

ニホンナシの育成系統及び「豊水」樹に対するみつ症発生難易度の検定法

加藤 修・北口美代子

キーワード：ニホンナシ，みつ症，育種，豊水，検定法

I 結 言

ニホンナシの品種の中には果実の生理障害の一つであるみつ症が発生する。千葉県では数年おきに「豊水」にみつ症が発生し、年によっては商品化率を著しく低下させて生産者に深刻な被害をもたらしている。したがって、ニホンナシの育種を行うにあたってみつ症が発生しない品種の育種は重要な目標である。しかし、これまで育種中の系統に対してみつ症が発生しやすいか否かを検定する方法がなく、育種期間が長期化する一因となっていた。育種中の系統に対して早期に発生難易度が検定できれば、選抜淘汰の判断材料となり育種が効率的に進む。また、ニホンナシ「豊水」のみつ症は気象や土壌の条件の他に樹勢等樹体の状態により発生状況が異なることが知られている（佐久間 2002）。樹ごとに発生難易度がわかれば、それぞれの樹に対して栽培管理や収穫方法の改善などの確な対応策を講じることが可能となる。

一方、植物成長調整剤のジベレリンは「豊水」に対してみつ症の発生を促すことがわかっている（佐久間 2002）。

そこで、ジベレリンを利用することにより育成系統にはみつ症発生の難易度を早期に検定し、「豊水」には樹ごとの発生の難易度を検定する方法を開発することを目的に試験を行ったところ、一定の知見が得られたので紹介する。

II 材料及び方法

1. 品種、ジベレリンの塗布時期とみつ症の発生

試験は 2009～2011 年に千葉県農林総合研究センター生産技術部果樹研究室果樹育種試験地（千葉県千葉市，表層腐植質黒ボク土）の果樹園で行った。2009 年は「若光」3 樹（22 年生樹），「幸水」3 樹（22 年生樹），「豊水」3 樹（22 及び 29 年生樹），「ゴールド二十世紀」2 樹（22 年生樹及び 30 年生樹の「二十世紀」に高接ぎ後 15 年）及び「新高」2 樹（29 年生樹）を供試した。いずれの樹も 7m×7m 植え 4 本主枝の折衷式平棚仕立てである。ジベレリン（ジベレリン協和ペースト）を予備摘果により 1 果そ

う 1 個にした後に満開後 16 日，30 日，44 日及び 72 日と時期を変えて，側枝単位で 1 樹当たり 35～45 個の果実の果梗に約 30mg 塗布し試験区を設けた。それぞれを GA16 区，GA30 区，GA44 区及び GA72 区とし，対照を無処理区とした。

また，2010～2011 年は 7m×7m 植え 4 本主枝の折衷式平棚仕立ての「あきづき」1 樹（2010 年現在 18 年生樹）を供試した。ジベレリンは予備摘果により 1 果そう 1 個とした後に満開後 44 日に側枝単位で 1～2 主枝にそれぞれ約 40 個の果実の果梗に約 30mg 塗布し，GA 区とした。対照を無処理区とし GA 区と別の主枝の果実約 40 個を供した。調査はいずれの年も適熟果を 2～3 日おきに収穫し，果実 1 個ごとに地色を測定し，果実のていあ部，赤道部及び梗あ部を横断してみつ症を調査した。その方法は，総合助成試験研究日本ナシ新品種の安定供給法の確立に関する試験（千葉農試 1983）において千葉県が提案し調査基準とした第 1 表に示した判定基準により 0～3 に指数化するとともに，いずれかの横断面にみつ指数 3 の発生がみられる場合は 3，全ての横断面にみつ指数 2 以下の場合は平均した値（小数点以下は切り上げ）とし，みつ指数 2 及び 3 の果実を重症果として重症果率を求めた。

