

モモ黄肉品種 ‘つきあかり’ 果実の収穫適期把握のための カラーチャートの開発

和中 学¹・堀田宗幹¹・有田 慎^{1,3}・根来圭一^{2,4}

¹和歌山県果樹試験場かき・もも研究所・²和歌山県工業技術センター

Development of the Color Chart for Grasping Optimum Harvesting Time in ‘Tsukiakari’, Yellow Peach Cultivar

Manabu Wanaka, Muneki Hotta, Shin Arita and Keiichi Negoro

¹Laboratory of Persimmon and Peach, Fruit Tree Experiment Station, Wakayama Prefecture

²Industrial Technology Center of Wakayama Prefecture

緒 言

和歌山県のモモの栽培面積は 765ha (農林水産省, 2016) あり, 本県果樹の基幹品目の一つとして位置づけられており, 主な品種として ‘日川白鳳’, ‘白鳳’, ‘清水白桃’, ‘川中島白桃’ などが栽培されている. 近年, 主要品種間に端境期が生じてきたことや, 7 月中下旬に収穫される ‘清水白桃’ では生理落果や変形果の発生が多く栽培が難しいことなどから, 産地からはこのような課題に対応した時期に出荷できる優良品種の開発, 導入が求められている.

農研機構果樹茶業研究部門において育成されたモモ ‘つきあかり’ は, ‘まさひめ’ と ‘あかつき’ を交雑して得られた実生から選抜され, 2010 年に品種登録された中生の黄肉品種である (土師ら, 2012). 本県における ‘つきあかり’ の収穫期は ‘清水白桃’ とほぼ同時期の 7 月中下旬であり, 糖度が高く食味に優れた黄桃 (山口ら, 2009) として, 市場評価も高く, 県内での栽培は少しずつ増加している.

しかし, 本品種は, 本県で栽培の少ない黄肉品種であるため収穫適期の判断が難しく, 生産現場から客観的に判定できる収穫基準が求められている.

そこで, 本研究では, ‘つきあかり’ の収穫適期を明らかにし, これをもとに果実の熟度を判定できるカラーチャートの開発を目指し検討を行った.

なお, 本研究は, 和歌山県農林水産業競争力アップ技術開発事業「黄色モモ新品種「つきあかり」の生産技術開発」(研究期間: 2013~2015) および生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業」(うち地域戦略プロジェクト)「果物の東アジア, 東南アジア輸出を促進するための輸出国ニーズに適合した生産技術開発及び輸出ネットワークの共有による鮮度保持・低コスト流通・輸出技術の実証研究」(研究期間: 2016~2018 年) で実施した.

³現在: 和歌山県伊都振興局農林水産振興部農業水産振興課

⁴現在: 和歌山県農林水産部農業生産局経営支援課

材料および方法

試験 1. 収穫適期の把握と熟度判断指標の検討

2013, 2014 年に研究所内植栽の‘つきあかり’の高接ぎ樹 3 樹 (2013 年時で高接ぎ 11 年生および 5 年生樹) を供試した。施肥, せん定, 着果管理は地域慣行に準じ行った。袋かけ (遮光袋の果実袋: 小林製袋製 KB ちくま 7 以下同様) は 6 月中旬に行い, 収穫時まで除袋を行わず管理した。

2014 年には収穫 2 ~ 3 週間前の樹上の同一果実について, 果実側径, 測色計 (コニカミノルタ センシング社製 Color Reader CR-13) 以下同様) による縫合線を挟んだ赤道部の左右 2 箇所 (以下チーク部) の果皮色 (L*値, a*値, b*値) および糖度 (クボタ製フルーツセクター K-BA100R) を経時的に測定した。

収穫は, 熟度を外観から判断して 4 段階 (熟度 1: 果頂部にやや緑色残る, 熟度 2: 果頂部薄黄色, 果底部やや緑残る, 熟度 3: 果頂部濃黄色, 果底部黄色, 熟度 4: 果梗部離層形成) に分けて 2013 年は 7 月 12 日 ~ 7 月 23 日間に 4 回, 2014 年は 7 月 15 日 ~ 7 月 30 日間に 8 回行った。

