

積雪地域に適したニホンナシ「幸水」の 早期加温栽培法と生育調節剤の利用

福井県農業試験場 園芸・パイテック部果樹研究グループ 上 中 昭 博

1. はじめに

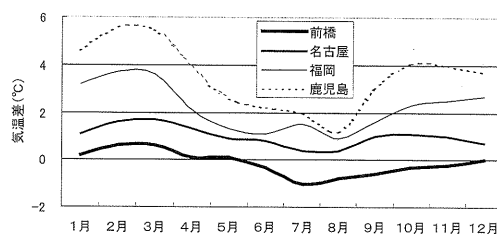
福井県のような積雪地域における日本なし栽培は、冬期の積雪のため露地のみの単一作型に制限される。このため、摘果や収穫などの作業が短期間に集中し、経営規模拡大の制限要因になっている。また、冬季の長い農閑期が農外就労のきっかけとなり、担い手の不足や高齢化、女性化が進む誘因になっている。一方、施設栽培は早期出荷による高値販売、露地栽培との組み合わせによる農作業の分散化、気象災害の回避等による生産安定などのメリットがある。また、施設と露地の作業選択ができることから、積雪地域では冬季の降雪時や雨天時でも施設内の快適な環境下で作業できる。そこで、産地の拡大、経営の安定、新たな担い手の育成を図るため施設による新作型開発の検討を行ったので植調剤の試験を含めて紹介する。

2. 積雪地域の気候の特徴

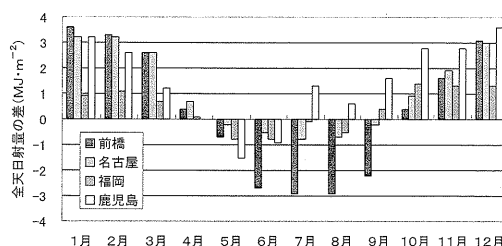
永年性の果樹栽培では品質の優れた商品を安定的に生産することが極めて重要になる。そのためには樹種、品種、作型に適した地域において栽培されることが重要である。言い換えれば、その地域の気象、土壌に適した樹種、品種、作型を選択する必要がある。特に施設作型の場合には地域の気象に適すること、気象の特長を生かすことが非常に重要である。

ナシ栽培に密接に関係する気象要素は、気温

と日射量である。福井の気象は日本海岸式気候に分類され、他産地と比較して休眠期（10～3月）の気温は低い、果実の生育期（5～8月）は沿岸を流れる暖流や季節風の影響でそれほど低くない（図－1）。また、裏日本と呼ばれるように秋季から3月頃までは北西季節風をうけて雨や雪の日が多く、晴天日が少ないので日射量は非常に少ない。しかし、果実の生育期（5～8月）には比較的多いのが特徴である（図－2）。さらに、冬期には平年値で76cmの積雪がある。このように積雪地域の施設作型は冬季の積雪と低温のハンディをいかに克服し、利用するかにある。



図－1 福井と各地の気温差(1961～1990)



図－2 福井と各地の日射量の差(1974～1990)

3. 作型開発の経緯

施設作型開発の試験は、既存の露地の平棚圃場に連棟式のパイプハウスを設置して開始した。最初、積雪の危険がなくなる3月上中旬から5月中旬までビニール被覆する作型を検討した結果、露地より成熟期を7~10日程度しか前進できず、施設化のメリットが生まれなかった。そこで、2月下旬被覆、3月上旬加温開始の被覆加温栽培を検討したところ、露地より1ヶ月早い7月中下旬に収穫できることが明らかになった。しかし、樹勢の衰弱や果実糖度の低下などの課題が残された。また、先進産地と同じ収穫期の作型では加温のためのコストが高く、市場の競争力も弱いことなどが欠点であった。一方、試験は単なる結果にしか過ぎず、開花・成熟期の早まった理論的な根拠がなかった。しかも、被覆開始時期や期間中の温度管理については明らかでなく、「いつから被覆すれば、あるいは何℃に温度設定すれば、いつ開花し、いつ収穫できるか」ということが未解明であった。さらに、栽培事例を積み重ねていく試験手法では多くの年月とコストが必要であった。そこで、これらの問題を解決するために、温度と自発休眠覚醒、開花、成熟などの発育の関係を解析する発育速度モデル手法を利用して作型をシミュレーションし、シミュレーション結果からの有効な作型の実証を目指した。

