

栽培管理の違いが一季成り性イチゴ系統‘信大 SUS-1’の生育・収量に及ぼす影響

馬場柚希・山口冴香・春日重光

信州大学農学部農学生命科学科植物資源科学コース

要 約

異なる栽培管理の2021年と2022年で生育調査および収量調査を行い、摘果の有無や肥培管理の違いといった異なる栽培管理が一季成り性イチゴ系統‘信大 SUS-1’の生育および収量に及ぼす影響について検討した。生育調査では、無摘果栽培の2022年の方が着果負担は大きく、果房やランナーの発生が抑制的であったことが推察された。収量調査では、1果実重が2022年の方が大きく、これには肥培管理が影響していると推察された。また、2022年は2021年と比較し、不良果が少なく、糖酸比が高かった。生育および収量調査の結果より、‘信大 SUS-1’栽培において液肥の調節によっては、摘果作業の必要性が低くなることが考えられた。

キーワード：一季成り性イチゴ、生育、収量、摘果、肥培管理

緒 言

わが国でのイチゴ (*Fragaria* × *ananassa*) 栽培は、自然栽培可能な期間が短いため、加温や保温などの温室栽培技術を活かした促成栽培が多く行われている¹⁾。促成栽培は9月上中旬に定植、10月下旬に保温・加温を開始し、休眠を抑制した半休眠状態で収穫を続ける作型である。そのため、促成栽培用の品種には早生性、浅い休眠性、連続出蕾性といった生態的特徴が必要と言える。また、10 a 当たりの総労働時間が2091時間とトマト (*Solanum lycopersicum*) やナス (*Solanum melongena*) などの他の施設野菜と比較して多く、その50%近くを管理・収穫・調製作業が占める²⁾。さらに、わが国のイチゴ栽培では炭疽病 (*Glomerella cingulata*) やうどんこ病 (*Sphaerotheca aphansis*)、萎黄病 (*Fusarium oxysporum* Schlechtendahl)、ウイルス病などの病害の発生が問題となっている³⁾。以上より、促成栽培に適した早生性であり、労働量を削減できる省力形質、および病害抵抗性を兼ね備えた品種が必要とされている。

一季成り性イチゴ系統‘信大 SUS-1’は、2010年に‘紅ほっぺ’の自然交雑実生を育成し、食味に優れ、比較的大果であった5個体(系統)から食味で最も優れていた系統を選抜したものである⁴⁾。

2017年に行った特性評価試験で、‘信大 SUS-1’は‘紅ほっぺ’、‘章姫’および‘さちのか’と比較

して相対的に草勢が強いこと、多収性であることが推察された。一方で、6g未満果率が比較品種より高く、良果実率が比較的lowであったため、果実品質向上のための検討が必要と考えられた⁵⁾。2018年も同様の比較品種を用い、1果実重が相対的に低いこと、糖酸比の値から‘紅ほっぺ’に比べ、甘味を強く感じる品種であることが考えられた⁶⁾。2019年からは、比較品種を‘紅ほっぺ’のみとして試験を行った。2020年には、生育後半にうどんこ病発生率が‘紅ほっぺ’より少なく、‘信大 SUS-1’はうどんこ病に比較的強い品種であることが示された⁷⁾。2021年も、2018年の報告同様‘紅ほっぺ’に比べ、収穫果実数は多いが、1果実重が少ないことが推察された⁸⁾。

これまでの特性評価の結果より6g未満果が多いこと、1果実重が比較的小さいことが‘信大 SUS-1’の改善点として考えられた。そのため、着果制限に着目し、2022年は無摘果で栽培管理を行い、摘果を行った前年の結果と比較することで、摘果の有無が‘信大 SUS-1’の生育および収量に及ぼす影響について、当初は検討を試みようとした。しかし、収穫開始時期～極寒期の液肥の施用について、2021年にはECの値が所定より低く(結果および考察「4. EC値」にて後述)、葉色も悪かったことから、溶液土耕栽培システム(OATアグリオ株式会社)の故障とそれに伴った灌水のみの状態が推察され、2022年は改善が求められた。結果として、2021年と2022年とで摘果の有無以外の栽培管理条件に相違が生じ、摘果の有無の効果を検証することが

受付日 2022年12月22日

受理日 2023年2月10日

できない実験設定となった。そこで、本報告では今後の‘信大 SUS-1’の栽培技術の向上に活かすため、2021年と2022年それぞれの栽培管理条件のもとで得られた生育および収量に関する知見を事例として紹介することとした。

材料および方法

1. 供試材料

供試品種は2021年、2022年ともに、信州大学農学部栽培学研究室で選抜・育成した一季成り性系統の‘信大 SUS-1’（2020年11月16日出願公表、出願番号：34573）を使用した。これらの苗はすべて前年度に栽培した親株からランナーを採取し、育苗したものをを用いた。

2. 試験方法

1) 耕種概要

試験は、信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学教育研究センター（AFC）構内ステーションのビニルハウス内で行った。

表1に、本試験における採苗から定植までの主な栽培管理の日程を示した。2か年ともランナーは空中採取し、園芸培土「苗一番（日本肥糧株式会社）」（N、P、K：0.10 kg、1.0 kg、0.05 kg/m³）を詰めたすくすくトレイ（丸三産業）にランナーピン

表1 定植までの主な栽培日程

	2021年	2022年
採苗	2020年7月20日	2021年8月10日・8月17日
育苗中の施肥	2020年8月20日	2021年9月3日
定植	2020年9月24日	2021年9月22日

表2 タンクミックスFおよびBの成分組成

製品名	保証成分 (%)					
	窒素 (AN/NN)*	リン酸	加里	苦土	マンガン	ホウ素
タンクミックスF	10.0 (1.1/7.6)	17.0	32.0	-	0.30	0.15
タンクミックスB	8.0 (-/8.0)	-	2.0	3.5	-	-

