

温度・施設加温栽培がニホンナシ自発休眠導入に与える影響

谷口弘行*・山本仁**・坂川和也*

Effects of Developmental Process and Cooling Treatment before Dormancy on the Introduction of Endodormancy in Japanese Pear

Hiroyuki TANIGUCHI*, Jin YAMAMOTO** and Kazuya SAKAGAWA*

ニホンナシの本県における自発休眠導入期は、経験的に不時開花現象が見られなくなる9月中旬頃と考えられているが、自発休眠導入条件を証明した試験は少ない。また、休眠状態が何の影響を受けるかを明らかにすることにより、休眠状態がコントロールできれば施設加温栽培の低コスト化への道が開ける。このため、本報告ではニホンナシ‘幸水’を用い、温度、施設加温栽培による作型の前進化が自発休眠導入に与える影響を検討した。

今回の試験はニホンナシ‘幸水’のポット樹を使用し、夏（自発休眠に導入していない時期）以降段階的に、5の低温に遭遇させ、時期別の低温が自発休眠導入に与える影響を調査した。その結果、‘幸水’の低温要求量は時期により一定ではなく、8月上旬頃は少なく、その後段階的に多くなり、9月上旬に最大となり、9月上旬が最も低温要求量は多かった。また、休眠状態は夏の気温の影響を受け、冷夏年で低温要求量が高まることが示唆された。芽の種類別には短果枝上芽が腋花芽よりも自発休眠期導入期は早いと考えられた。また、‘幸水’の施設加温栽培と露地栽培の自発休眠導入期の比較では、施設加温栽培で露地より早い時期に導入している結果となった。

キーワード：自発休眠導入，幸水，ニホンナシ，温度，前作型

．緒言

ニホンナシの自発休眠導入の条件は温度環境¹⁾、光環境⁷⁾、生育過程^{5,6)}、植物ホルモン⁴⁾、植物体の栄養状況、土壌の乾燥など様々な要因が影響すると考えられているが、明らかにされていない。

果樹栽培において休眠とは一般的に前休眠、自発休眠、他発休眠を指す³⁾。前休眠とは夏季休眠とも呼ばれ、夏頃から自発休眠期導入までの休眠状態のことである。自発休眠とは内性的な休眠で、開花に適した温度等の環境条件が整っても開花せず、低温によって発育が進行する休眠状態である。他発休眠は自発休眠覚醒後、温度等の環境条件が整えば開花するが、その条件が整わないことから休眠している状態である。それぞれの休眠状態の間にはそれぞれの間中期が存在するといわれ、ここでは、前休眠期から自発休眠期の間中期を移行期、自発休眠期から他発休眠期の間中期を転換期と呼ぶ。

また、施設栽培において夏期から冬期間の効率的な施設管理を行うことは、その後の生育に影響を及ぼす。このため、収穫期などの生育期の早晚制御、加温栽培を行

う場合の燃料費の削減などを考慮すると、効率的な施設管理手法を確立することは重要である。

ニホンナシの休眠に関する研究は自発休眠導入後、時的には10月下旬以降の発育条件について行われている例は多々ある^{1,2,4)}ものの、それ以前の自発休眠導入に関する発育条件について行われた研究は少ない。ちなみに、自発休眠期から他発休眠期の発育速度は温度により説明ができるとされる¹⁾。

本県における自発休眠導入は経験的に、風害や虫害によって落葉しても芽が生育しない9月中下旬頃と考えられている。この時期の気象変動要因として、温度の降下、日長時間の減少等が考えられる。また、施設加温栽培‘幸水’は露地栽培より休眠導入期、休眠覚醒期が早い傾向がある^{5,6)}との報告がある。

これらのことから、本試験ではニホンナシ‘幸水’の自発休眠導入について、外的環境である温度面および施設加温栽培による作型の前進化が与える影響を検討したので、その結果を報告する。

．試験方法

試験1 温度面からの自発休眠導入条件の検討

* 福井県農業試験場園芸・バイオテク部

** 福井県嶺南振興局農業経営支援部

1. 2003年度は場内露地圃場で育成したポット 幸水 3年生樹を、8月5日から11月21日または12月7日の間、約15日間隔で5の恒温室で375,768,1128,1872時間低温遭遇させた後、処理後の休眠状態を推定するため20の恒温室内に移動し調査を行った。1処理当たり2樹ずつ用い、かん水は毎日行った。恒温室は温度制御精度 ± 0.5 で、恒温室内の照明は5で暗黒、20で12時間日長(3000lx以上)とした。調査はいずれの試験も同様に以下のとおり。

