

令和元年6月6日現在

機関番号：13801

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K18647

研究課題名(和文) リンゴ新奇斑点状障害の発生要因はいずれの環境要因か？機構解明と簡易防除法の開発

研究課題名(英文) What kinds of environmental factors induce the new cork spot-like physiological disorder in apple fruit? Investigation of the mechanism and the development of the easy prevention technique

研究代表者

松本 和浩 (Matsumoto, Kazuhiro)

静岡大学・農学部・准教授

研究者番号：60508703

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：斑点性障害の発生率と日照時間との間に相関関係が見られた。光を透過しない果実袋で果実を7月中旬から9月末まで被覆すると斑点性障害の発生を防止したが、それより短い期間では障害の発生が見られたことから、斑点性障害の発生を防止するためには少なくともこの期間、光を透過しない果実袋で果実を被覆する必要があると考えられた。以上のことから、リンゴ新奇斑点状障害は長時間光にさらされることで発生し、光を透過しない果実袋を利用した有袋栽培は、リンゴ‘紅の夢’に発生する斑点性障害を防止するために有効な実用技術であることが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、これまでカルシウムやホウ素の不足が原因と考えられてきたリンゴ果実に発生する斑点状障害のほかに、長い期間太陽光にさらされることにより発生する新たな斑点状障害が存在することが明らかになった。この障害の防除法は明らかではなかったが、本研究により光を通すことのない果実袋を7月中旬から9月末まで被覆することで、新規斑点状障害を完全に防止できることが明らかになった。これにより、新たな障害により商品価値が無くなる果実が発生しなくなり、生産者に大きなメリットがあるものと考えている。

研究成果の概要(英文)：The cork spot-like physiological disorder (CSPD) development was positively correlated with sunshine duration. Therefore, to prevent CSPD, fruit should be covered with light-impermeable paper bags at least from mid-July to late-September because the fruit covered for a shorter period developed CSPD. Thus, CSPD was induced by the solar radiation and we propose that pre-harvest fruit bagging with light impermeable paper could be a useful and practical strategy to reduce or prevent CSPD in 'Kurenainoyume'.

研究分野：果樹園芸学

キーワード：果実品質 生理障害 赤果肉 有袋栽培 無機成分 アントシアニン

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、果肉の赤いリンゴの育種が世界的に盛んになり、日本でも多くの赤肉リンゴ品種が品種登録されるようになってきた。そのような中で、弘前大学農学生命科学部附属農場も、果肉の赤いリンゴ新系統‘紅の夢’を品種登録し、普及に向けた活動をスタートさせた。

生産が拡大するにつれて、育種過程では問題とならなかった斑点状の障害が果皮に発生し、商品価値が著しく損なわれるようになってきた。当初は、既存の斑点性の生理障害であるコルクスポットやピターピットであると考え、その対策法であるカルシウムやホウ素の散布を行い防止することを試みた。しかしながら、‘紅の夢’に発生する斑点性障害はそれらの処理では発生を防止できなかったことから、これまで発生の見聞のない新奇の斑点性障害であることが明らかになってきた。

2. 研究の目的

果肉の赤いリンゴ新系統‘紅の夢’に発生し、商品性を著しく棄損する新奇斑点状障害を発生させる環境要因を明らかにし、そのメカニズムを明らかにすることで、障害発生を防止する実用的な技術を開発することを目的とする。

そのために、まず、日射量、気温など様々な環境要因と障害発生との相関関係を明らかにする実験を行う。次に、光透過性の異なる、様々な果実袋を用いて栽培し、環境要因の差異が障害発生に及ぼす影響を明らかにする。さらに、栽培現場での実用的な技術開発につなげるため、障害発生を防止する様々な取り組みが、障害の発生率に及ぼす変化を明らかにする。これらのことを総合し、新規斑点状生理障害の発生のメカニズムを明らかにする。



Fig. 1. Image of ‘Kurenainoyume’ apple fruit with cork spot-like physiological disorder (CSPD) at harvest.

3. 研究の方法

(1) 弘前大学農学生命科学部附属農場に植栽されている‘紅の夢’の果実に、光を全く通さない2重の果実袋を設置する区と設置しない対照区を設け、袋かけの期間を様々に変化させることで新規斑点状障害の発生率に及ぼす影響を調査する。また、日射量や気温との関係についても考察を行う。

(2) 光を通さない2重の果実袋は新規斑点状障害の発生に有効であったが、除袋を2度に分けて行わなければならない、労力が導入の負担となる。そのため、遮光度は同等の1重袋を用いて、新規斑点状障害の発生率に及ぼす影響を調査する。また、除袋時の強光が日焼けなど他の生理障害を誘発しないか調査する。

(3) 袋かけの労力をさらに削減する目的で、熱ストレス耐性を付与し、高温障害の発生防止に効果のある市販の薬剤を散布することで、新奇斑点状障害の発生を防止できないか調査する。本実験より、障害発生のメカニズムの解明にもつなげる。

