

# ブルーベリー3品種における収穫労力削減を目的とした房採り収穫の検討

誌名	静岡県農林技術研究所研究報告 = Bulletin of the Shizuoka Research Institute of Agriculture and Forestry
ISSN	18828264
著者名	鈴木,麻友 村上,覚 佐々木,俊之
発行元	静岡県農林技術研究所
巻/号	10号
掲載ページ	p. 37-42
発行年月	2017年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# ブルーベリー3品種における収穫労力削減を目的とした房採り収穫の 検討

鈴木 麻友<sup>1)</sup>・村上 覚<sup>2)</sup>・佐々木 俊之<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> 志太榛原農林事務所,<sup>2)</sup> 果樹研究センター,<sup>3)</sup> 西部農林事務所

## Examination of Cluster Harvesting in Three Varieties of for Harvest Labor Reduction

Mayu Suzuki<sup>1)</sup>, Satoru Murakami<sup>2)</sup> and Toshiyuki Sasaki<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Shida Haibara Agr. and Forest Office.<sup>2)</sup> Fruit Research Center/Shizuoka Res. Int. of Agri. and Forest.<sup>3)</sup> Western Agr. and Forest Office.

### Abstract

Blueberries are harvested by picking each berry by hand, resulting in a large labor burden. Cluster harvesting, wherein clusters of berries are collected in groups, as is done for grapes, may be a viable alternative to reduce harvest labor. We harvested three kinds of blueberry in the present study using this method, and examined the reduction in labor. We found that cluster harvesting shortens the time spent per harvest, but leads to a decrease in yield, possibly due to shedding as harvesting proceeds. The shedding rate varied according to the kind of blueberry harvested. Therefore, it is advisable to select blueberry types that respond well to cluster harvesting. Additionally, uniform maturity of the fruit is advisable to minimize shedding. Of the three kinds of blueberry inspected in this study, 'Brightwell' appeared most suitable. Based on post-shipment reports, it appears that shipping blueberries in grapelike clusters yields good quality.

キーワード: 収穫時間, 収穫方法, 房採り収穫, ブルーベリー

### I 緒言

ブルーベリーはポリフェノール類を多く含んでおり<sup>4)</sup>, 高い抗酸化活性や視覚改善効果を持つとされている<sup>10)</sup>. このため, 消費者ニーズが高く, 国内産果実の需要が高まり, 栽培面積が増加傾向にある<sup>9)</sup>. ブルーベリーの収穫には, 機械利用による収穫と手摘みによる個別収穫で行われている<sup>3)</sup>. 海外では, 生産規模が大きいことから, 機械収穫が主流となっているが, 生産規模の小さな日本国内では, 収穫機械の導入が難しい状況にある<sup>14)</sup>. 手摘み収穫の場合, 1日に収穫できる量は一人当たりで20~30kgが限界であり<sup>5)</sup>, 年間の作業時間に占める収穫労力の割合は72.4%と最も大きい<sup>6)</sup>. このような問題を解決する一策と

して, ブドウのように房ごと収穫する房採り収穫が提案されており, 'ブライトウェル'では収穫労力の71.1%の削減が報告されている<sup>7)</sup>. しかし, 他品種への適用については検討されておらず, 労力削減を左右する品種特性についても明らかになっていない. このため, 本研究では, 日本国内で導入が進んでいるとされる'ミスティ', 'オニール', 'ブライトウェル'の3品種において, 房採り収穫を行い, 収穫労力の削減の検証及び実用化の可能性について検討を行うと共に, 労力削減に影響を及ぼす品種特性について考察した.

## II 材料及び方法

### 1. 房採り収穫が収穫期と作業時間に及ぼす影響 (調査1)

供試材料は、浜松市北区都田町の露地ほ場で栽培された8年生‘ミスティ’、‘オニール’、‘ブライトウェル’を用いた。これまでの研究において、神谷らは、ブルーベリー‘ブライトウェル’における房採り収穫では、果房内の果実が8割着色した時点で収穫を行うことが最適であることを報告した<sup>7)</sup>。このため、神谷らの処理方法に準じ、果実全体が紫色に着色した時点で1果ずつ収穫する方法を個別収穫区、一果房内において、紫色に着色した果実数が8割に達した時点で、果房を収穫する方法を房採り収穫区に設定し、それぞれ5樹ずつ供試した。収穫は、2~3日間隔で果実の着色を確認し、それぞれの処理基準を満たした果実あるいは果房から収穫を行った。また、収穫作業は24歳女性1名が行なった。

