研究論文

ミニトマトのへたの有無が収穫作業時間に及ぼす影響

藤崎涼香*・堤 淑貴**・高橋賢人*・元木 悟*

* 明治大学農学部, ** 明治大学大学院農学研究科

Effects of Presence or Absence of Calyx on Harvesting Time of Cherry Tomato

Ryoka FUJISAKI*, Yoshitaka TSUTSUMI**, Masato TAKAHASHI* and Satoru MOTOKI*

* Faculty of Agriculture, Meiji University

** Graduate School of Agriculture, Meiji University

ミニトマトは、大玉トマトに比べて収穫作業に多大な時間を要することから、収穫労力の省力化および軽作業化が望まれている。生食用ミニトマトでは、省力収穫特性であるへた離れ性および果柄の離脱性に品種間差異が認められていることから、ミニトマトにおけるへたの有無が収穫作業時間に及ぼす影響を検討した。その結果、へたなし収穫の収穫作業時間は、へたあり収穫と同等か有意に短かった。また、へたあり収穫の収穫作業時間は、縦横比が小さい‘ロッソナポリタン’および‘アイコ’では長くなる可能性が認められた。以上の結果から、ミニトマトにおけるへたなし収穫により、収穫労力を省力化および軽作業化できることが示唆された。

キーワード：果柄の離脱性、省力化、へたなし収穫、へた離れ性

1. 緒言

トマト (*Solanum lycopersicum* L.) は、南アメリカのアンデス山脈高原地帯を原産とするナス科ナス属の多年生植物であり、リコペンなどの栄養素を豊富に含む果菜類である (農畜産業振興機構 2017)。トマトを用途別に分類すると、生食用および加工用に分けられ、さらに生食用は、果実の大きさ、品種および栽培方法の違いにより、大玉、中玉およびミニに分類される (糠谷 2014)。農業取締法上、ミニトマトとトマト (大玉および中玉) は、適用農薬に違いが設定されている (農林水産消費安全技術センター 2020)。ミニトマトは、大玉トマトに比べて着果数がきわめて多く、1 果房

当たり 20~30 果あるいはそれ以上の果実が着果する (元木 2013)。しかし、収穫作業は、通常 1 果ずつ果実の成熟度を判断し、手作業によって行われるため、作業時間全体に占める収穫作業時間の割合が高く、ミニトマトの生産者にとって多大な負担となっている。そのため、収穫作業の省力および軽作業化を図ることが生産拡大のための重要な課題となっている (元木ら 1996a, b, 太田ら 1992)。

その解決法の 1 つとして、省力収穫である房どり収穫およびへたなし収穫が挙げられる (黒崎ら 2012, 元木 2013, 元木ら 1996c, 大森ら 2015, 高橋ら 2019)。樋口ら (2015) は、生食用のミニおよび中玉トマト数品種について、省力収穫特性であるへた離れ性および果柄の離脱性 (元木ら 1996a) を測定し、品種間差異および果実形質間に差があることを報告した。伊藤ら (1977) は、加工用トマトの省力および機械収穫向き品種の選抜において、果実の横径がへた離れ性を評価する指標の 1 つになることを報告している。レモンでは、へたを付けない引きもぎ収穫により、収穫作業時

2020 年 3 月 13 日受付

2020 年 11 月 13 日受理

Corresponding author

元木 悟 Satoru MOTOKI

〒214-8571 神奈川県川崎市多摩区東三田 1-1-1

1-1-1 Higashimita, Tama-ku, Kawasaki-city, Kanagawa, Japan

E-mail : motoki@meiji.ac.jp

間を3割程度削減できることが報告されている(赤阪・竹岡 2016)。また、生食用中玉トマト品種‘カンパリ’では、房どり収穫法を行うことにより、収穫作業時間が従来のへたを付けた個どり収穫に比べて7割程度削減できることが報告されている(大久保・長尾 2009)。しかし、生食用ミニトマトにおけるへたの有無が収穫作業時間に及ぼす影響について検討した報告は見当たらない。

そこで本研究では、ミニトマトのへたの有無が収穫作業時間に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、果形の異なるミニトマトについて、2017年に4品種、2018および2019年に6品種を供試し、収穫時におけるへたの有無による収穫作業時間、省力収穫特性であるへた離れ性および果柄の離脱性と果実特性との関係について検討した。

