

大阪府内における露地栽培パッションフルーツの高温障害対策

高井雄一郎¹・芝毅仁²・関口晨²・松田幸太郎

High-temperature Injury Reduction Methods for Open-field-cultivation of Passion Fruit in Osaka

Yuichiro TAKAI¹, Takehito SHIBA², Shin SEKIGUCHI²,
and Kotaro MATSUDA

Summary

In Japan, one of the problems with passion fruit (*Passiflora edulis*) is the drop of immature fruits during periods of high temperatures. To cope with this problem, the new passion fruit cultivar ‘Sunny Shine (SS)’ was developed as high-temperature-tolerance cultivar. We compared SS and ‘Summer Queen (SQ)’, a major passion fruit cultivar in Japan. The branch elongation of SQ was longer than SS, from May to July of 2023 in Osaka. Although the total number of harvested fruits was less for SS than for SQ, the ratio of marketable fruit was higher for SS, especially during high-temperature periods. Therefore, it was confirmed that SS is a heat-tolerant variety. As the measure for high-temperature damage, the effect of shading treatment in open field cultivation of passion fruit was investigated. Between the untreated area and in the shaded area, the daily averages of elongation of branches has no significant difference. Also the number of blooms and the average fruit weight has no significant difference. There are no significant differences in the fruit’s quality such as skin color between in the shaded area and in the untreated area.

キーワード：パッションフルーツ、高温障害、高温耐性品種、遮光処理、気候変動

Keywords: passion fruit (*Passiflora edulis*), high-temperature damage, high-temperature-tolerance cultivar, shading treatment, climate change

I. はじめに

農研機構メッシュ農業気象データ¹⁾を用いたシミュレーションによると、気候変動の影響により20年後の大阪府では冬の最低気温が3℃を下回る日は月に1日未満となることが予測されている（1991～2010年の平均は月に3日以上）。このような背景から、農研機構から発行されているアボカド・パッションフルーツ「栽培の手引き」リーフレット集²⁾（以下「リーフレット集」）では、周年の栽培が困難とされていたパッションフルーツ等、寒さに弱い亜熱帯果樹の生産拡大が期待されている。パッションフルーツは、沖縄県や鹿児島県、東京都（八丈島、小笠原諸島）などで温暖な気候を生かして古くから栽培が盛んであったが、2000年以降は東京都（八王子市）、千葉県、岐阜県などでも栽培が本格化し、その後三重県へも栽培が拡大している³⁾。世界的にもパッションフルーツ市場は目覚ましい成長を遂げており、2026年中の取引額は42億米ドルに達し、2033年には69億米ドルになることが見込まれている⁴⁾。

一方、大阪府では気温の上昇に伴い、これまで栽培してきた野菜や果樹の多くの品目で栽培が困難になることが予想されており、パッションフルーツを新たな品目として検討するため、露地栽培の可能性を大阪府立環境農林水産総合研究所の圃場にて検証することとした。既に2022年度の予備試験で、品種‘サマークイーン’を用いてリーフレット集²⁾に従って栽培を行った結果、簡易な保温施設さえあれば、苗の状態であらゆる越冬できることを確認している。

しかしながら、亜熱帯植物であるパッションフルーツも、夜温を30℃にして栽培すると果皮色に障害が出ること⁴⁾、花芽分化および発育の適温は13℃～25℃であること⁵⁾、最高気温が36℃を超えると着果率が急激に低下すること⁶⁾、葉温が30℃以上では、温度が高いほど光合成速度が低下すること⁷⁾等が報告されており、大阪府内の夏期の高温が栽培の障害となる可能性がある。これらの高温対策として、鹿児島大学では遮光が有効であることを示している⁸⁾が、ハウス栽培のみでの結果であり、露地栽培では試験されていない。また、国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター（以下「国際農研」）では、高温耐性品種⁹⁾が育成されており、この品種の導入が期待されるが、不明な点が多く、大阪府内の気候に適しているかどうかを実証栽培する必要がある。そこで、本研究では、露地栽培のパッションフルーツを大阪府に導入するにあたり、夏期の高温障害対策を目的として、高温耐性品種の導入、および、露地栽培における遮光栽培の可能性を検討した。

