

溫濕圖與柯本氣候分類

文學院 地理系

陳 國 彥

一、前 言

世界各地，因為地理環境之不同，產生各種不同氣候。氣候為地球上某地大氣之正常狀態，以一年為週期，每年有規則性重覆現象而機率為最高之狀態。每年氣候雖有若干變動，但以長年統計而言，大致會在某一定幅度中變化。聯合國國際氣象組織（W. M. O.）勸告以 30 年平均值做為氣候平均值為宜。傳統氣候學則利用各種氣候要素，如氣溫、氣壓、降水量、溫度、風、日照等之平均值，組合而表現氣候，此種方式在若干方面確具效用，有助於農、工、商、航空、衛生以及軍事方面之用。

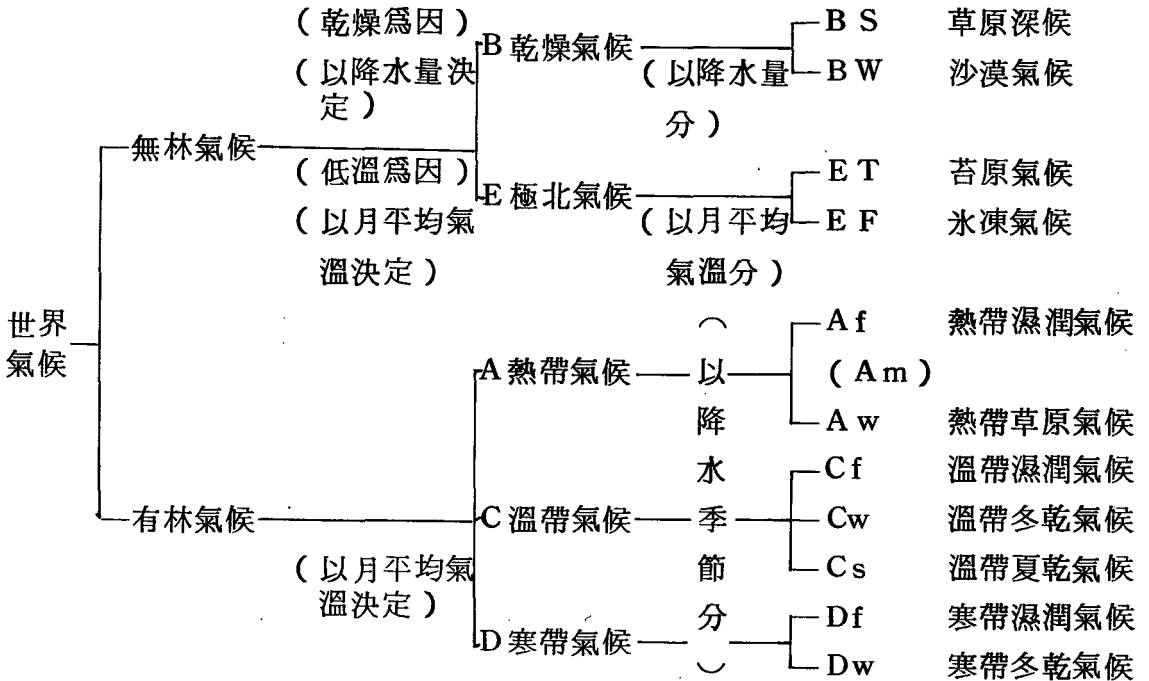
表示氣候的方法有多種（註一），有據於氣候的成因，氣候指數或要素，配合植生的分布與自然現象等各法：譬如地形學者戴維斯（W. M. Davis, 1894）以地球上風帶作為氣候區分；柯本（W. Köppen, 1928）主要以海洋上之風帶與季節推移作為區分。在其後期（1918）則配合植生之分布作為氣候分類基準，為學界所樂於採錄在中外地理與氣候教科書中。其成功之最大理由之一為：方法上立足於植生分布分類氣候。其意義有二：其一為，自然植生敏銳的反映氣候，與動物相比較，植物為非移動性，故細密調查植生分布，即可瞭解氣候類型與分布。其二理由更為重要，因為人類活在地球上，透過植物吸收太陽能及攝取水分以維持生命，故人類與植物間，關係十分緊密，所以柯本之氣候區分在實用上自有其重要性。

柯本以植物分布作為氣候分類的依據，由（表一）所示：柯本先以樹木之有無，將世界氣候大別為有林氣候與無林氣候。有林氣候表示該地有充分的熱量（以氣溫為代表）與水（以降水量代表）供應樹木的成長。相反地，無林氣候則缺其一，

或兩要素皆缺者。

筆者在本校重要雙月刊「中等教育」中曾有一文「柯本氣候分類的方法與教學」中，討論柯本氣候分類的順序與方法（註二）。此分類適合於高中程度的學生作業，對於國民中學程度的學生似略深一些。因此筆者認為戴勒 Taylor 的溫濕圖觀念似可引進柯本氣候分類中，讓國中生有氣候分類或差異的概念，一旦升高中時亦可銜接柯本氣候分類的概念。

(表一) 柯本氣候分類



二、柯本的氣候分類

柯本 (Wladimir Peter Köppen 1846~1940) 為德國人，1846 年生於現在蘇聯的列寧格勒，在大學時專攻植物與氣象學，畢業後服務於聖彼德堡氣象台，1875 年轉至漢堡海洋氣象台為海洋氣象課長，1924 年辭職後，與大陸漂移說而著名的女婿韋格納 (Alfred Lothar Wegener) 共同研究地質時代的氣候問題。

柯本的氣候分類，最顯著的特點就是，將氣候加以記號化而便於分類。他的方法由於標準嚴謹，界限明確，應用便捷，不失為一完備的氣候分類法。

(圖一)為柯本氣候分類圖，由圖可以看出，柯本將全世界分為若干氣候帶，由赤道至兩極，以A、B、C、D及E標示熱帶、乾燥帶、溫帶、寒帶及極帶等五帶。各地氣候一目瞭解，即刻可以分析比較。又如表二所示，柯本將氣候用簡單記號分類。第1記號分為A、B、C、D及E五種，第2、第3位記號則附與第一記號作為細分之用，例如Cfa為溫帶多雨溫暖氣候，無明顯乾季，最冷月平均氣溫在 18°C 與 -3°C 之間，最暖月平均氣溫為 22°C 以上。幾乎可以直覺的速度量化分析。至於B氣候的分類則可利用表三決定其細分。因為乾燥氣候(B)與濕潤氣候(A、C、D)之界，除了降水量之外，還要考慮氣溫的問題。由表中可知，如全年有兩區，年平均氣溫為 15°C 的地方，則

