

# 農福連携におけるブルーベリー収穫用に考案したカラーチャートの有効性

伊藤史朗 菊地琢磨\* 永井佐采 岡田雅道\*\* 菊池啓一

Effectiveness of using devise color charts for blueberry harvesting in collaboration between agriculture and social welfare

ITOU Fumiaki, KIKUCHI Takuma, NAGAI Saaya, OKADA Masamichi and KIKUCHI Keiichi

## 要 旨

ブルーベリーを収穫する際、適期の見極めが難しいとされている。そこで、果実の熟度判定支援のため、新たに考案したカラーチャートの有効性について調査した。まず、熟度が異なる果実を品種別に収集し、果柄側から撮影した。取得画像は特殊紙に拡大印刷後、携帯性を高める資材を付加した。次に、福祉事業所のパネラー3名にカラーチャートを提供後、未熟果混入率と収穫時間を調査した。その結果、供試品種のうち、‘Maru’ ‘Suziblue’においてはカラーチャートの利用によって収穫物中の未熟果混入率が低下する事例がみられたものの、1果当たりの収穫時間は利用の有無に違いはみられなかった。以上の結果から、作成したカラーチャートの利用はブルーベリーの収穫時において作業速度を低下させることなく果実の熟度判定を支援し作業精度を向上させる効果を確認した。なお、作成後のカラーチャートは色調変化を防ぐため、屋内保管とともに使用期限は6週間以内とする。

キーワード：果実熟度，携帯型カラーチャート，作業速度

## 1. 緒言

愛媛県における2021年産ブルーベリーの収穫量は62.2tであり、そのうち59.7tを市場出荷している(農林水産省, 2024)。市場出荷にあたっては品質上の基準が存在し、基準不適合の場合は流通ができない。なかでも熟度に関して適熟以外の果実混入が基準を超えてみられた場合はロット単位で除外され減収に繋がることから生産者は果実径の果実品質に加えて熟度に対しても留意している。換言すれば未熟果の混入はブルーベリーの生産上、看過できない課題となっている。このように収穫作業の負担は大きく、その要因は複数存在する。一つ目の要因は、同一樹の結果枝内、さらには果房内における果実個々の成熟開始時期が異なる状況が発生する(伴, 2014)ため、生産者は果実単位で熟度を判定しなければならないことである。二つ目の要因は果実の着色進行において品種間差がみられる点である(志村ら, 1986)。

この特性によって全品種に対し同一の果実着色度を提示する収穫法では熟度が不揃いとなりやすいが、作業競合を避けるために品種を複数導入した園地は県内でも相当数存在しているのも事実である。

一方、農業の担い手が不足するなか、農業団体や行政等では多様な組織と連携し、新たな担い手を確保する施策が進められ、その一例として生産者と福祉事業者が連携しながら農業を行う「農福連携」がある(法務省・文部科学省・農林水産省・厚生労働省, 2020)。この取組みの中で複雑かつ高度な農作業であっても工程を分割し各作業を単純化させることで経験値によらず支障なく農作業を実践できた事例がある(愛媛県, 2019)。

以上のことを踏まえ、福祉事業者を含む作業経験の少ない者がブルーベリー栽培へ参入することを想定し、農作業の中でも重要な収穫作業に着目し、携帯型のカラーチャートを新たに考案した。その有効性も検討したので報告する。

\* 現 愛媛県農林水産部農地担い手対策室

\*\* 現 愛媛県果樹研究センター

## 2. 材料および方法

### 2.1 熟度および品種が異なるブルーベリー果実の品質調査（調査1）

ブルーベリーの熟度は出荷組合の出荷基準だけでなく熟練者からも聞き取り調査を行って精度を高めた（表1）。各熟度10果，計60個の果実を5品種（サザンハイブッシュ系統の‘Suziblue’と‘O’Neal’，ノーザンハイブッシュ系統の‘Duke’，ラピッドアイ系統の‘Brightwell’と‘Maru’）について，各果実の果頂側と果柄側の2部位の色調を調査した。なお，供試したブルーベリーの樹齢は18～20年生，栽培方式はバッグカルチャーシステム（杉原，2018），底面給水式ポットを用い，培地はアクアフォーム（オーシャン貿易株式会社）を40L使用した。測定機器は色彩色差計（ミノルタ製

