

琳恩颱風豪雨研究

曲克恭

中國文化大學
氣象系

陳正改

中央氣象局
預報中心

(中華民國七十七年四月十五日收稿；六月三十日定稿)

摘 要

從民國 76 年 10 月 23 日至 26 日，琳恩 (LYNN) 颱風之外圍環流與東北季風共伴造成台灣北部及東北部地區之豪雨及洪水災害。此次持續性大雨 ($R > 10 \text{ mm/hr}$) 第一次約為 44 小時，第二次持續約 8 小時，二者相隔 25 小時，可能是輻合帶之北移，使輸送水汽之氣流改變方向，減弱地形抬昇作用所致。經比較分析過去相同類型颱風個案，發現此類路徑之颱風形成豪雨原因中最具效力者為颱風外圍環流與東北季風輻合氣流輸送水汽受地形之舉升作用，故豪雨量分布有較為固定的空間型態，常由大雨中心向外擴展。琳恩颱風形成之最大單點累積雨量，延時 30 分鐘以上者均大於民國 70 年「九三」水災者，但低於 48 年「八七」水災者，長時間累積之豪雨故形成嚴重水災。

關鍵詞：豪雨量、東北季風共伴、時空分布。

一、前言

從民國 76 年 10 月 23 日至 26 日，琳恩 (LYNN) 颱風越過巴士海峽時，由於其外圍環流與東北季風之共伴作用，形成台灣北部及東北部部份地區長時間之豪雨，導致山崩及基隆河水暴漲氾濫，台北縣市遭受極嚴重的災害損失。

關於颱風環流與東北季風共伴影響台灣北部及東北部天氣之研究，葉 (1977) 曾統計 1956 ~ 1976 年之颱風資料，在 21 年中竟有 37 次，多發生於 9 ~ 11 月間，而以 10 月出現次數最多。尤其當颱風臨近台灣時因鋒面介入，在山脈的阻擋下，為害之嚴重性常非仲夏颱風登陸所能及。葉氏僅從天氣

學的觀點探討對台灣地區天氣之影響，並未涉及風雨分布之詳細狀況。王 (1970) 亦曾選取冬季影響台灣區連續三至六天惡劣天氣之颱風路徑，稱之為極地高壓與西行颱風複合類之天氣圖型式。魏等 (1971) 亦曾以颱風路徑分析台灣各地日雨量之變化 (應用距平方法)，認為氣壓分布非對稱型之颱風雖遠離台灣仍可形成大雨，惜當年雨量資料稀少，台灣地區日雨量之分布亦只有概略的狀況。潘等 (1984) 曾分析裘依颱風通過呂宋島進入南海時形成宜蘭地區豪雨之個案，認為綜觀尺度之有利條件為水汽供應充足，低層逆溫、正渦度平流隨高度向上增大、暖平流、不穩定度配合及地形等，而造成局部地區豪雨則是因為中尺度對流系統疊加在

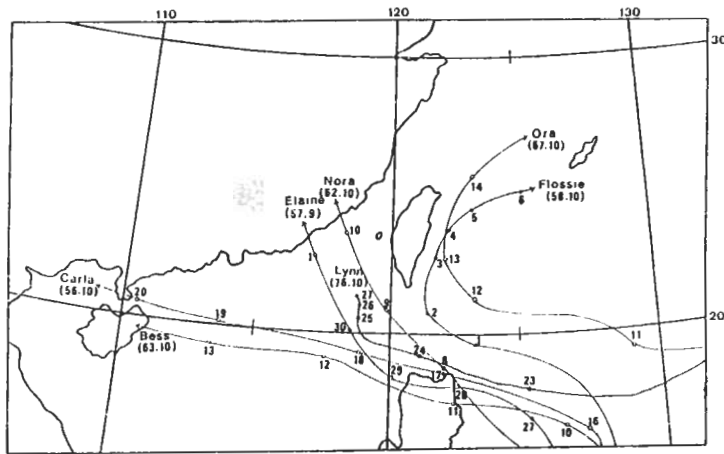


圖 1 琳恩颱風與其他六個颱風之路徑圖，00z 位置 (0)，旁邊數字表日期，
颱風名稱下方為年 (民國) 及月份。

綜觀尺度系統上，並有適當地形配合所致。颱風環流與東北季風 (或有鋒面) 共伴在台灣北部及東北部形成豪雨個案，往者甚多，本研究選取56年10月之解拉，57年9月之艾琳，58年10月之美勞西，62年10月之娜拉，63年10月之貝絲及67年10月之婀拉等六個颱風，與琳恩颱風比較對台灣北部發生豪雨時之雨量空間分布通性，並分析琳恩豪雨時空分布特性。

