

低温要求量の少ないモモ品種 'KU-PP1' および 'KU-PP2' の収穫適期の検討

戸梶裕太・片岡郁雄・別府賢治

Examination of time of harvesting in lower-chilling peach cultivars 'KU-PP1' and 'KU-PP2'

Yuta Tokaji, Ikuo Kataoka and Kenji Beppu

Abstract

The appropriate time of harvesting for shipping fruit was determined in lower-chilling peach cultivars 'KU-PP1' and 'KU-PP2', bred at Kagawa University. After the fruit reached full size, they were harvested at the four developmental stages with different skin color and flesh firmness (stage I: pale green, hard; stage II: pale yellow, hard; stage III: pigmentation, hard; stage IV: pigmentation, soft) and then ripened. In 'KU-PP1', fruit harvested at the stage I, II and III took 6, 2 and 2 days for ripening, respectively. The taste of their ripened fruit was almost same as that of the on-tree ripe fruit (stage IV). In 'KU-PP2', fruit harvested at the stage I and II took 4 days for ripening, and that at the stage III did 2 days. The ripened fruit harvested at the stage I was too sour, but those at the stage II-III tasted as good as the on-tree ripe fruit (stage IV). These results suggested that harvesting at the stage I-III in 'KU-PP1' and at the stage II-III in 'KU-PP2' was proper for shipping fruit. For longer-term shipping, harvesting at the stage I in 'KU-PP1' and at the stage II in 'KU-PP2' seems to be more appropriate.

Key words : ethylene, fruit quality, harvest, *Prunus persica*, ripening

緒 言

モモ (*Prunus persica* (L.) Batsch) では、早期出荷による収益の増大や高品質果実の安定生産、労働力の分散などを目的として施設栽培が行われている⁽¹⁾。より早期に出荷するためには、早い時期からの加温が求められ、そのためには休眠打破に必要な低温要求量が少ない品種が必要となる。香川大学農学部では、これまでに亜熱帯地域で栽培されている少低温要求性のモモと日本で栽培されている高品質果実のモモを交配し、得られた実生から低温要求量が比較的少なく早生で果実品質に優れるものを選抜してきた⁽²⁾。その中で、'白鳳'に'Flordaprince'を交配して得られた選抜系統 HKH×FLP3を新品種 'KU-PP1' として登録した⁽³⁾。また、'Tropic Snow'に'日川白鳳'を交配して得られた選抜系統 TPS×HKH3を新品種 'KU-PP2' として登録した⁽⁴⁾。'KU-PP1'の果実は白肉で小玉、'KU-PP2'の果実は黄肉で中玉であり、露地栽培における収穫時期は、前者が6月中旬、後者が6月中下旬である⁽⁵⁾。

モモは樹上で完熟させた果実が最も美味しいとされるが⁽⁶⁾、完熟の柔らかい果実は選果や輸送の過程で傷みやすいため市場に流通させることが難しい。そこで、市場流通のためには、ある程度早期の収穫による硬い果実が必要となる。その果実が消費者に届くころに追熟が進んで果肉が適度に軟化していることが望ましい⁽⁷⁾。一方、収穫時期が早過ぎると、食味の著しい低下を招く。モモの果実の成熟様相は品種によって異なっており⁽⁸⁾、流通に適切な収穫時期も品種により異なるが、上述の新品種 'KU-PP1' や 'KU-PP2' においては、適切な収穫時期が明らかにされていない。これらの品種は海外の品種を交配親に含んでいるため、成熟特性が日本の品種と大きく異なる可能性がある。また、これらの品種は低温要求量が少ないために萌芽や開花が日本の多低温要求性品種に比べて著しく早く、そのために収穫期もかなり早いことから、果実発育期の温度環境の違いが成熟に影響することも考えられる。

