アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤処理による水耕栽培における トルコギキョウ根腐病の防除

佐藤 衛^{1*}・福田 直子¹

ABSTRACT

SATOU, M.^{1*} and FUKUTA, N.¹ (2016). Control of root rot of Russell prairie gentian (*Eustoma grandiflorum*) in hydroponic culture using a mixture of azoxystrobin and metalaxyl M. Jpn. J. Phytopathol. 82: 93–100.

For the stable production of Russell prairie gentian (*Eustoma grandiflorum*) flowers in hydroponic culture, we tested various applications of a granular mixture of azoxystrobin and metalaxyl M. The results indicated that application of 0.25 or 0.5 g/seedling of the mixture to the top of each peat block in the cell tray soon after transplantation of seedlings suppressed root rot caused by *Pythium spinosum*. This concentration of fungicidal ingredients in the nutrient solution is lower than the regulatory limit imposed by the Japanese government. The tests were repeated over 2 years, and similar results were obtained. Based on these results, we can control of root rot in Russell prairie gentian with a granular mixture of azoxystrobin and metalaxyl M.

(Received September 14, 2015; Accepted December 21, 2015)

Key words: Russell prairie gentian, *Eustoma grandiflorum*, root rot, *Pythium*, hydroponic culture, azoxystrobin and metalaxyl M granule

緒 言

トルコギキョウは、2013 年の作付面積 431 ha、出荷量 1 億 210 万本で、産出額（2012 年）においても、キク、ユリ、バラ、カーネーションに次ぎ 99 億円と重要な花きの一つとなっている（農林水産省大臣官房統計部、2015）。トルコギキョウは栽培期間が長く、これまでは土耕栽培が基本であった（八代、1994a, b）。しかし、2011 年 3 月の東日本大震災からの復興を目的として福島県いわき市において、2014 年 8 月から 13 a のプラスチックハウスでの水耕栽培によるトルコギキョウの周年栽培が開始されている。トルコギキョウの栽培期間は本圃で最大 7 ヶ月といった場合もあり長期にわたるが、その期間を短縮しつつ高品質化を図るため水耕栽培が選択され、また、大規模なハウス栽培であることから環境に配慮した循環式の薄膜水耕（nutrient film technique : NFT）栽培（社団法人日本施設園芸協会・日本養液栽培研究会編、2012）が採用された。

施設栽培においては、栽培環境を衛生的に保つことが病

虫害防除の基本であり、使用する資材は病原菌に汚染されていないことが前提であるとともに、本圃において、塵埃に付着した病原菌の飛び込み、地下水や雨水の汚染などに対しての病害防除対策が必要不可欠である。しかしながら、水耕栽培においては、トマト（草刈ら、1981; 草刈・田中、1982）、ミツバ（一谷ら、1980; 宮田ら、1977）、ホウレンソウ（松谷・岡山、1994）、ナス（岡田ら、2009）、ネギ（佐古ら、1997）、シュンギク（瓦谷ら、2002）などの野菜の他、バラ（景山ら、1998）、カランコエ（渡辺ら、2002）などの花き類において *Pythium* 属菌による病害が発生し問題となっている。他にもロックウール栽培のイチゴ（鈴木ら、2005）、底面給水方式の栽培ではベゴニア（宮崎ら、2009）等にも *Pythium* 属菌による病害が発生し問題となっている。トルコギキョウにおいても、*P. spinosum*（吉松、1993）、*P. irregulare*（植松ら、1993）による根腐病が確認されている。トルコギキョウにおいては、出荷までの栽培期間が、水耕栽培においても、育苗で 2 ヶ月、水耕本圃で最大 5 ヶ月と長期間の栽培が必要である（福田ら、2013）ことから、病害発生

¹ 農業・食品産業技術総合研究機構花き研究所（〒 305-8519 茨城県つくば市藤本 2-1） NARO Institute of Floricultural Sciences, Fujimoto 2-1, Tsukuba, Ibaraki 305-8519, Japan

* Corresponding author (E-mail: mamoo@affrc.go.jp)

リスクが高くなることが予想され、周年安定生産のための第一の阻害要因になると考えられた。これまで、様々な農作物において 40 年以上水耕栽培が行われている（社団法人日本施設園芸協会・日本養液栽培研究会編，2012）が、これに対して農薬の登録は全くと言っていいほどない状況であり、僅かに金属銀剤（製品名：オクトクロス）の 1 件があるのみである（草刈ら，1994，1998，2003；日本植物防疫協会，2014）。しかし、金属銀剤のみでは十分な防除効果が見込めないことが多いのが現状である。

