

# 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

大江孝明・岡室美絵子・根来圭一<sup>1</sup>・北村祐人・小西博文<sup>2,3</sup>・原 大輔<sup>2</sup>

和歌山県果樹試験場うめ研究所

## Development of the Color Chart for Grasping Optimum Harvesting Time in Japanese Apricot ‘Nanko’ Fruit

Takaaki Oe, Mieko Okamuro, Keiichi Negoro, Yuto Kitamura, Hirofumi Konishi and Daisuke Hara

*Laboratory of Japanese Apricot, Fruit Tree Experiment Station, Wakayama Prefecture*

### 緒言

ウメは生果を食しないことから、青果の収穫基準は主に、大きさ、毛じの抜け具合、果皮の色つやなどの外観品質で決められている。しかし、毛じの抜け具合および果皮の色つやはその変化が小さいことから客観的な判断が難しく、個人差が問題点である。未熟な果実は加工品の品質低下や輸送中の品質劣化を引き起こすことから、客観的な収穫基準が必要である。

一方で筆者らは、これまでの報告（伊藤，1991；尾崎，2004，2008；戸田・高野，2006；田中，2003）から、ウメに多く含まれる機能性成分として有機酸，ソルビトール， $\beta$ -カロテン，ポリフェノールに着目し，抗酸化能とともに，果実熟度や着果状況などの面からこれらが果実および梅酒において高まる要因や栽培方法を検討してきた（大江ら，2006，2007，2012a，2012c；Oeら，2012）。この中で筆者らは，果実硬度が急激に低下し始めた時点の果実はクエン酸含量が多く，そのような果実を用いた梅酒は褐色度，クエン酸含量，ポリフェノール含量および抗酸化能が大きく，機能性成分などの品質に優れた梅酒を製造するための原料選定の指標となることを報告した（大江ら，2007）。加えて筆者らは，高い芳香成分（ $\gamma$ および $\delta$ -デカラクトン，酪酸エチル並びに酢酸ブチル）を有する梅酒製造のための‘南高’果実の熟度指標として，果実硬度および果皮色  $b^*$ 値が利用できることを報告した（大江ら，2012b）。しかし，これらの試験において果実硬度の測定に用いたレオメータは大型で持ち運びが容易でないため，実際の生産現場での利用範囲は限定される。そこで，既報（大江ら，2013）では，アボカド（秋元ら，2011），ブドウ（Takahashiら，2010）およびブルーベリー（大畑・櫻井，2011）など，多方面で熟度の判定法としての活用が報告されている，音響振動による硬度測定装置（Taniwaki・Sakurai，2010）のウメ果実への適用性と梅酒品質を高めるための原料果実の熟度指標としての実用性を確認した。ただし，現時点では本機器は高価である。

そこで本試験では，客観性には劣るがより安価で広範囲に利用可能なカラーチャートを‘南高’果実で作成し，熟度指標としての適用性を評価するとともに，梅酒品質を高めるための原料果実の熟度指標としての適用性を検討した。

<sup>1</sup> 現在：和歌山県工業技術センター

<sup>2</sup> : JA 紀南

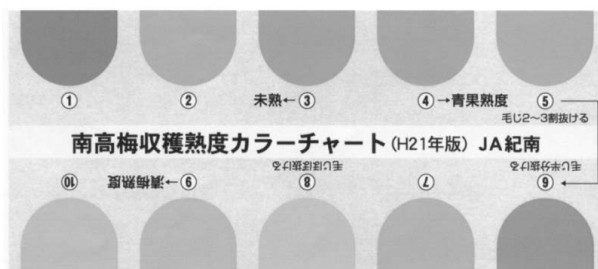
<sup>3</sup> 現在：田辺市梅振興室

## 材料および方法

### 1. カラーチャートの作成と熟度指標としての適用性（試験1）

2008年6月に和歌山県田辺市に植栽されている‘南高’成木から異なる熟度の果実を採取し、果実果梗部の色を日本園芸植物標準色票と対比させながらカラーチャートを作成した（第1図）。

熟度指標としての適用性を評価するために、2009および2010年には和歌山県うめ研究所に植栽されている‘南高’成木3樹について、主幹と樹冠外周との中間より外側の果実（外層果実）



第1図 作成したウメ‘南高’果実のカラーチャート

と内側の果実（内層果実）を供試した。なお、調査果実は直射日光が当たらない部位のものとした。現行の収穫基準である色つや、毛じの抜け具合などの果実外観および完熟落果の状況をもとに、2009年は外層果実の青果収穫開始期（6月4日）から内層果実の完熟落果開始期（6月25日）までの間、3日ごとに果実を採取した（6月25日は外層果実の採取なし）。2010年は外層果実の青果収穫開始期（6月4日）から外層果実の完熟落果開始期（6月19日）までの間、3日ごとに果実を採取した。

