カキ ‘刀根早生’ の早期加温栽培における発芽促進のための加温条件の検討

杉村輝彦[†]・脇坂 勝・今川順一

(奈良県農業総合センター果樹振興センター)

Examination of Heating Condition for Promotion of Bud Burst on Japanese Persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) ‘Tonewase’ in the Forced Culture

Teruhiko SUGIMURA[†], Masaru WAKISAKA, and Junichi IMAGAWA

(Nara Fruit Tree Research Center, Gojo, Nara 637-0105)

Abstract

This study investigated forcing conditions for promoting bud bursting in the forced culture of the ‘Tonewase’ persimmon. Bud burst occurred earlier with the advance of the forcing starts when cuttings, with the Development Index (*DVI*) for endodormancy breaking of ‘Tonewase’ persimmon greater than 0.60, were forced at 18°C or 24°C. Furthermore, bud burst occurred earlier with the advance of forcing starts when cuttings, with the *DVI* were greater than 0.91, were forced at 11°C or 15°C. Pre-heating to 5°C or 8°C, most effective temperatures for endodormancy breaking before forcing at 15°C, similarly promoted bud burst of cuttings. The bud burst rate of cuttings was examined using pre-heating at 8°C for 9–40 days before 15°C forcing between 13 December and 12 January from 2003 to 2005. Pre-heating at 8°C for 20 days before 15°C forcing, to render the *DVI* as greater than 1, promoted bud burst of cuttings five days earlier compared with no pre-heating. Pre-heating of ‘Tonewase’ persimmon trees in the air temperature range between 6–8°C and 10–15°C in a greenhouse for 17–29 days induced the bud burst stage two to five days earlier compared with no pre-heating. These results suggest that, in the forcing culture of the ‘Tonewase’ persimmon, the forcing start date and set temperature can be determined according to the degree of endodormancy completion based on the *DVR* model, and that bud break can be further advanced by pre-heating at temperatures effective for endodormancy completion before forcing.

Key words: bud burst, Developmental Index, forced culture, persimmon, pre-heating

キーワード: 加温栽培, カキ, 発育指数, 発芽, 予備加温

1. はじめに

奈良県ではカキ ‘刀根早生’ の加温栽培が約 16 ha で行われている。現在, 12 月 20 日～1 月 10 日頃に加温開始される早期加温栽培では 6 月下旬頃からの収穫が可能であり, 単価が高く粗収益が多い。その反面, 生育期が厳冬期に当たるため重油消費量は多くなり, 原油価格の高騰も相まって生産コストは高く, 経営を圧迫している。さらに高単価を目指して超早期出荷が望まれている

が, 加温開始を早めたり, 高い温度で加温しても自発休眠覚醒が不十分であると発芽期は早くならず, 重油の浪費につながる可能性が高い (Sugimura *et al.*, 2006)。したがって, Kaminaka (1998) や Sugiura (2002) が指摘するように, 早期に出荷するために, 自発休眠覚醒を早めることも低コストで生育促進効果を高める方法の一つと考えられる。

落葉果樹の自発休眠覚醒法として, カキでは薬剤処理 (Fujimoto and Tomita, 1995) やコンテナ栽培樹での低温処理 (Noguchi *et al.*, 1997), オウトウでは冷蔵庫や山上げによる低温処理 (Sasaki, 1997), ニホンナシでは

2006 年 11 月 30 日 受付, 2007 年 5 月 14 日 受理

[†] Corresponding Author:

高温処理 (Tamura *et al.*, 1993) などの方法が有効であるとの報告はあるが、地植え樹のカキで適用できない。一方、自発休眠覚醒後は加温温度が高い方が発芽が早いことは‘富有’ (Chujo, 1982) や‘前川次郎’ (Ito *et al.*, 2006) で明らかにされているが、自発休眠覚醒期以前については不明であり、自発休眠覚醒程度に応じた加温条件は明らかとなっていない。著者らはカキ‘刀根早生’の切り枝を用いて自発休眠覚醒モデル (DVR モデル) を作成し、このモデルが地植え樹に適用できることを確認するとともに、自発休眠覚醒程度に応じて発芽期を推定できた (Sugimura *et al.*, 2006)。ここでは、カキ‘刀根早生’の早期加温栽培における発芽促進を目的として、DVR モデルに基づいて加温開始時期と加温温度を検討するとともに、自発休眠覚醒に最も有効な温度で予め加温する予備加温法の発芽促進のための条件と実用性を検討した。

