

柿カットフルーツの官能評価と品質特性に与える保存温度の影響 — 色調および硬さに着目して —

石 田 弘 穂¹⁾ 山 本 健 太¹⁾ 吉 元 あや美¹⁾
武 曾 歩²⁾ 太 田 英 明¹⁾

Effect of Storage Temperature on Sensory Evaluation and Quality Properties of Persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) Cut Fruits : Change of Colorimetric Value and Hardness

Mitsuho Ishida¹⁾ Kenta Yamamoto¹⁾ Ayami Yoshimoto¹⁾
Ayumi Musou²⁾ Hideaki Ohta¹⁾
(2021 年 12 月 1 日受理)

緒 言

柿 (*Diospyros kaki* Thunb.) は、カキノキ科 (*Ebenaceae*) に属する温帯性落葉樹の果実である。原産地は中国とされ、中国や韓国、日本などの東アジアを中心に栽培されている。一般に柿果実の水溶性タンニンの蓄積により渋味を呈するが、果実の成熟につれて水溶性タンニンが不溶性へと変化し自然に渋味を消失するものは甘柿と呼ばれる¹⁾。日本には約 1000 種類もの柿品種が存在し、甘柿の代表的なものとして富有柿、次郎柿などがある。柿の一般成分としては、 β -カロテンや β -クリプトキサンチンなどのカロテノイドが多く、熟することでリコペンも検出される。また、ビタミン C (70 mg%) は果物の中でも特に豊富に含まれ、温州ミカンの約 2 倍、柿の葉茶等に利用される葉の部分では 600 ~ 1500 mg% も含有している²⁾。さらに、柿に含まれるポリフェノールが食後の血糖値の上昇を抑制することが報告される³⁾ など、柿の有する機能性成分の効果が期待されている。

令和 2 年度の日本での柿の収穫量は約 19 万 3,200 t で、和歌山県 (40,500 t)、奈良県 (27,700 t)、福岡県 (14,700 t) の順に多い⁴⁾。福岡県の中でも特に生産が盛んなのは、うきは市や朝倉市、久留米市などを中心とする筑後川流域である。うきは市が発行している「うきはブランド通信」では、商品としての規格サイズに合わなかったものや傷が入ってしまったものなど、市場に出回らない規格外品が多く存在しており、その活用が課題となっている⁵⁾。果実の規格外品の活用用途としては果実加工品が挙げられ、果汁、カットフルーツおよびドライ

フルーツなどに加工される。

カットフルーツの取り扱いに関する意識・意向調査結果によると、過去 1 年間にカットフルーツの取り扱いがある食品小売業者において、2 ~ 3 年前と比較してカットフルーツの販売量が「総じてかなり増えたと思う」が 22.4%、「総じてやや増えたと思う」が 53.1% であった。販売量が増えた理由としては、「カットフルーツに対する消費者の需要が増えた」と回答した割合が 94.6% と最も多くみられた⁶⁾。これを踏まえて、カットフルーツの販売が果実加工品の消費拡大につながる可能性を持っていると考えられた。また、現在カットフルーツを取り扱っていない理由として「消費期限が短く、販売しきれなかった」と回答した割合が 100.0% (複数回答可) と最も高いことから、カットフルーツを販売する上で保存期間の調査は重要であると考えられる。

そこで本研究では、異なる温度区で保存した柿のカットフルーツの品質を評価するために、官能評価および品質成分などの測定を行った。

実験方法

1. 試料調製と保存条件

柿は、うきは市産 (2020 年 11 月) の富有柿を用いた。柿果実の赤道部を垂直に八等分のくし形にし、ヘタおよび果皮を取り除いた果肉を、蓋つきのプラスチック容器 (直径 128 mm、深さ 56 mm) に入れ各温度区で保存した。試料調製日を 0 日目とし、5℃区 (1 日目、3 日目、5 日目)、10℃区 (1 日目、3 日目、5 日目)、25℃区 (1 日目、3 日目、5 日目) の各暗所で保存した。な

