

露地夏秋どりミニトマトのネット誘引無整枝栽培(ソバージュ栽培)における収量および品質の地域間差異および経済性評価

誌名	園芸学研究
ISSN	13472658
著者名	元木, 悟 柘植, 一希 北條, 怜子 甲村, 浩之 諫山, 俊之 藤尾, 拓也 岩崎, 泰永
発行元	園芸学会
巻/号	18巻3号
掲載ページ	p. 269-279
発行年月	2019年7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



露地夏秋どりミニトマトのネット誘引無整枝栽培（ソバージュ栽培）における 収量および品質の地域間差異および経済性評価

元木 悟^{1*}・柘植一希²・北條怜子²・甲村浩之³・諫山俊之⁴・藤尾拓也⁵・岩崎泰永⁶

¹ 明治大学農学部 214-8571 神奈川県川崎市多摩区東三田

² 明治大学大学院農学研究科 214-8571 神奈川県川崎市多摩区東三田

³ 県立広島大学生命環境学部 727-0023 広島県庄原市七塚町

⁴ 広島県農林水産局 730-8511 広島市中区基町

⁵ 岩手県農業研究センター 024-0003 岩手県北上市成田

⁶ 農業・食品産業技術総合研究機構野菜花き部門 305-8519 茨城県つくば市観音台

Variations among Regions in Yield, Quality, and Economical Evaluation of Summer-autumn-harvest Cherry Tomato in Open Field Culture Using Non-training Cultivation with Net (Sauvage Cultivation)

Satoru Motoki^{1*}, Kazuki Tsuge², Reiko Hojo², Hiroyuki Kohmura³,
Toshiyuki Isayama⁴, Takuya Fujio⁵ and Yasunaga Iwasaki⁶

¹ Faculty of Agriculture, Meiji University, Higashimita, Tama-ku, Kawasaki, Kanagawa 214-8571

² Graduate School of Agriculture, Meiji University, Higashimita, Tama-ku, Kawasaki, Kanagawa 214-8571

³ Faculty of Life and Environmental Science of Prefectural University of Hiroshima, Nanatsukacho, Shobara, Hiroshima 727-0023

⁴ Ministry of Agriculture, Hiroshima, Motomachi, Naka-ku, Hiroshima 730-8511

⁵ Iwate Agricultural Research Center, Narita, Kitakami, Iwate 024-0003

⁶ Institute of Vegetable and Floriculture Science, NARO, Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8519

Abstract

The present study focused on an open-field cultivation method for cherry tomatoes, based on summer to autumn harvest that uses nets to induce the plants and involves no lateral shoot pruning (referred to as the sauvage cultivation method). The yields and qualities of cherry tomato cultivated in fields in Kanagawa, Japan, located in a warm climate zone, and Iwate/Hiroshima, where summer to autumn harvest cherry tomatoes are widely cultivated, were assessed for 2 or 3 years. The economic efficiencies of the sauvage cultivation method were also assessed based on agricultural management indices. The yields per unit area and per plant with the sauvage cultivation method of cherry tomatoes were equal to or higher than the yields using the conventional method, in which all lateral shoots are removed. Regarding the fruit quality, the sugar content of cherry tomatoes cultivated using the sauvage cultivation method in the field in Iwate was similar or lower compared with the conventional method. Regarding the economic efficiency of the sauvage cultivation method, the profit per 10 a of cherry tomatoes grown using the sauvage cultivation method was 860,000–1,100,000 yen. The duration of working hours was 333–568 hours; therefore, the profit per hour was 1,933–2,661 yen.

Key Words : agricultural gross income, fruit cracking, income of farm household, labor-saving

キーワード : 裂果, 利益, 省力化, 粗収益

緒 言

露地夏秋どりミニトマトのネット誘引無整枝栽培（ソバージュ栽培，以下，ソバージュ）は，露地で逆U字型のアーチ支柱に，夏秋どりのキュウリ栽培に用いるキュウリ

ネットを設置し，植物体の生育に合わせて誘引する器具を必要としない栽培法である（北條ら，2017b；元木，2017；元木ら，2017）。ソバージュは，主枝1本仕立て栽培（以下，慣行）に比べて，株数が6分の1程度であるにも関わらず，慣行と同等以上の収量が見込める（北條ら，2017b；元木ら，2017）。また，ソバージュは収穫作業以外の作業時間を慣行に比べて有意に短縮できる（元木ら，2017）。さらに，ソバージュは茎葉の繁茂による日焼け果の軽減効果も認められる（北條ら，2017b）。

2017年現在，ソバージュは全国的に広まりつつあるが

2018年5月24日 受付. 2019年1月7日 受理.
本報告の一部は，園芸学会平成26年度春季大会および平成27年度春季大会で発表した。

* Corresponding author. E-mail: motoki@meiji.ac.jp

(元木, 2017), 北條ら (2017b) が試験栽培を行った神奈川県川崎市 (以下, 神奈川圃場) におけるミニトマトの一般的な作型は, 促成栽培, 半促成栽培および抑制栽培であり (神奈川県環境農政部農業振興課, 2010), 収穫時期は秋～春が大半を占める。そのため, ソバージュを夏秋どりミニトマトの新しい露地栽培法として, 全国に普及させるには, 夏秋どり栽培が盛んな地域においてソバージュとその地域の一般的な栽培法を比較し, ソバージュの有用性を明らかにする必要がある。

そこで本試験では, 温暖地の神奈川圃場に加え, ソバージュと同じミニトマトの夏秋どり栽培の作型 (ただし, ハウス雨除け夏秋どり栽培) が一般的である岩手県北上市 (以下, 岩手圃場) および広島県庄原市 (以下, 広島圃場) のトマトの生産地において, 北條ら (2017b) と同様の品種を用いて2～3年間 (岩手圃場は2年間), ソバージュと慣行の収量および品質を比較した。また, 露地夏秋どりミニトマトのソバージュの経済性を検討するため, ミニトマトの夏秋どり栽培の農業経営指標 (広島県農業技術課, 2015) を参考に, 各地域におけるソバージュの経済性評価を行い, 経済性評価には北條ら (2017b) および元木ら (2017) のデータも使用した。

材料および方法

1. 耕種概要

試験は, 2013, 2014 および2015年の3年間で, 岩手圃場は2013 および2014年の2年間, 神奈川圃場は北條ら (2017b) の2013 および2014年の2年間の報告に引き続き2015年の1年間行った。岩手圃場は岩手県農業研究センター (標高90m, 非アロフェン質黒ボク土重植土, pH5.7, EC 0.08 dS・m⁻¹, 定植は2013年5月24日, 2014年5月20日), 神奈川圃場は明治大学生田キャンパス (標高65m, 赤黄色土, pH6.0, EC 0.10 dS・m⁻¹, 定植は2015年5月26日), 広島圃場は県立広島大学庄原キャンパス (標高320m, pH6.8, EC 0.07 dS・m⁻¹, 定植は2013年5月24日, 2014年5月23日, 2015年5月25日) であり, いずれも露地圃場で行った。供試品種は, 北條ら (2017b) の報告と同様, ‘ロソナポリタン’ (バイオニアエコサイエンス(株)) を用いた。なお, 供試品種の選定基準は, 北條ら (2017b) の報告と同様とした。

