

# 研究成果報告書

作成年月日 2025年 10月 28日

一般財団法人加藤育英基金 御中

研究機関(大学)名 国立大学法人神戸大学 (現国立大学法人京都大学)

研究代表者 黒木 信一郎

貴財団から給付を受けた助成金を活用し、下記のとおり研究を行いましたのでその成果を報告します。

## 記

1 研究課題: 葉物野菜は見た目が大事:萎れを治し、フードロスを減らす

2 研究期間: 自 2024年 3月 ~ 至 2025年 9月

3 助成金額: 99.9 万円

4 共同研究者:

・Dini Nur Hakiki

5 研究報告:(研究内容(概要)を1,500~2,000文字程度で)

葉菜類は収穫後の蒸散および呼吸により急速に水分を失い、萎凋、しわ、歯切れ感の喪失などの外観的劣化を生じる極めて傷みやすい農産物である。水分喪失は膨脹の低下や細胞内液の減少などの構造的・生理的変化を引き起こし、市場価値を著しく低下させる。この問題に対し、流通や小規模な調製工程では、萎れた葉菜を水に浸漬して吸水させる「クリスピング(crisping)」が広く実践されている。クリスピングは、見かけ上の鮮度回復のみならず、葉の気孔や水孔、皮目などの自

然開口部を介した水拡散を促すことで、内部組織の水分動態を一時的に回復させる可能性がある。しかし、クリスピングによる吸水メカニズムや、処理前の萎れ程度が回復挙動に及ぼす影響については、これまで定量的に評価された例が少ない。

本研究では、葉菜類(チンゲンサイおよびホウレンソウ)を対象に、クリスピング処理における水分回復の動態を実験的に解析し、葉組織の水分状態変化を非破壊的に評価することを目的とした。まず、チンゲンサイを収穫後に3~51%の重量減少(軽度から重度の萎凋)を誘導し、これらを5 °Cおよび25 °Cの条件で水道水に最大90 時間浸漬した。初期6時間は1時間間隔、それ以降は24、48、72、90時間において重量および外観の変化を記録した。また、処理中の相対湿度を約85 % (飽和NaCl溶液)に制御し、乾燥による外乱を最小化した。さらに、湿度環境を3段階(高RH ≈95 %、中RH ≈85 %、低RH ≈70 %)に制御し、リーフパッチクランプ圧(LPCP)プローブを用いて葉の膨圧変化を連続的に測定した。LPCPは、葉を磁石で挟んだ際の出力圧(P<sub>p</sub>)を検出し、膨圧と反比例する関係に基づいて水分状態を非侵襲的に推定する手法である。

実験の結果、チンゲンサイは36 %以下の萎凋であれば水分吸収によって重量が回復し、外観的な鮮度を取り戻したが、44 %以上では回復が困難であった。クリスピング処理を行わない場合には重量減少が継続したのに対し、処理を行った個体では重量および外観とともに顕著に回復した。吸水による重量増加は処理開始後1時間以内に集中しており、特に重度に萎れた個体で顕著であった。また、低温(5 °C)条件では回復速度が遅く、25 °C条件に比べて再水和効率が低下する傾向がみられた。

LPCPによる測定では、中温度条件でP<sub>p</sub>値が萎凋過程で上昇し、再吸水の開始後に減少・安定化する挙動が観察され、膨圧の回復を裏付けた。低温度では急速なP<sub>p</sub>低下が30分以内に生じたのに対し、中温度では約2時間かけて緩やかに低下し、水分吸収挙動に環境依存性があることが示唆された。一方、ホウレンソウではP<sub>p</sub>変化が個体間で不規則であり、チンゲンサイのような明瞭な回復傾向は認められなかった。これらの結果は、クリスピングによる再水和が葉種によって異なるダイナミクスを示すこと、また吸水可能な臨界萎凋レベルが存在することを示唆している。

本研究により、葉菜類のクリスピング過程における鮮度回復の定量的評価法が確立され、水分吸収の初期挙動の差異が鮮度保持特性に強く関与することが明らかになった。今後は、NMRを用いた水分胴体の観測や、3Dスキャンを利用した形態変化の定量化技術との統合により、組織内の水分移動経路を可視化し、ポストハーベスト生理の新たな理解へ発展させることが期待される。

## 6 具体的な成果:

- ① チンゲンサイの回復可能な臨界萎凋レベルを明らかにした。
- ② クリスピング開始後1時間以内に吸水の大部分が完了し、初期過程が回復に支配的であることを明らかにした
- ③ 低温(5 °C)では室温(25 °C)より回復速度が低下することを明らかにした。

- ④ 中湿度環境でPp値が漸減し、膨圧回復を非破壊的に捉えることに成功した。湿度に応じて回復速度が異なることも確認した。
- ⑤ ホウレンソウではPp変化が不規則であり、チンゲンサイに比べて再水和応答が緩慢かつ不均一であることを初めて示した。

## 7 発表論文、著書、講演など:(予定を含む)

- (1) Hakiki, Dini Nur; Kuroki Shinichiro. 2024. Crisping Effectiveness for Freshness Restoration in Baby Pak Choi. Presented in 4th International Seminar of Science and Technology, in Open University, South Tangerang Indonesia on 17th October 2024
- (2) Hakiki, Dini Nur; Issabillah, Nindyarahmah; Rozana. 2025. Small Scale Postharvest Handling Practice by Crisping Technique In Leafy Vegetables. Presented in 5th International Seminar of Science and Technology, in Open University, South Tangerang Indonesia on 30th October 2025.
- (3) 黒木信一郎, 2025. 水分損失の観点から見た青果物の鮮度劣化, AndTech\_Web講習会.

以上