

大甲溪流域颱風降水量預報之研究

張領孝 陳正改 蔣志才 吳德榮 李南文

中央氣象局

一、前言

大甲溪起源於中央山脈之南湖東山，標高達 3639 公尺，流域面積因下游可耕地面積小，僅 1235.7 平方公里⁽¹¹⁾，集水面積 417.8 平方公里，河流全長 140.21 公里，地形平均比降 1:39⁽¹²⁾，坡度大而地勢峻險，颱風季每有大量降水，逕流甚急；而沿溪流有德基、達見、青山、谷關與天輪等水壩及發電廠，利用水資源發電，水壩適度控制水位為其要務，而水位之適度控制有賴於降水量之預測。本計畫完成後，颱風期間可依據研究之預報模式，作降水定量預報，供電力公司與水利局作預估逕流與水位控制之事先措施，確保水壩安全與增進水資源利用之效益，若有洪患之虞，也可提前警告居民防範，以減免損失。

本研究計畫預計兩年完成（民國 70 年 5 月至 72 年 4 月），利用本局與台灣電力公司 1966～1980 年間十五年之氣象資料，作為研究分析之依據。第一年，研究內容為颱風分類路徑之統計分析；大甲溪流域各雨量資料以梯送法計算面積雨量；建立大甲溪颱風期間逐時雨量分配表，並求取各路徑颱風之雨量強度及其雨峯點之位置。第二年，則挑選各項預報因子，並求與預報目標之相關，以複迴歸法建立 12、24 及 48 小時雨量之預報模式，再以 F & T 法檢定模式之可行性，同時以 1981 與 1982 兩年颱風資料校檢預報模式之精確度。

二、地形與面積權度

大甲溪流域地形如圖一：溪流大勢係呈自東北東向西南西，至天冷後轉向西北，再向西經清水附近入台灣海峽，整條流域平均比降為 1:39，上游各支流東面起源於南湖東山，南面起源於畢祿山

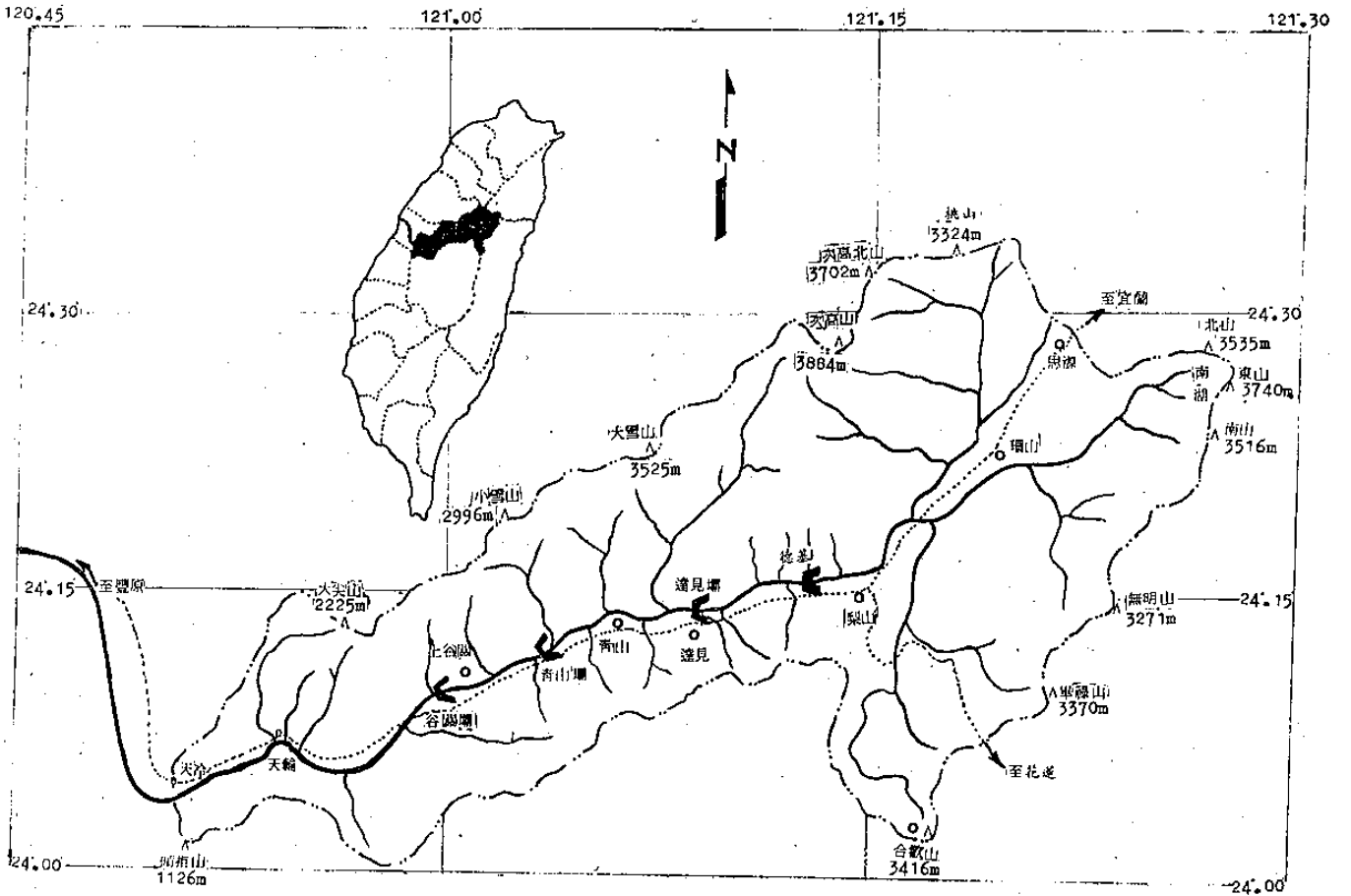
與合歡山，北面起源於桃山、次高北山、次高山、大雪山、小雪山與大尖山，天冷以西地勢平坦，河面寬廣，逕流較為緩慢。然天冷至南湖東山之間，溪流兩岸均為高山峻嶺，懸崖絕壁，地勢頗為峻險，其平均比降僅 1:16.7，加之四面環山，每有颱風大量降水，雨水快速集積，造成急勢逕流，台灣電力公司建築水壩，利用其逕流位勢作水力發電，溪流中下游建有德基、達見、青山、谷關等水壩與發電所，至天輪也有發電所，圖上沿溪流之虛線係中部橫斷公路，公路至梨山則分兩支：一支通往宜蘭，另一支通往花蓮，其間均係山腰蜿蜒盤旋之險要道路。

