

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年5月24日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22580029

研究課題名（和文） ニホンナシ‘あきづき’に発生する果実生理障害の発生機構に関する研究

研究課題名（英文） The investigation of the flesh disorder in Japanese pear ‘Akizuki’

研究代表者

大川 克哉（OHKAWA KATSUYA）

千葉大学・大学院園芸学研究科・助教

研究者番号：00312934

研究成果の概要（和文）：ニホンナシ‘あきづき’の果肉障害の発生機構を解明することを目的に、果肉障害発生部位の組織形態学的特性および果実内部成分と果肉障害発生との関係を調査した。その結果、成熟果の維管束組織には、デンプンの存在が認められ、収穫約40日前の果実にエセフォンを処理すると、維管束組織のデンプンの消失が促進され、果肉障害の発生が著しく減少したことから、このデンプンの存在が果肉障害の発生に関連していることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to examine the structure of flesh tissue affected by flesh disorder and the relationship between fruit composition and flesh disorder in Japanese pear ‘Akizuki’ fruit. Starch grains were observed in vascular tissue of fruit at commercial harvest time. Ethephon treatment at 40 days before commercial harvest time promoted the degradation of starch in vascular tissue of fruit and significantly decreased the occurrence of flesh disorder. These results suggested that the starch grains in vascular tissue of mature fruit were related to the occurrence of flesh disorder in ‘Akizuki’ fruit.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,500,000	750,000	3,250,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農学・園芸学・造園学

キーワード：果樹園芸学・ニホンナシ・あきづき・生理障害

1. 研究開始当初の背景

ニホンナシ‘あきづき’は大果で食味良好な晩生の新品種で、収量も高いことから、‘豊水’の一部および‘新高’に替わる品種として期待が高く、現在全国のニホンナシ産地で導入が進んでいる。また、導入初期に新植された樹や高接ぎ更新された樹の果実が、ようやく市場に出回るようになってきた。

しかし、最近‘あきづき’成熟果の果肉に褐色を呈した水浸状の障害（以下水浸状障害）や水浸状症状を伴わないコルク状の褐変症状（以下コルク状障害）の発生が大きな問題となっている。この果肉障害は果実の外観からは症状発生の有無を判別できないことが多く、障害発生果が流通することにより、消費者の不評を買い、品種や産地に大きなダ

メージを与える可能性が高い。そのため、果肉障害の発生を回避する栽培技術の確立が急務であるが、発生要因および発生機構についてはほとんど明らかではない。

そこで、筆者は‘あきづき’の果肉障害の発生機構を解明するための第1段階として、①果実への植物生長調節物質処理が果肉障害発生に及ぼす影響、②果肉障害発生組織と健全組織の内部成分の比較、③果肉障害発生部位の組織形態学的特性について、特に果肉が水浸状になるという点で症状が類似する‘豊水’のみつ症と対比させながら調査・検討を行ってきた。その結果、‘あきづき’果実に‘豊水’のみつ症発生を促進するジベレリン(猪俣ら、1996)および抑制するホルクロルフェニユロン(Oharaら、2001)を処理しても果肉障害発生には影響せず、障害発生組織の構成糖含量についてみると、健全組織よりもフルクトースとグルコースが多く、スクロースが少なかった。また、‘豊水’のみつ症発生組織で蓄積するソルビトール(Yamaki、1976)には差が認められなかった。また、果肉障害発生部位について組織形態学的観察を行ったところ、水浸状障害およびコルク状障害発生組織では、維管束組織の褐変が認められ、褐変した維管束組織を電子顕微鏡下で観察したところ、維管束内に顆粒状の物質が多く蓄積していることが認められた(大川ら、2009)。以上のことから、‘あきづき’の果肉障害には、‘豊水’のみつ症とは異なる点が多く、その発生には維管束組織の老化や壊死が関連していると考えられた。しかし、発生機構解明には、水浸状障害やコルク状障害の発達過程や維管束内に蓄積する顆粒状物質との関連についてさらに追及する必要があることが課題として残された。

2. 研究の目的

これまでの研究からニホンナシ‘あきづき’の果肉障害の発生には維管束組織の老化や壊死が関連している可能性が考えられることから、障害発生部位の詳細な形態学的観察を行い、水浸状およびコルク状障害の形態的違いや維管束組織内およびその周辺組織に蓄積する果粒状物質の正体を明らかにする必要がある。

また、ニホンナシに発生する水浸状障害の発達過程においては、果肉細胞の内部成分および細胞壁構成成分が変化し、それらの差異が発症率の品種間差に関連する可能性が示唆されている(Chunら、2003)、このことから、‘あきづき’の果肉障害の発達過程においても、何らかの果肉細胞の生理的変化が生じている可能性が強く、発生機構解明にはこれらの解明も必要である。

