

# 発芽不良の発生要因について

農研機構果樹茶業研究部門  
生産・流通利用研究領域

阪本 大輔

## はじめに

我が国では、極端な暖冬となった2009年や2010年の春などに九州地方を中心としたニホンナシの露地栽培において、発芽不良が発生した。主な症状としては、長果枝（30cm以上の結果枝）において、発芽・開花の遅延や不揃い、芽枯れあるいは枝枯れが認められた（図-1）。その後も、九州各県では、暖冬年を中心にニホンナシ「幸水」等の露地栽培において花芽の枯死を中心とした発芽不良（図-2）が発生している。これまで、2000年前後を境に、加温施設栽培でも類似症状の発芽障害が発生し（図-3）、大きな問題となっていたが、暖冬年に多発することから自発休眠の覚醒遅延が関与しているものと考えられている。一方、露地栽培において、暖冬年に発生が多いことは施設栽培で発生する発芽不良と共通しているものの、栽培南限地である鹿児島県においても、現在ニホンナシが栽培されている地域では多くの品種で自発休眠覚醒に必要な低温は確保されているものと考えられる。このことから、発芽不良の発生には、冬季の低温不足による自発休眠覚醒不良だけでなく、芽や枝の凍害など複数の要因が関係しているものと考えられている。そこで、発芽不良の発生要因について現在までに得られている知見を基に述べることとする。



図-1 「幸水」露地栽培樹における発芽不良症状



図-2 花芽の枯死による発芽不良の様子  
左側：枯死芽、右側：健全芽



図-3 「幸水」加温施設栽培における発芽不良症状  
手前側：発芽樹、奥側：正常樹

## 発芽不良の発生要因

上述した通り、加温施設栽培と露地栽培では症状の出方は類似しているものの発生要因が異なることが考えられたことから、それぞれの栽培方法について発生要因を述べることとする。

## 加温施設栽培における発芽不良について

ニホンナシ等の落葉果樹では、冬季にある程度の低温に曝されることにより、その後の開花が順調に進むことが知られている。現在のところ、発芽・開花期の前進化が進んでおり、これは、自発休眠（成長に好適な条件を与えても成長しない状態）覚醒後の気温が高くなることにより、発芽・開花が早まると考えられている。しかしながら、秋冬季の高温は落葉果樹の自発休眠覚醒を遅延させ、発芽・開花期を遅延させる可能性がある。実際に、九州地方で行われている早期加温施設栽培では、自発休眠覚醒が不十分なまま加温を開始することが原因の一つとして考えられている発芽・開花の遅延や不揃い、花芽の枯死等が報告されている（松田 2004；藤丸 2004）。また、ニホンナシの栽培南限地においても、一部の品種で上記と同様な現象が見られており、鹿児島県における過去20年間の気温の変化について分析をした結果、年平均気温については、上昇する傾向が認められたが、自発休眠覚醒に有効な温度としてしばしば用いられる7.2℃以下の気温の積算値については短くなる傾向は認められなかったとしている。ただし、暖冬年では、ニホンナシ栽培の目安とされる800時間のラインが北上する傾向が見られると報告している（藤川ら 2010）。このことから、今後、温暖化が進むことにより、落葉果樹の栽培南限地の露地栽培

