

民國三十三年十一月

# 中國之稻作與氣象之關係

(彙報第一輯)

行政院文物  
保管委員會

天文氣象專門委員會

一、緒言

農作物之栽培、常爲自然環境所制限、乃不待言者也、即關於農業生產諸條件中、以氣候的條件、爲其最主要者、亦已有定論、雖然從來就農業生產與氣候之關係而開發研究的工作、極爲尠少、迨至近年、而各國關於農業氣象、產業氣象方面之研究、始有相當可觀之成績

至於中國、則不僅農作物栽培之技術、不甚講求、即生產數量等之調查、亦極不準確、因之、在統計的研究上可利用的資料、亦幾乎無之、在如此的狀況之下、而欲作中國農業氣象之調查研究、雖似甚困難、然今以把握極概括的情形爲目的、而將農作物之收量與氣象要素之相關考查之則如下、此處係將中國全省之稻作收量與氣象要素之月平均氣溫及月降水總量之相關係數之算出的結果而述之、至於日照時數、則因資料不足、姑置不論

欲求相關關係時、則明明須有相當長期間的統計資料、但在中國、則如此滿意的資料不能得之、因之、姑且利用全國齊一化的資料、其農作物收量、則利用舊實業部中央農乘實驗所之農情報告之資料、然實際引用的數值、則係依據東亞研究所之支那農乘基礎統計資料中所轉載者。又氣象要素之資料、係利用舊國立中央研究院氣象研究所之氣象月刊及氣象年刊、但實際引用者、則係依據東亞研究所所編纂的東亞氣象資料者。

至於時期、則爲自民國二十年至二十五年之六個年、因在此期間、可想像爲在舊國民政府時代、係提供最可信用的資料者、且其資料、亦可視作已齊一化者。

### 三、相關係數之算出方法

自六年間之資料而欲算出相關關係、雖稍屬困難、惟今爲觀察一般<sup>故</sup>的傾向起見、~~故~~敢試之、實際當調查稻作與氣象要素之相關時所採之方法則如下：對於某特定之省、則調查其每年之稻作單位面積收量與其省

政府所在地每年之氣象要素之關係、此雖似甚爲杜撰的方法、但爲觀察極寡大概的傾向起見、則決非無價值者

例如以下所記、將江蘇省之稻作收量與江蘇各地之月平均氣溫之相關調查之、則知其幾乎爲同一、再就華中六省考之、亦得同樣之結果、即江蘇省之稻作收量、雖當以之與江蘇省全域之氣溫平均相比較、然實際算出此種平均氣溫之事、幾乎不可能、而如上所述、即利用特定之地點之值、亦充分可得所期之目的、然此種方法、並非在任何時候皆能適用、例如氣象要素之中、氣溫因係務必在廣範圍內表示同一者、故以上之方法、明明可利用、然如降雨量日照時數、則可謂爲有地方的傾向、因各地點之不同而表示相當之差異、故以上之方法、不能謂爲必適合也、然就華中六省而觀之、則因各省之不同、而降雨型略有差異、再可見隨其差異而各省表示或共通或別個之相關、因之、在現在所定之範圍內、則前述之方法、可謂決非無意義者

實際算出相關係數之方法、係如下行之、即設某省每年之稻作收量

為

在同一年間該省代表地點之氣象要素之值為

則

$$W_1, W_2, \dots, W_n$$

$$X_1, X_2, \dots, X_n$$

$$\bar{W} = \frac{1}{n} \sum W_i, \quad \bar{X} = \frac{1}{n} \sum X_i$$

設各年之收量及氣象要素對於平均值之編差為

$$\Delta W_i = W_i - \bar{W}, \quad \Delta X_i = X_i - \bar{X}$$

則相關係數、可用下式計算之

$$r = \frac{\sum \Delta W_i \Delta X_i}{\sqrt{\sum \Delta W_i^2} \sqrt{\sum \Delta X_i^2}}$$

至於此處實際數值計算上所用之單位、則關於稻作收量為一市畝所有穀之市斤數、溫度為攝氏之度、降水量為耗

#### 四、稻作收量與氣溫之相關

此處所使用之稻作收量之材料、係如第一表所示、至於其他之省、

則因稻作收量之資料有疑點（例如陝西四省）、或田氣觀察業之不足而相關係數不能算出（例如貴州省）、或稻作收量及氣候觀察之資料皆不充分而除外、在第一表中、或有各省每年的單位面積所有之稻作收量及其與六年間之平均值之編差、但此處觀察要素之材料、則未域也、由此等材料而將單位面積所有之收量與稻作期間中之月平均氣溫之相關用前式以各月分別算出之結果、則如第二表、以之作成更具闕覽者、即為第一圖

在第一圖 $\alpha$ 、則華中各省關於四月之相關係數、皆表示拔群的大相關、此可注目者、又自五月至八月、表示負的相關、亦可注意之、普通雖將稻想像為熱帶原產之作物、而有氣溫愈高稻作愈良好之報告、然在第一圖 $\alpha$ 、則表示與之矛盾、但此處所當注意者、則在華中的江蘇浙江安徽江西湖南湖北各省、對於每月之相關、皆表示有明顯的共通性、四川則相不同、三月之氣溫、表示 $+0.717$ 之相關、而六月九月亦表示

負的相關、在華中一帶、則稻之播種期、大概在四月、惟四川則稍早、自三月中即行開始、由此觀之、則可想似稻作收量與稻播種期之氣溫有密切之關係

在華南一帶、則如第一圖C所示、不見具有如華中一帶之明瞭的共通之傾向、在廣東則於三月及五月、表示有正的大相關、在福建則於四月表示有稍大的負相關、在雲南則訂於每月之氣溫的相關皆為負、對於如此各種不同之結果、則尙有需要考慮之問題也、第一、可想像其有地理的地勢的條件之相差、第二、可想像其有由於栽培方法之相差、今在此處、則對於此等各點、姑不深入、惟注意一事、即在廣東方面、有二三期稻作、而由其第一期稻第二期稻之播種期各為三月及六、七月頃之點觀之、可知其與華中同樣、與播種期之氣溫、似乎有相關也、又與夏期氣溫之相關、則與華中同樣、一般負的傾向

在華北則如第一圖C所示、一般各月多負的相關、此乃為共通之事、但河南山東兩省、則因各為三年及四年間之資料、故不能謂為十分可

靠之結果

之稻作收量

以上所述、則全中國各省與夏期氣溫之相關、並不表示着豫想者之高率、而負的相關、則相當顯著、此可注意者、夏期氣溫高時、則稻作收量以好影響、此雖幾已無何問題而為普通之定論、然以上之統計結果、則並不肯定此事、雖因所用之統計資料不充分、及利用之期間亦為短期間、故不能以此結果而斷語、然對於此結果所表示之一般的傾向、則亦須注意者也、又在華中或華南、表示稻作收量與播種期的三、四、五月頃之月平均氣溫有大內相關一事、亦當注意之、對於此點、則與大後氏關於日本之稻作與氣溫之研究、有一派之關聯性者也、即取關於日本之各層縣分別計算所得之水稻收量與月平均氣溫之相關關係而說之、則在與羽關東地方、以八月之相關為最高、而在中部地方關西方面以至四國九洲北部一帶、則以六月為最高、再在九州南部、則以四月之相關為最高、而於七、八月中又有負的相關、惟此種在日本所有的傾向延長之、則在華中地帶、大體有四月之高相關及夏期之負相關一事、亦



可豫想者也

即縱在溫帶地方、若在較低緯度之地方而見期氣溫可影響於稻栽的低溫不多的地方、則寧可想像其播種期之氣溫影響於收量之率為多也、對於稻之生育、有必要的最低溫度、而在此以上之溫度能確保的地方、則夏期氣溫愈高愈良一語、未必可言、以上乃表示有此事實也

