



EJ095198309073

地下水開發對環境的衝擊

——台北盆地的個案研究——

The Environmental Impact of Groundwater Development: A Case Study of Taipei Basin

楊萬全

Wan-chuan Yang

Abstract

Although there are about $56 \times 10^8 \text{ m}^3$ of interstitial storage and $2 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{yr}$ of natural recharge of ground water in Taipei Basin, the specific discharge of Tahan Chi is decreased due to out-basin water diversion after construction of Shihmen Reservoir in 1964, and infiltration capacity is decreased also due to increase of impermeable urbanized area, and the worse one is that of over-pumping of ground water. All of these has resulted in the piezometric surface decline 45 m from 1957 to 1975, of the average decline was 2.5 m/yr. As a consequence, it has created a number of environmental hazards such as landsubsidence, drainage problem of depression areas and pollution of ground water etc.

The amount of total subsidence is more than 200 cm, and the serious subsidence period that the average subsidence is more than 10 cm/yr had been appeared from 1962 to 1973 in Taipei City and from 1966 to 1977 in Taipei Hsien respectively. The amount of total subsidence volume is $227 \times 10^6 \text{ m}^3$. The data collected from observation wells also indicate the fact that there is subsidence in deep layer.

Many depression areas have been created by landsubsidence in Taipei City, to pumping out the water deposited in those areas, it needs a capacity of 400 CMS, and the situation is even worse in some places of Taipei Hsien where sub-zero-meter areas have been appeared since 1968. The sampling analysis of high electric conductivity ground water shows that there is an area of a total 25.8 km^2 which is affected by the residual saline water of paleo Taipei lake, but no evidence indicates that salt water intrusion has occurred, only those areas near the Wen-tzu creek is polluted by infiltration of waste and tidal water.

Any water resources developing projects will inevitably involve a number of environmental problems, it is a metter value judgement. The point, therefore, is not that the water resources should or should not be developed, but rather that once it is decided to develop, the whole ground water basin especially that of water level change should be studied carefully, and put in adequate management. For the porpose of reducing damage and permanent use water resources, it is necessary to disperse the pumpage in area and time.

一、前 言

人類生存不能沒有水，生活用、農業用、工業用等的水資源主要來自河水、湖水和地下水，而這些水均源於雨水。台灣地區年平均雨量高達 $2,510 \text{ mm}^{\dagger}$ ，是世界上

的多雨區，但因面積小、地形陡峻、河短流急，大部分降雨量短時間內流注海洋，又因人口衆多，產業活躍，生活水準提高，需水殷切，每人平均水資源並不豐富。

民國70年台灣地區總用水量約166億m³，其中地下水有38億m³，占總用水量22.89%^①。日本1975年總用水量876億m³，地下水為138億m³，占16%，其中工業用水抽地下水72.5億m³，占總工業用水量40%；生活用水抽29.5億m³，占24%^②。美國1975年時，日用水量為7.95億m³，地下水為3.10億m³，占39%，其鄉村生活用水幾乎全靠地下水（占96%），Kansas州地下水占總用水量87%^③，可知地下水資源的重要。

因地下水分布為面狀，範圍甚廣，不必大規模輸水設施，可就地開發利用，對利用者非常方便，只因地下水的循環速度太緩慢，不能在小範圍內大量抽水，但工商業發展和人口集中的用水需求，必須大量抽水利用，導致地層嚴重下陷、使排水困難地區增加、零公尺地區形成等，也因水位下降引起水質惡化，生態系統破壞等環境衝擊問題。

對此環境衝擊的研究，在機關方面有台灣省水利局、繼有聯勤測量署、台北市政府等作水準點檢測，證實地層下陷，後有經濟部水資會作台北盆地全面性的水準網點檢測，藉以明瞭地層下陷情形。水資會更自民國五十七年（1968）起定期辦理地下水位和水質調查，藉以明瞭地層下陷與水位下降、水質惡化之關係。省、市政府也相繼設立地層下陷和水位變化觀測井，而省、市政府更於民國六十年起實施地下水管制，對台北盆地特別嚴格執行，因而地下水抽取量減少，水位下降減緩，甚至回升，地層下陷趨於緩和。目前此項調查研究集中在經濟部水資會辦理。

在學者專家方面有吳建民從地質、地下水利用，受壓水位下降，下陷的土壤力學等的研究^④，並利用Terzaghi的壓密微分方程式計算地面下50m以內（松山層）的

表1 主要國每人平均降雨量（10³m³/年/人）
(1975年)

澳洲	265.0
加拿大	228.1
蘇聯	44.1
印尼	39.1
美國	33.3
沙地阿拉伯	24.1
法國	7.8
印度	6.6
日本	6.0
台灣	5.0

資料來源：日本國勢國會，1980

① 經濟部水資會，中華民國六十八年台灣水文年報，台北：水資會，表二，民國69年。

② 經濟部水資會，中華民國七十年台灣水文年報，台北：水資會，表五，民國71年。

③ 仲西茂文，水資源としての地下水，地下水ハンドブック編輯委員會，地下水ハンドブック，東京：日本建設產業調查會13頁1979。

④ David Keith Todd, Groundwater Hydrology 2nd ed. New York: John Wiley and Sons Inc. pp. 7-13, 1980.

⑤ 吳建民，台北盆地沉陷問題之研究（上），水利複刊，4期，53-81頁，民國57年。

下陷量^⑥。吳偉特等的松山層地層下陷的土壤力學研究^⑦，王如意等的台北市地層下陷觀測井的分析研究^⑧，楊秦等的松山層剩餘沉陷量研究^⑨，其他尚有數位作不太深入的分析研究。筆者於民國五十九年底進入水資會地下水科任職，六十六年轉任師大地理系教職，十餘年來在地下水開發對台北盆地環境的衝擊，以單項專題方式作深入探討，本文係將其作總整理而成的一篇完整的綜合性研究成果。

二、影響台北盆地地下水資源的水文環境

地下水可概分為自由水和受壓水，其中自由水與地面水關係密切，只要有地面水隨時隨地可得到補充，循環速度較快，但透水性良好的火山灰，下滲（percolation）速度約僅每日 3.5 mm ^{⑩⑪}，若地下水水面在地面下 2 m ，雨水自地面滲透（infiltration）下去變成土壤水，再下滲成為地下水約需 1 年半，故自由水的水循環是年單位，不像河水的日單位^⑫。而受壓水的水循環多為百年或千年單位。大量抽取地下水時自半透水層（aquitard）脫水流入含水層（aquifer）的水多為地層形成時封閉在地層中的固定水，屬暫時性化石水，在地下水開發前不參與水循環。

因地下水的循環速度太緩慢，而水又是良好的溶劑，在其水循環過程中，受到水系流域、降水蒸發、地質情況、植生土地利用、人為抽取地下水等因素所影響。

(一) 淡水河水系與台北盆地

淡水河的流域面積約 $2,730 \text{ km}^2$ ^⑬，主流長 158.7 km ，流域東南側以雪山山脈為界，基隆河、新店溪和大漢溪三大支流匯集雪山山脈西北側雨水，分別於汐止的樟樹、新店、頂埔流注台北盆地，流域西北側以大屯火山羣和林口、桃園、中壢、湖口等台地為界，雨水分別由基隆河、塭子川和大漢溪匯集後流注台北盆地，再由淡水河經由關渡、獅子頭隘口流出，於淡水流注台灣海峽。淡水河水系本支流總長 4146.63

⑥ 吳建民，台北盆地地層沉陷量之推估，台北：水資會，10 頁，民國 59 年。

⑦ 吳偉特等 3 人，台北盆地地盤沉陷土壤力學之研究，台北：台大土木工程研究所，168 頁，民國 65 年。

⑧ 王如意等數人，台北市地盤沉陷研究工作觀測井研究報告，台北：台大農工系，民國 64、65、66 年。

⑨ 楊秦、許明光，對當前台北盆地剩餘沉陷量之研究，台北：中研院地球科學研究所籌備處，79 頁，民國 67 年。

⑩ 楊萬全，台北縣鹽寮的地下水，地理學研究，6 期，97-117 頁，民國 71 年。

⑪ 樋根勇等，環境トリチウムで追跡した關東ローム層中の 土壤水の移動・地理學評論，53 卷 4 期，pp. 225-237，1980 年。

⑫ 楊萬全，水文學，台北：師大地理系，29 頁，民國 71 年。

⑬ 經濟部水資會出版的台灣水文年報均為 2725.82 km^2 。

km，1級水流數高達 2397 條¹⁴⁾。

台北盆地標高 20m 以下的範圍有土地面積 220 km^2 ，水域面積約 23 km^2 ，合計約 243 km^2 。標高 10 m 以下面積約 150 km^2 ，占盆地總面積 62%，地勢東南略高，向西北傾斜。問題是 2730 km^2 流域面積上的雨水經由主支流匯集於不到 $1/10$ 的台北盆地中，而受制於台北橋和關渡、獅子頭隘口，使水流不暢，所以常淹水，河水滲透成爲地下水補注的條件良好，因此台北盆地地下水資源相當豐富，井深 100 m，井管 50.8 cm (20吋) 的水井，每日抽水量 4000 m^3 以上者甚多。

目前大漢溪上有石門水庫，沒有水庫之前，流域內的河水，除蒸發和少部分引水外，大部分流入台北盆地，石門水庫和石門大圳的完成，將河水引入中壢台地和桃園台地，作爲灌溉、工業、公共給水等之用，這些水使用過後，經由南崁溪、埔心溪、新街溪、老街溪、社子溪等流注台灣海峽，部分滲入地下成爲地下水，也逕自流入台灣海峽，使流注台北盆地的河水顯然減少，也減少大漢溪沿岸地下水天然補注區—山佳、頂埔到板橋浮洲里河段的河川流量，即減少地下水的天然補注量。新店溪上有電力公司的阿玉、拉號、龜山、小粗坑等分水壩¹⁵⁾，發電過後的水仍然流入新店溪，但是台北自來水事業處的青潭堰進水口所取之河水，逕送水處理廠未流經新店溪天然補注區的碧潭到公館河段¹⁶⁾，地下水天然補注量當然會減少。基隆河支流上的西勢、新山等小水庫，引水到基隆市，流注東海，但因基隆河沿岸無明顯的地下水天然補注區，對台北盆地地下水資源的影響可以忽視。塭子川沿岸的零公尺積水區，則因地面下粘土層厚達 $70 \sim 90 \text{ m}$ ，無地下水補注效果。興建中的翡翠水庫卻值得注意，將來水庫的水，除青潭堰外，其上游的直潭淨水廠取水處理後，經由安坑、永和、中和送出，也不經過新店溪的地下水天然補注區，儘管計畫中有 2 CMS 的放流量，用以稀釋下水道、工廠廢水等的污水，而大部分的水不流經補注河段，對地下水補注量仍然會相對減少。

(二) 降水量和蒸發散量

淡水河流域的長期 (1949 ~ 1979) 年平均雨量爲 2966 mm ¹⁷⁾，近期 (1974 ~ 1979) 年平均雨量爲 2974 mm ，可能蒸發散量爲 1163 mm ，實際蒸發散量約爲 814 mm ¹⁸⁾，年平均剩餘水量有 2160 mm ，即約 $5896.8 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{yr}$ ，可形成 6.85

¹⁴⁾ 黃朝恩，台灣島諸流域特徵及其相關性的研究，台北：文化學院，45頁，民國 69 年。

¹⁵⁾ 王啓明，翡翠谷水庫計畫概要·工程，51 卷 7 期，35-43 頁，民國 67 年。

¹⁶⁾ 楊萬全：新店溪沿岸地下水補注區之調查研究，台灣水利，22 卷 1 期，16-29 頁，民國 63 年。

¹⁷⁾ 經濟部水資會，同 2)，表二。

¹⁸⁾ 楊萬全：台灣主要河川之水資源探討，地理學研究，第五期，88-89 頁，民國 70 年。

CMS / 100 km²的比流量。穩定流量約 648 mm / yr，即約 $17.69 \times 10^8 \text{ m}^3 / \text{yr}$ 。

淡水河流域中的氣象觀測資料以台北站最為完整，其氣候水平衡情形如表 2。

表 2 台北的氣候水平衡

	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	年
平均氣溫 (°C) (1897-1981)	15.1	15.1	17.3	21.0	24.4	26.7	28.4	28.2	26.6	23.3	20.2	17.0	21.1
月熱能指數 (i)	5.33	5.33	6.55	8.78	11.02	12.63	13.87	13.72	12.56	10.28	8.28	6.38	114.73
未修正 ETp (mm)	32.24	32.24	45.60	74.75	109.59	136.80	150.92	149.36	135.90	97.43	67.70	43.61	
N25°修正係數	0.93	0.89	1.03	1.06	1.15	1.14	1.17	1.12	1.02	0.99	0.91	0.91	
已修正 ETp (mm)	30	29	47	79	126	156	177	167	139	97	62	40	1149
年平均雨量 (mm) (1897-1981)	92	133	167	158	221	300	239	277	242	120	72	75	2096
剩餘水量 (mm)	62	104	120	79	95	144	62	110	103	23	10	35	947

資料來源：氣溫和雨量資料來自 1983 年天文日曆，145-146 頁，中央氣象局。

$$ETp = 16 \left(\frac{10 T}{I} \right)^a \text{ (mm/month)}$$

$$I = 114.73$$

$$a = (0.675 I^3 - 77.1 I^2 + 17920 I + 492390) \times 10^{-6}$$

$$\approx 2.55$$

表 3 淡水河三大支流的流量

單位：CMS

	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	年	比流量 (CMS/ 100 km ²)
基隆河一五堵 (204.41 km ²)	32.21	33.22	24.66	13.90	15.06	21.36	5.96	11.57	32.30	46.55	38.10	35.09	26.23	12.83
新店溪一秀朗橋 (750.76 km ²)	64.53	48.65	47.67	33.76	60.03	96.04	51.83	88.94	129.61	130.40	96.32	59.26	75.18	10.01
大漢溪一三鶯橋 (842.00 km ²)	13.06	9.86	22.70	24.93	31.59	45.98	35.78	63.35	62.94	35.46	14.55	14.11	29.10	3.46

資料來源：水資會，中華民國七十年台灣水文年報，民國 71 年。

因台北觀測站在台北盆地中的平地，年平均雨量少於盆地周圍的丘陵地和山地，其剩餘水量較少。

有剩餘水量可引起河川流量，基隆河上的五堵站，新店溪上的秀朗橋站，大漢溪上的三鶯橋站，可分別代表該支流的雨量和流量的情形。

大漢溪流域面積最大，三鶯橋站的流域面積為 842 km²，流量以八、九月最多，超過 60 CMS，二月的冬季最少，在 10 CMS 以下，比流量為 3.46 CMS/100 km²。新店溪在秀朗橋站的流域面積為 750.76 km²，流量九、十月最多，約 130 CMS，四

月的春季最少在 35 CMS 以下，比流量為 $10.01 \text{ CMS} / 100 \text{ km}^2$ 。基隆河在五堵的流域面積為 204.41 km^2 ，以十月的流量最多，有 45 CMS 以上，七月的盛夏最少，在 6 CMS 以下，比流量為 $12.83 \text{ CMS} / 100 \text{ km}^2$ 。其中大漢溪受石門水庫調節用水量，引水到中壢、桃園台地，而不流經三鶯橋所影響，比流量最少。新店溪受電力公司數處分水壩發電用水的影響，河川係數較小。

以上三地點的流域面積合計 1797.17 km^2 ，逕流量約 $41.16 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{yr}$ ，逕流水深約 $2290 \text{ mm}/\text{yr}$ ，平均比流量為 $7.26 \text{ CMS} / 100 \text{ Km}^2$ 。石門水庫集水面積 763.4 km^2 ，貯存的水大部分由桃園圳、石門圳輸送到桃園台地、中壢台地，是淡水河流域外的引水。所以其下游的三鶯橋（集水面積 842 km^2 ）比流量只有 $3.46 \text{ CMS} / 100 \text{ km}^2$ ，值得注意。翡翠谷水庫完成後，新店溪水部分不流經秀朗橋，逕流量將減少。這些淡水的長期滲入，是台北盆地地下水的主要來源。

(三) 台北盆地的地質

台北盆地周緣的地質，概言之，東南部包括大漢溪、新店溪、基隆河等三大支流分布地區均為第三紀岩層；北部為大屯火山彙，為雙溪水系，火成岩下伏第三紀岩層；西部為林口台地、桃園台地，形成塭子川水系。此等地區的雨水滲入地下，僅能延緩河水流出，調節河水流量。必須經由淡水河各支流匯集，於流入台北盆地時，在透

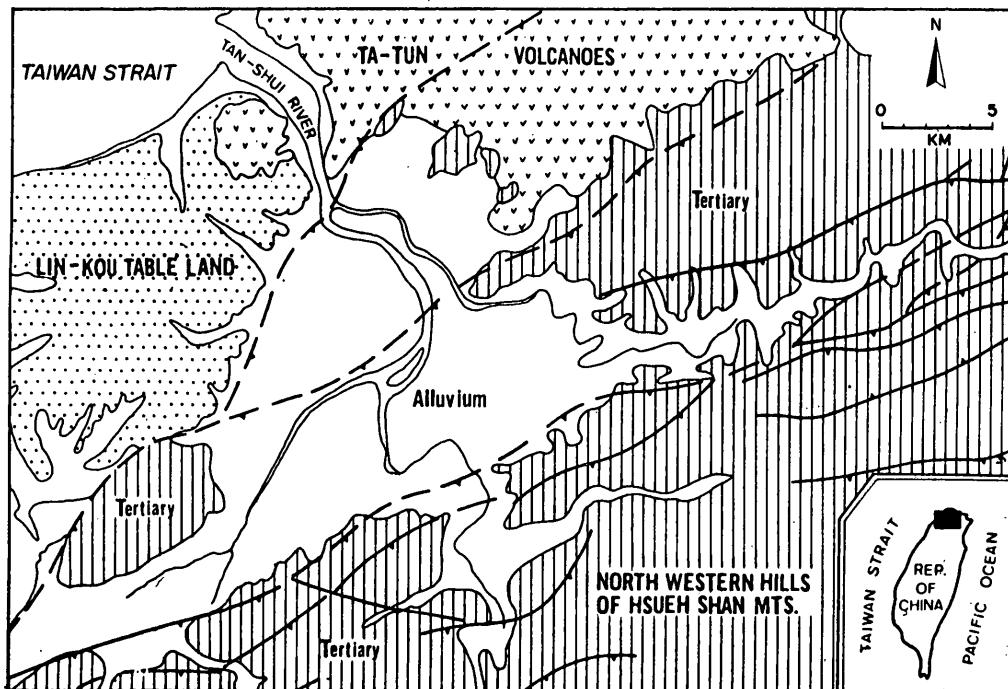
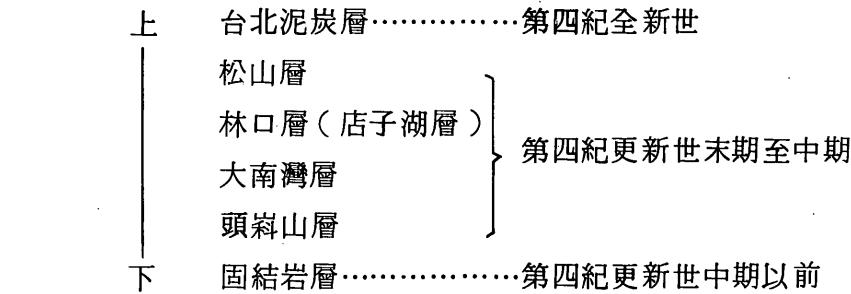


圖 1 台北盆地地質圖

水性較好的河段及其沿岸地區滲入地下，才能形成台北盆地中的地下水資源。

盆地部分的地面地質為近世沖積層，地下地質有更新世（或洪積世）堆積層，下伏第三紀岩層，據研究自上而下，地層層次大致如下¹⁹⁾。



台北泥炭層僅分布於新生南路兩岸、屬局部性。松山層為盆地中所沉積的湖成層，除南方的景新小盆地外，分布於台北盆地和盆地東方的基隆河流域，由泥土層構成，以粘土和砂質粘土層為主，偶夾砂層，粘土和砂質粘土層的透水性差，常被視為不透水層。此松山層一般呈暗黑色、灰白色或帶藍色，其下部與林口層接觸面附近為黃棕色。

林口層為店子湖侵蝕期的堆積層，分布於盆地的地面上 50 ~ 60 m 以下，由上部薄紅土層和下部礫石層所構成，礫石層主要以中粒或粗粒的砂岩礫所成，厚度約 40 ~ 60 m，此林口層以林口台地最為典型。

