

収穫後のミニトマトの外観品質に及ぼす近赤外光照射の影響

(株)四国総合研究所 化学バイオ技術部 阿部 晴希
(株)四国総合研究所 化学バイオ技術部 秦 亜矢子
(株)四国総合研究所 化学バイオ技術部 石田 豊
(株)四国総合研究所 化学バイオ技術部 垣渕 和正

キーワード： 青果物
鮮度保持
近赤外光
照射
ミニトマト
カビ
裂果

Key Words : Fruits and Vegetables
Freshness retention
Near infrared light
Irradiation
Cherry tomato
Mold
Fruit cracking

Effects of near infrared light exposure after harvest on appearance in cherry tomato

Shikoku Research Institute, Inc., Chemical Technology and Biotechnology Department
Haruki Abe, Ayako Hada, Yutaka Ishida, Kazumasa Kakibuchi

Abstract

Effects of near infrared light exposure after harvest on appearance in cherry tomato was investigated. Irradiation of near infrared light on cherry tomatoes with artificial cracks significantly inhibited the growth of mold on the calyx and fruit. In addition, the spread of the fruit cracking was significantly suppressed by irradiation with near infrared light. From this outcome, it was turned out that the effect of near infrared light exposure after harvest is effective not only for citrus fruits but also for cherry tomatoes.

1 はじめに

青果物は収穫されてから農協、卸売業者、仲卸業者、小売業者の経路で流通されることが多く¹⁾、消費者に届くまでに数日を要する。また、青果物は収穫後も生命活動を続けており、収穫から店頭までまでの流通、貯蔵中にカビや傷みの発生などが進行し、次第に鮮度が低下する²⁾。ミニトマトでは、へたや果実のカビ発生や、裂果³⁾が流通中に発生することが課題となっている。

これまでに、850nm 付近の近赤外光を一定条件で収穫後の青果物に照射することで、葉菜類の蒸散や萎れの抑制^{4,5,6,7)}、ナスやイチゴなどの果菜類や、柑橘類の品質保持やカビ抑制^{8,9,10,11,12)}、サトイモのカビや発芽抑制¹³⁾などの鮮度保持効果が得られることが判明している。この近赤外光照射技術を「iR フレッシュ」と名付け、商標および特許を取得しており、現在は柑橘選果場を中心に全国に普及している。

本報告では、収穫後のミニトマトの鮮度保持への近赤外光照射の効果について検討した。

2 材料及び方法

供試材料には高知県内の栽培温室で促成栽培したミニトマトを用いた。近赤外光の照射は、実際の照射場面を想定した選果時の照射と、収穫から流通までの衝撃等による受傷を模擬した付傷試験を行った。

2.1 選果時照射試験

実際のミニトマト選果機に近赤外光照射装置 (Fkeep-NIS, 三井金属計測機工(株)) を設置した。近赤外光の照射は 2020 年 4 月 14 日に行い、中心波長 850nm の LED 光を $300\text{W}/\text{m}^2$ の光強度で 1 秒間照射した。照射後は選果装置にてプラスチックパックに規定の重量で自動充てん (10~16 個体詰め) し、(株) 四国総合研究所 (高松市) に発送した。近赤外光を照射しなかった無照射区についても、近赤外光照射区と同じ選果とパック詰めを行った。

ミニトマトは近赤外光照射区、無照射区それぞれ

各 10 パックを透明プラスチックコンテナ容器 (縦 31cm、横 40cm、高さ 25cm、蓋付) に入れた。プラスチックコンテナ容器の底には、湿度を保つため水で濡らしたキムタオルを敷いた。その後、23℃に保ったインキュベータ (CR-41, (株) 日立製作所) に保管した。

近赤外光照射 5 日後、8 日後、12 日後に、へたと果実のカビ発生程度を、0~3 点の 4 段階 (0: なし、1: 僅かなカビの発生、2: 明らかなカビの発生、3: 顕著なカビの発生) で、目視で評価した (写真 1、2)。また、裂果が生じた個体の傷の長さを定規で測定した。



写真1 へたのカビの発生程度の基準
(左から 0、1、2、3 点)



写真2 実のカビの発生程度の基準
(左から 0、1、2、3 点)