大甲溪流域面積權度之劃分如圖二：有思源、環山、梨山、合歡山、達見、青山與上谷關七個測站，以梯送法⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾使每個測站代表一權區，每區權度數如圖上之四位小數字，其權度總計為 1（100%），依學理應選多測站，較之精細更具代表性，可是流域有連續 15 年（1966～1980）逐時雨量紀錄者無多，僅此七個測站而已。

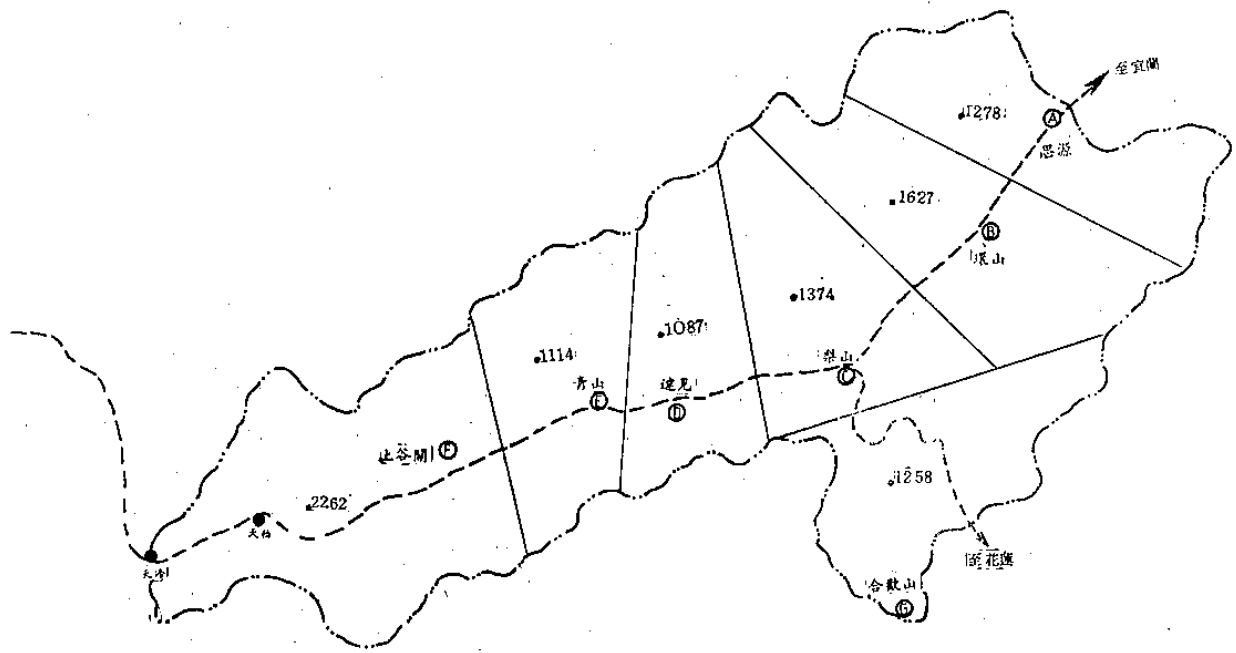
三、雨量資料

本省冬季盛行東北季風，大甲溪流域因位於中央山脈之背風面而少雨，河床乾枯失却水力發電功能，自春季黃梅季起始有較大之降水量，然降雨強度而言，仍以颱風進襲時之降水強度為最大，24 小時降水量動輒以百公厘計量，故本研究也以颱風季節（6 月～10 月）五個月之降水量為研究目標，至于本流域七個測站按月雨量列表一，其分佈情況繪圖如圖三：

