

園学雑. (J. Japan. Soc. Hort. Sci.) 67(6) : 902-906, 1998.

## ブドウの芽の休眠打破に対するエチレン生合成関連物質の影響

東部光伸・望岡亮介・堀内昭作・尾形凡生・塩崎修志・黒岡 浩

大阪府立大学農学部 599-8531 大阪府堺市学園町 1-1

The Influence of Substances Related to Ethylene Biosynthesis on Breaking Bud Dormancy in Grapevines

Mitsunobu Tohbe, Ryosuke Mochioka, Shousaku Horiuchi, Tsuneo Ogata, Shuji Shiozaki and Hiroshi Kurooka

College of Agriculture, Osaka Prefecture University, Gakuen-cho, Sakai, Osaka 599-8531

## Summary

To clarify the mechanism of breaking bud dormancy in grapevines, the effect of substances related to ethylene biosynthesis on budbreak was investigated. When the cuttings of dormant 'Delaware' grape were treated with ACC, ethylene or ethephon, only ACC broke bud dormancy. When the cuttings of dormant 'Delaware' grape, soaked in 45 °C water for 4 hours, were treated with aminooxy acetic acid (AOA), cobalt chloride (CoCl<sub>2</sub>) or silver thiosulphate (STS), AOA and CoCl<sub>2</sub> inhibited budbreak but STS did not; whereas applications of 20% calcium cyanamide, 10% hydrogen cyanamide and 10% potassium and sodium cyanides broke bud dormancy; calcium and hydrogen cyanamides were the most effective. These results indicate that ethylene itself has little or no direct effect on breaking bud dormancy and that HCN, which is produced during ethylene biosynthesis may break bud dormancy in grapevines.

**Key Words:** bud dormancy, grape, ACC, cyanide, ethylene.

## 緒言

落葉果樹であるブドウには自発休眠が存在することはよく知られている。ブドウの芽の休眠打破には、低温処理 (Eggert, 1951; 高馬, 1953; Magoon・Dix, 1943) や高温処理 (堀内, 1977; Pouget・Rives, 1958; Weaverら, 1968) に効果が認められている。しかし、加温促成栽培において、休眠打破に効果のある低温および高温を人為的に与えることは、果樹のような大型植物では設備投資やエネルギー消費などの面で困難が伴う。従って、温度処理の代わりに、シアン化合物 (石灰窒素, シアナムイド), 葉面散布剤のメリット青 (主成分: NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, P, K, Ca, Mg, その他微量成分), 硝酸アンモニウムなどの化学物質 (奥田, 1996) やニンニク汁液 (久保田ら, 1984) による休眠打破法が開発され、実用に移されている。しかし、芽の休眠打破に効果の高いシアン化合物がどのように関与しているかについては明らかにされていない。

堀内 (1977) は、低温、高温および物理的処理などの休眠打破処理に伴いエチレン生成量が増加するが、エチレン自体には休眠打破効果が認められないと述べている。一方、多くの植物のエチレン生合成経路において、

ACC からエチレンが生成される過程で、同時にシアンが生成されることは良く知られている (Peiserら, 1983)。そこで本実験では、エチレン生合成過程で生成されるシアンがブドウの芽の休眠打破に深くかかわっているのではないかと仮説を立て、以下の実験を行った。

