

樹冠流下雨水中の病原細菌量による カンキツかいよう病防除薬剤の評価

愛媛県立果樹試験場 ^み三 ^{よし}好 ^{たか}孝 ^{のり}典

はじめに

カンキツかいよう病は、葉、枝および果実に発生し、特に果実に1個でも病斑が認められると商品価値が大きく低下するため重要病害である。病原菌は *Xanthomonas campestris* pv. *citri* であり、気孔および傷感染し、風雨によって伝染する。このため、2004年は相次ぐ台風の襲来により全国的に多発生し、愛媛県においては8月下旬の台風16号以降急激に発生が拡大して問題となった。

本病は、黒点病のように必ずしもすべての園地で発生するものではなく、発生は園地や品種による偏りや年により発生量が大きく異なるとともに、園地内においても発生量が大きく異なる。本病には銅水和剤と抗生物質剤が登録されているが、それらの薬剤効果を比較する場合、園地内での発生量の異なりから正確な評価をすることが難しい。

そこで、薬剤の評価が樹冠流下雨水中の病原細菌量により可能かどうかを検討した。

I PCR 利用による病原細菌量の把握

本病に対するPCRプライマーを開発 (Miyoshi et al., 1998) して、本病の発生生態への利用法を検討してきた (三好ら, 1997; 三好ら, 1998; 三好・清水, 2003)。PCRは、定性は可能であるが定量は不可能である。しかし、近年、リアルタイムPCRのように定量可能な方法が開発された (Mavrodieva et al., 2004) が、分析機器が非常に高額のため実用的ではない。このため、PCRを利用して病原細菌量を把握する方法を開発した。すなわち、樹冠流下雨水を採集して滅菌水で連続10倍希釈した各雨水液 ($1 \sim 10^{-5}$ 程度) にYP液体培地を加えて28℃、24時間培養後、各雨水液からテンプレートを作成し、PCRを行った後、その検出限界から雨水液中の病原細菌量を推定する方法である (図-1)。なお、雨水の採集は日中雨が止んだ場合は直後に、夜間雨が止んだ

場合は翌日の午前9時に採集した。

この方法を用いて次章の実験を行った。

II 樹冠流下雨水中の病原細菌量と発病

まず最初に、樹冠流下雨水中の病原細菌量と春葉の発病の関係を、前年の発生が多かった本病防除薬剤の無散布樹について調査を行った。すなわち、2002年の3月から6月まで降雨ごとに前述の方法により樹冠流下雨水を採集して病原細菌量を決定し、その間の春葉の発病状況を調査した。その結果、3月中旬から病原細菌が検出され、その後病原細菌量は急激に増加した。一方、春葉の発病は5月1日に初発が確認され、その後急激に増加した (図-2)。なお、他の試験でも本試験と同様の結果が得られている。このことから、病原細菌の増加は発病に先立って起こり、病原細菌量が多いほどその後の発病が多いことが明らかとなった。以上のことから、病原細菌量を調査することによって、薬剤の防除効果が明らかになることが考えられた。



樹冠流下雨水の採集

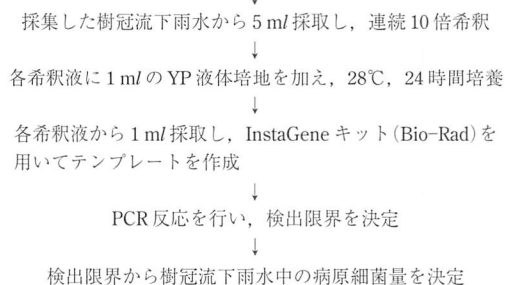


図-1 樹冠流下雨水採集から病原細菌量決定までのフロー

Evaluation of Citrus Canker Fungicides by the Population of Causal Bacterium in Rain Water Flowing Down from the Tree Canopy.
By Takanori Miyoshi

(キーワード: カンキツ, カンキツかいよう病, 病原細菌量, PCR, 防除薬剤)

