

## 特集：青枯病

## 施設栽培ナスの青枯病の発生生態と防除

大阪府環境農林水産総合研究所食とみどり技術センター <sup>なか</sup> <sup>そ</sup> <sup>ね</sup> <sup>わたる</sup>  
中 曾 根 渡

## はじめに

施設栽培作物は連作を余儀なくされる。そのため、連作障害としての土壌病害の発生が多く認められ、安定生産上大きな阻害要因となっている。大阪府下ではナスの青枯病の発生が問題となっており、発生圃場においては常に多発要因を抱えている。本稿では、筆者がこれまで実施してきた発生状況などの実情を紹介する。

## I 土壌からの青枯病菌の分離法の検討

土壌からの青枯病菌の分離法としては、我が国では原・小野が報告している選択培地を用いた希釈平板法が広く採用されている(原・小野, 1984)。また、近年、根本らが遺伝子診断技術を利用した検出法を報告している(根本ら, 2003)。しかし、前者では検出精度が低いこと、あるいは類似コロニーとの識別には経験を要する場合があることなど、診断上で問題となる場合も多々認められる。また、後者では青枯病菌の検出精度は高いものの、選択培地上に典型的な青枯病菌形態を示すコロニーそのものを分離できないことが欠点となっている。そこで検出精度を高めつつ、典型的な青枯病菌コロニーを分離する方法について検討した。その結果、トマトの複葉の葉柄を10倍程度に希釈した土壌懸濁液中に浸漬し、24時間30℃程度の高温条件下に静置後、葉柄部分より原・小野の選択培地で分離する方法を確立した。本法における検出精度の結果を表-1, 2に示した。表からも明らかのように、従来の希釈平板法と比較して検出精度が約100倍程度上昇しており(表-1)、土壌中の菌濃度が低いと考えられる圃場においても分離率を高めることが可能となった(表-2)。本法による分離法は青枯病菌をトマト複葉の葉柄部分で増菌しているため、希釈平板法とは異なり土壌中の青枯病菌を定量することはできず、定性的分離法となっている。しかし、青枯病菌は増殖条件が整うと急速に増殖するため、定量的な検出よりも定性的検出のほうが青枯病菌の場合には適切であると考え

The Occurrence of Bacterial Wilt on Eggplant Caused by *Ralstonia solanacearum* in Greenhouse and its Control. By Wataru NAKASONE

(キーワード：ナス, 青枯病, 施設栽培, 発生生態, 防除)

ている。なお、本法ではトマトの複葉を多数得るためには多くを栽培しなければならず、時間的にも長期間必要となる。そこで、現在ではトマトに代わり、本葉1枚時期のキュウリを地際部で切断したものを利用している。

## II 青枯病発生圃場における青枯病菌の分布

青枯病が発生する圃場の汚染程度、あるいは分布状況を知ることは、防除対策を考慮するうえで重要ではある。しかし、分布状況を正確に知るためには多くの地点から青枯病菌を分離することが必要となり、労力的に非常に困難となる。筆者が調査対象としている発生圃場の中で、2005年度に土壌消毒を実施しなかった圃場、あるいは例年実施してない圃場があったため、05, 06年の2年間の各圃場における発生状況を調査した。その結果を表-3, 4に示した。特に表-4では、2005年度で発生が認められていない畝が、06年度では多発し、あるいはこれとは逆の発生を示す例が認められた。このことは、連作を強いられる施設栽培では、栽培期間が長くなるに伴い発病の有無は別として青枯病菌が圃場全体に分布していることが示唆される。

表-1 トマトの複葉を用いた汚染土壌からの青枯病菌の検出

土壌の希釈倍数	希釈平板法における青枯病菌コロニー数	トマト葉柄からの青枯病菌の分離有無
10	62.4	+
100	5.2	+
1,000	0.6	+
10,000	0	+

コロニー数：5枚のシャーレの平均値。

表-2 希釈平板法とトマトの複葉を用いた検出効率の比較(現地圃場)

圃場名	調査地点数	検出方法および地点検出率(%)	
		希釈平板法	トマトの複葉検出
A	30	56.7	80.0
B	28	0	64.3
C	20	5.0	20.0