モモは成熟時に呼吸量が増加するクライマクテリック果実である⁽⁹⁾。クライマクテリック型果実では、エチレ

ン生成の顕著な増加に伴って呼吸上昇が生じ、これに続いて様々な酵素活性が盛んになり、果肉の軟化やデンプンの糖化などの追熟現象が進行する⁽¹⁰⁾。モモにおいてもエチレン生成は果実の追熟に大きく影響する⁽⁸⁾。

そこで、本実験では、モモ新品種‘KU-PP1’と‘KU-PP2’における流通のための収穫適期を明らかにするために、成熟段階の異なる時期に収穫したこれら品種の果実における追熟後の果実品質を比較した。さらに、各成熟段階の収穫時や追熟時における果実のエチレン生成量も調査した。

材料および方法

植物材料

香川大学農学部研究圃場において栽培されているモモ‘KU-PP1’と‘KU-PP2’の成木地植え樹から果実を採取した。

果実の採取時期と追熟

果実が十分な大きさに達してから、成熟進度に応じて4段階の採取時期（ステージⅠ～Ⅳ）を設けて収穫した（第1表）。ステージ毎に果実を6果ずつ採取して、半数を収穫時調査用、残りを追熟後調査用とした。追熟は、室温で果実が柔らかくなるまで行った。

果実の形質調査

収穫時と追熟後の果皮色、果皮・果肉硬度、果汁の糖度と酸度を調査した。追熟した果実については、食味も調べた。果皮色は色彩色差計（CR-200, コニカミノルタ）を用い、両チーク面を測定した。果皮および果肉硬度は、円筒型（直径5 mm, 高さ10 mm）の針頭を装着した果実硬度計（KM-5型, 藤原製作所）を用いて果実のチーク側で測定した。果汁の糖度は、デジタル糖度計

（PR-101α, アタゴ）を用いて全可溶性固形物含量を測定した。果汁の酸度（滴定酸含量）は、0.05 N NaOHによる中和滴定で、リンゴ酸含量として算出した。

果実のエチレン生成量の測定

収穫時と追熟後の果実のエチレン生成量を測定した。果実を400 mLのプラスチック容器に密封し、室温に2時間静置した。シリンジを用いてヘッドスペースガスを1 mL取り、水素炎イオン化検出器とステンレスカラム（Porapak Q, ジーエルサイエンス）を備えたガスクロマトグラフ（GC-14B, 島津製作所）を用いてエチレン濃度を測定した。

結 果

‘KU-PP1’の追熟と果実品質

‘KU-PP1’の各生育ステージにおける収穫後の果実の追熟に要した日数は、ステージⅠで6日、ステージⅡ、Ⅲで2日であった。ステージⅣの果実は樹上ですでに軟化していたので、追熟を必要としなかった。

ステージⅠ～Ⅲでは、収穫時の果皮や果肉の硬度はかなり大きかったが、追熟後は著しく低下し、樹上完熟果実（ステージⅣ）の収穫時と同程度かそれ以下の値となった（第2表）。

果汁の糖度は、ステージⅠ～Ⅱでは追熟後にやや上昇したが、ステージⅢでは変化がみられなかった。ステージⅠ～Ⅲの追熟後の果実の糖度は、樹上完熟果実よりもわずかに高かった。

果汁の酸度は、ステージⅠ～Ⅲの果実で追熟後にわずかに増加した。ステージⅠ～Ⅲの追熟後の酸度は、樹上完熟果実よりも高く、特にステージⅠの果実で高い値を示した。

果皮の赤みを示すa*値は、ステージⅠ～Ⅱの果実で追

第1表 各生育ステージにおけるモモ‘KU-PP1’と‘KU-PP2’の果実の状態

品種	生育ステージ	収穫日	果皮色		果実の硬さ
			地色	赤着色	
‘KU-PP1’ (白肉)	ステージⅠ	6月1日	淡緑色	一部	硬い
	ステージⅡ	6月5日	淡黄色	半分ほど	硬い
	ステージⅢ	6月9日	淡黄色	全体	硬い
	ステージⅣ	6月13日	淡黄色	全体	軟らかい
‘KU-PP2’ (黄肉)	ステージⅠ	6月7日	淡緑色	なし	硬い
	ステージⅡ	6月11日	淡黄色	わずか	硬い
	ステージⅢ	6月15日	黄色	わずか	硬い
	ステージⅣ	6月19日	黄色	1/3ほど	軟らかい

