

一般 発 表

水稻の生育及び収量の動的予測に関する研究

—— 特に収量と気象との重回帰分析 ——

谷藤雄二・*吉田 浩・山崎栄蔵・*芳賀静雄

(山形県農業試験場 *同置賜分場)

1 ま え が き

水稻の生育、収量をダイナミックに予測し、的確な制御を講ずるなら理想的な稲作りが可能になろう。しかしダイナミックな予測と制御には多くの基礎資料が集められねばならない。本報における重回帰分析は収量に対する気象要素の影響の大きさを基礎的に知ろうとして行ったものである。本稿の取りまとめにあたっては農業技術研究所奥野調査科長、広崎試験設計研究室長に御教示をいただいた。ここに深謝の意を表する。

2 解 析 方 法

1 解析資料

山形農試における 1954～1972 年までの 19 年間の奨励品種特性比較試験に供試した 4 品種の収量、5～9 月までの旬別平均気温及び積算日照時数(山形地方気象台資料による)

2 重回帰分析

従属変数：収 量

説明変数：気象要素

$Ti-j$ i 月 j 旬の平均気温

$Ti-jj$ i 月 j 旬の平均気温の 2 次項

$Ti-jj = (Ti-j - \bar{Ti-j})^2$

$\bar{Ti-j}$ は i 月 j 旬の 19 年間の平均気温

$Si-j$ i 月 j 旬の積算日照時数

$Ti-j$, $Ti-jj$, $Si-j$ の組合せを違えることにより 5 ケースの場合について重回帰分析を行い、最良と考えられる重回帰式を採用した。実際の計算は日科技連計算センターのプログラム、マップ REG を使用し、変数増減法によって行った。

3 解析結果及び考察

1 品種別平均収量と年次間変動

第 1 表に品種別の平均収量とその年次間変動を示した。山形農試場内での品種の収量変動は C.V で約 2～

3 % と推定されていることからみれば年次間変動はその約 3 倍程度である。したがって a 当り約 ±5～6 kg の収量変動が、気象によってどの程度まで説明されるかは重回帰分析によって知ることができる。

第 1 表 品種別収量の年次間変動

品 種	収 量	標 準 偏 差	変 異 係 数
	kg/a	kg/a	%
ハツニシキ	53.6	7.0	13.1
ササシグレ	56.5	5.4	9.5
農林 41 号	56.5	6.3	11.1
ギンマサリ	59.2	4.2	7.2

2 重回帰分析の結果について

第 2 表の 1 から 4 まだが品種別に行った重回帰分析の結果である。重回帰計算は変数増減法を採用し、C.V が 2～3 % になったステップで計算を中止した。そしてその時に取り入れられた説明変数が十分意味を持っているかどうかを検討する。ここでは日照時数は多いほど収量に対し有利であることからどの時期でも(+)の 1 次効果を持つこと、そして気温は時期によっては 1 次か 2 次の効果を持つであろうと考えて、最良と思われるケースを示したのが第 2 表である。

第 2 表 収量と気象との重回帰分析

1. ハツニシキ

	b'	b	s(b)	t
T5-1	-0.978	-3.373	0.409	-8.26**
T9-1	0.411	1.661	0.491	3.38**
S6-3	0.484	0.189	0.051	3.75**
S7-3	0.932	0.319	0.039	8.12**
S8-3	0.204	0.067	0.036	1.88 △
S9-1	0.278	0.159	0.074	2.15 △
C	22.25			
F 値	16.12			
R	0.943			
R ² (R ² *)	88.96(83.43)			
C.V	5.3%			

2. ササシグレ

	b'	b	s(b)	t
T5-2	0.300	1.590	0.502	3.17**
T8-3	0.531	1.676	0.308	5.44**
S5-1	-0.558	-0.167	0.030	-5.48**
S6-1	0.265	0.068	0.022	3.04**
S8-1	0.396	0.115	0.026	4.41**
T8-33	0.587	0.664	0.110	6.03**
C	-9.74			
F値	23.0			
R	0.959			
R ² (R ² *)	92.01(88.02)			
C.V	3.3%			