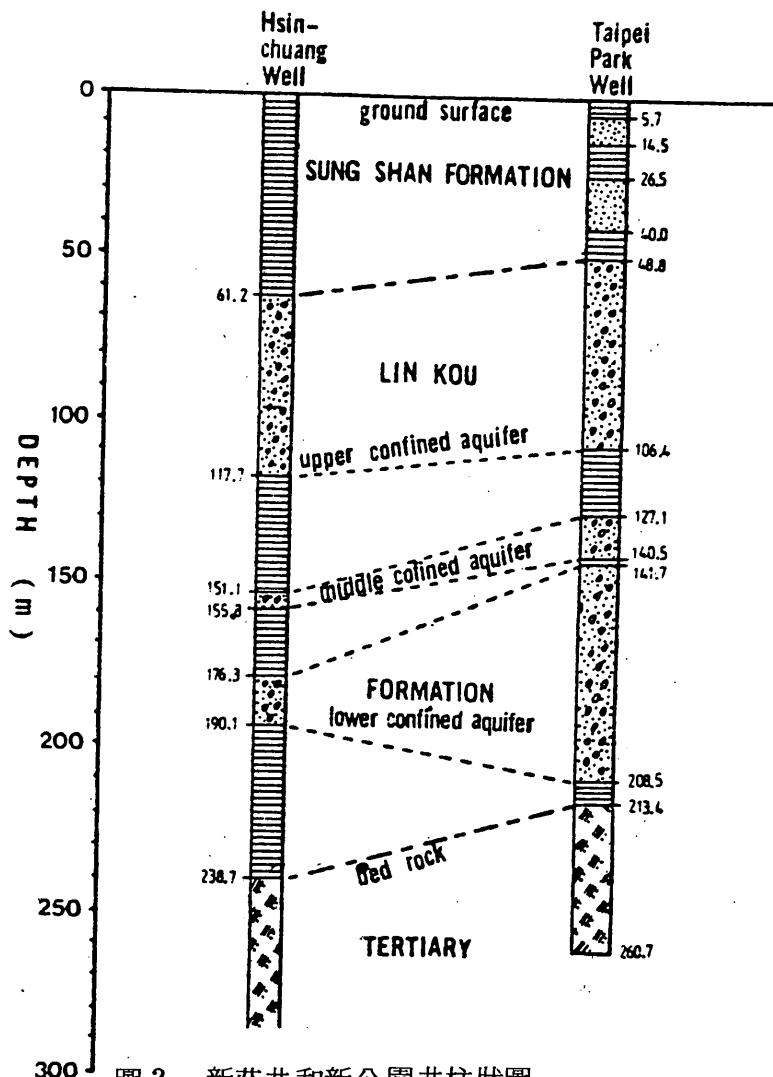


圖 2 新莊井和新公園井柱狀圖

¹⁹⁾ 林朝榮，（台北的）地質，黃宇元，台北市發展史（一），台北：台北市文獻委員會，159-246 頁，民國 70 年。

大南灣層分布於林口台地基盤部，下伏於林口層之下，分為西北部的泥砂層和東南部的礫石層，台北盆地中與塭子川沿岸的五股、泰山一帶頗為接近，但地層鑽井資料中，並未出現此厚度大的礫石層。

頭嵙山層分布於觀音火山南麓，成為觀音火山的基盤岩層，其與第四紀更新世中期以前的岩層應為盆地中的底岩。

經濟部礦業研究所在新莊（民國53年）和新公園（民國64年）的鑽井，深度分別為450 m和260.70 m，所得地層柱狀圖如下。

新莊井在地面下61.20 m以內為細砂土，61.20 ~ 117.70 m為礫石含砂，礫徑多為5~10 cm，117.70 ~ 151.10 m為粘土層，151.10 ~ 155.80 m為礫石含砂，155.80 ~ 176.30 m為粘土層，176.30 ~ 190.10 m為礫石含砂，190.10 ~ 238.70 m為粘土層，含炭質物和植物碎片，似為頭嵙山層，238.70 m以下為粉砂岩。

新公園井在地面下48.77 m以內為砂含土，48.77 ~ 106.37 m為礫石、粗砂含

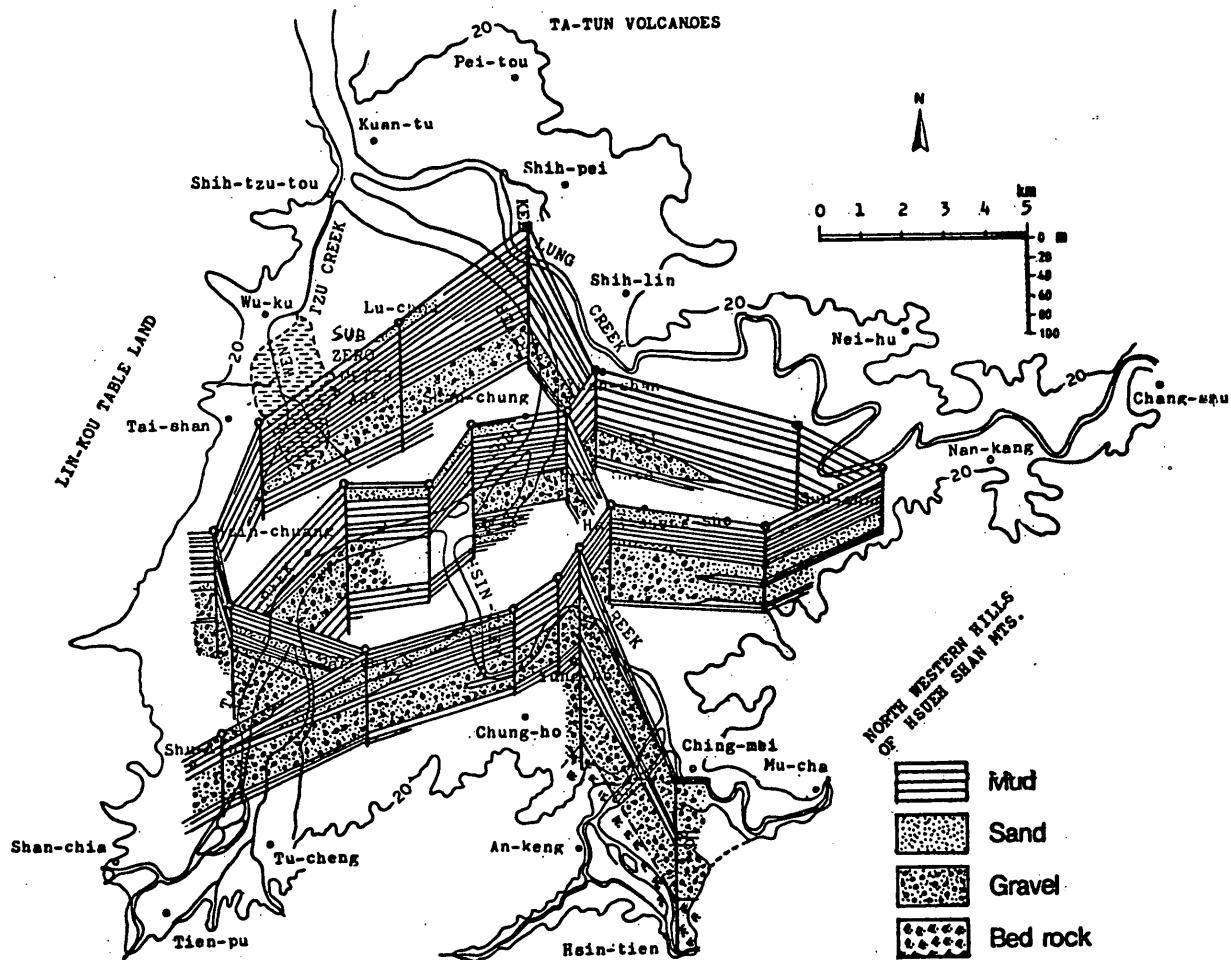


圖 3 台北盆地地層構造

土， $106.37 \sim 127.10$ m 為砂質粘土， $127.10 \sim 140.51$ m 為礫石、砂含土， $140.51 \sim 141.73$ m 為砂質粘土， $141.73 \sim 208.48$ m 為礫石、砂含土， $208.48 \sim 213.35$ m 為細砂含土， $213.35 \sim 260.70$ m 為砂岩（可能為南港砂岩）²⁰⁾。

筆者曾搜集數百鑽井柱狀圖，加以分析刪減，作成台北盆地地層構造圖如圖 3²¹⁾，顯示礫石層的厚度，自東南方的新店、景美向西北遞減，深度加大，礫石的粒徑趨小。秀朗橋東側的鑽井，在地面下 138 m 以內全部為礫石層；在小南門附近，礫石層分布於地面下 $47 \sim 77$ m；到社子島，在 100 m 以內已不見明顯的礫石層²²⁾。大漢溪沿岸的礫石層厚度和粒徑均向東北北方遞減、趨小，深度增加，砂土層厚度也相對增

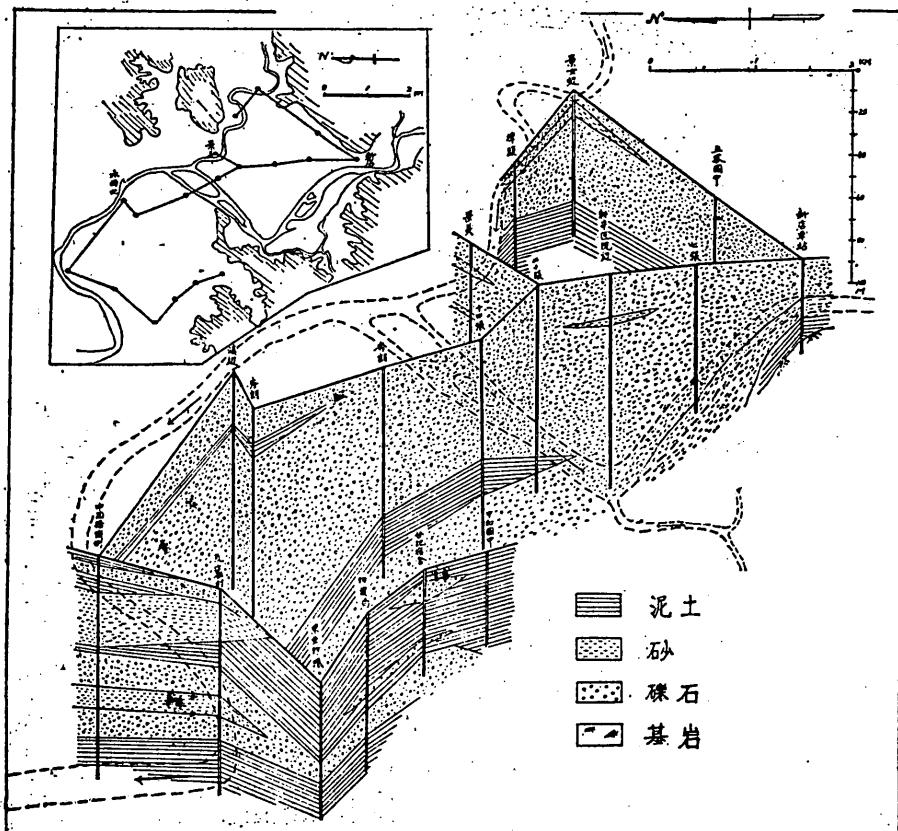


圖 4 新店溪沿岸地層剖面圖

20) 工技院礦研所，台北市地盤下陷研究計畫鑽探工作報告，台北：礦研所，10 頁，民國 65 年。

21) 楊萬全，台北盆地零公尺地區的問題，地理研究報告，第 6 期，53 頁，民國 69 年。

22) 洪如江，台北盆地各土層土壤之物理特性，工程學刊，10 期，1-24 頁，民國 55 年。

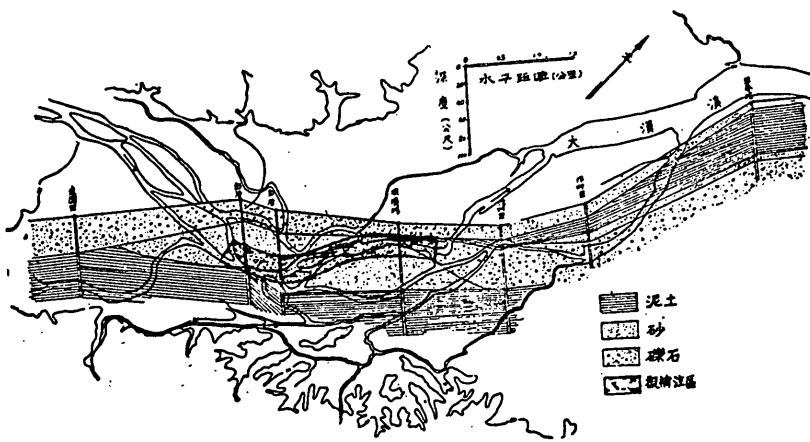


圖 5 大漢溪沿岸地層剖面圖

加。沛舍坡至樹林一帶，礫石層主要分布在地面下 60m 以內，彭厝為 90m 以內，到浮洲里已在地面下約 40m 以下。因此新店溪和大漢溪分別在碧潭和沛舍坡下游有湖成三角洲的構造，塭子川沿岸，地面下 60 ~ 90 m 以內多為砂土層，基隆河沿岸，多處地面下 100 m 以內為砂土或粘土層，所以台北盆地主要地下水天然補注區有新店溪碧潭至福和橋河段及其沿岸，包括景新小盆地和永和市大部份地區^{23) 24)}。此地區目前公寓林立，已減少甚多補注效果。另有大漢溪沛舍坡至浮洲里河段及其沿岸地區^{25) 26)}，其他地區如目前的積水區，因地面下 60 ~ 90 m 以內為砂土層，透水性差，積水甚難滲入，除非開鑿深井，由深井灌注，否則不能成為補注區。天然補注河段上的長期水流及其沿岸地區雨水、地面水的滲入，是台北盆地地下水的主要來源。

四 植生和土地利用的改變減少滲入水量

林地、草地因其根系與土壤之間造成粗大空隙，小動物的活動也易成粗大空隙，且有機物的供給形成粗空隙的土壤構造，落葉、枯枝層覆蓋地面，也可防止雨滴下墜時所造成土壤粒子的分散、流失、堵塞等²⁷⁾，都市化使植生改變，林地、草地、耕地減少，雨水、地面水的滲入水量隨之減少。

23) 楊萬全，同16)。

24) 中興工程顧問社，台北盆地地下水人工補注可行性研究報告，台北：中興工程顧問社，89 頁，民國 65 年。

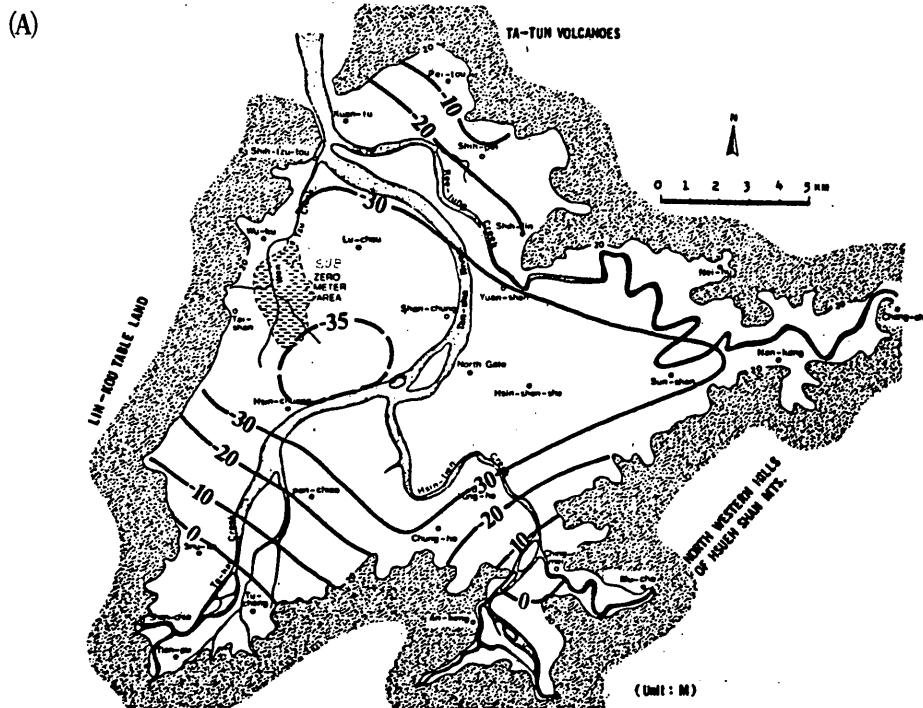
25) 楊萬全，台北盆地地下水人工補注問題之研究，台灣水利，22 卷 4 期，20-37 頁，民國 63 年。

26) 經濟部水資會，台北盆地地下水人工補注試驗報告，台北：水資會，26 頁，民國 65 年。

27) 楊萬全，水文環境對坡地開發之影響，營建世界，8 期，37-44 頁，民國 71 年。

台北盆地以往多水田，尤其是周緣地區的新店、景美、永和的新店溪沿岸，和樹林、土城、浮洲里的大漢溪沿岸等的地下水天然補注區。水田是人工湖，全年田中約8個月浸水，其不斷滲入也是台北盆地地下水的主要來源。都市化的發展，水田減少，待建荒地增加，公寓大廈、柏油路面等不透水面積大量增加，使地下水天然補注區和補注量大為減少，以新店溪沿岸為例：民國52年至62年間，水田變成建地或旱田的面積為 4.37 km^2 ，滲入水量約減少 $2.96 \times 10^6\text{ m}^3/\text{yr}$ 。筆者分析新店溪沿岸和七星山南坡面的水平衡時，得知該區域平均滲入水深分別為 3.07 mm/day （七星山南坡面）²⁹⁾和 1.05 mm/day （新店溪沿岸陸地）³⁰⁾。換言之，每增加 1 km^2 建地、路面等不透水面積時，平均減少滲入水量，在七星山南坡面為 $3070\text{ m}^3/\text{day}$ ，約為 $1.12 \times 10^6\text{ m}^3/\text{yr}$ ；在新店溪沿岸為 $1050\text{ m}^3/\text{day}$ ，約為 $0.38 \times 10^6\text{ m}^3/\text{yr}$ 。台北盆地自民國50年代起的經濟快速成長，公寓大廈林立，可滲透面積大量減少，也使雨水、地面水的滲入水量大為減少。

（五）大量抽取地下水改變水文循環

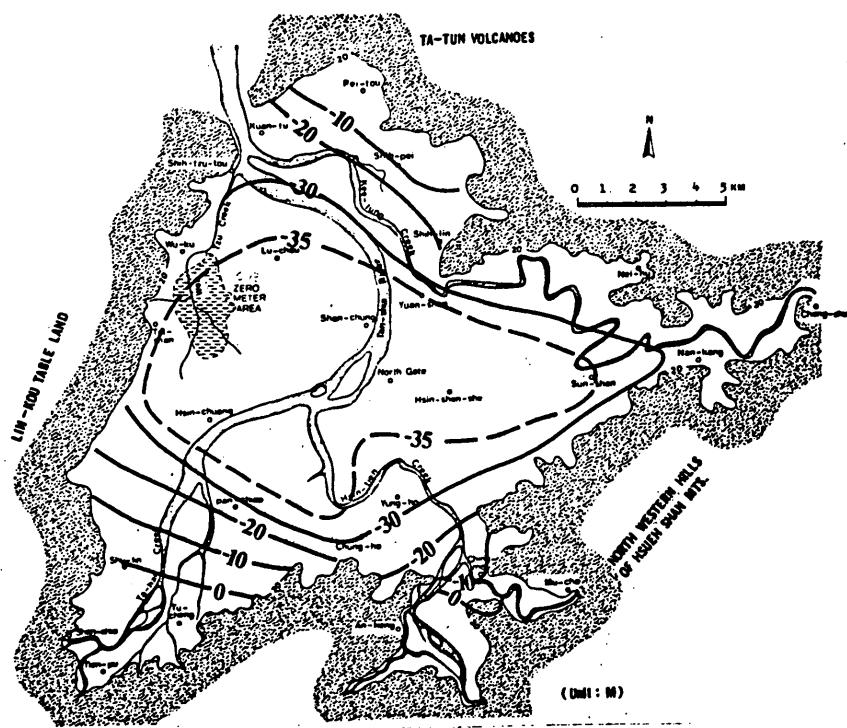


28) 楊萬全，同16），23頁。

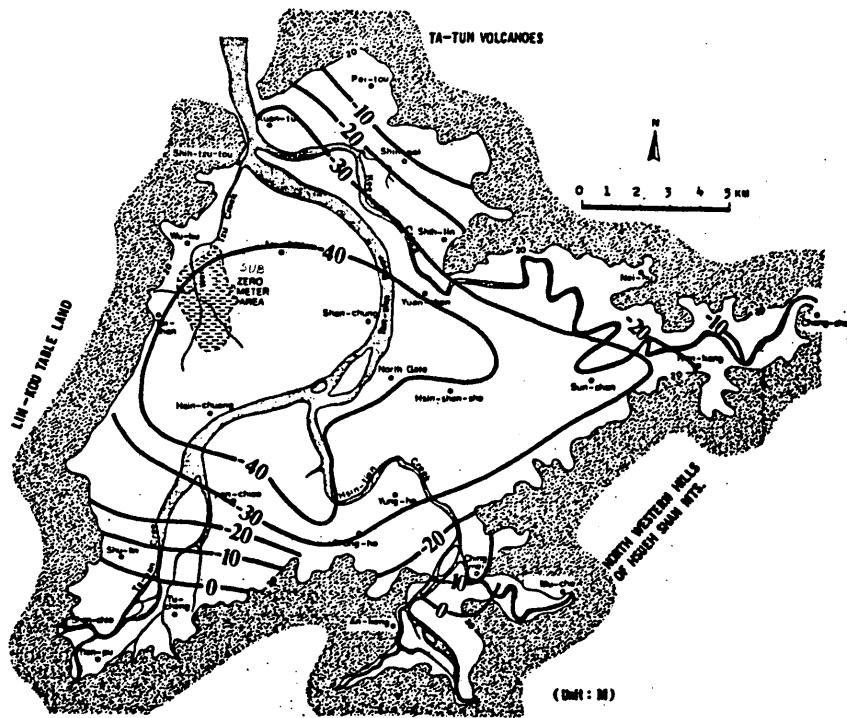
29) 楊萬全，大屯火山彙南坡面的水文研究，地理學研究，4期，69-92頁，民國70年。

