

陽明山國家公園水資源調查研究

I、各流域水文特徵之調查研究

期 末 簡 報

計畫主持人：楊 萬 全
研究助理：阮 斯 堅
協辦人員：洪 華 君
 簡 美 慧

委辦單位：內政部營建署陽明山國家公園管理處

承辦單位：中 國 地 理 學 會

合作單位：台灣師範大學地理學系所

民 國 七 十 七 年 九 月



No.

目次

一、前言

一) 緣起

二) 研究範圍

三) 研究目的與內容

四) 研究方法

五) 重要參考資料與文獻

二、陽明山國家公園的環境概況

一) 氣候、氣象

二) 地形、地質

三) 水系及流域控制點

三、陽明山國家公園的水文分析

一) 降水量

二) 蒸發散量

三) 逕流量

四、各流域的水文特徵

一) 西北區

二) 東北區

三) 南區

五、各流域的流量觀測與洪峰流量

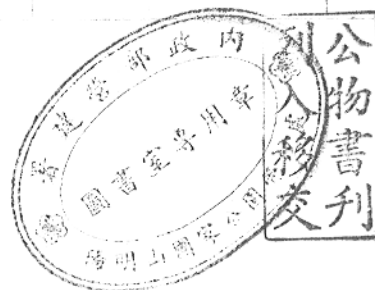
一) 西北區

二) 東北區

三) 南區

四) 瀑布、魚梯與流量

六、結論



前言

(一) 緣起

陽明山國家公園^三內的河流，大致以七星山(1120m)、小油坑、小觀音山(1063m)為中心，形成台灣地區最典型的放射狀水系，並可將竹子山(1103m)、嵩山(989m)、小觀音山(1063m)、大屯山(主峰：1092m，南峰：984m)、面天山(977m)的連線；以及小觀音山、小油坑、七星山、七股山、擎天崗、頂山(768m)、車坪寮山(699m)連線的人字形分水嶺^將，全區為西北、東北和南^部三區。西北^區有阿里磅溪、老梅溪、^{連溪}大屯溪、公司田溪和^{碧湖}溪；東北^區有北磺溪、貢潭溪和瑪鍊溪；南^區有双溪、南磺溪、磺港溪和貴子坑溪，共13水系。這些水系的水文特徵，尤其是水資源^情況如何？僅靠鞋部和竹子湖二氣候觀測站^{資料}要充分了解為不可能，但既然要管理又不能不知其大概，對遊客的解說也不能一問三不知。

陽明山國家公園位居大屯火山掌的最主要

1 部分，有其獨有的水文特徵。從雨水、雪水的
入滲 (infiltration) 地面下，經由泉水流出地面形成
河川源流；或降水量大於入滲容量 (infiltration
capacity) 所形成的漫地流 (overland flow)、地面^水
5 逕流 (surface run off)；以及各種逕流 (包括地
面水逕流和地下水逕流) 的定性和定量分析，
及其對當地環境影響的水文循環過程的充分了
解，為水文 (hydrology) 和水資源 (water resources)
的重要探討部分，也只有水文循環機制 (mechanism
10 of hydrological cycle) 的充分了解，才能對國家公
園範圍內的治山、防洪、經營管理上有所貢獻。
並可供日後基礎資料的建立，給予遊客正確的水
文、水資源的觀念，以發揮國家公園育樂與
研究功能，故必須有此方面的調查研究。

15 (一) 研究範圍

本研究的範圍應以陽明山國家公園內約 114.56
平方公里為限。但因公園內只有
20 鞭部和竹子湖兩處緊鄰的氣候觀測站，不能作
為公園內水文特徵說明的數據，故必須參考

1 林口台地、台北盆地、基隆河谷地等以北，至
台灣北端一富貴角間的所有氣候觀測站資料。
更因水資源的探討，必須有水文區，即集水區
(catchment area or drainage area)，才能作定量分
5 析。本研究中集水區的選定，雖然以地形分水
嶺為主，但必須考慮雨水匯集地矣（即控制點）
能行合雨水匯集的面積~~範圍~~，公園~~範圍~~內最大，公
園~~範圍~~外最小的原則。控制點若設於公園~~範圍~~內，
則可能公園~~範圍~~內有大部分面積不能包容的缺點，
10 所以本研究中各流域的面積（集水區），與地形研
究中的流域面積不會相同；公園~~範圍~~內人字形主
要分水嶺，通常是地形分水嶺，也是地下水分
水嶺（地下水流分界線），尤其是放射狀水系的
源流區，地下水流越過分水嶺流至其他流域
15 的可能性非常微小，有利水文循環過程之探討。
並且控制點設於公園~~範圍~~外，而逕流源自公園~~範圍~~
內，可知公園~~範圍~~內各種逕流，對公園~~範圍~~邊界附
近的影響，與週邊附近居民溝通時，可作為重
要的參考數據。

20 此外，對源流區的流域面積太小（3 km²以下），

豪雨時所產生的水流營力不大，又是在堅硬火成岩區抗力大，破壞力小；所以对西北^區的碧湖溪 (1.32 km^2)，東北^區的負潭溪 (2.11 km^2) 和南^區的貴子坑溪 (1.61 km^2)，暫不予分析研究。

僅对西北^區的阿里磅溪、老指溪、八連溪、大山溪、公司田溪；東北^區的北碩溪、瑪鍊溪；和南^區的双溪、南碩溪、碩港溪等十流域作~~選擇~~水文量的分析。

(三). 研究目的與內容

本研究最終目的在於充分了解陽明山國家公園內水文循環每一過程的定性和定量情形，即水文循環機制 (mechanism of hydrological cycle)，包括水的來源 (雨水、雪水)，入滲地面下在不飽和帶中的水流 (下滲, percolation; 側滲, through flow)，飽和帶中的地下水流，流出流 (effluent flow) 等的地面下逕流 (subsurface runoff); 以及超過入滲容量形成的漫地流 (overland flow)，紋溝流 (rill flow)、雨溝流 (gullies flow)、到溪澗流 (stream flow)、河流 (river flow) 等的地面水逕流 (

1 surface runoff) 的每一過程情況的了解。

5 此項~~研究~~工作必須較長時間的分析研究，故本期的研究，預定利用半年時間(770301~0831)來了解水資源資料非常缺乏的陽明山國家公園各流域的水文特徵。目的在搜集分析有關的水文和水資源等資料，探討水文環境特徵的時間、空間的異同。也為了加強基礎資料之搜集而設立三處自計雨量計和自計溫度計的氣候觀測站。

第二期作樣本流域的詳細水資源調查研究，即流域內水文循環每一過程定性、定量的詳細分析探討為目的，以流域為單位，內容包括：
15 ①水文氣象資料之分析，②流量調查 ③泉水湧水量之量測與湧泉地質分布之調查，④河水泉水的水質分析探討，⑤坡地水文探討，⑥坡地土壤流失之探討，⑦流域循環水量之推估，⑧現況改變對水文環境之衝擊，⑨流域水文特徵幻燈片的製作，⑩流域最佳水資源開發利用和

20

1 管理保育等之探討等。

第三期作大屯火山羣的水文學綜合研究，係對陽明山國家公園較大的十流域，完成一半以上的樣本流域的詳細水資源調查研究之後才能進行。此項水文學綜合研究的完成，充分了解陽明山國家公園的水文循環機制，才能正確評估各流域水文環境改變對各該流域的環境衝擊，也才能有配合各流域水文環境特徵的最佳開發、管理、保育等之合理建議。亦可提供水文、水資源的最佳解說教育材料。

四、研究方法

1. 降水量和氣溫資料之搜集分析：

陽明山國家公園~~範圍~~內僅有雙腳和竹子湖二觀測站，且兩觀測站相距甚近，~~幾等於一個~~~~樣本~~，不能代表公園的全貌，~~公園範圍外的台北、淡水、基隆三測站資料的採用仍不能繪等~~值線，故另找林口氣候站（台灣省茶葉改良場）
15 三重農業氣象站（已遷至桃園，屬桃園區農業改良場）
20 國聖氣候站（萬里鄉，台電電源勘

1 測隊), 金山氣候站(台電電源勘測隊)、暖暖
 2 龍潭氣象站(基隆市、屬林務局), 以及台
 3 灣省水利局所屬五堵雨量站和富貴角雨量站,
 4 合計 12 處觀測站, 勉強可繪製雨量、蒸發散量
 5 等的等值線, 作為計算各種數據的參考。

2. 蒸發散量之分析計算:

採用 C. W. Thornthwaite 的方法計算可能蒸發
 散量 (potential evapotranspiration) 和合理蒸發散量
 (actual evapotranspiration)。此計算方法需要上
 10 述 12 處觀測站的各月平均雨量和各月平均氣溫等
 資料。

3. 河川逕流量計算:

採用一般水平衡公式。因位居主要分水嶺
 的水庫源流區, 又是年單位, 水平衡式可簡化
 15 為: $P = ET + RO$ 式中: $P =$ 降水量 (precipitation)

或 $RO = P - ET$ $ET =$ 蒸發散量 (evapotranspiration)

式中 ET 有各種 $RO =$ 逕流 (run off)

用於計算的是 ET_r (real or true evapotranspiration),

在可能蒸發散量 (ET_p) 等於合理蒸發散量 (ET_a)

20 的地區, ET_r 約等於 ET_p 或 ET_a 的 0.7 倍。

逕流量的表示有公釐 (mm)、立方公尺 (m^3) 和秒立方公尺 (m^3/sec 或 CMS) 三種。用公釐表示的是流域平均^{逕流}水深，它代表 $1\text{ mm} = 1000\text{ m}^3/\text{km}^2$ ($1\text{ mm} \times 10^3 \times 1\text{ km}^2 \times 10^6 = 1000\text{ m}^3/\text{km}^2$)

改為 m 改為 m^2

用立方公尺表示的是流域平均逕流水深乘以集水面積而成。秒立方公尺可由河川逕流直接觀測所得；也可由平均逕流水深乘以集水面積後再除以時間。

4. 河川流量規則和河谷情形踏勘

陽明山國家公園內的河谷均為源流區，因集水面積不大，流量不多；也因植被大致良好，泥沙量中除非因工程施工暴露出裸露地外，懸移質 (suspended load) 含量不多；但因^源源流區，坡度陡，落差大，掃流力 (tractive force, 河水流動時對河床物質的推壓力) 也大，推移質 (bed load) 特別多，河床均為巨礫鋪石所成。對流量規則頗為不利，也不會很正確。故選定 8 月下旬陽明山國家公園各種水份含量最少的枯水期，作枯水流量觀測，方法有的採用馬錶和水桶的容

積法，也有採用流速儀、測繩、卷尺等的流速面積法。並在流量觀測之同時，以電導度計量測河水溪水的導電情形，可藉以概知水質~~情形~~概況。

二、陽明山國家公園的環境概況

(一) 氣候、氣象：

陽明山國家公園及其附近的長期氣候觀測站只有五處，公園內有鞍部（大屯山與小觀音山間的鞍形地區，標高 836.2 公尺），竹子湖（七星山西南坡山腰，標高 600 公尺），公園外，西有淡水（淡水鎮淡水河東岸河畔，標高 19 公尺），南有台北（台北市公園路中央氣象局，標高 8 公尺），東有基隆（基隆市中正區，標高 3.4 公尺）。因這些觀測站所觀測的風向，對陽明山國家公園的水文影響甚大，以風花園（黃玉瑾，1967）說明如下：

鞍部：全年以南北向來風頻率最多，南風佔 20%，北風佔 19.4%，東南風佔 13.2%，靜風佔 10.5%。

竹子湖：全年以東北風佔 23.5%，其次為東北風，靜風佔 35.4%。

淡水：全年以東北風佔 21.4%，東南風次之，佔 14.8%，再次為西風佔 7.6%，靜風佔 12.3%，西南象限來風甚少。

基隆：全年以來自東北局限的風最多且強，東北風佔17%，東北北風佔12.2%，東北東風佔9.2%，其餘的風多來自西南局限。

台北：全年以東風或偏東風佔大部分，計東風佔21.4%，東南東風佔17.7%，東北北風佔10.8%，西風佔5.4%，靜風佔16.1%。

台灣島西北部常年受二種季風所控制，冬季風為東北風，盛行於十月起至翌年四月；夏季風為西南風，盛行於六月至八月間。在陽明山國家公園及其附近地區這二種盛行季風受地形影響而改變風向，來自基隆、萬里、金山的東北風變成偏東風或偏北風；來自林口台地、桃園台地的西南風變成偏南風。黃玉瑾更有夏季風時期之氣流簡圖和冬季風時期之氣流簡圖；崔尚斌也有大屯山區東北季風氣流之進行（示意圖）如下：

(三) 地形、地質

陽明山國家公園內有東北—西南向和西北—東南向的兩條主要分水嶺，呈「人」字形，將國家公園分為西北、東北和南部三區。東北—西南向的分水嶺主要山脊有竹子山、嵩山、小觀音山、大屯山、面天山等；西北—東南向的分水嶺主要山脊自小觀音山向東南延伸，經七星山、七股山、^{796、791和862等高地}頂山、車埕寮山等。三區面積以東北區最大，有48.56平方公里，佔40%；南區次之，有35.74平方公里，佔31.2%；西北區最小，有32.96平方公里，佔28.8%。合計面積114.56平方公里。

高度由最低的北磺溪重光附近約51公尺，到最高的七星山頂1120公尺。500—600公尺的面積佔17.20%，600—500公尺的佔16.07%，所以600—500公尺的面積約佔三分之一。整個公園區有50%的面積在447—755公尺之間，300—900公尺高程的面積佔86.51%（99.11平方公里）。

坡度方面，竹子山斜向西南、經小觀音山、大屯山、面天山等火山錐體的連峰分水嶺兩側是陡坡的主要分布地帶，自連峰分水嶺的小觀

~~音山等(1988)~~，陽明山國家公園地形研究。

1 音山向東南延伸的分水嶺，劃分出東北區和南區。東北區有大尖山、大尖後山、磺嘴山等均為火山體，坡度較緩，也分開北磺溪谷和瑪鋤溪谷。南區坡度最緩，因其廣且相連，又較接近
5 台北市區，聚落分布廣，開發最盛。

地質上，大屯火山群的基盤為中新世沉積岩，公園內有金山和鵝腳兩個主要斷層經過，均為逆斷層。金山斷層北起金山車站西方約
10 公里，向西南延伸，經竹子山、小觀音山、大屯山、面天山等東側，即斷層向東北—西南走向，向東南傾斜，此斷層進入台北盆地與新莊斷層相連，地層落差約2800公尺，目前全部被火成岩和沖積層所覆蓋。鵝腳斷層在大屯火山群的東南邊緣，也是東北—西南走向，向東南
15 傾斜，斷層線大部分露出，落差北部較大，萬里附近約為2200公尺；南部落差小，外雙溪附近約為500公尺，且逐漸消失於台北盆地中。此二斷層將國家公園的基盤分為金山斷層以西、金山斷層和鵝腳斷層之間^{以及}鵝腳斷層以東三個
20 單位。金山斷層以西和兩斷層間的基盤沉積岩

大部分被火成岩所覆蓋，最嶺新層以東無火成岩分布。

溫泉和噴氣孔亦為國家公園^之特徵。主要分布於金山新層東側的金山至北投間長約18公里寬約3公里的狹長地帶，形成13個溫泉區，即新北投、大磺嘴、大庄（後山公園）、陽明山、竹子湖、小油坑、馬槽、大油坑、三重橋、死磺子坪、煥子坪、金山、大塘等地，其中大磺嘴、小油坑、馬槽、大油坑、死磺子坪和煥子坪等的噴氣孔活動甚為劇烈。溫泉溫度介於 39°C 和沸點（ 98°C 左右）之間，其化學組成可分三類：

第一類：酸性硫酸鹽氯化鈣泉，如新北投、馬槽、金山、大塘，pH值介於1.3~3.0，成因為火山區深部熱水滲入火山氣體酸化後，混入少量地面水而成，含硫酸比例高。

第二類：酸性硫酸鹽泉，如新北投、大磺嘴、陽明山、竹子湖、小油坑、死磺子坪、煥子坪等，pH值介於1.7~4.2，成因為地底蒸氣凝縮而成。

第三類：碳酸氫鹽泉，pH值介於~~5.9~~~7.6之間，
~~于前等(1983)陽明山國家公園地質及地熱景觀~~

成因為地下水間接加熱後形成。

噴氣孔一般溫度約 98°C ，最高(太油坑)可達 120°C ，噴出物以水汽為主，佔 $95-98\%$ ，其餘 $5-2\%$ 為 CO_2 ， H_2S ， SO_2 等不凝結氣體，其中又以 CO_2 所佔比例高約 $60-70\%$ 。

因溫泉大部分是酸性，噴氣孔所含 H_2S 和 SO_2 氧化水解後，也可能形成強酸(H_2SO_4)，地表的硫磺，硫化鐵氧化後，也可能形成強酸，均會腐蝕安山岩。

(三) 水系及流域控制與

陽明山國家公園以「人」字形分水嶺分為西北、東北和南三區，水系大致呈放射狀，西北區地勢^{大致}向西北傾斜，各水系亦向西北流，水系自北而南有阿里磅溪(流域面積 3.08 平方公里，主流長度 2.74 公里)，老梅溪(流域面積 7.75 平方公里，主流長度 3.39 公里)，八連溪(流域面積 6.51 平方公里，主流長度^度 3.14 公里)，大屯溪(流域面積 6.43 平方公里，主流長度 2.88 公里)，公司田溪(流域面積 7.82 平方公里，主流長度

3.55 公里), 碧湖溪 (流域面積 1.36 平方公里, 主流長度 1.08 公里)。東北區地勢^{大致}向東北方面傾斜, ^{水勢向東北流}自西而東有北磧溪 (流域面積 30.81 平方公里, 主流長度 6.47 公里) 員潭溪 (流域面積 2.11 平方公里, 主流長度 0.97 公里), 瑪鍊溪 (流域面積 12.94 平方公里, 主流長度 4.30 公里)。南區地勢^{大致}向南略偏西傾斜, 各水系大致先向南後向西南流動。自東而西有雙溪 (流域面積 14.31 平方公里, 主流長度 6.15 公里), 南磧溪 (流域面積 14.25 平方公里, 主流長度 4.54 公里), 磧港溪 (流域面積 5.57 平方公里, 主流長度 3.38 公里), 貴子坑溪 (流域面積 1.61 平方公里, 主流長度 1.78 公里) 等共計 13 個水系。其中流域面積不足 3 平方公里, 主流長度不足 2 公里的小流域, 有西北區的碧湖溪、東北區的員潭溪和南區的貴子坑溪, 因其主流長度短, 流域面積小, 即使在豪雨時匯集的流量也不多, 水流不大, 又在堅硬的火成岩區, 破壞環境的可能性小, 故不予探討, 所以本文以流域面積 3 平方公里以上, 主流長度 2 公里以上的¹⁰每個

1 水為探討對象。又因本文探討的重點在水文、水資源的定性和定量情形。要定量分析就必須要有匯集各種降水(雨、雪等)的水文區，此水文區受地表形態所影響，以兩側嶺脊逼近河谷的地點為最適當的各種降水匯集的控制點。本文將控制點設於各主流上，且在主要支流匯流點的下游。各水系控制點的上游區域為各流域的水文區，是定量分析的單元。

10 此等水文區的集水面積與上述各該流域的面積不會相同，保持的原則是集水面積公園內最大，公園外最小。茲將四個流域的水文區，一般流域面積和公園內各流域的平均坡度列表如下：

表1 水文區、流域面積和流域平均坡度表

	水系名稱	水文區面積 Km ² , A	流域面積 Km ² , B	A-B, Km ²	流域平均坡度 度
西北區	阿里磅溪	3.63	3.08	+0.55	27.9
	老梅溪	9.33	7.75	+1.58	28.8
	八連溪	6.90	6.51	+0.39	31.1
	大化溪	7.08	6.43	+0.65	30.0
	公司田溪	6.50	7.82	-1.32	29.7
東北區	北礮溪	27.43	30.81	-3.38	29.7
	鹿角坑水庫	2.78			X
	瑪鍊溪	17.98	12.94	+5.14	27.2
南區	叉叉溪	23.54	14.31	+9.23	24.4
	叉叉溪水庫	14.25			X
	南礮溪	16.81	14.25	+2.56	25.3
	礮港溪	6.74	5.57	+1.17	29.7

水文量的定量分析，是將水平衡公式的各項要素在水文區上計算檢討。所以要先決定水文區。由圖2-5可知公園界線附近地區，在河谷兩側嶺脊逼近河道的是為該地上游的集水區，即為水文區的控制點。相反的，嶺脊遠離河谷的，是水系分散區，即降水後漫地流、溪澗流等的地面逕流的分散流區，因其面積雖然不小，卻因水流不會集中，不會形成環境破壞力，這些在研究中均在水文區外。此等公園界線附近水文區外的分散流區的面積，以北磺溪最大有3.38平方公里；公司田溪次之，有1.32平方公里。在双溪水系為了將內双溪和青碧溪（即德青樂園上游）併入，增加公園外的面積有9.23平方公里；南磺溪也要納入杉溪、尋夢溪而增加2.56平方公里；磺港溪也要納入新北投溪而增加1.17平方公里。瑪鋏溪水系也為了納入源自磺嘴火山、大尖火山間的頭前溪而增加5.14平方公里。

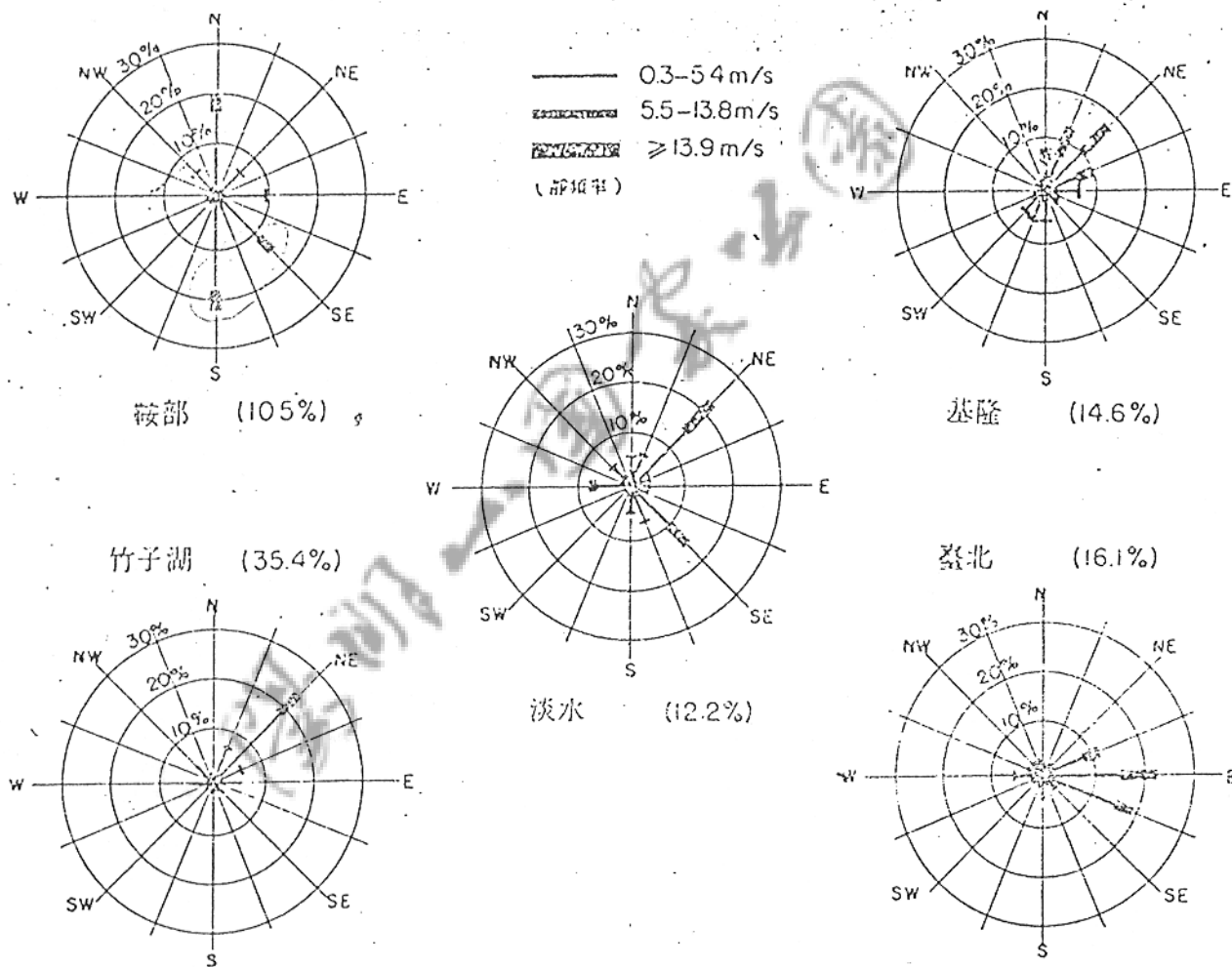


图 2-1 年平均风玫瑰图 (元玉瑾, 1967)

