

以列聯指數推導台灣北部地區降水之中尺度結構

鄭師中、曾鴻陽
中國文化大學氣象系

楊之遠、蔣爲民、曾雪卿
中央氣象局

摘要

用列聯指數 (CI 值) 分析台灣北部地區 1984 - 1986 冬季時雨量資料。結果顯示: CI 值隨距離向外迅速遞減, 在 30 公里處出現相對最小值, 而在 40 公里處附近, 出現第二高值中心; 東北季風期間, 受地形及輻合作用影響, 分別在基隆、鞍部、竹子湖及桶後一帶形成三個雨量中心。

一. 前言

台灣地理環境特殊, 氣流受地形影響, 易形成雨量的特殊空間分布。北部及東北部地區在冬季東北季風期間經常陰雨綿綿, 其原因除了有利的天氣型態配置外, 地形亦扮演了一個主要的角色。有關天氣系統所形成之雨量分佈特性及其原因之探討, 過去在國內已有許多研究報告發表, 如徐晉淮(1971)曾分析 1907 - 1970 年梅雨季及颱風侵襲時台北豪雨之狀況。蔡清彥及周根泉(1982)利用 1947 - 1980 年 102 個個案颱風統計颱風路徑與台灣地區之風速及雨量分布, 發現主要降雨中心, 大致與中央山脈大尺度地形迎風面相吻合。王時鼎等(1982)研究台灣颱風降雨特性, 顯示台灣地區雨量之分佈非綜觀尺度之氣象因子可單獨顯示, 而小地形及降雨雲中對流細胞雲可能為促成大雨區之分佈特性。曲克恭、劉廣英(1982、1983)以 1976 - 1981 台灣地區 15 次大雨分析其特殊分佈時發現特殊之大

雨區及大雨中心, 可能為中小尺度之對流及地形影響所致。梁瑞禎等(1986)對 1981 及 1984 年梅雨期間之豪雨個案加以分析, 結果顯示除在綜觀及中尺度條件上有利降雨之發生外, 造成局部地區之大雨中心似與地形之強迫上升運動有關。曲克恭、陳正政(1988)研究 1987 年琳恩 (LYNN) 颱風造成東北部豪雨之原因中發現, 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影響, 雨量分布有較為固定之空間型態。

綜合上述可知, 綜觀天氣系統固為形成台灣地區降水之主因, 但是地形及其相對應於地形的低層局部環流及其變化, 可能為兩區分佈特殊之原因。分析地形與雨量分佈關係之方法甚多, 而列聯指數 (Contingency Index; 簡稱 CI) 值) 分析即為其一。

CI 值首先係由 Henry and Griffiths (1963) 用於研究中美洲日降雨量型式, 之後 Rainbird (1968) 也應用於東南亞降水量之調查

。Schroeder (1978) 在夏威夷也做了詳細的分析，以明瞭降水特性及中尺度結構並獲致良好結果。由於夏威夷地區與台灣都屬多山的複雜地形，因此，本文嘗試引用 CI 值分析法，探討台灣北部及東北部地區地形與降水的關係。

二. 資料來源及範圍

本研究計劃原收集了北部及東北部地區所有氣象站的時雨量資料。但為配合 CI 值的計算及分析迎風面、背風面 CI 值變化情況所需，實際上僅選擇了資料較完整的 1984 ~ 1986 年共三年之冬季 (12. 1. 2. 月) 連續時雨量資料加以分析。

研究中分析之範圍為台灣北部及東北部地區及包含新竹、台中 (代表背風面) 兩測站在內，共計 15 個測站 (圖 1)

三. 冬季東北季風期間降水系統之分類

季風 (monsoon) 源之於阿拉伯海，原指阿拉伯海區域之季節性氣流，此種季節性氣流在一年中有六個月來自東北，其他各個月來自西南，呈現顯著之方向變換。此一名詞最早為印度方面氣象學者所引用，今則普遍行於世界各國，廣泛表示各處季節性之氣流及其連帶之天氣現象。

亞洲南部與西太平洋為全世界季風最顯著的地帶，故有季風亞洲 (monsoon Asia) 之稱。台灣位於此季風區域內，冬季除季風環流外，再加上信風輻合的加強作用，東北季風特別強勁，其持續時間可由十月中旬至翌年四月底。若依時間劃分，則可劃分為二個階段：第一階段由十月中旬至二月底，相當於副熱帶西風噴射氣流在喜馬拉雅山南麓出

現至南移至緯度 15° N 南限的時間，為東北季風逐漸加強階段，台灣地區在強勁東北季風控制之下，尤以北部地區為甚。第二階段由二月底至四月底，相當於副熱帶西風噴射氣流由緯度 15° N 南限北移至喜馬拉雅山南麓並告消失之時間，為東北季風逐漸減弱的階段，至五月份則進入轉換期。

王 (1970)、鄭 (1971) 均曾對冬季持續性惡劣天氣做研究，並將天氣型態加以分類 (表 1, 2)。而劉 (1986) 亦曾對冬季常見之天氣系統 (型態) 加以分類 (表 3)。本文將 1984 - 1986 年三年間 12 - 2 月冬季天氣圖類型與天氣之關係，經分類後將其減化為下列類型：

天氣型	地 面	高空 (500 mb)
A	大陸冷高壓 (或寒潮)	東方槽、西方槽
B	移動性或分裂高壓	及阻塞現象 (阻
C	氣旋鋒面	塞高壓在中東及
D	大陸冷高壓 + 鋒面 + 南方颱風	勘察加半島)

其中 D 型僅出現一次，B 型出現次數亦不甚多，而 A 及 C 型出現頻率幾佔天氣類型之大部份。一般而言，A、C 型下，台灣東北部降水多明顯，但亦可能降水不顯著。在地面天氣型態相同之下，而出現顯著不同的天氣情況，此乃起因於高空形勢不同之影響。若 500 mb 平均槽位於台灣東方則高空西北流平越雖在季風型氣型分佈下，但天氣尚佳降水不多或不明顯；反之，平均槽在台灣西方則原為季風型態惡劣天氣，遇有移動性高氣壓籠罩天氣亦未必特佳。