### III 圃場診断

#### 1 施設外土壌からの青枯病菌の分離

前章までに述べたように、青枯病発生圃場の土壌から青枯病菌を分離することは、発生圃場における汚染程度あるいは抵抗性台木品種の導入に際して防除上非常に重要と考えられる。しかし、圃場全体を対象とすると多大な労力が必要となり、調査地点数を少なくすると大きな誤差が発生しやすい。そこで、施設栽培ナスの場合、施設外と最も近い畝で青枯病が発生する機会が多いことから、土壌消毒が実施されない施設外土壌からの青枯病菌の分離を試みた。その結果、現在または過去に多発した圃場では施設外土壌から分離される頻度が高い傾向を示

表-3 土壌消毒を実施していないミズナス栽培圃場における2005、06年度での青枯病の発生状況

畝 No.	2005 年度の発生株 No.	2006 年度の発生株 No.
1	発生無	発生無
2	発生無	発生無
3	13, 29	発生無
4	2, 4, 10, 13, 23, 26	19, 21
5	4, 8, 32	1, 3, 14, 15, 22
6	10, 13, 16, 37	13, 14, 17 ~ 23, 25

した(表-5)。そのため、分離地点率の高い圃場は発生の有無とは別に青枯病の発生危険度の高い圃場と考えられる。

#### 2 圃場カルテの作成

本章1節で施設外土壌から分離された青枯病菌(シャーレ1枚から分離された青枯病菌コロニーのすべてを1分離株とした)を本葉5枚程度の‘トレロ’に葉柄切り取り接種により接種した。その後各植物の病徴を観察し、枯死した株を尾崎が報告している菌群類別に基づいてIV菌群と判定した(尾崎, 1990)。これらの試験結果を整理し、発生圃場における圃場カルテとして作成した。その結果を表-6に示したが、IV菌群の分布割合は圃場により異なっているが、20~40%程度分布していると考えられた。これらの情報を基として、防除に際しては抵抗性台木品種の選抜、あるいは汚染程度の高い圃場では太陽熱利用による土壌消毒とダズメット剤の併用による土壌消毒を指導している。

### IV 青枯病の多発要因としての地上部感染と作業動線

調査対象とした施設は、‘トナシム’台木のミズナスで3畝から構成されている。農家の収穫などの作業動線は第1畝と第2畝を交互に作業するジグザグ型の作業動線で、残りの第3畝はその畝のみを対象とした直線型の作

表-4 2005年度栽培収量後土壌消毒を実施しなかった圃場における06年度の発生状況

畝 No.	2005 年度		2006 年度	
	発病株 No.	発病株率 (%)	発病株 No.	発病株率 (%)
1	11, 33, 34, 37 ~ 39	8.6	30, 54 ~ 56, 59, 60, 62, 63 ~ 66, 68, 69	18.6
2	無	0	12, 25, 27, 29, 32, 39, 40, 42, 44, 46, 47, 51, 52, 66, 68, 69	22.9
3	40	1.4	1, 9, 12, 21, 25	7.1
4	1 ~ 3	4.3	2, 4	2.9
5	1, 4, 16, 19 ~ 21, 29, 31, 34, 38, 46, 50, 51	18.6	1, 16, 60 ~ 64	10.0
6	1, 2, 7, 24	10.0	1, 3, 13, 15, 63, 64, 66, 67	11.4
7	1, 3, 23	4.3	14, 20, 50, 63, 64, 66, 67	2.9
8	3, 23, 44, 45, 47, 48	8.6	無	0
9	1 ~ 3, 21, 28, 31, 40 ~ 42, 44 ~ 46, 49, 51, 52, 54, 59, 60, 62, 65, 66	32.9	3, 6, 7, 10, 12, 19, 20, 31, 32	12.9
10	1, 2, 9, 13, 43, 50, 58, 59, 63, 64, 65	10.0	1, 15, 23, 26, 27, 57, 61	10.0
11	3, 19, 64	4.3	1, 5, 12, 15, 17, 19, 20, 23, 25, 27 ~ 30, 32, 37 ~ 41, 47, 61, 62	45.7
12	無	0	7, 8, 15, 24, 36, 55, 63	10.0
13	無	0	無	0
14	1, 2	2.9	2	1.4
15	39	1.4	無	0