お、25℃区の3日目、5日目においては、果肉の腐敗がみられ、食品の価値を失っていたため、試料として用いなかった。

2. 官能評価

官能評価のパネリストは、本学学生および教職員の計8名とした。外観、硬さ、甘味、香り、みずみずしさ、総合評価の6項目について、普通を0とした±3点の7段階嗜好尺度法で評価した。また、商品価値については、1～5点の5段階評点法で評価した（標準品と同等の品位・品質が保たれている：5点、標準品よりやや劣るが、遜色ない品質である：4点、標準品より劣るが、食品として必要な品質が保たれている：3点、標準品よりかなり劣り、商品として不向きである：2点、標準品より著しく劣り、商品としての品質が失われている：1点）⁷⁾。

3. 品質成分分析

(1) 色調の測定

試料表面の L^* 値(明度)、 a^* 値(赤緑度)および b^* 値(黄青度)を測定するために、測色色差計(日本電色工業製、Color meter ZE6000)を用い、反射方式で測定した。

(2) カロテノイド含量の測定

試料を凍結乾燥(凍結乾燥機：東西通商、Freezvac-IS2M)し、ラボミルサー(大阪ケミカル、OSM-1)を用いて粉碎した。乾燥試料2gにHEAT(ヘキサン：エタノール：アセトン：トルエン=10：6：7：7)溶液10mLを加え、ホモジナイズ(KINEMATICA製PT3000, 15000 rpm, 1 min)後、HEAT 5 mLで洗い、遠心分離(3500 rpm, 10 min)を行い、上清を回収した。この操作を計2回行い、上清は100 mLのメスフラスコに合わせて回収した。40%KOHメタノール溶液を6 mL加え、1分間振盪したのち一晩暗所に放置した。放置後、ヘキサンを30 mL加え、10% Na₂SO₄溶液で定容した。暗所に1時間放置し、上清をナスフラスコに採取し、減圧濃縮乾固を行った。乾固後に、HEAT：エタノール(4：6)溶液で10 mLに定容したものを試料溶液とし、HPLC分析に供した。カラムにはcarotenoid(YMC製、250×4.6 mm I.D., 粒径5 μm)を用い、カラム温度40℃、流速1.0 ml/min、移動相は、溶液Aとして0.05%トリエチルアミン含有メタノール：メチル-tert-ブチルエーテル(MTBE)：水(83：15：2)溶液および溶液Bとして0.05%トリエチルアミン含有メタノール：MTBE：水(8：90：2)溶液を用いたグラジエント方式、検出波長460 nmで分析を行った⁸⁾。

(3) 物性測定

くし形の赤道面と平行な面にプランジャーが垂直に接するように、試料を縦1.5 cm×横1.5 cm×高さ1.0 cm

に整形し、卓上型物性測定器で測定した。装置は、株式会社山電製TPU-2Cを用い、プランジャー：φ8 mm円柱、測定速度：1 mm/sec、歪率：99%の条件で、硬さ(Pa)を測定した。測定は、各試料10回ずつ行った。

(4) 可溶性固形分の測定

可溶性固形分(°Brix)は試料をラボミルサーで粉碎し、ポケット糖度計(Atago製、PAL-1)で各試料3回ずつ測定した。

(5) 糖含量の測定

乾燥試料0.5 gを採取し、80%エタノール溶液を8 mL加え、ホモジナイズ後、遠心分離(3000 rpm, 10 min)して上清を回収する操作を2回繰り返した。その後、80%エタノール溶液で25 mLに定容し抽出液とした。さらに窒素ガスで乾固後、50%アセトニトリルで再度溶解させたものを試験溶液としてHPLC分析に供した。測定はLC-20 ADvpシリーズ(島津製作所製)を用いた。カラムにはShodex Asahipak NH2 P-50 4E(250×4.6 mm I.D., 粒径5 μm)、カラム温度40℃、検出器は示差屈折計(Refractive Index:RI)、流速1.0 ml/min、移動相75%アセトニトリルの条件で行った。試料溶液中の糖の同定は標準物質の保持時間(フルクトース, 6.3 min; グルコース, 7.3 min; スクロース, 10.0 min)との照合で行い、糖の定量は標準物質とのピーク面積の比較によって行った⁹⁾。

