

大甲溪流域颱風降水量預報之研究

張 領 孝

蔣 志 才

蔣 爲 民

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⁽¹⁾，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⁽²⁾，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，水壩適度控制水位爲其要務，而水位之適度控制有賴于降水量之預測。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，以減少損失。

本研究計畫已在兩年完成（民國 70 年 5 月至 72 年 6 月），利用本局與台灣電力公司 1966~1982 年間十七年之氣象資料，作爲研究分析之依據。第一年，研究內容爲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（Thiessen Method）⁽³⁾⁽⁴⁾ 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兩峯點之位置。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，同時以最近侵襲台灣或近海之颱風資料校驗預報模式之精確度。

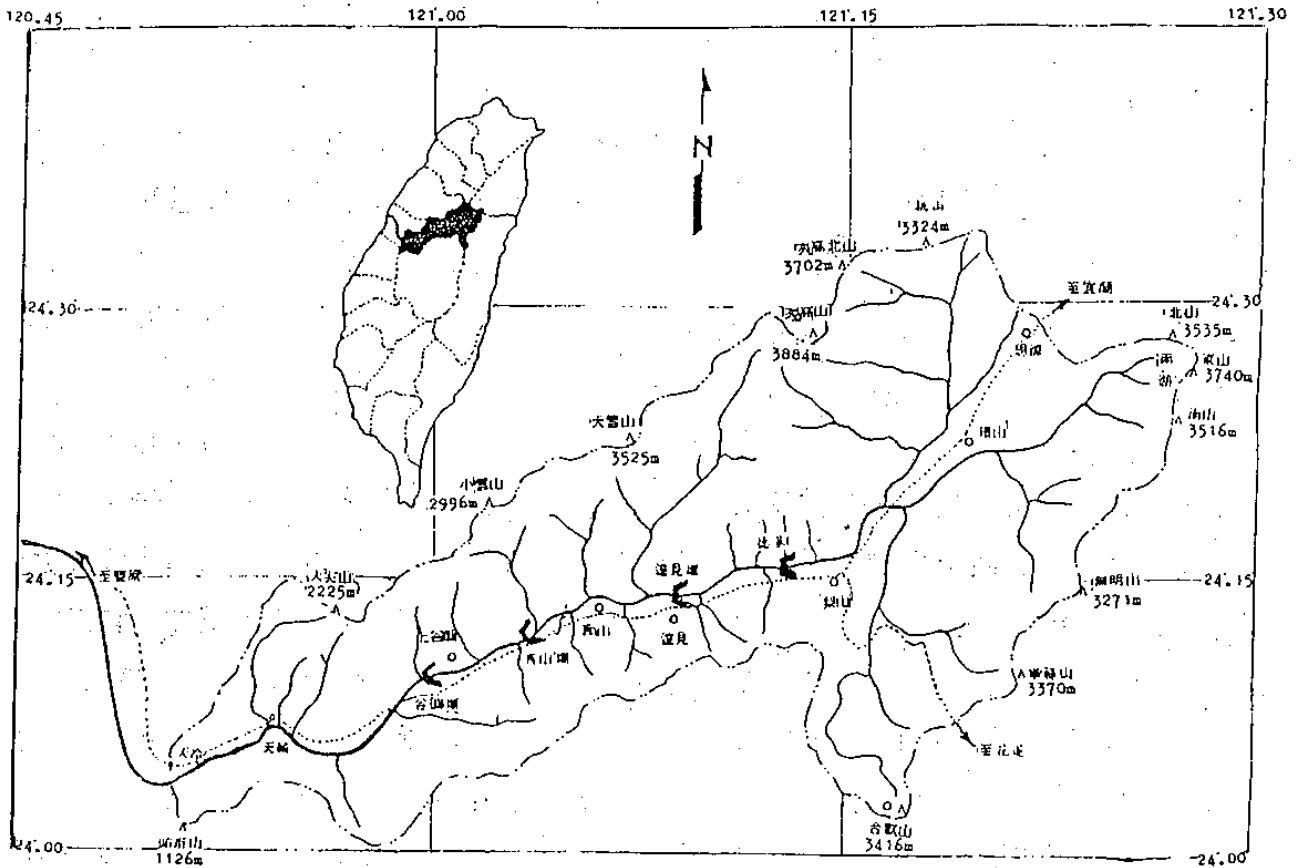
二、地形與面積權度

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，整條流域平均比降爲 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，逕流較爲緩慢。然天冷至南湖東山之間，溪流兩岸均爲高山峻嶺，懸崖絕壁，地勢頗爲峻險，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貫公路，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。

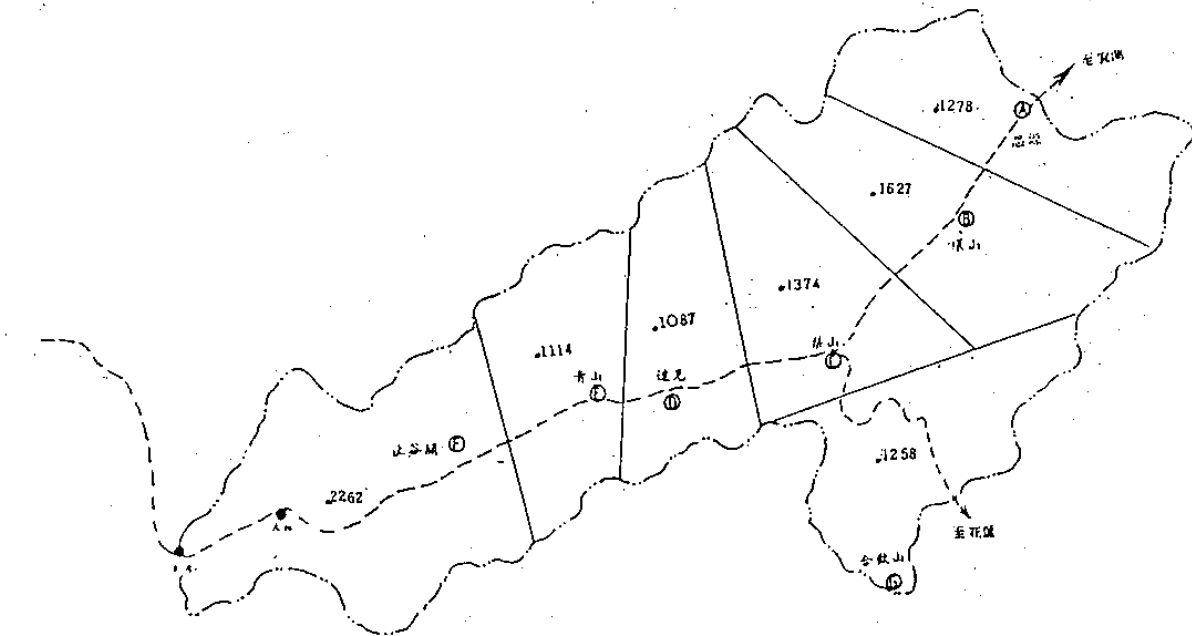
大甲溪流域面積權度之劃分如圖二：有思源、環山、梨山、合歡山、達見、青山與上谷關七個測站，以梯送法使每個測站代表一權區，每區權度數如圖上之四位小數數字，其權度總計爲 1（100%），依學理應多選測站，較之精細而更具代表性，可是流域有連續 17 年（1966~1982）逐時雨量紀錄者無多，僅此七個測站而已。

