

静電場スクリーンの開発と実用化

近畿大学農学部 松田 克礼・野々村 照雄・豊田 秀吉
カゴメ株式会社総合研究所 金 原 淳 司
大阪府環境農林水産総合研究所 草 刈 眞 一

はじめに

静電気を利用すれば病虫害を捕捉できる。筆者らは、分極した絶縁体にもこの能力が存在することに着目し、静電場スクリーンを考案した。静電場スクリーンとは、その周辺に静電場を形成するものである。この静電場には電氣的な力が存在し、電場に入り込んだ病虫害をスクリーンに引き付け、捕らえることができる。捕捉された病虫害は通常の自然環境下において、風などでスクリーンから離されることはない。捕捉可能な対象として、小さな病原菌胞子や花粉、小型害虫のコナジラミやハモグリバエ、少し大きなキノコバエやショウジョウバエなどを確認している。この静電場スクリーンを施設の開口部に設置すれば、通気性を保持した状態で害虫や病原菌胞子の侵入を遮蔽できる。一方、スクリーンを側窓や天窓に取り付けると、人間や動物、鳥等が接触する可能性がある。しかしながら、スクリーンの電極は絶縁体で被覆されており、さらにアースに接地されたネットで保護されている。すなわち、人間や動植物が接触しても危険はない。本稿では、この静電場スクリーンの原理とその実用化例を紹介する。

I 静電場スクリーンについて

1 単極型静電場スクリーン

静電気（帯電体）が存在すると、その周辺に静電場が形成される。静電場とはその帯電体の電氣的な力が及ぶ領域であり、そこに侵入した物体を引き寄せる。この力を利用すれば、空中を浮遊する病原菌胞子や飛翔する害虫を引き寄せ、捕捉できる。物体を帯電させる方法として、摩擦や剥離による帯電がある。しかしながら、これらの帯電は一時的であり、湿らせた雑巾などで拭くと容易に取り除かれる。帯電がなくなると静電場がなくなり、捕捉能力も消失する。そこで、帯電状態が維持され、

捕捉能力が低下しない静電場スクリーンを開発した。静電場スクリーンは静電圧発生装置（直流高圧電源）によって帯電状態が維持されており、静電場が消失することはない。静電場スクリーンは、プラスまたはマイナスのどちらかを帯電させても同じ効果を得ることができる（SHIMIZU et al., 2007）。単極型静電場スクリーンとは、絶縁被覆電極をプラスもしくはマイナス、そのどちらか一方の帯電で捕捉する装置である。

以下に静電場スクリーンの概略を紹介する。静電場スクリーンは、絶縁被覆した導体で構成されている。まず、直径2 mm程度の銅棒（導体）をアクリルや塩化ビニルチューブなど（絶縁体）に通して被覆する。次に、静電圧発生装置から銅棒にプラスまたはマイナスの静電気を与えると、すみやかに絶縁被覆した電極の周辺に静電場が形成される。形成された静電場に入り込んだ病原菌胞子や花粉は、電極に引き付けられて捕捉される。これらの絶縁被覆電極を並列に配置したものが静電場スクリーンである（図-1 A）。筆者らは、このスクリーンをフレームの上部と側面に取り付け、鳥かご型保護装置を作製した（図-1 B）。トマト苗生産過程にこの装置を適用し、トマトうどんこ病に対する防除効果を検討した。その結果、うどんこ病菌の感染は抑制され、健全な苗を生育させることができた（図-2）。

2 双極型静電場スクリーン

自己駆動する害虫を捕捉するには、単極型静電場スクリーンに改良を加える必要がある。静電場に入り込んだ害虫はスクリーンに引き付けられるが、その後自力でスクリーンから離れることができる。スクリーンに引き寄せた害虫を逃がさないためには、捕捉力を強くする必要がある。捕捉力は、電位差を大きくすることで強くできる。しかしながら、1台の直流高圧電源で大きな電位差を得るには高価で高性能な装置が必要となる。そこで、同じ電位差を与えても強い静電場を形成できる双極型静電場スクリーンを開発した。双極型とは2本のビニルチューブなどで絶縁被覆した電極を5 mmの隙間を開けて平行に並べ、一方にプラス、もう一方にマイナスの電荷を送り込むものである（図-3 A）。このように2本を並べると、同レベルの電位差を与えるだけで相対的に2倍