2011年には和歌山県みなべ町内の収穫時期が異なる4園（収穫時期の早い順にA～D園）に植栽された‘南高’成木6樹（B園のみ3樹、その他は1樹）について、樹冠外層の果実を供試した。A～C園は青果収穫開始直前から、D園は青果収穫終了期から完熟落果開始期までの間、ほぼ3日ごとに4～7回果実を採取した。各年とも1回当たりの採取果数は30果程度とした。供試した果実のうち10果は、カラーチャート値（果梗部で測定）、レオメータ（COMPACT-100、サン科学）による果実硬度および分光色差計による果皮のb\*値およびH\*値（赤道部で測定）を測定した。なお、分光色差計は2009および2010年がNR3000（日本電色）、2011年がNR11（日本電色）を用いた。レオメータ値は既報（大江ら、2007）と同様、5mm円柱形プランジャーを装着して、 $1\text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ の速度で1mm侵入する時の最大負荷（kg）を測定した。

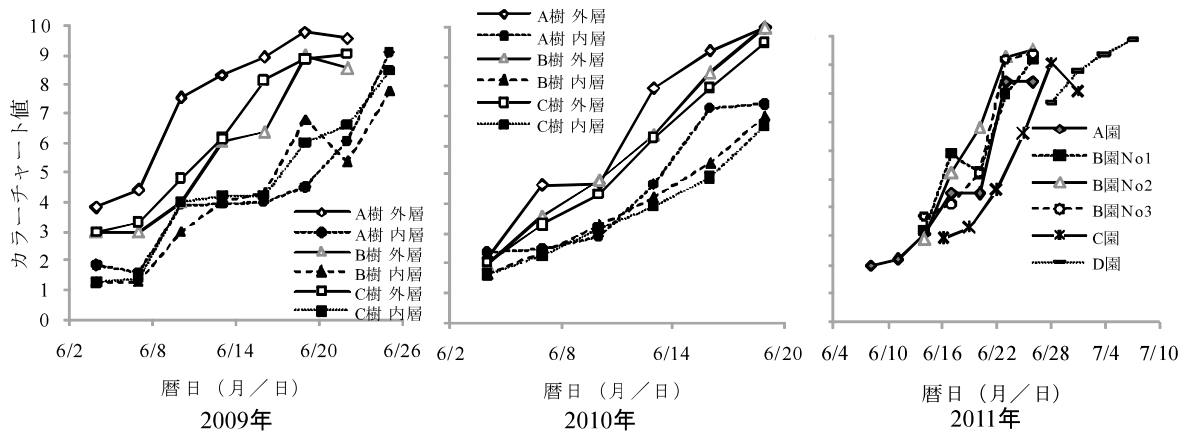
### 2. カラーチャート値と梅酒品質との関係（試験2）

試験1の2009および2010年にカラーチャート値を測定した際に、別の約300gを果実1kgあたり、氷砂糖0.8kg、35%果実酒用アルコール（ホワイトリカー）1.8Lの割合で、冷暗所にて6か月間漬け込み、梅酒に加工した。なお、2011年は試験1でカラーチャート値を測定した果実10果と他の8果を6果ずつに分けて、3反復で梅酒に加工した。漬け込み終了後、既報（大江ら、2006、2007）と同様に、果実重減少率（歩留まり）を測定するとともに、 $0.45\ \mu\text{m}$ のメンブレンフィルターでろ過し、梅酒の褐色度（450nm吸光度）、クエン酸含量、ポリフェノール含量および抗酸化能を測定した。既報（大江ら、2006、2007）と同様に、クエン酸含量はHPLC（LC10A、島津製作所）で、ポリフェノール含量はフォーリンチオカルト法で、抗酸化能は1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl（DPPH）を用いた比色法でフリーラジカル消去能を測定した。これら梅酒品質とカラーチャート値との関係を調査した。

