

高設栽培における光反射シートの利用が イチゴ「あまおう」の収量および品質に及ぼす影響

宇都俊介*・益田良輔・佐伯由美・佐藤公洋・末吉孝行・宮原謙二¹⁾・後藤大介²⁾

福岡県のイチゴ促成栽培では冬季の日照時間が少なく、この時期における光合成の促進が生産上の大きな課題である。そこで、イチゴ「あまおう」の光環境を改善することを目的に、クラウン加温条件下での光反射シートの利用が「あまおう」の収量および品質に及ぼす影響を検討した。「あまおう」の葉表および葉裏の光合成速度は光強度が $0 \sim 1,000 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ の範囲では同等であった。「あまおう」の高設栽培で光反射シートを玉受けネット部分に設置すると太陽光を 20% 程度反射し、反射光が葉裏に照射されることにより、イチゴ群落の光環境が改善され、各個体の光合成量が増加すると推察された。この結果、頂果房の成熟日数が短縮され、収穫果数が増加することにより、1～2 月および合計収量が増加することが明らかとなった。一方、成熟日数が短縮されても糖度および酸度に影響は認められなかった。なお、玉受けネット部分に光反射シートを設置する本装置は、設置が簡易でかつ低コストであった。

[キーワード：光反射シート，イチゴ「あまおう」，高設栽培]

Effects of Using Light Reflecting Sheet in High Bench Culture on Yield and Quality of Strawberry 'Amaou'. UTO Shunsuke, Ryousuke MASUDA, Yumi SAIKI, Kimihiro SATO, Takayuki SUEYOSHI, Kenji MIYAHARA and Daisuke GOTO(Fukuoka Agriculture and Forestry Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. For. Res. Cent.* 6:35-40 (2020)

In winter, the duration of sunlight is short for the intensive cultivation of strawberries in Fukuoka Prefecture, Japan, and the facilitation of photosynthesis during this time of the year is a significant problem in strawberry production. Therefore, this study investigated the effect of a light reflection sheet under crown heating conditions on the yield and quality of the strawberry cultivar 'Amaou' in order to improve the light environment for its intensive cultivation. The photosynthetic rate of 'Amaou' leaf surface and leaf back was the same when the light intensity ranged from 0 to $1,000 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. The installation of a light reflection sheet on the net placed to support the weight of the fruit in an elevated cultivation of 'Amaou' resulted in an increase in the reflection of sunlight by approximately 20%, and the irradiation of the underside of leaves by the reflected light led to an improvement of the light environment for strawberry canopies, thus increasing the photosynthetic mass of each individual. As a result, it was clarified that the maturity of the top fruit bunches was shortened and the number of harvested fruit increased, leading to an increase in January to February and the total yield. However, no effect was observed on the sugar content and acidity of the 'Amaou' fruit, in spite of the reduced number of days for its maturation. The present apparatus in which the light reflecting sheet is installed in the ball receiving net portion is simple to install and low in cost.

[Key words: high bench culture, light reflection sheet, strawberry 'Amaou']

緒 言

福岡県におけるイチゴ「福岡 S6 号（商標：あまおう）」（以下、あまおう）の高設栽培の面積は平成 30 年産で 48.5ha と全作付面積の 15% 程度であり、導入率は横ばいが続いている（福岡県 2019）。その要因として、高設栽培は装置の導入コストが必要であり、加えて「あまおう」は高設栽培の収量が土耕栽培に比べて低いため（田中ら 2011）、それに見合った収益が得られないことが挙げられる。このため、高設栽培において導入コストが低く、増収可能な栽培技術が求められている。本県はこれまでに、高設栽培の増収技術として、温度の面から電熱線を使用したクラウン部の局部加温技術（佐藤・北島 2010）、ハウス内のガス環境の面から適切な炭酸ガス施用法（水上ら

2011）が検討されてきたものの、光環境の改善については検討されていない。

本県の冬季の気象は、日本海から流れてくる雲の影響を受けて日照時間が少なく（福岡管区気象台 2018）、12 月の日照時間は国内では最大のイチゴ産地である栃木県の平年値と比べて 6 割以下と短い（気象庁 2019）。イチゴは光強度 $1,000 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 程度までは光が強いほど光合成速度が促進される（和田ら 2010）一方で、本県の冬季に多い曇天日の光強度は $500 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 程度（水上ら 2011）と飽和光強度の約 5 割である。また、冬季の光合成速度の低下は出蕾の遅延による収穫果数の減少を引き起こす（日高ら 2017）。これらのことから、本県のイチゴ栽培では冬季の光環境を改善し、光合成速度を促進させることが高設栽培の収益向上対策の一つの手法として有

