

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

誌名	園芸学研究
ISSN	13472658
著者名	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
発行元	園芸学会
巻/号	16巻2号
巻号補足	
掲載ページ	p. 137-148
発行年月	2017年4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ソバージュ栽培における収量および品質

北條 怜子^{1,2}・柘植 一希^{1,2}・樋口 洋子^{2a}・山初 仁志³・加藤 正一³・
藤尾 拓也⁴・岩崎 泰永⁵・元木 悟^{2*}

¹ 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

² 明治大学農学部 214-8571 神奈川県川崎市多摩区東三田

³ 秋田県横手市実験農場 013-0304 秋田県横手市大雄字新町南

⁴ 岩手県農業研究センター 024-0003 岩手県北上市成田

⁵ 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構野菜花き研究部門 305-8519 茨城県つくば市観音台

Yield and Quality of Summer-autumn-harvest Cherry Tomato in Open Field Culture Using Sauvage Cultivation

Reiko Hojo^{1,2}, Kazuki Tsuge^{1,2}, Yoko Higuchi^{2a}, Hitoshi Yamahatsu³, Shoichi Kato³,
Takuya Fujio⁴, Yasunaga Iwasaki⁵ and Satoru Motoki^{2*}

¹ Graduate School of Agricultural Meiji University, Higashimita, Tamaku, Kawasaki, Kanagawa 214-8571

² Agricultural Department of Meiji University, Higashimita, Tamaku, Kawasaki, Kanagawa 214-8571

³ Yokote, Akita Experiment Farm, Taiyushinmachiminami, Yokote, Akita 013-0304

⁴ Iwate Agricultural Research Center, Narita, Kitakami, Iwate 024-0003

⁵ Institute of Vegetable and Floriculture Science, National Agriculture and Food Research Organization, Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8519

Abstract

There has been an increasing demand for small-sized (cherry) tomatoes because they contain lycopene and other functional constituents, last for a long period of time, and are delicious to eat. However, since conventional cherry tomato cultivation methods involve guiding the vines upward and downward and other tasks that are labor-intensive, it is necessary to develop new cultivation techniques to save the energy required for cultivation management and reduce the labor required. In 2010, the authors developed a new method for open-field cherry tomato cultivation, in which the seedlings are planted more sparsely compared with conventional cultivation methods and most lateral shoots are left as they are. Although the new cultivation method, which is referred to as the *sauvage* method, is becoming popular across Japan, no studies have been conducted to compare the yield, quality, and growth rate of tomatoes between the *sauvage* and conventional cultivation methods. The present study aimed to establish the *sauvage* cultivation system as a new open-field cultivation method for summer-autumn-harvest cherry tomatoes. Two cherry tomato varieties with different characteristics were raised for two years using the *sauvage* and conventional cultivation methods, and the results were compared. The total yield and vendible crop yield per stock produced from the *sauvage* cultivation were larger, compared with conventional cultivation methods. In addition, the yield per area produced from the *sauvage* cultivation was expected to be equivalent to that from conventional cultivation methods, although the number of stocks per area was approximately one sixth. Furthermore, the *sauvage* cultivation method prevented the fruit from being sun-damaged. The sugar content of cherry tomatoes produced with *sauvage* cultivation was the same or lower, and the lycopene content was the same or higher, compared with conventional cultivation methods.

Key Words : labor-saving, lateral shoots, lycopene, sugar

キーワード : リコピン, 省力化, 側枝, 糖

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、リコピンなどの栄養素を豊富に含む果菜類として知られている。トマトを用途別で分類すると、生食用と加工用に分けられ、さらに生食用は、果実の大きさの違いから、大玉、中玉およびミニの3つに分類される(糠谷, 2014)。そのなかでも、ミニトマトは、果実の形状や色、大きさが多様であり、用途が豊富であるなどの利点があり、大玉トマトに比べて花数が多く、着果性が優れており、果実糖度

2016年1月26日 受付. 2016年8月4日 受理.
本報告の一部は、平成26年度園芸学会春季大会および平成27年度園芸学会春季大会で発表した。

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

^a 現在：茨城県鹿行農林事務所

が比較的高いという特徴がある(元木, 2013)。また、ミニトマトはリコピンなどの機能性成分を多く含み、日持ち性もよく、食味が優れることから(永井, 1997b)、需要が増えている((独)農畜産業振興機構, 2011)。2013年現在、ミニトマトはトマト生産の約1割を占め(農林水産省大臣官房統計部, 2015)、食生活の多様化に伴い、生産量と栽培面積が著しく増加した野菜の一つである(元木, 2013)。

ところで、日本におけるミニトマトの作型は、促成長期栽培が過半数を占め(河合, 1997)、次いで、半促成栽培、抑制栽培、夏秋栽培の順であり、栽培の多くがプラスチックハウスやガラス温室などを利用して生産される(青木, 2009)。ミニトマトの栽培法は、側枝をすべて取り除く主枝1本仕立て栽培(以下、慣行)が主流であり、心止めやつる下ろし、斜め誘引などの栽培管理を行うことにより栽培期間を調節している(河合, 1997; 菅原, 2010)。しかし、慣行では、誘引やつる下ろしなどの作業に多くの労力を要することが問題となっている(青木, 1998; 元木, 2013)。さらに、温暖地では、夏場の直射日光や高温の影響により日焼け果などの生理障害が発生するため、慣行による生産が難しい(元木, 2013; 永井, 1997a; 鈴木ら, 2013)。また、ミニトマトの収穫作業は、果実の熟度をその都度判断し、すべて手作業で行うため、多大な時間を要することから、収穫作業の省力化および軽作業化を図ることが生産拡大のための課題になっている(元木, 2013; 元木ら, 1996a)。さらに近年、生産者の高齢化や後継者不足などにより、栽培面積が減少する地域が散見されることから、栽培管理の省力化や軽作業化が図れる栽培技術の開発が望まれている(元木ら, 1996c; 矢ノ口, 1997)。

ところで、トマトやキュウリ、メロンなどの果菜類の栽培では、栽培期間中に側枝を取り除く作業が行われるが、メロンでは、側枝を活用した6本仕立てとすると、通常の2本仕立てに比べて収量を維持しながら疎植栽培が可能である(小川, 2011)。トマトでも、花房直下の側枝のみを活用する「花房直下側枝全伸栽培」が慣行に比べて疎植であるにも関わらず増収し、品質も向上することが報告されている(小川, 2011)。

そこで著者らは、露地のミニトマトの新しい栽培法として、慣行に比べて疎植とし、側枝をほとんど取り除かず、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、植物体を生育に合わせて誘引する栽培法を、2010年に開発した(第1図)。その新しい栽培法は、ソバージュ(粗放的な)栽培(以下、ソバージュ)と呼ばれ、2015年現在、東北地域を中心に全国各地で普及が始まっている。ソバージュは、主枝だけでなく側枝も利用し、心止めを行わないことから、放任に近い栽培であるため栽培管理の省力化が見込める。また、露地栽培を対象とするため、プラスチックハウスやガラス温室などの施設費が不要であることから、生産コストを大幅に削減できる。ソバージュは、全国的に普及し始めており、生産



第1図 露地ミニトマトのソバージュ栽培(神奈川県川崎市)
図の上から定植直後、定植3週間後、定植1か月半後、
定植2か月後

現場からは、収量や品質、生育などを慣行と比較検討し、早急に栽培体系を確立(栽培マニュアルを作成)することが強く望まれている。

そこで本研究では、省力で高収益が見込める露地のミニトマトの新しい栽培法として、ソバージュを全国に普及させるため、その栽培体系の確立を目指して、品種特性が異なるミニトマト2品種を用い、ソバージュと慣行の比較試験を2年間行った。その結果、いくつかの知見が得られたので報告する。

