

ブドウの側芽の壊死に関する研究 (第3報)

‘巨峰’の側芽における壊死の発生時期および発生と芽内成分との関係

内藤 隆次*・山村 宏*・棟居 信一**

Studies on the Necrosis in Grapevine Buds (III)
The Time of the Occurrence of Bud Necrosis in ‘Kyoho’ and the Relation
between its Occurrence and the Amounts of Nutritional
Elements in Buds
Ryuji NAITO, Hiroshi YAMAMURA and Shinichi MUNESUE

The time when necrosis was first detected in the central buds of lateral buds in ‘Kyoho’ grapevines was a little different depending on their position on shoot; it was 28 days after full bloom between the 5th and 8th nodes at which the percentage of necrotic buds was highest and was 34 days after full bloom between the 13th and 16th nodes. Necrotic buds increased rapidly thereafter and the percentage of them reached the highest value in about 20 days. Only few buds developed necrosis after the period. The time when necrosis was first detected was almost the same in the axillary buds of lateral buds as in the central ones although the occurrence percentage in the axillary buds was much lower than that in the central ones. Further, the percentage of necrotic buds was higher in both the central and axillary buds of strong shoots than those of weak ones, and strong shoots elongated vigorously during the time when the suspect lateral buds at lower position on them developed in size.

Among the contents of starch, reducing sugar, non reducing sugar, N, P, K, Ca, Mg, Mn and B in the lateral buds of lower position on shoots, only those of starch, total sugar and reducing sugar exhibited close relation with the occurrence of necrosis. In ‘Kyoho’, starch was higher and on the contrary total and reducing sugars were lower in weak shoots than in strong ones. Furthermore, starch was higher than total sugar in weak shoots and an opposite tendency between them was detected in strong ones during the period when necrotic buds increased rapidly. Almost the same quantitative relation of both elements was found between the strong shoots of ‘Kyoho’ which was susceptible to necrosis and those of ‘Delaware’ and ‘Muscat Bailey A’ which were resistant.

緒 言

‘巨峰’およびその他の‘巨峰’系のブドウ品種では、強い結果母枝を用いたとき発芽率や新梢上の花穂の着生率が低い場合が多く、その主な原因として側芽(冬芽)

1.2.3)
の壊死率の高いことが報告されている。

ブドウの側芽における壊死の発生時期については、¹⁾LAVEE らがイスラエルで‘クイーン・オブ・ヴァインヤード’を用いて調査した報告があるのみで、満開3週間後より5週間後までの限られた期間内に発生することを示している。しかし、気象条件や栽培品種の異なるわが国で調査された例は見当たらない。本実験の第一の目的

* 果樹園芸学研究室

** 現在山口県山口農業改良普及所

は、‘巨峰’についてその発生時期を明確にすることである。

側芽における壊死の発生は新梢の強さに比例的であり、開花期付近におけるジベレリン（以下 GA）の施用により促進され、生長抑制剤 SADH の施用により抑制されることが報告されている。そしてこれらの事実から、‘クイーン・オブ・ヴァインヤード’や‘巨峰’などの品種で強い新梢の側芽で壊死が発生しやすいのは、芽の内生 GA の高レベルに起因すると推測されているが、その場合に芽の炭水化物や無機成分などの化学組成に変化が生じている可能性が考えられる。その点を明らかにすることが本実験の第2の目的であり、‘巨峰’の強、弱新梢に加え、比較のため壊死の発生しにくい‘デラウエア’、‘マスカット・ペーリーA’（以下ペーリーA）の強新梢も供試し、壊死の発生と側芽の化学組成との関係を調べた。

材料および方法

1983年

島根大学農学部圃場栽植の樹勢の強い成木‘巨峰’1樹を用い、満開（5月29日）後3日、18日、33日、47日、64日に強い新梢をそれぞれ10本選び、全長を測定後、第14および15節の側芽についてまず大きさの概略値を第1図に示す方法により求め、さらにハンドセクションで縦断し、実体顕微鏡下で主芽および副芽の生死を判別し、それぞれの壊死率を算出した。なお、‘巨峰’の側芽は、通常1個の主芽と2個の副芽計3個の芽を含んでいる。