*連絡責任者（野菜部：uto-s9299@pref.fukuoka.lg.jp）

受付 2019 年 7 月 18 日；受理 2019 年 10 月 28 日

1) 福岡丸本株式会社

2) 大日本印刷株式会社

効と考えられる。

光環境を改善する手法としては、人工光による補光(日高ら 2015, 著者ら 2018)があるが、コスト面の課題が大きい。一方で、太陽光を有効に活用するため反射資材を利用する方法(前川 1992, 弓達ら 2011, 中川 2016)はコストが比較的安価で果実品質の向上や増収効果があるが、光反射シートの設置方法が煩雑である。本試験では透水性を持つ幅 25cm の光反射シートを、「あまおう」の高設栽培では慣行として使用している玉受けネットの代替とすることで設置方法を簡略化した。また、これまでにイチゴ「あまおう」において光反射シート用い、収量および品質に及ぼす影響を検討した報告はない。

そこで、イチゴ「あまおう」の高設栽培において、導入コストが低く、増収可能な技術のひとつとして、反射光を活用するための光反射シートの利用が、イチゴ群落の光環境、収量および品質に及ぼす影響について報告する。

材料および方法

供試品種は「あまおう」とし、試験は 2016 年および 2017 年の 2 カ年間、福岡県農林業総合試験場内の南北に配置された単棟パイプハウス(間口 6m, 長さ 10m)で行った。2016 年は試験区(以下、反射区)として高設栽培の玉受けネット部に幅 25cm の光反射シート(反射フィルムリフレモ®, 大日本印刷(株)(以下、リフレモ))を、2017 年は光反射シート(リフレモ®ドライ, 大日本印刷(株)(以下、リフレモドライ))を設置し、兩年とも慣行区として幅 25cm の玉受けネット((株)アグリス)を設置した(第 1 図)。なお、光反射シートの設置は玉受けネットの設置と同様の作業内容であった。シートおよびネットの設置は 2016 年が 10 月 24 日から、2017 年が 10 月 25 日から栽培終了まで行った。リフレモおよびリフレモドライの仕様は透湿フィルムおよび透湿ポリオレフィン樹脂層から成る白色のフィルムである。リフレモドライはリフレモに比べ、透水性が向上されているが、反射率は同様の資材である。試験規模は 2 カ年とも 1 区 12 株の 3 反復とした。栽植方法は高設専用培土唐津型(清新産業(株))を充填したプラスチック製栽培槽(PSK-3000, 矢崎化工(株))



第 1 図 設置した光反射シート

左: リフレモドライ(反射区)

1) 設置するとマルチが見えなくなるほど隙間が狭い

右: 玉受けネット(慣行区)

1) ネット上からマルチが見えるほど隙間が広い

に株間 20 cm, 条間 15 cm の 2 条外成りで 2016 年が 9 月 23 日に、2017 年が 9 月 25 日に定植した。育苗は容器に 9cm 黒ポリポット、培土にいちご専用培土 2 号(清新産業(株))を用い、6 月上旬に鉢受け、7 月上旬に切り離して行った。ハウスの被覆資材は厚さ 0.15mm の農 P0 フィルム(テキナシ 5, タキロンシーアイ化成(株))とし定植前に被覆した。施肥は 9 月 29 日から栽培終了まで OK-F-1 (OAT アグリオ(株), $N-P_2O_5-K_2O=15-8-17$) の 2,000 倍希釈液を用いた灌水同時施肥で行い、給液量は日量 100~190mL/株とした。マルチ被覆は 2016 年が 10 月 24 日、2017 年が 10 月 25 日に黒色ポリエチレンフィルムで行い、電照は暗期中断方式で 2 カ年とも 11 月 10 日から翌年 2 月 28 日まで草勢に応じて 1 日あたり 2~4 時間点灯した。ハウス側窓の自動換気装置は 23~25℃設定、加温機は 5℃設定とし、加えて電熱線によるク라운局部加温を 21℃設定で行った。

