

## [連載講座]

### ブドウ栽培における諸問題 VIII.

千葉大学園芸学部 松井弘之

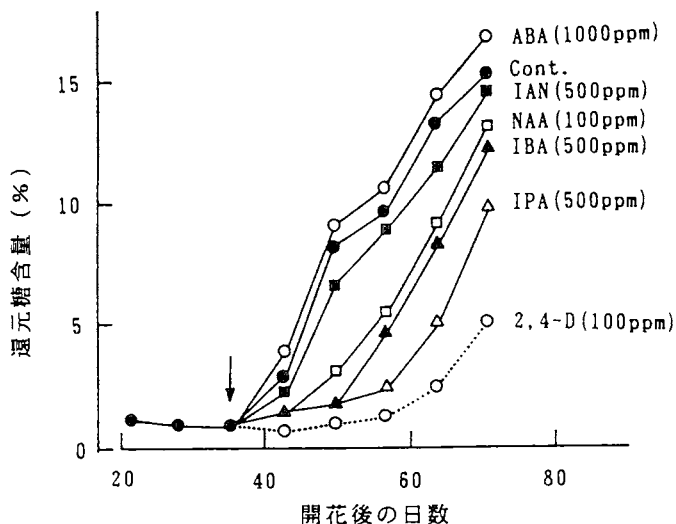
#### (d) 植物生長調節物質と糖の蓄積

果実の成熟には二つの型があり、植物ホルモンの一種であるエチレンの発生が起こると同時、またはその直後に呼吸量の急激な上昇を伴うクライマクテリック型と、その様な変化が起こらない非クライマクテリック型に区別されている。前者にはリンゴ、セイヨウナシ、バナナ、アボカド、キウイフルーツなどが、後者にはブドウ、カンキツ類、オウトウなどが属する。ただし、非クライマクテリック型の果実でも少量ではあるがエチレンを発生する。例えばリンゴと比較すると1/1000程度に過ぎないが、成熟期のブドウ果粒の最大エチレン発生量は約0.15 $\mu$ l/Kg/hrである。ところが、Hale(1970)及びWeaver(1971)は、あるかぎられた時期にエチレンやエスレルをブドウの果房に処理すると、成熟が数日促進されたと報告し一時期注目されたが、著者ら(1976)が‘デラウェア’の果粒の生長第1期後期から第3期初期にかけて種々の濃度のエスレルを果房処理し再調査したところ、成熟促進効果は認められず、かえって成熟が抑制された。従って、今のところブドウ果粒では、エチレンが成熟に関与しているとは考え難い。それでは、クライマクテリック型果実の場合、エチレンが成熟の引き金となっていて、不可逆的に成熟が進行するのに対して、非クライマクテリック型のブドウではどの様な機構によって成熟が進行するのであろうか。

ブドウの果肉や種子中には、オーキシシン、ジベレリン、サイトカイニン、アブシジン酸(ABA)などの植物ホルモンの存在が知られている(Coombeら、1973: Inabaら、1974: 松井、1975)。これらの植物ホルモンは果肉、特に内壁組織細胞の分裂や肥大が盛んな生長第1期に活性が高くなり、第2期になるといずれも活性が低下する。ところが、還元糖の蓄積を開始する第3期になると果肉中ではABAが、種子中ではABAとインドール-3-アセトニトリル(IAN)の活性が急速に高くなる。このことから、果粒内のジベレリン、オーキシシン(IAA)及びサイトカイニン活性が低下し、ABA活性が高くなることによって成熟が始まるのではないかと考えられていた。

