

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

弓達 隆 伊藤博章* 石々川英樹 安西昭裕

Development of the Adjustable Fruit Supporting System for Coloration Improvement of Strawberry Fruit 'Amaotome'

YUDATE Takashi, ITOU Hiroaki, ISHIISHIKAWA Hideki and ANZAI Akihiro

要 旨

愛媛県育成イチゴ品種'あまおとめ'の着色改善のため、高設栽培で果実の支持角度を任意に調整できる可動式果実架台を開発した。可動式果実架台の利用で着色の改善が図られるとともに、架台に適した下敷き資材の選定により、一層の着色向上と果皮障害の抑制が可能となった。

キーワード：イチゴ，あまおとめ，可動式果実架台，着色，果皮障害，下敷き資材

1. 緒言

愛媛県における平成19年産イチゴの栽培面積は96ha（うちハウス90ha）（平成19年産愛媛県野菜生産販売統計）であり、イチゴは本県産野菜の基幹品目の一つである。生産者の高齢化や価格低迷等により、近年、面積、生産額は減少傾向にあるが、青果物全体が長期的な安値傾向にある中でイチゴの需要は根強く、今後も安定した生産が望まれている。

そうした中、全国的には各県が独自開発した品種によりブランド化を図り、激しい産地間競争を繰り広げているが、本県では平成18年に'あまおとめ'を育成し（品種登録17391号,H21.2.24）（伊藤ら, 2008）、県内の主力品種として生産拡大が進められている。

'あまおとめ'は大玉で糖度が高く、多収で春以降も品質が良好なことから市場や消費者から高い評価を得ている。しかし、厳冬期の果皮色が薄いことが課題となっており、ブランド化を図るには冬季の着色向上が不可欠となっている。'あまおとめ'の果実の着色には光の影響が大きく（石々川ら, 2007, 2009）、着色向上を図るには果実に光を多くあてる栽培管理技術が求められている。

特に高設栽培では、土耕栽培に比べて果実部分

に光が当りにくく着色が劣る傾向にあるが、このたび果実の受光体勢を改善することができるよう愛媛農試方式高設栽培システムに設置できる可動式果実架台を県内農家と共同開発し、着色を向上させる技術を検討したので報告する。

なお、可動式果実架台は特許出願（H20.3.15）をしている。

2. 材料および方法

2.1 可動式果実架台の構造

可動式果実架台の構造は、まず、鋼管等を利用して長さ約10m、幅30cmの長方形の枠を作り、これにヒモやネット等を覆い果実架台とする。この果実架台の長辺の片方を、高設ベッドの栽培槽側面にクロスワゴン等の連結部材を用いて栽培槽と平行に取り付け、この取り付け部分を回転の中心として果実架台側端を半円を描くように上下動させるシステムとした。果実架台の角度は水平状態から下垂状態まで任意に調整できる仕組みとし、通常は架台を水平に保ち、薬剤散布等の管理作業時には架台を下げるように工夫を行った。

2.2 可動式果実架台の効果

2.2.1 架台の角度別の果実着色、品質

※現愛媛県南予地方局八幡浜支局産地育成室

平成19年9月20日に愛媛農試方式高設栽培システムに定植した‘あまおとめ’について、平成19年12月から平成20年4月にかけて栽培ベッドに装着した可動式果実架台の角度を、薬剤散布時を除く全期間において水平に維持する水平区、約45度の角度に固定した45度区、垂直状態で果実を成熟させる通常の高設栽培の下垂区を設定し、果実の着色程度、収量、糖度、硬度、果皮障害の発生率を調査した。架台には下敷き資材としてミラーマルチを貼り付け、さらにその上側に気泡緩衝材を重ねて使用した。ハウス内の内張り資材は4月1日に除去した。

果実の着色は、果実が果房に付いた状態で最も受光している面を表側、その反対側を裏側とし、表側、裏側のそれぞれ最も着色が良好な部位について色彩色差計（ミノルタ社製 CR-200）を用いて測定し、赤色の程度を示す指数を高野ら（1992）の方法を参考に、 $a^* \times 1,000 / (L^* \times b^*)$ の式により算出した（以下、果実色調とする）。