(4) 新奇斑点状生理障害の発生には、‘紅の夢’の気孔や通道組織などの構造が発生に関連している可能性が示唆された。そのため、障害の発生部位と未発生部位、有袋果実と無袋果実の果皮及び果肉構造を様々な方法で比較し、発生のメカニズムを組織学的に明らかにする。

4. 研究成果

(1) 無袋栽培果実には著しい斑点状障害が発生したものの、有袋栽培

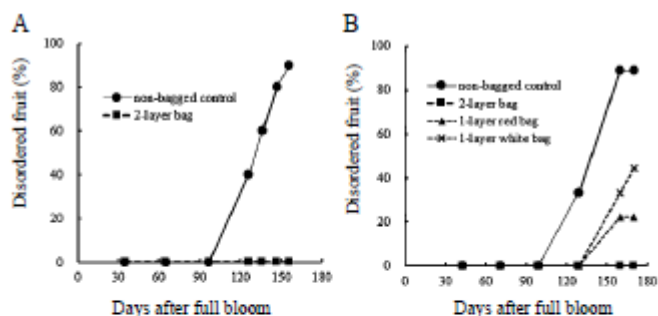


Fig 2 Effect of pre-harvest fruit bagging treatment on cork spot-like physiological disorder (CSPD) incidence (or development) in ‘Kurenainoyume’ apples. A: Comparison between a non-bagged control and pre-harvest bagging treatment using light impermeable double-layered paper bags (2-layer bag) in 2011 (n = 10). B: Comparison among a non-bagged control and 3 kinds of pre-harvest bagging treatment using paper bags with different light permeability in 2012 (n = 10) (1-layer white bag: light permeable single-layered white waxed paper bags, 1-layer red bag: light permeable single-layered red waxed paper bags).

果実は使用する袋の光の透過率に応じて斑点状障害の発生を軽減した。また、斑点状障害の発生率と日照時間との間に相関関係が見られた。光を透過しない果実袋で果実を7月中旬から9月末まで被覆すると斑点性障害の発生を防止したが、それより短い期間では障害の発生が見られたことから、斑点性障害の発生を防止するためには少なくともこの期間、光を透過しない果実袋で果実を被覆する必要があると考えられた。以上の結果から、光を透過しない2重の果実袋を利用した有袋栽培は、リンゴ‘紅の夢’に発生する新奇斑点状障害を防止するために有効な実用技術であることが明らかとなった。

(2) 作業負担の軽減を目的に、新奇斑点状障害の防止に有効であった2重袋に代わり、1重袋を利用し除袋にかかる作業を1回に軽減できるか検証したところ、日焼け等、問題となる事項は発生しなかったことから、1重袋も新奇斑点状障害を防止する技術として有効であることが明らかとなった。また、果皮、果肉の着色も光非透過2重袋を用いた場合、袋かけを行わない無袋栽培の場合と同様の品質を示した。本実験は2年にわたり行い、反復性の面からも効果を確認した。

(3) さらに労力の削減を図るために行った熱ストレス耐性を付与する資材の散布では、1年目では6月処理で無処理に比べて有意に斑点状障害の発生を抑制する効果が見られた。また、果実重、硬度、糖度、酸度、果皮色、果肉色などには対照区と大きな差異は見られなかった。しかし、2年目の実験では、処理時期、処理回数にかかわらず、斑点障害の発生を軽減する効果は見られなかった。また、熱ストレス耐性を付与する資材から、有効成分のみを抽出し、散布する実験も行ったが、こちらも、対照区に比べて斑点状障害の発生を抑制する効果は見られなかった。また、いずれの処理も、果実重、硬度、糖度、酸度、果皮色、果肉色などに変化を及ぼさなかった。このように、熱ストレス耐性を付与する資材の散布の効果は使用年の気象状況の影響を受け一定しないことから、障害多発年に再度効果の検証を行う必要があるものと考えられた。

(4) 障害発生部位の組織学的研究では障害発生と通道組織の乾燥ストレスの間に何らかの関係のあることが示唆された。そのため、この方面で調査を継続していくことにした。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計10件)

