

ニホンナシ‘あきづき’および‘王秋’に発生する果肉障害の特徴と軽減技術

農研機構 果樹茶業研究部門
生産・流通研究領域

三谷 宣仁

はじめに

農研機構が育成した‘あきづき’および‘王秋’はそれぞれ2001年、2003年に品種登録されたニホンナシの品種である。両品種ともに果肉が柔軟多汁で糖度が高く食味良好である。両品種はナシ生産地への導入が進められており、2014年の栽培面積は‘あきづき’371ha、‘王秋’23haとなっている。しかし普及が進むにつれ果肉組織の一部が褐変する障害の発生が認められるようになり（松田ら 2006；上村ら 2009；井戸ら 2012）、果肉および果皮直下に見られる乾いたコルク状の斑点を「コルク状果肉障害」、また果肉の一部が水浸状となり褐変する障害を「水浸状果肉障害」と呼ぶこととした（中村 2011）（図-1）。

これら果肉障害の発生に対する気象環境や土壌条件の影響はこれまでに明らかになっておらず、また2つの障害の発生要因は異なるものと考えられるもののその詳細は明らかではなく、障害発生要因の解明や対策技術の開発が強く望まれている。



図-1 ‘あきづき’および‘王秋’に発生する果肉障害
左：コルク状果肉障害，右：水浸状果肉障害

筆者らはこれまでこれら果肉障害の発生に影響する要因の解明に取り組んできたが、ここでは果肉障害の特徴や、発生要因、特に成熟時期や夏季の強い水分ストレスがコルクの発生に及ぼす影響に関して、これまでに得られた知見を紹介することにする。

果肉障害の特徴

果肉障害の調査は中村（2011）および羽山ら（2017）の方法に従い、果実を赤道面と並行に5mm厚でスライスし、各切片について目視でコルク状および水浸状果肉障害の発生を調査した。

コルク状果肉障害は、各果実について障害の大きさと数によって「無」、「少」、「中」、「多」の4段階で評価した。全体の果実数に占める「少」「中」「多」を合わせた果実数、または「中」「多」を合わせた果実数の割合を算出した。エテホン散布の果実については水浸状果肉障害についても調査した

果肉障害のうちコルクの発生に関して、①赤道面よりややこうあ部側に最も多く発生する、②果色（カラーチャート・石川県）3.5を目安に収穫すると、同一樹内では成熟の遅い果実の方がコルクが発生しやすい、③果実重が大きい方が障害が重症化しやすい傾向がある、といったことが明らかになった。

ジベレリン処理の影響

ニホンナシの栽培では熟期促進および果実肥大促進を目的としたジベレリンペーストの使用が登録されている。果実が大きい方が果肉障害を重症化しやすいことから、ジベレリンペースト処理が果肉障害の発生に及ぼす影響を調査した。‘あきづき’や‘王秋’では満開50日頃から140日後までの期間はジベレリン処理した果実の方が大きかったものの、収穫時の果実重には効果はなかった。一方ジベレリン処理によってコルク状果肉障害の発生果率に

