



あたらしい 農業技術

No.655

UV-B照射によるイチゴの
薬剤抵抗性ハダニ類対策

令和元年度

—静岡県経済産業部—

要 旨

1 技術、情報の内容及び特徴

- (1) イチゴ株の上から紫外線（UV-B）を毎日照射し、合わせて光反射資材を畝面に設置することにより、ハダニ類とうどんこ病を同時に防除することが出来ます。
- (2) UV-Bの照射強度が10～15mW/m²となるように照射装置（パナソニック製UV-B電球型蛍光灯（SPWFD24UB1PAまたはSPWFD24UB1PB））を、畝面から1～2mの高さに、3～6m間隔、列間3～5mで設置します。
- (3) 本圃では、UV-Bを定植から毎夜3時間（10～1時）照射し、葉裏への照射量を確保するために、黒マルチ設置後、畝の肩部に幅50cmと条間に幅10～15cmの光反射資材（タイベック[®]シート）を敷きます。天敵のミヤコカブリダニ製剤を開花後に放飼します。年明け以降にハダニが増加した場合はチリカブリダニ製剤を追加放飼します。
- (4) 本体系により10月から栽培終了までハダニ類やうどんこ病を抑制でき、使用農薬数の大幅な削減が期待できます。
- (5) 本体系では防除関係経費が10a当り100千円程度増加しますが、うどんこ病の果実被害常発ほ場では被害抑制により経費増以上の増収が期待できます。

2 技術、情報の適用効果

本圃でのUV-B照射と光反射シート、天敵カブリダニの併用により、化学農薬を削減してもうどんこ病とハダニ類を長期間抑制することができます。

3 適用範囲

- (1) 本技術は、薬剤抵抗性が発達したハダニ類やうどんこ病の発生が多い施設栽培のイチゴに利用できます。
- (2) ハダニ以外の害虫やうどんこ病以外の病害には顕著な効果は確認されていません。

4 普及上の留意点

- (1) 装置導入（蛍光灯、配線、工事費等）経費は10a当たり50～60万円程度です。
- (2) 6～9月中の照射はコガネムシが飛び込む可能性があるため注意が必要です。
- (3) 冬期はUV-Bによる葉の障害（日焼け症状）が出やすいので、障害が出た場合は照射時間を2時間とします。上記条件の照射で‘紅ほっぺ’、‘きらび香’では問題は認められませんが、品種によっては深刻な障害が発生することがあるので注意が必要です。
- (4) UV-B電球型蛍光灯には可視光も含まれます。‘紅ほっぺ’、‘きらび香’では、照射による着花への影響は認められていませんが、品種によっては確認が必要です。
- (5) 土耕栽培では光反射資材の被覆により地温が低下するので注意が必要です。
- (6) カブリダニ放飼2週間前以降はカブリダニに影響のある農薬の使用を控えます。
- (7) 本防除体系は「紫外光照射を基幹としたイチゴの病害虫防除マニュアル～東海地域事例～」として、農研機構のホームページ（http://www.naro.affrc.go.jp/Publicity_report/publication/files/kakisigaisenntoukai.pdf）で公開されています。

目 次

| | |
|-------------------------------|---|
| はじめに | 1 |
| 1 紫外線（UV-B）によるイチゴうどんこ病とハダニ類防除 | 2 |
| 2 イチゴほ場におけるUV-Bの照射方法 | 2 |
| （1）土耕栽培におけるUV-Bと光反射シートの設置方法 | 3 |
| （2）高設栽培における光反射資材の設置方法 | 3 |
| （3）UV-B照射量と防除効果 | 3 |
| 3 UV-Bと天敵の組合せによるハダニ防除 | 4 |
| おわりに | 5 |
| 参考文献 | 6 |
| 用語解説 | 6 |

はじめに

イチゴには多くの病害虫が発生しますが、特に問題となっているものとして、炭疽病、うどんこ病、ハダニ類（図1）、アザミウマ類などが挙げられます。このうちハダニ類、特にナミハダニは全国的に薬剤の効果が低下して防除が困難となっており、静岡県においても十分な防除効果が期待できる殺ダニ剤は限られています（表1）。こうした状況の中、最近、農薬以外のさまざまな防除技術が検討されてきました。今回は、イチゴ株の上から紫外線（UV-B）を照射することにより、これらのうちうどんこ病とハダニ類を同時に防除可能な技術を開発しましたので紹介します。