糖度、硬度はそれぞれ屈折糖度計（ATAGO製）、果実硬度計（藤原製作所製 KM-1）を用い、硬度の測定は、直径5mmの円筒型の先端部を果実肩部の最も赤みをおびた部分に圧迫し貫通抵抗を測定した。

果皮障害の発生率は、達観で観察し、果皮に物理的障害の見られる果実の個数を収穫した果実の個数で割った値とした。

果実色調は1週間毎の調査とし、収量、糖度、硬度、果皮障害は2日間隔で収穫した果実を調査した。

栽培は株間20cmの2条植えとし、基肥としてエコロング313（180日）を窒素成分で15kg/10a施用した。温度管理は8℃で加温、30℃で換気を行い、その他の管理は一般的な促成栽培方法によった。

2.2.2 下敷き資材が果実着色に及ぼす影響

平成20年9月12日に定植した愛媛農試方式高設栽培システムに可動式果実架台を設置し、平成20年12月から平成21年4月にかけて、架台上に下敷き資材としてミラーマルチに気泡緩衝材を重ねたもの（以下、ミラーマルチ+気泡緩衝材とする）、水分が表面に付きにくい素材であるベリーベッド（ベル開発製）、4×5mm目のネットをそれぞれ貼り付ける3種類の試験区と架台を用いず果実を下垂させる下垂区を設けた。架台は薬剤散布時以外は水

平に保った。収穫物の果実の着色は2.2.1の方法で測定した。

栽培は2.2.1と同様の管理を行った。

2.2.3 可動式果実架台の回動が果皮障害の発生に及ぼす影響

栽培期間中、可動式果実架台は通常は水平状態に保つが、防除作業時など作業に支障が出る場合は架台を下げる必要がある。架台を頻繁に上下させた場合には果皮の損傷が懸念される。そこで下敷き資材別に回動の頻度と果皮障害の発生程度について調査した。

平成20年9月12日に定植した愛媛農試方式高設栽培システムに可動式果実架台を設置し、下敷き資材としてミラーマルチ+気泡緩衝材、ベリーベッド、ネット（4×5mm目）をそれぞれ貼り付けた。頂花房収穫期（11/20～12/19）と第一次腋花房・第二次腋花房収穫期（2/25～3/30）の2期間に毎日午前9時に架台を上下に回動させた。回動は水平→下垂→水平を1回の動作とし、回動頻度は2回/日、4回/日の区を設け、回動は連続して行った。回動させない時は水平に維持した。調査は収穫果実に生じた物理的障害について達観で行い、収穫は2日間隔で実施した。

栽培管理は2.2.2と同様に行った。

2.2.4 光反射効果が高く、果皮障害が少ない下敷き資材の選定

有効な下敷き資材であるベリーベッドについて、着色向上効果を上げるため、製造メーカーが新たに試作した従来の黒色タイプにアルミを蒸着させて光反射効果を持たせたシルバータイプ（ベル開発製）の着色向上効果と果皮障害発生程度を検討した。

平成21年9月14日に定植した愛媛農試方式高設栽培システムに可動式果実架台を設置し、平成21年11月から平成22年2月にかけて、シルバー（新タイプ）区、黒色（従来品）区の2タイプのベリーベッドを貼り付け、収穫物の果実色調、果皮障害の発生率を2.2.1の方法で測定した。架台は薬剤散布時以外は水平状態とした。

3 結果

3.1 可動式果実架台の構造

細長い長方形の果実架台の一長辺を高設ベッド側面に装着し、ヒモを牽引する力を滑車と塩ビパイプを組み合わせて上向きに押し上げる力に変換し、架台を持ち上げる仕組みの可動式果実架台を開発した。滑車に繋がったヒモを引くと、ヒモに結んだ針金が引っ張られ、架台の側端に取り付けた長さ50~60cmの塩ビパイプ(下端を針金に結びつけておく)が押し上がり、架台を上下させる仕組みとした(図1, 2)。針金を牽引する力は、組み合わせ滑車の利用で4分の1の力に軽減できた。