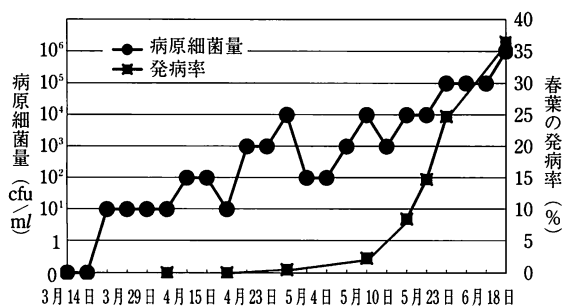


図-2 樹冠流下雨水中の病原細菌量と発病 (2002 年)

III 各種薬剤散布による病原細菌量の変化と防除効果

1 発芽前散布

実際に樹冠流下雨水中の病原細菌量と薬剤の防除効果が比例するかどうかについて、本病の主要防除薬剤を用いて検討を行った。すなわち、塩基性硫酸銅水和剤 (I, 商品名: IC ボルドー 66D), 水酸化第二銅水和剤 (商品名: コサイドボルドー) および塩基性硫酸銅水和剤 (Z, 商品名: Z ボルドー) を用いて、薬剤散布による病原細菌量の変化と防除効果について検討を行った。

発芽前の 2002 年 3 月 11 日に、病原細菌を葉に接種後 3 月 20 日に各種薬剤を散布した。その後の樹冠流下雨水中の病原細菌濃度を調査した結果、無処理区では 3 月下旬から急激に病原細菌濃度が増加し、5 月下旬まで高い病原細菌濃度で推移した。塩基性硫酸銅水和剤 (Z) の 500 倍区では、3 月下旬から病原細菌が検出されたが、増加し始めたのは 4 月下旬からであった。水酸化第二銅水和剤の 1,000 倍区では 3 月下旬から検出されたが、増加し始めたのは 5 月中旬であった。塩基性硫酸銅水和剤 (I) の 40 倍区では、4 月中旬から検出されたが、病原細菌濃度の増加は認められなかった (図-3)。発病調査を行った結果、塩基性硫酸銅水和剤 (I) の 40 倍区が最も少なく、次いで水酸化第二銅水和剤の 1,000 倍区、塩基性硫酸銅水和剤 (Z) の 500 倍区の順であった (表-1)。

2003 年にも同様の試験を行ったが、各種薬剤散布区での病原細菌量および発病傾向は 2002 年と同様の傾向であった (図-4, 表-2)。なお、2003 年については試験開始前に越冬病斑量を調査し、各試験区同様の越冬病斑率になるよう調整して試験を行った。

2 生育期散布

生育期にも前述の薬剤に銅・有機銅水和剤 (商品名: キンセツ水和剤) およびオキシテトラサイクリン・ストレプトマイシン水和剤 (商品名: アグリマイシン 100

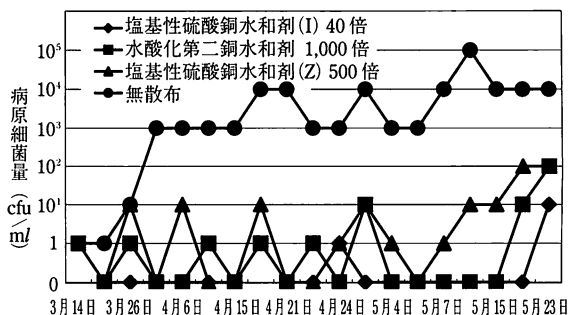


図-3 薬剤散布による樹冠流下雨水中の病原細菌量変化 (発芽前散布, 2002 年)

宮内イヨカン 25 年生を 1 区 5 樹用いた。3 月 11 日に 1 樹当たり 20 葉 (1 葉当たり 1 箇所) に付傷接種した。3 月 20 日に各種薬剤を十分量散布した。

表-1 各種銅水和剤の防除効果 (2002 年)

薬剤名および倍数	発病率 (%)	発病度	防除価
塩基性硫酸銅水和剤 (I) 40 倍	0.6	0.1 a	99.1
水酸化第二銅水和剤 1,000 倍	2.4	0.5 ab	95.0
+炭酸カルシウム剤 200 倍			
塩基性硫酸銅水和剤 (Z) 500 倍	5.0	0.9 ab	89.6
+炭酸カルシウム剤 200 倍			
無散布	32.2	9.1 b	