各収穫日に果実重を測定し, チーク部の果皮色 (L*値, a*値, b*値), 果肉硬度 (精光舎製 SF-5050 円錐型 以下同様) を測定した。果実糖度 (アタゴ社製 PR-101 α), 果実酸度 (HORIBA 社製, LAQUAtwin B-712) については同部位を約 1cm の深さで採取し, 測定した (以下, 同様)。みつ症発生程度は育成系統適応性検定試験・特性検定試験調査法のみつ症の程度 ((独) 農業・食品総合研究機構果樹研究所, 2007) に準じて調査した (以下同様)。

果肉中カロテノイド含量 (β カロテン当量) の測定は 2013 年に熟度別 (1~4) に 1 樹あたり 5 果を収穫し, 1 果ずつ果肉 3g を採取し, 石油エーテルで抽出後, 分光光度計 ((株) 日立製作所 U-2000 型ダブルビーム分光光度計) で 450nm の吸光度を測定し求めた。

試験 2. カラーチャートの作成と熟度指標としての適用性

2015 年に収穫時まで除袋を行わず管理した研究所内高接ぎ 7 年生 ‘つきあかり’ 1 樹を供試して, 7 月 19 日に異なる熟度の果実を収穫し, 外観および果皮色 a*値により, ①未熟 (a*値 0~3 程度), ②やや未熟 (同 3~4 程度), ③適熟 (同 5~7 程度), ④やや過熟 (同 8~10), ⑤過熟 (同 12~14) の 5 段階の熟度に分類した。これらの熟度別の果実のチーク部の果皮色を JIS 標準色票 光沢版 (日本規格協会) と対比させながら図 1 のカラーチャート (暫定版) を作成した。

2016 年に収穫時まで除袋を行わず管理した研究所内高接ぎ 8 年生 ‘つきあかり’ 1 樹を供試して, 7 月 8 日および 12 日に果実の張りや色あい, 触感等から総合的に判断して未熟, やや未熟, 適熟, やや過熟の 4 段階に分けて収穫し, チーク部果皮色のカラーチャート値 (平成 27 年度作成暫定版) と果実重, 糖度 (Brix), 酸度 (pH), 果肉硬度, 果皮色 (L*値, a*値, b*値) の関係を調べた。

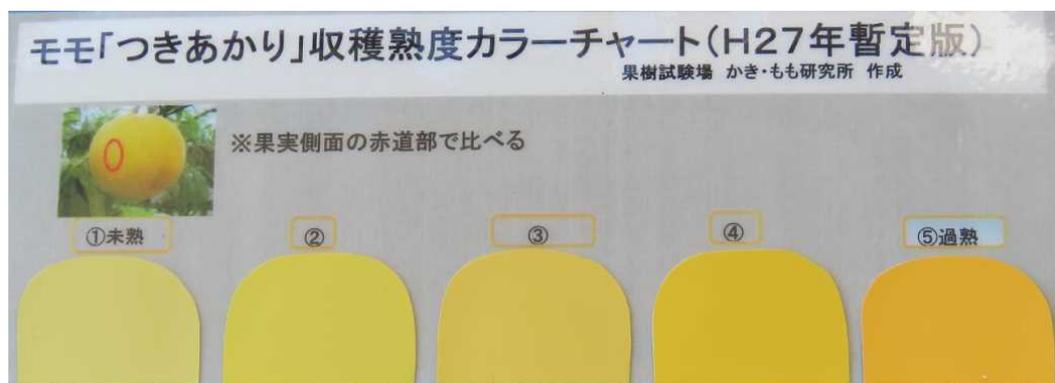


図 1 モモ ‘つきあかり’ の収穫熟度判定用カラーチャート (暫定版)