水耕栽培の培養液の殺菌方法として、紫外線、オゾン、銅イオン、銀イオン、慮過、界面活性剤などを利用する方法が報告されており（草刈，2009）。実際に、福島県いわき市では、紫外線による殺菌、フィルターによる濾過を行う装置等が導入され、稼働しているが、栽培ベッドへの病原菌の飛び込みに対しては無防備な状況である。これに対処するため、温室内外への出入り時の靴の履き替えの徹底、ハウス周辺のシート被覆による塵埃飛散防止などが行われているが、これだけでは不十分であり、薬剤による防除が望まれた。

そこで、農林水産消費安全技術センターから「水耕栽培終了時の廃棄する養液内には基準値を下回る量の薬効成分が含まれるのみであり、水産動植物および水質汚濁には影響しないこと」の条件が示されたことから、栽培終了時における処理薬剤の養液内における薬効成分の登録保留基準（環境省，2007，2008，2011，2012）を下回る薬剤の施用方法を検討すると同時にトルコギキョウの安定生産を行うための根腐病の抑制の検討を行った。

なお、本研究は復興庁・農林水産省「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」により行った。

材料および方法

植物の準備 トルコギキョウ「キャンディマリン」（株式会社ミヨシ，東京）をくみあいセル専用 N220（三研ソイル株式会社，八幡平市）を詰めた 200 穴セルトレイ（東海化成株式会社，美濃市）に播種し、適度に散水後、10°C 暗黒下に 2～3 週間保持（以下、種子冷蔵と呼ぶ）（大川編，2003；谷川，2001）し、その後インキュベーターに移し、育苗を行った。

育苗 第 1 表に示したスケジュールにて育苗を行った。実験 I の播種～種子冷蔵では KCLP-1400IICT（株式会社日本医化器械，大阪）内で暗黒 10°C に保ち、育苗は明期 28°C 12 時間約 130 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，暗期 18°C 12 時間（KCLP-1400IICT）で行った。実験 II の播種～種子冷蔵では LP-200ECT（株式会社日本医化器械）内で暗黒 10°C に保ち、育苗は明期 28°C 12 時間約 100 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，暗期 18°C 12

時間（BIOTRON NC350；株式会社日本医化器械）で行った。実験 III の播種～種子冷蔵では LP-200ECT（同上）内で暗黒 10°C に保ち、育苗は明期 28°C 18 時間約 100 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，暗期 18°C 6 時間（BIOTRON NC350）で行った。

水耕栽培 水耕栽培はホームハイポニカ Karen（協和株式会社，高槻市）を用い、1 区 1 台、10 本植え、5 反復、福島県いわき市で行っている NFT 栽培を模して行った（第 1 図 A～C）。栽培中は、養液の減耗に対しては適宜、水を追加し、養液量が初期設定の 10 l 前後となるようにした。肥料成分はハイテンポ Ar 液（住友化学株式会社，東京）を 1000 倍希釈、ハイテンポ Cu 液（住友化学株式会社）を 500 倍希釈となるよう投入した。実験 I では 2014 年 3 月 27 日定植，実験 II では 2014 年 9 月 18 日定植，実験 III では 2015 年 4 月 2 日定植とした。

薬剤処理 各実験とも定植の翌日に薬剤処理を行った（第 1 図 D）。いずれも、アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤（アゾキシストロビン：2.0%，メタラキシル M：1.0%；シンジェンタジャパン株式会社，東京）を使用した。実験 I では、1 株当たり 0.5 g，1.0 g を株元処理し、1 回目処理の 28 日後に、2 回目処理を同様に行った。実験 II および III では 1 株当たり 0.25 g，0.5 g の株元処理 1 回のみとした。各実験において、薬剤無処理区を設けた。

供試菌株 接種菌株には *Pythium spinosum* (Ya413，山形県分離株) を用い、水耕栽培装置への定植 4 日後に接種を行った。菌株は予めコーンミール寒天培地上で滅菌したシバとともに 3～7 日間培養し、その後滅菌した池水に浸し、20～25°C で 3～7 日間暗黒下に静置した。遊走子嚢の形成を確認した後、各区均等となるよう 5～10 本程度のシバを養液中に投入した。