注 1) 宮内イヨカン 25 年生を 1 区 5 樹用いた。

注 2) 3 月 11 日に 1 樹当たり 20 葉 (1 葉当たり 1 箇所) に付傷接種した。

注 3) 3 月 20 日に各種薬剤を十分量散布した。

注 4) 表中の英字は Tukey の多重検定結果 (5%), 同一文字には有意差なし。検定は Arcsin 変換した値による。

水和剤) を加えて、同様に検討を行った。

すなわち、2002 年 6 月 12 日に各種薬剤を散布して、その後の樹冠流下雨水中の病原細菌濃度を調査した結果、無処理区では 6 月中旬から急激に病原細菌濃度が増加し、調査終了時まで高い菌濃度で推移した。薬剤の中では塩基性硫酸銅水和剤 (I) の 80 倍区、水酸化第二銅水和剤の 2,000 倍区、塩基性硫酸銅水和剤 (Z) の 500 倍区、銅・有機銅水和剤の 600 倍区、オキシテトラサイクリン・ストレプトマイシン水和剤の 1,000 倍区の順に病原細菌濃度が低かった。オキシテトラサイクリン・ストレプトマイシン水和剤と無散布との差は、ほとんど認められなかった。発病調査で最も効果が高かったのは塩基性硫酸銅水和剤 (I) の 80 倍で、次いで水酸化第二銅水和剤の 2,000 倍、塩基性硫酸銅水和剤 (Z) の 500 倍、銅・有機銅水和剤の 600 倍、オキシテトラサイクリン・ストレプトマイシン水和剤の 1,000 倍の順であり、発芽前散布

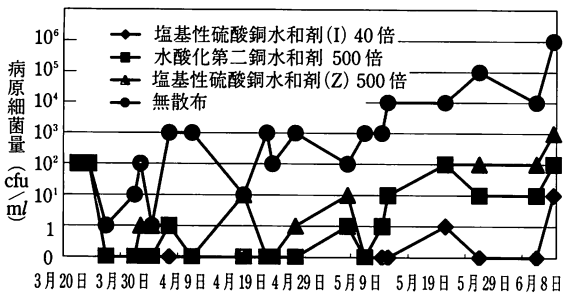


図-4 薬剤散布による樹冠流雨水中の病原細菌量変化（発芽前散布，2003 年）

宮内イヨカン 26 年生を 1 区 5 樹用いた。3 月 25 日に各種薬剤を十分量散布した。

表-2 各種銅水和剤の防除効果（2003 年）

薬剤名および倍数	発病率 (%)	発病度	防除価
塩基性硫酸銅水和剤 (I) 40 倍	0.2	0.03 a	99.6
水酸化第二銅水和剤 500 倍	1.8	0.4 ab	94.3
＋炭酸カルシウム剤 200 倍			
塩基性硫酸銅水和剤 (Z) 500 倍	2.9	0.9 ab	87.1
＋炭酸カルシウム剤 200 倍			
無散布	18.6	6.9 b	

注 1) 宮内イヨカン 25 年生を 1 区 5 樹用いた。
注 2) 3 月 11 日に 1 樹当たり 20 葉（1 葉当たり 1 箇所）に付傷接種した。
注 3) 3 月 20 日に各種薬剤を十分量散布した。
注 4) 表中の英字は Tukey の多重検定結果（5%），同一文字には有意差なし。検定は Arcsin 変換した値による。

表-3 薬剤散布による樹冠流雨水中の病原細菌量と防除効果（生育期散布，2002 年）

薬剤名	倍数	病原細菌量（10 ⁴ cfu/ml）									発病果率 (%)
		6/18	6/20	6/25	7/1	7/6	7/9	7/10	7/16	7/19	
塩基性硫酸銅水和剤 (I)	80 倍	1	ND	ND	ND	1	1	1	1	1	6.7
水酸化第二銅水和剤	2,000 倍	1	ND	ND	0	1	2	1	3	2	20.0
塩基性硫酸銅水和剤 (Z)	500 倍	1	2	ND	0	2	3	3	4	4	46.7
銅・有機銅水和剤	600 倍	1	2	ND	0	1	4	3	3	3	46.7
オキシテトラサイクリン・ストレプトマイシン水和剤	1,000 倍	1	2	1	2	4	4	5	4	5	64.7
無散布		3	4	3	3	4	4	5	4	4	86.7