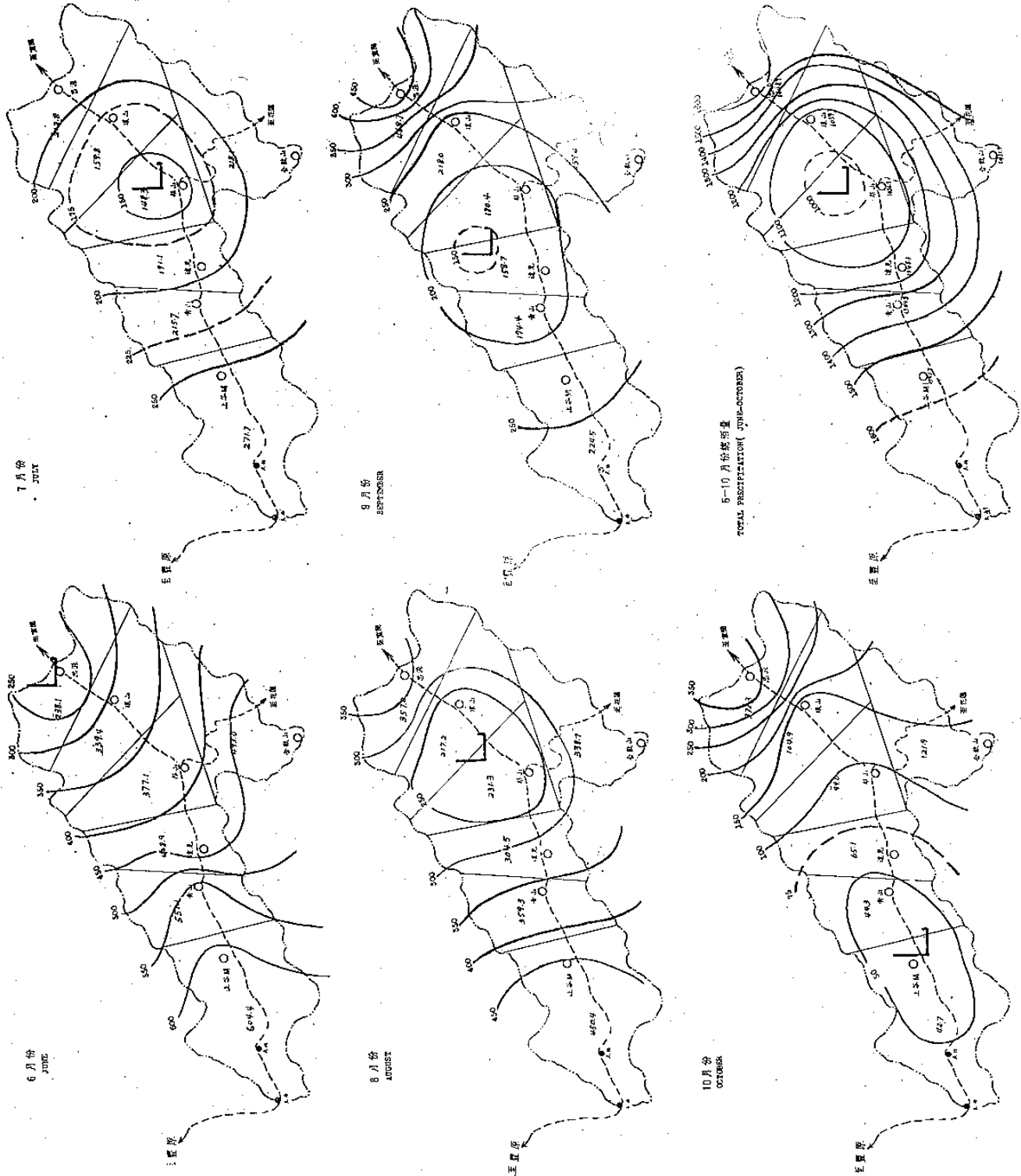
六月份降水量上谷關平均高達 604 公厘，由該地向東地勢逐漸增高，而雨量逐漸遞減，至思源僅 238 公厘，一般而言，該月份尚屬黃梅季，梅雨加



圖一、大甲河流域地形圖
 Fig 1. Map of the Ta-Chia River Watershed



圖二、大甲河流域梯送法劃分權區與權度圖
 Fig 2. Graph of the division and the areal weighting by Thiessen Method



圖三 大甲區域六月至十月各月份均雨量與年雨量 (1966~1980)
 Fig 3. Monthly Mean Precipitation from June through October & Yearly Precipitation (m.m)

Table 1. Monthly Average Precipitation of seven stations in the Ta-Chia River Watershed

月平均雨量 Monthly Mean Amount (m.m.) 地名 Station 高度(m)	月 份 Month					六至十月 總量 Total Amount	月平均 雨量 Monthly Mean	權 度 Areal Weight	月平均 面積雨量 Mean Areal Amount
	六 Jun.	七 Jul.	八 Aug.	九 Sept.	十 Oct.				
①思源 1930	238.1	212.8	357.0	468.7	372.3	1648.9	329.8	0.1278	41.88
②環山 1750	339.4	159.8	217.2	218.0	104.9	1039.3	207.8	0.1627	33.67
③梨山 1860	377.1	148.3	231.3	180.4	99.0	1036.1	207.2	0.1374	28.39
④達見 1513	428.9	191.1	304.5	158.7	65.1	1148.3	229.6	0.1087	24.79
⑤青山 977	551.1	215.7	359.3	174.4	44.3	1344.8	268.9	0.1114	29.85
⑥上谷關 785	604.4	271.7	450.4	224.5	42.7	1593.7	318.7	0.2262	72.03
⑦合歡山 3160	493.0	218.1	338.7	259.4	121.9	1431.1	286.2	0.1258	35.78
合 計 Total	3032.0	1417.5	2258.4	1684.1	850.2	9242.2	1848.4		
平 均 Average	433.14	202.50	322.63	240.59	121.46	1320.31	264.06		266.39

颱風雨，降水量仍比其他各月為多。

七月份黃梅季已過，雨量頗為減少，其少雨中心由思源西移至梨山附近，梨山月平均雨量僅 148 公厘。

八月份為颱風侵襲本省次數最多之月份，降水量也普遍增多，其少雨中心在環山附近，但也有 217 公厘之多。

九月份少雨中心移至達見，而高處之思源增加至 468 公厘。

十月份侵台颱風較少，該月雨量分佈形態與六月份恰巧相反，地勢高處多低處少，上谷關僅 42 公厘。

6~10 五個月之年雨量顯示，梨山附近降水量最少，左右端則相等增加，此因梨山在山林之中，東北與西南季風均易為前後山峯所阻之故。

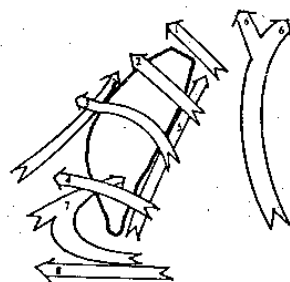
四、颱風路徑分類

就 1966~1980 年間之颱風資料分析，侵襲台灣與對大甲流溪流域之雨量有影響之颱風共計 73 個，依照降雨的性質，將颱風路徑分為八類⁽⁶⁾，如圖四，統計不同路徑與不同月份颱風發生次數如表二：

表二 颱風次數統計表

Table 2. Frequency of Typhoon classified by their (1966~1980)

月份 徑	5	6	7	8	9	10	11	合 計
1	—	—	1	6	3	—	—	10
2	—	—	1	3	1	—	—	5
3	—	1	1	2	2	—	1	7
4	—	—	1	—	1	—	—	2
5	—	—	—	—	2	2	—	4
6	—	1	5	4	—	1	3	14
7	1	1	4	2	2	1	—	11
8	—	1	6	3	4	5	1	20
合計	1	4	19	20	15	9	5	73



圖四、侵臺颱風路徑分類
Fig 4. Classification of typhoon tracks.

