

鹿児島県における発芽不良障害の発生状況とその対策

—発芽不良障害の発生は窒素施用時期の変更により軽減できる—

鹿児島県農業開発総合センター
果樹部
坂上 陽美

はじめに

近年、温暖化の果樹栽培への影響が指摘され、落葉果樹では休眠や開花に及ぼす影響が懸念されている（杉浦・横沢 2004；本條 2007）。低温期間が短縮される施設栽培では休眠期に必要な低温が得られず、ニホンナシでは発芽遅延や花芽異常、生育不良などの現象が報告されている（杉浦 2009）。

鹿児島県はニホンナシの栽培南限地域に位置し、温暖化の影響を受けやすい地理的条件にある。ニホンナシの発芽不良障害は以前から九州の施設栽培等で発生していたが、2009年春季に、露地栽培での発芽不良障害が、九州地域を中心に全国的に発生した（杉浦ら 2010）。発生の原因として温暖化との関連が示唆され、鹿児島県でも収量の減少や商品性の低下を引き起こした。

これを受け、2010年から農林水産省委託プロジェクト研究「地球温暖化が農業分野に与える影響評価と適応技術の開発」において、ニホンナシの発芽不良障害の原因解明と対策技術確立の研究を行った。また、2015年から同プロジェクト研究「農林水産分野における気候変動対応のための研究開発」において、発芽不良障害の軽減策として、秋冬季の施肥条件（窒素の施用時期）を変更することによる発芽不良障害発生軽減効果について試験してきた。ここでは、両プロジェクトにおいて、現在までに得られた結果を紹介する。

1. 鹿児島県における気温の変動

鹿児島県農業開発総合センター果樹部北薩分場（薩摩川内市、以下当分場）に設置する気象観測装置にて、1979年以降の年平均気温および季節毎の平均気温を測定した。

その結果、年平均気温は1996年以降に上昇する傾向が認められ、1996年に16.5℃であったのが2007年には17.9℃と1.4℃上昇した。

また、季節毎の気温上昇は、秋季（9～11月）および冬季（12～2月）で顕著に認められた（図-1）。今後も地球温暖化が進行し、秋冬季の気温が

上昇し続ければ、当県ニホンナシの発芽不良障害の発生はこれまで以上に深刻化し、栽培不適地となる恐れがある。

2. 発芽不良障害の発生状況

当県で問題となった2009年の発芽不良障害は、ブラジルの報告と似ており（本條ら 1998）、発芽や開花のぼらつき、不発芽や混合芽（以下、花芽）の枯死、着花数の減少などのさまざまな症状が認められ、程度が重い場合には側枝や主枝が枯死し、樹全体が衰弱した（図-2）。

