

統合環境制御と補光の併用は亜熱帯地域のイチゴ生産を増収させる

高温多湿な亜熱帯地域においても統合環境制御システムを用いることにより、イチゴの収穫量は国内平均と同程度に増加する。また日射量が少ない冬季や雨季においては、環境制御に加えて日中に LED 補光することで収穫量は増加し果実糖度も向上する。

キーワード：亜熱帯地域、イチゴ、LED、環境制御、植物工場

背景・ねらい

高品質なイチゴ(*Fragaria* × *ananassa* Duch.)は東南アジアをはじめとする熱帯・亜熱帯地域でも需要が高い。しかし、イチゴの商業的な栽培のほとんどは冬季の気温が-20℃から 15℃といった冷涼な地域で行われており、高温多湿な環境でのイチゴ栽培技術は確立されていない。高温多湿な環境でイチゴ生産を行う方法の一つとして、ハウスなどの施設を用いて温度管理や補光などの環境制御を行う方法が考えられる。なかでも統合環境制御システムは、気温や湿度、日射量などをモニタリングしながらプログラムに基づいて複数の環境制御装置を動作させるシステムである。沖縄県石垣市の熱帯・島嶼研究拠点において熱帯・亜熱帯地域向けに統合環境制御システムを導入したアジアモンスーンモデル植物工場の開発を行っており、同システムを用いたイチゴ生産技術の開発を進めている。

近年、イチゴなどの生産向上のために LED 照明による補光技術を用いた研究が各地で行われている。熱帯・亜熱帯地域においても、雨季では高温でありながら日射量が低下する気象条件が続くことから補光技術は収量や品質向上に有効であると考えられるが、熱帯・亜熱帯地域での補光効果を検証した試みは少ない。

本研究では、熱帯・島嶼研究拠点内で環境制御を行わないハウス（対照区）と統合環境制御を行うハウス（環境制御区）、統合環境制御に加えて日の出から日没まで LED 補光を行うハウス（環境制御 + LED 区）の 3 棟を用いてイチゴ 2 品種（‘よつばし’、‘紅ほっぺ’）を栽培し、生育、収穫量、果実重、糖度を調査し、亜熱帯地域における統合環境制御や LED 補光の効果を明らかにする。

成果の内容・特徴

1. 環境制御区と環境制御 + LED 区では夜間冷房や遮光、換気、細霧冷房を組み合わせ動作することにより日平均気温が対照区よりも低い（表 1）。また、培地温も培地冷却により環境制御区と環境制御 + LED 区では対照区よりも低く、亜熱帯地域においても統合環境制御を導入することでハウス内気温は低く制御できる。

2. 亜熱帯地域である石垣市においても冬季には天候に関係なく環境制御 + LED 区では光合成光量子束密度は増加するが（図 1a, b）、1 日の日射量が 20MJ m⁻²を超える 4 月以降は晴天時の光合成光量子束密度はハウス間で差がない（図 1c）。一方で 4 月以降であっても曇天時には LED 補光により光合成光量子束密度は増加する（図 1d）。
3. 環境制御区では統合環境制御により収穫量は日本の国内平均と同等の収穫量（およそ 410g/株：3.3 t/10a で 10a あたり 8,000 株とした場合）となる（図 2）。また、果実重 6g 以上の可販果率も統合環境制御により向上する。
4. 環境制御 + LED 区では収穫量は環境制御区よりも有意に増加する($P<0.05$)が、可販果率は変わらない（図 2）。
5. 統合環境制御により収穫果実数、果実重、果実糖度は、対照区と比べて有意に増加し($P<0.05$)、LED 補光を併用することで果実数と果実糖度はさらに増加する($P<0.05$)（表 2）。

成果の活用面・留意点

1. 統合環境制御の導入により高温多湿な環境においても日本品種のイチゴの収穫量と品質は向上する。
2. 亜熱帯地域においても日中の補光は収穫量と果実品質を向上させる有効な技術である。一方で、日射量が 1 日あたり 20MJ m⁻²を超える環境では効果が限定的であることから、LED 照明の導入については地域の気象条件を考慮する必要がある。また、電力コストも考慮したより効率的な補光方法を検討していく必要がある。

その他

予算区分：交付金プロ [C2 実用化連携（第 5 期）]、外部資金 [シチズン電子 熱帯・亜熱帯地域のイチゴ栽培技術最適化とゾーニング]

研究実施期間：2021～2022 年度

研究担当者：中山正和（熱帯・島嶼研究拠点）、中澤義英（シチズン電子）

発表論文等：Nakayama and Nakazawa. (2023) *Sci. Hortic.* 321: 112349. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112349>

表 1 栽培期間中の月ごとのハウス内の日平均気温と平均培地温(°C)