三、雨量資料

本省冬季盛行東北季風，大甲溪流域因位於中



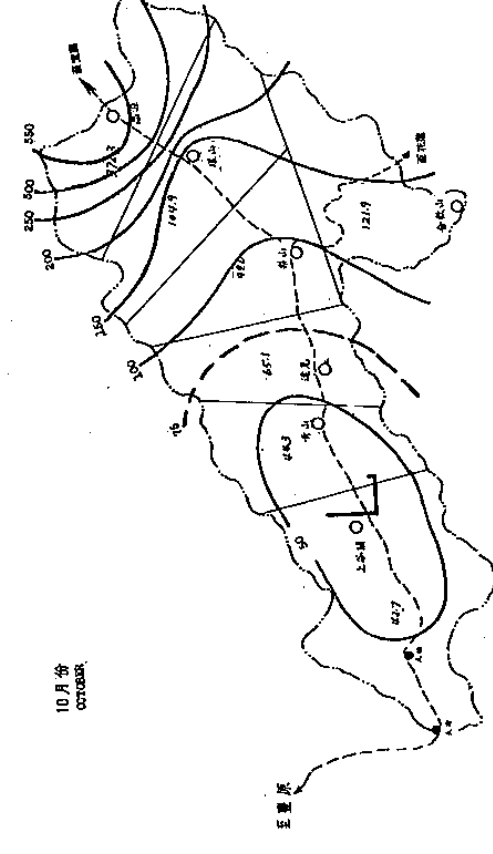
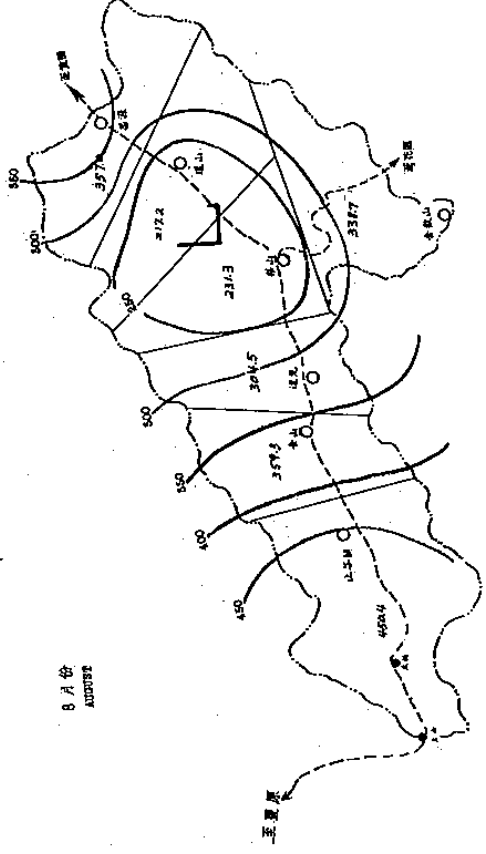
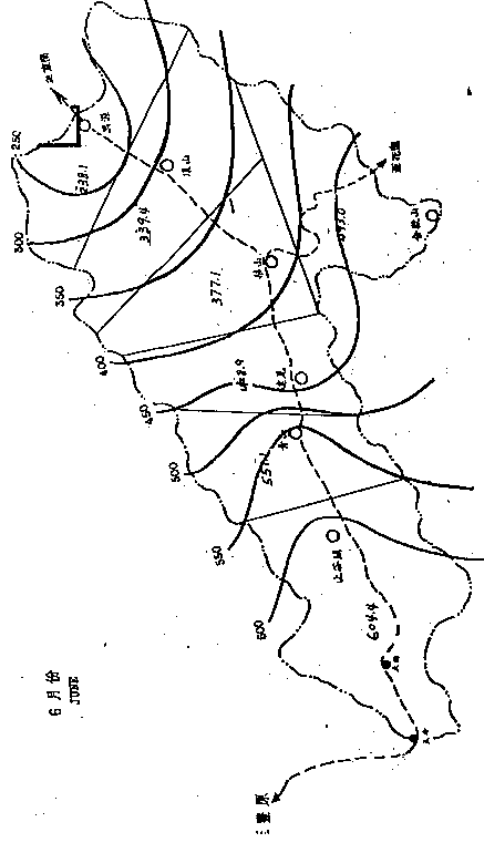
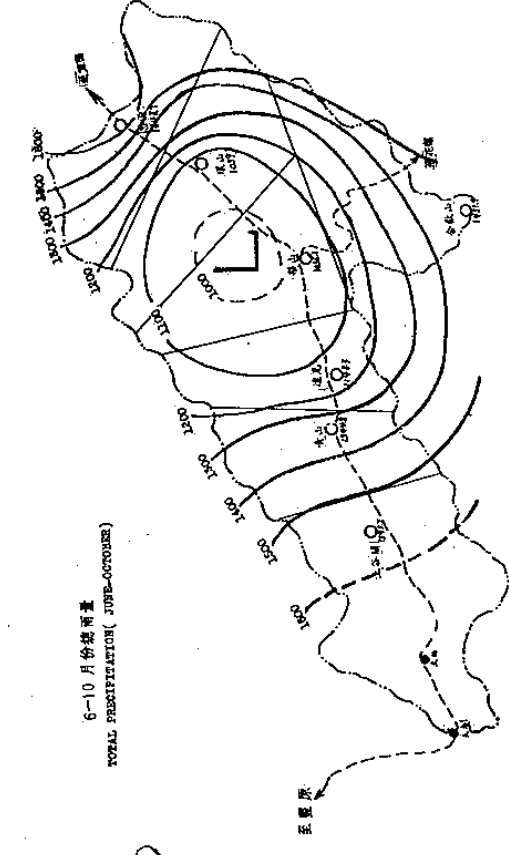
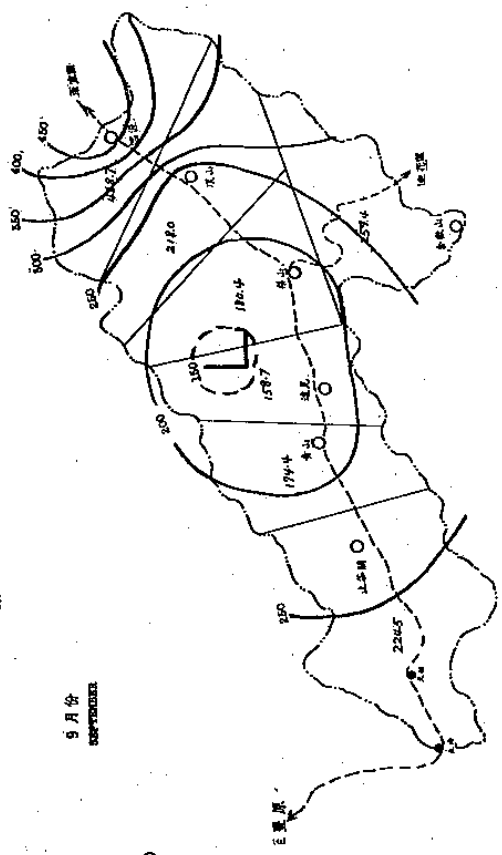
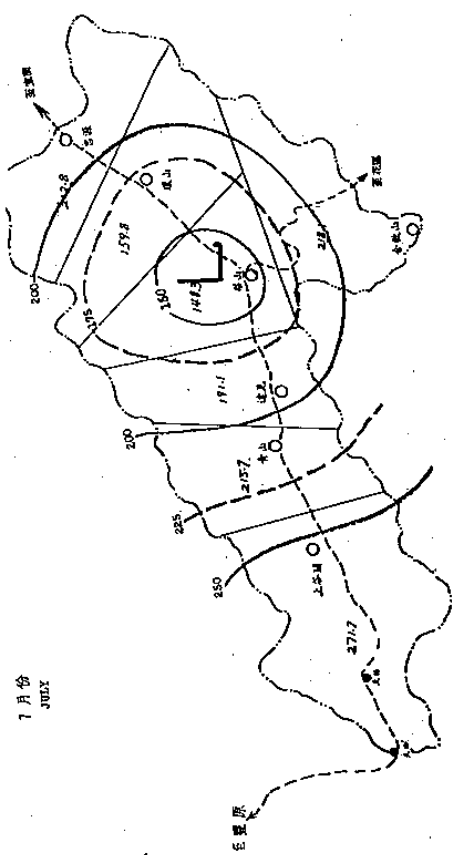
圖一：大甲溪流域地形圖