另台灣冬季出現之持續惡劣天氣及降水大都由阻塞作用而導致，可分為三種型式 (1) 阻塞高壓出現

於中東。(2)阻塞高壓出現於堪察加附近而貝加爾湖西方有顯著高壓脊相對應。(3)阻塞高壓出現於堪察加附近但貝加爾湖西方並無顯著高壓脊相對應。

四. 列聯指數與地形降水特性之關係

列聯指數是計算兩氣象站間同時發生相同降水類型的關係，將時雨量資料分為三個量級，並以每二站之間每時同時發生的頻率列為 3×3 之列聯表 (Contingency Table)，並用來計算列聯表指數 (CI)。本文將逐時降水量分為 (I) $0, < 10 \text{ mm}, > 10 \text{ mm}$; (II) $0, < 5 \text{ mm}, > 5 \text{ mm}$; (III) $0, < 1 \text{ mm}, > 1 \text{ mm}$ 三種類型分別討論。

		Station A			
		0	<10mm	>10mm	
station B	0	a_1	a_2	a_3	y_1
	<10mm	a_4	a_5	a_6	y_2
	>10mm	a_7	a_8	a_9	y_3
		x_1	x_2	x_3	T

表為 $0, < 10 \text{ mm}, > 10 \text{ mm}$ 三個量級之情況

其中 a_1, a_2, \dots, a_9 為實際頻率

x_1, x_2, x_3 : 為行總和

y_1, y_2, y_3 : 為列總和

T : 為行列總和

$$CI = \frac{(a_1 + a_5 + a_9) - (b_1 + b_5 + b_9)}{T - (b_1 + b_5 + b_9)}$$

$$\text{其中 } b_1 = \frac{x_1 y_1}{T} \quad b_5 = \frac{x_2 y_2}{T} \quad b_9 = \frac{x_3 y_3}{T}$$

CI 的極大值為 1.0，當其為 0 時，則代表隨機或然值，負值時則代表不同時發生增加的情況。

五. 研究結果

本文分析 15 個測站三種類型共得 45 張 CI 圖 (圖 3.1 — 圖 5.15)。第一類型表示同時發生大雨之情況，第二類型可表示同時發生中度降水的情況而第三類型則可表示同時發生降水的情形。

(一) 在 $0 < 10 \text{ mm}, > 10 \text{ mm}$ 類型的 15 張圖中發現有一共同點— CI 值隨著距離之向外伸展而減小，其中又以基隆、貢寮兩地深具代表性。此地當東北季風之衝，由圖 3.11 中可看出以基隆為中心 CI 值向南向西南遞減，在鞍部、竹子湖有一相對高值中心出現 (CI = 0.46) 顯示在東北季風影響下基隆若出現較大雨勢 (時雨量 > 10mm) 時，鞍部、竹子湖一帶也有很大的機率出現較大雨勢，而在龜山、桶後及孝義一帶有一次高中心 (CI = 0.3) 出現，即可能有三個較大雨勢中心，分別為基隆、貢寮；鞍部、竹子湖及桶後龜山一帶，此種次高中心與海拔高度及向風面有關。另由圖 (5.11) 貢寮 CI = 1.0 與圖 (3.11) 有相似的結果，三個較大雨勢中心分別在基隆、貢寮；竹子湖、鞍部及龜山、桶後一帶。

(二) 在 $0 < 5 \text{ mm}, > 5 \text{ mm}$ 類型的 15 張圖中亦分別發現，此 CI 值亦隨距離向外伸展而遞減。本文將基隆及貢寮 CI = 1.0 的兩張分析結果列於下：

基隆及貢寮在東北季風期間為迎風面，這無疑間當基隆 CI = 1.0 時，可發現有兩個相對高值中心，一在鞍部、竹子湖附近，另一在桶後附近，顯示東北季風型天氣，基隆出現中強度雨勢時，在鞍部、竹子湖及桶後一帶亦可能出現副中心。而當貢寮 CI = 1.0 時，另兩相對高值中心仍在鞍部、竹子湖及桶後一帶。

(三) 在 $0 < 1 \text{ mm}, > 1 \text{ mm}$ 的 15 張圖中分析基隆及貢寮 CI = 1.0 時，亦可發現與上述情況有相同

的結果。

由上述分析可知，列聯指數對中尺度結構具有其解釋的意義，特別是地形的影響，且CI值減小常隨著向風與背風方向兩者之距離而變。

另外分別以基隆及貢寮CI = 1.0圖中以基隆及貢寮為中心求取CI值與測站距離之相關圖發現，CI值隨距離向外迅速減小，至約30 km處有相對最小值出現而在40 km附近則發現CI值第二高值出現。此項結果與上述三種類型中均得到的三個降水中心相符合，似乎說明降水與地形間關係為：在東北季風盛行下，基隆、貢寮首當東北季風之衝受地形舉升作用降水最為明顯，此後降水減少，而在距離40公里左右之鞍部、竹子湖及桶後一帶，氣流復受地形舉升作用影響出現第二降水高峯。而在新竹及台中（尤其是台中）純為東北季風的背風面雨量則更不明顯了。

六. 結論

由本研究之分析中，可以明瞭地形對降雨分佈之影響程度及其範圍，茲將要點分述如下：

- (一) 東北季風期間造成較大日或時降水，主要仍以鋒面降水為主，純粹東北季風造成之較大降水，機率甚小。
- (二) 列聯指數對中尺度結構具有解釋的意義，特別是地形的影響阻礙積雲尺度成份。
- (三) CI值隨距離向外迅速減小，至約30公里處出現相對最小值，而在40公里處附近，則出現第二高值中心。
- (四) 東北季風期間，雨量受地形舉升及輻合作用影響常集中於向風面，並在基隆、貢寮、鞍部、竹子湖及桶後一帶形成三個雨量中心。

