

平成 21 年度 普及に移す農業技術（第 1 回）

- [分 類] 普及技術
 [成果名] ブロッコリー花蕾腐敗病防除にベジキーパー水和剤、Z ボルドーが有効である
 [要 約] ブロッコリー花蕾腐敗病防除のため、ベジキーパー水和剤の 1,000 倍液または Z ボルドーの 500 倍液を散布する。ベジキーパー水和剤はレタス葉から分離した有用細菌を製剤化した生物農薬であり、薬害は生じない。同剤は軟腐病菌による花蕾腐敗には効果が低いので注意を要する。
 [担 当] 野菜花き試験場 環境部・佐久支場
 [部 会] 病虫部会

1 背景・ねらい

ブロッコリーには細菌性病害として花蕾腐敗病、黒腐病、軟腐病が発生して問題となる。特に花蕾腐敗病は出荷物の花蕾が直接被害を受けるため、花蕾へのわずかな発病でも実害が大きい。さらに本病に対する既存の登録薬剤は薬害が発生する懸念があり、出蕾開始以降は殺菌剤の使用が困難であった。そこで花蕾腐敗病に対し防除効果を有し、薬害を生じない生物農薬の効果を検討する。試験は平成 18 年、19 年および 20 年に実施したが、平成 21 年にベジキーパー水和剤が農薬登録されたため、今回普及技術とした。

2 成果の内容・特徴

- (1) ブロッコリー花蕾腐敗病防除にベジキーパー水和剤の 1,000 倍液または Z ボルドーの 500 倍液を散布する。
 (2) ベジキーパー水和剤は野菜花き試験場がレタス健全葉から分離した、非病原性の *Pseudomonas fluorescens* G7090 株（以後 G7090）を、メーカーとの共同研究により水和剤として製剤化したものである。本剤をブロッコリーに散布すると、G7090 が植物体表面に定着し、病原細菌と植物体上で競合することにより、防除効果が得られるものと考えられる。
 (3) ブロッコリー花蕾腐敗病は細菌による病害であり、長野県のブロッコリー主産地である寒地では主に *Pseudomonas* 属菌が関与するが、温暖地～寒冷地の盛夏期では、それらに加えて *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*（軟腐病菌）も関与すると考えられる。

農薬登録内容

ベジキーパー水和剤

- [一般名および成分含有量] シュードモナス フルオレッセンス 1×10^{10} cfu / g
 [毒 性] 人畜毒性：普通物 [魚毒性] A 類 相当
 [対象作物に対する適用登録状況（平成 21 年 9 月 14 日 JPP ネット確認）]

作物名	適用害虫名	希釈倍数	使用時期	本剤の使用回数	散布液量	使用方法
ブロッコリー	花蕾腐敗病 黒腐病	1,000倍	発病前 ～発病初期	-	100～300L /10a	散布

Z ボルドー

- [一般名および成分含有量] 塩基性硫酸銅 58.0%
 [毒 性] 人畜毒性：普通物 [魚毒性] B 類 相当
 [対象作物に対する適用登録状況（平成 21 年 9 月 30 日 JPP ネット確認）]

作物名	適用害虫名	希釈倍数	使用時期	本剤の使用回数	散布液量	使用方法
ブロッコリー	花蕾腐敗病	500倍	-	-	-	散布

3 利用上の留意点

< ベジキーパー水和剤 >

- (1) ベジキーパー水和剤は *E. carotovora* による病害に対する活性は低いため、同菌の感染による花蕾腐敗（いわゆる軟腐病）には効果が低い。寒地では主に *Pseudomonas* 属菌が花蕾腐敗病に関与するため本剤が有効であるが、温暖地～寒冷地の盛夏期では、軟腐病菌が関与する花蕾腐敗病が発生する可能性があるため、その際は軟腐病の防除を行う。
- (2) 本剤の有効成分は生菌であるので、冷暗所（できれば冷蔵庫等）で保存し、開封後は全て使い切る。常温（25℃）での薬剤の有効期間は約6ヶ月であるが、冷蔵庫（5℃以下）では4年程度である。
- (3) 発病前から予防的に散布する。予防的散布により、本剤有効成分の病原菌に対する競合が生じ、発病が抑制される。梅雨期、秋雨期を中心に7日間隔程度で連続散布することが望ましい。
- (4) 本剤と銅剤、ストレプトマイシン剤、オキシリニック酸剤との近接散布等はベジキーパーの有効成分に影響があるので行わない。これらの剤を散布する場合は、3日以上の間隔を空ける。
- (5) 本剤へ展着剤を加用する場合は、殺細菌性のある展着剤（ニーズ）は避ける。
- (6) 本剤散布後、長期に日照り（2週間程度）が続く場合は、効果が劣る場合があるので、再度散布することが望ましい。
- (7) 登録上は収穫前使用日数の制限がないが、最終散布後、収穫時まで乾燥条件であると汚れ（白色粉状の薬斑）が残る恐れがあるので、収穫1週間前程度までの使用に留める。薬液に展着剤として、まくぴかを加用することにより、汚れ（薬斑）を大幅に軽減することができる（平成19年度普及に移す農業技術）。

