

## 青果物の流通技術に関する研究 —調査：ニラの予冷施設及び温度条件—

朝来壮一  
食品産業担当

### Freshness Distribution Engineering for Fruits and Vegetables - Pre-cooling Facilities and Temperature Conditions of Chinese Chive -

Shoichi ASAKI  
Food Industrial Gr.

#### 要 旨

大分県では、従来各産地で個別生産・出荷されていたニラを一元化し、パッキングセンターや予冷施設の効率的な配置による流通の高度化を図る取り組みが行われている。その拠点となる集出荷・予冷施設をコールドチェーン効率化の視点から調査した。その結果、コールドチェーンの機能低下につながる生産地からの高温搬入や真空予冷処理のシステム上の位置付けなどコールドチェーンの途切れにつながる課題が見出された。

#### 1. はじめに

ニラは大分県の農産物の中でも重点品目として生産拡大が期待されているが、生産技術による品質向上対策とともに流通体系の効率化・コールドチェーンの強化を課題としている。中でもニラは低温化を中心に鮮度保持対策が進められているが、選果場段階でも真空予冷と通風予冷のシステムが混在するなど、統一されたシステムにはなっていない。現在県内3カ所の集出荷拠点から出荷されているが、平成21年度は、2カ所に集約して出荷するなど効率的な出荷体系の構築を図っている。

そこで、コールドチェーンを前提とするニラの鮮度保持対策について検討するため、大分県のニラ集出荷拠点となっているJA施設(大分市)について温度環境を含む調査と大阪市場までの輸送温度環境調査をおこなった。

#### 2. 調査方法

##### 2-1 調査時期及び対象

平成21年6月～8月に大分市内のJA拠点施設(H予冷・集出荷施設)を実地調査するとともに、ニラの持ち込み温度及び室温設定等品温に関する調査、大阪市中央卸売市場までの輸送調査を併せて行った。

##### 2-2 調査方法

集出荷施設の関係者に聴き取りを行うほか、放射温度計(SATO製)で品温及び室温を測定した。また生産者から集出荷施設までの搬入経路の温度及び真空予冷装置の特性調査には、小型のボタン型データロガー(KNラボ製サーモクロンG)を用い、ニラの個別包装及び包装段ボールの内側に貼付して測定した。ニラの還元型アスコルビン酸分析はRQFlex法を用いた。

#### 3. 調査結果及び考察

##### 3-1 JA 予冷施設

##### 3-1-1 施設概要

施設は簡易鉄骨スレート構造で鉄板1枚の非断熱構造となっている。出入り口は、遮温のためビニールカーテンで遮蔽されているが、窓など開口部があり外部熱の影響を受けやすい構造となっている。室温は22℃に設定された空調機により調節されているが、実測室温は25.0℃、RH47%であった。(Fig. 1, 2)



Fig.1 Preparatory Facilities



Fig.2 Preparatory Room



Fig.3 Refrigerated Warehouse



Fig.4 Arrival Temperature (TO branch)



Fig.5 Packing for VC



Fig.6 VC (Vacum Cooler:Yanmer)

調整室内のニラは、生産者段階で予冷されたものと、処理されていないものが混在搬入されている。予冷されたニラについてもロット毎に温度のばらつきがあり、実測では、 $21.7 \pm 1.8^\circ\text{C}$ であった。これらは生産者段階での冷蔵保管の条件や持ち込み時の輸送形態に差があるためと考えられた。持ち込み品温を放射温度計で測定したところ Table 1 のとおりであった。

Table 1 Pre-cooling conditions of Chive

Route	Arrival Temp (°C)	Distance (km)	PreVC Cooling	Refrigerator Truck
TO branch → Oita-shi	22.0	3.0	×	×
HT branch → Oita-shi	29.0	10.5	○	×
KZ branch → Oita-shi	24.5	14.0	×	×
HJ branch → Oita-shi	29.9	28.5	○	×

