

ニホンナシ '二十世紀' の芽の休眠打破に及ぼす高温処理の影響

田村文男・田辺賢二・伴野 潔・池田隆政*

鳥取大学農学部 680 鳥取市湖山町

Effect of High Temperature Treatment on Breaking of Bud Dormancy in Japanese Pear 'Nijisseiki'

Fumio Tamura, Kenji Tanabe, Kiyoshi Banno and Takamasa Ikeda

Faculty of Agriculture, Tottori University, Koyama-cho, Tottori 680

Summary

Dormant 'Nijisseiki' pear cuttings were treated with 20% calcium cyanamide, an anaerobic condition and high temperature (45 °C). ABA levels in the leaf buds of the pear cuttings were determined after they were chilled (5 °C) for 0, 400, 800 and 1,200 hr and then exposed to the high temperature treatment. Actinomycin D was injected in cuttings before or after high temperature treatment.

1. Leaf and flower buds were released from endodormancy by exposure to 45 °C for 4 hr, whereas buds in ecodormant stage failed to push given the same treatment. Dormancy of flower bud on 'Nijisseiki' pear tree and that of leaf and flower buds on cuttings was broken by exposure to 45 °C for 4 hr an accumulation of 500 Chill units (A chill unit is an hour under 0 °~10 °C). There was no significant difference between the percentage bud break of calcium cyanamide-treated trees and that of the control.

2. ABA level in leaf buds decreased after exposure to 45 °C for 4 hr following 0 and 400 hr chilling; however it increased in buds exposed to 800 and 1,200 hr of chilling.

3. Effect of high temperature treatment was reversed by pre-treatment with Actinomycin D, whereas post-treatment with Actinomycin D did not do so.

緒 言

わが国のニホンナシ栽培においては近年プラスチックフィルムを利用した施設栽培が増加している。現在のところ、ニホンナシにおける有効な芽の休眠打破法は明らかになっていないため、これらは自発休眠終了後にフィルム被覆および加温を行うといった栽培形態がとられている。さらに早期に果実収穫を行うためには芽の休眠打破技術を確認することが必要となる。

一方、著者ら（田村ら、1992）はニホンナシの芽の自発休眠は一定時間の低温に遭遇することにより打破され、その機構には芽中の ABA 含量が減少することが密接に関係していることを報告した。

そこで本実験では、他の落葉果樹で芽の自発休眠打破に効果のみられた石灰窒素浸出液処理（Iwasaki・Weaver, 1977；黒井ら、1963；森元・熊代、1978；

Shulman ら、1983）、高温処理（堀内・中川、1971）および無気処理（堀内・中川、1976）を行い、ニホンナシの芽の休眠打破に及ぼすそれらの影響を調査した。さらに、ニホンナシの芽の自発休眠打破に効果が認められた高温処理の機構を明らかにする目的で、高温処理に伴う芽中の ABA 含量の変化を調査した。これに加え、m-RNA 合成阻害剤であるアクチノマイシン D（実吉、1985）を高温処理前ならびに高温処理後に注入し、高温処理に伴う m-RNA 合成と休眠打破との関係を検討した。

材料および方法

実験1. 高温処理、無気処理および石灰窒素浸出液塗布処理が芽の休眠打破に及ぼす影響

1. 水挿しした葉芽の休眠打破に及ぼす影響：ニホンナシの芽の自発休眠打破に有効な処理方法を検索するため、水挿しした発育枝に対して他の樹種で効果が報告されている石灰窒素浸出液処理

1992年6月8日 受理。

*現在：鳥取県園芸試験場。

(Iwasaki・Weaver, 1977; 黒井ら, 1963; 森元・熊代, 1978; Shulman ら, 1983), 高温処理 (堀内・中川, 1971) および無気処理 (堀内・中川, 1976) を行った。

