

陽明山國家公園區內水資源 之調查與利用規劃

委託機關：內政部營建署

陽明山國家公園管理處

執行單位：中華林學會

中 華 民 國 八 十 一 年 六 月

陽明山國家公園區內水資源 之調查與利用規劃

計畫主持人：陳信雄

協同主持人：金恆鑣、陳明杰、夏禹九

協同研究人員：唐凱軍、許世宏、李肇文

吳文統、呂風州、王端欽

陳俊良、胡志謙、張振生

林詠健

委託機關：內政部營建署

陽明山國家公園管理處

執行單位：中華林學會

中 華 民 國 八 十 一 年 六 月

目 錄

一、前言.....	1
二、研究目的.....	2
三、研究區域概況.....	3
(一)位置.....	3
(二)地形、地質.....	3
(三)氣候.....	5
(四)水系及流域.....	8
(五)植生.....	14
四、調查地點.....	16
(一)河川平時流量測量位置.....	16
(二)地下水探測位置.....	17
(三)水質取樣位置.....	17
五、調查研究方法.....	28
(一)基本資料收集分析.....	28
(二)地表水資源調查及推估.....	28
(三)地下水資源探測.....	35
(四)水質取樣分析.....	38
六、結果與討論.....	55
(一)溪流平時流量調查測量結果.....	55

(二) 洪峰流量和洪峰到達時間之推估結果.....	58
(三) 地下水資源探測結果與分析.....	59
(四) 水質取樣分析結果.....	63
七、結論.....	95
八、水資源利用規劃建議.....	97
九、參考文獻.....	99

陽明大學圖書館

圖 目 錄

圖1	各測站季降雨量.....	10
圖2	各測站年降雨量與蒸發量比較.....	10
圖3	河川平時流量測量位置圖.....	20
圖4-1	冷水坑遊憩區地下水探測位置圖.....	21
圖4-2-1	擎天崗遊憩區地下水探測位置圖(測點: No.1, No.2)...	22
圖4-2-2	擎天崗遊憩區地下水探測位置圖(測點: No.3, No.4)...	23
圖4-3	小油坑遊憩區地下水探測位置圖.....	24
圖4-4	大屯自然公園地下水探測位置圖.....	25
圖4-5	馬槽七股遊憩區地下水探測位置圖.....	26
圖5	水質取樣位置圖.....	27
圖6	河川平時流量測定位置示意圖.....	28
圖7-1	鹿角坑溪平時流量測定位置之溪床橫斷面.....	30
圖7-2	上磺溪平時流量測定位置之溪床橫斷面.....	30
圖7-3	馬槽溪平時流量測定位置之溪床橫斷面.....	30
圖7-4	馬鍊溪平時流量測定位置之溪床橫斷面.....	31
圖7-5	內雙溪平時流量測定位置之溪床橫斷面.....	31
圖7-6	菁礮溪平時流量測定位置之溪床橫斷面.....	31
圖7-7	南磺溪平時流量測定位置之溪床橫斷面.....	32
圖7-8	磺港溪平時流量測定位置之溪床橫斷面.....	32

圖 7-9	公司田溪平時流量測定位置之溪床橫斷面.....	32
圖 7-10	烘爐溪平時流量測定位置之溪床橫斷面.....	33
圖 7-11	大屯溪平時流量測定位置之溪床橫斷面.....	33
圖 8	於地面供電時求 P 點之電位.....	36
圖 9	Wenner 四極法測定方法.....	37
圖 10	硬度與鈣、鎂測定步驟圖.....	44
圖 11	硝酸態氮測定步驟圖.....	46
圖 12	氨態氮測定步驟圖.....	48
圖 13	磷酸根測定步驟圖.....	50
圖 14	硫酸根測定步驟圖.....	52
圖 15	C.O.D 測定步驟圖.....	54
圖 16-1-1	地下水探測之比電阻—深度曲線 (冷水坑遊憩區，測點：No.1).....	69
圖 16-1-2	地下水探測之比電阻—深度曲線 (冷水坑遊憩區，測點：No.2).....	69
圖 16-1-3	地下水探測之比電阻—深度曲線 (冷水坑遊憩區，測點：No.3).....	70
圖 16-1-4	地下水探測之比電阻—深度曲線 (冷水坑遊憩區，測點：No.4).....	70
圖 16-2-1	地下水探測之比電阻—深度曲線 (擎天崗遊憩區，測點：No.1).....	71

圖16-2-2	地下水探測之比電阻—深度曲線 (擎天崗遊憩區，測點：No.2)	71
圖16-2-3	地下水探測之比電阻—深度曲線 (擎天崗遊憩區，測點：No.3)	72
圖16-2-4	地下水探測之比電阻—深度曲線 (擎天崗遊憩區，測點：No.4)	72
圖16-3-1	地下水探測之比電阻—深度曲線 (小油坑遊憩區，測點：No.1)	73
圖16-3-2	地下水探測之比電阻—深度曲線 (小油坑遊憩區，測點：No.2)	73
圖16-3-3	地下水探測之比電阻—深度曲線 (小油坑遊憩區，測點：No.3)	74
圖16-3-4	地下水探測之比電阻—深度曲線 (小油坑遊憩區，測點：No.4)	74
圖16-4-1	地下水探測之比電阻—深度曲線 (大屯自然公園，測點：No.1)	75
圖16-4-2	地下水探測之比電阻—深度曲線 (大屯自然公園，測點：No.2)	75
圖16-4-3	地下水探測之比電阻—深度曲線 (大屯自然公園，測點：No.3)	76
圖16-5-1	地下水探測之比電阻—深度曲線 (馬槽七股遊憩區，測點：No.1)	76

圖16-5-2 地下水探測之比電阻—深度曲線

(馬槽七股遊憩區，測點：No.2)77

圖16-5-3 地下水探測之比電阻—深度曲線

(馬槽七股遊憩區，測點：No.3)77

陽明山國家公園

表 目 錄

表1	地貌分析表.....	4
表2	月平均氣溫.....	7
表3	月降雨量.....	7
表4	一日最大降雨量.....	9
表5	月蒸發量.....	9
表6	洪峰逕流係數值.....	34
表7	不同地況 C_1 值.....	34
表8	鞍部測站各頻率年最大一小時雨量.....	35
表9	地下水探測記錄格式.....	39
表10	各溪流測量之平時流量.....	56
表11	調查期間雨量資料.....	57
表12	各溪流集水區推估之洪峰流量和洪峰到達時間.....	59
表13-1	冷水坑遊憩區電氣探查測定值.....	64
表13-2	擎天崗遊憩區電氣探查測定值.....	65
表13-3	小油坑遊憩區電氣探查測定值.....	66
表13-4	大屯自然公園電氣探查測定值.....	67
表13-5	馬槽七股遊憩區電氣探查測定值.....	68
表14	地下水探測結果之含水層深度及日出水量推估.....	78
表15	各監測站的水溫之平均值、標準機差及範圍.....	84

表16	各監測站的濁度之平均值、標準機差及範圍.....	84
表17	各監測站的電導度之平均值、標準機差及範圍.....	85
表18	各監測站的硬度之平均值、標準機差及範圍.....	85
表19	各監測站的酸鹼度之平均值、標準機差及範圍.....	86
表20	各監測站的鈣之平均值、標準機差及範圍.....	86
表21	各取樣點的鎂之平均值、標準機差及範圍.....	87
表22	各取樣點的 SO_4^{2-} 之平均值、標準機差及範圍.....	87
表23	各取樣點的 NO_3^- 之平均值、標準機差及範圍.....	88
表24	各取樣點的 PO_4^{3-} 之平均值、標準機差及範圍.....	88
表25	各取樣點的氨之平均值、標準機差及範圍.....	89
表26	各取樣點的溶氧量之平均值、標準機差及範圍.....	89
表27	各取樣點的相對溶氧量之平均值、標準機差及範圍.....	90
表28	各取樣點的生化需氧量之平均值、標準機差及範圍.....	90
表29	各取樣點的化學需氧量之平均值、標準機差及範圍.....	91
表30	各取樣點的Total coliform之平均值、標準機差及範圍...	91
表31	各取樣點的Fecal coliform之平均值、標準機差及範圍...	92
表32	水質成分濃度間的相關係數.....	93
表33	公共供水的地表水品質標準.....	94

一、前言

我國自民國六十一年六月十三日頒佈「國家公園法」後，內政部即積極規劃國家公園，至今共有四座國家公園。陽明山地區因其壯麗之火山地形與植生及豐富之溫泉水資源，被認為具有獨特風格之生態與自然景觀，即成為我國第三座之國家公園。陽明山之另一特點為在四個國家公園之中最接近大都會區，交通便利，因此全區之全年旅遊人數眾多，而且大多集中在陽明山公園、七星山、夢幻湖、擎天崗、大屯自然公園、小油坑等遊憩據點。因此，對於全區域之遊憩資源的利用，以及未來遊憩區的發展，均宜詳加審慎規劃。

一個遊憩區品質的好壞，水資源是一個重要的關鍵，水資源之質與量，直接關係到活動區的品質。因此，充足而又優良的水資源供應，為提升遊憩品質不可或缺的項目之一。水資源可大分為地表水資源和地下水資源兩類。在國家公園的區域內，以往曾有地表水資源的調查（楊萬全,1989,1990），然而在地下水賦存狀況及水質方面的調查分析則尚屬缺乏。在遊憩區開發以及旅遊人數日漸增加的壓力下，幾個遊憩區的水資源供應已呈現不足的窘境，甚至在引用之湧泉或地表水亦缺乏水質取樣分析的資料，此對水使用是否合乎衛生的要求，亦無所悉。因此考慮是否有充足的地下水資源可供開發以彌補地表水資源的不足，以及取樣分析目前所引用之湧泉和地表水是否合乎衛生要求，為解決國家公園區域內遊憩區之水資源使用上質與量要求的方法。

二、研究目的

本研究之目的以陽明山國家公園區域內之地表水資源，包括於各溪流流量控制點的平時流量調查測量，和頻率年 100年洪峰流量和洪峰到達時間的推估，以探討各個溪流的水文特徵；對已規劃為遊憩區附近之地下水資源做探測調查，推估各遊憩區附近之地下水賦存狀況，做為將來地下水開發利用的參考；並對已規劃為遊憩區附近之地表水（包括湧泉及溪流水）水質取樣調查分析，瞭解目前遊憩區用水及附近可能利用之地表水的水質狀況，是否能合乎衛生使用的標準。由地表水的質與量，和地下水賦存狀況的調查分析結果，可提供國家公園經營管理者做為將來資源保育利用、水資源規劃及管理之參考。

三、研究區域概況

(一) 位置

陽明山國家公園位於台北盆地之東北部，以大屯山及七星山為中心，東面至磺嘴山和五指山東側坡腳；西面至烘爐山及面天山西側坡腳；北面包括竹子山及其北面之土地公嶺；南至紗帽山並向東延伸至石梯嶺東側之西北坡，涵蓋了台北士林、北投兩區的大部分及台北縣萬里、金山、石門、三芝和淡水等臨海鄉鎮之內陸山地，總面積約為一萬一千四百公頃。

(二) 地形、地質

本區屬於大屯火山群壘地區，其活動期間為上新世晚期至更新世早期或中期，大屯火山分三次噴發，在火山熔岩與火山拋出物堆積下，形成三系列呈東北—西南走向之火山群。第一次噴發約為一百二十萬年前，由最東北竹子山開始，依序向西南形成小觀音山、大屯山及其寄生火山菜公坑山、面天山以及本區域外之觀音山等；第二次噴發約為八十萬年前，由西南之大尖後山開始，向東北進行形成磺嘴山等；第三次噴發約為四十萬年前，由東北之七星山向西南方向進行並形成其寄生火山紗帽山。此種東北—西南—東北之火山活動程序，顯示當時地下岩漿係呈旋渦狀活動。

本區海拔標高最低為磺溪溪谷約標高二百公尺，最高為七星山山頂，標高一千一百二十公尺，標高在二百公尺至四百公尺之地區，面積約2397公頃，約佔全區之20.92 %；標高在四百公尺以上至六百公尺之地

區面積約4024公頃，約佔全區之35.12 %；標高在六百公尺以上至八百公尺之地區，面積約2954公頃，約佔25.76 %；標高在八百公尺以上至一千公尺之地區面積約1674公頃，約佔全區之14.63 %；標高在一千公尺以上之地區面積約 167公頃，約佔全區之1.45%，其標高與面積分佈情形，參閱表 1所示。

表1 地貌分析表

項 目 海拔高	面積 (公頃)	百分比 (%)
200公尺以下	240	2.09
201—400公尺	2,397	20.92
401—600公尺	4,024	35.12
601—800公尺	2,954	25.79
801—1000公尺	1,674	14.63
1000公尺以上	167	1.45
合 計	11,456	100

本區主要由火山岩與沉積岩構成。沉積岩年代屬於第三紀中新世至上新世，岩層係以砂岩和頁岩為主，具有明顯的層狀構造。由於各層岩質的軟硬不同，在經過褶曲構造運動後，容易受侵蝕造成豬背山、單面山等一翼陡峭、一翼平緩的地形。沉積岩僅分佈於本區的邊緣地帶，本

區除五指山一帶爲中新世五指山層、內雙溪附近爲中新世大寮層外，其餘大都爲第四紀更新世大屯火山岩層。火山岩由於不具明顯的層狀構造，而且是火山噴發活動造成的地貌，因此常見錐狀山形、或是鐘狀、平頂丘狀的山形。大屯火山岩可依照噴發順序區分爲集塊岩、熔岩和火山碎屑等。集塊岩係由火山噴炸出來之岩石，大部分發生在火山基部，又可分爲熔岩質集塊岩和凝灰質集塊岩：熔岩質集塊岩，可在小觀音山、大屯山南峰及竹子山麓附近發現；凝灰質集塊岩熔岩，以發生在火山之周緣爲主，分布在竹子山以北地區。熔岩即安山岩熔岩流，多分佈於火山群中央部分，爲構成大屯火山群之主體，流佈於本區域之大部分地區。本區火山碎屑係由未固結之火山灰與崩碎之安山岩層混雜而成，大多疏鬆被覆於火山表面，其外部分已紅土化，廣泛分佈於竹子山麓一帶及磺嘴山麓一帶。

中新世沉積岩構成大屯火山群的基盤，其內存在著兩個主要的逆斷層，即金山斷層和崁腳斷層。兩個斷層互相平行，都是呈東北走向，向東南傾斜。崁腳斷層在東南，金山斷層在西北。崁腳斷層的北端在萬里附近出海，南端通過外雙溪中央公教社區及士林而進入台北盆地，這條溪谷連線的東側是五指山山脈的領域；金山斷層從金山的西北穿過竹子山與小觀音山的西南側、北投復興崗、關渡，斷續南伸與林口台地西南界的新莊斷層相連。金山斷層的兩側是溫泉、噴氣孔、熱水侵蝕變質帶出現頻繁地區，尤其在斷層西南側是主要的噴氣孔分佈地區。

(三) 氣候

本區係屬副熱帶氣候區，同時受到全球最大海洋與陸地之影響，故兼具有大陸性及海洋性氣候之特性。夏季受源自太平洋及赤道海洋之高溫重濕氣團影響，常爲悶熱、多雲，午后間有雷陣雨之天氣。冬季受源

自亞洲大陸之極地大陸性氣團東北季風的影響，多為陰冷多雨之天氣。另外，每年的五月中旬至六月中旬，受到鋒面徘徊之影響，為期一個月的梅雨，多為陰雨的天氣，降雨多呈連續性，且降雨強度甚大，間有雷雨或豪雨發生而帶來嚴重災害。七、八、九月則為颱風季，常有強風暴雨，颱風所帶來之雨量，高達一千多公釐。

本區之氣候，中央山區以鞍部、竹子湖測候所之氣候資料為代表，西南側、南側坡地以淡水、台北測候站之資料加以分析推測：

1 溫度

年平均氣溫隨高度增高而遞減（表 2），竹子湖為 18.4°C ，鞍部為 16.5°C ，其餘坡地之年均溫約在 $18^{\circ}\text{C}\sim 21^{\circ}\text{C}$ 之間，一年中全區除西北側坡地外均以一月份為最冷月，一月份之平均最低溫度約在 $5^{\circ}\text{C}\sim 12^{\circ}\text{C}$ 之間。七月份為最熱月，其平均最高溫度約在 $25^{\circ}\text{C}\sim 32^{\circ}\text{C}$ 之間。各地氣溫之季節變化互不相同：冬季之氣溫，東北側坡地較西南側坡地為暖，而夏季卻正好相反。此乃因東北側坡地濱臨海洋，受海洋之影響而稍呈冬暖夏涼之海洋性氣候之故。

2 雨量

降雨量（表 3），以竹子湖一帶之中央山區為最多，年雨量均在四千公厘以上，東北側地區次之約在 $2800\sim 4500$ 公厘之間，西北側坡地及西南側坡地因少東北季風雨之故，其年雨量較少約在 $2000\sim 2500$ 公厘之間。

月平均雨量，以十月份最多，中央山區約為 $850\sim 1050$ 公厘，此乃受東北季風及颱風環流影響，故雨量特多；月平均雨量最少月份在中央山區為四月份約 150 公厘，西側及西南側坡地則為十二月份約在 $80\sim 150$ 公厘，乃因西及西南側坡地受東北季風影響較少之故。

雨量季節分配極不平均（圖 1），在中央山區以秋季為最多，以春季為最少，此乃秋季多颱風雨及東北季風雨之故；在東北側坡地以秋冬二季最多，以夏季最少，此因多東北季風雨而少夏雷雨之故；西南側坡地則多夏雷雨而少東北季風雨，因以夏季為最多，而冬季最少。

一日最大降雨量（表 4）在中央山區及東北側坡地，發生在十月份，係受東北季風與颱風雙重影響所致；而在西北及西南側坡地則發生在九月份，係屬颱風雨。

3 蒸發量

本區因位於東北及西南季風盛行區內，終年潮濕多雨，且地表密生之芒草及矮生之竹叢，故蒸發量甚小（表 5）。在中央山區之年蒸發量均小於1000公厘，在兩側坡地之年蒸發量亦在1500公厘以下。一年中，蒸發量最大的月份在七月，而最小的月份，在中央山區出現在十一月，在兩側坡地則出現在二月份。

一地之乾濕程度，端視蒸發量與降水量之差值而定。本區各地之年降雨量較年蒸發散量高出甚多（圖 2），在中央山區兩者差值高達4000公厘以上，由此可見本區應屬潮濕氣候。

（四）水系及流域

本區為臺灣北部放射狀水系發源地，發源自大屯山、七星山、小觀音山及竹子山等高山區，沿山坡向四方分歧而下，大多獨流入海。因火山活動之關係，形成火山河谷錯綜複雜的地形，溪流短促，坡降甚大，造成許多峽谷及瀑布等特殊景觀。

溪流水源主要來自雨水，水位變化大，大雨大水，小雨小水，久旱

表2 月平均氣溫

氣溫 ($^{\circ}\text{C}$) 站名	月 份	一 月	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月	十 一 月	十 二 月	年 平 均
淡 水		14.8	15.2	17.4	21.6	24.4	27.1	28.9	28.7	27.0	23.7	20.3	16.9	22.2
鞍 部		9.2	10.1	12.4	16.4	19.2	21.4	23.0	22.6	20.8	17.5	14.2	11.1	16.5
台 北		15.0	15.6	17.8	21.8	24.7	26.7	28.8	28.7	27.0	23.8	20.5	17.2	21.2
竹 子 湖		11.3	12.0	14.4	18.2	21.0	23.1	24.6	24.4	22.8	19.5	16.1	13.1	18.4
基 隆		15.4	15.6	17.4	21.0	24.1	26.4	28.7	28.4	26.7	23.7	20.6	17.3	22.1
國 聖		15.6	15.5	17.5	21.4	23.8	27.0	28.9	28.4	26.7	23.8	19.9	17.2	22.1
乾 華		15.6	15.3	16.5	20.7	25.5	26.8	28.4	27.9	26.8	23.6	20.1	17.8	22.1

表3 月降雨量

雨量 (公厘) 站名	月 份	一 月	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月	十 一 月	十 二 月	年 總 量
鞍 部		353.4	267.4	261.5	170.1	281.8	341.6	244.4	372.6	738.0	915.2	568.3	387.8	4902.1
竹 子 湖		288.6	222.4	210.5	130.8	235.3	293.6	235.2	353.4	714.4	874.8	523.5	343.1	4425.6
台 北		97.9	109.9	161.1	122.4	228.7	289.6	205.7	220.9	303.4	120.0	80.0	76.1	2015.7
淡 水		143.0	132.7	160.4	120.6	195.6	250.2	135.8	209.8	267.0	212.1	143.7	111.9	2082.8
基 隆		290.4	240.1	250.7	156.9	222.4	269.1	123.4	142.6	326.8	274.8	196.4	268.4	2762.0
國 聖		237.6	242.2	246.9	179.0	343.7	253.1	146.9	189.7	225.6	227.1	253.2	218.5	2763.5
乾 華		174.4	113.1	183.7	145.4	277.2	238.0	150.9	134.1	223.6	126.3	103.8	129.4	1999.9

表4 一日最大降雨量

雨量 站名	月份 (公厘)	一 月	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月	十 一 月	十 二 月	年 日 最 雨 大 量	發 生 時 間 (年月)
鞍 部		165.9	87.3	80.1	106.9	186.2	237.6	420.1	442.2	666.3	749.5	201.2	105.1	749.5	58・10
竹 子 湖		130.9	88.2	118.4	73.9	109.2	166.1	417.0	441.8	655.3	733.1	259.4	107.2	733.1	67・10
台 北		81.7	48.0	117.0	146.4	175.0	166.4	306.0	211.1	332.1	172.5	119.5	57.0	322.1	52・9
淡 水		78.7	50.9	88.6	79.9	93.5	126.1	316.8	283.1	270.5	328.1	121.7	74.2	316.8	70・7
基 隆		160.0	114.8	119.6	109.4	118.7	185.7	183.2	158.3	351.3	216.6	166.1	129.0	351.3	69・9
國 聖		124.9	76.5	78.5	76.6	132.8	214.6	245.5	175.4	179.9	154.9	149.2	85.4	245.5	66・7
乾 華		105.7	51.8	50.9	76.7	100.9	232.7	192.0	239.5	182.1	75.8	105.0	88.8	239.5	61・8

表5 月蒸發量

蒸發量 站名	月份 (公厘)	一 月	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月	十 一 月	十 二 月	年 總 量
鞍 部		41.4	41.3	60.9	77.4	82.1	88.8	125.5	113.3	84.2	62.5	40.4	41.4	858.9
竹 子 湖		56.0	54.0	71.1	81.6	85.8	86.3	116.0	113.8	93.1	79.2	59.4	55.1	951.4
台 北		70.6	69.7	88.3	119.3	123.7	126.5	170.7	173.5	151.6	123.9	89.9	71.3	1379.0
淡 水		75.0	72.3	93.9	110.3	128.6	141.2	199.7	194.6	164.9	131.8	97.6	81.0	1490.9
基 隆		72.0	62.4	76.2	94.3	116.3	126.2	193.2	181.2	144.5	116.5	88.0	76.6	1347.4

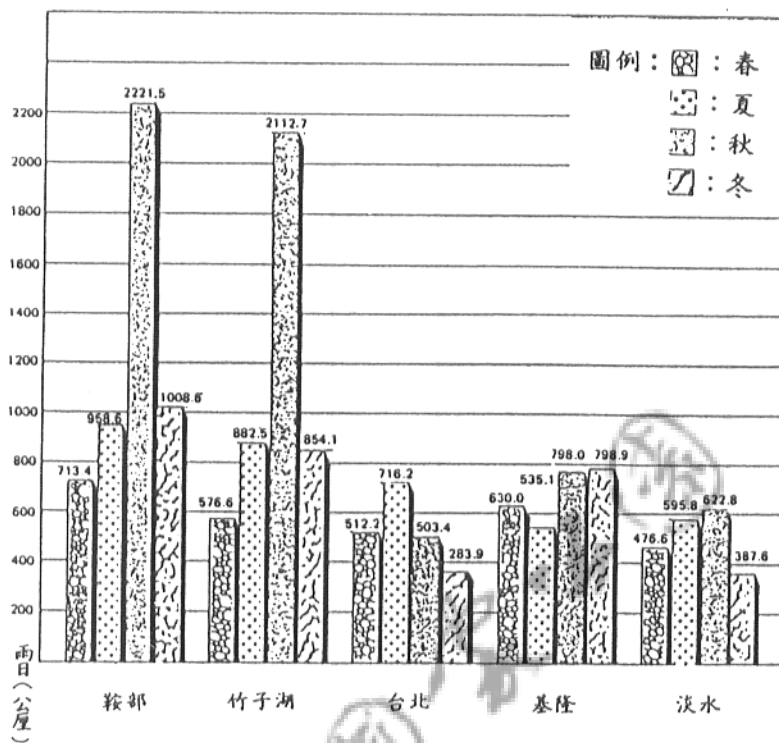


圖1 各測站季降雨量

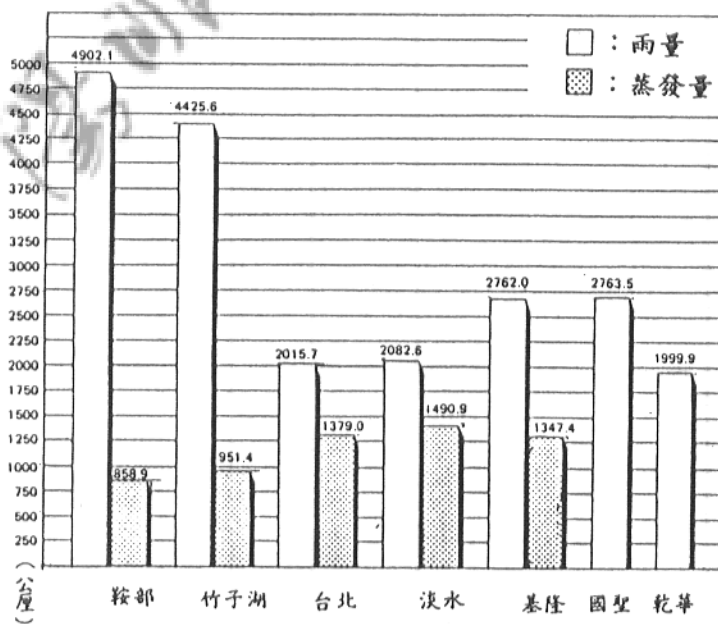


圖2 各測站年降雨量與蒸發量比較

則河床裸露。此輻射狀水系南向溪流在五指山以西匯集於雙溪河，在五指山以東匯集於瑪鍊溪；東向溪流以員潭溪及北礮溪為最大，均流入太平洋中；北向溪流有阿里磅溪、老梅溪、陳厝坑溪及八連溪等；西向溪流有大屯溪及若干小溪流。本計劃研究範圍分屬北礮溪流域、瑪鍊溪流域、雙溪流域、南礮溪流域、北投溪流域、公司田溪流域等，各流域分述如下：

