親水性不織布を利用した灌水法のイチゴ炭疽病に対する防除効果

米本 謙悟^{1,2*}・三木 敏史¹・広田 恵介¹・板東 一宏¹

ABSTRACT

YONEMOTO, K.^{1,2*}, MIKI, T.¹, HIROTA, K.¹ and BANDO, K.¹ (2008). Suppression of transmission of *Glomerella cingulata* with a hydrophilic, nonwoven fabric sheet. Jpn. J. Phytopathol. 74: 328–334.

We developed a new irrigation method for strawberry cultivation by covering the soil with a hydrophilic, nonwoven fabric sheet to suppress the spread of *Glomerella cingulata*, causal agent of strawberry anthracnose. A hydrophilic, nonwoven fabric sheet was placed on soil in cell trays, and drip-type irrigation tubes supplied water, which flowed from the sheets to strawberry roots through a cut in the sheet. This technique significantly reduced anthracnose in inoculation experiments. The use of this fabric as a rain shelter suppressed anthracnose even more. The soil application lowered humidity and increased the temperature 10 cm from the basal part of the plants in comparison to an overhead irrigation method, indicating that humidity may be more important than local temperature in the spread of the fungus.

(Received November 30, 2007; Accepted June 9, 2008)

Key words: strawberry, strawberry anthracnose, *Glomerella cingulata*, nonwoven fabric, drip-type irrigation tube

緒 言

Glomerella cingulata (不完全世代 *Colletotrichum gloeosporioides*) によるイチゴ炭疽病 (Strawberry Anthracnose) は、我が国では 1969 年に徳島県で品種「芳玉」に発病を確認し、新病害として報告されている (山本・福西, 1970; 山本, 1971)。その後、1980 年代半ばまでは局地的な発生に留まっていたが、品種の変遷もあり、深刻な問題とはならなかった。しかし、1998 年頃から品種「さちのか」の栽培面積が増加し始めると再び発生が顕著となり、現在では西日本を中心に大発生し、壊滅的な被害を受け、イチゴ栽培を断念せざるを得ない生産者も出ている。

本病は病原菌の潜在感染した苗、汚染土壌および育苗資材に付着した罹病残渣が第一次伝染源となることが報告されている (Horn and Carver, 1968; 山本・福西 1970; 岡山, 1988)。また、発病苗からは分生子が風雨や頭上からの灌水 (以下、頭上灌水) により水滴で飛散し、二次伝染する (秋田, 1993; 石川ら, 1993; 稲田ら, 2005)。そのため、育苗床で本病を蔓

延させないためには水滴飛散が無い方法で灌水を行うことが重要である。この解決策として、イチゴ育苗における底面給水法の研究等 (石川ら, 1993; Okayama, 1993; 越川ら, 2003) が行われているが、夏期の育苗期間中の底面給水は毎日大量の水を使う上、育苗床も頑強なものが必要である。また、既存の施設を大きく変更する必要があり、コストがかかりすぎる。さらに、高温時に苗の根部を水で浸漬すると根傷みを引き起こしやすくなることや、育苗培土内の余分な肥料が溜まりやすくなるため、底面給水法の導入を躊躇する生産者が多い。

そこで、これまでの底面給水法の欠点を改善するために、筆者らは、毛管現象による水の浸透性が強い親水性不織布に着目し、この不織布をセルトレイ上に載せ、点滴チューブにより不織布を通してイチゴ株元へ直接灌水する新しい技術 (以下、不織布灌水法) を考案した。この方法は不織布を使ってイチゴ株元へ直接灌水を行うため、水滴飛散が無く、本病を効率的に防ぐことが可能であると考えられたため、試験を行った結果、一定の知見が得られたので報告する。

¹ 徳島県立農林水産総合技術支援センター農業研究所 (〒 776-0010 徳島県吉野川市鴨島町鴨島 88) Tokushima Agriculture, Forestry and Fisheries Technology Support Center Agriculture Insutitute, Kamojima-cho, Yoshinogawa-shi, Tokushima 776-0010, Japan

