

新しい減農薬資材としての強酸性電解水

津野和宣（農学部）



要旨

塩(KCl)溶液の電解によって得られる陽極側の強酸性電解水は、ラジカル活性に基づく強い抗菌活性を持ちながらも、これまでの殺菌剤のような毒性、変異原性等を持たないことが知られている。この強酸性電解水の利用によって病害抑制効果を図り、殺菌剤使用量の低減化を試みた。その結果、施設栽培キュウリ、ピーマンおよびナスにおいて病害発病前からの定期的な強酸性電解水の散布によって病害抑制効果が見られ、殺菌剤の施用回数を減少することが可能であった。したがって、強酸性電解水の利用は、減農薬のための有効な手段の一つであると考えられた。今後、病害抑制のための強酸性電解水のより有効な利用方法を検討する必要がある。

1. はじめに

農業生産現場では病害防除の目的で多種多様の殺菌剤が用いられ、人畜に対するホルモン攪乱・毒性、環境および生態系への影響、薬剤耐性菌の出現などの問題が顕在化していることは周知の通りである。この殺菌剤について使用量の低減や環境への放出防止は重要な課題であるものの、それに代わる有効な手段が見出されないため、農業における生産を安定確保するためにはやむを得ないものであった。

ところで、ある程度の濃度の塩溶液に電極を入れて大きな電圧をかけると水溶液の電気分解が起こり、この際の陽極周辺の電解液は次亜塩素酸、塩素ガス、酸素、ヒドロキシラジカルなどの分子種を含む強い酸性を示すものとなる。この電解液は強酸性電解水と呼ばれ、各種微生物に対して強い抗菌活性を示すことが知られている。その他の特性として、強酸性電解水には、急性や亜急性毒性が認められず、変異原性はなく、耐性菌の出現の報告もない。そのため、手指、内視鏡、血液透析機の洗浄消毒や、各種器具・装置等の洗浄除菌に用いられ、強酸性電解水の生成機は医療用具としての認可を得ている。

本研究は、この強酸性電解水の持つ強い抗菌活性を利用して、植物に病害をもたらす植物病原菌の活動を抑制することによって、殺菌剤の施用量を低減することを目的に行った。すなわち、強酸性電解水による植物病害の抑制方法の確立のために、ここでは強酸性電解水の各種植物病原糸状菌および細菌に対する抗菌活性、強酸性電解水の圃場における病害抑制試験について、これまでに得られた基礎的知見をまとめて報告する。

2. 各種植物病原細菌および植物病原糸状菌に対する抗菌活性

強酸性電解水の植物病原細菌および植物病原糸状菌に対する抗菌活性を検討した。強酸性電解水は KCl 溶液を用いて生成し、酸化還元電位 (ORP) 1,100mV、pH2.6、有効塩素濃度 8~10ppm、溶存酸素濃度 24ppm、導伝率 2.0mS/cm のものを用いた。植物病原細菌 9 種（イ

ネ白葉枯病菌、ウリ類褐斑細菌病菌、ダイズ葉焼病菌、インゲンマメ葉焼病菌、トマト斑点細菌病菌、そ菜類軟腐病菌、ダイズ斑点細菌病菌、キュウリ斑点細菌病菌、ジャガイモ輪腐病菌）14 菌株および植物病原糸状菌 4 種類（灰色かび病菌、ソラマメ赤色斑点病菌、キュウリ褐斑病菌、イチゴ炭そ病菌）5 菌株を供試し、ペーバーディスク法および被検液混合法で活性を検定した。対照には塩酸酸性水（pH2.6）を用いた。

表 1. 強酸性電解水 5 分間処理による各種植物病原細菌の生育阻害

細 菌	強酸性電解水	対 照	
		塩酸酸性水	水道水
<i>X. oryzae</i> pv. <i>oryzae</i> T7174	0 ¹⁾	2.0×10^4	$>10^{10}$
T7147	0	1.4×10^4	$>10^{10}$
T7133	0	3.1×10^4	$>10^{10}$
Kyu7781	0	1.0×10^3	$>10^{10}$
<i>X. campestris</i> pv. <i>cucurbitae</i> K-6	0	1.1×10^4	$>10^{10}$
K-30	0	7.0×10^4	$>10^{10}$
<i>X. campestris</i> pv. <i>glycines</i> S-12	0	4.9×10^4	$>10^{10}$
<i>X. campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> 318-2	0	1.7×10^7	$>10^{10}$
<i>E. carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i> N7106	0	9.4×10^9	1.1×10^{10}
N7109	0	4.6×10^4	2.4×10^4
<i>P. syringae</i> pv. <i>glysinea</i> KN-35	0	5.0×10^3	1.7×10^7
<i>P. syringae</i> pv. <i>lachrymans</i> NIAS1323	0	2.7×10^6	7.8×10^8
<i>C. m.</i> subsp. <i>sepedonicum</i> 1	0	5.1×10^5	2.4×10^7
<i>X. campestris</i> pv. <i>vesicatria</i> トマト室	0	2.7×10^7	4.1×10^7
<i>E. coli</i> HB101	0	6.9×10^8	7.7×10^8

1) 生育細菌数(cfu/ml)

表 2. 強酸性電解水 5 分間処理による各種糸状菌の生育阻害

処理区および糸状菌	処理 3 日後		処理 4 日後		処理 5 日後	
	出現菌数 (個)	菌そう直径 (mm)	出現菌数 (個)	菌そう直径 (mm)	出現菌数 (個)	菌そう直径 (mm)
強酸性電解水処理区						
<i>Botrytis cinerea</i> 85202	0	0	0	0	0	0
<i>Botrytis cinerea</i> 85299	0	0	0	0	0	0
<i>Botrytis fabae</i> IFO5895	0	0	0	0	0	0
<i>Corynespora melonis</i> C-89108	0	0	0	0	0	0
<i>Colletotrichum fragariae</i>	0	0	0	0	0	0
塩酸酸性水区						
<i>Botrytis cinerea</i> 85202	4	2	5	5	5	15
<i>Botrytis cinerea</i> 85299	1	2	3	7	3	20
<i>Botrytis fabae</i> IFO5895	77	N ¹⁾	$>10^2$	N	$>10^2$	N
<i>Corynespora melonis</i> C-89108	25	12	26	15	26	N
<i>Colletotrichum fragariae</i>	$>10^2$	N	$>10^2$	N	$>10^2$	N
滅菌蒸留水区						
<i>Botrytis cinerea</i> 85202	6	2	7	10	7	17
<i>Botrytis cinerea</i> 85299	2	2	3	10	3	25
<i>Botrytis fabae</i> IFO5895	247	N	$>10^2$	N	$>10^2$	N
<i>Corynespora melonis</i> C-89108	36	12	37	15	37	N
<i>Colletotrichum fragariae</i>	$>10^2$	N	$>10^2$	N	$>10^2$	N

1) 測定不能

その結果、ペーパーディスク法では顕著な抗菌活性が認められなかったが、細菌または菌糸と強酸性電解水を混合処理（菌懸濁液：被検液＝1：99、1分間および5分間処理）する被検液混合法では強い抗菌活性が見られた。混合処理時間1分間では病原菌の種類によって抗菌活性に差が見られたものの、混合処理時間5分間では供試した全ての病原細菌および病原糸状菌の生育を著しく阻害した（表1および表2）。この作用は、静菌的ではなく殺菌的であった。これらのことから、植物病原菌においても強酸性電解水が直接的に菌に接触した場合に強い抗菌活性が見られ、その殺菌効果は非特異的で短時間（5分間以内）で発揮されるものと考えられた。