2. 材料および方法

1) 実験条件

供試ミニトマトは、明治大学生田キャンパス内の雨除けパイプハウス(神奈川県川崎市、標高65 m)で栽培した。果実の形状によって品種を分類するため、果形指数を横径/縦径で算出し、既報(伊藤ら 1977)を参考に、丸・偏円形および洋ナシ形に分類した。農林水産省の農林水産植物種類別審査基準(案を含む)のトマト種審査基準では、縦断面の果形を観察により1(扁平)~9(洋なし形)に分類しているが(農林水産省品種登録ホームページ 2020)、収穫作業時間との比較のため、果形を数値で示す必要があり、本研究では、果実の横径および縦径を実際に計測し、既報(樋口ら 2015; 伊藤ら 1977; 高橋ら 2019)で公表済みの方法に合わせ、丸・偏円形および洋ナシ形に分類した。供試品種には、2017年では、丸・偏円形が‘千果’(タキイ種苗)および‘ミニキャロル’(サカタのタネ)の2品種、洋ナシ形が‘アイコ’(サカタのタネ)および‘ロッソナポリタン’(バイオニアエコサイエンス)の2品種(計4品種)、2018および2019年では、2017年に供試した品種に丸・偏円形の‘キャロル7’(サカタのタネ)および‘サンチェリーピュア’(トキタ種苗)を加えた計6品種を用いた。

2017年4月6日、2018年3月20日および2019年4月8日に播種し、育苗したポット苗を2017年5月22日、2018年5月18日および2019年6月7日に定植した。定植時の苗の生育段階

は、2017および2018年が第1花房開花期、2019年が第2花房開花期であった。栽培は、主枝1本仕立てとし、畝幅180 cm、株間40 cm、ベッド幅80 cmの2条植えとした。施肥は、基肥として $N:P_2O_5:K_2O = 15:15:15 \text{ kg} \cdot 10 \text{ a}^{-1}$ を定植前に施用し、追肥として $N:P_2O_5:K_2O = 4:4:4 \text{ kg} \cdot 10 \text{ a}^{-1}$ を7月中旬に施用した。2017および2019年は、第9花房開花時に第8花房の上位2葉、2018年は、第11花房開花時に第10花房の上位2葉を残して摘心した。その他の栽培管理は、神奈川県慣行(神奈川県環境農政部農業振興課 2010)に準じた。

2) 調査項目および方法

実験は、2017年8月8日、2018年8月23日および2019年8月31日に行った。へたを付ける収穫(以下、へたあり収穫)およびへたを付けない収穫(以下、へたなし収穫)のそれぞれに要する時間を計測した。被験者は、ミニトマトの収穫作業に熟練した身長163 cm、体重60 kgの50代男性とした。収穫作業時間は、被験者が収穫適期のミニトマトを2017年が30果、2018および2019年が20果収穫するのに要する作業時間を1反復とし、それぞれ3反復分を分析した。収穫速度は、前述の収穫作業時間を1果当たりに換算した時間とした。また、収穫作業時間とへた離れ性(へたの付着力)および果柄の離脱性(果柄の付着力)との関係性を調べるため、樋口ら(2015)の方法に準じ、小型卓上試験機(EZ-SX、島津製作所)を用い、第5果房の完熟期の果実におけるへたおよび果柄の付着力の調査を行った。さらに、収穫作業時間と果実特性との関係性を調べるため、第5果房の完熟期の果実における果実特性を調査した。調査項目は、果実の重量、横径、縦径およびへた痕の直径とした。2018および2019年では、上記の調査項目に、新たにロス率を加えた。なお、横径は、果実の赤道面周辺の最大横径を計測し、へた痕は、離層の部分の直径を計測した。ロス率は、すべての収穫果のうち、へたあり収穫時にへたがとれた果実、あるいは、へたなし収穫時にへたが付いたまま収穫された果実の割合とした。

3. 結果および考察

収穫速度について、調査年、品種およびへたの有無に関する三元配置分散分析結果(2017-2019

表1 収穫速度について、調査年、品種およびへたの有無に関する三元配置分散分析結果（2017–2019年）

調査項目	調査年 (A)	品種 ^z (B)	へたの有無 (C)	A × B ^x	A × C	B × C	A × B × C
収穫速度	n.s. ^y	**	**	n.s.	n.s.	**	n.s.

^z 2017–2019年に供試した4品種（丸・偏円形が‘千果’および‘ミニキャロル’、洋ナシ形が‘アイコ’および‘ロッソナポリタン’）を示す。

^y **は1%水準で有意差あり、n.s.は有意差なしを示す。

^x 交互作用を示す。

表2 収穫速度について、調査年、品種およびへたの有無に関する三元配置分散分析結果（2018–2019年）

調査項目	調査年 (A)	品種 ^z (B)	へたの有無 (C)	A × B ^x	A × C	B × C	A × B × C
収穫速度	n.s. ^y	**	**	n.s.	n.s.	**	n.s.

