

平成 22 年 5 月 20 日現在

研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2007～2009  
 課題番号：19580293  
 研究課題名（和文） 食の安全の確保とポジティブリスト対応のための果樹用静電農薬散布技術とその実証実験  
 研究課題名（英文） Electrostatic pesticide spraying for fruit trees to deal with the Positive List System and to ensure the food safety  
 研究代表者  
 西村 亮（NISHIMURA RYO）  
 鳥取大学・大学院工学研究科・准教授  
 研究者番号：70261683

研究成果の概要（和文）：ニホンナシに対して静電農薬散布で赤星病の防除を行った結果、慣行の方法（非帯電）よりも防除効果が改善されることを示し、本手法を用いることで農薬使用量及び農薬コストの削減が計れることを示した。また、散布対象作物と非散布対象の作物の境界に導電性ネットを配置して静電農薬散布を行うことで散布対象に付着しなかった農薬を導電性ネットで静電的に捕集して非散布対象への農薬飛散（ドリフト）を抑制できることを示した。

研究成果の概要（英文）：The pesticides were sprayed by electrostatic pesticide spraying (EPS) and the conventional spraying methods to Japanese pear trees to control a disease (rust). It is shown that the EPS method control the disease effectively in comparison with the conventional method. This means that EPS method can reduce the amount of pesticide needed to produce the desired effect for the target area and the control cost. It is also shown that charged pesticide droplets can be shielded by using a grounded conducting net to prevent the drift hazard of pesticides. The grounded conducting net is placed between the target and non-target crops. The charged drifting pesticide, which is sprayed from the EPS nozzle and does not adhere to the target crops, is attracted to the net. Consequently, the amount of pesticide adhering to the non-target crops is reduced.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2008 年度	900,000	270,000	1,170,000
2009 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：高電圧工学，静電気，農業機械

科研費の分科・細目：農業工学・農業環境工学

キーワード：静電農薬散布，静電気，ポジティブリスト制度，農薬飛散，果樹，農業機械，帯電粒子

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 食の安全などの観点から、「必要最低限の農薬」を「無駄なく散布」というニーズが生産者、消費者、環境面のすべてからあり、そのような散布形態の整備が急務である。これを実現するために、静電農薬散布に着目した。

(2) しかし、現状では果樹用の静電農薬散布の研究はほとんど行われていない。

(3) また、ポジティブリスト制度の発効により、農薬ドリフト（飛散）の抑制が強く要求されるようになった。静電農薬散布により帯電した粒子（農薬）は飛行軌跡をクーロン力でコントロールすることができるため、静電農薬散布の開発・普及は農薬の飛散を積極的な軽減が期待できる。

### 2. 研究の目的

(1) 栽培果樹に対する噴霧装置の試作及び静電農薬散による付着状態改善の確認：圃場で散布実験を行い、栽培果樹への薬液付着状態を調査する。

(2) 静電農薬散による農薬使用量削減：静電農薬散を採用することで、慣行の散布法よりも防除効果が改善し、農薬使用量を削減できることを確認する。

(3) 静電農薬散による農薬ドリフト軽減：空中を浮遊している帯電した農薬を、接地した導電性ネットで捕集することで農薬の飛散被害を軽減できることを確認する。

### 3. 研究の方法

(1) 噴霧装置の試作及び栽培果樹に対する静電農薬散による付着状態改善の確認：

市販の動力噴霧器を用いて、図1に示す静電噴霧装置を試作した。これは、「高圧電源」「動力噴霧器」「ノズル」「薬液タンク」で構成され、動力噴霧器に取り付けた散布ノズルに高圧電源から電圧を印加することで薬液



図1 試作した噴霧装置

タンク内の農薬を帯電させてターゲットに散布するものである。各部分は金属カートに乗せ移動できるようにした。動力噴霧器、ノズル及び薬液タンクは高電位になるため、金属カートとは発泡スチロールで絶縁している。また、作業者の感電防止のため、金属カートから大地に金属鎖（アース線）を垂らしている。

