

ブドウ‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’の萌芽に必要な積算 温度に影響を及ぼす低温の時期と程度

誌名	園藝學會雜誌
ISSN	00137626
著者	高木, 伸友 田村, 史人
巻/号	56巻1号
掲載ページ	p. 24-30
発行年月	1987年6月

ブドウ 'マスカット・オブ・アレキサンドリア' の萌芽に
必要な積算温度に影響を及ぼす低温の時期と程度¹

高木 伸友・田村 史人

岡山県立農業試験場 709-08 岡山県山陽町

Evaluations of Chill Unit and Accumulated Temperature
for Prediction of Sprouting Date of 'Muscat of
Alexandria' Grapevines

Nobutomo TAKAGI and Humito TAMURA

Okayama Prefectural Agricultural Experiment
Station, Sanyou, Okayama, 709-08

Summary

The purpose of this study was to determine the accumulated chilling temperature necessary for sprouting of 'Muscat of Alexandria' (*Vitis vinifera* L.) grapevines. Mature grapevines in greenhouses were subjected to various cold temperatures at different times of the winter.

1. When the start of heating was delayed, which prolonged the duration of natural chilling, the accumulated temperatures from the beginning of heating to budbreak, as well as those calculated from November 21, were low. The accumulated temperatures were considerably decreased when vines were subjected to low chilling temperatures during the period from late November to late December. Thereafter, however, the low temperature did not reduce the accumulated temperatures.

2. The winter season from November 21 to February 28 was divided into 9 periods and the simple correlation coefficient between the mean temperature of each period and the accumulated temperature, which was summed up from the first day of each period to the day of budbreak, was calculated. The correlation coefficient was positive until early January but become negative thereafter. From November 21 to January 10, the lower temperature of each period contributed to a decrease in the accumulated temperature while after January 11, the higher temperatures caused the accumulated temperature to decrease.

3. Five periods were set from November 21 to January 10, and to each period was assigned a weighted seasonal factor. The hourly temperatures were collected to make a frequency distribution with a class interval of 2.5°C. A weighted chilling factor was given to each class of temperature, and the chill unit was then calculated as follows;

$$\begin{aligned} \text{Chill unit} &= \text{Number of hours of classified temperature} \\ &\quad \times \text{Weighted seasonal factor} \\ &\quad \times \text{Weighted chilling temperature factor.} \end{aligned}$$

A high negative correlation coefficient ($r = -0.968$) was recorded between the chill unit and the accumulated temperatures for budbreak. When heating was started on any day from early December to mid April, the chill unit was highly effective for predicting the accumulated temperatures from the beginning of heating to budbreak.

¹ 1986年5月9日受理

本研究は農林水産省総合助成試験費補助金によって行われた。

緒 言

ブドウのガラス室栽培で、室内のビニル被覆とか地中熱交換、あるいは重油の燃焼等による室温の上昇（加温）によって生育促進を図ろうとするとき、その加温開始日から萌芽するまでの間にどのくらいの積算温度が必要であるかをあらかじめ知ることができれば、加温開始日の決定や管理温度目標の設定に役立つ。

ブドウの自発休眠の完了には一般に 7.2°C 以下の低温が有効(1, 4, 6)とされ、芽が低温にあわないと、萌芽が不良で不ぞろいになることが知られている(7)。しかし、休眠完了に必要な低温にさらされる時間数については、研究者によって見解がかなり異なっている(1, 4, 6, 12)現状であり、一部の農家では、まだ十分低温にさらされていない12月上旬から加温を開始する栽培も行われている。

このようなことから、著者らは、低温にさらされた時期別温度別時間数と、萌芽に要した積算温度の実態を調査し、加温を開始する前の温度条件と加温を開始してから萌芽するまでに必要な積算温度との関係について検討した。

材料及び方法

岡山県立農業試験場のガラス室に栽植されているブドウ‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’の成木を供試した。供試樹はいずれも樹冠占有面積 62 m² の大木仕立の短梢せん定樹で、樹齢は実験初年目(1980年)に12年生であった。1980年の冬から1984年の春までの4シーズンの間に毎年6樹を用い、1樹1区として延べ24区設定した。各区とも窓を開放して自然温度下で低温にさらし、加温開始時に全窓を閉め、第1表に示した方法によって室温の上昇を図った。

