カルシウム・シアナミド及びシアナミドがブドウ ‘巨峰’の芽の休眠打破に及ぼす効果¹

黒 井 伊 作

新潟大学農学部 950-21 新潟市五十嵐2の町

Effects of Calcium Cyanamide and Cyanamide on Bud Break of ‘Kyoho’ Grape

Isaku KUROI

*Faculty of Agriculture, Laboratory of Horticultural Science,
Niigata University, Niigata 950-21*

Summary

Bud breaking effects of a leaching solution containing 20% lime nitrogen (35% CaCN_2) and cyanamide (H_2CN_2) applied to the surface of dormant buds of glasshouse grown vines and single-bud cuttings of ‘Kyoho’ grape were examined.

Treatment of intact vines with CaCN_2 in December, January and February advanced bud break in the following spring by 16, 9, and 5 days, respectively. Treatment during the period of deep dormancy was most effective, in agreement with previous results. The effect of 3% H_2CN_2 given at the corresponding times was very similar to that of CaCN_2 , with bud break being advanced by 15, 7 and 4 days, respectively.

Treatment of the single-bud cuttings bedded in December with CaCN_2 and 0.5 or 1% H_2CN_2 during the same month advanced the bud break by 2 to 4 days. The bud breaking effect on the cuttings was much smaller than on the intact vines. Furthermore, at concentrations of H_2CN_2 above 2%, buds of the cuttings died due to chemical injury. In cuttings, the effective concentration of H_2CN_2 was one-third to one-sixth of that in intact vines. This might be the result of shallower dormancy due to wound effects in the cuttings. In late February, when dormancy had been broken, chemical injury to the cuttings occurred even when treated with CaCN_2 and 1% H_2CN_2 .

These results indicate that H_2CN_2 has the same effect as CaCN_2 on bud break of ‘Kyoho’ grape, which suggests that the bud breaking effect of lime nitrogen is mainly due to the active form of the cyanide ion (CN^-), H_2NCN being produced by partial hydrolysis of CaCN_2 .

緒 言

筆者ら(7)が肥料用粉末石灰窒素(主成分:カルシウム・シアナミド CaCN_2)の温水20%浸出液をブドウ芽に塗布して自発休眠の打破を試み、最初に発表したのは1957年であった。その後、ハウス栽培の進展とともに早期に加温促成する場合、 CaCN_2 が自発休眠の打破による発芽促進及び熟期促進に効果のあることが追認され、実地に普及して作型の多様化を実現している。国外においても筆者(9)は、冬季低温要求量の不足するブラジル

の亜熱帯地域で露地栽培ブドウに適用してその効果を確認したことから、ブラジル(13)を初め、台湾(10, 16, 17)、アメリカ(4)、イスラエル(14)などで実験報告がみられ、暖冬の休眠不全地帯で露地栽培が有利に行われ、栽培地域の拡大がみられるようになった。

果樹栽培において低温により自発休眠を破ろうとしても、種子や苗木などのように小形のものでない限り、人為的に処理することは不可能である。そこで化学物質の散布によって自発休眠の完了をはかる試みが古くから行われ、油類及び植物生長調節物質の利用がなされてきた。しかしながら、ブドウにおいて休眠打破剤として実

¹ 1985年7月1日 受理

地に応用され、効果をあげているのは CaCN_2 処理である(4, 5, 9, 12, 13, 16)。

市販の CaCN_2 の主要な休眠打破有効成分についても 2, 3 の報告がなされている(1, 2, 6, 14)。本報告は、ブドウにおける CaCN_2 の休眠打破効果が温水浸出液中で生成する活性のシアナミド (H_2CN_2) に起因すると考えられたので、ガラス室栽植樹及び挿し木実験によって CaCN_2 及び H_2CN_2 の休眠打破に及ぼす効果を試験した。

