

ノンパラメトリックDVR法による生育モデル作成システムの開発

佐々木 俊彦・日塔 明広・高橋 正道

(宮城県農業センター)

Production System of Growth Model by Nonparametric DVR method

Toshihiko SASAKI, Akihiro NITTO and Masamichi TAKAHASHI

(Miyagi Prefectural Agricultural Research Center)

1 はじめに

現在、作物の生育ステージを予測する一つの手法として、ノンパラメトリック法がさまざまな分野で活用されており、この手法を基に生育モデルを作成するプログラムとして、田村・竹澤¹⁾らが開発した「NONPARA」「2DIMNON」がある。今回、これらのプログラムを基に開発した生育モデル作成システムと、ノンパラメトリック法と重回帰分析による生育モデルの精度を、Cross Validation法(以下CR)によって比較検討したので、その内容について報告する。

2 システムの内容

(1) 1・2次元の生育モデルの作成プログラム

このプログラムは、気象と生育ステージのデータを基に、必要なパラメータを設定して生育モデルを作成する。1度に作成可能なモデル数は20で、その中から予測精度の高いモデルをファイルへ保存する。生育モデルの関数となる気象要因は、気温(平均、最高、最低)、日照時間、可照時間、日較差の6項目であるが、気温に関しては基準温度を任意に設定できる。図1は1次元ノンパラメトリック法による生育モデルをグラフに表示したものである。

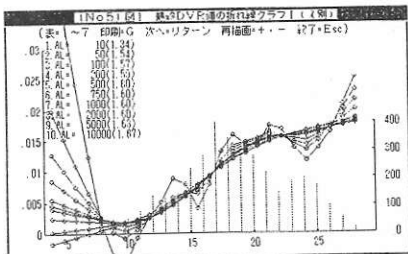


図1 1次元ノンパラメトリック法による生育モデル例
(気象要因: 平均気温, 移植期→出穂期, ササニシキ)

(2) 予測プログラム

このプログラムは、あらかじめ作成済の生育モデルに、気象データを当てはめて特定の生育ステージを予測する。

生育途中の時点で、その生育を予測する場合、気象データはその時点までは観測データを使用し、以後は平年値の気象データを使用する。生育ステージの計算の開始日は7通りまで、モデルに当てはめる気象データは最高5年分まで設定可能である。また、予測結果は年次別及び開始日別にCRTに表形式またはグラフに表示する。

図2は1987～1991年までの気象データを使用して、基準日を5月10日に設定した出穂期の予測結果を、表示したものである。図3は1991年の気象データを使用して、開始日を4月30日から5日間の刻み幅で7通りに設定した出穂期

の予測結果を表示したものである。

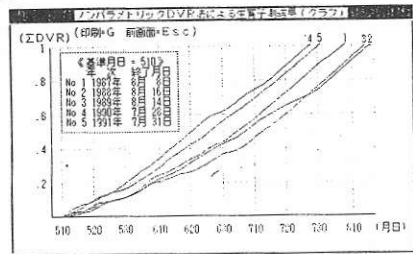


図2 生育モデルによる出穂期の予測例
(移植期→出穂期, 開始日→5月10日, ササニシキ・稚苗)

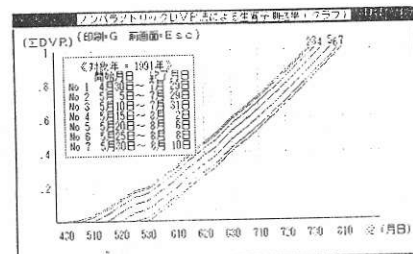


図3 生育モデルによる出穂期の予測例
(移植期→出穂期, 開始日→4/30～5/30, ササニシキ・稚苗)

3 予測精度の比較

ノンパラメトリック法と重回帰分析では、モデルに使用する説明変数又は関数としてのデータの取扱い方が異なるため、全く同一のデータによる予測精度の比較は出来ないが、1977年～1991年の農業センター水田圃場における水稻作況試験(品種: ササニシキ・稚苗)と気象データを用いて予測精度の比較を試みた。

生育モデルの対象項目は、幼穂形成期から出穂期と移植期から出穂期の2つの生育ステージで、昨年と今年開発した重回帰及びノンパラメトリックDVR法による生育モデル作成システムを使用した。

(1) 幼穂形成期から出穂期の生育モデル

幼穂形成期から出穂期までの日数の平均値は25.9日、標準偏差は3.944であった。表1は幼穂形成期から出穂期を予測する重回帰による生育モデルで、それぞれ1～3の説明変数と回帰係数等を示している。表2は同じくDVRによる生育モデルで、①②は1次元、③～④は2次元の生育モデルで、精度の高さは次の通りであった。

重回帰モデル > DVRモデル > 重回帰モデル
(説明変数3) (2次元) (説明変数2)
> DVRモデル > 単回帰モデル
(1次元)

