

気候生産力評価の解析 (第2報) 気象効果の判断方法

石丸 治澄・宮川 敏男
(九州農業試験場)

ISHIMARU, H. MIYAGAWA, T.

Analysis on the Estimation methods of Climatic Productivity
(2) The Estimation method of Weather Conditions Effects

はじめに

気候生産力の評価には前提として理論的理想成育の想定があり、この解明による地域生態特性は育種、栽培技術の改善に重要な示唆を与える点の多いことが考えられる。

生産力評価を行なう場においては、作物形質に関与する多要因のうち、とくに複雑な気象要因の解明が重要であるため、従来の抽象的相関係数判断を脱した定量的効果判断を主体とし、さらに生理生態反応の定量は握をも含めた総合された効果の再現性について表現形式に発想を求めることが必要である。ここに問題提起として関係要因の定量化の方法とその価値論を述べ、評価表現に関する一部事例結果の概要を報告する。

気象効果の判断方法

形質に関与する諸要因の効果を定量的には握する方法には標準偏回帰分析(径路分析: Path Coefficient Analysis)がある。この手法は結果変数Yと各原因変数Xiとの因果関係における組織的機構のなかで、XiのYに対する影響度(効果)を相関係数および回帰係数の結合からえた標準偏回帰係数の大ききで説明するものである。

この分析過程には、YとXiとの相関関係(単独効果)、Xi相互間の相関関係(共同効果)ならびに偏回帰関係にもとづいて、XiのYに対する直接的影響度(直接効果)とXi相互の間接的なYに対する影響度(総合効果)とによる効果の相対判断が必要であり、決定係数 R^2 (採択した要因によってYを説明可能な範囲)の評価にはX要因が2個の場合次式でしめすことができる。

$$R^2 = (b')^2 + (c')^2 + 2\gamma_{x_1x_2}b'c' \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

(b')²: 要因 X_1 の直接効果, (c')²: 要因 X_2 の直接効

果, $2\gamma_{x_1x_2}b'c'$: 要因 X_1 と X_2 の総合効果

上式はそれぞれ指数化した形でみると明瞭であり、収量と構成要素との関係のようにYがXiによって完全に説明可能の場合には理論的に $R^2=1$ (100%)となるが、収量に対する気象効果のように、採択した要因XiのみでYを完全に表現不能の場合には他の残差要因(Residual Factor)の存在によって1以下となる。X要因が3個の場合には①式に準じて②式が成立し総合効果が複雑化する。

$$R^2 = (b')^2 + (c')^2 + (d')^2 + 2\gamma_{x_1x_2}b'c' + 2\gamma_{x_1x_3}b'd' + 2\gamma_{x_2x_3}c'd' \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

標準偏回帰係数(b' , c' , d' など)の値は多元相関行列正規方程式を最少二乗法の原理にもとづいて消去法またはDoolittle法等で解いてえられるが、効果の相対判断にはこの係数値にもとづく各効果の値の大小から、Yに対してどの要因の直接的影響度がどの程度あるか、あるいは要因相互の間接的影響度はどの程度存在するかなど解析検討することができる。これを地域分析に適用することから、地域の収量と構成要素ならびに気象要素間の平均的平衡関係を察知して気候生産力の大ききを握し、理想成育の想定から新品種・作季・高度栽培技術の導入をはかることによって地域農業の生産対策に大きく貢献するものがあると確信する。さらにこの手法は作柄判断面にもすぐれた効果をしめしており、作柄予測はもちろん生産構造類似地域の類型化、あるいは標本調査の設計立案に客観性をあたえるものである。

標準偏回帰分析の有効性

標準偏回帰分析の有効性には、前述したようなYに関与する要因Xiの定量的は握のほか、相対判断ならびに作物学的視点にもとづいて効果の大きき要因を選択し、この結果から高精度の予測式作成に結びつく利点がある。

