

温室メロンにおける UV-B 照射によるハダニ防除の効果と実用化のための課題

静岡県農林技術研究所 ^{ますい}増井 ^{しんいち}伸一・^{かた い}片井 ^{ゆうすけ}祐介
 パナソニック株式会社 ^{やま だ}山田 ^{まこと}真・^{あお き}青木 ^{しんいち}慎一
 丸和バイオケミカル株式会社 ^{さくら}桜 ^い井 ^{たか}尚 ^{ふみ}史
 京都大学大学院農学研究科 ^{おさ}刑 ^{かべ}部 ^{まさ}正 ^{ひろ}博

はじめに

太陽光に含まれる近紫外線は波長により UV-A (400 ~ 315 nm), UV-B (315 ~ 280 nm), UV-C (280 nm 以下) に分類され、生物に対して様々な影響や効果を与えている。これらの作用を利用して実用化された農作物の病害虫防除技術として、UV-B 照射によるイチゴうどんこ病 (病原菌: *Sphaerotheca aphanis*) の防除 (神頭ら, 2011) や近紫外線除去フィルムによるミナミキイロアザミウマ (*Thrips palmi*) をはじめとする施設害虫の防除 (永井・野中, 1982; 太田ら, 2009) が挙げられる。

近年、UV-B 照射によるナミハダニ (*Tetranychus urticae*) 卵のふ化率や幼虫生存率の低下が確認され (OHTSUKA and OSAKABE, 2009), 本種が主に葉裏に寄生するのは雌成虫が 320 ~ 340 nm の UV-A を忌避する結果であることが指摘されている (SAKAI and OSAKABE, 2010)。さらに、UV-B 照射による各発育ステージのプロビット死亡率が積算照射量に比例することから、ナミハダニを死滅させる目安となる照射量が明らかにされた (MURATA and OSAKABE, 2013)。これらの知見から、UV-B 照射光源や反射資材を用いて圃場における UV-B の空間照射量を設計することにより、ハダニ類の防除が可能となると考えられる。

温室メロン栽培では他の施設園芸作物と共通する病害虫が発生する。中でもうどんこ病 (病原菌: *Sphaerotheca fuliginea*) やナミハダニ等のハダニ類に対する防除頻度が高いことから、UV-B の利用により、これら病害虫防除を効率化することが期待される。一方で、UV-B は植物の生育に対して正負両方の影響を及ぼすことが知られており (鈴木・近藤, 2002; 海老澤ら, 2008), イチゴ

うどんこ病防除に UV-B を利用する際にも、作物への障害回避との両立が可能な照射量の検討が行われた経緯がある (神頭ら, 2011)。

ここでは、温室メロンにおいてハダニ類の防除を目的とした UV-B 利用の可能性を検討するために行った効果試験の結果を植物体の生育状況とともに紹介し、実用化に向けた課題について述べる。

I UV-B 照射量の検討

1 ハダニ防除に必要な照射量

MURATA and OSAKABE (2013) がナミハダニの各ステージに直接 UV-B を照射した実験では、発育ステージによって UV-B 感受性は異なった。雌成虫と比べ、幼虫、卵の UV-B 感受性は高く、照射量約 2 kJm^{-2} ($0.19 \sim 0.58 \text{ Wm}^{-2}$ で 1 ~ 3 時間照射) で卵および幼虫はほぼ死滅する結果が報告されている。

2 メロンの葉に障害が発生しない照射量

静岡県農林技術研究所内の 20 ~ 35℃ に設定した温室で、3 葉が展開したメロン苗 (品種 'アールスフェボリット') に UV-B 照射装置 (パナソニック株式会社製タフナレイ) を用いて日中または夜間に 1 日当たり $1.08 \sim 43.2 \text{ kJm}^{-2}$ の 12 段階の照射量で 7 日間照射した結果、日中は 4.32 kJm^{-2} ($0.2 \text{ Wm}^{-2} \times 6$ 時間) 以下、夜間は 2.16 kJm^{-2} ($0.2 \text{ Wm}^{-2} \times 3$ 時間) 以下の照射量であれば葉に障害はほとんど見られなかった (表-1)。なお、 10 kJm^{-2} 以上では強い障害 (葉の日焼けや壊死) が発生した (データ省略)。

本結果と MURATA and OSAKABE (2013) の報告を併せると、葉に障害を発生させないでハダニ類の卵と幼虫を死亡させる照射量を確保できることが示唆される。

II メロン温室における UV-B 照射方法の検討

1 試験区の設定 (照射強度と反射資材の必要性)

静岡県農林技術研究所内の約 88 m^2 のメロン栽培用のガラス温室を UV カットフィルム (三菱化学 MKV 株式

Practical Use of UV-B Radiation for Controlling *Tetranychus ludeni* on Greenhouse Melon.

