

加温時期の異なるブドウ‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’ の生育と内生生長調節物質に及ぼす地温の影響

久保田尚浩・新田尚美・江川俊之・島村和夫

(果樹園芸学研究室)

Received November 1, 1985

Effects of Root Temperatures under Forced Conditions on
Growth of Shoot and Flower Cluster, and Endogenous
Regulators in ‘Muscat of Alexandria’ Vines.

Naohiro KUBOTA, Naomi NITTA, Toshiyuki EGAWA

and Kazuo SHIMAMURA

(Laboratory of Pomology)

Four-year-old ‘Muscat of Alexandria’ vines grafted on rootstock H. F. were grown in a greenhouse, and their root temperature was kept at 13°C or 27°C from December 18 and from February 16 for 20 days after full bloom. The effects of root temperatures on endogenous growth regulators in bleeding sap, cane and shoot of vines were studied in relation to budbreak, shoot growth and the development of flower clusters. Seasonal changes of these substances in unheated vines were also investigated for comparison.

- 1) When vines were forced from December, higher root temperature resulted budbreak in fewer days. The growth of shoots and flower clusters was also more vigorous at 27°C than at 13°C. In vines forced from February, however, there were no differences between the two treatments.
- 2) Concentration of ABA in both canes and bleeding sap of the unheated vines, was very high in November, and then decreased toward the bursting stage. Regardless of the time of forcing, concentration in canes and bleeding sap at both root temperatures was lower at the bursting stage than at the beginning of each treatment.
- 3) In both unheated and heated vines, only canes at the bursting stage showed any activity of gibberellin-like substances. That activity at both 13°C and 27°C was higher in the vine forced from February than in those from December, and that it was high at 27°C in both treatments.
- 4) The contents of cytokinin substances in canes and bleeding sap of unheated vines was low during November to December, and after that it increased notably toward the bursting stage. At the bursting stage, concentration in canes and bleeding sap at both root temperatures was higher in the vines forced from February than in those from December. When forcing started in December, the cytokinin content was higher at 27°C than at 13°C.
- 5) Contents of gibberellin-like and cytokinin substances in shoots just after folding was higher in both vines forced at 27°C than at 13°C, especially cytokinin.

緒

言

岡山県の特産果実であるブドウ‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’を12月のような早い時期から加温すると、2月以降の加温や無加温のものに比べて、発芽、新梢生長、花穂発育などが著しく劣り、栽培上大きな問題とされている。このような生育不良の原因として、

休眠の覚醒が不十分であること、加温により地上部の温度は容易に高められるが、地温の上昇が伴わないために地上部と地下部の間で生理活性の不均衡が生じることなどが考えられる。

筆者ら^{7,8)}はこれまでに、このような生育不良に対して地中加温の効果が大きく、地温を高めることで発芽や新梢その他の生育がすぐれるが、これは樹体内の炭水化物や窒素化合物などの栄養が地温条件により異なったためであることを明らかにした。地温はこのような樹体内の栄養だけでなく、中村¹²⁾や SKENE ら¹⁶⁾の報告からも推察されるように、内生生長調節物質の活性にも大きな影響を及ぼすことが考えられる。

本報告は、加温時期をかえて地温処理を行った‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’の樹液、母枝及び新梢の内生生長調節物質の活性を調査したものである。

材 料 と 方 法

ベンチ植えの4年生‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’について、1982年12月18日と翌年2月16日から室温を18℃以上に加温するとともに地温を13℃と27℃に調節した。発芽、新梢生長、花穂発育等を経時的に調査するとともに、樹体内の生長調節物質の活性をみるために以下のようなサンプリングを行った。すなわち、樹液については加温開始時から発芽期までに12月加温では3回、2月加温では2回、その都度母枝を切り返し、その溢出液を約5日間連続して採取した。母枝については各加温時期の加温開始時と発芽期に、また新梢については展葉期のものを採取した。なお、比較のために無加温樹より、母枝については11月から4月の発芽期まで約1か月ごとに6回、樹液については落葉期(11月)、発芽期(4月上旬)及び展葉期(4月中旬)の3回採取し、前述の試料とともに分析時まで-20℃で貯蔵した。