2. 材料および方法

2.1 切り枝の発芽に及ぼす加温開始時の DVR と加温温度の影響 (実験 1)

1) 切り枝の採取および調整

奈良県果樹振興センター (五條市西吉野町湯塩) 内の普通加温ハウスに植栽されている 12 ~ 13 年生‘刀根早生’の 1 年生枝を採取して試験に供した。採取時期は栽培年次が 2003 年については 11 月 21 日からほぼ 10 日おきに 2004 年 1 月 9 日まで採取し、13 ~ 24 本ずつ供試した。2004 年については 2004 年 11 月 24 日からほぼ 10 日おきに 2005 年 1 月 12 日まで採取し、10 ~ 15 本ずつ供試した。切り枝は 20 ~ 25 cm 程度の長さに調整し、先端 3 芽を残してその他の芽は除去し、水を入れた 200 mL の培養瓶に挿した。また、水揚げを良くするために 5 ~ 10 日おきに基部を 5 mm 程度水中で切除した。

2) 発芽促進のための加温処理

切り枝の発芽を促すために 2003 年は 11℃ (24 時間日長, 照度約 500 lx), 15℃ (24 時間日長, 照度約 3000 lx) および 24℃ (24 時間日長, 照度約 500 lx) に設定した恒温槽あるいは人工気象器内に置いて加温した。2004 年は上記加温温度に 18℃ (暗黒) 加温区も追加して試験を行った。温度の精度は ± 1℃ 以内になるように調整した。切り枝は 3 ~ 10 日ごとに発芽の有無を確認し、発芽率が 50% を超えた日を調査した。なお、芽の長さが加温開始時の 2 倍以上になり、りん片の間がわずかに緑色を帯びた時点を発芽とみなした。

3) 加温開始時の DVR の算出

ハウス内の気温は、電動ファンを取り付けた通風筒を地上約 170 cm に設置し、筒の中央部に温度データロガー (おんどとり Jr., ティアンドディ社製) のセンサーを配置して気温を測定した。既報 (Sugimura *et al.*, 2006) と同様に、9 月以降に最低気温が 18℃ 未満となる日を起算日とし、1 時間ごとの気温 (0.1 ~ 17.9℃) をカキ‘刀根早生’の自発休眠覚醒モデル (DVR モデル) に入力して加温開始時の発育指数 (Developmental Index: DVR) を算出した (Fig. 1)。なお、発育速度 (Developmental Rate: DVR) は特定の温度に 1 時間遭遇したときの自発休眠覚醒に向かって進む生育量とされ、その総和である DVR が 1 となったとき、自発休眠覚醒期と定義される (Sugiura and Honjo, 1997)。

2.2 切り枝の発芽に及ぼす予備加温の影響 (実験 2)

1) 予備加温処理

2003 年は 11 月 21 日から 12 月 31 日までほぼ 10 日おきに切り枝を採取した。Fig. 1 で示したように自発休眠覚醒に最も有効な温度である 5℃ あるいは 8℃ に設定した恒温槽内 (暗黒下) に切り枝を搬入し、予備加温処理を行った。なお、各温度とも精度は ± 1℃ 以内になるように

Fig. 1. Developmental Rate Model of ‘Tonewase’ persimmon (Sugimura *et al.*, 2006).