(1)開花調査:ほぼ毎日行い、花卉の間から雌ずいを観察されたときを開花日とした。

(2)開花率:処理直後、花芽と思われる芽をマーキングし、その芽数当たりの開花数。

(3)平均開花日数:低温処理終了日から開花までの平均日数。

2. 2004年度は2003年度の結果をふまえ、開花率が約70%以上と高かった時期、低温遭遇時間の区を除いて同様の試験を行った。場内露地圃場で育成したポット 幸水 3年生樹を8月5日から10月7日の間、約15日間隔で5の恒温室で375,768,1008時間低温遭遇させた後、20の恒温室内に移動し開花調査を行った。1処理当たり2樹ずつ用い、かん水は毎日行った。使用した恒温室内の条件、調査方法は2003年度と同様とした。

3. 2003,2004年度とも、場内露地圃場で育成したポット 幸水 3年生樹を8月5日から落葉期まで、5に遭遇させず、摘葉処理を行い、20の恒温室内に移動し開花調査を行った。2003年度は1処理当たり1樹ずつ、2004年度は1処理当たり2樹ずつ用い、使用した恒温室内の条件、調査方法は1,2と同様とした。

試験2 作型の前進化による自発休眠導入条件の検討

1. 2002年度は施設加温栽培ポット 幸水 3年生樹(開花盛期3月5日)を用い、6月3日から10月7日の間、約20日間隔で摘葉処理を行い、25、12時間照明条件の恒温室内に移動し開花状況を調査した。樹は処理日までビニールハウス施設内で生育させた。対照として場内露地圃場で育成したポット 幸水 3年生樹(開花盛期4月11日)を、7月15日から10月30日の間、約20日間隔で同様に処理、調査を行った。

2. 2003年度は施設加温栽培ポット 幸水 3年生樹(開花盛期2月21日)を用い、9月20日から11月21日の間、約1ヶ月間隔で5の恒温室で768時間低温に遭遇させた後、20の恒温室内に移動し開花調査を行った。また、同栽培樹を12月26日と翌年1月15日に、20の恒温室に移動し開花調査を行った。樹は4月30日までは施設内で、その後露地で生育させた。施設加温栽培の対照として試験1の1および、露地栽培ポット 幸水 3年生樹(開花盛期4月19日)を用い、同処理のうえ開花調査を行った。2003年度については開花調査時に10cm以

