

# 農業氣候資源之研究

徐 森 雄

國立屏東農業專科學校水土保持科教授

## 摘 要

農業氣候資源意指農業生產上所利用之自然狀態，即各種氣候要素如日射、日照、氣溫、降水及風等。各氣候要素之影響程度，隨地域而有顯著不同。在台灣，低海拔地區由於降雨之季節分配不均，致降雨常為農業發展之限制因素，而較高海拔地區則以氣溫為主要限制因素。

在探討農業氣候資源要素分佈時，氣溫方面，選取既有測站資料，分析氣溫與標高關係，可以其氣溫遞減率推算出任意地點之常年氣溫。日射量方面，可先分區利用中央氣象局資料分析日射量與日照時間之關係： $Q/Q_0 = a + b(n/N)$ ，式中 $Q$ 為實測日射量。 $Q_0$ 為地面理論日射量， $n/N$ 為日照率，爾後，同地區之其他地點日射量可由日照率推算。風能方面，恒春地區冬季之強勁東北季風，使洋葱之葱葉自然倒伏，且不易結露，病害少，為風能之農業利用範例。降水方面，除瞭解其常年之分佈外，對於少雨出現頻率及其持續程度之定量化分析亦有助於水資源之營運管理。此外，露水對乾旱氣候條件下之植物生長貢獻甚大，亦可視之為水資源。

農業氣候資源之評估，應配合作物，且其大小並非固定不變，隨着新品種之引入或育種成功，栽培界限會移動，可視為農業氣候資源之開發。

台灣受地形及氣團之影響，氣候分佈有明顯之局地性，因此局地農業氣候資源評估與試驗調查為今後重要課題。

## 前 言

將氣候視為資源屬較新近的觀點，「農業氣候資源」一辭，在國內亦尚未被廣泛採用，但「適地適作」與「適時適作」為自古以來農業經營上所遵循之基本原則。當引進新作物時，亦得先比較與原產地氣候之異同，諸此均依隨作物特性，來利用氣候為基礎，亦即實際上已將氣候視為資源，在英國十餘年前已有 Climate resources 之書物出版<sup>(22)</sup>，因此，「農業氣候資源」當非新奇名辭。

資源的觀念，概言之意指在特定的經濟機構下，隨着技術之發展階段所能利用之自

然物或自然之狀態<sup>(25)</sup>。農業氣候資源當然意指農業生產上所利用之自然狀態，即各種氣象要素，如日射、日照、氣溫、降水與風等。各氣象要素之影響程度，隨地域而有顯著不同，如高緯度地區多以氣溫為主要，而中、低緯度則多以降水量為主要限制因素。台灣位處亞熱帶，低海拔地區由於降雨之季節分配不均，致降雨常為農業發展之限制因素，而高海拔地區則以氣溫為主要限制因素。

## 農業氣候資源要素之分佈

### 一、氣 溫

自古以來，氣溫即為氣候學或農業氣象學上之重要因素，對於此一因素之研究，諸如蒐集既有氣象測站資料，推求緯度、標高與氣溫分佈之基本關係，繪製推測值與實測值之偏差圖，以藉此推測任意地點之常年氣溫。近年來在日本盛行利用國土數值資訊即方格資料 ( mesh data ) 以經緯度、標高、海岸距離、山谷開放度等為變數導出複回歸式，繪製 1 km 方格之平均氣溫圖<sup>(22)</sup>。表 1 為岸田 ( 1988 )<sup>(7)</sup> 利用氣象自動測報系統資料與地形資訊推算廣島地區半旬氣溫之計算例。

表 1 依複回歸法推測廣島地區 2 月之半旬氣溫  
Table 1 5 - days air temperature on February estimated by multiple regression in Hiroshima area

	半旬別	複相關係數	偏相關係數			回歸係數			資料數個
			標高	緯度	海岸距離	標高	緯度	海岸距離	
平均氣溫	1	0.95	-0.82	-0.35	-0.59	-0.07	-5.84	-0.36	226
	2	0.95	-0.88	-0.43	-0.38	-0.09	-0.15	-0.18	270
	3	0.94	-0.83	-0.52	-0.35	-0.09	-11.13	-0.22	430
	4	0.95	-0.86	-0.46	-0.46	-0.07	-6.88	-0.21	265
	5	0.96	-0.90	-0.47	-0.47	-0.09	-6.65	-0.21	261
	6	0.98	-0.94	-0.62	-0.47	-0.10	-8.34	-0.18	312
最高氣溫	1	0.93	-0.91	-0.72	—	-0.10	-21.04	—	792
	2	0.91	-0.85	-0.69	0.37	-0.12	-21.65	0.29	801
	3	0.91	-0.89	-0.69	—	-0.08	-16.46	—	657
	4	0.98	-0.97	-0.89	—	-0.09	-19.62	—	742
	5	0.98	-0.88	—	—	-0.11	—	—	798
	6	0.98	-0.98	-0.87	—	-0.10	-16.60	—	638
最低氣溫	1	0.83	-0.53	0.24	-0.47	-0.06	7.76	-0.52	— 278
	2	0.85	-0.66	—	-0.35	-0.10	—	-0.40	— 19
	3	0.90	-0.76	—	-0.34	-0.11	—	-0.31	— 1
	4	0.90	-0.78	—	-0.27	-0.09	—	-0.19	— 7
	5	0.89	-0.75	0.34	-0.36	-0.08	8.17	-0.27	— 292
	6	0.94	-0.87	-0.40	-0.26	-0.12	-9.07	-0.18	297

