

# 植物防疫

Plant Protection

2017 **7** VOL.71

## かんきつを黒点病から守る、製剤技術のヒミツ。



違いが、かんきつの顔に出る 園芸用殺菌剤

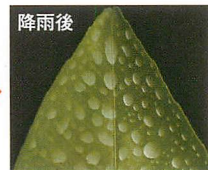
# ジマンダイセン™ 水和剤

黒点病は枯枝で形成された胞子が雨滴によって流れ出し、果実の上で感染します。ジマンダイセンの製剤は雨の力も利用し、黒点病を防除します。

●表面張力が高く、たくさんの薬剤を付着させることができます。



●付着して一度乾いた製剤は耐雨性に優れ、徐々に溶け出すため、効果は持続します。



2時間に50mmの人工降雨

※降雨のたびに薬剤付着量は徐々に減少(黒点病防除期間には、前回散布後の積算降雨量が200~250mmに達したとき、または約30日後の再散布が推奨されています)

かんきつの病害防除に優れた効果

- 使用回数は、4回以内。
- 後期黒点病と褐色腐敗病を同時防除。
- 製剤技術により安定した残効性。

ダウ・ケミカル日本株式会社 ダウ・アグロサイエンス事業部門  
 本社/〒140-8617 東京都品川区東品川2丁目2番24号  
 天王洲セントラルタワー <http://www.dowagro.com/jp/>



®TM: ザ・ダウ・ケミカル・カンパニーまたはその関連会社商標



Dow AgroSciences

Solutions for the Growing World

果樹・野菜の病害防除に**新戦力!**

攻守に優れた  
**ミラクルアシスト!!**

殺菌剤

# ファンタジスタ®

## 顆粒水和剤

®はクミアイ化学工業(株)の登録商標



- 新規系統ベンジルカーバメート系の有効成分ピリベンカルブを含有しています。
- 広範囲の病害に対して高い防除効果を示す総合殺菌剤です。
- 予防効果に加えて病斑進展阻止効果を有します。
- 各種作物への汚れや薬害発生リスクが少ない剤です。
- 葉の内部への浸達性、莖部から上位葉への浸透移行性を有します。



### ファンタジスタ普及会

日本曹達株式会社 クミアイ化学工業株式会社(事務局)

## 宮崎県におけるサトイモ疫病の被害と今後の防除対策

(本文 16 ページ参照, 黒木修一氏原図)



口絵① サトイモ疫病による葉の被害



口絵② サトイモ疫病の被害

## 侵入害虫クロテンコナカイガラムシの性フェロモンとその利用法

(本文 25 ページ参照, 田端 純氏原図)



口絵① クロテンコナカイガラムシのメス成虫 (左) とオス成虫 (右)

## キウイフルーツの枝幹害虫キクビスカシバの生態と防除

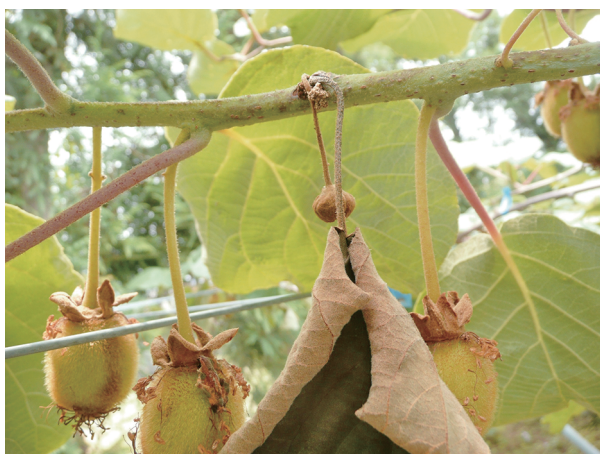
(本文 30 ページ参照, 窪田聖一氏原図)



口絵① キクビスカシバ雄成虫



口絵② キクビスカシバ終齢幼虫



口絵③ キクビスカシバふ化幼虫食入部のキウイフルーツ葉の枯死状況



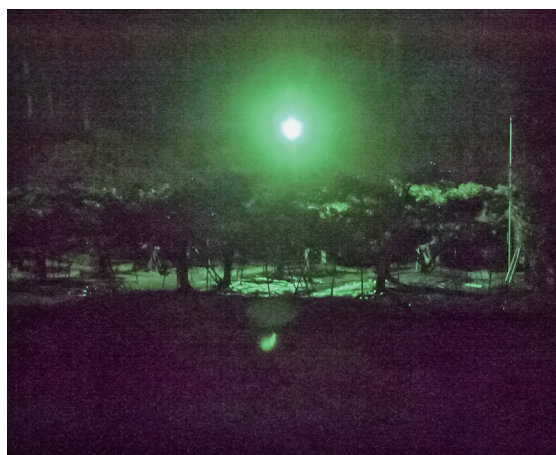
口絵④ キクビスカシバ蛹殻

## 緑色 LED 灯を利用したモモのモモノゴマダラノメイガの被害抑制効果

(本文 34 ページ参照, 佐野敏広氏原図)



口絵① モモノゴマダラノメイガ成虫



口絵② 緑色 LED 灯の点灯の様子



植物油脂パワー！  
**サンクリスタル乳剤**



チョウ目害虫退治の生物農薬！  
**サンケイ  
ザプリナフロアブル**



植物保護薬！  
**サンケイ  
ジーファイン水和剤**



硫黄の力でうどんこ病防除！  
**サンケイ  
クムラス**



安定した銅の効果！  
**サンボルドー**



キュウリ・カボチャのうどんこ病に！  
**ハッピー乳剤**



硫黄と銅の強力タッグ！  
**園芸ボルドー**



**サンケイ化学株式会社**

本社 〒891-0122 鹿児島市南栄 2 丁目 9 ☎(099) 268-7588  
東京本社 〒110-0005 東京都台東区上野 7-6-11 ☎(03) 3845-7951



**バスタ**

畑の中で使えるという、安心。  
多くの作物に登録がある、信頼。  
雑草をしっかりと枯らせる、自信。  
それが、茎葉処理型除草剤バスタです。

大切な作物のそばに。

●使用前にはラベルをよく読んで下さい。●ラベルの記載以外には使用しないで下さい。●本剤は小児の手の届く所には置かないで下さい。◎はバイエルグループの登録商標

バイエル クロップサイエンス株式会社

除草剤バスタ 検索

お客様相談室 ☎0120-575-078  
(9:00~12:00,13:00~17:00 土・日・祝日を除く)

# 植物防疫

第 71 卷 第 7 号  
平成 29 年 7 月号

# 目次

Shokubutsu bōeki  
(Plant Protection)

---

---

水稻の温湯種子消毒利用育苗施設におけるばか苗病の感染源を排除する衛生管理による感染抑制

|                                  |                |    |
|----------------------------------|----------------|----|
| .....                            | 越智 昭彦          | 1  |
| ブドウつる割細菌病の生態と防除 第 2 報            | 小松 勉           | 6  |
| ショウガ白星病の発生態と防除                   | 森田泰彰・矢野和孝      | 11 |
| 宮崎県におけるサトイモ疫病の被害と今後の防除対策         | 黒木 修一          | 16 |
| イネ稲こうじ病の薬剤散布適期判定システムを基盤とした薬剤防除   | 芦澤 武人          | 21 |
| 侵入害虫クロテンコナカイガラムシの性フェロモンとその利用法    | 田端 純           | 25 |
| キウイフルーツの枝幹害虫キクビスカシバの生態と防除        | 窪田聖一・金崎秀司・中 秀司 | 30 |
| 緑色 LED 灯を利用したモモのモモノゴマダラノメイガの被害抑制 | 佐野 敏広          | 34 |
| ジャガイモシロシストセンチュウに係る緊急防除について       | 今城 剛           | 42 |

## 植物防疫基礎講座

### 植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル 2016

|  |        |                         |    |
|--|--------|-------------------------|----|
| (20) ブドウ晩腐病菌—QoI 剤 (培地・生物・遺伝子検定法)—     | 近藤 賢一  | 45                      |    |
| リレー連載：農薬製剤・施用技術の最新動向⑮キャリアー～その特徴と今後の展望～ | 木村 健市  | 50                      |    |
| エッセイ：やじ馬昆虫撮影記 その 10 オトシブミの揺籃 (最終回)     | 野村 昌史  | 55                      |    |
| 新農薬の紹介：殺菌剤イソピラザムの特長                    | 蓮沼 奈香子 | 56                      |    |
| 書評：『植物医科学の世界』西尾 健監修 堀江博道/橋本光司/鍵和田 聡編著  | 高橋 賢司  | 60                      |    |
| 農林水産省プレスリリース (29.5.16～29.6.13)         |        | 44                      |    |
| 新しく登録された農薬 (29.5.1～5.31)               | 29     | 登録が失効した農薬 (29.5.1～5.31) | 41 |
| 発生予察情報・特殊報 (29.5.1～5.31)               |        |                         | 20 |

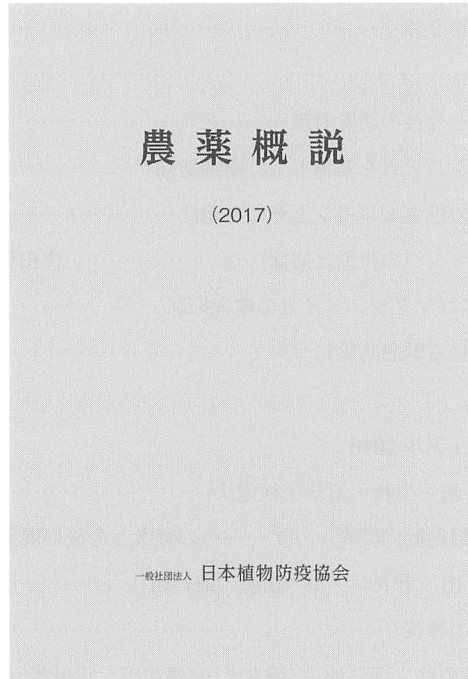
---

---

# 農薬概説 2017

B5判 本文359頁  
本体1,800円＋税，送料実費

一般社団法人 日本植物防疫協会 編



本書は、農薬使用者に必要な行政情報、農薬の使用法や安全性・適正使用、防除対象となる病害虫・雑草に関する情報を網羅した解説書です。

2017年版では、

- ・植物防疫や農薬に関する行政、関係法令などを解説し、今般「暫定」から正式になった「ゴルフ場で使用される農薬による水質汚濁の防止に係る指導指針」や、「住宅地等における農薬使用について」などを含む最新の情報を掲載しています。
- ・農薬の一般知識、施用技術、農薬のリスクと安全性評価、農薬の安全・適正使用など、散布者にとって必要な情報をわかりやすく解説しています。
- ・病害虫雑草防除に関する解説も、農薬の耐性・抵抗性対策の一環として、殺菌剤耐性菌・殺虫剤抵抗性・除草剤抵抗性に関する総説を掲載しており、「農薬の作用機構分類」はIRAC、FRAC、HRACについて改訂しています。

農薬取扱業者用テキストのみならず、一般向けのテキストとしても利用できる内容となっています。

◆ お問い合わせとご注文は下記へお願いします ◆

〒114-0015 東京都北区中里 2-28-10  
一般社団法人 日本植物防疫協会 支援事業部  
TEL 03-5980-2183 FAX 03-5980-6753  
mail [order@jppa.or.jp](mailto:order@jppa.or.jp)  
HP <http://www.jppa.or.jp/>



研究報告

# 水稻の温湯種子消毒利用育苗施設における ばか苗病の感染源を排除する衛生管理による感染抑制

元山形県農林水産部農業技術環境課 **お ち あき ひこ**  
**越 智 昭 彦**

## はじめに

イネばか苗病は、糸状菌の *Gibberella fujikuroi* を病原とする水稻の主要病害の一つである。本病は種子伝染性病害で、育苗時の典型的な症状は、葉色の黄化と苗丈の徒長である。また、感染程度によっては、無病徴、苗の萎凋や移植後の枯死等多様な症状が報告されている。

近年、ばか苗病は全国的に多発傾向にあり、本稿の調査地である山形県でも局所的な多発が報告されている。特に、種子消毒に温湯浸法を採用している一部の育苗施設では、ほとんどすべての育苗箱が移植不可能となる被害が発生し、移植苗を別購入した事例もある。これらの施設からの聞き取り調査によれば、化学合成農薬や温湯浸法（60℃、15分間の温湯浸漬処理）による種子消毒は適切に実施されているにもかかわらず、例年、発生が見られ、その直接的な多発要因は不明であった。

ばか苗病の発生要因の一つとして病原に汚染した種子の使用があげられる。しかしながら、山形県の事例では、同一の種子生産施設に由来する種子を使用した場合でも、個々の育苗施設で極端な発生程度の違いが見られる。このような違いは宮城県でも報告されており、汚染種子以外の発生要因が育苗期間中に存在することが示唆されている（笹原，2013）。

山形県では、ばか苗病の多発要因を明らかにするため、2013～15年にかけて現地の育苗施設を対象に調査を実施してきた。本稿ではこの調査内容と、それを基にした新たな防除対策について紹介する。

## I 育苗工程における感染

これまで、浸種から植付前の約1か月にわたる育苗期間において、ばか苗病の感染が生じることが示唆されている。しかし、現地の育苗施設において、どの工程で感染するのかは不明であった。一般的に育苗工程は浸種、

催芽、出芽、育苗の4工程に分けられる。ここでは、これらの工程において、どこでばか苗病の感染が生じるか、を検証した、以下四つの試験について紹介する。なお、いずれの試験も山形県内で種子消毒に温湯浸法を利用している育苗施設を調査したものである。

### 1 浸種における感染

まずは最初の育苗工程である浸種中にばか苗病の感染が生じるか検証した。調査は2013～15年に、それぞれ8、4および6地点の育苗施設を対象とし、毎年1回ずつ実施した。また、衛生的な管理下にある山形県農業総合研究センター（以後、農総研セとする）を対照区とした。調査には前年度産の健全な‘はえぬぎ’を用い、各施設の浸種開始時にメッシュバックに封入した20gの種子（1袋/施設）を持ち込み、実際に使っている水槽で浸種処理をした（図-1）。

各育苗施設で浸種処理をした供試種子がばか苗病に感染しているのかを確認するため、専用の寒天培地（Fo-G2培地）（NISHIMURA, 2007）を用いて以下のような操作を行った。浸種終了時に回収したメッシュバックに封入した供試種子を、滅菌済みの市販育苗培土を充てんした50ml容の遠沈管に播種し（10粒/遠沈管）、20℃の人工気象器で2.5葉期まで育苗した。次に2.5葉期苗の地際から5mm程度の切片を切り取り、これらの組織片を上述の寒天培地上に置いて培養（人工気象器25℃、7日間）



図-1 育苗施設における供試種子の浸種処理  
右手前：供試種子20gを封入したメッシュバック。

Suppression of Rice Bakanae Disease Infection by Hygiene Management with Eliminating Inoculum in Rice Nursery Facilities with Hot Water-Seed-Treatment. By Akihiko OCHI

（キーワード：イネ，ばか苗病，育苗，温湯消毒，防除，衛生管理）

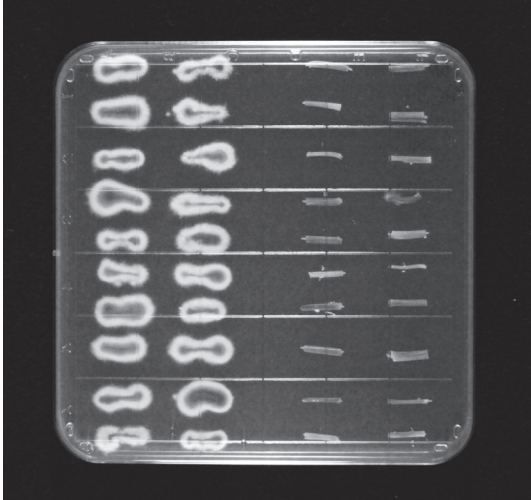


図-2 寒天培地 (Fo-G2培地) を用いた病原の検出  
(左: 病原に感染した苗切片, 右: 健全な苗切片)

した。もし苗がばか苗病菌に感染している場合、組織片から病原の菌糸が培地上で伸長および生育するため、感染の有無が視認できる (図-2)。なお発生した菌糸については、それが雑菌ではなくばか苗病菌であることを確認するため、菌株として保存し、遺伝子配列 (TEF-1 $\alpha$  遺伝子) の決定とイネに対する病原性の調査を実施した。

上述の試験に用いた調査種子粒数は、任意の96粒 (2013年)、100粒 (14年)、150粒 (15年) とした。

この結果、延べ17回の調査のうち、2地点 (2013年調査) の育苗施設から回収した供試種子でばか苗病菌の感染が確認され、その保菌率はそれぞれ6.3%、20.8%であった。なお、その他の施設、対照区および年次の調査では、いずれも感染は確認されなかった。

## 2 催芽における感染

次に催芽時におけるばか苗病の感染の有無について調査した。試験は2013～15年に、3～7地点の育苗施設を対象とし、毎年1回ずつ実施した。なお、衛生管理下の農総研セを対照区とした。試験方法は、農総研セで衛生的に浸種処理した供試種子を各育苗施設の催芽開始時に持ち込み、実際に使用している水槽で催芽処理した。催芽終了時に回収した供試種子における感染の有無は、浸種工程と同様に確認した。また、その他の試験条件はいずれも浸種工程の試験に準じる。

その結果、延べ16回の調査のうち、2013年の2地点、14年の1地点から回収した供試種子でばか苗病の感染が認められ、その保菌率はそれぞれ4.2%、3.1%および3.0%であった。なお、その他の施設、対照区および年次の調査では、いずれも感染は確認されなかった。

## 3 出芽における感染

出芽時におけるばか苗病の感染の有無について調査した。試験は2015年に山形県内の4地点の育苗施設を対象とし、衛生管理下の農総研セを対照区とした。試験方法は、農総研セで衛生的に浸種および催芽処理した供試種子100gを育苗箱に播種し、各育苗施設の出芽開始時に持ち込み、実際の育苗器で出芽処理した (3箱/施設)。出芽終了時に回収した育苗箱は、衛生的な管理下にある農総研セの育苗ハウスで2.5葉期までプール育苗した。これら2.5葉期苗の感染の有無については、育苗箱当たり50本、すなわち施設当たり150本の苗を対象とし、浸種および催芽と同様に寒天培地を用いて調査した。なお、その他の試験条件は浸種および催芽と同様に実施した。

その結果、調査した4施設中3施設から回収した苗から病原菌が検出され、その保菌率は0.7%～2.0%であった。その他の施設および対照区では、いずれも感染は確認されなかった。

## 4 育苗における感染

次に出芽後の育苗ハウスにおける育苗開始時から2.5葉期までの育苗期間中に感染が生じるか検証した。試験は2015年に山形県内の4地点の育苗施設を対象に実施した。試験方法は、農総研セで衛生的に浸種、催芽処理した供試種子100gを育苗箱に播種し、各育苗施設の出芽開始時に持ち込み、出芽終了時に回収した (3箱/施設)。その他の試験方法は上述と同様である。

回収した育苗箱は衛生的な管理下にある農総研セの育苗ハウスで2.5葉期までプール育苗した。2.5葉期苗における病原感染の有無は、育苗箱当たり50本、すなわち施設当たり150本の苗を対象とし、上述と同様に調査した。

その結果、調査した4施設中1施設から回収した苗のうち、24.0%が病原菌に感染していることを確認した。その他の施設および対照区では、いずれも感染は確認されなかった。

このように実際の育苗施設において、四つの主要な育苗工程である、浸種、催芽、出芽、育苗のいずれでもばか苗病菌の感染が生じることを明らかにした。

## II 育苗工程中の感染源

現地育苗施設において、各育苗工程でばか苗病菌の感染が生じることが明らかとなったことから、例年発生が見られる育苗施設では、この育苗工程中に施設ごとの特異的な感染源が存在する可能性がある。ここでは上述と同じ育苗施設を対象に、育苗中に種子や苗が接触する育苗箱、育苗器および育苗ハウス置床の3点について、病

原の存在を調査した結果(越智ら, 2016 b)を紹介する。

### 1 育苗箱からの病原菌の検出

2015年に山形県内の五つの育苗施設を対象とし、播種前の育苗箱に病原菌が存在するか調査した。対象とした施設はいずれも種子消毒に温湯浸法を採用しており、過去にばか苗病の発生が確認されている。また、オフシーズンの育苗箱は水洗い後に常温の屋内で保管されている。調査方法は以下のとおりである。播種前の育苗箱(50箱/施設, 反復なし)に適量の滅菌蒸留水を噴霧して、滅菌したペーパータオルで拭き取り、これに育苗培



図-3 育苗箱からの病原の検出  
育苗箱表面を拭き取ったキムワイブを充てんした遠沈管における育苗の様子(2.5葉期)。  
左: 現地育苗施設の育苗箱に由来するばか苗病の発生。  
右: 対照区(健全苗)。

土を加えて苗床とした。この苗床に健全な水稻種子を播種および2.5葉期まで育苗し、2.5葉期苗におけるばか苗病の感染の有無から、育苗箱の汚染を判定した(図-3)。この結果、調査した5施設のいずれでも育苗箱に由来するばか苗病の感染が認められ、病原に汚染した育苗箱の割合は22~56%であった。一方、対照の農総研セでは病原は検出されなかった(表-1)。なお、表-1に参考として示した、各育苗施設の慣行栽培におけるばか苗病の発生箱割合には0.1%~98.9%と極端な差があり、汚染育苗箱に由来する感染がその後の発病にどの程度影響するのかわ不明である。

### 2 育苗器からの病原菌の検出

2015年に山形県内の四つの育苗施設を対象とし、育苗器から病原菌が検出されるか調査した。対象施設は上述した育苗箱の調査地点のうち四つで、対照区は農総研セとした。各施設で慣行の出芽工程が終了した際に、育苗器内側の任意の側面約4m<sup>2</sup>を滅菌したペーパータオルで拭き取り、これに病原菌が存在するかを確認した。調査方法は、拭き取ったペーパータオルを培土で埋設して苗床を作製し、これに健全種子を播種して2.5葉期まで育苗し、ばか苗病の感染の有無から育苗器の汚染を判定した(調査苗数80本/育苗器)。

この結果、4地点すべての育苗器でばか苗病菌の感染が認められ、苗の保率率は6.3%~21.3%であった。一方、農総研セで使用している育苗器から病原は検出されなかった(表-1)。これにより出芽処理直後の育苗器内部に病原が存在することが明らかとなった。ただし、病原の由来および多発要因との関係などは不明である。

### 3 育苗ハウス置床からの病原菌の検出

2015年に山形県内の三つの育苗施設を対象とし、育

表-1 育苗箱および育苗器の汚染状況

| 調査施設             | 汚染育苗箱割合 <sup>a)</sup><br>(%) | 汚染育苗器に由来する<br>発病苗の割合 <sup>b)</sup> (%) | (参考) 育苗ハウスにおける<br>ばか苗病の発生箱率 <sup>c)</sup> (%) |
|------------------|------------------------------|--|---|
| A                | 22                           | 6.3                                    | 0.1 (1,400)                                   |
| B                | 56                           | 21.3                                   | 98.9 (892)                                    |
| C                | 48                           | 13.8                                   | 40.0 (960)                                    |
| D                | 40                           | 12.5                                   | 6.1 (918)                                     |
| E                | 38                           | -                                      | 78.8 (217)                                    |
| 対照 <sup>d)</sup> | 0                            | 0                                      | 0 (44)  |

<sup>a)</sup> 病原の検出された育苗箱の割合(調査育苗箱数: 50枚/施設, 反復なし)。

<sup>b)</sup> 育苗器内側表面(4m<sup>2</sup>)に存在する病原を接種した際の発病苗率(調査苗数: 80本/育苗器, 反復なし)。

<sup>c)</sup> 各調査施設の慣行栽培においてばか苗病が発生した育苗箱の割合。

<sup>d)</sup> 山形県農業総合研究センター。

( )内は調査育苗箱数。

- : 未調査。

苗ハウスの置床から病原菌が検出されるか調査した。対象施設は上述した育苗箱の調査地点のうち四つで、対照区は農総研セとした。各施設で慣行の出芽終了時に、育苗ハウスの対角線上の3地点で土壌を採取し、室内試験用の置床とした。慣行の育苗箱の1/28スケールで室内試験を行い、供試苗におけるばか苗病菌感染の有無を調査した(図-4)。調査結果は表-2に示す。いずれの調査施設でも外観上の発病は認められなかったが、人工的に病原を添加した接種区では、20.0% (置床含水率: 16.5%), 100% (置床の含水率: 32.4%)の発病苗が確

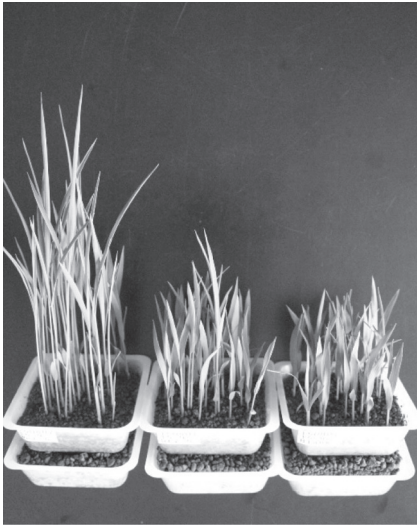


図-4 ハウス置床からの病原検出

下方の容器に供試土壌を充てんし、底に8穴(1×2mm)のあるポリスチレン製容器(80×80×25mm)を育苗箱として育苗(品種: 'はえぬき', 35粒/容器, 2.5葉期)。左: 人工的に病原を置床に接種した区(1×10<sup>6</sup>個/ml胞子懸濁液: 5ml/容器, 育苗時の置床の含水率: 32.4%), 中央: 同接種区(同含水率: 16.5%), 右: 健全区(同含水率: 32.4%)。

認された。また、一つの調査施設では、2.2%の保菌苗率(置床の含水率: 32.4%)が認められ、一方で接種区の保菌苗率は2.2%(置床含水率: 16.5%), 6.7%(置床の含水率: 32.4%)であった。したがって、現地の育苗ハウス置床に病原菌が存在することが確認された。また、接種区の結果から、含水率が高いほど、感染と発病を助長する傾向が認められた。

以上のように、育苗中に種子および苗が接触する機会のある育苗箱、育苗器および育苗ハウス置床のいずれからも病原菌は検出された。これらの病原菌が多発の直接的な要因となるのかは不明であるが、使用前に消毒などの対策を実施することで、一定の防除効果が得られる可能性がある。今後、これらの感染要因をさらに検証し、真の多発要因を明らかにしたい。

### III 浸漬水槽の衛生管理による防除

以上、現場の育苗工程中にばか苗病菌の感染が生じることを紹介したが、化学合成農薬を使用しない育苗工程の場合、具体的な防除法の知見は少なく防除対策の構築は困難である。特に、種子消毒に温湯浸法を採用している育苗施設では、化学合成農薬と異なり消毒後の残効が期待できない。また、熱処理により種子表面の微生物相が失われることから、有用菌と病原菌との競合が期待できず、二次的な感染リスクは高いと推察される。一般的に、育苗工程の浸種および催芽では、大量の種子を一つの水槽で取り扱うことから、これらの工程で病原に感染した場合、被害規模が大きくなるため防除上重要な工程と言える。育苗施設内においては、病原に汚染した籾殻、米ぬかおよび粉じん等の周辺環境からの病原菌飛散の可能性が報告されており(藤, 2013)、これらの飛び込みなどによる浸漬水の汚染を防ぐ技術が必要である。

本章では、浸種および催芽に用いる水槽に病原が存在

表-2 置床からの病原検出

| 調査施設・試験区 | 置床の含水率 <sup>a)</sup> : 16.5% |                        | 置床の含水率 <sup>a)</sup> : 32.4% |           |
|----------|------------------------------|------------------------|------------------------------|-----------|
|          | 発病苗率 <sup>b)</sup> (%)       | 保菌苗率 <sup>c)</sup> (%) | 発病苗率 (%)                     | 保菌苗率 (%)  |
| A        | 0 ± 0                        | 0 ± 0                  | 0 ± 0                        | 0 ± 0     |
| B        | 0 ± 0                        | 0 ± 0                  | 0 ± 0                        | 2.2 ± 1.1 |
| C        | 0 ± 0                        | 0 ± 0                  | 0 ± 0                        | 0 ± 0     |
| 接種区      | 20.0 ± 3.8                   | 2.2 ± 1.1              | 100 ± 0                      | 6.7 ± 1.9 |
| 健全区      | 0 ± 0                        | 0 ± 0                  | 0 ± 0                        | 0 ± 0     |

<sup>a)</sup> 育苗中の含水率。

<sup>b)</sup> 2.5葉期に徒長および黄化の認められた苗の割合(調査苗: 任意の30本/区)。

<sup>c)</sup> 2.5葉期に病原が検出された苗の割合(調査苗: 発病苗率と同じ)。

数値: 3反復平均値±標準誤差。

する状況を想定した、浸漬水の衛生管理処理による感染抑制技術について紹介する(越智ら, 2016 b)。

### 1 浸漬水槽の衛生管理機構

浸漬水槽の水を衛生的に保つため、病原菌の除去機構を有する循環式の水系で浸種および催芽を実施した。本試験は病原菌を人工的に接種し、防除効果を調査した。

試験には15 l容の水槽にポンプ、防塵用フィルター、ウォーターヒーターおよびウォータークーラーを設置し、浸種と催芽の連続処理が可能な循環水槽とした。これに衛生管理機構として、UV照射試作機(テクノモリオカ株式会社)またはろ過精度1 μmのフィルター(CSW-1, JNC Filter, 以下1 μm フィルター)をそれぞれ循環系に追設した(図-5)。このUV照射試作機は全照射光の約10%が184.9 nm, 約90%が254 nmのUV管を光源とし、照射はこのUV管に併設した石英管(直径16 mm, 長さ230 mm)を循環水が通過する際に行われる。本装置の殺菌能力はこれら2種のUV照射によって得られる。また1 μm フィルターでは、病原菌の分生子(小分生子: 5-12 × 1.5-2.5 μm)より目合いの小さいフィルターろ過による物理的な病原の除去をねらったものである。

### 2 浸種水の衛生管理による感染抑制効果

試験は2015年7月に実施した。供試種子は前年度産の‘はえぬき’を用い、塩水選後にメッシュバックに封入し、温湯浸法(60℃, 15分間)による種子消毒後に、上述の水槽中で浸種(10℃, 7日間)および催芽(30℃, 24時間)を連続的に行った。また、人工培養した病原菌を添加して作製した、重度の汚染水(bud-cell 1 × 10<sup>3</sup> 個/ml)を浸漬水として用いた。

UV処理または1 μm フィルター処理のばか苗病防除効果は浸種および催芽処理後に、それぞれ回収した供試種子(任意の50粒/試験区, 3反復)の病原菌の感染率から評価した。すなわち、回収した種子を滅菌蒸留水で十分に洗浄した後、上述の寒天培地に種子を置き、培養後の菌糸成長の有無から感染率を求めた。

その結果、無処理で浸種後および催芽後の感染率はそれぞれ15.3%, 98.7%であったのに対し、UV処理では1.3%, 0%で、1 μm フィルター処理ではいずれも0%であった(表-3)。したがって、いずれの処理方法でも高い感染抑制効果が認められた。なお、これらの処理が発芽率に及ぼす悪影響は認められなかった。

本処理技術の実用化には多くの課題があるが、育苗施設で懸念されている周辺環境からの病原菌の侵入対策と

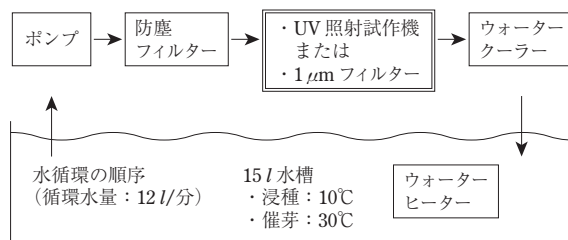


図-5 浸漬水槽の概要

表-3 浸漬水の衛生管理による感染抑制効果

| 試験区        | 保菌種子率 (%)    |              |
|------------|--------------|--------------|
|            | 浸種処理後        | 催芽処理後        |
| UV 照射      | 1.3 ± 0.7 b  | 0 ± 0 b      |
| 1 μm フィルター | 0 ± 0 c      | 0 ± 0 b      |
| 無処理        | 15.3 ± 2.7 a | 98.7 ± 0.7 a |

数値: 3反復平均値 ± 標準誤差 (n = 50).

異なるアルファベット間には有意差あり(角変換後 Tukey 法, p < 0.05).

して有効な技術と考えられる。

### おわりに

本稿ではイネの主要病害であるばか苗病について、いままでも不明瞭であった生産現場の育苗工程中の病原菌感染に着目し、温湯浸法を採用している育苗施設において調査を実施した。その結果、浸種、催芽、出芽、育苗のいずれの育苗工程でも病原菌の感染が生じることを明らかにした。また、現場における感染源として、育苗箱、育苗器および育苗ハウス置床が関与していることを確認した。これらの感染源が近年問題となっている多発生と直接的に関係するのかわかりませんが、少なくともこれらに対処することで、新たな知見が得られることが期待される。現段階では現場における病原の感染時期を絞り込んだにすぎず、ばか苗病の抜本的な防除対策の構築にはまだまだ時間が必要である。本稿の情報がばか苗病の早期解決の一助となれば幸いである。

### 引用文献

- 1) 藤 晋一 (2013): 植物防疫 67: 223 ~ 227.
- 2) NISHIMURA, N. (2007): J. Gen. Plant Pathol. 73: 342 ~ 348.
- 3) 越智昭彦ら (2016 a): 北日本病害虫研報 67: 28 ~ 32.
- 4) 越智昭彦ら (2016 b): 同上 67: 33 ~ 35.
- 5) 笹原教子 (2013): 宮城古川農試報 11: 85 ~ 92.