育苗は, 3か年ともに秋田県横手市実験農場で閉鎖型苗生産装置 (苗テラス, 三菱ケミカルアグリドリーム(株)) を用いて行い, 定植適期 (第1～2花房開花期) の苗を定植直前に各地域の試験圃場に発送した。穂木および台木の播種は, いずれも128穴セルトレイに, 2013年4月2日, 2014および2015年4月4日に行い, 3か年ともに4月22日に台木の‘グリーンガード’ (タキイ種苗(株)) に接ぎ木し, 接ぎ木後は気温28°C, 湿度95%で3～4日間養生した。その後, 4月30日に10.5cmポリポットに鉢上げして育苗し, 前述の定植日に各地域の試験圃場に定植し

た。定植時の苗の生育段階は, 2013および2015年が第2花房開花期, 2014年が第1花房開花期であった。慣行の誘引は, 元木ら (2017) の栽培法に準じ, 週1回の頻度でテープナー (HT-B (NS), マックス(株)) または麻ひもを交互に使って支柱に直立になるように行った。心止めは, 慣行のみ行い, 第9花房開花時に第8花房の上位2葉を残して行った。ソバージュの栽植様式は, 3か年ともに北條ら (2017b) の報告に準じて畝幅2.2m, ベッド幅0.8m, 株間1.0mの1条植え (0.45株・m⁻²) とした。一方, 慣行の栽植様式は, 岩手圃場が畝幅1.8m, 株間0.5mの2条植え (2.22株・m⁻²) (岩手県, 2013), 神奈川および広島圃場が畝幅1.8m, 株間0.4mの2条植え (2.78株・m⁻²) (神奈川県環境農政局農政部, 2012) とした。なお, いずれの地域においてもミニトマトの露地夏秋どり栽培の作型が存在しないため, 本試験では, ハウスにおけるミニトマトの栽植密度 (岩手県, 2013; 神奈川県環境農政局農政部, 2012) での露地栽培を比較対象とした。施肥およびその他の栽培管理は, いずれの地域においても北條ら (2017b) および元木 (2017) の報告を参考に行った。試験規模は, 岩手圃場では2013, 2014年ともに圃場面積234.0m², 1区2株3反復とした。神奈川圃場では圃場面積486.4m², 1区5株 (ボーダー植物は両側から2株ずつの計4株) 3反復とした。広島圃場では3か年ともに圃場面積280.0m², 1区6株 (ボーダー植物は両側から2株ずつの計4株) 3反復とした。なお, いずれの地域においても各試験区が圃場全体にできるだけ均等に配置されるように設定した。栽培期間中の気温, 降水量および日照時間のデータは, 気象庁から入手した (気象庁, 2017a, b)。なお, 神奈川圃場の気象データについては, 試験地から最も近い東京都府中市 (直線距離で8km程度) の気象データを用いた。本研究では, 統計処理に北條ら (2017b) の収量データを用いたため, 神奈川圃場の2013および2014年のデータも示した。

2. 収量調査の方法

広島圃場では2013～2015年の3年間, 岩手圃場では2013および2014年の2年間, 神奈川圃場では北條ら (2017b) の2013および2014年の2年間の報告に引き続き2015年の1年間行った。収穫は, 7～12月に収穫開始日から収穫終了日まで毎週1回行った。収穫方法は北條ら (2017b) に準じ, 桃熟期果から完熟果を対象にして収穫し, 可販果, 裂果, そのほかの日焼け果, 障害果および病虫害果に分け, 月ごとに株当たりの総収量および可販果収量と単位面積当たりの総収量および可販果収量, 秀品率, 裂果率を算出した。また, ソバージュは株の定植位置を中心に幅1mの範囲で収穫を行い, 株当たりおよび単位面積当たりの収量に換算した。慣行は株ごとに収穫を行った。

3. 品質調査の方法

各地域における両栽培法の果実糖度およびリコペン含量について, 2013および2014年は7月と8月, 2015年は神奈川圃場では7～9月, 広島圃場では8月に測定した。いづ

れも非破壊式測定機（フルーツセクター, K-SS300-LC, (株)クボタ) (元木ら, 2018) を用いた. 各地域において1試験区当たり可販果15~50果を収穫したあと, 岩手および広島圃場では, 果実を5°C冷蔵の宅配便にて明治大学生田キャンパスに輸送し, 収穫後2~3日以内に測定した. なお, サンプルング時のパラツキを防ぐため, 毎年の収穫開始時に, それぞれの地域において, 著者ら複数名で目揃いを行ったあとにサンプルングした. データ処理は, いずれの地域においても北條ら (2017b) に準じた.

4. 収量および品質項目の統計処理

統計解析は, エクセル統計2012 ((株)社会情報サービス) を用いて行った. 地域, 栽培年および栽培法の違いが収量性に与える影響を調査するため, 本研究のデータに加え, 北條ら (2017b) の報告における神奈川圃場の2013および2014年のデータも使用して, 三元配置分散分析を行った.

5. 経済性評価の方法

各地域における収量の結果から, 地域ごとにソバージュの経済性を評価するため, ソバージュと慣行を比較した. 各地域における経済性評価には, 広島県の農業経営指標 (広島県農業技術課, 2015) を参考にした. その理由として, ミニトマトの農業経営指標は, 長野県 (長野県農業技術課, 2015) と広島県 (広島県農業技術課, 2015) の2県がハウス雨除け夏秋どり栽培としてインターネット上で公開しているだけであり (2017年3月31日現在), そのうち, 広島県の農業経営指標は, 小農具費および流通経費が長野県の農業経営指標に比べて詳細であったため本試験の参考にした. ところで, 神奈川県の農業経営指標 (神奈川県環境農政部農業振興課, 2010) には, ハウス雨除け夏秋どり栽培にミニトマトの項目がなく, ソバージュは, 既報 (北條ら, 2017b) のとおり, 温暖地では露地夏秋どり栽培のミニトマトの新しい作型として位置付けられる.

以上の理由から, ミニトマトの夏秋どり栽培において, 広島県の農業経営指標 (広島県農業技術課, 2015) を参考に, 各地域における費用, 粗収益, 利益, 労働時間および1時間当たりの利益を試算した. 費用のうち, 種苗費は両

栽培法ともにポット苗を購入し, 光熱・動力費は農業経営指標の値を用い, 流通経費は選果料, 出荷資材費, 運賃および販売手数料において農業経営指標の値を用いた. 粗収益は, 各月の生産物収量と平均単価の積により算出した. そのうちの生産物収量は, 各地域における収量の結果と北條ら (2017b) のデータに基づき, 地域ごとに 'ロッソナポリタン' の可販果収量の月別平均値を用いた. また, 平均単価は, 東京都中央卸売市場のミニトマトにおける2011~2015年の5年間の平均値 (東京都中央卸売市場, 2015) を月別に算出して用いた. なお, 費用のうち, 賃料は考慮しないものとした. 労働時間および1時間当たりの利益は, 元木ら (2017) および広島県の農業経営指標 (広島県農業技術課, 2015) の作業性の報告を参考に算出した.

結 果

1. 各地域における気温, 降水量および日照時間

1) 気温

各地域における月ごとの日平均気温25°C以上日数 (日) を第1表に, 月平均気温および月最高気温を第1図に示した. 月ごとの日平均気温25°C以上日数 (日) は, いずれの年および月においても神奈川圃場が岩手および広島圃場に比べて多かった. 月平均気温および月最高気温は, いずれも地域間に顕著な差が見られなかったものの, 神奈川圃場が岩手および広島圃場に比べてやや高い傾向であった.

