	10.61	0.02	-	9.19	12.76	-	106.17
58	2268.30	172.84	-	-	-	1848.66	-	54.50	27.38	0.40	3.34	10.39	-	11.24	12.12	0.02	-	9.17	12.58	-	105.64
59	2261.03	172.42	-	-	-	1839.13	-	55.21	27.76	0.39	3.33	10.35	-	12.09	13.63	0.02	-	9.16	12.40	-	105.12
60	2253.77	171.99	-	-	-	1829.61	-	55.93	28.15	0.39	3.32	10.31	-	12.94	15.15	0.02	-	9.14	12.23	-	104.60
61	2246.50	171.57	-	-	-	1820.08	-	56.64	28.53	0.38	3.32	10.27	-	13.78	16.66	0.02	-	9.12	12.05	-	104.07
62	2239.23	171.15	-	-	-	1810.56	-	57.35	28.91	0.38	3.31	10.23	-	14.63	18.18	0.02	-	9.11	11.87	-	103.55
63	2231.97	170.72	-	-	-	1801.03	-	58.07	29.29	0.38	3.30	10.19	-	15.48	19.69	0.02	-	9.09	11.69	-	103.03
64	2224.70	170.30	-	-	-	1791.51	-	58.78	29.68	0.37	3.29	10.14	-	16.33	21.21	0.02	-	9.07	11.51	-	102.50
65	2224.70	162.04	-	-	-	1791.43	-	65.17	32.34	0.37	3.28	10.14	-	16.38	21.21	0.02	-	9.07	11.04	-	102.21
66	2224.70	160.36	-	-	-	1791.40	-	66.32	33.07	0.37	3.28	10.14	-	16.35	25.54	0.02	-	9.07	10.93	-	97.85
67	2224.70	147.20	-	-	-	1786.45	-	64.63	50.18	0.35	3.18	10.14	0.31	21.66	25.54	0.02	-	7.79	10.37	-	96.88
68	2282.49	139.85	-	-	-	1858.48	-	65.99	55.75	0.38	2.82	10.89	0.31	20.02	13.42	0.02	-	7.70	10.16	-	96.70
69	2282.49	138.94	-	-	-	1858.27	-	67.23	56.18	0.38	2.78	10.89	0.31	20.01	13.42	0.02	-	7.69	10.13	-	96.23
70	2282.49	138.26	-	-	-	1858.22	-	70.13	53.53	0.38	2.78	10.89	0.31	20.51	13.42	0.02	-	7.69	10.13	-	96.21
71	2256.12	128.06	-	-	-	1854.50	-	64.55	54.26	0.38	2.76	10.42	0.31	21.57	13.21	12.04	-	7.14	8.69	-	78.25
72	2195.93	131.04	-	-	-	1848.60	-	90.16	58.76	0.35	2.75	10.78	0.31	22.16	13.19	0.23	-	7.24	10.36	-	-
73	2207.65	130.96	-	-	-	1848.28	-	90.61	58.63	0.35	2.75	10.78	0.31	22.16	13.19	11.97	0.88	6.41	10.36	-	-
74	2208.30	131.14	-	-	-	1847.82	-	90.62	58.42	0.35	2.75	10.78	0.31	22.68	13.80	11.97	0.88	6.41	10.36	-	-
75	2208.33	131.13	-	-	-	1847.80	-	90.68	58.42	0.35	2.75	10.78	0.31	22.68	13.80	11.97	0.88	6.41	10.36	-	-
76	2208.31	131.12	-	-	-	1847.50	-	91.01	58.24	0.35	2.75	10.78	0.31	22.65	13.98	11.97	0.88	6.41	10.36	-	-
77	2208.38	131.07	-	-	-	1847.46	-	91.45	57.79	0.35	2.75	10.78	0.31	22.81	13.98	11.97	0.88	6.41	10.36	-	-
78	2210.77	131.07	-	-	-	1846.66	-	92.00	58.09	0.40	2.75	11.51	0.31	24.04	13.98	11.97	0.88	6.41	10.36	0.34	-
79	2210.77	130.87	-	-	-	1846.64	-	93.47	56.86	0.40	2.75	11.51	0.31	24.03	13.97	11.97	0.88	6.41	10.36	0.34	-
80	2213.07	130.49	-	-	-	1849.49	-	93.49	56.78	0.40	2.75	11.51	0.31	24.03	13.97	11.97	0.88	6.32	10.35	0.34	-
81	2218.68	132.38	-	-	-	1846.29	-	94.40	57.92	0.38	2.75	11.51	0.31	25.03	13.98	11.97	0.88	6.25	12.65	0.42	-
82	2217.23	129.94	-	-	-	1849.05	-	95.67	57.79	0.38	2.75	11.51	0.31	25.12	13.98	11.96	0.19	6.75	11.41	0.42	-
83	2217.92	127.88	-	-	-	1848.98	-	95.93	59.95	0.37	2.83	11.51	0.31	25.30	13.98	12.06	0.24	6.75	11.41	0.42	-
84	2217.63	125.67	-	-	-	1848.38	-	96.98	60.78	0.37	2.83	11.51	0.31	25.39	14.29	12.22	0.28	6.80	11.41	0.42	-
85	2367.54	136.78	-	-	-	1960.01	-	110.68	73.12	0.40	2.87	11.51	0.30	25.39	15.72	12.22	0.28	6.44	11.41	0.42	-

註：民國 57 年至 63 年之資料為內插所求得。

表 2-15 台北縣人口密度歷年資料表 (單位：每平方公里人數)

年代	台北縣全區	板橋市	樹林鎮	鶯歌鎮	三峽鎮	永和市	中和市	土城市	淡水鎮	汐止鎮	南港鎮	內湖鄉	八里鄉	三芝鄉	石門鄉	瑞芳鎮	萬里鄉
50	407.22	2676.75	871.54	1063.35	191.52	7883.00	1532.27	694.88	566.74	460.28	1326.07	667.60	255.13	220.21	202.77	874.46	232.75
51	428.00	2865.11	900.52	1091.47	197.53	8170.15	1624.25	728.20	586.85	483.56	1388.78	716.76	262.40	227.17	204.86	900.56	241.18
52	449.80	3014.89	934.59	1134.54	201.45	9214.09	1781.79	744.69	607.28	509.08	1457.34	766.26	268.45	230.91	210.71	926.31	250.76
53	472.08	3183.32	971.03	1162.95	207.01	10094.82	1950.74	793.89	614.37	527.23	1566.94	809.95	274.70	235.08	216.76	943.96	258.30
54	496.41	3130.89	1014.56	1218.19	213.43	11139.31	2285.90	831.71	628.31	544.67	1655.23	911.33	282.48	239.35	218.85	966.06	263.69
55	525.31	3305.60	1048.03	1258.28	216.64	12476.29	2477.88	861.27	645.67	558.77	1730.58	1030.33	289.39	239.79	224.95	983.41	267.04
56	549.43	3511.77	1089.29	1312.30	221.07	13148.63	2677.22	907.72	650.50	565.43	1798.19	1118.68	293.52	239.02	224.56	999.24	271.19
57	532.89	3819.85	1154.10	1326.45	227.43	14059.72	2982.24	931.73	668.12	588.66	-	-	298.10	239.34	223.72	1013.80	274.72
58	569.88	4313.83	1276.77	1354.33	236.01	15004.38	3421.87	992.88	684.75	615.07	-	-	310.53	242.56	232.09	1032.83	283.27
59	604.47	4895.38	1334.91	1396.32	241.91	15951.71	3926.03	1035.71	703.73	650.20	-	-	316.97	245.25	234.80	1037.24	283.73
60	634.16	5421.38	1378.59	1440.06	246.34	17478.35	4280.62	1087.51	711.36	671.97	-	-	330.18	249.11	236.67	1039.32	285.96
61	664.06	6222.16	1427.40	1480.91	249.27	18422.83	4759.97	1118.90	725.07	693.88	-	-	336.87	253.05	236.75	1038.29	288.91
62	703.91	7403.18	1540.68	1514.95	250.98	20475.01	5362.40	1150.83	734.64	724.81	-	-	343.43	255.63	238.74	1029.50	289.00
63	746.14	8765.27	1596.50	1550.17	252.42	22747.55	5869.15	1186.58	746.13	742.00	-	-	349.50	255.72	238.02	1023.35	282.64
64	793.78	10330.07	1667.37	1603.52	257.08	24714.55	6638.00	1220.88	775.78	758.33	-	-	351.86	253.73	234.67	1020.21	288.13
65	856.21	12053.49	1771.15	1684.32	256.62	26811.73	7767.63	1290.73	807.57	781.85	-	-	356.49	252.97	235.52	1016.02	289.59
66	912.02	13442.35	1889.90	1761.39	257.57	29059.63	8918.21	1360.41	837.67	803.62	-	-	359.99	252.60	234.28	1005.90	291.57
67	977.82	14911.60	2012.24	1857.30	260.04	31857.53	10463.88	1490.53	862.72	815.81	-	-	358.92	251.34	228.72	986.08	292.99
68	1040.28	16118.24	2128.00	2002.29	262.28	34416.51	11953.93	1656.34	893.56	846.70	-	-	364.64	247.34	217.15	968.17	295.95
69	1100.58	17208.41	2209.17	2178.86	268.09	36663.69	13276.71	1853.33	917.45	915.68	-	-	372.29	249.66	207.41	945.83	299.45
70	1147.41	18028.27	2335.67	2313.39	273.84	38176.93	14188.94	2045.01	942.43	953.83	-	-	376.27	251.55	204.43	929.73	299.51
71	1191.39	18793.36	2458.65	2426.20	279.95	39518.21	14947.79	2352.65	969.25	1010.03	-	-	385.84	252.34	199.61	914.78	299.62
72	1225.04	19423.88	2580.72	2523.05	283.04	40525.19	15445.46	2592.40	991.88	1025.85	-	-	393.76	253.70	199.40	892.59	297.03
73	1261.20	19970.63	2698.23	2666.91	287.99	41082.34	16025.22	2862.93	1012.63	1064.82	-	-	399.41	256.61	195.50	869.84	295.11
74	1297.88	20482.71	2789.54	2777.35	289.31	41521.99	16485.54	3165.02	1031.48	1081.08	-	-	408.75	257.70	195.63	845.69	292.79
75	1328.98	20993.89	2884.41	2856.17	291.37	42621.65	16979.35	3486.54	1050.84	1112.30	-	-	413.99	254.90	194.11	829.34	289.38
76	1364.73	21612.92	2981.00	2934.56	294.22	43260.06	17422.07	3751.42	1076.48	1136.46	-	-	415.08	251.90	189.16	803.54	285.89
77	1407.34	22185.63	3105.55	2992.74	298.32	43912.93	18031.46	4072.61	1107.29	1192.37	-	-	419.24	250.08	184.61	775.13	281.35
78	1447.23	22673.67	3228.34	3057.12	305.09	44275.61	18529.93	4382.14	1133.57	1265.27	-	-	431.95	252.17	185.35	762.92	286.13
79	1485.16	23010.49	3380.53	3121.17	313.03	44596.51	18992.34	4636.22	1174.50	1308.86	-	-	439.49	256.60	184.49	756.43	292.74
80	1514.02	23180.76	3488.84	3181.76	321.84	44192.40	19277.93	4819.74	1216.87	1364.35	-	-	446.86	261.16	184.38	751.75	295.93
81	1540.68	23487.29	3625.70	3231.98	329.03	43115.79	19038.72	5014.86	1247.26	1432.45	-	-	455.90	264.28	192.34	748.17	303.19
82	1570.05	23490.96	3768.84	3286.61	337.18	43008.68	19224.78	5275.68	1297.01	1522.96	-	-	497.98	272.14	194.13	751.20	308.36
83	1588.63	23277.15	3900.53	3297.88	346.62	42196.79	19219.42	5811.16	1334.53	1577.81	-	-	527.79	280.60	192.53	747.30	304.72
84	1610.48	22883.72	4084.72	3356.62	365.57	40792.82	19179.26	6371.21	1376.43	1669.66	-	-	564.70	290.59	193.41	744.06	301.78
85	1634.68	22638.48	4229.25	3422.52	383.71	40381.88	19048.60	6854.24	1432.27	1795.79	-	-	610.71	305.48	194.75	726.05	296.89

表 2-16 台北縣人口密度歷年資料表(續)(單位：每平方公里人數)

年代	金山鄉	雙溪鄉	貢寮鄉	平溪鄉	新店市	果美鎮	深坑鄉	石碇鄉	坪林鄉	木柵鄉	新莊市	三重市	蘆洲鄉	五股鄉	林口鄉	泰山鄉	烏來鄉
50	296.24	134.76	164.51	200.08	496.66	3405.57	296.81	79.71	48.49	873.99	1283.95	7011.77	2132.18	376.17	257.88	479.35	8.65
51	302.78	139.06	168.03	206.96	519.77	3671.00	305.46	83.53	49.27	937.70	1345.46	7717.60	2211.40	392.37	266.02	501.49	8.93
52	311.87	141.85	175.64	213.57	556.89	3705.51	316.15	85.50	49.53	983.61	1413.41	8259.36	2279.46	401.85	285.35	536.92	9.13
53	322.47	144.60	177.12	218.90	586.28	3859.41	323.39	88.15	50.00	1022.94	1494.22	8947.17	2337.16	428.20	292.77	573.60	9.30
54	334.34	148.56	181.50	222.03	610.86	4027.24	326.21	90.40	50.59	1076.34	1584.16	9703.01	2407.37	484.90	306.89	615.18	9.07
55	340.76	151.90	184.96	226.44	652.15	4278.00	328.30	92.43	50.79	1126.10	1657.73	10675.61	2522.76	585.35	327.85	649.41	9.15
56	344.48	152.12	187.85	232.65	668.76	4500.30	328.74	92.74	49.94	1183.78	1757.14	11704.30	2632.24	609.86	344.78	682.03	9.25
57	348.89	152.94	189.69	236.18	696.96	-	335.01	93.07	47.91	-	1983.28	12580.68	2821.62	650.66	363.49	714.64	9.21
58	361.29	153.90	193.03	236.91	743.20	-	343.27	91.23	48.27	-	2337.15	13568.67	3019.73	702.06	396.51	787.64	9.14
59	365.39	153.16	195.42	234.61	787.85	-	345.79	89.90	46.42	-	2661.84	14443.03	3309.84	743.25	413.13	882.57	9.46
60	368.97	153.79	197.32	231.26	794.29	-	353.72	88.23	45.31	-	2934.79	15324.45	3550.19	764.98	422.95	956.04	9.76
61	378.19	152.15	195.16	224.62	867.06	-	363.09	85.59	43.69	-	3104.58	15740.70	3701.09	775.36	424.61	1018.19	9.78
62	377.50	147.65	193.61	210.77	947.98	-	366.59	78.11	41.33	-	3390.00	16107.80	3798.74	787.02	424.83	1169.87	10.04
63	381.95	144.28	191.89	205.02	1027.67	-	369.12	79.58	38.25	-	3827.98	16496.17	3960.00	799.98	426.10	1248.07	10.24
64	383.45	140.06	191.48	194.02	1089.41	-	371.99	76.96	36.60	-	4379.97	16863.09	4280.37	813.74	422.61	1320.18	10.28
65	387.13	136.04	188.53	189.31	1181.83	-	381.75	74.47	35.12	-	5318.76	17452.35	4606.13	841.49	422.41	1410.06	9.79
66	392.86	131.66	186.14	184.64	1213.88	-	401.63	73.29	34.04	-	6313.79	17951.16	4932.68	863.51	423.72	1494.78	9.91
67	397.07	124.50	179.68	172.57	1273.04	-	412.27	69.96	33.38	-	7228.36	18790.59	5369.93	890.68	426.10	1643.79	9.81
68	397.47	118.94	177.12	158.23	1336.63	-	419.61	66.81	32.66	-	8064.96	19484.95	5750.43	937.33	434.98	1825.11	9.66
69	396.60	114.08	172.60	148.13	1385.50	-	455.18	63.81	31.87	-	9020.01	20040.51	6221.30	980.81	442.20	2011.95	9.63
70	397.54	111.04	171.85	146.92	1426.22	-	516.07	61.96	39.39	-	9681.45	20513.94	6532.26	1021.81	442.71	2114.13	9.81
71	395.79	108.32	169.65	138.75	1483.32	-	511.79	60.20	33.61	-	10245.79	20872.77	7114.09	1048.52	449.80	2181.55	9.70
72	396.34	105.11	164.12	133.17	1532.88	-	527.49	57.58	32.82	-	10804.37	21019.80	7638.77	1066.73	452.85	2244.28	9.70
73	393.72	100.97	160.86	126.52	1562.11	-	547.26	54.52	43.71	-	11293.78	21445.55	8187.92	1096.17	478.89	2316.81	9.49
74	391.60	103.17	162.58	120.09	1586.60	-	573.55	57.80	108.32	-	11777.36	21692.53	8844.13	1123.40	502.77	2340.20	9.72
75	389.25	97.95	156.63	114.41	1649.42	-	556.64	52.77	48.71	-	12348.30	21990.07	9554.95	1158.95	521.32	2396.37	9.59
76	382.28	92.96	150.28	108.03	1707.44	-	563.74	50.51	45.62	-	13123.28	22195.93	10500.73	1198.28	531.90	2426.38	9.47
77	380.51	89.27	145.89	102.75	1756.12	-	583.22	48.56	37.18	-	13981.35	22480.79	11893.32	1239.91	546.16	2521.15	9.46
78	378.37	87.62	143.84	106.21	1804.53	-	603.34	48.87	34.16	-	14574.64	22734.39	13163.78	1281.76	567.34	2627.03	9.99
79	380.55	84.78	142.13	99.57	1877.46	-	627.79	48.90	33.92	-	15158.80	23043.21	14118.44	1347.78	591.31	2709.25	9.94
80	381.02	83.04	141.70	97.69	1942.07	-	651.60	48.94	33.73	-	15620.85	23190.35	15139.00	1398.84	629.85	2795.74	10.11
81	384.29	82.40	142.93	97.07	2000.89	-	683.86	50.23	34.10	-	15957.81	23411.35	16052.78	1447.17	662.65	2897.66	10.31
82	395.36	82.57	142.97	101.43	2045.30	-	725.46	53.16	35.75	-	16311.94	23530.24	16931.85	1503.31	695.08	2990.30	11.29
83	395.54	77.67	141.33	96.09	2069.63	-	767.06	53.16	35.36	-	16655.84	23465.10	17747.71	1560.76	709.76	3044.63	10.94
84	403.57	75.39	139.01	92.63	2084.08	-	853.31	53.28	35.12	-	17181.98	23294.66	18658.39	1635.45	761.08	3107.99	10.90
85	409.00	73.31	138.52	88.86	2113.35	-	902.92	53.05	35.13	-	17536.06	23135.26	19655.96	1698.58	831.48	3120.36	10.91