結 果

試験 1. 収穫適期の把握と熟度判断指標の検討

熟度別の果実品質を比較した結果を表 1 に示した。果実重、糖度は熟度 1 から 3 まで増加したが、熟度 3, 4 については有意な差は認められなかった。果皮色 L*値は、熟度が 2 から 4 に進むにつれ低下した。a*値は 1 から 4 まで熟度が進むにつれ上昇し、b*値は熟度 2~3 まで上昇し、その後横ばいとなった。酸度 (pH) については熟度による有意差はなかった。果肉硬度は熟度が進むにつれ低下した。みつ症は熟度 1 および 2 ではほとんどみられなかったが、熟度 3 では程度の軽いものの発生がみられ、熟度 4 でやや進行する傾向がみられた。また、果肉中のカロテノイド含量は熟度が進むにつれて増加した (第 2 図)。これらのことから、収穫適期は熟度では 2~3、果肉硬度では 1.8~2.7kg の範囲にあると思われた。

樹上の同一果実を収穫 2~3 週間前から経時的に調査した結果から、果皮色 a*値が 8 に達した時期を収穫期 0 日として示したのが図 3 である。チーク部の果皮色 a*値は収穫 15 日前までは-7 程度と横ばいで、それ以降成熟に伴い 1 日あたり約 1 ずつ直線的に上昇した。果実側径は調査開始時から直線的に肥大し、収穫期+2 日目以降には肥大速度がやや減少した。また、糖度は収穫期 10 日前から 4 日毎に約 1%上昇した。

モモの熟度の判断指標の一つとされる果肉硬度と他の品質との関係をみたところ、2 か年ともに果肉硬度との相関が高かったのは果皮色の L*値、a*値、b*値であり、特に a*値との間に強い負の相関関係が認められた (表 2, 図 4)。

表 1 ‘つきあかり’の熟度別の果実品質 (2013)

熟 度	外 観	果実重 (g)	果 皮 色 (測色計値)			糖 度 (Brix %)	酸 度 (pH)	果肉硬度 (kg)	みつ症 程度 ^γ
			L*	a*	b*				
熟度1	果頂部にやや緑色が残る	187.4 c ^z	75.8 a	-0.7 d	46.4 c	13.3 c	4.2 a	2.9 a	0 b
熟度2	果頂部薄黄色、果底部やや緑色残る	270.2 b	76.0 a	5.0 c	50.4 b	15.8 b	4.2 a	2.7 b	0.2 b
熟度3	果頂部濃黄色、果底部黄色	329.0 a	71.5 b	12.2 b	53.6 a	17.7 a	4.3 a	1.8 c	1.1 a
熟度4	果梗部離層形成	305.0 ab	68.3 c	14.8 a	53.4 a	18.0 a	4.4 a	0.4 d	1.6 a

^z:数値の異符号間にTukeyの多重比較検定により5%水準で有意差あり

^γ:みつ症程度: (0×無の個数+1×軽の個数+3×中の個数+5×甚の個数) / 10

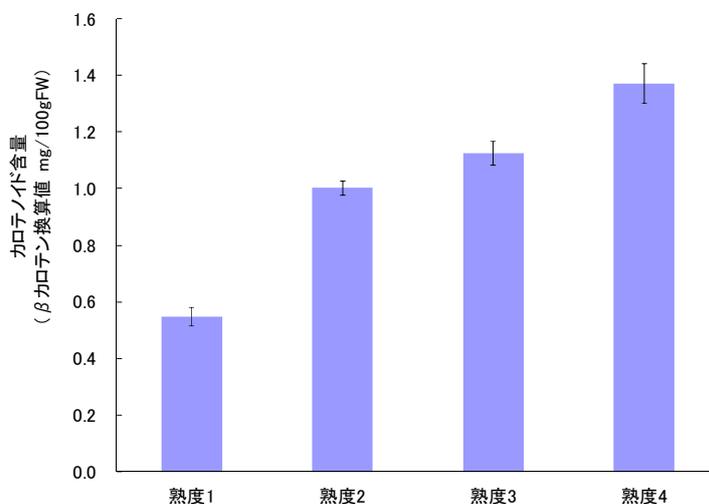


図 2 熟度別の果肉中のカロテノイド含量 (2013)

