

主 題 三

建構完整的防洪策略

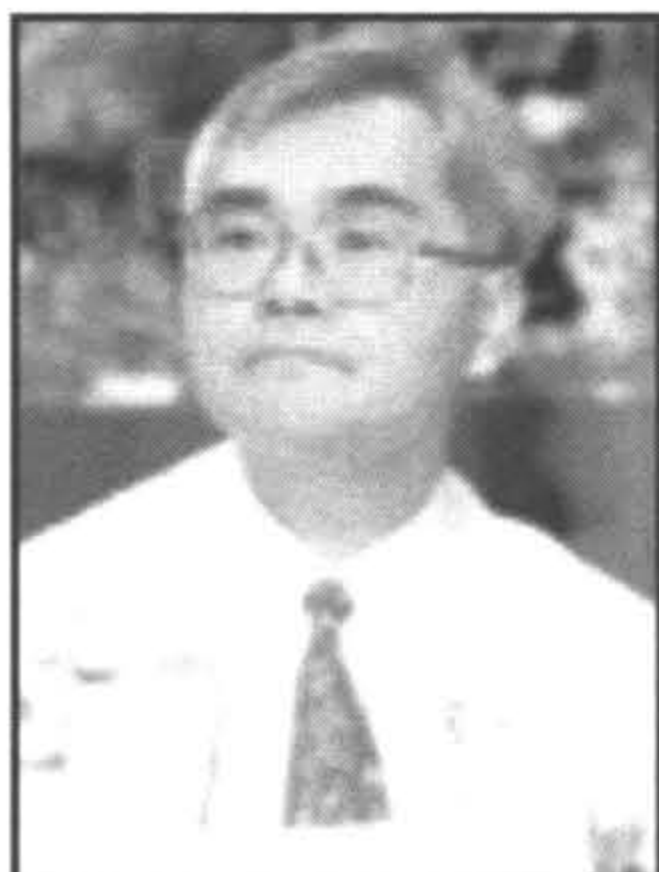


◆ 黃金山

學歷 日本明治大學

現職 經濟部水利處處長
經濟部水資源局代理局長

專長 水利工程
經歷 行政院模範公務人員（89年）
中國工程師學會工程獎章（90年）



◆ 許銘熙

學歷 台灣大學土木工程學研究所博士

現職 台大生物環境系統工程學教授兼主任
防災國家型計畫防洪研究群召集人

專長 洪水預報、淹水分析、河口環流
著作 本島各縣市淹水潛勢資料
淡水河洪水預報模式
淡水河河口環境及鹽分分布模擬

經歷 台大水工試驗所主任



◆ 郭振泰

學歷 美國康乃爾大學博士

現職 台大土木系教授兼水工試驗所主任
國際水力學會或然率水力學委員會主委

專長 水資源工程、水質模擬、都市水文學
著作 期刊論文 30 餘篇
會議論文 80 餘篇

經歷 美國 General Software Corp 高級工程師
內政部區域計畫委員



◆張石角

主持人張石角：

歡迎並感謝各位參加第三場研討會，主題為建構完整的防洪策略。我們邀請到的主講人是經濟部水資源局局長兼水利處處長—黃金山先生，身為政府水利部門最高長官，對於完整的防洪策略一定有其非常前瞻性的構想。與談人則有許銘熙先生及郭振泰先生，兩位都是台大知名教授，許教授並且是國家防災中心的主任，而郭振泰先生則是水利方面的專家。兩位都是非常適於在此次研討會中與黃金山先生對談、交換意見的人選。現在請黃金山先生為我們演講。



↑第三場研討會由水利部門最高長官－水資源局局長黃金山（左二）主講「建構完整的防洪策略」。（金燦偉攝）



主講人黃金山：

◆黃金山

當世界水環境一再隨地球暖化之變遷而日趨惡劣之際，台灣近年來不僅屢遭賀伯與象神等颱風帶來的豪雨侵襲，一年來更發生奇比颱風重創澎湖，潭美颱風淹沒高雄，桃芝颱風肆虐花蓮與南投，納莉颱風癱瘓大台北都會區鐵公路、捷運等交通運輸、電信與淹沒街道、建築物等淹水及土災砂害，利奇馬颱風更在一週內接踵而至，並在各地降下超大雨量。一連串的颱風及豪雨，對台灣的治山防洪措施、公共建設、國土開發利用等政策，進行一場世紀大洪水的檢驗。為徹底解決台灣的防洪問題，有必要因應世界水環境變化之衝擊，重新檢討目前防洪與國土利用策略，並參酌國外治水經驗後，建構一套完整的防洪策略與體系。

一、水環境變化之衝擊

聯合國 1988 年成立 IPCC (Intergovernment Panel on Climate Change) 認為溫室效應可能造成的變化包括：

1. 溫度上升



2. 雨量變化
3. 颱風頻率及強度的增加及受災區之地點移動
4. 極端氣候事件的增加（水災及旱災）
5. 海平面上升
6. 生態平衡的改變等

溫室效應所造成的全球氣候變遷，將使世界各地飽受水旱災害之苦。

（一）全球氣溫年平均值上升

溫室氣體含量的增加相伴隨的即為全球暖化現象，1995 年全球氣溫年平均值已達 15.39°C ，較 1886 年提高約 2°C （圖一），在有氣溫紀錄的近 130 年中，10 次最高氣溫發生在近 20 年，其中最高溫之前三名在近 10 年內發生。

（二）降雨強度逐年增大

根據台灣各氣象站近百年的降雨資料統計分析，全年平均年總降雨量逐年增加，而年總降雨日數逐年減少，亦即降雨強度有逐年增大的趨勢。以基隆及台北氣象站為例，由年總降雨量變化趨勢（基隆— $+1185$ 公釐／98 年；台北— $+268$ 公釐／103 年）（圖二）及年總降雨日數變化趨勢（基隆— -14.6 天／98 年；台北— -27.8 天／103 年）（圖三），近 100 年來平均每日增加分別約暴雨量 50% 及 30%。

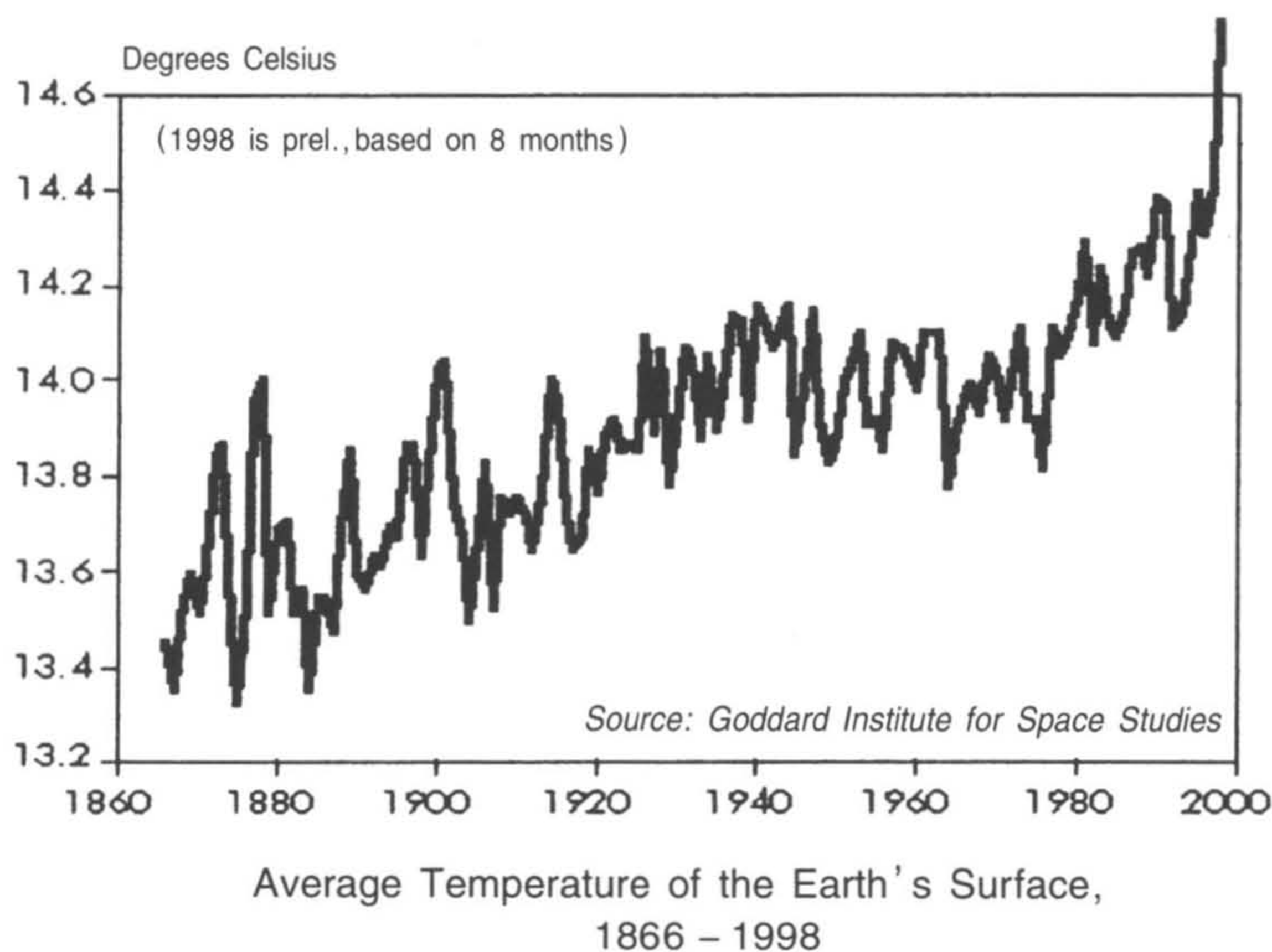
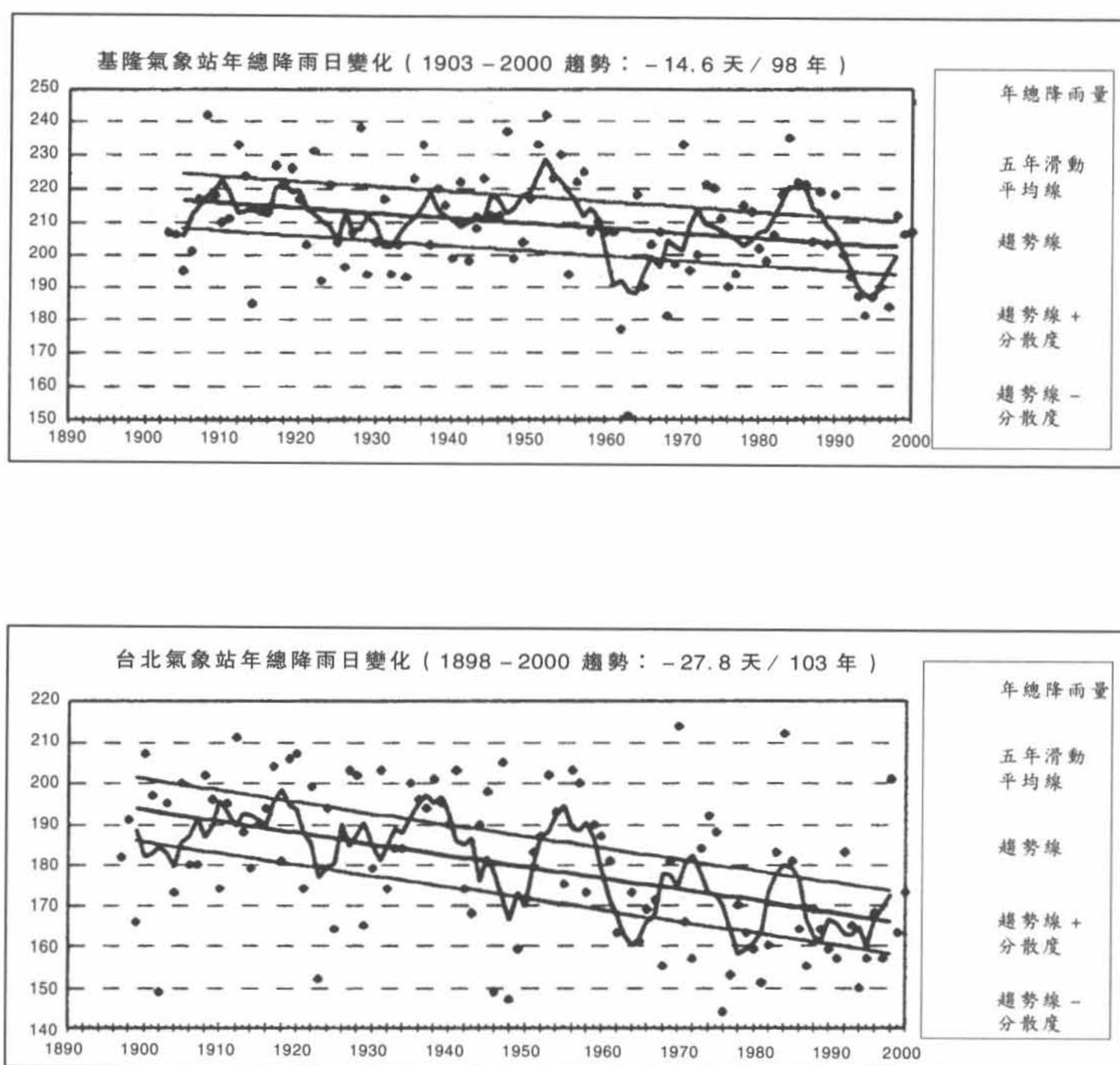