30) 楊萬全，同12），36頁。

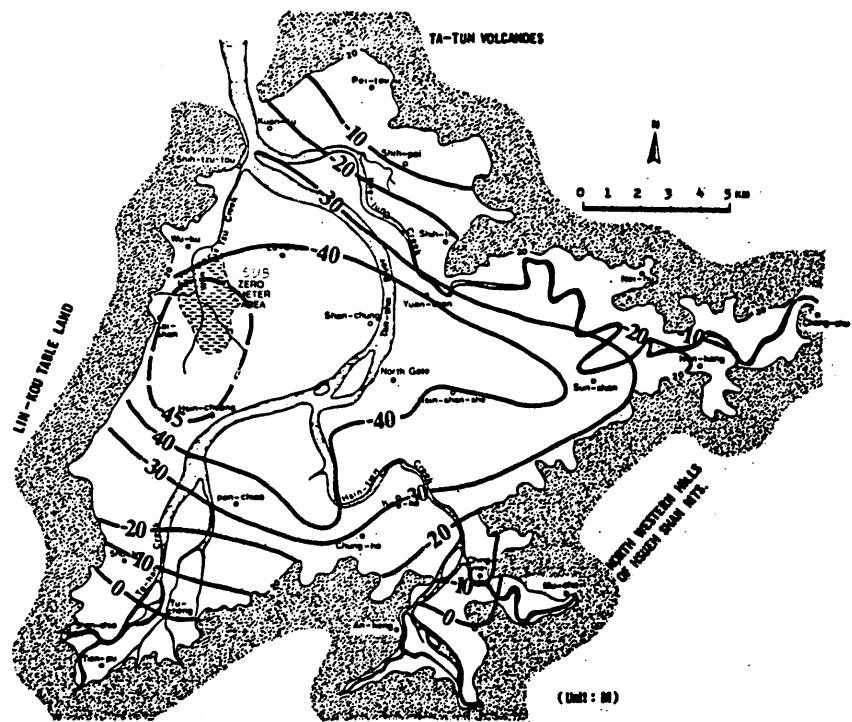
(B)



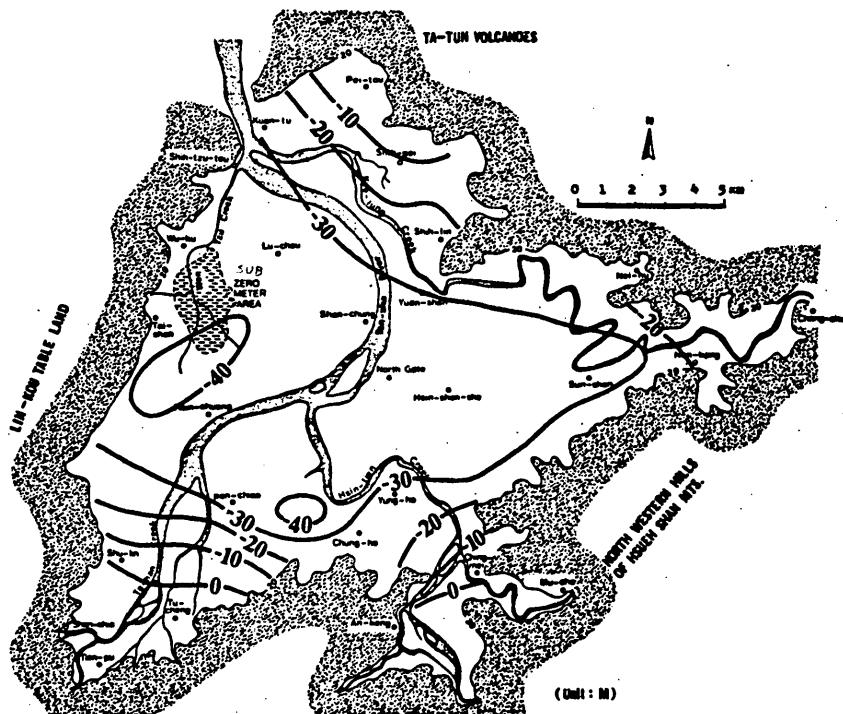
(C)

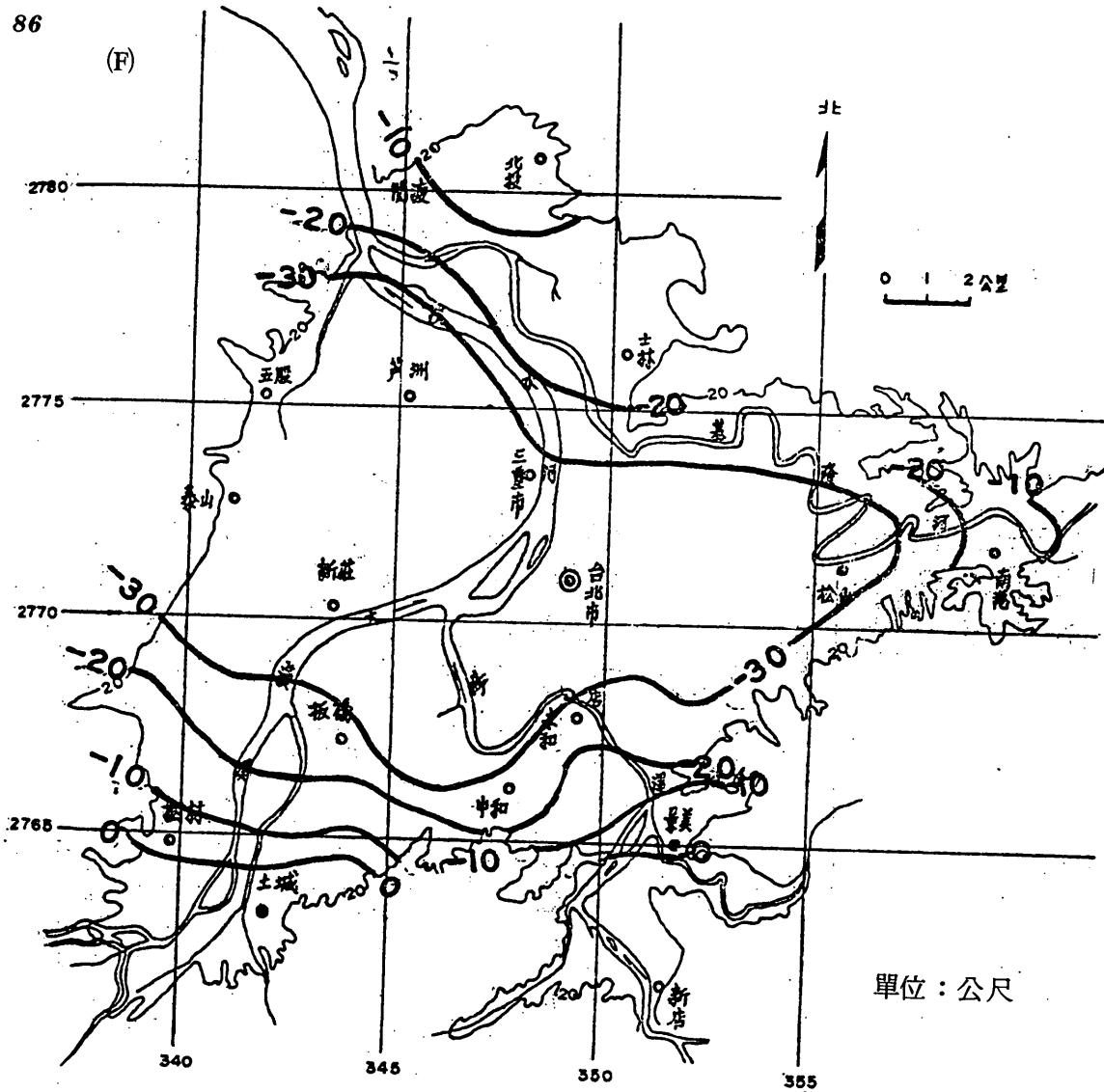


(D)



(E)





(A)民國59.年3.月

(B)民國61.年3.月

(C)民國63.年3.月

(D)民國65.年3.月

(E)民國67.年3.月

(F)民國70.年3.月

圖 6 台北盆地地下水位等高線圖(水資會)

淡水河流域內的地面水、雨水在台北盆地主要地下水天然補注區的新店溪和大漢溪及其沿岸地區滲入地下成為地下水後，大致向北流動。因西北側林口台地的基盤為頭嵙山層，東北側大屯火山羣基盤為三紀岩層等，均有阻擋地下水流出台北盆地的作用，故台灣光復以前（民國34年）淡水河左岸的水井大多能自噴即台北盆地的地下水以新店溪和大漢溪及其沿岸地區為主要補注區，而以兩溪匯流點附近起的西北部為主要流出區。民國 50 ~ 51 年的調查舊台北市區深井地下水位大多在地面下 20m 以內³¹⁾。民國 50 年代我國經濟成長較快，工商界及公共給水大量抽取地下水利用，使地下水

位快速下降。民國60年4月筆者的調查，在新店溪和大漢溪匯流點的江翠一帶，地下水位標高已大於負40m，板橋、三重、新莊一帶大量抽水形成地下水位下降錐，由此可見。

民國60年2月修正公布「台灣地區地下水管制辦法」，分由省、市政府執行，但因無可替代的水源，民國65年3月的地下水位調查，已出現大範圍的地下水位標高大於負40m，新莊、泰山、五股一帶更有大於負45m者³²⁾，顯示台北盆地天然補注的地下水已無法流至水系末端，地下水流出區已因人為因素大為改變（超抽）。民國65年板新自來水廠完成，公共給水的地下水抽取量減少，加以地下水管制已見效果，所以民國70年3月的地下水位標高已無大於負40m者³³⁾，顯示有部分餘水流至地下水系末端，使地下水位回昇。

台北盆地地下水未充分開發前，有補注區（主要在新店溪和大漢溪及其沿岸透水性較佳地區）和流出區（淡水河及其左岸），地下水不斷地自補注流向流出區，但其量有限。當人為大量開發地下水資源利用時，可加速水文循環速度，增加地下水流量，但地下水開發必定會使水位下降，正常情形補注率約為90%，所以地下水位緩慢下降尚屬正常，快速下降則為超抽。此外，地下水系末端在塭子川沿岸，而大量抽取地下水的地區卻在舊台北市區、板橋、三重、新莊一帶的地下水系中游，致使地下水系末端，雖然少量抽取地下水、因補充不足，水位易於下降。

(六) 地下水的蘊藏量、補助量和可開發量

地下水蘊藏量可視為地下水域全部蘊藏體中的可採水量，可分為①地層空隙中可流動的水量（空隙蘊藏量），②補注區流向流出區的流動量（補注蘊藏量），③因抽地下水關係引起地面水體增加滲透水量（滲透蘊藏量），④抽地下水時，濾水管附近地層失去壓力平衡所引起上、下半透水層（*aquitard*）的脫水（*squeeze*）和滲漏（*leakage*）水量（脫水、滲漏蘊藏量）等。淺層自由地下水受前三者的影響甚大，深層受壓地下水與①、②、④關係密切。

空隙蘊藏如同水庫（地下水庫），其調節作用大於可採水量，所以一地下水區適當而合理的可開發量（即所謂的安全出水量），在淺層自由水以補注蘊藏量和滲透蘊藏量為主，深層受壓水以補注蘊藏量為主，脫水、滲漏蘊藏量為輔。

由台北盆地未固結地層深度圖計算所得未固結地層的體積如表4，表中飽和水層

³¹⁾ 省政府建設廳地下水工程處，台北盆地地下水源勘查報告，台北：地下水工程處，10-13頁，民國54年。

³²⁾ 楊萬全，同²¹⁾，55頁。

³³⁾ 經濟部水資會，台北盆地七十年地下水位與水質調查報告，水資會，2-3頁，民國70年。

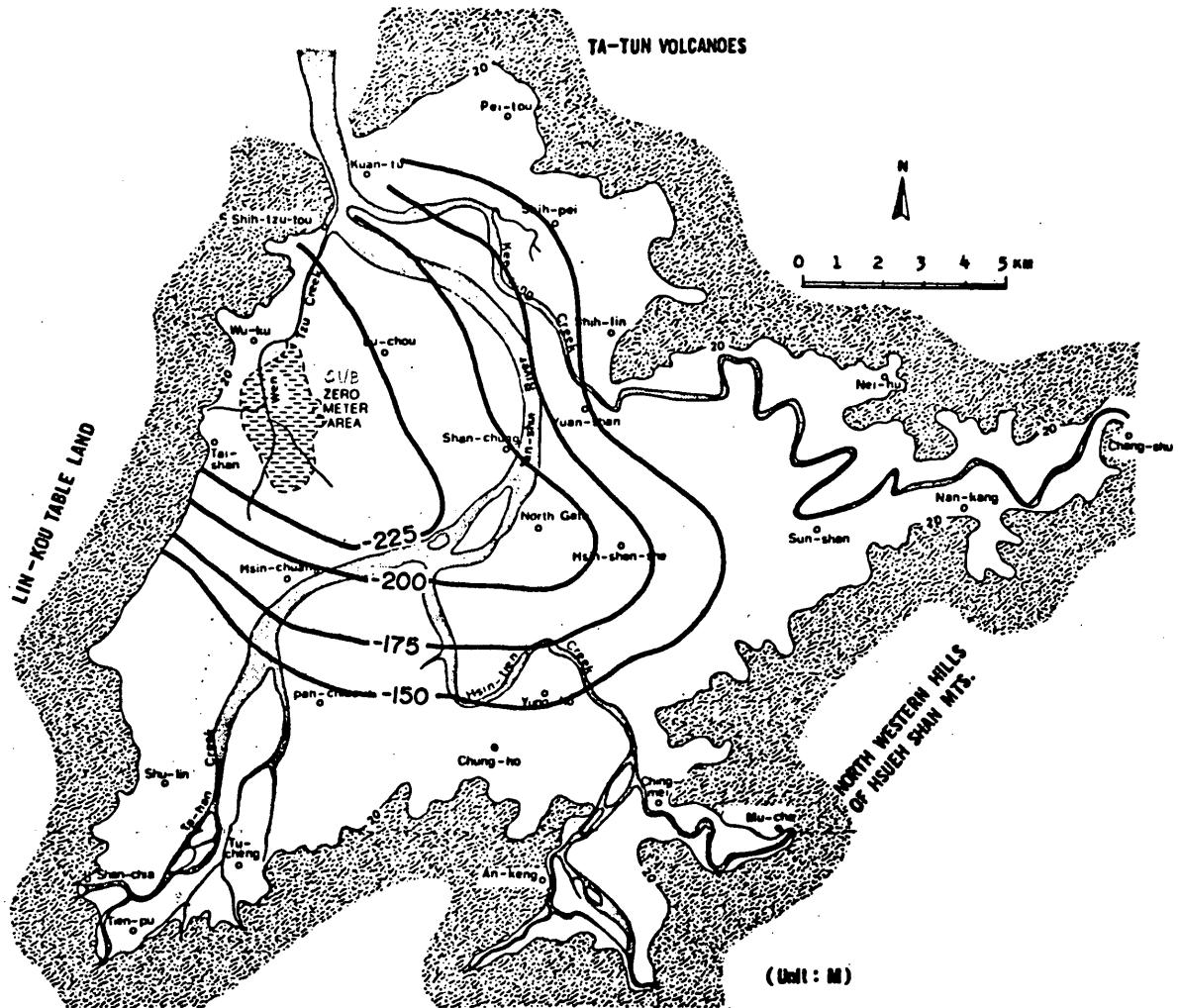


圖 7 台北盆地未固結地層深度圖

表 4 台北盆地未固結地層的體積

等深線 (m)	面 積 (km ²)	平均厚度 標高 (m)	地面概略 標高 (m)	體 積 (10 ⁸ m ³)	水位標高 (m)	飽和水層 厚度 (m)	飽和水層體積 (10 ⁸ m ³)
↑ 225	22.42	234.0	4	52.46	-35	195.0	43.72
↓ 220	27.27	218.5	6	59.58	-35	177.5	48.40
↓ 175	28.06	195.5	8	54.86	-30	157.5	44.20
↓ 150	30.25	172.5	10	52.18	-30	132.5	40.08
合 計	132.00	115.0	15	151.80	-20	80.0	105.60
	240.00			370.88			282.00

的體積約為 $282 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，將此未固結地層視為一含水層系 (aquifer system)，其中有效空隙率以 20 % 計算，則台北盆地的地下水空隙蘊藏量約有 $56 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。此為目前 (1982) 台北盆地中作為盈虧調節用的庫存地下水量。

地下水的流動量，即補注蘊藏量，是影響地下水域可採水量的重要因素。地下水由水位標高高處流向低處，又因雨水、地面水滲入地下以後，流速甚緩，在其流動過程中，溶解地層中的可溶性物質，而增加導電的性質，故可由地下水位等高線圖和電導度分布，找出地下水補注區。台北盆地地下水的主要補注區在淡水河支流的新店溪、大漢溪，次要補注區有雙溪及其沿岸地區。

新店溪及其沿岸的天然補注區為①景新小盆地，即新店碧潭以北，景美秀朗橋附近以南新店溪河道以東，港墘、埤腹的景美溪河道以西的範圍，②永和所沖積地區，即潭墘溝東北側至新店溪止，包括秀朗橋以北、新店溪幹流以西、以南，潭墘溝以東，面積約 17 km^2 的地區（參看圖 4）。主要補注水源是新店溪、景美溪、潭墘溝、雨水等。目前這些地區的公寓、大廈林立，補注面積大減，據研究流動量（民國62年）³⁴⁾：

$$\begin{aligned} T &= 5 \times 10^3 \text{ m}^2 / \text{day} & Q &= 5 \times 10^3 \text{ m}^2 / \text{day} \times 3/370 \times 4.2 \text{ km} \times \\ I &= 3/370 & & 365 \text{ 日} \\ L &= 4.2 \text{ km} & & = 62.15 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{yr} . \end{aligned}$$

式中：T = 導水係數 (m^2 / day 或 m^2 / min)

I = 水力坡降

L = 水流寬度 (m 或 km)

= 地下水流動量 (m^3 / day 或 m^3 / yr)

大漢溪及其沿岸的補注區在盆地西南的山佳、頂埔一帶向東北延伸到板橋浮洲里附近的大漢溪河道及其沿岸地區，面積約 20 km^2 （參看圖 5），其流動量為³⁵⁾：

$$\begin{aligned} T &= 2 \times 10^3 \text{ m}^2 / \text{day} & Q &= 2 \times 10^3 \times 3/400 \times 8 \times 10^3 \times 365 \\ I &= 3/400 & & = 43.8 \times 10^6 (\text{m}^3 / \text{yr}) \\ L &= 8 \text{ km} & & \end{aligned}$$

雙溪水系及其沿岸的補注區在大屯火山彙南側，包括雙溪、磺溪、北投溪等，其流動量為：

$$\begin{aligned} T &= 1 \times 10^3 \text{ m}^2 / \text{day} & Q &= 1 \times 10^3 \times 1/150 \times 7 \times 10^3 \times 365 \\ I &= 1/150 & & = 17.03 \times 10^6 (\text{m}^3 / \text{yr}) \end{aligned}$$

³⁴⁾ 楊萬全，同¹⁶⁾，20 頁。

³⁵⁾ 楊萬全，台北盆地地下水蘊藏量與超抽情況的研究，台銀季刊，23 卷 4 期，235-253 頁，民國 61 年。

$$L = 7 \text{ km}$$

上述三補注區的補注量約為 $123 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$ ，是為地下水流動量或補注蘊藏量。松山層自由水以 1 mm/day ， 200 km^2 計算就有：

$$1 \times 10^{-3} \times 220 \times 10^6 \times 365 = 80.3 \times 10^6 (\text{m}^3/\text{yr})$$

合計約 $2 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{yr}$ 。

再以主要觀測井的水位年變化，用狄生多邊形作全盆地加權平均值與年抽水量作簡單回歸方程式 (Hill method) 亦可求出安全出水量，台北盆地為 $1.94 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{yr}$ ³⁶⁾。