Development and Practical Application of an Electrostatic Dipolar Screen. By Yoshinori MATSUDA, Teruo NONOMURA, Junji KIMBARA, Shin-ichi KUSAKARI and Hideyoshi TOYODA

（キーワード：静電場スクリーン、タバココナジラミ、トマトうどんこ病、物理的防除）

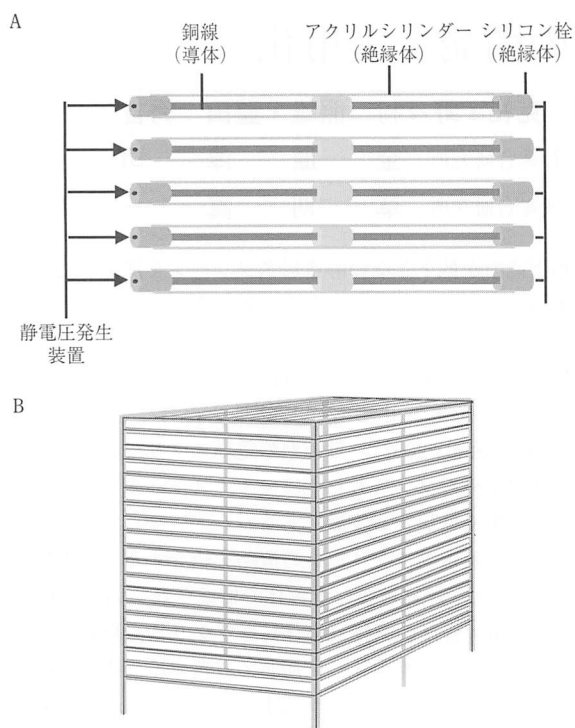


図-1 単極型静電場スクリーン

A: 単極型静電場スクリーンの模式図, B: 単極型静電場スクリーンをフレームに取り付けた鳥かご型静電場スクリーン。

の電位差をつくることができる (TANAKA et al., 2008)。このペアを並列に配列したものが双極型静電場スクリーンである (図-3 B)。このスクリーンはタバココナジラミやトマトハモグリバエ, ミカンキイロアザミウマ等, 自己駆動する小型飛翔害虫を捕捉できる (図-3 C)。実際に筆者らの温室にスクリーンを設置し, 1 か月間トマトを栽培した。その結果, 温室内に侵入した害虫 (昆虫類) は認められず, 本装置の有効性が検証された。また, スクリーンには, タバココナジラミ, オンシツコナジラミ, トマトハモグリバエ, アブラムシ類, ミギワバエ類等多くの害虫 (昆虫) が捕捉されていた。しかしながら, 双極型静電場スクリーンを稼働させるにはプラスおよびマイナスを発生する 2 台の電源装置を必要とする。そこで使用する静電圧発生装置について検討を行った。

アース (接地) に接続された導体に絶縁被覆した電極を近づけると, 導体は静電誘導されて対極となる。つまり, マイナス帯電させた被覆電極をアース導体に近づけるとアース導体はプラスになるという現象である。この現象を利用すれば, 対極をつくることができると考えた。そこで, 1 台の電源装置で双極を形成させるため,

