

岡山県育成のモモ新品種‘岡山PEH8号（白露®）’ の食べ頃の判断基準の検討

鷓木 悠治郎・藤井 雄一郎・藤原 宏子・樋野 友之・荒木 有朋*

Examination of the Criteria for Judging the Optimal Time to Eat in Peach ‘Okayama PEH8go (Hakuro)’

Yujiro Unoki, Yuichiro Fujii, Hiroko Fujiwara, Tomoyuki Hino and Aritomo Araki

緒言

岡山県で育成された新品種のモモ‘岡山PEH8号’（商標名：白露®, 以下、‘白露’）は、9月上旬に成熟する白肉種で、果皮の着色がしにくく、果肉は溶質で、多汁でありながら、日持ち性が良い品種である（日原・田村, 2014）。また、常温保存や低温貯蔵などの保存方法下でも一定期間、果実外観や品質の低下がほとんどみられない（中野ら, 2016；樋野ら, 2017；岩井ら, 2020）。さらに、食べ頃となった果実は、肉質が滑らかでとろけるような軟らかさとなるのに加えて、モモの甘い香りを発し、酸味が抜けてモモの甘さが引き立った岡山の白桃の特徴を有する。これらの優れた品種特性のため、市場関係者や海外市場から注目されており、岡山県下での栽培面積が拡大している。しかし、本品種は岡山県の主力品種である‘清水白桃’に用いられるオレンジ色無底の果実袋で被覆すると、樹上で果肉が軟化しているにもかかわらず、果皮の緑色が強く残る性質があるため、収穫適期の判断が困難であった。これに対し、本研究所において、遮光度の高い白黒有底の果実袋で被覆することで、果皮の緑色の退色が成熟と比較的並行して進むことを明らかにし、果皮色の退色を判断基準とした収穫が可能となった（田村・日原, 2015）。

一方で、本品種は、白黒有底の果実袋で被覆すると、収穫後の果実の色目の変化が非常に小さく（図1）、収穫適期の果実の果皮色は、食べ頃に至った果実の果皮

色と見分けがつきにくいいため、果皮色の変化による食べ頃の判断が難しい。このため、市場関係者や一般消費者から、明確な食べ頃の判断基準が求められている。熟度判定法として、スイカでは、打音（川村・西村, 1988）、キウイフルーツなどでは音響振動法を利用することが報告されている（村上ら, 2017）。しかし、打音による判定のためにモモに強い衝撃を与えるとその部位から褐変が生じることや、音響振動法は専用の機具が必要であることから、現時点では市場関係者や一般消費者向けの食べ頃の判断基準として汎用性は低いと考えられる。



図1 モモ‘白露’の収穫後の果実の色目の変化
（左：収穫当日，中央：収穫3日後，右：収穫5日後）
*果実の収穫は果皮クロロフィル値が20～30で行った

*現岡山県農林水産総合センター普及連携部

本報告の一部は園芸学会平成30年度春季大会で発表した。
2020年12月12日受理

そこで本研究では、収穫後の果実の成熟過程で変化がみられる果実の硬さや香りなどの特徴を評価し、市場関係者や一般消費者でも判定できる‘白露’の食べ頃（特に判別がつきにくい食べ始め）の判断基準について検討した。

試験方法

すべての試験には、2017年に岡山県農林水産総合センター農業研究所内の露地圃場において、1 aあたり2樹の間隔で栽植し、開心自然形2本主枝整枝に仕立てた‘白露’の7年生の2樹（‘筑波5号’台）を用いた。なお、栽培は岡山県果樹栽培指針（岡山県，2014）に従って行い、1樹当たり約500果を着果させ、5月下旬頃に白黒有底の果実袋（黄金桃一重，西日本果実袋（株））で被覆し、9月4日に果実を収穫し、試験1及び2に供試した。