誌謝

本文研擬期間承中央氣象局、台灣電力公司提供資料，得以順利完成，特此致謝。

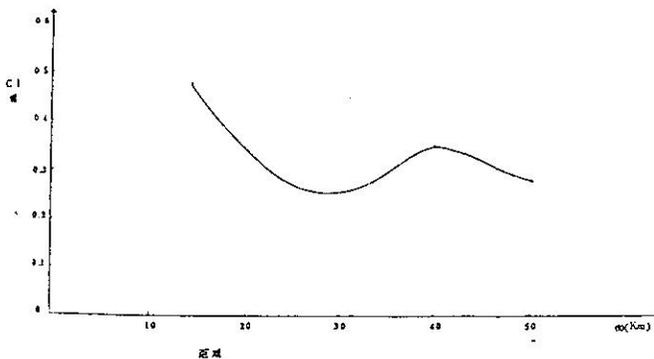


圖 6 以基隆測站為中心的 CI 值隨距離變化之關係

1. 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第16卷第2期，1-31。
2. 鄭邦傑，1971：台灣冬季持續性惡劣天候之研究，氣象學報第 卷第4期，18-54。
3. 徐晉淮，1971：台北地區豪雨之研究，氣象學報17卷3期，49-71。
4. 吳宗堯、陳正政，1978：台灣北部地區豪雨特性之分析，氣象預報與分析78期，1-18。
5. 蔣清彥、周根泉，1982：颱風路徑與台灣地區之風速及雨量分布。中範圍天氣系統研討會論文彙編，209-221。
6. 王時鼎、趙友慶、沈秀蓉，1982：台灣颱風降水特性之研究。中範圍天氣系統研討會論文彙編，175-208。
7. 曲克恭、劉廣英，1982：台灣地區豪雨及暴雨量分布之研究。氣象預報與分析92期。
8. 曲克恭、劉廣英，1983：台灣地區豪雨及暴雨特殊分布之成因。國科會研究報告，NSC74-0202-M072-09。
9. 梁瑞禎、徐天佑、潘大綱，1986：梅雨期間台灣豪雨之個案分析探討。大氣科學13期。109-119。
11. 曲克恭、陳正致，1988：琳恩颱風豪雨研究，天氣分析與預報研討會論文彙編。365-391。
10. 劉復誠，1986：台灣附近海面風力與冬季天氣系統之相關研究，中央氣象局專題研究報告。
12. Battan, L.T., 1973：Radar observation of the atmosphere, Chicago, University of Chicago Press.
13. Henry, W.K., and Griffiths, I.F., 1963：Research on tropical rainfall patterns and associated mesoscale systems. Rep. NO4 to V.S Army Electron, Res. and Develop, Lab. Texas A dr M Research Foundation college statdon, Texas.
14. Rainbird, A. F., 1968: Weather disturbance over tropical continent and their effect on ground condition, Dept of Atmospheric Sci., Colorado State University, Fort Collins, Colorado.
15. Schroeder, T. A., 1978: Mesoscale Structure of Hawaiian rainstorms Technical Rep. NO 119. VHMET, 78-03.

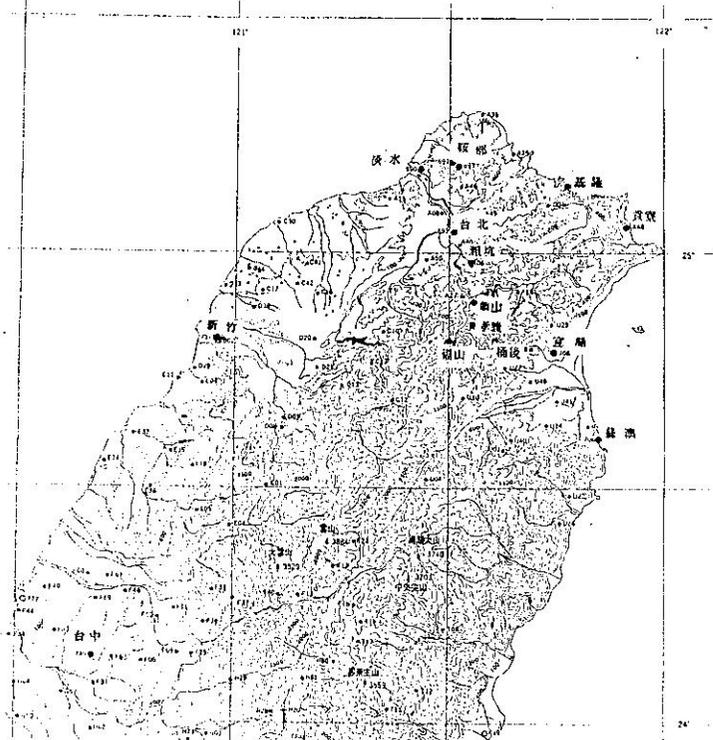


图1 研究区域内之测站分佈图

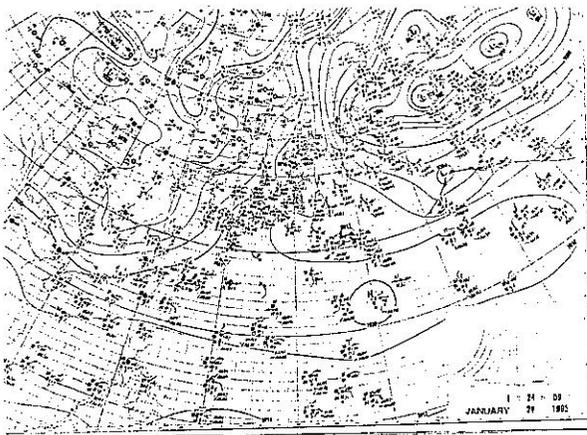


图2-1 1985年1月24日00z地面天气图(大陆冷高压或寒潮型范例)

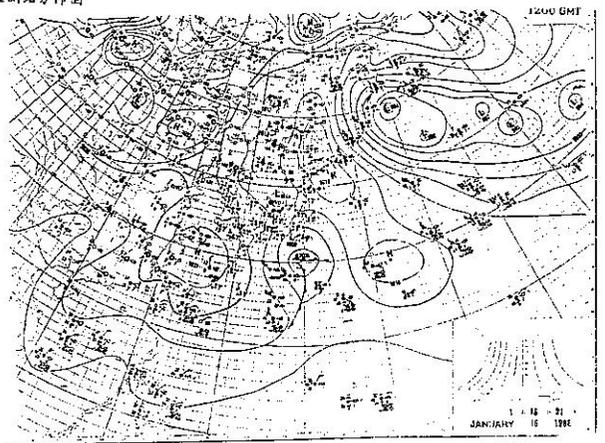


图2-2 1986年1月16日12z地面天气图(移动性或分裂高压型范例)