^z 2018–2019年に供試した6品種（丸・偏円形が‘千果’、‘ミニキャロル’、‘キャロル7’および‘サンチェリーピュア’、洋ナシ形が‘アイコ’および‘ロッソナポリタン’）を示す。

^y **は1%水準で有意差あり、n.s.は有意差なしを示す。

^x 交互作用を示す。

表3 ミニトマトのへたの有無が収穫作業時間に及ぼす影響

調査年	へた	丸・偏円形				洋ナシ形	
		千果	ミニキャロル	キャロル7	サンチェリーピュア	アイコ	ロッソナポリタン
2017	あり	42.3 ± 2.0 ^a b ^y	42.4 ± 4.6 b	–	–	76.7 ± 5.4 a	70.2 ± 8.5 a
	なし	23.0 ± 0.4 ab	29.7 ± 1.9 a	–	–	16.5 ± 0.7 b	18.7 ± 3.3 b
	有意差 ^x	**	n.s.	–	–	**	**
2018	あり	39.8 ± 4.0 ab	23.5 ± 1.3 ab	29.4 ± 5.1 ab	19.2 ± 1.1 b	49.3 ± 7.7 a	47.8 ± 10.3 a
	なし	18.2 ± 1.6 n.s.	15.4 ± 0.9 n.s.	19.4 ± 5.7 n.s.	14.1 ± 2.3 n.s.	14.6 ± 3.4 n.s.	11.0 ± 1.2 n.s.
	有意差	**	**	n.s.	n.s.	*	*
2019	あり	23.3 ± 1.5 b	27.8 ± 1.7 ab	23.1 ± 2.1 b	27.7 ± 7.0 ab	48.5 ± 7.7 a	50.3 ± 6.6 a
	なし	15.7 ± 1.5 abc	22.8 ± 1.4 a	19.7 ± 1.7 ab	17.7 ± 2.6 ab	14.5 ± 0.6 bc	9.9 ± 0.7 c
	有意差	*	n.s.	n.s.	n.s.	*	**

^z 2017年は30果、2018および2019年は20果収穫した作業時間の平均値 ± 標準誤差を示す（n=3）。

^y Tukeyの多重比較検定により、異符号間に5%水準で有意差あり、n.s.は有意差なしを示す。

^x t検定により、**は1%、*は5%水準で有意差あり、n.s.は有意差なしを示す。

年）を表1に示した。2017、2018および2019年の3年間を通して供試した4品種において、三元配置分散分析を行ったところ、調査年には有意性が認められなかったものの、品種およびへたの有無では、1%水準で有意性が認められた。交互作用は、調査年をA、品種をB、へたの有無をCとすると、B × Cの組合せで、有意性が認められた。

収穫速度について、調査年、品種およびへたの有無に関する三元配置分散分析結果（2018–2019年）を表2に示した。2018および2019年の2年

間に供試した6品種において、三元配置分散分析を行ったところ、調査年には有意性が認められなかったものの、品種およびへたの有無では、1%水準で有意性が認められた。交互作用は、調査年をA、品種をB、へたの有無をCとすると、B × Cの組合せで、有意性が認められた。

ミニトマトのへたの有無が収穫作業時間に及ぼす影響を表3に示した。2017年は、丸・偏円形の‘ミニキャロル’を除く3品種において、へたなし収穫がへたあり収穫に比べて有意に短かっ

た。‘ミニキャロル’では、有意差は認められなかったものの、へたなし収穫がへたあり収穫に比べて短い傾向であった。また、へたあり収穫では、‘アイコ’が76.7秒と最も長く、‘千果’が42.3秒と最も短かった。‘アイコ’および‘ロッソナポリタン’の収穫作業時間は、‘千果’および‘ミニキャロル’に比べて有意に長かった。一方、へたなし収穫では、‘ミニキャロル’が29.7秒と最も長く、‘アイコ’が16.5秒と最も短かった。‘アイコ’および‘ロッソナポリタン’の収穫作業時間は、‘ミニキャロル’に比べて有意に短かった。へたなし収穫の収穫作業時間は、へたあり収穫に比べて‘千果’で46%、‘ミニキャロル’で30%、‘アイコ’で78%、‘ロッソナポリタン’で73%削減できた。2018年は、丸・偏円形の‘キャロル7’および‘サンチェリーピュア’を除く丸・偏円形2品種および洋ナシ形2品種の計4品種において、へたなし収穫がへたあり収穫に比べて有意に短かった。‘キャロル7’および‘サンチェリーピュア’では、有意差は認められなかったものの、へたなし収穫がへたあり収穫に比べて短い傾向であった。また、へたあり収穫では、‘アイコ’が49.3秒と最も長く、‘サンチェリーピュア’が19.2秒と最も短かった。‘アイコ’および‘ロッソナポリタン’の収穫作業時間は、‘サンチェリーピュア’に比べて有意に長かった。一方、へたなし収穫では、品種間に有意差は認められなかったものの、‘キャロル7’が19.4秒と最も長く、‘ロッソナポリタン’が11.0秒と最も短かった。へたなし収穫の収穫作業時間は、へたあり収穫に比べて‘千果’で54%、‘ミニキャロル’で34%、‘キャロル7’で34%、‘サンチェリーピュア’で27%、‘アイコ’で70%、‘ロッソナポリタン’で77%削減できた。2019年は、丸・偏円形の‘ミニキャロル’、‘キャロル7’および‘サンチェリーピュア’を除く丸・偏円形1品種および洋ナシ形2品種の計3品種において、へたなし収穫がへたあり収穫に比べて有意に短かった。‘ミニキャロル’、‘キャロル7’および‘サンチェリーピュア’では、有意差は認められなかったものの、へたなし収穫がへたあり収穫に比べて短い傾向であった。また、へたあり収穫では、‘ロッソナポリタン’が50.3秒と最も長く、‘キャロル7’が23.1秒と最も短かった。‘ロッソナポリタン’および‘アイコ’の収穫作業時間は、‘キャロル7’およ