調整し、処理日数は9～40日とした。2004年は12月3日から2005年1月2日までほぼ10日おきに切り枝を採取し、8℃で予備加温処理を9～20日間行った。2.1節の3)と同様にして予備加温開始時のDVIを計算するとともに、予備加温中は恒温槽内に温度データロガー（おんどとりJr., ティアンドディ社製）を置いて、庫内温度を測定し、同様にして予備加温期間中のDVRを計算した。

2) 発芽促進のための本加温処理

予備加温終了後、切り枝は発芽を促すために15℃（24時間日長、照度約3000 lx）に設定した人工気象器内に置いて本加温した。なお、ここでは予備加温と区別するため発芽を促す目的の加温を本加温と呼ぶ。温度の精度は±1℃以内になるように調整した。無処理として、予備加温終了時にハウス内の自然条件下で自発休眠覚醒させた1年生枝を2003年は12月22日、12月31日および2004年1月9日、2004年は12月13日、2005年1月2日および1月12日に採取した。これらの切り枝も上記の予備加温が終了した切り枝とともに本加温して発芽を促した。本加温した切り枝は3～10日ごとに発芽の有無を調査した。

2.3 地植え樹の生育に及ぼす予備加温の影響（実験3）

1) 早期加温栽培における生育期の調査

予備加温処理には面積1.4 aの単棟アーチ型ハウス内の4～5年生‘刀根早生’で、地上0.9 mに幅1.1 mのテーブル面に誘引した低面ネット栽培樹を供試した。栽培年次が2003年では、12月4日にビニルフィルムで被覆し、12月10日から最低気温が8℃以上になるように暖房を開始し、最高気温が15℃以下になるように自動換気して、予備加温を29日間行った。2004年1月8日からは最低気温15℃以上、最高気温30℃以下になるように本加温を行った（Table 2）。なお、収穫終了後も外張りフィルムは被覆したままとした。2004年では12月7日から最低気温6℃以上、最高気温10℃以下になるように予備加温を17日間行い、12月24日から最低気温15℃以上、最高気温30℃以下になるように本加温を行った（Table 2）。なお、予備加温時は一重被覆とし、本加温開始時に内張フィルムを設置して二重被覆とした。無処理区は予備加温を行わず、自然条件下で自発休眠を覚醒させた区とした。慣行区として、2003年では面積5 aで4連棟アーチ型ハウス内の200～315 Lの根域制限を行った7～8年生主幹形樹の‘刀根早生’を供試した。2004年は面積10 aで4連棟アーチ型ハウスの平棚仕立て13年生の‘刀根早生’を供試した。いずれも最低気温を8℃から10日おきに2℃ずつ昇温する慣行の加温体系とした（Table 2）。各処理区の10～15樹について、発芽期、展葉期および開花盛期を調査した。なお、発芽期は結果母枝先端

の2～3芽が樹全体の20～30%程度緑色を帯びた日とした。また、展葉期は結果母枝の先端の2～3芽の第1葉が樹全体の20～30%程度展葉した時期、開花盛期は樹の80%の花が開花した日とした。加温開始から発芽期までの燃料消費量については、ボイラーの燃焼時間から、予備加温区および無処理区は灯油、慣行は重油の10 a当たりの消費量を算出した。

2) 予備加温および本加温開始時のDVIの算出

2003年については、予備加温開始時および無処理の本加温開始時のDVIは、センター内（標高約250 m）に設置された気象観測装置の1時間ごとの気温データにより算出した。予備加温あるいは本加温開始後のハウス内の気温は、電動ファンを取り付けた通風筒を予備加温区および無処理区では樹冠部である地上約90 cm、慣行区では約170 cmに設置した筒の中央部に温度データロガー（おんどとりJr., ティアンドディ社製）のセンサーを配置して気温を測定し、2.1節の3)と同様にしてDVIを算出した。2004年については各ハウス内に設置した温度データロガーにより、予備加温時および本加温時のDVIを算出した。

3. 結 果

3.1 切り枝の発芽に及ぼす加温開始時のDVIと加温温度の影響（実験1）

加温温度が18℃と24℃ではDVIが0.6以降、加温開始が早いほど切り枝の発芽率が50%を超えた日は早くなった（Table 1）。なお、加温温度が24℃ではDVIが0.47で加温しても発芽率が50%を超えなかった（Table 1）。一方、加温温度が相対的に低い11℃と15℃では、DVIが0.75～0.91までは加温開始を早めても発芽率が50%を超える日は顕著に早くならなかったが、DVIが0.91を超えると加温開始が早いほど発芽が早くなった（Table 1）。