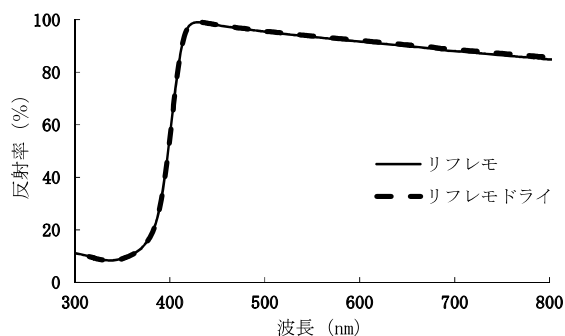
光反射シートの反射率は、分光光度計(V-670DS, 日本分光(株))により、2018 年 3 月に測定した。光合成速度は光合成測定装置(LI-6400, LI-COR, Inc.)により葉温 25℃, CO_2 濃度 400ppm で展開第 5 葉を 2018 年 2 月 14 日に測定した。光環境は照度を指標として、照度計(TR-74Ui, T&D Corp.)を栽培槽端から高さ 25cm に水平に固定し、下方向照度(直射)と上方向照度(反射)を 2017 年 11 月~2018 年 3 月に 5 分間隔で測定した。なお、照度は高辻(2011)の方法を用い、光合成有効光量子束密度に換算した。頂果房の開花日は第一果の平均開花日、第一次腋果房の開花期は開花株が 50%に達した日、成熟日数は開花日および開花期から収穫までの日数とした。商品果は不受精果および先青果を除いた 1 果 6g 以上の果実とし、果数および収量を 12 月から翌年 4 月まで調査した。粗収益は 2012~2016 年の「あまおう」の月別平均単価(JA 全農ふくれん 2016)から総収益を試算し、総収益の 2 割を出荷経費として差し引いて算出した。

果実内部温度は開花約 15 日後の果実に ϕ 2mm の穴をビットを用いて開け、温度計(Thermo Recorder TR-52S, T&D Corp.)により果実の中心温度を 2018 年 1 月 5 日~30 日に 3 果ずつ測定した。資材表面温度は果実内部温度と同様の温度計により 3 カ所ずつ測定した。果実の糖度は糖度計(Brixmeter RA-410, 京都電子工業(株))を、酸度は酸度計(Coulometric acidity meter CAM-500, 京都電子工業(株))を用い、頂果房および第一次腋果房の第一~二果についてそれぞれ 3 果を測定した。

結果

光反射シートの波長別反射率を第 2 図に示した。リフレモおよびリフレモドライの反射率はほぼ同じで、光合成有効波長域である 400~700nm の反射率が 90%以上と高く、紫外線領域である 400nm 未満が 10%程度と低かった。