下の短果枝上芽、腋花芽に分けて調査した。

・試験結果

試験1 温度面からの自発休眠導入条件の検討

第1図は2003年度の試験結果であるが、5の低温に1872時間遭遇させた全ての区ではほぼ100%開花したため図からは削除した。

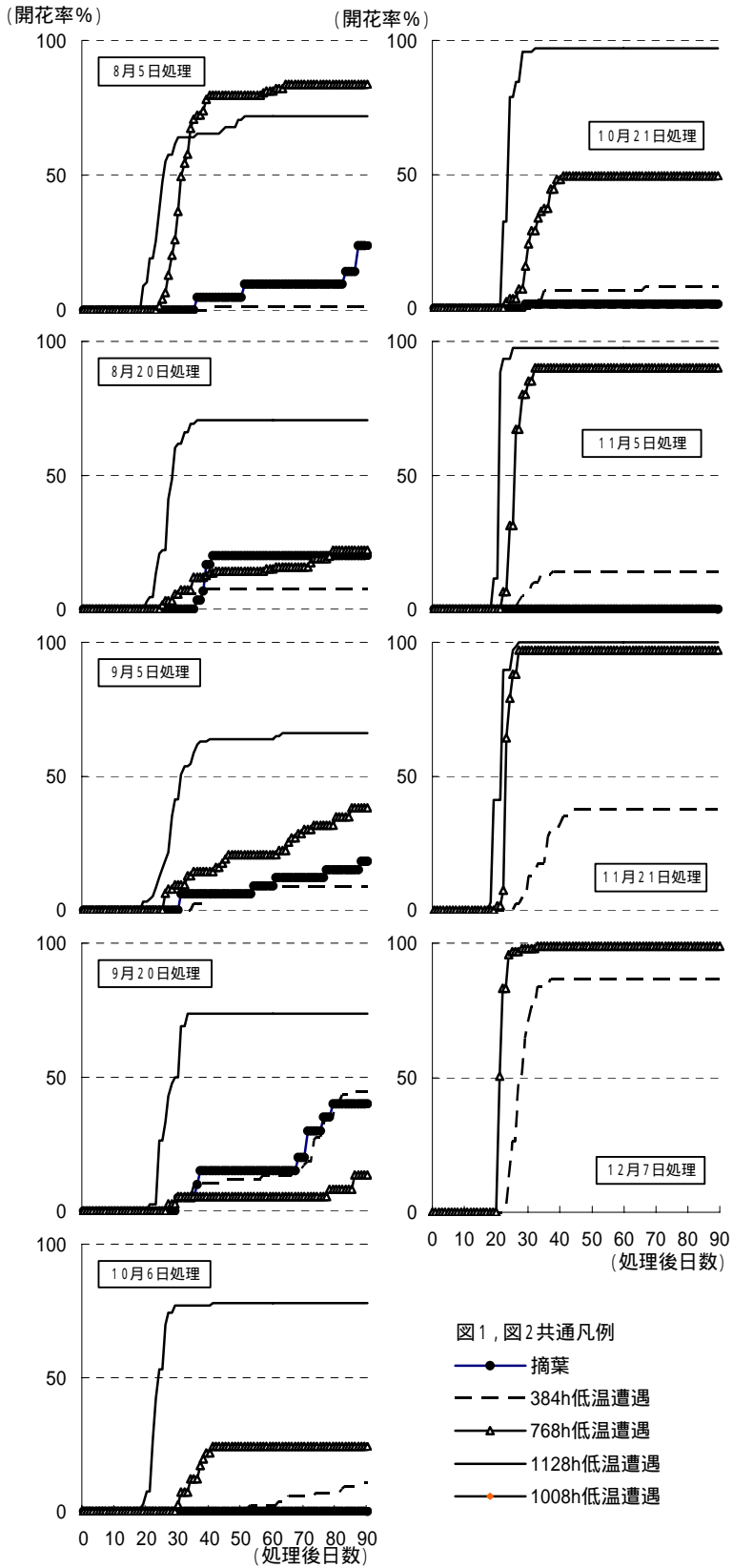
8月5日処理では786,1128時間低温遭遇区で開花率が高く、その他の区は低かった。8月20日から10月6日処理では1128時間低温遭遇区で開花率は高く、その他の区は低かった。10月21日処理では1128時間低温遭遇区で開花率がほぼ100%、768時間低温遭遇区で同50%、その他の区は低くなった。11月5日、11月21日処理では768,1128時間低温遭遇区で開花率が高く、その他の区は低くなった。12月7日処理区は384,768時間低温遭遇区ともに開花率は高くなった。

低温遭遇時間別にみると、摘葉処理区はいずれの処理時期においても開花率は低い傾向であったが、9月20日処理で開花率50%近くと最も高くなった。384時間低温遭遇区は8月5日から11月5日処理で開花率が低く、11月21日処理以降は段階的に高くなった。ただし、9月20日処理は開花率が50%近くなり、摘葉処理と同様の傾向が見られた。768時間低温遭遇区は8月5日処理で開花率が約80%と高く、その後10月6日処理まで10~40%程度で推移し、10月21日処理以降段階的に高くなった。1128時間低温遭遇区はいずれの処理時期も開花率が60~100%と高かったが、8月5日処理から9月5日処理までは徐々に開花率が低下し、その後は処理日が遅くなるほど上昇した。