2) 降水量

各地域における月別降水量の合計を第2図に示した. 降水量は, 年および月による差が大きかった. 岩手圃場の2013年7月, 神奈川圃場の2014年6月および10月, 広島圃場の2014年8月では, 平年値に比べて300mm以上多く, 神奈川圃場の2014年9月および2015年10月では, 平年値に比べて100mm以上少なかった (平年値のデータ略, 気象庁, 2017a, b).

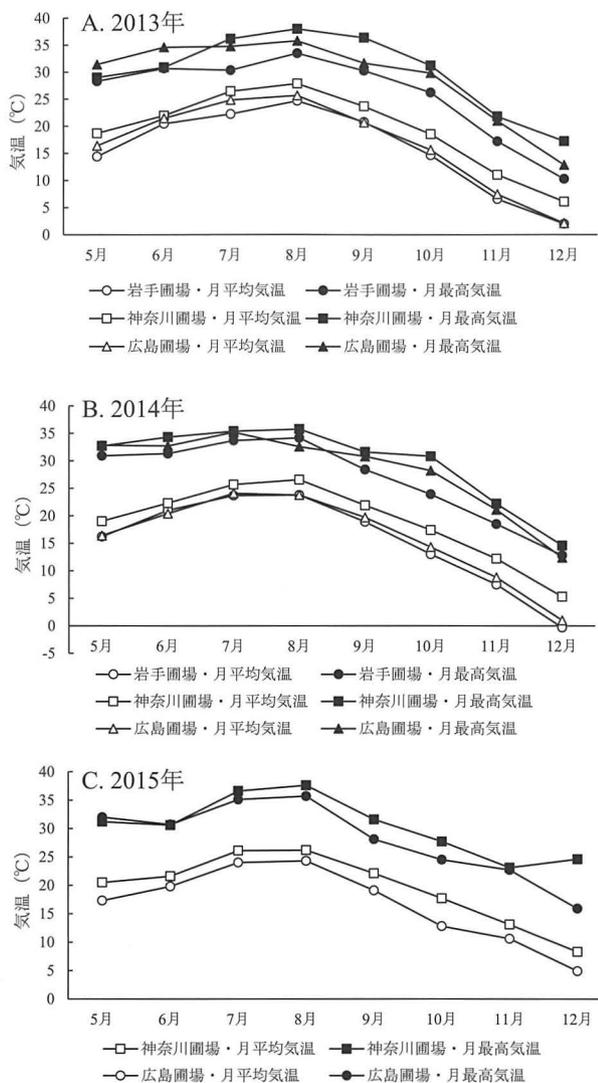
3) 日照時間

各地域における月別日照時間の合計を第3図に示した. 日照時間は, 年および月による差が大きかった. 岩手圃場の2013年7月および2014年8月, 広島圃場の2014年8月

第1表 各地域における月ごとの日平均気温25°C以上日数 (日)²

栽培年	地域	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2013	岩手	0	0	2	15	2	0	0	0
	神奈川	0	3	22	28	12	3	0	0
	広島	0	2	17	22	0	0	0	0
2014	岩手	0	0	7	11	0	0	0	0
	神奈川	0	0	19	24	2	0	0	0
	広島	0	0	12	5	0	0	0	0
2015	神奈川	1	0	21	23	4	0	0	0
	広島	0	0	13	11	0	0	0	0

² 岩手圃場は北上市, 神奈川圃場は府中市, 広島圃場は庄原市の気象データを参考に作表した (気象庁, 2017a, b)



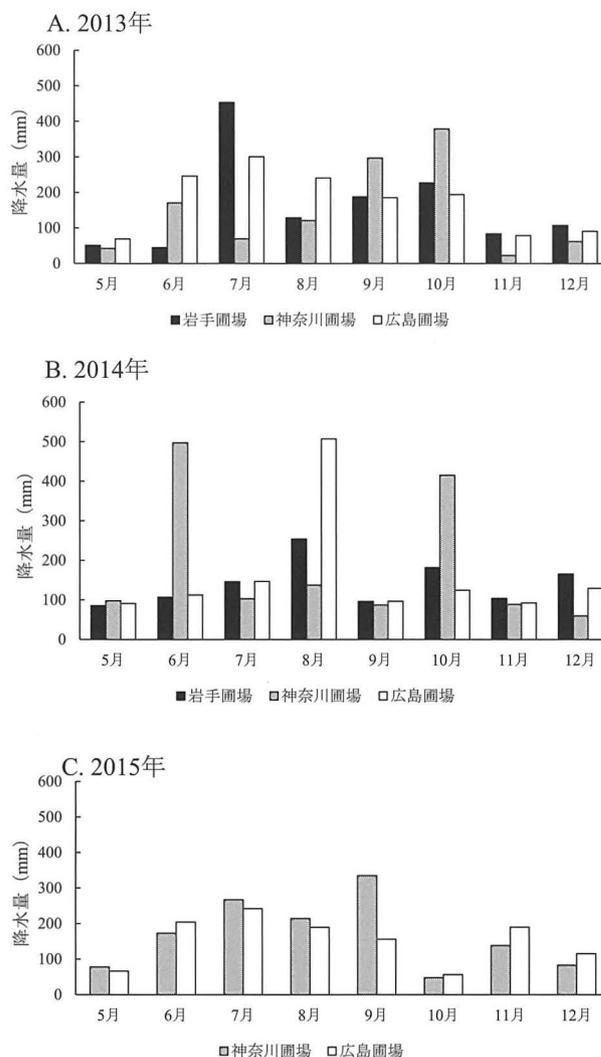
第1図 各地域における月平均気温および月最高気温
 岩手圃場は北上市，神奈川圃場は府中市，広島圃場は庄原市の気象データを参考に作図した（気象庁，2017a, b）

では，平年値に比べて50時間以上少なかった（平年値のデータ略，気象庁，2017b）。

2. 収量性

‘ロソナポリタン’における地域別のソバージュおよび慣行の単位面積当たりの総収量と可販果収量を第4図に示した。本試験の結果，単位面積当たりの総収量および可販果収量は，いずれの地域および栽培年においても，栽培法の間有意差が認められなかった。