表 2-17 台北市人口密度歷年資料表 (單位：每平方公里人數)

年代	台北市全區	松山區	大安區	城中區	古亭區	雙園區	龍山區	建成區	延平區	大同區	中山區	內湖區	南港區	木柵區	景美區	士林區	北投區	信義區	中正區	萬華區	文山區
51	14616	4708	14040	19318	20193	16218	51084	72552	48250	30079	11943	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	15341	5198	14695	19912	20845	17444	52251	74315	48910	31534	12696	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	16199	5691	15594	20168	22138	18596	53149	76026	49598	32841	13784	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	16951	6236	16456	20384	23532	19573	53455	76884	49953	34077	14480	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	17539	6875	17397	19856	24190	20987	52377	75257	48651	34807	15106	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56	18282	7541	18547	20239	24766	21929	53329	76198	49457	35604	15705	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	5896	8357	19634	20868	25602	23121	51698	75913	49563	36201	16225	1261	1899	1357	5102	1678	1315	-	-	-	-
58	6209	9318	20427	21063	26039	24311	50726	76197	49445	36857	17123	1389	2023	1548	6069	1835	1424	-	-	-	-
59	6502	10234	22593	20168	27023	25218	50109	75176	48263	37405	17259	1466	2136	1678	6884	1958	1568	-	-	-	-
60	6760	11079	23405	19484	27212	26338	50689	75490	48365	37942	17990	1520	2214	1733	7397	2129	1707	-	-	-	-
61	7015	12299	23916	18880	27272	27129	50179	72687	47659	38052	18538	1581	2342	1787	8090	2303	1900	-	-	-	-
62	7196	13495	24529	18084	26746	27420	47610	65851	44925	37248	18728	1603	2498	1826	8831	2471	2163	-	-	-	-
63	7362	14435	25026	17536	26382	27574	46000	62656	43268	36375	18838	1625	2705	1888	9457	2625	2369	-	-	-	-
64	7508	15217	24754	17550	26544	27679	44083	59569	41031	35870	18650	1616	2984	2044	10543	2763	2557	-	-	-	-
65	7677	16011	25097	17420	26818	27448	42598	57114	39084	35130	18461	1675	3338	2231	11400	2870	2737	-	-	-	-
66	7818	16705	25496	16837	26410	27385	40717	54720	37023	34189	18370	1740	3580	2414	12384	2987	2919	-	-	-	-
67	7950	17426	26054	16512	25833	27198	38739	51568	34631	32783	18069	1918	3761	2618	12970	3122	3106	-	-	-	-
68	8070	17850	26080	16050	26065	26678	37177	48917	32928	31571	17715	2165	3898	2751	13615	3298	3316	-	-	-	-
69	8159	18121	25755	14802	26237	26256	35741	45968	31301	30772	17715	2522	3946	2813	14542	3454	3435	-	-	-	-
70	8345	18382	26544	14656	26910	26154	36821	46105	31455	30331	17826	2731	4116	2892	15028	3586	3571	-	-	-	-
71	8553	18862	27252	14403	27249	25982	37093	45526	30952	29814	18087	3095	4291	3025	15709	3717	3680	-	-	-	-
72	8775	19420	27897	14327	27007	26213	37743	45247	30470	29483	18519	3465	4521	3203	16466	3834	3770	-	-	-	-
73	9001	19981	28452	14291	26912	26315	36918	44268	29669	28726	18937	4011	4627	3335	17247	3963	3902	-	-	-	-
74	9213	20390	29069	14200	26890	26258	36255	42835	29068	28352	19425	4583	4797	3391	17612	4120	4000	-	-	-	-
75	9475	20870	29929	14274	28065	25527	35991	42130	28402	28036	19943	5075	4966	3516	19210	4275	4100	-	-	-	-
76	9703	21412	31023	14343	28312	25348	35518	41318	28074	27930	20257	5556	5083	3633	19523	4377	4222	-	-	-	-
77	9868	21699	31643	14327	28581	25320	35305	40515	28236	27741	20502	5958	5154	3745	19630	4455	4330	-	-	-	-
78	9945	21902	31701	14302	28614	25332	34977	39988	28640	27389	20504	6229	5190	3832	19737	4464	4410	-	-	-	-
79	10007	20531	31477	-	-	-	-	-	-	30930	19265	6499	5267	-	-	4701	4250	22390	25254	29719	7254
80	10001	20457	31247	-	-	-	-	-	-	30649	19158	6725	5295	-	-	4702	4264	22409	25037	29446	7230
81	9919	20108	30329	-	-	-	-	-	-	30176	18892	6741	5296	-	-	4710	4237	22617	24705	29138	7247
82	9762	20056	29817	-	-	-	-	-	-	28830	18412	6760	5183	-	-	4669	4219	22392	23891	28183	7168
83	9763	20094	29934	-	-	-	-	-	-	28267	18395	6879	5104	-	-	4680	4250	22544	23815	27766	7142
84	9687	25297	29242	-	-	-	-	-	-	27638	15960	6916	5058	-	-	4666	4238	22257	23290	27301	7293
85	9586	22603	27919	-	-	-	-	-	-	23618	15786	7346	5115	-	-	4720	4255	21433	21939	23846	7299

表 2-18 基隆市(淡水河流域內)人口密度歷年資料表
(單位：每平方公里人數)

年代	基隆市全區 (淡水河流域內)	七堵區	暖暖區	安樂區	信義區
51	852.6	371.3	678.4	2074.9	2605.2
52	897.4	389.8	668.1	2178.4	2852.7
53	935.7	409.4	720.4	2285.6	2888.3
54	969.0	427.1	746.7	2364.8	2974.7
55	1017.8	439.8	800.8	2509.4	3109.1
56	1055.0	454.9	839.9	2573.3	3239.8
57	1077.5	488.0	876.7	1938.5	3411.1
58	1129.7	515.0	918.7	2036.0	3552.2
59	1165.3	534.7	946.9	2109.3	3630.7
60	1196.6	552.7	977.9	2188.2	3658.9
61	1228.4	562.1	996.7	2282.2	3741.5
62	1257.0	578.7	1024.6	2331.9	3804.2
63	1286.3	602.3	1016.5	2403.6	3874.5
64	1305.8	613.8	1013.3	2459.9	3927.4
65	1332.8	631.9	1000.1	2528.7	4020.3
66	1349.4	652.5	995.4	2566.5	4023.9
67	1373.6	695.0	980.9	2594.4	4021.2
68	1443.4	831.1	969.1	2609.3	3981.1
69	1489.9	922.6	956.3	2660.8	3890.0
70	1532.0	995.7	975.4	2677.8	3848.7
71	1574.3	1046.9	1011.4	2728.3	3839.8
72	1624.0	1112.4	1048.3	2782.6	3819.7
73	1661.4	1151.0	1073.3	2829.5	3861.3
74	1671.7	1162.0	1077.7	2850.7	3861.6
75	1677.9	1174.7	1080.7	2862.1	3829.5
76	1687.8	1187.6	1093.1	2876.3	3809.3
77	1603.8	872.9	1096.2	3219.9	3814.0
78	1560.3	819.1	1112.9	3278.1	3847.9
79	1590.2	836.9	1140.6	3326.8	3920.3
80	1682.0	922.1	1162.6	3347.2	3987.3
81	1721.4	950.0	1193.6	3429.7	4032.6
82	1761.7	968.5	1229.3	3518.3	4115.6
83	1792.8	979.1	1270.3	3622.4	4110.7
84	1845.5	991.5	1343.5	3739.5	4223.4
85	1920.1	998.5	1453.9	3915.7	4405.7

表 2-19 基隆河流域歷年現有堤防、護岸及丁壩之長度表

年 代	基 隆 河								
	堤 防 (公尺)			護 岸 (公尺)			丁 壩 (座)		
	台灣省	台北市	總 合	台灣省	台北市	總 合	台灣省	台北市	總 合
50	5179	—	5179	3146	—	3146	29	—	29
51	5179	—	5179	3146	—	3146	29	—	29
52	5179	—	5179	3146	—	3146	29	—	29
53	7259	—	7259	3146	—	3146	27	—	27
54	7259	—	7259	3146	—	3146	27	—	27
55	22032	—	22032	5125	—	5125	56	—	56
56	—	—	—	—	—	—	—	—	—
57	14733	14773	29506	1979	—	1979	29	—	29
58	—	15821	15821	—	—	—	—	—	—
59	—	14237	14237	—	2736	2736	—	—	—
60	—	14237	14237	—	3061	3061	—	10	10
61	—	14237	14237	—	3077	3077	—	29	29
62	7340	14237	21577	2235	3271	5506	59	33	92
63	7340	17693	25033	2235	3328	5563	59	57	116
64	7340	22472	29812	2235	4293	6528	173	58	231
65	7340	22472	29812	1175	4529	5704	173	58	231
66	—	23246	23246	1331	4529	5860	7	64	71
67	187	25985	26172	1331	4529	5860	7	64	71
68	243	25985	26228	1331	5057	6388	7	64	71
69	243	26277	26520	1759	5057	6816	7	64	71
70	243	26458	26701	1759	5057	6816	7	64	71
71	15	29942	29957	1759	5057	6816	7	64	71
72	15	29942	29957	1759	5124	6883	7	64	71
73	1028	29942	30970	1759	5222	6981	7	64	71
74	1028	29942	30970	2474	5222	7696	7	65	72
75	1263	30701	31964	650	5222	5872	—	65	65
76	1263	30701	31964	650	5222	5872	—	65	65
77	1263	30701	31964	1932	5222	7154	—	66	66
78	1263	31038	32301	2047	5222	7269	—	66	66
79	1636	31038	32674	2567	5222	7789	—	66	66
80	1636	31038	32674	3465	5222	8687	—	66	66
81	1636	32423	34059	3465	11362	14827	—	66	66
82	2036	33397	35433	3465	12569	16034	—	66	66
83	2229	36517	38746	3465	19429	22894	—	66	66
84	1979	38603	40582	3465	25392	28857	—	66	66
85	1979	38603	40582	3465	26873	30338	—	66	66

表 2-20 基隆河流域水文測站狀況表

水文站代號	站名	縣市名稱 鄉鎮名稱	集水區名稱	集水區面積 (平方公里)	高度 (公尺)	觀測機關
300620	瑞芳(1)	台北縣瑞芳鎮	基隆河集水區	94.03	3	經濟部水利署
300625	介壽橋	台北縣瑞芳鎮	基隆河集水區	94.75	43	經濟部水利署
300630	瑞芳(2)	台北縣瑞芳鎮	基隆沿海集水區	98.68	99	台灣電力公司
300640	五堵(3)	台北縣汐止市	基隆河集水區	200.89	3	經濟部水利署
300650	五堵(2)	台北縣汐止市	基隆河集水區	204.41	3	經濟部水利署
300660	五堵(4)	基隆市七堵區	基隆河集水區	204.41	3	經濟部水利署
300670	五堵(1)	台北縣汐止市	基隆河集水區	204.09	3	經濟部水利署
300680	松山	台北市松山區	基隆河集水區	332.77	-1	經濟部水利署

表 3-1 降雨分析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
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
6	瑞芳(2)	經濟部水利署	121° 48'	25° 07'	101.0	61-80	無
7	火燒寮	經濟部水利署	121° 45'	25° 00'	380.0	46-80	49
8	五堵	經濟部水利署	121° 42'	25° 05'	16.0	54-80	55

表 4-1 月累積雨量之選用雨量測站基本資料表

編號	測站名稱	測站站號	經辦單位	位置		參考座標		標高 (m)	類別
				東經	北緯	X 座標	Y 座標		
1	大油礦	010003	台灣電力公司	121°35'	25°11'	58.135	57.288	370.0	自記
2	基隆(1)	012001	中央氣象局	121°45'	25°08'	74.745	51.744	3.0	自記
3	海山	030034	桃園水利會	121°27'	25°02'	44.847	40.656	8.0	普通
4	新莊	030035	桃園水利會	121°26'	25°03'	43.186	42.504	9.0	普通
5	新龜山	030042	台灣電力公司	121°33'	24°54'	54.813	25.872	52.0	自記
6	四堵	030044	文山林管處	121°44'	24°55'	73.084	27.720	500.0	普通
7	乾溝(1)	030050	台灣電力公司	121°37'	24°55'	61.457	27.720	120.0	自記
8	粗坑	030055	台灣電力公司	121°32'	24°59'	53.152	35.112	57.0	自記
9	新店(1)	030056	瑠公水利會	121°31'	24°57'	51.491	31.416	30.8	自記
10	台北(1)	030065	中央氣象局	121°31'	25°02'	51.491	40.656	8.0	自記
11	火燒寮	030069	經濟部水利署	121°44'	24°59'	73.084	35.112	380.0	自記
12	竹子湖(1)	030080	中央氣象局	121°32'	25°11'	53.152	57.288	600.0	自記
13	鞍部(2)	030081	中央氣象局	121°31'	25°11'	51.491	57.288	836.0	自記
14	雙峻頭	030082	經濟部水利署	121°27'	25°10'	44.847	55.440	76.0	自記
15	淡水(1)	030083	中央氣象局	121°26'	25°10'	43.186	55.440	19.0	自記
16	暖暖(2)	030095	自來水公司	121°44'	25°06'	73.084	48.048	44.0	普通
17	瑞芳(2)	030105	經濟部水利署	121°47'	25°06'	78.067	48.048	101.0	自記
18	五堵	030106	經濟部水利署	121°41'	25°04'	68.101	44.352	16.0	自記
19	台北(12)	030118	台灣省糧食局	121°31'	25°03'	51.491	42.504	16.0	普通
20	石碇(2)	030124	經濟部水利署	121°39'	24°59'	64.779	35.112	140.0	自記
21	碧湖	030128	經濟部水利署	121°44'	24°53'	73.084	24.024	360.0	自記
22	中正橋	030135	經濟部水利署	121°30'	25°01'	49.830	38.808	5.0	自記
23	坪林(4)	030138	經濟部水利署	121°42'	24°56'	69.762	29.568	200.0	自記
24	大桶山	030140	經濟部水利署	121°33'	24°52'	54.813	22.176	916.0	自記

註：參考座標原點為東經 121°10' 北緯 24°40'，比例尺 1/110000，座標單位為 km。

表 4-2 颱風時雨量之選用雨量測站基本資料表

編號	測站名稱	測站站號	經辦單位	位置		參考座標		標高 (m)	類別
				東經	北緯	X 座標	Y 座標		
1	三峽	030030	經濟部水利署	121°20'	24°56'	33.220	29.568	33.0	自記
2	大豹	030125	經濟部水利署	121°24'	24°56'	39.864	29.568	600.0	自記
3	坪林(4)	030138	經濟部水利署	121°42'	24°56'	69.762	29.568	200.0	自記
4	坪林(3)	030127	經濟部水利署	121°43'	24°57'	70.759	31.416	220.0	自記
5	碧湖	030128	經濟部水利署	121°44'	24°53'	73.084	24.024	360.0	自記
6	福山(3)	030139	經濟部水利署	121°31'	24°46'	51.491	11.088	500.0	自記
7	大桶山	030140	經濟部水利署	121°33'	24°52'	54.813	22.176	916.0	自記
8	石碇(2)	030124	經濟部水利署	121°39'	24°59'	64.779	35.112	140.0	自記
9	中正橋	030135	經濟部水利署	121°30'	25°01'	49.830	38.808	5.0	自記
10	火燒寮	030069	經濟部水利署	121°44'	24°59'	73.084	35.112	380.0	自記
11	瑞芳(2)	030105	經濟部水利署	121°47'	25°06'	78.067	48.048	101.0	自記
12	五堵	030106	經濟部水利署	121°41'	25°04'	68.101	44.352	16.0	自記
13	竹子湖(2)	030136	經濟部水利署	121°32'	25°10'	53.152	55.440	600.0	自記
14	雙峻頭	030082	經濟部水利署	121°27'	25°10'	44.847	55.440	76.0	自記
15	乾溝(1)	030050	台灣電力公司	121°37'	24°55'	61.457	27.720	120.0	自記
16	福山(2)	030037	台灣電力公司	121°30'	24°47'	49.830	12.936	420.0	自記
17	孝義(1)	030038	台灣電力公司	121°34'	24°51'	56.474	20.328	215.0	自記
18	粗坑	030055	台灣電力公司	121°32'	24°59'	53.152	35.112	57.0	自記
19	新龜山	030042	台灣電力公司	121°33'	24°54'	54.813	25.872	52.0	自記
20	淡水(1)	030083	中央氣象局	121°26'	25°10'	43.186	55.440	19.0	自記
21	鞍部(2)	030081	中央氣象局	121°31'	25°11'	51.491	57.288	836.0	自記
22	台北(1)	030065	中央氣象局	121°31'	25°02'	51.491	40.656	8.0	自記
23	竹子湖(1)	030080	中央氣象局	121°32'	25°11'	53.152	57.288	600.0	自記
24	基隆(1)	012001	中央氣象局	121°45'	25°08'	74.745	51.744	3.0	自記