3.2 切り枝の発芽に及ぼす予備加温の影響（実験2）

切り枝の採取日が同一であれば、5℃および8℃の予備加温後の本加温で発芽までの日数に大きな差が認められず、双方の温度の自発休眠覚醒効果がほぼ同等であることが改めて確認された（Fig. 2）。自発休眠覚醒期以前（DVI < 1）に15℃で本加温を行った場合、8℃で10～31日間予備加温を行っても、発芽率の推移は無処理と同等かそれよりも遅れる傾向を示した（Fig. 3(a), (d)）。一方、自発休眠覚醒期（DVI ≧ 1）に15℃での本加温を開始した場合は、8℃の予備加温を9～30日行うことで、発芽率は無処理よりも3～5日程度早めに推移した（Fig. 3(b), (e)）。さらに、自発休眠覚醒期以降（DVI > 1）に15℃での本加温を開始した場合は、8℃の予備加温を

Table 1. Relation among *DVI* of forcing start, set air temperature and date for reach to 50% of bud burst rate on 'Tonewase' persimmon cuttings.

Year	Set air temp. (°C)	Date for reach to 50% of bud burst rate							
		11/21 (0.47) ^z	12/1 (0.60)	12/11 (0.75)	12/22 (0.91)	12/31 (1.04)	1/9 (1.18)		
2003-2004	11	2/13	nd ^x	2/9	2/10	2/13	2/17		
	15	1/24	1/24	1/24	1/24	1/30	2/3		
	24	∞ ^y	nd	1/5	1/11	1/20	1/24		
2004-2005		11/24 (0.47) ^z	12/3 (0.60)	12/13 (0.75)	12/24 (0.91)	1/2 (1.03)	1/12 (1.16)		
	11	2/12	2/7	2/7	2/7	2/12	2/16		
	15	2/3	1/21	1/21	1/24	1/27	2/4		
	18	1/24	1/12	1/17	1/24	1/27	2/4		
	24	∞ ^y	12/28	1/7	1/9	nd	nd		

^z Date of forcing start. Values in parentheses indicate *DVI* at start of forcing.^y Bud burst rate didn't reach to 50%.^x No data. **Fig. 2.** Effect of pre-heating at 5°C or 8°C to 'Tonewase' persimmon cuttings on days necessary for reach to 50% of bud burst rate after forcing at 15°C in 2003.

10～40日行うことで、無処理と同等以上に発芽が早く推移した (Fig. 3(c), (f)). 特に $DVI \geq 1$ の時期に 15°C で本加温した場合は 8°C を 20 日程度予備加温すると安定的に発芽が早くなった。

3.3 地植え樹の生育に及ぼす予備加温の影響 (実験 3)

栽培年次 2003 年では予備加温中のハウス内の気温は 6.1～17.3°C、無処理区では -0.5～15.6°C となった (Fig. 4)。本加温開始時の *DVI* は予備加温区で 1.25、無処理区、慣行区ではそれぞれ 1.17、1.18 となった (Table 2)。本加温後の発芽期は予備加温区、無処理区、慣行区の順で早く、予備加温区では無処理区よりも 5 日、慣行区よりも 14 日発芽期が早くなった (Table 3)。開花盛期について

でも予備加温区、無処理区、慣行区の順で早く、予備加温区では無処理区よりも 3 日、慣行区よりも 10 日開花盛期が早くなった (Table 3)。

2004 年は本加温開始時の *DVI* が予備加温区で 0.91、無処理、慣行区ではそれぞれ 0.88、0.92 となった (Table 2)。本加温後の発芽期は予備加温区、慣行区、無処理区の順で早くなり、予備加温区では無処理区よりも 2 日、慣行区よりも 1 日発芽が早かった (Table 3)。開花盛期は慣行区、予備加温区、無処理区の順に早く、予備加温区では無処理区よりも 6 日早かった (Table 3)。