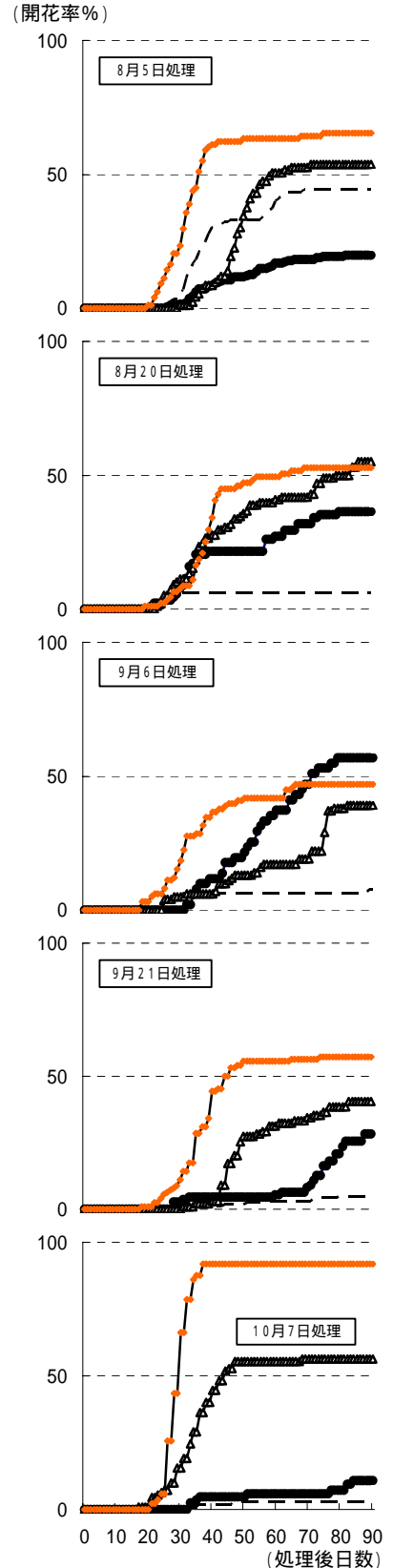
第2図は2004年度の試験結果で、8月5日処理では低温時間が長いほど開花率は高くなった。8月20日から9月21日処理では384時間低温遭遇区で開花率が低く、その他の区は40~50%となった。10月7日処理では1008時間低温遭遇区で開花率が高く、768時間低温遭遇区で50%強、その他の区は低くなった。

2003年度と同様に低温遭遇時間別にみると、摘葉処理区は8月5日処理以降、開花率が徐々に高くなり、9月6日処理をピークにその後低下した。384時間低温遭遇区は8月5日処理で開花率約50%となったが、その後はほとんど開花しなかった。768時間低温遭遇区はいずれの区も50%前後の開花率となった。1008時間低温遭遇区は8月5日処理以降、開花率が徐々に低くなり、9月6日処理で最も低く、その後は段階的に高くなった。

2年間のデータを比較すると、1000時間以上低温遭遇させた区は9月上旬処理までは開花率が低下し、その後上昇するという同様の傾向を示したが、摘葉処理区は2003年度で開花率が低く、384時間低温遭遇区は2004年度で低く推移した。768時間低温遭遇は9月20日処理



第1図 各時期・各処理における開花推移(2003年度)



第2図 各時期・各処理における開花推移(2004年度)

で開花率が最も低くなる傾向は同様であったが、2003年では8月5日処理で高くなるなど、異なる結果となる処理もあった。

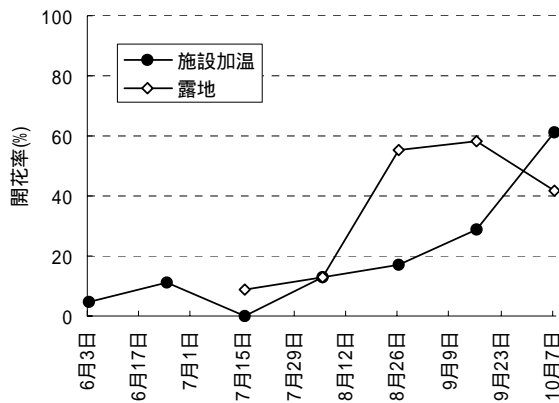
試験2 前作型による自発休眠導入条件の検討

2002年度は摘葉処理により、前作型の休眠状態を調査した(第3図)。摘葉処理による開花率は最高でも60%程度と高くはならず、施設加温栽培区は8月までは開花率は20%と低く、その後徐々に高くなった。対する露地栽培区は7月から8月下旬にかけて開花率が高くなり、その後10月下旬以降低く推移した。

