

イチゴ‘きらぴ香’，‘紅ほっぺ’における夜冷短日処理と クラウン冷却処理の開始時期が収穫時期及び収量に及ぼす影響[†]

秋山光雅¹⁾・望月達史¹⁾・河田智明^{2)a}

¹⁾農林技術研究所,²⁾産業革新局産業イノベーション推進課

Effects of the Timing of Short-Day, Night-Cooling, and Crown-Cooling Treatments on the Harvest Period and Yield of Strawberry Cultivars ‘Kirapika’ and ‘Benihoppe’

Mitsumasa Akiyama¹⁾, Satoshi Mochizuki¹⁾, Tomoaki Kawata²⁾

¹⁾Shizuoka Res. Inst. of Agri. and Forest.,

²⁾Industrial Innovation Promotion Div. of Shizuoka Pref.

Abstract

This study aimed to develop a new cultivation method that enables both the relatively expensive October harvest and the December harvest, which corresponds to the peak demand period. We have examined the effects of the timing of short-day, night-cooling, and crown-cooling treatments on the harvest period and yield as well as the suitability of this cultivation method for different varieties.

For the variety ‘Kirapika’, initiating short-day and low night temperature treatments in July and transplanting in August enabled harvesting of the terminal inflorescence to begin in October. Initiating crown-cooling treatments immediately after transplantation in August advanced the flowering and harvest dates of the first axillary inflorescence, enabling harvesting of the first axillary inflorescence to begin in December. Because the rate of unfertilized fruits in the terminal inflorescence was high when short-day, night-cooling treatments were conducted in early July, performing these treatments from mid-July onward was considered appropriate. Additionally, this cultivation method was applicable to ‘Benihoppe’.

In summary, the cultivation method combining short-day, night-cooling, and crown-cooling treatments is effective for ‘Kirapika’ and ‘Benihoppe’, increasing yield during high-price periods and improving productivity.

キーワード：イチゴ，‘きらぴ香’，‘紅ほっぺ’，クラウン温度制御，促成栽培，夜冷短日処理

I 緒 言

静岡県のイチゴ栽培は栽培面積 295ha (2023 年) であり、産

出額が 126 億円 (2023 年)^{1a)}で、本県の野菜では最も産出額が多く全国でも第 5 位をほこる特産品目である。少子高齢化等の影響により経営体数減少は急速に進行しているが、一方で生産

[†]園芸学会令和 5 年度春季大会(2023, 龍谷大学)

園芸学会令和 7 年度秋季大会(2025, 高知大学)

^{a)}研究実施地：農林技術研究所

規模の大きな経営体が徐々に増加しており、平均面積は増加傾向にある¹⁷⁾。生産規模の大きな経営体では、労働の平準化のため複数の作型の組み合わせが必要とされている。また、イチゴの単価は時期による変動が大きく、7 月から 12 月までの年内単価が高い¹⁹⁾。特に、出荷量の少ない 10 月や需要期である 12 月は高単価で取り引きされるため、取り引きに合わせた栽培体系も必要である。

このような中、一部の県内大規模経営体では、現地で一般的に行われている夜冷作型よりも一ヶ月ほど早く 7 月中に夜冷短日処理を開始する 10 月収穫作型（以下、超促成作型）を導入する事例がある。しかし、この作型は果実成熟期間中の気温が高いため、頂花房の果重が小さくなる。また第一次腋花房の収穫まで間隔が開く²²⁾ことから、年内収量が少なく収益性に課題がある。この課題を解決するためには、ハウス全体の気温を下げるのが考えられるがコストが高くなり現実的ではない。

これまでに、イチゴのクラウン部を局所的に温度制御するクラウン温度制御技術が開発されており、クラウン部の温度を 20℃前後に制御することで、高温期の作型でも一果重が増加し、第一次腋花房を前進化することが報告されている^{4,23,24,25)}。超促成作型では‘とちおとめ’、‘もういっこ’を用いてクラウン温度制御技術の効果が検討されたが、第一次腋花房の前進は 1 月上旬が最大で、第一次腋花房の年内収穫は困難であった²⁵⁾。

そこで、頂花房を 10 月に収穫開始し、第一次腋花房を 12 月に収穫開始することが可能な新たな作型開発を目標に、夜冷短日処理に加え、頂花房の果実肥大と第一次腋花房の花芽分化前進が期待できるクラウン冷却処理を行い、品種は本県で開発された高温でも比較的高品質で連続出蓄性を有する‘きらび香’を用いることとした⁸⁾。この場合、定植直前までの夜冷短日処理期間と定植直後からのクラウン冷却期間はほぼ固定されるため、年内に第一次腋花房を収穫する本作型の実現には、さかのぼって夜冷短日処理の開始時期を明らかにすることが必要である。2 ヶ年にわたる調査の結果、夜冷短日処理、クラウン冷却処理及び品種を組み合わせ、夜冷短日処理の適切な開始時期を解明し、目標とした頂花房の 10 月収穫、第一次腋花房の 12 月収穫を可能とする新作型を開発した。また、新作型が静岡県の現行栽培品種‘紅ほっぺ’にも適用可能であることを明らかにしたので報告する。

Ⅱ 材料及び方法

試験 1 ‘きらび香’を用いた夜冷短日処理及びクラウン冷却処理の開始時期の検討（2022 年作、2023 年作）

2022 年作：‘きらび香’を用いて、試験区として夜冷短日処理開始日を 7 月上旬（2022 年 7 月 8 日）、7 月中旬 7 月 19 日）、7 月下旬（7 月 29 日）とした 3 水準及び定植後のクラウン冷却処理の有無を組み合わせ（7 月下旬は冷却有のみ）5 処理区と、自然条件下で花芽分化後に定植しクラウン冷却処理を行わない区（以下、普通作区）の計 6 区を設けた（表 2）。2022 年 3 月上旬に‘きらび香’の親株を育苗施設（間口 5.6m、奥行き 27m、面積 151m²）にて 7 号ポットに定植した。夜冷短日処理開始日の 7 週間前に 3 号ポットへのランナー受けを、ポット受け 3 週間後に切り離しを行った。夜冷短日処理は 17 時から翌日 9 時の時間帯を暗黒条件及び室温 15℃設定で行った。各区ともに花芽分化確認後にヤシガラ培地を詰めた栽培ベッド（のびのびシステムプランター、静岡県経済農業協同組合連合会、25cm×71cm）に株間 18cm の 2 条植えて丸屋根温室（間口 4.5m、奥行き 18m、面積 81m²）にて 8 月から 9 月にかけて適時に定植した（表 2）。クラウン冷却処理は定植後から 10 月 3 日まで、クラウン部（通路側）に接するように配置した PE チューブ（クラウン冷暖チューブ、㈱阪中緑化資材）にチラー（HRS060-A-20, SMC ㈱及び EYELA ECS-30, 東京理科学器械㈱）により 15℃を目標に冷却した水を終日循環させた。クラウン冷却処理有の試験区は、白黒マルチ（こかゞマルチ、大倉工業㈱）を定植約 1 週間後、それ以外の区は 10 月 27 日に被覆した。養液は大塚 A 処方を用い、養液 EC を 0.55～0.80dS/m（原水は 0.30dS/m の井水使用）の当所慣行管理とした。遮光条件は定植後から 10 月 5 日まで遮光率 40%の遮光資材（ワリフ明涼 40, ENEOS テクノマテリアル㈱）を温室外部に常時展開した。栽培期間を通して芽数は放任とし、摘果管理は頂花房を放任（普通作区は 10 果）、第一及び二次腋花房を 1 株当たり 10 果、第三次腋花房以降を 1 果房当たり 3 果に摘果した。