Ⅱ. 材料および方法

品種比較試験概要

2023年5月22日から10月31日まで品種比較試験を実施した。試験品種は、三重県等で栽培実績のある品種「サマークイーン（以下「SQ」）」と国際農研より提供された高温耐性品種「サニーシャイン（2019年2月12日登録 第27256号、以下「SS」）」を用いた。SSおよびSQは、育苗用の培土を入れた直径9 cmの黒色ポリポットに挿木し、硬質ビニルハウス内において、約8カ月育苗したものを用いた（第1図）。育苗中のポリポットは室温が5℃を下回ると稼働する温床（設定温度15℃）の上に設置した。主枝が1 m程度に成長した後、ピートモスとバーミキュライトを7:3で混合し、pH調整のために消石灰2.0gを加えた培土を入れた9 Lポットに鉢上げし（5月22日）、リーフレット集に記載の露地圃場における吊り下げ型垣根整枝²⁾に仕立ててタイマーにより6時間おきに2分間灌水する条件で栽培を開始した（第2図）。なお、施肥は、鉢上げ時に100日タイプの緩効性肥料を適量散布し、鉢上げ日から収穫終了日まで1日2回液肥（2000倍希釈ハイポネックスN-P-K=6-10-5、株式会社ハイポネックスジャパン、N:P:K=6:10:5）を1株当たり0.25 L施用した。結実を促進するため、開花時に人工授粉した。

調査は、側枝の本数と伸長量を計測し、栽培期間中の開花数および可販果の収穫数を計測した。なお、可販果の基準は「表皮に傷がほとんどないこと」、「果皮色が十分紫色であること」とし、可販果以外は未熟果として個数を数えた。試験には各品種6株ずつ用いた。



第1図 育苗中のパッションフルーツ

2022年9月4日撮影



第2図 鉢上げ後のパッションフルーツ

2024年8月21日撮影

遮光処理試験の概要

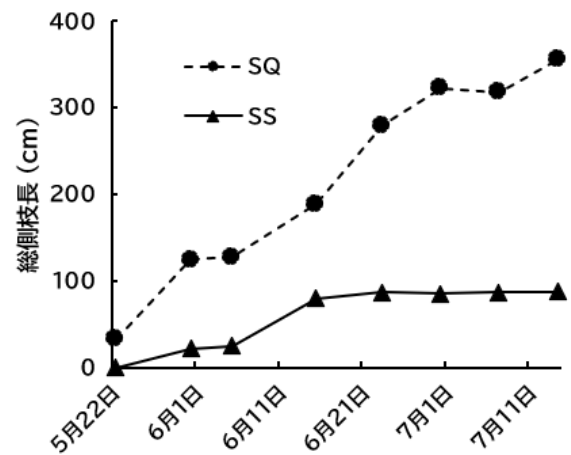
2024年度に遮光処理試験を実施した。品種はSQを用いて、苗は試験用の株を育成するため、前年度に栽培した生育の良い側枝を切り取り、育苗用の培土を入れた直径9 cmの黒色ポリポットに挿木し、硬質ビニルハウス内において、約8カ月育苗したものをを用いた。5月7日に露地圃場における吊り下げ型垣根整枝にて栽培を開始した。なお、灌水および施肥は「品種比較試験概要」と同じ条件を用いた。遮光処理としてTRUSCO製白メッシュシート（以下「シート」）を地上高2.5 mに被覆して試験した。なお、シートの被覆は7月8日から8月7日までは1重被覆（遮光率約20%：20%遮光区）、8月8日から9月29日までは2重被覆（遮光率約40%：40%遮光区）とした。また、被覆をしない無処理区を設定し、各試験区6株ずつ露地圃場で栽培した。遮光の効果を評価するために、それぞれの試験区の植物体の表面温度をコンパクトサーモグラフィカメラFLIR C5（テレデザイン・フリーア・LLC）を用いて測定した。期間中における側枝の伸長、開花数、可販果の収穫数を計測した。収穫した果実の糖度および酸度は、5℃で2週間保存後の果実から果汁を採取し、糖酸度計（パッションフルーツ）PAL-BX|ACID21マスターキット（株式会社アタゴ）を用いて測定した。