1984年

前年と同じ‘巨峰’樹を用い、満開（6月8日）後15日、30日、45日、60日に強い新梢をそれぞれ10本採取し、全長を測定後、第1節から20節までの側芽について、大きさおよび壊死の調査を前年と同様の方法により行なった。

1986年

1984年と同じ‘巨峰’樹を用い、結果母枝の頂部よりでた強新梢、基部よりでた弱新梢を、満開（強新梢5月28日、弱新梢5月30日）後25日に15本ずつ、満開後40日に12本ずつ、満開後57日に10本ずつ採取した。また比較のため、側芽の壊死が起りにくい、‘デラウエア’、‘ペーリーA’の強新梢を、満開（‘デラウエア’5月24日、‘ペーリーA’5月31日）後40日に採取した。これらの新梢について、全長、第6節と11節の側芽の大きさおよび第1節から20節までの側芽の壊死の調査を1984年と同様の方法で行なった。またこの年は第5～6節間、第10～

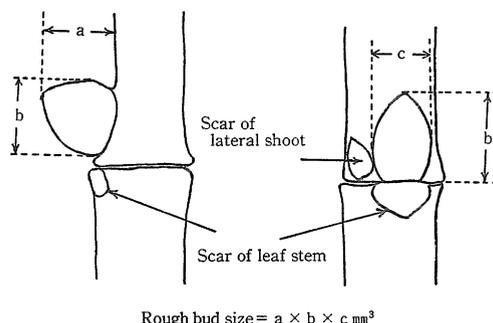


Fig. 1. Diagram showing the methods of measurement and calculation of bud size.

の11節間の太さ（長径×短径）も測定した。

側芽の化学的組成の調査には、壊死の発生しやすい部位である第5～12節（‘巨峰’弱新梢のみ第5～16節）の側芽を供試した。70℃で乾燥し、粉碎した試料について、還元糖、全糖、全炭水化物を村山らの方法および Somogyi・Nelson 法により定量し、全炭水化物含量－全糖含量を澱粉含量とした。さらに無機成分；N, P, K, Ca, Mg, B, Mn の定量を行なった。Nはケルダール法、Pは高木のリン・バナドモリブデン酸法、Kは炎光法、Ca, Mg, Mn は原子吸光法、B は高橋のクルクミン法を用いた。

結 果

a. ‘巨峰’における側芽の壊死の発生時期

1983年に調べた‘巨峰’の強い新梢の第14、15節の側芽内の主芽と副芽の壊死率の経時的変化は第1表に示す通りである。満開後33日には全く壊死が認められなかったが、満開後47日には主芽の15.0%、副芽の2.5%に壊死が発生していた。壊死はその後急速に進行し、満開後64日には主芽の75.0%、副芽の23.3%に発生が認められ

Table 1. The occurrence of necrotic buds at the 14th and 15th nodes on strong shoots of ‘Kyoho’ grapevine in 1983.

Days after F.B. ^z	Rate of necrotic buds ^y %		Shoot length cm	Bud size ^y mm ³
	Central buds	Axillary buds		
3	0	0	147.4	174.5
18	0	0	204.3	469.5
33	0	0	262.9	457.7
47	15.0	2.5	301.4	550.3
64	75.0	23.3	331.4	591.1

^z F.B.: full bloom (May 29).

^y Mean of the values at the 14th and 15th nodes.

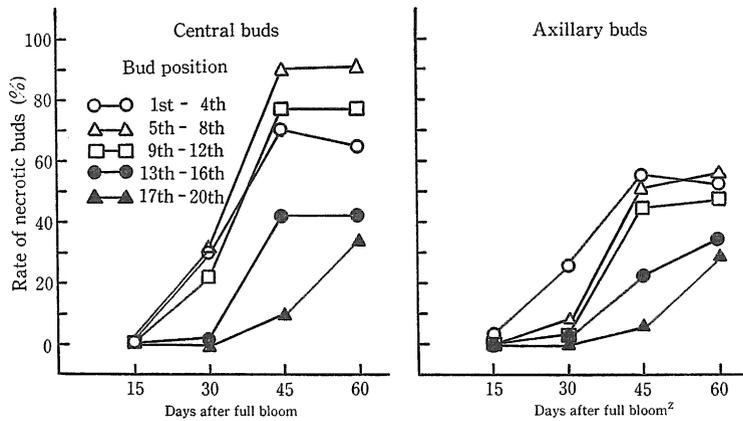


Fig. 2. The pattern of the occurrence of necrotic buds on shoots of 'Kyoho' grapevine in 1984. z Full bloom: June 8.