頂花房、第一次腋花房、第二次腋花房の第 1 果が開花した日を開花日とし、第 1 果を収穫した日を初収日として調査した。頂花房・第一次腋果房間の果房間葉数、第一次腋花房・第二次腋果房間の果房間葉数を調査した。いずれも 1 区 16 株 3 反復の平均値を示した。8g 以上の可販果を収穫果実とし、2023 年 4 月末まで収穫調査を行った。7 月上旬夜冷・クラウン冷却無区における頂花房第 1 果から第 3 果の可販果率を調査するため、果実の状態を達視で可販果、著しい奇形果、不受精果に判別した。PE チューブの表面温度、温室内気温、クラウン部温度（クラウン部の表見から 5 mm 程度内部に熱電対を突刺し計測、測定箇

所数1箇所)をデータロガー(グラフテック㈱, midi LOGGER GL820)で、冷却水温をおんどり(RTR-502B, ㈱ティアンドデイ)で10分間隔で測定・記録した。

2023年作: ‘きらび香’を用いて、試験区として夜冷短日処理開始日を7月上旬(2023年7月7日)、7月中旬(7月18日)、7月下旬(7月28日)とした3水準及び定植後のクラウン冷却処理の有無を組み合わせた6処理区と、普通作区の計7区を設けた(表6)。2023年3月上旬に‘きらび香’の親株を7号ポットに定植した。ランナー受け、切り離し、夜冷短日処理及び定植の条件は2022年作と同様とした。クラウン冷却処理は定植後から10月20日まで、クラウン部(通路側)に接するように配置したPEチューブにチラー(HRS060-A-20, SMC ㈱)により16℃を目標に冷却した水を終日循環させた。クラウン冷却処理有の試験区は、白黒マルチを定植約1週間後、それ以外の区は10月24日に被覆した。養液管理の条件、遮光条件、芽数管理、摘果管理、開花日、初収日の定義、収穫調査及び温度データの測定・記録は2022年作と同様とした。

試験2 夜冷短日処理及びクラウン冷却処理を用いた作型の‘紅ほっぺ’への適用(2024年作)

2024年作: ‘紅ほっぺ’と比較対照として‘きらび香’の2品種を供試し、7月中旬(2024年7月16日)から夜冷短日処理を開始し、定植後のクラウン冷却処理の有無による2処理区と普通作区とを合わせた3区をそれぞれの品種に設け、計6区とした(表9)。2024年3月上旬に‘紅ほっぺ’、‘きらび香’の親株を育苗施設にて7号ポットに定植した。ランナー受け、切り離し、夜冷短日処理及び定植の条件は2022年作と同様とした。クラウン冷却処理を2023年作と同様の条件で実施した。クラウン冷却処理有区は、白黒マルチを定植約1週間後、それ以外の区は10月22日に被覆した。養液管理の条件、遮光条件、芽数管理、摘果管理、開花日、初収日の定義及び収穫調査は2022年作と同様とした。温度データの測定・記録は‘きらび香’を用いて、2022年作と同様の方法で行った。

Ⅲ 結 果

試験1 ‘きらび香’を用いた夜冷短日処理及びクラウン冷却処理の開始時期の検討(2022年作, 2023年作)

クラウン温度制御について、2022年8月27日及び2023年8月25日の晴天日における気温、冷却水温、冷却チューブ表面温度及びクラウン部温度を図1A,Bに示した。

いずれの年度作でも、気温は日中35℃前後まで上昇し、夜間(20時～翌6時)は25℃程度まで降下した。冷却水温は、2022年作では日中には18℃前後まで上昇し、夜間には14℃程度まで降下し、一方、2023年作では終日18℃前後を推移した。クラウン部温度(クラウン冷却無)は、日中には30℃以上まで上昇し、夜間には気温と同程度まで降下した。クラウン部温度(クラウン冷却有)では2022年作はクラウン部温度(クラウン冷却無)に比べて常に5℃程度低く、2023年作はクラウン部温度(クラウン冷却無)に比べて3℃程度低く推移した。

また、試験期間を通じて、処理期間中のクラウン部温度は日平均にすると、2022年作ではクラウン部温度(クラウン冷却有)は21℃程度、クラウン部温度(クラウン冷却無)は26℃程度であり、クラウン部の温度は5℃程度低く推移した(データ未掲載)。2023年作では処理期間中のクラウン部温度(クラウン冷却有)は25℃程度、クラウン部温度(クラウン冷却無)は27℃程度であり、クラウン部の温度は2℃程度低く推移した(データ未掲載)。

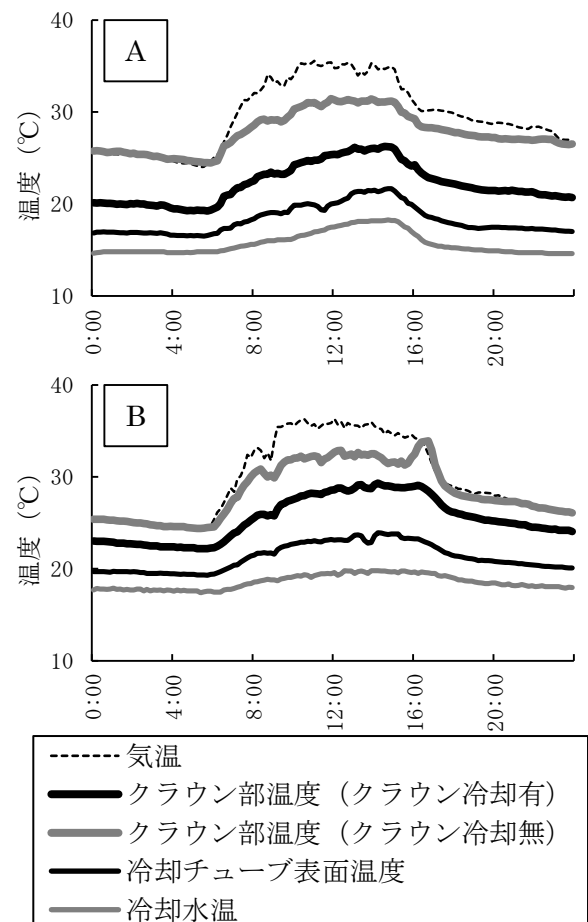


図1 気温、冷却水温、冷却チューブ表面温度及びクラウン部温度の推移
(A: 2022年8月27日, B: 2023年8月25日)

