

裸麦 マンネンボシ の出穂期予測

鳥生 誠二

要 旨

裸麦 マンネンボシ の 出穂予測モデルを发育速度による気象モデルで作成した。平均気温が17 以上では、温度に対する发育速度を0として、ノンパラメトリック回帰で播種期から出穂期の平均気温及び日長と发育速度との関係を計算した。DVR 気温、日長曲線に基づき、出穂予測パソコンプログラムを作成した。

キーワード：裸麦，マンネンボシ，出穂期予測，ノンパラメトリック回帰，发育速度，パソコンプログラム

1. 緒 言

愛媛県の裸麦主力品種は、イチバンボシ からマンネンボシ（土井ら 2003）へ替わりつつあり、マンネンボシ の丸粒麦で倒伏に強い特徴を活かした栽培法の導入が求められている。裸麦の生育の遅速や穂肥時期の検討には出穂期の予測が重要であり、毎年生産現場からは穂肥施用前に当年の出穂期予測に対する問い合わせが寄せられている。既にイチバンボシ では、发育速度（DVR, Developmental Rate）の考え方（堀江ら 1990）に基づき、DVR - 気温、日長曲線を計算し、それを基にパソコン用出穂予測プログラム（鳥生 1996, 鳥生 1999）を作成しているが、マンネンボシ では未作成である。そのため、播種期と播種期～出穂期の日平均気温で出穂期が精度良く予測できる出穂予測の気象モデルを構築するとともに、構築した気象モデルを基に実用的なパソコンプログラムを作成した。

2. 試験方法

2.1 出穂予測モデルの作成

解析に使用した生育データは、1990～2002年（播種年）の麦類奨励品種決定調査及び裸麦栽培試験の播種期と出穂期である。但し、1990～1996年は マンネンボシ の生育データがないため、1997～2002年では合計21データと少なく、これだけのデータで出穂予測プログラムを作成しても予測精度が劣ることが想定されたので、1990～1996年の イチバンボシ の生育データを利用して解析することとした。つまり、イチ

バンボシ と マンネンボシ の出穂期の関係から、播種期が11月25日までは、マンネンボシ の出穂期をイチバンボシ の出穂期より1日遅れ、11月26日以降はそれより2日遅れとした。また、生育期間の気象条件の内、日平均気温は愛媛県農業試験場の観測値を、また日長（日照時間を使用）は当場の緯度から計算した値を使用した。

出穂予測モデルは发育速度による気象モデルであり、関係する要因は日平均気温と日長である。发育指数（DVI, Developmental Index）を出発段階が0、到達段階が1とすると、出穂n日後の发育指数は、n日間の发育速度の積算値となる。また、日平均気温と日長の2要因による发育速度は、それぞれの要因による发育速度の和となり、 $DVR(T, L) = DVR(T) + DVR(L)$ で表示できる（Tは日平均気温、Lは日長を示す。）。

发育速度はノンパラメトリック回帰で計算しており、計算には生育予測解析システムVer2（清野 1998）を使用した。具体的には、播種期の发育指数を0、出穂期のそれを1として、その期間の发育速度と日平均気温、日長との関係を上記の解析システムで計算した。なお、ノンパラメトリック回帰による計算時のスムージングパラメータは両要因ともに10,000、気象データの刻みは気温が1℃、日長が0.25時間とした。

2.2 パソコンプログラムの作成

解析で得られたDVR - 気温・日長曲線を使用して、Windows98/2000等で使用できる麦出穂予測プログラムをF

-BASIC6.0で作成した。既存の イチバンボシ の出穂予測プログラムを基に、マンネンボシの部分を追加・修正し、両品種の出穂予測が可能なものとした。

3. 結果

3.1 出穂予測モデルの作成

播種期と播種期から出穂期までの生育期間との関係を図1に示した。播種期が早いと播種期から出穂期の期間が長くなり、播種時の高温は発育に対して抑制的に作用することが伺われた。

次に、生育データから計算した播種期から出穂期の日平均気温の範囲は0~19.2であるが、温度が高い場合に発育速度を0（発育が全然進まないと設定）にすることによって、どの程度予測精度（予測誤差の標準偏差）が向上するか検討した。結果は図2のとおりであり、日平均気温が17以上で温度に対する発育速度を0にすると、予測精度は2.3日で最も優れ、それより高くても、逆に低くてもその値は大きくなった。

