

臺灣的氣候分區

吳明進 陳幼麟
國立臺灣大學大氣科學研究所

(中華民國八十一年十一月二十日收稿；中華民國八十二年二月七日定稿)

摘 要

本文使用臺灣地區有比較長氣候觀測資料的十六個測站1942-1991年各月的平均氣溫和降水資料，利用主成份分析濃縮資料。而後利用群落分析作客觀的氣候分區。結果顯示各月的分區略有不同，顯示了季節性大尺度環流的特徵和擾動的影響。如果以全年的資料作為分區的依據，則臺灣地區的氣候大體可分為北部(臺北、新竹、彭佳嶼)，北海岸(基隆)，東北部(宜蘭)，中部(臺中、日月潭)，西南部(澎湖、臺南、高雄)，東部(花蓮、成功、臺東、大武、恆春)，及山地(阿里山)。這樣的分區和目前氣象局使用者不同。氣候分區顯示，大尺度環流及擾動受到地形，特別是中央山脈的阻擋形成區域氣候不同的特徵。

關鍵詞：臺灣的氣候、客觀的氣候分區、主成份分析、群落分析

一、緒 言

一般台灣在長期預報研究和應用的分區，採用的是中央氣象局的分區法，即將台灣分為北、中、南、東和東南(圖1)，而水利單位對於水資源的分區，則依河川流域，採類似但不相同的分區(圖1)，將台灣分為北、中、南、東四個分區。這些區分方式或者基於主觀、或者基於行政區域的限制，在氣候資源利用上，或許有所不足。本文利用過去五十年(1942-1991)年，台灣地區有比較長觀測的十六個測站逐月的降水及氣溫的觀測資料，使用經驗正交函數分析和階層式群落分析法，將台灣地區的氣候作客觀的分區，討論區域氣候形成的原因；以期作為區域氣候研究和氣候資源利用的參考。經驗正交函數分析用以濃縮資料和探討資料的內部結構，所以很早就被引用到氣象和氣候的研究和應用上(Lorenz, 1956; Kutzbach, 1967)。本文也使用經驗正交函數分析來濃縮各測站的氣溫和降水資料，並採取前幾個主成份代表各測站氣候變化的特性量，作為氣候分區階層式群落分區距離計算的特徵量。階層式的群落分析法為群落分析法中的一種，在社會科學和生物科學上的應用很廣。Fovell and Fovell (1993)將其應用到美國地區的氣候分類。該文中由於使用重疊的資料，所以有分類統計上穩定度的問題，本文應用類似方法於台灣全年的氣候分區上，利用季節變化的區隔，避免了上述的問題。

二、資料處理與群落分析法

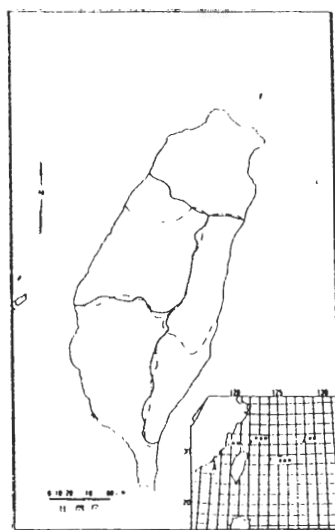
本文使用台灣地區有比較長氣候觀測資料的十六測站之1942-1991年各月平均氣溫和降水資料。此十六個測站由北到南分別為彭佳嶼、基隆、台北、宜蘭、新竹、台中、花蓮、日月潭、澎湖、阿里山、成功、台南、台東、高雄、大武和恆春。其中彭佳嶼和澎湖為小島，阿里山為高山測站，日月潭為山坡測站，其餘為相當近海的平地測站。

空間-時間序列的經驗正交函數展開具有濃縮資料的效果(Lorenz, 1956)所以被用來做資料的初步處理。全省十六個測站各月的氣溫和降水分別做經驗正交函數分析，其各別的前三個主成份解釋的變異如表一所示。降水的變異性較大，而變異性最大的七月和八月，前三個主成份各解釋了79.4%的變異，變異性最小的二月解釋了93.1%的變異。溫度的變異性較小，變異性最大的八月，前三個主成份解釋了81.4%的變異，變異性最小的二月則解釋了95.1%的變異。由此可見不管是氣溫或者降水，每個月的前三個主成份都解釋了大部份的變異。因此取每月氣溫和降水的前三個主成份來代表每個測站氣候變化的特性量，做為群落分析距離計算的特徵量。階層式的群落分析法為群分落析法之一種，首先將 N 個個體分成 N 個群落，計算個體間的距離，再將最近者融合成一個新的群體，如此依次融合成大群體，最後得到一個群體包括全部的個體。群落與群落間距離的定義有許多種，本文採用最簡單的歐式距離。歐式距離 d_{ij} 之定義為

$$d_{ij}^2 = \sum_{k=1}^M (x_{ik} - x_{jk})^2$$

其中 x_{ik} 為第 i 個個體之第 k 個特徵量， M 為特徵量的個數。在逐月的氣候分區中採各測站的氣溫及降水之前三個主成份為判別的特徵量。所以， $M=6$ ，而全年的氣候分區中採各季(共六季，以單數月份為代表)氣溫及降水之前三個主成份為判別的特徵量，所以 $M=36$ 。季節的劃分主要是採王與鄭(1982)之劃分法，相關的討論見本文第三章和第四章。