## 研究報告

## ブドウつる割細菌病の生態と防除 第2報

—醸造用ブドウの品種間差異, 果実被害を防止するための銅剤散布適期,  
分子系統解析について—

北海道立総合研究機構中央農業試験場 小松 勉

## はじめに

2009年秋, 道内各地の醸造用ブドウ産地において, 果実が黒変し, やがて腐敗する症状が発生し問題となった。また, 本症状が発生したブドウでは葉にハローを伴う黄色の斑点症状を呈し, その後病斑が拡大, 融合し枯れ上がる症状が見られた。加えて, 新梢には黒色のかいよう症状を伴う亀裂が多数確認された。本症状は新村ら(2012)により, *Xylophilus ampelinus* による細菌性病害「つる割細菌病」であることが明らかにされた。本病原菌の生態と防除については, 本誌第70巻1月号において既に報告しており, 北海道では本病原菌が越冬芽内で越冬していること, 高湿度条件の持続が発病を助長すること, 発病率を低下させる防除法として初発期前後に10日間隔で銅水和剤を3回程度散布すること, 発病率を低下させることにより越冬芽内の保菌率も低下させられることを示した(小松, 2016b)。本稿では前報に引き続き, 主要な醸造用ブドウ品種の本病に対する感受性, 果実被害を抑制するための防除技術, 既発地域である欧州分離株と北海道分離株との分子系統解析の結果について述べていく。

## I 主要醸造用ぶどうの感受性

*X. ampelinus* によるブドウつる割細菌病は, ギリシャ, イタリア, フランス, スペイン, 北アフリカ沿岸諸国等, 地中海沿岸諸国で19世紀末には発生が報告されており, 南アフリカ, 東欧各国でも発生が確認されている。既発地域における罹病性の品種または本病による被害が著しい品種として, ギリシャでは‘Sultanine’, ‘Gold’ (PANAGOPOULOS, 1987), フランスでは‘Alicante Bouschet’, ‘Grenache’, ‘Ugni Blanc’, ‘Macabeu’, ‘Colombard’, ‘Gamay’, ‘Gramon’, ‘Clairette’, ‘Macabeu’, ‘Ribol’,

‘Muscat petit grains’ (RIDÉ, 1984), スペインでは‘Garnacha tintorera’, ‘Muscatel’, ‘Airén’, ‘Juan Ibáñez’, ‘Vidadillo’ (LÓPEZ et al., 1987) が報告されている。これらの品種が栽培されている地域は, アメリン&ウインクラーによる気候区分(ブドウの生育期間となる4月1日から10月31日までの1日ごとの気温を測定し, 華氏50℃(摂氏10℃)を上回った日のその温度差の積算によって区分する方法)では, リージョンII(2501~3000F日)からリージョンIV(3501~4000F日)に区分される。北海道はリージョンI(0~2500F日)でブドウ栽培地域としては最も冷涼である。そのため, 北海道で栽培される適応品種は, 本病の既発地域であるリージョンII~IVに適した品種と異なっている。一方, 同じヨーロッパにおいてリージョンIに分類されるドイツ, オーストリアでは本病の発生は確認されていない。これまでリージョンIに適した品種である道内主要品種の本病に対する感受性は不明であった。そこで道内で栽培されている醸造用ブドウ品種の本病に対する感受性を調査した。

2012~13年に主要醸造用ブドウ品種について, 挿し苗により栽培したポット株を利用して試験を実施した。本病原菌の病原性などを確認するための接種法として, 菌体懸濁液を新梢へ有傷で接種することが有効であるとされているが, 実際の園地における発生の拡大は伝染源からの風雨によるものであることが認められたため, より自然発生に近い条件での試験となるよう, 接種は病原菌懸濁液の噴霧により行った。

2012年は, 温室内で生育させたポット株を新梢から葉が完全に展開したのちに, 雨水透過性の赤外線遮光資材を展帳した簡易パイプハウス内に移し, 6~8月に接種を行った。病原菌懸濁液の噴霧接種は午後5時以降に行い, 接種後翌朝まで塩化ビニルフィルムによりトンネル被覆を行って高湿度を保つ, という処理を5日間連続で実施した。さらに, この連続接種を月に1回ずつ計3回行い, のべ15回の接種を行った。そのまま野外で越冬させた接種株から病原菌の検出を試みたところ, 翌年春の越冬芽において保菌を確認したので, 2013年は追加の接種は行わず, 前年と同様の簡易パイプハウス内で

生育させ、自然発病により調査を行った。両年ともに9月下旬～10月上旬に発病葉を計数し、全葉に対する発病葉率を算出した。

2014～15年は長沼町にある北海道立総合研究機構中央農業試験場内のブドウ栽培園地（以下、中央農試内園）において、本病に対する感受性品種間差異を調査した。2014年、開花直前を目安に6月下旬～8月下旬にかけて病原菌懸濁液の噴霧接種を6回行い、9月中旬に達観で計数可能な葉数および発病葉数を調査し、発病葉率を算出した。ポット試験同様、接種した樹では2015年春に越冬芽の保菌を確認したため、同年は自然条件により発病を確認し、9月中旬に調査を実施した。

ポット株における品種ごとの発病葉率を表-1に示した。‘セイベル5279’、‘ツヴァイゲルトレーベ’、‘ケルナー’、‘ロータ・グーテデル’、‘セイベル13053’、‘ミュラー・トルガウ’は2か年ともに発病葉率が高く、罹病性の品種と考えられた。一方、‘アルモノワール’、‘キャンベル・アーリー’、‘MHアムレンシス’は抵抗性の品種と考えられた。本病の発生量は2012年に比較し2013年の方が多かったが、この要因として本病は高湿度条件の積算時間により発病が助長される（小松，2015）ことから、7月～9月3半旬までの積算降水量が2012年は364.0mmに対し2013年は427.5mmと多雨になったことが一因として考えられた。

中央農試内園における品種ごとの発病葉率を表-2に示した。‘ツヴァイゲルトレーベ’、‘ミュラー・トルガウ’、‘セイベル5279’、‘ケルナー’、‘セイベル13053’は2か年

ともに発病葉率が高く、罹病性と考えられた。この結果は、ポット試験の結果とも一致していた。また、‘カベルネ・ソーヴィニオン’、‘リースリング’、‘ドルンフェルダール’は抵抗性と考えられた。一方、ポット試験では発病葉率の高かった‘ロータ・グーテデル’は、中央農試内園試験における発病葉率は低く、矛盾する結果となった。2015年は2014年に比較し発生量が少なかったが、これは7月1半旬から9月3半旬までの積算降水量が2014年は356.5mmであったのに対し、2015年は236.5mmと少雨になったためと考えられた。

園地における結果をより重視し、ポット試験の結果も合わせて判断すると、‘ツヴァイゲルトレーベ’、‘ミュラー・トルガウ’、‘セイベル5279’、‘ケルナー’、‘セイベル13053’は本病に対し罹病性の品種、‘カベルネ・ソーヴィニオン’、‘リースリング’、‘ドルンフェルダール’は抵抗性と考えられた。

これら罹病性と判断された品種は、現在北海道における主要栽培品種となっており（表-3）、このことが北海道において本病が多発した要因の一つではないかと推察している。

また、2014年に発病葉率に差異が見られた品種について、翌春の越冬芽内の保菌率を調査したところ、発病葉率の高い品種では保菌率も高くなっており、本病に強い品種では保菌のリスクも低減されることが示された（表-4）。

## II 果実被害を防止するための散布適期

前報で述べた通り、本病の発病葉率の増加に対して初発期に銅水和剤を10日間隔で3回程度散布することが有効である（小松，2016b）。しかし、葉での発病を抑制する効果が、本病による減収被害となる果実の腐敗症状に対して有効であるのかは不明であった。その理由

表-1 ポット株におけるつる割細菌病発病程度

| 品種名          | 発病葉率 (%) |       |      |
|--------------|----------|-------|------|
|              | 2012年    | 2013年 | 平均   |
| セイベル5279     | 23.8     | 49.7  | 35.0 |
| ツヴァイゲルトレーベ   | 17.5     | 47.8  | 28.4 |
| ケルナー         | 21.7     | 42.2  | 29.2 |
| ロータ・グーテデル    | 17.2     | 33.9  | 24.8 |
| セイベル13053    | 15.8     | 30.7  | 23.1 |
| ミュラー・トルガウ    | 11.5     | 34.4  | 20.7 |
| ユヴェール        | 7.2      | 30.9  | 18.9 |
| カベルネ・ソーヴィニオン | 3.8      | 26.0  | 13.9 |
| ドルンフェルダール    | 3.2      | 25.6  | 16.2 |
| ピノ・ノワール      | 0.7      | 21.2  | 11.0 |
| リースリング       | 2.5      | 18.6  | 10.0 |
| ナイアガラ        | 1.0      | 14.9  | 8.3  |
| アルモノワール      | 1.3      | 9.9   | 6.2  |
| キャンベル・アーリー   | 0.0      | 7.5   | 3.7  |
| MHアムレンシス     | 0.0      | 2.4   | 1.2  |

発病葉率：9株×3反復の平均値。

表-2 中央農試内園におけるつる割細菌病発生程度

| 品種名          | 調査本数 | 発病葉率 (%) |       |      |
|--------------|------|----------|-------|------|
|              |      | 2014年    | 2015年 | 平均   |
| ツヴァイゲルトレーベ   | 2    | 20.5     | 11.1  | 16.6 |
| ミュラー・トルガウ    | 1    | 18.6     | 8.9   | 15.0 |
| セイベル5279     | 2    | 10.5     | 10.3  | 10.5 |
| ケルナー         | 1    | 10.3     | 8.4   | 9.6  |
| セイベル13053    | 7    | 8.8      | 9.6   | 9.1  |
| カベルネ・ソーヴィニオン | 5    | 3.7      | 1.5   | 5.4  |
| ロータ・グーテデル    | 4    | 4.6      | 3.1   | 4.1  |
| リースリング       | 4    | 2.8      | 3.8   | 3.2  |
| ドルンフェルダール    | 4    | 1.1      | 1.4   | 1.2  |

調査月日：2014年9月16日，2015年9月18日。

表-3 北海道における加工用向けブドウの栽培面積

| 品種名        | 栽培面積 (ha) | 品種名          | 栽培面積 (ha) |
|------------|-----------|--------------|-----------|
| ケルナー       | 55.4      | ヴァイスブルグンダー   | 6.3       |
| セイベル 13053 | 49.8      | マスカットオットネルソン | 6.1       |
| ツヴァイゲルトレーベ | 41.9      | レгент        | 6.1       |
| ミュラー・トルガウ  | 30.8      | ドルンフェルダナー    | 4.9       |
| バックス       | 24.4      | ザラジュンジェ      | 4.4       |
| ピノアール      | 23.8      | 清舞           | 4.3       |
| 山幸         | 15.2      | リースリング       | 4.1       |
| セイベル 5279  | 15.1      | ソービニオン・ブラン   | 4.0       |
| 清見         | 13.7      | ヤマソービニオン     | 3.7       |
| シャルドネ      | 12.1      | ロンド          | 3.6       |
| メルロー       | 11.8      | ふらの2号        | 3.2       |
| セイベル 9110  | 10.2      | ゲヴェルツトラミネール  | 2.4       |
| レンベルガー     | 8.1       | モリオマスカット     | 1.6       |
| ヤマブドウ      | 6.7       | シュベートブルグンダー  | 1.2       |
| トラミーナ      | 6.5       | トロリンガー       | 1.1       |
| ピノグリ       | 6.4       | カベルネソービニオン   | 1.0       |

農林水産統計 平成24年産特産果樹生産動態等調査。  
加工用専用品種の加工向け利用状況より。  
道内における加工用途はほぼ醸造用である。

表-4 品種による発病率と越冬芽保菌の関係

| 品種名          | 発病率 (%) | 芽の検出率 (%) |
|--------------|---------|-----------|
| ツヴァイゲルトレーベ   | 20.8    | 80        |
| ミュラー・トルガウ    | 18.6    | 70        |
| キャステル 119637 | 1.9     | 20        |
| ドルンフェルダナー    | 1.1     | 10        |

発病率調査月日：2014年9月16日。  
検定越冬芽数：20。

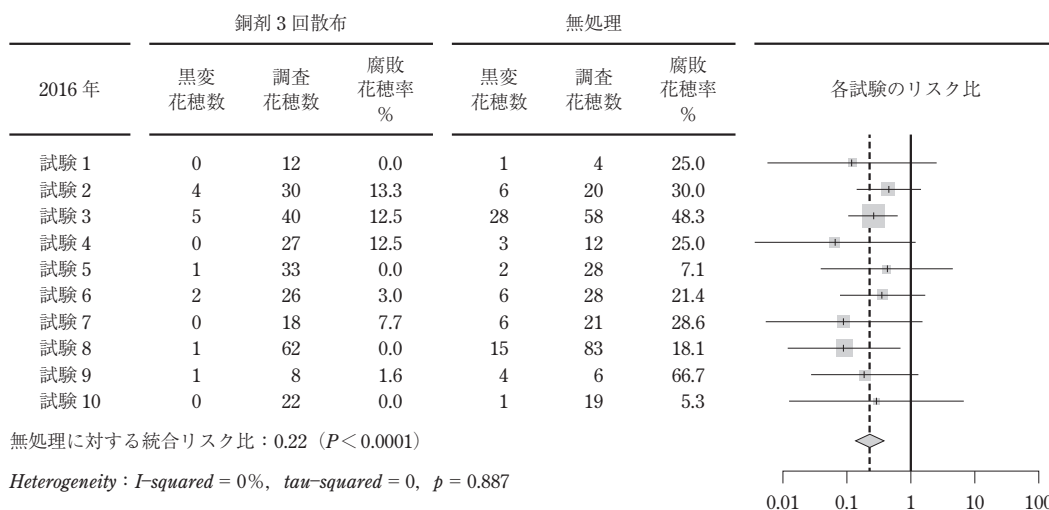


図-1 開花期に葉で発病した場合の開花期前後の銅水和剤3回散布による花穂の腐敗症状に対する効果 (6月から病原菌の噴霧接種とスプリンクラーの散水による開花期発病の試験)



は、試験を開始した2012年以降、北海道における夏季間の気象が高温並雨で推移したことから、現地では本病による果実被害は発生しておらず、本病の発生経過は、8月中旬以降に葉での発病がわずかに進展するにとどまっていたことによる。このため、2016年に中央農試内園において、6月中旬から開花始（‘セイベル 13053’で6月28日）まで4回、病原菌を噴霧接種するとともにスプリンクラーによる散水を行い、開花前からの発病を促す試験を実施した。この処理に加え、2016年は6月から多雨傾向となり、開花前の6月27日に葉での初発を認め、7月20日における発病葉率は最も高い‘ツヴァイゲルトレーベ’において61.4%の甚発生となった。このような条件下において、開花前、開花期、開花10日後の3回銅水和剤を散布したところ、最終散布から23日後の調査において、処理区の腐敗花穂率は、無処理に比較し有意に低下し、花穂の腐敗症状に対しても銅水和剤の3回散布が有効であることが示された（図-1）。

本病が多発し被害をもたらした2009年の詳細な発生経過は記録にないが、7月中旬には幼果の腐敗症状について現地園から問い合わせがあったことから、開花前には発生が始まっていたと推察される。このような場合であっても、開花期前後に銅水和剤を散布することで花穂の腐敗症状や幼果の黒変症状を防ぐことが可能と考えている。実際に、2016年の北海道は6月に入ってから観測史上最高の月間降水量を記録するなど多雨となった。このため醸造用ブドウ産地では本病の発生が懸念され、農業改良普及センターから開花期における銅水和剤の散布が指導された。これにより、一部の防除未実施園では幼果の腐敗症状が見られたものの、多くの園地において被害は発生しなかった。このことから開花期における防除が果実被害の抑制に重要であることが示されたと考えている。

### III 北海道で発生している菌株と欧州菌株との違い

北海道で発生を認めたブドウつる割細菌病菌は、細菌学的諸性質、16S rDNAの塩基配列から*X. ampelinus*と同定されている（新村ら, 2012）。また、MANCEAU et al. (2005)によってヨーロッパ菌株のrDNAのITS領域の塩基配列から設計された*X. ampelinus*の種特異的プライマーも用いて検出することが可能である。一方、地中海沿岸など比較的温暖な地域でのみ発生が認められている本病が、亜寒帯に属する北海道で発生した理由については不明な点が多い。そこで、既発地域であるヨーロッパ菌株と北海道菌株との分子系統解析を試みた。

供試したヨーロッパ株は、French Collection of Plant

associated Bacteria (CFBP) 保存菌株から分離地、分離品種が異なる10菌株を選択し、農林水産大臣許可制度を利用して輸入した。北海道株についても分離地、分離品種が異なる37菌株を供試した。

*X. ampelinus*は、かつて*Xanthomonas ampelina*とされていたこともあり、*Xanthomonas*属菌で分子系統解析に用いられている反復配列のPCRを利用した方法により解析を行った。（SAHIN et al., 2003；RADEMAKER et al., 2005；MONDAL and MANI, 2009；GAMA et al., 2011；ADHIKARI et al., 2012；KAWAGUCHI, 2014）。Rep-PCRはVERSALOVIC et al. (1994)、ERIC-PCRはHULTON et al. (1991)、Box-PCRはMARTIN et al. (1992)のプライマーにより行った。Rep-PCR法はLOUWS et al. (1998)の方法により行った。各条件でPCRを行った後、アガロースゲル電気泳動を行い、出現したDNA増幅断片について位置番号を付けるとともに試料ごとにその増幅断片の有無を1か0でスコアした。ERIC、Box、RepそれぞれのPCRによるスコアを統合して解析を行った。系統樹は、DendroUPGMA (<http://genomes.urv.cat/UPGMA/>)の平均二乗偏差計数を適用し、非加重結合法（UPGMA）により作成した。

反復配列によるPCR遺伝多型解析により、ヨーロッパ株と北海道株の間に遺伝的な差異が認められた（図-2）。また、北海道内、ヨーロッパ菌株内それぞれでの多型も認められた（図-2）。このことからDNA typeは4グループに別れたが、まずヨーロッパ菌株と北海道株が明瞭に区分され、それぞれがさらに2グループに区分される結果となった。

このことから、北海道株はヨーロッパ株と遺伝的差異があると考えられた。しかし、北海道がもともと本病の発生地域であったとは考えにくく、北海道で発生している本病原菌はヨーロッパから伝播されたと考えるのが妥当である。そのため、醸造用ブドウ品種が移入された際

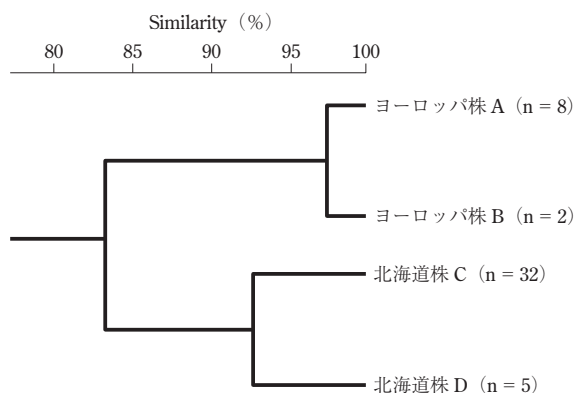


図-2 UPGMAによるブドウつる割細菌病菌の系統樹

に本病に感染した苗木が混入し、北海道に伝播したと考えられる。現在栽培されている主要品種の多くが1980年代に導入されており、侵入後20年以上経過するうちに菌株が既発地域と異なる北海道の気象条件に適応して遺伝的変異が発生したのか、それとも今回検定できなかった地域からの伝播、あるいはヨーロッパにおける変異株が伝播してきたのかは不明である。

輸入したヨーロッパ株は、閉鎖系でのみ取り扱いが許可されており、この遺伝的変異と病原性との関連について室内検定で調査したところ、両者の道内栽培品種に対する病原性について、差異は認められなかった(KOMATSU et al., 2016)。

### おわりに

2009年に本病が多発して以降、筆者らは醸造用ブドウの重要病害として対策試験を行ってきた。しかし、2010年以降気象経過が多雨低温とならなかったため、一部の産地を除き現地において本病の被害は発生していない。被害は発生していないが、8月中旬以降、気温の低下と降水量の増加があった場合、葉での病斑が確認されており、このことから本病は通常の気象経過をたどった場合には被害として認識されず、葉にわずかな病斑を形成し、その後越冬芽内で越冬することを繰り返していると考えられる。

前報においても、越冬芽保菌率の差異が当年の発病に及ぼす影響について考察したが、実際の園地で前年の防除や品種により発病率と越冬芽の保菌率が異なる処理区または樹において当年の発病の違いを観察したところ、保菌率の高い部分で初発時期が早まる傾向が見られたものの、いずれも少発生となったため当年の発生経過に明確な差異は確認できなかった。

総合的に判断すると、現在の道内主要醸造用ブドウ品種は本病に対する感受性が高いものの、通常年であれば防除が必要な病害ではなく、本病の発生に好適な高湿度条件が長期間連続するような場合にのみ多発する病害と

考えられる。一方、常発地域や周辺環境・地形等から湿度が高まりやすい園地は注意が必要である。本病の発生が懸念される場合には、開花期を中心とした銅水和剤の散布による防除可能であると考えられるので、適切に対応されるようお願いしたい。

本病は北海道以外には秋田県の生食用ブドウ品種‘ネオマスカット’、‘ロザリオロッソ’において発生が確認されている(須崎・佐藤, 2014)ものの、国内で最も栽培面積が大きく、本州以南で広域に栽培されているブドウ品種‘巨峰’は、本病に対する感受性が低いことが示されている(須崎・佐藤, 2016)。また、国内で最も栽培されている醸造用ブドウ品種‘シャルドネ’の本病に対する感受性は不明であるが、栽培面積2位の‘メルロー’はフランスで本病に抵抗性の品種(RIDÉ, 1984)とされ、3位の‘カベルネ・ソーヴィニオン’は本試験において抵抗性の品種(小松, 2016a)とされており、道外での発生が一部地域に限られていることも合わせ、本病は北海道以外の他地域において大きな問題となる病害ではないと考えている。

### 引用文献

- 1) ADHIKARI, T. B. et al. (2012): *Phytopathology* **102**: 390 ~ 402.
- 2) GAMA, M. A. S. et al. (2011): *Plant Dis.* **95**: 793 ~ 802.
- 3) HULTON, C. S. J. et al. (1991): *Mol. Microbiol.* **5**: 825 ~ 834.
- 4) KAWAGUCHI, A. (2014): *J. Gen. Plant Pathol.* **80**: 366 ~ 369.
- 5) 小松 勉 (2015): 北日本病虫研報 **66**: 97 ~ 100.
- 6) ——— (2016 a): 同上 **67**: 122 ~ 126.
- 7) ——— (2016 b): 植物防疫 **70**: 35 ~ 39.
- 8) KOMATSU, T. et al. (2016): *J. Gen. Plant Pathol.* **82**: 159 ~ 164.
- 9) LÓPEZ, M. M. et al. (1987): *EPPO Bull.* **17**: 231 ~ 236.
- 10) LOUWS, F. J. et al. (1998): *Phytopathology* **88**: 862 ~ 868.
- 11) MANCEAU, C. et al. (2005): *EPPO Bull.* **35**: 55 ~ 60.
- 12) MARTIN, B. et al. (1992): *Nucleic. Acids. Res.* **20**: 3479 ~ 3483.
- 13) MONDAL, K. K. and C. MANI (2009): *Curr. Microbiol.* **59**: 616 ~ 620.
- 14) PANAGOPOULOS, C. G. (1987): *EPPO Bull.* **17**: 225 ~ 230.
- 15) RADEMAKER, J. L. W. et al. (2005): *Phytopathology* **95**: 1098 ~ 1111.
- 16) RIDÉ, M. (1984): *Phytoma* **362**: 33 ~ 36.
- 17) SAHIN, F. et al. (2003): *Phytopathology* **93**: 64 ~ 70.
- 18) 新村昭憲ら (2012): 日植病報 **78**: 60 (講要).
- 19) 須崎浩一・佐藤 裕 (2014): 北日本病虫研報 **65**: 120 ~ 124.
- 20) ——— (2016): 同上 **67**: 127 ~ 132.
- 21) VERSALOVIC, J. et al. (1994): *Methods. Mol. Cell Biol.* **5**: 25 ~ 40.

## 研究報告

## ショウガ白星病の発生生態と防除

高知県農業技術センター <sup>もりた</sup>森田 <sup>やすあき</sup>泰彰・<sup>やの</sup>矢野 <sup>かずたか</sup>和孝

## はじめに

ショウガには多くの病害が発生するが、地上部の病害では白星病の発生が最も多く、高知県では2010年以降、毎年6割を超える圃場で発生が認められている。白星病は、ショウガの葉に白い小斑点を生じる病害であり、病斑上に小黒点状の分生子殻を速やかに形成する特徴がある(図-1)。多発すると病斑が融合して葉が枯れ上がる場合もあり、大きな問題となっている。本病は病斑上の分生子殻中に形成された分生子が、雨水などにより飛散して伝染すると考えられているが、感染部位や発病適温等については不明な点が残されていた。また、生産現場では、殺菌剤の防除効果がやや低い場合が多く、いったん発病が増加し始めると病勢の進展を抑えることが困難であるという声が多かった。そこで、本病の発生生態および薬剤防除法について検討した。また、本病が圃場に残された残渣から伝染することを確認するとともに、その防除法についても検討したので、併せて報告する。

## I 感染部位と発病好適温度

病原菌の感染部位と発病の時期(気温)を知ることは、



図-1 ショウガ白星病の症状

病害の防除にあたって重要である。そこで、ポット植えのショウガを用いて、感染部位と感染好適温度を調査した。

感染部位については、本葉が4~6枚展開したショウガの株全体に分生子懸濁液を噴霧接種し、10日後に葉位ごとの病斑形成程度を調査した結果、最も発病が多かったのは、接種後に展開した最初の葉であり、次に接種後2番目に展開した葉で多く、3番目に展開した葉にもわずかに発病する場合が見られた。一方、接種時に既に展開していた葉では、最上位葉でわずかに発病したものの、それより下位の葉では全く発病が認められなかった(図-2)。このことから、白星病の感染は生長点付近の未展開葉を中心に起こっていることが確認された(矢野・森田, 2014)。

発病好適温度については、ポット植えのショウガに分生子懸濁液を噴霧接種してポリエチレン袋で被覆し、照明付き恒温器に3日間入れて調査した(矢野・森田, 2014)。照明によるポリエチレン袋内の温度上昇を加味して判断したところ、感染適温は20~27℃で、32℃を超えると感染しないと考えられた。なお、2015年には、接種後1時間のみポリエチレン袋で被覆して暗黒条件下の20~33℃の各温度に置き、その後被覆を除去して各温度の照明付き恒温器内で管理したところ、発病は25℃で最も多く、30℃以上では少ないという結果が得られた(データ省略, 未発表)。

## II 病原菌の伝染

高知県における白星病の発生は、早い場合には6月ころから始まるが、はじめてショウガを栽培する圃場では遅く、また、発病程度も低い傾向が見られる。ショウガの収穫は11月ころに行われるが、収穫後の茎葉は圃場に残されて土壌に混和されることが多い。そこで、前年の罹病残渣が次作の伝染源となる可能性を検討した。2012年と2013年に滅菌土壌を詰めたワグネルポットに前年度の罹病残渣を混和してショウガを栽培した結果、いずれの年も罹病残渣を混和したポットのみに発病が認められ

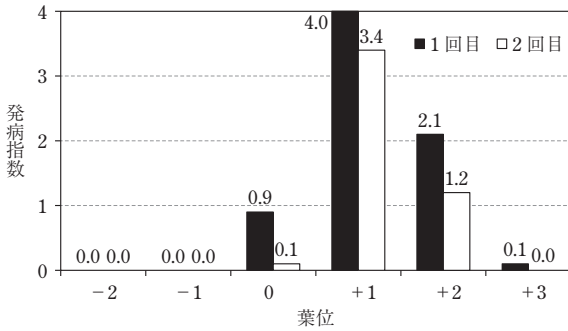


図-2 接種によるショウガ白星病の葉位別発病程度  
 接種時の最上位展開葉の葉位を0とし、新たに展開した葉を順に+1, +2, +3, 下位葉を順に-1, -2と示した。グラフ中の数値は、葉位ごとの平均発病指数(0:病斑なし~4:葉当たり11個以上または葉枯れ症状)を示す。試験は2回実施した。

表-1 白星病罹病葉を混和したワグネルポットにおける発病

| 処理     | 発病ポット数/供試ポット数 |       |
|--------|---------------|-------|
|        | 2012年         | 2013年 |
| 罹病葉を混和 | 3/4           | 5/6   |
| 滅菌土のみ  | 0/4           | 0/6   |

た(表-1)。また、白星病が発病した露地圃場を収穫後に半分に分け、一方の区画の残渣(茎葉)をできるだけ拾い集めてもう一方の区画に入れ、翌年ショウガを栽培した。その結果、残渣を除いた区画では発病が少なかったのに対して、残渣を入れた区画では多かった(表-2)。これらの結果から、土壌中に残った前年の罹病残渣が次作の伝染源となっていることが確認された(森田・矢野, 2014)。

なお、病原菌の茎葉への伝染は、分生子が雨水などで飛散して起こっていると考えられている。そこで、病原菌の伝染距離を調査するため、圃場の中央に伝染源を置き、東西南北のそれぞれ1, 3, 5, 7, 10m離れた場所にポット植えのショウガを置いて発病の有無を調査した。2014年の7~9月および9~11月の2回調査した結果、7~9月の試験では、3m以内に置いた株のほとんどと5mに置いた株の約4割で発病が認められ、10mに置いた1株にも発病した。また、9~11月の試験では、1mに置いた株でのみ発病が認められ、3m以上離れた株は発病しなかった(表-3)。これらのことから本病の伝染距離は比較的短く、通常は3m程度であるが、強風時には10mを超えるものと考えられた(森田,

表-2 残渣の有無による白星病の発病推移<sup>a)</sup>(圃場試験)

| 残渣の有無 | 8月7日    |                   | 8月20日   |     | 9月5日    |     | 9月19日   |      |
|-------|---------|-------------------|---------|-----|---------|-----|---------|------|
|       | 発病葉率(%) | 発病度 <sup>b)</sup> | 発病葉率(%) | 発病度 | 発病葉率(%) | 発病度 | 発病葉率(%) | 発病度  |
| あり    | 4.4     | 1.3               | 3.6     | 1.0 | 9.2     | 3.3 | 35.3    | 14.9 |
| なし    | 1.2     | 0.3               | 0.8     | 0.2 | 0.2     | 0.1 | 4.4     | 1.6  |

<sup>a)</sup> 株当たり2茎の上位葉4枚を調査した。調査葉数は欠株などにより増減し、232~312枚であった。土壌消毒は行っていない。  
<sup>b)</sup> 発病度は、葉の発病を0:病斑なし~4:葉当たり病斑が31個以上の5段階で調査して算出した。

表-3 白星病の伝染距離

| 試験回数 <sup>a)</sup> | 方角 | 発病株(中心)から各距離に置いた株における発病日 <sup>b)</sup> |       |      |      |      |   |    |   |      |   |
|--------------------|----|--|-------|------|------|------|---|----|---|------|---|
|                    |    | 1m                                     |       | 3m   |      | 5m   |   | 7m |   | 10m  |   |
| 1回目                | 東  | 8/13                                   | ×     | 8/26 | 8/26 | 8/26 | ○ | ○  | ○ | ○    | ○ |
|                    | 西  | 8/13                                   | 9/1   | 8/26 | 8/26 | ○    | ○ | ○  | ○ | ○    | ○ |
|                    | 南  | 8/13                                   | 8/13  | 8/26 | ○    | 8/26 | ○ | ○  | ○ | ○    | ○ |
|                    | 北  | 8/13                                   | 8/13  | 8/13 | 9/1  | 8/19 | ○ | ○  | ○ | 8/26 | × |
| 2回目                | 東  | 9/29                                   | 11/4  | ○    | ○    | ○    | ○ | ○  | ○ | ○    | ○ |
|                    | 西  | 10/22                                  | 10/22 | ○    | ○    | ○    | ○ | ○  | ○ | ○    | ○ |
|                    | 南  | ○                                      | ○     | ○    | ○    | ○    | ○ | ○  | ○ | ○    | ○ |
|                    | 北  | 9/12                                   | 10/14 | ○    | ○    | ○    | ○ | ○  | ○ | ○    | ○ |

<sup>a)</sup> 調査期間は次の通り。1回目:2014年7月22日~9月1日。2回目:2014年9月3日~11月4日。  
<sup>b)</sup> 各距離に2株ずつ置き、数値はそれぞれの株で発病を確認した日(月/日)を示した。○は期間中発病を認めなかったことを、×は欠株(根茎腐敗病が8月19日に発病)を示す。発病を確認した株は、その都度圃場から除去した。

2017)。前年の残渣が伝染源となっていることを考慮すると、本病の防除には近隣圃場からの伝染よりも、むしろ圃場内の残渣からの伝染防止が重要と考えられる。

### III 腐熟促進と土壌くん蒸剤による防除

圃場内の残渣からの伝染を防止するため、2014年および2015年に、残渣の腐熟促進および土壌くん蒸剤による土壌消毒の効果を検討した。前年にショウガ白星病が発病した圃場を半分に分け、一方の区画を腐熟促進ありとし、1月中旬にフスマを1t/10aの割合で投入して直ちにトラクタで耕うんし、さらに約20日間隔で2回耕うんした。また、各区画にダゾメット粉粒剤(98%)30kg/10aによる土壌消毒区を設けて、定植約1か月前に土壌くん蒸処理を行った。4月下旬にショウガを植え付け、生育期間中の上位葉4枚における白星病の発病推移を程度別に調査した結果、2014年は、腐熟促進および土壌消毒のいずれも行わなかった区で白星病が多発し

た一方、腐熟促進のみまたは土壌消毒のみ行った区では発病度が1/2～1/3程度で推移し、腐熟促進と土壌消毒を併用した区では、さらに低く推移した(図-3)。また、2015年は全体的に発病が少なかったが、腐熟促進または土壌消毒を行うことで発病度は低く推移した(図-4)。これらのことから、腐熟促進および土壌消毒により残渣からの伝染を抑制することが可能であり、さらにこれらを併用することで防除効果を高めることができると考えられた。ただし、2015年のように発病が少ない年には、併用による相乗効果は現れにくいものと考えられた。なお、2014年には土壌消毒としてクロルピクリン・D-Dくん蒸剤(41.5%・54.5%)の効果も検討し、同様に効果があることを確認した。腐熟促進による病害の防除効果は、土壌伝染性ウイルスを対象にした試験例があり(黒木, 2012; 西ら, 2012)、宿主の残渣が腐敗することで病原体が土壌中に放出され、短期間に感染性を失うと考えられている。ショウガ白星病の腐熟促進については

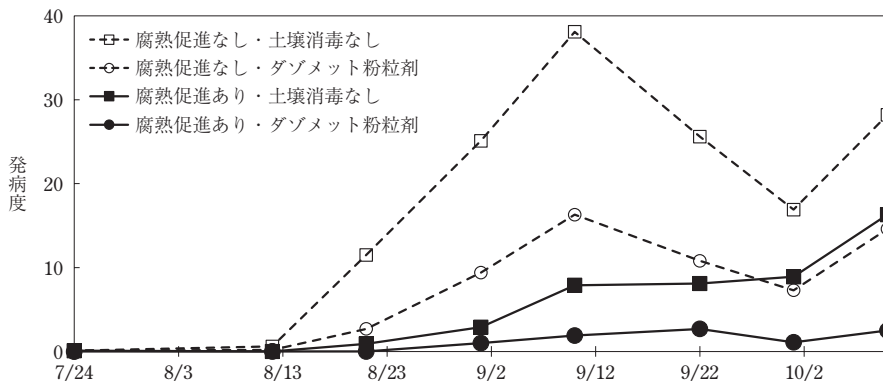


図-3 腐熟促進および土壌消毒による白星病の防除効果 (2014年)  
発病度の算出法は、表-2と同じ。

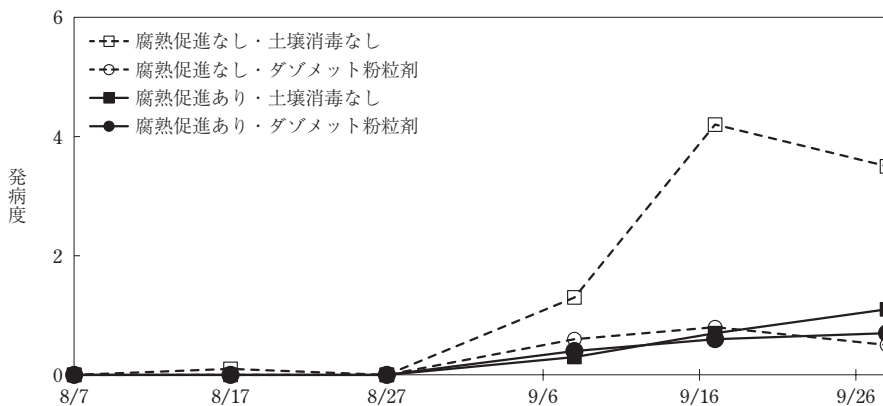


図-4 腐熟促進および土壌消毒による白星病の防除効果 (2015年)  
発病度の算出法は、表-2と同じ。



図-5 腐熟促進による残渣の腐敗状況 (2014年3月24日)  
左: 腐熟促進あり, 右: 腐熟促進なし。

冬季の露地圃場での処理となるが、腐熟促進を行うことで残渣の腐敗が進むことを確認しており (図-5)、腐敗に伴って病原菌が土壤中に放出され、比較的短期間に死滅していると考えられる (森田・矢野, 2016 a)。

#### IV 殺菌剤散布による防除

シウガ白星病の防除薬剤として、2017年4月現在8種の殺菌剤が農薬登録されている。近年登録薬剤が徐々に増えているものの、生産現場では以前から登録のあるTPN水和剤 (40%) とトリフルミゾール水和剤 (30%) を中心とした防除が行われている。しかし、これらの薬剤を用いても防除効果が十分でないという声が多いことから新たに効果の高い薬剤の探索を行うとともに、既登録薬剤の効果的な使用法について検討した。