次に、播種期から出穂期までの日平均気温及び日長を利用して、出穂期を予測した場合の予測誤差は表1のとおりである。11月4日から12月25日に播種した46データについて、播種から出穂までの期間は111~148日であり、標準偏差は8.2日であった。一方、播種後の両気象要因を用いて、ノンパラメトリック回帰で出穂期を予測した場合の予測誤差（予測日 - 観測日）は-3.2~5.3日で、

その標準偏差は2.3日であった。播種から出穂までの期間の変動よりも、ノンパラメトリック回帰での出穂期の予測誤差が小さいことから、実用的な予測に利用可能であった。

DVR - 気温・日長曲線は図3のとおりである。日長の範囲は9.75~13時間、気温の範囲は0~16℃、またそれぞれの要因の刻みは気温が1℃、日長が0.25時間である。発育速度は両要因を組み合わせた二次元の曲面となるが、ここではそれらの中から、10、11、13時間日長の場合を表示した。いずれも気温の上昇と共に発育速度増加したが、10℃以上で増加が頭打ちとなった。また、日長が長くなると発育速度は増加した

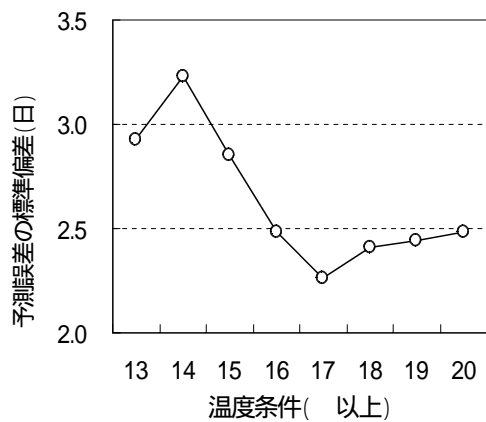


図2 高温域での無効温度条件と予測誤差の標準偏差

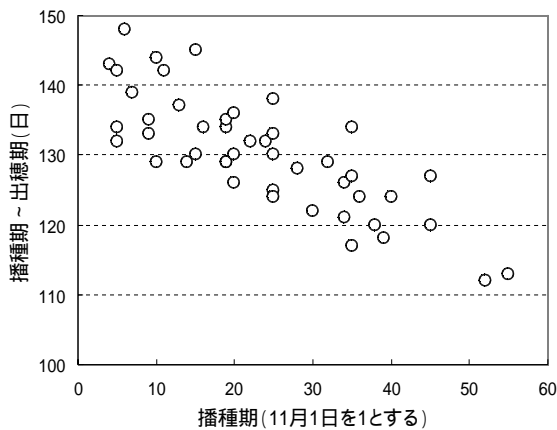


図1 播種期と播種から出穂までの期間との関係

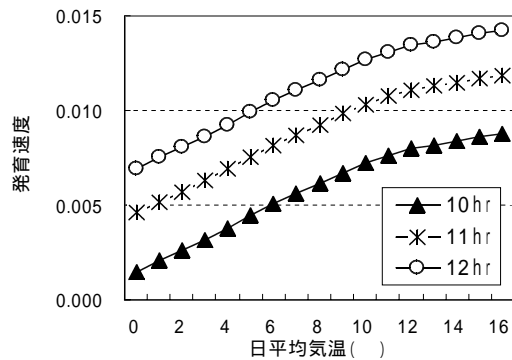


図3 気温及び日長と発育速度との関係

表1 解析に使用した生育データ及び出穂期の予測精度

年度	データ数	播種期 (月/日)	出穂期 (月/日)	播種期~出穂期		予測誤差(日)	
				範囲 (日)	標準偏差(日)	範囲	標準偏差
1990~2002	46	11/4~12/25	3/17~4/20	111~148	8.2	-3.2~5.3	2.3