材料および方法

1. 耕種概要

試験は、2013 および 2014 年の 2 年間、明治大学生田キャンパスの露地圃場（標高 65 m, 赤黄色土, pH 6.0, EC $0.1 \text{ ds} \cdot \text{m}^{-1}$ ）で行った。供試品種として、ミニトマトの‘ロッソナポリタン’（パイオニアエコサイエンス（株））および‘ミニキャロル’（（株）サカタのタネ）を用いた。‘ロッソナポリタン’は、節間が長めで葉が小さいため採光性がよく、食味、輸送性および日持ち性などが優れることから（元木, 2013; 竹下, 2013）、ソバージュの適品種として選定した。なお、ソバージュを開発し、その栽培面積が増え続けている秋田県横手市でも、‘ロッソナポリタン’はソバージュに適した品種として評価が高い。一方、‘ミニキャロル’は、種子発売以来 20 年以上にわたり、ミニトマトの栽培法や品質評価などの多くの試験に用いられてきた品種であり（安ら, 2013; 榎本, 2011; 元木ら, 1996a, b, c; 太田ら, 1993）、品種特性が明確であることから‘ロッソナポリタン’の比較対照品種として選定した。

2013 年 4 月 2 日および 2014 年 4 月 4 日に、いずれも 128 穴セルトレイに播種し、両年ともに 4 月 22 日に台木の‘グリーンガード’（タキイ種苗（株））へ接ぎ木した。その後、両年ともに 4 月 30 日に 10.5 cm ポリポットに鉢上げして育苗し、それぞれ 2013 年 5 月 25 日および 2014 年 5 月 24 日に定植した。定植時の苗の生育段階は、2013 年が第 2 花房開花期、2014 年が第 1 花房開花期であった。ソバージュの栽植様式（栽植密度）は、両年ともに、2011～2012 年の秋田県横手市および長野県野菜花き試験場における予備試験の結果から高収量が見込めると考えられた、畝幅 2.2 m, ベッド幅 0.8 m, 株間 1.0 m の 1 条植え ($0.46 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$, 以下、ソバージュ 1.0 区) とした（第 1 図）。一方、慣行の栽植様式は、神奈川県ミニトマトの栽培基準（神奈川県環境農政局農政部, 2012）に準じ、両年ともに畝幅 1.8 m, ベッド幅 0.8 m, 株間 0.4 m, 条間 0.4 m の 2 条植え ($2.78 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$, 以下、慣行 0.4 区) とした。2013 年はそれらの 2 試験区に加え、ソバージュでは慣行の株間と同じ株間 0.4 m ($1.14 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$, 以下、ソバージュ 0.4 区) の 1 条植え、慣行ではソバージュの株間と同じ株間 1.0 m ($1.11 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$, 以下、慣行 1.0 区) の 2 条植の 2 試験区を設け、計 4 試験区で栽培した。2013 年の試験の結果、慣行 1.0 区の収量がほかの試験区に比べて少なかったことから、2014 年は慣行 1.0 区を除き、計 3 試験区で栽培した。10 a 当たりの栽植本数は、ソバージュ 1.0 区が 455 本、ソバージュ 0.4 区が 1,136 本、慣行 1.0 区が 1,111 本および慣行 0.4 区が 2,778 本であった。

施肥は神奈川県の施肥基準（神奈川県環境農政部農業振興課, 2010）に準じ、基肥として $\text{N:P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}=15:15:15$ ($\text{kg} \cdot 10 \text{ a}^{-1}$) を定植 2 週間前に施用し、追肥として $\text{N:P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}=4:4:4$ ($\text{kg} \cdot 10 \text{ a}^{-1}$) を 7 月中旬および 9 月中

旬の計 2 回施用した。また、地温の安定を図るため、定植の 2 週間前に畝を白黒マルチで被覆し、通路に防草シートを敷設した（第 1 図）。灌水は定植時および追肥時以外は行わなかった。定植後の栽培管理として、ソバージュは地際の過繁茂による病害虫の発生防止対策のため、第 1 花房直下までの側枝はすべて除去し、その後は植物体を生育に合わせて 2～3 回程度マイカ線で誘引した。慣行は河合（1997）および菅原（2010）の栽培法に準じて側枝をすべて取り除き、いずれも第 9 花房開花時に第 8 花房の上位 2 葉を残して心止めを行った。そのほかの栽培管理として、誘引および薬剤散布は適宜行った。試験規模は、2013 年が圃場面積 416.0 m^2 , 1 区 3 株（ボーダー植物は両側の 2 株）3 反復、2014 年が圃場面積 486.4 m^2 , 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。それぞれ縦 16 m の畝を、ソバージュは、2013 年が計 10 列、2014 年が計 12 列、慣行は、2013 年が計 4 列、2014 年が計 2 列用い、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。栽培期間中のソバージュ 1.0 区および慣行 0.4 区の気温（地表面から高さ 150 cm）および地温（地表面から深さ 10 cm）は、温度計（おんどとり Jr.TR-52i, （株）ティアンドデイ）を用いて測定した。測定期間は、2013 年が定植 3 週間後（6 月 16 日）から慣行の栽培終了時まで、2014 年が定植時から慣行の栽培終了時までとした。

2. 収量調査の方法

収穫は、2013 年が 7～9 月、2014 年が 7～12 月にかけて、毎週 1 回行った。ただし、慣行は、第 8 花房の上位 2 葉を残し、第 9 花房直下で心止めを行ったため、両年とも収穫が 9 月で終了した。2013 年は完熟果のみ、2014 年は桃熟期果から完熟果までの果実をすべて収穫し、可販果、裂果、日焼け果、そのほかの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、日焼け果率、平均 1 果重を算出した。2014 年に完熟果のほかに桃熟期果を収穫した理由は、2013 年の毎週 1 回の完熟果のみの果実の収穫では降雨などの天候の変動により裂果が多く発生したためである。そこで、生産現場の一般的な収穫頻度（週 2 回程度の収穫）の品質に近づけるため、2014 年は裂果対策として桃熟期果から完熟果までの果実をすべて収穫した。また、ソバージュは植物体が面状に広がり、株ごとの収穫が困難であったため、既報（唐澤ら, 1997; 元木ら, 1997）を参考に、株の定植位置を中心に幅 1 m 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

品質調査は、糖度およびリコピン含量について、2013 年がソバージュ 1.0 区および慣行 0.4 区を 7～9 月にかけて、2014 年がソバージュ 1.0 区、ソバージュ 0.4 区および慣行 0.4 区を 7～11 月にかけて毎月 1 回測定した。いずれも非破壊式測定機（フルーツセクター, K-SS300-LC,

(株)クボタ) (樋口ら, 2013; 伊藤・森本, 2009) を用い, 1 試験区当たり可販果 15~50 果を収穫後 12 時間以内に対象果実のすべてに番号を付して分析し, そのなかから正規分布により糖度およびリコピン含量の両方において平均値に近い値を示した個体を特定し, 平均値に近い順から 9 個体のデータを採用し, それらを反復として統計処理を行った.