By Shinichi MASUI, Yusuke KATAI, Makoto YAMADA, Shinichi AOKI, Takafumi SAKURAI and Masahiro OSAKABE

(キーワード: メロン, ハダニ類, UV-B, 防除効果, 障害)

表-1 UV-B 照射量とメロン葉の障害の関係^{a)}

	日当たり 照射量 (kJm^{-2})	照射強度 (Wm^{-2})	照射時間 (日当たり)	供試 株数	照射時展開葉 ^{b)}			照射後展開葉 ^{c)}		
					調査 葉数	被害率 (%)	被害 度	調査 葉数	被害率 (%)	被害 度
昼 7 日間照射	10.80	0.5	6 時間	3	12	75	18	18	28	14
	8.64	0.4		3	12	58	8	18	0	0
	6.48	0.3		3	12	33	5	18	0	0
	4.32	0.2		3	12	0	0	18	0	0
	2.16	0.1		3	12	0	0	18	0	0
夜 7 日間照射	5.40	0.5	3 時間	3	12	17	2	18	6	1
	4.32	0.4		3	12	8	1	18	0	0
	3.24	0.3		3	12	25	4	18	0	0
	2.16	0.2		3	12	0	0	18	0	0
	1.08	0.1		3	12	0	0	18	0	0
無照射				3	12	0	0	18	0	0

^{a)} 12 段階の照射量を検討したなかで、照射量の小さい範囲の試験結果を示した。

^{b)} 照射時に展開していた葉は 7 日間の照射直後に障害を調査した。

葉の障害を程度別 (指数 0: 障害なし, 1: 葉の 10% 未満が褐変または萎縮, 3: 50% 未満が褐変または萎縮, 5: 50% 以上が褐変または萎縮) に調査し, 被害度を (Σ 指数)/5/調査葉数 × 100 により計算した。

^{c)} 照射後に展開した葉は 7 日間の照射から 14 日後に障害を調査した。

葉の障害を程度別 (指数 0: 障害なし, 1: 葉の 10% 未満が褐変, 3: 50% 未満が褐変, 5: 50% 以上が褐変, 7: 5 に加え部分的にえ死が見られる) に調査し, 被害度を (Σ 指数)/7/調査葉数 × 100 により計算した。

会社製カットエースキリナイン) のカーテンで 4 等分したうえで、地上 180 cm からパナソニック株式会社製タフナレイによって 310 nm の波長をピークとする UV-B を 0.4 Wm⁻² または 0.2 Wm⁻² の強度で照射する試験区と無照射区を設置して (図-1), 検討を行った。UV-B は畝の 10 cm 上方の定植苗の葉が位置する空間の強度を 0.4 Wm⁻² または 0.2 Wm⁻² に調整した。

UV-B をハダニ防除に利用するために、葉裏に生息する個体に照射する必要があると考えられる。これを確認するため、310 nm 付近の波長を 80% 以上反射することを確認しているフラッシュ紡糸不織布 (デュボンTM タイベック 400 WP) をマルチする畝を設け、上方から照射した UV-B を畝面で反射させるとともに、マルチしない畝を設け、光反射資材の必要性を検討した。

2011 年 7 月 6 日に 3 葉が展開したメロン苗を定植し、各区 8 つの調査株とこれに隣接する株に研究所内で発生していたアシノワハダニ (*Tetranychus ludeni*) 雌成虫 3 頭を接種した。UV-B の照射は定植 3 日後の 7 月 9 日から調査終了まで、毎日午前 0 時～3 時に 3 時間行った。したがって、試験開始時に 0.4 Wm⁻² および 0.2 Wm⁻² 照射区における畝上 10 cm 付近の 1 日当たりの照射量はそれぞれ 4.32 kJm⁻²、2.16 kJm⁻² となる。メロンの株は 1 本仕立てとし垂直に生育させ、地上 180 cm で摘芯した。なお、定植 2 週間後の調査後にうどんこ病、ミナ

ミキイロアザミウマ、ウリノメイガを防除するために、すべての株にキノキサリン系 (25%) 水和剤 2,000 倍、DMTP (36%) 水和剤 1,000 倍、BT (10%) 水和剤 1,000 倍を混用散布した。