気候生産評価方法の研究に限らず、従来の諸研究分野において各種の予測式の案出が試みられているが、その多くは回帰推定要因として目的形質と相関度の高い1要因を設定し予測推定を行ってきたケースが往々にして認められ、したがって全体には予測の適中率が低く再現性に欠けた面がきわめて多い。これは相関係数 γ が2変量間の関係の強さをしめす単なる測度であり、たとえ有意な値をしめしても推定の場合には1要因採択による Y の決定力($100\gamma^2\%$)の不足から精度の低下を招くためである。したがって推定精度を向上させ再現性を具備するためには、推定要因をふやした多変数関数の導入が必要であり、ここに各要因の選択法が問題となる。

多変数回帰方程式の推計精度は、一般に推定形質に対して相関関係の密接な要因の増加導入によって向上するが、数理的には正および負方向に密接でしかも効果の大きい要因の設定が必要であり、また要因間の相関関係がきわめて密接な場合には共線性理論から一方の要因を排除する約束がある。

たとえば宮崎県農業地域について、従来の相関係数判断ならびに効果の相対判断法を用いてそれぞれ気象要因を選択し、気象4要因からみた収量予測回帰の精度 R^2 を比較してみると第1表のとおりであり、この結果から各地域とも相関係数判断による要因の選択方法には精度上不十分であることが認められる。

第1表 判断方法の相違による回帰設定要因と精度の比較

地域名	相 関 係 数 判 断					効 果 の 相 対 判 断				
	7月	8月	9月	10月	R^2	7月	8月	9月	10月	R^2
北部	日照	日照	日照	気温	0.88	日照	日照	気温	気温	0.99
南部	日照	日照	気温	気温	0.96	日照	気温	気温	日照	0.99
霧島	日照	日照	気温	気温	0.91	日照	日照	日照	気温	0.99

注) 宮崎県農業地域別 (1963~1968年)

収量に対する気象の効果

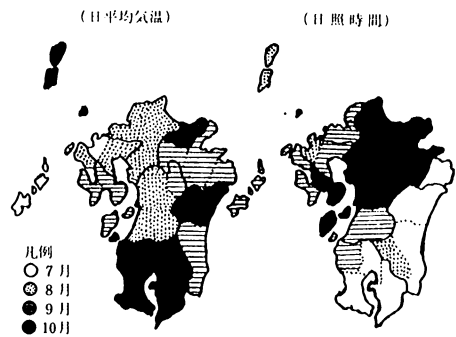
九州の農業地域別収量は1963~68年の作物統計からみると、佐賀県佐賀地域、福岡県筑後地域の530~510kgを最高に、長崎県北・五島・壱岐対馬および宮崎県南部の300kg台の低収地域にいたるまで大差があり、またその変動も気象災害および主として気象環境に基因する病虫害の多発等によって20~70

kgと大である。

このような収量成立の現況のなかで、7~10月の月別日平均気温ならびに日照時間を指標として収量に対する効果を標準偏回帰分析で検討すると、気温によって収量の全変化を説明できる割合、すなわち水稻成育期間の気温から想定される生産力の大きさ($100\gamma^2\%$)は40~99%、日照時間では15~99%で、地域間に相違はあるが両要因による影響はかなり大きいことが認められる。

第1図は気象要因別に想定される生産力のうちで地域別にどの時期の直接効果が大きいのかをしめした結果であり、両要因による効果はきわめて対照的で、東南部九州においては気温面では9~10月、日照面からは7~8月の影響力が大きい傾向である。

気象の総合効果については掲載の余地がなかったが、両効果を含めて考えた場合、気温については穂数・もみ数成立に関与する7~8月の直接効果が高い高収地域では、反面8~10月の総合効果によってもみ数と登熟との関係を阻害する減収面も認められ、登熟期の9~10月の直接効果が大きい中、低収地域では、反面同期間の間接的影響もかなり大きく、低温あるいは高温障害をもたらして直接効果のわりにはマイナス面が大きい傾向である。日照による効果も類似した傾向であったが、より詳細な地域性の検討については現在続行中であるので次報以降にゆずりたい。(文献省略) 8/26



第1図 収量に対する気象効果の大きい時期