資材として、鋼管(19mm)、滑車、塩ビパイプ、針金(#16)、ヒモ、連結部材等を用いて作成し、材料費は410円/mであった。

3.2 可動式果実架台の効果

3.2.1 架台の角度別の果実着色、品質

厳寒期(12~2月)における果実の着色は、果実の支持角度が水平に近いほど果実の赤色を示す果実色調は高くなり、濃い赤色の果実となった(図3)。

果実の糖度は収穫量が少ない2月に水平区がやや

高いものの、差は小さく一定の傾向を示さなかった。果実の硬度においても果実の支持角度の違いによる一定の傾向はなく、明確な差はみられなかった(図4, 5)。

果皮障害は、ハウス内温度の上昇に伴い、果実の支持角度が水平に近いほどフヤケなどの障害が多くなる傾向がみられた(表1)。

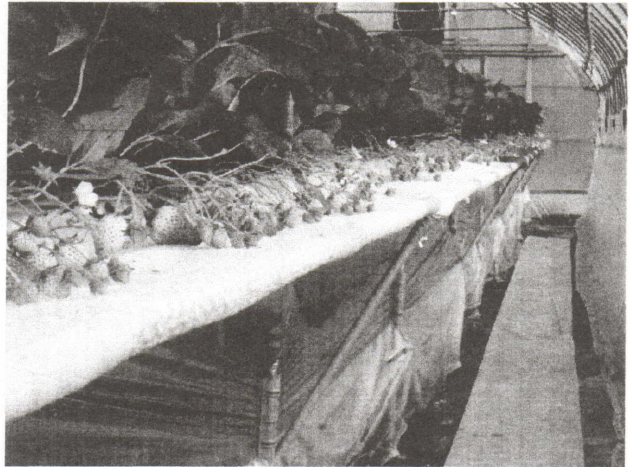


図1 可動式果実架台

注) 水平にした状態。試験ハウスの架台の長さは11m。現場の実証では40mでも可動が可能。

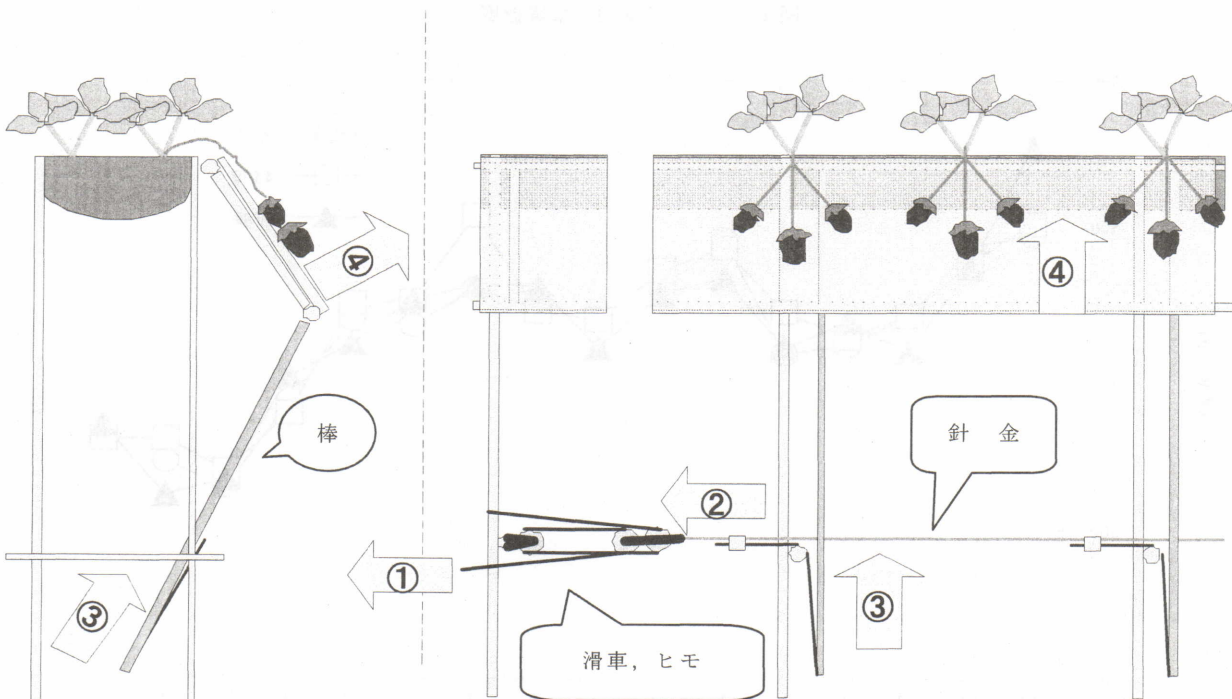


図2 可動式果実架台の機構

注) 滑車につながったヒモを引く①と、針金が引っ張られ②、上向きに棒が押しあがる③。

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

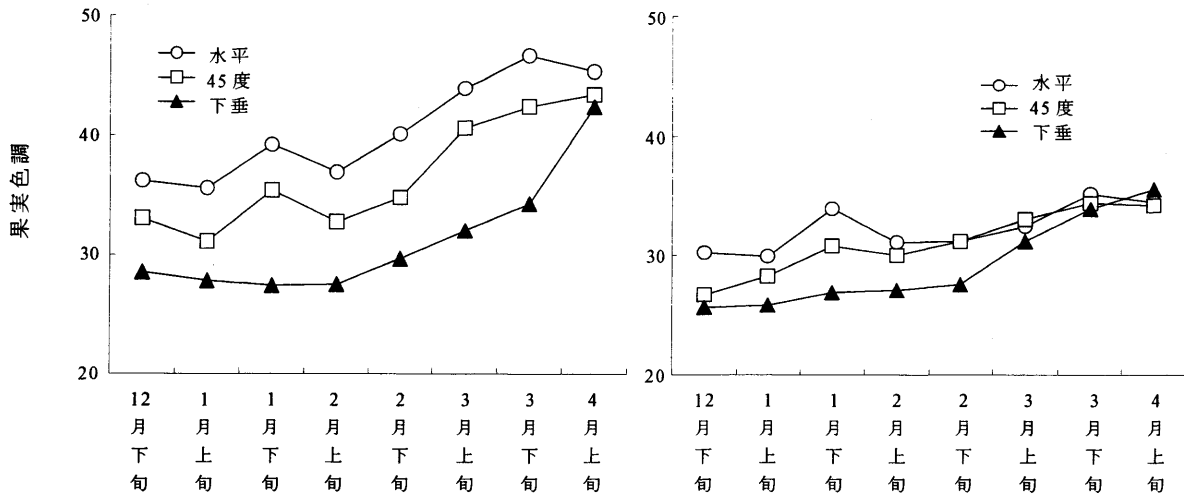


図3 架台の角度別の果実色調 (左: 表側, 右: 裏側)