表一 全省十六個成份解釋的變異數。



氣溫

	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
EOF1	86.4	84.5	78.2	84.8	79.1	80.6	73.8	68.6	67.1	81.8	80.4	83.1
EOF2	5.3	7.7	13.5	5.7	9.6	5.6	8.2	7.5	10.9	7.1	8.3	9.4
EOF3	3.0	2.9	3.0	2.6	2.7	3.9	4.3	5.3	6.2	3.0	2.8	2.1
合計	94.7	95.1	94.7	93.1	91.4	90.1	86.3	81.4	84.2	91.9	91.5	94.6

降水

	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
EOF1	69.0	79	70.9	67.5	60.7	56.0	54.3	46.1	51.9	74.3	76.6	70.4
EOF2	10.9	9.7	14.5	11.3	12.3	15.3	18.2	24.1	16.1	8.6	9.1	11.6
EOF3	7.9	4.4	4.1	7.7	9.0	9.7	6.9	9.2	14.4	6.2	5.5	7.5
合計	87.8	93.1	89.5	86.5	82.0	81.0	79.4	79.4	82.4	89.1	91.2	89.5

圖1 台灣地區的氣候分區圖，斷線表示中央氣象局所用氣候分區，實線表示水利單位所用水資源分區圖。

三、逐月的氣候分區

王與鄭 (1982) 依據北半球 700、500、300 及 100 mb 高度以及 120° E 經線上各地高空風及溫度之逐月變化，將東亞的區域環流分成六個自然季節，每個季節約長兩個月，此六個季節為開始於元月第一候的仲冬、三月第一候的春季、五月第一候的初夏(梅雨)、七月第四候的仲夏、九月第二候的秋季和十一月第一候的初冬。大氣環流的季節演化以及擾動反應在台灣地區的氣候可以逐月平均氣溫降水和氣候分區得知。

圖 2 所示為代表仲冬的一月和二月的氣候分區。一月的氣溫除山地阿里山和日月潭之外，略成由西北向東南增加，一月的降水集中在北海岸，西南部降水少，阿里山略多。一月的氣候分區，也反應東北季風受地形作用的特徵。北部分成三區，基隆和宜蘭獨立出來，東部和西部間以中央山脈為界，阿里山另成一區。二月氣溫及降水的分佈型態和一月相同，唯台中和日月潭的降水增加，二月的氣候分區仍然顯示北海岸基隆以及阿里山各自成一區，中央山脈將台灣分成東西兩部。唯台中和新竹台北類似，日月潭和宜蘭已接近東部的分區。

圖 3 所示為三月和四月的氣候分區，三月和四月為東亞的春季。三月的氣溫分佈仍然如一月，即除山地外，由西北向東南遞增。三月的降水仍然以北海岸基隆最多，但東西岸的差別減小，新竹的降水反多於宜蘭，降水除阿里山外由北向南遞減。三月的氣候分區仍類似於一、二月，唯日月潭、阿里山類似於東部，且花蓮和東南部略顯差異。四月的氣溫分佈仍如一、二月，唯南北溫差減小，四月的降水北海岸仍多，但南北的差異減小，阿里山的雨量且多於基隆。四月的氣候分區顯示，北海岸和北部已經沒有差異，中部和南部差異也減小，宜蘭和北部仍然分屬不同氣候區。

圖 4 所示為五月和六月的氣候分區，五月和六月為東亞的梅雨季。五月的氣溫，除山地外，由北向南遞增，東西差異不大，南北差異也不大，五月的降水西部多於東部，除山地外北部多於南部。基隆為副中心阿里山的降水約為鄰近平地的三倍。五月的氣候分區仍然約略可見中央山脈的影響，宜蘭近似於北部地區，東部自成一個分區，但東南角的大武和恆春，已接近西南部的台南和高雄。六月的氣溫除山地外，已無近乎無南北的差異，六月的降水，西部多於東部，南部多於北部，盛行風向的改變已經非常明顯。阿里山的降水高達 800 mm，六月的氣候分區仍然可見中央山脈的影響，宜蘭接近於北部地區，中部台中、日月潭、阿里山成一分區，西南部台南、高雄成一分區，而南部的恆春自成一個分區。