*：ANはアンモニア性窒素、NNは硝酸性窒素を示す。

表3-1 2021年の灌水の詳細

設定変更日	水		液肥		
	回数	時間	回数	時間	希釈倍率
2020年9月28日	3回	5分	2回	5分	400倍
2020年10月19日	2回	5分	4回	5分	400倍
2020年11月2日	2回	5分	4回	5分	500倍
2021年2月13日	2回	5分	5回	5分	500倍
2021年3月4日	2回	5分	6回	5分	500倍
2021年3月8日	2回	5分	4回	5分	500倍

（株式会社誠和）で固定する挿し苗法を行った。なお、2か年ともランナーは空中採取後に、薬液にて消毒を行った。薬液は、水20Lに展着剤「ハイテンパワー」（北興化学工業株式会社）5cc、殺菌剤「ストロビーフロアブル」（日本曹達株式会社）12.5g、殺虫剤「モスピラン水和剤」（日本曹達株式会社）25g、殺ダニ剤「マイトコーネフロアブル」（日本化学工業株式会社）50ccを加え、よく攪拌したものをを用いた。育苗中は、「くみあい尿素入りIB化成S1号」（ジェイカムアグリ株式会社）を1株あたり3粒施用し、灌水は水のみを与えた。定植は高設ベッド2列に株間25cm、2条千鳥植えで行い、定植時には「アドマイヤー粒剤」（バイエルクロップサイエンス株式会社）0.5g/株を施用した。高設ベッドの底面に籾殻燻炭60L/1ベッドを敷き詰め、培土はバーク堆肥40%、籾殻堆肥24%、山砂18%、床土18%の混合土に、土壌改良材として「ハイプロ（株式会社キングコール）」0.1L/用土1Lを用いた。

定植後の灌水は2か年とも溶液土耕栽培システムによって行い、液肥はタンクミックスFおよびタンクミックスB（ともにOATアグリオ株式会社）の混合液を希釈して用いた。タンクミックスFおよびタンクミックスBのそれぞれの保証成分および配合成分を表2に示した。液肥の希釈倍率および、灌水の回数・時間については、廃液のEC濃度を指標にして、生育段階にあわせて調整を行った。灌水の詳細は表3に示した。なお、測定したECの詳細は、結果および考察で後述する。

また、定植後の栽培管理を表4に示した。ハウス

表3-2 2022年の灌水の詳細

設定変更日	水		液肥		
	回数	時間	回数	時間	希釈倍率
2021年9月22日	4回	5分	1回	5分	500倍
2021年9月24日	4回	10分	1回	10分	500倍
2021年10月4日	4回	15分	1回	15分	500倍
2021年10月13日	4回	5分	1回	5分	500倍
2021年11月5日	3回	5分	2回	5分	500倍
2022年1月5日	2回	5分	3回	5分	500倍
2022年1月11日	2回	5分	3回	5分	1回のみ400倍に変更

内の温度管理は、ハウスに取り付けた自動サイド換気装置「くるくる ACE III (株式会社誠和)」、およびハウス内に設置した暖房機(長府製作所)によって行った。受粉は、2か年とも花の開花始期には受粉棒をもちいた人工授粉を行い、その後はハチ(Apis spp)による受粉を行った。巣箱はハウス内に1箱設置し、2022年は4月12日以降、高温によるミツバチ(A. cerana)への影響を考慮して、屋外に移動した。

表4 定植後の主な栽培管理

	2021年	2022年
温度管理	25℃以上で側窓開放 8℃以下で暖房機作動	
	クロマルハナバチ	
訪花昆虫による受粉	12月29日～4月1日 ミツバチ	ミツバチ 12月15日～ 4月1日～
UV-B ランプ*	午前0時～3時まで照射	
摘果	1果房4果になるよう 随時摘果	無摘果

* うどんこ病対策として UV-B 電球形蛍光灯反射傘セット(パナソニックライティングデバイス株式会社)をハウス内の峰に吊り下げた。

表5 2021年の農薬散布履歴

日付	農薬名	会社名	散布量	希釈倍率	日付	農薬名	会社名	散布量	希釈倍率
2020年 10月14日	IC ボルドー66D	OAT アグリオ株式会社	25 L	100倍	2021年 2月24日	粘着くん	出光興産株式会社	50 L	100倍
2020年 10月23日	インプレッション クリア	出光興産株式会社	30 L	100倍	2021年 3月8日	インプレッション クリア	OAT アグリオ株式会社	50 L	1000倍
2020年 10月30日	カリグリーン	OAT アグリオ株式会社	30 L	1000倍	2021年 3月12日	粘着くん	出光興産株式会社	50 L	100倍
2020年 11月13日	IC ボルドー66D	出光興産株式会社	30 L	100倍	2021年 3月16日	粘着くん	OAT アグリオ株式会社	50 L	100倍
2020年 11月27日	粘着くん	アリスタ ライフ サイエンス株式会社	30 L	100倍	2021年 3月18日	カリグリーン/粘 着くん混合液	住友化学株式会社	50 L	1000倍 /100倍
2020年 11月30日	粘着くん	OAT アグリオ株式会社	30 L	100倍	2021年 3月22日	粘着くん	出光興産株式会社	50 L	100倍
2020年 12月7日	インプレッション クリア	日本曹達株式会社	30 L	1000倍	2021年 3月23日	アミスター20フロ アブル	OAT アグリオ株式会社	50 L	1500倍
2020年 12月21日	カリグリーン	OAT アグリオ株式会社	30 L	1000倍	2021年 4月6日	カスケード乳剤	出光興産株式会社	64 L	4000倍
2020年 12月28日	インプレッション クリア	出光興産株式会社	50 L	1000倍	2021年 4月9日	サプロール乳剤	OAT アグリオ株式会社	50 L	2000倍
2021年 1月8日	インプレッション クリア	OAT アグリオ株式会社	50 L	1000倍	2021年 4月16日	粘着くん	出光興産株式会社	50 L	100倍
2021年 1月18日	カリグリーン	出光興産株式会社	50 L	1000倍	2021年 4月19日	粘着くん	日本曹達株式会社	50 L	100倍
2021年 1月26日	パンチョTF 顆粒 水和剤	OAT アグリオ株式会社	50 L	2000倍	2021年 4月27日	ショウチノスケフ ロアブル	住友化学株式会社	50 L	2000倍
2021年 2月9日	インプレッション クリア	出光興産株式会社	50 L	1000倍	2021年 5月11日	アミスター20フロ アブル	シンジェンタジャ パン株式会社	50 L	1500倍
2021年 2月17日	粘着くん	住友化学株式会社	50 L	100倍	2021年 5月21日	サフオイル乳剤	OAT アグリオ株式会社	50 L	300倍
2021年 2月22日	カリグリーン	OAT アグリオ株式会社	50 L	1000倍	2021年 5月28日	フルビカフロアブ ル	シンジェンタジャ パン株式会社	50 L	2000倍