CR-300）を用い，緑～赤色の程度を示すa\*値を記録した。加えて，当該部位の画像もデジタルカメラ（パナソニック製 DMC-LX2）により取得した。

### 2.2 ブルーベリーカラーチャートの作成（調査2）

ブルーベリーの熟度判定を支援するためカラーチャートを品種別に作成した。調査1で取得した画像から果柄側かつ熟度3の画像を選定した。これを縦55mm，横91mmの用紙に拡大印刷した。紙質については光沢等において違いがみられる5種（表2）を供試した。印刷時の背景色は黒として，携帯性を高めるため印刷物の封入と装着を容易とする資材をそれぞれ付加後，カラーチャートの総重量（g）を計測し，使用具合を確認した。

表1 愛媛県内におけるブルーベリーの熟度判定指標

熟度	出荷基準 <sup>2</sup>		果実の特徴	
	適否	用途	果頂側	果柄側
1	適	青果	赤色部なし	赤色部なし
2	適	青果	同上	赤色部が僅かにあり
3	適	青果	同上	赤色部が半分以下の割合で存在
4	適	加工	同上	赤色部が半分以上の割合で存在 ただし、緑色部はなし
5	適	加工	同上	赤色部が半分以上の割合で存在 ただし、緑色部が僅かに存在
6	不適 (未熟)	—	赤色部あり	赤色部が半分以上の割合で存在 ただし、緑色部が半分以下の割合で存在

<sup>2</sup> えひめブルーベリー出荷組合の出荷基準  
妥当性については熟練者に内容確認済み

表2 供試した印刷用紙の規格，製作メーカー及び種類と特徴

No.	規格	メーカー	種類	特徴
1	サンエースR100	日本パルプ商事（株）	再生紙	古紙から再利用
2	サンエース	同上	上質紙	木材等の繊維100%から製作
3	LBP-F1210	コクヨS&T（株）	マット紙	艶消し加工されており、光沢感は抑えめ
4	G3A4100A	富士フイルム（株）	フォト光沢紙	平滑度あり
5	230-0914	セーレン商事（株）	インクジェットクロス	プリンタで印刷できるクロス（布）

### 2.3 ブルーベリーカラーチャートの色調変化 (調査3)

カラーチャートの作成後の経時的な色調変化を調査した。屋内と屋外の保管を設定し、屋内は実験室内（必要に応じて蛍光灯照明を点灯）、屋外は雨と直射日光が直接当たらない長さ2mの軒下とした。供試したカラーチャートは品種‘Maru’、熟度3、部位は果柄側、紙質は表2に示す5種類の各条件で3部ずつとした。色調調査は果実の中央部である果柄痕部を測定対象とし調査機器は調査1に準じ14日間隔で調査した。取得データは印刷直後にあたる0日と各調査日の間においてt検定により1%水準で有意差がみられた時点で色調変化が生じたと判断し、それ以降の調査は終了とした。

### 2.4 ブルーベリーの収穫時におけるカラーチャートの利用効果調査 (調査4)

調査は愛媛県内のNPO法人ベルクリンが運営する就労継続支援A型事業所ハートフルに協力を依頼し、カラーチャート利用の有り無しを調査区とした。収穫作業を行うパネラーは3名を対象とした。各パネラーのブルーベリーに関する収穫経験期間は2020年4月から収穫に従事しており福祉事業所内において比較的経験が少なかった。供試品種は調査1と同じ品種とし、各パネラーに対する供試樹体数は1区1品種につき3樹とした。調査月日は各品種の収穫開始時期に設定し、‘Suziblue’は2020年5月25日、‘O’Neal’は5月29日、‘Duke’は6月5日、‘Brightwell’は6月17日、‘Maru’は7月30日とした。

調査項目は収穫精度を示す未熟果混入数と作業速度を示す1果当たりの収穫時間(秒/果)

とした。また、1果当たりの収穫時間については樹体1本の収穫に要した総時間(秒)と収穫果数から算出した。

## 3. 結果

### 3.1 熟度および品種が異なるブルーベリー果実の品質調査 (調査1)

果実色調の調査結果を表3に示す。果頂側については、全品種において熟度が6から1へと進行するに従ってa\*値の減少がみられた。ただし、‘O’Neal’や‘Duke’のように出荷基準を満たし「適」とされる5から1の熟度において色調変化が少ない品種も存在し、熟度進行に関する特性の違いが確認された。果柄側については、全品種においてすなわち、熟度6から熟するにつれて一時的なa\*値の増加がみられ、熟度が5あるいは4の時点でa\*値が最大となり、その後は減少に転じる傾向を示した。熟度6の果柄側では‘Suziblue’は1.26に対して‘Brightwell’は9.12となり、品種の違いによりa\*値の水準に違いがみられた。