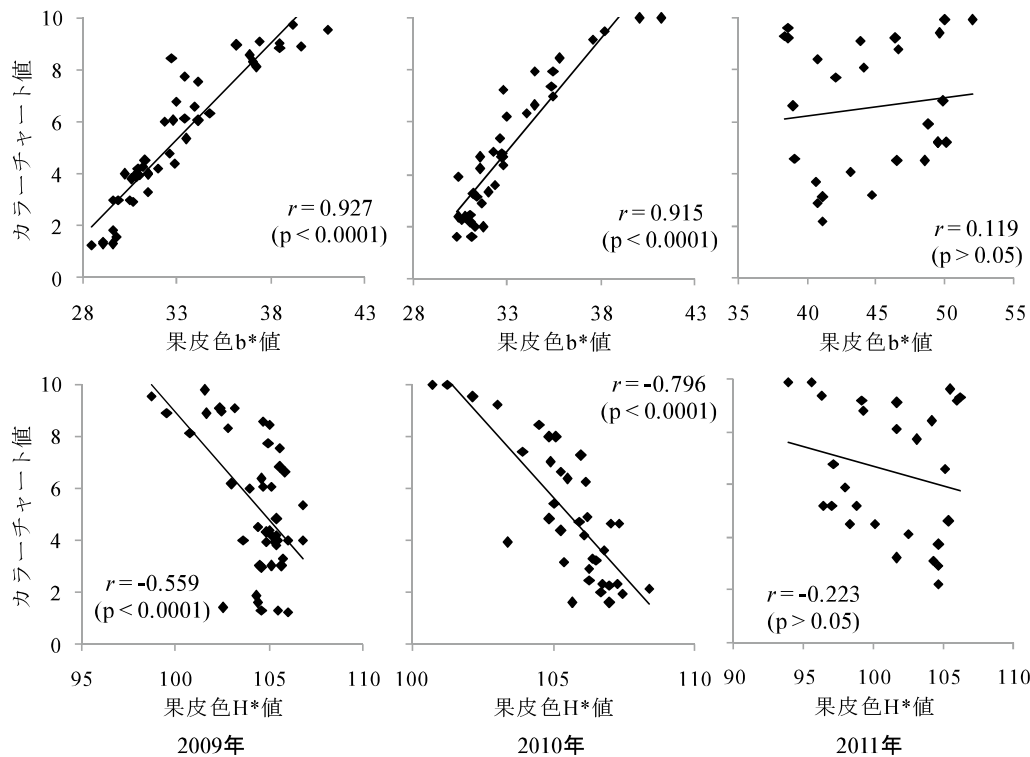
## 結果

### 1. カラーチャートの作成と熟度指標としての適用性（試験1）

カラーチャート値は、各年の各樹とも採取時期が遅くなるにつれて直線的に大きくなり、カラーチャート値により採取樹、着果位置および採取時期による熟度の違いを判断することができた（第2図）。2009 および 2010 年においては、果梗部のカラーチャート値と赤道部の果皮色  $b^*$  および  $H^*$  値との間にそれぞれ正および負の相関関係がみられたが、2011 年は関係性がみられなかった（第3図）。赤道部におけるレオメータ値との間では、2009 および 2010 年の着果位置および採取時期が異なる果実の硬度について、また 2011 年の採取園および採取時期が異なる果実の硬度についても、



第2図 果実採取樹および着果位置の違いとカラーチャート値



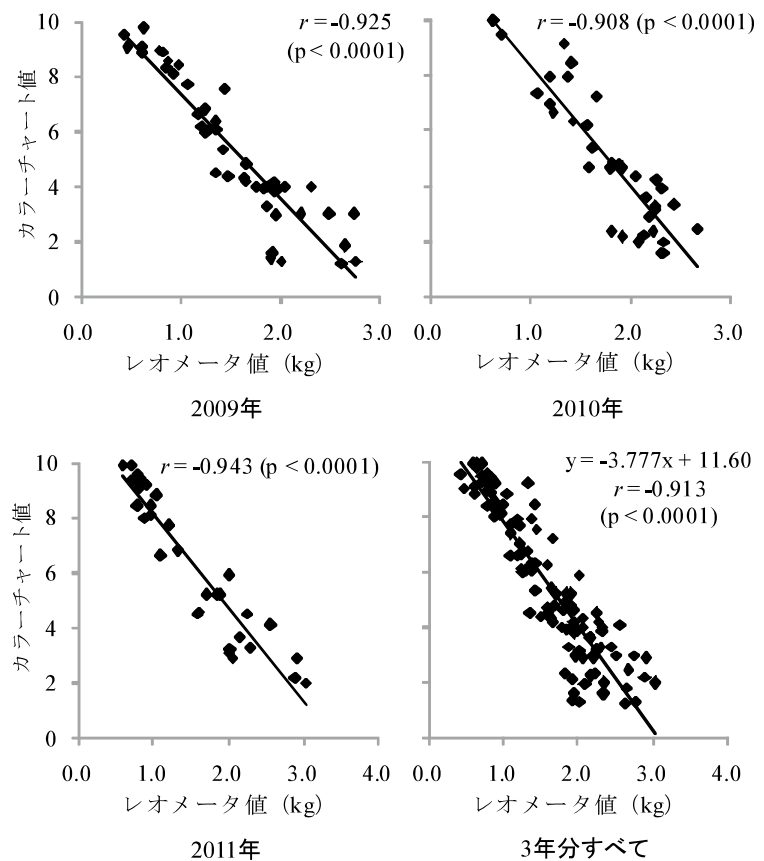
第3図 果皮色  $b^*$  値および  $H^*$  値とカラーチャート値との関係

