

ひとめぼれの幼穂形成期、出穂期の推計 — 移植期と葉数に対応した回帰モデル —

佐々木俊彦

(宮城県古川農業試験場)

Estimate of Early Panicle-Development Stage and Heading Time for Rice "Hitomebore"

— a regression model corresponding to the transplanting time and leaf number —

Toshihiko SASAKI

(Miyagi Prefectural Furukawa Agricultural Experiment Station)

1 はじめに

水稻の生育ステージ(幼穂形成期、出穂期)を推計するために発育速度を積算したDVIモデルが開発され、従来から実用に供されてきた。しかし、このモデルは移植期の異なる葉数には対応できないため、説明変数に葉数を設定した回帰モデル(重回帰)を作成した。また、平均気温を生育相の転換となる夏至の前後で二つに分けて説明変数とすることによって推計精度が向上し、生育ステージと気温、葉数、移植期の関係が明らかとなったので報告する。

2 試験方法

(1) 回帰モデルの構成

回帰モデルの構成は、従属変数では基準日(5月1日)から生育ステージへの到達日数である。説明変数では基準日から移植期までの日数、移植期の葉数、移植期から夏至(6月22日)までの平均気温1、夏至の翌日から目標とする生育ステージまでの平均気温2である。モデルの作成に使用したデータは1994～2008年(15年間)の水稻作況試験データと古川アメダスの平均気温である。また、水稻作況試験は5月下旬のデータが不足していたため、5月30日前後の移植期データを試験場内で行われていた他の試験課題から5年分のデータを補充している。

(2) 回帰モデルによる推計方法

作成したモデルから当年(例:2009年)の生育ステージを推計する場合、移植期から推計当日の前日まではアメダスの実測値、当日以降は基準値として直近15年間の古川アメダスの移動平均値から平均気温1、平均気温2を設定している。

方法は推計する時期を夏至の後とした場合、①移植期、移植期の葉数、平均気温1の値は確定しているのでモデルに代入する。②平均気温2はこの段階では生育ステージが不明なので、夏至以降の平均気温2は直近15年間の生育ステージの平均から求めてモデルに代入して、移植期別に仮の生育ステージを推計する。③次に、②で推計した仮の生育ステージから平均気温2を計算して、回帰モデルから再度生育ステージを推計する。この計算を循環的に3回以上行っても結果はほとんど変わらないので、2回目の値をモデルの推計値とする。

通常は当日以降の平均気温は年並に推移すると仮定して、アメダス年並値で代用するケースがある。

しかし、気象庁の古川アメダス年並値は1979年から2000年のデータで作成されており、これを直近15年間(1994～2008年)の移動平均値と比較すると、6月中旬から8月上旬までの平均気温が低く、旬別では最大1℃の乖離が見られる。そのため、移動平均値はモデル作成に使用したデータと同一期間であり、且つ直近の気象変動をより反映しているため、これを基準値としている。

3 試験結果及び考察

(1) 回帰モデル(1994～2008年データ)

表1に幼穂形成期のモデルを示している。モデルno1-1は自由度補正済みの決定係数(以下、補正R²)で0.898を示している。一般論として水稻の生育の推移と平均気温の関係は非線形であるため、no1-1の説明変数に平均気温1、平均気温2の二乗値を加えたモデルno1-2を作成した。その結果、補正R²は0.905にやや改善した(表2)。同様に表3、表4に出穂期のモデルno2-1、no2-2を示しており、補正R²は各0.934、0.941である。

平均気温と生育ステージの関係では、モデルno1-1、no2-1の平均気温1、平均気温2の係数から、平均気温1が生育ステージの早晩へ及ぼす影響が大きく、+1℃の上昇で幼穂形成期は3.7日、出穂期は4.6日早まる。移植期の葉数は+1枚で幼穂形成期は2.0日、出穂期は2.8日早まる。

モデルno1-2、no2-2を基に、移植期の葉数を3.3として、移植期5月1日から30日まで5日毎の生育ステージの推計結果を図2・3に示している(葉数3.3は、稚苗を基本としている作況試験の出穂期が宮城県北部平坦地域と一致する葉数である)。

図2は移植期から生育ステージの平均気温に移動平均値を当てはめて推計した生育ステージである。5月1日移植に対して、晩期栽培となる5月30日移植では幼穂形成期で13.8日、出穂期で11.0日遅延する。幼穂形成期から出穂期までの間隔は5月1日移植で26.3日、5月30日移植で23.4日である。この要因として、移植期を遅く(晩期栽培)するほど生育期間の平均気温が上昇し、生育ステージに到達する日数が短縮され、幼穂形成期より出穂期でその傾向が強まるためと考えられる。

(2) 回帰モデルによる推計例

図3は2009年6月25日時点で計算した生育ステージの推計結果である。平均気温1と平均気温2に

は各移植期から 6 月 25 日まではアメダス実測値、それ以降は移動平均値を代入している。2009 年の気象経過は、5 月上旬の平均気温が移動平均値よりも 3.0℃高く、その後は 6 月上旬まで± 0.0℃、6 月中旬は-1.3℃であった。

図 3 の推計結果は気象経過を反映した結果となっており、図 2 の結果と比較した場合、5 月 1 日移植の推計値は 2 日ほど早まっているが、5 月 10 日以降は 1～2 日遅れる推計結果となっている。

