

イチゴ栽培での低温プラズマ処理による果実硬度への効果の検討

Effects of Plasma Treatment of Strawberry Plants on Flesh Firmness of Their Fruits

橋爪博司¹, 三田 薫¹, 水野寛子¹, 阿部明子¹, タンマウオン マナスィカン², ミロン カメリア¹, ブリトン ニコライ¹, 田中宏昌¹, 嶋津光鑑², 中野浩平², 堀 勝¹

HIROSHI HASHIZUME^{1,*}, KAORU SANDA¹, AKIKO ABE¹, HIROKO MIZUNO¹, MANASIKAN THAMMAWONG², CAMELIA MIRON¹, NIKOLAY BRITON¹, TERUAKI SHIMAZU², HIROMASA TANAKA¹, KOHEI NAKANO², and MASARU HORI¹

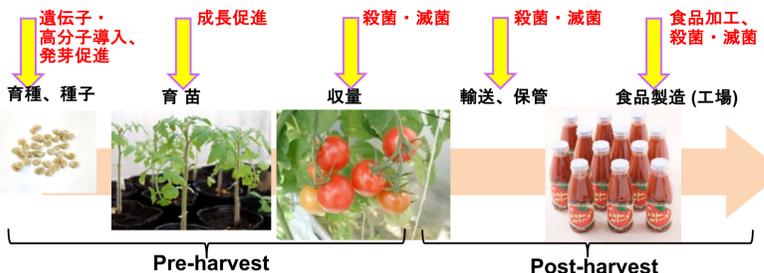
¹名古屋大学, ²岐阜大学

¹NAGOYA UNIV., ²GIFU UNIV.

*E-mail: hashizume@plasma.engg.nagoya-u.ac.jp

【研究背景】低温プラズマ農業応用の有効性

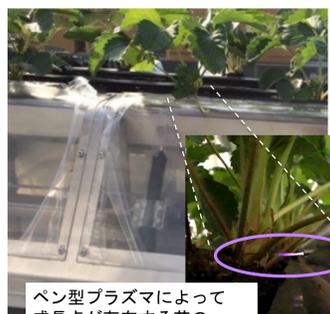
種子, 発芽から栽培, 収穫そして輸送や加工まで, 農業および食品の全ての段階で低温プラズマ処理による様々な効果が報告されており, 応用が期待される。



フードロスなど食品の品質保持の観点から, ポストハーベストにおける低温プラズマの有効性をさらに検討することが必要である。

【先行研究】栽培期間中の低温プラズマ処理による高品質イチゴ果実の生産^[1]

自動搬送機構に接続されたペン型Heプラズマによる直接照射



ペン型プラズマによって成長点が存在する苗のクラウン部を刺激する

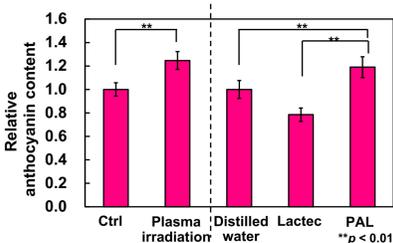
プラズマ水自動生成装置による現場でのPAL調製



プラズマ装置にポンプ類を接続しプログラム自動運転でPALを調製して, 土壌へ灌水する

10月(苗の定植)から3月まで, 週3日ずつ定期的に低温プラズマ処理を実施した。

収穫されたイチゴ果実中のアントシアニン量



プラズマ処理区から収穫された果実では25-50%アントシアニン蓄積量が増加した。アントシアニンは高い抗酸化活性を持つことが知られており, 我々の健康にとって有益となる高品質な青果物をプラズマ処理によって安定して生産可能であることが示された。これらの果実の特質をさらに検討することが必要である。

^[1]堀 勝ほか, 第66回応用物理学会春季学術講演会, 11a-W611-10 (2019)

本研究の目的

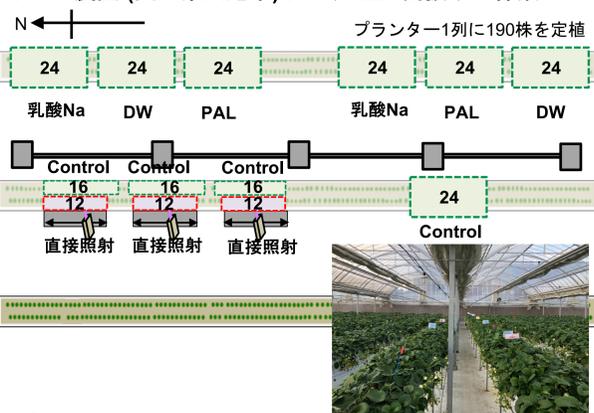
低温プラズマ処理とともに栽培, 収穫されたイチゴ果実のポストハーベストにおける有効性を検討した。

生産農家で生育されるイチゴ苗に対し, 栽培期間中に定期的な低温プラズマ処理(プラズマ直接照射, プラズマ照射乳酸ナトリウム溶液)を実施した。

プラズマ処理による効果を検出するため, 花房の位置・大きさを揃えて成熟期間をおいた果実を採取して硬度を測定した。

イチゴ生産農家における栽培と実験スケジュール, 収穫果の硬度測定

イチゴ農園(愛知県西尾市)内の処理区割振りと株数



栽培スケジュールと試験に用いる果実のタグ付けと採取(品種: 紅ほっぺ)