材料及び方法

供試品種は‘巨峰’を用い、新潟大学農学部圃場で育成した3年生自根樹を、1984年11月上旬に主枝2本を残してせん定し、ガラス室内ベッドに移植した。1区2樹を供試して CaCN_2 及び3% H_2CN_2 を時期別に12月17日、1月17日、2月17日の3期に分けて塗布処理し、無加温密閉のガラス室内で経過した春先の発芽状態を無処理区と比較した。

一方、‘巨峰’の成木から実験のたびごとに圃場から採取した結果母枝の先端部と基部の数芽を除き、充実した中間部を採取し CaCN_2 及び H_2CN_2 を塗布して、1芽挿しによる発芽試験を行い休眠打破効果を調べた。この切り枝による実験では H_2CN_2 高濃度による薬害がみられたので、その好適濃度を知るため各種の濃度で試験した。

CaCN_2 処理は市販の肥料用粉末石灰窒素 (CaCN_2 と

して55%含有)の20%温水浸出液とし、これを前報(8)によって調製した。 H_2CN_2 は日本カーバイド工業株式会社より提供された工業用シアナミド水溶液で、 H_2CN_2 として13.9%を含む。この H_2CN_2 は使用の都度、脱塩水で所定濃度に調製した。

塗布に当たっては、切り口を避けて芽及び枝条に脱脂綿に含ませて塗布した。挿し木実験では置床5日前に塗布して室内に置き、置床前に水洗後1芽挿しの要領で切り離し、パーミキュライトを入れた発芽箱に芽をわずかに覆う程度に置床し、約25°Cの恒温器中で1区20芽を供試して発芽させた。

発芽は綿毛に包まれた芽が露出したときとし、発芽までの日数及び発芽率を調べた。

結 果

1. 休眠打破処理がガラス室栽植樹の発芽促進に及ぼす影響

ガラス室栽植の‘巨峰’に CaCN_2 水浸出液及び3% H_2CN_2 を12月17日、1月17日、2月17日の時期別に処理して、春先の発芽状況を調査した結果は第1図のとおりである。これによると、12月17日の処理区の発芽が最も早く、 CaCN_2 処理区が3月14日、 H_2CN_2 処理区は1日遅れて3月15日に発芽を開始した。これは無処理区の3月30日の発芽開始に対して、それぞれ16日及び15日と早く、顕著な発芽促進となった。発芽率の推移をみると H_2CN_2 区が CaCN_2 区に比較して1～2日遅れる傾向に

Fig. 1. Effects of calcium cyanamide and cyanamide on termination of rest in a glasshouse-grown 'Kyoho' vines.

- CaCN_2 } Treated on Dec. 17, 1984.
- 3% H_2CN_2 }
- ▲—▲ CaCN_2 } Treated on Jan. 17, 1985.
- △—△ 3% H_2CN_2 }
- CaCN_2 } Treated on Feb. 17, 1985.
- 3% H_2CN_2 }
- x—x Control.

Fig. 2. Effects of calcium cyanamide and cyanamide on termination of bud rest in 'Kyoho' grape cuttings.

あったが、最終発芽率は両区に差がなく、4月1日に約95%に達した。これに対して、無処理区は両処理区よりも14日遅れ4月15日に80%の発芽率を示すが、この点でも両処理区のほうが優れていた。

1月17日処理区では CaCN_2 処理区が3月21日、 H_2CN_2 処理区は3月23日に発芽を開始した。これは無処理区の3月30日の発芽開始に対して、それぞれ9日及び7日の発芽促進となり、発芽率も4月1日に約90%を示し、12月17日処理区に次ぐ発芽の促進と発芽率の向上がみられた。発芽率の推移をみると H_2CN_2 区が CaCN_2 区に比較して2日ほど遅れていた。

2月17日処理区は前2回の処理日に比較して最も発芽促進程度が少なく、両区とも4～5日にすぎなかった。発芽率の推移についてみると、 CaCN_2 区は発芽後急激に増加し4月6日に発芽率は90%に達した。しかしながら、 H_2CN_2 区は発芽率の増加割合はゆるやかで、4月12日に80%の発芽率を示したが、ほぼ無処理区と同様であった。