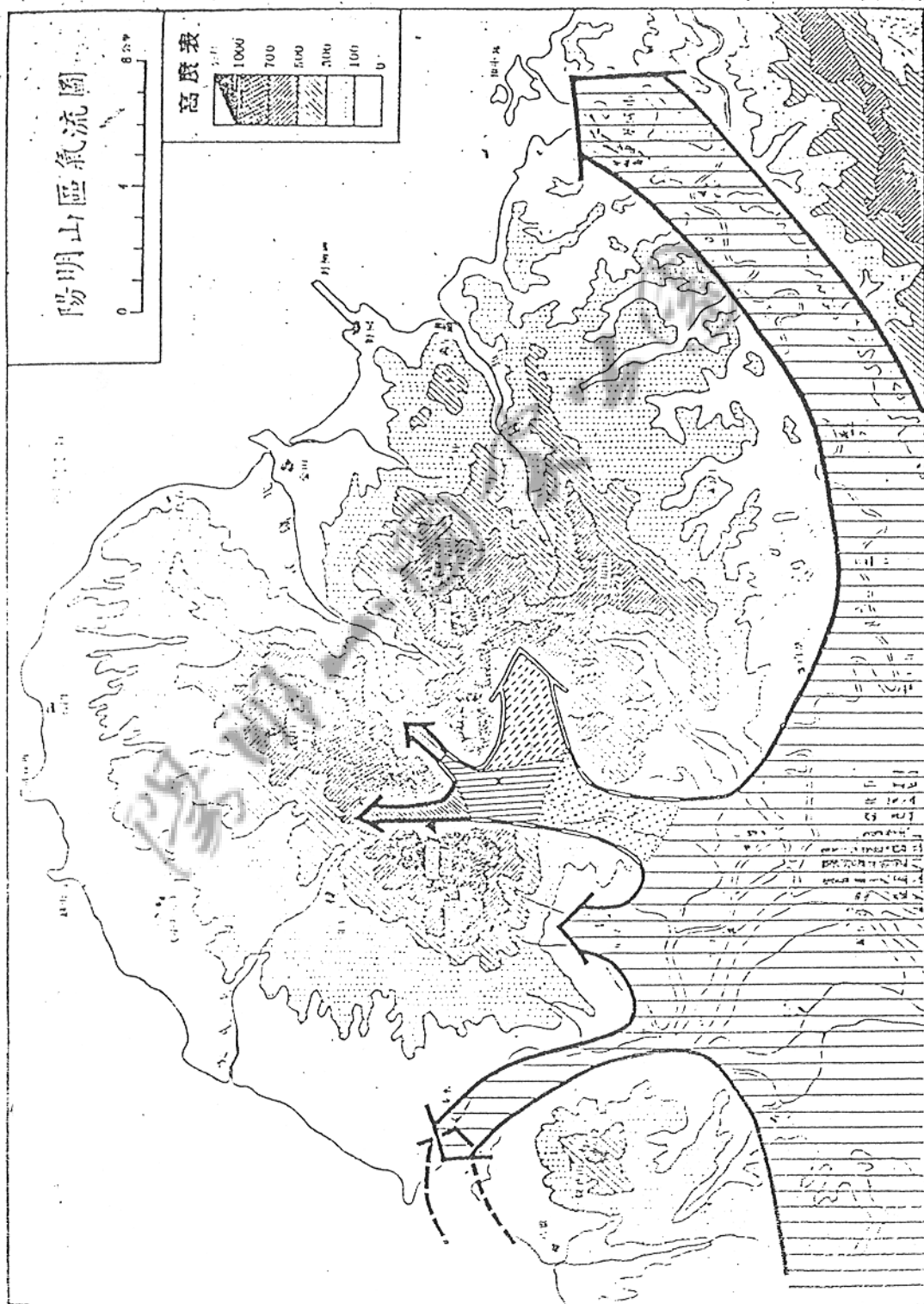


圖 2-2 夏季風時期之氣流簡圖 (左玉璽, 1967)

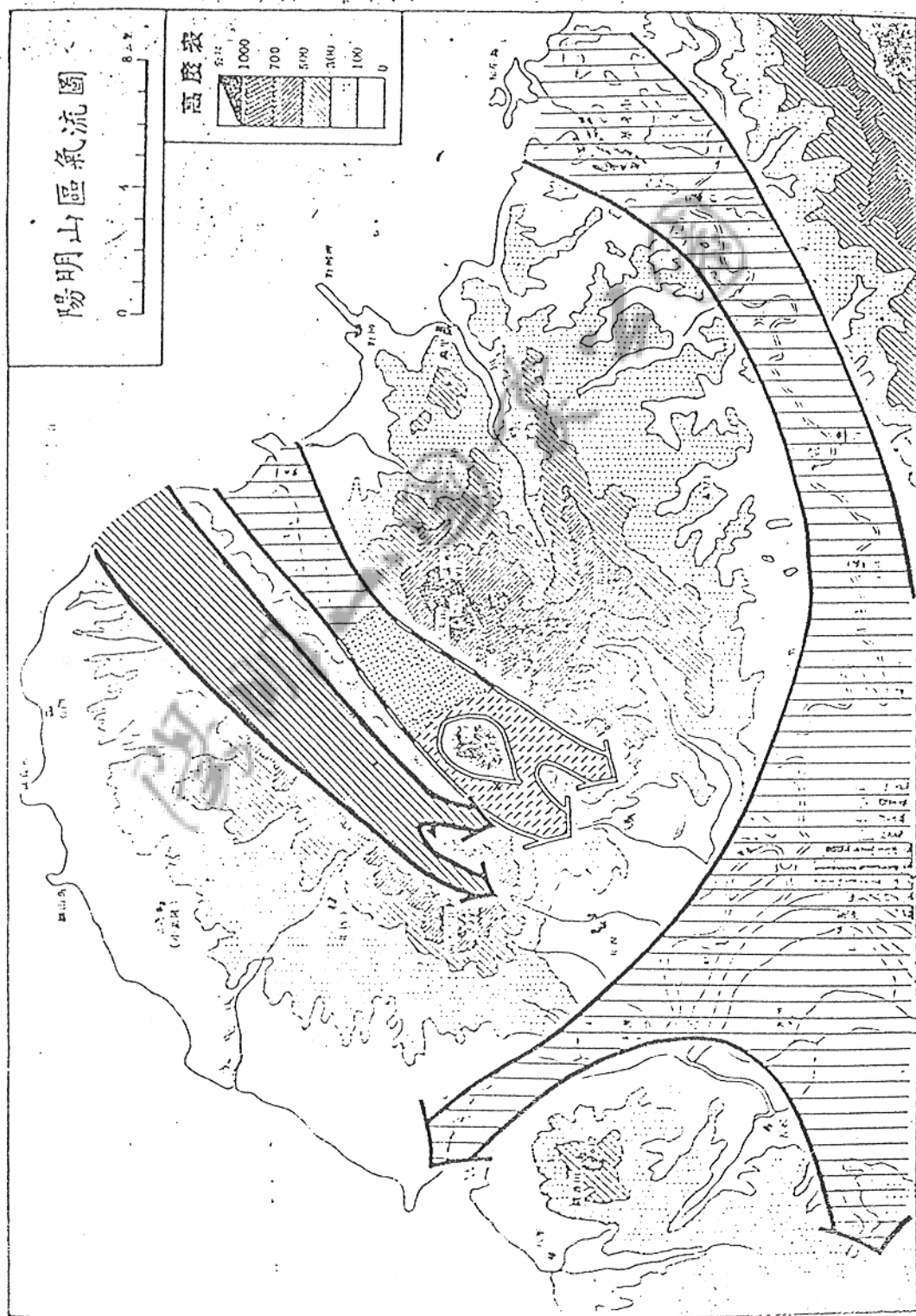


圖 2-3 冬季風時期之氣流簡圖 (元瑾 1967)

大屯山區東北季風氣流之運行

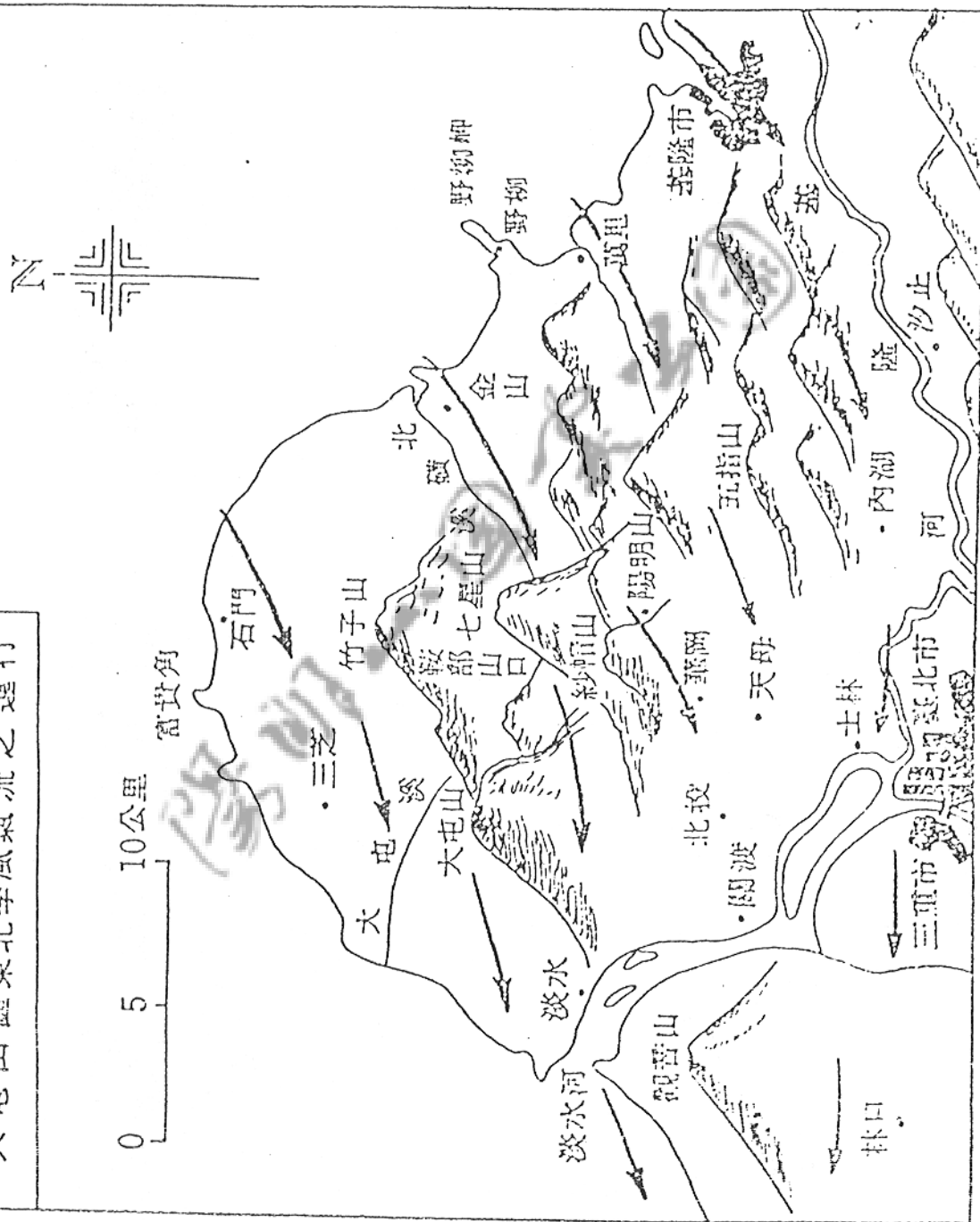
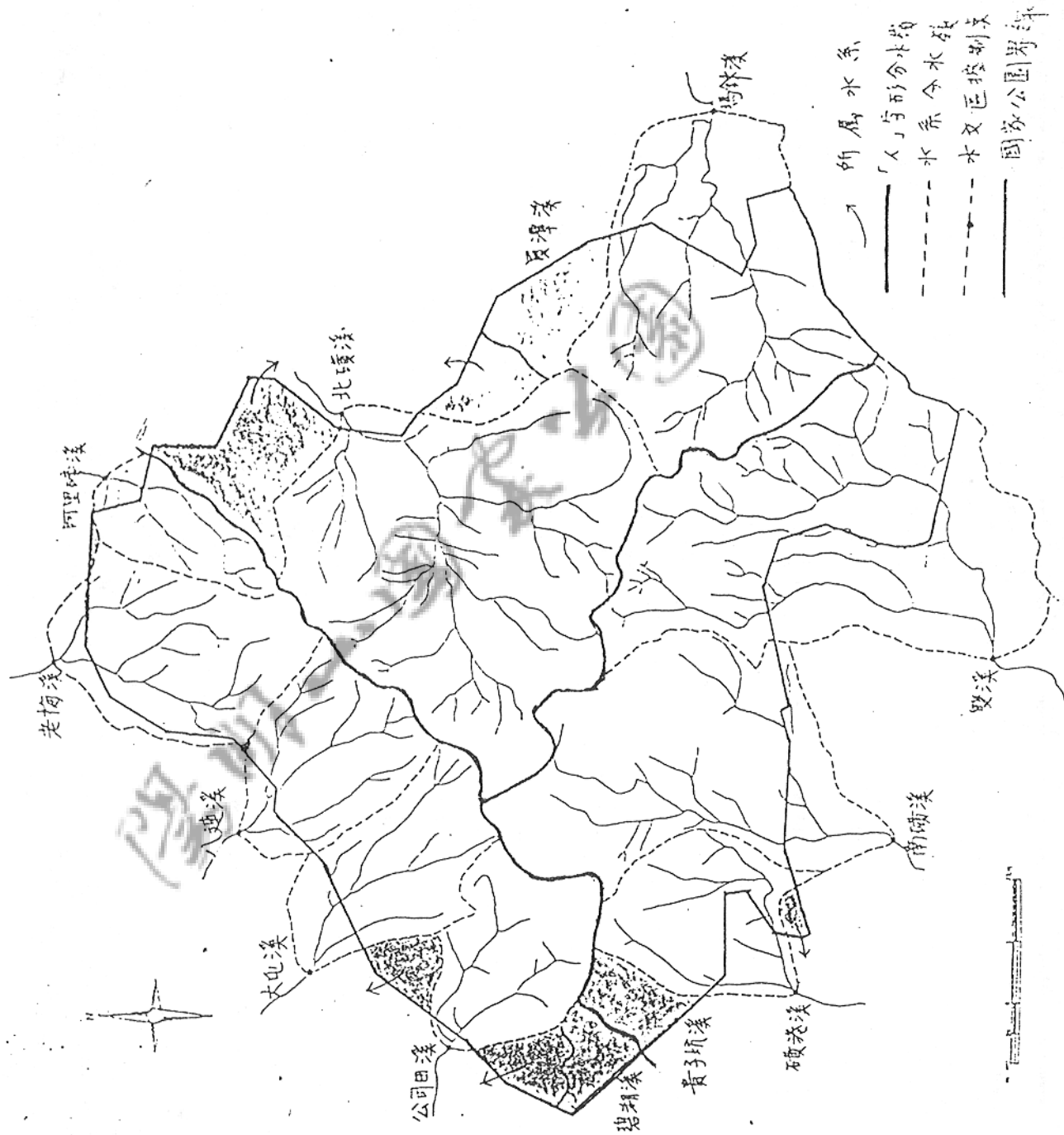


圖 2-4 大屯山區東北季風氣流之運行 (崔尚斌, 1973)

图2-5 水系 水文區和控制點



三、陽明山國家公園的水文分析

水文分析係以水平衡的觀點探討陽明山國家公園內降水量、蒸發散量、逕流量等水平衡各要素的全年變化情形。本研究用於分析水文量的觀測站名稱及其觀測期間如下：

表二、本研究採用的觀測站及其觀測期間

觀測站名稱	觀測期間	所屬單位
鞍部	1943~1987	中央氣象局
竹子湖	1947~1987	" "
淡水	1943~1987	" "
基隆	1903~1987	" "
合北	1897~1987	" "
金山乾溝	1969~1982	台電電源勘測隊
林口	1952~1986	台灣省茶葉改良場
三重	1968~1986	桃園區農業改良場
暖暖	1961~1981	林務局(農業氣象站)
國聖	1971~1981	台電電源勘測隊
富貴角	1930~1986	水利局(雨量觀測站)
五堵	1963~1986	水利局(雨量觀測站)

以上 12 觀測站分佈於林口台地、台北盆地

和基隆河谷地以北至台灣島北端的富貴角。分析時對淡水河和基隆河以北至海之間全部繪製等值線圖，因本研究探討的範圍在國家公園內，所以本報告內的圖，把公園外的部分刪減。

4) 降水量：

1. 元月份的平均降水量在 240~320 公釐之間，最少雨區在公園南端的双溪少於 240 公釐，最多雨區在鞍部附近，超過 320 公釐。

2. 二月份的平均降水量略少於一月份，在 200~300 公釐之間，最少雨區在公園北端的阿里山、老梅溪，少於 200 公釐；最多雨區亦在鞍部附近，多於 300 公釐。

3. 三月份的平均降水量在 220~260 公釐之間，最多雨區在鞍部附近，超過 260 公釐，其次在公園東端附近，多於 240 公釐；最少雨區在公園中部和北部，少於 220 公釐，三月份降水量的高低差較少。

4. 四月份的平均雨量約在 160~190 公釐之間，最多雨區亦在鞍部附近，超過 190 公釐；最少雨區在公園北端的阿里山、老梅溪，少於 160 公釐，降水量的高低差最少，也是全年中

公園內各地
月平均降水量最少的月份。

5. 五月份的平均降水量約在 240—260 公釐之間，最多雨區在大屯山和公園東端的瑪鋤溪，多於 260 公釐；最少雨區在貫穿公園中部，北起阿里磅溪、老梅溪、八連溪，經七星山南伸，到双溪和南磺溪的分水嶺，降水量略少於 260 公釐。

6. 六月份的平均降水量約在 280—320 公釐之間，最多雨區在鞍部附近，多於 320 公釐；最少雨區在公園的東北角，少於 280 公釐。

7. 七月份的平均降水量約在 180—280 公釐之間，最多雨區在鞍部與竹子湖間，多於 280 公釐；最少雨區在公園北端的阿里磅溪和老梅溪，平均降水量在 180—200 公釐之間。

8. 八月份的平均降水量約在 240—360 公釐之間，最多雨區在竹子湖附近，超過 360 公釐；最少雨區在東北角公園的，少於 240 公釐。

9. 九月份的平均降水量約在 340—640 公釐之間，最多雨區在竹子湖附近，即小觀音山、大屯山和七星山之間，多於 640 公釐；最少雨區在公園北端，少於 340 公釐。

10. 十月份的平均降水量約在 380—820 公釐之間，為全年最多雨月。最多雨區在竹子湖附近，即南磺溪的上游源流區，多於 820 公釐；最少雨區在公園北端，少於 380 公釐。

11. 十一月份的平均降水量約在 320—640 公釐之間，最多雨區亦在竹子湖附近；多於 640 公釐；最少雨區亦在公園北端，少於 320 公釐。

12. 十二月份的平均降水量約在 240—400 公釐之間，最多雨區在鞍部附近，超過 400 公釐；最少雨區在公園北端，約 240 公釐。

13. 年平均降水量約在 3000—4600 公釐之間，最多雨區在鞍部與竹子湖附近，超過 4600 公釐；最少雨區在公園北端，約 3000 公釐。全年平均降水量為 3936 公釐。其中西北區約在 3000—4600 公釐之間，北少南多，平均為 3689 公釐；東北區約在 3400—4400 公釐之間，東北少西南多，平均為 3902 公釐；南區約在 3800—4600 公釐之間，北多南少，平均為 4145 公釐。所以陽明山國家公園降水量的空間差異以南區最多，東北區次之，西北區最少；降水量的時間差異，以十月份最多，九月份和十月份次之，以四月份最少，三月份和七月份次少。

23

No.

(一) 蒸發散量

常用的蒸發量 (evaporation, E) 或蒸發散量 (evapotranspiration, ET), 有利用蒸發皿觀測的皿蒸發量 (pan evaporation), 較大範圍水体觀測或計算所得的水面蒸發量 (water surface evaporation, E_w)。也有利用月均溫計算的可能蒸發散量 (又稱為蒸發散位、蒸發散潛能、最大蒸發散量等, potential evapotranspiration, ET_p)。有利用月均溫和月平均降水量計算的合理 (量) 蒸發散量 (actual evapotranspiration, ET_a)。有利用測滲儀 (lysimeter) 觀測所得的實際真正蒸發散量 (real or true evapotranspiration ET_r)。這些數值因各地氣候條件不同而有很大的差異, 舉例如下,

表 5. 重要地點各種蒸發量之差異 單位: mm/年

	皿蒸發量	可能蒸發散量	合理蒸發散量	真正蒸發散量
台北	1387	1173	1173	約 820
台中	1626	1214	1154	約 850
高雄	2114	1345	1109	約 875
台東	1753	1316	1316	約 900
花蓮	1559	1215	1215	約 850
澎湖東島	2533	1231	885	約 800

水平衡計算的基本式是：

$$\text{降水量}(P) = \text{蒸發散量}(ET) + \text{逕流量}(RO)$$

式中的蒸發散量需要的是實際真正的蒸發散量 (ET_r)，但此數據觀測不易，連先進國家都極少。

台灣地區全無，所以通常採用四蒸發量乘以一定係數，或利用可能蒸發散量和合理蒸發散量之關係，乘以一定係數計算。

台灣地區的林口台地和花蓮以北，實際真正蒸發散量約為四蒸發量的 0.6 倍，可能蒸發散量的 0.7 倍。但在植

被良好地區，如陽明山國家公園，則因蒸散 (transpiration) 作用較盛，所以用四蒸發量來換算並不適宜。

故本研究以可能蒸發散量來換算，可能蒸發散量的數據，採用桑士偉 (C.W. Thornthwaite) 法計算，此法計算步驟大致如下：

1. 月熱能指數 (i) : $i = \left(\frac{T}{5}\right)^{1.514}$ T = 月均溫

年熱能指數 (I) : $I = \sum_{j=1}^{12} \left(\frac{T_j}{5}\right)^{1.514}$

2. 經驗式計算未修正 ET_p

$$ET_p = 16 \left(\frac{10T}{I}\right)^a \text{ mm/month or } ET_p = 1.6 \left(\frac{10T}{I}\right)^a \text{ cm/month}$$

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

3. 乘以緯度別修正係數，得修正後的 ET_p

4. 參照月平均降水量和土壤水分變化，計算 ET_a 。

陽明山國家公園之蒸發散量計算結果，可能蒸發散量 (ET_p) 等於合理蒸發散量 (ET_a)，所以本研究採用的實際蒸發散量均為可能蒸發散量乘以 0.7 之值。各月的可能蒸發散量情形如下：

1. 元月份的平均可能蒸發散量約在 22~28 公釐之間，最少蒸發散量區在鞍部附近，即小觀音山至大屯山之間，少於 22 公釐；最多蒸發散量區在公園東北部，尤以公園北端，多於 28 公釐。
2. 二月份的平均可能蒸發散量約在 24~27 公釐之間，最少蒸發散量區在小觀音山和鞍部附近，少於 24 公釐；最多蒸發散量在公園東北部，多於 27 公釐。一、二月份的蒸發散量為全年最少時期。
3. 三月份的平均可能蒸發散量約在 40~44 公釐之間，最少蒸發散量區在西北部各水系的源流區，少於 40 公釐；最多蒸發散量區在公園的東南角，多於 44 公釐。
4. 四月份的平均可能蒸發散量約在 64~74 公釐之間，最少蒸發散量區在鞍部附近，少於

1 64公釐；最多蕨葉散量區在公園北端，多於
74公釐。

5 5. 五月份的平均可能蕨葉散量約在92-112
公釐之間。最少蕨葉散量區在鞍部附近，約
92公釐；最多蕨葉散量區在公園北端，多於
112公釐。

10 6. 六月份的平均可能蕨葉散量約在110-140公
釐之間，最少蕨葉散量區在鞍部附近，約110
公釐；最多蕨葉散量區在公園北端，多於140
公釐。

15 7. 七月份的平均可能蕨葉散量約在124-156
公釐之間。最少蕨葉散量區在鞍部附近，約
124公釐；最多蕨葉散量區在公園北端，約
156公釐。七月份的蕨葉散量為全年中最大

8. 八月份的平均可能蕨葉散量約在116-146
公釐之間，最少蕨葉散量區在鞍部附近，約
116公釐；最多蕨葉散量區在公園北端，約
146公釐。其蕨葉散量為全年次多月份。

20 9. 九月份的平均可能蕨葉散量約在94-134
公釐之間，最少蕨葉散量區在鞍部附近，約

94公釐；最多蕓筴散量區在東北部的公園邊界附近，多於134公釐。

10. 十月份的平均^{可能}蕓筴散量約在68—86公釐之間；最少蕓筴散量區亦在鞍部附近，約68公釐；最多蕓筴散量區亦在東北部的公園邊界附近，多於86公釐。

11. 十一月份的平均可能蕓筴散量約在46—53公釐之間。最少蕓筴散量區在小觀音山至大屯山附近，少於46公釐；最多蕓筴散量區在公園東北區邊緣，約53公釐。

12. 十二月份的平均可能蕓筴散量約在30—35公釐之間。最少蕓筴散量區在小觀音山至大屯山附近，少於30公釐；最多蕓筴散量區亦在公園東北區邊緣，約35公釐。

13. 年平均可能蕓筴散量約在820—1040公釐之間，最少蕓筴散量區在鞍部附近，約820公釐；最多蕓筴散量區在公園北端附近，約1040公釐，全區年平均可能蕓筴散量為932公釐。其中西北區約在820—1020公釐之間，北多南少，平均為924公釐；東北區約在840—1040

之間，東北多西南少，平均為 948 公釐，南區約在 820—960 公釐之間，北少南多，平均為 921 公釐。所以陽明山國家公園可能蒸發散量的空間差異，以東北區最多，西北區次之，南區最少，但相差不大。可能蒸發散量的時間差異，以七月份最多，八月份次之，而以一月份和二月份為最少。