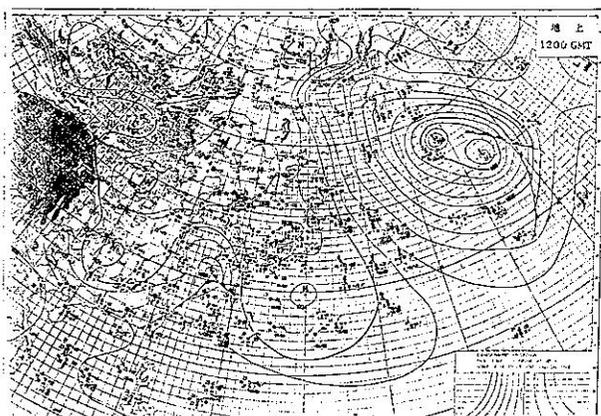


图2-3 1986年1月16日12z地面天气图(晨线锋面型范例)

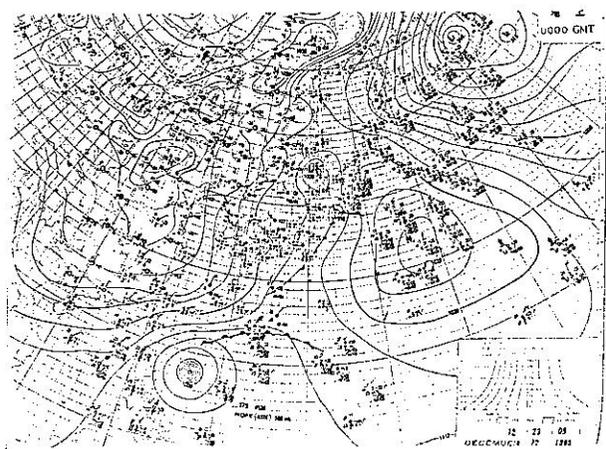


图2-4 1985年12月23日00z地面天气图(大陆冷高压+锋面+南方台风型范例)

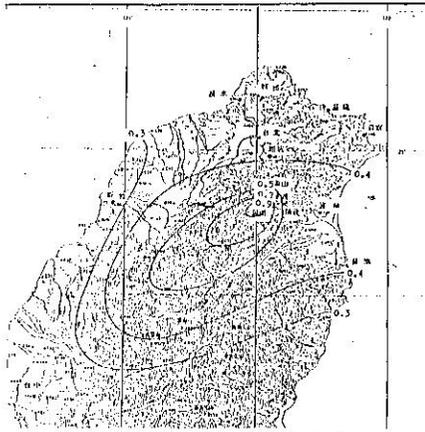


图 3-1 以测站 A24 为中心的 CI 等值图
(0, < 10, > 10 mm)

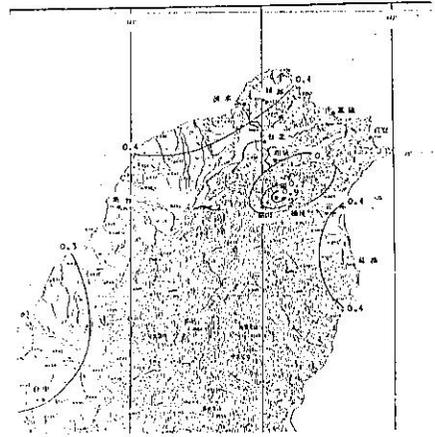


图 3-2 以测站 A25 为中心的 CI 等值图
(0, < 10, > 10 mm)

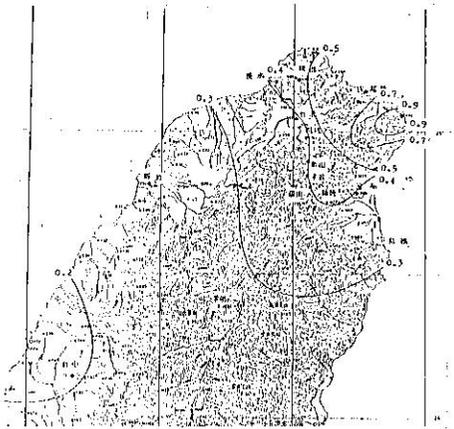


图 3-3 以测站 A28 为中心的 CI 等值图
(0, < 10, > 10 mm)

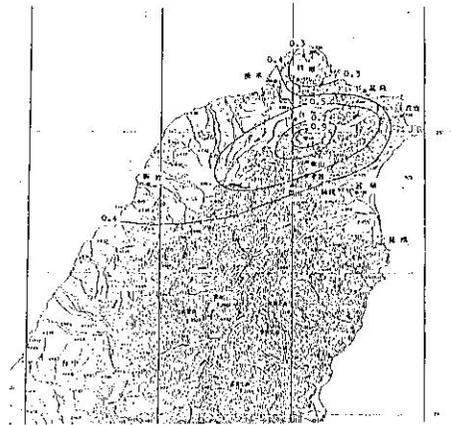


图 3-4 以测站 A29 为中心的 CI 等值图
(0, < 10, > 10 mm)

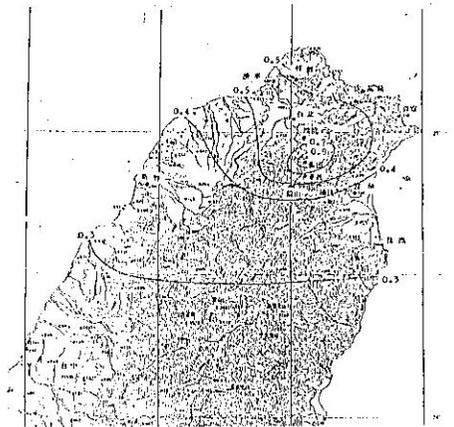


图 3-5 以测站 A10 为中心的 CI 等值图
(0, < 10, > 10 mm)

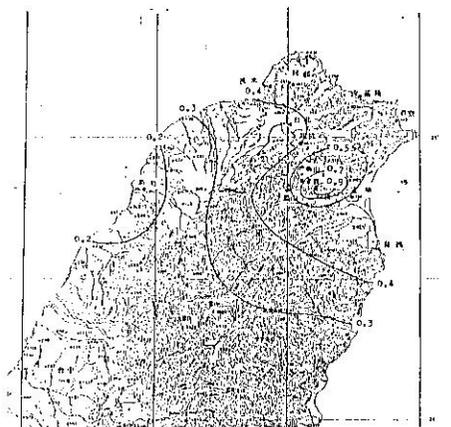


图 3-6 以测站 A22 为中心的 CI 等值图
(0, < 10, > 10 mm)