2. 育成系統とみつ症の発生

試験は 2010～2011 年に千葉県農林総合研究センター生産技術部果樹研究室果樹育種試験地の果樹園で行った。2010 年は当研究室育成系統「1-H7-6」（「豊水」×「7 の 7」（「新雪」×「平塚 16 号」））1 樹（19 年生樹「筑水」に高接ぎ後 3 年）及び「豊水」2 樹（23 年生樹），2011 年は同育成系統「21 の 8」（「多摩」×「若光」）1 樹（8 年生樹），「1-H7-6」1 樹及び「豊水」2 樹を供試した。いずれの樹も 7m×7m 植え 4 本主枝の折衷式平棚仕立てである。ジベレリンを予備摘果により 1 果そう 1 個にした後満開後 44 日に，側枝単位で 1 樹当たり約 40 個の果実の果梗に約 30mg 塗布し，GA 区とした。対照を無処理区とし，GA 区と別の主枝の果実約 40 個を供した。調査は「1. 品種，ジベレリンの塗布時期とみつ症の発生」の試験と同様にみつ症重症果率を求めた。

3. 「豊水」の樹ごとのみつ症の発生

試験は 2011 年に千葉県農林総合研究センター生産技術

部果樹研究室果樹育種試験地の2か所の果樹園で行った。
「豊水」の20年生樹1樹、23年生樹1樹、24年生樹2
樹及び30年生樹3樹を供試した。いずれの樹も7m×7m
植えて2本または4本主枝の折衷式平棚仕立てである。ジ
ベレリンは予備摘果により1果そう1個とした後に満開後

44日に、側枝単位で1樹当たり約40個の果実の果梗に約
30mg塗布し、GA区とした。対照を無処理区とし、GA区
と別の主枝の果実約40個を供した。調査は「1. 品種、ジ
ベレリンの塗布時期とみつ症の発生」の試験と同様にみつ
症重症果率を求めた。

第1表 みつ症の判定基準

指数	ていあ部、赤道部及び梗あ部の横断面の症状
0	健全なもの及び果心部から放射状に出ているうっすらとみつ症状様のものが認められる
1	果皮直下にうっすらとしたみつ症が認められるか、または1cm ² 未満の境界明瞭なみつ症が認められる
2	1cm ² 以上の透明で境界明瞭なみつ症状が認められるか、またはみつ症状の小斑点が切断面のかなりの面積を占める
3	2の症状がさらに拡大して、ていあ部、梗あ部で切断面の1/4以上、赤道部では1/8以上の境界明瞭なみつ症状が認められる

第2表 品種、ジベレリンの塗布時期とみつ症の発生 (2009年)

品種	試験区	平均収穫日 (月/日)	地色	みつ症	
				平均指数	重症果率 (%)
若光	GA16	7/ 30	4.2	0.65	3
	GA30	7/ 31	4.0	0.38	3
	GA44	7/ 31	4.2	0.51	5
	GA72	8/ 5	4.1	0.67	2
	無処理	8/ 6	4.1	0.54	0
幸水	GA16	8/ 12	3.0	0.21	0
	GA30	8/ 11	2.9	0.14	0
	GA44	8/ 12	2.9	0.21	0
	GA72	8/ 16	2.6	0.25	1
	無処理	8/ 16	2.5	0.22	2
豊水	GA16	8/ 31	3.1	0.91	23
	GA30	9/ 1	3.2	1.37	33
	GA44	8/ 31	3.1	1.71	39
	GA72	9/ 1	3.6	1.44	35
	無処理	9/ 1	3.3	0.49	6
ゴールド 二十世紀	GA16	9/ 2	2.4	1.35	21
	GA30	9/ 1	2.6	0.96	12
	GA44	9/ 1	2.5	1.94	48
	GA72	9/ 2	2.3	1.54	27
	無処理	9/ 4	2.3	0.44	3
新高	GA16	9/ 16	4.1	0.05	0
	GA30	9/ 17	4.2	0.04	0
	GA44	9/ 17	4.1	0.10	0
	GA72	9/ 18	4.1	0.11	0
	無処理	9/ 21	4.0	0.58	0