なお、本技術の開発には内閣府戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「次世代農林水産業創造技術」（管理法人：農研機構生研支援センター）の助成を受けて実施しました。



図1 イチゴ果実に発生したうどんこ病（左）とナミハダニ黄緑型雌成虫（右）

表1 県内のイチゴから採集したナミハダニ雌成虫の主要殺ダニ剤に対する感受性（2015年）

| IRAC コード* | 農薬名 (成分) | 希積 倍数 | 調査 圃場数 | 補正死亡率 (%) 別の圃場数 | | | | |
|--------------|------------------------------------|----------|-----------|-----------------|--------|--------|---------|-----|
| | | | | <50 | 50~<70 | 70~<90 | 90~<100 | 100 |
| 6 | アフーム乳剤 (エマメクチン安息香酸塩) | 2,000 | 9 | 3 | | 2 | 3 | 1 |
| 13 | コテツフロアブル (クロルフェナピル) | 2,000 | 6 | 6 | | | | |
| 20B | カネマイトフロアブル (アセキノシル) | 1,000 | 9 | 3 | 2 | 4 | | |
| 20D | マイトコーネフロアブル (ビフェナゼート) | 1,000 | 9 | | | | 2 | 7 |
| 21A | サンマイトフロアブル (ピリダベン) | 1,000 | 9 | 9 | | | | |
| 25A | スターマイトフロアブル (シエノピラフェン) | 2,000 | 8 | 8 | | | | |
| 25A | ダニサラバフロアブル (シフルメトフェン) | 1,000 | 6 | 6 | | | | |
| 25B | ダブルフェースフロアブル (ピフルミド+フェンピロキシメート) | 2,000 | 5 | 4 | | 1 | | |

*農薬の作用機構を分類したコード、数字は主要グループをアルファベットはサブグループを示す

1 紫外線（UV-B）によるイチゴうどんこ病とハダニ類防除

人間が感じることができる可視光線は紫色～赤色で、その波長は概ね 400～700 nm です。この

可視光線より短い波長域に紫外線があります。紫外線は、波長の長さで更にUV-A (315~400 nm)、UV-B (280~315 nm)、UV-C (200~280 nm) 3つに分けることができます。紫外線は太陽光に含まれていますが、このうちのUV-Cは大気層に吸収され地表には届きません。地表に届く紫外線のほとんどがUV-Aですが、UV-Bも5~30 k J / m²程度が地表に届いています。このUV-Bを活用して、近年、イチゴの病害虫防除技術が開発されています。

兵庫県農林技術総合センターは、冬季の太陽光に含まれる量程度の3 k J / m²のUV-Bを毎晩イチゴに照射することで、植物体内で病害抵抗性が誘導され、うどんこ病が抑制されることを明らかにしました。一方、ハダニ類に対しては、京都大学がUV-Bの直接的な照射で、卵や幼虫に対して生育を抑制することを明らかにしました。ハダニ類の生育抑制はDNAの損傷が原因ですが、この損傷は可視光の照射によって回復してしまうためUV-B照射後3~4時間可視光が当たらない時間が必要なことも同時に明らかにされました。これらのことから、イチゴではUV-Bを夜間にハダニの生息部位である葉裏に照射できれば、うどんこ病とハダニを同時に防除できることとなります。

2 イチゴほ場におけるUV-Bの照射方法

現在、UV-Bを発生する蛍光灯(図2)がパナソニックライティングデバイス(株)から市販されています。この蛍光灯は100V24Wで、口金E26ソケットに取り付け、畝面から1~2mの高さに、3~6m間隔で施設内に設置します(図3)。うどんこ病防除は、イチゴ株の上からの照射でよいのですが、葉裏にはハダニ防除に必要な量のUV-Bは届きません。そこで、UV-Bを90%以上かつ乱反射する光反射シート(デュポンタイベック®シート)を畝に敷き葉裏へのUV-B量を増やすようにします。



図2 UV-B電球型蛍光灯

写真は畝面と口金の距離が1~1.5mの場合に用いる平皿型反射板タイプ(1.5~2mの距離が取れる場合は、お椀型反射板を用いる)

