

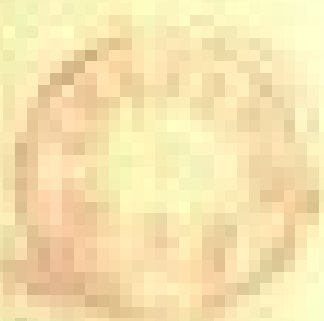
# 農業氣象學原理

么枕生 著

科學出版社

# 農業氣象學原理

上 冊



中 華 書 局

# 農業氣象學原理

(農業應用氣候學與小氣候學)

么枕生著

科學出版社

1954年4月

## 本書內容提要

本書或可稱為“農業應用氣候學與小氣候學”，可供：(1) 農業氣象學的教材與研究之用；(2) 農林、園藝、植物生態、農業經濟地理、自然地理、水文與水土保持等方面的參考；(3) 領導機構指導防災增產和農業團體研究改進技術的參考；(4) 氣象工作人員為農業服務的參考。

本書共分十章。按內容來講，這十章可劃分為兩部分。第一部分（第一至第六章）講述農業氣象學與農業氣候學的基本原理。在這裏分別敘述：(1) 產量預告問題，以供估計產量的參考；(2) 氣候要素與土壤要素的變化與規律，以便明瞭農業氣象學的基本原理；(3) 輻射平衡、熱量平衡以及水分循環，以便明瞭農田小氣候的變化與自然的改造；(4) 農業氣候區劃指數，以作防災增產的標準。

第二部分（第七章至第十章）根據小氣候學原理講述農業技術。在這裏分別敘述：(1) 氣象對於播種、栽培、管理與收穫技術的影響，密植可以防災增產以及氣象災害和防護林等；(2) 氣象對於造林計劃與造林作業的影響；(3) 園藝場址的選定和溫室、溫床的設計與管理；(4) 霜害規律和霜害的預告與防止。

## 農業氣象學原理

---

編著者	么	枕	生				
出版者	科	學	出	版	社		
	北京朝陽門大街117號						
	北京市書刊出版業營業許可證出字第061號						
印刷者	上	海	蔚	文	印	刷	廠
	長樂路256號						
總經售	新	華	書	店			

---

1954年4月第一版	書號：0002	印張：11	9/25
1956年10月第三次印刷	開本：787×1092		1/25
(滬)5,251-6,782	字數：185,000		

定價：(10)1,80元

## 自序

本書或可稱為“農業應用氣象學與小氣候學”，其內容的骨幹部分是著者在西北農學院(1941—1943)和浙江大學(1948—1952)前後八次教授農業氣象學的教材，此外又陸續增加了最近兩年來累積的材料和本人一些未發表的研究與體會。

這本書是用氣候學與小氣候學來解釋農業問題，所以命名為“農業氣象學原理”，也可以命名為“農業應用氣候學與小氣候學”。

第二章至第六章根據氣候學與小氣候學，講述農業氣象學與農業氣候學的一般原理。第七章至第十章講述小氣候對於農業技術的關係，在這裏是根據實驗證明理論，又從理論結合實際。

我們知道：農業氣象學是農業科學不可缺少的理論基礎科學之一，也是地理學、氣候學與氣象學結合實際的工具科學。地理學家掌握了農業氣象學原理，才能研究農業經濟地理和土地利用問題。氣象學家通曉了農業氣象學的知識，才能為農業服務。氣候學的基礎是建築在氣象學、農林、水利方面的基礎上，所以氣候學家許多也是農業氣象學家。總之，農業氣象學是配合祖國經濟建設，發展技術科學的重要科學之一。

農業氣象學是農學與氣象學之間的邊緣科學，所以農業氣象學的基礎應當廣泛，除農業知識外，還應當掌握氣象學、天

氣學、氣候學、小氣候學、土壤氣候學與植物氣候學的知識。著者才力薄弱，知識貧乏，這本書雖然爲了服從人民的需要，勉強寫成，但是內容仍嫌不足，說理或有錯誤，尚祈讀者不吝賜教，待重版時再加增補。