注) 農薬散布は高温時にはミツバチの訪花活動を阻害しないよう、気温の低い早朝あるいは夕方に行った。薬剤散布の前日にはクロマルハナバチ、ミツバチが農薬の被爆を受けないよう、巣箱をハウス外に移動させるか、巣箱の出入り口を閉め、翌日に元に戻した。

試験期間中、アザミウマ(*Frankliniella* spp)等害虫による食害とうどんこ病の発生が認められたため、表5および表6の通りに農薬散布を行った。

なお、2か年とも試験期間中、古葉や収穫の終わった果房、ハウス内の雑草は定期的に除去した。

2) 試験区の設定および試験方法

各年の試験区を以下の図1および図2に示した。

生育調査は、2021年は3月2日、4月5日、5月27日、2022年は3月7日、4月6日、4月27日に行ったが、3日目の調査日が2021年と2022年でおよそ1ヶ月ずれていたため、本試験の比較は2回までの調査を対象とした。調査項目は草高、芽数、葉数、葉柄長、葉長、葉幅、葉色、果房数、果房長、ランナー数とした。葉色の測定には、葉色計(コニカミノルタセンシング株式会社)を用いた。葉長および葉幅の測定方法は写真1のように行った。また、葉柄1本当当たりの葉面積、1株当たりの葉面積は便宜的に以下の式で算出した。

$$\text{葉柄1本当当たりの葉面積} = (\text{葉長} \times \text{葉幅} \div 2)$$

$$\text{1株当たりの葉面積} = (\text{葉柄1本当当たりの葉面積} \times \text{葉柄数})$$

収量調査の調査期間は、2021年3月2日～2021年

表6 2022年の農薬散布履歴

日付	農薬名	会社名	散布量	希釈倍率	日付	農薬名	会社名	散布量	希釈倍率
2021年 10月4日	カリグリーン	OAT アグリオ株式会社	30 L	800倍	2022年 2月10日	インプレッション クリア	出光興産株式会社	50 L	1000倍
2021年 10月11日	インプレッション クリア	出光興産株式会社	50 L	1000倍	2022年 2月15日	カリグリーン	OAT アグリオ株式会社	50 L	800倍
2021年 10月18日	カリグリーン	OAT アグリオ株式会社	50 L	1000倍	2022年 2月22日	インプレッション クリア	出光興産株式会社	50 L	1000倍
2021年 10月25日	インプレッション クリア	出光興産株式会社	50 L	1000倍	2022年 3月1日	カリグリーン	OAT アグリオ株式会社	50 L	800倍
2021年 11月1日	オーソサイド水和 剤80	アリスタ ライフ サイエンス株式会 社	50 L	800倍	2022年 3月5日	粘着くん	住友化学株式会社	50 L	100倍
2021年 11月8日	カリグリーン	OAT アグリオ株式会社	50 L	800倍	2022年 3月8日	インプレッション クリア	出光興産株式会社	70 L	1000倍
2021年 11月15日	ゲッター水和剤	日本曹達株式会社	50 L	1000倍	2022年 3月15日	カリグリーン	OAT アグリオ株式会社	70 L	800倍
2021年 11月22日	カリグリーン	OAT アグリオ株式会社	50 L	800倍	2022年 3月22日	インプレッション クリア	出光興産株式会社	70 L	1000倍
2021年 11月29日	インプレッション クリア	出光興産株式会社	50 L	1000倍	2022年 3月29日	カリグリーン	OAT アグリオ株式会社	70 L	800倍
2021年 12月7日	カリグリーン	OAT アグリオ株式会社	50 L	800倍	2022年 4月5日	インプレッション クリア	出光興産株式会社	70 L	1000倍
2021年 12月13日	インプレッション クリア	出光興産株式会社	50 L	1000倍	2022年 4月12日	バンチョTF 顆粒 水和剤	日本曹達株式会社	70 L	2000倍
2021年 12月22日	カリグリーン	OAT アグリオ株式会社	50 L	800倍	2022年 4月15日	粘着くん	住友化学株式会社	60 L	100倍
2022年 1月5日	インプレッション クリア	出光興産株式会社	50 L	1000倍	2022年 4月19日	アミスター20フロ アブル	シンジェンタジャ パン株式会社	60 L	1500倍
2022年 1月11日	粘着くん	住友化学株式会社	50 L	100倍	2022年 4月25日	ショウチノスケフ ロアブル	OAT アグリオ株式会社	60 L	2000倍
2022年 1月17日	カリグリーン	OAT アグリオ株式会社	50 L	800倍	2022年 5月2日	アミスター20フロ アブル	シンジェンタジャ パン株式会社	60 L	1500倍
2022年 1月24日	インプレッション クリア	出光興産株式会社	50 L	1000倍	2022年 5月10日	バンチョTF 顆粒 水和剤	日本曹達株式会社	60 L	2000倍
2022年 2月1日	カリグリーン	OAT アグリオ株式会社	50 L	800倍	2022年 5月13日	粘着くん	住友化学株式会社	60 L	100倍
2022年 2月3日	粘着くん	住友化学株式会社	50 L	100倍	2022年 5月17日	粘着くん	住友化学株式会社	50 L	100倍

