

# ピーマンおよびキュウリうどんこ病に対する6種薬剤の防除効果の差異

誌名	茨城県病害虫研究会報
ISSN	03862739
著者名	宮本,拓也 林,可奈子 小河原,孝司
発行元	茨城県病害虫研究会
巻/号	59号
掲載ページ	p. 39-45
発行年月	2020年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## ピーマンおよびキュウリうどんこ病に対する 6種薬剤の防除効果の差異

宮本 拓也・林 可奈子・小河原孝司  
(茨城県農業総合センター園芸研究所)

### Differences in Control Effect of Six Fungicides to Pepper and Cucumber Powdery Mildew

Takuya MIYAMOTO, Kanako HAYASHI, Takashi OGAWARA

#### はじめに

茨城県はピーマンの栽培が盛んで、2018年の作付面積および生産量（各526ha, 31,300t）がともに全国一位である。主な産地は鹿行地域の神栖市や鹿嶋市に集中している。その中では、化学農薬の使用量を削減した生産に取り組む部会があるなど、環境にやさしい農業が広く普及している（鹿島, 2010）。その一方で、農薬散布回数の削減や天敵への影響が少ない農薬の選択などによってうどんこ病が一部で多発生することが問題となっている。

ピーマンうどんこ病は*Leveillula taurica*によって引き起こされる病害である。本病原菌が属する*Leveillula*属は、ウドンコカビ科18属の中で唯一、内部寄生性という寄生様式を持つことで知られている（高松・宮本, 2019）。*L. taurica*は植物表面で分生胞子が発芽し付着器を形成した後、菌糸を伸長させて気孔から植物内部に侵入し、その後吸器を形成する（Kunoh et al., 1979; Homma et al., 1980）。その後の菌糸伸長は完全に植物内部（細胞間空間）で行われ、気孔から抽出する分生子柄とその先端に形成する分生胞子のみが植物表面に露出する（Homma et al., 1981）。一方、*Podosphaera*属を含む14属は、吸器のみを植物の表皮細胞に挿入し、それ以外の菌体は全て植物表面に露出する表皮寄生性であり、残る3属は吸器と一部の菌糸のみを植物内部に形成する半内部寄生性である（高松・宮本, 2019）。これら寄生性は、うどんこ病の防除において薬剤の効果に大きな影響を及ぼし、特にその影響は治療効果において大きいと考えられる。実際、現地のピーマン生産者からは、うどんこ病は一度発生したら農薬を散布しても発病進展を抑えることは難しく、表面上は効果の見られた病斑も再び菌叢形成を始める、との声が聞かれる。しかし、寄生様式の観点から農薬の防除効果を検討した事例は見られない。

そこで本稿では、うどんこ病菌の寄生様式の違いによる農薬の防除効果の差異を検討するため、ピーマンうどんこ病菌*L. taurica*とともに、表皮寄生性菌として施設栽培で多発生するキュウリでのうどんこ病菌の一つである*Podosphaera xanthii*を用いた接種試験を行い、いくつかの知見が得られたので報告する。

---

\* E-mail : enken04@pref. ibaraki. lg. jp

キーワード : *Leveillula taurica*, ピーマン, *Podosphaera xanthii*, キュウリ, 寄生様式

## 材料および方法

### 1. 供試病原菌

#### 1) *Leveillula taurica* (ピーマンうどんこ病菌)

神栖市のピーマン現地圃場で採集した罹病葉上の分生胞子を用いた。2017年5月、9月、2018年6月にそれぞれ同一農家の施設栽培ピーマンにおいて豊富に分生胞子が形成された罹病葉を複数枚採集した。0.01% Tween-20液中に絵筆を用いて分生胞子を懸濁し、約 $2 \times 10^4$ 分生胞子/mlの胞子懸濁液に調製した。

#### 2) *Podosphaera xanthii* (キュウリうどんこ病菌)

試験1および2ではK-7-2株を、試験3ではN-B3株を用いた。K-7-2株は全国農業協同組合連合会から分譲を受けた菌株であり、N-B3株は2017年に常総市のキュウリ現地圃場で得られた罹病葉から単胞子分離により得た菌株であり、園芸研究所内で継代培養することで維持した。本菌株をマンニトールスクロース培地（マンニトール2%、スクロース1%、寒天0.5%）上に切断した胚軸を挿して置床したキュウリ幼苗の子葉上で増殖させた。形成された分生胞子を用いて、*L. taurica*と同様の方法で胞子懸濁液を作製した。