2. 休眠打破処理が挿し木の発芽促進に及ぼす影響

圃場から12月、1月、2月に挿し穂を採取し、自発休眠の深さに応じて CaCN_2 及び H_2CN_2 の休眠打破に及ぼす効果を調査した結果は第2図のとおりである。12月

中の置床では無処理区に比較して CaCN_2 処理区と0.5%及び1% H_2CN_2 処理区の発芽促進並びに発芽率が高かった。しかしながら、2～6% H_2CN_2 処理区の発芽率は21日後で5～25%にとどまり、無処理区の30～50%よりも低かった。ちなみに、置床30日後まで観察したところでは無処理区は80%まで発芽率が向上したが、2～6% H_2CN_2 処理区の発芽率はその間にも変化がなく、薬害による芽の枯死を生じていた。置床後50%発芽までの所要日数を見ると CaCN_2 処理区で15～16日、1% H_2CN_2 処理区は15～17日、0.5% H_2CN_2 処理区で15日を要したが、無処理区は21日以上を要し、 CaCN_2 及び H_2CN_2 のいずれの処理も休眠打破効果を示していた。しかしながら、発芽開始日は置床後11日及び13日で無処理区に比較していずれも2～4日の促進がみられたが、栽植樹の自然に推移した春先の発芽促進程度に比べて、その差ははるかに少なかった。

1月下旬の置床をみると無処理区も21日後の発芽率は65～95%となり、切り枝では既に「巨峰」の自発休眠は浅くなっていた。しかしながら、発芽促進は CaCN_2 区で4日、発芽率も80～95%であった。 H_2CN_2 区では0.5%及び1%処理で2日の発芽促進であったが発芽率は無処理区よりも低かった。1月31日置床では1% H_2CN_2 区に

においても多少の薬害があり、発芽率は40%にとどまった。2%, 3%, 5% H_2CN_2 区では10~25%の低い発芽率で明らかに薬害がみられた。

2月中の置床をみると、上旬にはほぼ切り枝の自発休眠は完了しているとみられ、処理区と無処理区の間に発芽促進程度及び発芽率の推移に差がなかった。したがって、薬害のみられなかった低濃度の0.3%及び0.1%の H_2CN_2 処理区については、無処理との差がなかったことから、濃度的に効果があったかどうかの判断はできなかった。また、2月22日の置床区では1% H_2CN_2 及び CaCN_2 区においても薬害による不発芽がみられ、それぞれの発芽率は25%及び20%であった。さらに、3% H_2CN_2 区では全く発芽しなかった。

考 察

ブドウ「巨峰」のガラス室栽植樹に12月、1月、2月の時期別に CaCN_2 及び3% H_2CN_2 を処理して春先の発芽促進程度を無処理区と比較したところ、 CaCN_2 処理が、それぞれ16日、9日、5日の促進となり、 H_2CN_2 処理は、それぞれ15日、7日、4日の促進で両者ほとんど同じ傾向を示し、時期別処理による明らかな差がみられた。すなわち、自発休眠の深さと対応して、休眠の深い時期の処理において発芽促進効果が高く発芽も斉一であった。 CaCN_2 についての結果は筆者ら(8)の従来の実験と一致し、石灰窒素水浸出液の休眠打破効果を再確認した。時期別の処理効果に差を生ずる理由についても、休眠の深さと処理後の温度感応条件の相違から既に考察したところである(8,9)。また、 H_2CN_2 においても同様に自発休眠を打破した結果、その後の温度感応条件を異にし、それぞれの発芽促進につながったものと考えられる。

