

香港輸出を想定した貯蔵温度および品種の違いがナス「省太」,「筑陽」の低温障害に及ぼす影響

佐藤辰哉*・塚崎守啓・馬場紀子・大庭千佳

福岡県産ナス「省太」および「筑陽」の香港等への輸出を促進するため、海上コンテナ輸送を想定した貯蔵温度および品種の違いがナスの低温障害に及ぼす影響を検討した。「省太」および「筑陽」を 0, 5, 10, 13℃に 10 日間貯蔵し、品質を調査した結果、0℃では呼吸速度の上昇とピitting等が発生し、5℃ではピitting等の発生およびアントシアニン量の低下が認められた。10℃ではピitting等の外観変化は認められず、アントシアニン量も高く、棚もち試験後（20℃貯蔵、3 日間）も品質を保持することができた。また、13℃では腐敗が発生し商品性が低下した。

以上の結果より、ナスを香港等へ海上輸送する際の適温は 10℃であることが明らかになった。さらに、単為結果性品種である「省太」はエチレンの発生がなく、「筑陽」よりも低温障害の発生程度が低いことが認められた。また、収穫時期を比較した結果、冬期収穫のナスは低温障害の発生程度が低いことが認められた。

[キーワード：品種間差，ナス，収穫時期，低温障害，輸出]

Effect of Cultivar and Harvest Period on Quality Stability of Eggplant ‘Shota’ and ‘Chikuyo’. SATO Tatsuya, MORIHIRO TSUKAZAKI, NORIKO BABA and CHIKA OBA (Fukuoka Agriculture and Forestry Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. For. Res. Cent.* 6: 68-73 (2020)

Effect of storage temperature and harvest period on chilling injury of eggplant was investigated to accelerate exportation to Hong Kong using shipping containers. ‘Shota’ and ‘Chikuyo’ were stored at 0, 5, 10 and 13℃ for 10 days in storage rooms after which temperature was increased to 20℃ for 3 days. Chilling injury such as pitting was evident in the fruits stored at 0℃. Moreover, degradation of anthocyanin of the pericarp and increase of respiration rate were observed at 5℃. On the other hand, chilling injury such as pitting and internal breakdown were not observed and anthocyanin was maintained at initial content at 10℃. Regrettably decay was observed at 13℃. These findings indicate that the optimum temperature for exportation of eggplant was 10℃. In addition, we should consider the parthenocarpic cultivar ‘Shota’ did not produce ethylene or show chilling injury any less than ‘Chikuyo’. Eggplants harvested during spring were more susceptible to chilling injury than those harvested during winter.

[Key words: chilling injury, eggplant, exportation, harvest period, varietal difference]

緒 言

2013 年に「和食」がユネスコ無形文化遺産に登録され、「日本の食文化」に関心を持つ外国人が増えており、海外からの訪日客が 2018 年に年間 3,119 万人と過去最高を更新した（日本政府観光局 2019）。その一方で、2018 年 12 月に TPP11 協定が発効し、加盟国間での農林水産物・食品の流通量がこれまで以上に増えることが予想される。このような中、わが国では積極的に農林水産物・食品の輸出に取り組んでおり、2018 年にはその輸出額が 9,068 億円に達し、2019 年の目標である 1 兆円に近づいている（農林水産省 2019）。福岡県においても、県産農林水産物の輸出額は年々増加しており、2017 年は 32.6 億円となった（福岡県 2017）。今後、さらに輸出額を伸ばし、より多くの人々に日本産農産物を購入してもらうためには、輸送コストを削減して海外での販売価格を抑える必要がある。

農産物を低コストで海外へ輸送するためには海上輸送が有効であるが、日本から輸出相手国に到着するまでには多くの時間を要する。例えば博多港から香港間では税関検査等を含めると最長で 10 日間を要し、輸送期間の長

期化による農産物の品質劣化が懸念される。そのため、農産物の品質を長期間保持するために必要な輸送条件を明らかにすることが重要である。

ナスは本県の主力品目で、生産量は 20,900 トンと高知県、熊本県、群馬県に次いで全国第 4 位（農林水産省 2018）であり、海外を含めた市場拡大が期待されている。本県の主要な栽培品種は「省太」と「筑陽」で、このうち「省太」は福岡県農林業総合試験場が育成した単為結果性の一代交雑品種である。「省太」の育成母本には「筑陽」および「黒陽」と単為結果性を有するナス系統「AP-P03」および「AE-P08」が使われている。単為結果性を有するナスは、栽培時の受粉作業が不要なため省力化が可能で、「省太」は「筑陽」と比較して総労働時間の 21%を削減できるとの報告があり（古賀ら 2013）、このような単為結果性ナスの導入は今後も進むものと予想される。