- ・ **Matsumoto, K.**, T. Fujita and S. Sato. Effects of 1-MCP and pre-harvest fruit bagging treatments on cold storability of red-fleshed apple ‘Kurenainoyume’. Hort. J. 87: 443-451. 2018. 【査読有】
- ・ **Matsumoto, K.**, T. Fujita, S. Sato and T. Moriguchi. Effects of low temperature, shading, defoliation, and crop load on the flesh coloration of type 2 red-fleshed apple ‘Kurenainoyume’. Hort. J. 87:452-461. 2018. 【査読有】
- ・ **Matsumoto, K.**, T. Kobayashi, T. Kougo, T. Fujita, S. Sato, and T. Moriguchi. Sunlight differentially affects the fruit skin, flesh, and core coloration of type 2 red-fleshed apple ‘Kurenainoyume’: optimization of fruit bagging treatment. Hort. J. 87:462-473. 2018. 【査読有】
- ・ **Matsumoto, K.**, T. Fujita and S. Sato. Exogenous applications of plant growth regulators improve quality of ‘Fuji’ apple. Int. J. Agric. Biol. 20: 2083–2090. 2018. 【査読有】
- ・ **Matsumoto, K.**, T. Kobayashi, T. Kougo, T. Fujita, S. Sato, and T. Moriguchi. Prevention of new cork spot-like physiological disorder in ‘Kurenainoyume’ apple by pre-harvest fruit bagging. Hort. J. 87: 174-183. 2018. 【査読有】
- ・ **松本和浩**・藤田知道・佐藤早希・五十嵐 恵・初山慶道・林田大志・塩崎雄之輔.リンゴ新品種‘HFF63’/きみと™の育成過程とその特性. 園芸学研究, 17: 115-122. 2018. 【査読有】
- ・ Nakagawa, K., **K. Matsumoto**, N. Chaiserm and A. Priprem. X-band electron paramagnetic resonance investigation of stable organic radicals present under cold stratification in Fuji apple seeds. Journal of Oleo Science. 66: 1375-1379. 2017. 【査読有】
- ・ **Matsumoto, K.**, T. Fujita, S. Sato and J-P. Chun. Comparison of the effects of early and conventional defoliation on fruit growth, quality and skin color development in ‘Fuji’ apples. Hort. Sci. Technol. 35:410-417. 2017. 【査読有】
- ・ **松本和浩**・藤田知道・佐藤早希・五十嵐 恵・初山慶道・塩崎雄之輔. リンゴ新品種‘弘大みさき’の育成過程とその特性. 園芸学研究, 16: 211-217. 2017. 【査読有】

- ・ **Matsumoto, K.**, H. Maeda, T. Fujita, S. Sato and Y. Shiozaki: Apple breeding programs at Hirosaki university, Japan: yellow skin, red flesh, and large size. Acta Horticulture, 1127: 29-34. 2016. 【査読有】

〔学会発表〕(計8件)

- ・ 小林達・澤田歩・葛西智・後藤聡・**松本和浩**・工藤智、低温発芽性を有するリンゴ花粉の探索、2018年秋季園芸学会(2018)鹿児島
- ・ 長田恭一・島田実咲・**松本和浩**・田村文男、リンゴおよびナシ幼果に存在するグルコシルセラミドの含有量と構造の解明、2018年秋季園芸学会(2018)鹿児島
- ・ 林田大志・藤田知道・佐藤早希・大上将司・服部雄飛・岩淵久克・**松本和浩**、新規フレーバーホイールによるリンゴ果実の香気特性評価の可能性、2018年春季園芸学会(2018)奈良
- ・ **松本和浩**・藤田知道・佐藤早希、ジベレリンおよびホルクロールフェニユロン処理がリンゴ‘ふじ’の果実肥大に及ぼす効果、2017年秋季園芸学会(2017)北海道
- ・ 粕谷佳那・長田恭一・**松本和浩**、リンゴ幼果および成熟果実のポリフェノール濃度と抗酸化作用、2017年秋季園芸学会(2017)北海道
- ・ **松本和浩**・藤田知道・佐藤早希、リンゴ‘弘大みさき’の特性と高品質果実生産技術、2017年春季園芸学会(2017)神奈川
- ・ **松本和浩**・藤田知道・佐藤早希・五十嵐 恵・初山慶道・塩崎雄之輔、食味と貯蔵性の良い新規黄色いリンゴ品種‘HFF63’の特性、2016年秋季園芸学会(2016)愛知
- ・ **松本和浩**・藤田知道・佐藤早希・吉村倫彰・小路博志、遮光、着果量、摘葉剤散布が赤肉リンゴ‘紅の夢’の果肉着色に及ぼす影響、2016年春季園芸学会(2016)神奈川

〔図書〕(計1件)

- ・ **松本和浩**、赤い果肉のリンゴ「紅の夢」- 弘前大学藤崎農場の栽培・育種研究-。カーペンタービクター・黄孝春・神田 健策編著。グローバル下のリンゴ産業 ―世界と青森― 弘前大学出版会。青森 p. 211-231. 2017.

〔産業財産権〕

○取得状況(計4件)

名称：きみと

発明者：**松本和浩**

権利者：国立大学法人弘前大学

種類：商標登録

番号：5929266

取得年：2017

国内外の別：国内

名称：HFF33

発明者：**松本和浩**・塩崎雄之輔・藤田知道・佐藤早希

権利者：国立大学法人弘前大学

種類：品種登録

番号：25258

取得年：2016

国内外の別：国内

名称：HFF63

発明者：**松本和浩**・塩崎雄之輔・藤田知道

権利者：国立大学法人弘前大学

種類：品種登録

番号：25147

取得年：2016

国内外の別：国内

名称：HFF60

発明者：松本和浩・塩崎雄之輔・藤田知道・佐藤早希

権利者：国立大学法人弘前大学

種類：品種登録

番号：25146

取得年：2016

国内外の別：国内

6．研究組織

(2)研究協力者

研究協力者氏名：藤田 知道

ローマ字氏名：(FUJITA, tomomichi)

研究協力者氏名：佐藤 早希

ローマ字氏名：(SATO, saki)

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。