圖一為本研究所採用形成台灣北部豪雨六個颱風及琳恩颱風之路徑圖。形成共伴之路徑概可分為二：一為越過呂宋或巴士海峽進入南海 (或台灣海峽南部)；另一為從台灣東方海面向北或東北移進，與葉 (1977) 及王 (1970) 之研究結果相同。分析各颱風總雨量，發現此類颱風在台灣北部形成二大雨中心，一在大屯山區 (竹子湖)；另一在五堵至火燒寮間，此外，蘭陽平原西方山區亦易形成另一中心。大雨中心之位置與等雨量線之分布形態均極為近似，與颱風路徑無關，但決定於颱風環流

二、共伴型颱風雨量分布通性

(表一) 各颱風影響下選擇測站之總雨量 (mm)

測站	解拉	艾琳	美勞西	娜拉	貝絲	婀拉	琳恩
	56年10月 17~19 (三日)	57年9月 28~30 (三日)	58年10月 1~5 (五日)	62年10月 7~10 (三日)	63年10月 10~12 (三日)	67年10月 10~13 (四日)	76年10月 23~26 (四日)
竹子湖	943.2	937.4	2207.9	892.6	1044.3	1637.8	1833.8
鞍部	1108.1	908.4	2370.2	1055.8	855.0	1445.6	1345.8
瑞芳	824.9	529.9	710.4	432.5	174.6	418.3	1098.5
五堵	524.3	696.9	1697.1	508.5	433.7	766.1	1623.0
火燒寮	1088.0	651.5	1015.3	580.1	365.3	862.9	1099.0

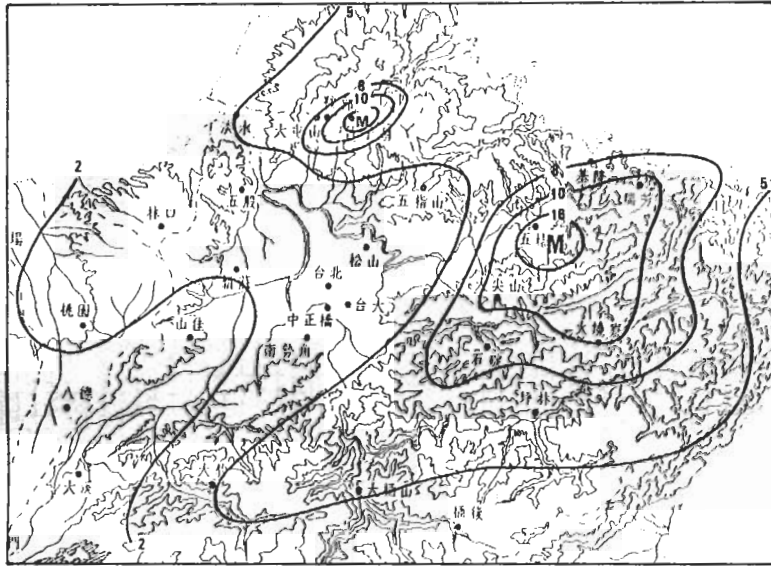


圖2 民國76年10月23~26日，琳恩颱風四天總雨量，單位 100 mm/4 day、竹子湖 1833.8 mm/4 day，五堵 1623.0 mm/4 day。