圖二：大甲溪流域梯送法劃分權區與權度圖

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



圖三：大甲溪流域六至十月份平均雨量與年雨量 (1966~1980)

表一：大甲河流域各測站月平均雨量（1966～1982）

月平均雨量 Monthly Mean Amount (m.m.) 地名 Station 高度(m)	月份 Month	六 Jun.	七 Jul.	八 Aug.	九 Sept.	十 Oct.	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
	(A) 思源 1930		238.1	212.8	357.0	468.7	372.3	1648.9	329.8	0.1278
(B) 環山 1750		339.4	159.8	217.2	218.0	104.9	1039.3	207.8	0.1627	33.67
(C) 梨山 1860		377.1	148.3	231.3	180.4	99.0	1036.1	207.2	0.1374	28.39
(D) 達見 1513		428.9	191.1	304.5	158.7	65.1	1148.3	229.6	0.1087	24.79
(E) 青山 977		551.1	215.7	359.3	174.4	44.3	1344.8	268.9	0.1114	29.85
(F) 上谷關 785		604.4	271.7	450.4	224.5	42.7	1593.7	318.7	0.2262	72.03
(G) 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

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，梅雨加颱風雨，降水量仍比其他各月為多。

七月份黃梅季已過，雨量頓為減少，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。

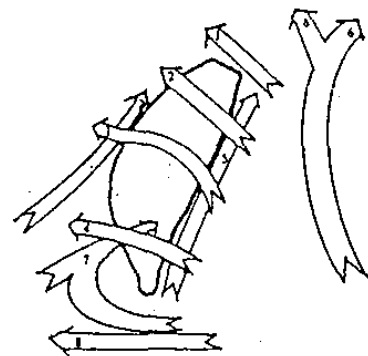
十月份侵台颱風較少，該月雨量分佈形態與六月份恰巧相反，地勢高處多低處少，上谷關僅42公厘。

6～10五個月之年雨量顯示以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1966～1982年間之颱風資料分析，侵襲

台灣與對大甲河流域之雨量有影響之颱風共計77個，依照降雨的性質，將颱風路徑分為八類⁽⁷⁾⁽⁸⁾，如圖四，統計不同路徑與不同月份颱風發生次數如表二。



圖四：侵台颱風路徑分類

一般言之，冬季大陸冷高壓鼎盛，難得有颱風，偶有颱風發生，所在緯度甚低，約在北緯十度左右。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非島東方後轉向西北，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1～4類路徑者多達10次，此類颱風帶給大

表二：颱風次數統計表（1966～1982）

月份 路徑	5	6	7	8	9	10	11	合計
1	—	—	3	4	4	—	—	11
2	—	1	1	3	1	—	—	6
3	—	1	1	2	2	—	1	7
4	—	—	2	1	1	—	—	4
5	—	1	—	1	2	2	—	6
6	—	1	4	5	1	1	1	13
7	1	1	4	2	2	1	—	11
8	—	1	5	3	4	5	1	19
合計	1	6	20	21	17	9	3	77

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

大甲河流域七個測站（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：

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；第五類路徑颱風雨量上游較豐，思源達 470.0 公厘，下游較少上谷關僅 41.4 公厘；第六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；第七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；第八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方或西北西方進行，距離本流域遠，降水量最少，

表三：大甲河流域在不同颱風路徑情況下之降水量（1966～1982）

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

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，此與上節所述相符。

關於颱風接近時，大甲河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，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于此數不定。

