



地下水補注地質敏感區劃定計畫書

G0005 臺中盆地

劃定機關：經濟部

中華民國 104 年 12 月

地下水補注地質敏感區劃定計畫書

G0005 臺中盆地

目 次

壹、	劃定依據	1
貳、	劃定目的	1
參、	範圍說明	2
一、	劃定原則	2
二、	位置圖.....	4
三、	範圍圖.....	6
肆、	地質環境	6
一、	地形與水系	6
二、	地質與構造	8
三、	地理與氣候	11
四、	水文地質架構	11
五、	地球化學分析	22
六、	地下水流場分析	28
七、	地下水補注地質敏感區	30
伍、	參考資料	35
附件 1	臺中盆地地下水補注地質敏感區位置圖 1 幅	
附件 2	臺中盆地地下水補注地質敏感區範圍圖 10 幅	

圖 目

圖 1、地下水補注地質敏感區劃定流程圖	4
圖 2、臺中盆地地下水補注地質敏感區位置圖	5
圖 3、臺中盆地及其周圍地形分區圖	8
圖 4、臺中盆地與鄰近區域地質圖	9
圖 5、臺中盆地形成演化圖	10
圖 6、臺中盆地地表土壤分布圖	12
圖 7、臺中盆地地質并未固結沉積物粒徑比例分布圖	13
圖 8、臺中盆地水文地質剖面分布圖	15
圖 9、豐洲—草屯水文地質剖面圖	15
圖 10、臺中盆地-北盆地分層觀測井水位歷線圖	16
圖 11、豐洲—名間水文地質剖面圖	16
圖 12、盆地中心阻水層 T2 分布圖	17
圖 13、烏日—霧峰水文地質剖面圖	18
圖 14、烏日、霧峰分層觀測井水位歷線圖	18
圖 15、烏日觀測井附近之二維地電阻測線施測反演算影像圖	20
圖 16、霧峰觀測井附近之二維地電阻測線施測反演算影像圖	20
圖 17、烏日至霧峰地區之二維地電阻測線與淺部泥層範圍圖	21
圖 18、臺中盆地地下水溶氧濃度分布圖	23
圖 19、臺中盆地地下水氡濃度分布圖	25
圖 20、臺中盆地雨水、地下水、地表水氧同位素組成分布圖	27
圖 21、臺中盆地地下水層 F1 平均水位分布圖	29
圖 22、水文地質架構幾何概念評估補注邊界示意圖	31
圖 23、臺中盆地內地下水補注地質敏感區釐定邊界圖	32
圖 24、臺中盆地地下水補注地質敏感區圖(未經地籍資料編修)	33

表 目

表 1、臺中盆地地下水系統分層架構表	22
表 2、地下水補注地質敏感區邊界評估表	31
表 3、臺中地區地下水補注量評估彙整表	34
表 4、臺中盆地地下水主要補注區面積及補注量統計表	34

壹、 劃定依據

「地質法」於中華民國 100 年 11 月 17 日行政院院臺經字第 1000056389 號令發布定自 100 年 12 月 1 日施行，依據地質法第五條「中央主管機關應將具有特殊地質景觀、地質環境或有發生地質災害之虞之地區，公告為地質敏感區。地質敏感區之劃定、變更及廢止辦法，由中央主管機關定之」。

依地質法第五條授權中央主管機關訂定之「地質敏感區劃定變更及廢止辦法」，於中華民國 102 年 11 月 4 日經濟部經地字第 10204605900 號令修正發布全文 14 條，自發布日施行。其中第二條「具有特殊地質景觀、地質環境或有發生地質災害之虞之地質敏感區，包括以下各類：一、地質遺跡地質敏感區。二、地下水補注地質敏感區。三、活動斷層地質敏感區。四、山崩與地滑地質敏感區。五、其它經中央主管機關認定之地質敏感區。」，地下水補注地質敏感區為其第二類；另依據該辦法第四條「地下水補注區指地表水入滲地下地層，且為區域性之地下水流源頭地區，其具有下列情形之一者，並經中央主管機關劃定者為地下水補注地質敏感區：一、為多層地下水層之共同補注區。二、補注之地下水體可做為區域性供水之重要水源」之規定，對地下水區進行地下水補注地質敏感區之劃定工作。

臺中盆地為一構造盆地，盆地內沉積物來源主由古大甲溪與烏溪沖積而成，形成區域性的複合沖積扇，地下水層為礫石及粗砂組成，透水性佳，除盆地中心存在區域性阻水層外，其他地區的河水、雨水易入滲補注各地下水層，且補注之地下水體可作為區域性供水之重要水源，因此將其劃定為地下水補注地質敏感區。

貳、 劃定目的

臺灣地區民國 88 年至 97 年之年平均用水總量約 179.5 億立方公

尺，其中由河川引水供應 80.3 億立方公尺(45 %)，地下水抽用量 55.9 億立方公尺(31 %)，水庫供水 43.3 億立方公尺(24 %)；由此可知，地下水供水量為水庫供水量之 1.3 倍，亦為臺灣地區之重要飲用水水源，足見地下水資源之重要性(經濟部水利署, 2010)。

經評估臺中盆地年平均地下水補注量約為 6.63 億立方公尺為大臺中地區供水的重要水源之一，地下水補注敏感區所補注之水量為 5.86 億立方公尺。鑑於臺中盆地的區域水文地質特性，經濟部水利署於 96 年起執行「臺中盆地做為地下水庫可能性之探討」先期計畫，評估將臺中盆地規劃為地下水水庫之可能性大致樂觀；續於 98 年執行「臺中盆地地下水資源利用調查評估」計畫，以研擬臺中盆地地下水開發策略及進行地下水開發工程規劃。

地下水補注區為地下水之水源地，地表易於入滲且連通至各地下水層，由此處入滲之雨水或河水，將補注至各地下水層。因此，為了保護珍貴的地下水資源，維持穩定的補注量並防範汙染，應將主要之地下水補注區，劃定為地質敏感區以加強保育，由地質法第六條規定，各目的事業主管機關應將地質敏感區相關資料，納入土地利用計畫、土地開發審查、災害防治、環境保育及資源開發之參據；以及第八條規定土地開發行為涉及地質敏感區者，應於申請開發前，進行基地地質調查及安全評估，以管制貽害水質與水量之行為，避免地下水補注量減少或水質惡化，促進地下水資源之永續利用。

參、 範圍說明

一、 劃定原則

關於地下水補注地質敏感區的劃定流程(圖 1)，包括資料蒐集彙整、劃定地質邊界及劃定敏感區範圍等三個階段，最後撰寫劃定計畫書(含範圍圖及位置圖)。

(一)資料蒐集彙整

蒐集相關文獻研究，釐定水文地質架構及地下水流網，依盆地周

圍之南北主要河川、西側臺地稜線及東側丘陵與盆地交界線，圈繪臺中盆地地下水區邊界範圍。

(二)劃定地質邊界

由水質特徵特性確認地下水流源頭區，依據水文地質架構確認地下水層及阻水層分布情形，再綜整補充水文地質調查資料，如地球物理探測及地質鑽探結果，初步劃定地下水補注地質敏感區的地質邊界。

(三)劃定敏感區範圍

結合地籍系統，參考近期地籍圖編修地質邊界線，其原則為將地質邊界範圍內涵蓋之完整地段全部劃入，屬於部分涵蓋之地段，則排除地質邊界線上之宗地，最後依照地質邊界中所包含之所有完整宗地外圍界址線圈繪，據此劃定地下水補注地質敏感區之最終邊界範圍，有利於後續土地行政管理。參考地籍資料編修地質敏感區之原則如下：

1. 依照地質邊界範圍內所完整包含之宗地全部劃入。
2. 位於邊界線上部分涵蓋之宗地一律排除，若此類排除之宗地屬於不規則形狀，內部包圍其他畸零地塊者，亦同時移除。
3. 河道或水路類無地號編訂之公有土地，以既有界址點或交界處可辨識之空間點作為截切控制。
4. 狹長形或其他特殊形狀之道路、溝渠、田地、建地等宗地則選用既有界址點作為截切點。

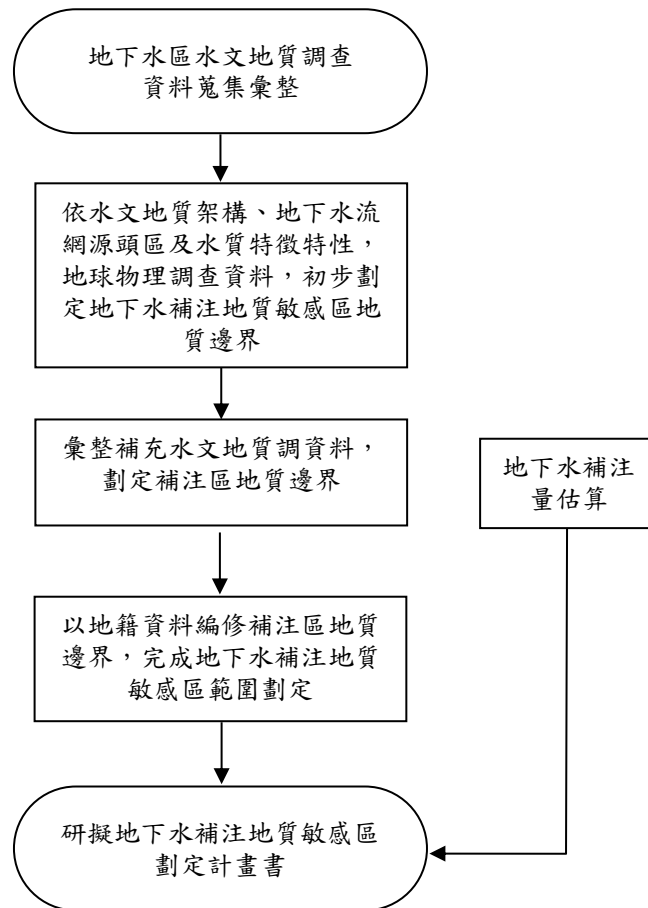
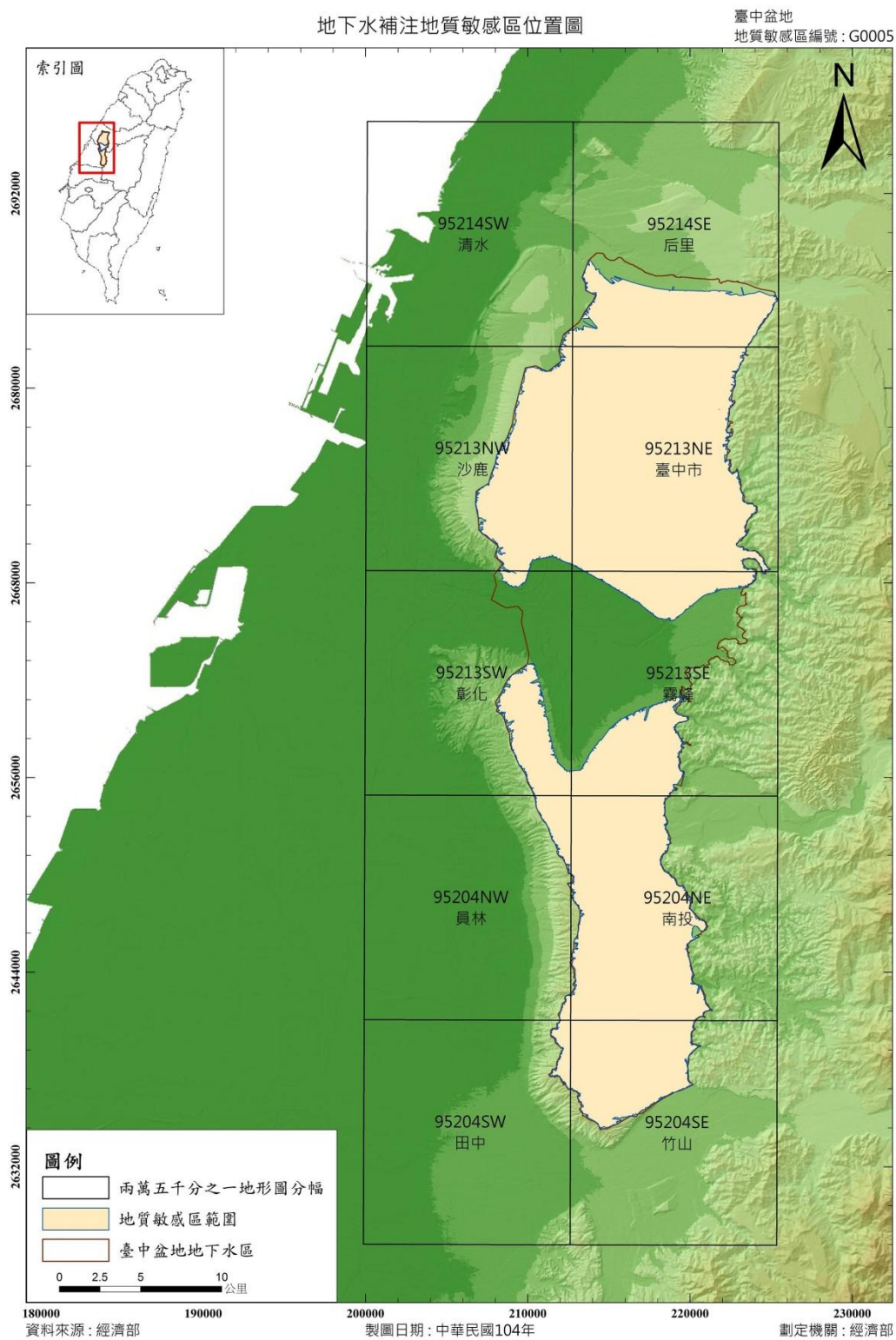


