

## 沖縄県の伝統野菜「島ニンジン」における包装前の予冷が緑化に及ぼす影響

前田剛希<sup>1</sup>，広瀬直人<sup>2</sup>・恩田聡<sup>3</sup>・玉城盛俊<sup>4</sup>

1 沖縄県農業研究センター農業システム開発班

2 沖縄県農業研究センター（現 沖縄県工業技術センター）

3 沖縄県農業研究センター名護支所

4 沖縄県農業研究センター石垣支所

### 要 約

沖縄伝統野菜の島ニンジンについて，密封包装前の予冷が曝光による緑化に及ぼす影響を調べた．調査の結果，予冷後に密封包装した島ニンジンは，予冷しないで密封包装した島ニンジンと比較して，緑化の進行が抑制される傾向を示した．

キーワード：曝光，密封包装

### 緒 言

沖縄県の伝統野菜である島ニンジンとは，沖縄在来の東洋系ニンジンで，鮮やかな黄色とゴボウのような細長い形状を呈する（坂本，2002）．島ニンジンは，渡名喜島や沖縄本島中部の中城村を拠点として，県全体で年間約 50 トン生産されている（沖縄県農林水産部中央卸売市場，2017）．島ニンジンは，主に県内量販店などで販売されているが，流通過程で緑色に変色（以後，緑化）するという課題を抱えている．著者らはこれまでの研究で，島ニンジンで生じる緑化について，光に曝されると生じること，緑化防止には冷蔵や遮光すること以外に無孔の延伸ポリエチレン（OPP）製袋による密封包装が有効なことを明らかにしてきた（前田ら，2019）．密封包装下では，袋内の酸素が消費されて低 O<sub>2</sub> 高 CO<sub>2</sub> 状態になり，低温時と同様に島ニンジンの呼吸量，生体内代謝が低下することに伴い緑化も抑制されていると推察した．しかしながら，実験を進める中で，密封包装しても一部の島ニンジンは緑化する事例が観察された．包装後の条件は同じでも緑化の抑制程度に差を生じる場合があったことから，収穫から包装までの取り扱いの違いが，包装後の島ニンジンの緑化抑制に影響している可能性が示唆された．農産物の流通において品質保持のために行う処理として，収穫後できるだけ早期に作物の品温を下げて生理活性を抑える操作，いわゆる予冷がある（長谷川，1998）．予冷によって呼吸の抑制や追熟・老化防止，水分損

失・萎凋防止などの効果が得られる．

そこで本研究では，密封包装による島ニンジンの緑化防止効果を向上させる方法として，包装前の予冷について検討した．島ニンジンの出荷に使用されている市販の一般的な有孔袋と既報（前田ら，2019）で島ニンジンの緑化防止効果が認められた無孔袋を用いて，常温 24 時間曝光条件下における貯蔵試験を行い，予冷の有無が島ニンジンの緑化程度と L\*a\*b\* 値，包装内ガス組成に及ぼす影響を検討した．

### 材料および方法

#### 供試材料

2018 年 2 月中旬に沖縄県中城村の農家圃場で収穫した島ニンジンをを用いた．島ニンジンは，収穫直後に水洗浄して葉を約 10 cm 残した状態に調製，遮光下で約 3 時間自然乾燥した．出荷調製後，直ちに農業研究センターに移送して試験に供した．

#### 貯蔵試験

試験区構成を表 1 に示す．貯蔵試験は，出荷調製後直ちに冷蔵する冷暗区，出荷調製後直ちに有効袋に包装して常温曝光下で貯蔵開始する現行包装区，無孔袋に包装して常温曝光下で貯蔵する密封包装区を設けて行った．さらに密封包装区は，予冷しないで直ちに包装・貯蔵開始した区を予冷無し区，予冷は行わず段ボール箱をかぶせて常温遮光下で一晩静置後に包装，貯蔵を開始した区を常温静置区，冷蔵

庫で一晩静置後に包装，貯蔵開始した区を予冷区とした．冷暗区と現行包装区には従来から島ニンジン  
の出荷に使用されている標準的な有孔袋（材質：延  
伸ポリプロピレンフィルム（OPP），横 10 cm × 縦  
65 cm × 厚み 25  $\mu$ m，4 穴有孔）を，密封包装区に  
は既報（前田ら，2019）で島ニンジン緑化防止効果  
が認められた無孔袋（株式会社ベルグリーンワイズ  
製オーラバック®，材質：OPP，横 10 cm × 縦 65  
cm × 厚み 25  $\mu$ m，無孔）をそれぞれ用いた．島ニ  
ンジン 2 本ずつ袋（266.5  $\pm$  7.0g/袋）に詰めて  
袋の口をヒートシールした後，冷暗区は 5℃ 設定の  
プレハブ式冷蔵庫内で，冷暗区以外の区は家庭用蛍  
光灯が設置された 25℃ 設定の室内で 24 時間曝光（蛍  
光灯，1106  $\pm$  170 lx）しながら，それぞれ 4 日間  
貯蔵した．試験期間中は，緑化程度を毎日目視で評  
価した．L\*a\*b\* 値は収穫当日と貯蔵後 3 日に，包  
装内ガス組成は貯蔵後 1，3 日に各試験区 3 袋ずつ  
測定した．