1 北礮溪流域

北礮溪發源於竹子山、小觀音山、七星山、大尖後山與礮嘴山一帶，上游的支流相當多，是一東北流向的河流，河長約11餘公里（在公園轄區的長度約6公里、集水面積約3450公頃）。由源頭到七股不過3公里左右，地勢卻由海拔約1000公尺降至250公尺，崖高谷深，陡險異常，沿途急流不絕。再下3公里至礮溪頭，降至60公尺，溪谷漸展，溪水散流。至重光以下，已入平地，再經金山後，由社寮入海。由陽明山至金山的公路至金山農場以下即循北礮溪谷而行。

北礮溪的溪谷在溪流的切割下，谷壁大多陡峭，但是河床的坡度卻顯的較平緩；富含鐵質的礫石在河床上堆積成黃色的河道。在溪床的鄰近角落，偶有富集的褐鐵礦床生成。這些褐鐵礦大多是自古代落葉生成的，因此保有葉、莖等外形。它們是褐鐵礦化的植物化石。北礮溪的溪谷在七股附近略現平坦、自死礮子坪至頂中股一帶有較廣闊的平臺，其東之大孔尾、礮子坪頭等處，也有大小不等的平臺，海拔均在300公尺以上。重光為北礮溪沖積地的頂點，溪流至此陡降至60公尺以下，山洪下沖，形成自由曲流。重光附近的溪谷寬度不及300公尺，在金山一帶擴展至2.5公里以上，下游與尾水溪幾連成一片。北礮溪下游為一三角洲，但發育不佳；海岸砂丘頗為發達，溪口南側的礮港小半島，曾是個海中島嶼，如今已是與陸地再連的陸連島。

北磺溪是陽明山國家公園境內最大的一個流域。它主要的源頭有三：一支源自磺嘴山和大尖山後山之間的翠翠谷；一支源自七星山和七股山之間的馬槽；另一支則是來自小觀音山腳，為國家公園境內饒富盛名的自然保護區－鹿角坑溪（又名清水溪）。鹿角坑溪的上游河谷坡度陡峭，巨石累累，擁有兩個規模較大的瀑布，一為楓林瀑布；一為崩石瀑布。

2 瑪鍊溪流域

發源於北五指山及大尖山之間，沿著石底層的走向及坎腳斷層，向東北流，在溪底東方流出本區，到萬里附近入海。本溪只有上源約3.25公里的一段是在國家公園的範圍內，大尖後山、磺嘴山東側的地區都屬於本流域，集水面積約 846公頃。

本水系的水道，在下游沉積岩區，河床裸露，愈進入上游火成岩區，河谷則愈見陡峭。在沉積岩地區的河床常出現裸露的岩層和呈連續狀的淵潭，淵潭出現的頻率比在火成岩地區高出很多，在火成岩和沉積岩的交界處，則密集的出現急湍和小瀑布。

3 雙溪流域

雙溪發源於擎天崗附近高地，南流 6公里後轉向西方，先後匯集菁礮溪、石角溪、南磺溪及北投溪等支流，在北投頂八仙附近注入基隆河，主流長約19公里，在本區內的主流長約 7公里，流域面積約1382公頃。雙溪河床的砂岩上常見壺穴，顯示河床的侵蝕力強盛。雙溪又可分為內雙溪、菁礮溪兩大支流。

內雙溪上游分為兩支，都發源於大嶺呷（擎天崗）附近。最上游處的擎天崗草原（又稱太陽谷），河谷低淺草坡順谷延伸，丰姿浪漫；大嶺呷以下則是坡度陡急，河谷呈深切的V字形，河道上多急流、瀑布，

與上游地區截然不同。

菁礮溪是順著大寮層的走向及崁腳斷層轉而向西南流，有一連串出現的瀑布群及急湍。菁礮溪在礁坑附近流出本區，進入臺北盆地以後，本溪呈自由曲流注入基隆河。

4 南礮溪流域

發源於七星山與大屯山之間的竹子湖與小油坑，上游的雨量豐沛，河水流量的季節性差異不大。本溪自源頭竹子湖南流3公里到頂北投附近，海拔即降至300公尺，兩岸壁立；再下2公里到半嶺附近，有源自紗帽山東南側的松溪匯入，然後流出本區。自半嶺以下，左岸緊逼華崗，峭壁陡立；右岸較緩，到天母時海拔已降至50公尺，溪谷由此展開，呈自由曲流現象，最後在頭尾洲與雙溪會合流入基隆河。全長約十餘公里，在本區的幹流長約5公里，集水面積約2120公頃。

南礮溪上游地區因水質清澈、泉源豐富，再加上本區的人為活動熱絡，河谷多已被築槽攔水，引為家庭或商業用水，導致下游地區的河谷呈現無能河的型態，處處可見累累的巨石裸露。

5 北投溪流域

北投區原為雙溪支流之一，發源於大屯山、面天山一帶。集水區包括頂湖、十八分、嶺下、中正山、地熱谷等地。溪中因有泉源流出結晶成稀有的北投石，頗富盛名。本流域主要由永春寮溪和礮港溪兩支流匯聚而成，公園內的集水面積約557公頃。支流之一的礮港溪因河床有溫泉滲出，所以在河谷地區常可見人為架設的水管、垃圾、泡沫，對景觀的影響很大。永春寮溪則是已呈乾谷的型態，河床乾涸，人為的引水管雜陳，只有在上游源頭附近，才略見潮濕，並有泉源湧出。

北投溪流域的平均高度是整個大屯火山群放射狀河系中最低的。由上往下望，只見低矮的分水嶺和平緩的河谷。

6 公司田溪流域

是本區西北側最大的河川，自大屯山和大屯南峰之間的窪地發源後向西流，在車埕附近流出本區，於淡水沙崙附近注入臺灣海峽。在本區的長度約2.25公里，集水面積約 61 0公頃。

公司田溪的上游，受自來水廠以及社區、住家截水影響，河谷大多呈乾涸狀態。

7 大屯溪流域

發源自大屯山與小觀音山之間，由大屯山與小觀音山間的鞍部及小觀音山火山口向西北流，在三板橋附近流出本區，高度也降至 300公尺以下。本溪上游的河谷寬而深，河床坡度頗大，下游在番子田附近注入臺灣海峽。在公園範圍內的長度約2.75公里，集水面積約 680 公頃。

(五) 植生

陽明山國家公園位居亞熱帶氣候區，海拔不高，但因受後火山活動及東北季風二項因素影響，植生在本島生態系中，佔極特殊的地位。除亞熱帶雨林（海拔500 公尺以下）、暖溫帶闊葉林（500公尺～900公尺間）與矮草原（海拔900 公尺以上）等植物帶外，亦可見到一些生長於中央山脈約2500公尺左右的山區植物，如臺灣龍膽、昆欄樹、金毛杜鵑等。

本區植物景觀可分為水生、草原與森林植被三大類。水生植物以火口沼澤地、湖池為主要分佈區，水毛花、針蔴、葶薺、燈心草等為常見植

物；尤其夢幻湖中的台灣水韭，堪稱國寶級的珍稀植物。包籜矢竹和台灣芒則為草原植被的特有景觀。森林植被係以亞熱帶型闊葉林為主要上層植物，以樟科植物為主（如紅楠、大葉楠），另有楓香、昆欄樹、楊桐、山櫻花等；台灣中低海拔常見蕨類植物及草生植物為中、下層植物。

陽明山國家公園

四、調查地點

(一) 河川平時流量測量位置 (如圖3)

1 北礮溪集水區

(1) 鹿角坑溪：測定點位於鹿角坑生態保護區管制站上游約600公尺處。

(2) 馬槽溪：測定點位於彩虹橋上游之防砂壩溢流口。

(3) 上礮溪：測定點位於陽金公路上之上礮溪橋上游約100公尺處。

2 瑪鍊溪集水區

瑪鍊溪：測定點位於溪底，富興煤礦之東北方約200公尺處。

3 雙溪集水區

(1) 內雙溪：測定點位於礁坑約在聖人橋下游約600公尺處。

(2) 菁礮溪：測定點位於菁礮橋下。

4 南礮溪集水區

南礮溪：測定點位於楓林山莊上游約100公尺處。

5 北投溪集水區

礮港溪：測定點位於上清宮下游50公尺處。

6 公司田溪集水區

公司田溪：測定點位於北101線公路之大溪橋下。

7 大屯溪集水區

(1)烘爐溪：測定點位於北101線公路之龜仔山小橋下。

(2)大屯溪：測定點位於北101線公路之龜仔山橋下。

(二) 地下水探測位置

(1)冷水坑遊憩區：如圖 4-1，本遊憩區選定位於冷水坑蔬菜專業區內，共四個探測位置。

(2)擎天崗遊憩區：如圖 4-2-1、4-2-2，本遊憩區選定四個探測位置，No.1及No.2在擎天崗草原步道兩旁；No.3及No.4在往擎天崗路上天寶聖道宮旁。

(3)小油坑遊憩區：如圖4-3，本遊憩區選定位於頂湖北投區觀光菜園內，共四個探測位置。

(4)大屯自然公園：如圖 4-4，本遊憩區選定三個探測位置，No.1位於巴拉卡公路旁，No.2及No.3則位於人工湖旁。

(5)馬槽七股遊憩區：如圖 4-5，本遊憩區選定位於馬槽橋下游之苗圃內，共三個探測位置。

(三) 水質取樣位置 (如圖 5)

1 北磺溪集水區

北磺溪發源於竹子山、小觀音山、七星山、大尖後山與磺嘴山一帶，是東北流向的河流，長約11餘公里，是陽明山國家公園境內最大集水區

(3450ha)。上游支流相當多，比較大的有西方源頭的鹿角坑溪及東方源頭的上礮溪，此兩溪中間尚有馬槽溪，此三條上游溪流的取水樣位置的重點如下：

(1)小油坑：取樣點位於鹿角坑溪的上游源頭七星溪，涓細小流，是認為比較清淨的水質，從陽金公路轉至小油坑遊憩區之路旁之蓄水池上游處。小油坑的水是當地取用水的水源之一。

(2)鹿角坑：鹿角坑溪是北礮溪的主要上游支流，位於保護區內，甚少有人為干擾，取樣點位於鹿角坑溪，約在鹿角坑溪生態保護區管制站上游600公尺處。

(3)彩虹橋：取樣點位於馬槽溪的彩虹橋上游的攔水壩處。

(4)大油坑：取樣點在上礮溪(北礮溪東側的大支流)的上礮溪橋上游100公尺處。上礮溪發源於北峰(900m)。自北峰南麓南流流過小尖後山(883m)，再北流與鹿角坑溪相會，匯入北礮溪。

2 雙溪集水區

內雙溪為雙溪集水區內的西側大支流。內雙溪源自七股山(889m)，在此溪段取樣三點。

(1)夢幻湖：取樣點位於七星山(1120m)東麓約800公尺的湧泉。由陽金公路在中湖轉至冷水坑路上，過往夢幻湖步道口約50公尺之蓄水池，此水為擎天崗遊憩區取用水。

(2)冷水坑：取樣點位於七股山(889m)南麓之冷水坑溪源頭，從陽金公路在中湖轉至擎天崗路旁之抽水站，此為冷水坑遊憩區取用水。

- (3)絹絲瀑布：是內雙溪三處取樣點的最下游取樣點，取樣點位於冷水坑溪之絹絲瀑布下游約 300公尺處。

3 南磺溪集水區

南磺溪發源於大屯山(1081m)與七星山(1120m)。其下游人為活動頻繁，是重要家庭或商業用水來源。本集水區取樣點有三點。

- (1)松溪：取樣點位於松溪上游之攔水壩，約在中山樓之東方 500公尺處，此處為台北市自來水事業處之水源地，可能為抽水站。
- (2)大屯瀑：取樣點位於陽明溪在陽明公園內之大屯瀑。
- (3)龍鳳谷湧泉：取樣點位於南磺溪楓林山莊上游約200公尺步道旁之湧泉。

4 公司田溪集水區

公司田溪為陽明山國家公園西部最大河川，發源於大屯山(1081m)與大屯南峰(960m)之間的窪地。本研究在公司田溪最上游，取樣點（大屯自然公園內）位於大屯主峰西北麓 600公尺或大屯南峰北麓1.2公里處。

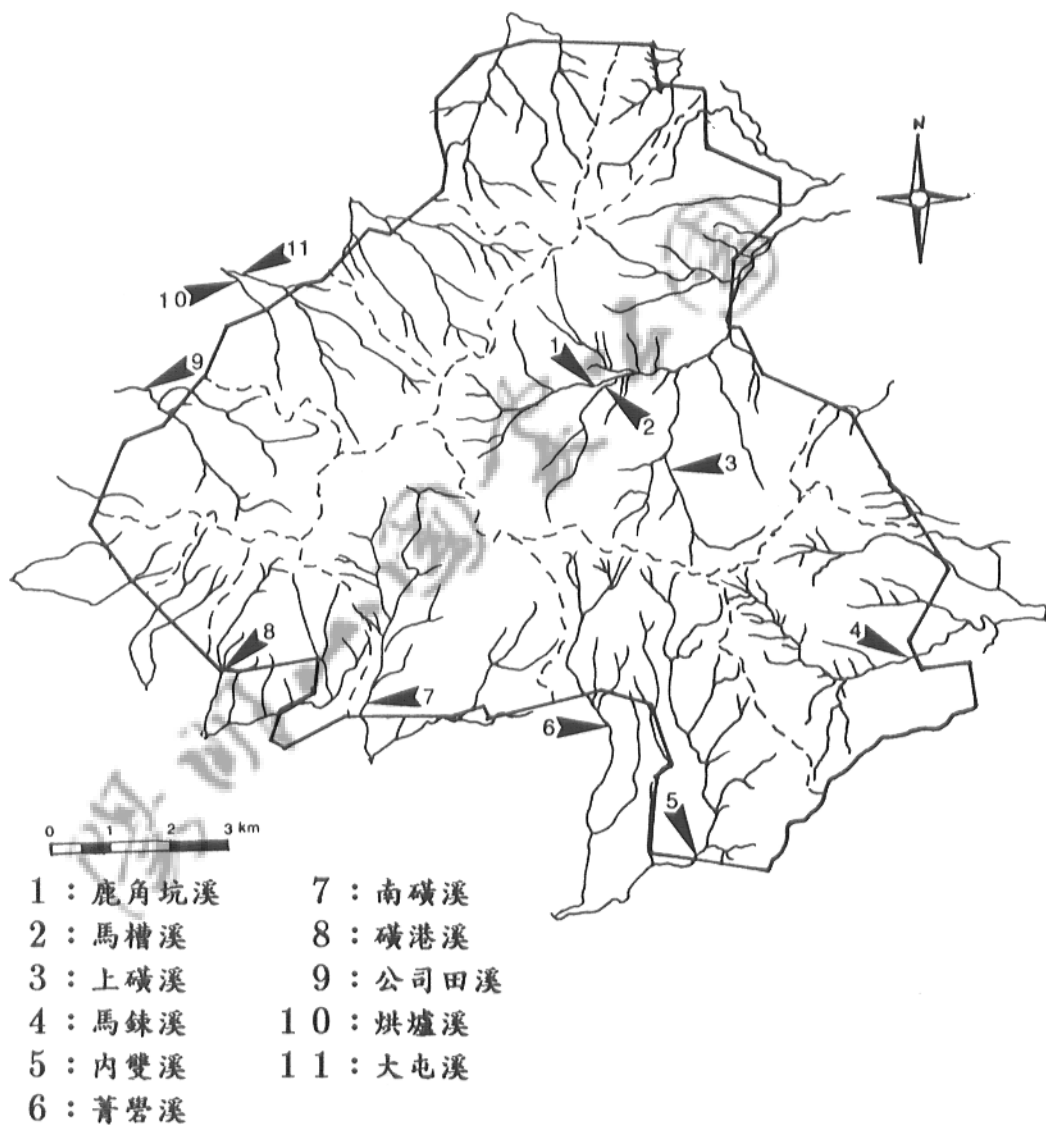


圖3 河川平時流量測量位置圖

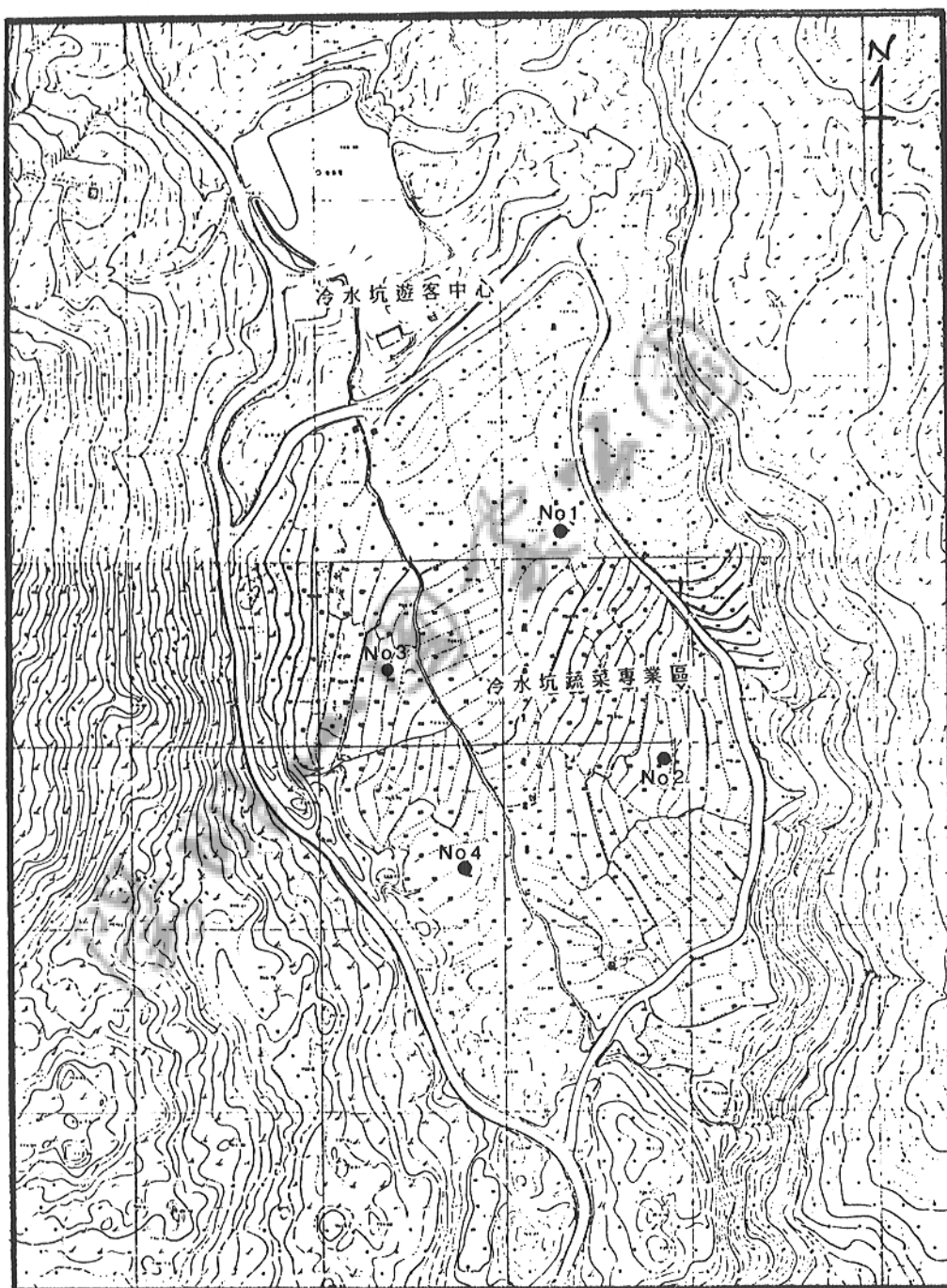


圖4-1 冷水坑遊憩區地下水探測位置圖

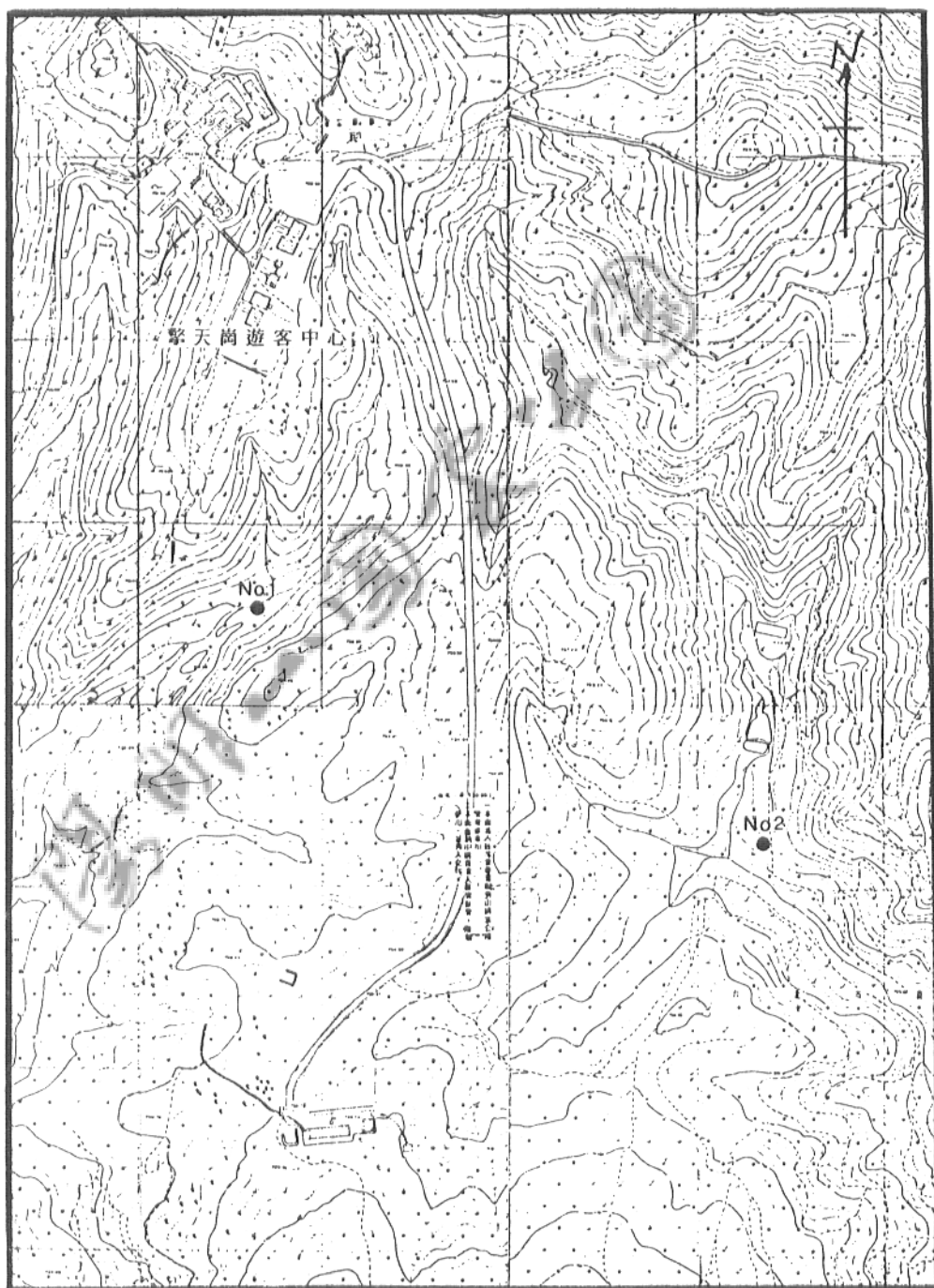


圖4-2-1 擎天崗遊憩區地下水探測位置圖(測點：No.1, No.2)