気温が高い地域では収量に影響するほどの重い症状がある一方、気温が低い地域では症状が軽く収量には影響し

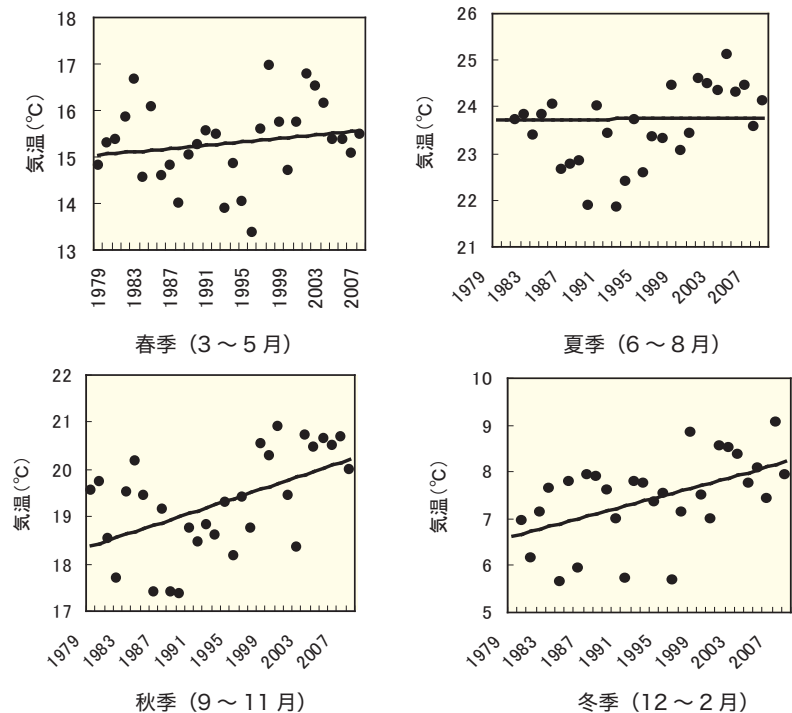


図-1 季節毎の平均気温の変動 (1979年～2008年)

表-1 発芽不良の症状と地域による差異 (2009年)

症状の種類	薩摩川内市	さつま町	霧島市
発芽や開花のばらつき	2	2	2
花そう葉がない	2	2	2
着花数の減少	1	1	0
不発芽や花芽の枯死	2	2	0
果梗が短い変形果	2	1	1
側枝の枯死	2	2	0
主枝などの枯死	0	1	0

注) 数字は0:発生なし, 1:園地の一部の樹に発生, 2:全体的に発生
市町村別の年平均気温は, 薩摩川内市が16.9℃,
さつま町が16.5℃, 霧島市が15.8℃



図-2 症状が重い樹 (現地, 2009年)

なかった (表-1)。

発芽不良障害は鹿児島県で栽培される主要な品種である「幸水」, 「新高」など多くの品種で発生し, 果梗の短い変形果の発生や収量の減少がみられた。また, 発芽不良障害は2010年以降も「豊水」, 「幸水」, 「新高」で発生した。

3. 当面の対策

発芽不良障害の発生状況を明らかにするため, 樹勢, 発育枝の長さ, 結果枝の種類と発芽不良障害の発生との関係を調査した。その結果, 発芽不良障害の発生は, 樹勢の弱い樹や長大な長果枝が多いこと, 結果枝別では短果枝より長果枝が多いことが分かった (図-3, 4, 5)。

以上の結果から, 適正な樹勢を維持すること, 長大な長果枝は利用せず, 短果枝を主体とした側枝管理をすることで発生を軽減できると考えられた。

■正常 ■花芽だけ ■1~2輪
■葉芽だけ ■枯死・停止

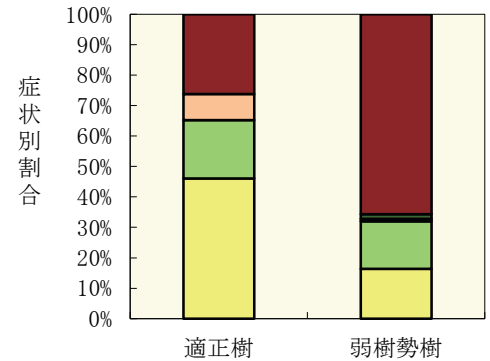


図-3 樹勢と発芽不良の関係 (2011年, 品種:「豊水」)

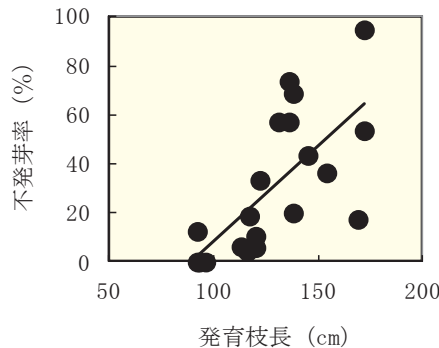


図-4 発育枝長と不発芽率 (2010年, 品種:「豊水」)

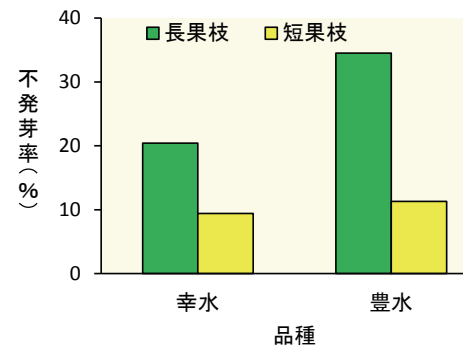


図-5 結果枝の種類と不発芽率 (2012年)