BS氣候時， $\gamma = 2(15 + 7)$ ， $\gamma = 44(\text{cm})$ ，以440mm為界限

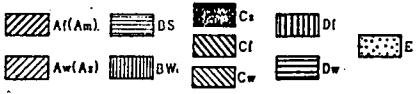
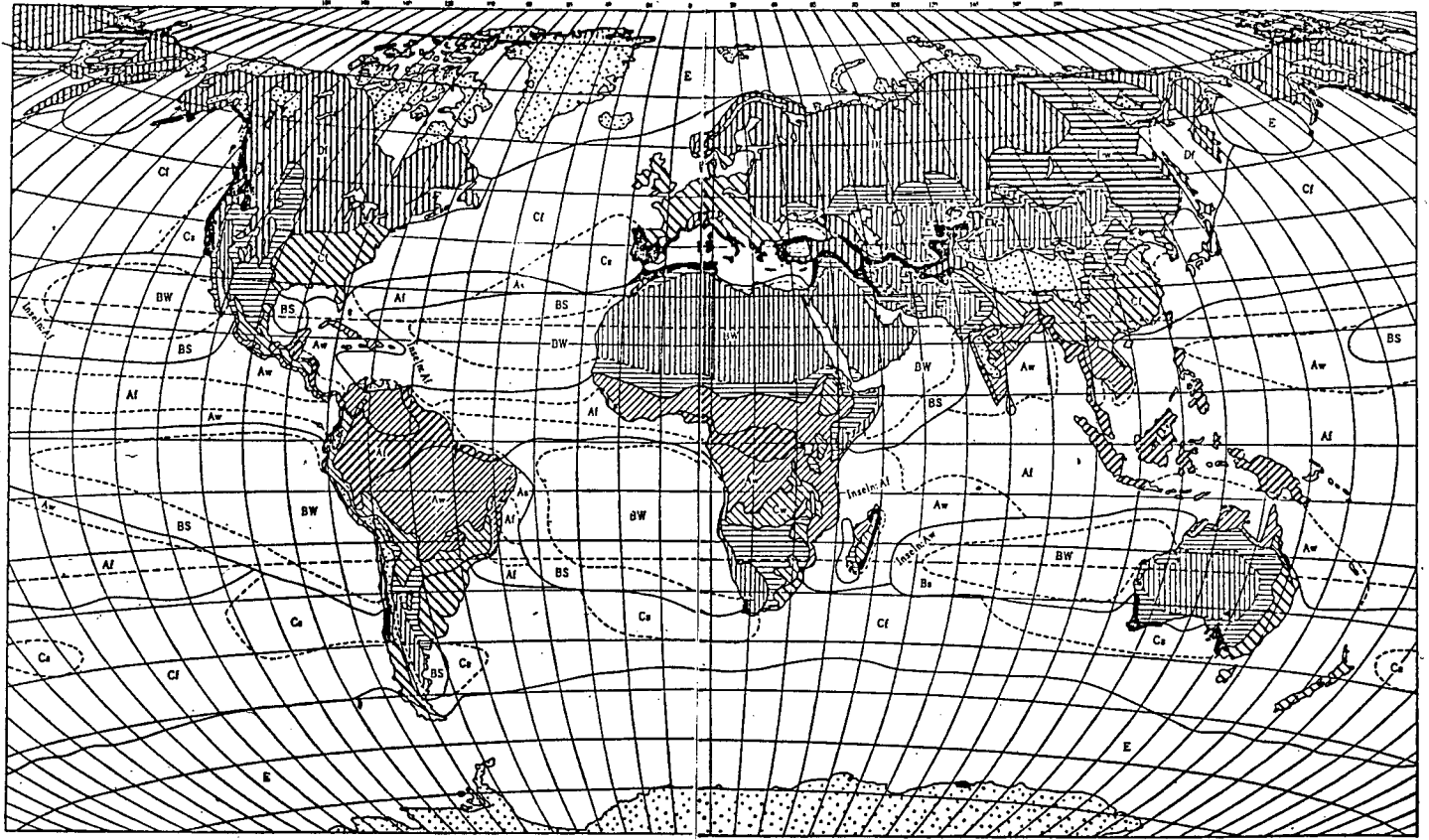
BW氣候時， $\gamma = 15 + 7$ ， $\gamma = 22(\text{cm})$ ，以220mm為界限

三、溫濕圖

溫濕圖(Climograph)為波爾(Ball, 1910)所創，經澳洲氣候學者戴勒(G. Taylor)發揚光大(註三)。如其原圖(圖二)所示，縱座標以濕球溫度，橫座標以相對濕度做為指標，表示體感溫度。因為氣象資料的易取性，亦有以氣溫及降水量代表者，本來應稱為Hythergraph，但現在同樣稱為Climograph。兩者之間略有不同，戴勒所選的濕球溫度，在普通狀態下，應該比乾球溫度表示低溫。空氣愈是乾燥，兩者之間的示度差愈大，因此不便表示氣溫。相反地，表示身體所感覺的冷暖程度，却以濕球溫度最為適宜。相對濕度即與身體所感受的乾濕程度，關係非常密切。

將此兩種氣候要素組合表示氣候時可有種種表現，如焦熱(Scorching)、悶熱(Muggy)、酷冷(Keen)、陰冷(Raw)等。體感氣候上的特色，均可以在溫濕圖中表示。戴勒利用各月的平均值，自元月點至十二月，並將其連線成為一圖型。他先將盎格魯撒克遜民族的殖民地中，選出十二點作為代表，並求各地點的各月平均濕球溫度與相對濕度的平均，再求此十二點的平均值假定為白人居住的理想體感氣候，而在溫濕度上以斜線圍住。他認為越離開此區越不適於白人居住。