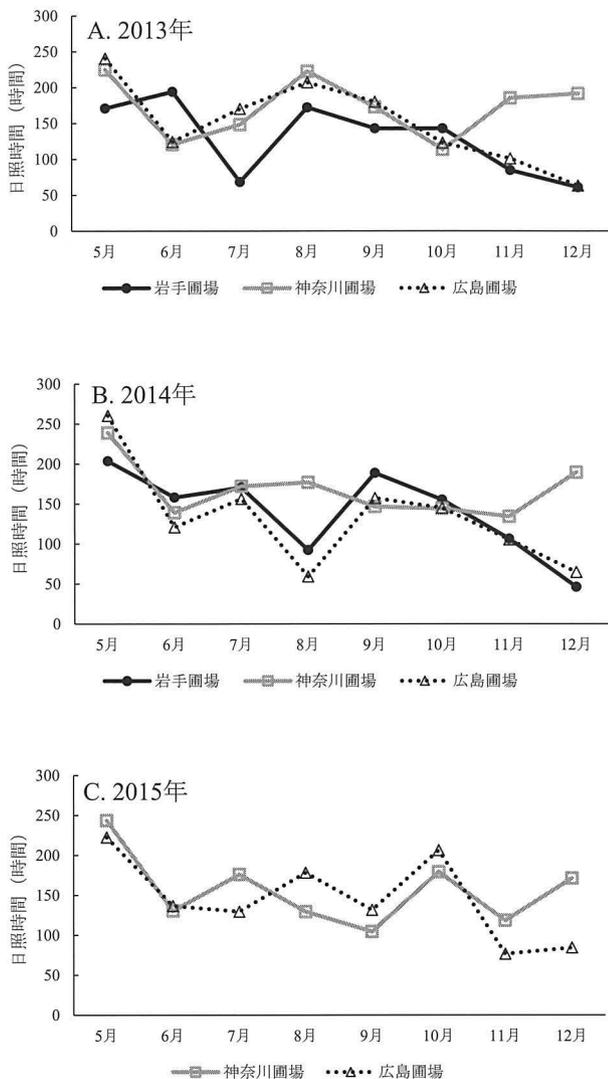
岩手圃場における単位面積当たりの総収量および可販果収量を月別にみると，7月は2013，2014年ともにソバージュが慣行に比べて有意に少なく，8月は栽培法の間有意差が認められなかったものの，9月は2013，2014年ともにソバージュが慣行に比べて有意に多かった。10月および11月は2014年だけの調査であったが，10月は栽培法の間有意差が認められなかったものの，11月はソバージュが慣行に比べて有意に多かった。



第2図 各地域における月別降水量の合計
 岩手圃場は北上市，神奈川圃場は府中市，広島圃場は庄原市の気象データを参考に作図した（気象庁，2017a, b）

神奈川圃場の2015年の単位面積当たりの総収量を月別にみると，7月はソバージュが慣行に比べて有意に少なく，8月および9月はソバージュが慣行に比べて有意に多く，10月および11月は北條ら（2017b）と同様，ソバージュのみ収穫が可能であった。可販果収量を月別にみると，総収量と同様，7月はソバージュが慣行に比べて有意に少なく，8月はソバージュが慣行に比べて有意に多かった。9月以降は北條ら（2017b）と同様，ソバージュでは可販果収量が得られたものの，慣行では可販果が得られなかった。

広島圃場における単位面積当たりの総収量を月別にみると，7月は3か年ともにソバージュが慣行に比べて有意に少なく，8月は3か年ともに栽培法の間有意差が認められなかった。9月は2013年では栽培法の間有意差が認められなかったものの，2014および2015年ではソバージュが慣行に比べて有意に多かった。10月はソバージュのみ収穫が可能であった。可販果収量を月別にみると，7月は3か年ともにソバージュが慣行に比べて有意に少な



第3図 各地域における月別日照時間の合計
岩手圃場は北上市, 神奈川県圃場は府中市, 広島圃場は庄原市の気象データを参考にして作成した(気象庁, 2017a, b)
日照時間は, 直射日光が雲などに遮られずに0.12kW・m²以上で地表を照射した時間を示す

かった。8月は2013年では栽培法の間有意差が認められなかったものの、2014および2015年ではソバージュが慣行に比べて有意に多かった。9月は2013および2015年では栽培法の間有意差が認められなかったものの、2014年ではソバージュが慣行に比べて有意に多かった。

株当たりの総収量および可販果収量は、いずれの地域および調査年においてもソバージュが慣行に比べて有意に多く(データ略)、既報(北條ら, 2017b; 元木ら, 2017)と同様であった(第5図)。ソバージュは、慣行に比べて総収量が4.8~7.8倍多く、可販果収量が4.8~7.3倍多かった。

‘ロソナポリタン’における地域別のソバージュおよび慣行の秀品率および裂果率を第2表に示した。岩手圃場において、2014年8月の秀品率はソバージュが慣行に比べて有意に高く、裂果率はソバージュが慣行に比べて有意に低かったものの、それ以外は2013および2014年のい

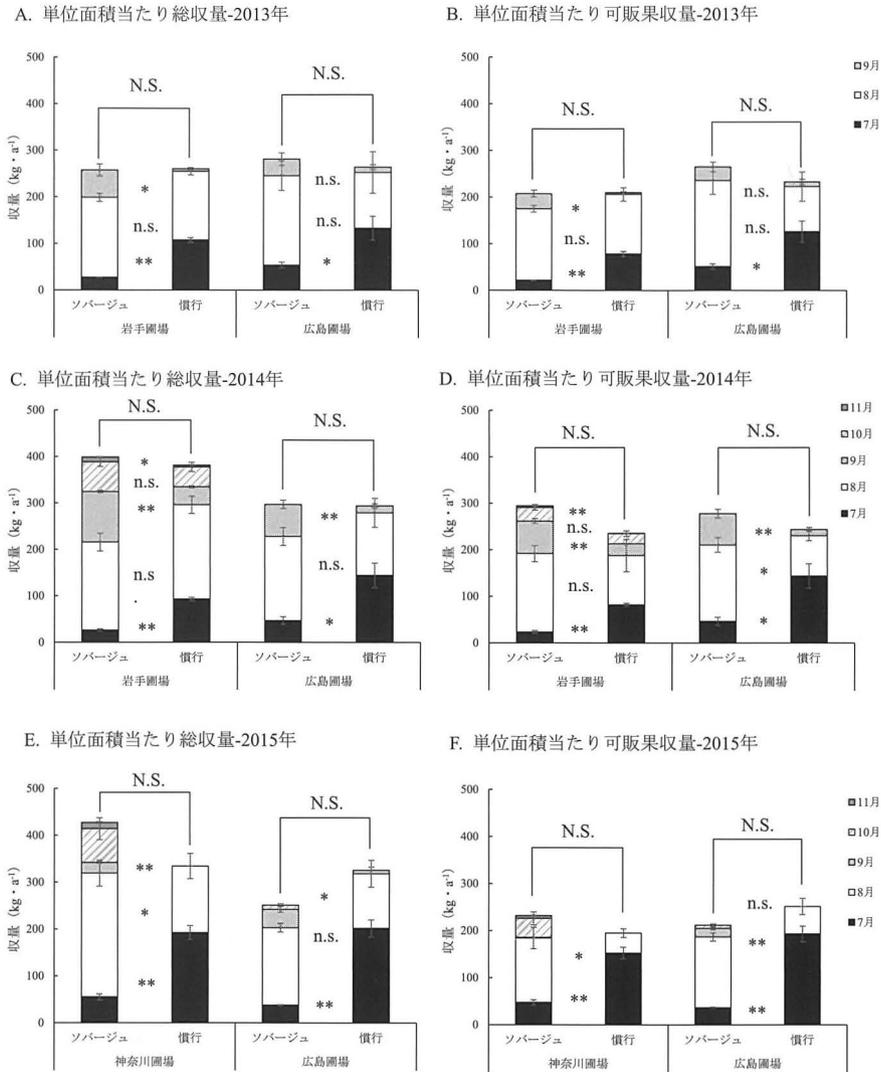
れの月においても栽培法の間有意差が認められなかった。神奈川県圃場の2015年における秀品率は、北條ら(2017b)と同様、8月ではソバージュが慣行に比べて有意に高かったものの、それ以外はいずれの月においても栽培法の間有意差が認められなかった。神奈川県圃場における2015年の裂果率は、7月ではソバージュが慣行に比べて有意に高かったものの、8月では栽培法の間有意差が認められなかった。広島圃場における秀品率は、2013および2015年の8月と2014年の9月ではソバージュが慣行に比べて有意に高かったものの、それ以外は3か年のいずれの月においても栽培法の間有意差が認められなかった。広島圃場における裂果率は、2013および2015年の8月ではソバージュが慣行に比べて有意に低かったものの、それ以外は3か年のいずれの月においても栽培法の間有意差が認められなかった。