1989 年の調査: 11 月 14 日に '二十世紀' 樹から葉芽の多く着生している發育枝を採取し, 頂部 3 節を切りとった後, それ以下の葉芽の着生している 10 節を 1 節ずつに切りわけた。これらの枝に対し, 石灰窒素浸出液塗布処理: 肥料用石灰窒素 20% 浸出液を筆を用いて芽および枝に塗布, 高温処理: 45℃ に設定した定温庫に搬入後, 1, 2, 4 および 8 時間後に搬出, および無気処理: 0.1 mm 厚のポリエチレン袋中に枝を入れ, 真空ポンプで脱気後, 窒素ガスを封入し 20℃ 下で 20 時間および 40 時間静置, を行った。石灰窒素浸出液の調整は森元・熊代 (1978) の方法に従った。それぞれの処理区には 30 本の枝を用いた。これらの処理を行った後, 水挿しし, 7 日ごとの芽の生育段階を記録し, 催芽率を求めた。なお, 本実験では花芽および葉芽とも芽の生育段階をすべて以下の 7 段階にかけて調査した。1: 未発芽, 2: りん片がわずかに生長, 3: 催芽, 4: 萌芽直前, 5: 萌芽, 6: りん片脱落, 7: 展葉および開花。

1990 年の調査: 11 月 2 日に '二十世紀' の發育枝を採取し, 水挿しした後, 5℃ に設定した低温庫に搬入した。これらを 0, 200, 400, 800, 1,200 時間後に取り出し, 葉芽の着生した節を 1 節ずつに切りわけた。

それらを 35°, 40°, 45° および 50℃ に設定した定温庫に搬入し, 4 時間後に取り出した。以上の処理を行った後, 1989 年と同じ方法で葉芽の催芽率を求めた。

2. 水挿しした側枝上の葉芽, えき花芽および短果枝と 2 年生樹の短果枝の休眠打破に及ぼす影響: 1989 年および 1990 年の実験結果をもとに, 1991 年には水挿しした側枝および鉢植えの 2 年生樹について高温処理および石灰窒素 20% 浸出液塗布処理を行った。

'二十世紀' 樹から 4 年生で長さ約 150 cm の側枝を 11 月 14 日および 12 月 26 日に採取し, 葉芽, えき花芽および短果枝の数が同一になるように剪定した後, 水挿しした。これらの側枝について実験 1 と同様に 45℃ で 4 時間の高温処理と石灰窒素 20% 浸出液の塗布処理を行った。各処理区それぞれ 5 本の側枝を用いた。処理後, 最低気温 18℃ に設定したガラス温室に搬入し, 10 日ごとに 30 日後まで葉芽, えき花芽および短果枝の發育程度を観察した。

また, 1991 年 10 月 25 日, 11 月 14 日, 12 月 26 日および 1992 年 1 月 24 日にポット植えの 2 年生 '二十世紀' 樹を供試し, 短果枝の着生した部分で切り返しを行った後, 側枝と同じ処理を行った。処理後, 側枝と同じ方法で短果枝の發育程度を観察した。

なお, 材料を採取した圃場の気温を自記温度記録計で測定し, 浅野・奥野 (1990) の方法に従って採取日の Chill unit を求めた。

実験 2. 高温処理が芽中の ABA 含量に及ぼす影響

実験 1 のうち, 1990 年に行った高温処理区の一部の葉芽を用い, ABA 含量を測定した。'二十世紀' の發育枝を低温庫に搬入後, 0, 400, 800, 1,200 時間後に取り出し, 45℃ で 4 時間の高温処理を行った。それらの葉芽を処理前, 処理終了 24 時間後および処理終了 72 時間後に基部から切り取り, 3.0 g ずつ採取した。これらに生体重の 10 倍量の 80% 冷メタノール (0.3% アルコルビン酸加用) を加え, ホモジェナイザーで磨砕後, 0℃ で 24 時間静置し上澄み液を得た。この操作をさらに 2 回繰り返す, 得られた上澄み液をあわせ, 伴野ら (1985) の方法に従い, 酢酸エチル可溶性酸性分画を得た。この分画を減圧乾固した後, ジアゾメタンでメチルエステル化し, ガスクロマトグラフ (検出器 ECD, 島津 GC-7) で ABA を定量した。

