

ブドウの休眠打破剤に関する研究開発の現状

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 果樹研究所 薬師寺 博

1. はじめに

ブドウは施設栽培が発達している果樹で、我が国ではブドウ栽培面積の約30%で施設栽培が行われている。ブドウの施設栽培の作型として超早期加温、早期加温、普通加温ならびに簡易被覆栽培がある。自発休眠が完了する1月下旬以降であれば、樹に対して加温の負担は少ないが、休眠完了前の加温では休眠打破処理が必要になる。早期出荷を安定的に実施するためには、休眠期間中に斉一に発芽させることが重要な基幹技術となる。

ブドウでは、低温、高温や無酸素条件（堀内, 1977）または芽のはく皮処理（Iwasaki, 1980; Mizutani *et al.*, 1995）によって休眠打破されるが、果樹栽培においてそれらの処理をすべての樹に施すのは、労力や経済面で実用的ではない。一方、ブドウに限らず種々の樹種に対して休眠打破効果を示す化学物質が知られている。液剤であれば、散布や芽に塗布できるので、処理上の利便性は高まる。

現在、地球温暖化が予想され、休眠期の低温不足が懸念されること、また原油高騰から灯油やビニル資材等の価格が上昇する可能性も高い。これらの環境・社会情勢からも、低温に代わる休眠打破剤は、ブドウの施設栽培あるいは露地栽培で益々重要性が高まると予想される。このため、安全性が高く、安定した効果をもつ休眠

打破技術の確立は緊急な課題と言える。ここでは、ブドウの休眠打破に関する研究事例と現状の問題点について概説したい。

2. ブドウの休眠生理

2-1. ブドウの自発休眠

ブドウはつる性落葉果樹であり、春季に発芽した新梢は果房が成熟し始める頃から枝が登熟する。翌年の結果枝となる腋芽は、開花直前から花芽分化を開始して、新梢が木質化する頃から休眠に入る。休眠には温度や光など外的要因が生育に不適当な場合に起こる強制休眠（他発休眠）と生育に好適な条件を与えても休眠を続ける自発休眠とがある。‘デラウェア’の自発休眠は、新梢の木質化の始まる8月上旬（導入期）から翌年の1月下旬（覚醒期）とされ、自発休眠が最も深いのは（最深期）10月中旬～11月上旬である（堀内ら, 1981）。

2-2. ブドウの低温要求量

休眠から覚醒し、春季から正常な生育をするためには低温遭遇が必要である。ブドウにおいても7.2℃以下の低温積算時間が目安となっており、正常な休眠覚醒には7.2℃以下の低温が1000時間前後必要とされる。露地・無加温栽培では問題ないが、超早期・早期加温栽培では1月中旬以前に発芽させる必要がある。この場合、低温要求量が不足しやすく、自発休眠が十分に

表-1 ブドウに対するシアナミド液剤の農業登録内容

使用目的	使用濃度	使用液量	使用時期	使用回数	使用方法	シアナミドを含む 農薬の総使用回数
休眠打破による新梢の萌芽 促進及び発芽率向上	10～20 20倍	150～200L/10a	収穫後発芽前	1回 2回	結果母枝に散布 又は散布	2回以内

覚醒しないため、被覆・加温しても正常な発芽・生育に至らない。正常な発芽・生育には、被覆までに7.2℃以下で400～500時間が必要とされる。このため、実用的な休眠打破剤の処理適期はそれ以降となるため、休眠打破処理の代替効果は500～600時間に相当することになる。

2-3. 休眠と植物ホルモン

ブドウの休眠現象も植物ホルモンが関与していると考えられるが、実用的な利用はない。外生処理の結果、オーキシシン (NAA) は休眠打破効果をほとんど示さず、ジベレリン (GA_3) とアブシジン酸 (ABA) は休眠を遅延する効果を示している。サイトカイニン (BAP) のみ明確な休眠打破効果が認められている (堀内, 1977)。これらのことから、ブドウでは内生サイトカイニン、ABAおよびジベレリンのバランスが休眠覚醒に関与することが示唆されている。