3. 収量性に関する各調査項目における地域、栽培年および栽培法の影響

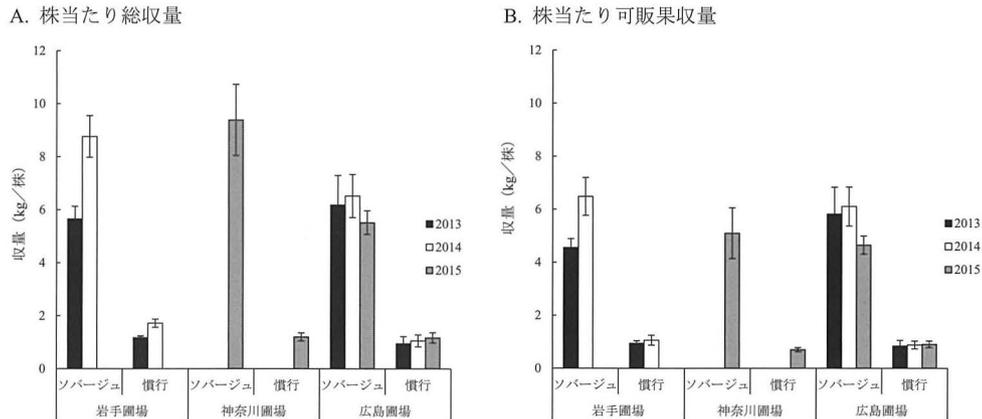
‘ロソナポリタン’における地域、栽培年および栽培法の違いが収量性に及ぼす影響を第3表に示した。総収量および可販果収量は、単位面積当たり、株当たりともに栽培年および栽培法の間有意性が認められた。また、地域間には、単位面積当たりおよび株当たりの総収量に有意性が認められたものの、可販果収量にはいずれも有意性が認められなかった。交互作用は、地域と栽培年の間には単位面積当たりの総収量、地域と栽培法の間には単位面積当たりおよび株当たりの総収量、栽培年と栽培法の間には株当たりの総収量および可販果収量に有意性が認められた。秀品率は、地域、栽培年および交互作用の地域と栽培年、地域と栽培法の間有意性が認められた。裂果率は、地域および交互作用の地域と栽培年、地域と栽培法の間有意性が認められた。

4. 品質

‘ロソナポリタン’における地域別のソバージュおよび慣行の糖度およびリコペン含量を第4表に示した。岩手圃場における糖度は、2013年の7月では栽培法の間有意差が認められなかったものの、2014年の7月および8月ではソバージュが慣行に比べて有意に低かった。岩手圃場におけるリコペン含量は、2013年の7月ではソバージュが慣行に比べて有意に低く、2014年の7月ではソバージュが慣行に比べて有意に高かったものの、2014年の8月では栽培法の間有意差が認められなかった。神奈川県圃場の2015年の糖度は、7月ではソバージュが慣行に比べて有意に高く、8月ではソバージュが慣行に比べて有意に低かったものの、9月では栽培法の間有意差が認められなかった。神奈川県圃場の2015年のリコペン含量は、いずれの月においてもソバージュが慣行に比べて有意に高かった。広島圃場における糖度は、2013および2014年の7月ではソバージュが慣行に比べて有意に高かったものの、2014および2015年の8月では栽培法の間有意差が認められな



第4図 ‘ロッシナポリタン’における地域別のソバージュおよび慣行の単位面積当たり総収量および可販果収量 t検定により、**は1%水準で、*は5%水準で有意差あり、n.s.は有意差なしを示す (n=3) 各処理区間において、符号の大文字は総収量、小文字は月別収量の比較を示す 小文字の符号は下段から順に、7月、8月、9月、10月、11月および12月を示す 縦棒は月別収量の標準誤差を示す



第5図 ‘ロッシナポリタン’における地域別のソバージュおよび慣行の株当たり総収量および可販果収量 縦棒は月別収量の標準誤差を示す

第2表 ‘ロソナポリタン’ における地域別のソバージュおよび慣行の秀品率および裂果率

栽培年	調査月	栽培法	岩手園場		神奈川園場		広島園場								
			秀品率 (%)	裂果率 (%)	秀品率 (%)	裂果率 (%)	秀品率 (%)	裂果率 (%)							
2013	7月	ソバージュ	79.6	n.s. ^z	19.5	n.s.	— ^y	—	94.8	n.s.	2.8	n.s.			
		慣行	72.9		25.9		—	—	94.7		3.0				
	8月	ソバージュ	89.5	n.s.	0.9	n.s.	—	—	96.4	*	1.3	*			
		慣行	86.7		7.2		—	—	81.0		14.8				
	9月	ソバージュ	55.0	n.s.	30.7	n.s.	—	—	81.6	n.s.	11.4	n.s.			
		慣行	68.7		33.3		—	—	87.9		4.4				
2014	7月	ソバージュ	89.6	n.s.	5.7	n.s.	—	—	99.4	n.s.	0.0	n.s.			
		慣行	88.2		9.6		—	—	99.5		0.0				
	8月	ソバージュ	89.1	*	5.6	*	—	—	90.6	n.s.	8.9	n.s.			
		慣行	52.3		49.8		—	—	64.4		30.7				
	9月	ソバージュ	64.0	n.s.	13.8	n.s.	—	—	97.6	**	1.4	n.s.			
		慣行	65.1		12.0		—	—	91.4		3.9				
	10月	ソバージュ	45.5	n.s.	54.5	n.s.	—	—	—	—	—	—			
		慣行	53.9		46.1		—	—	—	—	—	—			
	11月	ソバージュ	34.4	n.s.	65.6	n.s.	—	—	—	—	—	—			
		慣行	26.2		73.8		—	—	—	—	—	—			
	2015	7月	ソバージュ	—	—	—	—	85.8	n.s.	1.1	*	95.5	n.s.	1.0	n.s.
			慣行	—	—	—	—	79.3		0.0		95.8		1.3	
8月		ソバージュ	—	—	—	—	51.1	*	25.8	n.s.	91.2	**	6.9	**	
		慣行	—	—	—	—	30.7		12.5		48.7		41.5		
9月		ソバージュ	—	—	—	—	6.3	—	82.8	—	47.1	n.s.	52.1	n.s.	
		慣行	—	—	—	—	—	—	—	—	0.0		65.6		
10月		ソバージュ	—	—	—	—	57.1	—	10.4	—	68.6	—	15.8	—	
		慣行	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
11月		ソバージュ	—	—	—	—	45.6	—	10.5	—	—	—	—	—	
		慣行	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

^z アークサイン変換後, t検定により, **は1%水準で, *は5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なしを示す (n=3)