2 UV-B 照射と光反射シートマルチの組合せによるハダニ防除効果

UV-B 照射によるハダニ防除は、夜間に 1 日当たり 4.32 kJm⁻² または 2.16 kJm⁻² の照射量で上方から照射しただけではアシノワハダニの密度抑制効果は十分ではなく (図-2 d, e), UV-B 照射と光反射シートマルチと組合せた場合のみ防除効果が高くなった (図-2 a, b)。したがって、UV-B 照射によるハダニの防除法を確立するためにはハダニが生息する葉裏に照射する必要があることが改めて確認された。イチゴなどで開発されている病害防除を目的とした場合には地上約 2 m の高さから作物に向けて UV-B を照射する方法でよいが、これにハダニ防除を兼ねる場合は光反射シートなどの利用が必要になる。

なお、今回の試験ではすべての UV-B 照射区で、うどんこ病の発生が無照射区と比べ低く抑えられていることが観察された。このため、メロンでは UV-B をハダニとともにうどんこ病防除に実用化できる可能性がある。

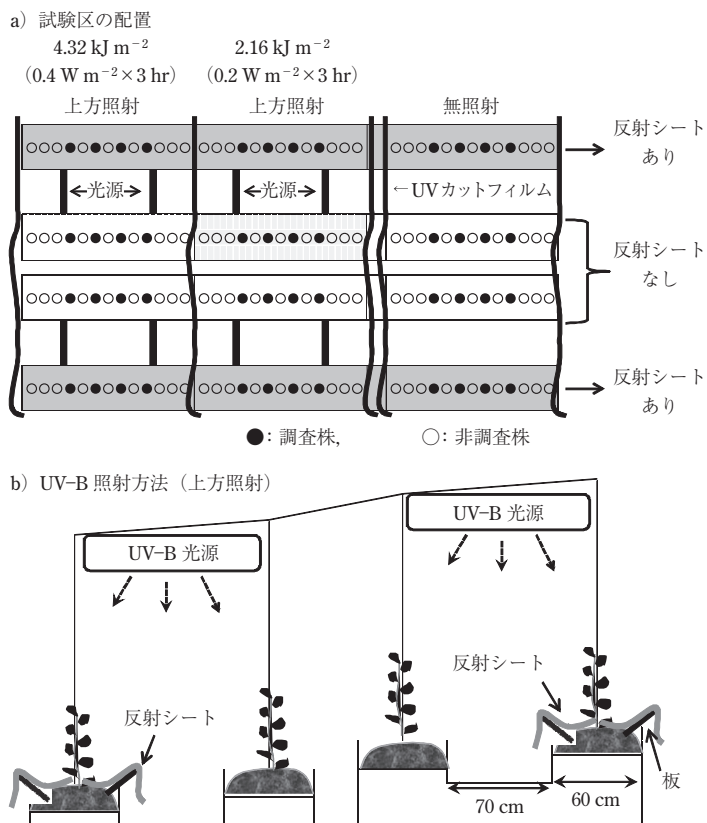


図-1 試験区の設置方法 (増井ら, 2013 (一部改変))

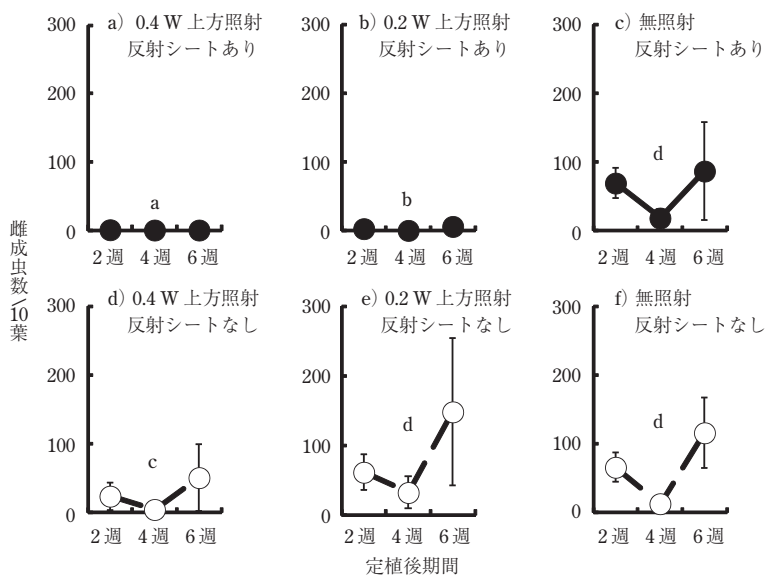


図-2 メロン温室における UV-B 照射と光反射シートマルチ処理によるアシノワハダニ防除効果 (増井ら, 2013 (一部改変))