一般言之，冬季偶有颱風發生，然其發生在北緯十度左右。四月份以後，颱風開始活躍⁽⁶⁾，大都自加羅林群島一帶西進至菲島中部後轉向西北，或發生南海之小颱風登陸兩廣及中南半島；五六月份有逼近本省者，然為數甚少，大都是第六、七、八類路徑者；至七、八、九月份則颱風活躍頻繁，進襲本省之次數也多，尤其以八月份通過本省北部與中部之第1~3類路徑者多達11次，此類颱風

帶給大甲河流域降水量較豐；十月份以後，大陸高壓漸盛，在本省附近活躍之颱風次數也逐漸減少，即使出現也多為第六、七、八類路徑者。

五、颱風時期之雨量分析

大甲河流域七個站（A—G）在不同颱風路徑情況下，各地之平均降水量，如表三所列：

表三 大甲河流域在不同颱風路徑情況下之降水量（1966~1980）

Table 3. Precipitation Distribution depends on the Typhoon Tracks in the Ta-Chia River Watershed

平均雨量 Mean Amount 颱風路徑 Typhoon Tracks	地名 Station (m)	① 思源 1930	② 環山 1750	③ 梨山 1860	④ 達見 1513	⑤ 青山 977	⑥ 上谷關 785	⑦ 合歡山 3160	合計 Total	平均總面積雨量 Average Areal Amount
	1		102.0	88.6	86.6	151.6	195.7	239.2	102.7	966.5
2		263.4	178.8	195.6	221.3	304.3	314.8	274.6	1752.8	253.3
3		269.4	175.3	108.9	80.8	40.1	74.3	103.3	844.9	121.0
4		474.0	293.7	173.1	109.9	73.6	41.1	108.5	1273.9	175.2
5		229.4	84.3	42.2	39.8	29.7	40.9	60.3	526.6	73.3
6		112.6	109.9	120.0	191.7	230.5	297.4	173.4	1235.4	184.4
7		173.2	100.8	99.7	90.5	77.9	97.7	120.3	760.1	108.0
8		141.9	60.1	55.4	25.3	13.4	10.9	70.4	377.4	51.1
合計 Total		1767.8	1089.2	871.2	907.9	913.7	1178.2	998.7	7726.7	1112.6
平均 Average		220.9	136.1	108.9	113.4	114.2	147.2	124.8	965.9	139.1
權度 Areal weight		.1278	.1627	.1374	.1087	.1114	.2262	.1258		
平均總面積雨量 Average Areal Amount		28.2	22.1	14.9	12.3	12.7	33.2	15.7		139.1

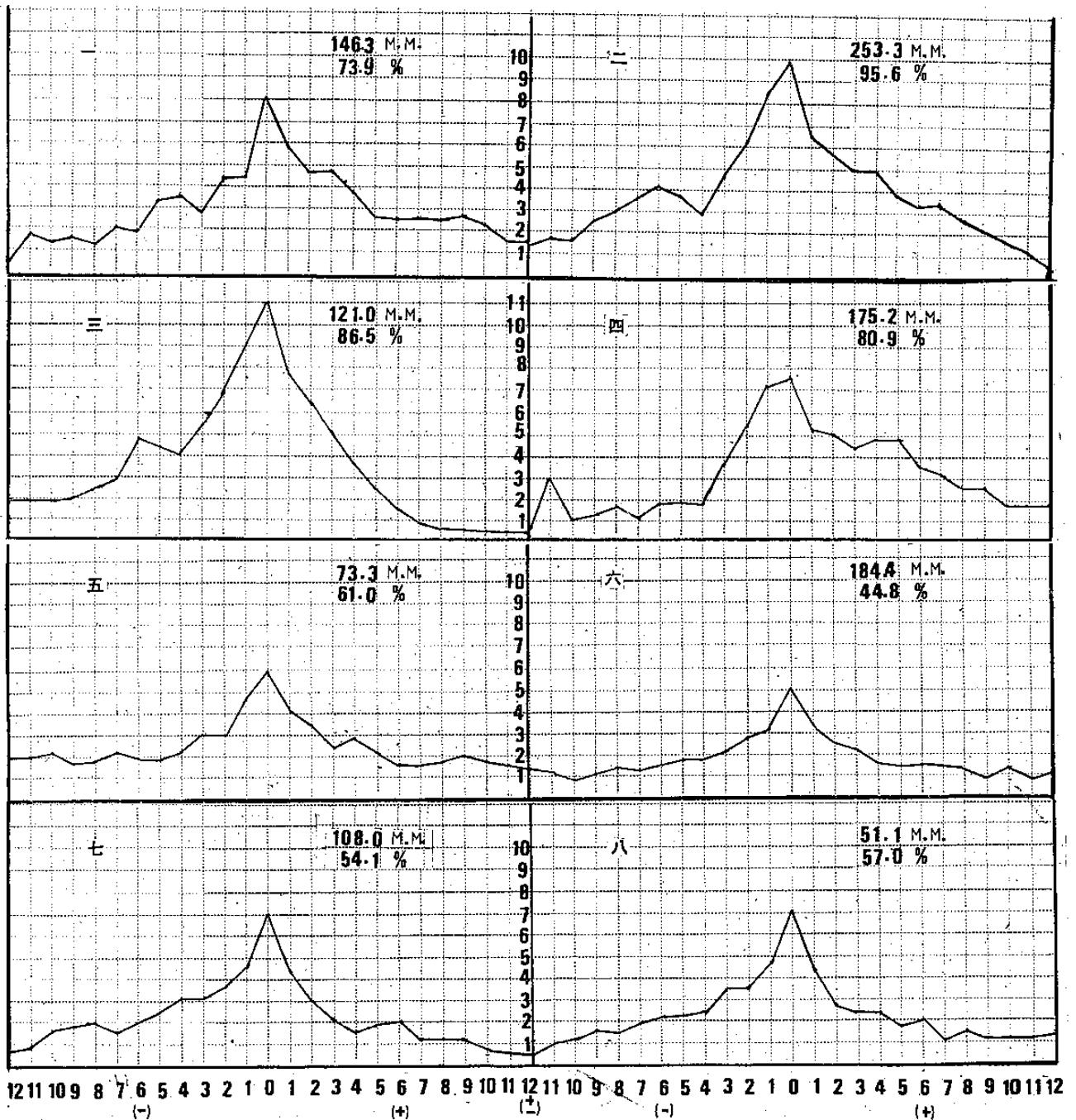
第一類路徑颱風以下游之上谷關雨量為最多，達239.2公厘，中游梨山僅86.6公厘為最少；第二類路徑颱風仍以上谷關為最多314.8公厘，最少也在中游之環山178.8公厘，然而雨量普遍增多；第三類路徑颱風降水情況有異，降水量最多在上游之思源269.4公厘，最少在中下游之青山40.1公厘；第四類路徑颱風雨量上游較豐，思源達474.0公厘，下游較少上谷關僅41.1公厘；第五類路徑颱風係沿本島東海岸北上者，流域區在背風面之時間較長，故雨量普遍降低，最多仍在思源