び‘千果’に比べて有意に長かった。一方、へたなし収穫では、‘ミニキャロル’が22.8秒と最も長く、‘ロッソナポリタン’が9.9秒と最も短かった。‘ロッソナポリタン’の収穫作業時間は、‘ミニキャロル’、‘キャロル7’および‘サンチェリーピュア’に比べて有意に長かった。へたなし収穫の収穫作業時間は、へたあり収穫に比べて‘千果’で33%、‘ミニキャロル’で18%、‘キャロル7’で15%、‘サンチェリーピュア’で36%、‘アイコ’で70%、‘ロッソナポリタン’で80%削減できた。

いずれの調査年においても、洋ナシ形品種の‘アイコ’および‘ロッソナポリタン’のへたなし収穫の収穫作業時間は、へたあり収穫に比べて7～8割程度削減できた。レモンでは、はさみを使わない引きもぎによる収穫が、通常のはさみ収穫に比べて収穫作業時間を3割程度削減できることから(赤阪・竹岡2016)、本研究のミニトマトのへたなし収穫による収穫作業時間の削減は、特に洋ナシ形品種において、レモンの引きもぎによる収穫作業時間の削減率と同等かそれ以上の削減効果が期待できることが示唆された。

ミニトマト品種におけるへたの付着力、果柄の付着力および果実特性を表4に示した。へたの付着力において、2017年は、‘千果’が8.6 Nと最も大きい値を示し、‘ロッソナポリタン’が6.4 Nと最も小さい値を示した。‘千果’のへたの付着力は、‘ロッソナポリタン’および‘ミニキャロル’に比べて有意に大きい値を示した。2018年は、‘サンチェリーピュア’が13.7 Nと最も大きい値を示し、‘ロッソナポリタン’が8.7 Nと最も小さい値を示した。‘サンチェリーピュア’、‘千果’、‘アイコ’および‘ミニキャロル’のへたの付着力は、‘ロッソナポリタン’に比べて有意に大きい値を示した。2019年は、‘千果’が18.9 Nと最も大きい値を示し、‘ロッソナポリタン’が10.8 Nと最も小さい値を示した。‘千果’、‘サンチェリーピュア’および‘アイコ’のへたの付着力は、‘ロッソナポリタン’、‘キャロル7’および‘ミニキャロル’に比べて有意に大きい値を示した。果柄の付着力において、2017年は、‘ロッソナポリタン’が27.3 Nと最も大きい値を示し、‘千果’が13.9 Nと最も小さい値を示した。‘ロッソナポリタン’および‘アイコ’の果柄の付着力は、‘千果’および‘ミニキャロル’に比べて有意に大きい値を示した。2018年は、品種間に有