注) 農薬散布は高温時にはミツバチの訪花活動を阻害しないよう、気温の低い早朝あるいは夕方に行った。薬剤散布の前日にはミツバチが農薬の被爆を受けないよう、巣箱をハウス外に移動させるか、巣箱の出入り口を閉め、翌日に元に戻した。

5月17日および、2022年3月2日～2022年5月17日とした。2か年とも、1週間に2回を目安に収穫・調査を行った。調査項目は収穫果実数、収穫果実重、1果実重、不良果の発生数、果実糖度、果実酸度とした。以下にその詳細を示す。

(ア) 収穫果実数 (個/株)：収穫した果実数を株数で割った値とした。

(イ) 収穫果実重 (g/株)：収穫した全ての果実の重さを測定し、その合計を(ア)と同様の株数で割った値とした。

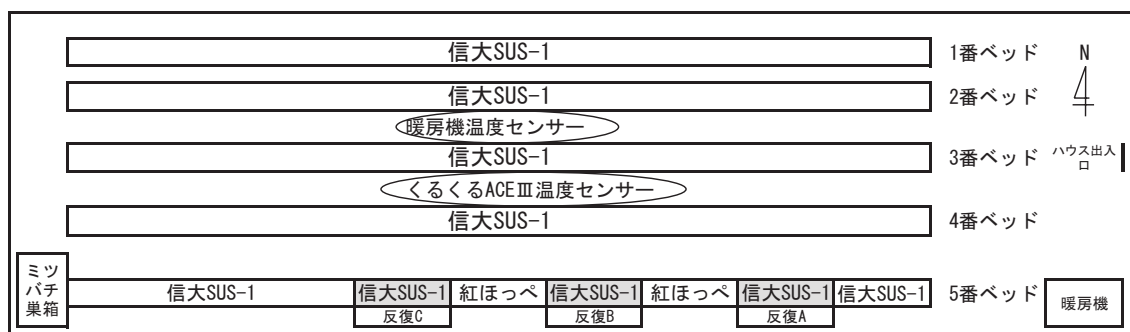
(ウ) 1果実重 (g/個)：収穫果実重の総量を収穫果実数の総数で割った値とした。

(エ) 不良果の発生数：6g未満果実、奇形果実、空

洞果実の個数を計測した。

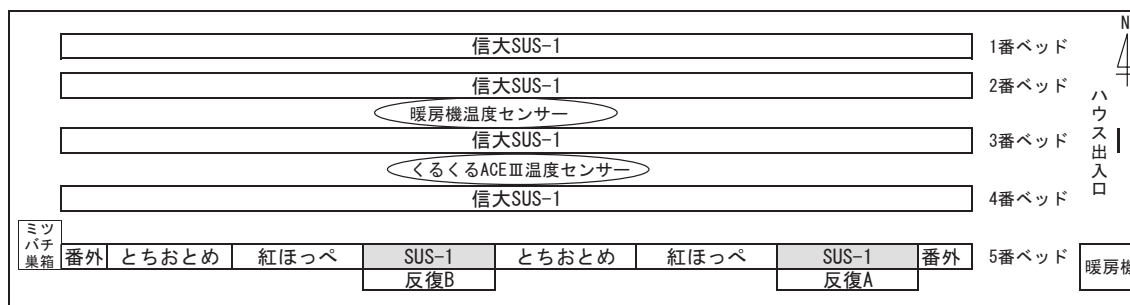
(オ) 果実糖度 (%)：各試験区から収穫した果実のうち、無作為に選抜した2～3果の果実を搾汁し、屈折糖度計 (ASONE spitz IP-101α) を用いて Brix 糖度を測定した。2022年は試験期間後半から測定機器をポケット糖酸度計 (PAL-BXIACID4、株式会社アタゴ) に変更して、Brix 糖度を測定した。

(カ) 果実の酸含量 (%)：果実糖度の測定で使用したものと同一果汁を用いた。果汁 5 mL に 20 mL の蒸留水を加え、フェノールフタレインを 2、3 滴加え、NaOH (0.1 mol/L) をセットしたビュレットで中和滴定を行った。糖度と同様に、2022年は試験



注) 1ベッド17 mである。網掛けが本試験で用いた試験区である。1区5個体の3反復で行った。

図1 2021年の試験区設定



注) 1ベッド17 mである。網掛けが本試験で用いた試験区である。1区20個体の2反復で行った。

図2 2022年の試験区設定

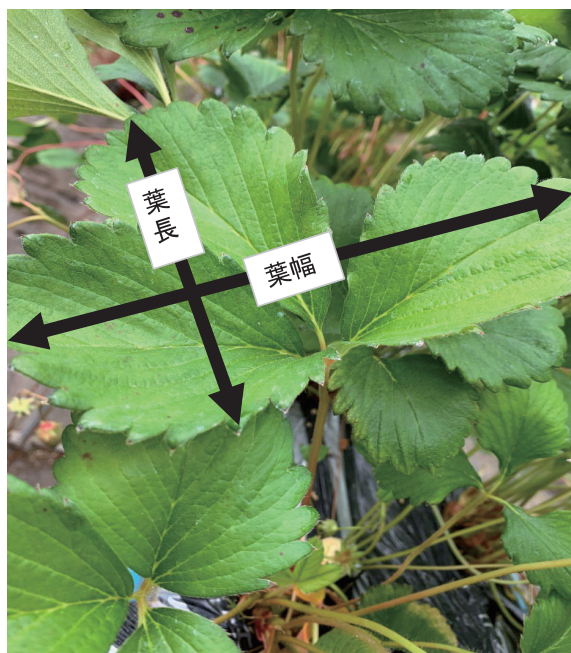


写真1 葉長および葉幅の測定方法

期間後半から測定機器をポケット糖酸度計 (PAL-BXIACID4、株式会社アタゴ) に変更して、酸度を測定した。イチゴの主要有機酸はクエン酸とリンゴ酸であり⁹⁾、本試験では、中和滴定した値はクエン酸に換算し、濃度 (W/V) を次式で算出した。なお、果汁が十分でない場合は測定を行わなかった。

$$\text{クエン酸濃度} = 6.404 \times 10^{-3} \times \text{中和滴定した酸度} \times 100/5 (\%)$$