実験 3. アクチノマイシン D 処理が高温処理による葉芽の休眠打破に及ぼす影響

1991 年 11 月 4 日に '二十世紀' の發育枝を採取し, 5 節に切りそろえ, 45℃ で 4 時間の高温処理の 1 日前または直後に, $2 \mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$ および $20 \mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$ の濃度のアクチノマイシン D を注入した。また, 無処理の枝に蒸留水を注入する区も設けた。アクチノマイシン D および蒸留水の注入は, 枝の基部とシリンジをシリコンゴムチューブでつなぐことによって行い, 枝 1 本当たり 2 ml を緩やかに圧入した。これらの処理後 1 節ずつにわけ, 実験 1 と同じ方法で葉芽の催芽率を調査した。

結果および考察

実験 1. 高温処理, 無気処理および石灰窒素浸出液塗布処理が芽の休眠打破に及ぼす影響

1. 水挿しした葉芽の休眠打破に及ぼす影響: 1989 年に行った各処理区の処理 21 日後における葉芽の催芽率を第 1 表に示した。無処理区の葉芽は催芽に至らず, すでに自発休眠に入っているものと

Table 1. Effects of high temperature, anaerobiosis and calcium cyanamide treatments on leaf bud break of 'Nijisseiki' pear cuttings.

	Treatment ^y							
	45°C				Anaerobic		Calcium cyanamide	Control
	1 hr	2 hr	3 hr	4 hr	20 hr	40 hr		
Bud break (%) ^z	25.0 bc ^x	40.0 b	70.0 a	90.0 a	0.0 c	40.0 b	35.0 b	0.0 c

^z 21 days after forcing.^y Treated on 14 Dec. 1989.^x Mean separation by Duncan's multiple range test, 5% level.**Table 2.** Effects of high temperature on leaf bud break (%) of 'Nijisseiki' pear cuttings.

Treatment ^y Temp. (°C)	Bud break (%) ^z				
	Chilling hr				
	0	200	400	800	1,200
35.0	40.0 b ^x	50.0 a	90.0 a	90.0 ab	100.0 a
40.0	50.0 b	45.0 a	75.0 ab	100.0 a	90.0 a
45.0	85.0 a	65.0 a	85.0 a	100.0 a	70.0 b
50.0	5.0 c	0.0 b	0.0 c	0.0 c	0.0 c
Control	17.0 c	7.0 b	60.0 b	75.0 b	100.0 a

^z 21 days after forcing.^y Treated for 4 hr.^x Mean separation by Duncan's multiple range test, 5% level.

思われた。これに対し、無気処理 20 時間区を除くいずれの区においても催芽率は有意に高くなった。したがって、ブドウ (Iwasaki・Weaver, 1977; 黒井ら, 1963; 森元・熊代, 1978; Shulman ら, 1983), リンゴおよびセイヨウナシ (森元・熊代, 1978) で報告されている石灰窒素浸出液処理, ブドウで報告されている高温処理 (堀内・中川, 1971) および無気処理 (堀内・中川, 1976) はいずれもニホンナシの芽の休眠を打破する効果があると考えられた。しかし, 本実験における石灰窒素浸出液塗布処理は, ブドウ, リンゴおよびセイヨウナシで報告されているような高い休眠打破効果を示さなかった。したがって, ニホンナシの芽の休眠打破に及ぼす石灰窒素浸出液の効果については処理濃度および処理時期との関連で今後の検討が必要である。本実験において最も催芽率が高かったのは 45°C, 4 時間処理区であり, その 21 日後の催芽率は 90% であった。堀内ら (1981) が示したブドウの芽の休眠の段階に当てはめられた場合, 45°C, 4 時間処理区においては自発休眠はほぼ打破されたものと思われた。また, 堀内ら (1971) がブドウを用いて行った実験で