通常、農産物は品質保持のために低温輸送される。しかし、ナスは貯蔵中に低温障害を起こしやすい品目として知られており、阿部ら（1974）、中村ら（1985）は低温貯蔵時のピittingや内部褐変などの組織的変化や呼吸速度の上昇など生理的変化について、また、小机・小机（1975）は 1℃から室温（28～30℃）に移すと急速にピッ

*連絡責任者（流通・加工部：satou-t4268@pref.fukuoka.lg.jp）

受付 2019 年 7 月 19 日；受理 2019 年 11 月 11 日

ティングなどの症状が現れると報告している。このようなナスの低温障害の発生程度には品種間差があるとされている(阿部ら 1980, Molinar *et al.* 1996) が、これまでの研究は単為結果性を有しない品種を用いた比較試験で、単為結果性を有した品種についてはこれまでに報告されていない。

そこで本研究では、海上輸送用リーファークンテナによる香港への輸出を促進するため、ナスの最適な輸送条件を明らかにすることを目的に貯蔵温度および単為結果性の有無による品種の違いが、ピットティング等低温障害の発生程度、呼吸速度、エチレン発生速度に及ぼす影響について検討した。さらに、収穫時期の違いが低温障害に及ぼす影響についても検討した。

材料および方法

供試材料

2017 年 5 月 11 日(春期)、2018 年 1 月 18 日(冬期)に JA 筑前あさくらで集荷されたナス「省太」(規格:A2L)および JA 柳川で集荷されたナス「筑陽」(規格:A2L)を試験に供した。購入したナスは、直ちに福岡県農林業総合試験場資源活用研究センター(福岡県久留米市)に持ち帰り、果実の色、つやを観察して、試験区ごとに品質が均等になるように振り分けた。

試験 1 ナス果実の呼吸速度およびエチレン発生速度

「省太」および「筑陽」をそれぞれ 0, 5, 10℃の貯蔵庫に保存した。貯蔵 1 日後および 8 日後にナス 3 本を容積 4.48L の円柱型プラスチック製容器に入れ、容器上部をフタで覆い、ビニールテープで密封した。呼吸速度は、密封直後および約 4 時間後に容器内の雰囲気ガスを TCD ガスクロマトグラフ(GC-3200, ジーエルサイエンス社製)を用いて測定し、単位時間あたりに変化する二酸化炭素量から算出した。また、エチレン発生速度は、呼吸速度と同様に、容器密封直後および約 4 時間後に容器内の雰囲気ガスを FID ガスクロマトグラフ(GC-2014, 島津製作所社製)を用いて測定し、単位時間あたりに変化するエチレン発生量より算出した(各 5 反復)。TCD ガスクロマトグラフおよび FID ガスクロマトグラフの測定条件については、第 1 表に示した。

第 1 表 ガスクロマトグラフの測定条件

TCDガスクロマトグラフ		FIDガスクロマトグラフ	
測定ガス	酸素, 二酸化炭素	測定ガス	エチレン
機器	GC-3200	機器	GC-2014
カラム	①PorapakT 50/80 ②Molecular Sieve 5A 60/80	カラム	RESTEK(Rt-Q-BOND, 30m) 内径 0.32mm
キャリアガス	ヘリウム	キャリアガス	ヘリウム
カラム入口圧	210kPa	カラム入口圧	100kPa
温度	OVEN 50℃ INJ 80℃ TCD 80℃	温度	OVEN 50℃ INJ 100℃ FID 100℃
TCD電流	120mA	流速	1.60ml/min
検出器	TCD	検出器	FID