統計の解析は Excel 統計2013 (BellCurve for

Excel、ver.3.22) で、二群の母平均の差の検定 (t検定) を用い、収穫果実数に占める割合は逆正弦変換した値を用いた。

結果および考察

1. 気象条件

2年間の試験期間中 (2020年9月~2021年5月および2021年9月~2022年5月) の気象条件を表7に示した。項目は気温と日照時間とした。なお、便宜上、2020年9月~2021年5月を期間Ⅰ、2021年9月~2022年5月を期間Ⅱとした。

表7より、期間Ⅰと期間Ⅱを比較すると、期間全体の日平均および最高気温、最低気温の期間平均が3項目とも期間Ⅰが期間Ⅱより高かった。一方、日照時間は、合計の期間平均は期間Ⅱが期間Ⅰより値が高かった。

2. 生育調査

表8に各3回ずつ行った生育調査の結果を示した。前述した通り、3回目の調査日がおおよそ1ヶ月ずれているため、直接比較することは困難と考え、本試験の比較は2回目までの調査を対象とし、試験期間における平均値も3回目の調査を除いた2回目までの平均値とした。

草高は、試験期間全体で2021年が22.9 cm、2022年が28.2 cmと2022年が大きい値を示したが、有意差は認められなかった。芽数 (/株) も、試験期間

表7 試験期間中の気象条件

期間Ⅰ 2020年9月～2021年5月						期間Ⅱ 2021年9月～2022年5月					
年月	気温*			日照時間*		年月	気温*			日照時間*	
	日平均の 平均値 (°C)	最高 (°C)	最低 (°C)	合計(h)	0.1h未 満の日数		日平均の 平均値 (°C)	最高 (°C)	最低 (°C)	合計(h)	0.1h未 満の日数
2020年9月	22.0	34.9	9.5	159.2	1	2021年9月	20.3	29.6	13.3	149.7	7
2020年10月	13.3	27.2	1.0	157.1	6	2021年10月	14.8	28.3	1.1	198.6	3
2020年11月	8.9	21.2	-2.5	199.9	1	2021年11月	7.7	21.2	-5.0	180.9	2
2020年12月	2.3	15.8	-8.0	156.3	0	2021年12月	3.0	14.7	-7.4	160.4	2
2021年1月	0.5	11.9	-9.2	154.6	4	2022年1月	-0.8	10.7	-10.9	183.5	2
2021年2月	3.1	18.9	-8.3	194.5	1	2022年2月	-0.3	12.8	-9.3	162.7	2
2021年3月	8.1	25.5	-3.2	206.9	5	2022年3月	6.7	21.9	-4.7	200.2	4
2021年4月	11.0	24.7	-1.6	239.0	4	2022年4月	13.1	28.5	-2.8	210.2	6
2021年5月	16.1	28.4	1.9	158.4	7	2022年5月	16.0	31.1	2.3	203.1	3
期間平均	9.5	23.2	-2.3	180.7	3.2	期間平均	8.9	22.1	-2.6	183.3	3.4

*: 気象庁 HP¹⁰⁾ より作表

表8 生育調査結果

調査項目	年	1回目	2回目	3回目	平均
草 高 (cm)	2021年	12.2	33.5	48.1	22.9
	2022年	20.3 **	36.0 n.s	38.8	28.2 n.s
芽 数 (個/株)	2021年	3.5	4.9	5.3	4.2
	2022年	3.2 n.s	3.9 n.s	4.0	3.6 n.s
葉 数 (枚/株)	2021年	19.0	30.0	40.7	24.5
	2022年	22.1 n.s	26.7 n.s	33.2	24.4 n.s
葉 柄 長 (cm)	2021年	8.2	22.9	33.6	15.6
	2022年	11.1 **	26.1 *	25.4	18.6 n.s
葉 長 (cm)	2021年	9.7	13.1	13.6	11.4
	2022年	10.9 *	13.1 n.s	13.6	12.0 n.s
葉 幅 (cm)	2021年	12.5	15.8	19.4	14.2
	2022年	13.0 n.s	17.2 n.s	16.9	15.1 n.s
葉柄1本当たりの葉面積 (cm ² /本)	2021年	60.6	103.1	132.7	81.8
	2022年	71.3 *	116.0 n.s	115.7	93.6 n.s
1株当たりの葉面積 (cm ² /本)	2021年	1143.9	3079.3	5427.0	2111.6
	2022年	1621.0 *	3244.0 n.s	3916.2	2432.5 n.s
葉 色 (SPAD 値)	2021年	54.6	41.4	41.5	47.8
	2022年	53.6 n.s	41.0 n.s	35.6	47.3 n.s
果 房 数 (本/株)	2021年	6.9	9.3	7.9	8.1
	2022年	6.5 n.s	6.2 *	9.9	6.4 *
果 房 長 (cm)	2021年	8.4	13.9	28.4	11.2
	2022年	11.5 **	16.1 n.s	19.6	13.8 *
ランナー数 (本/株)	2021年	0.0	2.5	8.5	1.2
	2022年	0.0 n.s	0.4 **	1.7	0.2 *