母枝と新梢については、80%エタノールで48時間ずつ3回(5℃)抽出を繰り返し、抽出液を35℃以下でエバポレートしてエタノールを除去した。なお、これ以下の方法は樹液についても全く同様である。各試料にPVPを加えてろ過したのち1N HClでpH 2.8とし、その後酢酸エチルで3回抽出を繰り返した。酢酸エチル層画分については、80% NaHCO₃で3回振とうし、酢酸エチル層と水層に分けた。水層画分を6 Nと1 N HClでpH 2.8としたのち再度、酢酸エチルで3回振とうし、水層と酢酸エチル層に分けた。この酢酸エチル層画分について、100%アセトンで溶解後、東洋ろ紙(No. 51 B)にスポットし、イソプロピルアルコール/アンモニア/水(10:1:1 v/v)の溶媒で展開したのちABAとジベレリン様物質の活性を測定した。ABAについてはRf 0.5~0.9を切りとり、10%メタノールアセトンで溶出したのちメチル化し、乾燥後アセトンに溶解してGC(柳本G-80型)で定量した。GCの操作条件は次の通りである。検出器、ECD (⁶³Ni, 10mCi); カラム, 2.25m × 3mm, ガラス製; 充填剤, 10% ガスクローム Q, 60/80 メッシュ, SE-30; 注入部温度, 250℃; カラム温度, 220℃; キャリヤーガス, N₂ 40ml/min. ジベレリン様物質については、展開したろ紙を10等分し、50mlのサンプル管に入れ、蒸留水2mlを加え、イネ実生伸長テスト(品種: 短銀坊主)により活性を測定した。サイトカイニン様物質については、水層画分をDowex 50WX4 (H⁺型)に通し、5Nアンモニアで溶出後濃縮して、東洋ろ紙(No. 50)にスポットし、前述の溶媒で展開した。ろ紙を乾燥したのち、大豆カルステスト(品種: 玉錦)により、27℃で3週間培養後カルスの重量を測定して、活性の強さを判定した。

結 果

1. 樹体の生育

発芽、新梢生長、花穂発育のいずれについても2月加温では地温区による差は小さかったが、12月加温では13℃区よりも27℃区ですぐれた。すなわち、12月加温の27℃区では13℃

区よりも発芽所要日数が短縮され、新梢生長がすぐれ、また花穂当たりの小花数も多かった (Table 1).

Table 1 Effect of root temperatures under forced conditions on budbreak, shoot growth, and development of flower cluster of 'Muscat of Alexandria' vines.

Treatment	No. of days to budbreak	Percentage of budbreak	Shoot length (cm)	No. of clusters per shoot	Length of flower cluster	No. of florets per cluster
Forcing from December						
13°C	32	43.6	102	1.3	14.6	889.0
27°C	27	67.5	108	1.5	15.8	1177.7
Forcing from February						
13°C	8	67.7	98	1.5	19.8	1187.2
27°C	6	80.0	91	1.7	19.0	1222.6

2. 樹液中の生長調節物質

ABA 含量は、無加温樹では 11 月の落葉期に最も多く、発芽期と展葉期に著しく少なかった。12 月、2 月加温ともいずれの地温区でも処理直後よりも発芽期に少なく、特に 2 月加温において少なかった。一方、12 月加温ではいずれの時期とも 2 月加温より多く、特に 13°C 区で多かった (Fig. 1).