在國內近年來作者在行政院農業委員會經費補助下與台灣省山地農牧局合作從事坡地主要果樹適栽區分佈及其自然條件調查<sup>(6)</sup>，曾選取全省之87個氣象測站，分區逐月分析氣溫與標高之關係，表2即為南投縣之分析結果，表2內之相關係數均達1%之顯著水準，回歸係數  $b$  ( $\times 10^{-3}$ ) 值即為氣溫之遞減率 ( $^{\circ}\text{C} / \text{km}$ )，據此可推算出該地區任意地點之常年氣溫。

台灣地區人稠地小，而山坡地佔70%，因此山坡地之農業利用為必然之趨勢，低海拔為熱帶，中海拔為亞熱帶，較高海拔則為暖帶或溫帶，此種立體農業為台灣農業氣候資源應用上之重要特色。台灣之農業雖已發展至相當程度，但對坡地農業為尋求更精緻發展，宜對山區氣溫之地理分佈特性進行更詳細之研究。作者曾以下述方法嘗試客觀評估台灣西南部氣溫<sup>(9)</sup>以及台灣中部地區冬季最低氣溫之地理分佈特性<sup>(12)</sup>。

設某一地域內逐日之氣溫分佈狀態為  $T_{ij}$ ， $i$  為資料個數 ( $i=1 \sim M$ )， $j$  為觀測點數 ( $j=1 \sim N$ )，面積平均為  $\bar{T}_i$  時，可得下述關係式。

$$T_{ij} = \bar{T}_i + \Delta \bar{T}_{ij} + \Delta T'_{ij} \dots\dots\dots(1)$$

$$\bar{T}_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N T_{ij}$$

$$\Delta \bar{T}_{ij} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M (T_{ij} - \bar{T}_i) = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Delta T_{ij}$$

此處，決定  $\bar{T}_i$ ， $\Delta \bar{T}_{ij}$ ， $\Delta T'_{ij}$  各項之要素者， $\bar{T}_i$  為受綜觀場天氣所左右之項目，支配了資料分佈的高低， $\Delta \bar{T}_{ij}$  為經常對資料分佈具有一定影響之項目，視地理條件而定， $\Delta T'_{ij}$  則為隨局地氣象條件而變化之項目。

除藉由上述分析瞭解較大範圍之低溫地理分佈特性外，微細地形地貌所引起局部氣溫之差異，在坡地農業經營上亦極為重要。如日本山口縣宇部山區曾利用附近測候站資料評估，劃為  $0^{\circ}\text{C}$  以上地帶而開闢為茶園，但日後發現山谷窪地之茶樹因低溫而生長不良甚至枯死<sup>(21)</sup>。德國 Uhlig 氏所發表，利用五千分之一航照像片基本圖，從地形性狀、微地形、相對高度及周壩地表狀態等條件，亦即小氣候學觀點來推測霜危險度之方法，在中高緯度之英國、德國、日本等頗為注重。作者 (1984)<sup>(13)</sup> 曾以此法於南投縣魚池鄉共和村，中寮鄉廣興村及嘉義縣梅山鄉雙溪村各選一處樣區予以評估，並參考當地氣象測站之最低氣溫紀錄，對該地冷空氣可能貯留情獲得瞭解。

表 2 南投縣地區氣溫與標高之相關分析  
 Table 2 Relationship between air temperature and height  
 above the sea level in Nantou district

項 目		月 份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均 氣溫	相 關 係 數	0.9822	0.9929	0.9833	0.9917	0.9729	0.9727	0.9718	0.9637	0.9681	0.9397	0.9563	0.9759
	a	16.78	16.92	19.81	23.62	26.38	28.20	29.01	28.72	27.87	25.17	21.73	18.41
	b( $\times 10^{-3}$ )	-5.37	-3.15	-2.71	-3.87	-5.29	-5.88	-5.87	-6.27	-5.95	-3.89	-3.64	-5.43
最 高 氣 溫	相 關 係 數	0.9110	0.9199	0.5925	0.9205	0.9648	0.9414	0.9878	0.9599	0.9650	0.8407	0.9314	0.7338
	a	30.53	32.231	32.479	35.060	36.314	37.309	37.105	37.299	36.151	34.05	34.734	30.548
	b( $\times 10^{-3}$ )	-3.648	-2.235	-2.057	-4.339	-4.926	-4.493	-2.363	-4.259	-3.787	-2.6076	-4.086	-5.681
最 低 氣 溫	相 關 係 數	0.9950	0.8858	0.8663	0.9180	0.8937	0.9865	0.9925	0.9059	0.9513	0.9769	0.9225	0.8276
	a	5.272	6.148	9.852	11.315	17.188	19.841	20.620	20.552	19.968	15.939	10.419	4.728
	b( $\times 10^{-3}$ )	-5.339	-5.278	-7.217	-4.105	-5.096	-5.620	-5.361	-7.972	-7.452	-8.201	-6.472	-1.592