² 現在: 徳島県立農林水産総合技術支援センター技術支援部 (〒 779-3304 徳島県吉野川市川島町宮島 736-1) Tokushima Agriculture, Forestry and Fisheries Technology Support Center Yoshinogawa Agricultural Support Center, Kawashima-cho Yoshinogawa-shi Tokushima 779-3304, Japan

* Corresponding author (E-mail: yonemoto_kengo_1@pref.tokushima.lg.jp)

材料および方法

灌水用不織布資材 試験には底面給水用園芸資材として利用されている不織布（商品名：ラブマット U，ユニチカ株式会社製）を用いた。本資材は黒と白の不織布を貼り合わせた2層で構成され、給排水に優れた資材である。この資材をセルトレイ（商品名：すくすくトレイ，丸三産業株式会社製）上面に被さる大きさに切断し、植穴部分は苗を取り出しやすいように中心から放射線状に切れ込みを入れた。また、中心部には水を誘導するため、短冊状の誘導弁をつけた。水の供給は各トレイへの給水差を少なくするため点滴チューブ（10 cm 間隔点滴専用）を用いた（Fig. 1）。

供試菌の調整 供試菌株は2001年6月に徳島県内で発生した発病株から分離、採取したイチゴ炭疽病菌（*Glomerella cingulata* (Stom.) Spaud. & Schrenk）ANF003を供試した。この菌株をデキストロース添加ジャガイモ煎汁寒天培地（PDA，Difco 社製）で予め7日間培養後、培地片をショ糖添加ジャガイモ煎汁培地（PS，ジャガイモ 200 g，ショ糖 20 g，蒸留水 1000 ml）に移植し、25°C のインキュベーター内で5日間振とう培養した。その後、2重ガーゼにて濾過し、滅菌水を用いて所定濃度の分生子懸濁液に調整した。

育苗方法 供試品種はいずれの試験も‘さちのか’を用い、挿し苗により育苗を行った。すなわち、健全な親株より発生したランナーから子苗を採取後、挿し苗用に調整し、透明ポリエチレン袋に入れ、12°C，暗黒下のインキュベーター内へ置いて発根を促進させた。発根苗はイチゴ専用育苗培土を充填した24ウェルのセルトレイ（100 mm × 354 mm × 500 mm，約175 cm³/ウェル）へ挿した。挿し苗後のセルトレイは透明ポリエチレンフィルムの上に50%遮光寒冷紗で天井を被覆した簡易雨よけハウス内（間口3 m，高さ1.8 m，長さ5 m 以下雨よけ）に置いて育苗した。挿し苗後はいずれも苗の活着を促進するため、セルトレイ上を寒冷紗で被覆後、1日あたり6時30分，8時30分，10時30分，12時20分，14時10分，15時20分の6回にわたって1回につき各10分間の頭上灌水を7日間行った。試験期間中の灌水是前述の不織布灌水法，頭上灌水法とも前述の時間帯に，天候に関係なく毎日6回にわたって各7分間灌水した。不織布灌水法に用いた点滴チューブからの灌水量は点滴孔1孔につき15 ml/分に調整した。頭上灌水法は水の落下点から上に約60 cmの所に設置したパイプに散水ノズルを1.5 m 間隔で設置し，水を0.2 MPa で通し，灌水量を散水ノズル1箇所につき約1.25 l/分に調整した。

イチゴ炭疽病発病株からの二次伝染抑制調査 試験は2005年と2006年の2年間，徳島県吉野川市鴨島町の農業研

究所内の圃場で行った。2005年には不織布灌水法と雨よけの併用区，不織布灌水法の単独区，頭上灌水法と雨よけの併用区とし，1区142株，3区制とした。2006年は前年の試験方法に頭上灌水法の単独区を設け，年次の反復とし，1区47株，3区制とした。本病の間接接種法を行うための感染源として用いたイチゴ苗は，葉柄を株元から約3 cmの所をナイフで切除したものを供試した。接種は，感染源として約 1.0×10^6 分

Fig. 1. Nonwoven fabric irrigation method.