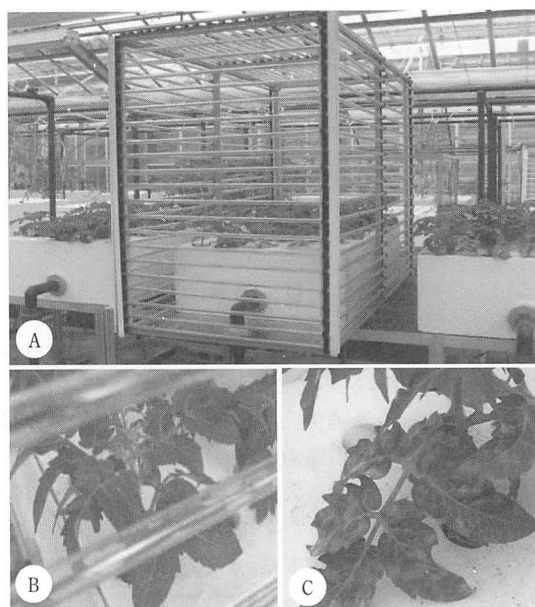


図-2 単極型静電場スクリーンによるトマトうどんこ病の防除

A: 鳥かご型静電場スクリーン, B: 静電場スクリーンで保護されたトマト, C: 保護されていない罹病トマト (MATSUDA et al., 2006)。

一方を電源から接地アースに変更した。ビニルチューブ電極の一方には電源装置からマイナス電荷を送り込み, ペアの対極となるビニルチューブ電極は電源装置に連結せずアースに接地した。その結果, アースに接地されたビニルチューブ電極は対極側のマイナス静電場の影響を受けてプラスに分極した。つまり, 一方はプラス, もう一方はマイナスとなり対極となった。この改良により, 1 台の電源装置で双極型静電場スクリーンを作製できるようになった。

II 静電場スクリーンの実用化に向けて

双極型静電場スクリーンは, 絶縁体で被覆された電極とアースに接地された電極が存在すればよく, その形状・形態にも制限はない。また, 接地アース側の電極は必ずしも被覆する必要はないと考えている。図-4 A にはブラインド型静電場スクリーンを示す。このスクリーンは厚さ 0.2 mm, 幅 15 mm のアルミプレートに軟質性塩化ビニルで被覆し, マイナス帯電させるプレートとアースに接地するプレートを交互に配列したものである。図-4 B は, 銅棒をビニルチューブで被覆した電極をマイナス帯電させ, アースに接地したステンレス製のメッシュでサンドイッチしたスクリーンである。ブラインド形式およびビニルチューブ-アースネット形式の静電場