注) 果実色調は $a^* \times 1000 / (L^* \times b^*)$ の式で算出した値

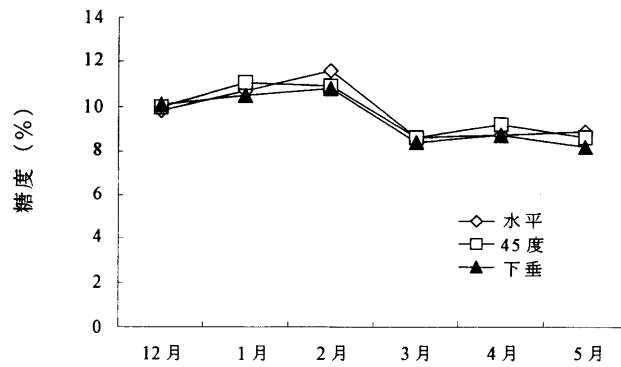


図4 架台の角度別の果実糖度

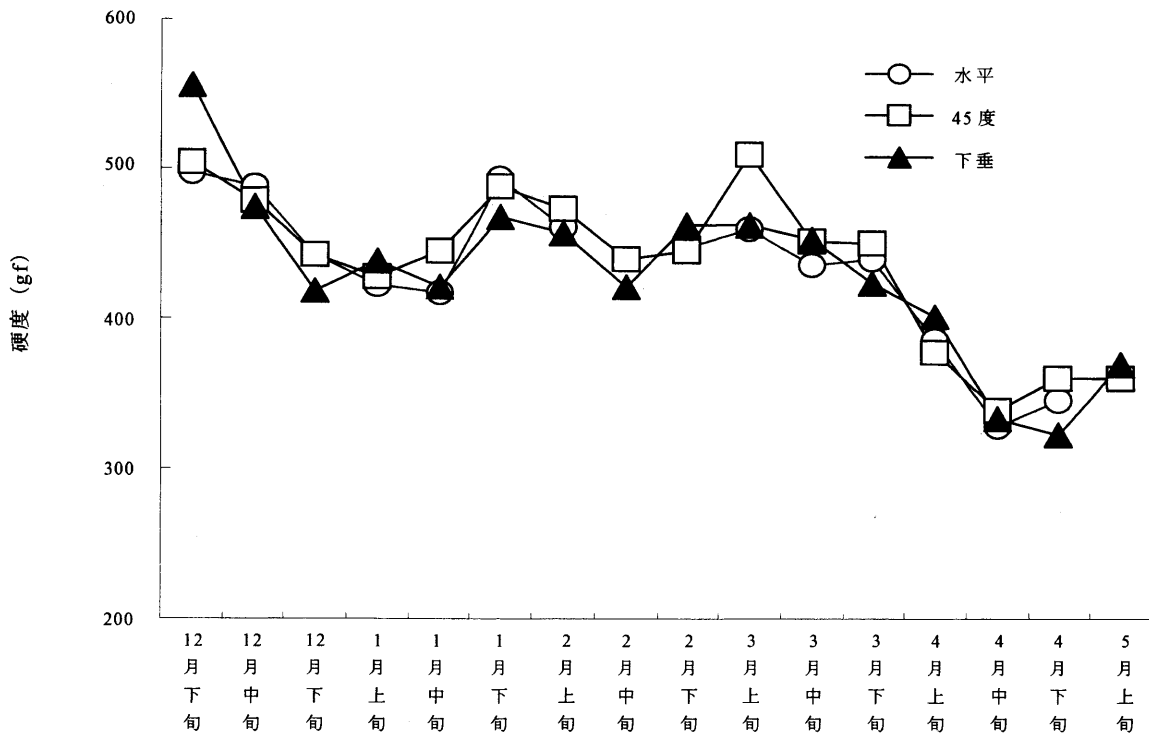


図5 架台の角度別の果実硬度

表1 果皮障害の発生率 (%)

試験区	12月	1月	2月	3月	4月
水平	21 (12)	10 (9)	0 (0)	16 (3)	27 (7)
45度	17 (12)	5 (3)	0 (0)	8 (0)	20 (2)
下垂	9 (0)	2 (2)	0 (0)	9 (0)	10 (2)