調査は、収穫期及び収穫にかかる作業時間について行った。収穫期については、収穫開始日、収穫盛期日、収穫終了日、収穫回数を調査した。収穫開始日は、全収量の2割を収穫し終えた日、収穫盛期日は、全収量の8割を収穫し終えた日、収穫終了日は、全収量を収穫し終えた日とした。収穫回数は、収穫を行った回数とした。

収穫にかかる作業時間は、個別収穫区では、果実を収穫した時間のみ、房採り収穫区では果房ごとに収穫した時間と収穫後に果房から果実をとり外す時間を調整時間とし、その合計を作業時間とした。なお、調整時間には健全果以外の未熟果などを取り外す時間も含めるものとし

た。

### 2. 房採り収穫が収量、脱粒率及び果実品質に及ぼす影響 (調査2)

調査は、収穫期、作業時間、収量性、脱粒性、果実品質について行った。

収量については、収穫した果実の合計を1樹当たりの収量として調査した。また、房採り収穫区では、脱粒率を調査した。収穫前の脱粒率は、果実のついていない果柄数を調査し、算出した。収穫後の脱粒率は、水平振とう機(RIKEN)を使用し、1房ずつ100rpmで1分間振動を与えてから脱粒数を調査し、算出した。果実重は、全重量と総果数から算出した。果実品質は、果実重、糖度、クエン酸含量を調査した。糖度とクエン酸含量は、個別収穫区では、無作為に15果サンプリングし、房採り収穫区では、調査日に収穫した全果実を使用し、調査した。糖度は、デジタル糖度計(DBX-55A, アタゴ)を用いて測定した。クエン酸は、0.1mol/l水酸化ナトリウムに対する滴定量を測定し、算出した。

## III 結果

### 1. 房採り収穫が収穫期と作業時間に及ぼす影響 (調査1)

房採り収穫が収穫期に及ぼす影響を表1に示した。

房採り収穫することにより、収穫開始日、収穫盛期日、収穫終了日に有意な差がなかった。収穫期間は、房採り収穫が個別収穫より短くなった。特に、‘オニール’は収穫期間がおよそ1/2になった。収穫回数は、房採り収穫するこ

表1 房採り収穫がブルーベリー3品種の収穫期に及ぼす影響

品種	収穫方法	収穫開始日 <sup>3)</sup>	収穫盛期日 <sup>4)</sup>	収穫終了日 <sup>5)</sup>	収穫期間 <sup>6)</sup>	収穫回数 <sup>7)</sup>
ミスティ	房採り収穫	6月15日 <sup>2)</sup>	7月7日	7月30日	45.2 b	13.4 b
	個別収穫	6月9日	7月7日	8月5日	57.0 a	19.6 a
オニール	房採り収穫	6月10日	6月15日	6月22日	12.6 b	5.4 b
	個別収穫	6月2日	6月12日	7月7日	35.2 a	10.8 a
ブライトウェル	房採り収穫	7月16日	7月24日	7月31日	15.4 b	6.6 b
	個別収穫	7月9日	7月21日	8月3日	26.8 a	11.0 a
平均	ミスティ	6月12日 b	7月6日 b	8月2日 a	51.1 a	16.5 a
	オニール	6月6日 c	6月13日 c	6月30日 b	23.9 b	8.1 b
	ブライトウェル	7月12日 a	7月22日 a	8月2日 a	21.1 b	8.8 b
平均	房採り収穫	6月23日	7月5日	7月18日	24.4 a	8.5 a
	個別収穫	6月16日	7月2日	7月26日	39.7 b	13.8 b
有意性 <sup>1)</sup>	品種(A)	**	**	**	**	**
	収穫方法(B)	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
	A×B	n.s.	n.s.	n.s.	**	**