養液中の薬効成分の残留調査 第 1 表に示すように、定期的に養液を汲み上げ、アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤の薬効成分であるメタラキシル M およびアゾキシストロビンの残留濃度を測定した。測定は株式会社つくば分析センター（つくば市）または株式会社環境研究センター（つくば市）に外部委託して行った。

発病調査 発病は地上部の観察を基に、第 1 表に示す日付に全個体の発病株率および発病度を調査した。また、発病度は以下の式で算出した。また、この発病度を基に各実験における薬剤無処理区に対しての防除価を算出した。

$$\text{発病度} = \Sigma [(\text{発病程度別株数} \times \text{指数}) / (\text{調査株数} \times 4)] \times 100$$

発病程度は、0：無発病，1：下位葉～中位葉の萎れまたは生育不良，2：上位葉まで萎れ，3：株全体が青枯れまたは全身萎凋，4：枯死，とした。

第1表 実験I, II, IIIのスケジュール

	年	播種・種子 冷蔵開始	育苗	定植	薬剤処理	接種	薬効成分の残留調査		発病調査	
		月日	月日	月日	月日	月日	月日	薬剤処理後日数	月日	薬剤処理後日数
実験I	2014	2月3日	2月17日	3月27日	①3月28日 ②4月25日	3月31日	3月31日	①から3日	4月24日	①から24日
							4月28日	②から3日		
							5月9日	②から14日	5月19日	①から52日
							5月23日	②から28日		
							6月6日	②から42日	6月6日	①から70日
実験II	2014	6月24日	7月15日	9月18日	9月19日	9月22日	9月22日	3日	10月20日	28日
							11月18日	60日	11月18日	60日
							12月2日	74日	12月2日	74日
							12月15日	87日	12月15日	87日
実験III	2015	1月9日	1月30日	4月2日	4月3日	4月6日	4月6日	3日	4月30日	27日
							5月28日	55日	5月28日	55日
							6月11日	69日	6月11日	69日
							6月25日	83日	6月25日	83日

第1図 水耕栽培装置および栽培状況

A: 水耕栽培装置の上部（水中ポンプで汲み上げられた養液がもう一方の穴から下へ抜ける）、B: 水耕栽培装置の下部（水中ポンプで養液を上部へと汲み上げて循環させる）、C: 定植後のトルコギキョウ（2015年4月2日）、D: 薬剤処理後のトルコギキョウ

また、防除価は以下の計算式で算出した。

$$\text{防除価} = 100 - (\text{各薬剤処理区の発病度}) / (\text{薬剤無処理区の発病度}) \times 100$$

薬害の発生の有無、程度、症状等についても必要に応じて調査を行った。

さらには、栽培終了時には草丈を計測した。発病調査を行った時期については第1表に示した。

結 果

養液における薬効成分の残留

実験I 2014年3月31日（1回目薬剤処理3日後）、0.5 g/株および1.0 g/株の両処理区において、アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤の薬効成分であるアゾキシストロビンおよびメタラキシル M が検出された。0.5 g/株の2区では、農薬の登録残留基準濃度：アゾキシストロビン（水産動植物 0.028 ppm、水質汚濁 0.47 ppm）を下回ったが、メタラキ