A: Before planting strawberry transplants.

B: The planting hole.

a: Radial cuts around planting hole, b: Planting hole, c: Strip for drift water

C: Transplants in the nursery bed.

生子/mlに調整した病原菌の分生子懸濁液を前述のイチゴ苗葉柄切断部分とクラウン中央部へ1株当たり2ml接種し、透明ポリエチレン袋で被覆して飽和湿度にし、25°Cのインキュベーター内へ48時間置床して感染苗を作製した。この感染苗を2005年は142株に2株の割合でセルトレイ中央に置き、2006年は47株に1株の割合で置いた。試験は兩年とも8月3日に開始した (Fig. 3)。発病調査は2005年では接種株配置後13日、20日、27日及び34日の計4回、2006年では13日、20日、27日、34日及び41日の計5回にわたって、発病株数を程度別に調査し、次式で発病度を算出した。

$$\text{発病度} = [(4A+3B+2C+1D)/4E] \times 100.$$

但し、A～D = 程度別発病株数、E = 供試株数。

発病程度別指数 (0: 無発病 1: 葉または葉柄に5個未満の病斑が認められる 2: 葉または葉柄に5個以上の病斑が認められる 3: 葉柄が折れているまたは枯死 4: 株全体の萎凋および枯死)。

また、不織布灌水法と雨よけの併用区、頭上灌水法と雨よけの併用区および戸外に昼夜の温湿度変化が大きい晴天日が続いた2006年9月2日、3日にティアンドデイ社製温湿度センサーをイチゴ株元から10cm上に設置し、30秒間隔で試験区内のイチゴ株元付近の温度及び相対湿度 (以下、湿度) を調査して、2日間の平均を求めた。

イチゴ炭疽病感染株の発病抑制調査 不織布灌水法の感染株に対する発病抑制効果を調査するために、接種感染株を供試して試験を行った。試験は2006年に前項と同様に、当農業研究所内の圃場で行った。試験区は不織布灌水法と雨よけの併用区、不織布灌水法の単独区、頭上灌水法と雨よけの併用区、頭上灌水法区とした。感染株は約 3.8×10^6 分生子/mlに調整した分生子懸濁液を、2006年8月9日にイチゴ健全株の複葉1枚に0.03 μ l接種し、48時間、25°C、インキュベーター内にて飽和湿度にして作製した。8月11日に感染株を各試験区に配置した。供試株は1区当たり、48株とし、3区制とした。発病調査は、配置後18日、25日及び32日の計3回にわたって行い、接種葉を除外して、全株について程度別に発病株数を調査し、発病株率と発病度を算出した。

育苗現地圃場における不織布灌水法によるイチゴ炭疽病の防除効果 不織布灌水法の本病防除効果を検証するため、2006年に徳島県板野町の前年多発圃場で現地試験を行った。6月24日に健全なイチゴ親株から子苗を採取し、挿し苗用に調整後、イチゴ専用育苗培土を充填したセルトレイへ挿した。試験は透明ポリオレフィンフィルムで雨よけを行ったイチゴ育苗ハウス内 (間口約6m、高さ約3m、長さ約20m) の長辺側をビニールシートで半分に仕切り、一方は不織布灌

水法区、他方は頭上灌水法区とした。不織布灌水法区、頭上灌水法区ともイチゴを植えたセルトレイ200枚を設置した。育苗時の灌水は灌水タイマーを用い、1日に9時、12時、15時、18時の4回にわたって行い、9時、12時、15時は3分間、18時は不織布の乾燥を防ぐため、1～2分間灌水した。頭上灌水法区も同時間の灌水を行った。また、不織布灌水法に用いた点滴チューブからの灌水量は点滴孔1孔につき12ml/分に調整した。頭上灌水法は水の落下点から上に約80cmの所に設置したパイプに散水ノズルを1.5m間隔で設置し、水を0.2MPaで通し、灌水量を散水ノズル1箇所につき約1.25l/分に調整した。なお、炭疽病を対象としてジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤、イミノクタジソアルベシル酸塩水和剤をそれぞれ3回、マンゼブ水和剤、プロピネブ水和剤をそれぞれ4回、7～10日間隔で薬剤のローテーション散布を行った。発病調査は8月24日に行い、枯死株率を算出した。調査はセルトレイ6枚に植えたイチゴ144株を1区とし、3地点で行った。