4. 乾物調査の方法

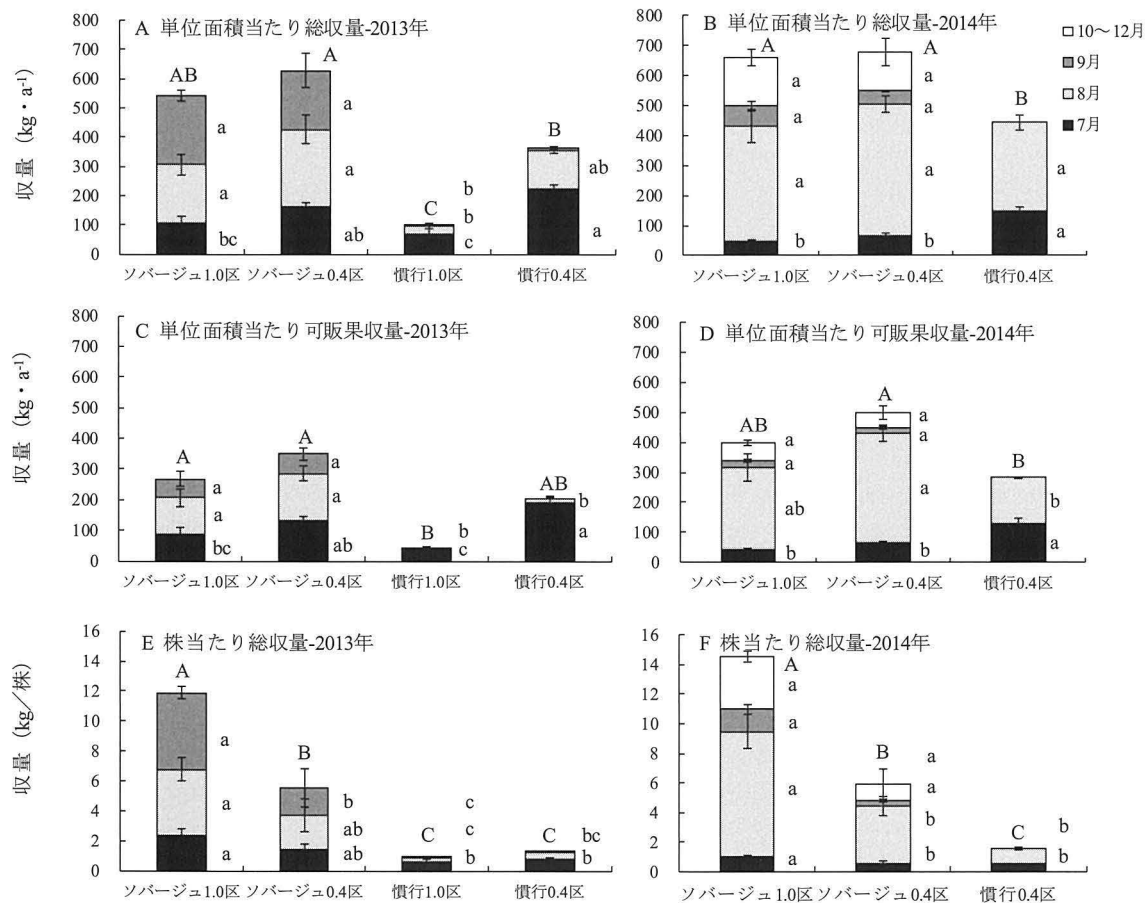
乾物調査は, 2013, 2014 年ともに 'ロッソナポリタン' を供試し, ソバージュ 1.0 区および慣行 0.4 区において定植時および収穫終了時に, 両栽培法のそれぞれ各 3 個体ずつを解体し, 葉および茎に分け, 新鮮重および最大茎径を測定した. その後, 70°C の送風定温乾燥器 (DRM620TB, アドバンテック東洋(株)) で乾燥させて各部位の乾物重を測定した. なお, 果実については収穫終了時に乾物重を測定した. また, 乾物調査および収量調査から, 単位面積当たりの果実乾物重および地上部乾物重の合計値を地上部総乾物重とし, 果実乾物重/地上部総乾物重を果実への乾物分配率 (果実乾物分配率) として算出した.

結 果

1. 収量性

1) 'ロッソナポリタン'

総収量と可販果収量を第 2 図に示した. 単位面積当たりの総収量は, 2013 年ではソバージュ 0.4 区が慣行 1.0 区および慣行 0.4 区 (以下, 慣行区) に比べて有意に多く, 2014 年ではソバージュ 1.0 区およびソバージュ 0.4 区 (以下, ソバージュ区) が慣行 0.4 区に比べて有意に多かった (第 2 図 A, B). また, 単位面積当たりの可販果収量は, 2013 年ではソバージュ区が慣行 1.0 区に比べて有意に多く, 2014 年ではソバージュ 0.4 区が慣行 0.4 区に比べて有意に多かった (第 2 図 C, D). 総収量を月別にみると, 7 月は, 2013 年ではソバージュ 0.4 区および慣行 0.4 区が慣行 1.0 区に比べて有意に多く, 2014 年では慣行 0.4 区がソバージュ区に比べて有意に多かった (第 2 図 A, B). 8 月は, 2013 年ではソバージュ区が慣行 1.0 区に比べて有意に多かったが, 2014 年では栽培法の間に有意差は認められなかった. 9 月は両年ともにソバージュ区が慣行区に比べて



第 2 図 'ロッソナポリタン' の異なる栽培法における総収量と可販果収量

Tukey の多重検定および t 検定により, 異符号間に 5% 水準で有意差あり (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
小文字は下段から順に, 7, 8, 9 および 10~12 月を示す
縦棒は月別収量の標準誤差を示す

有意に多く、10～12月は、ソバージュ1.0区とソバージュ0.4区の間有意差が認められなかった(第2図B)。可販果収量を月別にみると、7月は総収量と同様、2013年ではソバージュ0.4区および慣行0.4区が慣行1.0区に比べて有意に多く、2014年では慣行0.4区がソバージュ区に比べて有意に多かった(第2図C, D)。8月は、2013年ではソバージュ区が慣行区に比べて有意に多く、2014年ではソバージュ0.4区が慣行0.4区に比べて有意に多かった。両年ともに9月以降の慣行区では可販果が得られなかったのに対し、ソバージュ区ではa当たり60kg以上の可販果が収穫できた。10～12月については、12月は降霜の影響により収穫した果実がすべて不良果であったため、可販果が収穫できたのは10および11月のみであり、ソバージュ1.0区とソバージュ0.4区の間有意差が認められなかった(第2図D)。

株当たりの総収量は、両年ともにソバージュ区が慣行区に比べて有意に多く、ソバージュ1.0区が最も多かった(第2図E, F)。また、株当たりの可販果収量も、両年ともに総収量と同様の傾向であった(データ略)。総収量を月別にみると、7, 8および9月は、両年ともにソバージュ1.0区が慣行区に比べて有意に多かった(第2図E, F)。10～12月は、ソバージュ1.0区とソバージュ0.4区の間有意差が認められなかった(第2図F)。また、可販果収量を月別にみると、両年ともに総収量と同様の傾向であった(データ略)。

秀品率は、2013年の収穫果実全体では50%前後であり、栽培法の間有意差が認められなかったものの、8および9月の秀品率はソバージュ区が慣行区に比べて有意に高かった(第1表)。また、2014年は収穫果実全体では60.2～73.9%であり、ソバージュ0.4区がソバージュ1.0区に比べて有意に高く、8月はソバージュ1.0区および0.4区がそれぞれ70.6および84.2%であり、慣行0.4区の52.3%に比べて有意に高かった。裂果率は、2013年7月の慣行1.0区がほかの試験区に比べて有意に高かったことを除き、両年ともに栽培法の間有意差が認められなかった(第1表)。日焼け果率は、2013年の収穫果実全体では慣行0.4区が慣行1.0区に比べて有意に高く、2014年では慣行0.4区がソバージュ区に比べて有意に高かった(第1表)。8月は両年ともに慣行0.4区がソバージュ0.4区に比べて有意に高く、9月は2013年のソバージュ0.4区が慣行1.0区に比べて有意に高かった。

2) ‘ミニキャロル’

総収量と可販果収量を第3図に示した。単位面積当たりの総収量は、両年ともに試験区の間有意差が認められなかった(第3図A, B)。一方、単位面積当たりの可販果収量は、2014年では試験区の間有意差が認められなかったものの、2013年ではソバージュ区が慣行区に比べて有意に多かった(第3図C, D)。総収量を月別にみると、7月は、2013年では試験区の間有意差が認められず、

2014年では慣行0.4区がソバージュ区に比べて有意に多かった(第3図A, B)。8月は、2013年ではソバージュ0.4区が慣行区に比べて有意に多く、2014年では試験区の間有意差が認められなかった。9月は、両年ともに試験区の間有意差が認められなかった。10～12月は、ソバージュ1.0区とソバージュ0.4区の間有意差が認められなかった(第3図B)。可販果収量を月別にみると、7月は、2013年ではソバージュ0.4区および慣行0.4区が慣行1.0区に比べて有意に多く、2014年では慣行0.4区がソバージュ区に比べて有意に多かった(第3図C, D)。8月は、2013年ではソバージュ区が慣行区に比べて有意に多く、2014年ではソバージュ1.0区が慣行0.4区に比べて有意に多かった。9月は、2013年ではソバージュ1.0区が慣行1.0区に比べて有意に多かったものの、2014年では試験区の間有意差が認められなかった(第3図C, D)。10～12月については、12月は降霜の影響により収穫した果実がすべて不良果であったため、可販果が収穫できたのは10および11月のみであり、ソバージュ1.0区とソバージュ0.4区の間有意差が認められなかった(第3図D)。