‘きらび香’の夜冷短日処理の開始時期が花芽分化までの日数に及ぼす影響を表1に示した。

花芽分化までの日数は、年度作や夜冷短日処理の開始時期に関わらず29～32日であった。

表1 ‘きらび香’の夜冷短日処理開始時期が花芽分化までの日数に及ぼす影響

年度作	夜冷短日 処理開始日 (月/日)	花芽分化 確認日 (月/日)	花芽分化 までの日数 (月/日)
2022年作	7/8	8/8	31
	7/19	8/17	29
	7/29	8/28	30
2023年作	7/7	8/8	32
	7/18	8/18	31
	7/28	8/29	32

2022年作及び2023年作における‘きらび香’の夜冷短日処理及びクラウン冷却処理が各果房の開花日と初収日及び頂花房-第一次腋果房間の果房間葉数に及ぼす影響を表2～表3に示した。

2022年作では、夜冷短日処理の開始時期が早いほど、頂花房の開花日と初収日は早くなった。夜冷短日処理の開始時期が同じ区を比較すると、クラウン冷却有区の方が遅い傾向にあった。夜冷短日処理を行った区では、いずれの区においても10月中までに頂花房の収穫を開始した。また、第一次腋花房の開花日と初収日は、夜冷短日処理の開始時期に関わらず、クラウン冷

却処理により開花日で10日、初収日で10～12日前進し、普通作区の頂花房と同時期であり、年内に第一次腋花房の収穫を開始した。第二次腋花房の開花日は、夜冷短日処理の開始時期に関わらず、クラウン冷却処理により有意に前進した。一方、初収日は7月上旬夜冷・クラウン冷却有区の方が7月上旬夜冷・クラウン冷却無区よりも有意に前進した(表2)。

一方、2023年作では、普通作区において頂花房と第一次腋果房の開花日と初収日は、2022年作と比べて遅延する傾向にあった。しかし、夜冷短日処理を行った区では、2022年作と同様、10月中までに頂花房の収穫を開始し、さらにクラウン冷却処理を組み合わせることにより第一次腋花房の開花日と初収日は普通作区の頂花房と同程度まで前進し、年内に第一次腋花房の収穫を開始した(表3)。

頂花房と第一次腋花房の果房間葉数は、いずれの年度作においても、夜冷短日処理の開始時期に関わらずクラウン冷却有区の方が少なかった。‘きらび香’の2022年作における夜冷短日処理とクラウン冷却処理が頂花房第1果から第3果の可販果率に及ぼす影響を表4に示した。

夜冷短日処理の開始時期別では、7月上旬に夜冷短日処理を開始した区の可販果率は7月中旬及び7月下旬に比べて低く、不受精果及び著しい奇形果の発生率は高い傾向にあった。夜冷短日処理の開始時期が同じ試験区の比較では、クラウン冷却有区の方が可販果率が高かった。

表2 ‘きらび香’の2022年作における夜冷短日処理とクラウン冷却処理が各果房の開花日と初収日及び頂花房-第一次腋果房の果房間葉数に及ぼす影響

試験区	定植日 (月/日)	頂花房		第一次腋花房		第二次腋花房		頂花房-第一次 腋花房の 果房間葉数 (枚)
		開花日 (月/日)	初収日 (月/日)	開花日 (月/日)	初収日 (月/日)	開花日 (月/日)	初収日 (月/日)	
7月上旬夜冷・クラウン冷却有区	8/8	9/14 b ²⁾	10/9 a	11/5 a	12/8 a	11/26 a	1/9 a	5.7 c
7月上旬夜冷・クラウン冷却無区	8/8	9/9 a	10/6 a	11/15 b	12/18 c	12/5 b	1/17 b	9.0 a
7月中旬夜冷・クラウン冷却有区	8/17	9/25 d	10/20 c	11/9 a	12/13 b	12/5 b	1/15 b	4.4 d
7月中旬夜冷・クラウン冷却無区	8/17	9/19 c	10/15 b	11/19 c	12/25 d	12/12 c	1/21 b	7.6 b
7月下旬夜冷・クラウン冷却有区	8/28	10/2 e	10/29 d	11/6 a	12/11 ab	12/8 bc	1/16 b	3.6 e
普通作区	9/27	11/6 f	12/9 e	12/1 d	1/16 e	—	—	2.7 f
分散分析 ¹⁾		**	**	**	**	**	**	**

1)**: 1%水準で有意差あり 2)同一符号間は5%水準で有意差無し(Tukey's method) 調査: 1区16株3反復

表3 ‘きらび香’の2023年作における夜冷短日処理とクラウン冷却処理が各果房の開花日と初収日及び頂花房-第一次腋果房の果房間葉数に及ぼす影響

試験区	定植日 (月/日)	頂花房		第一次腋花房		第二次腋花房		頂花房-第一次 腋花房の 果房間葉数 (枚)
		開花日 (月/日)	初収日 (月/日)	開花日 (月/日)	初収日 (月/日)	開花日 (月/日)	初収日 (月/日)	
7月上旬夜冷・クラウン冷却有区	8/8	9/1 a ²⁾	9/24 a	11/6 a	12/15 a	12/7 a	1/22 a	6.8 b
7月上旬夜冷・クラウン冷却無区	8/8	9/1 a	9/28 a	11/17 bc	12/30 bc	12/23 b	2/6 c	9.0 a
7月中旬夜冷・クラウン冷却有区	8/18	9/18 b	10/14 bc	11/9 a	12/20 a	12/12 a	1/27 ab	4.9 c
7月中旬夜冷・クラウン冷却無区	8/18	9/16 b	10/11 b	11/19 cd	1/1 c	12/23 b	2/5 bc	7.3 b
7月下旬夜冷・クラウン冷却有区	8/29	9/21 c	10/18 c	11/13 b	12/23 ab	12/22 b	2/4 bc	4.5 c
7月下旬夜冷・クラウン冷却無区	8/29	9/21 c	10/17 c	11/22 d	1/3 c	12/25 b	2/6 c	7.6 b
普通作区	10/4	11/13 d	12/21 d	12/16 e	1/30 d	1/22 c	3/5 d	2.8 d
分散分析 ¹⁾		**	**	**	**	**	**	**

1)**: 1%水準で有意差あり 2)同一符号間は5%水準で有意差無し(Tukey's method) 調査: 1区16株3反復

表4 ‘きらび香’の2022年作における夜冷短日処理とクラウン冷却処理が頂花房第1果から第3果の可販果率に及ぼす影響

試験区	可販果率 (%)	不可販果率(%)	
		不受精果	著しい 奇形果
7月上旬夜冷・クラウン冷却有区	53 b ²⁾	26 ab	20 a
7月上旬夜冷・クラウン冷却無区	28 c	49 a	23 a
7月中旬夜冷・クラウン冷却有区	97 a	1 c	2 b
7月中旬夜冷・クラウン冷却無区	71 b	13 bc	17 a
7月下旬夜冷・クラウン冷却有区	95 a	1 c	3 b
分散分析 ¹⁾	**	**	**