是否與東北季風共伴輻合於台灣北部及東北方海面。

之分布形態均相似（圖略）。表一為七次颱風大雨中心區測站總雨量，此類颱風降雨時間較長，通常在三日以上，不但累積雨量大，而且降雨中期極易

圖二為琳恩颱風四天總雨量圖，其他六個颱風

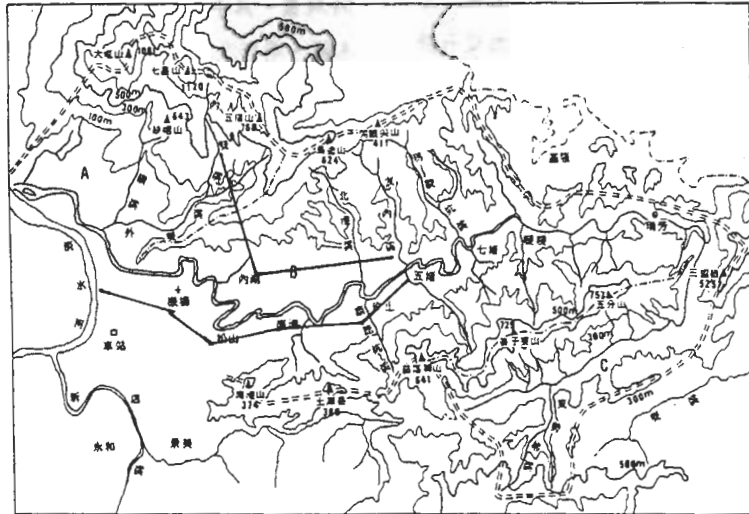


圖3 基隆河流域地形圖（溪長84 km，平均比降 1/212，流域面積 502.3 km²），圖中雙虛線為分水嶺，粗黑線為美勞西及琳恩颱風水災地區概略範圍。

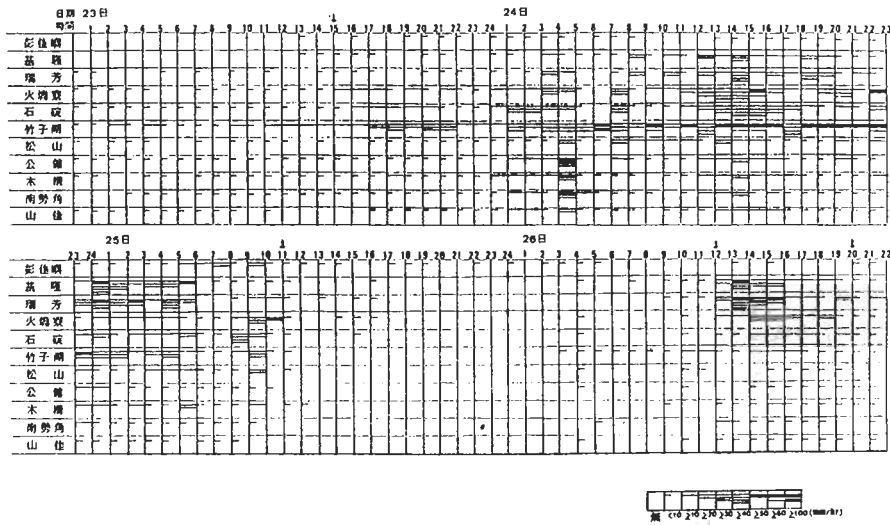


圖 4 選定測站各雨量階段發生時間 (箭頭所指為豪雨開始及終止時間)

形成災害，乃由於土壤、河道等之蓄水量早達飽和之故。

七次共伴颱風個案中，美勞西及琳恩颱風之災害最為嚴重，基隆河均曾氾濫成災。二者之路徑完全不同，但發生共伴作用却相同，洪災亦均發生在降雨中期。圖三示基隆河流域地形、分水嶺、溪流分布及兩次水災地區之概略範圍。基隆河流域以及大屯山區的特殊地形為形成共伴型颱風豪雨量有較固定型態分布的主要原因，同時也是造成基隆河氾濫的因素，但是大屯山區的豪雨却非洪流的直接供應者，僅由雙溪及磺溪注入基隆河下游的河道，唯

一可能作用為阻隔中上游洪水之順利排入淡水河，而基隆河中上游主要集水區之豪雨（五堵及火燒寮大雨區）可能為水患之禍首（參見圖三）。

三、琳恩颱風豪雨量時空分布特性

我們蒐集的雨量資料有彭佳嶼等44測站之每小時雨量，其中瑞芳、火燒寮、石碇、松山、公館、木柵、南勢角及山佳等8站並有每分鐘雨量資料，竹子湖資料用人工從記錄紙上讀取每10分鐘雨量，我們應用日雨量及時雨量分析豪雨空間分布特性，應用時雨量及分鐘雨量分析時間分布之特性。

(表二) 琳恩颱風豪雨最大單點雨量記錄 (mm)

分鐘	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	50	60	
雨量	5.0	7.0	10.0	12.5	15.0	18.0	19.5	22.0	23.5	30.2	55.2	69.9	84.7	97.0	113.5	
測站	← 瑞芳					↑					← 竹子湖					↑ 瑞芳

小時	2	3	6	9	12	15	18	21	24	30	36	42	48
雨量	213.0	280.0	333.2	487.6	655.7	807.1	898.9	1070.0	1151.9	1285.4	1437.1	1533.9	1587.4
測站	瑞芳		↑ 竹子湖										