結 果

イチゴ炭疽病発病株からの二次伝染抑制効果

2005年の試験では、接種株配置34日後の発病株率は、頭

Fig. 2. Incidence of strawberry anthracnose on strawberry plants grown with nonwoven fabric irrigation as a rain shelter or in open field or with overhead irrigation in 2005. Secondary transmission of *Glomerella cingulata* was suppressed using nonwoven fabric irrigation. Different letters at 34 days after transplanting indicate significant difference at the 5% level by Tukey's honestly significant differences (HSD) test after arcsine conversion. Error bars indicate standard error of the mean. Data represent means of three replicates, each with 142 nursery plants.

Fig. 3. Diagram of transplants in tests of nonwoven fabric irrigation with rain shelter or in open field or with overhead irrigation and rain shelter on secondary transmission of *Glomerella cingulata* from infected nursery plant in 2005. One strawberry nursery plant was transplanted into each cell, except in the central two cells, which each received an infested nursery. A, B and C are replications.

□ : Nursery plant inoculated with conidial suspension of *Glomerella cingulata*.
 ■ : Nursery plant with anthracnose.

上灌水法と雨よけの併用区が 85.9%であったのに対し、不織布灌水法の単用処理区は 35.0%であり、本病に対する伝染抑制効果が認められた。さらに、不織布灌水法と雨よけの併用区では 2.1%とほとんど発病株を認めず極めて高い伝染抑制効果が認められた (Fig. 2)。発病度はそれぞれの試験区で 40.7, 17.0, 0.5 であった。この伝染抑制効果の様相を Fig. 3 に二次元の図で示した。

2006 年の試験では頭上灌水法区で、接種株配置 41 日後の発病株率は 97.8%であったのに対し、頭上灌水法と雨よけの併用区では 91.5%で頭上灌水法区とほとんど変わらない結果となった。一方、不織布灌水法の単独区では 44.7%となり明らかに本病に対する伝染抑制効果が認められ、さらに、不織布灌水法と雨よけの併用区では接種株配置後もほとんど発病株が認められず、4.3%と極めて高い本病の伝染抑制効果が認められた (Fig. 4)。発病度はそれぞれの試験区で 68.6, 55.3, 19.1, 3.5 であった。

晴天日での雨よけを併用した試験区内中央のイチゴ株元付近の温湿度を調査した結果、温度の差は頭上灌水法区で各時間の灌水直前との比較で、約 0.5°C から最大約 5.7°C 低下したのに対し、不織布灌水法区では最大でも約 2.7°C の低下であった。調査した 2 日間の 6 時から 18 時の間の平均温度

Fig. 4. Incidence of strawberry anthracnose on strawberry plants grown with nonwoven fabric irrigation or overhead irrigation with a rain shelter or in open field in 2006. Different letters at 41 days after transplanting indicate a significant differences at the 5% level by Tukey's HSD test after arcsine conversion. Error bars indicate standard error of the mean. Data represent means of three replicates, each with 47 nursery plants.

Fig. 5. Temperature and humidity 10 cm above basal part of strawberry transplants. Measurements were taken every 30 s for 24 h using a data logger. Each value represents the average of two determinations on September 2, 2006 and September 3, 2006.