試験 2 貯蔵温度がナス果実の品質に及ぼす影響

「省太」および「筑陽」について、それぞれ 3 本を穴あき延伸ポリプロピレン(OPP)フィルムに詰め、袋上部をバググシールしたのち、20 袋を段ボールに梱包し貯蔵した。貯蔵期間は日本産農産物の取引が多い香港を想定した 10 日間で、貯蔵温度は 0, 5, 10 および 13℃とし、出庫直後の品質を調査した。また、現地での店頭陳列(棚もち)を想定し、貯蔵終了後のナスを 20℃の定温庫に移し、3 日後に品質調査を行った。各調査日における調査果数は 15 果とした。調査項目は、ピットティング、種子褐変、果肉褐変の発生程度、腐敗果率、果皮のアントシアニン量とした。ナスの低温障害の症状であるピットティング、種子褐変、果肉褐変の発生程度については達観で評価した。なお、ピットティングはナス果実表面全体を評価し、種子褐変および果肉褐変は縦割りにした直後の断面について評価した。評点はそれぞれ 0 (なし)、1 (わずかに発生)、2 (20%程度障害発生)、3 (50%程度)、4 (全体に発生) の 5 段階とした。腐敗果率は、わずかでも腐敗が発生している果実は腐敗果と判断し、1 試験区全果実(15 果)における腐敗果の発生割合として算出した。果皮のアントシアニン量は、冬期に収穫された果実についてのみ調査した。測定方法は川嶋ら(2009)の手法に従った。すなわち、ナス果実の中央部の果皮を腐敗果実も含め 1cm×3cm(厚さ 1mm)の長方形型にカットし、1%塩酸酸性-80%メタノール液に室温で 16 時間浸漬し、アントシアニンを抽出した。抽出後、No. 5B のろ紙(FILTER PAPER, ADVANTEC 社製)を用いて抽出液をろ過し、分光光度計(V-550, 日本分光社製)にて 530nm の吸光度を測定し、果皮 3cm²あたりの吸光値をアントシアニン量とした。

結 果

試験 1 ナス果実の呼吸速度およびエチレン発生速度

第 2 表に春期に収穫された「省太」および「筑陽」を 0, 5, 10℃に貯蔵した時の呼吸速度について示した。ナスの貯蔵 1 日後の呼吸速度は、「省太」では 0℃および 5℃よりも 10℃における呼吸速度が高く、「筑陽」では温度が高いほど呼吸速度は高かった。「省太」の 8 日後の呼吸速度は、1 日後と比べて 0℃で高く、10℃では低下した。「筑陽」の 8 日後の呼吸速度では、1 日後と比べて 0℃で高くなった。第 3 表に冬期に収穫されたナスにおける呼吸速度について示した。貯蔵 1 日後の呼吸速度は、「省太」は温度が高いほど呼吸速度が高くなり、「筑陽」は 0℃よりも 5℃および 10℃で呼吸速度が高かった。「省太」の 8 日後の呼吸速度は、1 日後に比べて 0℃で高く、5℃で低下した。「筑陽」の 8 日後の呼吸速度は、5℃および 10℃で低下した。第 4 表に 0, 5, 10℃に貯蔵した時のエチレン発生速度について示した。「省太」は収穫時期、貯蔵温度に関わらずエチレンの発生は認められなかった。「筑陽」は収穫時期に関わらず 5℃および 10℃でエチレン発生が認められたが、10℃では軽微であった。

第2表 貯蔵温度がナス果実の呼吸速度に及ぼす影響¹⁾ (春期)

貯蔵温度	呼吸速度 (CO ₂ mg/kg/h)			
	省太		筑陽	
	1日後	8日後	1日後	8日後
0℃	9.1 b ²⁾	11.7 b	5.7 c	7.7 b
5℃	9.4 b	11.3 b	8.8 b	9.5 b
10℃	16.7 a	8.8 a	14.4 a	12.8 a
調査日の比較 ³⁾	0℃	*		*
	5℃	n. s.		n. s.
	10℃	**		n. s.

- 1) 各区の n 数は 5
 2) 縦方向異文字間に 1% 水準で有意差あり (Tukey)
 3) 調査日の比較: t 検定により, **, *は 1%, 5% 水準で有意差あり, n. s. : 有意差なし

第3表 貯蔵温度がナス果実の呼吸速度に及ぼす影響¹⁾ (冬期)

貯蔵温度	呼吸速度 (CO ₂ mg/kg/h)			
	省太		筑陽	
	1日後	8日後	1日後	8日後
0℃	6.6 c	11.7 b	7.3 b	12.2
5℃	9.8 b	6.8 c	14.5 a	11.4
10℃	15.1 a	14.5 a	17.6 a	13.7
温度の比較 ²⁾	**	*	**	n. s.
調査日の比較 ³⁾	0℃	**		n. s.
	5℃	**		*
	10℃	n. s.		**