### 3.2 ブルーベリーカラーチャートの作成 (調査2)

果実の果柄側、熟度3と4の画像の印刷物が表裏一体として無色透明のケースに封入した(図1)。カラーチャートを装着する体の部位は、収穫対象となる果実に最も接近させることができ、果実着色度の確認を行いやすい手の甲を想定した。カラーチャートの総重量は約14gとなり、装着および携帯時における作業上の支障はみられなかった。

表3 熟度および品種が異なるブルーベリー果実の色調 (a\*値)

熟度	出荷基準	Suziblue		O’Neal		Duke		Brightwell		Maru	
		果頂側	果柄側	果頂側	果柄側	果頂側	果柄側	果頂側	果柄側	果頂側	果柄側
1	適	0.53	0.95	0.64	2.14	1.00	2.64	2.22	2.36	2.35	0.95
2	適	1.76	3.19	1.10	4.57	1.41	4.92	2.61	3.47	3.09	1.23
3	適	1.64	4.33	1.50	6.21	1.40	8.44	2.96	6.86	6.34	5.50
4	適	3.75	8.67	1.89	9.22	1.49	8.65	4.76	9.19	7.85	7.14
5	適	3.38	7.70	1.91	10.57	1.83	4.77	4.52	10.12	9.56	9.38
6	不適	5.16	1.26	3.94	4.34	2.81	3.00	5.99	9.12	11.68	8.43

反復数は各熟度毎10果

### 3.3 ブルーベリーカラーチャートの色調変化 (調査3)

屋内保管の場合は、色調変化が生じた経過日数では用紙の種類に違いがみられ、最も早く変化したのはマット紙の28日後であり、色調変

化の出現が最も遅かった用紙は再生紙、フォト光沢紙およびインクジェットクロス of 3種であり、56日後であった。屋外の場合は、供試した用紙の全てが28日経過後に変化が生じ、用紙の種類による差異はみられなかった(表4)。



図1 ブルーベリー画像<sup>z</sup>を印刷したカラーチャートの外観および利用例  
<sup>z</sup> 左は品種‘Maru’の熟度3、右は‘Suzible’の熟度4の果柄部を拡大印刷  
 紙質はフォト光沢紙

表4 設置場所および印刷用紙の種類が異なるカラーチャート<sup>z</sup>の経過日数別の色調 (a\*値)

設置場所	経過日数	印刷用紙の種類				
		再生紙	上質紙	マット紙	フォト光沢紙	インクジェットクロス
屋内	0日	2.17	1.64	3.32	3.36	3.90
	14日後	2.43	2.56	3.43	4.30	4.14
	28日後	3.05	2.71	4.27**	5.26	4.59
	42日後	3.05	2.96**		5.43	4.31
	56日後	4.70**			6.43**	5.36**
屋外	0日	2.29	1.69	2.59	3.43	3.93
	14日後	2.92	2.74	3.73	5.64	4.91
	28日後	3.40**	3.77**	4.26**	5.91**	5.85**

<sup>z</sup> 品種‘Maru’の熟度3の果柄側画像を印刷して作成(n=3)

なお、当該果実の実測値はa\*値が5.50(10果の平均)

表中の記号は作成日である0日と各経過日数の間においてt検定による1%水準で有意差あり

なお、有意差がみられた時点で調査は終了

### 3.4 ブルーベリーの収穫時におけるカラーチャートの利用効果調査（調査4）

パネル3名に対して最も見やすいと判断される紙質はフォト光沢紙と回答された。

表5に示すカラーチャート利用の有無がブルーベリーの収穫作業に及ぼす影響について、未熟果混入数においてカラーチャートを利用すると‘Suzible’では、パネルB, Cで、‘Maru’ではパネルAで改善がみられたが、‘Brightwell’では特にパネルA, Bで多くなった。‘O’Neal’と‘Duke’では未熟果の混入自体が少ないなどパネルや品種間で差を生じた。

一方、1果当たりの収穫時間はカラーチャート利用の有無に全パネルならびに全品種において、有意差はみられなかった（表6）。

### 4. 考察

果実の熟度判定にあたっては、果柄側の色調確認が有効との報告がある（北口, 2014）。調査1においても‘O’Neal’や‘Duke’においても同様の傾向であり、果実の熟度判定にあたっては果柄側の色調確認が妥当とされた。