は 45°C で 24 時間から 48 時間の処理で休眠が打破されたことと比較して, ニホンナシにおいては, 短時間の高温遭遇で芽の休眠が打破されるものと考えられた。なお, 45°C で 8 時間処理した場合, 一部の芽では, 高温障害と思われる褐変が観察された。

1990 年に行った高温処理 21 日後の催芽率を第 2 表に示した。無処理区の催芽率は低温処理 200 時間では採取時より低くなり, 次いで 400 時間では 60%, 800 時間では 75% と高くなり, 1,200 時間では 100% に達した。この結果を前報 (田村ら, 1992) と同様に堀内ら (1981) の報告に当てはめると, 低温処理 0 時間および 200 時間の葉芽は深い自発休眠期にあり, 低温処理 400 時間では覚醒期初期に, 800 時間では覚醒期後期に当たり, 1,200 時間の葉芽はすでに自発休眠が打破されたものと考えられた。

一方, 40°C および 45°C 区では, 低温処理 0 時間から 800 時間までの処理で, また 35°C 区では 0 時間から 400 時間までの処理で, 催芽率が無処理区に比べ有意に高かった。50°C 区では, いずれの低温処理時間においても催芽率が著しく低下し, 葉芽の枯死が観察

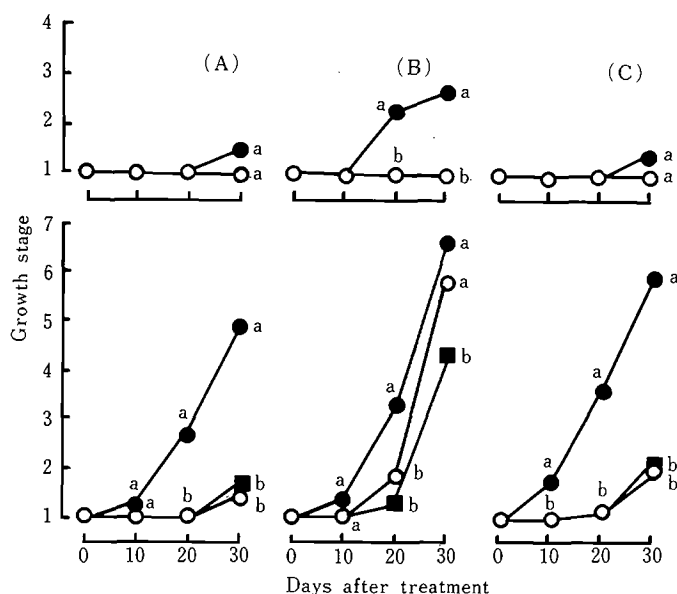


Fig. 1. Effect of high temperature and calcium cyanamide on bud break of (A) leaf bud, (B) axillary flower bud and (C) spur on 'Nijisseiki' pear cuttings. Upper row; treated at 14 Nov. (Chill unit 32), Lower row; treated at 26 Dec. (Chill unit 515). Control; (○), High temperature; (●), Calcium cyanamide; (■). Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level of Duncan's multiple range test.

