

## ピーマン黒枯病の発病に及ぼす湿度および温度の影響

下元祥史  
(高知県農業技術センター)

### Effect of humidity and temperature on the development *Corynespora* blight of sweet pepper caused by *Corynespora cassiicola*

By Yoshifumi SHIMOMOTO (Kochi Prefectural Agricultural Research Center, Hataeda 1100, Nankoku, Kochi 783-0023, Japan)

In this study, the effects of relative humidity (RH) on the conidial germination of *Corynespora cassiicola*, the causal agent of *Corynespora* blight of sweet pepper, were determined. The development of the disease under different temperature conditions was also analyzed. The conidial germination rate was 2.0% at 98% RH and 98.0% on a water drop, respectively. Conidia did not germinate at 94% RH or less. When the test strain FN3 was inoculated onto plants, the optimal temperature for development of the disease was 25°C. When plants inoculated with the test strains FN3 and T3 were kept in wet conditions (100% RH) for 48 hours or longer at 20, 25 or 30°C, the disease developed on all leaves. The development of the disease was inhibited when wet conditions were discontinued for 1 to 24 hours, compared with that observed during 74 hours of continuous wet conditions.

### 緒 言

ピーマン黒枯病 (病原菌: *Corynespora cassiicola* (Berkely & M.A. Curtis) C.T. Wei) は、日本では2004年1月に高知県土佐市の施設栽培ピーマン (*Capsicum annuum* L.) で初めて発生が確認され、葉茎および果実に黒褐色の病斑を形成し、早期の落葉、果実の品質低下、枝枯れを起こす病害である (Shimomoto *et al.*, 2008)。また、地際部に病斑が形成された場合には株枯れ症状を呈する場合もあり、本県では重要病害に位置付けられている。

平成21年度高知県農作物有害動植物発生予察事業年報には、高知県内の促成ピーマン・シトウガラシ栽培圃場の約40%で発生を認め、甚大な被害が発生している圃場も多いことが記載されている (高知県病害虫防除所, 2010)。一方、国内では宮崎県 (宮崎県病害虫防除所, 2004)、鹿

児島県 (鹿児島県病害虫防除所, 2005)、大分県 (大分県農林水産研究センター, 2007) で発生が認められ、Fungal Databases (<http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/index.cfm>) では、海外でも5カ国で *C. cassiicola* による *Capsicum* 属植物の病害の発生がデータベース化されている。

下元ら (2007) は、本病に対する有効薬剤の探索を行い、複数の薬剤に有効性を認めたことを報告している。この知見を基に農薬の登録促進が図られ、ピーマンにおいてはチオファネートメチル水和剤、プロシミドン水和剤、TPN水和剤、クレソキシムメチル水和剤、ボスカリド水和剤およびアズキシストロピン・TPN水和剤が、シトウガラシにおいてはチオファネートメチル水和剤、プロシミドン水和剤、クレソキシムメチル水和剤、ボスカリド水和剤およびバチルスズブチリス水和剤 (商品名: インプレッション水和剤) が本病に対して適用登録され

ている（2010年9月現在）。

しかし、既に本病害において、ベンズイミダゾール系のチオファネートメチルとQoI剤のクレソキシムメチルに対する耐性菌の発生が確認されている（下元ら，2009）。さらに、本病害と病原菌種が同一であるキュウリ褐斑病では、加えて、ジカルボキシミド系のプロシミドン、コハク酸脱水素酵素阻害剤のボスカリドに対する耐性菌が高率に発生していることが報告されている（挟間・佐藤，1996；Miyamoto *et al.*, 2009）。よって、将来的には薬剤による本病害の防除は困難になることが予想され、薬剤防除のみでなく病原菌の発生生態に基づく耕種的または物理的防除法を確立し、総合的な防除体系を構築する必要がある。しかしながら、現在までに、その基礎的知見となる病原菌の感染および発病に関する諸要因は解析されていない。

そこで、本研究ではピーマン黒枯病菌の発病に及ぼす湿度および温度の影響を明らかにしたので、その概要を報告する。

## 材料および方法

### 1. 分生子発芽に及ぼす湿度の影響

2006年4月に高知県南国市のシトウガラシ栽培圃場で採取した黒枯病罹病葉から単孢子分離したFN3菌株を供試した。供試菌株をオートミール寒天培地（Difco）に移植後、上方約30cmに設置したブラックライトブルー蛍光灯（FL15BL-B, 15W, ナショナル）の連続照射条件下で25℃, 10日間培養し、分生子を形成させた。