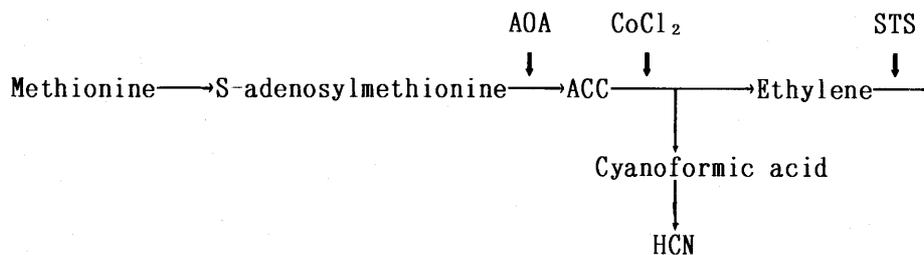
## 材料および方法

## 実験 1. ACC, エチレンおよびエテホン処理が休眠打破に及ぼす影響

1991年12月13日に、大阪府立大学農学部実験圃場栽培の成木 'デラウェア' から休眠枝を採取し、1芽に調製した後、芽および切り口に 0.1, 1 および 10 mM の ACC 溶液を塗布処理した。また、同年12月21日に採取した休眠枝を同様に調製した後、0.01, 1 および 100 ppm のエチレンガスあるいはエテホン溶液を気浴処理または塗布処理した。なお、エチレン気浴処理は、堀内 (1977) の方法に準じて調製した切り枝をデシケータに入れ、密封条件下でエチレンガスを注射器により注入し、24時間放置することにより行った。さらに、休眠最深期における ACC の休眠打破効果を知るため、翌1992年10月31日に採取した休眠枝を同様に調製した後、5 mM の ACC 溶液を塗布処理した。

各処理は30本の切り枝について行い、処理後パーミキュライト床に挿し木し、25 °C の恒温室に入れ経時的

1997年8月18日 受付. 1997年12月5日 受理.  
本報告の一部は園芸学会平成4年度秋季大会で発表した。



**Fig. 1.** Principal steps involved in the biosynthesis of ethylene and HCN and the points of inhibition by ethylene inhibitors.  
 AOA: Aminoxy acetic acid, CoCl<sub>2</sub>: Cobalt chloride, STS: Silver thiosulphate, HCN: Hydrogen cyanide.

に萌芽率を調査した。

**実験2. アミノオキシ酢酸, 塩化コバルトおよびチオ硫酸銀処理による休眠打破阻害**

1992年1月13日に、前述の成木‘デラウェア’から休眠枝を採取し、1芽に調製した後、休眠打破するため、堀内(1977)の方法に準じてそれぞれの切り枝を45℃の温湯に4時間浸漬処理した。処理後直ちに切り枝の芽と切り口に、第1図に示したエチレン合成阻害剤であるアミノオキシ酢酸(S-アデノシルメチオニンからACCへの合成経路を阻害する。以下AOA)、塩化コバルト(ACCからエチレンへの合成経路を阻害する)およびエチレン作用阻害剤であるチオ硫酸銀(以下STS)の1, 10および100mM溶液を塗布処理した。

各処理区の処理本数、処理後の管理および調査方法は実験1に準じた。

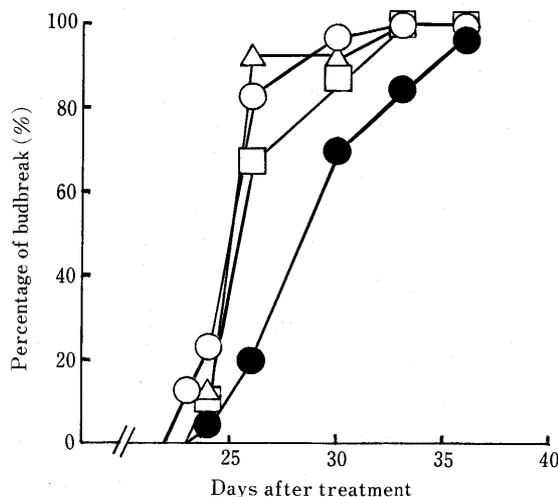
**実験3. シアン化合物処理が休眠打破に及ぼす影響**

1992年1月10日に、前述の成木‘デラウェア’から休眠枝を採取し、1芽に調製した後、石灰窒素(20%上澄液)、シアンミド(10%)、シアン化カリウム(10%)およびシアン化ナトリウム(10%)の各水溶液を、それぞれ切り枝の芽と切り口に塗布処理した。各処理区の処理本数、処理後の管理および調査方法は実験1に準じた。