圖 1、地下水補注地質敏感區劃定流程圖

二、 位置圖

臺中盆地為臺灣中部之地下水區，行政區域涵蓋臺中市、南投市與彰化縣之部分區域。臺中盆地地下水補注地質敏感區，係符合地表水入滲地下且為多層地下水層之共同補注區之區位者，除盆地中心存在區域性的阻水層外，其餘區位皆符合地下水補注地質敏感區之條件，包括臺中市之神岡區、豐原區、大雅區、潭子區、龍井區、西屯區、北屯區、南屯區、大肚區、烏日區、東區、西區、南區、北區、中區、大里區、太平區、霧峰區；南投縣之草屯鎮、南投市、名間鄉及彰化縣之彰化市、芬園鄉（圖 2），十萬分之一比例尺位置圖請參見附件 1。



(原圖比例尺：1/100000)

圖 2、臺中盆地地下水補注地質敏感區位置圖

三、 範圍圖

臺中盆地地下水補注地質敏感區範圍圖之成圖比例尺採二萬五千分之一，以內政部出版的二萬五千分一地形圖第三版作為底圖進行套繪，共涵蓋清水、后里、沙鹿、臺中市、彰化、霧峰、員林、南投、田中及竹山等 10 幅，面積約為 446 平方公里，請參見附件 2。

肆、 地質環境

一、 地形與水系

(一)地形

臺中盆地位於后里、大肚山與八卦臺地及豐原丘陵之間，由大甲溪與烏溪聯合沖積而成，主要可分為豐原、太平與烏溪沖積扇，為臺灣西部晚新生代沉積盆地的一部份，如圖 3 所示。地勢方面，臺中盆地南北兩側較高，順著河流往盆地中心較低，其南北縱長約 45 公里，東西向寬度於北端豐原附近約為 10 公里，中央近烏日匯流口至太平約為 15 公里，係盆地內最寬之處，而南端逐漸銳減，至濁水溪北岸之名間鄉則僅約為 1 公里。

烏日匯流口至霧峰連線，為臺中盆地中心地勢最低處，可將盆地區分為北、南兩盆地，因缺乏水文地質資料，西側主以臺地稜線，東以盆地和丘陵區之地層交界處，北以大甲溪、南以濁水溪北岸高區為臺中盆地地下水區之邊界，以地形來劃定邊界之位置，臺中盆地地下水區總面積約 560 平方公里。

(二)水系

臺中盆地屬於烏溪流域下游區段，其盆地南側有貓羅溪，而盆地北側有筏子溪、旱溪、頭汴坑溪與大里溪等溪流匯入，其北邊則以大甲溪為界，各主要河川集水區詳細說明如下：

1. 烏溪

烏溪發源於中央山脈合歡山西麓，為臺灣第六大河川，流域面積

2026 平方公里，主流長度 119 公里；烏溪流至彰化縣芬園鄉，有貓羅溪匯入，於臺中縣烏日鄉，有大里溪及筏子溪匯入，再經大肚臺地與八卦臺地間後，流入臺灣海峽。

2. 筏子溪

筏子溪流域面積 136 平方公里，位於臺中盆地的西側，為大里溪的支流，係一條平地河川，河床十分寬淺，原來主要功能為提供農田灌溉用水和排水，流經豐原區、神岡區、大雅區，一路南流匯集了大肚山東麓各野溪及農田的排水，經西屯區、南屯區後，於烏日區匯入烏溪。

3. 大里溪

大里溪流域面積 394 平方公里，為烏溪下游右岸主要支流，大里溪主流大坑溪發源於臺中市北屯區，向西流至各支流匯合處，始稱大里溪；最後進入烏日鄉先後納旱溪及筏子溪，並匯入烏溪。

4. 貓羅溪

貓羅溪流域面積 370 平方公里，為烏溪下游左岸最大支流，貓羅溪源於南投丘陵，上源有樟平溪與平林溪，二溪並行橫貫中寮鄉，流經南投市在小溪橋附近相會；沿著八卦臺地的東麓北流，在營盤口附近流入草屯鎮與芬園鄉，於芬園鄉茄荖村納隘寮溪，再流經臺中市烏日區，最後在快官附近注入烏溪。

5. 大甲溪

大甲溪全程皆在臺中市，全長約 124 公里，流域面積 1236 平方公里。本溪水量豐沛，為臺灣水利蘊藏最豐富之河流，可供發電、灌溉、飲用水之用。

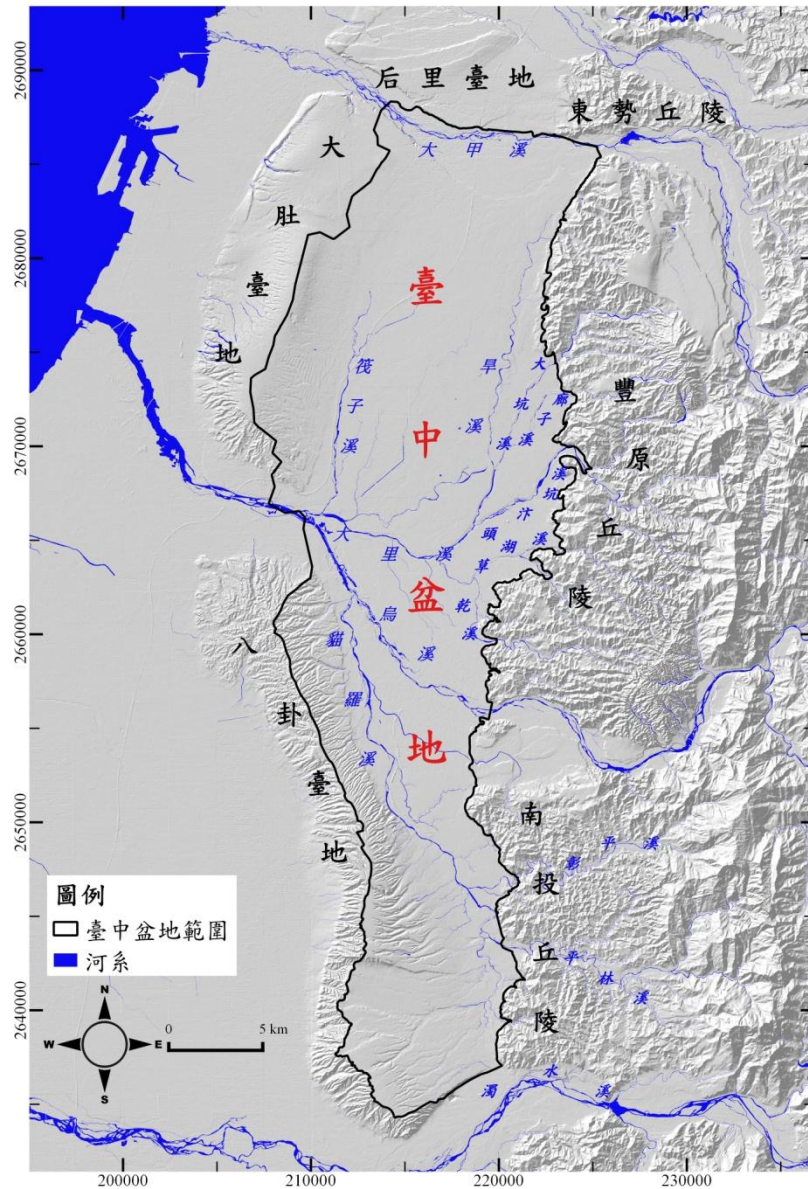
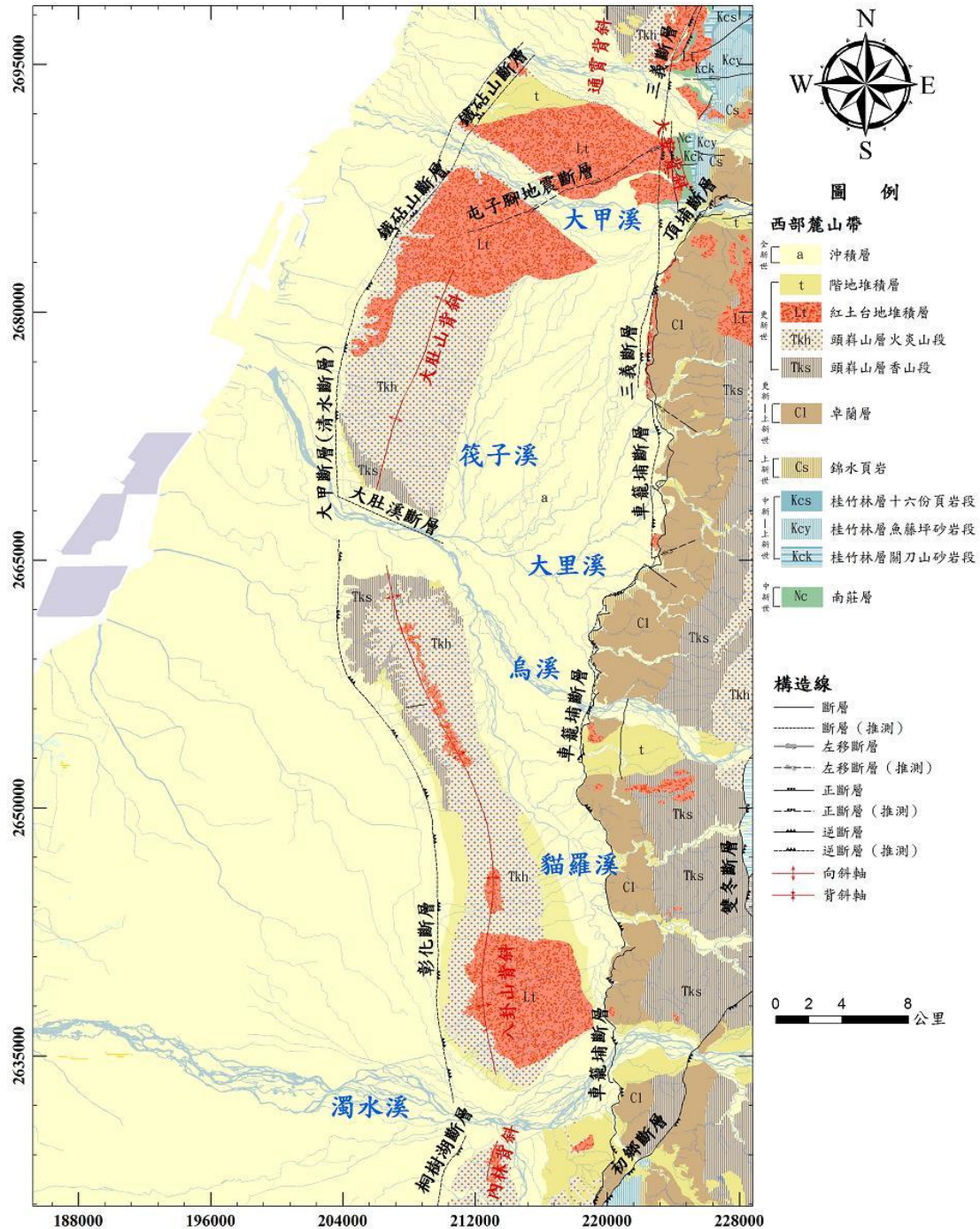


圖 3、臺中盆地及其周圍地形分區圖

二、地質與構造

臺中盆地位於雙冬斷層與車籠埔斷層等逆衝斷層系統之前陸盆地區域，鄰近的地層有：(1)大茅埔-雙冬斷層以西至車籠埔斷層之間，出露地層包括上新世晚期至更新世之錦水頁岩、卓蘭層、頭嵙山層，以及更新世之後的紅土臺地堆積層、階地堆積層與現代沖積層。由於岩層膠結較差，故呈現較平緩的丘陵地形。(2)車籠埔斷層以西至大肚—八卦臺地之間，其出露地層除大肚臺地及八卦臺地附近為更新世的

紅土臺地堆積層外，盆地內主以沖積層為主。此外，於流域中較大支流亦可見階地堆積層與沖積層，區域地質圖如圖 4 所示。



資料來源:數值地質圖(中央地質調查所,2000)

圖 4、臺中盆地與鄰近區域地質圖

(一)盆地之演化

臺中盆地的形成與新生代晚期的蓬萊造山運動有密切關係，由於菲律賓海板塊由東南向西北方向碰撞上歐亞大陸的邊緣，使得花東縱谷西側的地層被推擠。

大約在 3 百萬年前，中段雪山山脈隆起，同時造成前緣的西部麓山帶山脈形成褶皺山脈與凹陷的前陸盆地，臺中盆地就屬於凹陷的前陸盆地。約 1 百萬年前雙冬斷層急劇的活動，約 70 萬年前車籠埔斷層形成，西緣形成臺中盆地，約 50 萬年之後，臺中盆地西側形成彰化斷層(陳文山等, 2000)。