註：參考座標原點為東經 121°10' 北緯 24°40'，比例尺 1/110000，座標單位為 km。

表 4-3 選用水文測站之基本資料表

編號	測站站號	測站名稱	河流名稱	集水面積 (平方公里)	位置		經辦單位
					東經	北緯	
1	030H10	福山	南勢溪	160.04	121°30'	24°47'	台灣電力公司
2	030H48	三峽	三峽河	125.34	121°20'	24°56'	經濟部水利署
3	030H49	橫溪	橫溪	52.88	121°33'	24°56'	經濟部水利署
4	030H58	五堵	基隆河	204.01	121°41'	25°04'	經濟部水利署
5	030H62	景美	景美溪	114.95	121°31'	24°59'	經濟部水利署
6	030H66	秀朗橋	新店溪	750.04	121°31'	24°59'	經濟部水利署
7	030H67	三鶯橋	大漢溪	842.00	121°20'	24°56'	經濟部水利署
8	030H68	屈尺	新店溪	654.65	121°32'	24°55'	經濟部水利署
9	030H72	桶後溪	桶後溪	160.04	121°35'	24°51'	台灣電力公司
10	030H78	介壽橋	基隆河	160.04	121°47'	25°06'	經濟部水利署
11	030H82	寶橋	景美溪	160.04	121°32'	24°58'	經濟部水利署

註：參考座標原點為東經 121°10' 北緯 24°40'。

表 5-1 五堵水文站選取之降雨事件基本資料表

颱風名稱	發生日期	颱風名稱	發生日期
暴雨(STORM)	55/06/20	白蘭黛(BRENDA)	74/10/03
艾爾西(ELSIE)	55/09/13	亞力士(ALEX)	76/07/27
娜定(NADINE)	57/07/26	琳恩(LYNN)	76/10/23
貝蒂(BETTY)	58/08/07	暴雨(STORM)	77/09/29
艾爾西(ELSIE)	58/09/26	歐菲莉(OFFLIA)	79/06/22
琴恩(JEAN)	63/07/19	楊希(YANCY)	79/08/19
貝絲(BESS)	63/10/11	亞伯(ABE)	79/08/30
暴雨(STORM)	64/08/04	暴雨(STORM)	79/09/02
魯碧(RUBY)	65/07/03	耐特(NAT)	80/09/29
暴雨(STORM)	65/08/11	露絲(RUTH)	80/10/28
薇拉(VERA)	66/07/31	寶莉(POLLY)	81/08/29
暴雨(STORM)	66/11/15	暴雨(STORM)	83/06/18
安迪(ANDY)	71/07/29	道格(DOUG)	83/08/07
西仕(CECIL)	71/08/09	弗雷特(FRED)	83/08/20
暴雨(STORM)	72/10/12	葛拉絲(GLADYS)	83/09/01
暴雨(STORM)	73/06/02	席斯(SETH)	83/10/09
芙瑞達(FREDA)	73/08/06	賀伯(HERB)	85/07/31
傑魯得(GERALD)	73/08/14	薩恩(ZANE)	85/09/27
比爾(BILL)	73/11/18	溫妮(WINNIE)	86/08/17
傑夫(JEFF)	74/07/29	安珀(AMBER)	86/08/29

表 5-2 淡水河流域水利處所屬雨量測站基本資料表

編號	站名	位置		標高 (公尺)	資料使用 年限
		東經	北緯		
1	林口(1)	121° 22'	25° 04'	250	63~86
2	三峽	121° 22'	24° 56'	33	69~86
3	石門(3)	121° 14'	23° 49'	140	67~86
4	大豹	121° 25'	24° 53'	590	64~86
5	大桶山	121° 33'	24° 52'	916	68~86
6	坪林(4)	121° 42'	24° 56'	200	67~86
7	火燒寮	121° 45'	25° 00'	380	46~86
8	瑞芳(2)	121° 48'	25° 07'	101	61~86
9	五堵	121° 42'	25° 05'	16	54~86
10	石碇(2)	121° 39'	25° 00'	140	60~86
11	中正橋	121° 31'	25° 01'	5	67~86
12	碧湖	121° 44'	24° 53'	360	60~86
13	福山	121° 30'	24° 47'	500	60~86
14	竹子湖	121° 32'	25° 10'	605	67~86

表 7-1 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 7-2 五堵集水區逐年變化之不透水面積百分比

時間 (year)	核胞 1 之 不透水面積 (%)	核胞 2 之 不透水面積 (%)	核胞 3 之 不透水面積 (%)	核胞 4 之 不透水面積 (%)	總不透水 面積 (%)
55	2.06	3.42	4.44	5.64	4.78
56	2.13	3.47	4.35	6.13	5.02
57	2.13	3.48	4.41	6.32	5.10
58	2.13	3.49	4.47	6.50	5.18
59	2.13	3.50	4.52	6.69	5.26
60	2.13	3.51	4.58	6.87	5.34
61	2.13	3.51	4.63	7.06	5.42
62	2.13	3.52	4.68	7.25	5.50
63	2.13	3.53	4.73	7.43	5.57
64	2.12	3.54	4.79	7.62	5.65
65	2.12	3.54	4.84	7.80	5.73
66	2.16	3.55	5.21	8.01	5.83
67	2.20	3.56	5.60	8.17	5.95
68	2.20	3.57	5.87	8.57	6.12
69	3.03	4.50	5.39	9.66	6.54
70	3.04	4.50	5.72	10.63	6.80
71	3.05	4.51	6.22	11.25	6.99
72	2.55	4.43	6.50	11.07	7.12
73	2.55	4.44	6.51	11.19	7.19
74	2.55	4.44	6.51	11.46	7.27
75	2.55	4.44	6.52	11.60	7.33
76	2.56	4.44	6.58	11.95	7.41
77	2.56	4.47	7.35	12.44	7.59
78	3.06	4.47	7.54	12.73	7.76
79	3.06	9.56	9.01	12.84	9.59
80	3.06	9.56	9.09	16.11	10.90
81	3.06	9.57	9.16	16.28	10.95
82	3.07	9.57	9.22	16.67	11.03
83	3.08	8.30	9.28	16.67	10.65
84	3.09	8.30	9.41	16.68	10.67
85	3.14	8.30	9.52	14.88	10.27
86	3.42	8.30	9.82	15.06	10.44

表 7-3 五堵集水區逐年變化之人口密度

表 7-3 五堵集水區逐年變化之人口密度

時間 (year)	核胞 1 之 人口密度 people/km ²	核胞 2 之 人口密度 people/km ²	核胞 3 之 人口密度 people/km ²	核胞 4 之 人口密度 people/km ²	總人口密度 people/km ²
55	90.40	222.03	326.21	544.67	715.46
56	92.43	226.44	328.30	558.77	725.73
57	92.74	232.65	328.74	565.43	741.03
58	93.07	236.18	335.01	588.66	756.68
59	91.23	236.91	343.27	615.07	769.02
60	89.90	234.61	345.79	650.20	775.81
61	88.23	231.26	353.72	671.97	779.87
62	85.59	224.62	363.09	693.88	777.84
63	78.11	210.77	366.59	724.81	781.01
64	79.58	205.02	369.12	742.00	780.21
65	76.96	194.02	371.99	758.33	784.57
66	74.47	189.31	381.75	781.85	788.21
67	73.29	184.64	401.63	803.62	780.08
68	69.96	172.57	412.27	815.81	778.15
69	66.81	158.23	419.61	846.70	792.47
70	63.81	148.13	455.18	915.68	804.66
71	61.96	146.92	516.07	953.83	814.60
72	60.20	138.75	511.79	1010.03	810.20
73	57.58	133.17	527.49	1025.85	813.45
74	54.52	126.52	547.26	1064.82	813.48
75	57.80	120.09	573.55	1081.08	811.47
76	52.77	114.41	556.64	1112.30	807.84
77	50.51	108.03	563.74	1136.46	816.28
78	48.56	102.75	583.22	1192.37	841.03
79	48.87	106.21	603.34	1265.27	854.21
80	48.90	99.57	627.79	1308.86	873.79
81	48.94	97.69	651.60	1364.35	899.99
82	50.23	97.07	683.86	1432.45	940.53
83	53.16	101.43	725.46	1522.96	987.34
84	53.16	96.09	767.06	1577.81	999.30
85	53.28	92.63	853.31	1669.66	1040.72
86	53.05	88.86	902.92	1795.79	1067.41

表 7-4 五堵集水區各測站不同重現期距降雨強度—延時—頻率曲線公式

(Horner 式： $i = \frac{a}{(t+d)^n}$) 之參數值

1.1 年	五堵	瑞芳	火燒寮
參數 a	268.899	334.520	215.732
參數 d	14.029	6.505	3.688
參數 n	0.502	0.502	0.488
2 年			
參數 a	814.152	608.296	345.287
參數 d	16.240	16.769	2.901
參數 n	0.600	0.543	0.442
5 年			
參數 a	798.404	1073.842	414.422
參數 d	14.311	31.877	1.489
參數 n	0.542	0.583	0.427
10 年			
參數 a	656.694	1678.886	440.753
參數 d	11.798	48.610	0.480
參數 n	0.479	0.621	0.415
25 年			
參數 a	469.093	3490.478	463.737
參數 d	7.039	82.191	-0.604
參數 n	0.389	0.693	0.401
50 年			
參數 a	357.361	6700.316	475.460
參數 d	2.561	118.710	-1.265
參數 n	0.321	0.762	0.392
100 年			
參數 a	276.886	6945.463	481.156
參數 d	-1.807	118.710	-2.005
參數 n	0.258	0.744	0.382
200 年			
參數 a	269.710	7162.360	488.106
參數 d	-2.499	118.710	-2.499
參數 n	0.213	0.727	0.375

表 8-1 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 8-2 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 9-1 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)	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 9-2 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 9-3 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 9-4 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 9-5 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 9-6 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
11	火燒寮	215.732	3.688	0.488
12	瑞芳(2)	334.520	6.505	0.502
14	五堵	268.899	14.029	0.502
19	台北(1)	809.273	14.278	0.723
20	竹子湖(1)	1819.592	118.710	0.712

表 9-7 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
11	火燒寮	345.287	2.901	0.442
12	瑞芳(2)	608.296	16.769	0.543
14	五堵	814.152	16.240	0.600
19	台北(1)	1521.071	18.814	0.745
20	竹子湖(1)	787.752	84.413	0.523

表 9-8 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
11	火燒寮	414.422	1.489	0.427
12	瑞芳(2)	1073.842	31.877	0.583
14	五堵	798.404	14.311	0.542
19	台北(1)	1834.792	22.457	0.728
20	竹子湖(1)	387.035	4.931	0.382

表 9-9 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
11	火燒寮	440.753	0.480	0.415
12	瑞芳(2)	1678.886	48.610	0.621
14	五堵	656.694	11.798	0.479
19	台北(1)	1875.037	23.958	0.708
20	竹子湖(1)	374.940	-2.499	0.353

表 9-10 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
11	火燒寮	463.737	-0.604	0.401
12	瑞芳(2)	3490.478	82.191	0.693
14	五堵	469.093	7.039	0.389
19	台北(1)	1854.775	25.916	0.682
20	竹子湖(1)	405.665	-2.499	0.338

表 9-11 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
11	火燒寮	475.460	-1.265	0.392
12	瑞芳(2)	6700.316	118.710	0.762
14	五堵	357.361	2.561	0.321
19	台北(1)	1812.865	27.468	0.663
20	竹子湖(1)	436.845	-2.499	0.332

表 9-12 100 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
3	竹子湖(1)	474.338	-2.499	0.328
4	台北(1)	3536.505	37.096	0.728
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

表 9-13 200 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
3	竹子湖(1)	518.515	-2.499	0.327
4	台北(1)	4146.803	37.512	0.736
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

表 9-14 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
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
台北(1)	2.499	0.389	0.996	0.073	2.777	-0.268	4.581	-0.470
五堵	0.984	-0.050	1.05	-0.026	2.179	-0.148	3.958	-0.177
竹子湖(1)	1.706	-0.139	1.810	-0.073	2.497	-0.083	3.197	0.432

表 9-15 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
(續)

重現期距 測站名稱	25 年		50 年		100 年		200 年	
	SEE	ME	SEE	ME	SEE	ME	SEE	ME
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
台北(1)	6.517	-0.636	7.670	-0.705	8.914	-0.769	9.792	-0.784
五堵	6.032	-0.129	6.728	-0.074	7.361	2.301	8.781	2.738
竹子湖(1)	5.116	0.632	6.951	0.819	9.079	1.047	11.518	1.322

表9-16 基隆河流域各雨量站平均之暴雨前進係數 \bar{r} 值表

雨量站名	五 堵	台 北	竹子湖	瑞 芳	火燒寮
\bar{r}	0.489	0.415	0.508	0.499	0.475

表9-17 基隆河流域高度平衡多邊形控制面積表

雨量站名	五 堵	台 北	竹子湖	瑞 芳	火燒寮
所佔面積(km^2)	84.32	59.06	18.15	118.26	94.01
權重	0.2255	0.1580	0.0486	0.3164	0.2515

表 9-18 月累積雨量既有站網重覆法結果表

編號	測站名稱	尺度估計變異數
10	台北(1)	1.856
14	雙峻頭	2.137
3	海山	2.411
12	竹子湖(1)	2.435
6	四堵	2.569
22	中正橋	2.700
16	暖暖(2)	2.701
5	新龜山	2.726
8	粗坑	2.954
23	坪林(4)	3.080
20	石碇(2)	3.549
2	基隆(1)	3.705
13	鞍部(2)	3.717
7	乾溝(1)	3.914
19	台北(12)	3.985
18	五堵	4.303
9	新店(1)	4.596
11	火燒寮	4.788
4	新莊	5.815
1	大油礦	6.208
21	碧湖	7.286
24	大桶山	10.910
17	瑞芳(2)	10.983
15	淡水(1)	11.062

表 9-19 颱風時雨量既有站網重覆法結果表

編號	測站名稱	尺度估計變異數
23	竹子湖(1)	1.792
4	坪林(3)	2.037
14	雙峻頭	2.065
7	大桶山	2.131
9	中正橋	2.318
13	竹子湖(2)	2.542
16	福山(2)	2.570
3	坪林(4)	2.808
19	新龜山	2.938
8	石碇(2)	3.148
18	粗坑	3.209
24	基隆(1)	3.405
15	乾溝(1)	3.595
2	大豹	3.646
12	五堵	3.831
10	火燒寮	4.159
17	孝義(1)	4.194
21	鞍部(2)	4.369
22	台北(1)	4.881
5	碧湖	6.323
1	三峽	6.850
20	淡水(1)	9.289
11	瑞芳(2)	9.330
6	福山(3)	10.497

表 9-20 台北市地區長期降雨影響擬建議增設測站之學校基本資料表

編號	學校名稱	行政區域
91	北港國小分校	台北縣汐止市
86	舊莊國小	台北市南港區
25	桃源國中	台北市北投區
78	平等國小	台北市士林區
34	民權國中	台北市大同區
76	博嘉國小	台北市文山區
90	長安國小	台北縣汐止市
58	民生國中	台北市松山區
73	湖田國小	台北市北投區
72	石牌國小	台北市北投區
80	碧湖國小	台北市內湖區
68	大屯國小	台北市北投區
40	至善國中	台北市士林區
87	汐止國小	台北縣汐止市
68	瑠公國中	台北市信義區
55	芳和國中	台北市大安區
38	格致國中	台北市士林區
81	東湖國小	台北市內湖區

註：依建議設站之先後順序排列。

表 9-21 台北市地區短期降雨影響擬建議增設測站之學校基本資料表

編號	學校名稱	行政區域
91	北港國小分校	台北縣汐止市
34	民權國中	台北市大同區
25	桃源國中	台北市北投區
86	舊莊國小	台北市南港區
78	平等國小	台北市士林區
73	湖田國小	台北市北投區
58	民生國中	台北市松山區
90	長安國小	台北縣汐止市
76	博嘉國小	台北市文山區
30	陽明國中	台北市士林區
80	碧湖國小	台北市內湖區
68	大屯國小	台北市北投區
38	格致國中	台北市士林區
87	汐止國小	台北縣汐止市
68	瑠公國中	台北市信義區
40	至善國中	台北市士林區
36	中正國中	台北市中正區
81	東湖國小	台北市內湖區