229.4公厘，最少在青山僅29.7公厘；第六類路徑颱風距離本省較遠，然本省受颱風外圍影響時間較長，故雨量再行增多，上谷關最多達297.4公厘，環山最少109.9公厘；第七類路徑颱風是由南方海面沿西海岸北上，強度減弱或登陸大陸而消失，降水減少；第八類路徑係在南方海面自東向西或西北西方進行，距離本流域遠，降水量最少，七測站合計僅377.4公厘而已。由表列數字得知，颱風中心接近本流域則雨量多，如第二類路徑颱風、七地雨量合計多達1752.8公厘，平均總面積雨

量也達 253.3 公厘，至于七測站之合計雨量而言，以上游思源最多 1767.8 公厘，中游梨山為最少 871.2 公厘，此與上節所述相等。

關於颱風接近時，大甲溪流域逐時雨量多寡之趨勢，經統計如表四所列，其縱欄為第 1 ~ 8 類之颱風路徑，橫項為時間序列，“0”時為雨峯時間，其左面負數為雨峯前之小時數，右面正數為雨峯後之小時數，峯前峯後各 12 小時，合計 25 小時，

最末欄為各類路徑颱風之平均總面積雨量，係各類路徑颱風進襲時，在本流域區單位面積上平均將共降水若干公厘，倒數第二欄為颱風進襲期間一小時最大面積雨量，倒數第三欄為 25 小時內所有降水量佔最末欄平均總面積雨量之百分率，即 25 小時降水百分率之累積數，例如第一類路徑颱風平均總面積雨量為 146.3 公厘，然其連續降雨 25 小時之累積百分率為 73.9，乃此類颱風進襲之 25 小時



圖五、大甲溪流域不同颱風路徑之逐時雨量趨勢 (%)

Fig 5. Hourly Precipitation Tendency depends on the Typhoon Tracks in the Ta-Chia River Watershed.

內，平均面積雨量應為 $73.9 \times 146.3 / 100 = 108.1$ 公厘，雨峯之一小時面積雨量為 $8.0 \times 146.3 / 100 = 11.7$ 公厘。此數與倒數第二欄一小時最大面積雨量 37.3 公厘有很大差異，因為 11.7 公厘是所有第一類颱風雨峯之平均值，而 37.3 公厘是其中一颱風之絕對最大面積雨量，同時 37.3 公厘也不代表某個測站之實測絕對最大雨量，某站實測絕對值可能倍大於此數不定。

由表四資料分八類路徑颱風繪製逐時雨量之趨勢曲線，如圖五，圖中縱座標為一小時面積雨量之百分率，橫座標為時間序列，每條曲線均有最高峯係雨峯點，雨峯左面負數為雨峯前 12 小時之降水百分率，右面正值為峯後 12 小時者，其上方 M.M. 數為平均總面積雨量，% 數則為 25 小時降水量佔平均總面積雨量之百分率，該項降水趨勢可供將後颱風進襲時預估降雨量之參考。

表四 大甲溪逐時面積雨量分配表(%)
Table 4 Hourly Distribution of Areal Precipitation in the Ta-Chia River Watershed