実際に、これらの植物ホルモンを生長第1期後期の果房に処理すると、ジベレリンやサイトカイニンは着色を若干遅らせる程度であったが、一部のオーキ

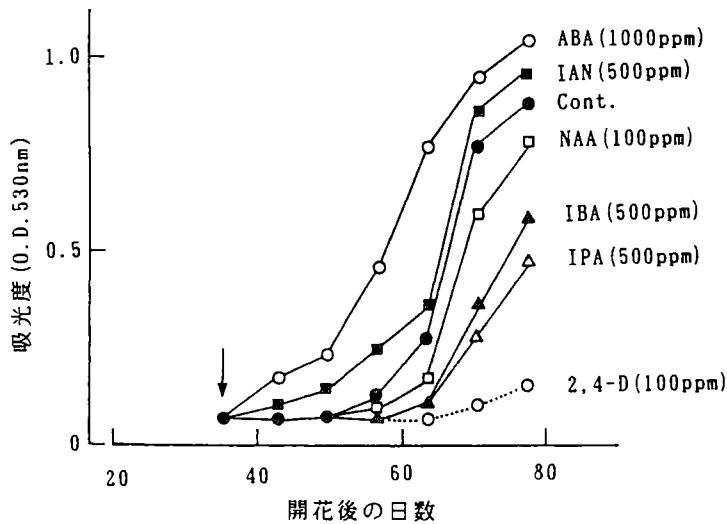
シンは著しく成熟を遅らせ、逆にABA は成熟を促進した。すなわち、ABA を処理すると、処理1週間後から還元糖含量に明らかな差が生じ、その後も常に対照区よりも高く推移し、7~10日早く成熟した。一方、同時期に種々なオーキシンを処理すると、処理1週間後には3-インドール酢酸 (IAA) を除いたいずれの処理区も対照区より還元糖含量の増加が抑制され、特に2,4-ジクロロフェノキシ酢酸 (2,4-D) 処理区では、還元糖含量の増加はほとんど認められなかった。その後、オーキシシン処理区で還元糖の蓄積が始まったのはナフトレン酢酸 (NAA) や3-インドール酪酸 (IBA) 処理区で処理約2週間後、インドール-3-ピルビン酸 (IPA) 処理区で約3週間後、2,4-D 処理区で約4週間後であった。結局、対照区の収穫期 (満開71日後) の還元糖含量は、15.5%に対して、ABA 処理区では17.0%、オーキシシン処理区、すなわちIAN、NAA、IBA、IPA、2,4-D 処理区ではそれぞれ14.7、13.2、12.4、9.8、5.2%であった (第1図)。



第1図 オーキシシン及びABA 処理がブドウ 'デラウェア' 果粒の還元糖含量に及ぼす影響  
↓は処理時期を示す

更に、還元糖の蓄積と深い関係があると考えられている果皮中のアントシアニン含量の変化について見ると、対照区では満開56日後から増加し始めたが、ABA、IAN、IAAを除いた他のオーキシシン処理区では、アントシアニンの増加開始期が遅くれ、NAA 処理区で満開63日後、IBA とIPA 処理区で満開71日後からであった。その後のアントシアニンの増加の様相は還元糖の蓄積パターンに類似し、収穫期の含量は還元糖含量の高い順に高くなった。一方、ABA とIAN

処理区では、処理 1 週間後から対照区より高くなり、その後も常に対照区より高い値を示した。その結果、収穫期のアントシアニン含量はABA 処理区で最も高くなり、また同じオーキシシン類であってもIAN 処理区では、収穫期の還元糖含量が対照区より低いにもかかわらず、アントシアニン含量は逆に高くなった（第2図）。なお、片岡(1986)は‘巨峰’の果皮で調査したところ、ABA がPAL(フェニールアラニン・アンモニアリアーゼ) 活生を高め、アントシアニンの生合成経路を促進すると報告している。

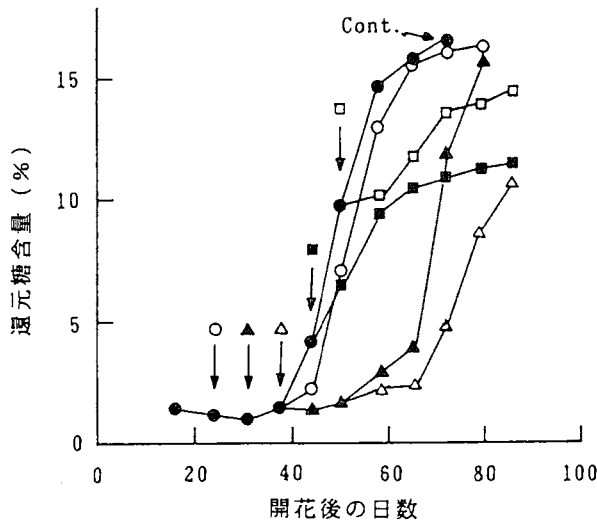


第2図 オーキシシン及びABA 処理がブドウ‘デラウェア’果粒のアントシアニン含量に及ぼす影響  
↓は処理時期を示す

以上の結果において、ブドウの主要オーキシシンであるIAA が全く効果を示さなかったのは、処理されたIAA が果粒表面で酸化されたり、光によって分解され易いことが原因していると考えられる。また、中性オーキシシンであるIAN は多くの植物中に認められるが、その作用については明らかにされていない。しかし、他の酸性オーキシシンと作用が異なっていることは興味深い。いずれにしても、ブドウの成熟、すなわち還元糖及びアントシアニンの蓄積はABA と酸性オーキシシンによって制御されている様に見える。特に、対照区の着色は、果粒中の還元糖含量が約10%に達すると始まり、ABA やIAN 処理区では4~5%で着色が開始されることから、これらがブドウ果皮でのアントシアニンの生合成に深く関係していることは事実であろう。