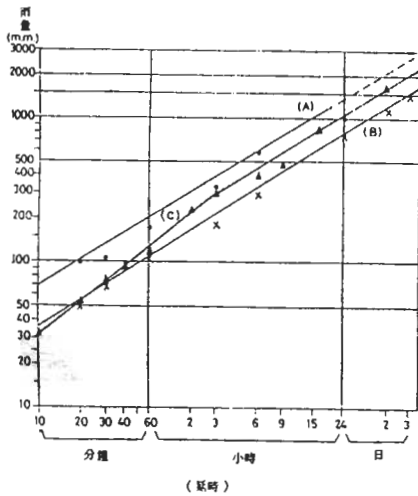


圖 5 琳恩豪雨最大單點延時雨量(C)與 1959 年「八七」水災(A)及 1981 年「九三」水災(B)比較，點為「八七」記錄，X 為「九三」記錄，三角為琳恩記錄。

(一) 豪雨時間分布特性

我們定時雨量等於及大於 10 mm / hr 為大雨量，由於竹子湖大雨發生較早，且侷限於大屯山區，故定大屯山區及其他任一地區之測站均有此雨量發生，始稱之為基隆河流域各地豪雨開始。豪雨以後，若只有一測站有此標準之大雨，我們則認為各地豪雨業已終止，圖四為部分測站各雨量階段發生時間。各地第一次豪雨約始於 23 日 15 時，終於 25 日 11 時，持續 44 小時，第二次豪雨開始於 26 日 12 時，終止於 20 時，持續 8 小時，中間 25 小時僅有局部小雨量。此次豪雨，發生雨量 50 mm / hr 及以上者有火燒寮、竹子湖、鞍部、基隆、瑞芳、五堵、大尖山、石碇、牛門、雙蓮埤等測站，發生 100 mm / hr 及以上者有瑞芳 (113.5 mm / hr)、竹子湖 (102.4 mm / hr) 及牛門 (103.5 mm / hr 及 116.0 mm / hr) (我們未將全部測站繪於圖四中)。

關於此次豪雨時間分布有以下的重要特點：

1 具有極大的單點 (測站) 延時雨量

選取琳恩豪雨期間最大單點各延時雨量 (非一個測站者) 如表二所示。琳恩颱風豪雨期間較大的

降雨率發生在五堵、竹子湖、瑞芳及火燒寮，限於資料，表中 10 分鐘以下最大雨量乃由瑞芳及火燒寮二測站記錄中選取最大者；10 分鐘至 60 分鐘最大者乃由火燒寮、瑞芳及竹子湖三測站記錄中選出 1 小時以上之最大者乃由此四測站記錄中選出，將此值與曲 (1986) 之過去記錄比較，繪如圖五，可知此次豪雨在延時 30 分鐘以上之最大者均高於 1981 年「九三」水災者，但小於 1959 年「八七」水災者，此包線 (enveloping curve) 在二小時以下

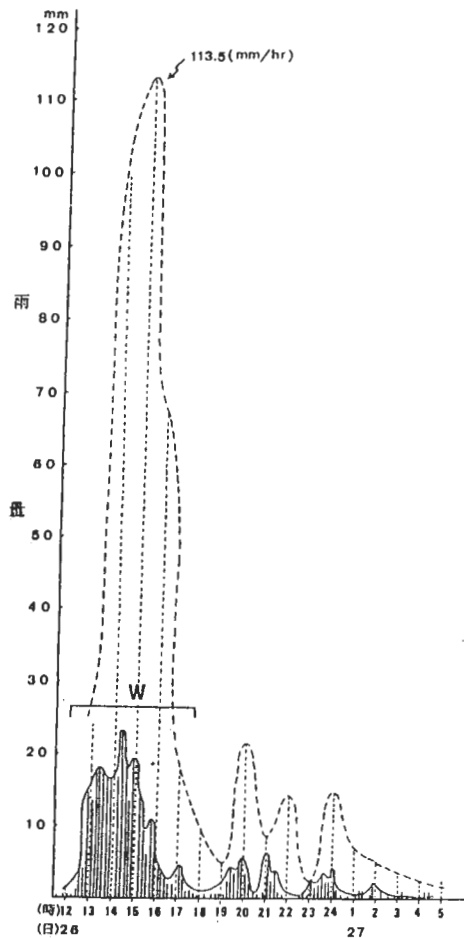


圖 6 瑞芳測站豪雨之時雨量及 10 分鐘雨量分布，W 時段之每分鐘雨量繪如圖七，圖中所繪曲線只表示雨量之變化，對雨量數值無意義。

(表三) 琳恩颱風豪雨時測站日雨量統計 (mm)

