平成29年11月25日　印　刷　第71巻　第12号　平成29年12月1日　発　行（毎月1回1日発行）　ISSN 0037-4091

植物防疫

Plant Protection

2017 12 VOL.71

殺虫剤

三井東圧 アルバリン® 顆粒水溶剤・粒剤 粉剤DL・箱粒剤
スタークル® 顆粒水溶剤
スタークルメイト® 1キロH粒剤 液剤10
トレボンスター® フロアブル 粉剤DL
トレボン® 乳剤・EW・MC・粉剤DL 粒剤・エアー・スカイMC
アニキ® 乳剤
コロマイト® 水和剤 乳剤
ミルベノック® 乳剤
キックオフ® 顆粒水和剤

殺菌剤・殺虫殺菌剤・土壌消毒剤

アフェット® フロアブル
ベジセイバー®
ピカット® フロアブル
フルーツセイバー
ネビジン® 粉剤
ネビリュウ®
モンガリット® 1キロ粒剤 粒剤
サンリット® 水和剤
テーク® 水和剤
タチガレン® 粉剤 液剤
タチガレエース® M 粉剤 液剤
タチガレファイト® 液剤
サンプラス® 粒剤
ガッツスター® 粒剤
トリプルキック® 箱粒剤
サントリプル® 箱粒剤
サンフェスタ® 箱粒剤
クロピクテープ
三井東圧 クロールピクリン
三井 ソイリーン®
ドロクロール

除草剤

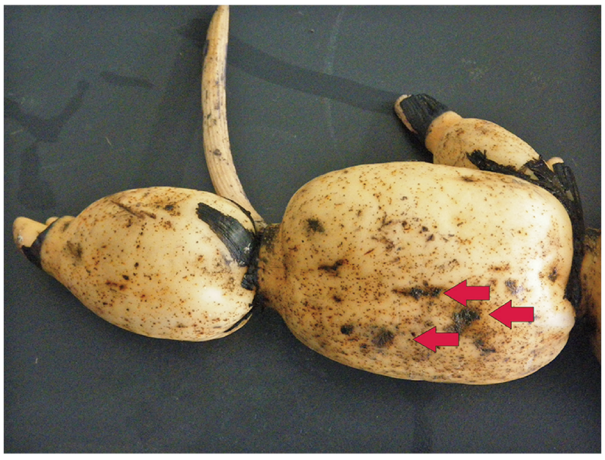
アールタイプ® 1キロ粒剤・ジャンボ フロアブル
シュナイデン® 1キロ粒剤・ジャンボ フロアブル
アルファープロ® 1キロ粒剤75/51・ジャンボH/L フロアブルH/L
クサトリーBSX® 1キロ粒剤75/51 ジャンボH/L・フロアブルH/L
キクンジャ～® Z 1キロ粒剤・ジャンボ フロアブル
イネキング® 1キロ粒剤・ジャンボ フロアブル
クサバルカン® 1キロ粒剤・ジャンボ フロアブル
オシオキ® MX 1キロ粒剤
フォローアップ® 1キロ粒剤
サンバード® 粒剤
ワイドアタック™ SC
草枯らし MIC®
アトカラ® SジャンボMX
セカンドショット® SジャンボMX

●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。

三井化学グループ
三井化学アグロ株式会社
東京都中央区日本橋1-19-1 日本橋ダイヤビルディング
ホームページ http://www.mitsui-agro.com/

茨城県のレンコン生産における
レンコンネモグリセンチュウ防除対策の取り組み

（本文 6 ページ参照，高木素紀氏原図）



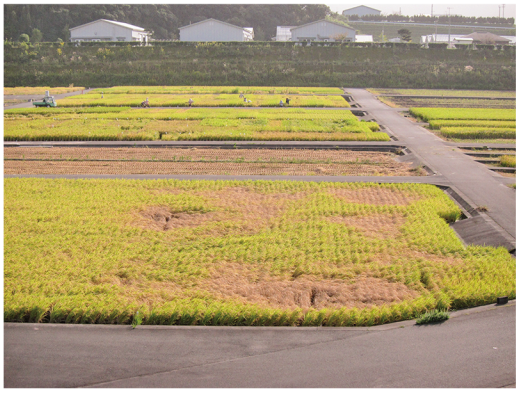
口絵①　レンコン被害
レンコンネモグリセンチュウによるレンコンの被害（矢印等）.

口絵②　センチュウ頭部
レンコンネモグリセンチュウの頭部拡大写真.