1)**: 1%水準で有意差あり 2)同一符号間は5%水準で有意差無し(Tukey's method) 角変換後に統計処理 調査: 1区16株3反復

‘きらび香’の夜冷短日処理とクラウン冷却処理が1株当たり果数と収量に及ぼす影響を表5～表8に示した。

2022年作において、10月の果数と収量は、7月上旬夜冷・クラウン冷却有区の方が7月上旬夜冷・クラウン冷却無区よりも有意に多かった。11月の果数は、7月上旬夜冷・クラウン冷却有区の方が7月上旬夜冷・クラウン冷却無区よりも有意に多かった。しかし、11月の収量は、夜冷短日処理開始時期が同じ区ではクラウン冷却処理の有無による差は認められなかった。12月の果数と収量は、夜冷短日処理開始時期が同じ区内での比較では、クラウン冷却有区の方が有意に多かった。10月、11月の果数と収量は、7月上旬と中旬に夜冷短日処理を行った全ての区で普通作区に対して有意に多かった(表5)。クラウン冷却有区の年内収量を普通作区と比較すると、1.7～1.8倍で有意に多かった。4月末までの収量は夜冷短日処理の開始時期やクラウン冷却処理の有無による有意な差がなかった。クラウン冷却有区の4月末までの収量を普通作区と比較すると、年内収量ほどの差が認められなかったものの1.1～1.2倍の差があった。また、夜冷短日処理を行ったすべての区は、普通作区よりも4月末までの収量が多い傾向にあった(表6)。

2023年作での10月の果数と収量は、夜冷短日処理の開始時期に関わらず、クラウン冷却有区の方が高い傾向にあった。11月の果数は、7月中旬夜冷・クラウン冷却有区の方が7月中旬夜冷・クラウン冷却無区よりも有意に多かった。しかし11月の収量は、2022年作と同様、夜冷短日処理開始時期が同じ区ではクラウン冷却処理の有無による差は認められなかった。12月の果数と収量は、7月上旬と中旬に夜冷短日処理を行った区では、クラウン冷却有区の方が有意に多かった(表7)。年内収量について、2022年作に比べて少ない傾向にあったが、2022年作と同様に夜冷短日処理の開始時期に関わらずクラウン冷却有区の方が多かった。また、夜冷短日処理の開始時期が早いほど年内収量は少ない傾向にあった。クラウン冷却有区の年内収量を普通作区と比較すると、2.3～2.8倍多く、差異が認められ

た。4月末までの収量は、夜冷短日処理を行ったすべての区で、クラウン冷却有区の方が高い傾向にあった。クラウン冷却有区の4月末までの収量を普通作区と比較すると、年内収量ほどの差が認められなかったものの約1.3倍の差があった。また、夜冷短日処理を行ったすべての区は、普通作区よりも4月末までの収量が多い傾向にあった(表8)。

表5 ‘きらび香’の2022年作における夜冷短日処理とクラウン冷却処理が10月、11月及び12月の1株当たり果数と収量に及ぼす影響

試験区	果数(果/株)			収量(g/株)		
	10月	11月	12月	10月	11月	12月
7月上旬夜冷・クラウン冷却有区	7.3 a ²⁾	5.5 c	7.0 a	94 a	61 c	210 a
7月上旬夜冷・クラウン冷却無区	4.9 b	3.9 d	2.7 b	59 b	51 c	121 c
7月中旬夜冷・クラウン冷却有区	4.3 b	7.6 b	5.5 a	78 ab	99 b	157 b
7月中旬夜冷・クラウン冷却無区	5.5 b	7.5 b	2.8 b	66 b	101 b	81 d
7月下旬夜冷・クラウン冷却有区	1.0 c	9.0 a	6.4 a	30 c	138 a	167 b
普通作区	0.0 c	0.0 e	6.5 a	0 d	0 d	200 a
分散分析 ¹⁾	**	**	**	**	**	**

1)**: 1%水準で有意差あり 2)同一符号間は5%水準で有意差無し(Tukey's method) 調査: 1区16株3反復

表6 ‘きらび香’の2022年作における夜冷短日処理とクラウン冷却処理が年内と4月末までの1株当たり果数と収量に及ぼす影響

試験区	果数(果/株)		収量(g/株)	
	年内	4月末	年内	4月末
7月上旬夜冷・クラウン冷却有区	19.9 a ²⁾	52.3 a	366 a	1178 a
7月上旬夜冷・クラウン冷却無区	11.5 c	45.4 b	232 bc	1095 ab
7月中旬夜冷・クラウン冷却有区	17.4 ab	46.4 b	334 a	1086 ab
7月中旬夜冷・クラウン冷却無区	15.9 b	49.9 ab	248 b	1144 a
7月下旬夜冷・クラウン冷却有区	16.4 b	44.1 b	335 a	1038 ab
普通作区	6.5 d	35.0 c	200 c	963 b
分散分析 ¹⁾	**	**	**	*

1)**: 1%, 5%水準で有意差あり 2)同一符号間は5%水準で有意差無し(Tukey's method) 調査: 1区16株3反復

表7 ‘きらび香’の2023年作における夜冷短日処理とクラウン冷却処理が10月、11月及び12月の1株当たり果数と収量に及ぼす影響

試験区	果数(果/株)			収量(g/株)		
	10月	11月	12月	10月	11月	12月
7月上旬夜冷・クラウン冷却有区	2.0 cd ²⁾	1.0 bc	3.0 abc	20 bc	6 c	144 a
7月上旬夜冷・クラウン冷却無区	1.1 de	0.9 bc	0.8 d	10 cd	11 c	36 c
7月中旬夜冷・クラウン冷却有区	4.6 a	5.6 a	4.4 a	50 a	58 ab	104 ab
7月中旬夜冷・クラウン冷却無区	2.3 c	1.9 bc	1.5 bcd	22 b	25 bc	34 c
7月下旬夜冷・クラウン冷却有区	3.9 ab	6.0 a	3.6 ab	50 a	84 a	84 bc
7月下旬夜冷・クラウン冷却無区	3.0 bc	4.0 ab	2.8 abcd	31 b	60 ab	52 bc
普通作区	0.0 e	0.0 c	1.4 cd	0 d	0 c	77 bc
分散分析 ¹⁾	**	**	**	**	**	**

1)**: 1%水準で有意差あり 2)同一符号間は5%水準で有意差無し(Tukey's method) 調査: 1区16株3反復

表8 ‘きらび香’の2023年作における夜冷短日処理とクラウン冷却処理が年内と4月末までの1株当たり果数と収量に及ぼす影響

試験区	果数(果/株)		収量(g/株)	
	年内	4月末	年内	4月末
7月上旬夜冷・クラウン冷却有区	7.6 cd ²⁾	46.2 ab	178 ab	988 a
7月上旬夜冷・クラウン冷却無区	3.4 e	40.0 bc	59 d	903 ab
7月中旬夜冷・クラウン冷却有区	13.7 ab	48.3 a	211 ab	992 a
7月中旬夜冷・クラウン冷却無区	5.6 de	42.2 ab	82 cd	937 ab
7月下旬夜冷・クラウン冷却有区	14.1 a	48.8 a	218 a	1021 a
7月下旬夜冷・クラウン冷却無区	10.0 bc	46.2 ab	143 bc	993 a
普通作区	2.0 e	33.2 c	77 cd	771 b
分散分析 ¹⁾	**	**	**	**

1)**: 1%水準で有意差あり 2)同一符号間は5%水準で有意差無し(Tukey's method) 調査: 1区16株3反復

試験2 夜冷短日処理及びクラウン冷却処理を用いた作型の‘紅ほっぺ’への適用(2024年作)

クラウン温度制御について、2024年8月25日の晴天日における気温、冷却水温、冷却チューブ表面温度及びクラウン部温度を図2に示した。

気温は日中には35℃前後まで上昇し、夜間には25℃程度まで降下した。冷却水温は終日18℃前後を推移した。クラウン部温度(クラウン冷却無)では日中には30℃以上まで上昇し、夜間には気温と同程度まで降下した。クラウン部温度(クラウン冷却有)の方がクラウン部温度(クラウン冷却無)に比べて5℃程度低く推移した。

また、試験期間を通じて、処理期間中のクラウン部温度は日平均にすると、クラウン部温度(クラウン冷却有)は21℃程度、クラウン部温度(クラウン冷却無)は26℃程度であり、クラウン部の温度は5℃程度低く推移した(データ未掲載)。

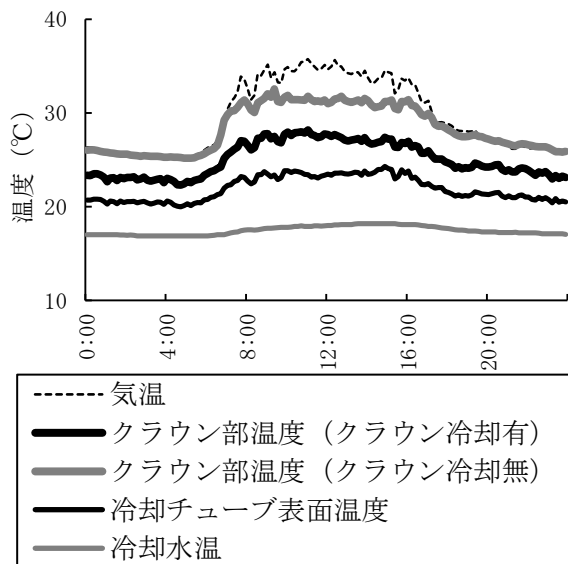


図2 気温、冷却水温、冷却チューブ表面温度及びクラウン部温度の推移(2024年8月25日)

‘紅ほっぺ’、‘きらび香’の夜冷短日処理とクラウン冷却処理が各果房の開花日と初収日及び頂花房-第一次腋果房間の果房間葉数に及ぼす影響を表9に示した。

表9 ‘紅ほっぺ’、‘きらび香’の2024年作における夜冷短日処理とクラウン冷却処理が各果房の開花日と初収日及び頂花房-第一次腋果房の果房間葉数に及ぼす影響

品種	試験区(処理)	定植日 (月/日)	頂花房		第一次腋花房		第二次腋花房		頂花房-第一次腋花房の 果房間葉数 (枚)
			開花日 (月/日)	初収日 (月/日)	開花日 (月/日)	初収日 (月/日)	開花日 (月/日)	初収日 (月/日)	
紅ほっぺ	7月中旬夜冷・クラウン冷却有区	8/20	9/25 c ²⁾	10/17 b	11/18 b	12/27 b	1/6 b	2/16 ab	6.5 c
	7月中旬夜冷・クラウン冷却無区	8/20	9/21 b	10/15 ab	12/15 c	1/25 c	1/10 b	2/21 b	10.7 a
	普通作区	10/9	11/18 e	12/30 d	1/12 e	2/19 e	2/12 d	3/20 c	4.9 cd
きらび香	7月中旬夜冷・クラウン冷却有区	8/19	9/14 a	10/14 ab	11/10 a	12/19 a	12/23 a	2/7 a	6.0 c
	7月中旬夜冷・クラウン冷却無区	8/19	9/13 a	10/8 a	11/17 b	12/30 b	12/27 a	2/13 ab	8.8 b
	普通作区	10/4	11/11 d	12/20 c	12/25 d	2/8 d	1/28 c	3/12 c	3.5 d
分散分析 ¹⁾			**	**	**	**	**	**	**

1) **: 1%水準で有意差あり 2) 同一符号間は5%水準で有意差無し(Tukey's method) 調査: 1区16株3反復

夜冷短日処理を行った区では、頂花房の開花日と初収日は、いずれの品種も、クラウン冷却有区の方が遅い傾向が認められたが、10月中までに頂花房の収穫を開始した。

さらに、いずれの品種においても第一次腋花房の開花日と初収日は、クラウン冷却処理を組み合わせることにより前進し、‘きらび香’では開花日が7日、初収日が11日、‘紅ほっぺ’では開花日が27日、初収日が29日早まり、両品種とも、普通作区の頂花房と同程度まで前進した。特に‘紅ほっぺ’ではその前進化が顕著であり、年内に第一次腋花房の収穫を開始した。第二次腋花房の開花日と初収日は、両品種とも、クラウン冷却処理により前進する傾向にあった。頂花房-第一次腋果房間の果房間葉数は、両品種とも、普通作区よりも葉数が多い傾向にあり、クラウン冷却無区はクラウン冷却有区よりも多かった。

2024年作で7月中旬に夜冷短日処理を行った区における、クラウン冷却処理の有無による頂花房第1果から第10果までの同順位間の一果重の比較を図3に示した。

‘紅ほっぺ’では第1果から第7果まではクラウン冷却有区の方が有意に重かった。‘きらび香’では第1果から第5果まではクラウン冷却有区の方が有意に重かった。

夜冷短日処理とクラウン冷却処理が1株当たり果数と収量に及ぼす影響を表10～表11に示した。

果数において、‘紅ほっぺ’の11月を除いて、クラウン冷却有区の方がクラウン冷却無区よりも多い傾向にあった。10月の収量において、‘紅ほっぺ’では7月中旬夜冷・クラウン冷却有区の方が7月中旬夜冷・クラウン冷却無区よりも有意に多く、‘きらび香’でも多い傾向にあった。11月の収量は、いずれの品種でもクラウン冷却処理の有無による差が認められなかった。12月の収量は、両品種とも7月中旬夜冷・クラウン冷却有区の方が7月中旬夜冷・クラウン冷却無区よりも多い傾向にあった(表10)。

年内収量において、‘紅ほっぺ’では7月中旬夜冷・クラウン冷却有区の方が多かった。クラウン冷却有区の年内収量を普通作区と比較すると、‘紅ほっぺ’では約3.6倍、‘きらび香’

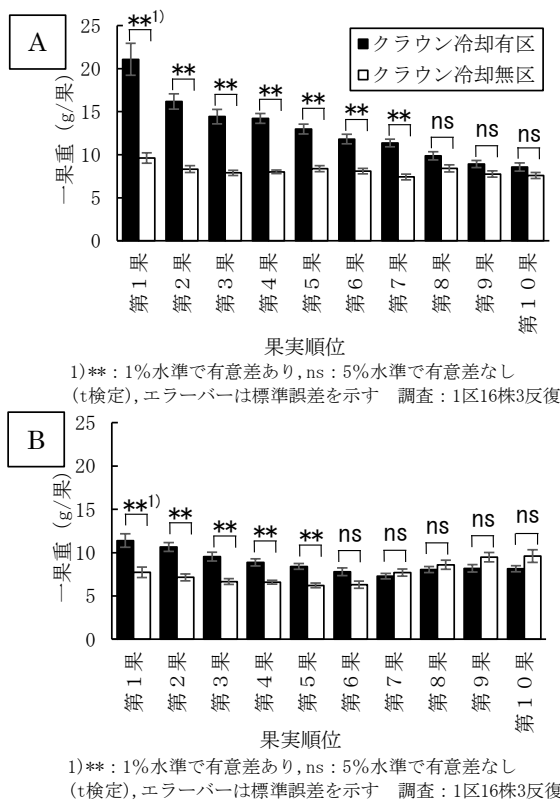


図3 ‘紅ほっぺ’, ‘きらび香’の2024年作における7月中旬夜冷開始区のクラウン冷却処理の有無による頂花房第1果から第10果までの同順位間の一果重の比較 (A: ‘紅ほっぺ’, B: ‘きらび香’)

では約1.7倍の差があった。4月末までの収量において、いずれの品種とも、7月中旬夜冷・クラウン冷却有区の方が7月中旬夜冷・クラウン冷却無区を上回った。クラウン冷却有区の4月末までの収量を普通作区と比較すると、いずれの品種も約1.2倍の差があった(表11)。

IV 考 察

試験1 ‘きらび香’を用いた夜冷短日処理及びクラウン冷却処理の開始時期の検討(2022年作, 2023年作)

夜冷短日処理及びクラウン冷却処理を組み合わせ、夜冷短日処理の適切な開始時期を検討した。

まず、クラウン冷却処理におけるクラウン部の温度について、先行研究では15~23℃程度が適するとされている¹⁾。冷却処理を行ったクラウン部温度は、2022年作では日平均21℃程度で推移しており、先行研究で適温とする範囲内であった。一方、2023年作では日平均25℃程度で推移しており、先行研究の範囲よりも高かった。しかし、2023年作のクラウン冷却有区の第一次腋花房の開花日と初収日は2022年作と同様に前進し

表10 ‘紅ほっぺ’, ‘きらび香’の2024年作における夜冷短日処理とクラウン冷却処理が10月, 11月及び12月の1株当たり果数と収量に及ぼす影響

品種	試験区(処理)	果数(果/株)			収量(g/株)		
		10月	11月	12月	10月	11月	12月
紅ほっぺ	7月中旬夜冷・クラウン冷却有区	3.0 a ²⁾	4.1 a	2.3 ab	44 a	53 a	51 ab
	7月中旬夜冷・クラウン冷却無区	2.3 a	4.1 a	0.6 b	23 b	44 a	6 b
	普通作区	0.0 b	0.0 c	0.7 ab	0 c	0 c	41 ab
きらび香	7月中旬夜冷・クラウン冷却有区	2.5 a	2.3 b	2.5 a	27 ab	27 b	66 a
	7月中旬夜冷・クラウン冷却無区	1.2 ab	1.8 b	1.1 ab	12 bc	23 b	31 ab
	普通作区	0.0 b	0.0 c	1.5 ab	0 c	0 c	70 a
分散分析 ¹⁾		**	**	*	**	**	**

1) **: 1%, 5%水準で有意差あり 2) 同一符号間は5%水準で有意差無し(Tukey's method)

表11 ‘紅ほっぺ’, ‘きらび香’の2024年作における夜冷短日処理とクラウン冷却処理が年内と4月末までの1株当たり果数と収量に及ぼす影響

品種	試験区(処理)	果数(果/株)		収量(g/株)	
		年内	4月末	年内	4月末
紅ほっぺ	7月中旬夜冷・クラウン冷却有区	9.4 a ²⁾	50.5 a	148 a	1096 a
	7月中旬夜冷・クラウン冷却無区	7.0 a	46.6 ab	72 bc	1020 ab
	普通作区	0.7 c	35.4 d	41 c	903 bc
きらび香	7月中旬夜冷・クラウン冷却有区	7.3 a	42.9 bc	119 ab	925 bc
	7月中旬夜冷・クラウン冷却無区	4.0 b	38.8 cd	66 bc	922 bc
	普通作区	1.5 bc	30.5 e	70 bc	776 c
分散分析 ¹⁾		**	**	**	**

1) **: 1%水準で有意差あり 2) 同一符号間は5%水準で有意差無し(Tukey's method) 調査: 1区16株3反復

ており、クラウン冷却処理により年内の増収効果が認められた。そのため、2023年作のクラウン部温度でもクラウン冷却処理は同様の効果があると考えられた。

頂花房では、夜冷短日処理の開始時期が同じ区を比較すると、クラウン冷却有区の方が、開花日と初収日は数日遅くなる傾向にあった。夜冷短日処理の開始時期が同じ区の株は定植までは同一の栽培管理をしており、花芽分化の時期は同様と考えられる。定植後のクラウン冷却処理によりクラウン部の温度が低下し、生育が遅延する場合があるとする報告があり³⁾、同様の現象が本研究においても観察されたと考えられる。しかし、クラウン冷却処理の有無に関わらず、7月に夜冷短日処理を開始し8月に定植することで、10月には頂花房の収穫を開始することが可能であった。

一方、第一次腋花房は夜冷短日処理の開始時期に関わらずクラウン冷却処理により花芽分化が促進されたため果房間葉数が少なくなり、開花日と初収日が前進し、その結果、普通作区の頂花房の開花日と初収日と同じ頃となり、年内に第一次腋花房を収穫することが可能であった。

したがって、7月に夜冷短日処理を開始し、8月に定植した後、クラウン冷却処理を組み合わせることで、栽培年次の影響を受けずに10月からの頂花房の収穫と12月からの第一次腋花房の収穫が可能であることが明らかになった。

2022年作において、7月上旬及び中旬に夜冷短日処理を開始した区では、頂花房第1果から第3果までの可販果率はクラウン冷却有区の方が高かった。四季成り性品種にクラウン冷却処理を行うことで花粉の稔性低下、雌ずいの發育不良に起因する不受精果の発生を抑制する効果があることが報告されている