圖 一：1866 年至 1998 年全球氣溫年平均值圖

資料來源：吳約西等「世界水環境之變化」

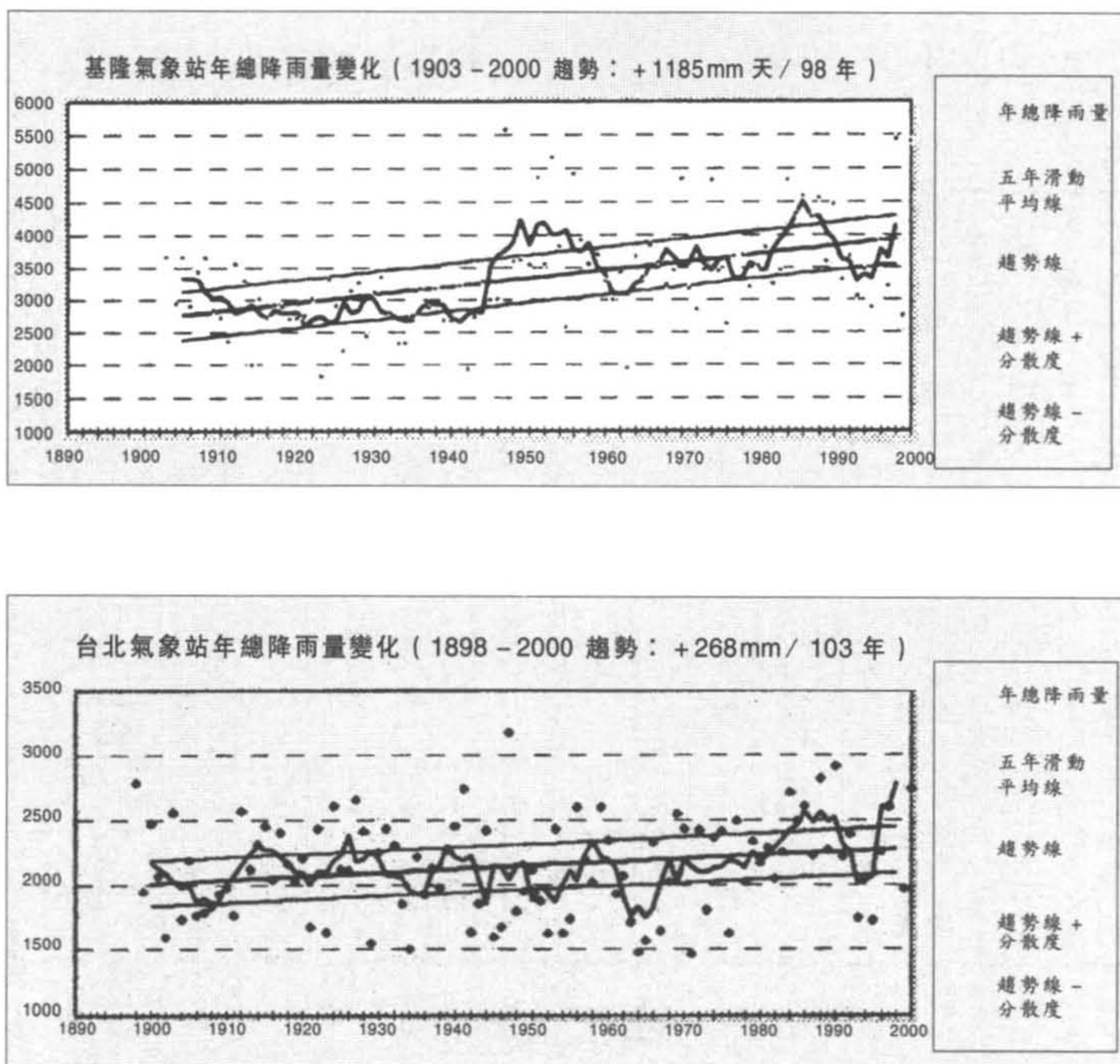
近年來颱風豪雨的降雨強度持續增大，降雨量的分布也由山區多平地少的型態逐漸轉變。以重創大台北地區的納莉颱風為例，在陽明山鞍部所測得的 1 至 3 日的暴雨量約為 518 公釐至 1061 公釐，其發生的頻率約為 8 至 15 年。而在台北所測得的 1 至 3 日的暴雨量亦高達 425 公釐至 835 公釐，其發生的頻率為 204 至 788 年，顯示目前都市雨水下水道 5 至 10 年頻率設計標準偏低（表一）。



圖二：基隆及台北氣象站年總降雨量變化趨勢圖

(三) 海平面上升

造成海平面上升的因素包括歐洲山谷冰河、格陵蘭冰原及南極冰原等陸冰融化、海水的熱膨脹作用、地下水超抽及地殼沈降等。在上一世紀中因冰山融化的水流入海洋，使海平面升高約 20 至 30 公分，本世紀預估將上升達 1 公尺。在 2050 年全球將有 1/4 的冰山消失，



圖三：基隆及台北氣象站年總降雨日數變化趨勢圖

至 2100 年僅剩 1/2，在未來 35 年中，喜馬拉雅山的冰雪區將減少約 1/5，嚴重威脅全世界人口一半所居住的臨海地區，其所造成之災害更難以估計。

(四) 人口增加導致缺水危機

1995 年一年中世界人口增加了 8,700 萬人，印度於 1999 年 8 月 15 日人口數已達 10 億，且每年以 1,800 萬人的速度增加中。至 1999 年 10 月 12 日全世界之人

表一：納莉、象神、瑞伯及芭比絲颱風鞍部站及台北站
暴雨量及發生頻率表

站名		納莉颱風 (2001/9/16 - 8)		象神颱風 (2000/10/29 - 11/01)		瑞伯颱風 (1998/10/14 - 16)		芭比絲颱風 (1998/10/25 - 27)	
		降雨量 (mm)	頻率 (年)	降雨量 (mm)	頻率 (年)	降雨量 (mm)	頻率 (年)	降雨量 (mm)	頻率 (年)
鞍部 (山區)	一日暴雨	518	8	672	-	412	-	314	-
	二日暴雨	806	11	947	-	777	-	547	-
	三日暴雨	1061	15	1065	-	788.5	-	606.1	-
台北 (平地)	一日暴雨	425	204	226	-	277	-	215	-
	二日暴雨	671	494	334	-	503	-	316	-
	三日暴雨	835	788	351.9	-	505.6	-	317.3	-

口增為 60 億人。面對如此衆多之人口，有數以百萬計的人無法滿足水之基本需求，且水源隨著人口不斷成長而減少，相對導致農作物之不足，水的問題將演變成全球性之糧食問題。根據 World Bank 的估計，未來國家的民生用水需求將成長約 60%，由每年 500 億立方公尺增加至 800 億立方公尺；工業用水需求將成長約 62%，由 1,270 億立方公尺增加到 2,060 億立方公尺。按聯合國預估至 2050 年全世界人口將達到 90 億人，屆時約 42% 的人口有缺水之虞。

（五）天然災害損失逐年增加

全世界由於暴風雨、水災、旱災及其他與氣候有關之天災，所帶來每年之經濟損失在 1980 年世界天然災害損失約 10～20 億美元，1996 年時全年達 600 億美元，至 1998 年已高達 890 億美元以上（圖四）。

（六）1998 年全世界 56 個國家遭受水災、45 個國家遭受旱災

由於受到氣候變遷的影響，全球各地頻頻發生破紀錄的大水災。根據統計，1998 年間全世界有 56 個國家遭受水患，45 個國家經歷了旱災，尤其是中國大陸，在 1998 年長江之洪水造成 3,700 人喪生，2.23 億人口居