果皮色  $b^*$  値および  $H^*$  値は赤道部, カラーチャート値は果梗部で測定した (2009 年は  $n = 45$ , 2010 年は  $n = 36$ , 2011 年は  $n = 26$ )

それぞれ,  $r = -0.925$ ,  $-0.908$  および  $-0.943$  (ともに  $p < 0.0001$ ) の強い負の相関関係が認められた (第4図)。さらに、これら3年分すべての果実について、果梗部のカラーチャート値を  $y$ , 赤道部におけるレオメータ値を  $x$  とすると,  $y = -3.777x + 11.60$  ( $r = -0.913$ ,  $p < 0.0001$ ) の関係式が認められた。

## 2. カラーチャート値と梅酒品質との関係 (試験 2)

2009年の結果について、梅酒のクエン酸含量は原料果実の成熟とともに増加傾向であり、褐色度、果実重減少率、ポリフェノール含量および抗酸化能は、成熟途中の果実を用いた場合に最高となった(第1表)。そこで、各樹の各着果位置それぞれの最高値を100とした相対値でカラーチャート値と梅酒品質との関係を調査したところ、カラーチャート値が6.5以上となる時期の果実を原料とした梅酒は、果実重減少率、クエン酸含量、ポリフェノール含量、抗酸化能の相対値が86以上であり、褐色度の相対値は68以上であった。2010年の試験では、褐色度、果実重減少率、クエン酸含量、ポリフェノール含量および抗酸化能が相対値81以上であった(第2表)。2011年の結果について、同様に各樹の最高値を100とした相対値で示すと、採取開始時点で既にカラーチャート値が7.7であったD園を除き、褐色度、果実重減少率、クエン酸含量、ポリフェノール含量および抗酸化能が相対値84以上であった。また各年とも、原料果実のカラーチャート値は梅酒のクエン酸含量との間に、それぞれ、 $r = -0.929$ 、 $-0.843$  および  $-0.822$  (ともに  $p < 0.0001$ ) の強い正の相関関係が認められた(第5図)。さらに、これら3年分すべての果実について、クエン酸含量を  $y$ 、果梗部のカラーチャート値を  $x$  とすると、 $y = 0.038x + 0.661$  ( $r = -0.860$ ,  $p < 0.0001$ ) の関係式が認められた。



第4図 レオメータ値とカラーチャート値との関係  
レオメータ値は赤道部、カラーチャート値は果梗部で測定した(2009年は  $n = 45$ , 2010年は  $n = 36$ , 2011年は  $n = 33$ , 3年分すべては  $n = 114$ )

## 考察

筆者らはこれまでに、レオメータによる果実硬度が急激に低下し始める時期が、果実や加工した梅酒に機能性成分が多く含まれる時期の指標となることを明らかにした(大江ら, 2007)。また、梅酒中の芳香成分含量が原料果実のレオメータ値や色差計により測定した果実赤道部の果皮色  $b^*$  値との間に強い相関関係が認められ、レオメータ値が  $0.98$  kg より大きい果実や果皮色  $b^*$  値が  $34.5$  より小さい果実を排除することで芳香成分が多い梅酒を製造できることを明らかにした(大江ら, 2012b)。このように、果実硬度や果皮色は梅酒の機能性成分や芳香成分の含量を高めるための原料