< Zボルドー >

- (1) 発病前から予防的に散布する。
- (2) 薬害を避けるため、夏期高温時の散布および連続使用は避ける。
- (3) 花蕾に薬液による汚れが残る場合があるので、収穫前散布には細心の注意を払う。

4 対象範囲

県下全域

5 具体的データ

- (1) ブロッコリー花蕾腐敗病に対するベジキーパー水和剤、Zボルドーの防除効果および薬害
ア 平成18年の野菜花き試験場における試験は、花蕾腐敗病が少発生であった。発病した花蕾から病原細菌の分離を試みたところ、主に *Pseudomonas* spp. が分離された。ベジキーパー水和剤の1,000倍液散布およびZボルドー500倍液散布は、いずれも無処理との比較で防除効果が認められた。ベジキーパー水和剤に薬害は認められなかった。Zボルドーは葉に褐色斑点状の薬害が発生したが実用上問題ないと判断された（表1）。

表1 ブロッコリー花蕾腐敗病に対するベジキーパー水和剤およびZボルドーの防除効果
(平成18年 野菜花き試)

供試薬剤	希釈倍数	調査株数 ¹⁾	発病株率 (%)	発病度	防除価	薬害
ベジキーパー水和剤	1,000倍	30.0	11.8	4.2	44.7	なし
Zボルドー	500倍	30.0	6.4	2.7	64.5	あり ²⁾
無処理		30.0	16.7	7.6		

1) 3反復の平均。

2) 葉に褐色斑点状の薬害が発生したが実用上問題なし。

試験場所：南佐久郡川上村現地圃場 発生状況：少発生 品種：ピクセル
 定植：平成 18 年 7 月 6 日 栽植距離：畦幅 45cm × 株間 40cm
 区制・面積：1 区 12.0 m²、50 株/区、3 連制
 処理方法：平成 18 年 8 月 17 日、23 日および 30 日の計 3 回、背負式動力噴霧器を用いて、10 a 当たり 300L の割合で散布した。展着剤（特製リノ-5,000 倍）を毎回加用した。
 9 月 5 日に、各区 30 株を対象に、発病の有無および発病程度を下記の基準により調査し、発病株率および次式より発病度を求め、発病度より防除価を算出した。薬害は肉眼観察によった。
 指数 0：発病を認めない 1：花蕾の一部に発病 2：花蕾の 50%未満が発病
 3：花蕾の 50%以上が発病

$$\text{発病度} = \frac{(\text{発病程度別株数} \times \text{指数})}{3 \times \text{調査株数}} \times 100 \quad \text{防除価} = \frac{(\text{無処理区発病度} - \text{処理区発病度})}{\text{無処理区発病度}} \times 100$$

イ 平成 18 年の佐久支場における試験は、花蕾腐敗病が多発生であった。ベジキーパー水和剤の 1,000 倍液散布は、無処理との比較で防除効果が低かった。Z ボルドー 500 倍液散布は無処理との比較で高い効果が認められた。本試験は、花蕾の病徴から *E. carotovora* subsp. *carotovora* によるものと考えられ、ベジキーパー水和剤の効果が低くなった可能性がある。両薬剤とも薬害は認められなかった（表 2）。

表 2 ブロッコリー花蕾腐敗病に対するベジキーパー水和剤および Z ボルドーの防除効果
 （平成 18 年 佐久支場）

供試薬剤	希釈倍数	調査株数 ¹⁾	発病株率 (%)	発病度	防除価	薬害
ベジキーパー水和剤	1,000 倍	40.0	67.5	36.7	23.7	なし
Z ボルドー	500 倍	40.0	25.8	10.3	78.6	なし
無処理		40.0	85.0	48.1		