3.2 出穂予測パソコン用プログラムの作成

イチバンボシでも上記と同様の方法で出穂予測が可能であったことから、既存のイチバンボシ出穂予測プログラムのDVR-気温・日長曲線部を修正後、マンネンボシの出穂予測部分を追加して、裸麦両品種の出穂が可能なプログラムを作成した。出穂予測プログラムの特徴は、次のとおりである。

- 1) Windows98等が作動するパソコンで使用できる。
- 2) イチバンボシとマンネンボシの両品種の出穂期が予測できる。
- 3) 出穂予測の対象場所は、四国中央、新居浜、丹原、今治、農業試験場、松山、大洲の7地域である。
- 4) 播種から出穂前日までに、出穂予測が可能で、計算に必要な気象データとして11月1日から予測日までの日平均気温データファイル(形式はCSVファイル、各レコードの項目は年、月、日、平均気温)を作成しておく。
- 5) パソコンの画面表示に従い、品種の選定、場所の選定、播種期、予測日、気象データのあるディレクトリを入力すると、出穂期が画面に表示される。
- 6) 予測日以降の気温は平年気温を使用して計算しており、平年並み、平年値 ± 1 、平年値 ± 2 の5通りの出穂期が計算される。

4. 考察

農作物の生育予測を実施するには、基本となる生育予測モデルの作成が必要である。既に、裸麦品種イチバンボシの出穂期予測において、播種期から出穂期の発育速度を、播種後毎日の平均気温と日長を変数としてノンパラメトリック回帰で解析することで、予測モデルを作成した(鳥生 1996)。その後、裸麦の気象反応が生育経過で変動することを想定し、播種から積算温度400

までを生育前期、それから出穂までを生育後期として、生育後期のDVR-気温、日長曲線をノンパラメトリック回帰で解析し、出穂予測モデルの改良を図った(鳥生 1999)。

ところで、品種 マンネンボシ の出穂期予測モデ

ル作成に当たって、播種後の高温の取り扱いに工夫した。すなわち、3~4月の出穂前の高温は出穂促進に作用するが、図1のように早播きでは播種から出穂までの期間が長くなることから、11~12月の播種時期の高温は出穂抑制に作用することが解かる。

そこで、播種期から出穂期の日平均気温は0~19.2であるが、ある温度以上では温度に対する発育速度が0になると仮定して予測精度を検討した結果、図2のように平均気温17以上の日を温度に対する発育速度0にすると予測精度が最も優れた。得られた発育速度と気温及び日長との関係について、図3のように高温域における発育速度(DVR)の低下も見られず、予測モデルとして利用可能であった。

なお、ノンパラメトリック回帰による予測精度の2.3日は、水稻の予測精度の1.3~1.8日(鳥生 2001)に比較するとやや予測精度が劣るが、今後生育データの蓄積や出穂予測モデルの改良により精度の向上が必要である。

引用文献

- 土井芳憲・藤田雅也・松中仁・高山敏之・伊藤昌光・石川直幸・片山正・神尾正義・土門英司・杉浦誠(2003):耐倒伏高品質裸麦新品種「マンネンボシ」の育成,近中四農研報2,1~21.
- 堀江 武・中川博視(2000):イネの発育課程のモデル化と予測に関する研究,第1報 モデルの基本構造とパラメーターの推定法及び出穂予測への適用,日作紀59(4),687~695.
- 清野 裕(1998):生育予測解析システム(Version 2)の使用説明書,1~12.
- 鳥生誠二(1996):裸麦イチバンボシの出穂期予測,作物学会四国支部紀事33,11~14.
- 鳥生誠二(1999):生育期の2分割による裸麦イチバンボシの出穂期予測,作物学会四国支部紀事36,36~41.
- 鳥生誠二(2001):Windows95/98用水稲出穂予測プログラムの作成,愛媛農試研報36,27~29.

Estimation of Heading Date in Naked Barley Cultivar 'Mannenboshi'

Toriu Seiji

Abstract

Prediction model of heading date in naked barley cultivar Mannenboshi was developed by applying the meteorological data. Using nonparametric regression method, the relationship between developmental rate and the mean air temperature from sowing to heading was determined using different day length and nonparametric regression method. The developmental rate was decided zero when mean air temperature was above 17 .

Key words : *naked barley, Mannenboshi, estimation of heading date, nonparametric regression, developmental rate*