表-5 施設外土壌からの青枯病菌の分離状況と発病状況

圃場名	調査年	調査地点数	分離地点率 (%)	発病状況	備考
A	2007	23	0	極少	2004年初発生, その後台木を‘トナシム’に変更
B	2007	31	19.4	多発	2006年少発生, 台木は‘トルバムビガー’, 地上部感染有
C	2004	28	32.1	無	2003年多発, 次年度より台木を‘アカナス’から‘トレロ’に変更
D	2006	28	0	多発	2006年初発生, 汚染苗の持ち込みと地上部感染有
	2007	28	0	無	2007年台木を‘アカナス’から‘トナシム’に変更
E	2005	30	40.0	中発	台木は‘アカナス’, 例年少～中発生
	2006	20	65.0	多発	台木は‘トナシム’
F	2006	15	26.7	無	1996年ごろ数年多発生, それ以後‘トレロ’に台木変更
G	2006	18	5.6	無	台木は‘トナシム’, 例年少発生～無
H	2004	19	5.3	無	

表-6 青枯病発生圃場における圃場カルテ

圃場名	IV群菌の分布割合 (%)	青枯病菌の分離地点率 (%)
A	100	0
B	27.3	19.4
C	30.4	32.1
D	40.0	0
E	41.7	40.0
F	20.0	26.7
G	0	5.6
H	0	5.3

表-7 多発要因としての地上部感染

畝 No.	発病株 No.
1	1～7, 11, 12, 17, 34, 35, 38, 40, 42, 44～48, 50
2	1, 2, 7, 9～11, 15～17, 27, 35, 37, 41, 43～46, 49, 50
3	発生無

## V 施設栽培ナスの青枯病の発生予察の可能性

業動線である。発病調査は5月上旬から収穫末期の6月下旬までの6回実施した。その結果を表-7に示したが、農家の作業動線がジグザク型の場合、第1畝の発病株位置と第2畝の発病株位置との間に高い相関関係が認められる。第3畝では第2畝との交流がほとんどないため、発病が全く認められなかったと考えられた。このように、作業動線がジグザク型作業では、発病株が生育している畝とそれに隣接する畝の2方向に青枯病菌は拡大するのに対して、直線型作業では発病株が生育している畝のみの1方向拡大となる。その結果、ジグザク型作業動線の場合、直線型作業動線よりも地上部伝染の確率が計算上2倍となり、より多発しやすい結果となると考えられた。

また、発生圃場における発病株総数に対する連続した総発病株数の割合は、各発生圃場により異なる。その原因として、土壌伝染に由来した発病株が伝染源となり、第二次、第三次土壌伝染に由来する発病割合を一定とすると、地上部感染株が多くなると、前述した割合値が高くなると考えられる。しかし、地上部感染が強く疑われるこの割合値の線引きには、今後の詳細な調査を待たなければならない。

施設外土壌からの青枯病菌の分離地点位置と、それに隣接する畝における発病株位置との関係を調査し、両者に相関関係が認められた場合には、次作での発病を作付け前に予測可能となる。そこで、2圃場を対象として各圃場の施設外土壌からの分離位置と発病株位置とを調べた。なお、第1および第2圃場は例年少発生から中発生している圃場で、第1圃場の台木は‘アカナス’、第2圃場は‘トレロ’である。その結果を表-8, 9に示した。これらの表が示すように、施設外土壌から青枯病菌が分離される位置と発病株の位置との間に高い相関関係が認められたのは、第1圃場の東サイドおよび第2圃場の西サイドの畝であったが、その他の2畝での発病については高い相関関係は認められなかった。これらの2者間の違いの原因については不明ではあるが、施設外土壌に生息する青枯病菌が発病に関与していることは現象的にも、また今回の調査結果からも確認されたものと考えている。しかし、本調査による発生予察の可能性については、当該年度の気候条件、特に雨量、IV群菌の生息密度、使用されている抵抗性台木品種、圃場の土壌特性等の緒要因が複雑に絡み合っていることが予想され、非常に困難であると思われる。しかし、施設外から分離される地点率が高い圃場は、青枯病の発生危険率が高い圃場であ