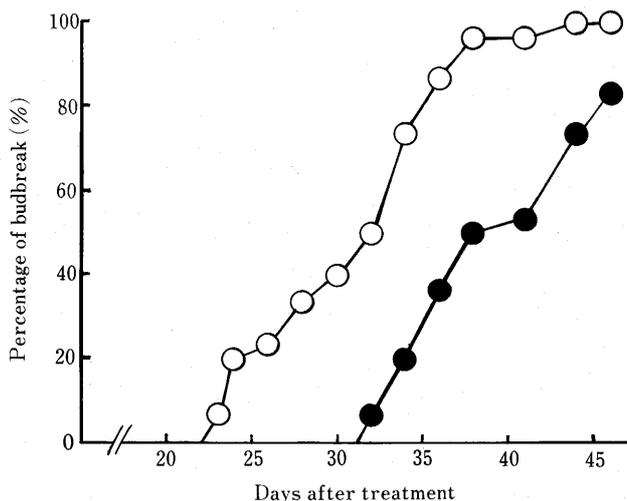
**結果**

**実験1. ACC, エチレンおよびエテホン処理が休眠打破に及ぼす影響**

ACC処理後の萌芽率の変化を第2図および第3図に示した。1991年12月の処理では、処理後26日目の萌芽率が、対照区の20%に対していずれの濃度のACC処理区においても65%以上の値を示したが、処理濃度間での差異は認められなかった。また、1992年10月の休眠最長期処理では、対照区では処理後32日目に初めて萌芽が見られたのに対し、ACC処理区では処理後23日目に萌芽が見られた。さらに、処理後36日目の萌芽率は、対照区が37%であったのに対し、ACC処理区で



**Fig. 2.** Changes in the percentage of budbreak on single bud cuttings of dormant ‘Delaware’ grape treated with ACC on 1991 Dec. 13.  
 ○: 10 mM, △: 1 mM, □: 0.1m M, ●: Control.



**Fig. 3.** Changes in the percentage of budbreak on single bud cuttings of dormant ‘Delaware’ grape treated with ACC on 1992 Oct. 31.  
 ○: 5 mM ACC, ●: Control.

は87%であった。

エチレンとエテホン処理後の萌芽率の変化を第4図と

第5図に示した。両処理とも、0.01 ppm区では対照区とほとんど差が認められず、100 ppm区で萌芽がわずかに抑制された。

**実験2. アミノオキシ酢酸、塩化コバルトおよびチオ硫酸銀処理による休眠打破阻害**

温湯浸漬処理により休眠打破した対照区においては、処理後22日目の萌芽率は100%であるのに対し、同時期のAOA処理においては、1 mM区で67%、10 mM区で10%、100 mM区で7%と、いずれの処理区においても萌芽が抑制され、濃度が高くなるほど萌芽抑制の程度が大きくなった(第6図)。