された。深い自発休眠期に当たる低温処理0時間および200時間での高温処理においては、45℃区の催芽率が最も高かった。処理21日後の催芽率は低温処理0時間および200時間の処理では85%および65%であり、自発休眠はほぼ打破されたものと考えられた。低温処理400時間および800時間に行った処理では35℃、40℃および45℃区に有意な差は無く、また無処理区との差も小さかった。さらに、低温処理1,200時間での高温処理においては処理温度が高くなるにつれて、催芽率が低下する傾向が認められ、45℃区の催芽率は無処理区に比べ低かった。

1990年および1991年の結果より、ニホンナシの葉芽の休眠は自発休眠期に30℃から45℃の条件に4時間程度遭遇することで浅くなり、また休眠の最も深い時期でも45℃程度の高温処理によって自発休眠がほぼ打破されるものと考えられた。

2. 水挿しした側枝上の葉芽、えき花芽および短果枝と2年生樹の短果枝の休眠打破に及ぼす影響：側枝に対して行った各種の処理が処理後の芽の生育に及ぼす影響を調査した結果を

第1図に示した。Chill unit 32の11月14日に温室に搬入した無処理区の葉芽、えき花芽および短果枝はいずれも30日後まで催芽に至らず、深い自発休眠期にあるものと考えられた。また、処理区の内、30日後までに催芽が観察されたのは、高温処理区のえき花芽のみであった。しかし、高温処理区においても1芽挿しの葉芽で認められたような高い休眠打破効果はみられなかった。一方、Chill unit 515の12月26日の処理では、無処理区においてもえき花芽で20日後から催芽がみられ、30日後には開花に至った。しかし、無処理区の短果枝は30日後に催芽したのみであり、また葉芽は催芽しなかった。このことは、露地条件下でのニホンナシ「二十世紀」の芽の自発休眠がえき花芽で最も早く打破され、次いで短果枝、葉芽の順であることを示唆している。また、石灰窒素浸出液塗布処理区は、葉芽および短果枝では無処理区とはほぼ同程度の生育を示したが、えき花芽では無処理区よりも生育が遅れる傾向であった。これに対し、高温処理区では、葉芽、えき花芽および短果枝とも無処理区に比べ著しく生育が早く、自発休眠はほぼ打破されたものと思わ

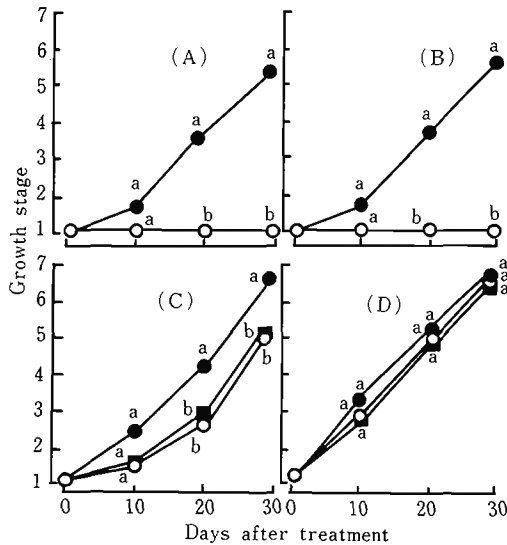


Fig. 2. Effect of high temperature and calcium cyanamide on flower bud break of 'Nijisseiki' pear tree. (A) Treated on 25 Oct. (Chill unit 0), (B) 14 Nov. (Chill unit 32), (C) 26 Dec. (Chill unit 515) and (D) 24 Jan. (Chill unit 1,200). Control; (○), High temperature; (●), Calcium cyanamide; (■). Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level of Duncan's multiple range test.

れた。

2年生「二十世紀」の生育に及ぼす高温処理および石灰窒素浸出液塗布処理の影響を調査した結果を第2図に示した。また、第3図は、4月下旬におけるすべての処理区の樹体の生長状態を示したものである。Chill unit 0の10月25日およびChill unit 32の11月14日の処理では、30日後までに催芽が認められたのは高温処理区のみであり、この区では30日後には、ほぼ出らにに至った。また、Chill unit 515の12月26日の処理では、石灰窒素浸出液塗布処理区と無処理区との生育には差がみられなかった。一方、高温処理区では無処理区に比べ明らかに生育が早かった。また、Chill unit 1,200の1月24日の処理では処理区間に生育の差はみられなかった。