### 2. 供試薬剤

試験にはピーマンとキュウリの両方でうどんこ病を対象に農薬登録され、かつ両病原菌において耐性発達の可能性が低い薬剤を供試した（第1表）。Fungicide Resistance Action Committee (FRAC) によれば、キノキサリン系とDBEDC、TPNは多作用点接触活性化化合物であり耐性リスクは低く、トルフェンピラドについては耐性菌未

発生である。メパニピリムは一部糸状菌で発生の報告があるが、うどんこ病菌での報告はない。ピリオフェノン水和剤については*P. xanthii*で耐性菌の発達が報告されており

第1表 供試薬剤

農薬名	商品名	希釈倍数 (倍)
キノキサリン系水和剤	モレスタン水和剤	2000
トルフェンピラド乳剤	ハチハチ乳剤	1000
メパニピリム水和剤	フルピカフロアブル	2000
ピリオフェノン水和剤	プロパティフロアブル	3000
DBEDC 乳剤	サンヨール	500
TPN 水和剤	ダコニール 1000	1000

(Miyamoto et al. submitted), N-B3株は耐性菌であったため試験3では本剤の検討を行わなかった。本剤の試験は、感受性菌であるK-7-2株を用いた試験1および2のみで実施した。ピーマンでは2017年2月に本剤が農薬登録されているが、罹病葉を採集した現地圃場では2018年6月までその使用履歴は認められなかった。

### 3. 接種試験

ピーマンとキュウリにおける接種試験をそれぞれ3回（試験1～3）実施したが、その概要についてはそれぞれ第2表と第3表の通りである。

第2表 ピーマンうどんこ病菌の接種による薬剤防除効果試験の概要

試験 No.	罹病葉 採集日	ピーマン 播種日	株数 (株)	調査葉数 (葉)	接種日	薬剤散布日 (予防・治療)	病斑 初確認日	発病 調査日
1	2017年5月23日	4月6日	3または4	18または24	5月24日	5月24日・27日	6月4日	6月12日
2	2017年9月27日	8月23日	3または4	18または24	9月29日	9月29日・10月2日	10月13日	10月20日
3	2018年6月13日	5月25日	4または5	24または30	6月14日	6月14日・18日	6月26日	7月4日

第3表 キュウリうどんこ病菌の接種による薬剤防除効果試験の概要

試験 No.	供試 菌株	キュウリ 播種日	1区株数 (株)	調査葉数 (葉)	接種日	薬剤散布日 (予防・治療)	病斑 初確認日	発病 調査日
1	K-7-2	2017年5月19日	4または6	12または18	6月14日	6月14日・16日	6月19日	6月26日
2	K-7-2	2017年7月31日	4	12	8月22日	8月22日・8月28日	8月28日	9月4日
3	N-B3	2017年7月31日	4	12	8月22日	8月22日・8月28日	8月28日	9月4日

ピーマンについては、概ね第1分岐の葉が展開した品種「京鈴」の苗を用いた。キュウリについては、第3葉が展開した品種「ハイグリーン22」の苗を供試した。試験では、分生胞子を接種する前に薬剤散布を行う予防効果と、接種後に薬剤散布を行う治療効果を検討した。予防効果の試験では、初めに第1表に示した薬剤を所定の濃度に調製し各作物苗に散布した。完全に薬液が乾いた後にハンドスプレーを用いて孢子懸濁液を噴霧接種した。治療効果の試験については、ピーマンでは分生胞子を接種した3、4日後、キュウリでは2または6日後に薬剤散布を行った。対照として、水道水のみを散布する無処理区を設けた。孢子懸濁液の接種は、ピーマンでは葉裏、キュウリでは葉表を中心に実施した。接種後の苗管理はパイプハウス内のベンチ上で行った。各試験は時期や菌株を違えて3回行ったが、ピーマンのDBEDC乳剤とTPN水和剤の治療効果、キュウリのピリオフェノン水和剤の両効果はそれぞれ試験1および2のみで検討した。