第 2 表 養液中のアゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤の薬効成分^{a)}の濃度

実験 No.	アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤処理量	薬剤処理後日数および年月日					
		1 回目処理 3 日後 2014 年 3 月 31 日		2 回目処理 14 日後 5 月 9 日		2 回目処理 28 日後 5 月 23 日 ^{b)}	
I	0.5 g/株 1.0 g/株	アゾキシストロビン (ppm)	メタラキシル M (ppm)	アゾキシストロビン (ppm)	メタラキシル M (ppm)	アゾキシストロビン (ppm)	メタラキシル M (ppm)
		0.02 ~ 0.04 0.03 ~ 0.06	0.16 ~ 0.62 0.49 ~ 0.66	0.04 ~ 0.14 0.11 ~ 0.24	0.34 ~ 1.00 1.00 ~ 1.80	0.06 ~ 0.18 0.04 ~ 0.17	0.37 ~ 1.00 0.40 ~ 1.00
II	0.25 g/株 0.5 g/株	処理 3 日後 2014 年 9 月 22 日		処理 60 日後 11 月 18 日		処理 74 日後 12 月 2 日	
		アゾキシストロビン (ppm)	メタラキシル M (ppm)	アゾキシストロビン (ppm)	メタラキシル M (ppm)	アゾキシストロビン (ppm)	メタラキシル M (ppm)
		検出せず ~ 0.02 検出せず ~ 0.02	0.07 ~ 0.53 0.20 ~ 0.49	検出せず ~ 0.02 検出せず ~ 0.01	検出せず ~ 0.08 検出せず ~ 0.01	検出せず 検出せず	検出せず ~ 0.01 検出せず
III	0.25 g/株 0.5 g/株	処理 3 日後 2015 年 4 月 6 日		処理 55 日後 5 月 28 日 ^{b)}		処理 69 日後 6 月 11 日 ^{b)}	
		アゾキシストロビン (ppm)	メタラキシル M (ppm)	アゾキシストロビン (ppm)	メタラキシル M (ppm)	アゾキシストロビン (ppm)	メタラキシル M (ppm)
		検出せず 検出せず	0.04 ~ 0.10 0.01 ~ 0.17	検出せず 検出せず	0.01 ~ 0.08 検出せず ~ 0.08	検出せず 検出せず	検出せず ~ 0.02 検出せず ~ 0.02

a) 株式会社つくば分析センター（つくば市）または株式会社環境研究センター（つくば市）による分析結果。各区 5 反復試験した値の下限値 ~ 上限値

b) 器械の故障により 4 反復試験の下限値 ~ 上限値

注：残留基準濃度：アゾキシストロビン（水産動植物 0.028 ppm、水質汚濁 0.47 ppm）、メタラキシル M（水産動植物 9.5 ppm、水質汚濁 0.058 ppm）を上回るものについては斜字とした

シル M（水産動植物 9.5 ppm、水質汚濁 0.058 ppm）については全ての区で下回るものはなかった。その後も薬効成分は検出され、2 回目処理 42 日後（6 月 6 日、栽培終了時）における薬効成分についてはアゾキシストロビン、メタラキシル M とともに全ての区で農薬の登録保留基準濃度を下回るものはなかった（第 2 表上段）。

実験 II 2014 年 9 月 22 日（薬剤処理 3 日後）、0.25 g/株 および 0.5 g/株 の両処理区において、アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤の薬効成分であるアゾキシストロビン およびメタラキシル M が検出された。アゾキシストロビンの農薬の登録保留基準濃度は全て下回ったが、メタラキシル M については全ての区で下回るものはなかった。しかし、その後、処理 74 日後（12 月 2 日）以降においては、アゾキシストロビン、メタラキシル M とともに全ての区で農薬の登録保留基準濃度を下回った（第 2 表中段）。

実験 III 2015 年 4 月 6 日（薬剤処理 3 日後）、0.25 g/株 および 0.5 g/株 の両処理区において、アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤の薬効成分であるアゾキシストロビンは検出されなかったが、メタラキシル M は一部の区で登録保留基準濃度を超えて検出された。しかし、その後、処理 69 日後（6 月 11 日）以降においては、アゾキシストロビン、メタラキシル M とともに全ての区で農薬の登録保留基準濃度を下回った（第 2 表下段）。

防除効果

実験 I 2014 年 4 月 8 日（接種 8 日後）に無処理区において萎れを確認した。病勢は天候にも左右され、一進一退を繰り返し、進展した。無処理区での最終（6 月 6 日）の発病度は 23.5、発病株率は 64.0% であった（第 3 表）。一方、アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤 0.5 g/株 区では、最終（6 月 6 日）の発病度は 0、発病株率は 0%、防除価 100、また、1.0 g/株 区では、最終（6 月 6 日）の発病度は 0.5、発病株率は 2.0%、防除価 97.9 であり、両薬剤処理区とも発病株率および発病度において無処理区との間に差が認められたとともに、防除効果は高かった。更に、最終調査（6 月 6 日）時における草丈（平均）は、無処理区で 46.4 cm、アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤 0.5 g/株 区では 72.2 cm、1.0 g/株 区では 69.6 cm であり、薬剤処理区と無処理区との間には差が認められた。葉害は 4 月 24 日アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤 1.0 g/株 区において軽微な生育遅延が認められたが実用上問題はないと考えられた。