4月下旬における無処理区の樹体の生育状況は、10月に搬入した区ではまったく催芽がみられず、11月搬入区においても先端の1芽が展葉しただけで、Chill unit 0および32の段階においては深い自発休眠期にあったものと考えられた。12月に搬入した区では、展葉が観察されたものの新梢の發育には至らず、

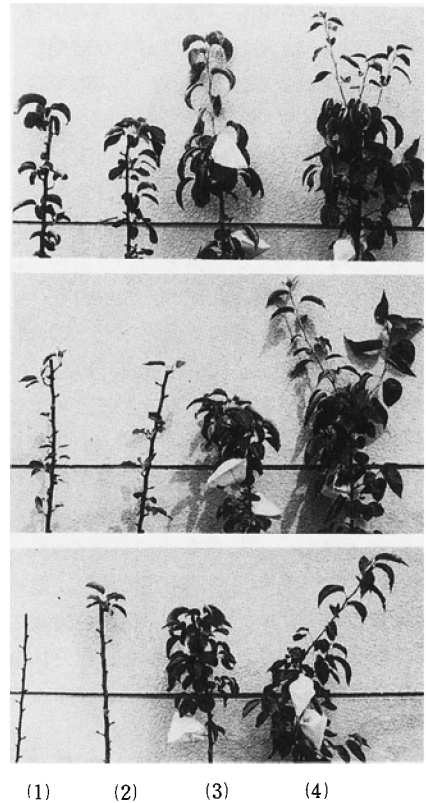


Fig. 3. Effect of high temperature and calcium cyanamide on growth of 'Nijisseiki' pear tree. (1) Treated on 25 Oct. (Chill unit 0), (2) 14 Nov. (Chill unit 32), (3) 26 Dec. (Chill unit 515) and (4) 24 Jan. (Chill unit 1,200). Upper; high temperature. Mid; Calcium cyanamide. Lower; control.

これに対し1月に搬入した区では新梢發育がみられた。このことから、Chill unit 515の12月26日の時点では自発休眠の覚醒期に当たり、Chill unit 1,200の1月26日では自発休眠は完全に打破されていたものと思われる。石灰窒素浸出液塗布処理を行った樹体の生育には、10月および11月処理では40日以降にわずかに展葉したものの無処理区との間に大きな差がなかった。森元・熊代(1978)はリンゴおよびセイヨウナシの幼木を用いた実験で、芽が低温にある程度遭遇し、休眠がやや浅い時期に石灰窒素浸出液を処理することにより休眠を打破できるとしている。本実験では森元・熊代(1978)の用いたものと同じの濃度で処理したが、十分な休眠打破の効果は得られなかった。したが

って、ニホンナシの休眠打破に対する石灰窒素浸出液の効果については、処理の濃度および時期についてのより詳細な調査が必要であろう。本実験で行った高温処理は深い自発休眠期においても休眠を浅くする効果があることが認められた。また、12月下旬の処理により新梢生長が認められたことから、覚醒期での高温処理は休眠を打破する効果があると考えられた。ところが、側枝および完全な樹体を用いた場合には、発育枝を1芽挿しにした場合に比べ、深い自発休眠期における高温処理の効果が極めて低かった。これは、リングを用いた実験 (Paiva・Robitaille, 1978) で指摘されているように、枝を切断することによって切断部付近の芽の休眠が浅くなり、その結果、1芽挿しでは深い自発休眠期においても高い処理効果が得られるものと考えられた。

また、幼木においては自発休眠打破後の1月26日の高温処理区で一部の花芽に小花の枯死が認められた。一方、発育枝の1芽挿しでは自発休眠打破後の高温処理により催芽が抑制されたことから、自発休眠の覚醒に伴って高温に対する芽の耐性が低下するものと考えられた。