有効薬剤の探索として、ポット植えのシウガを用いた接種試験により、35種の殺菌剤 (一部、白星病に対する登録薬剤を含む) の防除効果を検討した結果、キャプタン水和剤 (80%) の効果が安定して高く (データ省略)、また、白星病に対する適用拡大の可能性もあると考えられた。圃場試験の結果でも十分な防除効果が認め

られたことから (表-4)、現在登録に向けた取り組みを進めている (矢野・森田, 2015)。

TPN水和剤とトリフルミゾール水和剤の効果的な使用法について、まず、ポット植えのシウガを用いて各剤の予防的散布と治療的散布による防除効果を検討した。予防的散布では、薬剤散布後1～8日目に病原菌を接種し、治療的散布では、病原菌接種後1～4日目に薬剤を散布して、その後の発病を調査した。その結果、予防的散布では調査株ごとの発病程度の差が大きく明瞭な傾向は認められなかったものの、両剤とも接種3日前までの散布で比較的高い防除効果が期待できると考えられた。一方治療的散布では、TPN水和剤では防除効果が認められなかったが、トリフルミゾール水和剤は接種後2日以内の散布で高い効果が認められた (データ省略)。これらの結果と、本病の伝染が降雨によって起こることを考慮し、降雨が予想される1～3日前にTPN水和剤を散布することを基本とし、降雨前に散布できなかった場合は雨が上がった後2日以内にトリフルミゾール水和剤を散布する体系により、効果的な防除が可能と考えられた。なお、TPN水和剤を10日間隔で定期的に散布することにより高い防除効果が得られることを確認していることから (データ省略)、各薬剤の散布間隔は10日間空けても十分な防除が可能と考えている (図-6) (森田・矢野, 2016 b)。

#### おわりに

シウガに発生する白星病は、大きな収量減を引き起こすとされており (Sood and Dohroo, 2005)、本病の効果的な防除は重要な問題である。これまでは、いったん発生が増加し始めると防除が困難であるという印象を持つ生産者が多かったが、今回の研究により、本病の感染が生長点付近の未展開葉にほぼ限定されること、適切な時期に薬剤を散布すれば新たな発病を抑制できることが明らかとなった。また、圃場に残された残渣が伝染源に

表-4 キャプタン水和剤の散布による防除効果 (圃場試験)<sup>a)</sup>

| 試験年   | 供試薬剤        | 希釈倍数  | 発病率 (%) | 発病度  | 防除価  |
|-------|-------------|-------|---------|------|------|
| 2013年 | キャプタン水和剤    | 600   | 20.4    | 6.0  | 79.9 |
|       | TPN水和剤      | 1,000 | 18.8    | 5.9  | 80.2 |
|       | 無散布         | -     | 59.2    | 29.8 | -    |
| 2014年 | キャプタン水和剤    | 600   | 54.6    | 23.2 | 70.2 |
|       | トリフルミゾール水和剤 | 1,000 | 37.5    | 12.5 | 83.9 |
|       | 無散布         | -     | 97.9    | 77.8 | -    |

<sup>a)</sup> いずれの試験も3反復で行い、発病率および発病度は平均値を示した。株当たり2茎の上位葉4枚、計80枚/区を調査した。発病度の算出法は表-2と同じ。

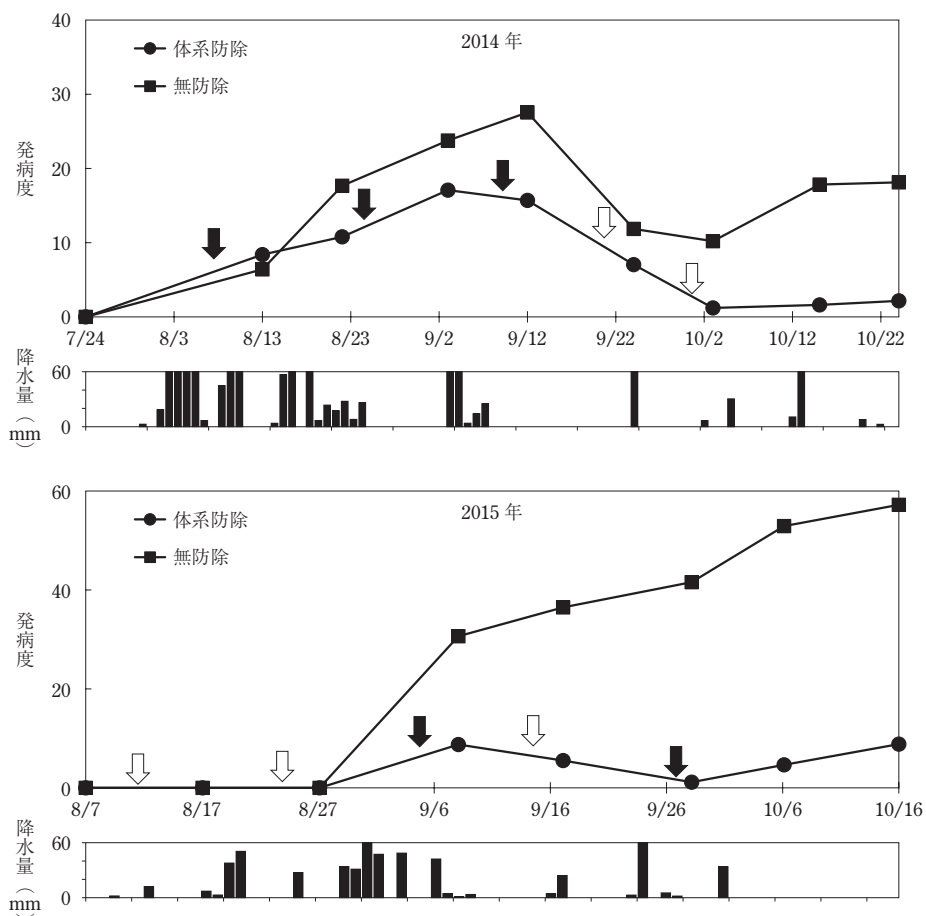


図-6 降雨を考慮した殺菌剤の散布による白星病の発病推移  
 上段：2014年，下段：2015年．グラフ中の↓はTPN水和剤，⇩はトリフルミゾール水和剤の散布を示す．各年のグラフの下に試験地の降水量（アメダスデータ）を参考として示した．

なっており，病原菌の飛散距離が比較的小さいと考えられることから，腐熟促進などによる残渣からの伝染防止も重要であることが明らかとなった。本稿で紹介したデータは試験場内のものであるが，生産者の圃場においても腐熟促進と降雨を考慮した薬剤散布の有効性を確認しており（データ省略），高知県では現在，これらの技術による防除を推進している。

なお，白星病の病原菌は *Phyllosticta zingiberis* とされており，寄主植物としてショウガのみ報告されているが，ミョウガ葉枯病菌の *Mycosphaerella zingiberis* と同一である可能性が指摘されている（矢野ら，2014）。今後さらなる研究により，両菌の同異を含めた同定が進められることが期待されるとともに，中山間地の圃場など

では周辺に野良生えミョウガが見られ葉枯病が多発していることも多いことから，ショウガ白星病の防除においては，ミョウガが伝染源となり得ることも考慮する必要があると思われる。

引用文献

- 1) 黒木 尚 (2012): 植物防疫 66: 671 ~ 674.
- 2) 森田泰彰 (2017): 高知農技セ研報 26: 31 ~ 34.
- 3) ———・矢野和孝 (2014): 四国植防 48: 5 ~ 8.
- 4) ——— (2016 a): 同上 50: 受理済.
- 5) ——— (2016 b): 同上 50: 受理済.
- 6) 西 八東ら (2012): 植物防疫 66: 675 ~ 680.
- 7) Soob, R. and N. P. Dohroo (2005): Indian Phytopath 58: 282 ~ 288.
- 8) 矢野和孝・森田泰彰 (2014): 四国植防 48: 1 ~ 4.
- 9) ——— (2015): 同上 49: 45 ~ 54.
- 10) ———ら (2014): 日植病報 80: 236 (講演要旨).

## 研究報告

## 宮崎県におけるサトイモ疫病の被害と今後の防除対策

宮崎県総合農業試験場 黒木修一

## はじめに

宮崎県において、サトイモは重要な基幹作物であるが、サトイモ疫病 (*Phytophthora colocasiae*: 以下、疫病とする) の急激なまん延により、生産量が大幅に減少する事態となっている。疫病は、アジアやオセアニアのタロイモ類で大きな被害を発生させる重要な病害であることが知られているが、本県だけでなく国内では、県域全体のような広域で大幅な減収となる被害が発生することは、これまでなかった。このため、国内における疫病の生態や防除に関する報告はほとんどなく、発生生態などが不明であるとともに農薬登録された剤も皆無であった。

そこで、本県と同時期に同様な被害が発生し始めた県と協力しながら農薬登録を促進するとともに、海外の知見を参考にしながら防除対策の確立を図っている。

ここでは、これまでに得られた知見と、本県内で行っている疫病対策について紹介する。

## I サトイモ疫病の発生と被害

疫病は葉や茎葉に同心の輪紋病斑を形成する(図-1, 口絵①)。葉の病斑部は破れやすく、茎の病斑部は折れやすいため、光合成に有効な葉を失う(図-2)。また、発病した茎葉は細菌を伴って水浸状に軟腐症状を示すことがある。

疫病がサトイモに発生することは、県内各産地でかなり以前から知られていたが、まれにわずかに病斑がある葉を目にするだけで、収量に影響するような発生は経験がなかった。ところが、2014年の8月ごろから中晩生品種を中心に県内の広い範囲で、それも多くの茎葉が失われるような被害が見られるようになった。当時は栽培期間の後半から被害が大きくなったことについて、7月下旬から8月上旬の降水量が平年を大きく上回ったことが原因として考えられたが、被害が急に拡大した実際の原因は不明である。さらに、2015年には7月上旬から

早生品種を含め広い範囲で発病が確認されるようになり、茎葉の折損だけでなく、生育遅延など収量に大きく影響する被害が発生した(図-3, 口絵②)。

本県のサトイモの生産量は、加工用サトイモを中心に2014年まで年間約2万トンで推移し全国第一位の産地であったが、疫病のまん延により2015年には1万3千トンにまで大きく減少した(図-4)。2016年には、前年の被害により種芋の確保が難しく生産面積が減少しただけでなく、前年と同様に激しい被害が発生している。このため、産地を維持し出荷量を確保することが難しい事態となっており、早急に疫病対策を確立する必要がある。



図-1 サトイモ疫病による葉の被害



図-2 サトイモ疫病による茎葉の折損

The Occurrences of Taro Leaf Blight Caused by *Phytophthora colocasiae* in Miyazaki Prefecture and its Control Measures. By Shuichi KUROGI

(キーワード: サトイモ疫病, 発生, 総合防除, 防除薬剤)





図-3 サトイモ疫病の被害

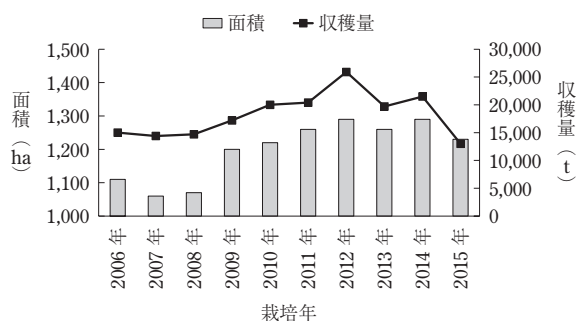


図-4 宮崎県におけるサトイモの栽培面積と収穫量の推移 (農林水産省作況のデータより作成)

## II 不明な発生生態

疫病に対する防除の検討を、本県では2015年より開始したが、突然顕在化したため県内には疫病の対策に関する知見はなく、国内では他県にも参考にできるような知見はほとんどなかった。

国内での発生の記録も、澤田(1919)による当時日本の統治下にあった台湾の菌株についての報告、TAMORI(1964)による沖縄の菌株を用いた報告、桂(1971)による京都府で菌を分離した著述、景山ら(2007)が示した千葉を分離場所とする菌の記載を見つけることができるくらいである。堀(1935)はジャガイモ疫病の研究の一端として *P. colocasiae* を使用しているが、菌の採集地の記載はない。このため、本県内や九州でいつごろから疫病の発生があったのか把握できていないが、桂(1971)の著述から日本本土でもかなり以前から発生していたようである。

また、生態に関する報告としては、先述した TAMORI(1964)の報告と桂(1971)の著述のほかは、2015年に

本県で採集した菌株を用いた宮路ら(2016)と櫛間ら(2016)の報告しか把握できていない。

*P. colocasiae* は、ブーゲンビリア (*Bougainvillea spectabilis*) やニチニチソウ (*Cantharanthus roseus*), コシヨウ (*Piper nigrum*) 等にも感染するとの報告はあるが、これらの記録は確認が必要とされる (SINGH et al., 2012)。堀(1935)は、トマト (*Solanum lycopersicum*) やイヌホオズキ (*Solanum nigrum*) 等の葉に *P. colocasiae* が侵入すると報告している。櫛間ら(2016)は本県内から採集した菌株を用いて、サトイモ、シンゴニウムを含む8科16種の植物葉片での接種試験を行ったが、サトイモ以外への感染は見られていない。*P. colocasiae* の寄主植物は、主にサトイモ属に限られると思われるが、まだ国内における寄主植物については十分に検討されていない。

*Phytophthora* 属菌の卵胞子は環境要因に対して耐性を有し、数年間生存するといわれる (桂, 1971)。*P. colocasiae* は雌雄異株性で、卵胞子を形成するには、A1 および A2 の交配型が必要とされるが (TYSON and FULLERTON, 2007), 頻繁に検出されることはないとされている (NELSON et al., 2011)。桂(1971)の著述には、*P. colocasiae* は菌糸および卵胞子により被害組織で越冬するとともに翌年の伝染源になるという記述はあるが、国内での知見であるか明確でない。県内で *P. colocasiae* の交配型や卵胞子の発生等の調査ははまだ行われておらず、どのように生存し翌年の発生源となっているか明確になっていない。今後の研究が待たれる。

## III マニュアルの作成と対策の検討

生態に関する知見がないと同様に、防除に関する知見もほとんどない。櫛間ら(2016)が数剤の室内試験の結果を示しているが、ほかには芦沢(1971)がパラオ島の事例として加里多用または石灰加用燐酸施用により予防に効果があると記録しているのが確認できるだけである。まだ確認できていない報告などがあるかもしれないが、近年の被害に対応する対策の検討は、ほとんど海外の知見を基に行うしかなかった。

このため、本県では NELSON et al. (2011) の総説を主に参考にしながら、本県における知見を加えて2016年に「サトイモ疫病対策マニュアル」を作成した。このマニュアルには、菌を保持して越冬源となっているであろう前年作の残渣や放置されて野生化したサトイモの処分、種芋の選別と洗浄、疫病の病斑から侵入し被害を大きくする軟腐病対策のために行う薬剤散布と散布作業用通路の確保等圃場の準備、適正な施肥管理等を記載した。本年はこれに新知見を加え、ホームページで公開してい

る。(http://nouyaku-tekisei.pref.miyazaki.lg.jp/nouyaku/user/top/miyazaki)。ただし、海外の知見を主に採用し作成したため、県内で対策の効果を十分に検証していない技術も含まれている。今後検証を重ね、加筆修正を加えていくことになる。マニュアルに記載した技術の要点は以下の通りである。

### 1 重要な耕種的対策と圃場の準備

種芋による疫病の伝搬は強く疑われ、保菌芋を除去することは重要な対策の一つである。また、本県では栽培圃場の周囲に野生化し自生しているサトイモが散見されるため、これらの発生源対策が重要である。2016年5月に、畦などに放置されているサトイモの残渣を県内各産地から採集し、紙コップに滅菌水とともに入れて、葉片を水に浮かべてみたところ、ごく少数ではあるが *P. colocasiae* が検出できた。前年の被害に比較して疫病菌が検出できる芋の個数は少ないものの、残渣や自生サトイモが発生源の一つであると考えられ、耕種的な対策は避けられないようである。

このほかにも圃場の排水対策や種芋の植付深度についても適正に行うよう指導している。効果の程度はわからないものの、芦沢(1971)が施肥と発病の予防について記載しており、NELSON et al.(2011)の総説にも施肥に関する記載があることから、適正な肥培管理を行うこともマニュアルに記載している。

また、昨年作まではサトイモ疫病に農薬登録のある殺菌剤はなかったが、少なくとも疫病菌から発生し、茎葉を腐敗させ被害をさらに大きくさせる軟腐病対策として、いも類の軟腐病に農薬登録のある炭酸水素ナトリウム・銅水和剤を散布する必要があった。本年作からは、疫病に対して農薬登録を取得した剤が2剤(後述)あり、薬剤防除が定期的実施されることになる。しかし、繁茂した茎葉に分け入って薬剤散布することは、作業によってさらに茎葉を折損し、疫病菌をまん延させることになるため、散布作業用の通路を確保する必要がある。鉄砲ノズルを使用した場合、散布場所から10m先の株元には薬剤の付着が悪かったが、5m先の株元には付着がよかったことから、少なくとも10mおきに散布作業用通路を作成するように記載している。

### 2 薬剤の計画的な散布

本県と同様にサトイモ疫病の被害が出ている県と協力し、2015年から農薬の新規登録試験に着手した。疫病の被害の大きさをよく理解していただいた関係各位の協力により、2017年5月1日現在で、炭酸水素ナトリウム・銅水和剤と、アゾキシストロピン水和剤がサトイモの疫病に登録された。本年作からは、耕種的対策と合わせ効

果的な薬剤散布を実施することになる。

## IV 薬剤の効果

### 1 炭酸水素ナトリウム・銅水和剤

2014年当時から炭酸水素ナトリウム・銅水和剤は「いも類」の軟腐病に農薬登録があったため、疫病の病斑から感染して被害を一層激しくする軟腐病対策として使用したところ、疫病と軟腐病の被害を軽減する効果が認められたため、効果確認試験を実施した(竹島・寺原、未発表)。本剤は、成分から疫病に限らず罹病した葉や茎の病斑を治療する効果は期待できない。しかし、2016年6月2日、同15日、7月1日に1,000倍液を散布した事例では、明らかに発病を遅らせ、また症状を軽くする効果がある(表-1)。また、6月8日から9月8日までほぼ毎週に合計13回の散布をしたとき、完全な防除効果を得ることができた(表-2)。本試験の株数は20株と少ないが、近隣の株で発生が多いことを考えると、散布した薬剤がしっかりと付着しているなら、剤の力価としてはこれくらいの防除効果はあるといえる。また、露地作で薬剤散布を毎週行うことは現実的ではないものの、剤の成分である銅は耐性菌の発生リスクが低く、炭酸水素ナトリウムは耐性菌が未発生である。一般的な化学合成農薬とは異なり総使用回数に制限がないことから、このような連続使用は可能である。

前述した通り、サトイモに疫病が発生すると、その病斑から軟腐病菌に感染し、茎葉が溶けるように失われる。また、茎の途中で病斑部から茎が折れ、少しでも光合成ができるような葉すら残らない(図-2)。しかし、炭酸水素ナトリウム・銅水和剤を散布していると、散布した株の茎は発病が明らかに少なくなる。図-5にある白いラベルより奥は、炭酸水素ナトリウム・銅水和剤が散布してあり、茎に病斑がない。しかし、散布していない手前の株の茎には、疫病の病斑が見える。実際に、疫病菌の接種前に1回、接種後に2回の合計3回散布した区と、無散布の区の葉の枚数は有意な差が生じる。つまり、炭酸水素ナトリウム・銅水和剤を散布していないところでは、疫病菌に感染した茎が折れて発病がないか発病が少ない綺麗な葉が残り、病斑が見えなくなりやすい。一方で、防除していない畑では、感染した茎葉が早々に倒伏するので、一見すると残っている発病の少ない茎葉だけが目につき、実際の発病よりも症状が少ない印象を受ける。逆に、散布している畑では茎葉が折損する数が少ないので、葉の病斑が目立つことがある。このことは、防除開始が遅くなることや炭酸水素ナトリウム・銅水和剤の効果を過小評価することにつながり、場

表-1 炭酸水素ナトリウム・銅水和剤散布によるサトイモ疫病の発病遅延効果

| 区              | 散布倍率  | 7月1日    |      | 7月7日    |      | 防除価  |
|----------------|-------|---------|------|---------|------|------|
|                |       | 発病株率(%) | 発病程度 | 発病株率(%) | 発病程度 |      |
| 炭酸水素ナトリウム・銅水和剤 | 1,000 | 0       | 0    | 33.3    | 6.1  | 80.6 |
| 無処理            | -     | 0       | 0    | 75.0    | 31.4 |      |

注) 散布日は6月2日, 同15日, 7月1日.

表-2 炭酸水素ナトリウム・銅水和剤連続散布によるサトイモ疫病の防除効果 (2016)

| 区     | 調査日 |      |      |     |      |      |              |
|-------|-----|------|------|-----|------|------|--------------|
|       | 7/7 | 7/15 | 7/22 | 8/3 | 8/10 | 8/23 | 9/9          |
| 連続防除区 | 0   | 0    | 0    | 0   | 0    | 0    | 0            |
| 無防除区  | 0   | 0    | 0    | 0   | 11.5 | 19.8 | 43.6<br>生育遅延 |

注) 数値は被害度. 6月8日から9月8日まで, ほぼ毎週に合計13回の散布をした.

表-3 農薬登録された剤のサトイモ疫病に対する防除価

| 薬剤             | 散布倍率  | 散布回数     | 被害葉率 | 被害程度 | 防除価   |
|----------------|-------|----------|------|------|-------|
| アゾキシストロピン水和剤   | 2,000 | 菌接種後から2回 | 27.1 | 10.7 | 79.4* |
| 炭酸水素ナトリウム・銅水和剤 | 1,000 | 菌接種前から3回 | 56.2 | 28.4 | 45.3* |
|                |       | 菌接種後から2回 | 64.1 | 49.5 | 37.6  |
| 無防除            |       | なし       | 75.6 | 79.4 | 0     |

注) 数値は, 最終散布10日後の値. 防除価は数試験から抜粋して示しているため, ※の値は表に示した数値から算出した値とは一致しない.



図-5 薬剤散布による効果 (ラベルより奥は炭酸水素ナトリウム・銅水和剤が散布しており, 茎に病斑がない. 手前の株の茎にあるのがサトイモ疫病の病斑)

## 2 アゾキシストロピン水和剤

炭酸水素ナトリウム・銅水和剤が完全な予防剤であるのに対して, アゾキシストロピン水和剤は, 発病開始後でもある程度の防除効果が期待できる (表-3)。発病後でも防除効果があるという表現から, 完全な治療効果がある剤だと飛躍して考えがちだが, 炭酸水素ナトリウム・銅水和剤に比べればということを理解し, 過大な期待をしてはならない。また, 総使用回数は3回に制限されていることから, 計画的に使用しなければならない。しかし, 発病開始後に散布を開始しても, ある程度の防除価が得られることは重要で, 炭酸水素ナトリウム・銅水和剤と組合せて体系的に利用し, 発病のごく初期の, これからまん延しそうなときにピンポイントで使用することで, 高い効果が得られると思われる。

## V 薬剤使用時の注意点

疫病の薬剤防除試験を行っているとき, 疫病が激発した株に近い株では, 大量の菌による感染圧力が高いため炭酸水素ナトリウム・銅水和剤, アゾキシストロピン水和剤の両剤とも長い散布間隔で薬剤散布をしても発病を止

合によっては炭酸水素ナトリウム・銅水和剤の散布は防除効果が低いものと見做して, 連続した散布が行われないうことになってしまうことがある。このことをしっかりと理解して, 畑の印象にとらわれることなく, 定期的に連続して散布することが必要である。

めることができない。付近に発病した株があれば、新しい茎葉が新生してくる間隔で薬剤を散布する必要がある。これは、栽培畑の付近に野生化しているサトイモがある場合も同じで、その野生株で疫病が発生してきたなら、栽培株には短い間隔で繰り返し薬剤散布をしなければならないことになる。そのため、野生化したサトイモや分解されていない残渣等、伝染源を畑の周囲に放置しないことは薬剤の防除効果を得るうえでも重要な対策である。

また、サトイモの葉は薬害を発生しやすく、展着剤を加用した水を散布するだけでも薬害が発生することがある。特に高温時には薬害が発生する傾向がある(黒木ら、2017)が、疫病の防除を行う梅雨の合間の晴天時には葉温が40℃近くになることもあるので、できるだけ気温が比較的低く薬液が乾く時間に薬剤散布を行うことが望ましい。

2剤が農薬登録されたが、潤沢な薬剤を自由に選択できる状況ではないので、薬剤の特徴を理解し、作物の生長や気象の変化を考慮しながら、計画的かつ連続して散布しなければならない。

### おわりに

サトイモは収穫・出荷調整作業には労力がかかるものの、栽培が比較的容易なことから、広く栽培されてきた。発生する病害虫の種類も少なく、栽培途中の薬剤散布はハスモンヨトウなど一部の害虫対策を行う程度で、殺菌剤の散布を必要とする病害の被害はこれまでなかった。

しかし、疫病の発生により殺菌剤の計画的かつ連続使用が必要になり、さらに栽培圃場付近に自生している株の対策や、散布作業用通路の確保等、これまで行ってこなかった対策を総合的に実施しなければならなくなった。疫病に対して実施できる対策は限られており、この総合的対策が実施できない場合には、栽培が継続できないという厳しい状況にある。

疫病が問題となっているのは、現在のところ本県のほかに2県ほどであると把握しているが、なぜ疫病の被害がこれほど急激に深刻化したのか全く不明であり、全国的に被害が拡大する危険性もある。今後は、関係機関と連携しながら、疫病の基本的な生態解明、防除法の確立・改善、新規剤の農薬登録促進を図っていくことになるが、一刻も早く、疫病の被害から産地が脱却できるよう技術開発をしていきたいと考えている。

### 引用文献

- 1) 芦沢安平 (1971): 熱帯農業 15(3): 203 ~ 205.
- 2) 堀 正侃 (1935): 日植病報 5(1): 79 ~ 82.
- 3) 景山幸二ら (2007): 植物防疫 特別増刊号 17: 6 ~ 12.
- 4) 桂 瑞一 (1971): 植物の疫病 理論と実際, 誠文堂新光社, 東京, 128 pp.
- 5) 櫛間義幸ら (2016): 九病虫 62: 138.
- 6) 黒木修一ら (2017): 宮崎総農試報 51: 19 ~ 26.
- 7) 宮路寛輝ら (2016): 日植病報 82(1): 78.
- 8) NELSON, S. et al. (2011): Plant Disease Bulletin No.PD-71: 1 ~ 14.
- 9) 澤田謙吉 (1919): 農事試験場特別報告 第19号 台湾産菌類調査報告 第1編, 695 pp.
- 10) SINGH, D. et al. (2012): Agriculture 2(3): 182 ~ 203.
- 11) TAMORI, M. (1964): Journal of Okinawa Agriculture 3(2): 43 ~ 49.
- 12) TYSON, J. L. and R. A. FULLERTON (2007): Australasian Plant Disease Notes 2(1): 111 ~ 112.

## 発生予察情報・特殊報 (29.5.1 ~ 5.31)

各都道府県から発表された病害虫発生予察情報のうち、特殊報のみ紹介。発生作物：発生病害虫 (発表都道府県) 発表月日。都道府県名の後の「初」は当該都道府県で初発生の病害虫。

※詳しくは各県病害虫防除所のホームページまたはJPP-NET (<http://web1.jppn.ne.jp/>) でご確認下さい。

- トルコギキョウ：斑点病 (大分県：初) 5/1
- ラナンキュラス：葉化病 (香川県：初) 5/2

- トルコギキョウ：斑点病 (熊本県：初) 5/31

## 研究報告

イネ稲こうじ病の薬剤散布適期判定システムを  
基盤とした薬剤防除

農研機構 中央農業研究センター 芦 澤 武 人

## はじめに

イネ稲こうじ病（病原菌 *Villosiclava virens*, 不完全世代 *Ustilaginoidea virens*）(TANAKA et al., 2008) は、穂の籾に暗緑色の病粒が形成される病害である。近年の気象変動により、特定の地域でなく全国的に発生が多い。2007～16年の間で被害面積が10万haを超える年が6回出現しており、延べ防除面積も6万ha程度の高い値を維持している（図-1）。発生面積が多いことが根拠となり、農林水産省は2016年4月1日から植物防疫法における指定有害植物に指定した。

本病は土壤中に生残する厚壁胞子によりイネの移植後に根から感染する（SCHROUD and TEBEEST, 2005；TANAKA et al., 2017）が、栄養生長期には葉や葉鞘等地上部での病徴が見られないため、発生予察の巡回・定点調査等に基づいて予測情報を発信することは困難である。しかし、近年の発生生態の報告（ASHIZAWA et al., 2010）とリアルタイムの気象情報を利用して、適期に薬剤散布するための防除情報を発信するウェブプログラム（システム）を構築することができた。本稿では、本システムの紹介と発生生態から薬剤防除に至るまでの道筋を決めることができる薬剤防除マニュアルについて紹介する。

## I 薬剤散布適期判定システム

## 1 概要（図-2）

利用者は、パーソナルコンピュータ上でウェブブラウザを利用できる環境から本システムのホームページ（<http://150.26.154.181/renew/login.php>）にアクセスする。薬剤の散布適期情報などを電子メールで配信するためにウェブ上で登録作業を行う。システムサーバは毎日、農林水産研究情報総合センターの気象データサーバからリアルタイムのアメダスデータを取得し、登録条件に従って計算を行う。設定した条件に達すると自動で電子メ

ールがユーザーに配信される。また、システムにアクセスすれば、昨日までの株当たり病粒数の予測値をグラフ表示で見ることができる。アメダスデータは2001年から現在まで登録しているため、過去の発生量に及ぼす気象要因の解析や薬剤散布適期の推定にも利用できる。

## 2 電子メールの配信

登録したアメダス地点の気象データの中で、日平均気温を利用してイネの移植日から毎日の積算気温を計算し、薬剤散布適期開始日として登録した積算気温に達すると電子メールが配信される。この日が薬剤散布のために最も重要な防除情報であるが、それ以外にも表-1のように合計七つの電子メールを配信する機能がある。防除の有無を意思決定するためには、「株あたり病粒数の任意の設定値」を超えたときに配信される電子メールが必要であるが、現時点では本目的に利用することは困難である。しかし、現在9日間先予報を取り込んだ気象データを利用するシステムを開発中であり、今後発生リスクの予測結果を利用して薬剤散布の有無を決定することが可能となる。

## 3 株当たり病粒数

設定したイネの移植日から日平均気温を積算し、幼穂形成期として設定した積算気温に達した日から、1日間に0.5mm以上の降雨があった日に、次式（芦澤, 2014）

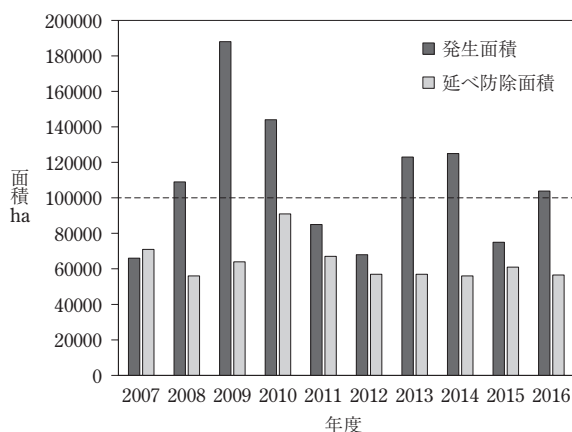


図-1 全国のイネ稲こうじ病の発生面積と延べ防除面積

Timely Fungicide Application Against the Rice False Smut Disease Based on a Decision Support System. By Taketo ASHIZAWA

（キーワード：イネ稲こうじ病，システム，農薬，土壤伝染性病害，予測）

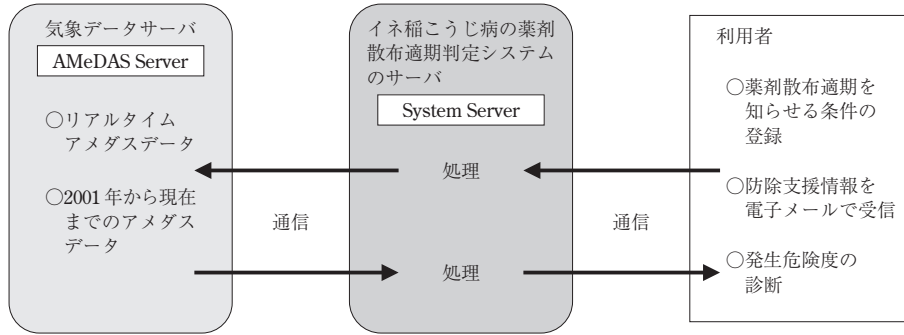


図-2 システムの概略

表-1 電子メールの配信順序 (芦澤, 2017)

| 電子メール | 配信情報                   |
|-------|------------------------|
| 1     | 出穂期 40 日前              |
| 2     | 幼穂形成期                  |
| 3     | 薬剤散布適期開始日              |
| 4     | 出穂期 20 日前              |
| 5     | 任意に設定した株当たり病粒数の閾値を超えた日 |
| 6     | 薬剤散布適期終了日              |
| 7     | 出穂期                    |

注) 電子メール 2 は株当たり病粒数の予測値の計算開始日に該当する。

を用いて株当たり病粒数 (個) を積算するアルゴリズムを作成した。

$$NI = c \sum_{i=1}^n Ri \cdot P \cdot f$$

ここで、 $NI$  は株当たり病粒数、 $c$  は降雨の頻度当たり病粒増加数、 $Ri$  は降雨の頻度 (度数)、 $P$  は土壤菌量、 $f$  は品種の圃場抵抗性程度を表す。この計算は、出穂期に達した日に終了する。なお、計算期間である幼穂形成期から出穂期までに 10 日間連続して降雨がないと発生量が著しく減少する事例が認められたため、この条件に該当するときは、株当たり病粒数に感染抑制係数を乗じた計算結果を出力するように設定した。

#### 4 薬剤

防除に使用する薬剤の情報を登録するために、薬剤名、散布適期の期間、防除効果を入力する項目を設けた。防除効果は、0 ~ 1 までの数値を設定でき、例えばシメコナゾール剤は 0.1、銅剤は 0.01 がデフォルト値であり、株当たり病粒数の予測値にこの値を乗じた値を用いて防除効果を、グラフ表示により視覚的に理解したり比較したりすることができる。

表-2 土壤菌量と発生リスクとの関係

| Ct 値 (菌量) | 発生リスク | 発生量の聞き取り調査           |
|-----------|-------|----------------------|
| 39 以上     | なし    | 圃場をくまなく探しても病粒が見つからない |
| 37        | 微発生   | 畦畔際からよく観察するとわずかに見つかる |
| 35        | 少発生   | 圃場内に病粒が散見される         |
| 33        | 中発生   | 一見して病粒が認められる         |
| 31        | 多発生   | 圃場が真っ黒に見える           |
| 30 以下     | 甚発生   | 圃場が真っ黒に見え、病粒が鈴なり     |

注) 菌量は、値の把握のしやすさを優先して便宜的に Ct 値を用いている。発生量の聞き取り調査ともおおよその整合性がある。

#### 5 土壤菌量

土壤からの DNA 抽出 (KAGEYAMA et al., 2003) とリアルタイム PCR による菌量測定法 (ASHIZAWA et al., 2010) を用いて得たデータを入力するが、近年の調査結果から、菌量と発生リスクには表-2 の関係が成り立つことが明らかになっている。このため、聞き取り調査結果だけでもおおよその菌量が推定でき、その値を用いてもよい。

#### 6 品種と圃場抵抗性

品種は「コシヒカリ」の圃場抵抗性程度の値を「1.0」をデフォルトの基準 (ASHIZAWA et al., 2011) として、これより罹病性の品種は大きい数値を、抵抗性の品種は小さい数値を設定する。また、主要な品種はデフォルトで用意しているので、基本的にはその中から選択するだけである。

#### 7 診断条件の設定・登録

イネの移植日、品種と圃場抵抗性、土壤菌量、薬剤の種類と閾値を選択し、イネの移植日から幼穂形成期までと出穂期までの積算気温、散布適期開始・終了日の積算気温を入力して登録する。これに加えて、出穂期 40 日前や 20 日前の積算気温も登録しておく、薬剤の準備などを忘れていても薬剤を急遽購入するまで時間があり、出穂期までの日数の推定値を知ることできる。

表-3 イネ稲こうじ病の薬剤散布適期判定システムの現地圃場の設定条件 (芦澤, 2017)

| 年次   | 地点         | アメダス地点 | 品種名                | イネの移植日 | 積算気温 (°C)                  |      | Ct 値<br>(土壌菌量 pg) | 薬剤の種類 <sup>c)</sup> |
|------|------------|--------|--------------------|--------|----------------------------|------|-------------------|---------------------|
|      |            |        |                    |        | 出穂期<br>30 日前 <sup>a)</sup> | 出穂期  |                   |                     |
| 2013 | 新潟県見附市     | 三条     | コシヒカリ              | 5月3日   | 1916                       | 2459 | 31.0 (3.53)       | 撒粉ボルドー粉剤 DL         |
| 2013 | 熊本県山都町     | 高森     | ヒノヒカリ              | 4月26日  | 1300                       | 1880 | 38.24 (0.043)     | Zボルドー粉剤 DL          |
| 2014 | 秋田県秋田市 1   | 岩見山内   | あきたこまち             | 5月10日  | 891                        | 1562 | 34.24 (0.49)      | ドイツボルドー A           |
| 2014 | 秋田県秋田市 2   | 岩見山内   | あきたこまち             | 5月10日  | 891                        | 1562 | 34.24 (0.49)      | ラブサイドベフラン           |
| 2014 | 山形県鮭川村     | 新庄     | コシヒカリ              | 5月29日  | 1042                       | 1757 | 31.98 (1.94)      | モンガリット粒剤            |
| 2014 | 新潟県上越市     | 高田     | 商用品種 <sup>b)</sup> | 5月5日   | 1557                       | 2343 | 29.54 (8.58)      | モンガリット粒剤            |
| 2014 | 茨城県常陸大宮市 1 | 水戸     | コシヒカリ              | 5月11日  | 1000                       | 1650 | 30.86 (3.84)      | ドイツボルドー A           |
| 2014 | 茨城県常陸大宮市 2 | 水戸     | コシヒカリ              | 5月6日   | 1000                       | 1650 | 34.98 (0.31)      | ドイツボルドー A           |
| 2014 | 熊本県山都町 1   | 阿蘇乙姫   | ヒノヒカリ              | 6月1日   | 1159                       | 1778 | 35.59 (0.22)      | Zボルドー粉剤 DL          |
| 2014 | 熊本県山都町 2   | 阿蘇乙姫   | ヒノヒカリ              | 6月1日   | 1159                       | 1778 | 32.61 (1.32)      | Zボルドー粉剤 DL          |

a) ヒノヒカリは25日前.

b) 非公開.

c) 薬剤のパラメータ値は、撒粉ボルドー粉剤 DL・Zボルドー粉剤 DL・ドイツボルドー A で 0.01, ラブサイドベフランで 0.5, モンガリット粒剤で 0.1 を利用.