注) 有意差検定は二群の母平均の差の検定 (t 検定) を用いた。
 同一試験月で*は5%水準で、**は1%水準で有意差を示す。
 平均値は、3回目を除いた1回目と2回目の平均とした。

全体で2021年が高い値を示したが、有意差は認められなかった。葉数(/株)は、2021年が24.5枚、2022年が24.4枚であり、有意差は認められなかった。葉柄長は、試験期間全体では2021年が15.6 cm、2022年が18.6 cmと有意差はなかったが、各調査時ではいずれも年次間で有意差が認められ、

1回目は1%水準で、2回目は5%水準で2021年が2022年よりも有意に小さい値を示した。葉長および葉幅は、試験期間全体で葉長が2021年は11.4 cm、2022年は12.0 cmと2022年が長く、葉幅は2021年が14.2 cm、2022年が15.1 cmと2022年が長かったが、いずれも有意差は認められなかった。その結果、葉

柄1本当たりの葉面積も、2021年が81.8 cm²、2022年が93.6 cm²であり、2022年が大きい値を示したが、有意差は認められなかった。1株当たりの葉面積も、2021年が2111.6 cm²、2022年が2432.5 cm²であり、2022年が大きい値を示したが、有意差は認められなかった。葉色は2021年が47.8、2022年が47.3であり、有意差は認められなかった。果房数(／株)は、試験期間全体で2021年が8.1本、2022年が6.4本であり、5%水準で2021年が有意に大きい値を示した。果房長は2021年が11.2 cm、2022年が13.8 cmであり、5%水準で2022年が有意に大きい値を示した。ランナー数は、2回目の調査では1%水準で、試験期間全体では5%水準で2021年が有意に高い値を示した。

生育調査の結果より、試験期間全体の平均値で、「果房数」、「果房長」および「ランナー数」の3項目で有意差が認められた。無摘果で栽培した2022年より摘果を行った2021年で果房数およびランナー数の値が大きかったのは、2022年は着果負担が大きく、果房数およびランナー数の発生が抑制されたことが考えられた。

また、後述するが、収穫開始時期～極寒期のEC値が2021年より2022年が高く、3月以降は2021年の方が高かったことから、液肥の管理も‘信大 SUS-1’の生育に関係していると考えられた。

3. 収量調査

(1) 収量

表9に、試験期間における収穫果実数、収穫果実重および1果実重の結果を示した。収穫果実数(／株)は、試験期間全体で2021年が129.7個、2022年が169.4個であり、2022年が1%水準で有意に多かった。収穫果実重(／株)は、試験期間全体で、2021年が1683.4 g、2022年が2811.9 gであり、1%水準で有意差が認められた。1果実重は、試験期間で2021年が14.3 g、2022年が16.6 gと2022年が大きい値を示したが、有意差は認められなかった。

摘果は成り疲れを回避するために行われ、成り疲れは光合成産物や養水分の競合が起こることで発生する¹¹⁾。しかし、本試験における試験期間全体の1果実重は、無摘果の2022年が摘果を行った2021年より統計的に有意ではないが大きい値を示した。このことから、2022年は無摘果であったが、養水分の競合が起こらずに成り疲れを防ぐことができたと考えられた。さらに、これは肥培管理の影響が一因として考えられた。2021年は摘果を行ったものの、収穫開始時期～極寒期にECが低い値を示しており(次節にて後述)、養水分が不足していた可能性がある。そのため、無摘果栽培であっても、収穫開始期頃から、希釈倍率や灌水の回数を調整し、ECを0.4 mS/cm以上に保ち、チップバーンや塩類濃度障害による株の枯死など過剰障害が現れない程度に養分を供給することで、無摘果であっても果実肥大に十分な養水分が確保でき、1果実重が比較的大きい果実の収穫が可能となると考えられた。

(2) 不良果および良果

表10に試験期間における各不良果実数の個数および収穫果実数に占めるその割合を示した。なお、うどんこ病およびアザミウマ等による病虫害は2か年とも見られたが、気温や湿度などの環境や病虫害防除管理の違いによる影響が大きいことから、正確な比較が行えないと判断し、本試験の調査項目からは除外した。6g未満果実数(／5株)は、試験期間全体で2021年が34.7個、2022年が23.3個と2021年が多かったが、有意差は認められなかった。収穫果実数に占める割合は、試験期間を通して2021年が2022年より高く、5月は5%水準で有意差が認められた。奇形果実数(／5株)は、試験期間全体で2021年が18.0個、2022年が7.8個と5%水準で2021年が有意に高い値を示した。収穫果実数に占める割合も、試験期間全体で2021年が14.0%と2022年の4.6%と比較して5%水準で有意に高い値を示した。空洞果実数(／5株)は、試験期間全体で2021年が

表9 収量調査結果

調査項目	年	3月	4月	5月	全体
収穫果実数 (個/株)	2021年	33.0 *	63.7 n.s	33.0 n.s	129.7 **
	2022年	56.6	69.1	43.6	169.4
収穫果実重 (g/株)	2021年	621.5 **	534.8 **	527.1 n.s	1683.4 **
	2022年	1120.3	1038.1	653.6	2811.9
1果実重 (g)	2021年	19.0 n.s	8.4 **	15.6 n.s	14.3
	2022年	19.8	15.0	15.0	16.6 n.s