ブルーベリーには栽培品種が数多く存在し（車ら, 2009；伴, 2014）、主要品種も40種以上存在する（公益財団法人中央果実協会, 2006）。今後も収穫作業の競合回避などを理由に新たな品種が園地へ導入が想定され、今回考案したカラーチャートの追加作成は容易で費用も比較的安価とみている。ただし、カラーチャートの作成後は用紙の種類や設置場所によって差異はみられるものの、色調変化が生じる可能性

表5 各パネルにおけるカラーチャート利用の有無とブルーベリーの未熟果の混入

品種	調査項目	各パネルのカラーチャート利用の有無					
		A		B		C	
		無	有	無	有	無	有
Suzible	未熟果混入数	1	0	2	11	0	4
	総収穫果数	32	52	40	99	30	74
O’Neal	未熟果混入数	0	0	0	1	0	0
	総収穫果数	67	47	68	64	58	47
Duke	未熟果混入数	0	0	2	1	0	0
	総収穫果数	39	49	46	50	20	31
Brightwell	未熟果混入数	11	5	10	13	0	0
	総収穫果数	61	58	43	102	42	31
Maru	未熟果混入数	1	4	1	0	0	0
	総収穫果数	68	45	68	58	62	54

表中の値は各品種3樹の平均

表6 各パネルにおけるカラーチャート利用の有無とブルーベリーの1果当たり収穫時間

品種	各パネルのカラーチャート利用の有無					
	A		B		C	
	有	無	有	無	有	無
Suzible	8.6	8.2 <sup>ns</sup>	5.0	3.9 <sup>ns</sup>	7.2	6.4 <sup>ns</sup>
O’Neal	7.1	6.9 <sup>ns</sup>	5.0	4.8 <sup>ns</sup>	4.8	5.1 <sup>ns</sup>
Duke	8.7	7.3 <sup>ns</sup>	4.4	4.7 <sup>ns</sup>	10.9	8.0 <sup>ns</sup>
Brightwell	6.8	5.3 <sup>ns</sup>	4.8	2.9 <sup>ns</sup>	6.5	5.8 <sup>ns</sup>
Maru	3.9	4.7 <sup>ns</sup>	3.2	3.3 <sup>ns</sup>	4.5	5.7 <sup>ns</sup>

表中の値は1果当たりの収穫時間（秒/果）、各品種3樹の平均

表中の記号は、カラーチャート利用の有無の調査区間におけるt検定の統計処理結果、nsは5%水準で有意差なし



図2 品種が異なるブルーベリーの果実着生状況  
左：‘Suziblue’ 中央：‘Maru’ 右：‘Brightwell’

は排除できないため、適正利用を図る観点からは使用期間を作成後6週間までに留め、収穫時の利用以外は屋内で保管することが望ましい。ただし、ブルーベリーの収穫期間は1か月程度の品種が多く、作成年内は更新しなくても良いとみている。

ブルーベリーの未熟果混入数が低下し収穫作業の精度を向上させた結果ではパネラーの作業経験と品種特性の2要因が影響したものと推察された。パネラーによる影響は果実の熟度判定技量に関する差異を指し、‘Suziblue’、‘Brightwell’および‘Maru’の3品種で未熟果混入数にパネラー間の違いが大きいことから確認できた。ただし、今回の調査では各パネラーに対してカラーチャートを提供直後の調査結果であり、本資材の初回利用時の効果として短期的な学習効果を検証した結果となる。杉原(2018)は、農作業には臨機応変な対応が求められる、多くの障がい者は最も苦手とするため、作業内容をできる限り単純化・視覚化する重要性を述べており、今回の事例では果実熟度の視覚化が特定のパネラーの作業精度向上に繋がった。今回の調査で利用効果がみられなかったパネラーでも継続的に利用することで、熟度判定技量が向上する可能性があることから、今後、長期的な利用効果についても検討することが望ましい。

今回、収穫時のカラーチャートの利用によって‘Suziblue’と‘Maru’については未熟果混入数が低下する事例がみられた。その理由は果実着生状況の違いであり、‘Suziblue’と‘Maru’

については果実の果柄側を容易に視認できたが、‘Brightwell’については品種特性により果実同士が密集して結実していたため、果柄側を物理的に視認できなかった可能性を指摘する(図2)。この‘Brightwell’のように果実果柄側の視認性が悪い品種に対しては本資材の利用効果は期待できないため、果実果柄側の視認性が困難な品種群に対する果実熟度の判定には丁寧な事前の教育訓練の実施など別途検討が必要と考える。