「あまおう」の葉表および葉裏の光-光合成曲線を第 3 図に示した。「あまおう」の葉表および葉裏の光合成速

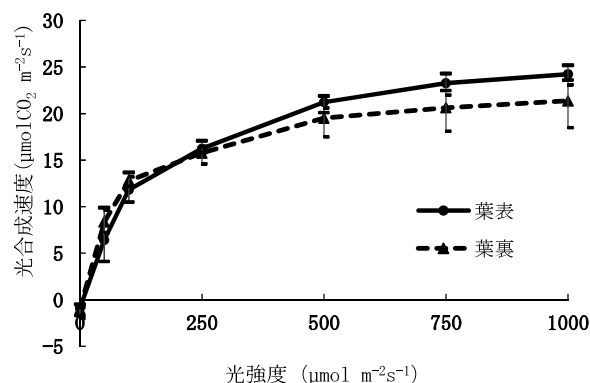


第2図 光反射シートの波長別反射率

- 1) 測定時期：2018年3月
- 2) 測定場所：室内
- 3) 測定方法：垂直張りにしたフィルムに重水素ランプ、ハロゲンランプを用いて反射率を測定

度は、光強度が $0 \sim 1,000 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ の範囲では有意差が認められず、ともに $100 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ までは光強度が強くなるほど急激に上昇し、以降は緩やかに上昇した。各試験区の光合成有効光量子束密度（以下、PPFD）を第1表に示した。11～3月における反射区の上方向PPFD（反射）は $48.8 \sim 110.6 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ であり、期間平均では $73.8 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ と慣行区の3倍以上と高く、下方向PPFD（直射）の18～22%を反射した。各試験区の頂果房の開花日、第一次腋果房の開花期、成熟日数および商品果収量を第2表に示した。頂果房の開花日は試験区間で2カ年とも有意な差が認められなかった。頂果房の成熟日数は反射区が2016年では35.9日、2017年では53.5日と、年次で大きく異なったが、慣行区と比べると2カ年とも2.8日早かった。第一次腋果房の開花期および成熟日数は試験区間で有意な差が認められなかった。収穫果数は反射区が2016年では35.5個/株、2017年では31.3個/株と、慣行区と比べて多かった。平均果重は試験区間で有意な差が認められなかった。反射区の商品果収量は慣行区と比べて1～2月で多く、合計で2016年が11%、2017年が7%多かった。

各試験区の収益性の試算を第3表に示した。反射区の



第3図 「あまおう」の葉表および葉裏の光-光合成曲線

- 1) 測定は光合成測定装置(LI-6400, LI-COR)により、葉温 25°C 、 CO_2 濃度 400ppm で実施
- 2) 同一光強度の葉表および葉裏間には t 検定により有意差なし

粗収益は2016年では5,994千円/10a、2017年では4,893千円/10aであった。出荷経費および反射区の資材費109千円/10a（耐用年数2年）を差し引いた差額は2016年では4,686千円/10a、2017年では3,805千円/10aと、慣行区と比べそれぞれ収益が399千円/10a、207千円/10a増加した。

各試験区の果実内部温度と資材表面温度を第4表に示した。果実内部温度は反射区が慣行区と比べて、 0.7°C 高く、資材表面温度は反射区が慣行区と比べて、 1.0°C 高かった。各試験区の頂果房と第一次腋果房の糖度および酸度を第5表に示した。糖度および酸度は試験区間で有意な差が認められなかった。

考 察

本県のイチゴ促成栽培では、冬季の日照時間が少なく、光環境を改善し、光合成速度を促進させることが収益向上対策の一つの手法と考えられる。太陽光の反射を光環境の改善に活用する目的で取り組んだ弓達ら(2011)や中川(2016)の方法は、可動式果実架台や幅85cmの光反射

第1表 各試験区の上方向光合成有効光量子束密度（2017年）

試験区	上方向光合成有効光量子束密度 ¹⁾					
	μmol m ⁻² s ⁻¹					
	11月	12月	1月	2月	3月	期間平均
反射区	78.8(19) ²⁾	50.1(22)	48.8(19)	83.5(20)	110.6(18)	73.8(19)
慣行区	34.4(8)	16.9(7)	14.6(6)	23.6(6)	22.4(4)	22.3(6)
参考)直射 ³⁾	409.4	228.6	260.1	417.8	601.2	380.6

1) 光合成有効光量子束密度は照度計 (TR-74Ui, T&D) により栽培槽端から高さ25cmの上方向照度を測定し、高辻(2011)の換算係数により光合成光量子束密度を算出した。数値は7～16時の平均値

2) ()内は直射比(%)

3) 株直上の下方向光量子

第2表 各試験区の頂果房の開花日、第一次腋果房の開花期、成熟日数および商品果収量

年次	試験区	頂果房		第一次腋果房		商品果 ³⁾					
		開花日 ¹⁾ (月/日)	成熟 日数 ²⁾ (日)	開花期 (月/日)	成熟 日数 (日)	収穫 果数 (個/株)	平均 果重 (g)	時期別収量 (g/株)			
								12月	1~2月	3~4月	合計(慣行比%)
2016	反射区	11月10日	35.9	1月11日	46.4	35.5	17.2	95	148	368	611 (111)
	慣行区	11月9日	38.7	1月9日	49.1	32.6	16.8	90	127	332	549 (100)
2017	反射区	11月11日	53.5	2月13日	40.9	31.3	17.9	12	201	347	560 (107)
	慣行区	11月11日	56.3	2月11日	43.1	30.4	17.3	12	176	337	525 (100)
年次(A)		**	**	**	**	**	n. s.	**	**	n. s.	**
分散分析 ⁴⁾ 試験区(B)		n. s.	**	n. s.	n. s.	*	n. s.	n. s.	**	n. s.	**
(A) × (B)		n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