表-4 一般圃場における薬剤散布適期判定の現地実証 (芦澤, 2017)

| 年    | 地点         | 散布適期開始～終了日の予測 (実測) <sup>a)</sup> | 散布月日実測 |
|------|------------|----------------------------------|--------|
| 2013 | 新潟県見附市     | 7月12日～7月23日 (7月12日～7月23日)        | 7月16日  |
| 2013 | 熊本県山都町     | 7月28日～8月8日 (7月30日～8月10日)         | 8月6日   |
| 2014 | 秋田県秋田市 1   | 7月12日～7月26日 (7月13日～7月24日)        | 7月22日  |
| 2014 | 秋田県秋田市 2   | 7月12日～7月26日 (7月13日～7月24日)        | 7月22日  |
| 2014 | 山形県鮭川村     | 7月25日～8月1日 (7月22日～7月30日)         | 7月28日  |
| 2014 | 新潟県上越市     | 7月28日～8月4日 (7月25日～8月1日)          | 7月30日  |
| 2014 | 茨城県常陸大宮市 1 | 6月30日～7月13日 (7月6日～7月17日)         | 7月10日  |
| 2014 | 茨城県常陸大宮市 2 | 6月30日～7月13日 (7月8日～7月19日)         | 7月13日  |
| 2014 | 熊本県山都町 1   | 7月31日～8月13日 (8月7日～8月18日)         | 8月11日  |
| 2014 | 熊本県山都町 2   | 7月31日～8月13日 (8月7日～8月18日)         | 8月11日  |

a) 括弧内の月日は、実際の出穂期から逆算して計算した薬剤の散布適期期間.

表-5 現地圃場における株当たり病粒数および出穂期の予測 (芦澤, 2017)

| 年    | 地点         | 株当たり病粒数 (個) |                    | 出穂期の予測値<br>(予測誤差) |
|------|------------|-------------|--------------------|-------------------|
|      |            | 予測値         | 実測値                |                   |
| 2013 | 新潟県見附市     | 0.093       | 0.88 <sup>a)</sup> | 8月2日 (±0)         |
| 2013 | 熊本県山都町     | 0.00004     | 0                  | 8月20日 (+1)        |
| 2014 | 秋田県秋田市 1   | 0.004       | 0.017              | 8月3日 (+4)         |
| 2014 | 秋田県秋田市 2   | 0.21        | 0.18               | 8月3日 (+4)         |
| 2014 | 山形県鮭川村     | 1.27        | 0.03               | 8月12日 (+3)        |
| 2014 | 新潟県上越市     | 3.1         | 1.9                | 8月15日 (+3)        |
| 2014 | 茨城県常陸大宮市 1 | 0.031       | 0.0004             | 7月27日 (-3)        |
| 2014 | 茨城県常陸大宮市 2 | 0.031       | 0.007              | 7月29日 (-5)        |
| 2014 | 熊本県山都町 1   | 0.003       | 0.078              | 8月28日 (-6)        |
| 2014 | 熊本県山都町 2   | 0.11        | 0.05               | 8月28日 (-6)        |

a) 薬剤散布後に降雨あり (7月17日 46.5 mm, 18日 17.5 mm).

## 8 システムによる薬剤の散布適期と発生量の予測の適合性

2013～14年の2か年で、秋田・山形・茨城・新潟・熊本の各県で実証試験を行った(芦澤, 2017)。表-3のように本システムに必要な情報を登録し、電子メールによる薬剤防除情報を参考に薬剤散布を実施した結果、いずれの地点でも散布日は実際の出穂期から算出した薬剤の散布適期内に収まっていた(表-4)。なお、出穂期予測の誤差は10地点平均で±3.5日であり、実用上問題ない範囲である。また、薬剤による防除効果を株当たり病粒数の値(表-5)を利用して比較した結果、8地点で実測と予測で大きな違いがないが、1地点で薬剤散布後の降雨が原因と考えられる発病の増加が認められた。また、1地点で2桁以上の大きな差があった。このように、気象データを利用した病害予測モデルとしては比較的当てはまりがよいシステムであると判断されるが、今後より精度を向上させる必要がある。

## II 薬剤防除マニュアル

### 1 防除

本病の発生生態から防除に至るまでの過程をまとめたマニュアルを作成し公開している([http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/laboratory/narc/manual/058289.html](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/narc/manual/058289.html))。土壌菌量の測定値から判断される発生リスクに応じて薬剤散布を行うためには、農家、普及支援組織、JA、試験研究機関が連携して取り組むことが重要となる。まず、①試験研究機関が土壌菌量の測定を行い、圃場の発生リスクを分類する。②次に普及センターもしくはJA職員がシステムに登録し、散布適期情報を得る。③圃場で1～5cm程度の幼穂が形成されていることを農家・普及センター・JA職員のいずれかが確認する。④農家による薬剤散布を行う。これを実践することで本病を確実に防除することが可能となっており、多くの地域で普及している。

### 2 薬剤散布予定日の決定シート

マニュアル中には、農家の意思決定を確実にするための資料として、「薬剤散布日の事前決定シート」を綴じ

込んでいる。これを農家に手渡しをして、平年の出穂期から計算した薬剤の防除予定日(銅剤であれば出穂期-15日、シメコナゾール剤であれば-18日)にペンで○印を付けてもらい、カレンダーに貼り付けておいてもらうとその日に防除するように予定を組んでくれる。基本的に散布適期の中日を指定しているため、防除時期を逸することはないが、近年は気象変動が激しく、出穂期が前後することが多々ある。これをシステムによる薬剤散布適期日の配信情報から判断して補正した情報を農家に伝達し、当日前後の天気予報から判断して雨の降らない日に薬剤を散布することで、より確実に防除できる。

## おわりに

本システムを改良して、現在1km-メッシュ農業気象データ(大野, 2014)や出穂期予測モデルを導入した新システムの開発を進めている。また、関係諸団体からの要望で、スマートフォン向けアプリケーションの開発も視野に入れたプログラム開発を遂行する予定である。これらの開発により、適期防除を支援する身近なツールが今後整備されることが期待される。

一方、土壌伝染性である稲こうじ病は、近年土壌に資材を処理したり、既存の薬剤を組合せて処理したりすることで、より高い防除効果をあげられることが明らかになってきている。今後は土壌菌量ごとに、効果的で安価な資材をメニュー化して提示することが必要であると考えている。無理・無駄のない防除を実践するためにも、今後これら技術が異なる種類の土壌に対する効果の実用性と資材投入のコスト・ベネフィットを十分検討する必要がある。

## 引用文献

- 1) ASHIZAWA, T. et al. (2010): Eur. J. Plant Pathol. 128: 221～232.
- 2) ———— et al. (2011): J. Gen. Plant Pathol. 77: 10～16.
- 3) KAGEYAMA, K. et al. (2003): J. Gen. Plant Pathol. 69: 153～160.
- 4) 芦澤武人 (2014): 関東東山病虫研報 61: 18～22.
- 5) ———— (2017): 農研機構研究報告中央農研 1: 1～12.
- 6) 大野宏之 (2014): 中央農研研究資料 9: 1～77.
- 7) SCHRoud, P. and D. O. TEBEEST (2005): AAES Res. Ser. 540: 143～151.
- 8) TANAKA, E. et al. (2008): Mycotaxon 106: 491～501.
- 9) ———— et al. (2017): Plant Pathol. 66: 56～66.



## 研究報告

侵入害虫クロテンコナカイガラムシの  
性フェロモンとその利用法農研機構 中央農業研究センター 田 端 純<sup>じゅん</sup>

## はじめに

クロテンコナカイガラムシ *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (図-1, 口絵①) は近年侵入が確認された害虫で、これまでに佐賀県・福岡県・愛知県・山口県のアサギトマト、食用トレニア・キンギョソウにおける被害が各県からの病虫害発生予察特殊報で報じられている。本種は世界各地で様々な果樹や果菜等の農作物に被害をもたらしており、日本国内でも深刻な農業害虫となり得る重要な侵入種である。このため、さらなる侵入や分布拡大を防ぐ対策を講じる必要がある。本種の発生状況の把握や検出を行うための資材として、強力かつ種特異的な誘引性を発揮する性フェロモンが、有用と考えられる。本稿では、本種を中心としたカイガラムシ類の性フェロモンの化学構造や特徴、害虫防除への利用法を紹介する。

## I 急速に分布を拡大しつつあるクロテンコナカイガラムシ

2005年、パキスタンのパンジャブ州からインド州の綿花栽培において未知のコナカイガラムシが大発生した。その対応のために大量の殺虫剤の投入が強いられたため、当地の農業関係者は大きな経済的被害を被った。この害虫は瞬間に隣接するインド北部を含む綿花栽培地帯にまん延し、*Phenacoccus gossypiphilus* Abbas and Arif との裸名（記載あるいは文献参照が不十分なため学名として認められなかった名称）のもとで数々の報告がなされた。しかし、その後の詳細な形態的な比較から、この害虫は北アメリカ南西部から中南米に分布するクロテンコナカイガラムシ *Phenacoccus solenopsis* と同定された (HODGSON et al., 2008)。

それ以降、世界各地からクロテンコナカイガラムシによる被害が報告されるようになった。2007年にヨーロッパや東南アジア、2008年に中国や西アフリカ、2010

年にオーストラリアで侵入が確認されている (FAND and SUROSHE, 2015)。これらはいずれも中南米から寄主植物とともに持ち込まれたものと考えられている。ただし、少なくともナイジェリアでは1993年に採集された本種の標本が存在する (HODGSON et al., 2008) ので、地域によっては20年以上前から定着していたようである。

日本では、2012年にはじめて南西諸島に分布していることが報告されたが (TANAKA and UESATO, 2012)、その後本土にも侵入していることが確認された (田中・田端, 2014)。九州地方では露地の雑草に寄生している個体群も見つかっているため、ある程度の耐寒性・越冬性を備えていると考えられる。また、本種は広食性の昆虫で、ナス科やウリ科、マメ科等を含む18科55種以上の植物に寄生することが知られており (HODGSON et al., 2008)、日本国内の野外条件下でも定着できる可能性が高い。

原記載地である北アメリカ南西部(ニューメキシコ州)ではヒアリの一種 (*Solenopsis invicta* Buren) と密接な共生関係にあることが知られており、この巣の中から発見されている (TINSLEY, 1898)。ヒアリの増殖はクロテンコナカイガラムシの排出する甘露を摂取することで大きく促進され、逆にヒアリの随伴によりクロテンコナカイガラムシのコロニーは寄生蜂などの外敵から守られている。また、後述するように分散能力に乏しいクロテンコナカイガラムシの移動には、ヒアリによる運搬が欠かす

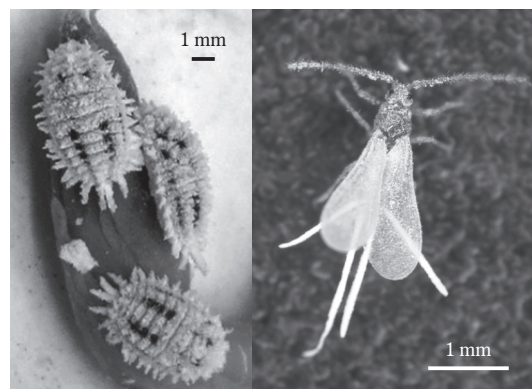


図-1 クロテンコナカイガラムシのメス成虫(左)とオス成虫(右)

Sex Pheromone of the Cotton Mealybug and Its Potential Applications. By Jun TABATA

(キーワード: カイガラムシ, 性フェロモン, 侵入害虫, 発生予察, 交信攪乱)

ことができない。これらの共生関係は侵入地における適応にも影響しているらしく、両者がともに侵入した中国では、クロテンコナカイガラムシの恩恵をより強く受ける侵入種の *S. invicta* が在来のアリ類を駆逐して強固な共生関係を築く様子が観察されている (Zhou et al., 2012)。このような共生システムが両者の侵入成功に寄与することは想像に難くない。

一方で、北アメリカ南西部の個体群と侵入地であるアジア・アフリカの個体群では形態や生態がやや異なる (Hodgson et al., 2008)。また、同じ地域個体群であっても、採集された季節によって体サイズや斑紋等の形態的特徴に変異が見られる (Zhao et al., 2014)。そのため、これらの変異は遺伝的な要因よりも、環境的な要因によって誘導されるものと考えられている (Hodgson et al., 2008)。特に、北アメリカ南西部の個体群とアジアの個体群では植物に寄生する部位が顕著に異なる。すなわち、北アメリカ南西部の個体群では、ヒアリの巣の中から発見されているように、主として植物の根などの地下部に寄生している。しかし、日本を含むアジアの個体群では植物の地上部 (茎や葉、花芽等) に寄生する。原記載地の北アメリカ南西部 (ニューメキシコ州やカリフォルニア州) の夏は極度に暑く乾燥するのに対し、アジアは一般に多湿である。このような湿度条件の違いがクロテンコナカイガラムシの寄生部位の変異に影響している

と考えられている (Hodgson et al., 2008)。

## II クロテンコナカイガラムシの性フェロモン

侵入害虫のモニタリングや検疫には性フェロモンを誘引源としたトラップが役立つ (田端, 2010)。クロテンコナカイガラムシは両性生殖で繁殖し、オス成虫は主に早朝に群飛してメス成虫を探索する (Hodgson et al., 2008)。そこで、筆者らは本種のメス成虫が放出する匂いの中から、オス成虫を誘引する性フェロモン成分を単離し、その構造の解析を試みた (Tabata and Ichiki, 2016)。

まず、クロテンコナカイガラムシのメス成虫約 33,600 頭分に相当する量の匂いを吸引捕集によって収集し、有機溶媒で溶出して粗抽出物を得た。この粗抽出物を液体クロマトグラフィーおよびガスクロマトグラフィーによって順次分画し、それぞれのフラクションに対するオス成虫の反応行動を直径 9 cm のシャーレ内で検定した。その結果、オス成虫に対し誘引活性を示す成分が一つだけ見つかったので、この成分を連続分取ガスクロマトグラフィーによって単離した。高分解能質量分析計と核磁気共鳴分光計を併用した化学分析によって、この成分の構造をセネシオ酸 (2,2-ジメチル-3-イソプロピリデンシクロブチル) メチルと決定した (図-2)。

また、この物質には (R)-(-)-体と (S)-(+)-体の二つの鏡像異性体が存在するが、鏡像体選択的な有機合成に

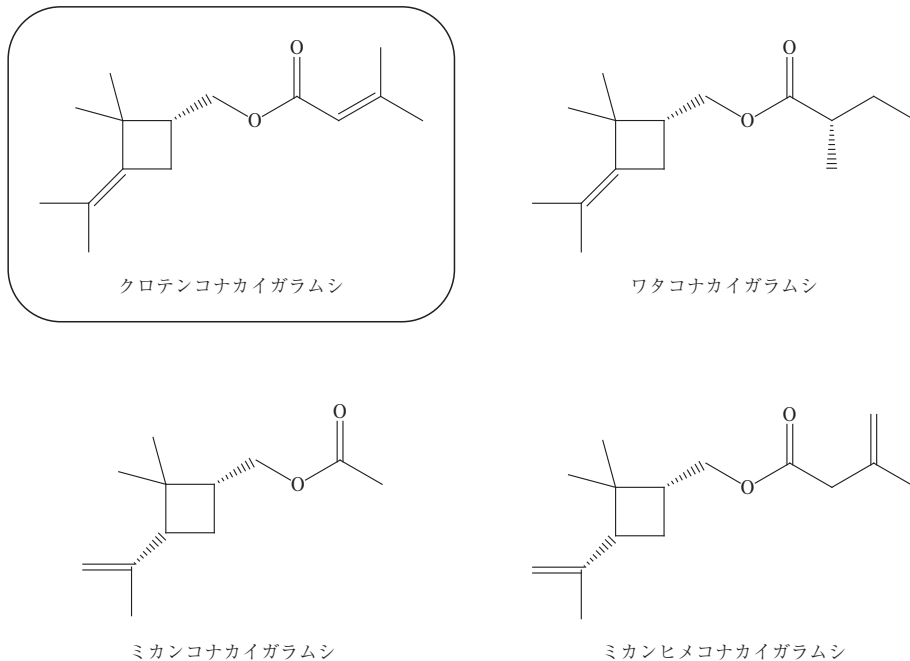


図-2 クロテンコナカイガラムシの性フェロモンと類似した構造の他種の性フェロモン

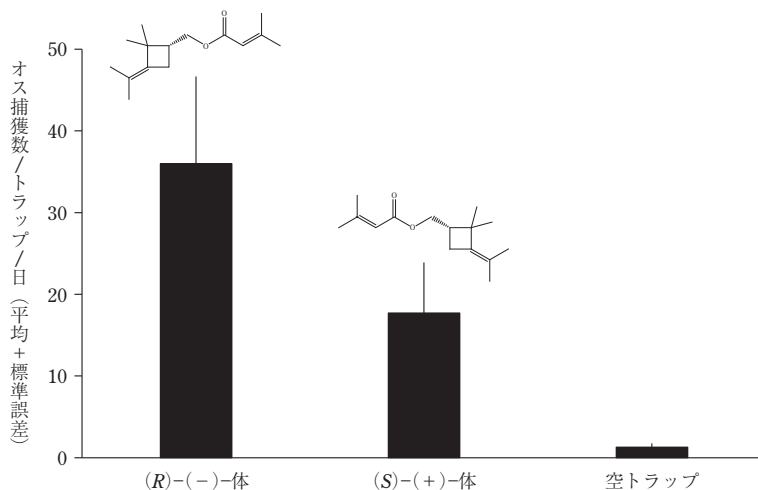


図-3 クロテンコナカイガラムシの合成性フェロモンに対するオスの反応性

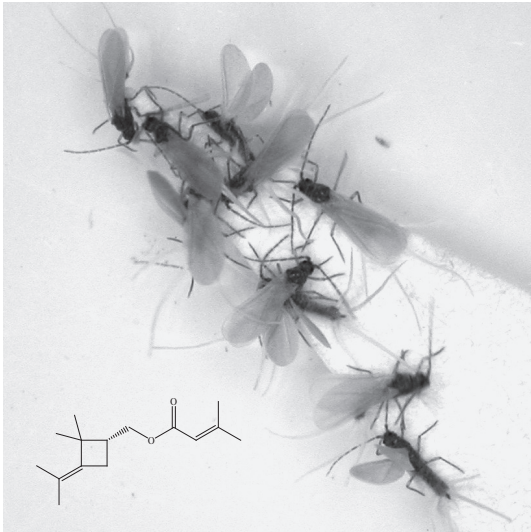
より、クロテンコナカイガラムシの性フェロモン成分が(R)-(-)-体であることもわかった。さらに、(R)-(-)-体(0.1 mg)を誘引源とした粘着トラップ(11×22 cm)には多くのオス成虫が捕獲されることを確認した(図-3)。この物質は(+)- $\alpha$ -ピネンから鏡像体選択的に合成することができるので、トラップ用の誘引剤として活用可能と考えられる。

クロテンコナカイガラムシを含むカイガラムシ類の性フェロモンは一般にテルペンと呼ばれる骨格的特徴を持つ化合物のアルコールとカルボン酸のエステルである(TABATA et al., 2017)。クロテンコナカイガラムシの性フェロモンはテルペン部位に四つの炭素が環化した四員環を有する。四員環を含む性フェロモンは、クロテンコナカイガラムシのほかにミカンコナカイガラムシ *Planococcus citri* (Risso) (BIERI-LEONHARDT et al., 1981), ミカンヒメコナカイガラムシ *Pseudococcus cryptus* Hempel (ARAI et al., 2003), ワタコナカイガラムシ *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (ZHANG et al., 2004) から見つかっている(図-2)。いずれのフェロモンもテルペン部位に共通した基本骨格を持つが、クロテンコナカイガラムシとミカンコナカイガラムシ・ミカンヒメコナカイガラムシのものは二重結合の位置が異なる。ワタコナカイガラムシのものはテルペン部位に関しては完全に同じ構造だが、結合しているカルボン酸が異なる。このように、カイガラムシ類の性フェロモンは、互によく似た物質で構成される一方で、それらの構造のどこかに決定的な種間差が見られることを特徴としている。

### III 性フェロモンを利用したカイガラムシ類の防除

クロテンコナカイガラムシを含むカイガラムシ類は特徴的かつ種特異的な化合物を性フェロモンとして産生するが、これはカイガラムシ類の極端な性的二型(図-1)を伴う特殊な生活環を支えるために進化した形質と考えられる。カイガラムシ類のメスは成虫になっても翅を持たず、脚もごく短い(種によっては全くない)ため、生涯の大半を寄主植物に固着して過ごす。これに対し、オスは成虫になると触角・脚・翅が発達し、移動できるようになる。しかし、体サイズが小さく口器も退化しているため、羽化後は長くても数日程しか生きられない。そのため、これらの昆虫の繁殖においては性フェロモンが極めて重要な役割を担う。すなわち、自ら積極的に動くことができないメスが性フェロモンを放出し、脆弱で短命なオスを的確にナビゲートすることで配偶活動が成立する(TABATA et al., 2012)。その結果として、カイガラムシ類の性フェロモンの構造は高度に多様化し、前述した通り厳密な種特異性が獲得されたものと考えられている。

カイガラムシ類が性フェロモンに強く依存した生活環を営むということは、これらの昆虫が性フェロモンを利用した防除法の恰好のターゲットだということでもある。すでに紹介したように、性フェロモンをトラップの誘引剤として使用し、対象害虫の発生予察に役立てることができる。一般に性フェロモンは種特異性が高いため、標的の害虫だけを選択的に捕獲できるとされている(田端, 2010)が、実際には無視できない数の非標的昆虫が混入することもある(本郷, 2010)。よく利用されているガ類の害虫の性フェロモンをベースとした発生予



参考写真 合成性フェロモンを塗布したろ紙に誘引される  
クロテンコナカイガラムシのオス成虫

察用誘引剤の場合、異なる標的害虫であってもしばしば共通の化合物を含むことがある。ガ類の害虫の多くは、共通の化合物を異なる組合せ・組成比で使用することで種によって固有の性フェロモン信号を作り出しているが、その信号帯が重なってしまうと、頻繁に誤誘引が生じることになる (TABATA and ISHIKAWA, 2011)。しかし、カイガラムシ類の場合、前述したように種によって完全に異なる構造の化合物を使用しているため、信号帯が重なることはない。そのため、性フェロモンを誘引源としたトラップに標的外の種が混入する可能性は非常に低い。カイガラムシ類のオス成虫はたいへん小さく、形態情報から種の同定することは専門家でも容易ではない。一方、フェロモンを用いた場合には、カイガラムシ類のオス成虫であればトラップに捕獲された虫をすべて標的の種と考えても実用上の問題はないと考えられる。クロテンコナカイガラムシでは性フェロモントラップを用いた発生予察に関する報告はまだないが、フジコナカイガラムシ *Planococcus kraunhiae* (Kuwana) では性フェロモントラップによる捕獲状況と有効積算温度を利用することで、野外における幼虫の発生時期を正確に予測できることが示されている (澤村ら, 2015)。

害虫防除における性フェロモンの直接的な利用技術として、主要なものに交信攪乱法が挙げられる。交信攪乱法とは、工業的に合成した性フェロモンを大量に圃場に充満させ、標的害虫の天然フェロモンを干渉し、交尾を阻害して繁殖を抑制する技術である (田端ら, 2017)。交信攪乱剤として散布する性フェロモンは、種特異的に

作用するだけでなく、揮発性が高く残留性の懸念もないので、他生物に影響を及ぼすリスクが低い (田端ら, 2007)。そのため、交信攪乱法は環境調和型の害虫防除技術として 1960 年代から研究が進められ、国内だけでも 2 万 ha を超える農地で利用されている (福本・望月, 2007)。現在利用されている製剤はすべてガ類の害虫を対象としたものであるが、近年、カイガラムシ類を防除する資材としても極めて有望であることが示されつつある (田端ら, 2017)。まず、カイガラムシ類のオス成虫は交尾行動に割ける資源が時間的にも生理的にも限られているので、配偶者探索活動がわずかに妨げられるだけでも他の頑健な昆虫よりはるかに致命的な影響を受けると考えられる。また、実際の交信攪乱圃場においてその防除効果を損ねる大きな要因の一つは、処理区外で交尾した個体の移入であるが、カイガラムシ類のメス成虫は自ら移動することができないので、そのような恐れはほとんどない。カイガラムシ類を対象とした交信攪乱法の実用研究はまだ限定的ではあるが、フジコナカイガラムシやその近縁種の *Planococcus ficus* (Signoret) において、それぞれカキ (手柴ら, 2009) やブドウ (Cocco et al., 2014) の生産農園で有効性が確認されている。

## おわりに

カイガラムシ類の農業害虫による被害は過去十数年の間に拡大し、ますます深刻なものとなりつつある。その原因の一つは、殺虫剤の連用散布による天敵類の減少に伴う密度増加 (リサージェンス) と考えられている (森下, 2005)。もう一つは、クロテンコナカイガラムシのような侵入種による被害の顕在化である。国際レベルでの人的交流・物流の加速化はもはや歯止めが効かない。本来分散能力を欠くカイガラムシ類の急速な分布域の拡大は、人間活動に付随する運搬によるものと考えて間違いないだろう。特に近年は珍しい農作物や観賞植物の需要が高いため、これらの植物の苗を取引する機会が増加している。カイガラムシ類の幼虫は非常に小さく、植物株の根や隙間に隠れる習性があるので、発見されないまま植物とともに人から人、土地から土地へと移動してしまうのであろう。本稿で述べたように、性フェロモンを誘引源としたトラップを利用することで、このような目立たない害虫の存在を把握することができる。また、交信攪乱法が利用できれば、天敵類を保護しつつ防除を行うこともできる。カイガラムシ類の性フェロモンは、現在広く利用されているガ類の性フェロモンよりも化合物としては複雑で、構造を解明したり合成法を確立したりするにはそれなりの労力が必要であるが、害虫防除への

応用資材として利用価値が高いので、今後の研究の進展が期待される。

引用文献

1) ARAI, T. et al. (2003): J. Chem. Ecol. **29**: 2213 ~ 2223.  
 2) BIERL-LEONHARDT, B. A. et al. (1981): Tetrahedron Lett. **22**: 389 ~ 392.  
 3) COCCO, A. et al. (2014): J. Insect Sci. **14** DOI: 10.1093/jisesa/ieu006  
 4) FAND, B. B. and S. S. SUROSHE (2015): Crop Prot. **69**: 34 ~ 43.  
 5) 福本毅彦・望月文明 (2007): 植物防疫 **61**: 276 ~ 279.  
 6) HODGSON, C. et al. (2008): Zootaxa **1913**: 1 ~ 35.  
 7) 本郷智明 (2010): フェロモンによる発生予察, 日本植物防疫協会, 東京, p.6 ~ 14.  
 8) 森下正彦 (2005): 関西病虫研報 **47**: 125 ~ 126.  
 9) 澤村信生ら (2015): 応動昆 **59**: 183 ~ 189.  
 10) 田端 純 (2010): フェロモンによる発生予察, 日本植物防疫協会, 東京, p.1 ~ 5.  
 11) ———ら (2007): 植物防疫 **61**: 46 ~ 49.  
 12) ———ら (2017): 応動昆 **61**: 1 ~ 9.  
 13) TABATA, J. and Y. ISHIKAWA (2011): Ann. Entomol. Soc. Am. **104**: 326 ~ 336.  
 14) ——— and R. T. ICHIKI (2016): J. Chem. Ecol. **42**: 1193 ~ 1200.  
 15) ——— et al. (2012): Naturwissenschaften **99**: 567 ~ 574.  
 16) ——— et al. (2017): J. Roy. Soc. Interface **14** DOI:10.1098/rsif.2017.0027  
 17) 田中宏卓・田端 純 (2014): 昆虫 (ニューシリーズ) **17**: 119 ~ 120.  
 18) TANAKA, H. and T. UESATO (2012): Appl. Entomol. Zool. **47**: 413 ~ 419.  
 19) 手柴真弓ら (2009): 応動昆 **53**: 173 ~ 180.  
 20) TINSLEY, J. B. (1898): Can. Entomol. **30**: 47 ~ 48.  
 21) ZHANG, A. et al. (2004): Proc. Natl. Acad. Sci. USA. **101**: 9601 ~ 9606.  
 22) ZHAO, J. et al. (2014): Zootaxa **3802**: 109 ~ 121.  
 23) ZHOU, A. et al. (2012): PLoS ONE **7** DOI: 10.1371/journal.pone.0041856

新しく登録された農薬 (29.5.1 ~ 5.31)

掲載は、種類名、登録番号：商品名（製造者又は輸入者）登録年月日、有効成分：含有量、対象作物：対象病害虫：使用時期等。ただし、除草剤・植物成長調整剤については、適用作物、適用雑草等を記載。

〔殺虫剤〕

● BT 水和剤

23943：兼商チューンアップ顆粒水和剤（アグロカネシヨウ）17/5/17

BT：10.0%

水稻：フタオビコヤガ，コブノメイガ，イネツトムシ：発生初期但し，収穫前日まで

果樹類：ハマキムシ類：発生初期但し，収穫前日まで

りんご：ヨモギエダシャク：発生初期但し，収穫前日まで

かんきつ：アゲハ類：発生初期但し，収穫前日まで

野菜類，豆類（種実），いも類，からしな（種子）：アオムシ，コナガ，オオタバコガ，ハイマダラノメイガ，ヨトウムシ，ウリノメイガ：発生初期但し，収穫前日まで

茶：チャハマキ，チャノコカクモンハマキ：発生初期但し，摘採前日まで

● クロチアニジン・スピネトラム粒剤

23945：ベジリード粒剤（住友化学）17/5/31

クロチアニジン：1.5%

スピネトラム：0.50%

キャベツ：アブラムシ類，コナガ，アオムシ，ハイマダラノメイガ，ネキリムシ類，アザミウマ類：育苗期後半

● ビフルブミド水和剤

23946：ダニコングフロアブル（日本農薬）17/5/31

ビフルブミド：20.0%

かんきつ：ミカンハダニ：収穫前日まで

かき，りんご，なし，ぶどう，もも，ネクタリン，いちじく，

おうとう：ハダニ類：収穫前日まで

小粒核果類：ナミハダニ：収穫前日まで

茶：カンザワハダニ：摘採7日前まで

〔殺菌剤〕

● チウラム・チオファネートメチル水和剤

23944：タフキュアー水和剤（日本曹達）17/5/17

チウラム：30.0%

チオファネートメチル：50.0%

芝（ベントグラスを除く）：疑似葉腐病（春はげ症）：休眠期前  
 芝（ベントグラスを除く）：ヘルミントスポリウム葉枯病，葉腐病（ブラウンパッチ）：発病初期

西洋芝（ベントグラス）：疑似葉腐病（春はげ症）：休眠期前  
 西洋芝（ベントグラス）：ヘルミントスポリウム葉枯病，葉腐病（ブラウンパッチ），炭疽病，ダラースポット病：発病初期

〔除草剤〕

● イブフェンカルバゾン水和剤

23942：ファイター SC（北興化学工業）17/5/17

イブフェンカルバゾン：22.5%

移植水稻：水田一年生雑草，ホタルイ

● グリホサートイソプロピルアミン塩液剤

23947：コストカットシャワー（シージーエス）17/5/31

グリホサートイソプロピルアミン塩：1.0%

樹木等：一年生及び多年生雑草，スギナ

## 研究報告

## キウイフルーツの枝幹害虫キクビスカシバの生態と防除

愛媛県農林水産研究所 <sup>くぼ</sup> 窪 <sup>た</sup> 田 <sup>せい</sup> 聖 <sup>いち</sup> 一  
 愛媛県果樹研究センター <sup>かな</sup> 金 <sup>ざき</sup> 崎 <sup>しゅう</sup> 秀 <sup>じ</sup> 司  
 鳥取大学農学部 <sup>なか</sup> 中 <sup>ひで</sup> 秀 <sup>し</sup> 司

## はじめに

キクビスカシバとコウモリガは、ともにキウイフルーツの枝幹部を加害する害虫として知られている。コウモリガはキウイフルーツのほかにもクリ、ブドウ、ナシ等幅広い果樹を加害する害虫としてよく知られていたが、キクビスカシバは2000年代に入るまでは成虫の採集例がわずかにあるだけで(有田・池田, 2000), 果樹での発生は知られていなかった。しかし, 近年本種のキウイフルーツへの加害が九州を中心に認められており, 2004年に福岡県, 2011年に佐賀県, 2012年に長崎県で特殊報が発表されている(福岡県病害虫防除所, 2004; 佐賀県病害虫防除所, 2011; 長崎県病害虫防除所, 2012)。愛媛県でもキウイフルーツの被害が認められたため, 2011年に特殊報を発表した(愛媛県病害虫防除所, 2011)。本種の発生生態や防除等に関する報告は少ないため, 愛媛県内において本種の加害状況, 産卵・ふ化状況, フェロモントラップを用いた成虫の発生消長の調査, 薬剤による防除試験を行ったので, その概要を紹介したい。