株当たりの総収量は、両年ともにソバージュ1.0区がソバージュ0.4区および慣行区に比べて有意に多かった(第3図E, F)。また、株当たりの可販果収量も、両年ともに総収量と同様の傾向であった(データ略)。総収量を月別にみると、7月は、2013年では試験区の間有意差が認められず、2014年ではソバージュ1.0区がソバージュ0.4区および慣行0.4区に比べて有意に多かった(第3図E, F)。8および9月は、両年ともにソバージュ1.0区がソバージュ0.4区および慣行区に比べて有意に多かった。10～12月は、ソバージュ1.0区とソバージュ0.4区の間有意差が認められなかった(第3図F)。また、可販果収量を月別にみると、両年ともに総収量と同様の傾向であった(データ略)。

秀品率は、2013年の収穫果実全体では慣行1.0区が17.2%であり、ソバージュ区の50%前後に比べて有意に低かった(第1表)。7月はソバージュ1.0区が慣行1.0区に比べて有意に高く、8および9月はいずれもソバージュ区が慣行区に比べて有意に高かった。また、2014年は収穫果実全体ではソバージュ区が60%前後であり、慣行0.4区の47.6%に比べて有意に高く、8月はソバージュ区が70%前後であり、慣行区の38.3%に比べて有意に高かった。裂果率は、2013年の収穫果実全体では、試験区の間有意差が認められなかったものの、9月は慣行0.4区が81.7%であり、ソバージュ0.4区の32.3%に比べて有意に高かった(第1表)。2014年の収穫果実全体における裂果率はソバージュ0.4区が5.1%であり、慣行0.4区の16.0%に比べて有意に低く、8および9月は収穫果実全体と同様、ソバージュ0.4区が慣行0.4区に比べて有意に低かった。日焼け果率は、2013年の収穫果実全体では慣行1.0区がソバージュ1.0区に比べて有意に高く、8月は慣行1.0区がソバージュ区に比べて有意に高かった(第1表)。2014年の日焼け

第1表 異なる栽培法および品種における秀品率、裂果率および日焼け果率 (%)

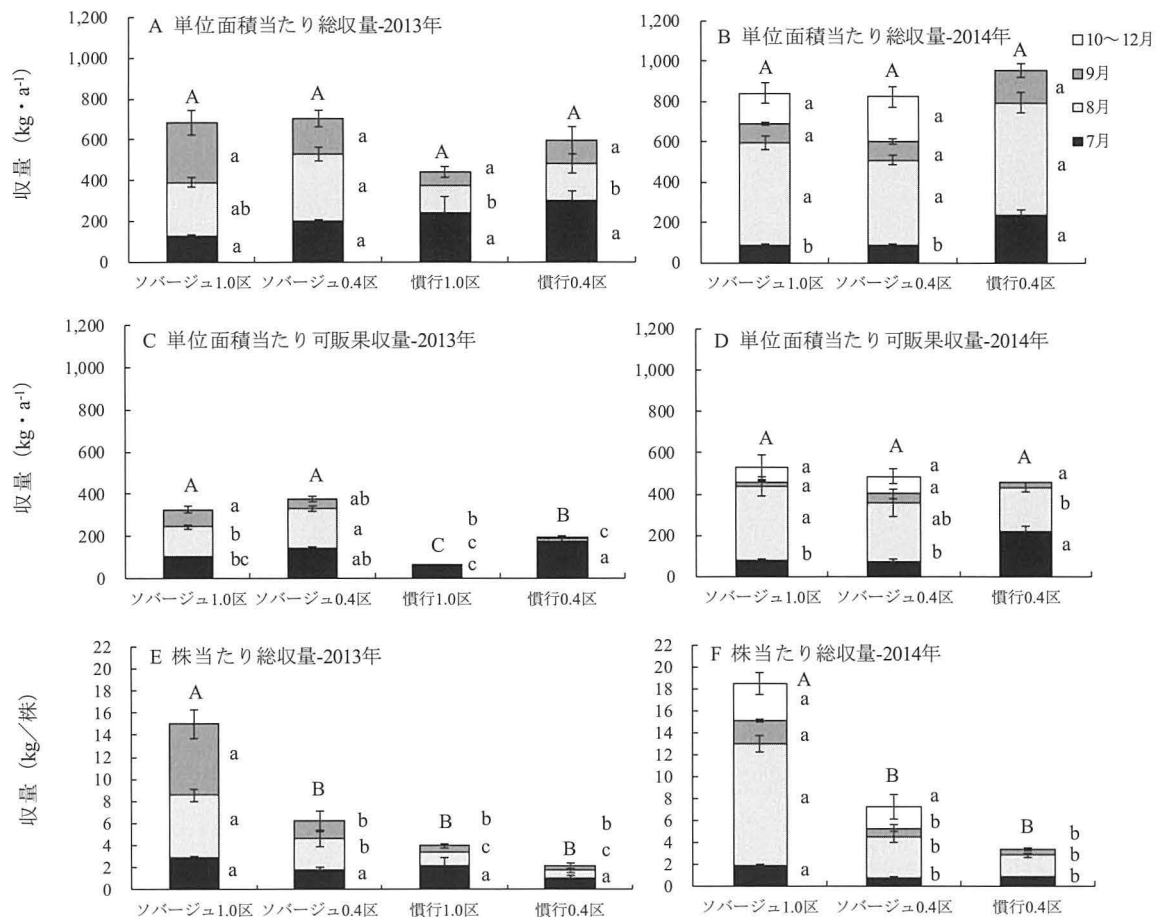
栽培年	栽培法	ロッソナポリタン							ミニキャロル							
		7月	8月	9月	10月	11月	12月	全体	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全体	
秀品率	2013	ソバージュ 1.0 区	80.3 a ^z	58.7 a	25.9 a	— ^y	—	—	48.1 a	81.2 a	54.9 a	28.8 a	—	—	—	49.0 a
		ソバージュ 0.4 区	83.2 a	58.3 a	31.8 a	—	—	—	56.3 a	70.9 ab	58.9 a	22.8 a	—	—	—	53.5 a
		慣行 1.0 区	59.1 a	10.1 b	0.0 b	—	—	—	44.7 a	28.7 b	6.5 b	4.9 b	—	—	—	17.2 b
		慣行 0.4 区	86.0 a	10.7 b	—	—	—	—	56.8 a	60.0 ab	8.8 b	0.7 b	—	—	—	32.6 ab
	2014	ソバージュ 1.0 区	94.3 a	70.6 b	30.1 n.s. ^x	66.0 n.s.	28.5 n.s.	0.0	60.2 b	94.4 a	70.1 a	19.8 a	47.0 n.s.	16.5 n.s.	0.0	62.7 a
		ソバージュ 0.4 区	93.0 a	84.2 a	38.0	61.1	20.3	0.0	73.9 a	88.1 a	66.7 a	47.2 a	53.8	36.8	0.0	59.1 a
		慣行 0.4 区	87.4 a	52.3 c	—	—	—	—	63.4 ab	94.8 a	38.3 b	16.1 a	—	—	—	47.6 b
裂果率	2013	ソバージュ 1.0 区	1.9 b	21.1 a	62.2 a	—	—	—	35.8 a	7.2 a	17.7 a	40.4 ab	—	—	—	24.8 a
		ソバージュ 0.4 区	2.7 b	10.2 a	36.9 a	—	—	—	15.6 a	16.3 a	15.9 a	32.3 b	—	—	—	19.9 a
		慣行 1.0 区	25.6 a	23.0 a	79.6 a	—	—	—	26.5 a	6.9 a	20.2 a	46.9 ab	—	—	—	18.5 a
		慣行 0.4 区	1.0 b	41.8 a	—	—	—	—	17.3 a	5.6 a	34.2 a	81.7 a	—	—	—	28.6 a
	2014	ソバージュ 1.0 区	1.1 a	15.3 a	57.0 n.s.	6.6 n.s.	4.7 n.s.	0.0	15.6 a	0.6 a	10.9 ab	35.8 ab	3.6 n.s.	31.5 n.s.	0.0	11.5 ab
		ソバージュ 0.4 区	0.0 a	6.2 a	40.0	5.3	15.0	0.0	8.2 a	0.7 a	4.2 b	15.8 b	7.2	2.9	0.0	5.1 b
		慣行 0.4 区	5.5 a	11.6 a	—	—	—	—	10.3 a	0.7 a	14.9 a	42.4 a	—	—	—	16.0 a
日焼け果率	2013	ソバージュ 1.0 区	0.0 a	21.4 ab	14.3 ab	—	—	—	16.3 ab	0.0 a	26.7 b	22.9 a	—	—	—	23.1 b
		ソバージュ 0.4 区	0.0 a	17.3 b	27.1 a	—	—	—	19.5 ab	0.0 a	24.2 b	34.1 a	—	—	—	26.2 ab
		慣行 1.0 区	0.0 a	20.1 ab	0.0 b	—	—	—	12.3 b	35.3 a	52.0 a	42.1 a	—	—	—	44.5 a
		慣行 0.4 区	10.3 a	32.6 a	16.5 ab	—	—	—	24.6 a	33.1 a	46.4 ab	22.3 a	—	—	—	34.7 ab
	2014	ソバージュ 1.0 区	0.0 a	19.9 ab	1.5 a	0.0	0.0	0.0	12.0 b	0.0 a	25.9 b	5.0 a	0.0	0.0	0.0	17.0 b
		ソバージュ 0.4 区	0.0 a	18.3 b	4.9 a	0.0	0.0	0.0	13.5 b	0.0 a	28.3 b	2.5 a	0.0	0.0	0.0	16.7 b
		慣行 0.4 区	0.0 a	30.5 a	0.0 a	—	—	—	23.8 a	2.2 a	45.3 a	18.2 a	—	—	—	31.7 a