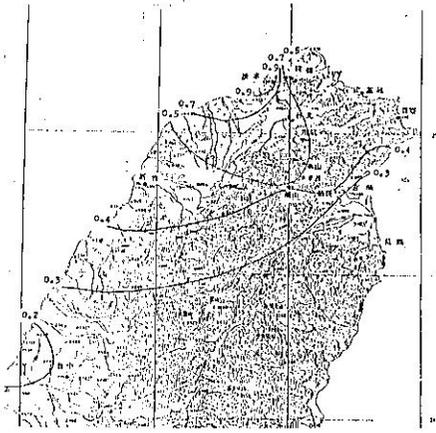


图 3-7 以测站 46690 为中心的 CI 等值图
(0, < 10, > 10 mm)

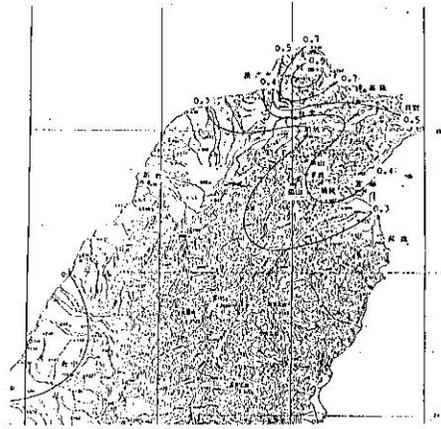


图 3-8 以测站 46691 为中心的 CI 等值图
(0, < 10, > 10 mm)

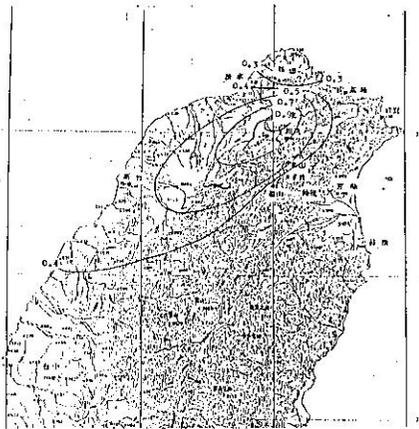


图 3-9 以测站 46692 为中心的 CI 等值图
(0, < 10, > 10 mm)

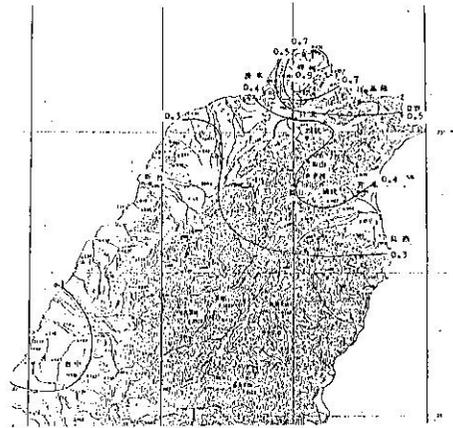


图 3-10 以测站 46693 为中心的 CI 等值图
(0, < 10, > 10 mm)

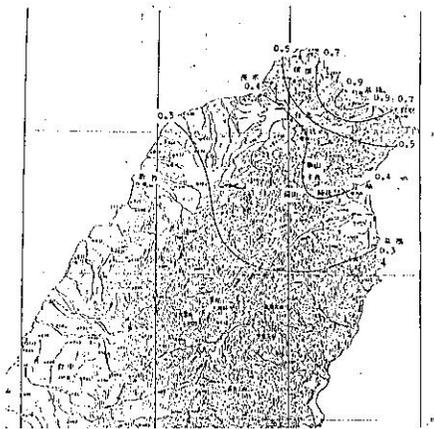


图 3-11 以测站 46694 为中心的 CI 等值图
(0, < 10, > 10 mm)

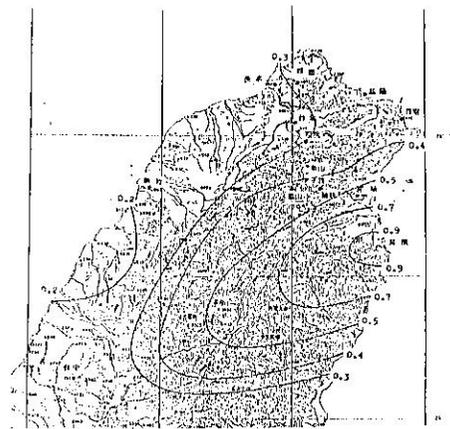


图 3-12 以测站 46706 为中心的 CI 等值图
(0, < 10, > 10 mm)

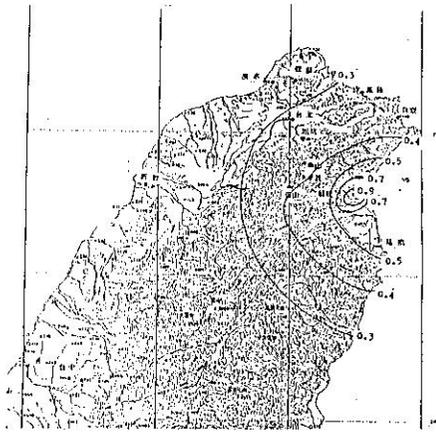


图 3-13 以测站40708 为中心的CI等值图
(0, < 10, > 10 mm)

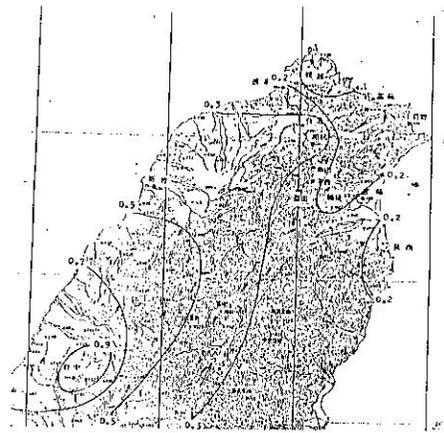


图 3-14 以测站46749 为中心的CI等值图
(0, < 10, > 10 mm)