室温の測定は室内中央棚下で、地上高 1.5 m の位置に設置したサーミスタで行い、各年とも11月21日の1時から萌芽日の24時までの期間について、1時間間隔で温度を読み取り、階級幅 2.5°C の度数分布表にまとめた。解析に用いた平均室温は、階級値に頻度を掛けた合計を時間数で割って求め、積算温度は 0°C を上回る温度階級のみについて、階級値に頻度を掛けた合計として求めた。

一方、1区当たり30本の結果母枝に印を付けておき、その母枝から生長を開始した芽のうち、健全な花穂が着生していると思われる芽を1母枝当たり1本選び、その芽にわずかに緑色が認められた日(長さ 7 mm)を萌芽日として平均萌芽日を求めた。そして、次の3点について検討した。

第1表 加温処理法及び処理開始日と11月21日から処理開始日までの日数

年次	区 No.	処 理 区	処理開始月日	11月21日から処理開始日までの日数
1980—81	1	内張りカーテン1層-1	12月3日	13
	2	内張りカーテン1層-2	12月23日	33
	3	水熱交換	1月12日	53
	4	地中熱交換	1月12日	53
	5	温湯加温	2月1日	73
	6	全窓開放	—	—
1981—82	7	水熱交換	1月13日	54
	8	地中熱交換-1	1月13日	54
	9	地中熱交換-2	1月13日	54
	10	室外集熱	1月13日	54
	11	全窓閉鎖	3月3日	103
	12	全窓開放	—	—
1982—83	13	内張りカーテン1層	1月2日	43
	14	水熱交換	1月2日	43
	15	地中熱交換	1月2日	43
	16	室外集熱	1月22日	63
	17	全窓閉鎖	2月15日	87
	18	全窓開放	—	—
1983—84	19	水熱交換	2月8日	80
	20	地中熱交換	2月8日	80
	21	内張りカーテン1層-1	2月22日	94
	22	内張りカーテン1層-2	2月22日	94
	23	全窓閉鎖	3月19日	120
	24	全窓開放	—	—

1. 11月21日から加温開始日までの日数と萌芽日までの積算温度

11月21日から加温開始日までの日数を数える一方、加温開始日の翌日の1時から萌芽日の24時まで、及び11月21日の1時から萌芽日の24時までの積算温度を求めた。そして、11月21日から加温開始日までの経過日数と加温開始翌日から萌芽日までの積算温度、及び11月21日から萌芽日までの積算温度との両回帰式を求め、加温開始日の早晚による積算温度の相違について検討した。次に、後者の回帰式による推定値と実測値との差が、それらの標準誤差を上回る区を抽出し、実測値の大きかったグループと小さかったグループとに分けた。そして、両グループ間における 5°C 以下、5.1~10.0°C、10.1°C 以上の温度範囲別時間数を、11月21日から12月10日まで、12月31日まで、各区の加温開始日まで、及び萌芽日までの四つの期間別に比較した。

2. 期間別平均室温とその期間の翌日から萌芽日までの積算温度

11月21日から12月10日まで、12月1日から12月20日ま

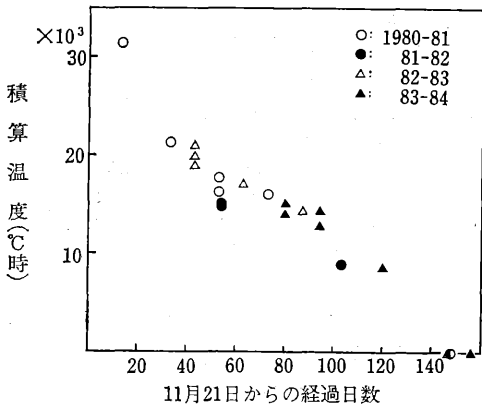
のように、11月21日から2月28日までの間を第4表に示したように2旬ごとの期間に分けて平均室温を求めた。また、それぞれの期間の翌日から萌芽日までの積算温度を求め、平均室温と積算温度との関係を単相関で検討した。