* 大屯山之記錄可能有誤，但不能確定。
橫線所示為大雨區及大雨中心之雨量。

測站日期	彰化	鹿港	大屯山	臺中	竹子湖	淡水	台北	五指山	桃園	新竹	瑞芳	五堵	大尖山	火燒寮	石碇	宜蘭	蘇澳	雙溪
23	8.0	30.6	214.5	274.9	336.4	103.2	22.7	22.5	26.0	2.3	43.5	196.0	149.0	122.5	122.0	33.3	21.5	43.5
24	60.0	249.5	508.5	696.4	1135.5	313.9	222.0	244.5	162.5	72.5	354.5	912.0	624.5	562.0	501.1	129.3	92.0	144.5
25	110.0	301.2	49.0	225.1	204.7	41.1	54.0	125.0	30.0	6.4	303.5	258.0	174.5	228.5	161.5	38.9	78.4	57.0
26	18.0	221.4	10.0	149.4	157.2	43.6	31.3	19.5	11.0	1.0	397.0	257.0	166.5	186.0	82.5	17.2	65.0	93.5
總計	196.0	802.9	782.0	1345.8	1833.3	501.8	330.0	411.5	229.5	82.2	1098.5	1623.0	1114.0	1099.0	867.0	218.7	256.9	338.5

測站日期	牛門	木柵	公館	松山	雨勢角	山佳	林口	五股	新莊	大橋山	橋頭	坪林	羅山	大豹	新屋	中壢	湖口	楊梅
23	159.0	81.0	65.5	42.5	35.5	31.0	13.5	8.0	5.0	73.0	54.0	91.0	25.0	79.0	29.5	23.0	21.5	37.0
24	900.5	263.0	262.0	263.0	195.5	181.0	188.5	102.5	175.5	282.0	161.0	309.0	247.0	255.0	102.0	104.5	106.0	68.0
25	51.5	81.5	44.5	94.5	25.0	26.5	24.0	17.5	20.0	44.0	33.5	157.0	125.0	115.0	39.0	45.0	16.5	17.5
26	15.0	43.5	32.5	21.0	34.5	28.5	20.5	27.5	2.0	109.0	73.5	128.0	39.0	46.0	2.5	5.5	2.0	2.5
總計	1126.0	469.0	404.5	421.0	290.5	267.0	246.5	155.5	202.5	508.0	322.0	685.0	436.0	495.0	173.0	178.0	146.0	125.0

之部份若沿直線繪出，似乎偏差極大，是否其他地區另有較大降雨率發生，因資料限制無法判斷。

2 豪雨量特大，具熱帶地區雨暴 (rain storm) 特性

琳恩颱風期間，部分測站四天之日雨量及總雨量如表三所示，但以本研究之定義，第一次豪雨為時44小時，第二次為8小時，各時段總雨量如表四所示，我們計算其比值，顯示豪雨之集中性，計算結果如表五所示，由表中之值可知第一次豪雨時，範圍較廣，故無論大雨區或大雨區外（雖然四天總雨量較少），豪雨時所佔之雨量比值均極大，第二次豪雨範圍較小，故有較大之差異，但各測站二次豪雨之總和所佔四天總雨量皆在 0.86 以上，更有高達 0.95 以上者，而降雨之時數按二次豪雨共為 52 小時，只佔全部時間之 0.54，此比值幾乎與委

內瑞拉（熱帶地區）雨暴之平均狀況相同 (Riehl, 1979)。

3 豪雨時分鐘雨量分布

我們首次接觸每分鐘的雨量，由之累積而成每 10 分鐘雨量，對其仍然認識不清，經分析瑞芳等 8 測站之每分鐘雨量，發現每分鐘雨量分布之雨峯隨時間之出現極不規則，豪雨時幾乎在數分鐘內即出現一次雨峯，此種振盪可能受個別上衝流 (updraft) 和下衝流 (downdraft) 之影響，較不具分析價值。但是由每分鐘雨量累積成每 10 分鐘之雨量分布，其雨峯之出現則較有規則，大概在豪雨量最大時，雨峯出現之時距較短，在 20 至 30 分鐘間，豪雨量漸減時，雨峯出現之時距增長，而這些變化在分析時雨量時不能發現，是否與對流包之生命過程有關，必須與時間尺度相等的氣象雷達、衛星雲

(表四) 琳恩颱風第一次及第二次豪雨時選擇測站總雨量 (mm)

(第一次豪雨 23 日 15 時至 25 日 11 時，44 小時；第二次豪雨 26 日 12 時至 20 時，8 小時)

