

ブドウの生育におよぼす温度の影響（第1報）

一時的な高温・低温がデラウェアの生育におよぼす影響

宮川 煦*・竹下 修**

Influence of Temperature on Growth and Development of Grape vines

(I) Influence of Temporary High or Low Temperature on Growth of 'Delaware' Vines

Atushi MIYAGAWA and Osamu TAKESHITA

I 緒 言

島根県においては、ブドウ栽培面積の大部分をデラウェア種が占めている。そして、その栽培面積の75%にあたる350haがハウス化され、そのうちの40%は加温栽培である。1979年の総販売額の約60%にあたる24億円は加温栽培によるものであり、島根ブドウの主力の作型は実質的には加温栽培にあるといつてよい。

しかし、最近の石油燃料の高騰と入手難はこれまでのように加温栽培を安易にとり入れることを不可能にするものと思われる。したがって、現在の早出し作型の販売ならびに労力面の有利性を生かすためには石油燃料消費の少ない栽培体系を早急に確立する必要がある。その場合どのような温度管理の体系をとるにせよ、昼間の太陽エネルギーによって得られた高温を夜間まで維持、利用するというものにならざるを得ない。一方、一般ブドウ園では果粒の日射病、葉焼けなどの高温障害や晩霜害による枝葉の枯死、あるいは高温、低温の影響と考えられる花穂の退化や花振いがみられる。このような問題点を解決するためにはブドウの生育時期別の高温および低温に対する限界値を確認しておくことがきわめて重要となってきた。

従来、デラウェアブドウの限界温度については、高温では小林ら⁷⁾、低温では木村⁴⁾、CLARK¹⁾、中川ら¹¹⁾の報告があるが、これらはいずれも特定の生育ス

テージに限られたものであり、いわゆる年間を通じての生育時期別温度限界を求めた報告はみあたらない。

筆者らは1975年からハウスデラウェアの省燃料的な加温法を確立するため試験に着手してきている。その一環として、生育時期別の一時的な高温、低温がデラウェアブドウの生育と果実におよぼす影響について一連の試験を実施してきた。このたび、主な生育時期について、おおむね限界温度を推察することができたので、ここにとりまとめ報告する。

なお、本試験は浜田分場において1975年から'79年まで総合助成（中核）研究課題として岡山県農業試験場、大阪府農林技術センターおよび香川県農業試験場府中分場と共同で実施したものの一部である。

本試験実施するにあたり、貴重なご助言をいただいた農林水産省果樹試験場、同安芸津支場、同中国農業試験場および各県の関係各位、深いご配慮とご激励を賜った元島根県農業試験場長尾添茂博士、前島根県農業試験場長村上英行博士に深甚の謝意を表す。また、終始ご協力をいただいた島根県農業試験場大社試験地藤田武夫主任研究員、同果樹科高橋園昭科長、同倉中將光主任研究員、同病虫科宮崎隆主任研究員の諸氏ならびに浜田分場職員各位に対して感謝の意を表する。

II 試験方法

1. 供試材料

実験に用いたブドウは、1971年に直径約30cmの素

焼鉢に1年生苗を植えつけ養成したデラウェアの自根樹である。結果母枝は1樹あたり1~2本残し、それを3~4芽で剪定した。萌芽後は1樹あたり2新梢、1新梢あたり2花（果）穂に制限して、1処理に3樹（鉢）を用いた。

なお、供試樹の管理は1975~'76年には自然状態で、1977~'79年には萌芽約10日前から成熟期まで無加温のガラス室で、その他の期間は自然状態で栽培した。肥料は落葉期に油粕を1鉢あたり50g施し、枝の誘引は適宜行った。かん水は温度処理直前には十分行いその他の時期には適宜行った。すべてジベレリン処理を行い、果房には袋をかけた。

2. 処理方法

1) 処理時期

- (1) 休眠期~萌芽期：12~3月、萌芽5~7日前、萌芽期、萌芽7日後
- (2) 萌芽~初期新梢伸長期：萌芽期、展葉期、展葉3~4枚期、展葉6~7枚期
- (3) 開花期前後：ジベレリン前処理期（直後）、開花期（開花50~70%）ジベレリン後処理期（直後）
- (4) 果粒肥大期~成熟期：満開30日後（果粒長径1.0~1.2cm、短径0.8~1.0cm）ベレーゾン期（糖度11~12度）、成熟期（糖度17.0~17.5度）
- (5) 収穫後から落葉期：9~11月

2) 処理温度および時間

温度は高温側で40°C、45°Cおよび48°C、低温側で3°C、1°C、0°C、-1°C、-3°C、-5°Cおよび-9°Cとし、時間は10分から16時間までそれぞれの生育時期によって変えた。

3) 処理方法

高温処理は1975年には無加温のガラス室内に作った約3m²のビニールハウスで、1976~'79年には電気低温恒温器（暗黒状態）で、低温処理は1975年には6m³の冷蔵庫で、1976年~'79年には電気低温恒温器で行った。

温度の測定は、1975年には自記温度計、1976~'79年には電気低温恒温器の温度計を用いた。いずれも実験毎にベックマン標準温度計と比較調整し正確を期した。

なお、処理時間はあらかじめ室および器内を目的とする温度に調整しておき、鉢を速かに搬入して、再び目的とする温度に達してから正確に計時した。

3. 調査方法

高温、低温による障害の判断は主に各器官の枯死、萎凋、変形および変色などを指標にして行った。最終的には収穫果房の異状の有無を確認して判断した。

III 試験結果

1. 休眠期~萌芽期における高温、低温の影響

休眠期から萌芽期前後における高温、低温がデラウ

第1表 休眠期における月別の高低温処理と主芽の生死 (1979)