口絵③　徳島県と茨城県での太陽熱土壌消毒（ビニル被覆）の様子
左：茨城県，湛水田での被覆の様子　右：徳島県，水を落とした圃場での被覆の様子.

鹿児島県における近年のトビイロウンカと
ウンカシヘンチュウの発生実態

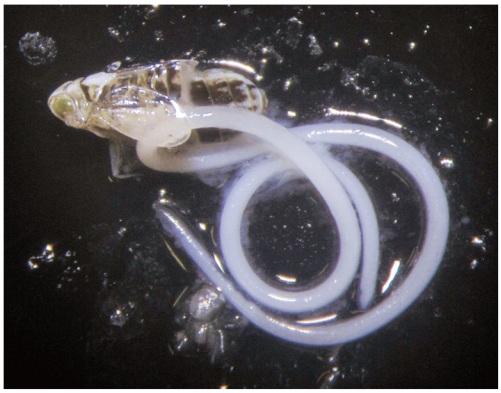
（本文 12 ページ参照，松比良邦彦氏原図）



口絵①　トビイロウンカによるイネの坪枯れ被害（左）と激甚被害（右）（2014 年）

口絵②　粘着板上でトビイロウンカ成虫から脱出したウンカシヘンチュウ

口絵③　ヒメトビウンカ成虫から脱出したウンカシヘンチュウ

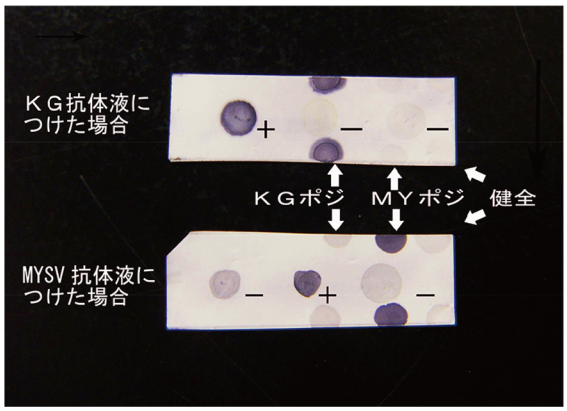


口絵④　セジロウンカ雄成虫から脱出したウンカシヘンチュウ
注）セジロウンカでは通常発生しない短翅型の雄成虫が，ウンカシヘンチュウの寄生で発生することがある．

口絵⑤　土壌調査で確認されたウンカシヘンチュウの越冬成虫
注）太目の雌成虫に細目の雄成虫が絡みついている．

改良 DIBA 法を用いたキュウリ黄化えそ病・緑斑モザイク病の診断キット

お詫びと訂正　本誌 11 月号 42 頁の口絵が未掲載でした。お詫びして掲載致します。



口絵　左：診断キット　　右：検定の実例

植物防疫
Shokubutsu bōeki
(Plant Protection)
第 71 巻 第 12 号
平成 29 年 12 月号

目　次

研究報告

徳島県のレンコン栽培における病害虫の発生状況と対策

徳島県立農林水産総合技術支援センター　沢田（さわだ）　英司（えいじ）・阿部（あべ）　成人（なるひと）

はじめに

レンコンは，ほぼ周年湛水状態で栽培されるなど，一般の作物に比べて特殊な条件の下で栽培される。また，レンコン栽培については，乾田化できる水田で栽培する産地（主に徳島，愛知，山口）と，落水できない水田で栽培する産地（主に茨城，佐賀，新潟）の2種類の栽培型に分類でき，それぞれに問題となる病害虫は異なる（沢田，2010）。

徳島県のレンコン栽培において，多発する病害には，腐敗病，褐斑病がある。うち腐敗病（図-1）は最も被害が大きいため，過去から様々な対策が行われてきた。

また虫害については，葉を加害するクワイクビレアブラムシやハスモンヨトウ，地下茎を加害するイネネクイハムシやセンチュウがあるほか，直接的にレンコンを食害するカモや，ハス条斑病に類似する原因の障害も近年問題となっている。

以降，徳島県における主要な病害虫の発生状況と対策について述べる。

I 病　害

1 腐敗病

腐敗病の主な感染部位は地下茎であり，レンコン腐敗病が圃場で発生すると収量が年々減少し，隣接する圃場に伝染する（庄野ら，1967）。

腐敗病を引き起こす病原菌はフザリウム属菌とピシウム属菌の2種類があり，被害はフザリウム菌による内部褐色腐敗型とピシウム菌による内部黒紫色腐敗型，そしてフザリウム菌とピシウム菌の同時感染の3パターンがある。徳島県の場合内部褐色腐敗型の被害が最も多い。