ブドウ果粒の発育中、いずれのステージにおいてもこれらの植物ホルモンに

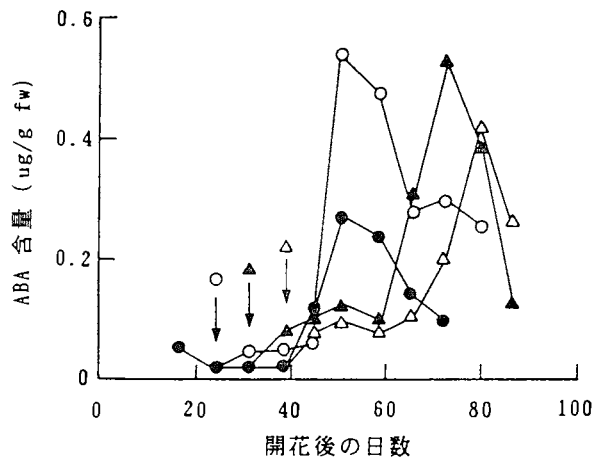
より成熟を制御することが可能であるのだろうか。例えば、還元糖の蓄積を最も抑制した2,4-D について、処理時期の影響を見たのが第3図である。生長第1期中期に当たる満開24日後の処理では、対照区に比較して還元糖の蓄積開始が1週間程度遅れるが、第3期中期頃から急速に回復し、収穫期にはほぼ同じ含量となった。また、満開31日後処理では、還元糖の蓄積開始期が対照区より3週間遅れたが、満開79日後には約16%に達した。第1期後期処理では還元糖の蓄積を最も遅らせ、対照区の収穫期頃からやっと蓄積が始まり、満開86日後（対照区の収穫後14日目）でも還元糖含量はわずか10.8%であった。また、既に還元糖の蓄積が始まった第3期初期及び中期の処理でも、処理後両区とも還元糖の蓄積が抑制され、対照区の収穫期の還元糖含量はそれぞれ10.5、11.7%で、更に14日後でもそれぞれ11.5、14.5%までしか蓄積されなかった。この様に酸性オーキシンを何時処理しても常に還元糖の蓄積開始期を遅らせるのではなく、果粒の生長第1期後期頃から効果が見られた。更に、注目すべきことは、第3期になり盛んに還元糖を蓄積している時でも、2,4-D を処理するとその後の還元糖の蓄積が抑制された。このことは果粒自体が生理的にあるステージに達しなければ酸性オーキシリンによる抑制効果が表われないことを示している。また、早いステージで酸性オーキシリンの効果が表われないのは、この時期、果粒内のオーキシリン酸化酵素の活性が高く、外生的に酸性オーキシリンを与えても



第3図 2,4-D の処理時期がブドウ 'デラウェア' 果粒の還元糖含量に及ぼす影響  
↓は処理時期を示す

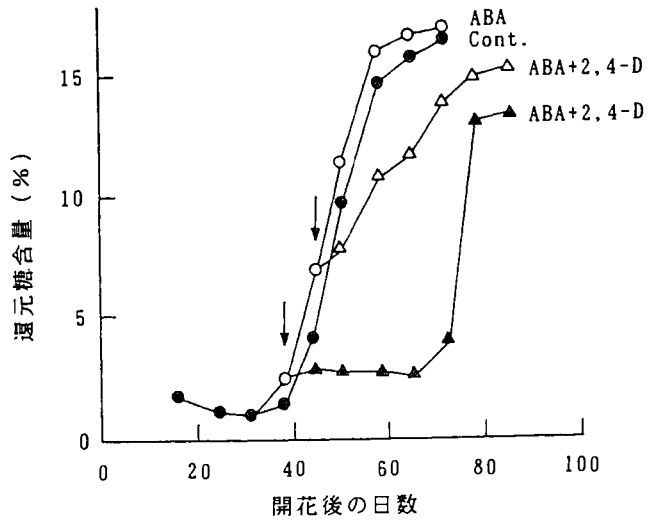
果粒中で直ちに分解されるためであり、更に酸性オーキシンの働きを制御するような物質の存在も考えられている。なお、ABA においても酸性オーキシンと同様に第1期後期にならないとその作用が表われないことをInaba(1975)らにより報告されている。