試験1. 収穫後の果実硬度と官能評価による香り及び熟度の経日変化

非破壊糖度計（K-BA100R，（株）クボタ）を用いて、赤道部の果皮における670 nmの2次微分吸光度に95339.7をかけて果皮クロロフィル値とし、本品種の収穫適期とされる果皮クロロフィル値20～30の果実を、150果選出した。これらの果実を、果皮クロロフィル値の平均値がほぼ揃うように25果ずつ6つにグループ分けした。果実は約25℃に設定した室内で保存し、収穫当日（0日）、3日後、5日後、7日後、9日後及び11日後まで1グループずつ、果実硬度、香り及び食べた時の熟度を調査した。果実硬度は果実の果頂部、赤道部、果梗部（図2）付近に果皮上から直接、果実硬度計（KM-5円錐形，（株）藤原製作所）で測定した。香りの調査（非破壊）では、予備調査（データ省略）により最も香りが強い部位であると判断された縫合線の背面側（果梗部付近，図2）の匂いをかぎ、モモの香りの評価として

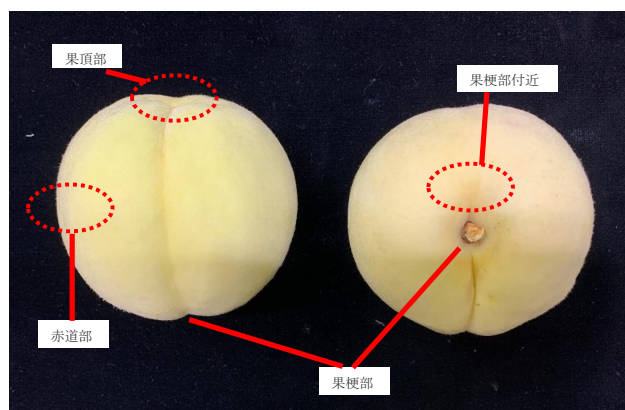


図2 モモ果実の部位別名称（果頂部，赤道部，果梗部付近）

一般的に用いられている採点法（古川・上田，2012）による香りの調査基準スコア（甘い香り，1：感じない，2：僅かに感じる，3：弱く感じる，4：感じる，5：強く感じる6：非常に強く感じる）で平均値を算出し官能評価した。食べた時の熟度は，肉質（軟らかいほど大きい），香り（青臭い香りが強いと小さく，モモ特有の甘い香りが強いと大きい），酸味（弱いほど大きい）などを総合的に評価し，1：未熟，2：やや未熟，3：適熟，4：やや過熟，5：過熟の5段階で官能評価した。

試験2. 収穫後の果実の香気成分の同定

試験1において、収穫当日と収穫3日後に、香りの官能評価を行った直後に、調査した果実の中から官能評価スコアの平均値に近い1果を香気成分の分析に用いた。果実は非破壊の状態、内径15 cm、高さ22 cmの円筒密閉瓶内に静置し、窒素ガスを200 ml/分で流し込み、出口に吸着管（Tenax TA）を接続し、室温20℃で120分果実からの揮発成分を吸着させた。吸着管を加熱脱着装置（Turbo Matrix650，（株）Perkin Elmer）にセットして、匂いかぎ装置つきGC/MSシステム（GC:Agilent7890B，MS:JMS-Q1500GC，カラム長60 m，内径0.25 mm，膜厚0.25 μmのカラムPure-wax，匂いかぎ装置OP275，GLサイエンス（株））で香気成分を測定した。加熱脱着装置では、5～250℃まで40℃/秒で昇温し、香気成分を脱着させた。またGC/MSシステムでは、オープンで40℃で1分間保持後に5℃/分で100℃まで昇温後、100℃からは10℃/分で250℃まで昇温した。250℃の昇温後は20分間保持した。検出されたピークは、GC/MS総合解析ソフトウェア（Escrime™ ver.2.0.7，日本電子株式会社）の定性解析により、成分を同定した。また、匂いかぎ装置により、香気成分の香りの特徴を評価した。

結果

試験1. 収穫後の果実硬度と官能評価による香り及び熟度の経日変化

収穫後の果実硬度は、果梗部、赤道部、果頂部の全てで、収穫当日には2 kgf以上であったが、収穫3日後には1 kgf程度まで急速に低下し、その後、11日後まで緩やかに低下した（図3）。果梗部付近の甘い香りは、収穫当日にはスコアの平均値1.2でほとんど感じられなかったが、3日後には平均値2.4で僅かにあるいは弱く感じられるようになり、その後、徐々に強くなった（図4）。食べた時の熟度は、収穫当日では平均値1.1で未熟であったが、3日後には平均値2.9で適熟となった（図5）。また、果梗部付近の甘い香りと食べた時の熟度には有