この方法で得られた分生子を滅菌筆によってプランクトン格子枠付スライド（スライド、藤原製作所）上に落下させ、これをデシケーター内に入れた。デシケーターは内部を挟間（1993）の手法により、塩類飽和溶液（矢野，1968：表1）を用いて、98%、94%、92%、85%および76%の相対湿度を維持しながら、20℃, 29時間静置した。対照はデシケーター内に滅菌水を入れ、スライド上に滴下した滅菌水の上に同法で分生子を落下、浮遊させたものとした。

所定時間静置後、顕微鏡観察下で200個以上の分生子を対象に、発芽管が短径より長く伸長した分生子を発芽済みと判断して、発芽分生子数を計

測し、分生子発芽率を算出した。

### 2. 発病に及ぼす湿度および温度の影響

実験にはFN3菌株および2006年10月に高知県土佐町のピーマン栽培圃場で採取した黒枯病罹病葉より単孢子分離したT3菌株を供試した。

各菌株をブドウ糖加用ジャガイモ煎汁寒天（PDA）培地（日水製薬）に移植後、25℃, 10日間培養して形成された分生子を滅菌水に懸濁し、 $1.0 \times 10^3$ 個/mlの濃度に調製した。

接種は直径9cmのポリエチレンポットに市販育苗培土（土太郎、スミリン農産工業、以下同様に供試）を詰めて栽培した本葉4葉期のピーマン（品種、京ゆたか）の第2および第3本葉の各4カ所に分生子懸濁液を20 $\mu$ lずつ滴下して行った。その後、暗黒条件で10–35℃の5℃ずつ6段階に設定した恒温器内のプラスチックボックスにピーマンを入れて結露条件とし、6時間、12時間、18時間、24時間および48時間管理した。

所定時間経過後、ピーマンをプラスチックボックスから取り出して、25℃, 相対湿度65%, 16時間日長の恒温室内で管理した。各処理区につきピーマン2株を供試し、1株2葉、各葉4カ所の合計16カ所を調査対象とした。対照区は分生子懸濁液を滴下後、各温度で調査時まで連続した結露条件に保った。

調査は接種8日後に、接種部位の発病の有無を観察し、発病率を算出した。

### 3. 結露中断が発病に及ぼす影響

FN3菌株をPDA培地に移植し、25℃, 10日間培養して形成された分生子を滅菌水に懸濁し、 $5.0 \times 10^3$ 個/mlの濃度に調製した。

直径9cmのポリエチレンポットに市販育苗培土を詰めて栽培した本葉5葉期のピーマン（品種、京波）の株全体に調製した分生子懸濁液を2ml/株ずつ噴霧接種後、前項の恒温室内でプラスチックボックスに入れて結露条件に保った。

18時間後、プラスチックボックスからピーマンを取り出して恒温室内で乾燥させ、50分後に目視により葉の濡れないことを確認し、1時間、2時間、4時間、8時間および24時間、恒温室内で維持したのち、滅菌水を2ml/株ずつ噴霧して再度プラスチックボックスに入れ、結露条件で管

理した。

処理48時間後にピーマンをプラスチックボックスから取り出し、恒温室内で48時間管理後、株当たりの病斑数を調査した。対照区は分生子懸濁液を接種後、プラスチックボックス内に連続72時間維持したのち、プラスチックボックスから取り出して恒温室内で48時間管理した。なお、各処理区ともピーマン3株ずつを供試した。

## 結 果

### 1. 分生子発芽に及ぼす湿度の影響

分生子発芽率は分生子を滅菌水上に落下させた対照区において96.0%と最も高く、相対湿度98%では2.0%と僅かに発芽が認められた。これに対し、相対湿度94%以下では発芽は認められなかった（第1表）。

### 2. 感染に及ぼす温度および結露時間の影響

FN3菌株では、25℃区および30℃区で、連続結露24時間処理で発病が認められたが、25℃区の発病率が37.5%であったのに対して、30℃区は18.8%で25℃区より低かった。また、48時間処理では15℃区および20℃区でも発病が認められた。一方、10℃区および35℃区では発病は認められなかった（第2表）。