この噴霧装置を用いて、鳥取大学農学部附属フィールドサイエンスセンターの圃場（ビニールハウス）において、樹齢7～8年のニホンナシ（品種名：瑞秋）に対し、図2のようにノズルから流量  $2960\text{cm}^3/\text{min}$ 、圧力  $2.0\text{MPa}$  で一定濃度の食用色素水溶液（農薬を模擬したもの）を一定時間散布した。散布終了後に葉を採取し、葉に付着した色素の量から付着した薬液の体積を算出し、電圧印加による付着状態の変化を調査した。



図2 散布実験の様子

(2) 静電農薬散による農薬使用量削減：

ニホンナシの赤星病の防除を慣行の散布法及び静電散布により行い、病斑の発生状態を観察した。図3のように大地から絶縁した電池式噴霧装置（ホームセンターで市販されているもの）のノズルに高圧電源から電圧を印加し、供試樹（鉢植えニホンナシ樹）に向けて規定濃度の赤星病防除薬（商品名：バイコラール）を散布する。散布後、定期的に葉に現れる赤星病の病斑数をカウントし、慣行

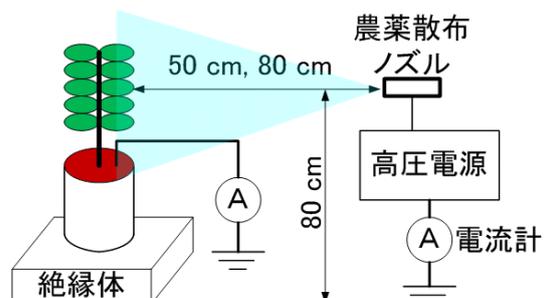


図3 赤星病防除実験の概略

の散布法と静電散布による病気の発生状態を比較する。また、高圧電源から大地に流れる電流でノズルから噴霧された液滴電流を測定し、絶縁体の上に乗せた鉢の土と大地の間に挿入した電流計で供試樹に到達した液滴電流を測定し、両者を比較することで液滴の到達状態を評価する。

(3) 静電農薬散布による農薬ドリフト軽減:

図4のように、金属棒に28枚の楕円形(長径10cm, 短径8cm)のアルミニウム板を導線とみの虫クリップにより電氣的に接続し、果樹を模擬する「ダミーツリー」を制作する。楕円アルミニウム板はダミーツリーの葉に相当する。

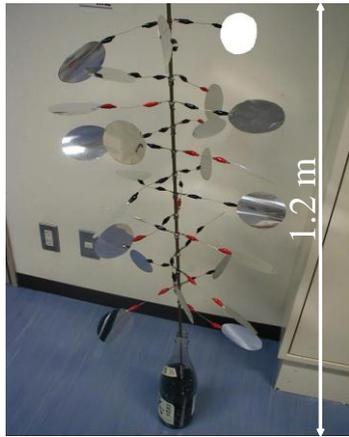


図4 ダミーツリー

図5に示すように、電池式噴霧装置のノズルと接地したダミーツリーの間接地した金網を配置する。噴霧装置からは農薬の代わりに一定の割合で希釈したインクジェットプリンタのインクを噴霧する。ダミーツリーへの付着量は、葉の両面に葉と同じ寸法のろ紙を両面テープで貼り、ろ紙に付着したインクの面積で評価する。面積は散布終了後にろ紙を回収し、スキャナーで測定する。噴霧装

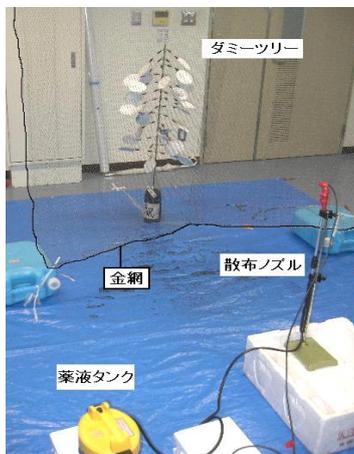


図5 ドリフト軽減実験の実験装置配置

置のノズルと薬液タンクは大地から絶縁し、ノズルに電圧を印加することで静電散布を行う。この実験で、ダミーツリーは「農薬が付着してはいけない植物」に対応し、ノズルから噴出するインクは「ターゲットに付着せずに、飛散(ドリフト)している農薬」に対応する。

