

良質米生産のための生育診断・予測技術

第1報 発育指数による水稻の発育ステージ予測

宮川 英雄・児玉 徹・矢島 正晴*

(秋田県農業試験場・*農業環境技術研究所)

Diagnosis and Forecast of Growth in Rice Plants for Good Quality Rice Production

1. Estimating a stage of rice plants by using the developmental index

Hideo MIYAKAWA, Tooru KODAMA and Masaharu YAJIMA*

(Akita Agricultural Experiment Station・*National Institute of Agro-Environmental Sciences)

1 はじめに

水稻の栽培管理を適切かつ計画的に行うには、時々刻々と変化する気象条件の中で、発育ステージを的確に把握し、更にその後の推移を正確に予測する必要がある。そこで堀江ら¹⁾の提唱したDVI (DeVelopmental Index) の概念を導入した数種のモデルを用いて、秋田県の主要品種であるあきたこまち・キヨニシキの発育ステージをパラメトリックに予測する推定式の検討を試みたので、その概要を報告する。

2 材料及び方法

解析に用いた生育データは表1のとおりで、昭和58から平成2年までの秋田農試における作況試験成績のデータを利用した。気象データは当該年の秋田地方気象台発表の秋田市気象データを使用した。ここでは、発育指数(DVI)が移植日に0、幼穂形成期(幼穂長2mm期)あるいは出穂期に1となるモデルについて検討した。すなわち移植日

から発育速度DVR (Development Rate) を日々積算し、1に達した日を出穂期とするモデルである。DVIとDVRの計算には(1)~(4)式を用いた。

$$DVR = a(T - b) \quad \dots\dots(1)式$$

$$DVR = aT + bL + c \quad \dots\dots(2)式$$

$$DVR = a(T - b)(L - c) \quad \dots\dots(3)式$$

$$DVR = \frac{1}{e} \cdot \frac{1 - \exp\{a(L - b)\}}{1 + \exp\{-c(T - b)\}} \quad \dots\dots(4)式$$

ここで、Tは日平均気温(°C)、Lは日長時間(hrs)で太陽の中心が東の地平線上に現れてから西の地平線に没するまでの可照時間である。a, b, c, d, eはパラメータである。なおいずれの式もDVRの計算値が負となる条件では、DVR=0とした。(1)式は気温のみの関数で川方ら²⁾で報告されている。(2), (3), (4)式は気温と日長時間の関数で堀江ら¹⁾川方ら²⁾で報告されている。各式のパラメータの計算には、シンプレックス法をサブルーチンとする農業環境技術研究所気象生態研究室のパソコン用解析プログラムを使用した。

表1 解析に用いた品種の栽培年、移植期及び出穂期

品 種 名	苗 別	試 験 年	データ数	移 植 期 (1) (月/日)	出 穂 期 (2) (月/日)	(1)から(2) まで日数
あきたこまち	中苗	1985~'90	14	5/10~5/30	7/31~8/13	75~87
あきたこまち	稚苗	1985~'90	8	5/11~5/30	8/8~8/16	78~91
キヨニシキ	中苗	1983~'90	25	5/10~5/30	7/31~8/17	70~94
キヨニシキ	稚苗	1983~'90	20	5/10~5/30	8/1~8/18	70~95

3 試験結果及び考察

移植日から幼穂形成期及び出穂期までの日数と、モデルから得た日数の残差2乗和が最小になるようにして、前述の4つの式のパラメータを求めた。移植から幼穂形成期までの各式のパラメータを表2に、移植から出穂期までの各式、各品種ごとのパラメータを表3に示した。

実測日数と推定日数の残差2乗和をデータの組数で割った平方根を標準誤差とし、各式の推定精度を比較した結果を表2、表4に示した。表4から標準誤差は品種・苗の種別により変動が見られ、データ組数が少ない稚苗あきたこ

まちで小さく、データ組数が多いキヨニシキでやや大きくなった。DVRの式別に標準誤差を平均すると、気温のみの関数である(1)式が1.8日、気温と日長時間の関数である(2), (3), (4)式ではいずれも1.6日で大きな差が認められなかった。実測値と推定値の最大誤差は(1)式で3.8日、(2)式で3.5日、(3)式で3.6日、(4)式で3.6日でありいずれも差がなかった。

そこで気温のみの関数である(1)式、及び日長時間をも考慮した(2), (3), (4)式から計算した、移植から出穂期までの1日当りDVRを比較した結果を図1に示した。栽培試験期間中の移植日から出穂期までの日平均気温は概ね10°Cか

表2 移植から幼穂形成期までのDVR関数モデルのパラメータ及び各式による幼形期の推定日と実測日の標準誤差(中苗あきたこまち)