ハウス	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月
日平均気温							
対照区	23.1	21.5	20.0	19.3	23.1	25.5	25.3
環境制御区	19.9	18.4	17.7	17.8	21.2	23.2	22.6
環境+LED区	21.1	19.1	18.8	18.9	21.5	22.8	22.5
平均培地温							
対照区	23.2	21.8	21.2	19.9	23.9	26.8	26.5
環境制御区	17.2	16.7	16.3	16.6	17.8	18.9	18.7
環境+LED区	18.2	17.3	17.1	17.4	18.8	19.8	19.8

ハウス内気温はハウス中央の高さ 1.5m、培地温は株間の深さ 5cm の地点をそれぞれ測定した。

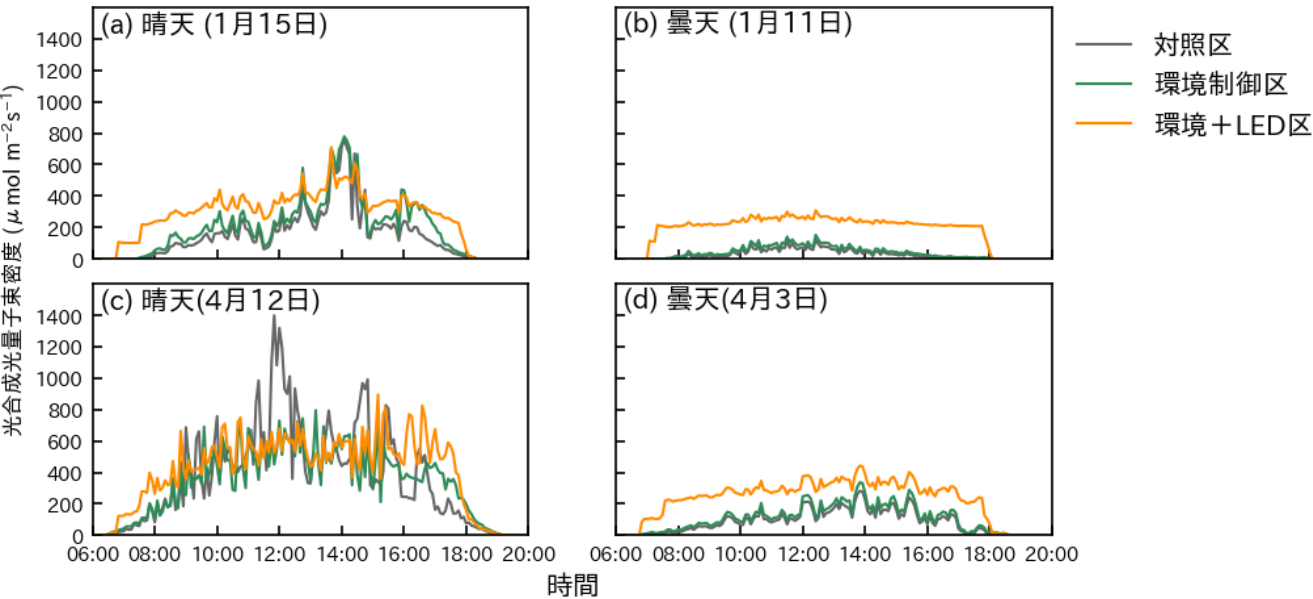


図 1 対照区、環境制御区、LED 区の 1 月（冬）と 4 月（春）のハウス内の光合成光量子束密度

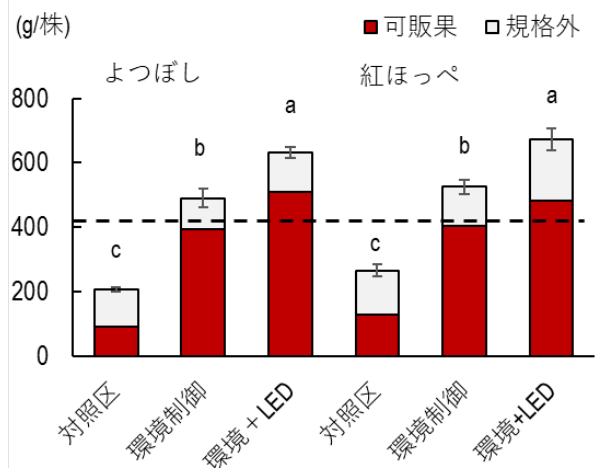


図 2 総収穫量と可販果収量

可販果は 6g 以上の正常果とした。ハウスと品種の交互作用はなく、異なるアルファベットは Tukey HDS 法により 5%水準で有意差があることを示す。破線は国内平均（410g/株）を示す。

表 2 収穫果実数、果実重および糖度

	果実数 (個/株)	果実重 (g)	糖度
ハウス間			
対照区	34.9 c	10.6 b	7.4 c
環境制御区	45.3 b	13.6 a	7.7 b
環境+LED区	56.2 a	14.1 a	8.0 a
品種間			
よつぼし	47.3 NS	12.5 NS	7.7 NS
紅ほっぺ	43.7	14.5	7.7

ハウスと品種の交互作用はなく、異なるアルファベットは Tukey HDS 法により 5%水準で有意差があることを、NS は有意差がないことを示す。