(三) 逕流量

逕流量的多少，可由河川流量的直接觀測，也可由水平衡式計算。由水平衡式計算時，因水文區情況之不同而有差異。陽明山國家公園因位居大屯火山羣的主要分水嶺分布區，各水系均屬源流區，其水平衡式可簡化為：

$$\text{逕流量} = \text{降水量} - \text{蒸發散量}。$$

河川流量直接觀測的誤差 10% 為正常，而陽明山國家公園各水系均為巨大礫石河床，流量觀測誤差 20% 為不能避免，即正確流量觀測不容易，且取水、引水、家庭用水流入等情形複雜。所觀測流量僅能供參考，外國文獻亦有直接河川流量觀測值不如水平衡式計算值正確之探討。

本研究有10水系枯水時(八月下旬)的流量觀測。這裡先說明由水平衡式計算之結果：

1. 陽明山國家公園10水文區的年平均降水量為3936公釐，年平均可能蒸發量為932公釐，~~實際蒸發量~~實際蒸發量約652公釐，集水區面積合計125.94平方公里，所以逕流量為：

$$\textcircled{1} \text{ 年平均逕流水深} = 3936 \text{ mm} - 652 \text{ mm} = 3284 \text{ mm}$$

$$\textcircled{2} \text{ 年平均逕流量} = 3284 \text{ mm} \times 10^{-3} \times 125.94 \text{ km}^2 \times 10^{-6}$$

$$= 413.58 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{年}$$

$$= 1133.11 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{日}$$

$$= 13.12 \text{ m}^3/\text{秒 (CMS)}$$

2. 西北區^的年平均降水量為3689公釐，年平均可能蒸發量為924公釐，年平均實際蒸發量約647公釐，阿里山溪，老梅溪，八連溪，大屯溪，公明田溪等5水系集水區面積合計33.44平方公里，所以逕流量為：

$$\textcircled{1} \text{ 年平均逕流水深} = 3689 \text{ mm} - 647 \text{ mm} = 3042 \text{ mm}$$

$$\textcircled{2} \text{ 年平均逕流量} = 3042 \text{ mm} \times 10^{-3} \times 33.44 \times 10^{-6}$$

$$= 101.72 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{年}$$

$$= 278.70 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{日}$$

$$= 3.23 \text{ m}^3/\text{秒 (CMS)}$$

西北區的逕流量在三區中最少。

教4 陽明山國家公園各區的水文特徵

區別	集水面積 km ²	降水量 mm	蒸發散量		逕流量	
			ETp	ETr	mm	10 ⁶ m ³ /yr CMS
西北區	33.44	3689	924	647	3042	101.72 3.23
東北區	45.41	3902	948	664	3238	147.04 4.66
南區	47.09	4145	921	645	3500	164.82 5.33
全部	125.94	3936	932	652	3284	413.58 13.12

3. 東北區的年平均降水量為 3902 公釐，年平均可能蒸發散量為 948 公釐，年平均實際蒸發散量約 664 公釐，北磺溪和瑤鑾溪兩水文區合計 45.4 平方公里，所以逕流量為

$$\textcircled{1} \text{ 年平均逕流水深} = 3902 \text{ mm} - 664 \text{ mm} = 3238 \text{ mm}$$

$$\textcircled{2} \text{ 平均逕流量} = 3238 \text{ mm} \times 10^{-3} \times 45.4 \text{ km}^2 \times 10^6$$

$$= 147.04 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{年}$$

$$= 402.84 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{日}$$

$$= 4.66 \text{ CMS}$$

4. 南區的年平均降水量為 4145 公釐，年平均可能蒸發散量為 921 公釐，年平均實際蒸發散量約 645 公釐，雙溪、南磺溪、磺港溪三水文區合計面積 47.09 平方公里，逕流量為：

$$\textcircled{1} \text{ 年平均逕流水深} = 4145 \text{ mm} - 645 \text{ mm} = 3500 \text{ mm}$$

$$\textcircled{2} \text{ 平均逕流量} = 3500 \text{ mm} \times 10^{-3} \times 47.09 \text{ km}^2 \times 10^6$$

$$= 164.82 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{年}$$

$$= 451.55 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{日}$$

$$= 5.23 \text{ CMS}$$

南區的逕流量在三區中最多。

一月雨量



图3-1, 一月份平均降水量

图 3-2-1

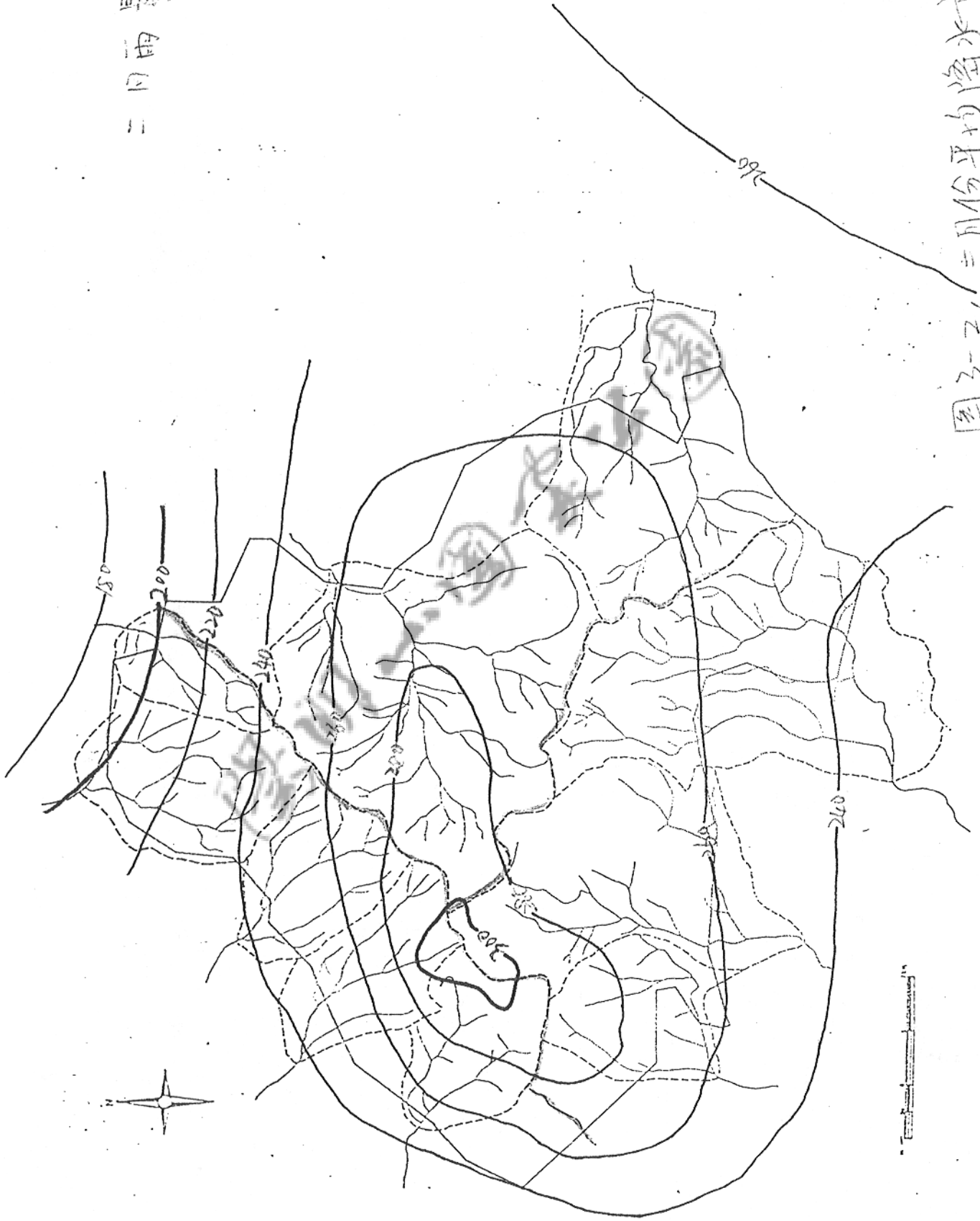


图 3-2-1 月份平均降水量

二 月 月 日

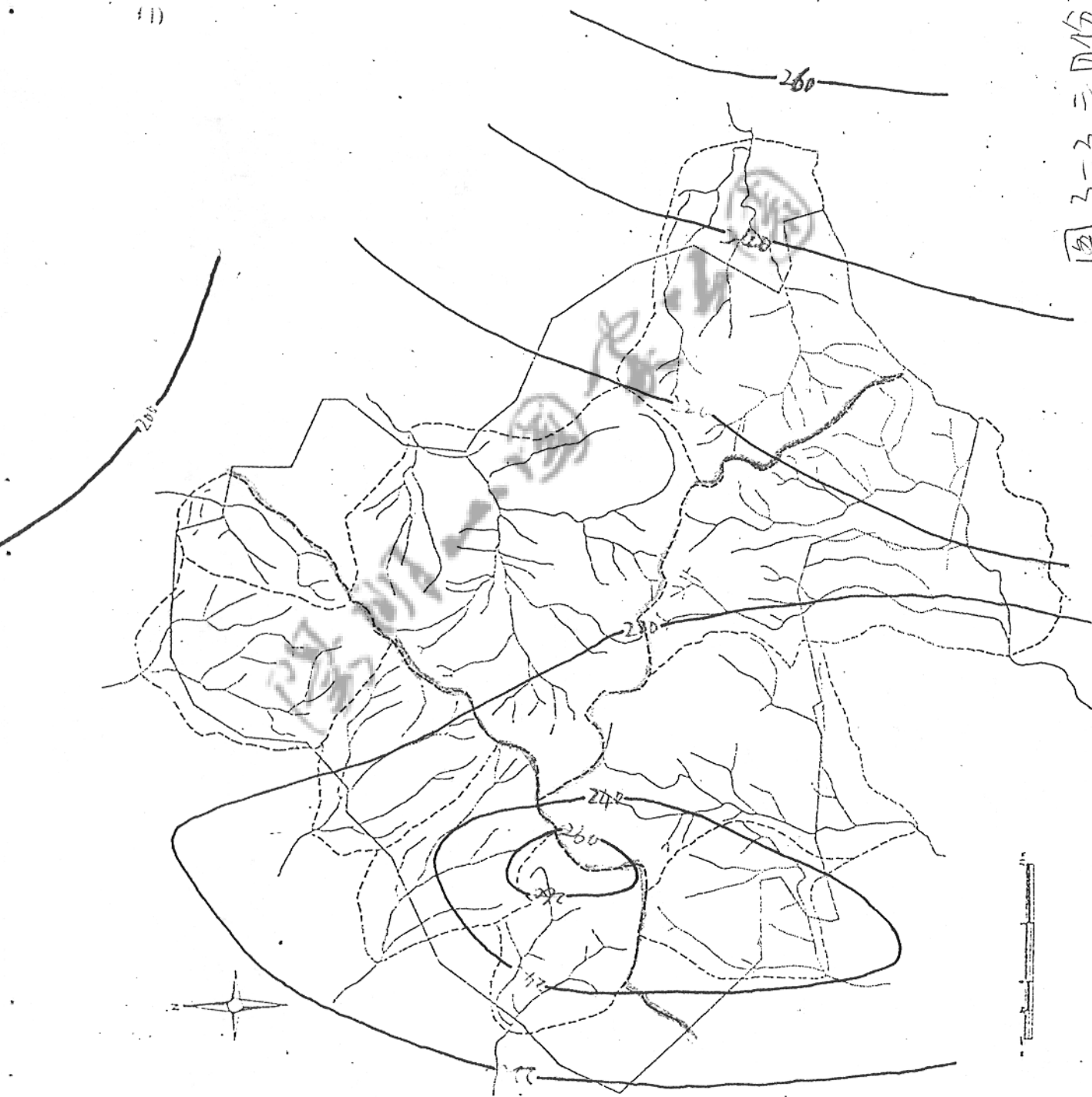


图 3-3, 三月份平均降水量

四月雨量

图 3-4: 四月月份平均降水



五月雨量

图 3-5, 五月平均降水量

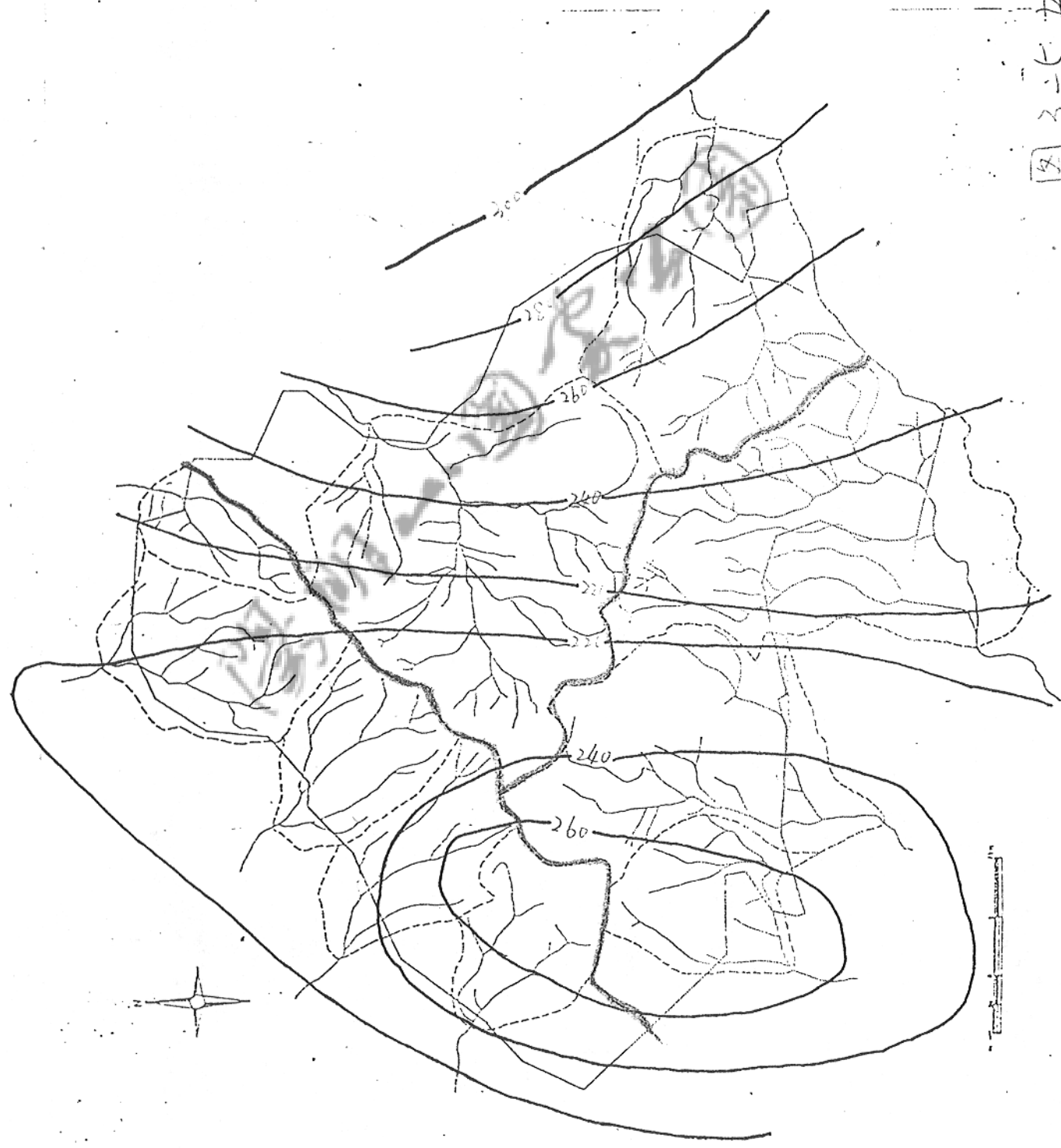
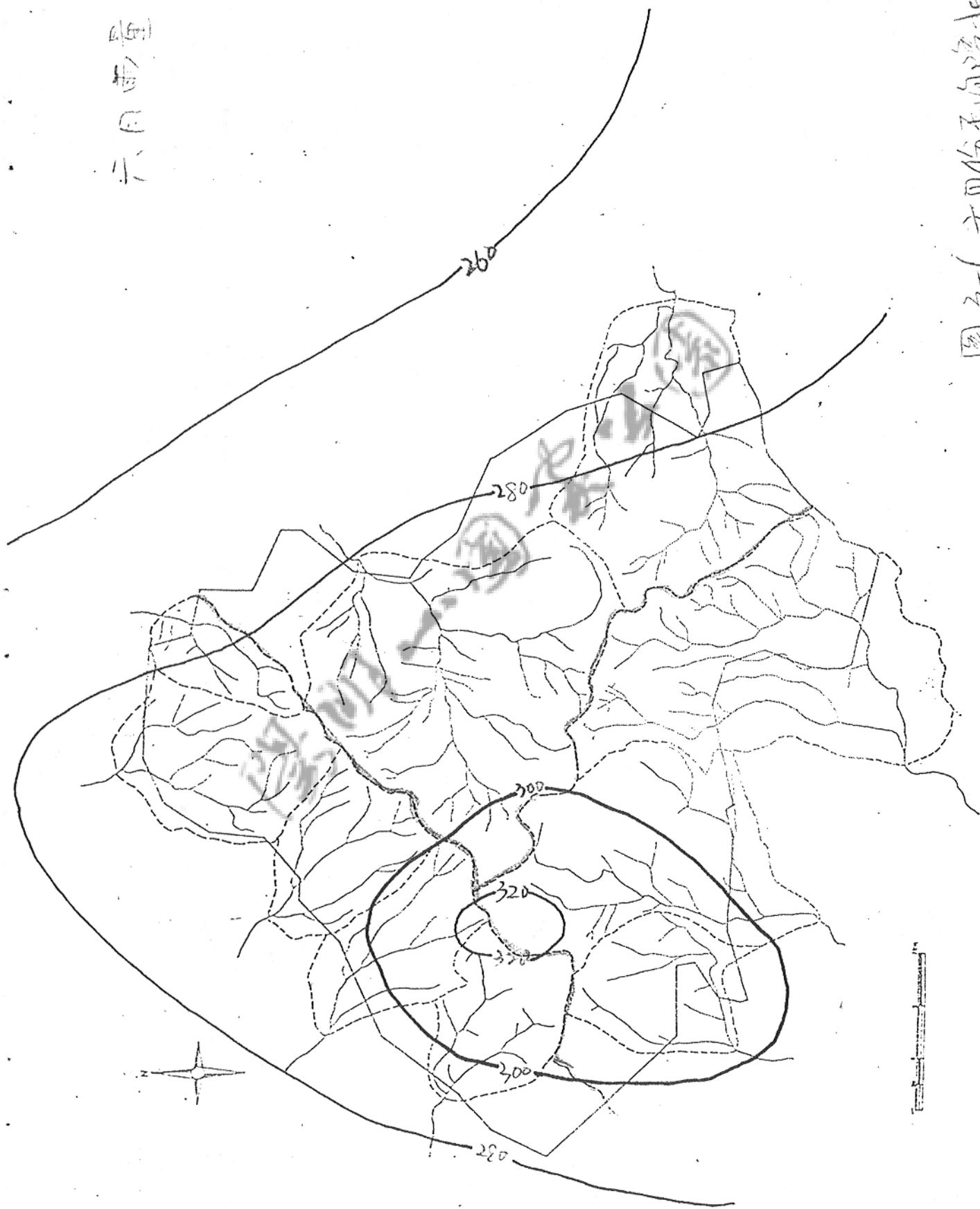
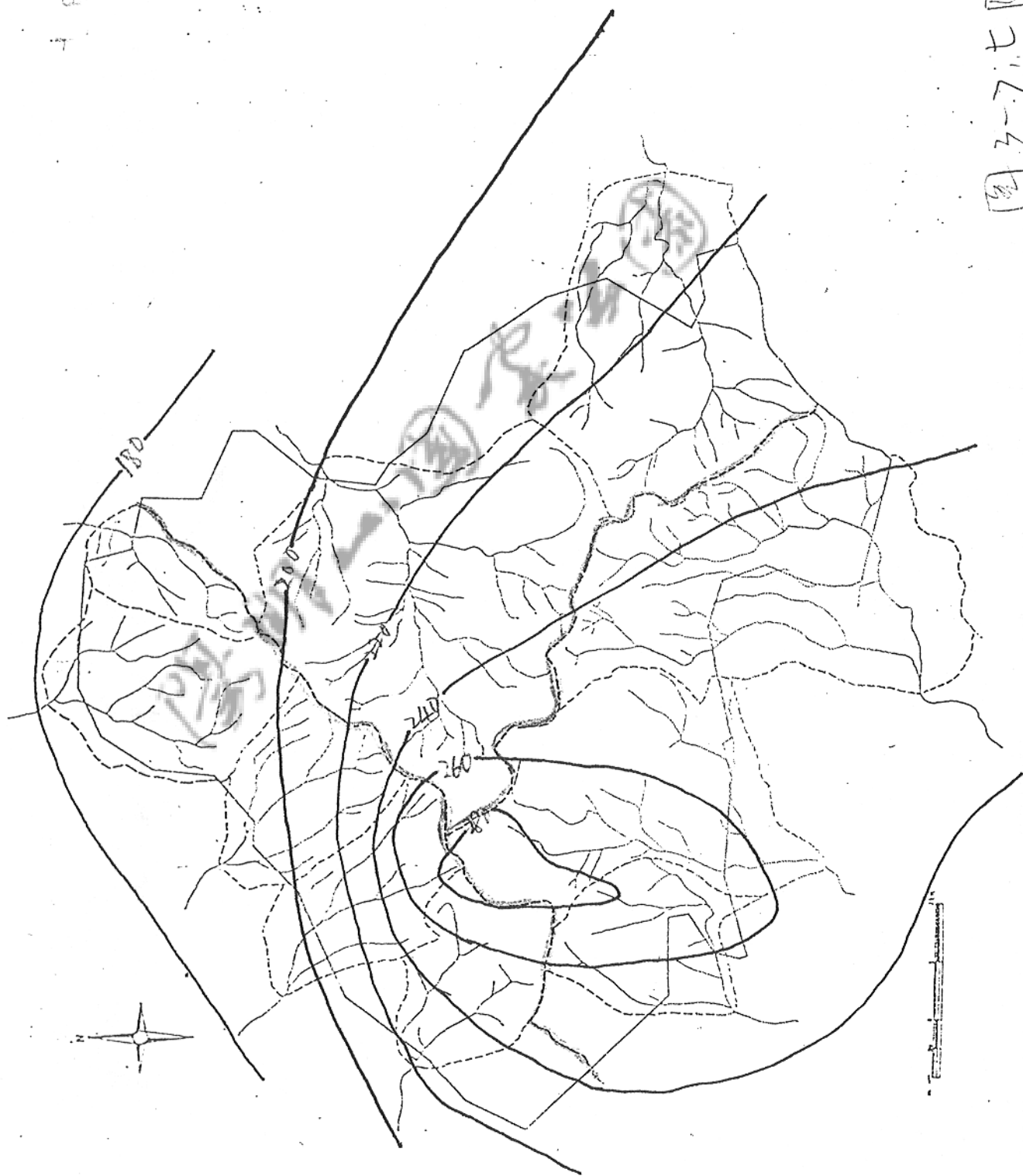