- 1) 各区の n 数は 5
 2) 貯蔵温度の比較: 縦方向異文字間に有意差あり (Tukey, **, *は 1%, 5% 水準で有意差あり, n. s. : 有意差なし)
 3) 調査日の比較: t 検定により, **, *は 1%, 5% 水準で有意差あり, n. s. : 有意差なし

第4表 貯蔵温度がナス果実のエチレン発生速度 (μL/kg/h) に及ぼす影響¹⁾²⁾

貯蔵温度	春期		冬期	
	省太	筑陽	省太	筑陽
0℃	ND ³⁾	ND	ND	ND
5℃	ND	0.5	ND	1.4
10℃	ND	Tr ⁴⁾	ND	Tr

- 1) 貯蔵 7 日間におけるエチレン発生速度の最大値を記載
 2) 各区の n 数は 5
 3) ND: 検出限界以下
 4) Tr: 定量下限値以下であるがピークを認めたもの

試験 2 貯蔵温度がナス果実の品質に及ぼす影響

第 5 表に春期および冬期に収穫された「省太」、「筑陽」

を 0, 5, 10 および 13℃に 10 日間貯蔵した時のピットティング, 種子褐変, 果肉褐変の発生程度について示した。春期収穫のナスについて, 0℃貯蔵では両品種ともピットティング, 種子褐変, 果肉褐変が認められた。5℃貯蔵では, 出庫直後の「省太」でピットティングおよび果肉褐変は発生しなかったが種子褐変の発生は認められ, 「筑陽」ではピットティング, 種子褐変, 果肉褐変のいずれについても症状が認められた。10, 13℃貯蔵ではいずれの項目もほとんど認められなかった。ピットティング, 種子褐変および果肉褐変の発生程度を 0℃と 5℃とで比較すると, 「省太」ではすべての項目で 0℃の方が 5℃よりも発生程度が大きかった。また, 「筑陽」では出庫直後のピットティングおよび種子褐変において, 「省太」と同様に 0℃の方が 5℃よりも発生程度が大きかった。品種間では, 0, 5℃において出庫直後のピットティングや果肉褐変等で, 「筑陽」より「省太」で障害発生程度が小さかった。冬期収穫のナスについて, 0℃では春期と同様にピットティング, 種子褐変および果肉褐変が発生し, 5℃ではピットティングや果肉褐変はほとんど認められなかったものの, 種子褐変が発生した。また, 10, 13℃ではほとんど発生しなかった。春期収穫のナスと同様に, 両品種ともすべての項目で 0℃の方が 5℃よりも発生程度が大きかった。また, 品種間では, 0, 5℃において棚もち 3 日後の種子褐変や果肉褐変等で, 「筑陽」より「省太」で障害発生程度が小さかった。収穫時期別では 0, 5℃において棚もち 3 日後の「省太」のピットティング, 両品種の種子褐変で, 春期より冬期で障害発生程度が小さかった。第 6 表に春期および冬期に収穫されたナスを各温度で 10 日間貯蔵した時の腐敗果率について示した。春期収穫のナスの出庫直後における腐敗果は, 「省太」では 0, 5℃で認められず, 10℃で 15 果中 1 果 (6.7%), 13℃で 15 果中 2 果 (13.3%) に腐敗果が発生した。「筑陽」では出庫直後の腐敗果は温度に関わらず認められなかった。棚もち 3 日後における腐敗果は, 「省太」では 10℃を除いた温度で, 「筑陽」はすべての温度で腐敗果が発生した。冬期収穫のナスの 0℃における腐敗果は, 両品種とも出庫直後に認められ, 棚もち 3 日後に増加した。また, 10℃では品種および調査日に関わらず腐敗果は認められなかった。5℃および 13℃では春期収穫と比較して全体的に腐敗果率は低かった。第 1 図に冬期に収穫されたナスを各温度で 10 日間貯蔵した時の果皮のアントシアニン量について示した。出庫直後では両品種とも 5℃で他の温度よりもアントシアニン量が有意に低かった。棚もち 3 日後では, 両品種とも低温障害の症状が認められた 0, 5℃は 10, 13℃よりもアントシアニン量が有意に低かった。また, 棚もち 3 日後の 10, 13℃は出庫直後よりアントシアニン量が増加した。