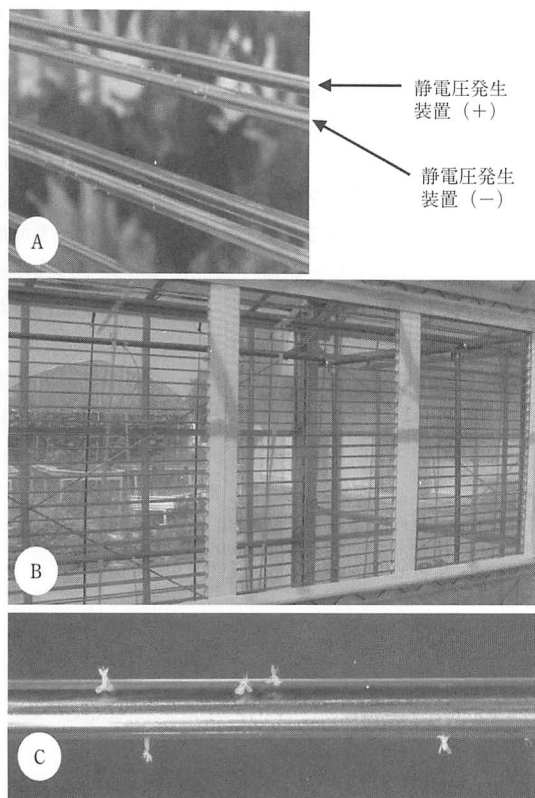


図-3 双極型静電場スクリーンによるタバコナジラミの防除

A: 双極型静電場スクリーン, B: 温室設置した双極型静電場スクリーン, C: スクリーンに捕捉されたタバコナジラミ。

スクリーンは、筆者らが試作した 20 数種類のスクリーンから実用化型として選抜されたものである。選抜には基準を設け、条件をクリアしたスクリーンにはより厳しい基準を適用した。第 1 基準は、タバコナジラミを 5 kV 以下の電位差で完全に捕捉できることである。5 kV 以下の電源装置は家電製品にも使用されており、安全基準も明確である。農業分野に使用されている一例として、電気牧柵器がある。この装置はパルス式の 9 kV を使用しているが、基準をクリアした安全な装置であり、市販されている。第 2 基準は、タバコナジラミだけでなく、トマトハモグリバエ、ミカンキロアザミウマ、キノコバエを完全に捕捉できるスクリーンとした。前述の二つのスクリーンは第 2 基準をクリアした試作である。これらの基準をクリアしたスクリーンを実用化の候補とし、筆者らの温室に設置して試験を行っている。筆者らが到達した最も実用化に近いスクリーンは、ビニルチューブ—アースネット形式の静電場スクリーン

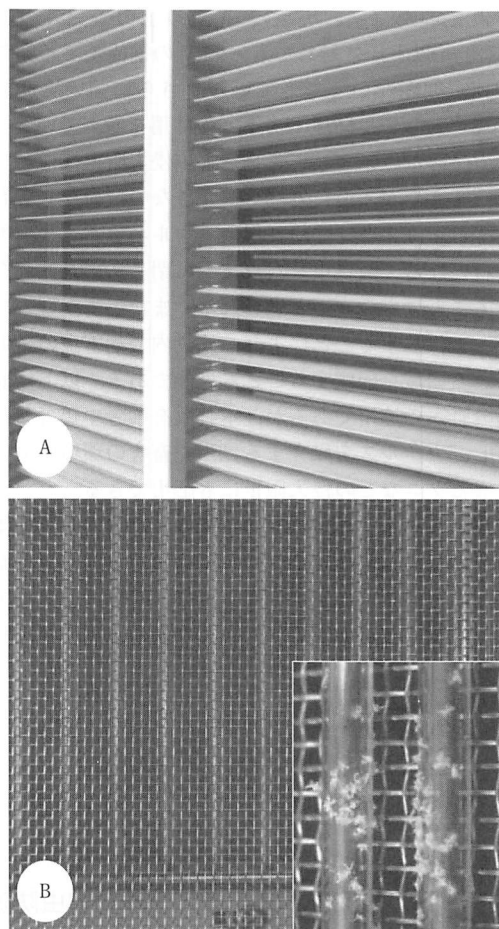


図-4 実用化型静電場スクリーン

A: ブラインド型静電場スクリーン、帯電させるプレートとアースに接地されるプレートが交互に配置されている。プレートの間隔は 0.6 mm。B: ビニルチューブ—アースネット型静電場スクリーン、アースネットは線径 0.5 mm, 10 メッシュ挿入写真は捕捉されたタバコナジラミ。

である。このスクリーンは少し大きなショウジョウバエを 5 kV、タバコナジラミ、トマトハモグリバエ、ミカンキロアザミウマ、キノコバエを 3 kV で完全に捕捉できる。現在このタイプのスクリーンについては、商品化に向けて、カゴメ(株)を中心に専門メーカーが開発を進めている。

おわりに

温室の窓に静電場スクリーンを設置した場合、予期できない不規則な風を受ける。ビニルチューブ—アースネット式スクリーンの場合、3 kV の電位差において、捕捉したタバコナジラミは風速 6 ~ 8 m でも確実に捕

捉されていた(室内実験)。それ以上の予想外の強風(風速8m以上)に対しても、5kVの電位差で駆動できれば何ら問題ないと考えている。さらに強い風速数十mの風に対しては防風ネットとの併用を考えている。