注 1) 宮内イヨカン 10 年生を 1 区 3 樹用いた。
注 2) 6 月 7 日に 1 樹当たり 5 葉（1 葉当たり 2 箇所）に付傷接種した。
注 3) 6 月 12 日に各種薬剤を十分量散布した。
注 4) 水酸化第二銅水和剤および塩基性硫酸銅水和剤には，炭酸カルシウム剤 200 倍を加えた。
注 5) ND は未検出。

表-4 各種薬剤の銅付着量変化（2003 年）

薬剤名および倍数		3 月 25 日	4 月 4 日	4 月 25 日	5 月 14 日	6 月 13 日
塩基性硫酸銅水和剤 (I) 40 倍	銅付着量	6.85	4.60	3.60	2.75	1.80
	相対値	100.0	67.2	52.6	40.1	26.3
水酸化第二銅水和剤 500 倍	銅付着量	4.25	2.10	1.25	1.05	0.55
	相対値	100.0	49.4	29.4	24.7	12.9
塩基性硫酸銅水和剤 (Z) 500 倍	銅付着量	2.35	1.40	0.80	0.55	0.35
	相対値	100.0	59.6	34.0	23.4	14.9

注 1) 銅付着量の単位は $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ である。
注 2) 相対値は初期付着量に対する百分率。
注 3) 3 月 25 日散布。

と同様の結果であった（表-3）。

以上の結果から，防除効果と樹冠流雨水中の病原細菌濃度は密接に関係していることが明らかとなり，薬剤評価を行う場合，病原細菌濃度を調査することでも薬剤評価は可能であることが明らかとなった。具体的には，発芽前試験では散布後 1 ～ 2 か月間，生育期試験では散布後約 1 か月間病原細菌量を調査すれば薬剤評価が可能

と考えられ，その間の病原細菌量を 10^2 cfu/ml 以下に抑制できれば，防除薬剤の効果は高いことが考えられた。

IV 各種銅水和剤の残効性

2003 年の発芽前散布試験では，同時に葉における銅の付着量を分析した。すなわち，塩基性硫酸銅水和剤 (I)，水酸化第二銅水和剤および塩基性硫酸銅水和剤 (Z) を散

布して、散布直後から約 2 か月間経時的に銅付着量を分析し、初期付着量からの減衰率を調査した。その結果、減衰率が最も低かったのは塩基性硫酸銅水和剤 (I) であり、水酸化第二銅水和剤および塩基性硫酸銅水和剤 (Z) は同等であった (表-4)。本病に対する防除効果が高かった塩基性硫酸銅水和剤 (I) は、銅の付着量が多いとともに耐雨性が優れることが一つの要因と考えられた。

お わ り に

カンキツかいよう病の防除薬剤の評価は、PCR を利用した病原細菌量の把握により可能であることが明らかとなった。

引 用 文 献

- 1) 三好孝典ら (1997): 日植病報 63:256 (講要).
- 2) MIYOSHI, T. et al. (1998): Ann. Phytopath. Soc. Jpn. 64:249 ~ 254.
- 3) 三好孝典ら (1998): 日植病報 64:385 ~ 386 (講要).
- 4) ———・清水伸一 (2003): 同上 69:72 (講要).
- 5) MAVRODIEVA, V. et al. (2004): Phytopathology 94:61 ~ 68.

(新しく登録された農薬 4 ページからの続き)

●ボスカリド水和剤

21572: エメラルド DG (BASF アグロ) 2005/10/19

ボスカリド: 70.0%

芝 (日本芝): カーブラリア葉枯病, 芝 (ペントグラス):
ガラスポット病: 発病初期: 散布

「除草剤」

●グリホサートイソプロピルアミン塩・2,4-PA イソプロピルアミン塩液剤

21567: ビマスター J (ニューファム) 2005/10/19

21568: 石原ビマスター J (石原産業) 2005/10/19

グリホサートイソプロピルアミン塩: 10.0%, 2,4-PA イソプロピルアミン塩: 5.0%

樹木等: 公園, 庭園, 堤とう, 駐車場, 道路, 運動場, 宅地, のり面, 鉄道等: 一年生及び多年生雑草 (ススキ, オギを除く)

●イマズスルフロン・ダイムロン・フェントラザミド・プロモブチド粒剤

21569: ビッグシュアエース 1 キロ粒剤 (バイエルクロップサイエンス) 2005/10/19

イマズスルフロン: 0.90%, ダイムロン: 4.5%, フェントラザミド: 3.0%, プロモブチド: 9.0%

移植水稻: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ヘラオモダカ (北海道, 東北), ミズガヤツリ (北海道を除く), ウリカワ, ヒルムシロ, セリ, アオミドロ・藻類による表層はく離

●ダイムロン・フェントラザミド・プロモブチド・ベンスルフロンメチル粒剤

21570: バイエルイノーバアップ 1 キロ粒剤 75 (バイエルクロップサイエンス) 2005/10/19

ダイムロン: 4.5%, フェントラザミド: 3.0%, プロモブチド: 9.0%, ベンスルフロンメチル: 0.75%

移植水稻: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ヘラオモダカ, ミズガヤツリ (東北), ウリカワ, ヒルムシロ, セリ, アオミドロ・藻類による表層はく離

●ダイムロン・フェントラザミド・プロモブチド・ベンスルフロンメチル粒剤

21571: バイエルイノーバ DX アップ 1 キロ粒剤 51 (バイエルクロップサイエンス) 2005/10/19

ダイムロン: 4.5%, フェントラザミド: 3.0%, プロモブチド: 9.0%, ベンスルフロンメチル: 0.51%

移植水稻: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ミズガヤツリ, ウリカワ, ヒルムシロ, セリ, アオミドロ・藻類に

よる表層はく離
PCR の技術は年々進歩しているが、現場での PCR の応用は病原菌の同定を中心に活用されることが多く、今回のように野外から樹冠流下雨水を採取してその中の病原細菌量を決定するために PCR を活用した事例は極めて少ない。このため、今後本法のような PCR の活用を期待する。

よる表層はく離

●ピラゾスルフロンエチル・フェントラザミド・ベンゾビシクロン水和剤

21573: サンサール顆粒 (北海道日産) 2005/10/19

ピラゾスルフロンエチル: 2.6%, フェントラザミド: 25.0%,
ベンゾビシクロン: 25.0%

移植水稻: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ウリカワ, ミズガヤツリ (北海道を除く), ヘラオモダカ

(北海道, 東北), ヒルムシロ, セリ, オモダカ (北海道),
アオミドロ・藻類による表層はく離

●ピラゾスルフロンエチル・フェントラザミド・ベンゾビシクロン粒剤

21574: サンサールジャンボ (北海道日産) 2005/10/19

ピラゾスルフロンエチル: 0.70%, フェントラザミド: 6.7%,
ベンゾビシクロン: 6.7%

移植水稻: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ウリカワ, ミズガヤツリ (北海道を除く), ヘラオモダカ (北海道,

東北), ヒルムシロ, セリ, アオミドロ・藻類による表層はく離

●ピラゾスルフロンエチル・フェントラザミド・ベンゾビシクロン粒剤

21575: サンサール 1 キロ粒剤 (北海道日産) 2005/10/19

ピラゾスルフロンエチル: 0.30%, フェントラザミド: 3.0%,
ベンゾビシクロン: 2.0%

移植水稻: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ウリカワ, ミズガヤツリ (北海道を除く), ヘラオモダカ (北海道, 東北), ヒルムシロ, セリ (北陸を除く), アオミドロ・藻類による表層はく離

「農薬肥料」

●ウニコナゾール P 複合肥料

21557: 楽一 21 (住友化学) 2005/10/11

ウニコナゾール P: 0.0040%

水稻: 節間短縮による倒伏軽減

21558: 楽一 25: (住友化学) 2005/10/11

ウニコナゾール P: 0.0040%

水稻: 節間短縮による倒伏軽減

21559: 楽一 27 (住友化学) 2005/10/11

ウニコナゾール P: 0.0040%

水稻: 節間短縮による倒伏軽減

21560: 楽一 20S (住友化学) 2005/10/11

ウニコナゾール P: 0.0040%

水稻: 節間短縮による倒伏軽減