#### 4. 発病調査

ピーマンについては、接種19～21日後に指数別（0:発病なし、1:病斑が葉面積の5%以下、2:6～25%、3:26～50%、4:51%以上）に発病を調査し、発病度（ $= \{ \sum (\text{発病指数別葉数} \times \text{発病指数}) / (\text{全葉数} \times \text{最大発病指数}) \} \times 100$ ）から防除価（ $= 100 - (\text{薬剤処理区の発病度} / \text{無処理区の発病度}) \times 100$ ）を算出した。キュウリについては、接種11または12日後に指数別に（0:発病なし、1:病斑が葉面積の5%以下、2:6～25%、3:26～50%、4:51～75%、5:76%以上）に発病を調査し、同様に発病度および防除価を算出した。

## 結 果

無処理区の発病度は、ピーマンでは25.0～38.9、キュウリについてはK-7-2株を用いた試験1、2はそれぞれ38.9、45.0であり、N-B3株を用いた試験3は78.3であった（第4表）。

キノキサリン系水和剤については、いずれの試験でも非常に高い効果を示し、ピーマンでの防除価は予防で100、治療で89.1または100、キュウリでも予防で97.8または100、治療で100であった。

トルフェンピラド乳剤については、予防効果の防除価はピーマンで34.1～74.2、キュウリで60.9～87.1であった。治療効果は、ピーマンでは35.7～65.2であったのに対し、キュウリでは94.2～97.9と安定した高い値を示した。

第4表 ピーマンおよびキュウリうどんこ病に対する各種薬剤の予防および治療効果

作物名	試験区	防除価 <sup>a)</sup> (予防効果)			防除価 (治療効果)		
		試験 1	試験 2	試験 3	試験 1	試験 2	試験 3
ピーマン	キノキサリン系水和剤	100	100	100	100	100	89.1
	トルフェンピラド乳剤	34.1	74.2	60.0	35.7	54.5	65.2
	メパニピリム水和剤	22.8	71.8	57.8	35.7	0	6.5
	ピリオフェノン水和剤	46.8	74.2	6.7	17.3	0	0
	DBEDC 乳剤	0	19.5	NT <sup>b)</sup>	3.9	0	NT
	TPN 水和剤	16.0	12.0	NT	22.8	0	NT
	無処理 (発病度)	(38.9)	(25.0)	(35.6)			
キュウリ	キノキサリン系水和剤	100	100	97.8	100	100	100
	トルフェンピラド乳剤	87.1	64.5	60.9	95.7	94.2	97.9
	メパニピリム水和剤	100	97.9	100	100	75.0	75.0
	ピリオフェノン水和剤	94.3	95.7	NT	91.4	85.0	NT
	DBEDC 乳剤	48.6	21.0	60.9	88.1	93.5	100
	TPN 水和剤	82.9	43.8	34.8	78.6	17.8	45.8
	無処理 (発病度)	(38.9)	(45.0)	(78.3)			

a) 防除価=100-(100×薬剤処理区の発病度/無処理区の発病度)。

b) NT: 試験未実施であることを示す。

メパニピリム水和剤の予防効果については、ピーマンで22.8~71.8と結果が大きくばらついたので対して、キュウリでは97.9または100と安定した高い防除価を示した。治療効果については、ピーマンで0~35.7、キュウリで75.0または100と両作物間で顕著な差が見られた。

ピリオフェノン水和剤についてもメパニピリム水和剤と同様の傾向が認められ、予防効果はピーマンで6.7~74.2、キュウリで94.3と95.7であった。治療効果はそれぞれ0または17.3、85.0または91.4であった。

DBEDC乳剤は、ピーマンでは予防が0または19.5、治療が0または3.9と効果が極めて低かったのに対し、キュウリではそれぞれ21.0~60.9、88.1~100であり、治療効果で高い防除価を認めた。

TPN水和剤でもピーマンでは予防および治療ともに防除価が低く、それぞれ12.0または16.0、0または22.8であった。一方、キュウリではそれぞれ34.8~82.9、17.8~78.6とばらつきは見られるものの効果を得られる事例も認められた。