## 二、日 射

太陽能為所有氣象現象之泉源，更為植物物質生產之基本。在農業氣候資源中，屬最重要之要素。在台灣，日射量之觀測僅限於中央氣象局所屬測候所以及為數甚少之數學、試驗機構。惟日照時間之觀測則較多，因此可從日照時間與日射量之相關分析上來推測日射量。

$$Q/Q_0 = a + b (n/N) \dots\dots\dots(2)$$

式中，Q：實測日射量

Q<sub>0</sub>：地面理論日射量

n：實測日照時數

N：理論可能最大日照時數

本省之日射量觀測早年係採用魯卑支式日射計，屬機械性誤差較大，據此求得日射與日照之相關關係較依熱電偶式日射計求得者為低，如台北測站民國 54 ~ 62 年採用魯卑支式日射計求得之相關係數為 0.7631，而民國 63 ~ 69 年採用熱電偶式日射計求得者為 0.9373<sup>(17)</sup>。由是之故，作者 (1987) <sup>(16)</sup> 以開始採用熱電偶式日射計之年以迄民國 74 年之資料納入分析得日射與日照關係如表 3。一般 a 值為 0.2 ~ 0.3，b 值為 0.4 ~ 0.6 左右，表 3 顯示西部測站者相符，而花蓮、台東之 b 值則偏高，想係東部地區受山脈影響，日照率減小，以致日射與日照關係式中之斜率較大。

表 3 台灣地區日射與日照關係之分析結果

Table 3 Results of analysis for the relationships between solar radiation and sunshine duration.

測 站	分析期間	a	b	相關係數 Y	備 註
台 北	1974 ~ 1985	0.1821	0.6418	0.8908	
台 中	1979 ~ 1985	0.2038	0.6111	0.9121	
台 南	1979 ~ 1985	0.2755	0.5233	0.7136	南 a = 0.3054
高 雄	1979 ~ 1985	0.3103	0.5189	0.7794	b = 0.5047
恒 春	1979 ~ 1985	0.3079	0.5140	0.8759	部 Y = 0.7604
花 蓮	1979 ~ 1985	0.2002	0.7856	0.9650	東 a = 0.2256
台 東	1979 ~ 1985	0.2832	0.7268	0.8508	部 b = 0.7988 Y = 0.8994

近年來，在日本吉田氏等更進一步從日照時數、雲量、太陽高度、積雪指數、坡度、坡向等變數導出日射量之複回歸程式，繪製日本全國之逐月份水平面日射量、直射與散亂日射量之分佈圖<sup>(4,5)</sup>。與作物物質生產直接有關之光合作用有效輻射量(約 400 ~ 700 nm 波長帶)，為農業氣候資源研究上之重要基礎資料，日本曾於 1978 ~ 1981 年間

，設立 29 個測站，每站設 305 ， 395 ， 715 nm 波長臨界透過帶之日射計各二組，一組加裝直射光遮光環。內嶋等 ( 1985 )<sup>(3)</sup> 利用前述觀測結果<sup>(23)</sup> 分析得知，光合作用有效輻射佔全短波輻射之比例，冬期為 0.45 ，夏期為 0.52 。日平均直射輻射率隨日射率之增加呈幕次函數增加。日單位之光合作用有效輻射率隨日照率之增加而呈指數函數減少。此一研究成果可應用於利用日照時間推測光合作用有效輻射量。

### 三、風

在農業生產上，風常與災害相關連，如由於颶風或鋒面過境所引起之強風使農作物倒伏受損，沿海地區由於強風所引起之塩風使農作物枯損，越過山脈所形成之焚風亦經常使農作物受害等。把風視為資源者雖不多見，但於歐洲地區利用風車引水，能源危機以來利用風力發電之實例亦不少。政府在恒春地區設置洋蔥生產專業區，為風力資源利用在農業生產上之最佳範例，馳名中外。因恒春地區冬季之強風（當地稱為落山風）使蔥葉不易結露，病害不易發生，且強風使蔥葉自然倒伏，有助球莖生長<sup>(14)</sup>。

作者 ( 1973 )<sup>(8)</sup> 曾統計恒春地區 1900 ~ 1970 年間（其中缺 1945 年）逐月之平均風速，月絕對最大風速平均值，列如表 4 ，各月份絕對最大風速之風向頻度則列如表 5 。從表中可知恒春地區從 10 月至翌年 4 月間均為偏北之季風，且絕對最大風速之平均均超過 13 m/s ，可見風力資源之豐富。

表 4 恒春地區之月平均風速及月絕對最大風速平均  
Table 4 Monthly mean wind speed and mean value of monthly absolute maximum wind speed at Hungchun.