実験2. 高温処理が芽中のABA含量に及ぼす影響

高温処理に伴う葉芽中のABA含量の変化を第4図に示した。ABA含量は低温処理0時間の深い自発休眠期および400時間の覚醒期初期での処理によって24時間後、72時間後ともに低下した。これに対し、低温処理800時間の覚醒期後期および1,200時間の自発休眠完了後の高温処理では、24時間および72時間後のABA含量は処理前より高くなった。ニホンナシにおいて芽中のABA含量が低温によって減少し、このことが自発休眠の完了に深く関与していることは、前報 (田村ら, 1992) ですでに指摘した。本実験では、800時間までの高温処理は明らかな休眠打破効果を示し、逆に1,200時間での処理は催芽を抑制した。ニホンナシの場合、深い自発休眠期および覚醒期初期での高温処理によりABA含量は低くなり、このことが自発休眠の打破に関与しているものと考えられた。一方、休眠打破後の高温処理はABA含量を増加させ、このことが催芽抑制の一因と考えられた。これらの点から、高温処置時の休眠のステージによって処理後のABA含量が異なる点が休眠打破に関係しているものと考えられる。しかし、覚醒期後期での高温処理は休眠打破に有効であるが、ABA含量はむしろ高くなる

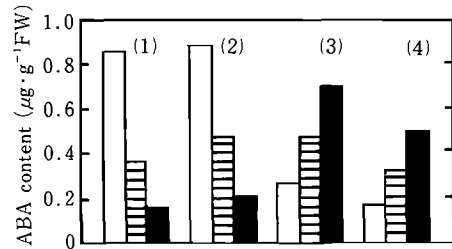


Fig. 4. Effect of high temperature on ABA content in leaf bud of 'Nijisseiki' pear cuttings. Treated at (1) 0 hr chilling; (2) after 400 hr chilling; (3) after 800 hr chilling; (4) after 1,200 hr chilling. (□) ; Before treatment, (▨) ; 24 hr after treatment. (■) ; 72 hr after treatment.

ことは、ABA含量の低下のみで休眠打破を説明できないことを示しており、他の植物ホルモンの増減についても詳細な調査が必要である。さらに、休眠のステージにより高温処理後の内生ABAの含量が異なる点についても今後検討する必要がある。

実験3. アクチノマイシンD処理が高温処理による葉芽の休眠打破に及ぼす影響

アクチノマイシンDを注入処理した結果を第3表に示した。無処理区の催芽率は15%であり、自発休眠中であることが明らかである。高温処理区および高温処理後のアクチノマイシンD $2 \mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$ および $20 \mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$ 処理区の催芽率は同程度で、しかも無処理区に比べ極めて高い値を示した。これに対し、高温処理1日前にアクチノマイシンD $2 \mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$ および $20 \mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$ を処理した区の催芽率は、無処理区とはほぼ同じであった。アクチノマイシンDは、本実験で用いたものと同程度の濃度の処理で、DNA依存のm-RNAの合成を阻害する (実吉, 1985) ことが知られている。このことから、アクチノマイシンDが高温処理前に芽中に存在すれば、高温処理中および処理後の新たなm-RNA合成を阻害し、また高温処理後であればそれ以降のm-RNA合成を阻害すると考えられる。したがって、高温処理前のアクチノマイシンD処理により高温処理の休眠打破効果が低下したのは、高温処理中およびそれ以降のm-RNAの合成が阻害されたことによると思われる。また、高温処理後のアクチノマイシンD処理により高温処理の休眠打破効果に変化はみられなかった。このことは高温処理中に新たなm-RNAの合成阻害を受けると、高温処理の休眠打破効果は低下することを示している。

Table 3. Effects of high temperature and pressure injected Actinomycin D on leaf bud break of 'Nijisseiki' pear cuttings.