3. 低温にさらされる時期及び低温の程度と萌芽に必要な積算温度

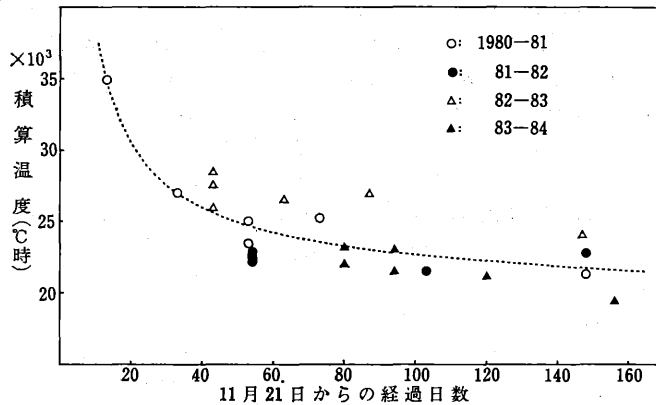
上記1及び2の検討結果を基に、時期については11月21日から1月10日までを旬別に五つに分け、それぞれの

第2表 chill unit 及び積算温度を計算した期間

処理開始日による区分	chill unit を計算した期間	積算温度を計算した期間
1月10日まで の処理区	・11月21日の1時から 加温処理開始日の24 時まで	・加温処理開始日の翌 日の1時から萌芽日 の24時まで
1月11日以降 の処理区	・11月21日の1時から 1月10日の24時まで	・1月11日の1時から 萌芽日の24時まで



第1図 11月21日から加温開始日までの日数と加温開始日の翌日から萌芽日までの積算温度



第2図 11月21日から加温開始日までの日数と11月21日から萌芽日までの積算温度

旬に係数(時期係数)を適宜与えるとともに、温度についても同様に温度階級ごとにそれぞれ係数(温度係数)を与えた。そして、“時期別温度階級別時間数×時期係数×温度係数の和”(以下これを chill unit とする)を求め、これと、萌芽日までの積算温度との単相関係数を計算し、単相関係数の高くなる時期係数と温度係数とを探索した。なお、chill unit を計算した期間と積算温度を計算した期間とを第2表に示した。

そして、比較的高い相関係数の得られた時期係数、温度係数による chill unit と萌芽日までの積算温度との回帰式及び標準誤差を求めた。

結 果

1. 11月21日から加温開始日までの日数と萌芽日までの積算温度

11月21日から加温開始日までの経過日数と加温開始日の翌日から萌芽日までの積算温度との関係を第1図に示した。全般に、加温開始日の早い区、すなわち、自然温度下にあった期間の短い区で萌芽日までの積算温度が多く、最も早く加温を開始した11月21日からの経過日数13日の区では約 31,500°C 時を要した。それが、経過日数40日目ごろになると約 20,000°C 時に減少し、80日目ごろには 15,000°C 時に、120日目ごろには 8,000°C 時程度となり、加温開始日が遅くなるに従って萌芽日までの積算温度がほぼ直線的に減少した。また、全窓開放区では、経過日数147日目(1981, 82年), 148日目(1983年)及び156日目(1984年)に萌芽した。

次に、11月21日から加温開始日までの経過日数と11月21日から萌芽日までの積算温度との関係を第2図に示した。加温開始日が遅く、自然の低温下にあった期間の長かった区で少ない積算温度で萌芽する傾向があったが、経過日数に対する積算温度の減少量は前者のように直線

第3表 萌芽に要した積算温度の多い^zグループと少ない^yグループとの間における温度範囲別経過時間数の相違 (1980-81~1983-84)

萌芽に要した積算温度	区 No.	11月21日~12月10日			11月21日~12月31日			11月21日~処理開始日*			11月21日~萌芽日		
		5°C以下	5.1~10°C	10.1°C以上	5°C以下	5.1~10°C	10.1°C以上	5°C以下	5.1~10°C	10.1°C以上	5°C以下	5.1~10°C	10.1°C以上
多いグループ	13	171	143	166	426	284	274	446	298	288	725	869	1,142
	14	169	142	169	416	284	284	436	294	302	474	797	1,273
	16	169	145	166	419	283	282	676	471	365	826	633	1,181
	17	152	164	164	393	314	277	999	609	480	1,230	879	1,155
	18	187	134	159	456	272	256	1,557	943	1,028	1,557	943	1,028
	平均	170	146	165	422	287	275	823	523	493	962	824	1,156
少ないグループ	7	211	158	111	499	266	219	675	341	280	847	651	1,022
	8	211	157	112	502	273	209	678	354	264	704	802	942
	9	211	156	113	494	258	232	669	327	300	747	495	1,062
	10	214	159	107	505	264	215	683	349	264	762	824	934
	24	234	130	116	568	257	159	2,193	810	741	2,193	810	741
		平均	216	152	112	514	264	207	980	436	370	1,051	716
		**		**	**	*	**						*