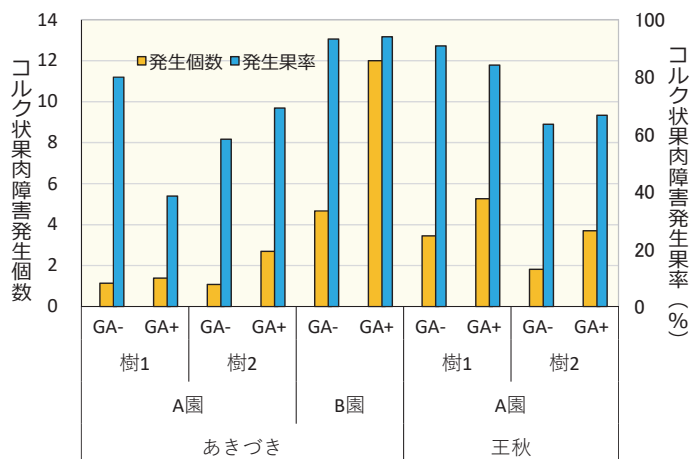


図-2 ‘あきづき’および‘王秋’でのジベレリン処理がコルク状果肉障害発生に及ぼす影響

表-1 ‘あきづき’の開花時期・番花が収穫日、果実重およびコルク状果肉障害の発生に与える影響

年次	処理区		果実数	平均 収穫日	果実重 (g)	糖度 (° Brix)	コルク 発生個数 (1果当たり)	コルク発生果率	
	開花時期	番花						少+中+多 (%)	中+多 (%)
2013	満開3日前	4~5	29	9/28	524	14.3	1.5	20.7	6.9
	満開日	2~3	25	9/29	548	14.2	0.8	16.0	8.0
	満開日	4~5	30	9/30	532	14.1	0.8	20.0	6.7
	満開日	6~8	32	10/3	516	14.2	4.4	53.1	31.3
	満開3日後	4~5	32	10/1	521	14.8	2.1	37.5	12.5
2014	満開3日前	4~5	35	9/23	533	13.5	1.6	51.4	17.1
	満開日	2~3	34	9/22	492	14.1	2.0	50.0	14.7
	満開日	4~5	32	9/26	471	14.0	2.0	59.4	15.6
	満開日	6~8	29	9/28	448	13.5	2.8	75.9	27.6

は大きな影響がなかったものの、発生した果実ではコルクの数が増えており、ジベレリン処理が果肉障害の発生した果実においてコルクの発生を助長する可能性が示唆された(図-2)。

開花の早晚および番花の影響

1 樹内の果実で成熟時期に差が生じる要因として、開花の早晚や花そう内の着生位置(番花)が考えられる。ニホンナシの花芽は1芽に8~10の花を含んだ花そうを形成する。開花時に花そうの基部の花蕾(1番花)から上の花蕾へと順に咲き、花そう内のすべての花が咲き終わるのに5~6日間程度かかる。また、番花は果実の成熟期に影響し、1~3番花の果実は早熟で、7~8番花の果実は晩熟型、4~6番花の果実はそれらの中間とされる(平田1983)。このことから、開花の早晚や番花の違いが果肉障害の発生に及ぼす影響を2か年調査した(三谷ら2017)。

1年目は、2樹の花そうから、満開3日前に5番花まで咲いている花そうの4~5番花、満開日にすべての花が咲いている花そうの2~3番花、4~5番花、6~8番花、および満開3日後に6~8番花が完全に開いていない花そうで開花している4~5番花(2年目のみ)をそれぞれ1花選び、

花そう内の他の花を摘花した。なお樹全体の約80%の花が咲いた日を満開日とし、使用した花そうは腋花芽、短果枝に関係なく無作為に選んだ。それぞれ残した花に由来する果実を9月下旬から10月上旬にかけて果色(‘あきづき’用カラーチャート・石川県作成)3.5を目安に収穫し果実品質と果肉障害発生程度の調査を行った。

1年目は、満開日6~8番花の果実のコルク状果肉障害発生個数が最も多く、コルク状果肉障害発生果率も高かった(表-1)。果実品質に関しては糖度でわずかに差が見られたが、その他はほとんど差がなかった。収穫日を比較すると、満開日に咲いた花では2~3番花、4~5番花、6~8番花の順に収穫が早く、4~5番花で比較すると満開3日前の4~5番花の果実で収穫の早い果実の割合がやや高かったが有意な差はなかった(表-1)。収穫日ごとのコルク状果肉障害の発生程度は、4回の収穫のうち1~3回目の果実はコルク状果肉障害がほとんど見られな

かったが、最終の10月8日に収穫した果実は発生程度が無であった果実は1割以下となり、4割以上が中または多となった(図-3)。

2年目でも1年目と同様、満開日6~8番花の果実でコルク状果肉障害発生個数が最も多く、また発生果率は75.9%と最も高かった(表-1)。一方2014年は果実重に差が認められ、満開日6~8番花の果実が満開3日前の4~5番花に比べて小さかった。収穫日については前年同様満開日で2~3番花、4~5番花、6~8番花の順に早く、4~5番花では満開3日前が満開日よりも早かった(表-1)。収穫日ごとの果肉障害発生については、