4. 考 察

奈良県におけるカキ '刀根早生' の早期加温栽培は自発休眠覚醒期前後に加温を開始する作型であるが、自発休眠覚醒期は年次により変動するため (Sugimura *et al.*, 2006)、同一の加温開始日および温度管理であっても発芽期が大きく変動する (Imagawa *et al.*, 2006)。著者らは加温開始時の *DVI* と加温温度から発芽期を予測する方法を開発し (Sugimura *et al.*, 2006; Sugimura *et al.*, 2007)、発芽期が自発休眠覚醒程度に左右されることを明らかにした。本試験で加温開始時の *DVI* と加温温度が切り枝の発芽に及ぼす影響を調査した結果、加温開始時の *DVI* が 0.6 以降、自発休眠覚醒に効果のない 18°C あるいは 24°C で加温した場合は加温開始が早いほど発芽が早くなった。一方、相対的に低い加温温度である 11°C と 15°C では *DVI* が 0.91 を超えると加温開始が早いほど発芽が早くなった。18°C 以上で加温する場合、奈良県では、理論上 *DVI* が 0.6 を超える 12 月 1 半月以降に加温を開始すれば発芽促進されると考えられるが、発芽しない芽や伸長が悪い芽があるので (データ省略)、より安定的な発芽が得られるのは *DVI* が 0.75 を超える 12 月 2～3

Fig. 3. Effect of pre-heating at 8°C for 9-40 days to 'Tonewase' persimmon cuttings on bud burst rate after forcing at 15°C from (a) Dec. 22, (b) Dec. 31 in 2003, (c) Jan. 9, (d) Dec. 13 in 2004, (e) Jan. 2 and (f) Jan. 12 in 2005. Values in parentheses indicate *DVI* at start of forcing.

Fig. 4. Air temperature in a greenhouse at period of pre-heating. Persimmon trees pre-heated in the air temperature range between the minimum of 8°C and the maximum of 15°C in a greenhouse from December 10 in 2003 to January 8 in 2004.

半月以降であると考えられる。しかし、燃料消費量を考慮すれば、加温温度を高めるよりは、相対的に低い温度で加温する方が有利なので、*DVI* が 0.91 以上まで自発休眠覚醒を促進する方法を検討する方が実用的であると考えられた。

落葉果樹の自発休眠覚醒剤としてシアナミド剤がブドウ、オウトウおよびナシで農薬登録がある。カキでは石灰窒素やガーリックオイルなどを用いて自発休眠を覚醒させた報告はあるが (Fujimoto and Tomita, 1995), 植物生長調節剤としての登録がなく使用できない。また、カキのコンテナ栽培では山上げなどで低温に遭遇させる方法が検討されているが (Noguchi *et al.*, 1997), 地植え樹で適用できる技術ではない。また、ニホンナシ (Tamura *et al.*,

Table 2. Details of pre-heating and forcing to 'Tonewase' persimmon trees in a greenhouse.

Year	Heating treatment	Pre-heating			Forcing			oil fuel consumption (L/10a) ^x
		<i>DVI</i> at start of heating	Start of heating	Set air temp.	<i>DVI</i> at start of forcing	start of forcing	Set air temp.	
				Min. Max.			Min.	
2003-2004	Pre-heating	0.74 ^z	Dec.10	8℃ 15℃	1.25 ^y		15℃	6229
	No pre-heating	-	-	-	1.17 ^z		15℃	4233
	Customary forcing	-	-	-	1.18 ^z	Jan.8	8℃・11days→10℃・8days→12℃・12days→14℃・11days→16℃・13days→18℃	30℃
2004-2005	Pre-heating	0.62	Dec.7	6℃ 10℃	0.91		15℃	6682
	No pre-heating	-	-	-	0.88		15℃	5414
	Customary forcing	-	-	-	0.92	Dec.24	8℃・9days→10℃・11days→12℃・11days→17℃	30℃

^z DVI calculated by air temperature of open field.^y DVI calculated by air temperature of open field until start of pre-heating and by air temperature of greenhouse from pre-heating to forcing.^x The fuel consumption of oil from start of heating to bud break stage calculated by burning time of boiler. Kerosene used in a greenhouse of pre-heating and no pre-heating, and heavy oil used in customary forcing.**Table 3.** Effect of pre-heating on growth stage of 'Tonewase' persimmon trees in forced culture.