^z 推定値+標準誤差より多い ^y 推定値-標準誤差より少ない * 第1表参照
 *, ** 5% 水準(*), 1% 水準(**) で有意

的ではなく、時期によって大きく異なった。すなわち、経過日数30日目ごろまでの間に萌芽日までに要する積算温度が急速に減少し、その後緩慢となって50日目ごろから後になると、加温開始日が更に遅くてもそれによる積算温度の減少はわずかとなった。そこで、11月21日から加温開始日までの経過日数(x)と、11月21日から萌芽日までの積算温度(y)との回帰式を求めたところ、次式の曲線で示され(第2図中の双曲線)、標準誤差は1,768°C 時であった。

$$y = 14242 + 8927 \left(\frac{1}{\log x} \right) + 15928 \left(\frac{1}{\log x} \right)^2$$

ところで、第2図にみられるように、1980-81年次は各区とも回帰線近くに分布していたのに対し、1981-82年次は回帰線より下に、1982-83年次は回帰線より上に分布する区が多かった。そこで、このような大きな誤差を生じた理由を検討するため、回帰式による推定値に標準誤差を加えた値より実測値が大きい区と、推定値から標準誤差を引いた値より実測値が更に小さい区とを抽出し、両グループ間で温度範囲別時間数を比較した(第3表)。その結果、11月21日から12月10日まで、及び11月21日から12月31日までの期間では、積算温度の少ないグループで5°C以下での経過時間数が多く、10.1°C以上の経過時間数が明らかに少なかった。しかしながら、11月21日から加温開始日までの期間では、低温域での経過時間数、高温域での経過時間数とも加温開始日の遅い区が多く、グループ間での差は明らかでなかった。ま

第4表 期間別平均室温とその翌日から萌芽日までの積算温度との単相関係数

平均室温(x)を計算した期間	積算温度(y)を計算した期間	単相関係数 r
11月21日~12月10日	12月11日~萌芽日	0.702**
12月1日~12月20日	12月21日~萌芽日	0.691**
12月11日~12月31日	1月1日~萌芽日	0.713**
12月21日~1月10日	1月11日~萌芽日	0.531**
1月1日~1月20日	1月21日~萌芽日	0.033
1月11日~1月31日	2月1日~萌芽日	-0.618**
1月21日~2月10日	2月11日~萌芽日	-0.786**
2月1日~2月20日	2月21日~萌芽日	-0.833**
2月11日~2月28日	3月1日~萌芽日	-0.859**

* 1984年は2月29日

** 1% 水準で有意

た、11月21日から萌芽日までの期間においては、高温域での経過時間数が積算温度の多いグループで多かった外は判然としなかった。

2. 期間別平均室温とその期間の翌日から萌芽日までの積算温度

11月21日から2月28日までの期間を2旬別に分けて求めた平均室温と、それぞれの期間の翌日から萌芽日までの積算温度との単相関係数を第4表に示した。11月21日から12月10日まで、12月1日から12月20日まで、12月11日から12月31日まで、及び12月21日から1月10日までの各2旬別平均室温と、それぞれの期間の翌日から萌芽日までの積算温度との間に有意な正の相関が認められ、これらの期間においてはいずれも平均室温が低いと、その

第5表 chill unit の計算における時期係数及び温度係数の配分

時 期	係数	温度 (°C)	係数
11月21日～12月10日	1	≤ 2.5	1
12月11日～12月20日	0.9	2.6- 5.0	0.8
12月21日～12月31日	0.7	5.1- 7.5	0.5
1月 1日～ 1月10日	0.5	7.6-10.0	0.3
1月11日～	0	10.1-15.0	0.2
		15.1≤	0

期間の翌日から萌芽日までの積算温度が少ない傾向であった。次の1月1日から1月20日までの期間については、この期間の平均室温と翌日の1月21日から萌芽日までの積算温度との間に有意な関係が認められなかった。ところが、1月11日から1月31日までの期間以降の2旬別平均室温とそれぞれの期間の翌日から萌芽日までの積算温度との間では、いずれも有意な負の相関が認められ、これらの期間においては室温が高いと、その後萌芽日までの積算温度が少ない傾向であった。