意な相関が認められ、甘い香りが弱く感じられる果実の熟度は、「やや未熟」が18果で、「適熟」が44果、「や

や過熟」の果実が7果で、「適熟」となった果実が最も多かった（図6）。

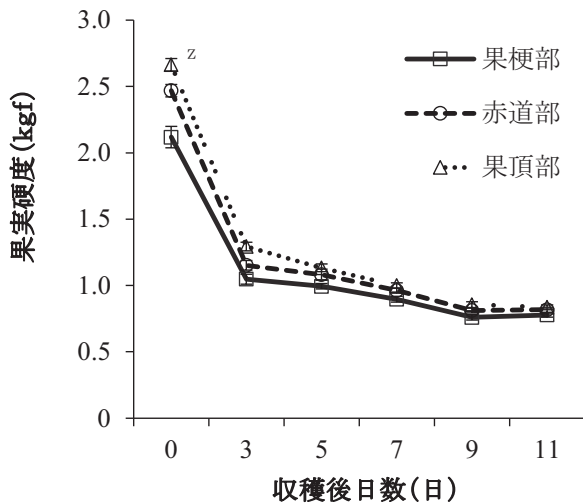


図3 モモ‘白露’の収穫後^yの果実硬度の推移
^zバーは標準誤差 (n=25)
^y約25℃に保った室内に静置

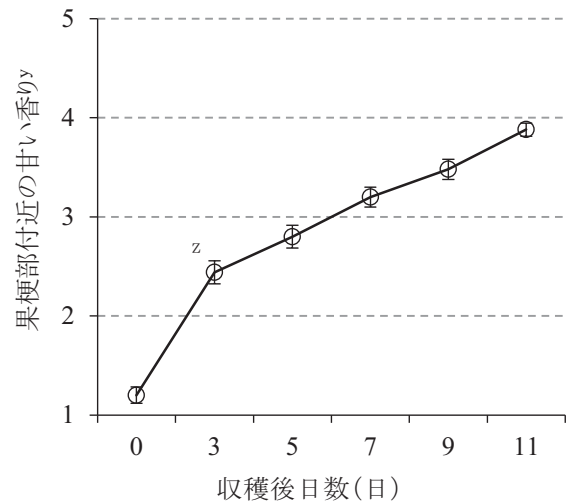


図4 モモ‘白露’の収穫後の果梗部付近の甘い香りの推移
^zバーは標準誤差 (n=25)
^y甘い香りについて、各調査果実に1：感じない、2：僅かに感じる、3：弱く感じる、4：感じる、5：強く感じる、6：非常に強く感じるのスコアを与え、平均値を算出した

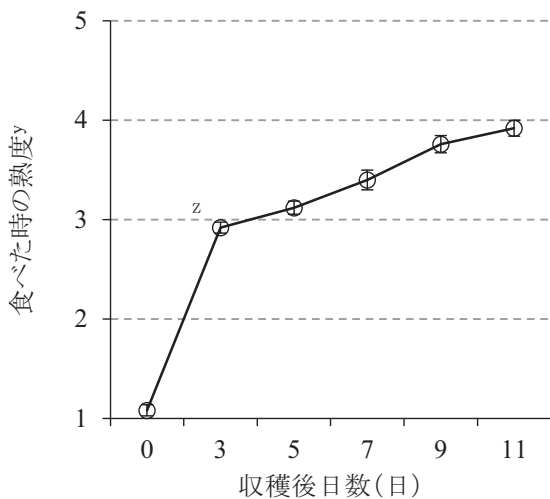


図5 モモ‘白露’の収穫後の食べた時の熟度の推移
^zバーは標準誤差 (n=25)
^y食べた時の熟度について、各調査果実に1：未熟、2：やや未熟、3：適熟、4：やや過熟、5：過熟のスコアを与え、平均値を算出した