1) 3 反復の平均

試験場所：小諸市佐久支場内圃場 発生状況：多発生 品種：ハイツ
 定植：平成 18 年 5 月 22 日 栽植距離：畦幅 45cm × 株間 35cm
 区制・面積：1 区 11.3 m²、72 株/区、3 連制
 処理方法：平成 18 年 6 月 27 日、7 月 3 日および 10 日の計 3 回、背負式動力噴霧器を用いて、10 a 当たり 300L の割合で散布した。
 7 月 18 日に、各区 40 株を対象に、発病の有無および発病程度を表 1 の基準により調査し、発病株率および発病度を求め、発病度より防除価を算出した。薬害は肉眼観察によった。

ウ 平成 19 年の野菜花き試験場における試験は、花蕾腐敗病が中発生であった。発病した花蕾から病原細菌の分離を試みたところ、主に *Pseudomonas* spp. が分離された。ベジキーパー水和剤の 1,000 倍液散布および Z ボルドー 500 倍液散布は、いずれも無処理との比較で防除効果が認められた。ベジキーパー水和剤に薬害は認められなかった。Z ボルドーは葉に褐色斑点状の薬害が発生したが実用上問題ないと判断された（表 3）。

表3 ブロッコリー花蕾腐敗病に対するベジキーパー水和剤およびZボルドーの防除効果
(平成19年 野菜花き試)

供試薬剤	希釈倍数	調査株数 ¹⁾	発病株率 (%)	発病度	防除価	薬害
ベジキーパー水和剤	1,000倍	53.7	19.6	8.0	47.4	なし
Zボルドー	500倍	52.0	16.0	7.1	53.3	あり ²⁾
無処理		54.7	33.0	15.2		

1) 3反復の平均。 2) 葉に褐色斑点状の薬害が発生したが実用上問題なし。
 試験場所：南佐久郡川上村現地圃場 発生状況：中発生 品種：ピクセル
 定植：平成19年7月11日 栽植距離：畦幅45cm×株間37cm
 区制・面積：1区13.5m²、70株/区、3連制
 処理方法：平成19年8月9日、16日、22日および9月4日の計4回、背負式動力噴霧器を用いて、10a当たり300Lの割合で散布した。展着剤(グラミンS 3,000倍)を毎回加用した。
 9月18日に、各区40株以上を対象に、発病の有無および発病程度を表1の基準により調査し、発病株率および発病度を求め、発病度より防除価を算出した。薬害は肉眼観察によった。

エ 平成19年の佐久支場における試験は、花蕾腐敗病が中発生であった。ベジキーパー水和剤の1,000倍液散布およびZボルドー500倍液散布は、いずれも無処理との比較で高い効果が認められた。また、生育期初期のZボルドー散布と、後期のベジキーパー水和剤散布による体系防除により高い効果を得た。体系防除区では、発病株率から推察すると大部分の株が出荷可能であった。一方、無処理区では、少なくとも20%の株は出荷不能であった。銅水和剤とベジキーパー水和剤を組み合わせて利用することにより、花蕾腐敗病が効果的に防除できるものと考えられる(平成17、18年度普及に移す農業技術)。いずれの試験区とも薬害は認められなかった(表4)。

表4 ブロッコリー花蕾腐敗病に対するベジキーパー水和剤およびZボルドーの防除効果
(平成19年 佐久支場)

供試薬剤	希釈倍数	調査株数 ¹⁾	発病株率 (%)	発病度	防除価	薬害
ベジキーパー水和剤	1,000倍	28.3	2.2	0.7	91.4	なし
Zボルドー	500倍	30.0	0	0	100	なし
体系防除		28.0	0	0	100	なし
無処理		30.0	20.0	8.1		

1) 3反復の平均 試験場所：小諸市佐久支場内圃場 発生状況：中発生 品種：ハイツ
 定植：平成19年8月2日 栽植距離：畦幅45cm×株間35cm
 区制・面積：1区11.3m²、72株/区、3連制
 処理方法：ベジキーパー水和剤、Zボルドーは、それぞれ平成19年9月7日、14日、21日および25日の計4回、背負式動力噴霧器を用いて、10a当たり300Lの割合で散布した。体系防除区は8月31日および9月7日にZボルドー500倍液、9月14日、21日および25日にベジキーパー水和剤の1,000倍液を同様に散布した。

10月2日に、各区25～30株を対象に、発病の有無および発病程度を表1の基準により調査し、発病株率および発病度を求め、発病度より防除価を算出した。薬害は肉眼観察によった。