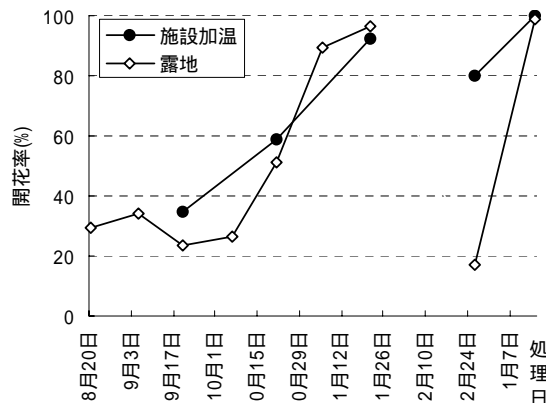
2003年度の768時間低温(5)に遭遇させた後の開花率は、施設加温栽培区、露地栽培区とも類似の傾向を示し、10月以降徐々に開花率が上昇した(第4図)。しかし、その上昇程度は施設加温栽培区で緩やかであった。

12月下旬、1月上旬処理は低温遭遇させないで高温開花処理させたもので、開花率は12月下旬で施設加温栽培区の開花率が80%と高く、20%以下の露地開花区と大差であった。1月上旬では両区ともほぼ100%の開花率であった。

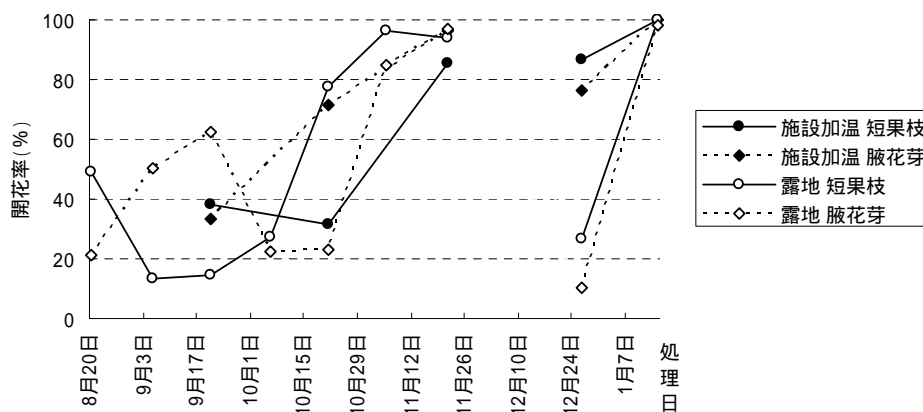
開花率を花芽の種類ごとにみると、施設加温栽培区の短果枝上芽は10月中下旬処理まで開花率が低く、その後高くなり、腋花芽は9月中下旬処理以降徐々に高くなった(第5図)。露地栽培区の短果枝上芽の開花率は8月中下旬処理以降一旦低くなり、その後徐々に上昇した。腋花芽の開花率は8月中下旬処理以降上昇し、9月中下旬処理以降低下し、その後10月中下旬処理以降再び上昇した。低温遭遇させないで高温開花処理させたものは芽の種類による差は少なく、両区とも短果枝上芽でやや高い開花率を示した。



第3図 施設加温栽培が休眠に及ぼす影響 (2002年)



第4図 施設加温栽培が休眠に及ぼす影響 (2003年)



第5図 芽の種類が休眠状況に及ぼす影響

考 察

落葉果樹は自発休眠期において、約 15 以上で加温を行ってもほとんど開花しない。このため今回の試験のように 20 で加温した場合の開花率は休眠状態の程度、つまり休眠の深さを示す指標となる。また、自発休眠覚醒後でも転換期初期に加温処理を行うと開花しないか開花率は低く安定しないため、開花率が低い場合には、自発休眠期から転換期初期であると判断できる。

1. 試験 1 の考察

(1) 時期別低温要求量の変化

試験 1 において休眠状態を開花率から推定すると、1000 時間以上低温遭遇させた区から 9 月上旬処理において最も開花率が低くなることから、この時期が最も休眠が深い、つまり低温要求量が最も多くなる。また、5 の低温 768 時間は自発休眠導入から覚醒までに必要な低温要求量¹⁾であり、768 時間低温遭遇区は 8 月上旬に高い開花率を示すが、その後急激に低くなるなど、時期別に低温要求量は変化する。低温要求量を時期別にみると、8 月上旬処理の 768, 1128 時間低温遭遇区の開花率は 8 月中下旬処理の開花率より高く、今回の試験では 8 月上旬における低温要求量は少ない結果となった。