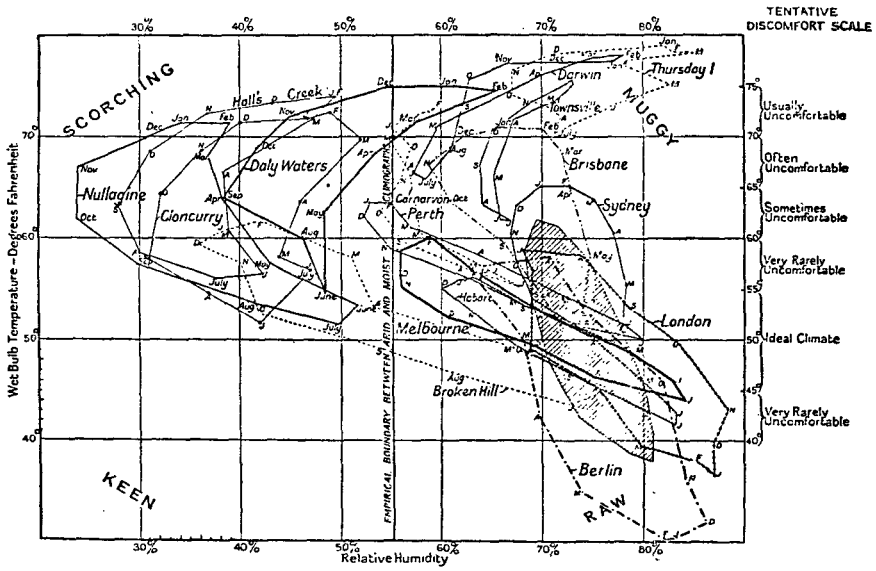
因為氣候表中，上述濕球溫度與相對濕度兩氣候值不易取得，因此常以氣溫與降水量取而代之。此種溫濕圖亦相當可以代表一地之氣候。皮魯替(Peltier, 1950)(註四)用此圖研究氣候地形學，(圖三與圖四)。以類似方法，托納(Tanner 1961)(註五)研究氣候地形學，如(圖五)所示，他以蒸發散位(Potential Evapotranspiration)取代氣溫來表示氣候地形區。威爾遜(Wilson



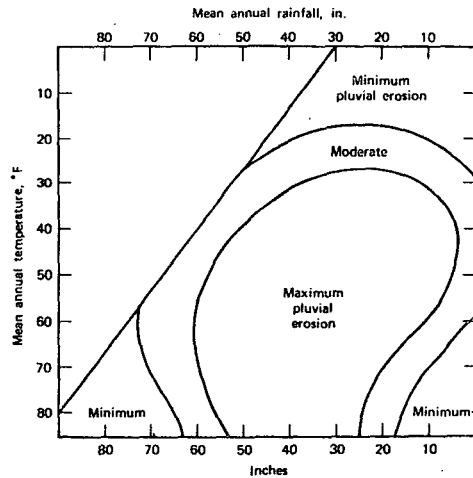
(圖一) 全球柯本氣候分類圖

(表二) 柯本氣候分類記號

<p>第 1 記 號</p>	<p>A……最冷月平均氣溫 18℃ 以上。 B……乾燥氣候，見表三。 C……最冷月平均氣溫 18℃ ~ -3℃。 D……最冷月平均氣溫 -3℃ 以下，最暖月氣溫在 10℃ 以上。 E……最暖月平均氣溫 10℃ 以下。</p>
<p>第 2 記 號</p>	<p>S……草原 Steppe 之意 W……沙漠 Wüste 之意 } 見表三。 T……苔原 Tundra 之意，最暖月平均氣溫 0℃ ~ 10℃。 F……冰原 Frost 之意，最暖月平均氣溫 0℃ 以下。 w……winter 之意，A 氣候；最乾月降水量少於 60mm。 C、D 氣候；冬半年最乾月平均降水量少於夏半年， 最濕月平均降水量之十分之一。 s……sommer 之意，C、D 氣候；夏半年最乾月平均降水量少於冬半 年最濕月之三分之一。 f……fehlen 之意，無明顯乾季，A 氣候；最乾月降水量 60mm 以上 m……mittelform 之意，A 氣候；f 與 w 之中間氣候。</p>
<p>第 3 記 號</p>	<p>a……最暖月平均氣溫 22℃ 以上。 b……最暖月平均氣溫 22℃ 未滿，平均氣溫 10℃ 以上之月有 4 個 月以上。 c……最暖月平均氣溫 22℃ 未滿，平均氣溫 10℃ 以上之月有 4 個 月未滿，最冷月平均氣溫 -38℃ 以上。 d……最冷月平均氣溫 -38℃ 未滿，其餘與 c 同。 h……年平均氣溫 18℃ 以上。 k……年平均氣溫 18℃ 未滿。</p>

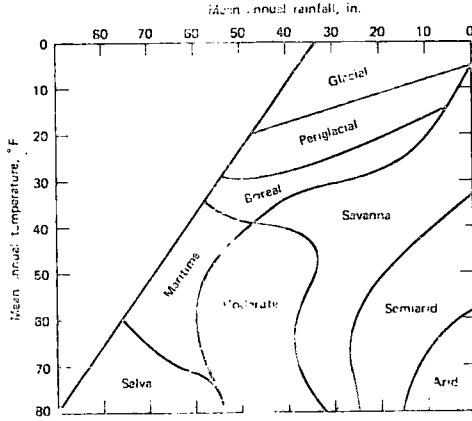


(圖二) 溫濕圖 (Taylor)

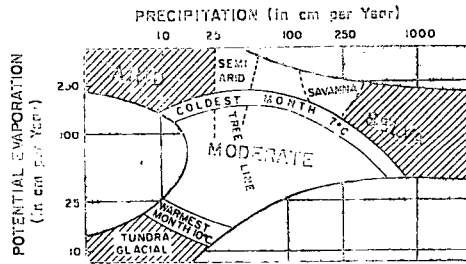


(圖三) 不同氣候下的降水侵蝕強度 (Peltier, 1950)

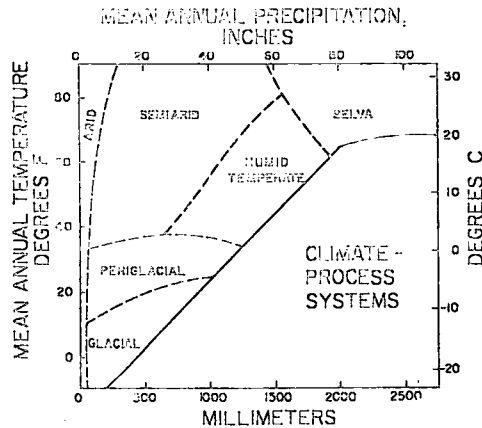
1968) (註六) 亦以溫濕圖研究氣候地形的演進 (圖六)，而奧利佛 (Oliver 1972) (註七) 又引進氣團的觀念於溫濕圖中 (圖七)。馬塞與吉岡 (Marther & Yoshioka, 1968) (註八) 研究穿越美國比鄰地區所有主要植物區內，天然植物，氣候上水分指數與蒸發散位量的關係。並將研究結果填於溫濕圖上，不過此時，他已用蒸發散位量與水分指數代替氣溫與降水量。爲了要擴展其範圍，還包括全球苔原與熱帶雨林區之資料，以及加拿大的針葉林與闊葉林地區。研究結果如 (圖八)，每一站有關植生資料，皆以符號代表。圖中標出十個主要植物區。並且計