	Treatment ²					
	45°C	45°C + Act.2	45°C + Act.20	Act.2 + 45°C	Act.20 + 45°C	D. W. Control
Bud break (%) ³	90.0 a ^x	80.0 a	85.0 a	20.0 b	15.0 b	35.0 b 15.0 b

² 45°C: 45°C × 4 hr. Act. 2: Actinomycin D 2 μ g · ml⁻¹. Act. 20: Actinomycin 20 μ g · ml⁻¹. D. W.: Distilled water. 45°C + Act. 2 or Act. 20: Actinomycin D was injected after high temperature treatment, Act. 2 or Act. 20 + 45°C: Actinomycin D was injected before high temperature treatment.

³ 21 days after forcing.

^x Mean separation by Duncan's multiple range test, 5% level.

以上を総合すると、高温処理中には、休眠打破に係する新たな m-RNA が合成されている可能性が高いことが推測される。また、蒸留水のみの注入によっても催芽率がやや高くなったことは、ワケギ (Kuraishi ら, 1989) において減圧吸水処理により ABA が急速に減少し、休眠が打破されたという報告と類似した機構によるものと考えられた。

摘 要

1. ニホンナシ '二十世紀' の切り枝を用いて高温処理、無気処理および石灰窒素 (20%) 塗布処理を行った。葉芽の休眠打破に対する効果は、自発休眠期における 45°C、4 時間処理で最も高く、一方、自発休眠打破後の 45°C、4 時間処理は催芽を阻害した。4 年生側枝の切り枝および 2 年生幼木に対し、高温処理および石灰窒素塗布処理を行った。Chill unit 515 での 45°C、4 時間処理により側枝の葉芽、えき花芽および短果枝と幼木の短果枝の休眠は打破された。石灰窒素塗布処理は明確な休眠打破効果を示さなかった。

2. 連続した低温 (5°C) に 0, 400, 800, 1,200 時間遭遇した切り枝を、45°C で 4 時間処理した後、20°C 下に置き 24 時間後と 72 時間後に葉芽中の ABA 含量を調査した。ABA 含量は 0 時間および 400 時間での処理では低下したが、800 時間および 1,200 時間での処理では増加した。

3. 45°C で 4 時間処理する前と後の切り枝にアクチノマイシン D を注入し葉芽の休眠打破に及ぼす影響をみた。処理前の注入は高温処理の休眠打破効果を低下させたが、処理後の注入は高温処理の効果を阻害しなかった。

引用文献

浅野聖子・奥野 隆. 1990. ニホンナシ「幸水」、「豊水」の自発休眠覚醒時期と低温要求量. 埼玉園試研報. 17: 41-46.
伴野 潔・林 真二・田辺賢二. 1985. ニホンナシに

おける花芽形成の品種間差異と内生生長調節物質の関係. 園学雑. 54: 15-25.

堀内昭作・中川昌一. 1971. 果樹の休眠に関する研究. (第 2 報). 休眠打破について (ブドウ). 園学要旨. 昭 46 春: 132-133.

堀内昭作・中川昌一. 1976. ブドウの芽の休眠に関する研究. (第 4 報). 密封条件下における休眠打破. 園学要旨. 昭 51 春: 82-83.

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.

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.

Kuraishi, S., D. Yamashita, N. Sakurai and S. Hasegawa. 1989. Changes of abscisic acid and auxin as related to dormancy breaking of *Allium wakegi* bulblets by vacuum infiltration and BA treatment. J. Plant Growth Regul. 8: 3-9.

黒井伊作・白石義行・今野 茂. 1963. ブドウの休眠打破に関する研究. (第一報). ガラス室栽培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: 176-180.

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.

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.

実吉峯郎. 1985. 真核生物 RNA 合成阻害剤. p. 154-172. 日高弘義編著. 阻害剤研究法. 共立出版. 東京.

Shulman, Y., G. Nil, L. Fanberstein and S. Lavee. 1983. The effect of cyanamide on release from dormancy of garapevine buds. Scientia Hort. 19: 97-104.

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、呼吸および内生生長調節物質に及ぼす影響. 園学雑. 60: 763-769.