ノズルへの印加電圧をおよび金網の有無を変化させ、ダミーツリーの葉への付着状態を調査する。ノズルに電圧を印加しない場合でもインクの飛行経路中に金網があれば、それによってインクはある程度遮へいされ、ダミーツリーへの到達量は金網がない場合よりも減少するはずである。電圧印加時に金網を配置することによるダミーツリーへのインク付着量の減少の度合いが大きければ、帯電したインクが金網に静電的に捕集され、農薬ドリフト軽減に効果があると考えられる。

4. 研究成果

(1) 栽培果樹に対する静電農薬散による付着状態改善の確認:

ノズルへの印加電圧を0kV(無印加)および直流-38kVとする。ノズルから流量2960cm<sup>3</sup>/min, 圧力2.0MPaで無風時に一定濃度の食用色素水溶液(農薬を模擬したもの)を20秒間散布し、散布終了後に葉を採取し、ノズルから1m以内にある葉を50枚、1m以上離れている葉を50枚無作為に採取する。図6にノズルへの電圧印加による水溶液の付着量の変化を示す。ノズル近傍(ノズルからの距離1m未満)の葉への付着量は約2倍に増大したが、ノズルから遠い(ノズルからの距離1m以上)葉への付着量は減少した。果樹全体では静電散布法の採用により水溶液の付着量は17%増大した。

この結果より、静電農薬散布を行うと、ノズル近傍の葉に薬液が集中して付着することがわかる。薬液の貫入性を向上させ、ノズルから遠い葉への付着量の増加が今後の課題といえる。

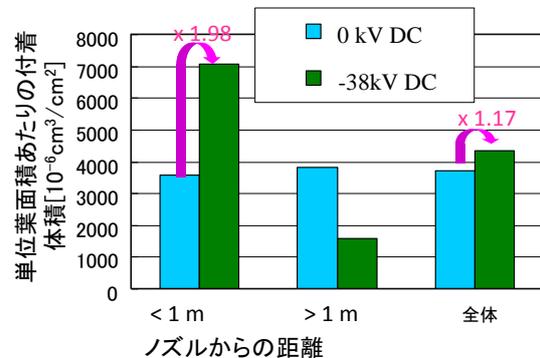


図6 静電散布を採用することによる栽培ナシ樹の葉への薬液付着量の変化

(2) 静電農薬散布による農薬使用量削減  
①農薬の帯電による防除効果の改善

ポンプ流量と圧力の公称値が 4.48cm<sup>3</sup>/s, 約 2.7atm の電池式農薬噴霧装置を用い, 農薬散布時間を 4 秒, 8 秒, 12 秒, 16 秒, 20 秒, 散布ノズルと供試樹との間隔を 50cm および 80cm, ノズル電圧を 0kV, 直流-40kV とする. これら 20 通りの組み合わせの散布状態および無散布の計 21 通りに対し, 供試樹(樹高 108~130cm)を 1 本ずつ用いて赤星病の防除実験を行った.

散布は 2009 年 4 月 28 日に行い, 2 日後の 4 月 30 日に各供試樹の葉 1 枚あたりの病斑数調べた結果を図 7 に示す. 各散布時間の右端の項目は比較としての無散布の場合の病斑数である. 各散布距離でのノズルへの電圧印加による病斑数の減少率を併記してある. ノズルに電圧を印加して農薬を帯電させることで病斑が減少している. このことは慣行の散布法と同等の防除効果に必要な農薬の散布量を削減することが可能であることを意味している.