4. 発育速度モデル

果樹の発育予測に関しては、開花期と気象要因または生物季節との関係を重回帰式などによって解析したものや有効積算温度を利用したモデルがある。これらは、過去数年間の実測値から統計的にパラメーターを求めたものであるため、データを得た地域では有効でも、他の地域での適用には限界があり、さらに、頻発する異

常気象時の予測には大きな誤差が生じたりする。これらの欠点を克服する手法として発育速度モデル手法が有効である。発育モデル手法は樹体を実験的に発育ステージごとに温度処理し、各温度の単位時間あたりの発育量変化、すなわち発育速度 (DVR developmental rate) を求め、実際の温度からDVRを積算した値 (DVI developmental index $DVI = \sum DVR$) を指標として自発休眠覚醒期、開花期、成熟期などの発育相を予測するものである。

ナシの開花や収穫といった発育ステージは温度によって概ね決定される。永年性の落葉果樹であるナシは前年の夏期に果実のもとになる花芽を分化した後、冬の過酷な環境に耐えるため休眠状態で越冬する。この期間はたとえ好適な環境を与えても発芽しない。このような芽の内発的な要因による休眠を自発休眠といい、自発休眠からの覚醒には一定量の低温遭遇が必要である。一般的に、地域や年次が異なっても、同じ品種であれば自発休眠覚醒のための低温要求量は一定と考えられ、冬寒い地域の方が暖かい地域より低温要求が早い時期に満たされる。しかし、自発休眠から覚醒していても寒い地域では気温が低いいため開花へと発育は進まない。このような外的要因による休眠を他発休眠といい、他発休眠から開花へは高温ほど促進される。以上のように、前年の花芽分化後、自発休眠、自発休眠からの覚醒、他発休眠を経て春の開花に至る発育相変化をする。この間は開花や成熟と異なり、外観からその変化を識別することが困難である。

これまでニホンナシ‘幸水’については発育速度モデル手法により、自発休眠からの覚醒に関する自発休眠覚醒予測モデル¹⁾が、他発休眠期から開花期までは開花予測モデル²⁾が、開

花期から成熟期までは成熟予測モデル³⁾がそれぞれ作られており、精度の高い自発休眠覚醒期の推定、露地での地域差や異常気象に左右されない開花期および成熟期の予測が可能になっている。しかし、自発休眠覚醒予測モデルと開花予測モデルは連続しておらず、自発休眠と他発休眠との境界については詳細でなかった。休眠期の加温を行う施設作型を検討する場合、この期間の解明は非常に重要である。そこで、外観では識別できない自発休眠から他発休眠への発育変化と温度の関係を数値化することを検討した。その結果、低温遭遇によって自発休眠が覚醒すると直ちに敏感に高温に反応するようにはならず、モデルの定義する自発休眠覚醒期（福井 平年 12月23日）と他発休眠期（福井 平年 1月29日）の間には転換期があり、図-3のように自発休眠期において発育が進まなかった高温域（12℃以上）でも発育が進むようになるが、その発育速度は一定ではなく、低温の遭遇程度に支配された。自発休眠覚醒期以後も低温に遭遇するに従い、他発休眠期の発育速度に近い、早い発育速度へ移行する。従って、転換期には低温遭遇が少なく発育速度の遅いステージであれば、たとえ高温条件下に樹体が置かれても他発休眠期、開花期に到達するには長い時間がかかる。