百分率 Percentage Time of day Typhoon Tracks	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	25 小時累 積百分率 Percentage for 25 hours	一小時最大 面積雨量 Max. Areal Amount for an hour (m.m)	平均總面積 雨量(m.m)
1	0.5	1.7	1.3	1.6	1.2	2.0	1.9	3.2	3.5	2.8	4.4	4.4	8.0	5.9	4.7	4.8	3.8	2.6	2.5	2.6	2.5	2.8	2.2	1.5	1.5	73.9	37.3	146.3
2	1.3	1.7	1.6	2.4	3.0	3.6	4.1	3.8	2.9	4.8	6.1	8.5	9.9	6.4	6.4	5.0	5.0	3.9	3.3	3.4	2.8	2.1	1.8	1.2	0.6	95.6	40.3	253.3
3	1.9	1.9	1.9	2.0	2.4	2.9	4.8	4.4	4.1	5.5	5.9	7.6	11.0	7.8	6.3	5.0	3.6	2.4	1.5	0.8	0.5	0.3	0.3	0.4	0.3	86.5	40.2	121.0
4	0.5	3.0	1.0	1.2	1.7	1.1	1.8	1.9	1.8	3.7	5.3	7.1	7.5	5.3	5.1	4.4	4.9	4.9	3.6	3.3	2.7	2.7	1.8	1.8	1.8	80.9	13.4	175.2
5	2.0	2.0	2.2	1.7	1.8	2.2	1.9	1.9	2.2	3.0	3.0	4.7	5.9	4.2	3.4	2.4	2.9	2.2	1.6	1.5	1.7	2.0	1.7	1.6	1.3	61.0	5.2	73.3
6	1.4	1.2	0.9	1.1	1.3	1.2	1.4	1.8	1.8	2.2	2.8	3.2	5.0	3.3	2.6	2.2	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3	0.9	1.3	0.8	1.1	44.8	20.7	184.4
7	0.7	0.9	1.5	1.8	2.0	1.5	2.0	2.4	3.1	3.1	3.6	4.6	7.0	4.3	3.0	2.1	1.6	1.9	2.0	1.1	1.2	1.2	0.7	0.5	0.3	54.1	9.8	108.0
8	1.0	1.0	1.2	1.6	1.4	1.9	2.2	2.2	2.4	3.5	3.5	4.7	7.1	4.4	2.7	2.3	2.3	1.8	2.0	1.2	1.5	1.2	1.3	1.2	1.4	57.0	16.9	51.1
合計	9.3	13.4	11.6	13.4	14.8	16.4	20.1	21.6	22.6	28.6	35.6	44.8	61.4	41.6	34.2	28.2	25.7	21.2	18.0	15.3	14.2	13.2	11.1	9.0	8.3	553.8		1112.6
平均	1.2	1.7	1.5	1.7	1.9	2.1	2.5	2.7	2.9	3.6	4.5	5.6	7.7	5.2	4.3	3.5	3.2	2.7	2.3	1.9	1.8	1.7	1.4	1.1	1.0	69.2		139.1

六、雨峯區與雨量強度

因八類颱風路徑進襲或影響本省之方位不同，故大甲河流域之最大降水時間也有異，第一至五類路徑颱風之雨峯點比較集中，如圖六，圖中小方點表示颱風中心到達之位置，其下方之數字為颱風路徑，上方含小數數字為此颱風造成大甲溪一小時之最大面積雨量，表示該颱風進行至此點位置時雨量最大，圖示第一、二、三類颱風最大雨量多出現在其路徑之上方，並以第二、三類者為最大，此因第二、三類路徑颱風係穿越中央山脈或其中心由大甲河流域上空越過之關係。

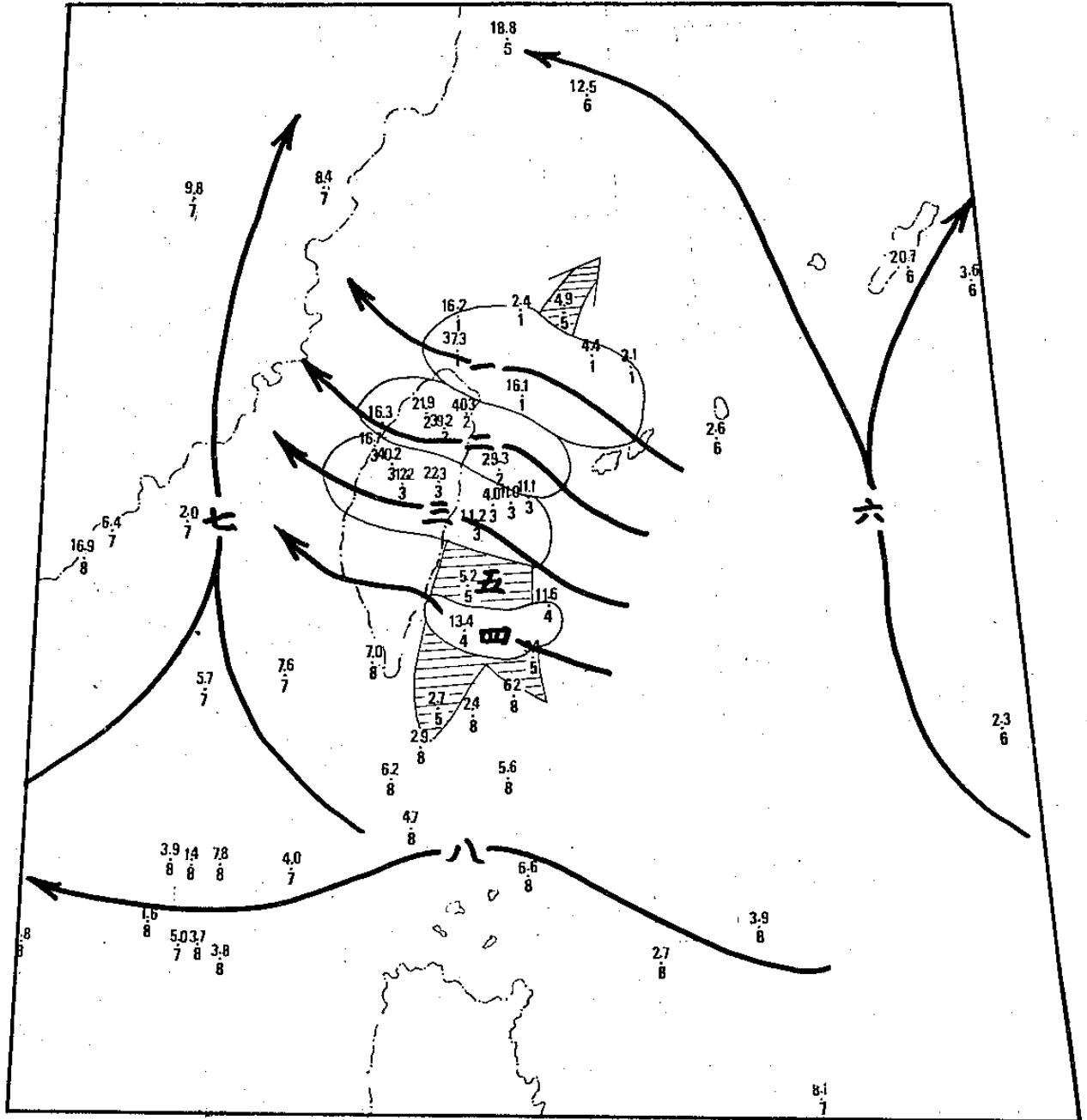
至于颱風中心位置導致大甲河流域之最大降水強度，繪降水強度圖如圖七：由圖中 10、20、30、40 公厘等雨量線得知，颱風中心在宜蘭附近登陸穿越本省中北部時，其降水強度為最大，每小時均在 40 公厘以上，此係一小時最大面積雨量，而非各測站中實測之絕對最高值，若為迎風面測站，則所測得之絕對最高量，每小時可能計達 70~80 公