## 考 察

本試験において、治療効果の試験はピーマンでは分生胞子の接種3、4日後、キュウリでは2または6日後に実施した。*L. taurica*については、Homma et al. (1980) は接種2時間後には分生胞子の発芽と付着器の形成が起こり、早いものでは6時間後には気孔からの菌糸の侵入を確認した。さらに、Homma et al. (1981) は、夏には接種3日後には気孔から分生子柄を確認できることを報告している。また、*P. xanthii*の感染について、遠藤(1988) は好適条件下では分生胞子の接種6時間後ころから発芽が始まり、10時間後ごろから発芽管の一部から侵入菌糸が伸び寄主細胞内に入り吸器に発育し、2日後には菌糸の分岐が始まり、5日後にはほぼ円形の菌叢を形作ると報告している。したがって、本研究で治療効果を検討した実験は、ピーマンとキュウリそれぞれにおいて十分にうどんこ病菌の感染が成立し、かつ菌糸伸長が盛んに行われている条件であったと考えられた。

本研究で供試した6薬剤のうち、キノキサリン系水和剤は両病原菌に対して極めて高い効果を示した。本剤がうどんこ病に対して優れた予防効果を示すことは一般に知られているが、本試験については治療効果も高い効果が得られた。*L. taurica*について治療効果を検討した倉田・斉藤（1973）の試験では、キノキサリン系水和剤を接種2日後までに散布した場合は高い効果を認めているが、本研究と同様の接種4日後では効果を得られなかった。この報告では、菌接種後の管理は本病原菌の発病最適条件である25℃、相対湿度40~60%としたファイトロンで行い、接種4日後にはすでに分生子梗の形成も認め、最短では接種8日後には発病調査を行っている。これに対し、本研究における接種後の苗管理はビニルハウス内で行い、病斑の初確認は最短でも接種11日後であり発病調査は病徴が明瞭となった19~21日後に行った。そのため、本研究では菌叢発達の速度がやや緩慢であったと考えられた。これによって、接種後日数が経過した条件でも本剤の治療効果が得られたと推察された。

この他の5薬剤については、寄生様式の違いから予想された治療効果に加えて、予防効果においてもピーマンではキュウリと比較して防除価が劣る傾向であった。この防除価の差異については、寄生様式とは別に病原菌が元来持っている薬剤感受性が影響した可能性も考えられる。例えば、*Colletotrichum gloeosporioides*と*C. acutatum*ではベンズイミダゾール系剤に対する感受性が異なることが知られている（松尾，1994）。しかし、うどんこ病菌は絶対寄生菌であり、宿主の異なる*L. taurica*と*P. xanthii*を同一条件での試験により薬剤感受性の詳細な差異を明らかにすることは難しい。その一方で、ウドンコカビ科に属する二つのうどんこ病菌が幅広い病原菌スペクトラムを持つ保護殺菌剤を含む5剤に対して、防除効果に影響が及ぶほどの感受性の差異を同時に保持していることは考えづらい。そのため、ここで生じた防除効果の差異には寄生様式の違いが大きく影響していると考えられる。

防除効果に差異が見られた5剤のうち、トルフェンピラド乳剤についてはピーマンでキュウリに近い予防効果を期待できるものの、その効果は不安定であり、治療効果についても大きく劣ると考えられる。しかし、キノキサリン系水和剤を除く他の4剤と比較すれば高い治療効果が期待できることが示唆された。農業メーカーからは、本剤は予防効果が主体で治療効果はあまり期待できない一方で、レタスでは浸達作用を示すことが紹介されている（日本農業株式会社，Web閲覧）。今後、ピーマンにおける本剤の浸達性の研究は、うどんこ病に対する治療効果のメカニズムの解明につながることを期待される。

メバニピリム水和剤とピリオフェノン水和剤については、キュウリでは安定して高い効果を示すが、ピーマンでの予防効果は不安定で低く、治療効果はほとんど得られないことが明らかとなった。両剤ともに浸達性を有する（林ら，1997；小川，2014）ことからピーマンにおいても高い効果を期待したが、治療的にはもちろん、予防的にも安定した効果を得るのは困難であると考えられた。

DBEDC乳剤については、キュウリでは予防効果は低い治療効果が非常に高いという特徴が認められた一方、ピーマンでは両効果がほとんど得られないことが明らかとなった。本剤については、倉田・斉藤（1973）はピーマンへの菌接種4日後では治療効果はないが、2日後までの散布では非常に高い効果を認めており、両効果が得られていない本研究と結果が大きく異なった。佐藤ら（1974）は、発病葉率が40%となったガラス室で散布試験を実施しているが、本剤の治療効果は極めて低かった。これらの報告も考慮すると、本剤は*L. taurica*に対しては*P. xanthii*と異なり治療効果はあまり期待できないと考えられるが、予防効果についてはさらに検討を要する。一方、表皮寄生菌に対する本剤の治療効果については、イチゴにおいても罹病茎葉を葉液浸漬した後の菌叢再生を検討する試験において高い効果を認