4. 「豊水」および「幸水」における発芽不良障害と秋冬季の気温との関係

発芽不良障害はこれまでに暖冬年に発生が多いことが分かっているが, 障害発生要因となる秋冬季の気温について詳細な時期を特定する検討は行われてこなかった。そこで, 「豊水」および「幸水」について, 発芽不良障害の発生状況と秋冬季の気温について詳細な解析を行った。

(1) 「豊水」における発芽不良障害の発生状況と秋冬季の気温との関係

2010年から2012年にかけて, 当分場および県内各地域の「豊水」成木樹 (2012年に25年生樹) を供試し, 花芽の発芽不良障害の発生程度を症状別に調査した。

また, 2012年2月に, 当分場およ

び各地域から長果枝を採取し, プログラムフリーザーを用いた方法 (本條・大村 1987) により, 氷点下5℃条件下における花芽の耐凍性を枯死率で評価した。

その結果, 発芽不良障害の発生は地域により異なり, 秋季が高温な地域ほど発生しやすいことが分かった。また, 長果枝の耐凍性は, 発芽不良障害の発生程度が重い地域で低い傾向にあり, 耐凍性は秋季の高温と高い相関がみられた (図-6)。

以上のことから, 「豊水」発芽不良障害発生の原因に耐凍性の低下が考えられ, 秋季の高温が関与していることが推察された。

(2) 「幸水」発芽不良障害と秋冬季の気温との関係

当分場の「幸水」 (2017年に30年生樹) を供試し, 開花期に長果枝花芽

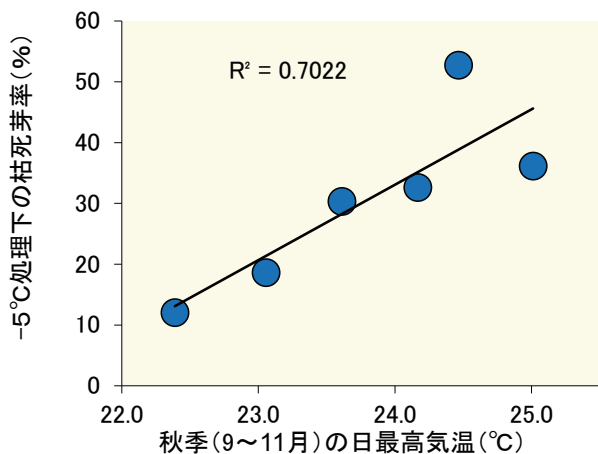


図-6 発芽不良発生地域における秋季の日最高気温と低温処理による枯死芽率との関連 (2012年、「豊水」長果枝)

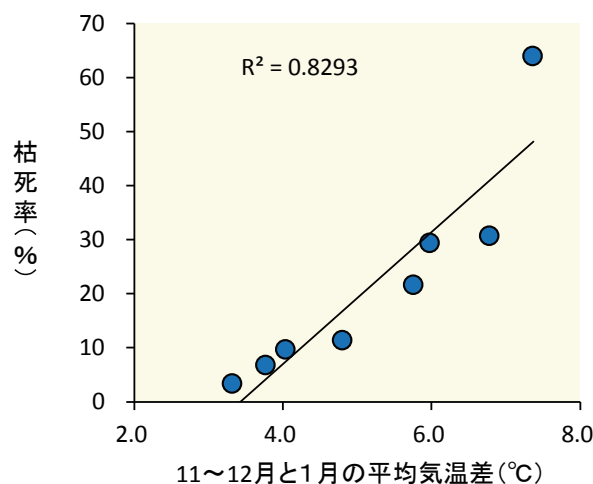


図-7 枯死率と11~12月と1月の日平均気温差との関連 (2009年~2017年、品種:「幸水」)

の発芽不良障害発生を症状別に調査した。また、当分場の気象観測装置で測定した気温を用い、2009年~2017年にわたり、秋冬季の月別気温と発芽不良障害の症状との関連性を解析した。

その結果、小花数が減少する異常発芽率は、11月以降の日最低気温が高い年ほど高く、枯死率は厳寒期である1月の日最高気温が低い年ほど高かった。また、枯死率は、日平均気温、日最高気温および日最低気温においての11~12月と1月の気温差が大きい年ほど高かった(図-7)。