‘あきづき’の果肉障害が発生しやすい栽培環境条件についてはあまり明らかではな

いが、栽培園により発生率が異なること、水田転換園や排水不良園で発生しやすい傾向のあることが報告されている。このことから、果肉障害の発生には‘あきづき’特有の果実形質だけでなく、土壌水分や土壌中無機成分含量の挙動も関連している可能性があり、栽培環境と果肉障害発生との関連について明らかにする必要がある。

3. 研究の方法

(1) 果肉障害発生部位の組織形態学的観察と維管束組織およびその周辺細胞に蓄積する顆粒状物質の特定

水浸状およびコルク状障害発生部位の組織を採取し、パラフィン切片を作製し、光学および電子顕微鏡下で両組織を観察・比較した。また、一部の果肉組織切片を用いて組織化学的方法により維管束組織中に蓄積する顆粒状物質を特定した。

(2) 果実発育および成熟期間中における果実内部成分の変化

果肉障害が発生している収穫期の‘あきづき’果実を熟度別に4段階に分け、果実中の構成糖含量、細胞壁構成成分および無機成分含量を測定し、果肉障害は誠意程度との関連を調査した。また、果実発育期間中の構成糖含量、細胞壁構成成分および無機成分について、‘あきづき’と果肉障害の発生しない‘幸水’との比較、‘あきづき’について果肉障害多発生年の果実と少発生年の果実との比較、果肉障害多発生園の果実と少発生園の果実との比較を行った。

(3) 土壌水分の違いおよびホウ素の葉面散布が果肉障害発生に及ぼす影響

ポット植えの‘あきづき’樹を用い、土壌pF値を1以下に保つ土壌水分過剰区と1.9に維持する土樹水分適切区を設定し、果肉障害の発生程度に及ぼす影響を調査した。また、7月上中旬の2回、0.4%ホウ酸溶液を樹体全面に散布し、果肉障害発生に及ぼす影響を調査した。

(4) エセフォン処理が果肉障害発生に及ぼす影響

収穫開始約40日前の‘あきづき’果実に100 ppm エセフォンを散布処理し、果肉障害発生に及ぼす影響を調査するとともに、エセフォン処理時から果実収穫期における構成糖含量、細胞壁構成多糖類含量および果肉細胞の形態的变化を調査した。

4. 研究成果

(1) 果肉障害発生部位の形態学的特性

ニホンナシ‘あきづき’果肉に発生した水浸状障害組織では健全組織と比べて維管束

組織おとびその周辺細胞に構造的な違いは認められなかった。両組織には多くの顆粒状物質の蓄積が認められたが、この物質はルゴール液で染色されたことから、デンプン粒であることが明らかとなった。このデンプン粒の変化について‘あきづき’と果肉障害の発生しない‘幸水’およびみつ症が発生する‘豊水’とで比較・調査したところ、‘あきづき’および‘豊水’では果実成熟が進むにつれて、果肉細胞ではほとんど消失したものの、維管束組織およびその周辺には多く残っていたものの、‘幸水’成熟果では、ほとんど認められず、デンプン粒の消失と水浸状症状の発生との関連性が示唆された。

一方、コルク状障害発生部位では周辺の果肉細胞よりも小さい細胞が集まっており、それらの一部はリグニン化していた。これらから、水浸状障害とコルク状障害発生組織では果肉組織の形態的な特徴が大きく異なることから、両者の発生機構はやや異なるものと考えられた。

(2) 果実発育および成熟期間中における果実内部成分の変化と果肉障害発生との関係

① 成熟後期における‘あきづき’果実の内部成分の変化

果実成熟後期において、果実の熟度が進むにつれて、水浸状およびコルク状障害が発生した果実の割合は増加したが、果実中の構成糖含量および細胞壁構成成分（ペクチン、ヘミセルロース、セルロース）の変化には、果肉障害の増加に関連するような大きな変化は認められなかった。

② 果実発育および成熟期間中における果実内部成分の‘あきづき’と‘幸水’との比較

構成糖含量の変化から‘幸水’は成熟期にフルクトースが蓄積するタイプであるのに対し、‘あきづき’はスクロースが急激に増加するタイプの糖蓄積を示す品種であることが明らかとなった。一方、果実中の無機成分は果実発育および成熟期間中を通して両品種間で大きな量的な差は認められず、また細胞壁構成成分であるペクチン、ヘミセルロースおよびセルロース含量は両品種間で発育期間中には量的な違いは認められたものの、成熟期の含量には大差はないことが明らかとなった。

③ 果肉障害多発生年と少発生年における果実内部成分の変化

果肉障害多発生年の果実では、少発生年の果実と比べて、より早期にフルクトースおよびスクロースの蓄積が始まり、成熟期のスクロース含量が高くなること、細胞壁構成成分であるセルロース含量が低く推移すること、また果実発育・成熟期を通してカリウム含量が、成熟期におけるカルシウム含量が低く推移する傾向にあることが明らかとなった。こ