一方、挿し木実験においては、intact のブドウ樹に処理して密閉ガラス室で自然に経過させた場合と異なり、 CaCN_2 及び H_2CN_2 の発芽促進日数は12~2月のいずれの時期においても2~4日で、処理時期による大きな差を示さなかった。しかしながら、第2図の12月置床において、50%発芽までの所要日数を計算すると、 CaCN_2 区で15~16日、 H_2CN_2 区の0.5%及び1%で15~17日となり、無処理区の21日以上を要することと比較して、明らかに自発休眠打破の効果があった。

挿し木実験において、無処理区の発芽率の推移からみて「巨峰」の自発休眠は1月下旬が完了期に当たり、ガラス室栽植樹よりかなり早く完了する。また、時期別処理の発芽促進日数においても、intact 樹のように大きな差を示さない。これらの点については、挿し木では実験の都度、圃場から材料を採取しているため、11月上旬にガ

ラス室へ栽植し窓を閉めた状態で春先まで経過させた場合に比べて、低温遭遇条件が違っていることも一因であるが、休眠条件のあまり変わらない12月採取の挿し木においても、intact 樹のような著しい発芽促進はみられない。このことは、恐らく25°C 連続の発芽条件と Shulman ら(14)の述べるように1芽挿しの強いせん定による創傷効果が挿し木の休眠を浅くしたためであろう。また、このような創傷によって挿し木の休眠を浅くすることが薬害の発生と関連していた。すなわち、挿し木実験において H_2CN_2 の濃度は0.5~1%が適当で、2%以上では薬害による芽の枯死を生じた。また、1月下旬の休眠完了期では1% H_2CN_2 にも薬害を生じ、休眠の完了した2月下旬では CaCN_2 にも薬害が発生した。Shulman ら(14)も1芽挿しでは H_2CN_2 の効果的濃度はintact のブドウ樹の1/5でよいとし、このことは1芽挿しの強い創傷効果が原因であると述べている。本実験においてもintact の栽植樹では3% H_2CN_2 で薬害を生じなかったため、これに比較すると挿し木では1/3~1/6の濃度でよいことになる。

Shulman ら(14)の CaCN_2 と H_2CN_2 の比較試験では、 H_2CN_2 が CaCN_2 よりも高い効果を示している。この点、本実験では H_2CN_2 は好適濃度の幅が狭く、薬害を生ずることと CaCN_2 がやや勝る結果を示したが、Shulman らは H_2CN_2 と CaCN_2 懸濁液を同濃度で試験しているので CaCN_2 濃度が低いことによって生じた差と思われる。

いずれにしても、本実験の結果から CaCN_2 と同様に H_2CN_2 においても休眠打破効果が認められ「巨峰」の発芽を促進した。これまでに市販の CaCN_2 の休眠打破有効成分についても2, 3の報告がある。岩崎ら(6)はブドウ「巨峰」について CaCN_2 の主要な休眠打破有効成分はアニオン部分の $-\text{N}=\text{C}=\text{N}$ であると推定し、井上ら(1, 2)も肥料用石灰窒素が水田雑草の「ノビエ」の休眠覚醒に有効であり、さらに休眠覚醒作用の主体がその主成分である CaCN_2 から生成するcyanide ion (CN^-) に起因することを認めた。また、Shulman ら(14)もブドウの休眠打破に及ぼす CaCN_2 の効果は、その加水分解生成物としての H_2CN_2 のシアミドイオンによると示唆した。

H_2CN_2 水溶液は工業的には石灰窒素水浸出液を炭酸ガスで中和する炭酸ガス法(3)によって製造される。また、 CaCN_2 は基本的には水に不溶であるが、部分的に加水分解を受けて可溶性の H_2CN_2 になる(11)。したがって、筆者らの石灰窒素水浸出液に含まれる H_2CN_2 も次の化学反応(15)によって生ずる。

