

ブドウ樹の発芽障害に関する 生態生理学的研究*

安 延 義 弘

Ecological and physiological studies
on the impediment, non or delaying
bud break, of grapevines at spring
season.

Yoshihiro YASUNOBU

目 次

I. 緒 言	2	1. 冬期における枝齢別の樹体温度の変化	17
II. 発芽障害の実態と被害の様相	2	2. 冬期における部位別の樹体温度の変化	19
1. 発芽障害多発年の障害発生園の実態調査	2	3. 考 察	22
2. 指定調査園での発芽障害発生年の年次変化	4	VI. 休眠期間中の樹体の耐低温性について	22
3. 発芽障害発生樹の形態的特徴	4	1. 冬期間の1年枝の耐低温性	22
4. 考 察	6	2. 冬期間の枝齢別の耐低温性	24
III. 発芽障害発生と気象要素との統計学的解析	6	3. 初冬期の枝の充実度と耐低温性	29
1. 冬期間の最低気温と発芽障害発生との関係	6	4. 考 察	30
2. 冬期間の無降雨日数と発芽障害発生との関係	8	VII. 冬期間の樹体における水分減少と発芽障害との 関係	31
3. 冬期間の空気湿度と発芽障害発生との関係	9	1. 冬期の樹体内水分含量の推移	31
4. 大気中の水ポテンシャルと発芽障害発生との 関係	10	2. 空気湿度と樹体における水分減少及び切口か らの枯込みの関係	34
5. 考 察	10	3. 空気湿度が低温障害発生に及ぼす影響	38
IV. 冬期間の土壌の乾燥及び樹体の管理条件が発芽 障害発生に及ぼす影響	11	4. 考 察	39
1. 休眠期間中の土壌水分条件と二、三の樹体管 理の組合せが発芽障害発生に及ぼす影響	12	VIII. 発芽障害の防止法	40
2. 休眠期間中の時期別の土壌乾燥が発芽障害 発生に及ぼす影響	13	1. 樹体における水分減少の抑制法	40
3. 圃場における冬期の土壌水分含量の変化	15	2. 生長抑制剤B-ナインの生育期散布による発 芽障害の防止	41
4. 発芽障害多発地帯における根群分布	16	3. 考 察	44
5. 考 察	16	IX. 総合考察・摘要	45
V. 冬期間の樹体温度について	16	1. 総合考察	45
		2. 摘 要	46
		引用ならびに参考文献	47

I. 緒 言

ブドウ栽培において“ねむり病”、“3年病”、“委縮症”などの俗称で呼ばれている春季不発芽現象や発芽遅延現象などの発芽障害が見られることは古くから知られている。特に、全国的なブドウ栽培面積の増加に伴い、従来ブドウ栽培の不適地とされていた火山灰土壌にも栽培されるようになるに従って、この発芽障害も増加しており、ブドウ栽培上の一大阻害要因として、その解決が強く望まれている。

この原因については、前年の生育期間における着果過多、早期落葉、新しゅうの遅伸び現象等による樹体の越冬条件が不良のため、凍害を受けるのであるとの説が有力である⁽¹⁾⁽²³⁾しかし、本障害の多発地が腐植に富む火山灰土壌で、冬期間乾燥する地帯に多いことを除くと、多発地において凍害と結びつく要因の共通点に乏しいことも事実である。

本障害については、土屋(1956)⁽²⁴⁾は秋の新しゅうの遅伸びが原因であって、冬の寒さや空気と土壌の乾燥は大きな原因とは考えられないとしている。三好ら(1968)⁽⁴⁾は“ねむり病”は早期落葉や前年の徒長遅伸びにより樹体内のC-N比が低くなるほど被害程度が大きくなり、3月の低温の多い年に多発し、被害は2～3年枝で甚だしいことを報告している。著者は1968年に本障害の防止法として生育期の生長抑制剤B-ナインの散布が有効なことを明らかにした⁽³³⁾

II. 発芽障害の実態と被害の様相

古くからブドウの“ねむり病”、“3年病”、“委縮症”などの名称で呼ばれている生理障害は、年によってその発生状態が異なり、被害程度及び被害の様相も一様でない⁽¹⁴⁾⁽³⁶⁾

このような発芽障害は低温障害または乾燥害あるいはその両者の複合症と考えられるので、本障害の解明にあたり、その被害実態を把握する必要があるため、これを調査した。

1. 発芽障害多発年の障害発生園の実態調査

(1) 調査方法

1965年5月に神奈川県相模原市及び中郡伊勢原町(現伊勢原市)のブドウ園61園の発芽障害の発生状態を第1表の障害程度判定基準(図版1～5参照)に従って調査

言

本論文はこの障害を低温障害と空気の乾燥に伴う乾燥害の両面から原因を究明し、その防止法を確立する目的で実施した研究結果を取りまとめたものである。

本研究をとりまとめるにあたって、北海道大学農学部教授 田村 勉博士に懇切なる御指導と御校閲を賜わった。また、北海道大学農学部教授岡沢養三博士、同筒井 澄博士及び助教授今河 茂博士からは細部にわたり御校閲を賜わった。ここに衷心から謝意を表する次第である。

さらに、本研究は実施当時、最新の実験施設、機材の使用を心よく許可くださったばかりでなく、終始有益なる御指導、御助言をいただいた農林省園芸試験場果樹部気象研究室長中川行夫博士(現農林水産省野菜試験場施設部長)及び長年にわたり調査圃場として、ブドウ園の使用を心よく認めてくださった相模原市大沼の加藤光善氏の御厚意あつてのことと、心から感謝申しあげる。また、研究の実施にあたっては、当時の神奈川県園芸試験場技術研究部長大垣智昭博士(現筑波大学教授)、直属の上司であった当時の果樹科長渡辺照夫氏、高橋栄治氏には終始、御助言、御援助を、農業試験場相模原分場当時の分場長野中富士夫氏、果樹担当の小林宏中氏、水野信義氏には圃場、試験樹の管理をはじめ、種々御協力を、さらに園芸試験場技術研究部果樹科の研究員及び現業職員の諸氏には長年にわたり御協力と御支援をいただいた。ここに記して深謝の意を表する次第である。

すると共に、各調査園の栽培管理の良否と土壌管理方法について記録した。

また、1963年と'68年には“テラウエア”の台木試験をおこなっていた、相模原市大沼のブドウ園における台木別の障害発生状態を調査した。さらに、'72年には台木

第1表 発芽障害の発生程度の判定基準

障害程度	症 状
軽	ほう芽遅延・一部結果母枝の枯込み・新しゅうの軽い委縮症状
中	側枝の枯込み・重い委縮症状
重	主枝単位の未発芽
甚	主幹・主枝基部の不定芽を除く芽の未発芽
未発芽	全樹体についての未発芽・一部枝幹のき裂

第2表 園の管理状態と発芽障害発生との関係

栽培条件		調査園数	発生園数	発生率	調査樹数	障害樹数	障害率	品種：デラウエア, 1965			
								障害程度別樹数			
								軽	中	重	甚
	園	園	%	本	本	%	本	本	本	本	
野菜	間作	3	3	100	70	11	15	0	0	1	10
土	草生敷わら	3	2	67	119	9	8	1	2	1	5
壤	雑草	6	4	67	335	23	7	4	7	4	8
管	放任	2	1	50	69	15	22	2	3	0	10
理	敷わら	31	15	48	671	30	4	5	8	5	12
	清耕	16	9	56	488	23	5	10	5	2	6
栽培管理	良	8	5	63	191	10	5	1	3	2	4
	普通	43	24	56	1187	65	5	14	16	8	27
	不良	10	5	50	374	36	10	7	6	3	20
総合		61	34	56	1752	111	6	22	25	13	51

試験をおこなっていたブドウ園に栽植されている数品種について障害の発生状態を調査した。

(2) 調査結果

1). 園の管理状態と発芽障害発生との関係

1965年の発芽障害多発年における調査ブドウ園61園の障害の実態は第2表のとおりである。この年に発芽障害を認めた園数は34園で調査園の56%と半数以上に及び、障害発生樹数は111本で調査樹数の6%であった。

発芽障害発生園を土壤管理法別に比較すると、野菜間作園ではすべての園で、その他の土壤管理法でも50%以上の園で本障害が発生した。さらに、各管理法における障害発生樹の割合を比較すると、放任園と野菜間作園での障害発生率が高く、その他の管理法との間に差が認められた。これを障害発生程度別で比較しても、ほとんど不発芽状態に近い障害程度“甚”の発生樹は野菜間作園と放任園で多発しており、土壤管理法によって発芽障害の発生は影響を受けることがわかった。

なお、栽培管理全般の良否と発芽障害発生との関係は、管理不良園で障害発生樹及び障害程度“甚”の発生樹の割合が高い傾向は認められたが判然としなかった。

2). 台木の種類と発芽障害発生との関係

第3表のとおり、1963年の調査ではテレキ5C台、リパリア×ルペストリス3309台及びテレキ5BB台での発芽障害の発生は少なかったが、'68年の調査では、いずれの台木もほとんどの樹で本障害の発生を認め、“デラウエア”に関する限りでは、台木の種類と発芽障害発生との間に関連は認められなかった。

3). 同一園場における発芽障害発生の商品間差異

1972年に同一園場内における数品種の発芽障害の発生状態を第4表に示した。この年は“デラウエア”の障害発生は7%と低く、“巨峰”で多発した。特に“巨峰”で

は樹齢6年生以下の若齢樹での発生が多く、78%の発生率を示した。その他の品種では“ヒムロッド・シードレス”で若干の被害を認めたが、定植後2年目の“タノレット”、“バイオレット”、“スーパーハンブルグ”では発芽障害の発生は認めなかった。

第3表 多発年におけるデラウエアの台木別障害発生

台木名	1962-'63			1967-'68		
	調査樹数	障害樹数	被害率	調査樹数	障害樹数	被害率
	本	本	%	本	本	%
テレキ8B	32	18	56	29	21	72
テレキ5C	7	2	29	2	2	100
リパリア×ルペストリス 3309	3	1	33	3	3	100
グローワールドモンペリエ	3	2	67	3	3	100
テレキ5BB	3	1	33	3	3	100

第4表 同一園場における発芽障害の商品間差異 1972

品種名	樹齢	調査樹数	障害樹数	被害率	障害程度別樹数			
					軽	中	重	甚
					本	本	本	本
デラウエア	13年	54	4	7	2	1	1	—
巨峰	13年	30	13	43	4	2	—	6
巨峰	6年以下	37	29	78	3	3	—	23
ヒムロッドシードレス	6年	14	2	14	1	—	1	—
タノレット	3年	6	0	0	—	—	—	—
バイオレット	3年	3	0	0	—	—	—	—
スーパーハンブルグ	3年	2	0	0	—	—	—	—

第5表 指定調査園でのデラウェアの年次別発芽障害の発生と順位

調査年次	樹齢	調査樹数	正常樹数	障害樹数	被害率	障害程度別樹数				障害順位
						軽	中	重	甚	
年	年	本	本	本	%	本	本	本	本	
1962-'63	4	48	24	24	50	—	—	—	—	2
'63-'64	5	48	36	12	25	7	1	0	4	7
'64-'65	6	44	38	6	14	3	0	0	3	8
'65-'66	7	43	28	15	35	3	1	1	10	5
'66-'67	8	40	40	0	0	0	0	0	0	11
'67-'68	9	40	7	33	83	2	1	0	29	1
'68-'69	10	31	31	0	0	0	0	0	0	11
'69-'70	11	31	16	15	48	3	5	5	2	4
'70-'71	12	66	38	28	42	3	2	8	15	3
'71-'72	13	55	51	4	7	2	1	1	0	9
'72-'73	14	121	121	0	0	0	0	0	0	10
'73-'74	15	121	106	15	12	3	0	4	8	6

2. 指定調査園での発芽障害発生年の年次変化

発芽障害の発生には年次差が認められることが知られており、その実態を明らかにするため、調査圃場、対象品種、調査樹を固定して追跡調査をおこなった。

(1) 調査方法

1962年に発芽障害の多発地帯である相模原市大沼に調査園を設定し、調査樹として同一樹齢の“デラウェア”（調査開始時の樹齢は4年生）を選定した。調査は'63年春から'74年春までの12年間の年次別の発芽障害の発生状態について、第1表の基準でおこなった。なお、調査園の総面積は70アールで、土壌は腐植に富む火山灰土壌で草生栽培圃である。

(2) 調査結果

1). 年次別の発芽障害の発生状態

1963年から'74年の12年間の発芽障害の発生状態は第5表のとおりである。発芽障害の発生之最も甚だしかった年は'68年であり、調査樹の83%に発生し、その障害の程度も甚だしかった。次いで、'63年、'70年及び'71年で発生率は42~50%と高く、'65年と'72年は極めてわずかな発生にとどまった。また、'67年、'69年及び'73年は本障害の発生を認めなかった。

2). 同一樹における発芽障害の経歴

1963年から'70年までの8年間、個々の調査樹に発生した発芽障害の経歴は第6表のとおりである。8年間で5回も本障害が発生した樹が3樹あり、2回以上発生した樹は32樹と調査樹の67%に及び、1回だけの発生を含め

第6表 指定調査園8年間の障害の経歴

障害回数	樹数	X 比率	障害程度別発生頻度				枯死又は 伐木樹数 ^Y
			軽	中	重	甚	
回	本	%	回	回	回	回	本
5	3	6	1	4	0	10	0
4	3	6	5	0	0	7	0
3	9	19	7	3	2	15	1
2	18	38	11	0	2	23	8
1	11	23	0	0	0	11	5
0	4	8	—	—	—	—	2
合計	48	100	24	7	4	66	16

X. 調査樹数に対する障害回数別樹数の割合

Y. 調査期間中に障害による枯死又は伐木した樹数

ると、実に調査樹の92%が8年間に発芽障害を発生していた。なお、この8年間に一度も本障害を発生しなかった樹はわずか2樹（途中伐木を含めると4樹）しか認められなかった。

3. 発芽障害発生樹の形態的特徴

発芽障害の発生に影響を与える要因としては早期落葉、新しょうの遅伸び、結果過多などによる樹体の貯蔵養分の不足が考えられている。⁽¹⁾⁽²⁾これらとは別に、本障害発生樹には外観的共通点が観察されることが多く、その実態を明らかにするために調査した。

(1) 調査方法

1968年に相模原市大沼の調査園において、発芽期の発芽障害の程度が生育期後半の9月上旬に、見かけ上どの程度の回復を示しているかを調査した。

'72年春に発芽障害の発生した8年生の“デラウエア”の解体調査をおこない、樹冠内の枯死部分の確認をおこなった。

'74年5月に伊勢原市内のブドウ園のうち“デラウエア”に発芽障害の発生が認められた7園について、発生樹の枝幹の枯死に影響を与えたと考えられるせん定時の太枝の切口痕の有無、コウモリガ幼虫の加害痕の有無及び外観的特徴の認められないものに分けて調査した。

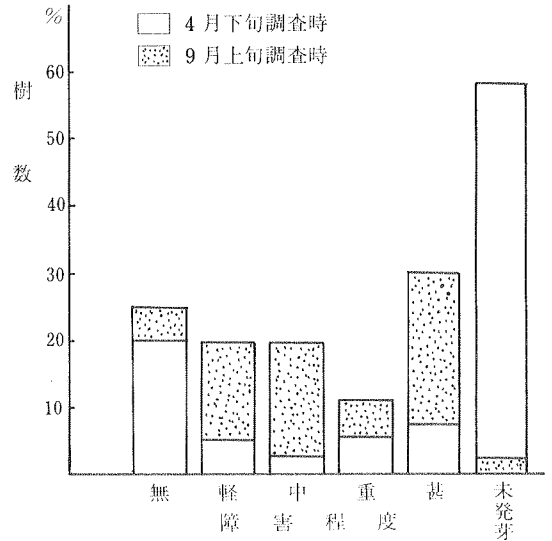
(2) 調査結果

発芽障害発生樹の回復状態を第1図に示した。4月下旬の発芽期の調査では未発芽状態であった樹も、遅れて発芽した新しょう並びに不定芽の発生及び伸長により、見かけ上の障害の程度は、生育期の後半にはより障害程度の軽い状態へと移行した。

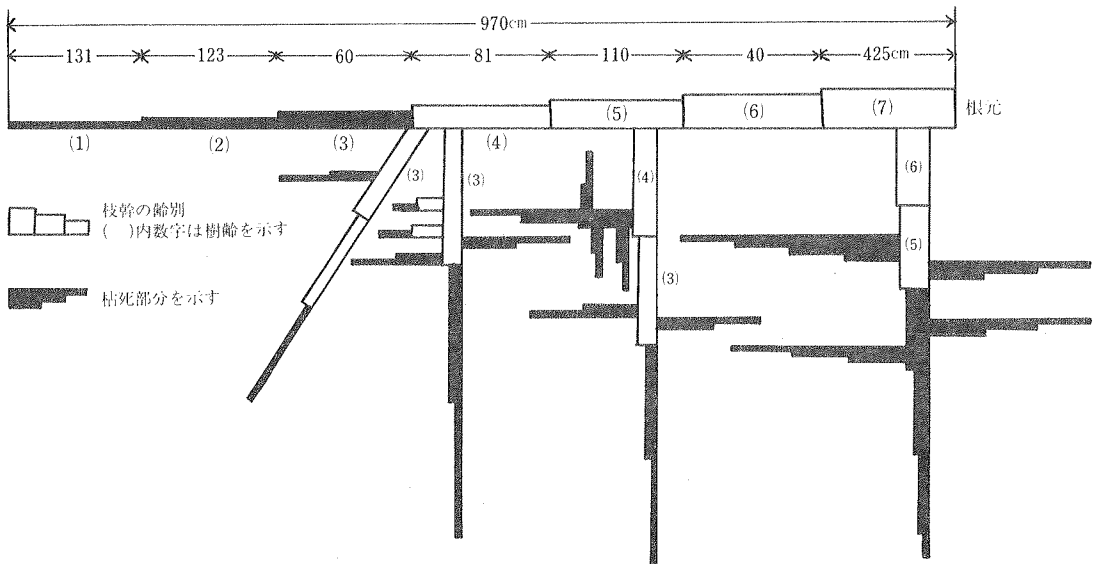
'72年の発芽障害発生樹の解体調査の結果を、模式的に第2図に示した。枝幹の枯死部分は、主枝、垂主枝、側枝のいずれも先端部の若齢枝であり、枯死枝の発生とその母枝との関係、枝齡との関係は認められなかった。

'74年の栽培園での調査結果は第7表のとおりである。

発芽障害発生樹15本のうち、枝幹の枯死に影響を与えたと考えられるせん定時の太枝の切口痕が、枯死枝の基部に認められた樹が9本、コウモリガ幼虫の加害痕を枯死枝の基部に認めたものが6本（内1本はせん定切口痕との複合）あり、外観的特徴の認められなかったものはわずか1本にすぎなかった。



第1図 発芽障害の発生程度と見かけの回復状態 (1968)



第2図 発芽障害発生樹（発生程度：重）の模式図

4. 考 察

ブドウの発芽障害の多発年における栽培管理状態及び台木の種類と発芽障害発生との関係は、土壤管理方法で野菜間作園と放任園に発生しやすい傾向が認められた以外には特別の関係を確認することはできなかった。これは野菜間作園では野菜への施肥が影響して、ブドウの新しよりの徒長と遅伸びをもたらし、放任園では生育不良と土壤管理不良に伴うコウモリガ幼虫の枝幹部への食害が影響を与えたものと考えられる。なお、長野県ではアンケート調査の結果として、6～11年生で樹冠量が大きくて収量が多く、清耕園で深耕をおこなった園で発生しやすいとしているが⁽⁴⁾本調査の範囲では判然としなかった。また、平田ら⁽⁶⁾は台木では樹冠拡大が急速なセントジョージ、テレキ8B、5BBで障害発生が多いとしているが、発芽障害は台木の種類とは無関係に発生した。

一度発芽障害が発生した樹は再度発生しやすく、本調査でも8年間に5回発生した樹が認められた。この傾向について、三好ら⁽⁴⁾は障害樹は不定芽の発生による徒長と遅伸びが休眠枝の栄養状態を不良にしたためであると考えている。この原因については、むしろ枯死部分の更新に伴う大きな切口痕が樹冠内に多く生じ、そこからの樹体内への枯込みが枝幹内の水分流動を阻害することによる枝幹の乾燥死であると考えたほうが、樹冠内に局部的に発生する本障害の説明には好都合である。実際に本障害発生樹の枯死部分を点検すると、その枯死部の基部

第7表 発芽障害発生樹の障害要因と障害程度 (1974)

園No	調査樹数		障害樹数	被害率 %	障害要因別				障害程度別樹数			
	本	本			コウモリガ加害	せん定切口枯込み	不明	軽	中	重	甚	
1	13	3	23		1	2		2			1	
2	31	1	3			1				1		
3	21	4	19		3	2		1		2	1	
4	19	1	5		1						1	
5	17	2	12		1	1					2	
6	9	2	22			2				1	1	
7	11	2	18			1	1				2	
合計	121	15	12		6 (40)	9 (60)	1 (7)	3	0	4	8	

()内数字は障害樹数に対する割合。障害要因は重複している場合もある。

にせん定等による大きな傷口痕が大部分の障害樹で確認できることや、枯死部分が樹冠の先端部に多いことから裏付けられる。

なお、本障害の発生には年次差が認められた。平田ら⁽⁶⁾はこれを冬期の低温との関係で説明しているが、気象要素との関係は次章で詳細に論議したい。また、本障害発生の品種間差異については平田ら⁽⁶⁾の詳細な報告があるので、ここでは同一圃場内においては生育の旺盛な品種で、さらに成木よりも若齢樹で多発するということだけに止めたい。

III. 発芽障害発生と気象要素との統計学的解析

発芽障害の発生は冬期の気象と密接な関係があると考えられる。そこで第II章、第2節で明らかにした指定調査園における1963年から'74年の12年間の年次別の発芽障害発生程度と、各年次における12月から3月までの冬期間の各種気象要素のうち、発芽障害発生との関係が想定される最低気温、無降雨日数、空気湿度などの観測値との関係を解析した。

1. 冬期間の最低気温と発芽障害発生との関係

発芽障害の発生を低温障害の面からとらえるため、冬期の最低気温との関係を明らかにしようとした。

(1) 調査方法

第II章、第2節で明らかにした相模原市大沼の指定調査園の“テラウエア”の12年間の発芽障害の発生程度を、各年次における神奈川県下ブドウ産地の発芽障害の発生

第8表 最低気温の極値と発芽障害の発生程度との関係

半月\月	12	1	2	3
1	0.255	0.500	0.566*	-0.448
2	0.545*	0.360	0.049	0.392
3	0.500	0.539*	0.304	0.245
4	0.437	0.601*	0.329	0.217
5	0.486	0.706**	0.133	-0.199
6	0.594*	0.689**	0.077	0.122
合計	0.559*	0.650*	0.091	0.052

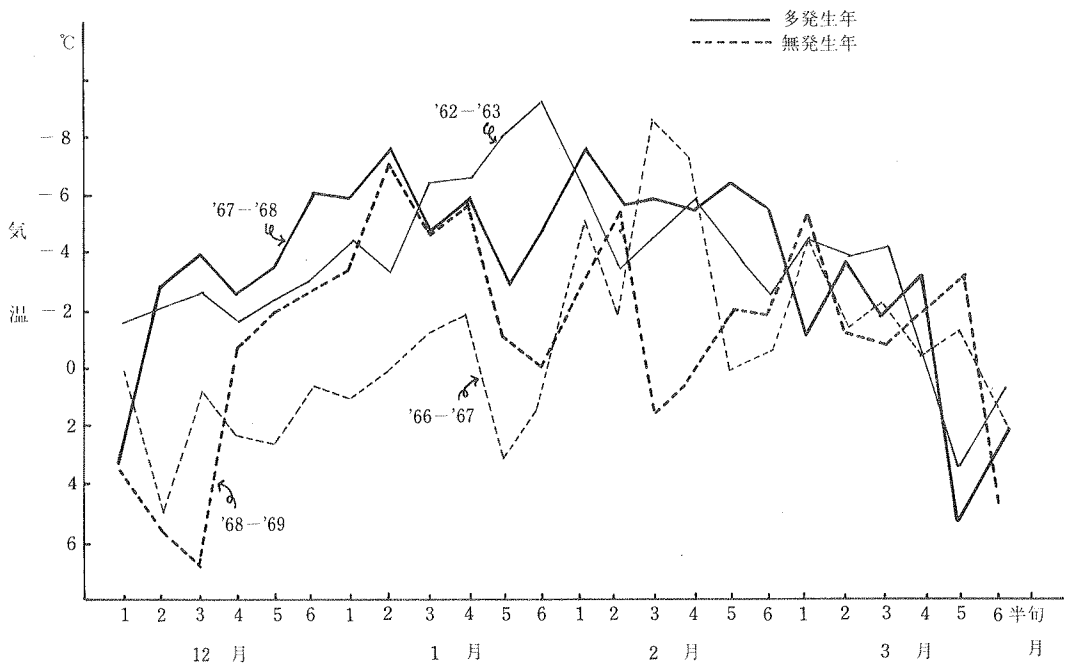
1) *は5%水準、**は1%水準で有意なことを示す。

2) 表中の数字は順位相関係数の値

第9表 1月の半旬別の最低気温の極値と発芽障害の発生程度との関係

調査年次	障害 順位	1(半旬)	2	3	4	5	6
1962-'63	2	-4.3	-3.1	-6.3	-6.4	-8.2	-9.2
'63-'64	7	-1.6	-2.6	-1.6	-2.4	-3.6	-1.1
'64-'65	8	-4.4	-6.3	-6.0	-5.0	-1.5	-5.7
'65-'66	5	-6.8	-5.5	-2.4	-8.7	-8.8	-5.3
'66-'67	11	-1.1	0.2	-1.2	-1.6	-3.3	1.0
'67-'68	1	-5.8	-7.5	-4.5	-5.7	-2.6	-4.6
'68-'69	11	-3.5	-7.0	-4.4	-5.6	-1.0	-0.1
'69-'70	4	-4.5	-4.8	-4.2	-8.0	-3.5	-5.8
'70-'71	3	-3.0	-5.0	-4.5	-4.5	-2.0	-6.0
'71-'72	9	-5.0	-4.0	1.0	-4.5	-1.0	-4.0
'72-'73	10	-1.5	0.5	-3.3	-0.8	-1.8	-5.0
'73-'74	6	-4.6	-4.9	-3.7	-7.2	-7.6	-5.6
有意性		NS	NS	*	*	**	**