0.4 W m^{-2} および 0.2 W m^{-2} 照射の1日当たり照射量はそれぞれ、 4.32 kJ m^{-2} 、 2.16 kJ m^{-2} である。バーは標準偏差を示す。図中の同一アルファベット間には分散分析後の Tukey HSD 検定により有意差なし ($p > 0.05$)。

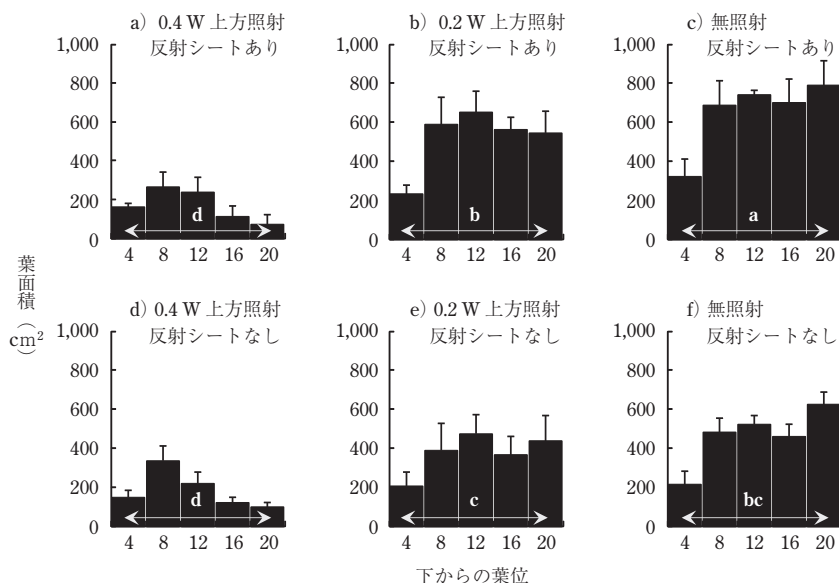


図-3 メロン温室における UV-B 照射と光反射シートマルチ処理がメロンの葉面積に及ぼす影響 (増井ら, 2013 (一部改変))

0.4 W m⁻² および 0.2 W m⁻² 照射の 1 日当たり照射量はそれぞれ、4.32 kJ m⁻², 2.16 kJ m⁻² である。棒グラフは該当する葉 1 枚当たりの平均葉面積、バーは標準偏差を示す。図中の同一アルファベット間には分散分析後の Tukey HSD 検定により有意差なし ($p > 0.05$)。

3 UV-B 照射および光反射シートマルチによるメロンの生育への影響

UV-B 照射は葉の小型化など一般に植物の伸長生長を抑制し (鈴木・近藤, 2002; 海老澤ら, 2008), 強度を上げると葉に日焼け症状を生じる (神頭ら, 2011)。メロンで葉面積を指標に影響を評価したところ、1 日当たり夜間 4.32 kJ m⁻² (0.4 W m⁻² × 3 時間) の照射では葉の面積が著しく縮小し (図-3 a, d), 実用性が低いことが明らかになった。一方で、2.16 kJ m⁻² (0.2 W m⁻² × 3 時間) 照射と光反射シートマルチを組合せた場合は葉面積の縮小は見られず (図-3 b), これが実用化に向けた照射量の目安になると考えられる。しかし、今回の試験では、地上 10 cm の UV-B 強度によって試験区を設定し、本県のメロンは一本仕立てにより株を垂直に生育させることから、上部にはより強い強度で UV-B が照射されたことになる。実際に、2.16 kJ m⁻² の照射条件でも、上部の葉には縮れや日焼けが確認されており、生産性や果実品質の視点で照射量をさらに詳しく検討していく必要がある。

III メロン温室における UV-B 実用化の課題

1 各種のハダニ類に対する防除効果

今回の試験ではナミハダニにおける基礎的知見のもとに、アシノワハダニに対する防除効果を圃場レベルで確認した。温室メロンでは、このほかにカンザワハダニ (*Tetranychus kanzawai*) の発生も見られることから、UV-B 照射による防除効果を種ごとに明らかにする必要がある。また、他作物へ応用する場合には、発生種への効果を確認する必要がある。