Ⅲ. 結果

1. SQ と SS の高温耐性の比較

第3図に2023年5月中旬から7月中旬までの側枝の伸長を示す。平均の側枝の伸長はSQが大きく、観察を開始した5月22日からの1ヶ月でSQの側枝長の合計は約280 cm/株とSSの約90 cm/株の3倍以上であった。ただし、6月23日以降は、開花が促進したため、両品種とも伸長はゆるやかになった。なお、側枝の数はSQが5～12本/株（平均9.3本/株）、SSが1～8本/株（平均3.3本/株）と個体差が大きいものの、SQの方が多かった。さらに、側枝1本あたりの伸長もSSの21 cmに対し、SQでは37 cmと大きかった（データ省略）。

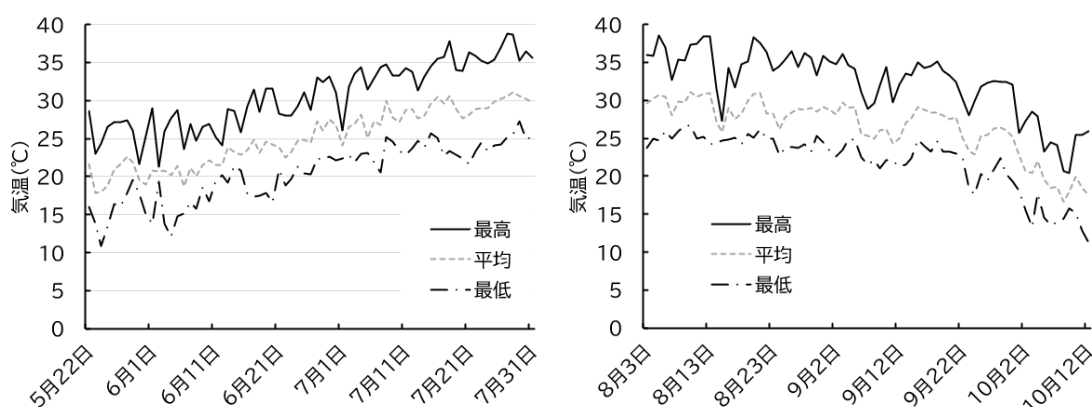
試験期間中の平均開花数について第1表に示す。SQは5月15日から5月31日までに1.7個/株であったことに対し、SSは6月15日までに1.7個/株と数に差はなかったが、開花開始時期が2週間近く遅れていた。次に、6月16日から6月30日までの期間の平均開花数はSQが2.5個/株、SSが2.2個/株と同程度であった。5月～6月にかけての開花数はSQとSSで同程度であったが、7月1日から7月15日までの期間は、SQの開花数8.0個/株に対し、側枝の伸長が小さかったSSの開花数は0.3個/株とほとんど開花しなかった。



第3図 SQ および SS の側枝の伸長

第1表 SQ および SS の平均開花数 単位：個

	SQ	SS
5月15日～5月31日	1.7	0.2
6月 1日～6月15日	0.0	1.5
6月16日～6月30日	2.5	2.2
7月1日～7月15日	8.0	0.3



第4図 2023年の外気温の経日変化（左：5月から7月，右8月から10月）

2023年度の研究所内の外気温の経日変化（第4図）に示すとおり，7月15日以降は最高気温が35℃を超え，両品種とも開花しない時期が続いた．第4図右に示すように9月21日から気温が下がり始め，SQは開花が確認され，9月29日までの期間の開花数が8.7個/株であったが，その後の気温が低かったため，果実は正常に成熟しなかった．一方，SSはSQがほとんど開花しなかった8月29日から開花が確認され，9月29日までの期間の開花数は6個/株であったが，9月22日以降の果実は正常に成熟しなかった．