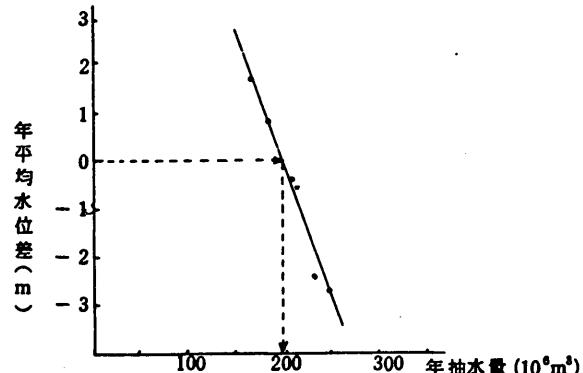
	年平均水位差 (m)	年抽水量 (10^6 m^3)
1972	- 2.73	249
1973	- 2.46	224
1974	- 0.55	212
1975	- 0.34	204
1976	+ 0.74	173
1977	+ 1.68	166

$$Q = 194.11 - 17.32 H \quad \text{約為 } 1.94 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{year}$$

$$r = 0.96$$

圖 8 台北盆地的安全出水量計算

另有中興工程顧問社和洪有才的安全出水量推估值，分別為 $1.5 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{yr}$ 和 $1.66 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{yr}$ ³⁷⁾ 可作參考。



三、地下水開發對環境的衝擊

地下水資源的大量開發，地下水位必定會下降，使地層靜水壓降低，失去原有的平衡，增加有致應力，引起地層下陷，地基、井管相對突出地面，部分地區地面下降，導致不能自然排水，增加抽排水設施與費用，甚致形成地面標高低於零公尺而終年積水，良田變荒地、交通受阻，海水入侵，地下水受污染，工廠用水困難，被迫他遷等問題，均直接、間接因地下水開發所引起。

(一) 大量抽水使水位下降

自噴帶地區的地下水資源開發，只要鑿井費用，甚少動力設施費。長期大量開發地下水資源，使水位下降，不僅自噴帶消失，甚致使水位下降到地面下 50m (民國 65

³⁶ 楊萬全，同¹²，85 頁。

³⁷ 中興工程顧問社，同²⁰，19 頁。

年），此由於抽水揚程的增加，所需動力一般以下式計算³⁸⁾：

$$H.P. = \frac{Q \cdot H}{274e} = \frac{Q}{274e} \times H$$

Q：抽水量 (m³ / hr) 274：一馬力每小時工作量 (ton-m/hr)

H：揚程或送水高程 (m) e：抽水機效率 (0.7-0.8)

HP：馬力

若抽水量一定， $Q/274e$ 視為常數，則所需動力 (HP) 為抽水揚程的函數。如水位由地面上 5 m 下降到 50 m，所需動力為 1 比 10。

台北盆地地下水位下降情形為：民前 15 年 (1897) 以前，盆地地下水源非常豐富而且水質佳，只要挖地即能得水，故多寬口淺井。民前 16 年衛生工程顧問英人巴爾頓 (W.K. Bardon) 來台，曾作台北盆地水源概況調查，發現水井能自噴，台北橋附近的自噴井水位高達地面上 2.12 ~ 4.50 m，他建議利用地下水資源作為公共給水的水源，而大量開鑿水井。民前 5 年 (1907) 時，水井約有千餘口，因多屬淺井，取用松山層中的自由水，曾使水位快速下降。經此衝擊，使台北市於民前 3 年 (1909) 成立自來水廠。其後有「興業鑿井會社」開始利用機械開鑿深井，民間用蜘蛛車、竹片等簡單機械，亦可開鑿井深 100 m 以上的深井，民國 10 年台北橋的受壓水位尚高出地面 (自噴) 約 1 m。淡水河左岸的五股、蘆洲有更多自噴井。民國 39 年台糖公司邀約美國莊士敦公司來台建井，並購其鑿井機具籌組深井工程隊，於南部完成農場灌溉井工程後，亦從事台北盆地深井開發工程，民國 46 年時受壓水位下降至標高 1.0 到負 0.75 m³⁹⁾。所以民國 46 年以前台北盆地的受壓水位下降在 0.1 m / yr 以內。

由於深井開鑿的結果，知道深層地下水的水量多而且水質佳，工商業經濟活動所需求大量用水可就地鑿井取水，且用水成本低廉，因此機械鑿井公司大增，盆地內已到處鑿井，尤其於民國 46 年以後發展神速，民國 53 年的調查⁴⁰⁾，台北盆地年抽水量約為 $324 \times 10^6 \text{ m}^3$ ，其中台北市區和郊區分別為 $187 \times 10^6 \text{ m}^3$ 和 $137 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。深井數約為 2252 口，其中市區為 1158 口，郊區為 1094 口。民國 61 年的調查⁴¹⁾，台北盆地中 1 馬力以上動力的深井有 2350 口，抽水量約為 $249 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。水利局提供的資料為：

³⁸⁾ 台糖公司，水井手冊，台北：台糖公司，5-16 頁，民國 65 年。

³⁹⁾ 吳建民，同 6)，62 頁。

⁴⁰⁾ 同 31)，14-15 頁。

⁴¹⁾ 經濟部水資會，台北盆地水井調查報告，台北：水資會，1-12 頁，民國 61 年。

	民國53年	民國59年	民國60年
井 數(口)	2252	3846	2863
抽水量($10^6 \text{m}^3/\text{yr}$)	327	435	321

表5 台北盆地的井數與抽水量(水資會)

	區、市鄉鎮別	面 積 (平方公里)	井 數 (口)	密 度 (口/平方公里)	抽水量 (千噸/年)	單位面積抽水量 (千噸/年/平方公里)
台 市	城 中 區	3.97	181	47.76	12191	3216.65
	延 平 區	1.22	59	48.36	3228	2728.24
	龍 山 區	1.36	101	74.26	2145	1577.22
	大 同 區	3.11	46	14.79	4456	1432.85
	建 成 區	0.76	51	67.20	1052	1384.11
	雙 園 區	4.92	79	16.16	6700	1361.87
	景 美 區	6.61	43	6.52	6170	933.50
	中 山 區	13.39	151	11.28	12387	925.10
	古 亭 區	6.60	49	7.42	2880	436.39
	大 安 區	10.55	45	4.27	2398	227.27
市	松 山 區	20.00	39	1.95	2502	125.10
	南 港 區	22.24	19	0.85	1045	47.00
	北 投 區	54.64	37	0.68	2107	38.57
	土 林 區	64.34	55	0.85	1920	29.85
	木 檜 區	25.68	3	0.12	78	3.03
北 縣	內 湖 區	31.60	8	0.25	96	3.03
	三 重 市	16.30	394	24.16	52866	3241.35
	板 橋 市	15.04	169	11.24	25718	1709.95
	永 和 鎮	5.99	63	10.52	5651	943.43
	新 莊 鎮	20.70	211	10.19	19242	929.57
	中 和 鄉	19.71	99	5.02	8408	426.57
	泰 山 鄉	19.19	50	2.61	8139	424.13
	蘆 洲 鄉	8.23	75	9.20	3215	390.62
	樹 林 鎮	33.12	67	2.02	9659	291.65
	土 城 鄉	29.34	78	2.66	4657	158.72
縣	五 股 鄉	31.73	115	3.62	4008	126.32
	新 店 鎮	120.11	63	0.52	9388	78.26
總 計			2350		212408(註)	

註：不包括估計家庭用水量 36608 千噸/年

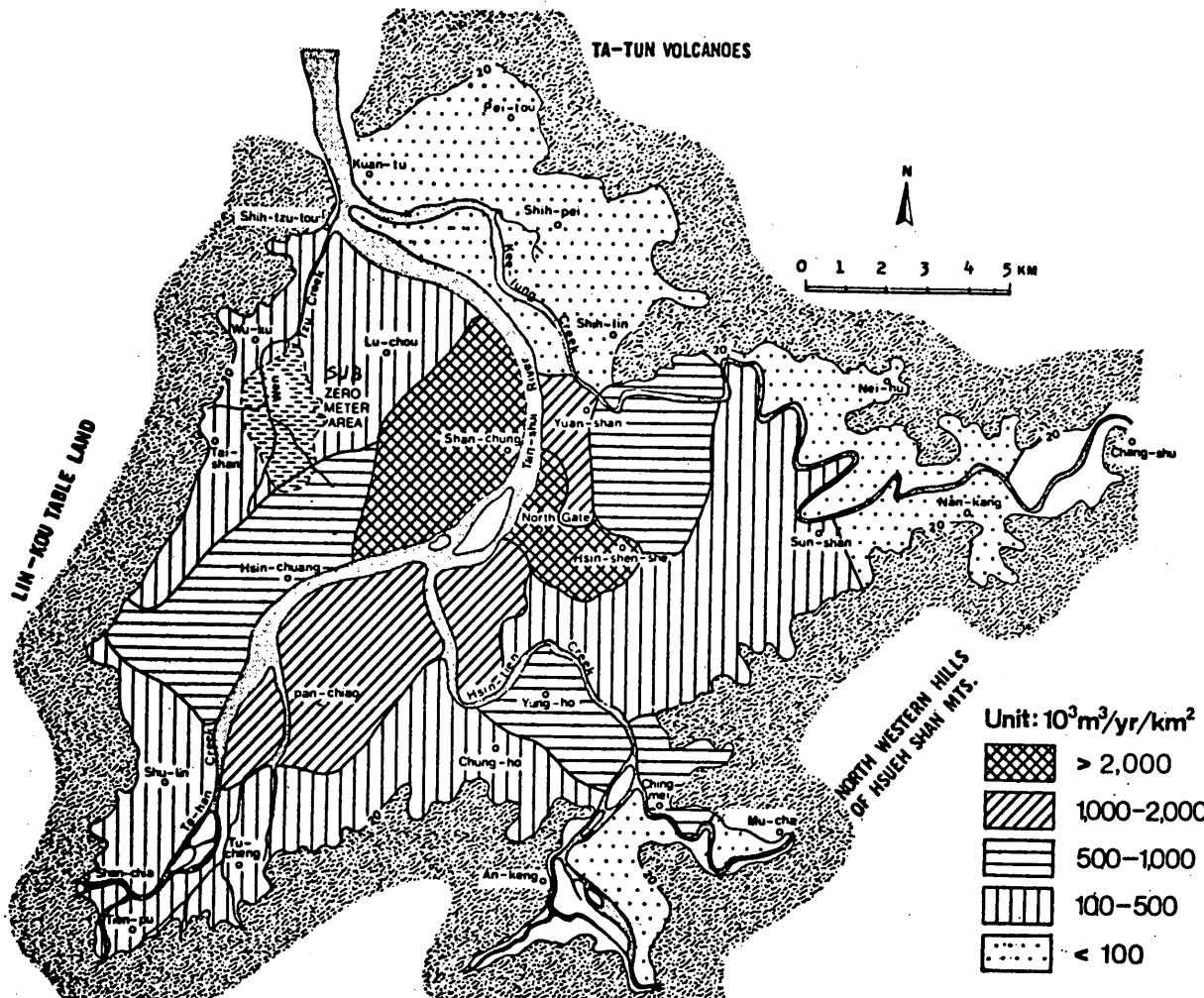


圖 9 台北盆地單位面積抽水量（民國61年）

民國61年的調查尚顯示井距過密、水量集中的現象。每平方公里的平均深井數有龍山區的 74 口，建成區的 67 口，延平區的 48 口，城中區的 47 口；平均年抽水量有三重市的 $52.87 \times 10^6 \text{ m}^3$ ，板橋市的 $25.72 \times 10^6 \text{ m}^3$ ；每平方公里的年平均抽水量 ($\text{m}^3 / \text{yr} / \text{km}^2$) 有三重市的 $3.24 \times 10^6 \text{ m}^3$ ，城中區的 $3.22 \times 10^6 \text{ m}^3$ ，延平區的 $2.73 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。地下水資源的開發量遠超過安全出水量使地下水位快速下降。此種小範圍內大量抽水是地下水開發之大忌，應該避免。

台北盆地真正實施地下水管制約在民國 61 年，嚴格實施管制約在 62 年，台北盆地地下水位最深時間約在 64 年 9 月，新莊、泰山一帶有多處地下水位標高低於負 45 m。所以民國 46 年至 64 年間，年平均水位下降量約為 2.5 m。

台北盆地地下水抽水量自民國 59 年 (1970) 以後逐年減少，由 $435 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{yr}$ ，減到民國 70 年時只有 $138 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{yr}$ ，已不到 1/3，唯此逐年減少的水量係管制資

料⁴²⁾，僅供參考，因管制後省、市為表示管制之盡力有效，抽水量必須減少，又因管制後不准新井之開鑿，業者鑿井「地下化」，其水量不可能列入計算。唯自民國65年板

表 6 台北盆地抽水量變化

單位: $10^6 \text{m}^3/\text{yr}$

	台北市		台北縣		
	全盆地 抽水量	抽水量	%	抽水量	%
1957	3.90	—	—	—	—
1964	327	187	57	140	43
1970	435	320	75	115	25
1971	321	118	37	203	63
1972	249	91	36	158	64
1973	224	51	22	173	78
1974	212	41	19	171	81
1975	204	39	19	165	81
1976	173	38	22	135	78
1977	166	37	22	129	78
1978	158	30	19	128	81
1979	154	27	18	127	82
1980	152	25	16	127	84
1981	138	27	20	111	80

新自來水廠完成，台北縣部分的抽水量得以減少，使水位逐年回昇，民國70年9月已不再出現水位標高低於負40m的則為事實。但仍有新莊振豐紡織（-38.31m）、新莊輔大觀測井（-38.27m），中和國華紡織（-38.85m），中和松下電器（-37.21m）等接近負40m的地下水位⁴³⁾。

人類生活不能沒有水，台北盆地早期地下水能自噴，或多湧泉，用水非常方便，但先有民前數年的自由水位下降，用水已不方便，開鑿深井費用非一般百姓所能負擔，而台北縣大部分地區在民國65年以

前又無地面水源的自來水，用水之不方便可以概知，民國50年代的地下水大量開發，競相鑿井的結果，使水位下降，用水更不方便。此水位下降引起不良結果，導致嚴重的環境衝擊。

（二）地中應力變化與地層下陷

水位下降就會引起地層下陷，但要抽地下水一定要使地下水位以水井為中心點下降，地下水才能由四面八方流入井內繼續抽水，如此形成以抽水井為中心的地下水位下降錐。當長期大量抽水後，此下降錐逐漸擴大範圍，增加水深。故一旦停止抽水，因地下水流緩慢，導水係數甚佳的台北盆地（新店溪沿岸約 $4500 \sim 5000 \text{m}^2/\text{day}$ ）亦需數年才能逐漸恢復。而水位下降所引起地中應力的變化，是引起地層下陷的主因。此應力變化情形如下：

地面下一定深度，受到其上面地層和水重量成比例的壓力（P），此壓力部分由構成地層的土石粒子，其餘部分由土石粒子空隙中的水來支撐。此二力保持平衡時下壓力和支撐力相等，其式為：

42 經濟部，台北盆地地下水管制及地層下陷檢測報告，台北：經濟部，2頁，民國71年。

43) 水資會，同33)，附錄一。

$$P = O_z + p$$

式中： P ：總應力—總負荷或靜地壓。

O_z ：有效應力—作用於土石粒子上的壓力或有效負荷壓力。

p ：中立應力—空隙水壓或靜水壓。

因中立應力 p 為非壓縮性，不會引起任何體積變化，有效應力為中立應力的過剩量，僅對土石粒子（固相）有所作用，由應力變化所產生可測量的一切效果，如壓縮、變形等，完全因有效應力的變化所產生。

今以地面下 100 m 處的水平面為例，土石粒子比重 (r_s) 約為 2.7，地層空隙率 (n) 約為 0.4，不飽和帶的含水量 (n_w) 約為體積的 0.1，大氣壓一定，則只有土時深度 Z (100 m) 的假想面上的下壓作用力（只有土的靜地壓 P_d ）為 $Z(1-n)r_s$ 即： $P_d = 100(1-0.4)2.7 = 162$ (ton/m²)

對此下壓力 (P_d) 必有大小相同，方向相反的地層內部應力。若為土和水時，深度 $Z(100 m) = Z_1(20 m) + Z_2(80 m)$ 的假想面上，土和水的靜地壓 (P) 為不飽和帶地層比重 (r_m) 與其厚度 (Z_1) 之積，和地下水水面下飽和地層比重 (r) 與其厚度 (Z_2) 之積的合計，即：

$$P = Z_1 r_m + Z_2 r \text{ 或}$$

$$P = Z_1 [r_s(1-n) + n_w r_w] + Z_2 [r_s - n(r_s - r_w)]$$

$$P = Z_2 r_w$$

$$O_z = Z_1 r_w + Z_2 (r_s - r_w)$$

式中： r_s ：土石粒子的比重約 2.7。

r_w ：水的比重約為 1。

n_w ：不飽和帶的含水量約為體積的 0.1。

$$\text{所以 } P = 20[2.7(1-0.4) + 0.1 \times 1] + 80[2.7 - 0.4(2.7-1)]$$

$$= 196$$
 (ton/m²)

地中靜水壓為 $P = Z_2 r_w = 80$ (ton/m²)，所以 196 ton/m² 的總負荷中，80 ton/m² 為水所支撐，土石粒子的支撐力（有效應力）為 116 ton/m²。地下水位下降時，地中同一水平面上，所減少的中立應力（靜水壓）改由土石粒子的有效應力來支撐。若為完全受壓水時，水位下降所引起的應力變化 (ΔO_z) 僅為⁴⁴⁾：

$$\Delta O_z = r_w(Z_3 - Z_1)$$

式中： Z_1 ：水位下降前的水位 (m)。

Z_3 ：水位下降後的水位 (m)。

44) 楊萬全，地下水開發與地層下陷之關係，工程，49卷9期，39-46頁，民國 65 年。

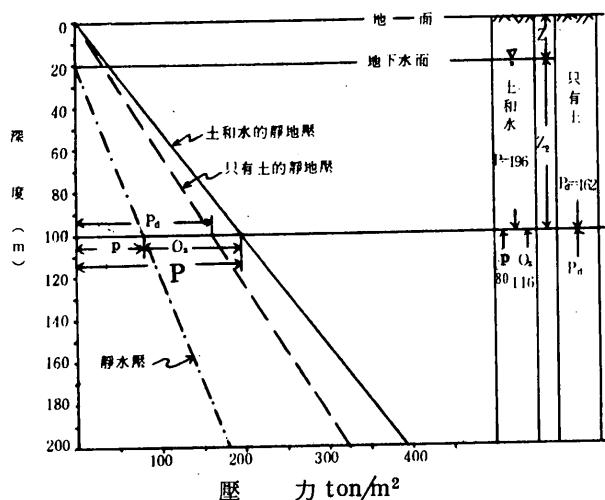


圖 10 地中應力分布

台北盆地的典型地層柱狀圖可簡化如圖 11，60m以內為砂土層，60～110 m為礫石層，110～150 m為粘土層，150～160 m為礫石，160～175 m為粘土，175～190 m為礫石，190 m以下為粘土層等，民國 46 年(1957)至 64 年(1975)受壓水位下降約 45 m，因係完全受壓水的關係，靜地壓不變，而應力變化為：

$$\Delta O_z = r_w(Z_3 - Z_1) = 1 \times (45 - 0) = 45 \text{ ton/m}^2$$

所以中立應力的變化由 1957 年的 100 減少到 1975 年的 55 ton/m²，有效應力由 1957 年的 102 增加到 1975 年的 147 ton/m²。換言之，受壓水位下降 45 m 地區，在其地面下 45 m 以下，因水位下降所增加的有效應力相當於該地區全面興建 37～38 層樓大廈⁴⁵⁾，對地下所增加的壓力。水位下降 30m 地區等於 25 層樓大廈的壓力。因此軟弱地層被迫脫水、排出水而壓密收縮。

45) 一般樓房以每層 1.2 ton/m² 計算。

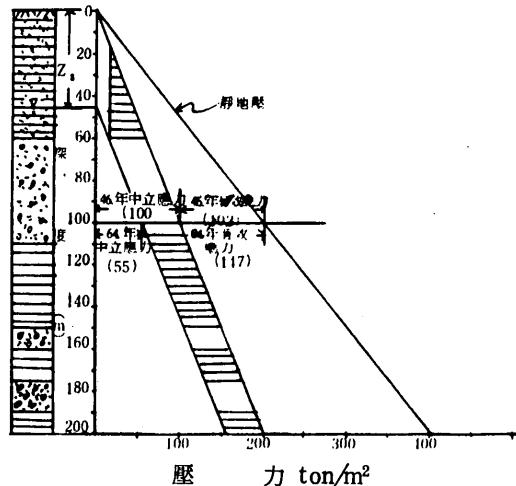


圖 11 民國 46-64 年間台北盆地地中應力變化

表 7 台北盆地記錄最長水準點歷年標高變化
單位：公尺

民國年月	新生社	北門	新莊	石龜里
39	6.6890	7.0660	6.8981	6.8500
44	6.6408	6.8738	6.8750	6.8450
50	6.3582	6.7352	6.7266	6.7746
52	6.2011	6.5806	6.6534	6.7439
55	5.8162	6.1932	6.5830	—
56.09	5.7286	6.0329	6.3935	6.6541
57.12	5.4836	5.7114	6.2517	6.5722
58.11	5.3287	5.5261	6.1187	6.5001
59.10	5.2258	5.4143	6.0098	6.4218
60.10	5.0441	5.2558	5.8452	6.2923
61.12	4.8748	5.1452	5.7115	6.1632
62.12	4.7928	5.0959	5.6268	6.0768
63.12	4.7274	5.0769	5.5568	5.9866
64.11	4.6745	5.0540	5.5047	5.9318
65.11	4.6105	5.0165	5.4301	5.8577
66.11	4.5439	4.9558	5.3700	5.7948
67.11	4.5185	4.9422	5.3366	5.7569
68.11	4.4958	4.9422	5.3290	5.7386
69.11	4.4746	4.9223	5.3198	5.7325
70.11	4.4746	4.9223	5.3198	5.7180
民44-70年	2.1662	1.9515	1.5552	1.1270