²³⁾ため、‘きらび香’でも同様の効果があったと考えられた。また、クラウン冷却無区の方が不受精果や著しい奇形果といった不可販果が発生する傾向にあった。不受精果や著しい奇形果といった不可販果の発生率は 7 月上旬に夜冷短日処理を開始した区の方が 7 月中旬や下旬に夜冷短日処理を開始した区に比べて多い傾向にあった。不受精果の原因は訪花昆虫の訪花不足、花数が少ないことによる過剰訪花、雄ずいや雌ずいの発育不良、雄ずいや雌ずいの稔性低下等、様々な報告がある^{12,14,20)}。7 月上旬に夜冷短日処理を開始した区では、8 月下旬から 9 月上旬に開花を迎える。本試験では訪花昆虫としてセイヨウミツバチ (*Apis mellifera* L., 以下、ミツバチ) を使用したが、この時期の気温は最高気温が 30℃以上となり、ミツバチの活動適温とされている 20~25℃¹²⁾ を超える高温であったため(データ未掲載)、訪花活動が十分に行われなかった可能性がある。実際に本試験では、ハウス内に放飼したミツバチは受粉活動をほとんどせず、ハウス上部を飛び回ったりハウス外に出たりする様子が観察された(データ未掲載)ため、今回の不受精果の原因は高温による訪花昆虫の訪花不足であったと考えられる。近年、受粉用ミツバチの不足も問題となっており、クロマルハナバチ (*Bombus ignites* Smith) やヒロズキンバエ (*Lucilia sericata* Meigen) などのミツバチに代わる新たな訪花昆虫が検討されている。これらの訪花昆虫の適温はミツバチよりも広いと言われており^{2,5,14,15,16)}、これらの訪花昆虫を併用することにより、改善の可能性が考えられる。

本作型と普通作区を経営評価したところ、経費は約 126 万円/10a 増加、売上は約 170 万円/10a 増加し、約 1.2 倍の所得が得られ、本作型の導入に必要な設備投資額は約 3.8 年で回収できると試算されている²¹⁾。本試験はヒートポンプチラーを用いて冷却水を作成したが、地下水等が豊富に利用できる地域では、地下水等を利用することにより低コストでクラウン冷却処理を行うことが可能である。地下水温は地域により違いがあるため、冷却水温と反応性については未解明であり今後の課題である。

地球温暖化により今後さらなる気温上昇が懸念される中、21 世紀末の県内の平均気温は 20 世紀末と比べて概ね 3℃ 程度上昇すると予想されている²⁰⁾。温暖化を想定し、8 月中旬の定植後から 9 月末までの 40 日間の昼夜温度を昼温 30℃/夜温 27℃とした条件下で‘福岡 S6 号(商標名：あまおう)’を栽培したところ、冷却水温 10~20℃のクラウン冷却処理によって花芽分化が促進され年内収量が増加したとの報告があり⁶⁾、クラウン冷却処理技術は気象変動の影響を考慮しても有効な

技術であると考えられる。

本研究では、7 月中に夜冷短日処理を開始することで頂花房を 10 月に収穫開始することが可能であった。本作型の開発目標の一つは作型分散であるため、早くから収穫を開始できる作型であることが好ましく、夜冷短日処理の開始時期も早い方が良いと考えられる。しかし、7 月上旬に夜冷短日処理を開始すると頂花房の不受精果発生が多かった。そのため、夜冷短日処理の開始時期は 7 月中旬以降が適切であると考えられる。ただし、気象変動の影響により夏秋季の気温がさらに高く推移する場合には、夜冷短日処理の開始時期を再検討する必要がある。

試験 2 夜冷短日処理及びクラウン冷却処理を用いた作型の‘紅ほっぺ’への適用(2024 年作)

‘きらび香’において、夜冷短日処理及びクラウン冷却処理を組み合わせることで、栽培年次の影響を受けずに 10 月から頂花房の収穫と 12 月からの第一次腋果房の収穫が可能であった。しかしながら、先行研究では、‘とちおとめ’、‘もういっこ’において、7 月に夜冷短日処理を開始し、8 月に定植した後、クラウン冷却処理を組み合わせることで、頂花房を 10 月下旬から、第一次腋果房を 1 月上旬に収穫することができることを報告している²⁵⁾。このため、供試する品種によっては、開発した作型では、第一次腋果房の年内収穫が可能な作型として適用できないことが考えられる。そこで本研究では、‘きらび香’以外の品種として‘紅ほっぺ’を供試して、開発した作型が適用可能であるかを検討した。

その結果、夜冷短日処理とクラウン冷却処理を組み合わせることにより、‘紅ほっぺ’でも‘きらび香’と同様に、頂花房の一果重増加及び第一次腋果房の収穫時期前進により、頂花房を 10 月に収穫開始し、第一次腋果房を 12 月に収穫開始することが可能となった。このことから本試験で取り組んだ作型は、‘紅ほっぺ’にも適用可能であると考えられた。

‘紅ほっぺ’、‘きらび香’ともに 12 月の収量には有意差がなかったもののクラウン冷却有区の方が多い傾向にあった。この要因として、反復間でばらつきが大きかったことが考えられた。クラウン冷却有区の第一次腋果房と普通作区の頂花房は、両品種ともに 12 月中下旬に初収を迎えたが、反復内に 12 月中に収穫を開始した株と収穫を開始していない株が存在した。収穫を開始した株が多かった反復では 12 月の収量が多く、収穫を開始した株が少なかった反復では 12 月の収量が少なくなったため、反復間でばらつきが大きくなり有意差がみられなかったと考えられた。

クラウン冷却処理による第一次腋花房の開花日と初収日の前進は、‘紅ほっぺ’の方が顕著であり、‘きらび香’の方がクラウン冷却処理の効果が低かった。‘きらび香’は‘紅ほっぺ’より早生で連続出蕾性に優れることが知られている⁸⁾。本試験の結果からすると、クラウン冷却処理による効果よりも、品種特性の一つである連続出蕾性による花芽分化に及ぼす影響が大きい可能性がある。このため、本技術を本研究で供試していない品種に適用する場合には、各品種の出蕾性を考慮して導入する必要があると考えられた。

7月中旬に夜冷短日処理を開始し、クラウン冷却処理を行うことで、‘紅ほっぺ’では第1果から第7果まで、‘きらび香’では第1果から第5果まで、頂花房の一果重が重くなった。イチゴを高温時期に栽培すると果実の肥大が抑制されるが^{9,10)}、高温が果実肥大に影響を及ぼす時期は主に2つあるとの報告がある。1つ目は花芽形成時期で、花芽形成時期に高温に遭遇することでそう果数が減少するが¹³⁾、果托の肥大とそう果数には相関が認められるため¹⁷⁾、果実が小さくなる。2つ目は開花から収穫までの果実成熟期間で、開花後の遭遇温度が高温になるほど、成熟日数が短く果重は軽くなる⁹⁾。したがって、本試験では、1つ目に挙げた果実肥大に及ぼす影響が反映され、クラウン冷却処理により頂花房が花芽形成期間に遭遇する温度が低下したことにより、一果重が重くなったと考えられた。

V 摘 要

比較的高単価な10月の収穫と需要期である12月の収穫を両立する新たな作型開発を目標として、‘きらび香’を用いて夜冷短日処理の開始時期が収穫時期と収量に及ぼす影響及び新たに開発した作型の‘紅ほっぺ’への適用を検討した。

‘きらび香’において、7月に夜冷短日処理を開始し8月に定植することで、頂花房を10月に収穫を開始することができた。また、花芽分化を確認し定植した直後の8月からクラウン冷却処理を組み合わせることで、第一次腋花房の開花日及び収穫日が前進し、第一次腋花房を12月に収穫を開始することが可能であった。夜冷短日処理を7月上旬に行くと頂花房の不可収果発生率が高かったことから、夜冷短日処理は7月中旬以降に行うのが適切であると考えられた。