Year	Heating treatment	Bud burst stage	Leafing stage	Full bloom stage
2004	Pre-heating	Jan. 26	Feb. 3	Mar. 6
	No pre-heating	Jan. 31	Feb. 9	Mar. 9
	Customary forcing	Feb. 9	Feb. 17	Mar. 16
2005	Pre-heating	Jan. 24	Feb. 2	Mar. 11
	No pre-heating	Jan. 26	Feb. 6	Mar. 17
	Customary forcing	Jan. 25	Feb. 1	Mar. 3

Table 4. Mean minimum air temperature at a period of 5 days in open field of December.

	a period of 5days					
	1	2	3	4	5	6
Min. air temp. (°C)	4.2	2.5	1.4	1.0	0.4	0.2

^z Minimum air temperatures are averaged from 2001 to 2005 in Nara prefecture.

1993) やオウトウ (Sasaki, 1997) では切り枝に対して 40 ~ 45°C の高温処理が自発休眠覚醒に有効とされている。カキでは 35 ~ 40°C 前後の高温処理は処理時期が早いと

むしろ発芽を遅らせることを確認しており (未発表), カキの高温処理時期については検討が必要である。ニホンナシでは自発休眠覚醒進行中に 21 ~ 24°C の高温が低温積算を一部打ち消すとの報告がある (Sugiura *et al.*, 2003)。本試験の実験 1 において, DVI が 0.6 の時点以降では 24°C でも加温開始が早いほど発芽が早くなったことから, 奈良県においては少なくとも 12 月上旬以降の高温の低温積算の打ち消しはないと考えられる。一方, 奈良県では 12 月 2 半旬頃から最低気温が 5°C 以下となる頻度が高くなり (Table 4), 自発休眠覚醒の進みを停滞させる要因となっていると考えられた。そこで, 12 月 2 半旬頃から自発休眠覚醒に最も有効な温度で予め加温する予備加温により自発休眠覚醒を進め, 早期加温栽培における発芽促進が可能であると考えられた。

予備加温の条件を検討した結果, 切り枝を用いた試験から, 5°C および 8°C の予備加温は概ね同等の自発休眠覚醒効果があることを改めて確認するとともに, 自発休眠覚醒期以降 (DVI ≥ 1) に 15°C で本加温を行う場合には 8°C で 20 日程度予備加温を行うと発芽が 5 日程度早くなった。これを実証するため栽培年次が 2003 年 ~ 2004 年について, 地植え樹での試験を行った結果, 切り枝試験同様, 2003 年は発芽期が 5 日促進された。加温開始日が同じ場合に, 発芽期を 5 日早めるためには, 筆者らが開発した発芽予測法に基づく (Sugimura *et al.*, 2006),

理論上、最低気温を 18～20℃まで高める必要があり、加温開始を早める場合でも 10 日程度は早める必要があるため、重油等が相当量必要と推察される。本試験の場合、予備加温時はフィルムを一重被覆としたため加温開始から発芽期までの灯油消費量は無処理区と比較して多くなり、生産現場では通常行わない 15℃一定での本加温としたため慣行と比較しても灯油消費量はかなり多くなった (Table 3)。以上のことから、今回の温度管理法は一定の発芽促進効果は認められるが、実用性は低いと考えられる。しかし、燃費節減は急務であり、今後予備加温の燃費と予備加温後の加温体系についても検討する必要がある。

2004 年については予備加温の効果が十分発揮されなかった。これは、12 月上旬までの気温が高かったため自発休眠覚醒の進みが遅く、本加温開始時の *DVI* が 1 未満となったこと、12 月上旬以降も 5℃未満の低温が少なく、無処理区でも自発休眠覚醒に有効な温度で推移したことなどから、切り枝試験と同様、*DVI* が 1 未満の条件では発芽期の差が小さくなったと考えられる。