大分市 TO 地区 ( $22.0^\circ\text{C}$ )、HT 集荷施設 ( $29.0^\circ\text{C}$ )、大分市 KZ 地区 ( $24.5^\circ\text{C}$ )、HJ 集荷施設 ( $29.9^\circ\text{C}$ ) の各地で距離が長いほど、また生産地での1次冷蔵処理がなく、輸送中の保冷対策が施されていないものほど持ち込み品温が高かった。

距離が3km以内の近郊から持ち込まれるものは、生産地で予冷されており、 $22^\circ\text{C}$ と比較的低温が保たれているが、ワゴン等車載エアコンのみで持ち込まれるものは最高温度  $29.9^\circ\text{C}$ であった。H予冷施設で処理されるニラは  $22^\circ\text{C} \sim 29.9^\circ\text{C}$ までの広い温度範囲で持ち込まれており、

真空予冷の開始温度を上昇させる要因と考えられた。

### 3-1-2 予冷処理

H予冷施設には平成17年3月にヤンマー製の真空予冷装置が更新導入されている。処理対象はニラの他に都市近郊の大葉や水耕みつばを含んでいるため、処理時間は個別設定ではなく、統一した設定時間で真空予冷 (VC) されている。処理時間は40分で固定運転されており、出庫時品温による設定ではない。

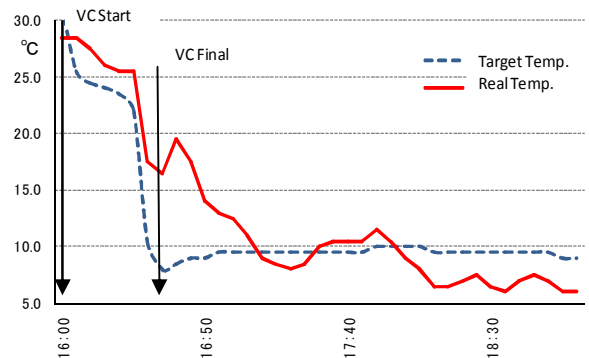


Fig.7 Temperature of Chives in VC

Fig.7に6月28日にVC処理したニラの品温変化を示した。あらかじめ設定された時間で処理されるため、品温は、目標温度の $5^\circ\text{C}$ ではなく $17^\circ\text{C}$ で終了している。このニラはその後冷蔵庫で保管されたため、品温は目標温

度に到達しているが、処理開始時の品温が高ければ出庫温度は処理時間が一定であるため、本来の目的温度である5℃以下に達しないと推定された。

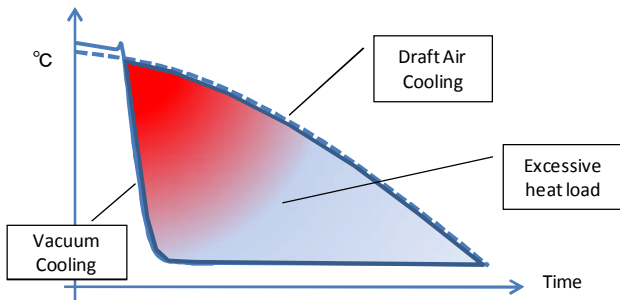


Fig.8 Cooling method & Excessive heat load

実際に放射温度計で温度を測定した結果、冷却槽搬入時品温は27.5℃(3カ所測定の平均)。終了時品温は17.0℃(3カ所測定)で目標温度の5℃には到達しておらず、データロガーの結果と同様であった。

通風冷却(AC: Draft Air Cooling)と真空冷却(Vacuum Cooling)の冷却特性をFig. 8に温度モデルで示した。本県のニラには、生産地で収穫後直ちに冷蔵されたものと常温で保管されたものが混在して予冷施設に搬入されている。本県のニラはこのようにVC処理されるものとAC処理されるものに分かれるが、最終的に目的温度の5℃近辺まで冷却される間、ニラにはFig. 8に示す熱負荷がかかることになる。通風冷却では5℃達温までは24時間以上を要するため、その間のVC処理との熱負荷の差は大きい。