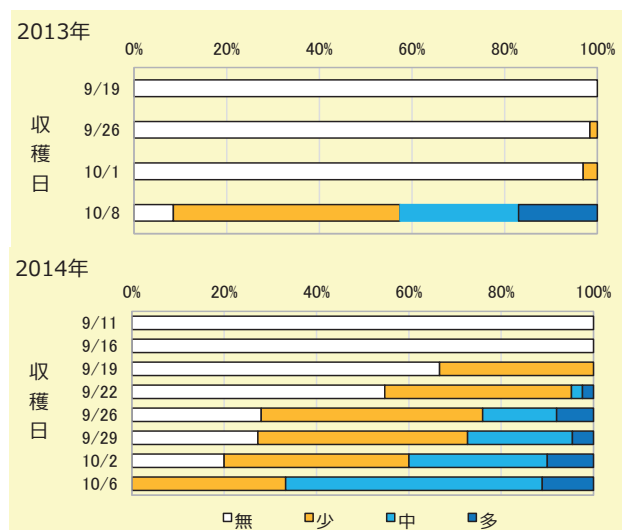


図-3 ‘あきづき’の収穫日ごとのコルク状果肉障害の各程度の割合
上段: 2013年, 下段: 2014年

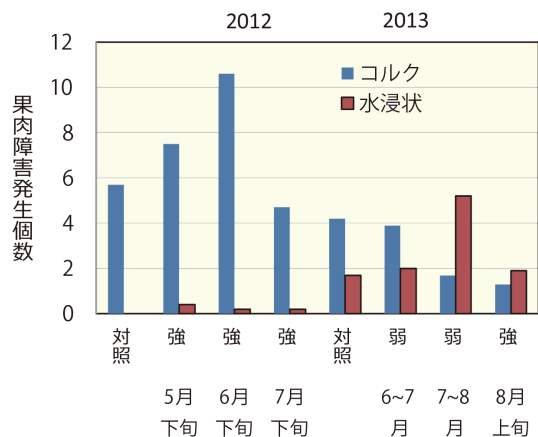


図-4 'あきづき'への水分ストレスが果肉障害に及ぼす影響

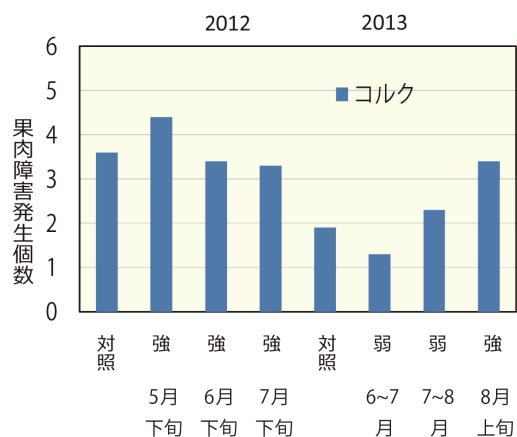


図-5 '王秋'への水分ストレスが果肉障害に及ぼす影響

9月11日および16日に収穫した果実はすべて障害程度が無であったが、10月2日および6日に収穫した果実の8割以上にコルク状果肉障害の発生が観察された(図-3)。

水分ストレスの影響

生産現場での発生状況から、夏季の高温乾燥年に果肉障害の発生が多いため、水分ストレスが果肉障害の発生に影響すると推察された。そこで、'あきづき'および'王秋'に水分ストレスを付与し、果肉障害発生への影響を調べることにした(草場ら2014)。

盛土式根圏制御栽培法(大谷ら2011)により育成された'あきづき'および'王秋'を用い、1年目はpF2.7程度の乾燥状態(強ストレス)を、5月下旬、6月下旬、7月下旬に各1週間継続した。この処理で'あきづき'では5月下旬よりも6、7月下旬の葉の最大水ポテンシャル値が低下したが、コルク状果肉障害は6月下旬の乾燥で多く発生した(図-4)。「王秋」では水分ストレスと果肉障害との関係が明らかとならなかった(図-5)。2年目は8月上旬の1週間に強ストレス、また6月から7月、7月から8月の各4週間にpF2.4程度の乾燥状態(弱ストレス)を与えた。この結果'あきづき'では1年目よりも糖度