レンコン腐敗病が最初に確認されたのは1954年であり（徳島県農業試験場病虫科，1976），その後，様々な対策が試みられた。対策としては，1960年代ころから，無病種レンコンの確保，深水管理，窒素施用量の低減，石灰窒素の散布が行われ（徳島県農業試験場農芸化学科，1976），1990年代には上記対策に加えて，収穫残渣の徹底処分や耐病性品種の利用，作型の変更による総合的な対策が実施されるようになり，成果をあげてきたが，近年では石灰窒素の多用によると見られるカルシウムの蓄積や，pH値の上昇，土壌中の塩基バランスの崩れが指摘され，レンコンの収量・品質低下の一因とも言われている。

そこで，近年では，レンコン田における太陽熱消毒技術が確立され，導入が急速に進んでいる。

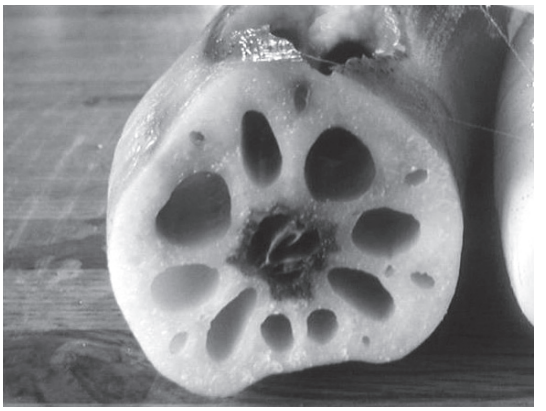


図-1　腐敗病により中心部が褐変したレンコン

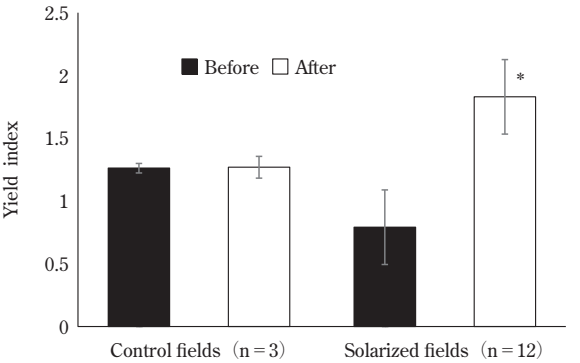


図-2　太陽熱消毒前後での収量指数
Yield index：各年度における徳島県平均収穫量を1とした場合の指数.

The Occurrence and Countermeasures of Pests in the Lotus Root Cultivation in Tokushima Prefecture.　By Eiji Sawada and Naruhito Abe

（キーワード：レンコン，病害虫，腐敗病，アブラムシ，ネモグリセンチュウ，ミシシッピアカミミガメ，カモ）

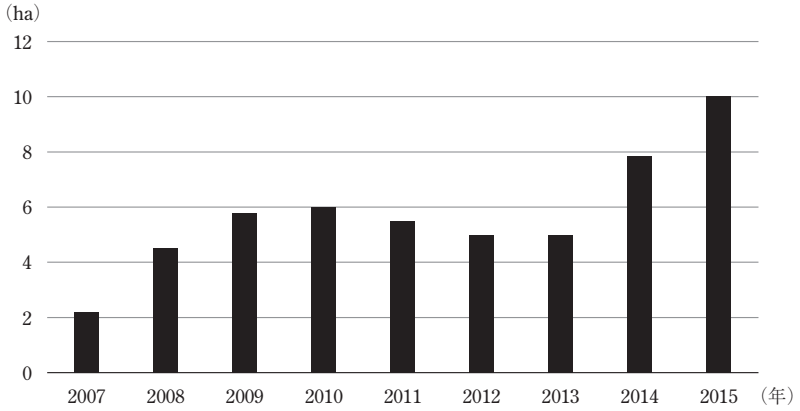


図-3　太陽熱消毒の普及面積の推移

レンコンの太陽熱消毒作業は，気温が上昇し晴天の続く梅雨明け（7月下旬）から8月中旬ころまでに行う。代かきを行った田に10 a当たり200 kgの石灰窒素を散布後，軽く代かきを行い，その後，地表面を0.5 mm厚のポリフィルムで覆う。