^y - について, 神奈川園場の2013および2014年のデータは北條ら (2017b) を参照, その他はデータなしを示す

第3表 ‘ロソナポリタン’ における地域, 栽培年および栽培法の違いが収量性に及ぼす影響

要因	単位面積当たり (kg・a ⁻¹)		株当たり (kg/株)		秀品率 (%)	裂果率 (%)
	総収量	可販果収量	総収量	可販果収量		
地域 (A)	** ^y	n.s.	**	n.s.	**	**
栽培年 (B) ^x	**	**	**	**	*	n.s.
栽培法 (C)	**	*	**	**	n.s.	n.s.
A×B ^w	*	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
A×C	**	n.s.	**	n.s.	*	**
B×C	n.s.	n.s.	**	*	n.s.	n.s.
A×B×C	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

^z 北條ら (2017b) のデータも使用して分析を行った

^y 各調査項目について, 地域, 栽培年および栽培法ごとに, 三元配置分散分析法により, **は1%,

*は5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なし

^x 岩手園場は2013および2014年のデータのみ

^w 交互作用を示す

第4表 ‘ロソナポリタン’ における地域別のソバージュおよび慣行の糖度およびリコペン含量

栽培年	調査月	栽培法	岩手圃場			神奈川圃場			広島圃場			
			糖度 (°Brix)	リコペン含量 (mg・100g ⁻¹)		糖度 (°Brix)	リコペン含量 (mg・100g ⁻¹)		糖度 (°Brix)	リコペン含量 (mg・100g ⁻¹)		
2013	7月	ソバージュ	7.7	n.s. ^z	8.4	**	— ^y	—	7.7	**	7.3	**
		慣行	7.8		9.8		—	—	6.7		6.6	
	8月	ソバージュ	6.9	—	10.8	—	—	—	7.8	—	9.1	—
		慣行	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2014	7月	ソバージュ	6.5	**	10.3	**	—	—	6.5	**	6.3	**
		慣行	7.3		9.7		—	—	5.6		5.5	
	8月	ソバージュ	5.6	**	10.6	n.s.	—	—	7.5	n.s.	10.1	**
		慣行	6.6		10.7		—	—	8.0		7.0	
2015	7月	ソバージュ	—	—	—	—	8.1	**	11.1	**	—	—
		慣行	—	—	—	—	7.2		9.2		—	—
	8月	ソバージュ	—	—	—	—	7.3	**	9.9	**	6.8	n.s.
		慣行	—	—	—	—	7.9		9.1		7.0	n.s.
	9月	ソバージュ	—	—	—	—	7.9	n.s.	10.1	**	—	—
		慣行	—	—	—	—	7.9		7.9		—	—

^zt検定により, **は1%水準で, *は5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なしを示す (n=9)

^y—について, 神奈川圃場の2013および2014年のデータは北條ら(2017b)を参照, その他はデータなしを示す

第5表 ‘ロソナポリタン’ におけるソバージュおよび慣行の経営試算 (10a当たり)

項目	ソバージュ			慣行		
	岩手圃場	神奈川圃場	広島圃場	岩手圃場	神奈川圃場	広島圃場
種苗費	77,449	77,449	77,449	386,280	483,720	483,720
肥料費	29,135	23,838	23,838	29,135	23,838	23,838
農薬費・薬剤費	70,903	34,003	2,200	70,903	34,003	2,200
諸材料費	67,666	67,666	67,666	143,101	143,101	143,101
光熱・動力費	22,216	22,216	22,216	22,216	22,216	22,216
小農具費	4,431	4,431	4,431	4,431	4,431	4,431
流通経費	444,746	528,218	439,036	388,119	391,329	418,875
費用計 A	716,546	757,821	636,836	1,044,185	1,102,638	1,098,381
生産物収量_合計 (kg) ^z	2,510	2,998	2,514	2,229	2,276	2,427
粗収益 ^y B	1,575,194	1,856,069	1,521,964	1,340,221	1,324,676	1,426,142
利益 (C=B-A)	858,648	1,098,248	885,128	296,037	222,038	327,761
労働時間 ^x	378	568	333	580	634	555
1時間当たり利益	2,270.3	1,933.4	2,661.2	510.7	350.0	590.1

^z生産物収量_合計は, 地域別のソバージュおよび慣行の単位面積当たり可販果収量 (第4図) において, 7~11月のデータを積算し, すべての栽培年のデータを平均して算出した

^y粗収益は, 収益を月別 (7~11月) において生産物収量×平均単価で算出したのち, すべての月の収益を積算して求めた平均単価は, 東京都中央卸売市場の国産ミニトマトにおける2011~2015年の5年間の平均値 (東京都中央卸売市場, 2015) を月別に算出した; 7月, 8月, 9月, 10月および11月が, それぞれ588, 569, 772, 822および672円・kg⁻¹である

^x労働時間は, 元木ら(2017)および広島県の農業経営指標 (広島県農業技術課, 2015) を参考に算出した

かった。広島圃場におけるリコペン含量は, 2013および2014年の7月と2014年の8月ではソバージュが慣行に比べて有意に高かったものの, 2015年の8月では栽培法の間有意差が認められなかった。

5. 経済性評価

‘ロソナポリタン’ におけるソバージュおよび慣行の

10a当たりの経営試算を第5表に示した。費用の合計は, 岩手, 神奈川および広島圃場の順に, ソバージュが72万, 76万および64万円, 慣行が104万, 110万および110万円であり, ソバージュは慣行のそれぞれ68.6, 68.7および58.0%であった。費用を項目別にみると, 種苗費および諸材料費は, ソバージュが慣行に比べて少なく, ソバージュ

は慣行のそれぞれ16.0~20.0および47.3%であった。粗収益は、岩手、神奈川および広島圃場の順に、ソバージュが158万、186万および152万円、慣行が134万、132万および143万円であり、ソバージュは慣行に対してそれぞれ1.18、1.40および1.07倍であった。利益は、岩手、神奈川および広島圃場の順に、ソバージュが86万、110万および89万円、慣行が30万、22万および33万円であり、ソバージュは慣行に対してそれぞれ2.90、4.95および2.70倍であった。労働時間は、岩手、神奈川および広島圃場の順に、ソバージュが378、568および333時間、慣行が580、634および555時間であり、ソバージュは慣行のそれぞれ65.2、89.5および59.9%であった。1時間当たりの利益は、岩手、神奈川および広島圃場の順に、ソバージュが2,270、1,933および2,661円、慣行が510、350および590円であり、ソバージュは慣行に対してそれぞれ4.45、5.52および4.51倍であった。

考 察

本研究において、データでは示さなかったが、北條ら(2017b)の報告と同様、供試品種である‘ロソナポリタン’のみではなく、‘ミニキャロル’((株)サカタのタネ)を用い、2品種について2~3年間調査を行った。その結果、‘ミニキャロル’は、ソバージュと慣行との違いにおいて、収量、品質ともに、‘ロソナポリタン’と同様の傾向を示した(データ略)。

露地夏秋どりミニトマトのソバージュにおける収量については、北條ら(2017b)の報告と同様、‘ロソナポリタン’では、2015年の神奈川圃場のほか、岩手および広島圃場においても単位面積当たりの収量は慣行と同等であり(第4図)、株当たりの収量はソバージュが慣行に比べて多かった(第5図)。しかし、単位面積当たりの総収量において、2015年の神奈川圃場では栽培法の間有意差が認められなかったが、北條ら(2017b)の報告における2014年の神奈川圃場ではソバージュが慣行に比べて有意に多かった。ソバージュと慣行の収量が同一の場所でも栽培年によって異なる事例がみられた要因の一つとして、降水量や日照時間などの気象条件の影響が考えられる。例えば、ソバージュの収穫最盛期に当たる2014年8月は、岩手および広島圃場では降水量が多く(第2図)、日照時間が短く(第3図)、平年値に比べて寡日照で推移したが(気象庁, 2017b)、神奈川圃場では2014年8月の気象条件は平年並みであった(気象庁, 2017a, b)。そのため、温暖地の神奈川圃場では、ソバージュでは無整枝のため茎葉の生育が旺盛となり、慣行に比べて増収したものと考えられる。単位面積当たりおよび株当たりの総収量には、地域間で有意性が認められ(第3表)、ソバージュは神奈川圃場が岩手および広島圃場に比べて多収の傾向であった。単位面積当たりおよび株当たりの総収量および可販果収量には、栽培年の間に有意性が認められたことから(第3表)、