臺中盆地東到車籠埔斷層，西到大肚、八卦臺地東麓，北到大甲溪，南到濁水溪。

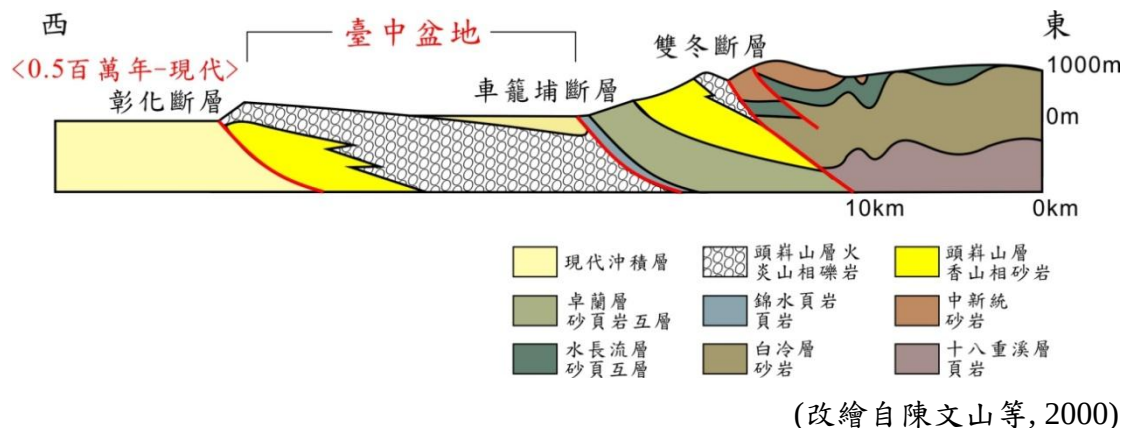


圖 5、臺中盆地形成演化圖

(二)盆地地層概況

臺中盆地是以構造褶曲作用形成的背負盆地，上覆第四紀的沉積物，依據前人研究及中央地質調查所鑽深岩心結果顯示，盆地內探井所遇地層全為陸相環境沉積，主要是屬於沖積扇及瓣狀河的沈積體系，由河道、溢岸堆積或洪泛堆積物所組成(翁健三，2009)。

大肚、八卦臺地在臺中盆地西側出露，地層以頭嵙山層為主，向東傾沒入盆地中，應是構成盆地深部地下水層之主要地層，盆地淺部主為礫石沖積層與下伏地層呈不整合接觸，數十公尺厚之現代沖積層

礫石粒徑大，排列疏鬆，構成臺中盆地淺部地下水層之主要地層。計畫分析鑽探 220 公尺之深度內，只鑽遇更新世頭嵙山層礫岩相上部及現代沖積層。

三、 地理與氣候

臺中盆地位於臺灣中部，屬於亞熱帶氣候，根據中央氣象局 102 年氣候年報，當年度臺中年平均氣溫為 23.6 度，其中 2 月平均氣溫 19.4 度，12 月平均氣溫 17.1 度。年總雨量為 2,133 毫米，其中 8 月總雨量 763 毫米；6 月總雨量 72.6 毫米。年總雨日為 140 日，其中 12 月有 15 個雨日，2 月有 2 個雨日較氣候值 9.2 日少 7.2 日。

四、 水文地質架構

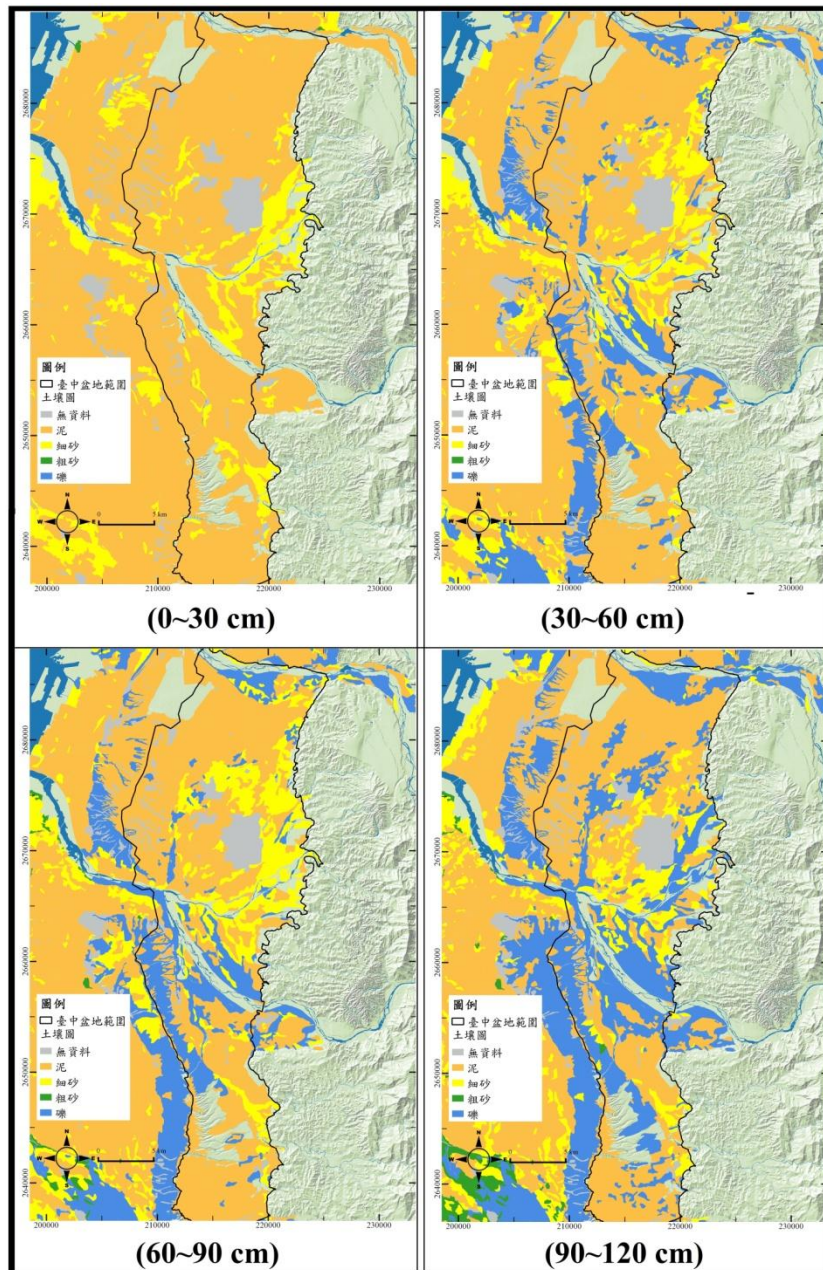
(一)地表岩性分析

礫石為沖積扇及瓣狀河道堆積物，以各主要河流進入臺中盆地處為中心，河流由山區搬運來的礫石呈放射狀向盆地分布；沖積扇末端礫石層漸少而呈條帶狀，顯示舊河道之位置及其變遷之頻繁，條帶狀礫石結束處常由帶狀砂層接續向下游展延，此類陸相礫、砂質材料填滿盆地，構成巨厚的地下水層；礫石和砂層分布區以外為泥層所被覆，為溢岸堆積或洪泛堆積物，構成臺中盆地表廣布的阻水層。

為瞭解臺中盆地表層岩性分布情形，並據以展現古沖積扇系統之分布狀況，採用農業試驗所於民國 97 年公告的平地土壤圖，共分 4 層，分別為地表下 0 至 30 公分、30 至 60 公分、60 至 90 公分及 90 至 150 公分(圖 6)，表層土壤種類將決定地表水入滲至地下水層的難易度。

將各層土壤的質地依沈積物粒徑分級，歸併成 4 類岩性：礫石、粗砂、砂、泥(含黏土)。資料中屬於混合區、雜地及裸岩，則參考現生河道分布狀況資料填補；少數未調查區域則以空白表示。本計畫疊合分析 4 層表層土壤種類分布，4 層中 3 層以上為泥質者，定為表層

阻水層 T1，其餘則因含砂、礫成分較高，透水性相對佳。



(資料來源：農業試驗所, 2008)

圖 6、臺中盆地地表土壤分布圖

(二)水文地質分析

礫石和粗砂因顆粒較大，主要沈積於沖積扇頂及瓣狀河道之中，可形成透水性佳之地下水層；陸相沉積之泥和細砂常分布於平緩地區，為洪水泛濫期之沖積物，可能形成局部阻水層。

依本所於 94、97 年度於臺中盆地之地質鑽探、地層分析，以及

相關研究計畫對於沖積層之分布研究成果，並參考水利署建置的水位觀測井於 98 至 103 年期間的水位觀測資料，比對不同觀測井之間的水位連動關係繪製 3 個水文地質剖面圖。岩心之未固結沉積物可依據粒徑歸納成：(1)礫石層、(2)極粗、粗及中砂層、(3)細及極細砂層、(4)粉砂、泥及黏土層等 4 類，以建置其水文地質架構，前 3 類為良好的地下水層，而粉砂、泥及黏土層透水性較差，屬於阻水層。

盆地內岩心經上述統計後，可分別各種粒徑所佔岩心之比例，臺中盆地泥質分布較多的區域，主要分布於盆地中心烏日、霧峰一線，其餘則多以礫石岩類為主，所佔比例高達 90%。

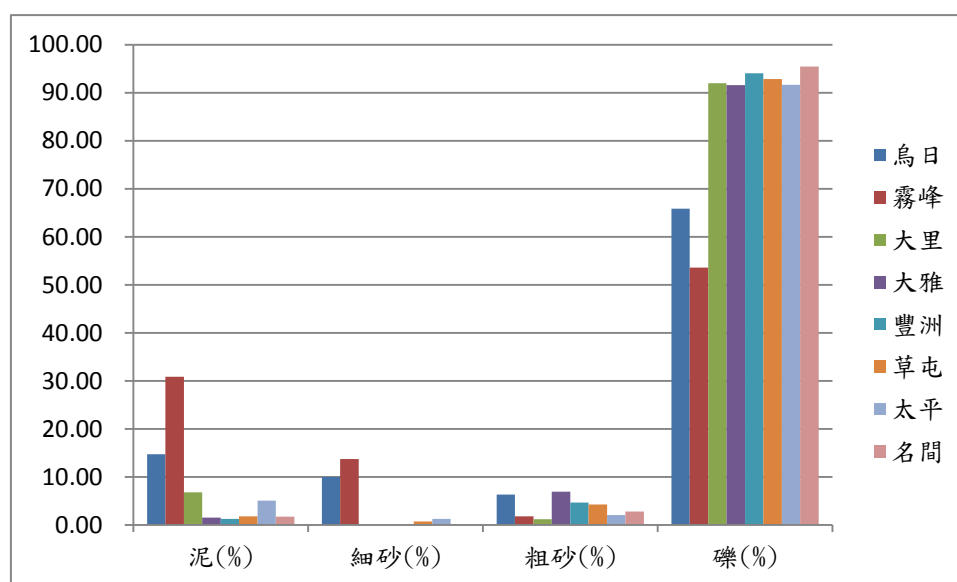


圖 7、臺中盆地地質井未固結沉積物粒徑比例分布圖

水文地質剖面分布位置如圖，包括盆地西側的豐洲—草屯剖面(圖 9)、盆地東側的豐洲—名間剖面(圖 11)，以及盆地中心最低處的烏日—霧峰剖面(圖 13)。

1. 豐洲—草屯剖面

由鑽井資料顯示盆地地下 200m 內多由礫石組成，淺層(50m 以內)由較粗之礫石組成，深部地層礫石粒徑有變細之趨勢，往烏日一帶深部地層開始有礫石質粗砂及少數之泥層出現，再往南至草屯泥層又消失。

檢視北盆地內 4 站水利署建置之分層觀測井水位(圖 10)，由北而

南分別為四張犁、啟聰、中山及大里，其淺、深層觀測井濾管深度皆有 70 公尺以上之區隔，可看出同站之分層觀測之水位高程一致差異極小，僅地勢低的大里站深層水位略高於淺層，但深淺水位歷線仍呈同步的變化。顯示北盆地其區域地下水層極為連通，地下水流場由北往南流動。

2. 豐洲—名間剖面

北盆地範圍水文地質條件與豐洲—草屯剖面一致，霧峰井仍以礫石層為主而間夾數層泥層，往南盆地草屯—名間剖面則在淺層地層有顯著之泥層出現，但深部地層仍以礫石或礫石質粗砂為主。參考早期台糖 4 口生產井資料顯示，在草屯至南投間之淺層地層(30~50m 內)，有顯著之泥層出現，但深部地層仍以礫石或礫石質粗砂為主。南盆地屬烏溪水系，受烏溪及貓羅溪之補注，地下水呈東南流向西北。

3. 烏日—霧峰剖面

烏日—霧峰剖面為盆地中心地勢最低處，厚層泥層主要出現在地表下淺部 50 公尺及深部 100 公尺二處，檢視其分層觀測井水位發現，深井觀(2)水位比淺井觀(1)水位高出 5 至 8 公尺(圖 14)，且已高出地表而呈自流狀態，經「(三)地球物理調查」及 104 年度 5 孔補充地質調查後確認烏日、霧峰兩處淺部泥層為局部分布，同時確定深部泥層 T2 廣泛分布於盆地中心(圖 12)，具有隔絕上下地下水層的效果。