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
月平均風速 (m/s)	5.19	4.70	4.43	3.53	2.89	2.60	2.71	2.72	3.12	4.90	6.05	6.02
月絕對最大風速平均 ( m / s )	15.50	14.69	14.84	13.80	12.35	10.68	12.33	13.24	15.04	15.93	18.29	16.88

表5 恒春各月份絕對最大風速之風向頻度  
 Table 5 The wind direction frequency of monthly absolute maximum wind velocity at Hungchun.

風向 \ 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
N		1		1	1	2	1	1	1			
NNE	8	1	7	7	11	6	8	7	12	11	7	7
NE	60	58	59	54	42	23	15	14	32	51	60	62
ENE	2	1	3	6	5	4	4	3	3	4	3	
E				1	2	1	3	3	4	1		
ESE												
SE						3		1				
SSE												
S					1		1	1	2			
SSW						1	2	5				
SW					1	2	3	2	1			
WSW						2			4			
W					2	8	11	8				
WNW					1	9	12	13	5			
NW			1		2	7	10	8	4	2		1
NNW		1			2	2		3	2	1		
合計	70	70	70	70	70	70	70	69	70	70	70	70

#### 四、降 水

水為作物生育上所不可缺，當為重要之氣候資源，在農業氣象上，對於作物之蒸發散量與需水量以及降水量分佈或降水持續日數等之研究甚為注重。

台灣之年平均降水量雖高達 2500mm 左右，但受山脈縱貫影響，降雨之時空分佈，不論東西兩岸或南北兩端均有顯著之不同，東北部基隆、宜蘭冬半年（11～4月）之雨量較多，北部之台北、新竹與東部之花蓮、台東等地，雖以夏半年（5～10月）雨量較多，但冬半年雨量仍佔全年之 20% 以上，而西南部由台中以迄恒春等地，雨量均集中於夏半年，冬半年雨量僅佔全年之 10% 左右。於梅雨不顯或颱風未帶來足量雨水之年，全省普遍呈現旱象。針對此，作者（1986）<sup>(15)</sup>曾選擇台北、台中、高雄與花蓮等測站之月降雨資料，嘗試以少雨之定量化解析，探討少雨之出現頻率及其持續程度，得悉如以持續期間（Duration）之月數為 K，發生頻率之程度（Depth）為 P，則發生少雨之 D-D 關係曲線，可以下式表示，其模式圖則示如圖 1。