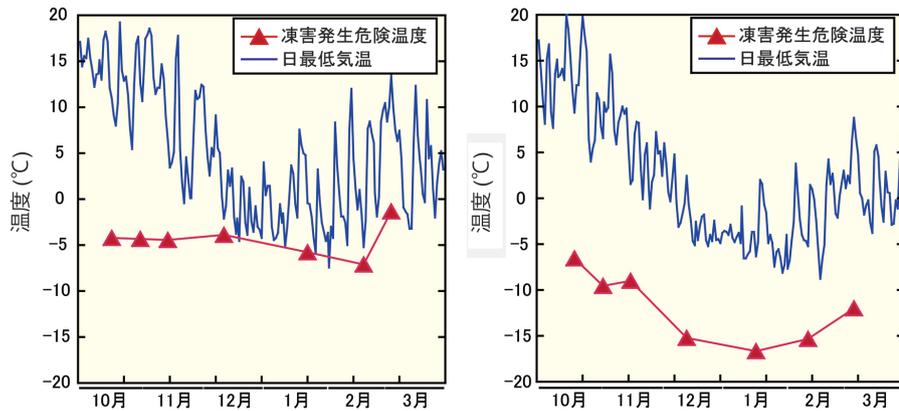


図-4 「日最低気温と凍害発生危険温度（耐凍性）との関係（2011～2012年）  
 左図：鹿児島県，右図：茨城県  
 赤枠で囲まれた部分は凍害が発生しやすい状況。  
 凍害発生危険温度（°C）は0°Cで3時間，処理温度（-5，-8，-12，-16°C）に16時間，  
 0°Cに3時間，5°Cで5時間処理後，20°Cで2週間水挿しし，半数の芽が枯死する温度。

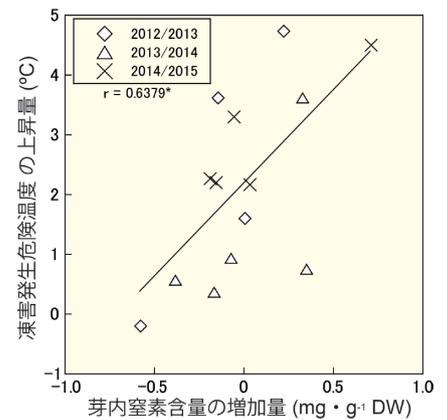


図-5 堆肥を秋冬季に散布することによる花芽の窒素含量増加量と凍害発生危険温度（耐凍性）上昇量との関係（2012～2015年）  
 縦軸，横軸ともに，秋冬季に堆肥を散布した区から春季に堆肥を散布した区を減じた値を表示。  
 rはPearsonの相関関係を示し，\*は5%水準で有意。

においても冬季の低温不足による発芽不良が起こる可能性がある。

### 露地栽培における発芽不良について

ニホンナシ等の落葉果樹ではもともと冬の厳しい寒さに耐えるため，凍結に耐える性質および能力（耐凍性）を備えている。耐凍性は，秋季の気温の低下に伴って徐々に高まり，厳冬期に最大となり，春の気温上昇に伴って低下していく。凍害の発生に関しては，落葉果樹を中心に近年増加していることが報告されている（黒田 2004）。これまでに，落葉果樹において，耐凍性を獲得していく過程で秋冬季の高温により耐凍性を十分に獲得できないまま厳冬期に強い冷え込みがあった時に発生する場合と，十分な耐凍性が得られている場合でも，他発休眠期（成長に好適な条件を与えれば成長する状態）に高温に曝されることにより容易に動き出し，耐凍性が低下したところに寒気が来た時に発生する場合が知られている。発芽不良は暖冬の翌春に発生が多いことから，秋冬季の温度上昇により耐凍性が十分に高まらないことが発生の主要因と想定された。そこで，発芽不良の発生が多い鹿児島県と発生がみられない茨城県において花芽の耐

凍性の変化を調査した結果，鹿児島県では茨城県に比べて花芽の耐凍性が十分に高まらず，1～2月において花芽が凍害を受ける気温の上限値（凍害発生危険温度）は-6～-7°Cと茨城県より10°C程度高いことが分かった（図-4）。この時期に鹿児島県の気温は花芽の凍害発生危険温度とほぼ同じ-6～-7°Cまで低下することもあることから（図-4左），鹿児島県で多発する発芽不良は，花芽の耐凍性が厳冬期の低温に耐えられるほどに高まらず，凍害を受けることが主な発生要因であることが明らかとなった。また，これまでに秋季の施肥を中止することにより発芽不良の発生が軽減することが報告されている（阪本ら 2013）。堆肥や化学肥料を介した窒素成分の供給は花芽の窒素含量を高めることから，秋冬季における花芽の窒素含量と耐凍性の関係を複数年に渡って解析した。その結果，花芽の耐凍性は窒素含量が高いほど低く，耐凍性を高めるためには施肥時期を慣行の秋冬季から翌春に変更し，秋冬季における窒素含量の増加を抑えることが有効であることが明らかになった（図-5）。このことから，発芽不良の発生が見られる地域のニホンナシにおいては，非発生地に比べて，