DVR 関数	データ 組数	パラメータ					標準誤差 (日)
		a	b	c	d	e	
(1)	11	0.000879	-0.9386				1.4
(2)	11	0.000991	-0.00344	0.0491			1.4
(3)	11	-0.0000469	0.1869	34.54			1.4
(4)	11	0.2346	24.51	0.09939	20.828	23.43	1.4

表3 DVR関数形のパラメータ(移植から出穂期までのモデル)

DVR	パラメータ	中苗	稚苗	中苗	稚苗
		あきたこまち	あきたこまち	キヨニシキ	キヨニシキ
(1)	a	0.000568	0.000650	0.000888	0.000930
	b	-1.47	2.49	6.40	7.50
(2)	a	0.00055	0.000674	0.000975	0.001006
	b	-0.00219	-0.01147	-0.00558	-0.00423
	c	0.0328	0.1641	0.0736	0.0529
(3)	a	-0.0000666	-0.0003392	-0.0002224	-0.0001474
	b	-2.65	-1.31	6.74	7.76
	c	22.62	16.05	18.58	20.90
(4)	a	1.194	0.974	1.105	0.771
	b	15.52	15.20	15.78	16.31
	c	0.2414	0.0988	0.2429	0.2032
	d	13.78	20.97	17.50	19.45
	e	43.48	20.43	38.78	33.98

表4 4種のモデルによる推定出穂日の標準誤差

DVRの式		標準誤差			
品 種	データ組数	(1)	(2)	(3)	(4)
中苗あきたこまち	14	1.6	1.6	1.6	1.5
稚苗あきたこまち	8	1.7	1.4	1.3	1.3
中苗キヨニシキ	25	1.9	1.8	1.8	1.7
稚苗キヨニシキ	20	1.9	1.8	1.8	1.7
平 均		1.8	1.6	1.6	1.6

ら30℃の範囲にあり、その平均値は20.4℃であった。また日長時間は13.3hrsから14.8hrsの間にあった。この範囲内でDVRはいずれの式でも温度の上昇とともに増加する傾向が認められた。気温と日長時間の関数である(2)、(3)、(4)式では日長が短いほどDVRが大きくなる傾向が認められ、川方ら²⁾の報告と一致した。

以上の結果から、4つの式のどれを選んでも標準誤差2日以内で幼穂形成期あるいは出穂日が推定可能であり、発育ステージ予測に利用できる。

引用文献

- 堀江武, 中川博視. 1990. イネの発育過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の推定法および出穂期予測への適用. 日作紀 59 (4): 687-695.
- 川方俊和, 岡田益己. 1989. 発育指数を用いた水稻の

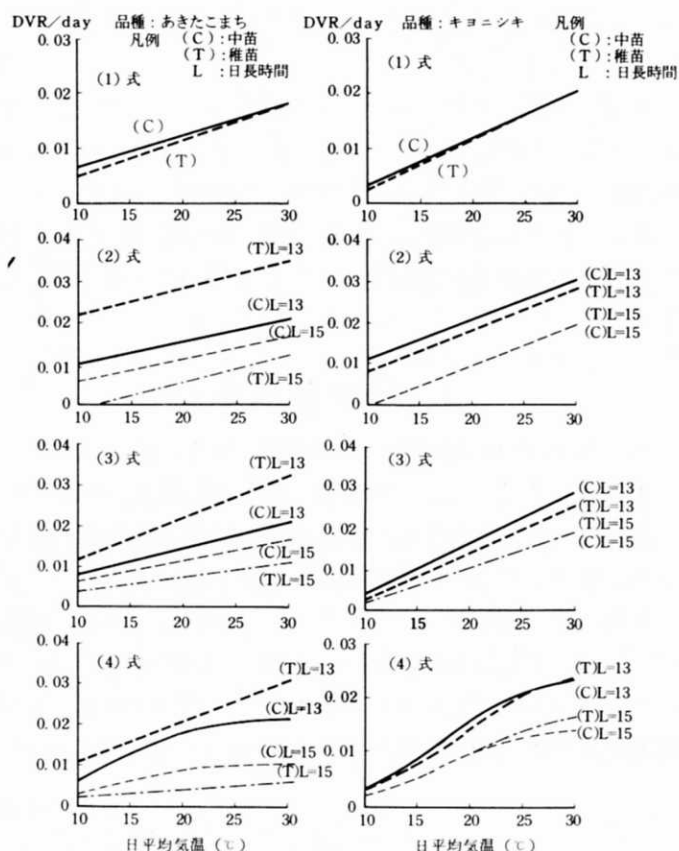


図1 移植から出穂期までのDVRと日平均気温・日長時間の関係

幼穂形成始期と出穂期の推定. 農業気象 45(3): 137-142.