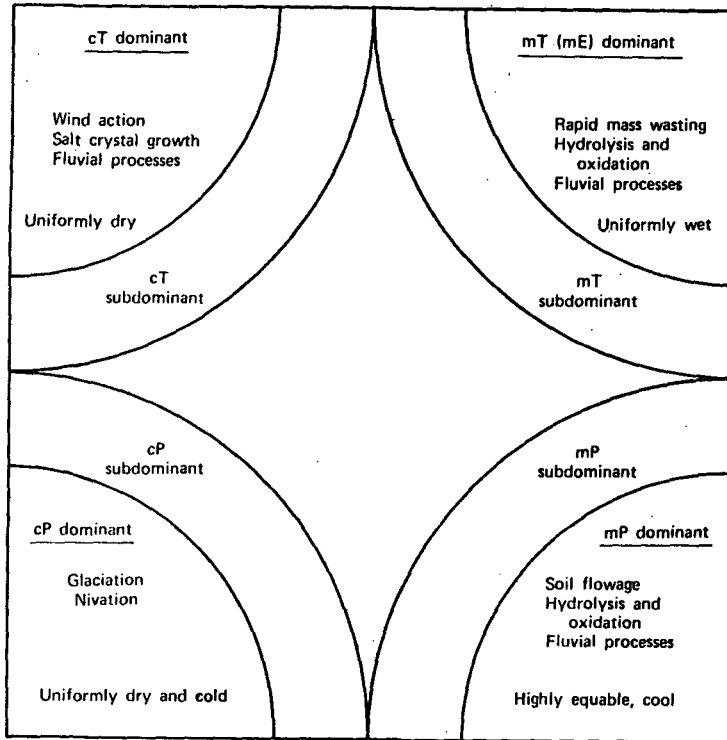
(圖四) 氣候地形圖 (Peltier, 1950)



(圖五) 氣候地形圖 (Tanner, 1961)



(圖六) 氣候進行系統 (Wilson, 1968)



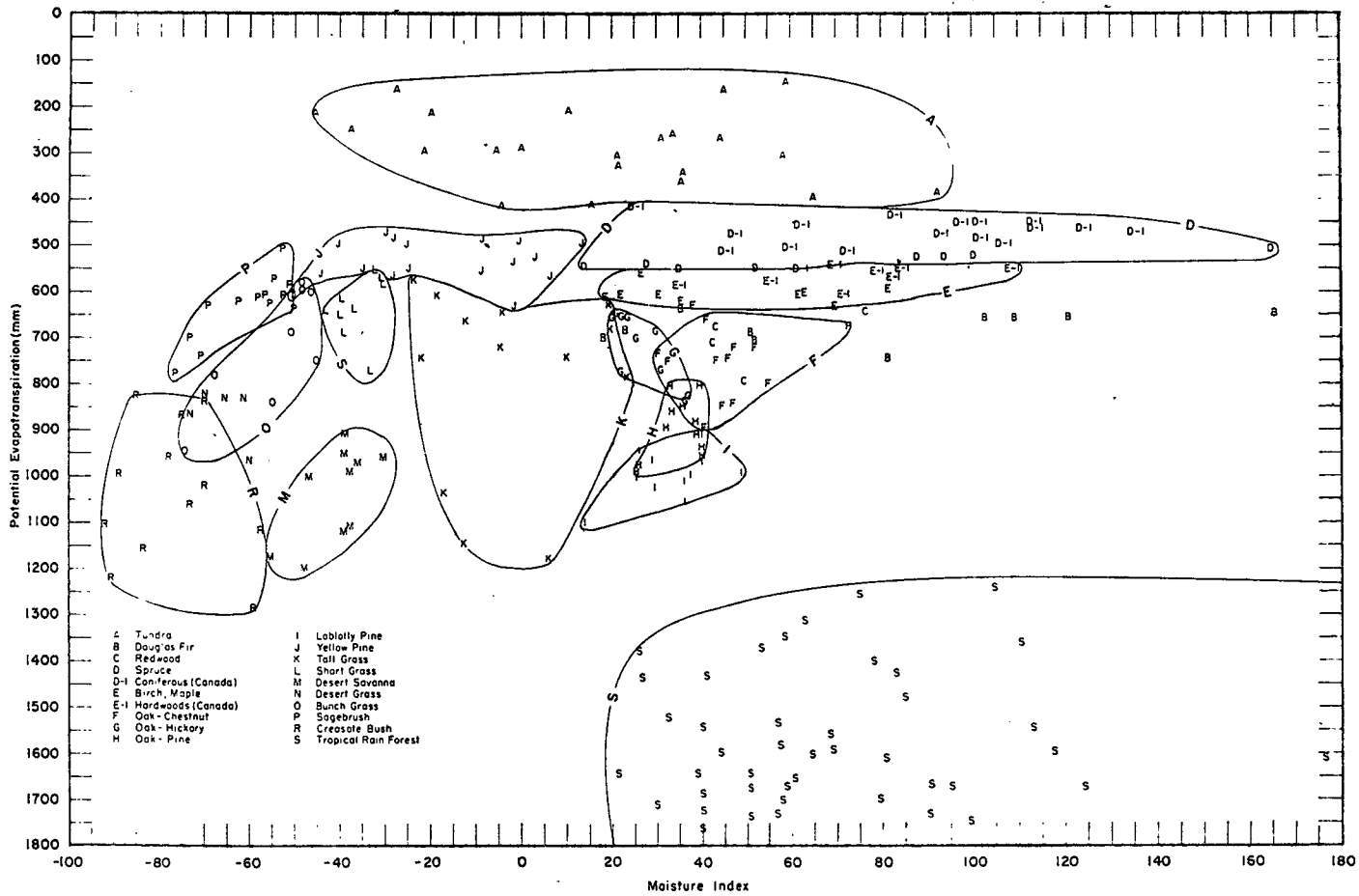
(圖七) 氣團與氣候地形關係圖 (Oliver, 1972)

(表三) B氣候的分類

降 水	B氣候與濕潤氣候的界線	B S氣候與BW氣候的界線
冬雨區 s	$r < 2t$	$r < t$
年雨區 f	$r < 2(t + 7)$	$r < t + 7$
夏雨區 w	$r < 2(t + 14)$	$r < t + 14$