第1表 果実採取樹，着果位置，採取日の違いと果皮色および梅酒品質（2009年）

	採取日	カラー チャート値	褐色度 (吸光度450 nm)	果実重 減少率(%)	機能性成分含量		
					クエン酸 (g・100 mL <sup>-1</sup> )	ポリフェノール (mgCE・100 mL <sup>-1</sup> ) <sup>z</sup>	抗酸化能 ( $\mu$ molTE・100 mL <sup>-1</sup> ) <sup>z</sup>
A樹 外層	6/4	3.8	0.117 (48) <sup>y</sup>	47 (96)	0.85 (82)	66 (96)	100 (94)
	6/7	4.4	0.215 (88)	47 (97)	0.87 (83)	65 (93)	101 (95)
	6/10	7.6 ※ <sup>x</sup>	0.165 (68)	47 (96)	0.94 (90)	63 (91)	98 (92)
	6/13	8.3	0.197 (81)	49 (100)	0.98 (94)	62 (89)	102 (95)
	6/16	8.9	0.243 (100)	47 (95)	1.01 (97)	63 (91)	102 (96)
	6/19	9.8	0.181 (74)	45 (92)	1.04 (100)	62 (90)	100 (93)
	6/22	9.6	0.200 (82)	46 (95)	1.03 (99)	69 (100)	107 (100)
A樹 内層	6/4	1.9	0.136 (64)	43 (81)	0.70 (70)	59 (89)	90 (84)
	6/7	1.6	0.094 (44)	40 (75)	0.74 (74)	58 (89)	95 (89)
	6/10	3.9	0.161 (75)	43 (80)	0.78 (77)	60 (91)	95 (89)
	6/13	4.0	0.144 (67)	46 (87)	0.83 (82)	64 (98)	101 (95)
	6/16	4.0	0.214 (100)	50 (93)	0.78 (77)	63 (97)	106 (99)
	6/19	4.5	0.167 (78)	49 (92)	0.90 (89)	63 (97)	100 (94)
	6/22	6.1	0.172 (80)	49 (91)	0.96 (95)	66 (100)	106 (99)
6/25	9.1 ※	0.184 (86)	53 (100)	1.01 (100)	65 (99)	107 (100)	
B樹 外層	6/4	3.0	0.098 (37)	51 (100)	0.68 (66)	60 (88)	93 (84)
	6/7	3.0	0.175 (65)	45 (87)	0.79 (76)	61 (89)	100 (91)
	6/10	4.0	0.176 (66)	49 (96)	0.87 (83)	64 (93)	102 (93)
	6/13	6.1	0.158 (59)	47 (92)	0.93 (90)	60 (87)	99 (90)
	6/16	6.4	0.267 (100)	48 (94)	0.95 (91)	69 (100)	110 (100)
	6/19	9.0 ※	0.188 (71)	46 (89)	0.98 (94)	62 (90)	105 (95)
	6/22	8.6	0.177 (66)	48 (94)	1.04 (100)	61 (89)	99 (90)
B樹 内層	6/4	1.3	0.122 (64)	40 (72)	0.64 (72)	61 (86)	96 (83)
	6/7	1.3	0.157 (83)	41 (72)	0.70 (79)	65 (91)	102 (88)
	6/10	3.0	0.189 (100)	50 (89)	0.78 (88)	64 (90)	106 (92)
	6/13	4.0	0.154 (81)	51 (91)	0.79 (88)	68 (95)	109 (95)
	6/16	4.3	0.189 (100)	49 (87)	0.79 (89)	67 (94)	113 (98)
	6/19	6.8 ※	0.157 (83)	49 (88)	0.88 (99)	71 (100)	114 (98)
	6/22	5.4	0.164 (87)	53 (95)	0.87 (98)	71 (100)	116 (100)
6/25	7.8	0.166 (88)	56 (100)	0.89 (100)	69 (97)	114 (98)	
C樹 外層	6/4	3.0	0.129 (50)	41 (84)	0.80 (75)	61 (100)	91 (91)
	6/7	3.3	0.155 (60)	46 (94)	0.82 (76)	58 (95)	94 (94)
	6/10	4.8	0.203 (79)	45 (93)	0.98 (92)	61 (100)	99 (99)
	6/13	6.2	0.142 (55)	44 (90)	0.94 (89)	60 (98)	100 (100)
	6/16	8.1 ※	0.257 (100)	49 (100)	0.98 (92)	58 (95)	96 (95)
	6/19	8.9	0.217 (84)	47 (97)	1.07 (100)	55 (90)	89 (89)
	6/22	9.1	0.157 (61)	48 (98)	1.02 (95)	59 (96)	99 (98)
C樹 内層	6/4	1.3	0.206 (100)	44 (80)	0.73 (77)	59 (82)	94 (81)
	6/7	1.4	0.202 (98)	40 (73)	0.71 (75)	58 (81)	92 (79)
	6/10	4.0	0.188 (92)	50 (92)	0.81 (86)	64 (90)	104 (89)
	6/13	4.2	0.168 (82)	51 (92)	0.81 (85)	68 (95)	112 (96)
	6/16	4.2	0.183 (89)	52 (95)	0.83 (87)	67 (94)	114 (98)
	6/19	6.0	0.184 (89)	47 (87)	0.91 (96)	68 (95)	111 (96)
	6/22	6.6 ※	0.199 (97)	52 (96)	0.92 (97)	72 (100)	116 (100)
6/25	8.5	0.149 (72)	55 (100)	0.95 (100)	63 (88)	101 (87)	