圖 5 所示為代表仲夏的七月和八月的氣候分區，七月為一年中溫度最高的月份，除山地外，全省高溫，北部又略高於南部，七月也是梅雨季過後略乾的月份，降水量南部多於北部，阿里山仍為降水的最大中心。七月的氣候分區顯示西南部和東南部差別不大，中部成一區，東部成一區，北部分成三區，宜蘭和台北基隆仍然有明顯差異，海島的彭佳嶼和澎湖接近。八月為颱風最多的月份，溫度和降水的分佈仍如七月，阿里山仍為降水的最大中心，但是北部的降水量較七月為多。八月的氣候分區，仍然可見中央山脈的影響，南部的恆春接近於西南部，而宜蘭和東部地區已經沒有差別。

圖 6 所示為九月和十月的氣候分區。九月為東亞秋季的開始，九月的氣溫也反應盛行風的改變，除山地外，全省的溫度仍高但南部略高於北部。九月的降水除阿里山外，東部遠大於西部，這主要是受颱風的影響，阿里山仍為主要的降水中心，九月的氣候分區顯示東部、東南部成爲一區，和西部有明顯的差別。十月的溫度和降水的分佈仍如九月，唯東北部北海岸的降水

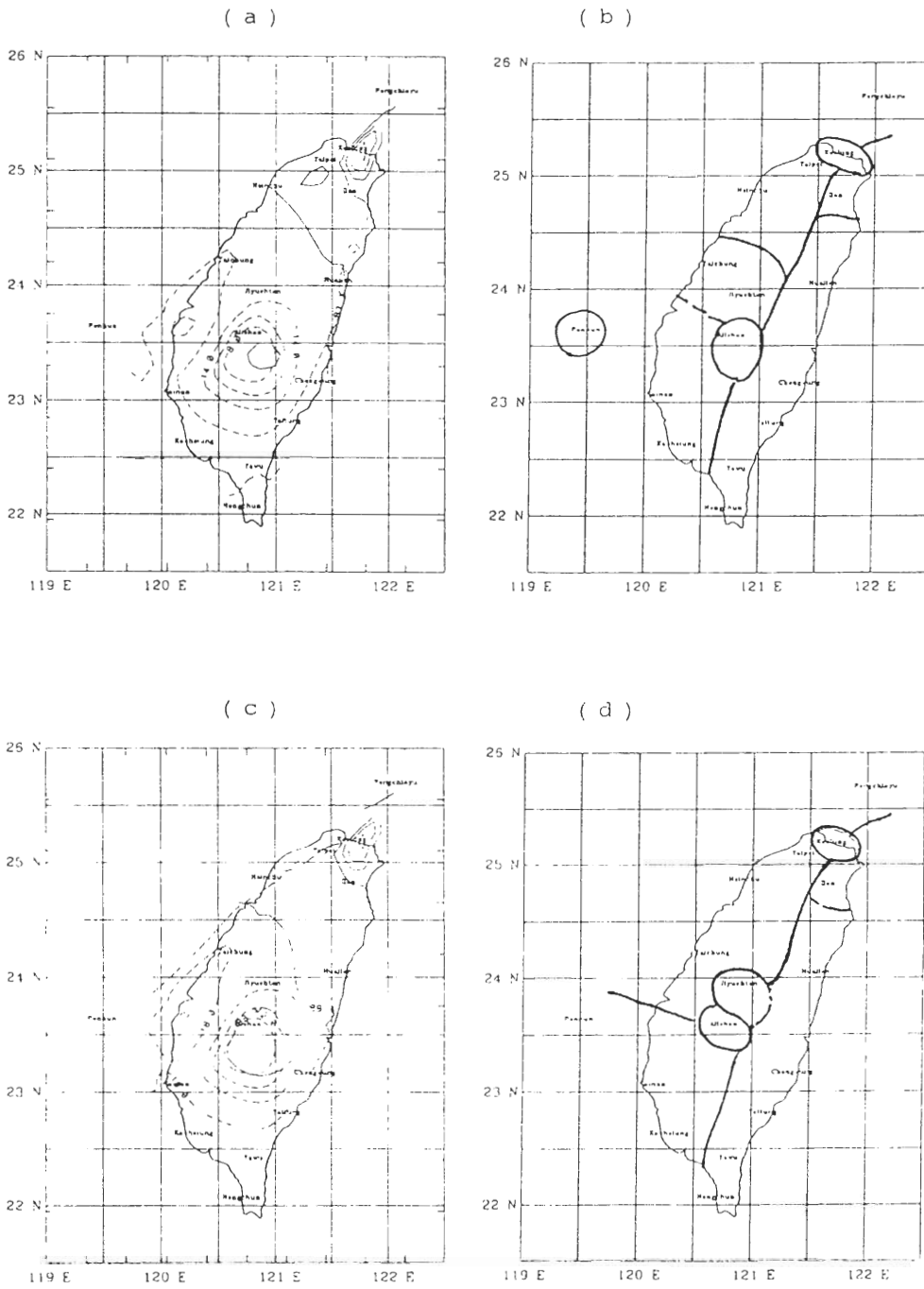


圖2 仲冬的氣候分區圖(a)一月(b)二月，實線表示氣候分區，虛線表示次區。

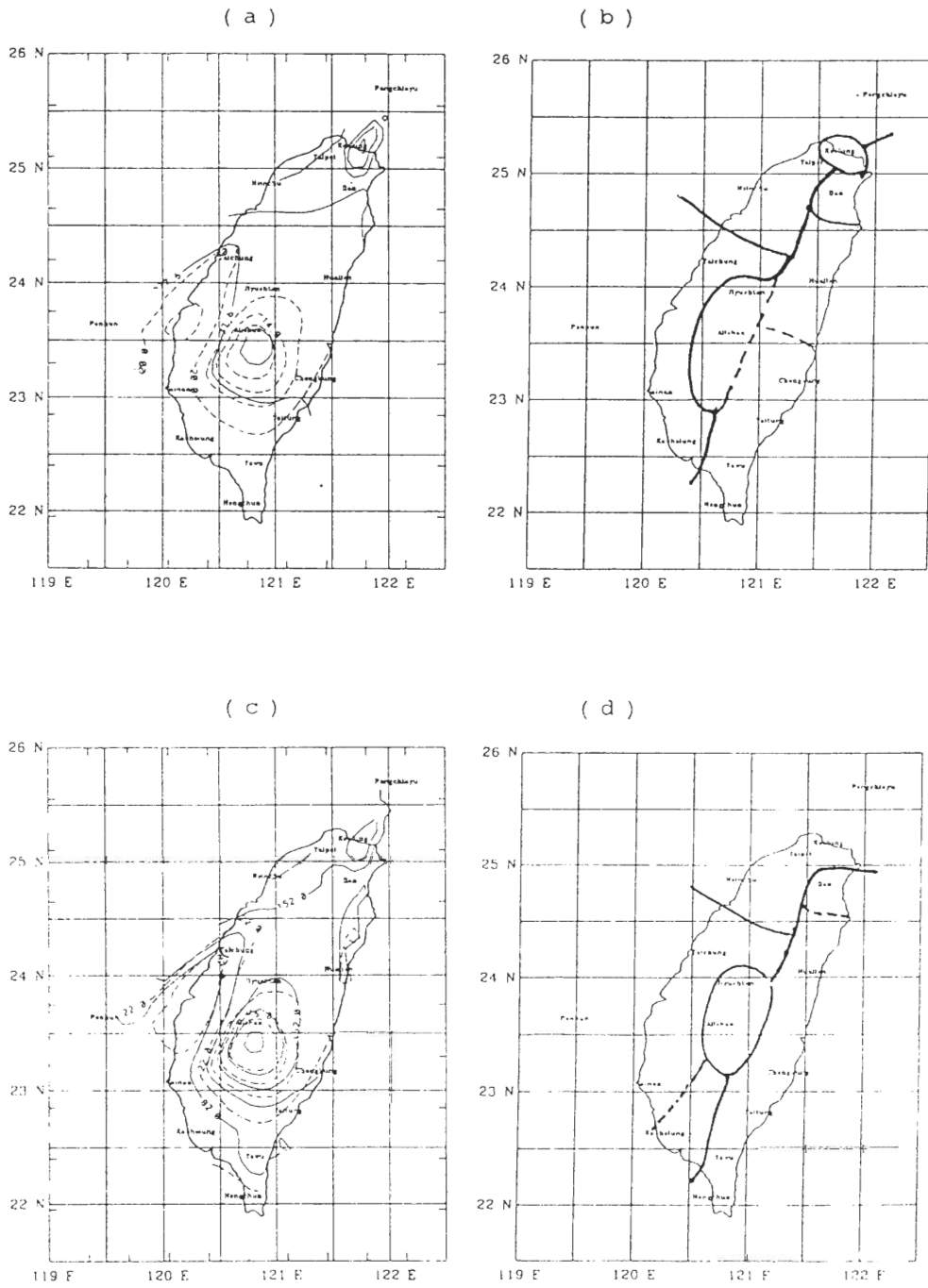


圖3 同圖2，但為春季(a)三月(b)四月。