資料來源：水資會，台北盆地七十年水準網點檢測報告。

台北盆地地層下陷的發現是一等水準點檢測的結果，民國 39 年水利局設立部分水準點，44 年檢測時已有微量下陷，50 年聯勤檢測時下陷量增加，52 年和 55 年水利局作局部性檢測，民國 56 年至 62 年每年檢測 2 ~ 4 次，檢測機關有水利局、聯勤、台北市政府和水資會，如此地層下陷的事實已為衆所周知，民國 63 年以後台北盆地的檢測工作完全由水資會辦理。

民國 50 年的檢測已有明顯的下陷，而嚴重下陷時期在民國 50 年代至 60 年代前期，60 年代後期以後漸趨緩和，圖 12 中新生社和北門代表台北市部分，新莊和石龜里代表台北縣部分，其下陷情形如下：

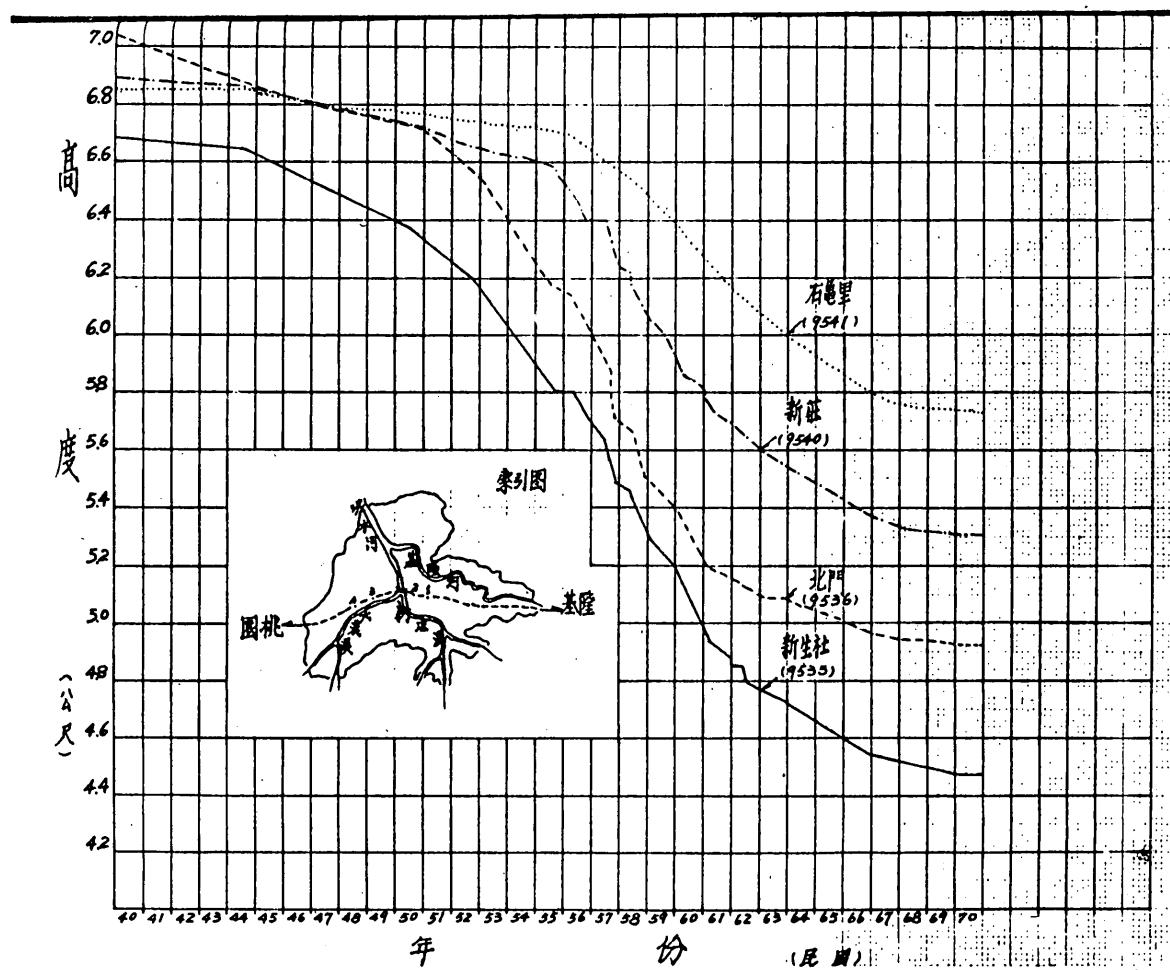


圖 12 台北盆地記錄最長水準點歷年標高變化（水資會）

新生社於民國 44 年開始下陷，44 ~ 49 年的年平均下陷量是 4.8 cm ，民國 50 ~ 52 年是 7 cm/yr ，53 ~ 62 年是 14 cm/yr ，63 ~ 66 年是 6.2 cm/yr ，已趨緩和，67 ~ 70 年只有 1.73 cm/yr ，更為緩和，所以新生社（台北工專附近）一帶嚴重下陷時期為民國 53 ~ 62 年。北門於民國 51 年開始有明顯的下陷，民國 51 ~ 55 年是

10.4 cm/yr, 56～60年是19.2 cm/yr, 61～66年是5 cm/yr, 已趨緩和, 67～70年是0.84 cm/yr, 更為緩和, 北門的嚴重下陷時期為民國51～60年。

台北縣部分, 新莊於民國55年開始有明顯的下陷, 民國55～62年是12.5 cm/yr, 63～66年是6.4 cm/yr, 已趨緩和, 67～70年是1.26 cm/yr, 其嚴重下陷時期在民國55～62年。石龜里約自民國56年開始有明顯下陷, 民國56～66年的下陷是8.37 cm/yr, 66～70年是1.92 cm/yr, 因較靠近盆地邊緣, 下陷量較少。

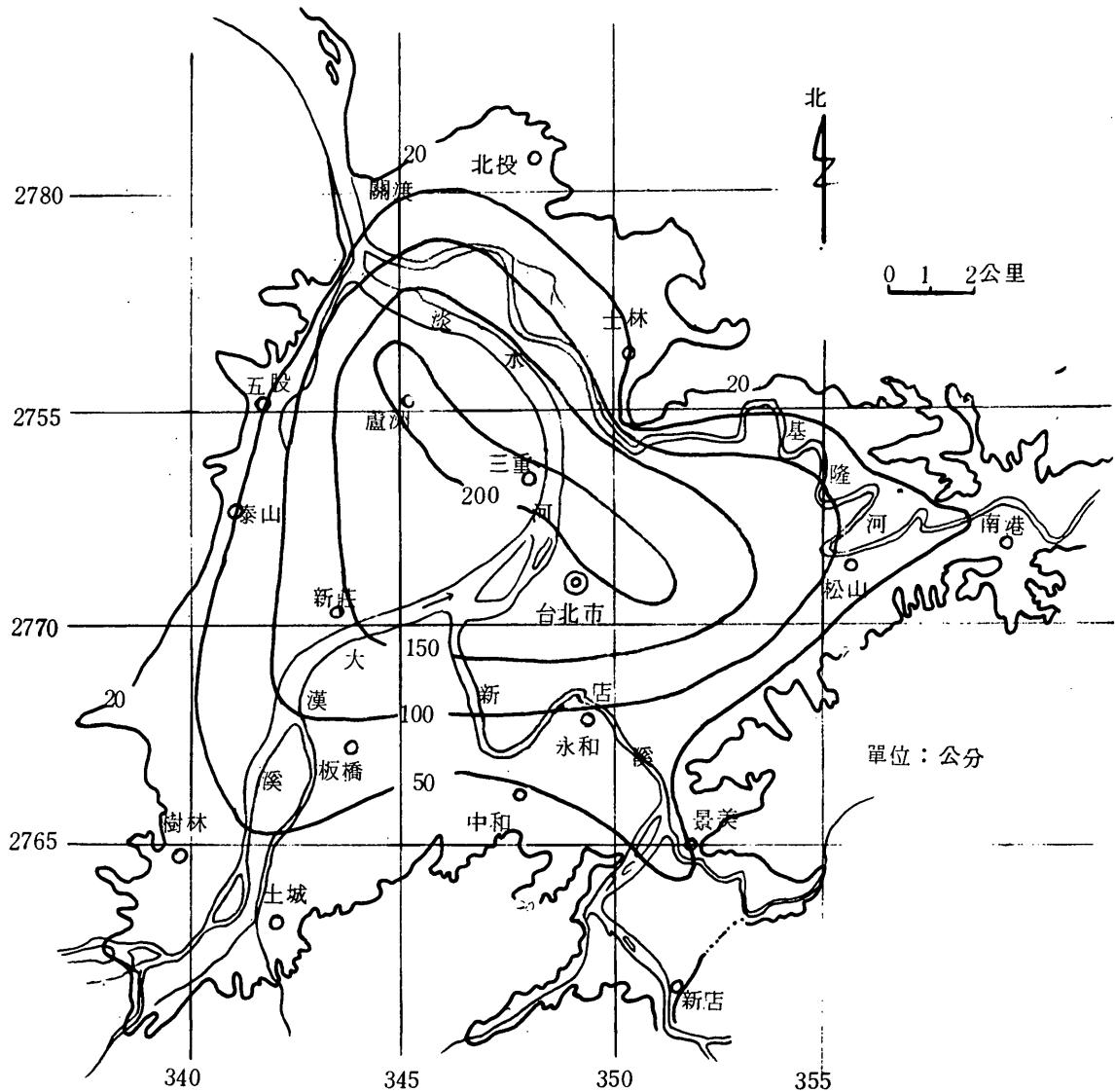


圖13 民國44～70年等下陷量圖

年別下陷量以民國57年北門的28 cm為最大記錄。同年新生社是21 cm。民國60年新生社的下陷量是22 cm, 是次大記錄。

概言之, 台北盆地年平均下陷量10 cm以上的嚴重下陷時期台北市約在民國51

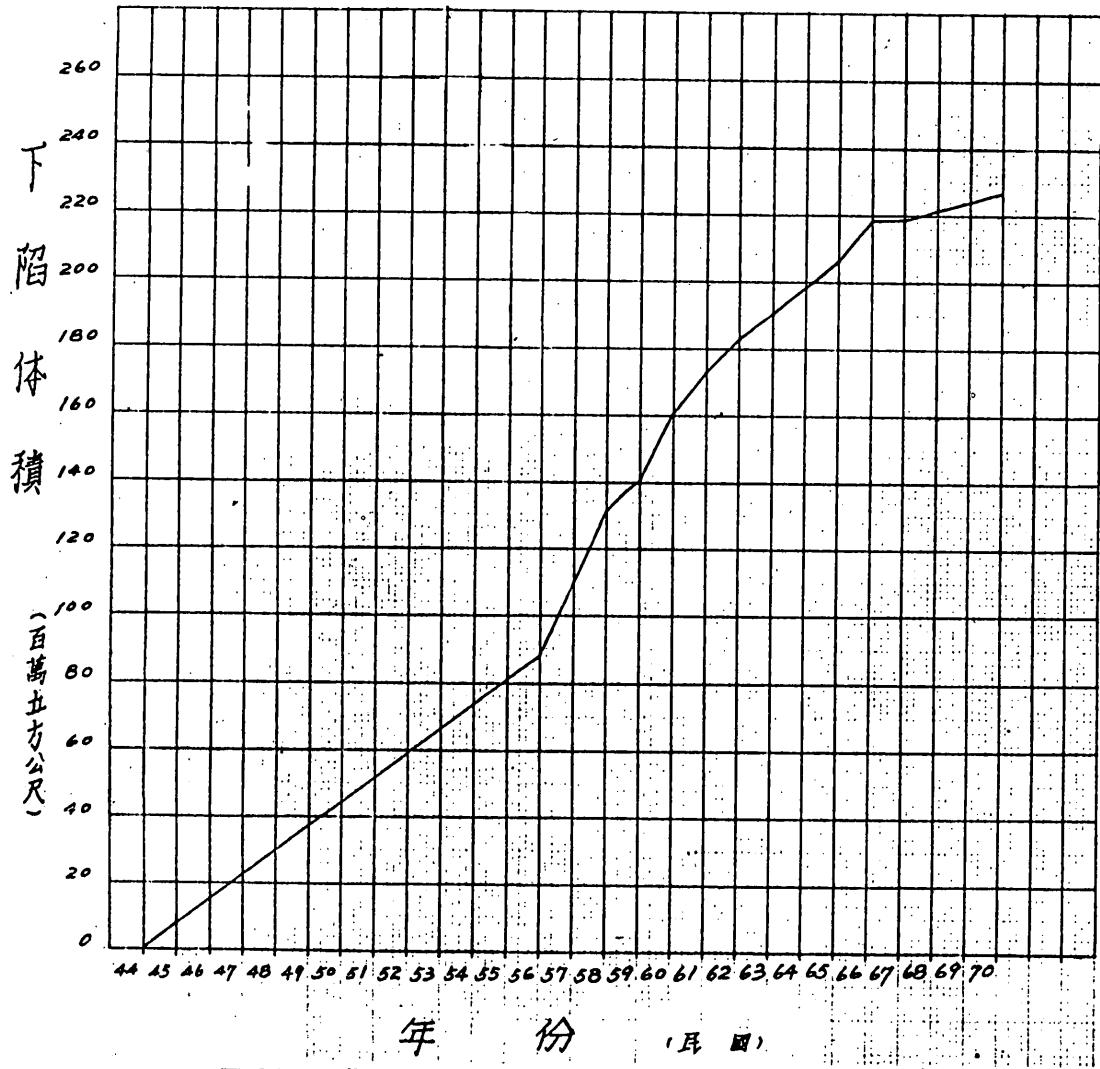


圖 14 台北盆地歷年下陷體積累積曲線（水資會）

～62 年，台北縣稍遲，約在民國 55 ～ 66 年。

民國 44 ～ 70 年總下陷量的等下陷量圖顯示下陷量 200 cm 以上地區自台北市的光華橋一帶向西延伸，經圓環、台北橋、三重市三和路至台北縣蘆洲。面積約 12.11 km^2 ，下陷體積約 $25.48 \times 10^6 \text{ m}^3$ ；下陷量 150 cm 以上地區略成等腰三角形，約以新海大橋為頂點，東至敦化南北路，北到中國海專，面積約 59.70 km^2 ，下陷體積約 $108.77 \times 10^6 \text{ m}^3$ ；下陷量 100 cm 以上地區略成三角形，其三頂點分別在板橋、松山和關渡，面積廣達 100.51 km^2 ，約佔全盆地 42%，下陷體積約 $159.79 \times 10^6 \text{ m}^3$ ；盆地全部總下陷體積約為 $227.06 \times 10^6 \text{ m}^3$ ⁴⁶⁾。年別下陷體積以民國 57 和 58 年為最大，年平均下陷體積為 $22.59 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$ ，60 年次之約為 $19.40 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。61 年再次之

46) 經濟部水資會，台北盆地七十年水準網點檢測報告，台北：水資會，4 頁，民國 71 年。

約爲 $13.99 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。

(三) 由井管突起看深層下陷

水位下降表示抽水對象的含水層壓力減少，使加壓層排水、脫水引起地層壓密下陷。台北盆地中的含水層有松山層中的砂層，屬自由水；有林口層中的礫石層，屬受壓水。松山層全部是林口層的加壓層，林口層中各含水層間的泥質地層也是加壓層，而林口層中的加壓層比松山層堅硬，是台灣土壤力學家深信林口層的下陷可以忽視的理由，所以多數論文以松山層的下陷量爲研究對象。目前台北盆地中尚無各地層別下陷量觀測井，然而林口層中的含水層大量抽水引起各加壓層的脫水、排水進入含水層而減少其厚度，即所謂的壓密爲必然，鋼管水井因地層壓密，厚度減少，使井管相對向上突起的現象到處可見⁴⁷⁾，台北盆地中省、市政府的地層下陷觀測井，即利用此原理造成，量測井管突起量，可作爲下陷量的參考。此項資料以台北市觀測井研究報告⁴⁸⁾較爲完整，觀測井的井深在 70 ~ 94 m 間，未達底岩，也因井底以下地層也有下陷，因此地面實際下陷量均大於觀測井所觀測的下陷量。

由觀測下陷量與實測下陷量的比較表中所示，觀測井有直徑 7.62 cm (3 吋) 的單管井，也有直徑 7.62 cm 和 15.24 cm (6 吋) 的雙管井⁴⁹⁾，其觀測期間爲民國 63 年 10 月至 64 年 7 月共 42 週；民國 64 年 9 月至 65 年 6 月共 49 週；65 年 7 月至 66 年 6 月共 51 週，均分別求出累積下陷量 S (mm) 與時間 t (weeks) 的簡單回歸關係以直線方程式 $S = a + bt$ 表示。根據此直線方程式求出全年觀測下陷量 (A, cm)，與該地水準點實際檢測結果所得全年檢測下陷量 (B, cm) 相比較，可知單管觀測井，雙管觀測井、井底深淺等均有差異。概言之，觀測下陷量 (A) 佔檢測下陷量 (B) 的百分比：單管井部分，中視前爲 29%，老松國小爲 12%，民生東路最高爲 35%；雙管井部分略佳，國父紀念館爲 67%，吉林國小爲 61%，古亭國小僅 38%。井深方面，中視前和老松國小的井深分別爲 73 m 和 79 m，觀測下陷量佔檢測下陷量分別爲 29% 和 12%，民生東路井深 94 m，測出 35%。雙管井的井深約爲 90 m，國父紀念館和吉林國小分別測出 67% 和 61%，故井深 90 m 以內的觀測井所得觀測下陷量，最多只有實測下陷量的 67%，所以地面下 90 m 以下尚有 33% 的下陷量。

⁴⁷⁾ 如台北市行天宮、士林陸教中心、石牌保總宿舍、三重大同北路、二重味全食品等地外，水泥地板因井管上舉而龜裂（味全、三重大同北路等），國父紀念館附近的大陸大樓，因地基較深，相對上升，使人行道斜度加大、龜裂等。

⁴⁸⁾ 王如意等數人，同 8)。

⁴⁹⁾ 雙管井以直徑 3 吋的井管爲內管，直徑 6 吋的井管爲外管，二井管間約有 1.5 吋的間隔，地層下陷時，地層對井管的磨擦力只限於外管，所以觀測內管的上升量理論上可觀測到井底到地面的下陷量。

表 8 觀測下陷量與實測下陷量的比較

地點 觀測井 構造	觀測期間	觀測下陷量 (cm)	理論方程式	年下陷量 A (cm)	水準測量		年下陷量 B (cm)	測量結果	A / B %	平均 %
					檢	點				
中正 前 視 管	1974.10~1975.07 1975.09~1976.06 1976.07~1977.06	1.54 1.13 1.37	S = -1.0404+0.3506t S = -2.0298+0.2962t S = -0.3223+0.3399t	1.72 1.34 1.74	1975.01~1975.11 1975.11~1976.11 1976.11~1977.11	12 11 11	4.23 7.24 6.48	41 19 27	41 19 27	29
老松 國 小 管	1974.10~1975.07 1975.09~1976.06 1976.07~1977.06	0.23 0.19 0.39	S = -0.0546+0.0613t S = -0.1161+0.0266t S = 0.2667+0.0721t	0.31 0.13 0.35	1975.01~1975.11 1975.11~1976.11 1976.11~1977.11	12 11 11	1.24 4.40 3.74	25 3 9	25 3 9	12
民生 東 路 管	1974.10~1975.07 1975.09~1976.06 1976.07~1977.06	1.53 1.52 3.93	S = -2.4568+0.4583t S = 3.1376+0.2390t S = 8.3710+0.6974t	2.14 1.56 4.46	1975.01~1975.11 1975.11~1976.11 1976.11~1977.11	12 11 11	7.28 8.39 7.86	29 19 57	29 19 57	35
國父 紀念 館 管	1974.10~1975.07 1975.09~1976.06 1976.07~1977.06	6.06 3.64 2.85	S = 5.4646+1.3653t S = 0.2421+0.7708t S = 3.1983+0.5150t	7.65 4.03 3.00	1975.01~1975.11 1975.11~1976.11 1976.11~1977.11	12 11 11	4.89 5.91 4.55	- 68 66	- 68 66	67
吉林 國 小 管	1974.10~1975.07 1975.09~1976.06 1976.07~1977.06	3.99 3.65 2.46	S = 2.1876+0.8845t S = 2.1045+0.7250t S = 1.1205+0.5109t	4.82 3.98 2.77	1975.01~1975.11 1975.11~1976.11 1976.11~1977.11	12 11 11
古亭 國 小 管	1974.10~1975.07 1975.09~1976.06 1976.07~1977.06	1.05 0.94 0.79	S = 0.2676+0.2471t S = -0.0522+0.2078t S = 0.1608+0.1505t	1.31 1.08 0.80	1975.01~1975.11 1975.11~1976.11 1976.11~1977.12	12 11 12	2.73 2.72 3.18	48 40 25	48 40 25	38

《資料來源》 水資會 台北盆地水準網點檢測報告 1975, 1977.