<sup>1)</sup>\*\*は1%、\*は5%有意差あり、n.s.は有意差なし

<sup>2)</sup>Tukey検定により、同一符号間に有意水準5%で有意差なし

<sup>3)</sup>全収量の2割を収穫した日、

<sup>4)</sup>全収量の8割を収穫した日、

<sup>5)</sup>全収量を収穫し終えた日、

<sup>6)</sup>収穫を開始してから収穫を終えた日までに収穫を行った期間

<sup>7)</sup>収穫を開始してから収穫を終えた日までに収穫を行った回数

表2 房採り収穫がブルーベリー3品種の果実1kgあたりの作業時間に及ぼす影響

品種	収穫方法	収穫時間 <sup>3)</sup>	調整時間 <sup>4)</sup>	合計
ミスティ	房採り収穫	17分21秒	14分31秒	31分52秒
	個別収穫	31分57秒	-	31分57秒
オニール	房採り収穫	14分44秒	10分55秒	25分39秒
	個別収穫	21分25秒	-	21分25秒
ブライトウェル	房採り収穫	7分50秒	10分13秒	18分3秒
	個別収穫	24分9秒	-	23分45秒
平均	ミスティ	24分37秒 a	14分31秒 a	31分50秒 a
	オニール	18分4秒 ab	10分55秒 b	28分41秒 a
	ブライトウェル	15分47秒 b	10分55秒 b	20分53秒 b
平均	房採り収穫	13分16秒	-	25分42秒
	個別収穫	25分7秒	-	25分8秒
有意性 <sup>1)</sup>	品種(A)	*	**	**
	収穫方法(B)	**	-	n.s.
	A×B	n.s.	-	n.s.

<sup>1)</sup>\*\*は1%、\*は5%で有意性あり、n.s.は5%水準で優位性なし

<sup>2)</sup>Tukey検定により、同一符号間に有意水準5%で有意差なし

<sup>3)</sup>個別収穫は果実を1果実ずつ収穫した時間、房採り収穫は房ごと収穫した時間

<sup>4)</sup>房から果実を分離する時間

表3 房採り収穫がブルーベリー3品種の1樹当たりの収量に及ぼす影響

品種	収穫方法	収量(g)	房数/株
ミスティ	房採り収穫	1361.7 b <sup>2)</sup> (39) <sup>3)</sup>	111.8
	個別収穫	3506.7a(100)	-
オニール	房採り収穫	833.2 a(63)	61.8
	個別収穫	1317.8 a(100)	-
ブライトウェル	房採り収穫	1046.1 a(64)	96.0
	個別収穫	1647.3 a(100)	-
平均	ミスティ	2436.1	111.8 a
	オニール	1075.5	61.8 b
	ブライトウェル	1346.7	96.0 a
平均	房採り収穫	1081.7	-
	個別収穫	2157.2	-
有意性 <sup>1)</sup>	品種(A)	**	**
	収穫方法(B)	**	-
	A×B	**	-

<sup>1)</sup>\*\*は1%で有意差あり、n.s.は5%水準で有意差なし

<sup>2)</sup>Tukey検定により、同一符号間に有意水準5%で有意差なし

<sup>3)</sup>( )内の数値は、個別収穫を100とした割合

とにより、およそ 2/3 回に短縮された。また、品種別では、収穫期間の短い‘オニール’、‘ブライトウェル’で収穫回数が少なく、およそ半分になった。

果実 1kg 当たりの収穫調査・調整に係る作業時間については、表 2 に示した。収穫にかかった合計時間を各処理方法で比較すると、1 kg 当たりの収穫時間は、房採り収穫することにより短縮された。個別収穫ではミスティが 32 分、オニールが 21 分、ブライトウェルが 24 分かかった。一

方、房採り収穫では、ミスティでは 1kg 当たりの収穫時間は個別収穫と比較し、ミスティで 1/2、オニールで 2/3、ブライトウェルで 1/3 程度に短縮された。特に、‘ブライトウェル’では‘ミスティ’、‘オニール’の収穫時間と比べて短い傾向にあり、調整時間を入れた合計の作業時間が短縮された。また、‘オニール’では収穫時間に調整時間を入れると、その作業時間が個別収穫より 5 分程度長い傾向にあった。

について、表6に示した。果実重は房採り収穫すること

表4 房採り収穫がブルーベリー3品種の脱粒率に及ぼす影響

品種	収穫前の脱粒率(%) <sup>3)</sup>	収穫後の脱粒率(%) <sup>3)</sup>	合計
ミスティ	17.7 a <sup>2)</sup>	11.7 a	29.4 a
オニール	17.5 a	8.6 a	26.1 a
ブライトウェル	18.4 a	7.0 a	25.4 a
t検定 <sup>1)</sup>	n.s.	n.s.	n.s.