算在此十六個植物區內的平均水文平衡，用以表示縱軸與橫軸。用年蒸發散位量與氣候上的水分指數，完全可以將植物區的界限分出來。因此證明氣候對植物帶具有重要的控制作用。

由以上的演變可以看出，戴勒的溫濕圖，經後人的開發愈顯其存在價值。



(圖八) 氣候與植物分布關係圖 (Marther 及 Yoshioka, 1968)

四、溫濕圖對柯本的氣候分類

筆者對氣候分類的研討中，發覺戴勒的溫濕圖應該可以拿來作柯本的基本氣候分類。柯本氣候分類雖說相當簡明，但在手續上仍然需要從數字轉變成記號。筆者認為初學的學生，最好從視覺進入主題比較易於學習。所以試用溫濕圖配合柯本氣候分類。(圖九)

一、熱帶氣候區 (A)

(一)熱帶濕潤氣候 (Af、Am)

氣候特徵：①平均氣溫 25°C 以上，氣溫年較差小，日較差大。

②多在赤道低壓帶，有驟雨。

③高溫多雨多濕。

圖型判定法：圖型均在 18°C 線以上。成橫的細長針狀，圖的左端自 60 mm 向右為 (Af)。

分布：馬來半島、印尼、新幾內亞、剛果盆地、亞馬遜河流域。

主要都市：新加坡、雅加達、棉蘭、瑪瑙斯、蘇丹。

(二)熱帶草原氣候 (Aw)

氣候特徵：①高溫，但年較差比熱帶雨林大。

②有乾季與雨季。

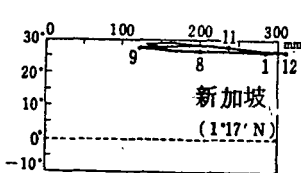
圖型判定法：圖型均在 18°C 線以上，圖的左端靠縱軸。

分布：巴西高原、中南半島、印度東部、中非、澳洲北部。

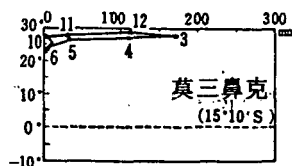
主要都市：莫三鼻克 (Mozambique)、加爾各答 (Calcutta)、孟買 (Bombay)、西貢、馬德拉斯 (Madras)、達爾文 (Darwin)、里約熱內盧 (Rio de Janeiro)。

二、乾燥氣候區 (B)

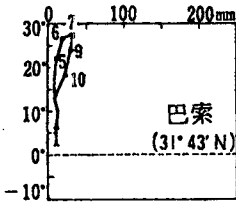
(一)草原氣候 (BS)



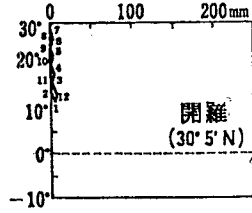
(a) Af Am



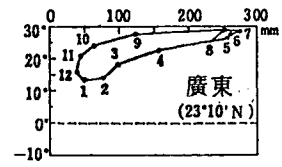
(b) Aw



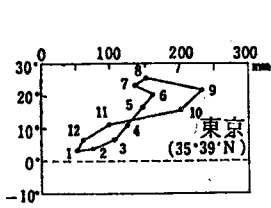
(c) BS



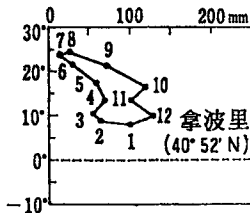
(d) BW



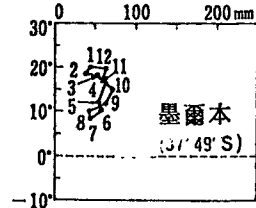
(e) Cw



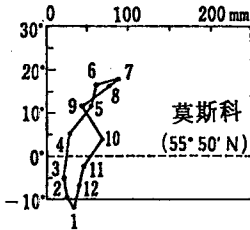
(f) Cfa



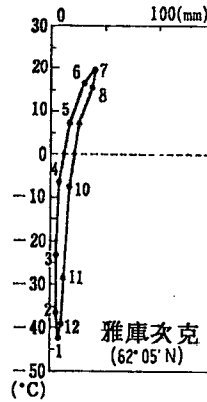
(g) Cs



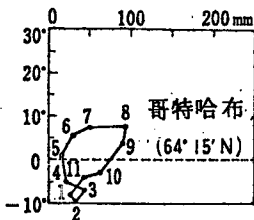
(h) Cfb



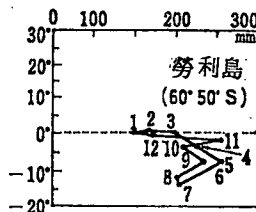
(i) Df



(j) Dw



(k) ET



(l) EF

(圖九) 用溫濕圖的柯本氣候分類

氣候特徵：①氣溫類似溫帶。

②年降水量約 500 mm 以下。

③沙漠與濕潤氣候之間。

④大陸性氣候。

圖型判定法：縱形圖型，與縱軸之間有一點空隙。

分布：沙漠週邊、蒙古、撒哈拉南部、吉爾吉斯 (Kirghiz)、巴塔哥尼亞 (Patagonia)、羅得西亞 (Rhodesia)。

主要都市：巴索 (El Paso)、塔什干 (Tashkent)、敖得薩 (Odessa)。

(二) 沙漠氣候 (BW)

氣候特徵：①氣溫為熱帶或溫帶型。

②年降水量約 250 mm 以下。

③大陸性氣候。

④內陸流域。

圖型判定法：圖形緊靠縱軸。

分布：撒哈拉 (Sahara)、利比亞 (Libia)、阿拉伯 (Araian D.)、伊朗 (Iran)、塔克拉馬干、戈壁、亞他加馬 (Atacama)、巴塔哥尼亞 (Patagonia)、澳洲中央 (Australia Cental)。

主要都市：開羅 (Cairo)、亞斯文 (Aswan)、喀拉蚩 (Karachi)、利雅得 (Riyadh)。

三、溫帶氣候區 (C)

(一) 溫帶冬乾氣候 (CW)

氣候特徵：①高溫多雨的長夏、低溫乾燥的短冬。

②冬季不到 18℃。

③無霜。

④有熱帶低氣壓來襲。

⑤又稱中國氣候。

圖型判定法：長軸向右肩升。乾季不到 18℃ (與熱帶之區別)。

分布：緯度 20°~30° 附近大陸東側與低緯度高原。華南、華北、印度北部、南非的一部分，巴西高原、中美山地。

主要都市：廣東、香港、阿拉哈巴 (Allahabad)、普勒多利亞 (Pretoria)。

(二) 溫帶濕潤溫暖氣候 (Cfa)

