

小麦の登熟に及ぼす気象のえいきょうについて*

(第1, 2報) —小麦の千粒重に及ぼす気象要素のえいきょう—

吉 富 研 一・秀 島 礼太郎

山 本 栄・菅 良 治

(佐賀統計調査事務所) (九州作況研究室)

I は し が き

小麦の収量は登熟の良否にえいきょうされるところが大である。とくに九州のような暖地においては出穂後の気象によって作柄が逆転する場合も少なくない。その指標である千粒重は収量構成要素というより収量決定要素といっても過言ではない。そこで千粒重と出穂後の気象との関係について検討したので、その結果について年数も多くないので不十分な点もあるが報告する。

本文に入るに先立ち、校閲の労をとられた中村作況調査課長、中路試験室長に深く感謝する。

II 検 討 方 法

取りまとめにつかった資料は佐賀県農試内で実施している麦類気象感応試験の昭和28～36年における小麦農林61号の成績である。とりあげた気象要素は下記のような。

(1) 気 温

(イ) 最高気温

(ロ) 最低気温

(ハ) 日平均気温 $\left(\frac{\text{最高気温} + \text{最低気温}}{2} \right)$

(ニ) 日 較 差

(2) 日照時数

(3) 日 射 量

(4) 降 水 量

(イ) 降 水 量

(ロ) 降水日数 (降水量が1.0mm/day以上の日数)

相関図の作成に当っては、穂揃、開花期間を考慮して出穂期後6日を基点として10日以上インターバルをとり、順次加算した気象と収穫期の上麦千粒重との相関図を作成した。相関度の判定基準としては、稲の成績取りまとめのさい松尾教授より示された基準によった。なお関係が曲線的な場合には Optimum Point がどこにあるかについて検討した。

III 成 績 お よ び 考 察

上記の方法で検討した結果を示したのが第1表であ

* 昭和37年8月11日 第28回例会で発表

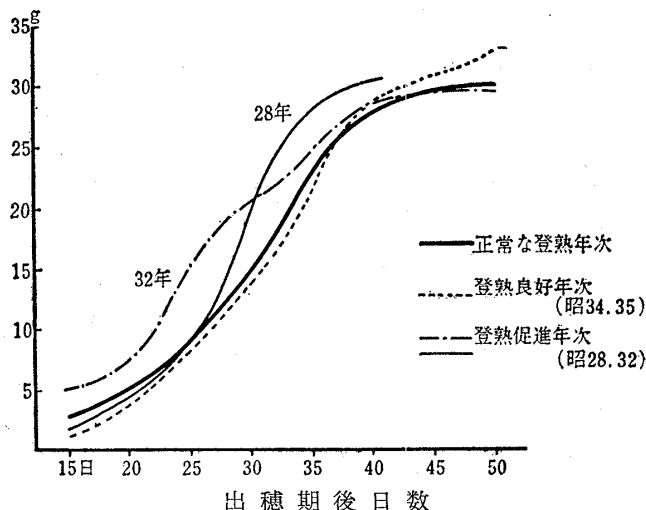
る。

相関が最も高かった気温から考察を行なってみる。気温で相関が高いのは最高気温で、次に日平均気温がかなりえいきょうし、最低気温では余りはっきりしない。ところで最高気温も登熟前期と後期では反応度がことなり、気温があまり高くない登熟前半は直線的な相関がみられる。しかし気温の急激な上昇がみられる登熟中期以降では関係は曲線的となる。そこで Optimum Point をみると前駆条件 (例えば根の発達がよい場合など) によって多少のずれはあるが23～25℃にある。さらに登熟後期になると負の相関がみられるようになる。