注) 果皮に物理的障害の見られる果実の個数を収穫した果実の個数で割った値。
() 内はフヤケ発生率。フヤケ発生率は果皮障害発生率の内数。

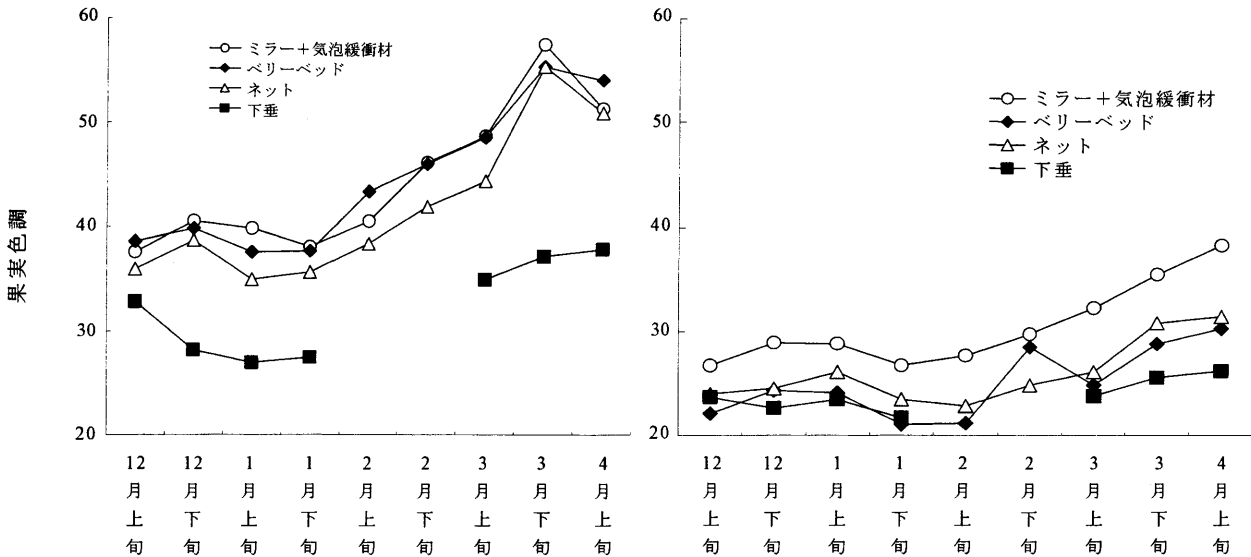


図6 下敷き資材別の果実色調(左:表側, 右:裏側)
注) 果実色調は $a^* \times 1000 / (L^* \times b^*)$ の式で算出した値

3.2.2 下敷き資材が果実着色に及ぼす影響

果実の表側の着色は、ミラーマルチ+気泡緩衝材区とベリーベッド区でほぼ同様の着色向上効果が認められた。ネット区の表側の着色は、可動式果実架台を設置せずに下垂させるよりも良かったが、ミラーマルチ+気泡緩衝材区とベリーベッド区より劣った。果実の裏側の着色は、ミラーマルチ+気泡緩衝材区が光の反射効果があるため他の区に比べて良好であった(図6)。

着色の向上は、光反射が期待できる下敷き資材を用いることが有効であり、ミラーマルチ+気泡緩衝材区が効果があった。ベリーベッド区は果実表側の着色は良好であるが、裏側の着色はミラーマルチ+気泡緩衝材区に及ばなかった。

3.2.3 可動式果実架台の回動が果皮障害の発生に及ぼす影響

回動の頻度が増えると、いずれの下敷き資材でもスレ傷の発生が増加した。特にネット区はフヤ

ケの発生は少ないものの果皮に傷が付きやすく、回動頻度が4回/日の場合、30%以上がスレとなり、果皮障害の計は50%以上となった。着色向上効果のあるミラーマルチ+気泡緩衝材区は、回動によるスレの発生は少ない傾向があるものの、資材表面に水分が付着しやすくフヤケが多発し、果皮障害が多くなった。ベリーベッド区はネット区よりややフヤケになりやすいものの、資材表面に水分が付着しにくく、回動頻度が2回/日であれば果皮障害の発生率は27%以内にとどまり、最も果皮障害の発生が少なかった(表2, 3)。

3.2.4 光反射効果が高く、果皮障害が少ない下敷き資材の選定

これまでの調査から、ミラーマルチ+気泡緩衝材は着色には優れるものの、資材表面に水分が長時間付着しやすくフヤケ果が多発し、実用性に問題がある結果となった。そこで、果皮障害の軽減効果がある従来のベリーベッドに光反射効果を持たせたシルバータイプについて調査した結果、果実の

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

表2 頂花房の果皮障害の発生率

回動の頻度 (回/日)	下敷き資材	果皮障害の種類別の発生率 (%)				計
		フヤケ	アタリ	スレ	その他	
2回	ミラーマルチ+ 気泡緩衝材	29	5	5	3	42
	ネット	2	16	11	7	35
	ベリーベッド	0	2	7	9	18
4回	ミラーマルチ+ 気泡緩衝材	13	7	26	9	54
	ネット	8	7	38	0	52
	ベリーベッド	13	5	28	8	54

注) 架台の回動期間は11/20～12/19, 調査は11/20～12/24に実施.