考 察

本試験における 0℃貯蔵では, 春期および冬期において両品種ともピットティング等の低温障害が認められ, 果

第5表 貯蔵温度および収穫時期がナス果実の品質に及ぼす影響³⁾

収穫時期	貯蔵温度	ビティング						種子褐変						果肉褐変					
		出庫直後			棚3日後 ²⁾			出庫直後			棚3日後			出庫直後			棚3日後		
		省太	筑陽	品種間 ⁵⁾	省太	筑陽	品種間	省太	筑陽	品種間	省太	筑陽	品種間	省太	筑陽	品種間	省太	筑陽	品種間
春期	0℃	0.5 ¹⁾ a ⁴⁾	1.4 a	**	2.2 a	2.7 a	n. s.	4.0 a	3.8 a	n. s.	4.0 a	3.8 a	*	0.8 a	1.8 a	*	2.3 a	3.4 a	**
	5℃	0.0 b	0.8 b	**	0.8 b	2.1 a	**	2.0 b	2.6 b	*	2.9 b	3.4 a	n. s.	0.0 b	1.0 a	**	1.0 b	3.1 a	**
	10℃	0.0 b	0.0 c	n. s.	0.0 c	0.0 b	n. s.	0.0 c	0.0 c	n. s.	0.0 c	0.1 b	n. s.	0.0 b	0.0 b	n. s.	0.0 c	0.0 b	n. s.
	13℃	0.0 b	0.0 c	n. s.	0.0 c	0.0 b	n. s.	0.0 c	0.0 c	n. s.	0.0 c	0.0 b	n. s.	0.0 b	0.0 b	n. s.	0.0 c	0.0 b	n. s.
冬期	0℃	0.5 a	1.3 a	**	0.9 a	3.1 a	**	1.2 a	1.6 a	**	1.6 a	3.4 a	**	0.7 a	1.8 a	**	1.2 a	3.6 a	**
	5℃	0.2 b	0.1 b	n. s.	0.0 b	0.0 b	n. s.	0.2 b	1.0 b	**	0.5 b	1.7 b	**	0.0 b	0.0 b	n. s.	0.0 b	0.2 b	*
	10℃	0.0 b	0.0 b	n. s.	0.0 b	0.0 b	n. s.	0.0 c	0.2 c	n. s.	0.0 c	0.0 c	n. s.	0.0 b	0.0 b	n. s.	0.0 b	0.0 c	n. s.
	13℃	0.0 b	0.0 b	n. s.	0.0 b	0.0 b	n. s.	0.0 c	0.0 c	n. s.	0.0 c	0.0 c	n. s.	0.0 b	0.0 b	n. s.	0.0 b	0.0 c	n. s.
時期の比較 ⁶⁾	0℃	n. s.	n. s.		**	n. s.		**	**		**	**		n. s.	n. s.		**	n. s.	
	5℃	*	*		**	**		**	**		**	**		n. s.	**		**	**	
	10℃	n. s.	n. s.		n. s.	n. s.		n. s.	n. s.		n. s.	n. s.		n. s.	n. s.		n. s.	n. s.	
	13℃	n. s.	n. s.		n. s.	n. s.		n. s.	n. s.		n. s.	n. s.		n. s.	n. s.		n. s.	n. s.	

1) 評価基準：0 (なし), 1 (わずかに発生), 2 (20%程度障害発生), 3 (50%程度), 4 (全体に発生)

2) 棚もち温度：20℃

3) 各区のn数は15

4) 同収穫時期, 同品種について, 縦方向異文字間に1%水準で有意差あり (Box-Cox 変換後に検定, Tukey)

5) 品種間: 同収穫時期, 同貯蔵温度について, Box-Cox 変換後, t 検定により, **, *は1%, 5%水準で有意差あり, n. s.: 有意差なし

6) 時期の比較: 同貯蔵温度, 同品種について, Box-Cox 変換後, t 検定により, **, *は1%, 5%水準で有意差あり, n. s.: 有意差なし

