

酸性電解水によるイチゴ灰色かび病, キュウリ炭疽病の防除効果

(地独)大阪府立環境農林水産総合研究所 ^{くさ}草 ^{かり}刈 ^{しん}眞 ^{いち}一

はじめに

酸性電解水は、塩化ナトリウムやカリウムの水溶液を直流電流で電気分解したときに陽極側に生じる、低pHの次亜塩素酸を含んだ酸化還元電位の高い溶液である。酸性電解水は、この次亜塩素酸、高酸化還元電位、低pHにより微生物に対して高い殺菌活性を示し、主成分の次亜塩素酸の濃度が低く安全性が高いことから、医療、衛生、食品、環境分野で殺菌資材として利用されている。酸性電解水は、植物病原ウイルスや糸状菌、細菌に対しても殺菌効果があることが知られており、殺菌活性の中心となる次亜塩素酸は、処理後短時間で消失することから環境に優しい安全な防除資材として早くから注目されてきた。植物の病害防除に関しては、水稲種子伝染性病害(大森ら, 2000; 玉置ら, 2001; 園田, 2003)、イチゴ灰色かび病(草刈ら, 2013)、トマト灰色かび病(黒田・富川, 2002)、キュウリ炭疽病(金磯・大植, 1995; 草刈ら, 2013)、キュウリ、ナスのうどんこ病(草刈ら, 1999; 富士原ら, 2000; 草刈ら, 2006)、イチゴうどんこ病(黒田・富川, 2002)、イネいもち病(富士原ら, 2000; 藤井, 2006)のほか、市場病害(MUELLER et al., 2003; 藤井, 2006)に対しても防除効果が報告され、作物への障害も少なく、繰り返し散布できる防除資材として注目されてきた。筆者らは、この酸性電解水を用いた農作物の病害防除を検討してきた。本稿では、ホシザキ電機株式会社より提供された酸性電解水生成装置により調製した酸性電解水によるイチゴ灰色かび病、キュウリ炭疽病の防除効果について紹介をしたい。

I 酸性電解水の調整

酸性電解水は、塩化ナトリウムやカリウム等の塩類溶液を電気分解して調整するが、食品衛生分野では塩化ナトリウムが利用されるのに対して、農業分野では塩化カリウムの水溶液が用いられる。筆者らは、ホシザキ電機

株式会社製の電解水生成装置(プロトタイプ:有隔壁、電流、電圧の制御が可能)の提供を受け、塩化カリウム0.1%の水溶液(水道水で調整)を用いて、15V、10mAの直流電流で電気分解して、電解水を生成し防除試験を行った(図-1)。調整した酸性電解水は、pH2.7、次亜塩素酸濃度40ppm、酸化還元電位1,100mVである。酸性電解水は、調整後、30分以内に植物へ散布し、防除効果を検討した。

II 植物病原菌に対する酸性電解水の殺菌効果

酸性電解水は、微生物に対して殺菌効果があることが知られており、高浪ら(1994)は、有隔壁の電解槽で調整した酸性電解水により、TMVが20秒以内に活性を失い、*Pseudomonas solanacearum*などの植物病原細菌が殺菌されることを報告している。酸性電解水のpH、次亜塩素酸濃度、酸化還元電位値は多様で、電気分解槽の形式、電圧、電流、調整溶液により中性、弱酸性、強酸性の電解水が得られ、対象病害、殺菌効果も異なる。一般的に隔壁のある電解槽で調整する酸性電解水は、強酸性電解水といわれ、殺菌力も強い。

隔壁式の電解槽で調整した酸性電解水の植物病原菌に対する殺菌効果について検討するために、キュウリ炭疽



図-1 ホシザキ電機(株)製酸性電解水調整装置

Control Effect of Acidic Electrolyzed Water (AWE) on Gray mold of Strawberry and Anthracnose of Cucumber in Field Conditions. By Shin'ichi KUSAKARI

(キーワード: 酸性電解水, いちご灰色かび病, キュウリ炭疽病, 防除効果)