王如意等台北市地盤沉陷研究工作觀測井研究報告 1975, 1976, 1977.

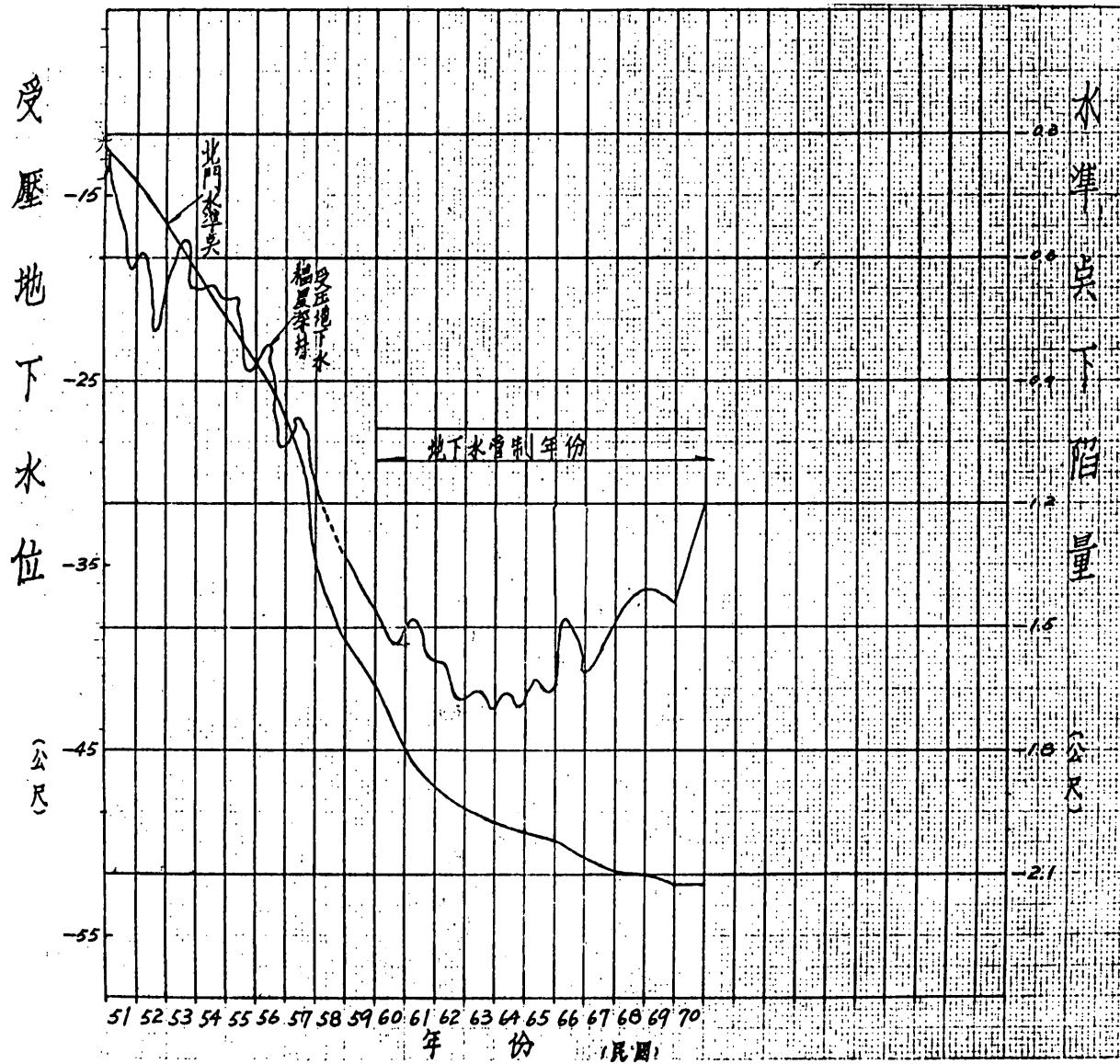


圖 15 北門水準點與附近深井水位變化的關係

因觀測井觀測到的地層下陷量，僅為實際檢測下陷量的一部分，故觀測井本身的水位下降量與地層下陷量比較已失去意義。

北門水準點下陷量與福星深井水位下降量變化比較曲線顯示：民國 51 ~ 62 年水位下降快速，12 年約下降 30 m，即 2.5m/yr ，同期的地層下陷量約 1.64m ，即 13.67cm/yr ，此時期的地層下陷量與水位下陷量之比為 $1 : 18.5$ 。民國 63 ~ 66 年水位趨於穩定或略回昇，地層下陷量趨緩為 3.50cm/yr ，民國 67 年以後水位明顯回昇，年平均下陷量在 1cm 以內。

表 9 水位下降量與地層下陷量的關係

民國 (年)	地層下陷變化		水位下降變化		下陷量比下降量
	北門 水準點標高 (m)	累計下陷量 (m)	福星深井 水位標高 (m)	累計下降量 (m)	
50	6.7352		12.4		
60	5.2558	1.4794	39.11	26.71	1 : 18.1
62	5.0959	1.6393	42.81	30.41	1 : 18.5
66	4.9558	1.7794	39.76	27.36 (回昇)	1 : 15.4
70	4.9223	1.8129	32.36	19.96 (回昇)	1 : 11

資料來源：水資會，歷年水準網點檢測報告，水位與水質調查報告。

(四) 防洪與堤防保護問題

淡水河水系約 2730 km^2 流域面積上的雨水、地面水，先在面積約 240 km^2 的台北盆地中滙集後，流出關渡、獅子頭隘口，但約 2110 km^2 (佔全流域 77.3 %) 的雨水，地面水必須流經台北橋下及其兩端堤防拘限範圍內的河道，因台北橋長 491 m，橋樑底標高約 8.42 m，可通過 $1.2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{sec}$ (= CMS) 的流量，但兩端橋頭堤頂標高台北市為 6.85 m，台北縣(新建)為 5.50 m，通過 $0.81 \times 10^4 \text{ CMS}$ 是極限，順利通過 $0.6 \times 10^4 \text{ CMS}$ 較為安全。但淡水河流域的雨量強度記錄有 15 時 906 mm, 18 小時 1050 mm, 21 小時 1157 mm, 24 小時 1248 mm (民國 52 年 9 月 11 日葛樂禮颱風)，一般以下式計算降雨強度⁵⁰⁾：

$$r_t = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^n = r_0 \left(\frac{24}{t} \right)^n$$

式中 t ：降雨持續時間 (hr)。

r_t ： t 時間內平均降雨強度 (mm/hr)。

r_0 ：日雨量的平均 1 小時雨量 (mm/hr)。

R_{24} ：24 小時的最大雨量 (mm)。

n ：常數以 0.5 計算。

其降雨強度分別為 65.78、60.04、55.59 和 52 mm/hr。以其最小的降雨強度 (52 mm/hr) 用合理式計算洪峰流量 (peakflow) 為：

50) 楊萬全，同27，38頁。

$$Q = \frac{1}{3.6} CRA = \frac{1}{3.6} \times 0.7 \times 52 \times 2110 \doteq 2.13 \times 10^4 (\text{CMS})$$

式中 Q：洪峰流量 ($\text{m}^3/\text{sec} = \text{CMS}$)。

C：逕流係數（取 0.7）。

R：降雨強度 (mm/hr)。

A：流域面積 (km^2)。

即台北橋可能形成大於極限的 3 倍流量。以目前的堤頂標高，台北橋集水區 (2110 km^2) 的面積雨量 360 mm/day 以上就很緊張。此為台北盆地防洪問題，必須重視堤防安全、疏洪等的關鍵所在。

因地層收縮、壓密、地面降低，也使堤頂高度下降，雖然堤防下降原因有二：一是地層下陷堤防高度隨之下降，另一是結構物本身的重量使其下軟弱土層承載力不足而下降，此現象見於高樓大廈、高速公路等，與地層下陷無關，但堤頂高度不夠，不足以保護應有的警戒水位，堤防保護的安全性減少。政府為了保護居民的安全，必須維持堤頂高度，堤防下降後要加高，如台北市雙園堤防和大稻程堤防接觸點，於民國 62 年加高 1.4m ，加高後的堤頂高度與民國 56 年時的標高相同⁵⁾。所以民國 56 ~ 62 年間堤防下降 1.4 m ，平均下降量為 23 cm/yr ，比實際水準點檢測的下陷量大，部分下降量是因堤防本身的重量所引起。

此外五股、蘆洲的淡水河防潮堤，為維持堤頂 2.5 m 的標高，也要常增加高度，尤其是洲仔尾溝和水湳溝閘門的加高，留下三段明顯痕跡。堤防增加高度，也要加固基礎，此堤防加固、興建、維護費，部分為地層下陷所增加的開支。

(五) 排水困難地區增加和零公尺地區形成及擴大

台北市的排水溝和雨水下水道，南區多導入新店溪，東區、北區多導入基隆河及其支流西區多導入淡水河，以重力排水為主。但因台北市區的地層下陷 200 cm 以上地區，自台北橋向東南東延伸到光華橋（台北工專）附近；下陷量 150 cm 以上地區又以體育館、萬華、圓山為頂點的三角形範圍內，即市中心地區的嚴重下陷，使水流不暢、排水系統受阻，加以都市化發展迅速，流量增加，下游低窪地區大廈不斷增建，更使水流不暢，排水困難。因此較低窪區常積水或淹水，為此於堤防邊或堤後適當地點設置抽水站，補充重力排水之不足，主要目的在於排除洪水，減少淹水，此類抽水站於民國 52 年開始在圓山、民生、雙園三低窪區設立，54 年增設迪化、士林兩站，由於 50 年代的市區嚴重地層下陷，59 年起大量增設，68 年底止，台北市已有抽水站 26 處，86 台抽水機，每台最大抽水量為 4 CMS ，抽水能力共達 257.86 CMS ，

⁵⁾ 台北市政府，台北市地盤下陷研究報告，台北：台北市政府，民國 62 年。

如此尚不能消除大雨後的積水，因此增設建國、新生二大站，共10台抽水機，每台抽水量超過13 C M S⁵²⁾，可抽水 136 C M S⁵²⁾，故台北市有抽排水約 400 C M S 的能力。

台北縣部分完全無抽排水設備，所以常有一雨成災的永和市和三重市，以及石門水庫放水時，即使是大晴天也會淹水的現象，任其發展就會形成淡水河左岸被稱為「台北西湖」的零公尺地區。

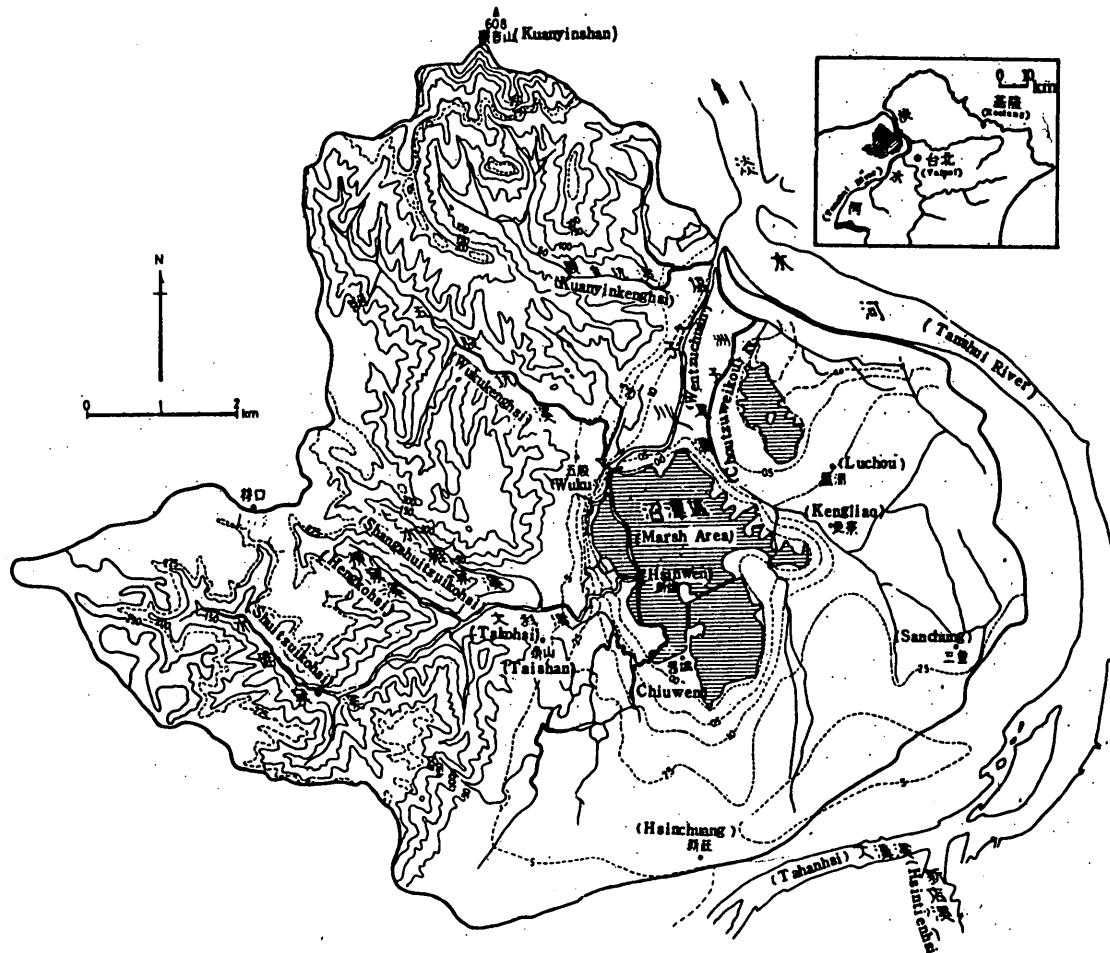


圖 16 塭子川水系（石再添等）

長期嚴重地層下陷的結果，使原已低窪地區的地面更為降低，甚致低於海面平均高度，形成所謂的「零公尺地區」。此零公尺地區位於台北縣的五股鄉與新莊市、泰山鄉交界處，但積水區絕大部分在五股鄉境內，此地區屬於塭子川水系。塭子川沿岸地勢低窪，土地肥沃，原為稻田，靠塭子川水系沿岸防潮堤和閘門，控制河水和潮水，並引河水灌溉，部分稻田用自噴井灌溉，年可收二期水稻和一期蔬菜，或為高度集約的蔬菜栽培區。民國56年台灣省水利局辦理淡水河水理觀測後，發現

⁵²⁾台北市政府工務局養工處，水利防洪建設報告，台北：市政府，7-11頁，民國 69 年。

部分地區河岸及防潮堤高度已在最大高潮位以下，有潮水倒灌之慮，57年塭子川沿岸已見淹水，58年淹水地區可達五股鄉南端的興珍路，民國 60 年起目前的積水區已不能耕作，且積水區日漸擴大，61年的航照圖顯示積水區已擴大到新莊市的中港路底，且向東側的化成路擴大。63年塭子川自動防潮閘門完成，地勢較高地區免於淹水，另有洲子尾溝和水湳溝二座防潮閘門，並有標高 2.5 m 的淡水河沿岸 4 km 餘的蘆洲、五股防潮堤，海潮之流入已不太可能，但民國 65 年經濟部水資會的測量，積水區範圍約與地面標高零公尺線一致，面積約有 4 km^2 （不包括蘆洲鄉積水區）⁵³⁾，此積水區面積因大雨後水位增高而較大。民國 69 年的調查，比積水區面積已擴大到 4.49 km^2 （不包括蘆洲積水區），以標高零公尺為基準積水位時，最大水深為 2.05 m，位於積水區南部的新塭與舊塭之間，平均水深為 0.88m，即積水區地面的平均標高為負 0.88m，而塭子川河口自動閘門內側的平均水位約為 $0.05 \sim \text{負 } 0.15 \text{ m}$ ^{54) 55)}，高於積水區平均地面約 0.8 m，所以積水不能排出。

目前淡水河左岸的雨水、地面水大部分匯集於零公尺積水區的塭子川沿岸，此積水區之所以地勢最低有地質、水文等的原因：地質上，由台北盆地未固結地層深度圖（圖 7）可知積水區未固結地層厚度約為 240 m，標高負 225 m 等深線包圍整個積水區，而盆地西南部的大漢溪沿岸、東南部的新店溪沿岸、東北部的基隆河沿岸，底岩上限的標高均在負 150 m 以內，另外砂土質地層的厚度在積水區附近多超過 160 m，而大漢溪沿岸、新店溪沿岸多在 80 m 以內，因砂土質地層的壓縮性大，其厚度又大，是地層下陷較大的主要原因之一。水文上，台北盆地受壓地下水的補注區分布在新店溪沿岸、大漢溪沿岸和雙溪沿岸。自新店溪沿岸滲入的地下水向西北流，影響到基隆河以南的舊台北市區和部分淡水河左岸地區，自大漢溪沿岸滲入的地下水向東北流，影響到樹林、土城、板橋、新莊、三重等地；自雙溪沿岸滲入的，向西南流，影響到士林、北投等淡水河以北地區，林口台地和台北盆地之間，因新莊斷層（或山腳斷層）的關係，地下水系不相連貫。所以蘆洲鄉和塭子川沿岸的五股鄉、泰山鄉低地，在主要地下水系末端，當舊台北市南部和板橋、新莊等地大量抽取地下水時，可流至積水區附近的地下水已甚少，故水位快速下降，並非該積水區附近大量抽取地下水。因水位下降，地中有效應力增加，又因砂土質地層厚度最大，地層下陷較多，而形成淡水江左岸低窪地區⁵⁶⁾。更因堤防保護，淹水時所帶來的泥砂減少，失去低窪區的填平作用

53) 經濟部水資會，淡水河左岸積水區測量報告，台北：水資會，民國 65 年。

54) 石再添等，台北盆地西部沼澤地集水域水文與地形的相關研究，中國地理學會會刊，8 期，49-74 頁，民國 69 年。

55) 石再添等，塭子川沼澤區的水文地形學研究，師大地理研究報告，8 期，7 頁，民國 71 年。

56) 楊萬全，同2)，52-54 頁。

，民國 52 年 9 月葛樂禮颱風帶下泥砂量達 $20 \times 10^6 \text{ m}^3$ ⁵⁷⁾，若平均淤積於塭子川水系標高 5 m 以下地區，面積約 32.51 km^2 範圍內，可淤積 61.5 cm，當時低窪區淹水後，泥砂堆積約 1 m 地區到處可見。民國 53 年石門水庫完成，及其上游攔砂坝的興建，使年平均淤積量減少到 $3 \times 10^6 \text{ m}^3$ ⁵⁷⁾，且多淤積於水庫中，下游堤防導水出海，以保護居民安全，河水氾濫機會減少，泥砂淤積於塭子川沿岸低窪地區的機會更少，所以民國 56 年的觀測，僅發現部分地區河岸高度在最大滿潮位之下，但尚未發現地面低於零公尺，於民國 65 年測量時低於零公尺的範圍已達 4 km^2 ，69 年更達 4.49 km^2 ，故此積水區面積的擴大，與石門水庫的完成，使泥砂淤積於水庫中，減少河水氾濫和泥砂淤積於積水區等有關。