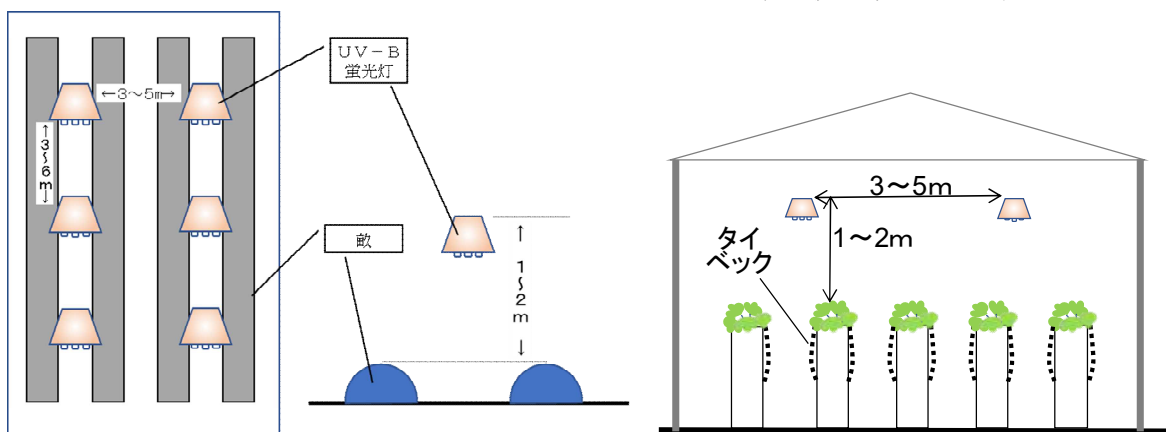


図3 UV-B蛍光灯の設置方法(左:土耕栽培、右:高設栽培)

蛍光灯は畝面から1~2mの高さに、3~6m間隔、列間3~5mで設置する。
(1) 土耕栽培におけるUV-Bと光反射シートの設置方法

土耕栽培では、慣行の黒マルチの上に光反射シートを敷いてUV-Bを反射させるようにします。図4（右）は株間、畝間全面にタイベックシートを敷き詰めたところですが、この結果、殺ダニ剤を無散布でもハダニの密度を抑制できました。ただし、タイベックは幅広い波長域の光を反射するため、全面に設置すると地温の上昇を抑制し、肝心のイチゴの生育が冬季には抑制されてしまいます。そこで、兵庫県立農林水産技術総合センターは条間と法面7割程度にタイベックを設置して（図4（左））、地温抑制を防ぎつつUV-B反射の効果が得られることを確かめました。

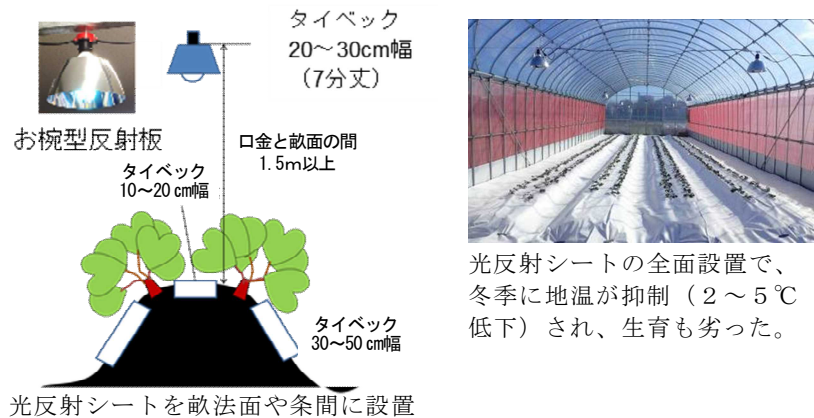


図4 土耕栽培でのUV-Bと光反射シートの設置方法
（右）土耕栽培で全面光反射シートを設置した様子（悪い例）

（2）高設栽培における光反射資材の設置方法

高設栽培での光反射シートの設置方法（図5）と反射光の強さの関係は表2のとおりで、反射光の強さは③>①+②>②>①の順になりました。すなわち、高設ベッドの畝間に地面と平行にシートを張った場合（③）に反射光が最も強く、ベッド側面に50cm幅のシートを垂らし、通路にもシートを敷き詰めた場合（①+②）は、③の半量程度の反射光となりました。最も反射光が弱かったベッド側面に50cm幅のシートを垂らしただけの場合（①）でもシート無設置に比べ10倍程度の反射光が得られています。反射光が強いほどハダニ類に対する防除効果は安定しますが、③は管理作業時にシート外しが手間であること、②は日中の光反射が作業者の目に負担になることなどの欠点があります。