表4 ミニトマト品種におけるへたの付着力、果柄の付着力および果実特性

調査年	品種	果形 ^z	へたの付着力 (N)	果柄の付着力 (N)	重量 (g)	果実の大きさ		へた痕の直径 (mm)	縦横比
						横径 (mm)	縦径 (mm)		
2017	千果	丸・偏円	8.6a ^y	13.9b	14.1b	30.3a	27.1c	5.4a	1.12
	ミニキャロル		6.7b	15.3b	11.0c	27.1b	26.2c	3.8b	1.03
	アイコ	洋ナシ	7.2ab	23.7a	20.5a	28.6ab	43.9a	3.8b	0.65
	ロッソナポリタン		6.4b	27.3a	11.0bc	22.7c	39.8b	2.8c	0.57
2018	千果	丸・偏円	13.2a	17.5n.s.	18.5b	32.9a	29.9bc	6.7a	1.10
	ミニキャロル		12.3a	19.3n.s.	16.5bc	31.4ab	30.3bc	4.9bc	1.04
	キャロル7		11.1ab	22.4n.s.	13.4c	28.6b	28.9c	5.1bc	0.99
	サンチェリーピュア		13.7a	21.4n.s.	18.3bc	31.2ab	30.1bc	5.7b	1.04
	アイコ	洋ナシ	12.5a	22.3n.s.	24.6a	29.4ab	49.0a	4.5c	0.60
	ロッソナポリタン		8.7b	19.8n.s.	8.0d	20.1c	33.6b	2.4d	0.60
2019	千果	丸・偏円	18.9a	18.9ab	18.7a	33.0ab	29.5bc	6.4a	1.12
	ミニキャロル		13.4b	16.3ab	8.4b	25.0cd	23.7d	4.0b	1.05
	キャロル7		11.3b	20.0ab	9.8b	25.6cd	25.8cd	4.8b	0.99
	サンチェリーピュア		18.3a	22.3ab	20.6a	33.9a	30.8b	6.3a	1.10
	アイコ	洋ナシ	17.9a	25.9a	23.6a	28.4bc	48.9a	4.9b	0.58
	ロッソナポリタン		10.8b	15.0b	8.6b	21.4d	31.6b	2.9c	0.68

^z 果形は伊藤ら(1977)の報告を参考に分類した。^y Tukeyの多重比較検定を行い、異符号間に5%水準で有意差あり、n.s.は有意差なしを示す(n=7~10)。

意差は認められなかった。2019年は、‘アイコ’が25.9 Nと最も大きい値を示し、‘ロッソナポリタン’が15.0 Nと最も小さい値を示した。‘アイコ’の果柄の付着力は、‘ロッソナポリタン’に比べて有意に大きい値を示した。果実特性では、重量において、2017年は、‘アイコ’が20.5 gと最も大きい値を示し、‘ミニキャロル’が11.0 gと最も小さい値を示した。‘アイコ’の重量は、ほかの3品種に比べて有意に大きい値を示した。2018年は、‘アイコ’が24.6 gと最も大きい値を示し、‘ロッソナポリタン’が8.0 gと最も小さい値を示した。‘アイコ’の重量は、ほかの5品種に比べて有意に大きい値を示した。2019年は、‘アイコ’が23.6 gと最も大きい値を示し、‘ミニキャロル’が8.4 gと最も小さい値を示した。‘アイコ’、‘サンチェリーピュア’および‘千果’の重量は、‘ミニキャロル’、‘ロッソナポリタン’および‘キャロル7’に比べて有意に大きい値を示した。果実の横径において、2017年は、‘千果’が30.3 mmと最も大きい値を示し、‘ロッソナポリタン’が22.7 mmと最も小さい値を示した。‘千果’の横

径は、‘ロッソナポリタン’および‘ミニキャロル’に比べて有意に大きい値を示した。2018年は、‘千果’が32.9 mmと最も大きい値を示し、‘ロッソナポリタン’が20.1 mmと最も小さい値を示した。‘千果’の横径は、‘ロッソナポリタン’および‘キャロル7’に比べて、‘ミニキャロル’、‘サンチェリーピュア’および‘アイコ’の横径は、‘ロッソナポリタン’に比べて有意に大きい値を示した。2019年は、‘サンチェリーピュア’が30.8 mmと最も大きい値を示し、‘ロッソナポリタン’が21.4 mmと最も小さい値を示した。‘サンチェリーピュア’の横径は、‘千果’を除くすべての品種に比べて、‘千果’の横径は、‘ロッソナポリタン’、‘ミニキャロル’および‘キャロル7’に比べて、‘アイコ’の横径は、‘ロッソナポリタン’に比べて有意に大きい値を示した。果実の縦径において、2017年は、‘アイコ’が43.9 mmと最も大きく、‘ミニキャロル’が26.2 mmと最も小さい値を示した。‘アイコ’の縦径は、ほかの3品種に比べて、‘ロッソナポリタン’の縦径は、‘ミニキャロル’および‘千果’に比べて有意に大き

表5 収穫速度と果実特性との相関関係

調査年	へた	測定項目	単位	反復数	へたの 付着力	果柄の 付着力	重量	果実の大きさ		縦横比	へた痕の 直径	ロス率 ^γ
								横径	縦径			
2017	あり	収穫速度 秒/30果	4		-0.446	0.927	-0.537	-0.428	0.998** ^z	-0.956*	-0.624	-
	なし				-0.002	-0.765	-0.624	0.164	-0.899	0.775	0.246	
2018	あり	収穫速度 秒/20果	6		-0.483	-0.089	0.018	-0.514	0.659	-0.780	-0.461	0.960**
	なし				0.430	-0.013	0.259	0.656	-0.319	0.666	0.739	0.476
2019	あり	収穫速度 秒/20果	6		-0.168	0.091	0.101	-0.486	0.696	-0.943**	-0.611	0.902*
	なし				0.020	0.041	-0.176	0.182	-0.492	0.642	0.265	0.489