4. 統計処理

官能評価の結果をIBM SPSS Statistics ver.27.0を用いて一元配置分散分析法により解析した。官能評価項目の相関の確認にはPearsonの単相関分析を行い、各項目の分析値はt検定を用いて検定した。いずれも危険率5%未満で有意差ありとした。

実験結果および考察

1. 官能評価

官能評価の結果を表1に示す。外観の項目では、0日目と比較すると5℃区の1日目、3日目および25℃区の1日目では有意に評点が低下した。硬さでは、5℃区の3日目では0日目と比べて有意に評点が減少した。甘味では、25℃区の1日目では有意に低い評点を示した。総合評価の評点は、0日目と比較すると5℃区の1日目、3日目、5日目、10℃区の5日目および25℃区の1日目では有意に低下した。官能評価が実施できた試料に関しては、各温度区間では有意な差は見られなかったが、25℃区の3日目以降はカビが発生し、食品としての価値は失われていた。商品価値の項目では、0日目と比較して5℃区では1日目、3日目、5日目、10℃区では3日目、5日目、

25℃区では1日目では有意に商品価値は低下した。また、5℃区と10℃区の3日目までは、商品としての品質が保たれている評価基準である3点前後を保っていた。各温度区では有意な差は見られなかったことから品質の低下は、3日目までは保存温度による品質の差は少なく、日数経過による品質劣化が原因であると考えられた。

総合評価と各官能評価項目との相関を求めると、外観、硬さおよび甘味との間に強い正の相関が認められた（表2）。この結果から、柿のカットフルーツの評価は、外観、硬さ、甘味によって評価されていることが示唆された。

2. 品質成分分析

(1) 色調の測定

L^* 値は、0日目と比較して5℃区の1日目、5日目、10℃区の1日目、5日目、25℃区の1日目では有意に低下した。 b^* 値は、0日目と比べて5℃区の1日目、5日目、10℃区の1日目、5日目および25℃区の1日目では有意に低下を示した（表3）。 L^* 値、 b^* 値の低下により、保存日数の経過につれて暗くなり、黄色が弱くなったことが示された。

(2) カロテノイド含量の測定

ゼアキサンチン、 β -クリプトキサンチン、 β -カロテンおよびリコペン、0日目と比較すると保存日数が経過するにつれて減少傾向を示した（表4）。このことから、カロテノイドの減少により色調の b^* 値が低下し

たとえられた。

表2 総合評価と官能評価項目との相関

	外観	硬さ	甘味	香り	みずみずしさ
総合評価	0.903**	0.759*	0.749*	0.535	0.297

*：総合評価との間に相関あり ($p<0.05$)

**：総合評価との間に相関あり ($p<0.01$)

(3) 物性測定

硬さは、25℃区の1日目以外のすべてで有意に低い値を示し、保存日数の経過により軟化した。また、5日目の5℃区と10℃区を比べると、10℃区の方が有意に低値であったため、5℃区よりも軟化していることが示された（図1）。

(4) 可溶性固形分の測定

可溶性固形分の値は、5℃区、10℃区および25℃区において、ほぼ横ばいで推移した結果となった（表5）。

(5) 糖含量の測定

フルクトース、グルコースおよびスクロースの測定結果は、保存日数、温度と糖含量の間に明確な関係性は認められなかった（表5）。

表3 色調

		0日目	1日目	3日目	5日目
L^* 値	5℃区	61.82	52.33*	61.43	48.38*
	10℃区		44.97*	58.97	39.00*
	25℃区		48.42*		
a^* 値	5℃区	18.27	16.14	19.08	15.87
	10℃区		16.10	19.98	14.32*
	25℃区		17.69		
b^* 値	5℃区	38.45	31.41*	36.36	29.94*
	10℃区		25.83*	36.77	27.24*
	25℃区		30.64*		

*：0日目との間に有意差あり ($p<0.05$)