氣候特徵：①高溫多雨之夏季、低溫乾燥之冬季。

②四季分明。

③熱帶低氣壓來襲。

④又稱維吉尼亞氣候。

圖型判別法：長軸向右肩升，最低溫為 -3°C 以上。

分布：緯度 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 的大陸東側。華中、日本、韓國、澳洲東南部、北美洲草原、南美洲彭巴草原（The Pampas）。

主要都市：上海、東京、紐約、聖路易（St. Louis）、布宜諾艾利斯（Buenos Aires）。

（三）溫帶夏乾氣候（Cs）

氣候特徵：①夏季高溫乾燥、冬季溫暖多雨（西岸海洋性降雨）。

②降水量不多，多晴天。

③又稱地中海型氣候。

圖型判別法：圖型左肩升，與Cfa相反。最低溫為 -3°C 以上。

分布：緯度 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 大陸西側。地中海沿岸、加州中南部、智利中部、澳洲西南部、南非聯邦南端。

主要都市：拿波里（Napoli）、羅馬（Roma）、舊金山（San Francisco）、洛杉磯（Los Angeles）、聖地牙哥（Santiago）、開普敦（Capetown）。

（四）溫帶濕潤溫和氣候（Cfb）

氣候特徵：①雨量全年均勻、海洋性氣候。

②有偏西風與東進低氣壓。

③有比同緯度大於東岸高溫。

圖型判別法：圖型集中於中央。最低溫為 -3°C 以上。

分布：緯度 $45^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 大陸西側、偏西風卓越區。西歐、北美大平洋岸、智利南部、澳洲南端、紐西蘭。

主要都市：墨爾本（Melbourne）、倫敦、巴黎、伯林（Berlin）、漢堡（Hamburg）、奧克蘭（Auckland）、西雅圖（Seattle）。

四、寒帶氣候區（D）

（一）寒帶濕潤氣候（Df）

氣候特徵：①大陸性氣候。

②夏季稍高溫。

③降水量少。

④無霜期間有 130 日。

圖型判別法：靠左長軸、下部 -3°C 以下。

分布：緯度 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 。斯干底那維亞半島 (Scandinavia P.)、蘇聯、北海道 (Hokkaido)、加拿大 (Canada)、五大湖地方、新英格蘭 (New England)。但南半球沒有分布。

主要都市：莫斯科 (Moscow)、札幌 (Sapporo)、列寧格勒 (Leningrad)、蒙特利爾 (Montreal)。

(二) 寒帶冬乾氣候 (Dw)

氣候特徵：①大陸性氣候。

②夏季晝長而涼，冬季夜長而冷，並且河流結凍。

③北半球有寒極。

④無霜期間 50 ~ 70 日。

圖型判別法：靠左長軸，最低溫 -3°C 以下。

分布：貝加爾湖 (Baikal L.) 以東，只分布於西伯利亞 (W. Siberia)。又稱外貝加爾氣候。美洲大陸沒有分布。

主要都市：雅庫次克 (Yakutsk)、維科揚斯克 (Verkhoyansk)、伊爾庫次克 (Irkutsk)。

五、極地氣候 (E)

(一) 苔原氣候 (ET)

氣候特徵：①最暖月 $0^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$ 。

②夏季、地表層解凍。

③夏季晝短，冬季長。

圖型判定法：圖型在最上端也不到 10°C 。

分布：蘇聯北部、加拿大北部、格陵蘭 (Greenland) 海岸、北極海諸島。

主要都市：哥特哈布 (Godthaab)、斯瓦巴 (Svalbard)。

(二) 冰凍氣候 (EF)

氣候特徵：①月平均氣溫不到 0°C 以下。

②整年結冰。

③南極洲波斯托克基地 (B. Vostok) 達 -88.3°C 。

圖型判別法：圖型全在 0°C 以下。

分布：格陵蘭內部、南極洲。

主要都市：勞利離 (Laurie I.)、小美州 (Little America)

五、台灣的溫濕圖與柯本氣候分類

利用中央氣象局所屬17個測站及本省其餘專用測站之資料統計的結果，按照柯本分類法，將台灣分成如下之類型：

- Cfa 一東北部溫暖濕潤氣候，這些地區包含：基隆、宜蘭、花蓮、台北、淡水、新竹、彭佳嶼、竹子湖、鞍部等地區。
 - Cwa 一西部溫暖冬季少雨氣候，這些地區包含台中、嘉義、台南、日月潭、澎湖等地區。
 - Aw 一西南部熱帶冬季少雨氣候，這些地區包含高雄，恆春地區。
 - Af 一東南部熱帶濕潤氣候，這些地區包含東部新港、蘭嶼地區。
 - Am 一南部熱帶季間氣候。這些地區包含台東、大武等地區。
- 其餘屬於山地氣候。

又計算歷年的月平均氣溫及月平均降水量，以降水量為橫座標，氣溫為縱座標，將各測站之溫濕圖繪出，並按上章之法，由圖判別柯本分類（圖十）。

並利用溫濕圖，將圖上一月與七月的兩點相連接，測量二點連線與縱軸平行線之夾角 θ 。如氣候的年變化不大， θ 的大小決定於降水量的變化。 θ 值愈大，表示當地一月與七月的降水差距離愈大；若 θ 值愈小， θ 值為負時表示當地一月的降水量大於七月的降水量。溫濕圖之 θ 值可表示當地受季風影響之程度。

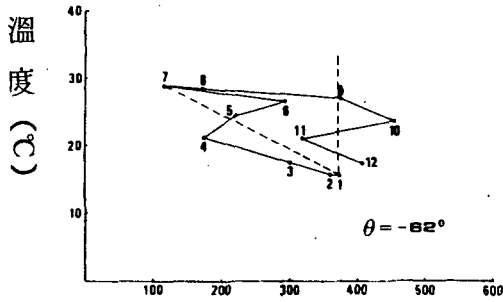
依筆者之分析，台灣的柯本氣候分類與溫濕圖的關係如無山地與海島之影響，Cfa氣候時 θ 值當為 $-62 \sim -50$ 之間，Cwa氣候時 θ 值為 $52 \sim 66$ 之間，Af氣候為 66 附近，Aw氣候為 71 附近，Am氣候為 $71 \sim 79$ 之間。

六、結 論

在氣候學上，氣候分類為一重要項目。在諸多氣候分類方式中，柯本的氣候分類最被樂於利用，因為其分類方法所採用的氣候要素僅有氣溫與降水量兩種而已。這兩種氣候要素就是代表熱與水分，世界的植物就是靠熱與水來維持其生命，換言之，氣溫與降水量所組成的氣候分布，就是代表植物的分布。因此，柯本的氣候分類有其崇高的價值。

