

# 地下室開挖對建築基地保水 性能影響之研究

內政部建築研究所自行研究報告  
中華民國九十三年十二月

093-301070000G2-011

# 「地下室開挖對建築基地保水 性能影響之研究」

研究人員：徐虎嘯 副研究員  
高嘉隆 副研究員

內政部建築研究所自行研究報告  
中華民國九十三年十二月

ARCHITECTURE AND BUILDING RESEARCH INSTITUTE  
MINISTRY OF THE INTERIOR  
RESEARCH PROJECT REPORT

**A Study on the Variation of the Soil  
Water Content under a Large  
Amount of basement**

BY

HSU HU HSIAO

KAO CHIA LOONG

December 31, 2004



地下室開挖對建築基地保水性能影響之研究 內政部建築研究所自行研究報告 九十三年度

## 目次

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 表次                  | I   |
| 圖次                  | V   |
| 摘要                  | VII |
| 英文摘要                | X   |
| 第一章 緒論              | 1   |
| 第一節 研究緣起與目的         | 1   |
| 第二節 研究方法            | 7   |
| 第二章 都市發展對城鄉水環境之影響   | 9   |
| 第一節 都市水文化之發展        | 9   |
| 第二節 都市發展對城鄉水環境之影響   | 11  |
| 第三節 都市保水設施規劃之隱憂     | 15  |
| 第三章 台灣地下水超抽所造成的浩劫   | 21  |
| 第一節 台灣水資源之窘境        | 21  |
| 第二節 養殖漁塭超抽地下水的危害    | 27  |
| 第三節 黑珍珠傳奇的代價        | 30  |
| 第四節 人定勝天的公共工程       | 32  |
| 第五節 地層下陷的醒思         | 34  |
| 第四章 研究模式架構之建立及資料分析  | 35  |
| 第一節 研究模式架構之建立       | 35  |
| 第二節 雨量與流量間的關係       | 40  |
| 第三節 地下水位與雨量間的關係     | 46  |
| 第四節 地下水位與地下室開挖量間的關係 | 50  |

**第五章 結論與建議 ····· 65**  
**參考書目 ····· 69**

## 表次

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 表 4-1 秀朗流量站迴歸分析統計表        | 41 |
| 表 4-2 三峽(2)流量站迴歸分析統計表     | 41 |
| 表 4-3 台北郵局地下水位迴歸分析統計表     | 46 |
| 表 4-4 台北(S)地下水位迴歸分析統計表    | 47 |
| 表 4-5 台北建國酒廠地下水位迴歸分析統計表   | 47 |
| 表 4-6 南港輪胎廠地下水位迴歸分析統計表    | 48 |
| 表 4-7 五股泰全紡織廠地下水位迴歸分析統計表  | 48 |
| 表 4-8 土城景德製藥廠地下水位迴歸分析統計表  | 49 |
| 表 4-9 新莊永豐製藥廠地下水位迴歸分析統計表  | 49 |
| 表 4-10 台北郵局地下水位迴歸分析統計表    | 56 |
| 表 4-11 台北(S)地下水位迴歸分析統計表   | 57 |
| 表 4-12 台北建國酒廠地下水位迴歸分析統計表  | 57 |
| 表 4-13 南港輪胎廠地下水位迴歸分析統計表   | 58 |
| 表 4-14 五股泰全紡織廠地下水位迴歸分析統計表 | 58 |
| 表 4-15 土城景德製藥廠地下水位迴歸分析統計表 | 59 |
| 表 4-16 新莊永豐製藥廠地下水位迴歸分析統計表 | 59 |

# 地下室開挖對建築基地保水性能影響之研究

## 圖次

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 圖 1-1 都市開發所造成環境改變之影響    | 2  |
| 圖 1-2 都市化造成之水環境影響       | 5  |
| 圖 2-1 都市化對水環境影響之示意圖     | 12 |
| 圖 2-2 都市化對洪峰流量及頻率之影響示意圖 | 13 |
| 圖 2-3 都市發展對水環境影響示意圖     | 15 |
| 圖 2-4a 日本都市開發前之水環境影響示意圖 | 16 |
| 圖 2-4b 日本都市開發中之水環境影響示意圖 | 17 |
| 圖 2-4c 日本都市開發後之水環境影響示意圖 | 18 |
| 圖 3-1 台灣地區地層下陷分佈圖       | 24 |
| 圖 3-2 海水入侵示意圖           | 25 |
| 圖 3-3 屏東平原地層海水入侵示意圖     | 28 |
| 圖 4-1 台灣地區地下水分區圖        | 36 |
| 圖 4-2 台北盆地地下水觀測站位置圖     | 37 |
| 圖 4-3 台北盆地雨量觀測站位置圖      | 38 |
| 圖 4-4 台北盆地流量觀測站位置圖      | 39 |
| 圖 4-5 秀朗流量站實測與預測關係圖     | 42 |
| 圖 4-6 秀朗流量站實測與預測關係圖     | 42 |
| 圖 4-7 秀朗流量站實測與預測關係圖     | 43 |
| 圖 4-8 秀朗流量站實測與預測關係圖     | 43 |
| 圖 4-9 三峽(2)流量站實測與預測關係圖  | 44 |
| 圖 4-10 三峽(2)流量站實測與預測關係圖 | 44 |
| 圖 4-11 三峽(2)流量站實測與預測關係圖 | 45 |
| 圖 4-12 三峽(2)流量站實測與預測關係圖 | 45 |
| 圖 4-13 台北郵局歷年地下水位觀測圖    | 50 |

|        |                   |    |
|--------|-------------------|----|
| 圖 4-14 | 台北 (S) 歷年地下水位觀測圖  | 51 |
| 圖 4-15 | 台北建國酒廠歷年地下水位觀測圖   | 51 |
| 圖 4-16 | 南港輪胎廠歷年地下水位觀測圖    | 52 |
| 圖 4-17 | 五股泰全紡織廠歷年地下水位觀測圖  | 52 |
| 圖 4-18 | 土城景德製藥廠歷年地下水位觀測圖  | 53 |
| 圖 4-19 | 新莊永豐製藥廠歷年地下水位觀測圖  | 53 |
| 圖 4-20 | 台北市歷年核發建照地下層面積分佈圖 | 54 |
| 圖 4-21 | 台北市歷年核發建照地下層樓層分佈圖 | 55 |
| 圖 4-22 | 台北縣歷年核發建照地下層面積分佈圖 | 55 |
| 圖 4-23 | 台北縣歷年核發建照地下層樓層分佈圖 | 56 |
| 圖 4-24 | 台北郵局地下水位變化預測圖     | 61 |
| 圖 4-25 | 台北 (S) 地下水位變化預測圖  | 61 |
| 圖 4-26 | 台北建國酒廠地下水位變化預測圖   | 62 |
| 圖 4-27 | 南港輪胎廠地下水位變化預測圖    | 62 |
| 圖 4-28 | 五股泰全紡織廠地下水位變化預測圖  | 63 |
| 圖 4-29 | 土城景德製藥地下水位變化預測圖   | 63 |
| 圖 4-30 | 新莊永豐製藥地下水位變化預測圖   | 64 |



## 摘 要

關鍵詞：綠建築、基地保水、保水總量、地下水超抽、地下室開挖

### 一、研究緣起

近年來台灣地區都市化的程度及範圍加大且加深，進而影響了原本平衡的水文機制，同時也使得現有都市區域缺乏保水、滲透及蒸發機能，造成流域整體的水土保持機能降低，也因都市發展範圍擴大，造成許多非點源污染物質隨著逕流直接排入下游，產生許多都市水環境之不利影響。

在都市化及土地使用密集化期間，大多數的都市規劃或建築專家對雨水之處理，皆以儘早排除的觀念設計建築物及以不透水化處理都市區內基盤建設，使得現有建築物缺少雨水貯留、滲透、保水和蒸發機能降低，因而發生都市溫暖化、都市型水患、都市生態系統丕變等問題。現代的城鄉環境大部分由水泥、瀝青、地磚及金屬等不透水材質所組成，這也使得地表上的車道、步道、停車場及廣場等，甚至地底下的地下室均變成不透水的硬質地面，嚴重阻絕了雨水滲透及貯存的機會，加上密閉不透水的公共雨排水設計，使得雨水直衝入海，無法循環回大地來滋潤土地。

台灣因都會區綠地不足與社區過度不透水化，土地喪失水之涵養力亦使得地表逕流量暴增造成水災頻傳。然而這些災難並非不可避免，山坡地社區也並非完全不可開發，因此只要加強建築基地保水及透水設計就可減緩其弊害。

### 二、研究方法及過程

健全的水環境系統，應包含有雨水「貯留」及「滲透」兩種功能在內，方可充分達到水資源永續之目的。九十一年度曾為了降低

政府在推行「保水」政策之困難及阻力，就研究以基地單位面積的「保水容量」之「總量」管制方式，來處理國內基地之保水問題。現階段為提升都市保水效果，都市保水效益可藉由「保水總量管制」的方式達成，但也因此未來可預期的是一座座無滲透效果的雨水貯留設施，林立於都市中，雖可消滅都市洪災及調節都市微氣候，但卻無益於地下水資源之永續。本研究計畫擬依據經濟部水利署所提供之雨量、河川流量及地下水位資料，配合營建署彙整台北縣市建築開發案的地下室開挖量等，進行相關研究，以逐步檢討國內相關地下室之開挖比例限制，將地下室之開挖率納入管制，以進一步解決國內「地下」不透水之問題。

### 三、重要發現

現代的城鄉環境大部分由水泥、瀝青、地磚及金屬等不透水材質所組成，這也使得地表上的車道、步道、停車場及廣場等，甚至地底下的地下室均變成不透水的硬質地面，嚴重阻絕了雨水滲透及貯存的機會，加上密閉不透水的公共雨排水設計，使得雨水直衝入海，無法循環回大地來滋潤土地。水資源就像能源一樣，是城市和所有人類集居地所不可或缺的，但是它的價值卻像能源一樣被徹頭徹尾的低估了。

台灣地區各都市持續開發土地，以追求創造高經濟成長，隨著都市發展，大量的人工構造物導致都市環境大部分是不透水表面，而也因都市化不透水面積增加，導致改變原本平衡的水文機制，衍生都市熱島效應、水患、水污染及水資源等問題。近年來，台灣地區都市化除了有加重水患的問題外，也加重了旱災，台灣地區乾旱發生之頻率有日漸增加趨勢。根據研究，在相同乾旱頻率週期下，缺乏雨量日數有增加之趨勢，台灣因地形險峻，河川坡度大，水流

在河流中的流速甚大，並不利於水資源之利用與調節。依據本研究結果可以看出，台北盆地的地下水位變化是與建築開發案的地下室開挖面積有顯著關係，也就是地下室開挖面積若越大，則地下儲水空間則就相對減少，因此地下水位會越高。

#### 四、主要建議事項

政府在推行相關保水政策時，初步應可藉由九十一年度之研究成果，採行以總量管制的方式達到目的，即每 1 公頃 (ha) 之土地面積保水量訂為 260 m<sup>3</sup>，但健全之保水政策應將「貯留」及「滲透」設施並存納入考量，只不過其設計比例可依其所在區位及使用目的等做適當調配。至於該如何適當調配其「貯留」及「滲透」設施之比例，或是在相關保水設計時因所屬基地區位之狀況限制，必須進行其「貯留」及「滲透」設計容量之轉換等問題，則可依九十二年度「建築基地保水貯留及滲透當量關係之研究」中，所提出兩種方式作為「貯留」及「滲透」間之轉換參考依據。

而由本研究結果雖發現，地下水位的變係與建築開發案的地下室開挖面積有關，但為能確立這樣地關係，並建立預測模式以作為未來預測之參考，建議除應持續觀測與資料分析收集彙整外，也應將重大公共工程的地下挖方量等資料納入研究，做為影響地下水位變化之考量，甚至也應將地下開挖工程的抽水量納入考量。此外針對地下水位與雨量間的關係，除參考相關學者研究，考量以時間稽延的方式建立關係外，同時也應針對不同區域進行相關研究，如此方能提供作為未來預測評估模式建立之參考。

## ABSTRACT

Keywords: Green Building, Soil Water Content, Soil Water Capacity, Amount of Basement

The urban area accounts for 12.4% of the total area in Taiwan, while the population in this area makes up 77.9% of the total. The development of cities and cultivation of land cause the changes in utilization of land. Along with the aggravation of the global warming, water resource environment is undergoing severer impact, which, in turn, brings into light the problem of water resources caused by urbanization. The problem is a long-range change.

In the past, water impermeable pavement was often used for construction development projects, which reduced water absorption, and permeation capability. Every household hoped to discharge rainwater to neighborhood. So they continually increased the base height of house, or set up pumps to discharge accumulated water which caused floods in lower places. This high percentage of impervious area not only causes the phenomenon of urban runoff, but also brings about high temperature in urban and destroys the urban ecology. The land will lose its climate-adjusting capacity resulting in “urban hot island effect” in the living environment. However, the problem can be largely solved through the infiltration and storage of the rain storage measures, which can delay the surface runoff, decrease the amount of the peak flow, improve ecological environment and climate, alleviate flood and increase recharge.

In order to decelerate warming, recharge groundwater and reduce the frequency of floods in cities. The information of soil

water capacity has been build-up the year before last. In the study of sustainable water resource, the ratio of infiltration facilities should be installed. Because this is so, the purpose of this study is to propose the proportion by the variation of the soil water content under a large amount of basement in Taiwan.

# 第一章 緒論

## 第一節 研究緣起與目的

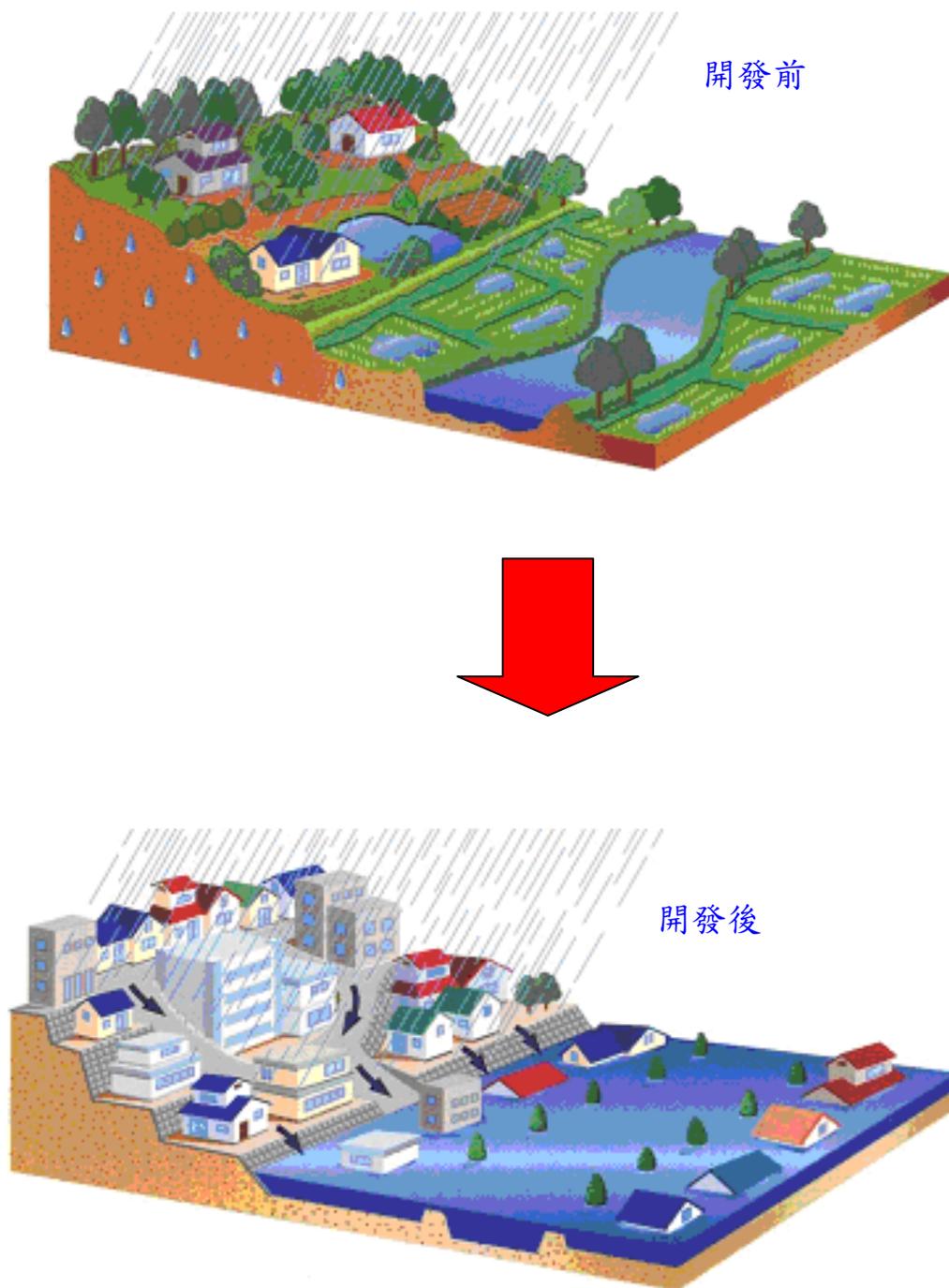
### 一、研究緣起

台灣因都會區綠地不足與社區過度不透水化，土地喪失水之涵養力亦使得地表逕流量暴增造成水災頻傳。然而這些災難並非不可避免，山坡地社區也並非完全不可開發，因此只要加強建築基地保水及透水設計就可減緩其弊害。

在都市化及土地使用密集化期間，大多數的都市規劃或建築專家對雨水之處理，皆以儘早排除的觀念設計建築物及以不透水化處理都市區內基盤建設，使得現有建築物缺少雨水貯留、滲透、保水和蒸發機能降低，因而發生都市溫暖化、都市型水患、都市生態系統丕變等問題。為緩和都市氣候之惡化，生活居住環境之「綠化」、「基地保水設計」及採用透水性結構物是有效之方法。「綠化」不但因其潛熱蒸發，有緩和氣候之功能，也因其光合作用，而有固定空氣中CO<sub>2</sub>，達到減緩溫室效應之功能。「基地保水設計」不但對於土壤、植栽、生物之生態環境有極大貢獻，對於防洪、降低都市排水設施亦有相當大助益。在排水設施上設計滲水管、滲水井或將雨水先導入大地內部保水，再行排入都市排水設施中，讓地面盡量保持透水功能，如在車道、步道、廣場等人工地盤上，儘量採透水性鋪面設計，均可解決基地保水之問題。

過去的建築開發常採用不透水鋪面設計，使得大地喪失良好滲透吸水、涵養保水之能力，因此剝奪了土壤內微生物之生存條件，降低了大地滋養植物的能力。同時因都市化的程度及範圍加大且加深，進而影響了原本平衡的水文機制（如圖 1-1 所示）。而都市化後可能面臨之水資源問題變化的主因可歸咎於：地表不透水區域之增加與工程排水系統之興建；不透水區域之增加不但減少地下水補注，

圖 1-1 都市開發所造成環境改變之影響



資料來源：日本社團法人雨水貯留浸透技術協會

同時亦增加地表逕流量，在現行集中末端處理的排水概念下，將所收集的都市地區地表逕流直接且迅速地排放至河川或流域下游地區，結果即使是小頻率之降雨亦會造成下游地區之水患。

過去都市防洪的觀念，是希望將雨水盡速排除，正因如此，造成都市公共排水設施莫大的負擔，每逢颱風、豪雨，都市近郊低窪地區必定因匯集各地雨水一時無法完全排出而造成淹水現象發生，北縣汐止便是如此。賀伯、象神颱風所帶來的洪災及納莉颱風由北向南長趨直下，橫掃台灣，經濟繁榮的北台灣亦處處淹水，並導致台北市捷運站淹水、鐵路癱瘓，台北市區甚至有數條交通要道成為漫漫長河，接續而來的利奇馬颱風也無情的橫掃南台灣，其所造成之損失難以估計。在台灣颱風所帶來的災害不再侷限於河川沿岸低窪地區，從森林到排水系統健全的都市都發生嚴重災害。近年來，台灣地區都市化除了有加重水患的問題外，也加重了旱災，台灣地區乾旱發生之頻率有日漸增加趨勢。根據研究，在相同乾旱頻率週期下，缺乏雨量日數有增加之趨勢，台灣因地形險峻，河川坡度大，水流在河流中的流速甚大，並不利於水資源之利用與調節。

現今歐美最新的生態防洪對策中，均規定建築及社區基地必須保有貯留雨水的能力，以吸收部份洪水量，而達到軟性防洪的目的。傳統上大型集中之水利工程為解決都市水患與供水最常使用的處理方式，但近年來不斷重複上演的洪澇及乾旱問題，已突顯這樣的工程是無法有效解決都市現有的水資源問題，因此小型分散的雨水貯集系統逐漸被人們所注意，並認為是解決未來都市水資源問題的一項利器。