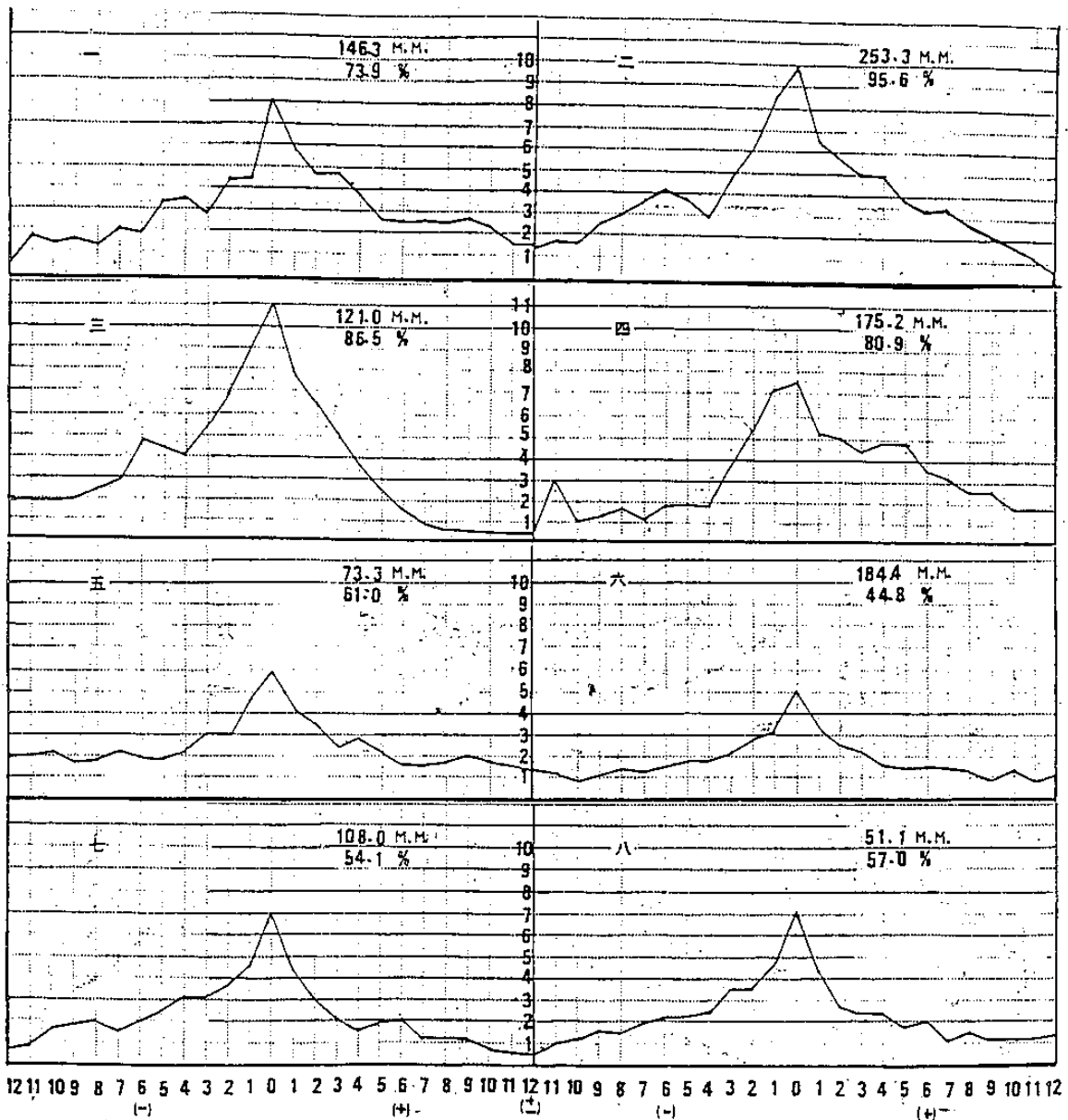
由表四資料分八類路徑颱風繪製逐時雨量之趨勢曲線，如圖五，圖中縱座標為一小時面積雨量之百分率，橫座標為時間序列，每條曲線均有最高峯係雨峯點，雨峯左面負數為雨峯前 12 小時之降水百分率，右面正值為峯後 12 小時者，其上方 M. M. 數為平均總面積雨量，%數則為 25 小時降水量佔平均總面積雨量之百分率，該項降水趨勢可供將後颱風進襲時預估降雨量之參考。

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

表四：大甲溪逐時面積雨量分配表(%)

颱風路徑 Typhoon Tracks	時間序列 Time order																									25 小時累 積百分率 Percentage for 25 hour	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) Average Areal Amount
	-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			
1	0.5	1.7	1.3	1.0	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	6.5	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	6.9	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	60.9	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	1.6	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	9.6	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	2.6	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



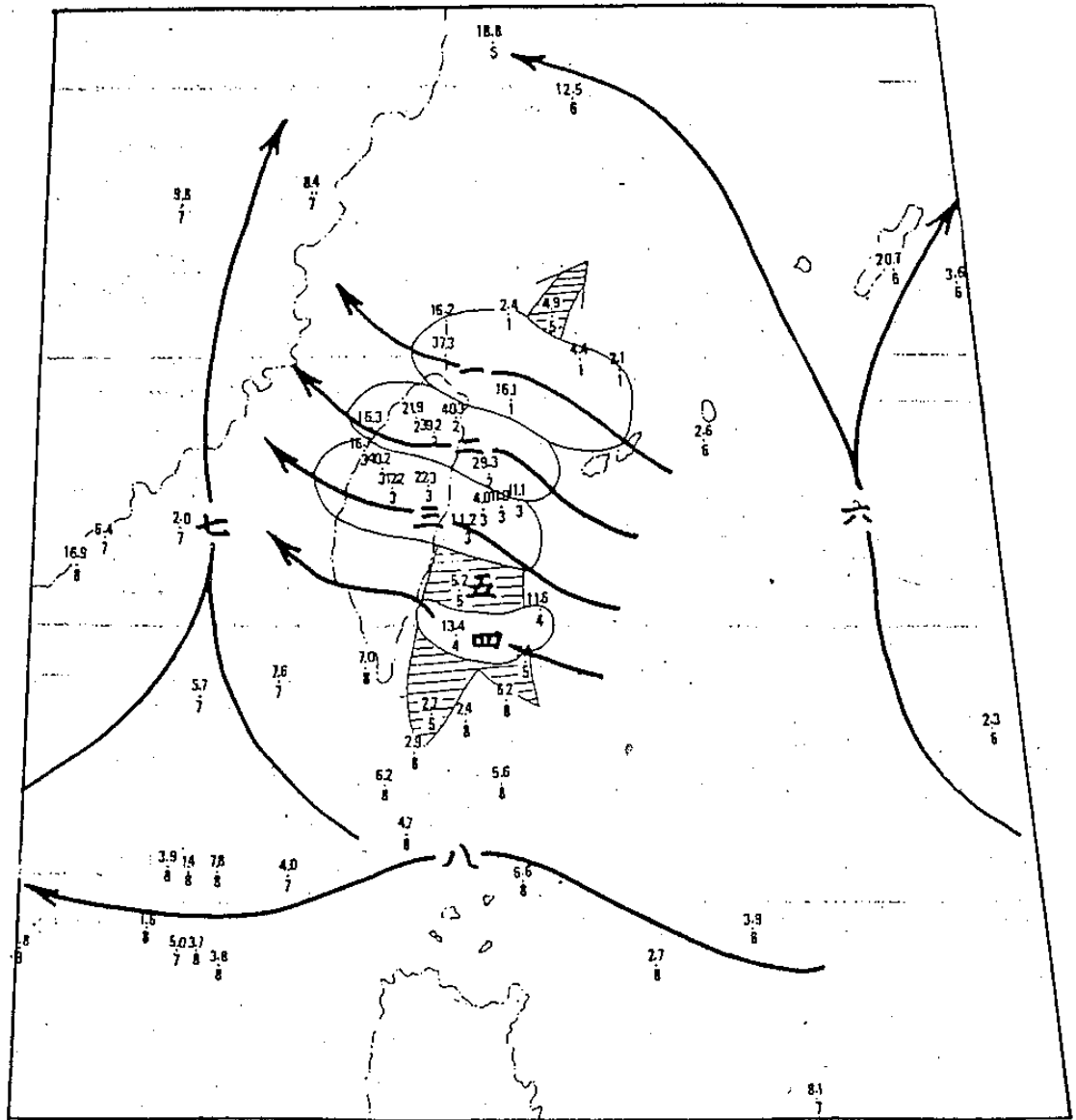
圖五：大甲溪流域不同颱風路徑之逐時雨量趨勢(%)