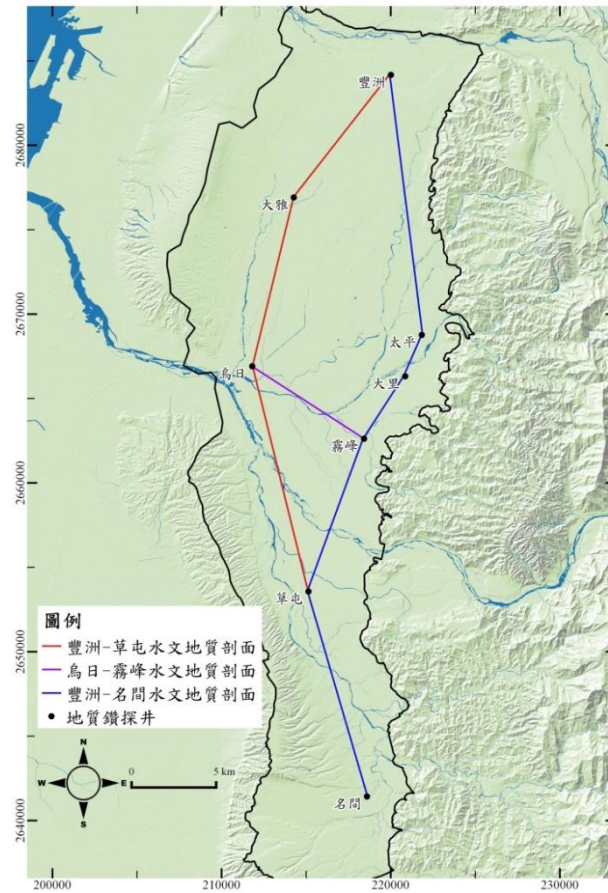


圖 8、臺中盆地水文地質剖面分布圖

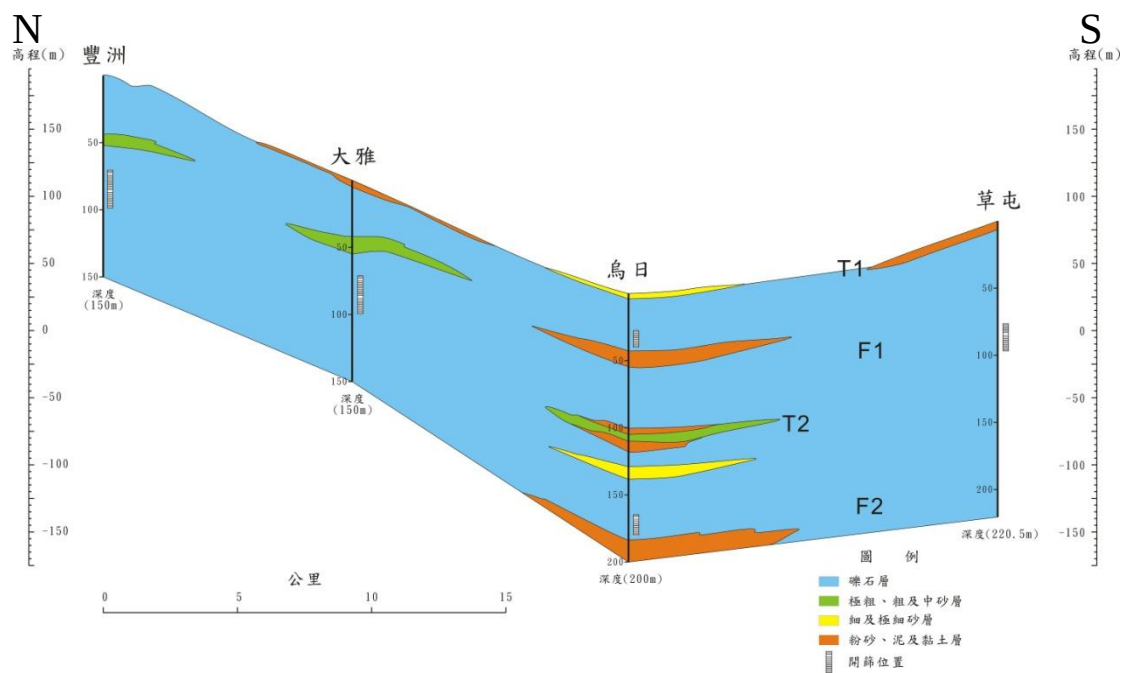


圖 9、豐洲—草屯水文地質剖面圖

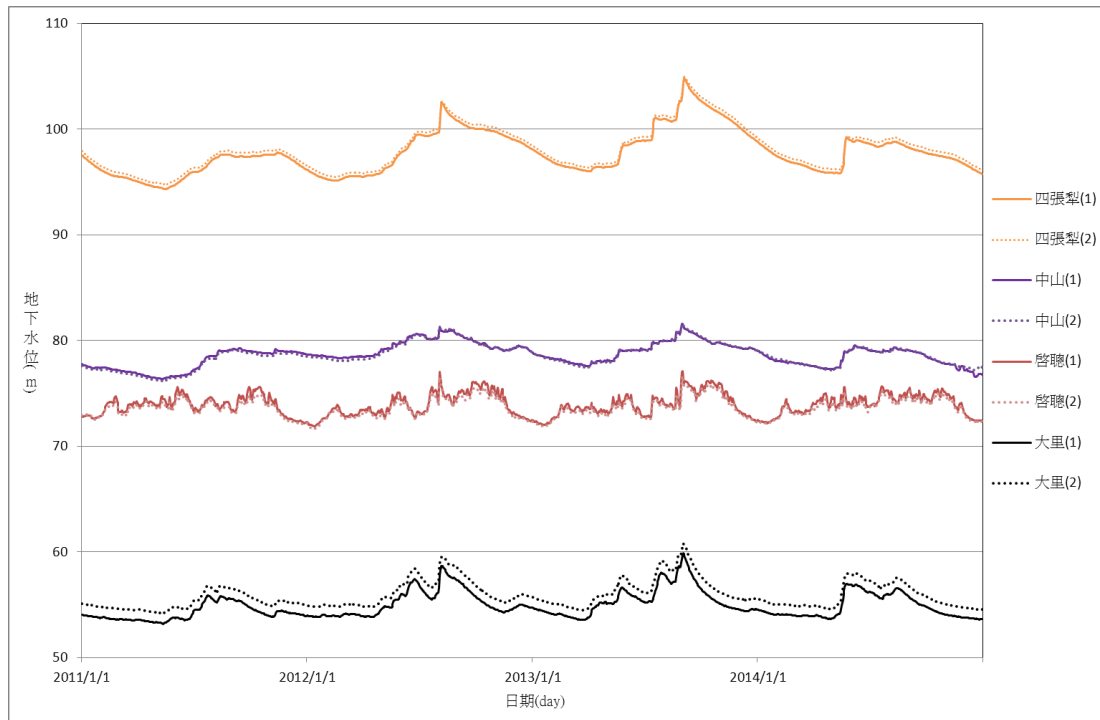


圖 10、臺中盆地-北盆地分層觀測井水位歷線圖

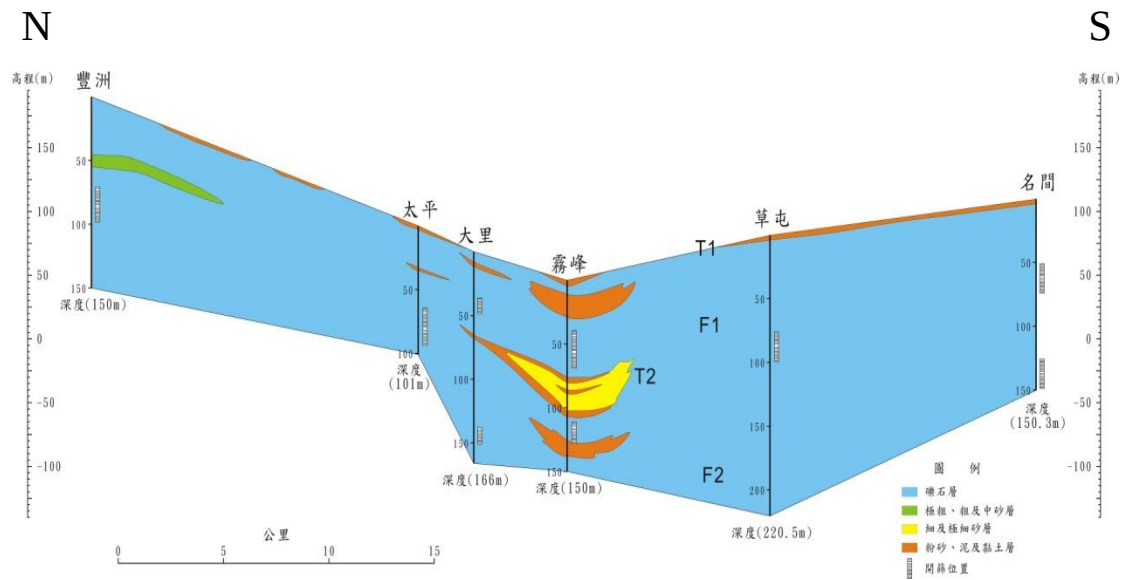


圖 11、豐洲—名間水文地質剖面圖

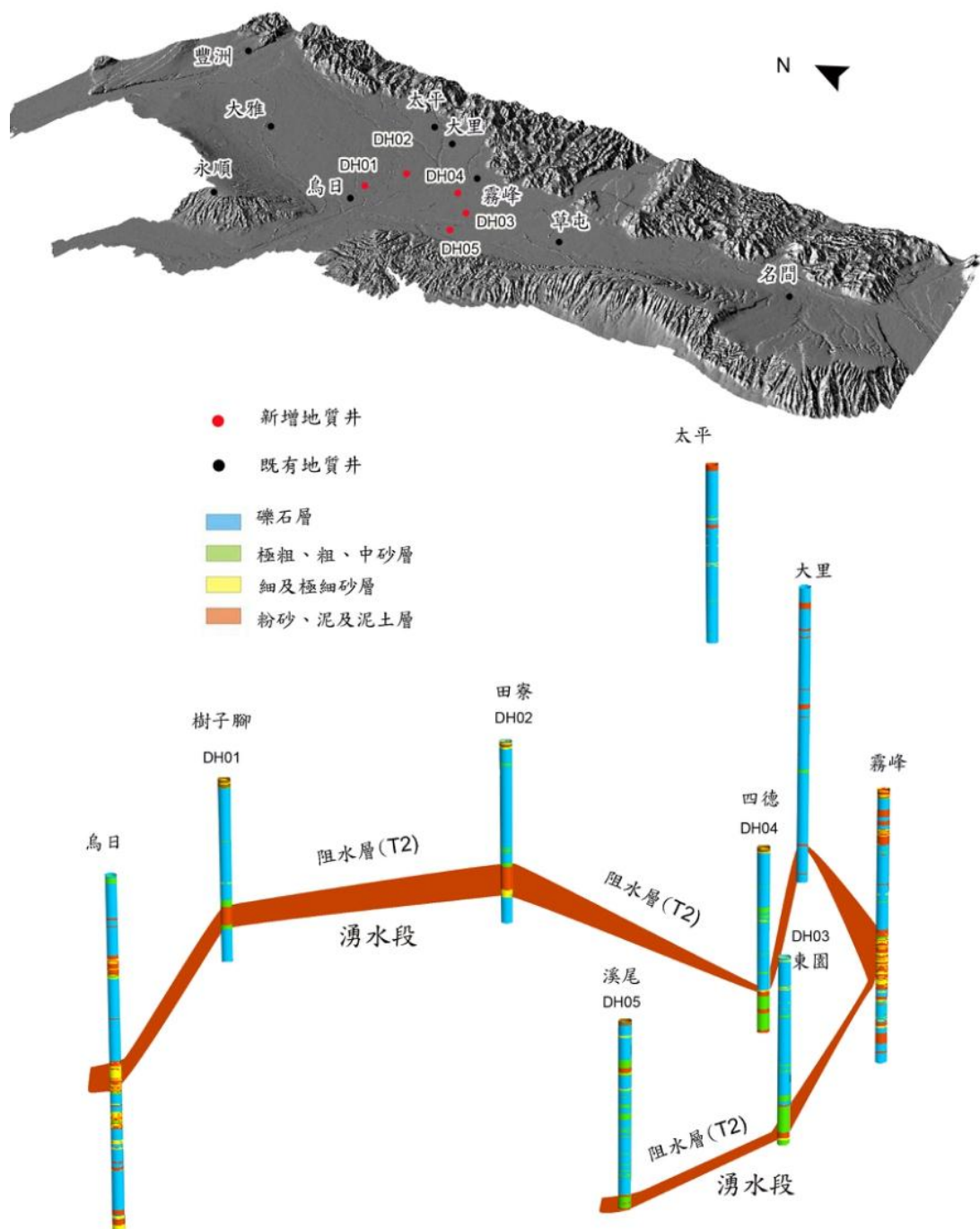
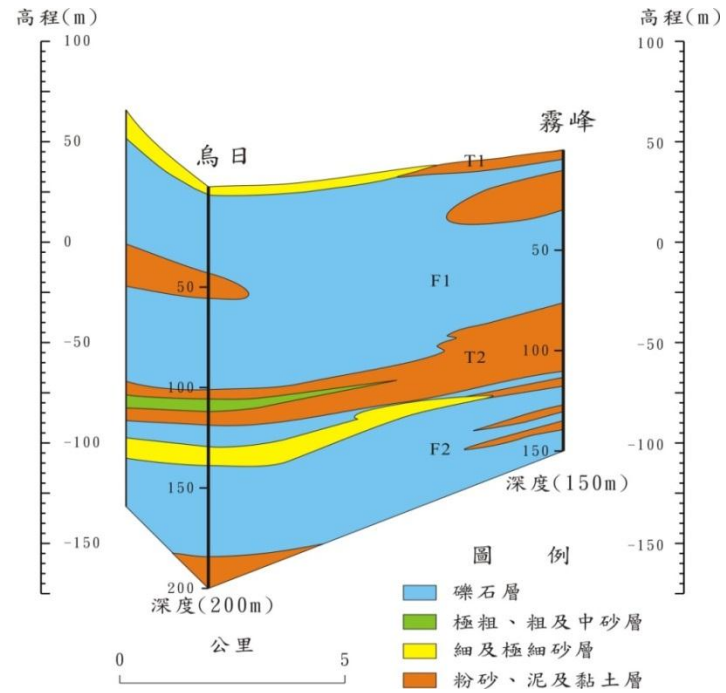