温度	時間	月	供試芽数	主芽枯死率
°C	h		個	%
48	5	12	24	0
		1	18	0
		2	15	0
-9	16	3	17	100.0
		12	16	0
無処理区			18	0

第2表 休眠期における月別の高低温処理と生育 (1979)

温度	時間	月	萌芽期	展葉期	新梢長		花穂数	花穂長	
					III/29	IV/26		IV/13	IV/19
°C	h		月日	月日	cm	cm	個	cm	cm
48	5	12	3.20	3.24	6.9	123.0	3.8	4.6	8.2
		1	3.22	3.25	5.3	116.2	3.3	4.3	7.3
		2	3.26	3.28	2.4	99.7	3.3	4.0	7.1
-9	16	12	3.26	3.29	2.0	92.5	3.3	3.5	6.9
		無処理区	3.25	3.28	2.8	109.0	3.3	4.1	7.0

* 果樹科 ** 現次長

エアの主芽の生死とその後の生育におよぼす影響をみた結果は第1～第4表のとおりである。なお、休眠期における温度処理はいずれの月も中旬に行った。

1) 休眠期

高温に対する影響をみると、48°C・5時間で12月、1月および2月の各処理区とも主芽の枯死はみられな

第3表 催芽期前後の高低温と主芽の生死

処理時期	温度	時間	主芽の枯死状況			
			1975	1976	1977	1978
	°C	h				
催芽期前 5～7日	48	5			+	++
	45	5				-
	40	5	-			
	-9	16				-
催芽期	48	5		-		±
	45	5				-
	40	5	-			
	-5	16		-		
催芽期後 7日	-9	16				+
	48	5			++	
	45	5				-
	40	5	-			
	-5	16				-
	-9	16				++

注) ++ 全枯死 + 半数以上枯死
± 半数以下枯死 - 枯死なし

第4表 催芽期前後の高低温と生育

年次	処理時期	温度	時間	萌芽期	展葉期	開花期	花穂数	果房長	果房重
		°C	h	月日	月日	月日	個	cm	g
1976	催芽期	48	5	4.25	5.2	6.8	2.7	0	0
	催芽期	-5	16	4.17	4.22	6.3	2.8	9.0	23.1
	催芽7日後	-5	16	4.16	4.21	6.3	3.3	8.8	24.9
	無処理			4.14	4.16	6.3	3.3	8.8	22.7
1977	催芽5～7日前	-9	16	4.4	4.10	5.20	2.5	7.5	38.3
	催芽期	45	5	4.6	4.12	5.24	2.6	7.6	45.4
	催芽7日後	45	5	4.6	4.12	5.25	2.5	6.7	37.6
	無処理			4.4	4.9	5.19	2.4	7.4	42.0
1978	催芽5～7日前	45	5	4.9	4.11	-	2.0	-	-
	無処理			4.3	4.9	-	2.0	-	-

かった。しかし、3月処理区ではすべての主芽が枯死した。その後の生育状況をみると12月処理区と1月処理区はそれぞれ5～3日の萌芽促進効果がみられるとともに新梢の伸長も優れていた。しかし、2月処理区は萌芽の促進もみられず、新梢の伸びもやや劣った。一方、低温に対する影響をみると、-9°C・16時間で主芽の枯死はみられなかったが、新梢伸長はやや劣った。

なお、花穂の着生数と大きさについては高温、低温処理の影響はほとんどみられなかった。

2) 催芽5～7日前

高温に対する影響をみると、40°C・5時間では主芽の枯死やその後の生育に何ら障害がみられなかった。しかし、45°C・5時間になると主芽の枯死はみられなかったが萌芽、萌芽が5～6日おくれ、また新梢も5月11日の調査で無処理区が110.0cmであるのに対し84.3cmとやや劣った。さらに48°C・5時間になるとほとんどの主芽が枯死した。この時期の温度の上限は45°C・5時間程度と考えられる。

一方、低温に対する影響をみると、-9°C・16時間でも主芽の枯死がみられず、しかもその後の生育も無処理区とほとんど差がみられなかった。

3) 催芽期

高温に対する影響をみると、40°C・5時間では催芽5～7日前と同様、主芽の枯死がみられず、その後の生育にも何ら障害が認められなかった。しかし、45°C・5時間では主芽の枯死はみられなかったもの



デラウェアブドウの休眠期における高温の影響

の萌芽が2日遅れ、その後の生育も劣った。48°C・5時間になると、1978年には25%の主芽が枯死した。1976年には主芽の枯死はみられなかったが、無処理区にくらべて萌芽が11日、展葉が14日と初期生育が大幅に遅れた。その後5月下旬から新梢が急速に伸長し、6月上旬には無処理区をしのぐ生育を示したが、その花穂は小さくて花数も少なく花振いをおこしてほとんど結実しなかった。したがって、この時期の高温限界は45°C・5時間程度と考えられる。

一方、低温に対する影響をみると、-5°C・16時間では萌芽が3日おくれ、新梢の伸びもやや劣ったものの主芽の枯死は全くみられずまた、花穂などへの悪影響もほとんど認められなかった。しかし-9°C・16時間になると、半数以上の主芽が枯死した。したがって、この時期の低温限界は-5°C・16時間と考えられる。

4) 催芽7日後

高温に対する影響をみると、40°C・5時間では主芽の枯死もなく、その後の生育にも何ら異状がみられなかった。45°C・5時間では主芽の枯死はなく、萌芽が2日遅れたもののその後の生育は順調であった。しかし、48°C・5時間になるとすべての主芽が枯死した。したがって、この時期の高温限界は催芽5～7日前、催芽期と同様、45°C・5時間程度と考えられる。