この場合は、説明変数又は次元数の多いモデルが高い精

表1 幼穂形成期から出穂期の重回帰モデル

説明変数				定数	決定係数	残差の標準偏差 (CR)
① 平均気温10~30 (-2.0382)	—	—	—	75.106	0.8061	2.020
② 最低気温10~30 (-1.9286)	日較差 1~20* (-0.1017)	—	—	70.280	0.8702	1.962
③ 最低気温10~30 (-13.283)	日較差 1~20* (-0.1064)	最低気温10~30* (0.2768)	—	186.318	0.9024	1.684

注. 幼穂形成期~出穂期の平均値 25.9日, 標準偏差 3.944日
 供試データ: 宮城県名取・作況試験, 1977~1991年, 水稻・ササニシキ・稚苗
 「平均気温10~30」は, 幼穂形成期後10~30日間の平均気温
 「日較差 1~20*」の*は, 幼穂形成期 1~20日間の平均気温の2乗値
 説明変数の下段の()内は回帰係数

表2 幼穂形成期から出穂期のDVRによる生育モデル

気象要因	平滑化係数		残差の標準偏差 (CR)
① 平均気温	250	—	1.975
② 最高気温	250	—	1.982
③ 平均気温 日較差	10,000	1,000	1.915
④ 平均気温 日照時間	5,000	1,000	1.899
⑤ 最高気温 日較差	10,000	1,000	1.848
⑥ 最高気温 日照時間	5,000	1,000	1.681

表3 田植期から出穂期の重回帰モデル

説明変数				定数	決定係数	残差の標準偏差 (CR)
① 最高気温6/1~8/5 (-2.971)	—	—	—	162.723	0.7239	2.944
② 最高気温6/1~8/5 日照時間 7/1~8/5* (-3.7157) (0.1275)	—	—	—	178.068	0.8187	2.768
③ 平均気温6/1~8/5 最低 6/1~7/31* 日照 7/1~8/5* (-9.600) (0.1729) (0.1605)	—	—	—	236.293	0.8574	2.668
※ 草丈* 最高気温5/10~8/5* (0.0396) (-0.0628)	—	—	—	117.511	0.8189	2.586
※ 草丈* 最高気温 6/1~8/5* 日照 7/1~8/5* (0.0264) (-0.0700) (0.1348)	—	—	—	124.487	0.8760	2.491

注. 田植期~出穂期の平均値 91.9日, 標準偏差 5.041日

表4 田植期から出穂期のDVRによる生育モデル

気象要因	平滑化係数		残差の標準偏差 (CR)
① 平均気温	10,000	—	3.285
② 最高気温	10,000	—	3.586
③ 平均気温 日照時間	10,000	50,000	3.379
④ 平均気温 日較差	100,000	50,000	2.981
⑤ 最高気温 日照時間	10,000	10,000	3.775
⑥ 最高気温 日較差	100,000	100,000	3.134

この場合, ノンパラメトリック法によるモデルは, 移植期を5月10日に固定され, 移植期から出穂期までの気象データを使用しているのに対して, 重回帰モデルでは, 各説明変数における気象データの期間の区切り方が程度自由に設定することが可能なので, 重回帰モデルの精度が上回ったものと考えられる。なお, 参考として重回帰式に生育量の説明変数を取り入れたモデルを表4(※印)に示したが, これは上記の気象データのみを使用した両方のモデルよりも高い精度を示した。

度を示したが, 同じ数の次元数と説明変数のモデルでは, 大きな開きは見られなかった。

(2) 移植期から出穂期の生育モデル

移植期から出穂期までの, 日数の平均値は91.9日, 標準偏差は5.04であった。表3~4は移植期から出穂期を予測する重回帰とDVRの生育モデルで, 精度の高さは次の通りであった。

重回帰モデル > DVRモデル
 (説明変数 1~3) (1・2次元)

4 ま と め

このシステムを使用することによって, 水稻をはじめ各種作物の生育ステージを対象とする生育モデルを作成し, 気象データを使用して生育ステージの予測を行うことが可能である。また, 予測精度については, モデルの比較に使用する生育データの内容等によって予測精度の優劣は若干異なるが, 関数又は説明変数に気象データを用いた1・2次元のノンパラメトリック法によるモデルと, 説明変数1~2の重回帰モデルは, ほぼ同程度の精度を示すものと考えられる。しかし, モデルの作成に利用できるデータが豊富に存在する場合は, 説明変数を容易に追加できる重回帰分析の手法が, より精度を高めることが可能である。

引用文献

- 1) 田村良文, 竹澤邦夫, 金野隆光. 1989. 2次元ノンパラメトリック法発育解析プログラム《2DIMNOM》農林水産試験研究におけるソフトウェア開発・利用研究会講演要旨集(農業研究センター, 農業環境技術研究所) p 116-117.