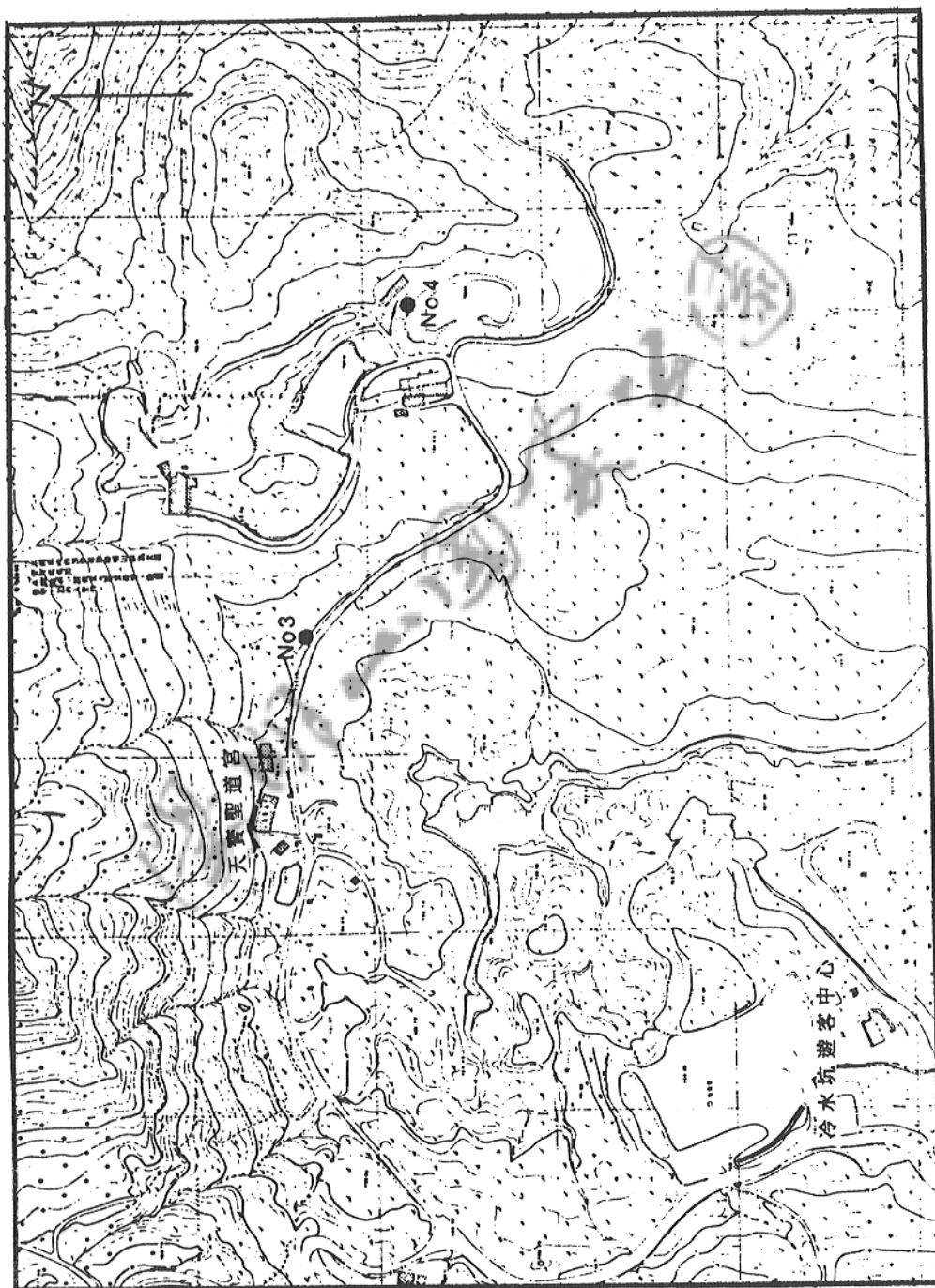


圖 4-2-2 擎天崗遊憩區地下水探測位置圖(測點：No.3, No.4)

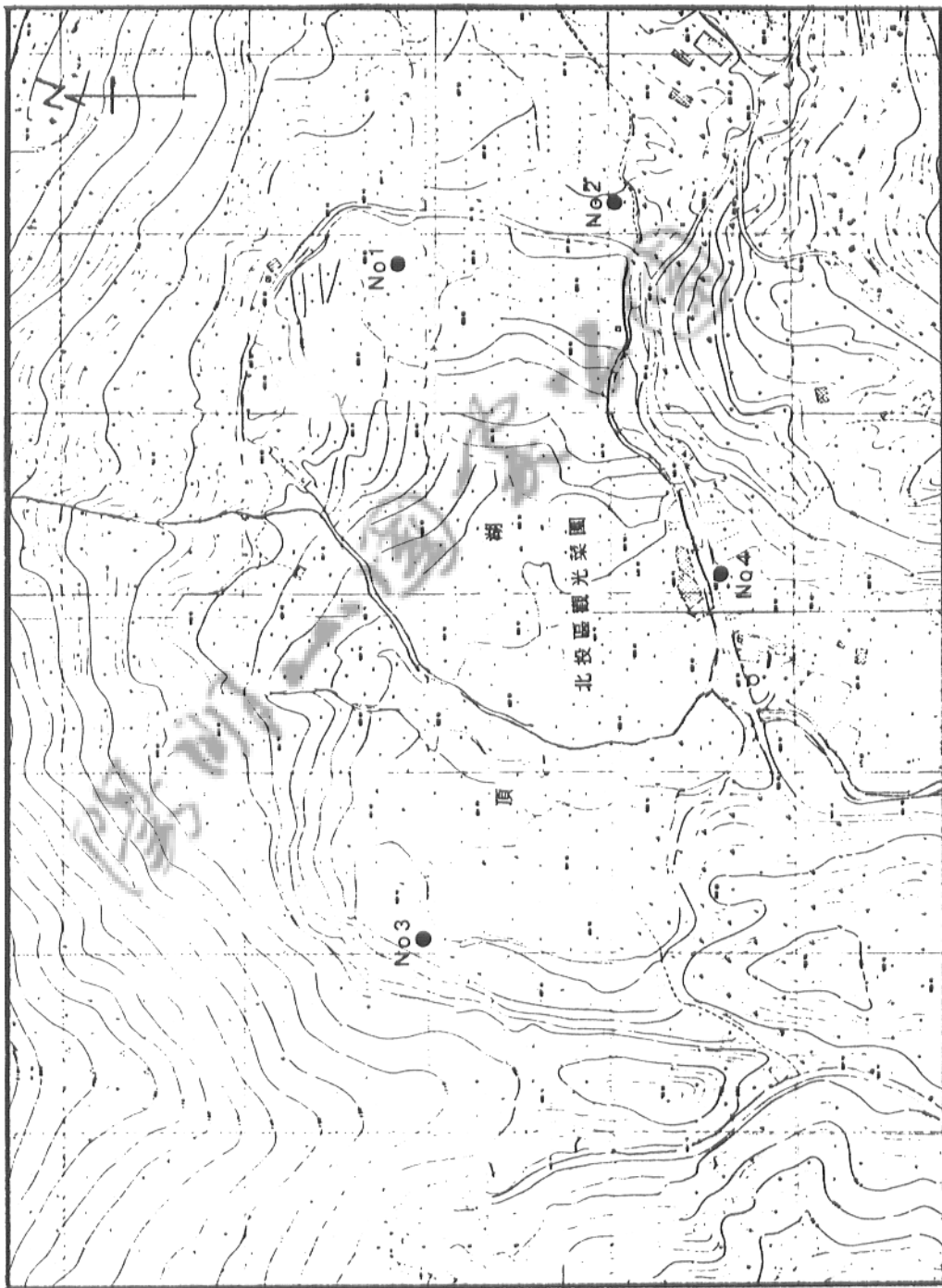


圖4-3 小油坑遊憩區地下水探測位置圖

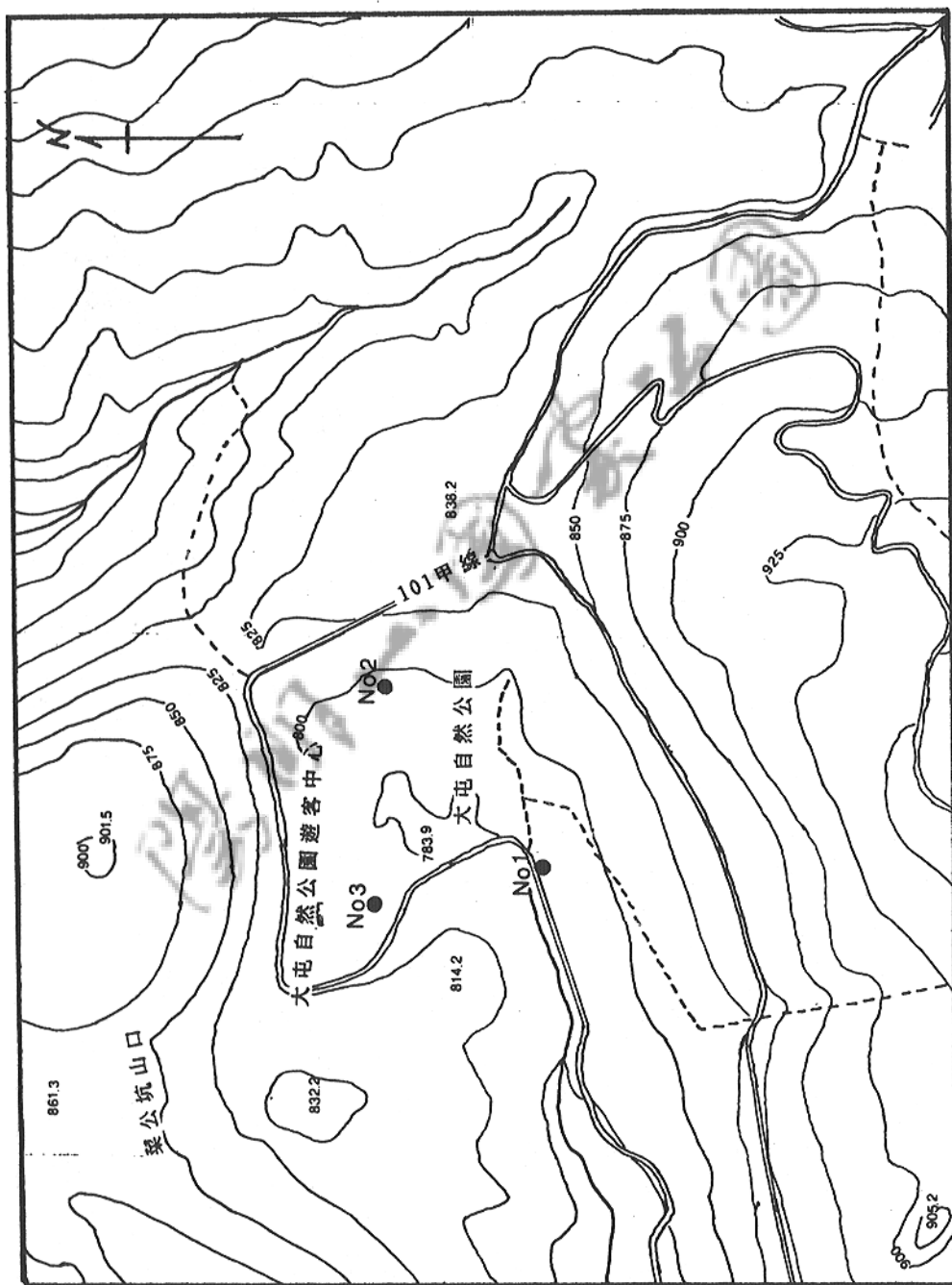


圖 4-4 大屯自然公園地下水探測位置圖

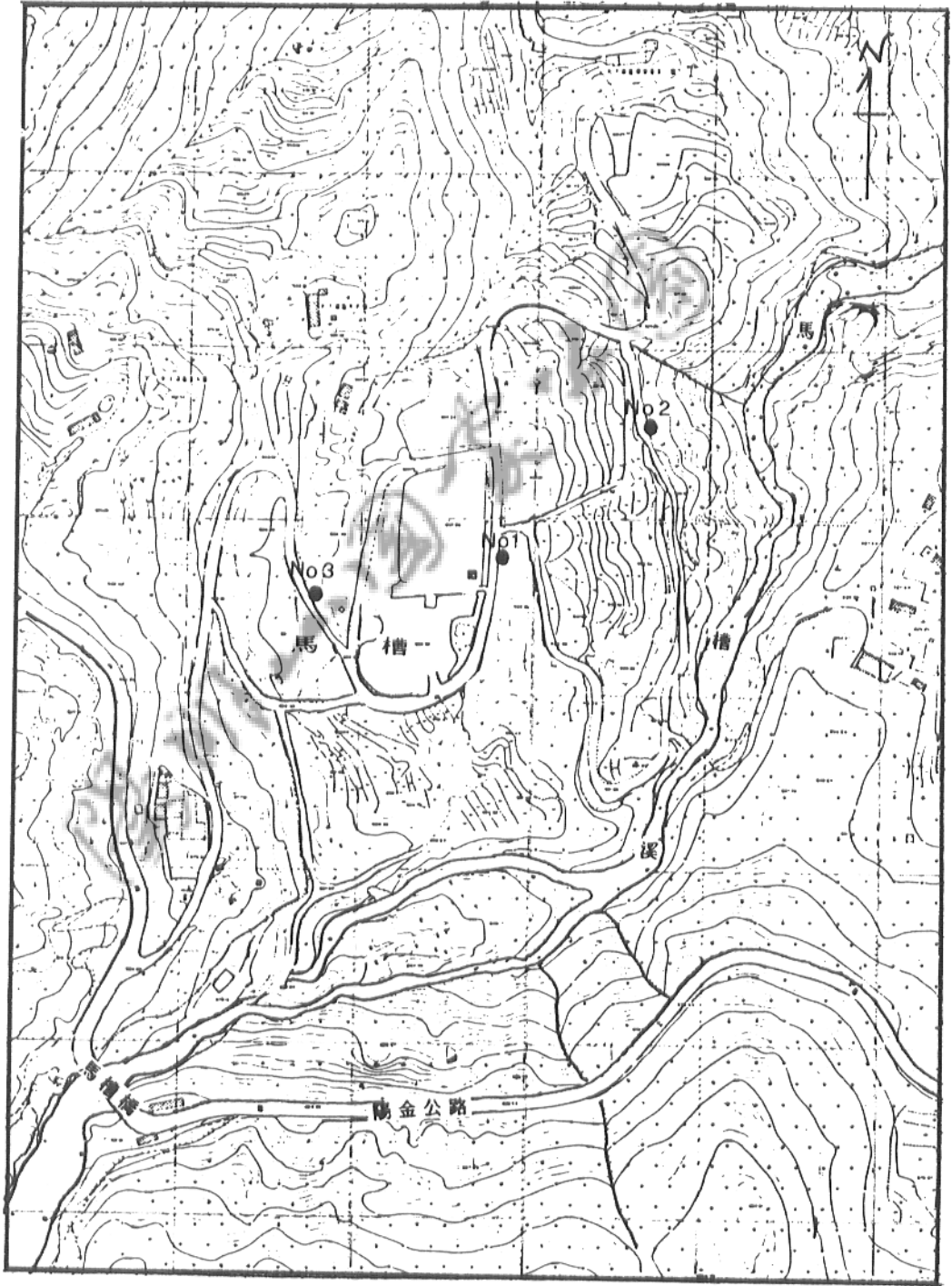


圖4-5 馬槽七股遊憩區地下水探測位置圖

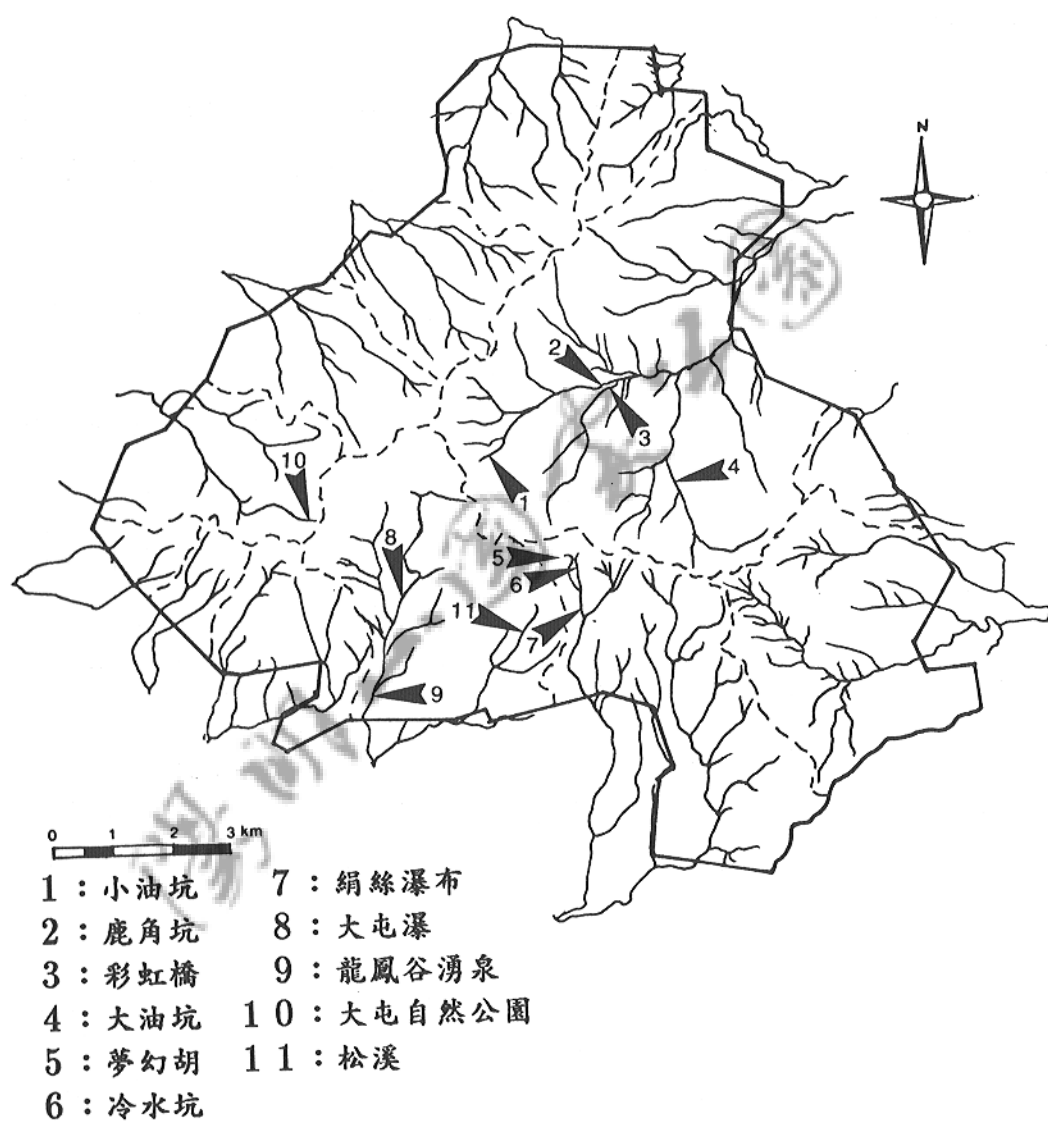


圖5 水質取樣位置圖

五、調查研究方法

(一) 基本資料收集分析

包括地形圖、五千分之一像片基本圖、全區域之氣象資料、遊憩區規劃區域位置及自然資源利用等基本資料，以及相關研究報告的蒐集分析，做為調查研究的背景資料。

(二) 地表水資源調查和推估

就調查區域內之11條主要溪流，選定流量推估位置，測定溪流通水斷面積和溪水流速，由溪流通水斷面積和溪水流速相乘，可推估測定時的逕流量。溪水流速與降雨量多寡有密切關係，因此視降雨條件決定適當的觀測時間。關於通水斷面之位置，必需避免選擇位於河床容易發生變化，有潛流、迴流情形，以及附近有支流匯集等處。流速的測定方法參考圖 6所示，依河川的大小，大致上間隔1m~2m決定流速測定線，在深度方面則每間隔0.2m~0.5m量測一點，一般的河川，於中央位置之流速測定線，其水面下之水深0.6處之測定點的流速可當做河川的平均流速。

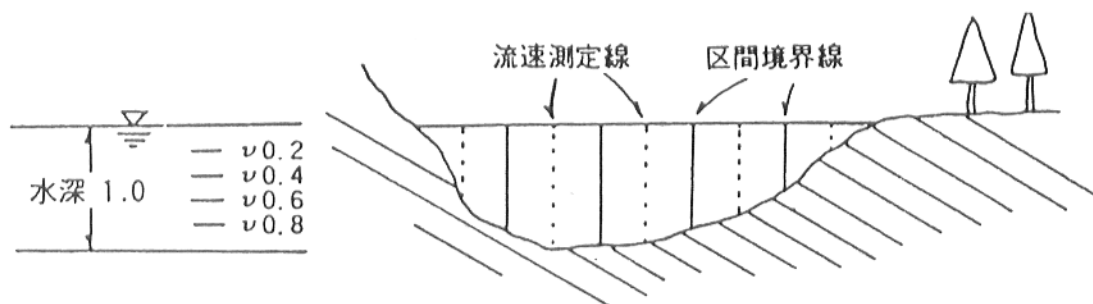


圖 6：河川平時流量測定位置示意圖

本研究採用日本三映測量株式會社所製廣井電氣式流速計來測量河川的流速，其流速計算式如下：

$$V = 0.120N + 0.005$$

V：流速（公尺／秒）

N：迴轉數（轉／秒）

調查區域內之河川的斷面大都很小，平時流量條件下水深很淺，因此流速測定時分別於通水斷面之左、中、右側位置，於水深0.6 處量測流速，並將其平均視為通水斷面的平均流速。每一通水斷面以水準儀測量並繪成圖（如圖 7-1至圖7-11溪流橫斷面圖）每測流速時也測其水位，以求通水斷面積，在將溪流通水斷面積和溪水流速相乘，可推估測定時的逕流量，每一通水斷面位置，以每個月量測兩次流速為宜，若有颱風，豪雨等異常氣象條件，則增加量測的次數。

降雨時洪水流量的推估，必需考慮集水區的面積、植生狀況、地形、降雨條件等因素，在缺乏水文觀測資料地區，洪水量推估有很多方法，洪峰流量推估方法可利用合理化公式予以推估公式如下：

$$Q = C \cdot I \cdot A$$

其中 Q：逕流量

C：洪峰逕流係數，C值可參考下列數值（表 6）

I：降雨強度（mm/hr）

A：集水區面積



圖7-1 鹿角坑溪 平時流量測定位置之溪床橫斷面



圖7-2 上礮溪平時流量測定位置之溪床橫斷面

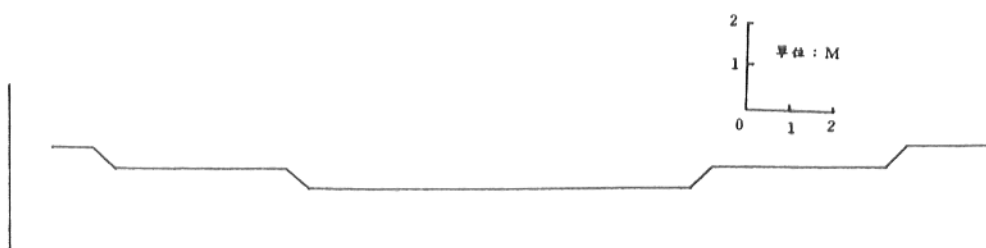


圖7-3 馬槽溪平時流量測定位置之溪床橫斷面



圖7-4 馬鍊溪平時流量測定位置之溪床橫斷面

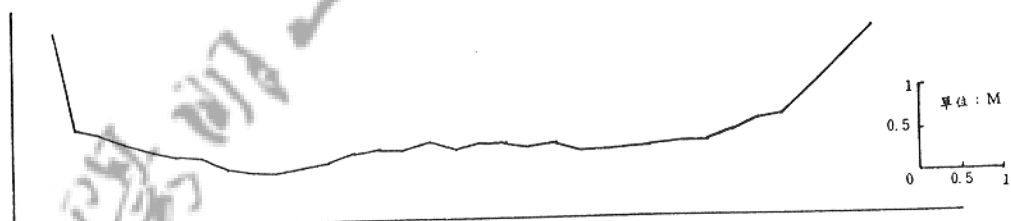


圖7-5 內雙溪平時流量測定位置之溪床橫斷面

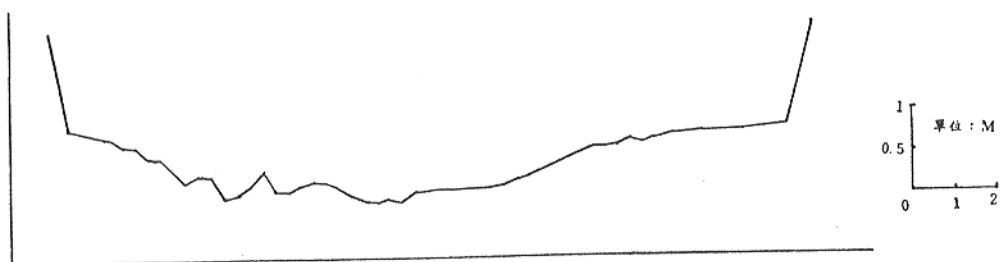


圖7-6 菁碧溪平時流量測定位置之溪床橫斷面



圖7-7 南礮溪平時流量測定位置之溪床橫斷面

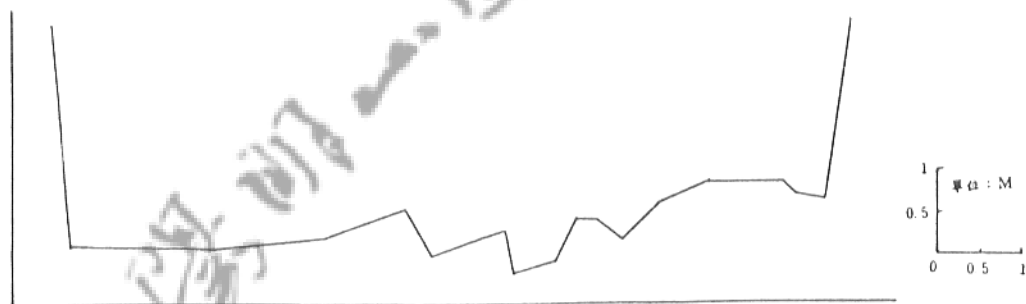


圖7-8 礮港溪平時流量測定位置之溪床橫斷面

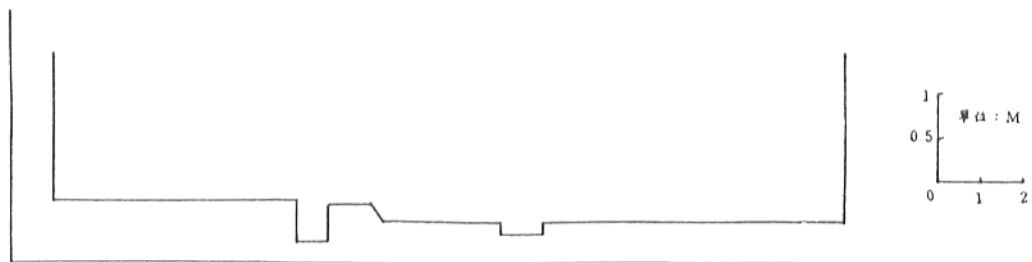


圖7-9 公司田溪平時流量測定位置之溪床橫斷面

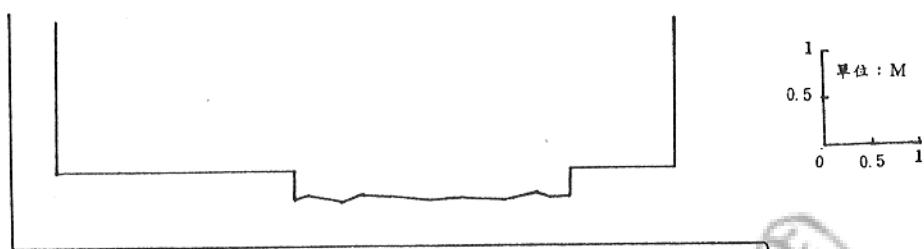


圖7-10 烘爐溪平時流量測定位置之溪床橫斷面



圖7-11 大屯溪平時流量測定位置之溪床橫斷面

$$\rho = 2 \pi a R \cdots \cdots \cdots (3)$$

探測作業過程，分別記錄每一個 a 值條件下的外視電位 ($V_1 - V_2$) 和電流 (I) 值，記錄格式如表 9 所示，並利用公式 (3) 計算比電阻值 ρ ，由深度 (a) 與比電阻 (ρ) 繪成雙對數曲線予以分析，推估地下水含水層深度和出水量。