#### 五、稻作收量與降水量之相關

將各省之稻作收量與月降水量總量之相關、就生育期間之各月分別計算之結果、如第三表所示、再將其數值用圖表示者、為第二圖 a、b、

先就華中而觀之、則江蘇浙江安徽、皆在稻生育期間中、大體表示正的相關、江蘇安徽於四月中各為  $+0.685$ 、 $+0.800$ 、浙江為  $+0.314$  江西湖南為負、湖北為  $+0.072$  此乃與各省在全生育期間中、表示與氣溫有負相關一事、甚為符合者也

如前項中之所述、對於稻生育上必要的最低溫度以上能常保持的地

方、則夏期氣溫、對於收益之影響少、過於高溫時、則結果反變成必要的降水量之不足、故爲收量起見、則可知與其有非常的高溫度、反不如在適當之溫度下而有多的降水量也、

在九月十月中、負的相關之所以大者、祇須由收穫期間厭惡雨一點觀之、即可知其當然也

#### 六、華中的稻作收量之豫想式

由以上調查稻作收量與氣象要素之相關關係之結果、則知在華中的稻作收量與氣溫、尤其是與四月之氣溫之相關、甚爲密切、在華北及華南、則因未必有此種明確的傾向、故姑置之、對於華中的稻作收量之豫想上、若可利用此四月之氣溫、則秋之收穫成績、將在五月頃即可豫想之、如前所述、以上之結果、因材料不充分、而利用的期間又短、且係據已過十年以上的以前之資料、故今不能即謂此豫想方法能發揮十分之價值、但對於當事者、則或可供某種程度之參考

其次、試求所以表示華中六省的稻作收量與四月平均氣溫之關係的

實驗式、此兩者之關係、未必能以簡單的形式表之、乃不待言者也、因之、先假定兩者之間有直線的關係、則變成

$$\Delta W = a \Delta X$$

將此係數  $a$  用最小二乘法決定之即可、或求相關理論上的最小偏差線亦可、此時之  $a$  爲

$$a = \frac{\sum \Delta W_i \Delta X_i}{\sum \Delta X_i^2}$$

因之、前式可書作

$$W - \bar{W} = a(X - \bar{X})$$

或

$$W = aX + b$$

今試就華中各省、由前述之資料以求  $a$ 、 $b$ 、則如下：

江蘇

$$W = 64.38 X - 560$$

安徽

$$W = 66.04 X - 702$$

浙江

$$W = 71.68 X - 776$$

江西

$$W = 61.27 X - 640$$

湖北

$$W = 39.83 X - 364$$

湖南

$$W = 49.28 X - 459$$

此處之  $W$  及  $X$  之單位、各為一市畝所有穀之市斤數及攝氏溫度、即以江蘇而言、則上式中表示對於四月之平均氣溫一度之偏寒、每一市畝之收量發生 64.38 市斤之變動、再觀上式、則可知華中六省中、以浙江省對於四月氣溫之變動所受之影響為最大

再為參考起見、將江蘇省內各地之四月之月平均氣溫與江蘇省稻作收量之相關係數及常數  $a$ 、 $b$  列表之、則如第四表

再將此等各地之關係式用圖表示之、則如第三圖即知各地大體皆有相同之傾向、今試求此等之平均線、則得

$$W = 51.94 X - 33.94$$

此可用之以作表示江蘇省稻作收量與江蘇省四月之平均氣溫之關係的實驗式、圖中之粗線即表示該線

其次、試就華中全體之稻作收量與華中全體之平均氣溫之關係、與

以上同樣求之、此處所謂華中全體之收量、係採用各省收量之平均、至於四月之月平均氣溫、則採用可利用的一切地點之平均、其地名爲南京、鎮江、無錫、常熟、蘇洲、佘山、上海、吳淞、南通、東台、徐洲、蕪湖、杭州、鎮海、九江、漢口、宜昌、岳陽、長沙之十九個所、其結果則得相關係數爲  $+0.983$  之大的數值、而關係式爲