れらのことから、果肉障害多発生年の果実では、糖蓄積のパターンから果肉先熟型の果実成熟の様相を示す傾向にあることが示唆された。

④ 果肉障害多発生園と少発生園における果実内部成分の変化

水浸状障害の発生程度が異なる2つの生産者園の果実間で果実発育および成熟期間中の果実内部成分および葉中無機成分の変化を比較した。多発生園の果実では少発生園の果実と比べて、フルクトースの増加が早期に開始され、スクロース、ペクチンおよびセルロース含量が高い傾向にあった。土壌および葉中カルシウム含量は多発生園で高かったものの、成熟期における果実中のカルシウム含量は多発生園で低く推移した。これらことから、水浸状障害多発生園の果実は少発生園の果実と比べて成熟が早く、果実へのカルシウムの移行が不良である傾向があると考えられた。この傾向は水浸状障害多発生園における障害多発生年と少発生年の果実内部成分の違いと非常に類似していることが明らかとなった。

(3) 栽培環境条件およびホウ素の葉面散布処理が果肉障害発生に及ぼす影響

土壌水分の異なる条件下で2か年にわたって‘あきづき’を栽培したところ、2011年と2012年とでは果肉障害の発生に大きな違いが認められ、2011年にはコルク状障害が、2012年には水浸状障害が多発する傾向にあった。両年における土壌水分の違いが果肉障害の発生に及ぼす影響を調査したところ、水浸状障害の発生は両年とも土壌水分の違いに影響されなかったが、コルク状障害の発生は2011年では土壌水分過剰区でやや少なかったものの、2012年は土壌水分過剰区でやや少なかった。これらことから本実験で設定した土壌水分の範囲内では、土壌水分の違いが果肉障害の発生に及ぼす影響はほとんどないものと考えられた。

また、果実中のホウ素含量と果肉障害発生との関連性を明らかにするために、ホウ素葉面散布処理を行ったところ、果実中のホウ素含量は高まったものの、水浸状およびコルク状障害の発生には影響しなかった。このことから、‘あきづき’に発生する果肉障害はホウ素欠乏によるものではないと考えられた。

(4) 果実へのエセフォン処理が果肉障害発生に及ぼす影響

収穫開始約40日前にエセフォンを処理した果実では、無処理果と比べて収穫期が約2週間早くなり、水浸状障害発生果率は5%と無処理果の約75%に対して著しく減少した。またコルク状障害の発生は無処理果では約13%の果実で認められたが、エセフォン処理

果では認められなかった。そこで、エセフォン処理後の果実内部成分の変化を比較したところ、エセフォン処理果では無処理果よりも早期にスクロースの蓄積およびソルビトールの減少が始まったが、いずれの構成糖においても収穫期の含量には大きな差は認められなかった。一方、細胞壁構成多糖類についてみると、エセフォン処理果では無処理果と比べて 4%KOH 可溶性ヘミセルロース含量が低く推移したが、24%KOH 可溶性ヘミセルロース、ペクチンおよびセルロース含量には処理間で大きな差はなかった。維管束組織周辺のデンプン粒について比較したところ、無処理果では収穫期までデンプン粒が存在したが、エセフォン処理果では無処理果よりも早期にデンプン粒の減少が始まり、収穫期には消失している果実が多い傾向にあった。これらのことから果実への収穫盛期約 40 日前のエセフォン処理は果肉障害の発生を抑制することが明らかとなった。また、エセフォン処理果では維管束組織周辺のデンプン粒の消失が促進されたことから、収穫期においても残存する維管束組織周辺のデンプン粒が‘あきづき’の果肉障害、特に水浸状障害の発生と関連している可能性が高いものと考えられた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 3 件)

①尾形夏海・大川克哉・小原 均・近藤 悟、
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、園芸学研究、第 12 巻別冊 1、p. 48、園芸学会、2013 年 3 月 24 日、東京農工大学

②尾形夏海・中塚悠希・大川克哉・白石奈穂・小原 均・近藤 悟、ニホンナシ‘あきづき’における果実内部成分の変化と果肉障害発生との関係、園芸学研究、第 11 巻別冊 1、p. 43、園芸学会、2012 年 3 月 29 日、大阪府立大学

③大川克哉・板橋 亮・小原 均・近藤 悟、ニホンナシ‘あきづき’に発生する果肉褐変症状の組織形態学的特性、園芸学研究、第 10 巻別冊 1、p. 71、園芸学会、2011 年 3 月 21 日、宇都宮大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大川 克哉 (OHKAWA KATSUYA)

千葉大学・大学院園芸学研究科・助教

研究者番号：00312934