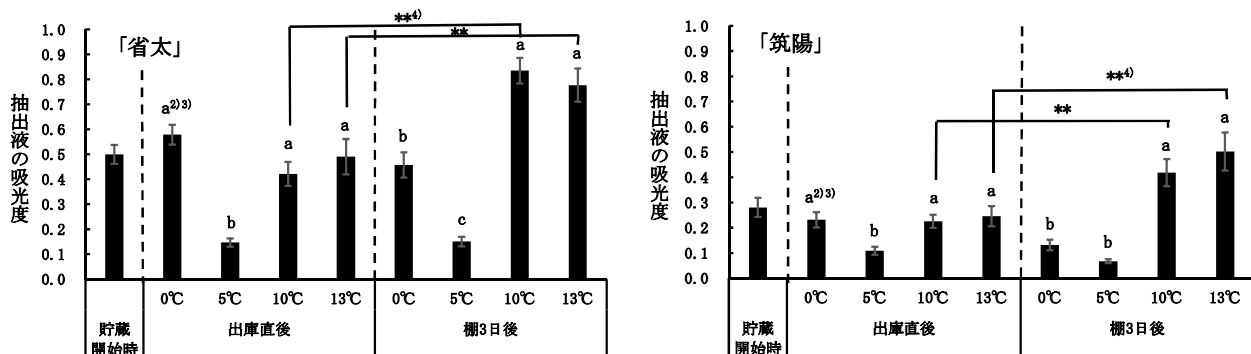
第6表 貯蔵温度がナス果実の腐敗に及ぼす影響¹⁾

貯蔵温度	腐敗果率 (%)							
	春期				冬期			
	出庫直後		棚3日後 ²⁾		出庫直後		棚3日後	
	省太	筑陽	省太	筑陽	省太	筑陽	省太	筑陽
0℃	0.0 ³⁾	0.0	26.7	100	13.3	40.0	40.0	100
5℃	0.0	0.0	6.7	40.0	0.0	6.7	0.0	0.0
10℃	6.7	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13℃	13.3	0.0	13.3	6.7	0.0	0.0	6.7	0.0

1) 各区のn数は15

2) 棚もち温度：20℃

3) 腐敗果率：n=15 中の腐敗があった果実の割合

第1図 貯蔵温度がナスのアントシアニン量に及ぼす影響 (冬期)¹⁾

1) 各区のn数は15

2) 調査日ごとに異文字間で1%水準で有意差あり (Tukey)

3) エラーバーは標準誤差

4) t 検定により1%水準で有意差あり

5) 吸光度は530nmで測定した

実品質が低下した。一般に、青果物の呼吸速度は貯蔵温度が高くなるほど高くなるが、その他に低温障害など何らかの生理的变化が生じた場合も影響を受けるとされている(頓田 1980)。キュウリ(辰巳・頓田 1978)またはナシ(寧ら 1992)を 0, 5℃で貯蔵した場合、外観で低温障害が認められた後に呼吸速度が上昇したとの報告がある。ナスを用いた本試験では、春期の「省太」「筑陽」および冬期の「省太」のいずれも、0℃における呼吸速度は貯蔵中に上昇した。また、冬期の「筑陽」においては有意差は認められなかったものの、呼吸速度は 7.3 (CO₂mg/kg/h) から 12.2 (CO₂mg/kg/h) に上昇した。これらのことから、ナスはキュウリ、ナシと同様にピットティングなど低温障害の症状の発生とともに呼吸速度が上昇する傾向が認められた。以上の結果より、0℃貯蔵は低温障害の発生は明らかで、輸送温度として適さないことが示唆された。

一方、5℃貯蔵では、0℃貯蔵より程度は小さいものの、春期および冬期で両品種とも種子褐変等の症状が発生し、加えて冬期では果皮のアントシアニン量が低下した。前述のとおり、キュウリとナシでは低温障害の発生後に呼吸速度が上昇したとの報告があり、本試験の 0℃でも同様の傾向が認められた。しかし、5℃貯蔵中における呼吸速度は、春期ではやや上昇したものの有意差は認められず、さらに冬期では貯蔵中に低下し、収穫時期により呼吸速度の反応が異なることが認められた。種子褐変はナスの低温障害のうち、比較的初期に現れる症状とされ、ナス「黒光新 2 号」は 4℃貯蔵の 5 日後に種子褐変がみられたが、外観に変化はみられなかったとの報告がある(李・岩田 1982)。本試験の冬期・5℃貯蔵・出庫直後の果実では、種子褐変以外のピットティングや果肉褐変の症状はほとんど認められなかったことから、低温障害の初期段階であったと推察され、呼吸速度の上昇には至らなかったと考えられる。アントシアニンについては、ナス「Money Maker No. 2」を 0℃, 10℃に 15 日間貯蔵した結果、0℃ではピットティングなどの低温障害の症状とともにアントシアニン量が低下するとの報告があり(Concellon *et al.* 2006)、アントシアニン量の低下は低温障害の一つと位置づけられる。アントシアニン量が 5℃貯蔵だけで低下した原因については明らかではないが、「省太」および「筑陽」の 5℃貯蔵では低温障害であるアントシアニン量の低下が特異的に起こることが認められた。以上の結果より 5℃貯蔵においても低温障害が発生するため、ナスの輸送温度には適さないことが明らかになった。