## 分析・調査項目

### (1) 緑化程度

緑化程度は，既報（前田ら，2019）に準じて，次

のとおり 4 段階評価した．0；緑化無し，1；黄色  
が抜けてきて僅かに緑化が認められる，2；一部あ  
るいは全体的に緑化が認められる，3：全体がほぼ  
完全に緑色．

### (2) L\*a\*b\* 値

L\*a\*b\* 値は，収穫当日と貯蔵後 3 日に各試験区 6  
本ずつ，葉柄の付け根から約 5 cm 下の主根部表面  
を分光測色計（CM-2600d，コニカミノルタ株式会  
社）で測定した．

### (3) 包装内ガス濃度

包装内ガス濃度は，貯蔵後 1，3 日にポータブル  
ガス濃度計（Check point 3，MOCON Europe）で  
袋内のガスを捕集し，O<sub>2</sub> と CO<sub>2</sub> の濃度（%）を測  
定した．

## 統計解析

図表中の値は平均値と標準誤差で示した．統計解  
析にはエクセル統計（（株）社会情報サービス）を  
用い，緑化程度は Kruskal-Wallis 検定後，冷暗区を  
対照として Steel の多重比較検定で，その他につい  
ては一元配置分散分析後に Tukey-Kramer 法で，各  
郡間の有意差を求めた．

表 1 試験区構成

| 試験区                | 冷暗区                  | 現行包装区                | 密封包装区 <sup>注1)</sup> |                      |                      |
|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                    |                      |                      | 予冷無し区                | 常温静置区                | 予冷区                  |
| 貯蔵開始<br>までの処<br>理法 | 収穫<br>↓              | 収穫<br>↓              | 収穫<br>↓              | 収穫<br>↓              | 収穫<br>↓              |
|                    | 水洗浄，葉のカット，<br>水切り・乾燥 | 水洗浄，葉のカット，<br>水切り・乾燥 | 水洗浄，葉のカット，<br>水切り・乾燥 | 水洗浄，葉のカット，<br>水切り・乾燥 | 水洗浄，葉のカット，<br>水切り・乾燥 |
|                    | ↓                    | ↓                    | ↓                    | ↓                    | ↓                    |
|                    | 包装<br>(4 穴有孔 OPP 袋)  | 包装<br>(4 穴有孔 OPP 袋)  | 密封包装<br>(無孔 OPP 袋)   | 25℃ 遮光下で<br>一晩静置     | 5℃ の冷蔵庫で<br>一晩静置     |
|                    | ↓                    | ↓                    | ↓                    | ↓                    | ↓                    |
|                    | 貯蔵開始<br>(5℃，遮光下)     | 貯蔵開始<br>(25℃，曝光下)    | 貯蔵開始<br>(25℃，曝光下)    | 密封包装<br>(無孔 OPP 袋)   | 密封包装<br>(無孔 OPP 袋)   |
|                    |                      |                      |                      | ↓                    | ↓                    |
|                    |                      |                      |                      | 貯蔵開始<br>(25℃，曝光下)    | 貯蔵開始<br>(25℃，曝光下)    |

注 1) 常温静置区と予冷区については，収穫翌日の朝まで一晩静置後，包装して貯蔵を開始した．冷暗区と現行包装区，予冷無し区は収穫当日の午後に包装して貯蔵を開始した．

注 2) いずれの試験区も，包装資材には横 10cm × 縦 65cm × 厚み 25 $\mu$ m の延伸ポリプロピレン（OPP）製袋を用いた．冷暗区と現行包装区は 4 穴有孔の袋を，密封包装区は無孔の袋をそれぞれ用いて，島ニンジンを入れた袋の口をヒートシールして貯蔵した．

## 結果と考察

貯蔵中の緑化程度の変化を図 1 に示す．有孔袋で  
包装した現行包装区は，経時的に緑化が進行し，貯  
蔵後 3 日には供試した個体全てが完全に緑化した．  
一方，無孔袋を用いた密封包装区については，いず  
れも緑化の進行が抑制され，貯蔵前の処理によって