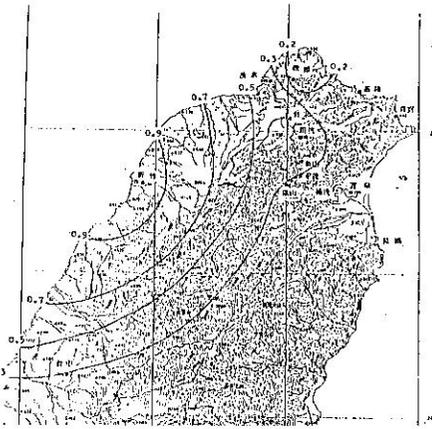


图 3-15 以测站46757 为中心的CI等值图
(0, < 10, > 10 mm)

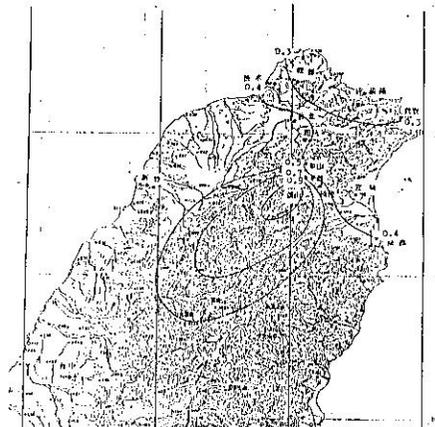


图 4-1 以测站 40A24 为中心的 C1 等值图
(0, < 5, > 5 mm)

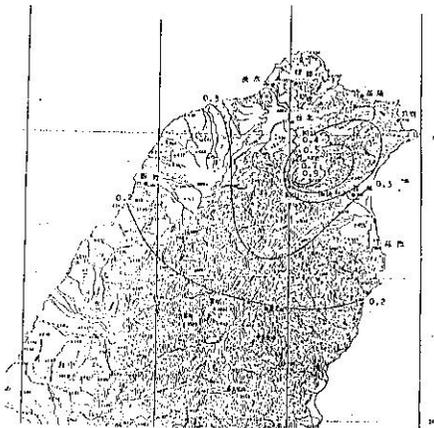


图 4-2 以测站 40A26 为中心的 C1 等值图
(0, < 5, > 5 mm)

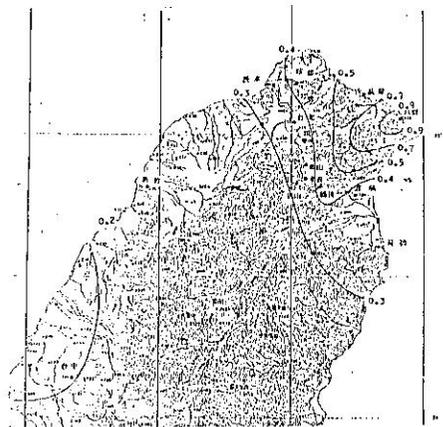


图 4-3 以测站 40A48 为中心的 C1 等值图
(0, < 5, > 5 mm)



圖 4-4 以測站 41A09 爲中心的 C I 等值圖
(0, <5, >5 mm)

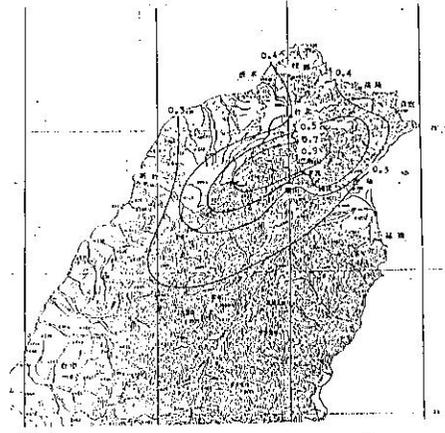


圖 4-5 以測站 41A10 爲中心的 C I 等值圖
(0, <5, >5 mm)

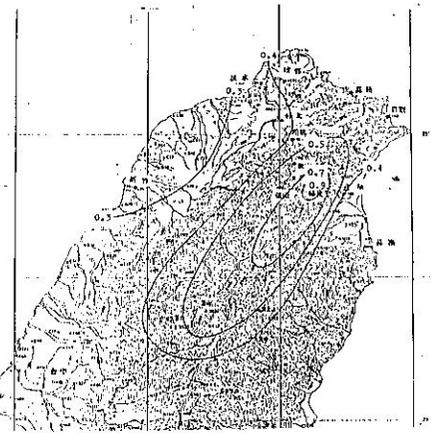


圖 4-6 以測站 41A28 爲中心的 C I 等值圖
(0, <5, >5 mm)

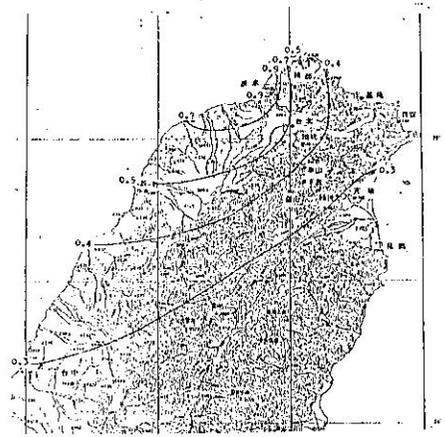


圖 4-7 以測站 46690 爲中心的 C I 等值圖
(0, <5, >5 mm)

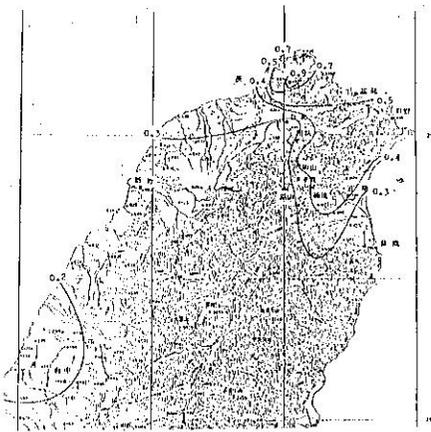


圖 4-8 以測站 46691 爲中心的 C I 等值圖
(0, <5, >5 mm)