T3菌株では、連続結露24時間処理ではいずれの温度区でも発病は認められず、48時間処理では15℃区、20℃区、25℃区および30℃区において発病が認められた。発病率は20℃区、25℃区および30℃区が100%であったのに対して、15℃区は43.8%と他の温度区より低かった。一方、10℃区および35℃区では発病は認められなかった（第2表）。

第1表 ピーマン黒枯病菌の分生子発芽に及ぼす湿度の影響

相対湿度 <sup>a)</sup>	調湿化合物	調査分生子数 <sup>b)</sup>	分生子発芽率 (%)
98%	硝酸鉛	204	2.0
94%	硝酸カリウム	203	0
92%	酒石酸ナトリウム・2水和物	217	0
85%	塩化カリウム	205	0
76%	塩化ナトリウム	200	0
-	滴下滅菌水上	202	96.0

a) 塩類飽和溶液を用いて調湿。

b) 処理29時間後に調査。

第2表 ピーマン黒枯病菌の感染に及ぼす温度および結露時間の影響<sup>a)</sup>

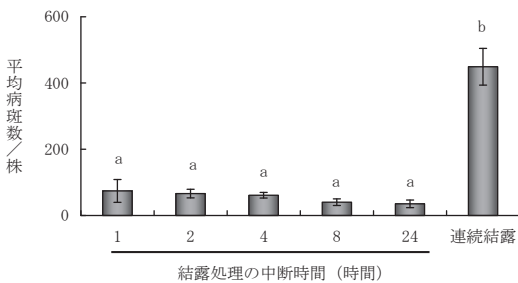
供試菌株	温度	結露時間				
		6時間	12時間	18時間	24時間	48時間
FN3	10℃	0	0	0	0	0
	15℃	0	0	0	0	43.8
	20℃	0	0	0	0	100
	25℃	0	0	0	37.5	100
	30℃	0	0	0	18.8	100
	35℃	0	0	0	0	0
T3	10℃	0	0	0	0	0
	15℃	0	0	0	0	43.8
	20℃	0	0	0	0	100
	25℃	0	0	0	0	100
	30℃	0	0	0	0	100
	35℃	0	0	0	0	0

a) 4カ所/葉×2葉/株×2株（1区葉上16カ所）に分生子懸濁液を滴下し、所定時間結露処理後、25℃、相対湿度65%以下、16時間日長で管理したのち、接種8日後に発病の有無を調査して感染率(%)を算出

以上の結果より、100%の発病率を得るためには、連続結露48時間で、20-30℃の温度条件が必要であった。

### 3. 結露中断が発病に及ぼす影響

中断時間の異なるいずれの結露中断区も、対照の連続結露条件区と比較して、株当たり平均病斑数が5分の1以下に低下し、有意な差が認められた(第1図)。



第1図 結露中断がピーマン黒枯病の発病に及ぼす影響

ピーマンに黒枯病菌 (FN3菌株) の分生子懸濁液 $5.0 \times 10^3$ 個/mlを接種。25℃で18時間結露条件。所定時間葉面を乾燥させた後、再度、25℃、結露条件で48時間管理。対照は72時間連続結露条件。発病調査は25℃、乾燥条件で48時間管理後に実施。縦線は標準誤差 (n = 3)。Tukeyの多重検定により、異なる英字間には有意差 (1%) あり。

## 考 察

本病原菌の分生子発芽は相対湿度98%および滅菌水上に分生子を落下させた場合に認められたが、前者の発芽率は後者と比較して非常に低かった。挾間 (1993) は、ピーマン黒枯病菌と同一種であるキュウリ褐斑病菌の滅菌水中における分生子発芽率が100%であったのに対して、相対湿度98%および95%ではそれぞれ11.6%および7.1%で、93%以下では発芽が認められなかったことを報告している。また、川越 (1998) はピーマン斑点病菌 (*Cercospora capsici*) の分生子発芽は水滴中で96.8%と最も高く、98%、95%でそれぞれ9.2%、3.1%とわずかに発芽が認められたが、92%以下では認められなかったことを報告している。これらと比較すると、今回の試験結果は、同一種またはピーマンにおける他の病原菌種ともほ