差は、頭上灌水法区と比較して不織布灌水法区では約2.1°C、露地では約4.9°C高かった。一方、湿度は頭上灌水法区では飽和湿度に近い状態が他の区よりも長時間維持される傾向であり、調査した2日間の平均で湿度が90%以下になったのは9時40分以降、90%以上になったのは18時以降であった。さらに湿度の上昇は灌水が行われる度に認められ、灌水直前との比較で最大24.5%の上昇が認められた。2日間の平均湿度は約92.1%，6時から18時までは86.4%であった。それに対し、不織布灌水法区では飽和湿度に近い状態が頭上灌水法区よりも短く、湿度が90%以下になったのは7時30分以降、湿度90%以上になったのは22時以降であった。また、頭上灌水法区と同様に湿度の上昇は灌水が行われる度に認められるものの、灌水直前との差は小さく、最大でも約7.5%であった。2日間の平均湿度は約78.4%，6時から18時までは66.0%であり、頭上灌水法区との差は調査期間中、最大約31.5%であった (Fig. 5)。

イチゴ炭疽病感染株の発病抑制効果

本病原菌接種8日後に供試全株の複葉接種部位に黒いしみ状の病斑が認められ、発病を確認した。試験開始18日後には不織布灌水法と雨よけの併用区では病斑が病原菌接種部位から同心円状の拡大は認められたが、大きく広がることはなく、株内の他の部位への拡大もほとんど認められなかった。しかし、それ以外の区では、病原菌接種部位から病斑が大きく拡大し、同一株内の葉への拡大や葉柄の折損が認められた。特に頭上灌水法と雨よけの併用区及び頭上灌水法区で

Fig. 6. Severity of strawberry anthracnose at various times after transplanting and growth with or without nonwoven fabric irrigation or overhead irrigation and rain shelter or in open field. Each transplant was scored for disease on the following scale: 0, no lesions; 1, 1–4 dark spots on leaves or petioles; 2, ≥ 5 dark spots on leaves or petioles; 3, leaf bent sharply at point of attachment and hanging down or dead; 4, wilting or scorching. Disease severity = $[(4A + 3B + 2C + D)/4E] \times 100$, where A, B, C and D are the number of transplants corresponding to the scores 4, 3, 2, and 1, respectively. E is the total number of transplants assessed. Different letters indicate significant differences at the 5% level by Tukey's HSD test after arcsine conversion. Error bars indicate standard error of the mean. Data represent means of three replicates, each with 48 nursery plants.

は萎凋、枯死株が観察された。また、最終調査とした試験開始32日後の発病率は、頭上灌水法区では61.1であったのに対し、頭上灌水法と雨よけの併用区では30.7、不織布灌水法の単独区では26.4であった。一方、不織布灌水法と雨よけの併用区では6.3と著しく低く、他の試験区と比較して明らかに高い発病抑制効果を示した (Fig. 6)。発病率はそれぞれの試験区で100%，68.8%，56.9%，9.7%であった。

育苗現地圃場における不織布灌水法によるイチゴ炭疽病の防除効果

不織布灌水法による本病の伝染抑制効果を育苗現地圃場で試験を行った結果、頭上灌水法区では枯死株率が調査時に68.5%に達していたのに対し、不織布灌水法区では2.5%と極めて高い防除効果が認められた (Fig. 7)。

考 察

園芸分野において、鉢花栽培や野菜のセル成型苗への灌水

Fig. 7. Incidence of death caused by strawberry anthracnose after plant growth with nonwoven fabric irrigation in open field or with overhead irrigation and rain shelter. Error bars indicate standard error of the mean. Data represent means of three replicates, each with 144 nursery plants.

作業を省力化するため、不織布による底面給水が広く一般に行われている。不織布はその特徴として、毛管現象による水の浸透移行力が強く、不織布全体を均一に給水させることが可能である。そこで、その特徴を生かし、セルトレイ上面と同様の大きさに切断し、植穴に切れ込みを入れた不織布をセルトレイ上に載せ、点滴チューブにより灌水を行う、“不織布灌水法”を考案した。本灌水法は頭上からの灌水ではないため、水滴飛散が無く、直接イチゴ株元へ灌水可能な方式である。また、本灌水法は不織布の持つ水の浸透移行力により、点滴チューブにより灌水した水が不織布全面に行き渡り、不織布の飽和水量に達すると切れ込みを入れた植穴から余剰水が流れ出す仕組みになっている。そのため、本灌水法は各株へ供給される水の均一性に優れ、しかも、余剰水はイチゴ株元へ直接流れるため、育苗培土は適度な水分が保たれやすいのが特徴である（三木ら、2006）。