収穫した果実数を第2表に示す．5月に開花が確認されなかったSSは6月に可販果が収穫できず，7月に1.2個/株，8月に1.7個/株であった．一方，SQの可販果の収穫数は6月に1.2個/株，7月に0.8個/株，8月に1.5個/株であった．SSの果実の平均重量は114gで，SQ（120g）と同等であった（データ省略）．7月の開花数が多かったSQの8月の可販果の比率が53%と，SSの77%よりも低かった（データ省略）．

第2表 SQおよびSSの果実数 単位：個/株

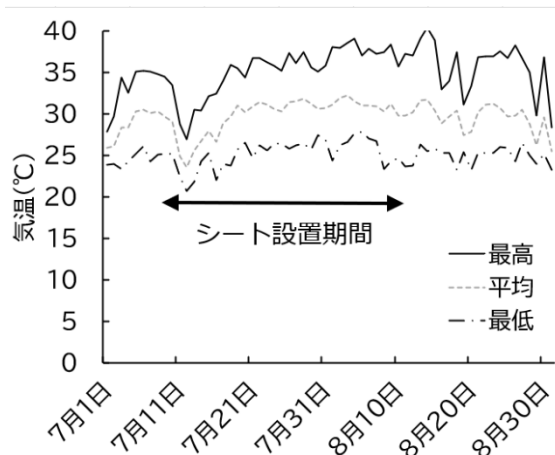
	SQ		SS	
	可販果	未熟果	可販果	未熟果
6月	1.2	0.5	0.0	0.0
7月	0.8	0.5	1.2	0.7
8月	1.5	1.3	1.7	0.5
合計	3.5	2.3	2.8	1.2

2. 遮光処理による圃場表面温度低下試験

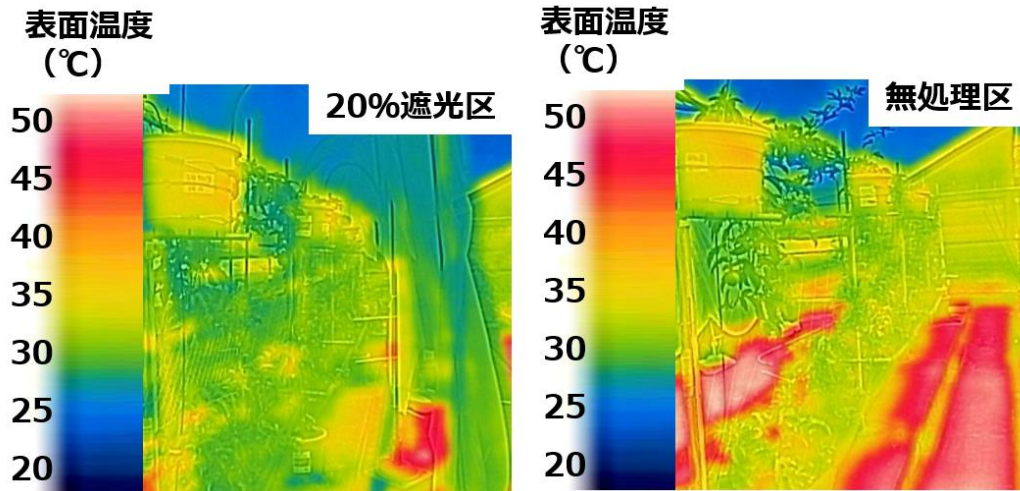
1) 20%遮光処理による高温対策

第5図は研究所屋外に設置した温湿度計で計測した2024年の7月から8月の外気温を示している．特に7月18日以降，ほとんどの日で最高気温が35℃を超えていた．

第6図は，SQを用いて実施した遮光処理試験における無処理区および20%遮光区をサーモグラフィカメラで撮影した画像である．無処理区のパッションフルーツの葉の表面温度（約35℃）に対して，20%遮光区（約30℃）は最大5℃低い結果となった．一方，期間中の側枝の伸長は，無処理区が164cm，20%遮光区が145cmであった（データ省略）．