二、三類路徑颱風係穿越中央山脈或其中心由大甲溪流域上空穿越過之關係。

至于颱風中心位置導致大甲溪流域之最大降水強度，繪降水強度圖如圖七：由圖 10、20、30、40 公厘等雨量線得知，颱風中心在宜蘭花蓮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，甚至於更多。

七、氣象預報因子與預報模式

利用本局現有地面與高空氣象圖表資料及空軍氣象聯隊之桃園、馬公、東港等地探空資料，計挑選預報因子如颱風中心風速……等 67 項，其各因子名稱如表五所列。表中第一項颱風路徑如圖四分八類，第二項雨量為各類路徑颱風在 12、24、48 小時內之面積雨量（簡寫 RN_{12} 、 RN_{24} 、 RN_{48} ），以下各項均為氣象預報因子，經用電腦計算求得各因子格下方之小數，該項小數係預報因子與各路徑颱風降水量之單相關係數，其上方之整數為該項相關係數大小之序列，由表列數字之大小與颱風路徑



圖六：颱風路徑與雨峯之位置

分類得知，單相關係數最高者如下：

1 颱風中心穿越本省北端或沿海 300 km 範圍

內之第一類路徑：

RN_{12} 最高係數 0.643

RN_{24} 0.580

RN_{48} 0.401

2 颱風中心在宜蘭花蓮間登陸之第二類路徑：

RN_{12} 最高係數 0.862

RN_{24} 0.691

RN_{48} 0.794

3 颱風中心在花蓮台東間登陸之第三類路徑：

RN_{12} 最高係數 0.768

RN_{24} 0.788

RN_{48} 0.752

4 颱風中心在台東以南登陸之第四類路徑：

RN_{12} 最高係數 0.714

RN_{24} 0.591

RN_{48} 0.886

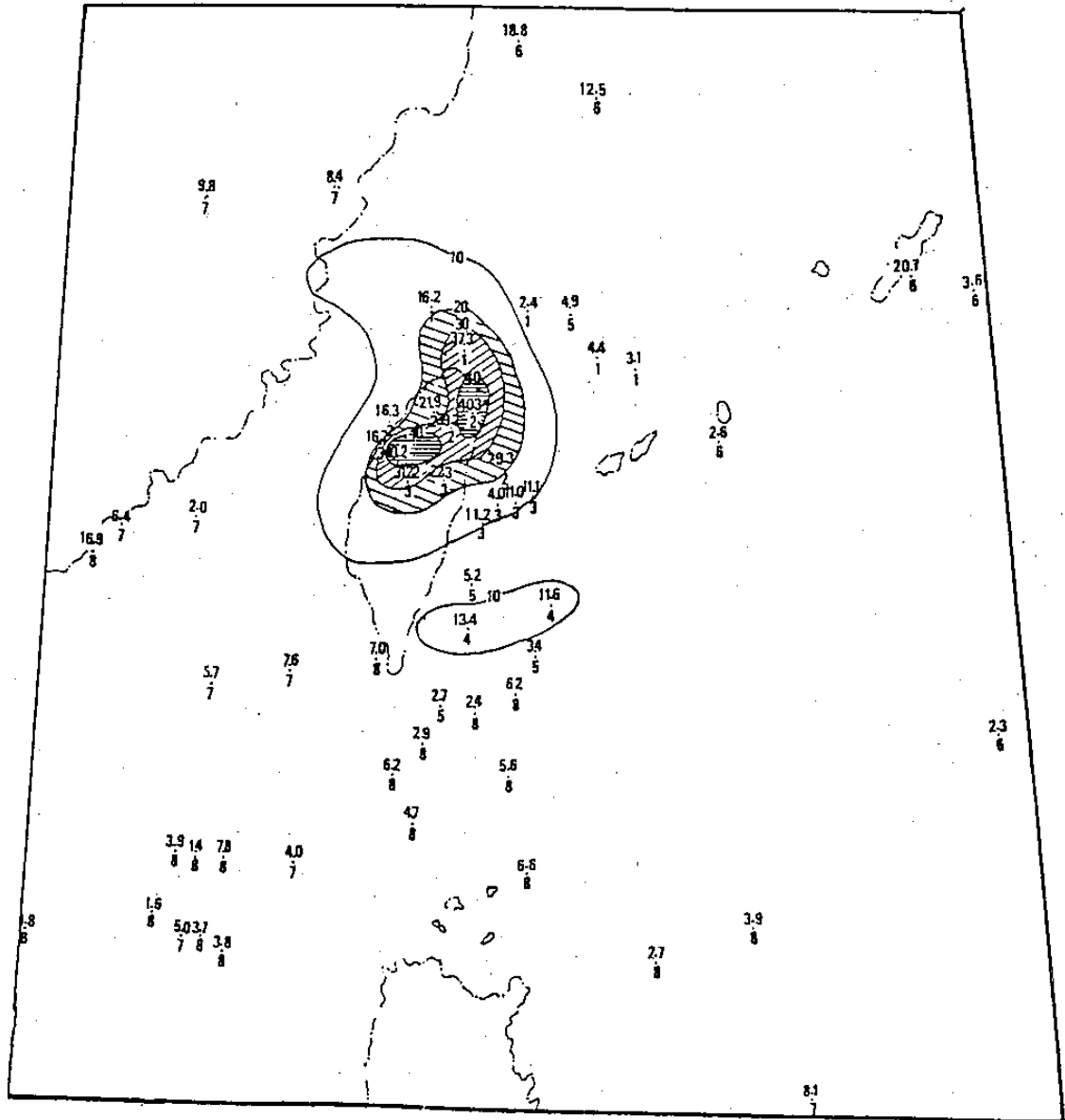
5 颱風中心在本省東面沿海由南向北進行之第五類路徑：

RN_{12} 最高係數 0.427

RN_{24} 0.429

RN_{48} 0.387

6 颱風中心在本省東面外海 300 km 以外經過



圖七：颱風中心位置導致大甲河流域之降水強度 (m. m/ hr)

之第六類路徑：

RN₁₂ 最高係數 0.544

RN₂₄ 0.565

RN₄₈ 0.516

7. 颱風中心由東向西經巴士海峽轉向西北進行
(或由南海向東北在本省登陸者) 之第七類路徑：

RN₁₂ 最高係數 0.304

RN₂₄ 0.556

RN₄₈ 0.453

8. 颱風中心登陸呂宋島或經巴士海峽向西(或
西北) 進行之第八類路徑：

RN₁₂ 最高係數 0.441

RN₂₄ 0.473

RN₄₈ 0.341

由以上資料得知：凡登陸本省之颱風，其有關氣象因子與降水量之單相關係數較高，非登陸本省者則較小。尤其是第五、八兩類颱風，其最高相關係數也不足 0.5，此因第五類路徑颱風係由本島東方海面北上，而大甲溪在中央山脈之西方為背風面。同樣理由第八類路徑颱風係經巴士海峽或呂宋島向西進行，距離本流域較遠，而吹東北風時間較久，也為背風面，故兩者之相關係數均低。由各預報因子與降水量之係數序列顯示：表五左面第 1~7 欄颱風中心風速、中心氣壓與氣壓差，及右面第

46~63 欄 850 mb、700 mb、500 mb 定壓面風等項因子，與降水量相關較為明顯，表中央部位各項第 46~63 欄氣溫、露點與地面風等項之相關較差。原先準備挑選其中對各類路徑颱風降水量相關較顯著之 21 項因子作逐步迴歸計算，建立預報模式，可惜馬公與東港二地探空資料缺漏太多，電腦不能計算，在無奈情況下，探空資料僅採用台北一地（如有缺漏則以桃園者替代），連同地面氣象因子計採用 15 項，如附表六所列：

以該 15 項預報因子，用逐步迴歸方式計算，建立八類路徑颱風在 12、24、48 三個時效內之降水量預報模式 24 個，如附表七。

每個預報模式採用 3~8 個預報因子。預報因子使用次數最多者為台北 700 mb 定壓面風速 (F_{700}) 多達 15 次，次之為台中地面氣壓 (P_T) 與台中地面氣溫 (T_T) 及馬公地面風速 (F_m) 為各 12 次，再次之是颱風 12 小時位移 (M_{12}) 與馬公地面露點 (D_m) 為各 11 次，最少是颱風中心氣壓與花蓮之氣壓差 (ΔP_H) 項僅兩次。若以颱風路徑與採

用因子數目分析，則第三類路徑颱風使用 13 項為最多，第六、八兩類路徑颱風僅使用 7 項為最少。將後每當有颱風進襲時，根據本局所發佈之颱風動向，選定該路徑之預報模式，將當時預報因子實測數值代入，即可求得 12、24、48 小時內，大甲溪流集水區之面積雨量，以供參考。

表列各項預報模式之複相關係數大小如下：

- 第一類路徑颱風 0.626~0.705
- 第二類路徑颱風 0.747~0.916
- 第三類路徑颱風 0.813~0.888
- 第四類路徑颱風 0.899~0.951
- 第五類路徑颱風 0.518~0.539
- 第六類路徑颱風 0.503~0.543
- 第七類路徑颱風 0.518~0.644
- 第八類路徑颱風 0.582~0.676

綜觀以上數值，顯示凡颱風登陸本省者，複相關係數均高，尤其是第四類颱風在南部登陸者，最高達 0.951。其他路徑颱風則與其相距距離有關，如第六類路徑颱風係在西太平洋北上，距離大甲

表六：逐步迴歸法採用預報因子次數表

預報因子 颱風路徑 Predictors	1 颱風中心 風速 F_c	2 颱風十二 小時位移 M_{12}	3 台中地面 氣壓 P_T	4 花蓮地面 氣壓 P_H	5 颱風中心 氣壓 P_o	6 台中氣壓 與中心 氣壓差 ΔP_T	7 花蓮氣壓 與中心 氣壓差 ΔP_H	8 台中地面 氣溫 T_T	9 馬公地面 氣溫 T_m	10 花蓮地面 露點 D_H	11 馬公地面 露點 D_m	12 馬公地面 風速 F_m	13 850 mb 定壓面 風速 F_{850}	14 700 mb 定壓面 風速 F_{700}	15 500 mb 定壓面 風速 F_{500}	採 用 數 目 Number of Selected Predictors	因 子 次 數 Times of Predictor used
一		2	2	2		1		2	1	1	1	1	3	3	3	12	22
二	1	1		2		1		2	3	2		2	1	2	1	11	18
三		2	1	1	2	2	1	1	1	2	1	2		1	1	13	18
四	1				2	1		3	3		3	2	2	1	1	10	19
五	1		2	1	1		1	1	1	1	2		2	2	2	12	17
六		3	1					1		3	1	1		2		7	12
七		3	3	1	1			2	1			1	1	1	1	10	15
八	2		3								3	3	1	3	1	7	16
合計 Total	5	11	12	7	6	5	2	12	10	9	11	12	10	15	10		137

表七

颱風降水量預報模式與複相關係數表

Table 7. Typhoon Precipitation Forecasting Models & Their Multiple Correlation Coefficients

颱風路徑 Tracks	預報有效時數之降水量預報模式 Precipitation Forecasting Models in Their Valid Hours	複相關係數 Multiple Correlation Coefficient
一	$RN_{12} = -293.1 + 0.31745 P_H^{**} - 0.14755 F_{850}^{**} - 0.00947 M_{12}^{**} - 0.03227 F_{700}^{**} - 0.00812 P_T^{**} - 0.01419 \Delta P_T^{**} + 0.52890 F_{500}^{**}$ $RN_{24} = -50.0 + 0.07660 F_{850}^{**} + 0.05278 F_{500}^{**} - 0.01391 F_{700}^{**} - 1.03023 P_H^{**} + 0.02348 M_{12}^{**} - 0.08119 F_m^{**} + 0.97922 P_T^{**} + 5.14301 T_T^{**}$ $RN_{48} = -31.6 + 0.21863 F_{500}^{**} - 0.66790 D_m^{**} + 0.24948 D_H^{**} + 0.11035 F_{850}^{**} + 0.04506 F_{700}^{**} - 3.85433 T_m^{**} + 8.43453 T_T^{**}$	0.695** 0.705** 0.626**
二	$RN_{12} = -251.4 - 0.10829 P_H^{**} - 0.10410 F_{500}^{**} - 0.85848 F_m^{**} + 0.24237 F_{850}^{**} + 6.55989 T_m^{**} + 10.22135 D_H^{**}$ $RN_{24} = 874.0 - 0.94821 P_H^{**} - 4.02775 T_m^{**} - 0.13582 F_{700}^{**} - 0.07562 \Delta P_T^{**} + 11.54470 T_T^{**}$ $RN_{48} = 940.6 + 0.94599 F_C^{**} - 0.20713 F_{700}^{**} + 7.33842 T_T^{**} + 0.11453 M_{12}^{**} - 12.28915 D_H^{**} + 0.53425 F_m^{**} - 25.92549 T_m^{**}$	0.916** 0.747** 0.914**
三	$RN_{12} = -1068.1 - 1.44040 P_H^{**} + 0.95589 D_H^{**} + 0.21565 F_{500}^{**} + 2.49873 P_T^{**}$ $RN_{24} = -452.1 - 0.08806 F_{700}^{**} + 0.49100 P_C^{**} - 0.66117 \Delta P_T^{**} + 0.92149 \Delta P_T^{**} - 0.23344 T_T^{**} + 0.21121 F_m^{**} - 0.67649 D_H^{**} + 0.14042 M_{12}^{**}$ $RN_{48} = 1118.8 - 1.01064 P_C^{**} - 0.26721 F_m^{**} + 0.44657 T_m^{**} - 0.64981 \Delta P_T^{**} + 0.56182 D_m^{**} - 0.26576 M_{12}^{**}$	0.888** 0.870** 0.813**
四	$RN_{12} = 60.2 - 0.10155 F_{500}^{**} + 0.04867 F_m^{**} - 0.82518 T_m^{**} - 0.69945 D_m^{**} - 0.07411 F_{850}^{**} - 0.19680 T_T^{**} + 0.71607 F_C^{**} - 0.37540 \Delta P_T^{**}$ $RN_{24} = -259.2 + 0.20326 F_{850}^{**} + 0.15439 P_C^{**} + 0.88323 F_m^{**} + 3.16067 T_m^{**} - 0.00690 T_T^{**} + 3.50451 D_m^{**} - 0.76494 F_{700}^{**}$ $RN_{48} = 222.4 - 0.04946 P_C^{**} - 3.42314 D_m^{**} + 9.13617 T_m^{**} - 9.60676 T_T^{**}$	0.918** 0.899** 0.951**
五	$RN_{12} = 164.8 - 0.04481 F_{850}^{**} - 0.15711 P_H^{**} + 0.24210 F_{500}^{**}$ $RN_{24} = -6.7 + 0.23149 F_{700}^{**} + 0.02680 P_T^{**} - 0.00396 F_{500}^{**} - 0.09928 F_{850}^{**} + 0.53559 T_T^{**} - 0.33057 D_m^{**} - 0.13172 \Delta P_H^{**}$ $RN_{48} = -29.5 - 0.21843 P_T^{**} + 0.03748 F_{700}^{**} + 0.50773 F_C^{**} - 1.18438 D_m^{**} + 1.16848 T_m^{**} - 0.01153 D_H^{**} + 0.28257 P_C^{**}$	0.518 0.522* 0.539*
六	$RN_{12} = 121.2 - 0.08840 F_{700}^{**} - 0.03583 M_{12}^{**} + 3.08208 D_H^{**} - 5.93383 T_T^{**}$ $RN_{24} = 39.2 - 1.48329 D_H^{**} + 0.00938 M_{12}^{**} + 1.81689 F_{700}^{**}$ $RN_{48} = 2363.3 + 5.75431 D_H^{**} - 0.02706 M_{12}^{**} - 2.01130 P_T^{**} - 1.60163 F_m^{**} - 14.55146 D_m^{**}$	0.536* 0.543* 0.503*
七	$RN_{12} = 88.8 + 0.21679 T_T^{**} - 0.07996 P_T^{**} + 0.01089 M_{12}^{**} + 0.05363 F_{850}^{**} + 0.11305 F_{500}^{**} - 0.22549 F_{700}^{**}$ $RN_{24} = -140.8 + 0.37325 P_T^{**} + 0.16206 T_T^{**} - 0.00655 M_{12}^{**} - 0.21255 P_H^{**} + 0.45844 F_m^{**}$ $RN_{48} = 755.7 + 0.04291 P_C^{**} - 0.02806 M_{12}^{**} - 0.59132 P_T^{**} - 5.46330 T_T^{**}$	0.518* 0.580* 0.644*
八	$RN_{12} = -615.5 + 0.07898 F_{700}^{**} + 0.01690 F_m^{**} + 0.10509 F_{500}^{**} + 0.56959 D_H^{**} + 0.60339 P_T^{**}$ $RN_{24} = -156.4 - 0.00183 F_{700}^{**} - 0.09663 F_m^{**} + 0.44800 D_m^{**} + 0.15465 P_T^{**} + 0.26479 F_C^{**}$ $RN_{48} = 92.9 - 0.13002 F_{700}^{**} - 0.00447 F_C^{**} - 0.05762 P_T^{**} - 0.16428 D_m^{**} - 0.04530 F_m^{**} + 0.15698 F_{850}^{**}$	0.676** 0.655** 0.582**

溪流域較遠，係數也最低僅為0.5多一些，此種情形與前述之單相關係數不完全相同，但也相似。

八、預報模式校驗

上述 24 個預報模式，均經 F & T 值檢定法⁽³⁾ 逐項檢驗各預報因子之特性，凡 t 值小於 1% 之標準值者屬於顯著，以 * 表示，若小於 5% 之標準值者屬於極顯著，以 ** 表示之。至于表列模式之複相關係數 R 值，有 * 或 ** 均為超 F 值，屬顯著差異與極顯著差異，除極少數預報因子之 t 值稍高無 * 外，絕大多數均屬超過標準值，可見模式均有可行性。