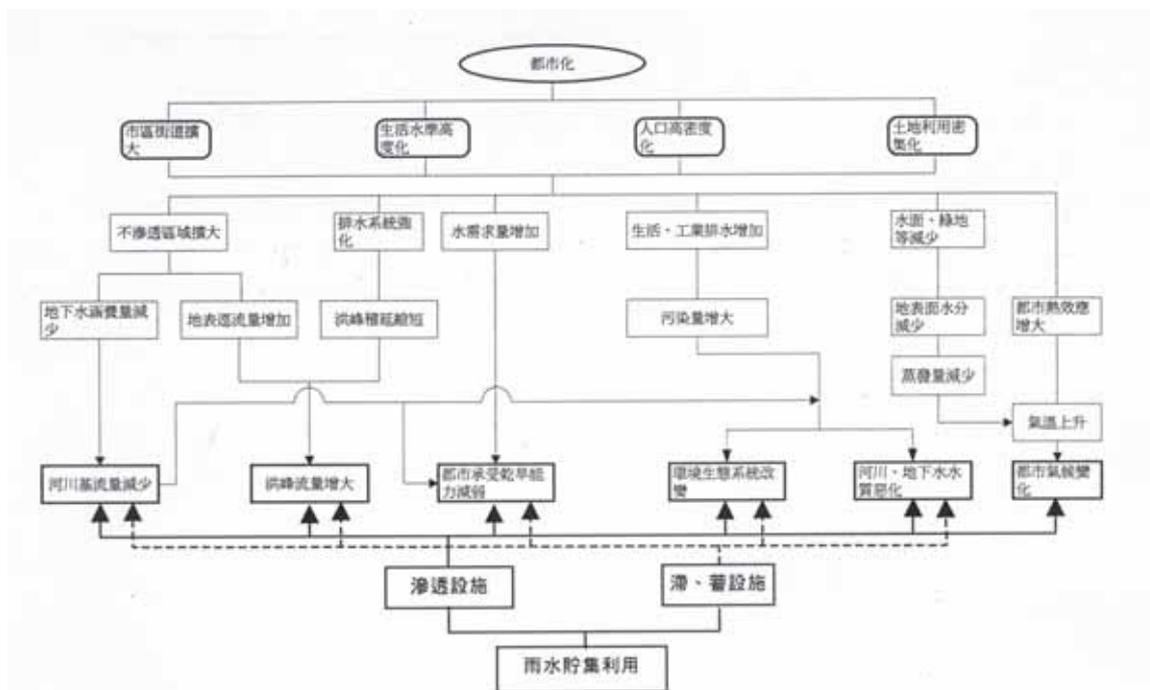
## 二、研究目的

隨著人口湧入都市地區，許多原有之綠地、農地、窪地及都市外圍之山坡地，被大量開發甚至過度開發，因此人工排水系統設置以取代土地原有之自然涵養蓄滯功能，一旦逕流超過排水系統之宣洩容量，便會產生嚴重之都市水患，同時過多地表逕流所挾帶之污染物質，將使得水質惡化進而破壞環境。

由於受氣候變化的影響，水資源無論在時間上還是在空間上，都是呈現不均勻的分佈狀況。從時間上來看，北半球的降雨主要是集中在每年的三月至十月，而絕大部分的地區又都集中在六月至九月。雨季降水通常佔全年降水總量的 70~80%，河流水資源高度集中於夏季，且多為難以控制利用的洪水。

近年來台灣地區都市化的程度及範圍加大且加深，進而影響了原本平衡的水文機制，而都市化後可能面臨之水資源問題可簡單表示為如圖 1-2 所示。此一變化的主因可歸咎於：地表不透水區域之增加與工程排水系統之興建；不透水區域之增加不但減少地下水補注，同時亦增加地表逕流量，目前大多數都市逕流管理的對策均以加大排水系統輔以集中末端處理之觀念，使逕流加速排放至下游或鄰近地區，但集中末端處理雖可抑制洪峰流量但逕流體積並未相對減少，反而使得下游排水系統處於高流量狀態，結果即使是小頻率之降雨亦會造成下游地區之水患。同時也因這種集中末端處理、加速排放逕流的排水概念，使得現有都市區域缺乏保水、滲透及蒸發機能，造成流域整體的水土保持機能降低，也因都市發展範圍擴大，造成許多非點源污染物質隨著逕流直接排入下游，產生許多都市水環境之不利影響，在現行集中末端處理的排水概念下，將所收集的都市地區地表逕流直接且迅速地排放至河川或流域下游地區，造成下游地區的洪澇問題。

圖 1-2 都市化造成之水環境影響



資料來源：廖朝軒教授，2003。

國際上雨水除了應用於生活用水外，在農業、水土保持等方面也非常普遍；在日本設置雨水貯集系統，且雨水利用必須對於水文循環有助益且必須結合生態保育與親水機能；泰國的大水缸貯水計畫藉由雨水資源解決了當地鄉村的飲水問題；而在德國也以補助設置雨水貯集系統的方式，來減少洪澇及改善水質；在國內經濟部水利署也針對水源不足地區鼓勵裝設雨水貯集系統及處理設備，並訂出具體獎勵優惠辦法，以雨水貯集供水系統作為補助性水源，減輕主要供水水源壓力。

近年來台灣在工業區的開發與設置時，屢屢面臨水資源短缺的問題，而雨水資源利用可提供製程中之替代用水及雜用水等，而透過適當的雨水資源管理可使雨水利用設施具有減低都市型洪澇、增強環境綠化、增加地下水補注及提供親水遊憩等多重機能。

二十世紀的水資源經營方式傾向於集中、大型及單目標的利

用；水資源系統集中雖有利於營運與保養，但於失控時無從取得替代方案。大型的水資源工程對環境衝擊亦大，災害發生時亦較嚴重，而且集中末端處理洪澇的方式亦無法完全去除洪澇之災害。小型的水資源工程不僅對生態環境衝擊小，同時可藉由各小系統的聯合操作，避免因集中系統損壞而造成重大損失，因此大型與小型水資源系統的互相配合，才是符合經濟與分散風險的新世紀水資源利用方式，而雨水的貯集、滲透利用即為極佳的小型水資源系統。

## 第二節 研究方法

為協助政府落實相關「保水」政策，降低政府施行「保水」政策之困難及阻力，在九十一年度「綠建築基地保水指標法制化之研究」中，參考台灣建築土地面積不足及土地利用多目標等之問題現況中發現，若限制以透水面積保存之方式來達成保水目的，可能會遭致不小之阻力，甚至會造成執行上之困難。因此研究中建議採行日本的「總量」管制保水概念模式，來處理國內之基地保水問題，即每 1 公頃 (ha) 土地面積之保水量訂為 260 m<sup>3</sup> (其量是以各縣市土地面積之加權方式予以訂定)，至於究竟應採「貯集」或「滲透」方式處理，完全視基地情況自行採處，以達成預期之「保水」功效。

另為能有效解決基地在保水設計時，究竟該如何適當調配其「貯留」及「滲透」設施之比例，或是在相關保水設計時因所屬基地區位之狀況限制，必須進行其「貯留」及「滲透」設計容量之轉換等問題，在九十二年度「建築基地保水貯留及滲透當量關係之研究」中，提出兩種方式作為「貯留」及「滲透」間之轉換比例—即所謂之當量，兩者在設計時之轉換參考依據，期能提供未來相關設計之參考。

健全的水環境系統，應包含有雨水「貯留」及「滲透」兩種功能在內，方可充分達到水資源永續之目的。台灣都市計畫早期因太多發展權之釋放，在快速經濟發展之動能和投機炒作介入下，使得都市的發展越形紊亂，高樓大廈隨意竄起林立，大量就業人口湧向都市地區，因此土地如何充分高度運用 (如地下室大量開挖闢建成停車場)，在原本土地資源有限的台灣，則益形重要。現階段為提升都市保水效果，都市保水效益係藉由「保水總量管制」的方式達成，因此未來可預期的是一座座無滲透效果的雨水貯留設施，林立於都市中，雖可消減都市洪災及調節都市微氣候，但卻無益於地下水資源之永續。

為能有效解決這樣地問題，本研究計畫擬依據經濟部水利署所提供之雨量、河川流量及地下水位資料，配合營建署彙整台北縣市建築開發案的地下室開挖量等，進行相關研究，以逐步檢討國內相關地下室之開挖比例限制，將地下室之開挖率納入管制，以進一步解決國內「地下」不透水之問題。

## 第二章 都市發展對城鄉水環境之影響

### 第一節 都市水文化之發展

所謂的「水環境」係指雨水降落至地表，而後入滲至土壤或形成地表逕流之過程及與周圍環境交互作用所產生之現象。都市的快速發展，隨之而來的是自然及人文環境之變遷，同時所衍生之水環境變化，對水患的發生有著直接與間接關係，而城鄉水環境之改變往往因土地利用而異，因此如何客觀地探討都市化對城鄉水環境之影響，並據以規劃、建設與管理城鄉土地之利用，以達到「生態永續」與「經濟發展」為目的之「永續城鄉發展」，將是未來研究探討之方向。

由於都市為人口匯聚之地，人口集中於都市使都市居住用地需求急遽增加，舊都市土地一旦不敷所需，都市居民勢必向都市周圍發展，造成都市區域擴展，當擴展至郊外時，原有的溼地、水田、森林、綠地等區域也因而開始產生都市化之現象，如此將使得這些土地原有之逕流機制發生改變，進而造成城鄉水環境之丕變。

但當人口越來越多，並漸漸開始向陸地開發，都市也漸漸形成，但人類卻距水漸行漸遠，也因此開始轉為治水與利水並進，在築堰築堤之同時設置水閘門雨水渠從河川引水，以水閘門控制水量，以水渠引水至目的地，圳渠所引之水不止是供灌溉之用，同時也供應村落之生活用水、生產及消防用水，甚至較大圳渠兼供舟運交通之用。當陸上之交通發達後，河川的機能漸單純化，人類不再經常去疏浚河床以宣洩水流，而是改以加高堤防之方式來防範水災，也因為河堤所分隔出之河內河外，水變得不再是那麼容易親近。市鎮愈大，生命財產保護之要求也愈高，而都市侵佔河川的範圍也隨之增大。人類文明及技術之進步，水岸堤防愈築愈高，都市人口距水雖近在咫尺，但實際上是愈離愈遠，人與河川關係逐漸變淡，水源也

漸漸消失。

早期的河川圳渠是以石塊或泥土開挖整修而來，提供農村的各種用水，最後又排到圳道去，人們沿圳道挑水、洗衣及刷洗，人與人之間沒有隔閡，這正是水文化之根源。但自從自來水開始普及以來，人們只知道消費用水，但卻不知水從何而來，甚至以每人每日用水量之多寡，作為生活水準高低之指標，人們卻以為只要繳交自來水費，便可肆無忌憚之用水，而政府則拼命之開發自來水源以滿足需求，市民只要打開水龍頭，水就自來。水從何處來，往何處去，似與個人無關。近年都市由於人口密集，車輛多交通繁雜，原來河川文化時期流下之圳路，除被捨棄作為排除污水外，進而嫌棄其存在而漸被加蓋成為道路、商店街、停車場，對於道路下排水溝的污水則眼不見為淨，使得都市市民與水絕了緣。許多工程的開發興建，在「人定勝天」的思維下常缺乏生態考量，也致使許多數千萬年的水脈、天然埤塘及湖泊因此而消失。而人類這樣蠻幹情況，恐將遭受大地討債、反撲。

## 第二節 都市發展對城鄉水環境之影響

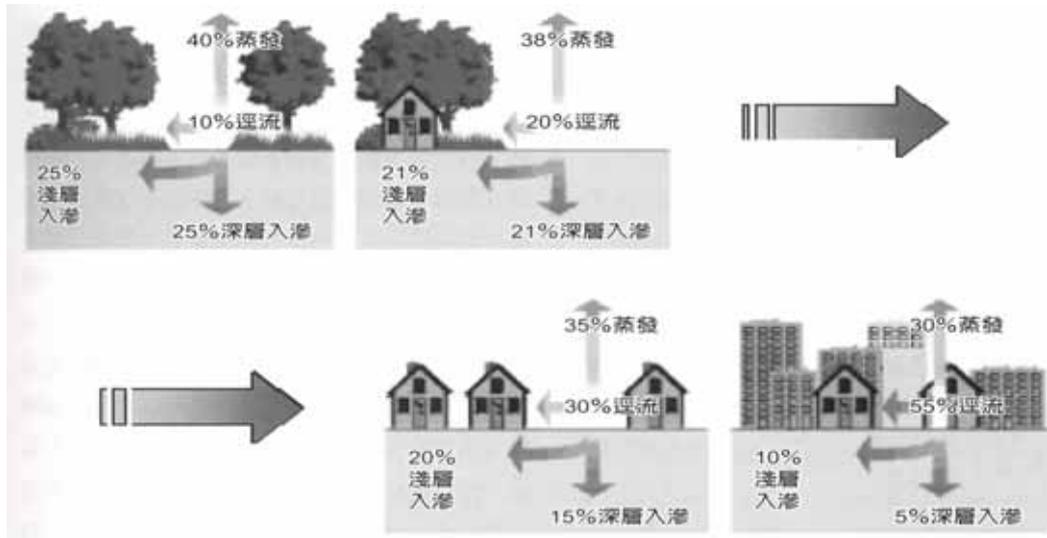
在高度開發或都市化地區，地表逕流之增加量與不透水鋪面之多寡存在著比例的關係，不透水區域之增加將會減少雨水入滲至土壤之機會，結果不但減少地下水補注，同時造成洪峰流量、逕流體積增加，河川基流量也會因此減少。此外大量人口湧入都市地區後，使得原有的綠地、農地、窪地及都市外圍之山坡地等，被大量甚至過度開發利用。都市擴張提高了土地之使用面積，同時因建築物、水泥地及柏油路面等不透水鋪面不斷增加，使得可透水面積相對之減少，降雨滲透量也隨之降低，伴隨著地表逕流量提高，地區原有涵養及滯蓄雨水之功能減退，一但豪雨；自然增加了水患發生的機率，進而造成城鄉水環境之丕變，其主要因素可歸納如下：

### (一) 市區街道擴大化

地表不透水區域包括屋頂、街道、人行道及停車場等，在高度開發或都市化地區，地表逕流之增加量與不透水鋪面之多寡存在著比例的關係，不透水區域之增加將會減少雨水入滲至土壤之機會，結果不但減少地下水補注，同時造成洪峰流量、逕流體積增加，河川基流量也會因此減少。

都市地區涵養及滯蓄雨量功能減退，並因大量人口所增加之用水量及排水量，以及各種都市建設進行中所帶來之負面衝擊等，都會對都市地區之水文環境產生不利之影響。圖 2-1 為美國費城其都市化對水環境影響之觀測結果，由圖中結果可明顯看出，原始的自然地表覆蓋率改變成 75% ~100% 的不滲透表面時，隨著不滲透區域面積的擴大，原有的自然地表逕流機制也隨之產生重大之變化，原本只佔總降雨量 10% 的逕流量因都市化之結果暴增至總降雨量的 55%，而入滲比率則由原先總降雨量的 50% 減為只有 15%，並使蒸發量也隨之降低。因此由這樣地一個地區都市化之變化結果，我們

圖 2-1 都市化對水環境影響之示意圖



資料來源：廖朝軒教授，2002。

可以很清楚的看到，因都市化所造成的地表逕流、蒸發與入滲三者間之水文循環變化關係所造成的城鄉水環境變化。

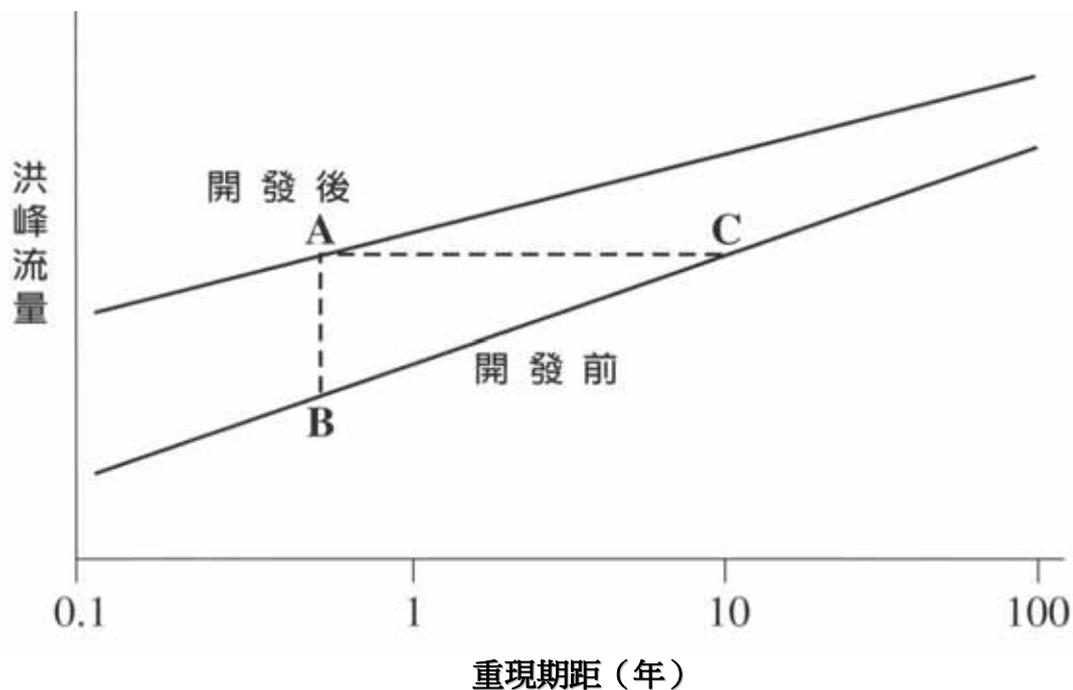
### (二) 土地利用型態及地形、地物之改變

大量人口湧入都市地區後，使得原有的綠地、農地、窪地及都市外圍之山坡地等，被大量甚至過度開發利用，土地利用密集化，不僅造成原有之水面及綠地減少，同時也導致都市區域之地表含水量降低，此外因生活水準的提升及人口密度高度化，造成都市民眾普遍使用空調設備、交通運輸設施及相關電器用品，致使人造熱源多且集中，也因為都市熱源的累積使得都市區域之氣溫往往較鄰近區域來得高，都市氣候也為之改變。

### (三) 生活水準及人口密度之高度化

生活水準的提升及人口密度之高度化造成經濟活動的頻繁，也引致需求量的提升，伴隨造成生活及工業廢水增加；用水需求量的增加；以及地下水涵養量之減少，使得都市承受乾旱的能力減弱，且欲排除經濟活動產生之生活及工業廢水，往往需興建都市排水與

圖 2-2 都市化對洪峰流量及頻率之影響示意圖



資料來源：廖朝軒教授，2002。

污水系統，而在現行集中末端處理之概念下，排水管道會大量收集都市地區之地表逕流，使逕流直接且迅速地排放至河川或集水區下游地區，縮短了洪峰稽延時間，但卻促進都市污染物之匯集與運送，造成河川、地下水的水質惡化，環境生態系統也會因此而改變。圖 2-2 係為都市開發前後其對洪峰流量及頻率之影響。由圖中可明顯看出，因都市化的結果，使得原本開發前之異常水文現象（如 C 點），卻變成都市開發後之正常現象（如 A 點），同時發生的頻率也明顯的增加，也因此造成鄰近的河川或排水路都市地區之洪澇問題。

#### （四）排水系統不均勻的下陷

由於都市開發之各項工程缺乏完善的協調與管理，在都市中的雨水下水道系統常被其他的管線如：瓦斯、電訊管線等橫越，再加上因交通或施工不良所導致地層下陷，往往使得都市雨水下水道系統的高度及坡度發生改變，致使通水能力大為減低。

綜上所述，由於市區街道擴大化、生活水準及人口密度之高度化及土地利用型態及地形、地物之改變等各因素相互影響的結果，造成都市區域整體的水土保持機能降低，地區排水管網的設置加速了地表逕流的集中，導致集流時間的減少及流速增加，除了導致區域性淹水災害發生的頻率增加外，亦減少了地下含水層的補注及使下游河道沖刷加劇，而污染物也隨著逕流直接排入下游，對於城鄉水環境危害甚鉅。短期而言，都會區每遇暴雨其洪峰流量將增大；長期而言，都會區之河川基流量將會逐漸減少，承受乾旱能力也會減弱，環境生態系統改變，河川、地下水水質惡化及都市微氣候改變；上述之城鄉水環境變化，皆肇因於都會區逕流與入滲等降雨損失之比例改變所致。

### 第三節 都市保水設施規劃之隱憂

在城鄉發展過程中，為了追求經濟成長，對於自然資源不斷開發，如森林砍伐、土地過度開發、地下水超抽等等，當開發程度不超過水環境承载力時，自然環境具有自淨回復的能力；當開發程度超過水環境承载力時，原來單純的水文循環機制將會增加了不少複雜的變數因子（如圖 2-3 所示），其結果將會造成水環境的負面影響；因此，維持水文循環正常進行以達到永續城鄉水環境為一積極重要的課題。

圖 2-3 都市發展對水環境影響示意圖



資料來源：日本社團法人雨水貯留浸透技術協會

土地利用方式對水環境有著強烈的牽引作用，人為開發強度越高往往也招致越強大的反噬力量。由於不同的土地使用對逕流量及組成具有多重影響，因此地表水的命運與流域的土地開發方式息息相關。都市是一個高度開發的人為環境，近年來的都市規劃雖也考量到開放空間的需要，也因此喪失了許多自然防護的能力，例如大安森林公園、中正紀念堂以至於散佈各社區的鄰里公園雖逐漸增加，但真正作為「生態空間」(或保育空間)則仍無明顯進步。