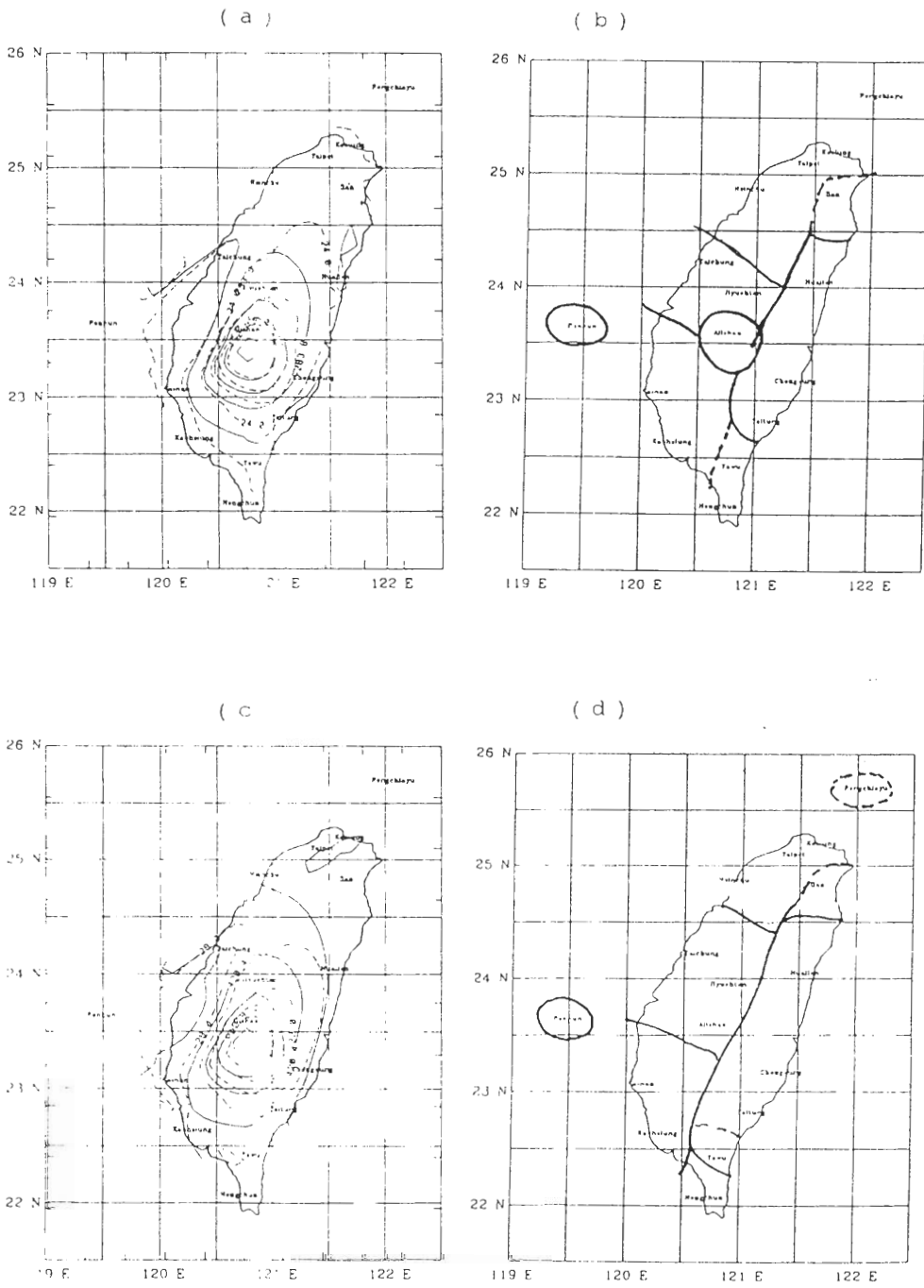


圖4 同圖2，但為梅雨季(a)五月(b)六月。

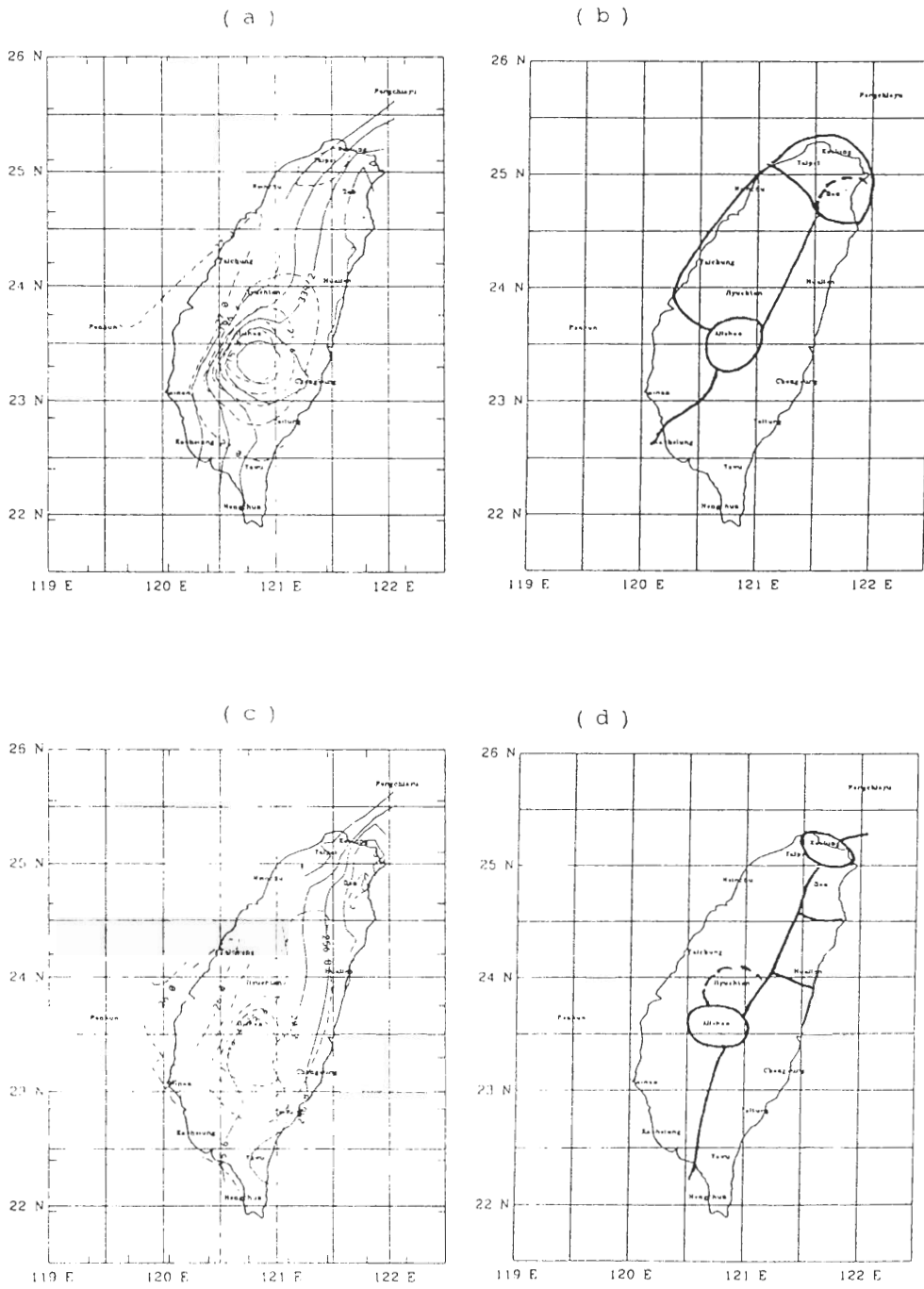


圖6 同圖2，但為秋季(a)九月(b)十月。

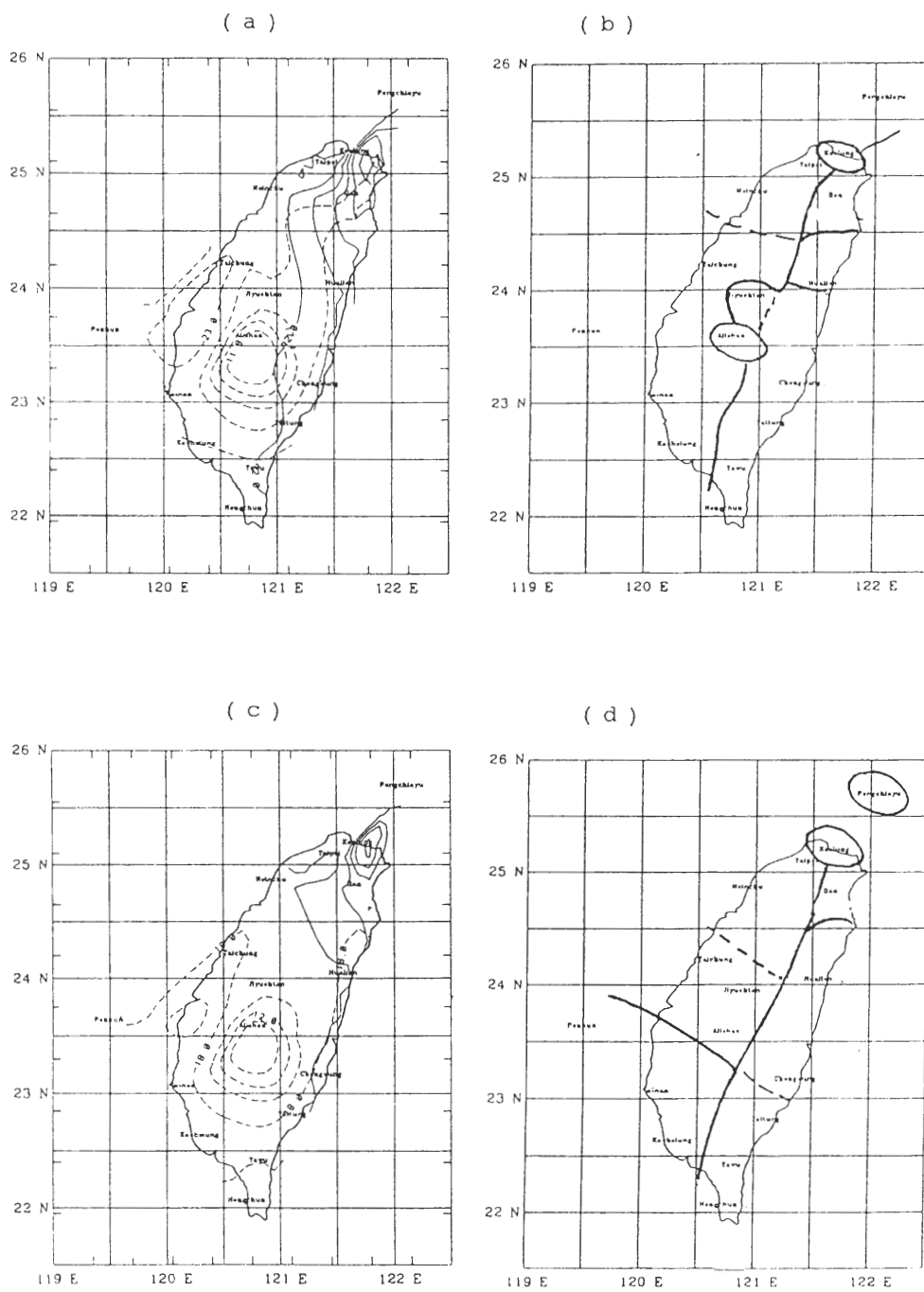


圖7 同圖2，但為初冬(a)十一月(b)十二月。

增加，取代阿里山成爲降水的最大中心，此可能和颱風及鋒面系統的交互作用有關。十月的氣候分區，仍然顯示中央山脈的影響，東部從北海岸至南端分成四區，而西部除山地外，合成一區。