## I 形態

本種の属する *Nokona* 属にはブドウの害虫として知られるブドウスカシバやムラサキスカシバが含まれるが, 本種はそれらの種と比べて大型であり, 開張(翅を広げた長さ)は雄が30~40 mm, 雌が38~45 mmである。前翅は赤褐色, 後翅は透明で, 頭部, 胸部, 腹部は全体的に黒色であり, 腹部第2, 4節に黄色の帯がある(口絵①)。

卵は長径約1 mmの平たい円盤状で小豆色をしており, 中心部がややくぼんだ形状をしている。

終齢幼虫の体長は約40 mm, 頭部および前胸背板は

赤褐色, 腹部は淡い桃紫色をしている(口絵②)。

## II 被害

卵からふ化した幼虫は, 新梢の葉柄基部から食入する場合が多く, 食入部位の葉は枯死する(口絵③)。また, 食入部位によっては新梢全体が枯死する場合もあり, 枯死しない場合でも新梢の伸長や葉色が悪くなる。愛媛県が多発園では, 6月上旬ころには新梢での食害痕が多数確認されている。幼虫は成育するにつれて枝の基部方向に移動し, 6月下旬には直径3~4 cm程度の枝での食害が認められる。この時期になると, 幼虫食入部位から下方に向けて大量のフラス(虫糞とヤニが混ざったもの)が排出されるため, フラスを目印に幼虫が食入している部位が容易に特定できる。コウモリガの幼虫は, 比較的幅広い面積にフラスを糸でしっかりと綴っているのので, 本種幼虫のフラスとは一見して識別可能である。

## III 発生生態

## 1 寄主植物

本種の寄主植物としては, キウイフルーツのほか, 同じマタタビ科マタタビ属のミヤママタタビやサルナシが知られているが(有田・池田, 2000), 確認例はわずかである。マタタビ科を寄主植物とするスカシバガ科昆虫は, 少なくとも国内では本種のみである。

## 2 産卵部位と産卵消長

産卵部位は, 葉柄の基部, 枝の分岐部, 果梗枝の基部等様々であり, 主に分岐部やくぼみ等が選ばれる。特に葉柄の基部への産卵が多く, 全体の約76%を占めた

表-1 キクビスカシバの産卵部位(窪田ら, 2017を改変)

| 産卵部位  | 産卵箇所数 | 割合(%) |
|-------|-------|-------|
| 葉柄基部  | 45    | 76.3  |
| 枝分岐部  | 6     | 10.2  |
| 果梗枝基部 | 4     | 6.8   |
| 1年生枝上 | 2     | 3.4   |
| 葉柄痕上  | 2     | 3.4   |
| 合計    | 59    | 100.0 |

Biology and Control of *Nokona feralis* (Lepidoptera: Sesiidae) Damaging to the Branch of Kiwifruit. By Seiichi KUBOTA, Shuji KANAZAKI and Hideshi NAKA

(キーワード: キクビスカシバ, キウイフルーツ, 枝幹害虫, 卵越冬, 性フェロモントラップ)

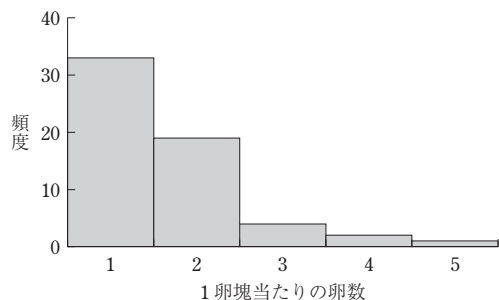


図-1 キクビスカシバの1卵塊当たりの産卵数 (窪田ら, 2017 を改変)

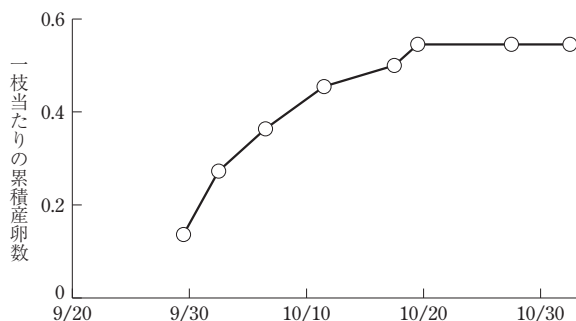


図-2 キクビスカシバの産卵消長 (窪田ら, 2017 を改変)

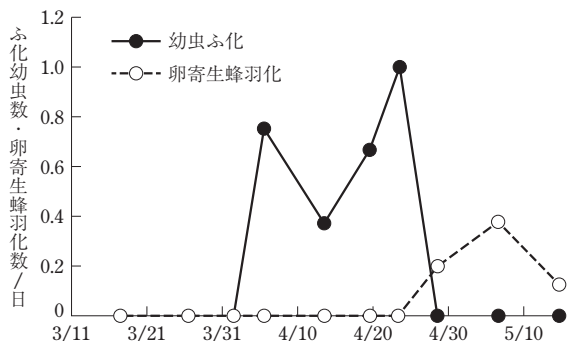


図-3 キクビスカシバ卵のふ化と卵寄生蜂羽化の消長 (窪田ら, 2017 を改変)

(表-1)。また、1卵塊当たりの産卵数は1～5卵であり、1卵の場合が全体の56%を占めた(図-1)。産卵は遅くとも9月下旬には始まり、10月中旬ころまで続くと考えられた(図-2)。

### 3 ふ化時期と死亡要因

3月に卵にマーキングを行いその後のふ化状況を約7日間隔で調査したところ、幼虫のふ化は4月上旬～下旬に認められた。また、4月下旬～5月中旬にかけては、卵寄生蜂によりあけられた脱出孔が卵殻に認められた

表-2 キクビスカシバ卵のふ化、卵寄生蜂寄生状況 (窪田ら, 2017 を改変)

| 卵の状態    | 割合 (%) |
|---------|--------|
| 幼虫ふ化    | 30.4   |
| 幼虫死ごもり  | 23.9   |
| 寄生蜂羽化   | 10.9   |
| 寄生蜂死ごもり | 28.3   |
| 死亡要因不明  | 6.5    |

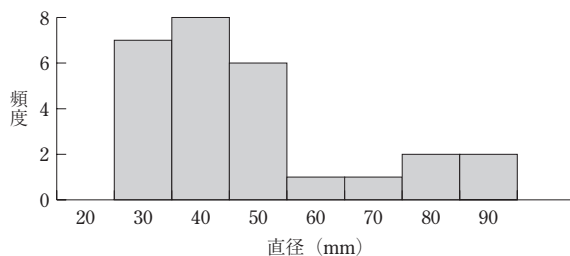


図-4 キクビスカシバ蛹殻脱出部位のキウイフルーツの枝直径 (窪田ら, 2017 を改変)

(図-3)。そこで、調査した卵のうちの一部を実体顕微鏡下で解剖し、ふ化率と未ふ化卵の死亡要因について調査した。ふ化率は約30%であり、卵寄生蜂が羽化した個体と卵内で死ごもりしていた個体とを合わせて約40%の卵が卵寄生蜂の寄生を受けていた(表-2)。9～10月にかけて産卵が認められ、翌年4月にふ化が確認されたことから、本種の越冬態は卵であることが明らかとなった。日本産のスカシバガ科昆虫は14属48種が知られているが(有田・池田, 2000; 岩崎・有田, 2008; Arrita et al., 2009; Kishida et al., 2014; 有田ら, 2016; 小野寺ら, 2016; Yagi et al., 2016), 現在までに生態が判明している種において卵越冬の種は本種のみである。

### 4 蛹殻の脱出部位

本種は、他のスカシバガ科昆虫と同様に蛹殻を半分程度枝から出すような格好で羽化する(口絵④)。蛹殻が見られた部位の枝の直径は20～90mmとばらつきが大きく、そのうち20～50mmのものが多かった(図-4)。また、蛹の脱出部位には枝にゴール状のふくらみができる場合が多かった。

### 5 性フェロモントラップを用いた成虫の発生消長

愛南町において性フェロモントラップを設置し、2009, 2010年の8～11月にかけて約7日ごとに本種雄成虫の誘殺状況を調査した。トラップに使用したフェロモニールは、ゴムキャップに合成性フェロモン剤を総量で1mgとなるよう含浸させたものを用いた。本種雄成虫は、(3E,13Z)-3,13-octadecadienyl acetate (E3,Z13-

18:OAc) と (3E,13Z)-3,13-octadecadien-1-ol (E3,Z13-18:OH) の7:3混合物に誘引性が高いことが予備試験で明らかとなったので、その成分をフェロモンとして用いた。

トラップによる雄成虫の誘殺は、2009年には9月上旬～10月中旬にかけて認められ、9月下旬～10月上旬に明瞭な発生ピークが認められた。一方、2010年には調査期間中1頭の誘殺も認められなかった(図-5)が、その理由については後述する。果樹を加害するスカシバガ科害虫としては、バラ科のモモ、ウメ等を加害するコスカシバ、ブドウを加害するクビアカスカシバなどが知られているが、コスカシバでは5月下旬～10月上旬(柳沼, 1973)、クビアカスカシバでは、5月中旬～9月上旬(高馬, 2010)が成虫の発生時期とされている。本種の越冬態が卵でありふ化時期が比較的斉一なことから、

幼虫越冬の種と比較して成虫の発生時期も斉一になると考えられる。なお、9月下旬～10月上旬にかけてフェロモンルアーへの飛来時刻を調査した結果、13～16時にかけて雄成虫の飛来が認められた。本種の配偶行動もこの時間帯に行われるものと考えられる。

6 愛媛県内の分布状況

愛媛県内における本種の分布状況を、前記のトラップを用いて調査した。キウイフルーツ園を中心に、2010年9月上旬～中旬にかけて県内28箇所トラップを設置した。

その結果、南宇和郡愛南町、宇和島市、八幡浜市で雄の誘殺が認められた(図-6)。雄の誘殺が認められたのはいずれも愛媛県南部のキウイフルーツ園で、海岸から4km以内の平地～丘陵地であった。誘殺頭数は宇和島

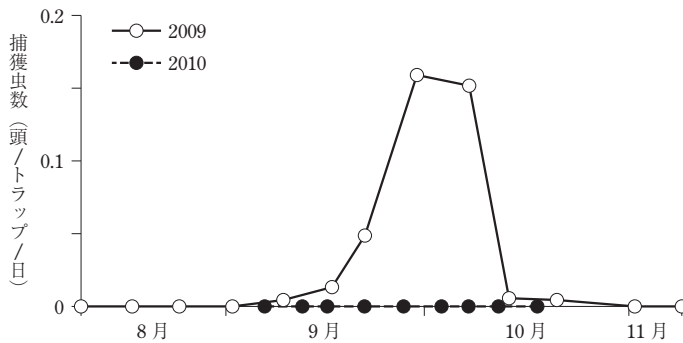


図-5 キクビスカシバ雄成虫の性フェロモントラップへの誘殺数の推移 (窪田ら, 2017 を改変)

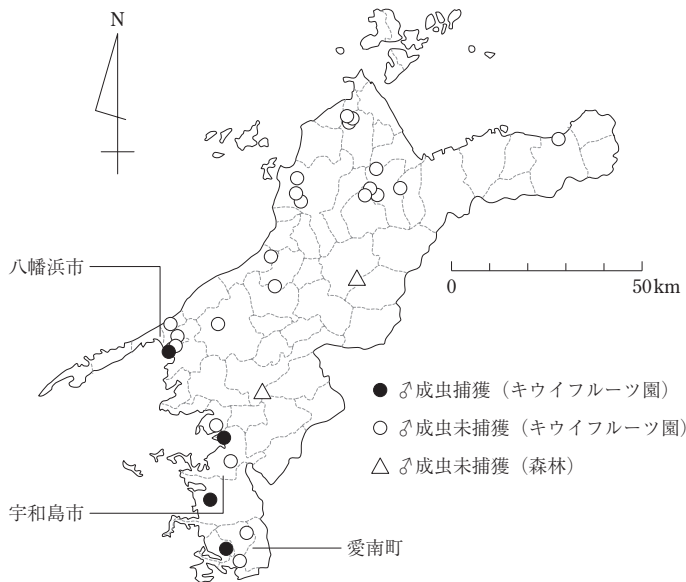


図-6 愛媛県におけるキクビスカシバの分布状況 (窪田ら, 2017 を改変)



市の1園地では12頭であったが、他の園地は少数であった。さらに調査が進めば県内各地から発見される可能性があると考えられる。

#### IV 防除対策

本種の防除適期は幼虫のふ化時期と考えられたため、幼虫ふ化時期にキウイフルーツに登録のある薬剤による防除試験を行った。薬剤はシベルメトリン乳剤、DMTP水和剤、カルタップ塩酸塩水溶剤を用い、ふ化がほぼ終了したと考えられる4月28日に散布を行った。1試験区当たり1~3樹反復なしとして、動力噴霧器を用いて枝葉から薬液がしたたり落ちる程度の十分量(約400 l/10 a)を散布した。なお、試験区以外の樹に対しては、すべて4月5日にシベルメトリン乳剤を散布した。散布後の調査は、6月1日に1試験区当たり200新梢を任意に選び、フラスの排出の有無により加害された新梢の本数を調査し、効果の判定を行った。

無処理区の被害新梢数は200新梢当たり10本であり、少発生条件下での試験であった。薬剤散布区の200新梢当たり被害新梢数は、シベルメトリン乳剤が0本、DMTP水和剤が1本、カルタップ塩酸塩水溶剤が3本と、いずれの殺虫剤も無処理区に比べて被害の発生を低く抑えた(表-3)。また、防除試験を実施した園におけるトラップへの成虫の誘殺数は、試験前年の2009年には33トラップ合計で96頭であったが、試験を行った2010年は32トラップ合計で0頭であった(図-5)。2010年は、無処理区の1樹を除いてすべての樹に対して薬剤散布を行ったため、羽化成虫の密度が極端に低下したと考えられた。これらのことから、本種の防除法として幼虫のふ化時期の散布が極めて有効と考えられる。4月にはほかに防除対象となる害虫がなく本種のみを対象とした防除で済むため、主な食入部位である1年生枝を中心に散布するだけで十分な効果が期待できると考えられる。

コスカシバやクビアカスカシバはいずれも幼虫越冬で、成虫の羽化時期が長期にわたり、幼虫が食入する期間も長いので、捕殺や薬剤散布では十分な防除効果が得

られない害虫である(青野ら, 1989; 高馬, 2010)。それに対して、本種は卵越冬であり、防除適期と考えられる幼虫のふ化時期は比較的斉一性が高いこと、ふ化直後~若齢幼虫は樹体のごく浅い部分に食入しているため幼虫に薬剤が到達しやすいことから、この時期の薬剤散布の効果が卓効を示すと考えられる。しかし、幼虫のふ化時期にあたる4月は、その年の気象条件により生物季節の遅速が大きい時期である。薬剤散布による防除効果を高めるために、気温などを基にふ化時期を正確に予察することが今後の課題である。

また、食入を受けた1~2年生枝は風などの刺激で折れやすく、翌年の結果母枝としては使用できないため、フラスなどを目印として食入を受けた枝を適宜切除する耕種防除も密度低下に有効と考えられる。

なお、コスカシバやヒメコスカシバに適用されている交信攪乱用性フェロモン剤シナンセルア剤が本種にも適用拡大されており、成虫発生期に10 a当たり100本施用することで、次世代の発生数を抑制する効果が期待できる。

#### おわりに

本種は日本在来の昆虫であり、本来の寄主植物は自生するマタタビ科マタタビ属植物であったと考えられる。本種がキウイフルーツで害虫化した背景には、キウイフルーツ栽培園地周辺部に自生していた寄主植物で発生していた本種が、キウイフルーツの導入に伴い徐々にキウイフルーツへと食性を拡大していった可能性が考えられる。今後は、自生のマタタビ属植物において本種の発生状況を調査することにより、自生の寄主植物からキウイフルーツへと食性を広げていった過程についての手がかりが得られるかもしれない。

#### 引用文献

- 1) 青野信男ら (1989): 植物防疫 43: 329 ~ 332.
- 2) 有田 豊・池田真澄 (2000): 擬態する蛾 スカシバガ, むし社, 東京, 203 pp.
- 3) Arita, Y. et al. (2009): Trans. lepid. Soc. Japan 60(3): 189 ~ 192.
- 4) 有田 豊ら (2016): Tinea 23(4): 184 ~ 198.
- 5) 愛媛県病害虫防除所 (2011): 平成 22 年度病害虫発生予察特殊報第 2 号.
- 6) 福岡県病害虫防除所 (2004): 平成 15 年度病害虫発生予察特殊報第 7 号.
- 7) 岩崎暁生・有田 豊 (2008): 蝶と蛾 59(1): 45 ~ 48.
- 8) Kishida, Y. et al. (2014): Tinea 23(1): 4 ~ 9.
- 9) 高馬浩寿 (2010): 果樹 64(6): 14 ~ 16.
- 10) 窪田聖一ら (2017): 応動昆 61 (印刷中).
- 11) 長崎県病害虫防除所 (2012): 平成 24 年度病害虫発生予察特殊報第 2 号.
- 12) 小野寺慎吾ら (2016): 蛾類通信 279: 97 ~ 98.
- 13) 佐賀県病害虫防除所 (2011): 平成 23 年度病害虫発生予察特殊報第 3 号.
- 14) Yagi, S. et al. (2016): Zookeys 571: 143 ~ 152.
- 15) 柳沼 薫 (1973): 植物防疫 27: 446 ~ 450.

表-3 キクビスカシバふ化時期の薬剤散布による防除効果 (窪田ら, 2017 を改変)

| 試験区         | 希釈倍数  | 調査新梢数 | 被害新梢率 (%) |
|-------------|-------|-------|-----------|
| シベルメトリン乳剤   | 1,200 | 200   | 0         |
| DMTP 水和剤    | 1,500 | 200   | 0.5       |
| カルタップ塩酸塩水溶剤 | 1,500 | 200   | 1.5       |
| 無処理         | -     | 200   | 5.0       |

## 研究報告

# 緑色 LED 灯を利用したモモの モモノゴマダラノメイガの被害抑制

岡山県農林水産総合センター農業研究所 佐野としひろ

## はじめに

岡山県のモモ産地では、モモノゴマダラノメイガの発生が多く、モモの重要害虫となっている。6月上旬～7月上旬に越冬世代成虫がモモ園に飛来し、果実に産卵する(図-1, 口絵①)。ふ化した幼虫は果実に食入し、成長に伴い激しく糞粒を排出するため、被害果実は商品性がなくなる(図-2)。

また、現地では他の害虫を対象に性フェロモン剤(交信かく乱剤, コンフューザー MM®)が普及しており、対象となるモモハモグリガ, ナシヒメシンクイ, ハマキムシ類に対して効果が得られており、減農薬に寄与している。しかしながら、モモノゴマダラノメイガの性フェロモン剤は実用化されておらず、モモノゴマダラノメイガが発生する6月上旬からは約10日ごとの殺虫剤散布の防除体系に戻さざるを得ないため、他害虫に対する性フェロモン剤普及の大きな障害となっている。このことから殺虫剤以外の防除法が望まれている。

これまでの試験から、黄色灯(ナトリウム灯または蛍光灯)を用いた減農薬防除技術を確認し(未発表)、現地に普及している。一方、近年、黄色灯が発する波長のうち、害虫防除に最も有効とされる緑色波長を選択的に発する緑色 LED 灯が開発され、現地での試験導入が検討されている。緑色 LED 灯は黄色灯に比べて光質の経年劣化が少なく、電気代などのランニングコストが安く、さらには周辺作物への影響も少ないと考えられている。

藪ら(2014)は、ヤガ類の2種(オオタバコガおよびヨトウガ)が540 nm 付近の緑色光域に対して最も感度が高く、効率的に行動が抑制されることを明らかにし、緑色 LED が光源防除装置への利用に有効であることを示した。また、植松・藪(2016)は緑色 LED の光がオオタバコガ, ハスモンヨトウ, ヨトウガという露地ブロッコリー栽培で問題となるヤガ類3種の発生をいずれも



図-1 モモノゴマダラノメイガ成虫



図-2 幼虫による果実被害

抑制し、高い防除効果が認められることを示した。

一方で、モモ栽培においてモモノゴマダラノメイガに対する防除効果については知見がない。そこで、モモノゴマダラノメイガに対する緑色 LED の効果と圃場における効果的な設置方法を明らかにし、減農薬防除技術の確立に資する。

## I 緑色 LED 光がモモノゴマダラノメイガの 飛翔行動に及ぼす影響 (室内試験)

### 1 各照度とモモノゴマダラノメイガの飛翔行動との 関係 (2014年)

2段の棚(棚中央部の高さ1.1 m)に透明な容器(直

Injury Inhibition of the Peach Moth, *Conogethes punctiferalis* (Guenée) on Peach Orchard by Green LED Light. By Toshihiro SANO

(キーワード: モモ, モモノゴマダラノメイガ, 緑色 LED, 被害抑制)

径 12 cm, 高さ 20 cm の円筒型) をそれぞれ 3 基ずつ設置し, 毎日 17 時に羽化後 24 時間以内のモモノゴマダラノメイガの既交尾雌をそれぞれの容器に 1 頭ずつ入れ, 2~3 日間ごとに虫を交換した (両区合計 24 頭供試)。給水用に容器底部に湿らした脱脂綿を直径 3 cm の容器とともに設置した。下段の後面は暗幕で覆い, 5~21 時(明期) は, 棚前面から上・下段を 30 W 白色蛍光灯(容器から約 1 m の距離) で照射した。21~5 時(暗期) は棚後面から容器内の照度が 0.5, 1.3, 2.6, 5.2 lx (ルクス) になるよう緑色 LED 光を照射した(棚上段)。なお, 対照として照射光が届かない夜間全暗区も設けた



図-3 アクトグラフ装置

(棚下段)。飛行行動の測定には容器側面中央部に赤外線 LED センサ (竹中電子製, 型式: SSC-T801) を取り付け, モモノゴマダラノメイガ成虫が飛行によりセンサ間を遮断する回数を測定器 (アクトグラフ, ライト電業株式会社製) で計数した (図-3, 4)。実験室内の暗期の平

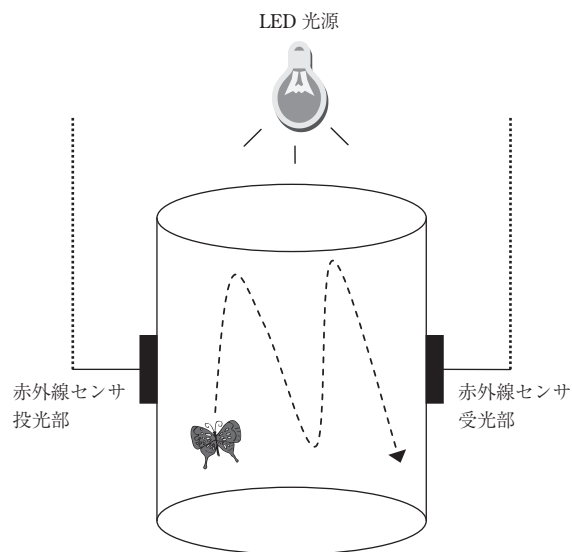


図-4 アクトグラフ (飛行行動測定装置) の概要  
透明・塩ビ円筒 (直径 12 cm, 高さ 20 cm)  
測定方法: センサを遮断した回数を時間ごとに計数し, 活動状況を数値化する。

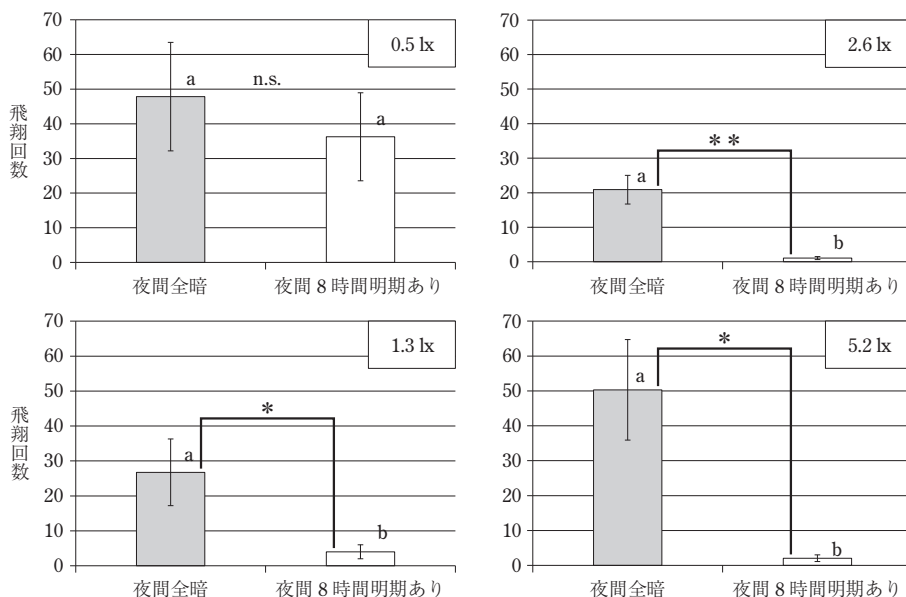


図-5 緑色 LED の照度別におけるモモノゴマダラノメイガの飛行行動  
図中のバーは標準誤差, 異なるアルファベット間では  $t$  検定で 1% (\*\*  $p < 0.01$ ) または 5% (\*  $p < 0.05$ ) 水準で有意差があることを示す (n.s.: 有意差なし)。

均夜温は 26.2℃, 平均湿度は 57.0% R.H. であった。

その結果, 1.3 lx 以上の緑色 LED 光は, 全暗区に比べ 1% または 5% 水準で有意に飛翔行動を抑制し, 照度の上昇に伴い飛翔回数は減少する傾向が見られた。一方, 0.5 lx では全暗区と同様に飛翔回数が多く, 有意差は認められなかった (図-5)。また, 0.8 ~ 1.1 lx の緑色 LED 光では, 飛翔回数のばらつきが大きく, 飛翔行動の抑制効果は判然としなかった (データ省略)。

以上の結果から, 飛翔行動を抑制するには照度は

1.3 lx 程度必要と考えられた。

2 モモノゴマダラノメイガに対する緑色 LED と黄色蛍光灯の効果の比較 (2014年)

同様の試験法で緑色 LED と黄色蛍光灯の比較を行った。その結果, 緑色 LED と黄色蛍光灯 (2.6 lx) とともに夜間全暗区に比較して 1% または 5% 水準で有意に飛翔回数が少なかった (図-6)。モモノゴマダラノメイガに対し, 緑色 LED 光は黄色蛍光灯と同様に行動抑制効果が高く, 緑色 LED の有効性が明らかになった。

II モモ園における緑色 LED の効果 (圃場試験)

1 モモノゴマダラノメイガに対する緑色 LED 灯の有効範囲 (2013年)

農業研究所内の露地圃場 (品種: '清水白桃' 15年生 10樹, 面積約 7 a) の中央部に緑色 LED 灯 (以下, 主灯) を 1 基 (株式会社ゼロビーム社製 (すべての製品で意匠登録済), 商品名「モスバリア®」35 W, ピーク波長 525 nm, 図-7), 電球部の高さが地上から約 6 m になるよう支柱で固定した。設置期間は 2013年 6月 13日 ~ 8月 15日, 設置期間中は自動点滅器により終夜点灯とした (図-8, 口絵②)。主灯からの距離 3.1 m, 7.4 m, 14.7 m, 18.9 m, 19.7 m の 5 樹を試験樹とした (図-9)。モモノゴマダラノメイガによる産卵果率および被害果率を 2013年 6月 3日 ~ 7月 16日 まで約 1週間間隔で調査した。試験区内は 5月上旬以降, 殺虫剤無散布とした。なお, 化学農薬を用いた現地慣行防除および黄色灯の試験における被害果率を参考とし, 目標とする被害許容水準を被害果率 5% (無袋栽培) に設定した。無農薬で栽培すると約 50% の果実被害を受ける圃場なため, 非常に厳しい許容水準といえる。

その結果, 主灯からの距離 3.1 m 樹で被害果率 9.8%,

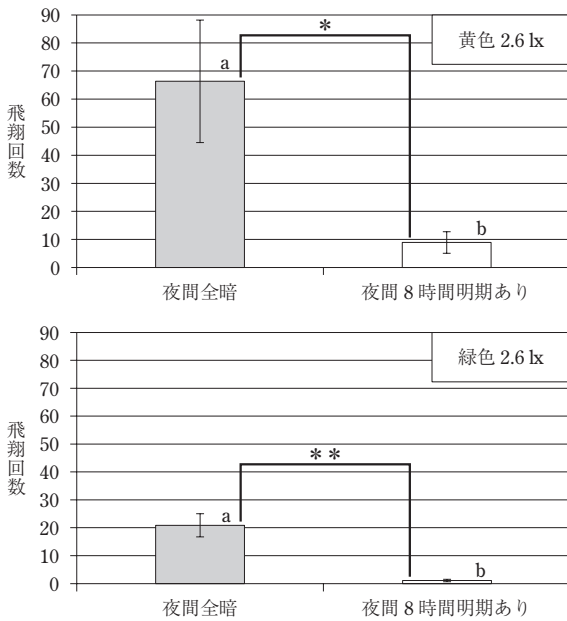


図-6 緑色 LED および黄色蛍光灯点灯下におけるモモノゴマダラノメイガの飛翔行動  
 図中のバーは標準誤差, 異なるアルファベット間では t 検定で 1% (\*\*  $p < 0.01$ ) または 5% (\*  $p < 0.05$ ) 水準で有意差があることを示す。



図-7 緑色 LED 灯



図-8 緑色 LED 灯の点灯の様子

7.4 m 樹で 6.0%，14.7 m 樹で 4.8% と、3.1 m 樹で被害果率が約 10% に達したものを除き、産卵果率、被害果率が許容水準の約 5% におおむね抑えられた。照度が 0.2 lx と低かった主灯からの距離 18.9 m 樹、19.7 m 樹では被害果率が高く、18.9 m 樹では 27.5% と著しく高か

った (図-10)。果実吸蛾類の被害は認められなかった。

## 2 モモノゴマダラノメイガに対する小型緑色 LED の効果 (2014 ~ 15 年)

主灯は前述の通りに設置し、2013 年度に被害果率が約 17、27.5% と高かった 18.9 m 樹、19.7 m 樹からそれ

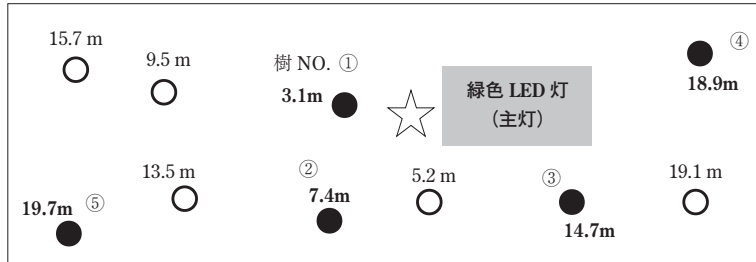


図-9 圃場平面図

図中の数字は主灯 (緑色 LED 灯) までの距離を示す。  
● 調査対象樹。

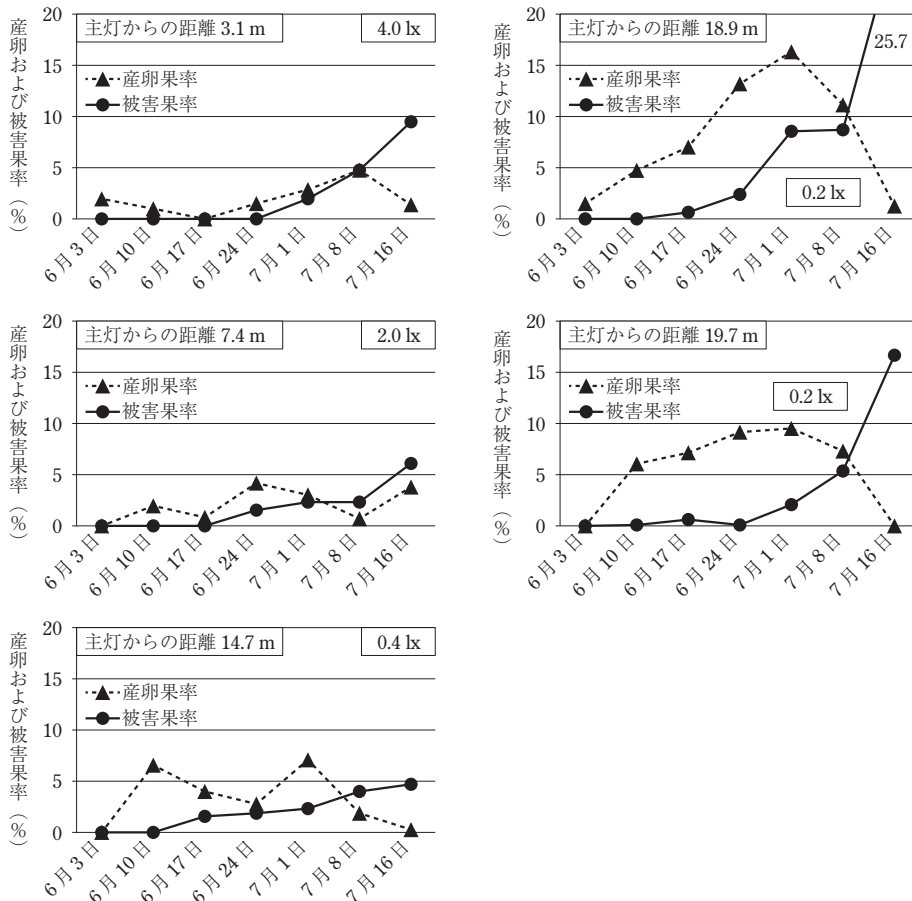


図-10 緑色 LED 灯からの距離別におけるモモノゴマダラノメイガによるモモ果実への産卵および被害状況 (2013 年度)

注) 図中の照度は樹冠上 5 箇所の平均照度を示す。

それぞれ約7m外側の位置に小型緑色LED(株式会社ゼロビーム社製, 商品名「モスバリアα」12W, ピーク波長525nm, 図-11, 以下, 補助灯)を光が平行に照射されるように約2mの高さに設置した(図-12)。

その結果, 対象2樹の被害果率は2014年では約6~8%, 2015年は19.7m樹にのみ補助灯を設置したところ, 照度は3.0lxとなり, 被害果率は2%と低く抑えられた(図-13, 14E)。



図-11 補助灯



図-12 補助灯点灯の様子

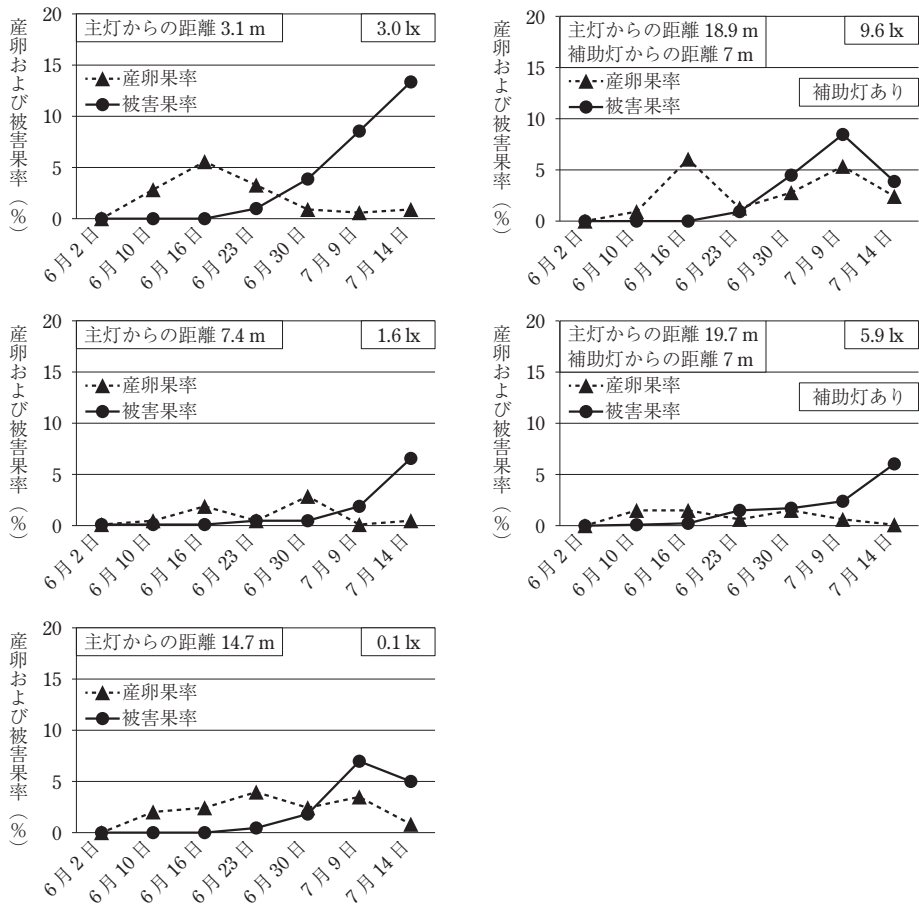


図-13 緑色LED灯からの距離別におけるモノゴマダラノメイガによるモモ果実への産卵および被害状況(2014年度)