^z 各調査年において月および全体ごとにアークサイン変換後に Tukey の多重検定を行い、異符号間に 5% 以下の水準で有意差あり

なお、2013 年は完熟果のみ、2014 年は桃熟期果から完熟果までを調査の対象とした

^y — は収量がなかったことによるデータなしを表す

^x t 検定により、n.s. は有意差なしを示す



第3図 ‘ミニキャロル’の異なる栽培法における総収量と可販果収量

Tukeyの多重検定およびt検定により、異符号間に5%水準で有意差あり (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

小文字は下段から順に、7, 8, 9および10~12月を示す

縦棒は月別収量の標準誤差を示す

第2表 各栽培法における品種および栽培年が収量性に及ぼす影響

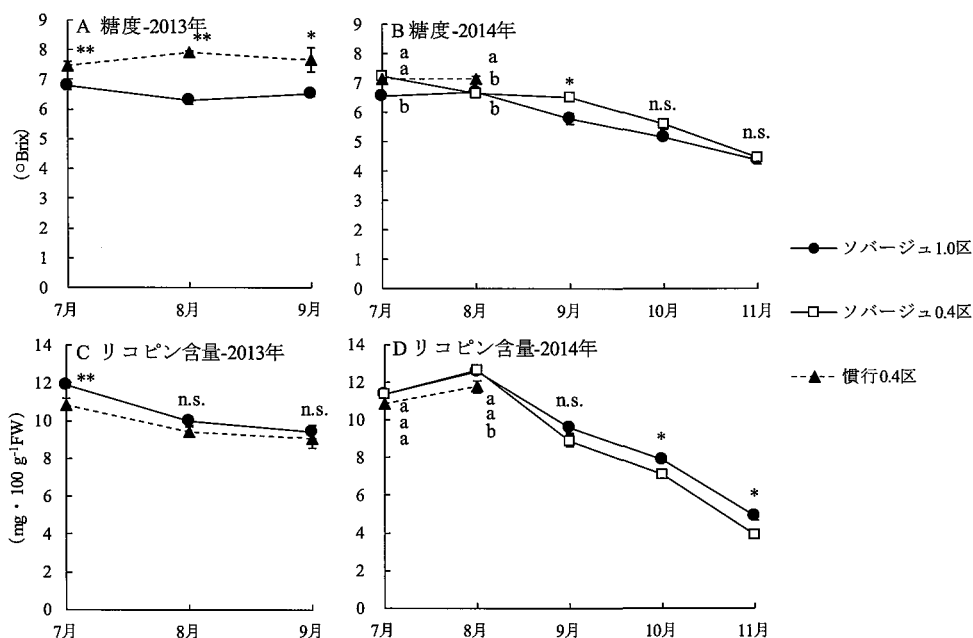
栽培法 ^z	要因	総収量 (kg・a ⁻¹)	可販果収量 (kg・a ⁻¹)	秀品率 (%)	裂果率 (%)	日焼け果率 (%)
ソバージュ	品種 (A)	n.s. ^y	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	栽培年 (B)	n.s.	n.s.	*	n.s.	*
	A × B ^x	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
慣行 ^w	品種 (A)	*	n.s.	n.s.	n.s.	*
	栽培年 (B)	n.s.	n.s.	n.s.	**	*
	A × B	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

^z ソバージュはソバージュ 1.0 区とソバージュ 0.4 区、慣行は慣行 0.4 区のみ^y 各調査項目について、栽培法ごとに二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 交互作用を示す^w 慣行においては、慣行 1.0 区を除いて統計処理を行った

け果率は、収穫果実全体および8月では慣行 0.4 区がソバージュ区に比べて有意に高かった。

2. 収量性に関わる各調査項目に対する品種および栽培年の影響

収量性に関わる各調査項目における品種および栽培年の違いによる有意性を第2表に示した。ソバージュでは、い



第4図 ‘ロッソナポリタン’における栽培法ごとの糖度およびリコピン含量

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=9)

Tukeyの多重検定により, 異なる符号間に5%水準で有意差あり (n=9)

縦棒は標準誤差を示す (n=9)

2014年の慣行0.4区については, 9月以降の可販果が少なく, サンプル数が不足したためデータなし
なお, 2013年は完熟果のみ, 2014年は桃熟期果から完熟果までを調査の対象とした

ずれの調査項目でも品種間に有意差が認められず, 秀品率および日焼け果率に年次間差が認められた. 慣行では単位面積当たりの総収量と日焼け果率に品種間差が認められ, 裂果率および日焼け果率に年次間差が認められた.

