

## ピーマン炭疽病 (*Colletotrichum scovillei*) の 感染リスク予測システムの開発

神頭武嗣・内橋嘉一・齋藤隆満・竹川昌宏・道下清人・中村雄也・山崎研一\*・塩川由香里\*  
(兵庫県立農林水産技術総合センター・\*アスザック株式会社)

### Abstract

We developed the Disease Infection Risk Prediction System for anthracnose in sweet pepper. After comparison of the results over a period of two consecutive years; based on the combination of the temperature and the duration of the wetness period; in relation to the ratio number of diseased fruit, it is obvious that the prediction of this index is highly reliable.

兵庫県北部の但馬地域では露地ピーマンの栽培が盛んであり、夏秋ピーマンの生産量は2014年都道府県別で全国10位(農林水産省, 2014)となっている。

2009年に但馬地域の1ほ場においてピーマンの果実表面が円～楕円形に陥没し、灰褐色、後に同心円状の菌そうに覆われ、さらにオレンジ色の分生子塊が形成される症状が発生した。本症状は、2010～2011年にかけてさらに但馬地域全域に拡大した。我々はこの病原体を本邦未報告の炭疽病菌 (*Colletotrichum acutatum* 種複合体の一つである) *Colletotrichum scovillei* と同定 (Kanto et al., 2014) した。一方、本県では農業の自然循環機能の維持増進を図り、環境への負荷を軽減するため、土づくりを基本に、化学的に合成された肥料及び農薬の使用を慣行の30%以上低減する生産方式である「環境創造型農業」を推進してきた。但馬地域の主力野菜であるピーマン栽培において「環境創造型農業」を進めるためには、重要病害である本病の発生を的確に予測し、効果的かつ効率的な防除を行う必要がある。

そこで、本研究では①炭疽病新病原に対して、広義には同種であると考えられるトウガラシ炭疽病 (*Colletotrichum acutatum*) のシミュレーションモデル (Kang et al., 2010) を参考に、②栽培支援装置「クロップナビ (アスザック株式会社製) (和田ら, 2009) による気温と湿度時間のデータから炭疽病菌の感染リスクを予測するシステムの開発を行い、その適合性を検討したので報告する。

### 材料及び方法

1. 供試品種 品種「京波」を供試した。
2. 供試菌株 兵庫県保存菌株 ASG001株 (*Colletotrichum scovillei*) を用いた。
3. 耕種概要 試験は2カ年兵庫県立農林水産技術総合センター (兵庫県加西市) 内ほ場で実施した。露地栽培で、2014年は5月20日にうね幅 150 cm, 株間 70 cm, 条間 50 cm の2条千鳥植えとし、1区 (10株, 5 m<sup>2</sup>) の3反復とした。2015年は5月22日定植, うね幅 140 cm, 株間 90 cm, 条間 50 cm の2条千鳥植えとし、1区 (10株, 6.3 m<sup>2</sup>) の3反復とした。肥培及び栽培管理は現地慣行栽培と同様に行った。
4. 気温と湿度時間の計測 アスザック株式会社製栽培支援装置「クロップナビ」(第1図) をピーマンほ場に隣接して設置し、気温と湿度時間 (湿度センサーによる)、日照時間、降水量、風速について、毎日1時間毎に計測した。計測結果は24時間毎 (毎8時) にインターネットを通じて Kang et al. (2010) のシミュレーションモデルから導かれた第2図の条件と照合し、感染リスク (R) を推定、リスク指数 1 : 5% ≤ R < 10%, 2 : 10% ≤ R < 15%, 3 : 15% ≤ R < 20%, 4 : 20% ≤ R にリスクを分けて第3図 (2015年7月のシミュレート結果) のように表示した。リスク表示は、持続湿度時間終了時の月日に表示した。なお、2014年7月17日18時～23日9時の間のみ、欠測となったため、この間のデータは兵庫農技内の気象観測装置のデータ (気温及び降水量) を代用して、後の考察に利用した。
5. 接種と発病調査 2014年は2に記した供試菌株を分生子懸濁液 1.5 × 10<sup>6</sup> 個/ml の濃度で株当たり約 10 ml ずつ7月1日及び7月10日に、2015年は同菌株を7月9日に 4 × 10<sup>4</sup> 個/ml, 同月16日に 5 × 10<sup>4</sup> 個/ml の濃度で株当たり約 12 ml ずつ、それぞれツィーン20を10,000倍添加