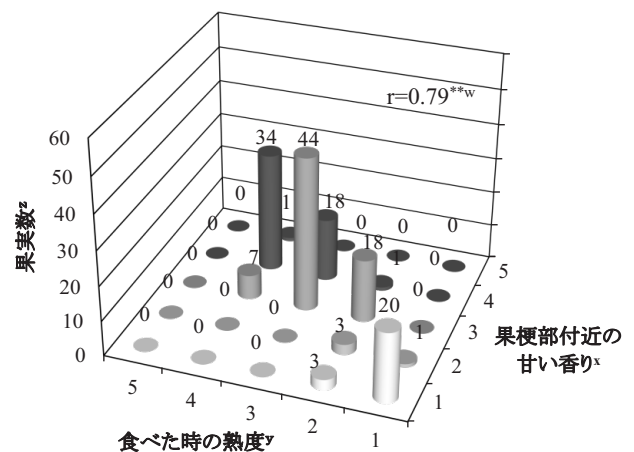


図6 モモ‘白露’の果梗部付近の甘い香りと食べた時の熟度との関係
^z供試した果実数は計150果
^y食べた時の熟度について、各調査果実に1：未熟、2：やや未熟、3：適熟、4：やや過熟、5：過熟のスコアを与え、平均値を算出した
^x甘い香りについて、各調査果実に1：感じない、2：僅かに感じる、3：弱く感じる、4：感じる、5：強く感じる、6：非常に強く感じるのスコアを与え、平均値を算出した
^w**は食べた時の熟度と果梗部付近の甘い香りの相関が1%水準で有意であることを示す（スピアマン順位相関係数検定）

試験2. 収穫後の果実の香気成分の同定

香気成分は、収穫当日に「Ethyl Acetate」, 「4-Hexen-1-ol, acetate」, 「Octanoic acid, ethyl ester」, 「 γ -Decalactone」, 「 δ -Decalactone」, 「 γ -Dodecalactone」の6種類が検出され、収穫3日後には、それらに加え

て「Isobutyl Acetate」, 「 γ -Hexalactone」, 「Dihydro- β -lonone」の4種類が検出された。全ての香気成分のピーク面積は、収穫当日から収穫11日後に向け、徐々に大きくなる傾向があった(図7)。また、匂いかぎ装置を用いた評価により、「4-Hexen-1-ol,