測站	竹子湖	五堵	臺中	火燒寮	大尖山	石碇	瑞芳	鹿港	淡水	木柵	松山	公館	台北	雨勢角	山佳
第一次雨	1545.1	1325.0	1095.4	874.5	872.0	752.0	677.5	564.6	399.3	392.5	387.5	330.5	289.5	245.5	220.5
第二次雨	93.4	221.0	67.1	137.5	141.0	74.5	356.0	203.7	39.9	37.5	19.5	27.0	29.0	32.5	19.5

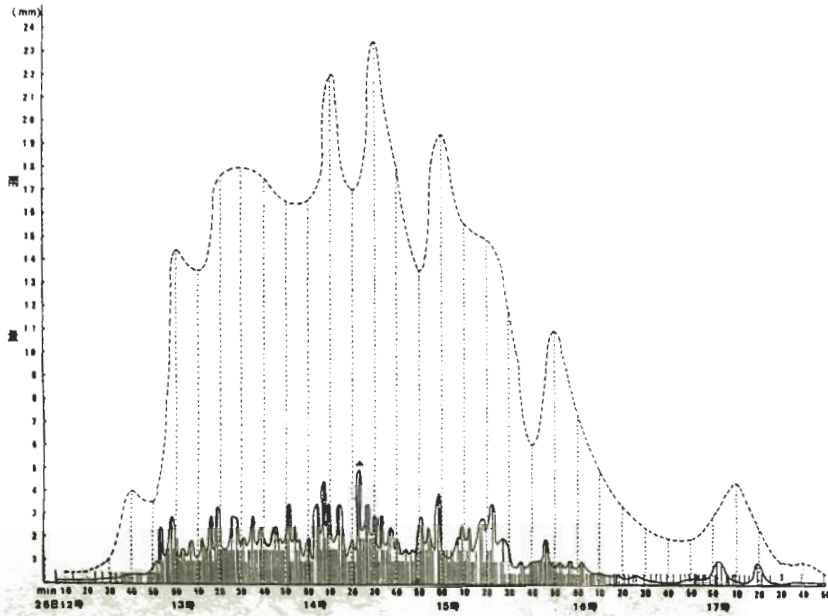


圖 7 圖六中W時段每分鐘及每10分鐘雨量分佈。三角形示最大每分鐘雨量(5 mm/min)，圖中所繪曲線意義同圖六。

圖以及地面觀測等氣象資料配合分析，始可略知其梗概。我們希望分析「台灣地區中尺度實驗」(TAMEX)之雨量資料時，能夠獲得初步的結果，琳恩颱風侵襲期間無適當的資料可提供較小時間尺度的分析，此處僅以瑞芳測站第二次豪雨時之雨量分布，略窺每分鐘雨量、10分鐘雨量與小時雨量間之關係。圖六為瑞芳之時雨量及10分鐘雨量分布，每

小時雨量間之直線代表每10分鐘雨量，我們並且選取26日12時至17時50分，最大豪雨之一段時間(如圖中表W者)分析其每分鐘雨量之分布(如圖七所示)圖中有三角符號之處為最大一分鐘雨量(5 mm)，彷彿10分鐘雨量最大時一分鐘雨量也最大，但是此種關係在其他時段並不完全存在。如果我們能獲得一小時雨量中每10分鐘雨量之分布關係，以及

(表五) 琳恩颱風兩次豪雨時總雨量與四天總雨量比值

(R旁數字表示兩次豪雨之時間，R₅₂為兩次豪雨之總雨量。)

測站	竹子湖	五堵	蘇澳	火燒寮	大尖山	石碇	瑞芳	基隆	淡水	木柵	松山	公館	台北	南勢角	山佳
R ₄₄ / R ₉₆	0.84	0.82	0.81	0.80	0.78	0.87	0.62	0.70	0.80	0.84	0.92	0.82	0.88	0.85	0.83
R ₈ / R ₉₆	0.05	0.14	0.05	0.13	0.13	0.09	0.32	0.25	0.08	0.08	0.05	0.07	0.09	0.11	0.07
R ₅₂ / R ₉₆	0.89	0.96	0.86	0.93	0.91	0.96	0.95	0.95	0.88	0.92	0.97	0.89	0.97	0.96	0.90