低温要求量は 8 月上旬頃で少なく、その後移行期になると急激に増加し、自発休眠導入期まで徐々に増加すると考えられた。

(2) 時期別休眠状態

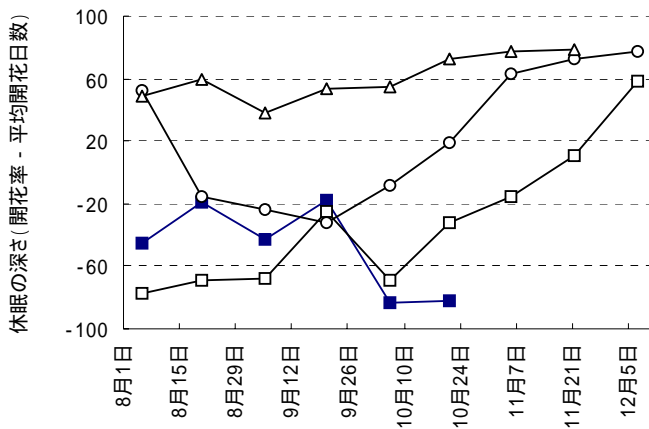
2 年間の時期別開花率は、768 時間以上の低温遭遇処理で 8 月上旬から一旦減少する。休眠状態が夏以降徐々に深まると考えると、8 月上旬以降に前休眠期から移行期に移動している。ここでの休眠状態とは、前休眠、自発休眠、他発休眠の状態を指すのではなく、いずれの休眠形態かは問題とせず、休眠の深さ、つまり低温、高温、

摘葉処理を行った場合の開花の容易さで表される。

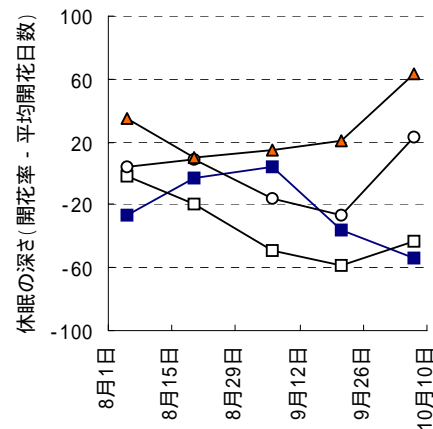
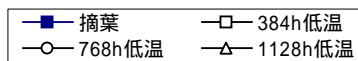
1128 時間低温遭遇区は 9 月上旬、768 時間低温遭遇区は 9 月中下旬に最も開花率が低く、その後段階的に開花率が上昇することから、9 月中は移行期から自発休眠期導入期であると考えられる。10 月上旬以降の試験は 2003 年度しか行っていないが、低温遭遇時間が長いほど開花率が上昇し、従来の事例と一致することから、本県においては 10 月上旬には自発休眠に導入していると考えられる。

ニホンナシの休眠の深さを示す指標としては開花率以外にも、発芽率、完全花率、開花までに要する日数等が利用される。今回の試験では開花率を合わせてこれらの調査も行い、開花率、開花までに要する日数において関係が深いと考えられた。当然のことであるが、開花率が高いほど休眠状態が浅く、開花までに要する日数は長いほど休眠状態は深くなる。これらのことから、開花率(%)から開花までに要する日数を引いた数値から推定した休眠状態を表現した(第 6, 7 図)。この差し引かれた数値は、過去の試験において²⁾自発休眠覚醒期では 0 前後、他発休眠期で 60 以上となり、0~60 が転換期と考えられる。

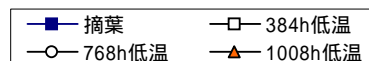
2003 年度の結果では、低温遭遇時間にかかわらず 10 月上旬処理以降は徐々に休眠は浅くなり、10 月上旬には自発休眠に導入していると考えられる。それ以前、つまり自発休眠導入以前の休眠状態は 1128 時間低温遭遇区で 9 月上旬処理が(2003 年度)、1008 時間低温遭遇区で 8 月中下旬処理が最も休眠が深く(2004 年度)、786 時間低温遭遇区は両年とも 9 月中下旬処理で最も休眠が深かった。384 時間低温遭遇区は両年で異なり、2003 年度は 9 月中下旬まで徐々に休眠は浅くなったが、2004 年度は同時期まで徐々に深くなった。いずれにしても休眠の深さはマイナス値であり、この期間 384 時間の低温遭遇においては、自発休眠期であると考えられる。今回の試験



第 6 図 各処理時期における処理後の推定休眠状態 (2003年度)



第 7 図 各処理時期における処理後の推定休眠状態(2004年度)