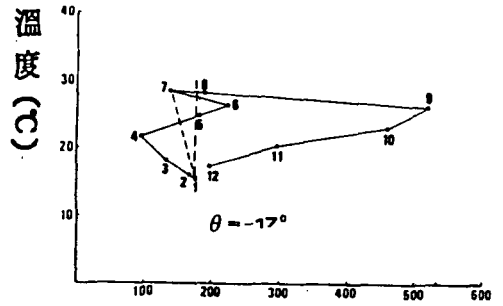
各國的地理教科書，莫不以柯本的氣候分類，作為氣候分類的基礎。其分類方法可謂既簡且明，可讓學生熟於演繹。筆者又認為溫濕圖雖局限於「點」之分析，最多只能讓若干點在同一張圖上重疊比較。但對視覺的演繹極為方便，於是利用溫

基隆



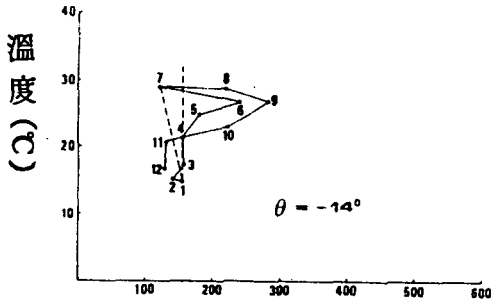
降雨量 (公厘)

宜蘭



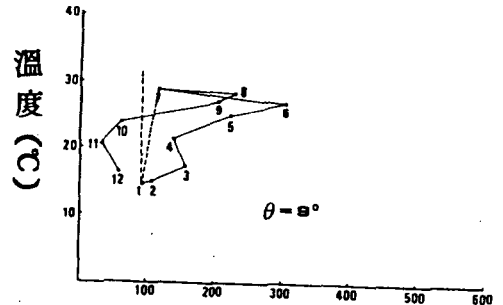
降雨量 (公厘)

淡水



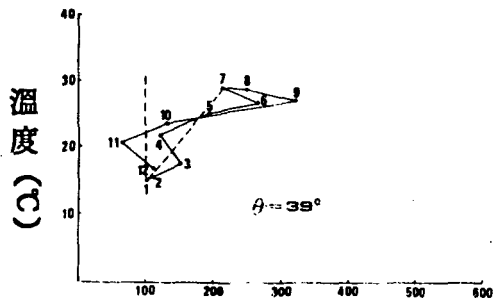
降雨量 (公厘)

新竹



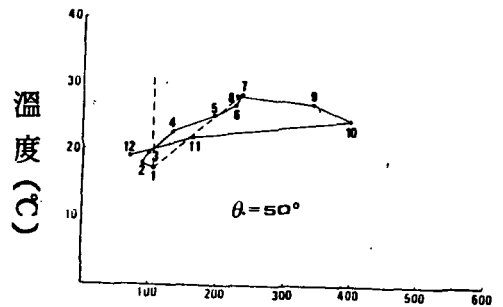
降雨量 (公厘)

臺北



降雨量 (公厘)

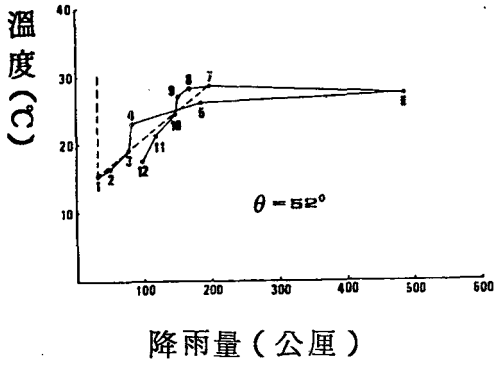
花蓮



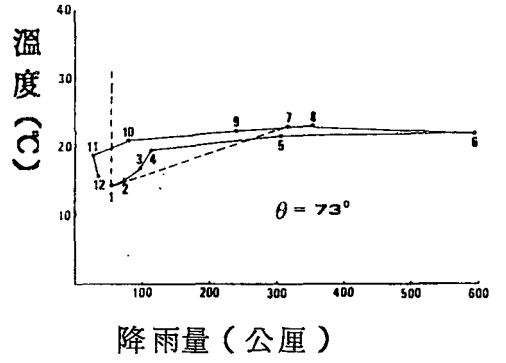
降雨量 (公厘)

(圖十之 a) Cfa 氣候 (原圖：中央氣象局 1980)