障害の種類 フヤケ: 水分によるふやけ アタリ: 物理的な作用による障害 スレ: 下敷き資材との間で発生した擦り傷

表3 第一次腋花房, 第二次腋花房の果皮障害の発生率

回動の頻度 (回/日)	下敷き資材	果皮障害の種類別の発生率 (%)				計
		フヤケ	アタリ	スレ	その他	
2回	ミラーマルチ+ 気泡緩衝材	32	8	4	13	57
	ネット	5	13	26	13	58
	ベリーベッド	7	5	7	2	27
4回	ミラーマルチ+ 気泡緩衝材	25	2	10	3	40
	ネット	2	17	37	3	59
	ベリーベッド	5	4	23	7	39

注) 架台の回動期間は2/25～3/30, 調査も2/25～3/30に実施.

障害の種類 フヤケ: 水分によるふやけ アタリ: 物理的な作用による障害 スレ: 下敷き資材との間で発生した擦り傷

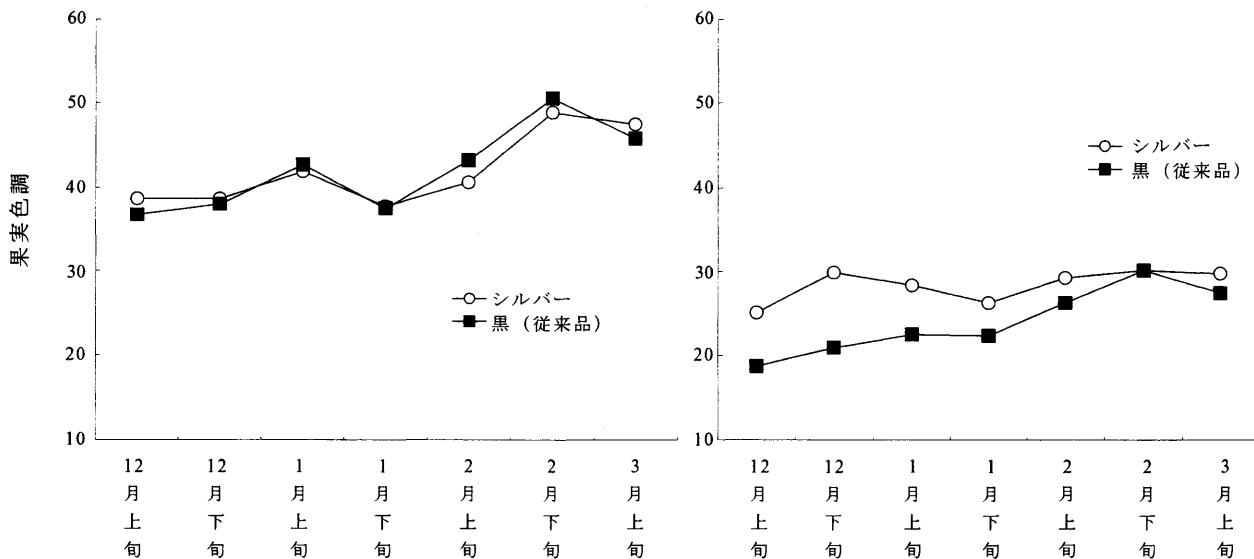


図7 ベリーベッドのタイプ別の果実色調(左:表側, 右:裏側)

注) 果実色調は $a^* \times 1000 / (L^* \times b^*)$ の式で算出した値

表4 ベリーベッドのタイプ別の果皮障害の発生率 (12～1月) (%)

試験区	果皮障害の種類別の発生率 (%)			計
	フヤケ	アタリ	その他	
シルバー	12	5	17	34
黒 (従来品)	11	3	21	35

注) 発生率は物理的に障害の見られる個数を収穫した個数で割った値.