<sup>z</sup>CEはクロロゲン酸相当量，TEは $\alpha$ -トコフェロール相当量を示す

<sup>y</sup>()内は各樹の各着果位置でのステージ中の最高値とした相対値

<sup>x</sup>カラーチャート値の※はカラーチャート値が6.5以上となる時期を示す

選定の指標となることが示されたが，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。

そのような中，近年，ニホンスモモ（富田ら，2012，2013），ブドウ（小林ら，2012，2013）などでカラーチャート作成に関する報告が多くなされている。ウメについては種子色に基づくカラー

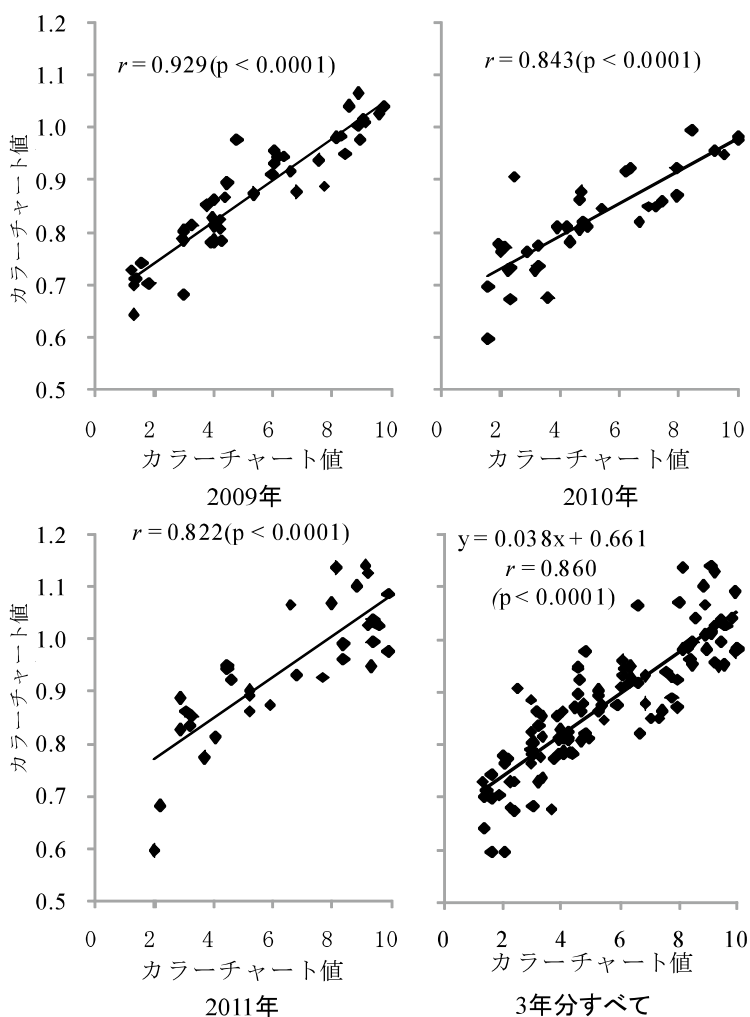
第2表 カラーチャート値が6.5を以上となる時点での各品質項目における各樹, 各着果位置の最高値を100とした相対値

			褐色度	果実重 減少率	クエン酸	ポリフェ ノール	抗酸化能
2010年	A樹	外層	81	85	89	92	93
		内層	100	100	94	100	100
	B樹	外層	100	100	100	100	99
		内層	100	100	100	100	100
	C樹	外層	100	89	97	100	100
		内層	100	93	100	92	93
2011年	A園		100	91	97	88	92
	B園	No.1	94	92	95	84	86
		No.2	97	90	90	93	97
		No.3	100	100	100	90	92
	C園		94	90	94	96	99

チャートの作成が報告されているが(石澤ら, 1995), 果皮色に基づくものは見当たらない. そこで, ‘南高’果実の客観的な収穫基準を設定するために, カラーチャートを作成し, 熟度指標としての適用性を評価するとともに, 梅酒品質を高めるための原料果実の熟度指標としての適用性を検討した.

果梗部で測定したカラーチャート値により, 園地の違いや同じ樹の着果位置の違いによる熟度の差異を判断することができた. また, 果梗部で測定したカラーチャート値は赤道部で測定したレオメータ値との間に各年とも強い負の相関関係が認められた. さらに, 3年分すべての果実について, 果梗部のカラーチャート値を y, 赤道部におけるレオメータ値を x とすると,  $y = -3.777x + 11.60$  ( $r = -0.913, p < 0.0001$ ) の関係式が認められた. よって, カラーチャートは‘南高’果実の熟度を判

別するための指標として利用できるものと考えられた. 一方, 果梗部で測定したカラーチャート値は赤道部で測定した果皮色 b\*値との間に 2009 および 2010 年は強い正の相関関係が見られたが,