1) 開花日は第一果の平均開花日、第一次腋果房の開花期は開花株が50%に達した日

2) 成熟日数は頂果房および第一次腋果房のそれぞれの開花日から収穫日までの日数

3) 商品果は1果 6g以上で奇形果を除く

4) 分散分析は二元配置分散分析により**が1%水準、*が5%水準で有意差あり、n. s. は有意差なし

第3表 各試験区の収益性の試算

年次	試験区	粗収益 ¹⁾ (A)	出荷経費 ²⁾ (B)	資材費 ²⁾ (C)	差額 (A-B-C)	慣行差
(千円/10a)						
2016	反射区	5,994	1,199	109	4,686	399
	慣行区	5,406	1,081	38	4,287	-
2017	反射区	4,893	979	109	3,805	207
	慣行区	4,545	909	38	3,598	-

1) 粗収益は2012~2016年の「あまおう」の月別平均単価から算出した

2) 出荷経費は粗収益の2割とした

3) 資材費は幅25cm×100m巻の参考価格(2017年)で、反射区が14,500円、慣行区が5,000円、設置面積は27条×55m≒1,500mとし、資材の耐用年数は2年とした

シートの利用であったが、実際の活用場面ではより簡便な方法が望ましい。そこで、本試験では慣行で使用している玉受けネットの代替として光反射シートを設置し、光反射シートの設置がイチゴ群落の光環境、収量および品質に及ぼす影響を検討した。

イチゴと同じ双子葉類であるダイズの光合成速度について、寺島(1999)は葉表および葉裏からそれぞれ光をあてた場合、葉の光吸収率は裏側から光をあてたときのほうがやや小さいが、弱光域の光合成速度に大きな違いはないと報告している。イチゴ「あまおう」の葉表および葉裏の光合成速度も概ねダイズの結果と一致し、葉の表裏に関わらず光強度が0~1,000 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ の範囲では有意差が認められず、ともに100 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ までは光強度が強くなるほど急激に上昇し、以降は緩やかに上昇した。以上のことから、「あまおう」は葉裏からの光照射で葉表と同等の光合成を行えることが明らかとなった。

日高ら(2015)は「あまおう」の葉表から約50 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$

第4表 各シートと果実内部温度および表面温度

試験区	果実内部温度 ¹⁾ ($^{\circ}\text{C}$)	資材表面温度 ($^{\circ}\text{C}$)
反射区	14.2 ²⁾	13.3
慣行区	13.5	12.3

1) 果実内部温度は温度計(TR-52S, T&D)により開花約15日後の果実に $\phi 2\text{mm}$ の穴を開け、果実中心の温度を測定した

2) 測定時期は2018年1月5~30日、データは7~16時の平均

第5表 各試験区の糖度および酸度

年次	試験区	糖度(%) ¹⁾		酸度(%)	
		頂果房	第一次腋果房	頂果房	第一次腋果房
2016	反射区	8.3	10.0	0.63	0.68
	慣行区	7.9	9.3	0.78	0.75
2017	反射区	10.3	9.0	0.63	0.56
	慣行区	10.4	8.4	0.67	0.61
年次(A)		**	n. s.	n. s.	*
分散分析 ²⁾ 試験区(B)		n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
(A) × (B)		n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

1) 糖度および酸度は頂果房、第一次腋果房の第一および二果目の3果の平均値

2) 分散分析は二元配置分散分析により**が1%水準、*が5%水準で有意差あり、n. s. は有意差なし

の植物用蛍光灯補光が、無処理区の1.4倍の増収効果があったことを報告しており、著者ら(2018)は「あまおう」の葉裏から100 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ のLED補光が、葉表の補光による収量増加と同等であったことを報告している。本試験

で用いた光反射シートは光合成に有効な 400nm～700nm の光合成有効波長域を高率に反射し、反射区の 11～3 月の上方向 PPFD は平均で $73.8 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ と、月別でも概ね $50 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 以上の PPFD であった。以上のことから、「あまおう」の高設栽培において玉受けネットの代替として光反射シートを利用することで収量増加に有効な光が葉裏に照射されることが明らかとなった。