厘。

七、結 論

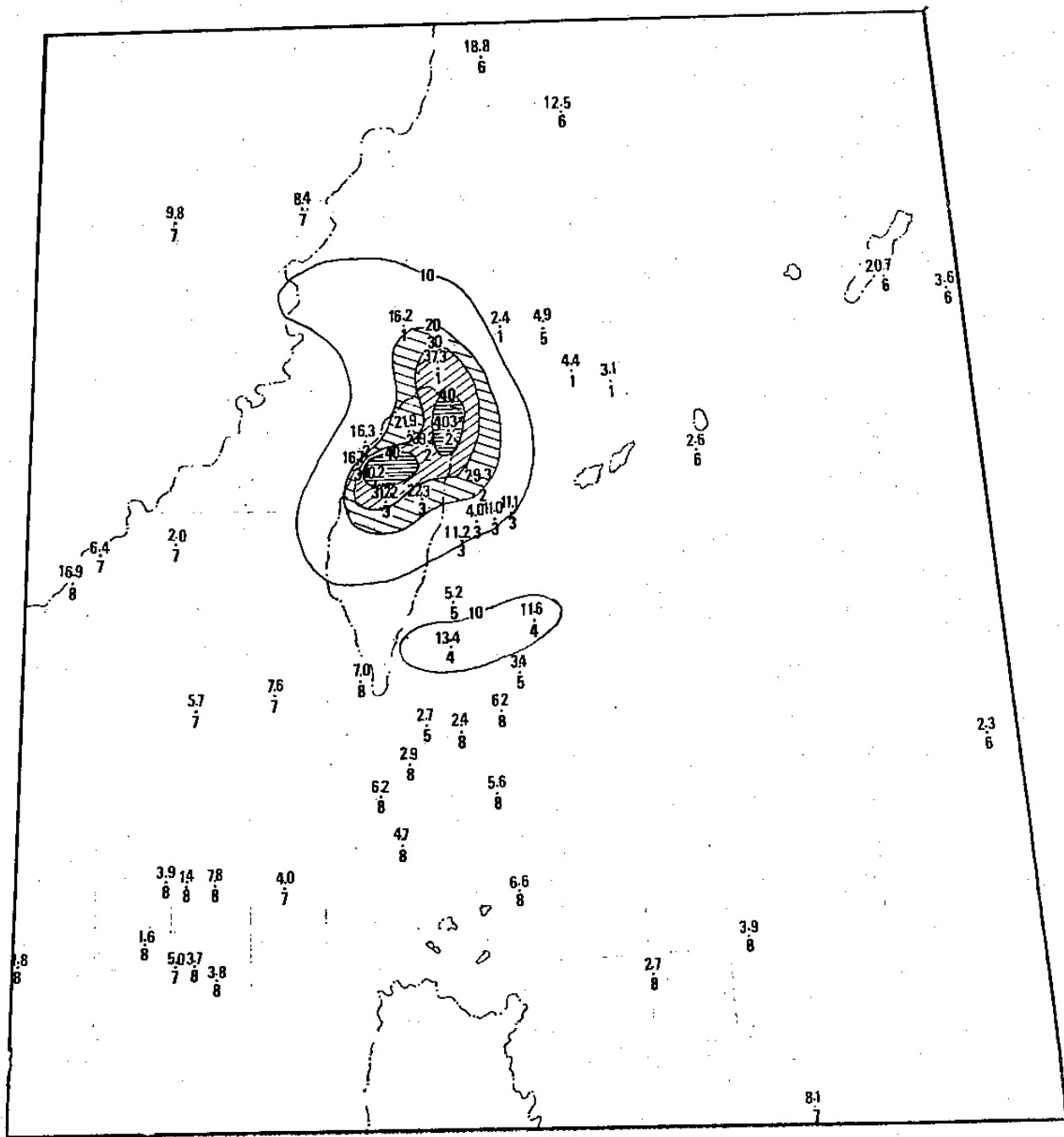
本研究計畫預計兩年完成，第一年迄今屆期，所獲幾項結論分述如下：

- 1 大甲河流域集水區裡，天冷至中央山脈之思源啞口的直線距離為 60 公里，然其集水區域溪流蜿蜒曲折，並有多條支流左右會集，坡度大而地勢險峻，颱風降水後逕流甚急，沿溪流有數座水壩與發電所有效地利用水資源。本研究之預報颱風降水量模式建立完成後，可預估降水量，供其調節水位之參考，當頗俱價值。
- 2 大甲河流域 6~10 月份之總雨量，上下游平均都達 1600 公厘以上，然中游梨山一帶因在群山之中，雨量約減少一半。月平均面積雨量則以六與八個月最多，然六月份仍在黃梅季，其部份降水係屬鋒面雨，故颱風雨是以八月份最多，八月份以後雨量則逐月減少。
- 3 颱風降水量與颱風路徑有關，大甲河流域平均總