$$P = a e^{-bk} \dots\dots\dots(3)$$

式中， $a$ 、 $b$  為係數。依此，如事先計算出各地區某一少雨程度之  $a$ 、 $b$  係數，則

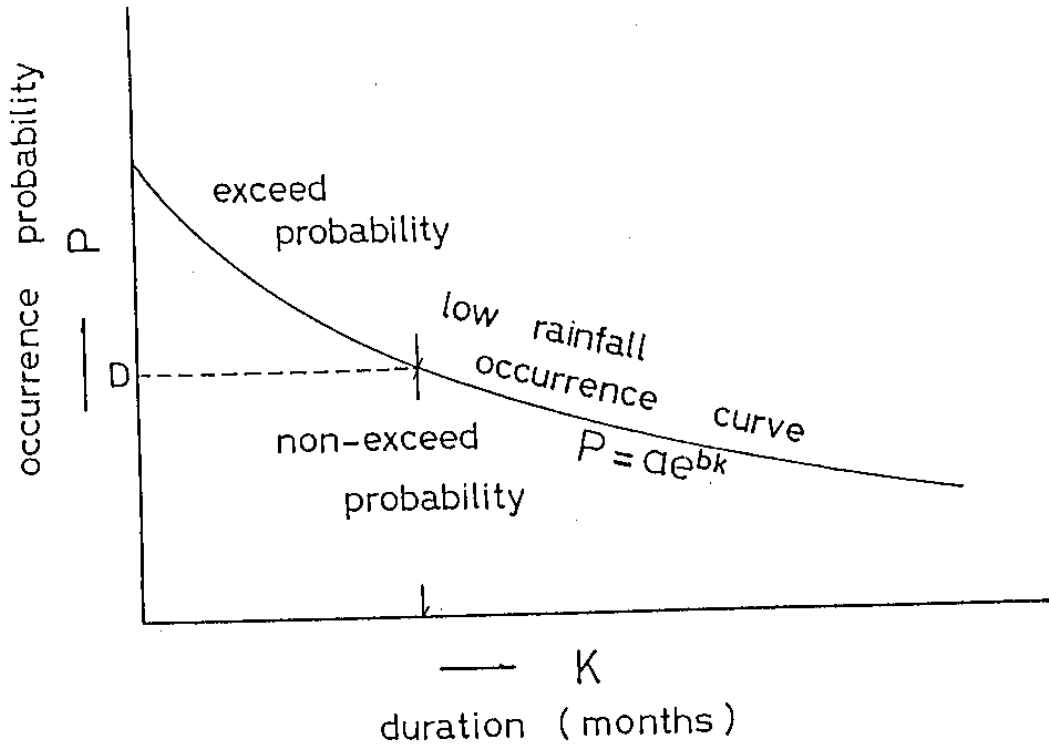


圖 1 少雨發生曲線模式

Figure 1 Model of low rainfall occurrence curve.

各地區發生少雨之頻率或其持續程度，即可加以預測，對水資源之營運管理提供更明確之資訊。

前曾述及，植物葉面之結露將促長病害之發生，但露水亦為植物生長上除了降水以外之重要水資源。晴朗夜間，露水集聚葉面或為植物直接吸收 ( Stone, 1957 a )<sup>(28)</sup> 或者從葉面掉落土中，濕潤根系附近土壤。Kerr and Beardsell ( 1975 )<sup>(27)</sup> 曾指出，牧草葉面有露形成時，日出後其水勢 ( Water potential ) 不易下降，其原因乃露為葉所吸收或露提供了蒸發散之水分所致。Went ( 1955 )<sup>(30)</sup> 發現在美國加州南方之海岸地帶，於 5 ~ 10 月，馬鈴薯、胡椒、大豆等農作物之生長季節中，露水為其重要之水份來源。Duydevani ( 1964 )<sup>(26)</sup> 在以色列發現玉米、大豆、黃瓜、南瓜、西瓜等在有露水形成之情況下，其綠葉較未結露者多出 30 % 以上。Harrold and Dreibelbis ( 1951 )<sup>(29)</sup> 甚至指出在 Ohio 州，露水佔植物生長所需水份來源之 20 %。

台灣西南部地區，年平均降雨量約 2400 mm，年平均氣溫約 24°C，依 Lang 氏之氣候性濕度分類，應劃屬半濕區 ( Semi-humid area )，惟由於降雨之時間分配不均，在 11 ~ 4 月之多半期內，雨量僅佔全年之 10 % 左右，而平均氣溫却仍在 20°C 以上，其降水因子 ( mm / °C ) 已低於 40，達到劃屬旱區之標準。在此種多旱氣候條件下，露



水對植物生長之貢獻，自不可忽視。基此，作者（1983）<sup>(10)</sup> 曾於冬季期間內，就台灣西南部地區較常見之旱地作物，調查其葉面露量（列如表6），並探討其與夜間氣象條件之關係，以爲日後更進一步露水資源之基礎。

表6 葉面之露量、觀測期間及其結露日數  
Table 6 Dew amount on leaves, observation period and its total dewy days.

Plant	Opservation period	Number of dewy days	Dew amount on leaves ( $\text{mg cm}^{-2} \text{day}^{-1}$ )			
			Mean value		Maximum value	
			obverse	Reverse	obverse	Reverse
Maize	Oct.16,81'~Jan.16,82'	53	6.41	6.22	15.1	19.8
Soybean	Oct.16,81'~Dec.30,81'	48	5.47	5.51*	13.8	12.7*
Peanut	Oct.16,81'~Fed.9,82'	73	4.42	5.46	11.7	12.0
Adzuki bean	Oct.16'81,~Dec.24,81'	46	5.56	5.14	11.5	10.9
Sweet potato	Feb.19,82'~Apr.23,82'	36	5.35	4.99	13.6	11.8

\* Guttation included

### 農業氣候資源之評估

爲評估氣候資源，常以某氣候要素或其出現期間轉換成一指數來說明，此稱氣候指數。在農業氣候上，積溫（或有效積溫）、溫量指數、寒冷指數、降水因子等常被引用。如在水稻之栽培上，常以積溫  $2400^{\circ}\text{C}$  以上爲必要條件，但此並不意味着積溫愈大愈好，而需考慮水稻各生育階段之氣溫，日射及水份是否均分配適宜。換言之，若能提供各種作物不同生育階段之日射、氣溫、水份等之氣候，其農業氣候資源之評價高。因此，農業氣候資源之評估，從氣候上來看並無一致之定義，而必需涉及作物。