同化産物の転流に関して、開花前は同化産物の 20% が果房に分配されたのに対し、着果後は果実が強いシンクとなり、果実肥大および着色期は果房への分配率が同化産物の 47% および 86% と著しく増加した(西沢・堀 1988)。日高ら (2015) は「あまおう」において、葉表からの補光により、頂果房の花数が増加し、収量が増加することを報告している。また、著者ら (2018) は「あまおう」の葉裏への LED 補光は葉表への補光と同様に収量が増加することを報告している。本試験において、1～2 月の収穫果数および 1 果重は試験区間で有意な差は認められなかったが、収穫果数の p 値は 0.0628, 1 果重の p 値は 0.1124 であったことから、1～2 月の収量差は収穫果数の差の影響が大きいと考えられ(データ略)、収穫果数は厳寒期に増える傾向にあり、合計で収穫果数が増えたことから収量が増加した。以上のことから、「あまおう」の高設栽培において玉受けネットの代替として光反射シートを利用すると各個体の光合成量が増加し、着果後に同化産物が果房へ多く分配されることで収穫果数が増加し、収量が増加することが明らかとなった。

本試験における反射区の資材の導入費は 109 千円/10a、中川 (2016) の方法による資材の導入費は 310 千円/10a と、既報の 1/3 程度に抑えることができた。本試験のシートの設置法は、慣行として使用している玉受けネットの代替とした。一方で、中川 (2016) の方法は滑車装置や装置設置に伴う材料が必要で、それらを省略したことが簡易な設置およびコストの削減に繋がったと考えられた。本試験における粗収益から出荷経費と資材費を引いた差額を試算した結果、反射区は慣行区と比べ、2016 年では 399 千円/10a, 2017 年では 207 千円/10a の増益となった。以上のことから、「あまおう」の高設栽培における光反射シートの利用は収益向上を図る上で有用な技術であることが明らかとなった。

イチゴの成熟日数は気温によってほぼ律速され、温度が低いと長く、高いと短くなると報告されている(森下・本多 1985, 佐藤・北島 2007)。本試験においてイチゴ果実の平均内部温度は、反射区が慣行区と比べて 0.7°C 高く、頂果房の開花日は同じであったが、頂果房の成熟日数は 2 ヶ年とも反射区が慣行区より 2.8 日短かった。以上のことから、光反射シートの利用によりイチゴ果実の内部温度が高くなり、成熟日数が短くなることが明らかになった。反射区の資材表面温度が高かった要因について、森山ら (2008) は防虫ネットで間隙率が小さくなるほど通気性が小さくなり、通気性が小さくなるほど資材の内部温度が高くなることを報告している。本試験で用いた光反射シートは慣行区の玉出しネットと比べて間隙が非常

に小さく、資材表面温度が 1.0°C 高かった。以上のことから、光反射シートの資材表面温度が高くなることで、その放射熱により反射区のイチゴ果実の内部温度が高くなったと示唆された。本試験における資材表面温度の測定は一時期であり、他の時期においても放射熱の影響があることが推察された。

糖度および酸度と温度との関係について、佐藤・北島 (2007) は「あまおう」において、糖度は平均温度との間に相関が認められなかったのに対し、酸含量は成熟日数が短く、平均温度が高いほど高いとしており、森下・本多 (1985) はイチゴ果実の成熟日数が 30～60 日と幅広いとしている。本試験では反射区の果実温度が慣行区より 0.7°C 上昇し、成熟日数が 2.8 日短くなったものの、その短縮効果はイチゴの幅広い成熟日数の 1/10 以下であった。これらのことから、糖度については「あまおう」の特性から差が認められず、また、反射区の果実温度の上昇および成熟日数の短縮が酸度を高めるほどではなかったと推察された。

以上のように、「あまおう」は葉裏からの光照射で葉表と同等の光合成を行えることが明らかとなり、「あまおう」の高設栽培で光反射シートを玉受けネット部分に設置すると、太陽光からの下方向 PPFD (直射) を 20% 程度反射しイチゴ群落の光環境が改善されること、反射光がイチゴ葉裏に照射されることで、イチゴ葉の光合成速度が上昇し合計収量の増加につながることで、頂果房の成熟日数が短縮されることが明らかとなった。一方、成熟日数が短縮されても糖度および酸度に影響は認められなかった。なお、玉受けネット部分に光反射シートを設置する本装置は、設置が簡易でかつ低コストであった。