目前大部份的開放空間或是地面上鋪設硬鋪面，或是地下室開挖作為停車場，在這種使用方式之下，使得公園綠地作為都市生態保留地或者緩衝帶的功能大幅度萎縮，在雨水不能直接下滲到地底的情況下，原有的補注地下水，減少地面逕流，以及淨化水質(地下

圖 2-4a 日本都市開發前之水環境影響示意圖



資料來源：日本社團法人雨水貯留浸透技術協會

水水質及減少雜流到下水道塞住下水道) 三個功能蕩然無存，也導致都市體質更為脆弱。納莉颱風造成台灣尤其是大台北地區遭受前所未有的災情，洪水無情肆虐整個台北盆地，儘管此次與量之大為數十年僅見，甚至遠超過各主要河流之防洪標準，但這個理由並不足以面對狂風豪雨的無情，更不足以撫平居民所承受的生命財產損失與威脅。

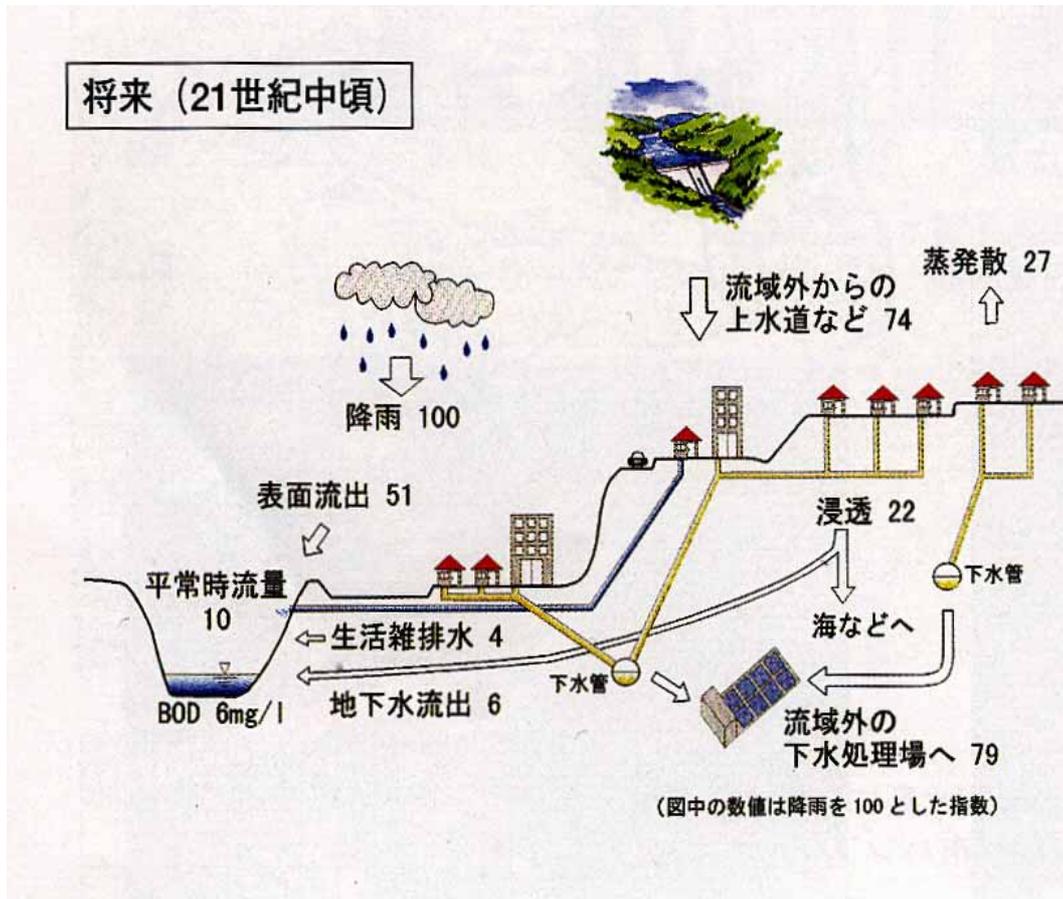
圖 2-4b 日本都市開發中之水環境影響示意圖



資料來源：日本社團法人雨水貯留浸透技術協會

依據日本社團法人雨水貯留浸透技術協會之資料顯示，日本在昭和廿年（西元 1945 年）代，由於都市地區之人為開發有限，人造結構物之規模及數量不多，因此對於地表雨水之處理仍主要以自然滲透及地表逕流方式處理，加上家庭生活雜排水之排放量及污水下

圖 2-4c 日本都市開發後之水環境影響示意圖



資料來源：日本社團法人雨水貯留浸透技術協會

水道接管率低，大部分之雨水均可滲透至地下形成地下水資源貯存，同時因河川之基流量豐沛，河川之污染程度並不算太高（如圖 2-4a 所示）。但隨著人口不斷湧入都市地區，使得都市人口與經濟快速發展，為了滿足人類居住之生活空間，提升生活水準，不僅用水量大幅增加外，同時為容納日益擴大之需求，都市街道、建物密度以及停車場等公共設施不斷增建，造成地表不透水區域擴大，人工排水系統取代了土壤原本涵養滯蓄之功能，加上生活雜排水之排放量增加，污水下水道尚未全面普及，使得地下水補注量及河川基流量減少，造成河川嚴重污染（如圖 2-4b 所示）。依據這樣地都市發展模式，預估至廿一世紀中，當大部分建築之污水下水道系統建置

完成後，雖可有效減少排放至河川之生活雜排水排放量，減低河川污染量，但也因更多人工設施之興建與不透水鋪面之鋪設，使得地表逕流量增大，人工排水系統無法負荷宣洩而造成淹水，同時更因地下水補注量之減少，致使河川基流量嚴重減少不足，河川多呈現乾涸現象，嚴重造成都市水文環境之丕變，造成都市水患問題不斷，嚴重影響居民之生命財產安全（如圖 2-4c 所示）。

在人類的開發行為中，城鄉建設是造成大地保水能力下降之主因，依據日本在多摩市鎮開發中所做的實驗指出，在充滿建築物、道路、停車場等設施的都市化區域若遭逢下雨，其地表逕流量約為另一自然林地區域的 5.2 倍，這說明了市街開發確實會對洪峰的發生量有所影響。就都市防災的範疇而言，有許多措施是可透過都市計畫手段達成的，例如要維護公園綠地作為都市生態保留地或者緩衝帶的功能，應禁止在這些地方設置地下停車場或開發其他地下用途，同時應使用滲水性能良好的植被披覆，至於停車場需求問題除應以大眾運輸積極取代之外，也應儘量利用既成建築物用地作為興設地下停車場的選擇，以降低大量開發對水環境的破壞。

依據九十年的研究發現，由於世界各國對於所謂保水的需求不同，因此對於建築基地內有關保水的限制也不盡相同，甚至有些國家如：美國已將相關之保水內容融入生活習慣中，由於其土地資源充裕，再加上人民教育及生活習慣良好，其防洪對策是採用導引、洪氾的處理方式，意即將洪水導引至人煙稀少的荒地，使其自然入滲，以達成防洪及貯留水資源之目的，因此並未針對此一內容特別立法予以要求。這對於土地資源有限以及水資源嚴重不足的我國，在實施上的確有其困難，再加上我人民的教育訓練及生活習慣之不同，即便有這樣地土地資源空間及需求，實施上也勢必會造成相當大之反彈，斷不可貿然行事。



## 第三章 台灣地下水超抽所造成的浩劫

### 第一節 台灣水資源之窘境

台灣是個標準的海島地形，有豐沛的雨量，更有數十座世界級的多目標水庫，年平均雨量約 2500 公厘，雖然降雨量為全球年平均降雨之 2.7 倍，但因水文的不確定性及特殊的地理條件等自然環境現制，其中約有 78% 的降雨集中於每年 5 月至 10 月間之豐水期，形成豐枯水期水源差異懸殊，再加上國內大甲溪、淡水河及濁水溪等三大河，其河源標高均高於 3400 公尺，流徑小於 200 公里，這與其他國家如：科羅拉多河、萊茵河及湄公河等相比，期坡度均大過其 2~7 倍。如此源短流急且因降雨時空不均、豐枯懸殊，真正可使用到的雨量卻不到四分之一，每人年平均分配的雨量，僅為世界平均值的六分之一，是聯合國組織列名的缺水國之一，因此缺水及洪澇現象時有所聞。

台灣地區年降雨總量約為 900 億噸，其中無法利用的蒸發散量約佔 24%；其餘的 71% 及 5% 則分別為河道逕流量及地下水入滲量，理論上這兩部分可以利用，但因台灣地區河川坡陡流湍，無法有效調蓄利用，故約僅有 20% 的河川水可有效利用，其餘 80% 的河川水大多逕流入海，嚴重影響水源供水能力。

傳統水資源調配係以川流水、水庫水及地下水等三種天然水資源為主，近年來因國民生活水準的提高，都市用水需求量大增，為滿足這樣地需求，新水源的開發勢在必行，但這樣地開發案因受限於天然條件、成本及生態環境衝擊等影響，因此一直未能有效解決，加上近年連續的氣候異常致使雨量供需失調，使得國內缺水問題更形嚴重。為能充分及有效供水，同時在經濟成本因素考量下，抽取地下水為現階段解決供水壓力的優先作法，甚至在 91 年全台大旱時，經濟部更提出「地下水緊急救旱方案」，該方案包括：

- 一、依災情狀況分三階段「擴大引用地下水」。
- 二、修改「地下水管制辦法」，允許水源不足時可鑿井籌取地下水。
- 三、解除台北盆地抽取地下水的「禁令」。

依據方案內容，其考量之重心似乎只偏於「緊急救旱」的思維，但對於此方案的可執行機率及可能產生的風險卻未加以說明或評析，且開放地下水抽用的安全出水量為多少？如何分配抽用量？以及解禁後的台北盆地地層是否會因恢復抽水而再次下陷？都值得思考。

長久以來令國人感到疑惑的是，台灣地區的地下水蘊涵現況究竟如何？每年藉雨水補助地下水的水量 40 億噸是如何計算出來的？現階段相關主管機關始終未能有信實可靠的科學數據或調查統計資料供其參考，而這個補注量自民國 65 年一直沿用至今，甚至在民國 70 年前，地下水抽取量大致以不超過這個補注量為限。因此在下述疑點未加以釐清前就貿然開放地下水的抽取，這樣不但可能斷喪了寶貴的地下水資源外，還可能造成往後無法彌補的環境污染地下水化問題，甚至造成國人健康上的傷害。

- 一、台灣地區的地下水「蘊藏量」究竟有多少？「安全出水量」應如何訂定？根據官方所提供的數據和統計資料顯示，台灣地區的主要地下含水層分布在「未膠結而鬆散的沖積層」中，其面積約為 10330 平方公里（約佔全台灣面積的 29%），地下水位是在地表下 50 公尺至 130 公尺之間，每年的地下水補注量約為 40 億立方公尺，而這些數據自民國 58 年水資會公佈沿用迄今，已近 40 年都未曾更新過。因此這些未膠結而鬆散的沖積層到底蘊藏了多少地下水？是否還經得起這樣再三再四的抽空而不會沉陷嗎？從前管制抽用地下水的疑慮都不再存在或不再需要顧慮了嗎？

二、每年 40 億立方公尺的補注量是如何計算出來的？如果是以太灣地下水主要分布面積的降雨入滲量估計，那麼大約是 388 公釐（約為年平均降雨量的 15.3%）；但如果是以全台面積做為入滲面積來估算，其量則為 111 公釐。可是這進 40 年來台灣地區的地形地貌改變了多少？土地利用情況的變化有多大？不透水面積增加了多少？有任何可資佐證的調查或觀測數據嗎？還是純屬臆測？相對於近來每年 71 億立方公尺的抽用量，持續超抽的情況下，對地下水資源的影響為何？而這樣每年約 31 億立方公尺的地下水虧損量對地層構造會產生怎樣的影響？當然，這 71 億立方公尺的抽用量是如何估算的？其量是否會因未計入自行抽用量而被低估了？

三、目前台灣地區各式污染場址普遍存在各地，譬如一些不明的廢棄物偷倒亂埋、油槽油管滲漏事件時有發生，井水中出現油氣或浮油的情況也時有所聞，更不必說有工廠惡意的灌注廢有機溶劑或未經妥善處理的廢污水於地層中。如果這些外在情況還未獲得改善前，便開放大量抽取地下水，這樣是否會造成更多的健康危害與污染擴散的問題？均值得進一步審慎考量。依據行政院環保署網站公佈 1991~2000 年的地下水監測統計結果可以明顯看出，再過去十年這樣所謂的常態抽取地下水的情況，地下水水質就已經亮起了紅燈，如：砷 19.4%~28.3%（2000 年 47.9%）、鐵 25.8%~43.1%（2000 年 73.4%）、錳 35.5%~48.0%（2000 年 82.3%）及 pH 值 4.2%~12.8%（2000 年 5.9%），均無法符合「飲用水水質標準」，如果監測的項目涵蓋有機化學污染物，其結果可能更令人憂心。因此如果再持續的抽用下去，甚至抽用的量更大的情況下，水質惡化的情形會不會更形嚴重？污染物質的擴散會不會更蔓延？

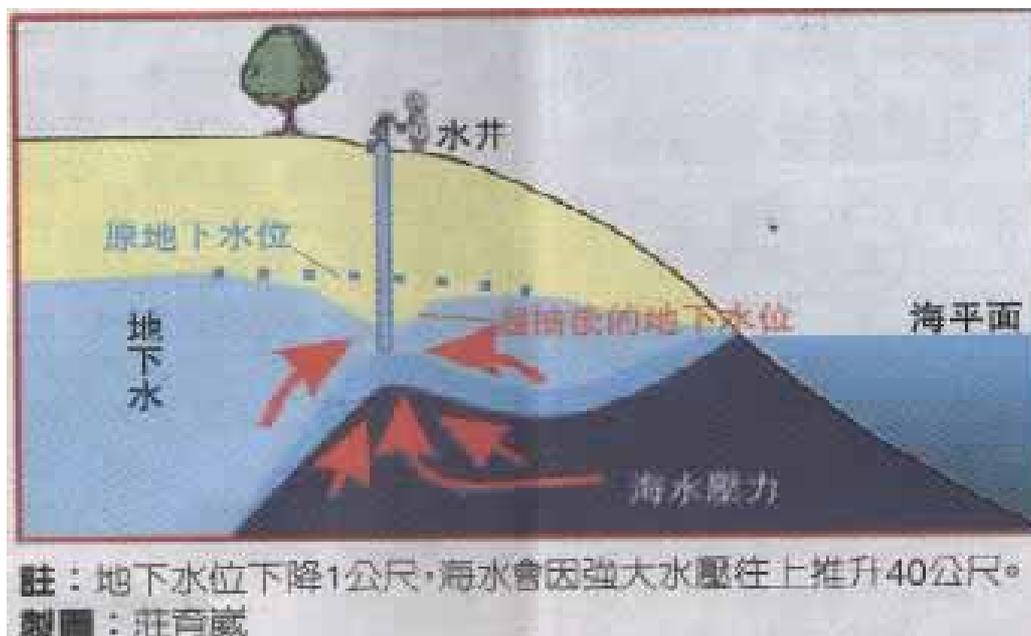
「有借有還，再借不難」，人際間金錢往來、借貸所憑恃的，

圖 3-1 台灣地區地層下陷分佈圖



資料來源：民生報，2004。

圖 3-2 海水入侵示意圖



資料來源：民生報，2004。

便是這套信用和做人的義理，但人們對地下水的取用，卻絲毫沒有這樣地義理和信用考量。隨著沿海養殖漁業的發展，工業區大量的開發，養殖和工業用水也急劇跳升，地下水也因此造成大失血。民國 82 年一度還創下地下水被抽掉 71 億噸的歷史天量，這相當於 12 座滿水位的翡翠水庫容量。而過去十年來，政府雖嚴格管制超抽地下水，但迄今每年地下水抽取量仍達 57 億噸，這遠遠超過現階段每年 40 億噸補注的估算量，而這 17 億噸水的差額，約為 3 座滿水位的翡翠水庫容量。二、三十年來，台灣的地下水在這樣地經年累月超抽情況下，已使我們透支約 300 億噸以上，現在即便把全國的地下水井全部封掉，一滴水也不抽，也要等將近八年的自然補注時間才能補得回來，而這還不把氣候變遷異常所造成的乾旱變數計入。而這樣地過度地下水脈流失，使得海水入侵的現象長期伏隱於地下，而所造成的嚴重環境危機亦未被重視，如果不能阻止這樣的地下水超抽，並適當補注已下陷乾渴的含水層，這樣地嚴重透支地下水，除造成地層下陷外（如圖 3-1 所示），也使得平時虎視眈眈的

海水乘虛而入，台灣的地表下正進行著一場海水與淡水的激烈肉搏戰（如圖 3-2 所示）。

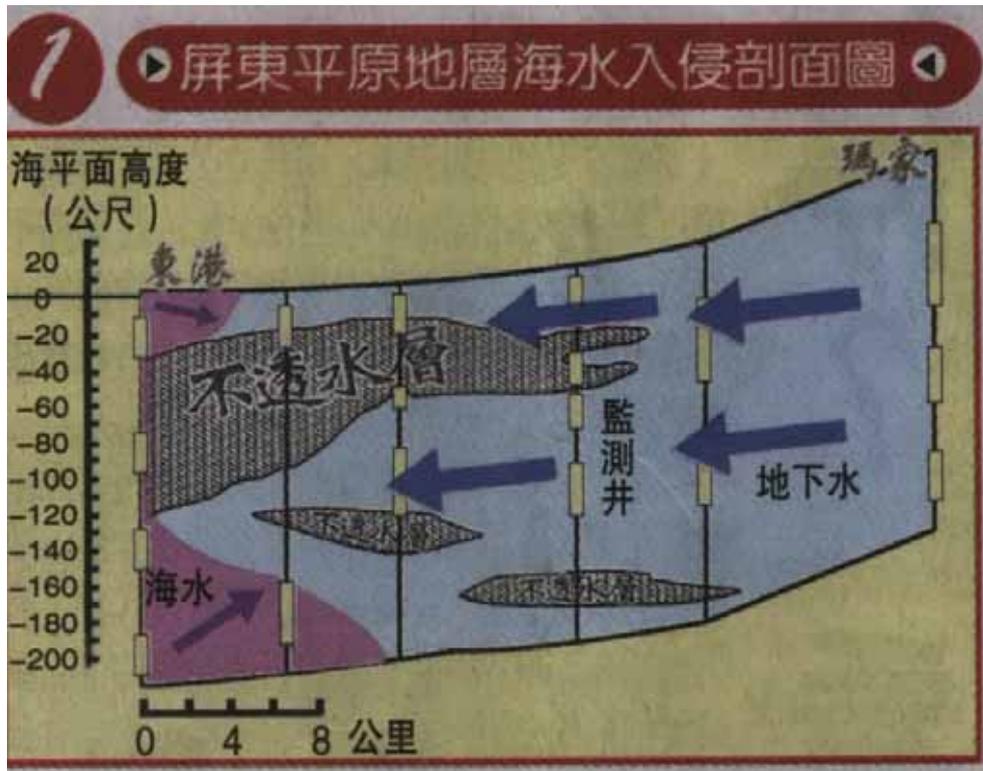
## 第二節 養殖漁塭超抽地下水的危害

依據中央研究院地球科學研究所汪中和研究員，與經濟部中央地質調查所再彰化沿海烏溪一帶，針對水利署 200~300 公尺深層觀測水井所作的「地下水同位素定年分析」研究調查顯示，當地現階段所抽出的地下水竟是五萬年前所留下的老水，而在其他下陷地區所作的研究也証實，這些深層水井所抽出的地下水，其年紀沒有五萬年也有三萬年，顯示新的地下水根本來不及補注，「我們是在吃老本！」。

如果您經常往來穿梭於南台灣，再屏東的佳冬與林邊一帶，在地平線已經消失泰半的地層下陷區，放眼望去儘是方塊水田拼連而成的漁塭；其中並佈滿了大大小小的抽水馬達，這些在南台灣最普遍的「魚田」，雖造就了台灣漁業奇蹟，充分提供了當地人民的生活經濟所需，但為提高漁塭池水的溶氧量及達到保溫效果，在水車不斷翻轉，以及農民夜以繼日抽取地下水的情況下，把原本深藏不露的地下水，從水井內強拉到這些棋盤式的漁塭內大肆奔流，同時家家戶戶的水龍頭也都流著來自深層的地下水，如此不但讓地層下陷，也造成海水入侵內陸長達 9 公里以上，並且每年還以 300 公尺~1 公里的速率，持續向內陸推進（如圖 3-3 所示），似乎正訴說著大地的無奈、反撲，並意圖報復人類這樣肆無忌憚超抽地下水的破壞行動。

一般認為，水產養殖業超抽地下水，是造成台灣西南平原地層下陷的主因。的確在民國 60 年代，政府在西南沿海大力推廣養殖漁業，樹立「養殖王國」的標竿，甚至還開發海埔新生地給漁民養殖蝦、鰻及文蛤等，致使漁塭面積迅速擴張、一日千里，業者紛紛抽取地下水養殖撈金。不過好景不常，沿海養殖水產在國際對手的激烈競爭下，外銷阻力漸大，價格崩跌，現在僅能讓漁塭不荒廢勉強度日而已。，沒想到養殖業沒幾年的好光景，現在卻落得房子下陷

圖 3-3 屏東平原地層海水入侵示意圖



資料來源：民生報，2004。

，每逢大潮、下雨就淹水的窘境。

政府為了進一步將台灣優質農產品推向國際舞台，今（93）年農委會還特別選定蝴蝶蘭、烏龍茶、台灣鯛（吳郭魚）和芒果等四大旗艦產品，作為因應台灣加入世界貿易組織後的外銷主力，堪稱為台灣外銷農產品的「F4」。而在這四大旗艦產品中，有兩樣是當前台灣環境所面臨的兩大燙手難題，一個是須開墾山坡地的烏龍茶，另一個是須大量抽用地下水的台灣鯛。

台灣鯛品質名列世界前茅，肉質鮮美好吃可做成生魚片及魚排佳餚，完全沒有傳統吳郭魚的土腥味，深受國內外消費者喜愛，年外銷量約 5 萬噸，為國家賺取大量外匯，也因此造就了商機，養活了許多漁民。也正因為如此，台灣西南沿海養殖漁塭又開始大量養殖台灣鯛，同時多半的漁民仍習慣抽取地下水來養殖，原因是台灣

鯛在淡水裡長的快，收成時間短，但實際上如果是用海水養殖，其肉質會更鮮美，但由於成長速度較為緩慢，為求速成，鮮少有人用海水養殖。依據農委會漁業署的說明，當初選擇提倡台灣鯛養殖，一方面是因養殖產業的大環境不好，為了顧及漁民的生計，在各種水產品中，吳郭魚的投資成本相對較低，其次因吳郭魚不怕髒、抗病力強，且屬雜食性魚種，水中的有機物多反而有利於成長，因此魚塢的水幾乎不需更換，只要適量補充、換氣即可。當初立意良好的產業政策，希望養殖業能往海發展，但是誰也沒有想到，卻因這樣的政策失調，反而造就了許多吸水恐龍，加上政府未能適時介入輔導，因此，台灣西南部平原向下沉淪，可以說是政府與民眾聯手種下的惡果。

### 第三節 黑珍珠傳奇的代價

在被稱為「黑珍珠蓮霧之鄉」的林邊、佳冬，蓮霧是這裡「一鄉一特產」的招牌水果，在海岸線和中央山脈之間，這裡的公路每隔二、三百公尺，就可隨處看到販售「黑珍珠蓮霧」的指引路牌和攤位，一畦接一畦的綠色蓮霧田，呈現南台灣另一番景緻。而這一顆顆大小如拳頭的水果，平均一顆身價在 400~500 元，比自日本進口的富士大蘋果還貴上一倍，甚至還曾創下每公斤高達 1600 元的天價。也因此，原本剛採收完的蓮霧樹，應該享有一段「假期」來休養生息，以待來年；但此刻卻見辛勤的農民已忙著開始修枝、施肥，積極準備迎接下一個產季。

「黑珍珠」能創造如此非凡身價，當地農民口耳相傳蓮霧特別好吃的秘方，就是土地鹽化後，這種「有點鹹又不會太鹹」的土質，最適合來栽種蓮霧，同時種出來的蓮霧又大又甜，也因為銷售價格誘人，不少農民便紛紛棄養其他作物，專心經營蓮霧田。許多靠內陸的農民甚至自行研發配方，從海邊運來海水灌溉，這股蓮霧田加鹹水灌溉的風潮便流傳至今。不過，這樣具有多汁、甜脆滋味的黑珍珠，是用土地鹽化所換得的，而當地的農民每年的心情是隨著爬升的蓮霧價格騰雲駕霧，但也因日甚一日的土地鹽化問題而墜落谷底。

依據台灣大學園藝系鄭正勇教授的研究發現，這種引海水灌溉蓮霧田的作法並不正確，農民用含鹽的海水來澆灌，其實是在毒害蓮霧樹的細根和粗根，短暫的幾年內或許會有意外的收穫，但這種短線操作、完全無視於大自然規律的作法，果樹只有死得更快，慘的是原本應該永續經營的土地也一起陪葬了。其實原本種植方式使得蓮霧的甜度差的原因，是在於農民的種植習慣，農民長此以往以種菜的方式來種植蓮霧，不斷餵養果樹吃氮肥，如此果實的甜度當然差，因此只要減少氮肥的供給，並在果實成長的某階段設法阻絕

細根的吸收作用、減少氮肥的攝取，同時保住粗根的功能，這樣就能恣意地控制果實的甜度。

從屏東的黑珍珠蓮霧，乃至於全台沿海防風林一一撤守的戰況看來，如果不阻止地下水超抽，並適當補注已下陷乾渴的含水層，致使地下水脈流失，以及海水入侵的現象長期伏隱地下，如此造成的嚴重環境危機未被重視，以致淡水不斷吃敗仗，居住其上的人們岌岌可危。超抽地下水固然是海水入侵造成鹽化的主因，但近年來，養殖漁民為了不超抽地下水，將部份漁塭改引海水養殖海水魚以及經營海釣場的方式，造成鹹水垂直入滲地下，這樣「內外夾攻」的方式才是使土地鹽化問題更加嚴重的因素。

身處在這些地層下陷發展區的人們抽取地下水，無非是想創造財富，但地下水是全民共有的公共財產，也卻因少數人為賺取私人利益的超限利用，造成無從估計的經濟損失和社會成本，這些耗損、虧空的帳，現在卻要由全民來「埋單」，如此不尊重自然的作法，不僅發展不成，造成地層下陷的後果，最後也賠上了自己的房產、財富，甚至連國家都被迫出面一起償付這些沉重的代價，真是「人算不如天算」！

#### 第四節 人定勝天的公共工程

今(93)年9月16日在工程團隊克服千辛萬苦的情況下，北宜高速公路花了13年2個月終於貫通，全長31公里，沿線的雪山隧道就長達12.94公里，這除了將台北與宜蘭間的車程距離縮短到一個小時以內外，工程的困難度首屈一指也同時被列入大英百科全書中。而就在慶賀「人定勝天」的工程成就同時，隱藏於風光貫通典禮的背後，卻是無數工程人員在暗無天日的地下流血流汗地付出與犧牲，以及萬年水脈被截斷，大量地下水平白流失所換來的成果。

北宜高速公路的雪山隧道再度為台灣工程界寫下世界紀錄，甚至有部分工程師為了參與這項工程，寧願捨棄建設公司的高薪，而選擇待在這滿是粉塵、噪音、湧水和隨時有生命危險的隧道裡，因為這樣地機會，一輩子可能只有一次，對工程師而言是一項難能可貴的經驗。不過也有許多工程師是愈做愈怕，看到隧道內大量湧出的地下水和乾旱一年比一年嚴重，深怕自己就是斬斷水脈的劊子手。雖然工程一定會傷害環境，但建設的目的無非是要造福人類，北宜高速公路在當初規劃時，就已經知道沿線有許多不好惹的斷層和地質，只不過不知道竟會如此的艱鉅，這是地質工程的科技盲點。

這樣地盲點使得工程施工中，隧道內的36處湧水點，將國內外組成的「六國聯軍」工程團隊搞得人仰馬翻，也因此犧牲了11條寶貴性命，甚至有專家批評這是北宜高適前的環境影響評估做得不夠確實所造成的，以至於工程進度如此坎坷。

常有許多的工程在興建時，忽略了週遭的生態環境，即使像山區產業道路這麼小規模的工程，也常砍斷珍藏數萬年的水脈，致使一段時間後，附件的許多天然埤塘、湖泊因此而消失。當初規劃在民國87年通車的北宜高速公路，被雪山隧道工程延宕了7年，明(94)年底才能兌現通車支票。在地質工程界的眼裡，何時通車早已不重

要了，重要的是施工過程中與完工後會產生哪些意想不到的工程環保代價，使我們和後代子孫承受不起。這些就是工程法規不管，環評制度也看不見的盲點。

北宜高速公路並不是政府的政績，而是政府和全民的慘痛教訓，如果我們把這犧牲 11 條人命、切斷千萬年雪山水脈，以及明知步步皆風險卻執意蠻幹的北宜高雪山隧道工程，當成一項了不起的政績，這正是工程界篤信「人定勝天」的最佳諷刺。因此北宜高速公路通車，究竟會為宜蘭帶來繁榮？還是會成為宜蘭這片綠色淨土的夢靨？大台北地區是否真會出現水源短缺危機？時間會給答案。

## 第五節 地層下陷的省思

過度抽用地下水是造成地層下陷、萬劫難復的禍首，地層下陷並非僅是單獨看到的房屋等建築結構物沉陷危機，還有其他許多意想不到的「副作用」；由於地面已低於海平面，每遇颱風豪雨來襲，便立刻引發海水倒灌、淹水，造成民眾嚴重的生命、財產損失，尤其是住在低窪地區的人們，從此過著朝不保夕的生活，見雨即愁，日子怎麼過？同時地下水位降低後，海水有了入侵機會，土壤因此鹽化，最後土地也失去了經濟價值。依據水利署截至 2001 年的統計資料顯示，台灣的地層下陷面積已高達 2667 平方公里，約佔台灣平原面積的四分之一，這相當於 10 個台北市那麼大，其中以雲林地區下陷的面積最廣，而累積下陷深度最大的則是屏東縣的佳冬鄉，已下陷深度超過 3 公尺，此外台南地區則是下陷面積增加最快的區域。由於土地下陷為一不可逆之變化，即便停止超抽地下水，讓水位漸趨於緩和穩定，地層沉陷也不會立即中止，約需經 30~40 年的「殘餘沉陷」才會停止，亦即沉陷仍會持續發生，以台北盆地為例，雖已自民國 63 年嚴格限制抽用地下水，至今已 30 年，但現在盆地仍每年以 0.7 公分的速度下陷，而這樣地沉陷情況是否可以緩和縮短？其答案是可以的，只有在有充足且長期的地下水補注情況下才有可能發生，否則土地只有持續的向下沉淪，逐漸消失於地平線。

## 第四章 研究模式架構之建立及資料分析

### 第一節 研究模式架構之建立

由於影響地下水位高低之地文及水文因素非常多，台灣雖然面積不大，但依據經濟部水利署及中央地質調查所的資料顯示，台灣地區的地下水分區依其區域可分為九區（如圖 4-1 所示），而各區因地質狀況的差異，其滲透情況也不盡相同。若將全部因子納入考量除資料收集不易外，在分析上也會有所困難，因此在初步研究上將只先針對台北盆地進行相關分析及探討，並暫不考量地文因子之變化，只先將雨量及河川流量等水文因素納入分析，以期能有效了解雨量、河川流量、地下水位與建築開發案地下室開挖量間的關係。

台北盆地位於台灣北部，是由大屯山系、林口台地與雪山山脈西麓的丘陵所包圍而成，行政區域包含有台北市及台北縣兩縣市，地形為四周高而中間低，盆地範圍西南止於大漢溪之山佳，南止於新店溪之新店，東止於基隆河之汐止，北止於關渡。盆地地面低平，海拔 20 公尺以下的範圍略呈三角形，整體而言盆地，係成東南高而西北低的走向。包括景美小盆地在內，盆地周圍全長約 70 公里，面積約為 224 平方公里，水域面積約佔 19 平方公里。盆地內海拔 10 公尺以下的面積約佔 150 平方公里，平均高度約為 7 公尺。盆地內是淡水河水系的分布區，淡水河係由基隆河、新店溪及大漢溪三支流匯集而成，大漢溪與新店溪會流於盆地中央，並與基隆河會流於關渡附近出海。

依據經濟部水利署水文統計年報之資料顯示，台北盆地現有的地下水觀測井包含自計地下水觀測井、普通地下水觀測井、台北市政府觀測井及民井等共有三十五座（如圖 4-2 所示），同時為使資料分析具有代表性，在檢視資料之有效性後，本研究將選取台北郵局、台北（S）、台北建國酒廠、南港輪胎廠、五股泰全紡織廠、土城景

圖 4-1 台灣地區地下水分區圖



資料來源：經濟部水利署，2002。

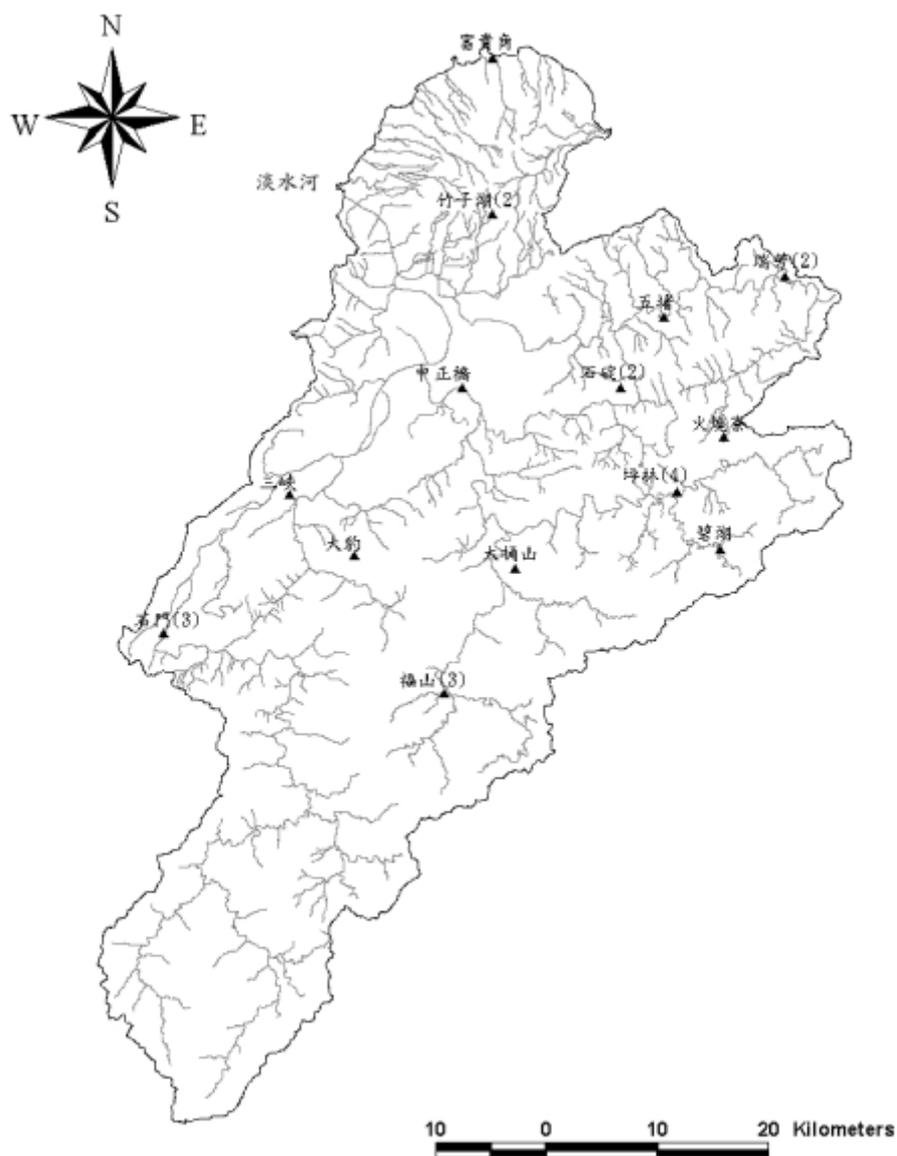
圖 4-2 台北盆地地下水觀測站位置圖



資料來源：經濟部水利署，2002。

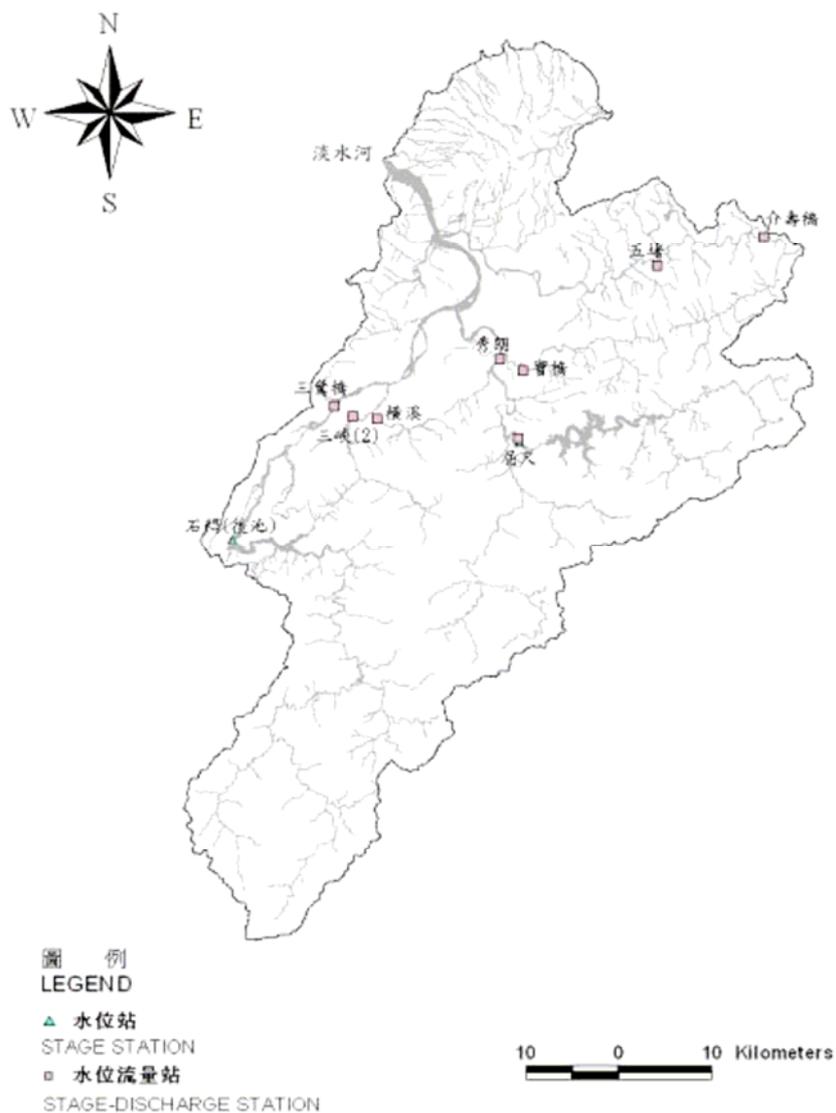
德製藥廠及新莊永豐製藥廠等七處資料進行分析。而在雨量及河川流量方面，則分別選取中正橋、竹子湖（2）、三峽及坪林（4）等四處雨量站（如圖 4-3），與秀朗及三峽（2）兩處流量站（如圖 4-4）資料進行研究。以下將分別針對雨量、流量及地下水位間的關係進行研究探討，以供未來預測模式的參考。

圖 4-3 台北盆地雨量觀測站位置圖



資料來源：經濟部水利署，2002。

圖 4-4 台北盆地流量觀測站位置圖



資料來源：經濟部水利署，2002。

## 第二節 雨量與流量間的關係

為了解這些水文因子間是否具有關聯性，首先選取雨量及流量兩個水文參數，利用線性迴歸分析方式，以雨量為自變數（X）；流量為因變數（Y），並藉由三個統計參數，即F-值檢定、相關係數R與P-值檢定，以及採用 95% 的信賴區間進行檢定分析。若檢定參數值 $F > F_{0.05}$ 且 $P < 0.05$ ，則代表藉由這樣地檢定分析模式，其參數間具有強烈之相關性，可有效作為未來建立預測模式之參考。

檢測結果如表 4-1、4-2 所示。依據分析結果顯示，不論是秀朗還是三峽（2）流量站，其與中正橋、竹子湖（2）、三峽及坪林（4）等四處雨量站的資料分析結果，均符合 $F > F_{0.05}$ 及 $P < 0.05$  之要求，顯見雨量及流量兩參數間具有高度關聯性，依不同雨量站可分別建立流量預測模式為

### （一）秀朗流量站預測模式

$$\text{中正橋雨量站} \quad Y = 10.88X - 6295.33 \quad (4-1)$$

$$\text{三峽雨量站} \quad Y = 15.00X - 16444.1 \quad (4-2)$$

$$\text{竹子湖(2)雨量站} \quad Y = 5.915X - 5466.37 \quad (4-3)$$

$$\text{坪林(4)雨量站} \quad Y = 5.232X - 439.521 \quad (4-4)$$

### （二）三峽（2）流量站預測模式

$$\text{中正橋雨量站} \quad Y = 1.322X + 555.196 \quad (4-5)$$

$$\text{三峽雨量站} \quad Y = 1.746X - 480.752 \quad (4-6)$$

$$\text{竹子湖(2)雨量站} \quad Y = 0.798X + 312.72 \quad (4-7)$$

$$\text{坪林(4)雨量站} \quad Y = 0.817X + 588.354 \quad (4-8)$$

利用上述的預測模式，由各雨量站所得的預測流量，與實測流量的關係分別如圖 4-5~4-12 所示。顯見可有效提供未來預測評估使用。

表 4-1 秀朗流量站迴歸分析統計表

| 雨量站     | F      | R     | P       | F <sub>0.05</sub> |
|---------|--------|-------|---------|-------------------|
| 中正橋     | 15.833 | 0.656 | 0.00068 | 4.32              |
| 竹子湖 (2) | 12.309 | 0.608 | 0.00209 | 4.32              |
| 三峽      | 20.693 | 0.705 | 0.00018 | 4.32              |
| 坪林 (4)  | 9.614  | 0.560 | 0.00541 | 4.32              |