ここで、予備加温の自発休眠覚醒効果の有無について検証する。まず、2003 年度の地植え樹の試験において、12 月 10 日～1 月 8 日までの予備加温を発芽を促すための加温と仮定して発芽期を推定すると (Sugimura *et al.*, 2007)、理論上は 1 月 23 日となり、観測よりも 3 日早く推定される。一方、予備加温を行うことで、自発休眠覚醒が進んだとして推定した発芽期は (Sugimura *et al.*, 2006)、1 月 27 日と 1 日の誤差を生じたのみであった。2004 年でも同様の推定を行うと、予備加温を発芽促進処理であると仮定すると 3 日早く推定されるが、自発休眠覚醒の促進として計算すると推定と観測との間に誤差は生じなかった。以上のことから、本試験において行った 12 月上旬から 17～29 日間の予備加温処理は自発休眠覚醒を進める加温であったとするのが妥当であると考えられる。しかし、カキは自発休眠の覚醒始めから他発休眠への移行期間が長いと推察され、明確に区分するのは困難であると考えられる。

2004 年の慣行区では 8℃から徐々に昇温したが、加温開始時の *DVI* は予備加温区と同等で、より低い加温温度であったにもかかわらず、発芽期は同等であった。これは Sugimura *et al.* (2004) や Imagawa *et al.* (2006) が指摘したように、*DVI* < 1 の段階では自発休眠覚醒効果が高い 8℃から次第に温度条件を上げる方が、*DVI* ≥ 1 の段階では 15～18℃の相対的に高温な条件で加温した方が生育促進と燃費節減に有効であるとの結果と一致する。Sugiura (2002) は二ホンナシでは自発休眠覚醒期以後も低温が有効であり、自発休眠から他発休眠への移行期は低温にも高温にも感応すると述べており、さらに、無加温

被覆が自発休眠覚醒後の移行期間においては合理的な方法であると指摘している。すなわち、自発休眠覚醒期前後から移行期にかけて加温を開始するカキ「刀根早生」の早期加温栽培において、これまで本県で慣行的に行われてきた最低気温 8℃からの漸昇法は (Imagawa *et al.*, 2006)、夜間に自発休眠覚醒を進めつつ、昼間に発芽を促す最も効率の良い加温方法であると推察される。したがって、本試験では予備加温中は最高気温を 10～15℃以下になるように換気したが、今後、加温開始時期を早めるとともに最低気温を 6～8℃以上で一定に保ち、最高気温を 30℃以下で管理することで、より低燃費で発芽を早める可能性があり、検討する予定にしている。

以上、カキ「刀根早生」の早期加温栽培における発芽促進のためには、*DVI* に基づいて自発休眠覚醒程度により加温開始時期と加温温度を決定でき、本加温前に自発休眠覚醒に有効な温度で予め加温する予備加温により、発芽が促進される可能性が示唆された。

5. まとめ

カキ「刀根早生」の早期加温栽培において、発芽促進のための加温条件を検討した。切り枝を用いた試験では、加温温度が 18℃および 24℃では加温開始時の *DVI* が 0.6 以上で加温開始が早いほど発芽が早くなった。加温温度が 11℃および 15℃では *DVI* が 0.91 以上で加温開始が早いほど発芽が早くなった。自発休眠覚醒に最も有効な温度での加温を予備加温とすると、5℃の予備加温は、その後 15℃で本加温した場合、8℃の予備加温と同等の発芽促進効果が認められた。切り枝に対して 8℃で 9～40 日間の予備加温を行い、12 月上旬から 1 月上旬にかけて 15℃で本加温した場合、発育指数 (*DVI*) が 1 以上になるように 8℃で 20 日間予備加温を行うと 5 日程度発芽が早くなった。地植え樹に対して最低気温 6～8℃以上、最高気温 10～15℃以下で 17～29 日間予備加温を行い、その後本加温を行うことで 2～5 日発芽期が早まった。以上のことから、カキ「刀根早生」の早期加温栽培において、発芽促進のための加温開始時期と加温温度は、*DVI* に基づく自発休眠覚醒程度により決定でき、自発休眠覚醒に有効な温度で予め加温する予備加温により、発芽が促進される可能性が示唆された。

