

令和 3 年 6 月 24 日現在

機関番号：82111

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K05916

研究課題名（和文）植物体へのダイレクトプリント技術の適用条件の解明

研究課題名（英文）A Study on Direct Laser Marking Technology for Vegetables and Fruits Labeling

研究代表者

小林 有一（KOBAYASHI, Yuichi）

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・農業技術革新工学研究センター・ユニット長

研究者番号：10355513

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：各種青果物の表面にレーザーにより文字やコードを印字する技術の開発およびその利用方法について取り組んだ。CO₂レーザー管（波長10.6 μm、40W）を搭載したレーザー加工機の照射の条件を適切に設定することで各種青果物への印字が可能であった。表皮が薄いミニトマトでも、印字なしの対照区と比して5日後でも外観、重量等に差が生じない照射条件を示した。また、ジャガイモ表面にARコードを印字し、カメラでの読み取り、仮想空間への情報の表示や、AIカメラによる印字文字の認識と表示手法の構築など、レーザーによる青果物へのコードや文字の印字とともに、情報を提供する技術を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

青果物流通では、ビニール袋等での包装が主流であるが、近年マイクロプラスチックによる海洋汚染問題等からプラスチック製品の削減が求められている。また、産地偽装事件等を受けた表示への信頼確保の問題や、生産履歴の情報開示への意識の高まりから、書き換え不可能な表示技術が求められている。本研究ではこれらを背景に、品名や生産履歴等の情報を提供可能な文字やコードを、レーザーで青果物に直接印字し、情報を提供するシステムを目指した。レーザーによる印字は瞬間的に表面組織を加熱しており、印字跡は黒または白く見える。表皮が薄いミニトマトや、もうじがあるキウイフルーツ、ジャガイモ等の性状が異なる青果物に印字可能であった。

研究成果の概要（英文）：This study introduces the method to mark directly non-rewritable and plastic free labels for vegetables and fruits using by a laser machine. We used the CO₂ laser cutter machine with a tube power of 40W in this experiment. To adjust the laser power properly, it is possible to mark on the surface of some vegetables and fruits, such as kiwifruits and cherry tomatoes. Although a cherry tomato that marked by a higher energy test got soften crinkled and lose the weight in a few days, cherry tomatoes that marked by a less energy test could keep shelf life as well as non marked tomatoes. Next, the AR code that is a optical marker system were marked on the potato. It was possible to show product name and pictures on the PC display.

研究分野：農業工学

キーワード：青果物流通 レーザー印字 トレーサビリティ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

食肉や精米の加工業者による産地偽装や、袋の移し替えなどによる表示の偽装事件等により、食の安全における、表示自体への信頼確保が望まれるようになってきている。偽装のような事例だけでなく、確実な品目管理には、IP ハンドリングシステム(分別生産流通管理)が必要とされている。

野菜、果物等の出荷調製場所では、多くの品種品目を扱っても品種による色形の違いや、収穫時期が異なることから、見分けがつかないものが一度に集まるということは比較的少なく、異なる品種の混入といったことへの関心は高くなかったと言える。しかしながら、小売店の店頭では外観からでは産地、品種の差がわからないものも多いため、ビニール袋等で包装されていることが多いが、マイクロプラスチックによる海洋汚染の問題等から、削減が望まれている。

これらの背景から、青果物単体でも品名や生産履歴等の情報を得ることができるシステムが望まれている。

2. 研究の目的

野菜等に、個別情報を書き換え不可能な手法でプリントすることにより、出荷や在庫の管理、品目等の混合や偽装の対策となり、さらにラベル貼りや過剰な袋詰めを代替することが期待できることから、植物生体の表面に個別情報をダイレクトプリントする技術を開発する。レーザーによる印字を念頭に、レーザー密度、照射時間等の制御技術と植物体への影響、プリントすべき情報の内容、提示手法について研究する。

3. 研究の方法

(1)市販のCO₂レーザー加工機を用いて、青果物表面にレーザーを強度、照射時間(連続照射、パルス照射、積算時間)を変えて照射し、印字を行った(図1)。レーザー加工機のレーザー管は、CO₂レーザーであり、管長700mm×50mm、照射波長10.6μm、出力40Wである。

供試材料には、表面状態が異なる各種青果物を供試し、印字の状態、印字後の青果物の水分等の状態変化を観察した。印字個所の詳細な観察には、卓上型のデジタル顕微鏡を用いた。

(2)光学的コードの利用を想定し、ARコードの利用について試験した。読み取りについては、HDwebカメラ(210万画素)PCおよびARコードを読み取ってディスプレイ内の仮想空間に情報を表示するプログラムからなるシステムを構築し、その読み取り性能、利用方法について検討した。印字するARコードについては、開発キットであるARToolKitを用いてコードを作成し、仮想空間への表示についてはOpenCVを用いて、プログラムを作成した。コード印字では、黒色部分をシンボルの抽出に使用することが一般的であること、コード自体には、誤り訂正機能があり少しの変形、欠損、歪みであれば読み取り可能だが制限があるため、歪みが大きくなると読み取りができなくなる。そこで、1)の結果より、比較的表面が平らで印字跡が黒く発色する青果物であれば、コード利用の可能性があると考えジャガイモ、キウイフルーツ等を供試材料とした。対照区には、白色上質紙を用い、ARコードの読み取り具合の違いについて調べた。仮想空間に表示する内容として、文字データ、画像データの表示方法について検討した。

印字跡が白い場合でも、技術的にはシンボル抽出は可能であり、JISでも利用が認められているが、階調が逆転するためシステムの修正が必要となり、一般的な利用には不向きである。白い文字でも利用可能なシステムとして、レーザーで点描した文字を、スマートフォンのAIカメラ(google lens)で認識するための条件、利用場面等について試験した。