表-8 第1圃場における施設外土壌からの青枯病菌の分離状況と発病状況

(東サイド)			(西サイド)		
調査地点	菌の分離有無	ナスの発病株 No.	調査地点	菌の分離有無	ナスの発病株 No.
1	+	3	1	+	3
2	+	4, 6	2	+	4
3	+	7	3	-	9
4	+	12	4	+	
5	+	14	5	+	
6	-		6	+	
7	+	21	7	+	
8	-	25	8	+	
9	-	29, 31	9	-	
10	+	34	10	-	
11	+	35, 38	11	+	
12	+	39, 40	12	+	
13	+	44	13	-	
14	+	47	14	+	
15	+	52	15	+	
16	-		16	+	
17	-		17	+	
18	+	60	18	+	
19	+	65	19	+	64
20	+	66	20	+	67, 68
21	+		21	-	70
22	+	73	22	-	73, 76
23	+		23	+	77
24	+	82	24	+	
25	+		25	+	
26	-		26	+	90
27	+		27	+	91
28	+		28	+	
29	+		29	+	98, 100
30	+		30	+	102

東サイドの調査畝には104株、西サイドの調査畝には103株のナスが栽培されている。

表-9 第2圃場における施設外土壌からの青枯病菌の分離状況と発病状況

(東サイド)			(西サイド)		
調査地点	菌の分離有無	ナスの発病株 No.	調査地点	菌の分離有無	ナスの発病株 No.
1	+	1, 3	1	-	1~3
2	-	5	2	+	4
3	+	7	3	+	7, 8
4	-	10, 11, 13	4	-	11, 12
5	+	15, 16	5	+	15
6	-	18, 19	6	+	18, 19
7	-	21~23	7	+	
8	-	24	8	-	
9	+	27, 29	9	-	
10	+	30~32	10	-	
11	+	34~36	11	-	
12	-	37~39	12	-	
13	-	40, 41	13	-	
14	+	43, 45	14	-	
15	+	47~49	15	-	
16	-	50, 52	16	-	
17	-	55	17	-	
18	-		18	-	
19	+	62	19	-	
20	+		20	-	

東サイドの調査畝には65株、西サイドの調査畝には66株のナスが栽培されている。

表-10 IV群菌汚染圃場における各種台木品種の抵抗性

植物名	供試株数	感染株率 (%)	発病株率 (%)
トルバムビガー	55	80.0	78.2
トレロ	31	74.2	74.2
台太郎	60	13.3	5.0
カレヘン	33	9.1	0.0
LS1934	41	17.1	4.9

ると考えられる。

## VI 抵抗性台木品種の台木特性

トマトの青枯病の抵抗性については、中保が報告しているように青枯病菌の増殖程度および根での感染後地上部への移行に関する二つの要因が関与していると考えられている (NAKAHO, 1997) しかし、ナスの青枯病の防除では抵抗性台木品種が利用されているが、その抵抗性特性、特に一番問題となるIV群菌に対する抵抗性特性については不明な点も多い。そこで、汚染圃場に‘トルバムビガー’を定植し、発病が認められた株元の周囲に各種台木品種を定植した。その後、各品種の感染、発病状況

を調査した。その結果を表-10に示した。この結果から、大阪府で広く使用されている‘トレロ’は予測していたようにIV群菌には感受性が高く、感染後枯死株が多く認められたが、‘台太郎’は根からの感染後、地上部に移行しにくい抵抗性特性を有していることが判明した。また、‘カレヘン’は全身感染するものの発病することはなく、‘カレヘン’そのものは非常に高い抵抗性を示していた。しかし、根での感染後地上部に容易に青枯病菌が移行するため、穂木が感受性品種である場合には、発病することが判明した。このことから、‘カレヘン’については今後、抵抗性品種の育成に際しての遺伝資源としての利用

が期待される。

## おわりに

青枯病は土壌伝染性病害であり、病原体が細菌で、増殖速度も速く、発病後には処置法がないことから難防除病害と考えられている。しかし、筆者がこれまで経験した施設栽培ナスの結果では、前年度多発～激発した圃場においても夏期の最も気温の高い時期に太陽熱を利用した土壌消毒を1か月間実施し、抵抗性台木品種を導入することにより、次作での青枯病の発生が全く認められなかった事例を多く経験した。また、多発要因として地上部からの感染が関与していることが再確認されたが、農