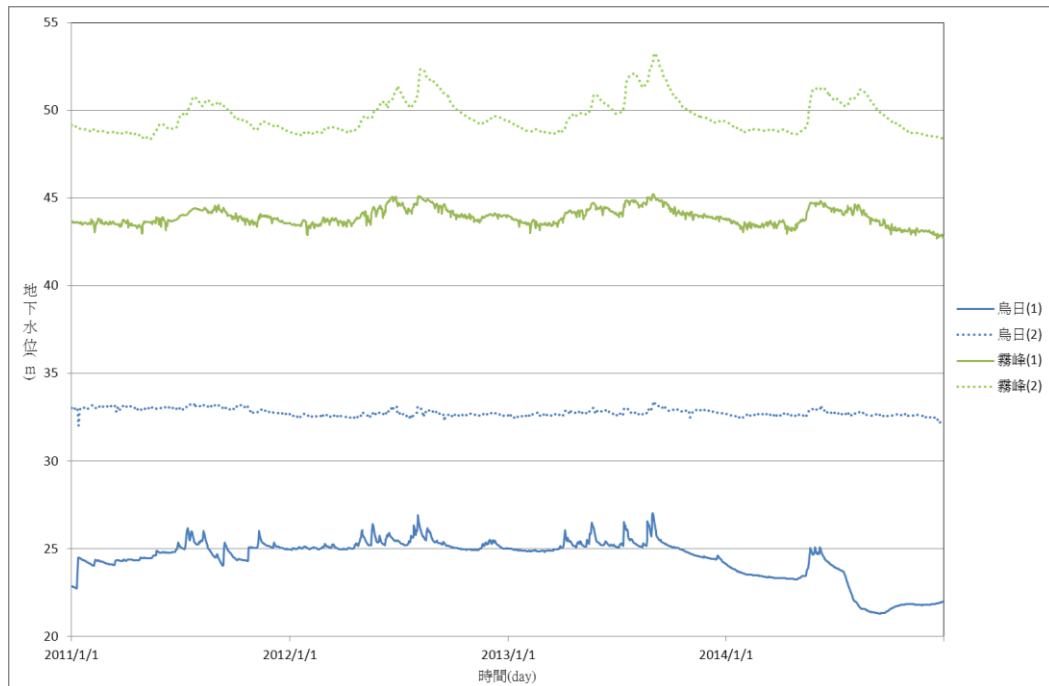
圖 12、盆地中心阻水層 T2 分布圖

W



E

圖 13、烏日－霧峰水文地質剖面圖



觀測井(2)水位高於觀測井(1)，且呈自流

圖 14、烏日、霧峰分層觀測井水位歷線圖

(三)地球物理調查

1. 調查目的與方法

依據前節水文地質剖面分析，厚層泥層主要出現在盆地中心烏日—霧峰剖面地表下約淺部 50 及深部 100 公尺處，為研判泥層側向分布情形。首先於地下水觀測井附近進行施測，並比對電性地層與觀測井鑽鑿時的岩心紀錄，決定本區沉積物岩性與電阻率之關係；其次再分段佈設測線施測，以夾擠方法，找出高電阻率的礫石地層與較低電阻率的泥砂質地層之大致交界位置，本計畫先檢視烏日、霧峰鑽井資料，再於此兩井間重點區域佈設二維地電阻測線。

2. 二維地電阻調查

一般而言礫石層具有較高之電阻率(約 10~100 Ohm-m)，而泥層則電阻率極低(約 1~10 Ohm-m)，由於岩類的電性差異，因此可由地電阻剖面上辨識出礫石與泥層分布之情況，配合既有之鑽井資料，可以協助判斷欲追蹤目標層之延伸範圍，以二維地電阻方法進行施測，圖 15 為位於烏日觀測井附近之二維地電阻測線施測結果，大部分的測線，均呈現電阻率高於 100 Ohm-m 以上的高阻地層(紅色為高電阻、藍色為低地阻)，根據前述原則，此一高電阻率反映地層應以礫石組成為主。西側靠近烏日一帶，僅有接近烏日之 RIP08 與 RIP14 測線，在深度 30 公尺至 70 公尺範圍，存在有一層 30 Ohm-m 以下的較低電阻率地層，與烏日觀測井柱狀圖比對，此一低電阻率地層可以對比至相當深度之泥質地層。由於低電阻率的地層僅侷限於 RIP08 與 RIP14 一帶，較外側的測線結果均為電阻率較高的礫石質地層，因此判斷泥質地層僅分布於烏日觀測井附近，並未向東延伸至較遠處。

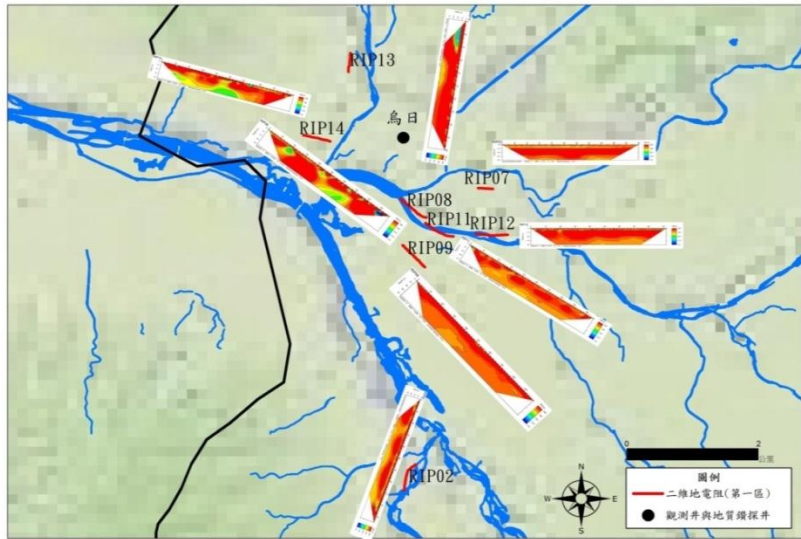


圖 15、烏日觀測井附近之二維地電阻測線施測反演算影像圖

圖 16 為位於霧峰觀測井附近之二維地電阻測線施測結果，除了在位於霧峰觀測井南測的 RIP10 測線，測線中在約 20-50 公尺深處，存在有電阻率低於 30 Ohm-m 的泥質地層，而此一泥質地層尖滅於 RIP10 測線中段之外，其他測線反演算剖面，均呈現電阻率高於 100 Ohm-m 的礫石地層反應。也顯示霧峰觀測井附近分布於 20 公尺深度附近較厚層泥質地層，僅局限於 RIP10 測線的東側，而泥層的分布界線則通過 RIP10 測線的中段。

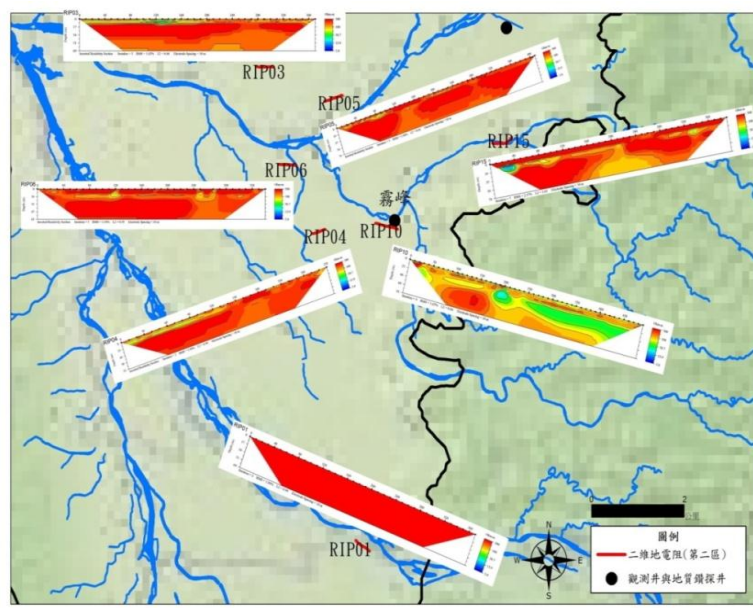


圖 16、霧峰觀測井附近之二維地電阻測線施測反演算影像圖

綜整施測結果，臺中盆地沿大里溪東西方向，在地表下 50 公尺深的範圍內，泥層僅局部存在烏日及霧峰一帶，延伸範圍不廣，而烏日到霧峰間的區域多為礫石層所分布，如圖 17 所示。

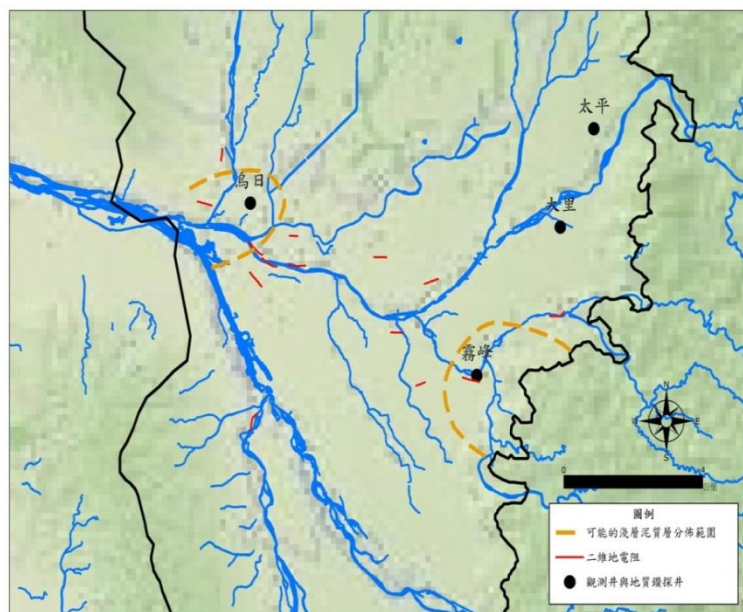


圖 17、烏日至霧峰地區之二維地電阻測線與淺部泥層範圍圖

(四)水文地質架構

依據地表岩性與水文地質剖面分析結果，將臺中盆地的地下水系統，劃分成 2 個阻水層(T1、T2)與 2 個地下水層(F1、F2)，並以烏日至霧峰連線為界，將盆地區分為北盆地、南盆地兩區，以利後續分區描述特性之用，臺中盆地地下水系統分層架構如表 1。

由地表岩性資料顯示，除河道外盆地地表普遍存在著風化但不連續的薄泥層 T1，可阻礙地表水入滲地層降低其補注效率，南盆地 T1 泥層出現頻率比北盆地高；由剖面分析得知 T1 以下為分布盆地全區地下水層 F1，岩性以礫石為主，厚達 70 公尺以上，偶含泥層凸鏡體間夾於地下水層中，如於烏日及霧峰地表下 40 公尺內存在厚泥層即為代表；另在盆地中心處 70 公尺以下出現一層厚度較大且分布較廣的泥層將其命為 T2 層，其下地下水層為 F2，因本計畫鑽探深度未貫穿 F2，其底部位置未能確認，F2 的地下水位常高於地表呈自流現象(圖 14)。

整體而言，臺中盆地地下水層極為發達，厚度大且延展遍布全區，阻水層則覆蓋於地表或間夾於地下水層中，其厚度遠小於地下水層，地下水層僅於盆地中心深處顯著被 T2 分隔成 F1、F2，往北及南側則沒有阻水層阻隔。

表 1、臺中盆地地下水系統分層架構表

地下水系統分層架構 (地下水層 F，阻水層 T)		地層
烏日－霧峰為界線		
北盆地	南盆地	
T1	T1	現代沖積層
F1	F1	
T2		?
F2	F2	頭嵙山層

五、地球化學分析

(一)地下水溶氧

水中之溶氧主要來自大氣，未受污染之地面水，在 25 °C 左右之溶氧濃度約 8 mg/L(Mc Neely et al., 1979)；地下水層中之溶氧係由地表入滲水帶入，當地表水入滲補注地下水後，漸往深處或下游滲流，因阻水層的封閉及微生物作用，溶氧漸被耗盡。