本書原稿第一、二、三與六章承南京大學石延漢先生校閱，第四、五與六章承南京大學朱炳海先生校閱，第七、九與十章承浙江農學院吳耕民與王福山二先生各校閱一遍，第八章曾先後請河南農學院賈成章先生與中國科學院植物研究所郝景盛先生校閱，有關植物學部分更得南京大學仲崇信先生校閱一遍，俾得改正錯誤。書內插圖承浙江大學吳賢祚與王心安二先生和南京大學鄒邦彥先生分別繪製。著者爲感謝他們的幫助，在這裏敬表謝意。

著者將全部原稿送請中國科學院編譯局審查出版時，科學院地球物理研究所呂炯先生擔任審閱，提出不少寶貴的意見。此外更得到科學院編譯局黃宗甄先生提供原則性的珍貴意見，著者於此敬致謝意。

最後，在本書付印以後校樣時，又得南京大學氣象系石延漢、吳和廣、傅抱璞與盛承禹四位先生幫忙校閱改正錯誤，此書稍臻完善，先後多出諸位先生幫助的結果。

1954年1月25日，么枕生誌於南京大學

# 目 錄

自序 .....	1
第一章 緒論 .....	1
第一節 農業氣象學的意義與範圍 .....	1
第二節 農業氣象學的發展與現狀 .....	2
第三節 農業氣象學的研究 .....	5
第四節 作物產量預告問題 .....	6
1. 經驗觀察預告法 .....	6
2. 局部推論預告法 .....	7
3. 豐歉試驗統計預告法 .....	7
4. 氣象統計預告法 .....	7
第二章 輻射 .....	10
第一節 輻射定律 .....	11
1. 克希荷夫定律 .....	11
2. 斯忒藩-波茲曼定律 .....	12
3. 維恩定律 .....	12
第二節 射入輻射 .....	12
1. 太陽輻射 .....	13
太陽輻射強度 .....	13
太陽輻射量 .....	15
2. 太陽輻射的消失 .....	20
吸收 .....	21
反射 .....	23
散射 .....	23
3. 天空輻射 .....	26
天光 .....	26

逆輻射 .....	29
第三節 射出輻射 .....	30
1. 地面的長波輻射 .....	30
2. 地面的短波輻射 .....	31
第四節 地面有效射出輻射 .....	33
第五節 活動表面的輻射平衡與熱量平衡 .....	35
第三章 氣溫 .....	39
第一節 土壤與空氣間的熱量交換 .....	39
第二節 日平均溫度 .....	43
第三節 氣溫的日變化 .....	44
1. 日溫相時 .....	45
2. 日溫振幅 .....	45
第四節 氣溫的年變化 .....	46
1. 年溫振幅 .....	47
2. 年溫相時 .....	48
3. 年溫振幅與相時可作區分氣候區域的標準 .....	49
第五節 氣溫的非週期變化 .....	51
第六節 氣溫的水平分佈 .....	53
第七節 溫度的垂直分佈 .....	54
第八節 溫度逆增 .....	56
第九節 地形與氣溫 .....	60
1. 高原 .....	60
2. 高山 .....	61
3. 谷與盆地 .....	62
第十節 農業氣候熱量保障指數 .....	67
1. 某種特殊溫度出現日期與其持續時期 .....	68
2. 積算溫度 .....	72
第四章 濕度、蒸發與降水 .....	74
第一節 濕度 .....	75
1. 濕度的表示方法 .....	76
水汽壓 .....	76



絕對濕度 .....	76
比濕 .....	76
混合比 .....	76
相對濕度 .....	76
飽和差 .....	77
2. 濕度的週期變化 .....	77
水汽壓的日變化和年變化 .....	77
相對濕度的日變化和年變化 .....	78
3. 地表空氣層中濕度隨高度的分佈 .....	79
每日水汽壓隨高度的變化 .....	79
每日相對濕度隨高度的變化 .....	79
第二節 蒸發 .....	80
1. 環境與蒸發 .....	80
氣候環境與蒸發 .....	80
地理環境與蒸發 .....	82
2. 蒸發的週期變化 .....	86
第三節 水凝體 .....	86
1. 地面水凝體 .....	86
露的生成 .....	86
霜的生成 .....	87
霧淞和雨淞的生成 .....	87
2. 空中水凝體 .....	88
霧的生成 .....	88
雲的生成 .....	88
降水的生成 .....	91
第四節 降雪 .....	91
第五節 降水的日變化 .....	93
第六節 降水的年變化 .....	94
第七節 降水的非週期變化 .....	95
第八節 地形與降水 .....	96
第九節 降水的水平分佈 .....	99
第十節 農業氣候水分保障指數 .....	100