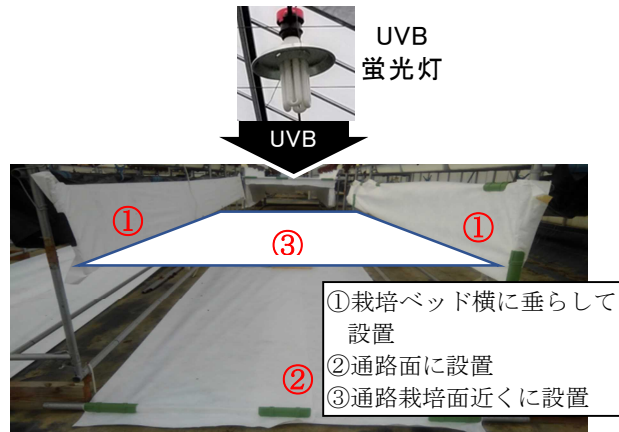


図5 高設栽培における光反射シートの設置方法

表2 光反射シートの設置位置とベッド側面における下からのUV-B反射強度

| 光反射シート | mW/m ² |
|--------|-------------------|
| なし | 0.2~0.5 |
| ① | 4~7 |
| ② | 8~13 |
| ①+② | 12~23 |
| ③ | 21~43 |

（3）UV-B照射量と防除効果

それでは、ハダニ類の防除にはどの程度のUV-B量があればよいのでしょうか。UV-B照射とナミハダニ卵の死亡率の間には一定の関係があり、半数の卵が死亡する照射量（半数致死照射量）が京都大学の研究により明らかに

されています。表3はUV-Bの量と半数致死照射量に達する日数の関係を示しており、照射量が強いほど日数が少なくなっています。ナミハダニの卵の発育は温度が高いほど早く、低くなれば遅くなります。25℃で見た場合、卵期間は4.5日で、10mW/m²を照射した場合の半数致死に要する日数5.4日より短いため半数以上の卵が孵化してしまいます。

一方、冬季の施設内の日平均温度の15℃では、卵期間は12日で、5mW/m²を照射した場合の半数致死に達する日数10.7日より長いいため殺卵効果が現れます。実際に、図5の①のよう

に光反射シートを設置したところ、1～2月の低温期にはナミハダニに対して高い密度抑制効果が得られましたが、4～5月には効果が不十分になりました。

表3 UV-B照射量とナミハダニ卵の半数致死照射量に達する日数

| 照射強度 mW/m ² | 卵の半数致死照射量到達日数 |
|---------------------------|---------------|
| 5 | 10.7 |
| 10 | 5.4 |
| 20 | 2.7 |

注) ナミハダニ卵の半数個体致死照射量を0.58kJ/m²とし、1日に3時間毎日照射で算出した。

参考) 温度とナミハダニ卵の発育期間
25℃: 4.5日、20℃: 8日、15℃: 12日

3 UV-Bと天敵の組合せによるハダニ防除

これまでに研究所内で行った試験では、UV-B照射と葉裏に十分な照射量を得られる光反射シートの設置法(図5③)を組み合わせれば、本圃定植時にハダニ密度が低ければ翌春までハダニを抑制可能なことが確認されました。

しかし、実際の生産現場では、殺ダニ剤の効果が不十分で定植苗のハダニ密度を十分下げることができない場合が見受けられます。そこで、UV-B照射と天敵を組み合わせる試験を生産現場において実施しました(図6)。9月下旬からUV-B照射を行い、光反射シートは前述の①の方法で設置し、10月上旬に天敵カブリダニを放飼しました。

この試験区と慣行防除を比較したところ、慣行区ではハダニが増減を繰り返し、農薬散布9回、天敵放飼2回行った結果、ようやく2月にハダニを抑制することができました。一方、UV-B照射と天敵を組合わせた試験区では、10月から翌年5月までハダニを安定して抑制でき、ハダニ