表 4-2 三峽 (2) 流量站迴歸分析統計表

| 雨量站     | F      | R     | P       | F <sub>0.05</sub> |
|---------|--------|-------|---------|-------------------|
| 中正橋     | 27.270 | 0.744 | 0.00003 | 4.32              |
| 竹子湖 (2) | 26.021 | 0.736 | 0.00004 | 4.32              |
| 三峽      | 38.185 | 0.797 | 0.00003 | 4.32              |
| 坪林 (4)  | 37.309 | 0.793 | 0.00004 | 4.32              |

圖 4-5 秀朗流量站實測與預測關係圖

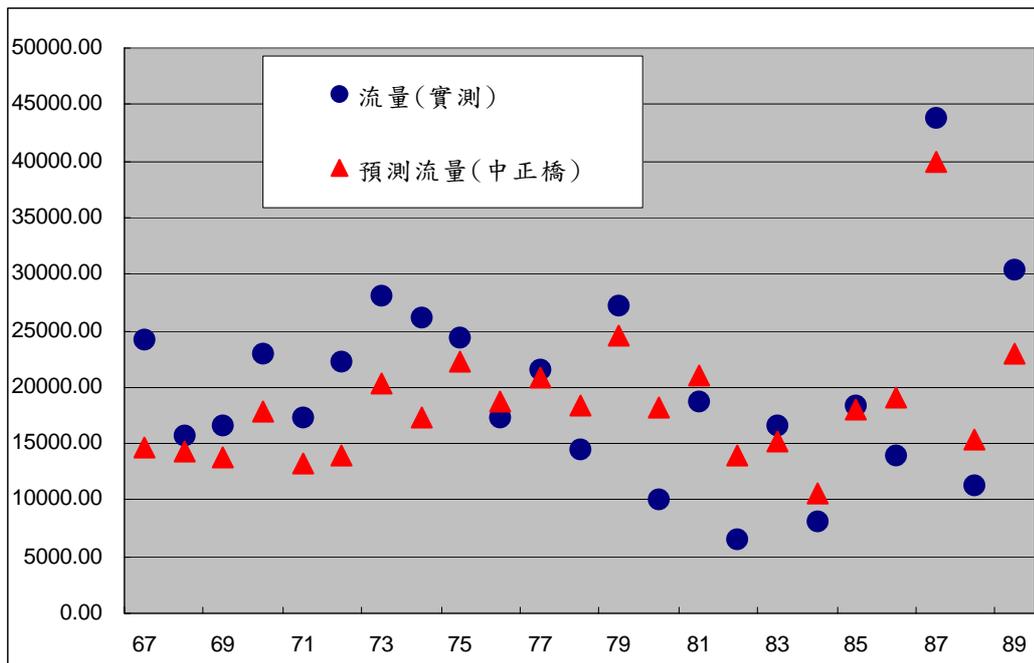


圖 4-6 秀朗流量站實測與預測關係圖

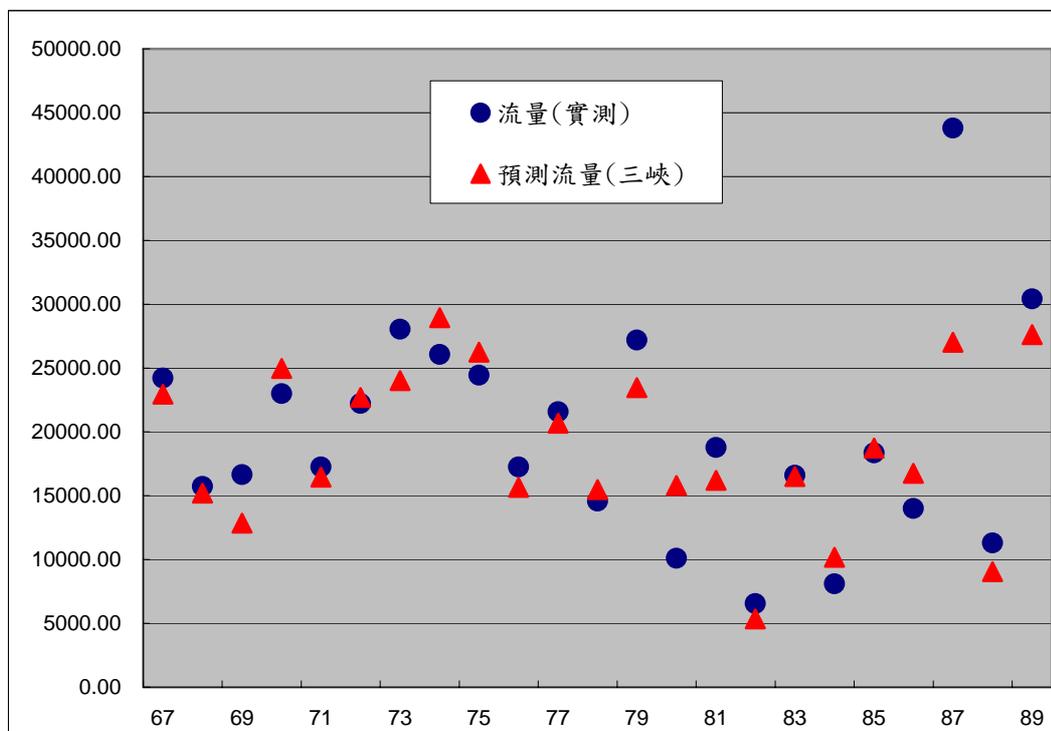


圖 4-7 秀朗流量站實測與預測關係圖

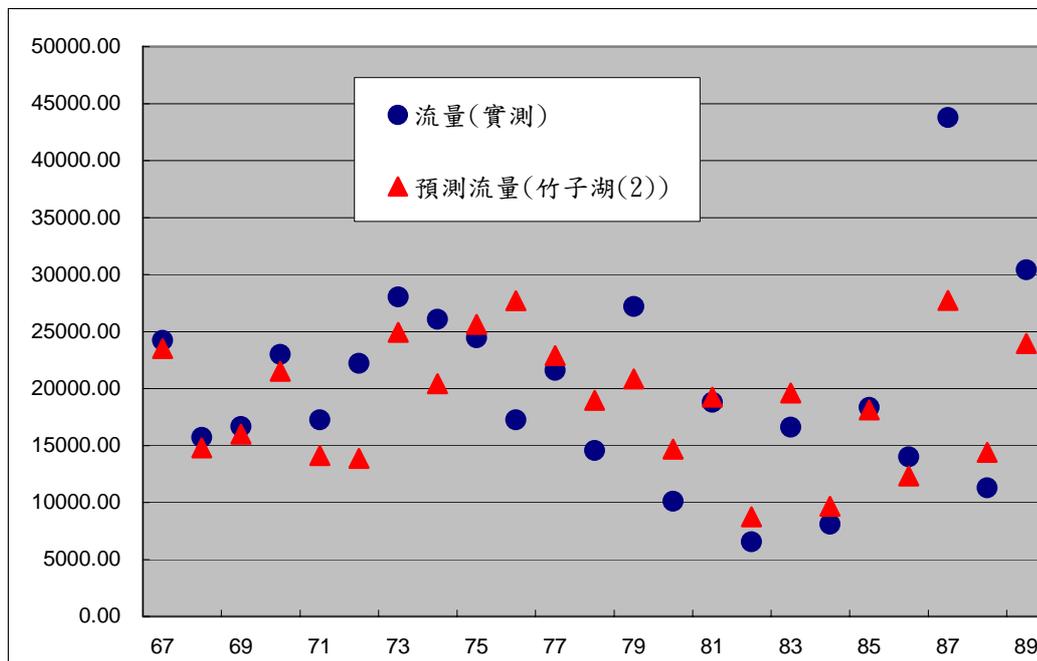


圖 4-8 秀朗流量站實測與預測關係圖

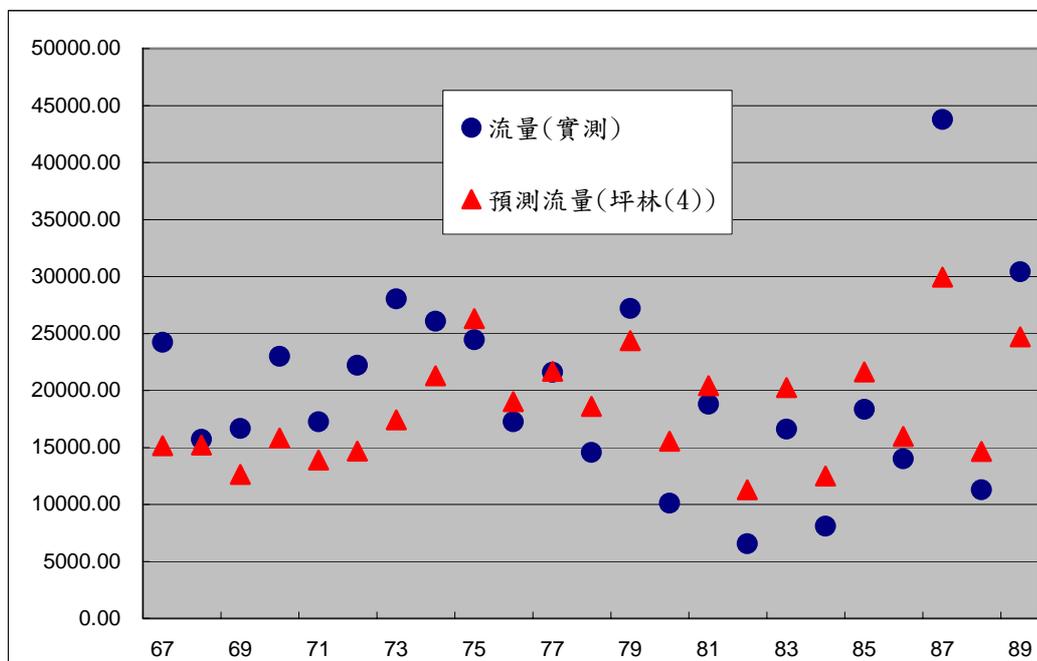


圖 4-9 三峽（2）流量站實測與預測關係圖

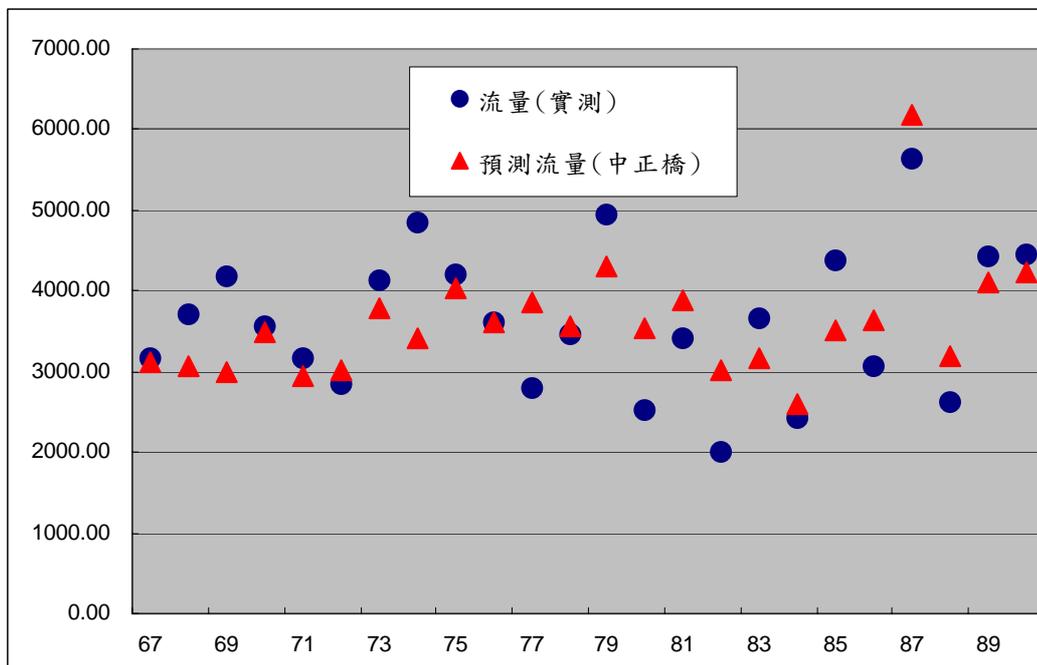


圖 4-10 三峽（2）流量站實測與預測關係圖

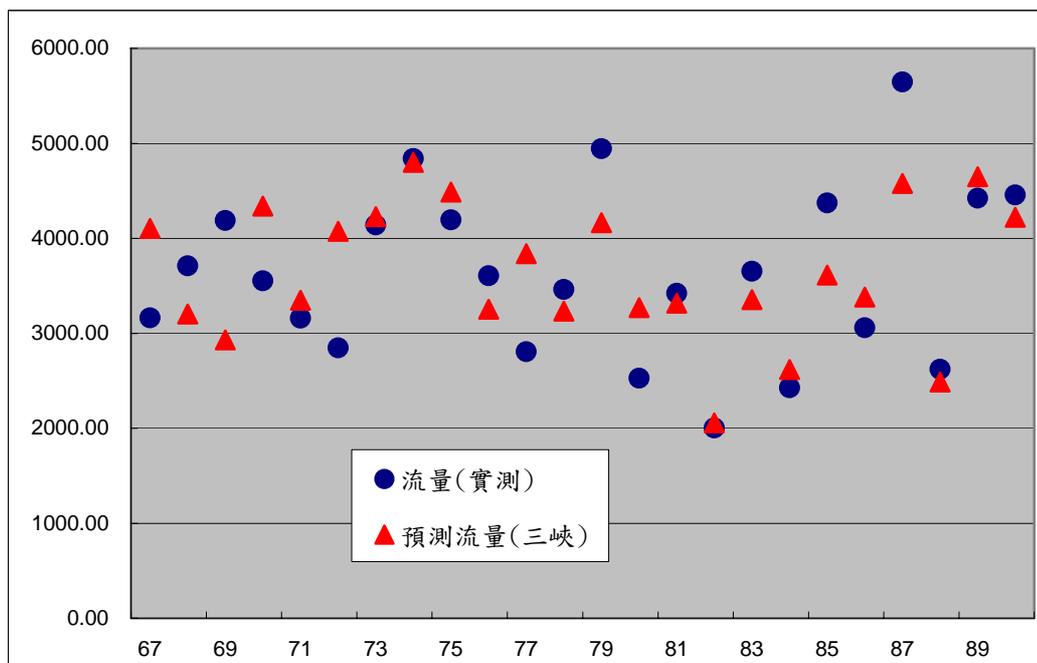


圖 4-11 三峽（2）流量站實測與預測關係圖

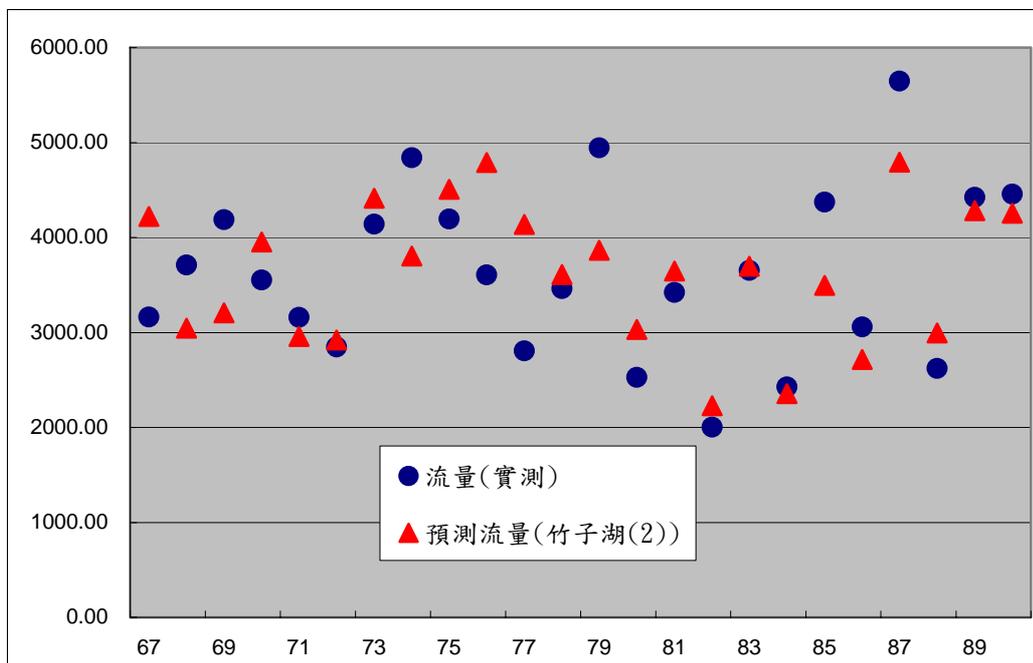
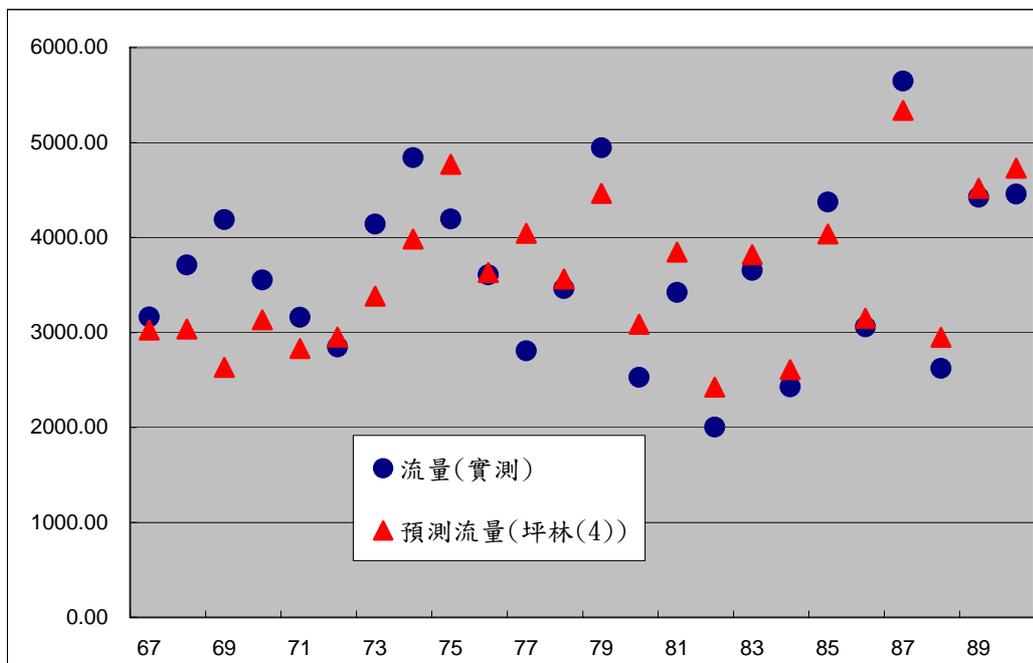


圖 4-12 三峽（2）流量站實測與預測關係圖



### 第三節 地下水位與雨量間的關係

利用相同之分析方式，表 4-3~4-9 為台北郵局、台北 (S)、台北建國酒廠、南港輪胎廠、五股泰全紡織廠、土城景德製藥廠及新莊永豐製藥廠，這七處之地下水位與四處雨量站的資料線性分析結果。由分析結果可以發現，這七處觀測站之地下水位資料與任何一處的雨量資料檢測結果均為  $F < F_{0.05}$  及  $P > 0.05$ ，顯示地下水位與雨量兩參數其間之關聯性並不高，在參酌其他學者研究結果發現，這可能是雨量補注至地下含水層需一段時間，因此地下水位的高低與降雨量多寡無法同步顯現，可能會有所謂的時間效應，換句話說，就是一場大雨過後，約需一段時間才會看到地下水位有所回升。如以本研究所採用的年降雨量資料分析來看，依據不同學者的研究，可能需要一至兩年才可看出成效。因此在未來研究中應將時間效應納入考量，確實明瞭兩者間的關係，以做為未來預測模式建立之參考。

表 4-3 台北郵局地下水位迴歸分析統計表

| 雨量站     | F     | R     | P     | $F_{0.05}$ |
|---------|-------|-------|-------|------------|
| 中正橋     | 1.321 | 0.238 | 0.263 | 4.30       |
| 竹子湖 (2) | 0.023 | 0.032 | 0.882 | 4.30       |
| 三峽      | 1.415 | 0.241 | 0.246 | 4.28       |
| 坪林 (4)  | 2.172 | 0.300 | 0.155 | 4.30       |

表 4-4 台北 (S) 地下水位迴歸分析統計表

| 雨量站     | F     | R     | P     | F <sub>0.05</sub> |
|---------|-------|-------|-------|-------------------|
| 中正橋     | 1.829 | 0.277 | 0.190 | 4.30              |
| 竹子湖 (2) | 0.009 | 0.020 | 0.926 | 4.30              |
| 三峽      | 0.960 | 0.200 | 0.337 | 4.28              |
| 坪林 (4)  | 2.980 | 0.345 | 0.098 | 4.30              |