(四) 水質取樣分析

本研究選定十一處進行可利用之地表水取樣，以每個月取樣二次為原則，於特別遊憩季節則增加取樣頻度，取樣方法以定點瓢取法 (Scoop sampling) 施行。水質檢定項目如下所示：

- 1 物理性質：水溫、濁度、電導度、溶氧量 (DO)。
- 2 化學性質：酸鹼度、硬度 (鎂、鈣)、無機態氮 (銨與硝酸態氮)、陰離子 (硫酸根、磷酸根)、化學需氧量 (COD)。
- 3 生物性質：大腸菌生菌數、糞便性大腸菌生菌數、生化需氧量 (BOD)。

水樣化學分析方法如下所示：

A 採樣點現場之操作

1. 用瓢汲法 (Scoop Sampling) 取水樣。
2. 每一樣點以 500ml 之水樣瓶裝滿水樣兩瓶，其中一瓶為黑色不透光之塑膠瓶，並在水樣瓶上標明採樣時間、地點，準備攜回實驗室再行處理。

表9 地下水探測記錄格式

測定場地				測點號碼				接地條件				觀測者			
年 月 日				測定方向				備 考				記 錄 者			
a	$2\pi a$	V_1-V_0	I	P	備 考		a	$2\pi a$	V_1-V_0	I	P	備 考			
1	6.28						44	276							
2	12.57						48	302							
3	18.85						52	327							
4	25.1						56	352							
5	31.4						60	377							
6	37.7						64	402							
7	44						68	427							
8	50.3						72	452							
9	56.5						76	478							
10	62.8						80	503							
12	75.4						84	528							
14	88						88	553							
16	100.5						92	578							
18	113.1						96	603							
20	125.7						100	628							
22	138.2						110	691							
24	150.8						120	754							
26	163.4						130	817							
28	175.9						140	880							
30	188.5						150	943							
32	201				160	1,005									
34	214				170	1,068									
36	226				180	1,131									
38	239				190	1,194									
40	251				200	1,257									
備註															

3.另用2000ml量杯採取水樣，利用日本東亞電波工業株式會社出品之WQC-2A型水質測定儀，測定濁度(Turbidity)、電導度(Conductivity)、酸鹼度(pH)、以及水溫(Temperature)，儀器操作如下：

(1)打開電源，將儀器指針歸零。

(2)將感應器(Sensor)放入去離子水中，將感應切換開關調至100ppm位置，然後旋轉濁度鈕，使指針調整至0，以校正濁度。

(3)將測定項目扭轉至pH位置，先將感應頭用去離子(Deionized)水沖洗，並以吸水紙吸乾水份，放入pH為4.01之緩衝溶液(Buffer solution)，若表示pH值之指針不正確在4.01位置上時，將之調整為4.01。再用去離子水沖洗感應頭，拭乾放入pH值為7之緩衝溶液中，同樣將指針正確的調準在pH=7的位置上，以校正酸鹼度。

(4)將玻璃製之比較電極上的橡膠護帽取下，即可將感應頭放入水樣量杯中，首先將測定項目調至濁度，即可讀出濁度並記錄之。其次，將測定項目扭轉至電導度，量測電導度並記錄之。第三步是將測定項目扭轉至酸鹼度，量測後記錄之。最後將量測項目扭轉至溫度位置上，即可讀取水溫並記錄之。

4.利用美國黃泉儀器公司(Yellow Springs Instrument Company)出品之YSI Model 59型溶氧測定儀測定溶氧(Dissolved Oxygen 簡稱D.O.)及相對溶氧(以%表示溶氧)，其操作方法如下：

(1)儀器上接上感應頭(Sensor)，打開電源開關，儀器將自行校正檢查約需10秒鐘。

(2)將感應頭放入水樣量杯中，約30秒鐘讀數即可穩定，此時即可記錄溶氧值及相對溶氧值。

B 實驗室之操作

1. 生化需氧量之測定：

將黑色不透光樣瓶裝之水樣放在20℃之恆溫箱下培養5天(使用一大同牌之冷藏箱接在赫克[Hach]公司出品之恆溫感應裝置上，即可控制為20℃之環境)，5天後再使用上述之溶氧測定儀測定其溶氧值，其所減少之溶氧量即為生化需氧量(Biochemical Oxygen Demand 簡稱 B.O.D.)。

2. 生物性水質檢驗：

儘速使用美國米立頗(Millipore)公司出品之水質生物性分析裝置，執行總大腸菌生菌數(Total Coliform Bacteria)與糞便性大腸菌生菌數(Fecal Coliform Bacteria)之檢驗，其檢驗方法如下：

(1)將水樣瓶充分振盪，使其儘量成均質狀態，然後使用乾淨之定量吸管(Pipe)吸取適量之樣本。所謂適量必須憑藉經驗判斷之，以期達到在培養皿內出現的菌落數(Colony)在20~80個之間，但取樣之最小樣本為1 ml。若水樣中之含菌量較多時，取樣本前必須經過稀釋。稀釋的方法是取1 ml之樣本，放入絕對乾淨之容器中，再加入9 ml之去離子水即成為稀釋10倍之樣本；若加入99ml之去離子水即成為稀釋 100倍之樣本。依次類推，稀釋後之樣本必須充分搖晃，使其成為均質水樣，然後在稀釋後的樣本中再行取樣，最小之取樣量仍為1 ml。

(2)使用米立頗公司出品之商用培養溶液，總大腸菌生菌數檢驗使用 Endo-2E型培養液，培養於35℃之恆溫中24~48小時。糞便性大腸菌生菌數則使用MFC-2F型培養液，培養於43.5℃之恆溫中24~48小時。

- (3)培養用之培養皿上必須詳細註明樣本名稱、取樣量、以及稀釋倍數以免混淆。
- (4)培養完成後，計算菌落數，再換算成100ml之生菌數。
- (5)生物性檢驗中，所有工具及藥品皆完全使用美國米立頗公司之產品。

陽明大學圖書館

3. 硬度與鈣、鎂測定：（如圖10）

步驟說明

- (1) 取100ml水樣，倒到一100ml之量筒之中。
- (2) 加1.0ml Ca與Mg之指示溶液，將量筒蓋緊，倒轉3~5次使溶液充分混合。
- (3) 再加1.0ml 為Ca與Mg之鹼性溶液，與上一步相同，使之充分混合。
- (4) 將此混合液倒入3個25ml之方型石英試管中。
- (5) 第一個試管中加入1滴EDTA溶液，搖晃使之混合。
- (6) 第二個試管中加入1滴EGTA溶液，使之混合。
- (7) 打開儀器電源，儀器有15秒之自行檢查時間。然後按儀器中已輸的程式號碼按225，儀器上將顯示mg/l Mg as CaCO_3 ，若按226則顯示mg/l Mg。程式選擇後，按Read-Enter鍵。
- (8) 將光譜調整鈕旋轉至522nm。
- (9) 按Read-Enter鍵，儀器將顯示mg/l CaCO_3 Mg或mg/l Mg。
- (10) 將第一個試管放入儀器中，蓋好。
- (11) 按Clear-Zero鍵，儀器上將出現Wait字樣，約5~秒後再顯出0.00mg/l CaCO_3 Mg或0.00mg/l Mg字樣。
- (12) 拿出第一個試管再放入第二個試管。
- (13) 按Read-Enter鍵，儀器上先示Wait 5~6秒後即出現所需之結果。
- (14) 按Config-Meth鍵（第二個試管不要動）。
- (15) 按程式號碼220，儀器將顯示出mg/l Ca as CaCO_3 ，若按221則示mg/l Ca。
- (16) 按Read-Enter鍵，儀器上示mg/l CaCO_3 Ca或mg/ Ca。
- (17) 按Zero鍵，Wait數秒後將出現0.00mg/l CaCO_3 Ca或0.00mg/l Ca。
- (18) 將第二個試管取出，換入第三個試管。
- (19) 按Read-Enter鍵，Wait數秒後將出現所需要的結果。
- (20) 儀器所能讀得的範圍為0~4.00mg/l，若讀數超過4.15，則儀器上會出現閃動之4.16字樣，此時必須將樣本水稀釋(10倍,100倍...)後重新再來過。

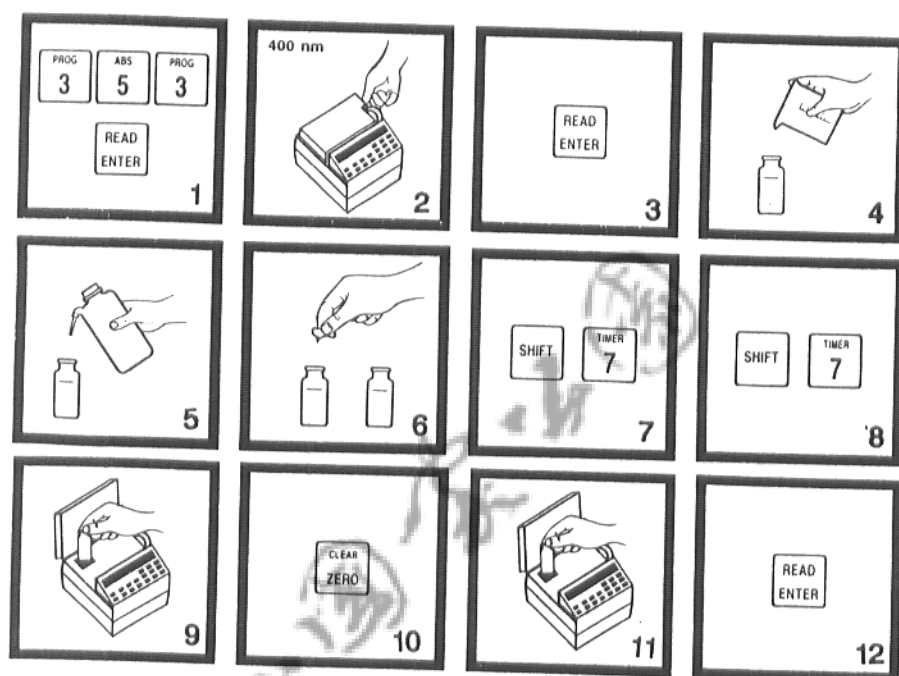


圖11 硝酸態氮測定步驟圖

5. 氨態氮測定：（如圖12）

步驟說明

- (1) 選擇380號程式。
- (2) 將光譜調整至425nm。
- (3) 按Read-Enter鍵，即顯示mg/l N NH₃ Nees。
- (4) 將25ml樣品加入25ml之量筒中。
- (5) 將25ml之去離子水加入另一個25ml之量筒中。
- (6) 每一個量筒中各加入3滴之Mineral Stabiliger溶液，蓋好蓋子，反覆倒轉數次，使其充分混合，再各加入3滴Polyviuyl Alcohol分散藥劑，用相同之方法使其充分混合。
- (7) 分別再加入1ml之Nessler反應劑，同樣使其充分混合。
- (8) 按Shift與7鍵，儀器將開始計時1分鐘之反應期。
- (9) 將上述溶液分別裝入石英試管中。
- (10) 當計時結束，儀器將出現mg/l N NH₃ Nees字樣，此時當去離子水製成之溶液放入儀器中，按Zero鍵，儀器在顯示Wait後出現0.00mg/l NH₃ Nees。
- (11) 將對照之試管取出，放入樣品之試管。
- (12) 按Read-Enter鍵，即可讀得氨態氮中之氮。
- (13) 本方法測定範圍為0.00~2.50mg/l N NH₃。
- (14) 將所得之數據乘以17/14即可轉換為mg/l NH₃。

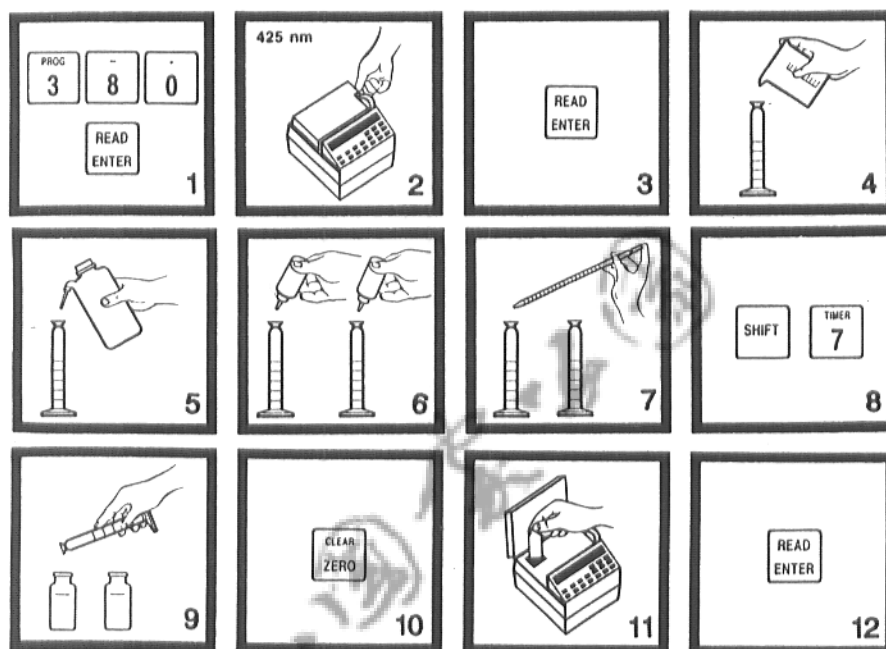


圖12 氨態氮測定步驟圖

6. 磷酸根測定：（如圖13）

步驟說明

(1) 選擇程式480或481號。

(2) 調整光譜波長為430nm。

(3) 按Read-Enter鍵，儀器上將顯示mg/l PO_4^{3-} Mo v或mg/l P Mov。

(4) 在一石英管中裝25ml之去離子水。

(5) 在另一石英管中裝25ml之樣本。

(6) 各加1.0ml之Molybdo vanadate試劑，搖晃使其混合。

(7) 按Shift與7鍵，儀器開始計時3分鐘。

(8) 時間到，將對照之試管放入儀器中，儀器上應顯示出mg/l PO_4^{3-} Mov或mg/l P Mov。

(9) 按Zero鍵，在Wait數秒後出現0.0mg/l PO_4^{3-} Mov或mg/l P Mov。

(10) 取出對照之試管，放入樣本試管。

(11) 按Read-Enter鍵，數秒後即可讀得所要之數據。

(12) 本方法測定之範圍為0~45.0mg/l PO_4^{3-} 。

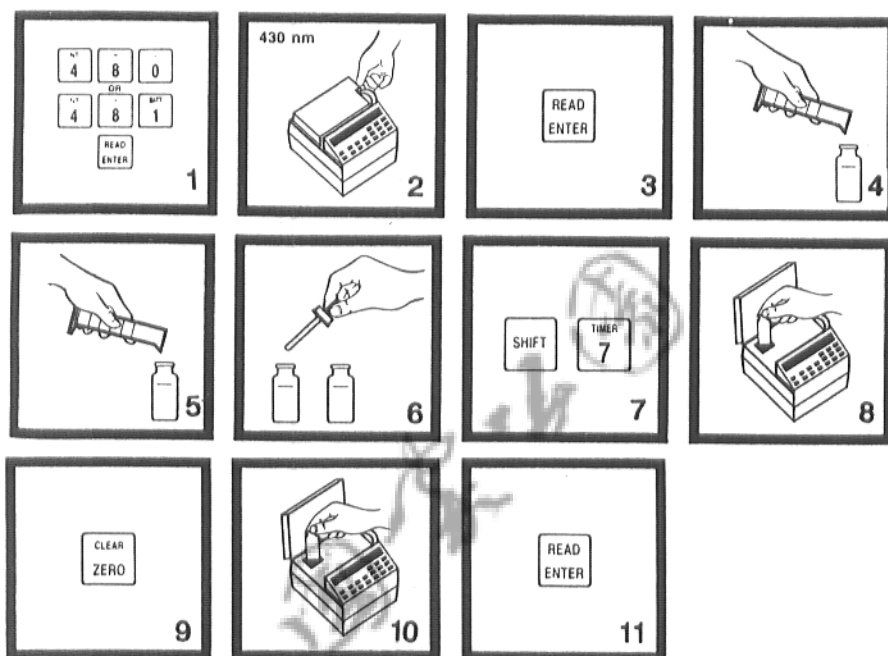


圖13 磷酸根測定步驟圖

7. 硫酸根測定：（如圖14）

步驟說明

- (1) 選擇680號程式。
- (2) 調整光譜波長為450nm。
- (3) 按Read-Enter鍵，儀器上出現mg/l SO_4^{2-} 字樣。
- (4) 將25ml之水樣加入石英試管中。
- (5) 加一個Sulfaver 4 Sulfate Reagent藥粉包。
- (6) 按Shift-7鍵，開始計時5分鐘。
- (7) 將25ml水樣加入另一試管中作為對照。
- (8) 將未加反應藥包之對照試管放入儀器中。
- (9) 按Zero鍵，在Wait數秒後，儀器上出現0mg/l SO_4^{2-} 字樣。
- (10) 當計時5分鐘結束後，取出對照試管，放入測試試管。
- (11) 按Read-Enter鍵，即可得到結果。
- (12) 本方法之範圍為0~70mg/l SO_4^{2-} 。

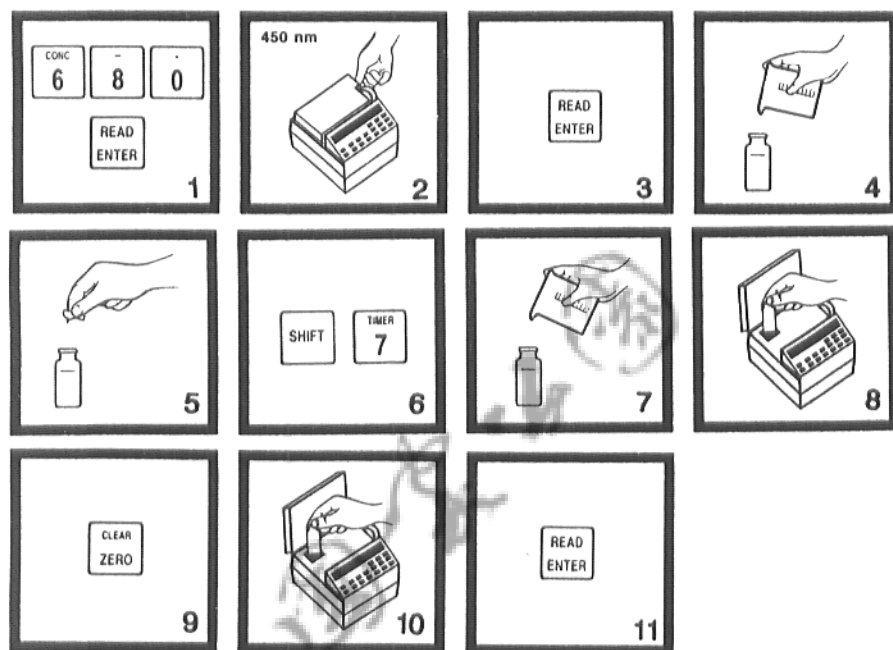


圖14 硫酸根測定步驟圖

8.C.0.D測定：（如圖15）

步驟說明

- (1)取水500ml在攪拌器（果汁機）中，攪拌2分鐘使之均質化。
- (2)打開C.O.D反應器電源使之加熱至150°C，前面加一保護塑膠板。
- (3)取一 COD消化反應試管，本測定採用低範圍之試管（範圍為 0~150mg/l COD），打開蓋子。
- (4)將試管拿成45°，加入水樣2ml。
- (5)蓋緊蓋子，並將試管擦拭乾淨。
- (6)拿住試管蓋子，將試管緩緩地放手再直立幾次，然後將試管放入COD反應器中，
- (7)準備對照試管，重複3~6之步驟，只是試管中加入2ml之去離子水。
- (8)在反應器中加熱2小時（反應器有計時裝置）。
- (9)加熱完成後大約20分鐘，此時溫度大約120°C。
- (10)乘熱將試管倒轉數次，然後放在試管架上等溫度降至室溫。
- (11)選擇430程式。
- (12)調整光譜為420nm波長。
- (13)按Read-Enter鍵，儀器上將出現mg/l COD L字樣。
- (14)在儀器上放入COD試管專用接受管。有記錄處在右邊。
- (15)將對照試管擦拭乾淨。
- (16)放入儀器，蓋上專用蓋子。
- (17)按Zero鍵，儀器上將出現0mg/l COD L字樣。
- (18)將樣品試管擦拭乾淨。
- (19)將對照試管取出。放入樣品試管。試管上之[HACH] 記號必須向前。
- (20)按Read-Enter鍵即可得到結果。



圖15 C.O.D 測定步驟圖

六、結果與討論

(一)溪流平時流量調查測量結果

溪流平時流量調查測量結果如表 1 0 所示，平時流量受降雨條件的影響甚大，國家公園區內主要降水可分為(1)東北季風雨：多發生於十月下旬至五月上旬，多屬連續性降雨，雨量之大小與雨日長短因季風之強弱與季風南下途徑而定，季風強盛時，則降雨量大；(2)颱風或熱帶性低氣壓雨：多生發於七、八、九月之颱風季節，每有豪雨發生而導致山洪爆發；(3)梅雨：多發生於五月中旬至六月中旬，多屬連續性之降雨並間有雷雨發生，雨勢中度；(4)熱雷雨：多發生於六、七、八月之西南季風盛行期間，因高溫潮濕之海洋性氣團所籠罩，故於山區及西南側坡地，午後對流作用旺盛，加上地形抬升作用，故常發生，其雨勢大但為時甚短（陳文恭等，1983）。溪流平時流量測量期間屬於東北季風影響期間，調查結果，祇能表示此期間之平時溪流量概況。

其次，溪流平時流量調查測量，與測量前數日的降雨條件有密切關係，就雨量記錄資料（如表 3），調查研究期間屬於少雨季節，此表示一整年的降雨趨勢。而調查期間的雨量資料如表 1 1 所示，此兩者相互比較，顯示二月份與四月份高出平均值甚多尤其二月份的降雨量為以往平均值的兩倍，由表 1 0 之平時流量測量結果，以鹿角坑溪管制站、馬槽溪彩虹橋、和上礮溪橋三個位置各個月份測量結果相互比較，二月份的平時流量比其它三個月份大很多，因此月份降雨量可反映出溪流的平時流量。

流量位置的選定亦將影響調查測量結果，國家公園區內之溪流，大

表 1-0 各溪流測量之平時流量

溪流名稱	位置	平均流速 (m/sec)					通水斷面積 (m ²)					計算流量 (CMS)				
		二月	三月	四月	五月	五月	二月	三月	四月	五月	五月	二月	三月	四月	五月	五月
鹿角坑溪	管制站	0.534	0.362	0.529	0.268	2.624	2.624	2.541	2.624	2.412	2.412	1.401	0.920	1.388	0.646	0.646
馬槽溪	彩虹橋	0.627	0.557	0.625	0.378	1.980	1.980	1.710	1.890	1.350	1.350	1.241	0.952	1.181	0.510	0.510
上磺溪	上磺溪橋	0.322	0.211	0.302	0.128	2.017	2.017	1.922	2.017	1.734	1.734	0.678	0.406	0.609	0.193	0.193
馬鍊溪	溪底		0.233	0.309	0.232			1.523	1.622	1.317	1.317		0.355	0.501	0.306	0.306
內雙溪	礁坑		0.206	0.245	0.118			6.235	6.302	6.015	6.015		1.284	1.544	0.710	0.710
曹碧溪	曹碧橋		0.197	0.218	0.116			2.162	2.234	2.017	2.017		0.426	0.487	0.234	0.234
南磺溪	楓林山莊		0.420	0.572	0.226			0.642	0.718	0.516	0.516		0.270	0.411	0.117	0.117
磺港溪	上滑宮			0.419	0.212				0.367	0.175	0.175			0.154	0.037	0.037
公司田溪	大溪橋			0.425	0.265				0.140	0.063	0.063			0.060	0.017	0.017
烘爐溪	龜仔山小橋			0.573	0.359				0.814	0.562	0.562			0.466	0.202	0.202
大屯溪	龜仔山橋			0.541	0.216				0.978	0.812	0.812			0.529	0.175	0.175