2.2 付傷試験

後述のとおり、選果時の近赤外光照射ではミニトマトの品質低下が小さく、パック間の個体差に効果

が埋没したため、収穫から流通までの受傷による品質低下を模擬した付傷試験を行った。付傷方法は、収穫したミニトマトに対して両刃カミソリで赤道部に縦 5mm の傷を付けることで行った（写真 3）。付傷処理後、近赤外光照射装置（iR フレッシュャー（株）四国総合研究所）で、中心波長 850nm の LED で $300\text{W}/\text{m}^2$ の光強度で 1 秒近赤外光を照射した。

プラスチック製の密閉容器（容積 5.1L、蓋付）に、水で濡らしたキムタオル（日本製紙クレシア（株）、4つ折り 6 プライ、380mm×330mm）を敷き、無照射・近赤外光照射ミニトマト各 50 個体を、それぞれ別のタッパウェアに、赤道部の傷が上向きになるよう平置きで並べ、23℃で保管した。

選果時照射試験と同様の項目について、近赤外光照射後 5 日後、8 日後、12 日後に調査した。



写真 3 ミニトマトへの付傷状況

3 結果及び考察

3.1 選果時照射試験

へたと果実のカビ発生程度を図 1、2 に示した。カビの発生程度は経時的に大きくなったものの顕著な発生はなく、処理区間の有意な差もなかった。これは、自動選別時のパック詰めで近赤外光照射区が 16 個、無照射区が 10 個となり、近赤外光照射区が小玉で無照射区が大玉であったことから、パック間の環境の差が大きいため近赤外光照射の効果が埋没したと考えられた。

また、裂果が発生したのは近赤外光照射区の 1 個体のみでこれも近赤外光の影響を判断するに足る発生率ではなかった（データ省略）。

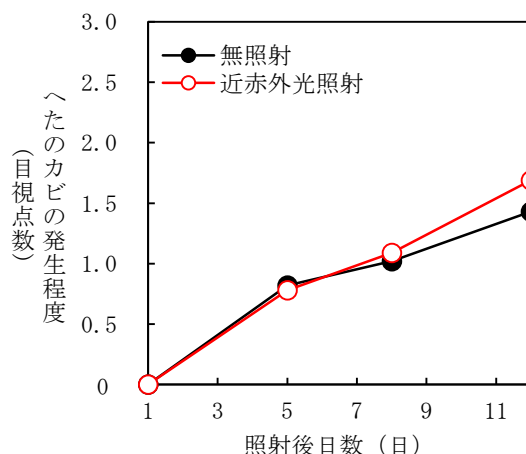


図 1 へたのカビの発生程度に及ぼす近赤外光照射の影響（選果時照射試験、n=100~162）

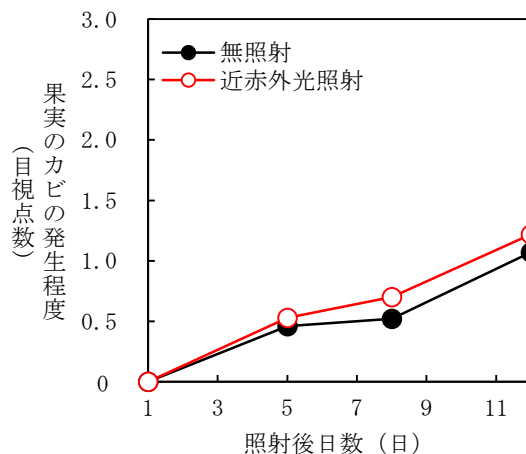


図 2 果実のカビ発生に及ぼす近赤外光照射の影響（選果時照射試験、n=100~160）

3.2 付傷試験

付傷試験の調査結果を図 3~5 および写真 4 に示した。選果時照射試験と同様にへたと果実のカビの発生程度は経時的に増加し、特に無照射区の発生程度が高くなった。対して、近赤外光照射区ではカビの発生程度は傷を付けなかった選果時照射試験と同等であり、無照射区と比較して有意に低くなった。

柑橘類での近赤外光照射試験においても、付傷なしの場合カビの発生率は 1~3%程度であり、近赤外光の照射で有意差を出すためには 100kg 程度（約 1,000 個体）の等階級が揃ったものが必要であった。

が、柑橘の果皮に傷を付けることで数十個単位の個体で評価できた¹⁴⁾。本試験の結果、ミニトマトにおいても、近赤外光のカビに対する効果を評価するのに、付傷処理が有効であることが示された。なお、ウンシュウミカンにおいて、近赤外光照射により病害抵抗性に関わるフェニルアラニンアンモニアリアーゼ（PAL）遺伝子の発現量が上昇し、果皮のカビ発生が抑制されることが分かっている¹²⁾。これらのことから、ミニトマトにおいても同様の現象が起こっている可能性が高いと考えられた。