圖六、颱風路徑與雨峯之位置

Fig 6. The locations of peak precipitation & typhoon tracks



圖七、颱風中心位置導致大甲河流域之降水強度 (m . m / hr)
 Fig 7. The locations of typhoon which may bring forth intensity of precipitation in the Ta-Chia River

雨量，以第二類路徑（颱風中心在宜蘭花蓮間登陸者）為最多，第八類路徑（颱風中心在巴士海峽或以南向西進行者）最少，一小時最大面積雨量亦同，可見颱風中心愈接近本流域區，則雨量多，距離遠者僅能影響降水時間之延長，而雨量仍少，惟有一例外者即第五類路徑（颱風中心沿本省東海岸北上者），距離不遠，然不論是平均總面積雨量抑或一小時最大面積雨量，均屬次少，此因係本流域區位于中央山脈背風面時間較長之關係。

4. 本文求得八類路徑颱風進襲期間之 25 小時逐時雨量趨勢曲線與雨峯點位置，以及導致大甲流域之每小時最大降水強度圖（圖五、六、七），此有助於將來預估颱風降水量之參考。

參考文獻

1. Chow, V. T. 1964. "Handbook of Applied Hydrology.", PP. 8-26, McGraw Hill Book Company Inc., New York.
2. Petterssen, S. 1970. "Weather Analysis & Forecasting", PP. 389-402, McGraw Hill Book Company Inc., New York.
3. Walpole, Ronald E. 1974. 統計學 PP. 373-378, 劉瑞雪譯。
4. Wiesner, C. T. 1970. "Hydrometeorology", PP. 190-243, Chapman and Hall Ltd., London.
5. WMO, 1969. "Hydrological Forecasting", PP. 103-109, Secretariat of WMO, Geneva.
6. 中央氣象局, 1978. "台灣八十年來之颱風", PP. 14-37.
7. 郭文鑠、蔣志才、朱曙光, 1977. "新店河流域降水量與流量之研究", 氣象學報, 23(1), PP. 1-17.
8. 郭文鑠、蔣志才、朱曙光、陳正改, 1980. "淡水河流域颱風降水量預報之研究" 國科會研究報告 NSC-69M-0202-08(01), PP. 1-17.
9. 雷萬清、陳毓雷、鄭醒明, 1976. "大漢河流域洪水預報之研究", PP. 1-27, 台灣大學土木工程研究所出刊。
10. 台灣水利局, 1972. "淡水河流域洪水預報研究第一期工作報告", 水利局規劃組出刊, PP. 209-235.
11. 經濟部水資源規劃委員會, 1973. "台灣各河川輸沙量初步估算" 水資源規劃委員會出刊, PP. 1-10.
12. 經濟部水資源規劃委員會, 1978. "台灣水文年報" PP. 13-41.
13. 廖學縉、徐晉淮, 1961. "淡水河流域最大暴雨量之估計", 氣象學報 7(3), PP. 6-14.
14. 魏元恆、謝信良、林民生, 1971. "颱風特性與台灣雨量之研究", 氣象學報 17(3), PP. 1-17.
15. 吳宗堯、謝信良、喬鳳倫、陳正改、黃清芬、朱曙光、紀國瑜、王少華, 1980. "曾文水庫集水區降水特性分析及颱風降水預報之研究", 中央氣象局研究報告第 53 號, PP. 13-29.

A Research of Typhoon Precipitation Forecasting in Ta-Chia River Watershed

Ling-Hsiao, Chang Cheng-Kai, Chen
Chih-Tsai, Chiang Tu-Yung, Wu Nan-Wen, Lee
Central Weather Bureau R.O.C.

ABSTRACT

This research project will be implemented in two years (1981.5 ~ 1983.4), in the first year we have collected the data of 73 typhoons invading Taiwan or the vicinity during the years from 1966 to 1980, they can be divided into eight tracks of typhoon as figure 4. All the monthly precipitation amount of seven stations along the Ta-Chia River have been calculated according to Thiessen Method⁽¹⁾⁽⁴⁾ as tables 1 & 3. By the tables found the most monthly average precipitation amount was in June and the next was in August. But in Taiwan June is still in raining season (Huang-Mei), and just 4 typhoons affected this island among 73 cases, therefore, the most precipitation in June was by the front. The next amount of precipitation was in August, it should be really affected by approaching typhoon because 20 typhoons influenced this island among 73 cases. Analyzing the average areal precipitation distribution along the Ta-Chia River, we found station A was the highest and the central area of river watershed was the least. As for the hourly precipitation distribution, the location and the intensity of the peak rainfall depend on eight typhoon tracks are as figures 5.6 & 7. It's helpful to estimate the rainfall intensity and the location of peak rainfall during the typhoon approaching.

In the next year, we are going to choose predictors and calculate correlation coefficients with the predictants. The Stepwise Regression Methods are applied to develop forecasting models. These models are verified by F-test and T-test with the actual typhoon precipitation data which are going to happen in the two years of 1981 & 1982.