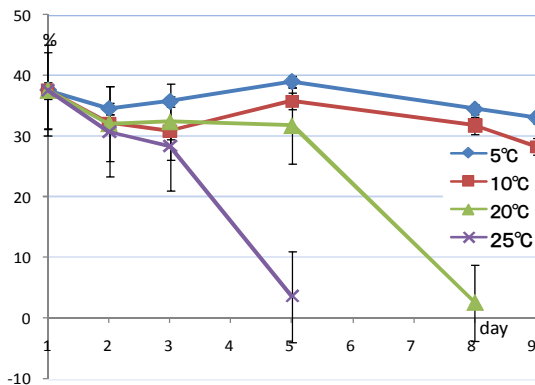


Fig.9 Ascorbic Acid of Chives & temperature(2010)

Fig. 9 にニラの各種温度での品質の変化を還元型アスコルビン酸指標で示した。ニラの品質は温度環境による劣化が著しく、5℃と20℃の中間の15℃近辺を境に劣化速度が速くなる。このため、ニラは収穫後のコールドチェーンの中で、できうる限り15℃以下を維持することが重要と考えられる。

また、VCにおいても他の品目と統一されるルーチン化さ

れた予冷作業となっているため、現場では時間を固定して処理している。本来は対象品目毎、搬入量によって設定を変えるべきであり、品温が確実に0~5℃の範囲に設定すべきである。

翌日出荷品については、真空予冷出庫後、7℃の冷蔵庫に保管されるため、品温低下も期待できるが、当日に出荷されるものについては、冷蔵庫に入庫しても数時間後には出庫することになり、15~17℃前後の品温で出荷されているものもあると推察される。平成22年度の調査では、大阪市場で回収したVC予冷及びAC予冷(Non-VC)のニラ品質を比較した結果をTable 2に示した。100g10束の比較の範囲ではVC区の還元型ビタミンCの含量がやや高い傾向が認められた。

ニラの鮮度保持最適温は0~5℃とされている。このため、真空予冷装置と冷蔵庫の機能を活かした効率的な利用について保冷库の温度設定を品温が5℃以下になるように設定するなどの改善をする必要がある。

Table 2 Ascorbic Acid of Vacuum cooling Chives

Chive (6/28)	VC	Non-VC
	24.3mg/100g	21mg/100g

\*100g×10samples each \*RQFlex analysis

### 3-1-3 包装机

予冷するニラは、包装後予冷されている。包装は逆ピロー型自動包装机 OMORI 社製により、先端部がトップシールされず熔融切断のみ(密封性なし)、ボトムシールのみ開放包装となっている。センターシールはゴザ目、ボトムシールは線(ライン)シール。センターシールの溶着程度は速度に依存するため、接着状態を見て設定する方式で71包装/分の設定となっている。またVC処理するため、包装内空気の膨張で破裂しないように開放包装としている。

青果物鮮度保持には、低温と併せて包装技術が欠かせないが、開放包装では低酸素・高炭酸ガスの鮮度保持(Modified Atmosphere: MA)条件とならないため、鮮度保持上は不利である。近距離流通である程度の低温が保たれる場合は、開放包装でもそれほど問題はないが、日数を要する首都圏までの長距離輸送では品質低下の危険性がある。

### 3-2 コールドチェーン

前報で積算温度によりコールドチェーンの効率を評価する考え方を示した。すなわち、鮮度を保つための実用温度を設定し(15℃)その温度以下で推移する割合を算出し、その割合が高ければ、コールドチェーンとしての十分な機能が期待できると評価する。逆に15℃以上の割

合が多ければ逆に機能していないことを意味する。この考え方で、大分市から大阪中央卸売市場に出荷されるニラの温度変化をみた結果をFig. 10及びFig. 11に示した。Fig. 10に示すようにAC処理では品温は境界温度15℃以下になるまで1日以上を要しており、選果場持ち込みから2日に亘って15℃～20℃の品質劣化温度帯にあることがわかる。AC処理区では1日以上冷却で、品温は15℃以下になるものの卸売市場に着荷するまで10℃以下になることはなかった。これには輸送中の保冷車や冷蔵車両の温度設定も大きく関係するが、こうした車両の冷凍機の能力は限られており、保冷的な効果しか期待できない。そのため産地で確実に低温にしておく必要がある。