3. 強電解水による植物病害抑制効果

強酸性電解水を植物に散布することによる病害抑制効果を検討した。特に、病害発生前からの定期的な強電解水処理による病害抑制効果について検討を行った。施設栽培のキュウリ、ピーマンおよびナスを対象に試験を行った。対象病害は、キュウリうどんこ病、灰色かび病および褐斑病、ピーマンうどんこ病、灰色かび病および斑点病とした。強電解水は展着剤（ニューオスマック）を添加して動力噴霧機を用いて約1～2週間に1度の間隔で散布した。散布量は250～300リットル/10a、散布部位は茎葉を中心とした地上部分のみとした。調査は、10a当たり10株以上の個体を任意に選び、各個体の全葉について行った。発病度は葉全体面積に占める病斑面積を百分率で算出し、それを0～5までの段階で発病度として評価した（0：0%、1：1～10%、2：10～30%、3：30～50%、4：50～99%、5：100%）。

その結果、キュウリにおいては、強酸性電解水散布区および薬剤散布区（10回程度の殺菌剤散布区）どちらにおいても同程度のうどんこ病および褐斑病の発生であった（表3）。また、灰色かび病は見られなかった。一方、キュウリうどんこ病の発生後からの強酸性電解水の散布では、強酸性電解水の病害抑制効果は認め難かった（表4）。

表3. キュウリ褐斑病の発病度

調査日	強酸性電解水散布区		薬剤散布区	
	発病度平均	標準偏差	発病度平均	標準偏差
5月26日	0.21	0.12	0.35	0.20
6月 2日	0.65	0.25	0.93	0.17
6月 8日	1.39	0.27	0.86	0.37
6月16日	1.75	0.28	1.18	0.34
6月21日	1.99	0.45	2.09	0.35

表4. キュウリうどんこ病発病後の強酸性電解水散布による病害抑制効果

調査日	強酸性電解水散布区		薬剤散布区	
	発病度平均	標準偏差	発病度平均	標準偏差
5月26日	1.01	0.33	0.90	0.19
6月 2日	0.68	0.19	0.48	0.31
6月 8日	0.98	0.24	0.40	0.13
6月16日	1.49	0.48	0.79	0.32
6月21日	1.14	0.38	0.54	0.19

また、ピーマンおよびナスでは強酸性電解水の利用のみで殺菌剤をほとんど使用することなく栽培が可能であった。すなわち、ピーマン、ナスでは、強酸性電解水の利用で有効に病害抑制ができたものと考えられた。

4. まとめ

以上の結果をまとめると、以下の通りとなる。

(1) 強酸性電解水は植物病原細菌や植物病原糸状菌に対しても、直接的に菌に接触した場合に強い殺菌的な抗菌活性を示した。これは医学細菌などにおいて報告されている結果と同様であった。

(2) 強酸性電解水を施設栽培キュウリ、ピーマンおよびナスに病害発生前から定期的に散布することで、病害抑制効果が見られ、殺菌剤散布回数が減少し、殺菌剤使用量の低減化が図られた。強酸性電解水は組織や細胞中に浸透して抗菌活性を発揮するものではないことが知られているため、これは定期的に強酸性電解水を散布することによって植物体表面の病原菌密度の低下がもたらされ、結果として発病し難い状況が作られたものと推察された。

(3) 植物発病からの強酸性電解水の散布では、病害抑制の効果は少なかった。このことから、強酸性電解水は植物組織中の病原菌に対しては殺菌効果を発揮していないものと考えられた。したがって、強酸性電解水による病害抑制は、病気に対する治癒的效果の発揮によるものではなく、予防的效果の発揮によるものであると考えられた。

(4) 強酸性電解水の散布による病害抑制は、病害発生前からの定期的な散布による予防的效果を期待すべきであり、その病害発生予防効果を十分に利用することによって、殺菌剤の使用量を大きく減少させることが可能であると考えられた。

(5) 今後、より有効・効果的な病害抑制のための強酸性電解水の利用方法を検討することによって、いっそうの減農薬が期待できるものと思われた。