一方、低温に対する影響をみると、-5°C・16時間では生育がやや遅れ、新梢の伸びもやや劣ったものの主芽の枯死は全くみられず、また、花穂などへの悪影響もほとんど認められなかった。しかし、-9°C・16時間になるとすべての主芽が枯死した。したがって、この時期の低温限界は催芽期と同様、-5°C・16時間程度と考えられる。

2. 萌芽期～初期新梢伸長期における高温、低温の影響

萌芽期から初期新梢伸長期における高温、低温がデ

ラウェアの主芽あるいは枝葉の枯死、その後の生育および果実におよぼす影響をみた結果は第5～第7表のとおりである。

1) 萌芽期

高温に対する影響をみると、40°C・5時間では主芽の枯死もみられず、その後の生育、果実にも何ら異状が認められなかった。しかし、45°Cになると1時間でも無処理区にくらべ生育が遅れ、新梢の伸びも劣り、3時間では展葉後に新梢の先端が枯死し、5時間

第5表 萌芽～初期新梢伸長期の高低温と主芽および枝葉の生死 (1976～1977)

温度	時間	萌芽期	展葉期	展葉	
				3～4枚期	6～7枚期
°C	h				
45	5	++	±	±	±
40	5	-	-	-	-
-1	1	-	-	-	-
-1	3	+	-	++	+
-1	5	++	+	+	
-3	1	-	+	+	++
-3	3	++	+	++	
-5	1	++	++	+	++

注) ++ 全枯死 + 一部枯死
± 障害あり - 異状なし

ではすべての主芽が枯死した。したがって、萌芽期の高温限界は40°C・5時間程度と考えられる。

一方、低温に対する影響をみると、0°C・16時間と-1~-3°C・1時間では主芽の枯死もみられず、その後の生育、果実にも何ら異状が認められなかった。しかし、-1°C・3時間では、ほとんどの主芽が、-3°C・3時間または-5°C・1時間になるとすべての主芽が枯死した。したがって、萌芽期において、-1°Cでは1時間から3時間の間、また-3°C・1時間から-5°C・1時間の間に低温限界があると考えられる。

2) 展葉期

高温に対する影響をみると、40°C・5時間では枝葉に障害がみられず、その後の新梢伸長や果実にも何ら異状が認められなかった。しかし、45°C・5時間になると枝葉の枯死はみられなかったが生育が大幅に遅れ、新梢の伸びも劣った。したがって、展葉期の高

温限界は40°C・5時間から45°C・5時間の間であると考えられる。

一方、低温に対する影響をみると、-1°C・1~3時間では枝葉に障害がみられず、その後の新梢伸長や果実にも何ら悪影響が認められなかった。しかし、-1°C・5時間および-3°C・1~3時間になると枝葉の50%が枯死し、-5°C・1時間ではすべての枝葉が枯死した。したがって、この展葉期においては、-1°C・3時間から5時間の間に低温限界があると考えられる。

3) 展葉3~4枚期

高温に対する影響をみると、40°C・5時間では初期生育はやや劣るものの新梢や花穂などへの悪影響はほとんど認められなかった。しかし、45°C・5時間になると新梢の先端が枯死した。したがって、この時期の高温限界も展葉期と同様、40°C・5時間から45°C・5時間の間にあると考えられる。

第6表 萌芽期の高低温と生育 (1976)

温度	時間	展葉期	新梢長		花穂数	花穂長 (V/18)	花数 (V/18)	果房長	果房重	1粒重	
			V/8	VI/3							
°C	h	月日	cm	cm	個	cm	個	cm	g	g	
40	5	4.22	19.7	91.2	2.3	2.9	93.6	8.6	29.8	1.19	
0	16	4.23	27.8	103.3	2.2	2.4	93.6	8.6	26.4	0.92	
-1	1	4.23	22.7	102.3	3.0	2.9	99.2	7.9	30.7	1.17	
-3	1	4.22	25.5	105.7	3.0	2.2	91.2	9.0	33.3	1.19	
無	処	理	4.22	28.3	98.2	3.3	2.5	106.3	8.8	22.7	0.98

第7表 展葉期から展葉6~7枚期の高低温と生育 (1977)

処理時期	温度	時間	新梢長		開花期 (満開)	花穂長 (IV/30)	花数 (V/7)	果房長 (VII/22)
			IV/27	V/7				
	°C	h	cm	cm	月日	cm	個	cm
展葉期	45	5	32.2	73.5	5.16	2.5	80.6	10.0
	40	5	72.8	105.0	5.13	2.4	66.6	8.8
	-1	1	64.2	102.4	5.14	3.4	112.6	11.5
	-1	3	70.0	116.7	5.13	2.6	70.2	9.3
展葉3~4枚	40	5	63.7	125.8	5.16	2.6	73.5	—
	-1	1	59.0	94.8	5.14	2.6	75.2	9.3
展葉6~7枚	40	5	68.0	130.0	5.13	3.2	74.5	—
	-1	1	71.5	121.3	5.15	2.4	59.5	8.8
無	処	理	78.8	129.8	5.13	3.1	85.9	9.7

一方、低温に対する影響をみると、-1°C・1時間では初期生育はやや劣るものの新梢の枯死はなく、また花穂などにも悪影響はほとんど認められなかった。しかし、-1°C・3~5時間あるいは-3°C・1~3時間ではほとんどの新梢が枯死した。したがって、この時期の低温限界は-1°Cでは1時間から3時間の間および-1°C・1時間から-3°C・1時間の間にあると考えられる。

4) 展葉6~7枚期

高温に対する影響をみると、40°C・5時間では新梢や花穂に何ら異状が認められなかった。しかし、45°C・5時間になると新梢の先端から4節目位までが枯死し、しかも花穂はすべて枯死した。したがって、この時期の高温限界は展葉期、展葉3~4枚期と