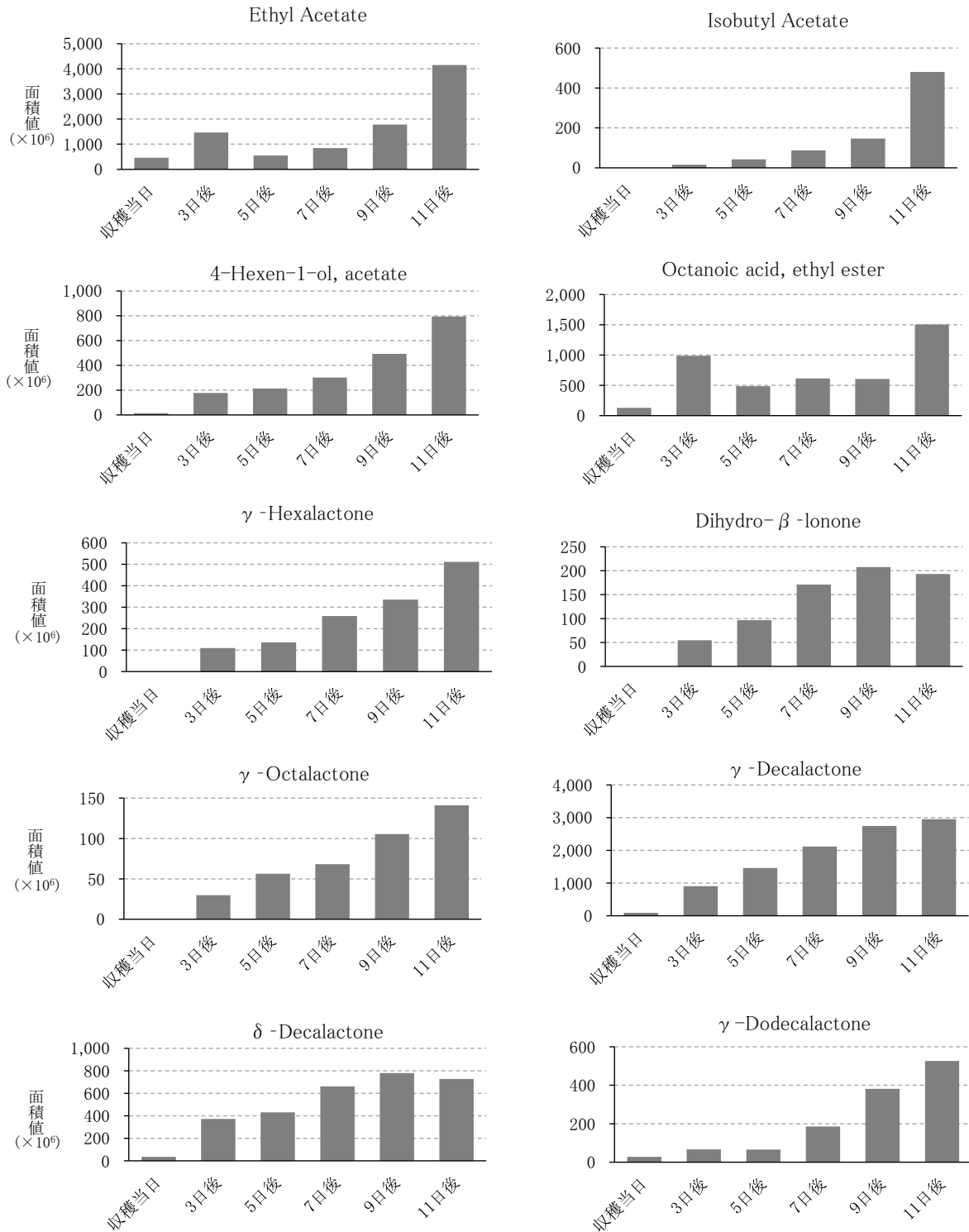


図7 収穫当日と収穫3日後以降の香気成分のピーク面積値の変化

表1 モモ‘白露’の香り分析（非破壊）で検出された香気成分と匂いかぎによる香りの特徴

検出時間	化合物名 ^z	分類名	匂いかぎ ^y	既知の情報 ^x
9:15	Ethyl Acetate	エステル類		快いエーテル, フルーティー
11:31	Isobutyl Acetate	エステル類		焦げた甘い匂い
18:35	4-Hexen-1-ol, acetate	アルコール類	バナナ様	グリーン
20:50	Octanoic acid, ethyl ester	エステル類		発酵を連想させる甘いアプリコット, パイナップル様
24:49	γ -Hexalactone	ラクトン類	甘い花	若いココナッツ
26:24	Dihydro- β -lonone	テルペン類	甘い	スマレ様
27:19	γ -Octalactone	ラクトン類		甘い, ココナッツ様
29:46	γ -Decalactone	ラクトン類	ココナッツ様	モモ様
30:19	δ -Decalactone	ラクトン類	モモ様	バター, ココナッツ様
32:20	γ -Dodecalactone	ラクトン類	ココナッツ様	甘いカラメル

^zGC/MS総合解析ソフトウェアEscrimeTMの定性解析により同定

^y匂いかぎで感じた香りの特徴; 空欄は香りを感じられなかったものを示す

^x既知の情報は, 一般的な香りの特徴を示す

acetate」は「バナナ様」, 「 γ -Hexalactone」は「甘い花」, 「Dihydro- β -lonone」は「甘い」, 「 γ -Decalactone」, 「 γ -Dodecalactone」は「ココナッツ様」, 「 δ -Decalactone」は「モモ様」の香りと感じられた（表1）。

考 察

岡山の白桃は, 比較的遮光度の強いオレンジ袋で被覆して栽培されることが多く, 出荷時点で果皮の緑色の退色が進んでおり, 果実の外観から食べ頃を把握しにくいと市場関係者や一般消費者から評価されることがある。加えて, ‘白露’は, より遮光度の強い白黒袋で被覆して栽培を行うため, 収穫時にはすでに果実表面の緑色がかなり退色しており, その後の変化が小さい。そのため, 収穫後の果実外観（いわゆる, 色目）の変化から食べ頃を判断することが, より一層困難である。一方, モモは成熟に伴い, 果実の軟化が進み, 香りが増加する（Cascales et al., 2005）。しかし, 果実硬度により食べ頃を判定するには物理的破壊を伴い, また専用の機具が必要であるため, 実用的とは言い難い。このため, 果実外観の変化に代わって, 香りが食べ頃の判定の目安になることが期待される。試験1において, 果実硬度と食べた時の熟度の経日変化をみると, 果実硬度が1 kgf程度になった収穫3日後に, 多くの果実が適熟と判定された（図3, 5）。また, 果梗部付近の甘い香りと食べた時の熟度の経日変化をみると, 甘い香りを弱く感じられるようになった収穫3日後に多くの果実が適熟であった（図4, 5）。さらに, 調査した果実ごとに果梗部付近からの甘い香りと熟度の関係を解