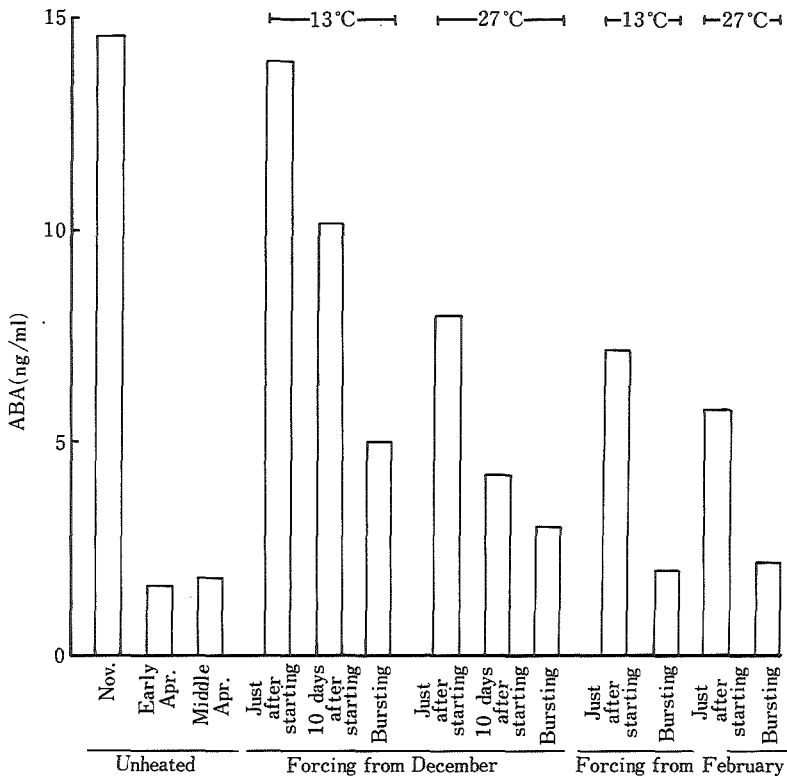


Fig. 1 Effect of root temperatures on ABA concentration in bleeding sap of 'Muscat of Alexandria' vines.

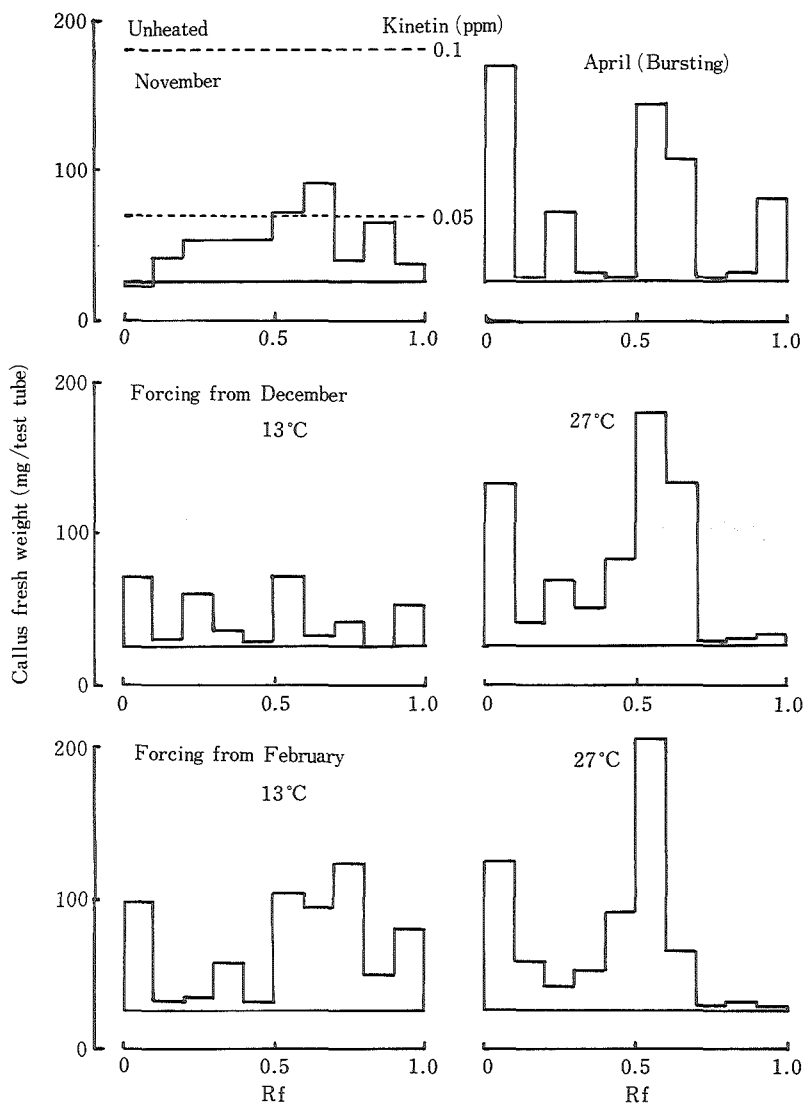


Fig. 2 Effect of root temperatures on cytokinin content in bleeding sap of 'Muscat of Alexandria' vines at bursting stage in each plot.