第5図 カラーチャート値と梅酒のクエン酸含量との関係  
レオメータ値は赤道部, カラーチャート値は果梗部で測定した(2009年は n = 45, 2010年は n = 36, 2011年は n = 33, 3年分すべては n = 114)

2011年にはみられなかった。その要因の一つとして、2011年は用いた色差計が他の年と異なったことが考えられた。

次に、機能性成分の多い梅酒を製造するための指標について調査したところ、果梗部のカラーチャート値は梅酒中のクエン酸含量との間に各年とも強い正の相関関係が認められた。また、3年分すべての果実について、クエン酸含量を  $y$ 、果梗部のカラーチャート値を  $x$  とすると、 $y = 0.038x + 0.661$  ( $r = -0.860$ ,  $p < 0.0001$ ) の関係式が認められた。よって、‘南高’果実を用いた梅酒中のクエン酸含量の目安になると判断された。さらに、カラーチャート値が 6.5 以上となった時期の果実を用いた梅酒は各品質項目とも高い水準であり、機能性成分などに優れた梅酒づくりの原料選定指標として利用できることと判断された。一方、梅酒のポリフェノール含量および抗酸化能については既報(大江ら, 2007)で、これらが最大となる時期は、レオメータ値が急激に低下し始める時期またはその前後5日の時期であることを報告した。また既報(大江ら, 2013)で、第2共鳴周波数を  $f_2$  (Hz)、第3共鳴周波数を  $f_3$  (Hz)、横径(加振部と受振部を当てた部分の距離)を  $d$  (m) として、弾性指標  $Edf_n$  (硬さの指標) を  $Edf_2 = f_2^2 \cdot d^2$ ,  $Edf_3 = f_3^2 \cdot d^2$  で求めたところ、 $Edf_2$  が 10,000 または  $Edf_3$  が 17,000 を下回った時期の果実は、梅酒のポリフェノール含量および抗酸化能が最大となる時期またはその前後3日の時期であることを報告した。加えて、貫入式硬度計で 2.2 kg を下回った時期の果実は、梅酒のポリフェノール含量および抗酸化能が最大となる時期またはその前後3日の時期であることを報告した。本試験のカラーチャート値が 6.5 以上となった時期は、梅酒のポリフェノール含量および抗酸化能が最大となる時期と一部で大きく異なったが、それ以外の区ではほぼ一致していた。よって、レオメータ値や弾性指標を用いるよりも精度は劣るものの、梅酒のポリフェノール含量および抗酸化能が最大となる時期を判断する簡易な手法として利用できることと判断された。

筆者らは既報(大江ら, 2012b)において、‘南高’果実を用いて製造した梅酒の総デカラクトン ( $\gamma$ -デカラクトンと  $\delta$ -デカラクトンの合計)、酪酸エチルおよび酢酸ブチルの各芳香成分含量とも、原料果実の果実硬度との間には強い負の相関関係が認められ、原料果実の硬度が 0.98 kg より大きい梅酒は、各芳香成分含量がほぼ  $50 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  未満であり、梅酒の芳香成分含量の指標として果実硬度が利用できることを明らかにした。本試験では梅酒の芳香成分を調査していないが、カラーチャート値はレオメータ値との間に強い負の相関関係が認められたことから、芳香成分の多い梅酒製造のための原料選定指標としても利用できることが予想された。しかし、梅酒の芳香成分が多くなる熟度は通常の青果収穫熟度よりも進んでおり、本試験で用いたカラーチャートでは判断できない可能性があり、芳香成分が多い梅酒を製造するための収穫指標には測定部位(赤道部や果頂部)の検討や、より熟度が進んだ果実を対象としたカラーチャートの作成が必要となるかもしれない。

以上のことから、カラーチャートは熟度指標として利用でき、果梗部で測定することによりウメ果実のレオメータ硬度の目安および機能性成分等の多い梅酒を作る原料の指標として利用できることと判断された。

## 摘要

本試験では‘南高’果実のカラーチャートを作成し、熟度指標としての適用性を評価するとともに、梅酒品質を高めるための原料果実の熟度指標としての適用性を検討した。

1. カラーチャート値により採取樹、着果位置および採取時期による熟度の違いを判断することが

できた

2. 果梗部のカラーチャート値と赤道部におけるレオメータ値との間では、2009 および 2010 年の着果位置および採取時期が異なる果実の硬度について、また 2011 年の採取園および採取時期が異なる果実の硬度についても、それぞれ、 $r = -0.925$ ,  $-0.908$  および  $-0.943$  (ともに  $p < 0.0001$ ) の強い負の相関関係が認められた。
3. 各樹の各着果位置それぞれの最高値を 100 とした相対値でカラーチャート値と梅酒品質との関係を 3 年間調査したところ、カラーチャート値が 6.5 以上となる時期の果実を原料とした梅酒は、褐色度の一部を除き、褐色度、果実重減少率、クエン酸含量、ポリフェノール含量、抗酸化能が相対値 81 以上であった。
4. 原料果実のカラーチャート値は梅酒のクエン酸含量との間に、それぞれ、 $r = 0.929$ ,  $0.843$  および  $0.822$  (ともに  $p < 0.0001$ ) の強い正の相関関係が認められ、カラーチャート値はクエン酸含量の目安となることが示された。