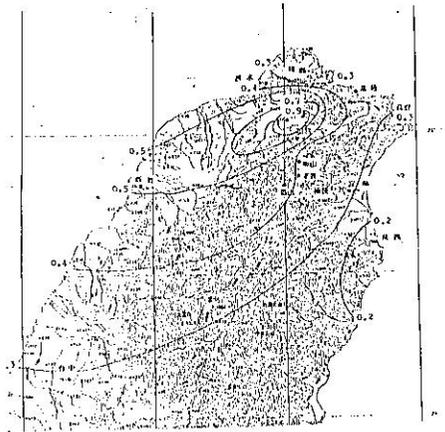


圖 4-9 以測站 46692 爲中心的 C I 等值圖
(0, <5, >5 mm)

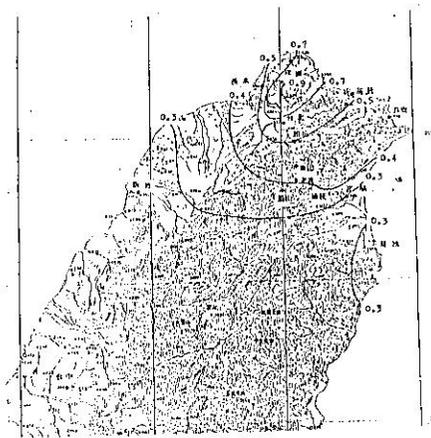


圖4-10 以測站46693為中心的C I等值圖
(0, <5, >5 mm)

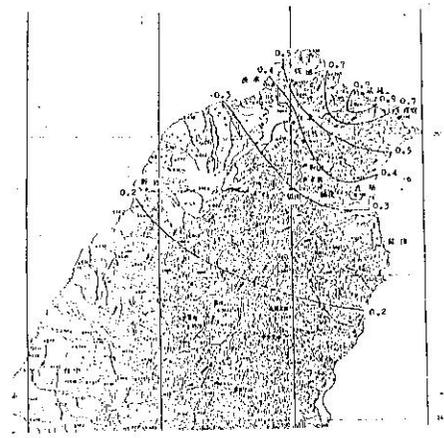


圖4-11 以測站46694為中心的C I等值圖
(0, <5, >5 mm)

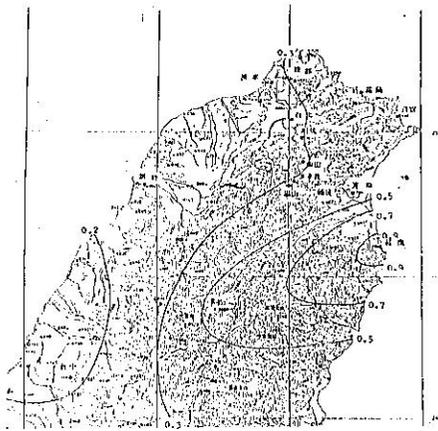


圖4-12 以測站46706為中心的C I等值圖
(0, <5, >5 mm)

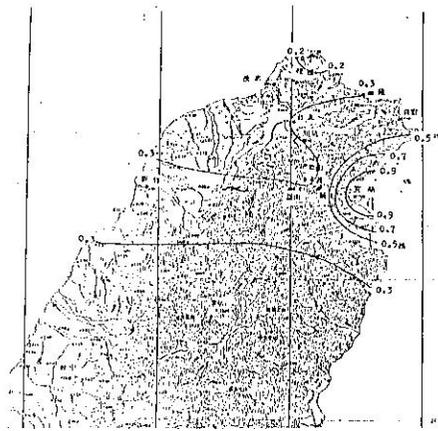


圖4-13 以測站46708為中心的C I等值圖
(0, <5, >5 mm)

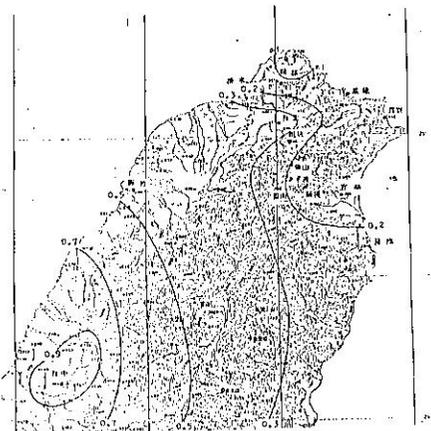


圖4-14 以測站46749為中心的C I等值圖
(0, <5, >5 mm)

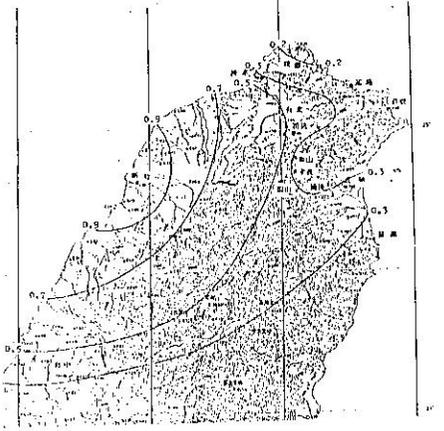


圖4-15 以測站46757為中心的C I等值圖
(0, <5, >5 mm)

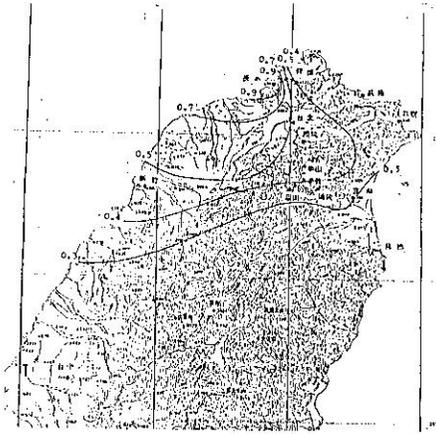


图 5-7 以测站 46690 为中心的 CI 等值图
(0, < 1, > 1 mm)

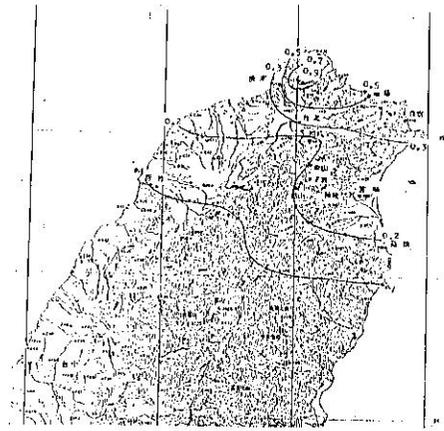


图 5-8 以测站 46691 为中心的 CI 等值图
(0, < 1, > 1 mm)