サイトカイニン活性は無加温樹では発芽期に著しく高かった。27°C 区では12月、2月加温ともに高い活性を示したが、13°C 区の活性はいずれの加温時期においても低く、特に12月加温の活性が低かった (Fig. 2)。

ジベレリン様物質の活性はいずれの区においても発芽期にわずかに認められたが、全体として抑制が大きく、加温時期や地温区による差は明らかでなかった (データ省略)。

3. 母枝中の生長調節物質

ABA 含量は、無加温樹では11月～12月に最も多く、1月には急減し、さらに3月及び発芽期には著しく減少した。12月、2月加温ともに、いずれの地温区でも処理開始時よりも発芽期に少なかったが、同じ発芽期でも12月加温よりも2月加温で少なかった (Fig. 3)。

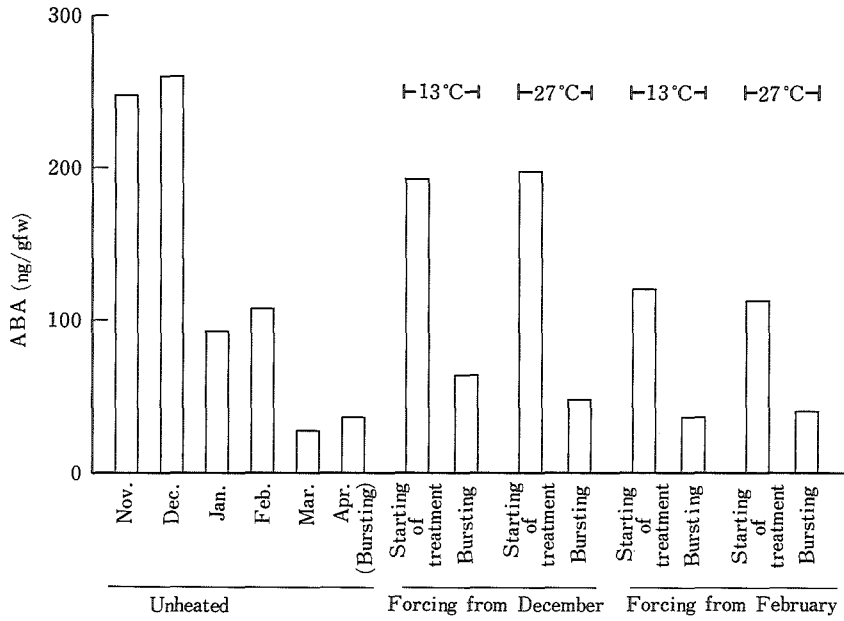


Fig. 3 Effect of root temperatures on ABA concentration in the canes of 'Muscat of Alexandria' vines.