糙米中之碳水化合物，可分成出穗前蓄積與出穗後之光合作用所蓄積兩部份。因此從出穗前10天至出穗後30天之光合作用量對產量有決定性之意義。村田（1964）以及羽生、內島（1966、1967）等提出水稻產量與成熟期氣象間之關係式<sup>(25)</sup>。

$$y / s = 1.20 - 0.021 ( t - 21.5 )^2 \dots\dots\dots(4)$$

$$Y / S = 4.14 - 0.13 ( 21.4 - T )^2 \dots\dots\dots(5)$$

此處，y 及 Y：產量（ $\text{kg} / 10 \text{ a}$ ）；S：8、9月之日平均日射量（ $\text{Cal} / \text{cm}^2 \text{ day}$ ）

； $t$ ：8、9月之平均氣溫（ $^{\circ}\text{C}$ ）； $S$ ：出穗後40天內之日照時數（ $\text{hr}$ ）； $T$ ：同期間之氣溫。 $y$ 與 $Y$ 各被稱之為氣象生產力指數及氣候成熟量指數。

農業氣候資源之大小並非固定不變，隨着新品種之引入或育種成功，栽培界限會移動。因此，以往氣候資源利用困難之地區，若能進行作物栽培，則可稱為農業氣候資源之開發。此外，以設施進行作物栽培，亦算是農業氣候資源之高度利用。

## 農業氣候區域

往昔，氣候之區分多從氣候學或地理學觀點為之，亦即以其對自然或地域之認識，從氣候狀態之類似成因，尋覓氣候之地域性分佈法則為主體。

然而從作物之生育環境或農業生產觀點之氣候區分為數甚少。在日本，內島（1961）<sup>(2)</sup> 利用水田水溫累計值及水面輻射乾燥度，從事水稻栽培上之日本農業氣候區分；小島（1973）<sup>(1)</sup> 則以氣溫、降水量、降雪、濕度等資料利用主成分分析法，以冬季之氣候要素為第一主成分，暖候期之氣溫與濕度為第二主成份，暖候期之降水與年平均氣溫為第三主成份。區分日本東北地區之小氣候區域。

有關台灣之氣候區域，先後有蔣丙然（1954）<sup>(24)</sup> 利用柯本氏（Köppen）分類法，陳正祥（1957）<sup>(18)</sup> 根據桑士偉氏（Thorntwaite）之新分類法，郭文鑠、楊之遠（1981）<sup>(19)</sup> 採用相關係數比較法與溫濕圖法，徐森雄（1983）<sup>(11)</sup> 從氣候類似性（Similarity of climate）出發等予以劃分。因方法互異，各有獨特結果。然而迄今在國內最常被引用者仍推陳正祥之劃分結果。

## 展望與建議

迄今為止，農業氣候資源之研究，多為氣象學、氣候學與作物氣象學之領域。今既將氣候視為資源來從事農業生產，則應更進一步從作物之物質生產法則，探討氣候——作物系之關係，尋求能確切說明作物生產環境之農業氣候指數。此外，進一步開發利用降水量、蒸發散量、作物係數等資訊從事評估農業氣候資源之方法，以及如何克服資料之不足或開發利用衛星資訊從事農業氣候資源之相關研究，亦均為今後之重要課題。