実験 II 2014 年 9 月 29 日（接種 7 日後）に無処理区において萎れを確認した。病勢は天候にも左右され、一進一退を繰り返し、進展した。無処理区での最終（12 月 15 日）の発病度は 61.0、発病株率は 100% であった（第 4 表）。一方、

第3表 実験Ⅰにおけるトルコギキョウの発病株率^{a)}, 発病度^{b)}, 葉害発生の有無^{c)}, 防除価^{d)} および草丈^{e)}

薬剤名	処理量	調査日												
		4 月 24 日				5 月 19 日				6 月 6 日				
		発病株率 (%)	発病度	葉害	防除価	発病株率 (%)	発病度	葉害	防除価	発病株率 ^{f)} (%)	発病度 ^{g)}	葉害	防除価	草丈 ^{h)} (cm)
アゾキシストロピン・ メタラキシル M 粒剤	0.5 g/ 株	0	0	—	100	2.5	0.6	—	97.3	0 a	0 a	—	100	72.2 a
アゾキシストロピン・ メタラキシル M 粒剤	1.0 g/ 株	0	0	±	100	4.0	1.0	—	95.7	2.0 a	0.5 a	—	97.9	69.6 a
無処理		26.0	17.0			78.0	23.5			64.0 b	23.5 b			46.4 b

a) 各区5反復試験した値の平均値

b) 発病度 = $\Sigma [(\text{程度別発病株数} \times \text{指数}) / (\text{調査株数} \times 4)] \times 100$. 発病程度は, 0: 無発病, 1: 下位葉~中位葉の萎れまたは生育不良, 2: 上位葉まで萎れ, 3: 株全体が青枯れまたは全身萎凋, 4: 枯死. 各区5反復試験した値の平均値

c) 葉害発生の有無: —: 葉害なし, ±: 軽微な生育遅延が認められるが実用上問題なし, +: 葉害が認められ実用上問題がある

d) 防除価 = $100 - (\text{処理区の発病度}) / (\text{無処理区の発病}) \times 100$

e) 各区5反復試験した値の平均値

f) 異なるアルファベット間には χ^2 検定 (Bonferroni 補正) により $p < 0.05$ で有意差ありg) 異なるアルファベット間にはSteel-Dwassの方法により $p < 0.05$ で有意差ありh) 異なるアルファベット間にはTukey-Kramerの方法により $p < 0.05$ で有意差あり

注: 5月19日以降のアゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤 0.5 g/株区では器機の故障により4反復試験の平均値

第4表 実験Ⅱにおけるトルコギキョウの発病株率^{a)}, 発病度^{b)}, 葉害発生の有無^{c)}, 防除価^{d)} および草丈^{e)}

薬剤名	処理量	調査日																
		10月20日				11月18日				12月2日				12月15日				
		発病株率 ^{d)} (%)	発病度	葉害	防除価	発病株率 ^{d)} (%)	発病度	葉害	防除価	発病株率 ^{d)} (%)	発病度	葉害	防除価	発病株率 ^{d)} (%)	発病度 ^{e)}	葉害	防除価	草丈 ^{h)} (cm)
アゾキシストロビン・ メタラキシル M 粒剤	0.25 g/株	2.0	0.5	—	97.8	12.0	3.5	—	89.2	44.0	19.5	—	63.2	42.0 a	19.5 a	—	68.0	45.0 a
アゾキシストロビン・ メタラキシル M 粒剤	0.5 g/株	10.0	2.5	—	89.1	36.0	12.5	—	61.5	52.0	24.0	—	54.7	46.0 a	23.5 a	—	61.5	40.6 a
無処理		92.0	23.0			100	32.5			100	53.0			100 b	61.0 b			25.4 b