病菌 (*Colletotrichum orbiculare*), イチゴ灰色かび病菌 (*Botrytis cinerea*), イネいもち病菌 (*Pyricularia grisea*), トマト萎凋病菌 (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*), トマト輪紋病菌 (*Alternaria solani*), ナス半身萎凋病菌 (*Verticillium dahliae*), キュウリの根腐れの原因菌 (*Pythium aphanidermatum*) を供試して, 分生子および遊走子等の繁殖器官を採取し所定時間, 酸性電解水で処理して発芽率を調査した。キュウリ炭疽病菌, イチゴ灰色かび病菌, トマト輪紋病菌, ナス半身萎凋病菌, イネいもち病菌は, PDA 培地で培養後, BLB ライトを照射し分生子形成を誘導して分生子を採取した。トマト萎凋病菌については, ショ糖加用ジャガイモ煮汁培地で振盪培養し, 培地中に生じる小型分生子を採取した。*P. aphanidermatum* は, Schmitthenner's 培地 (WATERHOUSE, 1967) で培養した菌そうに蒸留水を添加し, 形成される遊走子を採取した。採取された供試菌の分生子は 1×10^4 CFU/ml の濃度で, *P. aphanidermatum* の遊走子は, 5.2×10^3 CFU/ml の濃度の懸濁液として調整した。

供試菌の伝染器官 (分生子および遊走子) に対する酸性電解水の発芽抑制効果は, 調製した分生子および遊走子懸濁液と酸性電解水の各 1 ml を混合し, 25°C で 1 分間培養後, 処理液には 8 ml の蒸留水を混合して酸性電解水を希釈後, 水平ローターで 4,000 rpm で遠心分離して, 分生子および遊走子を回収, 0.05% のグルコース溶液を添加して, 25°C で 16 時間培養して発芽を調査した。

また, イチゴ灰色かび病菌とキュウリ炭疽病菌については, 検定液中の分生子濃度を一定にするために酸性電解水, 分生子懸濁液, 蒸留水を表-1 のように混合して希釈し, 発芽抑制効果を調査した。分生子懸濁液は, 25°C で 16 時間培養後, 15 ml の蒸留水を混合し, 4,000 rpm で 10 分間遠心分離して分生子を回収し, 0.05%

のグルコース溶液 2 ml を添加し, 25°C で培養して発芽率を調査した。

供試した 7 種類の病原菌の分生子, 遊走子を, 酸性電解水に 1 分間浸漬後に発芽率を調査したところ, *P. grisea*, *A. solani* では発芽率が 9.5% 程度認められたが, 他の 5 種類については発芽が認められなかった (表-2)。

イチゴ灰色かび病, キュウリ炭疽病の分生子に対して, 分生子密度を一定となるように混合した液中における酸性電解水の発芽抑制効果について検討したところ, 酸性電解水の 2.5 倍希釈まで発芽抑制効果が認められたが, 灰色かび病菌では, 5 倍希釈で 22% に, 10 倍希釈では 50% 近くになり, 発芽抑制効果が低下した (表-3)。同様に炭疽病菌の分生子では, 5 倍希釈で 33%, 10 倍で 65% になり, 発芽抑制効果が低下した (表-4)。

以上のことから, 酸性電解水は, 灰色かび病菌, 炭疽病菌, いもち病菌, つる割病菌等多種の植物病原菌類の分生子に対して, 1 分程度の処理時間でほとんど発芽が

表-1 酸性電解水による分生子発芽抑制試験液の調整

酸性電解水 希釈倍率	胞子懸濁液量 (ml)	電解酸性水量 (ml)	蒸留水 (ml)
1.25	1	4	0
1.7	1	3	1
2.5	1	2	2
5	1	1	3
10	1	0.5	3.5
cont.	1	0	4

各希釈倍率の酸性電解水の 5 ml に胞子濃度が一定 (5 倍希釈) となるように調製した。

表-2 供試病原菌の分生子・遊走子に対する酸性電解水の発芽阻害効果

病原菌名	伝染器官	調査胞子数	発芽胞子数	発芽率 (%)
<i>Botrytis cinera</i>	分生子	182.5	0	0
<i>Colletotrichum orbiculare</i>	分生子	232.2	0	0
<i>Pyricularia grisea</i>	分生子	195.2	18.5	9.5
<i>Alternaria solani</i>	分生子	231.5	22.1	9.5
<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i>	小型分生子	175.5	0	0
<i>Verticillium dahliae</i>	分生子	165.5	0	0
<i>Pythium aphanidermatum</i>	遊走子	118	0	0