表 4-5 台北建國酒廠地下水位迴歸分析統計表

| 雨量站     | F     | R     | P     | F <sub>0.05</sub> |
|---------|-------|-------|-------|-------------------|
| 中正橋     | 1.341 | 0.240 | 0.259 | 4.30              |
| 竹子湖 (2) | 0.027 | 0.035 | 0.871 | 4.30              |
| 三峽      | 1.004 | 0.209 | 0.327 | 4.30              |
| 坪林 (4)  | 2.108 | 0.296 | 0.161 | 4.30              |

表 4-6 南港輪胎廠地下水位迴歸分析統計表

| 雨量站     | F     | R     | P     | F <sub>0.05</sub> |
|---------|-------|-------|-------|-------------------|
| 中正橋     | 1.312 | 0.237 | 0.264 | 4.30              |
| 竹子湖 (2) | 0.169 | 0.087 | 0.685 | 4.30              |
| 三峽      | 1.171 | 0.220 | 0.290 | 4.28              |
| 坪林 (4)  | 1.883 | 0.281 | 0.184 | 4.30              |

表 4-7 五股泰全紡織廠地下水位迴歸分析統計表

| 雨量站     | F     | R     | P     | F <sub>0.05</sub> |
|---------|-------|-------|-------|-------------------|
| 中正橋     | 1.341 | 0.240 | 0.259 | 4.30              |
| 竹子湖 (2) | 0.026 | 0.034 | 0.873 | 4.30              |
| 三峽      | 1.260 | 0.228 | 0.273 | 4.28              |
| 坪林 (4)  | 1.987 | 0.288 | 0.173 | 4.30              |

表 4-8 土城景德製藥廠地下水位迴歸分析統計表

| 雨量站     | F     | R     | P     | F <sub>0.05</sub> |
|---------|-------|-------|-------|-------------------|
| 中正橋     | 0.241 | 0.104 | 0.628 | 4.30              |
| 竹子湖 (2) | 0.662 | 0.171 | 0.424 | 4.30              |
| 三峽      | 1.108 | 0.214 | 0.303 | 4.28              |
| 坪林 (4)  | 1.325 | 0.238 | 0.262 | 4.30              |

表 4-9 新莊永豐製藥廠地下水位迴歸分析統計表

| 雨量站     | F       | R     | P     | F <sub>0.05</sub> |
|---------|---------|-------|-------|-------------------|
| 中正橋     | 0.00008 | 0.002 | 0.993 | 4.30              |
| 竹子湖 (2) | 3.185   | 0.356 | 0.088 | 4.30              |
| 三峽      | 2.164   | 0.293 | 0.155 | 4.28              |
| 坪林 (4)  | 0.00065 | 0.005 | 0.980 | 4.30              |

#### 第四節 地下水位與地下室開挖量間的關係

台北盆地的地下水位觀測資料，經檢視台北郵局、台北（S）、台北建國酒廠、南港輪胎廠、五股泰全紡織廠、土城景德製藥廠及新莊永豐製藥廠等七處地下水位資料可看出，基本上其水位自民國 63 年嚴格限抽地下水起，的確有逐漸升高的趨勢（如圖 4-13~4-19 所示），甚至在市中心接近火車站一帶，其水位上升高度甚至達 30 公尺（如圖 4-13 所示），但是在土城景德製藥廠則並非如此，甚至比限抽前的水位為低（如圖 4-18 所示），這可能是自行抽用現象仍存在所造成的，而這樣地情況也說明了國內在地下水管理上的盲點，相關主管機關應確實檢討改善。

為進一步了解地下水位的高低是否與建築開發案之地下開挖量有關，首先依據台北市政府及台北縣政府民國 80~92 年核發建照資

圖 4-13 台北郵局歷年地下水位觀測圖

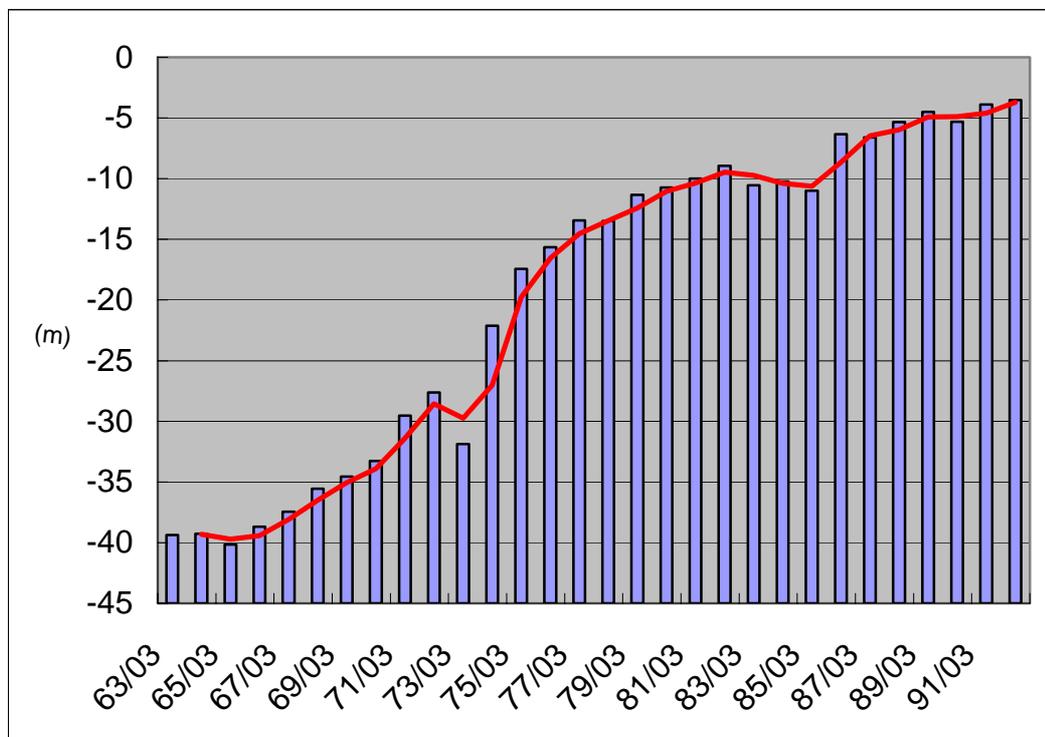


圖 4-14 台北 (S) 歷年地下水位觀測圖

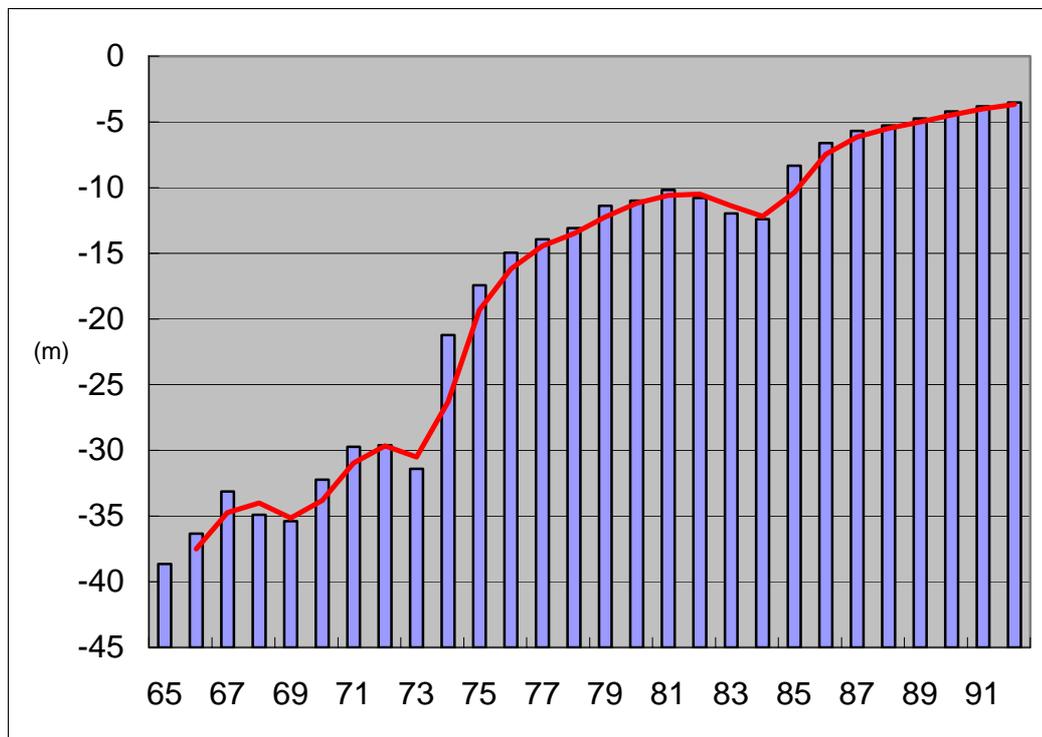


圖 4-15 台北建國酒廠歷年地下水位觀測圖

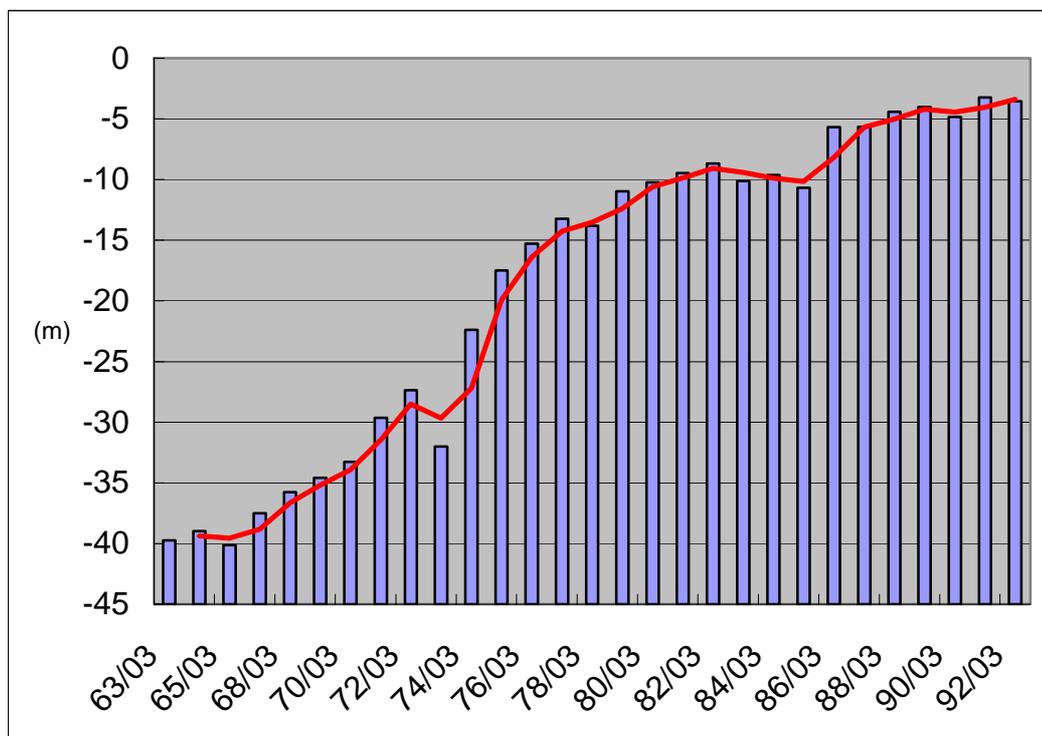


圖 4-16 南港輪胎廠歷年地下水位觀測圖

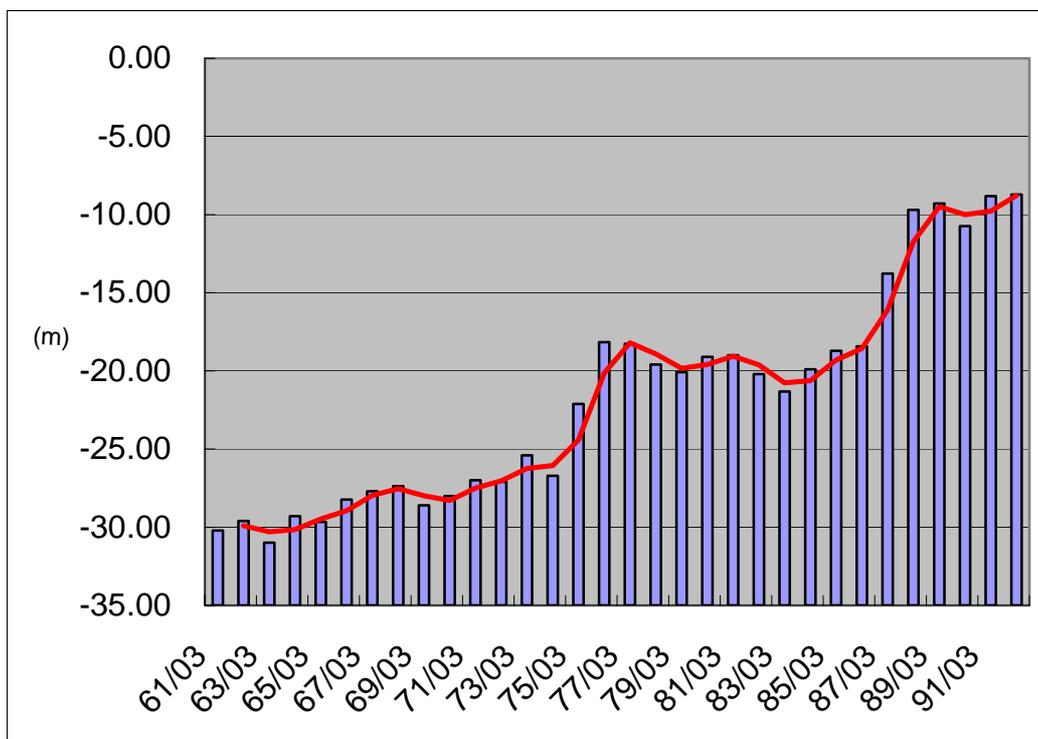


圖 4-17 五股泰全紡織廠歷年地下水位觀測圖

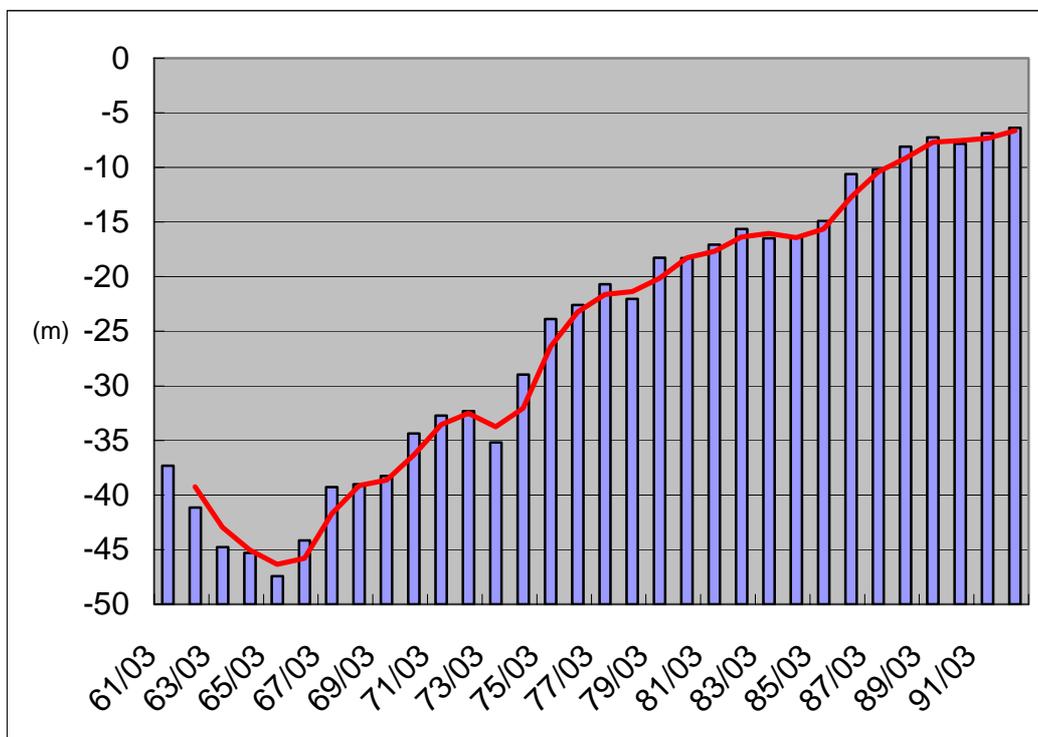


圖 4-18 土城景德製藥織廠歷地下水位觀測圖

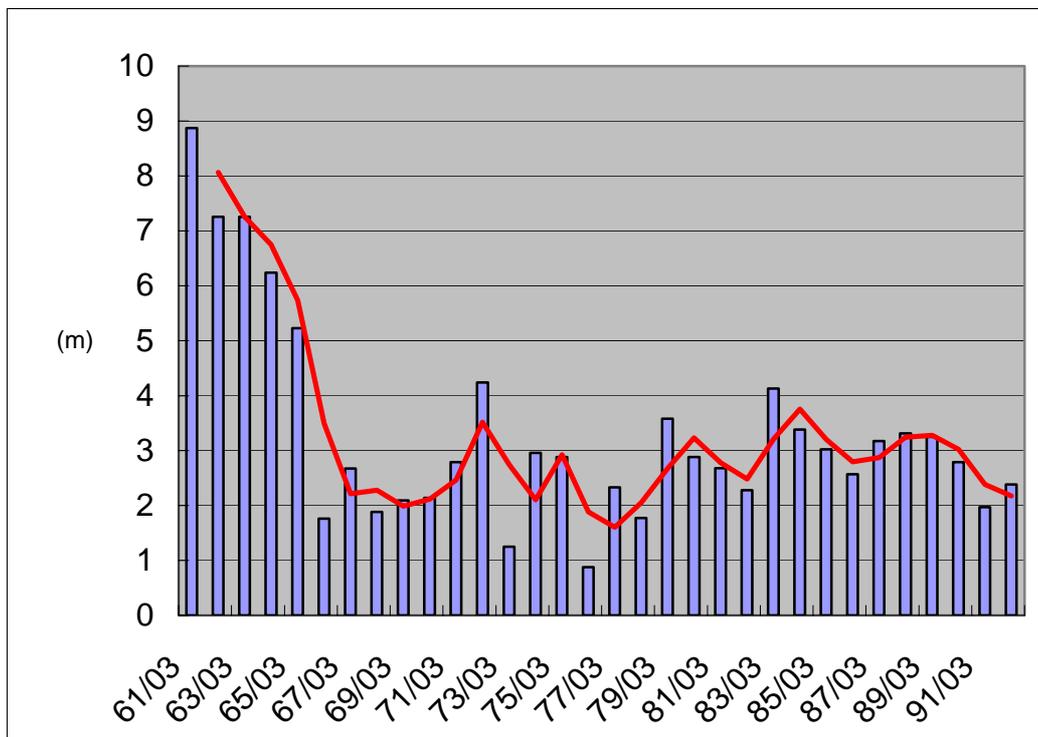
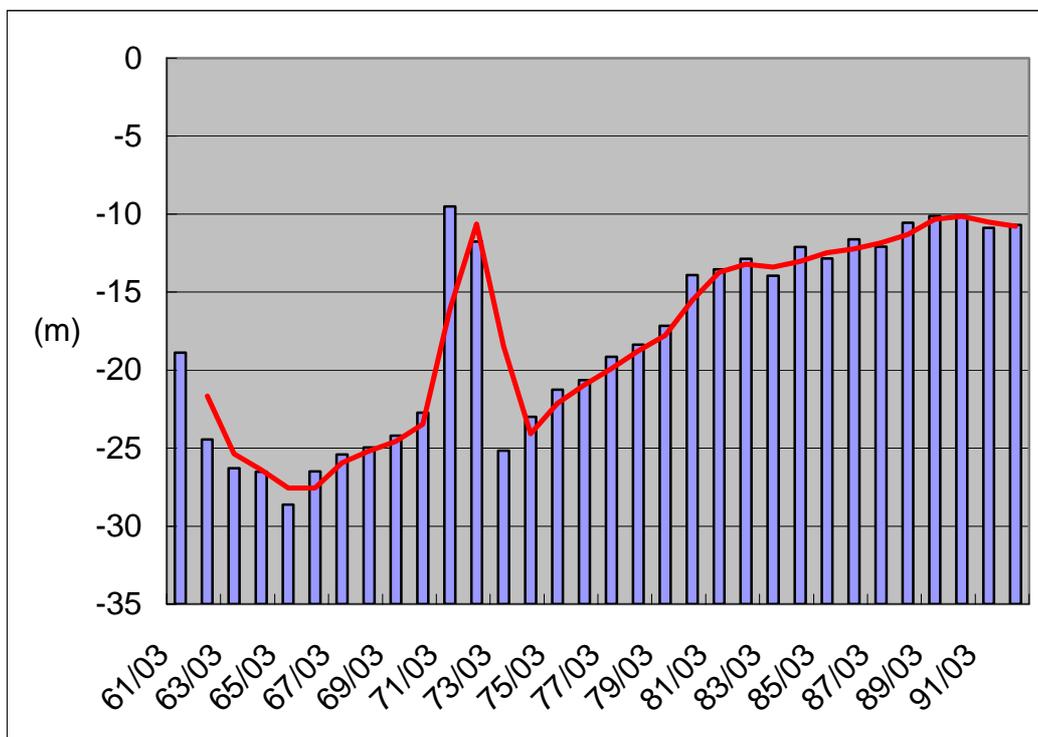