第5図 2024年7月から8月の外気温の経日変化



第6図 サーマグラフィカメラによる表面温度の撮影結果 2024年7月25日午後1時ごろ 撮影

次に、7月8日から8月7日までの開花数・結実数および果実品質（重量、果汁率、糖度、酸度）を第3表に示す。葉や茎等の植物体の表面温度は低下していたにも関わらず、20%遮光区の開花数・結実数は、高温の影響で少なめであった無処理区と大きな差はなかった。また、果実品質についても無処理区と20%遮光区とでほとんど差がなかった。なお、7月23日から8月8日までは、無処理区、20%遮光区ともに花芽の形成が認められなかった。一方で、第7図に示したように、両処理区ともに果実の一部は果皮が退色する障害が発生しており、高温による影響が確認された。

第3表 無処理区と20%遮光区の開花数および果実品質

	20%遮光区	無処理区
開花数 (個/株)	8.1	9.5
結実数 (個/株)	5.3	5.8
果実重量 (g)	94	89
果汁率 (%)	46	44
糖度 (°Brix)	13	14
酸度 (%)	1.1	1.3



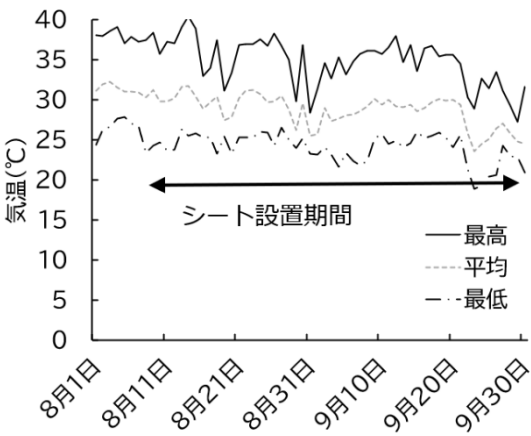
第7図 高温により障害が発生した果実

2024年8月9日 午後1時ごろ撮影 1 正常果, 2 障害果

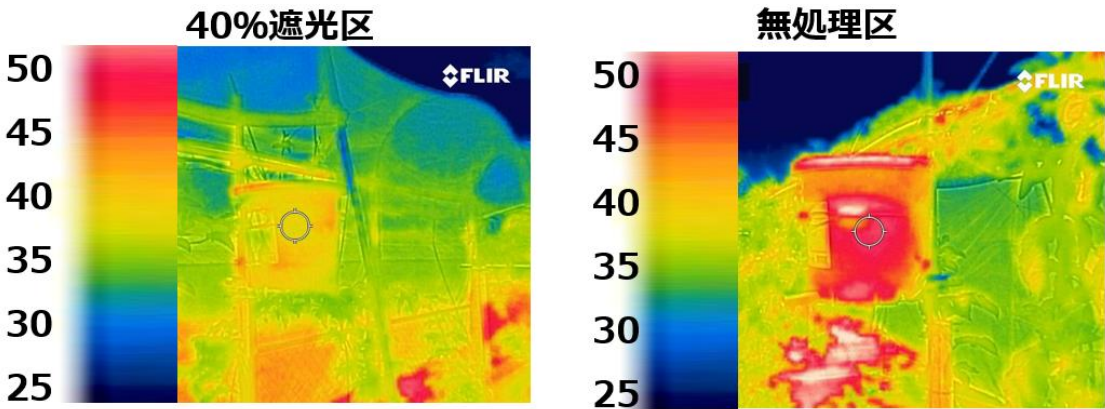
2) 40%遮光処理による高温対策

第8図は2024年の8月から9月の外気温を示している。被覆を追加して遮光率を40%にした8月8日以降も、ほとんどの日で最高気温が35℃を超えていた。8月8日から8月22日までは、無処理区、40%遮光区ともに花芽の形成が認められなかったが、8月23日以降に、花芽が確認できるようになった。