ここで粗麦千粒重の増加状況についてみると第1図のように3つの型に分けられる。

第1図 粗麦千粒重の増加状況

農林61号



即ち第1の型は出穂期後40日で殆ど最高に達する型で、多くの年がこの傾向を示す。第2の型は昭和34, 35年にみられたような成熟直前まで増加のみみられる秋まきり的な登熟型である。第3の型は昭和28, 32年にみられる型で登熟初期～中期に急激な増加をみるが出穂期後35日以降はあまり増加がみられない登熟促進型である。

ところで昭和35年は穂数が多かったにも拘らず上麦千

第 1 表 上麦千粒重と気象要素（積算値並に平均値）との相関

気象要素	出穂期後 から まで	6 日	11	16	21	26	31	36
最高 気温 (°C)	15日							
	20	◎	◎					
	25	◎	◎	○				
	30	○	○	○	△24.0~25.0			
	35	△22.5~23.0	△23.0~23.5	○	△24.0~25.0			
	40	△22.5~23.0	△23.0~23.5	△23.0~24.0	△24.0~24.5	△24.0~24.5		
	成 熟 期	○	○		—○	—○	—○	—○
	同上平均値	△22.5~23.5	△23.0~23.5	△23.0~24.0	△24.0~24.5	△24.0~24.5	△24.5~25.0	△23.5~25.0
最低 気温	15	○						
	20	◎						
	25	○						
	30							
	35							
	40						—○	
	成 熟 期	—◎	—○	—○	—○	—①	—①	—①
	同上平均値				—○	—○	—○	—○
日 較 差 (°C)	15							
	20		①					
	25							
	30	○						
	35	○						
	40	○	①	①		△10.5~11.0		
	成 熟 期	○	○	○				
	同上平均値	◎	◎	○	○	△10.0~10.5	△10.0~11.0	△10.0~11.0
日平均 気 温 (°C)	15	①						
	20	○	○					
	25	①	○	①				
	30	△17.5~18.0	△17.5~18.0	△17.5~18.5	△18.0~19.0			
	35	△17.5~18.0	△17.5~18.5	△17.5~18.5	△18.0~19.0			
	40	△17.5~18.0	△17.0~18.0	△17.5~18.5	△18.0~18.5		①	
	成 熟 期		①	①	—○	—○	—○	—○
	同上平均値	△17.0~18.5	△17.5~18.5	△17.5~18.5	①	—○	—○	—○
日照 時数 (h)	15日							
	20	○	○					
	25	○	○	○				
	30	○	○	○				
	35	○	○	○				
	40	○	○	○	△5.5~6.0		△5.0~6.5	
	成 熟 期	○	○	○	①	①	①	①
	同上平均値	△6.0~6.5	△6.0~6.5	△6.0~6.5	△5.5~6.0	△5.5~6.5	△5.5~6.5	△6.0~7.0

日射量	15							
	20		○					
	25							
	30							
	35			①		①		①
	40			①	①	①		○
	成熟期 同上平均値		①			①	①	①
降水量 (mm)	15							
	20							
	25		-○					
	30	-○	-○	-○	-○			
	35	-①	-①	-○	-○			
	40							
	成熟期	△220~330	△200~290	△200~270	△180~250	△180~220	△120~180	△60~100
降水 日数 (日)	15	-①						
	20	-①	-①					
	25	-①	-①	-○				
	30	△7~9	△6~8	-○	-○			
	35	△9~11	△8~10	-○	-○	-○		
	40	△11~13	△10~12	-○	-○	-①	△3~5	
	成熟期	△14~16	△13~15	△10~14	△9~13	△8~10	△6~8	△4~7

註: ① 関係度が著しく高い
 ○ " が高い
 ① " はやや低いと明らかに認められる
 - は負の相関関係
 △ 最高値が明りよう
 △ " が的確ではないが明らかにみとめられる

粒重が35gというまれにみる良好な登熟を示した年である。その年の最高気温の推移をみると登熟期間の大半が21~24℃に経過しており、根の発達よく多照、適雨であったこととあいまって最良の登熟を示したものである。登熟期間では出穂期後11~35日において関係がふかい。この期間は第1図にみるように胚乳の肥大が旺盛な時期である。