病原菌の分生子, 遊走子懸濁液を培養し, 光学顕微鏡により発芽率を調査した。各病原菌の調査胞子数, 発芽胞子数は, 5 区の平均値。

表-3 酸性電解水の希釈率とイチゴ灰色かび病菌分生子の発芽阻害効果

酸性電解水 希釈倍率	調査分生子数 (個)	発芽分生子数 (個)	発芽率 (%)
1.25	627	0	0
1.7	493	0	0
2.5	452	0	0
5	501	109	22
10	486	241	49.7
0	625	473	90.8

認められなくさせることから、強い殺菌効果があると考えられる。次亜塩素酸は、芽胞細菌に対しても殺菌効果があり、ウイルスを含めて多くの植物病原菌に対して殺菌力があると考えられる。作物体表面に酸性電解水を散布することによって、感染前の状態であれば、付着した分生子などの伝染器官を殺菌して、発病抑制効果が得られると考えられる。

また、灰色かび病菌、炭疽病菌の分生子に対する、酸性電解水の希釈率と発芽抑制効果については、2.5倍希釈においても発芽が抑制されることから、次亜塩素酸濃度16ppm程度まで発芽抑制効果が期待できる。

III イチゴ炭疽病に対する防除効果試験

イチゴは、品種‘とよのか’を供試した。イチゴ苗は、2月下旬ハウス内圃場に、畝幅1.2m、株間30cmで2条の千鳥植えに定植した。試験区は、1区20株の2区制とした。試験区は、酸性電解水散布区、無処理区の2処理区とし、施肥・栽培管理は慣行とした。

イチゴへの酸性電解水の散布は、灰色かび病が発生している4月16日に罹病果実を除去した後に1回目を散布し、その後、4月23日、30日、5月8日の計4回、それぞれ肩掛け式散布器により10a当たり200l散布した。

その後、イチゴの果実について、4月21日、25日、30日、5月3日、8日、12日、16日、19日に、試験区における罹病果実数を調査して発病率を求め、防除効果を判定した。酸性電解水散布による作物体への障害については、イチゴの茎葉および果実について収穫時に調査した。

図-2に各試験区の発病率を示したが、酸性電解水散布5日後の5月16日では、無処理区の発病率が34.7%であるのに対して散布区では38.1%と高くなったが、5月23日の2回目散布後の5月25日では、処理区は発病率0%、無処理区32%、以後、無処理区では、

表-4 酸性電解水の希釈率とキュウリ炭疽病菌分生子の発芽阻害効果

酸性電解水 希釈倍率	調査分生子数 (個)	発芽分生子数 (個)	発芽率 (%)
1.25	627	0	0
1.7	485	0	0
2.5	474	0	0
5	488	159	32.6
10	486	315	64.8
0	625	428	68.5

28.1～45.5%の発病率に対して、酸性電解水散布区は、3.8～6.1%の低い発病率を維持した。しかし、5月8日の最終散布後は、被害果率が上昇し、最終調査の5月19日には無処理区と同程度の発病率となった。また、本試験期間中にイチゴの果実および植物体における酸性電解水散布による障害は認められなかった。

以上のことから、イチゴ灰色かび病発生下において酸性電解水を散布した場合、無処理区に比較して酸性電解水散布区では、灰色かび病菌による被害果実の発生を抑制できることが確認され、茎葉、果実等への薬害もないことから、酸性電解水の散布により、農薬の散布同様、防除効果が得られることがわかった。しかし、酸性電解水の散布をやめると発病率が無処理区と同様になることから、防除効果の持続期間は8日程度で、酸性電解水の散布をやめると被害果実の発生が急速に増加する傾向があった。

IV キュウリ炭疽病に対する防除効果試験

酸性電解水散布によるキュウリ炭疽病の防除効果は、露地栽培の圃場において品種‘夏すずみ’を用いて調査した。‘夏すずみ’を5月上旬播種し、5月19日に鉢上げして、5月30日に圃場(0.3a)へ定植した。試験区は、1区20株の2区制とし、酸性電解水散布区、対照薬剤散布区、無処理区の3処理区を設けた。キュウリの栽培は、株間40cm、畦間1.2mとし、施肥、栽培管理は慣行とした。