ミニトマトの露地夏秋どり栽培は気象条件の影響を受けやすい作型であると考えられる。矢ノ口(1997)も、露地栽培のトマトは、天候により作柄が影響を受けやすいと報告している。一方、いずれの収量項目においても栽培法の間有意性が認められたことから(第3表)、気象条件の影響を受けやすいミニトマトの露地夏秋どり栽培において、ソバージュは慣行に比べて収量を得やすい栽培法であると考えられる。しかし、8月に収穫最盛期を迎えるソバージュは、7月において、いずれの地域および栽培年でも、単位面積当たりの総収量、可販果収量ともに、慣行に比べて少なかった(第4図)。その要因として、7月は、ソバージュの側枝の発達が旺盛でない時期であり、主枝における着果が収量の要素となることから、ソバージュは慣行に比べて栽植密度が小さく、単位面積当たりの収量も少なかったものと考えられる。しかし、8月は、ソバージュの側枝が発達し、着果数の増加に応じて株当たりの総収量も、7月に比べて3.6~7.2倍多くなり(データ略)、単位面積当たりの収量も慣行と同等か高い傾向であった。そのためソバージュは、7~8月にかけて、株の草姿が変化し、単位面積当たりの収量が増えるものと考えられる。なお、9月以降の収量は、慣行では第9花房開花時に8段で摘心処理を行ったのに対し、ソバージュでは粗放管理を行ったため、着果果実が存在し、ソバージュは収穫が継続でき、慣行に比べて多収となった。今後は定植時期の早期設定や施設利用(北條ら, 2016)によるソバージュの収穫期の拡大についても検討したい。

ところで、秀品率および裂果率は、栽培法の間有意性が認められなかったものの(第3表)、ソバージュの収穫最盛期である8月の裂果率は、いずれの地域および栽培年においても慣行と同等か低くなる傾向であった(第2表)。鈴木ら(2007)および鈴木ら(2012)は、夏秋雨よけトマト栽培において、裂果の発生は果実への強い日射による影響が大きいと報告している。ソバージュは脇芽かきをほとんど行わない栽培法であるため(北條ら, 2017b)、茎葉が繁茂した影響で果実への直射日光が遮られ、裂果が減少したものと考えられる。

露地夏秋どりミニトマトのソバージュにおける品質については、岩手圃場では北條ら(2017b)の報告と同様、糖度はソバージュが慣行と同等か低い傾向であったものの、リコペン含量は一定の傾向が認められなかった(第4表)。一方、広島圃場では、糖度、リコペン含量ともにソバージュが慣行と同等か高い傾向であった(第4表)。糖度については、大玉トマトにおいて、糖度と収量の間負の相関関係があることが報告されており(栃木・川里, 1989)、広島圃場は、ソバージュの収量が岩手および神奈川圃場に比べて少なかったことが、ソバージュの糖度が高かった要因の一つとして考えられる。リコペン含量については、Mooreら(1958)は、温暖地または高温期においてトマトのリコペン含量を調査し、土壌の乾燥によりリコペン含量

が低下すると報告した。一方、施山・阿部（1977）は、冷涼な地域でトマトのリコペン含量を調査し、土壌の乾燥によりリコペン含量が高まると報告した。本試験では、リコペン含量に影響する気温や降水量、日射時間などの気象条件の組合せが地域によって異なり、そのことがリコペン含量の地域間差の要因の一つとして考えられる。例えば、岩手圃場では2013年7月の降水量が平年値に比べて300mm以上多く、日照時間が50時間以上少なかったことから、土壌水分が多い条件下で茎葉繁茂が少ない収穫初期に、ソバージュのリコペン含量が慣行に比べて低かった可能性がある。

ところで、アミノ酸および糖組成について、本論文と同じ地域、栽培年および栽培法で比較した結果、同一地域および年次における栽培法の比較は可能であったものの、地域間および年次間では変動係数が大きく、比較が困難であった（北條ら，2017a）。そのため、露地夏秋どりミニトマトのソバージュの品質は気象条件の影響を受けやすいものと考えられ、同一地域および年次では品質の比較は可能であるものの、既報（北條ら，2017a）と同様、品質の地域間差や年次間差を比較することは難しいものと考えられる。

ソバージュはミニトマトの露地夏秋どり栽培を中心に全国に普及し始めているが（元木，2017）、トマトにおいて、露地栽培とハウス栽培で収量や品質について比較した研究は少なく（北條ら，2016；城島・松添，1994；吉田，1996）、露地栽培とハウス栽培における収量と品質との関係が明らかになっていない。そのため、露地夏秋どりミニトマトのソバージュを普及させるには、露地栽培とハウス栽培において、栽培法や収穫時の熟度の違いなどによる果実内の成分の変動についても詳しく検討していく必要がある。

露地夏秋どりミニトマトのソバージュにおける経済性評価については、岩手および広島圃場では、生産物収量および粗収益が神奈川圃場に比べて少なく、利益も神奈川圃場に比べて少なかった（第5表）。しかし、ソバージュの労働時間は、神奈川圃場が岩手および広島圃場に比べて長く、1時間当たり収益は、神奈川圃場が岩手および広島圃場に比べて少なかった（第5表）。また、ソバージュの8月および9月の秀品率は、神奈川圃場が岩手および広島圃場に比べて低い傾向であったが（第2表）、収穫回数を増やすなどの栽培技術の改善により、特に収穫最盛期の秀品率を向上させ、可販果収量を増やすことができれば、1時間当たりの利益を高めることができる。さらに、ソバージュは、株数が慣行の6分の1程度であるため（北條ら，2017b；元木ら，2017）、種苗費が慣行の16～20%と少なく、支柱などの使用量も慣行に比べて少ないため、諸材料費が慣行の47.3%と少なかった（第5表）。一方、8月の労働時間について、ソバージュの単位面積当たりの総収量は、8月が7月に比べて3.6～7.2倍増加した（第4図）。ソバージュでは茎葉が慣行に比べて繁茂し、収穫果を見つける工程に時間を要するが（元木ら，2017）、8月における

収穫果の増加により収穫作業も長くなるため、今後の普及においては収穫方法の改善も検討する必要がある。

露地夏秋どりミニトマトのソバージュは、ハウスが不要なため、ハウスに関連する諸材料費を大幅に削減できるとともに、慣行に比べて粗収益および利益が多いこと（第5表）、収穫調製以外の労働時間を短縮でき（元木ら，2017）、慣行に比べて1時間当たりの利益が高いこと（第5表）などから、今後の全国への普及が見込まれる。なお、本試験では、いずれの地域においても減収のおもな要因が裂果であったことから（第2表）、裂果を軽減できれば粗収益および利益はさらに向上すると考える。裂果対策については、裂果しにくい品種の選定（元木ら，1996）や遮光栽培などの導入（木村ら，2012；Wadaら，2006）、収穫頻度を増やすこと、少量多回数灌水により土壌水分の急激な上昇を抑えることなどの対策が挙げられる。しかし、それらの裂果対策によりソバージュの作業時間や諸材料費の合計なども変化すると考えられることから、今後の経済性評価ではソバージュの栽培技術の改善に合わせた作業時間の計測や経営試算も必要になると考える。