イチゴ炭疽病菌の伝染は風を伴う水の飛散とともに、分生子が飛散して起こるため、本病を二次伝染させないためには頭上からの灌水を行わないようにすることが有効な耕種的防除手段である。その解決策として底面給水法（石川ら、1993; Okayama, 1993）や高設ベンチ育苗「ノンシャワー育苗」（越川ら、2003）が報告されているが、イチゴは花卉類鉢物栽培で普及している底面給水法（青木、1987a, b）ではセルトレイ底面部分にルートマットと呼ばれる根の層が形成され、側面部に根鉢が形成されにくい性質がある。本灌水法は

点滴チューブにより親水性不織布を介して直接株元へ灌水を行う方法であるため、セルトレイ内部での根鉢形成が良好であり、育苗培土内の余分な肥料の溶出も適度に行われるため、底面給水法の欠点を補うことができるものと考えられる。しかもセルトレイ上にこの不織布を載せるだけであるため、現在の生産現場での育苗方式をほとんど変えることなく導入することができる簡便性もある。

本灌水法は底面給水法やノンシャワー育苗と同様に水滴飛散のない灌水方法であり、本病の発病株からの伝染抑制効果を調査した結果、頭上灌水法と比較して顕著な二次伝染抑制効果が認められた。本病原菌は水滴飛散により拡散する性質を持つことから、灌水を直接イチゴ株元へ行うことができる本灌水法では水滴飛散が無い場合、仮に育苗床で本病が発生してもその後の二次伝染が起こりにくいことが推察された。また、本灌水法は頭上灌水法と比較して本病原菌感染株に対して発病抑制効果が認められた。本病の発病には温度よりもむしろ湿度が重要であり、飽和湿度を持続すると20°Cでも萎凋枯死株が発生しやすくなるという報告がある（岡山、1988）。雨よけ条件下で本灌水法と頭上灌水法のイチゴ株元付近の温湿度変化を調査した結果、頭上灌水法は灌水の度に温度は下降するが、湿度は上昇する傾向にあり、晴天日の日中でも90%近くまで達している上、夕刻以降の湿度上昇も早い傾向であった。一般的にイチゴ育苗時は1日に6～7回の灌水を行うことが多いため、頭上からの灌水では湿度が十分に低下しない間に次の灌水が行われ、湿度が上昇しやすい灌水法であることが明らかとなった。一方、本灌水法では灌水の度に温湿度が大きく変化することではなく、特に湿度は日中でも60%を下回ることが多かった。

以上のことから、本灌水法は分生子の飛散抑制による二次伝染抑制効果に加え、湿度が上昇しにくく、発病してもその進展を抑制する効果があると推察された。

本病原菌分生子の飛散を抑制する手段として雨よけの有効性が報告されている（石川ら、1989; 岡山、1988; Okayama, 1993）。本灌水法においても雨よけの併用による本病の伝染抑制効果を調査した結果、極めて高い伝染抑制効果が認められた。また、本病原菌接種株の株内発病抑制を調査した結果も同様に、本灌水法と雨よけ併用では病斑が本病原菌接種部位から株内の他の部位への拡大がほとんど認められなかったのに対し、頭上灌水法雨よけなしの条件では、本病原菌接種部位から葉、葉柄へ病斑の拡大が顕著に認められた。

一方、本灌水法の露地での設置は、頭上灌水法及び頭上灌水法と雨よけ併用よりも二次伝染抑制効果は認められたが、本灌水法と雨よけ併用の場合よりも効果が劣った。また、発病抑制効果では頭上灌水法と雨よけ併用と発病株率、発病度

の進展に大きな差は認められなかった。このことは、既報の結果と同様、本病原菌の伝染抑制や発病の進展抑制には雨よけが有効な手段であること示しており、本灌水法でも雨よけを併用することが必要であると推察された。