圖7所示爲十一月和十二月的氣候分區，十一月爲初冬的開始，十一月的氣溫分佈除山地外，溫度由南向北遞減，東西差異不明顯，十一月的降水基隆和宜蘭爲最大值中心，由北向南遞減。十一月的氣候分區顯示和十月的類型接近，東西有明顯的差異。十二月的氣溫除山地外，由東南向西北遞減。十二月的降水，仍如十一月，但降水向東北角的基隆集中的趨勢更加明顯。十二月的氣候分區則顯示中央山脈的影響更加明顯，西部地區已有明顯的差異，北部的基隆、宜蘭和台北仍屬於三個不同分區。

四、全年的氣候分區

如第三章所述取各月氣溫和降水之前三個主成份作爲逐月氣候分區判別的依據，則各月的氣候分區略有不同，分別反應了各月的盛行季風和天氣擾動與地形作用的結果。爲了長期預報和氣候資源利用的目的，使用全年的資料作全年的氣候分區。一年十二個月如果採取各月的氣溫和降水之前三個主成份，則特徵量的個數爲 $M = 12 \times 2 \times 3 = 72$ 。如此則特徵量個數大於資料數，這種情形加上相同(氣候)型態的資料所造成的資料重疊皆使得分類的穩定度降低。爲克服分類穩定度的問題，參考王與鄭(1982)對東西環流自然季節的劃分，分別取各單數月份代表一個各別季節，而取其氣溫和降水的前三個主成分做爲分類的依據，則特徵量個數爲 $M = 6 \times 2 \times 3 = 36$ 。全年的氣候分區如圖8所示。