图 3-6, 六月份平均降水量



451
1/5
C
1/1

图 3-7: 七月平均降水量



8月

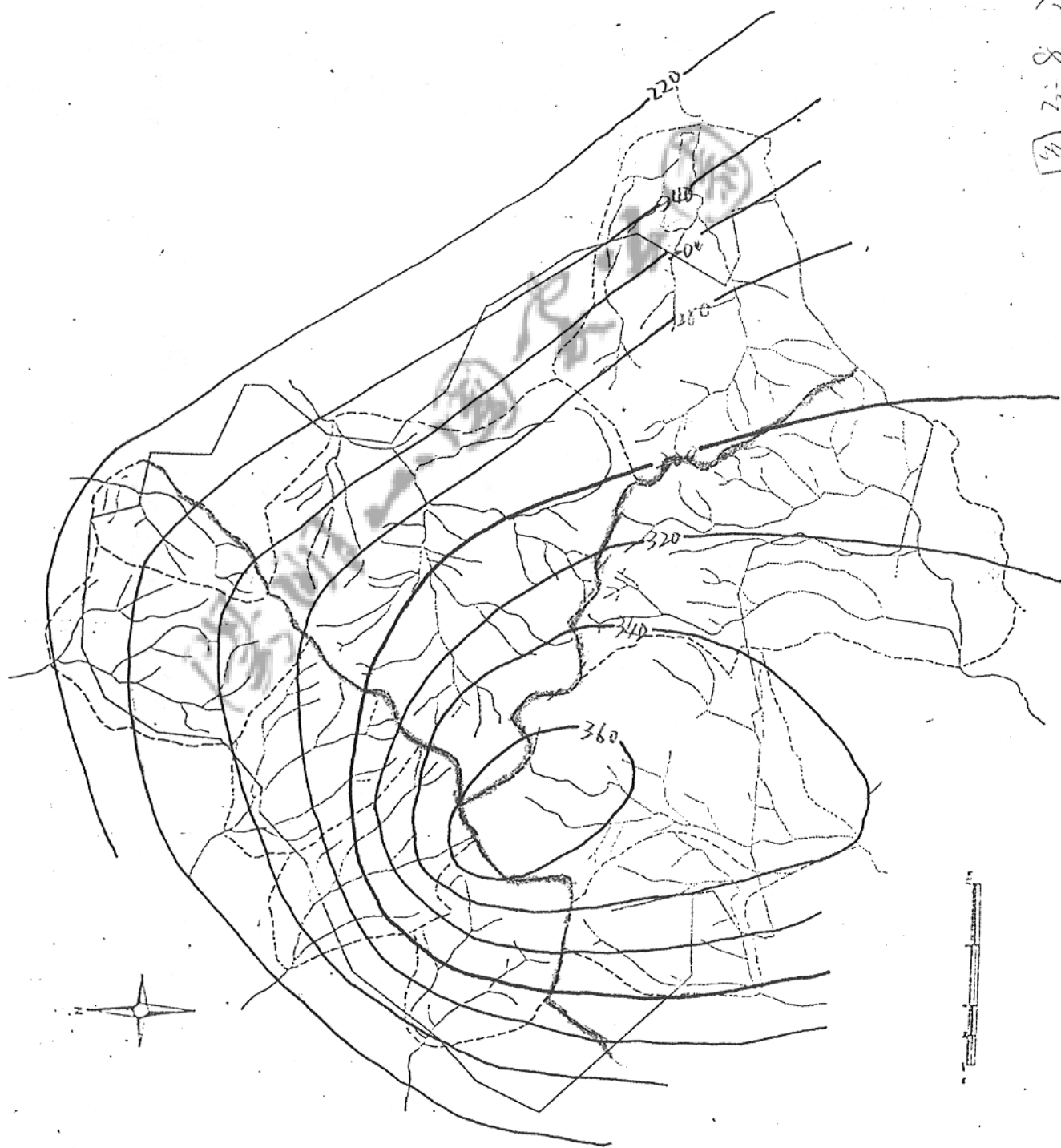
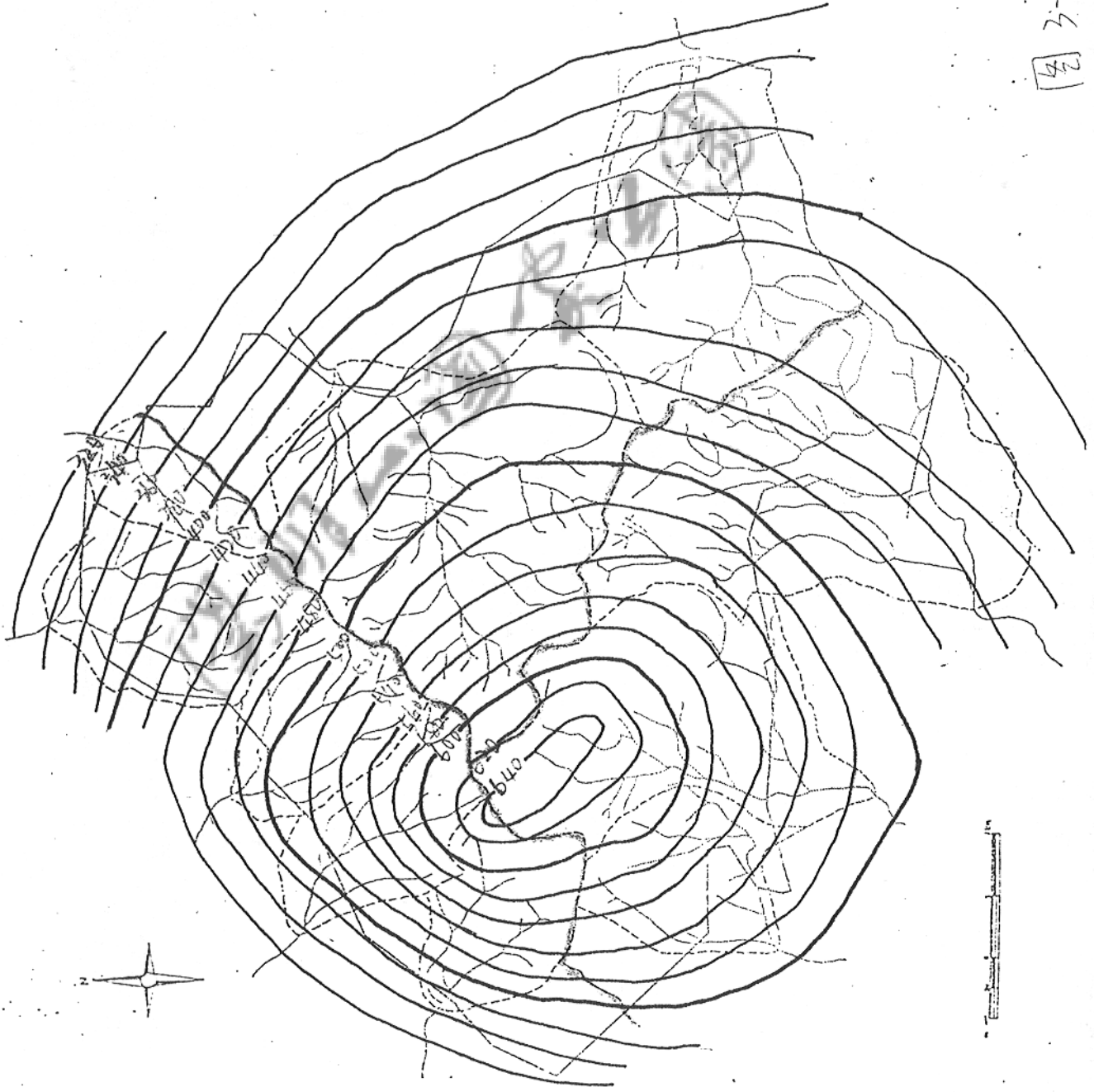


图 3-8, 八月份平均降水量

九月雨量

图 3-9, 九月份平均降水量



十月十日

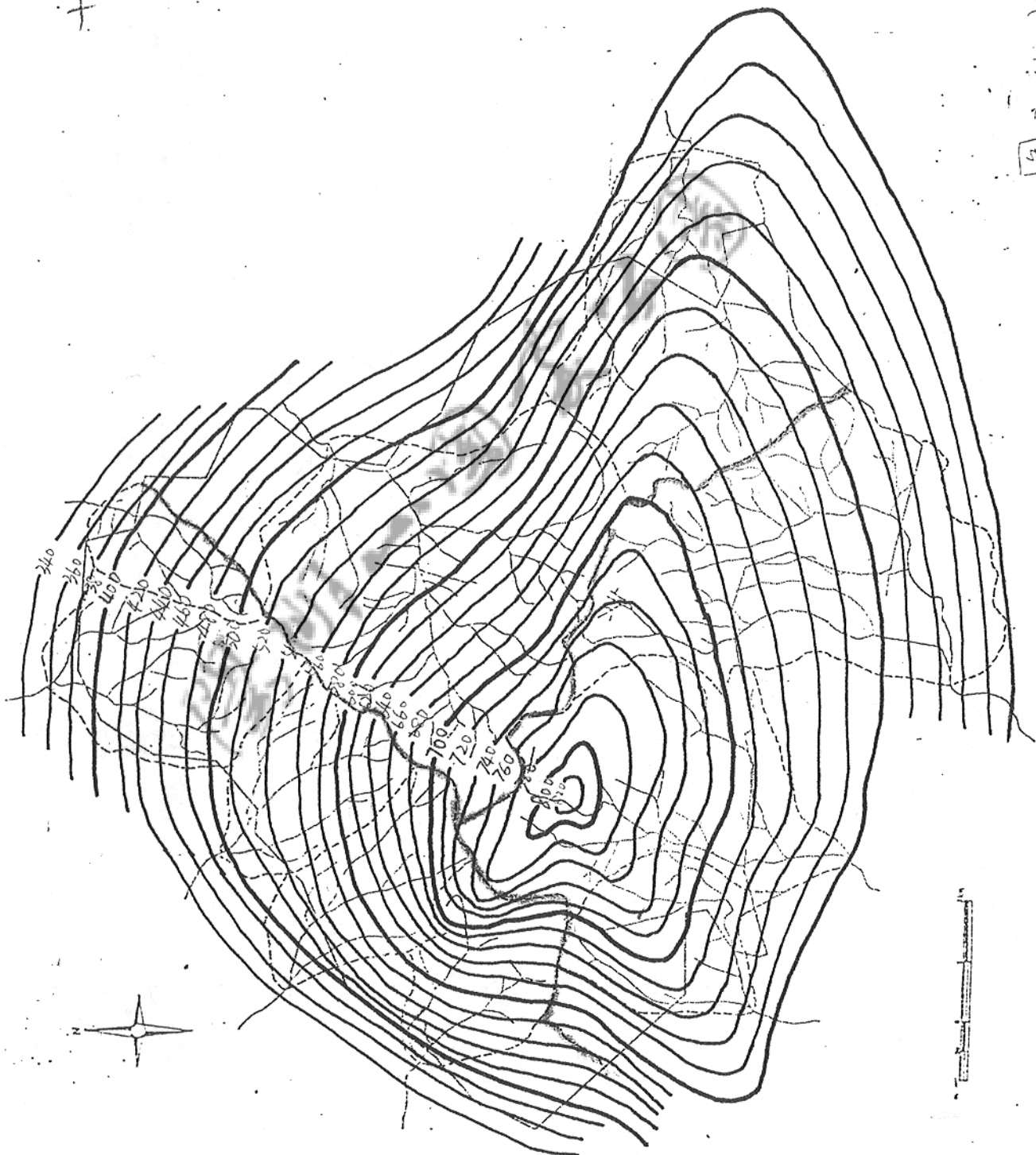
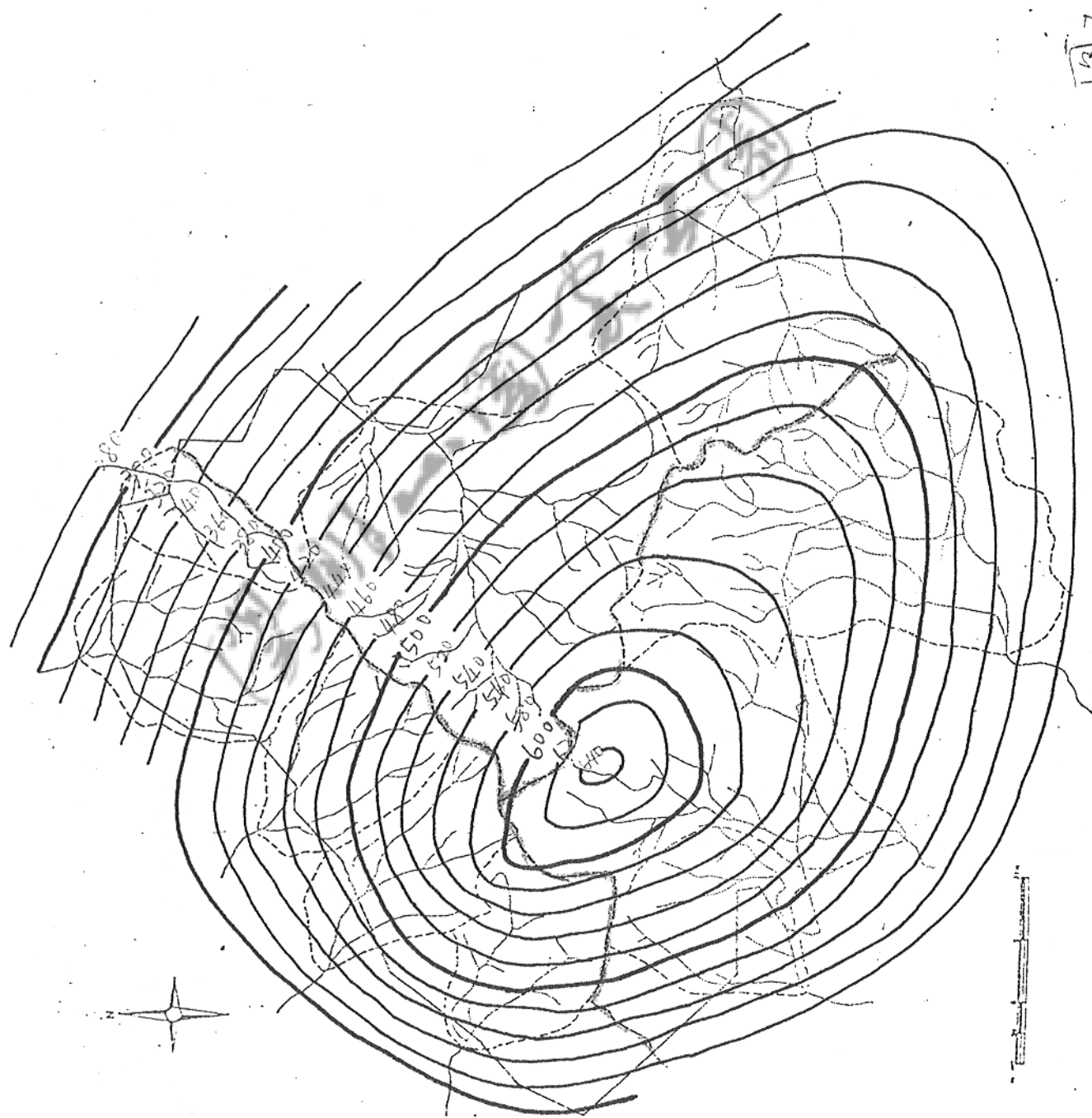


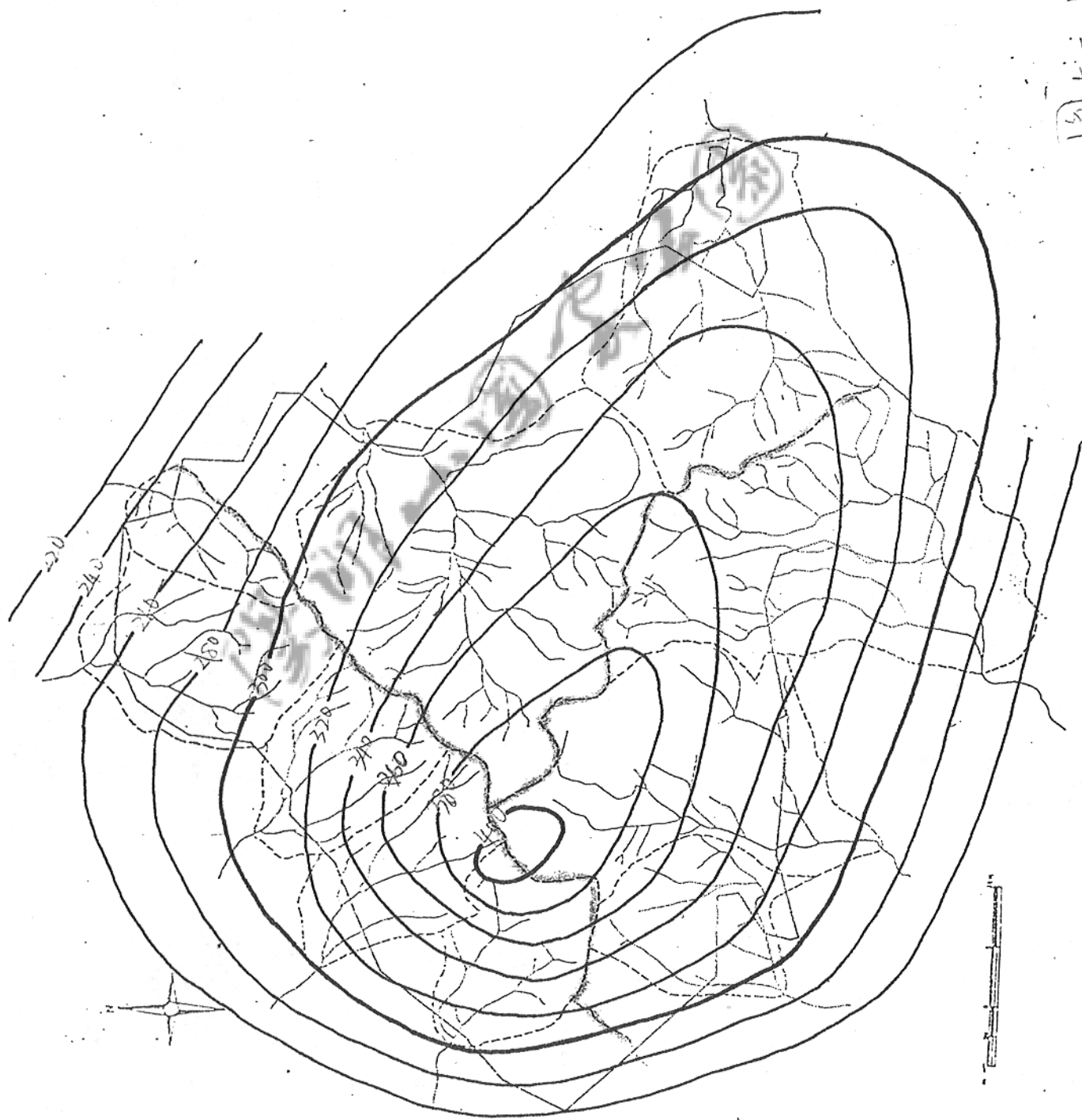
图 3-10, + 月份和 1916 年

41
日
台
01/01

图 2-11, 1-11, 1-11, 1-11, 1-11



11月
日
中
午



图十三, 十一月份平均降水量

年平均雨量

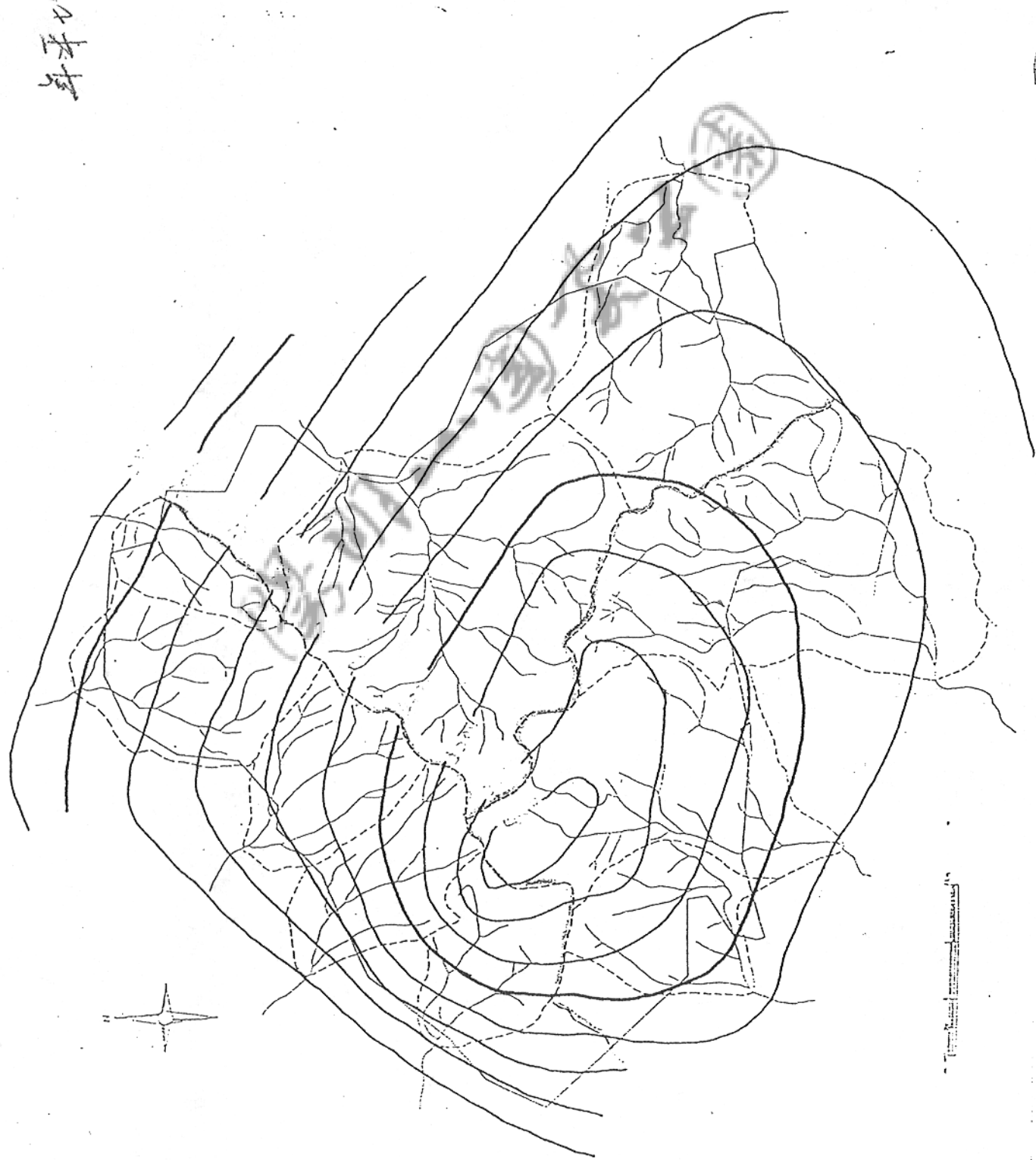


图 3-13, 年平均降水量

一月 27

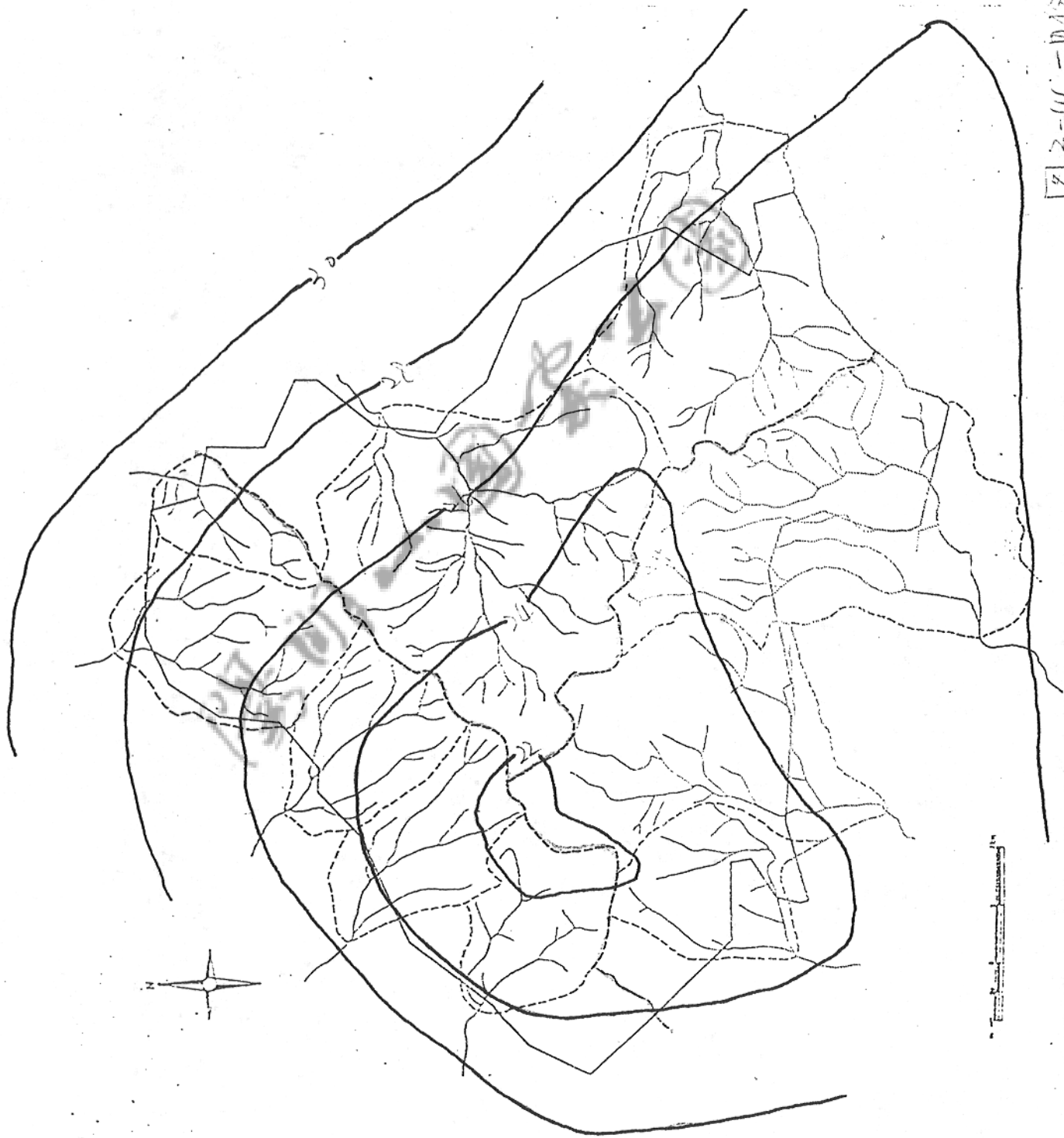
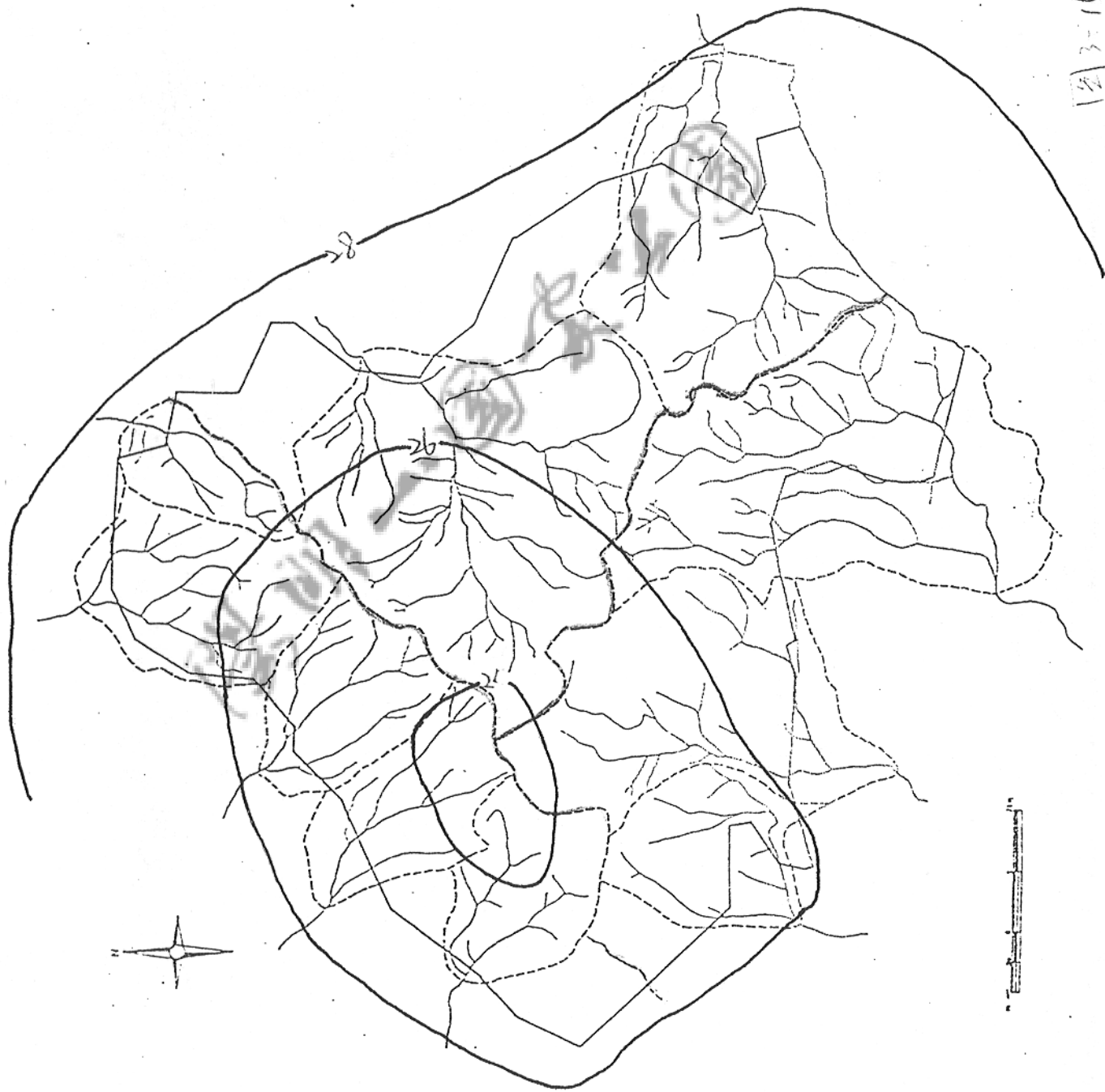