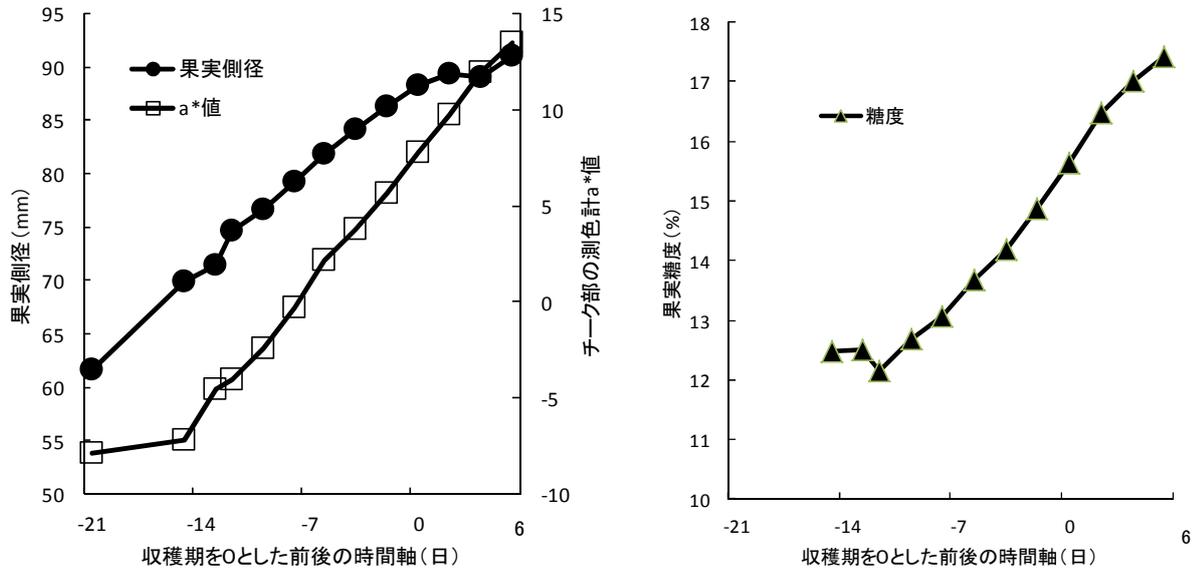


図3 収穫期前後の‘つきあかり’の果実品質の推移 (2014)

表2 果肉硬度と他の果実品質の相関係数

	2013年(n=113)		2014年(n=153)	
	相関係数	有意性 ^z	相関係数	有意性
果実重	-0.72	**	-0.20	*
縦径	-0.63	**	-0.14	
横径	-0.66	**	-0.20	*
側径	-0.73	**	-0.21	**
糖度	-0.73	**	-0.27	**
酸度(pH)	-0.47	**	-0.16	*
果皮色(測色計値)		**		
L*	0.78	**	0.56	**
a*	-0.93	**	-0.83	**
b*	-0.70	**	-0.67	**