流通中に発生する腐敗等は商品性を著しく損なう。腐敗を防ぐには、腐敗の原因となる微生物の生育を抑制することが有効であり、そのためには貯蔵温度をできるだけ低くするのが一般的である。本試験では棚 3 日後に、低温障害が発生した 0, 5℃と、低温障害が認められなかった 13℃に腐敗が多く認められた。低温障害と腐敗との関連について、阿部ら(1974)は、ピットティングは貯蔵中に大きさと数が増していき、やがて広範な障害部を形成して腐敗に至ると報告している。また、李・岩田(1982)はナスの低温障害における組織形態的観察を行い、ピットティング部分では膜透過性に伴う脱水により原形質分離

が生じていることを報告している。これらのことから、本試験における 0, 5℃の腐敗は低温障害に由来する細胞組織の崩壊が腐敗の発生を助長したものと推察される。さらに、0℃貯蔵と 5℃貯蔵の腐敗発生程度を比較すると、0℃貯蔵の方が 5℃貯蔵よりも明らかに腐敗割合が高く、低温障害の発生程度が高いほど腐敗も発生しやすいことが明らかになった。また、13℃貯蔵では低温障害の症状は認められていないことから、この腐敗は貯蔵温度が高かったことによるものと考えられる。一方、10℃貯蔵では低温障害は発生せず、棚 3 日後の品質も概ね良好であった。しかし、春期収穫の果実では一部腐敗が発生し商品性が低下した。この腐敗の原因については明らかではないが、温度等の栽培環境が影響したと考えられる。

品種間においては、単為結果性を有する「省太」と従来品種である「筑陽」とでは、同温度、同収穫時期についての低温障害の発生程度およびエチレン発生速度に差が認められた。すなわち、0, 5℃における低温耐性は「省太」が「筑陽」より優れ、エチレンの発生は「省太」が 0, 5, 10℃で発生がなかった一方、「筑陽」では 5, 10℃で発生した。エチレンの生成に係る内容として、植物ホルモンであるオーキシンはエチレン生成に強い促進効果を示すこと(兵籐 1978)、オーキシンは種子やその周辺の組織で多く生成されること(斎藤 1982)が報告されている。また、本試験で供した「省太」をはじめ、単為結果性品種は一般に種子が形成されにくく、例えば単為結果性トマト「ルネッサンス」では 1 果房の無種子果率が 70%と高いことが報告されている(加藤ら 2005)。これらのことから、本試験で供した単為結果性品種「省太」と単為結果性を有しない「筑陽」のエチレン生成の有無には、種子形成によるオーキシンの関与が考えられる。すなわち、単為結果性品種「省太」は種子が形成されにくく、オーキシンの生成量が少ないためエチレンは生成されず、一方で単為結果性を有しない「筑陽」は種子が形成されやすく、種子周辺でオーキシンが生成され、それに伴ってエチレンが生成されたものと推察される。また、カキではエチレンは低温障害を助長する(Macrae 1987, Besada *et al.* 2010)との報告があることから、エチレンを発生しない「省太」では低温障害の発生が少なかったものと考えられる。

5 月収穫の春期のナスと 1 月収穫の冬期のナスにおいては、0, 5℃における低温障害発生程度に差が認められ、冬期収穫のナスは低温耐性が高かった。収穫時期別の果実品質について、阿部ら(1974)はナス「千両種」の 6℃貯蔵において、7 月収穫果より 10 月収穫果で低温障害の発生が遅れたと報告している。また、小机・緒方(1971)はピーマンの低温障害である種子およびがくの褐変について、6 月収穫果より 11 月収穫果で発生が小さかったとしている。このように、低温期に収穫された果実は高温期に収穫された果実より低温耐性が増すことが知られており、本試験のナスも既報と同様の傾向が示された。