表1 官能評価

		0日目	1日目	3日目	5日目
外観	5℃区	0.63	-0.13*	-0.43*	0.00
	10℃区		1.00	0.50	-1.50
	25℃区		-0.05*		
硬さ	5℃区	0.38	0.00	-0.14*	-0.71
	10℃区		0.13	1.33	-1.00
	25℃区		0.25		
甘味	5℃区	1.88	1.13	1.57	0.43*
	10℃区		1.88	0.33	0.50
	25℃区		0.13*		
香り	5℃区	1.50	0.25	0.57	-0.29
	10℃区		0.38	0.00	0.00
	25℃区		-0.13		
みずみずしさ	5℃区	1.63	1.13	0.86	0.86
	10℃区		2.00	0.00	0.00
	25℃区		-0.63*		
総合評価	5℃区	1.50	-0.38*	0.71*	0.00*
	10℃区		0.88	0.33	-1.50*
	25℃区		0.00*		
商品価値	5℃区	5.00	2.88*	3.00*	2.86*
	10℃区		3.75	2.86*	1.50*
	25℃区		2.75*		

*：0日目との間に有意差あり ($p<0.05$)

表4 カロテノイド含量

		0日目	1日目	3日目	5日目
ゼアキサンチン (mg/100 gF.W.)	5℃区	0.41	0.27*	0.26*	0.26*
	10℃区		0.25*	0.41	0.32*
	25℃区		0.23*		
β -クリプト キサンチン (mg/100 gF.W.)	5℃区	0.62	0.47*	0.46*	0.43*
	10℃区		0.34*	0.75*	0.48*
	25℃区		0.50*		
β -カロテン (mg/100 gF.W.)	5℃区	0.32	0.23*	0.22*	0.22*
	10℃区		0.19*	0.28*	0.24*
	25℃区		0.21*		
リコペン (mg/100 gF.W.)	5℃区	1.46	1.22	1.22	0.72*
	10℃区		0.62	1.09	1.28
	25℃区		0.53*		

*：0日目との間に有意差あり ($p<0.05$)

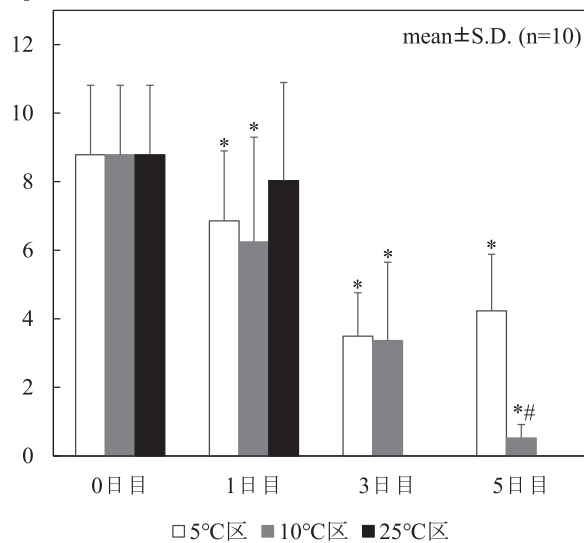
[Pa]×10⁵*: 0日目との間に有意差あり ($p < 0.05$)#: 各保存日数内の 5℃区との間に有意差あり ($p < 0.05$)

図1 物性測定（硬さ）

表5 可溶性固形分および糖含量

		0日目	1日目	3日目	5日目
可溶性固形分 (°Brix)	5℃区	17.17	18.47*	16.57*	16.60
	10℃区		13.27*	16.10*	15.13*
	25℃区		16.40*		
フルクトース (g/100 gF.W.)	5℃区	6.15	7.41*	7.69*	4.65*
	10℃区		6.94*	5.46*	8.15*
	25℃区		7.26*		
グルコース (g/100 gF.W.)	5℃区	6.48	8.34*	8.88*	5.08*
	10℃区		7.89*	5.58*	8.86*
	25℃区		7.99*		
スクロース (g/100 gF.W.)	5℃区	14.56	15.77*	10.26*	16.69*
	10℃区		6.50*	14.49*	9.38*
	25℃区		11.51*		

*: 0日目との間に有意差あり ($p < 0.05$)