3. 各種休眠打破剤

3-1. 石灰窒素とシアナミド液剤

石灰窒素の主成分は、カルシウムシアナミド ($CaCN_2$) であり、その他石灰、ケイ酸、鉄を含む。通常は緩行性窒素質肥料として元肥に利用されるが、農業効果または線虫類や雑草の防除効果もある。石灰窒素の温水20%浸出液がブドウの自発休眠打破に高い効果を示す (黒井ら, 1963)。研究の結果、休眠打破効果の有効成分は、 $CaCN_2$ であり、浸出中に加水分解を受け、シアナミドイオン (CN^-) として休眠芽の呼吸を阻害することによって、休眠打破を誘起すると

考えられている (黒井, 1985)。処理適期は11月下旬から12月上旬であり、自発休眠の覚醒初期に相当する。発芽促進効果は約10日である。

シアナミド液剤は石灰窒素上澄み液の有効成分であるシアナミド (H_2N-CN) を抽出したもので、希釈するだけ利用できるため、調整の手間が少なく使用しやすい。シアナミド剤は植物成長調節剤に登録され、施設栽培、露地栽培および二度切り栽培で適用される。使用濃度は大粒種 (‘巨峰’ など) で1～0.7%, 小粒種 (‘デラウェア’ など) で0.5%である。

石灰窒素ならびにシアナミドの発芽促進効果は高く、品質改善効果も報告されているが (江崎・高瀬, 2002)、品種や樹勢によっては葉害が生じる。‘デラウェア’ では芽枯れ、枝枯れ、発芽の不揃いなどが発生しやすく、特に樹勢が弱かったり、芽や枝の登熟が悪いと発生しやすい。一方、‘巨峰’ や‘ピオーネ’ では葉害は少ないとされる。処理に当たっては品種や作型にあった使用基準を遵守する必要がある (表-1)。シアナミドはアルデヒドデヒドロゲナーゼを阻害して肝臓のエタノール代謝を抑制するため悪酔いを引き起こす。本剤ならびに石灰窒素の使用前後の飲酒は厳禁である。

3-2. メリット青と硝安

メリット青は全窒素7% (アンモニア態窒素4%, 硝酸態窒素3%), 水溶性リン酸5%, 水溶性カリ5%にマンガンやホウ素など微量元素が含まれる液状複合肥料である。処理適期は自発休眠の完了期で効果が高いため、石灰窒素

やシアナミド剤より遅く1月中・下旬である(赤井ら, 1978)。処理濃度は2倍液が適し、芽の塗布処理により約7日の促進効果がある。ビニール被覆の前後処理でも効果が認められている。硝安(NH_4NO_3)の処理適期はメリット青と同様の1月中旬頃であり、10%液を結果母枝に散布する。散布された窒素は速やかに芽に吸収され、硝酸窒素由来の窒素が多く取り込まれる(望月・米山, 1993a)。その窒素はグルタミンを中心としたアミノ酸によく取り込まれており、その休眠打破効果に栄養的な関与が示唆されている(望月・米山, 1993b)

3-3. エチレン生成関連物質

ブドウの休眠打破処理に伴いエチレン生成量は増加するが、エチレン自体には休眠打破効果は認められていない(堀内, 1977; 東部ら, 1998a)。しかし、エチレンの前駆物質である1-アミノシクロプロパン-1-カルボン酸(ACC)で、ブドウの芽の休眠打破効果が認められている(Mizutani, *et al.*, 1995; 東部ら, 1998b)。東部ら(1998b)が作用機構を検討した結果、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(CoCl_2)では萌芽を抑制したが、エチレン作用阻害剤であるチオ硫酸銀(STS)では萌芽が抑制されなかった。エチレン生合成経路として、ACCからエチレンが生成されると同時にシアンが生成される(Peiser *et al.*, 1983)。これらのことから、ACCによるブドウの休眠打破は、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と推察されている(図-1)。

3-4. グルタチオン

木本性植物の芽の休眠に関連する生体物質としてグルタチオン(GSH)がある(Fuchigami・Nee, 1987)。GSHは細菌から動植物まで広く存

在するペプチド性のチオールであり、グルタミン酸、システイン、グリシンが順次結合したトリペプチドである。GSHは細胞内の主要な抗酸化成分であり、自らのチオール基(SH)を用いて過酸化物や活性酸素種を還元して消去する。グルタチオンには、還元型(GSH)と酸化型(Glutathione disulfide: GSSG)があり、‘デラウェア’の休眠打破処理(温湯処理)によってGSSGは減少し、反対にGSHは増加している(東部ら, 1998a)。さらに、休眠枝へのGSH塗布処理は休眠打破を促進したが、GSSG処理は抑制する傾向があった。東部ら(1998a)は、ブドウの芽の休眠打破には、酸化型GSSGから還元型(GSH)に変化することが重要な役割を担っており、エチレン生合成経路と同時に生成されたシアンがGSSGからGSHへの変換を促進して休眠打破すると推察している(図-1)。GSHは健康・美容の維持に有効であるとして、サプリメントや医薬品として利用されているが、果樹栽培での利用事例はない。