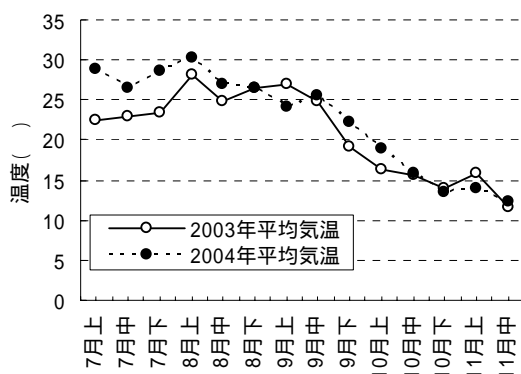


手法は開花状況から休眠の深さを導く方法であるため、自発休眠期における休眠の深さを推定するには限界があると考えられる。摘葉処理は2003年度が10月上旬処理から、2004年度は9月中下旬から休眠が深くなり、この結果からも9月下旬は移行期、10月上旬にかけて自発休眠期であると考えられる。

これらのことから、前休眠期の時期は8月上中旬頃までと考えられ、それ以降移行期が続き、遅くても10月上旬までが自発休眠期への移行期と考えられる。

(3) 夏季の気象条件が休眠状態に与える影響

第6,7図で推定した休眠状態が最も深い時期が、2004年度は768時間低温遭遇以外の処理区で2003年度よりも早い時期であった。2年間の気象条件をみると、2003年度は冷夏の年であり(第8図)、冷夏年は休眠導入期など休眠状態の進行が遅いと考えられる。また、育成苗の樹勢状況との影響もあると思われるが、2003年度の冷夏年よりも2004年度の方が全体的に休眠状態が浅く、冷夏年はより深い休眠状態になり易いとも考えられる。



第8図 試験期間中の温度変化 (半旬別平均気温)

2. 試験2の考察

(1) 施設加温栽培が自発休眠導入に与える影響

施設栽培において花芽形成は開花時期が早くなった日数だけ早くなるといわれている⁸⁾。また、花芽形成時期は短果枝上芽で一般的に6月下旬から1ヶ月強の期間、腋花芽でそれより1ヶ月程度遅れるといわれている⁹⁾。2002年度の試験の露地栽培区において8月上旬まで開花率が低いのは花芽形成が完了していないと考えられ、10月上旬以降に開花率が低下するのは自発休眠期に導入したためと考えられる。

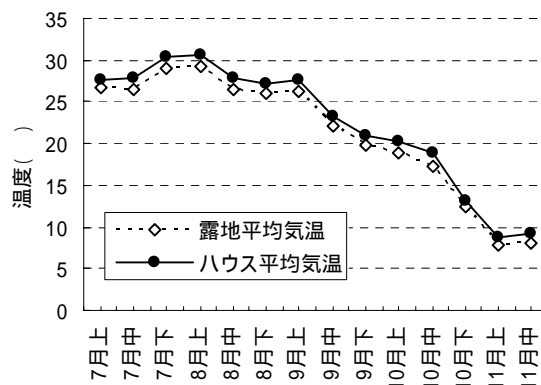
加温栽培を行ったニホンナシの自発休眠導入、自発休眠覚醒は露地栽培よりも早い傾向がある^{9,10)}。これは6月下旬にビニール除去を行い、夏季の気象条件を同一とした試験結果である。

今回の試験では摘葉処理を行うまでビニールハウス施設内で栽培し、常に露地の温度よりも高い条件(第9図)で行ったため、花芽形成が完了しても8月中下旬ま

で開花率は低く推移し、その後徐々に上昇する結果となり、高温条件により休眠導入が遅れたと考えられる。

2003年度の試験は11月中旬までは自発休眠覚醒に必要な5の低温786時間に遭遇させて行った。10月上旬までは露地・施設加温の栽培条件にかかわらず開花率は40%以下と低く、その後も施設加温の影響による差は少なく推移した。施設加温による作型の前進化が休眠状況に与える影響よりも5の低温が休眠状況に与える影響の方が強いと考えられる。

2003年度の12月下旬以降の調査は低温遭遇させないで開花させたもので、12月下旬処理は露地区の低い開花率に対し、施設加温区は高い開花率を示した。これは自発休眠覚醒が早いことを示している。両区は低温遭遇時間が同じであるため、自発休眠覚醒期が早いということは、施設加温栽培樹の花芽は低温要求量が少ないことが考えられる。