日平均気温についてもほぼ同じような傾向がみられ、登熟盛期では18~19℃に適温が、登熟後期には負の相関がみられる。

竹上は結実期間を通じ平均気温18~19℃が適温であり、成熟期の温度が24℃以上になると結実不良になるといっている。また松島が行なった炭水化物の転流速度と温度との実験では、21~25℃が最適であったといっているがこれらと概ね一致する。

次に日較差も登熟期間の平均値とは高い相関がみられる。しかし登熟中期~成熟期では10~11℃に Optimum Point がみられる。ところで気温の面をみると最高気温が25℃以上になると千粒重の低下を来すようになる。

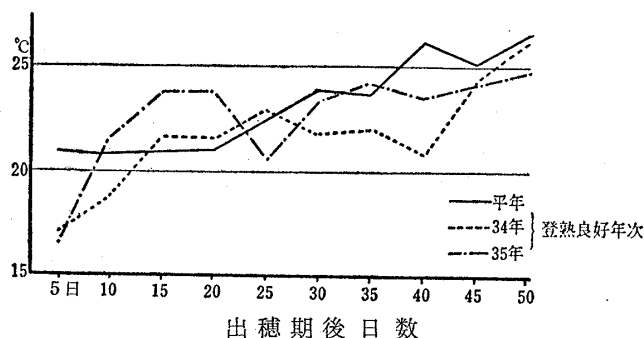
このようなことから嵐も指摘したように日較差は最高、最低気温の絶対値との関連において考えなければならない。最近、松島は生育時期別の昼温と夜温が水稻生育に及ぼすいきょうについて実証的研究を行ない、登熟に対する昼温及び夜温の最適温度が存在し、気温較差のいきょうは昼温の高低によってことなり、気温較差の大小よりむしろ昼夜温にそれぞれ最適温度が存在するとみるのが妥当であろうといっている。

最低気温についてはあまり判然としないが12~13℃に適温があるようで、最高気温、日較差の面からみてもほぼ妥当ではなからうと思われる。

以上の事から考えて佐賀県のような北九州においては、気温は登熟前半では問題ないが、中期以降になると適温より高すぎる傾向がみられ、これが千粒重低下の大きな原因となっているものといえよう。

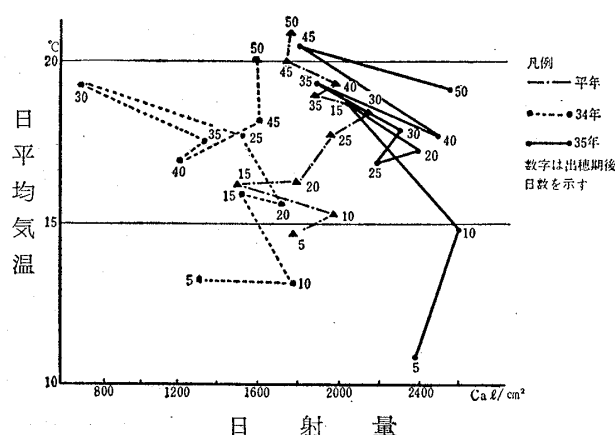
またこれと関連して千粒重と登熟日数との関係について考えてみると、概して登熟日数の延長が千粒重の増大に関連している。(普通小麦の登熟日数は約45日であるが昭34、35年は48日) この場合登熟日数の延長される条

第2図 出穂期後の最高気温の推移
農林61号



件は、登熟期間の気温の低下、特に登熟中期以降の低温にあることがみられる。また嵐が指摘したように登熟日数の延長にともなう同期間の総積算日照時数の増大の効果も昭和35年の例からうかがわれる。