実用面でのモデルの推計精度は、当日以降のアメダス実測値と移動平均値の乖離の程度に左右されるが、生育ステージを推計した情報がほ場の追肥時期、水管理の判断などに役立つと考えられる。

4 まとめ

生育ステージのモデルは、近年の気象変動に鑑みて 15 年、乃至それ以上の長期間のデータで作成すべきと考えられる。モデルでは説明変数となる平均気温を夏至の前後で二つに分けることによって、比較的シンプルな説明変数の構成で高い精度を確保できた。気象庁のアメダス平年値は 10 年毎に更新されるため、モデルの作成に使用したデータと同一期間で基準温度を作成することが妥当と考えられる。

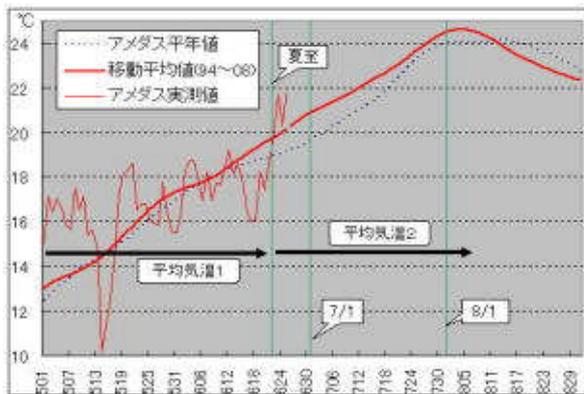


図1 アメダス実測値、移動平均値、アメダス平年値

表1 幼穂形成期の回帰モデル (no1-1)

回帰統計: no1-1	
重相関 R	0.954
重決定 R2	0.910
補正 R2	0.898
観測数	36

	係数	t値
切片	157.03	19.69
5/1～田植日	0.73	16.72
主稈葉数	-2.02	-3.38
平均気温1	-3.73	-6.92
平均気温2	-1.07	-5.53

表2 幼穂形成期の回帰モデル (no1-2)

回帰統計: no1-2	
重相関 R	0.960
重決定 R2	0.921
補正 R2	0.905
観測数	36

	係数	t値
切片	388.41	3.37
5/1～田植日	0.72	16.31
主稈葉数	-2.34	-3.85
平均気温1	-19.90	-2.18
平均気温1*	0.47	1.77
平均気温2	-10.18	-1.55
平均気温2*	0.22	1.39

注：補正 R 2 は自由度補正済み決定係数

注：*印は二乗値

表3 出穂期の回帰モデル (no2-1)

回帰統計: no2-1	
重相関 R	0.970
重決定 R2	0.941
補正 R2	0.934
観測数	40

	係数	t
切片	239.97	32.09
5/1～田植日	0.74	20.05
主稈葉数	-2.86	-5.38
平均気温1	-4.64	-12.57
平均気温2	-2.79	-12.95

表4 出穂期の回帰モデル (no2-2)

回帰統計: no2-2	
重相関 R	0.975
重決定 R2	0.950
補正 R2	0.941
観測数	40

	係数	t
切片	413.88	4.56
5/1～移植期	0.72	19.41
主稈葉数	-2.86	-5.66
平均気温1	-21.12	-3.05
平均気温1*	0.48	2.37
平均気温2	-5.69	-0.89
平均気温2*	0.07	0.44

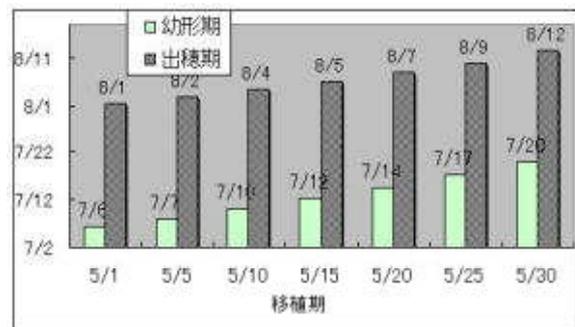


図2 生育ステージの推計

注：移動平均値は 1994～2008 年の平均気温から計算（気象庁に準じる）。移植時の葉数は 3.3

注：モデルの平均気温 1、平均気温 2 に移動平均値を代入して幼穂形成期と出穂期を推計

注：幼形期は幼穂形成期

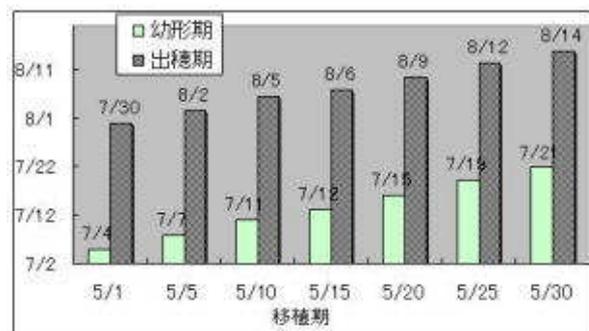


図3 生育ステージの推計 (2009年)

注：6 月 25 日時点のモデルによる推計。移植時の葉数は 3.3

注：平均気温は、移植期～6 月 25 日がアメダスの実測値、それ以降は移動平均値