酸性電解水は、キュウリに炭疽病の病斑の発生が観察された7月10日に第1回目を散布し、その後の7月17日、および、2週間後の7月24日の計3回、背負式動力散布器により10a当たり約200lを散布した。薬剤防除区については、キュウリ炭疽病の病斑を認めたのち、7月10日、17日および24日にTPN水和剤(ダコニール1000)の1,000倍液を背負式動力散布機で同様に散布し

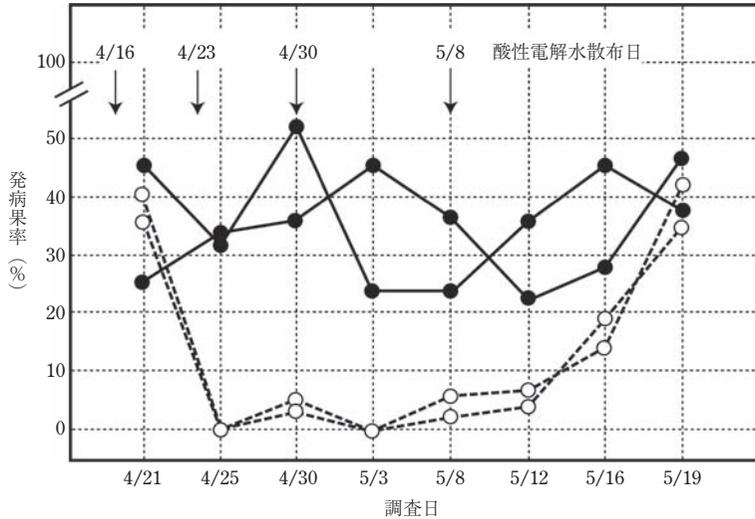


図-2 酸性電解水散布によるイチゴ灰色かび病の防除効果
 酸性電解水を4/16, 4/21, 4/30, 5/8に散布し, イチゴの収穫果実について灰色かび病の被害実数を調査し, 発病果率を示した。
 ●— 無処理区
 ○- - 酸性電解水散布区

表-5 酸性電解水散布によるキュウリ炭疽病の防除効果

試験区	区	散布前		散布後			薬害
		発病葉率 (%)	発病度 ¹⁾	発病葉率 (%)	発病度 ¹⁾	防除値 ²⁾ (発病度)	
酸性電解水	①	13.3	4	42.7	20.2	49.5	—
	②	10.7	3.5	39.2	18.3	25.3	
	平均	12	3.8	41	19.3	37.4	
TPN 水和剤	①	9.3	2.5	10.7	3.5	91.2	—
	②	17.3	6	5.3	2.5	89.8	
	平均	13.3	4.3	8	3	90.5	
無処理区	①	10.7	3.5	77.1	40	—	
	②	12	3.8	57.3	24.5		
	平均	11.4	3.7	67.2	32.3		

発病程度は 0:発病なし, 1:病斑面積が葉面 1/3 以下, 2:病斑面積が葉面 1/3 ~ 2/3, 3:病斑面積が 2/3 以上, 4:葉面が黄化枯死とし, 発病度を算出した。

¹⁾ 発病度は, $\sum (i \cdot di / 4 \cdot n) \cdot 100$ (di を発病程度*i*の葉数, n を総個体数)とした。

²⁾ 防除値 = $(1 - \text{処理区の発病度} / \text{無処理区の発病度}) \times 100$ 。

た。炭疽病の被害調査は, 最終散布より7日後の7月31日に行った。調査方法は, 1試験区当たり15株について, 株当たり25葉の発病程度を調査した。

キュウリ炭疽病に対する酸性電解水, TPN 水和剤の防除効果を比較したところ表-5の結果を得た。酸性電

解水散布の防除値は, 49.5, 25.3, 平均 37.4で, 対照区薬剤の TPN 水和剤の防除値よりは低かったが, 無処理区に対する防除値は 40であり, 薬害もないことから, 被害発生を抑制する効果があると判断される。防除効果が低かったのは, 酸性電解水の散布時に炭疽病の発病葉