^z: スピアマンの順位相関により, **は1%水準, *は5%水準で有意差あり

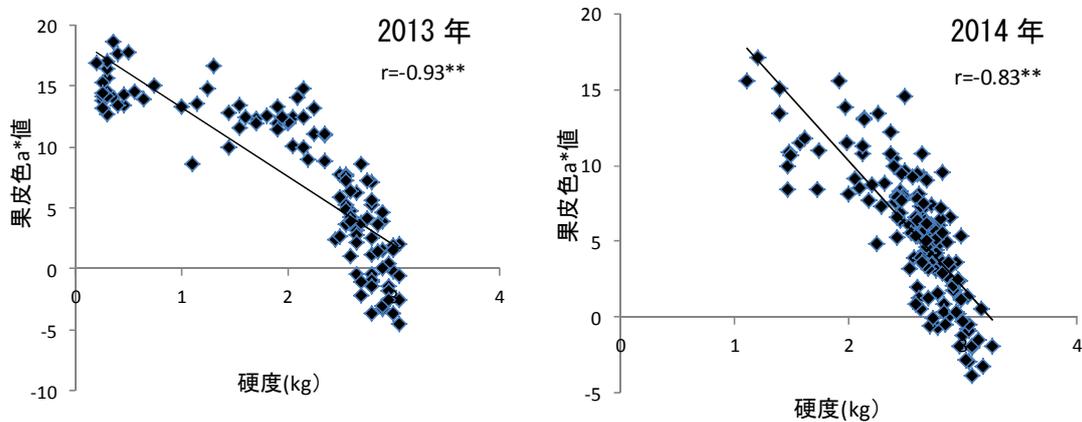


図4 果肉硬度と果皮色 a*値との関係 (2013 年は n=113, 2014 年は n=153)

試験 2. カラーチャートの作成と熟度指標としての適用性

収穫果の熟度が増すにつれ、果皮色の指標値としてのカラーチャート値や a*値が大きくなり、果実重、糖度が増し、果汁の pH は上昇し、果肉硬度が低下した。熟度 2 未満では、糖度は約 14% 未満で、果肉硬度は 2.4kg 以上と硬く、熟度 3 では、糖度は約 15% と高く、果肉硬度は 2.0kg と適度な硬さであった。一方、熟度 4 では糖度は約 17% と高かったものの、果肉硬度は 1.2kg と軟化が進んでいた。これらのことから、カラーチャート値 3.0 程度が収穫適期であると判断された (表 3)。

カラーチャート値と他の品質との関係をみたところ、酸度 (pH) および測色計示度 L*値との相関はやや低かったものの、それ以外の項目の相関係数の絶対値は 0.7 以上と高く、特に、測色計示度 a*値との間には相関係数 0.90 の強い正の相関が、果肉硬度の間には相関係数は-0.89 の負の強い相関関係が認められた (表 4, 図 5)

表 3 熟度とカラーチャート値および果実品質 (2016 年)

熟 度	カラーチャート 値	果実重(g)	果 皮 色(測色計値)			糖 度 (Brix %)	酸 度 (pH)	果肉硬度 (kg)
			L*	a*	b*			
熟度1 未熟	1.3	200.0	76.8	0.4	43.4	12.5	4.2	2.9
熟度2 やや未熟	2.4	289.2	77.3	5.0	45.6	13.9	4.2	2.4
熟度3 適熟	3.0	307.8	74.9	7.9	46.7	15.2	4.4	2.0
熟度4 やや過熟～過熟	4.1	322.8	71.5	10.9	50.5	17.0	4.6	1.2

表 4 カラーチャート値と他の果実品質の相関係数 (2016 年)

	相関係数	有意性 ²
果実重	0.78	**
果実糖度	0.79	**
酸度(pH)	0.55	**
果肉硬度	-0.89	**
果皮色(測色計値)		
	L*	-0.56 **
	a*	0.90 **
	b*	0.71 **

²: スピアマンの順位相関により、**は1%水準で有意差あり (n=52)