‘紅ほっぺ’においても、夜冷短日処理とクラウン冷却処理を組み合わせることにより、‘きらび香’と同様に頂花房を10月に、第一次腋花房を12月に収穫を開始することができたことから、開発した作型が‘紅ほっぺ’にも適用可能であった。

これらのことから、夜冷短日処理とクラウン冷却処理技術を組み合わせた作型は‘きらび香’、‘紅ほっぺ’に対して有効であり、高単価期の年内収量を増加させ、生産性を向上させる有望な栽培技術であると考えられた。

謝 辞

本試験の遂行に当たり、ヒートポンプチラーの貸与及び機器の操作整備についてご助言いただいた SMC ㈱松田光普氏、有益な助言をいただいた静岡県志太榛原農林事務所松田考平主任、圃場の整備及び調査の補助にご助力いただいた静岡県農林技術研究所の齋藤正弘元技能長、神谷雄太技能員、木村邦夫氏、松下眞己氏、鈴木稔也氏に心より感謝の意を表する。なお、本研究は新成長戦略研究『首都圏へ供給拡大!!イチゴ生産を革新する「超促成」「超多収」「高収益」システムの開発』(2021～2023)により実施した。

引 用 文 献

- 1) Abbott, A. J., Best, G. R. and Webb, R. A. (1970) : The relation of achene number to berry weight in strawberry fruit. J. Hort. Sci. 45, 215～222
- 2) ビーフライ利用コンソーシアム(2019):
「ビーフライ」利用マニュアルーイチゴの新たな花粉媒介昆虫一。
(<https://www.pref.nara.jp/secure/261432/bifurai20190623.pdf> (2025年8月1日参照))。
- 3) 壇和弘・大和陽一・曾根一純・沖村誠・松尾征徳 (2005) : イチゴのクラウン部局温度制御が連続出蕾性に及ぼす影響。園学雑 74 (別2), 170.
- 4) 壇和弘・菅野亘・中原俊二・後藤直子・本間由紀子・遊佐真奈美・岩崎泰永・高野岩雄・高山詩織・日高功太・高山智光・今村仁 (2019) : 宮城県でのクラウン温度制御を用いたイチゴの促成栽培。農研機構報告九沖農研 68, 10～21.
- 5) 花田惇史・吉田裕一・佐藤卓也・後藤丹十郎・安場健一郎・田中義行 (2017) : ミツバチの代替ポリネーターとしてのヒロズキンバエの利用。園学研 15, No.2, p.161～169.
- 6) Kota HIDAKA, Kazuhiro DAN, Hitoshi IMAMURA and Tomohiko TAKAYAMA (2017) : Crown-cooling Treatment Induces Earlier Flower Bud Differentiation of Strawberry under High Air Temperatures. Environ. Control Biol., 55

vol.1,21~27.

7)Nitsch,J.P(1950): Growth and Morphogenesis of the Strawberry as Related to Auxin. Amer. J. Bot. 37,211~215.

8)河田智明・竹内隆・井狩徹・望月麻衣・大石智広・済木千恵子・池ヶ谷篤・五藤由香理 (2016): イチゴ新品種‘きらび香(仮称)’の育成経過と主特性.静岡県農林技研報 9,1~9.

9)熊倉裕史・宍戸良洋(1994): イチゴの果実肥大に及ぼす温度の影響. 園学雑 62, No.4,827~832.

10)前川寛之 (1993): 夜冷苗の栄養状態とイチゴの生育.農業技術大系野菜編3 イチゴ.農文協.東京,基 470,2~8.

11)前田衡・野田和也 (2014): イチゴ未分化苗定植における局所温度制御技術. 長崎農林技研報 5,31~47.

12)宮本雅章 (2012): ハチの活用方法. 農業技術大系野菜編3 イチゴ (追録第37号). 農文協. 東京,139~141.

13)森利樹(1998): 花芽形成期の温度がイチゴ果実のそう果数と果重に及ぼす影響. 園芸雑 67, No.3,396~399.

14)西本登志・皆巳大輔・安川人央・堀大輔・東井君枝・矢奥泰章・佐藤卓也・吉田裕一 (2019): イチゴの促成栽培における花卉が完全に開く前にミツバチが訪花するために生じる雌ずいの損傷とそれに伴う奇形果発生ならびに花粉媒介昆虫としてのヒロズキンバエの利用. 奈良県農研セ研報 50,1~10.

15)農林水産省(2020): クロマルハナバチを利用しませんか?.
(<https://www.maff.go.jp/chikusan/gijutu/mitubati/attach/pdf/index-65.pdf> (2023年4月1日参照)).

16)農林水産省(2020): ビーフライ (ヒロズキンバエ) を利用しませんか?.
(<https://www.maff.go.jp/chikusan/gijutu/mitubati/attach/pdf/index-66.pdf> (2025年8月1日参照)).

17)農林水産省(2021): 農林業センサス.

(<https://www.maff.go.jp/tokei/kouhyou/noucen/index.html> (2025年8月1日参照)).

18)農林水産省(2023): 生産農業所得統計.

(http://www.maff.go.jp/tokei/kouhyou/nougyou_sansyutu/index.html (2025年8月1日参照)).

19)農林水産省(2025): 青果物卸売市場調査 確報 令和4年青果物卸売市場調査報告 (産地別). (https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500226&stat=000001015623&cycle=7&tclass1=000001020455&tclass2=000001209800&cycle_facet=tclass1%3Atclass2&tclass3val=0 (2026年3月19日参照)).

20)静岡県くらし・環境部環境局環境政策課 (2019): 静岡県の気候変動影響と適応取組方針,8~15.

21)静岡県農林技術研究所(2023): 研究成果情報 10月から収穫できる‘きらび香’超促成作型は所得を1.2倍にする.

(https://www.pref.shizuoka.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/063/486/chousokuseishotoku.pdf (2025年8月1日参照)).

22)植木正明・須崎隆幸・高野邦治 (1993): イチゴ女峰の夜冷短日処理における処理開始時期の影響. 栃木県農試研報 40,75~82.

23)曾根一純・沖村誠・北谷恵美・伏原肇 (2005): クラウン部局部冷却が四季成性イチゴの夏秋季の生育・開花・果実品質に及ぼす影響.園学雑 74 (別1) ,306.

24)曾根一純・門間勇太・檀和弘・沖村誠・北谷恵美 (2007): イチゴ促成栽培におけるクラウン部局部冷却が連続出蕾性に及ぼす影響.園学研 6 (別2) ,162.

25)高山詩織・後藤直子・岩崎泰永・菅野亘・高野岩雄・鹿野弘 (2021): 宮城県のイチゴ超促成栽培におけるクラウン温度制御の効果.宮農園研報 88,15~29.

26)吉田裕一 (2024): イチゴの花芽と果実の発育異常一形態及び機能異常花と奇形果の発生要因一.園学研 23, No.2,63~71.