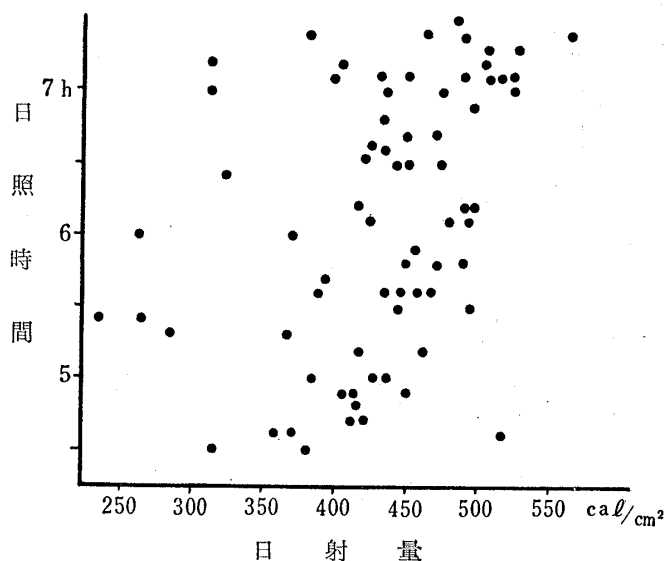
第3図 日平均気温と日射量とのクリモグラフ
農林61号



第2に日照時数についてみるとかなり高い相関がみられる。しかし登熟中期以降になるとやや関係がうすれてくるが、これは気温、降水量が関連するためと思われる。傾向的にみれば約6時間の日照時数がよいようである。日射量については登熟中期以降の日射量の増加は粒の充実を良好ならしめているが、あまり判然とした関係はみられない。

ところで松島は水稻について遮光実験を行ない、日射量1日平均 300~350cal/cm² 以下の場合には日射量の低下にともなって全粒千粒重が激減するが、300~350cal/cm² 以上の日射量では日射量が増しても増加することなくほぼ一定であるといっている。そこで登熟期間の日射量についてみると、登熟中は殆ど1日当り300~400cal/cm² の日射量であって充分なため、気温など他の要素が関連するため関係があまりみられないものとおもわれる。なお登熟期間の日照時数と日射量との関係についてみると第4図のように6時間の日照時数で約 350~500cal/cm² の日射量となる。

第4図 登熟期間における日照時間と日射量との関係 (昭28~36)



以上のことから気温、土壌の乾湿とも関連して登熟期間の日平均日照時数は5~6時間、日射量では1日当り 350~450cal/cm² がよいのではないかとと思われる。

第3に降水量についてみると、登熟中期にかなりの負の相関がみられるほかはあまりはっきりしない。しかし登熟期間を通じてみると、好適降水量ともいえるべきものがみとめられる。勿論これは土壌の保水力等によってこととなると思われるが、当試験地のごとき埴壌土では登熟全期間を通じ230~300mmがよいようである。降水日数については相当高い負の相関がみられ、特に登熟中期で判然としているが、この時期が粒の肥大の最も盛んなことからこの期間の好天が千粒重の増大に好えいきょうを及ぼすことがうかがわれる。登熟全期間を通じてみると、降水量230~300mmで14~17日の降水日数がよいようである。徳永は千粒重と降水量との関係について検討を行ない、登熟期間の降水量が234mm以下の寡雨の場合は早ばつによる障害を誘発し、372mm以上の多雨では湿害を生じ、285~323mmが登熟に好適といっており、土壌の種類により若干相違はあろうが、筑後川沿岸の平坦部では230~300mmの降水量が小麦の登熟によいと思われる。

次に胚乳肥大盛期の増加量と気象との関係をみたのが第2表である。

増加量に対して最もえいきょうするのは気温である。最高気温は比較的低温 (21~24°C) である出穂期後16~35日までは正の相関がみられるが、温度の上昇し始める登熟盛期の後半は負の相関を示すようになる。日較差は出穂期後16~35日において高い相関がみられるが、盛期の後半では関係が殆どみられない。これは前にも述べたように最高、最低気温と関連するためと思われる。最低気温を最高気温、較差等と関連して検討してみると、12