第1図 スタンドアローン型栽培支援装置「クロープナビ(アスザック株式会社製)」

持続湿度時間(hr)	持続湿度時間中の平均気温(°C)と感染リスク(%)		
5			
6	29~32 5%		
7	28~32 5%		
8	27~32 5%		
9	25~28 5%	28~31 10%	31~32 5%
10	23~28 5%	28~32 10%	
11	22~25 5%	25~27 10%	27~31 15%
12	22~23 5%	23~26 10%	26~31 15%
13	21 5%	21~23 10%	23~31 15%
14	21~23 15%	23~31 20%	31~32 15%
15	21~23 20%	23~25 25%	30~31 20%

第2図 持続湿度時間中の平均気温と感染リスク(%)  
Kang et al. (2010) の温度と湿度時間から求めた感染リスクから作成

□: リスク指数1, ◻: リスク指数2,  
◻: リスク指数3, ●: リスク指数4

2015年7月

日	月	火	水	木	金	土
28	29	30	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
		10	◻	25	●	
12	13	14	15	16	17	18
						25
19	20	21	22	23	24	25
			10	◻	25	●
26	27	28	29	30	31	1

第3図 栽培支援装置「クロープナビ(アスザック株式会社製)」によるピーマン炭疽病菌感染リスク(R)  
感染リスク指数の表示, 指数1=△: 5≤R<10%, 指数2=◻: 10≤R<15%, 指数3=○: 15≤R<20%, 指数4=●: 20%≤R

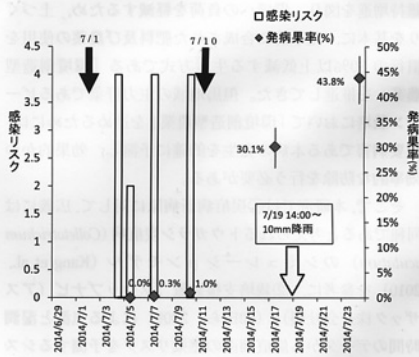
し、午後7時にハndsプレーで噴霧接種した。発病調査は2014年7月5, 7, 10, 17, 24日に、2015年は7月13, 15, 16, 23, 29日にそれぞれ果実長径が概ね6cm以上(たじまピーマン選別基準での秀品の最小値)の全果実、及び長径が概ね3cm以上で炭疽病罹病果と明らかに判断できるものを(1区当たり約30~180果)ほ場で採取後、発病率を調査した。

## 結果及び考察

2カ年にわたって栽培支援装置「クロープナビ」を用いて気温・湿度時間等を計測し、ピーマン炭疽病菌感染リスクを予測、炭疽病菌の接種のタイミング(通常接種から発病まで約7日, Kanto et al., 2014)とその後の発病調査結果からシミュレーションの適合性を検討した。

### ①2014年

7月1日の炭疽病菌接種後、7月4日に感染リスク(「リスク」, 以下同様)4, 5日にリスク2, が出現し、7日に発病が認められた(第4図)が、発病率は0.3%とたいへん低かった。そこで詳細に「クロープナビ」のデータを解析したところ、接種34時間後までは湿度時間が観測されなかった。また、この間の平均気温が25.6°Cであった。Kang et al. (2010)によると、25°Cで6時間湿度時間が継続すると、炭疽病菌分生子の付着器形成(感染)率が2%程度となるとしている。7月1日の接種時には分生子懸濁液として展着剤を加えて噴霧していることから、接種直後から湿度時間が観測されていないが、



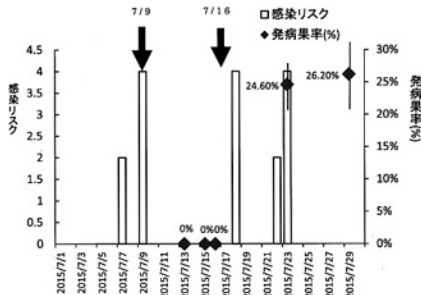
第4図 栽培支援装置「クロープナビ」の計測データを用いた2014年7月のピーマン炭疽病菌感染リスク(左縦軸; 棒グラフ)と発病率(%) (右縦軸; 散布図, 数値は3反復の平均)。黒塗り矢印は炭疽病菌の接種を、白塗り矢印は7月19日の兵庫農技内気象観測装置による降雨を表す。◆の垂線は標準誤差を表す。