一方、静電場スクリーンを病虫害侵入阻止技術として開発してきたが、逆に外部へ逃がさない技術としても利用できる。例えば、受粉に用いるマルハナバチや生物防除資材となる天敵昆虫をハウス内に閉じ込め、逃避を防止することにも役立つと思われる。また、衝立型のスクリーンを作製することにより、施設内で病虫害の発生が疑われる領域を隔離することも可能である。以上は植物栽培分野への適用であるが、本装置を牛舎や鶏舎などに装着し、ウイルスを媒介する昆虫や畜舎の環境衛生上問題となるダニなどの侵入阻止にも応用できる。

静電場スクリーンの特徴は、帯電した導体が絶縁体で被覆されており、電流が流れない点にある。電流が流れないと電力消費は極端に少なくなり、ランニングコストを低減することができる。しかしながら、電流が流れな

いことの一歩の利点は「人体にとって安全なこと」である。市販されているソーラーパネル式の電気柵器を一部改良し、実験温室で稼働させているが、何ら問題は起こっていない(1か月間程度)。また、軽自動車などに使用する12Vのバッテリー(20Ah程度)を用いても、数か月程度なら本装置を駆動させることができる。5kV以下の静電圧発生装置であれば、2万円程度で入手可能である。静電場スクリーンは、食品加工分野や農作物の貯蔵施設にも適用できることから早期市販化が期待されている。

謝辞 本研究を実施するに当たり、野菜茶業研究所本多健一郎氏および奈良県農業総合センター井村岳男氏にご支援ご協力いただきました。ここに感謝いたします。

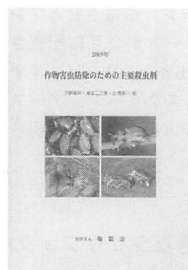
参考文献

- 1) MATSUDA, Y. et al. (2006): Phytopathology 96: 967 ~ 974.
- 2) SHIMIZU, K. et al. (2007): Plant Pathol. 56: 987 ~ 997.
- 3) TANAKA, N. et al. (2008): Crop Prot. 90: 915 ~ 919.

新刊紹介

「作物害虫防除のための主要殺虫剤」

河野 義明・池田 二三高・古橋 嘉一 著



作物害虫の防除薬剤は原則として適用作物と害虫種を定めて登録されており、防除薬剤を選択する際には、あらかじめ害虫種を同定する必要がある。作物害虫の防除剤を選択する指針としては、各県が作成している農作物害虫防除基準が最も身近なものである。栽培されている作物の種類やそこに発生する害虫は地域によって異なるために、それぞれの地域にあった薬剤選択が必要なわけである。また、現在わが国で登録されている農薬については、(独)農林水産消費安全技術センター農薬検査部のホームページから知ることができる。最近では作物栽培の指南書などの他、都道府県の病虫害防除所、農薬企業、その他のホームページが充実してきており、ネット検索することにより防除薬剤をある程度探すことができる。

本書では、すべてを網羅したものと地域対応のものとの中間を意識し、実際に被害が大きい害虫に適用可能であり、広く使用されているなるべく多くの薬剤を作物別、害虫別に手軽に検索できることである。また、利用される方々への利便性を考えて、主要害虫の写真と解説及び薬剤使用に際しての知識を前半部分に加え、本文128頁で構成されている。

選択した薬剤は平成17年10月1日から18年9月30日までの1年間(一部、平成19年6月30日までの販売実績を考慮)の出荷金額が1千万円以上のもので、殺虫剤同士の混合剤を含めて330余のものについて掲載されている。

ご入用の方には実費3,000円で頒布の取り扱いをさせていただきます。氏名、住所を明記の上、Eメール、FAXなどで、下記までお知らせ下さい。本書と郵便振替用紙をお送りします。

財団法人 報 農 会 〒187-0011 東京都小平市鈴木町2丁目772番地
TEL & FAX 042-381-5455
E-mail khono511@car.ocn.ne.jp