還元糖の蓄積にABA が関与しているならば、2,4-D 処理後還元糖の蓄積が抑制されている間はABA の蓄積が起こらないと考えられる。事実、満開24日、31日及び38日後に2,4-D を処理し、その後の果肉中のABA 含量の変化を見ると、対照区及び還元糖の蓄積にほとんど影響を与えなかった満開24日後の2,4-D 処理区では、還元糖の蓄積開始に先立ってABA 含量が増加し、満開50日後にピークに達した。しかし、還元糖の蓄積に著しい影響を与えた満開31日と39日後の2,4-D 処理では、ABA 含量の増加時期が遅れ、それらのピークは満開72日と79日後に認められた(第4図)。この結果は、還元糖の蓄積にはかならずABA の増加を伴う様に見える。

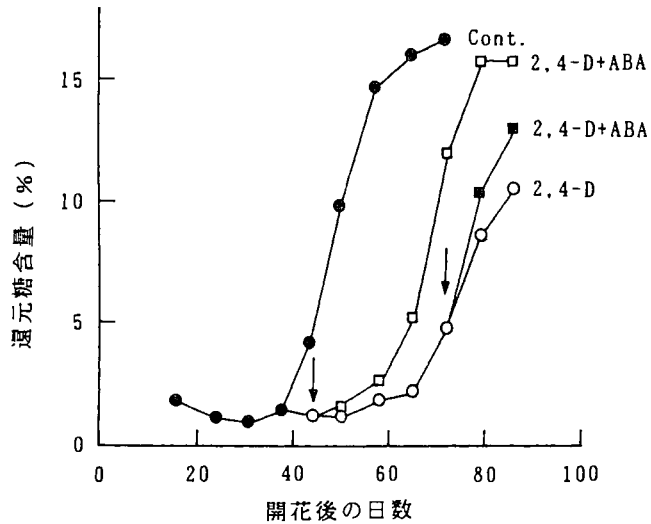


第4図 2,4-D の処理時期がブドウ 'デラウェア' 果粒のABA 含量に及ぼす影響  
↓は処理時期を示す

更に、ABA と酸性オーキシンがブドウの成熟、特に還元糖の蓄積に拮抗的な作用を有することを示唆しているのが第5図と第6図である。両者が最も効果を示す生長第1期後期(満開31日後)にそれぞれを別々に果房処理し、その後ABA 処理区では2,4-Dを、2,4-D 処理区ではABA を追処理すると、ABA 処理後の2,4-D の追処理は、その後の還元糖の蓄積を著しく抑制し、2,4-D 処理後のABA の追処理はそれまで抑制していた還元糖の蓄積を解除し、急激に還元糖の蓄積を開始した。



第5図 ABA 処理後の2,4-D 処理がブドウ'デラウェア'果粒の還元糖含量に及ぼす影響  
↓は処理時期を示す



第6図 2,4-D 処理後のABA 処理がブドウ'デラウェア'果粒の還元糖含量に及ぼす影響  
↓は処理時期を示す

第1表. ブドウ 'デラウェア' の果房に対する ABA 処理がアントシアニン含量に及ぼす影響

| 処 理 区           | O. D. (530nm) |
|-----------------|---------------|
| 無処理             | 0.54          |
| 暗処理*            | 0.22          |
| 暗処理+ABA 7月4日処理  | 0.40          |
| 暗処理+ABA 7月10日処理 | 0.38          |
| 暗処理+ABA 7月17日処理 | 0.30          |

\* は6月20日にアルミ箔で袋掛けした。

以上の結果を総合すると、ブドウの成熟はいかにも酸性オーキシンとABAのバランスによって制御されている様に見える。しかしながら、著者ら(1979)の調査では 'デラウェア' の生長第3期の果房を暗黒状態に保った場合、還元糖は10%程度蓄積されるが、着色は起こらなかった。ところが、この果房にABA処理すると、還元糖の増加は起こらないが、着色が促進された(第1表)。更に、Inabaら(1975)は摘葉処理したところ、果粒中のABA含量は正常に増加するものの還元糖の蓄積は遅れたと述べており、酸性オーキシンやABAとブドウの成熟との関係を論ずる場合には、還元糖の蓄積とアントシアニンの生合成とは別々に考える必要があると思われる。