*は5%水準、**は1%水準で有意なことを示す。



第3図 発芽障害多発生年と無発生年の半旬別最低気温の極値の変化(12~3月)

状態を加味して、障害の甚だしい年から順位付けをおこなった。最低気温は各年次の12月から3月までの半旬別(5日毎)の最低気温の極値と、各月の最低気温の極値を最も気温の低かった年から順位付けをおこない、発芽障害との関係を Spearman の順位相関によって解析した。使用した気温の観測値は調査園に近い、神奈川県内の気

象観測地点の1つである相模原市上溝のものである。

(2) 調査結果

発芽障害の発生程度と12月から3月までの各月の最低気温の極値との関係は第8表のとおりである。発芽障害は12月と1月の最低気温の極値が低い年に発生しやすい傾向があることが認められた。しかし、2月と3月の最

低気温の極値との間では全く関係は認められなかった。

これを各月の半旬別の最低気温の極値と発芽障害の発生程度との関係でみると、12月では第2及び第6半旬、1月は第3半旬から第6半旬まで、2月は第1半旬の最低気温の極値が低い年に発芽障害が発生しやすいことが認められた。特に、第9表に示したとおり、1月第5及び第6半旬の最低気温の極値が低い年は、発芽障害が発生しやすく、その障害程度も大きくなることが認められた。

なお、この関係は第3図のとおり、発芽障害の多発生年と無発生年の半旬別の最低気温の極値の変化を比較しても明らかであり、多発生年では12月及び1月が低温に経過しており、無発生年では高めに経過した。

2. 冬期間の無降雨日数と発芽障害発生との関係

日本の太平洋沿岸の各地では、冬期の気象の特徴の一つに降水(雪)量が少ないことがあげられる。発芽障害を乾燥害としてとらえる一指標として無降雨日数を選び、その関係を調査した。

(1) 調査方法

第1節と同様に発芽障害の発生程度と無降雨日数の関係を Spearman の順位相関で解析した。無降雨日数は観測資料が整備されている横浜地方気象台の観測値から算出した。無降雨日数の表示方法としては、12月から3月までの無降雨日数を1か月ないし4か月の期間でまとめ、種々の期間内の無降雨日の総数を多い年の方から順

位付けをした。なお、この場合に降雨はあったが雨量計では記録できない降雨(記録上は0.0mmと表示)及び1mm未満の降雨は無降雨とみなして加算した。また、連続して無降雨であった日数と発芽障害の発生程度との関係も調査した。この場合も1mm未満の降雨は無降雨とみなして加算した。

(2) 調査結果

無降雨日数と発芽障害の発生程度との関係を第10表及び第11表に示した。1mm未満の降雨を除いた場合は、1

第10表 無降雨日数と発芽障害の発生程度との関係

調査期間	無 降 雨 日 数	
	1%未満は除く	1%未満は含む
12月	0.154	0.241
1	0.626*	0.678**
2	0.657*	0.699**
3	-0.133	-0.451
12-1	0.622*	0.580*
12-2	0.703**	0.741**
12-3	0.486	0.601*
1-2	0.839**	0.864**
1-3	0.619*	0.584*
2-3	0.378	0.237

1) *は5%水準、**は1%水準で有意なことを示す。

2) 表中の数値は順位相関係数の値

第11表 無降雨日数(1%未満を含む)と発芽障害の発生程度との関係

調査年次	障害 順位	期間中	無降雨日数(1%未満を含む)						
			1月	2月	12-1月	12-2月	1-2月	1-3月	
1962-'63	2	99 ^日	30 ^日	25 ^日	54 ^日	79 ^日	55 ^日	75 ^日	
'63-'64	7	85	18	20	45	65	38	58	
'64-'65	8	100	24	23	50	73	47	74	
'65-'66	5	91	28	21	52	73	49	67	
'66-'67	11	97	26	20	55	75	46	68	
'67-'68	1	99	29	25	57	82	54	71	
'68-'69	11	83	24	14	45	59	38	62	
'69-'70	4	106	29	22	58	80	51	77	
'70-'71	3	103	27	22	55	77	49	75	
'71-'72	9	90	24	18	50	68	42	64	
'72-'73	10	96	22	22	47	69	44	71	
'73-'74	6	102	30	20	61	81	50	71	
有意性		*	**	**	*	**	**	*	

*は5%水準、**は1%水準で有意なことを示す。

月、2月、12月から1月、12月から2月、1月から2月及び1月から3月の無降雨日数が多い年ほど発芽障害が発生しやすい傾向が認められ、特に12月から2月または1月から2月の無降雨日数との間に高い相関関係が得られた。

この関係は無降雨日数に1mm未満の降雨があった日を加えるとさらに明瞭となり、1月、2月、12月から2月及び1月から2月の無降雨日数の多い年ほど発芽障害の発生程度は大きくなる傾向が見られた。しかし、12月、3月及び2月から3月の無降雨日数の多少と発芽障害の発生程度との関係は殆んど認められなかった。

連続無降雨日数の長短と発芽障害の発生程度との関係は第12表及び第13表のとおりである。1mm未満の降雨を除外した場合は関係が認められず、1mm未満の降雨は無降雨として加算すると、1月、2月、1月から2月及び12月から3月の連続無降雨日数が長い年ほど発芽障害が発生しやすい傾向が認められた。特に1月から2月にかけて無降雨の日が続く年ほど発芽障害が多く発生した。

3. 冬期間の空気湿度と発芽障害発生との関係

第2節と同様に発芽障害を乾燥害としてとらえた場合、乾燥の指標として空気湿度との関係を調査した。

(1) 調査方法

空気湿度を表現する場合、相対湿度では気温の影響が大きく、相互比較が困難なので、日平均気温における最大水蒸気量（飽和水蒸気圧）を求め、大気中の水蒸気圧との差を飽差として空気湿度の指標とした。この飽差に

ついて12月から3月までの旬別及び月別に最大値並びに平均値を求め、その値の大きい方からの順位と発芽障害の発生程度との関係を Spearman の順位相関で解析した。なお、飽差の算出に使用した日平均気温、日平均湿度及

第13表 連続無降雨日数（1%未満は含む）と発芽障害の発生程度との関係

調査年次	障害 順位	期間中 日	1月	2月	1-2月
			日	日	日
1962-'63	2	27	26	17	27
'63-'64	7	13	7	6	0
'64-'65	8	18	18	9	4
'65-'66	5	18	18	16	34
'66-'67	11	16	16	10	9
'67-'68	1	26	18	10	26
'68-'69	11	24	11	5	0
'69-'70	4	53	29	12	7
'70-'71	3	21	15	12	21
'71-'72	9	14	9	8	1
'72-'73	10	17	6	11	9
'73-'74	6	51	20	4	14
有意性		*	*	*	**

*は5%水準、**は1%水準で有意なことを示す。

第14表 飽差の大小と発芽障害の発生程度との関係

調査期間	最大値	平均値
12月全体	0.105	-0.245
上旬	-0.136	-0.227
中旬	-0.098	-0.224
下旬	-0.014	0.189
1月全体	0.563*	0.738**
上旬	0.472	0.262
中旬	0.357	0.797**
下旬	-0.105	0.444
2月全体	0.367	0.367
上旬	0.011	0.535*
中旬	0.385	0.423
下旬	0.479	0.196
3月全体	0.059	-0.381
上旬	0.350	0.066
中旬	-0.122	-0.063
下旬	-0.462	-0.427

第12表 連続無降雨日数と発芽障害の発生との関係

調査期間	1%未満は除く	1%未満は含む
月		
期間中	-0.004	0.594*
12	0.378	0.395
1	0.245	0.615*
2	0.203	0.542*
3	-0.101	-0.171
12-1	0.133	0.224
1-2	0.504	0.682**
2-3	-0.318	0.192
3-4	0.255	0.290

1) *は5%水準、**は1%水準で有意なことを示す。

2) 表中の数値は順位相関係数の値。

び水蒸気圧の観測値は横浜地方気象台で観測された数値を使用した。

(2) 調査結果

12月から3月までの旬別及び月別の飽差の大小と発芽障害の発生程度との関係を第14表に示した。各旬別及び月別の期間中で最も大きい飽差が得られた数値と発芽障害の発生程度との間では、1月の飽差の最大値が大きい年ほど発芽障害の発生程度が大きくなる傾向が認められる程度であった。

これを旬別及び月別の期間中の飽差を平均した値の大小と発芽障害の発生程度との関係でみると、1月中旬及び1月の飽差の平均値が大きい年ほど発芽障害が多発しやすいことが認められた。また、2月上旬の飽差の大小も影響することが認められた。

4. 大気中の水ポテンシャルと発芽障害発生との関係

発芽障害を乾燥害としてとらえる場合、植物体における水分減少の指標となるものが必要である。その指標に大気中の水ポテンシャルを使用することとした。

(1) 調査方法

大気中の水ポテンシャルは次の式によって計算した⁽²⁵⁾

$$\psi = \frac{\mu - \mu_0}{V} = \frac{RT}{V} \ln(e/e_0)$$

V = 水のモル体積 18.07 (cm³ mole⁻¹)

R = 水蒸気の気体定数 8.314 × 10⁷ (erg mole⁻¹ K⁻¹)

e, e₀ = 水及び純水の水蒸気圧 (mmHg)

T = 絶対温度 (K)

なお、計算に必要な日平均気温及び日平均湿度は横浜地方気象台の観測値を使用した。

計算で得られた12月から3月までの月及び各旬別の水ポテンシャルの大小と発芽障害の発生程度との関係を Spearman の順位相関で解析した。

(2) 調査結果

計算された大気中の水ポテンシャルの最も大きな値は1974年1月中旬の-1268bar、最も小さい値は'68年3月下旬の-243barであった。

第15表は大気中の水ポテンシャルの大小と発芽障害発生程度との相関関係を示したものである。1月及び2月の水ポテンシャルが大きい年ほど発芽障害が多発する傾向が見られ、これを旬別にみると1月中旬、1月下旬及び2月上旬の大気中の水ポテンシャルの大きさと発芽障害発生との間に高い相関関係が得られた。

この発芽障害の発生に関係が深かった時期の年次別の大気中の水ポテンシャルの値を示したものが第16表であ

第15表 大気中の水ポテンシャルの大小と発芽障害の発生程度との関係

旬/月	12月	1月	2月	3月
上	0.031	0.297	0.717**	0.091
中	0.094	0.689**	0.535*	0.164
下	0.220	0.738**	0.234	-0.283
月	0.164	0.696**	0.759**	-0.157

1) *は5%水準、**は1%水準で有意なことを示す。

2) 表中の数値は順位相関係数の値

第16表 発芽障害の発生程度との相関が高い時期の大気中の水ポテンシャルの値

調査年次	障害順位	1月	2月	1月中旬	1月下旬	2月上旬
		年	bar	bar	bar	bar
1962-'63	2	-1045	-860	-1123	-1069	-738
'63-'64	7	-532	-609	-556	-492	-570
'64-'65	8	-674	-812	-785	-743	-631
'65-'66	5	-811	-658	-720	-856	-817
'66-'67	11	-694	-511	-714	-721	-512
'67-'68	1	-813	-832	-915	-860	-961
'68-'69	11	-612	-457	-654	-320	-655
'69-'70	4	-786	-721	-881	-862	-990
'70-'71	3	-719	-654	-768	-741	-908
'71-'72	9	-575	-572	-536	-576	-419
'72-'73	10	-635	-658	-613	-678	-765
'73-'74	6	-1076	-718	-1268	-1013	-784
有意性		**	**	**	**	**

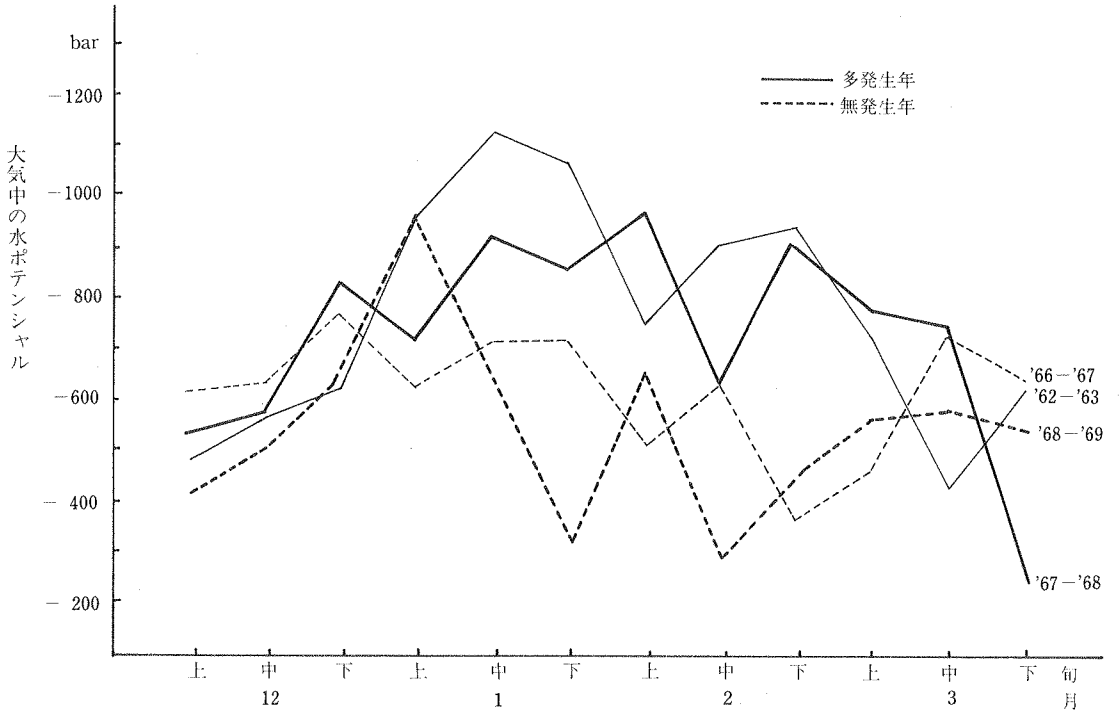
**は1%水準で有意なことを示す。

る。発芽障害が大きかった年は1月の大気中の水ポテンシャルの値が-700barを下回ることがなく、また1月下旬及び2月上旬の大気中の水ポテンシャルの値でも同様の傾向を示した。

第4図は12月から3月までの旬別の大気中の水ポテンシャルの変化を、発芽障害の多発生年と無発生年について比較したものである。多発生年に比較して無発生年の大気中の水ポテンシャルは概して低い値を示しており、その傾向は1月中旬から3月上旬までが顕著であった。

5. 考 察

三好ら⁽¹⁴⁾は長野県において、ブドウの“ねむり病”と気温の関係进行调查し、2月以降、特に3月に-10℃以下の



第4図 発芽障害多発生年と無発生年の旬別大気中の水ポテンシャルの変化(12～3月)

低温となる日が多い年に“ねむり病”が多発することを報告している。しかし、神奈川県における冬期の気象要素と発芽障害発生の多少との関係を見ると、むしろ12月及び1月の低温の影響を受けやすく、特に1月下旬の低温が本障害発生の多少と密接に関係している。

これを空気湿度との関係でみると、無降雨日数、連続無降雨日数、飽差及び大気中の水ポテンシャルのいずれの要素をとっても、1月の値の大小が本障害発生の多少と密接に関係しており、特に1月中旬以降2月上旬までの空気湿度の低下が本障害の多発に結びつくようである。しかしながら、いずれの気象要素をとっても、2月中旬以降ではほとんど本障害の発生には影響を与えていなかった。

これらの統計学的な解析結果は、日本の太平洋沿岸での冬期の気象特性の一つである寡雨乾燥の現象が12月から2月上旬までに多く表れることとよく一致しており、

発芽障害は空気湿度の低下に伴う乾燥害とするのが妥当と考えられる結果が得られた。

なお、最低気温との関係では、12月第2半旬及び第6半旬の最低気温の極値と本障害の発生程度との間に関係が認められたことから、初冬期におけるブドウ樹の耐低温性の程度との関係について、さらに検討する必要があると考えられる。また、気象要素の一つとして大気中の水ポテンシャルの旬または月の平均値を使用することには、その本来の意味から考えると問題は残るが、冬期の土壌—ブドウ樹—大気をつなぐ熱力学的水系の中で、その平衡を破り樹体からの水分減少をもたらすと考えられる数値の一指標として-700barが得られた。このように大気中の水ポテンシャルの大きさは、植物に対する空気乾燥度の影響を表わすには、極めて有効であると考えられる。

IV. 冬期間の土壌の乾燥及び樹体の管理 条件が発芽障害発生に及ぼす影響

第III章で述べたように、冬期間雨が降らず空気湿度が異常に低下する現象は、日本の太平洋沿岸では通常みら

れるものである。この空気湿度の低下は土壌水分含量にも大きく影響すると考えられる。したがって、発芽障害

の発生は冬期間中の土壤水分含量の低下による樹体への水分供給の不足から生ずる乾燥害(干害)と関係が深いと想定して試験を実施した。

1. 休眠期間中の土壤水分条件と二、三の樹体管理の組合せが萌芽障害発生に及ぼす影響

ブドウに限らず、落葉果樹の春季の発芽障害をひきおこす一要因として、休眠期間中の低温の不足が知られている。また、生育期の早期落葉は樹体内への養分の蓄積を不良とし、冬期の耐低温性を低下させるといわれている。これらの要因と冬期間の土壤水分の乾燥との関係を明らかにするため試験をおこなった。

(1) 試験方法

1963年3月に発芽障害多発地帯の黒ぼく土壌(火山灰土)を満した10号素焼鉢に自根の1年生“テラウエア”を定植した。9月まで屋外で通常管理をおこなったのち、第17表のように10区の試験区を設定し、1試験区あたり7鉢をあてて試験を開始した。同年9月23日に各区の供試鉢の半数の発育枝を基部から30節まで摘葉し、早期落葉区とした。

また、自然落葉後の12月10日にすべての鉢の供試樹の良好な発育枝1本を残し、それを基部より10節目でせん定した。

次に、低温不足区に該当する鉢は12月10日に2℃に調節した低温室に搬入して、自然状態で7.5℃以下の温度に遭遇した132時間を加え、7.5℃以下の温度の遭遇時間が300時間になるように調整した。低温不足区の鉢は12月17日に低温室より搬出して、最低温度20℃に調節した温室内に搬入した。

低温処理区に該当する鉢は12月26日に2℃に調節した低温室内に搬入し、翌64年2月27日までの63日間低温処理し、合計低温処理時間を1800時間以上としたのち、最低温度20℃の温室に移して栽培した。また、低温処理期間中の1月31日と2月26日の2回、耐低温性を確認するために-10℃まで温度を低下させ、この温度に約1時間遭遇させた。この場合、樹体の凍結が促進されるように、温度低下をおこなう直前に樹体に水を噴霧して、積氷の役割を果すように配慮した。

土壤水分の調節は、乾燥区は低温期間中は無かん水、最低温度20℃の温室内に搬入後は7~10日間隔でかん水した。適湿区は低温期間中は随時、温室に搬入後は隔日にかん水した。なお、乾燥区及び適湿区のいずれも処理期間中の土壤水分含量の測定はおこなわなかった。また、地上部の生育に伴い乾燥・低温不足区は温室搬入後60日

第17表 試験区の設計

区	土壤水分	低温遭遇		落葉の早晩	
		区分	時間 ^X	区分	処理 ^Y
1	適湿	不足	300	晩	自然落葉
2	"	十分	1800以上	"	"
3	"	不足	300	早	9月23日摘葉
4	"	十分	1800以上	"	"
5	乾燥	不足	300	晩	自然落葉
6	"	十分	1800以上	"	"
7	"	不足	300	早	9月23日摘葉
8	"	十分	1800以上	"	"
9	屋外	放任		晩	自然落葉
10	"	"	"	早	9月23日摘葉

X. 低温遭遇時間は7.5℃以下の温度にあった時間数

Y. 早期落葉は9月23日に基部から30節まで摘葉処理

の2月16日から、乾燥・低温区は53日後の4月20日から隔日かん水に切り換えた。

調査は各試験区とも温室内搬入後は樹液流動開始時期、萌芽始期及び展葉始期を各節位別におこなった。この場合、樹液流動開始時期は1年枝の頂部せん定切口から溢液を認めた最初の日、萌芽始期は休眠芽が催芽状態になった日、展葉始期は第1葉が展葉した日を記録した。新しょうの伸長量の調査は頂芽伸長量について、12月17日に温室内に搬入した鉢については70日後の2月26日に、2月27日に搬入した鉢については60日後の4月27日におこなった。なお、自然放任区については4月1日を起算日として生育調査をおこなった。

(2) 試験結果

1) 萌芽及び展葉までの日数

第18表及び第5図に示すように、温室搬入後における土壤乾燥区の萌芽及び展葉までの日数は、適湿区に比べて長期間を要した。また、節位別及び供試個体間の変動も大きかった。適湿区に対する乾燥区の遅れの程度は、平均萌芽日数で10~20日、平均展葉日数で5~29日であった。

全般的には、低温不足が伴うと萌芽が遅れ、その揃いは不良となった。落葉期の早晩は、この試験の範囲では低温が十分であれば、適湿区の場合はほとんど影響しなかったが、乾燥区では早期落葉区の萌芽及び展葉期が不揃いで、かつ長期間を要する傾向が認められた。

第18表 各試験区の萌芽及び展葉に要した日数

区	(最低温度20℃)						土壤の 乾 湿
	萌 芽 日 数 ^X			展 葉 日 数 ^X			
	始期 ^Y	平均	期間	始期 ^Y	平均	期間	
日	日	日	日	日	日		
1	28	39	18	36	40	14	適 湿
2	9	15	15	15	21	11	"
3	32	47	30	38	57	26	"
4	9	15	15	16	22	11	"
5	33	60	37	58	69	12	乾 燥
6	17	29	20	26	37	15	"
7	39	58	31	50	62	26	"
8	17	30	32	31	41	24	"
9	2	8	14	14	16	8	自然放任 ^Z
10	2	10	20	14	20	10	"

X. 温室搬入後、萌芽、展葉に要した日数

Y. 萌芽始期は発芽徴候を認めた最初の日、展葉始期は第1葉が展葉した最初の日

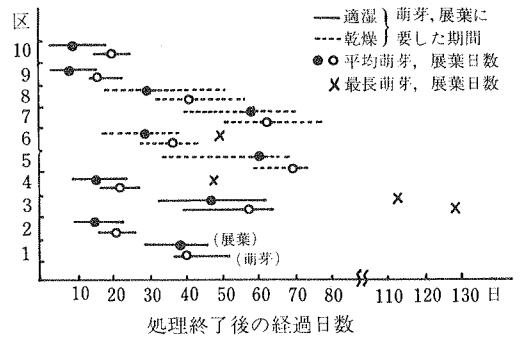
Z. 4月1日を起算日としての萌芽、展葉日数

2) 萌芽及び展葉の程度に及ぼす影響

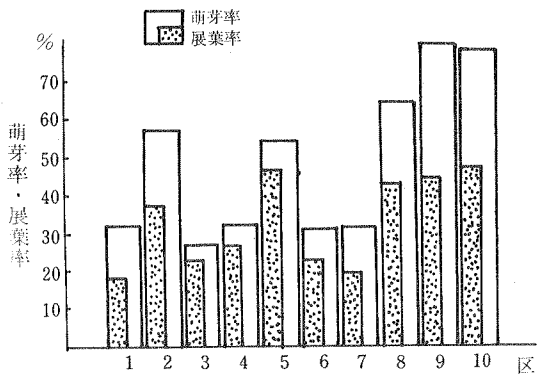
第6図に各試験区の萌芽率及び展葉率を示した。萌芽率は自然放任区で高く、その他の試験区では概して低かった。土壤の乾湿との関係では、土壤適湿区の場合は十分な低温を受け落葉期の遅かった2区が50%の萌芽率であったが、他は26~31%と低かった。土壤乾燥区では、低温は十分であるが早期落葉した8区が63%と高く、低温は不足しているが落葉期の遅かった5区も53%の萌芽率を示した。

展葉率は自然放任の9及び10区と、土壤乾燥区で萌芽率の高かった5及び8区が40%を示して高かった。次いで、土壤適湿区で萌芽率の高かった2区の36%であった。

第19表は萌芽及び展葉の状態を節位別に調査した結果をまとめたものである。萌芽数に対する展葉数の割合は、土壤適湿区で早期落葉の影響で萌芽率の低かった3及び4区と、土壤乾燥区で比較的萌芽率の良かった5区が80%の展葉率となり、萌芽した芽のほとんどは展葉、伸長した。節位別の展葉率は自然放任と土壤適湿の各区は頂芽及び第2芽はほとんどの個体で展葉したが、土壤乾燥区の頂芽及び第2芽の展葉率は低下した。また、土壤



第5図 各処理区の萌芽及び展葉に要した日数(20℃)
萌芽始期は発芽徴候を認めた最初の日
展葉始期は第1葉が展葉した最初の日



第6図 各処理区における萌芽率並びに展葉率

適湿区は下部節位の展葉率は著しく低下して頂部優勢性の形態となったが、土壤乾燥区では最下節の10節目の芽まで展葉する区が多かった。なお、土壤乾燥区では低温は不足しているが落葉期の遅かった5区を除き、6及び7区でそれぞれ2株、8区で1株の枯死株が発生した。

第7図は土壤適湿区と乾燥区の頂芽の伸長量を比較したものである。適湿区は頂芽優勢性を保ち、よく伸長した。特に低温が十分に与えられている場合に著るしかった。しかし、乾燥区は全般に伸長量は劣り、頂芽優勢性も認められなかった。

2. 休眠期間中の時期別の土壤乾燥が
発芽障害発生に及ぼす影響

休眠期間中の土壤の乾燥時期が発芽障害発生に及ぼす影響を明らかにするため試験した。

(1) 試験方法

1965年4月に2年生“デラウエア”(台木はテレキ5BB)

第19表 各処理区における萌芽、展葉状況

(7鉢合計)

区	萌芽率 %	展葉率 %	萌芽数に 対する 展葉率 %	節 位 別 展 葉 率										枯死 株数	
				頂芽	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	31	18	59	86	57	14	14	0	14	0	0	0	0	0	0
2	56	36	65	100	100	29	29	43	29	28	0	14	0	0	
3	26	22	84	100	100	0	0	14	14	0	0	0	0	0	
4	31	26	83	100	100	29	14	14	14	0	0	0	0	0	
5	53	45	85	43	86	86	57	57	0	71	14	0	14	0	
6	30	22	73	43	43	29	29	29	14	14	14	0	14	2	
7	31	19	61	71	43	14	43	14	0	0	0	0	0	2	
8	63	41	66	86	86	43	71	57	14	14	0	14	29	1	
9	79	43	55	100	100	57	57	57	43	14	0	0	0	0	
10	76	46	60	100	71	43	57	29	57	43	14	43	0	0	

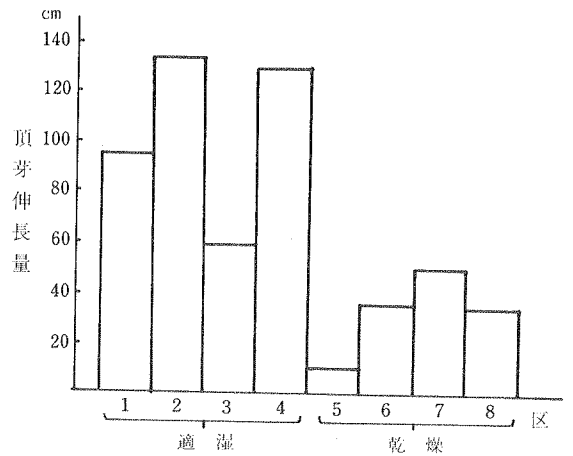
を黒ぼく土壌（火山灰土）で満たした10号素焼鉢に定植した。通常の管理のもとに生育させたのち、'66年1月10日に室内に搬入して、第20表のような試験区を設定した。各時期の乾燥期間は30日としたが、全期間乾燥では79日となった。

供試鉢数は1試験区あたり8~10鉢とし、供試樹は室内搬入時に良好な1年枝を1本だけ残し、さらにそれを10節目でせん定した。乾燥処理に入る直前にかん水をおこなった後、乾燥期間中は無かん水とした。なお、処理期間以外は土壤水分含量が40%以下にならないようにかん水をおこなった。試験期間中の室内の気温は4~16℃の間で変化したが、大体10℃±3℃の範囲であり、比較的安定していた。鉢内土壤表層部（深さ5cm）の土壤水分は第20表のとおり、処理開始時でやや乾燥気味であったが、処理終了時にはほとんど風乾土に近い土壤水分含量まで低下していた。

調査は、萌芽及び展葉に要した日数をそれぞれの始めと終りについて、前記1項の指標でおこない、萌芽率及び展葉率を総節数に対するそれぞれの節数の割合で算出した。

(2) 試験結果

第21表に示すとおり、全期間（79日）土壤乾燥処理をおこなった区で8株中6株が枯死した以外は、乾燥期間が異なっても萌芽率及び展葉率は高い値を示し、全期間適湿状態のものと差は認められなかった。多少異なる点としては、1月乾燥区は萌芽率がやや低い傾向を示し、



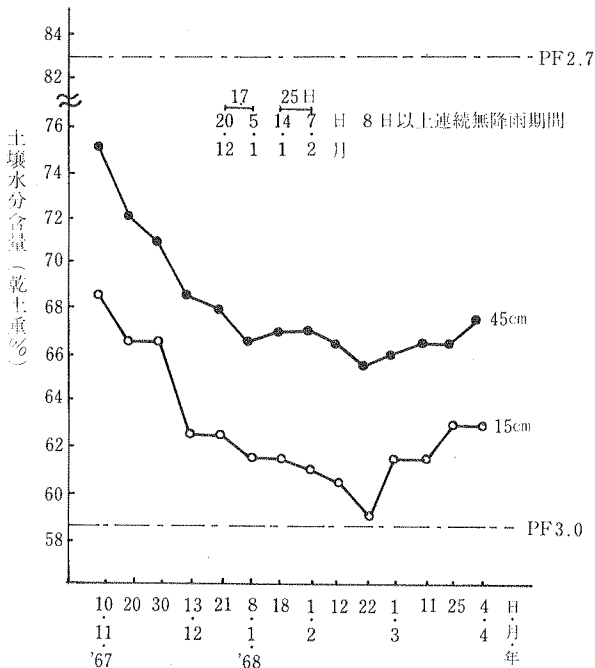
第7図 土壤の乾湿と頂芽伸長量

第20表 試験区と土壤水分含量の推移

区	処 理	乾燥期間		乾燥 日数	土壤水分含量	
		月.日	月.日		処理開始時 DW%	処理終了時 DW%
1	1月乾燥区	1.10	2.9	30	52.6	17.1
2	2月乾燥区	2.5	3.7	30	46.1	22.8
3	3月乾燥区	3.1	3.30	30	39.9	19.3
4	全期間乾燥区	1.10	3.30	79	53.7	16.3
5	全期間適湿区	—	—	—	53.4	—

第21表 休眠期の土壤乾燥時期と萌芽、展葉の関係

区	萌芽率 %	萌芽日数 日	展 葉 率		展葉日数 日	枯死 株数 本	不定芽発 生株数 本	不定 芽数 本
			対全節数 %	対萌芽数 %				
1	77.1	23.2	57.4	74.3	12.0	0	1	1
2	86.9	18.0	59.6	68.6	8.8	0	5	7
3	87.0	23.7	64.0	73.6	9.8	0	3	3
4	22.5	8.5	17.5	77.8	4.0	6	2	6
5	86.1	23.1	64.6	75.0	12.1	0	2	2

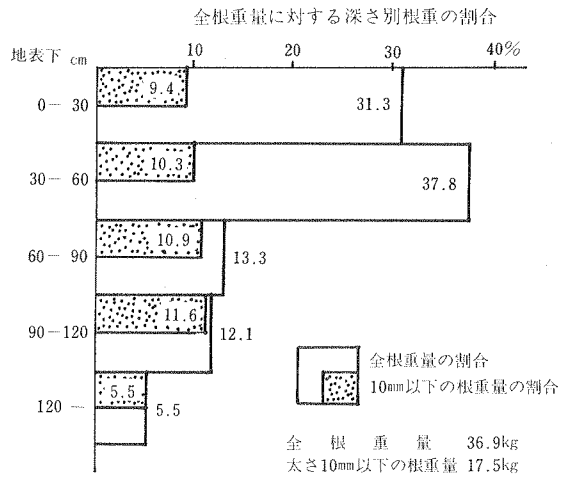


第8図 冬期間の土壤水分含量の変化 (火山灰土、石膏ブロック法)

2月乾燥区は萌芽並びに展葉の揃いが他区にくらべ良好であった。しかし、萌芽数に対する展葉率がわずかに低くなる傾向が認められた。また、2月乾燥区は1年枝以外の部分から不定芽を発生する株数が多かった。

3. 圃場における冬期の土壤水分含量の変化

第1及び第2節の鉢植えのブドウ幼樹の試験結果から、冬期の土壤乾燥が発芽障害の原因になる場合のあることが明らかとなったので、発芽障害多発地域のブドウ園での冬期間の土壤水分含量の変化を測定した。



第9図 火山灰土における垂直根群分布 (テレキ5C台デラウェア)

(1) 試験方法

発芽障害の多発する黒ぼく土壌(火山灰土)のブドウ園の土壤水分の変化を知るため、神奈川県農業試験場相模原分場(当時)の放任草生のブドウ園における土壤水分の変化を石膏ブロック法で測定した。測定期間は1967年11月から'68年4月までとし、約10日間隔で測定した。測定した深さ15cm及び45cmの土壤水分含量をこの期間の土壤水分含量(乾重%)として算定した。また、測定園の土壤の毛管連絡切断含水量を知るため、円筒柱法によりpF2.7及び3.0の時の土壤水分含量を求め比較検討した。なお、この測定期間中の8日以上連続無降雨日数並びに期間についても、横浜地方気象台の観測値から求めた。

(2) 試験結果

圃場条件で土壤水分含量を測定した1967年から'68年にかけては、冬期間の降雨が少なく、8日以上連続無

降雨期間は'67年12月20日から'68年1月5日までの17日間と1月14日から2月7日までの25日間と2回にわたって見られ、異常に乾燥の続いた年であった。また、'68年は本試験の調査年次中最も甚だしい発芽障害が発生した年であった。

このような異常乾燥年にもかかわらず、第8図に示すようにブドウ園内の土壤は、乾燥が続いた後の'68年2月22日の測定時に、深さ15cmの所でpF3に近い水分含量に低下した以外は、やや乾燥気味ではあったが、概して適度の土壤水分含量を保持していた。さらに深さ45cmのところでは適湿状態に近い水分含量が維持されていた。このように黒ぼく土壤では冬期間降雨の少ない年でも、土壤が乾燥状態になることはないようであった。

4. 発芽障害多発地帯における根群分布

発芽障害の原因の一つに土壤の乾燥が考えられる場合、発芽障害多発地帯のブドウ樹の根群分布がどのような状態になっているのかを確認しておく必要がある。そこで第II章第2節で述べた発芽障害指定調査園に栽植されているブドウ樹の根群調査をおこなった。

(1) 試験方法

1964年11月に神奈川県相模原市大沼の発芽障害指定調査園に栽植されている6年生の“テラウエア”（台木、テレキ5C）の根群分布を、同心円掘壕法で調査した。同心円の半径は幹を中心に1m間隔で3mまでとし、深さは30cm間隔で120cm以上まで6段階に区分して、その中に含まれる根量をブロック別に測定し分布割合を求めた。根はその太さから根幹、特大根（直径20mm以上）、太根（10～20mm）、中根（5～10mm）、小根（2～5mm）及び細根（2mm以下）に分類した。なお、調査園の土壤は表土層50cmの黒ぼく土壤で、孔隙率約75%、真比重は2.1であった。

(2) 試験結果

第9図に根群の垂直分布を重量割合で示した。最も根量が多かったのは深さ30～60cmで、全体の37.8%を占めていた。これに0～30cmの根量を加えると、深さ60cmまでの間に全根量の70%が分布していた。また、太さ10mm以下の根量は、120cmまでは各ブロックとも10%前後の割

合で分布していた。

5. 考 察

土壤の乾燥が落葉果樹の生育に及ぼす影響については、発育期に関する試験成績は極めて多いが、落葉後の休眠期間（冬期間）の関係について試験した報告は極めて少なく、冬期の土壤水分含量がブドウや茶樹の低温障害の発生に影響を及ぼすことが報じられている程度である⁽²⁰⁾⁽²⁶⁾⁽²⁹⁾⁽³⁷⁾⁽⁴⁴⁾。

落葉果樹は落葉後といえども、土壤からの水分供給が絶たれば、当然、樹体の水分欠乏を生じ、枯死に結びつく可能性は大いに考えられることである。

実際に、鉢植えのブドウ幼樹では、極端に土壤水分が不足することで枯死株を発生し、乾燥傾向の土壤では萌芽及び展葉が遅れ、その揃いも悪くなることが認められた。その症状の発現は、一般の園地で見られる発芽障害の場合と同様であった。

しかし、発芽障害多発地帯の黒ぼく土壤では、冬期に甚だしく乾燥が続いた条件下でも、ブドウの根群分布が多い、いわゆる根圏土壤の水分含量が土壤の毛管連絡切断含水量にあたるpF3（水ポテンシャルとして-1bar）を上廻ることはなく、土壤水分が不足する状態にはならなかった。これは土壤孔隙率が多く、保水力が大きい黒ぼく土壤の特性によるものと考えられ、このような土壤に生育するブドウ樹では、冬期の土壤水分が生体維持に支障をきたすほど低下することは考えられない。これらのことから、本障害の発生原因として冬期の土壤の乾燥を考えるのは妥当性に欠けることが判明した。

なお、ポット試験の結果であるが、早期落葉による樹体栄養状態の不良は、春季の発芽に影響を与えることはほとんどないようである。しかし、低温要求量の不足は萌芽の遅延や揃いに影響のあることが認められたが、神奈川県の場合、低温要求量が不足する可能性は皆無と考えてよく、発芽障害とは無関係であると判断できる。ただし、興味ある事として土壤の乾燥は低温不足を補う作用を有することが認められ、乾燥条件は休眠打破に有効のようであった。

V. 冬期間の樹体温度について

神奈川県のように、冬季といえども月平均気温が0℃を上廻る地域であっても、一日の最低気温と最高気温との温度較差は大きく、それに伴って樹体温度（以下樹温とする）の日変化も大きいことが、著者のクリ樹におけ

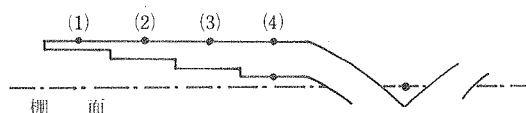
る樹温の調査結果から明らかにされている⁽³⁴⁾しかし、ブドウのように平棚上に整枝されている果樹では、立ち木性の果樹とは異なった樹温の日変化が予測される。また、低温障害の実態を把握するためにも、冬期間の樹温変化

を正確に測定しておくことは重要であると考え試験をおこなった。

神奈川県園芸試験場のブドウ園で、直線自然形に整枝された5年生の“デラウェア”を使用し、1969年12月25日

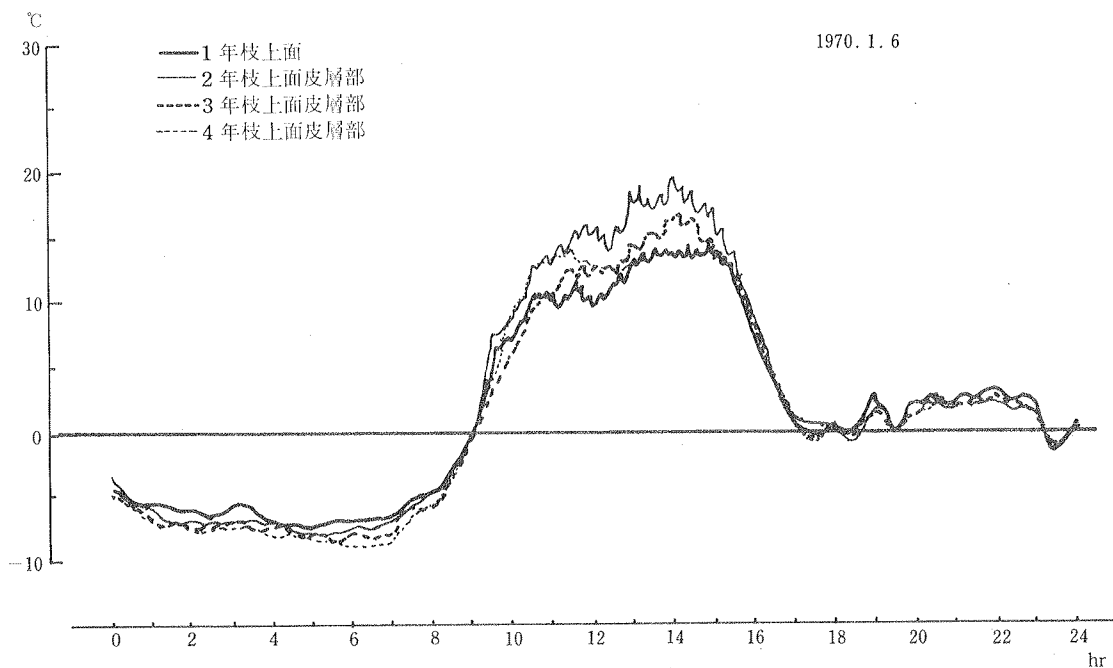
1. 冬期における枝齢別の樹体温度の変化

ブドウの枝は平棚上に支持されているので、地上からの枝の高さが、その齢によって異なることはない。このような条件下での枝齢と樹温との関係を明らかにしようとした。



第10図 測温部(●印)の模式図
()内数字は枝齢

(1) 試験方法



第11図 枝齢別の樹温の日変化の一例(晴天日)

第22表 晴天日の月別平均最高温度

()内数字は極値(1970)

月	日数	1年枝	2年枝	3年枝	4年枝上	4年枝下	棚面	百葉箱
月	日	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
1	25	15.5±2.1 (22.0)	19.0±2.3 (26.4)	16.3±2.1 (23.5)	14.2±1.9 (20.0)	12.5±1.8 (17.2)	14.1±2.2 (20.7)	10.3±2.1 (16.4)
2	17	16.6±2.8 (21.0)	20.0±3.7 (25.5)	17.4±3.3 (22.7)	15.8±2.9 (20.5)	13.6±3.1 (18.5)	15.9±2.8 (20.5)	11.6±2.7 (15.7)
3	11	16.0±1.9 (18.2)	17.9±1.9 (20.0)	16.2±1.7 (18.3)	16.4±2.6 (19.8)	12.6±2.3 (16.1)	14.5±2.1 (16.8)	10.4±2.0 (13.5)
4	8	23.1±2.4 (28.3)	25.2±2.6 (30.6)	22.7±2.9 (27.0)	25.4±3.1 (32.3)	20.8±3.2 (26.5)	22.3±2.9 (28.5)	17.3±2.4 (21.6)

から '70年4月20日までの期間の枝齢別の樹温の変化を測定した。

樹温の測定位置は第10図のように、棚面上の南東方向に伸長した主枝の1年枝から4年枝までの上面(直射日光を受ける面)の皮層部とし、4年枝については下面(日陰部の面)の皮層部についても測定した。また、対照として棚面の温度も測定した。

樹温等の測定方法は銅-コンスタンタン熱電対の針状測温部を所定の皮層部分に挿入固定し、電子平衡式自記記録計で記録した。なお、測温部挿入部分の傷口は接ぎろうで封じ、測温部に接続するエレメントの露出部分はゴム管を巻いて保護し、直射日光の影響を受けないよう配慮した。また、百葉箱の温度は神奈川県園芸試験場の気象観測露場の測定値を使用した。

なお、供試圃場は西面に約6度緩傾斜しており、地形の関係から朝日のあたるのが遅く、夕日は遅くまであたる状態にあった。また、ブドウ棚は甲州式で、棚面の高さは約2mであった。

(2) 試験結果

1) 樹温の日変化

晴天日における各測定部位の樹温の日変化のモデルは第11図のとおりである。一般に各齢の枝とも直射日光を受け始めると樹温は急速に上昇し、日没後には急速に降下した。また、最高樹温は午後1時から3時までの間に現れることが多かった。枝齢別の樹温では、1月及び2月の日中には2年枝が最も高温となり、3年枝がこれに続いて高く、以下1年枝、4年枝上面、4年枝下面が僅かの温度差で続いた。また、1年枝は棚面温度とほぼ一致し、4年枝下面は最も低温となる傾向が認められた。3月以降となると2~4年枝の温度差が小さくなった。また、3年枝は一般に昇温が遅れる傾向があった。

夜間低温時には4年枝上面が最も低温となり、3年枝、2年枝、1年枝、4年枝下面の順に高くなったが、枝齢

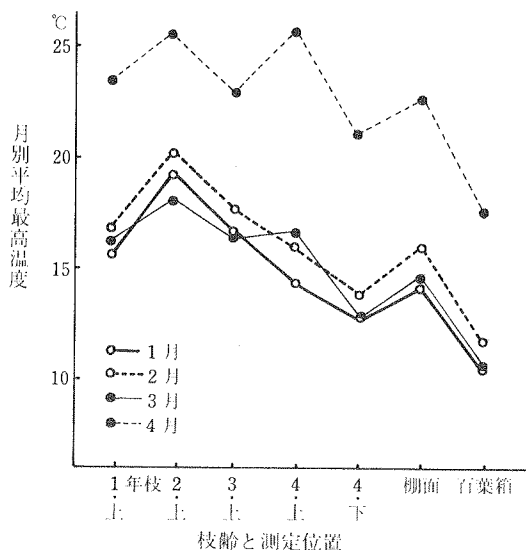
間の温度差はわずかであった。なお、4年枝下面は棚面温度とほとんど差は認められなかった。

2) 晴天日の最高温度

測定期間中の晴天日数は1月で25日、2月は17日、3月;11日、4月;8日の計61日であった。その月別の平均最高樹温及び極値は第22表のとおりである。

1月及び2月は2年枝>3年枝>1年枝>4年枝上面=棚面温度>4年枝下面の順であった。3月になると、それが2年枝>4年枝上面≥3年枝≥1年枝>棚面温度>4年枝下面となり、4月は4年枝上面≥2年枝>1年枝>3年枝>棚面温度>4年枝下面となった。これを図示したものが第12図で、1月及び2月は2年枝からは枝齢が進むにつれ樹温が低くなったが、3月及び4月は4年枝が3年枝より高く、また、1年枝はいずれも2年枝より低く、3年枝とよく似た値となった。

また、各月の最も高い樹温を示した枝齢と他の枝齢との温度差は1月は3.5~4.8℃、2月は2.3~3.7℃、3月



第12図 晴天日の月別平均最高温度の推移

第23表 月別の平均最低温度(0℃以下の日のみ)

(1970)

月	1年枝	2年枝	3年枝	4年枝上	4年枝下	棚面	百葉箱
月	で	で	で	で	で	で	で
1	-4.4 (-10.6)	-4.7 (-10.8)	-5.0 (-11.1)	-5.1 (-11.2)	-3.8 (-10.5)	-4.2 (-10.1)	-2.7 (-8.8)
2	-4.2 (-8.6)	-4.1 (-8.6)	-4.3 (-8.6)	-4.5 (-9.2)	-3.8 (-8.0)	-3.8 (-8.6)	-2.4 (-6.8)
3	-3.7 (-7.6)	-3.7 (-8.0)	-3.8 (-7.9)	-4.0 (-8.0)	-3.2 (-6.6)	-3.6 (-7.4)	-2.1 (-5.5)

()内数字は極値

第24表 測定期間中の0℃以下の時間

(1970)

月	1年枝	2年枝	3年枝	4年枝上	4年枝下	棚面
月	時分	時分	時分	時分	時分	時分
1	301.5 (9.22)	340.40 (10.56)	350.35 (10.37)	352.05 (10.42)	297.10 (9.06)	279.25 (8.28)
2	126.00 (7.53)	130.55 (7.42)	138.40 (8.09)	144.30 (8.30)	121.05 (7.34)	115.20 (6.47)
3	136.20 (8.01)	135.55 (7.59)	144.55 (8.31)	146.10 (8.36)	122.55 (7.41)	120.45 (7.33)
合計	563.35 (8.32)	607.30 (9.04)	634.10 (9.28)	642.45 (9.34)	541.10 (8.20)	515.30 (7.49)

()内数字は1日当たりの時間

は1.5~1.9℃、4月は0.2~2.8℃と月を追って小さくなる傾向が認められた。なお、棚面温度と百葉箱温度とでは4℃(4月は5℃)前後棚面の温度が高かった。

3) 0℃以下の日数と最低樹温

測定期間中0℃以下となった日数は、百葉箱温度で58日であったのに対し、各枝齢の温度及び棚面温度とも65~67日を記録した。0℃以下となった日の月別の平均最低樹温とその極値は第23表のとおりである。各月とも最も低い樹温を記録したのが4年枝上面で、3年枝<2年枝<1年枝の順に高くなった。また、4年枝下面は上面のように樹温が低下することなく、測定樹温中では最も高い値を維持した。

棚面温度と百葉箱温度では棚面温度が1.5℃程度低かった。なお、今回の測定期間中に4年枝上面で-11.2

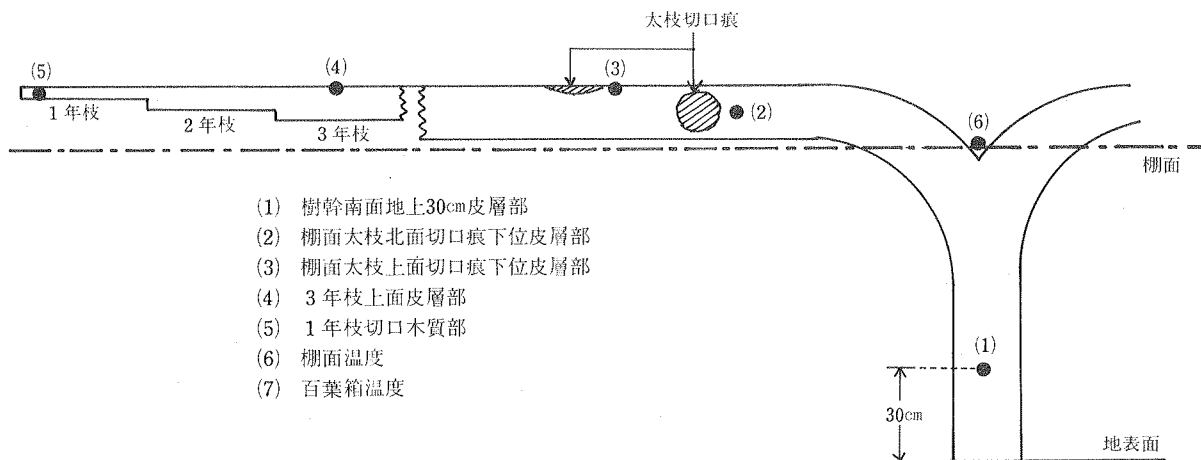
℃の低温の極値を記録し、この時の百葉箱温度より2.4℃低かった。

4) 0℃以下の時間

測定期間中の0℃以下の時間は第24表のとおりである。0℃以下の時間が最も長かったのは4年枝上面で、延642時間54分に及び、1日当たり平均9時間34分となった。また、最も短かかったのは4年枝下面で、延541時間10分、1日当たり平均8時間20分で、最も長かった4年枝上面と1日平均で約1時間の差が認められた。

2. 冬期における部位別の樹体温度の変化

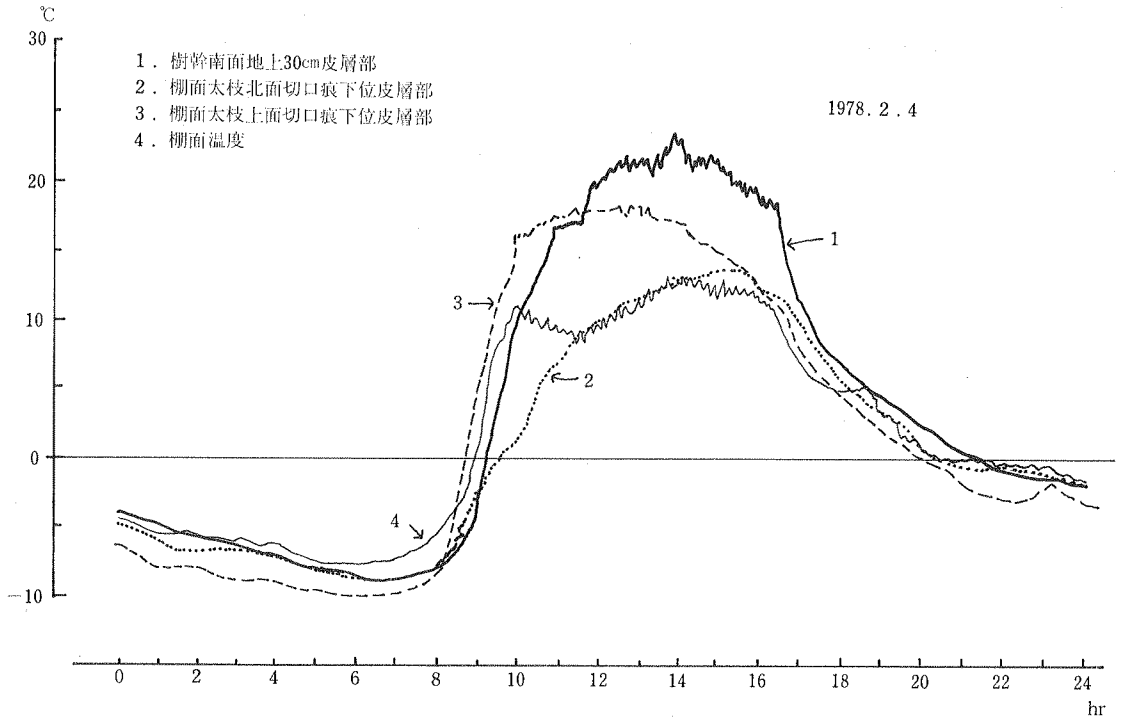
ブドウ樹中の測定部位が異なることによって生ずる、冬期の樹温の変化とその程度を明らかにするため、主にせん定時に太枝除去によってできた切口痕附近の樹温変



- (1) 樹幹南面地上30cm皮層部
- (2) 棚面太枝北面切口痕下位皮層部
- (3) 棚面太枝上面切口痕下位皮層部
- (4) 3年枝上面皮層部
- (5) 1年枝切口木質部
- (6) 棚面温度
- (7) 百葉箱温度

第13図 樹温測定部位の模式図

●印は測温部



第14図 枝幹の測定部位による樹温日変化の一例(晴天日)

化を中心に測定した。

(1) 試験方法

1977年12月26日から'78年2月6日まで、神奈川県園芸試験場のブドウ園に栽培されている13年生の“デラウェア”を使用し、第13図の測定部位に銅—コンスタンタン熱電対を挿入して、電子管式平衡自記記録計によって樹温の変化を測定した。測定方法及び測定圃場の詳細は第1節と同じである。

(2) 試験結果

1) 樹温の日変化

晴天日の測定樹温の中から典型的な日変化のパターンを第14図に示した。日中最も樹温が高くなったのは樹幹南面地上30cmの皮層部で、次いで太枝上面切口痕下位皮層部であった。さらに3年枝上面皮層部>1年枝木質部>太枝北面切口痕下位皮層部の順に低くなった。棚面温度は1年枝木質部とほぼ一致した。また、夜間最も低温になったのは太枝上面切口痕下位皮層部で、次いで3年枝上面皮層部と棚面の枝の上面部分の温度低下が大きかった。その他の測定部位の間ではほとんど樹温差は認められず、前二者よりわずかに高めに推移し、ほぼ棚面温度に一致した。

樹温の日変化のパターンで特徴的なものとして、棚面太枝上面切口痕下位皮層部の樹温は第1節の結果と同様に、直射日光を受けると急速に昇温し、正午前後に最高樹温に到達してから徐々に低下し、その低下時の樹温は測定樹温中最も低く、そのまま0℃以下となり最低樹温を記録した。

樹幹南面皮層部は棚面太枝上面より約1時間ほど遅れて昇温し、午前11時前後には太枝上面の樹温を追い越して、午後1時から2時頃に最高樹温を記録した。その後日没時までには小刻みに樹温変化を繰り返す、日没時に樹温は10℃程度急速に降下するが、その後の降下速度は緩やかとなり、日の出直後に最低樹温を記録した。低温時の樹温は比較的高く経過し、棚面温度とほぼ一致した。

棚面太枝北面切口痕下位皮層部の樹温は、他の部位にくらべて昇温は緩慢で、午後3時前後に最高に達した後、徐々に降下し、降下時の樹温は棚面温度にほぼ一致した。また、低温時は上面切口痕下位皮層部よりは早めに最低樹温に達した。

なお、3年枝上面皮層部の樹温は第1節の枝齢別樹温変化と同様の変化を示し、1年枝木質部の樹温の変化は棚面温度とほぼ一致した。

2) 晴天日における測定部位別の最高並びに最低温度測定期間中の晴天日は28日であった。この晴天日における測定部位別の平均最高並びに最低温度とその変化幅及び極値は第15図のとおりである。

最高樹温は樹幹南面皮層部>棚面太枝上面切口痕下位皮層部>3年枝上面皮層部>1年枝切口木質部=棚面温度>棚面太枝北面切口痕下位皮層部の順であった。しかし、最高温度の極値では1年枝切口木質部及び棚面太枝北面切口痕下位皮層部は棚面温度を下回り、百葉箱温度とほぼ一致した。

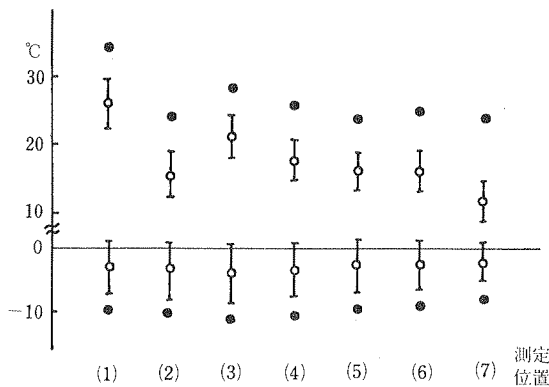
最低樹温は各測定部位間の温度差は小さかったが、棚面太枝上面切口痕下位皮層部<3年枝上面皮層部<棚面太枝北面切口痕下位皮層部<1年枝切口木質部=棚面温度の順であった。また、極値も同様であった。

このため一日の温度較差の大きかったのは樹幹南面皮層部であり、平均で28.7℃、極値で43.1℃変温したことになった。また、温度較差の小さいのは棚面太枝北面切口痕下位皮層部で、平均で18.6℃、極値で33.8℃であり、最も較差の大きい場合と約10℃の差が認められた。

3) 低温時の過冷却とその打破

測定期間中に第25表のとおり、棚面太枝上面切口痕下位皮層部で18回、棚面太枝北面切口痕下位皮層部で9回、樹幹南面皮層部で3回、合計30回の過冷却打破現象が明確に認められた。

棚面太枝上面切口痕下位皮層部では氷点降下点の平均は-3.6℃、過冷却打破後の昇温度の平均は2℃、0℃に入ってから過冷却打破までの時間は平均3時間22分であった。同様に棚面太枝北面切口痕下位皮層部では-2.4



第15図 測定期間中の晴天日の最低及び最高温度の平均値(○印)と極値(●印)

(1978)

℃, 1.1℃, 1時間34分と氷点降下度は浅く, 0℃に入ってから時間短かった。樹幹南面皮層部では-3.1℃, 0.8℃, 2時間17分で, 前二者にくらべ昇温の程度が小さく, 過冷却打破も明確ではなかった。なお, これらを模式的に示したものが第16図である。

第25表 観測期間中の過冷却打破の状況 (1978)

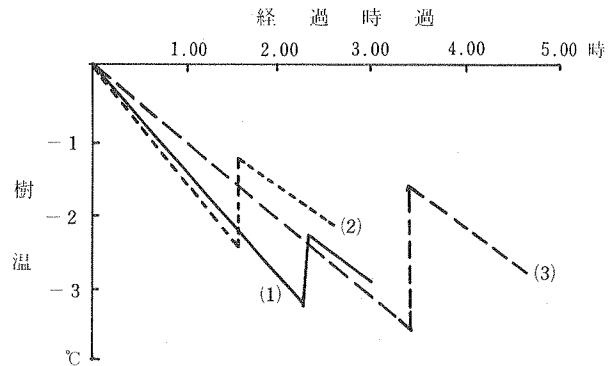
観測日	測定部位	氷点降下点 ℃	打破後温度 ℃	昇温度 ℃	過冷却時間 時 分	
77.12.26	(3)	-2.8	-1.0	1.8	2.20	
	28	(3)	-4.3	-0.2	4.1	3.30
78.1.4	(3)	-2.5	-1.5	1.0	8.30	
	5	(3)	-3.9	-2.3	1.6	4.00
	6	(3)	-3.6	-2.4	1.2	4.20
	10	(2)	-2.3	-1.7	0.6	1.05
		(3)	-3.8	-1.9	1.9	1.30
	12	(3)	-3.8	-1.9	1.9	3.50
	19	(1)	-2.9	-2.3	0.6	2.30
		(2)	-3.0	-1.4	1.6	1.50
		(3)	-4.0	-2.0	2.0	2.50
	22	(1)	-3.0	-2.3	0.7	1.50
		(2)	-2.3	-1.2	1.1	1.15
		(3)	-4.1	-2.1	2.0	3.00
	23	(1)	-3.5	-2.2	1.3	2.30
	(2)	-2.5	-1.7	0.8	1.30	
	(3)	-3.8	-1.8	2.0	2.10	
24	(2)	-2.5	-1.4	1.1	3.30	
	(3)	-3.7	-1.7	2.0	6.00	
30	(3)	-3.5	-1.3	2.2	4.20	
31	(2)	-2.5	-1.5	1.0	1.50	
	(3)	-3.9	-1.8	2.1	2.10	
2.1	(2)	-2.5	-1.2	1.3	1.30	
	(3)	-3.5	-1.8	1.7	3.30	
2	(2)	-2.0	-1.0	1.0	1.00	
	(3)	-3.6	-1.1	2.5	2.00	
3	(2)	-1.7	-0.8	0.9	0.40	
	(3)	-3.0	-1.5	1.5	1.00	
4	(3)	-3.4	-1.3	2.1	2.55	
5	(3)	-4.0	-1.8	2.2	2.45	
	(1)	-3.1	-2.3	0.8	2.17	
平均值	(2)	-2.4	-1.3	1.1	1.34	
	(3)	-3.6	-1.6	2.0	3.22	

- (1) は樹幹南面地上30cm皮層部
- (2) は棚面太枝北面切口痕下位皮層部
- (3) は棚面太枝上面切口痕下位皮層部

3. 考 察

越冬中の樹木の温度変化と凍害との関係については、酒井ら⁽²²⁾の詳細な報告があり、果樹ではクリの凍害との関係で著者⁽³⁴⁾が報告している。それらの結果を総合すると、樹幹の方位、軸方向の位置(上下関係)、組織の種類などによって、樹温の日変化が異なることが認められ、その温度変化の違いが耐低温性に差を生ずると考えられている。

ブドウは本邦では一般に平棚上に整枝されるため、主幹部を除くと樹体の大部分は同一平面上に位置している。今回の樹温測定の結果では、このような同一平面上においても、枝齢、枝の上面と下面、方位等によって樹温は異なり、樹幹部を含めると、1樹中の部位による温度差は10℃以上となった。樹温の日変化は、著者がクリで得た結果⁽³⁴⁾と大差はなかったが、立ち木性果樹と異なり樹体が平面的であるがために、直射日光を受ける部分が樹の半分を占めることになり、熱の吸収と同時に夜間低温時の樹体上面からの放射冷却が大きいことが特徴的であった。わずか直径数cmの太さの枝の上面と下面で3~5℃の温度差を生じ、特に夜間低温時の0℃以下の時間が1日平均で約1時間も異なったことは、実際栽培において、枝の陽光面に障害が出やすいことと関連があるものと推定される。また、枝齢別の樹温測定で1月及び2月と、それ以降とでは樹温差を含めて樹温の変化パターン



第16図 過冷却打破の模式図 (1978)

- (1) は樹幹南面地上30cm皮層部
- (2) は北面太枝北面切口痕下位皮層部
- (3) は北面太枝上面切口痕下位皮層部

が異なったことは、樹液流動に伴う樹体水分含量との関連が重要であると考えられる。

今回の樹温測定で、1969~'70年の測定では4年枝下面で1回だけ過冷却打破の現象を観察したに止まったが、'77~'78年の測定では、せん定によってできた大きな切口痕の下位の皮層部で、過冷却打破の現象を多く観測した。このことは、樹体の大きな傷痕の存在が組織の凍結を促進している可能性を示しており、注目すべき現象である。

VI. 休眠期間中の樹体の耐低温性について

ブドウ樹の耐低温性は比較的強く、かなりの低温に耐えられるが、冬期間比較的温暖な神奈川県における耐低温性の程度を把握し、時期的に耐低温性限界温度を下回るような低温が発生するかどうかを明らかにする必要がある。

1. 冬期間の1年枝の耐低温性

(1) 試験方法

冬期間の1年枝の耐低温性の変化を知るため、1970年12月18日から'71年4月10日まで、8回にわたり神奈川県園芸試験場相模原分場のブドウ園に栽培されている8年生の“テラウエア”より1年枝を採取して供試した。

試料は所定日に基部より11~12節の長さで採取し、直ちに凍結を促進させるために表面を十分水でぬらしてからビニルシートで密封して低温処理をおこなった。

低温処理は農林省園芸試験場果樹部気象研究室(当時)

の低温槽を使用し、第26表のとおり処理温度で2時間おこなった。この場合、処理温度が低くなるほど凍結時間が長くなるように配慮し、その時の温度の降下速度は毎時3℃であった。なお、供試した試料は各処理温度あたり1樹より8~10本をあて、2樹から採取した。また、

第26表 処理時期と処理温度

(1971)

採取日	処 理 温 度 (℃)			
月 日				
12.18	無処理 -16	-18	-20	
1. 8	無処理 -12	-14	-16	
22	無処理 -12	-14	-16	
2.12	無処理 -12	-14	-16	
24	無処理 -12	-14	-16	
3.10	無処理 -10	-12	-14	
25	無処理 -6	-8	-10	
4.10	無処理 -4	-6	-8	

無処理枝は直ちに室内で水挿しをした。

低温処理をおこなった試料は、所定時間経過後直ちに低温槽から取り出して、5℃前後の低温室内で12~24時間融解してから取り出し、室内で水挿しにより芽の伸長状態を観察すると共に、低温障害の判定は越冬芽の枯死と組織の褐変程度でおこなった。越冬芽については、複芽のいずれもが黒変枯死したものを枯死芽(図版6参照)、一方だけ黒変枯死したものを被害芽(図版7参照)として区別し、低温障害の程度は主に枯死芽率で判定した。組織の褐変程度は皮層部(形成層も含む)と木質部に分け、第27表の基準によって判定した。また、木質部では断面積あたりの褐変面積の割合も判定の参考とした。

第27表 組織の低温障害(褐変)の判定基準

記号	皮層部・木質部の褐変
—	低温障害(褐変)を認めない。
±	わずかに褐変部分を認める。
+	部分的に組織の褐変を認める。
++	褐変部分が明瞭で、枯死に近い節位を生ずる。断面積の10~30%(木質部)褐変。
+++	2~3節が枯死。褐変甚だしい。
D	枯死または断面積の50%以上(木質部)褐変。

発芽障害は記号++の褐変から発生する。

第28表 休眠期間中の越冬芽の時期別の耐低温性(枯死芽率)

(1971)

処理時期	-20	-18	-16	-14	-12	-10	-8	-6	-4℃	無処理
月日	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
12.18	19.4	12.4	5.2							4.2
1.8			8.8	9.5	5.1					1.7
22			24.6	15.0	10.7					6.7
2.12			30.9	15.7	14.8					8.8
24			16.5	13.4	19.7					11.2
3.10				14.8	14.5	13.6				0.0
25						9.3	15.1	8.5		3.3
4.10							13.8	5.4	4.3	—

第29表 休眠期間中の1年枝組織の耐低温性

(1971)

組織	処理時期	処 理 温 度 (℃)									
		-20	-18	-16	-14	-12	-10	-8	-6	-4	無処理
皮層部	12.18	+++	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1.8			—	—	—	—	—	—	—	—
	22			—~±	—~±	—	—	—	—	—	—
	2.12			—	—	—	—	—	—	—	—
	24			—	—	—	—	—	—	—	—
	3.10				—	—~±	—~±	—	—	—	—
	25						—	—	—	—	—
4.10							—	—	—	—	
木質部	12.18	+	—~±	—	—	—	—	—	—	—~±	
	1.8			—	—	—	—	—	—	—	
	22			—~±	—~±	—	—	—	—	—	
	2.12			—~±	—	—~±	—	—	—	—	
	24			—	—	—	—	—	—	—	
	3.10				—	—	—	—	—	—	
	25						—	—	—	—	
4.10							—	—~±	—		

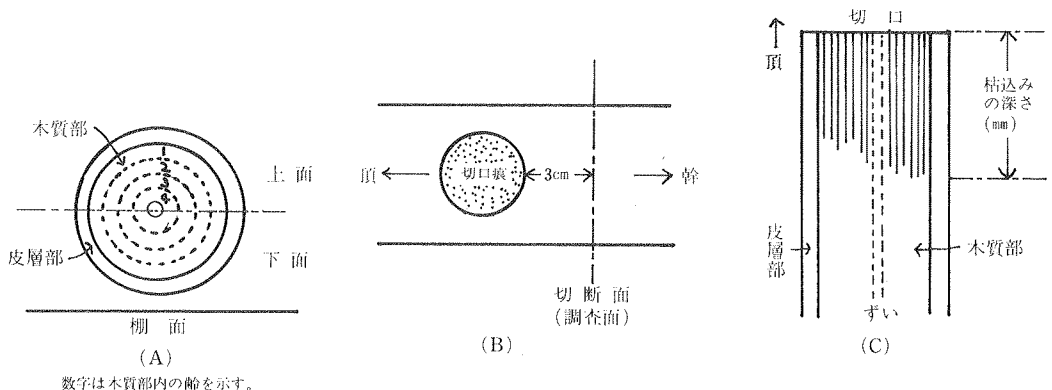
(2) 試験結果

第28表に低温処理による冬期間における枯死芽率の変化を示した。明らかに同時期の無処理枝よりも枯死芽率が増加したのは、'70年12月18日の -20°C と -18°C 、'71年1月22日の -16°C と -14°C 、2月12日の -16°C 、3月10日の -14°C 、 -12°C 及び -10°C 、3月25日の -10°C と -8°C 、4月10日の -8°C であった。なお、無処理枝で時期により0~11%の枯死芽率が認められたが、5%前後は正常樹で通常認められる不発芽率の範囲である。この点、2月24日の11%はやや高い枯死芽率となるが原因は不明である。

第29表は低温処理による時期別の1年枝の皮層部と木質部の褐変の発生程度を示したものである。12月18日の -20°C の低温により、皮層部では甚だしい褐変が、木質部でも部分的に褐変が発生した(図版8~10参照)。それ以外では、1月22日の -14°C の低温で皮層部と木質部に部分的に褐変を生じた枝があった程度で、褐変の発生はわずかか全く認めなかった。

2. 冬期間の枝齢別の耐低温性

第V章において、ブドウ樹の枝齢及び部位によって、冬期間の樹温の日変化等が異なることを明らかにした。このような異なった温度条件下にある枝齢別の耐低温性の時期的な変化を明らかにすることは重要である。また、組織別、組織の部位別の耐低温性の相違、せん定時に残された切口が耐低温性に及ぼす影響等を明らかにしようとした。



数字は木質部内の齢を示す。

第17図 調査部位の模式図

- (A) は枝の上面と下面の区別を示す。(枝の横断面)
- (B) は切口痕下位の切断位置を示す。
- (C) は頂部切口からの褐変部分の深さの測定方法を示す。(枝の縦断面)

(1) 試験方法

1) 枝齢別の耐低温性の時期的変化

1970年12月18日から'71年4月10日まで、8回にわたり神奈川県園芸試験場相模原分場のブドウ園に栽培されている8年生の“テラウエア”から試料を採取しておこなった。試料は1回あたり2樹からそれぞれ2主枝を枝齢別に解体したものを、第26表の低温処理温度別に分けてから、凍結しやすいように表面を十分水にぬらし、枝齢別にビニルシートで密封して室内に保管し、採取1~2日後に低温処理をおこなった。

低温処理は前節と同様に農林省園芸試験場果樹部気象研究室の低温槽を使用し、低温処理の方法、処理後の試料の措置、低温による障害の判定方法のいずれも前節と同様におこなった。

2) 枝齢別、組織の部位別の耐低温性

1970年2月17日に神奈川県園芸試験場相模原分場のブドウ園に栽培されている7年生の“テラウエア”1樹を使用し、樹冠を主幹を中心にして南北に分けて枝齢別に解体し試料とした。採取した試料は第17図(A)のように枝の上下関係を記録してから、前項1)と同様に所定の子措をおこなった後、低温処理に供した。低温処理は農林省園芸試験場果樹部気象研究室の低温槽を使用し、 -8°C 、 -10°C 、 -12°C 及び -14°C の4段階の低温で、それぞれ2時間の処理をおこなった。低温処理の処置、低温障害の判定方法(第27表)は前節(1)のとおりである。なお、組織の障害の程度の判定は2年枝以上の枝では節間ごとにおこなった。

第30表— I 休眠期間中の低温による枝齡別・組織別の低温障害の發生程度— 皮層部—

(1971)

枝齡	處理時期	-20	-18	-16	-14	-12	-10	-8	-6	-4℃	無處理
一 年 枝	12.18	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.8										-
	22			-~±	-~+	-					-
	2.12			-	-	-					-
	24			-	-	-					-
	3.10				-	-~±	-~±				-
	25						-	-	-		-
4.10							-	-	-	-	
二 年 枝	12.18	+++	-~±	-~±							-
	1.8			-~±	-	-~±					-
	22			-~±	+++	-					-
	2.12			-	-~+++	-					-
	24			-	-	-					-
	3.10				-	-	-				-
	25						-	-~+++	-		-
4.10							-	-	-	-	
三 年 枝	12.18	+	-~±	-							±~+
	1.8			-~±	-	-					-
	22			-~+++	±~+	-					-
	2.12			-	-	-					-
	24			-	-	-					-
	3.10				-	-	-				-
	25						-	-	-		-
4.10							-	-	-	-	
四 年 枝	12.18	+	-~±	-							±~+
	1.8			-	-	-					-
	22			-	-	-					-
	2.12			-	-	-					-
	24			-	-	-					-
	3.10				-	-	-				-
	25						-	-	-		-
4.10							-	-	-	-	
五 年 枝	12.18	++	±	-							±
	1.8			-	-	-~±					-
	22			-	-	-					-
	2.12			-	-	-					-
	24			-	-	-					-
	3.10				-	-	-~+++				-
	25						-	-	-		-
4.10							-	-	-	-	
六 年 枝	12.18	+~+++	-	-~±							±
	1.8			-	-	-					-
	22			-	-	-					-
	2.12			-	-	-					-
	24			-	-	-					-
	3.10				-	-	-				-
	25						-	-			-
4.10								-		-	
七 年 枝	12.18	+	-	±~+							-
	1.8			±	-	-					-
	22			-	-	-					-
	2.12			-	-~+++	-					-
	24			-	-	-					-
	3.10				-	-	-				-
	25						-	-	-		-
4.10							-	-	-	-	

第30表-2 休眠期間中の低温による枝齢別・組織別の低温障害の発生程度—木質部—

(1971)

枝齢	処理時期	-20	-18	-16	-14	-12	-10	-8	-6	-4℃	無処理
一 年 枝	月日										
	12.18	+	--~±	-	-	-	-	-	-	-	--~±
	1.8			-	-	-	-	-	-	-	-
	22			--~+	--~+	-	-	-	-	-	-
	2.12			--~±	-	--~±	-	-	-	-	-
	24			-	-	-	-	-	-	-	-
	3.10				-	-	-	-	-	-	-
二 年 枝	12.18	+~++++	--~±	--~±	-	-	-	-	-	-	-
	1.8			-	+	-	-	-	-	-	-
	22			±~+	+++	-	-	-	-	-	-
	2.12			-	--~++	-	-	-	-	-	-
	24			-	-	-	-	-	-	-	-
	3.10				-	-	-	-	-	-	-
	4.10						-	-	--~+	-	-
三 年 枝	12.18	--~±	+	--~±	-	-	-	-	-	-	--+
	1.8			--~±	--~+	-	-	-	-	-	--~+++
	22			--~±	±	--~+	-	-	-	-	-
	2.12			-	--~+	-	-	-	-	-	-
	24			-	-	-	-	-	-	-	-
	3.10				-	-	-	-	-	-	-
	4.10						--~+	-	-	--~+	-
四 年 枝	12.18	+	--~+	--~+	-	-	-	-	-	-	--~±
	1.8			-	--+	--~±	-	-	-	-	-
	22			±~+	-	--~+	-	-	-	-	-
	2.12			-	--~+	-	-	-	-	-	-
	24			-	-	-	-	-	-	-	-
	3.10				-	--~±	+~±	-	-	-	-
	4.10						-	-	-	-	-
五 年 枝	12.18	+~++++	--~±	±	-	-	-	-	-	-	±
	1.8			-	-	--~±	-	-	-	-	-
	22			--~±	-	-	-	-	-	-	-
	2.12			-	--~±	-	-	-	-	-	-
	24			-	-	-	-	-	-	-	-
	3.10				-	-	+	-	-	-	-
	4.10						-	--~+	-	-	-
六 年 枝	12.18	--~±	+	±	±	±~+	-	-	-	-	--~±
	1.8			±	±	±~+	-	-	-	-	±
	22			--~±	--~±	-	-	-	-	-	-
	2.12			-	-	-	-	-	-	-	-
	24			-	-	-	-	-	-	-	-
	3.10				-	-	-	-	-	-	-
	4.10						-	-	-	-	-
七 年 枝	12.18	+	-	±	-	-	-	-	-	-	-
	1.8			--~+	--~+	--~±	-	-	-	-	-
	22			±	±~+	--~+	-	-	-	-	-
	2.12			-	±~+	-	-	-	-	-	-
	24			-	-	-	-	-	-	-	-
	3.10				-	±	--~+	-	-	-	-
	4.10						--~+	-	-	-	-

これとは別に、前項1)で使用した試料から木質部内の
 齢別の耐低温性についても調査をおこなった。この場合
 の障害の判定方法は第27表のとおりである。

3) せん定切口の有無と組織の耐低温性の関係

前項2)の1970年2月17日の試料から、第17図(B)のよう
 に枝の節部にせん定等の切口が存在している場合は、そ
 の下の節間で切断し、皮層部並びに木質部の褐変の程度
 を調査した。また、試料採取時に切断面となった切口に
 ついては、先端方向の切断面からの褐変の程度を第17図
 (C)のように計測した。

4) 組織浸出液の電気伝導度の測定

低温障害の判定方法を確立する目的で前項2)に使用し
 た試料を用いて、低温処理後の組織浸出液の電気伝導度
 を測定した。測定方法は各枝齢の材料とも節間より長さ
 2 cmの切片を採取し、皮層部と木質部に分けてから、細
 片の大ききの揃ったものを5 g 使用し、50mlの純水中で
 24時間、25℃で浸出した。浸出液の電気伝導度は東亜電
 波工業製の携帯用電導計CM-3M型、電極CV 201S で
 測定し、 μ びで表示した。なお、測定はいずれも3 反復
 し、平均値で表示した。

(2) 試験結果

1) 枝齢別の耐低温性の時期的変化

枝齢別の皮層部と木質部の時期的な耐低温性の変化は
 第30表のとおりである。1970年12月18日の-20℃の処理
 で、各枝齢の皮層部、木質部のいずれも低温障害による
 褐変を認め(図版11~13参照)、特に1年枝と2年枝の皮

層部で甚だしかった。それ以外の処理時期及び処理温度
 では、皮層部及び木質部のいずれも褐変の発生程度は軽
 微で、極く一部の枝で認められる程度が多かった。
 しかし、枝齢別では2年枝及び3年枝が他の枝齢よりも
 耐低温性が弱い傾向が認められ、特に'71年1月22日の
 処理で顕著に認められた。

なお、各枝齢とも、処理時期及び処理温度に関係なく、
 皮層部が健全であっても木質部の組織内に、軽微である
 が褐変部分が認められる場合が多かった。

2) 枝齢別、組織の部位別の耐低温性

'70年2月17日の1年枝から4年枝までの組織の部位別
 の障害の発生程度は第31表のとおりである。1年枝の越
 冬芽は枯死芽率と被害芽率を併せて、-14℃で僅かに障
 害を認める程度であった。また、1年枝の皮層部及び木
 質部のいずれも、-14℃の処理枝中一部の枝で部分的に
 褐変が認められる程度であった。

2年枝から4年枝の皮層部では、上面及び下面のいず
 れも2年枝の-14℃処理枝中一部の枝で部分的に褐変
 を認めた以外は障害は発生しなかった。一方、木質部で
 は無処理枝を含めて、供試枝の一部の枝に褐変がいず
 れの処理温度にも認められ、その発生程度は処理温度の高
 低及び枝の上下関係のいずれとも無関係であった。

このように、褐変の発生に供試枝の個体差が認められ
 たので、2年枝を使用して供試枝の全節間における褐変
 の発生程度を組織の部位別、処理温度別に調査した結果
 が第32表である。その結果、皮層部では上面及び下面の

第31表 冬期における枝齢別・組織別耐低温性

(1970)

枝齢	組織・部位	無処理	-8℃	-10℃	-12℃	-14℃
1年枝	枯死芽率(%)	5.4	5.3	3.1	5.1	8.2
	被害芽率(%)	9.7	12.8	19.4	19.2	25.5
	皮層部	-	-	-	-	--(+)
	木質部	-	-	-	-	--(+)
2年枝	皮層部上面	-	-	-	-	--(+)
	下面	-	-	-	-	--(+)
	木質部上面	--±	--++	--+	--++	--+
	下面	--+	--++	--++	--++	--++
3年枝	皮層部上面	-	-	-	-	-
	下面	-	-	-	-	-
	木質部上面	--+	--+	±~+	--+	--±
	下面	--+	--++	±~+	--+	--±
4年枝	皮層部上面	-	-	-	-	-
	下面	-	-	-	-	-
	木質部上面	--+	--++	±	--+	--±
	下面	--±	+	±	--+	--+

いずれも-14℃で他の処理温度よりも褐変の出現率が高く、僅かであるが低温障害が発生したと認められた。木質部では、上面は各処理温度とも無処理枝よりは褐変の出現率が高く、その程度も大きかったが、処理温度間では一定の傾向は認められなかった。木質部の下面の場合には、褐変の出現率は無処理枝と低温処理枝との間に差は認められなかったが、褐変の程度は低温処理をした枝が大きかった。しかし、処理温度間の差は認められなかった。

一方、'71年の試験で、全処理時期を通して木質部で褐変が発生した部分の枝齢と発生程度を表わしたのが第33表である。処理温度別に褐変の発生頻度をみると、-20℃での出現率が高く、低温障害によるものと判断されたが、その他の処理温度では無処理枝との間で褐変の出現率では差がないか、逆に低い場合も認められた。木質部内の年齢別では、外側の1年目と2年目の部分に褐変が発生している場合が多く、この2年分で褐変の発生頻度の3分の2強を占めていた。褐変の発生程度別では、部分的に発生を認める程度の+の場合が多く、処理温度別では-20℃、-18℃及び-10℃で無処理よりも褐変の程度が大きい傾向にあった。

'70年及び'71年の結果から、木質部に認められる組織の褐変は低温障害とは無関係のようであった。しかし、低温の程度及び処理時期によっては褐変の発生が助長され

第32表 2年枝における組織の褐変程度 (1970)

調査部位	処理温度	褐 変 の 程 度			
		-	±	+	++
	℃	%	%	%	%
皮層部上面	無処理	100	0	0	0
	- 8	96.2	3.8	0	0
	-10	100	0	0	0
	-12	95.6	4.4	0	0
	-14	88.9	7.4	3.7	0
皮層部下面	無処理	100	0	0	0
	- 8	100	0	0	0
	-10	100	0	0	0
	-12	100	0	0	0
	-14	88.9	0	11.1	0
木質部上面	無処理	76.5	17.7	5.9	0
	- 8	69.2	15.4	7.7	7.7
	-10	48.2	14.8	33.3	3.7
	-12	48.2	22.2	18.5	11.1
	-14	63.0	11.1	25.9	0
木質部下面	無処理	59.2	29.4	17.7	0
	- 8	61.5	11.5	11.5	15.4
	-10	48.2	11.1	25.9	14.8
	-12	51.9	18.5	14.8	14.8
	-14	57.7	11.5	23.1	7.7

第33表 木質部内における褐変の発生部位及び程度と低温の関係 (1971)

処理温度	木 質 部 内 の 齢 ^X					褐 変 程 度				合計 比率 ^Y	
	1	2	3	4	5	±	+	++	+++		
-20℃	12	11	3	3	2	3	12	13	3	31	24.8
-18	3	6	2	1	1		8	4	1	13	10.4
-16	6	7	2			10	4	1		15	12.0
-14	8	4	1			7	6			13	10.4
-12	2	6	3	3		2	12			14	11.2
-10			6	5	2	1	7	5		13	10.4
- 8	3	3					5	1		6	4.8
- 6		1					1			1	0.8
- 4	2	2					4			4	3.2
無処理	6	7	2			10	4	1		15	12.0
合計	42	47	19	12	5	33	63	25	4	125	100
比率 ^Y	33.6	37.6	15.2	9.6	4.0	26.4	50.4	20.0	3.2	100	

X. 木質部内の齢は最外側の年輪を1年とし内側に向うほど大きくなる。

Y. 比率の数字は%, それ以外の数字は確認回数を示す。

第34表 せん定切口が低温障害に及ぼす影響

(1970)

枝齢	調査部位	無処理	-8℃	-10℃	-12℃	-14℃
2年枝	切口痕下位皮層部	—	—~+	—	—~+	—~±
	木質部	—~+	—~+	±~+	+	—~+
	頂部切口枯込み X	7.8	17.7	25.3	22.8	16.1
3年枝	切口痕下位皮層部	—	—~±	—	—	—~+
	木質部	—~++	—~+	±~++	—~++	—~+
	頂部切口枯込み X	36.7	18.0	17.2	18.8	15.4
4年枝	切口痕下位皮層部	—	—~±	—	—~±	—
	木質部	±	—~++	—~+	—~+	—~++
	頂部切口枯込み X	7.1	11.2	13.5	6.6	12.0

X. 頂部切口枯込みの数字は枯込みの深さをmmで表わす。

第35表 処理低温の程度と組織の電気伝導度との関係

(単位は $\mu\sigma$, 1970)

枝齢	組織部位	無処理	-8℃	-10℃	-12℃	-14℃
2年枝	全体	65.8	78.0	68.6	67.7	84.6
3年枝	皮層部	231	287	279	283	294
	木質部	84	95	90	96	103
4年枝	皮層部上面	280	320	295	300	278
	下面	260	320	328	305	268
	木質部	72 a	72 a	95 b	100 b	100 b
5年後	皮層部上面	270	278	280	270	285
	下面	258	305	265	273	265

アルハベットの異付号間はDuncanの多重検定で5%水準で有意なことを示す。

試料は2月17日採取。低温処理したものを5g, 25℃, 50ml純水中24時間浸出。

る場合も認められた。

3) せん定切口の有無と組織の耐低温性の関係

せん定等の切口痕が、その周辺の組織の耐低温性に及ぼす影響の有無を第34表に示した。いずれの枝齢においても-8℃から-14℃の範囲内では、低温処理の有無及び低温の程度のいずれも切口痕下位の組織の褐変発生の程度には影響を及ぼさなかった。同様に頂部切口から組織内への枯込み(褐変)の程度も一定の傾向は認められなかった。なお、全処理区及び枝齢を通して、切口痕下位の皮層部にはほとんど褐変は発生しなかったが、切口痕下位の木質部では断面積の10~30%程度の褐変発生が認められるものもあり、切口の存在が木質部の壊死に関係することがうかがわれた。

4) 組織浸出液の電気伝導度

低温処理と組織浸出液の電気伝導度との関係を第35表に示した。その結果、4年枝の木質部で-10℃から-14℃までの各低温処理区の組織の浸出液の電気伝導度が明らかに無処理及び-8℃で低温処理したものよりも高かった。それ以外では処理間に有意差を認めなかった。なお、皮層部と木質部では、木質部の浸出液の電気伝導度は皮層部に比べて低かった。

3. 初冬期の枝の充実度と耐低温性

落葉期にあたる初冬のブドウ樹中には充実度の異なった1年枝が混在している場合が多い。これらの耐低温性の相違を明らかにし、休眠期間中の枝の枯込みとの関係

を明らかにする必要がある。

(1) 試験方法

1974年11月18日に初冬期における1年枝の枯込みの状況を把握するため、神奈川県園芸試験場ブドウ栽培園の10年生の“テラウエア”5樹より、樹別に表皮が緑色味を残し、十分成熟色を呈していない1年枝を採取した。試料は基部より3節目から10節目までを供試し、低温処理は電子冷却式の低温槽を使用して、 -2°C 、 -4°C 及び -6°C の温度でそれぞれ2時間の処理をおこなった。試料の前処理、処理後の管理、低温障害の判定方法は前節までに述べた方法と同じである。なお、試料は採取前の11月15日に初霜に遭っている。

'75年11月14日には前年と同一圃場の11年生“テラウエア”3樹より、十分な成熟色を呈した充実良好枝と緑色の残った充実不良枝に分けて、樹別に1年枝を採取し、 -2°C 、 -4°C 及び -6°C の温度でそれぞれ2時間の低温処理をおこなった。処理方法及び処理後の低温障害の判定方法は前年と同様である。また、11月14日と12月24日に十分な成熟色を呈した充実良好枝の1年枝の皮層部切片を用いて、塩化ナトリウム溶液中に浸して原形質分離を生ずるモル濃度を調査した。なお、11月14日における1年枝の枝内水分含量は充実不良枝で約80%、充実良好枝では45%程度であった。

(2) 試験結果

'74年初冬期の充実不良な1年枝を低温処理した結果を第36表に示した。充実不良枝は低温処理の有無にかかわらず緑色の残った部分は枯死し、枯死芽率は40%前後であった。皮層部及び木質部における褐変の発生は、低温処理をおこなった枝で甚だしく、枯死した枝も認められたが、無処理枝では基部の成熟色を呈した部分への枯込みは認められなかった。皮層部と木質部では皮層部の褐変が著しかったが、低温の程度には差が認められなかった。

'75年初冬期の試験では、第37表のとおり低温処理の有無にかかわらず、充実不良枝は全て枯死した。しかし、充実良好枝では -6°C の低温でも枯死芽を認めず、この時期の低温に十分耐えられるだけの耐低温性を保持していた。ただ、いずれの低温においても、処理をおこなった枝の一部にわずかではあるが褐変が認められることがあり、枝により耐低温性の程度に差があることがうかがわれた。

なお、11月14日と12月24日の充実良好枝の皮層部柔組織細胞の原形質分離の結果、塩化ナトリウムの原形質分離限界モル濃度は0.6モル及び0.7モルであった。これ

第36表 充実不良枝^(X)の初冬期の低温障害 (1974)

処理温度	枯死芽率	皮層部	木質部
$^{\circ}\text{C}$	%		
-6	43.6	+++	++
-4	31.6	+++	+~+++
-2	40.0	+++	+~+++
無処理	40.4	+++~++++	+

X, 1年枝に緑色味が残っているもの。

第37表 初冬期の枝の充実度と耐低温性 (1975)

枝の充実度	処理温度	枯死芽率	被害芽率	皮層部	木質部
	$^{\circ}\text{C}$	%	%		
不 ^X	-6	100	0	D	D
	-4	100	0	D	D
	-2	100	0	D	D
良	無処理	100	0	D	D
良 ^Y	-6	0	2.4	±	±~+
	-4	0	0	-~±	±
好	-2	0	11.4	-	±
	無処理	0	5.8	-	-

X, 1年枝が緑枝の状態のもの。

Y, 1年枝の表皮が成熟色を呈しているもの。

表中のDの記号は枯死したことを示す。

を細胞の圧ポテンシャルに換算するとそれぞれ -26 bar と -30 bar であった。

4. 考 察

ブドウ樹の低温障害並びに耐低温性に関する研究報告は多く、それらを総合すると *Vitis vinifera* L. (欧州種) では -18°C 、*Vitis labrusca* L. (米国種) では -20°C が低温障害発生の限界温度のようである。⁽¹⁾⁽²⁾⁽¹¹⁾⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾⁽²⁰⁾⁽²⁶⁾

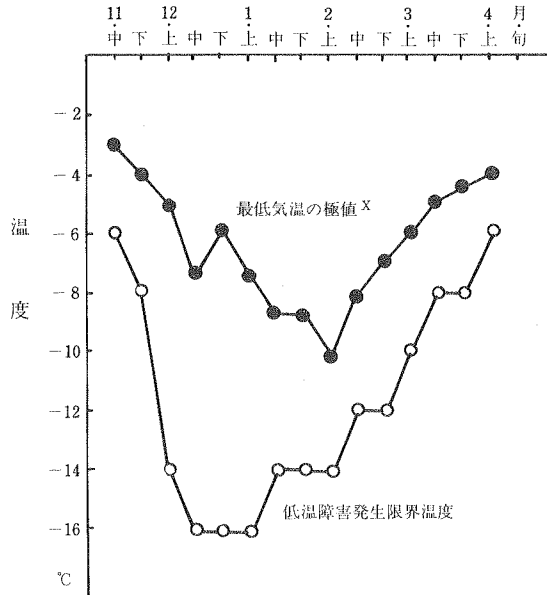
Kozma P⁽¹¹⁾はハンガリーでの諸研究から、欧州種は -15°C では無傷であるが -18°C から -20°C の温度条件下では、24時間以内に著しい害を被わり、 -10°C 以下にならない地方では防寒処置なしで越冬できるとしている。赤羽⁽¹⁾は米国系雑種(品種“ナイアガラ”・“テラウエア”・“キャンベル・アーリー”)の凍害は細胞外凍結により耐凍性の低い皮層部に生じ、外部組織から内部組織に及ぶものであって、その逆の場合はありえないから、木質部のみ

の褐変は凍害とは区別すべきであるとしているが、その原因については触れていない。また、最近の急速冷却による超過冷却現象を利用し、その凍結時に生ずる発熱を測定して、その凍結点の程度から耐凍性の強さを表わす示差熱分析 (differential thermal analysis, DTA) による木質部の耐凍性の測定では、*V. riparia* の場合は -45°C まで耐えられ、米国種 (品種“コンコード”) の細胞凍結温度は $-20^{\circ}\text{C} \sim -40^{\circ}\text{C}$ であるとの報告もある⁽²⁾しかし、三好ら⁽¹⁴⁾は“ねむり病”と称するブドウの春季の発芽障害は、3月以降耐低温性が低下したときの -10°C 以下の低温による木質部の凍害に起因するものであるとしている。

このように、一般的に言われているブドウ樹の凍害発生温度は、神奈川県冬の気象観測結果では記録されないものである。従って、春季の発芽障害の主要因が低温障害にあるとするならば、この地方のブドウ樹の耐低温性が低下する特殊事情の存在が論議されなければならない。

神奈川県における冬期間のブドウ樹の耐低温性の試験結果から、旬別の低温障害発生の限界温度を推定したものが第18図である。即ち、本試験の結果から落葉期の11月中旬には -6°C の低温に耐え、12月中旬には -16°C の低温に耐えるようになり、2月下旬まではいずれの組織も $-12^{\circ}\text{C} \sim -16^{\circ}\text{C}$ の低温では障害を生じない。その後、徐々に耐低温性は低下し、3月下旬で -8°C 、4月上旬では -6°C が障害発生の限界温度となる。これは1962年から'74年までの12年間における同一時期の最低気温の極値を、いずれの時期においても上回っており、第V章で述べたとおり、百葉箱温度よりも樹温が 3°C 程度低くなることを考慮しても、最低気温が低温障害発生の限界温度を下回ることにはないものと結論できる。

また、木質部にみられる褐変は低温処理の有無とは無



第18図 冬の最低気温と低温障害発生限界温度との関係
X, 最低気温の極値は1962~'74年の12年間を使用。

関係に認められ、低温障害発生の限界温度より低い温度処理では増加したが、低温処理が褐変の発生を促進することはなかった。従って、木質部の褐変は赤羽⁽¹⁾の指摘のとおり、低温障害とは切り離して考える必要がある。

このように、神奈川県のような比較的冬期間温暖な地域においても、耐低温性は強く、冬期間の低温が春季の発芽障害の原因とはなり得ないものと考えられる。

Ⅶ. 冬期間の樹体における水分減少と発芽障害との関係

すでに第Ⅲ章で明らかにしたように、ブドウ樹の発芽障害の多発年と冬期の空気湿度の低下した年との相関が高いことから、冬期の樹体内水分の動態について、空気湿度との関連から試験をおこなった。

1. 冬期の樹体内水分含量の推移

落葉果樹の冬期における樹体内水分含量については、

著者がクリでおこなった成績があり⁽³⁵⁾厳寒期における枝齢別及び組織別の水分含量、防寒の有無と樹体内水分含量との関係について、その特性を明らかにした。そこで、ブドウ樹についても発芽障害発生との関係において、樹体内水分含量の消長を明らかにするために試験をおこなった。

(1) 試験方法

1970年12月18日から'71年3月10日まで6回にわたり、神奈川県園芸試験場相模原分場のブドウ園に栽培されている8年生の“デラウエア”から試料を採取して試験をおこなった。試料は1回あたり2樹を使用し、それぞれ2主枝を枝齢別に解体したもから、1年枝では基部から5~10節目のなかから両端に節部を有する節間部を、その他の枝齢では枝の中央部の節間部を用い、常法により枝内水分含量を測定した。さらに'71年1月22日と2月24日に採取した2年枝以上の試料は皮層部と木質部に分離して、それぞれの水分含量についても測定した。また、'72年には2月17日から4月6日まで4回にわたり、前年の同一園場の9年生“デラウエア”から前年と同一方法で試料を採取し、2年枝以上の枝については皮層部と木質部の水分含量についても測定した。なお、試料は1樹、1枝齢あたり5本を使用した。

これとは別に、相模原市大沼の発芽障害発生指定調査園で固定調査樹として使用している“デラウエア”6樹について、1969年(樹齢10年生)、『70年(11年生)及び'71年(12年生)の3年にわたって、同一樹の1年枝を定期的に採取した。採取した1年枝は前述のように水分含量を測定するとともに、一部は基部より3節目から10節目の長さで切ったものを直ちに室内で水挿しによって生育状態を観察し、冬期間における水分含量の推移と発芽障害発生との関係について調査した。なお、発芽障害の発生程度は第II章の第1表の判定基準によりおこない、試料は1回、1樹あたり10本を採取し、水分含量測定用と発芽障害測定用にそれぞれ5本を使用した。

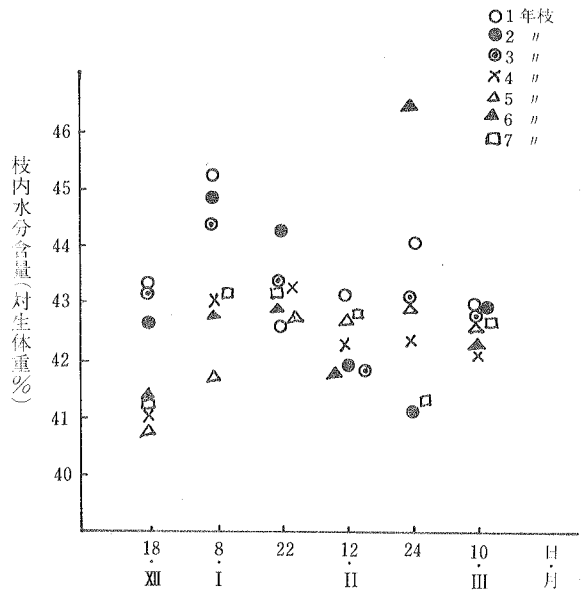
'73年4月3日には、溢液現象の有無が樹内水分含量に及ぼす影響を明らかにするため、神奈川県園芸試験場のブドウ園に栽培されている8年生“デラウエア”の中から、主枝先端の1年枝のせん定切口から溢液現象の認められる樹と認められない樹をそれぞれ1樹を選定した。試料はそれぞれ2年枝から5年枝までを枝齢別に採取し、各枝齢ごとに先端部、中央部及び基部の3か所から節間部を採取して、その水分含量を測定した。試料は枝齢あたり3本を使用した。

なお、各年次とも枝内水分含量は生体重に対する割合で表示した。

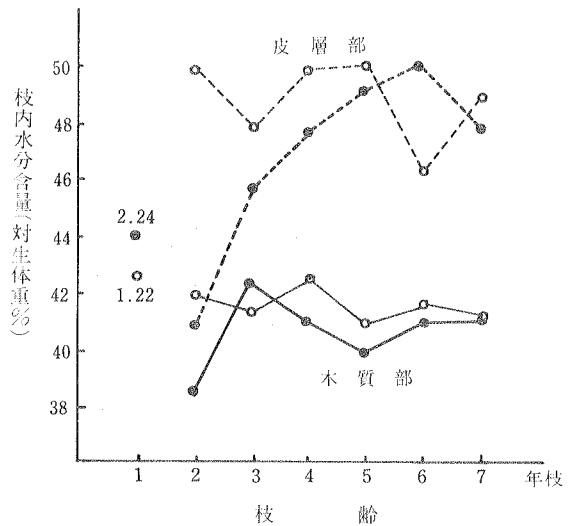
(2) 試験結果

1) 冬期における枝齢別、組織別の水分含量の変化

1970年から'71年にかけての枝齢別の水分含量の変化は第19図のとおりである。特徴的なのは12月18日及び1月8日の調査時点では1年枝から3年枝までの若齢枝で水分含量が高い傾向を示したことである。また、1月22日、



第19図 枝齢別枝内水分含量の冬期間の推移 (1970~'71)



第20図 冬期乾燥期間の前後における枝齢別・組織別の枝内水分含量の変化 (1971)

2月12日及び3月10日の調査時点では枝齢間の水分含量の差が小さく、特に、3月10日の測定では全ての枝齢の水分含量の差が1%の範囲内に収まった。しかし、2月24日の測定では枝齢間の水分含量の差が大きかった。

第20図は'71年1月22日と約1か月後の2月24日におけ

る木質部と皮層部の水分含量を枝齢別に示したものである。1月22日の測定では木質部及び皮層部のいずれも、枝齢による水分含量の差は小さく安定していた。しかし、2月24日には皮層部では若齢枝ほど水分含量の低下が著しく、主幹から若齢枝に向って水分勾配が生じ、枝先への水分供給が充分でないことを示した。一方、木質部では2年枝での水分含量の低下に止まった。このような現象は、同年における1月から2月にかけて無降雨日数が51日と続いたことに影響されたものと考えられ、乾燥の影響が水分含量の高い皮層部に大きく作用したものと推定された。

第21図は'72年の早春期における木質部と皮層部の水分含量を枝齢別に示したものである。木質部は4月6日の測定では4年生以下の若齢枝とそれ以上の高齢枝の間に5~6%の水分含量の差を認め、若齢枝に向って水分勾配を生じた以外は38~42%の水分含量を維持し、比較的安定していた。しかしながら、皮層部では2月17日には枝齢による水分含量の差は小さかったが、3月8日以降は若齢枝ほど水分含量が低下する傾向が認められ、特に3月8日の調査時点において顕著であった。なお、4月6日では皮層部及び木質部とも枝齢によって類似の水分含量の変化を示し、明らかに根からの吸水によって生じた水分勾配と判断された。

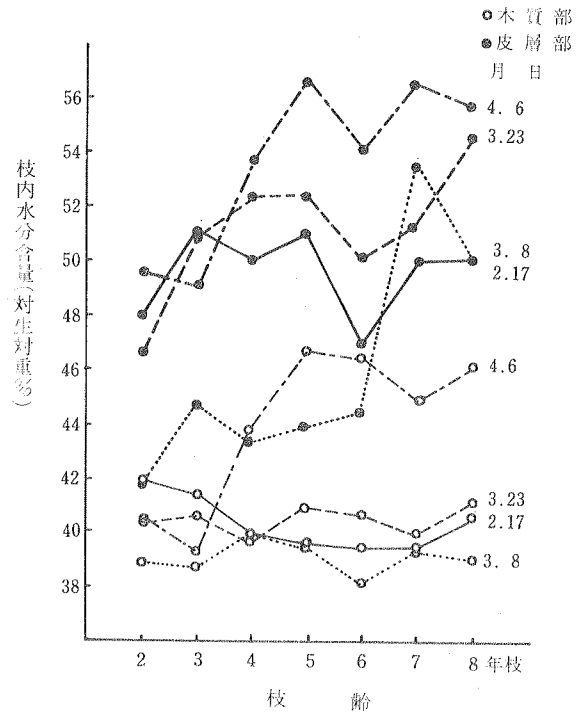
2) 冬期における1年枝の水分含量の変化

第22図に1969年から3か年の同一樹における1年枝の水分含量の測定値から旬別にその変動幅を示した。水分含量の変動幅は時期によって異なったが、大体40~45%の範囲であり、下限は時期の経過とともに低下する傾向が認められたが、上限には一定の傾向は認められなかった。なお、11月中旬の水分含量が高く、変動幅が大きいのは十分充実していない枝が含まれたためと思われる。また、1月下旬に水分含量の変動幅が大きいのは、測定枝の中に障害を受けて水分含量が低下し始めた枝が混入しやすいためと考えられる。

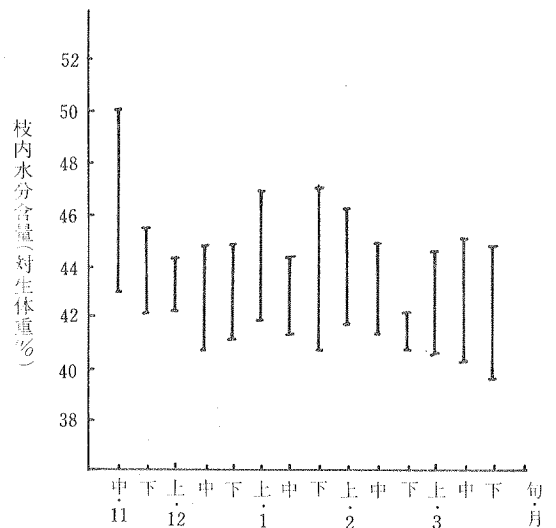
3) 発芽障害の程度と1年枝の冬期における水分含量の変化

'71年には発芽障害発生指定調査園の固定調査樹6樹が異なった程度の発芽障害を発生した。この中から障害程度“甚”(主幹・主枝基部不定芽以外の未発芽)と“重”(主枝単位の未発芽)の発芽障害が発生した樹の冬期間における1年枝の水分含量の推移を健全樹と比較したのが第23図である。障害程度“甚”樹は1月22日以降、急速に水分含量が低下し、1年枝の発芽不能をひき起した。しかし、障害程度“重”樹では2月12日以降に水分含量

の低下が認められたが、その低下の程度は極めて軽かった。これは、この調査樹の発芽障害の発生が主に1主枝に生じたため、意識的に障害発生主枝からの調査枝の採



第21図 早春期における枝齢別・組織別の枝内水分含量の変化 (1972)



第22図 冬期における1年枝の水分含量の時期的変化(6樹, 3か年)

取を避けた結果と思われる。

4) 溢液現象の有無と枝内水分含量の変化

第24図に溢液現象を認めた樹と認めなかった樹の枝齢別の水分含量を示した。溢液現象を認めた樹では枝齢及び部位による水分含量の違いは比較的小さく、いずれも50~53%であった。一方、溢液現象の認められなかった樹では、いずれの枝齢とも認められた樹より5~6%低い水分含量を示し、先端の2年枝の水分含量が低下する傾向が認められた。なお、溢液現象の有無にかかわらず、水分含量は枝先に向かって低くなる傾向が認められた。

2. 空気湿度と樹体における水分減少及び切口からの枯込みの関係

すでに第III章で、空気湿度の低下によって空気相の水ポテンシャルが増大するため、樹体水分の減少が促進されることを考察した。この関係を明らかにするために、空気湿度の相異と樹体からの水分減少の実態及び枝の切口からの枯込みについて試験した。

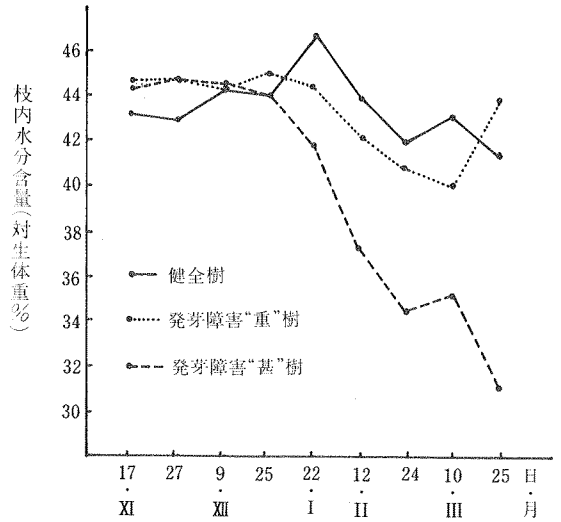
(1) 試験方法

1) 枝の切口からの水分の減少

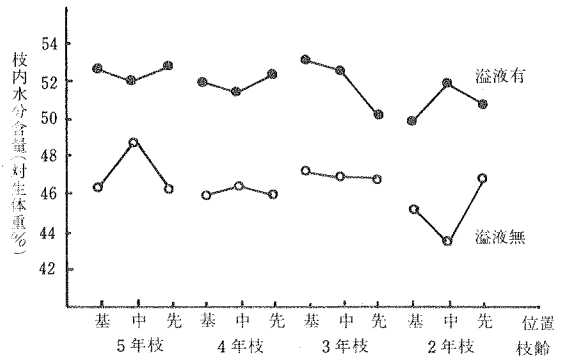
1968年3月4日に“デラウエア”1年枝の切枝を使用して、硫酸によって空気湿度を100%、75%、50%及び20%の相対湿度に保ったガラスジャー内で、水分の減少状態を調査した。使用した切枝は両端に節位を持った1節分の長さとし、1処理あたり5本を供試した。なお、切枝は表皮からの蒸散防止の処理はおこなわなかった。水分の減少量は生体重に対する水分含量の割合または1日当たり切口断面積1cm²当たりの水の量で表わした。なお、13年生の“デラウエア”2樹について、せん定終了時の切口の総断面積を求め、成木としての切口当たりの1日の水分減少量を空気湿度別に求めた。この場合、切口の断面積は $\left\{ \frac{\text{長径} + \text{短径}}{4} \right\}^2 \pi$ で計算した。

2) 枝内水分含量の程度と休眠芽の発芽能力

相模原市大沼の発芽障害発生指定調査園において '70年11月17日から'71年3月25日まで、15~20日間隔で定期的に1年枝を採取して、枝内水分含量、発芽障害等を調査していた“デラウエア”のうち、発芽障害の障害程度“甚”となった樹の枝内水分含量と休眠芽の枯死芽率との関係を経時的に調査した。また、'75年には、採取した1年枝を3日間室内に放置して、人為的に水分含量を低下させた“デラウエア”1年枝の休眠芽の発芽能力についても調査した。なお、これ等の1回の調査時に使用した枝数は5~10本で、基部から3節目より10節目の長さに調整した。また、枯死芽率及び萌芽率の調査は切枝の



第23図 春季の発芽障害の程度と冬季の1年枝の枝内水分含量の時期的変化との関係 (1970~'71)



第24図 溢液現象の有無と枝齢別の枝内水分含量の変化 (品種：デラウエア, 1973・4・3)

水挿しによりおこなった。

3) 乾燥処理による樹体水分の減少

'71年1月17日から3月1日までの44日間、神奈川県園芸試験場のブドウ園に栽培されている“デラウエア”2樹を使用して、その1~3年枝に直径10cmのビニルチューブをかふせ、袋内に塩化マグネシウムの飽和溶液で湿度を32%に調節した空気を毎分15lの割合で連続通気させた(図版14参照)。この場合、処理枝は1樹あたり1か所とした。試験終了後に処理部分の枝を採取し、枝の切口からの枯込みの程度、水分含量等について、同一樹の同枝齢の無処理枝と比較した。この場合、枯込みによる

組織の褐変の程度は第VI章、第27表の組織の低温障害（褐変）の判定基準によって判定した。

また、'73年4月には水挿しの“テラウエア”1年枝の頂端部の切口からビニルチューブを用い、400mmHgの減圧下で67時間吸引した後の節位別の水分含量の変化を無吸引枝と比較した。

4) 切口からの枯込みの程度

'73年に神奈川県園芸試験場のブドウ園に栽培されている“テラウエア”のせん定枝から3年枝を3本採取して、その枝上にある切口の新旧と木質部の枯込みの状態を調査した。'80年には、14年生の“テラウエア”の解体時に、老齡枝上にある切口の発生年次と木質部内の枯込みの程度について調査した。

(2) 試験結果

1) 枝の切口からの水分の減少

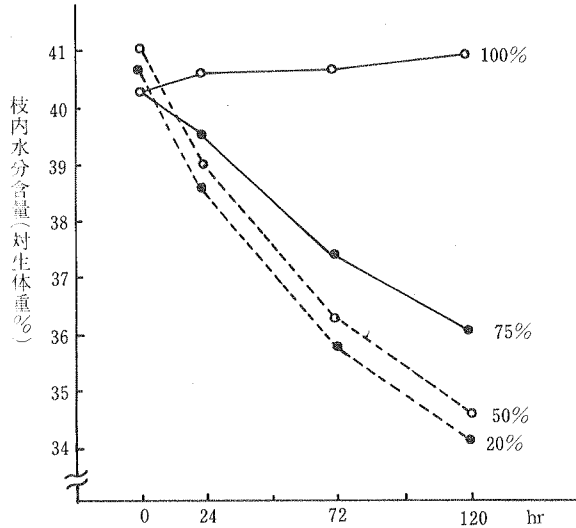
異なった空気湿度下における1年枝切枝からの水分の減少状態は第25図のとおりである。枝内水分含量は相対湿度100%ではわずかながらも切口からの水分吸収によって増加したが、75%、50%及び20%の相対湿度では、枝内からの水分減少は著しく、120時間後には水分含量(対生体重)として、相対湿度75%では約4%、50%及び20%では6.5%の水分を失った。特に相対湿度50%及び20%では、24時間後に1.2%及び1.6%の水分が、すでに失われていた。これを切口の断面積1cm²あたりに換算すると、第38表のとおり相対湿度75%で72mg/日、50%及び20%では約100mg/日の水分が失われる結果となった。成木では第39表のとおり、せん定後の切口の総断面積が約300cm²になることから、単純計算でも成木1日あたりの切口からの水分の減少量は22~31gとなった。

2) 枝内水分含量の程度と休眠芽の発芽能力

第26図は発芽障害の障害程度“甚”となった樹における1年枝の枝内水分含量と枯死芽率の関係を経時的に示したものである。枝内水分含量は1月22日以降急速に低下し、40%を割ると同時に枯死芽率も増加した。枝内水分含量が35%以下になると全ての休眠芽が枯死した。

第40表は正常時45.2%の水分含量を保持していた1年枝の切枝を、人為的に40.9%まで低下させた時の、節位別の萌芽率を調べたものである。正常枝では各節位とも50~60%の萌芽率で安定していたが、枝内水分含量を低下させたものは、各節位とも極めて萌芽率が低く、水挿し切枝の下端の吸水面に近い節位でわずかに高い萌芽率を示した程度であった。この現象は圃場条件で1年枝にみられる発芽障害の状態とよく一致していた。

3) 乾燥処理による樹体水分の減少



第25図 相対湿度の相違と切枝からの水分減少量との関係 (1968)

第38表 空気湿度の相違と切口からの水分減少量 (1968)

空気湿度 (%)	水分減少量	
	cm ² /日	成木/日
100	0	0
75	72	21.54
50	96	28.86
20	104	30.98

第39表 成木におけるせん定後の切口の種類と断面積 (13年生テラウエア, 1968)

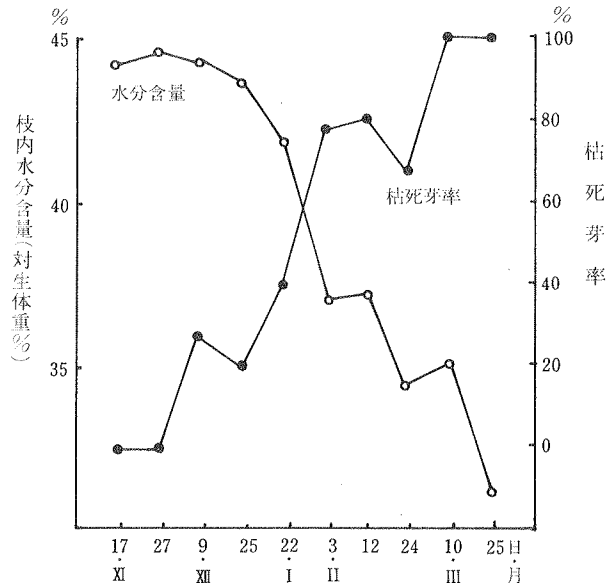
切口の種類	A 樹		B 樹	
	口数	断面積 (cm ²)	口数	断面積 (cm ²)
1年枝切り返し切口	208	67.4	303	105.0
1年枝間引き切口	162	126.9	239	193.7
2年枝以上切口	16	41.5	25	65.2
計	386	235.8	567	363.9

1年枝の切口は中途で切断したものを切り返し切口、基部より除去した時の切口を間引き切口とした。

圃場条件で44日間、相対湿度32%の乾燥空気を通気した時の処理枝の被害状況は第41表のとおりである。処理後の枝内水分含量は処理の有無にかかわらず、処理前と差は認められず、むしろわずかであるが増加していた。しかし、切口部分の組織内への枯込みの程度は、乾燥処理で明らかに大きくなり、皮層部及び木質部の褐変の程度も増加した。これを切口の発生時を新旧に分けて調査すると、第42表のとおり古い切口からの枯込みの程度が乾燥処理で増大した。また、切口別の枯込みによる組織の褐変程度でも乾燥処理枝で増加する傾向が認められた(図版15参照)。

また、1年枝を400mgHgで吸引した場合の節間ごとの水分含量を第27図に示した。無吸引枝の水分含量が52%前後であったのにくらべ、吸引枝は49%前後と2~4%も低かった。このことは、吸水面からわずか1.5m程度の枝内で、吸引によって奪われる水分を補うだけの水分吸収が伴わないことを意味していた。

4) 切口からの枯込みの程度



第26図 枝内水分含量の変化と枯死芽率との関係 (1970~71)

第40表 枝内水分含量と発芽との関係

(1975)

枝内水分含量	総芽数	萌芽率	着芽位置 ^X 別の萌芽率					
			頂芽	2	3	4	5	6番芽
%	芽	%	%	%	%	%	%	%
45.2	88	54.5	50.0	46.7	50.0	53.3	60.0	61.5
40.9	60	21.7	0.0	10.0	20.0	10.0	33.3	44.4

X. 着芽位置は頂芽に次ぐ芽から基部に向って2→6番芽とした。

第41表 乾燥処理^Xによる被害の状況

(1971)

処理区分	枝齢	水分含量		枯込みの深さ			被害の程度 ^Z	
		処理前	処理後	平均	新切口 ^Y	旧切口 ^Y	皮層部	木質部
		%	%	mm	mm	mm		
乾燥処理	1年枝	43.1	—	8.9	—	—	±	—~±
	2年枝	44.0	46.5	56.9	20.7	84.7	+~++	+~++
	3年枝	—	48.5	83.3	6.3	101.6	+~++	+~++
無処理	1年枝	43.1	—	6.9	—	—	—	—
	2年枝	44.0	47.8	25.9	13.5	50.5	—~±	+
	3年枝	—	47.4	63.8	—	63.8	+	±~+

X. 相対湿度32%の空気を44日間通気。

Y. 試験開始時に除去した枝の切口を新切口、試験開始以前にすでに生じていた切口痕を旧切口とした。

Z. 被害の程度は組織の褐変の判定基準による(第27表)。

第42表 乾燥処理が切口からの枯込みに及ぼす影響

(1971)

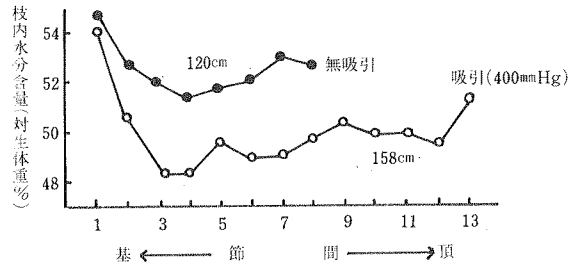
処理区分	切口 ^X の 新旧	枯込みの深さ			枯込みの程度 ^Y			
		平均	最小	最大	-	±	+	++
		mm	mm	mm	%	%	%	%
乾燥処理	新	16.6	6.3	23.2	21.1	36.8	26.3	15.8
	旧	92.9	62.0	134.0				
無処理	新	13.5	4.3	26.3	55.6	27.8	11.1	5.6
	旧	60.0	24.0	105.0				

X. 切口の新旧は試験開始時に除去した枝の切口を新、試験開始以前にすでに生じていた切口痕を旧とした。

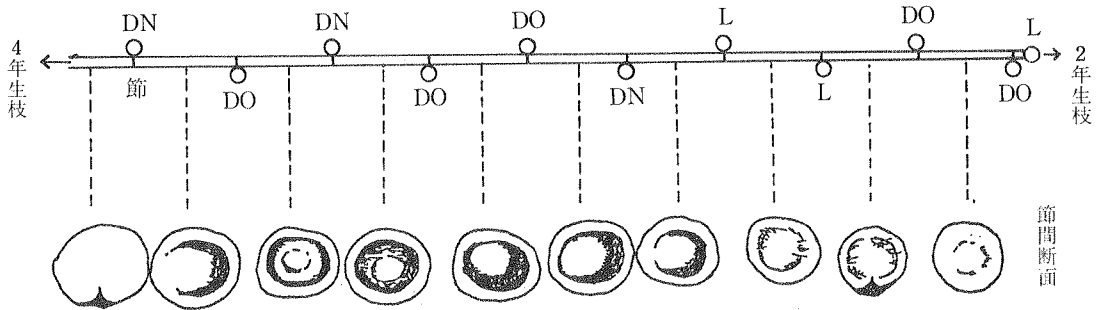
Y. 枯込みの程度別割合は総切口数に対する割合。枯込みの程度は組織の褐変の判定基準による(第27表)。

第28図は3年枝上の切口の発生時の新旧と節間の本質部の褐変の程度を示したものである。切口が古いか、枯死枝を除去した跡の切口では本質部の褐変の程度が著しくなる傾向が認められた。また、褐変は切口の発生年次に形成された本質部の組織に主に発生した。

第43表は切口を生じた年次と枯込みの関係を示したものである。切口からの枯込みは、その発生時に相当する本質部の齡から古い方へと拡大する傾向であった(図版16~17参照)。しかし、切口の発生年次の新旧と切口から10cm下位の切断面の枯死面積の大きさとの間には関係は認められなかった(図版18参照)。



第27図 水挿し1年枝の吸引(400mmHg, 67hrs.)による節間内の水分含量の変化(品種: デラウェア, 1973. 4)



第28図 “デラウェア”3年枝の切口の新旧と本質部の褐変との関係(1973)

- 印: 切口
- L : 3年枝採取時に生枝を除去した時の切口
- DN : 3年枝採取時に枯枝を除去した時の切口
- DO : 3年枝採取時にすでにあった切口痕

3. 空気湿度が低温障害発生に及ぼす影響

第V章において、ブドウ樹は冬期間凍結と融解を毎日繰返していることを明らかにした。ブドウ樹のように通導組織の発達している木質部では、凍結により細胞外に引き出された水分が、空気湿度の低いときには融解時に細胞に戻りきらず樹体外に引き出される可能性があるとなると、耐低温性の限界温度より高い温度でも、凍害類似の障害を生ずるのではないかと推定される。しかしながら、これまでこのような観点からの実験は皆無である。

(1) 試験方法

“デラウエア”1年枝の切枝を使用し、1978年2月22日に空気湿度を蒸留水及び塩化マグネシウムの水溶液で100%及び78%に調節した容器内で試験した。切枝は基部から3節目より10節目までの間の5節分を使用し、切枝の下端を脱脂綿で包み、蒸留水を入れたビニル小袋内に挿して固定し、水分吸収が可能な状態にしたものと、そのような処置をおこなわない状態とに区分し、それぞれ10本を供試した。温度処理は-5℃で15時間30分、15℃で8時間30分の組合せで4日間処理をした。同様に3月6日には、塩化マグネシウムの水溶液で空気湿度を53%に調節した容器内で水分供給の有無の処理をおこない、前回と同様の時間の組合せで、-10℃と15℃の反復で4日間処理をした。

'80年2月8日には、“デラウエア”の1年枝と2年枝の切枝を使用して、塩化マグネシウムの水溶液で空気湿度を53%に調節した容器内で、切枝に水分供給がおこなわれにくい条件下で試験した。温度処理は-5℃で15時間→15℃で11時間→-5℃で19時間30分→15℃で24時間30分の順におこなった。この場合、対照として常法の凍害試験のように切枝をビニルシートで密封し、乾燥した空気に触れないようにして、同様の温度条件下で処理をした。

なお、温度処理はクールニクス・サーキュレーターを使用し、枝温及び容器内の温度を銅-コンスタンタン熱電対でモニターした。また、容器内の空気湿度は大和精器製の鋭感湿度計で測定した。

いずれの試験においても、切枝採取時に無処理枝として、基部から10節目までの長さで切ったものを直ちに室内で水挿しするとともに、常法により枝内水分含量を測定し、処理前水分含量とした。また、処理枝も処理直後に1処理あたり半数の5本は水分含量の測定に使用し、残りの5本は室内で水挿しにより芽の生育状態を観察した。そして、無処理枝の萌芽時に枯死芽率及び組織の褐

第43表 切口発生時からの経過年数と枯込みの発生程度 (1980)

調査枝齢	切口発生時からの経過年数	切断面 ^X の枯死面積	生存木質 ^Y 部の障害の程度	障害を生じた木質部の年齢
年	年	%		年
11	2	50	++	3~8
13	6	0	++	2~8
13	2	20	+	2~4
9	2	60	++	3
7	1	25	+	2~5

X. 切口痕から10cm下位の部分を切断した時に、その切断面における枯死部分の面積の割合。

Y. 組織の褐変の判定基準による(第27表)。

第44表 空気湿度が発芽障害に及ぼす影響 (1978)

空気湿度	水分 ^X 供給	水分含量 ^Y	枯死芽率	被害芽率	皮層部褐変	木質部褐変
RH%						
78	有	49.9	18.2	36.4	-	-
	無	43.3	6.7	13.3	-	-
100	無	46.9	5.0	20.0	-	-
	無処理	45.0	0.0	4.3	-	-
53	有	50.7	7.1	0.0	-~+	-~±
	無	42.4	18.2	54.5	-~+	-~±
	無処理	44.3	6.7	13.3	-~±	-

X. 水分吸収が可能な処理を施したものを有、処理を施さなかったものを無とした。

Y. 無処理の水分含量は試験開始時、その他は試験終了時の水分含量を示す。

変の程度によって被害状況を調査した。

(2) 試験結果

'78年の試験の結果は第44表のとおりである。2月22日処理枝の試験終了時の枝内水分含量は、試験開始前の水分含量より空気湿度100%では約2%増加した。空気湿度78%の場合は、切枝に水分供給が可能な場合は約5%増加したが、水分供給がむずかしい場合は約2%減少した。この傾向は3月6日の空気湿度53%の場合も同様であった。

切枝での障害の発生は、2月22日の試験では、空気湿

第45表 空気湿度が発芽障害に及ぼす影響

(1980)

処理区分	水分 ^X 含量	枯死 芽率	被害 芽率	皮層部褐変		木質部褐変	
				1年枝	2年枝	1年枝	2年枝
53RH%空気湿度	41.9	0.0	25.3	—	—~++	—	±~+
常法凍結処理	48.7	0.0	3.6	—	—	—	—
無処理	48.7	0.0	0.0	—	—	—	—

X. 無処理の水分含量は試験開始時、その他は試験終了時の水分含量を示す。

度78%で水分供給が可能な切枝で枯死芽率が高く、被害芽の発生も多かった。その他の処理枝でも無処理枝に比較すると枯死芽及び被害芽の発生が多かった。しかし、いずれの場合も皮層部及び木質部の組織には障害が認められなかった。

一方、3月6日の試験では、空気湿度53%で水分供給がされない切枝で枯死芽及び被害芽の発生が著しかった。水分供給が可能な切枝では無処理枝と差が認められなかった。しかし、空気が乾燥している状態に置かれた切枝は、水分供給の有無にかかわらず、皮層部及び木質部に無処理枝よりも褐変の発生の著しい枝が多く、その傾向は皮層部で顕著であった。

第45表は'80年の試験の結果をとりまとめたものである。空気湿度53%では切枝の水分含量は前回と同様減少した。しかし、枯死芽の発生は認められなかったが、被害芽の発生は無処理枝及び常法凍結処理枝より多発した。また、空気湿度53%内の切枝は、1年枝では組織内に障害を認めなかったが、2年枝では皮層部及び木質部のいずれにも褐変を認め、その発生程度は木質部で顕著であった。しかし、無処理枝及び常法凍結処理枝では、1年枝及び2年枝のいずれも組織内の褐変の発生は認めなかった。

4. 考 察

落葉果樹の冬期の樹体内における水分含量の状態を調査した報告は極めて少なく、著者^{9,11}がクリでおこなったものがあるだけである。これによると、休眠期のクリ樹内の水分含量は、若齡枝と老齡枝との間に明瞭ではないが水分勾配のあることが認められ、主幹部に近づくほど増加する。また、枝部の皮層部と木質部では、皮層部の水分含量が約10%高いが、主幹部では組織間の水分含量に差がないことと、平均50%以上の水分含量を保持していることが、他の落葉果樹に比較してクリ樹の耐低温性

が低いことにつながることを明らかにした。

休眠期のブドウ樹体内での水分含量の状態は次のとおりである。休眠期のブドウ樹は通常は40~50%の水分を保持している。経時的には落葉後から1月末までは1~3年生の若齡枝の水分含量が高い傾向にあるが、これらの枝は2月に入ると水分含量の低下が目立ち、3月になると樹全体としては42~43%とほぼ一定となる。組織別では皮層部の水分含量が48~50%で、木質部の40~42%よりも約8%程度高いのが普通である。この水分含量の差が、赤羽¹¹が指摘している組織間での耐凍性の違いに結びつくようであり、樹内水分含量が高いと凍害を受けやすいことはPOGOYANら²⁰及びCAINら³も認めている。

しかしながら、この樹内水分含量も空気湿度に大きく影響される。空気の乾燥が続くと、しばしば樹幹から樹の先端部に向かって樹内水分含量がより低下する現象、すなわち水分勾配が認められ、この傾向は木質部よりも皮層部で顕著である。この場合、地下部からの水分供給が十分であれば、やがて水分含量は一定の値に回復するが、水分供給が不十分な場合には、樹体水分の減少をひきおこし、その結果として春季の発芽障害を生ずる可能性がある。実際に空気湿度が50%以下に乾燥している状態では、72時間後に枝内水分含量は35~36%に減少している。休眠芽の発芽能力は水分含量が40%を割ると低下しはじめ、35%以下では発芽不能になることを考え併せると、樹体内の条件によっては、わずかな時間で不発芽に結びつく水分状態に達することが実際栽培では常に起り得ることが理解できる。

一般に枯込みとして表現されている木質部の組織の障害枯死は、赤羽¹¹は凍害とは別の要因によるものだと推定している。また、第VI章では、低温によって木質部の枯込みは進行しないことを明らかにした。しかし、本試験の結果から、空気湿度の低下は枝の切口から樹体内へ向けて枯込みを進行させることを明らかにした(図版19

～26参照)。その影響は切口が古い程大きいことから、冬季乾燥年には相乗効果となって木質部の組織の損傷枯死を進行させ、それが通導組織における通水の障害と樹体水分の減少を促進させ春季の発芽障害をひきおこすものと考えられる。

これらのことは、実際栽培における発芽障害の発生状況が同一園内において無作為的であり、一樹中の先端部分や一部の枝にのみ発生する現象や、せん定後の大きな切口の木質部分が2～3日で割れ目を生ずる現象とよく符合するものである。

しかし、十分な生体機能を保持している組織は、極端な空気の乾燥が続かないかぎり、容易に水分を消失することは考えられない。第V章で明らかにしたように、冬期の樹体は凍結と融解を毎日繰返していることから、ブドウ樹のように通導組織の大きな果樹では、凍結により細胞外に引き出された水分の一部が、低湿度下では融解

時十分細胞に戻ることなく樹体外に引き出されてしまい、耐低温性の限界温度より高い温度でも凍害様障害を生ずるものと推測することができる。実験結果は空気湿度53%で、水分供給が不十分な条件下では、枝内水分含量の低下と共に-5℃及び-10℃の低温でも凍結と融解を繰返すことで枯死芽や被害芽の発生が多くなり、組織の褐変が発生した。同時におこなった乾燥空気の影響を受けない切枝では、このような現象が発現しなかったことから、空気の乾燥がこれら障害の発生に大きく関与していることが確認された。そして、樹体水分の減少には樹体の凍結と融解が伴うことが必要なことが裏付けられたものと判断できる。

従って、ここで述べるブドウ樹の春季の発芽障害は冬期間の空気の乾燥による樹体水分の減少に基づく乾燥害が主要要因であると思われる。

VII. 発芽障害の防止法

本発芽障害は当初低温障害と考えられていたが、第VII章において、その主原因が樹体、特にせん定切口からの水分減少による乾燥害であることが明らかになった。本章ではこの水分含量の減少を抑制する方法について検討した。

1. 樹体における水分減少の抑制法

(1) 試験方法

1967年に神奈川県農業試験場相模原分場(当時)に栽培されている“デラウエア”から1年枝を採取し、直ちに各処理をおこない、1月19日から2月3日までの15日間、圃場条件で枝内水分の減少状態を調査した。なお、試験区は切枝の切口をパラフィン塗布したもの、切枝全体を5%のアクリル樹脂水溶性エマルジョンに浸漬処理したもの及び対照区として処理を施さなかったものとし、それぞれ10本を供試した。各処理枝は毎日一定時間に秤量し、枝内水分の減少量を測定した。調査期間中は1月29日から30日にかけて15.6mmの降雨があった以外は、相対湿度(9時測定)の平均値が約45%、最低湿度の平均は23%と極めて乾燥した状態で経過した。

'68年には“デラウエア”1年枝を3月4日に採取して、空気湿度の程度と水分減少の抑制効果との関係を明らかにするために試験をおこなった。試験は硫酸によって空気湿度を調節し、100%、75%、50%及び20%の相対湿度に平衡させたガラスジャー内で、切口をパラフィンで封じた枝と封じなかった枝の枝内水分の減少状態を調査し

た。なお、両年の試験とも枝内水分含量及び水分の減少量は生体重に対する水分の割合で表わした。

なお、実際栽培におけるせん定直後の切口保護が障害軽減に及ぼす影響を、接ぎろう等による切口の処置が必須作業として定着した'74年の発芽障害の発生程度を、それ以前の類似年と比較した。

(2) 試験結果

1967年の結果は第46表のとおりである。切口をパラフィンで封じた切枝は、15日後でも37.3%と生体機能を維持できるだけの水分含量であった。無処理枝と比較して、切口のパラフィン塗布は水分含有量及び1日当たりの水分含有量の減少程度のいずれにおいても、有効に水分の減少を抑制していた。無処理枝は15日後には生体機能を

第46表 切口処理の有無が枝内水分の減少に及ぼす影響 (1967)

切口の処理法	処 理 時		1日当たり水分含有率の減少
	15日後	15日後	
	水分含有率	水分含有率	水分含有率
	%	%	%
パラフィン塗布	45.2	37.3a	0.61a
アクリル樹脂5%液浸	44.5	31.9b	0.99b
無 処 理	45.2	31.9b	1.03b

- 1). アルファベット異付号間はDuncanの多重検定により5%水準で有意なことを示す。
 - 2). 水分含有率は対生体重%で示した。
- X. 1日当たり水分含有率の減少=(処理時水分含量-15日後水分含量)÷13の5枝の平均値

失う水分含量にまで低下していた。5%のアクリル樹脂水性エマルジョンに浸漬した枝は、水分減少が抑制されることなく、無処理枝との間に差がなかった。

'68年に各種の空気湿度下で切口をパラフィンで封じた枝と封じなかった枝の水分減少の推移を第29図及び第47表に示した。相対湿度が75%及び50%の条件下では、5日後においても切口を封じた枝は封じなかった枝よりも4~5%水分の減少が抑制された。また、水分含有量の減少割合は切口を封じなかった枝の約60%に止まった。しかしながら、相対湿度20%という異常乾燥条件下では、切口をパラフィンで封じても無処理枝と同様な水分の減少が見られた。

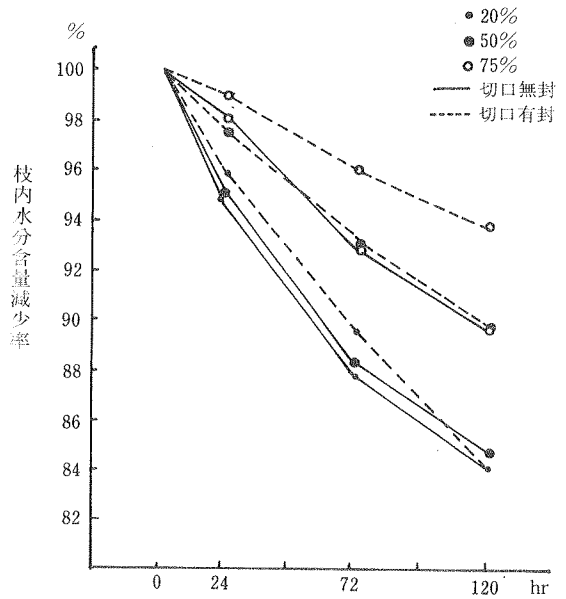
なお、枝内水分含量の減少率は、相対湿度が比較的高い75%の場合は、切口を封じなかった枝からの水分の減少率も小さく、切口を封じた枝との間に明らかな差は生じなかった。これが、相対湿度50%になると、いずれの時期とも切口を封じた枝は封じなかった枝よりも有意に水分の減少を防止した。

第48表は、一般栽培農家でせん定直後の切口保護が管理作業として定着した'74年の発芽障害の発生状況を、切口保護がなされなかったそれ以前の'63年及び'65年と比較したものである。第III章で明らかにした発芽障害の発生と相関関係の高い気象要素の数値をみるまでもなく、'74年は早くから発芽障害の大発生が予測された年である。実際に同様な発芽障害が発生する山梨県及び長野県では、同年は大発生を見た年であった。しかしながら、切口保護の徹底した神奈川県では発芽障害発生指定調査園及びブドウ産地での本障害は'65年と同程度の発生に止まっ

た。

2. 生長抑制剤B-ナインの生育期散布による発芽障害の防止

生長抑制剤B-ナイン(Succinic acid-2, 2-dimethylhydrazide, 有効成分93%)を使用して、生育後期の新



第29図 異なった空気湿度下における切口処理の有無が枝内水分の減少に及ぼす影響 (1968)

第47表 異なった空気湿度下における切口処理の有無が枝内水分の減少に及ぼす影響

(1968)

空気湿度	切口処理の有無	処理時水分含有率	24時間後		72時間後		120時間後	
			水分含有率	減少率 ^X	水分含有率	減少率 ^X	水分含有率	減少率 ^X
			%	%	%	%	%	%
75%	無	40.3	39.5	0.8a	37.4	2.9ab	36.1	4.2a
	有	40.6	40.1	0.5a	39.0	1.6a	38.0	2.6a
50%	無	41.0	39.1	1.9cd	36.3	4.7c	34.7	6.3b
	有	40.7	39.7	1.0ab	38.0	2.7a	36.6	4.1a
20%	無	40.7	38.3	2.4d	35.8	4.9c	34.1	6.6b
	有	40.6	39.0	1.6bc	36.3	4.3bc	34.1	6.5b

1). アルハベットの異付号間は Duncan の多重検定により 5%水準で有意なことを示す。

2). 水分含有率は生体重割合で示した。

X. 減少率=処理時水分含有率-測定時水分含有率

第48表 接ぎろう等によるせん定切口の保護の有無と発芽障害発生との関係

年次 ^Z	1月第4 半旬の 最低極温	12~2月 の無降 雨日数	1~2月 の連続無 降雨日数	1月の大気 中の水ポ テンシヤル	発芽障 ^X 害樹発 生率	ブドウ園での発芽障害 ^Y		
						調査 樹数	障害 樹数	発生率
	C	H	H	bar	%	本	本	%
1963	-6.4	79	27	-1045	50			
'65	-5.0	73	4	-674	14	645	73	11
'74	-7.2	81	14	-1076	12	131	14	11

X. 相模原市大沼の発芽障害指定調査園での発芽障害樹発生率

Y. 県下主要ブドウ産地における発芽障害樹の発生率

Z. 1963, '65年はせん定切口の処置はなし, '74年はせん定直後に接ぎろうを切口に塗布

しょうの遅伸び現象を防止することによる発芽障害の防止効果について試験した。

(1) 試験方法

神奈川県農業試験場相模原分場(当時)で栽培されている“デラウェア”を使用し、1966~'68年(樹齢4~6年生)の3年間、B-ナインによる新しょうの遅伸び防止効果について試験した。処理は第49表のとおり、'66~'67年は萌芽後90日と120日にあたる時期に0.2%の処理濃度で試験した。'68年は前年までの成績に基づき、処理時期は萌芽後90日とし、さらに0.1%と0.05%の低濃度で試験した。各年次とも試験区の設定は樹別の処理とし、'66年と'67年は1試験区あたり2樹、'68年は4樹を使用した。調査は1樹あたり13本の結果枝を選定し、B-ナイン処理時と落葉時の2回、節数と新しょう長を測定した。なお、B-ナイン散布時には展着剤としてエアロールOP100ppmを加用した。

'72年には発芽障害発生指定調査園(相模原市大沼)の調査樹のうち3樹に対して、7月21日にB-ナインの0.1%を樹全体に散布し、12月13日から'73年3月23日までの間、20~30日間隔で1回、1樹あたり5本の1年枝を採取して水分含量を調査した。水分含量の測定に供試した1年枝の性状及び測定方法は第VII章と同様である。

また、'67~'68年の萌芽・展葉期には、前年の生育期におけるB-ナイン散布が翌年の生育に及ぼす影響を知るため、萌芽の早晚、揃い、新しょうの生育状態等について調査をおこなった。このうち、'68年の展葉の揃いについては、5月2日に各試験区1樹あたり任意に7本の結果母枝を選び、母枝中の萌芽数のうち3葉以上展葉している芽の割合で表わした。また、'67年7月14日と8月17日に0.4%のB-ナインを散布した、発芽障害発生指

第49表 デラウェアの遅伸び防止に対するB-ナインの濃度と処理日

年次	散布濃度	散布時期	
		萌芽後90日	萌芽後120日
	%	月日	月日
1966	0.2	7.26	8.18
'67	0.2	7.14	8.14
'68	0.1, 0.05	7.19	—

第50表 生育調査における評点の内容

調査項目	評点				
	1	2	3	4	5
萌芽の揃い	不良	やや不良	中	やや良	良
新しょうの生育状態	〃	〃	〃	〃	〃
生育の揃い	〃	〃	〃	〃	〃
花房の揃い	〃	〃	〃	〃	〃
着粒程度	粗	やや粗	〃	やや密	密

定調査園の調査樹6樹についても、翌春の生育状態の調査をおこなった。なお、生育状態は第50表の評点法で表示した。

(2) 試験結果

1) 遅伸び防止効果

1966~'67年の成績は第51表のとおりである。7月及び8月処理ともに、新しょうの伸長生長を著しく抑制し

第51表 生育期のB-ナイン散布が“デラウェア”の生育に及ぼす影響

処理時期	処理濃度	1966				1967			
		新しょう長		節数		新しょう長		節数	
		生長量	比率	増加量	比率	生長量	比率	増加量	比率
7月	0.2%	87	52**	13	67**	104	40**	20	65**
	無処理	168	100	19	100	263	100	31	100
8月	0.2%	9	16**	0.5	10**	27	32**	1	7**
	無処理	57	100	5	100	85	100	12	100

**、無処理に対して1%水準で有意なことを示す。
生長量、増加量は処理期以降の値

た。特徴的なことは、新しょう長の抑制だけではなく、節数の増加も減少したことで、これはB-ナインの処理によって伸長生長が早く停止したことを意味し、遅伸び防止効果は十分に認められた。また、処理時期間では効果の差は認められなかったが、7月から8月の1か月間の伸長量を考慮すると、遅伸び防止には7月処理の方が効果的であった。

'68年は7月に、さらに濃度を低くして試験した結果を第52表に示した。これまでの最低濃度の4分の1にあたる0.05%でも、有意に遅伸びを防止し、伸長量で無処理枝の60%、節数で75%の生育に止まった。

2) 休眠期の枝内水分含量に及ぼす影響

第30図は生育期のB-ナイン処理が休眠枝の水分含量に及ぼす影響をみたものである。

第VII章で明らかにしたように、枝内水分含量に影響を及ぼしやすい12月から2月上旬にかけて、B-ナイン処理枝は無処理枝より水分保持率が高い傾向が認められた。

3) 翌年の生育状態に及ぼす影響

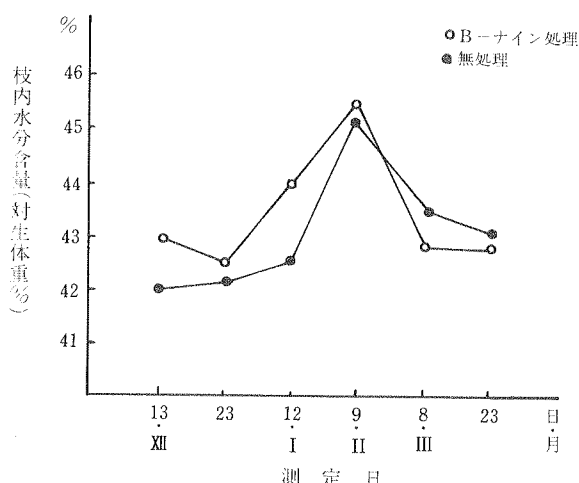
前述のように、生育期のB-ナイン散布による新しょうの遅伸び防止効果が、翌年の生育に及ぼす影響を調査したのが第53表及び第54表である。'67年春の生育状態では判然としなかったが、'68年春には、B-ナインの各処理樹はいずれも無処理樹よりも萌芽は早まり、萌芽・展葉の揃いもすぐれ、前年度の遅伸び防止が越冬枝の発芽及び伸長を良好にしていることがうかがえた。処理時期では8月処理よりも7月処理がすぐれていた。

'68年は各地で発芽障害が大発生し、問題となった年である。相模原市大沼の発芽障害発生の指定調査園でも109樹中71樹が被害を受けた。この調査園でのB-ナイン処

第52表 生育期のB-ナイン散布が“デラウェア”の生育に及ぼす影響 (1968)

処理区分	新しょう長		節数	
	生育量	比率	増加量	比率
0.1%	100	50**	17	69**
0.05%	120	60**	19	75**
無処理	201	100	25	100

**、無処理に対して1%水準で有意なことを示す。
生長量、増加量は処理期以降の値。



第30図 生育期のB-ナイン処理が休眠枝の水分含量に及ぼす影響 (1972-73)

B-ナインは'72年7月21日に0.1%を散布。3樹の平均値で水分含量を示す。

第53表 生育期のB-ナイン散布が“デラウェア”の翌春の生育に及ぼす影響

処理時期	処理濃度	萌芽の早晚 ^X		萌芽の揃い		展葉の ^Y		生育の良否	
		1967	1968	1967	1968	早 晩	揃 い	1967	1968
月	%	月 日	月 日			月 日	%		
7	0.2	4.14	4.20	2-4	4-5	4.30	48	2-5	4
8	0.2	4.13	4.20	2-4	4-5	5.1	49	2-3	3-4
無 処 理		4.14	4.21	2	2-3	5.1	33	3-5	3-4

X. 萌芽は萌芽始期の月日で表示。
 Y. 展葉は展葉始期の月日で表示。

第54表 生育期のB-ナイン散布が“デラウェア”の翌年の生育に及ぼす影響

(1968)

樹No.	処理時期	枝内水分含量	萌芽の早晚	萌芽の揃い	展葉の揃い	生育の良否	発芽障害の程度				摘 要
							4月25日	5月6日	6月9日	9月2日	
	月 日	%									
1	7.14	43.0	やや早	4	4	3	0	0	0	前年度GA処理	
2	"	43.7	やや遅	2	3	2-3	1	1	0	普通栽培	
3	8.17	41.9	早	4	4	3	0	0	0	前年度GA処理	
4	"	38.7	未萌芽	0	0	—	5	5	4	普通栽培、主幹虫害を受く	
5	無処理	32.9	遅	2	2	3	2	1	1	前年度GA処理	
6	"	32.7	未萌芽	0	1	1	5	3	2	普通栽培	
調査時期		3月11日	4月25日	4月25日	5月6日	5月6日					

理樹と無処理樹の3月中旬の休眠枝の水分含量を第54表で見ると、B-ナイン処理樹はいずれも40%前後と平常の水分含量であったが、無処理樹は約33%と発芽に支障をきたす水分含量にまで低下していた。

その他、発芽障害の抑制効果が期待される薬剤として、MH-30、FC-907、F-2及びQuel、あるいは無機栄養剤の生育期葉面散布を試みたが、B-ナインと比較して取りたてて述べるほどの成果は得られなかった。

4. 考 察

従来、ブドウの発芽障害は低温による障害と考えられていたことから、その防止法として、これを回避するような方法がとられていた。すなわち、寒冷地では古くから休眠中の枝幹を土中に埋める方法がとられていた。しかし、土屋⁽²⁴⁾はこのような方法でも、春季の発芽障害の一症状と考えられている“萎縮症”は解消されないことから、低温は大きな原因とは考えられないことを述べている。一方、赤羽⁽¹⁾は北海道において、新しゅうの活動

旺盛時に基部を90度振転すると20~30%耐凍性が増加することを報告している。また、平田ら⁽⁷⁾は長野県において、凍害は主に主幹部に発生することから、主幹部を保護する防寒マットを開発し、一応の効果を得ている。しかし、これらの方法は効果が十分でないうえ、労力及び経費がかかり普及性が乏しいのが実状である。

著者は第VII章において、神奈川県で見られる発芽障害は冬期間の空気湿度の低下に伴う樹体内水分の減少による影響の大きいことを明らかにした。実際に冬期せん定時に切口を保護することで、樹体内水分の減少を有効に防止することを確認した。この効果は実際栽培に活用され、1970年代から神奈川県下のブドウ栽培では、せん定直後に全ての切口を接ぎろうまたはビニル系の被膜剤(ペースト)で保護することが必須作業として定着した。その結果、発芽障害が大発生すると予測された1974年の春も軽い発生に止まり、その後、類似の障害が多発する長野県及び山梨県で大発生が記録された1977年、'81年、'82年及び'84年のいずれも、神奈川県下における本障害

の発生は極めて軽微であった。このことからせん定切口の保護効果は極めて顕著であるといえる。

赤羽⁽¹⁾は耐低温性を強化する方法として、MHの生育期散布の効果、著者⁽³³⁾はB-ナインの効果明らかにした。平田ら⁽⁶⁾はB-ナインの効果は認めているが、MHはかえって被害を助長するものとしている。実際には、B-ナインの生育期の散布は新しょうの遅伸びを防止することで、越冬枝の枝内水分含量を有効に保持した。そして翌春の萌芽、展葉を良好にし、発芽障害の軽減効果も認められることから、徒長的な生育になりやすい火山灰土壌でのブドウ栽培では生長調節の有効な一手段と考えられる。なお、著者ら⁽³¹⁾の一連の試験が契機となり、

B-ナインのこの効果は、日本植物調節剤研究協会の連結試験として追試され、1980年には本薬剤の使用基準の一つとして農薬登録されていることを付記したい。

以上の結果を総合すると、本障害の防止効果は冬期せん定時のせん定によってできる切口を最小限に止め、切口は直ちに水分の減少を抑制する保護剤を塗布することで十分期待できる。

また、前年の生育期間中にB-ナインを適用し、新しょうの伸長を抑制することが、年により樹体内水分の減少抑制に有効に機能する結果が得られた。したがって、これらの組合せによる実用的障害防止については今後の検討課題である。

IX. 総合考察, 摘要

1. 総合考察

ブドウ樹の春季発芽障害は“3年病”・“ねむり病”・“委縮病”の俗称で、古くから知られている生育障害である。土屋⁽²⁴⁾はその原因が発育旺盛で秋伸び状態となり、伸び過ぎのため充実が悪く、貯蔵栄養が少ないことにあるとして、凍害や空気、土壌の乾燥は関係が少ないとしている。一方、三好ら⁽¹⁴⁾、平田ら⁽⁶⁾⁽⁷⁾の長野県における試験結果から、この生育障害は、凍害による枝幹内部の損傷が主原因であるとする説が、現在、ほぼ定説となってきている。しかしながら、現実には木質部の耐凍性は皮層部のそれよりも高く、⁽²⁾⁽¹⁸⁾赤羽⁽¹⁾は皮層部が凍害を受けないのに認められる木質部の損傷は凍害とは別の原因のものであると指摘している。また、実際栽培での本障害の発現状態をみると、同一圃場で本障害発生樹の有無が無作為的であり、発生が著しく異なること、同一樹冠内でも本障害発生が偏在または局所的であり、概して樹冠内の若齢枝に発生が多いなど、凍害だけでは十分な説明ができない現象の場合が多い。

この発芽障害の発生には年次差が認められる。平田ら⁽⁶⁾は豊作年の翌年に多発し、3月の最低気温が -10°C 以下の低温となる日が多い年ほど多発するとしている。本研究において、最低気温の極値では厳寒期の12月下旬、1月中下旬及び2月上旬が低い年に本障害が発生しやすい傾向はうかがえたが、2月中旬以降の最低気温の極値と本障害との関係は全く認められなかった。むしろ、冬期間の無降日数や大気中の水ポテンシャルの大きさなど、空気の乾燥に関係する気象要素が本障害発生に大きく影響していることが明らかになった。実際にブドウ園で発

芽障害の発生が確認できるのは2月上旬以降であるが、その直前の1月下旬から2月上旬の空気湿度の低下と本障害発生との間に高い相関関係が認められることは注目に値する。また、この時期の前後では、ブドウ樹の幹から枝先に向って樹内水分含量が減少してゆく事実も、この時期の異常な空気湿度の低下がブドウ樹体内の水分含量に影響を与えていることを明らかに示している。

この樹体内水分の奪われ方であるが、三好ら⁽¹⁴⁾は凍害による組織の損傷が原因で、発芽期に水分供給が不十分になることで本障害が発生するとしている。これも、発芽に関係する生体機能としての水分含量について、本研究の中で明らかにしたとおり、発芽不能をもたらす樹体内からの水分の減少は休眠期間中に発生しており、その奪われた水分を回復できないことに原因があると考えられる。その原因を作っているのが、せん定時に生ずる切口あるいは枝幹加害虫の加害部からの乾燥による木質部への枯込みであるとの結果を得た。その木質部への枯込みは、空気湿度の異常低下に伴う、物理的な樹体内水分の収奪と木質部の乾燥に伴う裂傷であり、それを促進しているのが、日夜繰返されている樹体内水分の凍結、融解の日変化であることを実験的に明らかにした。この組織の凍結・融解時には、PAROCHY⁽¹⁷⁾がブドウ枝幹で、凍結の過程での氷の生成が皮層細胞膜や導管壁を機械的に破壊することを認めていると同様な現象が起きていると推考される。これが、枯込みといわれている木質部内、特にせん定等の切口のような傷害部分での褐変となって現われるものと考えられる。

この発芽障害の防止対策として、せん定時の切口の保護が有効なことは、切口等の傷害部分からの樹体内水分

の減少が本障害の原因であることを裏付けている。神奈川県において、本研究の結果として、ブドウ生産者にせん定時の切口等の保護を徹底した結果、現在では、この発芽障害の多発が予測され、他県産地での本障害の発生の甚だしいような年であっても、神奈川県では散発的な発生に止まっており、本障害の防止にせん定時の切口保護が極めて有効なことを実証している。

また、この発芽障害の原因の一つに新しゅうの遅伸び現象があるとすれば、遅伸び防止は本障害の発生軽減に寄与するはずである。本研究でも、B-ナインを生育期に散布することで遅伸びを有効に防止し、本障害の発生を軽減することを明らかにした。この事実は、その後平田ら⁽⁶⁾によって追認されており、RAESE⁽²¹⁾もリングドエーthephon, NAAと同時にB-ナインの生育期の連年散布の効果を実証している。

なお、凍害であるが、多くの研究結果から⁽¹⁾⁽²⁾⁽¹¹⁾⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾⁽³⁸⁾ブドウ樹が完全に休眠に入った状態では、耐寒性は皮層部で -20°C 前後、木質部では最低 -40°C 以上の低温に耐えられるものとされている。また、休眠期から萌芽期にかけての耐低温性の時期的変動は本研究で明らかにしたとおりである。同一樹内での皮層部と木質部の耐低温性に差が生ずるのは、本研究で明らかにしたとおり、その組織内の水分含量の差によるものと考えられる。このことは、著者⁽³⁵⁾がクリ樹で認めていることと一致する現象である。また、POGOSYANら⁽²⁰⁾VALLIら⁽²⁶⁾もブドウ園土壌の乾湿、ブドウ樹内の水分含量と凍害との関係を実証している。

以上の結果、ブドウ樹の春季の発芽障害は冬期間の空気湿度の異常低下に伴う樹体内水分の減少による乾燥が主要因である。また、その防止法には冬期せん定時の切口の保護と、新しゅうの遅伸び防止等、生育期間中のブドウ樹の適正な管理が必要であると結論できる。

2. 摘 要

1965年以來、ブドウ樹に多発する春季の発芽障害の原因究明と防止法を確立するため、研究をおこなった。

(1) 実態調査の結果、土壌管理方法で野菜間作園と放任園で発生しやすい傾向が認められた。

(2) 一度発芽障害が発生した樹は再度発生しやすく、8年間に5回発生した樹も認められた。

(3) 枯死枝の基部にはせん定等による大きな傷口痕が確認できる場合が多く、枯死部分は樹冠の先端部に多発した。

(4) 本障害の発生には年次差が認められる。

(5) 低温と発芽障害発生との関係は、12月及び1月の低温の影響を受けやすく、特に1月下旬の低温が密接に関係していた。

(6) 空気湿度と本障害発生との関係は、無降雨日数、連続無降雨日数、飽差及び大気中の水ポテンシャルのいずれの要素をとっても、1月中旬以降2月上旬までの空気湿度の低下が本障害の多発に結びついていた。

(7) いずれの気象要素をとっても、2月中旬以降では殆んど本障害の発生には影響を与えていなかった。

(8) 大気中の水ポテンシャルが -700bar を越えることが多い年ほど、本障害は多発した。

(9) 極端な土壌の乾燥により、本障害と同様な症状が発生した。しかし、圃場条件でブドウ樹の根群分布からみて、根圏土壌の水分含量が生体維持に支障をきたすほど低下することは考えられなかった。

(10) ブドウ樹の樹温は枝齡、枝の上面と下面、方位等によって異なり、1樹中の変動幅は 10°C 以上となった。

(11) 平棚上に整枝されているブドウ樹では、直射日光を受ける部分が樹の半分を占めることとなり、陽光面での温度変化が大きかった。

(12) 低温時のブドウ皮層部の過冷却は、せん定等によってできた大きな切口痕の下位で破れやすかった。

(13) 神奈川県におけるブドウ樹の冬期間の耐低温性はいずれの時期においても、最低気温の極値を上回っていた。

(14) 木質部にみられる褐変は低温処理と無関係に発生し、低温が褐変の発生を促進することはなかった。

(15) 冬期間の低温は本障害の直接原因とはなり得ないものと考えられる。

(16) 休眠期の樹内水分含量は通常40~50%の範囲内である。組織別では皮層部が48~50%、木質部で40~42%であった。

(17) 空気の乾燥が続くと、樹幹から樹の先端部に向けて樹内水分含量の低下がしばしば認められ、この傾向は皮層部で顕著であった。

(18) 休眠芽の発芽能力は枝内水分含量が40%を割ると低下しはじめ、35%以下では発芽不能となった。

(19) 水分供給が不十分な場合は、空気湿度が50%以下となると急速に枝内水分は奪われ、3日後には発芽不能な水分含量にまで、容易に低下した。

(20) 空気湿度の低下は、切口痕から木質部内への枯死みを進行させた。その影響は切口痕の発生時期が古いほど大きかった。

(21) 樹体内水分の減少には空気湿度低下時における組

織の凍結と融解の日変化が大きく影響していた。

(2) せん定時の切口の保護は、樹体内水分の減少を有効に防止し、本障害の防止効果が高かった。

(3) 生長抑制剤B-ナインの生育期(7月)散布は遅伸びを有効に防止し、本障害の発生を軽減した。

(4) 以上の結果、ブドウ樹に多発する春季の発芽障害

は、冬期間の空気湿度の低下による樹体のせん定切口痕等の損傷部分からの樹体内水分の減少と、それに伴う木質部内への枯込みの促進の結果として生ずる、樹体内水分の供給不良による乾燥害である。その防止方法は冬期せん定時の切口等の保護と、新しょうの遅伸び防止等生育期間のブドウ樹の適正管理の徹底にある。

引用ならびに参考文献

1. 赤羽紀夫(1961). りんご及びぶどうの凍害に関する研究, 北海道立農試報告 9 1~67
2. BASIL, G. STERGIOO and G. S. HOWELL, JR. (1973). Evaluation of viability tests for cold stressed plants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98(4) 325~330
3. CAIN, D. W. and R. L. ANDERSEN(1979). Temperature and moisture effects on wood injury of cold-stressed 'Siberian C' and Redhaven peaches. Hort Sci. 14(4) 518~519
4. Eli. Lilly and comp. (1971). Technical report on Quel. 1~3
5. GARDNER, W. R. (1960). Dynamic aspects of water availability to plants. Soil Sci. 89(2) 63~73
6. 平田克明・柴 寿・茂原 泉(1971). ブドウの「ねむり病」に関する研究(第5報), 夏季管理による防止効果について, 園芸学会春季大会発表要旨 136~137
7. 平田克明・柴 寿・茂原 泉(1971). ブドウの「ねむり病」に関する研究(第6報), 防寒による防止効果について, 園芸学会春季大会発表要旨 138~139
8. 古谷雅樹・宮地重遠・玖村敦彦編(1972). 生活環の制御, 植物生理学講座 4 朝倉書店
9. 古谷雅樹・宮地重遠・玖村敦彦編(1972). 物質の交換と輸送, 植物生理学講座 5 朝倉書店
10. KETCHIE, D. O. and C. H. BEEMAN (1973). Cold acclimation in Red Delicious apple trees under natural condition during four winters. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98(3) 257~261
11. KOZMA, P. (糸栄美子訳)(1970). ブドウ栽培の基礎理論, 誠文堂新光社
12. KOZLOWSKI, T. T. (1965). Water metabolism in plants. HAPPER & Pow Ltd.
13. LUMIS, G. P., R. A. MECKLENBURG and K. C. SINK (1972). Factors influencing winter hardiness of flower buds and stems of ever-green azaleas. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99 564~567
14. 三好武満・平田克明・柴 寿(1968). ブドウねむり病の発生機構と原因について, 長野農試報告 33 1~7
15. 三好武満・平田克明・柴 寿(1966). ブドウの「ねむり病」に関する研究(第4報), 発生と発芽および発芽後の生育状況について, 園芸学会春季大会発表要旨 109~110
16. 根井外喜男編(1970). 凍結・乾燥と細胞障害, 東京大学出版会
17. RAROCHY, J. H., A. G. MERERING, R. L. PETERSON, G. HOSTETTER and A. NEFF (1980). Mechanical winter injury in grapevine trunks. Amer. J. Enol. Viticult. 31(3) 227~232
18. PATRIK, P., C. STUSHNOFF and M. J. BURKE (1977). Low temperature exotherms in stem and bud tissues of *Vitis riparia* Michx.. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102(1) 54~55
19. PROEBSTING, E. L. and H. H. MILLS (1976). Ethephon increases cold hardiness of sweet cherry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101(1) 31~33
20. POGOSYAN, K. S. and Zh. G. KARAPETYAN (1980). Frost resistance of grapevines in relation to the plant moisture supply. From Hort. Abst. 50(8) 507~508
21. RAESE, J. T. (1977). Induction of cold hardiness in apple tree shoots with Ethephon, NAA and growth retardants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102(6) 789~792
22. 酒井 昭・和田実男(1963). 越冬中の木の温度変化, 低温科学 生物篇 21 45~58
23. 柴 寿・平田克明・茂原 泉・岡部英夫(1974). ブドウのねむり病防止に関する研究, 長野農試報告 38 143~151

24. 土屋長男 (1956). 実験葡萄栽培新説, 養賢堂 326 ~329
25. 高倉 直 (1973). Water potential の測定, 農業気象, 28(4) 245~248
26. VALLI, R., and D. COCCO (1979). Desiccation in vineyards damaged by frost. *Informatore Agrario* 35(37) 7333~7336 From Hort. Abst.
27. WESTWOOD, M. N. and H. O. BJOMSTAD (1978). Winter rainfall reduces rest period of apple and pear. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103(1) 142~144
28. WEAVER, J. R. (1976). Grape growing. A Wiley-intersci. Pub.
29. 築瀬好充・青野英也・杉井四郎 (1974). 茶樹の越冬障害の発生機構とその防止法, 茶試研報 10 1~90
30. 安延義弘 (1968). イチジクの凍害に関する研究 (第1報), マスイドーフィンの耐凍性について, 園芸学会秋季大会発表要旨
31. 安延義弘・小林宏中・水野信義 (1971). ブドウに対する植物生長調節剤の利用法 (第1報), 巨峰・デラウエアに対するB-ナインの効果, 神奈川園試研報 19 51~58
32. 安延義弘 (1969). イチジク, ブドウの耐凍性とB-ナイン, 農業時代 91 29~33
33. 安延義弘 (1968). ブドウに対するB-ナインの効果について, 農業時代 85 37~41
34. 安延義弘 (1970). クリ樹の凍害に関する研究 (第5報), 越冬中の樹幹部の温度変化, 神奈川県園試研報 18 82~88
35. 安延義弘 (1974). クリ樹の凍害に関する研究 (第6報), 枝幹部の凍害とその判定法, 神奈川園試研報 22 34~41
36. 安延義弘 (1970). ブドウの凍乾害に関する研究 (第1報), 被害の実態について, 園芸学会秋季大会発表要旨 52~53
37. 安延義弘 (1971). ブドウの凍乾害に関する研究 (第2報), 休眠期間中の土壌の乾燥との関係, 園芸学会春季大会発表要旨 134~135
38. 安延義弘 (1972). ブドウの凍乾害に関する研究 (第3報), 休眠期の枝齢別の水分含量と耐凍性の変化, 園芸学会春季大会発表要旨 86~87
39. 安延義弘 (1972). ブドウの凍乾害に関する研究 (第4報), 休眠枝からの水分の消失(1), 園芸学会秋季大会発表要旨 120~121
40. 安延義弘 (1978). ブドウの凍乾害に関する研究 (第5報), 凍乾害の発生と気象要素との関係, 園芸学会春季大会発表要旨 98~99
41. 安延義弘 (1980). ブドウの凍乾害に関する研究 (第6報), 初冬期の耐凍性並びに空気湿度と凍害の関係, 園芸学会秋季大会発表要旨 20~21
42. 山口 泰・徳永雄治・小林正則・夜久 孝 (1970). ブドウ溢泌液の性状について, 山梨農技研報告 1 58~64
43. 吉田静夫・酒井 昭 (1981). 植物の凍害におよぼす融解速度の影響 II, 凍結状態での温度変動に伴う氷の量の変化, 低温科学生物編 26 23~31
44. 吉村不二男・木原日奈 (1966). 冬季の乾燥が温州ミカンの春季の生育に及ぼす影響, 農及園 41(1) 73~74

Ecological and physiological studies
on the impediment, non or delaying
bud break, of grapevines at spring
season.

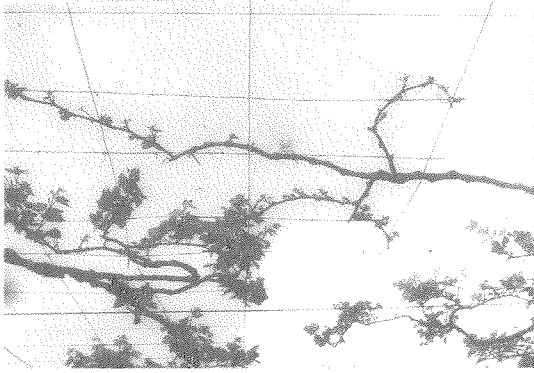
Yoshihiro YASUNOBU

SUMMARY

Since 1965, studies were investigated to the cause of impedimental to bud break on grapevines at spring season and it's prevented.

- 1) As the investigation of the actual conditions on soil managements of vineyards, the occurrence of the impediment had a tendency to frequent vineyards at the intercropping of vegetables or the extensive cultivation.
- 2) The vine once occurred the impediment was frequently twice. During 8 years, the vine which occurred five times was recongnized.
- 3) At base of dead canes or arms, large scars as pruning were frequently recongnized. Location for dead canes or arms occurred high frequency to the pointed end of the tree crown.
- 4) The occurrence of the impediment is recongnized to difference in years.
- 5) The relation between low temperature and the impediment was affected by low temperature at December and January. Especialy, the impediment was closely related to low temperature during the late of January.
- 6) On the relation between air humidity and the impediment, low air humidity from the middle of January till the beginning of February was combined with high frequency occurrence of the impediment. Moreover, indicators of air humidity were chosen the number of rainless days, continously rainless days, saturation and water potential in air from December to March.
- 7) After the middle of February, any meteorological factors does not affected the occurrence of the impediment.
- 8) The impediment was occurred high frequency a year so much as number of days over -700 bar water potential value in air during winter.
- 9) Same symptoms as the impediment occurred by the extreme drought soil conditions. However, it was difficult to consider that water content of rhizosphere decreased to interferes with life-giving of grapevine at the vineyard conditions.
- 10) Vine temperatures deffered with cane age, upper or under side of cane and direction of vine. Temperature difference in a vine recorded above 10°C .
- 11) From vines make training on the prain trellis, there were occupied the half partion of vine which exposed to direct sun light. Consequently vine temperature changes became severly at sunny partion.
- 12) Supper cooling of cortex tissues of vines at the low temperature were broken a place below large scars which were made to pruning.
- 13) Winter hardiness of grapevines during winter in Kanagawa prefecture held more than the limit of minuman temperature all the while.

- 14) Browning in xylem tissues occurred to regardless of low temperature treatments. Low temperature was not promoted browning in xylem tissues.
- 15) Low temperatures during winter do not seem to be the direct cause of the impediment.
- 16) Water content of vines during rest period are generally 40–50%. At discrimination of tissues, water contents of cortex tissues were 48–50%, and xylem tissues contained 40–42% water.
- 17) By continue on dryness in air, the decrease of water content of vines were recongnized frequently from trunk toward the pointed end of canes. Especially, cortex tissues shown a remarkable tendency.
- 18) Sprouting ability of dormant buds set about decrease under the condition of water content of vines which were below 40%, and the sprouting was imposible under the condition below 35% as contains water of vines.
- 19) When water supply to vines were not enough, water content of canes were rapidly derived under the condition of air humidity below 50%, and after 3 days water content of canes were readily decreased until the impossible condition of sprouting.
- 20) Fall of air humidity was proceeded die back into the xylem tissues from scars. The die back from scars increased as old as the occurance time of scars.
- 21) Diurnal variation of icing and melting into the tissues under the condition of the decrease of air hnmidity were affected the reduce of water content of vines.
- 22) Protections of scars at the time of pruning, the reduce of water content of vines prevented effectually, and the impediment was prevented very much.
- 23) Late growing of shoots were improved effectually spraying of the growth retardant B-nine (SADH) at July, and the occurance of the impediment was reduced.
- 24) From the result as described above, the impediment of bud break which was frequent during spring may conclude drought injury, as the result of the decrease of vine water content from scars at the time of pruning and other injuries on vines at the lower air humidity during winter season, in according to die back into xylem tissues results water deficiency. As a counter measure for the impediment was through going to normal management of growing season as the protection of scars at the time of winter pruning, the prevented late growing and others.



①



②



③

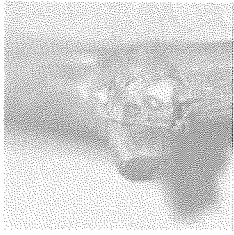


④

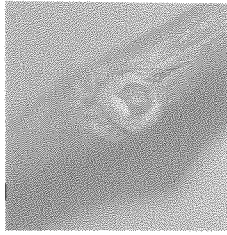


⑤

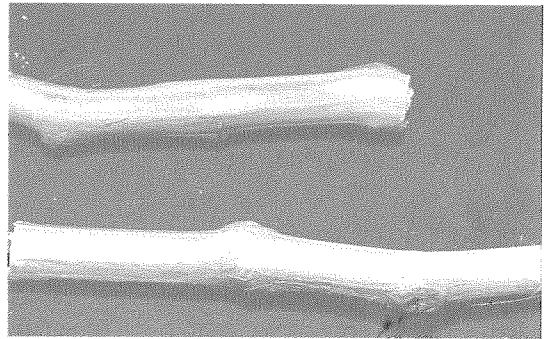
- | | | |
|------|---------|-----------------------|
| 図版 1 | 発芽障害の程度 | (軽)：萌芽遅延 |
| 図版 2 | 〃 | (中)：側枝の枯込み |
| 図版 3 | 〃 | (重)：主枝単位の未発芽 |
| 図版 4 | 〃 | (甚)：主幹、主枝の不定芽を除く芽の未発芽 |
| 図版 5 | 〃 | (未発芽)：樹全体についての未発芽 |



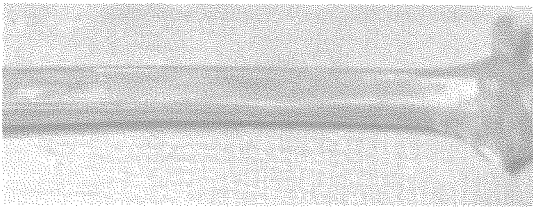
⑥



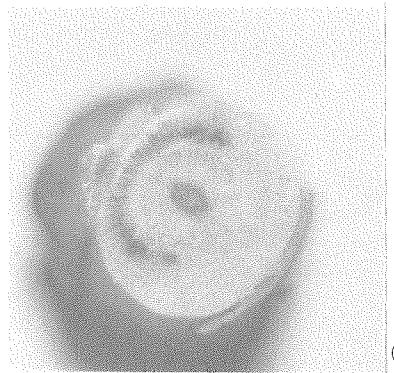
⑦



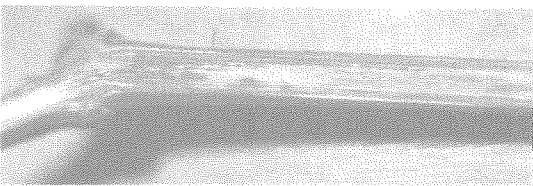
⑪



⑧



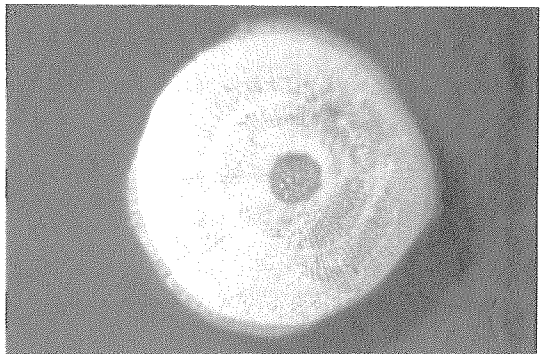
⑫



⑨



⑩



⑬

図版6 休眠芽の低温障害“枯死芽”：主・副芽共枯死

図版7 休眠芽の低温障害“被害芽”：一芽だけ枯死

図版8 1年枝の低温障害、皮層部、被害程度：Ⅲ～D (枯死)、-20℃ (1971.12.18)

図版9 1年枝の低温障害、形成層、被害程度：D (枯死)、-20℃ (1971.12.18)

図版10 1年枝の低温障害、木質部、被害程度：D (枯死)、-20℃ (1971.12.18)

図版11 2年枝皮層部の低温障害 (-20℃、1971.12.18) 上：下側部分、被害程度：Ⅲ～D、下：上側部分、被害程度：Ⅱ～Ⅲ

図版12 2年枝木質部の低温障害 (-20℃、1971.12.18) 被害程度：Ⅱ、断面積の10～30%が被害

図版13 3年枝木質部の低温障害、被害程度：Ⅲ、褐変甚だしい

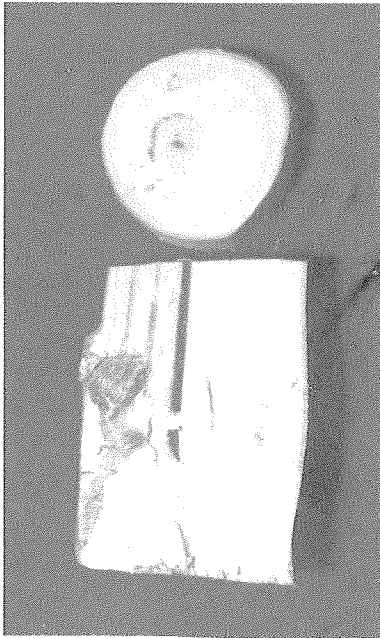


⑭

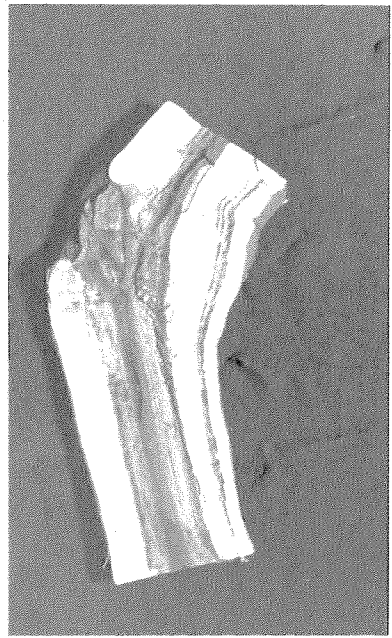
C-1 2 3 4 5 T-6 7 8 9 10



⑮



⑯



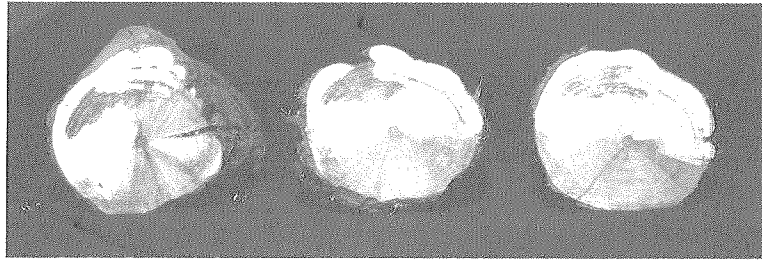
⑰

図版14 乾燥処理（44日間、32%RH）の実験装置

図版15 乾燥処理による木質部の枯込み。↑印は切口の位置。C-1～5：無処理、C-1～3：3年枝、C-4～5：2年枝、T-6～10：乾燥処理、T-6～8：3年枝、T-9～10：2年枝

図版16 切口痕からの木質部への枯込み。褐変部分は切口の発生年次に対応。

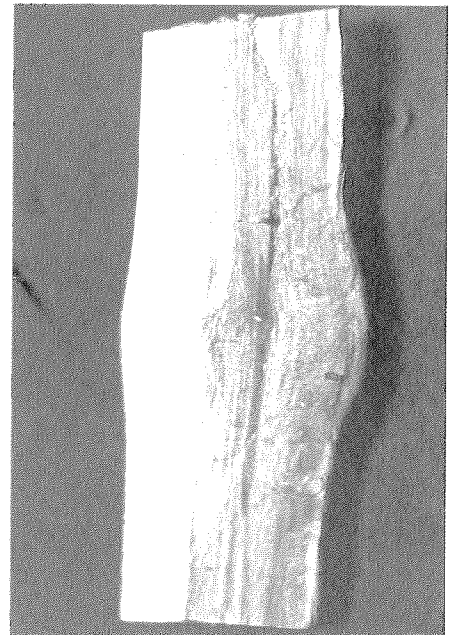
図版17 切口痕からの木質部への枯込みの状態がよくわかる。



⑱



⑲



⑳

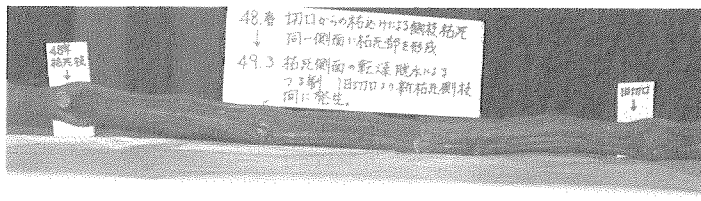
- 図版18 切口痕からの木質部への枯込み。左側より切口痕から10cm間隔で切断した時の褐変部分の変化。
- 図版19 切口痕からの木質部への枯込み。古い切口痕。
- 図版20 図版19の縦断面。甚だしい褐変。



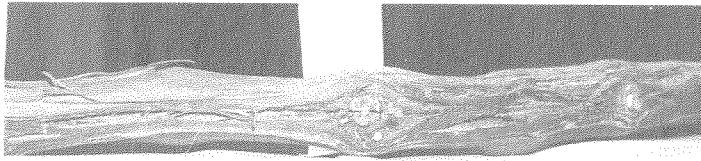
⑳



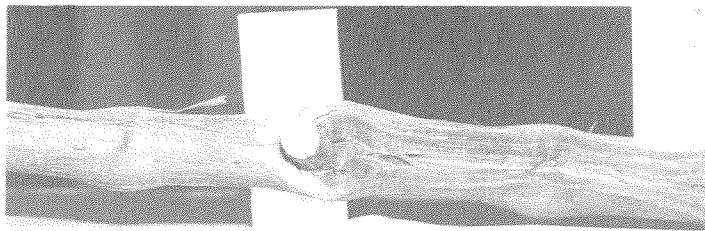
㉑



㉓



㉔



㉕



㉖

図版21, 22 古い切口痕による発芽障害の発生。切口痕側の先端部の枝に発生。

図版23～26 発芽障害発生枝除去（48年春）後、1年経過した時の新しい切口痕と古い切口痕の間に生じたき裂。木質部はほとんど褐変（図版26）。