- 注1) 試験区のGA16～GA72はジベレリンの塗布を満開後16～72日に行ったことを示す。ジベレリンは果梗に約30mg塗布した（以下、同様）。
- 2) みつ症は発生程度を0～3の指数に区分して調査し、重症果は指数2以上のものとした（以下、同様）。
- 0：健全なもの及び果心部から放射状に出ているうっすらとみつ症状様のものが認められる。
- 1：果皮直下にうっすらとしたみつ症が認められるか、または1cm²未満の境界明瞭なみつ症が認められる。
- 2：1cm²以上の透明で境界明瞭なみつ症状が認められるか、またはみつ症状の小斑点が切断面のかなりの面積を占める。
- 3：2の症状がさらに拡大して、ていあ部、梗あ部で切断面の1/4以上、赤道部では1/8以上の境界明瞭なみつ症状が認められる。

Ⅲ 結 果

1. 品種、ジベレリンの塗布時期とみつ症の発生

ジベレリンの塗布時期がみつ症の発生に及ぼす影響を第2表に示した。みつ症の平均指数は、「豊水」と「ゴールド二十世紀」ではGA44区がそれぞれ1.71, 1.94と最も高く他のGA各区も無処理区に比較し高かったが、その他の品種のGA各区は無処理区と大差ないか無処理区に比較し低かった。みつ症重症果率は、「豊水」ではGA30～



写真1 ジベレリンを満開後44日に果梗に塗布して発生した「豊水」のみつ症重症果の横断面(2009年)

GA72区が33～39%、「ゴールド二十世紀」ではGA44区が48%と無処理区に比較して著しく高かった。一方、その他の品種のGA各区は無処理区とほぼ同程度で、最も高い「若光」のGA44区であっても5%と低かった。

ジベレリンを満開後44日に塗布して発生した「豊水」のみつ症重症果の横断面を写真1に示した。商品性を著しく損なう果実であった。

ジベレリンの塗布が「あきづき」のみつ症重症果率に及ぼす影響を第3表に示した。2か年ともみつ症重症果率はGA区と無処理区が同程度で低かった。

以上、供試した6品種の中で「豊水」と「ゴールド二十世紀」のみがジベレリンによりみつ症の発生が著しく高まり、特に満開後44日の塗布で顕著であった。

2. 育成系統とみつ症の発生

ジベレリンの塗布が育成系統のみつ症重症果率に及ぼす影響を第4表に示した。育成系統「21の8」のみつ症重症果率は、GA区、無処理区とも0%で重症果は発生しなかった。育成系統「1-H7-6」は、2010年ではGA区が48%で無処理区の20%に比較し高く、2011年ではGA区が44%で無処理区の58%に比較し低く、ジベレリンによりみつ症重症果率が高まる年と反対の年があった。また、「1-H7-6」に発生したみつ症の症状は写真1で示した「豊水」の症状と似ており、水浸状を呈していた(写真2)。

第3表 「あきづき」に対するジベレリンの塗布とみつ症の発生

品種	試験年	試験区	平均収穫日 (月/日)	地色	みつ症重症 果率 (%)
あきづき	2010	GA	9/ 21	4.5	0
		無処理	9/ 21	4.6	0
	2011	GA	9/ 23	4.2	6
		無処理	9/ 25	4.1	3

注) GAはジベレリンを満開後44日に塗布したことを示す(以下、同様)。

第4表 育成系統及び「豊水」に対するジベレリンの塗布とみつ症の発生

系統, 品種	試験年	試験区	平均収穫日 (月/日)	地色	みつ症重症 果率 (%)
21の8	2011	GA	8/ 4	4.1	0
		無処理	8/ 10	4.2	0
1-H7-6	2010	GA	10/ 4	4.0	48
		無処理	10/ 1	4.5	20
	2011	GA	9/ 26	4.6	44
		無処理	9/ 24	5.0	58
豊水	2010	GA	9/ 24	4.4	78
		無処理	9/ 16	4.4	24
	2011	GA	9/ 15	4.8	61
		無処理	9/ 18	4.8	16

ちなみに、2010年、2011年とも「豊水」の無処理区のみつ症重症果率はそれぞれ24%、16%と高く、ジベレリンの塗布によっても著しく高まったことから、「豊水」のみつ症が発生しやすい年であった。