傷の長さについては、近赤外光照射 5 日後までは、無照射区、近赤外光照射区いずれも傷が広がったが、無照射区は近赤外光照射 12 日後まで傷が広がり続けたのに対し、近赤外光照射区はその後裂果の進行が横ばいになり、近赤外光照射 8 日後と 12 日後において有意な差が認められた。

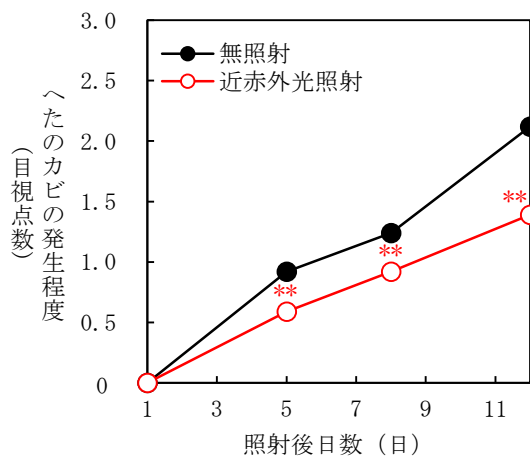


図3 へたのカビ発生程度に及ぼす近赤外光照射の影響（付傷試験，n=50～51）
t 検定で無照射に対して有意差あり，
** $P < 0.01$

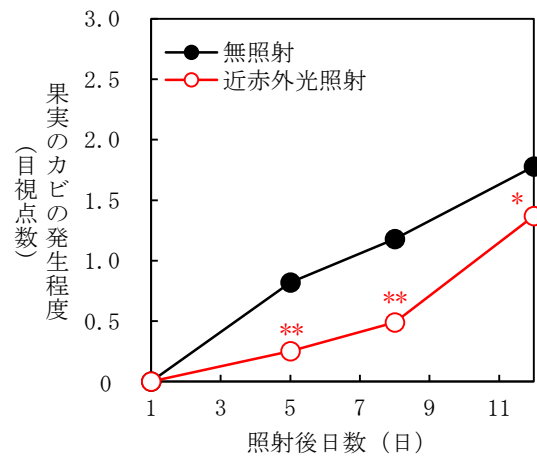


図4 果実のカビ発生程度に及ぼす近赤外光照射の影響（付傷試験，n=50～51）
t 検定で無照射に対して有意差あり，
** $P < 0.01$ ，* $P < 0.05$

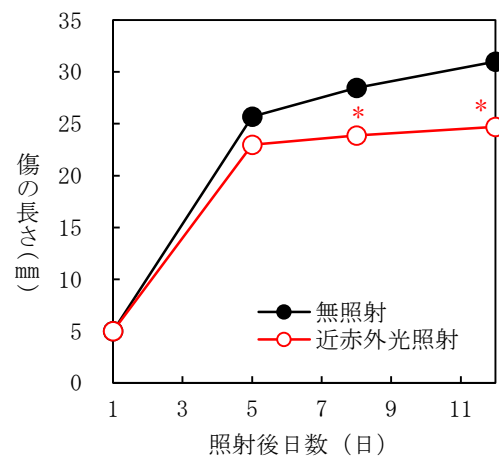


図5 傷の長さに及ぼす近赤外光照射の影響（付傷試験，n=50～51）
t 検定で無照射に対して有意差あり，
* $P < 0.05$

照射5日後



照射8日後



照射12日後



無照射区

近赤外光照射区

写真4 付傷試験のミニトマトの外観

ミニトマトの主なクレームとなっているカビについて、へたと果実のいずれにもカビの発生が認められなかったか、発生しても程度が軽微であった、スコア0、1の果実の割合を可販果率として、その変化を図6に示した。その結果、無照射区は近赤外光照射5日後で可販果率が64%とおよそ半分の果実が販売出来ないレベルに達していたのに対して、近赤外光照射区の可販果率は94%を維持していた。近赤外光照射12日後では無照射区の可販果率は10%まで低下したが、近赤外光照射区は51%と約5倍となった。