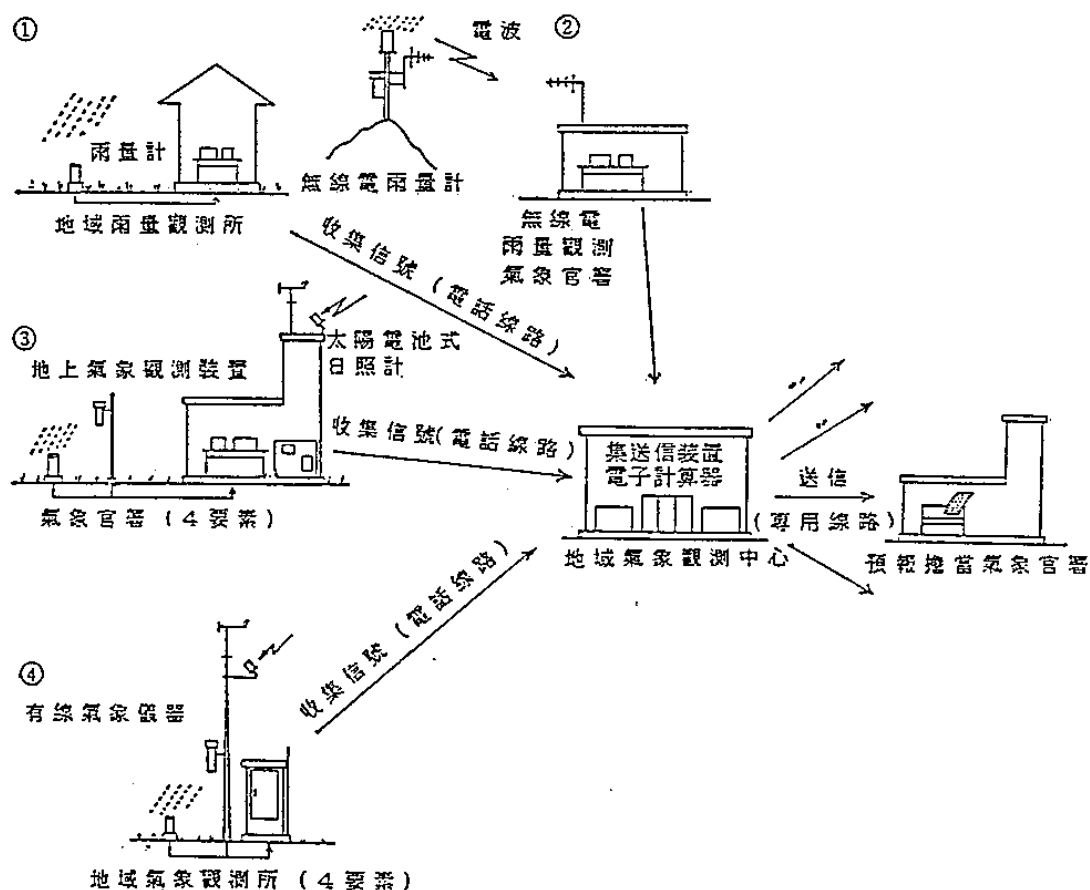
台灣位於亞洲大陸邊緣，在氣候上兼受大陸性氣團與海洋性氣團的相互影響，加上地形複雜，造成氣候分佈有明顯之局地性，因此局地農業氣候資源之評估與試驗調查應積極推展。曾文柄等（1986）<sup>(20)</sup> 曾以各旬之(1)每日絕對最低氣溫，(2)日平均風速，(3)連續降雨三項氣象因素，釐訂台灣地區農作安全栽培期限，對局地農業氣候資源利用提供重要準則。台灣省農林廳在行政院農業委員會籌劃，中央氣象局協助之下，已自民國75年起逐年建立全省之農業氣象觀測網，積極蒐集資料，並自民國77年7月起在各地農業試驗機構推動農業氣象試驗研究，使台灣之農業氣象事業邁入了新紀元。然上述農業氣象觀測網如能配合中央氣象局各地測候站予以電腦連線，成立有如日本之氣象自動

測報系統 ( Automated Meteorological Data Acquisition System , 簡稱 AMeDAS  
，詳見附錄 ) 將使氣象資源之應用更為靈活而廣泛。

## 附錄：日本之氣象自動測報系統

此乃針對僅靠氣象官署觀測網無法掌握之中小規模氣象現象所設計之觀測系統，目的為監視局地性之異常氣象，提出適切的防災對策。此一系統原則上以降水量、風向、風速、氣溫、日照時間為觀測項目，但亦設有監視局地性豪雨，僅觀測降水量之裝置。在全日本設有1313個觀測點，其中有473點僅做降水量之觀測。為組成如此廣範圍且細部之觀測網，觀測通報均以自動裝置實施之，通報之通信線路採用一般之電話線路，只要能自動撥號之地區，即能設為觀測點，觀測資料之收集中心設於東京大平町之電信電話公司內，以大型電腦自動收集，在全國之各預報擔當官署所需各種氣象資料，以最容易使用之方式加以編集送信。此時之送信則非一般之電話線路，而是專用通信線路，因此各預報擔當官署均有此一信號之收取裝置。

附圖為此一系統之圖解，大部份之氣象官署均為觀測網之一部份。①為地域雨量觀測所，使用傾倒式雨量計，溫水式雨雪量計、溢水式雨雪量計，具有自動測報降水量之性能。此一觀測所有192點。②為氣象官署用之於觀測山岳地帶降水量之無線電雨量計，投入此一系統者有281點。③為氣象官署所轄地上氣象觀測裝置，所測得之降水量、風向、風速、氣溫等資料轉入此一系統。日照時間則另以太陽電池式日照計觀測。④為地域氣象觀測所，以有線之氣象觀測儀器，實施自動測報。③與④之合計達840點。