3. 品質

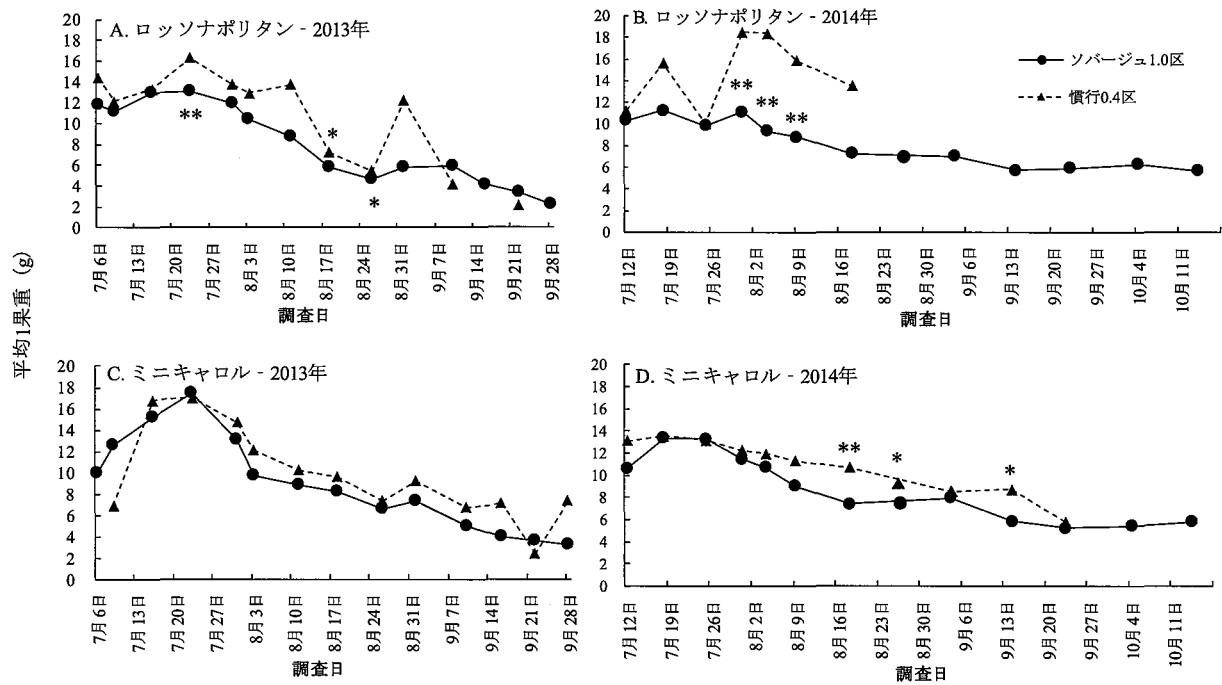
1) ‘ロッソナポリタン’

栽培法ごとの糖度とリコピン含量を第4図に示した. 2013年の糖度は, 7~9月にかけて, 慣行0.4区がソバージュ1.0区に比べて有意に高かった (第4図A). 2014年の糖度は, 7月はソバージュ1.0区がほかの試験区に比べて有意に低く, 8月は慣行0.4区がソバージュ区に比べて有意に高かった (第4図B). 9月以降は慣行0.4区の可販果が少なく, サンプル数が不足したため, ソバージュ区のみと比較であるが, 9月はソバージュ0.4区がソバージュ1.0区に比べて有意に高く, 10月以降はソバージュ1.0区とソバージュ0.4区間に有意差が認められなかった (第4図B). 2013年のリコピン含量は, 7月はソバージュ1.0区が慣行0.4区に比べて有意に高く, 8および9月は有意差が認められなかった (第4図C). 2014年のリコピン含量は, 7月は有意差が認められず, 8月はソバージュ区が慣行0.4区に比べて有意に高かった. 9月以降は慣行0.4区の可販果が少なく, サンプル数が不足したため, ソバージュ区のみと比較であるが, 9月はソバージュ1.0区とソバージュ0.4区間に有意差が認められず, 10および11月はいずれもソバージュ1.0区がソバージュ0.4区に比べて有意に高かった (第4図D). 平均1果重は, ソバージュ1.0区, 慣

行0.4区とも, 収穫始めの7月が大きく, 8月以降徐々に小さくなったが, 両年ともにソバージュ1.0区が慣行0.4区に比べて同等か小さい傾向であった (第5図A, B).

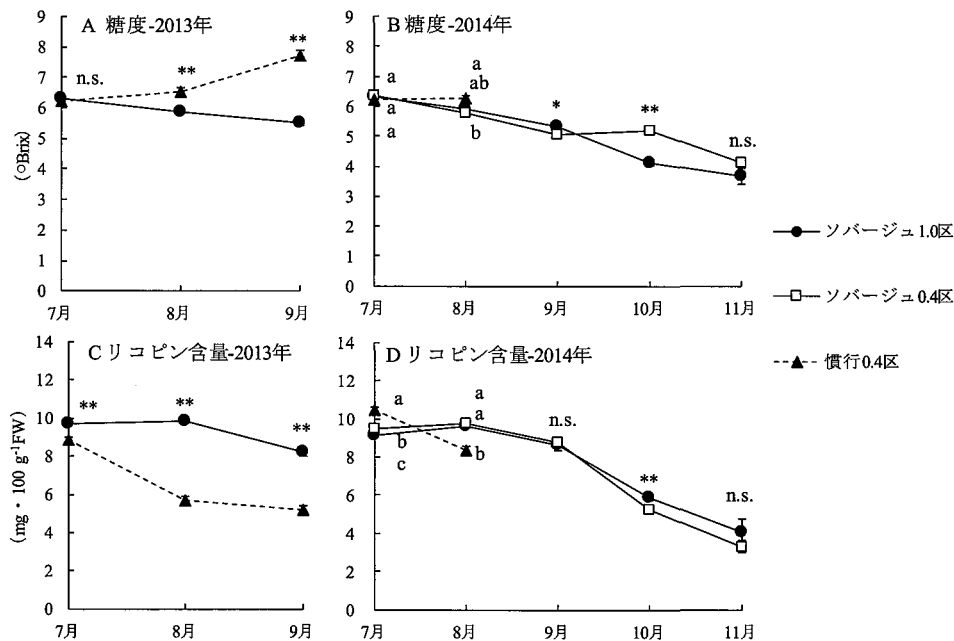
2) ‘ミニキャロル’

栽培法ごとの糖度とリコピン含量を第6図に示した. 2013年の糖度は, 7月はソバージュ1.0区と慣行0.4区間に有意差が認められず, 8および9月は慣行0.4区がソバージュ1.0区に比べて有意に高かった (第6図A). 2014年の糖度は, 7月は2013年と同様, 試験区間に有意差が認められず, 8月は慣行0.4区がソバージュ0.4区に比べて有意に高かった (第6図B). 9月以降は慣行0.4区の可販果が少なく, サンプル数が不足したため, ソバージュ区のみと比較であるが, 9月はソバージュ1.0区がソバージュ0.4区に比べて有意に高く, 10月は反対にソバージュ0.4区がソバージュ1.0区に比べて有意に高く, 11月はソバージュ1.0区とソバージュ0.4区間に有意差が認められなかった. 2013年のリコピン含量は, 7~9月にかけて, ソバージュ1.0区が慣行0.4区に比べて有意に高かった (第6図C). 2014年のリコピン含量は, 7月は慣行0.4区がソバージュ区に比べて有意に高く, 8月は反対にソバージュ区が慣行0.4区に比べて有意に高かった (第6図D). 9月以降は慣行0.4区の可販果が少なく, サンプル数が不足したため, ソバージュ区のみと比較であるが, 9および11月はソバージュ1.0区とソバージュ0.4区間に有意差が認められず, 10月はソバージュ1.0区がソバージュ0.4区に比べて有意に高かった. 平均1果重は, ソバージュ1.0



第5図 栽培法の違いにおける平均1果重の推移

調査日ごとにt検定により, **は1%水準で, *は5%水準で有意差ありを示す (n=3)



第6図 ‘ミニキャロル’における栽培法ごとの糖度およびリコピン含量

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=9)

Tukeyの多重検定により, 異なる符号間に5%水準で有意差あり (n=9)

縦棒は標準誤差を示す (n=9)

2014年の慣行0.4区については, 9月以降の可販果が少なく, サンプル数が不足したためデータなし
なお, 2013年は完熟果のみ, 2014年は桃熟期果から完熟果までを調査の対象とした