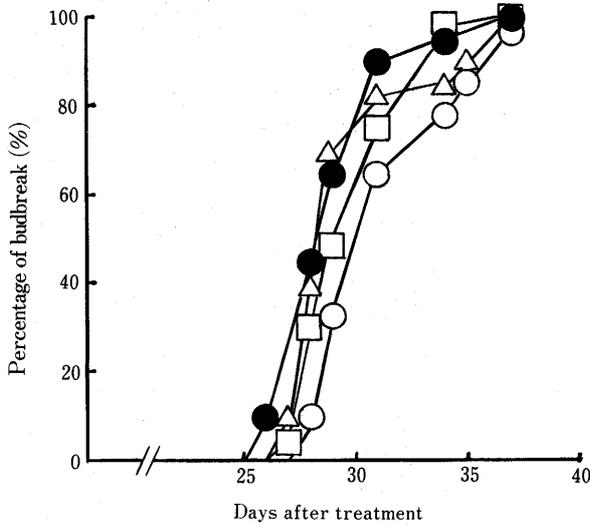
塩化コバルト処理においても、処理後22日目の萌芽

率は、1 mM区で73%、10 mM区で50%、100 mM区で13%の値を示し、濃度が高くなるほど萌芽が抑制された(第7図)。

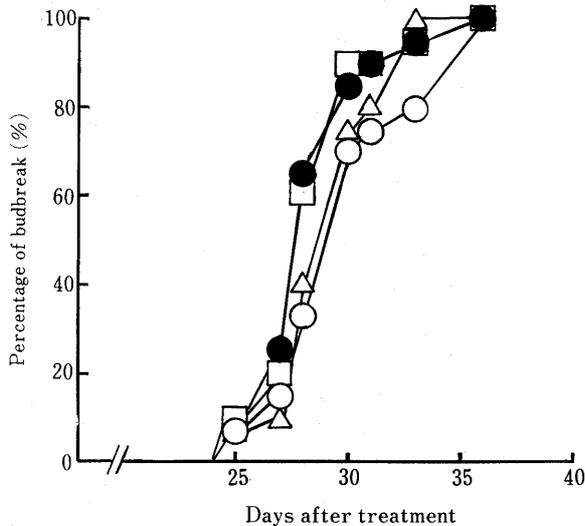
STS処理の1および10 mM区では対照区とほとんど萌芽率に差がみられなかったが、100 mM区でわずかに抑制効果が認められた(第8図)。

**実験3. シアン化合物処理が休眠打破に及ぼす影響**

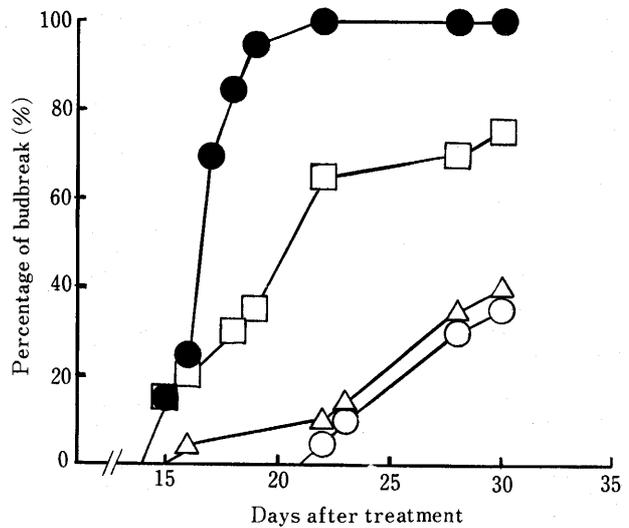
いずれのシアン化合物においても休眠打破効果が認められた(第9図)。萌芽開始日は、対照区では処理後22日目であったのに対して、石灰窒素処理区では同13日目、シアナミド処理区では同14日目、シアン化カリウ



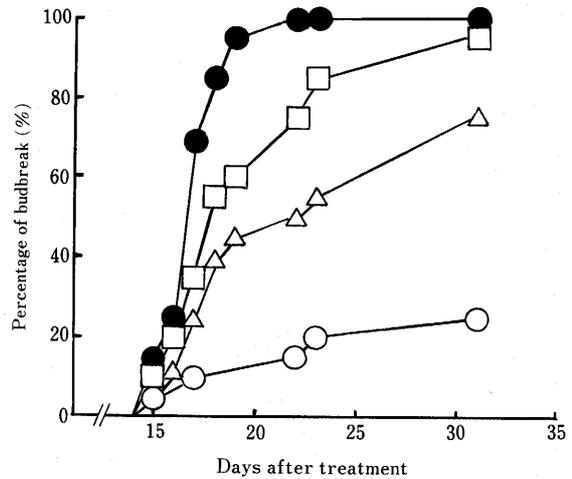
**Fig. 4.** Changes in the percentage of budbreak on single bud cuttings of dormant 'Delaware' grape treated with ethylene. ○: 100 ppm, △: 1 ppm, □: 0.01 ppm, ●: Control.



**Fig. 5.** Changes in the percentage of budbreak on single bud cuttings of dormant 'Delaware' grape treated with ethephon. ○: 100 ppm, △: 1 ppm, □: 0.01 ppm, ●: Control.



**Fig. 6.** Influence of AOA on the budbreak on single bud cuttings of dormant 'Delaware' grape soaked in 45 °C water for 4 hours. ○: 100 mM, △: 10 mM, □: 1 mM, ●: Control.



**Fig. 7.** Influence of  $CoCl_2$  on the budbreak on single bud cuttings of dormant 'Delaware' grape soaked in 45 °C water for 4 hours. ○: 100 mM, △: 10 mM, □: 1 mM, ●: Control.