<sup>1)</sup>n.s.は5%水準で有意差なし

<sup>2)</sup>収穫前の脱粒率=果実のついていない果柄数/(果実のついていない果柄数+全果実数)×100

<sup>3)</sup>収穫後の脱粒率=脱粒数/(果実のついていない果柄数+全果実数)×100

表5 房採り収穫による未熟果混入率

品種	未熟果混入率(%) <sup>1)</sup>
ミスティ	22.0
オニール	17.3
ブライトウェル	16.5

<sup>1)</sup>成熟果よりも小さく、円形でない果実

## 2. 房採り収穫が収量、脱粒率及び果実品質に及ぼす影響(調査2)

1 樹当たりの収量については、表3に示した。収量については房採り収穫により、減少した。特に、3品種の中で最も収量が多い‘ミスティ’の房採り収穫区で明らかに減少し、‘オニール’、‘ブライトウェル’においても減少傾向にあり、その減少程度は品種により差があることが示された。この一要因として、房採り収穫区の脱粒が考えられたため、脱粒性についても調査した(表4)。その結果、房採り収穫区では、8割着色で収穫する前とその後で脱粒することが確認された。さらに、房採り収穫区では16.5~22.0%の割合で未熟果が含まれることが確認された(表5)。

房採り収穫が3品種の果実品質に及ぼす影響に

により、有意な差がなかった。糖度は房採り収穫区で高かった。特に、‘ミスティ’、‘オニール’では房採り収穫区で高くなった。クエン酸含量は房採り収穫区で低かった。特に、‘オニール’、‘ブライトウェル’では房採り収穫区で低くなった。

## IV 考察

房採り収穫では、収穫開始日、収穫盛期日、収穫終了日に有意な差がなかった。しかし、3品種ともに、果房内の果実が8割着色に達してから収穫するため、収穫開始日、収穫盛期日が遅くなり、収穫終了日が早くなる傾向にあった。そのため、収穫期間が短縮され、収穫回数も減り、作業日数の短縮が可能であると考えられる。また、1樹当たりの収穫時間においても、3品種ともに、房採り収穫することで1/3~1/2に短縮されたことから、房採り収穫することにより、収穫労力の削減が可能であることが示唆された。これまでの研究において、中玉トマト‘カンパリ’では、房採り収穫することで、収穫作業の省力化が確認されている<sup>12)</sup>。本研究においても、収穫作業の時間短縮が認められた。

表6 房採り収穫がブルーベリー3品種に及ぼす影響

品種	収穫方法	果実重(g)	糖(Brix)	クエン酸含量(%)
ミスティ	房採り収穫	1.2 <sup>2)</sup>	13.1 a	0.16 a
	個別収穫	1.0	11.8 b	0.17 a
オニール	房採り収穫	2.1	14.0 a	0.19 b
	個別収穫	1.5	10.8 b	0.36 a
ブライトウェル	房採り収穫	1.4	14.9 a	0.17 b
	個別収穫	1.4	14.3 a	0.24 a
平均	ミスティ	1.1 c	12.5 b	0.17 b
	オニール	1.8 a	12.4 b	0.28 a
	ブライトウェル	1.4 b	14.6 a	0.19 b
平均	房採り収穫	1.5	14.0 a	0.17
	個別収穫	1.3	12.3 b	0.25
有意性 <sup>1)</sup>	品種(A)	**	**	**
	収穫方法(B)	n.s.	**	**
	A×B	n.s.	**	**

<sup>1)</sup>\*\*は1%水準で有意差あり、\*は5%水準で有意差あり、n.s.は5%水準で有意差なし

<sup>2)</sup>Tukey検定により、同一符号間に有意水準5%で有意差なし

め、新しい収穫方法としての可能性が考えられる。

房採り収穫の収量性については、3品種ともに収量の減少が確認されたが、その減少程度は品種によって差があった。収量が減少した原因の一つとして、房採り収穫では未熟果も収穫していること、収穫するまでに果実が脱粒することが原因であると考えられた。さらに、収穫した後も脱粒することが確認された。これらの脱粒は、収穫期の果房内における果実の成熟度にばらつきがあるため、先に成熟した果実が落果していると考えられる。ブルーベリーの花房内の個々の花は徐々に咲くため、開花期間は2~3週間かかる。この開花期のずれが収穫期のずれとなり、果房内の各果実の成熟が揃いにくくなっている<sup>1)</sup>。果房内で果実の着色にばらつきが生じたと考えられる。そのため、房採り収穫を行うには、果房内の果実の生育を均一に成熟させる対策を検討する必要がある。対策の一つとして、植物生長調整剤の利用が考えられる。ミニトマトの房採り収穫では、エスレルを利用し、果房内の果実を均一に熟成させる技術が示されている<sup>10)</sup>。ブルーベリーにおいても、同様の技術が利用できるか検討する必要があると考える。また、本実験で行った3品種には脱粒率による差がなかったが小林らの報告では果実と果柄の着色強度が異なるため、品種で脱粒のしやすさが異なることが示唆されている<sup>8)</sup>。このため、房採り収穫においては、着色後の果実の脱粒のしにくさは、果房内の着色割合を増やし、収量の減少率を減らすために重要な品質であると考えられた。さらに、これまで、果実の果柄痕の小さな品種は日持ち性に優れるといわれている<sup>2)</sup>。果柄痕が大きいと収穫直後から果汁が出るため、カビの発生や水分の損失が起こるので<sup>11)</sup>、個別収穫では容易に離脱する特性が好まれる。しかし、房採り収穫では果柄に長く着生していることが望ましく、果実と果柄との着生が強い特性を持った品種が適していると考えられる。

房採り収穫における効果は、本研究で調査した3品種で異なり、品種間差があると考えられる。特に、‘ブライトウェル’では‘ミスティ’、‘オニール’の収穫時間と比較し、大幅に短縮された。これは、‘ブライトウェル’は他2品種よりも果房内の果実の着色が揃いやすく、8割着色の判断がしやすかったためと考える。また、脱粒等による収量の減少が最も低いことや調整時間を入れても、作業時間が24.0%短縮されるため、本研究の中では、‘ブライトウェル’が房採り収穫を行うのに最も適していると考えられる。

房採り収穫した果実の品質においては、品種による差が認められたが、果実重は大きくなる傾向にあった。また、糖度は個別収穫より高く、クエン酸含量は低くなった。

このことから、房採り収穫した果実は、成熟が進んでいると思われる。また、果実の外観品質について、小林ら<sup>8)</sup>は、‘スパータン’‘ブルークロープ’、‘ダロー’、‘ディクシー’の4品種において、個別収穫区と房採り収穫区における保存前後の果実品質の比較を行い、房採り収穫における特性を調査した。その結果、房採り収穫した果実は、果重がやや小さく、果実硬度、糖度、クエン酸含量のばらつきが個別収穫に比べて、大きい傾向を示したが、それらの収穫保存後の果実サイズの減少率は小さく、果実表面の萎縮も少ないことから外観的品質がよいとされている<sup>8)</sup>。このことより、外観的な品質が良いことから、房採り収穫した果実は、幅広く利用できるのではないかと考えられる。当初、房採り収穫された果実は、現状通りの粒での出荷を考えていた。しかし、果実の着生が強い品種を選択すれば、ブドウのような房での出荷も検討できると考えられる。房ごとの出荷であれば、本研究のように房から果実を取り外す調整時間を必要とせず、特に、ブライトウェルであれば、収穫する時間のみであるため、1/3の収穫時間となる。一方、収量の減少が課題となるが、植物生長調整剤を活用し、房内の果実の生育を均一にさせることで、混入していた未熟果16.5%を肥大促進し、健全果や早期に脱粒した果実との着色のばらつきを減らす。あるいは、果実の生育が均一である品種を選択すれば、房採り収穫技術の導入が可能であると考えられる。また、加工原料としても、搾汁を目的とする場合は、房ごと加工できる方法の開発により作業時間の短縮が期待できる。