ぼ同様の傾向を示していた。

以上のように、ピーマン黒枯病菌の感染には高湿度条件、特に結露の発生が重要であると推察された。また、分生子を相対湿度98%に保った場合より、滅菌水上に落下させた場合の方が分生子の発芽管は明らかに長かった (データ省略)。この結果からも、感染における結露の重要性を改めて指摘できるものと判断した。

ピーマン黒枯病の発病最適温度は25℃で、発病には18時間を超える結露継続時間が必要であることが明らかとなった。挾間 (1993) はキュウリ褐斑病菌では25℃において12時間で発病が認められたものの葉当たり病斑数は非常に少なく、十分な発病が認められるには24時間以上の結露時間が必要であることを報告している。この結果は宿主が異なるため葉の表面構造の違いがあるものの、類似した傾向を示していた。

キュウリ褐斑病菌およびナス黒枯病菌では、結露条件を発病に必要な最短継続時間前に中断させると、その後、再度結露条件にしても、連続結露条件より発病が減少することが報告されており (福西・山本, 1975; 挾間, 1993), ピーマン黒枯病菌においてもこれらと同様の現象が確認された。筆者らは、本知見を基に施設内暖房機を強制的に稼働させて葉面結露の発生を18時間以内に抑制することにより、連続結露条件と比較して発病が減少したことを報告しており (下元ら, 2008), 今後さらに詳細な試験を実施していく予定である。

## 摘 要

ピーマン黒枯病の発病に及ぼす湿度および温度の影響を調査した。

1. 分生子発芽は分生子を相対湿度98%および水上に保った場合に認められ、発芽率はそれぞれ2.0%および96.0%であった。相対湿度94%以下では発芽は認められなかった。
2. 発病最適温度は25℃で、連続18時間を超える結露条件が必要であった。
3. 連続結露18時間後に葉上の結露を除去し、乾燥条件で1-24時間管理後、再度48時間結露条件に保った場合、連続結露条件と比較して発病は減少した。

## 引用文献

- 福西 務・山本 勉 (1975):ナス黒枯病菌の生理、生態および伝染経路 (ハウス栽培のナス黒枯病に関する研究 II). 徳島農試報, 14:59~73.
- 挾間 渉 (1993):キュウリ褐斑病の発生生態と防除に関する研究. 大分農技セ特別研究報告, 2:1~105.
- 挾間 渉・佐藤通浩 (1996):九州・沖縄地域における薬剤耐性キュウリ褐斑病菌の発生実態. 九病虫研会報, 42:26~30.
- 鹿児島県病虫害防除所 (2005):平成16年度病虫害発生予察特殊報第1号
- 川越 仁 (1998):ピーマン斑点病に関する研究. 宮崎総農試研報, 33:1~85.
- 高知県病虫害防除所 (2010):平成21年度農作物有害動植物発生予察事業年報. 103~109.
- Miyamoto, T., H. Ishii, T. Seko, S. Kobori and Y. Tomita (2009): Occurrence of *Corynespora cassiicola* isolates resistant to boscalid on cucumber in Ibaraki Prefecture, Japan. Plant Pathol., 58: 1144~1151.
- 宮崎県病虫害防除所 (2004):平成16年度病虫害発生予察特殊報第1号.
- 大分県農林水産研究センター (2007):病虫害発生予察特殊報第3号.
- Shimomoto, Y., R. Adachi, Y. Morita, K. Yano, A. Kiba, Y. Hikichi and S. Takeuchi (2008): *Corynespora* blight of sweet pepper (*Capsicum annuum*) caused by *Corynespora cassiicola* (Berk. & Curt.) Wei. J. Gen. Plant Pathol., 74: 335~337.
- 下元祥史・隅田 茂・西岡久人 (2009) ピーマン黒枯病菌のチオファネートメチルおよびQoI剤に対する感受性. 四国植防, 44:7~12.
- 下元祥史・矢野和孝・竹内繁治 (2007):ピーマン黒枯病に対する有効薬剤. 四国植防, 42:21~25.
- 下元祥史・矢野和孝・竹内繁治 (2008):トウガラシ類黒枯病菌の感染条件と植物体の結露制御による発病抑制. 日植病報, 74:70 (講要).
- 矢野 泰 (1968):調湿法, 材料と水分ハンドブック (高分子学会高分子と吸湿委員会編), 共立出版, 東京:239~264.