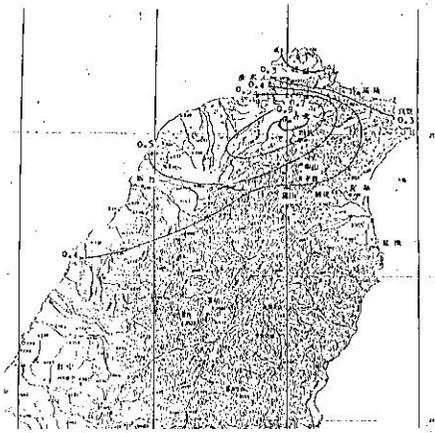


图 5-9 以测站 46692 为中心的 CI 等值图
(0, < 1, > 1 mm)

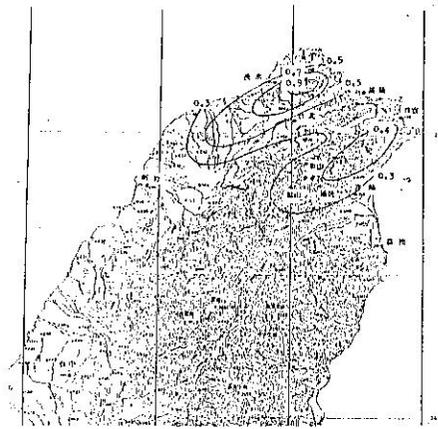


图 5-10 以测站 46693 为中心的 CI 等值图
(0, < 1, > 1 mm)

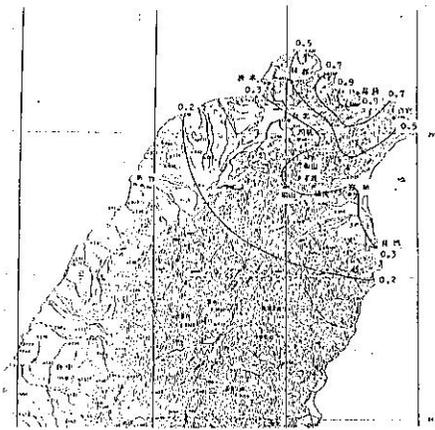


图 5-11 以测站 46694 为中心的 CI 等值图
(0, < 1, > 1 mm)

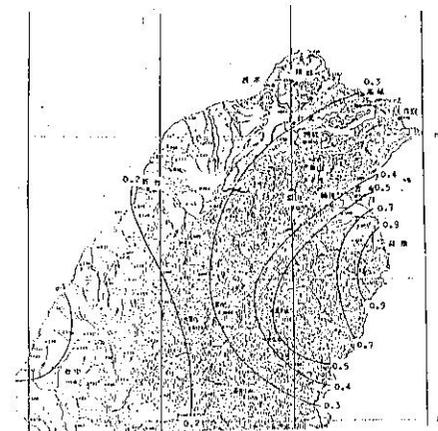


图 5-12 以测站 46706 为中心的 CI 等值图
(0, < 1, > 1 mm)

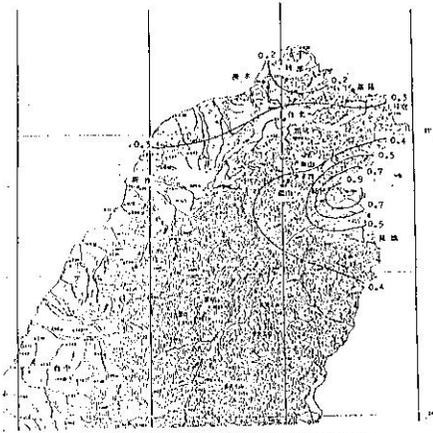


图 5-13 以测站 46708 为中心的 CI 等值图
(0 , < 1 , > 1 mm)

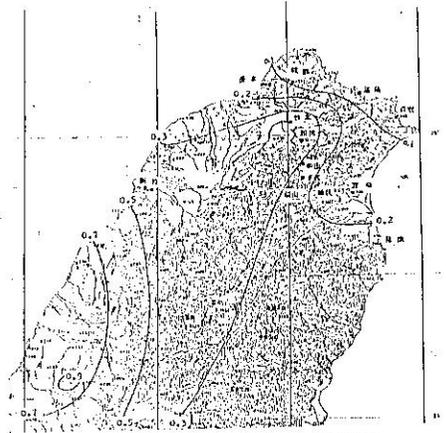


图 5-14 以测站 46749 为中心的 CI 等值图
(0 , < 1 , > 1 mm)

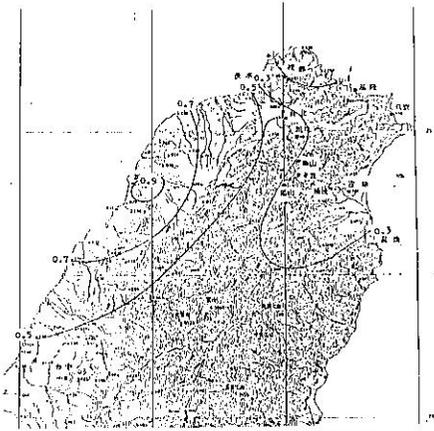


图 5-15 以测站 46767 为中心的 CI 等值图
(0 , < 1 , > 1 mm)

Mesoscale Organization Of Northern Taiwan Rains
Deduced From Contingency Index Analysis

Central Weather Bureau

Chea-Yuan Young

Wei-Min Chiang

Shyue-Ching Tzing

Department Of Meteorology

Chinese Culture University

Shin_Chung Cheng

Hong-Yung Tzing

Abstract

The data gathered from contingency index, The winter rainfalls in Taiwan area during 1984-1986 evidence that: the contingency index value varies with distance. I.E. The C.I. outwardly and progressively reduced in proportion to distance. The index value reflects the least one at the distance of 30 kilometers, while at 40 kilometers, the index value shows the second high one. During northeast monsoon period, the topographic and convergent effect form three precipitation centers : That is, Keelung, An-Pu, Chu-Tze-Hu and Tung-Hou.