VC処理区では、VC処理と同時に品温は12℃まで低下している。目的温度の5℃には至っていないが、予冷処理後は確実に10℃～15℃の温度帯に維持されるため、品質劣化の抑制が期待できると考えられた。

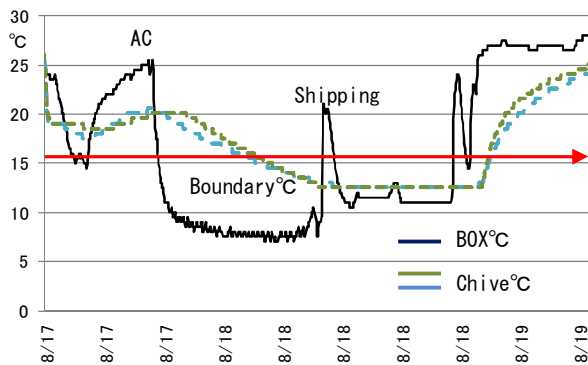


Fig.10 Temperature during transport (AC)

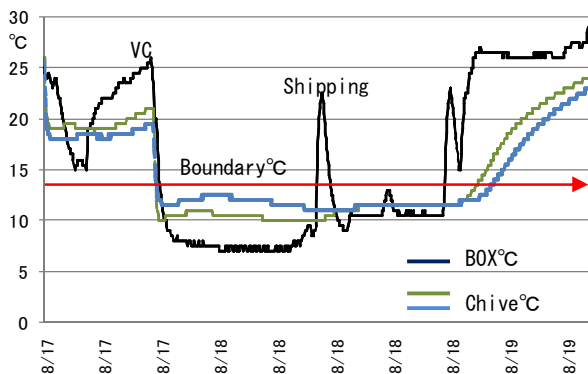


Fig.11 Temperature during transport (VC)

青果物では、産地で収穫後できるだけ早く低温冷却して出荷し、それを低温管理された物流手段で輸送・貯蔵を行い、品質低下を最小限に抑える。低温は対象によって異なるが、青果物は概ね10℃前後が実用温度である。この低温を維持するため温度変化の少ない輸送・貯蔵・仕分方式などの開発が重要となるが、いわゆるコールドチェーンの途切れを完全になくすことは困難である。そ

こで現状を正確に把握して、予冷システムの中にVCを適切に組み込み、鮮度保持包装(MAP)を組み合わせるなどにより、コールドチェーンの途切れにおける温度変化を最小に抑える工夫が重要と考える。

#### 4. まとめ

- 1). 選果場への持ち込み温度は、地域により異なり20℃以下で持ち込まれるものから30℃近い高温で持ち込まれるものがあった。高温持ち込みは適正なVC処理に影響するほか、流通過程での品質劣化に影響する。
- 2). 通風式、真空式を問わず、持ち込み品温が高ければ高いほど、予冷にかかる時間は長くなる。このため、低温出庫を前提とした品温管理を行う必要がある。
- 3). ニラの品質劣化境界温度は15℃と推定された。鮮度保持には、それ以下の温度を維持する必要がある。
- 4). コールドチェーンの途切れにおける鮮度への影響を最小限に抑えるためには、低温化とともに鮮度保持包装(MAP)を組み合わせ、予冷システムにVCを適切に組み込む必要がある。

#### 参考文献

- 1) 朝来壮一:大分県産業科学技術センター平成21年度研究報告,39(2010)
- 2) 石井勝・大久保増太郎:園芸学雑誌(J. Japan. Soc. Hort. Sci.)52(4):476-483(1984)
- 3) 早川昭他:食総研報(Rept. Natl. Food Res. Inst.) No. 40. 82-88(1982)
- 4) 富沢知成他:東北農業研究(Tohoku Agric. Res.) 37, 255-256(1985)
- 5) 岩田隆:園芸学雑誌(J. Japan. Soc. Hort. Sci.) 54(1):121-125(1985)
- 6) JA 全農施設住宅部:新版・予冷施設のてびき