析したところ, 両者には有意な相関が確認され, 甘い香りが弱く感じられる果実で適熟となっている果実が最も多かった（図6）。これらのことから, ‘白露’の食べ頃は, 果実硬度が1 kgf程度に達して, 果梗部付近から甘い香りが弱く感じられるようになった時と考えられた。

試験2において, 匂いかぎ装置つきGC/MSシステムを用いて, ‘白露’果実の香気成分を同定するとともに, 収穫当日と収穫3日後以降の香気成分の量的変化をピーク面積から評価した。その結果, 収穫当日から検出された6種類の香気成分では, 収穫当日のピーク面積と比べて, 収穫3日後のピーク面積は大きくなった。また, 収穫3日後から新たに4種類の香気成分が検出された。さらに, 全ての香気成分のピーク面積は, 収穫当日から収穫11日後に向けて大きくなる傾向があった（図7）。試験1の官能評価において, 果梗部付近の甘い香りが収穫当日はほぼ感じられず, 収穫3日後から弱く感じられ, その後徐々に強くなった（図4）。これらのことから, 収穫当日の香気成分の組成と量では甘い香りを感じることはできないが, 収穫3日後の香気成分の組成と量であれば感じる事ができ, それ以降の量の増加により徐々に強く感じられるようになったと考えられた。検出された香気成分は, 官能基別にみると, ラクトン類5, アルコール類1, エステル類3, テルペン類1種類であった（図7）。ラクトン類は「モモ様」, 「ココナッツ様」, 「甘い」などの香りとして表現される香気成分で, モモの芳香の主体であるとされている（垣内・大宮, 1991; 時友ら, 2014）。また, モモの甘い香

りは1果当たりの「 γ -Decalactone」量を測定することで数値化できるとされている(藤原ら, 2018)。「白露」の果実から検出されたラクトン類のうち, 匂いかぎ装置による評価から, 「 γ -Hexalactone」は「甘い花」, 「 γ -Decalactone」, 「 γ -Dodecalactone」は「ココナッツ様」, 「 δ -Decalactone」は「モモ様」として感じられた(表1)。また, エステル類の内, 「4-Hexen-1-ol, acetate」は「バナナ様」の香りとして感じられた(表1)。匂いかぎ装置で香りが感じられなかった「Ethyl Acetate」や「Octanoic acid, ethyl ester」などは, 一般的には「快いエーテル, フルーティー」, 「発酵を連想させる甘いアブリコット, パイナップル様」とされている(表1)。これらのことから, 「白露」の香りの特徴は, モモの芳香の主体である「甘い」, 「モモ様」, 「ココナッツ様」などとされたラクトン類の香りやバナナ, 発酵を連想させるような香りであると思われる, その成分が果実の軟化に伴って増加していき, 収穫3日後頃には人の嗅覚でも弱く感じられる程度になると考えられた。

以上のことから, 「白露」では果実硬度が1 kgf程度に近づき, いわゆる食べ頃となった果実の果梗部付近から, モモ特有の甘い香りが放たれることが明らかとなり, 市場関係者や一般消費者でも非破壊で判定できる食べ頃の基準になり得ることが考えられた。ただし, モモの収穫のタイミングは, 生産者の感覚で行なわれていることや, 機械選果と手選果など選果方法の違いから, 生産者間で収穫時の果実の熟度が異なる場合が多い。本研究は, 果実の収穫時の熟度を手選果の基準であるクロロフィル値20~30に揃えて行ったため, その熟度が前後した場合については未検討である。また, 香りによる食べ頃の判断基準は, 他品種にも反映できる可能性が考えられるが, 収穫直後から香りの発生がみられる品種もあるため, 他品種についても今後香りと食べ頃の関係を明らかにする必要がある。