表11 調查期間雨量資料

Year:1992

Month:1~4

Unit:0.1mm

測站：鞍部					測站：竹子湖				
D/M	1	2	3	4	D/M	1	2	3	4
1	335	-	10	15	1	285	-	-	5
2	40	-	280	700	2	19	-	265	705
3	10	-	5	220	3	3	-	-	235
4	360	40	100	150	4	254	-	61	120
5	55	135	290	-	5	40	-	225	-
6	41	195	215	10	6	37	120	230	-
7	225	460	460	-	7	247	140	375	-
8	440	125	105	-	8	136	45	87	-
9	40	160	180	135	9	11	105	145	111
10	-	345	410	45	10	-	370	455	35
11	4	600	95	640	11	-	527	105	627
12	10	235	-	80	12	4	209	-	85
13	105	250	-	5	13	36	210	-	10
14	35	32	-	-	14	31	12	-	-
15	20	580	-	-	15	8	396	-	-
16	-	265	-	-	16	-	242	-	-
17	-	170	20	-	17	-	170	-	-
18	-	200	-	-	18	-	136	-	-
19	170	560	-	350	19	49	650	-	250
20	335	480	5	20	20	14	375	-	20
21	30	45	50	-	21	-	28	-	-
22	5	335	40	475	22	3	255	-	480
23	-	210	-	10	23	-	136	-	5
24	180	-	10	125	24	137	-	10	100
25	190	-	5	-	25	119	-	10	-
26	-	-	5	-	26	-	-	-	-
27	-	-	-	205	27	-	-	-	100
28	-	-	90	-	28	-	-	-	-
29	5	-	100	-	29	-	-	70	-
30	10	-	5	55	30	5	-	7	90
31	190	-	15	-	31	70	-	-	-
T/M	2835	5422	2495	3240	T/M	1506	4124	2045	2988
	190					70			

註：表中符號：「—」示無雨；「T」示有雨跡，雨量不及0.1公厘。

多屬於源頭溪流，河溪級序低，溪床上往往佈滿巨石，或有淵潭、湍流，測量位置水深很淺，此對於平時流量的測量精確度影響甚大，溪流斷面的選擇，儘量以平直河段和較少巨石處，但在測量過程發現同一斷面之左、中、右位置流速測量結果差異甚大，此乃在一非均勻之通水斷面測量流速時常有的現象。因此，以左、中、右位置的測量流速平均之，代表該通水斷面的平均流速。

國家公園區域在偏僻地點自來水尚不普及，居民常引用泉水、溪流為日常用水，而且為求水質乾淨，其引用源頭皆在極上游地點，本調查研究之平時流量測量位置皆在其下游位置，甚至，如大屯溪等溪流，居民引用於農田灌溉，這些狀況等皆影響平時流量測量結果。

(二) 洪峰流量和洪峰到達時間之推估結果

各溪流集水區洪峰流量和洪峰到達時間推估結果如表 1 2 所示。各溪流集水區為溪流的發源地，河溪級序低，地形陡峭，溪床坡降大，除鹿角坑溪上游屬生態保護區，林相覆蓋相當完整外，其他各溪流之上游，或林相較為粗雜，或為草原植被覆蓋，或部份地點開發為社區住宅用地等，這些現象將影響集水區的水文特徵，良好覆蓋的森林地區其洪峰逕流係數較社區住宅用地為小，此亦關係著洪峰到達時間和洪峰流量。就調查研究之十一條溪流，推估頻率年 100 年之洪峰到達時間在 58~84 min 之間，因集水區面積大小而呈少許差異，基本上，各條溪流的洪峰到達時間皆相當短，此在將來之防災措施上宜加以留意。

洪峰流量除了與洪峰逕流係數有關外，集水區面積大小亦為一主要因素，此推估結果資料，可供將來防砂工程措施，如防砂壩之缺口斷面、排水整流斷面大小等設計時之參考。另外，十一條溪流集水區之洪峰流量與平時流量的比值甚大，平時涓涓細流，但是在颱風、暴雨時，則山

山洪暴發，因此各溪流若將來規劃開發為遊憩位置時，宜豎立警告標誌，及採取適當的防護措施。

表 1 2 各溪流集水區推估之洪峰流量和洪峰到達時間(頻率年100年)

溪流名稱	位 置	集水區 面 積 (ha)	推估洪峰到 達時間 (min)	推估洪峰流 量 (CMS)	洪峰逕 流係數
鹿角坑溪	管 制 站	406	80	109.15	0.60
馬 槽 溪	彩 虹 橋	232	58	77.96	0.75
上 礮 溪	上礮溪橋	339	63	106.32	0.70
馬 鍊 溪	溪 底	724	82	259.51	0.80
內 雙 溪	礁 坑	838	84	300.38	0.80
菁 礮 溪	菁 礮 橋	393	60	149.67	0.85
南 礮 溪	楓林山莊	1065	77	405.60	0.85
礮 港 溪	上 清 宮	204	63	68.55	0.75
公司田溪	大 溪 橋	681	81	244.10	0.80
烘 爐 溪	龜仔山小橋	216	64	72.58	0.75
大 屯 溪	龜仔山橋	514	78	172.72	0.75

(三) 地下水資源探測結果與分析

茲選定冷水坑遊憩區、擎天崗遊憩區、小油坑遊憩區、大屯自然公園、馬槽七股遊憩區等五個將來優先開發地區，做為本年度探測調查工

作之對象。現場探測作業蒐集之數據，經電腦計算整理結果如表 1 3 - 1 至表 1 3 - 5 所示，每一個探測點位置之比電阻深度 - 曲線，經電腦分析繪圖結果如圖 1 6 - 1 - 1 至圖 1 6 - 5 - 3 所示。茲將各個探測點之地下水賦存狀況及推估之日出水量分別敘述如下：

1、冷水坑遊憩區

(1)No.1

地表下 10~50 公尺處為一伏流水層（土壤水），95~125 公尺為被壓含水層，估計每分鐘出水量為 600 公升，日出水量約為 800~900 公噸。由探測所得比電阻值，推估 50 公尺以上可能是為溫泉水，故欲獲取真正地下水，宜挖至 90 公尺以下到 150 公尺，則日出水量亦可達 300~500 公噸。

(2)No.2

與 No.1 同樣，50 公尺以上有伏流水，且含量非常豐富。70~90 公尺為一含水層，估計每分鐘出水量為 700 公升，故日出水量為 1000 公噸，如扣除疑為溫泉之含水量，日出水量亦有 600 公噸以上。

(3)No.3

與 No.1、No.2 一樣，50 公尺以上為伏流水，55~70 公尺為一被壓含水層，估計每分鐘出水量約為 350 公升，故日出水量約為 500 公噸以上，扣除伏流水，亦有 400 公噸左右。

(4)No.4

6~20 公尺為淺層伏流水，但含量不多，30~70 公尺為一含水層，估計每分鐘出水量為 100 公升，日出水量約為 150 公噸以下，電流雖大，擬

2、擎天崗遊憩區

(1)No.1

無明顯之含水層。

(2)No.2

無明顯之含水層。

(3)No.3

第一含水層在30~60公尺之間，第二含水層在80~100公尺之間，推估每分鐘出水量約400公升，故日出水量為600公噸。

(4)No.4

含水層在50~65公尺之間，在10公尺左右似有淺層伏流水，推估每分鐘出水量約150公升，日出水量約200公噸。

3、小油坑遊憩區

(1)No.1

含水層在50~80公尺，在90公尺以下亦有含水層，推估每分鐘出水量約200公升，日出水量在300公噸以下。

(2)No.2

第一含水層在45~65公尺之間，在80公尺以下又有含水層。本測點亦有豐富之伏流水，推估每分鐘出水量約600公升，故日出水量約在800~1000公噸之間。

(3)No. 3

在10~50公尺之間有豐富的伏流水，被壓地下水則在90公尺以下，推估每分鐘出水量為200公升，故日出水量約300公噸。

(4)No. 4

無明顯之含水層。

4、大屯自然公園

(1)No. 1

含水層在70~90公尺之間，推估每分鐘出水量為70公升，故日出水量約為100公噸。

(2)No. 2

無明顯之含水層。

(3)No. 3

含水層在60~80公尺之間，推估每分鐘出水量為170公升，日出水量約在250公噸。

5、馬槽七股遊憩區

(1)No. 1

在50公尺以下皆有斷續的含水層存在，出水量非常豐富，推估日出水量在2000公噸以上，但多半為溫泉水。

(2)No. 2

本測點探測分析結果與測點No.1 類似。

(3)No.3

本測點探測分析結果與測點No.1，No.2 類似。

茲將上述分析結果整理成表 1 4，基本上淺層之伏流水受季節性的影響較大，亦即降雨量多的情況下則伏流水的貯存量增加，反之，則可能減少或是消失，由調查研究期間的雨量資料可知，各月份的降雨量高於以往之平均值（如表 3），因此伏流水的貯存量可能稍高；然而深層之地下水則較不受季節降雨量大小的影響，亦即在安全出水量的範圍下，則可維持在穩定的出水量。由表 1 4 可知，各個探測位置之深層地下水的深度位置並不一致，上述之探測分析僅代表初步的結果以供參考，至於將來若欲開發利用地下水資源時，包括開發位置的確定，應再施行更詳細的探測調查，譬如，震波探測，地下水井試鑽等方法的應用。

國家公園區域是一個以火山地形為骨幹的地質區，區域內的地形、地質都深受火山作用的影響（王鑫，1991），斷層帶主要分佈在由東北向西南之區域內中央部位，處處可看見噴氣孔、溫泉等地熱景觀，因此地下水深受火山地形、地質的影響，由探測分析結果，如在冷水坑遊憩區和馬槽七股遊憩區選定的探測位置，有溫泉水可能的情形出現，對於地下水開發利用為飲用水和一般遊憩用水時，宜審慎評估。至於地下溫泉水的探測調查，除了比電阻探測法之外，宜再配合震波探測、熱射儀掃描，以及試鑽井之溫度檢層，比電阻檢層等方法。

（四）、水質取樣分析結果與討論

本報告就冬季至夏初的取樣與分析結果，列表於表15～表31。

表13-1 冷水坑遊憩區電氣探查測定值

		電極系：Wenner4極							
a：電極間隔 (m)		單位：(R=Ω, ρa=Ω·m)							
測點名		No.1		No.2		No.3		No.4	
測點距離		100.0m		100.0m		100.0m		100.0m	
a (m)		R	ρa	R	ρa	R	ρa	R	ρa
2.00	::	5.050,	63.5:	5.960,	74.9:	10.080,	126.7:	16.940,	212.9:
4.00	::	2.740,	68.9:	2.750,	69.1:	4.810,	120.9:	5.220,	131.2:
6.00	::	1.580,	59.6:	1.310,	49.4:	2.540,	95.8:	2.540,	95.8:
8.00	::	1.000,	50.3:	0.960,	48.3:	1.510,	75.9:	1.400,	70.4:
10.00	::	0.710,	44.6:	0.680,	42.7:	1.010,	63.5:	1.130,	71.0:
12.00	::	0.500,	37.7:	0.540,	40.7:	0.740,	55.8:	0.950,	71.6:
14.00	::	0.380,	33.4:	0.440,	38.7:	0.640,	56.3:	0.850,	74.8:
16.00	::	0.310,	31.2:	0.410,	41.2:	0.570,	57.3:	0.790,	79.4:
18.00	::	0.260,	29.4:	0.320,	36.2:	0.560,	63.3:	0.720,	81.4:
20.00	::	0.230,	28.9:	0.290,	36.4:	0.470,	59.1:	0.680,	85.5:
24.00	::	0.170,	25.6:	0.260,	39.2:	0.420,	63.3:	0.630,	95.0:
28.00	::	0.130,	22.9:	0.210,	36.9:	0.380,	66.9:	0.630,	110.8:
32.00	::	0.100,	20.1:	0.180,	36.2:	0.330,	66.4:	0.600,	120.6:
36.00	::	0.080,	18.1:	0.140,	31.7:	0.290,	65.6:	0.570,	128.9:
40.00	::	0.080,	20.1:	0.120,	30.2:	0.280,	70.4:	0.520,	130.7:
44.00	::	0.060,	16.6:	0.110,	30.4:	0.260,	71.9:	0.530,	146.5:
48.00	::	0.070,	21.1:	0.120,	36.2:	0.230,	69.4:	0.520,	156.8:
52.00	::	0.060,	19.6:	0.100,	32.7:	0.250,	81.7:	0.460,	150.3:
56.00	::	0.057,	20.1:	0.090,	31.7:	0.180,	63.3:	0.450,	158.3:
60.00	::	0.053,	20.0:	0.110,	41.5:	0.210,	79.2:	0.450,	169.6:
64.00	::	0.038,	15.3:	0.100,	40.2:	0.170,	68.4:	0.430,	172.9:
68.00	::	0.039,	16.7:	0.090,	38.5:	0.150,	64.1:	0.490,	209.4:
72.00	::	0.042,	19.0:	0.100,	45.2:	0.170,	76.9:	0.390,	176.4:
76.00	::	0.043,	20.5:	0.110,	52.5:	0.160,	76.4:	0.350,	167.1:
80.00	::	0.030,	15.1:	0.100,	50.3:	0.150,	75.4:	0.360,	181.0:
84.00	::	0.047,	24.8:	0.080,	42.2:	0.120,	63.3:	0.320,	168.9:
88.00	::	0.033,	18.2:	0.100,	55.3:	0.130,	71.9:	0.390,	215.6:
92.00	::	0.029,	16.8:	0.090,	52.0:	0.130,	75.1:	0.270,	156.1:
96.00	::	0.055,	33.2:	0.100,	60.3:	0.130,	78.4:	0.240,	144.8:
100.00	::	0.033,	20.7:	0.090,	56.5:	0.150,	94.2:	0.240,	150.8:
110.00	::	0.034,	23.5:	0.060,	41.5:	0.130,	89.8:	0.150,	103.7:
120.00	::	0.036,	27.1:	0.110,	82.9:	0.130,	98.0:	0.150,	113.1:

表13-2 擎天崗遊憩區電氣探查測定值

電極系：Wenner 4極									
a：電極間隔 (m)					單位：(R=Ω, ρa=Ω·m)				
測 點 名	No.1		No.2		No.3		No.4		
測點距離	100.0m		100.0m		100.0m		100.0m		
a (m)	R	ρa	R	ρa	R	ρa	R	ρa	
2.00	27.790	349.2	18.320	230.2	5.220	65.6	6.710	84.3	
4.00	7.290	183.2	5.960	149.8	1.500	37.7	1.430	35.9	
6.00	2.770	104.4	4.000	150.8	1.060	40.0	1.330	50.1	
8.00	1.890	95.0	2.740	137.7	1.110	55.8	0.690	34.7	
10.00	1.590	99.9	2.090	131.3	1.310	82.3	0.580	36.4	
12.00	1.280	96.5	1.680	126.7	1.750	131.9	0.650	49.0	
14.00	0.950	83.6	1.390	122.3	1.960	172.4	0.450	39.6	
16.00	0.730	73.4	1.220	122.6	1.620	162.9	0.420	42.2	
18.00	0.730	82.6	1.150	130.1	1.480	167.4	0.450	50.9	
20.00	0.690	86.7	0.950	119.4	1.160	145.8	0.430	54.0	
24.00	0.570	86.0	0.780	117.6	1.110	167.4	0.450	67.9	
28.00	0.470	82.7	0.610	107.3	0.990	174.2	0.390	68.6	
32.00	0.470	94.5	0.560	112.6	0.940	189.0	0.300	60.3	
36.00	0.380	86.0	0.520	117.6	0.410	92.7	0.240	54.3	
40.00	0.290	72.9	0.460	115.6	0.420	105.6	0.180	45.2	
44.00	0.430	118.9	0.460	127.2	0.440	121.6	0.270	74.6	
48.00	0.240	72.4	0.450	135.7	0.280	84.4	0.320	96.5	
52.00	0.260	84.9	0.400	130.7	0.220	71.9	0.110	35.9	
56.00	0.230	80.9	0.420	147.8	0.140	49.3	0.180	63.3	
60.00	0.200	75.4	0.390	147.0	0.570	214.9	0.101	38.1	
64.00	0.370	148.8	0.350	140.7	0.130	52.3	0.150	60.3	
68.00	0.140	59.8	0.330	141.0	0.200	85.5	0.130	55.5	
72.00	0.260	117.6	0.320	144.8	0.510	230.7	0.120	54.3	
76.00	0.250	119.4	0.390	186.2	0.600	286.5	0.130	62.1	
80.00	0.240	120.6	0.420	211.1	0.390	196.0	0.140	70.4	
84.00	0.220	116.1	0.320	168.9	0.160	84.4	0.150	79.2	
88.00	0.220	121.6	0.400	221.2	0.120	66.4	0.108	59.7	
92.00	0.210	121.4	0.470	271.7	0.160	92.5	0.130	75.1	
96.00	0.170	102.5	0.400	241.3	0.094	56.7	0.160	96.5	
100.00	0.150	94.2	0.370	232.5	0.345	216.8	0.160	100.5	
110.00	0.140	96.8	0.390	269.5	0.000	0.0	0.000	0.0	
120.00	0.180	135.7	0.310	233.7	0.000	0.0	0.000	0.0	

表13-3 小油坑遊憩區電氣探查測定值

		電極系：Wenner4極							
a：電極間隔 (m)		單位：(R=Ω, ρa=Ω·m)							
測點名		No.1		No.2		No.3		No.4	
測點距離		100.0m		100.0m		100.0m		100.0m	
a (m)		R	ρa	R	ρa	R	ρa	R	ρa
2.00	::	26.170	328.9	9.520	119.6	16.760	210.6	3.920	49.3
4.00	::	13.090	329.0	4.170	104.8	5.870	147.5	4.020	101.0
6.00	::	3.910	147.4	2.050	77.3	3.290	124.0	2.460	92.7
8.00	::	2.450	123.2	1.380	69.4	1.690	84.9	2.130	107.1
10.00	::	1.980	124.4	1.130	71.0	0.750	47.1	1.790	112.5
12.00	::	1.540	116.1	0.910	68.6	0.580	43.7	1.750	131.9
14.00	::	1.670	146.9	0.910	80.0	0.180	15.8	1.530	134.6
16.00	::	1.110	111.6	0.810	81.4	0.410	41.2	1.610	161.9
18.00	::	0.850	96.1	0.630	71.3	0.250	28.3	1.810	204.7
20.00	::	0.460	57.8	0.680	85.5	0.230	28.9	1.610	202.3
24.00	::	0.500	75.4	0.610	92.0	0.170	25.6	1.670	251.8
28.00	::	0.370	65.1	0.550	96.8	0.210	36.9	1.360	239.3
32.00	::	0.120	24.1	0.590	118.6	0.145	29.2	1.190	239.3
36.00	::	0.090	20.4	0.390	88.2	0.050	11.3	1.140	257.9
40.00	::	0.022	5.5	0.340	85.5	0.122	30.7	0.990	248.8
44.00	::	0.380	105.1	0.370	102.3	0.086	23.8	0.910	251.6
48.00	::	0.290	87.5	0.260	78.4	0.043	13.0	0.600	181.0
52.00	::	0.190	62.1	0.150	49.0	0.125	40.8	0.900	294.1
56.00	::	0.080	28.1	0.240	84.4	0.119	41.9	0.750	263.9
60.00	::	0.028	10.6	0.190	71.6	0.061	23.0	0.510	192.3
64.00	::	0.150	60.3	0.370	148.8	0.065	26.1	0.730	293.6
68.00	::	0.078	33.3	0.320	136.7	0.020	8.5	0.780	333.3
72.00	::	0.058	26.2	0.140	63.3	0.032	14.5	0.510	230.7
76.00	::	0.135	64.5	0.350	167.1	0.062	29.6	0.500	238.8
80.00	::	0.055	27.6	0.360	181.0	0.042	21.1	0.470	236.2
84.00	::	0.029	15.3	0.260	137.2	0.016	8.4	0.350	184.7
88.00	::	0.197	108.9	0.110	60.8	0.046	25.4	0.360	199.1
92.00	::	0.034	19.7	0.084	48.6	0.157	90.8	0.360	208.1
96.00	::	0.030	18.1	0.088	53.1	0.047	28.3	0.340	205.1
100.00	::	0.051	32.0	0.118	74.1	0.020	12.6	0.320	201.1
110.00	::	0.000	0.0	0.169	116.8	0.000	0.0	0.390	269.5
120.00	::	0.000	0.0	0.200	150.8	0.000	0.0	0.300	226.2

表13-4 大屯自然公園電氣探查測定値

		電極系：Wenner4極					
a：電極間隔 (m)		単位：(R=Ω, ρa=Ω・m)					
測点名	No.1	No.2		No.3			
測点距離	100.0m	100.0m		100.0m			
a (m)	R	ρa	R	ρa	R	ρa	
2.00	20.180	253.61	56.980	716.01	31.260	392.81	
4.00	7.310	183.71	2.830	71.11	18.300	459.91	
6.00	3.920	147.81	4.360	164.41	14.800	557.91	
8.00	2.400	120.61	1.380	69.41	10.530	529.31	
10.00	1.660	104.31	1.160	72.91	7.930	498.31	
12.00	1.210	91.21	0.680	51.31	5.800	437.31	
14.00	1.760	154.81	0.790	69.51	4.630	407.31	
16.00	0.830	83.41	0.580	58.31	3.780	380.01	
18.00	0.660	74.61	0.490	55.41	3.360	380.01	
20.00	0.740	93.01	0.410	51.51	3.080	387.01	
24.00	0.630	95.01	0.390	58.81	2.550	384.51	
28.00	0.490	86.21	0.280	49.31	1.900	334.31	
32.00	0.350	70.41	0.210	42.21	1.900	382.01	
36.00	0.540	122.11	0.240	54.31	1.480	334.81	
40.00	0.430	108.11	0.330	82.91	1.430	359.41	
44.00	0.410	113.31	0.240	66.41	1.320	364.91	
48.00	0.940	283.51	0.260	78.41	1.280	386.01	
52.00	0.360	117.61	0.150	49.01	1.190	388.81	
56.00	0.520	183.01	0.105	36.91	1.170	411.71	
60.00	0.240	90.51	0.190	71.61	1.100	414.71	
64.00	0.260	104.61	0.280	112.61	1.040	418.21	
68.00	0.430	183.71	0.180	76.91	1.030	440.11	
72.00	0.120	54.31	0.230	104.01	0.980	443.31	
76.00	0.180	86.01	0.047	22.41	0.920	439.31	
80.00	0.210	105.61	0.260	130.71	1.060	532.81	
84.00	0.330	174.21	0.140	73.91	0.710	374.71	
88.00	0.120	66.41	0.420	232.21	0.640	353.91	
92.00	0.170	98.31	0.360	208.11	0.590	341.11	
96.00	0.110	66.41	0.240	144.81	0.510	307.61	
100.00	0.300	188.51	0.330	207.31	0.410	257.61	
110.00	0.200	138.21	0.000	0.01	0.460	317.91	
120.00	0.180	135.71	0.000	0.01	0.420	316.71	

表13-5 馬槽七股遊憩區電氣探查測定值

		電極系：Wenner4極					
a：電極間隔 (m)		單位：(R=Ω, ρa=Ω·m)					
測點名	No.1	No.2		No.3			
測點距離	100.0m	100.0m		100.0m			
a (m)	R	ρa	R	ρa	R	ρa	
2.00	9.560	120.1	300.000	3769.9	12.000	150.8	
4.00	5.820	146.3	10.370	260.6	3.120	78.4	
6.00	4.420	166.6	6.750	254.5	2.180	82.2	
8.00	3.730	187.5	4.380	220.2	1.710	86.0	
10.00	3.130	196.7	4.400	276.5	1.220	76.7	
12.00	2.500	188.5	2.390	180.2	1.110	83.7	
14.00	2.480	218.2	2.000	175.9	0.850	74.8	
16.00	2.070	208.1	1.610	161.9	0.690	69.4	
18.00	1.990	225.1	1.410	159.5	0.510	57.7	
20.00	1.670	209.9	1.090	137.0	0.390	49.0	
24.00	0.960	144.8	0.850	128.2	0.350	52.8	
28.00	0.750	131.9	0.870	153.1	0.220	38.7	
32.00	0.500	100.5	0.560	112.6	0.230	46.2	
36.00	0.340	76.9	0.580	131.2	0.180	40.7	
40.00	0.370	93.0	0.400	100.5	0.114	28.7	
44.00	0.380	105.1	0.830	229.5	0.150	41.5	
48.00	0.150	45.2	0.220	66.4	0.133	40.1	
52.00	0.220	71.9	0.140	45.7	0.073	23.9	
56.00	0.110	38.7	0.160	56.3	0.058	20.4	
60.00	0.100	37.7	0.115	43.4	0.031	11.7	
64.00	0.104	41.8	0.090	36.2	0.034	13.7	
68.00	0.115	49.1	0.115	49.1	0.026	11.1	
72.00	0.049	22.2	0.080	36.2	0.021	9.5	
76.00	0.065	31.0	0.074	35.3	0.018	8.6	
80.00	0.069	34.7	0.064	32.2	0.019	9.6	
84.00	0.047	24.8	0.100	52.8	0.018	9.5	
88.00	0.035	19.4	0.074	40.9	0.017	9.4	
92.00	0.034	19.7	0.064	37.0	0.011	6.4	
96.00	0.039	23.5	0.071	42.8	0.019	11.5	
100.00	0.042	26.4	0.040	25.1	0.023	14.5	