当該技術は，太陽光により土壌が高温化し，殺菌されることから「太陽熱消毒」という名称で呼ばれているが，実際には土壌還元効果と石灰窒素の殺菌効果が加わる。

太陽熱処理区と無処理区の収量指数を比較したところ，処理区では増収効果が確認された（図-2）。

また，太陽熱消毒を実施した農家への聞き取りによると，単に収量が増加しただけでなく，LL，Lなどの上位等級の比率が増加，品質も向上し，収量の増加以上に売上高も増加しているとの感想も多くあり，対策技術の普及に望ましい成果が得られた。また，太陽熱消毒実施圃場では，収量が県平均収量を上回るケースが多く，単なる腐敗病対策効果だけではなく，それ以外の要因による増収の効果があると推察された。

農業者にとって，増収の効果は技術導入の大きな判断材料になっており，太陽熱消毒技術の導入は進みつつある（図-3）。

Ⅱ　虫　　害

1　アブラムシ類（クワイクビレアブラムシ）

体長が2 mm前後で，暗赤褐色または暗緑褐色のアブラムシである。冬季には，ウメ，モモ，サクラ等に寄生するが，夏季は水生植物（ハス，ガマ，ホテイアオイ，スイレン，クワイ，オモダカ等）に寄生し，気温が高くなると発生は少なくなる。

レンコンには，浮葉のころから発生し始める。増殖も早く，葉数の少ない生育初期に高密度に発生した場合には，葉柄がコルク化し風で折れ，生育を大きく阻害する。圃場周辺部から発生する傾向があることから，観察により早期発見と初期防除が重要となる。

徳島県の場合には要防除期間は4月下旬から6月中旬ころとなる。

水田に蓮葉が少ないうちは，液剤による防除が可能であるが，繁茂してくると粒剤を用いることが多い。従前は期間中2回防除が主流であったが，最近では期間中1回の防除が多くなっている。

なお，前述との関係性は明らかとはなっていないが，農業者からは長年産地で見かけることの少なかったイネネクイハムシの被害が近年増えたとの意見が聞かれるようになった。

2　センチュウ被害（ゆず肌症，ゴマ斑点症，黒皮症）

地域によってゆず肌症，ゴマ斑点症，黒皮症などと呼ばれる症状は，何らかの連作障害ではないかといわれてきた。しかし最近の研究によりセンチュウの被害であると考えられている（高木ら，2016）。徳島県では，1990年ごろから被害が問題となっており，近年種レンコンの移動などにより被害が他の圃場に拡大傾向にある。現在，センチュウ被害は茨城県，千葉県，徳島県，岡山県，佐賀県等で確認されており，徳島県ではほぼ全域に被害が広がっているが，産地によっては限られた地域で発生している。

ゴマ斑点症（すじ状，かすり状にゴマをふったような症状：岡山県）や黒皮症（斑状に黒褐変した症状：茨城県）は，センチュウの食害部分の組織がえ死し，その部分に鉄が沈着したものであると推定されている。

原因と考えられているレンコンネモグリセンチュウは，一般的なセンチュウにくらべて体が大きく，成虫では2 mmくらいのサイズになる。レンコンネモグリセン

チュウは，寄生した種レンコンによる伝染や，センチュウが寄生した掘り取り後の作物残渣，土壌等が灌漑水とともに移動するなどして伝搬される。一般的に，成虫，幼虫がレンコン肥大期に根茎内に寄生し，雌成虫は組織内で産卵し，孵化した幼虫はその組織内で加害しゆず肌症を引き起こす。その後，9～12月にかけて根部から土壌に幼虫および成虫が拡散すると考えられる。これまでの調査でレンコンネモグリセンチュウは，レンコン節間部の細根部分に多数寄生が認められるが，ゆず肌部分もしくは黒点部分ではほとんど確認できない。ネモグリセンチュウの被害は，先端1～2節に症状が大きく，レンコン根茎肥大部の上面より下面に被害が目立つ傾向にある。

徳島県での防除対策は，石灰窒素を併用した太陽熱消毒処理は行われている。これまでの調査では，レンコンの着生位置が浅いほど発症が多い傾向がある。これは，栽培地域の土壌の深部が粘土質で，レンコンネモグリセンチュウが比較的浅い部分に生息していると推測され，このことから特に石灰窒素を併用した太陽熱消毒処理が有効であると考えられる。

また，手掘りの地域（非火山灰土壌（鉱質土壌）である徳島県）では，被害が局所的に発生するのにくらべ，水掘り地域（火山灰土壌である茨城県）では，全体的に発生する傾向がある。これは水掘り方式では土壌の移動が大きく，汚染が広がりやすいためと考えられる。