一方、カラーチャートの利用によって作業速度の明らかな遅延はみられない結果についてはカラーチャートを収穫対象である果実と最も接近できる手の甲に装着できたことで視線を大きく変えることなく収穫作業が進められたことに起因したとみている。

なお、このカラーチャートについて、パネラーからは「収穫時に注目すべき部位と色調が絞られてわかりやすい」、事業所関係者からは「職員の収穫作業の教育ツールとして役立つ」などの意見を得ている。

最後に、農福連携の取り組みは形態の多様化(小柴・吉田, 2016; 石橋ら, 2018)をみせつつ、その事例数が増加している(農林水産省, 2020; 農林水産省, 厚生労働省, 2020)。地域実情に沿った形態による取り組みが展開され、将来的な労働力不足の解消に繋がりをブルーベリーの生産量が維持されることに期待したい。

## 謝 辞

本調査を実施するにあたり多大なるご協力を頂いた NPO 法人ベルクリンが運営する就労継続支援 A 型事業所ハートフルの関係各位に対して深謝する。

## 引用文献

伴琢也 (2014) : ブルーベリーの品種の変遷と最近の研究動向, 園学研, **13**, 185 - 191.  
車敬愛, 鈴木栄, 石川駿二, 小池洋男, 荻原勲 (2009) : ブルーベリー3種 64品種の東京における果実の成熟と品質特性, 園学研, **8**, 257 - 265.  
愛媛県 (2019) : 農福連携推進マニュアル, 1 - 16.  
法務省・文部科学省・農林水産省・厚生労働省 (2020) : 福祉分野に農作業を ver.8, 1 - 36, <https://www.maff.go.jp/j/nousin/kouryu/attach/pdf/kourei-95.pdf>.  
石橋紀也, 小柴有理江, 吉田行郷 (2018) : 農業分野での障害者就労の推進に向けた地域レベルでの効果的な支援体制の構築, 農業経済研究, **90**, 53 - 58.

北口美代子 (2014) : ブルーベリーの食味や品質が優れる収穫適期と週末に適熟果を多く確保するための収穫間隔, 千葉県庁, <https://www.pref.chiba.lg.jp/ninaite/network/field-h26/kaju-2014-05.html>.  
公益財団法人中央果実協会 (2006) : 特産果樹. 落葉果樹, ブルーベリー, 1 - 27.  
小柴有理江, 吉田行郷 (2016) : 地域における農業分野での障害者就労の支援体制の構築, 農業経済研究, **87**, 412 - 417.  
農林水産省 (2024) : 令和3年産特産果樹生産動態等調査.  
農林水産省 (2020) : 農福連携事例集 (ver.2).  
農林水産省, 厚生労働省 (2020) : はじめよう! 農福連携スタートアップマニュアル (農業者・障害福祉サービス事業所向け), 1 - 29. <https://www.maff.go.jp/j/nousin/kouryu/attach/pdf/kourei-97.pdf>.  
志村勲, 小林幹夫, 石川駿二 (1986) : ブルーベリー果実の発育特性とその品種間差異について, 園学雑, **55** (1), 46 - 50.  
杉原たまえ (2018) : 発達障がい者と共に農村でのちをつくる・つむぐ・つなぐ, 農村生活研究, **61**, 29 - 31.

## Abstract

On harvesting period, the ripeness or unripeness of blueberry fruits was difficult to identify while judging. Therefore, we devised newly color chart to support ripeness judgment. First, harvesting fruits with differential ripeness stage were collected on the several cultivars, and the from the side of peduncle was imaged. The acquired image was enlarged and printed on particularly paper, and then adding a material with portability. Next, after providing a color chart to the three panelists in the collaboration between agriculture and social welfare, an unripeness fruit mixing rate and harvest, among the test cultivars, on 'Maru' and 'Suziblue', there were cases where the mixing rate of unripeness fruits in the harvest were reduced by using the color chart. In addition, there was no difference in the harvesting time per a fruit depending against not using. From these results, we could expect that the use of the devised color chart was fitted for supporting the judgment of fruit ripeness. In addition to the above, we confirmed that the work speed was accuracy without slowing down. We propose that the color chart is stored indoors and the expiration date should be within 6 weeks to prevent the degradation.

Key Words : Fruit ripeness, Portable color chart, Work speed