^z** は1%, * は5%水準で有意であることを示す。

^γ 廃棄となった果実の割合。

い値を示した。2018および2019年は、両年ともに、‘アイコ’がそれぞれ49.0 mmおよび48.9 mmと最も大きい値を示し、ほかの5品種に比べて有意に大きい値を示した。果実の縦径は、‘アイコ’に次いで‘ロッソナポリタン’が大きく、‘ロッソナポリタン’の縦径は、2018年が‘キャロル7’に比べて、2019年が‘ミニキャロル’および‘キャロル7’に比べて有意に大きい値を示した。へた痕の直径において、いずれの年においても、‘千果’がそれぞれ5.4 mm、6.7 mmおよび6.4 mmと最も大きく、ほかの品種と同等か有意に大きい値を示し、‘ロッソナポリタン’がそれぞれ2.8 mm、2.4 mmおよび2.9 mmと最も小さく、ほかの品種に比べて有意に小さい値を示した。

収穫速度と果実特性との相関関係を表5に示した。へたなし収穫において、いずれの調査年においても、有意な相関が認められなかったものの、へたあり収穫において、2017年は、収穫速度と縦径との間に有意な正の相関($r=0.998^{**}$)、2017および2019年は、収穫速度と縦横比との間に有意な負の相関($r=-0.956^{*}$ および -0.943^{**})、2018および2019年は、収穫速度とロス率との間に有意な正の相関($r=0.960^{**}$ および 0.902^{*})が認められた。収穫速度とロス率との相関関係について、2018および2019年は、へたあり収穫において、有意な正の相関が認められたものの、へたなし収穫において、有意な相関が認められなかったことから、へたあり収穫は、へたなし収穫に比べて、廃棄となった果実の割合が収穫作業時間に影響する可能性が高いことが示唆された。

へたの有無がロス率および廃棄果数に及ぼす影響を表6に示した。へたあり収穫のロス率は、

2018年が丸・偏円形4品種で4.2%、洋ナシ形2品種で20.8%、2019年が丸・偏円形4品種で2.5%、洋ナシ形2品種で24.2%であった。一方、へたなし収穫のロス率は、2018年が丸・偏円形4品種で5.0%、洋ナシ形2品種で0.8%、2019年が丸・偏円形4品種で8.3%、洋ナシ形2品種で0%であった。へたあり収穫では、へたがとれないように慎重に丁寧に収穫を行う必要がある。洋ナシ形2品種のへたあり収穫において、廃棄となった果実の最大値が6~11果(30~55%)であり、へたなし収穫0~5果(0~20%)に比べて多い傾向であったことから、へたあり収穫の収穫作業時間がへたなし収穫と同等か長くなったと考える。

収穫速度と縦横比との相関関係について、2017および2019年は、有意な負の相関が認められた。2018年は、有意な相関が認められなかったものの、高い負の相関が認められた。そのため、へたあり収穫の収穫作業時間は、果実の縦横比が小さい品種で長くなる可能性がある。縦横比は、‘ロッソナポリタン’が最も小さく、次いで‘アイコ’が小さかったことから(表4)、洋ナシ形品種の‘ロッソナポリタン’および‘アイコ’は、へたなし収穫に向く可能性が示唆された。

本研究において、供試した洋ナシ形品種は、生食用および加工用として普及しており、へた離れ性が優れるとされる‘ロッソナポリタン’と、生食用として普及している‘アイコ’の2品種である。両品種は、省力収穫特性であるへた離れ性および果柄の離脱性は異なるものの、いずれの調査年においても、へたなし収穫の収穫作業時間がへたあり収穫に比べて有意に短かった。また、おもに生食用として用いられる丸・偏円形品種につい

表6 へたの有無がロス率および廃棄果数に及ぼす影響

調査年	品種	果形	へたあり			へたなし		
			ロス率 (%)	最小値 ² (果)	最大値 (果)	ロス率 (%)	最小値 (果)	最大値 (果)
2018	千果	丸・偏円	15.0	2	4	0.0	0	0
	ミニキャロル		0.0	0	0	3.3	0	1
	キャロル7		1.7	0	1	11.7	1	3
	サンチェリーピュア		0.0	0	0	5.0	0	2
	平均		4.2	—	—	5.0	—	—
	アイコ	洋ナシ	18.3	2	6	0.0	0	0
	ロッソナポリタン		23.3	1	10	1.7	0	1
2019	平均		20.8	—	—	0.8	—	—
	千果	丸・偏円	1.7	0	1	3.3	0	2
	ミニキャロル		1.7	0	1	8.3	0	4
	キャロル7		0.0	0	0	13.3	1	5
	サンチェリーピュア		6.7	0	4	8.3	0	5
	平均		2.5	—	—	8.3	—	—
	アイコ	洋ナシ	15.0	1	6	0.0	0	0
	ロッソナポリタン		33.3	2	11	0.0	0	0
	平均		24.2	—	—	0.0	—	—