第9図は、無処理区および40%遮光区をサーモグラフィカメラで撮影した画像である。無処理区のパッションフルーツの葉の表面温度（黄色：40℃前後）に対して、40%遮光区（緑色～青色：35℃前後～30℃前後）は5℃以上低い結果となった。また、鉢（根部）の表面温度は無処理区（赤色：50℃前後）に対して、40%遮光区（黄色：40℃前後）は約10℃低かった。



第8図 2024年8月から9月の外気温の経日変化



第9図 サーモグラフィカメラによる表面温度の撮影結果 2024年8月21日 午後1時ごろ撮影

次に、8月8日から9月29日までの調査結果（開花数、結実数、果実重量、果汁率、糖度、酸度）を第4表に示す。無処理区と40%遮光区の開花数に差はなかったが、結実数は、40%遮光区の方が多かった。第10図に、高温により障害が発生した蕾および花を示した。無処理区では障害が多く発生したため、着果数の大幅な減少につながった。加えて、無処理区では正常に成熟しない果実が多かったため、果実重量は40%遮光区の方が高い結果となった。なお、正常に成熟した果実の糖度、酸度については、無処理区と40%遮光区とで大きな差はなかった。

第4表 無処理区と40%遮光区の側枝の伸長、開花数および果実品質

	無処理区	40%遮光区
開花数 (個/株)	10.0	12.0
結実数 (個/株)	2.8	9.4
果実重量 (g)	40	55
果汁率 (%)	43	45
糖度 (°Brix)	15	16
酸度 (%)	1.8	1.3



第 10 図 高温により障害が発生した蕾および花 2024 年 8 月 28 日撮影

1: 花卉が発生しなかった蕾 2: 開花前に枯れた花卉 3: 開花後に枯れた花卉

IV. 考察

本研究は、大阪府における果樹栽培の気候変動への適応策として、パッションフルーツ栽培の有効性を実証した初めての事例である。一方で、他県で導入実績がある品種 SQ は、高温時に障害が発生することが知られており、本研究でも影響が確認された。そこで、大阪府に導入する際には夏期のきわめて気温が高い時期の対策が必要であると考え、高温耐性品種 SS の導入を検討した。その結果、SS の 6 月の側枝の伸長は SQ に比べて遅く、この要因として、SS の苗を垣根栽培に定植した 5 月 22 日から 6 月 4 日までの 2 週間の日平均気温は $17.8^{\circ}\text{C} \sim 22.6^{\circ}\text{C}$ で、大阪管区気象台の 5 月下旬の平年値 (21.4°C) を下回る日が 10 日あり、生育に必要な温度の不足が考えられた (第 4 図)。この時期の側枝の伸長は、開花数 (結実数) を確保するために重要であり、結果的に SS は 6 月に可販果が収穫できなかった。そのため、年間を通して収穫された可販果数は SS が SQ より少なくなった。このように、大阪府内へ高温耐性品種 SS を導入する場合、ポット苗を露地栽培へ移行した直後の低温にリスクが存在することが明らかになった。一方で、高温の影響で SQ がほとんど開花しなかった 8 月下旬においても SS は開花が確認されたこと、SQ の果実に障害が多数発生した 8 月においても、SS は可販果比率が高かったことから、大阪府の夏期の高温対策に SS の導入はメリットがあるものと考えられた。今後は、露地栽培へ移行直後の低温遭遇を回避可能な栽培方法の開発が望まれる。

次に、遮光による高温障害の回避を遮光率 20% で試験してみたところ、一定の昇温抑制効果により果皮の退色抑制に効果があったものの、開花数と結実数の改善には確認できなかった。一方、遮光率 40% では、十分な昇温抑制効果が確認できた。さらに、40% 遮光区は無処理区に比べて開花数の改善・結実数の向上及び果実肥大等が確認でき、糖度や酸度といった果実品質にも影響がなかった。20% 遮光区と 40% 遮光区の設置時期が異なるため、単純な比較はできないものの、少なくとも 8 月に遮光率 40% の処理をすることにより開花数の改善等が確認できたことから、夏の高温対策として遮光処理が有望である可能性が示された。今後は、より高い遮光率を検討し、開花数減少のさらなる改善や、開花時期の延長を検討する等、遮光処理を最適化する必要が考えられた。本試験で用いた鉢吊り下げ型の栽培の場合、特に鉢の部分が直射日光により温度が上がりやすいため、鉢近傍へのミスト散布等、遮光処理以外的高温対策の併用も検討の余地がある。