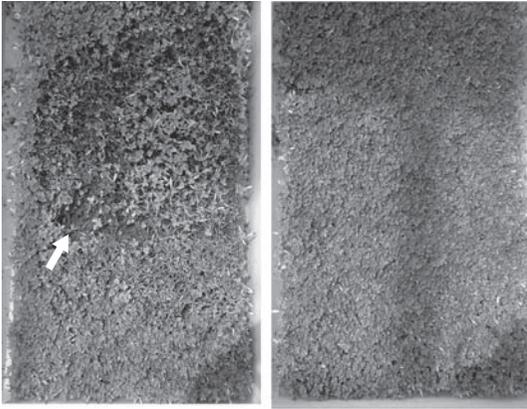


図-3 ミツバ立枯病菌 (*Rhizoctonia solani*) 接種後の酸性電解水散布による防除効果
左：無処理区，右：酸性電解水散布区。矢印：発病箇所。

率が10%と高かったためと考えられた。次亜塩素酸濃度40ppmの酸性電解水散布によるキュウリの薬害の発生は、果実、茎葉とも認められなかった。炭疽病は発生すると比較的防除が難しい病害である。酸性電解水による防除試験では、発病の初期、または、発病前の予防散布による効果を検討する必要がある。

V その他の病害に対する防除効果

酸性電解水については、このほか、ナス、キュウリのうどんこ病に対しても防除効果が認められ、発病初期から散布することで高い病害抑制効果を示す。また、ミツバの養液栽培では、育苗期間中の苗に *Rhizoctonia solani* による立枯病が発生がする場合があるが、本病は種子に付着した病原菌の菌糸、菌核等が伝染源となって発生すると報告されており、育苗時の子苗地上部に菌糸がまん

延する時期に、酸性電解水を散布することで被害発生を抑制することができる(図-3)。酸性電解水は病原菌に対して直接作用することで殺菌効果の得られることから、被害発生時に早期に処理する必要があり、被害発生期間中は、酸性電解水の継続した散布処理が必要になると考えられる。今回の試験では、作物体への薬害発生の事例は見られなかったが、酸性電解水には薬害が発生する事例もあり、注意が必要である。ナスの品種には、果実表面が傷つきやすいものもあり、酸性電解水の散布で果実表面に薬斑が生じることもある。散布にあたっては、散布ノズルからの距離、酸性電解水の散布間隔等についても十分検討することが必要と思われる。

謝辞 本試験をするにあたって、酸性電解水生成装置のご提供や関連文献についてご教示いただいたホシザキ電機株式会社の阿知波信夫部長、研究推進においてご助言いただいた大阪府立大学の阿部一博名誉教授に心より御礼申し上げます。また、研究推進にあたってご協力をいただいた大阪府立環境農林水産総合研究所の病害虫防除グループの岡田清嗣グループ長、瓦谷光男主任研究員に心より御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 藤井直哉 (2006): 植物防疫 60: 547 ~ 551.
- 2) 富士原和宏ら (2000): 生物環境調節 38: 33 ~ 38.
- 3) 金藤泰雄・大植美香 (1995): 徳島農試研報 31: 26 ~ 30.
- 4) 草刈真一ら (1999): 大阪府立農林技術センター研究報告 35: 25 ~ 28.
- 5) ———ら (2006): 近畿中国四国農業研究 8: 16 ~ 19.
- 6) ———ら (2013): 関西病虫害研究会報 55: 17 ~ 21.
- 7) 黒田克利・富川 章 (2002): 同上 44: 65 ~ 66.
- 8) MUELLER, D. S. et.al. (2003): Plant Disease 87: 965 ~ 969.
- 9) 大森敏弘ら (2000): 防菌防黴 28: 485 ~ 491.
- 10) 園田亮一 (2003): 植物防疫 57: 215 ~ 218.
- 11) 高浪洋一ら (1994): 日植病報 60: 741.
- 12) 玉置雅彦ら (2001): 生物環境調節 39: 95 ~ 101.
- 13) WATERHOUSE, G. M. (1967): Mycological papers No.109 (CMI): 1 ~ 15.