a) ~ h) 第3表参照

第5表 実験Ⅲにおけるトルコギキョウの発病株率^{a)}, 発病度^{b)}, 葉害発生の有無^{c)}, 防除価^{d)} および草丈^{e)}

薬剤名	処理量	調査日																草丈 ^{b)} (cm)
		4月30日				5月28日				6月11日				6月25日				
		発病株率 ^{a)} (%)	発病度	葉害	防除価	発病株率 ^{a)} (%)	発病度	葉害	防除価	発病株率 ^{a)} (%)	発病度	葉害	防除価	発病株率 ^{a)} (%)	発病度 ^{a)}	葉害	防除価	
アゾキシストロビン・ メタラキシル M 粒剤	0.25 g/ 株	0	0	—	100	2.0	0.5	—	98.2	4.0	1.0	—	97.8	14.0 a	4.5 a	—	92.8	67.8 a
アゾキシストロビン・ メタラキシル M 粒剤	0.5 g/ 株	0	0	—	100	2.5	0.6	—	97.8	2.5	0.6	—	98.7	7.5 a	1.9 a	—	97.0	67.7 a
無処理		52.0	22.0			96.0	28.0			94.0	46.5			100 b	62.5 b			46.6 b

a) ~ h) 第3表参照

注: 5月28日以降のアゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤 0.5 g/株区では器機の故障により4反復試験の平均値

アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤 0.25 g/株区では, 最終 (12月15日) の発病度は 19.5, 発病株率は 42.0%, 防除価 68.0, また, 0.5 g/株区では, 最終 (12月15日) の発病度は 23.5, 発病株率は 46.0%, 防除価 61.5 であり, 両

薬剤処理区とも発病株率および発病度において無処理区との間に差が認められたとともに, 防除効果は高かった. 更に, 最終調査 (12月15日) 時における草丈 (平均) は, 無処理区で 25.4 cm, アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒

第 2 図 実験 III でのトルコギキョウの生育 (2015 年 6 月 25 日)

A : アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤 0.25 g/ 株区, B : 0.5 g/ 株区, C : 薬剤無処理区

剤 0.25 g/ 株区では 45.0 cm, 0.5 g/ 株区では 40.6 cm であり, 薬剤処理区と無処理区との間には差が認められた. 葉害は特に認められなかった.

実験 III 2015 年 4 月 15 日 (接種 9 日後) に無処理区において萎れを確認した. 病勢は天候にも左右され, 一進一退を繰り返し, 進展した. 無処理区での最終 (6 月 25 日) の発病度は 62.5, 発病株率は 100% であった (第 5 表, 第 2 図). 一方, アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤 0.25 g/ 株区では, 最終 (6 月 25 日) の発病度は 4.5, 発病株率は 14.0%, 防除価 92.8, また, 0.5 g/ 株区では, 最終 (6 月 25 日) の発病度は 1.9, 発病株率は 7.5%, 防除価 97.0 であり, 両薬剤処理区とも発病株率および発病度において無処理区との間に差が認められたとともに, 防除効果は高かった. 更に, 最終調査 (6 月 25 日) 時における草丈 (平均) は, 無処理区で 46.6 cm, アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤 0.25 g/ 株区では 67.8 cm, 0.5 g/ 株区では 67.7 cm であり, 薬剤処理区と無処理区との間には差が認められた. 葉害は特に認められなかった.

考 察

試験の結果, 実験 I においては, アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤を 2 回処理したことから, 栽培終了時

におけるトルコギキョウ根腐病の防除価は, アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤 0.5 g/ 株および 1.0 g/ 株区ともそれぞれ 100, 97.9 と防除効果は高かった. しかし, 薬効成分の検出に関しては, 登録保留基準を下回ることなく栽培終了を迎えた. このことから, 栽培終了時において薬効成分の登録保留基準値を下回するためには, 病害の防除効果を維持しつつ薬剤の処理量を削減することが必要となった. 病害防除に関しては, 実験 I の無処理区の発病が接種 8 日後に確認され, 一進一退を繰り返し, 4 月 24 日の発病度が 17.0, 5 月 19 日, 6 月 6 日の発病度ともに 23.5 であったことから, 水耕栽培における根腐病の感染発病は接種から間もない時期に起こると考えられ, この時期に薬剤処理することが重要ではないかと考えられた.