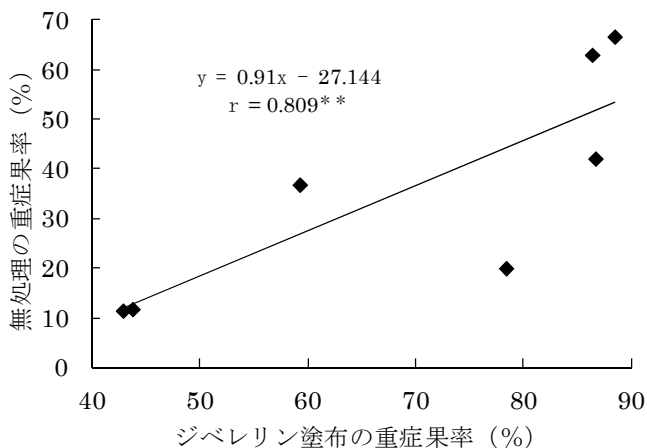
以上、育成系統においてもジベレリンを満開後44日に塗布することでみつ症の発生を高められる系統が認められた。

3. 「豊水」の樹ごとのみつ症の発生

「豊水」の樹ごとのジベレリン塗布と無処理のみつ症重症果の発生を第1図に示した。各供試樹においてGA区のみつ症重症果率は43~89%、無処理区は11~67%



写真2 ジベレリンを満開後44日に果梗に塗布して発生した育成系統「1-H7-6」のみつ症重症果の横断面 (2010年)



第1図 「豊水」の樹ごとのジベレリン塗布と無処理のみつ症重症果の関係 (2011年)
注) **は、1%水準で有意なことを示す。

と幅があるが、GA区でみつ症重症果率が高い樹ほど無処理区で高い傾向があった。

以上、ジベレリンを満開後44日に塗布することで「豊

水」の樹ごとの無処理におけるみつ症発生難易度が推定できると考えられた。

IV 考 察

ニホンナシのみつ症は果実の過熟現象であり、細胞壁の崩壊と光合成代謝産物であるソルビトールの細胞間隙の浸出とされている (山木 1982)。また、ニホンナシ「二十世紀」はみつ症が発生しやすい品種であることが知られている。梶浦・大村 (1982) によれば「二十世紀」後代の品種や系統を用いた交雑実生は非常に高いみつ症の発生率であり、みつ症発生は遺伝的要因がかなり大きいとされている。梶浦・佐藤 (1990) は、「豊水」にみつ症が発生するのは「二十世紀」を中心に近縁種間で交配を続けることによって誕生したためと考えられるとしている。また、梅谷・佐久間 (1993) は「豊水」のみつ症の発生にはGAの含量が深く関与していると述べている。佐久間 (2002) は、果実生長期初期に「豊水」の果実にジベレリンを塗布することによりみつ症の発生が促進されたとしている。さらに、Tamuraら (2003) は「秋栄」に対するジベレリン処理によりみつ症の発生が促進されたとしている。今回供試した品種「若光」、「幸水」、「豊水」、「ゴールド二十世紀」及び「新高」の中で、「新高」以外は「二十世紀」の後代である。しかし、みつ症が発生するのは「豊水」と「ゴールド二十世紀」のみであり、しかも両品種はジベレリンによりみつ症の発生が著しく高まった。したがって、同じ「二十世紀」の後代でもみつ症が発生する遺伝形質を受け継いだのは「豊水」と「ゴールド二十世紀」で、両品種のみがジベレリンに反応したと考えられた。とりわけ、満開後44日の塗布で顕著であったことから、この時期の塗布がみつ症の発生を最大に高められる適期であると考えられた。佐久間 (2002) も、細胞肥大準備期 (満開後30~60日頃) に高温や強摘果及びジベレリン処理等を行うと、果実肥大を急激に促進することにより細胞壁の充実が不十分となって、さらに成熟が促進されて、夏季の低温等の影響を受けやすくなり、みつ症の発生を助長すると述べており、今回の結果と一致した。