AMeDAS之組成

## 參考文獻

1. 小島忠三郎，1973，主成分分析による東北地方の詳細な氣候區分，農業氣象，29（3），165～172。
2. 內島善兵衛，1961，水溫環境かうみた日本の農業氣候區分，農技研報，A9，1～28。
3. 內島善兵衛、櫻谷哲夫、奥山富子，1981，關東地方南部の日射氣候，農技研報，A27，91～145。
4. 吉田作松、篠木誓一，1978，日本における日平均全天日射量およびその年之變動のマップの作成，天氣，25（5），375～389。
5. 吉田作松、篠木誓一，1983，日本における月平均水平面散亂日射量，同直達日射量の平年値および年々の變動係數のマップの作成，天氣，30（4），201～216。
6. 吳洛健、徐森雄，1986，坡地主要果樹適栽區分佈及其自然條件調查，102 P。
7. 岸田恭允，1988，農業立地氣象の局地特性の解明(1)重回歸法による半旬氣溫の推定，中國農業試驗場單年度試驗研究成績，9—1。
8. 徐森雄，1973，恒春之氣候分析，屏東農專學報14輯，237～256。
9. 徐森雄，1981，台灣西南部氣溫之地理分佈特性，中華水土保持學報，12（2），93～101。
10. 徐森雄，1983，露之研究——露與台灣西南部之冬期旱作，科學發展月刊，11（6），527～536。
11. 徐森雄，1983，從情報理論看台灣各地氣候之類似性，科學發展月刊，11（2），85～95。
12. 徐森雄，1984，台灣中部地區霜危險度調查(1)冬季最低氣溫之地理分佈特性，中華水土保持學報，15（1,2），39～50。
13. 徐森雄、黃國禎，1984，台灣中部地區霜危險度之調查(2)從小氣候學觀點來推測霜之危險度，行政院國科會防災科技報告，73～02號，12 P。
14. 徐森雄，1985，台灣における水收支かうみた露の研究，日本九州大學博士學位論文，161 P。
15. 徐森雄、黃國禎，1986，台灣之少雨特性，中華水土保持學報，17（2），70～83。
16. 徐森雄、宋義達，1987，從氣象資料估算蒸發量，中華水土保持學報，18（2），83～89。
17. 黃國禎、徐森雄，1982，台灣地區日射與日照關係之初步探討，氣象學報，28（1），22～29。
18. 陳正祥，1957，氣候之分類與分區，台灣大學農學院實驗林林業叢刊第7號，174 P。

19. 郭文鑠、楊之遠，1981，台灣地區農業氣候區域之劃分，氣象學報，27(1)，16～28。
20. 曾文柄、朱鈞、楊之遠，1986，氣象因素對台灣地區農作安全栽培期限影響之研究，氣象學報，32(2)，44～61。
21. 鈴木義則，1982，暖地の凍霜害，寒害と地形氣象(1)，農業氣象，37，289～295。
22. 農林水産技術會議事務局，1984，農林水産研究文獻解題農業氣象編，31～53。
23. 農林水産技術會議事務局，1985，太陽放射エネルギーの季節的、地理的變化，217 PP.。
24. 蔣丙然，1954，台灣氣候誌，台灣研究叢刊第二十六種，台灣銀行經濟研究室，220 PP.。
25. 養賢堂，1974，新編農業氣象ハンドブック，40～49。
26. Duvdevani, S., 1964, Dew in Israel and its effect on plant, Soil Sci., 98, 14-21.
27. Kerr, J. P. and M. F. Beardsell, 1975, Effect on dew on leaf water potential and crop resistences in a Paspalum pasture. Agr. J. 67(5), 596-599.
28. Stone, E. C. 1957a, Dew as an ecological factor, I. A review of the literature. Ecology, 38, 407-413.
29. Wallin, J. R. 1967, Agrometeorological aspects of dew. Agr. Meteorol., 4, 85-102.
30. Went, F. W. 1955, Fog, mist, dew and other sources of water. In the Yearbook of Agriculture, 103-109, Govt. Print. Off., Washington, D.C.

# STUDIES ON THE RESOURCES OF AGRICULTURAL CLIMATE

*Sen-Hsiung Hsu*

Professor, Department of Soil and Water Conservation  
National Pingtung Institute of Agriculture

## ABSTRACT

The phrase of "resources of agricultural climate" means to utilize the climatical elements such as solar radiation, sunshine duration, air temperature, precipitation and wind speed for the production of agriculture. The effect of each climatical element implies obvious differences which depend on various locations. In Taiwan the seasonal rainfalls distribute with inequality among the level land areas, in which the main influence factor on agricultural development is rainfall, but that in mountain country is air temperature.

The estimation of agricultural climatical element had been treated as follows:

1. The air temperature in the specified period can be estimated by the lapse rate ( $^{\circ}\text{C}/\text{Km}$ ) obtained from the analysis of the relationship between air temperature and height above the sea level.
2. Solar radiation can be estimated from sunshine rate by the equation  $Q/Q_0 = a + b(n/N)$ , where  $Q$  is observed global solar radiation,  $Q_0$  is theoretical global solar radiation and  $n/N$  is sunshine rate. The data for previous analysis can be obtained from meteorological station in the same area.

Strong northeast winter monsoon in Hengchun area is useful for onion culture and that is a famous example of wind energy used for the production of agriculture.

Analyzing the frequency and duration of rainless is also of important in water resource management. In arid area or under drought weather condition, dew is very influential for plant growth; therefore, dew can be count in water resource.

The resource of agricultural climate should combine with crops when the evaluation is doing, and that will be developed when a new species has been introduced or breeding.

(Key words: agricultural meteorology, resource of agricultural climate).