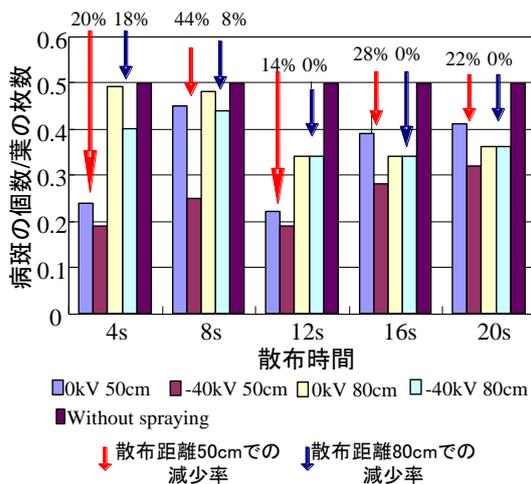


図 7 散布 2 日後の葉 1 枚あたりの赤星病の病斑数

圃場での栽培果樹の場合, 鉢植えの場合よりも葉の数も多く, 防除装置の運転状況などによっては完全に均一な散布が困難であり, その結果同一果樹でも場所によって付着状態が異なることが予想される. それはこの実験の「散布時間の違い」に対応する. そこでそのような栽培果樹の模擬として散布時間 4~20 秒の平均値でこのような状態の防除効果を評価する. 表 1 に 4 月 30 日および 5 月 7 日の葉 1 枚あたりの病斑数の平均値(散布時間 4~20 秒の平均値)を 4 月 30 日の値で規格化したものを示す. 4 月 30 日から 5 月 7 日にかけて散布距離が 50cm の場合, ノズルに電圧を印加した方が病斑の増加は抑制されているが, あまり差がない. しかし, 散布距離が 80cm 場合では病斑の増加は顕著に抑

表 1 4 月 30 日の値で規格化した平均病斑数

	4 月 30 日	5 月 7 日
0kV, 50cm	1	1.21
0kV, 80cm	1	1.48
-40kV, 50cm	1	1.2
-40kV, 80cm	1	1.08
無散布	1	1.94

制されているといえる. 散布距離が 50cm の場合, ではノズルと供試樹の間隔が近く, 電圧を印加しなくても農薬が十分に付着したため防除効果の差が小さいのではないかとされる. しかし, 散布距離が 80cm では電圧を印加しない場合は薬液が十分に供試樹に到達しないが, 農薬を帯電させることにより供試樹への付着が顕著になったと思われる. このことより, 散布対象からある程度離れた位置で散布しなければならない場合は静電農薬散布は有効な防除手段であるといえる.

②電流測定による農薬飛散の評価

静電農薬散布では農薬液滴は帯電しているため, 液滴が供試樹に付着すると大地と供試樹(鉢)間に電流が流れる. 高压電源からノズルに供給する電流は農薬を帯電するために使われるが, 散布した液滴の一部は供試樹に到達しない. 従って, [ノズルへの電流] > [供試樹・大地間の電流] となるはずである. この 2 つの電流値を比較することで, 薬液の供試樹への到達割合もしくは到達せずにドリフトした薬液の割合を論じることができると考え, これらの値を高压電源付属の電流モニタ端子および鉢の土と大地間に挿入したデジタルマルチメータを用いて測定した. 散布時間 4 秒の場合の各電流の平均値を表 2 に示す.

表 2 静電農薬散布においてノズルに供給される電流と供試樹と大地間を流れる電流

	ノズル-供試樹間隔[cm]	
	50	80
ノズルへの平均供給電流[μA]	-3.942	-3.126
供試樹・大地間平均電流[μA]	-2.796	-1.591

高压電源からの供給電流によって農薬が均一に帯電されているとすると, この結果より散布距離が 50cm の場合, 3.942-2.796 = 1.146 μA に相当する電流が供試樹に付着していない. これは散布した農薬の約 29% になる. 同様に散布距離が 80cm の場合では散布した農薬の 49% が付着していないことになる. この理由として, 散布距離を長くすると, 高压の部分(ノズル)と接地(供試樹)の間隔

が長くなり、薬液が飛行する空間の電解が弱くなる。従って、薬液に働く力（供試樹への吸引力）が弱くなる。そのため散布距離が大きくなると供試樹に付着しない薬液が多くなるとおもわれる。

### ③まとめ

鉢植えニホンナシ樹を用いた赤星病の防除実験で静電農薬散布が実際に防除に有効であることを確認した。このことは防除に必要な農薬散布量を削減することを意味する。供試樹の数を増やし、噴霧距離を一定とし、噴霧時間を変化させながら病斑の状態の詳細なデータを取得することで、静電農薬散布を導入することによる農薬削減量の定量評価および栽培コスト削減に関する議論が可能になると思われる。