同様、40°C・5時間から45°C・5時間の間にあると考えられる。

一方、低温に対する影響をみると、-1°C・1時間では新梢や花穂に何ら障害が認められなかった。しかし、-1°Cでも3時間になると一部、-3°Cおよび-5°C・1時間ではすべての新梢と花穂が枯死した。したがって、この時期の低温限界も展葉3~4枚期と同様、-1°Cでは1時間から3時間の間および-1°C・1時間から-3°C・1時間の間にあると考えられる。

3. 開花期前後における高温・低温の影響

ジベレリン前処理期、開花期およびジベレリン後処理期における高温・低温がデラウェアの各器官と果実におよぼす影響をみた結果は第8~第12表のとおりで

第8表 ジベレリン前処理期における各器官の高低温抵抗性 (1977)

温度	時間	新梢 (先端より)			葉 (先端より)			副梢	花穂
		1~2節	3~5節	5~10節	1~2葉	3~5葉	6~10葉		
°C	h(m)								
45	1	±	-	-	±	-	-	-	+
40	5	-	-	-	-	-	-	-	-
3	16	-	-	-	-	-	-	-	-
1	16	-	-	-	-	-	-	-	-
0	1	-	-	-	-	-	-	-	+
-1	10(m)	-	-	-	-	-	-	-	±
-1	0.5	±	±	-	±	±	-	+	+
-1	1	+	+	-	+	+	たれ下る	+	+
-1	3	+	+	-	+	+	たれ下る	+	+

注) + 障害あり ± 一部に障害あり - 異状なし

第9表 ジベレリン前処理期の高低温が果実におよぼす影響

年次	温度	時間	結実率	果房			1粒重	無核果率	糖度	着色*	
				長さ	重さ	粒数					
	°C	h	%	cm	g	粒数	g	%			
1976	40	5	67.8	9.2	51.5	58.6	0.97	100.0	19.8	3.0	
	3	16	65.4	10.1	60.0	54.1	1.09	98.5	18.0	3.2	
	無	処	理	75.5	10.5	86.1	70.8	1.23	99.7	18.8	3.3
	40	5	29.2	9.0	36.6	32.9	1.07	98.7	22.1	5.0	
1977	3	16	33.7	9.8	42.8	39.3	1.04	98.5	21.5	4.0	
	1	16	42.9	10.5	45.4	48.3	0.91	98.4	20.2	3.0	
	無	処	理	39.5	9.9	45.2	40.5	1.04	97.8	20.0	3.0

注) * 1~5の指数

第10表 開花期における各器官の高低温抵抗性 (1978)

温度	時間	花穂	新梢		葉		副梢	備考
			先端	基部	先端	基部		
°C	h(m)							
45	5	+	+	-	±	-	+	まきひげ+
45	1	-	-	-	-	-	-	
40	5	-	-	-	-	-	-	
1	16	-	-	-	-	-	-	
0	1	-	-	-	-	-	-	
-1	10(m)	-	-	-	-	-	-	
-1	0.5	-	-	-	-	-	-	
-1	1	+	±	-	±	-	±	基部10節生
-3	1	+	+	±	+	±	+	〃 5節生
-5	1	+	+	+	+	+	+	枯死

注) + 障害あり ± 一部に障害あり - 異常なし

第11表 開花期の高低温が果房におよぼす影響 (1978)

温度	時間	結実率	果房長	果房重	1粒重	無核率	着色*
°C	h(m)	%	cm	g	g	%	%
45	1	41.8	9.1	75.4	1.6	98.7	4.0
40	5	43.2	8.2	50.2	1.2	96.0	3.3
	16	51.6	8.9	74.3	1.2	97.8	2.4
0	1	55.2	9.0	74.6	1.6	93.9	2.4
-1	10(m)	39.4	8.8	62.3	1.5	98.6	3.1
-1	0.5	63.1	8.8	70.4	1.2	97.2	2.7
無	処理	56.0	9.2	80.9	1.3	98.4	4.4

注) * 1~5の指数

ある。

1) ジベレリン前処理期

高温に対する影響をみると、40°C・5時間では結実率がやや低下し、また花(果)穂の伸びもやや劣ったものの新梢や無核果形成などには何ら異常が認められなかった。しかし、45°Cになると1時間でも新梢の先端1~2節が萎凋枯死し、しかも花穂はジベレリン無処理の場合と同様にあまり伸長せず、遅れて開花はするもののすべて花振いをして結実しなかった。したがって、ジベレリン前処理期の高温限界は40°C・5時間以内と考えられる。

一方、低温に対する影響をみると、1~3°C・16時間では新梢やジベレリン効果に何ら悪影響がみられ

なかった。しかし、0°Cになると1時間で新梢には障害がみられなかったものの花穂はすべて枯死した。さらに-1°Cになると小さな花穂は10分で枯死し、30分以上になるとすべての花穂が枯死した。新梢、葉および副梢の耐凍性は花穂にくらべてやや強いが-1°C・30分で新梢の先端など各器官の若い部分に障害がみられた。したがって、ジベレリン前処理期の低温限界は0°C・1時間以内と考えられる。

2) 開花期

高温に対する影響をみると、40°C・5時間と45°C・1時間では花穂をはじめ各器官に何ら障害が認められなかった。しかし、45°C・5時間になると、花穂はすべて萎凋枯死し、新梢の先端、若葉および副梢にも障害が発生した。したがって、開花期においては、45°C・1時間から5時間の間に高温限界があると考えられる。

一方、低温に対する影響をみると、1°C 16時間、0°C、1時間および-1°C・30分では花穂をはじめ各器官に障害は全く認められなかった。しかし、-1°C・1時間になると花穂はすべて枯死し、新梢の先端、若葉および副梢の一部にも障害がみられた。したがって、開花期の低温限界は-1°C・30分から1時間の間にあると考えられる。

3) ジベレリン後処理期

高温に対する影響をみると、40°C・5時間と45°C・1時間では果粒をはじめ各器官に何ら障害はみられなかった。しかし、45°C・5時間になると果粒は黒

第12表 ジベレリン後処理期における各器官の高低温抵抗性 (1978)

温度	時間	果房	新梢		葉		副梢	備考
			先端	基部	先端	基部		
°C	h(m)							
45	5	+	+	-	+	-	+	
45	1	-	-	-	-	-	-	
40	5	-	-	-	-	-	-	
-1	10(m)	-	-	-	-	-	-	
-1	0.5	±	-	-	-	-	±	
-1	1	±	±	-	±	-	±	
-3	1	+	+	+	+	+	+	枯死

注) + 障害あり ± 一部に障害あり - 異常なし

変し新梢の先端、若葉および副梢に障害が発生した。したがって、この時期の高温限界は開花期と同様、45°C・1時間から5時間の間にあると考えられる。

一方、低温に対する影響をみると、1°C・16時間、0°C・1時間および-1°C・10分では果粒をはじめ各器官に障害が全くみられなかった。しかし、-1°C・30分では一部の果粒が障害を受け黒変した。したがって、この時期の低温限界は-1°C・10分から30分の間にあると考えられる。

4. 果粒肥大期~成熟期における高温・低温の影響
満開30日後から成熟期における高温・低温がデラウェアの各器官におよぼす影響をみた結果は第13~第15表のとおりである。

1) 満開30日後

高温に対する影響をみると、40°C・1時間でも果粒が部分的に赤褐色になって凹陷する日射病類似症状が一部の果房に発生した。40°C・5時間、45°C・

1時間になると上記同様の障害がすべての果房に発生したが新梢、葉、副梢には何ら異常が認められなかった。したがって、この時期の高温限界は40°C・1時間以下と考えられる。

一方、低温に対する影響をみると、-1°C・1時間では果房や他の器官に何ら障害がみられなかった。しかし、-3°C・1時間になると果粒は萎凋して部分的に褐色凹陷し、新梢や葉も基部の1~2葉を残して枯死した。したがって、この時期の低温限界は-1°C・1時間から-3°C・1時間の間にあると考えられる。

2) ベレーゾン期

高温に対する影響をみると、40°C・1時間では果粒や他の器官に障害が全くみられなかった。しかし、40°C・5時間では一部の果房に、45°C・1時間になるとすべての果房に日射病類似症状が発生した。新梢、葉では45°C・5時間でも異常がみられなかつ

第13表 満開30日後における各器官の高低温抵抗性 (1979)

温度	時間	果房	新梢		葉		副梢	備考
			先端	基部	先端	基部		
°C	h							
45	1	+	-	-	-	-	-	
40	5	+	-	-	-	-	-	
40	1	±	-	-	-	-	-	
-1	1	-	-	-	-	-	-	
-3	1	+	+	+	+	+	+	基部1~2(節)生

注) + 障害あり ± 一部に障害あり - 異常なし

第14表 ベレーゾン期における各器官の高低温抵抗性 (1978)

温度 °C	時間 h	果房	新梢		葉		副梢	備考
			先端	基部	先端	基部		
45	5	+	-	-	-	-	±	副梢先端のみ
45	1	+	-	-	-	-	-	
40	5	±	-	-	-	-	-	
40	1	-	-	-	-	-	-	
1	16	-	-	-	-	-	-	
-1	0.5	-	-	-	-	-	-	
-1	1	-	-	-	-	-	-	
-3	1	+	+	±	+	+	+	

注) + 障害あり ± 一部に障害あり - 異常なし

第15表 成熟期における各器官の高低温抵抗性 (1979)

温度 °C	時間 h	果房		穂梗	新梢		葉		副梢
		2日後	収穫時		先端	基部	先端	基部	
45	5	±	+	±	-	-	-	-	-
45	1	-	+	-	-	-	-	-	-
40	5	-	±	-	-	-	-	-	-
-1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
-3	1	±	+	±	-	-	+	+	+

注) + 障害あり ± 一部に障害あり - 異常なし

第16表 収穫後～落葉期における月別の
高低温処理と主芽の生死 (1979)

温度 °C	時間 h	月	供試 主芽数 個	主芽 枯死率 %
48	5	9	23	30.4
		10	20	10.0
		11	15	0
-9	16	9	20	60.0
		10	20	50.0
		11	23	56.5
無処理区			18	0

た。したがって、ベレーゾン期の高温限界は40°C・1時間から5時間の間にあると考えられる。

一方、低温に対する影響は1°C・16時間と-1°C・1時間では果粒やその他の器官に何ら異状がみられ

なかった。しかし、-3°C・1時間になるとすべての果粒が障害をうけ、赤褐色になり新梢、葉も褐変した。したがって、この時期の低温限界は満開30日後と同様、-1°C・1時間から-3°C・1時間の間にあると考えられる。

3) 成熟期

高温に対する影響をみると、40°C・5時間では果粒に何ら障害が認められなかった。しかし、45°C・5時間になると果粒は萎凋、脱粒し、その上穂梗がリング状に黒変したのも一部みられた。しかし、満開30日後やベレーゾン期のような日射病類似症状は発生しなかった。45°C・1時間では温度処理2日後の調査で異状が認められなかったが収穫時には萎凋した果粒が一部みられた。新梢、葉、および副梢は45°C・5時間処理でも何ら異状がみられなかった。したがって成熟期の高温限界は40°C・5時間程度と考えられる。

第17表 落葉期における高温処理と生育 (1979)

温度 °C	時間 h	月	萌芽期 月日	展葉期 月日	新梢長		花穂数	花穂長	
					III/29	IV/26	IV/13	IV/19	IV/30
48	5	11	3.20	3.24	cm	cm	個	cm	cm
					6.8	130.0	3.0	4.4	7.9
	無処理区		3.25	3.28	2.8	109.0	3.3	4.1	7.0

一方、低温に対する影響をみると、-1°C・1時間では果粒や他の器官に何ら障害がみられなかった。しかし、-3°C・1時間になるとすべての果粒が萎凋し、一部には穂梗の黒変したのもみられ、葉や副梢も褐変した。したがって、成熟期の低温限界は満開30日後、ベレーゾン期と同様、-1°C・1時間から-3°C・1時間の間にあると考えられる。

5. 収穫後～落葉期における高温、低温の影響

9～11月の高温、低温がデラウェアの主芽の生死と翌年の生育におよぼす影響をみた結果は第16、17表のとおりである。なお、温度処理はいずれの月も中旬に行った。

高温に対する影響をみると、48°C・5時間処理では、11月(落葉期)区は主芽の枯死がみられなかったが、9月区は30%、10月区は10%の主芽が枯死した。11月区のその後の生育状況をみると、無処理区にくらべて5日の萌芽促進効果がみられ、新梢伸長も優れ、しかも花穂への悪影響も全く認められなかった。したがって、耐高温性は9、10月の落葉前が萌芽期のみ、11月は休眠期と同程度と考えられる。

一方、低温に対する影響をみると、-9°C・16時間で9～11月の各処理区とも50～60%の主芽が枯死した。したがって、9～11月の耐凍性は萌芽期と同程度と考えられる。

IV 考察

デラウェアブドウは、わが国においては真夏が40°C近い高温の鹿児島から真冬の-20°C近い低温の北海道に至るまで栽培されている。そして、今までの露地栽培においては萌芽、展葉後の比較的限られた時期の晩霜害の他は高温、低温の限界がさして問題となることはなかった。しかし、最近盛んなビニール被覆栽培、さらに加温栽培においては、どの生育ステージでも高温、低温に対する影響が問題となってきた。

まず、デラウェアブドウの一時的な高温限界について

みると、小林ら⁷⁾の葉の変色致死温度についての報告があるのみである。

筆者らの実験結果によると、耐高温性の最も強い時期は落葉期(11月)と休眠期(12～2月)で48°C・5時間に耐えることができた。しかも11～1月処理においては休眠打破、萌芽促進の効果が認められた。この点については堀内ら²⁾も認めており、今後ハウスブドウの燃料節減をはかる意味からも萌芽促進効果のある石灰窒素処理などの併用も十分考慮していかなければならない問題と考えられる。また、高温処理による月別の萌芽促進効果は11月、12月処理が1月処理にくらべて高く、一般にいわれる石灰窒素の処理効果の高い時期と一致する。

萌芽期以降になると休眠期にくらべて耐高温性は徐々に低下し、萌芽期前後では45°C・5時間、萌芽期では40°C・5時間程度が限界と考えられる。しかし、展葉後は萌芽期にくらべて若干耐高温性を増し、40°C・5時間から45°C・5時間の間が限界と考えられる。

ジベレリン前処理期では40°C・5時間でも結実と果房の大きさに悪影響が認められた。小寺ら⁸⁾はジベレリン処理後において湿度が低い場合はジベレリンの効果が低下すると述べている。したがって、一般栽培園では、処理後90～95%という多湿条件下で行った筆者らの実験とは異なり、高温になると相対的湿度が低下するので、ジベレリン効果への影響がさらに大きくなるものと考えられる。ジベレリン前処理期では30～35°Cを一時的な高温限界と考えるのが無難であろう。

開花期とジベレリン後処理期ではジベレリン前処理期にくらべて耐高温性がやや強く、45°C・1時間から5時間の間に限界があるようであった。

果粒肥大期(満開30日後)は最も耐高温性の弱い時期で、本実験では40°C・1時間処理でも高温障害が発生した。中川¹⁰⁾はマスカット・オブ・アレキサンドリアの生長第II期後半において、室温40°C(果実温

35°C)・3.5時間で6.5%の障害果の発生を認めている。小林ら⁷⁾はデラウェアの葉の変色致死温度はマスカット・オブ・アレキサンドリアのそれにくらべて3°C低いことを認めており、果粒に対する高温障害もデラウェアはマスカット・オブ・アレキサンドリアより低い温度で発生するものと考えられる。

ベレーゾン期になると、満開30日後にくらべてやや耐高温性を増すが40°C・5時間と45°C・1時間で日射病類似症状が発生した。したがって、中川¹⁰⁾がマスカット・オブ・アレキサンドリアの日射病は生長第Ⅱ期後半にかぎられ、生長第Ⅲ期になると発生しないと述べていることと傾向が異なった。この原因については明瞭でないが耐高温性に対する品種間差又は有核と無核の差などが考えられる。

成熟期の耐高温性はベレーゾン期にくらべてやや強くなり40°C・5時間では障害が発生しなかった。しかし、45°Cになると1時間で障害が発生した。その症状は満開30日後やベレーゾン期のような日射病類似症状でなく、果粒が萎凋したり、弾力性に欠けるようなものであった。本県の無加温ハウス栽培の後半に収穫されるデラウェアは市場側から「力のないブドウ」と評される場合があるが、これにはハウスの構造上、成熟期の高温がかなり影響しているように考えられる。