注) 有意差検定は二群の母平均の差の検定(t検定)を用いた。
同一試験月で*は5%水準で、**は1%水準で有意差を示す。

表10 不良果の個数と収穫果実数に占める割合

調査項目	年	3月		4月		5月		試験期間全体									
		個数(個)	割合(%)	個数(個)	割合(%)	個数(個)	割合(%)	個数(個)	割合(%)								
6g未満果実	2021年	2.3	n.s	6.9	n.s	24.0	n.s	38.7	n.s	8.3	n.s	25.8	*	34.7	n.s	27.4	n.s
	2022年	3.0	n.s	5.2	n.s	13.9	n.s	20.2	n.s	6.4	n.s	14.8	*	23.3	n.s	13.4	n.s
奇形果実	2021年	3.0	n.s	8.7	n.s	12.0	n.s	19.4	n.s	3.0	n.s	8.5	n.s	18.0	*	14.0	*
	2022年	1.3	n.s	2.2	n.s	3.3	n.s	4.7	n.s	3.3	n.s	7.5	n.s	7.8	*	4.6	*
空洞果実	2021年	0.7	n.s	1.9	n.s	4.0	n.s	6.4	n.s	2.3	*	7.4	*	7.0	n.s	5.4	*
	2022年	1.9	n.s	3.4	n.s	0.8	n.s	1.1	n.s	0.0	*	0.0	*	2.6	n.s	1.6	*
不良果合計	2021年	5.3	n.s	15.4	n.s	29.3	n.s	48.3	n.s	10.3	n.s	32.6	n.s	45.0	n.s	35.8	n.s
	2022年	5.4	n.s	9.5	n.s	17.0	n.s	24.8	n.s	9.3	n.s	21.6	n.s	31.6	n.s	18.8	n.s

注) 個数は5株当たりである。

不良果合計は、収穫果実数から良果実数を引いた数とした。

有意差検定は二群の母平均の差の検定 (t検定) を用いた。*は5%水準で有意差有りを表している。

収穫果実数に占める割合は、逆正弦変換した値を用いた。

表11 良果実の個数と収穫果実数に占めるその割合および良果実重

調査項目	年	3月		4月		5月		試験期間全体									
		個数(個)	割合(%)	個数(個)	%	個数(個)	%	個数(個)	%								
良果実数	2021年	27.7	**	104.0	n.s	34.3	n.s	57.4	n.s	22.7	n.s	74.8	n.s	84.7	*	71.1	*
	2022年	51.3	**	113.2	n.s	52.1	n.s	85.4	n.s	34.4	n.s	90.5	n.s	137.8	*	95.0	*
		重量(g)		重量(g)		重量(g)		重量(g)									
良果実重	2021年	553.8		319.3		422.8		1295.9									
	2022年	1043.8		918.0		568.9		2530.8									

注) 良果実数および良果実重は5株当たりの値である。

有意差検定は二群の母平均の差の検定 (t検定) を用いた。

同一試験月で*は5%水準で、**は1%水準で有意差を示す。

収穫果実数に占める割合は逆正弦変換した値を検定に用いた。

7.0個、2022年が2.6個であり、有意差は認められなかったものの、2021年が多かった。収穫果実数に占める割合は、2021年が5.4個、2022年が1.6個で、2021年が5%水準で有意に高い値を示した。また、以上の不良果について、収穫果実数から良果実数を引いて不良果全体の個数(／5株)を求めた。試験期間全体では、2021年が45.0個、2022年が31.6個であり、統計的に有意ではないが、2021年が大きい値を示した。時期別に見ても、3月を除いて2021年が2022年より多かった。

表11に試験期間における良果実数、収穫果実数に占める割合、および良果実重を示した。良果実数(／5株)は、試験期間全体で2021年が84.7個、2022年が137.8個と、2022年が5%水準で有意に高い値を示した。全ての調査月で2021年より2022年の方が多かった。収穫果実数に占める割合も、試験期間全体で2021年より2022年が5%水準で高い値を示した。良果実重(／5株)は、試験期間を通して2022年が2021年より値が大きく、試験期間全体では5%水準で有意差が認められた。

以上の結果から、2022年は2021年より6g未満

果、奇形果、空洞果の不良果が少なく、良果実が多かった。また、4月に比べ、5月の良果実数の割合と良果実重は2021年と2022年の差が小さかった。

奇形果に関して、ミツバチやクロマルハナバチ(*Bombus ignitus*)の過剰訪花により、奇形果が発生しやすいことが報告されている¹²⁾。また、ミツバチ科に属するマルハナバチは、低温に強く、晴天であれば5~7°Cで活動開始すること、ミツバチと比較して曇天や雨天で正常に活動できることも報告されており¹³⁾、マルハナバチの方が活動的であると考えられる。2021年の試験では、クロマルハナバチを導入し(表4)、導入直後は巣門を全開にしたため、過剰訪花により、3月、4月に奇形果が増加したと考えられた。その後、4月1日から受粉をクロマルハナバチからミツバチに変えたことにより、5月の奇形果が減少し、不良果の割合が4月より低下したと推察された。したがって、'信大SUS-1'の栽培において訪花昆虫を導入する際には、特にクロマルハナバチについては、巣門の開閉を調節し、施設内に入る個体数を抑え、過剰訪花を防ぐことが品質向上のために必要と考えられた。

表12 試験期間における果実糖度、クエン酸換算値および糖酸比

調査項目	年	2月	3月	4月	5月	試験期間全体
糖度 (%)	2021	10.8	10.2	11.3 *	9.4	10.4 **
	2022	9.8 n.s	8.7 n.s	9.5	9.1 n.s	9.3
クエン酸換算値 (%)	2021	0.6 **	0.7 **	0.7 **	0.6	0.7 **
	2022	0.4	0.4	0.4	0.6 n.s	0.4
糖酸比	2021	16.9	15.7 **	16.1 *	17.1	16.2 **
	2022	23.8 n.s	21.1	23.1	16.3 n.s	21.6

注) 有意差検定は二群の母平均の差の検定 (t 検定) を用いた。
同一試験月で*は5%水準で、**は1%水準で有意差を示す。
糖酸比は「糖度/クエン酸換算値」で算出した。

表13 EC の目標値と実測値 (mS/cm)