3. 官能評価と品質成分分析値との比較

総合評価と官能評価項目との間で相関のあった外観、硬さおよび甘味の3項目について、関係すると考えられる品質成分の分析結果とを比較した。

官能評価の外観では、0日目と比較して評点の低下が観察され、色調の結果も同様に、保存日数の経過によって L^* 値、 b^* 値が減少した。官能評価の外観と色調の結果より、柿の外観は明度が低く、黄色が弱くなると外観の評価が低くなる可能性が示唆された。つまり、柿の色は明るく黄色が強いものが好まれると考えられた。色調とカロテノイド含量の結果からは、色調の b^* 値の減少は、カロテノイドの減少に起因することが推測された。

官能評価の硬さでは、5℃区の3日目が0日目と比較して有意に低値を示した。物性測定の結果、0日目と比

較を行うと 25℃区の1日目以外の全てにおいて、有意に低い値を示し、保存日数が経過するにつれて軟化することが認められた。また5日目においては、10℃区は5℃区よりも軟化していた。

官能評価の甘味の評点は、5℃区の5日目、25℃区の1日目で有意に減少した。しかし、可溶性固形分および糖含量は、ほぼ横ばいの値で推移した。官能評価の結果では、甘味の減少が確認されたが、可溶性固形分および糖含量との相関は認められなかった。

以上の結果より、柿のカットフルーツの品質劣化は、 L^* 値、 b^* 値の減少と果実の軟化により評価ができると考えられた。品質保持の観点からは、商品価値が冷蔵で3日目まで保たれていたこと、また、色調と物性の値が5日目以降に大きく減少することが示されたため、柿のカットフルーツをプラスチック容器で保存した場合、冷蔵保存で3日間、品質が保たれると見なされた。

要 約

本研究では、柿のカットフルーツの品質を評価することを目的として各温度区（5℃、10℃および25℃）で保存し、官能評価と品質成分の測定を行い比較した。

官能評価の結果より、商品価値は、5℃区および10℃区の3日目までは品質が保たれていた。また、総合評価と外観、硬さ、甘味との間に相関が認められた。

官能評価の外観、硬さ、甘味と関連する品質成分分析値を比較した結果、色調（ L^* 値、 b^* 値）と物性測定（硬さ）において官能評価の結果と同様に低下を示した。

以上の結果より、品質保持の観点からは、色調と物性の値が5日目以降に大きく減少することが示されたため、柿のカットフルーツをプラスチック容器で保存した場合、冷蔵保存で3日間は品質が保たれると評価した。

参考文献

- 1) 神崎真哉：柿の起源と品種分化、日本食品科学工学会誌、63、328-330（2016）
- 2) 稲熊隆博：柿果実を考える、日本食品科学工学会誌、63、325-327（2016）
- 3) 米谷俊、竹森久美子：柿ポリフェノールの機能性、日本食品科学工学会誌、63、331-337（2016）
- 4) 農林水産省：令和2年産西洋なし、かき、くりの結果樹面積、収穫量及び出荷量（2021）
(https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kkazy/attach/pdf/index-5.pdf)
- 5) 福岡県うきは市：うきはブランド通信（2021.8.1）
(<http://www.city.ukiha.fukuoka.jp/kihon/pub/default>.)

aspx?c_id=31)

- 6) 農林水産省：カットフルーツの取り扱いに関する意識・意向調査結果 (2014)
(https://www.maff.go.jp/j/finding/mind/pdf/cut_fruits.pdf)
- 7) 氏家隆：科学的根拠に基づく消費・賞味期限の設定、食品の包装、43、70-75 (2011)
- 8) K.Aizawa, T.Inakuma.: Quantitation of Carotenoids in Commonly Consumed Vegetables in Japan. *Food Sci. Technol. Res.*, **13**, 247-252 (2007)
- 9) 武曾 (矢羽田) 歩、山本久美、船越淳子、折田綾音、太田英明：マンゴーの品質評価法の検討と品質の産地別比較、中村学園大学・中村学園大学短期大学部研究紀要、48、193-198 (2016)