1. 雨量指數 .....	101
2. NS 係數 .....	102
3. 乾燥指數與乾燥限界 .....	102
4. 水文熱量係數 .....	104
第十一節 水分的循環 .....	106
1. 水分的內循環與外循環 .....	106
2. 內雨與外雨 .....	107
第五章 風 .....	110
第一節 行星風系 .....	111
第二節 季風 .....	114
第三節 地表空氣層中風速隨高度的變化 .....	116
第六章 土壤溫度 .....	122
第一節 熱量與溫度在土壤中的傳播 .....	123
1. 導熱係數 .....	123
2. 導溫係數 .....	124
3. 土壤溫波 .....	126
第二節 土壤溫度的日變化 .....	129
第三節 土壤溫度的年變化 .....	134
第四節 地面性質與土壤溫度 .....	136
1. 土壤特性與土溫 .....	136
土壤質地與土溫 .....	138
土色與土溫 .....	143
土壤含水量與土溫 .....	145
2. 雪層與土溫 .....	149
3. 植物層與土溫 .....	151
第五節 高度與土壤溫度 .....	153
第六節 方位與土壤溫度 .....	154
第七章 氣象與農業技術 .....	156
第一節 播種與氣象 .....	156
1. 播種期與氣候 .....	156

1. 方位 .....	215
方位與日射量 .....	216
方位與土壤溫度 .....	220
方位與氣溫 .....	223
方位與濕度、降水 .....	226
2. 谷地 .....	227
谷形 .....	227
盛行風向 .....	228
隣近水面 .....	229
樹高與樹種 .....	230
第二節 溫室、冷床與溫床 .....	231
1. 溫室 .....	232
2. 冷床與溫床 .....	234
第十章 霜害與霜害預防 .....	237
第一節 霜的生成 .....	239
1. 平流霜 .....	239
2. 輻射霜 .....	240
3. 混合霜 .....	240
第二節 霜出現的時間與生長季 .....	242
第三節 霜出現的地域 .....	245
1. 地面性質 .....	245
2. 植物屏蔽 .....	247
3. 地形 .....	249
4. 高度 .....	250
第四節 霜害的預告 .....	252
1. 平流霜預告法 .....	253
2. 輻射霜預告法 .....	254
實驗預告公式 .....	254
理論預告公式 .....	260
第五節 霜害的防止 .....	263
1. 平流霜的防止法 .....	263

# 第一章 緒 論

## 第一節 農業氣象學的意義與範圍

氣象學是研究大氣物理現象的科學。氣象學包括天氣學、氣候學和大氣物理學。研究瞬時的大氣現象、分析大氣的短期變化，藉以預告未來天氣變化的科學，稱之為天氣學。分析並綜合各地、各季大氣一般與極端現象的科學，稱之為氣候學。

農業氣象學就是農學與氣象學融合在一起而形成的一種科學，研究氣象過程與農業間相互的影響。農業氣象學有廣義與狹義之分。廣義的農業氣象學研究氣象學與作物、肥料、土壤、病蟲害、森林、畜牧、蠶桑、水產、農業水文與農業經濟等的關係。狹義的農業氣象學就是作物氣象學。

農業氣候學就是農學與氣候學融合在一起而產生的一種科學。我們知道一般氣候統計資料並不能滿足國家經濟發展的要求，尤其不能滿足農業方面的要求。在農業方面為解決許多問題起見，並不需要一般氣候的特性，而是需要適用於作物和耕作方法的各種統計資料。因此乃發展農業氣候學成為農業氣象學的一個分支。農業氣候學的任務：(1) 研究配合農業生產的氣候規律；(2) 根據氣候，研究作物栽培區域的擴展與新品種的培植；(3) 研究先進農業技術的氣候基礎；(4) 研究農田微氣候的變化；(5) 研究防護林、溝渠建築與其它農業技術。

## 第二節 農業氣象學的發展與現狀

農業氣象學研究的開端舉世以我國為最早，二分二至早已記載於尚書，二十四節氣見於呂氏春秋，七十二候見於逸周書。古人以五日為一候，全年分二十四節氣，共七十二候，我們譯“Climate”為氣候，也就是根據我們勞動祖先這種輝煌農業氣候研究和經驗的成績。

自西漢以來，我們祖先在氣象學方面是從三方面發展的<sup>1)</sup>：(1) 氣象現象的觀測；(2) 氣象儀器的創造與應用；(3) 氣象現象的理論研究。到了明初(十五世紀)，我國在氣象學方面的成就，一般超過西洋各國。例如，在氣象觀測方面，北京故宮文獻館裏藏有北京、江寧、蘇州、杭州等地世界上最早的晴雨記錄。在氣象儀器方面，在公元132年張衡曾造風向計，在1424年各地已普遍應用量雨器記錄雨量，這些儀器的發明都在西洋各國之前。在氣象學理論方面，東漢王充曾首次解釋了雷雨的成因，南宋朱熹首次解釋了雨、霧的成因。在農業氣象方面，後魏高陽太守賈思勰曾綜合古代勞動人民的經驗，撰“齊民要術”。在這裏邊曾提到：“天雨新晴，北風寒切，是夜必霜”，所以關於農業氣象學原理我們祖先早有研究成績，可惜自明初以來，我國氣象科學因為受到科舉的束縛，未能發揚光大。

我國近代氣象學的基礎是由竺可楨教授奠定的。竺教授不但創立了氣象研究機構，並且初步完成了氣象台站網，對於我國氣象事業有偉大的貢獻。

1) 竺可楨，中國過去在氣象學上的成就，科學通報，1951，第2卷，第6期。

1913 年在北京設有中央氣象台，實為我國自辦氣象事業的開端。1927 年在反動政府時代的中央研究院設有氣象研究所，1941 年又首次創立了中央氣象局。雖然過去經過了我國氣象學家的努力，但反動政府只知剝削人民，不為人民謀福利，所以幾十年來，發展實在是很有限的。

全國解放以後，氣象局原屬於人民革命軍事委員會，對於建設祖國的氣象事業，特別是對於建設有關國防的氣象事業具有很大的成績。為了重點配合祖國的經濟建設和為國防建設服務起見，從 1953 年 8 月起，氣象局改由政務院直接領導。中國科學院的氣象研究所亦已改組為地球物理研究所的氣象組，領導氣象學與氣候學的研究工作。

最近一年來，地球物理研究所和華北農業科學研究所合作，設立了農業氣象組，正在設計製造農業微氣候的儀器，研究土壤水分、土壤溫度、土壤蒸發和一般農業微氣候的問題。最近，南京大學氣象系設立了氣候專業，除造就氣候學專門人才外，還作為培養農業氣象人才的溫床。總之，新中國在共產黨和毛主席的英明領導下，農業氣象學的美景已經呈現在眼前，並且正在加速的美化和光大。

世界上農業氣象事業發展得最早和最快、研究最有成績的國家就是蘇聯。由於蘇聯先進科學家在馬克思列寧主義理論指導下努力的結果，蘇聯在這方面的成就早已獲得世界的領導地位。其他各國雖然也致力於農業氣象的研究工作，但都遠落在蘇聯的後面。

現在的農業氣象學與農業氣候學首先是由俄羅斯學者沃耶

伊科夫 (А. И. Воейков 1842—1916) 和伯洛烏諾夫 (П. И. Броунов 1852—1927) 所奠定的。沃耶伊科夫是和漢恩 (J. Hann) 同時的氣候學大師，他不只對於氣候學具有革命性的貢獻，並且他在氣候學的基礎上解釋農業問題，創始了農業氣象學與農業氣候學的基礎。伯洛烏諾夫曾首次在俄國研究農業氣象觀測法，建立農業氣象台站網，作了許多農業氣象與農業氣候研究工作。