$$W = 68.32X - 644$$

故關於華中全體、則由溫度而生的收量之變化、較之江蘇省一省的時候爲更大

就華中全體而求四月之月平均氣溫一事、稍屬煩雜、然因鎮江之四月之平均氣溫與華中全體之四月之月平均氣溫幾乎一致、故就鎮江之四月之平均氣溫而計算之、則得

$$Y = +0.971$$

及

$$W = 58.34X - 502$$

即由以上之結果而觀之、則華中全體之稻作收量、似乎可由該年之鎮江的四月之月平均氣溫而豫想之、關於此點、雖尚多須研究的問題、但爲

豫想礎基大概的收量之時或進行對於增收之方策之時的參考、則想十分有用也

## 七、結 論

將中國之稻作收量與氣象要素之相關關係由相關係數而調查之結果、總括如下：

(1) 在華中則各省皆有非常類似的關係、在氣溫方面、則於四月有最高之相關、而與五月以後之夏期氣溫、則全般表示負的相關、至於與降水量之關係、則四月之相關仍高、五、六、七月一般多正的相關、此等結果、表示與從來爲人所信之結果有大的矛盾、因之對於此結論、則今後之研究、尙屬必要也、然對於此處所得之結果、想可如下說明之、即對於華中的稻作收量、則似乎較之夏期氣溫、奪以播種期的四月頃之氣溫爲有大的關係、即在對於稻之生長發育上所必要的氣溫大體能確保的地方、則似乎較之生育期之氣溫、奪以播種期之氣溫及降水方面爲有大的

(2) 在華南及華北、則如華中之明瞭的傾向、不能見之、此乃不僅因各省之地理的環境非常相異、且因華南的二期作、華北的產稻之比率不同等、而其情況不若華中之單純故也

(3) 將江蘇省全體之稻作收量與月平均氣溫之相關、就各都市分別計算之、則得東台之 $+0.980$ 為最高、而上海之 $+0.687$ 為最低

(4) 由華中的稻作收量與四月的月平均氣溫之密切的相關關係、假定兩者之間有直線的函數關係、而求其真驗式、則依此式、可由四月之平均氣溫以豫想稻作收量也、將此式就各省分算出之、再試就華中全體觀之、則知對於四月之月平均氣溫一度之偏異所生稻作收量之變化如下：

江蘇省	64.38	安徽省	66.04
浙江省	71.63	江西省	61.27
湖北省	39.83	湖南省	49.28

此處之單位、為每一市畝所有穀之市斤數、將同樣之事、就華中全體之收量與華中全體之四月的平均氣溫而求之、則得 $68.32$ 。然因華中全體

之四月的氣溫與鎮江之四月的氣溫非常近似、故再就華中全區之收量與鎮江之四月的平均氣溫而求之、則得 $58.34$ 至於此時之相關係數、則爲 $+0.971$

稻作收量與

(5) 將華中的稻生育期間中各月之月平均氣溫之相關係數求出之結果、則不僅不表示從來一般所想像的收量與夏期氣溫之高相關、而反多負的相關、然此結果、並非與他處完全分離而獨立之現象、例如關於日本的稻作與氣象之關係的研究、與之有關聯性也、即在日本、則自中部以北、雖收量與夏期氣溫之相關較爲密切、但至南部、則其傾向變爲稀薄、在九州地方、則四月頃之相關、甚爲顯著、即可見其與華中的結果之關聯性也、中國稻與日本稻、雖品種不同、然與氣象要素之相關、則可發見如此之共通性、此實爲一有共趣之事、且對於今後之研究、或亦可暗示若干也