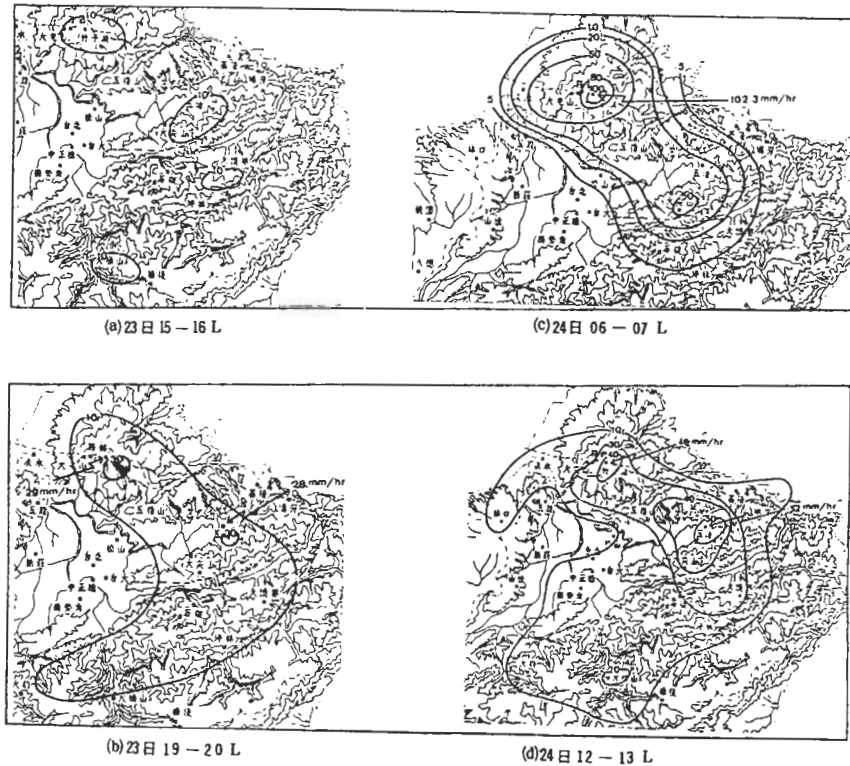


圖8 琳恩豪雨期間第一次大雨時，每小時雨量分布圖

每10分鐘雨量變化與對流包之發展過程之關係，也許對小區域防洪及設計有所助益。

(二) 豪雨空間分布特性

琳恩颱風具有共伴颱風降雨在台灣北部空間分布之特性，由圖二及表三之雨量資料可知此次豪雨侷限在三個地區，一在大屯山區以竹子湖為中心；一在基隆河中上游，以五堵為中心，另一在蘭陽平原西方山區，以牛鬥為中心。我們曾分析23日1時至25日10時及26日11時至27日24時每小時的雨量圖，仔細研究此次豪雨究竟是如何的分布，結果發現以其雨量在空間的分布情形判斷，主要是地形阻隔與抬升作用而成，因為大雨中心固定在三個特殊的地點，大雨範圍只有擴展與縮小的變化，而大雨範圍的擴展可能與輸送水汽之地面與高空氣流之強度有較密切的關係。圖八為第一次大雨時，選擇4次每小時之雨量分布圖，以示大雨區由大雨中心向外擴展之概況。圖九為第二次大雨時之兩次逐時雨量

和8小時總雨量分布狀況。由圖八及圖九，同時比較彭佳嶼（表三中）之雨量，可知台灣北部地形促成豪雨量之集中性與其顯著的雨蔭作用。因此，共伴型颱風形成台灣北部之豪雨，主要乃由於強烈氣流輸入豐富水汽在地形輻合抬升後之產物。

四、總結

颱風與東北季風共伴型豪雨對台灣北部及東北部造成災害乃由於豪雨量大，豪雨時間長及大雨區有較固定的分布型態。琳恩颱風不過為其中之一，但災害之嚴重不亞於民國58年10月之美勞西颱風。由於共伴型颱風之豪雨量分布受地形之作用最為顯著，故形成地形降雨的諸多重要氣象因子可能均適用於預測共伴颱風在台灣北部豪雨的發生及豪雨量的時空分布狀況。共伴型豪雨多發生在整個降雨期間的中期，其原因可能是因颱風逐漸接近台灣地區