が高く、1年目にはほとんど発生しなかった水浸状果肉障害が多く発生した(図-4)。「王秋」では8月上旬の強ストレスでコルク状果肉障害が多くなった(図-5)。以上のことから'あきづき'では6月下旬の強ストレスがコルク状果肉障害の発生に関与していること、また長期の水分ストレスでは水浸状果肉障害の発生が助長され、水浸状果肉障害が多発する条件ではコルク状果肉障害が発生しにくくなると考えられた。

エテホン散布の影響

エテホン(2-chloroethylphosphonic acid)を散布した'二十世紀'では収穫が3週間早まることが明らかにされ(林ら1970;中田ら1973)、ニホンナシ栽培においては早期出荷や収穫労力の分散を図る観点から、エテホンの使用が実用化されている(田辺1983)。

筆者らは、「あきづき」では1樹内の果実のうち成熟が遅い果実にコルク状果肉障害が多く発生することから、果実の成熟を人為的に早めることでコルク状果肉障害を低減できると考えた。「あきづき」の収穫盛期39日前にエテホン100ppmを果実に散布することで、収穫が2週間早まるとともに水浸状およびコルク状果肉障害の発生程度が低下することがすでに報告されていた(尾形ら2013)が、この散

布時期はニホンナシの他の品種において熟期促進目的で登録されていた満開後100日頃よりも遅く、生産現場への迅速な普及を考えた場合、ニホンナシ品種ですでに登録がある使用方法での効果を確認することが望ましいと判断した。このためエテホン散布は、ニホンナシの熟期促進を目的として農業登録されている使用方法に従い、満開60~70日後頃・25ppm(前期処理)または満開100日後頃・100ppm(後期処理)の時期・濃度で散布を行うこととした。2014年は「あきづき」には満開65日後または満開100日後に、「王秋」には満開99日後に散布した。また2015年は「あきづき」には満開69日後または満開93日後に、「王秋」には満開94日後に散布した。両年とも「あきづき」は9月上旬から10月上旬にかけて収穫し、「王秋」は10月中旬から11月中旬にかけて収穫し、果実品質と果肉障害の調査を行った(三谷ら2017)。

2014年の「あきづき」では、無処理でコルク状果肉障害発生果率が57.9%であったが、後期処理では35.0%と有意に少なく、エテホン散布によるコルク状果肉障害発生の低減効果があった。また、水浸状障害も低下していた(表-2)。一方前期処理ではコルク状果肉障害発生個数、発生果率、水浸状障害発生果率ともに低減効

表-2 ‘あきづき’へのエテホン散布が果実品質および果肉障害の発生に与える影響

年次	処理区	果実数	平均 収穫日	果実重 (g)	硬度 (N)	糖度 (° Brix)	コルク 発生個数 (1果あたり)	コルク発生果率		水浸状 発生果率 (%)
								少+中+多 (%)	中+多 (%)	
2014	無処理	38	9/22	508	20.2	14.5	3.6	57.9	31.6	23.7
	前期 (満開65日後)	52	9/22	486	16.7	14.0	6.4	65.4	36.5	25.0
	後期 (満開100日後)	40	9/14	478	20.8	13.6	1.3	35.0	12.5	12.5
2015	無処理	70	9/17	504	20.4	12.6	4.6	88.6	51.4	8.6
	前期 (満開69日後)	17	9/13	489	18.9	12.9	1.6	41.2	23.5	52.9
	後期 (満開93日後)	44	9/8	493	20.2	13.1	0.4	20.5	2.3	20.5

表-3 ‘王秋’へのエテホン散布が果実品質および果肉障害の発生に与える影響

年次	処理区	果実数	平均 収穫日	果実重 (g)	硬度 (N)	糖度 (° Brix)	コルク 発生個数 (1果あたり)	コルク発生果率		水浸状 発生果率 (%)
								少+中+多 (%)	中+多 (%)	
2014	無処理	53	10/21	613	20.7	13.4	1.8	79.2	17.0	15.1
	後期 (満開99日後)	37	10/18	567	20.1	13.5	1.3	64.9	8.1	37.8
2015	無処理	45	10/30	682	20.2	13.4	1.6	66.7	28.9	60.0
	後期 (満開94日後)	58	10/23	687	20.2	13.7	1.0	56.9	19.0	81.0