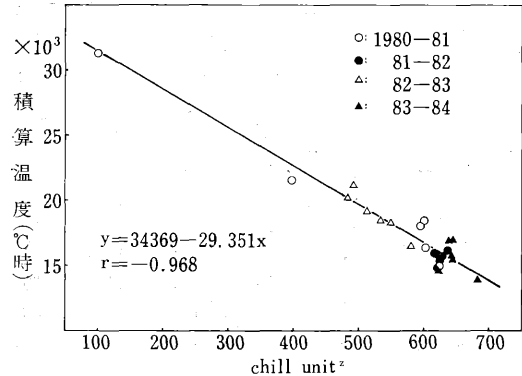
このように、1月上・中旬を境にして相関が正から負に転じ、12月下旬ないし1月上旬までは、室温が低ければその後萌芽日までの積算温度が少なく、1月中旬以降では室温が高ければその後萌芽日までの積算温度が少ない傾向であった。

3. 低温にさらされる時期及び低温の程度と萌芽に必要な積算温度

萌芽日までの積算温度との単相関係数が高い chill unit が得られた時期係数と温度係数とを第5表に示した。そして、この係数を用いて計算した chill unit と萌芽日までの積算温度との関係を第3図に示した。単相関係数 r は -0.968 であって、極めて高い負の相関となり、第2図のような年次による偏りもみられなかった。このように、時期については早い時期に、温度については低い温度に大きい係数を与えると相関係数が高かった。また、第3図に示した回帰式によって標準誤差を求めたところ 904°C 時であった。

考 察

ブドウの休眠は9月下旬から10月下旬に最も深く、それを過ぎると覚醒し始め、完全に覚醒するのは1月下旬ないし2月上旬とされている(4)。自発休眠の完了に必要な低温の経過時間(低温要求量)については多数の報告がある(1, 4, 6, 12)。これらによると、実験条件が一致していないためか、最少200時間(6)から最長3,500時間以上(1)に及び、研究者によって大きく異なっている。一方、堀内ら(3)は10月下旬から11月上旬において、自然状態ではまだ低温が訪れない時期に、すでに一部休眠



第3図 chill unit と萌芽に要した積算温度との関係
* 時期別温度別時間数×時期係数×温度係数の和(第2表, 第5表参照)

覚醒が始まっていることを認めており、また、実際栽培においても、12月上旬から加温を開始する作型がある。これは、あまり長時間低温にさらされなくても、あるいは例え自発休眠が完了していなくても、12月上旬になると加温を行えば萌芽し得る程度に休眠が覚醒していることを示している。

自然温度下ではブドウは4月中旬に萌芽する。したがって、加温を開始する日が自然に萌芽する日に近ければ近いほど、すなわち、加温開始日が遅ければ遅いほど、加温を開始してから萌芽するまでに必要な積算温度が少ない(第1図)のは当然であろう。ところが、どの区もまだ加温を開始していない11月21日を起算日とした積算温度においても、加温開始日が遅いと萌芽するまでの積算温度が少ない結果が得られた(第2図)。小西(5)は生理的生長活性の低いときを休眠としたが、このように、加温を行えば生長を開始する状態になっている12月上旬以降であっても、自然の低温にさらされることによって少ない積算温度で萌芽するようになることは、この間に生長活性が一層向上したことを示すものであろう。

ところで、休眠芽の萌芽に要する積算温度が少なくすむほど生長活性の高い樹体条件とするならば、生長活性の上昇速度は時期によって異なると予想される。第2図にみられるように、まだそれほど室温の低下していない12月上・中旬に積算温度の減少量が大きく、室温の十分に低下する1月中旬以降ではその減少量がわずかであることがこれを示唆している。また、加温開始日の早晚と11月21日から萌芽日までの積算温度との関係が全体として双曲線で示されることから、生長活性の最高に達した時期、すなわち、休眠の完了した時期がいつかは明確でないように思われる。このように、初期には急速であるが、日数の経過とともに覚醒速度が減少するのであれ