3-5. サルファイド化合物

岡山県の‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’農家がニンニクの搾り汁をせん定直後の切り口に塗布して発芽促進させていた。試験的にも効果が確認され、石灰窒素と同程度の効果が認められた(Kubota・Miyachi, 1992)。有効成分はニンニクに含まれる硫黄含有アリル化合物であり、特に二硫化ジアリル($\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{SSCH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$)が有効であった(Kubota *et al.*, 1992)。5種のアリウム属(*Allium*)で試験した結果、ペースト処理で発芽促進効果はなかったが、気浴処理ではニンニク以外にニラとラッキョウで有効性が確認された。しかし、ニンニク中の有効成分の2硫化ジアリルや3硫化ジアリル($\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{SSSCH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$)より促進効果は小さかつ

た (Kubota *et al.*, 2002)。発芽促進効果を示す揮発性の有効成分の解析を進めた結果、ニラではメチルメルカプタン (CH_3SH) とアリルメルカプタン ($\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{SH}$) であり、ラッキョウは2硫化ジメチル (CH_3SSCH_3) と推察されている (Kubota *et al.*, 2003)。

3-6. 希少糖

希少糖とは自然界に僅かにしか存在しない単糖であり、約50種が知られる。希少糖は活性酸素等のラジカル消去能や抗酸化活性が高く、人体への副作用もほとんどないとされ、医薬品としての開発が進められている。

望岡ら (2004) は、D-プシコースをクマガワブドウおよび‘ネオマスカット’の登熟枝切り口に浸漬処理した結果、休眠打破効果を認めている。作用機作として高濃度D-プシコース処理でエチレン生成が進み、シアンが生成されて休

眠打破すると考えている (図-1)。これらの試験は強制休眠期の試験結果であり、自発休眠期の樹や休眠枝を供試した影響は未解明である。

3-7. 過酸化水素

過酸化水素 (H_2O_2) は不安定で酸素を放出しやすく、非常に強い酸化力をもつヒドロキシラジカルを生成しやすい。活性酸素の一種であるが、フリーラジカルではない。高濃度では強い腐食性を持ち、皮膚に白斑などを生じさせ、可燃物との混合で発火する場合がある。しかし、濃度30%は「過酸化水素水」として、3%は「オキシドール」として、酸化剤、殺菌剤や漂白剤として広く利用されている

落葉果樹の自発休眠は各種のストレス (低温、機械的障害、無酸素) などによって休眠が打破されること、植物がストレス下で活性酸素を生成することから、休眠打破に活性酸素との関連が推察