熟後にやや増加した。追熟後の a^* 値は、ステージⅠの果実で他よりもかなり低かった。

果実のエチレン生成量は、ステージⅠ～Ⅲの果実では収穫時に著しく低かったが、追熟後に増加した。樹上完熟果実は収穫時にエチレンを多く生成していた。

追熟した果実の食味は、いずれのステージに収穫した果実においても、やや甘く、わずかな酸味があり、比較的良好であった。食味にステージ間の差異はあまり感じられなかった。

‘KU-PP2’の追熟と果実品質

‘KU-PP2’の各生育ステージにおける収穫後の果実の追熟に要した日数は、ステージⅠ、Ⅱで4日、ステージⅢで2日であった。ステージⅣの果実は樹上ですでに軟化していたので、追熟を必要としなかった。

ステージⅠ～Ⅲでは、収穫時の果皮や果肉の硬度はかなり大きかったが、追熟後は著しく低下し、樹上完熟果実（ステージⅣ）の収穫時と同程度の値となった（第3表）。

果汁の糖度は、生育ステージや追熟による変化が少な

く、いずれも10%前後であった。

果汁の酸度は、ステージⅠ～Ⅲの果実で追熟後に増加した。特にステージⅠの果実で増加率が高かった。追熟後の酸度は、ステージⅡ～Ⅲの果実では樹上完熟果と同程度であったが、ステージⅠの果実ではそれよりも著しく高かった。

果実のエチレン生成量は、ステージⅠ～Ⅲの果実では収穫時に著しく低かったが、追熟後に増加した。樹上完熟果実は収穫時にエチレンを多く生成していた。

追熟した果実の食味は、ステージⅠの果実では酸味がかなり強く不良であったが、ステージⅡ～Ⅳの果実では甘味と酸味のバランスに優れ良好であった。

考 察

モモは果実発育後期に糖含量が急増することが知られているが⁹⁾、本実験で調査した生育ステージにおいては、両品種ともステージⅠ～Ⅳの間に糖度の大きな変化はみられなかった。よって、‘KU-PP1’、‘KU-PP2’では、糖度に関しては早採りの悪影響は少ないことが示され

第2表 モモ ‘KU-PP1’の各生育ステージにおける収穫時と追熟後の果実品質とエチレン生成量

生育ステージ	収穫後 日数	果皮硬度 (kg)	果肉硬度 (kg)	果汁糖度 (Brix)	果汁酸度 (%)	果皮着色 (a^*)	エチレン生成 ($\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$)
ステージⅠ	0	>5	>5	8.1±0.75 ²⁾	0.52±0.05	-1.3±14.8	0
	6	0.5±0.06	0.3±0.04	11.1±0.66	0.61±0.08	4.5±13.5	12.5±1.9
ステージⅡ	0	>5	>5	8.9±0.06	0.32±0.04	19.8±6.3	0.7±0.6
	2	0.5±0.04	0.2±0.03	9.8±0.38	0.35±0.03	23.5±5.7	4.1±0.4
ステージⅢ	0	>5	3.4±0.31	9.8±0.40	0.25±0.01	33.2±3.6	1.7±0.7
	2	0.8±0.04	0.3±0.03	9.7±0.40	0.36±0.06	34.7±2.8	6.4±1.7
ステージⅣ	0	1.4±0.81	0.3±0.04	8.4±0.15	0.19±0.01	28.8±6.1	10.0±2.8