Ⅲ　鳥　獣　害　等

1　鳥害（カモ害）

カモをはじめ，バンやハクチョウ等渡り鳥による食害があり，これらの飛来が多い産地では大きな問題となっている。カモは，昼間は川や湿地にいることが多く，夕方暗くなり始めるとレンコン田に飛来して地下茎を食害する。渡り鳥が多く飛来する石川県や茨城県では，特に被害が甚大である。レンコンが浅い位置にできる品種や軟らかい土壌，深水の圃場ほど被害を受けやすい傾向がある。

カモ害対策としてトンネル，ポリフィルムのべたがけ，テグス，ネットの設置等いろいろな方法がある。ネットを張る場合では，カモ以外の野鳥がかかる場合もあり，自然保護団体などとの調整が必要である。

徳島県の場合，種レンコンの定植を行う3月中旬ころから4月下旬ころが被害のピークであり，被害は深水の湛水圃場に多い。

カモ類のほとんどは春に回帰するので，それ以降に植付けると被害を回避できるが，定植適期との関係で，対応できるのは経営面積の一部にとどまってしまう。

図-4　ミシシッピアカミミガメの食害を受けた展開前の若葉

また，近年ではレンコン田にコウノトリが定着するなどし，事故防止の観点などからも新たな技術開発が求められている。

そこで，平成28年度からドローンを活用した追払技術の開発を実施している。

具体的には，IoT技術により感知センサーと自立制御ドローンを組合せ，自動追い払いを行うもので，平成31年度の実用化を目指している。

2　ミシシッピアカミミガメ

レンコン田では，2010年ころから新芽の食害（図-4）が目立つようになった（佐藤ら，2014）。

そのような水田では，頻繁にミシシッピアカミミガメが確認され，胃内容物調査結果により本種の食害が確認された。

被害は葉芽が地表面に出始める4～6月にかけ増え，出芽が止まる7月には減少する。

駆除については，水田内でのカニカゴによる捕獲が最も効率的である。

徳島県の場合，レンコン生産者が自らの水田でカニカゴにより水田内のカメを捕獲し，県が個体調査を行い，JAが処分駆除する体制を整え，甚被害地域を中心に2012～17年までに約1万匹を駆除し，被害の回避を図っている。

お　わ　り　に

レンコンは，収益性に優れる作物とされ，新規就農や新規参入が増えている経営品目である。その一方で，レ

ンコンは，産地が限定されていることや栽培方法が特異であることから，研究事例は少なく，知見に乏しいのが現状である。

逆に言えば，まだまだ研究が必要な作物であり，農業者も新たな知見を渇望している品目である。現在，レンコン栽培に関するネットワークづくりが進むなど，情報伝達の仕組みも整いつつある。ぜひ，多くの研究者の方々に研究をいただき，その成果を全国の生産者に広めることができるよう祈念したい。

引　用　文　献

1) 佐藤章裕ら（2014）: 第2回淡水ガメ情報交換会講演要旨集 : 58 ～ 62.
2) 沢田英司（2010）: 新・特産シリーズ レンコン —栽培から加工販売まで—，農山漁村文化協会，東京，p.56 ～ 57.
3) 庄野岩夫ら（1967）: 腐敗病の防除法—レンコンつくり方と売り方—，農山漁村文化協会，東京，p.93 ～ 101.
4) 高木素紀ら（2016）: 応動昆講演要旨集 **60** : 39.
5) 徳島県農業試験場病虫科（1976）: 徳島県農業試験場研究報告 : 37 ～ 60.
6) 徳島県農業試験場農芸化学科（1976）: 徳島県農業試験場研究報告 : 25 ～ 36.

新しく登録された農薬（29.10.1 ～ 10.31）

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。

「殺菌剤」

●オキサチアピプロリン・ファモキサドン水和剤

23982：**デュポン　ゾーベック　エンカンティア**（デュポン・プロダクション・アグリサイエンス）17/10/11
オキサチアピプロリン：2.8%
ファモキサドン：28.0%
ばれいしょ：疫病：収穫14日前まで
レタス：べと病：収穫7日前まで

「除草剤」

●イプフェンカルバゾン・ベンゾビシクロン・ベンゾフェナップ粒剤

23977：**ジャイロ1キロ粒剤**（北興化学工業）17/10/11
イプフェンカルバゾン：2.5%
ベンゾビシクロン：3.0%
ベンゾフェナップ：8.0%
移植水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ヘラオモダカ，ミズガヤツリ，ウリカワ，ヒルムシロ，オモダカ，エゾノサヤヌカグサ