3. 農林41号

	b'	b	s(b)	t
T6-3	-0.817	-3.358	0.237	-14.15**
T8-1	-0.748	-3.115	0.300	-10.39**
T8-3	0.345	1.269	0.158	8.01**
S5-1	-0.356	-0.124	0.022	-5.75**
S6-1	0.306	0.091	0.021	4.29**
S7-1	0.459	0.229	0.045	5.06**
S8-1	0.784	0.266	0.028	9.49**
T7-11	-0.222	-0.484	0.100	-4.82**
T7-22	-0.154	-0.179	0.054	-3.34**
C	151.15			
F値	59.3			
R	0.992			
R ² (R ² *)	98.38(96.76)			
C.V	2.0%			

4. ギンマサリ

	b'	b	s(b)	t
T6-2	0.328	1.299	0.445	2.92*
T6-3	-0.389	-1.080	0.309	-3.50**
S7-1	0.697	0.236	0.040	5.82**
S8-3	0.222	0.044	0.021	2.10 △
T9-11	-0.430	-0.430	0.104	-4.15 *
C	45.45			
F値	19.4			
R	0.937			
R ² (R ² *)	87.82(83.14)			
C.V	2.9%			

b : 偏回帰係数

s(b) : 標準誤差

R : 重相関係数 R² : 寄与率R²* : 自由度調整済みR²C.V : ($\sqrt{\text{残差分散}} / \text{平均収量}) \times 100$

** 1%, * 5%, △ 10%

農林41号を除く3品種は5~6の説明変数でR²が90%台となり、収量変動の90%は5~6月の旬別気象要素で説明できることを示す。更にハツニシキを除いてはC.Vが2~3%であり、これ以上C.Vを小さくして精度をあげても意味がないであろう。また農林41号のように9変数も取り入れられないと最良式にならないようでは、気象要素の収量に対する重み付けを考える場合単純化されないであろう。そこでここでの考察はハツニシキ、ササシグレ及びギンマサリの3品種に限って行う。ハツニシキとササシグレは熟期は異なるがともに典型的な穂数型品種であり、登熟不良を起こしやすい特性を持つ。一方、ギンマサリは晩生、偏穂重型で登熟能力の高い品種とみることができる。第2表のb' (標準偏回帰係数) の大きさに注目すると、ハツニシキとササシグレは減数分裂期から出穂期に相当する時期の日照時数、及び登熟後期の日照や気温(ハツニシキのS7-3, S8-3, T9-1, S9-1, ササシグレのS8-1, T8-3, T8-33)が大きな値を示し、ともに登熟依存型傾向がうかがわれる。一方、ギンマサリは最高分けつ期の日照時数、分けつ盛期の気温(S7-1, T6-2, T6-3)が大きな値を示し、前者に比し分けつ依存型傾向がうかがわれる。更にハツニシキ、ササシグレそして農林41号といった穂数型では5月上旬の気温あるいは日照といった生育極初期の気象の影響が大きいことが注目されよう。

もっとも重回帰分析は過去のデータに基づいて行ったものであり、新しいデータを付け加えるとか、異なった変数を入れることによって前に取り入れられた変数の役目が異なってくる。重回帰分析はこのような不安定さを持っており、他の地域(場所)の結果等とにらみ合わせて回帰係数の安定性を検討してから結論すべきであると考えられる。しかし上述の結果は従来から知られている品種特性から見ても十分意味を持つものである。

このように品種の特性によって生育時期別気象要素の収量に対する重み付けの大きさは標準偏回帰係数の大きさから推定できる。したがってこの数値を参考に

注. C : 常数項

b' : 標準偏回帰係数

して気象要素に対する重み付けが可能になろう。しかし前に述べたように本結果の再現性(安定性)といった面では、計算過程からも多くの問題が残っており、単に品種特性上からみて意味があるものとしても、その応用に際しては重回帰分析は必ずしも適当でないと言う議論もある。以上から考えて、本結果は本報に用いた資料の範囲内に適用できるものであり、収量の予測式作成にあたってはこの結果を参考にしながら、更に検討する要がある。