以上のことから、「幸水」の発芽不良障害の発生は秋冬季の気温と関係し、症状によって発生要因が異なり、小花数が減少する異常な発芽は11月

以降の気温の上昇が、花芽の枯死は11~12月(晩秋~初冬期)から1月(厳寒期)にかけての急激な気温の変化が原因であることが明らかとなった。

5. 施肥条件と発芽不良障害発生との関係

当分場に植栽された2012年および2013年産の「豊水」(2013年に26年生樹)を供試し、施肥時期や施肥量の違いと発芽不良障害発生との関連性を調査した。

鹿児島県における「豊水」の施肥時期は秋季で、9月、10月、11月に分施するが、これを慣行区とした。これに対し、両年とも、慣行の施肥時期を

春季の3月に変更して1回で施用する春施肥区を設けた。また、2012年産のみ、慣行と同時期に慣行の3倍量を分施する3倍区を設けた。

2012年産では12月と2月に、2013年産では10月から定期的に長果枝を採取し、プログラムフリーザーを用いた方法で、氷点下5°C条件下における花芽の枯死率を調査し、耐凍性を評価した。また、2012年産では、せん定後の3月に単位面積当たりの花芽数を計測した。発芽不良障害の発生は、開花期の花芽を症状別に調査した。

その結果、2012年産では、氷点下5°Cで処理した長果枝花芽の枯死率は慣行区および3倍区で高く、春施肥区では30%以下と低かった。単位面

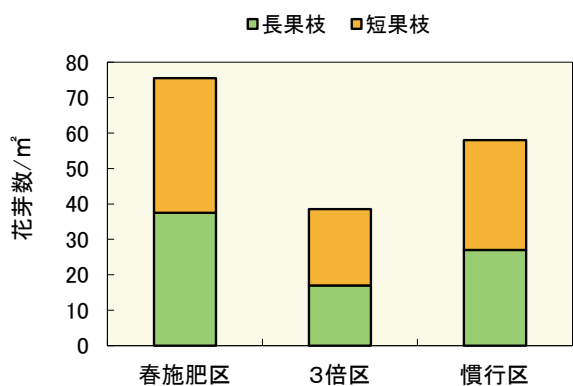


図-8 施肥条件と花芽数 (2012年3月、品種:「豊水」)

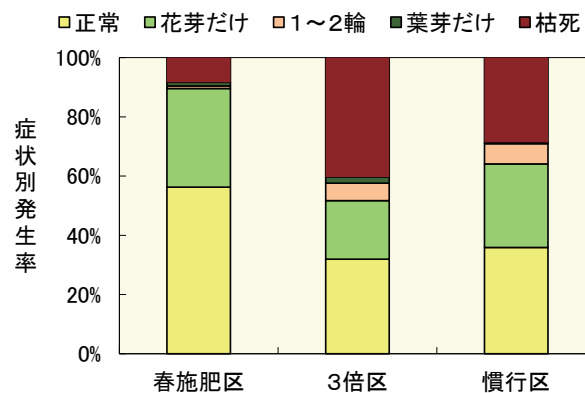


図-9 施肥条件と発芽不良の発生 (2012年4月、品種:「豊水」)

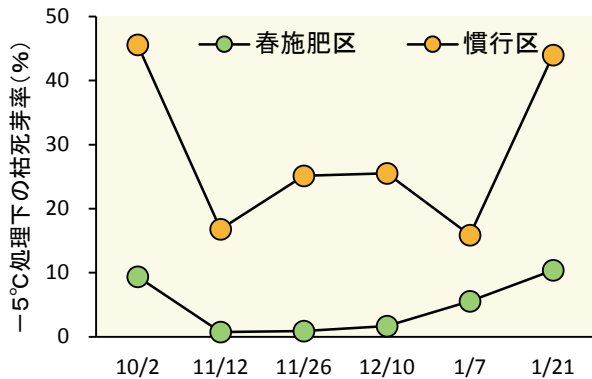


図-10 施肥条件と耐凍性 (2012～2013年, 品種:「豊水」)