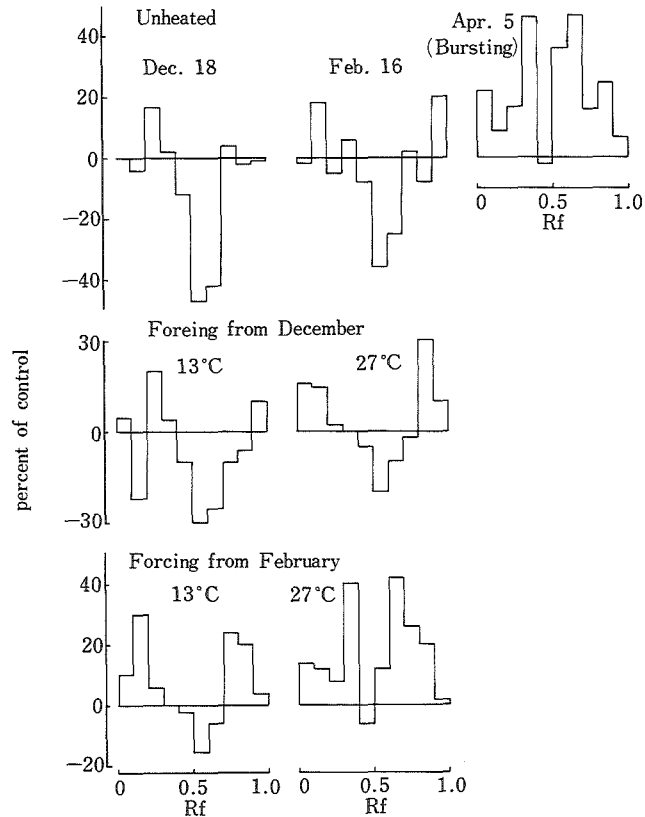


Fig. 4 Effect of root temperatures on content of gibberellin-like substances in the canes of 'Muscat of Alexandria' vines at bursting stage in each plot.

ジベレリン様物質の活性は無加温樹では発芽期に認められた。27℃区の発芽期には12月、2月加温ともに活性を示し、特に2月加温での活性が高かったが、13℃区では2月加温にだけ活性がみられた (Fig. 4)。

サイトカイニン活性は、無加温樹では2月以降発芽期にかけて著しく高まった。2月加温の発芽期には13、27℃の両区とも無加温樹の発芽期と同様な高い活性を示したが、12月加温では活性は低く、特に13℃区の活性が低かった (Fig. 5)。

4. 新梢中の生長調節物質の活性

ジベレリン様物質は、Rf 0.0~0.2ではいずれの加温時期及び地温区でも活性を示したが、地温区による差は小さかった。12月加温の13℃区を除いてはRf 0.4~0.7に活性がみられ、特に27℃区の活性は12月、2月加温ともに大きかった (Fig. 6)。

サイトカイニンは、12月加温の13℃区を除いてはRf 0.4~0.8付近に活性がみられ、特に27℃区の活性は12月、2月加温ともに著しく高かった (Fig. 7)。

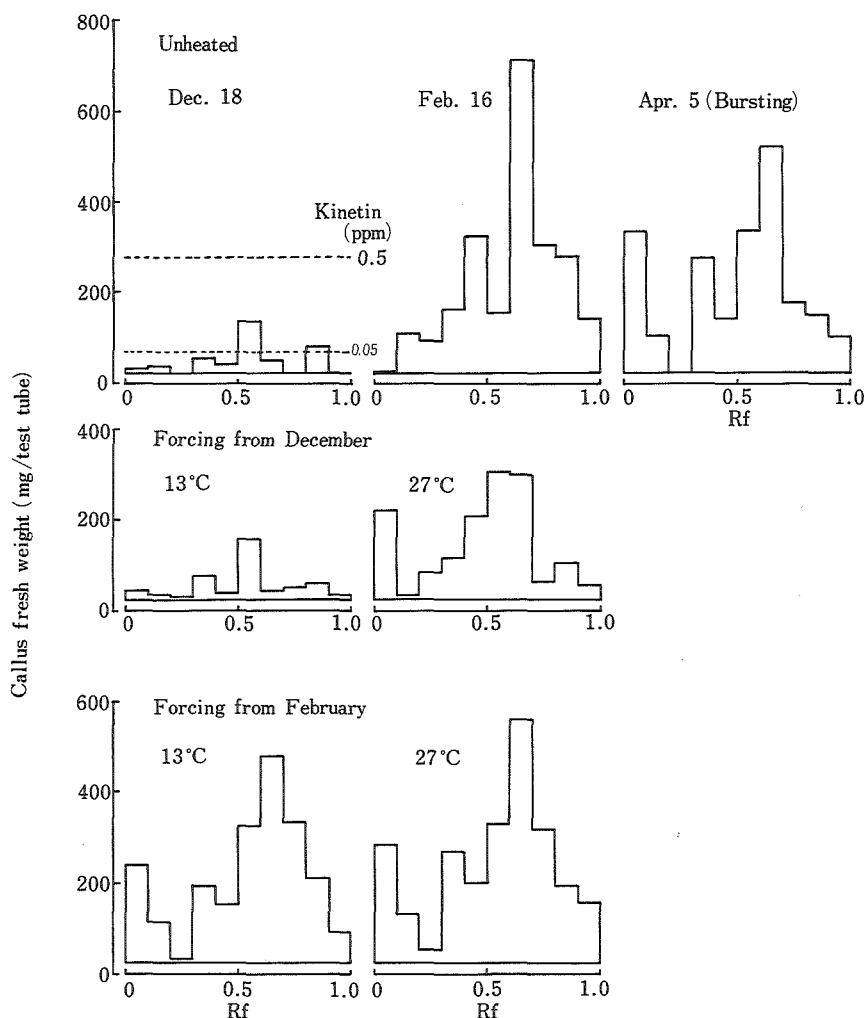


Fig. 5 Effect of root temperatures on cytokinin content in the canes of 'Muscat of Alexandria' vines at bursting stage in each plot.

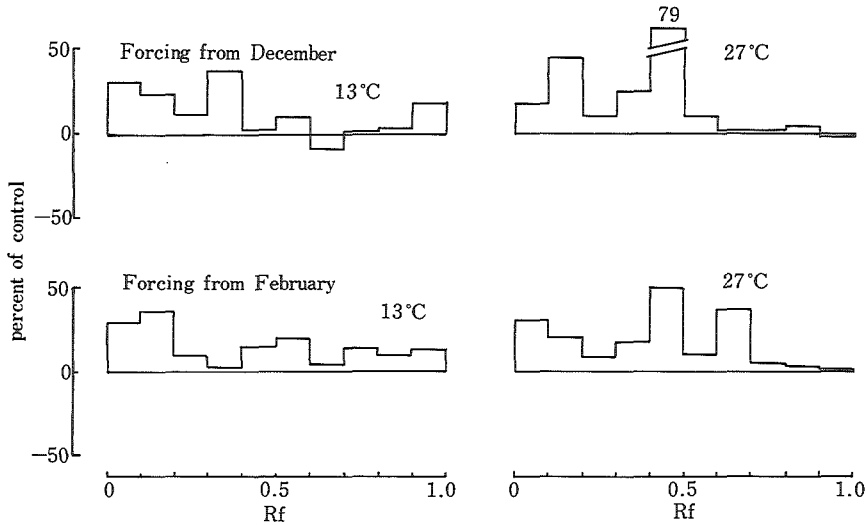


Fig. 6 Effect of root temperatures on content of gibberellin-like substances in the shoots of 'Muscat of Alexandria' vines.

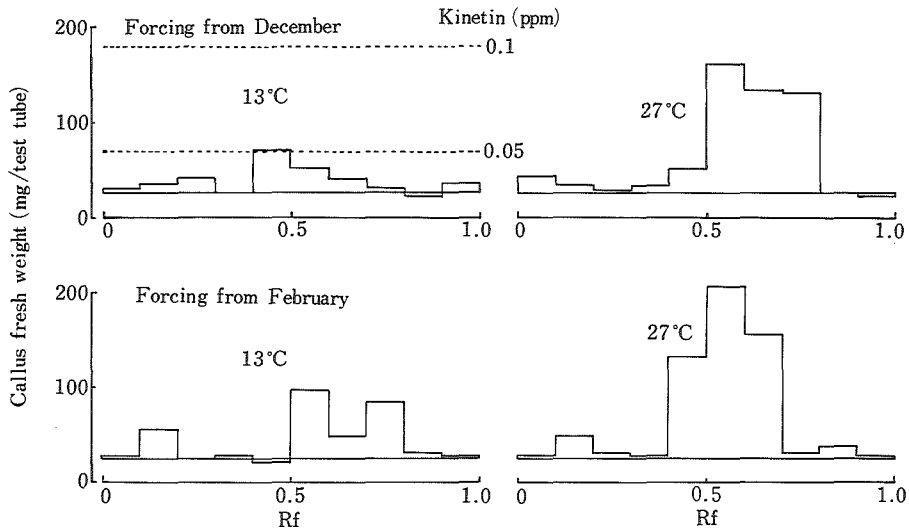


Fig. 7 Effect of root temperatures on cytokinin content in the shoots of 'Muscat of Alexandria' vines.