### (3) 静電農薬散布と導電性ネットの併用による農薬ドリフト軽減：

図5の実験装置の配置において、ノズルと接地金網の間隔を80cm、金網とダミーツリーの間隔を60cmとする。金網は直径1mmの針金を図8のようなメッシュに編んだものであり、高さが2.2m、幅が1.8mである。

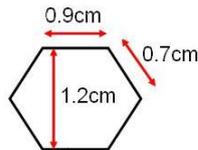


図8 金網のメッシュ

ノズルからインクを20秒間噴霧した後のダミーツリーの葉に付着したインクの面積を図9に示す。

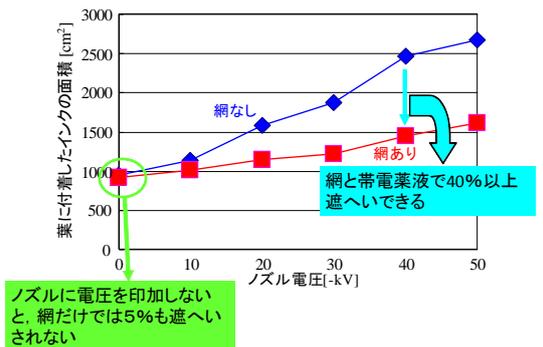


図9 接地した金網による帯電液滴の遮へい

ノズルに電圧を印加しない場合、網による農薬の遮へい率はせいぜい5%であったが、電圧を印加することにより遮へい率は40%以上に改善された。この実験では遮へい率はノズル電圧-40kVで最大となった。

次に、帯電した農薬の遮へい率を大きくする条件を探すために、ノズル、接地金網およ

びダミーツリーの配置を調整して実験を行った。ノズル電圧を-40kVとし、金網とダミーツリーの間隔を60cmに固定し、ノズルと金網の間隔を40cm、60cm、80cmとして同様の実験を行った結果を図10に示す。ノズルと金網の間隔を60cmに固定し、金網とダミーツリーの間隔を40cm、60cm、80cmとした場合の結果を図11に示す。

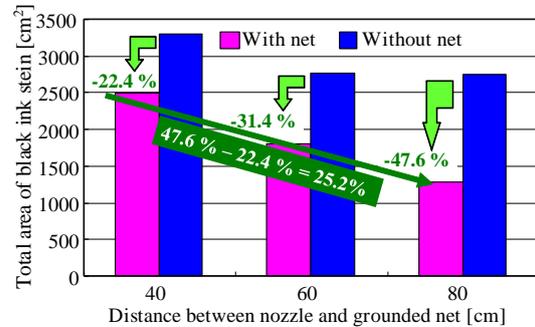


図10 ノズルと接地金網の間隔を変化させた場合の帯電液滴遮へい率（金網-ダミーツリー間隔=60cm）

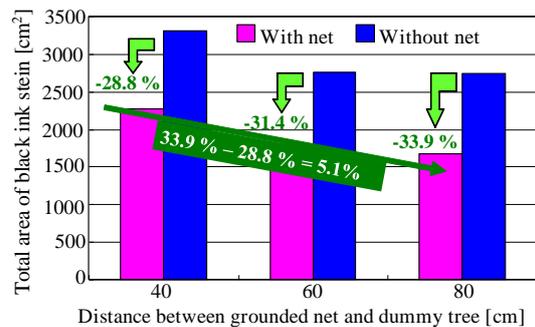


図11 接地金網とダミーツリーの間隔を変化させた場合の帯電液滴遮へい率（ノズル-金網間隔=60cm）

これらの結果より、ノズルとダミーツリーの間隔を大きくすると遮へい率は大きくなる。その際、金網とダミーツリーの間隔を大きくする（図11）よりも、ノズルと金網の間隔を大きくする（図10）ほうが遮へい率を大きくすることができる。しかし、ノズルとダミーツリーの間隔が100cmの場合（図10及び図11の左側）、金網とダミーツリーの間隔を60cmとした場合（図10）よりもノズルと金網の間隔を60cmとした場合（図11）のほうが遮へい率が大きい。一方、ノズルとダミーツリーの間隔が140cmの場合（図10及び図11の右側）は逆にノズルと金網の間隔を60cmとした場合（図11）よりも金網とダミーツリーの間隔を60cmとした（図10）ほうが遮へい率が大きくなる。このことは異なる作物の圃場が隣接し、その間隔の大小によって導電性ネットの位置を適切に決定することで高いドリフト抑制効果が得られることを意味している。