monocalcium cyanamide

さらに大量の水で処理されれば、遊離の H_2CN_2 にまで加水分解される。すなわち、

ここに生成する H_2CN_2 は pH 及び温度によっては、極めて変性しやすく、アルカリ側で一部は重合してジシアンジアミド $(\text{CN}\cdot\text{NH}_2)_2$ を、また、 H^+ あるいは OH^- の接触作用により加水分解されて尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ を生成するおそれもある(15)。高松(私信)が筆者の調製法によって石灰窒素(CaCN_2 として55%含有)20%水浸出液を30℃で振とう2時間後に誘導される主要成分を分析した結果、 H_2CN_2 4.0%、 $(\text{CN}\cdot\text{NH}_2)_2$ 1.3%、全窒素4.04%、pH 12.2で、実験に供試した日本カーバイド提供の H_2CN_2 水溶液には、それぞれ13.9%、1.2%、10.17%を含み pH は5.4であった。本実験において、 H_2CN_2 を4%含有する石灰窒素水浸出液に葉害がなく、これよりも低濃度に調製した工業用 H_2CN_2 液に葉害の発生した理由も、石灰窒素水浸出液から生成してくる H_2CN_2 は、pH 12 以上で変性の可能性及びより低い温度では H_2CN_2 生成量の低下(高松)が考えられる。

市販の石灰窒素には CaCN_2 以外にグラファイト、酸化カルシウム、少量の硫化物、酸化物、窒素化合物などが含まれるが(11)、これらには休眠打破効果はない(14)。以上を総合して、本実験においても石灰窒素の休眠打破有効成分は、その温水浸出懸濁液の CaCN_2 が2時間の振とう操作中に加水分解を受け、活性型の $\text{H}_2\text{N}-\text{C}\equiv\text{N}$ を生成し、cyanide ion (CN^-)として休眠芽の呼吸を阻害し(2,6)物質代謝に著しく影響する結果、自発休眠打破を誘起するものと考えられる。

従来、石灰窒素水浸出液を炭酸ガスで中和して得られる H_2CN_2 水溶液を濃縮する場合、濃度が高まるにつれて H_2CN_2 の重合(ジシアンジアミドの生成)及び加水反応(尿素的生成)が進行し、 H_2CN_2 はほとんど消滅してしまうため、結晶化が困難であった。しかし、現在その原因である塩基性化を脱カルシウム法によって防止し、安定的に濃縮脱水することにより、結晶 H_2CN_2 の工業的製造法が確立している(3)。このことは、石灰窒素水浸出液調製のわずらわしさが点で優れ、今後実用される可能性が考えられる。

摘 要

ブドウ「巨峰」のガラス室栽植樹並びに1芽挿しを用い、石灰窒素(CaCN_2 として55%含有)の20%温水浸出液及び H_2CN_2 塗布処理が芽の休眠打破に及ぼす効果を試験した。

CaCN_2 をガラス室栽植樹に塗布した春先の発芽状況

は12月、1月、2月の各処理区で、それぞれ16日、9日、5日の発芽促進となり、休眠の深い時期の処理で発芽促進効果が高く、これまでの実験結果と一致した。3% H_2CN_2 処理区では同じ時期の処理で、それぞれ15日、7日、4日の発芽促進となり、 CaCN_2 区と同じ傾向の休眠打破効果が認められた。

一方、切り枝の挿し木実験では、12月中の置床で CaCN_2 並びに0.5%及び1% H_2CN_2 処理区は2～4日の発芽促進であった。挿し木における発芽促進程度は栽植樹に比較してはるかに低く、また、挿し木では2% H_2CN_2 以上の濃度では葉害による枯死芽がみられ、有効濃度は栽植樹の1/3～1/6でよかった。これらのことは、切り枝による強い創傷効果が休眠を浅くしたためと考えられた。切り枝の休眠を完了した2月下旬では、 CaCN_2 及び1% H_2CN_2 処理区においても葉害が発生した。

本実験の結果から H_2CN_2 はブドウ「巨峰」の休眠打破に CaCN_2 と同様な効果があった。このことは石灰窒素水浸出液の休眠打破作用の主体が、 CaCN_2 の部分的加水分解によって活性型の $\text{H}_2\text{N}-\text{C}\equiv\text{N}$ を生じ、cyanide ion (CN^-)として作用することを示唆する。

