

## 15. 飼料作物の生産力解明と好適作型図の開発

### 1) 環境要因からみた飼料作物生産力の解明

#### (1) とうもろこしの生育予測

草地飼料科 園田裕司・山下恒由

#### はじめに

サイレージ用とうもろこしについて、適切な栽培管理や効率的な作業の実施、また飼料給与計画等をスムーズに行うには発育の予測が可能であれば正確性が増すと考えられる。また異常気象条件下において栽培経験上での発育の予測が実際と大きくずれる場合などに発育予測ができれば農作業面での迅速な対応が可能と考えられる。

発育ステージを予測するには、一般的には有効積算温度を用いて説明する場合が多い。すなわち発育速度と温度とが直線関係にあるとみて品種ごとに絹糸抽出期や黄熟中期までに必要な有効な気温を積算して相対熟度を求め予測日を推定している。

この有効積算温度を用いた方法では、播種期が近い場合や、長日条件下、気温の年次変動が小さく狭い場合、さらには地理的により近くにある場合には比較的精度が高い発育予測が可能である。

しかし実際場面では、飼料作物は幅広い播種期があり生育期間中の日長の変化、さらには近年見られるような異常気象条件下での変動が大きい気温など発育速度と温度は直線的な関係にない。したがってより精度の高い予測を行うためには、年次変動が大きい気温条件での気温・日長時間と発育との関係を導きだし、その関係を用いて予測を行うことが必要となる。そこで飼料用とうもろこしの生育予測を行うため、絹糸抽出期を推定する際、DVRの式が適用できるか検討した。

#### 試験方法

##### 1. 解析に用いた品種およびデータ

1) 品 種：FFR747 (RM118)  
G4589 (RM125)

2) 生育データ：1988年～1993年度「飼料用とうもろこし優良品種選定試験」および1992年度の播種期移動試験の出芽期、絹糸抽出期のデータ。

3) 気象データ：長崎畜試観測の日平均気温

##### 2. 解析の手法

発育指数(DVI)が出芽期に0、出穂期に1となるモデルについて検討した。なお「DVI」は「DVR=発育速度」の積で表される。

DVRの計算には次の(1)～(4)式を用いた。

$$(1)式 \quad DVR = a(T - b)$$

$$(2)式 \quad DVR = aT + bL + c$$

$$(3)式 \quad DVR = a(T - b)(L - c)$$

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

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日照時間を表す。a、b、c、d、eはパラメータ。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。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プログラム、SIMPLE7Bを使用した。

#### 結果及び考察

1. 出芽期から絹糸抽出期までの日数とモデルから得た残差2乗和が最小になるようにして、4つの式のパラメータを求めた。
2. 推定日数の標準偏差を比較すると、FFR747の場合、気温のみである(1)式が1.19日とやや大きくなった。気温に日長を組み合わせた(2)、(3)、(4)式では、(2)式で0.86日と非常に小さくなり、(3)式では1.96日とやや大きく(4)式1.26日と(1)、(3)式よりやや小さくなった。G4589では、(1)式～(4)式間の標準偏差の差はわずかで、1.5日前後とやや小さくなった。
3. 最大誤差を比較すると、FFR747では(2)が-2.17日、(4)が-2.10と小さかったが(1)、(3)式は-3.54日、-3.64日となり(2)、(4)式よりやや大きく

なった。G4589では、4つの式の最大誤差は-3.17~-3.25日とやや大きくなったが、その差はわずかであった。

4. (1)~(4)式の推定日数の誤差の標準偏差は、FFR747では0.86~1.96日で、出芽期~絹糸抽出期までの日数の標準偏差は7.95日であるので、この4つの式を用いて実用的に意味のある予測ができることがわかった。G4589の場合も同様であった。

[具体的データ]

表1. 解析に用いた播種時期試験成績

年次	播種日	FFR747		G4589	
		出芽期	絹糸期	出芽期	絹糸期
'88	5.17	—	—	5.21	7.21
'89	5.15	5.21	7.18	5.22	7.20
'90	5.15	5.21	7.15	5.21	7.16
'91	5.13	5.19	7.14	5.20	7.17
'92	4.2	4.12	6.30	4.14	7.1
'92	4.21	4.28	7.6	4.29	7.8
'92	5.14	5.20	7.22	5.21	7.24
'92	6.2	6.7	8.3	6.8	8.4
'92	6.16	6.21	8.17	—	—
'93	4.23	4.30	7.5	—	—

注. 絹糸期は絹糸抽出期

表2. 得られたDVR関数形のパラメータ

品 種	式	a	b	c	d	e
FFR747	(1)	0.997822	5.01672			
	(2)	0.735437	4.75903	-6.56158		
	(3)	-0.09448	5.09022	120.029		
	(4)	184.641	492.091	0.476313	16.5734	51.0021
G4589	(1)	0.973544	5.01119			
	(2)	0.843069	1.86664	-2.81038		
	(3)	-0.0676555	5.11007	158.732		
	(4)	289.025	699.874	0.236303	16.8174	45.2304

(1)式  $DVR = a(T - b)$

(2)式  $DVR = aT + bL + c$

(3)式  $DVR = a(T - b)(L - c)$

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

表3. 実測日数と推定日数の誤差

	FFR747					G4589				
	A	(1)式	(2)式	(3)式	(4)式	A	(1)式	(2)式	(3)式	(4)式
標準偏差(日)	7.95	1.91	0.86	1.96	1.26	7.55	1.51	1.47	1.53	1.51
平均値(日)	56.90	0.14	-0.26	0.15	-0.01	63.88	0.23	-0.11	0.11	0.01
最大誤差(日)	—	-3.54	-2.17	-3.64	-2.10	—	-3.17	-3.25	-3.17	-3.22
相関係数	—	0.993	0.998	0.993	0.997	—	0.988	0.989	0.989	0.989

注. Aは出芽期から絹糸抽出期までの日数

5. 4つの式で、FFR747、G4589の両品種とも概ね2日以内で予測できた。FFR747の(2)、(4)式は最大誤差、標準偏差が小さく予測精度が特に高かった。

6. 今後の日平均気温の変動が、試験に用いた'88~'93のデータと同様な範囲で、リアルタイムな気温の予測ができれば概ね2~3日以内で予測可能と思われる。