² 20 果収穫するまでに廃棄となった果数の最小値および最大値を示す。

でも、いずれの調査年においても、へたなし収穫の収穫作業時間がへたあり収穫と同等か有意に短かった。収穫速度と、省力収穫特性に関わる調査項目であるへたおよび果柄の付着力との間に有意な相関が認められなかったものの、果形に関わる縦径および縦横比との間に有意な相関が認められたことから（表5）、今後、果形ごとに供試品種を増やし、へたの有無による収穫作業時間と省力収穫特性および果実特性との関係について、さらに検討する必要がある。

栽培の研究における作業性について、アスパラガスの専用ホーラーを用いた定植における作業性（清水ら 2016）やミニトマトの露地夏秋どりネット誘引無整枝栽培（ソバージュ栽培）における作業性（元木ら 2017）などでは、作業時間に加え、OWAS 法を用いた作業姿勢に関する評価も行われている。アスパラガスでは、専用ホーラーの使用によって短縮された定植作業時間の割合は、習熟者で 63% 程度、初心者で 39% 程度であり、作業の熟練度によって違いがみられることが報告されている（清水ら 2016）。

ところで、‘アンジェレ’などの一部の品種で

は、へたなしの出荷が行われており、収穫時および機械選果時のへたの離脱を気にせずに作業が行われているものの（伊澤 2014）、多くのミニトマト品種では、収穫時および選果時にへたがとれてしまった果実は、裂果や奇形果などと同様に B 級品として扱われている（新潟県農林水産部食品・流通課 2019）。トマトの鮮度に関する評価項目として、重量減少率、着色熟度、腐敗、へたの萎凋、光沢および軟化が挙げられ（永田 2018）、トマトのへたは鮮度を評価する指標とされている（Smid ら 1996）。今後、我が国におけるへたなしのミニトマトの普及には、新たな指標や出荷規格の構築などを含めたさまざまな視点から、研究および提案を行っていく必要がある。

さらに、トマトのへたと貯蔵性との関係について、トマトのへたに存在する真菌の絶対数は、トマト果実に比べて約 4 倍であると報告されており（Smid ら 1996）、ミニトマトの省力収穫の 1 つであるへたなし収穫は、25℃貯蔵において、従来のへたあり収穫に比べて果実のカビ発生率が有意に低く、重量減少率および呼吸量はへたあり収穫と同等か低く、貯蔵性に優れるとの報告がある（高

橋ら 2019)。以上の報告から、ミニトマトにおいて、へたは鮮度劣化の要因の1つである可能性がある。

また、消費者に提案する野菜の新製品の普及において、機能的成分などの特殊な性質の情報発信だけでなく、代替財がないことや利用方法などの提案が必要であることが報告されており(森尾 2016)、へたなし収穫を利用したミニトマトについても、収穫の省力化および軽作業化の生産面だけでなく、貯蔵性や調理時の利便性などの利用面も含め、情報発信を行い、普及につなげていく必要がある。

今後、作業姿勢や被験者の熟練度などを考慮した調査を行うとともに、鮮度保持資材の活用や流通形態なども併せて調査し、ミニトマトの省力収穫の1つであるへたなし収穫を利用したミニトマトの普及拡大に向けた検討を進めていく予定である。