臺中盆地地面水普遍含有溶氧，濃度約 4.40 至 5.87mg/l。地下水也普遍含有溶氧(圖 18)，除了烏日、草湖及霧峰等站無溶氧(濃度<0.5

mg/l)，其餘各井皆有存在。盆地內的深層觀測井水樣亦都含溶氧，例如四張犁、中山，溶氧濃度為 1.82 至 3.61 mg/l，顯示淺層和深層間有連通。

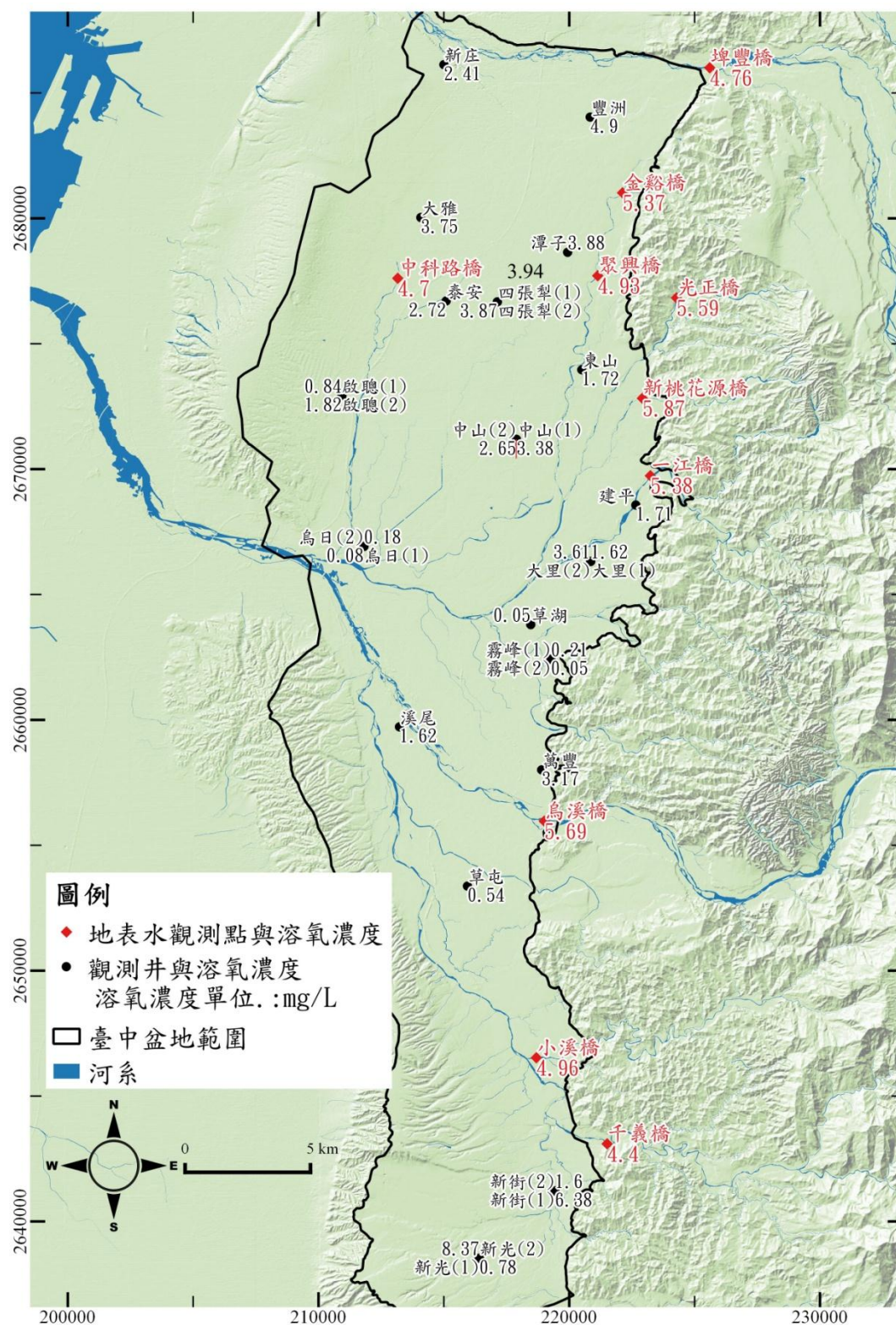


圖 18、臺中盆地地下水溶氧濃度分布圖

(二)地下水氡濃度

氡為一放射性同位素，半衰期 12.43 年，天然氡由宇宙線之中子撞擊大氣層中之氮原子而成，並與氧結合成氡水分子；大氣之氡呈一穩定的濃度值，臺灣地區大氣及降雨含氡之背景平均濃度約 3.0 TU(1TU 表示氡／氬比為 10^{-18})；由於 1952 年到 1962 年間進行之大氣層熱核爆試驗，使大氣及雨水氡濃度從 1953 年起開始急速上升，並於 1963 年到達最高約 600.0 TU(Yu et al., 1998)。假設 1952 年前入滲補注之地下水背景值 3.0 TU 至 5.0 TU，於 1995 到 1998 年間取樣分析，因為經 40 多年的衰退，氡濃度約 0.3 TU 到 0.7 TU。

地下水的氡濃度及其變化主要取決於補給來源、水文地質架構、埋藏條件及水循環強弱等。淺層地下水屬於較新的循環水，常含有一定數量的氡，而深層承壓水屬於較古的停滯水，一般不含或含極少量氡 (< 1 TU)。在同一地下水系統，地下水的氡濃度一般隨地下水層埋藏深度增加而減少。

臺中盆地地層除烏日與霧峰為礫石夾厚泥外，其他井位多為礫石層，所鑿設觀測井深度 200 公尺內之水樣，除霧峰(2)外，氡濃度皆大於 1TU(圖 19)，顯示盆地內的地下水皆為 1952 年後所補注。

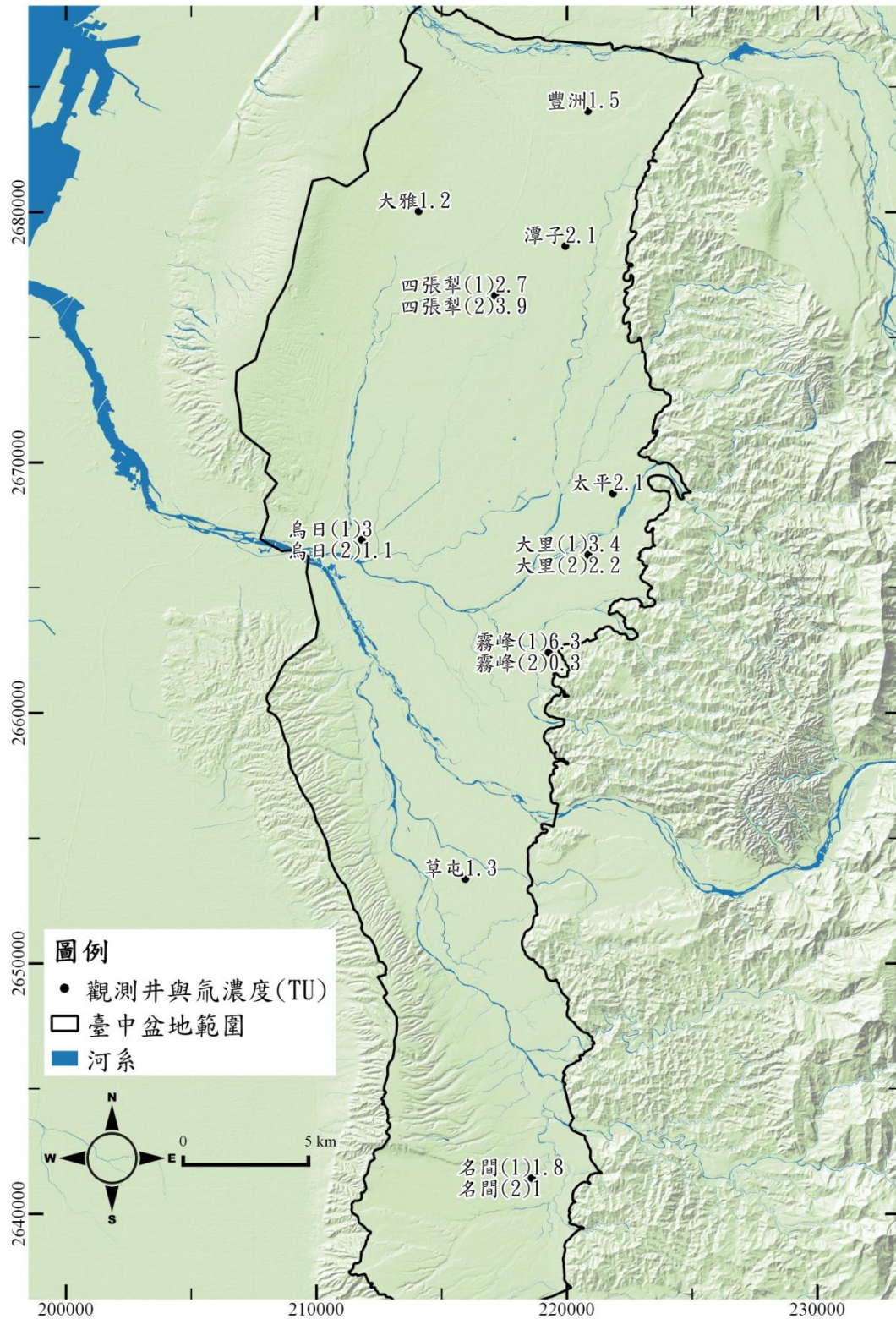


圖 19、臺中盆地地下水氚濃度分布圖

(三) 氫氧穩定同位素分析

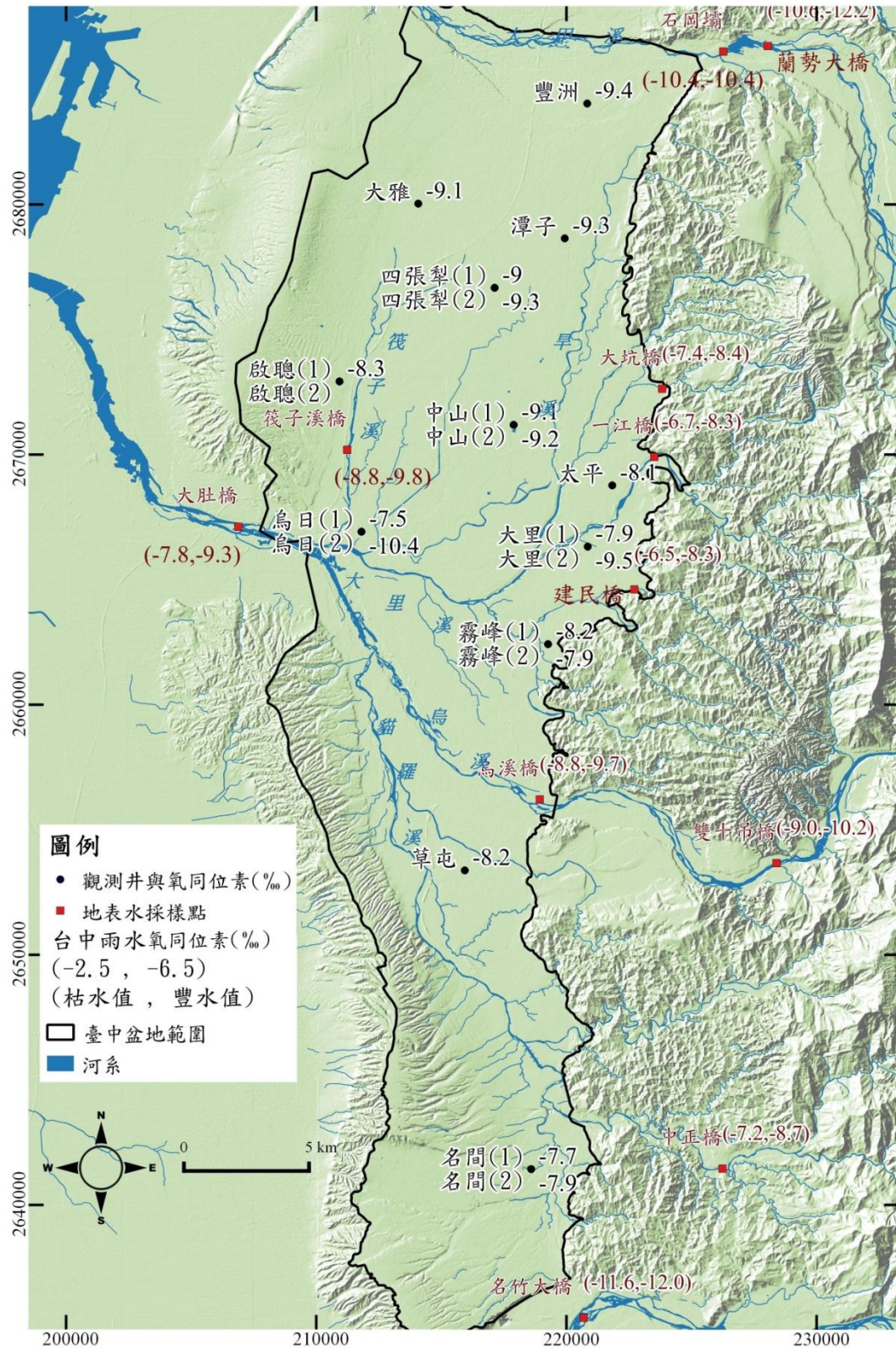
從海水蒸發到內陸降水的作用過程，連續的同位素分化作用是造成地表天水中氫氧同位素組成變化的原因。由於此作用過程是建立在