以上、満開後44日に果実の果梗にジベレリンを塗布してみつ症重症果率を調査することにより「二十世紀」後代の育種中の系統にも「二十世紀」のみつ症発生の遺伝形質を受け継いでいるのか、すなわちみつ症発生の難易度の検定を行える可能性が示された。しかし、「新高」はみつ症が発生する特性があるがジベレリンによりみつ症の発生が高まらなかった。これは「二十世紀」の後代ではないことが要因と推察される。

育成系統「21の8」は、「二十世紀」の後代であるがジ

ベレリン塗布の有無にかかわらずみつ症重症果の発生は皆無であった。これは「若光」と「幸水」と同様の傾向であり、みつ症が発生しにくい系統と考えられた。一方の「1-H7-6」も「二十世紀」の後代である。2 年間の試験においてそれぞれの結果は異なったが、ジベレリンによりみつ症重症果率が著しく高まる年があった。また、無処理でもみつ症重症果の発生が認められた。したがって、「豊水」等と同様に「1-H7-6」はみつ症が発生しやすい系統と考えられた。

以上、ジベレリンを満開後 44 日に塗布することで、「二十世紀」の後代で「二十世紀」のみつ症発生の遺伝形質を受け継いでいる育成系統に対しては、みつ症発生の難易度を検定できると考えられた。なお、ジベレリンによりみつ症の発生が高まらない年もあるので、育成系統に対する検定は複数年行う必要がある。

佐久間（2002）は、栽培要因と「豊水」のみつ症発生の関連をまとめており、その中で土壌水分の急激な変動、カルシウム不足等の土壌要因と高い 1 年生枝の割合、旺盛な新梢伸長等の樹体要因を挙げている。すなわち、「豊水」のみつ症は植栽した圃場の土壌と樹体の状況の違いにより、樹ごとに発生状況が異なると考えられる。本試験において圃場、樹齢及び主枝数が異なり圃場環境と樹体の状況が異なる複数の「豊水」の樹にジベレリンを塗布したところ、みつ症重症果率が高い樹ほど無処理においてもみつ症重症果率が高い傾向があった。また、「豊水」のみつ症は毎年同じように発生するわけではなく、満開後 91～100 日の最高気温が低く推移する年に重症果率が高くなる（川瀬ら 1995）。そのため、樹ごとのみつ症発生の難易度はみつ症の発生年では把握できるが、発生が少ない年では把握しにくくなる。しかし、第 2 表に示したように 2009 年では「豊水」の無処理のみつ症重症果発生率は 6%と低くみつ症の発生年ではなかったが、ジベレリンを満開後 44 日に塗布することで 39%と著しく高まった。また、第 4 表から 2010 年、2011 年においてもジベレリンによりみつ症重症果率が著しく高まった。したがって、「豊水」に対してはみつ症の発生年以外でもジベレリンを利用することにより、みつ症重症果率を調査し樹ごとのみつ症発生の難易度を推定できると考えられる。

以上、ジベレリンにより「豊水」の樹ごとのみつ症発生の難易度を検定できると考えられた。これにより、みつ症が発生しにくいすなわち発生難易度の低い樹にはみつ症発生に対する軽減策を講じ、みつ症が発生しやすいすなわち発生難易度が高い樹には改植や品種構成の見直しの目安とする等の判断が可能となると考えられる。ただし、活用にあたっては各園ごとに資料を収集して発生の傾向を把握して検討する必要がある。また、ジベレリンの農薬と

しての使用時期は満開後 30～40 日で登録されているので、検定のためのジベレリンの塗布は満開後 40 日に行うこととする。

V 摘 要

ニホンナシの育種中の系統及び樹ごとの「豊水」に対してみつ症の発生難易度を知ることを目的に、ジベレリンを利用した検定方法の開発を試みた。

1. 「若光」、「幸水」、「豊水」、「ゴールド二十世紀」、「あきづき」及び「新高」の中で、「豊水」と「ゴールド二十世紀」のみがジベレリンを果実の果梗に塗布することにより、著しくみつ症の発生が高まりとりわけ満開後 44 日の塗布で顕著であった。ジベレリンに反応した品種は、「二十世紀」のみつ症発生の遺伝形質を有する品種と考えられた。