区, 慣行0.4区とも, 8月以降徐々に小さくなったが, 両年ともにソバージュ1.0区が慣行0.4区に比べて同等か小さい傾向であった (第5図C, D)。

4. 生育特性

‘ロッシナポリタン’の栽培法ごとの収穫終了時の生育特性を第3表に示した。単位面積当たりの葉部, 茎部および地上部総乾物重は, 両年ともに栽培法の間に有意差が認

第3表 ‘ロッソナポリタン’の栽培法ごとの収穫終了時における生育特性

栽培年	栽培法	乾物重 (kg・a ⁻¹)			地上部 総乾物重 (kg・a ⁻¹)	果実乾物重/ 葉乾物重	果実乾物 分配率 (%)	着果数 (個・a ⁻¹)	着果数/ 葉乾物重	最大 茎径 (mm)
		葉部	茎部	果実						
2013	ソバージュ 1.0 区	43.2	41.0	38.0	122.3	0.9	31.1	82,931	1,919	37.1
	慣行 0.4 区	31.9 n.s. ²	16.7 n.s.	25.5 n.s.	74.1 n.s.	0.8	34.4 n.s.	33,984 **	1,064	17.5 **
2014	ソバージュ 1.0 区	28.7	28.1	39.6 *	96.4	1.4	41.1 **	107,072 **	3,735	33.7 **
	慣行 0.4 区	34.3 n.s.	25.0 n.s.	26.6	85.9 n.s.	0.8	31.0	32,225	941	21.2

²t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)

められなかった。一方、果実乾物重および果実乾物分配率は、2013年は栽培法の間有意差が認められなかったものの、2014年は、ソバージュ 1.0 区が慣行 0.4 区に比べて有意に高かった。ソバージュ 1.0 区における果実乾物分配率は、2014年が2013年に比べて高い傾向であった。また、単位面積当たりの着果数は、両年ともにソバージュ 1.0 区が慣行 0.4 区に比べて有意に高かった（第3表）。最大茎径は、両年ともにソバージュ 1.0 区が慣行 0.4 区に比べて有意に大きかった。

考 察

品種特性が異なるミニトマト 2 品種を用いたソバージュと慣行の2年間の比較試験の結果、‘ロッソナポリタン’および‘ミニキャロル’の単位面積当たりの総収量および可販果収量は、両年ともにソバージュが慣行に比べて同等か有意に多い傾向であった。また、株当たりでは、栽培法の違いにより総収量および可販果収量に有意差が認められ、ソバージュ 1.0 区の総収量および可販果収量は慣行区に比べて増加した。特に、ソバージュは、慣行が減収する8および9月に収穫最盛期を迎え、ソバージュ 1.0 区では、株当たりで慣行の3倍以上が収穫できた（第2、3図）。単位面積当たりの収量および株数を考慮すると、ソバージュ 1.0 区はソバージュ 0.4 区に比べて収量性が優れると考えられた。ミニトマトは、全国的にも8～9月における市場入荷量が少ないことから（元木, 2013）、開発したソバージュは市場入荷量の少ない盛夏期に生産可能な新栽培法として期待できる。ところで、ミニトマトは、降雨による裂果の発生を防ぐため、国内では一般的に施設内で栽培されるが、本研究では、仕立て法の違いに着目して比較を行ったため、両栽培法ともに露地で栽培した。そのことを踏まえ、本研究で得られた、露地栽培のソバージュの収量のデータと、神奈川県におけるハウス栽培の夏秋どりミニトマトの収量データの過去5か年（2009～2013年）の平均値（農林水産省大臣官房統計部, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015）を比較した。その結果、神奈川県における1a当たりの平均収量は223 kgであり、本研究のソバージュでは両品種ともに1a当たりの可販果収量が250～500 kg程度見込めたことから、ソバージュの露地栽培においても、一般的な夏秋どりミニトマトと同等以上の収量が期待できる

と考えられた。

同じ株間であるソバージュ 1.0 区と慣行 1.0 区、ソバージュ 0.4 区と慣行 0.4 区をそれぞれ比べると、株間は同じでも、ソバージュが慣行に比べて一貫して株当たりの総収量および可販果収量が同等か有意に多かったことから、側枝を取るか取らないかという違いにより、ミニトマトの収量は大幅に変動することが明らかになった（第2、3図）。さらに、過去にメロンやトマトで主枝多本仕立てを行った小川（2011）の報告でも、側枝を多く利用すると茎葉が繁り、通常の仕立て法に比べて増収するとともに、収量が安定するとされており、多くの側枝を利用するソバージュは、側枝の発生が旺盛で小葉も小さく、各花房への採光性がよいミニトマト（青木, 1997）において、株の生産力を発揮できる栽培法であると考えられる。また、単位面積当たりの地上部総乾物重には、栽培法の間有意な差がなかったことから、単位面積当たりの光合成量も差はなかったものと考えられる。ソバージュは単位面積当たりの着果数が極めて多く、慣行よりも収量が増加する可能性があるが、2014年の収量および果実乾物分配率は、ソバージュが慣行に比べて有意に高かったものの、2013年は栽培法の間有意差は認められず、年次により傾向が異なった（第3表、第2図）。これは、2013年のソバージュでの着果数／葉乾物重や果実乾物重／葉乾物重が2014年に比べて少なく、葉が茂り草勢が強い状況であったこと、2014年は収穫期間が長かったことが要因として考えられる。本実験において、開花数は未調査であったが、ソバージュでは草勢や葉の茂り具合によって開花や着果数が変化し、果実乾物分配率に影響しやすくなる可能性が示唆された。また、地上部総乾物重に占める葉と茎の割合が両栽培法で異なったことから、ソバージュにおけるシンクソースバランスと収量の関係について、今後詳細に明らかにする必要がある。

ところで、盛夏期のトマト栽培では、裂果と日焼け果が問題となる（木村ら, 2012; 鈴木, 2014; 鈴木, 2010; 鈴木ら, 2007）。ソバージュ区の日焼け果率は、慣行区に比べて低い傾向であったが、2013年の‘ロッソナポリタン’の9月のソバージュ 0.4 区は、慣行 1.0 区に比べて有意に高かった。鈴木ら（2007）は、夏秋雨よけトマト栽培において、裂果の発生は茎葉や果実への強い日射による影響が大きいと報告しており、本研究では露地栽培のため直射日光

を強く受けたことから、日焼けが原因で裂果した果実が多かったものと考えられる。2014年は裂果対策として実際栽培の収穫間隔に近づけるため、桃熟期果から完熟果までの果実をすべて収穫したことから、全体的に裂果率が低下し、慣行区の日焼け果率は、両品種ともにソバージュ区に比べて有意に高くなった(第1表)。日焼け果の発生は、果実が茎葉部から露出し、直射日光にさらされることなどが原因とされるが(鈴木ら, 2013; 鈴木ら, 2007)、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、繁茂した茎葉で直射日光が遮られ、日焼け果の発生軽減効果が得られたものと考えられた。ところで、カラーピーマンでも、盛夏期のハウス雨よけ栽培で日焼け果が問題となっているが、日焼け果と果面温度の関係を調べたところ、日焼け果の発生した果実の果面温度は晴天の日中で46.6°Cに達した(長田ら, 2007)。また、リンゴでも、初夏以降に日焼け果が問題となっており、果実表面の最高温度が51.1°Cの時、日焼け果の発生率が50%になることが報告されている(福田ら, 2015)。栽培法と光環境の関係については今後の研究課題であるが、本研究においても、圃場の最高気温が41.7°Cを示しており(データ略)、慣行では特に上段果房の果実がむき出しになり果面温度が上昇したため、日焼け果が発生したものと考えられる。また、‘ミニキャロル’の日焼け果率は、‘ロッソナポリタン’に比べて高かった(第1表)。その理由として、‘ロッソナポリタン’は単花房が多く、花房がコンパクトな品種であるが(元木, 2013)、『ミニキャロル’は上段花房で複合花房が発生しやすく(元木, 2013; 元木ら, 1996a, c)、1花房当たり100果以上が着果するなど、花房が広がりやすい形態の品種であるため、果実が直射日光にさらされやすくなることにより日焼け果の発生が増加したものと考えられる。裂果しにくい品種の選定や遮光などの栽培法により裂果が軽減されるという報告があることから(木村ら, 2012)、今後は両栽培法における果面温度と裂果や日焼け果などの発生の比較を行う予定である。