イチゴでは輸送中の振動によって果実が受傷することで鮮度が顕著に低下することと、近赤外光照射によってそれを抑制できることが示されている⁹⁾。ミニトマトについても、収穫から流通時の振動や衝撃による品質の低下を、近赤外光照射で抑制でき、商品価値を保てると考えられた。

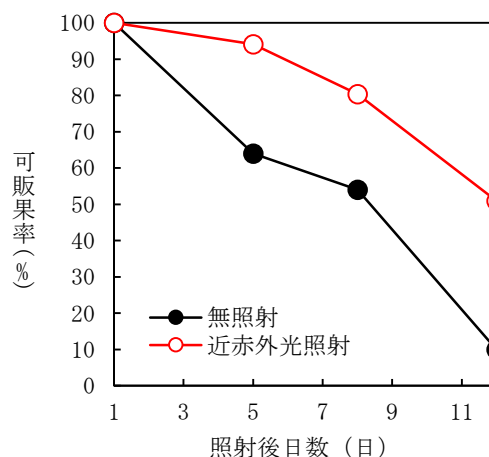


図6 ミニトマトの可販果率に及ぼす近赤外光照射の影響（付傷試験、へたと果実のカビについていずれもスコア1以下のものを可販果とした）

4 まとめ

これまでに、近赤外光を一定条件で収穫後の青果物に照射することで、品質保持やカビ抑制などの鮮度保持効果が得られることが判明している。この効果がミニトマトでも得られるか検討した。収穫から流通までの受傷による品質低下を模擬した付傷試験を行い、へたと果実のカビ発生の抑制、裂果による傷の拡大の抑制が確認された。特にへたのカビ発生に対して有意な効果を示した。この結果から、収穫後の近赤外光照射の効果は柑橘類だけでなく、他の品目への導入拡大も期待された。

【謝辞】

本試験を行うにあたって、三井金属計測機工(株) 殿には選果装置への近赤外光照射装置を設置頂いた。ここに深く感謝します。

【参考文献】

- 1) 樽谷隆之, 北川博敏：園芸食品の流通・貯蔵・加工, 養賢堂(1982)
- 2) 石田豊ら：柑橘類の腐敗抑制や品質保持に役立つ近赤外光の照射技術, 熊本の果樹 フルーツ&フルーツ, vol.58(2021年9月)
- 3) 農業技術体系, 野菜編, 第12巻, 共通技術 先端技術, 品質・鮮度, 97(1995)
- 4) 高附(秦) 亜矢子ら：近赤外光照射が収穫後のレタスの蒸散に及ぼす影響, 園学研, 11(別2), 305(2012)
- 5) 高附(秦) 亜矢子ら：収穫後の近赤外光照射が数種野菜の蒸散、気孔開閉および活性酸素生成に及ぼす影響, 園学研, 12(別2), 257(2016)
- 6) 高附(秦) 亜矢子ら：収穫後の近赤外光照射が数種葉菜類の蒸散、気孔開度および外観品質に及ぼす影響, 園学研, 15(2), 197-206(2016)
- 7) 秦亜矢子ら：近赤外光照射がレタス幼苗のPALと抗酸化活性に及ぼす影響, 園学研, 18(別1), 459(2019)
- 8) 垣渕和正ら：近赤外光照射したナスのカビ発生や抗酸化活性に及ぼす収穫時期や温度の影響, 園学研, 18(別2), 280(2019)
- 9) 秦亜矢子ら：収穫後の近赤外光照射がイチゴの果実品質に及ぼす影響, 園学研, 20(別2), 203(2021)
- 10) 垣渕和正ら：選果時の近赤外光照射がウンシュウミカンの果実品質に及ぼす影響, 園学研, 17(別2), 338(2018)
- 11) 垣渕和正ら：選果時の近赤外光照射が‘清見’の貯蔵中の果実品質に及ぼす影響, 園学研, 18(別1), 458(2019)
- 12) 秦亜矢子ら：近赤外光照射がウンシュウミカンのPALと抗酸化活性に及ぼす影響, 園学研, 18(別2), 279(2019)
- 13) 垣渕和正ら：サトイモ球茎の腐敗や発芽に及ぼす近赤外光照射の影響, 園学研, 20(別2), 205(2021)
- 14) 垣渕和正ら：数種柑橘類果実の収穫後における腐敗果発生と果皮色に及ぼす近赤外光照射の影響, 日本生物環境工学会, 松山大会(2017)