本研究在 1966~1982 計十七年之 77 個颱風個案資料中，為分辨其位置與進行方向，劃分為八類路徑。其中颱風中心登陸本島之個案不足廿個，大多數為未登陸之近海颱風，而登陸颱風路徑中又分一、二、三、四類，故每類路徑供研究之颱風個案甚少，如第四類路徑颱風僅四個個案，遠處颱風個案較多，如第八類路徑颱風有 19 個。由最近的颱風個案中，每類路徑各取一個案資料代入模式，其結果如附表八。

由表八顯示，所檢驗八類路徑颱風之 12 小時實測與預測降水量差值均小，偏差率在 0.41~0.82 之間。24 小時者除第三、四類路徑颱風偏差率有增大外，其他路徑者均在 0.55 以下。至于 48 小時者，第三與第八類路徑颱風之偏差率有顯著增加，其他路徑者尚能維持在 0.72 以下。當前大氣科學尚在萌芽時期，研究建立一種預報模式絕不可能建立之初即成定型，本研究之模式當有待將後個案資料之增加，予以試驗證實或做適切修正，方可付予實際作業應用，本局當繼續注意該項驗證模式工作。

九、結 論

本研究幾項結論分述如下：

1 大甲溪流域集水區裡，天冷至中央山脈之思源啞口的直線距離 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，可供颱風期預估面積降水量，計算逕流與調節水位之參考，當頗俱價值。

2 大甲溪流域 6~10 月份之總雨量，上下游

表八：實際降水量與預報降水量之比較

日期與時間 Date & Time	颶 風 Typhoon		12 小時降水量 mm				24 小時降水量 mm				48 小時降水量 mm			
	路徑 Track	名稱 Name	實測 Actual	預測 Predicted	差 值 Deviation	偏差率 Rate	實測 Actual	預測 Predicted	差 值 Deviation	偏差率 Rate	實測 Actual	預測 Predicted	差 值 Deviation	偏差率 Rate
民 70.7.18.12Z	一	木莉 Maury	17.1	22.9	-5.6	-0.32	63.4	57.9	6.4	0.10	133.1	109.4	23.7	0.18
70.6.21.00Z	二	瓊恩 Jean	98.7	57.0	41.7	0.42	98.7	102.7	-4.0	-0.04	98.7	170.2	-71.5	-0.72
64.8.03.12Z	三	妮娜 Nina	8.1	11.5	-3.3	-0.41	11.3	44.0	-32.7	-2.89	11.4	74.0	-62.6	-5.49
71.8.14.12Z	四	黛特 Dot	18.7	27.5	-8.8	-0.47	24.5	54.8	-30.3	-1.24	30.7	82.1	-51.2	-1.86
71.8.11.00Z	五	西仕 Cecil	41.1	15.2	25.9	0.63	41.2	27.0	14.2	0.34	41.2	41.7	-0.5	-0.01
71.9.21.00Z	六	肯恩 Ken	15.7	24.8	-9.1	-0.58	26.9	41.8	-14.9	-0.55	31.3	112.1	-80.8	-2.58
66.9.23.00Z	七	美瑞達 Freda	7.4	13.5	-6.1	-0.82	26.9	29.7	-2.8	-0.10	39.5	55.9	-16.4	-0.42
70.9.21.00Z	八	克拉萊 Clara	30.3	12.7	17.6	0.58	31.6	16.7	14.9	0.47	31.6	32.1	-0.5	-0.02

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。該流域月平均面積雨量則以六與八兩個月最多，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，可是第五類颱風路徑（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（圖五）與雨峯點位置（圖六），以及導致大甲河流域之每小時最大降水強度圖（圖七），此有助於將來預估颱風降水量之趨勢與強度參考。

5. 預報因子蒐集範圍很廣，除本島各地面氣象因子外，並包括台北、桃園、馬公、東港四地探空資料，可惜馬公與東港之歷年探空資料，缺漏太多無法利用。本研究最後僅採用台北（或桃園）一地探空資料與各地面氣象資料計 15 項，作為預報因子如附表六。將後預報模式應用時，僅將觀測所得之預報因子資料代入，在數分鐘內即可求得預報大甲河流域集水區之 12、24、48 小時之面積雨量。

6. 此八類路徑颱風預報模式所採用預報因子次數多寡分析：以台北 700 mb 定壓面之風速 (F_{700}) 一項為最通用，台中地面氣壓 (P_T) 與氣溫 (T_T) 及馬公地面風速 (F_m) 三項為次通用，再次之為颱風中心 12 小時位移 (M_{12})、馬公地面氣溫 (T_m) 與露點 (D_m)、及 850 mb、500 mb 定壓面之風速 (F_{850} 、 F_{500})。

7. 本研究利用近十七年 77 個颱風個案，作八條路徑分類與三個時效（12、24、48 小時），分別建立預報模式計 24 個，該等模式雖經 F & T 法檢定均屬可行，但其準確度因原始資料之不足，尚

難達理想（如表八），有待將後繼續蒐集颱風資料之驗證或修正，方可應用於實際作業，深盼各先進隨時不吝賜教。

誌 謝

本研究獲國科會支助，有關資料來源承台灣電力公司、空軍氣象聯隊、中央氣象局資料處理科等單位之協助支援，電腦技術復承蕭長庚與朱曙光兩位先生之指導，方告如期完成，謹此誌謝。

參 考 文 獻

1. Chow, V. T. 1964. "Handbook of Applied Hydrology", PP. 8-26, McGraw Hill Book Company Inc., New York.
2. Pettersen, 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、陳正政, 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. 廖學銓、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

Chih-Tsai , Chiang Wei-Ming Chiang Nan-Wen , Lee

ABSTRACT

This research project has collected the data of 77 typhoons invading Taiwan or the vicinity during the years from 1966 to 1982 , 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 , we 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 6 typhoons affected this island among 77 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 21 typhoons influenced this island among 77 cases. Analyzing the average areal precipitation distribution along the Ta-Chia River , we found the rightside station A (fig. 2) was the most 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.

We chose sixty-seven predictors and calculated correlation coefficients with the predictants of Typhoon precipitation amount are as table 5. Applying the Regression Methods to develop 24 precipitation forecasting models , shown in table 7 , for the 3 valid times of 12 , 24 , 48 hours and the 8 Typhoon tracks. These models have been verified by F-Test & T - Test with the actual Typhoon precipitation data , and we compared the precipitation of the forecasting models and the actual precipitation , the results are shown in table 8. If more Typhoon data were used to modify these objective forecasting models , these models should be more acceptable and useful in precipitation amount prediction during the Typhoon period.