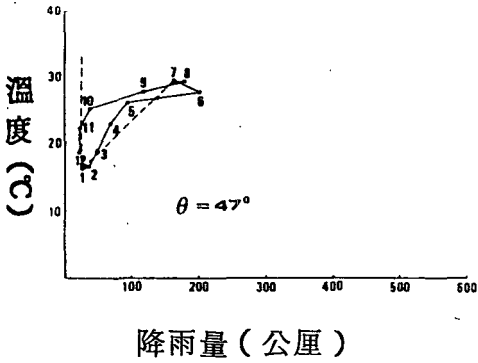
臺中



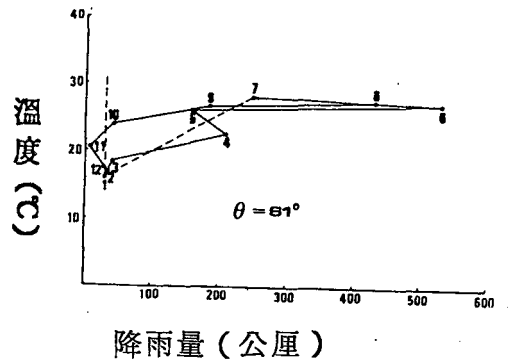
日月潭



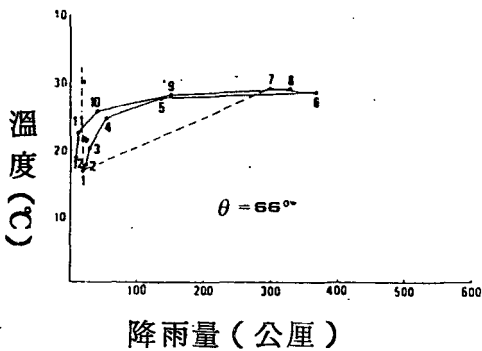
澎湖



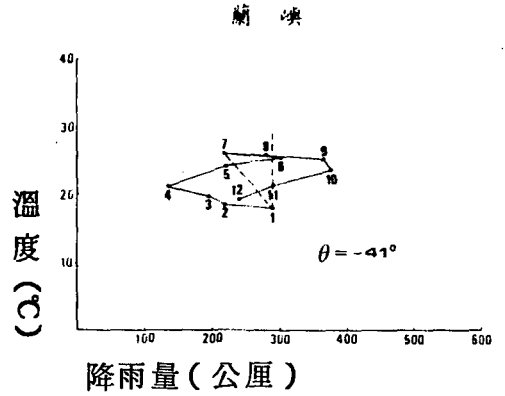
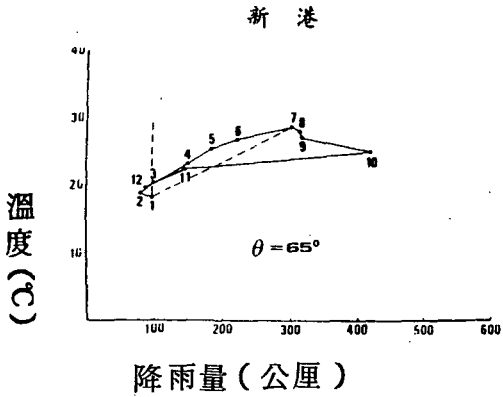
嘉義



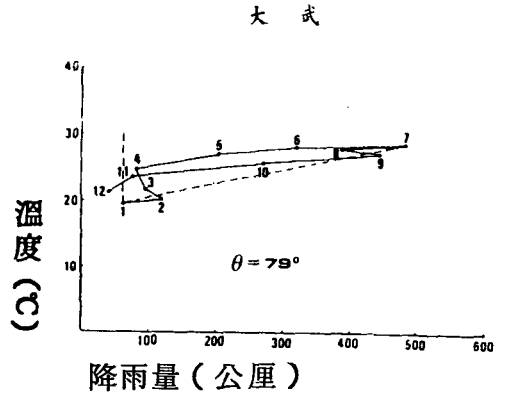
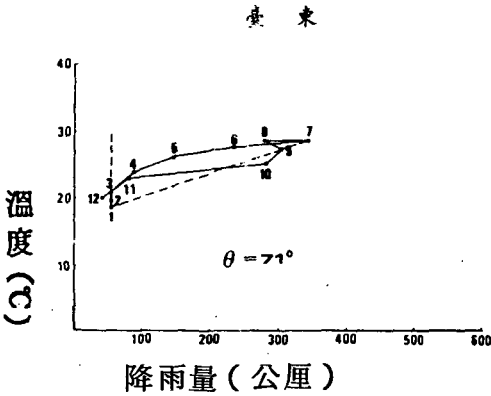
臺南



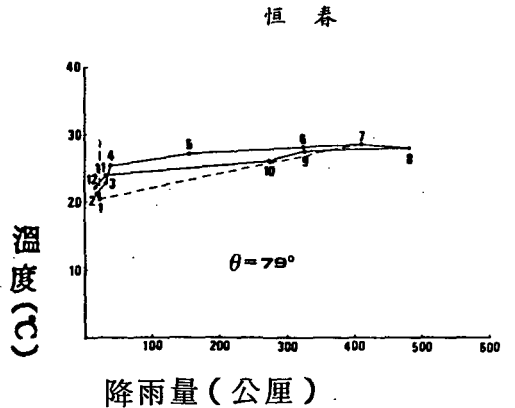
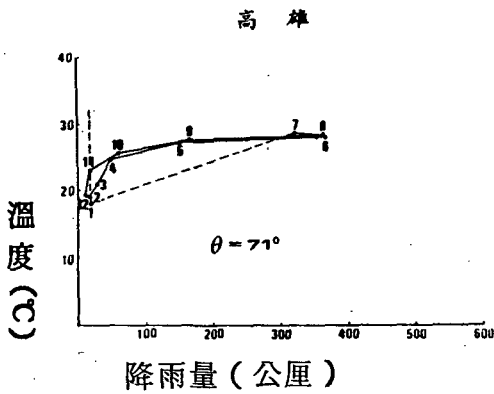
(圖十之b) Cwa 氣候



(圖十之 c) Af 氣候



(圖十之 d) Am 氣候



(圖十之 e) Aw 氣候

濕圖作柯本氣候的基礎分類，如果熟練於此，更可利用此圖，作進一步氣候的細分。希望在第一線執教的教師們多利用此法教學，並盼能推廣氣候資源的研究與應用。

註 解

- 註 1 陳國彥 (1981) : 重認氣候之表現方式，中國地理學會會刊，51 ~ 55 頁。
- 註 2 陳國彥 (1984) : 柯本氣候分類的方法與教學。中等教育 35 卷 2 期，4 ~ 9 頁。
- 註 3 矢澤大二，前島郁雄 (1964) : 氣候の教室，75 ~ 83 頁，古今書院，東京。
- 註 4 Peltier, L. (1950) : The geographic cycle in periglacial regions as it is related to climatic geomorphology, AAAG, 40, 214 ~ 236.
- 註 5 Tanner, W. F. (1961) : An alternate approach to morphogenetic climate, Southeastern Geol, 2, 251 ~ 257.
- 註 6 Wilson, L (1968) : Morphogenetic classification, in R.W. Fairbridge (ed) Encyclopedia of geomorphology, Reihold, N.Y. 717 ~ 729.
- 註 7 Oliver, J.E. (1972) : Climate and Man's Environment John Willey, N.Y.
- 註 8 Marther, J.E. (1972) : Climatology 125 ~ 131 McGraw-Hill, N.Y.

Climograph and Köppen's Classification of Climate

by

Chen Kuo-yen

Abstract

Among the various types of classification of climate, Köppen's classification system is the most widely used for teaching and studying of Geography. This classification is based upon the mean annual and monthly temperature and precipitation. Native vegetation is looked upon as the best expression of the totality of climate so that many of the climate boundaries are selected with vegetation limits in mind. A unique and distinctive feature of the system is the employment of an ingenious symbolic nomenclature in designating the climatic types. Each type of climate is described by a formula consisting of a combination of letters, and each of which has a precise meaning.

The essential feature of climograph is the plotting of two elements of climate against one another. For example, the mean monthly temperature of a station may be plotted against the mean monthly precipitation of the same station. Each calendar month is represented by a point and the point can be connected to form a closed circuit representative of the annual cycle. The utility of such a graph lies in the fact that a particular climate is represented by a figure of distinctive shape. Station having the same shapes and located on the same portion of the climograph can be assigned to a particular climate type.

In this paper, the feature of climograph is used as a means to classify climate which was invented by W. Köppen.