そこで, 実験 II では, 処理薬剤量を実験 I の半分にし, 更に処理回数を根腐病菌を接種する時期の 1 回のみとしたことにより栽培終了までに係る期間が長くなるため薬効成分の分解期間も長期化された. 本実験においては, 栽培終了時におけるトルコギキョウ根腐病の防除価は, アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤 0.25 g/ 株および 0.5 g/ 株区ともそれぞれ 68.0, 61.5 と防除効果は認められ, 草丈も無処理区と比較して差が認められた. また, 薬効成分のアゾキシストロビンおよびメタラキシル M とともに, 栽培終了

時の13日前から登録保留基準値を下回った。したがって、この処理方法によって、水耕栽培終了時の廃棄する養液内には基準値を下回る量の薬効成分が含まれるのみであり、水産動植物および水質汚濁には影響しないことが示された。また、トルコギキョウ根腐病の防除についても防除効果が認められたことから、有用な処理方法であることが示された。

実験IIIでは、実験IIと同様に薬剤処理をした試験を行った。栽培終了時におけるトルコギキョウ根腐病の防除価は、アゾキシストロビン・メタラキシルM粒剤0.25g/株および0.5g/株区ともそれぞれ92.8, 97.0と防除効果は高く、また、草丈も無処理区と比較して差が認められた。また、薬効成分のアゾキシストロビンおよびメタラキシルMともに、栽培終了時の14日前から登録保留基準値を下回った。したがって、実験IIと同様に、この処理方法によって、水耕栽培終了時の廃棄する養液内には基準値を下回る薬効成分が含まれるのみであり、なおかつトルコギキョウ根腐病の防除が可能であることが示された。

実験IIおよびIIIにおいて、2カ年にわたる防除効果の確認および薬効成分の登録保留基準値が下回ることを確認できた。これらの結果は、農林水産消費安全技術センターに指摘された条件を満たした。この方法により、トルコギキョウの水耕栽培における根腐病の防除が可能となり、安定生産へ向けた新たな一歩となることが期待される。

トルコギキョウの水耕栽培における病害は根腐病だけではなく、多種多様な病害が確認されている。今後は、更なる安定生産のためにも、根腐病以外の病害についても防除に関する試験が展開していくことに期待したい。

摘 要

トルコギキョウの水耕栽培の安定生産を目的とし、病害の発生を抑え、なおかつ栽培終了時において、処理した薬剤の養液内における薬効成分が農薬の登録保留基準を下回る施用方法の検討・試験を行った。その結果、アゾキシストロビン・メタラキシルM粒剤0.25g/株および0.5g/株を定植後まもなく株元に処理することにより、根腐病の発生を抑制することが可能となり、なおかつ栽培終了時の養液において、農薬の登録保留基準値を下回る薬効成分が検出されるに留まった。同様の試験を2カ年に渡り実施した結果、同様の病害防除効果および農薬の保留基準値以下の検出となり、アゾキシストロビン・メタラキシルM粒剤1回処理が養液栽培におけるトルコギキョウ根腐病の防除に有用であることが明らかとなった。

謝 辞

本研究を行うにあたり、菌株を分譲して頂いた山形県西村山農業技術普及課 菅原 敬博士、農薬の処理方法等についてご助言頂いた元シンジェンタジャパン株式会社 彦田岳士氏、*Pythium* 属菌の生態についてご助言いただいた岐阜大学流域圏科学研究センター 景山幸二博士、石黒 泰博士に深謝の意を表する。