²⁾: 標準偏差

第3表 モモ ‘KU-PP2’の各生育ステージにおける収穫時と追熟後の果実品質とエチレン生成量

生育ステージ	収穫後 日数	果皮硬度 (kg)	果肉硬度 (kg)	果汁糖度 (Brix)	果汁酸度 (%)	エチレン生成 ($\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$)
ステージⅠ	0	>5	>5	9.7±0.6 ²⁾	0.34±0.07	0
	4	0.9±0.52	0.4±0.17	10.2±0.4	0.63±0.31	13.2±19.2
ステージⅡ	0	>5	4.0±0.59	9.9±0.8	0.30±0.04	0.9±1.4
	4	0.8±0.02	0.3±0.14	9.9±1.1	0.36±0.12	9.9±9.3
ステージⅢ	0	>5	3.7±0.60	10.0±0.8	0.27±0.02	0.1±0.2
	2	0.8±0.02	0.2±0.03	10.4±0.3	0.38±0.04	4.6±1.6
ステージⅣ	0	0.7±0.11	0.2±0.01	10.3±1.4	0.30±0.10	13.8±5.9

²⁾: 標準偏差

た。

モモは、成熟に伴い内生エチレン生成量が増加し、呼吸量も増加するクライマクテリック型果実である⁽⁹⁾。本実験においても、両品種ともに追熟によりエチレン生成量が増加し、果実が軟化した。一般に、クライマクテリック型果実の追熟においては、果実の軟化に加えて、デンプンの糖化による糖度の上昇や呼吸上昇に伴う酸度の低下もみられる⁽¹⁰⁾。しかしながら、本実験では追熟による糖度の上昇は‘KU-PP1’の早期ステージのみで、酸度の低下は全くみられなかった。本実験では収穫時のデンプン含量はすでにかなり低かったことから（データ略）、デンプンの糖化による糖度の上昇はほとんど起こらなかったと思われる。モモと同じバラ科果樹のリンゴでも成熟期までに果実のデンプンがほとんど消失することが報告されている⁽¹¹⁾。酸度はやや上昇しているものもあり、これは、追熟中の水分喪失（本実験における追熟中の果重減少率が10%前後）による濃縮効果が呼吸による有機酸の減少を上回ったのかもしれない。‘KU-PP2’のステージⅠに収穫した果実では、追熟後の果実の酸度が高く、食味が不良であったことから、この時期の収穫は不適であることが示された。モモの黄肉種では果実が十分肥大していても収穫が早過ぎると食味に問題が生じることが知られており、黄肉種である‘KU-PP2’においても同様の傾向がみられた。ステージⅠに収穫された果実でも追熟時にはエチレンを十分生成していたことから、その後の呼吸上昇が不十分であったために有機酸の消費が抑制されたのかもしれない。一方、‘KU-PP1’のステージⅠ～Ⅲ、‘KU-PP2’のステージⅡ～Ⅲに収穫された果実では、食味が樹上完熟果実（ステージⅣ）と大きな差はなかったことから、この時期の収穫が可能であることが示された。日本で栽培されている生食用白肉種では、収穫適期は果梗部周辺の緑色が薄れて緑白色になった時期とされており⁽⁷⁾、本実験のステージⅠとほぼ一致する。

収穫から追熟までの期間は、‘KU-PP1’ではステージⅠで6日、ステージⅡ～Ⅲで2日であった。このことから、機械選果や長距離輸送にはステージⅠでの収穫がより適していると思われる。ただし、近距離への出荷であれば、ステージⅡ～Ⅲにおける収穫も可能とみられる。

‘KU-PP2’では収穫から追熟までの期間がステージⅠ～Ⅱで4日、ステージⅢで2日であったことから、この品種では流通のためにステージⅠ～Ⅱで収穫することが望ましい。しかしながら、ステージⅠの収穫では追熟後の果実品質に問題があることから、ステージⅡの収穫に限られる。ただ、ステージⅢの収穫であっても近距離への出荷は可能と思われる。