第2表 胚乳肥大盛期の増加量と気象要素との相関

気象要素	出 穂 期 後 日 数									
	16~25日	16~30	16~35	16~40	21~30	21~35	21~40	26~35	26~40	31~40
最高気温 (°C)	○	○	○	○	○	◎	①	△ ^{23.0~} _{24.0}	△ ^{23.5~} _{24.0}	-○
最低気温 (°C)	△ ^{12.0~} _{13.0}	△ ^{12.0~} _{13.0}	△ ^{12.5~} _{13.0}	△ ^{12.5~} _{13.5}	△ ^{12.5~} _{13.5}		-○	-○	△ ^{12.5~} _{13.5}	-○
較 差	○	◎	○		○					
日 平 均 気温(°C)	○	○	○		○	△ ^{18.5~} _{19.0}		△ ^{18.0~} _{19.0}	△ ^{18.5~} _{19.0}	-○
日照時数 (h)	△ ^{6.0~} _{7.0}		△ ^{5.5~} _{6.0}	△ ^{5.5~} _{6.5}						
日 射 量 (cal/cm ²)	○					△ ^{350~} ₄₀₀			△ ^{350~} ₄₃₀	-○
降 水 量										
降水日数	-①	-○	-◎	-①	-○	-◎		-①		

註：相関度の記号は第1表と同じ

~13°Cに Optimum Point がみられるようである。そこ

で松島的方式 (夜温 = $\frac{\text{最低気温} + \text{最高気温} + \text{最低気温}}{2}$)

によって最適夜温を算出してみると 14.3~15.8°C になる。

松島は水稻における登熟歩合と温度の実験から、登熟盛期の最適夜温を 14~16°C としているのとはほぼ一致する。

日照時数、日射量についてはあまりはっきりした関係はみられないが、1日当り日照時数で約6時間、日射量で 350~400cal/cm² が胚乳の増大によいようである。

降水量については関係はみられないが、降水日数とは高い負の相関がみられ、特に出穂期後16~35日における降水日数とは著しく高い相関がみられる。これは丁度粒の長さ、幅、厚さの増大する時であり、この時期の好天候はこれら粒型の増大を助長するためと思われる。

IV 摘 要

1. 暖地小麦作の重要な収量構成要素である千粒重について気象との関係をみるために昭和28~36年における小麦農林61号の気象感応試験成績を用いて検討を行なった。

2. 最も相関が高いのは気温で、日照時数、降水日数がこれに次ぎ、日射量、降水量ではあまり判然としなかった。

3. 気温の中でも最高気温が最も関係が深く、23~25°Cに最適値がみられ、これより上になると千粒重の低下を来す。次いで日平均気温が相関が高く最適値は18~19°Cであった。最低気温は関係がやややすかったが12~13°Cに適温があるようで、日較差が最高気温25°C以下の場合10~11°Cに最適値がみられることからもうかがわれる。

4. 日照時数もかなり高い相関がみられるが、登熟中期以降になるとやや関係がうすれる。傾向的にみれば日平均で5~6時間の日照時数がよいようである。日射量については判然とした関係はみられないが、日照時数等からみて、日平均日射量で 350~450cal/cm² がよいようである。

5. 降水量については登熟中期にかなりな負の相関がみられるほかははっきりしない。しかし登熟全期間で230~300mmの降水量がよいようである。これに反し降水日数は相当高い負の相関がみられ、特に登熟中期で判然としている。そして登熟全期間を通じて14~17日の降水日数が土壌水分との関連もあってよいようである。

6. これらの要素が最もえいきょうする期間は出穂期後16~35日で胚乳肥大の旺盛な時期である。

7. 以上の結果から考えて北九州における千粒重低下の最も大きな原因は登熟中期以降の過高温と多雨にあるといえよう。