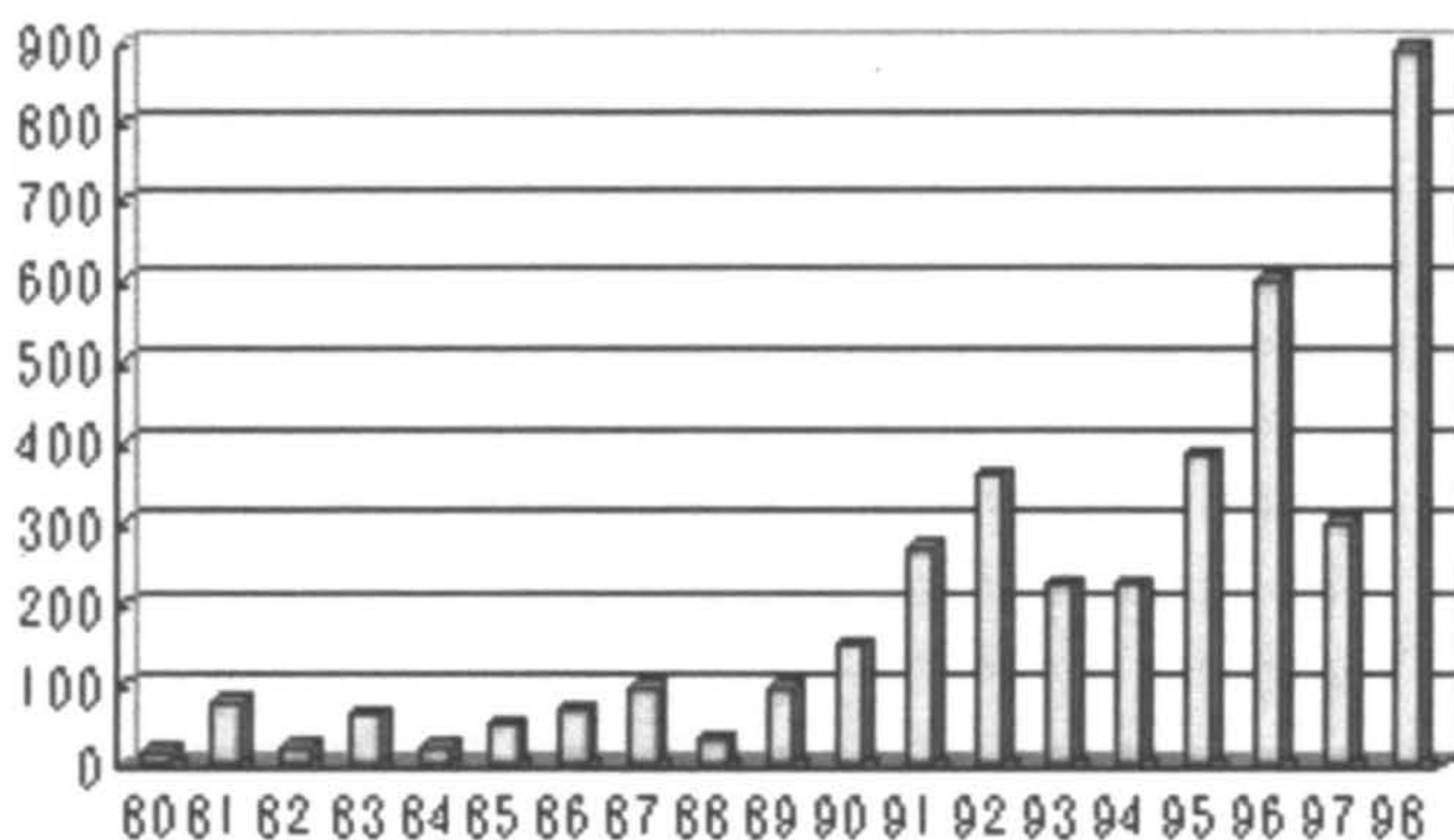


圖 四：全球氣候相關天然災害損失圖

資料來源：吳約西等「世界水環境之變化」

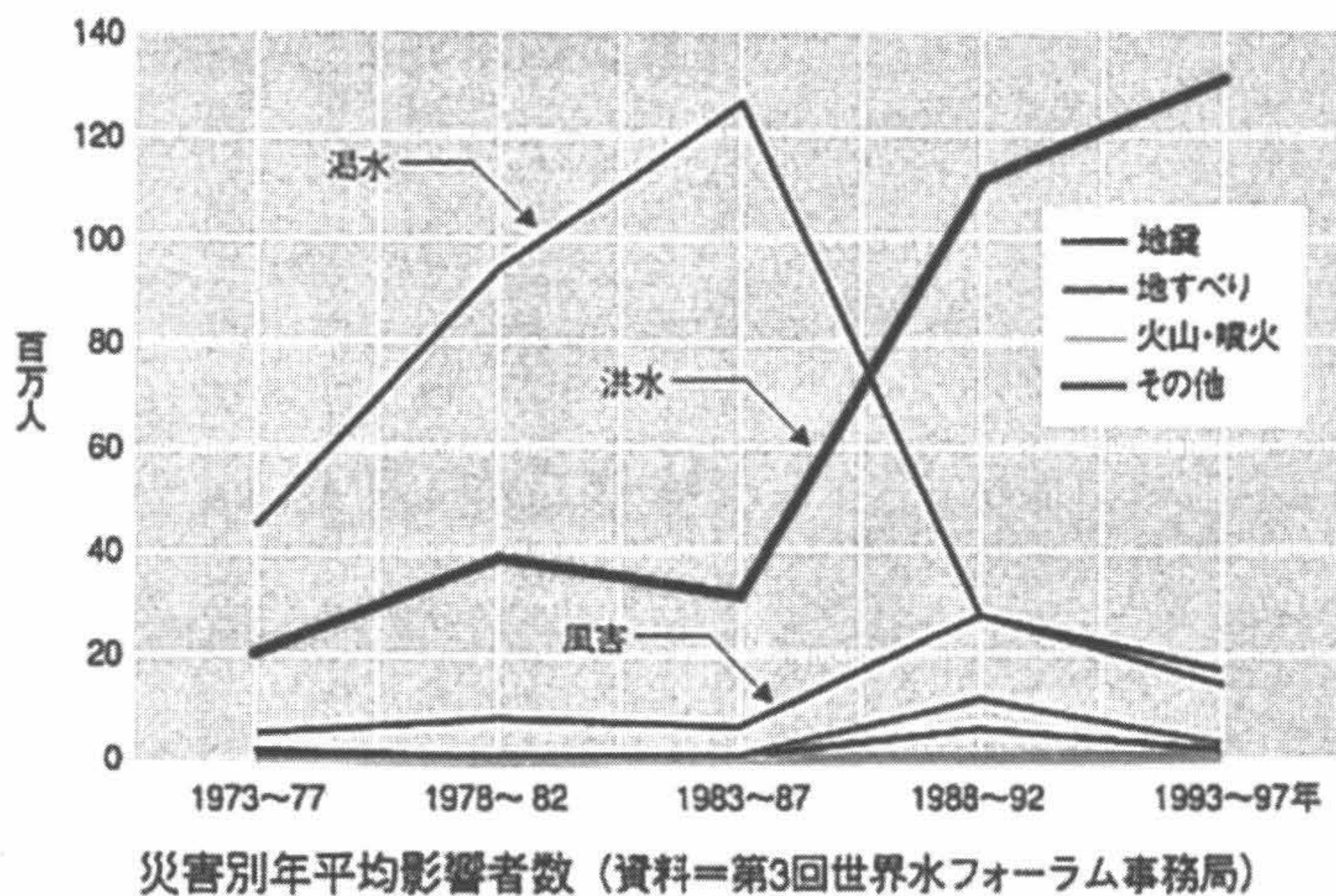


圖 五：由天災引起的災民數變化圖

資料來源：日本水的文化情報誌 FRONT9 月號

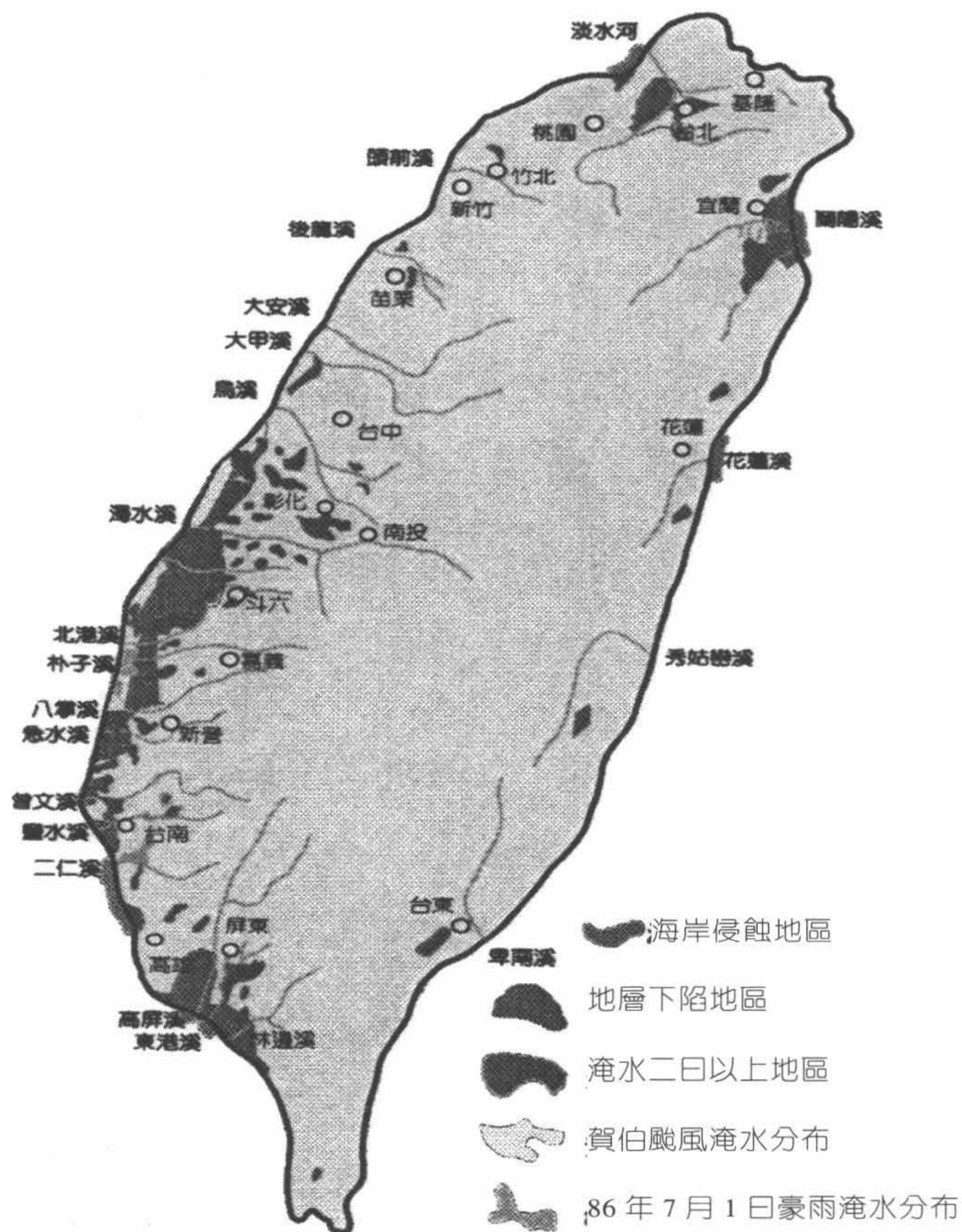
無定所，2,500 萬公頃農地毀損，共損失 300 億美元。

以災民數來比較天災發生狀況可以發現，1970 年代大多數的災民係因旱災及饑饉，惟自 1980 年代以後，遭逢洪水的災民占了全部災害災民的 60 % 以上，而到了 1990 年代中期，洪水災民人數比例再增加到 75 %，並持續提高中（圖五）。

二、防洪與國土利用策略之檢討

(一) 流域上游土地過度開發(都市化)且未做好水土保持工作，外因台灣地震頻仍，尤其自九二一集集大地震後，山區土石鬆動，每逢豪雨洪水挾帶大量土砂快速集中，引發土石流及土砂淤積河道，增加中、下游防洪的困難度。

近年來，台灣發生淹水的地區，已由過去的「地層下陷地區」、「地勢低窪地區」及「海岸侵蝕發生潮害地區」，轉變至「過度開發及超限利用地區」(圖六)。由合理化公式 $Q = CIA$ 可知，逕流量與逕流係數(地文變化)、降雨強度(水文變化)及降雨面積成正比。在地文變化方面，土地未開發前的林地 C 值約為 0.3 到 0.4，開發後則提高為 0.8 到 0.9；在水文變化方面，因為溫室效應造成全球氣候變遷之影響，近 100 年來基隆及台北地區平均每日約增加暴雨量 50% 及 30%。在都市開發前，大部分暴雨產生之逕流，經由森林及土壤之水源涵養入滲至地下貯存，可以有效減少逕流；然而都市開發後，森林及土壤植被面積減少，洪峰流量增加且集流時間縮短，大量洪水快速淹沒低窪地區(圖七)。



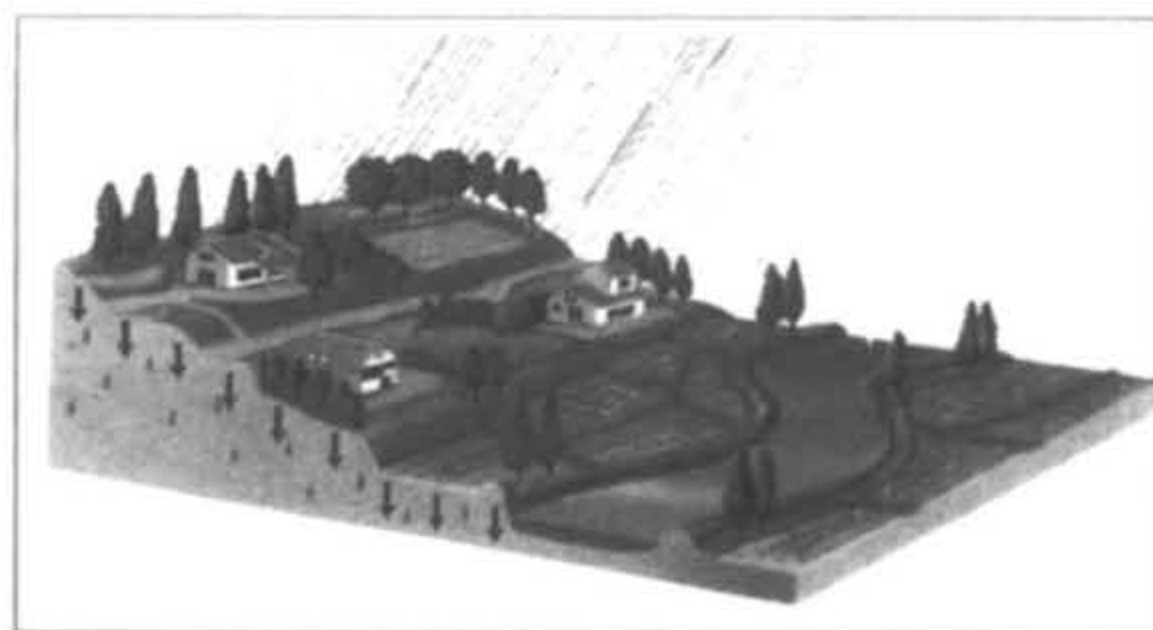
圖六 台灣潛在淹水地區圖

圖 六：台灣潛在淹水地區圖

資料來源：經濟部水利處知水第三期吳約西等「從汐止淹水淺談都市開發與水患之關係」

1. 以日本爲例

以日本鶴見川爲例，該河長 24.5 公里，流域面積 235 平方公里，流經町田市、橫濱市及川崎市等大都市；1960 年本流域都市開發率爲 10%，1975 年時增加爲 60%，至 1990 年則已高達 80%，30 年內都市開發率增加 70%。以鶴見川中游之落合橋流量歷線對照，1966 年 6 月颱風洪峰流量爲 771 立方米/秒，至 1990 年時高



←都市開發前

降雨大部分經由滲透入地後貯留於地下水層中。

都市開發後→

減少綠地被覆面積，縮短集流時間，增加洪峰流量，低窪地區淹水機率大增。

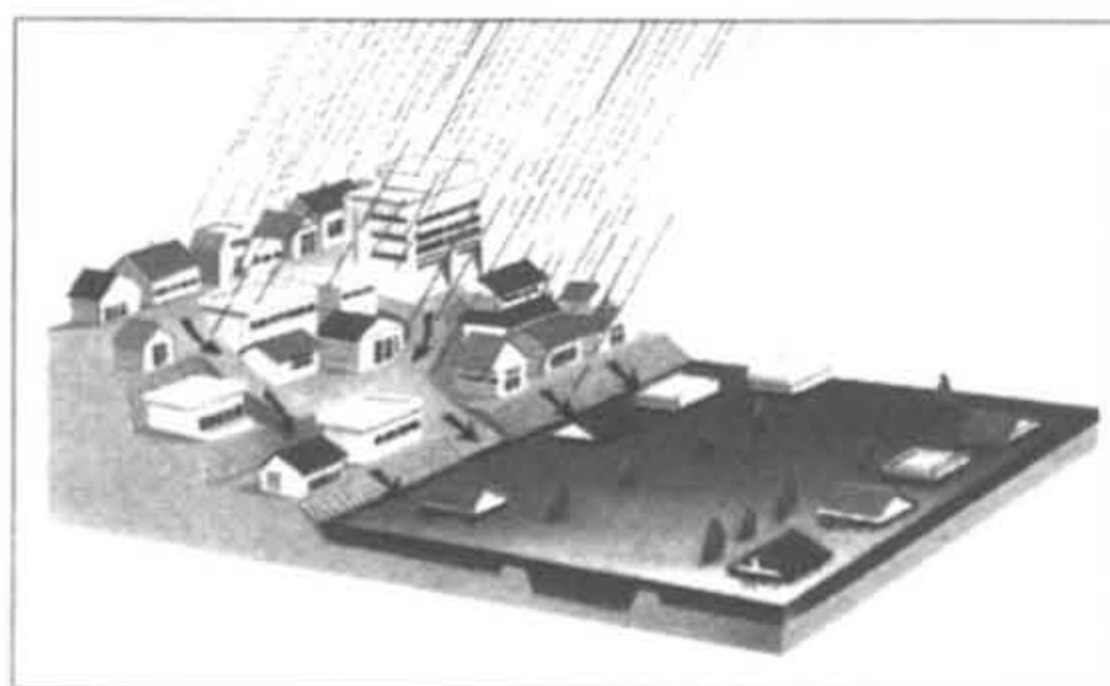


圖 七：過度開發造成逕流增加示意圖

資料來源：經濟部水利處知水第三期吳約西等「從汐止淹水淺談都市開發與水患之關係」

達 1,324 立方米/秒，洪峰量約增加一倍，而其洪峰到達時間（集流時間）亦縮短一倍以上（圖八）。

2. 以美國為例

美國德克薩斯州休士頓 Brays Bayou 地區開發前、開發中及開發後，規模大小幾乎相同的 3 場降雨之洪峰流量，開發中為開發前的 1.6 倍，開發後為開發前的 3.3 倍（圖九）。可見因土地開發產生逕流快速增加之現象，在小集水區更為顯著。地區之防洪標準倘無提升因應，洪災發生的機率、規模及衍生的衝擊將明顯增大。