考 察

ブドウを始めとして、果樹の芽の休眠を内生ホルモンの変化から調査した報告は多い^{2,4,14)}。これらを要約すると、休眠が最も深い時期に ABA などの抑制物質が多く、それらは発芽期に向けて少しずつ減少し、一方サイトカイニンなどの生長促進物質が増加するといえる。他方、休眠現象を単にホルモンのバランスのみでは説明できないとする論¹⁵⁾や組織内での ABA の総量や環境条件による違いだけでなく、細胞内における ABA の区画化や生合成の速度、さらにはその組織内への移動についても調査する必要があるとする論¹⁶⁾などがあるが、現在なお、休眠現象が植物ホルモンレベルの変化から説明されることが多い。

本実験でも、無加温樹では発芽に向けて母枝や樹液の ABA 含量の減少とサイトカイニン

活性の増大がみられ、これまでの報告とほぼ一致した。無加温樹でのこのような変化から推察すると、2月加温はABAがかなり減少し、一方サイトカイニン活性が著しく高まってからの加温であるのに対し、12月加温は逆にABAレベルが高く、サイトカイニンレベルの低い時期からの加温であったと思われる。このことは、2月加温では既に発芽に向けての準備がかなり進行していたのに対し、12月加温では芽はまだ深い休眠状態にあったことを示唆している。このため、発芽期の母枝や樹液におけるABAやサイトカイニンのレベルは、2月加温では無加温樹の発芽期とほぼ等しく、地温区による差も少ないか、ほとんどみられないのに対して、12月加温では同じ発芽期でも13℃区に比べて27℃区のABAレベルが低く、サイトカイニンレベルが高かった。このことは、このような時期からの加温では、地温が内生のホルモンレベルに影響し、それが発芽にまで及ぶことを意味している。

一般に、ABAは葉で生産され、炭水化物などとともに母枝や幹に移行して腋芽の休眠に関与するとされているが、本実験の12月加温の開始時には既に葉はなく、新たなABAの合成は少ないと思われ、むしろその分解消失が地温により大きく影響されたことになり、高い地温そのものがABAの分解に作用したと推察される。堀内⁴⁾は、高温によるブドウの芽の休眠打破をABAレベルの低下とサイトカイニン活性の増加から説明している。

根、特にその先端部分はジベレリンやサイトカイニンの生合成の中心とされ²⁾、そこで生成されたこれら物質が地上部に送られて、その生長や分化などのいろいろな生理作用を制御することが知られている^{3,6)}。本実験では、発芽期における母枝や樹液のサイトカイニン活性は12月、2月加温ともに13℃区よりも27℃区で高かった。地温によるこのような相違は、筆者ら⁹⁾が既に報告したように根の生理活性や新根発生数が地温条件により大きく異なったことと密接に関係しているように思われる。

発芽期の母枝ではジベレリン様物質の活性がみられ、その活性は13℃区よりも27℃区で高かったが、樹液での活性はほとんど認められず、地温区による差も明らかでなかった。Niimiら¹⁰⁾はブドウ樹液のジベレリン活性が高まるのは開花期以降であることを報告している。また、ジベレリンは生長促進物質でありながらブドウの芽の休眠打破に対して抑制的に作用することが知られている^{5,19)}。

本実験において、新梢のジベレリンやサイトカイニン活性は、いずれの加温時期でも27℃区よりも13℃区で著しく低かった。特に12月加温の13℃区におけるサイトカイニン活性は極めて低いことから、これら内生ホルモンレベルの低さがこの地温区でみられた新梢や花穂、特に花穂の発育不良をもたらせた大きな要因の一つと思われる。サイトカイニンがブドウ花穂の発育に著しい効果を及ぼすことはよく知られており^{10,11)}、またSrinivasanら¹²⁾はサイトカイニン処理により、ブドウの巻きひげを花穂にかえることが可能であることを明らかにしている。以上の事実から推察すると、12月加温の13℃区における花穂の発育不良はサイトカイニン活性の低さによるところが大きく、低地温ではこの物質の生成や移行が抑制されたと考えられる。また、ジベレリンは新梢その他の若い器官での生産が活発であることから、低地温においては新梢でのその生成が抑制され、このこともまた花穂の発育不良をもたらせた要因の一つと思われる。