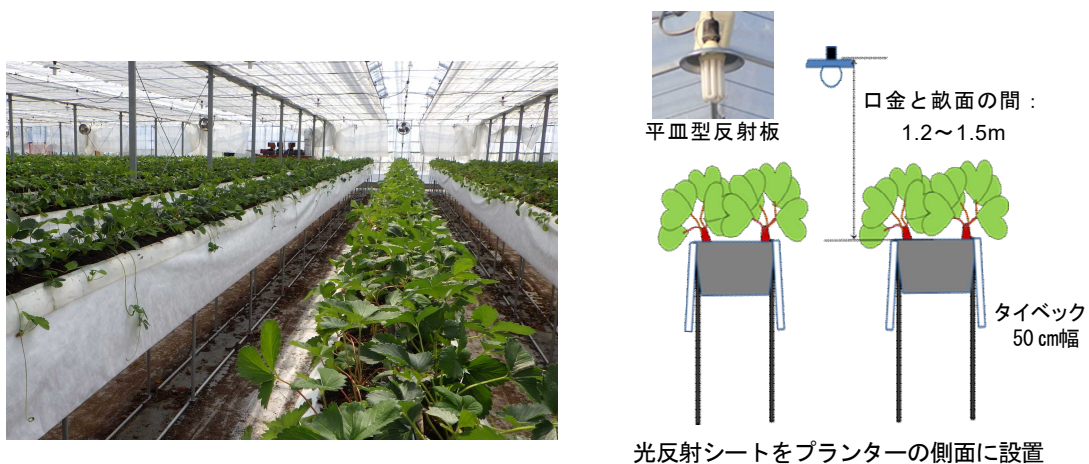


図6 UV-B照射+光反射シートと天敵カブリダニを組合わせた現地試験圃場の様子(左)とUV-Bと光反射シート設置方法模式図(右)

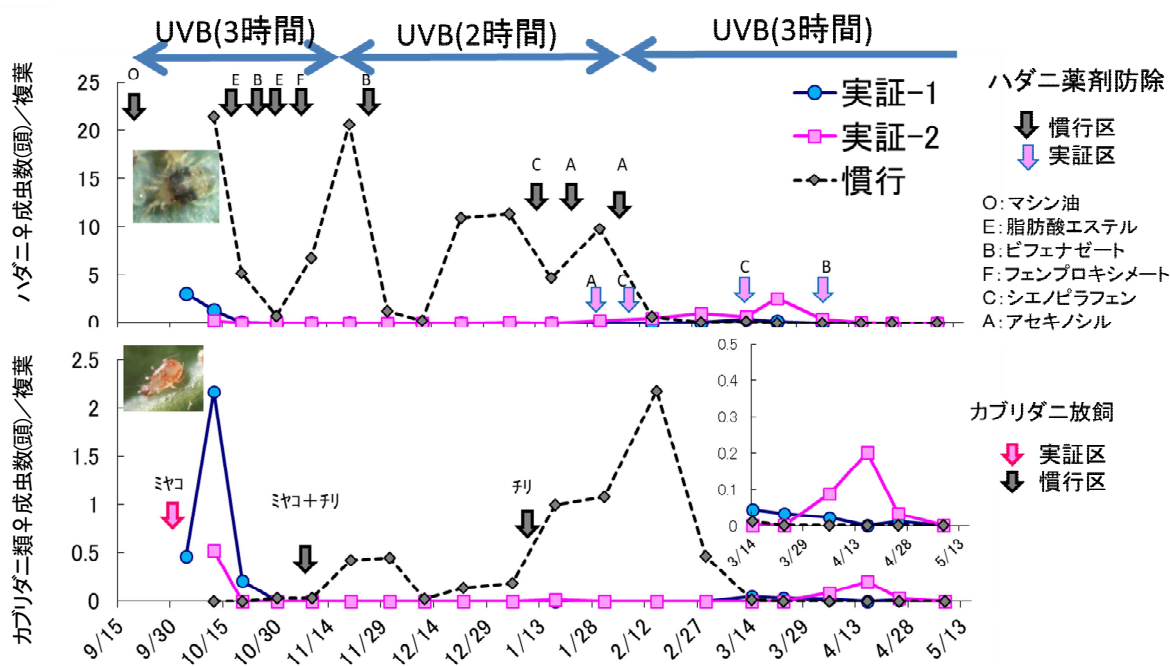


図7 UV-B 照射+光反射シートと天敵カブリダニを組合わせた現地試験のハダニおよびカブリダニ類の推移

防除を目的とする農薬散布・天敵放飼ともに1回で済みました(図7)。うどんこ病の殺菌剤も

削減できたので、農薬を慣行区の半分以下に削減できました(表4)。冬季のイチゴ施設内は日平均気温が15℃程度であり、冬季には卵の発育期間が長くなるため弱い反射量でも防除効果が認められることとなります。