註：依建議設站之先後順序排列。

表 9-22 台北縣地區長期降雨影響擬建議增設測站之學校基本資料表

編號	學校名稱	行政區域
----	------	------

表 9-22 台北縣地區長期降雨影響擬建議增設測站之學校基本資料表

編號	學校名稱	行政區域
83	欽賢國中	台北縣瑞芳鎮
26	北峰國小	台北縣汐止市
43	暖暖國小分校	基隆市暖暖區
42	武崙國小分校	基隆市安樂區
32	北港國小分校	台北縣汐止市
86	平溪國中	台北縣平溪鄉
36	五堵國小	基隆市七堵區
84	侯硐國小	台北縣瑞芳鎮
34	瑪陵國中	基隆市七堵區
46	暖暖國小	基隆市暖暖區
28	汐止國小	台北縣汐止市
80	義芳國小	台北縣瑞芳鎮
78	瑞芳國小	台北縣瑞芳鎮

註：依建議設站之先後順序排列。

表 9-23 台北縣地區短期降雨影響擬建議增設測站之學校基本資料表

編號	學校名稱	行政區域
83	欽賢國中	台北縣瑞芳鎮
26	北峰國小	台北縣汐止市
42	武崙國小分校	基隆市安樂區
86	平溪國中	台北縣平溪鄉
32	北港國小分校	台北縣汐止市
29	崇德國小	台北縣汐止市
84	侯硐國小	台北縣瑞芳鎮
34	瑪陵國中	基隆市七堵區
46	暖暖國小	基隆市暖暖區
80	義芳國小	台北縣瑞芳鎮
43	暖暖國小分校	基隆市暖暖區
36	五堵國小	基隆市七堵區
78	瑞芳國小	台北縣瑞芳鎮

註：依建議設站之先後順序排列。

表 9-24 以最大瞬時流量資料之選用測站站網重覆法結果表

編號	測站站號	測站名稱	河流名稱	尺度估計變異數
5	030H62	景美	景美溪	0.637
2	030H48	三峽	三峽河	0.695
11	030H82	寶橋	景美溪	0.822
3	030H49	橫溪	橫溪	0.878
8	030H68	屈尺	新店溪	0.956
6	030H66	秀朗橋	新店溪	1.153
4	030H58	五堵	基隆河	1.229
9	030H72	桶後溪	桶後溪	1.280
7	030H67	三鶯橋	大漢溪	1.722
1	030H10	福山	南勢溪	1.731
10	030H78	介壽橋	基隆河	2.149

表 9-25 以日最大平均流量資料之選用測站站網重覆法結果表

編號	測站站號	測站名稱	河流名稱	尺度估計變異數
5	030H62	景美	景美溪	0.505
2	030H48	三峽	三峽河	0.562
11	030H82	寶橋	景美溪	0.701
3	030H49	橫溪	橫溪	0.750
8	030H68	屈尺	新店溪	0.847
6	030H66	秀朗橋	新店溪	1.070
4	030H58	五堵	基隆河	1.134
9	030H72	桶後溪	桶後溪	1.190
7	030H67	三鶯橋	大漢溪	1.680
1	030H10	福山	南勢溪	1.692
10	030H78	介壽橋	基隆河	2.216

表 9-26 建議增設水文測站之順序表

增設 順序	測站名稱	河流 名稱	位置		參考座標	
			東經	北緯	X 座標	Y 座標
1	承德橋	基隆河	121°30.8'	24°04.7'	33.50	45.50
2	南湖大橋	基隆河	121°36.2'	24°03.9'	43.88	43.75
3	高速公路內湖橋	基隆河	121°33.7'	24°04.6'	40.13	45.25
4	麥帥二號橋	基隆河	121°33.8'	24°03.2'	40.25	42.75

註：參考座標原點為東經 121°10'北緯 24°40'，座標單位為 km。

表 9-27 五堵集水區不同超滲降雨之檢定結果 (集塊模式)

颱洪名稱	Φ指數法			非線性規劃法			歷線形狀
	CE	EQ _p	ET _p	CE	EQ _p	ET _p	
暴雨(STORM)	0.95	-0.91	0	0.95	-1.15	0	S
艾爾西(ELSIE)	0.84	-20.00	2	0.98	-9.92	2	M
娜定(NADINE)	0.98	-5.24	1	0.99	-2.73	1	S
貝蒂(BETTY)	0.87	-14.83	0	0.93	-11.67	0	S
艾爾西(ELSIE)	0.89	-6.77	0	0.88	-3.94	0	S
琴恩(JEAN)	0.97	-9.30	1	0.97	-12.08	1	S
貝絲(BESS)	0.82	20.82	-4	0.91	-1.61	0	M
暴雨(STORM)	0.92	-12.54	0	0.92	-15.32	0	S
魯碧(RUBY)	0.92	3.41	3	0.93	4.02	3	S
暴雨(STORM)	0.87	-16.49	1	0.87	-16.14	1	S
薇拉(VERA)	0.92	-10.51	0	0.94	-14.61	0	S
暴雨(STORM)	0.97	-3.61	2	0.98	-3.30	1	S
安迪(ANDY)	0.97	-2.54	0	0.96	-12.74	0	S
西仕(CECIL)	0.77	13.57	0	0.99	-0.95	0	M
暴雨(STORM)	0.93	-13.45	2	0.97	-6.61	2	S
暴雨(STORM)	0.94	-8.72	0	0.95	-8.73	0	S
芙瑞達(FREDA)	0.91	-13.58	1	0.89	-12.51	1	S
傑魯得(GERALD)	0.84	-19.42	0	0.95	-8.84	0	M
比爾(BILL)	0.82	-27.66	3	0.99	-0.94	1	M
傑夫(JEFF)	0.96	-17.63	-1	0.96	-8.30	-3	M
白蘭黛(BRENDA)	0.92	-27.42	2	0.93	-20.16	0	S
亞力士(ALEX)	0.95	-9.08	0	0.87	-4.81	-1	S
琳恩(LYNN)	0.85	-17.38	-1	0.86	-18.39	-1	M
暴雨(STORM)	0.96	-8.79	4	0.99	-5.41	2	M
歐菲莉(OFFLIA)	0.93	-11.09	0	0.97	-7.55	0	S
楊希(YANCY)	0.94	-7.65	1	0.97	-4.93	0	S
亞伯(ABE)	0.94	-13.82	1	0.95	-12.88	1	S
暴雨(STORM)	0.88	-9.09	1	0.90	-8.27	1	S
耐特(NAT)	0.98	-1.21	0	0.99	-2.76	0	S
露絲(RUTH)	0.90	-8.49	1	0.99	-4.73	0	M
平均值	0.91	-9.31	0.67	0.95	-7.93	0.40	—

註：S 代表單峰事件，M 代表複峰事件

表 9-28 五堵集水區不同超滲降雨之檢定結果 (空間分布模式)

颱洪名稱	Φ指數法			非線性規劃法			歷線形狀
	CE	EQ _p	ET _p	CE	EQ _p	ET _p	
暴雨(STORM)	0.70	-32.19	-2	0.71	-48.79	0	S
艾爾西(ELSIE)	0.79	-29.33	-1	0.90	-26.77	1	M
娜定(NADINE)	0.97	-7.94	0	0.96	-13.78	2	S
貝蒂(BETTY)	0.71	-41.00	-2	0.81	-38.70	-1	S
艾爾西(ELSIE)	0.91	-7.21	0	0.90	-19.79	1	S
琴恩(JEAN)	0.93	-20.96	0	0.90	-25.60	0	S
貝絲(BESS)	0.82	20.14	-4	0.92	-4.49	-1	M
暴雨(STORM)	0.87	-23.60	0	0.85	-36.40	1	S
魯碧(RUBY)	0.92	3.69	3	0.89	16.23	2	S
暴雨(STORM)	0.84	-22.81	1	0.85	-27.62	1	S
薇拉(VERA)	0.88	-21.11	-1	0.91	-24.45	0	S
暴雨(STORM)	0.97	-7.85	1	0.98	-7.74	1	S
安迪(ANDY)	0.93	-14.56	-1	0.94	-13.18	-1	S
西仕(CECIL)	0.92	-8.55	-1	0.95	-8.61	-1	M
暴雨(STORM)	0.79	-34.60	-1	0.82	-23.85	-1	S
暴雨(STORM)	0.82	-37.59	-1	0.89	-32.85	0	S
芙瑞達(FREDA)	0.87	-18.16	0	0.88	-24.11	0	S
傑魯得(GERALD)	0.84	-26.00	0	0.96	-17.67	0	M
比爾(BILL)	0.81	-28.48	1	0.91	-19.99	1	M
傑夫(JEFF)	0.95	-20.85	-2	0.94	-10.44	-4	M
白蘭黛(BRENDA)	0.91	-29.03	0	0.83	-23.45	-1	S
亞力士(ALEX)	0.94	-12.05	0	0.88	-0.15	-1	S
琳恩(LYNN)	0.85	-17.62	-1	0.86	-18.25	-2	M
暴雨(STORM)	0.97	-5.24	3	0.99	-7.36	3	M
歐菲莉(OFFLIA)	0.94	-18.38	-1	0.96	-16.05	-1	S
楊希(YANCY)	0.93	-13.06	0	0.93	-14.47	0	S
亞伯(ABE)	0.94	-20.89	0	0.95	-17.81	0	S
暴雨(STORM)	0.86	-16.97	0	0.86	-14.64	0	S
耐特(NAT)	0.98	-0.61	0	0.96	4.39	-1	S
露絲(RUTH)	0.94	-11.74	0	0.95	4.11	0	M
平均值	0.88	-17.49	-0.30	0.90	-17.08	-0.07	—

註：S 代表單峰事件，M 代表複峰事件

表 9-29 集塊模式之年平均參數表 (檢定)

時 間 (年)	不透水面積 (%)	參數 N	參數 K
55	4.78	11.13	1.63
57	5.10	8.98	1.84
58	5.18	8.45	1.83
63	5.57	5.21	2.21
64	5.65	5.49	1.84
65	5.73	5.13	2.34
66	5.83	5.56	1.85
71	6.99	4.13	1.90
72	7.12	5.29	1.51
73	7.19	4.66	1.91
74	7.27	4.55	2.09
76	7.41	3.55	2.18
77	7.59	3.53	2.73
79	9.59	3.69	1.75
80	10.90	3.34	2.68
平均	—	5.29	2.00
標準偏差	—	2.12	0.31

表 9-30 集塊模式之年平均參數表 (再檢定)

時 間 (年)	不透水面積 (%)	參數 N	參數 K
55	4.78	5.53	2.00
57	5.10	4.99	2.00
58	5.18	5.07	2.00
63	5.57	4.75	2.00
64	5.65	4.59	2.00
65	5.73	5.22	2.00
66	5.83	4.70	2.00
71	6.99	4.26	2.00
72	7.12	4.82	2.00
73	7.19	4.65	2.00
74	7.27	5.02	2.00
76	7.41	4.27	2.00
77	7.59	3.98	2.00
79	9.59	3.79	2.00
80	10.90	3.92	2.00

表 9-31 五堵集水區集塊模式之再檢定結果表

颱風名稱	參數 N	參數 K	CE	EQ_p	ET_p
暴雨(STORM)	3.95	2.00	0.81	-34.10	-1
艾爾西(ELSIE)	4.80	2.00	0.96	-17.00	1
娜定(NADINE)	3.99	2.00	0.97	8.01	1
貝蒂(BETTY)	5.42	2.00	0.92	-21.01	0
艾爾西(ELSIE)	3.72	2.00	0.89	3.53	0
琴恩(JEAN)	6.96	2.00	0.93	6.11	1
貝絲(BESS)	3.23	2.00	0.94	0.73	-2
暴雨(STORM)	4.10	2.00	0.92	-16.68	0
魯碧(RUBY)	6.09	2.00	0.73	53.34	4
暴雨(STORM)	3.93	2.00	0.87	-13.85	1
薇拉(VERA)	3.64	2.00	0.93	-18.42	0
暴雨(STORM)	5.77	2.00	0.98	4.70	2
安迪(ANDY)	5.08	2.00	0.97	2.66	0
西仕(CECIL)	3.74	2.00	0.98	-6.01	0
暴雨(STORM)	5.32	2.00	0.94	-19.68	1
暴雨(STORM)	3.72	2.00	0.93	-23.34	0
芙瑞達(FREDA)	4.62	2.00	0.89	-6.46	1
傑魯得(GERALD)	4.16	2.00	0.94	-5.03	0
比爾(BILL)	4.03	2.00	0.99	-6.91	1
傑夫(JEFF)	6.24	2.00	0.95	-3.36	-2
白蘭黛(BRENDA)	5.92	2.00	0.93	-22.69	1
亞力士(ALEX)	4.07	2.00	0.94	-0.19	1
琳恩(LYNN)	5.23	2.00	0.81	-15.27	-7
暴雨(STORM)	3.98	2.00	0.99	-3.34	2
歐菲莉(OFLIA)	4.11	2.00	0.97	-11.24	0
楊希(YANCY)	3.63	2.00	0.96	-13.84	0
亞伯(ABE)	4.32	2.00	0.95	-13.57	0
暴雨(STORM)	4.04	2.00	0.90	-8.25	1
耐特(NAT)	3.74	2.00	0.99	1.07	0
露絲(RUTH)	4.77	2.00	0.97	8.86	1

表 9-32 空間分布模式之各個核胞參數表 (檢定)

核胞 1			核胞 2			核胞 3			核胞 4		
不透水面積 (%)	K_o	K_c	不透水面積 (%)	K_o	K_c	不透水面積 (%)	K_o	K_c	不透水面積 (%)	K_o	K_c
2.12	3.46	1.56	3.46	3.63	1.83	4.45	3.67	2.57	5.64	7.86	2.83
2.55	1.42	1.69	3.54	2.86	2.21	4.79	3.93	2.76	6.44	7.66	2.95
3.06	1.26	1.12	4.44	2.79	1.93	5.21	3.42	2.40	7.62	7.47	2.94
—	—	—	4.51	2.78	1.85	6.22	3.03	2.59	8.01	6.64	2.93
—	—	—	9.56	1.94	1.40	6.52	3.07	2.56	11.38	6.45	2.88
—	—	—	—	—	—	7.35	2.83	2.33	12.76	5.76	2.50
—	—	—	—	—	—	9.04	2.79	2.32	16.11	5.08	2.35
平均值	2.05	1.46	平均值	2.80	1.84	平均值	3.25	2.50	平均值	6.70	2.77
標準偏差	1.23	0.30	標準偏差	0.60	0.29	標準偏差	0.44	0.16	標準偏差	1.04	0.24

表 9-33 空間分布模式之各個核胞參數表 (再檢定)

核胞 1			核胞 2			核胞 3			核胞 4		
不透水面積 (%)	K_o	K_c	不透水面積 (%)	K_o	K_c	不透水面積 (%)	K_o	K_c	不透水面積 (%)	K_o	K_c
2.12	1.67	1.46	3.46	1.78	1.84	4.45	3.97	2.50	5.64	10.31	2.77
2.55	1.51	1.46	3.54	2.65	1.84	4.79	4.48	2.50	6.44	9.73	2.77
3.06	0.72	1.46	4.44	1.90	1.84	5.21	3.85	2.50	7.62	8.97	2.77
—	—	—	4.51	1.86	1.84	6.22	3.34	2.50	8.01	7.76	2.77
—	—	—	9.56	1.06	1.84	6.52	3.33	2.50	11.38	7.74	2.77
—	—	—	—	—	—	7.35	3.49	2.50	12.76	6.40	2.77
—	—	—	—	—	—	9.04	2.89	2.50	16.11	5.50	2.35

表 9-34 五堵集水區空間分布模式之再檢定結果表

颱洪名稱	發生時間	CE	EQ_p	ET_p
暴雨(STORM)	55/06/20	0.73	-46.11	-1
艾爾西(ELSIE)	55/09/13	0.91	-24.51	0
娜定(NADINE)	57/07/26	0.97	-11.81	2
貝蒂(BETTY)	58/08/07	0.77	-32.66	-2
艾爾西(ELSIE)	58/09/26	0.91	-12.09	1
琴恩(JEAN)	63/07/19	0.51	0.00	-3
貝絲(BESS)	63/10/11	0.85	-9.00	0
暴雨(STORM)	64/08/04	0.86	-35.42	1
魯碧(RUBY)	65/07/03	0.79	31.43	2
暴雨(STORM)	65/08/11	0.84	-34.52	2
薇拉(VERA)	66/07/31	0.90	-29.47	1
暴雨(STORM)	66/11/15	0.97	-2.97	0
安迪(ANDY)	71/07/29	0.94	-10.99	-1
西仕(CECIL)	71/08/09	0.95	-13.82	-1
暴雨(STORM)	72/10/12	0.83	-24.43	-1
暴雨(STORM)	73/06/02	0.88	-36.37	0
芙瑞達(FREDA)	73/08/06	0.89	-20.50	0
傑魯得(GERALD)	73/08/14	0.96	-15.49	0
比爾(BILL)	73/11/18	0.91	-18.41	1
傑夫(JEFF)	74/07/29	0.86	-7.83	-5
白蘭黛(BRENDA)	74/10/03	0.84	-23.35	-1
亞力士(ALEX)	76/07/27	0.95	-14.38	0
琳恩(LYNN)	76/10/23	0.84	-17.72	-2
暴雨(STORM)	77/09/29	0.98	-8.71	3
歐菲莉(OFFLIA)	79/06/22	0.96	-18.41	-1
楊希(YANCY)	79/08/19	0.93	-22.94	0
亞伯(ABE)	79/08/30	0.95	-19.82	0
暴雨(STORM)	79/09/02	0.88	-17.84	0
耐特(NAT)	80/09/29	0.99	-7.92	0
露絲(RUTH)	80/10/28	0.96	2.80	0

表 9-35 五堵集水區集塊模式之驗證結果表

颱風名稱	發生時間	CE	EQ_p	ET_p
寶莉(POLLY)	81/08/29	0.82	1.16	-1
暴雨(STORM)	83/06/18	0.82	-5.53	0
道格(DOUG)	83/08/07	0.83	2.60	-1
弗雷特(FRED)	83/08/20	0.80	29.48	0
葛拉絲(GLADYS)	83/09/01	0.75	20.40	-1
席斯(SETH)	83/10/09	0.96	7.74	0
賀伯(HERB)	85/07/31	0.95	-7.36	-1
薩恩(ZANE)	85/09/27	0.97	4.80	0
溫妮(WINNIE)	86/08/17	0.91	-13.38	-1
安珀(AMBER)	86/08/29	0.92	-13.62	2

表 9-36 五堵集水區空間分布模式之驗證結果表

颱風名稱	發生時間	CE	EQ_p	ET_p
寶莉(POLLY)	81/08/29	0.90	-4.48	-1
暴雨(STORM)	83/06/18	0.85	-20.92	0
道格(DOUG)	83/08/07	0.89	-5.12	-1
弗雷特(FRED)	83/08/20	0.89	13.21	0
葛拉絲(GLADYS)	83/09/01	0.86	2.80	-1
席斯(SETH)	83/10/09	0.98	2.23	1
賀伯(HERB)	85/07/31	0.96	-20.07	-1
薩恩(ZANE)	85/09/27	0.88	-9.53	0
溫妮(WINNIE)	86/08/17	0.91	-22.10	-1
安珀(AMBER)	86/08/29	0.82	-31.36	2

表 9-37 整個五堵集水區不同土地利用階段之瞬時單位歷線特性表 (Nash 模式)

不透水面積 (%)	洪峰到達時刻 (hour)	洪峰流量 (cms)
4.78	8.72	52.76
5.02	8.51	53.41
5.10	8.44	53.62
5.18	8.37	53.83
5.26	8.30	54.03
5.34	8.24	54.24
5.42	8.17	54.44
5.50	8.11	54.64
5.57	8.06	54.82
5.65	8.00	55.01
5.73	7.94	55.21
5.83	7.86	55.45
5.95	7.78	55.74
6.12	7.66	56.14
6.54	7.40	57.09
6.80	7.25	57.66
6.99	7.14	58.07
7.12	7.07	58.35
7.19	7.03	58.50
7.27	6.99	58.66
7.33	6.96	58.79
7.41	6.92	58.95
7.59	6.83	59.32
7.76	6.75	59.66
9.59	6.00	63.07
10.27	5.77	64.23
10.44	5.72	64.51
10.65	5.65	64.86
10.67	5.65	64.89
10.90	5.58	65.26
10.95	5.57	65.34
11.03	5.54	65.47

表 9-38 五堵集水區各核胞不同土地利用階段之瞬時單位歷線特性表
(並聯型分布線性串聯水庫概念模式)

核胞 1			核胞 2			核胞 3			核胞 4			整個集水區		
不透水 面積 (%)	洪峰到 達時刻 (hour)	洪峰 流量 (cms)	不透水 面積 (%)	洪峰到 達時刻 (hour)	洪峰 流量 (cms)	不透水 面積 (%)	洪峰到 達時刻 (hour)	洪峰 流量 (cms)	不透水 面積 (%)	洪峰到 達時刻 (hour)	洪峰 流量 (cms)	不透水 面積 (%)	洪峰到 達時刻 (hour)	洪峰 流量 (cms)
2.06	8.31	8.78	3.42	6.95	15.36	4.35	6.18	17.71	5.64	4.97	6.08	4.78	6.89	46.96
2.12	8.20	8.89	3.47	6.93	15.40	4.41	6.17	17.77	6.13	4.88	6.29	5.02	6.86	47.28
2.12	8.20	8.89	3.48	6.93	15.41	4.44	6.16	17.80	6.32	4.85	6.37	5.10	6.85	47.39
2.13	8.18	8.90	3.49	6.92	15.42	4.47	6.16	17.82	6.50	4.82	6.44	5.18	6.84	47.50
2.13	8.18	8.90	3.50	6.92	15.42	4.52	6.14	17.87	6.69	4.79	6.51	5.26	6.83	47.60
2.13	8.18	8.90	3.51	6.92	15.43	4.58	6.13	17.92	6.87	4.76	6.58	5.34	6.81	47.70
2.13	8.18	8.90	3.51	6.92	15.43	4.63	6.12	17.96	7.06	4.73	6.65	5.42	6.81	47.78
2.13	8.18	8.90	3.52	6.91	15.44	4.68	6.11	18.01	7.25	4.70	6.72	5.50	6.80	47.88
2.13	8.18	8.90	3.53	6.91	15.45	4.73	6.10	18.05	7.43	4.67	6.78	5.57	6.78	47.96
2.13	8.18	8.90	3.54	6.90	15.45	4.79	6.09	18.10	7.62	4.64	6.85	5.65	6.78	48.03
2.13	8.18	8.90	3.54	6.90	15.45	4.84	6.07	18.14	7.80	4.62	6.91	5.73	6.77	48.11
2.16	8.13	8.95	3.55	6.90	15.46	5.21	6.00	18.43	8.01	4.59	6.99	5.83	6.72	48.51
2.20	8.07	9.01	3.56	6.90	15.47	5.39	5.97	18.57	8.17	4.57	7.04	5.95	6.67	48.88
2.20	8.07	9.01	3.57	6.89	15.47	5.60	5.93	18.72	8.57	4.52	7.17	6.12	6.64	49.13
2.55	7.60	9.41	4.43	6.64	15.99	5.72	5.91	18.80	9.66	4.39	7.50	6.54	6.39	50.92
2.55	7.60	9.41	4.44	6.64	16.00	5.87	5.88	18.90	10.63	4.29	7.78	6.80	6.35	51.32
2.55	7.60	9.41	4.44	6.64	16.00	6.22	5.82	19.13	11.07	4.25	7.90	6.99	6.30	51.72
2.55	7.60	9.41	4.44	6.64	16.00	6.50	5.78	19.30	11.19	4.24	7.93	7.12	6.38	51.22
2.56	7.58	9.41	4.44	6.64	16.00	6.51	5.78	19.31	11.25	4.24	7.94	7.19	6.38	51.25
2.56	7.58	9.41	4.47	6.63	16.01	6.51	5.78	19.31	11.46	4.22	8.00	7.27	6.38	51.29
3.03	7.17	9.68	4.47	6.63	16.01	6.52	5.78	19.31	11.60	4.20	8.03	7.33	6.37	51.32
3.04	7.16	9.69	4.50	6.62	16.03	6.58	5.77	19.35	11.95	4.17	8.12	7.41	6.36	51.42
3.05	7.16	9.69	4.50	6.62	16.03	7.35	5.66	19.78	12.44	4.13	8.24	7.59	6.30	51.85
3.06	7.15	9.70	4.51	6.62	16.03	7.54	5.64	19.88	12.73	4.11	8.31	7.76	6.20	52.56
3.06	7.15	9.70	8.30	6.00	17.14	9.01	5.47	20.55	12.84	4.10	8.34	9.59	5.87	54.65
3.06	7.15	9.70	8.30	6.00	17.14	9.09	5.46	20.59	14.88	3.95	8.79	10.27	5.86	54.99
3.06	7.15	9.70	8.30	6.00	17.14	9.16	5.45	20.62	15.06	3.94	8.83	10.44	5.81	55.31
3.07	7.14	9.70	8.30	6.00	17.14	9.22	5.45	20.64	16.11	3.88	9.04	10.65	5.85	55.06
3.08	7.14	9.70	9.56	5.88	17.33	9.28	5.44	20.67	16.28	3.87	9.08	10.67	5.84	55.12
3.09	7.13	9.71	9.56	5.88	17.33	9.41	5.43	20.72	16.67	3.84	9.15	10.90	5.82	55.12
3.14	7.10	9.72	9.57	5.88	17.33	9.52	5.42	20.76	16.67	3.84	9.15	10.95	5.82	55.17
3.42	6.95	9.79	9.57	5.88	17.33	9.82	5.39	20.88	16.68	3.84	9.15	11.03	5.81	55.24

表 9-39 五堵集水區曲線號碼與不透水面積結果表

核胞 1		核胞 2		核胞 3		核胞 4		整個集水區	
不透水面積 (%)	曲線號碼值 CN	不透水面積 (%)	曲線號碼值 CN	不透水面積 (%)	曲線號碼值 CN	不透水面積 (%)	曲線號碼值 CN	不透水面積 (%)	曲線號碼值 CN
2.06	15.81	3.46	27.09	4.45	28.53	5.64	36.39	4.78	30.29
2.13	18.33	3.54	27.45	4.79	30.74	6.84	43.59	5.15	37.83
2.55	19.09	4.44	30.47	5.21	28.23	7.85	43.37	5.70	38.59
3.08	21.05	4.51	30.87	6.22	32.04	11.32	47.51	6.99	36.08
3.42	19.82	8.30	30.68	6.52	33.66	12.76	47.90	7.25	40.61
—	—	9.56	37.90	7.35	37.80	14.88	52.12	7.59	42.63
—	—	—	—	9.15	35.39	15.72	57.42	9.59	43.44
—	—	—	—	9.67	40.14	16.67	53.29	10.36	44.03
—	—	—	—	—	—	—	—	10.75	44.06

表 9-40 五堵集水區不同重現期距與延時之逕流歷線之洪峰流量表 (民國 55 年)

重現期距 (年)	集塊模式		空間分布模式		經濟部水資源統一規劃委員會 (cms)
	24 小時 (cms)	48 小時 (cms)	24 小時 (cms)	48 小時 (cms)	
1.1	41	75	74	114	—
2	179	284	220	323	—
5	379	561	419	586	—
10	562	802	593	806	—
25	849	1167	862	1142	—
50	1099	1475	1094	1425	1940
100	1398	1840	1369	1760	2100
200	1855	2371	1784	2250	2300

表 9-41 重現期距 1.1 年與延時 48 小時之設計洪水歷線之特性表

不透水面積 (%)	集塊模式			空間分布模式		
	洪峰到 達時刻 tp (hour)	洪峰流量 Qp (cms)	有效降雨 體積 Pe (mm)	洪峰到 達時刻 tp (hour)	洪峰流量 Qp (cms)	有效降雨 體積 Pe (mm)
4.78	37	75.21	35.46	33	114.15	56.52
5.02	37	79.65	37.25	33	119.52	58.88
5.10	36	81.08	37.84	32	121.73	59.79
5.18	36	82.62	38.42	32	123.95	60.69
5.26	36	84.13	39.00	32	126.83	61.82
5.34	36	85.62	39.57	32	129.93	63.03
5.42	36	87.07	40.14	32	132.72	64.13
5.50	36	88.50	40.70	32	135.54	65.24
5.57	35	89.87	41.20	32	138.29	66.31
5.65	35	91.41	41.75	32	141.37	67.53
5.73	35	92.92	42.31	32	144.02	68.57
5.83	35	94.77	42.99	31	156.99	73.35
5.95	35	96.95	43.81	31	163.64	75.87
6.12	34	100.20	44.95	31	172.61	79.22
6.54	34	108.03	47.71	30	189.08	85.66
6.80	33	112.98	49.37	30	199.94	89.61
6.99	33	116.58	50.56	30	213.24	94.36
7.12	33	118.98	51.36	30	222.15	97.59
7.19	33	120.25	51.79	30	222.83	97.85
7.27	33	121.69	52.28	30	224.20	98.38
7.33	33	122.75	52.65	30	227.72	100.14
7.41	32	124.19	53.13	30	231.62	101.62
7.59	32	127.70	54.21	29	256.69	110.60
7.76	32	130.93	55.21	29	263.65	113.17
9.59	31	163.84	65.33	28	314.92	132.50
10.27	30	176.23	68.81	28	327.86	137.43
10.44	30	179.23	69.65	28	330.07	138.43
10.65	30	182.85	70.69	28	335.99	141.04
10.67	30	183.19	70.79	28	342.36	143.23
10.90	30	187.04	71.91	28	346.12	145.18
10.95	30	187.86	72.15	28	348.11	146.34
11.03	30	189.17	72.53	28	353.73	149.93

表 9-42 重現期距 2 年與延時 48 小時之設計洪水歷線之特性表

不透水面積 (%)	集塊模式			空間分布模式		
	洪峰到 達時刻 tp (hour)	洪峰流量 Qp (cms)	有效降雨 體積 Pe (mm)	洪峰到 達時刻 tp (hour)	洪峰流量 Qp (cms)	有效降雨 體積 Pe (mm)
4.78	33	284.39	116.44	31	322.78	145.10
5.02	33	296.33	119.91	31	333.78	149.00
5.10	33	300.10	121.04	31	337.58	150.36
5.18	33	303.77	122.16	31	341.46	151.74
5.26	33	307.35	123.26	31	346.11	153.40
5.34	33	310.84	124.36	31	351.06	155.16
5.42	32	314.53	125.44	31	355.44	156.74
5.50	32	318.51	126.50	31	359.89	158.34
5.57	32	321.91	127.43	31	364.18	159.88
5.65	32	325.72	128.47	31	368.96	161.60
5.73	32	329.44	129.51	31	372.99	163.07
5.83	32	333.97	130.79	30	393.10	169.87
5.95	32	339.24	132.30	30	403.88	173.52
6.12	32	346.41	134.41	30	417.00	178.03
6.54	31	364.70	139.43	30	452.42	189.14
6.80	31	375.97	142.41	30	466.54	194.21
6.99	31	383.77	144.54	29	483.34	200.26
7.12	31	388.90	145.97	29	495.30	204.28
7.19	31	391.60	146.73	29	496.42	204.66
7.27	31	394.63	147.59	29	498.46	205.33
7.33	31	396.86	148.24	29	511.93	209.53
7.41	31	399.79	149.09	29	517.46	211.41
7.59	30	407.00	150.97	29	547.52	222.23
7.76	30	414.17	152.73	29	555.59	225.28
9.59	29	481.59	169.90	28	625.38	250.23
10.27	29	505.09	175.61	28	640.08	255.76
10.44	29	510.56	176.99	28	642.32	256.84
10.65	29	517.12	178.68	28	648.78	259.70
10.67	29	517.73	178.84	28	659.31	262.89
10.90	29	524.64	180.64	28	663.20	264.99
10.95	29	526.11	181.03	28	666.07	266.43
11.03	29	528.43	181.65	28	676.49	271.31

表 9-43 重現期距 5 年與延時 48 小時之設計洪水歷線之特性表

不透水面積 (%)	集塊模式			空間分布模式		
	洪峰到達時刻 tp (hour)	洪峰流量 Qp (cms)	有效降雨 體積 Pe (mm)	洪峰到達時刻 tp (hour)	洪峰流量 Qp (cms)	有效降雨 體積 Pe (mm)
4.78	33	560.90	221.07	31	585.71	257.71
5.02	32	579.64	225.93	31	600.86	262.88
5.10	32	585.54	227.51	31	605.64	264.59
5.18	32	591.26	229.06	31	610.67	266.36
5.26	32	596.81	230.59	30	616.51	268.43
5.34	32	602.19	232.10	30	623.07	270.61
5.42	32	607.40	233.60	30	628.85	272.56
5.50	32	612.46	235.07	30	634.73	274.52
5.57	32	616.76	236.35	30	640.36	276.41
5.65	32	621.53	237.79	30	646.61	278.51
5.73	31	627.25	239.21	30	651.82	280.28
5.83	31	634.40	240.97	30	676.15	288.57
5.95	31	642.68	243.04	30	689.30	293.05
6.12	31	653.88	245.91	30	704.26	298.37
6.54	31	679.04	252.72	30	753.34	313.10
6.80	31	693.01	256.74	29	769.30	318.92
6.99	30	705.24	259.60	29	789.30	325.82
7.12	30	713.32	261.51	29	802.04	330.36
7.19	30	717.55	262.53	29	803.41	330.82
7.27	30	722.30	263.68	29	805.76	331.59
7.33	30	725.79	264.54	29	826.88	337.67
7.41	30	730.36	265.67	29	833.00	339.81
7.59	30	740.30	268.18	29	863.90	351.79
7.76	30	749.26	270.50	29	872.16	355.14
9.59	29	840.94	292.96	28	951.86	383.95
10.27	29	869.27	300.32	28	966.95	389.84
10.44	29	875.75	302.09	28	969.11	390.96
10.65	28	885.67	304.24	28	975.65	393.98
10.67	28	886.64	304.44	28	988.78	397.86
10.90	28	897.56	306.75	28	992.64	400.05
10.95	28	899.88	307.24	28	996.09	401.69
11.03	28	903.55	308.03	28	1009.73	407.51

表 9-44 重現期距 10 年與延時 48 小時之設計洪水歷線之特性表

不透水面積 (%)	集塊模式			空間分布模式		
	洪峰到達時刻 tp (hour)	洪峰流量 Qp (cms)	有效降雨 體積 Pe (mm)	洪峰到達時刻 tp (hour)	洪峰流量 Qp (cms)	有效降雨 體積 Pe (mm)
4.78	32	801.94	315.55	31	806.05	356.61
5.02	32	823.32	321.33	30	824.82	362.58
5.10	32	829.94	323.20	30	830.61	364.51
5.18	32	836.34	325.04	30	836.75	366.52
5.26	32	842.51	326.86	30	843.63	368.83
5.34	32	848.46	328.65	30	850.85	371.27
5.42	31	854.47	330.41	30	857.17	373.43
5.50	31	861.75	332.15	30	863.60	375.61
5.57	31	867.94	333.66	30	869.74	377.71
5.65	31	874.82	335.36	30	876.51	380.03
5.73	31	881.50	337.03	30	882.13	381.99
5.83	31	889.57	339.10	30	908.25	391.15
5.95	31	898.87	341.53	30	922.58	396.13
6.12	31	911.36	344.90	30	938.25	401.91
6.54	30	939.27	352.87	29	995.31	418.96
6.80	30	959.56	357.56	29	1013.48	425.21
6.99	30	973.40	360.89	29	1033.91	432.57
7.12	30	982.42	363.11	29	1046.72	437.41
7.19	30	987.13	364.29	29	1048.23	437.91
7.27	30	992.40	365.63	29	1050.72	438.74
7.33	30	996.26	366.62	29	1076.37	446.07
7.41	30	1001.31	367.94	29	1082.71	448.36
7.59	30	1012.23	370.84	29	1113.24	460.95
7.76	30	1022.02	373.53	29	1121.42	464.47
9.59	29	1127.79	399.29	28	1206.05	495.56
10.27	28	1160.31	407.66	28	1221.16	501.64
10.44	28	1169.94	409.67	28	1223.25	502.79
10.65	28	1181.41	412.11	28	1229.80	505.88
10.67	28	1182.48	412.34	28	1244.31	510.18
10.90	28	1194.50	414.95	28	1248.15	512.43
10.95	28	1197.04	415.51	28	1251.95	514.19
11.03	28	1201.06	416.40	28	1267.48	520.62

表 9-45 重現期距 25 年與延時 48 小時之設計洪水歷線之特性表

不透水面積 (%)	集塊模式			空間分布模式		
	洪峰到 達時刻 tp (hour)	洪峰流量 Qp (cms)	有效降雨 體積 Pe (mm)	洪峰到 達時刻 tp (hour)	洪峰流量 Qp (cms)	有效降雨 體積 Pe (mm)
4.78	32	1167.05	466.61	30	1141.57	512.87
5.02	32	1190.76	473.50	30	1163.67	519.79
5.10	32	1198.02	475.73	30	1170.12	521.97
5.18	31	1205.25	477.92	30	1177.06	524.25
5.26	31	1214.36	480.08	30	1184.59	526.84
5.34	31	1223.15	482.20	30	1192.43	529.56
5.42	31	1231.65	484.30	30	1199.28	531.96
5.50	31	1239.86	486.36	30	1206.24	534.39
5.57	31	1246.81	488.14	30	1212.85	536.71
5.65	31	1254.50	490.15	30	1220.10	539.28
5.73	31	1261.94	492.13	30	1226.08	541.44
5.83	31	1270.87	494.56	30	1253.71	551.59
5.95	31	1281.09	497.43	30	1269.15	557.14
6.12	31	1294.70	501.40	30	1285.28	563.42
6.54	30	1331.77	510.74	29	1353.68	583.26
6.80	30	1354.40	516.22	29	1372.38	589.95
6.99	30	1369.69	520.09	29	1392.87	597.81
7.12	30	1379.58	522.68	29	1405.52	602.94
7.19	30	1384.73	524.06	29	1407.17	603.50
7.27	30	1390.45	525.61	29	1409.80	604.39
7.33	30	1394.64	526.76	29	1440.48	613.28
7.41	30	1400.09	528.29	29	1446.99	615.72
7.59	30	1411.82	531.66	29	1476.61	628.95
7.76	29	1422.54	534.76	29	1484.61	632.64
9.59	29	1543.66	564.36	28	1574.44	666.31
10.27	28	1584.96	573.89	28	1589.54	672.58
10.44	28	1595.51	576.17	28	1591.58	673.75
10.65	28	1608.02	578.93	28	1598.18	676.93
10.67	28	1609.18	579.19	28	1614.16	681.71
10.90	28	1622.21	582.15	28	1618.03	684.01
10.95	28	1624.95	582.78	28	1622.23	685.92
11.03	28	1629.29	583.79	28	1639.88	693.07

表 9-46 重現期距 50 年與延時 48 小時之設計洪水歷線之特性表

不透水面積 (%)	集塊模式			空間分布模式		
	洪峰到 達時刻 tp (hour)	洪峰流量 Qp (cms)	有效降雨 體積 Pe (mm)	洪峰到 達時刻 tp (hour)	洪峰流量 Qp (cms)	有效降雨 體積 Pe (mm)
4.78	32	1475.33	601.73	30	1424.90	652.11
5.02	32	1500.15	609.39	30	1449.04	659.68
5.10	31	1509.75	611.86	30	1455.87	662.01
5.18	31	1519.89	614.29	30	1463.28	664.47
5.26	31	1529.66	616.68	30	1471.17	667.23
5.34	31	1539.07	619.03	30	1479.34	670.13
5.42	31	1548.12	621.35	30	1486.46	672.69
5.50	31	1556.84	623.63	30	1493.69	675.28
5.57	31	1564.20	625.60	30	1500.53	677.74
5.65	31	1572.32	627.82	30	1508.01	680.47
5.73	31	1580.13	630.00	30	1514.16	682.75
5.83	31	1589.49	632.69	30	1524.41	693.54
5.95	31	1600.15	635.85	30	1558.41	699.47
6.12	31	1614.23	640.22	30	1574.64	706.05
6.54	30	1657.94	650.49	29	1650.75	727.82
6.80	30	1681.83	656.50	29	1669.62	734.79
6.99	30	1697.86	660.74	29	1689.91	742.95
7.12	30	1708.17	663.58	29	1702.31	748.25
7.19	30	1713.51	665.08	29	1704.04	748.85
7.27	30	1719.44	666.78	29	1706.76	749.78
7.33	30	1723.77	668.04	29	1740.58	759.76
7.41	30	1729.39	669.70	29	1747.16	762.30
7.59	30	1741.43	673.38	29	1775.93	775.92
7.76	29	1756.89	676.77	29	1783.76	779.72
9.59	29	1883.03	708.90	28	1876.69	815.07
10.27	28	1930.19	719.18	28	1891.81	821.45
10.44	28	1941.24	721.64	28	1893.83	822.62
10.65	28	1954.29	724.62	28	1900.50	825.86
10.67	28	1955.50	724.90	28	1917.34	830.95
10.90	28	1969.03	728.08	28	1921.26	833.29
10.95	28	1971.87	728.76	28	1925.73	835.30
11.03	28	1976.36	729.84	28	1944.69	842.95

表 9-47 重現期距 100 年與延時 48 小時之設計洪水歷線之特性表

不透水面積 (%)	集塊模式			空間分布模式		
	洪峰到 達時刻 tp (hour)	洪峰流量 Qp (cms)	有效降雨 體積 Pe (mm)	洪峰到 達時刻 tp (hour)	洪峰流量 Qp (cms)	有效降雨 體積 Pe (mm)
4.78	32	1839.51	785.36	30	1759.93	839.00
5.02	31	1868.45	793.84	30	1785.68	847.22
5.10	31	1879.39	796.57	30	1792.75	849.71
5.18	31	1889.88	799.25	30	1800.48	852.35
5.26	31	1899.95	801.89	30	1808.54	855.29
5.34	31	1909.60	804.48	30	1816.82	858.37
5.42	31	1918.87	807.04	30	1824.03	861.08
5.50	31	1927.75	809.55	30	1831.35	863.81
5.57	31	1935.23	811.72	30	1838.26	866.42
5.65	31	1943.44	814.16	30	1845.77	869.30
5.73	31	1951.32	816.56	30	1851.92	871.70
5.83	31	1960.71	819.52	30	1879.93	883.13
5.95	31	1971.34	822.99	30	1896.05	889.44
6.12	30	1990.22	827.78	30	1911.92	896.33
6.54	30	2035.26	839.02	29	1993.97	920.14
6.80	30	2059.44	845.59	29	2012.56	927.36
6.99	30	2075.52	850.22	29	2032.04	935.81
7.12	30	2085.80	853.31	29	2043.77	941.29
7.19	30	2091.10	854.95	29	2045.55	941.93
7.27	30	2096.98	856.80	29	2048.30	942.90
7.33	30	2101.26	858.17	29	2084.58	954.02
7.41	30	2106.79	859.98	29	2091.07	956.67
7.59	29	2123.72	863.98	29	2118.13	970.66
7.76	29	2139.68	867.66	29	2125.62	974.56
9.59	28	2268.83	902.41	28	2218.78	1011.70
10.27	28	2318.07	913.47	28	2233.73	1018.17
10.44	28	2329.13	916.11	28	2235.69	1019.36
10.65	28	2342.16	919.31	28	2242.34	1022.64
10.67	28	2343.37	919.61	28	2259.48	1028.07
10.90	28	2356.81	923.01	28	2263.37	1030.44
10.95	28	2359.63	923.75	28	2268.01	1032.56
11.03	28	2364.07	924.91	28	2287.86	1040.72

表 9-48 重現期距 200 年與延時 48 小時之設計洪水歷線之特性表

不透水面積 (%)	集塊模式			空間分布模式		
	洪峰到 達時刻 tp (hour)	洪峰流量 Qp (cms)	有效降雨 體積 Pe (mm)	洪峰到 達時刻 tp (hour)	洪峰流量 Qp (cms)	有效降雨 體積 Pe (mm)
4.78	32	2371.07	1065.54	30	2250.06	1123.39
5.02	31	2406.53	1074.94	30	2277.83	1132.36
5.10	31	2417.80	1077.97	30	2285.22	1135.01
5.18	31	2428.56	1080.94	30	2293.37	1137.85
5.26	31	2438.84	1083.86	30	2301.65	1140.98
5.34	31	2448.65	1086.73	30	2310.10	1144.25
5.42	31	2458.02	1089.55	30	2317.44	1147.12
5.50	31	2466.96	1092.33	30	2324.89	1150.02
5.57	31	2474.45	1094.72	30	2331.90	1152.78
5.65	31	2482.64	1097.41	30	2339.47	1155.82
5.73	31	2490.45	1100.06	30	2345.66	1158.36
5.83	31	2499.71	1103.32	30	2373.31	1170.48
5.95	30	2514.40	1107.14	30	2389.58	1177.23
6.12	30	2535.58	1112.41	30	2405.11	1184.43
6.54	30	2581.35	1124.75	29	2494.52	1210.58
6.80	30	2605.55	1131.94	29	2513.08	1218.07
6.99	30	2621.46	1137.00	29	2531.77	1226.82
7.12	30	2631.55	1140.37	29	2542.84	1232.48
7.19	30	2636.73	1142.16	29	2544.69	1233.16
7.27	30	2642.45	1144.18	29	2547.53	1234.17
7.33	29	2648.50	1145.68	29	2586.45	1246.64
7.41	29	2657.01	1147.65	29	2592.93	1249.39
7.59	29	2675.29	1152.01	29	2618.42	1263.76
7.76	29	2691.50	1156.02	29	2625.63	1267.77
9.59	28	2825.16	1193.65	28	2719.19	1306.84
10.27	28	2874.71	1205.56	28	2734.47	1313.42
10.44	28	2885.73	1208.40	28	2736.44	1314.61
10.65	28	2898.66	1211.83	28	2743.31	1317.95
10.67	28	2899.86	1212.15	28	2760.66	1323.74
10.90	28	2913.12	1215.81	28	2764.65	1326.15
10.95	28	2915.89	1216.60	28	2769.49	1328.39
11.03	28	2920.25	1217.84	28	2790.32	1337.14

表 9-49 五堵集水區土地利用改變前後逕流歷線之洪峰到達時刻表

重現期距 (年)	集塊模式				空間分布模式			
	初期 4.78 % (hour)	目前 11.03 % (hour)	改變量 (hour)	改變 百分比 (%)	初期 4.78 % (hour)	目前 11.03 % (hour)	改變量 (hour)	改變 百分比 (%)
1.1	37	30	-7	-18.92	33	28	-5	-15.15
2	33	29	-4	-12.12	31	28	-3	-9.68
5	33	28	-5	-15.15	31	28	-3	-9.68
10	32	28	-4	-12.50	31	28	-3	-9.68
25	32	28	-4	-12.50	30	28	-2	-6.67
50	32	28	-4	-12.50	30	28	-2	-6.67
100	32	28	-4	-12.50	30	28	-2	-6.67
200	32	28	-4	-12.50	30	28	-2	-6.67

表 9-50 五堵集水區土地利用改變前後逕流歷線之洪峰流量表

重現期距 (年)	集塊模式				空間分布模式			
	初期 4.78 % (cms)	目前 11.03 % (cms)	改變量 (cms)	改變 百分比 (%)	初期 4.78 % (cms)	目前 11.03 % (cms)	改變量 (cms)	改變 百分比 (%)
1.1	75.21	189.17	113.96	151.52	114.15	353.73	239.58	209.89
2	284.39	528.43	244.04	85.81	322.78	676.49	353.71	109.58
5	560.90	903.55	342.65	61.09	585.71	1009.73	424.02	72.39
10	801.94	1201.06	399.12	49.77	806.05	1267.48	461.43	57.25
25	1167.05	1629.29	462.24	39.61	1141.57	1639.88	498.30	43.65
50	1475.33	1976.36	501.03	33.96	1424.90	1944.69	519.79	36.48
100	1839.51	2364.07	524.56	28.52	1759.93	2287.86	527.93	30.00
200	2371.07	2920.25	549.18	23.16	2250.06	2790.32	540.27	24.01

表 9-51 五堵集水區土地利用改變前後逕流歷線之有效降雨體積表

重現期距 (年)	集塊模式				空間分布模式			
	初期 4.78 % (mm)	目前 11.03 % (mm)	改變量 (mm)	改變 百分比 (%)	初期 4.78 % (mm)	目前 11.03 % (mm)	改變量 (mm)	改變 百分比 (%)
1.1	35.46	72.53	37.07	104.54	56.52	149.93	93.40	165.25
2	116.44	181.65	65.21	56.00	145.10	271.31	126.22	86.99
5	221.07	308.03	86.96	39.33	257.71	407.51	149.80	58.13
10	315.55	416.40	100.85	31.96	356.61	520.62	164.01	45.99
25	466.61	583.79	117.18	25.11	512.87	693.07	180.20	35.14
50	601.73	729.84	128.11	21.29	652.11	842.95	190.84	29.27
100	785.36	924.91	139.54	17.77	839.00	1040.72	201.72	24.04
200	1065.54	1217.84	152.31	14.29	1123.39	1337.14	213.76	19.03

表 9-52 五堵集水區因土地利用改變導致之不同重現期距之逕流係數表

重現 期距 不透水 面積 (%)	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
4.78	0.143	0.291	0.399	0.466	0.542	0.592	0.643	0.699
5.0	0.150	0.299	0.407	0.474	0.550	0.599	0.649	0.704
5.5	0.165	0.316	0.425	0.491	0.565	0.613	0.663	0.716
6.0	0.179	0.332	0.441	0.506	0.579	0.627	0.675	0.727
6.5	0.192	0.347	0.455	0.520	0.592	0.639	0.686	0.737
7.0	0.205	0.361	0.469	0.533	0.605	0.650	0.696	0.746
7.5	0.217	0.375	0.482	0.546	0.616	0.661	0.706	0.754
8.0	0.229	0.388	0.494	0.557	0.626	0.670	0.714	0.762
8.5	0.240	0.400	0.506	0.568	0.636	0.679	0.723	0.769
9.0	0.252	0.411	0.517	0.578	0.645	0.688	0.730	0.775
9.5	0.262	0.423	0.527	0.588	0.654	0.696	0.737	0.782
10.0	0.273	0.433	0.537	0.597	0.663	0.703	0.744	0.787
10.5	0.283	0.443	0.547	0.606	0.670	0.711	0.751	0.793
11.0	0.293	0.453	0.556	0.615	0.678	0.717	0.757	0.798
11.5	0.302	0.463	0.565	0.623	0.685	0.724	0.762	0.803
12.0	0.312	0.472	0.573	0.630	0.692	0.730	0.768	0.808
12.5	0.321	0.481	0.581	0.638	0.698	0.736	0.773	0.812
13.0	0.330	0.489	0.589	0.645	0.705	0.742	0.778	0.817
13.5	0.338	0.498	0.596	0.652	0.711	0.747	0.783	0.821
14.0	0.347	0.506	0.604	0.658	0.716	0.752	0.788	0.825
14.5	0.355	0.514	0.611	0.665	0.722	0.757	0.792	0.828
15.0	0.363	0.521	0.617	0.671	0.727	0.762	0.796	0.832
15.5	0.371	0.529	0.624	0.677	0.733	0.767	0.800	0.836
16.0	0.379	0.536	0.630	0.682	0.738	0.771	0.804	0.839
16.5	0.387	0.543	0.636	0.688	0.742	0.776	0.808	0.842
17.0	0.394	0.550	0.642	0.693	0.747	0.780	0.812	0.845
17.5	0.401	0.556	0.648	0.699	0.752	0.784	0.815	0.848
18.0	0.409	0.563	0.654	0.704	0.756	0.788	0.819	0.851
18.5	0.416	0.569	0.659	0.709	0.760	0.792	0.822	0.854
19.0	0.423	0.575	0.665	0.713	0.764	0.795	0.825	0.857
19.5	0.430	0.581	0.670	0.718	0.768	0.799	0.829	0.859
20.0	0.436	0.587	0.675	0.723	0.772	0.802	0.832	0.862
20.5	0.443	0.593	0.680	0.727	0.776	0.806	0.835	0.864
21.0	0.450	0.599	0.685	0.731	0.780	0.809	0.837	0.867
21.5	0.456	0.604	0.690	0.736	0.783	0.812	0.840	0.869
22.0	0.462	0.610	0.694	0.740	0.787	0.815	0.843	0.871
22.5	0.468	0.615	0.699	0.744	0.790	0.818	0.846	0.874
23.0	0.475	0.620	0.703	0.748	0.794	0.821	0.848	0.876
23.5	0.481	0.626	0.708	0.752	0.797	0.824	0.851	0.878
24.0	0.487	0.631	0.712	0.755	0.800	0.827	0.853	0.880
24.5	0.493	0.636	0.716	0.759	0.803	0.830	0.856	0.882
25.0	0.498	0.640	0.720	0.763	0.806	0.833	0.858	0.884
25.5	0.504	0.645	0.724	0.766	0.809	0.835	0.860	0.886
26.0	0.510	0.650	0.728	0.770	0.812	0.838	0.862	0.888
26.5	0.515	0.655	0.732	0.773	0.815	0.840	0.865	0.889
27.0	0.521	0.659	0.736	0.776	0.818	0.843	0.867	0.891
27.5	0.526	0.664	0.740	0.780	0.821	0.845	0.869	0.893
28.0	0.532	0.668	0.743	0.783	0.823	0.848	0.871	0.895
28.5	0.537	0.672	0.747	0.786	0.826	0.850	0.873	0.896
29.0	0.542	0.677	0.750	0.789	0.829	0.852	0.875	0.898
29.5	0.547	0.681	0.754	0.792	0.831	0.854	0.877	0.900
30.0	0.553	0.685	0.757	0.795	0.834	0.857	0.879	0.901

續表 9-52 五堵集水區因土地利用改變導致之不同重現期距之逕流係數表

重現 期距 不透水 面積 (%)	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
30.5	0.558	0.689	0.761	0.798	0.836	0.859	0.881	0.903
31.0	0.563	0.693	0.764	0.801	0.839	0.861	0.882	0.904
31.5	0.568	0.697	0.767	0.804	0.841	0.863	0.884	0.906
32.0	0.572	0.701	0.770	0.807	0.843	0.865	0.886	0.907
32.5	0.577	0.705	0.773	0.809	0.846	0.867	0.888	0.909
33.0	0.582	0.709	0.777	0.812	0.848	0.869	0.889	0.910
33.5	0.587	0.712	0.780	0.815	0.850	0.871	0.891	0.911
34.0	0.592	0.716	0.783	0.817	0.852	0.873	0.893	0.913
34.5	0.596	0.720	0.786	0.820	0.854	0.875	0.894	0.914
35.0	0.601	0.723	0.788	0.822	0.856	0.876	0.896	0.915
35.5	0.605	0.727	0.791	0.825	0.858	0.878	0.897	0.917
36.0	0.610	0.730	0.794	0.827	0.860	0.880	0.899	0.918
36.5	0.614	0.734	0.797	0.830	0.862	0.882	0.900	0.919
37.0	0.619	0.737	0.800	0.832	0.864	0.884	0.902	0.920
37.5	0.623	0.741	0.802	0.834	0.866	0.885	0.903	0.921
38.0	0.628	0.744	0.805	0.837	0.868	0.887	0.905	0.923
38.5	0.632	0.747	0.808	0.839	0.870	0.889	0.906	0.924
39.0	0.636	0.751	0.810	0.841	0.872	0.890	0.907	0.925
39.5	0.640	0.754	0.813	0.843	0.874	0.892	0.909	0.926
40.0	0.645	0.757	0.816	0.846	0.876	0.893	0.910	0.927
40.5	0.649	0.760	0.818	0.848	0.877	0.895	0.911	0.928
41.0	0.653	0.763	0.821	0.850	0.879	0.896	0.913	0.929
41.5	0.657	0.766	0.823	0.852	0.881	0.898	0.914	0.930
42.0	0.661	0.769	0.825	0.854	0.883	0.899	0.915	0.931
42.5	0.665	0.772	0.828	0.856	0.884	0.901	0.916	0.932
43.0	0.669	0.775	0.830	0.858	0.886	0.902	0.918	0.933
43.5	0.673	0.778	0.832	0.860	0.888	0.904	0.919	0.934
44.0	0.677	0.781	0.835	0.862	0.889	0.905	0.920	0.935
44.5	0.681	0.784	0.837	0.864	0.891	0.906	0.921	0.936
45.0	0.685	0.787	0.839	0.866	0.892	0.908	0.922	0.937
45.5	0.689	0.790	0.842	0.868	0.894	0.909	0.924	0.938
46.0	0.692	0.793	0.844	0.870	0.895	0.910	0.925	0.939
46.5	0.696	0.795	0.846	0.872	0.897	0.912	0.926	0.940
47.0	0.700	0.798	0.848	0.873	0.898	0.913	0.927	0.941
47.5	0.704	0.801	0.850	0.875	0.900	0.914	0.928	0.942
48.0	0.707	0.804	0.852	0.877	0.901	0.916	0.929	0.943
48.5	0.711	0.806	0.854	0.879	0.903	0.917	0.930	0.944
49.0	0.715	0.809	0.856	0.880	0.904	0.918	0.931	0.944
49.5	0.718	0.812	0.859	0.882	0.906	0.919	0.932	0.945
50.0	0.722	0.814	0.861	0.884	0.907	0.921	0.933	0.946
50.5	0.725	0.817	0.863	0.886	0.908	0.922	0.934	0.947
51.0	0.729	0.819	0.865	0.887	0.910	0.923	0.935	0.948
51.5	0.732	0.822	0.866	0.889	0.911	0.924	0.936	0.948
52.0	0.736	0.824	0.868	0.891	0.913	0.925	0.937	0.949
52.5	0.739	0.827	0.870	0.892	0.914	0.926	0.938	0.950
53.0	0.743	0.829	0.872	0.894	0.915	0.928	0.939	0.951
53.5	0.746	0.832	0.874	0.895	0.916	0.929	0.940	0.952
54.0	0.750	0.834	0.876	0.897	0.918	0.930	0.941	0.952
54.5	0.753	0.836	0.878	0.899	0.919	0.931	0.942	0.953
55.0	0.756	0.839	0.880	0.900	0.920	0.932	0.943	0.954
55.5	0.760	0.841	0.881	0.902	0.921	0.933	0.944	0.955
56.0	0.763	0.843	0.883	0.903	0.923	0.934	0.945	0.955

續表 9-52 五堵集水區因土地利用改變導致之不同重現期距之逕流係數表

重現 期距 不透水 面積 (%)	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
56.5	0.766	0.846	0.885	0.905	0.924	0.935	0.946	0.956
57.0	0.769	0.848	0.887	0.906	0.925	0.936	0.946	0.957
57.5	0.773	0.850	0.889	0.908	0.926	0.937	0.947	0.957
58.0	0.776	0.853	0.890	0.909	0.927	0.938	0.948	0.958
58.5	0.779	0.855	0.892	0.910	0.929	0.939	0.949	0.959
59.0	0.782	0.857	0.894	0.912	0.930	0.940	0.950	0.960
59.5	0.785	0.859	0.895	0.913	0.931	0.941	0.951	0.960
60.0	0.789	0.861	0.897	0.915	0.932	0.942	0.951	0.961
60.5	0.792	0.864	0.899	0.916	0.933	0.943	0.952	0.962
61.0	0.795	0.866	0.900	0.917	0.934	0.944	0.953	0.962
61.5	0.798	0.868	0.902	0.919	0.935	0.945	0.954	0.963
62.0	0.801	0.870	0.904	0.920	0.936	0.946	0.955	0.963
62.5	0.804	0.872	0.905	0.922	0.938	0.947	0.955	0.964
63.0	0.807	0.874	0.907	0.923	0.939	0.948	0.956	0.965
63.5	0.810	0.876	0.908	0.924	0.940	0.949	0.957	0.965
64.0	0.813	0.878	0.910	0.926	0.941	0.950	0.958	0.966
64.5	0.816	0.880	0.911	0.927	0.942	0.950	0.958	0.967
65.0	0.819	0.882	0.913	0.928	0.943	0.951	0.959	0.967
65.5	0.822	0.884	0.915	0.929	0.944	0.952	0.960	0.968
66.0	0.825	0.886	0.916	0.931	0.945	0.953	0.961	0.968
66.5	0.828	0.888	0.918	0.932	0.946	0.954	0.961	0.969
67.0	0.831	0.890	0.919	0.933	0.947	0.955	0.962	0.970
67.5	0.834	0.892	0.920	0.934	0.948	0.956	0.963	0.970
68.0	0.836	0.894	0.922	0.936	0.949	0.956	0.964	0.971
68.5	0.839	0.896	0.923	0.937	0.950	0.957	0.964	0.971
69.0	0.842	0.898	0.925	0.938	0.951	0.958	0.965	0.972
69.5	0.845	0.900	0.926	0.939	0.952	0.959	0.966	0.972
70.0	0.848	0.902	0.928	0.940	0.953	0.960	0.966	0.973
70.5	0.851	0.904	0.929	0.942	0.954	0.961	0.967	0.973
71.0	0.853	0.906	0.931	0.943	0.955	0.961	0.968	0.974
71.5	0.856	0.907	0.932	0.944	0.955	0.962	0.968	0.975
72.0	0.859	0.909	0.933	0.945	0.956	0.963	0.969	0.975
72.5	0.862	0.911	0.935	0.946	0.957	0.964	0.970	0.976
73.0	0.864	0.913	0.936	0.947	0.958	0.964	0.970	0.976
73.5	0.867	0.915	0.937	0.948	0.959	0.965	0.971	0.977
74.0	0.870	0.917	0.939	0.949	0.960	0.966	0.972	0.977
74.5	0.872	0.918	0.940	0.951	0.961	0.967	0.972	0.978
75.0	0.875	0.920	0.941	0.952	0.962	0.967	0.973	0.978
75.5	0.878	0.922	0.943	0.953	0.963	0.968	0.973	0.979
76.0	0.880	0.924	0.944	0.954	0.963	0.969	0.974	0.979
76.5	0.883	0.925	0.945	0.955	0.964	0.970	0.975	0.980
77.0	0.886	0.927	0.947	0.956	0.965	0.970	0.975	0.980
77.5	0.888	0.929	0.948	0.957	0.966	0.971	0.976	0.981
78.0	0.891	0.930	0.949	0.958	0.967	0.972	0.976	0.981
78.5	0.893	0.932	0.950	0.959	0.968	0.973	0.977	0.982
79.0	0.896	0.934	0.952	0.960	0.968	0.973	0.978	0.982
79.5	0.898	0.936	0.953	0.961	0.969	0.974	0.978	0.982
80.0	0.901	0.937	0.954	0.962	0.970	0.975	0.979	0.983
80.5	0.904	0.939	0.955	0.963	0.971	0.975	0.979	0.983
81.0	0.906	0.940	0.956	0.964	0.972	0.976	0.980	0.984
81.5	0.909	0.942	0.958	0.965	0.972	0.977	0.980	0.984
82.0	0.911	0.944	0.959	0.966	0.973	0.977	0.981	0.985

續表 9-52 五堵集水區因土地利用改變導致之不同重現期距之逕流係數表

重現 期距 不透水 面積 (%)	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
82.5	0.914	0.945	0.960	0.967	0.974	0.978	0.982	0.985
83.0	0.916	0.947	0.961	0.968	0.975	0.979	0.982	0.986
83.5	0.918	0.949	0.962	0.969	0.976	0.979	0.983	0.986
84.0	0.921	0.950	0.964	0.970	0.976	0.980	0.983	0.987
84.5	0.923	0.952	0.965	0.971	0.977	0.981	0.984	0.987
85.0	0.926	0.953	0.966	0.972	0.978	0.981	0.984	0.987
85.5	0.928	0.955	0.967	0.973	0.979	0.982	0.985	0.988
86.0	0.931	0.956	0.968	0.974	0.979	0.982	0.985	0.988
86.5	0.933	0.958	0.969	0.975	0.980	0.983	0.986	0.989
87.0	0.935	0.959	0.970	0.976	0.981	0.984	0.986	0.989
87.5	0.938	0.961	0.972	0.977	0.982	0.984	0.987	0.990
88.0	0.940	0.962	0.973	0.978	0.982	0.985	0.987	0.990
88.5	0.943	0.964	0.974	0.978	0.983	0.986	0.988	0.990
89.0	0.945	0.965	0.975	0.979	0.984	0.986	0.988	0.991
89.5	0.947	0.967	0.976	0.980	0.984	0.987	0.989	0.991
90.0	0.950	0.968	0.977	0.981	0.985	0.987	0.989	0.992
90.5	0.952	0.970	0.978	0.982	0.986	0.988	0.990	0.992
91.0	0.954	0.971	0.979	0.983	0.987	0.989	0.990	0.992
91.5	0.957	0.973	0.980	0.984	0.987	0.989	0.991	0.993
92.0	0.959	0.974	0.981	0.985	0.988	0.990	0.991	0.993
92.5	0.961	0.976	0.982	0.986	0.989	0.990	0.992	0.994
93.0	0.963	0.977	0.983	0.986	0.989	0.991	0.992	0.994
93.5	0.966	0.979	0.984	0.987	0.990	0.991	0.993	0.994
94.0	0.968	0.980	0.985	0.988	0.991	0.992	0.993	0.995
94.5	0.970	0.981	0.986	0.989	0.991	0.993	0.994	0.995
95.0	0.972	0.983	0.988	0.990	0.992	0.993	0.994	0.995
95.5	0.975	0.984	0.989	0.991	0.993	0.994	0.995	0.996
96.0	0.977	0.986	0.990	0.991	0.993	0.994	0.995	0.996
96.5	0.979	0.987	0.991	0.992	0.994	0.995	0.996	0.997
97.0	0.981	0.988	0.992	0.993	0.995	0.995	0.996	0.997
97.5	0.983	0.990	0.993	0.994	0.995	0.996	0.997	0.997
98.0	0.986	0.991	0.994	0.995	0.996	0.996	0.997	0.998
98.5	0.988	0.992	0.995	0.996	0.996	0.997	0.998	0.998
99.0	0.990	0.994	0.995	0.996	0.997	0.998	0.998	0.998
99.5	0.992	0.995	0.996	0.997	0.998	0.998	0.998	0.999
100.0	0.994	0.996	0.997	0.998	0.998	0.999	0.999	0.999

表 9-53 五堵集水區因土地利用改變導致之不同重現期距之洪峰流量表

單位：cms

重現 期距 不透水 面積 (%)	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
4.78	75.21	284.39	560.90	801.94	1167.05	1475.33	1839.51	2371.07
5.0	79.29	295.37	578.14	821.62	1188.89	1498.21	1865.65	2403.63
5.5	88.50	318.51	612.46	861.75	1239.86	1556.84	1927.75	2466.96
6.0	97.84	341.38	646.04	902.63	1285.20	1604.41	1975.84	2520.80
6.5	107.31	362.90	676.79	936.58	1328.10	1654.04	2031.30	2577.37
7.0	116.77	384.17	705.87	974.10	1370.47	1698.67	2076.33	2622.26
7.5	125.96	403.10	735.39	1006.84	1406.05	1735.52	2114.90	2666.30
8.0	135.34	423.87	761.26	1035.01	1442.13	1777.64	2160.76	2712.78
8.5	144.33	442.64	786.13	1067.66	1478.98	1816.36	2199.70	2751.62
9.0	153.64	459.61	812.85	1097.20	1511.07	1849.67	2232.75	2784.00
9.5	162.34	478.28	836.88	1123.40	1539.02	1878.32	2261.66	2817.88
10.0	171.35	496.07	858.50	1146.64	1567.39	1911.74	2299.51	2856.12
10.5	180.27	512.46	878.29	1173.26	1599.14	1945.03	2332.92	2889.50
11.0	188.68	527.56	902.18	1199.56	1627.67	1974.69	2362.41	2918.62
11.5	196.94	543.16	924.15	1223.50	1653.32	2001.12	2388.43	2944.00
12.0	205.81	559.78	944.37	1245.31	1676.38	2024.67	2411.38	2966.09
12.5	214.24	575.35	962.99	1265.18	1697.13	2045.65	2432.74	2991.99
13.0	222.26	589.92	980.15	1283.30	1718.98	2071.61	2462.34	3021.77
13.5	229.90	603.58	995.96	1304.47	1744.88	2098.62	2489.33	3048.71
14.0	237.95	616.39	1015.67	1326.65	1768.77	2123.40	2513.93	3073.10
14.5	246.28	628.85	1034.74	1347.30	1790.83	2146.15	2536.36	3095.17
15.0	254.28	643.71	1052.63	1366.53	1811.19	2167.02	2556.82	3115.13
15.5	261.96	657.82	1069.43	1384.45	1829.99	2186.18	2575.46	3133.17
16.0	269.33	671.23	1085.19	1401.15	1847.35	2203.75	2592.45	3149.46
16.5	276.40	683.98	1100.00	1416.71	1863.38	2219.88	2607.92	3164.15
17.0	283.20	696.09	1113.92	1431.22	1878.19	2234.68	2621.99	3179.71
17.5	290.98	707.62	1126.99	1444.75	1892.24	2251.33	2642.37	3202.18
18.0	298.68	718.58	1139.28	1459.43	1912.55	2272.39	2663.32	3223.12
18.5	306.13	729.01	1153.51	1477.37	1931.70	2292.19	2682.93	3242.64
19.0	313.34	738.94	1169.39	1494.38	1949.77	2310.79	2701.28	3260.82
19.5	320.31	750.34	1184.52	1510.53	1966.80	2328.27	2718.46	3277.77
20.0	327.07	762.64	1198.95	1525.84	1982.88	2344.70	2734.55	3293.56
20.5	333.61	774.46	1212.72	1540.38	1998.04	2360.15	2749.60	3308.26
21.0	339.93	785.84	1225.85	1554.17	2012.35	2374.67	2763.69	3321.96
21.5	346.06	796.79	1238.38	1567.27	2025.84	2388.31	2776.87	3334.70
22.0	352.00	807.32	1250.33	1579.69	2038.58	2401.13	2789.20	3346.55
22.5	358.92	817.46	1261.74	1591.49	2050.59	2413.18	2800.73	3357.57
23.0	365.91	827.22	1272.62	1602.69	2061.92	2424.49	2811.50	3367.81
23.5	372.71	836.61	1283.01	1613.32	2072.61	2435.12	2821.57	3377.31
24.0	379.35	845.65	1292.93	1623.41	2082.69	2445.09	2830.97	3386.12
24.5	385.82	854.36	1302.39	1632.99	2092.19	2454.45	2839.73	3394.27
25.0	392.12	862.74	1311.43	1642.08	2101.14	2463.22	2847.96	3404.70
25.5	398.27	870.81	1320.05	1650.71	2112.70	2475.64	2862.82	3419.58
26.0	404.26	878.59	1329.08	1663.75	2126.71	2490.04	2877.02	3433.75
26.5	410.10	886.08	1341.24	1676.57	2140.15	2503.82	2890.58	3447.26
27.0	415.79	893.68	1352.98	1688.92	2153.05	2517.02	2903.54	3460.14
27.5	421.34	903.60	1364.32	1700.81	2165.43	2529.66	2915.92	3472.41
28.0	426.76	913.24	1375.27	1712.26	2177.31	2541.76	2927.75	3484.10
28.5	432.04	922.61	1385.86	1723.28	2188.70	2553.35	2939.04	3495.24
29.0	437.18	931.71	1396.08	1733.89	2199.64	2564.45	2949.83	3505.85
29.5	442.21	940.55	1405.96	1744.12	2210.13	2575.07	2960.13	3515.95
30.0	447.10	949.15	1415.51	1753.96	2220.20	2585.24	2969.97	3525.57