Table 2. The growth of shoots and buds in 'Kyoho' grapevine during the survey of necrotic buds in 1984.

Days after F.B. ^z	Shoot length cm	Bud size mm ³				
		1st-4th	5th-8th	9th-12th	13th-16th	17th-20th ^y
15	170.6	251.8	515.4	425.8	244.3	87.7
30	215.9	198.4	453.6	498.0	373.1	302.2
45	264.3	228.3	533.7	480.9	418.4	273.1
60	258.9	237.2	504.0	464.3	455.0	365.6

z F.B.: full bloom (June 8).
y Bud position on shoot.

た。なお、同表に示すように、壊死が急速に進行した満開後47日～64日は、新梢の伸長がやや緩慢になった時期であり、調査対象である第14、15節の側芽は、大きさ(容積)の増加速度が鈍化し、外部形態的な生長のほぼ終りに近づいていた。

1984年は、同一樹の強い新梢について、満開後15日よ

り第1～20節の側芽の壊死の状況を経時的に調べた。基部より4節ごとの壊死率を求めて示したのが第2図である。まず主芽について見ると、位置により壊死率が著しく異なることが認められ、第5～8節でもっとも高く、最終的な壊死率は91.7%に達したが、それより上位になるに従い順次低下し、第17～20節では35.0%であった。

Table 3. The occurrence of necrotic buds on strong and weak shoots of 'Kyoho' grapevine in 1986.

Days after F.B. ^z	Shoot vigour	Rate of necrotic buds %									
		Central buds					Axillary buds				
		1st-4th	5th-8th	9th-12th	13th-16th	17th-20th	1st-4th	5th-8th	9th-12th	13th-15th	17th-20th ^y
25	Strong	8.3	8.3	0	0	0	1.7	1.0	0	0	0
	Weak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	Strong	14.6	18.8	10.4	0	0	2.8	3.0	2.8	0	0
	Weak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57	Strong	35.0	80.8	68.2	29.5	5.0	17.3	41.3	24.3	13.3	0
	Weak	8.3	33.2	4.2	0	0	0	10.3	0	0	0

z F. B.: full bloom (May 28 in strong shoots and May 30 in weak shoots).
y Bud position on shoot.

発生時期においても芽の位置により相違があった。満開後15日にはどの位置の芽にも発生が認められなかったが、満開後30日において第12節以下の芽ではいずれも20%以上の、第13～16節の芽では2.5%の壊死率で、第17～20節では全く発生が認められなかった。満開後45日には、第16節以下の芽ではいずれも壊死率が顕著に増加し、第17～20節でも始めて壊死の発生が認められた。満開後60日の壊死率は、第17節から20節を除いて45日と大きな差はなかった。したがって第16節以下の側芽の主芽で、壊死が急速に進行する時期は満開後30～45日であり、前年より約2週間早かった。副芽における壊死の発生時期は主芽とほぼ同様であったが、発生率は全般的に低く、とくに第12節以下の芽においてその差が大きかった。なお第2表に示すように、壊死の発生時期の満開後30～45日における新梢の伸長生長は、まだ旺盛であった。側芽の大きさ（容積）の時期的変化は位置により異なり、第12節以下では増加がほぼ止っていたが、13～20

節の芽はまだ容積拡大中であった。

1986年は、同一樹の強、弱新梢について、満開後25日、40日、57日に第1～20節までの側芽の壊死の状況を調べた。第3表に示すように、強新梢の主芽では、満開後25日に第8節以下で僅かに発生が認められ、満開後40日には9～12節でも発生した。満開後57日には、20節以下のすべてに発生が認められ、壊死率の増加速度もこの期間がもっとも高く、最高の壊死率を示した5～8節では80.8%に達した。これに対し、弱新梢の主芽では、満開後40日までは壊死の発生はまったく認められず、57日に始めて第12節以下で発生したが、壊死率は強新梢と比べ著しく低かった。副芽における壊死発生の時期的経過は強、弱新梢とも主芽の場合とほぼ同様であったが、壊死率は主芽の場合よりはるかに低かった。第4表に示すように、壊死発生時期と見られる満開後40日～57日には、強、弱新梢ともにまだ伸長中であり、肥大生長（第5～6節間、第10～11節間）も盛んであった。また第6

Table 4. The growth of shoots and buds in 'Kyoho' grapevine during the survey of necrotic buds in 1986.

Days after F. B. ^z	Shoot vigour	Shoot length cm	Internodal Cross sectional area mm ²		Bud size mm ³	
			5th-6th	10th-11th ^y	6th	11th ^x
25	Strong	228.3	116.2	82.4	616.6	636.8
	Weak	115.1	44.3	22.5	330.3	165.1
40	Strong	277.5	109.2	81.5	653.6	643.7
	Weak	131.0	46.3	27.8	356.9	208.7
57	Strong	346.0	118.4	109.9	667.7	712.6
	Weak	142.8	54.1	33.7	422.3	278.1

z F. B. : full bloom (May 28 in strong shoots and May 30 in weak shoots).

y Node position on shoot.

x Bud position on shoot.

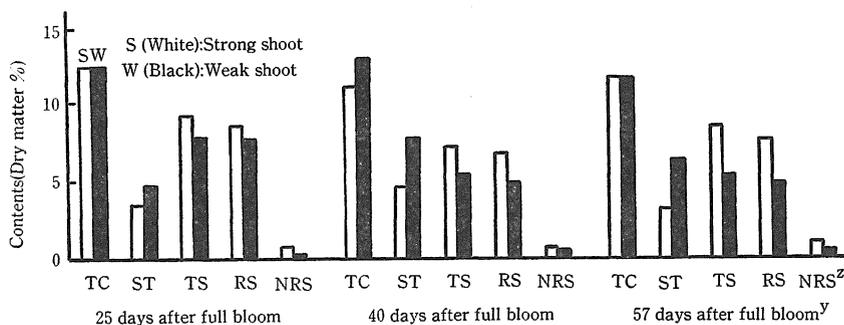


Fig. 3. The contents of carbohydrates in buds on strong and weak shoots of 'Kyoho' grapevine around the time of the occurrence of necrotic buds in 1986.

z TC : Total carbohydrates, ST : Starch, TS : Total sugar, RS : Reducing sugar, NRS : Nonreducing sugar.

y Full bloom : May 28 in strong shoots and May 30 in weak shoots.

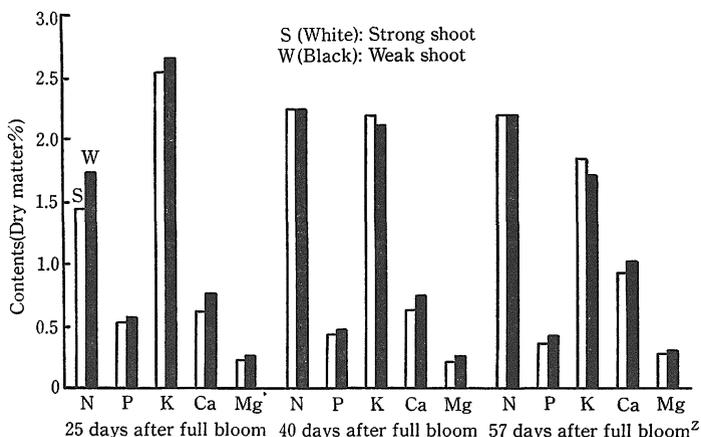


Fig. 4. The contents of 5 major fertilizer elements in buds on strong and weak shoots of 'Kyoho' grapevine around the time of the occurrence of necrotic buds in 1986.
z Full bloom : May 28 in strong shoots and May 30 in weak shoots.

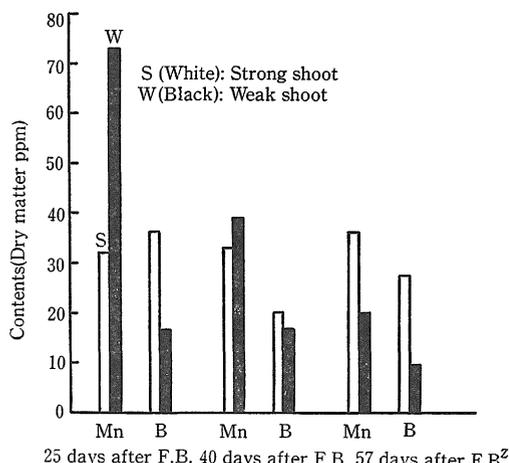


Fig. 5. The contents of manganese and boron in buds on strong and weak shoots of 'Kyoho' grapevine around the time of the occurrence of necrotic buds in 1986.
z Full bloom : May 28 in strong shoots and May 30 in weak shoots.

および11節の側芽では、大きさ（容積）の时期的変化を調べたが、強、弱新梢いずれの側芽も満開後40日～57日にはまだ容積拡大中であった。

b. '巨峰' における側芽の壊死発生と炭水化物および無機成分含量との関係

1986年、壊死の発生状況を調べた側芽のうち、壊死の発生しやすい部位の第5～11節（弱新梢のみ第5～16節）の側芽について、全炭水化物、澱粉、全糖、還元糖、非還元糖、N、P、K、Ca、Mg、Mn、B含量を測定した。第3図に示すように、満開後25日、40日、57日の3時期を通じて、全炭水化物含量は強、弱新梢間でとくに相違がなかった。しかしながら澱粉含量は常に強新梢より弱新梢で高く、差の最も大きかった満開後57日では2倍近い値であった。一方、還元糖、非還元糖含量は、ともに弱新梢で低く、とくに量的に多い還元糖含量における両者の差が時期が遅くなるほど大きくなることが認められた。また澱粉と全糖との相対量でも、強、弱

Table 5. The occurrence of necrotic buds on strong shoots in 'Kyoho', 'Delaware' and 'Muscat Bailey A' grapevines 40 days after full bloom in 1986.

Cultivar	Rate of necrotic buds %									
	Central buds					Axillary buds				
	1st-4th	5th-8th	9th-12th	13th-16th	17th-20th	1st-4th	5th-8th	9th-12th	13th-16th	17th-20th ^y
'Kyoho'	14.6	18.8	10.4	0	0	2.8	3.0	2.8	0	0
'Delaware'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
'Muscat Bailey A'	4.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

z Full bloom : 'Kyoho'=May28, 'Delaware'=May 24, 'Muscat Bailey A'=May 31.
y Bud position on shoot.

Table 6. The lengths and thicknesses of strong shoots and the size of their buds in 'Kyoho', 'Delaware' and 'Muscat Bailey A' 40 days after full bloom^z in 1986.

Cultivar	Shoot length cm	Internodal Cross sectional area mm ²		Bud size mm ³	
		5th-6th	10th-11th ^y	6th	11th ^x
'Kyoho'	277.5	109.2	81.5	653.6	643.7
'Delaware'	251.8	45.5	35.3	133.8	115.5
'Muscat Bailey A'	280.3	57.1	45.2	161.3	134.5

z Full bloom : 'Kyoho'=May 28, 'Delaware'=May 24, ' Muscat Bailey A'=May 31.

y Node position on shoot.

x Bud position on shoot.