光反射シートによる反射光は太陽からの直射に依存するため、気象条件に大きく左右される。今後、更なる増収を図るには、気象条件によらず安定した光供給が必要と考えられ、安価な LED 光源等を活用した補光技術を検討する必要がある。

引用文献

- 福岡管区気象台 (2018) 農業に役立つ気象情報の利用の手引き. 福岡管区気象台, 福岡, p. 4.
- 福岡県 (2019) 高設栽培の現状と収益性について. 福岡県経営技術支援課, 福岡, p. 2.
- 日高功太・岡本章秀・荒木卓哉・三好悠太・北野雅治・壇 和弘・今村仁・高山智光 (2015) イチゴの生体計測に基づくイチゴの光合成促進と増収のための補光技術の開発. 日本生物環境工学 2015 年: 276-279.
- 日高智美・三好悠太・犬房弘樹・日高功太・田中泰洋・岡安崇史・安武大輔・北野雅治 (2017) イチゴ栽培ハウスにおける冬季日照不足の改善策としての LED 補光の検討. Eco-Engineering 29 (2): 45-51.
- JA 全農ふくれん (2016) 平成 27 年～平成 28 年福岡いちご生産販売総括資料. 全国農業協同組合連合会福岡県本部, 福岡, p. 28-35.

- 気象庁(2019)過去の気象データ 年・月ごとの平年値
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>(2019年7月5日閲覧).
- 前川寛之(1992)イチゴ品種‘とよのか’の着色に関する研究(第2報)果実裏面の受光程度および受光波長分布と着色の関係. 奈良農試研報 23 : 21-26.
- 水上宏二・平田祐子・森山友幸(2011)北部九州地域でのイチゴの高設栽培における CO₂ 施用効果と品種に適した施用法. 福岡農総試研報 30 : 34-39.
- 森下昌三・本多藤雄(1985)促成イチゴの成熟に関する研究. 野菜試研報 C8 : 59-69.
- 森山友幸・林 三徳・井手 治(2008)通気性に優れた防虫ネットの選定と選定指標. 福岡農総試研報 27 : 99-103.
- 中川建也(2016)可動式光反射シートの取付け位置がイチゴ‘あまおとめ’の収量及び品質に及ぼす影響. 愛媛農林水研報 8 : 24-30.
- 西沢 隆・堀 裕(1988)イチゴにおける 14C 光合成産物の転流・分配に及ぼす花房の発育段階の影響. 園学雑 57 : 433-439.
- 佐藤公洋・北島伸之(2007)イチゴ‘あまおう’における果実品質の収穫時期別推移および果実品質と成熟期間中の温度との関係. 福岡農総試研報 26 : 45-49.
- 佐藤公洋・北島伸之(2010)高設栽培におけるクラウン部局部加温の温度がイチゴの生育および収量に及ぼす影響. 福岡農総試研報 29 : 27-32.
- 高辻正基(2011)LED 植物工場. 日刊工業新聞社, 東京, p. 49.
- 田中良幸・姫野修一・田中浩平・林田達也(2011)イチゴ「あまおう」の高設栽培における定植時の株間が生育, 収量および品質に及ぼす影響. 福岡農総試研報 30 : 60-65.
- 寺島一郎(1999)化学と生物. Vol. 37 No. 4 : 266-272.
- 宇都俊介・益田良輔・佐伯由美・奥 幸一郎・末吉孝行・田中雅敏・木原敏彦(2018)イチゴ‘福岡 S6 号’における葉裏への LED 補光が光合成速度および収量に及ぼす影響. 園学研 17 別 2 : 431.
- 和田義春・添野隆史・稲葉幸雄(2010)促成, 半促成栽培におけるイチゴ品種‘とちおとめ’の高 CO₂ 濃度下の葉光合成速度促進に及ぼす光と温度の影響. 日作紀. Vol. 79 No. 2 : 192-197.
- 弓達 隆・伊藤博章・安西昭裕・石々川英樹(2011)イチゴ‘あまおとめ’の着色改善のための可動式果実架台の開発. 愛媛農林水試研報 3 : 13-19.