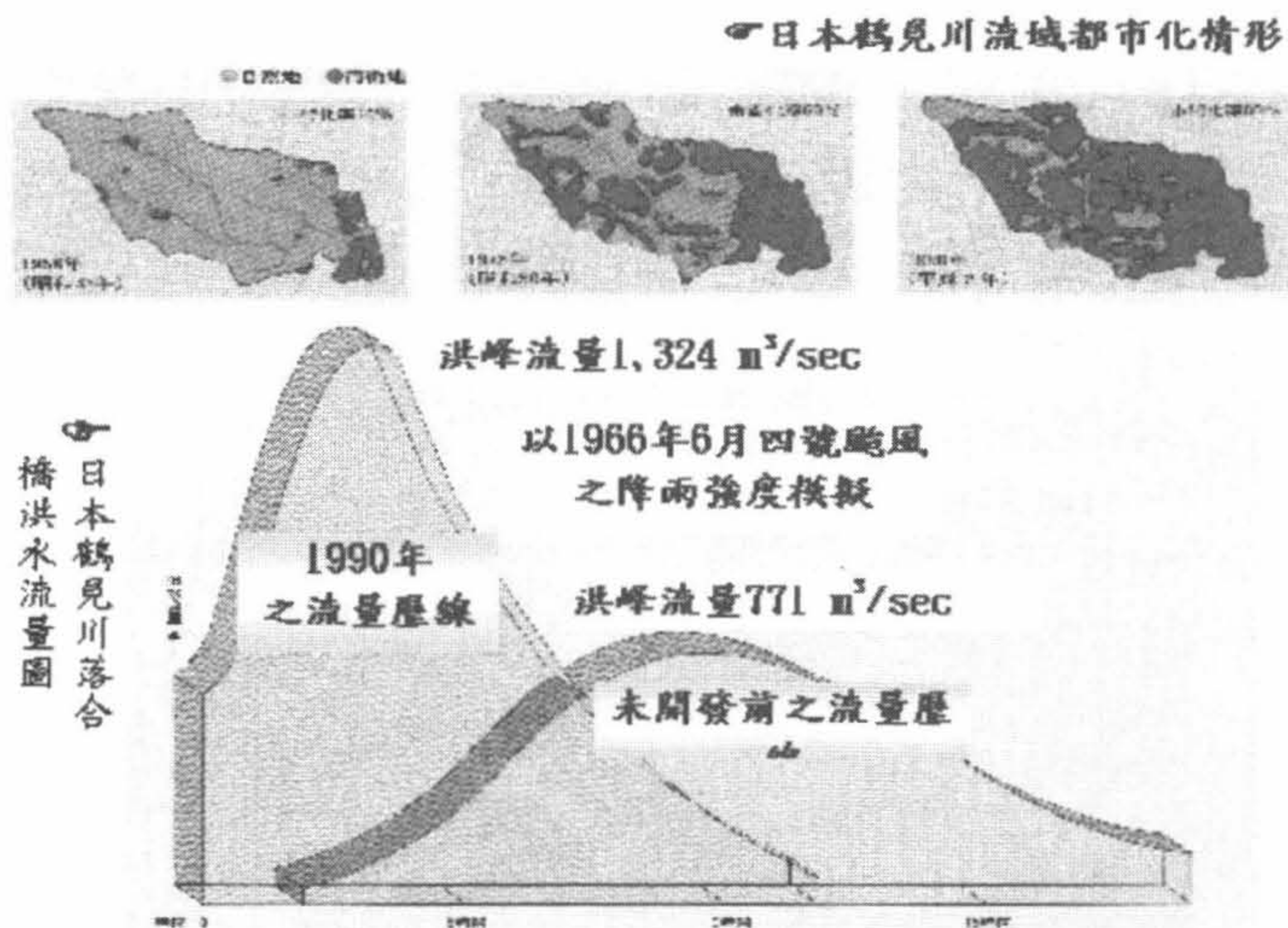


圖 八：日本鶴見川流域都市化與逕流增加情形

資料來源：經濟部水利處知水第三期吳約西等「從汐止淹水淺談都市開發與水患之關係」

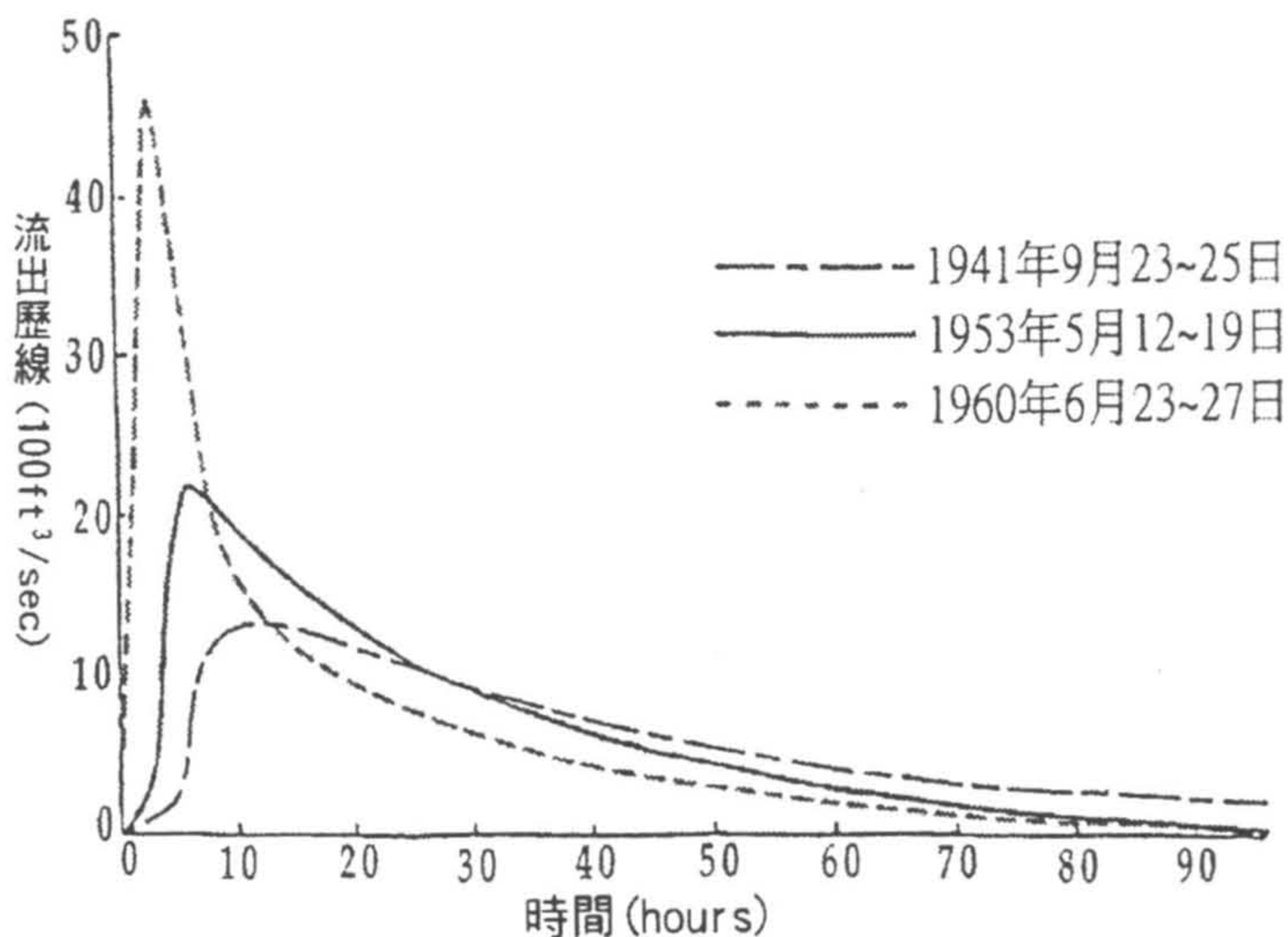


圖 九：美國德州休士頓 Brays Bayon 地區土地利用開發前後逕流狀況比較圖

資料來源：經濟部水利處知水第三期吳約西等「從汐止淹水淺發談都市開與水患之關係」

3. 以汐止為例

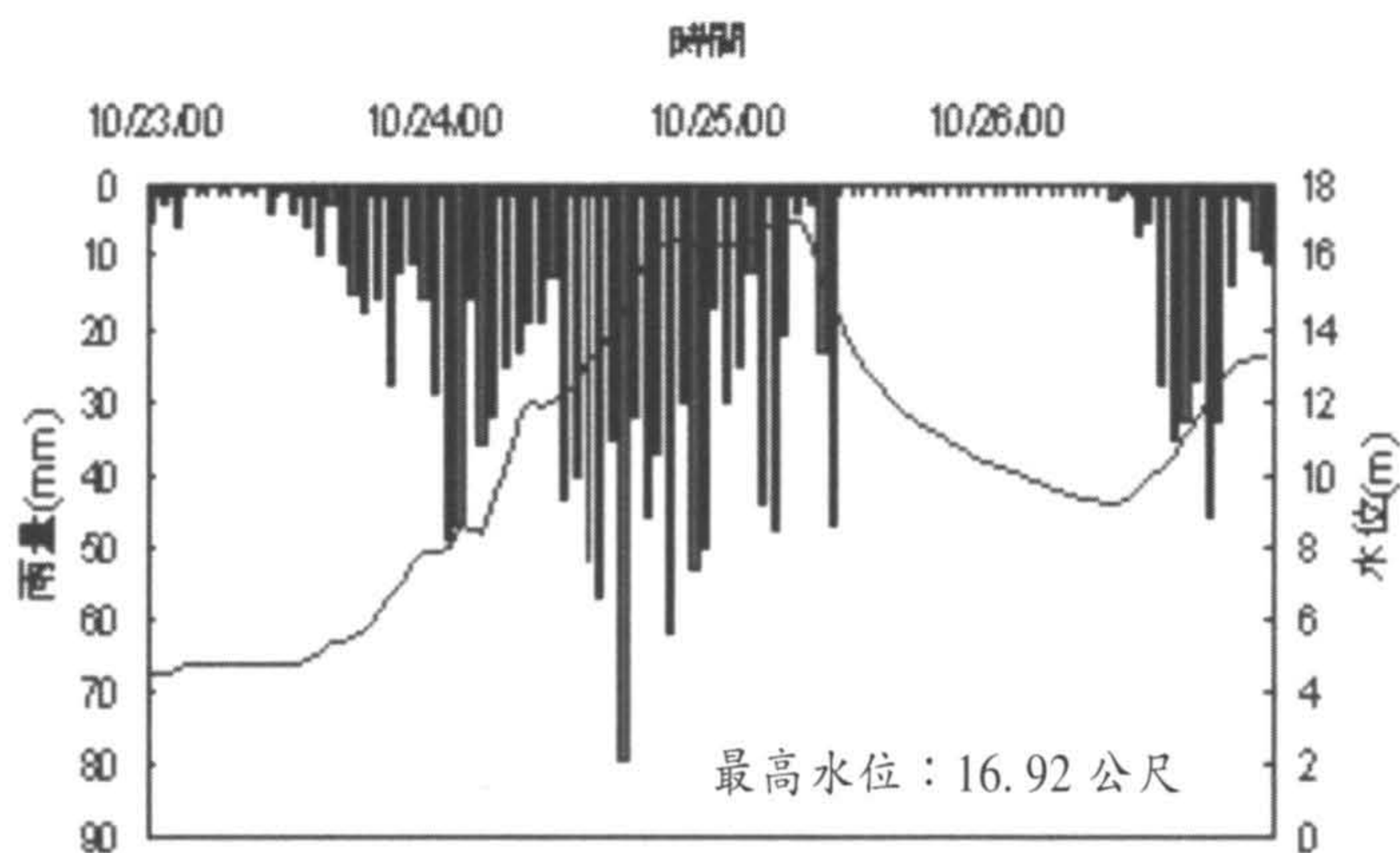
近 30 年來汐止地區的大量開發，建築基地面積從民國 50 年的 134 公頃，民國 70 年增為 292 公頃，至民國 85 年更迅速增加至 562 公頃，35 年來成長了 4.2 倍；此外，道路用地亦由民國 50 年之 26 公頃，迅速增



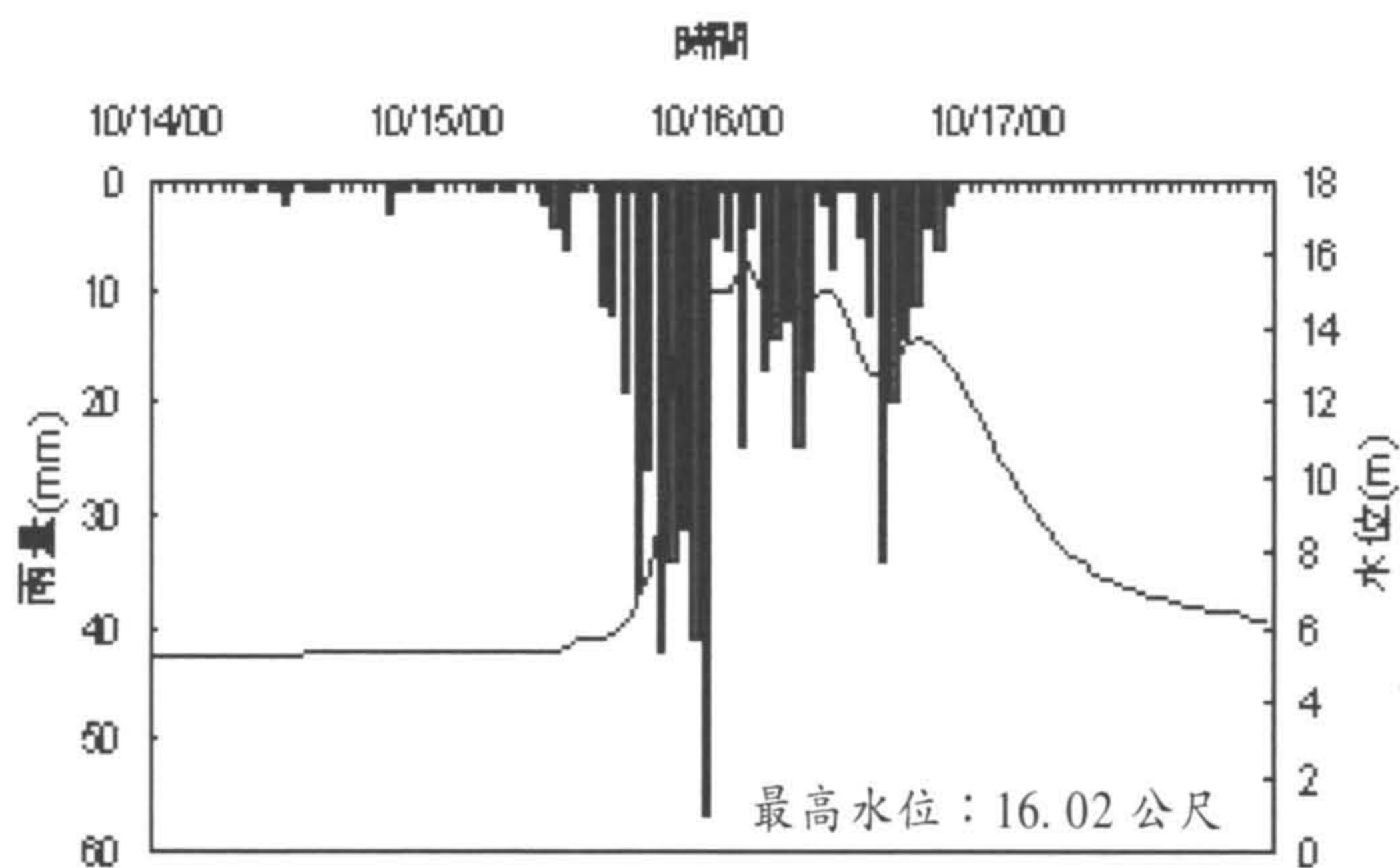
加至民國 84 年之 265 公頃，約成長 10 倍。其大量開發之土地，大部分集中於基隆河沿岸原可發揮滯洪效果之低窪地區。

比較造成汐止地區嚴重淹水及重大損失的琳恩（民國 76 年 10 月 24 日）、瑞伯（民國 87 年 10 月 15 日）、芭比絲（民國 87 年 10 月 25 日）及象神颱風（民國 89 年 10 月 31 日）等 4 次颱風之雨量及水位等資料（表二），由於都市開發降低雨水滲透能力，縮短基隆河集水區集流時間，造成地表逕流迅速上升。因此，雖然象神颱風最大降雨強度小於瑞伯颱風，但其造成之水位高度、速度及淹水範圍均較瑞伯颱風為大，其主要原因就在於都市開發所產生的效應（圖十）。

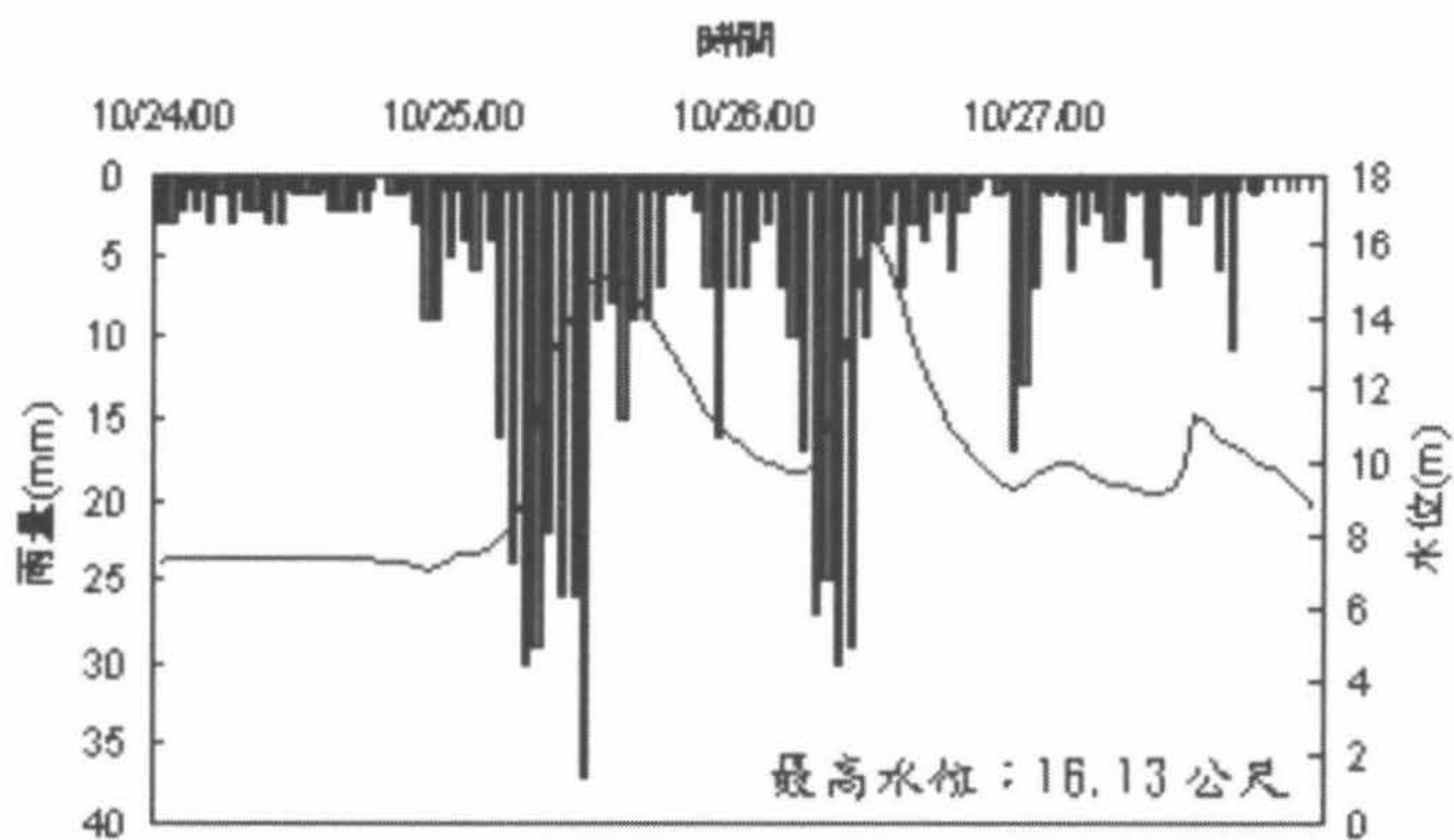
（二）台灣河川坡短流急，流域上游洪水流出中、下游後，迅速向河川兩側擴散。河川斷面因土地高度利用及土砂淤積而窄縮，造成水量洪水壅塞，水位迅速上漲，必須築堤防洪，以保護河岸人民生命財產安全。根據民國 88 年經濟部水利處「水利統計年報」，台灣地區現有河川堤防之總長度約 238 公里，其中中央管 24 條河川堤防長度共約 181 公里，佔 76%；縣市管 91 條河川堤防長度共約 48 公里，僅佔 20%。顯示，縣市管河川之防洪工程略嫌不足，應寬籌防洪經費並加速進行。