蒸發和冷凝的同位素平衡條件下，大氣降水中的氫和氧同位素分布就存在一特定關係。針對雨水、地表水及地下水進行採樣，將水樣標本利用液態水同位素分析儀分析，同時測定水樣之氫、氧穩定同位素，以 δD 及 $\delta^{18}O$ 分別代表水樣相對於標準海水(Standard Mean Ocean Water, SMOW)的氫、氧穩定同位素組成，可據以了解臺中盆地內天水與地下水間之水文關聯性，分析調查區內地下水之可能來源。江崇榮與汪中和(2002)研究指出，氫與氧穩定同位素用於釐定地下水補注源時其結果相符，本計畫書應用氧穩定同位素資料來探討。

分析資料顯示臺中盆地雨水 $\delta^{18}O$ 平均值枯水期為-2.5‰、豐水期為-6.5‰，地表水部分源流於高山集水區之大甲溪及烏溪，大甲溪 $\delta^{18}O$ 平均值其枯水期為-10.5‰、豐水期為-11.3‰；烏溪 $\delta^{18}O$ 平均值其枯水期為-8.9‰、豐水期為-10.0‰；地下水部分北盆地的氧穩定同位素值普遍輕於南盆地，如豐洲、潭子、泰安、四張犁觀(1)之地下水的氧同位素組成， $\delta^{18}O$ 值在-9‰至-9.4‰之間，顯示其組成與 $\delta^{18}O$ 值較輕的大甲溪溪水較為相關；烏日(1)大里(1)一帶及南盆地的地下水 $\delta^{18}O$ 值則分布在-8.2‰至-7.5‰間，受烏溪的影響比例較大(圖 20)。

(四)地球化學分析成果

盆地地下水地球化學分析成果顯示，除盆地中心因有阻水層 T2 分布，而出現水體溶氧、氬濃度低於偵測濃度外，地下水中普遍存在相當的濃度，顯示由陸相沉積相組成的臺中盆地，因地下水層主由礫石組成，含有機質少、流通性佳，含溶氧和氬之地表水入滲補注地下水後，將往深處或下游滲流廣布於地下水層中；在氧同位素方面也因盆地中心有阻水層 T2 的分布，使烏日、大里站之觀 (1)與觀 (2) 的氧穩定同位素有明顯分層，此結果也驗證了前述水文地質架構的合理性。



(資料來源：國立中興大學, 2008)

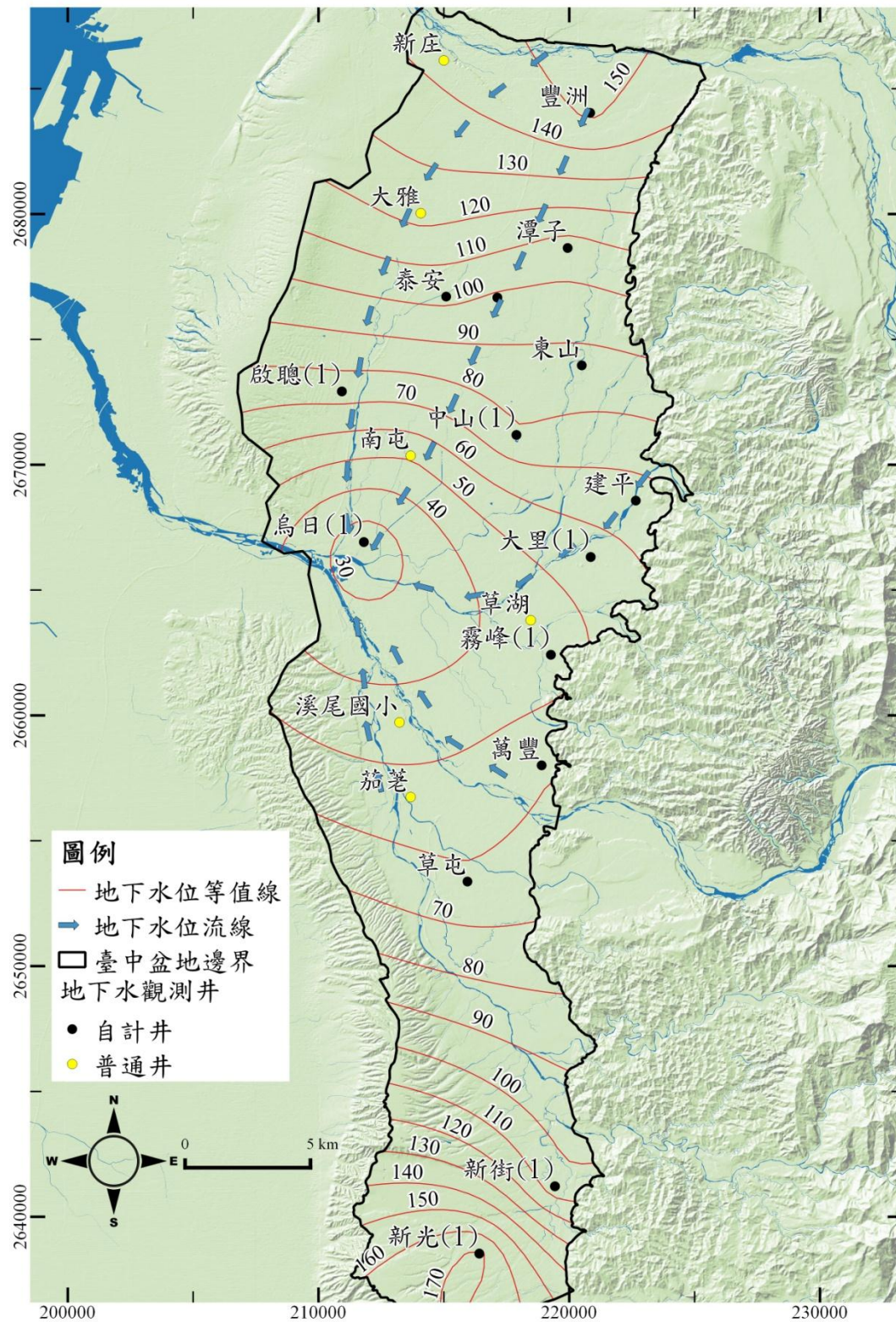
圖 20、臺中盆地雨水、地下水、地表水氧同位素組成分布圖

六、 地下水流場分析

經濟部水資源統一規劃委員會曾在臺中區域之地下水調查研究報告指出，大甲溪為豐原沖積扇形成的主力，對臺中盆地北半部之地質與地下水，具有重要關係；溪水直接、間接成為盆地北部地下水天然補注源；烏溪進入臺中盆地後，形成大規模的沖積扇，由於烏溪為盆地中最大河流，而沖積扇之岩性組合又利於河水、雨水之滲透，故成為盆地南半部地下水最大之天然補注水源(水資會，1975)。

臺中盆地地下水觀測井建置及相關試驗報告中，彙整地下水觀測井共 23 站之水力參數、井頂高程及濾水管位置等資料，而連續觀測的水位紀錄則引用自經濟部水利署「水文水資源管理供應系統」。臺中盆地的地下水層 F1 地下水位，北盆地呈北高南低，地下水由北向南流(圖 21)，豐原、潭子地區地下水面約在地表下 50m 深，大里、霧峰地區約在地表下 10-20m 深內；南盆地呈南高北低，地下水由東南往西北流，名間地區地下水面約在地表下 20m 深，草屯地區約在地表下 17m 深內。

由地下水位分布情形，可指示地下水流網中的主要補注源與流動方向，本區主要的補注源流為臺中盆地北側邊界的大甲溪，東側由山區流入盆地的烏溪，東側丘陵區的溪流為次要補注源。地下水流往盆地中心地勢低處匯流，烏日-霧峰連線一帶為地下水流出區。



(資料來源：水利署水文水資源管理供應系統，103 年 9 月)

圖 21、臺中盆地地下水層 F1 平均水位分布圖

七、 地下水補注地質敏感區

(一)臺中盆地地下水補注地質敏感區範圍

綜合前述鑽探岩心、水文地質架構及地球化學資料，推估臺中盆地主要阻水層 T2 分布在盆地中心一帶，其餘區域則各地下水層上下連通，其上之降雨、河水之入滲均能造成地下水之補注，符合成為地下水補注地質敏感區的條件，依據地質法來進行敏感區之劃定。

盆地中心一帶根據鑽探岩心資料可知，烏日、大里與霧峰站深部有厚泥層分布，此外，本區為盆地內主要沖積扇扇尾交會之區位，地形由四周向烏日隘口傾斜，故泥層尖滅的分布符合圖 22 的幾何架構。若以烏日站為下游參考點，其地表下 101 至 138.4m 細砂與泥所構成的 T2 層，厚度約為 37.4m，分別與其上游處新增鑽孔之 DH01 至 DH05 站進行對比與評估。

根據表 2 可知，北側補注區邊界中，烏日站至 DH01 與 DH02 站的評估邊界，皆座落於等高線約 45m 處，因此北側邊界可由西至東依據等高線 45m 經過修正點；往東之大里站有 T2 存在而東北側太平站無 T2 存在，故補注邊界沿著頭汴坑往東北側延伸，在經過大里、太平兩站之間至盆地東側之地下水區邊界終止。

南側邊界中，烏日站至 DH03 站的評估邊界，座落於等高線約 55m 處，而 DH04 與 DH05 鑽探至近 100m 處仍有泥層分布，故兩站依據等高線 55m 進行修正，其泥層厚度回推則約有 9m 與 13m。南側補注區邊界約於八卦山東側彰化芬園鄉沿著地形等高線約 55m，往東北方向沿著烏溪沖積扇 55m 等高線至東側之地下水區邊界終止。

依據上述結果釐定盆地中心阻水層 T2 的分布範圍如圖 23 所示，範圍內之分層觀測井有烏日、霧峰、大里三站，其地下水位及水質之地球化學特徵皆有明顯分層之現象，5 孔補充鑽探(DH01-05)鑽穿深部 T2 層地下水皆能自流至地表，阻水層 T2 有效將盆地地下水層分隔為其上的 F1 與其下的 F2 兩層。釐定阻水層 T2 於盆地中心的南北分布範圍，劃出地下水補注地質敏感區地質邊界如圖 24。

另檢視臺中盆地內的地下水流場，地下水流由地勢高區往盆地中心地勢低處匯流，烏日-霧峰連線一帶在臺中盆地地下水系統位處於地下水流區位，故予以排除在地下水補注地質敏感區之範圍外。

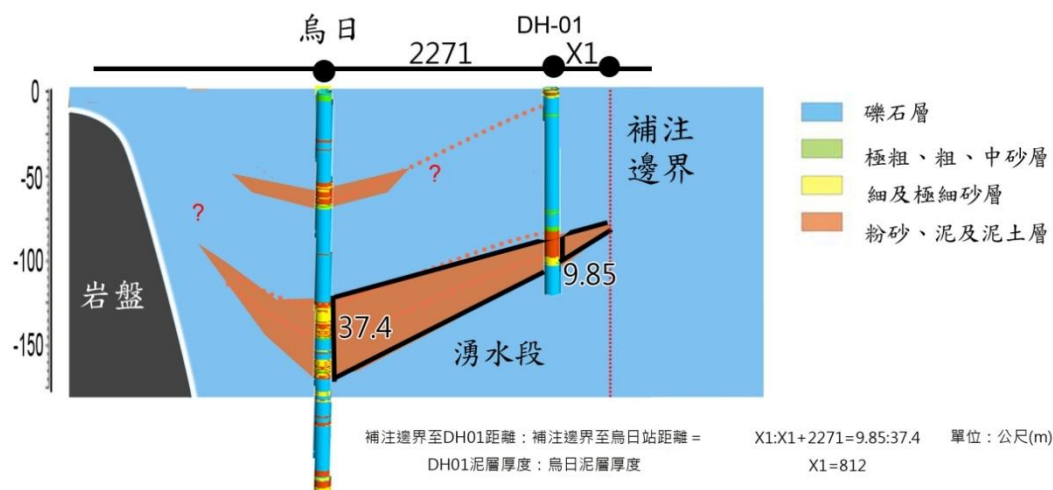


圖 22、水文地質架構幾何概念評估補注邊界示意圖

表 2、地下水補注地質敏感區邊界評估表

場址		泥層區段 (m)		泥層厚 度(m)	場址與 烏日站 之距離 (m)	評估的邊 界至 DH 場址距離 (m)	評估的邊 界至烏日 站距離 (m)	備註
北側補注區邊界								
DH01	樹子腳	69.5	79.35	9.85	2271	812	3083	邊界座落等高線 45m 處
DH02	田寮	68.6	81.4	12.8	4666	2428	7094	邊界座落等高線 45m 處
南側補注區邊界								
DH04	四德			9	6548	2075	8623	100m 下還有泥，故依據等高 線 55m 修正泥層厚度
DH03	東園	93.3	97.5	4.2	7510	950	8460	邊界座落等高線 55m 處
DH05	溪尾			13	6992	3725	10717	100m 下還有泥，故依據等高 線 55m 修正泥層厚度。