以上のことから、ナスを海外へ輸出するための輸送時の適温は 10℃であることが明らかになった。また、低温障害の発生程度やエチレン発生速度については品種間差が認められ、単為結果性品種「省太」は、「筑陽」よりも

0, 5℃における低温障害の発生程度が低いことが認められた。「省太」のような単為結果性品種は, 栽培面での労力削減だけでなく, 輸出等長期間の輸送時においても品質保持が可能と考えられ, わが国の輸出の拡大に貢献していくことが期待される。

引用文献

- 阿部一博・岩田 隆・緒方邦安(1974) ナス果実の低温障害に関する研究(第1報). 園学雑 42:402-407.
- 阿部一博・茶珍和雄・緒方邦安(1980) ナス果実の低温障害に関する研究(第6報). 園学雑 49:269-276.
- Besada C, Jackman R, Olsson S, Woolf A(2010) Response of 'Fuyu' persimmons to ethylene exposure before and during storage. *Postharvest Biology and Technology*. 57:124-134.
- Concellon A, Anon M, Chaves A(2006) Effect of low temperature storage on physical and physiological characteristics of eggplant fruit (*Solanum melongena* L.). *LWT Food Science and Technology*. 40:389-396.
- 福岡県(2017) 施策の展開. 福岡県農林水産業・農村漁村の動向. 福岡県, 福岡, p. 10-57.
- 加藤政司・大藪哲也・矢部和則(2005) 単為結果性トマト「ルネッサンス」の遺伝特性を利用した省力栽培技術の確立. 愛知農総試研報 37:55-60.
- 川嶋和子・山下文秋・矢部和則(2009) 反射マルチ利用によるナス品種「とげなし紺美」の品質及び収量の向上. 愛知農総試研報 41:77-83.
- 小机信行・緒方邦安(1971) 貯蔵ピーマン果実の低温障害に関する生理科学的研究(第2報). 園学雑 40:100-104.
- 小机信行・小机えつ子(1975) 青果物の品質保持に関する研究(第1報). 家政学雑誌 26:479-483.
- 古賀 武・下村克己・末吉孝行・三井寿一・浜地勇次・齊藤猛雄・松永 啓・斎藤 新(2013) 単為結果性ナス新品種「省太」の育成. 福岡農林試研報 32:52-58.
- Macrae E(1987) Development of chilling injury in New Zealand grown 'Fuyu' persimmon during storage. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*. 15:333-344.
- Molinar R, Trejo E, Cantwell M(1996) The Development of Chilling Injury in Three Types of Eggplants. *Research Summary*.
- 中村怜之輔・稲葉昭次・伊藤卓爾(1985) ナス及びキュウリ果実の低温耐性に及ぼす栽培条件と収穫後の Stepwise cooling の影響. 岡山大農学報 66:19-29.
- 寧波・久保康隆・稲葉昭次・中村怜之輔(1992) チュウゴクナシ「鴨梨」果実の低温障害発生と貯蔵性に及ぼす温度の影響. 園学雑 61:461-467.
- 日本政府観光局(2019) 訪日外客統計の集計・発表. 日本政府観光局, 東京,
https://www.jnto.go.jp/jpn/statistics/data_info_listing/index.html?tab=block2 (2019年6月5日閲覧).
- 農林水産省(2018) 作況調査(野菜). 農林水産省, 東京,
http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakyou_yasai/index.html (2019年6月5日閲覧).
- 農林水産省(2019) 農林水産物・食品の輸出促進対策. 農林水産省, 東京,
<http://www.maff.go.jp/j/shokusan/export/> (2019年6月5日閲覧).
- 李 正吉・岩田正利(1982) ナス果実の貯蔵中に発生する低温障害の組織形態学的観察. 園学雑 51:237-243.
- 斎藤 隆(1982) 農業技術体系 野菜編. 農村漁村文化協会, 東京. p125.
- 辰巳保夫・頓田卓夫(1978) 青果物の低温障害に関する研究. 園学雑 47:105-110.
- 頓田卓夫(1980) 青果物の低温流通と低温障害. コールドチェーン研究 6:42-51.
- 兵籐 宏(1978) 果実の成熟(追熟)とエチレン. 化学と生物 16:217-227.