圖 4-19 新莊永豐製藥織廠歷年地下水位觀測圖



料分析，其具地下樓層之樓層數與開發面積關係如圖 4-20~4-23 所示。依其統計結果可知，近十年來台北盆地新建建築累積的地下室開挖面積已高達 3164 萬平方公尺，其量約佔台北盆地面積的 14%，而這尚不包括民國 80 年前的建築開發案，以及其他重要公共工程（如捷運工程）的開發建設在內，因此我們可以想像，在現階段都市高度開發的台北市，其不透水的情況除了發生在地表面上，其地表下的不透水情況也有越來越嚴重的趨勢，再加上這些地下工程施工時，為利工程進行必先抽光地下積水，因此台北盆地實際上仍面臨地下水遭抽用且天然補注緩慢的情形，而這對地下水資源蘊藏量的影響的確有進一步探討的必要。

為利了解地下水位高低與地下室開挖量間的關係，表 4-10~4-16 為這七處觀測站之地下水位資料與地下室開挖面積的檢測分析結果。由其分析結果可知，除了土城景德製藥廠外，其他六處的檢測

圖 4-20 台北市歷年核發建照地下層面積分佈圖

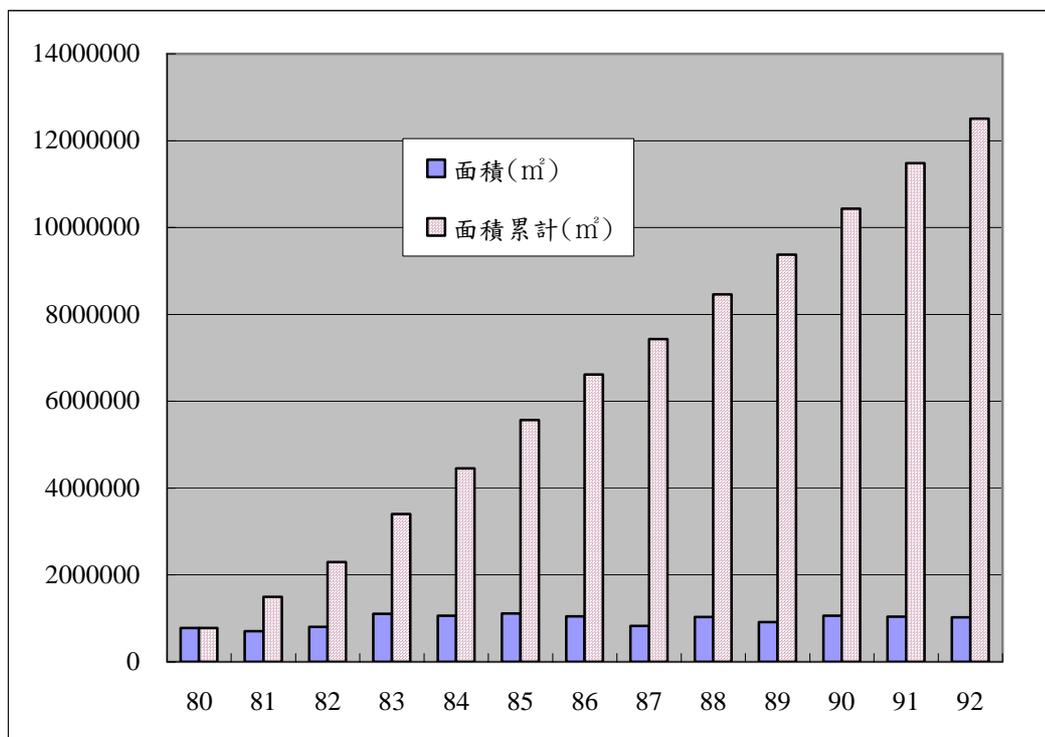


圖 4-21 台北市歷年核發建照地下層樓層分佈圖

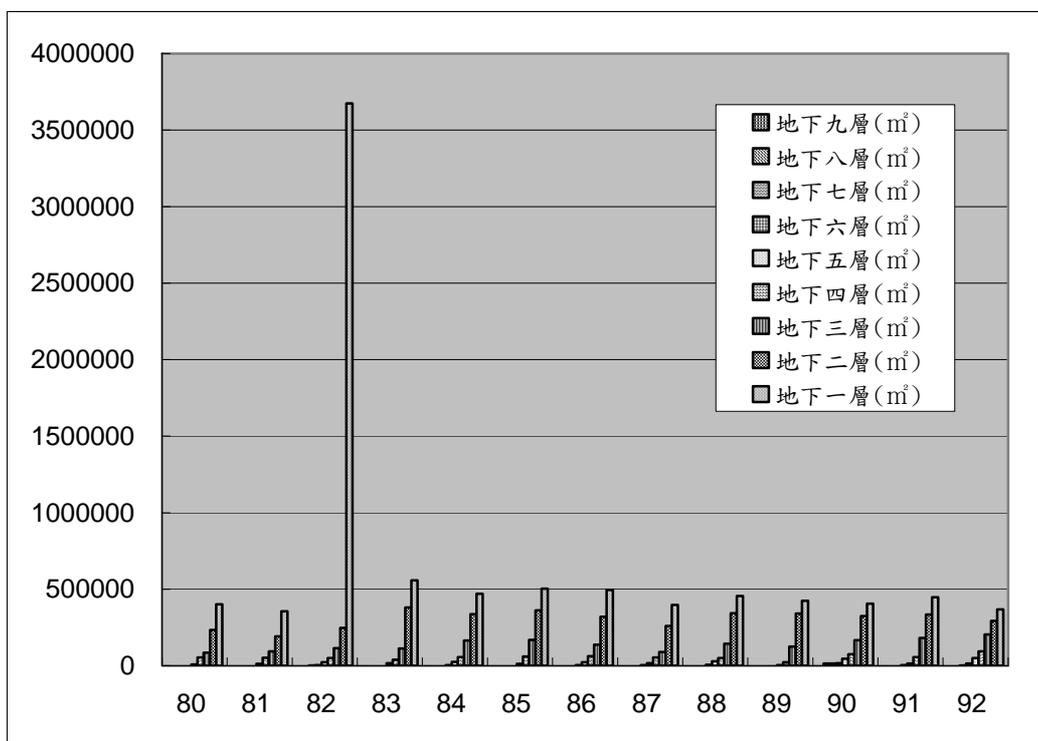


圖 4-22 台北縣歷年核發建照地下層面積分佈圖

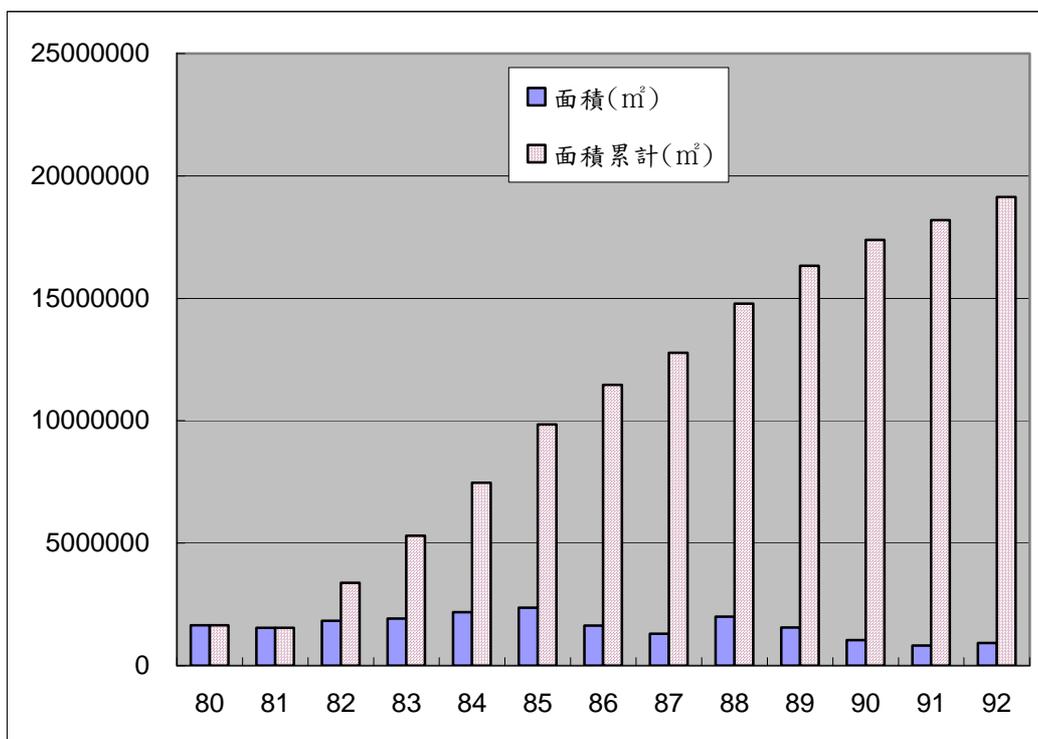


圖 4-23 台北縣歷年核發建照地下層樓層分佈圖

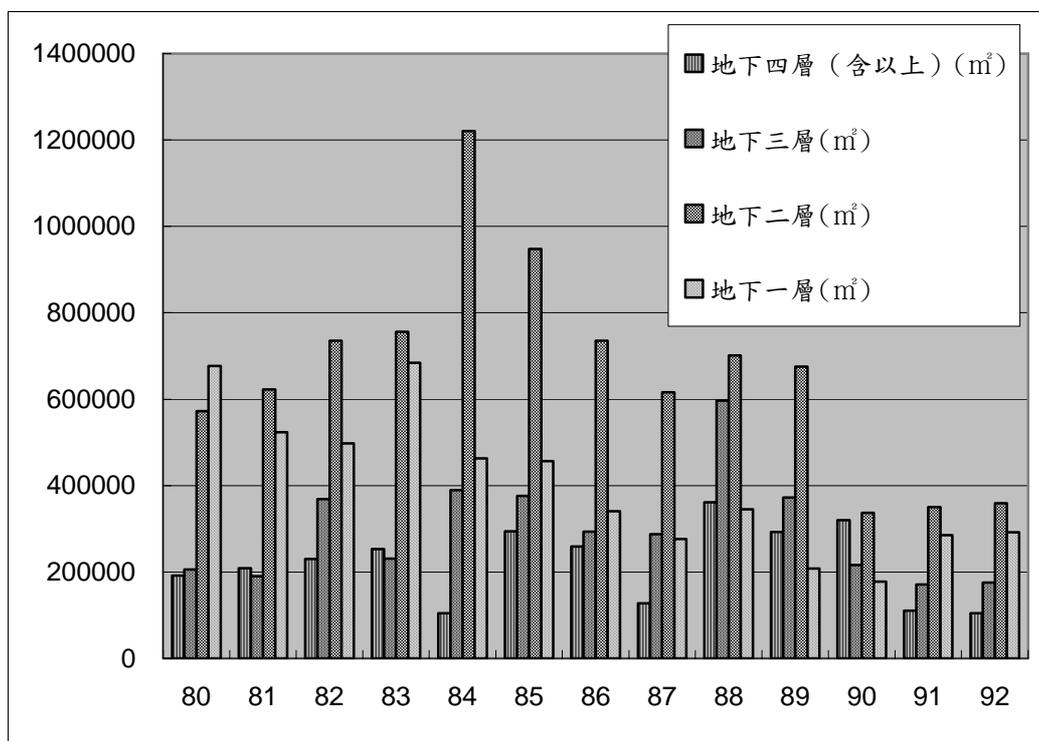


表 4-10 台北郵局地下水位迴歸分析統計表

| 地下室面積  | F      | R     | P        | F <sub>0.05</sub> |
|--------|--------|-------|----------|-------------------|
| 台北市    | 40.150 | 0.894 | 0.000085 | 4.96              |
| 台北縣    | 35.253 | 0.883 | 0.000144 | 4.96              |
| 台北(縣)市 | 37.645 | 0.889 | 0.00011  | 4.96              |

表 4-11 台北 (S) 地下水位迴歸分析統計表

| 地下室面積  | F      | R     | P        | F <sub>0.05</sub> |
|--------|--------|-------|----------|-------------------|
| 台北市    | 51.748 | 0.915 | 0.000030 | 4.96              |
| 台北縣    | 54.259 | 0.919 | 0.000024 | 4.96              |
| 台北(縣)市 | 54.605 | 0.919 | 0.000023 | 4.96              |

表 4-12 台北建國酒廠地下水位迴歸分析統計表

| 地下室面積  | F      | R     | P        | F <sub>0.05</sub> |
|--------|--------|-------|----------|-------------------|
| 台北市    | 34.916 | 0.882 | 0.000149 | 4.96              |
| 台北縣    | 33.182 | 0.877 | 0.000183 | 4.96              |
| 台北(縣)市 | 34.391 | 0.880 | 0.000158 | 4.96              |

表 4-13 南港輪胎廠地下水位迴歸分析統計表

| 地下室面積  | F      | R     | P        | F <sub>0.05</sub> |
|--------|--------|-------|----------|-------------------|
| 台北市    | 51.244 | 0.915 | 0.000031 | 4.96              |
| 台北縣    | 47.677 | 0.909 | 0.000042 | 4.96              |
| 台北(縣)市 | 50.092 | 0.913 | 0.000034 | 4.96              |

表 4-14 五股泰全紡織廠地下水位迴歸分析統計表

| 地下室面積  | F       | R     | P         | F <sub>0.05</sub> |
|--------|---------|-------|-----------|-------------------|
| 台北市    | 94.977  | 0.951 | 0.000002  | 4.96              |
| 台北縣    | 107.592 | 0.957 | 0.0000011 | 4.96              |
| 台北(縣)市 | 107.081 | 0.956 | 0.0000012 | 4.96              |

表 4-15 土城景德製藥廠地下水位迴歸分析統計表

| 地下室面積  | F     | R     | P     | F <sub>0.05</sub> |
|--------|-------|-------|-------|-------------------|
| 台北市    | 1.113 | 0.316 | 0.316 | 4.96              |
| 台北縣    | 0.707 | 0.257 | 0.420 | 4.96              |
| 台北(縣)市 | 0.850 | 0.280 | 0.378 | 4.96              |

表 4-16 新莊永豐製藥廠地下水位迴歸分析統計表

| 地下室面積  | F      | R     | P        | F <sub>0.05</sub> |
|--------|--------|-------|----------|-------------------|
| 台北市    | 32.900 | 0.876 | 0.000189 | 4.96              |
| 台北縣    | 42.004 | 0.899 | 0.000071 | 4.96              |
| 台北(縣)市 | 38.840 | 0.892 | 0.000097 | 4.96              |

結果均符合 $F > F_{0.05}$ 及 $P < 0.05$ ，顯示地下水位的高低似乎的確與地下室的開挖量有關。而由本研究前面的分析結果可知，河川流量與降雨量關係密切，而地下水位資料與降雨關係在未考量時間稽延效應時，似乎並不顯著，但卻與地下室開挖面積有所關聯。因此藉由這樣地線性分析結果，若同樣地將地下室開挖量當做自變數(X)，地下水位作為因變數(Y)，則可利用台北(縣)市的地下室開挖面積，分別建立各地下水位測站的地下水位預測模式為

(一) 台北郵局站地下水位預測模式

$$Y = 0.000000258X - 11.9371 \quad (4-9)$$

(二) 台北(S)站地下水位預測模式

$$Y = 0.000000315X - 13.0979 \quad (4-10)$$

(三) 台北建國酒廠站地下水位預測模式

$$Y = 0.000000259X - 11.4375 \quad (4-11)$$

(四) 南港輪胎廠站地下水位預測模式

$$Y = 0.000000489X - 23.8913 \quad (4-12)$$

(五) 五股泰全紡織廠站地下水位預測模式

$$Y = 0.000000426X - 19.3326 \quad (4-13)$$

(六) 土城景德製藥廠站地下水位預測模式

$$Y = -0.000000017X + 3.226866 \quad (4-14)$$

(七) 新莊永豐製藥廠站地下水位預測模式

$$Y = 0.000000123X - 14.0495 \quad (4-15)$$

利用上述的地下水位預測模式，由台北(縣)市的地下室開挖面積所得的預測地下水位，與實測地下水位的關係分別圖 4-24~4-30 為利用預測模式與實測紀錄資料，所得到的七處測站地下水位變化