家の作業動線により大きく異なっていることが新たに判明した。また、発病初期においても青枯病菌は株全体に分布している場合が多く認められるが、農家の収穫作業が早朝であるため、初期病徴を見逃す場合が多いことが大きな原因となっている。そのため、早期発見が確実になされ、地上部感染を回避することができたならば少なくとも施設栽培ナスの青枯病はもはや難防除病害とはいえないと考えられる。

## 引用文献

- 1) 原 秀紀・小野邦明 (1984): 植物防疫 38: 76 ~ 79.
- 2) NAKANO, K. (1997): Ann. Phytopath. Soc. Jpn. 63: 83 ~ 88.
- 3) 根本和俊ら (2003): 日植病報 69: 41 ~ 42.
- 4) 尾崎克己 (1990): 植物防疫 44: 291 ~ 294.

## (新しく登録された農薬 17 ページからの続き)

22077: パンチャーフロアブル (バイエルクロップサイエンス) 07/12/26

フェントラザミド: 6.0%, ベンゾフェナップ: 16.0%, ベンフレセート: 10.0%

移植水稲: 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, ヒルムシロ, アオミドロ・藻類による表層はく離

●シハロホップブチル・ジメタメトリン・ハロスルフロメチル・ベンゾビシクロン粒剤

22080: ハイカット 1 キロ粒剤 (日産化学工業) 07/12/26

22081: SDS ハイカット 1 キロ粒剤 (エスディーエスバイオテック) 07/12/26

シハロホップブチル: 1.8%, ジメタメトリン: 1.0%, ハロスルフロメチル: 0.90%, ベンゾビシクロン: 2.0%

移植水稲: 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, クログワイ (北海道を除く), コウキヤガラ (東北, 九州), シズイ (東北), アオミドロ・藻類による表層はく離 (北陸を除く)

●プロジアミン水和剤

22082: バリケードフロアブル (シンジェンタジャパン) 07/12/26

プロジアミン: 40.7%

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): 一年生雑草 (キク科を除く)

●カフェンストロール・ダイムロン・ハロスルフロメチル・ベンゾビシクロン粒剤

22083: オークスジャンボ (日産化学工業) 07/12/26

22084: SDS オークスジャンボ (エスディーエスバイオテック) 07/12/26

カフェンストロール: 10.0%, ダイムロン: 16.7%, ハロスルフロメチル: 2.0%, ベンゾビシクロン: 6.7%

移植水稲: 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 (東北, 関東・東山・東海を除く)

●ペノキススラム水和剤

22086: ワイドアタック SC (ダウケミカル) 07/12/28

ペノキススラム: 3.6%

移植水稲: 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, ヘラオモダカ (東北), セリ (関東・東山・東海, 九州), ヒルムシロ (関東・東山・東海, 九州)

●ピラクロニル粒剤

22087: ピラクロン 1 キロ粒剤 (協友アグリ) 07/12/28

ピラクロニル: 1.8%

移植水稲: 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)

●ピラクロニル水和剤

22088: ピラクロンフロアブル (協友アグリ) 07/12/28

ピラクロニル: 3.6%

移植水稲: 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)

●クミルロン・ピラクロニル水和剤

22089: ピラクロショットフロアブル (協友アグリ) 07/12/28

クミルロン: 20.0%, ピラクロニル: 3.6%

移植水稲: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ミズガヤツリ, ヘラオモダカ (東北), クログワイ (北陸, 関東・東山・東海, 近畿・中国・四国), アオミドロ・藻類による表層はく離 (関東・東山・東海)

●ピラクロニル・ベンゾビシクロン・ベンゾフェナップ粒剤

22090: ピラクロエース 1 キロ粒剤 (協友アグリ) 07/12/28

ピラクロニル: 2.0%, ベンゾビシクロン: 2.0%, ベンゾフェナップ: 8.0%

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

●ピラクロニル・ベンゾビシクロン・ベンゾフェナップ水和剤

22091: ピラクロエースフロアブル (協友アグリ) 07/12/28

ピラクロニル: 3.6%, ベンゾビシクロン: 4.0%, ベンゾフェナップ: 14.5%

移植水稲: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ウリカワ, ヒルムシロ, ミズガヤツリ (北海道を除く), ヘラオモダカ (北海道, 東北), クログワイ (北陸, 関東・東山・東海, 近畿・中国・四国), アオミドロ・藻類による表層はく離 (九州)