収穫後には耐高温性が徐々に強くなり、落葉前の9、10月には催芽期と同程度になるものと考えられる。

次にデラウェアの一時的低温限界について述べてみよう。

本実験の結果によれば、耐凍性の最も強い時期は休眠期で-9°C・16時間処理でも悪影響は全く認められなかった。耐凍性は落葉期から休眠期にかけて強くなっていくが、この傾向は他の研究者^{9),11)}も認めており、樹体内の炭水化物の質的な変化によるものとしている。

一般に米国種は欧州種にくらべて耐凍性が強く、木村⁴⁾は1月中下旬のデラウェアは-20°Cに耐えることを認め、CLARK¹⁾は北米のNEW・JERSEY州で1933~'34年(-27°C)、1934~'35年(-26°C)の厳寒でも66%以上の主芽が生存したことを報告している。デラウェアは12~2月の厳冬期には樹体内および環境条件などによって若干のちがいはあるが、-20°C程度の低温には十分耐え得るものと考えられる。

催芽期前後になると耐凍性は低下し、催芽5~7日前には-9°C・16時間処理にも耐えたが催芽期および催芽7日後では-5°C・16時間程度が低温限界と考えられる。

萌芽期になると急に耐凍性が低下し、無加温ハウス、山間部のブドウでは晩霜害がしばしばみられる。耐凍性は萌芽期>展葉期>展葉3~7枚期と次第に低下したが、この傾向は他でも認められている^{9),11)}。本実験の結果によると、萌芽期の低温限界は-3°C・1時間から-5°C・1時間の間にあり、中川¹⁰⁾の成績とおおむね一致する。展葉後においては、-1°C・1時間から-3°C・1時間の間に低温限界があると考えられる。無加温ハウスでは萌芽、展葉後の低温害をさけるため、その地域の気象を十分考慮してビニールの被覆時期を決定しなければならない。

ジベレリン前処理期における低温とジベレリン効果の関係について奥田ら²⁾は5°Cの低温に昼夜とも連続して5日間あわせても99%以上の無核果の形成を示したことを報告しているが、本実験の結果では1~3°C・16時間処理の場合でもジベレリン効果の低下はみられず、0°Cまで下げなければ、まず問題ないように考えられる。開花期とジベレリン後処理期も耐凍性が弱く、-1°C・10~30分で障害をうけるので、低温に対してはジベレリン前処理期に準じた配慮が必要である。

果粒肥大期(満開30日後)から成熟期にかけては開花期前後にくらべて耐凍性を増し、-1°C・1時間から-3°C・1時間の間に低温限界と考えられる。収穫後から落葉期にかけては催芽期程度の耐凍性を持つようになる。

以上、デラウェアブドウの主な生育時期における一時的な高温、低温の限界を明らかにしたが、耐高低温性は各種の条件によって変動することが知られている。

通常のハウス栽培の場合は高温になると湿度は低下し、蒸散が促進される結果、実際の樹体温は一部の陽光面を除き気温より低く維持されることが多く、この傾向は風があるとさらに促進される。また、本多ら³⁾

注1 長野農試桔梗ヶ原分場(1956): 昭和31年度果樹試験研究年報

注2 大阪農技センター(1975): 落葉果樹打合せ会議資料

は高温による光合成の低下は地温を低く維持することによってある程度補えることを認めている。本実験の高温処理は主に電気低温恒温器で行っているため、湿度は高温時でも90~95%であり、その上ポット全体を処理するため地温も高くなりやすい。

また、低温の場合は、実際のハウス栽培においては樹体からの放射冷却の影響も大きいし、また同一生育時期においても、樹体内の貯蔵養分の多少、カリやりん酸施肥の影響あるいは温度の上昇、下降速度などによって耐凍性に差があることが認められている。したがって、一般栽培における一時的な高温、低温の限界は本実験のそれと必ずしも同一ではなく、実地に応用する場合にあたってはその点の配慮が必要であると考えられる。

本実験は一時的な処理でデラウェアブドウの新梢や果実に明らかな損傷を与える高低温をみたものであるが、今後はかなりの時間、その温度が持続したり、くりかえした場合に損傷を与える、いわゆる生理的限界温度を究明する必要がある、この点については目下検討中である。

V 摘 要

デラウェアブドウの主な生育時期における一時的な高温、低温の限界を明らかにするため、1975年から'79年まで鉢で育成した4~8年生デラウェア樹を用いて、高温(40~48°C)と低温(3~-9°C)を処理し、そのおおよそ影響について検討した。

1. 休眠期の12~1月における48°C・5時間処理では、樹体には何ら障害がなく萌芽促進効果が認められた。しかし、2月処理では萌芽促進効果が認められず、3月処理ではすべての主芽が枯死した。一方、低温の-9°C・16時間処理では何ら異状が認められなかった。

2. 萌芽期前後においては、48°C・5時間処理ではほとんどの主芽が枯死し、45°C・5時間処理では生育がやや遅れ、新梢の伸びもやや劣った。一方、低温の-9°C・16時間処理では萌芽前は異常がみられなかったが萌芽後はすべての主芽が枯死した。萌芽後の-5°C・16時間処理では主芽の枯死はみられなかったものの生育がやや遅れた。

3. 萌芽から展葉6~7枚期においては、40°C・5時間処理では何ら異状が認められなかったが、45°C・5時間処理ではすべての花穂、新梢の先端および

若葉が枯死した。一方、低温の-1°C・1時間処理では何ら異状が認められなかったが、-1°C・3時間または-3°C・1時間処理では大部分の主芽や新梢の先端、若葉が枯死した。

4. ジベレリン前処理期では、40°C・5時間処理でも結実と果房の生育に悪影響がみられた。一方、低温では0°C・1時間処理ですべての花穂が枯死した。この時期が耐凍性の最も弱い時期と考えられる。