摘 要

岡山県育成のモモ新品種「白露」は多汁で柔らかい肉質が特長であるが, 収穫後の果皮色の変化が非常に小さいため, 市場関係者や消費者から食べ頃についての明確な基準が求められている。そこで, 一般消費者でも非破壊で判断できる食べ頃の基準について検討した。本品種の食べ頃は収穫3日後以降で, 果実硬度が1 kgf程度に達した時点であることが明らかとなり, 同時点で果梗部付近を嗅ぐと甘いモモ特有の香りが感じられた。食べ頃とされる収穫3日後には, モモ特有の甘い香りである「 γ -Decalactone」, バナナ様な香りであ

る「4-Hexen-1-ol, acetate」, 発酵を想起させる「Octanoic acid, ethyl ester」などに代表される香気成分が検出された。これらの結果から, 「白露」の食べ頃は, 果梗部付近からのモモ特有の甘い香りの有無により判定可能であると考えられた。

引用文献

- Cascales. A. I., E. Costell and F. Romojaro (2005) Effects of the degree of maturity on the chemical composition, physical characteristics and sensory attributes of peach (*Prunus persica*) cv. Caterin. *Food Sci Tech Int* 11(5): 345-352.
- 藤原宏子・石井恵・鷺尾建紀・荒木有朋・樋野友之・鶴木悠治郎(2018)モモのおいしさの数値化。平成30年度試験研究主要成果, 岡山県農林水産総合センター農業研究所, pp. 25-26.
- 古川秀子・上田玲子(2012)続おいしさを測る-食品開発と官能評価。幸書房, 東京, pp. 29, 32-34.
- 日原誠介・田村隆行(2014)モモの新品種「岡山PEH8号」。岡山農研研報, 5: 13-16.
- 樋野友之・福田文夫・藤井雄一郎・荒木有朋・深松陽介・中野龍平・井上幸次(2017)岡山県オリジナル新品種モモの輸出果実の評価および市場ニーズに対応した栽培技術の検討。園学研, 16(別1): 275.
- 岩井綾平・河井崇・樋野友之・藤井雄一郎・Ivan Galis・平野健・中野龍平・福田文夫(2020)晩生モモ「白露」の0℃貯蔵の成否と熟度との関係および香気成分への影響。園学研, 19(別1): 260.
- 垣内典夫・大宮あけみ(1991)モモ果実の香気成分の生成に及ぼす保存温度の影響。日本食品低温保存学会誌, 17(1): 14-19.
- 川村恒夫・西村功(1988)スイカの物性に関する研究(第1報)。農業機械学会誌, 50(2): 85-92.
- 村上覚・神谷健太・佐々木俊之(2017)キウイフルーツ「レインボーレッド」における弾性指標による熟度の評価。園学研, 16(1): 89-93.
- 中野龍平・岡村憲一・荒木克也・清水基修・長谷川圭則・藤井雄一郎・荒木有朋・樋野友之・牛島幸一郎・久保康隆・森永邦久・福田文夫(2016)モモ晩生品種の香港中秋節時期に向けた輸出試験に関して。園学研, 15(別1): 454.
- 岡山県(2014)モモ, 岡山県果樹栽培指針。岡山県, 岡山, pp. 3-39.
- 田村隆行・日原誠介(2015)モモ新品種「岡山PEH8号」に適した果実袋の種類。平成26年度試験研究主要成

果，岡山県農林水産総合センター農業研究所，pp. 11-12.

時友裕紀子・手塚誉裕・加藤治（2014）モモ果実の香気に及ぼす貯蔵の影響．山梨県総合理工学研究機構研究報告書，9: 31-34.

Summary

The peach cultivar ‘Hakuro’: the original white peach variety bred by Okayama prefecture characterized by its juiciness and tender texture, has very little change in fruit appearance after harvest. Therefore, clear criteria about when to start eating is required by marketers and consumers. We have investigated for establishing the criteria of this variety about suitable timing for start eating by general consumers without giving any destructive damage on fruit. We have found that when the fruit hardness reaches about 1kgf is the suitable timing for start eating at 3 days after harvest. At that stage, slight sweet peach aroma around the peduncle could be smelled. The representative compound of aroma which started to be detected at 3 days after harvest are γ -Decalactone: sweet aroma peculiar to peaches, 4-Hexen-1-ol,acetate: banana-like aroma and Octanoic acid,ethyl ester: aroma reminiscent of fermentation. Based on these findings, the presence or absent of the sweet aroma of ‘Hakuro’ fruit by sniffing around the peduncle could be the criteria for judging the suitable timing for start eating.