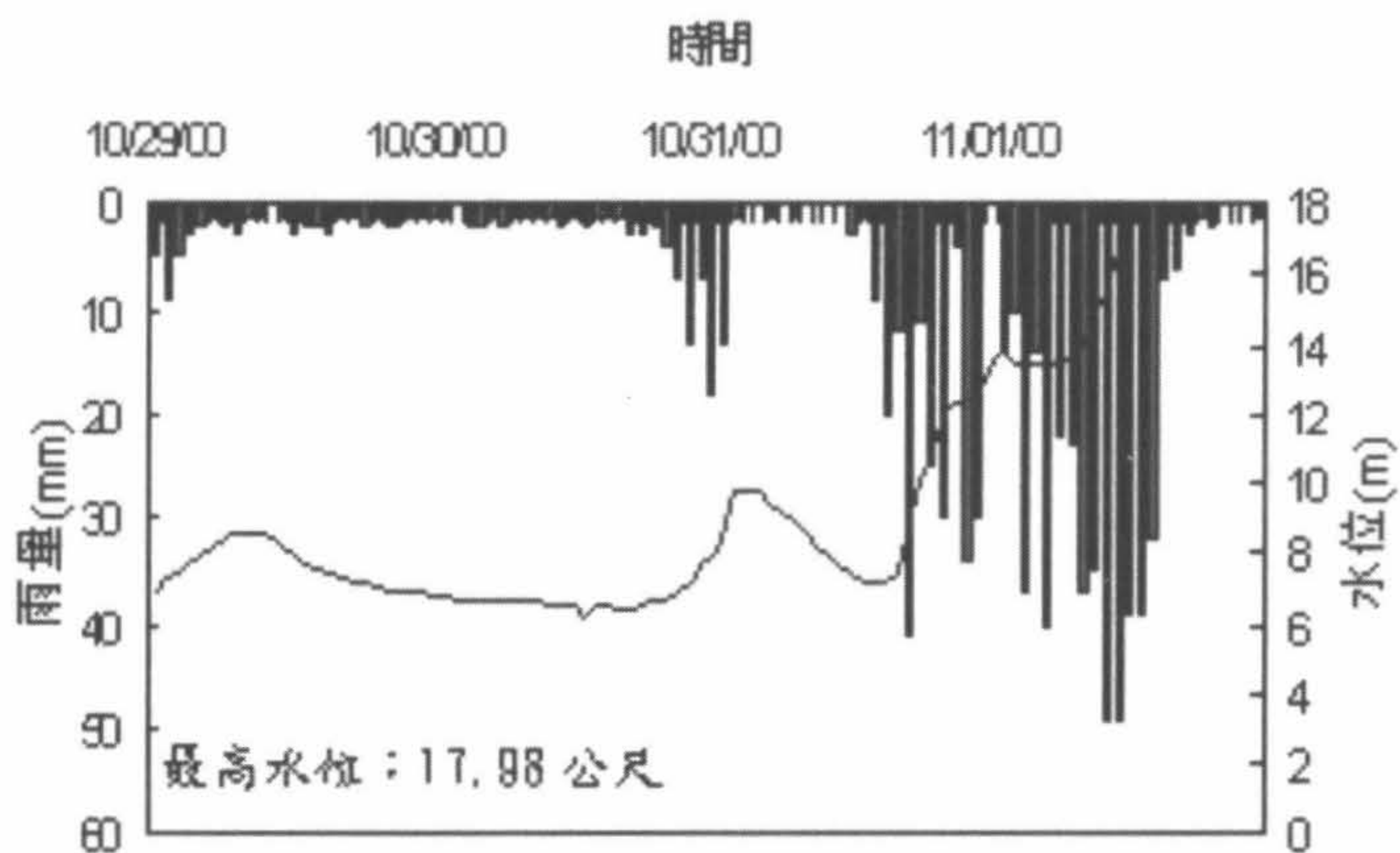
圖十：↑琳恩颱風(76年10月23日~10月26日)雨量及水位圖(五堵站)



↑瑞伯颱風(87年10月14日~10月17日)雨量及水位圖(五堵站)。



↑ 芭比絲颱風(87 年 10 月 24 日 ~ 10 月 27 日)雨量及水位圖(五堵站)



↑ 象神颱風(89年10月29日 ~ 11月1日)雨量及水位圖(五堵站)

表二：汐止地區近年重大淹水情形表

	五堵站		汐止地區		基隆地區	
	二日暴雨 (mm)	最高水位 (m)	淹水面積 (ha)	淹水深度 (m)	淹水面積 (ha)	淹水深度 (m)
琳恩颱風 (76.10.24)	-	16.92	609.6	3.0(max)	306.8	7.5(max)
瑞伯颱風 (87.10.15)	567	16.02	291	2.0	54	1.0
芭比絲颱風 (87.10.25)	554	16.13	286	1.8	52	0.9
象神颱風 (89.10.31)	563	17.98	441	2.5	197	2.5
納莉颱風 (90.9.16)	872	-	617	0.3-8.5	323	0.3-7.5

註：淹水深度除琳恩採最大值外，其餘為平均深度。

資料來源：經濟部水利處知水第三期吳約西等「從汐止淹水淺談都市開發與水患之關係」。

(三) 流域上、中游缺乏滯洪池、疏洪道、分洪道或大型雨水貯蓄池等調洪或減洪措施，迫使下游都會區或低窪地區僅以設置閘門及抽水站排除堤內水，風險過高。

1. 根據統計，台灣省河海工程及區排水門 1,326 座，抽水站 30 座；另就淡水河流域而言，水門約 1,036

座、抽水站約 80 座（如含施工中及臨時抽水站則合計 117 座），管理相當不易，每逢暴雨或洪水，風險相對增高，一旦設施運轉失靈（如抽水機故障），災害損失將難以估計。

表三：台灣省與台北市抽水站統計表

	抽水站(座)	制水閘門(扇)	疏散橫移門(座)
台北市	50(69)	840	32
台灣省	30(48)	155	9
總 計	80(117)	995	41

註：台北市 19 站為臨時抽水站；台灣省 18 站正施工中。

2. 都市更新或開發均未致力於各項防洪、滯洪或減洪之設計。截至 89 年為止的統計，全國已辦理之市地重劃 646 區及區段徵收 36 區，總面積達 14,741 公頃之都市更新或開發土地，其中約 40% 規畫作為道路、公園、學校等公共設施用地，幾乎沒有防洪、滯洪或減洪的設計或措施。

3. 地層下陷區土地的宿命。台灣地區之地層下陷主要發生於宜蘭、彰化、雲林、嘉義、台南、高雄及屏東

等沿海區域，依據歷年對該等地區所作地層下陷監測井監測及地面高程水準網點檢測所得的最新資料（至 89 年度）顯示，近年來在「地層下陷防治執行方案」推動後，地層下陷速率已趨緩或停止。惟因土壤結構遭受破壞，下陷地盤幾乎無法再回復。沿海地層下陷區由於地勢低窪，每逢暴潮或淹水，勢必造成大面積淹水，除依賴抽水站抽水排除外，有些地方甚至以村落圍堤再配合抽水的方式來防止淹水。

（四）水庫蓄水與洩洪之操作問題。水庫可以調整河川上游洪水量，增加水資源利用，兼收防洪減災之效（圖十一）。遇有颱風或豪雨時，水庫必須實施調節性洩洪。依台灣地區各水庫運用規則規定，在洪水期間，洩洪總流量之增加率應小於水庫進水流量之最高增加率，且洩洪流量不得大於進流量，以發揮調洪功能，以防止或減輕中、下游洪患之發生。惟民衆不了解水庫之操作規則，一遇上游水庫洩洪，則歸責其放水之不當。

三、 防災與救災體系之檢討

（一）水文、地文及颱風等資料不易掌握且未能建立洪水情報機制，當颱風或豪雨警報發布後，無法即時有效預測河川水位及淹水區域（含淹水深度）或水庫放

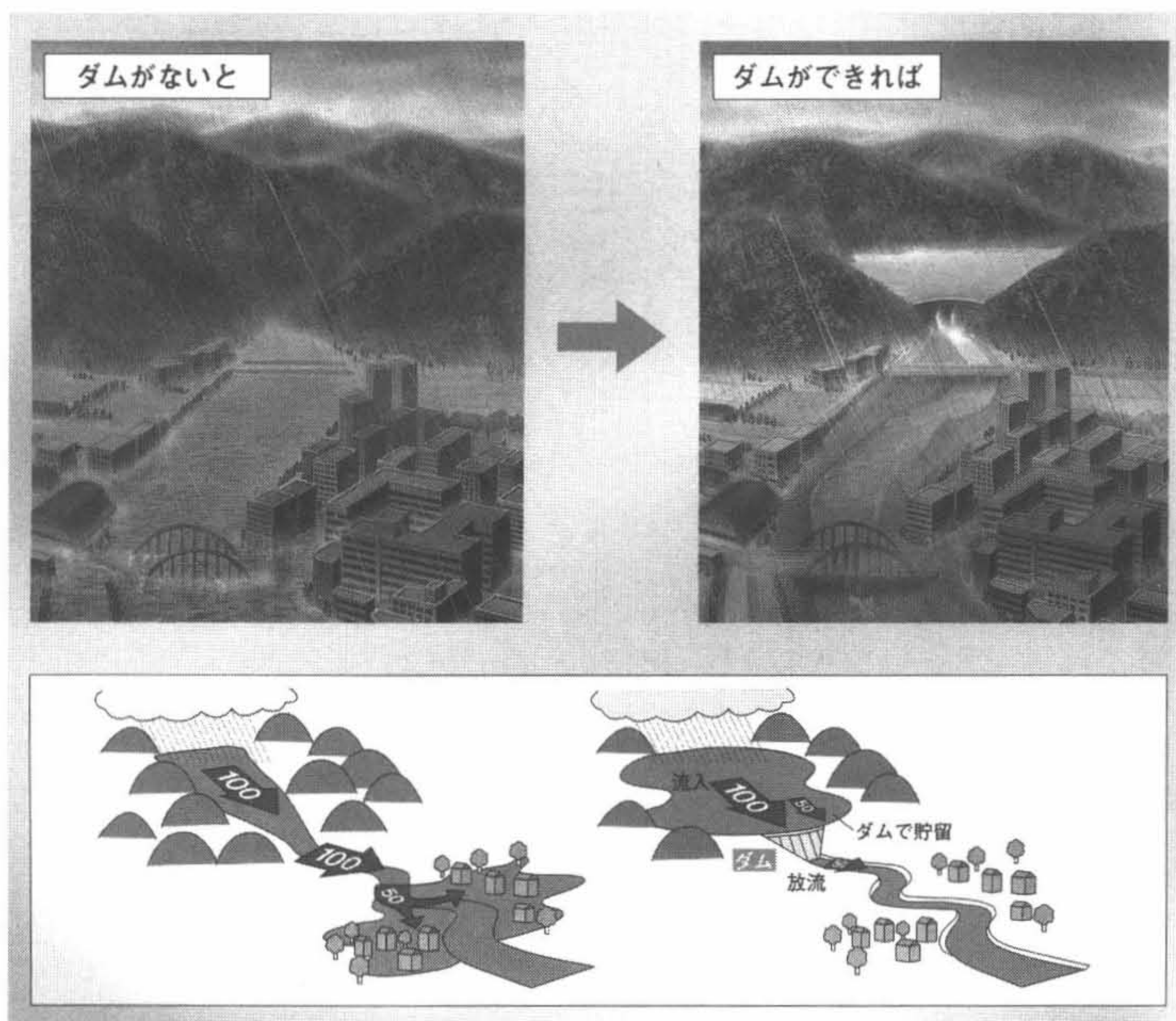


圖 十 一：水庫之防洪功能示意圖

資料來源：2000 日本未來水庫事業

流及暴潮與下游水位之變化，並通報民衆與相關單位及早應變。

（二）欠缺整體之減災及避災計畫（含危險區域公告、管制及疏散、避難路線及地點等），增加災害損失。

（三）各級災情通報系統不明確，錯失搶險救災先機，造成不必要的災害產生或擴大。

(四) 未能有效掌握民間救援人力、機具及其他物資等資訊，並妥為布設派遣，延緩救災效率。

(五) 推動中之防災國家型科技計畫，雖已完成水災防救資料庫之建立、台灣地區颱風災害淹水潛勢分析、示範區颱風危害度分析、示範區颱風災害、洪水預報網之規畫等防洪科技，惟因基本資料不足且淹水潛勢區資訊公告程序尚未完成，難以達到既定的目標。