注) 図中の照度は樹冠上5箇所の平均照度を示す。

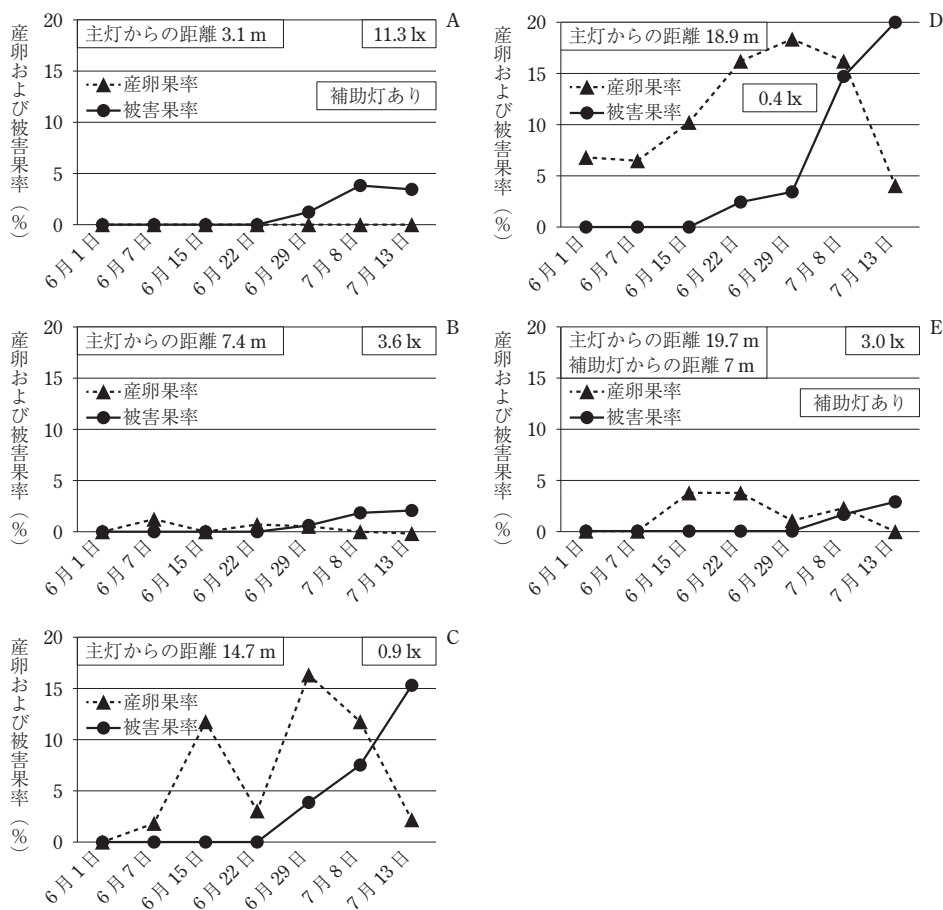


図-14 緑色 LED 灯からの距離別におけるモノゴマダラノメイガによるモモ果実への産卵および被害状況 (2015 年度)

注) 図中の照度は樹冠上 5 箇所の平均照度を示す。

### 3 主灯直下で被害が多い原因と対策 (2013～15年)

主灯から 3.1 m の光源直下の樹では、2013 年には被害果率が 9.5% (図-10)、2014 年には 13.5% (図-13) と高かった。主灯直下の照度を測ったところ、0.1 lx と極めて低かったことから、主灯直下の照度の低い空間に成虫が飛来侵入し、被害につながったと考えられた。そこで、補助灯を地上から高さ 2 m の位置から、光が上面に照射されるように主灯に設置した (図-15)。

その結果、被害果率を 3.5% まで低下させることができた (図-14A)。

### 4 被害抑制効果のばらつき (2013～15年)

2013 年 (図-10)、2014 年 (図-13) では 14.7 m 樹で被害果率が 4～6% と低く抑えられていたが、2015 年では 14.7% と高かった (図-14C)。樹冠上の空間照度が 2013 年は 0.4 lx、2014 年は 0.1 lx、2015 年は 0.9 lx と室内試験で飛翔行動の抑制に有効と推定された 1.3 lx を大



図-15 主灯に設置した補助灯

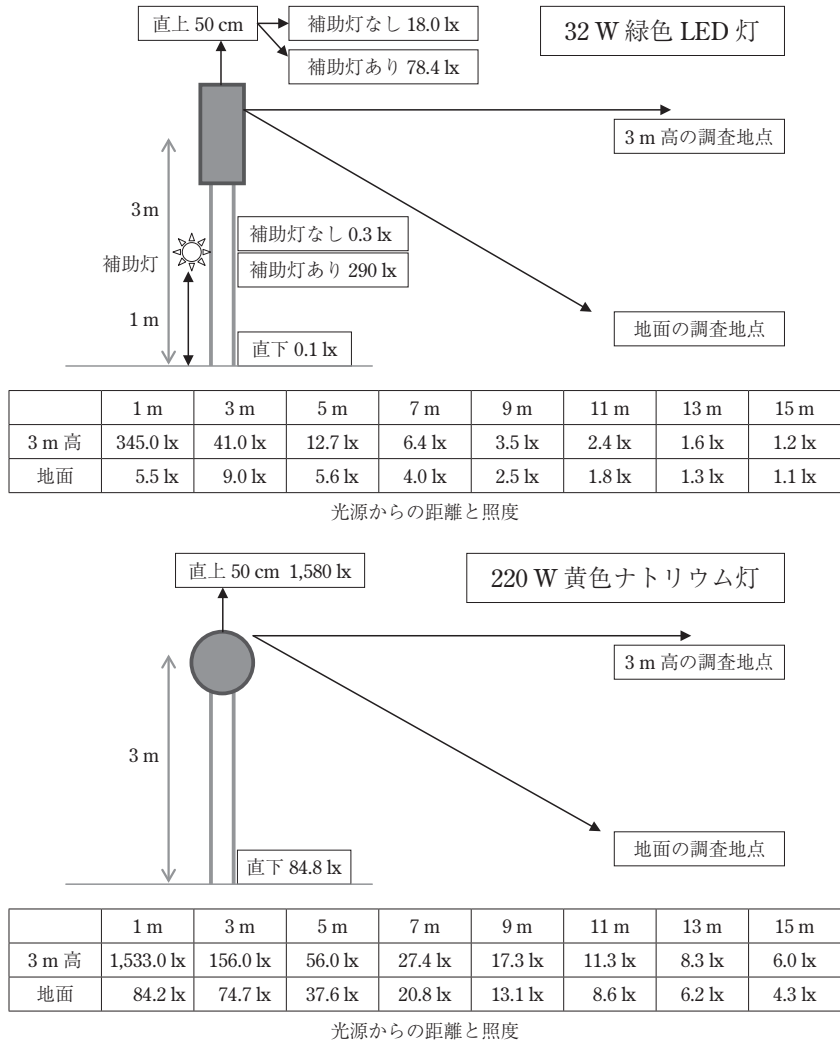


図-16 緑色 LED 灯および黄色ナトリウム灯点灯下における照度分布

大きく下回っていた。被害抑制効果がばらついた原因の一つが、照度の低さにあると思われた。ただし、緑色 LED 灯は光の直進性が強いいため、6 m 高の照度を測定する必要があると考えられた。

**5 緑色 LED 灯と黄色ナトリウム灯の照度分布 (2015 年)**

周辺に障害物のない露地圃場に緑色 LED 灯と黄色ナトリウム灯 (NBT 株式会社製「撃退くん®」GN 型 220 W 高圧ナトリウム灯) を光源部分が地上から 3 m になるよう設置し (6 m 高の調査が困難なため 3 m 高とした)、両灯の光源直下からの距離の地点 (地面) とその地点の地上 3 m 高の照度を比較した (図-16)。その結果、一般的に緑色 LED 灯に比べ黄色ナトリウム灯で照度が高

く、最も遠い 15 m 区では 3 m の高さで 6 lx、地面では 4.3 lx とモノゴマダラノメイガの飛翔行動抑制に十分な照度が得られた。一方、緑色 LED 灯の 15 m の地点では 3 m の高さで 1.2 lx、地面では 1.1 lx とやや低く、効果の目安となる 1.3 lx を下回った。このことから、光源からおおむね 15 m 以上の地点では補助灯の設置が必要と考えられた。さらに主灯部分では補助灯の併用により、主灯の直上・直下でも十分な照度が得られるものと考えられた。

**6 緑色 LED 灯の光が水稻の出穂に及ぼす影響 (2013 年)**

主灯は前述の通りに設置し、コンテナに水田土壌を入れ、主灯から 2.5 m (4 lx)、5 m (3 lx)、10 m (1.5 lx)、



15 m (0.4 lx), 20 m (0.2 lx), 50 m (<0.1 lx) の距離に設置した。同日にコシヒカリ, ヒノヒカリ, アケボノの 3 品種の苗をコンテナに 3 本ずつ 6 箇所植えた。

その結果, 主灯からの距離に関係なく, 各品種の全株でそれぞれ同日に出穂が見られた。

以上の結果, 本試験における緑色 LED 灯の照度 4 lx 以内では水稻の出穂に対して影響は見られなかった。

### III ま と め

今回の試験結果から, モモの重要害虫であるモモノゴマダラノメイガに対して, 夜間の緑色 LED 灯の点灯が有効であることが明らかとなった。安定した防除効果を得るためには有効な照度は約 1.3 lx 以上必要で, 光の強度が高まるにつれ, より効果が高まると考えられた。さらに主灯付近に補助灯を上向きに設置することによって園地への侵入阻害効果が高まった。目標とする被害率を 5% (無袋栽培) に設定した場合, 主灯の有効範囲は約 15 m と考えられた。補助灯の効果は高く, 主灯より 22 m 以上の地点に設置することによって有効範囲が大

幅に広がった。また, 主灯近くで水稻を栽培した場合でも出穂遅延などの光害は認められず, 環境にやさしい防除方法と考えられた。

### お わ り に

緑色 LED は黄色ナトリウム灯に比べ光の強度がやや低く, 効果判定の目安となる光源から 15 m における被害抑制効果が不安定であった。さらに光の強度を高める必要があると考えられた。特に密植・過繁茂園では主灯のみでは不十分で, 圃場周縁部から成虫が侵入し, おもわぬ大きな被害を受けることがあるので注意したい。防除効果を高めるためには圃場周縁部への補助灯が 10 a 当たり 4 ~ 6 基以上必要と考えられる。ただし, 主灯とともに補助灯でも初期コストが高く, 今後, 導入を推し進めるにはコストの低減が望まれる。

### 引用文献

- 植松 繁・藪 哲男 (2016): 農業電化 69(1): 12 ~ 15.
- 藪 哲男ら (2014): 応動昆 58: 211 ~ 216.

## 登録が失効した農薬 (29.5.1 ~ 5.31)

掲載は, 種類名, 登録番号: 商品名 (製造者又は輸入者) 登録失効年月日。

### 〔殺虫剤〕

- ジメトエート乳剤  
12406: サンケイジメトエート乳剤 (琉球産経) 17/5/4
- クロルピクリン・D-Dくん蒸剤  
22164: DASソイリーン (ダウ・ケミカル日本) 17/5/14
- シアントラニプロール水和剤  
23470: デュボン 에스ペランサ (デュボン・プロダクション・アグリサイエンス) 17/5/16

### 〔殺菌剤〕

- イプコナゾール水和剤  
18360: クミアイテクリード水和剤 (クミアイ化学工業) 17/5/19

### 〔殺虫殺菌剤〕

- カルタップ・バリダマイシン・フェリムゾン・フサライド粉剤  
18371: ブラシパダンバリダ粉剤 DL (住友化学) 17/5/19
- エトフェンプロックス・カルタップ・フェリムゾン・フサライド粉剤  
18372: ブラシントレパダン粉剤 DL (住友化学) 17/5/19
- テブフェノジド・フルトラニル粉剤  
19247: ロムダンモンカット F 粉剤 DL (日本農薬) 17/5/27
- MEP・チオファネートメチル粉剤  
14612: ホクコースミトップ M 粉剤 (北興化学工業) 17/5/29

### 〔除草剤〕

- グルホシネート液剤  
17581: 日農バスタ液剤 0.2 (日本農薬) 17/5/17

## トピックス

ジャガイモシロシストセンチュウに係る  
緊急防除について農林水産省 消費・安全局 植物防疫課 <sup>いま</sup>今 <sup>じょう</sup>城 <sup>つよし</sup>剛

## はじめに

ジャガイモシロシストセンチュウ (*Globodera pallida*) (以下「シロシスト」という。)は、ジャガイモシロシストセンチュウ (*G. rostochiensis*) のパソタイプの一つと考えられていたが、1973年に新種として記載された (STONE, 1973)。インド、ヨーロッパ、ロシア、米国、カナダ、ペルー、ニュージーランド等に分布し、ジャガイモなどのナス科植物を寄主とする線虫である。シロシストは寄主植物の地下部、特に根に寄生して養分を吸収する。被害症状はジャガイモシロシストセンチュウと似ており、寄生数が少ない場合には地上部の症状はほとんど現れないが、寄生数が増えると、葉が萎凋し、根の発育も不良となるため株全体が黄化・萎縮する。寄生が激しい場合は枯死させることもある。シロシストは、球形に膨らんだ雌が体の中に卵を保持したまま死んで、その表皮が硬化・褐色化することでシストを形成する。シスト内の卵は乾燥や低温等に耐え、寄主植物のない圃場でも10年以上にわたって生存することができる (図-1)。シスト自体には移動能力がないため、シストを含んだ土壌が農業機

械やジャガイモ等に付着して、人為的に移動する。被害の大きさや防除の困難さから、海外でも農業上重要な線虫とされている (TURNER and EVANS, 1998)。

平成27年に、北海道網走市の一部地域においてシロシストが我が国で初めて確認されたことを受け、当面の対策として、土壌の移動防止などの徹底、ジャガイモなどの収穫物および土壌の移動時における植物防疫官による検査、また、シロシストの発生範囲を特定するための調査等を実施してきたところである。現地におけるシロシストの発生状況などを踏まえ、平成28年10月からは植物防疫法に基づく緊急防除を開始し、シロシストのまん延を防止するとともに、根絶に向けた防除を実施している。今回は、現在、実施している緊急防除の概要について紹介する。

## I 網走市におけるシロシストの発生状況について

平成27年8月、北海道の東に位置する網走市内の一部圃場において、シロシストが確認された (平成27年8月19日 農林水産省プレスリリース)。このことを受け、シロシストの発生範囲を特定するために、当初の調

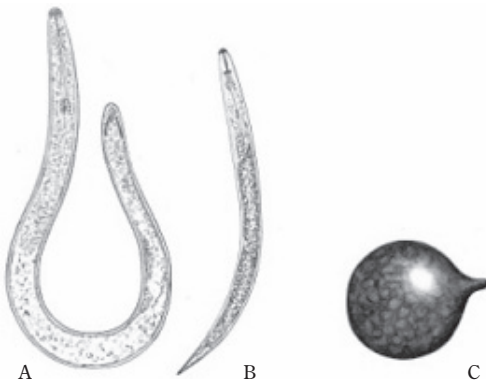


図-1 ジャガイモシロシストセンチュウの形態

A: 雄成虫, B: 幼虫, C: シスト。

※雄成虫は1.2 mm程度, 幼虫は0.5 mm程度, シストは0.6 mm程度。



図-2 土壌調査

左: 現地での土壌採取。靴底の土壌が移動しないように、使い捨ての靴カバーを用いる。右上: 採取した土壌にジャガイモを植付けて、シロシストの有無の判定をする。右下: シストが確認された場合には、遺伝子診断法などにより検定。

Emergency Controll of White Potato Cyst Nematode. By  
Tsuyoshi IMAJO

(キーワード: ジャガイモシロシストセンチュウ, 緊急防除)

査によりシロシストが確認された網走市内の2地区内において過去にジャガイモの作付け履歴がある190圃場600haにおいて、土壌調査(図-2)を実施したところ、62圃場265haでシロシストが確認された。この結果により、近隣の地域においてシロシストが発生している可能性が懸念されたことから、網走市内の他地区および近隣市町村においても同様に発生範囲を特定するための調査を実施した。直近の平成28年度秋季の調査においては網走市内の9地区75圃場305haで発生が新たに確認されており、シロシストの発生が確認されてから平成28年度までの調査結果の総計として、網走市内の11地区内161圃場680haでシロシストの発生が確認されている(調査対象面積4,957haの13.7%)。なお、近隣市町においては、これまでの調査の結果、シロシストの発生は確認されなかった。

## II 網走市における緊急防除の実施について

有識者を参集した第3回ジャガイモシロシストセンチュウ対策検討会議(平成28年9月7日開催)においては、それまでのシロシストの発生状況を踏まえると、発生は一部の地区に限定されているが、シロシストのまん延を防止するためには、発生が確認された圃場の密度低減を実施するとともに、強制力のある寄主植物などの移動規制が必要との指摘があり、植物防疫法に基づく緊急防除を実施し、寄主植物などの移動を規制するとともに、発生圃場においては、寄主植物の植栽を禁止したうえで密度低減を図るべきとの見解が示された(第3回ジャガイモシロシストセンチュウ対策検討会議議事概要)。

この見解を踏まえ、「ジャガイモシロシストセンチュウの緊急防除に関する省令」などを公布し、平成28年10月23日から平成32年3月31日までの間、植物防疫法に基づく緊急防除を実施しているところである。緊急防除の主な内容としては、以下に示す通り、寄主植物であるナス科植物の作付け禁止、寄主植物の移動制限および廃棄である。

### 1 緊急防除の防除区域の指定

これまでの調査によりシロシストが確認された圃場を含む網走市内の11大字について、緊急防除の対象地区である防除区域(※、図-3)に指定。

※北海道網走市稲富、音根内、北浜、昭和、豊郷、中園、鱒浦、丸万、実豊、藻琴および山里。

### 2 緊急防除の内容

#### (1) ナス科植物の作付け禁止

シロシストは、発生圃場においてジャガイモなどのナス科植物が栽培されると急激に増殖することから、これ

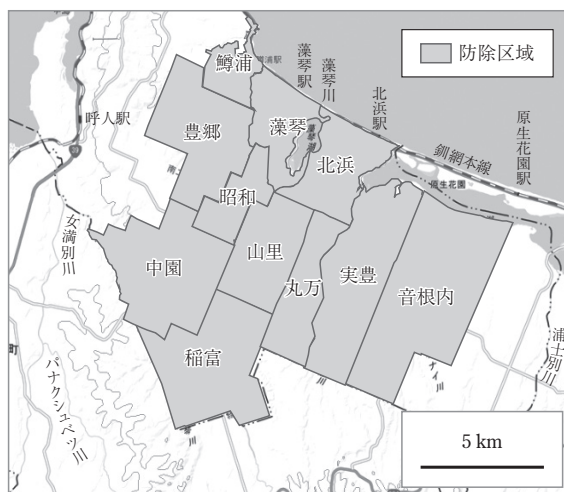


図-3 防除区域(国土地理院の電子地形図(タイル)に大字を追記)

までの調査で発生が確認された圃場については、寄主植物であるナス科植物の作付けを禁止。ただし、試験研究の用に供するため農林水産大臣が許可したものやシロシストの防除を目的とした対抗植物の作付けは除く。

#### (2) 寄主植物などの移動制限

シロシストは、収穫物の出荷など、寄主植物や土壌の移動に伴ってまん延することから、①ナス科植物の地下部、②テンサイや根菜類等のナス科植物以外の植物の地下部であって土が付着したもの、③これらの容器包装について、シロシストのまん延を防止するための適切な措置が講じられていることを植物防疫官が確認(移動検査)したものののみ、防除区域外への移動を許可。

#### (3) 廃棄

防除区域内で生産された一般消費用(青果用)のジャガイモなどについては、検査など十分なまん延防止措置がとれないため、自家消費用など防除区域内で使用されるものを除き、原則廃棄の対象。

## III 今後の調査および防除方針

平成29年度においては、引き続き、シロシストの発生範囲を特定するために、緊急防除の防除区域に隣接する地区の中から、これまでの調査結果や過去の営農形態等を踏まえ、土壌調査を実施することとしている。

また、これまでの調査によりシロシストの発生が確認された圃場においては、平成28年度に実施した実証試験により発生圃場におけるシロシストの密度低減効果が確認された、D-D剤を用いた土壌消毒とハリナスビなどの対抗植物の植栽(図-4)を組合せた防除を実施することにより、シロシストの密度低減を図り、根絶を目指す

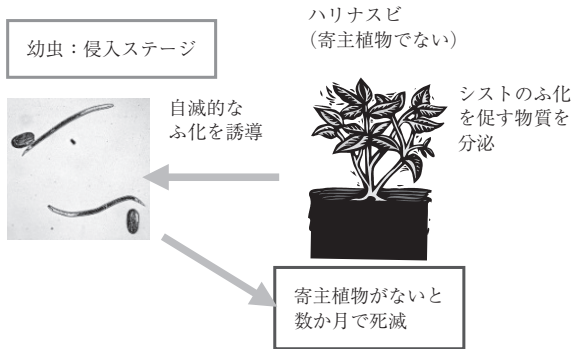


図-4 対抗植物（ハリナスビ）による防除のイメージ

すこととしている。

現地で実施する防除作業については、現地生産者および関係者の理解が不可欠であり、また、防除作業の一部については、現地生産者の協力を得ながら実施する必要があることから、現地生産者および関係者に対してはよ

り丁寧な説明をすることで、防除作業への理解を得ながら防除を進めていくこととしている。

緊急防除に係る移動規制についても、防除区域内で生産された農作物の移動時には植物防疫官による検査を実施するなど、関係者と緊密に連携しつつ、シロシストのまん延防止に努めていくこととしている。

最後に、緊急防除が円滑に実施できるよう、関係各位に対して、改めてご理解・ご協力をお願いしたい。

#### 引用文献

- 1) STONE, A. R. (1973): *Nematologica* **18**: 591 ~ 606.
- 2) TURNER, S. J. and K. EVANS (1998): *Potato cyst nematodes: Biology, distribution and control* (MARKS, R. J. and B. B. BRODIE eds), CAB International, Wallingford, UK, p.7 ~ 26.

#### 参考URL

- 1) 農林水産省プレスリリース  
<http://www.maff.go.jp/j/press/syouan/syokubo/150819.html>  
(2017年6月8日アクセス確認)
- 2) 第3回ジャガイモシロシストセンチュウ対策検討会議議事概要  
[http://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/keneki/k\\_kokunai/gp/160907.html](http://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/keneki/k_kokunai/gp/160907.html) (2017年6月8日アクセス確認)

## 農林水産省プレスリリース (29.5.16 ~ 6.13)

農林水産省プレスリリースから、病害虫関連の情報を紹介します。

<http://www.maff.go.jp/j/press/syouan> の後にそれぞれ該当のアドレスを追加してご覧下さい。

◆「平成29年度病害虫発生予報第2号」の発表について  
(5/17) /syokubo/170517.html

◆「国産麦類中のかび毒の実態調査」の結果について  
(6/7) /nouan/170607.html

植物防疫基礎講座：

植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル 2016

## (20) ブドウ晩腐病菌

—QoI 剤（培地・生物・遺伝子検定法）—

長野県農政部農業技術課 こん近 どう藤 けん賢 いち一

### はじめに

ブドウ晩腐病は主に成熟期の果房に発生し、果粒を腐敗させる病害であり、収穫期の降雨により二次伝染が助長され、急速に被害が拡大して、収量を大きく低下させるため、ブドウ栽培では重要病害の一つとなっている。本病の病原菌としては、*Glomerella cingulata*（不完全世代：*Colletotrichum gloeosporioides*）および *C.floriniae* の 2 種が報告されている。*C.floriniae* はこれまで *C.acutatum* に属する一種で、分子系統解析による再分類の結果、近年、ブドウ晩腐病を引き起こす *C.acutatum* は *C.floriniae* と再同定された (SATO et al., 2013)。なお、本稿では、検定を行った当時の学名、*C.acutatum* で表記した。

本病の防除薬剤としては、休眠期にはベノミル水和剤、イミノクタジン酢酸塩液剤、TPN 水和剤、ジチアノン水和剤等、生育期にはマンゼブ水和剤、キャプタン水和剤、QoI 剤のアゾキシストロピン水和剤やクレソキシムメチル水和剤、テブコナゾール水和剤等が用いられている。特に QoI 剤は、広い殺菌スペクトルを有し、晩腐病のほか、ブドウにおける最重要病害であるべと病をはじめ、灰色かび病、褐斑病等多くの病害に卓効を示すこと、また、生食用品種で問題となる薬液による果粒の汚れ、果粉の溶脱といった外観品質への影響が比較的小さいことから、農業登録以降、基幹薬剤として広く使用されてきた。

長野県では 2008 年以降、QoI 剤に対する感受性調査を開始し、2012 年に県下で初めて耐性菌の存在を確認している。また、福岡県においても 2012～13 年の調査によって耐性菌の存在が確認され (菊原, 2015)、2013 年には岡山県、長崎県の病害虫防除所から耐性菌に関する情報が出されており、ブドウ晩腐病菌の QoI 剤耐性菌の分布拡大が全国的に懸念されている。

本稿では、ブドウ晩腐病菌の QoI 剤に対する感受性

検定法について、筆者らが実施している方法を紹介する。

### I 検定材料の調整方法

本病はブドウの成熟果粒のほか、花穂、幼果にも発生し、結果母枝や巻きひげ等の組織内では菌糸の状態で潜伏越冬する。

供試菌の分離には、病斑からの組織分離法と果粒や花穂等の病斑上に形成された分生子を釣菌する方法がある。分離源としては成熟期の被害果粒が扱いやすいが、徐々にミイラ化して新鮮な病斑を得ることが難しくなるので、採集時期が遅くならないよう注意が必要である。また花穂や結果母枝、巻きひげ等を分離源とすることもできる。これらからの分離方法については深谷 (2009) を参考にする。

耐性菌の検出率は、園地ごとに異なることが多い。地域を対象に耐性菌の分布状況を調査する場合には、抽出した園地ごとにできるだけ検定菌株数を一定にする。採集にあたっては調査樹、場所が偏らないよう園地全体から罹病サンプルを採集する。なお、同じ果房（花穂）や結果母枝から分離される菌株は単一の菌株に由来すると仮定し、被害果房（花穂）あるいは枝単位で病原菌を分離する。

#### (1) 罹病組織からの組織分離法

病斑周辺部を健全部を含めて適当な大きさに切り取り、70%エタノールで 20 秒間、次いで次亜塩素酸ナトリウム液（有効塩素濃度 2%）で 1～2 分表面殺菌し、殺菌水で十分洗浄、乾燥した組織片を、500 ppm のストレプトマイシン硫酸塩を加用した 2% 素寒天平板培地に置床する。25℃ で 2～3 日間培養した後に、伸長した菌糸を実体顕微鏡下で単菌糸分離し、検定に供試する。

#### (2) 病斑上の分生子を釣菌する方法

花穂や成熟果等の病斑上に形成された分生子塊を柄付き針などで少量かき取り、微量の殺菌蒸留水に懸濁し、これを 500 ppm のストレプトマイシン硫酸塩を加用した 2% 粗寒天平板培地に画線する。25℃ で 1 日程度培養した後、光学顕微鏡下で発芽を確認した単一の分生子を培地ごと切り出し、PDA 斜面培地に移植して単胞子分

Methods for Detecting QoI Fungicide Resistance in Grapevine Ripe Rot. By Kenichi KONDO

(キーワード: QoI 剤, ブドウ晩腐病菌, 薬剤耐性菌検定)

離菌株とし、検定に供試する。

## II 感受性検定方法

### 1 寒天希釈平板法

一般に、人工培地上での病原糸状菌の菌糸生育に対する QoI 剤の抑制活性は低い、これは QoI 剤の作用下において病原菌の電子伝達系内のバイパス呼吸経路（シアン耐性呼吸）が活性化するためである（石井，2009）。そこで、寒天希釈平板法による QoI 剤感受性検定では、代替呼吸経路を阻害する没食子酸 *n*-プロピルまたはサリチルヒドロキサム酸（SHAM）を加用する方法が各種病原菌において採用されている。

ブドウ晚腐病菌においてもこれら代替呼吸阻害剤を加用した培地を用いることで、QoI 剤耐性菌の判定が可能である。

#### (1) 検定培地

基本培地には PDA 培地を用い、滅菌後、培地の温度が 50℃ 程度に下がったところに、没食子酸 *n*-プロピルを最終濃度が 4 mM になるように添加し、次いでアゾキシストロビン懸濁液を最終濃度が有効成分で 0 ppm, 1 ppm, 10 ppm, 100 ppm となるように添加する。添加後は培地をよく攪拌し、径 9 cm のシャーレに流し込み検定培地とする。なお、没食子酸 *n*-プロピルは水に溶解しにくい、あらかじめジメチルスルホキシド（DMSO）に溶解し、培地容量に対し 1% となるように添加する。また、アゾキシストロビンは市販されている製剤（10% 製剤）を滅菌水に懸濁して使用する。なお、代替呼吸阻害剤としてサリチルヒドロキサム酸を用いる場合には添加濃度を 1,000 ppm とする。

本病の病原菌は前述の通り *G.cingulata* と *C.acutatum*

の 2 種存在する。本県でこれまでに確認されている QoI 剤耐性菌はすべて *G.cingulata* であることから、感受性検定を実施する際には、佐藤（1996）による種の簡易識別をあわせて行っている。

種の簡易識別は、ベノミル剤 1,250 ppm, ジェトフェンカルブ剤 625 ppm（いずれも有効成分濃度）を別々に添加した PDA 平板培地に分離菌の菌叢ディスクを置床し、25℃ で 5 日間培養した後に両剤に対する薬剤感受性の表現型から判定する（表-1）。

#### (2) 検定

供試菌株は、PDA 平板培地で 25℃, 4～5 日前培養したものを用いる。直径 6 mm のコルクボーラーで菌そう先端部を打ち抜いた菌そうディスクを、菌そう面が検定培地に接するように置床し、25℃, 暗黒下で 3 日間培養して菌そう直径を計測する。なお、培養期間が長くなると、感受性菌でも薬剤添加培地で菌糸がわずかに生育する可能性があるため、培養日数に注意する。

#### (3) 判定方法

本検定による判定は、基本的には最小生育阻止濃度（MIC）により行う。MIC 値 > 100 ppm となり、アゾキシストロビン 100 ppm 添加培地でも薬剤無添加培地と同様に旺盛に菌糸生育する菌株を耐性菌、MIC 値が 10 ppm 以下の菌株を感受性菌と判定する。MIC 値 > 100 ppm となるものの、100 ppm 添加培地での菌糸生育量がごくわずかである菌株の場合には、100 ppm 添加培地および無添加培地における菌糸生育量から菌糸生育率 (%) (=  $\frac{\text{100 ppm 添加培地での菌そう直径 mm} - 6 \text{ mm}}{\text{薬剤無添加培地での菌そう直径 mm} - 6 \text{ mm}} \times 100$ ) を求め、菌糸生育率が 70% 以上となる菌株を耐性菌と判定する。アゾキシストロビン 100 ppm 添加培地での菌

表-1 *C.gloeosporioides* および *C.acutatum* のベノミル、ジェトフェンカルブに対する感受性の表現型

| 病原菌                             | 薬剤感受性の表現型 <sup>b)</sup> |                        |
|---------------------------------|-------------------------|------------------------|
|                                 | ベノミル<br>(1,250 ppm)     | ジェトフェンカルブ<br>(625 ppm) |
| <i>C.gloeosporioides</i>        | S                       | R                      |
|                                 | R <sup>c)</sup>         | S                      |
| <i>C.acutatum</i> <sup>a)</sup> | R                       | R                      |

a) 現在の学名は *C.floriniae*.

b) S: 感受性, R: 耐性 (低感受性).

c) ベノミル添加培地上での菌糸生育量が無添加培地上の 20% 以上.

表-2 アゾキシストロビン 100 ppm 添加培地で異なる菌糸生育を示す菌株におけるチトクローム *b* 遺伝子の G143A 変異の状況

| 菌糸生育率 <sup>a)</sup> | 供試菌株数 <sup>b)</sup> | G143A 変異が認められる<br>菌株割合 (%) <sup>c)</sup> |
|---------------------|---------------------|--|
| < 50%               | 61                  | 0  |
| ~ 70%               | 9                   | 0  |
| 70% ≤               | 29                  | 100                                      |

a) アゾキシストロビン 100 ppm 添加培地（没食子酸 *n*-プロピル 4 mM 加用）における菌糸生育率  
菌糸生育率 =  $\frac{\text{薬剤添加培地での菌そう直径 mm} - 6 \text{ mm}}{\text{薬剤無添加培地での菌そう直径 mm} - 6 \text{ mm}} \times 100$ .

b) 2008 ~ 12 年に長野県下で採集した菌株を供試.

c) PCR-RFLP により、PCR 産物が制限酵素 *Fnu4HI* で切断される菌株の割合.