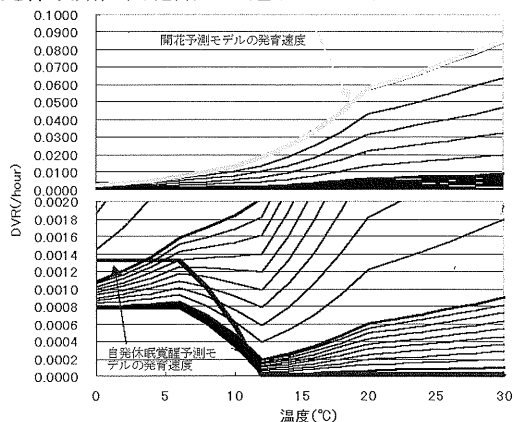


図-3 ニホンナシ幸水の転換期の発育速度の変化

むしろ、低温に遭遇して早い発育速度にシフトした方が、発育を早めることができる。要するに転換期には低温でも高温でも発育は進むが、その前半においては、高温より低温が有効で、その後半には低温より高温が発育を促進することになる⁴⁾。そこで、休眠期から成熟期までの一連の発育予測モデルを使って加温開始時期や設定温度を変えて本県における施設作型を検討した。

5. 積雪地域に適する作型

シュミレーションの結果、冬寒い福井では、温暖地より自発休眠からの覚醒が早く、平年で1月29日には完全に自発休眠から覚醒して高温域の温度に有効に反応できる状態（図-4 DV I=2.0）になっていることがわかった。そこで、これまでの2月下旬被覆、3月上旬加温開始、3月下旬開花の作型より加温期を1ヶ月早めた1月下旬加温開始、2月中旬開花の早期加温作型が有効であると考えられた。早期収穫を目的とする場合には加温開始期を転換期へ早めることで、5月中旬まで収穫を前進させることは可能であるが、高温に効率的に反応しないことや、6月上旬収穫の方が梅雨入り前の豊富な日射量を十分生かせることなどから、本県では最も適すると思われた。

また、この作型を実際に行うには、冬季の積雪の問題があった。1月下旬から加温するためには雪に耐えられない連棟式の施設では不可能

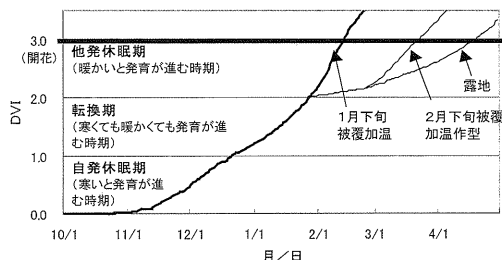


図-4 作型の発育指数の推移

である。そこで、積雪に強い単棟型ハウスを利用することによって積雪期からの加温栽培を可能にした。さらに、ビニールを周年被覆することによってビニール被覆や除去の労力を省くことも可能となった。



写真-1 単棟ハウス周年被覆による6月上旬収穫早期作型（2月14日 人工受粉）

6. 生育調節剤の利用の検討

次に施設作型での生育調節剤の利用について述べる。果樹栽培における生育調節剤は果実の熟期促進、無核化、着花促進、摘果、品質向上、落果防止などを目的に利用されている。ニホンナシでは熟期促進を目的としたエテホン、ジベレリン、収穫前落果としてMCPB乳剤、ジクロロプロップなどが利用されている。施設栽培ではジベレリン、ホルクロルフェニユロン、などの利用について検討を行った。ここではこれらの結果について詳述したい。

(1) ジベレリン塗布剤

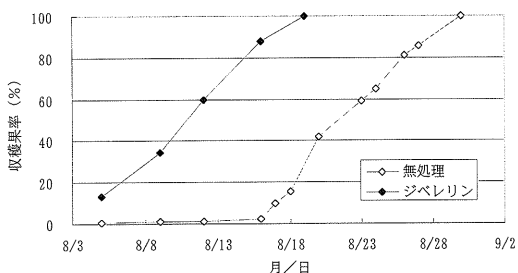


図-5 ジベレリン処理の有無と収穫期の違い(福井農試 1999)

幸水へのジベレリン塗布剤の果梗部塗布処理による熟期促進と果実肥大効果は、露地、施設ともに明らかとなっている。当場の試験結果でも、同一着果量の場合約10%の果実肥大（収量増加）効果と7～10日程度の熟期促進効果が認められた（図-5）。