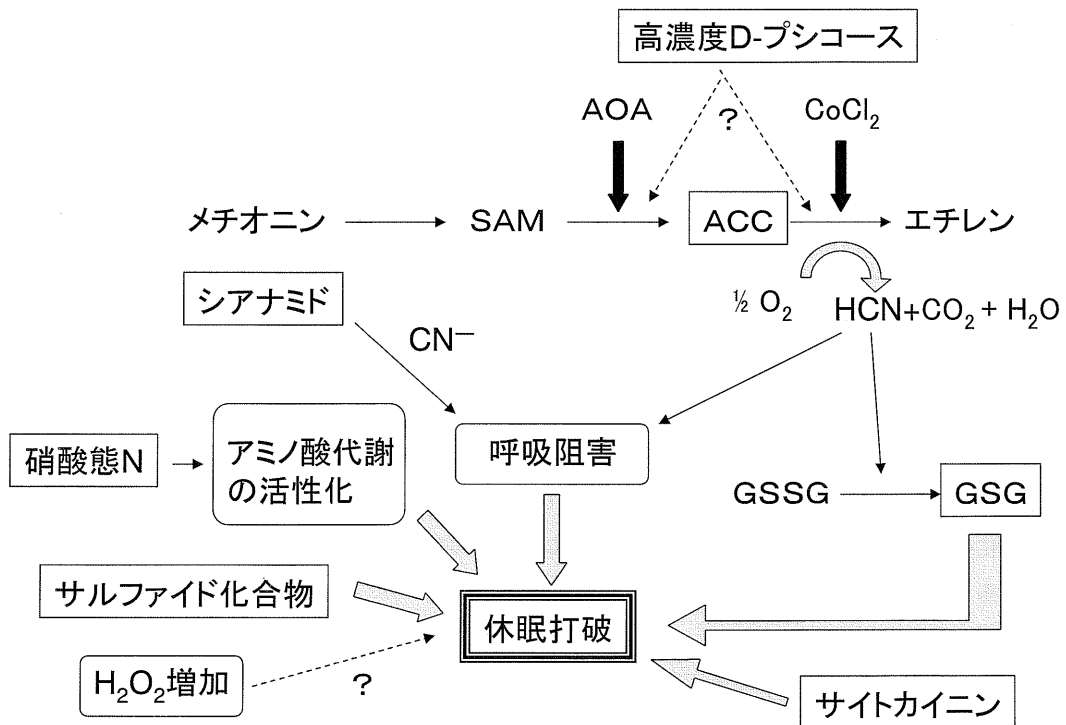


図-1 ブドウの休眠打破機構の模式図

されてきた。ブドウでの研究報告はないが、ニホンナシの花芽において H_2O_2 が自発休眠期に増加し、自発休眠から覚醒した12月下旬に最高となり、それ以降減少することが報告されている (Kuroda *et al.*, 2002)。さらに、‘幸水’の花芽に塗布処理した結果、0.25~10%で休眠打破効果が認められ、11月下旬では2.5%，12月上旬では10%が最も効果があった (Kuroda *et al.*, 2005)。いずれの処理区も葉害は認められていない。

おわりに

ブドウの休眠打破の生理機構については、シアン代謝との関連など研究が進展しつつあるが、依然未解明な点も多い。休眠打破の生理機構がより解明されれば、より効率的な休眠打破法の開発に貢献できると考えられる。本稿で紹介したように物理的な方法を含め、各種薬剤による休眠打破試験の報告は多く (表-2)、一部は特許出願されている。しかし、普及に至っている薬剤は数剤に限られている。今後、休眠生理の機構解明、安価で安全性の高い新規有効薬剤

の探索、ならびに多種多様なブドウ品種に対する知見の積み上げによって、気候温暖化や原油高騰などで予想される施設管理費の増加懸念に対して、より有効な対策技術を確立していく必要がある。

引用文献

- 赤井昭雄・柴田清治・中川正視 (1978) デラウェアブドウの生育に及ぼすポリリン酸系葉面散布剤の休眠期処理の影響. 徳島果試報. 7 : 23-31.
- 江崎幾郎・高瀬輔久 (2002) ブドウ「ロザリオピアンコ」に対する休眠期の石灰窒素とシアンミド処理が発芽、開花と果実品質に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 34 : 121-126.
- Fuchigami, L. H. and Nee, C. C. (1987) Degree growth stage model and rest-breaking mechanisms in temperate woody perennials. Hort. Sci. 22: 836-845.
- 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. 大阪府大学位論文.
- 堀内昭作・中川昌一・加藤彰宏 (1981) ブドウ

表-2 ブドウにおける休眠打破剤の種類と特徴

種 類	処理時期	処理濃度	処理方法	発芽促進日	留 意 点
石灰窒素	11月下旬~12月上旬	20%上澄み液	塗布・散布	約10日	使用前後に飲酒しないこと。
シアナミド	11月下旬~12月上旬	1~2%	塗布・散布	約10日	使用前後に飲酒しないこと。
メリット青	1月中・下旬	2倍液	塗布	約7日	使用濃度を守ること。石灰硫黄合剤と混用しないこと
硝 安	1月中・下旬	10%液	塗布	約7日	使用濃度を守ること。
ニンニク汁液	11月下旬~12月上旬	無希釈	塗布	約10日	せん定直後の切り口に処理する。
ACC	10月下旬	5mM	塗布	約10日	
グルタチオン	10月下旬	5mM	塗布	約10日	
D-ブシコース	3月上旬 ^z	1%	24時間浸漬	約7日	自発休眠への効果は未解明。
過酸化水素	11月上旬~12月上旬	2.5% (11月上旬) 10% (12月上旬)	塗布	約4日	ナシ‘幸水’の試験結果。