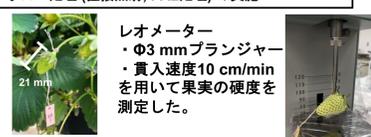


1/27, 第2花房の第2花序に位置する未熟果(緑色, 果実長21±1 mm)を対象に各処理区11果以上タグ付けた。その後樹上での生育を観察し, それらを2/17に採取した。

- 処理条件: Control, 直接照射 120 s, Distilled water (DW), 1/16 乳酸ナトリウム Sodium lactate (PAL)

処理条件: 直接照射 Pen-type plasma jet (60 Hz, 9 kV) He gas flow: 2 L/min Exposure distance: ~25 mm Treatment time: 120 s

処理条件: PAL調製 Plasma source: 60 Hz, 9 kV Ar gas flow: 2 L/min Exposure distance: 3 mm Treatment time: 5 min Treated volume: 8 mL



レオメーター・Φ3 mm プランジャー・貫入速度 10 cm/min を用いて果実の硬度を測定した。

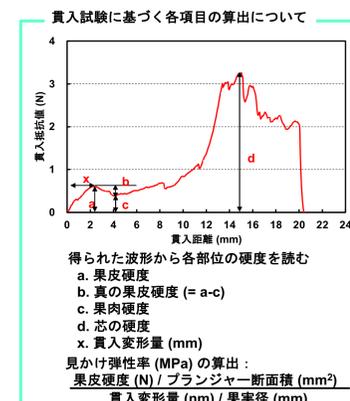
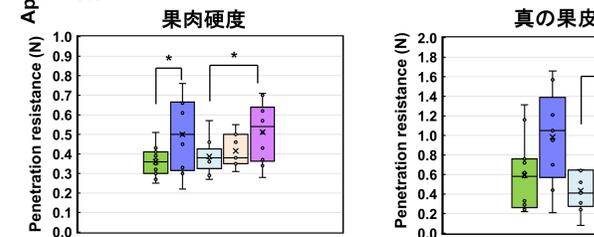
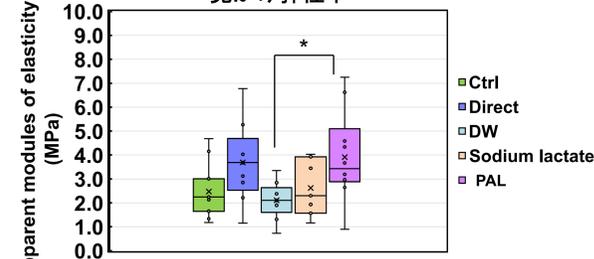
各処理区において大きさ・成熟日数を揃えて採取した果実の外観 ※完着・完熟果(赤枠)の割合を括弧内に示す



プラズマ処理区で生育された果実のほうがばらつきなく完熟となる割合が高かった。

見かけ弾性率, 果肉硬度, 真の果皮硬度の測定結果

(※左図より完熟果の結果のみ抽出した結果を示す)



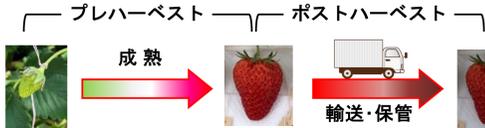
得られた波形から各部位の硬度を読む a. 果皮硬度 b. 真の果皮硬度 (= a-c) c. 果肉硬度 d. 芯の硬度 x. 貫入変形量 (mm)

見かけ弾性率 (MPa) の算出: 果皮硬度 (N) / プランジャー断面積 (mm²)

貫入試験に基づく各項目の算出について

プラズマ処理による効果とポストハーベストへの有効性

イチゴ果実は柔らかく傷みやすいので, 果肉硬度はその品質を保持する重要な因子である。



品質保持に関する他の要因: 糖度, 酸度, 水分含量, 色み, 傷害耐性 など

- プラズマ処理によって見られた効果: 機能性物質(アントシアニン)の高蓄積, 成熟活性化, 収穫までの日数短縮, 個体間のばらつき減少, 収穫量20%増加, 果肉硬度の保持

アントシアニン生合成の活性化^[2]

細胞軟化に関する因子(ex. polygalacturonase)の関与?

栽培期間中の定期的なプラズマ処理によって, 収穫される果実の特質として有効成分が増加して品質向上するだけでなく, 軟化が遅延され収穫後の品質保持にも有効であることが期待される。

^[2]橋爪博司ほか, 第80回応用物理学会秋季学術講演会, 20p-E306-14 (2019)

結論

栽培期間中プラズマ処理したイチゴ苗より収穫した果実の特性として, 特にポストハーベストに着目し果実鮮度に関する重要な要因である硬度を測定した。

栽培期間中プラズマ直接照射, プラズマ照射溶液(PAL)処理を行い, 採取された果実は他の対照区と比べてばらつきが少なく成熟が促進されることが示された。

成熟果の硬度を測定した結果, 見かけ弾性率, 果肉硬度, 真の果皮硬度いずれもプラズマ処理区の果実において高硬度に分布しており, 鮮度が保持されていることが示唆された。

プラズマ処理によるポストハーベストへの有効性を実証するため, 鮮度保持を規定する他の要因を測定するほか, 詳細な機構を明らかとするため成熟過程における細胞軟化に関連する因子を解析することが必要である。

謝辞

大野精工株式会社, 株式会社キングファームのスタッフの皆様, 株式会社片桐エンジニアリング 山川晃司様, NU-Rei株式会社 中井義浩様

本研究は東海国立大学機構大学横断研究推進プロジェクトおよびJSPS科研費「プラズマ誘起生体活性物質による超バイオ機能の展開」(JP19H05462)の支援を受けて行われた。