引用文献

- 福田直子・牛尾亜由子・中南暁夫・渡辺幸子 (2013). NFT 水耕システムによるトルコギキョウ切り花形質の作型間変動. 園芸学研究 12 別 1: 204. (講要)
- 一谷多喜郎・松岡恭子・大平恵三・田上義也 (1980). 大阪府で夏作水耕ミツバの根腐れをおこす *Pythium* spp. 関西病虫研報 22: 76-77.
- 景山幸二・福井博一・青柳智昭・Mcgonigle, T.P.・松原陽一 (1998). *Pythium helicoides* によるバラ根腐病 (新称). 日植病報 64: 629. (講要)
- 環境省 (2007). 水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料 メタラキシル及びメタラキシル M. https://www.env.go.jp/water/sui-kaitei/kijun/rv/m03_metalaxyl.pdf
- 環境省 (2008). 水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料 アゾキシストロビン. https://www.env.go.jp/water/sui-kaitei/kijun/rv/a04_azoxystrobin.pdf
- 環境省 (2011). 水質汚濁に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料 アゾキシストロビン. https://www.env.go.jp/water/dojo/noyaku/odaku_kijun/rv/a10_azoxystrobin.pdf
- 環境省 (2012). 水質汚濁に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料 メタラキシル及びメタラキシル M. https://www.env.go.jp/water/dojo/noyaku/odaku_kijun/rv/m10_metalaxyl.pdf
- 瓦谷光男・岡田清嗣・中曽根渡・草刈眞一・西田真子 (2002). 養液栽培シュンギクに発生した *Pythium* 属菌 2 種による立枯病. 日植病報 68: 313-317.
- 草刈眞一・田中 寛・辻 博美・山田貴義 (1981). *Pythium myriotylum* による水耕トマトの根腐れ症. 日植病報 47: 387. (講要)
- 草刈眞一・田中 寛 (1982). 養液栽培において発生した *Pythium dissotocum* によるトマトの根腐れ症. 日植病報 48: 349. (講要)
- 草刈眞一・岡田清嗣・江口晴一郎・鷲見隆男 (1994). 銀イオンおよび銀被覆繊維布による水耕栽培病害防除. 日植病報 60: 337-338. (講要)
- 草刈眞一・江口晴一郎・趙 志宏・鷲見隆男・岡田清嗣 (1998). 養液栽培における培養液中への銀被覆繊維布添加によるキュウリ、ミツバ根腐病の防除とキュウリ果実の銀の残留量. 日植病報 64: 50-56.
- 草刈眞一・岡田清嗣・伊藤克彦 (2003). 銀を素材としたはじめての農薬. 植物防疫 57: 325-329.
- 草刈眞一 (2009). 培養液の殺菌-各種の方法. 養液栽培の病害と対策. pp. 107-142, 農文協, 東京.
- 松谷幸子・岡山健夫 (1994). ホウレンソウ水耕栽培における

- 立枯病の発生と加熱による防除効果. 関西病虫研報 36: 105. (講要)
- 宮田義雄・長田龍太郎・正子 朔 (1977). 水耕ミツバの根ぐされ症状を起因する *Pythium* sp. について. 日植病報 43: 338. (講要)
- 宮崎暁喜・渡辺秀樹・景山幸二 (2009). *Pythium helicoides* Drechsler によるペゴニア根腐病 (新称). 関西病虫研報 51: 53-54.
- 日本植物防疫協会 (2014). 農業適用一覧表 2014 年版. pp. 140-141, 日本植物防疫協会, 東京.
- 農林水産省大臣官房統計部 (2015). 平成 25 年産花き生産出荷統計. 平成 27 年 2 月発行.
- 大川 清編 (2003). 実践花き園芸技術トルコギキョウ 栽培管理と開花調節. pp. 132-144, 誠文堂新光社, 東京.
- 岡田清嗣・嘉悦佳子・岡久美子・森川信也 (2009). 養液栽培水ナスに発生した根腐病 (新称). 関西病虫研報 51: 69-71.
- 佐古 勇・東條元昭・加藤昌亮・田口義広 (1997). *Pythium irregulare* によるネギ根腐病 (新称) の発生について. 日植病報 63: 203. (講要)
- 社団法人日本施設園芸協会・日本養液栽培研究会編 (2012). 養液栽培のすべて 植物工場を支える基本技術. 386 pp, 誠文堂新光社, 東京.
- 鈴木幹彦・外側正之・米山千温 (2005). *Pythium helicoides* によるイチゴビシウム根腐病 (新称). 日植病報 71: 209. (講要)
- 谷川孝弘 (2001). ユーストマ種子の低温処理と作型・品種. 農業技術体系 花卉編 8 1・2 年草 追録第 3 号. pp. 452 の 7 の 2-5, 農文協, 東京.
- 植松清次・白石俊昌・庄司俊彦・赤山喜一郎・中村靖弘 (1993). *Pythium irregulare* 及び *P. spinosum* によるトルコギキョウ根腐病の関東地方における発生と薬剤による防除. 関東病虫研報 40: 167-170.
- 渡辺秀樹・田口義広・景山幸二 (2002). *Pythium myriotylum* および *P. helicoides* によるカラシナ根腐病 (新称). 日植病報 68: 77. (講要)
- 八代嘉昭 (1994a). 栽培特性と経営上の課題. 農業技術体系 花卉編 8 1・2 年草. pp. 403-408, 農文協, 東京.
- 八代嘉昭 (1994b). 開花期, 収量, 品質を左右する要因と技術対応. 農業技術体系 花卉編 8 1・2 年草. pp. 413-431, 農文協, 東京.
- 吉松英明 (1993). *Pythium spinosum* によるトルコギキョウの根腐病 (新称). 日植病報 59: 51. (講要)