接種時の懸濁液による湿润状態によってわずかな確率で付着器が形成され、7月7日の発病率0.3%、同月10日の同果率1%に至ったものと考えられた。Magarey et al. (2005)によると、大部分の植物病原菌類の分生子は湿润時間が途中で遮断され、乾燥時間(相対湿度が95%未満)が4-20時間以上持続すると感染率が50%低下するとされており、炭疽病菌については不明であるが、噴霧接種直後から34時間の乾燥条件は7月4日のリスク4の出現までに相当数の炭疽病菌の感染率を下げたものと考えられた。その後、7月7日と10日にリスク4が出現し、リスクの高い10日に再度接種したことから7月17日の同果率30.1%に至ったものと考えられた。7月24日には同果率が43.5%と増加したが、7月19日の14時~17時にかけての10mmの降雨(第4図白抜き矢印; クロップナビのデータが欠測で、連続湿润時間が測定不可能であったが兵庫農技内の気象観測装置によると同日14時~翌日7時までの17時間の平均温度は21.5°C、平均相対湿度も97.0%であった。この時間帯を湿润時間と仮定すると第2図からリスク4に該当する。)による湿润時間の持続がリスクを高めたものと考えられた。

## ②2015年

7月9日の接種前にはリスクが出現していた(第5図)が、接種後にはリスクが7日間出現しなかった。このことは前述のMagarey et al. (2005)による乾燥時間の持続による感染率の低下を招き、発病に至らなかったものと考えられる。

一方、同年7月16日接種の場合(第5図)、16、17日とリスク0で18日に4となり、23日に発病率24.6%と発病があった。このケースでは、リスク発生から5日後の発病とやや早かった。そこで、詳細にデータを解析したところ、接種直前の同日17時から湿润状態が続いており、接種後も含めて台風11号の影響で40時間も湿润時間が継続した。このシミュレーションは前日から湿润時間が午前0時をまたがって継続するとリスクが継続した最終日にしか表示されないの、みかけ上、リスク発現から発病までの日数が短くなったものと思われる。さらに台風の風雨によりピーマン果実が擦れ、傷がついて感染が助長されたことにより、1週間後に一挙に果実に発病が認められ、7月23日に24.6%の発病率に至ったもの



第5図 栽培支援装置「クロップナビ」の計測データを用いた2015年7月のピーマン炭疽病菌感染リスク(左縦軸; 棒グラフ)と発病率(%) (右縦軸; 散布図, 数値は3反復の平均)。矢印は炭疽病菌の接種を表す。◆の垂線は標準誤差を表す。

と考えられる。また、7月22日にリスク2、23日にリスク4が出現しており、7月29日の同果率26.2%に至ったものと考えられる。

以上、2カ年のデータではあるが、炭疽病菌を接種したにもかかわらず、第2図に示した気温と持続湿润時間の条件を満たすような高いリスクが出現しないと発病せず(2015年7月9日接種)、逆に接種時(または直後: 2015年7月16日)に高いリスクが出現すると激しく発病することから、この予測システムは概ね発病予測に適応できると考えられる。

## 引用文献

- Kang, W. S., C. S. Yun and E. W. Park (2010) The Plant Pathology Journal 26: 17-24.
- Kanto, T., S. Uematsu, T. Tsukamoto, J. Moriwaki, N. Yamagishi, T. Usami and T. Sato (2014) Journal of General Plant Pathology 80: 73-78.
- Magarey, R. D., T. B. Sutton and C. L. Thayer (2005) Phytopathology 95: 92-100.
- 農林水産省 野菜生産出荷統計2014年「夏秋ピーマン」平成27年4月28日公表
- 和田美佐, 武田和男, 鈴木剛伸, 山下 亨, 新井利直, 山崎研一 (2009) 関東東山病害虫研究会報 56: 5-7.