オ 平成20年の野菜花き試験場における試験は、花蕾腐敗病が中発生であった。発病した花蕾から病原細菌の分離を試みたところ、主に *Pseudomonas* spp. が分離された。ベジキーパー水和剤の1,000倍液散布およびZボルドー500倍液散布は、いずれも無処理との比較で高い効果が認められた。ベジキーパー水和剤に薬害は認められなかった。Zボルドーは葉に褐色斑点状の薬害が発生したが実用上問題ないと判断された(表5)。

表5 ブロッコリー花蕾腐敗病に対するベジキーパー水和剤およびZボルドーの防除効果
(平成20年 野菜花き試)

供試薬剤	希釈倍数	調査株数 ¹⁾	発病株率 (%)	発病度	防除価	薬害
ベジキーパー水和剤	1,000倍	35.0	15.2	7.0	70.6	なし
Zボルドー	500倍	35.0	16.2	5.7	76.1	あり ²⁾
無処理		35.0	45.7	23.8		

1) 3反復の平均。 2) 葉に褐色斑点状の薬害が発生したが実用上問題なし。
試験場所：南佐久郡川上村現地圃場 発生状況：中発生 品種：ピクセル
定植：平成20年7月12日 栽植距離：畦幅45cm×株間37cm
区制・面積：1区9.6m²、50株/区、3連制
処理方法：平成20年8月13日、21日および29日の計3回、背負式動力噴霧器を用いて、10a当たり300Lの割合で散布した。展着剤(グラミンS 3,000倍)を毎回加用した。
9月4日に、各区35株を対象に、発病の有無および発病程度を表1の基準により調査し、発病株率および発病度を求め、発病度より防除価を算出した。薬害は肉眼観察によった。

(2) ブロッコリー花蕾腐敗病罹病株から分離される細菌

県内で発生するブロッコリー花蕾腐敗病罹病株から *P. fluorescens*、*P. viridiflava*、*Pseudomonas* spp.、*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* がそれぞれ分離される(表6)。
Pseudomonas spp. による花蕾の病徴は、黒褐色水浸状に腐敗し、腐敗部分がやや陥没する(図1)。一方、*E. carotovora* subsp. *carotovora* (軟腐病菌) 単独による花蕾の病徴は、淡褐色水浸状に腐敗し、急速に花蕾全体が腐敗する(図2)。
図はそれぞれ典型的な症状であり、実際には各種細菌が重複感染する場合があるので、症状のみでは病原細菌種を判断できない。

表6 腐敗症状を呈したブロッコリー花蕾から分離された細菌

分離年月	花蕾採取地	分離細菌
平成10年8月	小諸市	<i>P. fluorescens</i> , <i>P. viridiflava</i>
平成16年7月	長野市	<i>E. carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>
平成18年7月	長野市	<i>E. carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>
平成18年9月	川上村	<i>Pseudomonas</i> spp.
平成19年9月	川上村	<i>Pseudomonas</i> spp.
平成20年9月	川上村	<i>Pseudomonas</i> spp.

花蕾の腐敗部分から常法により細菌を分離し、分離菌株を簡易同定した。



図1 *Pseudomonas* spp. による花蕾腐敗



図2 主に *E. carotovora* subsp. *carotovora* による花蕾腐敗

6 参考データ

- (1) 国内では、ブロッコリーの花蕾に腐敗症状や黒変症状を呈する細菌性病害として花蕾腐敗病、腐敗病、黒腐病が報告されている(表7)。症状のみから病名や病原菌種を判断することは困難であるが、長野県では現地調査等の結果から、3種病原菌による花蕾腐敗病の発生が問題となる。
- (2) 細菌の生態および病原菌分離の結果(表6)から、長野県のブロッコリー主産地である寒地では通年 *Pseudomonas* 属菌が花蕾腐敗に関与するが、温暖地～寒冷地の盛夏期では、それらに加えて *E. carotovora* subsp. *carotovora* も花蕾腐敗に関与すると考えられる。

表7 ブロッコリーの花蕾に病徴を呈する細菌性病害

病名	病原菌
	<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>
花蕾腐敗病	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
	<i>P. viridiflava</i>
腐敗病	<i>P. marginalis</i> pv. <i>marginalis</i>
黒腐病	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>

日本植物病名目録・追録より改変

7 特記事項

[公開] 制限なし。

[課題名、研究期間、予算区分]

野菜・花きの病害虫防除農薬の効果試験(環境部)、平成 18～20 年度(2006～2008 年度)、
民間受託

東信地域の作物に対する病害虫防除試験(佐久支場)、平成 18～19 年度(2006～2007 年度)、
県単素材開発