新梢間で著しい相違があり、とくに満開後40日、57日においては、弱新梢の澱粉含量が全糖含量より高いのに対し、強新梢では逆に低く、この場合も両者の相違が時期が遅くなるほど大きくなった。第4図は N, P, K, Ca, Mg 含量の推移を示したものである。N および K では、強、弱新梢間で3時期を通じて一定の傾向は見られなかったが、P, Ca, Mg 含量のいずれも弱新梢が強新梢より常に高い値を示した。第5図は Mn および B 含量の推移を示したものである。Mn 含量は、弱新梢では時期が遅くなるほど著しく低下したが、強新梢では逆に上昇し、その結果両者間における Mn 含量の量的関係は満開後25日と57日で逆となった。B 含量は、3時期を通じて弱新梢より強新梢で常に高い傾向を示した。

c. '巨峰', 'デラウエア', 'ベリーーA', における側芽の壊死発生と炭水化物および無機成分含量との関係

'巨峰', 'デラウエア', 'ベリーーA' において満開後40日に調査した第20節までの側芽の壊死発生状態を示したのが第5表である。'巨峰'では第12節までの側芽の主

芽は10%以上壊死していたのに対し、'ベリーーA'では第1~4節に約4%の発生が認められたに過ぎず、'デラウエア'では全く発生していなかった。また'巨峰'は副芽でも壊死が発生していたが、'デラウエア', 'ベリーーA'では全く発生が見られなかった。なお、いずれの品種でも強新梢を供試したが、第6表に示すように、3品種間で新梢長には大きな差異はなかった。しかし新梢の太さ、側芽の大きさは品種で異なり、'巨峰'が著しく大きく、次いで'ベリーーA'で、'デラウエア'が最も小さかった。次にこれら3品種の第5~12節の側芽中の炭水化物含量の調査結果を示したのが第6図である。全炭水化物含量においては、'デラウエア'は'巨峰'より高く、'ベリーーA'では逆に低く、前述の'巨峰'の強、弱新梢間の場合と同様に壊死発生との対応関係は認められなかった。澱粉含量においては、'デラウエア', 'ベリーーA'に比べ'巨峰'は低く、還元糖、全糖含量では逆に高く、また'巨峰'では澱粉含量が全糖含量より低くかったのに対し、他の2品種では逆に澱粉含量の

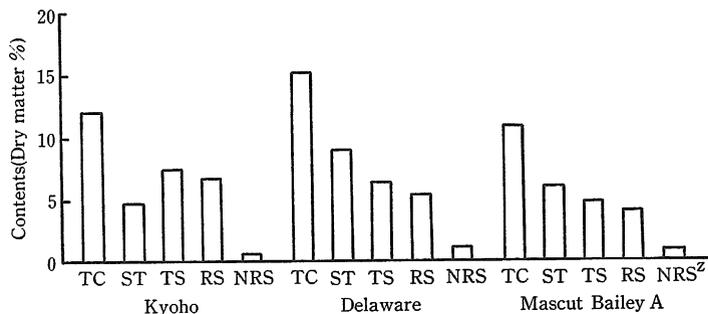


Fig. 6. The contents of carbohydrates in buds on strong shoots of 'Kyoho', 'Delaware' and 'Muscat Bailey A' grapevines 40 days after full bloom^y in 1986.

z TC: Total carbohydrates, ST: Starch, TS: Total sugar, RS: Reducing sugar, NRS: Nonreducing sugar.

y Full bloom : 'Kyoho'=May 28, 'Delaware'=May 24, 'Muscat Bailey A'=May31.

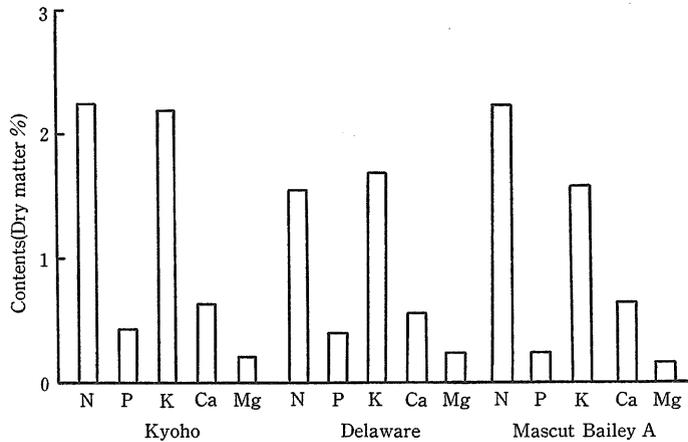


Fig. 7. The contents of 5 major fertilizer elements in buds on strong shoots of 'Kyoho', 'Delaware' and 'Muscat Bailey A' grapevines 40 days after full bloom^z in 1986.