四、未來綜合治水策略之調整

(一) 國外綜合治水策略之參考

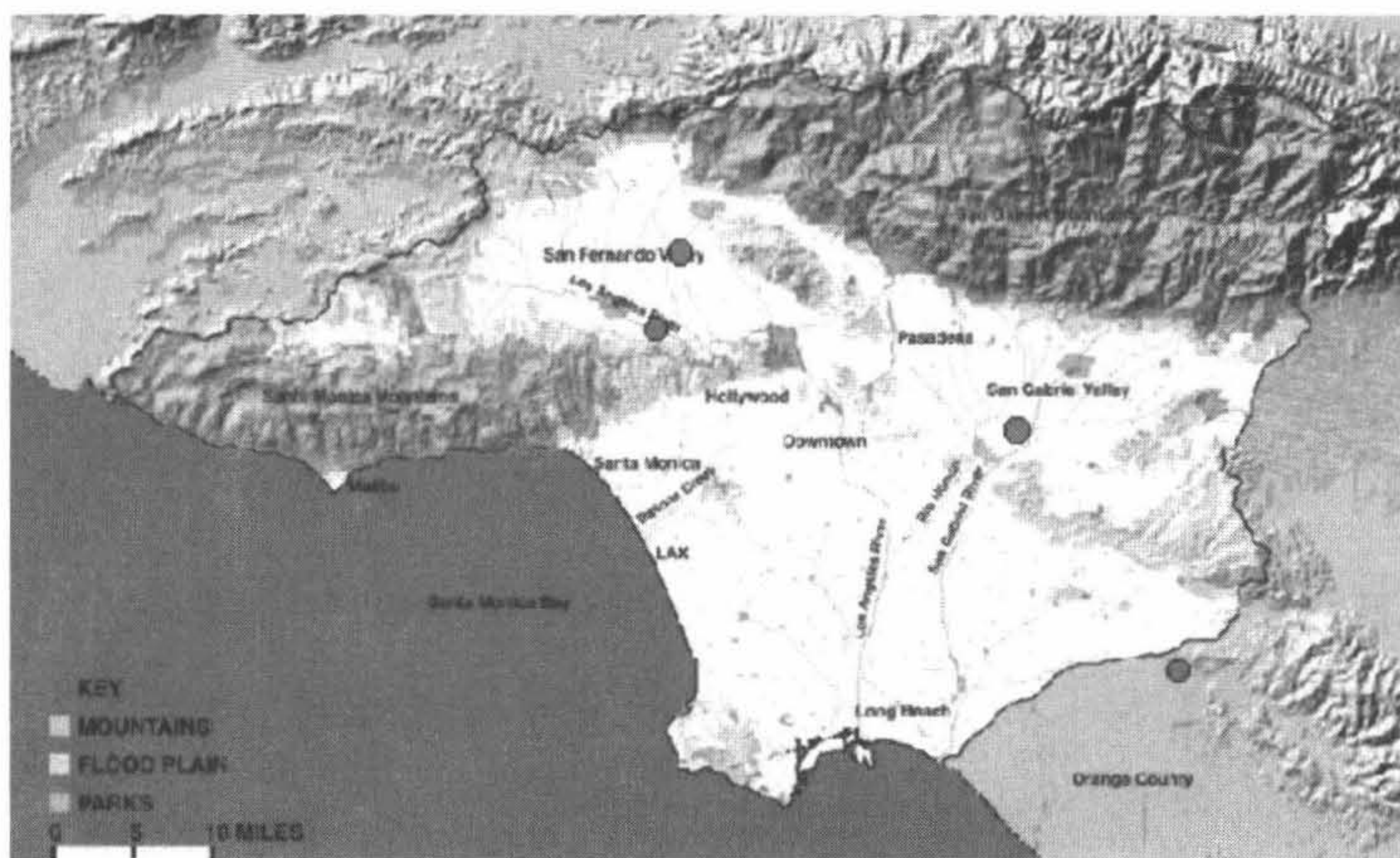
1. 美國（以 Los Angeles 地區為例）1200 萬人口，流經大都會地區之 L. A.、San Gabirel 及 Santa Ana 三大河川，在山區進入平地處均透過都會區計畫（urban planning）預留四個大型各約 6 到 10 平方公里之防洪控制區（Flood Control Basin）—— Sepulveda Flood Control Basin、Honsen Flood Control Basin、Santa Fe Flood Control Basin、Prado Flood Control Basin（圖十二），調節河川上游洪峰流量，以避免或減輕災害的損失。

2. 日本 49% 的人口及 75% 的財產，集中於僅 10% 的土地上，一旦遭受洪水或土砂災害之侵襲，將損失慘

重。因此，自 1985 年起推動綜合治水對策，以解決都會區之淹水問題。主要的綜合治水對策如下：

(1) 河川治理改善 (River improvement)

A. 築堤或疏濬，以擴大河道斷面，增加排洪能力，降低河川水位。B. 興建分洪、疏洪河道 (Floodways) 及滯洪池 (Retarding basins)。C. 興建流況調整河川 (兩條河川之連通水道)，可調整兩條河川流量差異大的河川，兼收治水、利水之效 (圖十三)。D. 興建高規格堤防 (Super Levees) (或稱綠堤防)：日本興建高規格堤防，係為解決洪水越堤、潰堤及低窪地區淹水等問題，並可防止發生地震損壞堤防，創造河岸住宅新生機。在作法上，高規格堤防係採堤防高與特別區域 (底



圖十二： Los Angeles 防洪控制區位置圖

部)比 1 / 3 0 之超緩坡設計 (圖十四)。

其最大的特點，就在於其緩坡上可維持高度利用。因此，在興建完工後，將更有價值 (減低洪患威脅並具高度之親水性) 的土地歸還原地主。對人民與政府而言，這是一項雙贏的策略，在日本江戶川沿岸已多處推動興建，成效也逐步顯現，本措施可作為地層下陷區或沿海低窪地區重建之參考。

(2) 減災措施 (Damage mitigation measure)

A. 地下雨水貯留措施：興建大型的地下雨水貯留管 (Underground floodways) 及 地下雨水調節池 (Underground regulating reservoirs) (圖十五)，將超過

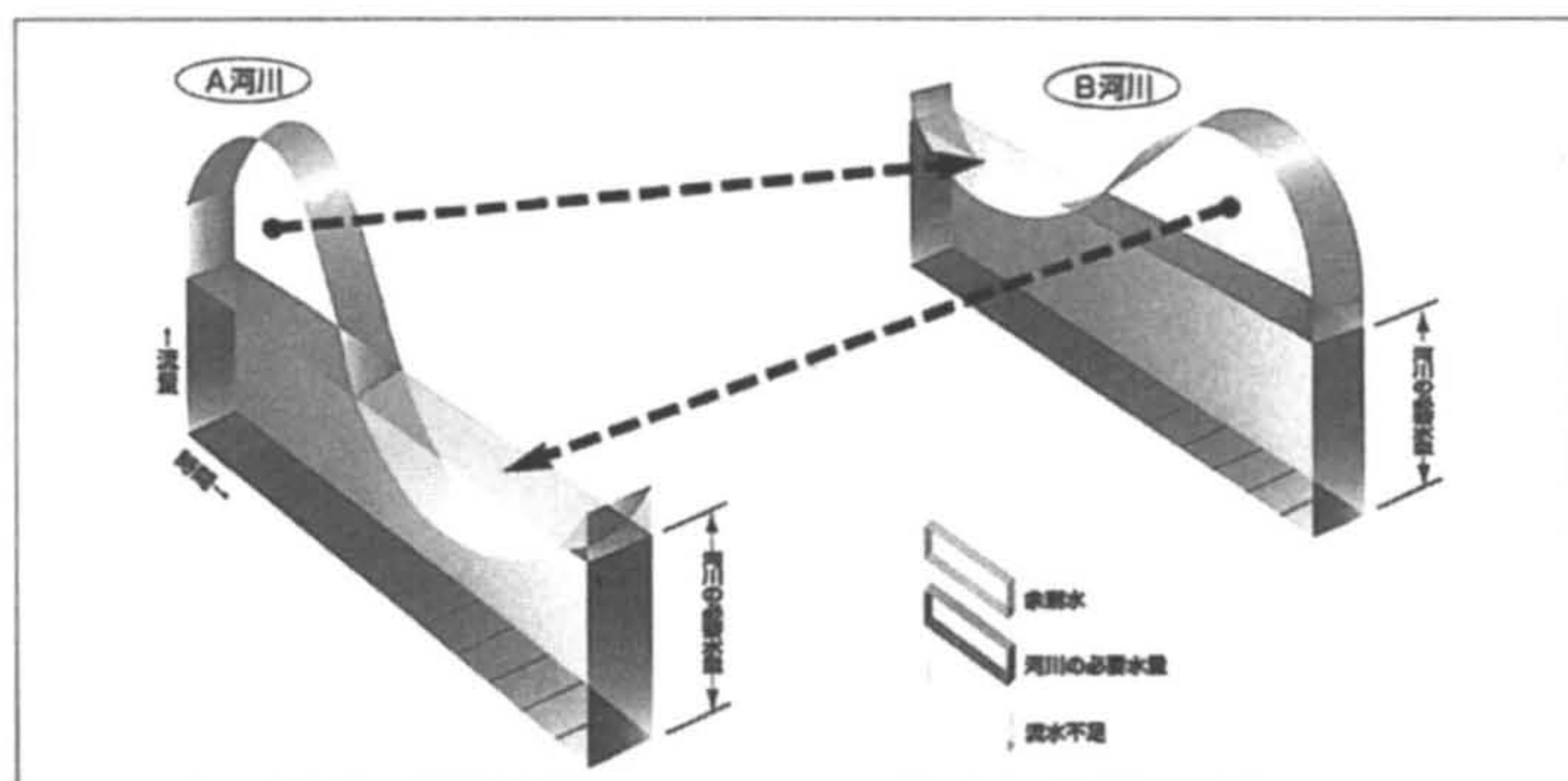
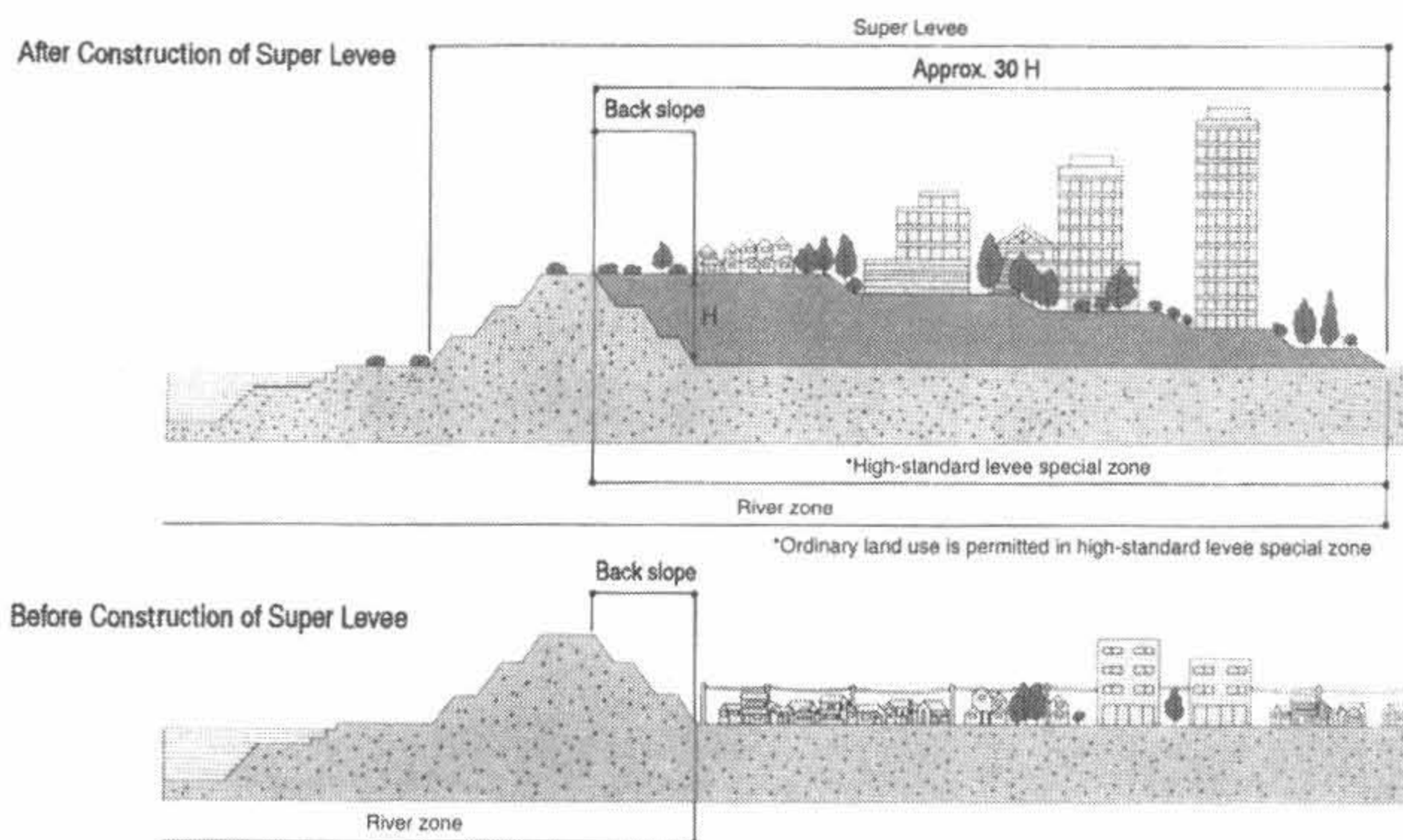


圖 十 三：流況調整河川功能示意圖

資料來源：2000 日本未來水庫事業

■ Effect of Super levees



圖十四：高規格堤防示意圖

資料來源：Rivers in Japan '98

排水設施或雨水下水道排放能力的逕流量暫時儲存，以防止地面積淹水，俟洪水過後，再抽放出來。

B. 強化都市公園雨水調節功能：日本為強化都市公園及公共設施之防災運用，將公園、地面停車場等公共設施改採高透水鋪面或泥土表面，其人行道並以碎石道取代磁磚，以增加雨水入滲。在 2000 年 9 月名古屋因堤防決口導致全市 3 萬棟以上房屋淹水後，規畫降低公園綠地的地面高程，於颱風或豪雨期間蓄滯超出河川排洪能力的雨水，以降低附近地區的淹水損失。

C. 獎勵低窪地區興建耐水的建築物（高腳屋），提

高房屋使用底層的高度，以防淹水受損。其地面樓層，平時則作為臨時停車、遊憩之用。

D. 設置水門及抽水站，排除堤內積水。

(3) 防救災計畫

A. 建立洪災預警系統及疏散計畫。

B. 強化防汛搶險體系，建立防救災人力、機具等基本資訊及救災演練。

C. 推動「資訊公開及共有」制度，公告歷史洪泛區及河川每 100 至 200 年洪水頻率的「水災危險區域圖」等資料，提供相關單位及居民妥善因應（圖十六）。



In major cities, it is becoming more difficult to construct new surface floodways. Underground floodways and underground regulating reservoirs are underground "rivers" and "ponds" designed to protect the overlying cities from floods.