生育ステージ	定植 ~2週間後	開花期	収穫開始 時期 ~極寒期	3月以降
目標値	0.5~0.6	0.6~0.7	0.8程度	0.6~0.7
2021年 実測値	0.31	0.26	0.22	0.53
2022年 実測値	0.59	0.28	0.44	0.26

注) 「開花期」は10月中旬~11月末、「収穫開始時期~極寒期」は12月~2月とした。目標値は、伏原14)より作成した。ECの測定は、「コンパクト電気伝導率計 LAQUAtwin EC-33B」(株式会社堀場アドバンステクノ)を用いて行った。

(3) 品質

表12に試験期間における果実糖度、クエン酸換算値および糖酸比を示した。果実糖度は、試験期間を通して2021年が高い値を示した。クエン酸換算値は5月を除き2021年が2022年より高い値を示し、1%水準で有意差が認められた。糖酸比は、試験期間全体および3月で2022年が1%水準で有意に高い値を示した。

4. EC 値

ECの目標値および各年の期間内の平均実測値を表13に示した。

表13から、EC値 (mS/cm) は定植~2週間後および開花期、収穫開始時期~極寒期で、2021年<2022年であった。3月以降は、2021年が0.53、2022年が0.26と2021年が高い値を示した。

5. 総合考察

生育調査で、2021年と2022年の間に有意差が認められた3項目について、これらは摘果の有無および液肥の管理の違いによるものと推察された。

また、収量調査でも、試験期間全体の1果実重は統計的に有意な差は検出されなかったものの、2022年が2021年より大きい値を示し、品質についても、2022年は2021年と比較して、不良果実が少なく、糖酸比も高い傾向であった。これらのことから、‘信

大 SUS-1’は無摘果栽培であっても肥培管理によっては、比較的大果で良質な果実の収穫が可能であると考えられた。

しかし、本試験は2021年と2022年の結果を比較したため、今後は同時期に無摘果区と摘果区を設けた試験を行い、更なる検討が必要であると考えられた。

謝 辞

当研究室卒業生の大嶋ひとみ氏、河合佑香氏、小林楓氏、清水葵羽氏、棚橋香月氏には管理作業や収穫作業、調査など様々な面でお手伝いいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 施山紀男 (2010) 作型の分化と発達. 「日本のイチゴ 生理生態特性と作型・栽培技術」: p.19
- 2) 政府統計の総合窓口 e-Stat (2023). 農業経営統計調査 品目別経営統計 確報 品目別経営統計 施設野菜作経営 (平成15年). <<https://www.e-stat.go.jp/dbview?sid=0003297687>> (2023年2月7日閲覧)
- 3) 門馬信二 (1990) ナス科野菜とイチゴの品種動向と今後の育種. 農林水産技術研究ジャーナル. **13** (10) pp.14-20
- 4) 牧野早希 (2019) 一季成り性イチゴ系統‘SUS-1’における果房あたり適正着果数の検討. 信州大学農学部 AFC 報告. **17** pp.7
- 5) 山根草亮 (2017) 一季成り性イチゴ系統‘信大 SUS-1’の特性評価. 信州大学農学部専攻研究論文. pp.22-23
- 6) 牧野早希 (2018) 育成した一季成り性イチゴ系統‘信大 SUS-1’の特性評価. 信州大学農学部専攻研究論文. pp.9-17
- 7) 樋川瑠美 (2020) 育成した一季成り性イチゴ系統‘信大 SUS-1’の特性評価と栽培方法の検討. 信州大学農学部専攻研究論文. pp.68
- 8) 大嶋ひとみ (2021) 育成した一季成り性イチゴ系

- 統 ‘信大 SUS-1’ の特性評価と採苗時期の検討.
信州大学農学部専攻研究論文. pp.6, 46
- 9) 稲葉昭次・伊東卓爾・中村怜之輔 (1977) イチゴの作型と果実中の糖および有機酸組成. 岡山大学農学部学術報告. (50) pp.37-42
- 10) 気象庁 (2022). 過去の気象データ検索. <https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec_no=48&block_no=1445&year=&month=&day=&view=> (2022年12月16日閲覧)
- 11) 施山紀男 (2010) 生理生態特性からみた栽培技術. 「日本のイチゴ 生理生態特性と作型・栽培技術」: p.205
- 12) 宮本雅章・小泉丈晴・手塚俊行・田中栄嗣 (2013) 促成イチゴ栽培における花粉媒介昆虫の訪花活動数の適正範囲. 群馬県農業技術センター研究報告. (10) pp.25-30
- 13) 池田二三高・忠内雄次 (1995) 果菜類の交配におけるマルハナバチの利用. ミツバチ化学. 16 (2) pp.49-56
- 14) 伏原肇 (2009) 高設栽培の栽培環境と施設・資材の検討. 「イチゴの高設栽培 栽培のポイントと安定化の課題」農山漁村文化協会: p.61

Effects of Fruit Picking on Growth and Yield of Non-ever Bearing Strawberry ‘Shindai SUS-1’

Yuzuki BABA, Saeka YAMAGUCHI and Shigemitsu KASUGA

The Division of Plant Science and Resources, Faculty of Agriculture, Shinshu University

Summary

To consider the effects of different cultivation management on the cultivation of non-ever bearing Strawberry ‘Shindai SUS-1’, growth and yield studies were investigated in 2021 and 2022 to compare the two years. In the growth surveys, 2022, non-fruit picking cultivation, had a heavier burden, so it was considered that birth of bunch and runner in 2022 were suppressed. In the yield surveys, 1 fruit weight in 2022 was greater than that in 2021, and this was considered to be influenced by fertilizer management. Also, there were fewer bad fruits in 2022 than in 2021, and the sugar-acid ratio was higher. Therefore, necessity of fruit picking may be low by adjusting the liquid fertilizer.

Keywords: non-ever bearing Strawberry, fruit picking, growth, yield, fertilizer management