摘 要

露地夏秋どりミニトマトのネット誘引無整枝栽培（ソバージュ栽培、以下、ソバージュ）の収量は、主枝1本仕立て栽培（以下、慣行）に比べて、株数が6分の1程度であるにも関わらず、慣行と同等以上の収量が見込める。また、ソバージュは収穫作業以外の作業時間を慣行に比べて有意に短縮できる。そこで本試験では、ソバージュを全国に普及させるため、温暖地の神奈川圃場に加え、ソバージュと同じミニトマトの夏秋どり栽培（ただし、ハウス雨除け夏秋どり栽培）が一般的である岩手および広島圃場において、3年間（岩手圃場は2年間）、ソバージュと慣行の収量および品質を比較した。また、ソバージュの経済性を検討するため、ミニトマトの夏秋どり栽培の農業経営指標を参考に、各地域におけるソバージュの経済性評価を行った。その結果、露地夏秋どりミニトマトのソバージュにおける収量については、既報と同様、岩手および広島圃場においても単位面積当たりの収量は慣行と同等であり、株当たりの収量は慣行に比べて多かった。ソバージュの品質については、岩手圃場では既報と同様、ソバージュの糖度は慣行と同等か低い傾向であったものの、リコペン含量は栽培法および栽培年の間に一定の傾向が認められなかった。一方、広島圃場では、ソバージュの糖度およびリコペン含量は慣行と同等か高い傾向であった。ソバージュの経済性評価については、広島県の農業経営指標を参考に、本試験で実際に栽培した‘ロソナポリタン’の可販果収量の月別平均値を用い、既報の作業性の結果を参考に試算した結果、ソバージュの利益は10a当たり86万～110万円、労働時間は333～568時間、1時間当たりの利益は1,933～2,661円であった。

謝 辞 本試験の一部は、食料生産地域再生のための先端技術展開事業「ブランド化を促進する果実等（野菜）の生産・加工技術の実証研究」により実施した。また、本試験を遂行するに当たり、秋田県横手市実験農場の山初仁志氏および加藤正一氏、パイオニアエコサイエンス(株)の松永邦則氏、ならびに樋口洋子氏、染谷美和氏および鈴木玲美氏ら明治大学学生諸氏、青木理佐氏、岩崎美和氏および荻原綾乃氏ら県立広島大学学生諸氏に多大なるご協力をいただいた。ここに記して謝意を表する。

引用文献

- 広島県農業技術課. 2015. 農業経営指標. ミニトマト. <<https://www.pref.hiroshima.lg.jp/soshiki/84/1268015506945.html>>.
- 北條怜子・染谷美和・中西 祥・藤尾拓也・吉田 泰・元木 悟. 2016. ソバージュ栽培の雨除け栽培における夏秋どりミニトマトの収量および品質. 園学研. 15 (別1): 332.
- 北條怜子・染谷美和・鈴木玲美・樋口洋子・関 哲也・青木理佐・岩崎美和・荻原綾乃・藤尾拓也・吉田 泰・甲村浩之・山初仁志・加藤正一・松永邦則・元木 悟. 2017a. 異なる地域におけるソバージュ栽培が露地夏秋どりミニトマトのアミノ酸含量および糖含量に及ぼす影響. 園学研. 16 (別1): 343.
- 北條怜子・柘植一希・樋口洋子・山初仁志・加藤正一・藤尾拓也・岩崎泰永・元木 悟. 2017b. 露地夏秋どりミニトマトのソバージュ栽培における収量および品質. 園学研. 16: 137–148.
- 岩手県. 2013. 平成25年度野菜栽培技術指針. ミニトマト. p.26. 岩手.
- 城島十三夫・松添直隆. 1994. 露地・ハウス栽培の桃色および赤色系トマト品種の果実の肥大・着色特性と高温期における色素の形成. 園学雑. 63: 581–588.
- 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. p.8. 神奈川県環境農政部農業振興課. 神奈川.
- 神奈川県環境農政局農政部. 2012. 神奈川県野菜優良種導入指針. p.74–77. 神奈川県園芸種苗対策協議会. 神奈川.
- 木村真美・藤谷信仁・一万田賢治. 2012. 夏秋雨よけトマト栽培における裂果軽減技術. 第1報. 大分県農林水産研究指導センター研究報告 (農業研究部編). 2: 23–41.
- 気象庁. 2017a. 各地の気温と降水量のグラフ. <<http://weather.time-j.net/Climate/>>.
- 気象庁. 2017b. 過去の気象データ検索. <<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>>.
- Moore, J. N., A. A. Kattan and J. W. Fleming. 1958. Effect of supplemental irrigation, spacing, and fertility on yield and quality of processing tomatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 71: 356–368.
- 元木 悟. 2017. ソバージュ栽培. p.基654の84–97. 農業技術大系野菜編2. トマト. 農文協. 東京.
- 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: 15–26.
- 元木 悟・伊藤喜三男・矢ノ口幸夫・岡本 潔. 1996. 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. 長野中信農試報. 13: 49–61.
- 元木 悟・染谷美和・樋口洋子・森本 進・藤尾拓也・池浦博美. 2018. 可視・近赤外分光法によるミニトマトの糖度およびリコペン含量の非破壊計測. 日食保蔵誌. 44: 145–153.
- 長野県農業技術課. 2015. 農業経営指標ミニトマト (雨よけ). <<https://www.pref.nagano.lg.jp/nogi/keiei/keiei-top.html>>.
- 施山紀男・阿部 勇. 1977. 加工用トマトの果肉色及び色素含量に影響する環境要因の解析に関する研究. 野菜試報B. 1: 29–99.
- 鈴木克巳・佐々木秀和・永田雅晴. 2012. トマト果実着色不良の発生要因と対策方法に関する研究. 野菜茶研報. 12: 81–88.
- 鈴木隆志・柳瀬関三・塩谷哲也・嶋津光鑑・田中逸夫. 2007. 夏秋トマト雨よけ栽培における放射状裂果の発生に及ぼす積算日射量の影響. 園学雑. 6: 405–409.
- 栃木博美・川里 宏. 1989. トマトの促成栽培における土壌水分が果実品質に及ぼす影響. 栃木農試研報. 36: 15–24.
- 東京都中央卸売市場. 2015. 市場統計情報. <<http://www.shijou-tokei.metro.tokyo.jp/>>.
- Wada, T., H. Ikeda, K. Matsushita, A. Kambara, H. Hirai and K. Abe. 2006. Effects of shading in summer on yield and quality of tomatoes grown on a single-truss system. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 75: 51–58.
- 矢ノ口幸夫. 1997. 作型・栽培システムと栽培の要点. p.基563. 農業技術大系野菜編2. トマト. 農文協. 東京.
- 吉田企世子. 1996. 野菜の栽培方法と成分. 日本食生活学会誌. 7: 15–22.