摘要

温暖化が進行する大阪府へのパッションフルーツ露地栽培の導入に向けて、高温耐性品種の「サニーシャイン」の有効性及び遮光処理による高温対策を検討した。その結果、「サニーシャイン」は、高温期の可販果率が高くなるものの、

可販果の年間総数は高温耐性が低い‘サマークイーン’に劣り、年間収穫量を確保するためには側枝の伸長時の温度管理に注意が必要であることが示された。また、‘サマークイーン’について、遮光率 20%では高温障害が抑制できなかったが、遮光率 40%では結実数の改善等が確認でき、一定量以上の遮光処理が有効な対策であることが明らかになった。

謝辞

本論文作成にあたりパッションフルーツ苗を提供いただきました、国立研究開発法人国際農林水産業研究センター 熱帯・島嶼研究拠点 所長（兼プロジェクトリーダー）の山中慎介氏に深謝いたします。

引用文献

- 1) 西森基貴, 石郷岡康史, 桑形恒男, 滝本貴弘, 遠藤伸彦(2019). 農業利用のための SI-CAT 日本全国 1km 地域気候予測シナリオデータセット(農研機構シナリオ 2017)について. シミュレーション 38 (3), 150-154.
- 2) 熊本修, 東明弘, 鈴木哲也, 須崎徳高, 橋本真帆, 近藤友大, 樋口浩和(2017). パッションフルーツ栽培の現状と新しい栽培技術. 熱帯農業研究 10(1), 7-17. DOI <https://doi.org/10.11248/nettai.10.7>,
- 3) 地域戦略(亜熱帯果樹) コンソーシアム(研究代表者 杉浦俊彦)(2019). アボガド・パッションフルーツ栽培の手引き. 園芸・茶技術紹介パンフレット
https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/130811.html
- 4) Fairfield Market Research(2026). 市場調査レポート. パッションフルーツ市場：市場の洞察, 競合情勢, および市場予測 (2033 年). 210p.
<https://www.gii.co.jp/report/fmr1985418-passion-fruit-market-insights-competitive.html>
- 5) 香西直子, 片岡郁雄, 近藤友大, 雨宮俊, 樋口浩和, 緒方達志, 米本仁巳(2007). ‘サマークイーン’パッションフルーツの冬実の果実品質におよぼす夜温の影響. 熱帯農業研究 51(2), 70-72 DOI <https://doi.org/10.11248/jsta1957.51.70>
- 6) 石畑清武(1995). パッションフルーツの花器及び果実の発育に関する研究. 熱帯農業研究 39(3), 206-208 DOI <https://doi.org/10.11248/jsta1957.39.206>
- 7) 岡部公則, 松田太志, 樋口浩和(2017). 受粉日の花器の局所的な高温処理とパッションフルーツの着果率. 熱帯農業研究 11(別 1), 23-24
- 8) Matsuda, H., Takaragawa, H. (2023) Leaf Photosynthetic Reduction at High Temperatures in Various Genotypes of Passion Fruit (*Passiflora* spp.), *The Horticulture Journal*, 92(4), 412-423 DOI <https://doi.org/10.2503/hortj.QH-060>
- 9) 島田温史, 富永茂人, 山本雅史(2019). 遮光処理がパッションフルーツの樹体生育および果実品質に及ぼす影響. 熱帯農業研究 12(1), 8-15 DOI <https://doi.org/10.11248/nettai.12.8>
- 10) 緒方達志, 山中慎介, 高木洋子, 香西直子, 米本仁巳(2016). 酸味が少なく外観良好なパッションフルーツ新品種「サニーシャイン」. 国際農林水産業研究成果情報, https://www.jircas.go.jp/ja/publication/research_results/2016_d02 (2026 年 3 月 31 日閲覧)