續表 9-53 五堵集水區因土地利用改變導致之不同重現期距之洪峰流量表

單位：cms

重現 期距 不透水 面積 (%)	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
30.5	452.83	957.50	1424.73	1763.44	2229.85	2594.97	2979.36	3534.73
31.0	458.86	965.61	1433.64	1772.56	2239.12	2604.29	2988.32	3543.44
31.5	464.78	973.50	1442.24	1781.35	2248.01	2613.20	2996.87	3551.73
32.0	470.58	981.16	1450.56	1789.81	2256.53	2621.74	3005.04	3559.61
32.5	476.27	988.61	1458.59	1797.95	2264.70	2629.90	3012.82	3567.10
33.0	481.84	995.84	1466.36	1805.80	2272.54	2637.70	3020.24	3574.22
33.5	487.31	1002.87	1473.85	1813.34	2280.05	2645.17	3027.32	3580.98
34.0	492.67	1009.70	1481.10	1820.61	2287.26	2652.30	3034.06	3587.40
34.5	497.92	1016.34	1488.09	1827.60	2294.16	2659.12	3040.48	3593.48
35.0	503.07	1022.79	1494.85	1834.32	2300.77	2665.64	3046.59	3599.25
35.5	508.12	1029.06	1501.37	1840.80	2307.10	2671.86	3052.41	3604.72
36.0	513.07	1035.15	1507.67	1847.02	2313.17	2677.80	3057.94	3609.89
36.5	517.93	1041.07	1513.76	1853.01	2318.98	2683.47	3063.20	3614.78
37.0	522.68	1046.82	1519.63	1858.77	2324.53	2688.88	3068.20	3619.40
37.5	527.35	1052.40	1525.30	1864.30	2329.85	2694.04	3072.94	3623.76
38.0	531.92	1057.83	1530.77	1869.62	2334.93	2698.96	3077.43	3627.88
38.5	536.40	1063.10	1536.05	1874.74	2339.79	2703.64	3081.70	3631.75
39.0	540.80	1068.22	1541.14	1879.65	2344.43	2708.09	3085.73	3635.39
39.5	545.10	1073.19	1546.06	1884.36	2348.86	2712.33	3089.55	3638.80
40.0	549.32	1078.02	1550.80	1888.89	2353.10	2716.36	3093.15	3642.01
40.5	553.46	1082.71	1555.73	1897.04	2360.62	2720.78	3097.45	3645.22
41.0	557.52	1087.26	1565.53	1905.08	2368.88	2729.17	3105.65	3653.40
41.5	561.49	1094.18	1573.15	1912.90	2376.91	2737.32	3113.61	3661.32
42.0	565.39	1100.99	1580.58	1920.52	2384.71	2745.24	3121.32	3668.99
42.5	569.20	1107.65	1587.83	1927.95	2392.30	2752.92	3128.79	3676.42
43.0	572.94	1114.18	1594.90	1935.17	2399.67	2760.38	3136.04	3683.61
43.5	576.61	1120.56	1601.80	1942.21	2406.83	2767.62	3143.07	3690.57
44.0	580.20	1126.82	1608.53	1949.06	2413.79	2774.65	3149.88	3697.32
44.5	583.81	1132.93	1615.09	1955.73	2420.55	2781.47	3156.49	3703.84
45.0	588.56	1138.92	1621.49	1962.22	2427.12	2788.09	3162.89	3710.15
45.5	593.23	1144.78	1627.73	1968.54	2433.51	2794.51	3169.09	3716.26
46.0	597.83	1150.52	1633.82	1974.69	2439.71	2800.75	3175.10	3722.18
46.5	602.36	1156.13	1639.75	1980.68	2445.74	2806.80	3180.92	3727.89
47.0	606.82	1161.62	1645.54	1986.50	2451.59	2812.67	3186.56	3733.42
47.5	611.21	1167.00	1651.19	1992.17	2457.27	2818.36	3192.03	3738.77
48.0	615.53	1172.25	1656.69	1997.69	2462.79	2823.88	3197.32	3743.94
48.5	619.79	1177.39	1662.05	2003.06	2468.15	2829.24	3202.44	3748.93
49.0	623.97	1182.42	1667.28	2008.28	2473.36	2834.43	3207.40	3753.76
49.5	628.09	1187.35	1672.38	2013.36	2478.41	2839.47	3212.19	3758.42
50.0	632.14	1192.16	1677.34	2018.31	2483.31	2844.35	3216.84	3762.93
50.5	636.13	1196.86	1682.18	2023.11	2488.07	2849.08	3221.33	3767.28
51.0	640.05	1201.47	1686.90	2027.78	2492.68	2853.66	3225.68	3771.47
51.5	643.91	1205.97	1691.49	2032.33	2497.16	2858.10	3229.88	3775.52
52.0	647.70	1210.37	1695.97	2036.75	2501.51	2862.41	3233.94	3779.43
52.5	651.44	1214.67	1700.33	2041.04	2505.72	2866.57	3237.87	3783.19
53.0	655.11	1218.87	1704.58	2045.21	2509.80	2870.61	3241.66	3786.82
53.5	658.72	1222.98	1708.71	2049.27	2513.76	2874.51	3245.32	3790.32
54.0	662.27	1227.00	1712.74	2053.21	2517.60	2878.29	3248.86	3793.69
54.5	665.76	1230.92	1716.66	2057.04	2521.32	2881.95	3252.27	3796.93
55.0	669.19	1234.76	1720.47	2060.75	2524.92	2885.48	3255.57	3800.04
55.5	672.57	1238.51	1724.18	2064.36	2528.41	2888.90	3258.74	3803.04
56.0	675.88	1242.16	1727.80	2067.87	2531.79	2892.21	3261.81	3805.92

續表 9-53 五堵集水區因土地利用改變導致之不同重現期距之洪峰流量表

單位：cms

重現 期距 不透水 面積 (%)	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
56.5	679.14	1245.74	1731.31	2071.27	2535.06	2895.40	3264.76	3808.69
57.0	682.34	1249.23	1734.73	2074.57	2538.23	2898.49	3267.60	3811.35
57.5	685.49	1252.64	1738.05	2077.77	2541.29	2901.47	3270.34	3813.89
58.0	688.58	1255.96	1741.29	2080.88	2544.25	2904.34	3272.98	3816.34
58.5	691.62	1259.21	1744.43	2083.89	2547.11	2907.12	3275.51	3818.68
59.0	694.60	1262.38	1747.48	2086.80	2549.88	2909.79	3277.94	3820.91
59.5	697.53	1265.47	1750.45	2089.63	2552.55	2912.37	3280.28	3823.06
60.0	700.40	1268.49	1753.33	2092.37	2555.13	2914.86	3282.53	3825.10
60.5	703.23	1271.43	1756.13	2095.03	2557.62	2917.25	3284.68	3827.05
61.0	706.00	1274.30	1758.85	2097.60	2560.03	2919.55	3286.75	3828.91
61.5	708.72	1277.09	1761.48	2100.08	2562.34	2921.77	3288.73	3830.68
62.0	711.39	1279.82	1764.04	2102.49	2564.58	2923.90	3290.62	3832.37
62.5	714.01	1282.48	1766.52	2104.82	2566.73	2925.95	3292.43	3833.97
63.0	716.58	1285.07	1768.93	2107.06	2568.80	2927.91	3294.16	3835.49
63.5	719.10	1287.59	1771.27	2109.24	2570.80	2929.80	3295.80	3836.92
64.0	721.57	1290.04	1773.53	2111.34	2572.71	2931.60	3297.38	3838.28
64.5	723.99	1292.43	1775.72	2113.36	2574.55	2933.33	3298.87	3839.56
65.0	726.36	1294.76	1777.84	2115.32	2576.32	2934.99	3300.29	3840.76
65.5	728.69	1297.02	1779.89	2117.20	2578.02	2936.57	3301.64	3841.90
66.0	730.97	1299.22	1781.87	2119.02	2579.65	2938.08	3302.92	3842.96
66.5	733.21	1301.36	1783.79	2120.77	2581.21	2939.52	3304.13	3843.95
67.0	735.39	1303.44	1785.65	2122.45	2582.70	2940.90	3305.27	3844.87
67.5	737.53	1305.47	1787.44	2124.07	2584.12	2942.20	3306.35	3845.72
68.0	739.63	1307.43	1789.17	2125.63	2585.49	2943.44	3307.36	3846.51
68.5	741.68	1309.34	1790.84	2127.12	2586.79	2944.62	3308.31	3847.24
69.0	743.69	1311.19	1792.45	2128.56	2588.02	2945.74	3309.20	3847.90
69.5	745.65	1312.98	1794.01	2129.93	2589.20	2946.79	3310.03	3848.50
70.0	747.57	1314.72	1795.50	2131.25	2590.32	2947.79	3310.80	3849.05
70.5	749.45	1316.41	1796.94	2132.51	2591.38	2948.72	3311.51	3849.53
71.0	751.28	1318.04	1798.32	2133.72	2592.39	2949.60	3312.17	3849.96
71.5	753.07	1319.63	1799.65	2134.87	2593.34	2950.43	3312.77	3850.33
72.0	754.82	1321.16	1800.93	2135.97	2594.23	2951.20	3313.32	3850.65
72.5	756.53	1322.64	1802.15	2137.01	2595.08	2951.91	3313.81	3850.91
73.0	758.20	1324.07	1803.32	2138.01	2595.87	2952.58	3314.26	3851.12
73.5	759.82	1325.45	1804.45	2138.95	2596.61	2953.19	3314.65	3851.29
74.0	761.40	1326.79	1805.52	2139.85	2597.30	2953.75	3315.00	3851.40
74.5	762.95	1328.08	1806.54	2140.69	2597.95	2954.27	3315.29	3851.46
75.0	764.45	1331.00	1807.52	2141.49	2598.54	2954.73	3315.54	3851.48
75.5	765.91	1333.96	1809.16	2142.24	2599.09	2955.15	3315.75	3851.45
76.0	767.34	1336.87	1812.23	2142.95	2599.59	2955.53	3315.91	3851.37
76.5	768.72	1339.72	1815.24	2143.61	2600.05	2955.86	3316.02	3851.25
77.0	770.07	1342.52	1818.20	2144.90	2600.47	2956.14	3316.09	3851.09
77.5	772.30	1345.26	1821.09	2147.81	2600.84	2956.38	3316.13	3850.89
78.0	774.61	1347.95	1823.93	2150.67	2601.17	2956.58	3316.11	3850.64
78.5	776.88	1350.58	1826.70	2153.47	2601.46	2956.74	3316.06	3850.35
79.0	779.10	1353.17	1829.43	2156.21	2601.71	2956.86	3315.97	3850.02
79.5	781.28	1355.70	1832.10	2158.90	2603.04	2956.94	3315.84	3849.66
80.0	783.41	1358.17	1834.71	2161.53	2605.69	2956.98	3315.68	3849.25
80.5	785.51	1360.60	1837.27	2164.11	2608.27	2956.98	3315.47	3848.81
81.0	787.56	1362.98	1839.78	2166.63	2610.81	2956.94	3315.23	3848.34
81.5	789.56	1365.30	1842.24	2169.11	2613.29	2956.87	3314.96	3847.82
82.0	791.53	1367.58	1844.64	2171.53	2615.72	2956.77	3314.65	3847.28

續表 9-53 五堵集水區因土地利用改變導致之不同重現期距之洪峰流量表

單位：cms

重現 期距 不透水 面積 (%)	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年
82.5	793.45	1369.81	1847.00	2173.90	2618.09	2958.25	3314.31	3846.69
83.0	795.33	1371.99	1849.30	2176.22	2620.42	2960.54	3313.93	3846.08
83.5	797.17	1374.12	1851.55	2178.49	2622.69	2962.78	3315.81	3845.43
84.0	798.97	1376.20	1853.76	2180.71	2624.92	2964.97	3317.90	3844.75
84.5	800.72	1378.24	1855.92	2182.88	2627.09	2967.12	3319.94	3844.04
85.0	802.43	1380.22	1858.03	2185.01	2629.22	2969.21	3321.93	3845.63
85.5	804.10	1382.17	1860.09	2187.08	2631.30	2971.26	3323.88	3847.51
86.0	805.73	1384.07	1862.11	2189.12	2633.34	2973.26	3325.77	3849.34
86.5	807.32	1385.92	1864.08	2191.10	2635.33	2975.21	3327.62	3851.12
87.0	808.87	1387.73	1866.01	2193.05	2637.27	2977.12	3329.43	3852.86
87.5	810.37	1389.49	1867.89	2194.94	2639.17	2978.98	3331.19	3854.56
88.0	811.84	1391.21	1869.72	2196.80	2641.02	2980.80	3332.91	3856.21
88.5	813.26	1392.88	1871.52	2198.61	2642.84	2982.58	3334.59	3857.81
89.0	814.65	1394.52	1873.27	2200.38	2644.61	2984.31	3336.22	3859.37
89.5	815.99	1396.11	1874.98	2202.11	2646.34	2986.01	3337.82	3860.89
90.0	817.29	1397.66	1876.65	2203.79	2648.02	2987.66	3339.37	3862.37
90.5	818.55	1399.16	1878.28	2205.44	2649.67	2989.26	3340.88	3863.81
91.0	819.77	1400.63	1879.86	2207.04	2651.27	2990.83	3342.35	3865.20
91.5	820.95	1402.06	1881.41	2208.61	2652.84	2992.36	3343.78	3866.56
92.0	822.09	1403.44	1882.91	2210.14	2654.37	2993.85	3345.18	3867.88
92.5	823.19	1404.78	1884.38	2211.62	2655.86	2995.31	3346.53	3869.16
93.0	824.25	1406.09	1885.81	2213.08	2657.31	2996.72	3347.85	3870.40
93.5	825.27	1407.35	1887.20	2214.49	2658.73	2998.10	3349.13	3871.60
94.0	826.25	1408.58	1888.55	2215.87	2660.10	2999.44	3350.38	3872.77
94.5	827.19	1409.77	1889.87	2217.21	2661.45	3000.74	3351.59	3873.90
95.0	828.09	1410.92	1891.15	2218.51	2662.75	3002.01	3352.76	3875.00
95.5	828.95	1412.03	1892.39	2219.78	2664.02	3003.24	3353.91	3876.06
96.0	829.77	1413.10	1893.60	2221.01	2665.26	3004.44	3355.01	3877.08
96.5	830.55	1414.14	1894.77	2222.21	2666.46	3005.61	3356.09	3878.07
97.0	831.29	1415.14	1895.91	2223.38	2667.63	3006.74	3357.13	3879.03
97.5	831.99	1416.11	1897.01	2224.51	2668.77	3007.83	3358.13	3879.96
98.0	832.65	1417.04	1898.08	2225.61	2669.87	3008.90	3359.11	3880.85
98.5	833.27	1417.93	1899.12	2226.68	2670.95	3009.93	3360.05	3881.71
99.0	833.85	1418.78	1900.12	2227.71	2671.98	3010.94	3360.97	3882.54
99.5	834.40	1419.61	1901.09	2228.72	2672.99	3011.91	3361.85	3883.33
100.0	834.90	1420.39	1902.02	2229.69	2673.97	3012.85	3362.70	3884.10