摘 要

19年間継続された品種特性試験のデータに基づいて重回帰分析を行い、収量に対する気象要素の時期別重み付けの大きさを推定した。その結果、品種の特性によって時期別気象要素の重みが異なり、今後の収量予測においては品種の特性を考慮する必要性のあることを定量的にとらえた。更に本結果の適用について若干の検討を行った。

宮城県における田植期間の気象的特徴について

日 野 義 一・千 葉 文 一

(宮城県農業センター)

1 は じ め に

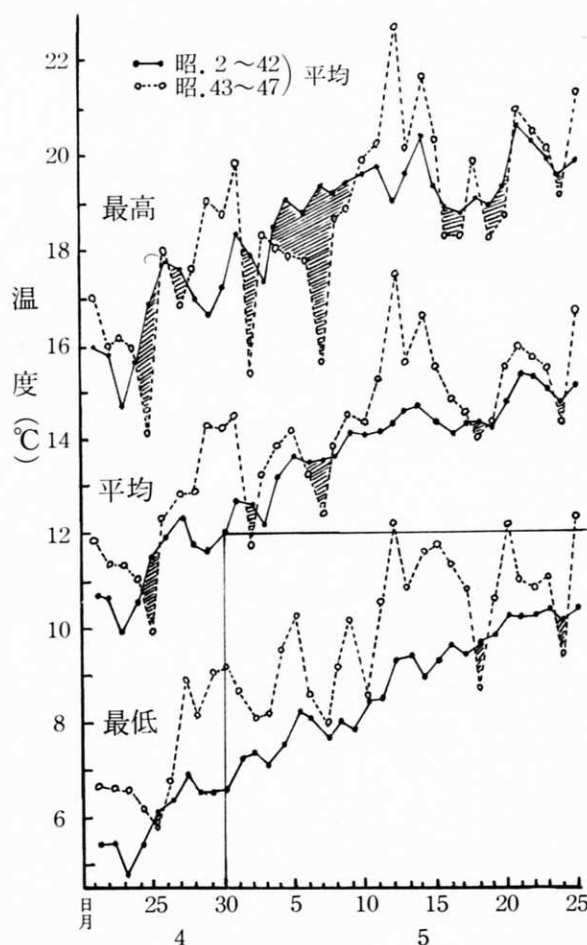
最近田植機械が急速に導入され、従来までの田植期間に比べて、かなり早い時期から行われるようになり、特に宮城県の場合は、4月末の機械稚苗移植から5月末の普通移植まで約1カ月余りの長い期間となってきた。したがってこの間の気象的変動も大きいと思われる。

そこで筆者らは、この期間中における気象的な特徴及び田植当初の気象環境と水稻の初期生育との関係について調査したので、その結果の概要を報告する。

2 気象経過の特徴

1) 田植期間中の気温

田植期間中を4月20日から5月25日までとし、昭和2～42年までの平均値と機械稚苗移植の行われてきた昭和43～47年まで最近5カ年平均値の気温変動を、日別経過で比較した結果は第1図に示したとおりである。これによると田植期間中の最高気温は昭和2～42年平均値では約15～20℃の範囲で経過していた。それに対して最近5カ年平均では約14～23℃とかなりの変動がみられる。すなわち、最近5カ年平均の場合では、4月末や5月10日～15日ごろは、かなり高目となっていたが、しかし5月初めでは反対に低い結果を示している。なお5月15日以降では、ほとんど同じ温度経過を示していた。最低気温をみると昭和2～42年平均では約5～10℃で経過しているのに対して、最近5カ年平均では約6～12℃と全般的に高温で、特に4月末から5月初め、5月10～15



第1図 田植期間中における気温の日別経過(仙台)

日ごろでは、約2～3℃も高くなっている。このような最近5カ年の気温は4月末から5月初めにかけては、昭和2～42年平均に比べて、最高、最低気温いずれも、かなり高温で経過した。このため平均気温も最近5カ年はそれ以前に比べ高目になった。しかし最近で