全年的氣候主要可以分爲北部海岸(基隆)、北部(彭佳嶼、台北、新竹)、中部(台中、日

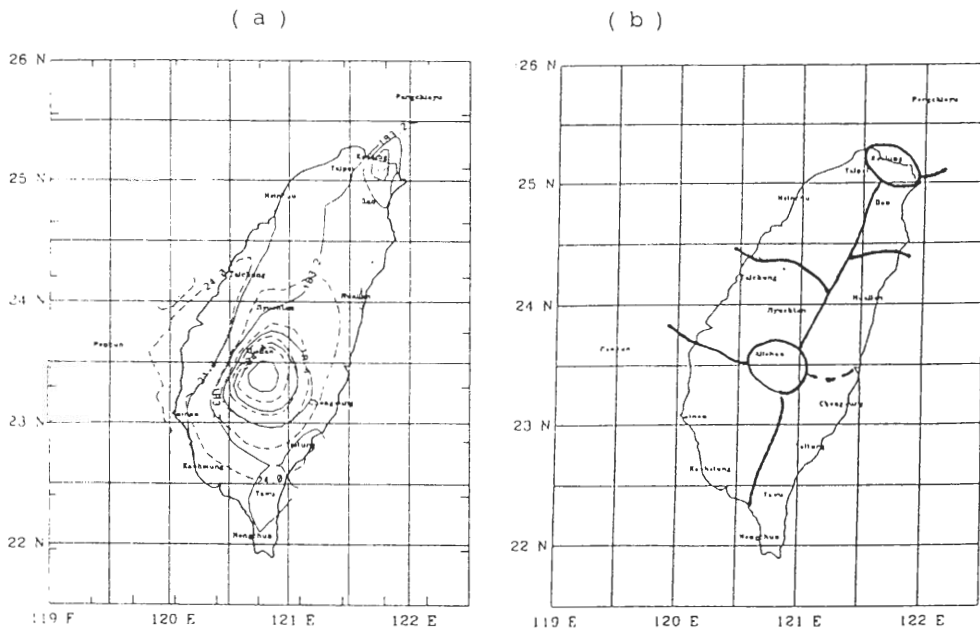


圖8 台灣全年氣候分區圖，實線表示氣候分區，虛線表示次區。

月潭)、山地(阿里山)、西南部(澎湖、台南、高雄)、東北部(宜蘭)和東部(花蓮、成功、台東、大武和恆春)。東部又可分成東部(花蓮)以及東南部(成功、台東、大武、恆春)等二個次區。這個分區和氣象局及水利局目前所用的分區不同，主要為北部分成三區，主要是基隆與台北、新竹氣候上有明顯差異。山地獨立成爲一區，以及恆春劃歸東(南)部，恆春氣候上和高雄有顯著差異。這樣的分區顯示了第三章所述的區域氣候季節演化的綜合結果。

五、綜合討論

本文使用台灣地區有比較長氣候觀測資料的十六個測站，1942-1991年各月平均氣溫和降水資料，來探討台灣地區各地的區域氣候特徵和作氣候分區。首先利用經驗正交函數(主成份分析)來濃縮資料，及顯示資料的內部結構。由於逐月平均氣溫和降水的前三個主成份已可解釋大部份的變異，因而取每月氣溫和降水的前三個主成份來代表，每個測站氣候變化的特性量，作爲氣候分區的依據。因分區依據的是變化量(主成份)，所以年際變化的一致性為氣候分區的重點，但氣溫和降水變動的趨勢仍然和平均狀態一致，所以分區也反應了平均狀態的差異。

以每個月的氣溫和降水爲準所作的逐月氣候分區顯示，每個月的氣候分區略有不同，而皆能顯示大尺度的環流及天氣擾動受到地形的作用，反應到區域氣候的結果。冬季東北季風的影響爲主要特徵，梅雨季的西南季風，夏季的颱風，十月的颱風與鋒面系統的交互作用，各自造成各地區域氣候不同季節明顯的差異。地形因素中最重要的是中央山脈的走向，其次才是高度。盛行風和天氣系統的軌跡多和中央山脈成明顯的交角，因而形成同一季節區域氣候的不同。

以全年的氣溫和降水所作的氣候分區，結果和氣象局所使用的氣候分區不同。本文經由客觀的群落分析指出，北部的基隆和宜蘭與台北、新竹等有明顯的差異，應該另成一氣候區。

南部的恆春，氣候上比較接近東南部的台東、大武，而和西南部的高雄不同，所以應該劃爲東南部分區。山地的氣候有別於平地，應屬不同的分區，本文將阿里山劃爲一獨立氣候區。

本文中除阿里山外，缺乏其他高山測站的資料，所以氣候分區在山脈地區可能被扭曲，不能顯示山脈地區真正氣候分區的範圍。

誌謝

本研究是在國科會專題研究計劃 NSC 82-0414-P-002-019-B 支持下完成。

參考文獻：

- 王時鼎、鄭俠，1982：亞洲區域環流變化之自然季節。大氣科學，9，125-146。
- Fovell.R.G. and M.Y.C.Fovell,1993: Cluster Analysis of U.S.Temperature and Precipitation data; Regionalization and data reduction. Preprint 8th Conf. Appl. Clim.
- Lorenz, E.N., 1956: Empirical orthogonal functions and statistical weather prediction. *Rep.1, Statist. Forecasting project.*, MIT.
- Katzbach J.E., 1967: Empirical eigenvectors of sea level pressure, surface temperature and precipitation complex over North America. *J. Appl. Meteor.*, 6, 791-802.

The Classification of the Climate in Taiwan

Ming-Chin Wu and Yow-Lin Chen

Department of Atmospheric Sciences
National Taiwan University

ABSTRACT

In this paper, monthly mean temperature and precipitation of 16 stations which have a longer climate record in the Taiwan area are used. A principal component analysis is applied to condense the information. A cluster analysis is applied to classify the climate objectively. The results indicate that the classification is various in the individual month. The clusters reveal the influences of the seasonality of the large scale circulation and disturbance. Based on the year round record, the climate in the Taiwan area could be clustered as the North (Taipei, Hsinchu, Pengchiayu), the Northern coast (Keelung), the Northeast (Ilan), the Central (Taichung, Jiyuetan), the Southeast (Penhu, Tainan, Kaoshung), the East (Hualian, Chengkung, Taitung, Tawu, Hengchun), and the mountain (Alishan) regions. This kind of classification is different from those which are currently used by the Central Weather Bureau. Climate classification reflects the influence of the large-scale circulation and disturbance blocked by the topography, especially the Central mountains, to form the various characteristics of the regional climate.

Key Words: Climate in Taiwan, objective climate classification, principal component analysis, cluster analysis.