めている（金磯，1992）。本研究のキュウリでの治療効果はイチゴでの結果とほぼ一致するものであり、本剤を効果的に使用する上で重要な知見になると思われる。

TPN水和剤についても、ピーマンでは予防・治療ともに効果はほとんど得られないことが示唆された。*Capsicum annuum*における*L. taurica*に対するTPN (chorolotharone) の効果は、Devi and Prakasam (2014) やNegrón et al. (1991) の試験でも低かった。したがって、ピーマンうどんこ病に対しては本剤の防除効果は期待できないと考えられる。加えて、本剤はキュウリにおいても予防・治療ともに防除効果は不安定であった。TPN水和剤は代表的な保護殺菌剤であり様々な病害に高い予防効果を示すが、うどんこ病については他のウリ科作物でも効果がやや高い事例と低い事例が得られており（尾松ら，2007；Wyenandt et al., 2010），表皮寄生菌を対象とした場合でも一概に高い効果を得るのは難しいと考えられる。

ピーマン栽培では害虫防除における天敵の利用が普及しており、薬剤の散布回数が少ない傾向にある。そのため、散布回数が多いキュウリなどと比較して薬剤の選択は非常に重要である。しかし、ピーマンうどんこ病についてはその薬剤間の効果を比較した事例は非常に少なく、利用できる情報は佐藤ら（1980）の報告などに限られる。そのため他のうどんこ病菌での報告を参照することになるが、本研究の結果から表皮寄生菌のデータを単純にピーマンうどんこ病に利用することは難しいことが示唆された。今後は、本病に対する薬剤間の防除効果の比較を行い、現場での防除において農家の薬剤選択に活用できる情報を提供することが重要である。

## 引用文献

Devi, P. A. and Prakasam, V. (2014) World J. Agri. Sci. 2:8-12.

遠藤忠光 (1988) 福島農試特研報 5:1-106.

林 茂・前野真一郎・木本隆啓・永田俊浩 (1997) 日本農薬学会誌 22:165-175.

Homma, Y., Takahashi, H. Arimoto, Y., Ishikawa, T., Matsuda, I. and Misato, T. (1980) Ann. Phytopath. Sc. Japan 46:140-149.

Homma, Y., Takahashi, H. Arimoto, Y., Ishikawa, T., Matsuda, I. and Misato, T. (1981) Ann. Phytopath. Sc. Japan 47:143-150.

金磯泰雄 (1992) 四国植防 27:23-30.

鹿島哲郎 (2010) 植物防疫 64:605-609.

Kunoh, H., Kohno, M., Tashiro, S. and Ishizaki, H. (1979) Can. J. Bot. 57:2501-2508.

倉田宗良・斉藤 正 (1973) 四国植防 8:21-28.

松尾和敏 (1994) 植物防疫 48:343-346.

Negrón, J. A., Rodríguez, R. and Avilés, L. (1991) J. Agri. Univ. Puerto Rico 75:119-123.

日本農薬株式会社 <[https://www.nichino.co.jp/products/query/faq/b\\_ei-index.php](https://www.nichino.co.jp/products/query/faq/b_ei-index.php)> (2019年11月8日閲覧).

小川宗和 (2014) 第24回殺菌剤耐性菌研究会シンポジウム:17-26.

尾松直志・新屋敷生男・内川敬介・川越洋二 (2007) 九病虫研会報 53:14-17.

佐藤俊次・藤川 隆・富来 務・安藤俊二 (1974) 九州病虫研報 20:82-84.

佐藤俊次・富来 務・安藤俊二・挾間 渉 (1980) 九州病虫研報 26:59-61.

高松 進・宮本拓也 (2019) 植物防疫73:53-58.

Wyenandt, C. A., Ward, D. L. and Maxwell, N. L. (2010) Plant Health Progress <<http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/research/2010/cucurbit/>> (2019年10月26日閲覧).