本灌水法の育苗現地圃場試験では、1日の灌水回数及び1回当たりの灌水時間が筆者らの行った灌水回数よりも少なく、短時間であったが、頭上灌水法では枯死株が高率に認められたが、本灌水法では極めて低かった。また、試験データを示した圃場の他、県下7箇所を実施し、一様に高い防除効果が認められた（データ未掲載）。中には前年度まで本病が激発した場所においても顕著な防除効果が認められた。このように、本灌水法は本病の対策に現場で用いることのできる有力な手法と考えられる。なお、本育苗法および不織布の形状については徳島県と徳島県下の徳農種苗株式会社との共同で特許出願済みである。

摘 要

イチゴ育苗時における雨滴や頭上灌水はイチゴ炭疽病蔓延の主要因である。そこで点滴チューブによりセルトレイ上に敷いた親水性不織布に給水させ、切り口からイチゴ株元へ灌水する方法について検討した結果、本灌水法は本病に対する伝染抑制効果を認め、さらに雨よけを併用することで本病の伝染抑制効果は極めて高くなった。

また、全供試株の複葉1枚に本病原菌を接種した感染株における効果を検討した結果、本灌水法と雨よけを併用すると各株の発病進展を顕著に抑制した。イチゴ株元付近の温湿度変化を調査した結果、本灌水法では温度は高い傾向であったが、湿度は明らかに低く、湿度上昇を抑制させる効果があると考えられた。

謝 辞

本研究を進めるに当たり、ご校閲を賜った岐阜大学応用生

物科学部教授 百町満朗博士、圃場試験等のご協力いただいた農業協同組合、各農業支援センターの方々、また公私ともにご助言いただいた香川大学農学部教授 秋光和也博士に深甚の謝意を表します。

引用文献

- 秋田 滋 (1993). イチゴ炭そ病の潜伏感染親株から子株への感染. 日植病報 59: 730 (講要).
- 青木正孝 (1987a). 鉢物人工培地の適正利用と養液栽培の実際 (1). 農業および園芸 62(1): 215-222.
- 青木正孝 (1987b). 鉢物人工培地の適正利用と養液栽培の実際 (2). 農業および園芸 62(2): 285-294.
- Horn, N. L. and Carver, R. B. (1968). Overwintering of *Colletotrichum fragariae* in strawberry crowns. Phytopathology 58: 540-541.
- 稲田 稔・山口純一郎・古田明子 (2005). イチゴ炭疽病 (*Glomerella cingulata*) 潜在感染親株の育苗期における再発病と苗への伝染. 九病虫研会報 51: 11-14.
- 石川成寿・田村恭志・中山喜一・大兼善三郎 (1989). イチゴ炭そ病の育苗期の雨よけ栽培による防除効果. 関東東山病虫研報 36: 87.
- 石川成寿・中山喜一・常見譲史 (1993). ポット育苗時の底面給水法によるイチゴ炭そ病の蔓延抑制効果及び本病菌分生胞子の飛散に及ぼす風と水の影響. 関東東山病虫研報 40: 63-68.
- 越川兼行・天野昭子・長谷部健一・安田雅晴・下畑次夫 (2003). イチゴ底面給水による雨よけ高設ベンチ育苗「ノンシャワー育苗」の開発. 岐阜県農業技術研究所研究報告 3: 9-17.
- 三木敏史・板東一宏・今井健司・米本謙悟 (2006). 親水性不織布を用いたイチゴドリップ灌水育苗法. 園学雑 75 (別2): 550 (講要).
- 岡山健夫 (1988). イチゴ炭そ病の病原菌と発生生態. 植物防疫 42: 559-563.
- Okayama, K. (1993). Effects of rain shelter and capillary watering on disease development of symptomless strawberry plants infected with *Glomerella cingulata* (*Colletotrichum gloeosporioides*). Ann. Phytopath. Soc. Jpn. 59: 514-519.
- 山本 勉・福西 務 (1970). イチゴ炭そ病について. 日植病報 36: 165-166 (講要).
- 山本 勉 (1971). イチゴの新病害「炭そ病」. 植物防疫 25: 61-64.