^z Full bloom : 'Kyoho'=May 28, 'Delaware'=May 24, 'Muscat Bailey A'=May 31.

考 察

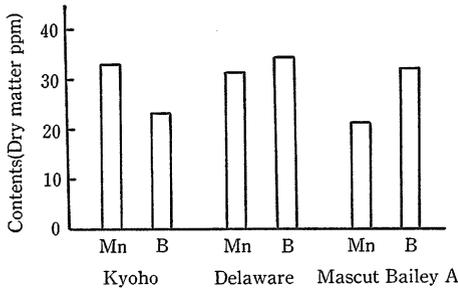


Fig. 8. The contents of manganese and boron in buds on strong shoots of 'Kyoho', 'Delaware' and 'Muscat Bailey A' grapevines 40 days after full bloom^z in 1986.

^z Full bloom : 'Kyoho'=May 28, 'Delaware'=May 24, 'Muscat Bailey A'=May 31.

ほうが高く、'巨峰'の強、弱新梢間で見出された傾向と全く同じであり、壊死発生との対応関係があった。第7図は N, P, K, Ca, Mg 含量の調査結果である。前項で、壊死発生が多い'巨峰'の強新梢の側芽では、発生が少ない弱新梢の側芽に比べ、P, Ca, Mg 含量が低いことを示したが、'巨峰'と'ベリー-A'、'デラウェア'間では、いずれの要素についてもこの様な関係は認められなかった。また第8図に示すように、Mn 含量は品種間でほとんど差異がなかった。B 含量では、'巨峰'が他の2品種より低く、'巨峰'の強、弱新梢間の場合と共通する壊死発生との対応関係は認められなかった。

'巨峰'の新梢の側芽内の主芽における壊死の発生始期は、年次によりまた側芽の位置により多少異なったが、最も壊死率の高かった第5~8節では満開後約28日(1984年, 1986年の平均)、13~16節では約34日(1983年, 1984年, 1986年の平均)であった。そして壊死率はその後急激に高まり、約20日間で最高値となり、その後の増加はほとんど認められなかった。副芽における壊死発生率は主芽より低かったが、発生時期はほぼ同様であった。LAVEE¹⁾らが'クイーン・オブ・ヴァインヤード'の第3~4節の側芽で調査した結果と本実験のこれに対応する位置の側芽での値を比較すると、発生始期では約1週間遅かったが、発生期間は約20日間とほぼ同様であった。したがって壊死発生^{1,2,3)}の期的経過は、栽培環境や品種の違いであまり影響されないように思われる。

この様に比較的基部の側芽に、しかも限定された時期と期間内に壊死は発生するが、その事実と関連があると思われるのが新梢の生長と側芽の発育との相対関係である。側芽における壊死発生が、新梢の強さと密接に関係することはすでに認められているが、本実験の結果でも弱新梢に比べ強新梢での発生率は著しく高かった。壊死の発生しやすい強新梢の基部に近い側芽が外部形態的に発達する時期は、新梢がまだ伸長生長を盛んに続けている時期である。一方、強新梢でも上部の側芽では壊死の発生率は低い^{1,2,3)}が、これらの側芽が発育する時期には、新梢の伸長生長は緩慢となっている。また弱新梢では、基

部に近い側芽が発育する時期でも新梢生長は比較的緩慢である。すなわち強い新梢の、伸長生長が盛んな時期に外部形態的に発育する側芽で、しかもその発育がかなり終りに近づいた頃に壊死は発生しており、このような条件のあることが壊死の発生する側芽の位置と発生する時期が限定される理由と考えられる。

本実験では、壊死の発生しやすい部位の側芽について、澱粉、還元糖、非還元糖、N, P, K, Ca, Mg, Mn, B 含量を調べたが、これらの成分のうちで壊死発生との間に対応関係が認められたのは、澱粉、全糖および還元糖であった。すなわち澱粉含量は壊死の発生しやすい、巨峰の強新梢より発生しにくい弱新梢で高く、逆に全糖、還元糖はともに弱新梢で低く、とくに壊死の発生盛期である満開後40日、57日の弱新梢では澱粉含量が全糖含量より高いのに対し、強新梢では逆に低かった。全く同様な関係が側芽の壊死の発生しやすい「巨峰」の強新梢と発生しにくい「デラウエア」、'ベリーA'の強新梢の間でも認められた。このような澱粉と糖との相対量の相違が壊死発生の直接の原因となりうるかどうかは、現在のところ不明である。しかし、この点について、GAとの関連性は検討する価値があると思われる。緒言で述べたように、「クイーン・オブ・ヴァインヤード」や「巨峰」の強い新梢の側芽で壊死が発生しやすい原因は、芽の内生 GA のレベルが高いためであろうと Ziv らおよび内藤らは推測している。また GA が植物組織中の澱粉加水分解酵素の活性を増加することは周知の事実である¹⁰⁾。したがって本実験の結果で、壊死が発生しやすい側芽内の澱粉含量が低く、還元糖含量が高かったことは、これら側芽の内生 GA レベルが高いことを示唆しているように思われる。この点を明確にするには、壊死の発生しやすいあるいはしにくい条件の側芽内の GA 活性を調査する必要があり、また同時に α -アミラーゼなどの加水分解酵素の活性の調査を行えば、側芽の壊死発生の機作の解明に役立つと思われる。

摘 要

「巨峰」の新梢の側芽内の主芽における壊死の発生始期は、側芽の位置により多少異なり、最も壊死率の高かった第5～8節では満開後約28日、第13～16節では約34日であった。壊死率は約20日間で最高値となり、その後の増加はほとんどなかった。副芽の壊死率は主芽より著しく低かったが、発生時期はほぼ同様であった。また、側

芽における壊死の発生率は、弱新梢より強新梢で高く、壊死の発生しやすい強新梢の基部に近い側芽が外部形態的に発達する時期には、新梢の伸長生長は盛んであった。

壊死の発生しやすい部位の側芽について、澱粉、還元糖、非還元糖、N, P, K, Ca, Mg, Mn, B 含量を調べたが、これらの成分のうちで壊死発生との対応関係が認められたのは、澱粉、全糖および還元糖であった。すなわち「巨峰」の強新梢より弱新梢で澱粉含量が高く、逆に全糖、還元糖はともに弱新梢で低く、とくに壊死の発生盛期の弱新梢では、澱粉含量が全糖含量より高かったのに対し、強新梢では逆に低かった。全く同様な関係が側芽の壊死が発生しやすい「巨峰」の強新梢と発生しにくい「デラウエア」、'ベリーA'の強新梢の間でも認められた。

謝辞 本研究を行なうにあたり、協力いただいた本研究室専攻学生の吉野克仁、菅原道教両君の協力に対し、深甚の謝意を表す。

引用文献

1. LAVEE, S., MELAMUD, H., ZIV, M. and BERNSTEIN, Z.: *Vitis* **20**: 8-14, 1981.
2. 高橋国昭・山本孝司・島根 農試研報 **20**: 28-35, 1985.
3. 内藤隆次・山村 宏・吉野克仁: 園学雑 **55**: 130-137, 1986.
4. ZIV, H., MELAMUD, H., BERNSTEIN, Z. and LAVEE, S.: *Vitis* **20**: 105-114, 1981.
5. 内藤隆次・山村 宏・菅原道教: 島根大農研報 **19**: 7-10, 1985.
6. 村山 登: 作物試験法 戸叅義次他編 農林技術協会 東京, 1963, P. 303-313.
7. 宇井理生: 化学の領域増刊 34 関根隆光他編 南江堂 東京 1958, P. 27-30.
8. 高木 豊: 化学の領域増刊 34 関根隆光他編 南江堂 東京 1958, P. 20-24.
9. 高橋治助: 作物試験法 戸叅義次他編 農林技術協会 東京 1963, P. 297-299.
10. 増田芳雄・勝見充行・今関英雅: 植物ホルモン 朝倉書店 東京 1972, P. 143-144.