自十月社會主義革命以後，蘇聯的農業氣象與農業氣候事業更得到了長足的發展與成就。現在，全蘇植物栽培研究所設有農業氣象系，作農業氣象的科學研究工作。蘇聯水文氣象業務管理總局下設有農業服務管理局，領導全蘇所有農業氣象工作。在每一個水文氣象業務管理分局下面設有農業服務科領導技術工作，管理農業氣象台站。各地的農業服務科要把氣象現象影響作物的情形、作物狀況與發育情形、農耕開始時期、收穫時期、產量預告與牧場情形隨時通知各地方的黨與蘇維埃的機構、集體農莊、國營農場與拖拉機站。各農業服務科還要印發每日與每 10 日的農業氣象通報，作每季農業氣象總結，預告氣象災害（霜害、大風、暴雨與寒潮等）。

此外，蘇聯還在水文氣象總局下面設有地球物理觀象總台。在各地的地球物理觀象台設有農業氣象科學組，領導學術工作，在學術方面也領導各農業氣象台站。在中央預告研究所（成立於 1930 年），設有農業氣象科與農業氣象預告科。農業氣象科研究水文氣象情形對於作物生長與發育的影響，研究氣象災害（乾旱、乾風、霜害、凍土等），研究農業氣象預告方法，統

計農業氣象台站與水文氣象台站觀測記錄，研究農業氣象觀測方法和編輯農業氣象觀測手冊等，此外還領導各地的技術與科學研究工作。農業氣象預告科乃是政府的通報與農業氣象預告的機構。

### 第三節 農業氣象學的研究

我們可以肯定的說：不合於氣象條件的耕種法，是不容易有良好收穫的。因此，小的如家庭園藝，大至國家農業計劃都應當先考慮栽培地點的氣象問題。農業和氣象既有莫大的關係，為什麼從前農業氣象的研究在國內並不興盛呢？其主要原因是：（1）農業氣象學是農學和氣象學的邊緣科學，研究範圍沒有明確；（2）農業氣象學的研究非常困難，除應用氣象學與作物學的理論與實驗技術外，還要應用土壤、肥料與育種的研究結果；（3）反動政府把科學看作裝飾品，不從人民利益出發來倡導農業氣象學的建設與研究工作。但在人民政府領導下的新中國，這些障礙因素既正在迅速解決，農業氣象學的研究一定會放出光輝異彩。

關於農業氣象學的研究方向很多，例如：在理論方面我們可以研究（1）小氣候學；（2）氣候與植物的關係；（3）氣候與土壤的關係。在實驗方面：我們可有：（1）不同氣候地區品種的實驗；（2）不同氣候地區的播種適期；（3）不同氣候地區栽培法的實驗；（4）溫床的實驗；（5）作畦法實驗；（6）秧田中水溫與地溫實驗；（7）旱害時期分蘖與產量關係實驗；（8）耐寒性實驗；（9）病害與發芽時土壤溫度實驗；（10）各種災害預



防實驗；(11) 溫室的實驗；(12) 產量預告方法的研究等。

最後，我們知道：農業氣象學是研究氣象過程與農業間相互影響的科學。因此，農業氣象學不只應當研究氣象環境對於作物生長、發育的直接與間接影響，還應當研究作物本身對於氣象環境的影響。這樣，根據辯證統一的研究，我們就可以改變作物的生活條件，改進農業技術，達到改造大自然的目的。

#### 第四節 作物產量預告問題

因為植物受到氣象要素的支配，所以作物產量自然要受到氣象條件的影響。遠在 19 世紀的 70 年代人們就曾宣示糖類作物的大小和前季的雨量有關係，所以那時人們就由天氣以估計作物產量了。自此以後，羣相探求天氣與收成的關係。約自 1907 年以後，作物產量預測的研究工作已進入公式統計方法。尤其在印度，常爲了西南季風的盛衰造成飢荒，所以關於天氣和作物產量的統計研究工作發表最多。

因為作物產量預告非常重要，所以自古我們的祖先們在這方面早盡了各種努力，歸納了很多產量預測的諺語。例如：“大雪豐年來，無雪有殃災”；“雷打冬，十個牛欄九個空”；“雷打驚蟄前，放下生意去耕田”。

關於預告產量的方法，可以區分爲下列幾種：

##### 1. 經驗觀察預告法

這是最早一種產量預告法。此法賴勘測和經驗而預測收穫量。先觀察逐日天氣與作物生育狀態，然後由這些綜合的感