謝 辞 本実験を行うに当たり、協力された専攻生、土田豊樹、渡邊一嘉の両氏並びにシアナミド溶液の提供と援助をいただいた日本カーバイド工業株式会社高松寛氏にお礼を申し上げる。

引用文献

1. 井上克弘・東 俊雄・山崎欣多, 1970. 休眠覚醒利用によるノビエ防除に関する研究. 第1報. 呼吸阻害剤および呼吸阻害性ガスの休眠覚醒作用. 日土肥誌, 41: 377—382.
2. 井上克弘・東 俊雄・山崎欣多, 1971. 休眠覚醒利用によるノビエ防除に関する研究. 第2報. 呼吸阻害による休眠覚醒現象の誘発について. 日土肥誌, 42: 157—162.
3. 市川英一・大戸敬二郎, 1962. 結晶シアナミドの工業的製造法に関する研究. 工業化学雑, 65: 490—493.
4. IWASAKI, K. and R. J. WEAVER, 1977. Effects of chilling, calcium cyanamide, and bud scale removal on bud break, rooting, and inhibitor content of buds of 'Zinfandel' grape (*Vitis vinifera* L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102: 584—587.
5. IWASAKI, K. 1980. Effects of bud scale removal, calcium cyanamide, GA_3 , and ethephon on bud break of 'Muscat of Alexandria' grape (*Vitis vinifera* L.). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 48: 395—398.
6. 岩崎一男・水谷房雄・磯貝 勝, 1981. 果樹の休眠に関する研究. 第3報. CaCN_2 中の休眠打破有

- 効成分について. 園学要旨. 昭56春: 110—111.
7. 黒井伊作・今野 茂・白石義行. 1957. 葡萄樹の休眠短縮に及ぼす石灰窒素浸出液の効果. 予報. 園学要旨. 昭32秋: 1.
 8. 黒井伊作・白石義行. 今野 茂. 1963. ブドウ樹の休眠打破に関する研究. 第1報. ガラス室栽植樹の自発休眠短縮に及ぼす石灰窒素処理の効果. 園学雑. 32: 175—180.
 9. 黒井伊作. 1974. ブドウ樹の休眠中の石灰窒素処理による生育促進に関する研究. 新潟大農紀要. 12: 1—71.
 10. 林 金和・林 信山・林 嘉興・廖 萬正・張 林仁. 1983. 應用 Cyanamide 打破巨峰葡萄芽之休眠. (1). 離體枝條試験. 科學發展月刊. 11: 291—300.
 11. McADAM, J. R. and F. C. SCHAEFER. 1965. Cyanamides. p. 553—573. In: A. STANDEN(ed.) Encyclopedia of chemical technology. 6. John Wiley, New York.
 12. 森元福雄・熊代克己. 1978. 薬剤処理による落葉果樹の休眠打破に関する研究. 信州大農紀要. 15: 1—17.
 13. PEREIRA, F. M. and J. C. OLIVEIRA. 1978. Effect of different ways of application of lime nitrogen on the anticipation of budding and harvest time of the 'Niagara rosada' cv. of grape. Cientifica (Brasil). 6: 203—207.
 14. SHULMAN, Y., G. NIR, L. FANBERSTEIN and S. LAVIE. 1983. The effect of cyanamide on the release from dormancy of grapevine buds. Scientia Hort. 19: 97—104.
 15. 山添文雄・越野正義・藤井国博・三輪 容太郎. 1973. 改訂詳解肥料分析法. p. 62—67. 養賢堂. 東京.
 16. 楊 耀祥・林 嘉興・廖 萬正. 1982. 氰氨基化鈣及 Merit 液肥對打破巨峰葡萄休眠之影響. 興大園藝. 7: 21—29.
 17. 楊 耀祥. 1984. 葡萄催芽劑氰氨基化鈣製法之研究. 興大園藝. 9: 7—16.