耐凍性が十分に高まっていない状況の中で，急激な冷え込みがあった際に凍害を生じることが考えられた。加えて発芽不良の発生している園地において秋冬季に堆肥の施用や施肥を行うと，樹体への窒素の取り込みが進むことにより耐凍性が十分に高まらず，発芽不良の発生が助長されることが明らかとなった。

### おわりに

上述した発芽不良の発生要因に基づき，加温施設栽培では自発休眠覚醒に十分な低温遭遇時間を確保した後，ビニール被覆および加温するといった対策も必要となってくる。ただし，被覆時期を遅くすると，早期出荷等のメリットが期待できなくなる恐れがあることも考慮しなくてはならない。その他，シアナミド等の休眠打破剤の利用も考えられる（大野・三井 2008）。いずれにしても，これらの技術を有効に利用するためには，当該圃場において温度観測を行うことより自発休眠ステージを確認する必要



図-6 「新高」における落葉前の芽枯れ症状  
(左側の花芽が枯死)

があるが、一般によく利用されている7.2°C以下の積算時間では正確性を欠くことがあり、今後は杉浦・本條(1997)が作成した自発休眠覚醒モデル(Developmental Index : DVIが1.0になった時が自発休眠覚醒期)等を利用して更に推定精度を高める必要がある。一方、露地栽培における発生要因の一つである凍害については、窒素過多による耐凍性低下防止のために適切な施肥方法を中心とした樹体管理を行うことが重要と考えられる。また、モモにおいては、強い耐凍性を有する台木の選抜が行われており、他発休眠期の高温に対する反応が鈍感であることが一因となっていると考えられていることから(神尾ら2003)、ニホンナシにおいても、モモと同様、凍害対策として高温要求性の高い品種を育成していく必要があると考える。このことから、今後他発休眠期の温度要求性についても明らかにする必要がある。今回試験を実施してきた中で、暖地においては、今回試験に使用した「幸水」とは異なる「新高」等の花芽において、落葉前から動き出しており、この時点で既に枯死しているものが散見された(図-6)。このことは、休眠導入の

過程で既に異常がある可能性を示唆している。これまでにポット樹を用いた試験ではあるが、クリにおいて春の植え付け時に過剰な家畜ふん堆肥の施用を行うと、正常な自発休眠ステージ進行の阻害および耐凍性低下の要因となることを報告している(Sakamoto *et al.* 2015)。このことから、今後はニホンナシにおいても自発休眠進行プロセスと耐凍性獲得機構の詳細についてさらに検討を進めていく必要がある。いずれにしても、暖冬年といわれる年においても、必ずしも最低気温が高いまま推移するわけではなく、例年通りに最低気温は低下することが明らかになってきていることから、十分に低温耐性を付与できる樹体管理方法の確立が今後益々重要になってくるものと考ええる。

## 謝辞

本稿で紹介した成果の一部は農水委託プロジェクト「温暖化の進行に適応する生産安定技術の開発」によって実施した。

## 引用文献

藤川和博ら 2010. 鹿児島県における7.2°C

以下の積算時間の変動と分布. 園芸学研究 9(別2), 121.

藤丸治 2004. 熊本県における加温ハウスの「眠り症」. 平成15年度果樹農業生産構造に関する調査報告書. 中央果実基金調査資料 No.189, 61-65.

神尾真司ら 2003. 岐阜県飛騨地域におけるモモ障害樹発生要因の解析. 園芸学会雑誌 72(別2), 342.

黒田治之 2004. 気候温暖化と落葉果樹の凍霜害. 平成15年度果樹農業生産構造に関する調査報告書. 中央果実基金調査資料 No.189, 14-18.

松田和也 2004. 福岡県におけるハウスの「眠り病」の発生状況と対策. 平成15年度果樹農業生産構造に関する調査報告書. 中央果実基金調査資料 No.189, 59-61.

大野秀一・三井友宏 2008. シアナミド液剤処理が露地栽培ニホンナシ「幸水」の開花に及ぼす影響. 園芸学研究 7(別2), 296.

阪本大輔ら 2013. ニホンナシ「幸水」における発芽不良症状と窒素施肥時期との関係. 園芸学研究 12(別2), 294.

Sakamoto, D. *et al.* 2015. The effect of nitrogen supplementation by applying livestock waste compost on the freezing tolerance of Japanese chestnut. The Horticulture Journal 84(4), 314-322.

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(4), 285-290.