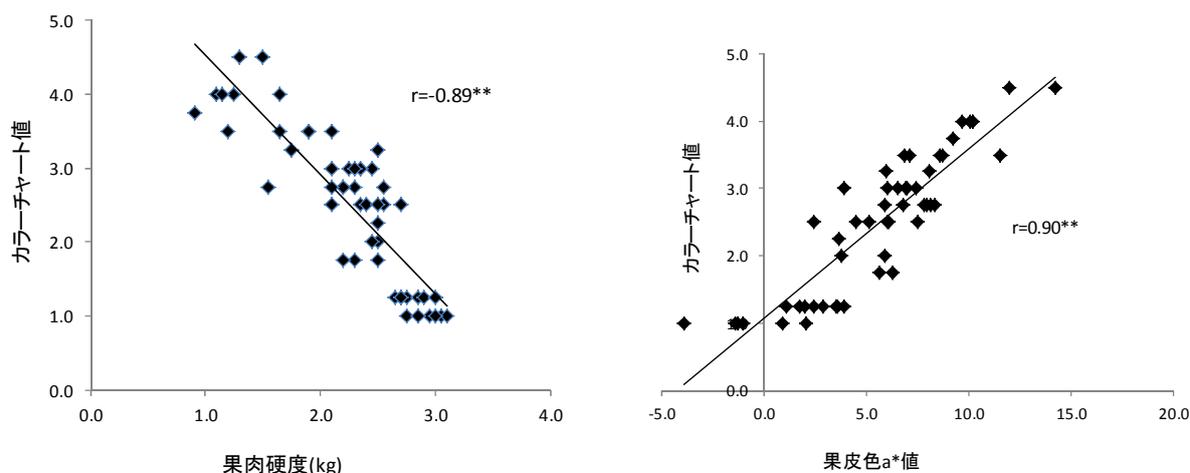


図5 カラーチャート値と果肉硬度および果皮色 a*値の関係 (n=52) (2016年)

考 察

モモは成熟に伴って果実肥大と糖度は上昇するが、果肉硬度と酸は低下し、過熟果では徐々に果肉の褐変や粉質化が認められるようになり、食味が不良となる(高野, 2010)ことから、食味、日持ち性に優れた高品質果実生産には収穫適期の見極めが重要になる。‘つきあかり’の果実を熟度別に調べた結果、熟度が進むにつれ糖度、機能性成分である果実中のカロテノイド含量が上昇し、果肉硬度が低下し、みつ症の発生が増加した。モモの果実熟度の指標として、生産現場では果肉硬度が利用されている(萩原ら, 2009)が、‘つきあかり’についても果肉硬度を熟度指標に利用できると考えられた。‘つきあかり’は慣行袋を用いると、果皮が一部赤色になり、果肉内に紅色素が入るが、遮光袋を用いると果皮が赤色に着色せず全面が地色の黄色になる(石橋ら, 2010)。着色させた‘つきあかり’の市場評価は低かったことから、本県では、遮光袋を用いた栽培が行われている。そこで、果皮着色抑制栽培における果肉硬度と各調査項目との相関を求めたところ、果皮色の a*値が利用できることが示された。

しかしながら、現地における汎用性の高い指標とするには、より簡便で安価に判定可能な熟度指標が必要である。果樹の収穫熟度の指標として果皮色から熟度を判定するカラーチャートが開発され(山崎・鈴木, 1980, 1981; 鈴木ら, 1981; 農林水産省果樹試験場, 1982)、本県のカキでは、収穫適期判断のための熟度指標として普及している。近年、新品種の開発に伴い、各品種に応じたカラーチャートが開発され、ニホンスモモ(富田ら, 2012, 2013)、ブドウ(小林ら, 2012, 2013)、ウメ(大江ら, 2014)について報告されている。

モモについては白肉系および黄桃用カラーチャートが開発されている(山崎・鈴木, 1980)。黄桃用カラーチャートは、当時栽培されていた缶詰用品種を主眼としたものであり、また、果皮と熟度指標としての硬度との相関は品種・系統によって差があること(鈴木ら, 1981)から、‘つきあかり’には適応できなかった。そこで、生食用の着色抑制栽培における‘つきあかり’における果皮色に近い色票からカラーチャートを作成し、熟度指標としての適用性を検討した。カラーチャート値と

果肉硬度，果皮色 a*値間には高い相関が認められたことから，カラーチャート値は熟度を判別する指標として利用できることが示され，カラーチャート値 3 程度を目安にすれば，糖度 15 度，果肉硬度 2.0kg 程度で収穫でき、適熟の高品質果実を消費者に提供できると考えられた。

カラーチャートの利用にあたっては，‘つきあかり’の熟度進行は樹冠の上部果実で早く，下部で遅い傾向があるため，収穫期が近づけば，樹冠上部の玉張りの良い果実数個を定期的に除袋し，チーク部の果皮色をカラーチャート値で確認し，収穫が可能かどうかを判断する（図 6）。なお，熟度の見極めに慣れてくれば，果実袋の上から軽く手をあて，果実の張り具合から熟度を判断して収穫ができるようになる。