ここでは施設栽培における熟期促進による生産コスト（燃料消費）低減効果について述べたい。

ジベレリンの熟期促進効果は、早期出荷による高値販売の他に、同じ時期に収穫する場合、加温開始期を遅らせたり、施設温度を低く設定できるなどのメリットがある。これは燃料費の節減につながる。具体的に燃料消費量に換算した場合どれくらいのメリットがあるのかを試算してみた。

施設の燃料消費量は、日射や風の影響もあるが、次式のような温度の関数により概ねの目安を立てることができる。

$$V_A = U_A \times DH$$

V_A : 施設(A)における燃料消費量

U_A : 施設(A)の暖房負荷係数

DH : 暖房期間中の毎時施設内外温度差の積算値

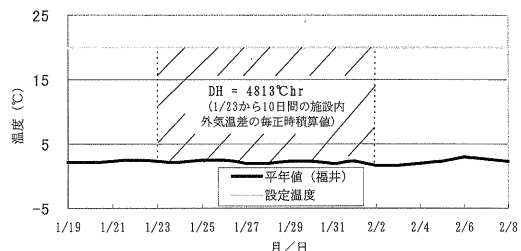


図-6 日平均気温とDH

燃料消費量は施設の大きさや形状等に関係する U_A を係数として、気温と設定温度によって決定するDHを変数とする関数で表される。ジベレリンにより熟期が10日促進されることから、

仮に1月23日から加温するところを10日後の2月2日まで遅らせたとする。その間の施設内の設定温度を20℃とすると、福井の場合、その間のDHIは4,813℃である(図-6)。燃料に灯油を使用した場合、試験に使っている単棟型のハウス(2a)のU_Aは約0.15と測定しているので、この期間のハウスの灯油使用量は、

$3610\text{kg}/10\text{a} = 0.15\text{kg}/\text{hr}^\circ\text{C} \times 4813\text{hr}^\circ\text{C} \times 10\text{a}/2\text{a}$
灯油の価格を45円/kgとすると燃料費は、

$144,400\text{円} = 45\text{円}/\text{kg} \times 3610\text{kg}$

と試算できる。生産コストを節減したい生産者にとっても、また、環境負荷の軽減が求められる社会背景からもジベレリンの利用は有効と考えられる。

(2) ホルクロールフェニユロン液剤

ホルクロールフェニユロンは合成のサイトカイン様物質であり、ブドウの果粒肥大やキウイの果実肥大促進を目的に使用されている。平成10年に幸水に対する果実肥大効果と日持ち性の向上を目的として登録された。ホルクロールフェニユロンの処理方法は果そうへの噴霧処理なので、同じ果実肥大効果のあるジベレリンの果梗部処理と比較すると作業が簡単で省力的なのが特長である。登録範囲内(満開後10~20日)で時期を変えて露地の花(果)そうに処理し、その効果を検討した。濃度10ppmで、1スプレー当たり0.8cc噴霧できるハンドスプレーを使って1果そう当たり2回スプレー散布した。その結果、ホルクロールフェニユロン処理はいずれの時期でも無処理と比較して1果重で30g、収量で10%以上とジベレリンと同程度の増収効果があったが、作業性の面から展葉が進んでいない早い時期の方が噴霧作業をやりやすく、薬剤の節約にもつながると思われた。また、糖度などの果実品質についても無処理と比較して差は認

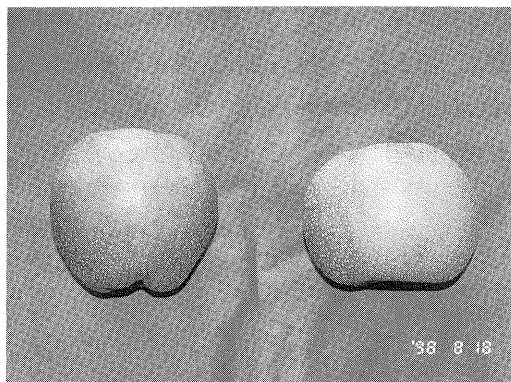


写真-2 ホルクロールフェニユロン処理の有無と果形
(左: 処理 右: 無処理)