摘 要

12月と2月から加温した‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’4年生樹について地温を13℃と27℃に調節し、樹液、母枝及び展葉期の新梢のABA、ジベレリン及びサイトカイニンの活性を調査した。また、無加温樹でのこれらの変化についても併せて調査した。

1) 発芽、新梢生長及び花穂発育は、2月加温では地温区による差は認められなかったが、

12月加温では13℃区よりも27℃区ですぐれた。

2) 母枝及び樹液のABAは、無加温樹では11月に最も多く、発芽期に少なかった。いずれの加温時期のいずれの地温区においても処理開始時よりも発芽期に少なく、また12月加温では13℃区よりも27℃区でやや少なかった。

3) ジベレリン様物質は、無加温樹の母枝では発芽期に活性が認められた。両地温区とも12月よりも2月加温で、またいずれの加温時期でも13℃区よりも27℃区の活性が高かった。

4) 無加温樹の母枝及び樹液のサイトカイニン活性は11～12月に低く、その後2月から発芽期に著しく高まった。いずれの地温区でも発芽期の活性は12月よりも2月加温で高く、また12月加温では13℃区よりも27℃区の活性が著しく高かった。

5) 展葉期の新梢のジベレリン及びサイトカイニン活性は、いずれの加温時期においても13℃区よりも27℃区で高く、特にサイトカイニン活性は地温区による差が大きかった。

謝 辞

本研究の一部は山陽放送学術文化財団の研究助成金によって行われた。記して謝意を表する。

文 献

- 1) CHANAN, W. and Y. VAADIA: Life Science. **4**, 1323—1326 (1965)
- 2) DÜRING, H. und G. ALLEWELD: Vitis. **12**, 26—32 (1973)
- 3) GREENE, D. W.: Hortsci. **10**, 73—74 (1975)
- 4) 堀内昭作: ブドウの芽の休眠現象とその制御に関する研究 (大阪府大学位論文) (1977)
- 5) IWASAKI, K.: J. Jap. Soc. Hort. Sci. **48**, 396—398 (1980)
- 6) JONES, O. P. and H. C. LANCEY: J. Expt. Bot. **19**, 526—531 (1968)
- 7) 久保田尚浩, 味曾野美智, 島村和夫: 園学要旨, 昭和57秋, 46—47 (1982)
- 8) 久保田尚浩, 島村和夫: 園学雑, **53**, 242—250 (1984)
- 9) 久保田尚浩, 江川俊之, 島村和夫: 園学要旨, 昭和60春, 116—117 (1985)
- 10) MULLINS, M. G.: J. Exp. Bot. **18**, 206—214 (1967)
- 11) MULLINS, M. G.: J. Exp. Bot. **19**, 532—543 (1968)
- 12) 中村怜之輔, 有馬博: 岡山大農学報. **34**, 47—56 (1969)
- 13) 中川昌一: 果樹園芸原論, 442—466, 養賢堂, 東京 (1978)
- 14) NAKANO, M., E. YUDA and S. NAKAGAWA: J. Jap. Soc. Hort. Sci. **48**, 385—394 (1980)
- 15) NIMI, Y. and H. TORIKATA: J. Jap. Soc. Hort. Sci. **47**, 181—187 (1978)
- 16) SKENE, K. G. M. and G. H. KERRIDGE: Plant Physiol. **42**, 1131—1139 (1967)
- 17) SRINIVASAN, C. and M. G. MULLINS: Vitis. **19**, 293—300 (1980)
- 18) WALTON, D. C.: Ann. Rev. Plant Physiol. **31**, 453—489 (1980)
- 19) WEAVER, R. J., K. YEOU-DER and R. M. POOL: Vitis. **7**, 206—212 (1968)