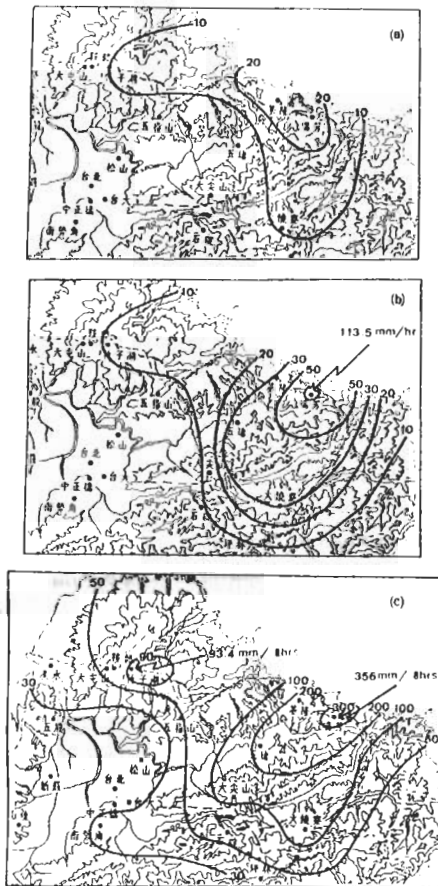


圖9 琳恩豪雨期間第二次大雨時，基隆河流域逐時及8小時雨量圖

(a) 26日12-13 L，一小時雨量

(b) 26日14-15 L，一小時雨量

(c) 26日12-20 L，八小時雨量

，其外圍環流加強輻合氣流（台灣北部中層以下之高空風速增強）及水汽量之供輸，以琳恩為例，兩次豪雨之總雨量幾佔四天總雨量之86%以上，而降雨時間只佔全部的54%，當輸送水汽之風速增強時，大雨區且可由大雨中心向外擴展，但只限於北部及東北部地形影響之範圍內，雨蔭作用特強，使豪雨侷限於山區及迎風地區。

誌謝

本研究承中央氣象局、水利局、空軍氣象中心

、台灣電力公司及石門水庫管理局等機構提供資料，並由文大研究生林春長及陳維良先生協助計算雨量與分析圖表，中央氣象局預報中心林燕璋及彭明政先生分析每小時雨量圖，劉淑珍及黃素昭小姐繪製印刷圖表，特此致謝。

參考文獻

- 葉文欽（1977）：熱帶氣旋與極地高壓共伴環流對台灣天氣之影響，氣象預報與分析，70，30~39。
- 王時鼎（1970）：台灣區域冬半年連續三至六天惡劣天氣型研究，氣象學報16，2，18~31。
- 魏元恒、謝信良及林民生（1971）：颱風特性與台灣雨量之研究，氣象學報17，3，1~17。
- 潘大綱、張凱軍及徐天佑（1984）：民國72年10月12日宜蘭地區豪雨個案之分析與探討，天氣分析與預報研討會論文集編，中央氣象局，63~73。
- 曲克恭（1977）：台灣地形與颱風環流之分析研究，氣象預報與分析，68，9~26。
- 曲克恭（1986）：台灣地區測站最大雨量探討，華岡氣象，9，8~14。
- 氣象學報（1968）：民國56年第三號颱風解拉調查報告，14卷1期，49~58。
- 氣象學報（1969）：民國57年第三號颱風艾琳調查報告，15卷3期，55~65。
- 氣象學報（1970）：民國58年第四號颱風美勞西調查報告，16卷1期，54~64。
- 氣象學報（1974）：民國62年第二號颱風娜拉調查報告，20卷1期，62~78。
- 氣象學報（1975）：民國63年第三號颱風貝絲調查報告，21卷2期，52~57。
- 氣象學報（1979）：民國67年第三號颱風阿拉調查報告，25卷2期，21~40。
- Riehl, H. (1979): Climate and Weather in the tropics, 106-112.

A STUDY OF HEAVY RAINFALL CAUSED BY TYPHOON LYNN

*Ko-Kung Chu*Department of Meteorology
Chinese Culture University*Cheng-Kai Chen*Weather Forecast Center
Central Weather Bureau

(manuscript received April 15, 1988; in final form June 30, 1988)

ABSTRACT

From October 23 to 26, 1987, the combined effects of the flow in the outskirts of typhoon Lynn and the North-Eastern Monsoon caused heavy rain and flash flood in the northern and north-eastern Taiwan. The continuously heavy rain ($R > 10$ mm/hr) happened two times. The first one held about 44 hours, and the second one occurred and lasted about 8 hours. Because the topography-lifting mechanism of moist air which was brought by the convergent current dominated the occurrence of heavy rain, it was found that there were relatively fixed patterns of the spatial distributions of heavy rainfall in the northern and north-eastern Taiwan when they were affected by a typhoon such as Lynn. The domain of heavy rainfall extended outwardly from a heavy rainfall center which almost held at the same location for the whole period of heavy rain. The cumulated maximum point rainfall above the duration of 30 minutes of Lynn case was greater than that of the Agnes case, September 3, 1981, and it was less than that of the Ellen case, August 7, 1959.

Key words: Heavy rainfall, confronted with NE Monsoon, Temporal and spatial distribution.