第9図 試験期間中の温度変化 (半旬別平均気温)

(2) 芽の種類別自発休眠導入

芽の種類ごとでは、短果枝において花芽形成が早く行われるため、露地試験結果のように開花率の低下が約1ヶ月早く、花芽形成時期が低温要求量や自発休眠導入時期に影響を及ぼしたと考えられる。しかし、施設栽培においては短果枝上芽の開花率の上昇時期が腋花芽よりも遅い傾向であった。施設栽培における短果枝は充実した短い短果枝とはならず、間延びしたものとなり易い。このため、花芽形成は早く行われるが、花芽の充実不足の影響と考えられる。

3. まとめ

休眠導入は経験から9月中下旬と考えられており、その時期の気象環境から、気温15~20、短日条件が要因と考えられている⁷⁾。今回の試験設定では15~20の温度条件で自発休眠を導入するかはわからないが、5の低温遭遇条件が休眠状態に与える影響を及ぼすことが明らかとなった。日長条件の試験結果は載せていないが、明らかな差は見られなかった。施設加温栽培による作型の前進化が自発休眠導入に与える影響はあるものの、自

発休眠導入の影響は温度が最も大きいと考えられた。

本県において周年被覆施設栽培でニホンナシを栽培した場合、自発休眠導入期が遅くなり、さらに自発休眠期においても施設内温度は露地よりも高く推移するため自発休眠覚醒期も遅くなる傾向がある。このため、夏季から秋季にかけては被覆を除去し、自発休眠期導入期である10月上旬以降は、できるだけ低温に遭遇させることが、自発休眠期覚醒時期を早め、早期収穫、燃料費の削減から有効な手段と考えられる。さらに、早期に自発休眠覚醒が行える腋花芽、充実した短果枝の育成する栽培方法の確立が今後の課題である。

引用文献

- 1) 杉浦俊彦・本條均(1997)ニホンナシの自発休眠覚醒と温度の関係解明およびそのモデル化, 農業気象.53.285 - 290
- 2) 上中昭博(1998)ニホンナシ 幸水 の発育予測モデルの開発と施設栽培作型のシミュレーション, 福井農試場報告 31-38
- 3) 杉浦俊彦(2002)農業技術体系果樹編第8巻追録第17号, 50の2-50の7の4
- 4) 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
- 5) 弦間 洋・蛭町陽子・岩堀修一(1993)加温ハウス栽培ニホンナシ ' 幸水 ' の芽の休眠と脂質代謝, 園学雑. 62 別 1. 158 - 159.
- 6) 平野勝久・弦間 洋・岩堀修一.(1995)加温前歴の異なるニホンナシ ' 幸水 ' の休眠芽の覚醒,脂質代謝並びに呼吸量, 園学雑. 64 別 2. 138 - 139.
- 7) 林真二・田辺賢二(1991)くだものつくりの基礎, 167-168
- 8) 農業技術体系果樹編第3巻基礎編52,技術編72の6-72の7

Effects of Developmental Process and Cooling Treatment before Dormancy on the Introduction of Endodormancy in Japanese Pear

Hiroyuki TANIGUCHI , Jin YAMAMOTO and Kazuya SAKAGAWA

Summary

In Fukui prefecture, the time of introduction of endodormancy is estimated to be the middle of September for the Japanese pear, because unexpected flowering has not been recognized after that time. But the factors affecting the introduction of endodormancy are not clearly analyzed. It is very important to control the dormancy condition for low cost greenhouse cultivation. In this report, we investigated the effects of the developmental process from the winter season and cooling treatment during the summer season, before endodormancy.

In this experiment, Japanese pear cultivar ' Kousui ' grown under pot cultivation was used and cooling treatments at 5 °C in different developmental phases were treated after the summer season. The amount of chilling requirement in Japanese pear ' Kousui ' was small in early August, and gradually increased until early in September. Then, the dormancy condition was the deepest when the Japanese pear underwent cooling treatment in early September. Also, the dormancy condition was affected by the temperature during the summer season and this fact showed that the chilling requirement was high in cool summer season. In relation to the kind of bud, introduction of endodormancy on buds of spur was earlier than that of axillary buds. In comparison with the time of endodormancy introduction, the pears grown under greenhouse condition introduced endodormancy earlier than those grown under open field.