今後は、各生育ステージで収穫した果実を実際に流通させた際の果実の傷み具合や品質なども調査することが求められる。また、各生育ステージで収穫して追熟させた果実の貯蔵性についても調査し、より適切な収穫時期を探る必要がある。

摘 要

香川大学で近年育成された低温要求量が少ないモモ品種‘KU-PP1’および‘KU-PP2’について、流通のための適切な収穫時期を検討した。果実が十分なサイズに達してから、果皮色と果肉硬度の異なる4つの時期（ステージⅠ：淡緑色・硬い、ステージⅡ：淡黄色・硬い、ステージⅢ：着色・硬い、ステージⅣ：着色・軟化）に果実を収穫して、追熟させた。‘KU-PP1’では、ステージⅠに収穫した果実で追熟に6日、ステージⅡ、Ⅲで2日を要した。これらの追熟後の果実の食味はいずれも樹上完熟果実（ステージⅣ）とほぼ同等であった。‘KU-PP2’ではステージⅠ、Ⅱに収穫した果実で追熟に4日、ステージⅢで2日を要した。これらの追熟後の食味はステージⅠでは酸味がかなり強かったが、ステージⅡ、Ⅲでは樹上完熟果実とほぼ同等であった。これらのことから、‘KU-PP1’ではステージⅠ～Ⅲ、‘KU-PP2’ではステージⅡ～Ⅲでの収穫が流通に適していることが示された。流通に時間を要する場合は、‘KU-PP1’ではステージⅠ、‘KU-PP2’ではステージⅡの収穫がより適していると考えられた。

謝 辞

本研究の一部はJSPS科研費18K05621の助成を受けて実施した。

引 用 文 献

- (1) 遠藤久：モモ基本技術編 ハウス栽培。農業技術体系 果樹編6 モモ・ウメ・スモモ・アンズ 追録 12. pp.163-174. 農文協, 東京 (1997).
- (2) Maneethon, S. : Evaluation of growth characteristics and

improvement of low-chill peach for forcing culture. (2007). [Doctoral Thesis, Kagawa University]

- (3) 別府賢治, 家形麻里, 真鍋徹郎, 片岡郁雄：低温要求量の少ないモモ新品種‘KU-PP1’. 園学研, 13別2,

- 362 (2014).
- (4) 真鍋徹郎, 別府賢治, 片岡郁雄: 低温要求量の少ない黄肉モモ新品種 'KU-PP2'. 園学研, 14別1, 287 (2015).
- (5) 別府賢治, 片岡郁雄: モモ基礎編 少低温要求性品種KU-PP1とKU-PP2, 農業技術大系 果樹編6 モモ・ウメ・スモモ・アンズ 追録34, pp.74の2-6, 農文協, 東京 (2019).
- (6) Robertson, J. A., Meredith, F. I., Forbus, W. R. and Lyon, B. G. : Relationship of quality characteristics of peaches (cv. Loring) to maturity. *J. Food Sci.*, 57, 1401-1404 (1992).
- (7) 加藤公道: モモ基本技術編 熟期の判定と収穫. 農業技術体系 果樹編6 モモ・ウメ・スモモ・アンズ pp.52-55. 農文協, 東京 (1984).
- (8) Haji, T., Yaegaki, H. and Yamaguchi, M. : Varietal differences in the relationship between maturation characteristics, storage life and ethylene production in peach fruit. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.*, 73, 97-104 (2004).
- (9) 石田雅士: モモ基礎編 果実の発育生理. 農業技術体系 果樹編6 モモ・ウメ・スモモ・アンズ pp.37-50. 農文協, 東京 (1984).
- (10) 中野龍平: 果実の成熟と収穫後生理. 米森敬三編, 果樹園芸学. pp.134-153. 朝倉書店, 東京 (2015).
- (11) Ohmiya, A. and Kakiuchi, N. : Quantitative and morphological studies on starch of apple fruit during development. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.*, 59, 417-423 (1990).