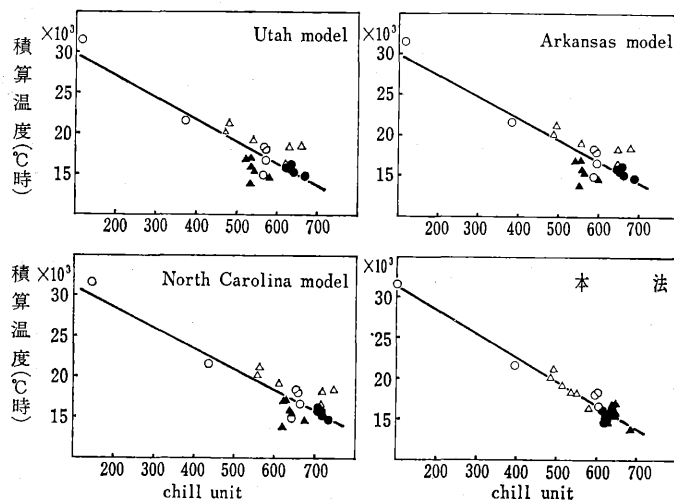
ば、休眠の完了に必要な低温の時間数が研究者によって異なるのは当然かもしれない。

本実験では、11月21日から萌芽日までの積算温度が年次によって大きくばらついた。そして、少ない積算温度で萌芽したグループは、11月21日から12月31日までの間の5°C以下の低温域での経過時間数が明らかに多かった。この11月21日から萌芽日までの積算温度のばらつきが、低温量の相違によって生じたものであるとするならば、萌芽時までの間にさらされた低温の総量ではなく、12月下旬までの間にさらされた低温量の差によるものと考えられる。さらに第4表でも示されたように、1月上旬までは平均室温が低ければ、その後萌芽日までの積算温度が少ない傾向にあることも、低温の程度が生長活性の向上に関与していることを示すものであろう。しかし、1月中旬以降になると室温が高いほど萌芽に必要な積算温度が減少する(第4表)。著者ら(11)は先に、生長零度を様々な温度に仮定して検討し、これを0°Cとしたときに、室内の温度条件が異なっても、1月中旬または下旬から萌芽日までの積算温度が15,000°C時あまりではほぼ一致することを示した。すなわち、1月中旬以降になると、その時々を蓄積し、萌芽に必要な積算温度へ近づいていると考えるのが妥当のように思われる。

ところで、Erez and Lavee(2)はモモの休眠覚醒が低温の程度によって異なることを認め、低温量の計算に当たっては温度に重み付けをすべきであると提唱した。Richardsonら(9)は温度別経過時間数にそれぞれの温度に対応した係数を掛け、その和を“chill unit”とし、モ

モの休眠覚醒に必要な chill unit は一定であるとした。その後、Norvell and Moore(8)はハイブッシュ・ブルーベリーで、Shaltout and Unrath(10)はリンゴで、Richardsonら(9)より少し異なる係数を用いて、休眠打破に必要な chill unit モデルを示している。これら3種類のモデルでは、2.5-9.1°C(9,10)、または7.2°C(8)の係数を1とし、これより高い温度にも低い温度にも1より小さい係数を与えている。ところが、本実験においては第3表、第4表から示唆されるように、これらより低い温度で休眠覚醒効果が高いように思われる。さらに、これらのモデルでは低温にさらされる時期については何ら考慮されていない。すなわち、既に提唱されている3種類の chill unit モデル(8,9,10)と本法との異なる点は、低温域の係数を大幅に大きくしたことと、低温にさらされる時期を係数化したことである。ちなみに、Richardsonら(9)による Utah model, Norvell and Moore(8)による Arkansas model, 及び Shaltout and Unrath(10)による North Carolina model で示された係数を用いて本法と同じ期間(第2表)の chill unit を計算し、これらと本法とを比較した(第4図)。すると、萌芽に要する積算温度との関係においては、本法がより密接であった。

このように、休眠の覚醒程度は1月上旬ごろまでの間のどの時期に、どの程度の低温に何時間さらされたかによってほぼ決定され、その覚醒程度によって、萌芽までにどのくらいの積算温度が必要であるかが決まるものと考えられる。それゆえに、時期(旬)と低温の程度(温度階級)とにそれぞれ適当な係数を与え、時期別温度階