図1 青果物へのレーザー印字の様子

4. 研究成果

(1) レーザー印字の例として、表皮が薄く水分があるミニトマト、ピーマン、表皮が固く乾燥気味なクリ、表面に「もうじ」と呼ばれる毛が生えているキウイフルーツ、もろく乾燥した薄皮のあるタマネギ、ニンニクの結果を図2に示す。出力の調整、レーザーの照射密度条件等を適切に設定することで、印字が可能であった。その他、バナナ、カンキツ、ダイコン、イモ類、球根等でも印字可能であった。ミニトマトへのレーザー印字による、外観、重量の経時変化を調べたところ、37.4J以下の試験区では印字なしの対照区と比して、5日後でも差は確認されず、負荷とならないことが分かった(図3)。また、印字跡については、対象品目の表面が乾燥気味なものは黒く、表皮が薄く水分があるものは白く見える傾向があった。黒く見える部分は、レーザーを照射した部分が高温で炭化しており、白く見える部分は組織が完全に燃焼して下部の組織が露出した。(図4)

(2) 図5にレーザー印字とその活用例を示す。ジャガイモ表面へのARコードの印字と、それを読み取り仮想空間に文字と画像による情報の表示が可能であることを示した。コードの読み取りは、画像を2値化して黒と白の部分を検出するが、ジャガイモ表面のコードでは対照区と比して光環境により検出される階調が不安定となることが多く、利用は限定的であった。印字跡が白くなる青果物では、シンボル抽出で階調が逆転するためシステムの修正が必要となることから、AIカメラにより文字を認識しweb検索で情報を入手する手法を構築した(図6)。

以上、レーザーによる青果物へのコードや文字の印字が可能であることを明らかにするとともに、情報を提供する技術を開発した。



図2 青果物へのレーザー印字例
ミニトマト、クリ、タマネギ
ピーマン、キウイフルーツ、ニンニク

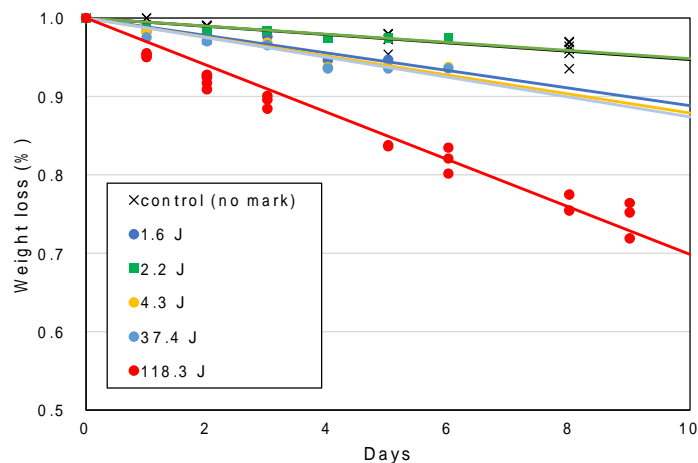


図3 レーザー印字したミニトマト重量の経時変化

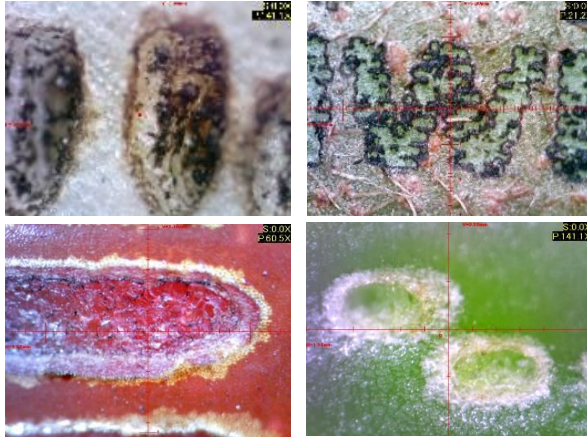


図4 印字部分の顕微鏡画像
(ニンニク、キウイフルーツ
ミニトマト、ピーマン)



図5 ARコードの読み取りと、
仮想空間への文字と画像による情
報の表示例

(上：仮想空間への表示、
左下：原画面、右下：コードの検出画面)

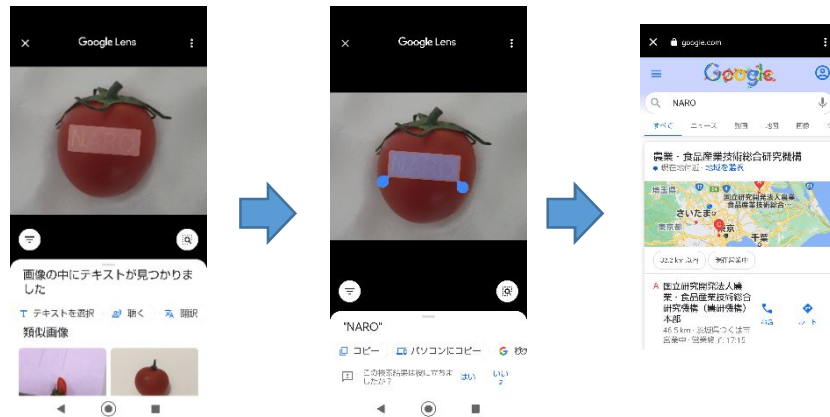


図6 AIカメラによる文字の読み取りとweb検索への誘導による情報の取得

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 小林有一, 坪田将吾
2. 発表標題 レーザー加工機による青果物へのダイレクトプリント技術
3. 学会等名 2019年農業食料工学会・農業施設学会・国際農業工学会第6部会合同国際大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	坪田 将吾 (TSUBOTA Shogo) (90643388)	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・農業技術革新工学研究センター・研究員 (82111)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------