图 3-14, 二月份平均可能蒸散量

二 H 67p



12) 3-14, 二 H 67p 可 16 岁 数 数

12月

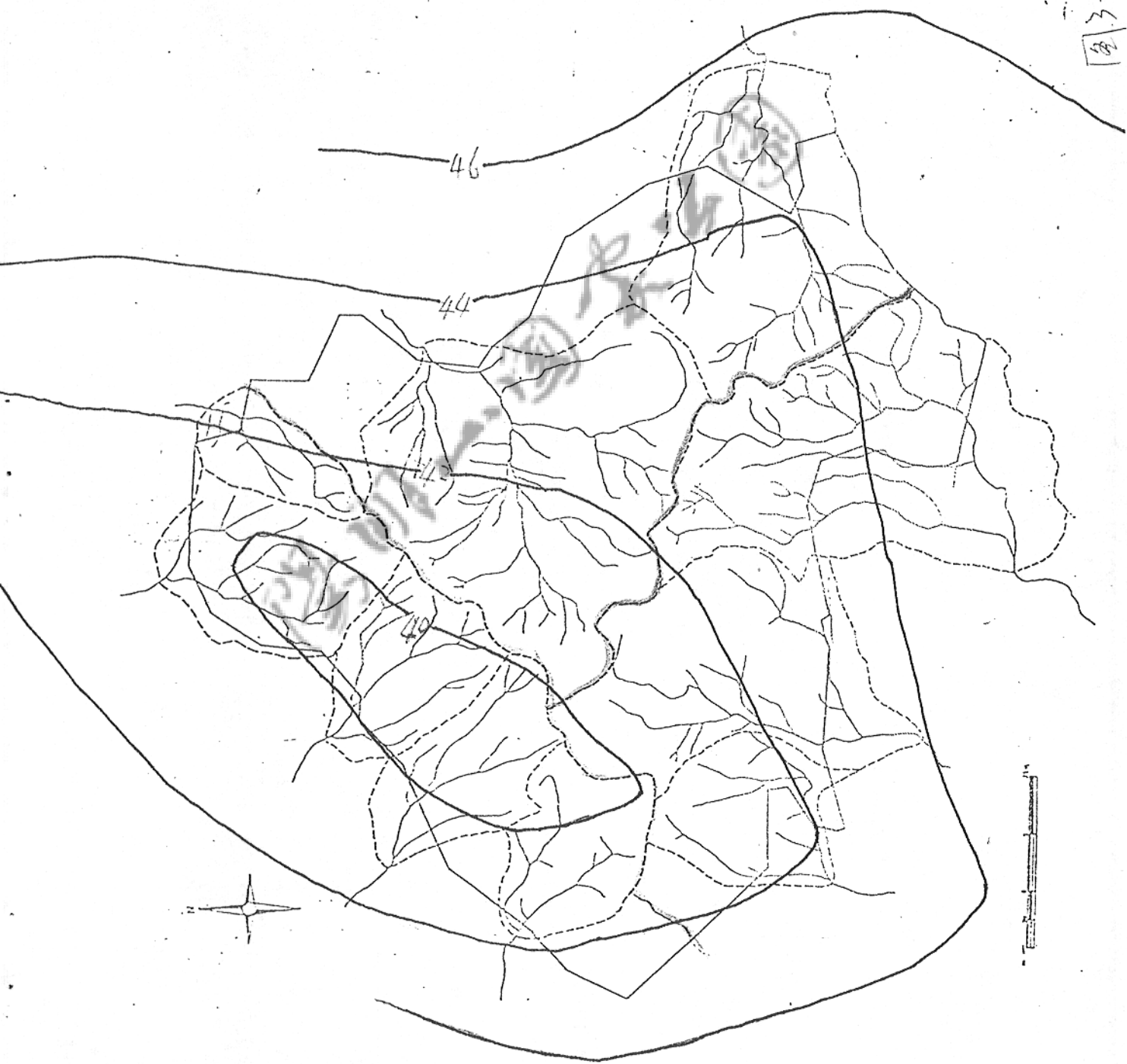
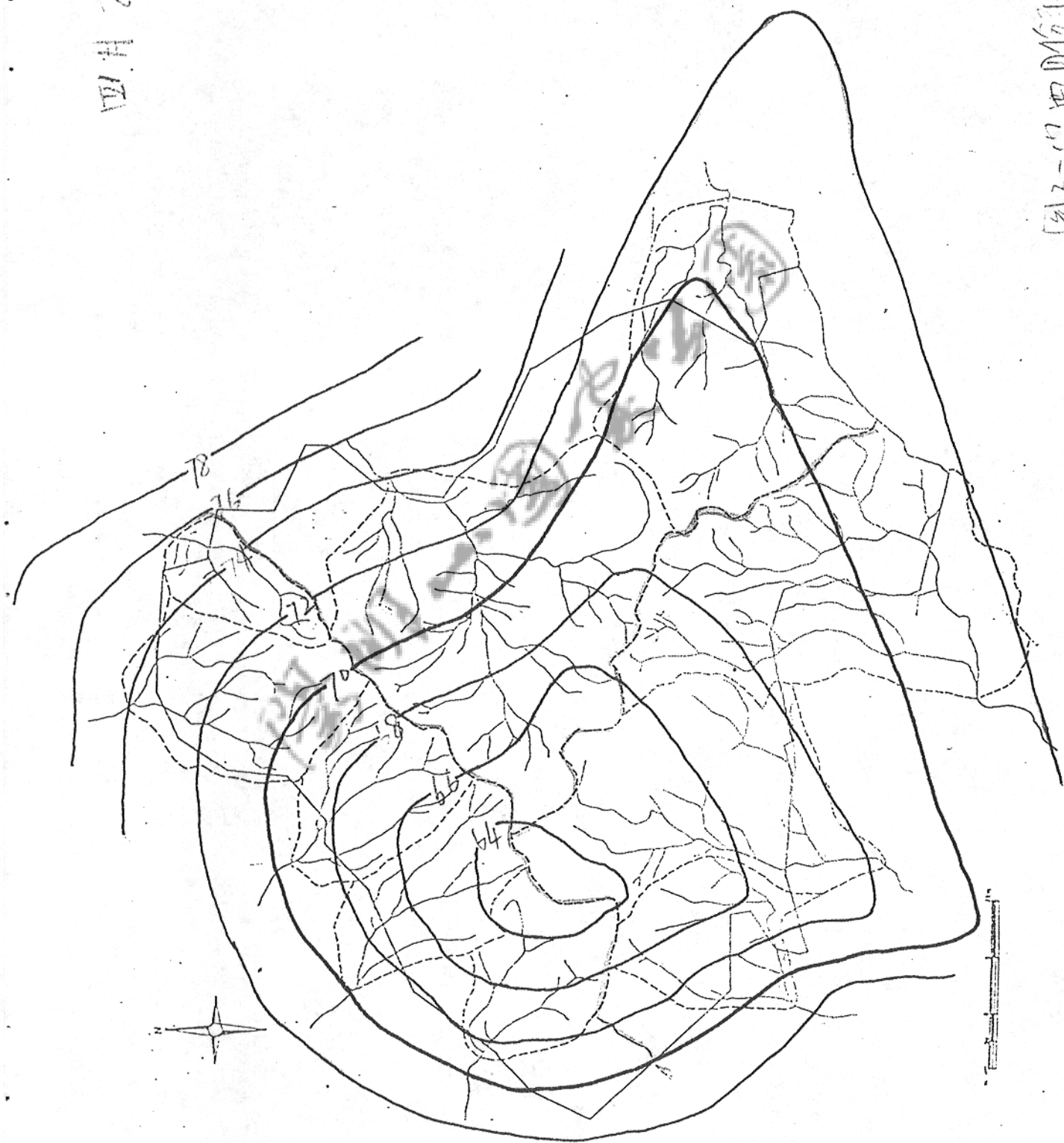