5. 開花期とジベレリン後処理期では40°C・5時間、45°C・1時間処理で異状が認められなかった。一方、低温では-1°C・30分~1時間で凍害が発生した。

6. 果粒肥大期(満開30日後)においては、40°C・1時間処理でも日射病類似症状が発生した。この時期が耐高温性の最も弱い時期と考えられる。一方、低温の-1°C・1時間処理では何ら異状が認められなかったが、-3°C・1時間処理では果粒をはじめ各器官に障害が発生した。

7. 果粒が軟化、着色すると満開30日後にくらべて耐高温性はやや強くなり、ベレーゾン期では40°C・1時間、成熟期では40°C・5時間処理で異常が認められなかった。一方、低温では、-1°C・1時間処理でも異状が認められなかった。

8. 収穫後の9~10月における48°C・5時間処理では10~30%の主芽が枯死した。落葉期の11月処理では何ら障害がなく萌芽促進効果が認められた。9~11月の-9°C・16時間処理では50~60%の主芽が枯死した。この時期の高低温抵抗性は催芽期と同程度と考えられる。

引用文献

- 1) Clark, J. H. (1936): Injury to the buds of grape varieties caused by low temperature. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 34: 408~413.
- 2) 堀内昭作・加藤彰宏・中川昌一(1971): 果樹の休眠に関する研究(第2報)休眠打破について(ブドウ). 昭和46年度園芸学会春季大会発表要旨; 132~133.
- 3) 本多昇・岡崎光良(1971): ブドウ葉の光合成および呼吸作用に関する研究(第3報)光合成作用について(3). 岡山大農学報 37: 17~26.
- 4) 木村光雄(1953): 未発表(小林章, ブドウ園芸. 養賢堂, p. 102).

- 5) 小林章・細井寅三・中西佐智子 (1959) : 未発表 (小林章, ブドウ園芸, 養賢堂, p. 104).
- 6) 小林章・中川昌一 (1950) : 未発表 (小林章, ブドウ園芸, 養賢堂, p. 106).
- 7) 小林章・岡本茂・行永寿一郎・中西佐智子 (1960) : 葡萄の温度条件に関する研究 (I) 夜温が葡萄を含む数種の果樹の生長と呼吸に及ぼす影響. 京大食研報告 24 ; 20~28.
- 8) 小寺正史・奥田義二・段正幸 (1971) : ブドウデラウェアに対するジベレリン処理効果の減退に関する研究. 大阪農技研報 8 ; 83~92.

- 9) KOZMA, PAL (1970) : ブドウ栽培の基礎理論 (糸菜美子訳). 誠文堂新光社, p. 240~241.
- 10) 中川昌一 (1976) : ブドウ果実の生理障害 (馬淵博高編 : 果樹の生理障害と対策). 誠文堂新光社, P 301~348.
- 11) 中川行夫・角田篤義 (1969) : 果樹の気象的適地条件に関する研究 (7) 落葉果樹の霜害限界温度. 園試報 A (平塚) 8 ; 95~105.
- 12) WINKLER A. J. (1962) : General Viticulture, Univ. Calif. Press (小林章, ブドウ園芸, 養賢堂, p. 109).

Summary

4~8 year-old potted 'Delaware' grapevines were subjected to temporary high (40~48°C) or low (3~-9°C) temperatures to study critical level of them at several growth period from 1975 to '79.

1. Dormant period ; Hot treatment (48°C-5 hours) in Dec. to Jan. promoted bud break without any injuries. But same treatment in Feb. had no effect and in Mar. it made all main bud dead. Cold treatment (-9°C-16 hours) induced no injuries.

2. Bud swell to break ; Buds were killed occasionally when 48°C-5 hours applied. Bud break was lated 2 days and shoot elongation was reduced slightly when 45°C-5 hours applied. Though the buds can withstand -9°C-16 hours without injury before the bud breaking, after the bud breaking those treatments killed all buds. -5°C-16 hours treatment did not induce dead, but caused delay of bud development.

3. Bud break to early foliation ; 40°C-5 hours treatment gave no injuries but 45°C-5 hours killed all clusters, young leaves and tips of shoots. Treatment of -1°C-1 hour gave no chilling injuries but -1°C-3 hours or -3°C-1 hour killed most of spike, young leaves and tips of shoots.

4. GA-dipping to fruit set ; Even in the 40°C-5 hours treatment at GA-dipping date a slight amount of injury was observed in fruit set or berry growth. Treatment of 0°C-1 hour at same stage resulted in death of all blossoms. Therefore this stage was seemed to be most susceptible to the low temperature.

5. In the stage of blooming and GA second dipping 40°C-5 hours and 45°C-1 hour treatment gave no injuries. However the -1°C-half hour treatment induced cold injuries.

6. Green to ripening stage of berry growth ; In green stage of berry growth, 40°C-1 hour treatment gave the hot injury, partial browning and depression of pericarp. Therefore this stage of berry growth was seemed to be most susceptible to high temperature. -1°C-1 hour gave no injury, but -3°C-1 hour resulted in browning and depression of berries.

7. After fruit starts to color and soften, grape became more resistant to high temperature than in green stage at 30 days after full blossom. 40°C-1 hour in véraison stage and 40°C-5 hours in ripening stage induced no injuries. -1°C-1 hour also did not.

8. After harvest to leaf fall ; 48°C-5 hours in Sep. to Oct. killed 10~30% of buds, but same treatment in Nov. promoted bud breaking without any injury. Though -9°C-16 hours in Sep. to Nov. killed 50~60% of buds, it seemed that grapevine in this stage had the same critical temperature level as in the stage of bud swell.