^z 休眠期に採取したクマガワブドウの登熟枝を使用した試験 (望阿ら, 2004)。

- の芽の休眠の一般的特徴. 園学雑. 50: 176-184.
- Iwasaki, K. (1980) Effects of bud scale remobal, calcium cyanamide, GA3, and ethephon on bud break of 'Muscat of Alexandria' grape (*Vitis vinifera* L.). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 48: 395-398.
- Kubota, N. and Miyauchi, M. (1992) Breaking bud dormancy in grapevines with garlic paste. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117: 898-901.
- Kubota, N. Yamane, Y. and Toriu, K. (2002). Breaking bud dormancy in grapevine cuttings with non-volatile and volatile compounds of several *Allium* species. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 71: 467-472.
- Kubota, N. Yamane, Y. and Toriu, K. Kawazu, K. Higuchi, T. and Nishimura, S (1992) Identification of active substances in garlic responsible for breaking bud dormancy in grapevines. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 68: 1111-1117.
- Kubota, N. Toriu, K. Yamane, Y. Kawazu, K. Higuchi, T. and Nishimura, S. (2003) Identification of active substances in Chinese chive and rakkyo plants responsible for breaking bud dormancy in grape cuttings. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 72: 268-274.
- Kuroda, H., Sugiura, T. and Ito, D (2002) Changes in hydrogen peroxide content in flower buds of Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) in relation to breaking of endodormancy. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 71: 610-616.
- Kuroda, H., Sugiura, T. and Ito, D (2005) Effect of hydrogen peroxide on breaking endodormancy in flower buds of Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 74: 255-257.
- 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.
- 黒井伊作 (1985) 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影響. 園学雑. 54: 301-306.
- 望岡亮介・長谷川 皓・栗田智弥 (2004). 希少糖D-ブシコースがブドウの芽の休眠打破に及ぼす影響. 園学雑. 73 (別2): 311.
- 望月 太・米山忠克 (1993a) 窒素化合物散布によるブドウの催芽促進と窒素取り込み. 日本土肥. 64: 55-61.
- 望月 太・米山忠克 (1993b) 硝酸アンモニウムおよび石灰窒素によるブドウの催芽促進と塗布窒素代謝. 日本土肥. 64: 62-70.
- Mizutani, F., Hino, A., Amano, S., Kadoya, K., Watanabe, J. and Akioishi, H. (1995) Effect of calcium cyanamide, GA3, and scale removal on bud break, ethylene production and ACC content in grapevine buds. Mem. Coll. Agr. Ehime Univ. 40: 91-97.
- Peiser, G.D., Wang, T. T., Hoffman, N. E. and Yang, S. F (1983) Formation of cyanide from carbon 1 of 1-amino-cyclopropane-1-carboxylic acid during its conversion to ethylene. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 81: 3059-3063.
- 東部光伸・望岡亮介・堀内昭作・尾形凡生・塩

崎修志・黒岡 浩 (1998a) ブドウの芽の高
温による休眠打破時のACCとグルタチオンの
役割. 園学雑. 67: 897-901.

東部光伸・望岡亮介・堀内昭作・尾形凡生・塩

崎修志・黒岡 浩 (1998b) 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. 園学雑. 67: 902-906.

水田初・中期一発処理除草剤

オーグス®

フロアブル

新発売

抵抗性雑草防除の
本命!!

★ 日産化学工業株式会社
〒101-0054 東京都千代田区神田錦町3-7-1 (興和一橋ビル) 03(3296)8141
<http://www.nissan-nouyaku.net/>

新刊

きのこ博士入門

根田仁／著 伊沢正名／写真
A5判 170頁
定価：1,700円＋税

きのこの図鑑というと、秋の季節もので、もっぱら「食用」か「毒」かといったことだけに話題が集中しているようですが、本当は春、夏、冬にも発生する生き物で、菌であるがゆえの不思議さと魅力に満ちています。本書はきのこの生態を中心に、自然界での役割について紹介しています。

全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6
TEL03-3839-9160 FAX03-3839-9172

ホームページ<http://www.zennokyo.co.jp>
Eメール：hon@zennokyo.co.jp