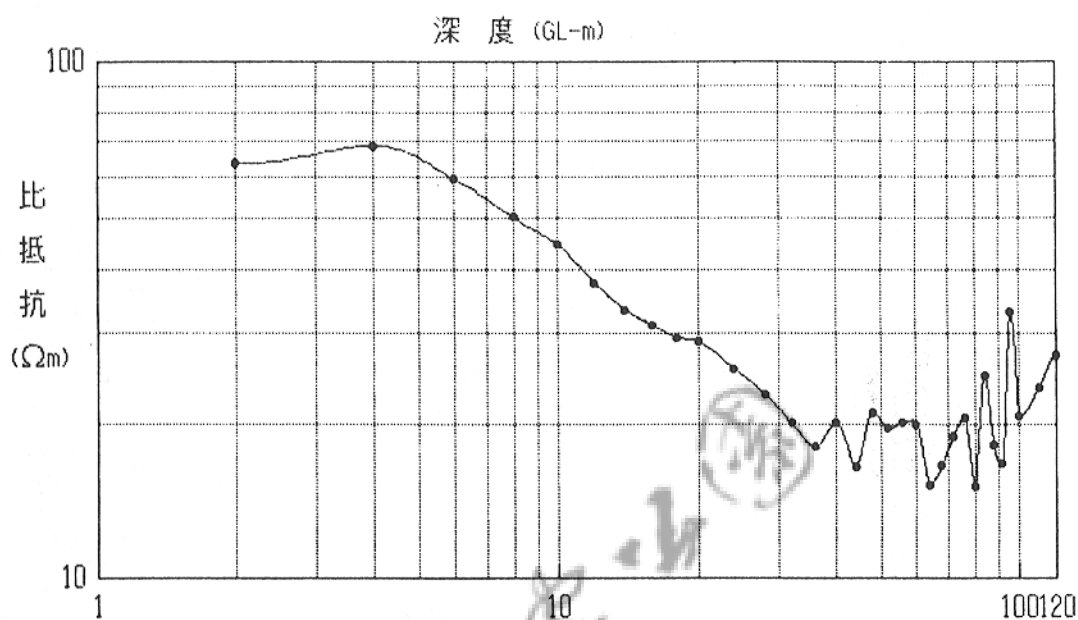


圖16-1-1 地下水探測之比電阻—深度曲線

(冷水坑遊憩區，測點：No.1)

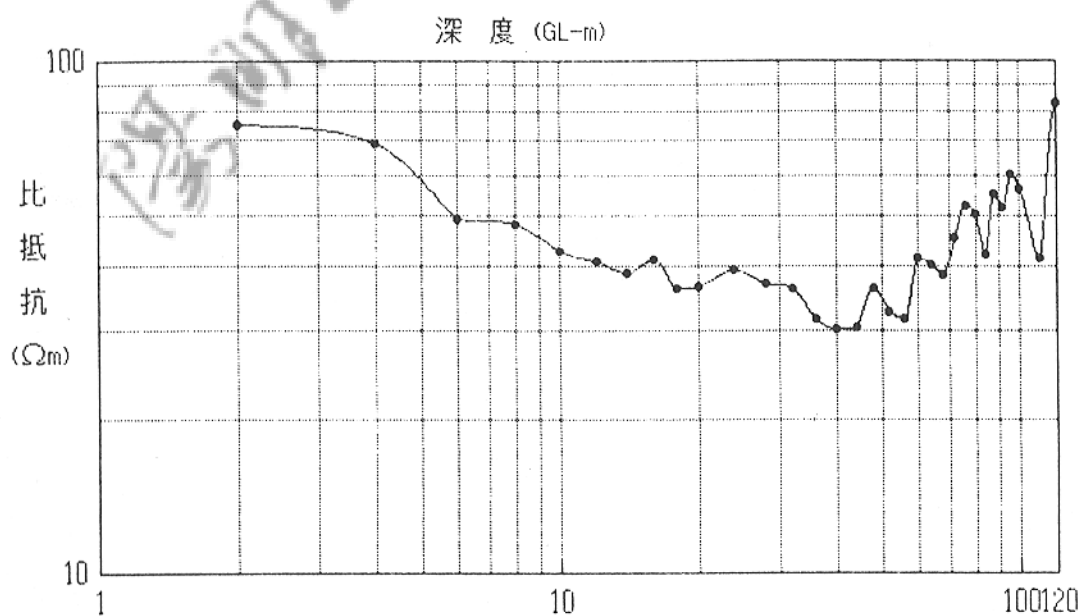


圖16-1-2 地下水探測之比電阻—深度曲線

(冷水坑遊憩區，測點：No.2)

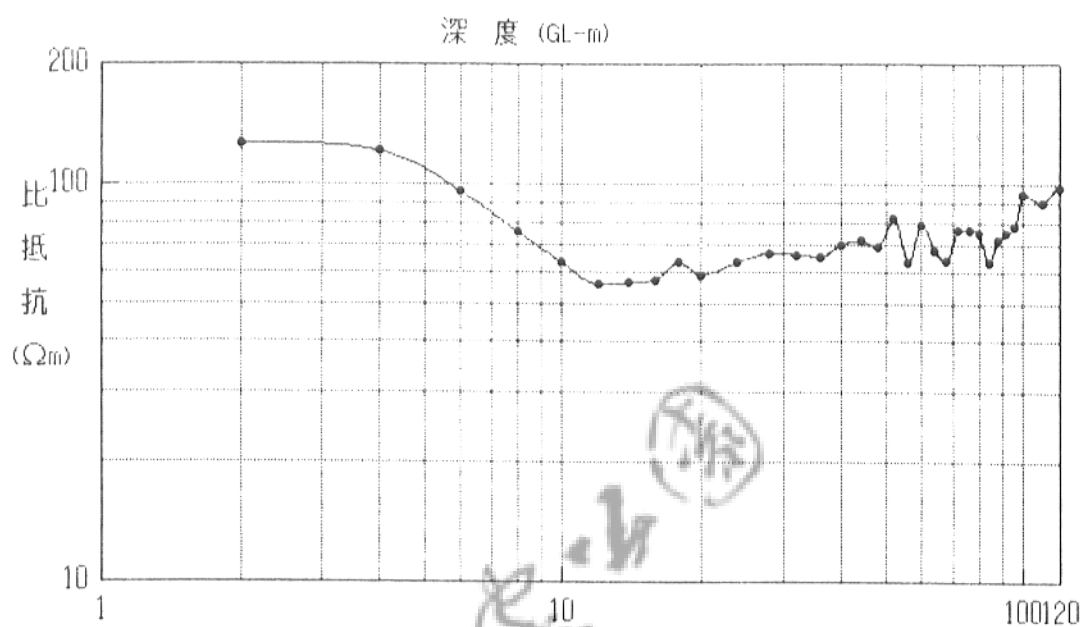


圖16-1-3 地下水探測之比電阻—深度曲線
(冷水坑遊憩區，測點：No.3)

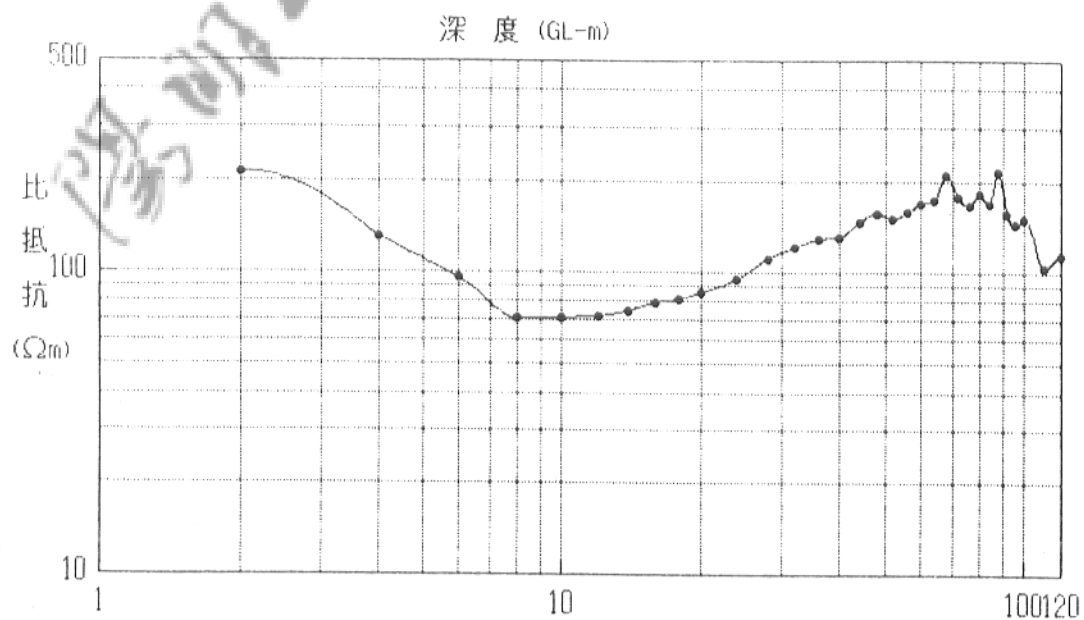


圖16-1-4 地下水探測之比電阻—深度曲線
(冷水坑遊憩區，測點：No.4)

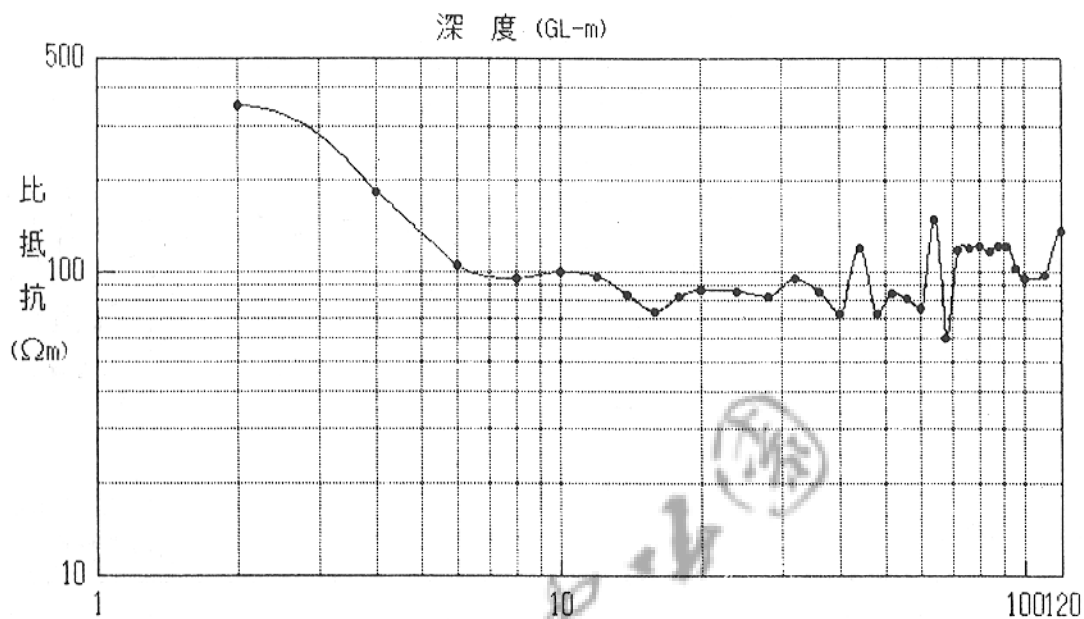


圖16-2-1 地下水探測之比電阻—深度曲線
(擎天崗遊憩區，測點：No.1)

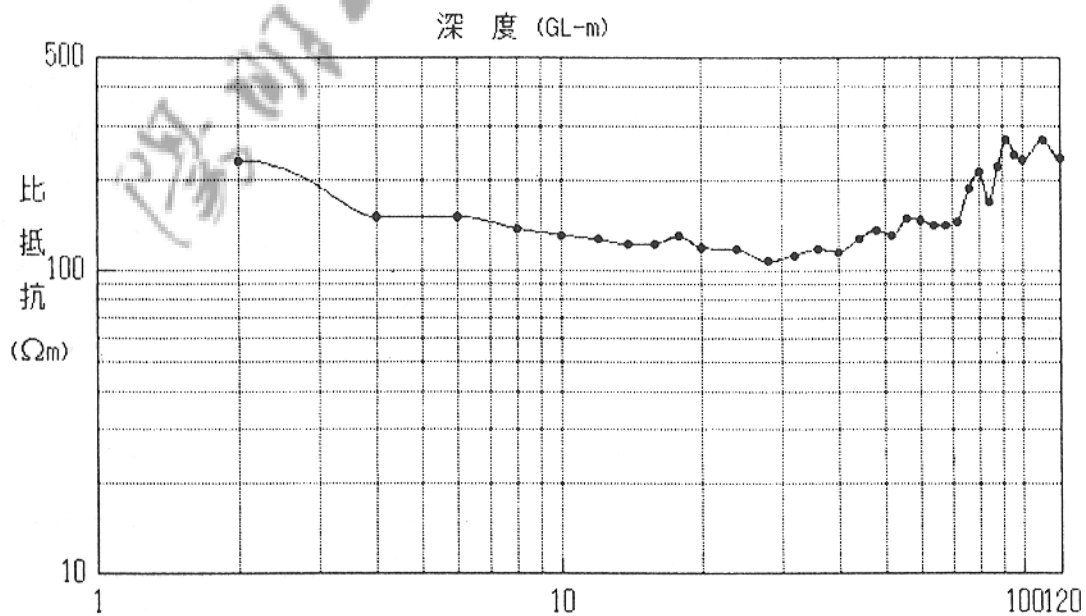


圖16-2-2 地下水探測之比電阻—深度曲線
(擎天崗遊憩區，測點：No.2)

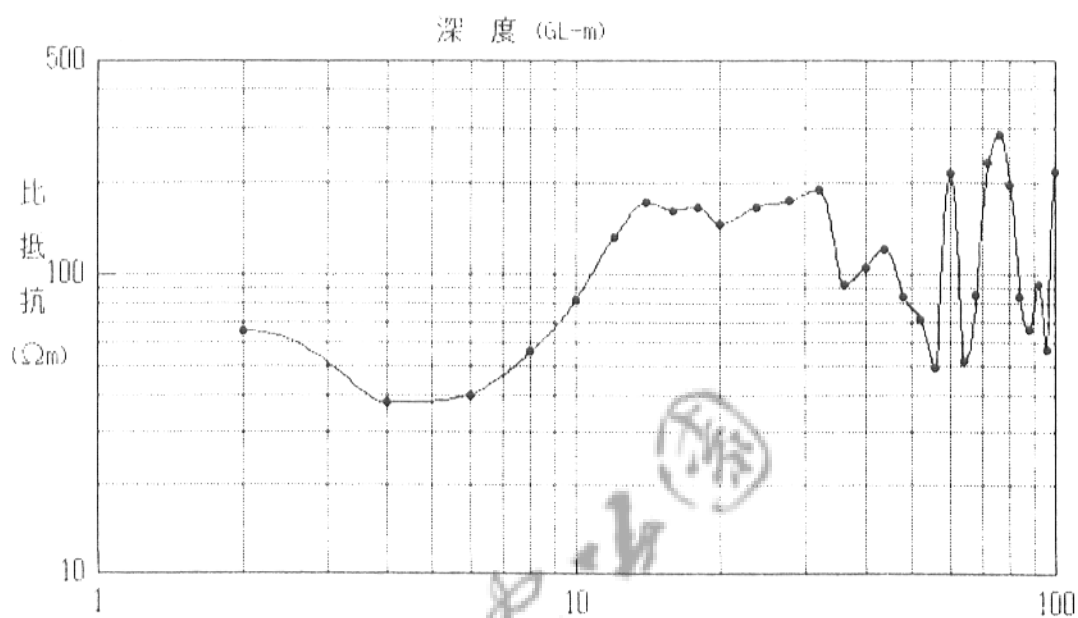


圖16-2-3 地下水探測之比電阻—深度曲線
(擎天崗遊憩區，測點：No.3)

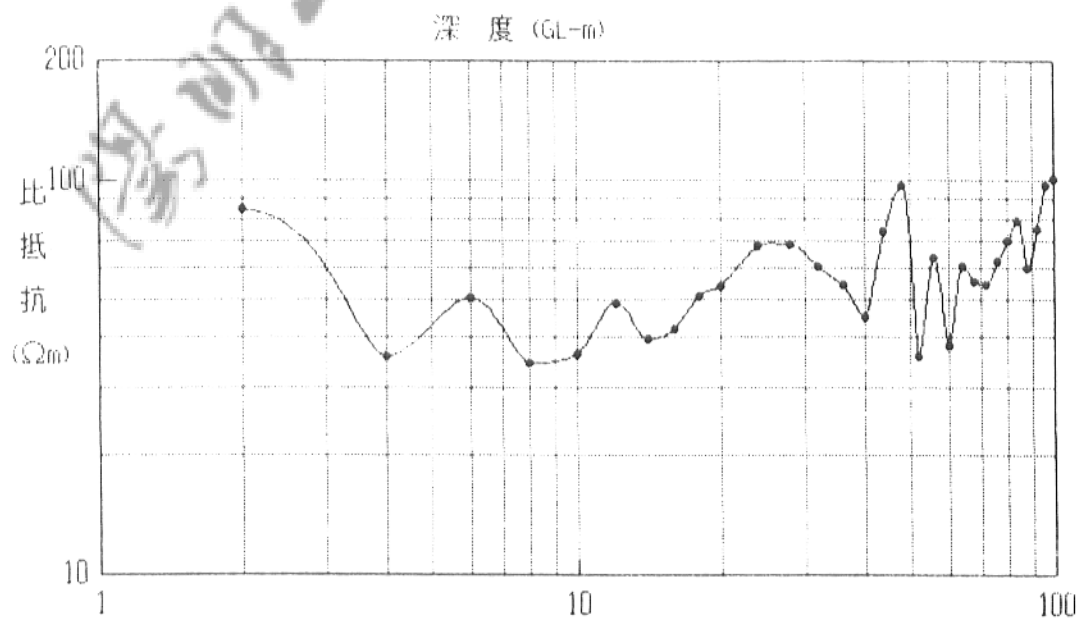


圖16-2-4 地下水探測之比電阻—深度曲線
(擎天崗遊憩區，測點：No.4)

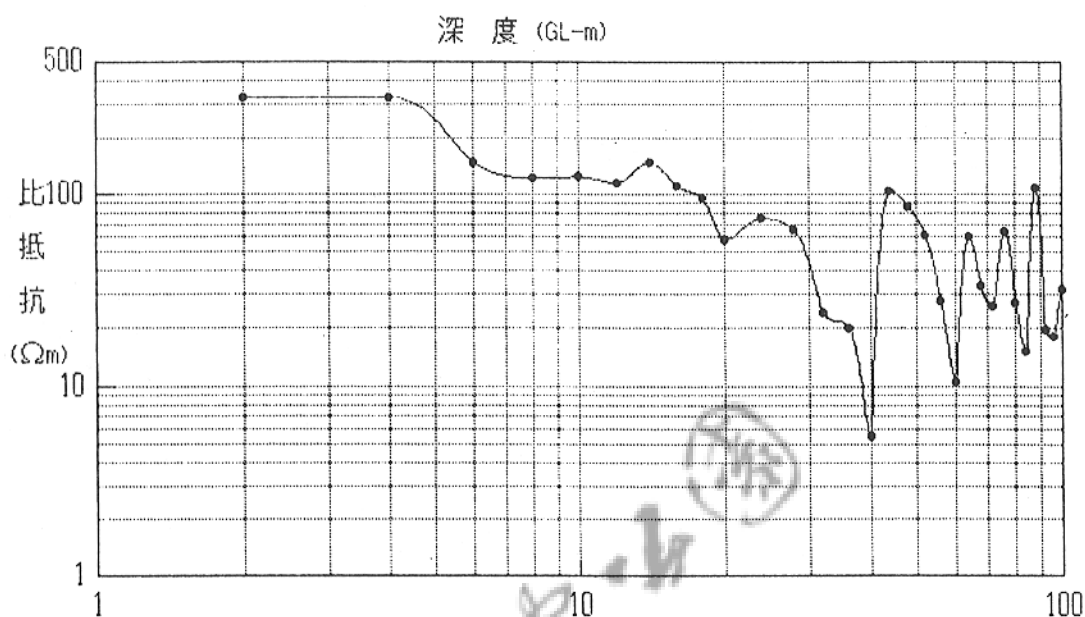


圖16-3-1 地下水探測之比電阻—深度曲線
(小油坑遊憩區，測點：No.1)

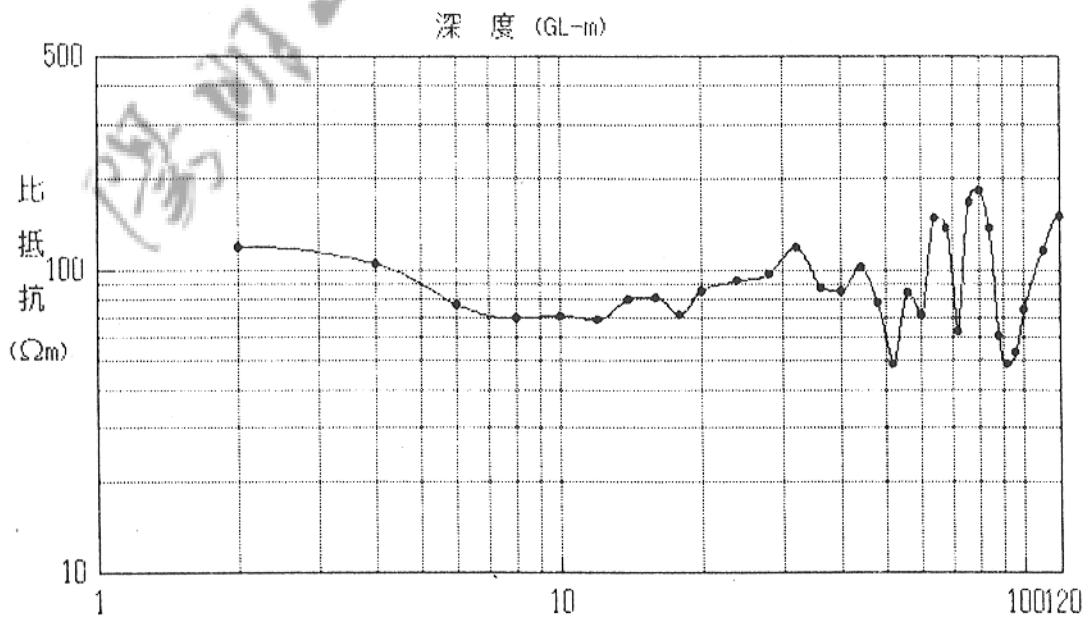


圖16-3-2 地下水探測之比電阻—深度曲線
(小油坑遊憩區，測點：No.2)

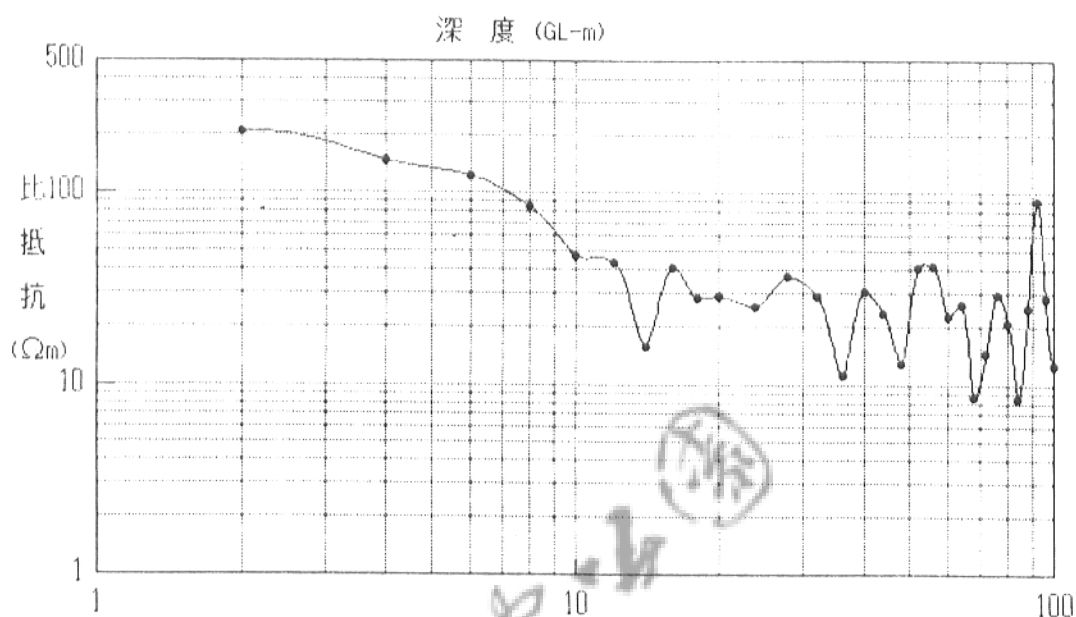


圖16-3-3 地下水探測之比電阻—深度曲線
(小油坑遊憩區，測點：No.3)

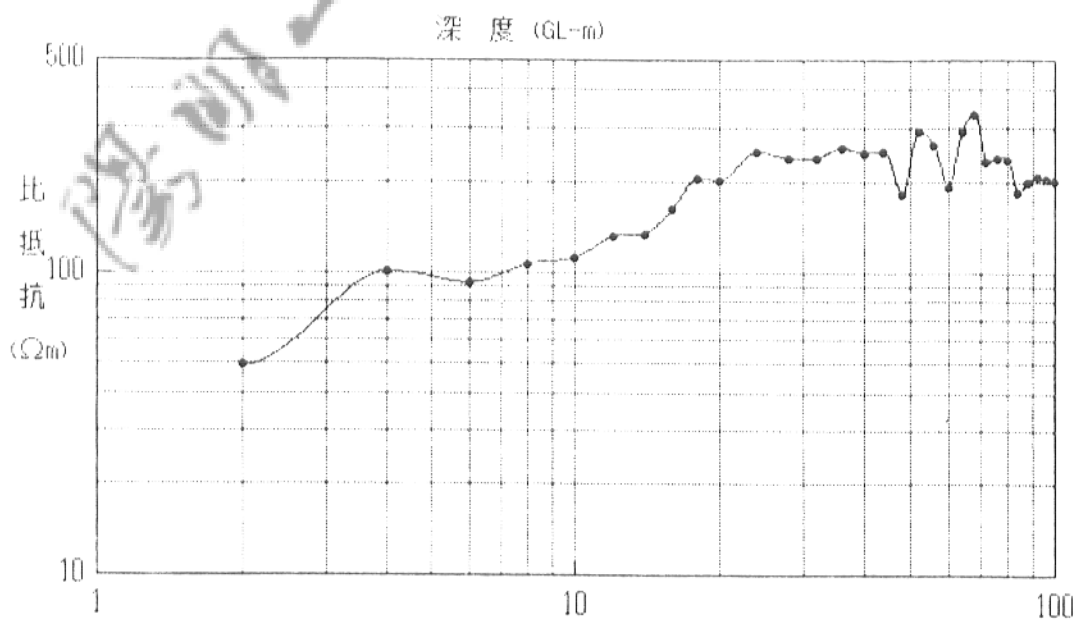


圖16-3-4 地下水探測之比電阻—深度曲線
(小油坑遊憩區，測點：No.4)