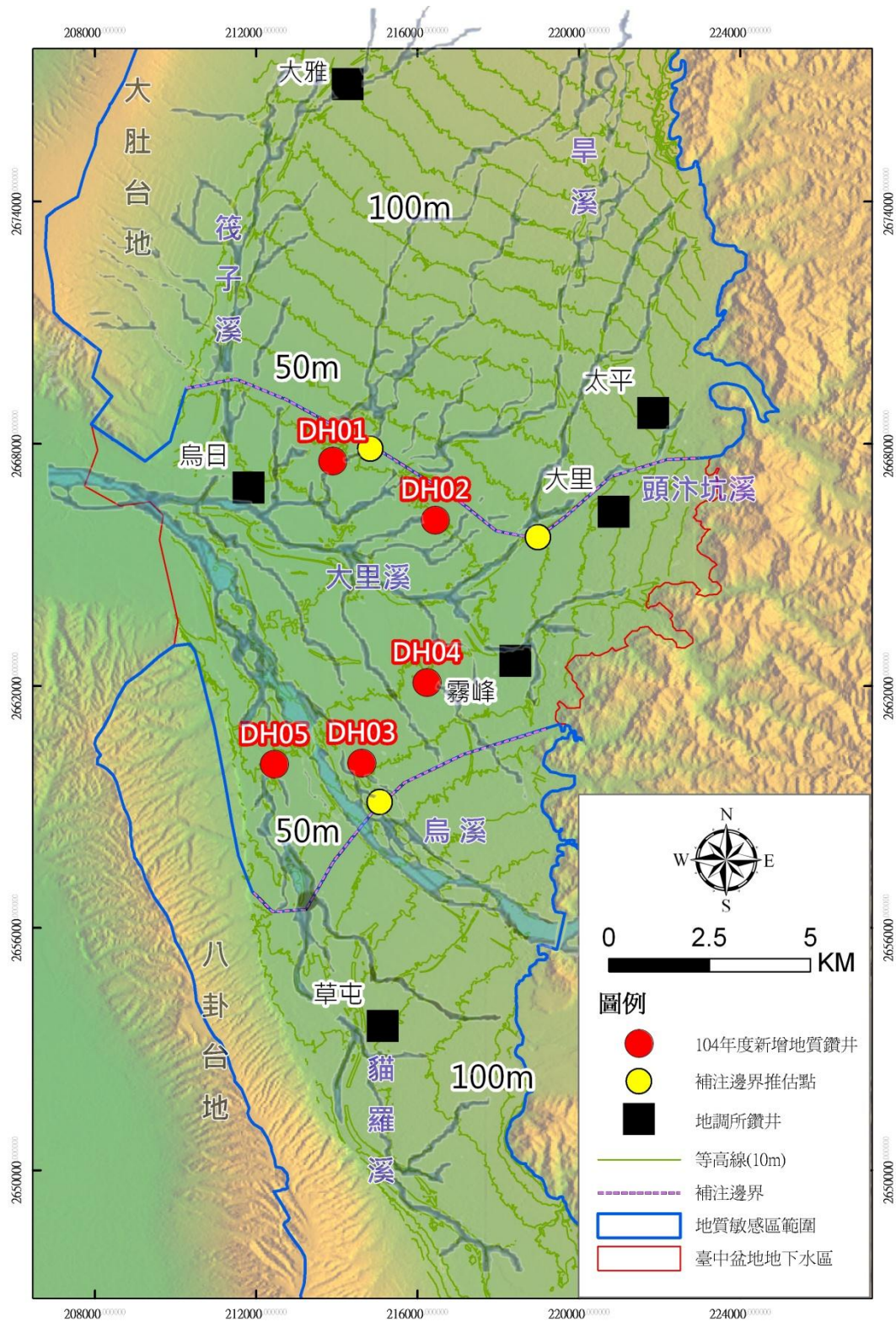


圖 23、臺中盆地內地下水補注地質敏感區釐定邊界圖

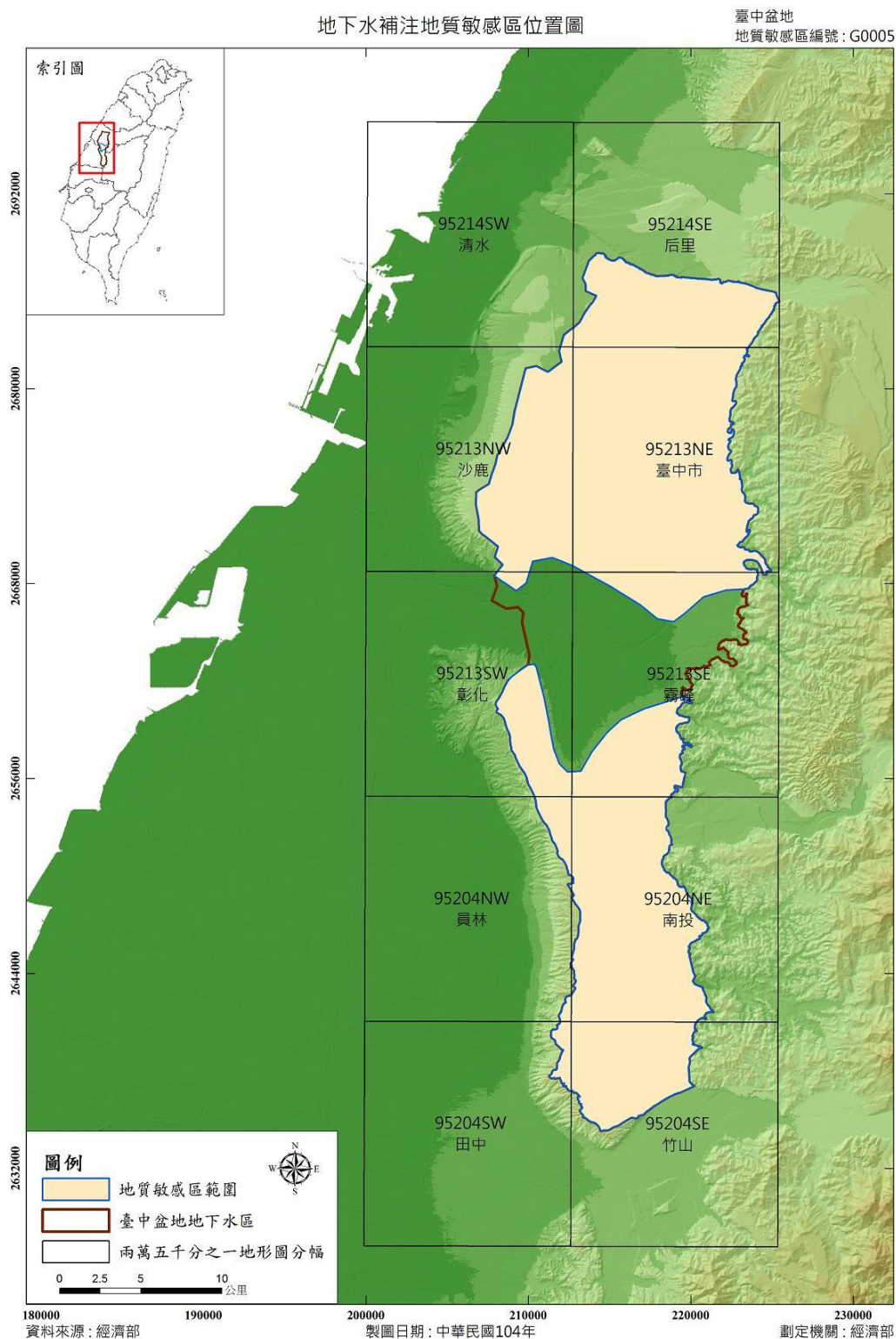


圖 24、臺中盆地地下水補注地質敏感區圖(未經地籍資料編修)

(二)臺中盆地地下水補注地質敏感區地下水補注量

歷年有關臺中盆地地下水補注量的分析結果彙整如表 3(能邦公司，2000；水利規劃試驗所，2011)，以未經地籍資料編修的臺中盆

地地下水補注敏感區範圍，使用 98 至 103 年之地下水位觀測資料與降雨量觀測資料為基礎，以地下水水位歷線法進行水平衡分析。

以水位歷線分析法(江崇榮，2004)進行地下水補注量估算，根據圖 24 之地下水補注地質敏感區，將臺中盆地區分為地下水主要補注區及非補注區，依徐昇氏網格法分別計算各觀測井之控制面積，並以水位歷線分析法進行地下水補注量估算(國立交通大學, 2015)，估算出此評估範圍內地下水平均年補注量約為 5.86 億立方公尺(北盆地:4.80；南盆地:1.06)，各佔整體 72.4%與 16.1%，佔臺中盆地地下水平均年補注量 6.63 億立公尺的 88.4%(表 4)。

表 3、臺中地區地下水補注量評估彙整表

補注量 (億噸/年)	年份 (民國)	分析範圍	分析方法	執行單位
2.76	81	臺中地區	水收支平衡	水資會
2.02	89	臺中地區	垂直入滲法 (中國水力電力部 建議參數)	水資源局
5.55	89	臺中地區	垂直入滲法 (陳尚、李德茲建議 參數)	水資源局
6.68	96	臺中盆地	綜合分析	水規所
2.33	98	臺中盆地	水收支平衡	水規所
2.62	99	臺中盆地	數值模式	水規所

表 4、臺中盆地地下水主要補注區面積及補注量統計表

	面積(km ²)	補注量(10 ⁶ m ³ /yr)
(1)臺中盆地全區	559.92	663.35
(2)主要補注區(南盆地)	203.09	106.49
百分比:(2)/(1)	36.27%	16.05%
(3)主要補注區(北盆地)	267.71	479.96
百分比:(2)/(1)	47.81%	72.35%
(2)+(3)主要補注區(全區加總)	470.80	586.45
百分比:(2)+(3)/(1)	84.08%	88.41%

伍、 參考資料

交通部中央氣象局(2013)102 年觀測年報。交通部中央氣象局。

江崇榮(2004)屏東平原地下水補注量及抽水量之評估。經濟部中央地質調查所彙刊，第 17 號，第 21-51 頁。

江崇榮、汪中和（2002）以氫氧同位素組成探討屏東平原之地下水補注源。經濟部中央地質調查所彙刊，第十五號，第 49—67 頁。

高仲彥(2013)臺灣西部前陸盆地系統內上新至全新世持續發展的背負盆地—以臺中盆地和高屏盆地為例。國立臺灣海洋大學應用地球科學研究所博士論文，共 120 頁。

能邦科技顧問股份有限公司(2000)臺灣地區地下水補注量估算。經濟部水資源局，共 344 頁。

財團法人工業技術研究院(2005)臺灣地區地下水觀測網第三期九十四年度計畫-文地質鑽探(旋鑽)調查及水文分析計畫成果報告。經濟部中央地質調查所，共 160 頁。

財團法人工業技術研究院(2008)臺灣地區地下水觀測網第三期九十七年度計畫-水文地質鑽探(旋鑽)調查及水文分析計畫成果報告。經濟部中央地質調查所，共 135 頁。

財團法人中興工程顧問社(2015)地下水水文地質與補注模式研究-104 年度地下水主要補注區補充地質調查案。經濟部中央地質調查所，共 87 頁。

國立中興大學(2006)臺灣地區地下水觀測網第三期九十五年度水文地質調查研究計畫-地下水穩定氫氧同位素研究(3/3)。經濟部中央地質調查所，共 82 頁。

國立中興大學(2008) 臺灣地區地下水觀測網第三期九十七年度水文地質調查研究計畫-地下水環境同位素與水質研究(2/2) 經濟部中央地質調查所，共 113 頁。

國立交通大學(2015)地下水水文地質與補注模式研究-補注區

- 劃設與資源量評估(3/4)：地下水補注區與水平衡評估。經濟部中央地質調查所，共 200 頁。
- 國立臺灣海洋大學(2006)臺灣地區地下水觀測網第三期九十五年水文地質調查研究計畫－沉積物與沉積環境分析(3/3)。經濟部中央地質調查所，共 120 頁。
- 陳文山、鄂忠信、陳勉銘、楊志成、張益生、劉聰桂、洪崇勝、謝凱旋、葉明官、吳榮章、柯炯德、林清正、黃能偉(2000)上-更新世臺灣西部前陸盆地的演化－沉積層序與沉積物組成的研究。經濟部中央地質調查所彙刊，第 13 期,第 137-156 頁。
- 陳鴻堂(2010)臺中地區土壤特性與管理。臺中區農業改良場特刊。第 105 期，第 47-50 頁。
- 翁健三(2009)臺中地區頭嵙山層的沉積環境分析。國立臺灣海洋大學應用地球科學研究所碩士論文，共 62 頁。
- 華義水文地質顧問公司(2005)「九十四年度地下水觀測站井建置維護與調查試驗計畫」。經濟部水利署，共 167 頁。
- 經濟部水利署水利規劃試驗所(2011)臺中盆地地下水資源利用調查評估總報告。經濟部水利署水利規劃試驗所，共 47 頁。
- 經濟部水資源統一規劃委員會(1975)臺中區域地下水調查研究報告。經濟部水資源統一規劃委員會。
- McNeely, R.N., Neimanis, V.P. and Dwyer, L. (1979) Water quality source book, A guide to water quality parameters. Inland Waters Directorate, Water Quality Branch, Ottawa, Canada, 33-34.
- Yu, P., Wang, C.H. and Yang, T.F.,(1998) The use of tritium to determine the mean residence time of the groundwater in Pingtung Plain. Thirteenth Southeast Asian Geotechnical Conference, 1988, Taipei, Taiwan, 727-732.