本研究では、収穫労力の削減を目的とし、3品種ともに収穫時間が短縮されることを確認できた。しかし、房採り収穫は調整時間を含めた場合、‘オニール’では、作業時間が個別収穫より上回った。また、房採り収穫では、果房内の果実が8割着色するまで収穫を行わないため、先に着色した果実が脱粒したり、未熟果も収穫しているため、収量が減少した。房採り収穫は、収穫時間の短縮効果や品種間の脱粒率があったことから、適した品種を選択する必要があると考えられた。

本研究で考えられる房採り収穫に適した品種の条件は、果房内の開花が揃っていて果実が一斉に成熟すること、成熟が進んでも脱粒しにくいことが必要であると考えられた。

本研究で用いた3品種の中では、収穫時間の短縮効果がもっとも高く、収量の減少率や脱粒率も他2品種よりも低かった‘ブライトウェル’が房採り収穫に最も適していると考えられる。

## V 摘要

国内におけるブルーベリーの収穫は、一果ずつ手摘みで行っているため、収穫労力の負担が大きい。そこで、本研究ではブルーベリー3品種について、房採り収穫を行い、その収穫労力削減の検証を行った。その結果、いずれの品種も房採り収穫を行うことにより、収穫時間及び収穫回数短縮が認められたが、収量が減少する傾向にあった。その原因として、房ごと収穫する前と後に脱粒してしまうことが考えられた。そのため、房採り収穫には、適した品種を選択する必要がある。房採り収穫に適した品種としては、果房内の果実の成熟が均一であること、果実と果柄との着生強度が強く、脱粒しにくいことが挙げられた。本研究で検証した3品種の中では、「ブライトウエル」が適していると考えられた。また、果実サイズの減少や果皮表面の萎縮が少なく、外観的な品質が良いという報告があることから、1粒ずつの出荷だけでなく、ブドウのように房ごと出荷できることが期待される。

## 謝辞

本稿をまとめる当たり、ご協力いただいた果樹研究センター、編集委員の皆様には厚くお礼申し上げます。

## 引用文献

- 1)車 敬愛・堀内尚美・鈴木 栄・萩原 勲 (2009) : ブルーベリー果実品質に及ぼす収穫時期および成熟時期の影響. 園学研,8(別 2)417.
- 2)Cline,W.O.(1996) : Postharvest infection of highbush blueberries following contact with infected surfaces. HortScience,31, 981~983.
- 3)Eck,P.(1988):Blueberryscience. Rutgers Univ. Press, N. J,p200~203.
- 4)石川駿二・岩垣駿夫(2005) : ブルーベリーの栽培. 誠文堂新光社, p150.
- 5)石川俊二・小池洋男(1985) : ブルーベリーの作り方. 農山村漁村文化協会,p33~36.
- 6)岩垣駿夫・石川駿二(1985) : ブルーベリーの栽培. 誠文堂新光社, P120 .
- 7)神谷健太・村上覚・佐々木俊之(2013):収穫労力削減を目的としたブルーベリー“ブライトウエル”における房採り収穫の検討. 園学研,8(別 2)417.
- 8)小林幹夫・堀内尚美・大村正敏・車敬愛・萩原勲 (2011) : ブルーベリー4品種における個別収穫および房どり収穫した果実の品質比較.Hort10(4),507~511.
- 9)間苧谷 徹・小野裕幸・木原武士・仙台谷峰彦・宇田川美代子(2006a):特産果樹. 日本果樹種苗協会,p223.
- 10)間苧谷 徹・小野裕幸・木原武士・仙台谷峰彦・宇田川美代子(2006b):特産果樹. 日本果樹種苗協会,p270.
- 11)本居聡子(2005) : ブルーベリーの鮮度保持技術. 果実日本, 60,32~35.
- 12)大久保進一・長尾明宣(2009) : 中玉トマト「カンパリ」の房どり収穫が収量性、果実品質および作業省力性に及ぼす影響. 北海道立農試集報, 93,61~66.
- 13)太田勝巳・伊藤憲弘・細木高志・遠藤浩司 (1992) : エスレルおよびアブシジン酸処理によるミニトマト房どり法について. 園学研, 61(1)49~53.
- 14)山岸主門・伊藤憲弘・武田久男・廣瀬佳彦 (2002):旧枝で振動させた場合のブルーベリー果実の離脱状況. 農作業研究, 37(3),169~176.