引用文献

- 赤阪信二・竹岡賢二 (2016)：レモンの収穫法の違いが作業効率および貯蔵性に及ぼす影響，園芸学研究 15(別 1)：248.
- 樋口洋子・北條怜子・柘植一希・垣尾尚志・藤尾拓也・池浦博美・元木 悟 (2015)：引張試験機によるミニトマトおよび中玉トマトにおけるへた離れ性および果柄の離脱性の評価，農作業研究 50(3)：71-80.
- 伊藤喜三男・上村昭二・深谷 潔・宮本吉久 (1977)：加工用トマトのへた離れ性の品種間差異とへた離れ性に関与する要因，野菜試験場報告 B1：13-28.
- 伊澤昌栄 (2014)：農種子供給から販売までの一貫した取り組み～JA 全農オリジナルミニトマト「アンジェレ」を中心に～，<https://vegetable.alic.go.jp/yasaijoho/senmon/1404/chosa01.html> (2020 年 9 月 2 日閲覧).
- 神奈川県環境農政部農業振興課 (2010)：神奈川県作物別施肥基準，トマト・ミニトマト，神奈川県環境農政部農業振興課，神奈川県，p.8.
- 黒崎秀仁・大森弘美・高市益行・岩崎泰永 (2012)：トマト低段密植栽培に対応した着果処理ロボットの開発 (第 1 報)，画像処理による開花部位の認識と噴霧機構の開発，農業機械学会誌 74(6)：490-497.
- 元木 悟 (2013)：ミニトマトの摘心側枝仕立て栽培，農業技術大系野菜編 2，トマト，農文協，東京，pp. 基 654 の 76-83.
- 元木 悟・北條怜子・染谷美和・藤尾拓也 (2017)：露地夏秋どりミニトマトのネット誘引無整枝栽培における作業性，農作業研究 52(1)：15-25.
- 元木 悟・伊藤喜三男・矢ノ口幸夫・岡本 潔 (1996a)：ミニトマトの省力収穫向き品種の育成に関する研究 (第 1 報) 開花集中性，成熟集中性と日持ち性の品種間差異と関連特性，長野県中信農業試験場報告 13：33-48.
- 元木 悟・伊藤喜三男・矢ノ口幸夫・岡本 潔 (1996b)：ミニトマトの省力収穫向き品種の育成に関する研究 (第 2 報) 裂果抵抗性及び果肉，果皮の硬さ性の検定法と品種間差異，長野県中信農業試験場報告 13：49-61.
- 元木 悟・伊藤喜三男・矢ノ口幸夫・岡本 潔・中村武郎 (1996c)：ミニトマトの摘心処理が花房の形態，開花・成熟特性と果実特性及び収量性に及ぼす影響，長野県中信農業試験場報告 13：63-74.
- 森尾昭文 (2016)：消費者に提案する見慣れぬ野菜の利用方法が普及に効果的である条件－メンガーの理論に基づく新製品普及についての一考察－，商品研究 60(3・4)：15-28.
- 永田雅靖 (2018)：青果物の鮮度に関する収穫後生理学，食糧－その科学と技術－ 56：43-66.
- 新潟県農林水産部食品・流通課 (2019)：新潟県青果物出荷規格基準，3. 果菜類，トマト：26.
- 農畜産業振興機構 (2017)：トマトの需要動向野菜情報 4 月号，<https://vegetable.alic.go.jp/yasaijoho/yasai/1704/yasai1.html> (2020 年 2 月 15 日閲覧).
- 農林水産消費安全技術センター (2020)：B. 農薬の使用についての質問，https://www.acis.famic.go.jp/docs/qa_shiyou.htm#header (2020 年 6 月 13 日閲覧).
- 農林水産省品種登録ホームページ (2020)：農林水産植物種類別審査基準 (案を含む)，http://www.hinshu2.maff.go.jp/info/sinsakijun/botanical_taxon.html (2020 年 6 月 13 日閲覧).
- 糠谷 明 (2014)：野菜園芸学の基礎，篠原 温編，農山漁村文化協会，東京，p.76.
- 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、北海道立農業試験場集報 93：61-65.
- 大森弘美・黒崎秀仁・岩崎泰永・高市益行（2015）：トマト低段密植栽培における果房収穫システムの開発（第1報）、トマト果房収穫ロボット、農業食料工学会誌 77(2)：113-121.
- 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、園芸学会雑誌 61(1)：49-53.
- Smid, E. J., L. Hendriks, H. A. M. Boerrigter and L. G. M. Gorris. (1996)：Surface disinfection of tomatoes using the natural plant compound trans-cinnamaldehyde. *Postharvest Biol. Technol.* 9：343-350.
- 清水 佑・松永邦則・浦上敦子・柘植一希・山口貴之・元木 悟（2016）：新たに開発したホーラーがアスパラガスの定植における作業性に及ぼす影響、農作業研究 51(1)：11-21.
- 高橋賢人・相原 悟・元木 悟（2019）：ミニトマトのへたの有無が貯蔵性に及ぼす影響、園芸学研究 18(3)：295-303.

Abstract

Cherry tomatoes require a longer harvesting time than large-sized tomatoes. Therefore, the labor and load of cherry tomato harvesting should be reduced. The characteristics of labor-saving harvesting procedures, such as the detachability of calyx and fruit stalk, differ with the cultivars of tomatoes for cherry tomatoes for table. In the present study, we investigated the time required for harvesting tomatoes with or without calyx. As a result, the time required for harvesting tomatoes without calyx was equivalent to or significantly shorter than that with calyx. The time required for harvesting tomatoes with calyx was longer for 'Rosso Neapolitan' and 'Aiko', with smaller aspect ratios. These results suggested that harvesting without calyx contribute to the reduction of labor and load in cherry tomato production.

Key Words

detachability of the calyx, detachability of the hull, labor-saving, without calyx harvesting