圖 十 五：地下雨水貯留設施圖

資料來源：Rivers in Japan '98

D. 加強民衆防災教育宣導：如日本國土交通省爲提高居民對水災認識及因應對策，特選定全國一級河川中人口密度最高，私人財富和公共設施大量集中的荒川下游地區，水文條件假設荒川遇到 200 年降雨頻率（上游全流域 3 天平均降雨 548 公釐）的大洪水時，此與 2000 年 9 月名古屋（2 天總雨量 567 公釐）及 1999 年 8 月荒川上游（2 天總雨量 497 公釐）相當，編製「東京大水災」的動態模擬錄影帶，使民衆能了解最嚴重情況下的水災情報（圖十七）。

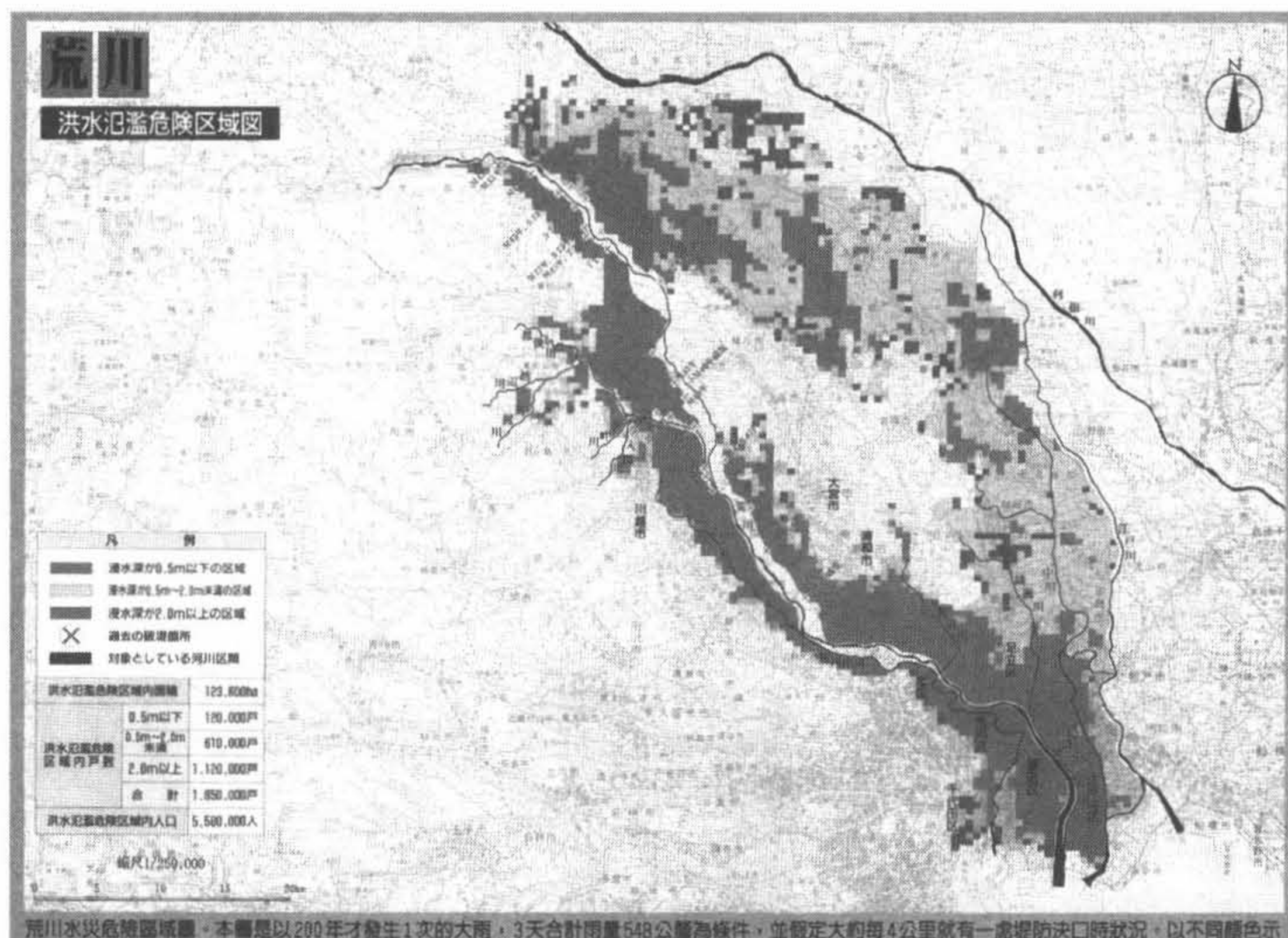


圖 十 六：水災危險區域圖（荒川）

資料來源：Newton 中文國際版 217 期

(二) 我國未來綜合治水策略之調整

1. 水文頻率年之分析及河川治理計畫應配合水文、地文之變化情形，比照都市或區域計畫，定期通盤檢討。

2. 配合環境影響評估，凡開發或更新都市計畫，均應訂定排水計畫審查及作業準則。

3. 為因應平地降度強度與頻率逐年增大之趨勢，應儘速檢討都市雨水下水道、閘門及抽水站之防洪功能，提高其設計標準。

4. 妥善規畫土地利用，並合理加強管制。

(1) 修正水利法明確規定：土地開發不得增加下游地區排水之負擔。

(2) 新開發都會地區：應將滯洪池(Detention Basin)或調洪水庫(Flood Control Basin)納入都會區規畫或由開發單位負擔開發後增加(快)逕流之排水改善經費。

(3) 更新都會地區：參酌日本經驗，採綜合治水策略，多方位檢討，全面改善淹水潛勢。

5. 明確規畫並訂定各水庫各期間洪水調節容量。

6. 建構完整之減災、避災、防災與救災體系。

(1) 推動颱風防災科技，整合水文與地文資訊傳輸平台，建立洪水情報機制，進行洪災危險度評估與潛在淹水區域分析之模式研發，預測暴雨或水庫放流對下游河川洪水位變化、淹水警戒區域及可能淹水深度，通報



圖十七之一：東京大水災動態模擬圖



圖十七之二：東京大水災動態模擬圖

相關單位與民衆嚴加防範，減少不必要的損失。

(2) 建立淹水警戒區域管制、疏散及避難機制，有效確保人民生命財產安全。

(3) 建立明確之災情通報系統，以妥善應變並防止災情擴大。

(4) 建置救災人力和物資基本資料庫及徵用程序等機制，強化救災能力。

五、結 語

台灣地處亞熱帶，高溫多雨，每年必須承受多次的颱風及豪雨侵襲，在 1897 年至 1997 年間侵襲之颱風計 350 次，平均每年 3 至 4 次。而今（2001）年迄今已有 8 個颱風肆虐台灣，水患問題讓民衆的痛苦指數急速上升。爲提升人民生活品質並確保經濟發展，除了建構完整的防洪策略與體系，強化台灣的耐洪能力外，民衆也應改變對洪水的態度與認知，不可輕忽洪水發生的可能性與嚴重性，積極作好自身避災、減災、防災與救災等措施，將水災防救從點拓展到面，有效消滅洪患威脅，重新塑造台灣成爲安居、樂業、親水的新寶

島。

水的問題 也是政治問題



◆張石角

主持人張石角：

非常感謝黃金山先生對於防洪問題的完整說明，遺憾的是在演講中未看到建構一個完整防洪體系應有的策略及步驟。

尤其他提到了關鍵性問題是在國土規畫以及都市計畫，但這又並非水資源局及水利處的職責範圍。

所以我有一點困惑，不知我們台灣的防洪是否還有希望。

水災並非今年才開始，我們早已知道問題的存在，卻未加以改善。洪水亦即水太多的意思，之前提到的解決方法都在希望減少逕流量，增加滲透量，而非希望減少洪水。

但是，水的問題不在水，水的問題在土地；而土地的問題不在土地，而是在社會經濟；又社會經濟的問題也不在社會經濟，而是在政治。所謂的政治問題就是社會資源分配的問題。

今天我們防洪之所以做不好，就是因為土地是一個政治問題。土地一向是個政治問題，防洪就是需要土

地，尤其是要善用土地價值，但土地偏偏是我們沒辦法解決的政治問題。所以我們也可以說，洪水災害就是一種政治災害，從過去決策累積下來的政治性的災害。究竟一個完整的防洪建構，理念、前途在哪裡？下面就請許教授發言。



◆ 許銘熙

與談人許銘熙：

以目前來看，我們的防洪措施多以工程方法為主，每年投入近百億元的經費，而在減災措施或防治方面的投資較少。同樣地，過去的防洪救災的體系亦以救災為主，防災部分的投資也比較缺乏。

台灣現在實施最普遍的防洪工程是堤防，而較少使用蓄洪、分洪或疏洪等方法。當然這一部分是配合台灣土地利用的一些特性，但我們也看到國外有一些防洪的措施，慢慢朝向永續經營的方向，亦即積少成多的觀念，鼓勵多做蓄洪、調洪等抑制洪水之工作，尤其是流域愈小的地方，其效果愈大。

舉例而言，基隆河流到汐止地區，途中匯聚許多垂直的小支流，如果空間許可應該可以進行一些蓄洪的設施以減少下游之洪水量。但是相對假若在汐止地區加築



一個高聳的堤防，200 年的堤防，下游汐止地區則需設抽水站以利排水，但 90% 抽到的水是來自山上，其中的經濟價值尚待商榷。至於蓄洪或疏濬這些方法是否真的有幫助，我們聽到主管機關的答案卻是很斷然的「沒有」。但我們至今尚未進行類似的研究，未來可以繼續加強。

善用資料 減少無謂傷亡

另一方面，興建堤防是目前最常用的防洪工程。建築完整的堤防確實可以發揮防洪效果，但有時候卻難以有效的封堵，甚至發生溢堤的情形。可能是因為施工的關係，堤防缺口無法有效封堵，外水流進來，增加下游積水。

一旦水位高過臨時的防洪措施，就會發生淹水情形。其次，一旦出現堤防被超越或者潰堤的現象，水蔓延的速度相當緊急，如此一來，當地居民以為有堤防保護的假性安全感將導致更慘重的災害，甚至比沒有堤防更為嚴重。

此外，堤防完工之後，馬上面臨區域（市區）排水的困難，因為外圍是非常高的水位，勢必要做抽水站等措施。興建堤防以解決洪災，卻沒想到潦災更棘手，或

者說排除內水是個更加困難的問題。

推動中之防災國家型科技計畫，如水災防救資料庫之建立、台灣地區颱風災害淹水潛勢分析等。這一套資料是經過很嚴密的程序，從中央防救災諮詢委員會，最後到中央防救災會報，將 22 個縣市的資料，公開給相關部會和縣市政府作為防災之用，這些資料也分別引用在中央災害應變中心。配合氣象資料及一部分土石流災害潛勢資料以判斷哪些地區事先要戒備、或者疏散。

通報流程是先將淹水的資訊轉給經濟部，由經濟部擬定要撤離的地區，再由中央應變中心指揮官下達撤離的指令。此次颱風，我們預先知道將從三貂角登陸，雖然速度很慢，但挾帶雨量非常驚人。透過一些判斷，以及過去一些常淹水地區的調查，如基隆、汐止等地區很早完成撤離的準備，因此雖然災損很大，但卻可減少生命死亡的情形發生。

因為與環東高速公路共構的關係，基隆路沿岸的部分堤防尚在興建中，而原先臨時圍堤只有 9 米高，去年象神颱風來時就發生溢堤情形，今年雖加高到 11 米，但納莉風災水位竟接近 13 米，再次溢堤。

事實上，這一段堤防規畫為 13 米以上，因為尚未興建完成，一旦出現溢堤情形，排水的問題是相當難解決的。排水的困難在於需要興建抽水站，然而抽水站的



位置通常都比較低處，爲防止抽水站淹水，抽水組通常都將地板墊高，冷卻系統的位置卻較低，一旦開始淹水，即使抽水機的地面還沒有積水，這些冷卻的設施很有可能已經淹沒，因而造成抽水機的功能無法發揮。

美觀第一 錯失防災良機

另外，中研院這次風災損失高達 6、7 億元，其中又以地科所和美國研究所這兩個單位損失最爲嚴重。台北市政府原本有意在四分溪加設堤防，但是中研院覺得在院區內設堤防不甚美觀而反對加蓋堤防，結果這次淹水就是在該區。此外，有許多儀器、設備都是放在地下室，而洪水就是經由地下室的採光通風設備進來。當初建造地下室時，爲了美觀及通風，特地留了許多縫隙，結果造成上億元的損失。所以若能讓民衆知道，颱風來襲時，什麼地區可能比較危險而能加強各種防護措施，那麼將會減少許多災害的發生。



◆ 郭振泰

與談人郭振泰：

我在此大致提出一些個人的看法及意見。

一、200年、400年的標準須檢討：這種用傳統回歸模型而延伸出的防災頻率已無意義，就行政單位而言，最好是評定此次洪水幾千年的防災頻率，如此一來，就沒有所謂的行政責任問題。事實上，我們並沒有資料的依據，而只能說這是70年來最大的一次。從水利的觀點來看，這麼大的洪水，一定會導致災害發生，問題就在於如何減少損害的可能。

其次，這次風災若是70年一次的頻率，但台北市的抽水站及排水設備卻是5年一次的頻率，雖然我們也曾檢討過是否需要10年一次的防洪措施，但並沒有繼續執行的動作。

例如，日本考量財政問題，逐步提高其水利預算，進行類似規畫，防止20年、30年，甚至50年一次的洪水。都市的經濟發展，若碰到洪水問題，損失將會相當慘重。

遇到這麼大的風災，即使是三峽大壩的施工，也是損失慘重（其臨時擋水壩的施工是100年一次的頻率）。



↑利奇瑪颱風來襲，造成大台北地區淹水。位處基隆河與淡水河匯流處的關渡自然生態保護區附近堤防外，河水暴漲，黃澄澄混濁的河水把當地特有水生植物「水筆仔」淹了大半部。（王慶川攝）