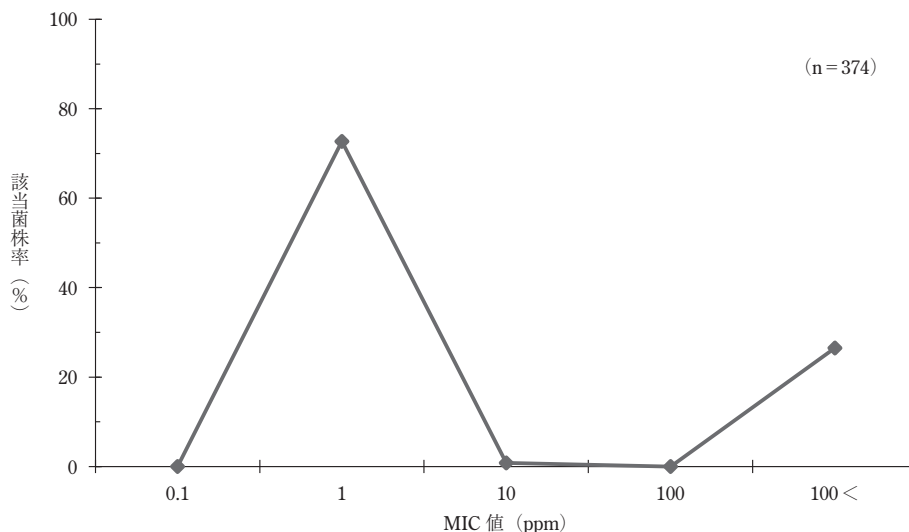


図-1 長野県におけるブドウ晩腐病菌のアゾキシストロビン剤に対する感受性分布 (2008～12年 没食子酸 *n*-プロピル 4 mM 加用条件下)

糸生育率が70%以上の菌株においてのみ、後述の遺伝子診断法による検定において、チトクローム *b* 遺伝子の G143A 変異が認められる (図-1, 表-2)。

## 2 菌糸生育率の異なる菌株に対する QoI 剤の防除効果

圃場に栽植された樹の果房を用いて、通常の薬剤防除効果試験と同様の方法で菌糸生育率の異なる菌株に対する QoI 剤の防除効果を検討することができる。なお、室内試験として、成熟果粒を用いて検定することもできるが、筆者の経験では発病が不均一となり評価が難しい場合もあるので、供試菌株数や果粒の反復数を多くとる等の工夫が必要である。

### (1) 供試樹

供試品種は、晩腐病に対する感受性が高いと考えられる‘巨峰’や‘ピオーネ’を用いる。供試する果房には落花後にブドウ用のハترون紙袋をかけ、自然感染を防止する。

### (2) 薬剤処理および病原菌の接種

幼果期の果房にアゾキシストロビン 10%水和剤 1,000 倍液 (有効成分 100 ppm) を十分量散布し、風乾しておおよそ 24 時間後に供試菌株の分生子懸濁液を噴霧接種する。接種源の濃度が高すぎると、対照区も含め発病が多くなり、防除効果を評価できない場合があるので、濃度は約  $1.0 \times 10^4$  個/ml 程度とする。接種は夕方に行い、接種後はハترون紙をかける。菌株によっては培地上での分生子形成が不安定な場合がある。このような菌株では、SUZAKI (2011) の方法を参考に接種源を準備するとよい。なお、接種時には自然感染の有無を明らかにする

ため、無散布・無接種区も設定する。

### (3) 効果の判定

成熟期に供試果房の発病の有無、発病程度を調査し、無散布区の接種果房と発病状況を比較して薬剤の防除効果を判定する。

表-3 に、本県での調査結果の一部を示した。感受性菌 (MIC 値が 10 ppm 以下の菌株) では、アゾキシストロビン 10%水和剤 1,000 倍の効果は非常に高かったが、耐性菌 (MIC 値 > 100 ppm で 100 ppm での菌糸生育率 70%以上の菌株) では効果が著しく劣った。なお、MIC 値が > 100 ppm で菌糸生育率が 50%以上 70%未満の菌株においても、アゾキシストロビン 10%水和剤の防除効果の低下が認められたが、遺伝子診断においてはチトクローム *b* 遺伝子の G143A 変異は検出されなかった。この原因について詳細な検討は行っていないが、渡辺ら (2010) の報告のように、本病原菌においても、チトクローム *b* 遺伝子の G143A 以外のアミノ酸変異が QoI 剤耐性に関与している可能性も考えられる。寒天希釈平板培地法による検定で、このような菌株が高頻度で確認される場合には、生物検定の実施やチトクローム *b* 遺伝子のシーケンス解析が必要と考えられる。

## 3 遺伝子診断

キュウリうどんこ病菌、べと病菌などにおいて、QoI 剤耐性は、同剤の標的タンパク質であるチトクローム *b* の遺伝子変異に伴うアミノ酸置換に起因することが推定されており (ISHII et al., 2001), この変異を利用した QoI 剤耐性菌の遺伝子診断法が各種病原菌において開発され

表-3 供試菌株に対するアゾキシストロピン 10%水和剤 1,000 倍液の防除効果

| 供試菌株<br>(MIC 値, 菌糸生育率) <sup>a)</sup> | 調査果房数 | 発病果房率<br>(%) | 発病度 <sup>b)</sup> |
|--------------------------------------|-------|--------------|-------------------|
| 08No.29<br>(10 ppm, 0%)              | 20    | 0            | 0                 |
| 12No.21<br>(10 ppm, 0%)              | 20    | 5.0          | 0.7               |
| 08No.123<br>(100 ppm <, 62.4%)       | 16    | 31.3         | 11.6              |
| 09No.21<br>(100 ppm <, 58.7%)        | 16    | 25.0         | 7.1               |
| 12No.6<br>(100 ppm <, 98.5%)         | 20    | 60.0         | 32.9              |
| 12No.34<br>(100 ppm <, 89.5%)        | 18    | 77.8         | 47.6              |

a) MIC 値：アゾキシストロピン剤の MIC 値, 菌糸生育率：アゾキシストロピン 100 ppm 添加培地における菌糸生育率 (算出式は表-2 参照).

b) 発病度 =  $\{ \sum (\text{指数} \times \text{該当果房数}) / \text{調査果房数} \times 7 \} \times 100$ .  
 指数 0：発病果粒なし, 1：1 果房当たり全果粒数の 5% 以下の果粒が発病, 3：同 6～20% の果粒が発病, 5：同 21～50% の果粒が発病, 7：同 51% 以上の果粒が発病.

ている。ブドウ晩腐病菌と同属の *Colletotrichum* 属菌を病原とするイチゴ炭疽病においても同様の方法が開発され (稲田ら, 2008), チトクローム *b* 遺伝子の G143A 変異の検出による QoI 剤耐性菌検定法が, ブドウ晩腐病菌においても適用できる。ここでは長野県で実施している方法について概略を紹介する。

### (1) DNA の抽出

菌体からの全 DNA の抽出は, 市販のキットを使用してもよいが, 筆者らは以下に示す方法で行っている。供試菌株を PDA 平板培地で 25°C, 4～5 日間程度培養した後に生じた気中菌糸を, 白金耳で少量かき取り, 1.5 ml マイクロチューブに移す。ここに InstaGene DNA 精製マトリックス (Bio-Rad) を 0.2 ml 分注し, ディスポステックの柄で軽く摩擦し, 56°C, 30 分間インキュベートした後に 10 秒間ボルテックスする。その後, 8 分間煮沸した後に軽くボルテックスし, 12,000 rpm で 2 分間遠心分離した上清を PCR に供試する。

### (2) PCR-RFLP

稲田ら (2008) に準じて行う。プライマーはチトクローム *b* 遺伝子を増幅する GCCBF1 (5'-TTTCTTGGGTTA TGTTTTACCTTA-3') (稲田ら, 2008) および RSCBR2 (5'-AACAATATCTTGTCCAATTCATGG-3') (Ishii et al.,

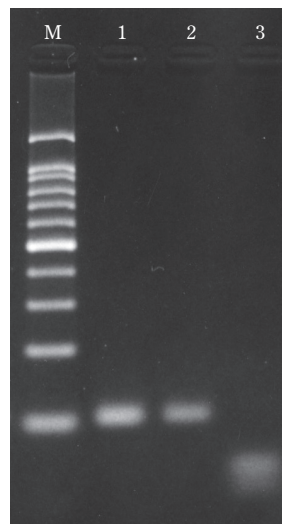


図-2 制限酵素 *Fnu4HI* で処理したブドウ晩腐病菌 (*C.gloeosporioides*) チトクローム *b* 遺伝子の電気泳動パターン

M: 100 bp ラダーマーカー, 1: 感受性菌-*Fnu4HI* 処理, 2: 耐性菌-*Fnu4HI* 無処理, 3: 耐性菌-*Fnu4HI* 処理.

2001) を使用し, 反応液の組成は, AmpliTaq Gold® 360 Master Mix (Applied Biosystems) を 5  $\mu$ l, GC Enhancer を 0.2  $\mu$ l, プライマー各 0.5  $\mu$ M, 鋳型 DNA 溶液 1  $\mu$ l, 合計 10  $\mu$ l とする。PCR [95°C : 10 分 → (95°C : 30 秒 → 57°C : 30 秒 → 72°C : 1 分) × 35 サイクル → 72°C : 7 分] 後, 耐性菌のチトクローム *b* 遺伝子の変異部位 (コドン 143～144 : GCTGC) を認識して, PCR 産物を切断する制限酵素 *Fnu4HI* (または *Ita I*) を処理する。その後, 2% アガロースゲルで電気泳動し, ゲルを染色試薬で染色して, 紫外線照射下で観察する。

### (3) 判定基準

感受性菌では制限酵素処理の有無にかかわらず 100 bp 付近に 1 本のバンドが観察されるのに対して, 耐性菌では制限酵素処理により PCR 産物が切断され, 50 bp 付近にバンドが現れる (図-2)。QoI 剤耐性ブドウ晩腐病菌においても, チトクローム *b* 遺伝子のコドン 143 に相当する塩基が GGT から GCT に変異していることを確認しており (近藤, 未発表), PCR-RFLP の結果が裏付けられている。なお, キュウリうどんこ病菌や灰色かび病菌などの病原菌と同様, ブドウ晩腐病菌においてもチトクローム *b* 遺伝子のヘテロプラスミー (感受性型と低感受性型のチトクローム *b* 遺伝子を有するミトコンドリアの共存) により, PCR-RFLP で耐性菌が検出されない場合がある。



## おわりに

FRAC (Fungicide Resistance Action Committee) では、病原菌の耐性菌出現リスク (病原リスク) を評価、提案しており、2014年の改定において *C.gloeosporioides* は「中リスク病原菌」として新たに分類された。近年、国内においても、同菌を病原菌とするナシ炭疽病 (渡邊, 2012) やリンゴ炭疽病 (赤平ら, 2013; 近藤, 未発表) において、QoI 剤耐性菌の出現が問題になっており、*C.gloeosporioides* を病原菌の一種とするブドウ晩腐病菌についても、QoI 剤も含め各種薬剤に対する耐性菌出現への警戒が必要と考えられる。耐性菌対策の考え方としては、以下の殺菌剤使用ガイドラインが日本植物病理学会殺菌剤耐性菌研究会 (<http://www.taiseikin.jp/>) より公表されている。

[参考: ブドウにおける QoI 剤使用ガイドライン]

QoI 剤は単剤あるいは SDHI 剤との混用、混合剤のいずれの場合も 1 年 1 回まで。その他の混用もしくは混合剤 (効果が期待できる他の成分を含む) の場合は 1 年 2 回まで。

しかし、ブドウ (生食用品種) のように農薬の選定に際して、薬剤の使用しやすさ (果粒への汚れや果粉溶脱

に対する影響程度が小さいこと) が求められる品目においては、“効果が期待できる他の成分を含む剤との混用 (混合剤も含む)” により果粒外観への影響が生じ、使用場面が限られてしまうことも事実である。このような品目においては、特に病害の発生しにくい圃場環境の整備や伝染源の除去等、殺菌剤以外の防除対策を積極的に取り組むことが重要と考える。また、耐性菌出現リスクがある殺菌剤については、ガイドラインが示される前であっても、年間の使用回数を極力制限するなど先を見据えた取組も必要になると思われる。

## 引用文献

- 1) 赤平知也ら (2013): 日植病報 **79**: 197 (講要).
- 2) 石井英夫 (2009): 植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル II, 日本植物防疫協会, 東京, p.69 ~ 71.
- 3) Ishii, H. et al. (2001): *Phytopathology* **91**: 1166 ~ 1171.
- 4) 稲田 稔ら (2008): 日植病報 **74**: 114 ~ 117.
- 5) 菊原賢次 (2015): 植物防疫 **69**: 498 ~ 502.
- 6) 佐藤豊三 (1996): 同上 **50**: 273 ~ 280.
- 7) SATO, T. et al. (2013): *JARQ* **47**: 295 ~ 305.
- 8) SUZAKI, K. (2011): *J.Gen.Plant Pathol.* **77**: 81 ~ 84.
- 9) 深谷雅子 (2009): 植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル II, 日本植物防疫協会, 東京, p.108 ~ 110.
- 10) 渡辺秀樹ら (2010): 日植病報 **76**: 58 (講要).
- 11) 渡邊久能 (2012): 第 22 回殺菌剤耐性菌研究会シンポジウム講要集, 日本植物病理学会, p.1 ~ 10.

リレー連載

## 農薬製剤・施用技術の最新動向⑮

## キャリアー～その特徴と今後の展望～

ネオライト興産株式会社

木村 健市 (きむら けんいち)

## はじめに

農薬製剤においてキャリアー（鉱産物担体）は重要な役割を担っている。「農薬製剤ガイド」（注，1997）には、農薬製剤の主な目的として「農薬を使用しやすい形にする。」とあり、この方法として「鉱物質担体で希釈したり、使用時に水で希釈できるような形に加工する。」と記載されている。キャリアーは従来から、鉱産物担体それぞれの特性を利用し、各種製剤型に多用されている。

しかし鉱物質由来のキャリアーは、地殻より採取されるため非常に地域性が強い。また種類が多く体系的に取り扱っている書物も少ないため、全体像が把握しづらい状況にある。天産物であるが故に、物性の安定性を確保するためには、その特性、品質を把握し、継続的に確認していくことが重要となる。本稿では、農薬で使用並びに新たに使用が検討されているキャリアーについて、種類ごとにその特徴を説明する。

## I キャリアーの種類と特徴

## 1 ベントナイト

## (1) ベントナイトとは

ベントナイトは火山噴出物である火山灰が変質して生成された粘土鉱物で、モンモリロナイトを主成分とし、pHは中性からアルカリ性を呈する。モンモリロナイトは薄い板状の結晶をしており、ベントナイトはこの結晶が積層された立体構造を持っている。この層間には層間陽イオンと呼ばれる陽イオンが存在し、その陽イオンの種類により、アルカリ金属を多く含むNaベントナイトとアルカリ土類金属を多く含むCaベントナイトに分類される。Naベントナイトは膨潤性が高く、Caベントナ

イトはNaベントナイトに比べ膨潤性が低いものの水馴染みは良好である。

## (2) 特性

## 1) 膨潤性

ベントナイトは水中では水を吸収して粉体体積の数倍に膨張する。このためベントナイトは、別名「膨潤土」とも呼ばれる。この膨潤性を利用し、地面にベントナイトを客土すると降雨により、ベントナイトが膨潤して不透水の膜を作る。土木工事ではこの特性を利用して止水材として利用される。

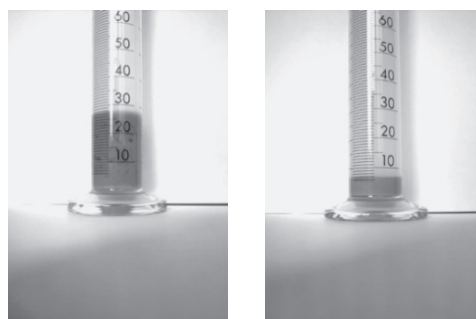
膨潤度の指標の一つとしてウエットボリュームを比較するACC法がある。メスシリンダに100 mlの水を張り、ベントナイト2 gを膨潤させながらゆっくりと水中に入れ24時間後のウエットボリューム量を測定、数値化し膨潤度の指標とする（図-1）。

## 2) 水分散液中での増粘性、チクソトロピー性

水に分散させると粘性のあるコロイド状の懸濁液となる。この懸濁液は攪拌するとゾル（液状）になり放置するとゲル（プリン状）になるチクソトロピー性を有する。

## 3) 可塑性、乾燥固結性

水を含んだベントナイトは可塑性を有し、乾燥させる



Naベントナイト (28 ml) Caベントナイト (6 ml)

図-1 NaベントナイトとCaベントナイトのACC法による膨潤度の比較

Feature and Future Prospects of Carrier. By Kenichi KIMURA  
(キーワード: キャリアー, 粒剤, 粉剤, 水和剤, 増粘剤, ジャンボ剤, フロアブル剤)

と固結性を有する。この性質を活用し農薬粒剤の滑剤および粘結剤として用いられる。

4) 陽イオン交換容量 (Cation Exchange Capacity : CEC)

ナトリウム、カリウム、カルシウム等の陽イオンを吸着、保持し必要に応じて放出する。この性質を利用して猫砂にベントナイトを使用すると、アンモニアを吸着するため臭いを防止する。

(3) 特殊なベントナイト

1) 精製ベントナイト

ベントナイトから湿式分級により狭窄物を除去し、モンモリロナイトを取り出したものである。原料基準、使用基準により日本薬局方や食品添加物として使用可能となる。モンモリロナイトの増粘性、チクソトロピー性、吸着特性を利用し、化粧品、水系塗料、入浴剤、石鹼、ワイン醸造時の澄清剤のほか、農業分野では水系製剤の増粘剤として使用されている。

2) 有機ベントナイト

モンモリロナイトの結晶間にある陽イオンと第4級アンモニウムイオンをイオン交換させることで、水系では膨潤しないが有機溶剤中で膨潤する有機ベントナイトができる。油性塗料、印刷インキ、化粧品、接着剤等に使用される。

その特性により油性製剤の増粘剤として活用が期待されている。

(4) 酸性白土とは

酸性白土はベントナイトと同様にモンモリロナイトを主成分とする鉱物であるが、pHは酸性を示す。また酸性白土は強い吸着を示し、ベントナイトのような膨潤性は示さない。また酸性白土に酸処理、加熱処理を施すことにより可溶性物質を溶出し、微細な細孔を有して、吸着性を強化された活性白土が製造される。強い吸着性を利用し油脂の脱色剤、触媒としても使用される。

2 炭酸カルシウム

(1) 炭酸カルシウムとは

石灰石は地質時代の有孔虫やサンゴ等の遺骸が堆積、沈殿作用によって生成した岩石である。鉱物組成は、炭酸カルシウム (CaCO<sub>3</sub> 97% up) で不純物 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等) が少ない。石灰石の中で熱変成を受け高白色、結晶質になったものを大理石とよぶ。

石灰石は北海道から沖縄にかけて広く分布し埋蔵量が豊富、質も良好であり、需要量のほとんどを国内の供給で賄える。各地で見られるカルスト台地、鍾乳洞はこの石灰石よりできている。安価で白色度が高く、モース硬度が3と低いいため生産ラインの摩耗が少なく、しかも無

石灰石 (CaCO<sub>3</sub>)

↓ ← 焼成 (850 ~ 900℃)

生石灰 (CaO)

↓ ← 加水

石灰乳 [Ca(OH)<sub>2</sub>]

↓ ← 炭酸ガスを吹き込み結晶化

軽質炭酸カルシウム (CaCO<sub>3</sub>)

図-2 軽質炭酸カルシウムの製造方法

毒で成分的に安定していることから農薬のキャリアーとして大量に使用されている。広く農業用として土壤改良剤の石灰肥料としても使用される。

(2) 種類と用途

1) 重質炭酸カルシウム

石灰石、大理石を粉砕したものを、重質炭酸カルシウム (重炭) とよぶ。中性の水にほとんど反応しないが、酸性の水には溶解する。塩酸と反応して二酸化炭素を放出する。また熱を加えると酸化カルシウムと二酸化炭素に分解される。pHは8 ~ 10のアルカリ性を示す。

2) 軽質炭酸カルシウム

軽質炭酸カルシウムの製造方法を図-2に示す。

軽質炭酸カルシウムは化学反応により微細な結晶を析出させた沈降炭酸カルシウムである。製造条件により、粒径調整、結晶形態の調整が可能である。ゴム、プラスチック、シーラント、塗料インキとして使用される。また、不純物が少ないので食品添加物、化粧品にも使用される。

3 クレー・カオリン

(1) クレーとは

クレー (CLAY) は粘土、白土と訳す。クレーは業界により呼び名が異なるので紛らわしい。代表的な鉱物に蠟石 (パイロフィライト) を微粉にしたものがあるが、陶石質、セリサイト質、珪石質の微粉もクレーとよぶことがある。pHは酸性を示し安価で造粒性も良好なため、炭酸カルシウムとともに農薬のキャリアーとして(粉剤、粒剤、水和剤) 大量に使用される。

(2) 製造方法

1) 乾式粉碎

(i) 粒剤用クレーの場合

乾燥→粉碎→風簾分級 (粒度調整) →包装

(ii) 粉剤用、水和剤用クレーの場合

乾燥→粉碎→1次風簾分級 (45分級 ~ 98% up) →2次風簾分級 (10 μm で粗粉, 微粉にカット)

ア) 10 μm ~ 45 μm DL粉剤用クレー

(平均粒径約 25 μm 嵩比重 0.95 ~ 1.10)

イ) 10 $\mu$ m 以下 水和剤用クレー  
(平均粒径約 6 $\mu$ m 嵩比重 0.40 ~ 0.70)  
2) 湿式粉砕  
粉砕→水簸分級→(漂白)→脱水・乾燥→包装  
クレーの製造方法に、水簸(すいひ:湿式分級)という特徴的な方法がある。ストークスの式(小さな粒子が沈降する際の沈降スピードを表す)に基づき粒子径を調整、制御し、同時に漂白を行うことで下記の性能が向上する。

- (i) 水馴染みを良くする(農薬の水和性向上)。
  - (ii) 漂白により白色度を上げ色相を安定させる(紙、塗料填剤の色調調整)。
  - (iii) 風簸では困難な微粉を造る(平均粒径 5 $\mu$ m)。
  - (iv) 水簸の工程で鉄分などの不純物を除去できる。
- 3) カオリンとは

カオリンはカオリナイト、加水ハロイサイト、ハロイサイト等の結晶構造からなる粘土鉱物である。カオリンの語源は中国の陶磁器で有名な景德鎮のある浮梁県高嶺で採れる白色の粘土(高嶺土)に由来する。窯業界ではチャイナクレーの名称がカオリンの代名詞になっている。カオリナイトの結晶は六角板状を呈する。加水ハロイサイト、ハロイサイトは無定形である。カオリンは  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$  の結晶水を持った珪酸アルミニウム鉱物である。

#### 4 珪藻土

##### (1) 珪藻土とは

珪藻土は珪藻と呼ばれる藻類の化石である。珪藻が大量に増殖、死滅、沈降し長い年月を経て珪殻と呼ばれるシリカ質の遺骸のみが残る堆積して鉱床となったものである。珪藻の種類は 15,000 種以上が知られている。珪藻の大きさは 10 $\mu$ m から 200 $\mu$ m 程度まであり、形状も球形、円筒形、円盤状と多種存在する。珪藻の細胞壁には 0.1 ~ 1 $\mu$ m 程度の細孔が多数開いている。珪藻土の特性は、この細孔を含む独特の形状と化学的に安定なシリカ質の化学組成に由来する。

キャリアーとしての特徴は、無機鉱産物中で最も大きい保水力、吸油能力であり、液体原体、活性剤の担体として使用される。

##### (2) 種類と物性

珪藻土は製造方法により下記のように分類され、それぞれ異なった物性を示す(表-1)。

- A 乾燥品 原料を採掘後 200 ~ 300 $^{\circ}$ C で乾燥
- B 焼成品 原料を採掘後 900 ~ 1,100 $^{\circ}$ C で焼成
  - B-1 一般焼成品
  - B-2 融剤添加焼成品 表面をガラス化し焼結させ

表-1 製造方法の違いによる珪藻土の物性

| 項目  | A<br>乾燥品          | B-1<br>一般焼成品       | B-2<br>融剤添加焼成品     |
|-----|-------------------|--------------------|--------------------|
| 外観  | 白~淡黄褐色<br>灰~灰緑色紛体 | 鮭肉色                | 白色                 |
| 真比重 | 2.2 ~ 2.3         | 2.2 ~ 2.3          | 2.2 ~ 2.3          |
| 粒度  | 細かい。              | 凝集があるため<br>少し粗くなる。 | 凝集が激しいので<br>粗めとなる。 |
| PH  | 3 ~ 8             | 6 ~ 8              | 9 ~ 11             |
| 水分  | 10%以下             | 3%以下               | 3%以下               |

るため融剤を添加して焼成

珪藻土の細孔の径は 0.1 ~ 1 $\mu$ m 程度の比較的マクロな孔であり、孔が(オングストローム) Å 単位のゼオライトや活性炭のような吸着性はない。また、珪殻のシリカは可溶成分が極めて少ないため、食品添加物としても認可されている。

##### (3) 用途

精製珪藻土の最大用途はろ過助剤であり、その他ファイラー、建築材料、断熱レンガ、土壤改良材に加え、農業では水和剤、粒剤の担体として使用されている。

#### 5 タルク

タルクは日本語、中国語でともに滑石と書く。読んで字の如くツルツルとした脂肪感がある。モース硬度 1 と鉱物中で最も柔らかく、滑性がよいので造粒負荷が少ない。造粒性がよいため粒剤のキャリアーとして用いられることが多い。

タルクの化学組成は含水珪酸マグネシウム ( $3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$ ) で劈開(一方向への割れやすさ)が進んでおり鱗片状でアスペクト比(直径/厚み)が大きい。耐熱性に優れ化学的に安定しており、弱アルカリ性で pH9 前後となっている。産地は中国、インド、パキスタン、オーストラリア、アメリカ等、全世界に鉱脈があり日本国内でも産出する。

タルクには不純物としてアスベストを含むものがあるが、日本では労働安全衛生法施行令および石綿障害予防規則基安化発第 0828001 号に基づき管理されており、アスベストを含有しないものだけが流通している。

#### 6 ゼオライト

ゼオライトは沸石水(ゼオライト水)という結晶水を含み Å 単位の極微細な空洞を持つため、吸着機能、陽イオン交換能を有する。ゼオライトの吸着能力は特にアンモニアの悪臭を吸着するので猫砂、鶏舎の消臭剤として使用される。取り込んだ窒素を徐放するため土壤改良

剤としても使用される。

またゼオライトの陽イオン交換能はセシウム、ストロンチウムを優先的にイオン交換し吸着するため放射能除染材料としても注目されている。ゼオライトは製造方法により天然ゼオライト、合成ゼオライト、人工ゼオライトに分けられる。また天然ゼオライトには結晶構造によりクリノプチロライト、モルデナイトの2種がある。

### 7 アタパルジャイト

アタパルジャイトは中空針状の結晶構造を持つ粘土鉱物である。アタパルジャイトを加熱するとゼオライト水が抜けて空洞になり吸着性を有する。さらに酸処理を行うことにより可溶性物質を溶出させると、微細な細孔を有し、吸着性が強化されたアタパルジャイトを得ることができ、油脂の脱色剤、床下の調湿材として使用される。

水溶液中では繊維状の構造が絡み合っており強い粘性を発揮するため、農薬製剤では吸着剤や水溶液の増粘剤として利用される。

### 8 石膏

石膏は硫酸カルシウム ( $\text{CaSO}_4$ ) を主成分とする鉱物で、中性無機、安全である。石膏は結晶水の数により次の三つに分類される。

#### (1) 二水石膏 ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )

地下資源としての天然石膏のほかに、火力発電所など脱硫工程で生産される脱硫石膏、化学的に副生される化学石膏がある。常温では水和反応は起こらない。

#### (2) 半水石膏 ( $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ )

二水石膏を焼成することにより生成される。加水すると水和反応が起こり固結する。結晶構造により  $\alpha$  型 (強度が強い)  $\beta$  型 (強度が弱い) に分かれる。

#### (3) 無水石膏 ( $\text{CaSO}_4$ )

天然に存在する II 型無水石膏 (不溶性のため水和反応が起こらない) と、半水石膏を焼成 ( $180 \sim 190^\circ\text{C}$ ) することにより生成される III 型無水石膏 (可溶性のため加水すると半水石膏に戻り水和反応が起こる) に分かれる。

### 9 重晶石

重晶石は硫酸バリウム ( $\text{BaSO}_4$ ) を主成分とし、真比重 4.5 と非常に重い。化学的、物理的に安定で安全性が高いため工業原料として用いられる。近年シェールガス掘削の重量材として、使用量が増大している。硫酸バリウムには重晶石と呼ばれる天然のバライト鉱物を粉碎して製造するバライト粉末と、化学反応で作る沈降性硫酸バリウムがある。農薬粒剤の比重調整材として用いられる。

### 10 軽石

火山活動により大気中に放出されたマグマが急減圧急冷却されガス分が抜けたために多孔質となった非晶質シ

リカを主体とした岩石粒である。

pH4～7と中性で、適度な硬度と比重 (0.6～1.0) があり、ポーラスなため吸油能力に優れる。農業では適度な粒度に篩分けし、含浸担体として使用される。

採掘→水洗い (シルト分除去) →湿式篩→乾燥→乾式篩→包装の工程を経て製造される。

### 11 珪砂

珪砂は  $\text{SiO}_2$  を主成分とした砂である。海より採取される海砂、川より採取される川砂、砂岩を砕き一次粒子に戻す山砂、珪石を破碎し製造する人造珪砂に分けられ、建材、土木、鑄物砂等に工業用として大量に使用される。農業用としては水洗してシルト分を除去し、粒度調整したものがコーティング基材として使用されている。産地により色相が大きく異なるので選定には注意が必要である。

### 12 浮水性キャリアー

#### (1) シラスバルーン

シラスを  $900 \sim 1,000^\circ\text{C}$  で焼成すると非晶質ガラスが軟化して飴状になる。また含有する結晶水が急激に膨張し独立気泡を有した無機質の軽量閉鎖型中空体であるシラスバルーンが作られる。中空のため非常に軽く、水に浮く素材となる。

#### (2) 木粉

製材所で発生する鋸挽き粉を原料とし乾燥、粉碎、分級により製造する。樹脂の軽量骨材、線香の燃焼材としても用いられる。

#### (3) 樹脂中空体

樹脂を特殊製法にて発泡することにより製造する。弾力性に富み、非常に軽量であるためコーキングの充てん材、建材等の軽量化材としても用いられる。

#### (4) コルク

樹皮と維管束形成層の間に発達したコルク層を剥いで採取する。剥がされたコルク層は数年から数十年程度で再生される。

工業用コルクは、乾燥→破碎→整粒の工程により製造される。コルクは無数の独立気泡を持った多孔質体で弾力性があり保温性に優れている。

#### (5) ガラスバルーン

ガラスを中空体に発泡させた平均粒径数十  $\mu\text{m}$  の独立気泡体である。

#### (6) フライアッシュバルーン

石炭灰であるフライアッシュから中空の独立気泡のみを取り出した数十～数百  $\mu\text{m}$  の独立気泡体である。

## II キャリアーの今後の展望

従来、キャリアーの主目的は希釈材であり、そのため安価、大量生産を要求されてきた。近年、キャリアーの需要は粉剤の減少や、省力化を追求した除草剤の3 kg 剤から1 kg 剤への変更などに伴い年々減少してきている。

農薬の性質上、キャリアーには長期安定供給が絶対条件として要求されるが、数量の減少に伴う不採算化で生産を停止する会社も増えてきている。なおかつキャリアーの掘削、製造には危険が多く、周りの環境に少なからず影響を与える。鉱山の開発は鉱業法、採石法に基づき安全、環境に配慮することはもちろん、付近住民の生活環境、採掘跡山付近の生態系に対する配慮が重要であり、採掘跡の復旧も計画的に進める必要がある。キャリアーの製造工場では労働安全衛生法に基づき安全対策をたて、粉塵対策など作業員の健康に留意することはもちろん、住宅地の拡大に伴い工場近くに民家が進出することも多く、騒音、振動への配慮が必要となっている。

一方、キャリアーの生産コストは需要の低迷に反比例

して、年々増加の傾向にあり、持続的、安定的に供給していくためには生産工程の省力化など、キャリアー工場自体にも意識改革が必要となってきている。

農薬製剤においては、ジャンボ剤、顆粒水和剤、フロアブル剤等の剤型開発やスローリリース等の性能要求に伴い、キャリアーそのものの機能性向上がより強く求められてきている。こうした要求に対応して、キャリアーの商品開発を進め付加価値を上げることも重要となる。

農薬研究においては今後も新規化合物の創製に加え、製剤面でも新たな技術開発が展開されていくものと思われる。農薬開発の多様な技術ステージにおいて、キャリアーの新たな一面が見いだされることを期待したい。

### 引用文献

- 1) 火山珪酸塩工業研究会 (1995): 新時代を築く火山噴出物—その性状と利用の手引き—, VSI (火山珪酸塩工業) 研究会 編, 東京, 300 pp.
- 2) 辻 孝三 (1997): 農薬製剤ガイド, 日本農薬学会 農薬・製剤施用法研究会 編, 東京, p.1 ~ 8.
- 3) 吉田國夫 (1986): 鉱産物の知識と取引—工業用鉱物編—, 通商産業調査会, 東京, p.69 ~ 831.