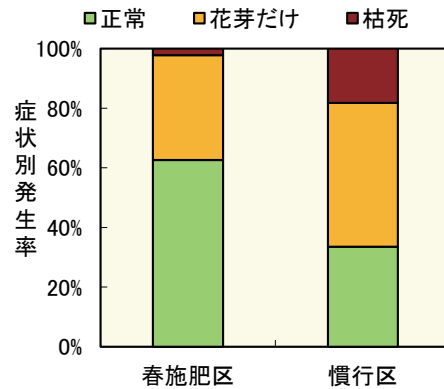


図-11 施肥条件と発芽不良の発生 (2013年4月, 品種:「豊水」)

積当たりの花芽数は春施肥区で最も多かった(図-8)。また、開花期に正常に発芽する花芽の割合は春施肥区で多く、花芽の枯死の割合は3倍区で多かった(図-9)。

2013年産では、氷点下5°C処理した長果枝花芽の枯死率は慣行区で高く、年明け以降上昇したのに対し、春施肥区では年明け以降も10%程度と低かった(図-10)。また、発芽不良障害の発生についても春施肥区で少なく(図-11)、2013年産と同様の傾向が認められた。

2年間の結果から、慣行区や3倍区では秋季の高温により窒素が遅効きし、耐凍性が低下したと推察され、秋に施肥しない春施肥区では、耐凍性の向上と発芽不良障害の軽減が認められた。

6. 窒素施用時期の変更による発芽不良障害軽減技術の開発

上記で得られた結果より、窒素施用時期の変更により発芽不良障害軽減の可能性が示唆されたことから、2012年から2016年産にかけ、当分場に植栽の「幸水」(2016年に29年生樹)を供試し、肥料と堆肥を組み合わせた窒素施用時期の違いと発芽不良障害発生との関連を調査した。

鹿児島県の「幸水」における窒素の施用時期は、肥料を秋季の9月～11

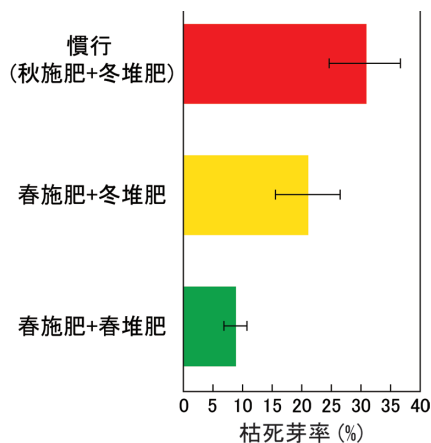


図-12 肥料や堆肥の散布時期の違いが花芽の枯死率に及ぼす影響 (2016年)
 春施肥+冬堆肥:3月に肥料18kg,12月に家畜ふん堆肥2t散布
 春施肥+春堆肥:3月に肥料18kg,3月に家畜ふん堆肥2t散布
 (肥料と家畜ふん堆肥の重量は施用量で10a当たり換算)

月に分施し、堆肥を冬季の12月に施用するが、これを慣行区(秋施肥+冬堆肥区)とした。これに対し、肥料と堆肥の施用を春季の3月に変更する春施肥+春堆肥区、肥料は春季の3月に変更するが堆肥は慣行の12月に施用する春施肥+冬堆肥区を設けた。発芽不良障害の発生は、開花期に長果枝花芽を症状別に調査した。

5年間継続して試験した結果、肥料や堆肥の施用時期により発芽不良障害の発生程度が異なった。特に発生程度が重かった2016年産では、花芽の枯死の割合は、肥料と堆肥を秋冬季に



図-13 発芽不良軽減マニュアル (編集・発行:農研機構)

施用する慣行区で30%程度と最も多かった(図-12)。堆肥のみを慣行時期に施用する春施肥区+冬堆肥区でも20%程度発生したのに対し、肥料と堆肥を春季に変更した春施肥区+春堆肥区では10%以下と大幅に減少した(図-12)。また、樹体や果実品質への影響については、試験区間に明らかな差は認められなかった。

おわりに

鹿児島県のニホンナシ栽培地域においては、発芽不良障害発生の要因の一