品質面では、ソバージュは慣行に比べて増収が見込めるものの、糖度は慣行と同等か低い傾向であった(第4, 5図)。大玉トマトでは、収量と糖度の間に負の相関関係が認められることから(栃木・川里, 1989)、本研究のミニトマトでも同様であったと推察される。一方、リコピン含量は、‘ミニキャロル’の7月を除き、両品種ともにソバージュが慣行に比べて同等か高まる傾向であった(第4, 5図)。高橋・中山(1959)は、トマトの果実について、葉で直射日光をさえぎって成熟させた場合、直射日光を受けて成熟させたものに比べて完熟果のリコピン含量が増加したと報告していることから、ソバージュのリコピン含量が慣行に比べて同等か高まったのは、ソバージュの茎葉の繁茂が要因であると考えられた。

以上の結果、ソバージュは、単位面積当たりでは株数が慣行に比べて6分の1程度であるにも関わらず、慣行と同

等または同等以上の収量が見込めることが明らかになった。また、株当たりで比べると、ソバージュは慣行に比べて総収量および可販果収量が多いことが明らかになった。今後は、果実乾物分配率などの観点からも、多収となる要因をより詳細に調査する必要がある。そして、露地のミニトマトの新しい栽培法であるソバージュの栽培体系の早期確立(栽培マニュアルの作成)に向けて、ソバージュの最適な株間の検討や作業性の評価などについても試験を行う予定である。

摘 要

ミニトマトは、リコピンなどの機能性成分を多く含み、日持ち性もよく、食味が優れることから需要が増えている。しかし、慣行栽培(以下、慣行)では、誘引やつる下ろしなどの作業に多くの労力を要することが問題となっており、栽培管理の省力化や軽作業化が図れる栽培技術の開発が望まれている。著者らは、露地のミニトマトの新栽培法として、慣行に比べて疎植にし、側枝をほとんど取り除かない栽培法を、2010年に開発した。その新栽培法は、ソバージュ栽培(以下、ソバージュ)と呼ばれ、全国的に普及し始めているものの、収量や品質、生育などについて慣行と比較検討した報告がない。そこで本研究では、露地夏秋どりミニトマトにおけるソバージュの栽培体系の確立を目指して、品種特性が異なるミニトマト2品種を用い、ソバージュと慣行を2年間にわたって比較検討した。その結果、ソバージュは慣行に比べて株当たりの総収量および可販果収量が多いことが明らかになった。また、単位面積当たりでも、ソバージュは株数が慣行に比べて6分の1程度であるにも関わらず、慣行と同等または同等以上の収量が見込めることが明らかになった。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た。また、糖度は慣行と同等か低い傾向であったが、リコピン含量は慣行と同等か高まる傾向であった。

謝 辞 本研究の一部は、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野菜の生産・加工技術の実証研究」により実施した。また、本研究を遂行するに当たり、パイオニアエコサイエンス(株)の松永邦則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

- 安 東赫・向 弘之・岩崎泰永・中野明正. 2013. 異なるタイプのトマト施設生産における残渣発生量および残渣処理条件の検討. 野菜茶研報. 12: 67–72.
- 青木宏史. 1997. 仕立て方・整枝と生育. p. 基487–488. 農業技術大系野菜編2. トマト. 農文協. 東京.
- 青木宏史. 1998. トマト生理と栽培技術. p. 137. 誠文堂新光社. 東京.
- 青木宏史. 2009. 消費者志向を重視したトマトの栽培技

- 術. p.276. 誠文堂新光社. 東京.
- (独)農畜産業振興機構. 2011. 指定野菜価格安定制度下における野菜の生産・出荷状況について～第4報 トマト編～. <<http://vegetable.alic.go.jp/yasaijoho/senmon/1103/chosa01.html>>.
- 榎本慎也. 2011. 品種特性と作型適応性・栽培のポイント. p.基184の29-8. 農業技術大系野菜編2. トマト. 農文協. 東京.
- 福田 勉・榎本克樹・船橋徹郎・玉井 浩・小松宏光. 2015. リンゴ果実の日焼け発生に関する要因について. 園学研. 14 (別2): 105.
- 樋口洋子・池浦博美・北條怜子・春原奈々・柘植一希・細田絢子・清水 佑・飯塚明範・大中創太・伊藤秀和・森本 進・寺崎 亮・北澤裕明・藤尾拓也・元木 悟. 2013. 非破壊式糖酸度計を利用した房どりトマトの品質評価. 園学研. 12 (別2): 536.
- 伊藤秀和・森本 進. 2009. トマトに含まれるリコペンの可視・近赤外分光法を用いる非破壊計測の可能性について. 照学誌. 93: 510-513.
- 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. 神奈川県.
- 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. 神奈川県.
- 唐澤璋恵・元木 悟・伊藤達也・山田直弘・高橋信夫・高松光生・西牧 清. 1997. ペニバナインゲンの品種に関する試験. 第2報. 栽培環境の違いによる品種間差異. 北陸作物学会報. 32: 68-70.
- 河合 仁. 1997. ミニトマトの栽培. p.基597-605. 農業技術大系野菜編2. トマト. 農文協. 東京.
- 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. 大分農研セ報. 2: 23-41.
- 元木 悟. 2013. ミニトマトの摘心側枝仕立て栽培. p.基654の76-83. 農業技術大系野菜編2. トマト. 農文協. 東京.
- 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. 長野中信農試報. 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. 長野中信農試報. 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. 長野中信農試報. 13: 63-74.
- 元木 悟・唐澤璋恵・山田直弘・高橋信夫・高松光生・西牧 清. 1997. ペニバナインゲンの品種に関する試験. 第1報. 新規導入品種の特性比較. 北陸作物学会報. 32: 65-67.
- 永井耕介. 1997a. 果実の発育と品質. p.基505-507. 農業技術大系野菜編2. トマト. 農文協. 東京.
- 永井耕介. 1997b. 収穫後の品質変化と鮮度保持. p.基518-520. 農業技術大系野菜編2. トマト. 農文協. 東京.
- 農林水産省大臣官房統計部. 2011. 平成21年度野菜生産出荷統計. p.108. 一般財団法人農林統計協会. 東京.
- 農林水産省大臣官房統計部. 2012. 平成22年度野菜生産出荷統計. p.105. 一般財団法人農林統計協会. 東京.
- 農林水産省大臣官房統計部. 2013. 平成23年度野菜生産出荷統計. p.98-109. 一般財団法人農林統計協会. 東京.
- 農林水産省大臣官房統計部. 2014. 平成24年度野菜生産出荷統計. p.109. 一般財団法人農林統計協会. 東京.
- 農林水産省大臣官房統計部. 2015. 平成25年度野菜生産出荷統計. p.105. 一般財団法人農林統計協会. 東京.
- 糠谷 明. 2014. 野菜園芸学の基礎. 篠原 温編著. p.76. 農文協. 東京.
- 小川 光. 2011. トマト・メロンの自然流栽培. p.14-19. 農文協. 東京.
- 長田純子・元木 悟・臼井富太. 2007. カラーピーマンの高品質安定生産技術に関する研究. 長野園芸研究. 38: 78-79.
- 太田勝巳・伊藤憲弘・細木高志. 1993. 水耕ミニトマトにおいて培養液濃度が裂果発生に及ぼす影響. 園学雑. 62: 407-412.
- 菅原眞治. 2010. ミニトマトの絵本. p.16. 農文協. 東京.
- 鈴木克巳. 2014. 生理障害の原因と対策. p.基536-537. 農業技術大系野菜編2. トマト. 農文協. 東京.
- 鈴木克巳・佐々木秀和・永田雅靖. 2013. 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. 2010. 夏秋トマト雨よけ栽培における放射状裂果発生要因の解明と対策技術開発に関する研究. 岐阜中山間農技研報. 6: 26-49.
- 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.
- 高橋敏秋・中山昌明. 1959. トマト果実の着色に関する研究 (第3報). 園学雑. 28: 165-169.
- 竹下心平. 2013. (10) ロッソナポリタン. 品種特性と作型適応性・栽培のポイント. p.基184の35. 農業技術大系野菜編2. トマト. 農文協. 東京.
- 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.
- 矢ノ口幸夫. 1997. 作型・栽培システムと栽培の要点. p.基570. 農業技術大系野菜編2. トマト. 農文協. 東京.