

異常気象にも対応したなし生育予測モデルの作成

1. 試験のねらい

栃木農試で開発したなしの生育予測プログラムをもとに、平成8年度からなし生育診断を行っているが、近年の異常気象の年には、これまでの生育予測プログラムでは適合性が低下している。さらに、なし品種「にっこり」も栽培面積が増加し、農業経営の柱となっており、安定生産や作業管理の面から精度の高い生育予測が必要となってきた。

そこで、異常気象にも対応したなし生育予測プログラムを開発するため、1時間当たりの花芽の発育速度（DVR）モデルに基づく開花期予測や1日当たりの果実体積の生長速度（FVGR）に基づく果実肥大モデルなど、新たな解析手法を用いて高精度ななし生育予測モデルを作成する。

2. 試験方法

- (1) 開花予測モデルは、過去20年間の前年9月1日0時から開花期までの毎時の気温から、花芽の発育速度（DVR）モデルを活用し作成した。
- (2) 収穫期予測モデルは、過去20年間の収穫期と満開後の積算気温との関係から作成した。
- (3) 果実肥大予測モデルは、過去20年間の細胞分裂停止期の果実体積とその後の果実肥大との関係、日射量とその後の果実肥大との関係から作成した。
- (4) 果実生理障害予測モデルは、過去20年間の収穫前の気温および果実硬度との関係から作成した。
- (5) (1)から(3)は、幸水・豊水・にっこの3品種、(4)については豊水の予測モデルを作成した。

3. 試験結果および考察

- (1) 開花予測モデルは、花芽の自発休眠期の発育速度（ DVR_1 ）と他発休眠期の発育速度（ DVR_2 ）の2つの要因をもとに作成した（図-1下注）。実測値と予測値との誤差は、2日以内だった（図-1）。
- (2) 収穫期は、満開後の平均気温が高いほど（図-2）、また収穫前の平均気温が低いほど早まった。この関係から、重回帰分析を用い、収穫期予測モデルを作成した（表-1）。実測値と予測値との誤差は、概ね3日以内であった。
- (3) 果実肥大は、果実の初期肥大量（細胞分裂停止期の果実体積）が大きいほど、また果実肥大期の日射量が多いほど優れた（図-3）。これらの関係から、果実体積の生長速度（FVGR）を求め果実肥大予測モデルを作成した（表-2下注）。このモデルは、毎日の果実体積、果実横径、果重の予測が可能である。収穫時横径の実測値と予測値の誤差は5%以内だった（表-2）。
- (4) 豊水のみつ症およびす入りは、収穫前60～41日の平均気温が低いほど、満開後100日の果実比重が低いほど発生が多かった（表-3）。これらの関係から、豊水の果実生理障害予測モデルを作成した（表-3右注）。100%の確率で予測に適合した。

4. 成果の要約

発育速度（DVR）モデルや果実体積生長速度（FVGR）モデルなど、新たな解析手法を用いるとともに、新たににっこりも加えて、異常気象にも対応できる高精度ななし生育予測モデルを作成した。

（担当者 園芸技術部 果樹研究室 大谷義夫）

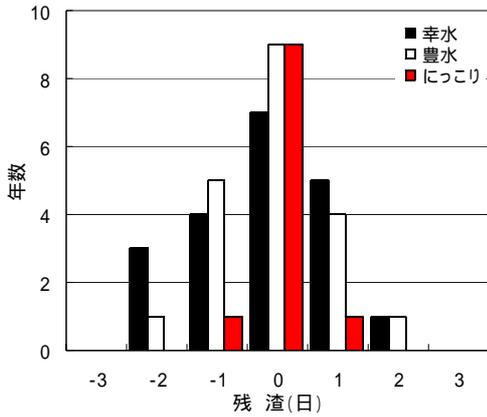


図-1 過去20年間の開花予測モデルによる予測値と実測値との誤差

注. 開花予測モデル

式に9月1日0時からの毎時の気温を代入し、DVI_tが2.2となった時点で、式に移行し求める。

$$DVI_t = \sum_{h=0}^n DVR_1 (n \text{時間後のDVI}_1) \dots \text{式 } DVI_2 = \sum_{h=0}^n DVR_2 (n \text{時間後のDVI}_2) \dots \text{式}$$

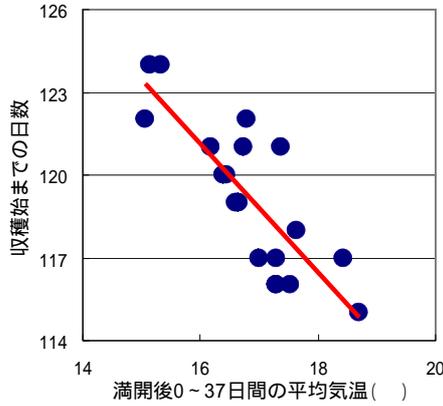


図-2 満開後0~37日間の平均気温と満開日~収穫始までの日数との関係(幸水)