图3-16, 三月份平均可降水量

图 3-17, 西 100 米 1:5000 地形图



H. 100
78

五月廿七

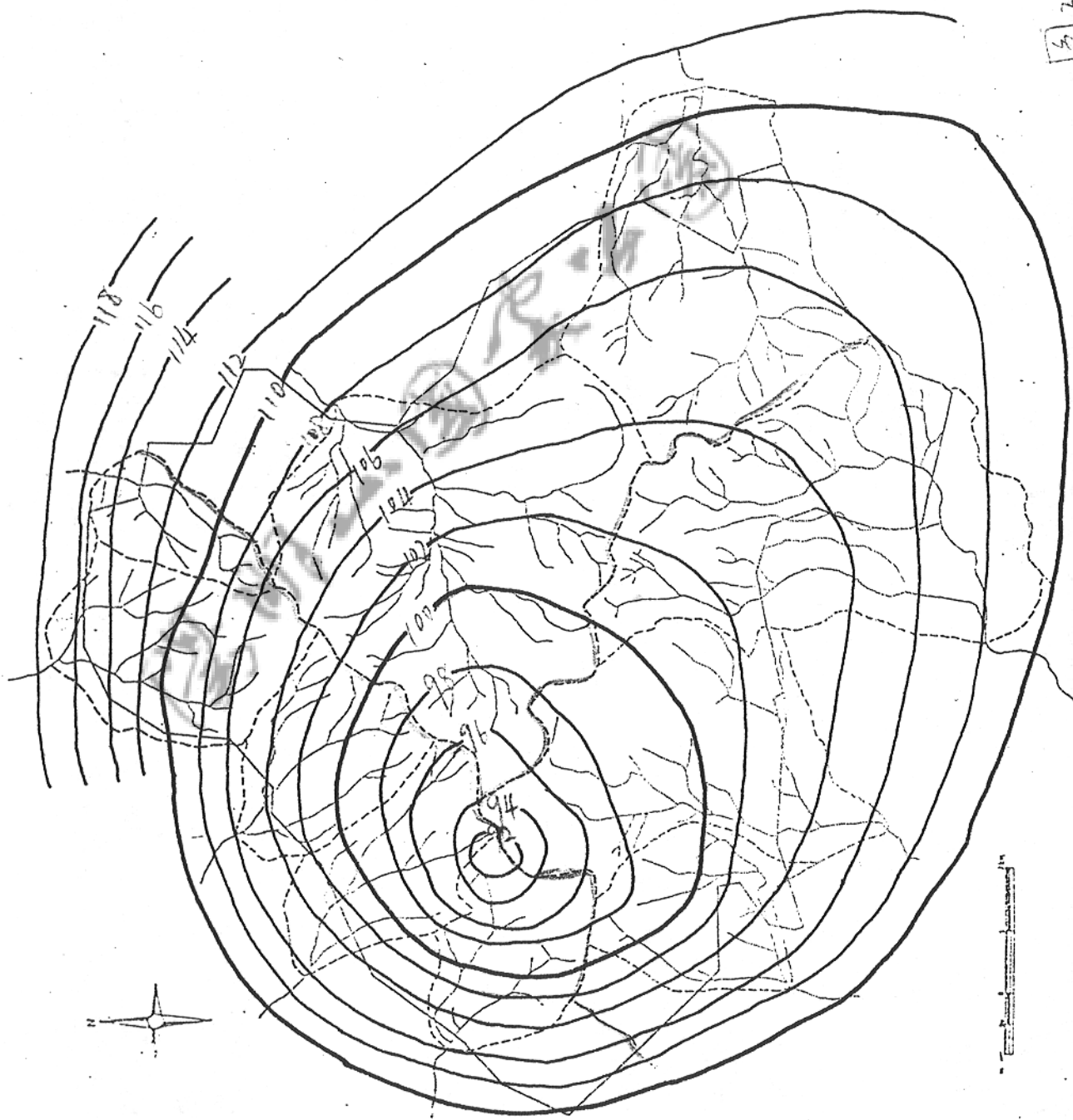


图 3-18. 五月份平均等温线图

三. 1767P

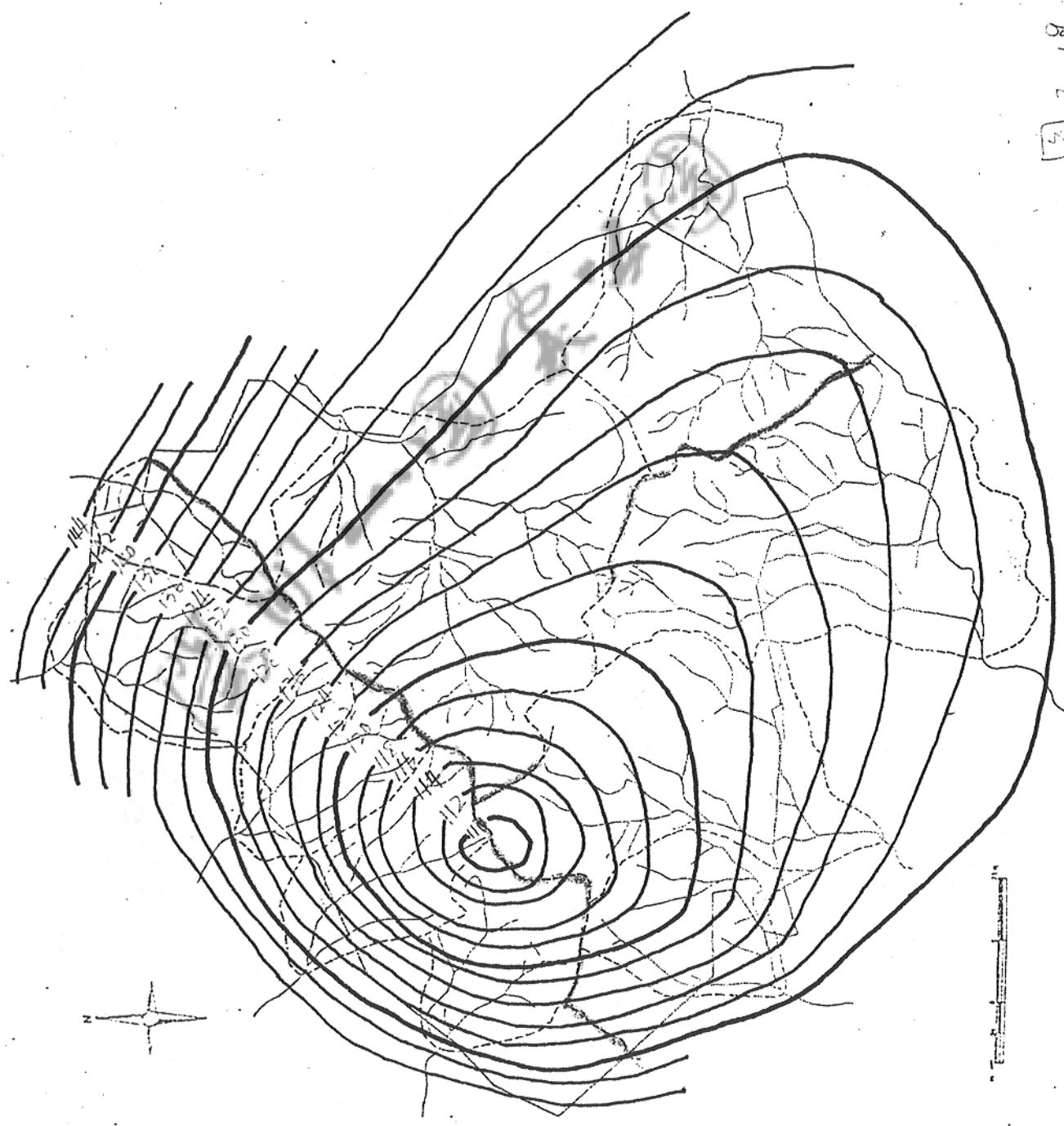


图 3-19 六. 1767P 的 1:50000 地形图

7月21日

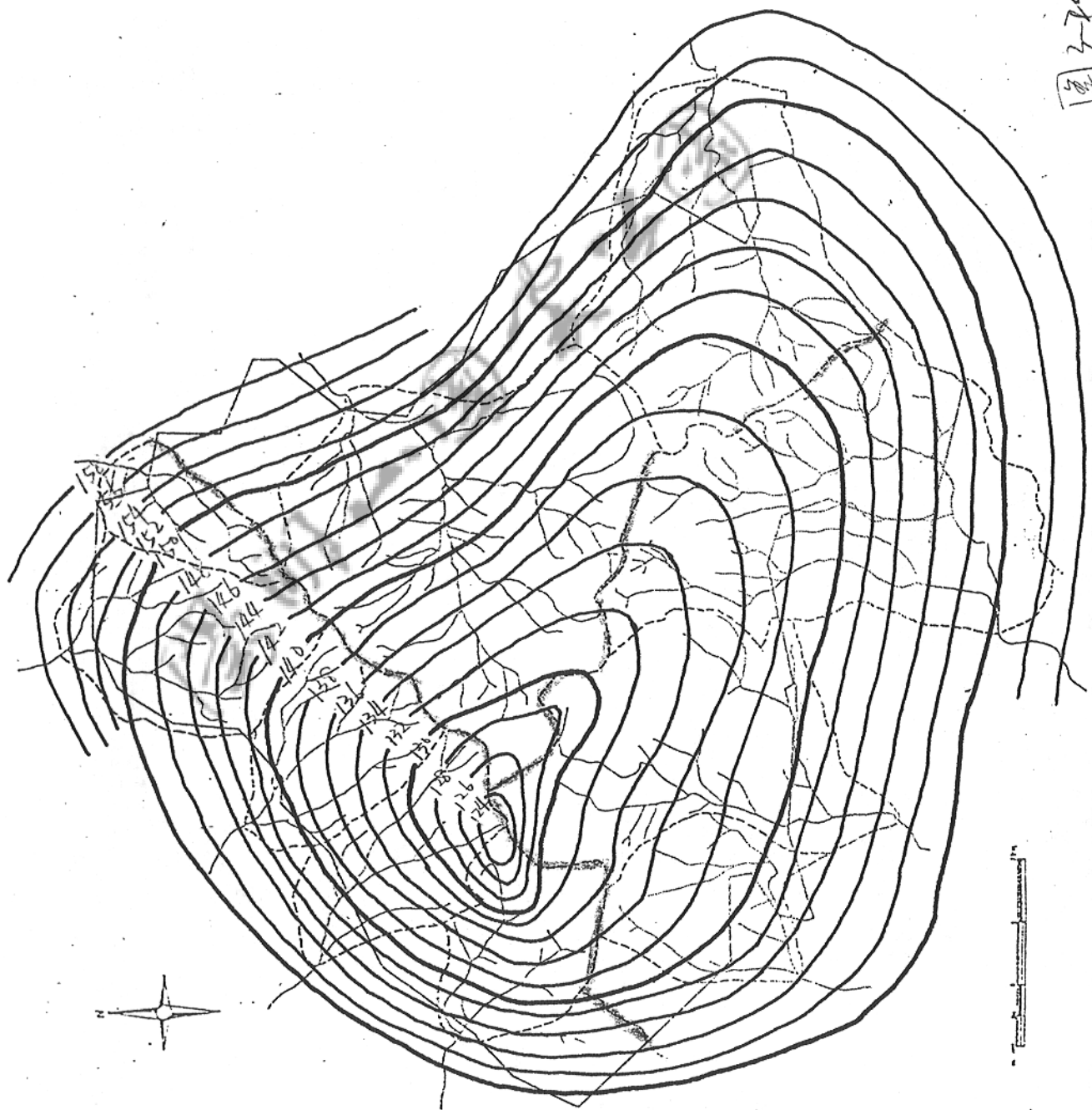


图 3-20, 剖面平均高程图

八月五日

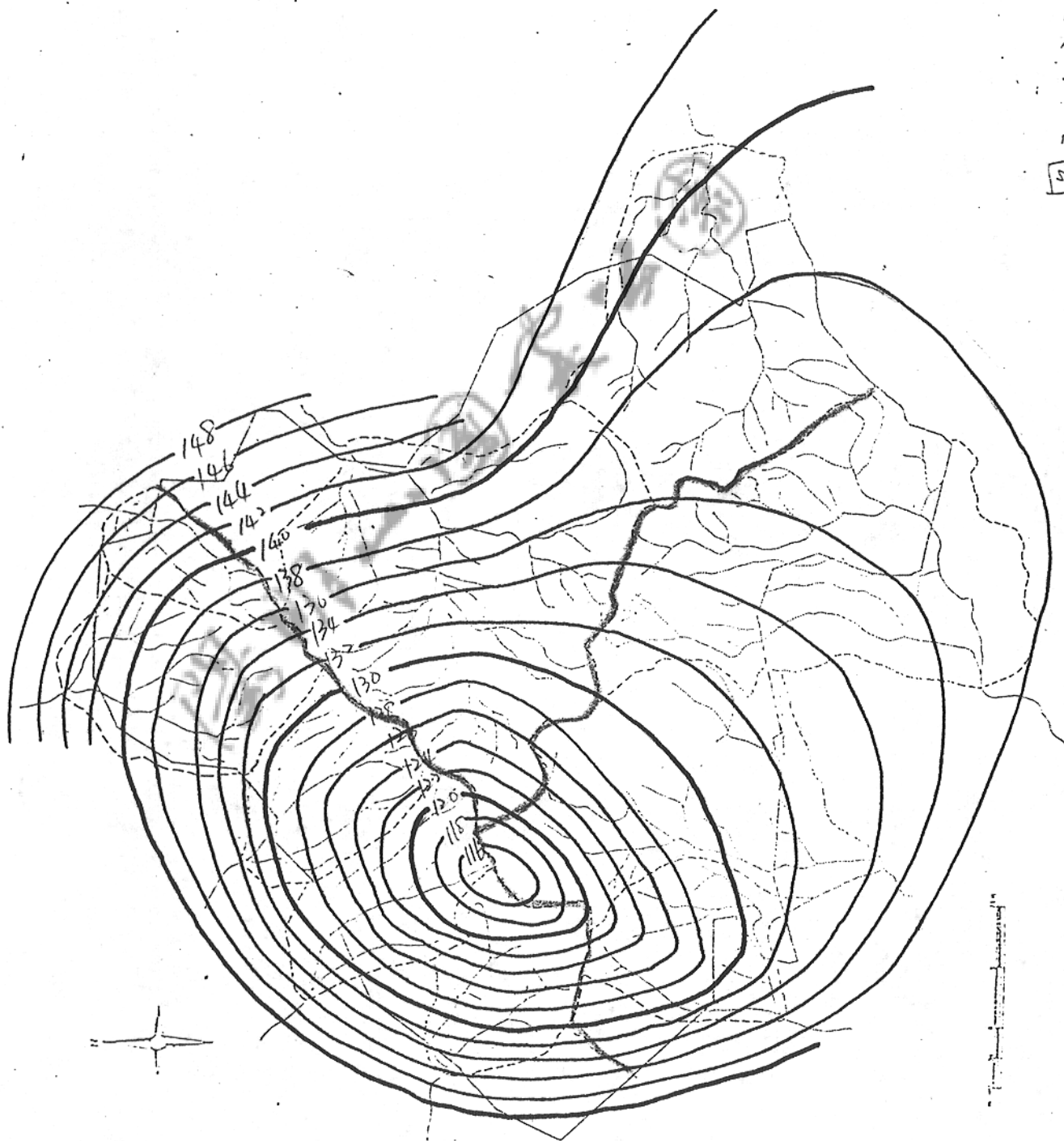


图3-21, 八月份平均可能暴雨量

九月七P

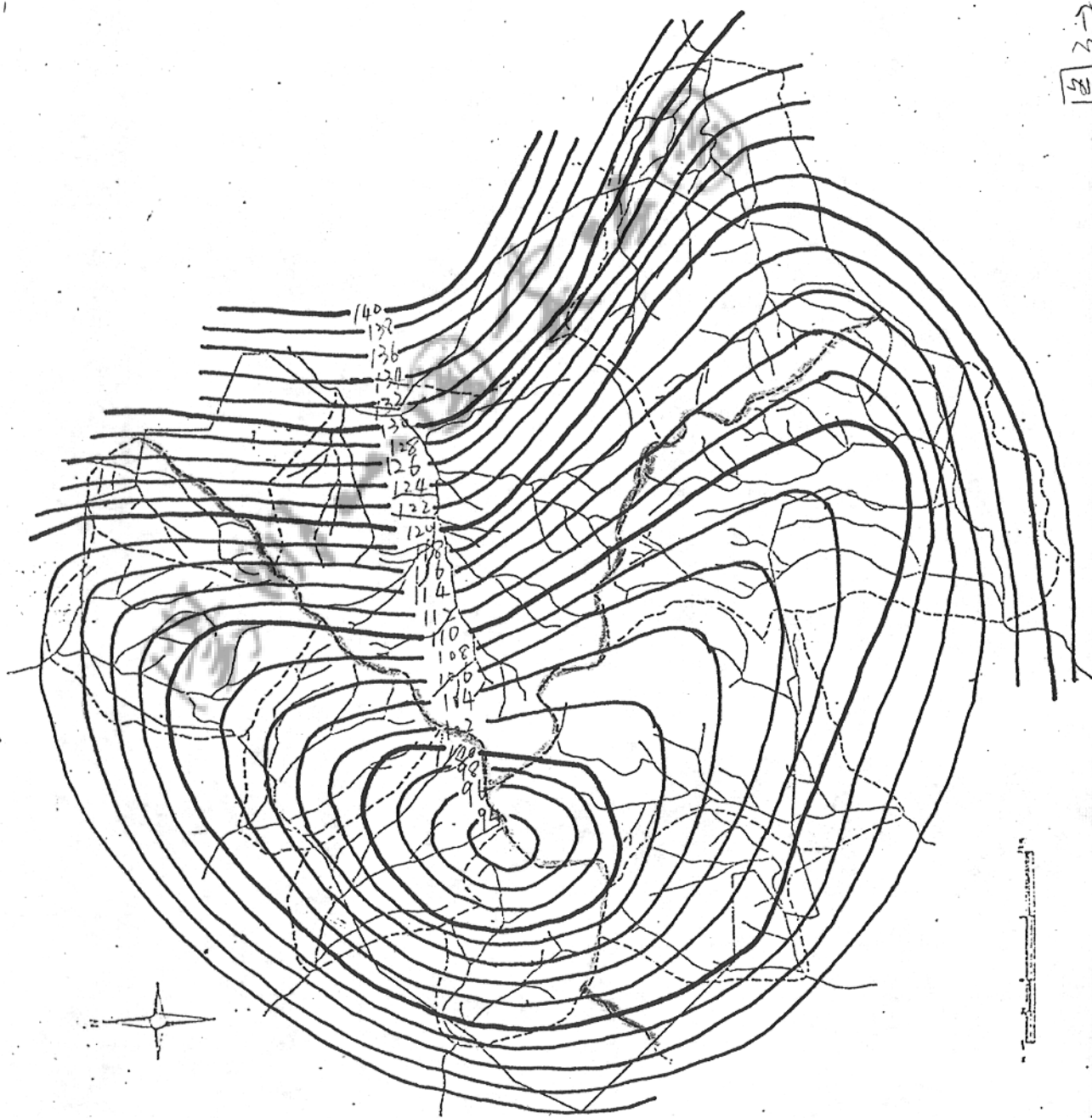


图3-22, 九月份平均可能蒸发量

+A21p

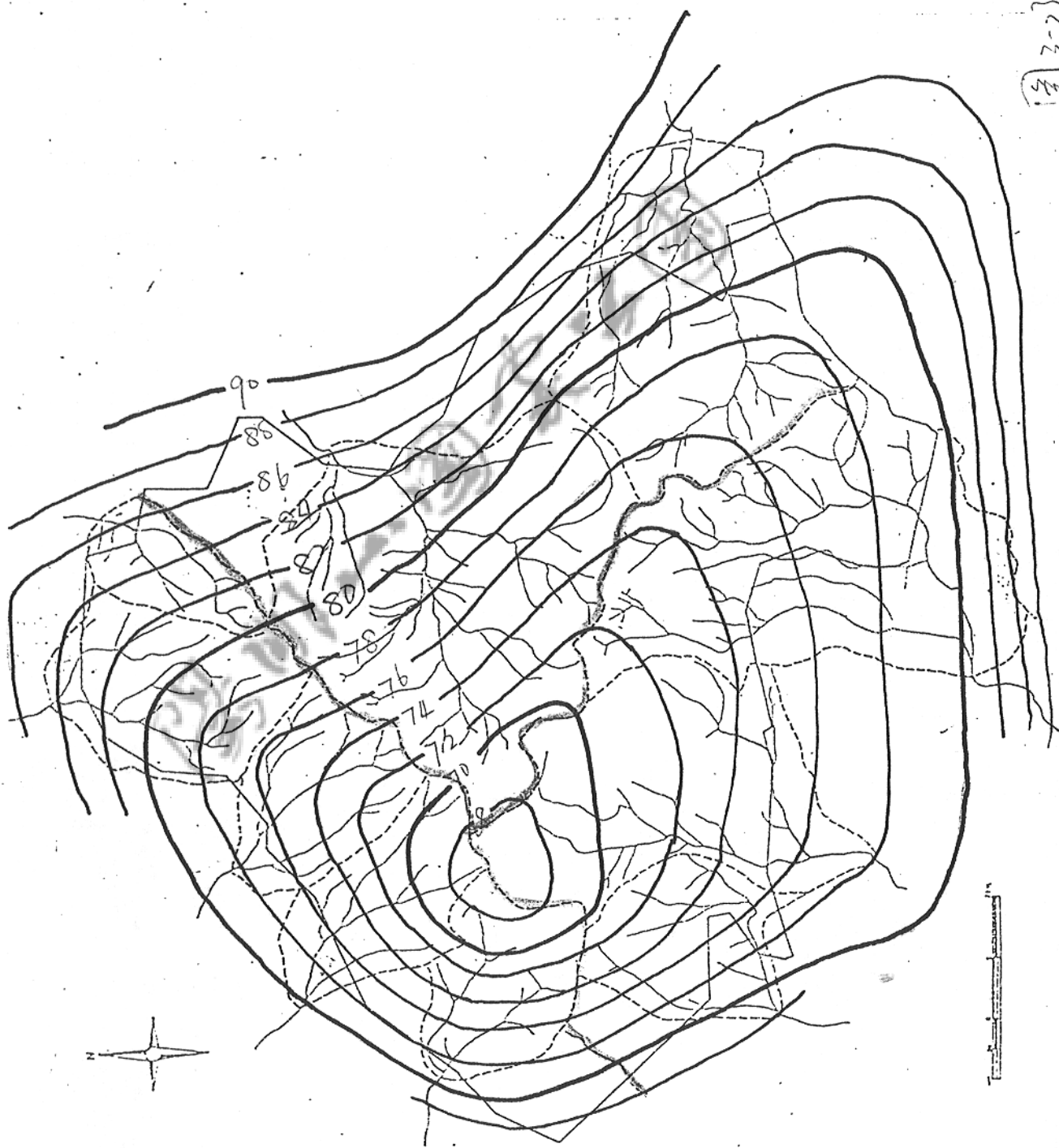
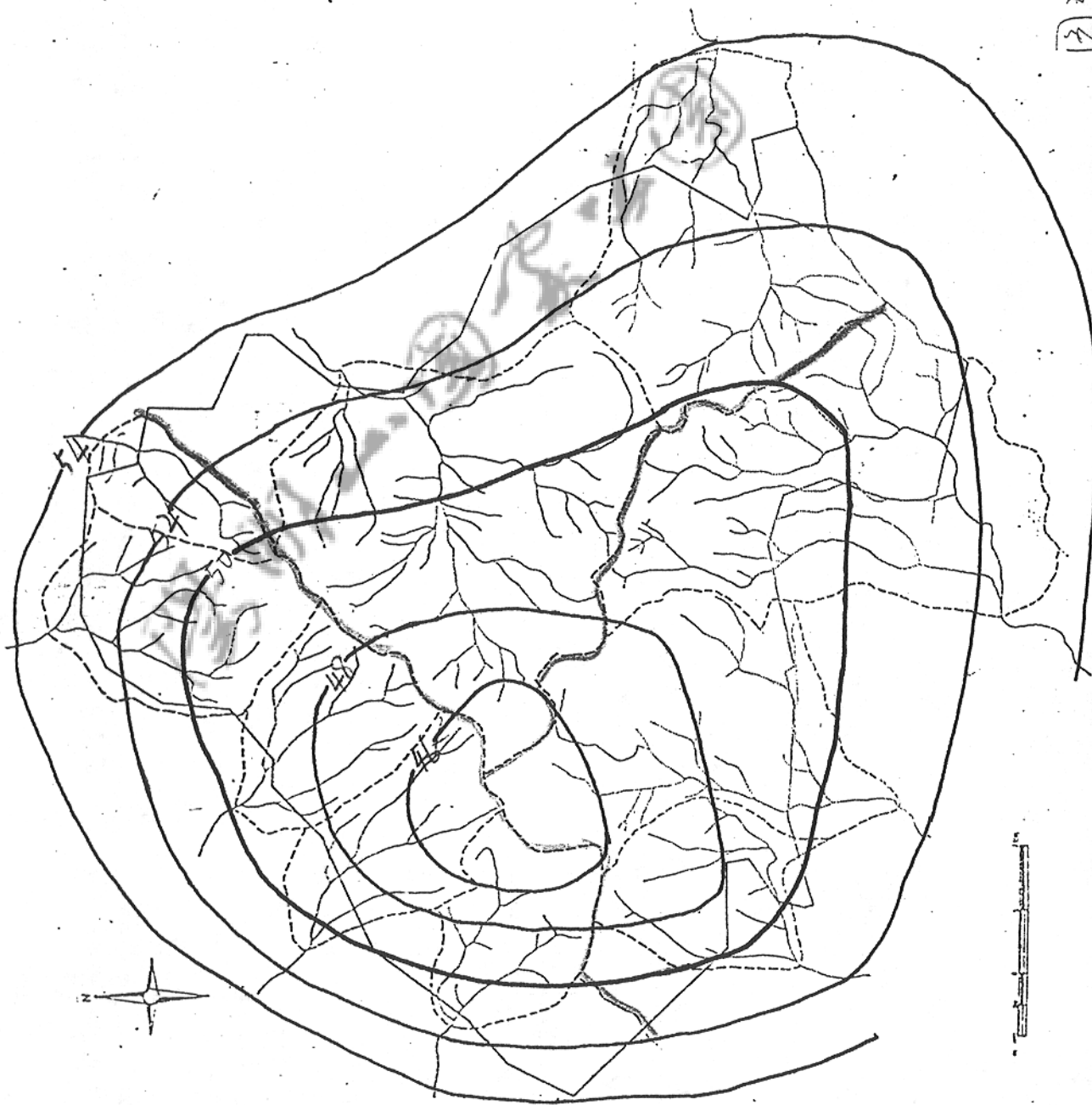


图 3-23, +月份平均可降水量



十一日 27p

图 3-2-4 十一月份平均可能降水量

± A ZTP

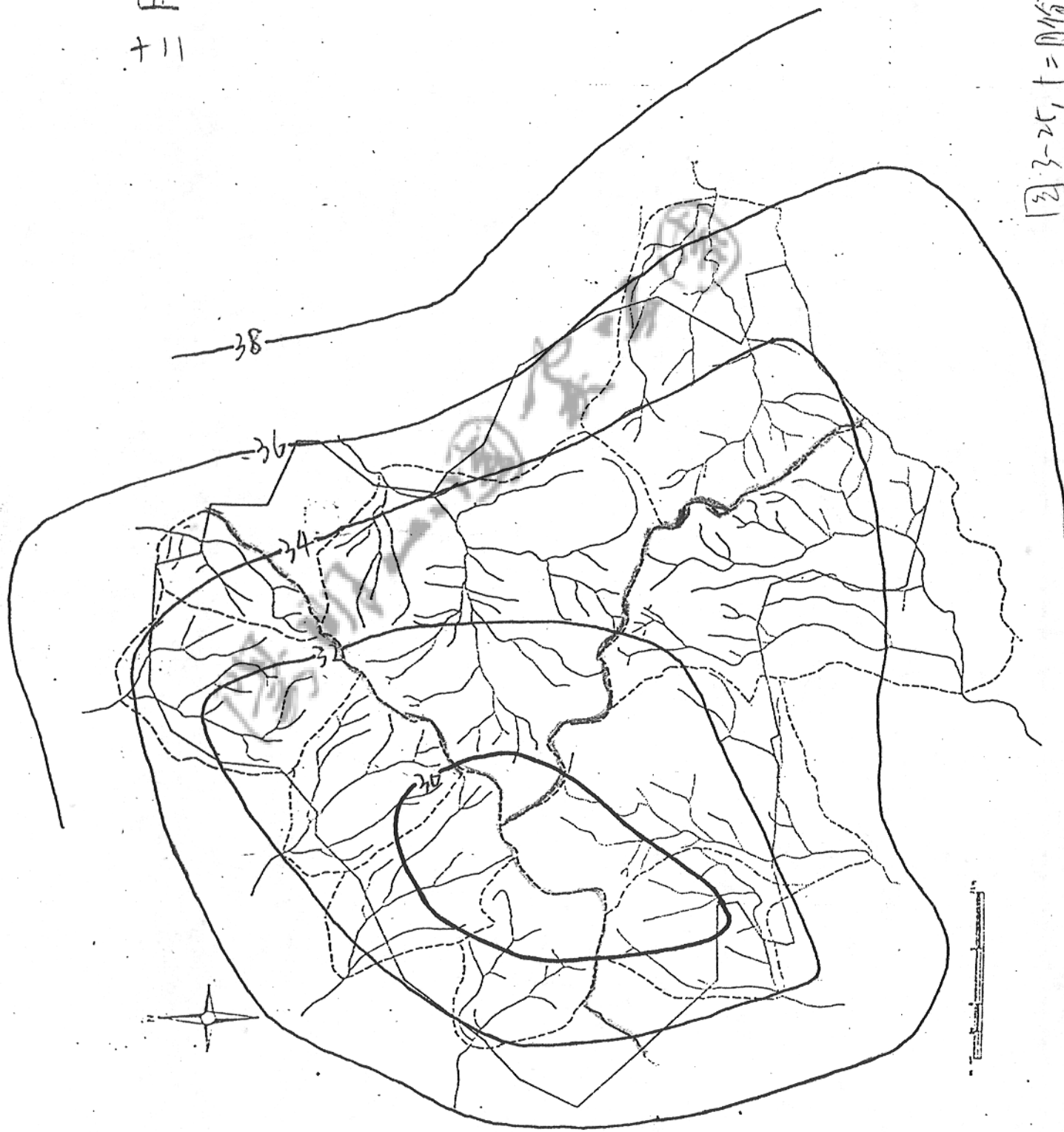
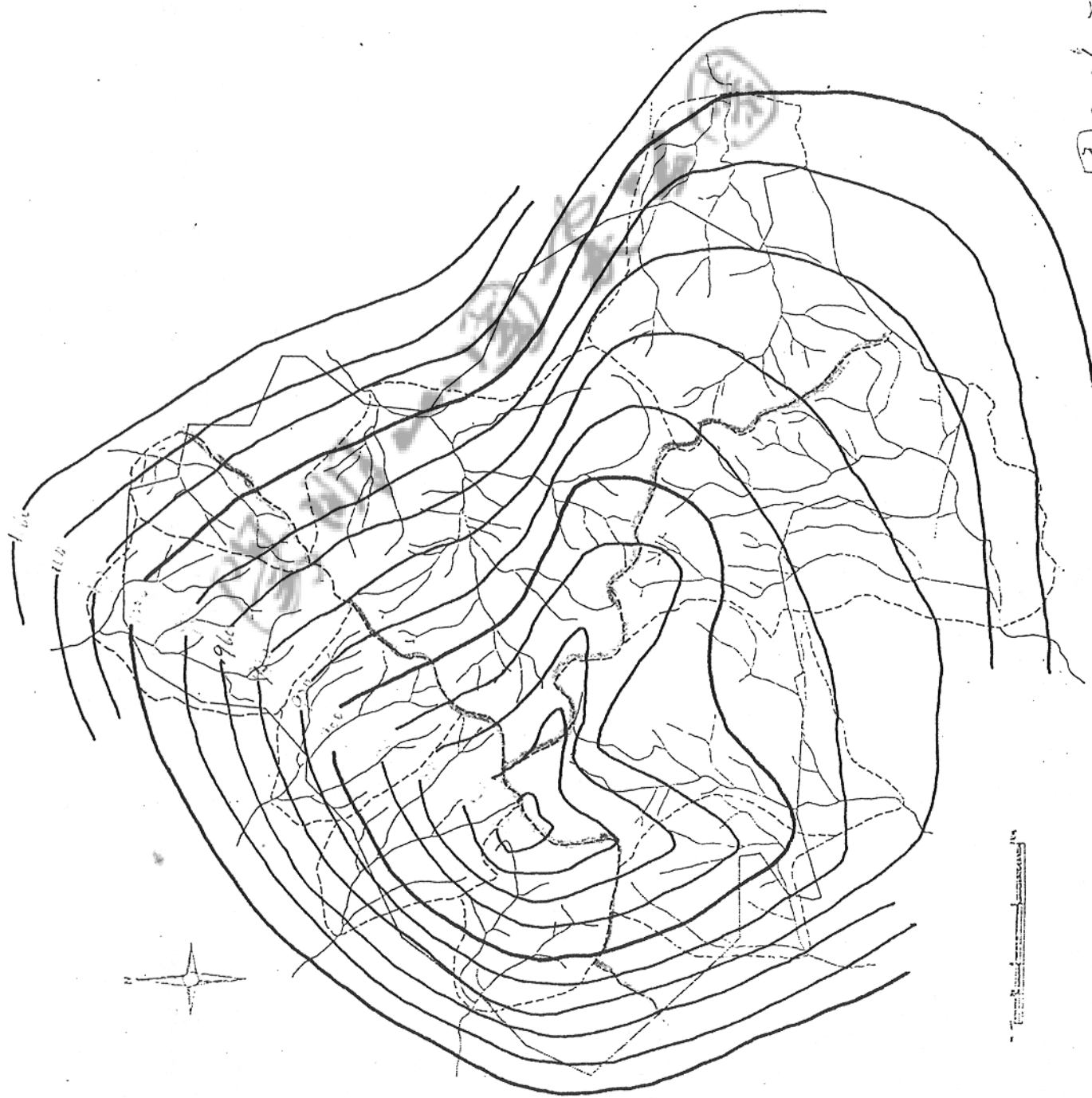


图 3-25, 1 = 1:100,000 地形图



2 3-26. 平均可能容積

四、各流域的水文特徵

為明瞭各流域水文特徵的時間(月別)和空間(區別)的差異，分析各流域水文區的月平均和年平均降水量(表4)、月平均和年平均可解蒸發散量(表5)、月平均和年平均實際真正蒸發散量(表6)等，依據分析結果作水平衡計算得月平均和年平均逕流水深(mm)和逕流量(CMS)如表7。茲分別說明如下：

(一)西北區：包括阿里磅溪、老梅溪、八連溪、大屯溪和公司田溪。月平均降水量以九月和十月的雨量期為最多，其後漸減，至翌年四月份為最少，不到200公釐，五月和六月的梅雨期略增，七月和八月又略減，具週期性變化。年平均降水量以北部的阿里磅溪為最少，僅3156公釐，南部的公司田溪為最多，為3154公釐，有自北而南增加的情形。

蒸發散量受氣溫的影響大，一、二月份最低溫時期的蒸發散量為最少，其後隨着氣溫之增高而增加，七、八月份的溫度最高時，蒸發

表5

陽明山國家公園

各流域月平均和年平均降水量

單位

公釐

	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	總計	(mm)
西區	247	210	203	160	220	280	190	240	363	423	357	263	3156	3.63
北區	250	235	215	165	227	285	195	255	383	440	375	285	3310	9.33
個區	255	250	220	168	230	287	200	270	515	562	490	324	3771	6.90
大屯	270	265	235	170	245	302	220	295	530	580	505	340	3957	7.08
公司	281	280	249	184	264	306	248	315	549	615	520	343	4154	6.50
南區	263	271	243	175	262	310	260	322	550	680	505	325	4166	6.74
南區	268	270	230	175	241	313	261	354	585	735	581	360	4373	16.81
南區	245	255	220	170	235	297	250	320	470	640	535	340	3977	23.54
東區	265	256	235	175	275	287	225	280	420	625	465	335	3823	17.98
北區	280	267	213	167	235	298	230	305	495	610	498	343	3941	27.43

表 6

日月山國家公園各流域月平均和年平均可能蒸散量

單位: mm

	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	總計	Area km ²
阿里	28	27	42	74	112	138	153	143	120	85	52	34	1008	3.63
老梅溪	26	25	40	71	109	134	146	137	112	80	50	32	962	9.33
八連溪	24	25	40	68	102	123	137	128	105	75	48	31	906	6.90
大屯溪	23	24	40	66	99	119	134	125	101	74	47	30	882	7.08
公田溪	23	24	40	65	99	119	136	126	103	73	47	30	885	6.50
石港溪	23	24	41	67	102	122	139	129	107	76	49	30	909	6.74
南礮溪	23	25	42	66	100	120	138	130	105	72	48	31	900	16.81
雙溪	25	27	44	70	103	125	140	136	110	77	50	33	940	23.54
瑪瑙溪	25	27	44	70	105	128	143	138	120	80	52	34	966	17.98
北礮溪	24	25	42	69	102	126	139	134	117	77	49	32	936	27.43

西北區

南區

東北區

表 7 陽明山國家公園各流域月平均和年平均實際集正葉落量

單位: mm

合計
Area
km²

	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	合計	
阿羅漢溪	19.6	18.9	29.4	51.8	78.4	96.6	107.1	100.1	84.0	59.5	36.4	23.8	705.6	3.63
老梅溪	18.2	17.5	28.0	49.7	76.3	93.8	102.2	95.9	78.4	56.0	35.0	22.4	673.4	9.33
八連溪	16.8	17.5	28.0	47.6	71.4	86.1	95.9	89.6	73.5	52.5	33.6	21.7	624.2	6.90
大屯溪	16.1	16.8	28.0	46.2	69.3	83.3 83.3	93.8	87.5	70.7	51.8	32.9	21.0	617.4	7.08
公田溪	16.1	16.8	28.0	45.5	69.3	83.3	95.2	88.2	72.1	51.1	32.9	21.0	619.5	6.50
磺溪	16.1	16.8	28.7	46.9	71.4	85.4	97.3	90.3	74.9	53.2	34.3	21.0	630.3	6.70
南磺溪	16.1	17.5	29.4	46.2	70.0	84.0	96.6	91.0	73.5	50.4	33.6	21.7	630.0	6.81
雙溪	17.5	18.9	30.8	49.0	72.1	87.5	98.0	95.2	77.0	53.9	35.0	23.1	658.0	23.54
瑪鍊溪	17.5	18.9	30.8	49.0	73.5	89.6	100.1	96.6	84.0	56.0	36.4	23.8	676.2	17.98
北磺溪	16.8	17.5	29.4	48.3	71.4	88.2	97.3	93.8	81.9	53.9	34.3	22.4	655.2	27.03

西 北 區

南 區

東 北 區

表 8

陽明山國家公園各流域月平均和年平均逕流水深(mm)和逕流量(CMS)

流域	面積 Km ²	單位	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	年平均
阿里磅溪	3.63	mm CMS	227.4 0.308	191.1 0.2867	173.6 0.253	108.2 0.1575	141.6 0.199	183.4 0.2568	82.9 0.1120	139.7 0.1896	279.0 0.3807	363.5 0.4996	370.6 0.4690	239.2 0.3242	2450.4 0.2824
老梅溪	9.33	mm CMS	221.8 0.8075	217.5 0.8388	187.0 0.6514	115.3 0.4450	150.7 0.5252	191.2 0.6682	92.8 0.3233	159.1 0.5142	310.6 1.0964	384.0 1.3376	340.0 1.2238	262.6 0.9147	2868.4 0.7813
八連溪	6.90	mm CMS	238.2 0.6136	232.5 0.6631	192.0 0.4946	120.2 0.2505	158.6 0.4086	200.9 0.5308	104.1 0.2682	180.4 0.4647	440.1 1.253	509.5 1.3126	446.4 1.250	302.3 0.7188	3136.8 0.6875
大屯溪	7.08	mm CMS	253.9 0.6712	248.2 0.7064	207.0 0.5472	123.8 0.2382	175.7 0.4644	218.7 0.5970	126.2 0.3236	207.5 0.5628	459.3 1.266	529.2 1.3962	472.1 1.2774	319.0 0.8422	3339.6 0.7509
公司田溪	6.50	mm CMS	260.9 0.6429	262.2 0.7072	221.0 0.5363	132.5 0.2423	194.7 0.4725	222.7 0.5185	152.8 0.3708	226.8 0.5504	476.9 1.2964	563.9 1.3685	487.1 1.2315	322.0 0.7716	3543.5 0.7294
礦港溪	6.74	mm CMS	246.9 0.6213	254.2 0.7082	214.3 0.5393	128.1 0.2331	190.6 0.4796	224.6 0.5820	162.7 0.4094	231.7 0.5831	425.1 1.2354	426.8 1.1573	470.7 1.2204	304.0 0.7650	3529.7 0.7550
南磧溪	16.81	mm CMS	251.9 1.8810	252.5 1.7545	200.6 1.2590	128.8 0.8333	171.0 1.0732	229.0 1.110	160.2 1.038	263.0 1.6506	511.5 3.2173	680.6 4.2966	547.4 3.5501	339.3 2.122	3743.0 1.9965
雙叉溪	23.54	mm CMS	227.5 1.9995	236.1 2.2974	189.2 1.6628	121.0 1.0889	162.9 1.4317	209.5 1.9026	152.0 1.3360	224.8 1.9757	392.0 3.591	586.1 4.2509	500.0 4.509	371.6 2.7852	3319.0 2.4792
瑪鍊溪	17.98	mm CMS	222.1 1.645	237.1 1.7622	204.2 2.3708	126.0 0.8140	150.1 1.2527	197.4 1.3673	124.9 0.8284	183.4 1.2312	336.0 2.3207	567.0 3.8197	428.6 2.9724	311.2 2.0891	3166.8 1.8061
北磧溪	27.43	mm CMS	262.2 2.4955	249.5 2.2889	182.6 1.8802	118.7 1.2562	162.6 2.6255	207.8 2.2202	132.7 1.3592	211.2 2.1630	443.1 4.371	506.1 5.495	463.7 4.9271	322.5 3.2822	3285.8 2.8613