められなかった。しかし、写真-2のように果実の横径に対して縦径が長いリンゴのような腰高果が収穫果実の中に混在した。

施設栽培のナシでは腰高果や西洋なしのような果形の果実が問題となっている。これは施設栽培では開花前、開花後の温度が露地と比較して高いことが原因でないかと推察されている(図-7)。

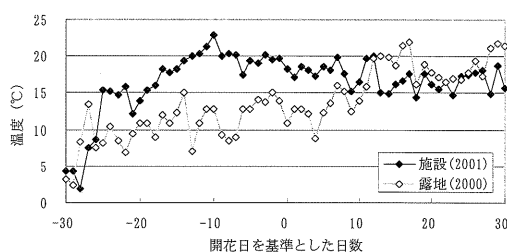


図-7 開花前後の温度(福井農試)

ナシの果実生長はおよそ開花後一ヶ月間の細胞分裂を終えた後、収穫まで個々の細胞が肥大する。ジベレリンの処理時期が細胞分裂後にあたる満開35日後の処理であり、細胞肥大促進による果実肥大効果と考えられるのに対して、ホルクロールフェニユロンの処理時期は開花直後の細胞分裂期であることから、細胞分裂を促進する作用があると考えられる。施設栽培で開花前後に高温で管理すると腰高果がでてくると

ホルクロルフェニユロン処理による腰高果の原因は、どちらも細胞分裂が促進されるためではないかと思われる。施設でのホルクロルフェニユロン処理は写真のような果形になった。

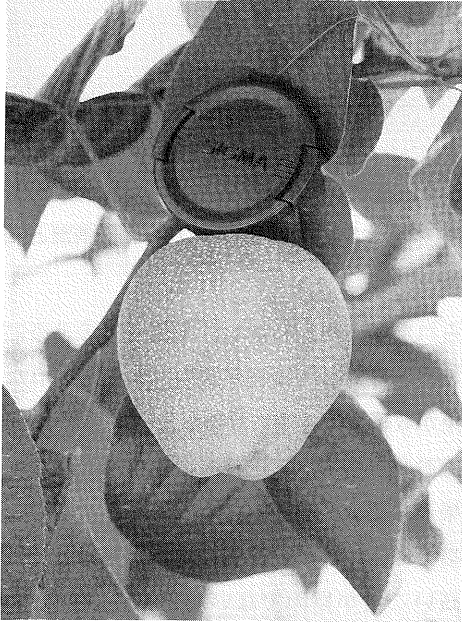


写真-3 ホルクロルフェニユロン処理した早期加温作型の果実

7. おわりに

近年、環境問題等から農業の施設栽培におけ

る化石燃料の使用が問題視されている。しかし、農産物価格の低迷という厳しい情勢下において、生産者が施設栽培に期待するものは大きい。今後は燃料消費量をどこまで節減できるかが施設栽培の重要な課題になるのではないだろうか。それゆえに、ジベレリンのようなコスト低減や環境負荷低減効果のある生育調節剤の開発、普及が期待される。

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モデル化. 農業気象53(4). 285-290
- 2) 杉浦俊彦・小野祐幸・鴨田福也・朝倉利員・奥野 隆・浅野聖子, 1991: ニホンナシの自発休眠覚醒期から開花期までの発育速度モデルについて. 農業気象46(4). 197-203
- 3) 杉浦俊彦・本條 均・菅谷 博, 1995: ニホンナシの果実生育と気温の関係について. 農業気象51(3). 239-244
- 4) 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. 福井農試研報35, 31-38.

— 防除指導手帳 —

企画・編集／JA全農肥料農薬部
B6判(ポケット判) 350頁 3,500円(税込)

主要作物(稲、麦、豆類、芋類、野菜、果樹)の病気・害虫・雑草をカラー写真で掲載し、病徴と診断。害虫の形態・生態と被害、雑草の形態及び防除のポイントと適用薬剤を解説。

全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6
Tel.03-3833-1821 Fax.03-3833-1665