これらの結果から、カラーチャート値はウメ果実の硬度の目安に利用でき、機能性成分などの品質に優れた梅酒原料の指標として利用できる可能性が示された。

## 引用文献

- 秋元秀美・櫻井直樹・岩谷真一郎・高橋昌之. 2011. 弾性指標を用いたアボカドのサイズ・硬さ別の食べ頃予測. 園学研. 10 (別 1) : 265.
- 石澤ゆり・京谷英壽・西村幸一・山口正己・垣内典夫. 1995. ウメ収穫期判定のためのカラーチャート. 果樹試報. 28: 15-24.
- 伊藤三郎. 1991. 果実の栄養・食品科学. 果実の食品特性. p. 60-65. 伊藤三郎編. 果実の科学. 朝倉書店. 東京.
- 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期の把握 (第 2 報). 園学研. 12(別 2): 305.
- 大江孝明・桑原あき・根来圭一・山田知史・菅井晴雄. 2006. ウメ‘南高’果実の開花時期、採取時期と果実成分の関係およびそれらを原料として製造した梅酒品質への影響. 園学研. 5: 141-148.
- 大江孝明・桑原あき・根来圭一・山田知史・菅井晴雄. 2007. ウメ‘南高’における梅酒用果実の熟度指標に関する研究. 園学研. 6: 77-83.
- Oe, T., N. Sakurai, K. Negoro, A. Kuwabara, M. Okamuro T. Mitani and M. Hosohira. 2012. Relationships between surface blushing and qualitative components of Japanese apricot (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) ‘Nanko’ fruit. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 81: 11-18.
- 大江孝明・櫻井直樹・岡室美絵子・根来圭一・土田靖久・中西 慶・細平正人. 2012a. 着果位置の違いがウメ‘南高’果実の成熟および機能性成分に及ぼす影響. 園学研. 11: 235-240.
- 大江孝明・櫻井直樹・土田靖久・中西 慶・細平正人. 2013. 携帯型振動硬度計によるウメ‘南高’果実の非破壊硬度測定と高品質梅酒製造への応用. 園学研. 12: 57-65.
- 大江孝明・櫻井直樹・山崎哲弘・奥井弥生・石原紀恵・岡室美絵子・細平正人. 2012b. 高い芳香成



- 分を有する梅酒製造のためのウメ‘南高’果実の熟度指標. 園学研. 11: 515-521.
- 大江孝明・櫻井直樹・山崎哲弘・奥井弥生・石原紀恵・岡室美絵子・中西 慶・土田靖久・細平正人. 2012c. ウメ‘南高’果実の着果位置の違いが梅酒加工品の品質に及ぼす影響. 園学研. 11: 371-378.
- 大畑和也・櫻井直樹. 2011. 携帯型振動硬度計を用いたプルーン果実品質の非破壊測定. 園学研. 10 (別 2) : 297.
- 尾崎嘉彦. 2004. 近畿の地域特産物. 和歌山県. ウメ. p. 245-250. 地域特産物の生理機能・活用便覧. サイエンスフォーラム. 東京.
- 尾崎嘉彦. 2008. ウメの加工と機能性研究. 日食保蔵誌. 34: 283-290.
- Takahashi, M., M. Taniwaki, N. Sakurai, T. Ueno and H. Yakushiji. 2010. Changes in berry firmness of various grape cultivars on vines measured by nondestructive method before and after veraison. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 79: 377-383.
- 田中敬一. 2003. ポリフェノール. 果物でいきいき健康. p. 84. 間苧谷 徹・田中敬一 著. 果物のはたらき. 日園連. 東京.
- Taniwaki, M. and N. Sakurai. 2010. Evaluation of the internal quality of agricultural products using acoustic vibration techniques. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 79: 113-128.
- 戸田吉紀・高野晃一. 2006. 生理的特性. ソルビトール. p. 14-22. 早川幸男編著. 糖アルコールの新知識. 食品化学新聞社. 東京.
- 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. 11(別 2): 310.