2. 育種中の系統に対しても、満開後 44 日の塗布によりみつ症発生の難易度を知ることができた。

3. 植栽した園、樹齢及び主枝数が異なり圃場環境と樹体の状況が異なる「豊水」に対して上記の方法を行ったところ、ジベレリンによりみつ症発生が高まる樹ほど無処理でもみつ症の発生が高かった。したがって、樹ごとのみつ症発生の難易度を知ることができた。

4. 以上、実際の検定はニホンナシの育成系統には複数の樹に複数年行い、「豊水」の樹には満開後 40 日に塗布を行う必要がある。

VI 引用文献

- 千葉農試・埼玉園試・栃木農試・茨城園試・神奈川園試・富山農試・果樹試（1983）総合助成試験研究報告書、日本ナシ新品種の安定供給法の確立に関する試験：p90－111.
- 梶浦一郎・大村三男（1982）ニホンナシ栽培品種の成熟特性の変異と収穫方法の解析並びに成熟現象からみた品種の歴史的変遷。果樹試報 A. 9：61－113.
- 梶浦一郎・佐藤義彦（1990）ニホンナシの育種及びその基礎研究と栽培品種の来歴及び特性。果樹試報。特報 1：1－36.
- 川瀬信三・関本美知・長門壽男・石田時昭・一畝田 済（1995）ニホンナシ「豊水」のみつ症の発生と予測。千葉農試研報 36：67－75.
- 佐久間文雄（2002）ニホンナシ「豊水」におけるみつ症発生に係る栽培要因の解明に関する研究。茨城農総セ園研特報。2：1－89.
- Tamura, F., J. Chun, K. Tanabe, M. Morimoto and A. Itai

(2003) Effect of summer-pruning and gibberellin on the watercore development in Japanese pear 'Akibae' fruit., *J.Japan.Soc.Sci.*72 (5) : 372-377.

梅谷 隆・佐久間文雄 (1993) 生育調節物質によるニホンナシ '豊水' みつ症発生防止効果. 茨城農総セ園研報. 1 : 11-22.

山木昭平 (1982) ニホンナシ果実の生理障害 (ボケ, 石ナシ, みつ症状果など) における生化学的特徴. 昭 57 秋園芸学会シンポジウム要旨. 7-16.

Assessing Susceptibility to Water Core in Japanese Pear Breeding Lines and ‘Housui’ Trees

Shu KATO and Miyoko KITAGUCHI

Key words: assay method, breeding, Housui, Japanese pear, water core

Summary

We developed a test method using gibberellin to determine the degree of severity of outbreaks of water core in breeding lines of Japanese pear and on ‘Housui’ pear trees.

1. Among the cultivars ‘Wakahikari’, ‘Kousui’, ‘Housui’, ‘Gold-Nijisseiki’, ‘Akizuki’, and ‘Nitaka’, only ‘Housui’ and ‘Gold-Nijisseiki’ showed an increase in the incidence of water core when gibberellin was applied to the peduncles of the fruits, most markedly with application on day 44 after full bloom. Cultivars such as ‘Gold-Nijisseiki’ that responded to gibberellin likely have a heredity susceptibility to water core.
2. Among the breeding lines, gibberellins were therefore useful for determining the degree of severity of water core on day 44 after full bloom.
3. Use of the above-described method on the fruits of ‘Housui’ trees that were in different orchards, were of different ages and had different numbers of primary scaffold branches—in other words in different field environments and on trees in different states—showed that the trees that were at high risk of developing water core with gibberellin treatment were also at high risk when untreated. It was therefore possible to predict the water core susceptibility of each tree.
4. Among Japanese pear breeding lines and ‘Housui’ trees, the method needs to be applied to two or more trees for more than 2 years. Gibberellin should be applied to Japanese pear breeding lines on day 44 after full bloom, but to ‘Housui’ trees on day 40 after full bloom.