圖 4-24 台北郵局地下水位變化預測圖

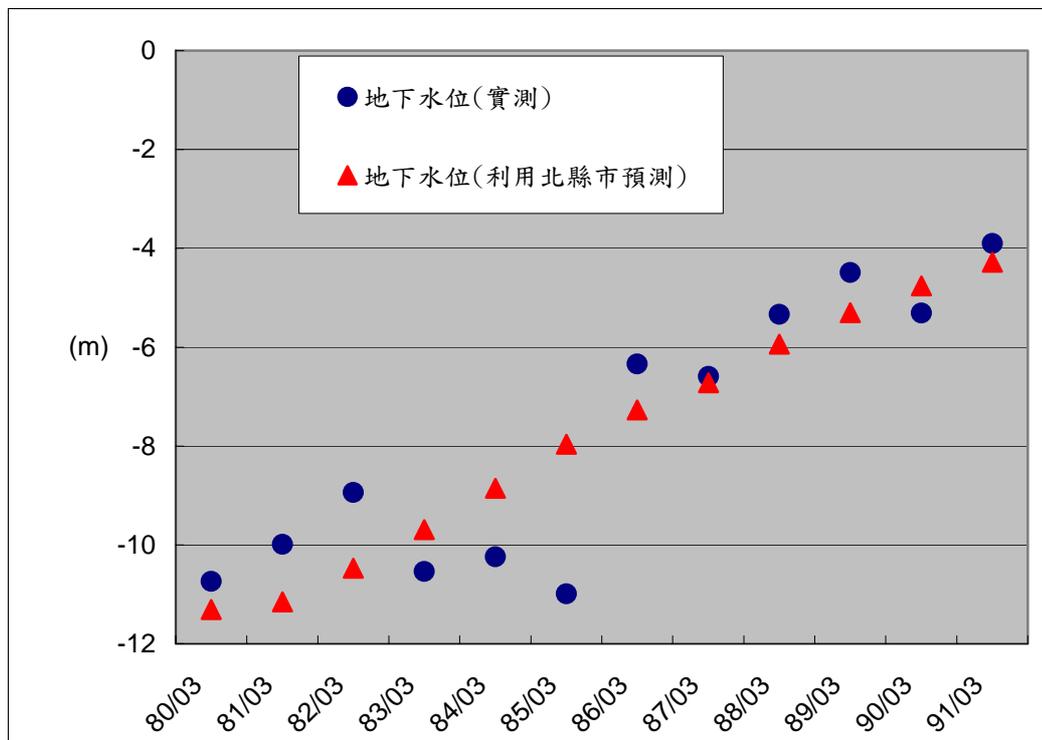


圖 4-25 台北 (S) 地下水位變化預測圖

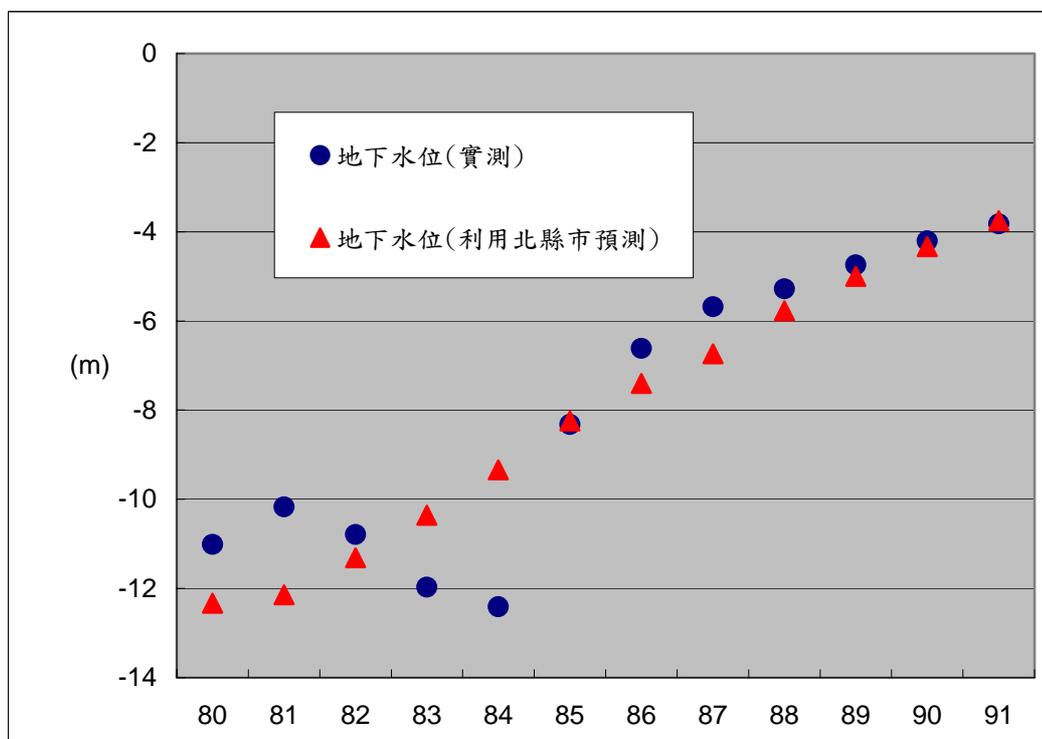


圖 4-26 台北建國酒廠地下水位變化預測

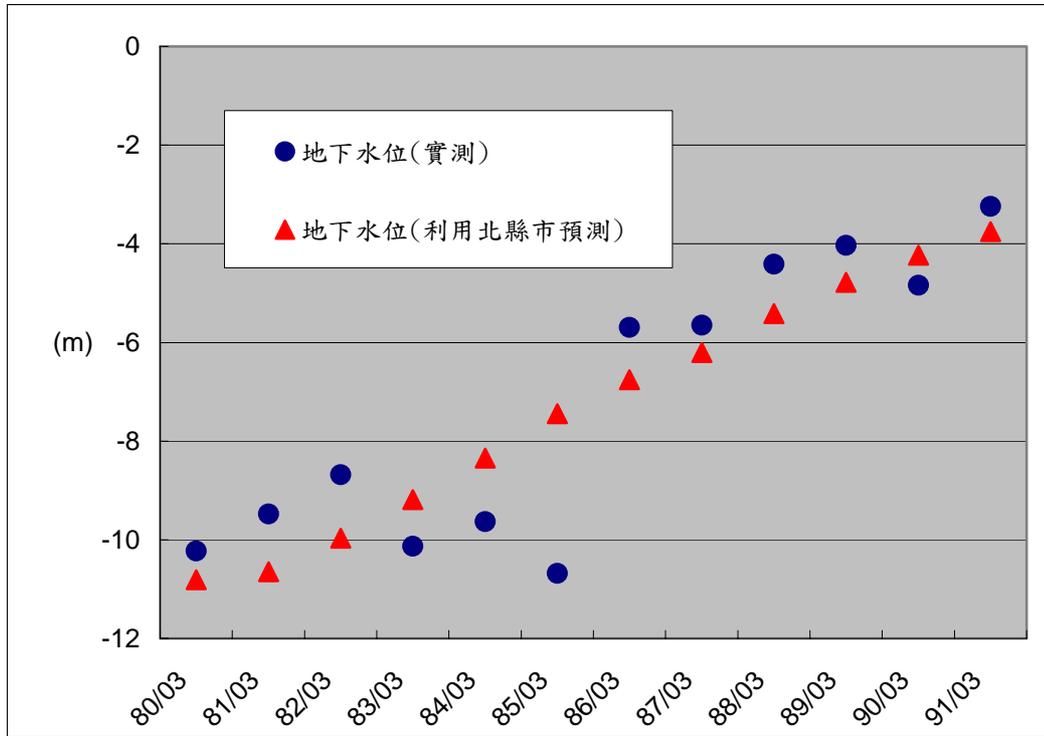


圖 4-27 南港輪胎廠地下水位變化預測

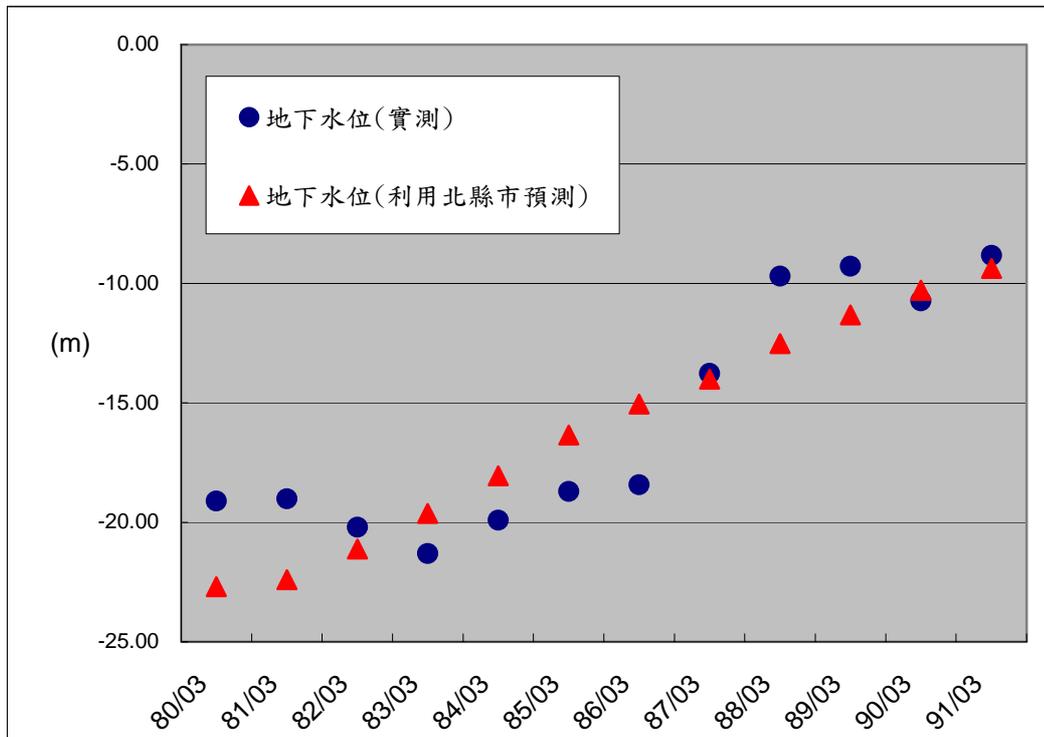


圖 4-28 五股泰全紡織廠地下水位變化預測

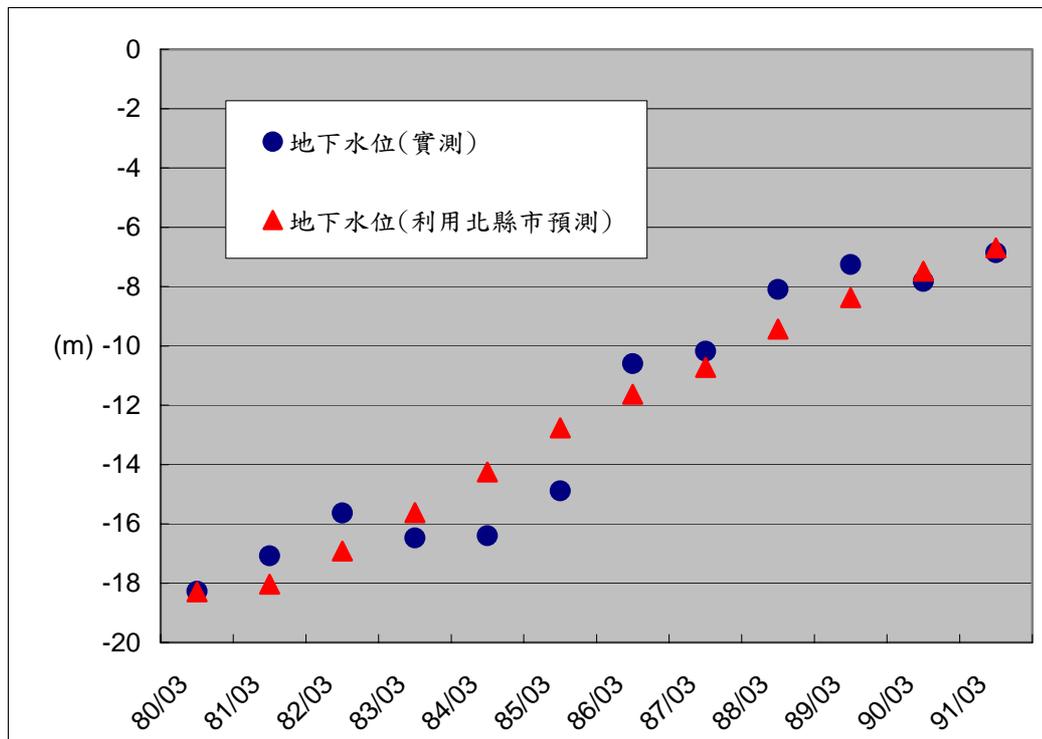


圖 4-29 土城景德製藥廠地下水位變化預測

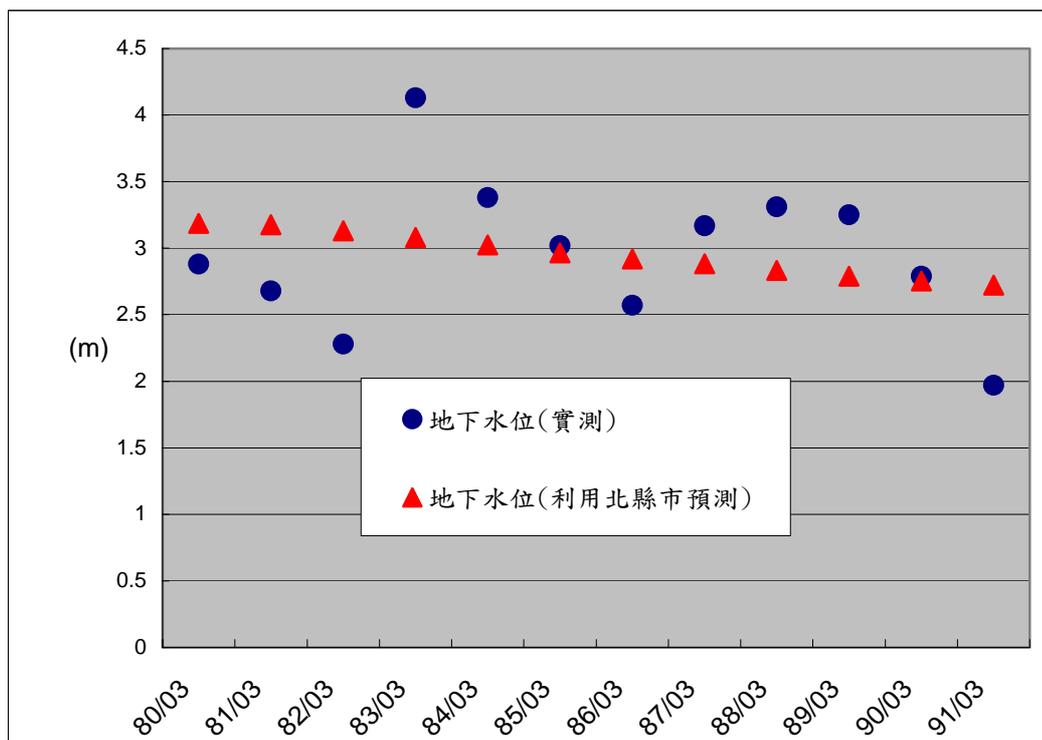
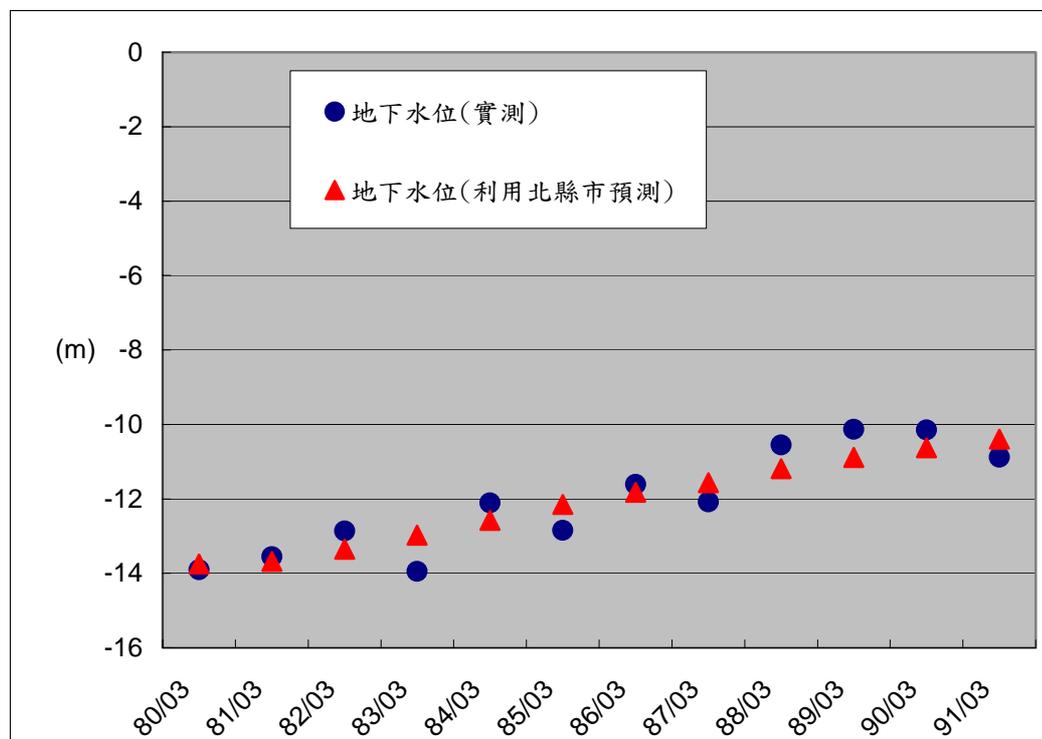


圖 4-30 新莊永豐製藥廠地下水位變化預測



圖。由圖中變化可明顯看出，除土城景德製藥廠外，其他六處地下水位的預測與實測結果非常吻合，且其變化趨勢一致。顯示模式的預測效果良好。

## 第五章 結論與建議

台灣地區各都市持續開發土地，以追求創造高經濟成長，隨著都市發展，大量的人工構造物導致都市環境大部分是不透水表面，而也因都市化不透水面積增加，導致改變原本平衡的水文機制，衍生都市熱島效應、水患、水污染及水資源等問題。近年來，台灣地區都市化除了有加重水患的問題外，也加重了旱災，台灣地區乾旱發生之頻率有日漸增加趨勢。根據研究，在相同乾旱頻率週期下，缺乏雨量日數有增加之趨勢，台灣因地形險峻，河川坡度大，水流在河流中的流速甚大，並不利於水資源之利用與調節。

傳統上大型集中之水利工程為解決都市水患與供水最常使用的處理方式，同時也因這種集中末端處理、加速排放逕流的排水概念，使得現有都市區域缺乏保水、滲透及蒸發機能，造成流域整體的水土保持機能降低，也因都市發展範圍擴大，造成許多非點源污染物質隨著逕流直接排入下游，但近年來不斷重複上演的洪澇及乾旱問題，已突顯這樣的工程是無法有效解決都市現有的水資源問題，因此小型分散的雨水貯集系統逐漸被人們所注意，水資源管理是本（二十一）世紀的必然趨勢，有效的管理繫於管理規範及相關法規之訂定，雨水貯集、滲透設施的設置，係為水資源管理之一環，應可有效減緩改善失衡的水文機制，且其相關策略之法制化訂定，將為十分重要之課題。

水資源就像能源一樣，是城市和所有人類集居地所不可或缺的，但是它的價值卻像能源一樣被徹頭徹尾的低估了。人類棲息地的未來，需倚靠政府保衛這些重要財產的意願，然而處在這快速成長的城市中，政府在土地使用管理上就須採取更多更適當的控制，且其挑戰也會越高，因此對這些雨水；與其想藉由更高的堤防，或是更多的抽水機來避免洪水的侵擾，到不如認真地去思考如何導引

這些原為人類生命支援的雨水流往他原本該去的方向。

現代的城鄉環境大部分由水泥、瀝青、地磚及金屬等不透水材質所組成，這也使得地表上的車道、步道、停車場及廣場等，甚至地底下的地下室均變成不透水的硬質地面，嚴重阻絕了雨水滲透及貯存的機會，加上密閉不透水的公共雨排水設計，使得雨水直衝入海，無法循環回大地來滋潤土地。

台灣現有 424 處之都市計畫區，就技術面之實現可能性而言，都市基地保水相關保水量之訂定，可為都市計畫區域提供完整之技術及規範，同時其相關之訂定內容應可於都市計畫辦理通盤檢討時，納入土地使用規範，以賦予基地開發時設置之義務。而現行的都市計畫於規劃時，由於都市規畫者未能事先充分考量水資源之佈設空間，以及中央及直轄市之都市計畫委員會，常欠缺相關之水資源專家，致使相關審議因缺乏水資源專家提供有關水資源知識、經驗與資訊，可供決策層面之參據，以致影響都市計畫之周全性與完整性，常也導致發布實施後，隨著都市化的程度與範圍加大且加深，進而造成都市環境日益惡化。

為減緩台灣本島因人為過度開發、都市區內基盤建設之不透水化與工程排水系統之大量興建，使得現有建築物缺少雨水貯留、滲透、保水和蒸發機能降低，造成地貌、水文及氣候等自然環境之改變，傳統上所採行的大型、集中末端之排水處理模式，仍使都市洪澇及乾旱問題於近年不斷重複上演，這也突顯此類工程設計並無法有效解決都市現有的水資源問題，而小型分散的雨水貯集系統之保水設計，方為解決未來都市水資源問題的一項利器。

為協助政府落實相關「保水」政策，降低政府施行「保水」政策之困難及阻力，初步應可藉由九十一年度之研究成果，採行以總量管制的方式達到目的，即每 1 公頃 (ha) 土地面積之保水量訂為

260 m<sup>3</sup> (其量是以各縣市土地面積之加權方式予以訂定)，另為能有效解決基地在保水設計時，究竟該如何適當調配其「貯留」及「滲透」設施之比例，或是在相關保水設計時因所屬基地區位之狀況限制，必須進行其「貯留」及「滲透」設計容量之轉換等問題，這部份可藉由去(九十二)年度研究中，所提出兩種「貯留」及「滲透」間之轉換比例—即所謂之當量法，作為兩者在設計時之轉換參考依據。至於究竟應採「貯集」或「滲透」方式處理，完全視基地情況自行採處，以達成預期之「保水」功效。

健全的水環境系統，應包含有雨水「貯留」及「滲透」兩種功能在內，方可充分達到水資源永續之目的。台灣都市計畫早期因太多發展權之釋放，使得都市的發展越形紊亂，高樓大廈隨意竄起林立，大量就業人口湧向都市地區，因此土地如何充分高度運用(如地下室大量開挖闢建成停車場)，在原本土地資源有限的台灣，則益形重要。因此未來可預期的是一座座無滲透效果的雨水貯留設施，林立於都市中，雖可消滅都市洪災及調節都市微氣候，但卻無益於地下水資源之永續。

依據本研究結果顯示，即便不考量地下開挖工程所造成的抽水損失，台北盆地的地下水位變化似乎是與建築開發案的地下室開挖面積有顯著關係，也就是地下室開挖量越大，相對地造成地下儲水空間減少，使得地下水位會相對升高。因此建議未來除持續觀測與資料分析收集彙整外，也應將重大公共工程的地下挖方量等資料納入研究，做為影響地下水位變化之考量，甚至也應將地下開挖工程的抽水量納入考量。此外針對地下水位與雨量間的關係，除參考相關學者研究，考量以時間稽延的方式建立關係外，同時也應針對不同區域進行相關研究，以作為未來預測評估模式建立之參考。



## 參考書目

1. 經濟部水利署，逐月雨量及地表逐年流量紀錄資料，  
(<http://wis.wra.gov.tw>)。
2. 經濟部水利署，水文年報紀錄資料，(<http://gweb.wra.gov.tw>)。
3. 經濟部水資源局、能邦科技顧問股份有限公司，台灣地區地下水補注量估算，民國八十九年十二月。
4. 內政部營建署，中華民國九十年臺閩地區各縣市建築執照統計年報，民國九十年。
5. 徐虎嘯，綠建築基地保水指標法制化之先期研究，內政部建築研究所研究成果報告，民國九十年十二月。
6. 徐虎嘯，綠建築基地保水指標法制化之研究，內政部建築研究所研究成果報告，民國九十一年十二月。
7. 徐虎嘯，建築基地保水貯留及滲透當量關係之研究，內政部建築研究所研究成果報告，民國九十二年十二月。
8. 王文中，統計學與EXCEL資料分析之實習應用，博碩文化股份有限公司，民國八十九年。
9. 李永展，水與土的命運交響曲—從都市計畫手段杜絕洪水後患，第 94 期新聞前線，民國九十三年四月。

- 10.林憲德，大地的生態水循環設計，第 28 期台灣濕地，民國九十年九月。
- 11.鄭朝陽，失血的大地—台灣地下水之痛調查報告，民生報，民國九十三年十一月。
- 12.歐陽嶠暉，都市環境學，詹氏書局，民國九十年八月。
- 13.揚萬全，從地下水資源探討台灣的水平衡問題，台灣省文獻委員會，民國八十九年六月。
- 14.廖朝軒、陳弘由、張廣智、蔡耀隆，“雨水貯集系統在台灣可行性之探討，”東亞 2000 雨水貯蓄利用研討會論文集，民國八十九年十一月。
- 15.廖朝軒、蔡耀隆，“從健全都市水環境談雨水滯蓄措施之應用，”水資源管理季刊，第四卷，第二期，民國九十一年六月。
- 16.Masahiro IMBE，“入滲設施對雨洪之影響—以 Akishima Tsutsujigaoka住宅計畫區為例，”雨水貯集利用技術推廣研討會論文集，民國九十一年十一月。
- 17.日本社團法人雨水貯留浸透技術協會，流域貯留浸透設施介紹，民國九十一年十月。