1 散量亦最大，其後溫度亦漸下降而逐漸減少蒸發量。很有規律的週期性變化。年平均蒸發量，以北部的阿里磅溪為最多，向南遞減，與年平均降水量情形相反。

5 逕流量是降水量與實際蒸發量之差，本區北部降水量少，蒸發量多，逕流量少；南部相反，所以逕流量較多。全年以十月份的逕流量為最多，逕流水深可達50公釐以上；其後逐漸減少，至翌年四月份為最少；五、六月份的梅雨季略增；七、八月份略減；九月份有顯著增加，十月份為最多，具週期性。年平均逕流水深，阿里磅溪僅2450公釐，公司田溪卻高達3543公釐。^年逕流量受水文區面積的影響以老梅溪最多，約0.78 CMS；公司田溪次之，約0.75 CMS。

15 中) 東北區：包括北磺溪和瑪鍊溪。月平均降水量仍以十月份^為最多，超過600公釐，其後逐漸減少，至翌年四月份為最少，在170公釐前後。五、六月份梅雨季略增；七、八月西南風盛行期略減，九、十月份颱風期又顯著增加，

1 且週期性，年平均降水量兩水文區大致在3900公釐，北磺溪略多於瑪鍊溪。

蒸發散量以一、二月份最少，其後逐漸增加，七、八月份為最高，其後又逐漸減少，具週期性，且北磺溪略少於瑪鍊溪。

5 逕流量以四月份為最少，五、六月略增，七、八月略減，九月份顯著增加，十月份最多，其後逐漸減少至翌年四月。具週期性。年平均逕流水深：北磺溪約3286公釐，瑪鍊溪約3167公釐。年平均逕流量因北磺溪集水面積最大而最多，高達2.86 CMS。

15 南區包括雙溪、南磺溪和磺港溪。月平均降水量亦以四月份為最少，約在170—175公釐之間，五、六月略增，七、八月略減，十月份最多，南磺溪超過700公釐，其後逐月減少，至翌年四月為最少，具週期性。年平均降水量以南磺溪為最多，4373公釐。盛行西南季風的七、八月，南區的降水量多於西北區和東北區，十月份的最多兩月，亦以南區為最多。

蒸發散量以一、二月份為最少，其後逐月增加，至七月份為最大，八月份後又逐月減少。具規律性。

逕流量以四月份為最少，五、六月份略增，七、八月略減；十月份為最多，其後逐月減少至翌年四月。^{平均}逕流永深以南礮溪最大；為3743公釐，升為崙呷山國家公園的10個流域中最大。年平均逕流量，因集水面積的關係，以雙溪為最多，為2.48 CMS；南礮溪次之，約2.00 CMS；礮港溪最少，約0.76 CMS。

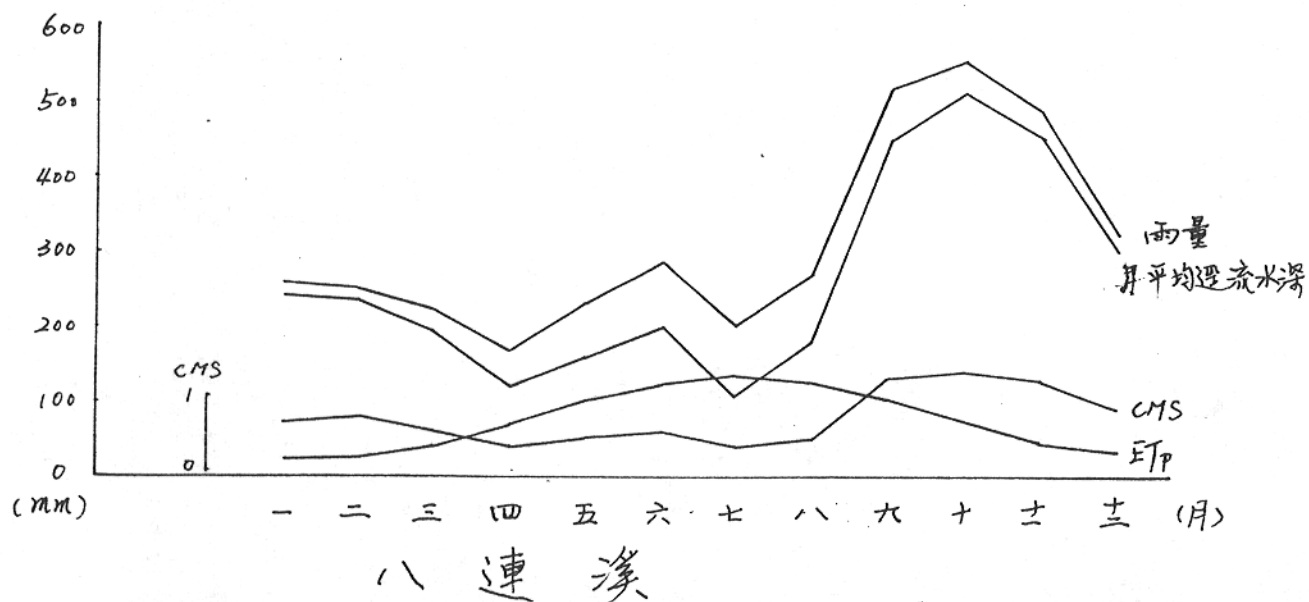
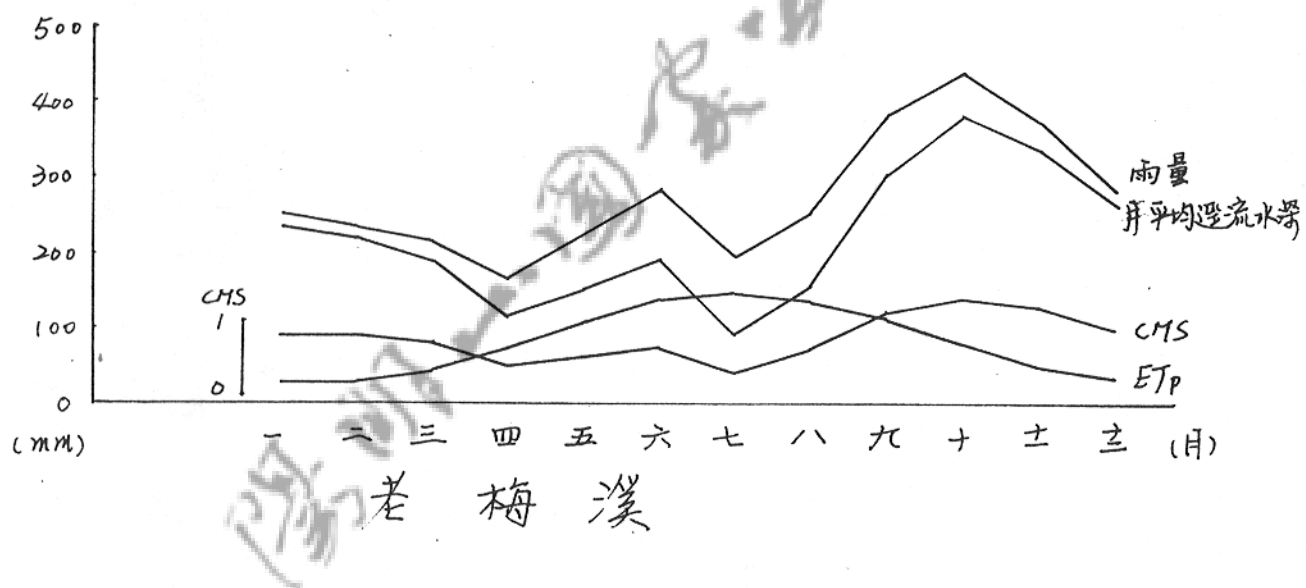
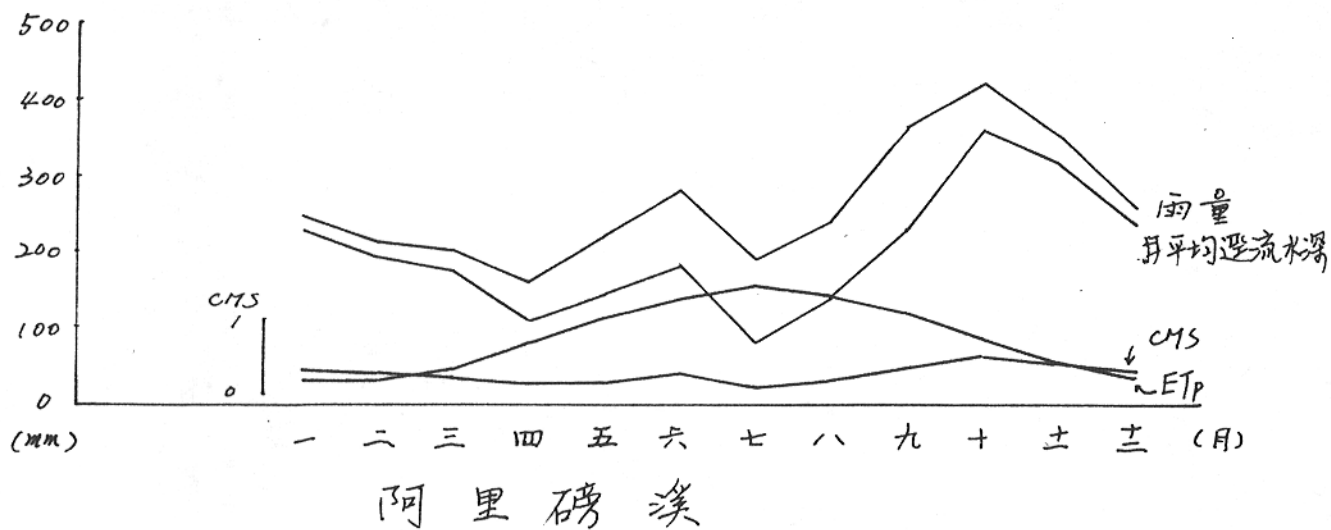


图 4-1, 阿里磅溪, 老梅溪, 八連溪的水文量年变化图

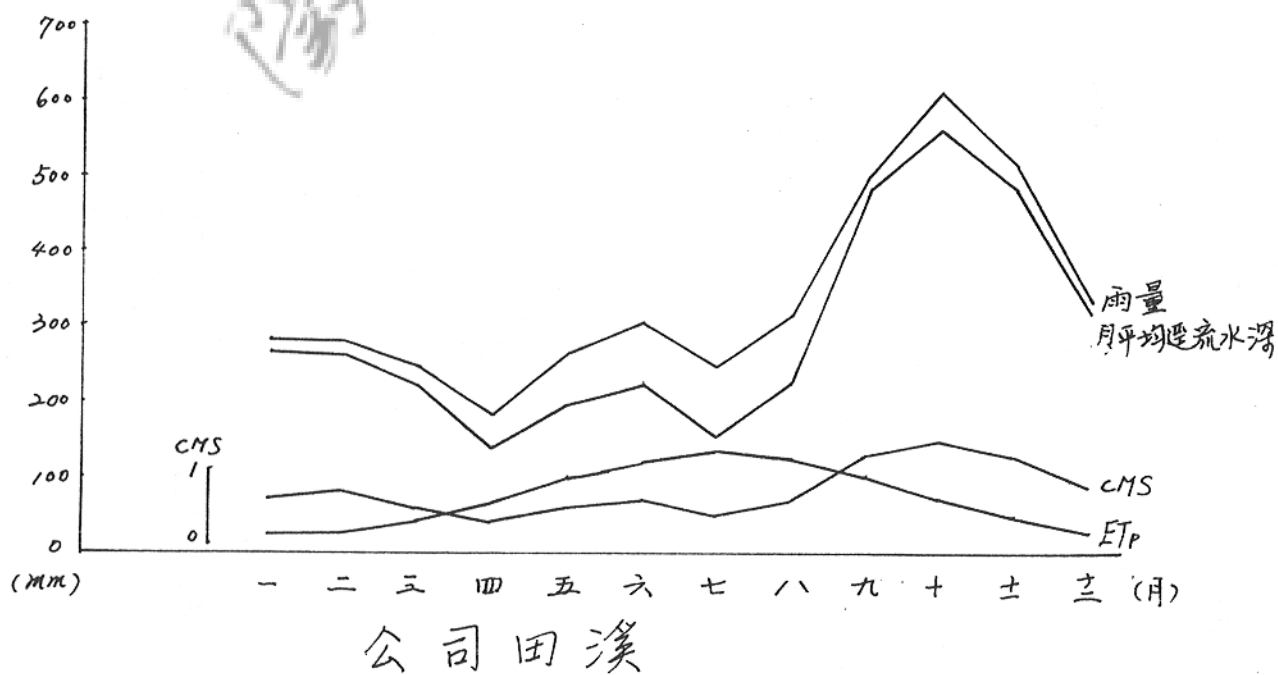
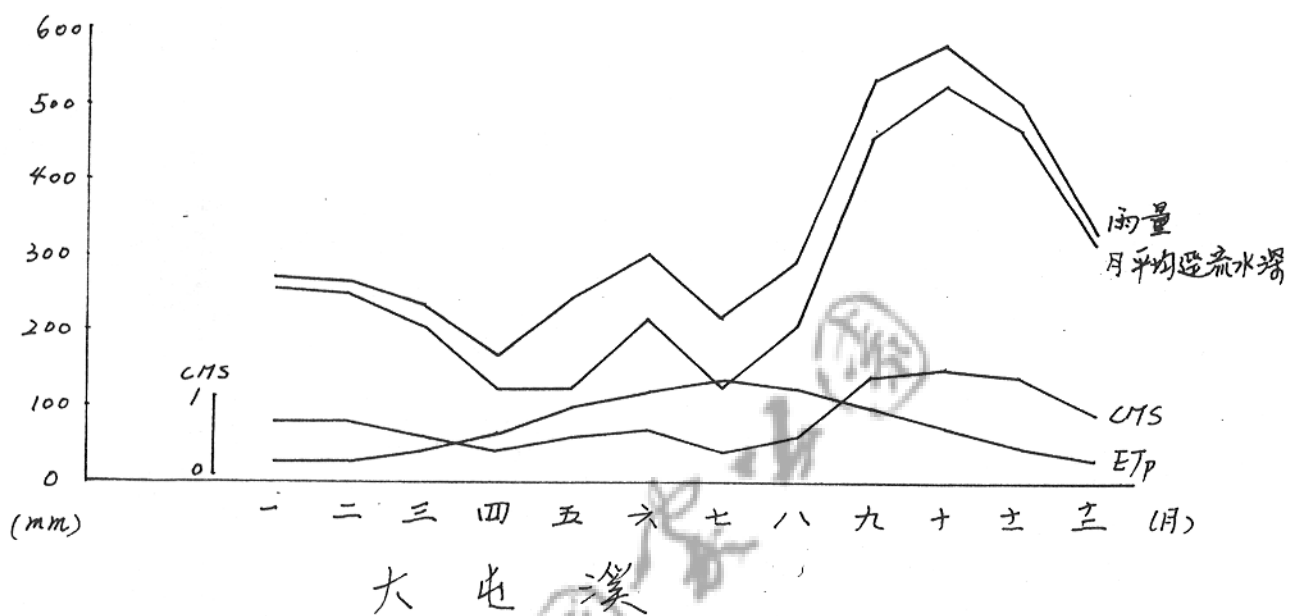
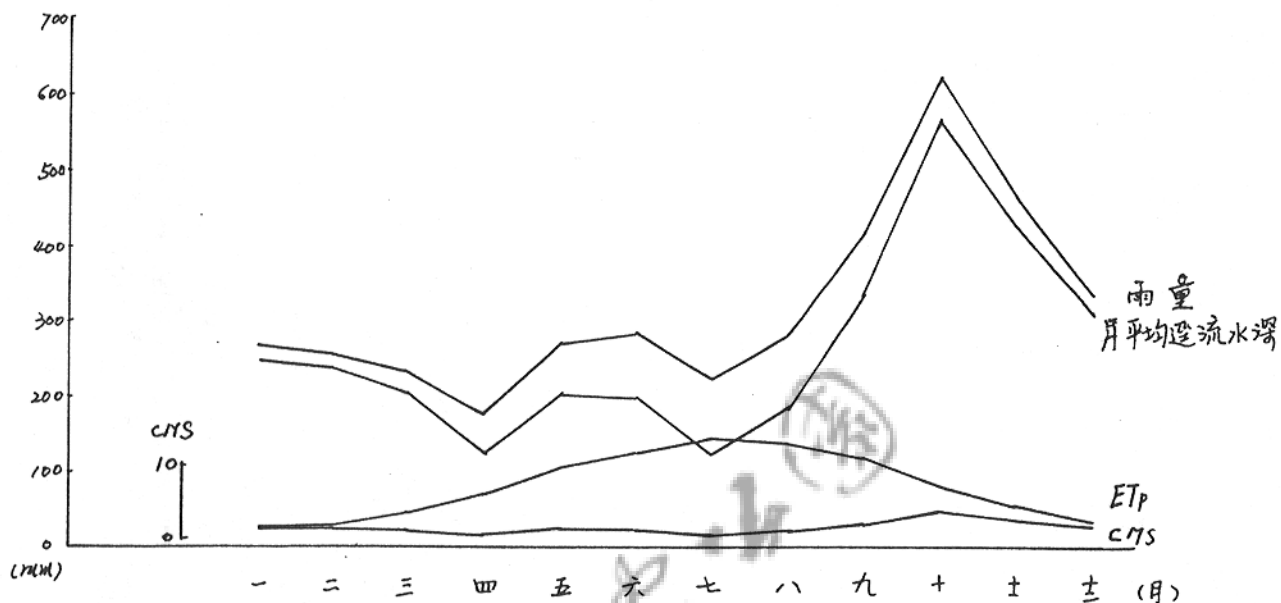
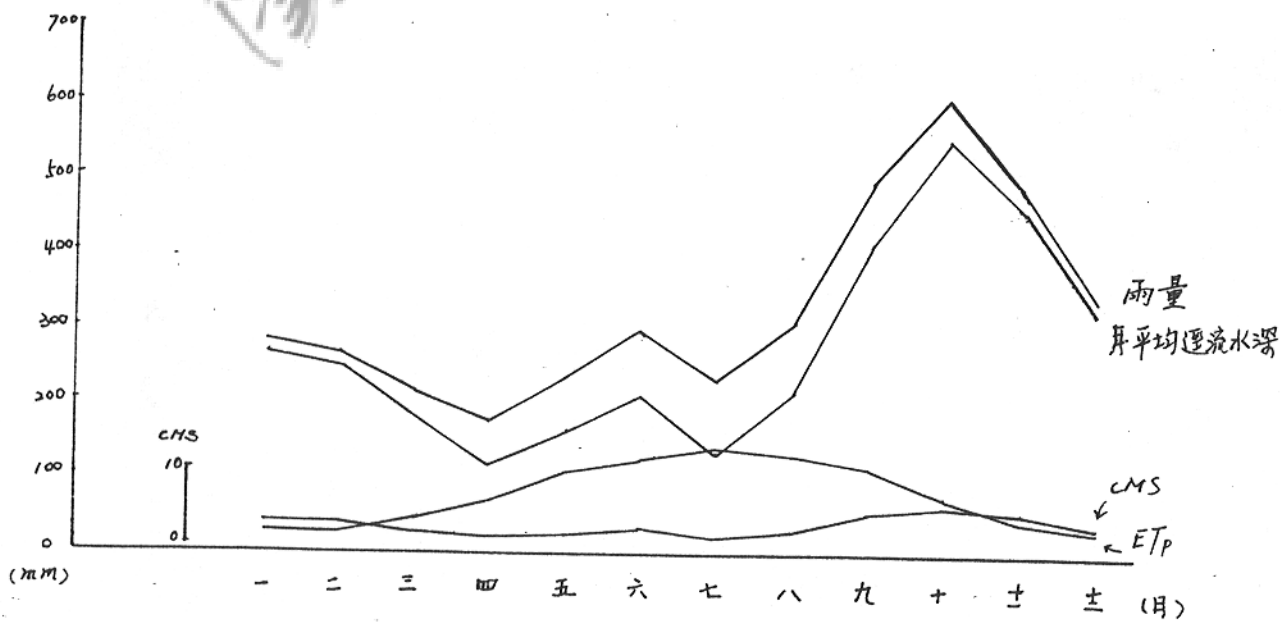


图 4-2. 大屯溪、公司田溪的水文量年变化图



瑪 鍊 溪



北 礮 溪

圖 4-3. 瑪鍊溪、北礮溪的水量年变化图

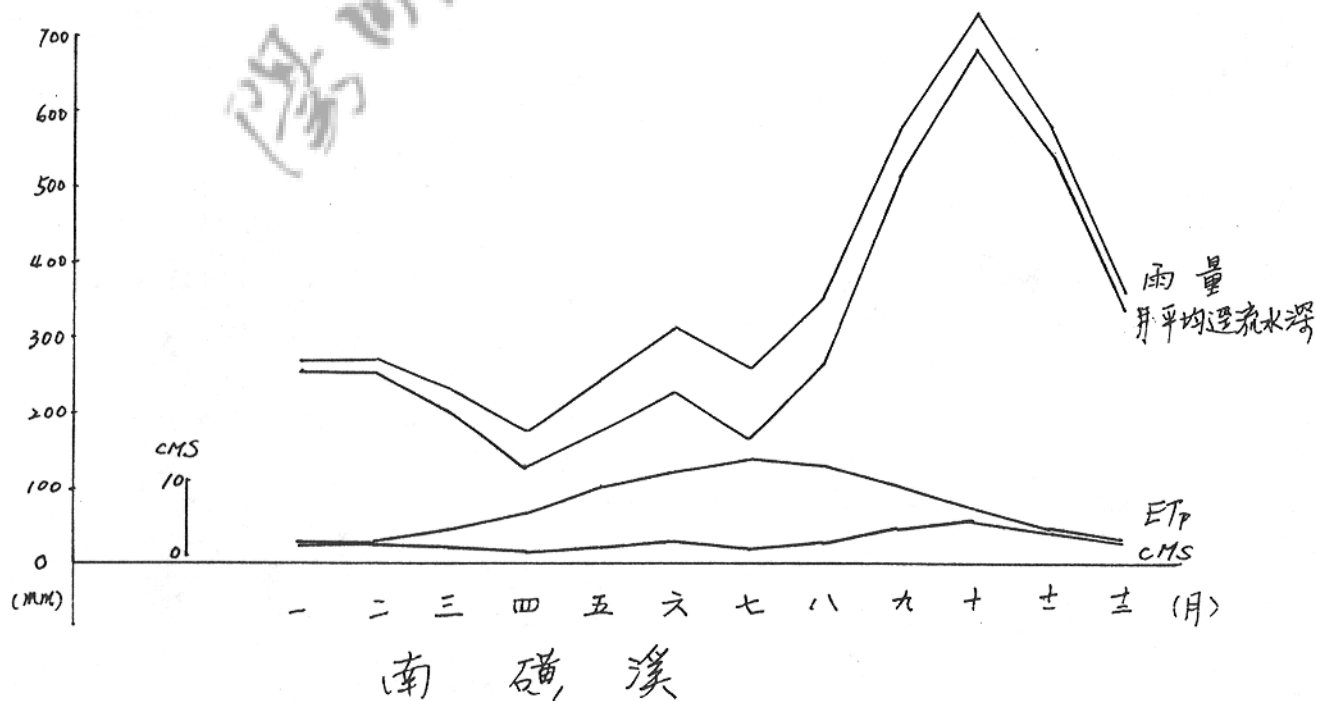
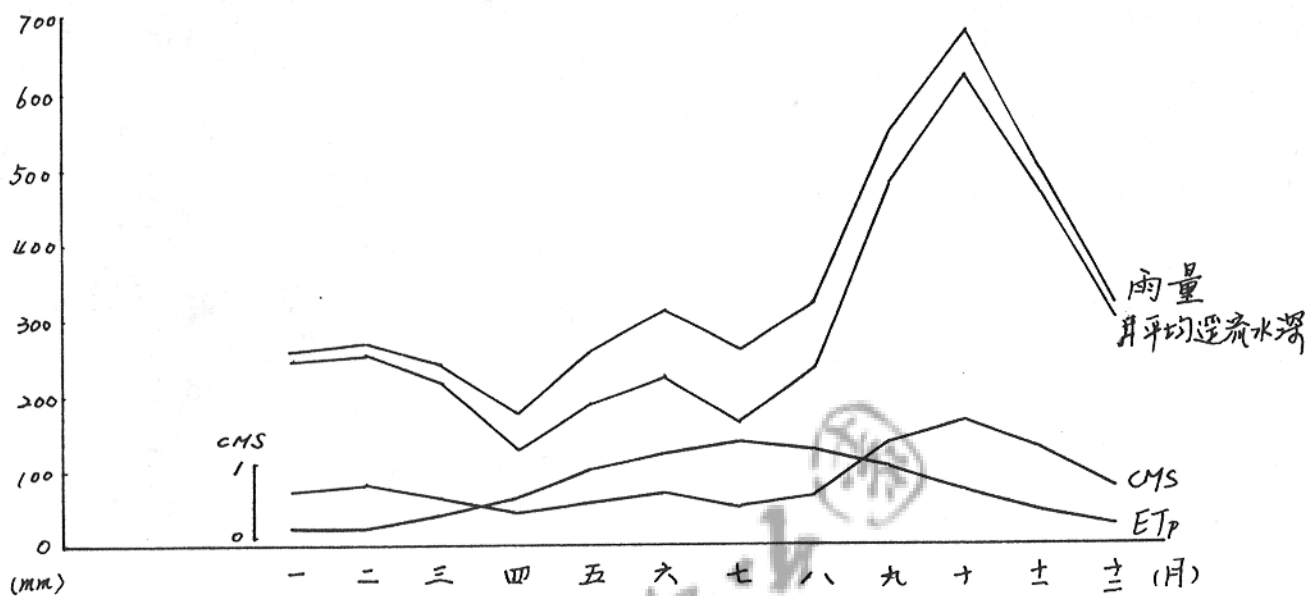