謝 辞

本研究の一部は独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構運営交付金プロジェクト研究「画期的園芸作物新品種創出による超省力栽培技術の開発」により行ったものであり、関係者に厚く御礼申し上げます。

References

- Chujo, T., 1982: Studies on the effects of thermal conditions on the growth and quality of fruits of Fuyu kaki. *Mem. Fac. Agr. Kagawa Univ.*, **37**, 1–63.
- Fujimoto, K., and Tomita, E., 1995: Effects of spraying chemicals on breaking of bud dormancy in ‘Tonewase’ persimmon. *Kinki Chugoku Agric. Res.*, **89**, 13–17.
- Imagawa, J., Sugimura, T., and Wakisaka, M., 2006: A temperature control from heating initiation time to full bloom stage on forcing cultured Japanese persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) ‘Tone-wase’. *J. Jpn. Soc. Agr. Tec. Man.*, **13**, 1–6.
- Ito, H., Nishikawa, Y., Maegawa, T., and Wada, K., 2006: Effect of minimum temperature on bud-break and subsequent fruit growth and quality in plastic house-grown ‘Maekawa Jiro’ persimmon. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, **75**, 337–343.
- Kaminaka, A., 1998: A model for Developmental Rate of Japanese pear ‘Kousui’ from rest to maturing and development simulation of it grown under semi-forcing culture. *Bull. Fukui Agric. Exp. Stn.*, **35**, 31–38.
- Noguchi, Y., Matsumura, H., and Ozeki, T., 1997: Studies on the cultivation of persimmon in containers 8. Relationship between breaking of dormancy and chilling requirement. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci. (suppl.1)*, **66**, 32–33.
- Sasaki, E., 1997: Year-round culture of sweet cherry by control of endodormancy- the present status and future problem in developing technologies. *Agric. and Hortic.*, **72**, 36–42 (佐々木恵美, 1997: オウトウの休眠制御による周年栽培—その技術開発の現状と問題点— 農業および園芸, **72**, 36–42).
- Sugimura, T., Imagawa, J., and Wakisaka, M., 2004: Presumption of heating time and rate with cut shoot on persimmon ‘Tonewase’ forcing culture. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci. (suppl. 1)*, **73**, 240.
- Sugimura, T., Urasaki, T., Imagawa, J., and Wakisaka, M., 2006: Estimation of endodormancy completion stage and bud burst stage in forced culture of Japanese persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) ‘Tonewase’ by Developmental Rate Model. *Hort. Res. (Japan)*, **5**, 45–49.
- Sugimura, T., Imagawa, J., and Wakisaka, M., 2007: A simple method for presumption of bud burst stage in forced culture Japanese persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) ‘Tonewase’ by Developmental Rate Model. *Hort. Res. (Japan)*, **6**, 85–89.
- Sugiura, T., and Honjo, H., 1997: The effect of temperature on endodormancy completion in Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) and modeling the relationship. *J. Agric. Meteorol.*, **53**, 285–290.
- Sugiura, T., 2002: Dormant characteristic of fruit tree and the timing to start heating. *Shisetsu-to-Engei*, **116 (spring)**, 48–51 (杉浦俊彦, 2002: 果樹の休眠特性と加温開始期. 施設と園芸, **116 (春)**, 48–51).
- Sugiura, T., Ito, D., Kuroda, H., and Honjo, H., 2003: Temperatures inhibiting endodormancy completion in Japanese pear flower buds. *J. Agric. Meteorol.*, **59**, 43–49.
- Tamura, F., Tanabe, K., Banno, K., and Ikeda, T., 1993: Effect of high temperature treatment on breaking of bud dormancy in Japanese pear ‘Nijisseiki’. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.*, **62**, 41–47.