緑化の挙動も異なる傾向を示した．一晩予冷して包  
装した予冷区では，冷暗区との差は認められなかつ  
た．一晩常温静置後に包装した常温静置区と収穫当  
日に包装した予冷無し区については，現行包装区の  
ように全体に緑化が拡大することは無かったが，貯  
蔵後 1～2 日間で一部の個体に緑化程度 2～3 の緑  
化が認められた（写真 1）．

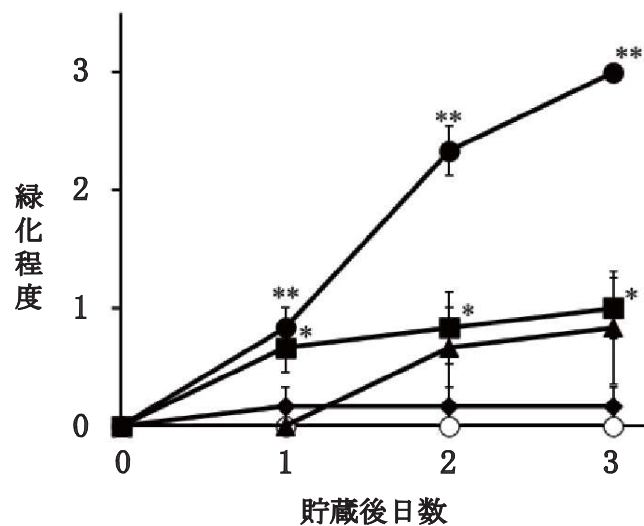


図1 島ニンジンの緑化について

○冷暗区, ●現行包装区, ▲予冷無し区, ■常温静置区, ◆予冷区

注) 値は平均値と標準誤差で示した (n=6), 図中のアスタリスクは同日調査日において冷暗区より有意に値が大きいことを示す (Steel の多重比較検定, \* : P<0.05, \*\* : P<0.01)



写真 貯蔵後3日の島ニンジンの外観

(上段: 包装した状態, 下段: 袋から出した状態)

収穫当日と貯蔵後3日の $L^*a^*b^*$ 値を表2に示す。 $L^*$ 値については、いずれの試験区でも試験期間中に変化は認められなかった。負の値が緑寄りに呈色していることを示す $a^*$ 値については、現行包装区で貯蔵後に値が有意に減少し、緑色に変色していることが確認された。正の値が黄色寄りの呈色を示す $b^*$ 値については、冷暗区で貯蔵後に有意に増加したが、その他の試験区では貯蔵前後に差は認められなかった。

貯蔵後（包装後）1日と3日の包装内ガス濃度を表2に示す。密封包装区はいずれも包装内が低 $O_2$ 高 $CO_2$ 状態になっていた。試験区間に有意な差は認められなかったが、予冷無し区と予冷区に比較して、常温静置区は貯蔵後の $O_2$ 濃度が低く、 $CO_2$ 濃度は高い傾向であり、 $O_2$ の消費速度が収穫後直ちに冷蔵する場合よりも速く推移した可能性が示唆された。

作物の鮮度を保持するためには、収穫後できるだ

表2 島ニンジン $L^*a^*b^*$ 値の包装内ガス濃度

| 試験区            |         |       | 冷暗区                   | 現行包装区                 | 密封包装区 <sup>注1)</sup> |          |          |
|----------------|---------|-------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------|----------|
|                |         |       |                       |                       | 予冷無し区                | 常温静置区    | 予冷区      |
| 貯蔵条件           | 包装形態    |       | 有孔OPP袋                | 有孔OPP袋                | 無孔OPP袋               | 無孔OPP袋   | 無孔OPP袋   |
|                | 貯蔵温度    |       | 5℃                    | 25℃                   | 25℃                  | 25℃      | 25℃      |
|                | 光条件     |       | 遮光                    | 曝光                    | 曝光                   | 曝光       | 曝光       |
| $L^*a^*b^*$ 値  | $L^*$ 値 | 収穫当日  | 59.1±0.7              | 62.0±1.9              | 58.1±1.7             | 60.3±1.4 | 58.5±1.0 |
|                |         | 貯蔵後3日 | 60.5±0.5              | 61.6±0.9              | 61.3±1.1             | 62.0±1.6 | 62.4±0.8 |
|                | $a^*$ 値 | 収穫当日  | 2.5±0.4               | 2.1±0.4               | 3.1±0.5              | 2.8±0.2  | 2.6±0.4  |
|                |         | 貯蔵後3日 | 2.6±0.4               | -1.2±0.5 <sup>a</sup> | 3.4±0.7              | 2.5±0.5  | 2.6±0.4  |
|                | $b^*$ 値 | 収穫当日  | 25.4±0.9              | 26.7±1.3              | 25.8±1.8             | 29.5±2.2 | 25.8±1.6 |
|                |         | 貯蔵後3日 | 36.5±1.5 <sup>a</sup> | 24.4±0.8              | 27.3±1.7             | 31.0±1.6 | 27.5±0.9 |
| 包装内<br>ガス濃度(%) | $CO_2$  | 貯蔵後1日 | 0.2±0.0               | 0.5±0.1               | 12.4±0.5             | 13.6±0.3 | 11.9±0.2 |
|                |         | 貯蔵後3日 | 0.3±0.1               | 0.2±0.0               | 12.0±2.9             | 16.6±0.9 | 11.6±0.6 |
|                | $O_2$   | 貯蔵後1日 | 20.8±0.0              | 20.6±0.0              | 3.2±0.9              | 1.8±0.1  | 3.5±0.3  |
|                |         | 貯蔵後3日 | 20.7±0.0              | 20.8±0.0              | 5.8±4.5              | 1.2±0.1  | 2.6±0.3  |