(六) 地下水污染與海水入侵

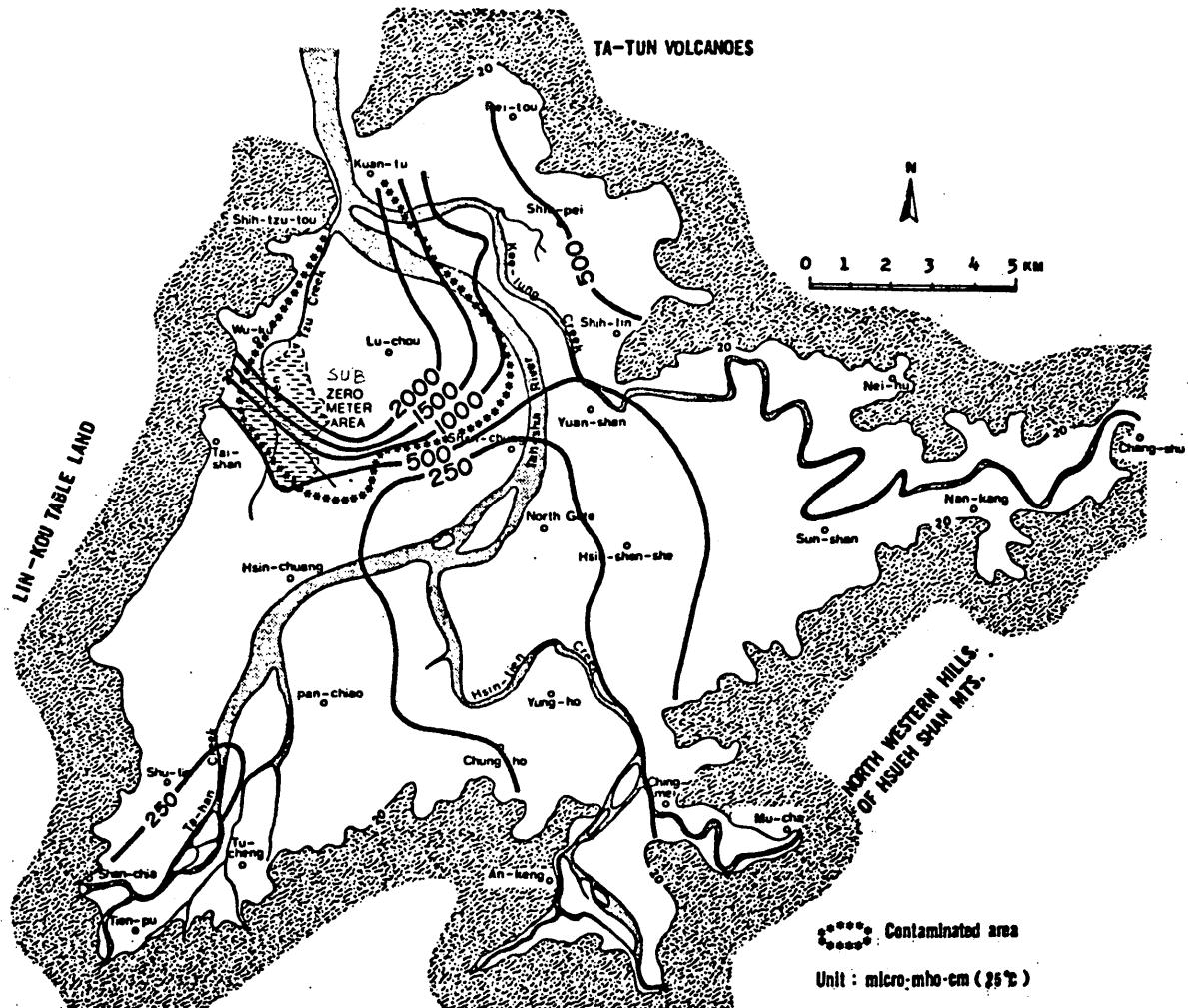


圖 17 台北盆地地下水電導度分布圖（民國65年9月）

57) 經濟部水資會，台灣地區水庫之分析與研究（稿），台北：水資會 6 頁，民國 66 年。

民國61年起的台北盆地地下水電導度調查顯示 1000 微姆歐公分 (micro-mho-cm) 以上分布地區在淡水河左岸低地和社子島附近。由訪問知道此區以往地下水質良好，飲用、工業用均無問題，於民國60年前後，水質顯然惡化，鹽分增高，用水困難，迫使工廠他遷。因此對地下水電導度較高地區作井水取樣分析研究。

先分析水樣中的 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等陽離子和 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 等陰離子的重量濃度 (ppm)，並各換算成當量濃度 (epm) 後，採用柱狀圖、 Cl^- 與 $(\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-)$ 的比值和三角圖 (trilinear diagrams) 分析探討。

一般正常地下水的陽離子或陰離子的和，均在 10 epm 以下，受污染後會顯著增加，標準海水為 605 epm，當正常地下水受污染後，柱狀圖升高，易於辨認。 Cl^- 與 $(\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-)$ 的比值正常地下水約在 2 以下，受污染後亦顯著增加，標準海水為 234，故常以地下水中主要成分的陽離子或陰離子的 epm 和 10 以上， Cl^- 與 $(\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-)$ 的比值 2.0 以上為受污染。若分別計算 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 的 epm 占各該陰、陽離子和的百分比，在三角圖中點繪亦為常用分析法。此三角圖由一菱形圖和陽離子、陰離子三角形圖各一個所組成。菱形圖中以 50% 為界分為 I ~ IV 區，正常淺層地下水、河水均在 I 區內，正常受壓地下水在 II 區內，火山地區、農藥污染地下水在 III 區內，受海水污染的地下水在 IV 內。受高度污染地下水集中於 $\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ 的 70 % 以上，或 $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ 的 30 % 以下， $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 的 70 % 以上或 $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ 的 30 % 以下的範圍內。陰離子三角形圖中，受高度污染地下水集中於 $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ 的 30 % 以下， SO_4^{2-} 的 30 % 以下， Cl^- 的 70 % 以上範圍內，顯示 Cl^- 所佔比例特高。陽離子三角形圖中，受高度污染地下水集中於 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 的 70 % 以上， Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 均在 30 % 以下的範圍內，因 Na^+ 含量為 K^+ 的數倍，顯示 Na^+ 含量高⁵⁸⁾。

將上述柱狀圖、 Cl^- 與 $(\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-)$ 的比值和三角圖分析結果合併探討時，發現台北盆地中地下水受高度污染的範圍，約以蘆洲為圓心，半徑 3 km 以內，面積約 25.8 km^2 ，但此範圍內井深 30 m 以內淺井鹽分不高，尚可作多種用途，約 70 m 以上深井鹽分增加，且有井深愈大，井水中鹽分愈高，此污染範圍內地下水質惡化情形可歸納如下：

1. 井水中氯含量與井深成正比，即水井愈深鹽分愈高。
2. 淺層自由水尚多正常地下水，深層受壓水質惡化與淺層自由水無關。
3. 水井抽水時間愈長、井水中氯含量愈高。
4. 井水中鹽分含量以蘆洲為最高，並無自墳子川口向南遞減的趨勢。

⁵⁸ 楊萬全，同上)，59-64 頁。

表 10 台北盆地西北部地下水水质分析表

NO.	PH (25°C)	E.C. (25°C) μΩ/cm	Fe ppm	Mn ppm	CO ₃ ²⁻ ppm	HCO ₃ ⁻ ppm	Σ ⁻ (%)	SO ₄ ²⁻ ppm	Cl ⁻ ppm	Σ ⁻ (%)	Na ⁺ ppm	K ⁺ ppm	Σ ⁺ (%)	Mg ⁺⁺ ppm	Ca ⁺⁺ ppm	Σ ⁺ (%)	C1 ppm		
1	7.22	1.50	1.05	0.30	0	-	-	707	11.59	45.7	3.2	0.07	0.3	485	13.68	54.0	25.34		
2	7.25	1.26	18.80	0.15	0	-	-	768	12.59	79.6	60.0	1.25	7.9	70	1.98	12.5	82		
3	6.77	0.97	15.00	2.10	0	-	-	317	2.20	61.9	88.0	1.82	21.7	49	1.38	16.4	84.4		
4	7.36	4.18	0.39	0	-	-	-	195	3.03	71.0	4.0	0.08	1.9	41	1.16	27.2	77.9		
5	7.40	5.38	1.96	0.21	0	-	-	183	3.00	56.5	26.8	0.56	10.5	62	1.75	32.0	53.1		
6	7.17	1.97	0.60	0.65	0	-	-	327	5.36	24.2	12.8	0.27	1.2	587	16.56	74.6	22.19		
7	6.98	1.488	7.30	0.30	0	-	-	339	5.56	35.5	20.8	0.36	7.7	342	9.65	61.7	15.64		
8	6.98	1.578	3.50	0.80	0	-	-	232	3.80	52.6	40.0	0.83	11.5	92	2.60	36.0	7.23		
9	7.64	1.740	14.70	0.20	0	-	-	373	6.11	44.1	32.0	1.08	7.8	236	6.66	48.1	10.0		
10	6.88	0.785	0.40	0.28	0	-	-	285	4.67	56.0	8.0	0.50	42.0	124	3.50	42.0	8.34		
11	6.99	0.803	2.40	0.30	0	-	-	246	4.03	48.0	69.0	1.44	17.1	104	2.93	34.9	8.40		
12	8.17	859	85.30	0.10	26	-	0.87	7.9	417	6.83	62.1	12.0	0.25	2.3	108	3.05	27.7	11.00	
13	7.50	7.14	1.00	0.10	0	-	-	319	5.23	71.4	14.0	0.28	4.0	64	1.81	24.7	7.33		
14	6.31	910	38.40	0.64	0	-	-	195	3.83	40.7	50.4	1.05	14.1	119	3.36	45.2	5.44		
15	6.47	918	5.70	0.43	0	-	-	134	2.20	25.9	85.0	1.77	20.8	161	4.54	53.3	8.51		
16	6.64	1.963	0.48	0.17	0	-	-	378	6.20	20.9	140.0	2.92	3.2	727	29.63	72.2	100.0		
17	7.29	984	7.00	0.21	0	-	-	402	6.59	50.2	140.0	2.92	3.2	236	6.66	48.1	10.00		
18	6.08	2.675	1.60	3.50	0	-	-	1524	24.88	45.0	87.5	1.82	3.2	1019	22.87	51.8	55.55		
19	6.42	1.853	1.60	0.80	0	-	-	163	2.67	9.9	69.0	1.44	5.3	818	22.99	84.8	27.10		
20	7.11	724	3.50	0.23	0	-	-	300	3.59	40.7	105.0	2.19	24.8	108	4.80	44.3	100.0		
21	7.06	654	12.50	0.96	0	-	-	219	3.59	40.7	105.0	2.19	24.8	170	4.80	44.3	100.0		
22	7.53	1.103	4.00	0.41	0	-	-	168	2.75	20.9	10.0	0.21	1.6	362	10.21	77.5	13.17		
23	6.79	4.444	14.40	-	-	-	-	103	2.64	68.1	4.2	0.02	3.2	49	1.13	29.7	1.60		
24	6.96	1.426	12.00	0.74	0	-	-	119	1.95	13.5	10.4	0.22	1.5	436	1.82	34.5	13.13		
25	6.81	2.091	5.20	0.34	0	-	-	227	3.72	11.5	10.0	0.23	1.0	1003	2.29	57.8	22.23		
26	7.07	2.174	2.00	0.70	0	-	-	149	2.44	10.5	11.0	0.23	1.0	726	20.48	65.7	23.15		
27	7.50	2.448	5.60	0.23	0	-	-	370	6.06	21.0	10.0	0.21	0.7	802	5.62	55.0	22.89		
28	6.80	1.343	6.00	0.85	0	-	-	161	2.64	12.2	22.0	0.46	2.2	657	18.53	85.7	21.63		
29	6.65	278	0.89	0.38	0	-	-	133	5.20	11.1	3.8	0.11	3.8	21	0.59	35.7	2.88		
30	7.06	880	5.35	0.45	0	-	-	149	2.44	19.7	18.8	0.39	3.1	342	9.65	77.8	12.40		
31	7.10	1.177	7.30	1.49	0	-	-	54	0.89	6.7	8.5	1.10	1.8	436	12.30	92.0	13.37		
32	7.43	901	4.70	0.38	0	-	-	138	2.26	21.8	54.0	1.12	10.8	248	7.00	67.4	10.38		
33	7.35	492	1.63	0.08	0	-	-	134	2.20	44.9	3.8	0.08	1.6	93	2.62	53.5	4.90		
34	7.39	695	2.75	1.18	0	-	-	106	1.74	8.9	18.9	0.39	2.0	620	1.17	49.8	81.1		
35	6.70	578	7.60	0.56	0	-	-	168	2.75	40.9	82.5	1.72	23.6	80	2.26	33.6	6.73		
36	7.45	246	0.16	0.20	0	-	-	160	3.11	62.4	9.8	0.20	9.5	21	0.59	28.1	2.10		
37	7.78	648	33.60	0.10	0	-	-	193	3.16	49.5	4.4	0.09	1.4	111	3.13	49.1	6.38		
38	7.57	429	17.60	0.18	0	-	-	260	4.26	54.9	31.0	0.65	9.9	121	3.41	51.0	5.78		
39	7.23	713	0.43	0.20	0	-	-	123	2.02	34.9	17.0	0.35	6.1	100	4.35	29.7	11.36		
40	7.43	240	0.38	0.28	0	-	-	95	1.56	58.2	15.9	0.33	12.3	28	0.79	29.5	2.68		
41	7.45	450	1.57	0.14	0	-	-	101	1.66	72.5	15.4	0.32	14.0	11	0.31	13.5	2.29		
42	7.62	424	0.10	0.48	0	-	-	177	2.90	79.5	9.2	0.19	5.2	50	2.18	59.7	19.5		
43	7.28	139	-	0.10	0	-	-	163	1.03	60.6	20.0	0.42	24.7	9	0.25	14.7	1.70		
44	Average of rivers in the world	-	-	-	-	-	-	58	0.95	67.4	11.2	0.23	16.3	8	0.23	16.3	1.41		
45	Sea water criterion	-	-	-	-	-	-	142	2.33	0.4	2.712	9.36	46.9	19.3	19.35	54.95	90.3	604.74	
								10760	408.06	77.4	397	5.90	1.6	413.0	20.61	3.4	1294.0	106.42	17.6604.99

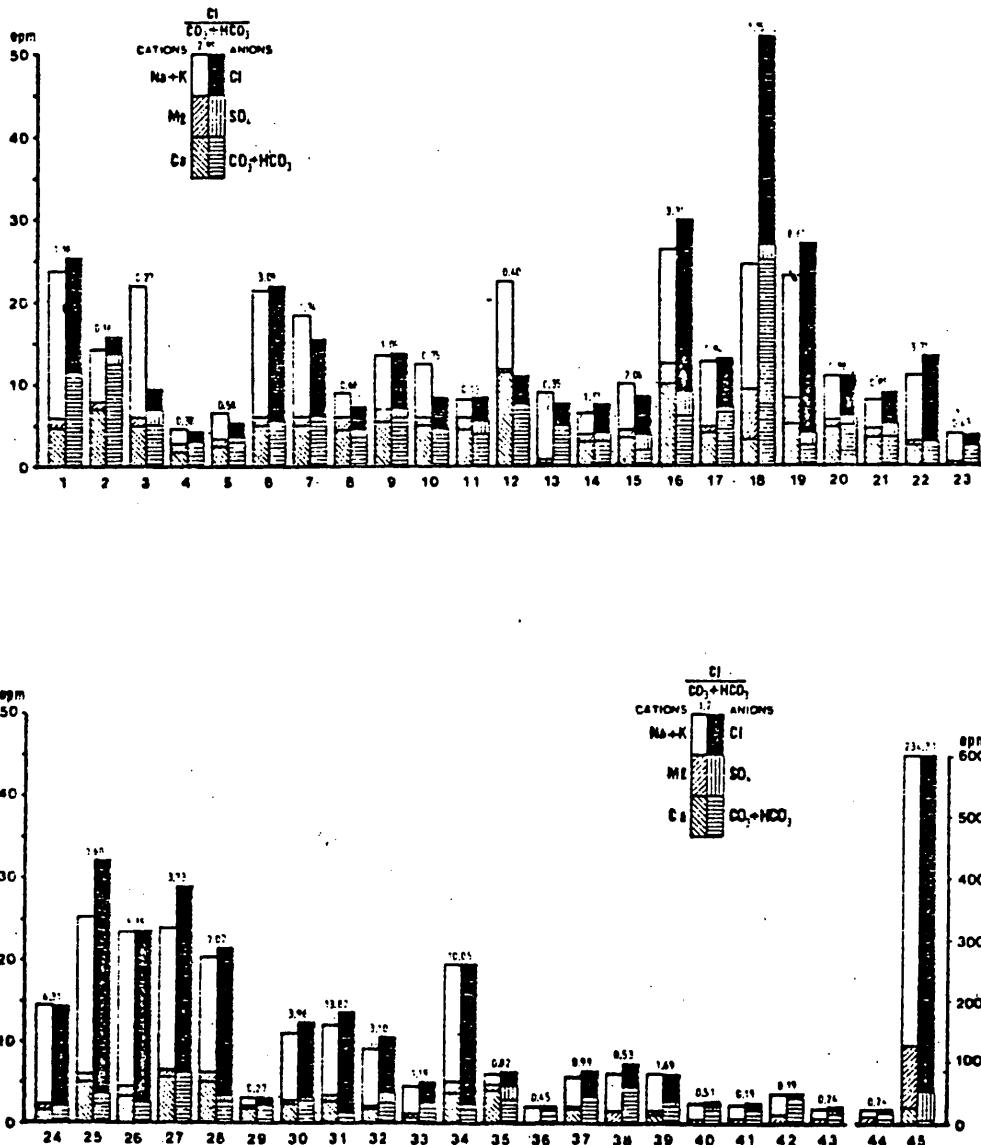


圖 18 水質柱狀圖和 $\frac{\text{Cl}^-}{\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-}$ 的比值

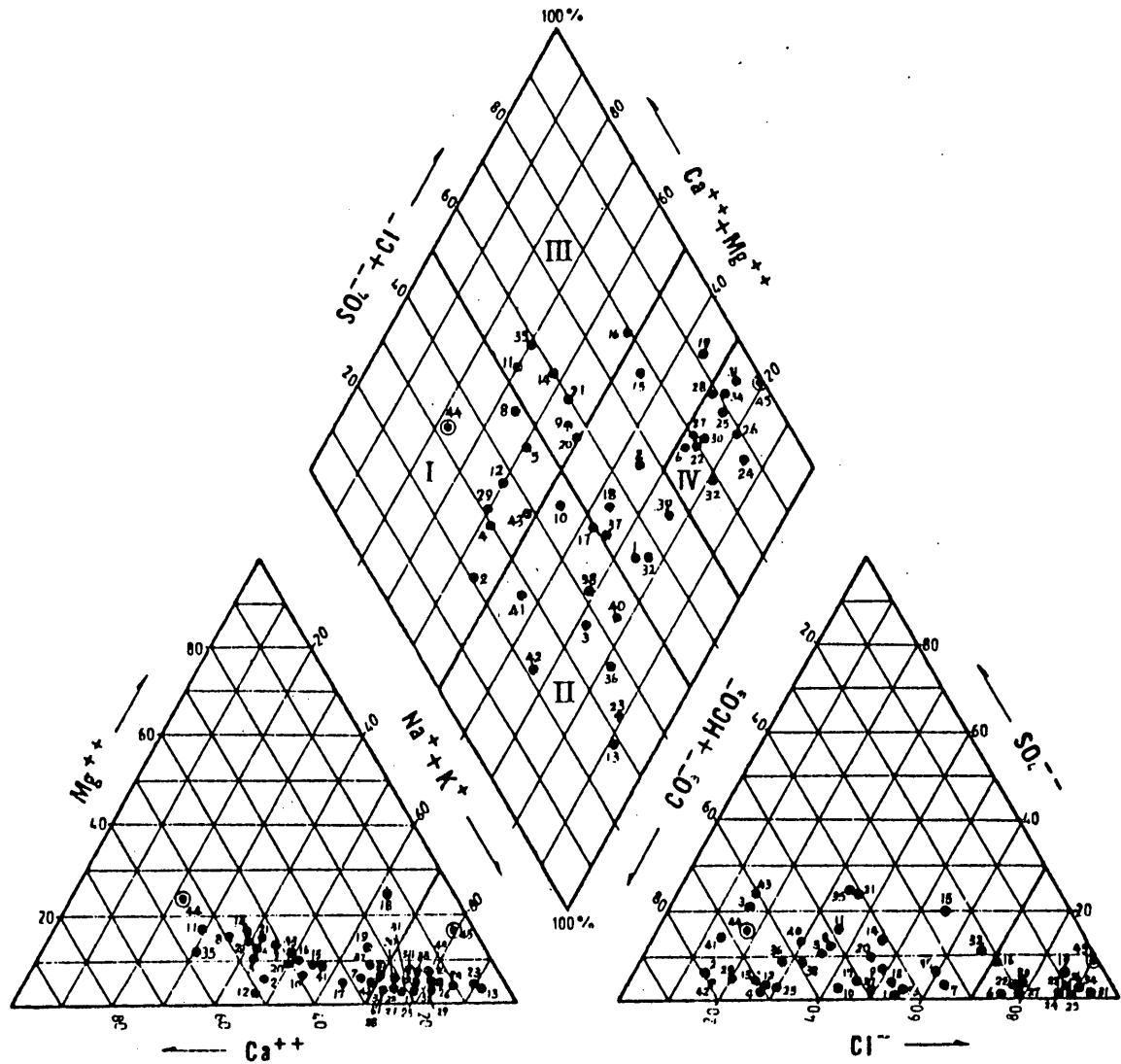


圖 19 水質三角圖

5. 僅塭子川沿岸的淺井、深井、井水中氯含量均高。

由上述情形研判，地下水質惡化的原因，在三重北部、蘆洲、新莊北部等地，以台北盆地古代鹹水湖時期，地層中殘留的鹽分，經由長期而大量抽水後，稀釋溶出的可能性最大；而塭子川沿岸為高鹽分潮水和高溶解固體物污水，沿林口台地東麓的斷層線和塭子川沿岸滲入地下引起污染的可能性最大，海水入侵的可能性甚少。^{59) 60)}