ムおよびシアン化ナトリウム処理区では同 16 日目であった。また、処理後 19 日目の萌芽率は、対照区では 0%であったが、石灰窒素処理区では 90%、シアナミド処理区では 73%、シアン化カリウムおよびシアン化ナトリウム処理区では約 40%と、萌芽促進効果は石灰窒素処理、次いでシアナミド処理の順で優れた。

### 考 察

落葉果樹の芽の自発休眠の打破には、高温処理（堀内, 1977; Shulman ら, 1983; 田村ら, 1991）あるいは低温処理（堀内, 1977; 田村ら, 1992）に効果が認められており、またこれらの処理によって芽内のエチレン生成量

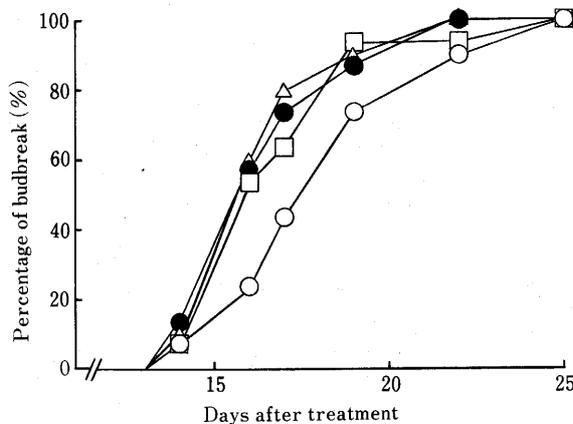


Fig. 8. Influence of STS on the budbreak on single bud cuttings of dormant 'Delaware' grape soaked in 45 °C water for 4 hours.

○: 100 mM, △: 10 mM, □: 1 mM, ●: Control.

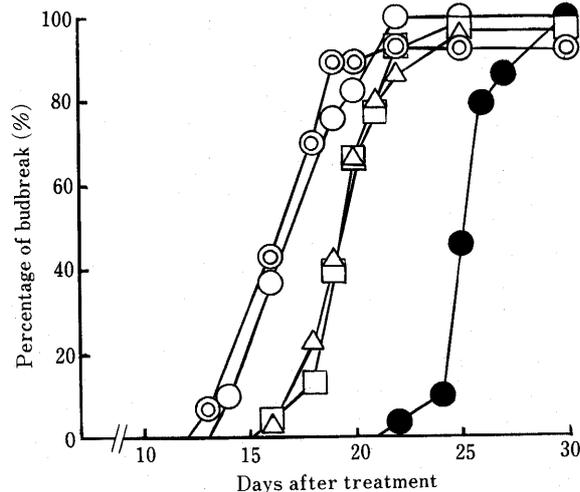


Fig. 9. Changes in the percentage of budbreak on single bud cuttings of dormant 'Delaware' grape treated with cyanamides and cyanides.

◎: 20% Calcium cyanamide, ○: 10% Hydrogen cyanamide, △: 10% Potassium cyanide, □: 10% Sodium cyanide, ●: Control.

が増加することから、休眠打破とエチレン生成との間には何らかの関連があるのではないかと考えられてきた。エチレンが休眠打破に関与している例として、オオムギ (Meherink · Spencer, 1964), ラッカセイ (Ketring · Morgan, 1969; Toole ら, 1964), レタス (Abeles · Lonski, 1969) の種子および花卉球根 (今西, 1996) などがある。しかし、今西 (1996) は、高温により休眠打破されるトリテレイア (*Triteleia laxa* Benth.) やテッポウユリなどの夏休眠型の球根では、エチレン処理による休眠打破効果が認められるが、冬休眠型で低温により休眠打破されるグラジオラスに対してはほとんどエチレン処理の効果が認められないことから、花卉球根の場合、休眠打破に関してエチレンは高温の代替効果のみを有するのかもしれないとしている。また、リンゴの芽 (Paiva · Robitaille, 1978) やブドウの芽 (Iwasaki, 1980; Mannini · Ryugo, 1982) へのエテホン処理は休眠打破に効果がなく、さらに、ブドウの切り枝にエテホン塗布処理およびエチレン気浴処理を行っても効果が認められなかったことから (堀内, 1977), エチレン自体が休眠打破に直接関与している可能性は低いと考えられている。本実験においても、エチレン気浴処理およびエテホン塗布処理による休眠打破効果は全く認められず、逆に高濃度でわずかに休眠打破の抑制が認められた。

一方、本実験においてエチレンの前駆物質である ACC およびエチレン生合成経路で生成されるシアンに関連したシアン化合物処理には、高い休眠打破効果が認められた。特に、休眠最深期 (10 月 31 日処理) における ACC の休眠打破効果はきわめて高かった。なお、ACC の 12 月 13 日処理が 10 月 31 日処理ほど対照区と明確な差を示さなかったのは、10 月が休眠最深期であるのに対して、12 月は休眠覚醒期に移行しているため (堀内ら, 1981) と思われた。

また、エチレン生合成経路において S-アデノシルメチオニンから ACC への変換を阻害する AOA, ACC からエチレンとシアンの変換過程を阻害する塩化コバルトの両物質を、高温処理したブドウの休眠枝に処理したところ、萌芽が著しく抑制された。しかし、エチレン自体の作用を阻害する STS 処理では 10 mM 以下の濃度で萌芽抑制効果がほとんど認められなかった。これらの結果から、ブドウの休眠打破には、エチレンそのものではなく、ACC からエチレンが生合成される過程で同時に生成されてくるシアン (Peiser ら, 1983) が休眠打破に重要な役割を果たしていることが明らかとなった。なお、芽の自発休眠と多くの点で類似しているとされる同種の植物の種子の生理的 (自発) 休眠 (Westwood · Bjornstad, 1968) においても、Esashi ら (1991) は、発芽前に cyanogenic glycoside や cyanogenic lipid のようなシアン貯蔵物質含量が一時的に増加した後、直ちに

減少することをみだしている。また、Bogatekら(1991)はリンゴ種子の胚において、アミグダリンなどのシアン貯蔵物質が代謝に利用されることにより、種子の休眠が打破されるのではないかと考察している。これらのことは、エチレン生合成過程で同時に生成されるシアンがブドウの芽の休眠打破に重要な役割を果たしているのではないかとする仮説を支持するものである。

### 摘 要

ブドウの芽の休眠打破機構を明らかにするために、芽の休眠打破とシアン生成に深くかわりのあるエチレン生成との関連を調査した。

1. 'デラウェア'の休眠枝から採取した挿し穂の芽と切り口に、エチレン前駆物質のACC、エチレンガスおよびエチレン発生剤であるエテホンを処理したところ、ACC処理には明らかに休眠打破効果が認められたが、エチレンおよびエテホン処理には効果が認められなかった。

2. 45°Cの温湯浸漬により休眠打破処理した'デラウェア'の休眠枝に、処理後直ちにエチレン合成阻害剤であるアミノオキシ酢酸(AOA)および塩化コバルト、エチレン作用阻害剤であるチオ硫酸銀(STS)を塗布処理したところ、AOAおよび塩化コバルト処理では萌芽の抑制が認められたが、STS処理では萌芽は抑制されなかった。

3. 'デラウェア'の休眠枝に、シアン化合物である石灰窒素20%上澄液、シアナミド10%水溶液、シアン化カリウム10%水溶液およびシアン化ナトリウム10%水溶液をそれぞれ塗布処理したところ、いずれのシアン化合物においても休眠打破効果が認められた。その内、石灰窒素およびシアナミドにおいて休眠打破効果が顕著であった。

以上のことから、ブドウの芽の休眠打破には、エチレンそのものではなく、エチレン生合成に伴って同時に生成されるシアンが重要な役割を果たしているのではないかと推察した。

### 引用文献

- Abeles, F. B. and J. Lonski. 1969. Stimulation of lettuce seed germination by ethylene. *Plant Physiol.* 44 : 277-280.
- Bogatek, R., K. Dziewanowska and S. Lewak. 1991. Hydrogen cyanide and embryonal dormancy in apple seeds. *Physiol. Plant.* 83 : 417-421.
- Eggert, F. P. 1951. A study of rest in several varieties of apple and in other fruit species grown in New York State. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 57 : 169-178.
- Esashi, E., K. Isuzugawa, S. Matsuyama, H. Ashino and R. Hasegawa. 1991. Endogenous evolution of HCN during pre-germination periods in many seed species. *Physiol. Plant.* 83 : 27-33.