表-1 収穫期予測モデルと実測値との誤差

品種	項目	推定誤差 RMSE	相関係数	予測式	予測値と実測値との誤差				
					1日未満	2日	3日	4日	4日以上
幸水	収穫始	1.49	r=0.8843***	-2.32007*X1+158.2275	9	7	3	1	0
	収穫盛	1.72	r=0.7892***	-2.37719*X1+170.3384	8	7	4	0	1
豊水	収穫始	1.84	r=0.8290***	-2.60673*X1+1.026349X2+157.8064	9	6	2	3	0
	収穫盛	1.82	r=0.8289***	-2.40729*X1+0.789164*X3+172.1007	6	9	3	2	0
につこり	収穫始	1.11	r=0.9631***	-2.8218*X4+1.720912*X5+189.8527	8	0	2	0	0
	収穫盛	1.85	r=0.9426***	-2.39541*X4+1.20146*X6+205.4467	5	2	2	0	1

注1. X1:満開日から38日間の平均気温、X2:収穫前70~41日間の平均気温、X3:収穫前60~41日間の平均気温。

X4:満開日から42日間の平均気温、X5:満開後131~160日間の平均気温、X6:満開後141~160日間の平均気温。

注2. 豊水の収穫前日数は、Y=-2.24772*X1+176.6229から収穫始を予測し、逆算して収穫前日数とする。

注3. ***は0.1%水準で有意。

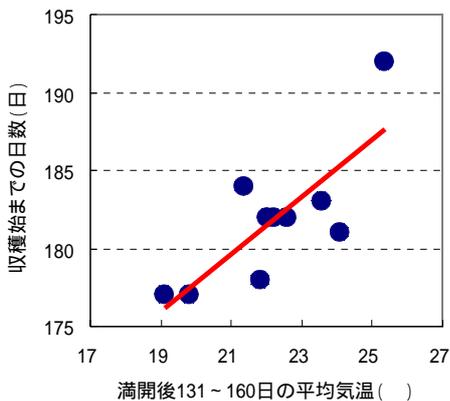


図-3 満開後131~160日間の平均気温と満開日~収穫始までの日数との関係(につこり)

表-3 みつ症及びす入りと気象要因等との相関係数

	みつ症	す入り
す入り	0.937***	
収穫始	-0.371	-0.443
収穫盛	-0.405	-0.462
満開0~38日の平均気温	0.214	0.212
収穫前60~41日の平均気温	-0.738***	-0.762***
満開後100日の果実比重	-0.847***	-0.814***
満開後110日の果実比重	-0.766***	-0.828***
満開後100日の果実硬度	-0.257	-0.318

注. ***は0.1%水準で有意。

表-2 過去20年間の収穫時果重の予測値と実測値との誤差

品種	±1%未満	±3%未満	±5%未満	±5%以上
幸水	6	15	20	0
豊水	7	16	20	0
につこり	2	6	9	0

注. 果実肥大予測モデル

満開後x日の果実体積(Vx)予測式(幸水)

$$Vx = V0 + \sum_{d=0}^{x-1} FVGR = V0 + \sum_{d=0}^{x-1} Kn \times Sd^{0.4687} \times V0^{0.339}$$

V0:細胞分裂停止期の果実体積(cm³),kn:パラメーター,Sd:日射量(MJ/m²)

果実横径Wx(cm)及び果重FW(g)予測式(幸水)

$$Wx = (5.968(V0 + \sum_{d=0}^{x-1} Kn \times Sd^{0.4687} \times V0^{0.339}) /)^{0.346}$$

$$FW = 0.8979 \times Vx^{1.0469}$$

式の指数やパラメーターについては品種により変動する

注. 豊水の果実生理障害予測モデル

みつ症Y=0.3111X1-0.4359X2+6.9866(r=0.7799***)

す入りY=0.3432X1-0.4982X2+7.9979(r=0.8026***)

X1:満開日から38日間の平均気温

X2:収穫前60~41日間の平均気温

***は0.1%水準で有意。

みつ症、す入りの発生予測は、それぞれの予測式をもとに、予測式の結果が2以上の場合はみつ症及びす入りの発生が多、1.5以下の場合は発生が少、1.5~2.0の場合は、満開後100日の果実比重が1.031以下の場合発生が多となる。

なお、収穫前日数は、Y=-2.24772*X1+176.6229から収穫始を求め、逆算して収穫前日数とする。