以上のように，‘つきあかり’の収穫時にカラーチャートを利用することで品質良好な適熟果の収穫が可能となると考えられた。



図 6 カラーチャートを利用した‘つきあかり’の熟度判定の様子

摘 要

食味良好なモモ黄肉種，‘つきあかり’の収穫適期を明らかにし，これをもとに果実の熟度を判定できるカラーチャートの開発を目指し検討を行った。

1. ‘つきあかり’果実は，一定の時期までは熟度が進むと果実重，果皮色 a*値，糖度，カロテノイド含量が増加傾向にあったが，熟度が進み過ぎると果肉硬度が低下し，みつ症の発生が増加した。
2. ‘つきあかり’の収穫時の熟度判断には果肉硬度やチーク部の果皮色 a*値が利用できると考えられた。
3. カラーチャート値と果肉硬度および果皮色 a*値の相関係数はそれぞれ， $r=0.90$ ， -0.89 と高く，カラーチャート値を熟度指標として利用できることが示された。カラーチャート値 3 程度が収穫適期の目安になることを明らかにした。

以上のことから，‘つきあかり’の収穫にカラーチャートを利用することで適期収穫が可能となると考えられた。

引用文献

- 萩原栄揮・新谷勝広・富田晃・古屋栄・内藤一孝・渡辺晃樹. 2009. モモ果肉障害の発生と収穫時期との関係. 園学研. 8(別2): 424.
- 土師 岳・山口正己・八重垣英明・末貞祐子・京谷英壽・西村幸一・鈴木勝征・三宅正則・小園照雄・木原武士・福田博之・内田 誠. 2012. モモ新品種‘つきあかり’. 果樹研報. 14: 1-10
- 石橋正文・栗村光男・野方 仁. 2010. モモ黄肉中生品種「つきあかり」の福岡県における適応性. 福岡県農業総合試験場研究報告. 29: 74-78.
- 小林和司・宇土幸伸・鈴木文晃・串田賢一. 2012. ブドウ‘シャインマスカット’の専用カラーチャートによる収穫適期の把握. 園学研 11 (別2): 337.
- 小林和司・宇土幸伸・鈴木文晃・串田賢一. 2013. ブドウ‘シャインマスカット’の専用カラーチャートによる収穫適期の把握 (第2報). 園学研 12 (別2): 305.
- 農林水産省果樹試験場. 1982. 果実及び葉のカラーチャートの開発と利用方法に関する研究集録. pp. 326-329.
- 大江孝明・岡村美絵子・根来圭一・北村祐人・小西博文・原 大輔. 2014. ウメ‘南高’果実の収穫適期把握のためのカラーチャートの開発. 和歌山県農林水研報. 2: 115~124.
- 鈴木勝征. 山崎利彦・村瀬昭治・宮川久義・野方俊秀・水戸部満・森田彰. 1981. 果実の成熟度判定のためのカラーチャートの作成とその利用に関する研究 (第3報) 成熟と果皮色の関係. 果樹試験場報告 A 第8号.
- 高野和夫. 2010. おいしいモモの生産技術に関する研究. 岡山県農業研報. 1: 23-90.
- 富田 晃・萩原栄揮・鈴木文晃・串田賢一. 2012. スモモ‘サマービュート’の収穫適期の把握と専用カラーチャートの開発. 園学研 11 (別2): 357.
- 富田 晃・萩原栄揮・鈴木文晃・串田賢一・山下路子. 2013. スモモ‘サマーエンジェル’の収穫適期の把握と専用カラーチャートの開発. 園学研 12 (別2): 357.
- 山口正己・末貞祐子・安達栄介・土師 岳・八重垣英明・三宅正則・内田 誠. 2009. 黄肉で良食味のモモ新品種‘つきあかり’. 園学研. 8(別1)1: 308.
- 山崎利彦・鈴木勝征. 1980. 果実の成熟度判定のためのカラーチャートの作成とその利用に関する研究 (第1報) カラーチャートの色特性. 果樹試験場報告 A 第7号: 19-44, 79-100.