果はみられなかった。果実形質については後期処理で無処理と比べ糖度が低かった。前期処理では糖度および果肉硬度が低かった。2015年については、後期処理で前年同様コルク状果肉障害発生個数は少なく、発生果率も無処理の88.6%に対し20.5%と低くなっていた(表-2)。後期処理では無処理と比べ地色の値と糖度が高かった。前期処理でも無処理に比べてコルク状果肉障害発生個数が減少し発生果率も低下したが、2014年同様果肉硬度の低下し、水浸状発生果率の上昇がみられた。エテホン処理と収穫日との関連をみると、無処理と比べて前期処理では平均収穫日に差はみられなかったが、後期処理では8~9日早くなった(表-2)。

‘王秋’に関しては両年ともコルク状果肉障害発生果率が後期処理が無処理よりも低く、また発生個数も後期処理により低くなっていた(表-3)。2014年は後期処理により果実重の減少と果肉硬度の低下がみられたが、2015年は無処理との差はなかった。

一方で水浸状果肉障害の発生果率が2か年とも高くなっていた。後期処理の平均収穫日は無処理と比べ3~7日早くなっており(表-3)、『あきづき』ほど明確ではないものの収穫が前進する効果がみられた。

果肉障害の抑制にむけて

筆者らの試験では成熟時期に差を生じさせるために番花・開花時期の異なる果実やエテホン散布した果実で調査を行った結果、成熟時期によるコルク状果肉障害発生への影響が明確となった。果実が大きいほど障害発生程度が大きい傾向が見られていたが、本試験の中ではコルク状果肉障害を増加させる処理で必ずしも果実重を大きくさせる効果はなかった。このことから、果実の大きさも果肉障害に影響するもの、成熟時期のほうがより大きく影響するのではないかと考えている。

番花や開花日の由来を確実にするため、試験的に満開日前後に番花を選択

してそれ以外の花を摘花したが、この結果を『あきづき』のコルク状果肉障害対策としての生産現場で活用する場合は、予備摘果を行う際に高位番花由来の幼果は確実に摘果するなどの管理作業に反映できると考えられるが、コルク状果肉障害低減に係る有効性については今後確認する必要がある。

エテホン散布に関しては、『あきづき』でコルク状果肉障害発生が低下し、『王秋』でもわずかながら低下する傾向が認められ、後期処理によりコルク状果肉障害の発生が抑えられる可能性が示唆された。2品種での効果の違いは、無散布の果実では『王秋』は『あきづき』よりもコルク状果肉障害発生が少なく、エテホン散布による低減効果が小さい、また、『王秋』が『あきづき』よりも成熟期が遅いため、満開日を基準としてエテホン散布を行った場合に成熟時期までの期間がより長い『王秋』ではエテホンの効果が弱い、などの可能性が考えられる。なお『王秋』では2か年とも水浸状障害の発生

果率が後期散布によって高くなっており、‘王秋’での散布は注意を要すると考えられる。‘王秋’では果実外観から収穫適期の判断が困難であるが、エテホン散布した場合に水浸状障害の発生を抑えるためには無散布の場合よりも早期に収穫する必要がある、今後エテホン散布した場合の収穫適期の判定基準を検討する必要があると考えられる。

なお2015年の‘あきづき’の前期処理では裂果が多く発生したが、前期処理により果実の肥大期が前進し裂果の発生しやすい気象条件と重なった可能性があり、コルクの低減効果も低い。‘あきづき’の後期処理では成熟が約10日早まり、主要品種の‘豊水’の収穫時期と重なる場合も想定されるが、‘あきづき’を栽培・販売体系の中心にするならば、エテホン散布は果肉障害を抑制し、収穫作業労力を分散し販売可能な時期を拡大するのに有効な手段になるであろう。ただし日持ちが短くなる可能性もあるため、現場での実用性については、日持ち性への影響も含めた総合的な調査が必要であると考えられる。なお、熟期促進を目的としたエテホンの満開後100日頃の散布は、農業登録の変更により平成28年12月14日にニホンナシ全品種において使用が可能となった。