堀内昭作. 1977. ブドウの芽の休眠現象とその制御に関する研究. 大阪府立大学学位論文.

堀内昭作・中川昌一・加藤彰宏. 1981. ブドウの芽の休眠の一般的特徴. *園学雑.* 50 : 176-184.

今西英雄. 1996. 花卉球根に対するエチレンの作用. *植物の化学調節* 31 : 161-170.

Iwasaki, K. 1980. Effects of bud scale removal, calcium cyanamide, GA<sub>3</sub>, and ethephon on bud break of 'Muscat of Alexandria' grape (*Vitis vinifera* L.). *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 48 : 395-398.

Ketring, D. L. and P. W. Morgan. 1969. Ethylene as a component of the emanation from germinating peanut seeds and its effect on dormant virginia-type seeds. *Plant Physiol.* 44 : 326-330.

高馬 進. 1953. 落葉果樹の自発休眠に関する研究. 1. 自発休眠期の開始, 完了並びに自発休眠の深さについて. *信州大学紀要* 3 : 189-204.

久保田尚浩・宮向真由美・小林昭雄・島村和夫・水谷房雄・白方宣江・門屋一臣. 1984. ブドウの芽の休眠打破に及ぼすニンニクの効果. *園学要旨.* 昭59秋. 108-109.

Magoon, C. A. and I. W. Dix. 1943. Observation on the response of grape vines to winter temperatures as related to their dormancy requirements. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 42 : 407-412.

Mannini, F. and K. Ryugo. 1982. Effect of 2-chloroethylphosphonic acid (ethephon) on the endogenous levels of gibberellin-like substances and abscisic acid in buds and developing shoots of three grape varieties. *Am. J. Enol. Vitic.* 33 : 164-167.

Meherink, J. and M. Spencer. 1964. Ethylene production during germination of oat seeds and *Penicillium digitatum* spores. *Can. J. Bot.* 42 : 337-340.

奥田義二. 1996. 施設栽培. p. 395-404. 堀内昭作・松井弘之編集. *日本ブドウ学.* 養賢堂. 東京.

Paiva, E. and H. A. Robitaille. 1978. Breaking bud rest on detached apple shoots: Effects of wounding and ethylene. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103 : 101-104.

Peiser, G. D., T. T. Wang, N. E. Hoffman and S. F. Yang. 1983. Formation of cyanide from carbon 1 of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid during its conversion to ethylene. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 81 : 3059-3063.

Pouget, R. and M. Rives. 1958. Action de la rindite sur la dormance de la vigne (*Vitis vinifera* L.). *C. R. Acad. Sci. Paris* 24 : 3664-3666.

Shulman, Y., G. Nir, L. Faberstein and S. Lavee. 1983. The effect of cyanamide on the release from dormancy of grapevine buds. *Scientia Hort.* 19 : 97-104.

田村文男・池田隆政・田辺賢二・伴野 潔. 1991. ニホンナシの芽の休眠の深さと内生長調節物質に及ぼす高温および無気処理の影響. *園学雑.* 60 (別1) : 92-93.

田村文男・田辺賢二・伴野 潔. 1992. 低温処理がニホンナシ'二十世紀'の芽の休眠の深さ, 呼吸および内生長調節物質に及ぼす影響. *園学雑.* 60 : 763-769.

Toole, V. K., W. K. Bailey and E. H. Toole. 1964. Factors influencing dormancy of peanut seeds. *Plant Physiol.* 39 : 822-832.

Weaver, R. J., K. Yeouder and R. M. Pool. 1968. Relation of plant regulators to bud rest in *Vitis vinifera* grapes. *Vitis* 7 : 206-212.

Westwood, M. N. and H. O. Bjornstad. 1968. Chilling requirements of dormant seeds of fourteen pear species as related to their climatic adaptation. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 92 : 141-149.