圖 4-4 礮港及南礮之水流量年變化圖

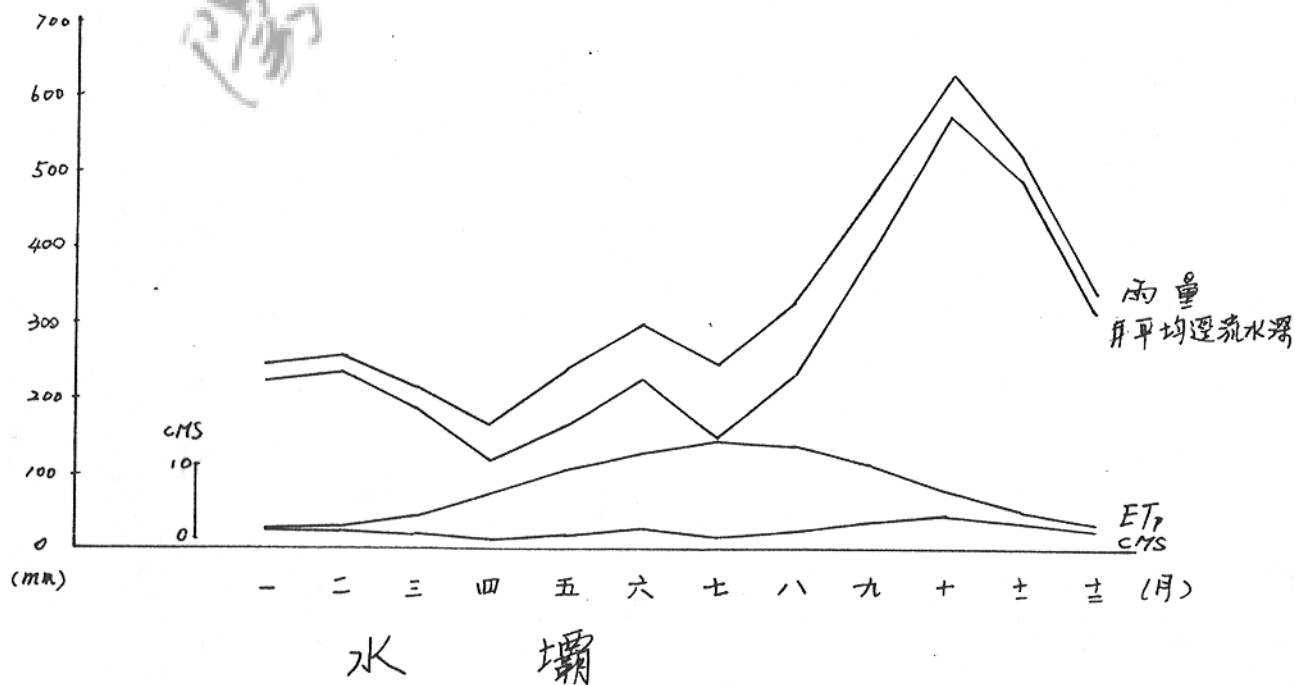
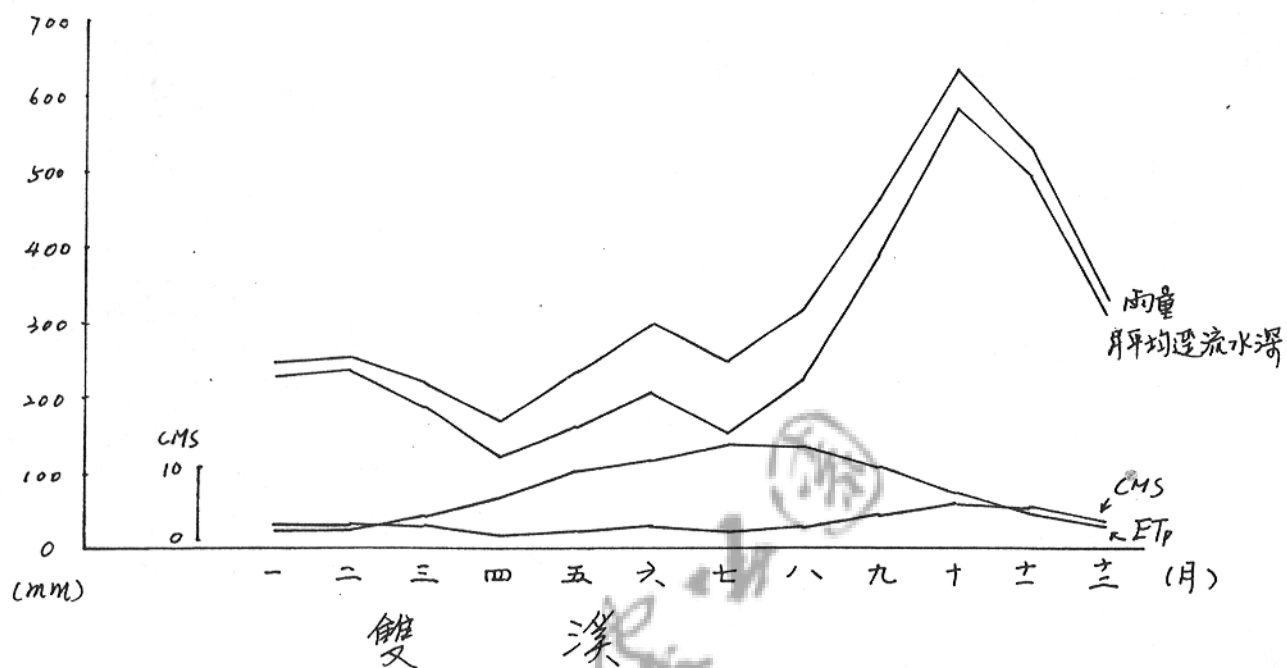


图4-5 双溪和双溪小坝的水量年变化图

五、各流域的流量觀測 / 豐水峰流量

此次流量觀測在八月下旬進行，係陽明山國家公園降水量少的時期，且已多日不下雨，屬於各流域的低水量至枯水量之間，流量應全部來自地下水。採用的流量觀測方法因河道、渠道情況，流速，流量等之不同而異，流速用浮標法；流速快用流速儀，能用水桶量則的用容積法。大部分用流速面積法，即定間隔量測水深（計算橫剖面積），和量測縱剖面平均流速（大成水標的流速）後，視河道情形劃分橫剖面積乘以各該橫剖面積的平均流速，再合計該地區的流量。觀測結果如下：

(一) 西北區：

1. 阿里磅溪：水文區面積為 3.63 平方公里，八月份的平均流量（約等於八月份的豐水量）為 0.19 CMS (m^3/sec)。觀測時的流量僅 0.056 CMS，換算成天然補注量僅 1.33 mm/day，少於低水量，上游有引水。控制點的洪峰流量可高達 200 CMS (197 CMS)。水質佳，電導度為 96~110 微姆歐

C/

表: 9 各流域的八月份平均流量, 規則流量, 洪峰流量及電量

	流域面積 (km ²)	八月份平均流量 (CMS)	規則流量 (CMS)	洪峰流量 (CMS)	電量 (kwh/m, 250)	天然潮流量 (mm/day)
西北區	阿里磅溪	3.63	0.190	0.056	197	96~110 1.33
	老梅溪	9.33	0.554	0.271	400	99 2.51
	八連溪	6.90	0.465	0.300	319	99 3.76
	大屯溪	7.08	0.549	0.114	326	108 1.39
	公司田溪	6.50	0.550	0.006	305	141 (大量引水)
東北區	北礮溪	27.43	2.163	0.965	899	480(左), 122(右) 3.04
	瑪鍊溪	17.98	1.231	0.277	655	110~122 1.33
	礮港溪	6.74	0.583	0.206	314	290(左), 1800(右) 2.64
南區	南礮溪	16.81	1.651	0.403	623	815 2.07
	雙溪	23.54	1.976	0.286	802	172-204 (水壩蓄水)

1 公分 ($\mu S/cm$, $25^{\circ}C$)。

2 老梅溪：水文區面積為 9.33 平方公里，八月份平均流量（即豐水量）為 0.554 CMS。視測時的流量為 0.271 CMS，換算成天然補注量為 2.51 mm/day，相當於低水流量。控制時的洪峰流量可高達 400 CMS。水質亦佳，電導度為 99 $\mu S/cm$ ($25^{\circ}C$)。

3 八連溪：水文區面積為 6.90 平方公里，八月份平均流量（即豐水量）為 0.465 CMS。視測時的流量為 0.3 CMS，換算成天然補注量為 3.76 mm/day，相當於低水流量。控制時的洪峰流量約為 320 CMS (310 CMS)。水質亦佳，電導度亦為 99 $\mu S/cm$ ($25^{\circ}C$)。與老梅溪相同。

4 大屯溪：水文區面積為 7.08 平方公里，八月份平均流量（即豐水量）為 0.549 CMS。視測時的流量為 0.114 CMS，換算成天然補注量僅為 1.39 CMS。上游有引水。控制時的洪峰流量可達 326 CMS。水質佳，電導度為 108 $\mu S/cm$ ($25^{\circ}C$)。

5 公司田溪：水文區面積為 6.50 平方公里，八月份平均流量為 0.55 CMS（即豐水量）。視測

時的流量僅為 0.006 CMS ，上游有大量引水。控制點的洪峰流量約為 305 CMS 。水質尚佳，電導度為 $141 \mu\text{S}/\text{cm}$ (25°C)。

概言之，西北區的水資源水質佳，每日最少尚有數萬噸 ($0.74 \text{ CMS} = 64.54 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{day}$) 可利用。

(F) 東北區：

6. 北磧溪：水文區面積為 27.43 平方公里，八月份平均流量（即豐水量）為 2.163 CMS 。視測時的流量為 0.965 CMS ，推算天然補注量為 $3.04 \text{ mm}/\text{day}$ ，上游尚有鹿角坑水廠的引水，應略少於低水流量。控制點的洪峰流量可高達 900 CMS 。水質受溫泉的影響不如西北區，北磧溪本流河水混合馬槽溪、大油坑溪等水質不佳，電導度已有明顯的增加，為 $480 \mu\text{S}/\text{cm}$ (25°C)。支流重和村溪因未受溫泉影響水質尚佳，電導度僅 $122 \mu\text{S}/\text{cm}$ (25°C)。

7. 瑪鍊溪：水文區面積為 17.98 平方公里。八月份平均流量為 1.231 CMS 。視測時的流量僅

0.277 CMS, 換算成天然補注量僅 1.33 mm/day, 上游應有大量引水。控制类的洪峰流量可高達 655 CMS。本溪目前污染少, 水質佳, 電導度為 110-122 $\mu S/cm$ (25°C)。

東北區的水資源在瑪鋤溪至少每日尚有 24×10^3 噸的水可用, 北磧溪則因受溫泉的影響, 水質待作詳細分析後, 才能決定其可通用情形。

(三) 南區:

8. 磧港溪: 水文區面積為 6.74 平方公里, 八月份平均流量為 0.583 CMS, 觀測時的流量為 0.206 CMS, 換算成天然補注量為 2.64 mm/day, 洪峰流量可達 314 CMS。水質方面 (約等於低水流量) 主流源自大屯山南側, 電導度約為 300 $\mu S/cm$ (25°C) 左納新北投溪支流, 電導度高達 1800 $\mu S/cm$, 其水質受硫磺谷、新北投排水等的影響非常明顯。

9. 南磧溪: 水文區面積為 16.81 平方公里, 八月份平均流量為 1.651 CMS, 觀測時的流量為 0.603 CMS, 換算成天然補注量為 2.07 mm/day, 應略

少於低水量。控制點(天田公園附近)的洪峰流量可達 623 CMS 。因流經湖山、鳳凰、龍鳳、大磺嘴、紗帽山、中山樓等溫泉，電導度為 $815 \mu\text{S/cm}$ (25°C)。水質不好。

10 雙溪：水文區包括雙溪本流和青碧溪(下游為明德育樂園)，面積為 23.54 平方公里。八月份平均流量為 1.976 CMS ，規則時的流量為 0.286 CMS ，因有雙溪水壩蓄水的關係，水量少。電導度在 $172 - 204 \mu\text{S/cm}$ (25°C) 之間，水質尚佳。

10 南區的三流域中，磺港溪和南磺溪的水資源頗受溫泉、噴氣孔^的後火山作用噴出熱等的影響，水資源能否利用或適用的範圍等，有待詳細水質分析探討後決定。雙溪的水量每日 17 萬噸以上 ($1.976 \text{ CMS} = 170726 \text{ m}^3/\text{day}$)，因水質尚佳，可充分利用。

(四) 瀑布、魚梯與流量

1. 聖人峰瀑布 應為陽明山國家公園中遊客最多，最有待作好解說之瀑布。此瀑布在雙溪本流和支流雙溪溝的匯流處上。其主、支流侵

1 能力之不同為瀑布主要原因之一。壁人峰瀑布
的瀑長約10公尺；瀑寬約3公尺。造瀑層的岩
類為中新世大寮層，為砂岩、頁岩互層。地層
走向為東北—西南，地層面向東南傾斜約13度。
5 在瀑布附近^的水流方向，雙溪溝大致與地層走向
平行，雙溪本流則呈逆向坡，無瀑潭。水文方
面的差異如表10。

降水量：年平均降水量雙溪本流為4033公
釐，雙溪溝支流為3851公釐，月平均降水量以
10 四月份為最少，均不足170公釐；五、六月份
因梅雨而略增加，七、八月份略減，其後漸增，
十月份降水量最多，十一月以後至翌年四月份
止逐漸減少。超過600公釐。

蒸發量：一、二月份最少，其後逐漸增
15 加，至七、八月份最高，九月份開始下降至年底
止頗為規律。

逕流量：年平均逕流水深，雙溪主流為3381
公釐，雙溪溝支流為3185公釐；逕流量雙溪主流
約為0.54CMS，雙溪溝支流約為0.20CMS。月平均逕流量
20 以四月份最少，十月份最多，本流與支流的流量比

表 10 雙溪聖人峰瀑布主支流流量比較

	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	年
主流	257	262	217	168	239	289	239	313	478	677	539	355
支流	240	252	228	166	243	287	238	303	436	613	510	335
主流	24.4	26.5	43.4	69.0	103.4	123.7	137.7	135.5	110.7	75.2	49.6	32.9
支流	25.1	27.1	44.3	70.5	105.3	125.8	142.3	136.8	112.7	77.6	50.7	33.8
主流	17.1	18.6	30.4	48.3	72.4	86.6	96.4	94.9	77.5	52.6	34.7	23.0
支流	17.6	19.0	31.0	49.4	73.7	88.1	99.6	95.8	78.9	54.3	35.5	23.7
主流	239.9	243.4	186.6	119.7	166.6	202.4	142.6	218.1	400.5	624.4	504.3	332.0
主流	0.4505	0.5061	0.3504	0.2323	0.3129	0.3928	0.2678	0.4096	0.7772	1.1726	0.9786	0.6235
支流	222.4	233.0	197.0	116.6	169.3	198.9	138.4	207.2	357.1	558.7	474.5	311.3
主流	0.1628	0.1888	0.1442	0.0882	0.1239	0.1504	0.1013	0.1516	0.2700	0.4088	0.3588	0.2278
流量比(%)	2.77	2.68	2.43	2.63	2.53	2.61	2.64	2.70	2.88	2.87	2.73	2.72

降水量 mm

ET_P mm

ET_r mm

逕流量

洪峰流量(CMS): 主流, 252 ; 支流, 124 ; 流量比, 2.03倍
流域面積(Km²): 主流, 5.03 ; 支流, 1.94

介於 2.43 至 2.88 倍之間，洪峰流量主流可高達 252 CMS；支流僅有 124 CMS。河水流動時會形成溶蝕、懸浮、推移等三種侵蝕作用。溶蝕量之多寡大致與水在地表上下滯留時間的長短成正比；因源流區流速快，水量亦多，多亂流，懸浮物質亦多；推移物質與坡度、水澤、水密度等成正比，而源流區坡度大，推移物質多，所以河床出現巨大礫石。

2. 魚梯：雙溪水壩和鹿角坑水廠因築壩蓄水阻擋魚類回游，有必要作魚梯，需流量資料作參考，^{故予以}特予分析計算如下：

降水量：年平均降水量雙溪水壩略低於 600 公釐 (3955)，鹿角坑水廠為 7280 公釐。月平均降水量均以四月份為最少，約 170 公釐，三月份次少；十月份最多，均超過 600 公釐以上。

蒸發散量：均以一、二月份^{時性溫時}為最少，20 公釐前後，七、八月份為最高，可能蒸發散量 125~140 公釐，實際蒸發散量在 85~100 公釐之間。

逕流量：^{平均}逕流水澤以四月份最少，雙溪水壩約 120 公釐，鹿角坑水廠約 125 公釐。~~逕流量~~

年平均實際蒸發散量在雙溪水壩的水文區為 663 公釐，鹿角坑水廠的水文區為 610 公釐。

表 1/1 双溪水库和鹿角坑水库的水文量

降水量 mm	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	全年
双溪水库	245	254	217	169	237	298	245	325	470	630	525	340	3955
鹿角坑水库	300	285	230	172	234	308	250	340	530	690	560	375	4280
可能蒸发量 mm	25	27	45	71	104	126	141	137	111	77	50	33	947
实际蒸发量 mm	22	24	41	65	96	117	130	125	105	70	46	30	871
双溪水库	17.5	18.9	31.5	49.7	72.8	88.2	98.7	95.9	77.7	53.9	35.0	23.1	662.9
鹿角坑水库	15.4	16.8	28.7	45.5	67.2	81.9	91.0	87.5	73.5	49.0	32.2	21.0	609.7
双溪水库	227.5	235.1	185.5	119.3	164.2	225.2	146.3	229.1	392.3	576.1	490.0	316.9	3292.1
鹿角坑水库	284.6	268.2	201.3	126.5	166.8	226.1	159.0	252.5	456.5	647.0	527.8	354.0	3670.3
双溪水库	1.2104	1.3848	0.9869	0.6559	0.8736	1.2381	0.7784	1.2189	2.1567	3.0650	2.6939	1.6860	1.4876
鹿角坑水库	0.2950	0.3082	0.2089	0.1357	0.1731	0.2425	0.1650	0.2621	0.4896	0.6715	0.5661	0.3674	0.3235

流域面积: 双溪水库, 14.25; 鹿角坑水库, 2.78。洪峰流量 (CMS): 双溪水库, 550; 鹿角坑水库, 160。
(Km^2)

1 年平均逕流水深雙溪水埭為 3292 公釐，鹿角坑
水廠為 3670 公釐。月平均逕流量以兩月份為最
少，雙溪水埭為 0.66 CMS (即約 56,670 CMD = m^3/day)，
鹿角坑水廠約為 0.14 CMS (即約 11,725 CMD)，最多
5 月份為十月，雙溪水埭為 3.06 CMS (即約 264,816 CMD)，
鹿角坑水廠約為 0.67 CMS (即約為 58,018 CMD)。
年平均逕流量，雙溪水埭約為 1.49 CMS，即約為
46.9 $\times 10^6$ 噸/年；鹿角坑水廠約為 0.32 CMS，
即約為 10.20 $\times 10^6$ 噸/年。此外雙溪水埭的集水
10 面積為 14.25 平方公里，洪峰流量高達 550 CMS；
鹿角坑水廠的集水面積為 2.78 平方公里，洪峰
流量約 160 CMS。

六、結論

本文在既有的氣候、氣象和地形、地質等環境概況上，選定流域面積3平方公里以上、主流長2公里以上的10個水系作降水量、蒸發數量、逕流量等的水文量的時間（一月至十二月）和空間（分三區）的分析，並作各流域流量規則及相關分析，得下列結果：

(一) ^{年平均}降水量為3936公釐，時間分配上，四月份最少，^{年平均降水量在200公釐以下}五、六月份因梅雨而略增，七、八月份在盛行西風季風之末而略減，其後漸增，十月份降水量最多，大部分在600公釐以上。十一月份後逐漸減少至翌年四月份。在空間分配上，年平均降水量以西北區最少為3689公釐，以南區最多為4145公釐，東北區居中為3902公釐。東北季風盛行於十月至翌年四月，長達七個月，並沒有給東北區帶來最多的降水量。

(二) 年平均^{可能}蒸發散量為932公釐，實際蒸發散量約652公釐。時間分配上，一、二月份的低溫時為最少，不足30公釐，三月份以後隨

月平均

1 着氣溫之升高而增加，七、八月份為最多，可
 能蒸發量在 130 公釐以上，實際蒸發量在
 90 公釐以上，九月份後逐漸減少，至翌年一、
 二月份 ~~蒸發~~ 頗具規律性。空間分配上，^{東北區為最多}可能蒸
 5 發量為 948 公釐，實際蒸發量為 664 公釐，
 西北區和南區大致相同，均略少於東北區。

3) 年平均逕流水深為 3284 公釐，年逕流量起
 過 4 億噸，為 $413.58 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$ ，平均逕流量為
 13.12 CMS。時間分配上各種逕流量大致與降水
 量的年變化相似，十月份為最多，其後漸減至
 翌年四月份為最少，五、六月份略增，七、八
 月份略同。空間分配上，各種逕流量均以南區
 15 為最多，年平均逕流水深為 3500 公釐，逕流量
 為 5.33 CMS，等於 $164.82 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$ ；西北區最少，
 逕流水深為 3042 公釐，逕流量為 3.23 CMS，相當
 於 $101.72 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$ ；東區介於兩區之間，逕流
 水深為 3238 公釐，逕流量為 4.66 CMS，相當於
 $147.04 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$ 。

20 四) 規劃流量顯示，規劃值少於平均^逕流量(即豐
 水量)，因已久不下雨應相當於低水量，即全部來

自地下水逕流，推算日天然補注量約為 $2.5-3.5$ mm/day 為合理數據。少於此值的各流域，如阿里磅溪、大屯溪、公司田溪、瑪鍊溪等，在控制溪上游均有引水。

(四) 簡單的溪水電導度調查，可知西北區各水系除公司田溪為 $141 \mu S/cm (25^\circ C)$ 外，均為 $100 \mu S/cm (25^\circ C)$ ，其水質佳或良好，合計尚有 0.75 CMS，即每日約有 65 萬噸的良質水可用。東北區的北磺溪，南區的磺溪，南磺溪等均受後火山作用的影响而水質差，新北投溪的電導度高達 $1800 \mu S/cm (25^\circ C)$ 。這些水源適於何種用途，有待作詳細水質分析後才能決定。

(五) 為了聖人峰瀑布因的解說，雙溪水壩、龍角坑水廠附近魚梯興建等的需要，均分別作水含量分析，俾供參考。也為了明瞭各水系可能的最大侵蝕力，而對控制溪的洪峰流量計算，如北磺溪最大可達 900 CMS，^{水文區} 雙溪次之約為 800 CMS，阿里磅溪僅 200 CMS 等。

六、本文僅為陽明山國家公園水文循環機制研究的最初步的水文量分析，這些水文量在各級流域循環的每一過程的定性定量分析調查研究，待繼續進行。

主要参考文献

楊萬全(1982), 水文學, 師大地理研究叢書,
師大地理學系。

楊萬全(1988), 台灣地區蒸發散量問題之探討,
中等教育, 39卷2期, 22-41頁, 師大中轉會。

鄧國雄等(1988) (預定), 陽明山國家公園之地形研究。

王 鏞等(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,

Chen, Chao-hsia and Wu, Kung-Juh (1971), Volcanic Geology
of the Tatun Geothermal Area.

亢玉瑾(1967), 陽明山區氣候之分析研究,
台大地理學研究報告, 4期, 61-101頁,

崔尚斌(1973), 大屯山區之氣候, 文大地研所
報告, 1期, 80-117頁。

李鹿華(1964), 陽明山區土地利用之自然地理因
素, 台大地理學研究報告, 2期, 62-97頁。

- 1 石再添(1971),陽明山管理局區域的地形計劃,
中國地理學會會刊,2期,19-20頁.
- 李瑞霖(1974),陽明山的雨,科學月刊,5卷4期,
41-45頁,科學月刊社.
- 5 石再添、黃朝恩(1979),火山^的活動和形態,科
學~~教育~~教育,31期,59-64頁,科教中心.
- 楊萬全(1980),大屯火山羣南坡面的水文研究,
地理學研究,4期,69-92頁,師大地理學系。

陽明先生全集