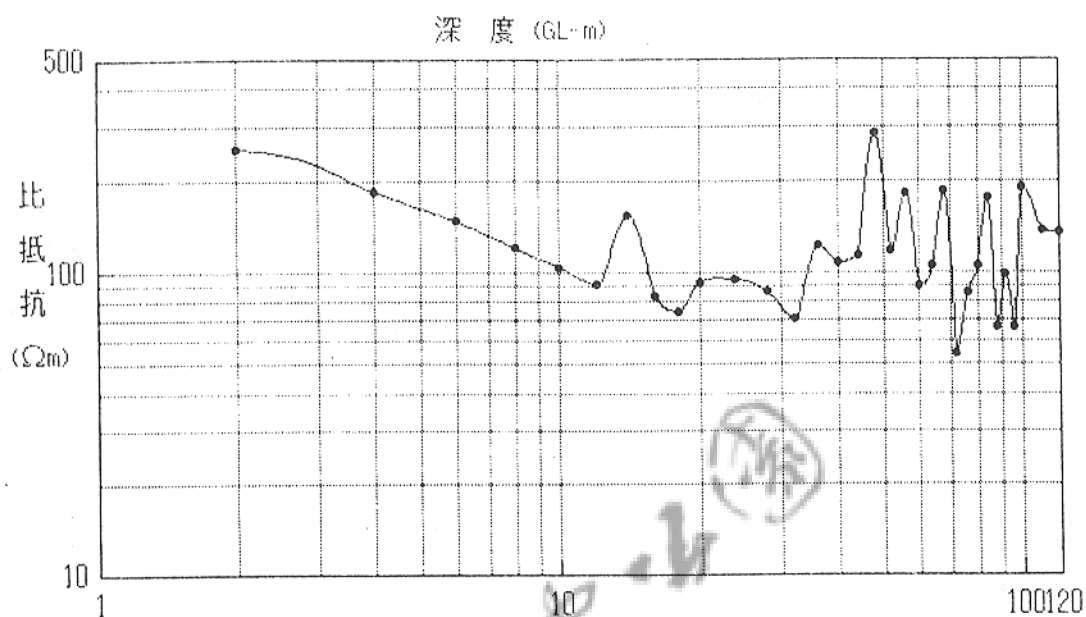


圖16-4-1 地下水探測之比電阻—深度曲線
(大屯自然公園，測點：No.1)

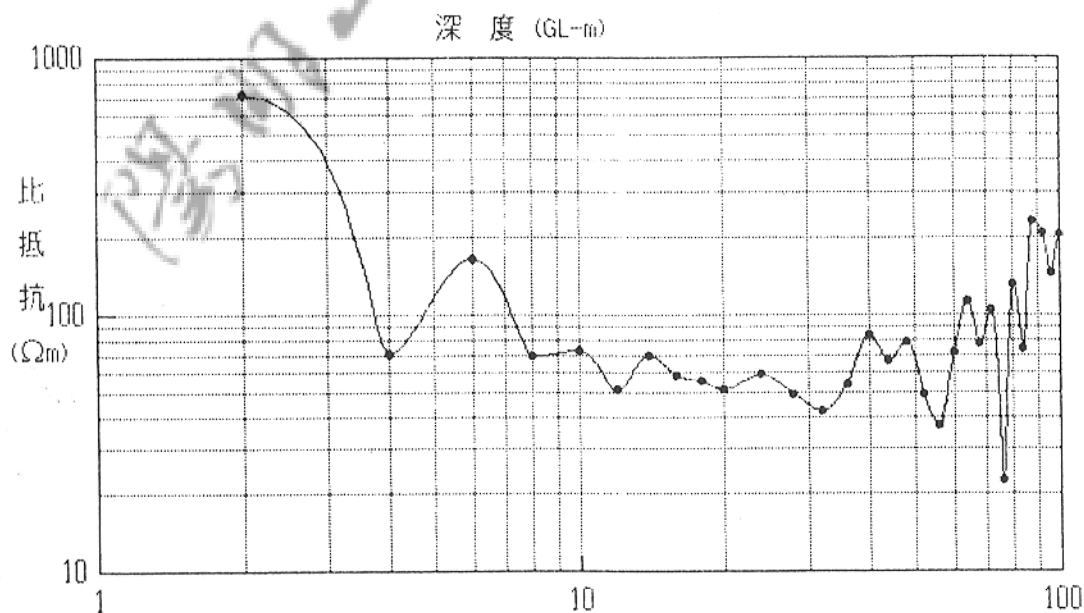


圖16-4-2 地下水探測之比電阻—深度曲線
(大屯自然公園，測點：No.2)

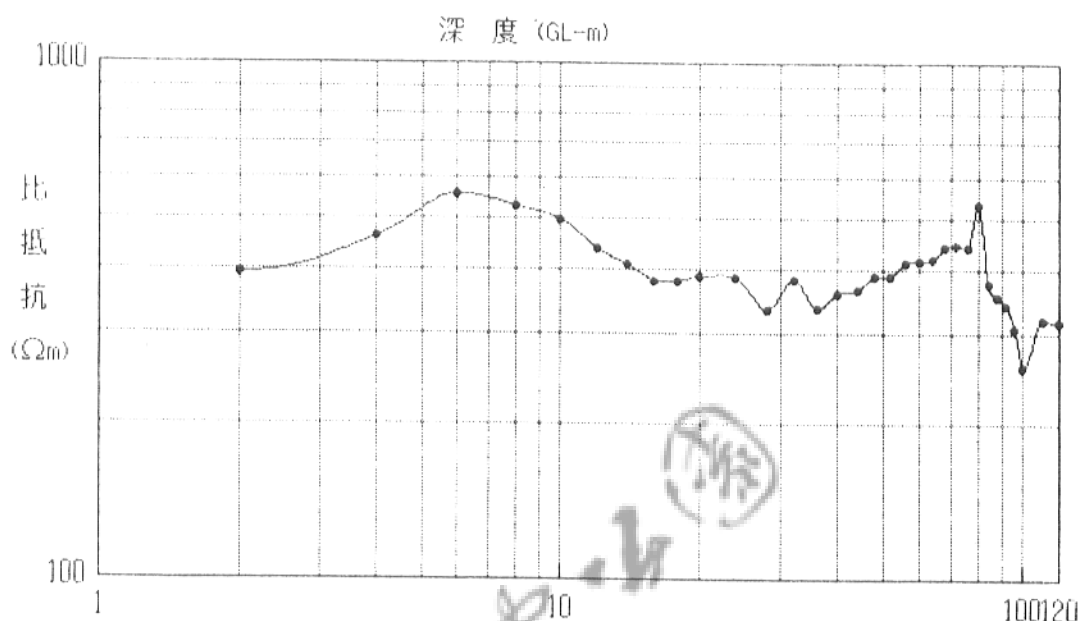


圖 16-4-3 地下水探測之比電阻—深度曲線
(大屯自然公園，測點：No.3)

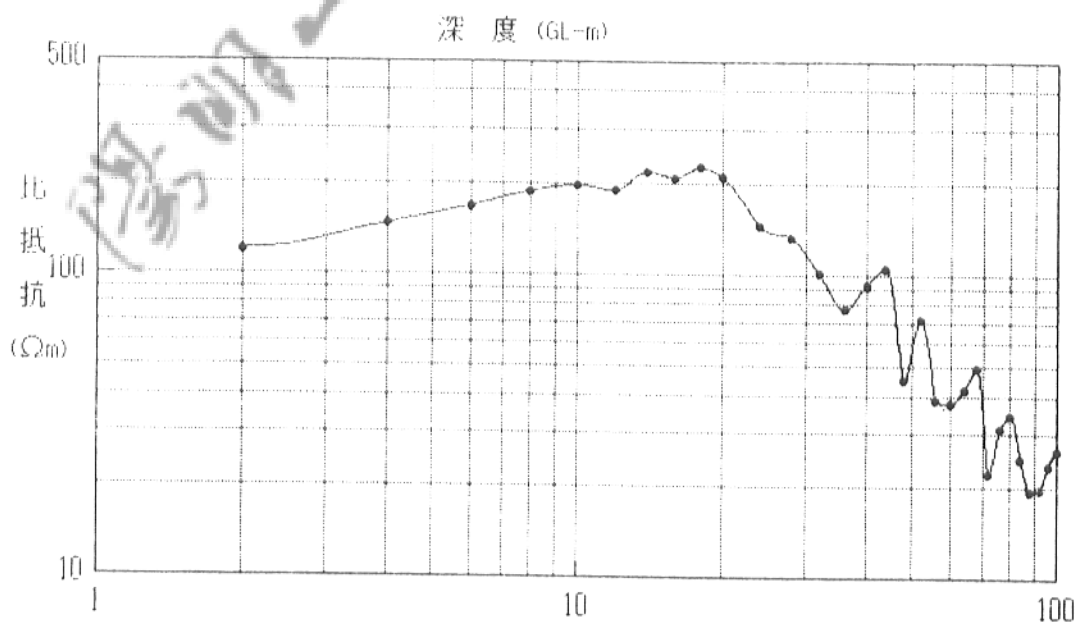


圖 16-5-1 地下水探測之比電阻—深度曲線
(馬槽七股遊憩區，測點：No.1)

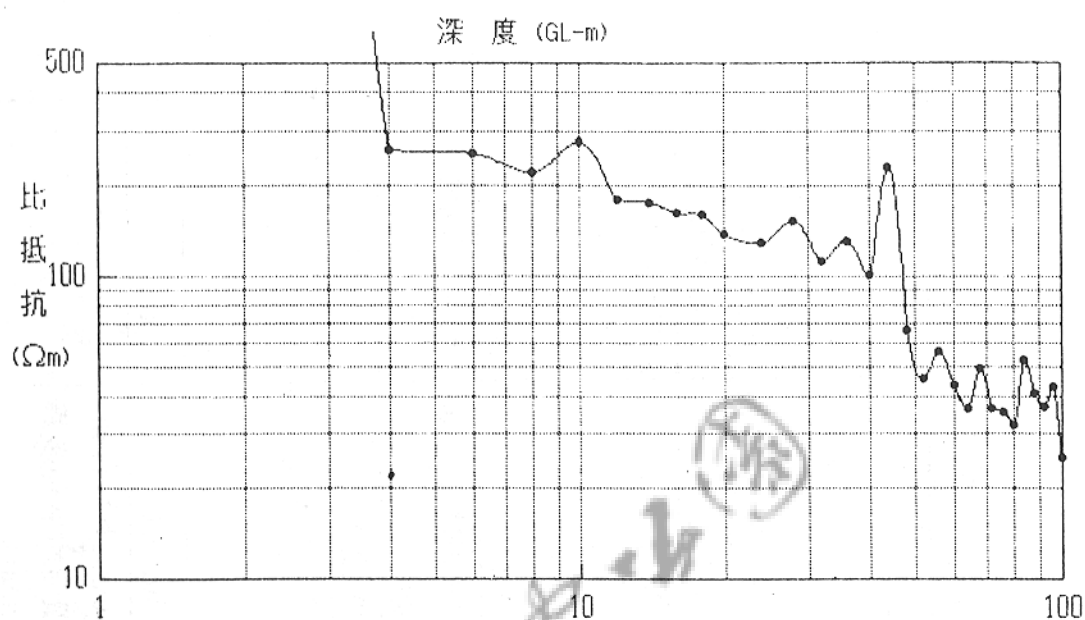


圖16-5-2 地下水探測之比電阻—深度曲線
(馬槽七股遊憩區，測點：No.2)

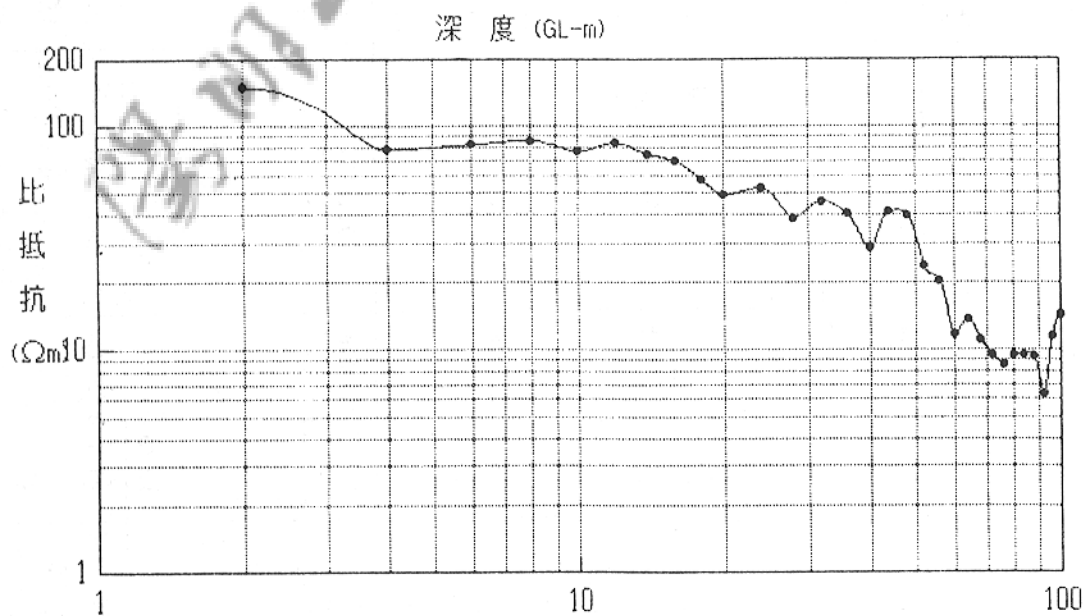


圖16-5-3 地下水探測之比電阻—深度曲線
(馬槽七股遊憩區，測點：No.3)

表 1 4 地下水探測結果之含水層深度及日出水推估

項 目	測 點	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
擎天崗 遊憩區	含水層深度	伏流水10m~50m 95m~125m	伏流水10m~50m 70m~90m	伏流水10m~50m 55m~70m	伏流水 6m~20m 30m~70m
	每日出水量	300~500 公噸	600公噸以上	400公噸	150公噸以下
	含水層深度	無明顯含水層	無明顯含水層	伏流水10m左右 30m~60m 80m~100m	伏流水10m 50m~65m
小油坑 遊憩區	每日出水量	很少	很少	600公噸	200公噸
	含水層深度	50m~80m 90m以下	伏流水45m~50m 80m以下	伏流水10m~50m 90m以下	無明顯含水層
	每日出水量	300公噸以下	800~1000公噸	300公噸	很少
大屯自 然公園	含水層深度	70m~90m	無明顯含水層	60m~80m	
	每日出水量	100公噸	很少	250公噸	
馬槽七股 遊憩區	含水層深度	50m以下皆有斷 續含水層但多為 溫泉水	50m以下皆有斷 續含水層但多為 溫泉水	50m以下皆有斷 續含水層但多為 溫泉水	
	每日出水量	2000公噸以上	2000公噸以上	2000公噸以上	

1. 水溫：水溫是水與周遭環境熱收支平衡的結果，也是水溶液內主宰物質溶解度的重要因素。一般而言，水溫深受雨水溫度及大氣溫度影響在先，當雨水進入土壤與岩石縫隙後，受地溫的影響。表15的各測站水溫資料顯示取樣期間（冬、春至夏初）的水溫介於12~25℃之間，總平均值為16℃，與氣溫16℃相近。可見有受到地熱的作用。北礮溪集水區上游處的水溫較低（平均15℃），往下游的鹿角坑處，平均水溫升至17℃，在彩虹橋為21℃；南礮溪集水區自上游的大屯瀑到略下游的龍鳳谷湧泉，平均水溫也從18℃升至20℃。所調查的各取樣點中，二處湧泉（內雙溪的夢幻湖與南礮溪的龍鳳谷），水溫較高（20℃左右）但異常平穩，不太受外界氣溫變動的影響。程楓萍(1987)指出，龍鳳谷湧泉的熱液主要是地下水在地下棲處間接加熱上升，然而本省以湧泉水高於25℃才算溫泉，故本次調查的湧泉，應不能稱為溫泉。如果湧泉有季節性變化，例如泉量大時（秋季）泉溫較低，而泉量小時（春季）泉溫較高，則可能有地下水（即變冷水）混水現象。
2. 濁度：濁度是指透光的程度，一般指懸浮質的濃度而言。如表16所示，所有測站的平均濁度均低於30mg/l，最低者為松溪取樣區(11mg/l)，最高者為小油坑(30mg/l)及龍鳳谷湧泉(27mg/l)，濁度主由懸浮固體粒子及膠體組成，此兩者皆可能吸附微生物類。因此，濁度本身並不是主要污染源而其上吸附何種生物或無機物（如磷）才是考慮因素。
3. 電導度：電導度是總溶解固體物的指標(APHA, 1985)。電導度高，含水溶性固體物多，則說明此水的腐蝕力大。而表17為所測定的各測點的電導度，除彩虹橋及大油坑外，其值均小於300 μ mhos/cm，是低電導度的水，亦可歸類為本省甲類河川的等級(表33)。Montgomery

(1985)指出，低電導度的水體，其溶解性固體物含量(mg/l)為其電導度(μ mhos/cm)的一半，因此關係式可以估計本研究除彩虹橋及大油坑外水值的溶解性固體物均低於150mg/l。陽明山公園區內水質的電導度與其含硫酸根濃度有極其顯著的關係(表32)，相關係數(r)為0.95，此說明了電導度會影響若干溶解度較低的物質。

4.硬度：硬度是水中多電價陽離子濃度的綜合指示，其中鈣與鎂是主要成分。高硬度的水質，是工業用水的障礙，過去對高硬度的水質重點放在工業用水水質上。其實，醫學試驗證明，硬水有礙健康，並建議明定標準(Montgomery, 1985)。一般規定，硬度低於60mg/l者屬軟水，高於120mg/l者屬硬水，介於60~120mg/l者為中軟水(Todd, 1970)。本報告中分析的水質，全屬軟水(表18)。

5.酸鹼度(表19)：水樣的pH值來表示酸鹼度。pH值高(>7)時，呈鹼性反應，低(<7)時呈酸性反應，中性的pH值為7。水樣大體分成三種酸鹼度，強酸水樣的pH值在3.5以下(彩虹橋、大油坑)；中酸水樣的pH值為4.0~4.5之間(冷水坑、絹絲瀑布)；其於在6.0~7.5之間，從微酸性到微鹼性之間。程楓萍(1985)指出，陽明山公園區內的火山性氣體，如 H_2S , SO_2 , S_2 , CO_2 , HCl 等，溶解在水中，形成各種酸，使溫泉水呈強酸性，而某些水受到碳酸與岩石礦物作用，生成接近中性的溫泉。從直接迴歸分析中也得知，pH值與 SO_4^{2-} 濃度成 $r = -0.37$ 的相關性，亦即 SO_4^{2-} 是控制pH值的主要因素之一，然而相關係數並不是很高，可能是所測非直接溫泉而屬湧泉(滲有短期間流入的地表水)。

6.鈣與鎂：鈣與鎂在水質中，除了有可能成為硬水外，其性質並不太重要。一般認為，水中鈣濃度介於40~100mg/l時，已屬粗硬水了(Montgomery, 1985)。陽明山公園區為火山地質，故石膏($CaSO_4$

H₂O) 可能為Ca的主要來源。事實上，Ca與SO₄²⁻的相關係數(r)為0.46至少說明石膏含量可能為Ca 來源的一個要素。鎂與鈣同為兩價陽離子，水域中的濃度一般低於鈣，世界衛生組織(World Health Organization)建議飲用水最好低於30mg/l。本研究的資料(表20，21)指出，所有樣品的Ca，Mg含量皆不高，是可接受的濃度。水樣中較高的鈣與鎂濃度的水樣，往往有酸性低(pH值高)的特性。

7. 硫酸根、硝酸根、磷酸根及氨(表22~表25)：前三種成份均為水體與營養有關的重要陰離子，其中主要陰離子為SO₄²⁻，次為NO₃⁻，最低為PO₄³⁻。

然而，取樣點水質的平均含SO₄²⁻濃度差異很大，低者4mg/l(大屯自然公園)，最高者307mg/l(彩虹橋)。所有取樣水體，均為含溶氧量高(表26)的水，且pH值低於8，故硫的Eh-pH圖中，可知SO₄²⁻為此類水體的主要含硫形式。除SO₄²⁻以外，而其他形式如H₂S，S²⁻，Na₂S₂O₃等硫化物不易存在。高SO₄²⁻濃度的水樣，其pH值亦極低，此相關性已在pH值節說明。高硫酸根濃度的水質可造成生理上的腹瀉效應。一般認為100mg/l的SO₄²⁻以下應無問題，不過當地居民若習慣含低於300mg/l的Na₂SO₄或390mg/l的MgSO₄，當不會發生腹瀉，惟外來遊客若飲用高於200mg/l SO₄²⁻之飲水時，常造成胃腸不適，故美國環境保護署的二次飲水標準為250mg/l以下(表33，APHA，1985)。故此，彩虹橋取樣處水質有60%的機會，其水質含SO₄²⁻濃度會超過250mg/l，餘皆安全。

硝酸根是水域生物的主要氮源之一，一般設限的濃度不得超過45mg/l NO₃⁻ (10mg/l NO₃⁻-N，表24)，因為此濃度以上會使嬰兒發生藍嬰病(EPA，1980)。陽明山國家公園中所測的11處水體，其NO₃⁻濃度皆低於45mg/l，最高者為龍鳳谷湧泉，不過8mg/l。因

此，以硝酸根而言，相當安全。

磷酸根與氮的濃度均很低（表24，表25）不用考慮水質利用問題。以氮而言，若為中性水質，則氮會以氣態散逸到空中，因此強酸性水質，所含的氮比較穩定。

8.含氧量：含氧量之測定可以分為溶氧量（DO），生物需氧量（BOD）與化學需氧量（COD）。溶氧量是地表水的水質重要指標。水域要是具有足夠的溶氧量，才能氧化污染物，維持水生微生物的生存，進而維持有機污染物的穩定量。測試水樣的溶氧量介於8.3~9.6mg/l之間（表26），而相對溶氧量（測得量除以當時溫度下的最大溶氧量）均在80%以上，尤其高溫水樣的相對溶氧量（ROD）幾近100%顯然有足量的溶氧量。根據表33的標準，DO不得低於5~6mg/l否則即呈缺溶氧的問題。至於生化需氧量（BOD）是測定有多少有機物被微生物消耗的量的指標（見測定方法）。生化需氧量高時，可被微生物氧化的有機質量多，亦即水質比較不清潔。從表28中所有測值幾乎在2mg/l以下，顯示有機污染物濃度不高。以本試測的水樣而言，溶氧量與生化需氧量濃度間的相關性很高（ $r=0.83$ ）且DO濃度都相當高而BOD濃度相當低，這說明有機物之污染很輕微，水體有自淨功能。水體溶氧量尚可用化學需氧量（COD）來表示比較不易受生物（微生物）消解的有機成分。化學需氧量值一般多用在污水處理，不在此討論，不過表29的測值均在20mg/l以下，不算高濃度。

9.大腸菌：大腸菌生菌數是水體可能受到動物大腸內細細菌污染的指標（Hutchison and Ridgway, 1977）。目前各國以總大腸菌類（Total Coliform）及總菌落數（Total Count）做為水體微生物或病原菌的指標。美國環保署（USEPA, 1989）則有糞便性大腸菌（Fecal Coliform）及總大腸菌類。這些檢測多用於飲用水（張怡怡, 1991）。

自然地表水未經淨水處理者，此類測試只做為遊憩區用水的參考。本次試測之各點生物性水質中，大腸菌含量皆比一般要求高的太多，絕對是不能生飲的水(表30,31)。然而為慎重起見，有關此類分析，擬再進行數次採樣與分析，將另送一份補充報告，以有更肯定的結論。

陽明山國家公園中所選定的11處地表水樣，除大腸菌類數據較高有待進一步測試，和彩虹橋、大油坑、冷水坑、絹絲瀑布等四處位置的pH值較低外，其餘水質皆可稱得上良好。事實上，受人為干擾比較低的太魯閣國家公園的立霧溪水質，糞便性大腸菌生菌數亦超過公共供水標準的2~4倍(金恆鑣,1988)。不過，這些水亦需經過水質處理後始能提供為飲用水的水源。

表15 各取樣點的水溫(°C)之平均值，標準機差及範圍

取 樣 點	平 均	標準機差	範 圍
<u>北礮溪集水區</u>			
小油坑	15.3	1.6	13.2~17.6
鹿角坑	17.0	1.2	15.2~18.7
彩虹橋	20.7	2.8	17.1~25.1
大油坑	17.3	2.3	14.5~21.1
<u>內雙溪集水區</u>			
夢幻湖湧泉	15.7	0.4	15.1~16.2
冷水坑	14.8	1.7	12.3~16.9
絹絲瀑布	16.2	2.9	12.3~21.1
<u>南礮溪集水區</u>			
松溪	19.7	1.0	18.5~20.9
大屯瀑	17.9	2.3	14.4~21.0
龍鳳谷湧泉	19.9	1.0	19.2~21.8
<u>公司田溪集水區</u>			
天屯自然公園	18.1	3.4	13.3~23.5