(七) 經濟損失、交通受阻、並刺激地面水源開發

積水區在民國57年以前大部分為稻田，少部分為集約蔬菜區。稻田年可二獲及一期蔬菜裏作，初期因潮水流，地面鹽分高而不能耕作，民國63年自動防潮閘門完成，

59) 楊萬全，台北盆地西北部地下水受海水污染之研究，工程，49卷3期，9-20頁，民國65年。

60) 楊萬全，同21)，64-65頁。

潮水不再流入，卻因塭子川沿岸低於河口而不能重力排水，而成塭子川水系的雨水、廢水、排水、下水道等的集水池。自開始淹水到自動閘門完成的6年間，使原有的良田變成荒地，也使塭子川沿岸的地下水因鹽分高的潮水和廢污水的滲入而污染，因無

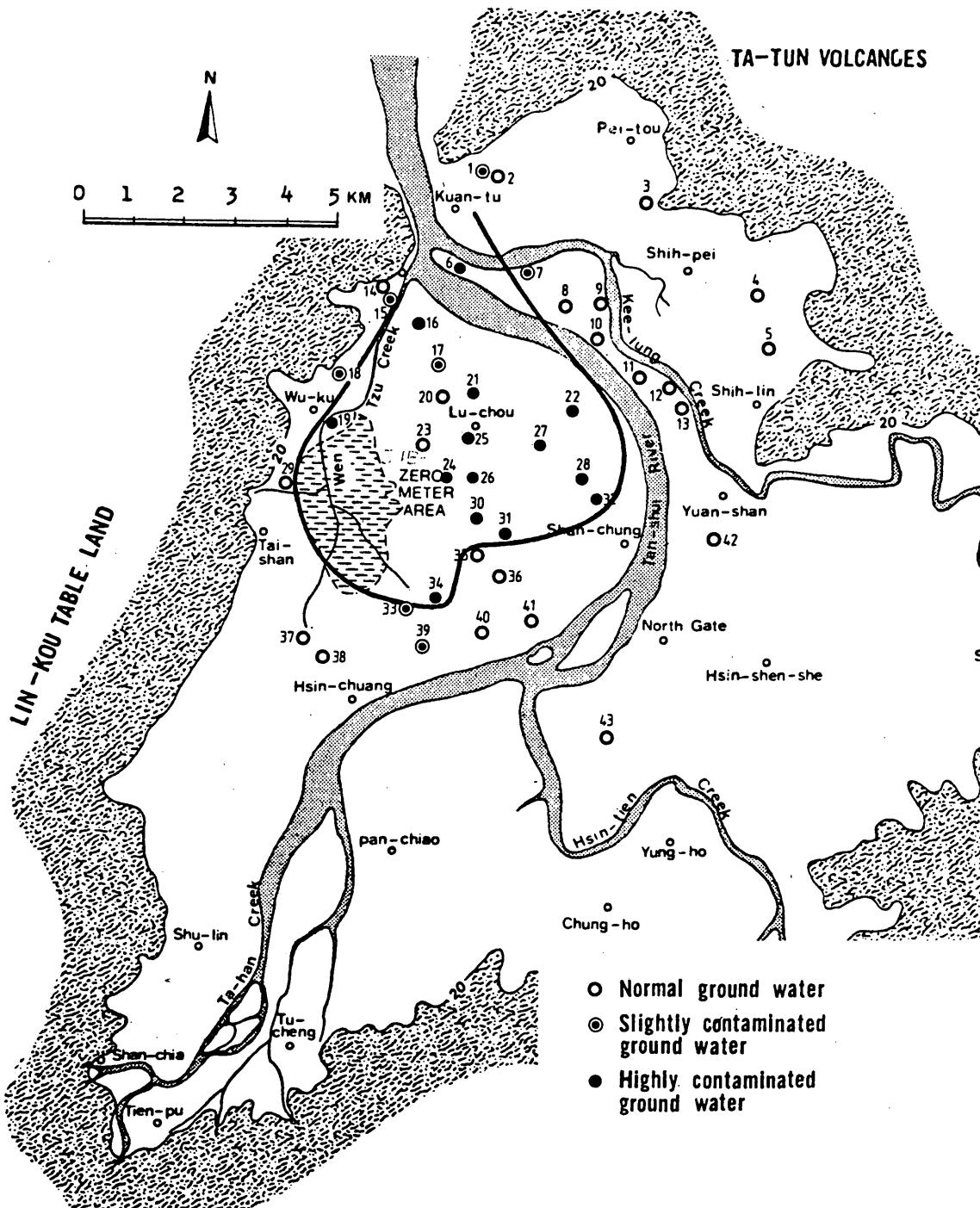


圖 20 地下水污染範圍

抽排水的計畫或設施，積水面積日漸擴大。我國曾開發海埔地，是土地資源開發、努力與海爭地的明證，獨對此積水區任其發展令人嘆息，雖然為了配合防洪治本計畫，但二重疏洪道的開闢，三重、蘆洲以圍堤保護並設抽排水站，也准大科溪以南的泰山、新莊低地填土，但大科溪以北，疏洪道以西，因大科溪和五股坑溪排水的關係，不易抽排水。所以二重疏洪道開闢後，新的積水區面積可能略小，形狀會改變，但仍將存在。

由良田變荒地的面積，據民國 69 年的調查在五股鄉與新莊、泰山交界部分為 4.49 km^2 ，在蘆洲鄉部分為 0.48 km^2 。以一年二期稻計算，每年有形的損失在百萬美元以上。二重疏洪道完成以後，五股鄉境內的壩子川沿岸低地將常有水患。

積水區原有小徑密布，可經由蘆洲、三重、新莊等到台北，交通尚稱方便，積水後形成一阻塞區。目前橫貫積水區的道路有中興路、高速公路和興珍路。高速公路橫貫於中間，屬通過性質，通過積水區時預留橋孔便利水流，故為高架橋樑式路段，增加不少建築費用。中興路橫貫於北部，是五股經三重到台北的主要道路，興珍路是新莊市北端和五股鄉南部的交通要道，此二路段必須填高路基、經常繼護才不致交通中斷。目前新莊市、泰山鄉、五股鄉均以部分積水區作為垃圾堆積場。積水區原居民，因土地不能耕作而外出謀生，或在附近設立小工廠作零組件或鍍金，設備不佳，多髒亂，此種經濟活動發展長期受阻，應該是最大損失。

由於地下水開發帶來的地層下陷及其相關的災害，配合台北盆地地下水管制之需要，以及台北地區人口快速增加的殷切用水需求，促使台北自來水事業處於民國 63 年提出翡翠谷水庫計劃，藉以開發地面水源，減少地下水抽取量。因其有效容量高達 $351 \times 10^6 \text{ m}^3$ ，且太接近台北市區，一旦水庫有意外，庫水均勻分布於 240 km^2 的台北盆地時，水深至少 1.46m ，若庫水均勻分布於標高 10 m 以下的 150 km^2 地區，水深可達 2.34m ，更因其水流必定以新店溪和淡水河沿岸為破壞對象，而遭到許多有力人士的反對，遲至民國 68 年 1 月核定實施。預定於民國 75 年 6 月完成。其出水量可達 $40 \text{ CMS} (= 144 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{hr})$ ，將可充分供應大台北市區及部分台北縣地區的各種用水，屆時可減少地下水抽取量，至少不再使水位下降，才能使地層下陷停止，水庫完成前部分台北供水區如三重市高速公路以北地區等需靠板新自來水廠的水源，乾旱時，地下水源、地面水源均不足用水需求。

四、地下水利用應有的認識

水問題，尤其是地下水問題，將隨着人口增加，工業化發展而漸趨複雜。近年來

地下水災害時有所聞，地下水利用成為公害的主兇，但水資源中，尤其是工業用水和生活用水，地下水所占比例仍然很大。台北盆地儘管實施地下水管制，因台北市地面水源不足，在民國75年翡翠水庫完成以前；台北縣在民國65年的板新自來水廠完成以前，並無可替代的水源，要管制抽地下水事實上相當困難。大量用水的工廠，要全部仰賴自來水時，其生產成本必定大量增加，產品無法與他人競爭而致關閉，更因地下水具有的優越性，不是自來水所能取代，台北盆地的地下水開發已經使最大地層下陷量超過 200 cm，排水困難地區增加，零公尺地區形成，也使防洪問題嚴重等。屏東縣林邊、佳冬的魚塭抽取地下水，10年（民 59 ~ 69 年）間使地面下陷 180 cm，造成各種問題⁶¹⁾。故不少人對地下水利用的可能性抱懷疑態度，此問題的徵結在於對地下水所具有的特質作如何的評價。此外我國以往的地下水調查研究多以取水為目的，屬掠奪性，重視水井附近的水文調查，對自然界中的地下水循環，水平衡甚少注意，故多在未充分明瞭地下水實況的情形下開發地下水，以致產生各種環境問題。

(一) 地下水的特質

地下水是自然界中環境構成要素之一，也是文明社會中重要的水資源，他與地水面根本上不同。地下水的分布範圍廣，蘊藏量亦多，但循環速度太慢；湖水為點狀，河水為線狀，地下水卻為面狀，所以地下水不必大範圍的輸水系統可就地取用，對利用者實在太方便。由於循環太慢，每年更新的量太少，不可能在小面積上大量取水，故地下水總量雖多，密度卻甚小，此與太陽能性質相似，因其補注量少，而地中卻能蘊藏大量地下水，表示地下水蘊藏、貯存需甚長歲月。以同位性元素測定的結果，知道地下水的滯留時間多為數十年，數百年或數萬年。地下水中自由水為淺層地下水，是有地下水表面的循環性地下水，可由降雨得到補充，此自由水大部分成為河水的基流（base flow），也有地面水滲透轉變成地下水，此自由水與河水有密切關係，大量抽水時，河水基流量會減少。受壓水為深層地下水，通常是加壓層下顯著受壓的地下水，其滯留時間遠比自由水長，其單位面積補注量比自由水少。若僅利用其自然循環的量，作為水資源的價值甚低，但因其蘊藏量太多，作為暫時性水資源的價值卻非常大。

此外地下水流動量或水平衡，必須以地下水域為單位，此地下水域單位的地下水可能開發量，美國人稱為安全出水量（safe yield）。此安全與否是對人而言，對自然環境不一定安全，所以地下水的安全出水量必須認定為「對利用者能繼續而確實供給的水量」。此水量因地下水的管理、保育政策之不同而異。

(二) 地下水的消極和積極利用

⁶¹⁾ 台灣省水利局，屏東縣林邊、佳冬、枋寮地區地層下陷調查研究報告，台中：水利局，27 頁，民國 70 年。

地下水為環境重要構成要素，也是地層主要構成要素之一。在生態學的立場，自然界中隨時保持動的平衡。若加入人為因素時，在新的條件下，趨向新的平衡狀態而自行調節，結果產生生態系統的變化。若不准破壞既有的生態系時，地下水利用要受到很大的限制，也可能完全禁止使用。既使避開生態學立場，泉水、池塘等自古以來是地表上的定點，可能是思考和遊憩的場所，因而有其存在的價值，但地下水開發使水位下降，泉水、池塘消失，河水基流量減少，景觀受損，低水量減少，也增加水質污染，甚致可能形成間歇性河川。這些關係可由大屯火山彙與雙溪水系知其概況⁶²⁾。

地下水也和土粒子共同構成地層，因地層承受地下水的浮力，所以地下水有如彈簧，地層就因地下水和土粒子在正常狀態共存之下而成爲地層，從含水層抽水時，其上下泥質地層中的水排出，導致地層下陷，所以地層下陷的量不考慮時，抽取地下水，尤其是受壓水時一定會發生。

地下水災害有水井乾涸，地層下陷，海水入侵，無氧空氣，生態系破壞等，若這些現象完全不准發生，則地下水完全不能利用，但以此決定停止地下水作為水資源利用，也不妥當，因地面水的開發也會破壞生態系，其影響遠大於地下水，因開發而產生的自然環境變化程度雖有差別，但不能避免。認清此情形，必須考慮的是地下水與其他方式的水資源開發要作優劣、利弊的判斷和選擇。

遍布西亞、北非和我國西部地方的「坎井」歷史悠久，至少有 3000 年，此坎井的開發方式是自然環境限度內的地下水利用，是永久性的水源，伊朗全國有坎井約 1800 處，年總湧水量約 $65 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，占全國地下水利用量 40 %。

因地下水是水循環中的一部分，在自然界中不斷地循環着，雖然其流速非常慢，但只要是在循環，一定有補注區和流出區，地下水的區域性水流實況，可由地下水頭的三向度分布研判，地下水流的區域性單位為地下水域 (ground water basin)，各地下水域內單位時間通過的水量，受地下水水面形態，地質條件等所決定，此為天然流動量（補注蘊藏量），若能控制抽水量在天然流動量以下，地下水可以成為永久性水源利用，所以要利用地下水，就必須調查地下水的天然流動量。

要從地下水頭分布（地下水位等高線圖）計算天然流動量時，因水頭三向度分布測定費用較大，實際上較困難，可改以實測地下水補注量。因地下水域的地下水互相連接，視其為平衡狀態時，地下水的補注量應等於流出量，也必定是天然流動量，若不作地下水人工補注的積極性強化措施，也不減少地下水空隙蘊藏量的地下水開發上限，一定是地下水域單位的天然流動量。

自由水的補注量據近年的研究已證實約為 1 mm / day，河川流出量也有相近的數

⁶²⁾ 楊萬全，同29)。

據，所以要進行廣域而持續性的地下水利用，先要對自由水的補注量作正確性瞭解。補注量決定後，探討其相當的地下水量抽水設施，考慮地形、地質、水文等條件，仰制不良影響到最少，此時必須作個別地下水域的調查研究，最安全的地下水利用法要注意到①地下水災害仰制到最小的開發方式，②地下水的區域性流動和補注方面不希望的地下水利用方式，③以地下水域的天然流動量為限，作區域性、時間性分散的抽水，此為自然環境限度內的地下水消極利用。

地下水蘊藏量雖多，若只能利用補注蘊藏量，其量甚微，若希望水量較多且持續性的地下水利用，唯有實施地下水人工補注，其方法有增加含水層空隙蘊藏量的地下水庫和加速含水層天然補注速度。

地下水庫的目的以增加空隙蘊藏量為主，一般自由水的天然補注量約為 1 mm/day ，即 $1\text{ km}^2 = 1000\text{ m}^3/\text{day}$ ，只要一口井即可抽完。若含水層的厚度為 50 m ，有效空隙率為 0.2 ，則 1 km^2 內的空隙蘊藏量可達 $10 \times 10^6\text{ m}^3$ ，此數除以天然補注量得平均滯留時間為 10×10^3 日（ 27.4 年）。與此空隙蘊藏量相等水量的地面水庫集水面積約為 100 km^2 ，水的供應量可達 $100 \times 10^3\text{ m}^3/\text{day}$ ，平均滯留時間約為 100 日。若地下水庫有同樣的範圍（ 100 km^2 ），其天然補注量和空隙蘊藏量均為 100 倍，但滯留時間不變。顯然地下水庫容量大，但不抽水則滯留時間不會起變化，水的出入，既小又難，要縮短滯留時間，只有增加水管數，要使地下水庫滯留時間在 100 日內利用，則 km^2 要 100 口水井，此時將引起更多問題，所以地下水庫只能作長期的水源調配之用。

加速地下水補注速度的地下水利用，以以色列最為成功，以色列最大的地下水域是狹長的海岸平原，長 110 km ，寬 15 km ，含水層透水性佳，天然流動量約 $2 \times 10^8\text{ m}^3/\text{yr}$ ，以冬季雨期的餘水作為水源，自 1965 年開始補注， 1971 年補注量約 $1.5 \times 10^8\text{ m}^3$ ，地下水開發量增加 $50 \sim 75\%$ ⁶³⁾。

（二）要有適當的管理

天然資源的開發是將散布在各地的資源濃縮的行為，管理則為增加產量或提高效率的手段。

我們地下水資源一直是共有制，一口深井抽取受壓水，若其含水層透水性良好，其影響範圍可達半徑 $1.5 \sim 2\text{ km}$ ，但地下水使用者在不到 100 m^2 的土地上完成井體構造抽水設施即可大量抽水，所抽的地下水大部分是別人的，因為大量的用水需求，競相抽取別人的水，造成嚴重的不良後果，正如世界各國在公海上大量捕捉鯨魚，而使鯨魚大減且有滅種的可能，地下水管制緩和此共有制的不當，但未作適當管理。

63) 楊萬全，台北盆地地下水人工補注問題之研究，台灣水利，22卷4期，20-38頁，民國 63 年。

地下水要管理就要維持庫存量，決定合理的開發方式，並作適當的保育。只要地下水位不變，空隙蘊藏量不減少，庫存量也不變，此方面必須有水位觀測井，水位變化可用下式計算：

$$\frac{dh}{dt} = (Q_d - Q_r) SA$$

式中 dh/dt : 水位下降速度 (m / day)

Q_d : 地下水補注量 (m^3/day)

Q_r : 地下水抽水量 (m^3/day)

A : 關係面積 (m^2)

S : 有效空隙率

一般水位變化與關係面積，以狄生多邊形法 (Thiessen polygons method) 作加權平均。

小範圍內大量開發地下水，無論是小口徑深井密度大，或大口徑深井密度小而大量抽水，只要單位面積內大量抽水為不妥，注意區域上、時間上的分散，對地下水天然補注區儘可能保留為水稻田或農業區，藉以增加滲透水量或補注量，才能保持較多永久性可用的地下水資源。

此外日本大阪曾作地層下陷速度與水位變化關係的分析，其關係為：

$$\frac{dH}{dt} = K (P_0 - P)$$

式中 dH/dt : 地層下陷速度 (mm / day)

P_0 : 標準水位 (m)。

P : 水位 (m)

K : 常數

因 dH/dt 和 P 由觀測資料分析，故可求 P_0 ，當 $P_0 = P$ 時，地層下陷等於零。此 P_0 值在東京都中心為地面下 $10 \sim 20$ m，大阪為 $8 \sim 11$ m，新潟為 $5 \sim 12.5$ m。即平均約 10 m。台北盆地若能維持受壓地下水位在地面下 10 m，相信不會再有地層下陷等不良後果之發生。日本濃尾平原的地層下陷量與地下水位下降量關係的分析，指出，下陷量為零時的水位變化為 +0.5 m。當水位變化 0 m 時，尚有 0.5 mm 的下陷量⁶⁴⁾。

64) 山本莊毅，地下水の管理手法，地下水ハンドブック編集委員會，地下水ハンドブック，東京：建設產業調查會，1177-1186 頁，1979。

五、結論

台北盆地地下水資源受淡水河水系、降水量、盆地地質等影響而相當豐富，但大量水資源開發、土地利用改變等，引起水位下降、地層下陷、地下水污染、排水困難等環境衝擊問題。

(一) 台北盆地地下水的空隙蘊藏量約 $56 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，主要來自新店溪和大漢溪流入盆地處的湖成三角洲，受壓水天然補注量約 $1.23 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{yr}$ ，自由水約 $0.8 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{yr}$ ，合計約 $2 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{yr}$ ，安全出水量為 $1.94 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{yr}$ 。

(二) 淡水河流域的剩餘水量可形成 $6.85 \text{ CMS}/100 \text{ km}^2$ 的比流量，大漢溪因有石門水庫引水到流域外使用，使其下游的三鶯橋只有 $3.46 \text{ CMS}/100 \text{ km}^2$ ，減少台北盆地的天然補注量。

(三) 盆地及其周緣的都市化，使植被減少，土地利用改變，每增加 1 km^2 不透水面積所減少的滲入水量：在新店溪沿岸為 $1050 \text{ m}^3/\text{day}$ (1.05 mm/day)，在七星山南坡面為 $3070 \text{ m}^3/\text{day}$ (3.07 mm/day)。也因地下水系中游的大量抽水，使地下水不能流至水系末端的積水區，使水壓降低水位易於下降。

(四) 民國 46 ~ 64 年間地下水位下降 45 m ，平均水位下降量為 2.5 m/yr ，因水位下降，使地中有效應力增加，軟弱地層被迫排水而壓縮，引起地層下陷。盆地嚴重下陷時期台北市約在民國 51 ~ 62 年，台北縣約在民國 55 ~ 66 年。最大下陷量已超過 200 cm ，年最大下陷量為民國 57 年的北門 28 cm 。下陷體積已超過 $227 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。年最大下陷體積為民國 57、58 年的 $22.59 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$ 。此外，井底（約 90 m ）以下的下陷量約占 $1/3$ ，不能忽視。

(五) 因地層下陷使排水不良，台北市增加抽排水設施，約有 400 CMS 抽排水能力，台北縣任其發展而形成零公尺地區，其地面標高平均負 88 cm ，低於河口，不能重力排水，二重疏洪道完成積水區仍將存在。

(六) 井水取樣分析知道井水中的鹽分主要來自盆地中的殘留鹽分，因大量抽水而稀釋溶出，污染面積 25.8 km^2 ，無海水入侵現象，塭子川沿岸因斷層關係，自由水、受壓水均受污染。

(七) 地下水在自然中是環境構成要素，也是文明社會中的重要水資源，消極的地下水利用只能限於天然流動量，藉人工補注強化地下水庫或加速水循環，可增加安全出水量，不適當的地下水開發會造成環境破壞，成為公害的主兇，但地面水開發也不例外，在水資源開發前要作利弊優劣的分析和價值判斷。要開發地下水就要作地下水域的調查與管理，注意地下水位變化和抽水量作區域上、時間上的分散，不要在小範圍內大量抽水等。