一方、日平均温度が20℃を超える春には卵期間が短くなり、相対的にUV-Bによる殺卵効果が低下します。しかし、温度上昇によりカブリダニの捕食や増殖能力が高まります。また、カブリダニはUV-Bを避ける性質があるため、UV-Bの届かないところ

に残るハダニを天敵カブリダニと農薬を組合わせた実証試験圃場における農薬使用回数および散布回数に比べて削減率を算出した。表4は相互に補い合う効率的な農薬削減回数(延べ回数)を示す。

| | 殺ダニ剤 | 殺虫剤 | 殺菌剤 | 合計 | 散布回数 |
|-----|------|-----|-----|-----|------|
| 試験区 | 4** | 4 | 6 | 14 | 9 |
| 慣行区 | 9 | 10 | 13 | 32 | 17 |
| 削減率 | | | | 56% | 47% |

*10月から翌年5月までの延べ回数 ** ホコリダニ防除3回を含む

おわりに

イチゴ生産において、ハダニ類とうどんこ病は薬剤抵抗性・耐性を発達させ問題となっている代表的な病害虫です。今回紹介したUV-B照射を核とした防除法は、これらに対して安定的な防除効果を示すとともに、今後の薬剤抵抗性・耐性発達の回避・遅延にも貢献できるIPM技術です。また、今後、ますます求められる省力化や消費者の安全・安心にも応えることができる技術として、活用が期待されます。

なお、本技術をまとめた「紫外線照射を基幹としたイチゴの病害虫防除マニュアル～東海地域事例～」が国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）のホームページに掲載されていますので、より詳細を知りたい場合はそちらをご覧ください。

https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/130266.html

参考文献

- 1) 神頭武嗣・松浦克成・小河拓也・宇佐美俊行・雨宮良幹, 2011. 紫外光 (UV-B) 照射によるイチゴうどんこ病の防除. 植物防疫, 65, 28-32.
- 2) 村田康允・刑部正博, 2014. ハダニに対するUVBの致死効果と光回復. 植物防疫, 68, 539-543.
- 3) Tanaka, M., J. Yase, S. Aoki, T. Sakurai, T. Kanto and M. Osakabe, 2016. Physical Control of Spider Mites Using Ultraviolet-B With Light Reflection Sheets in Greenhouse Strawberries. J. Econ. Entomol. 109, 1758~1765.
- 4) 片山晴喜, 2019. 紫外線UV-Bおよびタイベックを用いた効果的なハダニ防除の取り組み. 技術と普及, 56, 40-41.
- 5) 佐藤衛・田中雅也, 2019. 紫外線(UV-B)照射技術を基幹とした施設イチゴ病害虫防除体系の構築. 植物防疫, 73, 670-674.
- 6) 刑部正博, 2019. UV-B照射によるハダニ類の防除メカニズムと環境要因. 植物防疫, 73, 675-679.

用語解説

- 1) UV-B照射強度 (=照度) 基本単位 W (ワット) / m²

UV-Bの瞬間的な強度 (放射照度)

主な単位の換算 1 W / m² = 1,000 mW / m² = 100 μW / cm²

- 2) UV-B積算照射量 (=照射量) 基本単位 J (ジュール) / m²

UV-B照射強度に時間 (秒) を掛けたエネルギー量

0.1 W / m² の照射強度のUV-Bを1日3時間 (10,800秒) 照射した場合の1日あたり積算照射量は、0.1 W / m² × 10,800 秒 = 1,080 J / m² = 1.08 k J / m² となる。

主な単位の換算 1 k J / m² = 1,000 J / m² = 100 m J / cm²

農林技術研究所 植物保護・環境保全科長 土井誠
農林技術研究所 企画調整部 専門官 片山晴喜