所以風險的觀念必須隨著社會的成長一同提高，以期將災害的可能性減到最低。

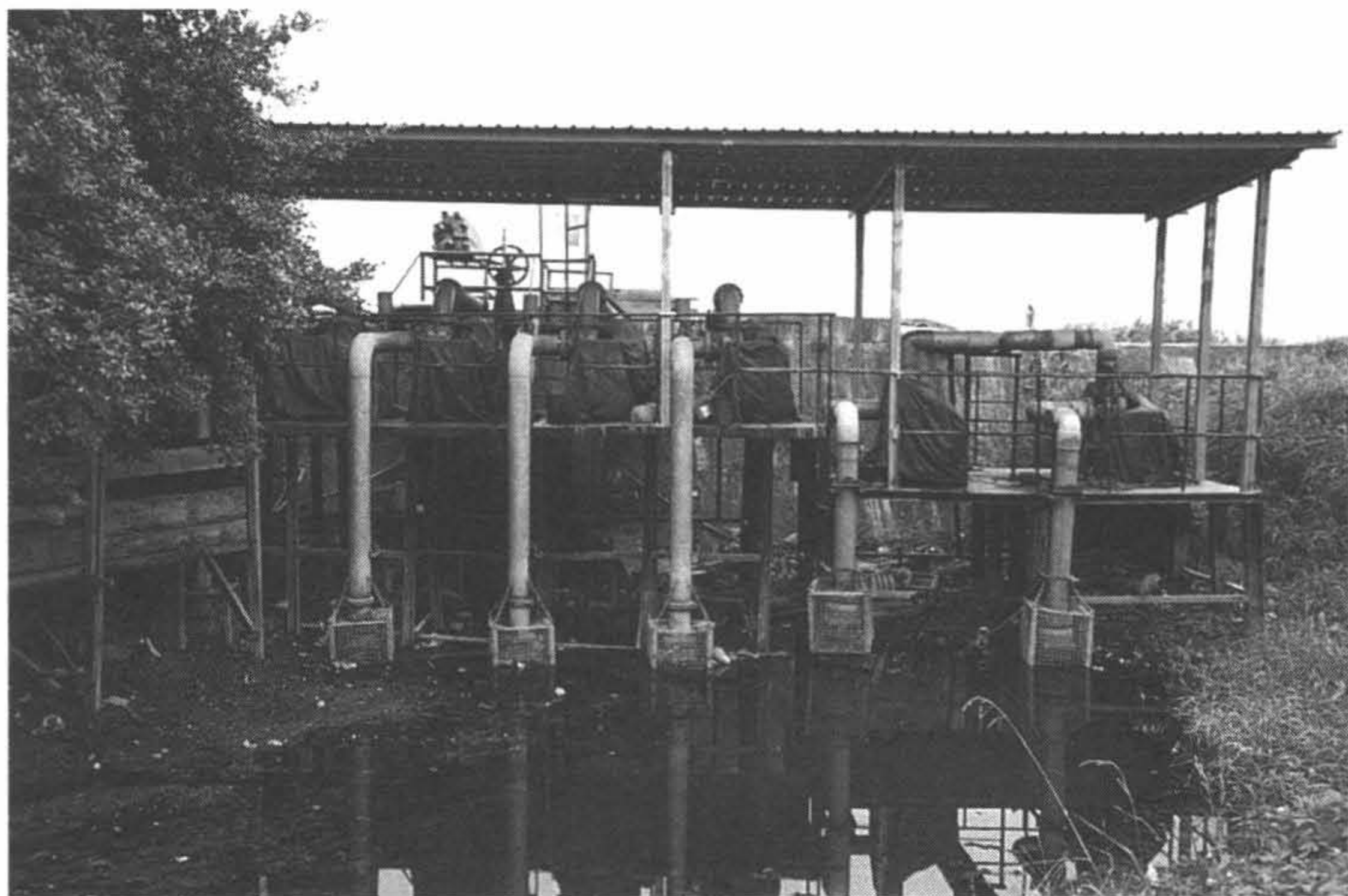
二、水就是政治：水一直都是政治問題，古代大禹被人民擁戴為帝王，就是因為他能治水。現在亦是如此，能妥善處理水的問題才是一個好的政治人物。我個人即十分讚賞陳水扁先生將台北市汙水地下道提升至40%。

馬市長因為去年的象神風災，發現這個問題的重要

性，因此現在有 4 標的下水道檢討工程，每一標約為 5 千萬元的經費，全部用於作下水道的檢視與補救。但去年工程進行的時候，未料想到會有類似納莉颱風如此重大的事件發生，讓我們再一次了解到風險的重要性。

過度開發 小心大地反撲

三、國外經驗的參考：日本已投入了將近 10 年的時間及龐大的經費在東京、大阪公園底下設置滯洪池，以及將下水道孔改為滲水的孔。有許多先進國家的公



↑關渡平原裡頭的八里堤防外有基隆河，一旦颱風豪雨來臨，抽水站就成為保護居民的重要工具。（王慶川攝）



↑逢水必淹，是社子島居民最大的無奈。正因為社子島特殊地理環境——西有淡水河，東有基隆河流經沖刷，防洪堤與巨大抽水站，已成為當地特殊景觀。（王慶川攝）

園，都是故意向下挖，或者劃出一塊低窪的地方，因此平常是公園，遇到洪水時就可發揮蓄水的功能。事實上，很早就有專家提出這些防洪的方法，但都礙於經費困難，遲遲沒有實行。現在大家都知道不能一味的依賴堤防和抽水機，至於設置大樓防水閘門的相關規定，修改建築法也是必須考慮到的問題。

四、關於水利組織的定位問題：我曾做過水利組織層級的相關研究。雖然地方水利組織的定位已經清楚，但是中央定位仍然不明確，目前只能確知水資源局和水利處未來會合併。

在大陸，一直都是以水利部為中央單位。大陸水患相當嚴重，如長江大水時，一旦潰堤就是 40 萬到 80 萬的傷亡人數，因此我們姑且不論三峽大壩的對錯，提出建議的主要目的是為了防洪。並非因為我個人的水利工程背景，才一直推動水利部的設立，只是希望藉由提高行政層級，以喚起大眾對水利問題的更加重視與了解，對於各項政策、建設的推行也較有利。

五、過度開發的問題：我們必須把握此次機會以檢討社子島、關渡平原等地區過度開發的問題。我認為在這些地方建設水利設施並非最好的選擇方案，雖然這樣的工程對我們水利工作是有利的。

從生態的觀點來看，在社子島、關渡平原等區域設置堤防可能是有害的。但若這是唯一的辦法，就必須有相應的措施，亦即經費、人力、組織的配合。

六、分洪是否真的可行？是否真的需要分洪？這也是個值得檢討的問題。我們必須先研究清楚分洪的相關問題，再決定是否要進行分洪的措施，而非只是為了應付民衆的要求。

排水防洪 增加雷達設施

七、即時操作的重要性：防洪、都市排水的即時操作是當前先進國家努力的方向，我們也希望台北市能夠建立雷達控制、模擬的機制。這方面在水利技術上並無困難，重要的是雷達設施的增加，以及多目標的水庫的操作問題。

八、社會意識的再加強：國家防災型計畫已經完成全省淹水圖，卻因房地產業者的反對，而不能公布，這又牽涉到政治利益的問題，代表我們的社會還不夠成熟，民衆才是國家施政的最重要的主體。將這個數據公布，才能知道保險費率該如何計算、民衆如何疏散。

主持人張石角：

非常感謝 3 位與談人，從 3 位的談論內容，我們可得出一些初步的看法：

一、洪水會隨著都市的發展而增加，並不會因為科技的發展及投入而減少。

二、我們目前所能做的似乎只有圍堵的方法，也就是堤防加上抽水站，只要二者之一有缺失，就可能發生水災。雖然我們讚美大禹疏洪的作法，但我們的都市發

展路徑卻與之相悖，所以疏洪政策都是叫好不叫座，沒有辦法實際執行。

所謂的防洪 4 部曲，首先是將水儲存在山林裡，其次是防洪水庫，第 3 步則是儲洪區，而第 4 步就是水臨城下時，用擋水牆來加以阻止。目前台北市的防洪措施已經走到了第 4 步，前 3 步則都已殘缺不全。

台灣光復初期，台北市的擋水牆高度 6 公尺，現在則已增加至 10.5 公尺。顯示從光復初期到現在，台北盆地的洪水位置漲了 4.5 公尺，這是非常可觀的一種變化。

早期都市發展是與水爭地，如濱江街、五股、社子等都已成為都市發展地區。現在防洪發展不只是與水爭地，更是要與人爭地，但這卻是相當困難的工作。因為都市發展已先存在，直至問題發生，我們才回過頭來進行水利工程、防洪計畫，應該實施防洪的地區，都已無法順利取得土地，這也是我們目前發展的困難所在。

問題與回答

Q1：淡水河系到目前為止，中央還未成立專責管理單位。淡水河系的基隆河、大安溪和新店溪等具跨越性，水庫河川的管理，以及抽水站的運作等，都必須互相配合才能達到一定的功能和保護。以基隆河為例，中央認為下游的南港垃圾山河道應該清除，台北市政府則說不影響。因權責不同，而無法達成調解性。因此，整體性的配合及專責管理組織的建立，對今天所討論的各種因素與策略是非常重要的關鍵。茲以此來請教黃局長。

Q2：方才各位都談到了都市發展對水利的影響，其實台灣民衆對於河川的態度到底為何，更是值得反省、檢討的問題。過去我們經常將河川視為便利的垃圾場，現在甚至有人把河川當作棄毒場，而納莉颱風所帶來的災害，更讓我們看到河川變成貨櫃的堆置場。大家可以想一下，基隆河沿岸興建了這麼多大樓，挖了這麼多地下室，那幾十萬、甚至上百萬方的土到哪去了？

我們的社會習慣於將所有人類作為而延伸的防洪風

險推由水利單位來承擔。剛才黃處長也提到，水利單位並不能干涉都市發展的議題，但是整個政府防災的架構上，水利單位永遠在接最後一棒。如郭教授所言，我們應該設法讓大眾及政府聽取水利處的意見，明白告訴大家有些事情是一定要做的，並且該如何做；或者在某個條件下，可以向大家說「對不起，你不可以這樣做」，而不是像現在這樣照單全收。

Q3：我想在此提供一些觀點，以台南市為例，下水道平均洪水頻率設計是 20 年，不過台南淹水頻率似乎沒有這麼高，這當然牽涉到相當多因素。方才郭教授提到，因為這兩年洪水規模較大，所以可以將過去的水文資料加上近兩年的水文資料，重新整理分析，而定出所謂 200 年洪水頻率的洪水值。但我認為，即使將這兩年的資料納入分析，也是無法成功定出 200 年洪水頻率的洪水值。

近 20 年的氣候變化，和過去 100 年來的氣候變化，有非常明顯的不同。但我們一直都假設長期的氣候或水文變化是一個定常值，偶爾才會出現微幅變動，且在這種假設下，去分析所謂的 100 年、200 年頻率。因此，在氣候、水文條件的明顯變化

的情況下，以現有的公式是做不出來的。所以學術界必須對整個水文頻率分析的學理，提出新的反省與檢討。

第二點，這次颱風下了幾百公厘的雨，但我們是在洪水消退後才知道雨量為多少。我們永遠不知道當時下了多少雨，所以無法有效地進行防救災準備。傳統上，水利部門都是著重於災害的治理，因此，到目前為止所掌握的防救災即時資訊仍不夠完整。水利部門應該要結合高科技的通訊技術，進而發展即時的量測系統，或許雨量預報尚不準確，但雨量的量測一定可以精準。

- A：黃金山一首先針對水利單位的權責問題做一說明。在賀伯颱風之後，行政院已針對淡水河流域的整體管理進行檢討。原本經濟部水建局組織條例中第 11 條也有相關規定，歷經多次討論後，卻因精省的變化，水利處從省政府轉到經濟部之下，因此變成兩個單位，但兩個單位合併之後，到目前為止水利處還只是一個臨時組織規程。因此不論水利處現在做了什麼事，其地位仍然非常不明。
- 我們的第一步即是整合，之後再著手研擬淡水河流域管理的自治條例，其中除了經費是一個很重要的

問題之外，人力配置的問題也同樣棘手，但將來管理的體制，大抵是落在水利處之下。

至於雨量資料的問題，在網路上都有顯示相關數據，甚至可以很準確的預測出距現在時間前 1 小時的降雨量。包括氣象局的雲圖、每小時的降雨量及累積降雨量等，都是即時的資料。

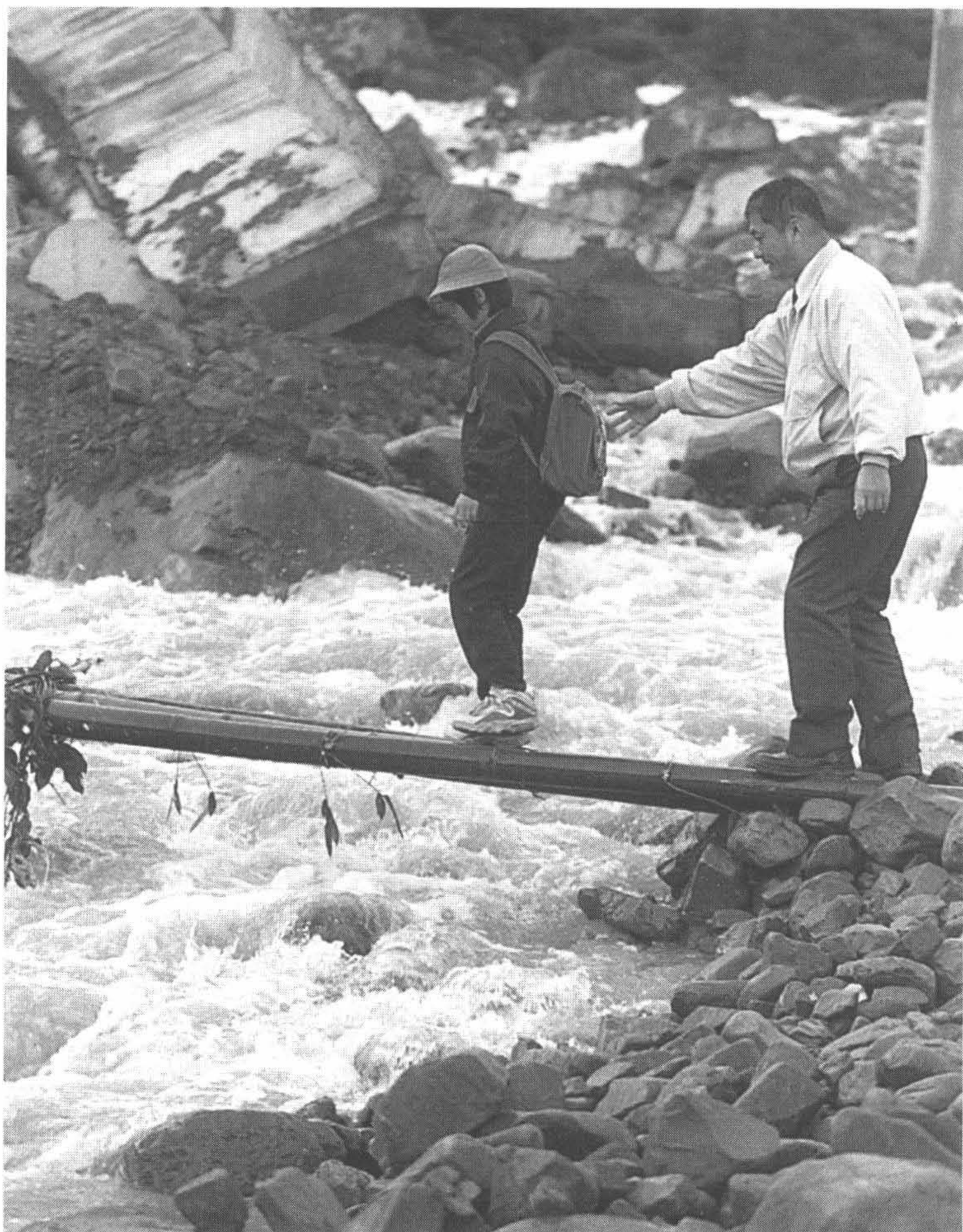
主持人張石角：

總結今天報告的重點：

一、防洪問題的關鍵在土地利用管理，而不在治水的官員身上。

二、技術官僚對於水利問題的解決並未能提供非常有效的幫助。

三、孟母三遷是因爲教育環境不好而非房子不好。所以希望水利教育能改變，不只是興建堤防、抽水站，而是從影響水利的整個環境面向著手，才能達成完整防洪目標的建構。



↑南投縣神木村的聯外橋樑被土石流沖毀，神木國小學童由老師護送通過危險的竹便橋上學，孟母若居於此恐怕又得「四遷」了。(柯承惠攝)