2 最適な照射時間帯と照射量

イチゴなどで病害防除を目的とした UV-B の利用は当初は日中に照射する条件で開発された (神頭ら, 2011)。しかし、日中の照射は栽培作業に支障が出ることから夜間照射の可能性について、検討を行う必要がある。メロンにおけるハダニ類防除を目的とした今回の試験では夜間照射を中心に検討を行い、有効性を確認したことから、夜間照射による実用化の可能性はある。UV-B 照射による病害虫防除効果と作物への影響の程度は、同一照射量であっても、日中照射と夜間照射で異なる可能性があり、照射時間帯ごとに実用的な照射量を明らかにする必要がある。

また、今回の検討では1日当たり 2.16 kJm^{-2} でアシノワハダニに対する効果が認められ、メロンの葉面積への影響は小さかったが、上部の葉への障害が確認されたことから、さらに照射量を低下させた場合の実用性を検討する必要がある。

3 照射方法

UV-B 照射による病虫害防除効果を安定化させ、作物への影響を小さくするためには、作物の各部位ごとの照射量を均一にする必要がある。イチゴなどの丈が低い作物は既存の装置や光反射資材によって照射量の均一化が可能と考えられる。その一方で、温室メロンのように丈が高い作物において、既存の装置などを用いて照射量を均一化しようとする、遮光資材を用いたうえで光源を増設する必要性があり、高コストの問題が発生する。したがって、安価な低出力光源の開発なども検討する必要がある。

おわりに

施設栽培では1970年代に近紫外線除去フィルムにより施設害虫の防除法が開発され(永井・野中, 1982), これは360 nm以下のUV-Aが遮断された空間への各種

害虫の行動が抑制されるためである可能性が示されている(太田ら, 2009)。また、315 ~ 280 nmのUV-Bを人工的に照射することにより作物の病害抵抗性誘導(神頭ら, 2011; 岡ら, 2011)とともにハダニ類の増殖を抑制できる事例が得られたことから、紫外線は各種病虫害の発生に密接に関連していることが改めて認識された。今後は、各種波長を除去するフィルム、光反射シート、紫外線照射装置等を用いて、作物の生育や既存の栽培技術との調和をとりながら、施設内の紫外線条件を調整することにより、各種病虫害の発生を抑制することが可能になると考えられる。

引用文献

- 1) 海老澤聖宗ら (2008): 植物環境工学 **20**: 158 ~ 164.
- 2) 神頭武嗣ら (2011): 植物防疫 **65**: 28 ~ 32.
- 3) 増井伸一ら (2013): 関西病虫研報 **55**: 37 ~ 41.
- 4) MURATA, Y. and M. OSAKABE (2013): J. Insect Physiol. **59**: 241 ~ 247.
- 5) 永井清文・野中耕次 (1982): 植物防疫 **36**: 466 ~ 468.
- 6) 太田 泉ら (2009): 関西病虫研報 **51**: 5 ~ 9.
- 7) OHTSUKA, K. and M. OSAKABE (2009): Environ. Entomol. **38**: 920 ~ 929.
- 8) 岡 久美子ら (2011): 日植病報 **77**: 23 ~ 27.
- 9) SAKAI, Y. and M. OSAKABE (2010): Photochem. Photobiol. **86**: 925 ~ 932.
- 10) 鈴木広子・近藤三雄 (2002): ランドスケープ研究 **68**: 533 ~ 536.

植物防疫 特別増刊号 No.10

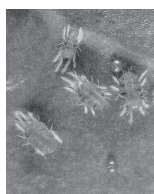
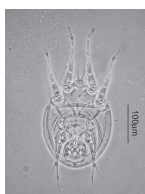
植物ダニ類の見分け方

B5判 本文120頁、カラー口絵3頁
本体 **2,400** 円 + 消費税 送料実費

◆農作物に寄生するダニ類およびその天敵のカブリダニの分類について、国内第一人者が最新の和名に従って詳細に解説しています。

【掲載内容】

- ・ダニ科の見分け方
ピラハダニ亜科、ナミハダニ亜科に属する82種を解説。
- ・ヒメハダニ科およびケナガハダニ科の見分け方
ヒメハダニ科およびケナガハダニ科に属する16種を解説。
- ・フシダニ類の見分け方
フシダニ類に属する4科55種を解説。
- ・コナダニ類の見分け方
- ・カブリダニ科の見分け方
ムチカブリダニ亜科、ホンカブリダニ亜科、カタカブリダニ亜科に属する85種を解説。



お問合せは下記へ

一般社団法人日本植物防疫協会 支援事業部

〒114-0015 東京都北区中里 2-28-10

TEL 03-5980-2183 FAX 03-5980-6753

http://www.jppe.or.jp/ order@jppe.or.jp