第4図 各モデルによる chill unit と萌芽に要した積算温度との関係の比較

級別時間数にその係数を掛けて求めた chill unit と、その後萌芽日までの積算温度との間に極めて高い負の相関が認められるのであろう。

この方法によれば、休眠覚醒の不十分な12月上旬から自然に萌芽する4月中旬までの間の任意の時期に加温を開始したとき、その時点から萌芽するまでに必要な積算温度をほぼ正確に推定することができる。したがって、本法は実際栽培において、萌芽日を想定した加温開始日の決定や管理温度目標の設定に応用できるものと思われる。

摘 要

ブドウの休眠芽が萌芽するまでにどのくらいの積算温度が必要であるかを知るため、ガラス室に栽植されたマスカット・オブ・アレキサンドリアの成木を供試して、低温にさらされる時期及び低温の程度と萌芽に要した積算温度との関係について検討した。

1. 加温開始日が遅く、低温にさらされた期間が長ければ、加温を開始してから萌芽するまでの積算温度が少ないのみならず、加温を開始する前の11月21日を起算日とした積算温度においても明らかに少なかった。この萌芽に要する積算温度は11月下旬～12月下旬の低温によって大幅に減少したが、1月上旬まで低温にさらしておく、それ以上長期間低温にさらしてもほとんど減少しなかった。

2. 11月21日から2月28日までの間を九つの期間に分けたとき、各期間の平均室温と、それぞれの期間の翌日から萌芽日までの積算温度との単相関係数は1月上・中旬を境にして正から負に変わった。すなわち、11月21日から1月10日までの間では、どの期間においても平均室温が低いとその期間が経過した後から萌芽日までの積算温度が相対的に少なく、1月11日以降の期間ではいずれも平均室温が高いとその後萌芽日までの積算温度が相対的に少なかった。

3. 11月21日から1月10日までの期間を旬別に五つの期間に分け、それぞれの期間に係数(時期係数)を与え、室温を階級幅2.5°C間隔の度数分布表にまとめ、その温度階級にも係数(温度係数)を配分して、“時期別温度階級別時間数×時期係数×温度係数の和”(chill unit)を計算し、これと萌芽日までの積算温度との単相関係数を求めたところ、 $r = -0.968$ の極めて高い負の相関があった。したがって、時期別温度別経過時間に重み付けをした chill unit を用いれば、12月以降の任意の加温開始

日から萌芽日までの積算温度をほぼ正確に推定することができるものと思われる。

謝 辞 本稿をとりまとめるに当たり、元果樹試験場安芸津支場長中川行夫博士の御指導を賜りました。記して感謝の意を表します。

引用文献

1. EGGERT, F. P. 1951. A study of rest in several varieties of apple and in other fruit species grown in New York State. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 57: 169—178.
2. EREZ, A. and S. LAVEE. 1971. The effect of climatic conditions on dormancy development of peach buds. I. Temperature. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96: 711—714.
3. 堀内昭作・中川昌一・加藤彰宏. 1981. ブドウ芽の休眠の一般的特徴. 園学雑. 50: 176—184.
4. 高馬 進. 1953. 落葉果樹の自発休眠に関する研究(I) 自発休眠の開始, 完了並びに自発休眠の深さについて. 信州大学紀要. 3: 1—16.
5. 小西国義. 1982. 植物の生長と発育. p. 184—202. 養賢堂. 東京.
6. MAGOON, C. A. and I. W. DIX. 1943. Observations on the response of grape vines to winter temperature as related to their dormancy requirements. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 42: 407—412.
7. 中川昌一. 1960. 果樹栽培生理新書・葡萄. p. 105—168. 朝倉書店. 東京.
8. NOVELL, D. J. and J. N. MOORE. 1982. An evaluation of chilling model for estimating rest requirements of hightbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107: 54—56.
9. RICHARDSON, E. A., S. D. SEELEY and D. R. WALKER. 1974. A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. HortScience. 9: 331—332.
10. SHALTOOT, A. D. and C. R. UNRATH. 1983. Rest completion prediction model for 'Starkrimson Delicious' apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108: 957—961.
11. 高木伸友・田村史人. 1983. ブドウ 'Muscat of Alexandria' のほう芽促進に対する有効温度. 園学中四国支部要旨. 昭58. 11.
12. 吉村不二男. 1962. 冬季の気温が落葉果樹の休眠に及ぼす影響. 第6報. モモ, ナシ, ブドウおよびカキの休眠の完了に必要な低温量. 園学雑. 30: 351—356.