注1) 常温静置区と予冷区については、収穫翌日の朝まで一晩静置後、包装して貯蔵を開始した。冷暗区と現行包装区、予冷無し区は収穫当日の午後に包装して貯蔵を開始した。

注2) 各値は平均値±標準誤差 ( $L^*a^*b^*$ 値：n=6、包装内ガス濃度：n=3)で示し、アルファベットは収穫当日と比較して貯蔵後3日の値に有意差があることを示す (Tukeyの多重比較検定：P<0.01)。

け早く品温を下げて呼吸、生体内代謝を抑えることが必要である。本研究で、密封包装による島ニンジン $L^*a^*b^*$ の緑化防止について予冷の効果を検討した結果、予冷せずに包装した場合や常温で一定時間静置後に包装した場合と比較して、予冷後に包装することで緑化抑制効果は向上する傾向が示された。一方、 $L^*a^*b^*$ 値と貯蔵後の包装内ガス濃度については、密封包装した試験区間に有意な差は認められず、予冷による緑化防止向上効果との関係は判然としなかった。島ニンジンにおける包装前予冷が緑化抑制にどのように作用しているかという点は、今後の課題である。

以上の結果より、無孔袋を用いた密封包装による島ニンジン $L^*a^*b^*$ 緑化防止について、包装前の予冷は緑化抑制効果を向上させる可能性が示唆された。

## 謝 辞

本研究は、わった一島ヤサイ産地力強化事業（平成2016～2017年度、沖縄県単独事業）において実施した。本研究の遂行にあたり、試料の提供にご協

力いただいた中城村役場、分析や調査に多大なご協力を賜りました農業研究センター農業開発システム班の皆様には心より感謝いたします。

## 引用文献

- 長谷川美典（1998），予冷，野菜の鮮度保持マニュアル，初谷誠一編，（流通システム研究センター，東京）pp.25～29
- 前田剛希・広瀬直人・恩田聡・山下大作・高江洲賢文・玉城盛俊（2019），沖縄県の伝統野菜「島ニンジン」(Yellow Oriental Carrot, *Daucus carota* subsp. *sativus*).における収穫後の緑化防止に関する検討，日本食品保蔵科学会誌，45，209～214
- 沖縄県農林水産部中央卸売市場（2017），II -8 野菜の品目別品名別取扱数量及び金額（月別），平成29年市場年報，p.36
- 坂本守章（2002），沖縄県，都道府県別地方野菜大全，タキイ種苗株式会社出版部編，（社団法人農山漁村文化協会，東京）pp.333～334

# Effects of pre-cooling before packaging on the greening of the traditional Okinawan vegetable “Shima-ninjin” (yellow oriental carrot, *Daucus carota* subsp. *sativus*)

Goki MAEDA<sup>1</sup> and Naoto HIROSE<sup>1,2</sup>, Satoshi ONDA<sup>3</sup>, Moritoshi Tamaki<sup>4</sup>

1 Okinawa Prefectural Agricultural Research Center, Regional Agricultural System Section

2 Okinawa Prefectural Agricultural Research Center, Regional Agricultural System Section  
(currently Okinawa Industrial Technology Center)

3 Okinawa Prefectural Agricultural Research Center Nago Branch

4 Okinawa Prefectural Agricultural Research Center Ishigaki Branch

## Abstract

We investigated the effects of pre-cooling before sealing packaging on the greening of the traditional Okinawan vegetable “Shima-ninjin” (yellow oriental carrot, *Daucus carota* subsp. *sativus*). This study revealed that packaging after pre-cooling slightly suppressed the progression of greening of “Shima-ninjin” compared with packaging without pre-cooling.

Key Words: light exposure, sealed packaging