農林水産省の見解では静電農薬散布そのものに農薬ドリフト軽減効果はないとされている。今回の研究では静電農薬散布と接地した導電性ネットの併用で農薬ドリフト軽減効果が確認できた。

実際の圃場では、防風ネットに水を散布することで本研究で用いた導電性ネットと同等の効果が得られると思われる。

静電農薬散布は「農薬の付着量を増大する」ための技術である。一方ここで述べた農薬ドリフト軽減はそれとは反対に「農薬付着量を軽減する」方法である。これらを両立するためには更にデータの収集を行い、図 12 に示すように導電性ネットで散布対象群と非散布対象群を仕切り、散布距離に応じた各群とネットの適切な間隔  $d_1$ 、 $d_2$  を求める必要がある。

## 5. 主な発表論文等

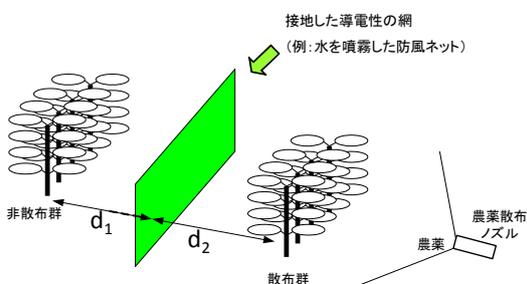


図 12 農薬ドリフト防止のために圃場のしきりに導電性ネットを用いた場合の概念図

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

- ① 「接地した導電性ネットによる帯電農薬粒子の遮へい」, 西村 亮, 西守克己, 石原永伯, 農業機械学会誌 70(3), 2008 年, pp. 129-130, 査読有

〔学会発表〕(計 5 件)

- ① 「鉢植えニホンナシ樹に対する静電農薬散布による赤星病の防除実験」, 道原翔太, 西村 亮, 石原永伯, 升岡隆, 木村壽広, 八塚慎二, 穴口忍, 2010 年度静電気学会春期講演会資料, 2010 年 3 月 4 日, 東京大
- ② “Shielding of Drifting Pesticide Particles by Electrostatic Pesticide Spraying and Grounded Conducting Net for Compliance with Positive List System”, Ryo Nishimura, Yoshifumi Hashimoto, Yuusuke Tsutsui, Katsumi Nishimori and Naganori Ishihara, Proc. of 2009 Joint Conference

ESA/IEJ/IEA/IEEE-EPC/SFE, Boston, USA, June16-19, 2009

- ③ 「商用日本ナシ樹への静電農薬散布の有効性評価のための実証実験」, 橋本祥史, 西村 亮, 西守克己, 石原永伯, 静電気学会講演論文集'08, 2008 年 9 月 18~19 日, 大分大学
- ④ 「静電農薬散布と接地導電性ネットによる農薬飛散低減」, 西村 亮, 橋本祥史, 西守克己, 石原永伯, 静電気学会講演論文集'08, 2008 年 9 月 18~19 日, 大分大学
- ⑤ 「農薬粒子の帯電によるドリフト軽減に関する研究(第 1 報)~帯電液滴の導電性ネットによる遮へい~」, 西村 亮, 西守克己, 石原永伯, 第 67 回農業機械学会年次大会講演要旨, 2008 年 3 月 27~30 日, 宮崎観光ホテル

〔その他〕

- ① 「農業を助ける静電気」, 鳥取駅南教室(市民講座), 主催:鳥取大学サテライトオフィス, 2010 年 3 月 6 日(会場:鳥取市立中央図書館)  
<http://www.tottori-u.ac.jp/dd.aspx?itemid=3611#itemid3611>
- ② 「静電気での農薬使用量削減・農薬飛散防止」, 鳥取環境ビジネス交流会, 主催:鳥取県 他, 2009 年 10 月 27 日(会場:米子コンベンションセンター)

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

西村 亮 (NISHIMURA RYO)

鳥取大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号: **70261683**

(2) 研究分担者 なし

( )

研究者番号:

(3) 連携研究者 なし

( )

研究者番号: