農業災害の地域区分に対する農業氣象的研究(第1報)*

大後美保・野村健一・鈴木雄次

(中央氣象台)

Agro-meteorological study for the locality of
the crop damage in Japan (1st. report)

Y. DAIGO, K. NOMURA & Y. SUZUKI

(Central meteorological Observatory)

1. ま え が き

日本における水稻、陸稻、麦類などの災害について、それぞれ地域区分を試みた。まず災害と氣象との関係をよく調べて、災害と密接な関係にある氣候要素を求めて、この氣候要素により、日本をいくつかの被害程度のちがった地域に区分する。このようにして各災害別に求めた地域区分を更に組合せて総合的な災害の発生相からみた災害の地域区分を求めた。

なおこの調査で用いていた郡市別被害統計は大正7年から昭和15年に至る23年間について農林省が調査したものである。

2. 水稻の災害の発生相からみた地域区分

水稻の主な災害には、冷害、雹害、旱害、風害、水害、風水害、潮風害、虫害、病害などがあり、これらの各災害についてまず次のように農業氣象学的に検討して地域区分を試みた。

A. 冷害地域の区分 水稻の冷害被害率と密接な関係にある氣候要素は(8月平均気温-標準偏差)であるとみてよい。そこでこの温度の分布と実際の冷害の発生状態とを、明治35年から昭和12年に至る36年間の資料で比較して、(8月平均気温-標準偏差) $>23^{\circ}\text{C}$ の地帯を冷害の起らない地域と認めた。次に水稻冷害被害率と(8月平均気温-標準偏差)との関係から冷害による被害が急に大きくなる点の(8月平均気温-標準偏差)を求めて、これをもつて少被害地域と多被害地域との境界線とした。この境界線は(8月平均気温-標準偏差)の 22°C の等温線で示される。このようにして求めた冷害の無被害地域、少被害地域、多被害地域を図示すれば第1図Aのとおりである。

B. 雹害地域の区分 水稻が雹害を受けるのは移植期から収穫期までで、この期間に雹がよく降る地方はその被害も大きいとみてよい。それで各地における水稻の移植期から収穫期までの各期間の平均の降雹日数を求めて、この降雹日数の分布と、大正7年から昭和15年までの資料から求めた実際の雹害発生頻度の分布図を参照として降雹日数が0.2日以下の地方を少被害地域とし、降雹日数が0.2日以上の地方を多被害地域とした。このようにして求めた少被害地域と多被害地域との分布は第1図Bに示すとおりである。

C. 旱害地域の区分 旱害と密接な関係にある氣候要素は(5月~8月降水総量-標準偏差-蒸発量)であるとみてよい。この氣候要素の分布と実際の旱害発生頻度の分布図とを照合して、上の氣候要素が -150mm 以上の地方を少被害地域とし、 -150mm 未満の地方を多被害地域とした。このようにして求めた少被害地域と多被害地域との分布は第1図Cに示すとおりである。

D. 風害地域の区分 各地の風害による被害の大きさには出穂期から刈取期までの暴風日数が関係するとみてよい。それで各地における水稻の出穂期から刈取期までの各期間内の平均暴風日数を求めてこの分布と実際の風害発生頻度分布図とを照合して、暴風日数2日未満の地域を少被害地域、暴風日数2日以上の地域を多被害地域とした。このようにして求めた少被害地域と多被害地域との分布は第1図Dに示すとおりである。

E. 水害地域の区分 水害は雨の多い時に発生することはいうまでもないが、その被害の大きさは氣象以外の条件により大きく支配されるので、被害と直接密接な関係にある氣候要素を求めることはなかなかむづかしい。ここでは全国的に大ざつばにみると、(6月~10月降水日数+標準偏差)の多い地方はがいて水害も多いとみとめられるので、この氣候要素の分布を求め、この分布と実際の水害発生頻度の分布とを照合して、(6月~

* 昭和27年12月6日秋季例会に於て発表

10月降水日数+標準偏差)が80日未満の地域を少被害地域とし、80日以上を多被害地域と定めた。このようにして求めた水害の少被害地域と、多被害地域との分布を示せば第1図Eに示すとおりである。

F. 風水害地域の区分 風水害は台風の襲来する時に発生するとみてさしつかえない。そこで台風がよく襲来する8月から10月にかけての台風襲来回数分布を求めて、これと実際に風水害がよく発生する地域とを考え合せて8月～10月台風襲来回数が1回未満の地方を少被害地域、1回以上の地方を多被害地域と定めた。このようにして求めた風水害の少被害地域と、多被害地域との分布を示せば第1図Fに示すとおりである。

G. 潮風害地域の区分 潮風害は主に台風が襲来した時に海岸から約4kmぐらいまでのところで発生する。潮風害の被害の大きさは海岸地帯を通る台風の数に比例するとみてもよい。そこで実際の潮風害の発生状況を考へて、海岸地帯を台風が8月から10月にかけて1回以上通過する地域を潮風害の多被害地域とし、1回未満通過する地域を少被害地域とした。このようにして求めた潮風害の多被害地域と、少被害地域との分布を示せば第1図Gに示すとおりである。

H. 虫害地域の区分 稲の害虫としては、二化螟虫、浮塵子、三化螟虫、泥負虫の4種を撰択した。これらは代表的な稲作害虫で、農林省の統計からみても、これらによる稲の被害(全国累計)は最も大きい。これら害虫の発生被害の大なる地方を気象学的に想定することは厳密にみるとなかなかむづかしい。しかし一応各種害虫ごとに害虫に関係ある気象や気候の条件を検討した結果、これら4種の害虫の分布ないし被害程度を区分する気候及び気象の基準を求めると、第1表に示すようになる。ただし、分布の北限は北海道における分布及び発生状況より想定した。

次にこれら4種の害虫の各発生階級を組合せて、総合

的にみて害虫被害地域を求めてみると、10種以上になりはなはだ煩雑なものとなる。その分布を示せば第1図Hのとおりである、

I. 病害地域の区分 稲の病害としては、稲熱病、胡麻葉枯病など各種のものがあるが、気象学的にその多発地を想定することはなかなか困難なので、ここでは稲熱病だけについて地域区分を試みた。

稲熱病の発生と気象との関係については、苗稲熱、葉稲熱、頸稲熱の各病害毎に吟味すべきであるが、稲熱病による被害の大なる地区(北方地区)は大体において頸稲熱の方が多い地帯であり、最重点をこれにおく方が妥当と思われるのでここでは頸稲熱を対照として取扱つた。

第2表 気温及び降水量による被害程度の想定

関係月降水量	土の範囲で且つ年平均気温6°C以下の地方	関係月気温(°C)			
		20以下	20～22	22～24	24以上
100mm以下	—	±	±	±	±
100～300	—	+	++	+	±
300以上	—	±	+	±	±

備考：(—)・・・ほとんど分布発生なし (±)・・・発生あるも軽微 (+)・・・やや発生あり (++)・・・発生被害多し

頸稲熱の発生多寡は稲の穂孕期ないし開花期の気温および降水量と最も密接な関係にあるとみてよい。そこで稲の発育が穂孕期～開花期に達する時期(これを関係月という)の気温及び降水量を組合せた気候条件により稲熱病の発生被害程度を想定した。この場合気温の方に重きをおき、第2表に示すような基準によつて分類し、便宜上(++)の地域を以て、多被害地とみなし、(+), (±)の地域を少被害地と想定した。これらの分布を示せば第1図Iのとおりである。

上記各災害別に求めた災害の無被害地域、少被害地域

多被害地域の分布を組合せて水稻に関する災害の発生相からみた地域区分を求めた。それにはまず全国を約16km²平方の地域にくぎり、この各地

第1表 各害虫の分布及び被害程度別区分

害虫名	分布せず	分布し発生あり	
		被害大	被害大ならず
二化螟虫	年平均気温6°C以下	7月の気温24～26°C、7月降水量150～250mm	被害大ならず左の条件以外の地区
浮塵子	年平均気温6°C以下	年平均気温15°C以上の地方	同上
三化螟虫	低温極値3.5°C線より以北の地域	1月の平均気温5°C以上	同上
泥負虫	7月の平均気温24°C以上の暖地方及び18°C以下の地域	7月の平均気温18～22°Cで且つ年平均気温6°C以上	同上

第1図 水稻に関する各種気象災害の分布

域の中で各種の災害がどのような組合せで発生するかを調べた。各種災害の被害階級を第3表に示すような記号であらわし、各地域における発生相の種類を求めると180種の発生相があることがわかる。

北海道では冷害、旱害、風害、水害がよく発生する組合せの地帯が最も多く、東北地方では、冷害、雹害、旱害、風害、病害がよく発生する組合せの地帯が最も多く関東地方では、風害、水害、風水害、潮風害、虫害のよく発生する地帯が多く、中部地方では、冷害以外の各種の災害が軽度で発生する組合せの地帯が最も多く、近畿地方では、旱害により多被害をうけ、雹害、風害、水害、風水害、虫害、病害により少被害をうける組合せの地帯

が多く、中国地方では旱害、風害により多被害をうけ、雹害、水害、風水害、虫害、病害により少被害をうける組合せの地帯が多く、四国地方では、旱害、風害、虫害により多被害をうけ、雹害、水害、風水害、潮風害、病害により少被害をうける組合せの地帯が多く、九州地方では、風害、風水害、潮風害、虫害により多被害をうけ、雹害、旱害、水害、病害により少被害をうける組合せの地帯が多い。

また全国的にみると、風害、水害、風水害、潮風害、虫害により多被害をうけ、雹害、旱害、病害により少被害をうける組合せの地帯が最も多い。

3. 陸稲の災害の発生相からみた地域区分

陸稲については陸稲の栽培の多い茨城、栃木、群馬、埼玉、千葉、東京、神奈川、山梨、岐阜、静岡、愛知、三重、鳥取、徳島、愛媛、熊本、大分、宮崎、鹿児島、の19県について調査した。各種災害の被害地域の分布の決定は水稻の場合と全く同じであるが、たゞ旱害については陸稲の特性にかんがみて水稻の場合とちがう気候要素により地域区分をした。すなわち陸稲の旱害は7月～8月によく発生するので、(7月～8月降水日数-標準偏差)が18日以上

とし、18日未満の地域を多被害地域とした。

水稻の場合と全く同じ要領で陸稲について、各種災害を総合して発生相からみた地域区分を求めてみた。このようにして求めた災害の発生相の種類は79種ほどであり、風害、水害、風水害、潮風害、虫害により多被害を受け、雹害、旱害、病害などにより少被害を受ける組合せの地帯が最も多く、次に雹害、旱害、風害、水害、風水害、虫害、病害により少被害を受ける組合せの地帯が多い。

4. 麦類の災害の発生相からみた地域区分

水稻の場合と全く同じ要領で麦類の災害の発生相による地域区分を求めてみた。ただ麦類の場合には水害及び病虫害と気象との関係が複雑で、これらの発生地域を区劃することがむづかしいので、ここではこの二つの災害については考えないこととした。

A. 雪害地域の区分 雪害の程度は根雪期間によりきめることができる。根雪期間 30 日以下の地方では大体雪害はみられないので、この地域を無被害地域とし、根雪期間が 100 日以上の方はかなり雪害がみられるのでこの地域を多被害地域とし、根雪期間が 30 日～100 日の地域を少被害地域とした。このようにして求めた無被害地域、少被害地域、多被害地域の分布を示せば第 2 図 A に示すとおりである。

B. 寒害地域の区分 麦類の寒害は冬期間雪で畑

がおおわれている地域では発生しない。それで根雪期間 100 日以上の方を無被害地域とした。寒害は 1 月から 3 月にかけて発生することが多いので、寒害と最も密接な関係にある気候要素は (1 月～3 月平均気温 - 標準偏差) とみてよい。ところでこの気温が何度以上になると被害が小さく、また何度以下になると被害が大きくなるかを求めてみると、この境界点は大体 2°C ぐらいとみてよい。ところがこの温度の条件が同じでも根雪期間の長短によつて寒害をうける程度がちがつてくる。それで上の温度が 2°C 以上の地域及び根雪期間 30～100 日の地域を少被害地域とし、温度が 2°C 以下で、しかも根雪期間が 30 日以下の地帯を多被害地域とした。このようにして求めた寒害の無被害地域、少被害地域、多被害地域の分布を示せば第 2 図 B に示すようになる。

D. 雹害地域の区分 雹害の程度は

麦類の出穂期から刈取期にかけての降雹日数によりきまってくる。そこで各地における麦類の出穂期から刈取期にかけての降雹日数の分布を求め、この分布と実際の雹害発生頻度の分布とを比較すると上の期間内の年平均降雹日数 0.2 日未満の地方を少被害地域、0.2 日以上の方を多被害地域とみとめることが出来る。このようにして求めた雹害の少被害地域と、多被害地域との分布を示せば第 2 図の D とおりである。

E. 旱害地域の区分 旱害の程度は発芽期から成熟期までの降水日数と関係があると認めてよい。そこで各地における麦類の発芽期～成熟期までの降水日数の分布と実際の旱害発生頻度の分布とを比較して、降水日数が 62 日以上の方を少被害地域とし、62 日未満の方を多被害地域とした。ただしこの場合の降水日数には積雪期間の降水日数を除いている。以上のようにして求めた旱害の少被害地域と多被害地域との分布を示せば第 2 図 E のとおりである。

F. 湿潤害地域の区分 麦類は成熟期から刈取期にかけて雨が多い時に湿潤害を受ける。それで各地の成熟期から収穫期までの期間の降水日数の分布を求め、この分布と実際の被害状況と考え合せて、降水日数が 25 日未満の方を少被害地域とし、25 日以上の方を多被害地域とした。こ

第 2 図 麦類に関する各種気象災害の分布

のようにして求めた少被害地域と多被害地域との分布を示せば第2図Fのとおりである。

G. 風害地域の区分 麦類の風害には全栽培期間の暴風日数が関係する。それで各地における麦の栽培期間の暴風日数の分布と、実際の風害発生頻度の分布とを比較してみ、麦の栽培期間中の暴風日数が4日未満の地方を少被害地域、4日以上を多被害地域とした。ただし、この場合積雪があれば風害を受けないので積雪期間の暴風日数は加算しないようにした。以上のようにして求めた風害の少被害地域と、多被害地域との分布を示せば第2図Gのとおりである。

H. 風水害地域の区分 風水害は主に台風が襲来した時に発生する。それで麦作期間中の台風の年平均襲来回数分布を求めて、この分布と、実際の風水害の発生状況とを考えあわせて、台風の襲来回数0.2回未満の地域を少被害地域、0.2回以上の地域を多被害地域とした。このようにして求めた風水害の少被害地域及び多被害地域の分布を示せば第2図Hに示すとおりである。

上記各種災害別にみた発生相を水稻の場合と同じ要領で総合して、災害の発生相からみた地域区分を求めた。

このようにして求めた麦類の災害の発生相の種類は149種である。

どのような災害の発生相の区割が多いかを地方別、並びに全国的に求めてみると、北海道では雪害、旱害、風害、風水害により多被害をうけ、凍霜害、雹害、湿潤害により少被害をうける組合せの地帯が多く、東北地方では凍霜害、旱害、湿潤害、風害、風水害により多被害をうけ、雪害、寒害、雹害により少被害をうける組合せの地帯が多く、関東地方では寒害、凍霜害、雹害、湿潤害、風水害により多被害をうけ、旱害により少被害をうける組合せの地帯が多く、中部地方では、凍霜害、雹害、湿潤害、風水害により多被害をうけ、雪害、寒害、旱害、風害により少被害をうける組合せの地帯が多く、近畿地方では風害、風水害により多被害をうけ、寒害、凍霜害、湿潤害、風水害により少被害をうける組合せの地帯が多く、中国地方及び四国地方では旱害、風害により多被害をうけ、寒害、凍霜害、雹害、湿潤害、風水害により少被害をうける組合せの地帯が多く、九州地方では湿潤害、風害により多被害をうけ、寒害、凍霜害、雹害、旱害、風水害により少被害をうける組合せの地帯が多い。

次に全国的にみると最も多い地帯は、雪害、旱害、風害、風水害により多被害をうけ、凍霜害、雹害、湿潤害により少被害をうける組合せの地帯である。

Résumé

In this paper we studied the locality of the damage by weather of paddy rice, upland rice, wheat and barley. First, we divided our country into three regions, according to the climatic conditions which have close relation to the damage; a region of larger damage which most often suffers damage, a region of small damage which suffers damage not so often, and a region of no damage which suffers no damage. The distribution of the three regions are shown in Fig. 1 and 2, where we can see the kind and amount of damage in each district of Japan.

抄 録

土壌中の熱流の測定と記録について

E. L. Deacon : The measurement and recording of the heat flux into the soil.

Quart. J. r. meteor. Soc., 76 (330) 1950

著者は地表面の熱経済研究が微気象、農学の部門に占める重要性を指摘した後、実験技術特に測器の困難性を克服するために次の如き2種の測器とその調整法を公けにした。1. 円盤型熱流測定器：本器は厚さ0.17 cm 直径5 cm の2枚の銅の円盤にて厚さ0.45 cm のビスマス（金属の1種）をはさんだもので2枚の銅板の温度差に比例して熱起電力を生じそれは1 cal/cm²・min の熱流が存在する場所で約60 mV の起電力を与えた。ビスマスと銅の組合せは高い熱電効果とビスマスの低い温度伝導率（0.02）のために選ばれた。銻銅とテルリウム銀の組合せは1 cal/cm²・min で440 mV を与えること

が知られている。2. 熱流自記用熱電対：スライドガラスに0.2 mm の裸コンスタンタン線を30回巻いて下半分を銅メッキ液に浸して厚さ0.07 mm 銅メッキをほどこし絶縁のためにワニスを塗布した。これは1 cal/cm²・min の熱流が存在する時1200 μ volt の起電力がありこれを自記用ガルバーに接続した。調整は内部発熱体と、その外囲を同じ発熱体で覆った装置上に熱流計を設置して2つの内外両発熱体に電流を通じて内外温を等しくした時の起電力は内部発熱率にて発生する熱量に相対するとして熱流と起電力との関係をしらべた。

（内島善兵衛）