表16 各取樣點的濁度(mg/l)之平均值，標準機差及範圍

取 樣 點	平 均	標準機差	範 圍
<u>北礮溪集水區</u>			
小油坑	30	16.64	16~62
鹿角坑	21	5.28	15~27
彩虹橋	23	7.40	15~37
大油坑	21	5.39	17~32
<u>內雙溪集水區</u>			
夢幻湖湧泉	19	2.12	16~22
冷水坑	23	1.22	22~25
絹絲瀑布	18	5.76	10~26
<u>南礮溪集水區</u>			
松溪	11	4.00	7~15
大屯瀑	20	3.38	16~25
龍鳳谷湧泉	27	11.43	13~45
<u>公司田溪集水區</u>			
天屯自然公園	21	3.19	18~27

表17 各取樣點的電導度(μ mhos/cm)之平均值，標準機差及範圍

取 樣 點	平 均	標準機差	範 圍
<u>北礮溪集水區</u>			
小油坑	68	11.57	53~ 78
鹿角坑	129	19.29	96~147
彩虹橋	672	65.24	600~760
大油坑	623	184.74	458~950
<u>內雙溪集水區</u>			
夢幻湖湧泉	57	4.97	52~ 65
冷水坑	178	49.80	100~237
絹絲瀑布	280	91.77	154~440
<u>南礮溪集水區</u>			
松溪	243	9.50	233~252
大屯瀑	226	57.65	150~295
龍鳳谷湧泉	194	6.28	182~200
<u>公司田溪集水區</u>			
天屯自然公園	70	8.42	57~ 80

表18 取樣點的硬度(as CaCO_3 , mg/l)之平均值，標準機差及範圍

取 樣 點	平 均	標準機差	範 圍
<u>北礮溪集水區</u>			
小油坑	24.1	8.96	9.5~39.6
鹿角坑	36.5	9.33	16.1~43.6
彩虹橋	2.2	0.40	1.8~ 3.0
大油坑	2.7	0.15	2.5~ 3.0
<u>內雙溪集水區</u>			
夢幻湖湧泉	3.6	0.39	3.1~ 4.2
冷水坑	2.8	0.61	2.2~ 4.0
絹絲瀑布	2.16	0.44	1.33~2.80
<u>南礮溪集水區</u>			
松溪	2.7	0.52	2.1~ 3.4
大屯瀑	2.5	0.46	1.8~ 3.2
龍鳳谷湧泉	2.6	0.46	1.7~ 3.1
<u>公司田溪集水區</u>			
天屯自然公園	23.1	7.60	9.3~31.4

表19 各取樣點的酸鹼度(pH)之平均值，標準機差及範圍

取 樣 點	平 均	標準機差	範 圍
<u>北礮溪集水區</u>			
小油坑	5.92	——	5.40~6.40
鹿角坑	7.14	——	6.67~8.20
彩虹橋	3.45	——	3.10~4.25
大油坑	3.13	——	2.79~3.71
<u>內雙溪集水區</u>			
夢幻湖湧泉	6.78	——	6.45~7.10
冷水坑	4.01	——	3.65~4.40
絹絲瀑布	4.40	——	3.95~5.30
<u>南礮溪集水區</u>			
松溪	7.48	——	7.14~8.20
大屯瀑	7.49	——	7.00~7.80
龍鳳谷湧泉	6.91	——	6.56~7.50
<u>公司田溪集水區</u>			
天屯自然公園	7.07	——	6.80~7.50

表20 各取樣點的 Ca(mg/l) 之平均值，標準機差及範圍

取 樣 點	平 均	標準機差	範 圍
<u>北礮溪集水區</u>			
小油坑	6.39	2.66	1.86~10.56
鹿角坑	7.62	3.25	0.88~10.92
彩虹橋	0.08	0.09	0~ 0.28
大油坑	0.02	0.03	0~ 0.07
<u>內雙溪集水區</u>			
夢幻湖湧泉	0.40	0.26	0.04~ 0.69
冷水坑	0.15	0.28	0~ 0.71
絹絲瀑布	0.06	0.06	0~ 0.19
<u>南礮溪集水區</u>			
松溪	0.07	0.10	0~ 0.21
大屯瀑	0.02	0.03	0~ 0.08
龍鳳谷湧泉	0.12	0.24	0~ 0.65
<u>公司田溪集水區</u>			
天屯自然公園	4.86	2.14	1.64~ 7.08

表21 各取樣點的 Mg(mg/l) 之平均值，標準機差及範圍

取 樣 點	平 均	標準機差	範 圍
<u>北礮溪集水區</u>			
小油坑	1.98	0.63	1.19~3.22
鹿角坑	4.25	0.88	3.22~5.62
彩虹橋	0.49	0.06	0.41~0.57
大油坑	0.64	0.03	0.60~0.68
<u>內雙溪集水區</u>			
夢幻湖湧泉	0.64	0.17	0.49~0.94
冷水坑	0.60	0.05	0.54~0.69
絹絲瀑布	0.49	0.09	0.30~0.57
松溪	0.61	0.07	0.52~0.70
<u>南礮溪集水區</u>			
松溪	0.61	0.07	0.52~0.70
大屯瀑	0.60	0.12	0.43~0.76
龍鳳谷湧泉	0.63	0.11	0.40~0.76
<u>公司田溪集水區</u>			
天屯自然公園	2.69	0.69	1.27~3.40

表22 各取樣點的 SO_4^{2-} (mg/l) 之平均值，標準機差及範圍

取 樣 點	平 均	標準機差	範 圍
<u>北礮溪集水區</u>			
小油坑	13	2.98	9~ 18
鹿角坑	24	5.52	17~ 33
彩虹橋	307	150.63	160~630
大油坑	170	65.83	68~280
<u>內雙溪集水區</u>			
夢幻湖湧泉	14	5.46	8~ 23
冷水坑	63	19.84	44~100
絹絲瀑布	144	61.62	53~220
<u>南礮溪集水區</u>			
松溪	46	4.99	41~ 53
大屯瀑	81	26.79	33~120
龍鳳谷湧泉	49	11.64	40~ 70
<u>公司田溪集水區</u>			
天屯自然公園	4	2.54	0~ 7

表23 各取樣點的 NO_3^- (mg/l) 之平均值，標準機差及範圍

取 樣 點	平 均	標準機差	範 圍
<u>北礮溪集水區</u>			
小油坑	0.96	0.31	0.44~1.33
鹿角坑	1.56	0.36	1.33~2.29
彩虹橋	3.41	0.78	2.29~4.87
大油坑	3.61	0.94	2.61~4.87
<u>內雙溪集水區</u>			
夢幻湖湧泉	0.80	0.33	0.44~1.33
冷水坑	0.53	0.18	0.44~0.89
絹絲瀑布	0.67	0.23	0.44~0.89
<u>南礮溪集水區</u>			
松溪	0.74	0.42	0.44~1.33
大屯瀑	2.88	0.49	2.21~3.54
龍鳳谷湧泉	7.68	0.71	6.64~8.86
<u>公司田溪集水區</u>			
天屯自然公園	1.11	0.34	0.89~1.77

表24 各取樣點的 PO_4^{3-} (mg/l) 之平均值，標準機差及範圍

取 樣 點	平 均	標準機差	範 圍
<u>北礮溪集水區</u>			
小油坑	0.6	0.50	0~1.2
鹿角坑	0.7	0.78	0~2.0
彩虹橋	2.3	2.62	0.4~7.9
大油坑	0.3	0.26	0~0.7
<u>內雙溪集水區</u>			
夢幻湖湧泉	1.1	0.65	0~1.8
冷水坑	0.3	0.37	0~1.0
絹絲瀑布	0.4	0.39	0~1.2
<u>南礮溪集水區</u>			
松溪	0.3	0.17	0.1~0.5
大屯瀑	0.4	0.43	0~1.3
龍鳳谷湧泉	0.5	0.36	0.1~1.2
<u>公司田溪集水區</u>			
天屯自然公園	1.0	0.82	0~2.4

表25 各取樣點的NH₃ (mg/l) 之平均值，標準機差及範圍

取 樣 點	平 均	標準機差	範 圍
<u>北磺溪集水區</u>			
小油坑	0.41	0.06	0.01~0.18
鹿角坑	0.10	0.15	0~0.43
彩虹橋	0.34	0.07	0.24~0.44
大油坑	0.22	0.22	0~0.56
<u>內雙溪集水區</u>			
夢幻湖湧泉	0.08	0.07	0~0.19
冷水坑	0.44	0.76	0~1.96
絹絲瀑布	0.25	0.10	0.13~0.43
<u>南磺溪集水區</u>			
松溪	0.11	0.09	0~0.21
大屯瀑	0.31	0.21	0.06~0.73
龍鳳谷湧泉	0.14	0.07	0~0.24
<u>公司田溪集水區</u>			
天屯自然公園	0.38	0.27	0.06~0.92

表26 各取樣點的溶氧量(mg/l) 之平均值，標準機差及範圍

取 樣 點	平 均	標準機差	範 圍
<u>北磺溪集水區</u>			
小油坑	8.31	0.85	6.77~ 9.29
鹿角坑	9.51	0.46	8.89~10.18
彩虹橋	8.91	0.18	8.52~ 9.06
大油坑	9.10	0.44	8.43~ 9.86
<u>內雙溪集水區</u>			
夢幻湖湧泉	9.05	0.64	8.25~10.16
冷水坑	9.60	0.36	9.13~10.11
絹絲瀑布	9.19	0.33	8.72~ 9.49
松溪	8.87	0.42	8.37~ 9.39
<u>南磺溪集水區</u>			
松溪	8.87	0.42	8.37~ 9.39
大屯瀑	9.07	0.47	8.13~ 9.71
龍鳳谷湧泉	8.79	0.33	8.34~ 9.41
<u>公司田溪集水區</u>			
天屯自然公園	9.16	0.80	7.96~10.64

表27 各取樣點的相對溶氧量(%) 之平均值，標準機差及範圍

取 樣 點	平 均	標準機差	範 圍
<u>北礮溪集水區</u>			
小油坑	82.6	6.02	70.5~ 88.5
鹿角坑	98.3	5.18	90.9~105.3
彩虹橋	99.4	4.26	92.5~104.3
大油坑	94.8	4.62	89.7~104.3
<u>內雙溪集水區</u>			
夢幻湖湧泉	91.1	6.51	83.9~102.6
冷水坑	95.1	3.06	91.3~100.7
絹絲瀑布	93.3	4.15	88.3~ 98.0
<u>南礮溪集水區</u>			
松溪	97.1	3.81	91.7~100.2
大屯瀑	95.5	6.53	88.0~105.8
龍鳳谷湧泉	96.6	4.19	90.3~104.0
<u>公司田溪集水區</u>			
天屯自然公園	96.7	7.94	88.1~112.4

表28 各取樣點的生化需氧量(mg/l) 之平均值，標準機差及範圍

取 樣 點	平 均	標準機差	範 圍
<u>北礮溪集水區</u>			
小油坑	1.04	0.31	0.51~1.42
鹿角坑	1.88	0.29	1.46~2.25
彩虹橋	1.64	0.41	1.05~2.31
大油坑	1.51	0.21	0.31~1.95
<u>內雙溪集水區</u>			
夢幻湖湧泉	1.48	0.58	0.92~2.22
冷水坑	2.05	0.15	1.96~2.34
絹絲瀑布	1.49	0.14	1.26~1.66
松溪	1.51	0.29	1.13~1.83
<u>南礮溪集水區</u>			
松溪	1.51	0.29	1.13~1.83
大屯瀑	1.67	0.48	0.98~2.44
龍鳳谷湧泉	1.26	0.30	0.65~1.60
<u>公司田溪集水區</u>			
天屯自然公園	1.26	0.30	1.43~3.41

表29 各取樣點的化學需氧量(mg/l) 之平均值，標準機差及範圍

取 樣 點	平 均	標準機差	範 圍
北礮溪集水區			
小油坑	11	6.47	1~19
鹿角坑	17	5.71	8~26
彩虹橋	18	6.92	6~27
大油坑	14	13.04	4~42
內雙溪集水區			
夢幻湖湧泉	6	4.32	2~14
冷水坑	8	7.25	0~19
絹絲瀑布	11	6.10	4~19
南礮溪集水區			
松溪	7	2.94	3~10
大屯瀑	14	14.28	4~45
龍鳳谷湧泉	11	9.46	0~29
公司田溪集水區			
大屯自然公園	12	6.62	5~25

表30 各取樣點的Total coliform (MPN/100ml)之平均值及範圍

取 樣 點	平 均	範 圍
北礮溪集水區		
小油坑	3.04×10^6	$4.20 \times 10 \sim 6.08 \times 10^6$
鹿角坑	6.47×10^4	$1.52 \times 10 \sim 1.28 \times 10^5$
彩虹橋	4.55×10^3	$6.00 \times 10 \sim 8.50 \times 10^3$
大油坑	1.26×10^6	$4.20 \times 10 \sim 2.52 \times 10^6$
內雙溪集水區		
夢幻湖湧泉	3.04×10^6	$4.00 \times 10 \sim 6.08 \times 10^6$
冷水坑	9.87×10^4	$5.30 \times 10 \sim 1.92 \times 10^5$
絹絲瀑布	6.26×10^4	$1.22 \times 10 \sim 1.24 \times 10^5$
南礮溪集水區		
松溪	2.15×10^6	$3.56 \times 10 \sim 4.30 \times 10^6$
大屯瀑	7.27×10^5	$4.40 \times 10 \sim 1.45 \times 10^6$
龍鳳谷湧泉	1.18×10^6	$1.20 \times 10 \sim 2.36 \times 10^6$
公司田溪集水區		
大屯自然公園	6.85×10^4	$4.96 \times 10 \sim 1.32 \times 10^5$

表31 各取樣點的Fecal coliform (MPN/100ml)之平均值及範圍

取 樣 點	平 均	範 圍
<u>北礮溪集水區</u>		
小油坑	6.82×10^4	$3.20 \times 10 \sim 1.36 \times 10^5$
鹿角坑	1.18×10^4	$4.80 \times 10 \sim 1.88 \times 10^4$
彩虹橋	3.41×10^4	$2.60 \times 10 \sim 6.80 \times 10^4$
大油坑	1.15×10^5	$4.40 \times 10 \sim 2.30 \times 10^5$
<u>內雙溪集水區</u>		
夢幻湖湧泉	4.95×10^5	$3.50 \times 10 \sim 9.90 \times 10^5$
冷水坑	3.92×10^4	$2.40 \times 10 \sim 7.60 \times 10^4$
絹絲瀑布	9.28×10^3	$9.60 \times 10 \sim 1.76 \times 10^3$
<u>南礮溪集水區</u>		
松溪	1.73×10^4	$1.30 \times 10 \sim 3.32 \times 10^4$
大屯瀑	1.51×10^4	$2.20 \times 10 \sim 2.80 \times 10^4$
龍鳳谷湧泉	1.01×10^4	$2.00 \times 10 \sim 2.00 \times 10^4$
<u>公司田溪集水區</u>		
大屯自然公園	1.51×10^5	$1.12 \times 10 \sim 2.90 \times 10^5$

表32 水質成分濃度間的相關係數

試驗項目	Temp	Turb	Cond	Hardness	pH	Ca	Mg	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	NH ₃	DO	ROD	BOD	COD	Total Coliform	Fecal Coliform
Temp																	
Turb	-0.22																
Cond	0.47	-0.09															
Hardness	-0.29	0.25	-0.47														
pH	0.15	-0.20	-0.73	0.33													
Ca	-0.27	0.36	-0.48	0.99	0.34												
Mg	-0.16	0.18	-0.43	0.98	0.39	0.94											
SO ₄ ²⁻	0.49	0.03	0.95	-0.45	-0.73	-0.46	-0.42										
NO ₃ ⁻	0.58	0.40	0.35	-0.33	-0.01	-0.28	-0.22	0.33									
PO ₄ ³⁻	0.41	0.16	0.36	-0.002	-0.22	-0.03	0.02	0.60	0.08								
NH ₃	0.03	-0.006	0.29	-0.27	-0.42	-0.31	-0.21	0.38	-0.07	0.17							
DO	-0.25	-0.36	0	0.07	-0.14	-0.06	0.20	-0.02	-0.25	-0.14	0.50						
ROD	0.65	-0.45	0.40	-0.19	0	-0.29	0.01	0.40	0.31	0.24	0.43	0.58					
BOD	-0.02	-0.23	0.18	-0.21	-0.18	-0.27	-0.04	0.22	0.10	-0.07	0.40	0.83	0.63				
COD	0.45	0.39	0.52	0.33	-0.27	0.30	0.38	0.55	0.52	0.45	0.12	0.03	0.41	0.12			
Total Coliform	-0.19	0.05	-0.47	-0.06	0.44	0.08	-0.18	-0.45	-0.16	-0.09	-0.71	-0.66	-0.68	-0.53	-0.59		
Fecal Coliform	-0.33	-0.09	-0.27	0	0.12	-0.06	-0.08	-0.24	-0.25	0.23	-0.25	-0.02	-0.29	-0.24	-0.48	0.50	

表33 公共供水的地表水品質標準

試驗項目\國別	蘇 俄 1972	加拿大 1972	澳 洲 1974	美 國 1976	台 灣 1987	
					(甲)	(乙)
pH	—	6.5~8.3	6.5~9.0	5.0~9.0	6.5~8.5	6.0~9.0
水溫, °C	—	<15	—	—	—	—
濁度 JTU	—	—	25	—	—	—
硬度	—	—	—	—	500	—
總大腸菌# /100ml	—	5000	5000	—	50	5000
糞便性	—	1000	100	—	—	—
電導度	—	—	—	—	750	—
NH ₄ (N)	2.0	0.01	0.1~0.5	—	0.1	0.1
B	—	0.01	1.0	—	—	—
Cd	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	500	—	200	200	50	—
Cl	—	—	250	200~600	—	—
F	1.5	1.5	1.5	—	—	—
Fe	0.5	0.3	0.3	0.03	—	—
Pb	0.1	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1
Mg	—	150	30(SO ₄ ²⁻ >250) 150(SO ₄ ²⁻ <250)	50	—	—
NO ₂ +NO ₃ (N)	—	10	10	10	—	—
BOD	—	—	—	—	1	2
DO	—	—	≥5.0	—	6.5	5.5
P	—	0.2(PO ₄ ³⁻)	0.2	—	0.01	—
Solids	—	—	—	—	25	25
SO ₄	—	500	—	250	—	—

- 1.蘇 俄 1978 Maximun permissible Concentration (MPC) of Toxic Substances in Water for Sanitary-Household Use.
- 2.加拿大 1972 Guidelines for Water Quality Objectives and Standards, Dept. of Environment, Inland Waters Directorate, Ottawa, Ontario, Tech. Bull. 67.
- 3.澳 洲 1974 A Compilation of Australian Water Quality Criteria. Australian Water Resources Council Tech. Bull. No. 7, Canberra, Australia.
- 4.美 國 1976 Quality Criteria for Water. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. Pub. EPA-440/9-76-023.
- 5.台 灣 1987 環境保護法規彙編 中國鋼鐵股份有限公司

七、結論

本計畫經選定十一條溪流之河川平時流量調查和洪峰流量推估，五處遊憩區位置之地下水賦存量探測分析，以及十一處地表水取樣分析結果，得到下列幾點結論：

1. 國家公園區內為火山地形為主，河溪級序(Stream order)低，溪流從發源地至平原地區短促、溪床比降大，因此其平時流量低，而平時流量低則關係到遊憩區域水資源的利用，國家公園區內有部份之湧泉和溪流水為遊憩區用水和居民接管引用，一般溪流水或是湧泉在無法足以供應遊憩區域用水的情況下，可考慮以開發地下水的方式以補不足。
2. 溪流平時流量的測量調查，受降雨條件的影響甚大，研究調查期間之二月和四月份雨量較多，故平時流量的測定值稍高，而五月份的測定值低。至於全年的變化情況，則有待連續密集測量調查，或是以設置流量站進行觀測記錄分析的方式予以確定。
3. 十一條溪流集水區之洪峰流量和洪峰到達時間推估結果，頻率年100年之洪峰到達時間在58~84 min之間，相當快速，此反映出國家公園區內之溪流河溪級序低，溪流短促，溪床坡降大之地文特性的水文現象。而集水區上游，因大部份林相粗雜，或是草原植被覆蓋，或部份地區為已開發之社區住宅用地，因此其洪峰流量將比良好覆蓋森林地集水區為大。在洪峰到達時間相當快速和洪峰流量相當大之水文特性下，對於溪流規劃為遊憩使用時，宜豎立警告標誌和採取適當防範措施。

- 4.在選定之五個遊憩區經地下水探測分析結果，基本上皆有良好的出水量，此可供地下水資源開發利用之參考。本計畫因調查期間僅六個月，地下水探測為一初步結果，將來在開發利用方面，必需考慮開發位置之適當選定，地下的溫泉水是否可能造成的影響等。
- 5.十一處地表水取樣分析結果，除了大腸菌生菌數較高，有待進一步密集取樣檢測，以及北礮溪集水區之大油坑等幾處取樣位置的水質之pH值較低之外，一般而言，供遊憩用水之水質皆為良好，但是提供為飲用水的水源時，則必需經過水質處理，才能確保安全衛生。

八、水資源利用規劃建議

- 1.調查的十一條溪流中，除了鹿角坑溪因生態保護區管制進入之外，其他溪流遊客皆可能進入戲水等活動，由於各溪流之洪峰時間快速且洪峰流量大，因此宜於適當位置豎立警告標誌，教育民眾注意上游山區豪雨時，防範河川急速漲水時可能發生的危害。
- 2.就五個規劃的遊憩區之水資源利用現況，目前以引用地表水和湧泉為主，常因旱季而缺水。就水質取樣分析結果，其大腸菌生菌數偏高，絕對不能生飲，其水處理方式可考慮以氯氣消毒的方式，或是經充分煮沸之後才能供為飲用水。至於幾處之水質pH值較低，可考慮以離子交換樹脂等的處理方式，可改善水質。遊憩區飲用水之供給是否合乎飲用水標準，建議交由具水質處理專業知識之公司或研究單位，做更詳盡的檢測及規劃設計等。
- 3.就各遊憩區之用水，需考慮遊憩區開發規模，如遊客承載量，或是遊憩設施的設置，如需大量用水的戲水池等等而規劃所需之用水量 and 用水品質。就目前狀況而言，擎天崗和冷水坑遊憩區引用湧泉，臨近無充分的地表水供應，若考慮於冷水坑蔬菜專業區或是天寶聖道宮附近開挖一地下水井，以補此兩遊憩區用水之不足；小油坑遊憩區目前引用地表水，亦因旱季缺水，因停車場附近地勢較高，不利地下水開發，可考慮於頂湖蔬菜專業區開發一地下水井。馬槽七股遊憩區將來開發時，因附近硫磺氣相當多，地表水受相當程度的影響，且地下水經探測分析，可能含有溫泉水，因此飲用水及遊憩用水，可考慮引用水質優良之鹿角坑溪的水。大屯自然公園附近亦無充分的地表水供應，因此建議以開發地下水井的方式，彌補遊憩

區用水不足。

- 4.關於地下水探測分析結果所推估之日出水量，皆以安全出水量為基準，將來若開發抽取地下水使用時，不宜超出所推估的量，而且地下水井的開發，為避免水井抽水時相互影響，兩水井間的距離應在一公里以上。
- 5.關於具有地下溫泉水開發潛力的地點，應再配合震波探測、地熱調查、試鑽井孔之溫度檢層、比電阻檢層等調查方法確定之後再行開發，國內之工研院能源資源研究所等單位具有此方面專業知識可供諮詢。
- 6.陽明山國家公園為重要的生態保護區、遊憩區，故水質之長期監測非常重要。本研究結果建議長期監測生物性質即可，而主要增加取樣密度（即增加取樣點）及取樣強度（縮短取樣間隔），而且並不需太多的經費即可達成重要資料的收集。

九、參考文獻

- 1.內政部 (1987) 陽明山國家公園計畫
- 2.王 鑫等 (1983) 陽明山國家公園地質及地形景觀，內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 3.王 鑫 (1991) 陽明山國家公園河流地景保育之研究，內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 4.金恆鑣、陳燕章、程煒兒 (1988) 太魯閣國家公園峽谷區的瀑布與湧泉水質調查，內政部營建署太魯閣國家公園管理處。
- 5.陳文恭、蔡清彥 (1983) 陽明山國家公園之氣候，內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 6.陳明杰 (1987) 台灣中部森林集水區水文歷線演算方法之研究，台大森林研究所博士論文。
- 7.陳信雄 (1988) 大地比電阻探測法在台灣應用上之研究，台大實驗林研究報告 2(1):101-114。
- 8.陳昭明，高志煒，林志哲 (1983) 陽明山國家公園預定地遊憩資源及步徑系統之調查與分析，台大森林系。
- 9.程楓萍 (1987) 陽明山國家公園溫泉水資源調查與利用規劃及管理，工技院能礦所。
- 10.孫怡怡 (1991) 飲用水中的指標微生物，科學月刊 22(8):578-583。

11. 楊萬全 (1988) 陽明山國家公園水資源調查研究，各流域水文特徵之調查研究，內政部營建署陽明山國家公園管理處。
12. 鄧國雄等 (1988) 陽明山國家公園之地形研究，內政部營建署陽明山國家公園管理處。
13. APHA 1985. Standard methods for the examination of water and waste water 16th ed., APHA, AWWA, WPCF.
14. EPA(Environm ent Protection Agency) 1980. Interim Primary drin king water regulations. Amendment. Fed. Reg. 45(168), 57332-57357.
15. Hutchinson, M.J. and W. Ridgway, 1977. Microbiological aspec ts of drinking water supplies. In Aquatic Microbiology.
16. Motogomery, J.M. 1985. Water treatment principles and design. JMM Consulting Engineers, Inc.
17. Todd, D.K.(ed.) 1970. The Water (I) Encyclopedia. Water Infor mation Center, Inc. Port Washington, N.Y.
18. USEPA 1989. Federal Register, 54(97) Monday, May 22, 1989, Pr oposed Rules.

統一編號：

0224810036

陽明山國家公園