## エッセイ

## やじ馬昆虫撮影記

(その10 オトシブミの揺籃)

(最終回)

千葉大学大学院 准教授

野村 昌史 (のむら まさし)

帰国後、1年ぶりに日本の昆虫を観察している。道ばたの雑草や小さな緑地でも、昆虫に出会う頻度が米国と比べて格段に高いので、帰国後次々に入ってくる仕事をこなす慌ただしい毎日のなかでも、外に出るのが楽しみである。

戻ってきて、あれを見ようこれを見たいという希望がないわけではないが、まずは遠出するよりは身近な自然をやじ馬的に観察する日々を送っている。

そんな矢先、大学構内に植えられているエゴノキの葉上に、小さな黒い甲虫がいるのを見つけた。構内には何本かエゴノキがあるが、これまで見つけていなかったエゴツルクビオトシブミだった。しかも私の目の前という手頃な高さにいるメス成虫である。彼女はせわしなく葉を点検していたが、いきなりスーッと端から葉を切り始めた(図-1)。目の前で揺籃を作ってくれるようだ。しかも最後にカーブさせる独特な切り口で、想像以上に速く葉を裁断した。

いろいろ仕事が多まっているが…たぶん学生が私の帰りを待っているが…彼女のこの仕事の速さなら、少しの観察時間で揺籃作りを全部見るができるかもしれない。そう思ってじっくり観察することにした。

裁断作業は速かったものの、その後は葉が萎れてくるのを待たなければ、次の段階へは進まない。しかしエゴノキの葉はそう厚くないので、彼女は程なく作業を開始した。主脈沿いに葉を上下に移動しながら、両脚を使って葉を二つ折りにし、そして先端部を折り込みながら揺籃の芯に当たる部分を作り上げ、その部分に穴を開けて

から向きを変えて産卵する姿を観察・撮影できたときは感激してしまった。

その後、彼女は仕上げを点検しつつ葉を巻き上げていった。そして徐々に葉を巻き上げ、最後は独特のカーブした切り口によって巻き上げた揺籃が縦位置になって完成したとき、ありきたりだが、揺籃作りを観察した人が共通して思う「どうして誰にも教わらないのに、こんな職人技の揺籃が作れるのか」という感情を持たずにいられなかった。

こうして1時間半ほどかかった揺籃作りの全行程を見届け、400枚以上の写真を撮影したところで、私を探しに来た学生たちに研究室に呼び戻されたのだった…。

その後、休日に訪れた高尾のヤブザクラに赤いオトシブミがいるのを見つけた。アカクビナガオトシブミという種類だったが、観察し始めたところ交尾直後のメスが揺籃を作り始めた。葉を裁断することなく、二つ折りにした葉を巻き上げる揺籃作りは少しワイルドであったが、その仕事ぶりはていねいで、何度も巻き上げの状況を確認する様(図-2)は、やはり職人にふさわしい姿だった。私はオトシブミが折り曲げた葉の主脈側に位置し、横から葉を巻き上げることを知らなかったので、巻き上げる姿を初めて見るだけでも感動した。

外に出るたびに新しい出会いが、そして見慣れた昆虫でも新たな一面を見せてくれる…これからもそんな感動を求めて昆虫を観察していきたい。 [了]



図-1 葉を裁断するエゴツルクビオトシブミ



図-2 揺籃を点検するアカクビナガオトシブミ

## 新農薬の紹介

### 殺菌剤イソピラザムの特長

日産化学工業株式会社

蓮沼 奈香子 (はすぬま なかこ)

#### はじめに

イソピラザム (Isopyrazam) は、スイス国シンジェンタ社によって開発された SDHI 型の汎用性殺菌剤である。日本国内では日産化学工業 (株) により製剤化がなされ、野菜・果樹用殺菌剤として 2010 年より試験番号 NC-233 (イソピラザム 18.7%) の開発を開始した。NC-233 は、灰色かび病、菌核病、うどんこ病等の子囊菌類や *Rhizoctonia* 属菌等の担子菌類に効果を有し、2017 年 2 月 23 日に「ネクスターフロアブル」として登録を取得した (農薬登録番号 第 23921 号、表-1)。本稿では、「ネクスター®フロアブル」の特長を中心に概要を紹介する。

#### 【有効成分と性状】

一般名：イソピラザム (Isopyrazam)

CAS 登録番号：881685-58-1

化学名：2 *syn*-異性体：3-(ジフルオロメチル)-1-メチル-N-[(1*RS*, 4*SR*, 9*RS*)-1, 2, 3, 4-テトラヒドロ-9-イソプロピル-1, 4-メタノナフタレン-5-イル]ピラゾール-4-カルボキサミドおよび 2 *anti*-異性体：3-(ジフルオロメチル)-1-メチル-N-[(1*RS*, 4*SR*, 9*SR*)-1, 2, 3, 4-テトラヒドロ-9-イソプロピル-1, 4-メタノナフタレン-5-イル]ピラゾール-4-カルボキサミドの混合物

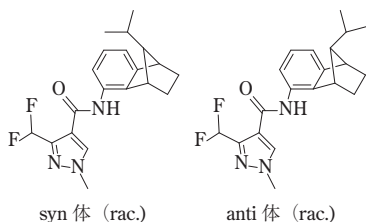
表-1 ネクスターフロアブルの登録内容 (2017年2月23日現在)

| 作物名   | 適用病害虫名        | 希釈倍数            | 使用液量                | 使用時期    | 本剤の使用回数 | 使用方法 |        |
|-------|---------------|-----------------|---------------------|---------|---------|------|--------|
| りんご   | 黒星病           | 1,500 倍         | 200 ~ 700<br>l/10 a | 収穫前日まで  | 3 回以内   | 散布   |        |
| なし    |               | 1,500 ~ 2,000 倍 |                     |         |         |      |        |
| もも    | 黒星病           | 1,500 倍         |                     | 収穫7日前まで |         |      |        |
| 小粒核果類 |               |                 |                     |         |         |      |        |
| かき    | うどんこ病         |                 |                     | 1,000 倍 |         |      | 収穫前日まで |
| ぶどう   |               |                 |                     |         |         |      |        |
| いちご   |               |                 |                     |         |         |      |        |
| トマト   | 葉かび病          |                 | 100 ~ 300<br>l/10 a |         | 収穫前日まで  |      |        |
| ミニトマト |               |                 |                     |         |         |      |        |
| なす    | すすかび病         | 収穫7日前まで         |                     |         |         |      |        |
| きゅうり  | うどんこ病<br>褐斑病  |                 |                     |         |         |      |        |
| メロン   | うどんこ病<br>つる枯病 | 収穫7日前まで         |                     |         |         |      |        |
| レタス   | すそ枯病          |                 |                     |         |         |      |        |
| はくさい  | 黒斑病           | 収穫7日前まで         |                     |         |         |      |        |
| キャベツ  | 株腐病           |                 |                     |         |         |      |        |

イソピラザムを含む農薬の総使用回数 3回



構造式：

分子式：C<sub>20</sub>H<sub>23</sub>F<sub>2</sub>N<sub>3</sub>O

分子量：359.4

水溶解度：syn 体 1.05 × 10<sup>3</sup> μg/l (25℃)，anti 体 5.5 × 10<sup>2</sup> μg/l (25℃)

融点：syn 体 130.2℃，anti 体 144.5℃

蒸気圧：syn 体 5.6 × 10<sup>-7</sup> Pa (25℃)，anti 体 5.7 × 10<sup>-8</sup> Pa (25℃)

## 【作用機作】

植物病原糸状菌の細胞内ミトコンドリアにおける呼吸鎖電子伝達系複合体 II のコハク酸脱水素酵素を阻害する SDHI (Succinate DeHydrogenase Inhibitors) 殺菌剤である (FRAC コード：7)。

## 【安全性】

本剤は、人畜に対する安全性は普通物相当に分類され、水生生物への安全性も高い。有用昆虫 (ミツバチ、マルハナバチ) および天敵 (タイリクヒメハナカメムシ、チリカブリダニ、ミヤコカブリダニ、スワルスキーカブリダニ) への影響も小さい殺菌剤である。

## 【本剤の特徴】

本剤に含まれる新規成分イソピラザムは、*Botrytis* 属菌、*Sclerotinia* 属菌、野菜・果樹のうどんこ病 (*Sphaerotheca* 属菌、*Erysiphea* 属菌、*Sphaerotheca* 属菌、*Podosphaera*

表-2 イソピラザムの各病害に対する効果 (温室試験)

| 作物   | 病害    | 防除効果が70%以上となる最低濃度 (ppm) |
|------|-------|-------------------------|
| キャベツ | 菌核病   | 5                       |
|      | 株腐病   | 5                       |
|      | うどんこ病 | 5                       |
| キュウリ | 灰色かび病 | 5                       |
|      | 褐斑病   | 30                      |
| トマト  | 葉かび病  | 10                      |
| リンゴ  | 黒星病   | 10                      |
|      | 斑点落葉病 | 30                      |

属菌、*Oidium* 属菌等)、*Corynespora* 属菌、*Alternaria* 属菌、*Venturia* 属菌、*Monilinia* 属菌等の子囊菌および *Rhizoctonia* 属菌、*Gymnosporangium* 属菌等の担子菌に効果を有する殺菌剤である。各種基礎活性は、表-2 に示す通り、低濃度まで殺菌効果を有することを確認した。

ネクスターフロアブルの効果特性としては、①適用病害への効果が長期間持続、②作物の葉内へのしっかりした浸達性、③降雨の影響が小さい、が挙げられる。

これらの特性により、作物を各病原菌から長期間安定して保護することで安定生産に貢献できる殺菌剤である。

ネクスターフロアブルの効果特性について、キャベツ株腐病菌を用いた試験を例に紹介する。キャベツ苗に各薬剤を散布し、7日後に株腐病菌を接種した結果、ネクスターフロアブルは実用量である 1,000 倍の 200 ppm から 1/16 実用量の 13 ppm まで、発病を抑制することが示され、効果が長期間持続することが確認できた (図-1)。

また、葉内への浸達性を検討する目的で、キャベツ葉

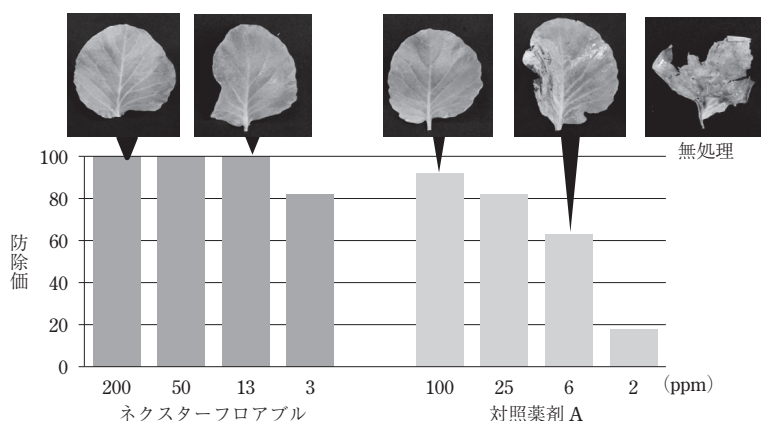


図-1 キャベツ株腐病に対する持続性試験 (7日後接種)

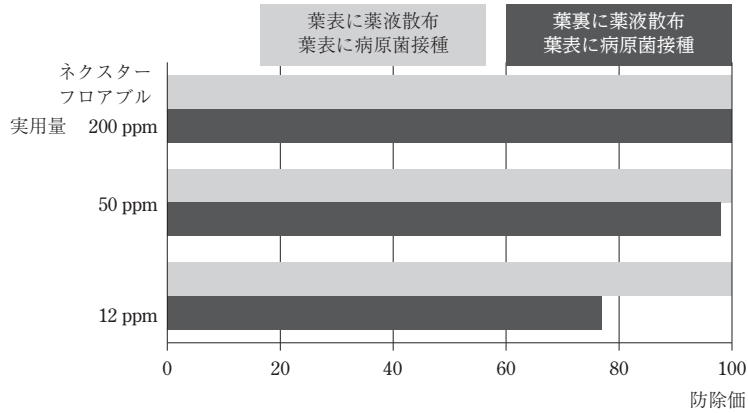


図-2 キャベツ葉内での浸達性試験

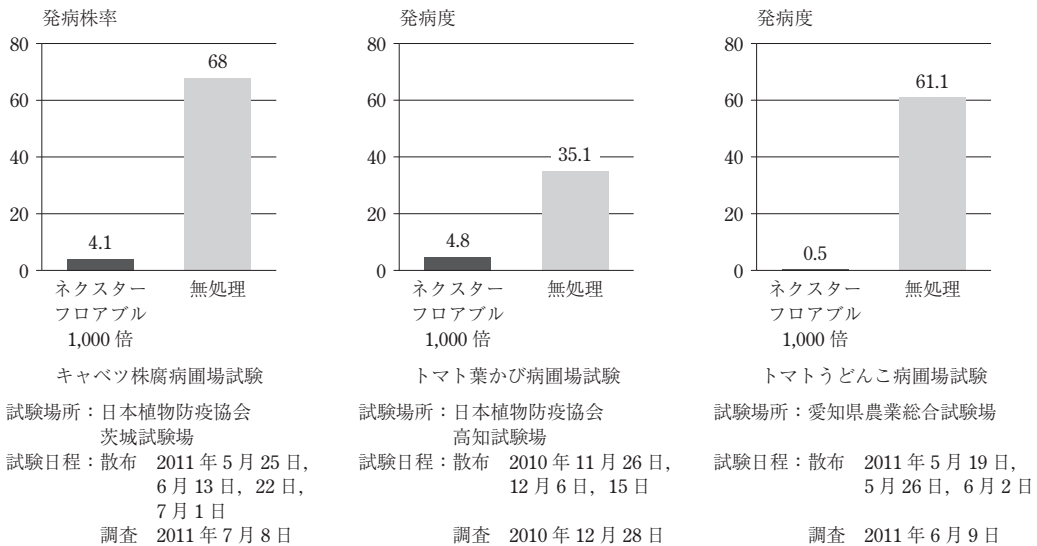


図-3 ネクスターフロアブルの各種病害に対する圃場での効果

裏のみに薬剤を散布し、葉表に株腐病菌を接種し、発病抑制効果を確認した。その結果、実用濃度の1/16量である12 ppmレベルでも感染を阻害し、散布面から裏面へ浸達する力を有することが確認された(図-2)。

露地圃場では、薬剤処理後の降雨が薬効に影響する場合があります。薬剤に耐雨性を有することが重要である。ネクスターフロアブルについて、降雨の影響を確認した結果、降雨処理した場合でも高い防除効果を維持する剤であることを確認した。

このような特性から各種病原菌に対して、圃場でも安定した効果を発揮する剤である。また、幅広いスペクトラムから同時に発生する2種以上の病害を同時に防除することも可能であり、トマトの葉かび病及びうどんこ病

の同時防除などに使用できる。ネクスターフロアブルを使用することで、同時防除ができ、効き目も長く続いたため、ゆとりある防除を実現できる(図-3)。

おわりに

SDHI系の殺菌剤は、適用病害が多く、優れた病害防除資材として必要な薬剤である。しかし、すでにいくつかの作物病害において、耐性菌の存在が確認されている。そこで、SDHI剤の連用を避け、作用性の異なる薬剤とのローテーション使用の遵守により、末永く活用していただけるように努めていきたい。

今後も本剤について、適用拡大を進め、作物の安定生産に貢献できれば幸いである。

効き目が続くということとは、  
ゆとりが生まれるということ。



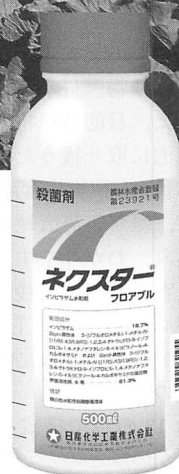
病害への活性が高く、殺菌効果が長期間持続

NEW!

野菜・果樹用殺菌剤

**ネクスター®**  
フロアブル

ネクスター®は日産化学工業(株)の登録商標です。

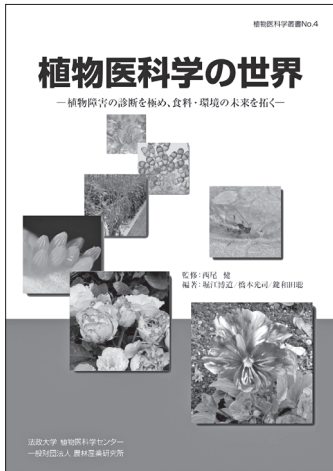


★ 日産化学工業株式会社

〒101-0054 東京都千代田区神田錦町3-7-1 (興和一橋ビル)  
TEL 03(6860)4110 受付時間 9:00~17:30(土・日・祝日除く) <http://www.nissan-agro.net/>

## 書評

植物医科学の世界  
 —植物障害の診断を極め、食料・環境の未来を拓く—  
 西尾 健 監修  
 堀江博道/橋本光司/鍵和田 聡 編著  
 B5判, 391頁, 本体6,481円+税  
 株式会社大誠社 (2017年4月30日発行)  
 (ISBN 978-4-86518-073-2 C3645)



植物医科学の専門書として法政大学植物医科学センターと農林産業研究所から植物医科学叢書シリーズが出版されている。そのNo.2として2016年に出版された「植物医科学実験マニュアル」は説明が学生向けに懇切であるだけでなく内容が充実していることから、一般の実用書としても利用価値の高い本であることに感銘を受けた。本書は、そのシリーズのNo.4で「植物医科学実験マニュアル」の姉妹本となる。

本書では植物医科学を植物の健康を守るための総合科学ととらえ、目的は植物の健康を損なう生育障害を実践かつ実用的に取り扱うための学問であるとしている。そのため本書は、植物生育障害に関連する植物病害、虫害、生理障害、雑草害等広範な分野の多岐な知見を過不足なく盛り込み、わかりやすく解説している。この本を読めば植物生育異常への実践的な対応に最小限必要な知識や情報が得られるように工夫されており、「植物医科学実験マニュアル」と同様に実用書としても利用価値の高いすぐれものである。

本書は13の章で構成され、各章は独立しているが、冒頭にほかの章とのかかわりの記述があるので、その章で書かれていることの位置づけが容易にわかるようになっている。

I章は、植物医科学の意義や役割を食料や環境問題等

の大きな視点から述べており、植物医科学の重要性を改めて確認できる。II章では、植物生育障害の原因や種類、症状の特徴を整理しており、この章で植物生育障害の基本が把握できる。植物生育障害を起こす生物的要因の中の微生物病について、III章では種類と主な病原体、IV章では発生生態と被害解析が簡明に整理してある。V章では、非生物的要因である生理障害の種類と発生要因を整理するとともに、生理障害と野菜の管理作業との関係を解説している。なかでも主要野菜における生理障害診断の現地事例の紹介は、大いに参考になる。VI章では虫害、VII章では雑草害について、種類や生態、防除法等の要点をわかりやすく述べており、専門書へあたる前に必要な情報はこれでおおよそ足りるのではない。

VIII章では、植物生育障害診断の意義や目的、その工程が書かれている。生育障害は似た症状が多く診断は容易でないが、診断にたどり着くまでの工程が実例に基づき経験を交えながら解説されていて、診断を実践する際に参考となるだけでなく、植物医科学への興味を高める助けにもなるのではない。まさに本書の眼目の章といえる。IX章では、植物生育障害が微生物病と予測される場合にまず必要な病原体の同定や診断の要諦が書かれている。より具体的には「植物医科学実験マニュアル」で補完することになるかもしれないが、その導入として十分な内容が盛り込まれている。X章では、植物生育障害対策の柱である農薬の概要が解説されている。作用機作だけでなく、安全性や使用方法にも言及しており、農薬に関する基本的な知識はこれでほぼ十分ではないだろうか。XI章では病害や虫害の防除対策、XII章では植物医科学と関連する行政や法令が再確認できる。XIII章の「植物医科学教育プログラム」は植物医科学がどのように教育されているのかが窺い知れて興味深い。

本書では、本文に関連するトピックや実例等が「ノート」や「ワンポイント・メモ」の欄で紹介、解説されている。この欄は各所に設けられており、内容を身近な知識や情報として興味深く理解し受け取れるように巧みに工夫されている。また、写真が本文中の随所に収載されているだけでなく、そのうちの多くの写真がカラーで口絵に掲載されていることは理解の助けにもなるし楽しい。

植物防疫に関する広範な基礎知識を習得するための研修会を日本植物防疫協会は毎年数回実施している。その研修会には毎回定員を遥かに超える受講希望があり、植物防疫関連業務に新たに携わる人の多いことが窺い知れる。そのような方々を含め、植物防疫など植物生育障害にかかわるすべての方に実用書として、また植物医科学を興味深く俯瞰できる書として本書をお勧めしたい。

(日本植物防疫協会 高橋賢司)

# ひと目でわかる 果樹の病害虫 —第三巻(改訂第二版)—



B5判 277頁, 本体 7,800円+税, 送料実費

本書では、リンゴ、マルメロ、カリン、モモ、スモモ、アンズ、プルーン、ウメ、オウトウ、ブルーベリー、ラズベリー、ハスカップを対象樹種とし、これらに発生する多くの病害虫を紹介しています。病害では発病部位や様相、病原菌やその顕微鏡写真を、害虫では卵から成虫までの各発育ステージと被害写真を掲載しました。発生態や防除法について全国の研究者が簡潔に解説し、写真と解説により病害虫の防除と診断を容易にした図鑑です。今回の改訂では新たにラズベリーの病害虫を加えるとともに、既掲載樹種に11種類の病害解説を追加し、掲載樹種のほぼ全ての病害虫を網羅する内容となっています。

一般社団法人 日本植物防疫協会 支援事業部  
TEL 03-5980-2183 FAX 03-5980-6753  
<http://www.jpfa.or.jp/> e-mail: [order@jpfa.or.jp](mailto:order@jpfa.or.jp)

## 第二刷 農薬と食の安全・信頼

梅津 憲治 著

—Q & Aから農薬と食の安全性を科学的に考える—

A5判 本文282頁  
本体 2,800円+税, 送料実費



本書は農薬が有する多面的な側面のうち、主に「人の健康とのかかわり」に焦点を当て、農薬や残留農薬の人の健康に対する影響について科学的に分かりやすく解説しています。著者が取り組んできた農薬に関する講演や講義で、実際に一般消費者や学生から寄せられた農薬の安全性に対する素朴な質問と著者の答え(Q & A)を各章のはじめに置き、それに関連する本文を読み進めていただけるように構成してあります。農薬はどのような安全性試験を経て農薬登録され、適正使用されているのかなどの基本的な内容から、残留農薬のヒトに対する健康影響やリスクコミュニケーションの取り組みまでを詳述。農薬の研究開発から試験研究機関、技術普及、流通・卸、農業生産法人など植物防疫の関係者にとって必携の一冊です。

一般社団法人 日本植物防疫協会 支援事業部 出版担当

〒114-0015 東京都北区中里2-28-10

TEL 03-5980-2183, FAX 03-5980-6753

e-mail: [order@jpfa.or.jp](mailto:order@jpfa.or.jp)

振替00110-7-177867番

月刊「植物防疫」は、植物防疫に関する専門的な技術情報誌です。全国の植物防疫に携わる研究者・指導者等に実践的に役立つ新しい情報を提供するために、下記規程に則って関係者に積極的な投稿・ご執筆をお願いしております。構想の段階でもご相談に応じますので、ご連絡いただきますようお願い致します。

## 掲 載 規 程

### 1. 掲載記事の分野

植物防疫に関する行政・研究・技術等の情報をひろく対象とします。本誌は実践的に役立つ情報提供を重視していることから、植物防疫との関連性が薄いものや基礎研究の域を出ないものは、原則として掲載しません。

### 2. 掲載記事の種別

本誌に掲載する記事はおおむね次の種別によります。

#### (1) 研究報告および総説

狙いや結果がわかりやすく解説された研究成果の紹介、もしくは諸課題や一連の研究成果等、関心度の高い技術テーマに関する総説。本誌の目的にかなう切り口で科学的に解説されているもの。(注1)

#### (2) 調査報告

調査を元にとりまとめ解説した研究報告に準ずる報告。(注2)

#### (3) 時事解説

行政の施策や世界動向等、関心度の高い時事テーマに関する解説。(注3)

#### (4) トピックス

新たに問題化した病害虫や薬剤耐性その他防除上のトピックス(地域限定の場合も含む)並びに新農薬の紹介等の諸情報。(注4)

#### (5) 新技術解説

新たな実験技法(圃場試験法や感受性検定法等)、調査法、防除法の紹介。(注5)

#### (6) その他

新規農薬登録・特殊報・登録失効・農林水産省プレスリリース、新刊図書の紹介、行事案内など。(注6)

注1) テーマは病害虫・雑草防除研究に限らず、農薬のリスクや管理に関するもの、製剤・施用技術に関するもの等、幅広く掲載可能です。本誌の目的にかなう切り口で科学的に解説いただきます。既発表の研究報告である時は、他誌掲載内容と異なる実践的な切り口でとりまとめて下さい。総説では、最近まで取り組まれてきた関連研究を体系的に解説いただきます。必ず引用文献を付記して下さい。図表を含め

刷り上がり4頁程度を目安として下さい。

注2) テーマは植物防疫に関連して幅広く掲載可能です。例えば海外の登録制度情報の収集・比較や文献調査などが該当します。図表を含め刷り上がり4頁程度を標準としますが、必要に応じて調整可能です。

注3) 植物防疫に関連した時事で、テーマは幅広く掲載可能です。例えば施策に基づいた事業・法令改正の解説が該当します。図表を含め刷り上がり4頁程度を標準としますが、必要に応じて調整可能です。

注4) 早急に知見を周知する必要がある病害虫の発生・薬剤耐性等の情報が該当します。多少のデータ不足・限られた地域の事例でも可です。図表を含め刷り上がり2～3頁程度を目安としますが、更に短いものでも可とします。新農薬紹介は、記事広告ではなく、新規に登録となった有効成分について、物理化学性・作用機構と特長・適用表など基本情報の提供を目的とした記事です。基本的に図表を含め刷り上がり2頁とします。但し、活用法等の研究成果については(1) 研究報告および総説で受け付けます。

注5) 従来の技術と比べた利点・活用法を明確に解説されていることが必要です。必要に応じて引用文献を付記して下さい。図表を含め刷り上がり4頁程度を標準としますが、必要に応じて調整可能です。

一連の技術が多数ある場合は連載化も検討します。

注6) 基本的に事務局が企画・執筆する記事ですが、新刊図書紹介・行事案内については、他者からのご提案の掲載も検討します。基本的に刷り上がり1頁以内です。

※1頁の字数は400字詰め原稿用紙換算5枚：2000字が目安です。

### 3. 掲載の決定

- (1) 専門家による審査体制を設置し、本誌の目的にかなうテーマであるかどうか、科学的に適正な内容であるかどうか等について審査し、掲載の有無を決定します。
- (2) 審査の結果、内容の一部修正等をお願いすることがあります。

### 4. 執筆に当たっての留意事項

- (1) 外部からの支援あるいは他の機関との共同で実施された研究を紹介しようとする時は、その旨を明記するものとし、執筆者の責任で関係者の事前了解を得るものとします。
- (2) 本誌掲載記事の著作権は当協会に帰属するものとします。
- (3) 本誌掲載のほか、当協会ホームページで1頁目の見本提示、ダイジェストの作成・公開、PDF版への収録などに利用させていただきます。
- (4) 本誌掲載から2年を経過した時は、当協会ホームページ内の「植物防疫アーカイブ」に電子版として公開されます。
- (5) 詳細を定めた「執筆要領」が必要な方は、事務局にご請求下さい。

### 5. 投稿・連絡先

電話：03-5980-2183      mail：genko@jppa.or.jp

一般社団法人 日本植物防疫協会 支援事業部 「植物防疫」編集担当

投稿はメールでの受け付けとなります。

協会だより

○第6回 総会の開催

平成29年6月9日、午後3時から東京都荒川区のホテルラングウッドにおいて、一般社団法人日本植物防疫協会の第6回総会が開催された。正会員の出席者数は112名(委任状含む)であった。

【総会議事内容】

定款の規定に基づき、上路雅子理事長が議長となり、藤田俊一及び内久根毅の両業務執行理事から提出議案の説明が行われ、平成28年度事業報告及び収支決算、役員人事をはじめとした下記の議案が審議された結果、すべて原案どおり議決された。

なお、理事3名の退任にともない、新たに宇野彰一氏(全国農業協同組合理事長)、西本麗氏(農業工業会会長)、引屋敷透氏(全農 肥料農薬部部長)が理事に就任した。(提出議案)

第1号議案 平成28年度事業報告及び収支決算に関する件

第2号議案 役員人事に関する件

第3号議案 役員報酬に関する件

第4号議案 会費に関する件

第5号議案 その他

学会だより

○第22回 農林害虫防除研究会・岩手大会

主催：農林害虫防除研究会 共催：一般社団法人日本植物防疫協会、一般社団法人岩手県植物防疫協会

日時：平成29年9月21日(木)～22日(金)

会場：盛岡市民文化ホール(マリオス)小ホール

〒020-0045 岩手県盛岡市盛岡駅西通2-9-1

〔広告掲載会社一覧〕 (掲載順)

- ダウ・ケミカル日本(株).....ジマンダイセン
- ファンタジスタ普及会.....ファンタジスタ
- サンケイ化学(株).....主要品目
- バイエルクロップサイエンス(株).....バスタ
- 日産化学工業(株).....ネクスター
- 日本曹達(株).....アベイル
- 日本農薬(株).....フェニックス
- 日産化学工業(株).....スターマイト
- (株)エス・ディー・エス バイオテック
- .....ダコニール
- クミアイ化学工業(株)..... 微粒剤 F 主要品目

TEL: 019-621-5100

http://www.mfca.jp/shiminbunka/

テーマ：寒冷地や開放系における天敵の利用について考える

基調講演 「寒冷地や開放系における天敵の利用の可能性」 矢野栄二氏 (近畿大学)

詳細は研究会ホームページをご覧ください。

http://www.agroipm.org/

■訂正 6月号64頁の図-7(右写真)のキャプションに「ビームモンセレンスタークル粒剤DL」とあったのは、「ビームモンセレンスタークル粉剤5DL」の誤りでした。訂正してお詫びいたします。

主な次号予告

次号29年8号に予定されている掲載記事は次のとおりです。

“ミニディスプレイ”を土壌表面に施用する交信かく乱法によるケブカアカチャコガネの防除 新垣則雄

寄生蜂誘引物質CLBの特性とフジコナカイガラムシに対する密度抑制効果 手柴真弓

イネネットムシの薬剤防除 加進丈二

トルコギキョウの水耕栽培における根腐病への化学合成農薬の適用 佐藤 衛

岡山県の水稲乾田直播水田におけるシハロホップブチル抵抗性ヒメタイヌビエに対する防除対策の構築 那須英夫

小麦赤かび病を適期に防除するための開花期予測システム 黒瀬義孝

海外における薬効・薬害に関する要求事項とマイナー

使用対策 佐々木千潮

フタオビコヤガの飼育法 奥谷恭代

捕食性天敵の代替餌としてのブラインシュリンプ耐久卵 三浦一芸

**植物防疫基礎講座**

**植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル2016**

(21) リンゴ炭疽病菌-QoI 剤 (生物検定・培地検定) 赤平知也

奈良県におけるカキのチャノキイロアザミウマ多発について 井村岳男

リレー連載：農薬製剤・施用技術の最新動向

⑩育苗箱および田植同時処理装置 濱田晃次

エッセイ：楽しい“虫音楽”の世界 その21 柏田雄三

植物防疫

第71巻

平成29年6月25日印刷

第7号

平成29年7月1日発行

定価947円

平成29年分購読料  
前払10,800円、後払11,364円  
(送料サービス、消費税込み)

本体877円

平成29年

7月号

発行所

〒114-0015 東京都北区中里2丁目28番10号  
一般社団法人 日本植物防疫協会  
電話 (03) 5980-2181 (代)  
FAX (03) 5980-6753 (支援事業部)  
振替 00110-7-177867番

(毎月1回1日発行)

編集発行人 上路 雅子

印刷所 三美印刷(株)

東京都荒川区西日暮里5-9-8

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。また、無断複写・複製(コピー等)は著作権法上の例外を除き禁じられています。



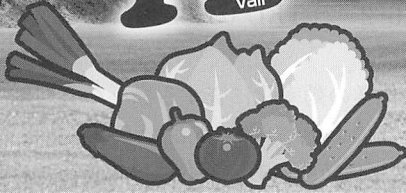
新発売

アセタミプリド・シアントラニリプロール粒剤

農林水産省登録  
第23623号

# 殺虫剤 **アベイル**® 粒剤

**A** から始める  
害虫防除。



特長

- ◆セル苗やポット苗に対して育苗期後半の株元処理が可能です。
- ◆速効性と残効に優れ、害虫が媒介する病害をも減少させます。
- ◆混合剤の為、薬剤抵抗性害虫の発達抑制も期待できます。
- ◆天敵、訪花昆虫に対して影響の少ない薬剤です。



日本曹達株式会社

本社 〒100-8165 東京都千代田区大手町2-2-1  
TEL: 03-3245-6178 FAX: 03-3245-6084  
<http://www.nippon-soda.co.jp/nougyo/>

## 野菜、果樹、茶、だいず等の **チョウ目害虫** 防除に!

ハスモンヨトウ

チャハマキ

オオタバコガ

モモシクイガ

コナガ

リンゴコカクモンハマキ

●●●  
明日の  
農業を  
考える



## 殺虫剤 **フェニックス**® 顆粒水和剤

®は登録商標



日本農薬株式会社

東京都中央区京橋1丁目19番8号  
ホームページアドレス <http://www.nichino.co.jp/>

●使用前にはラベルをよく読んでください。●ラベルの記載内容以外には使用しないでください。●本剤は小児の手の届くところには置かないでください。●空容器・空袋等は燃焼場などに放置せず、適切に処理してください。

# 日本植物防疫協会シンポジウムの開催案内

## 「薬剤施用法を考える」

日 時：平成 29 年 9 月 14 日（木）10：00～17：30

主 催：一般社団法人 日本植物防疫協会

場 所：日本教育会館「一ツ橋ホール」

東京都千代田区一ツ橋 2-6-2 TEL 03(3230)2831

**趣旨：**我が国では、多様な栽培体系を背景とし、防除作業の効率化に資する様々な薬剤施用法が実用化されているが、栽培体系の変化や機械化の進展により、一部に混乱がみられる現状にある。また、大規模化や省力化の促進が課題となる中、病害虫防除にあっても機械化体系への適合を考慮した一層効率的・省力的な薬剤施用法がますます重要になってくると考えられる。このため、本シンポジウムでは栽培管理作業の機械化の現状と展開方向を踏まえ、今後の薬剤施用法について考える。

**参加費：**無料

### プログラム（演題は仮題）

- ・ 薬剤施用法をめぐる論点

一般社団法人 日本植物防疫協会

- ・ 水稻の新しい移植栽培法の展開

農研機構 農業技術革新工学研究センター 藤岡 修氏

- ・ 水稻初期防除における新しい粒剤施用法

Meiji Seika ファルマ株式会社 寺岡 豪氏

- ・ 種子処理による省力的な薬剤施用法

バイエルクロップサイエンス株式会社 森 拓馬氏

- ・ 畑作の耕起・畝成形機の現状と薬剤施用法

農研機構 中央農業研究センター 深山大介氏

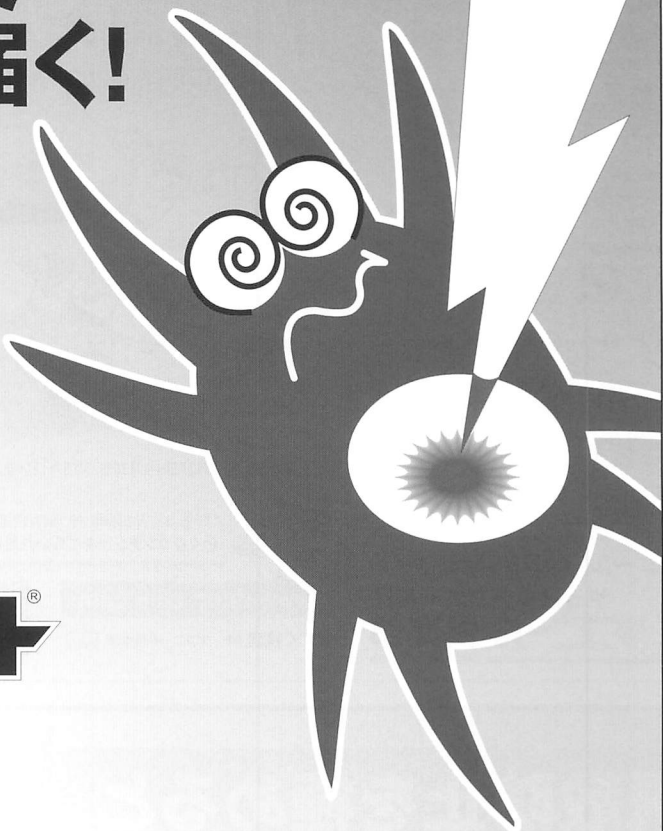
- ・ 海外での薬剤施用法の現状と国内への適用における課題

シンジェンタジャパン株式会社 杉井信次氏

- ・ 総合討論

申込み方法 日本植物防疫協会ホームページ <http://www.jppe.or.jp/> から、  
申込用紙をダウンロードして下さい。

# 作用点まで しっかり届く!



殺ダニ剤

## スターマイト®

707アブル



### 殺ダニ成分「シエノピラフェン」配合

だから…

#### ●抵抗性ハダニにもきちんと効く

殺ダニ成分「シエノピラフェン」が、ハダニ体内にある「電子伝達系複合体II」にしっかり届き、その働きを阻害するので抵抗性ハダニにも優れた効果を発揮します。

#### ●卵から成虫まで、 ハダニの全ステージにしっかり効く

卵・幼虫・若虫・成虫とあらゆる生育ステージが混在して発生するハダニ類。全ステージに効くので、ハダニの様々な発生状況に対応できます。

●ラベルの記載以外には使用しないでください。●使用前にはラベルをよく読んでください。●本剤は小児の手の届くところには置かないでください。

 **日産化学工業株式会社**

商品に関するお問い合わせは 〒101-0054 東京都千代田区神田錦町3-7-1  
農業化学品事業部 **03-3296-8141** <http://www.nissan-agro.net/>

ダコニール1000 発売30周年! ご愛顧ありがとうございます。



【有益な情報もりだくさん】

ありがとう30th Anniversary

# プレゼントキャンペーン

30周年&ダコニール1000 特設サイト開設記念

豪華プレゼント

応募はこちら

抽選は3回!!

スマホ背面のカメラでカンタン! 撮るだけ!

www.daco-club.com  
上記URLを直接入力して頂いてもOK!

今すぐWEBへ

応募期間 ①1月27日~4月30日 ②5月1日~7月31日 ③8月1日~10月31日



「野菜の病害と防除」や「病害図鑑」など、色々なコンテンツをご覧いただけます。

**ダコニール 1000**

ダコニール普及会

クミアイ化学工業株式会社 住友化学  
事務局 エスアイエスハイゲテック

ダコニール1000の特設サイト  
やっぱりダコニール!!  
**ダコニール 倶楽部**  
Daconil Club

www.daco-club.com

今すぐ検索 → ダコニール倶楽部 検索



## 飛散防止を極めると、「微粒剤F」になる!

ドリフトが極めて少ないため、他作物が近接している水田、住宅地や通勤・通学路のある水田での使用に適しています。

新発売 水稲用 殺虫・殺菌剤

**サジェスト®**  
微粒剤F

**ビームスタークル®**  
微粒剤F



微粒剤F 散布風景



DL 粉剤散布風景

◎:サジェストはクミアイ化学工業(株)の登録商標 TM:ダウ・アグロサイエンス・エル・エル・シー商標 スタークルは三井化学アグロ(株)の登録商標

●使用前にはラベルをよく読んでください。●ラベルの記載以外には使用しないでください。●本剤は小児の手の届く所には置かないでください。●防除日誌を記載しましょう。

JAグループ  
農 協 **全農** 経済連  
登録商標 第4702318号

自然に学び 自然を守る  
**クミアイ化学工業株式会社**  
本社:〒110-8782 東京都台東区池之端1-4-26 TEL.03-3822-5036  
ホームページ http://www.kumiai-chem.co.jp



平成二十九年 七月一日発行(毎月一回一日発行) 定価 九四七円(送料サービス)