表側の着色は、シルバータイプと従来品である黒色では差はなかったが、裏側の着色はシルバータイプが優った(図7)。

果皮障害の発生は、両タイプで明確な差はなく、アルミを蒸着したシルバータイプは従来品と同等の果皮障害抑制効果があった(表4)。

4. 考察

このたび開発した可動式果実架台は、厳寒期において‘あまおとめ’の着色改善に活用できると考えられ、果実の支持角度を任意に調整することができるため、通常は水平状態にして果実の受光量を増加させることができ、果房を下垂させた慣行の栽培に比べ明らかに着色向上効果が認められた。薬剤散布時など作業に支障が出る場合は、架台を下げて通路を確保できるので、作業性を損なうことがない点も利点となっている。

また、モーター等の動力により架台を上下させるシステムであれば、構造は大掛かりで設置維持コストが高価になるが、今回の可動式果実架台は、既存の安価な資材を用い手動操作をすることでコストを抑えることができた。

一方では、可動式果実架台を有効に活用するには下敷き資材の選定が重要となってくる。光反射効果がある資材を架台に貼り付けると着色効果が増すが、水分の付着が続きやすい資材では果実のフヤケを生じ、商品果率の低下を招くため、着色向上効果と果皮障害抑制効果を併せ持つ下敷き資材を選定する必要がある。また、栽培中に架台を上下させるため、果実を傷つけにくいことも求められる。

今回の試験では、着色、果皮障害抑制の面でベリーベッドの安定的な効果が認められた。着色の面ではアルミを蒸着させたシルバータイプであれば一層の効果が期待できる。上下の回動による果皮障害は、ベリーベッドにおいても回動数が多くなるとスレ傷などの障害の発生がみられるが、他の材よりは障害の発生程度は軽くなった。実際の栽培での作動は数日に1回程度と想定されるため果皮障害の発生はより少なくなると考えられる。ただ、従来タイプは、現地の事例で10年程度使用が可能と言われているが、シルバータイプの場合はアルミが剥離せずに使用できる年限が不明であり、耐久性の検証が必要である。

可動式果実架台の普及上の課題としては、実際の設置はハウス内の日射条件の良くないベッドへ取り付けることになるが、通常の下垂栽培に追加の経費がかかることから、安価で軽量の資材を今後とも継続的に選定し、資材費の低減を図る必要がある。薬剤散布後には下敷き資材への水分付着が多くなりフヤケの発生がみられることから乾くまでの一定期間は下垂させるなどの管理が必要な場合もある。また、愛媛農試方式高設栽培システムにベッドの構造が類似しているシステムにも装着可能であるが、その他のシステムへの装着については取り付け方法の改良・検討が必要である。

謝辞：可動式果実架台の開発にあたり、滑車の利用法について指導をいただき、現地実証をしていただいた赤松保孝氏に深く感謝申し上げる。

引用文献

- 石々川英樹・伊藤博章(2009)：イチゴ‘あまおとめ’の果実色調とペラルゴジニン/シアニジン比の相関，愛媛農水研報，1，9-12。
- 石々川英樹・伊藤博章(2007)：イチゴ‘あまおとめ’，‘さがほのか’の果皮色とシアニジン量の相関，園学研，6(別2)，216。
- 伊藤博章・松澤 光(2008)：イチゴ新品種‘あまおとめ’の育成，愛媛農試研報，41，16-20。
- 愛媛県農林水産部農産園芸課(2009)：平成19年産野菜類の生産販売統計，18。
- 高野 浩・常松定信(1992)：イチゴ‘とよのか’の着色に関する研究，(第1報)果実着色における温度と光の強さの影響，園芸雑，61(別2)，446-447。