果実成熟を早めることがコルク状果肉障害の発生を減らすのに有効な方法であると考えられるが、これらを実施してもコルク状果肉障害を完全に抑えることができず、気象条件などにより発生が問題となる場合もある。また、

先述の灌水量以外にも、窒素施肥量や窒素以外の施肥成分などの施肥条件が‘あきづき’の果肉障害に影響することが示唆されているが、窒素については多施肥によりコルク状果肉障害が増加することが報告されている(島田ら2013, 2016)。果樹では一般的に窒素の多施肥が樹勢を強くするとともに果実の成熟を遅らせることが知られている。このことは中村(2011)の調査において、‘あきづき’および‘王秋’のコルク状果肉障害は強樹勢の樹において発生が多いことと矛盾がない。強樹勢樹では早期に収穫しても果肉障害が発生していると考えられ、さらに果実が十分に成熟せず適熟の果実よりも品質が劣ることがあるため、樹勢を落ち着かせる栽培の方が望ましい。適正な樹勢を維持することは果樹生産を長期的に継続するうえでの基本ではあるが、多くの要素を含むためその履行には困難を伴う場合もある。今後も土壌、栽培管理、気象条件など多方面から引き続き果肉障害の発生要因の解明を行う必要がある。

なお本稿の内容は、引用文献に記載した原著論文(羽山ら2017および三谷ら2017)の内容をもとにまとめたものである。

引用文献

- 羽山裕子ら2017. ニホンナシ‘あきづき’と‘王秋’に発生するコルク状果肉障害の特徴. 園学研 16, 79-87.
- 林真二ら1970. ナシ果実の成熟のケミカルコントロールに関する研究(第2報) 熟期促進におよぼすETHRELの影響. 園芸

学会昭和45年度春季大会研究発表要旨 116-117.

- 平田尚美1983. 基礎編・形態・生理・機能・Ⅲ各部の形態と生長. p p33-42. 農業技術大系果樹編3ナシ. 農文協. 東京.
- 井戸亮史ら2012. ニホンナシ‘王秋’のコルク状障害発生低減に関する研究. 園芸学会中四国支部要旨. 51, 9.
- 金子友昭ら1982. ニホンナシ幸水果実の肥大特性と裂果発生との関係. 栃木農試研報 28, 75-84.
- 松田賢一2006. ニホンナシ‘あきづき’における果肉褐変障害の発生生態. 園学雑 75(別1), 55.
- 三谷宣仁ら2017. 果実成熟時期を左右する番花・開花期およびエテホン処理がニホンナシ‘あきづき’と‘王秋’のコルク状果肉障害に及ぼす影響. 園学研 16, 471-477.
- 中村ゆり2011. ニホンナシ‘あきづき’‘王秋’における果肉障害発生調査報告. 果樹研報. 12, 33-63.
- 中田隆人ら1973. エスレルによるナシの熟期促進について. 栃木農試研報 17, 89-100.
- 尾形夏海ら2013. 土壌水分の違いおよびエセフォン処理がニホンナシ‘あきづき’の果肉障害発生に及ぼす影響. 園学研 12(別1), 48.
- 大谷義夫ら2011. ニホンナシの盛土式根圏制御栽培における底面給水法. 園学研 10, 217-224.
- 島田智人ら2016. 土壌の化学性および施肥条件がニホンナシ‘あきづき’の果肉障害の発生に及ぼす影響. 園学研 15(別1), 73.
- 島田智人ら2013. 施肥量がニホンナシ‘あきづき’の果肉障害の発生に及ぼす影響. 園学研 12(別1), 47.
- 田辺賢二1983. 基本技術編・生育過程と技術・Ⅳ果実肥大期・生長調節物質による果実の肥大と熟期促進. P91-101. 農業技術大系果樹編3ナシ. 農文協. 東京.
- 上村浩憲ら2009. 熊本県におけるニホンナシ‘あきづき’の果肉崩壊症(仮称)の発生実態. 園芸研 8(別1), 50.