●イプフェンカルバゾン・ベンゾビシクロン・ベンゾフェナップ水和剤

23978：**ジャイロフロアブル**（北興化学工業）17/10/11
イプフェンカルバゾン：4.5%
ベンゾビシクロン：5.4%
ベンゾフェナップ：14.3%
移植水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ヘラオモダカ，ミズガヤツリ，ウリカワ，ヒルムシロ，オモダカ，エゾノサヤヌカグサ

●イプフェンカルバゾン・イマゾスルフロン・ベンゾビシクロン粒剤

23979：**ツルギ1キロ粒剤**（日本農薬）17/10/11
イプフェンカルバゾン：2.5%
イマゾスルフロン：0.90%
ベンゾビシクロン：2.0%
移植水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ヘラオモダカ，ミズガヤツリ，ウリカワ，ヒルムシロ，セリ，オモダカ，クログワイ

●イプフェンカルバゾン・イマゾスルフロン・ベンゾビシクロン水和剤

23980：**ツルギフロアブル**（日本農薬）17/10/11
イプフェンカルバゾン：5.0%
イマゾスルフロン：1.8%
ベンゾビシクロン：4.0%
移植水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ヘラオモダカ，ミズガヤツリ，ウリカワ，ヒルムシロ，セリ，オモダカ，クログワイ

●オキサジクロメホン・ピラクロニル粒剤

23981：**ヤクシャ1キロ粒剤**（日本農薬）17/10/11
オキサジクロメホン：0.30%
ピラクロニル：1.5%
移植水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ミズガヤツリ，ウリカワ，ヒルムシロ，アオミドロ・藻類による表層はく離

●ダイムロン・ピラクロニル・ベンゾビシクロン・メタゾスルフロン粒剤

23983：**ゲパードジャンボ**（日産化学工業）17/10/25
ダイムロン：25.0%
ピラクロニル：5.0%
ベンゾビシクロン：5.0%
メタゾスルフロン：3.0%
移植水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ミズガヤツリ，ウリカワ，ヒルムシロ，セリ，コウキヤガラ，クログワイ

●グリホサートナトリウム塩・テトラピオン液剤

23984：**フレピオンL液剤**（三井化学アグロ）17/10/25
グリホサートナトリウム塩：11.3%
テトラピオン：16.7%
樹木等：多年生雑草（スギナを除く）

●ペノキススラム・ベンゾビシクロン粒剤

23985：**テッケンジャンボ**（日本農薬）17/10/25
23986：**ニトウリュウジャンボ**（ニチノーサービス）17/10/25
ペノキススラム：1.0%
ベンゾビシクロン：4.0%
移植水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ミズガヤツリ，ウリカワ，ヒルムシロ，セリ，オモダカ，クログワイ

(11ページに続く)

有機JAS規格別表等適合資材

NEUDORFF®

スクミリンゴガイ(ジャンボタニシ)駆除剤

スクミンベイト®3

燐酸第二鉄粒剤

- ■特別栽培米においても使用回数をカウントされない農薬です。*
- ■使用時期、使用回数の制限がありません。
- ■有効成分の[燐酸第二鉄]は天然にも存在する成分です。
- ■水生生物への影響が少なく、環境への負荷が低い農薬です。
- ■食害防止を主として殺貝も可能なWダブルの効果があります。

*各地方自治体の定める認定機関判断によりますので、ご不明の場合は関係機関にお問い合わせください。

販売 三井化学グループ **三井化学アグロ株式会社**
東京都中央区日本橋一丁目19番1号 日本橋ダイヤビルディング
ホームページ http://www.mitsui-agro.com/
ナビダイヤル 0570-077557(平日9:00~17:00 祝祭日除く)

OAT **OATアグリオ株式会社**
http://www.oat-agrio.co.jp/
〒101-0052 東京都千代田区神田小川町1-3-1
コールセンター:0120-210-928(9:00~12:00,13:00~17:00 土・日・祝日をのぞく)

研究報告

茨城県のレンコン生産における レンコンネモグリセンチュウ防除対策の取り組み

茨城県農業総合センター園芸研究所　高木（たかぎ）　素紀（もとのり）・宮本（みやもと）　拓也（たくや）・鹿島（かしま）　哲郎（てつろう）
茨城県産地振興課　後（ご）　藤（とう）　万（ま）　紀（き）
茨城県県北農林事務所常陸大宮普及センター　久（ひさ）　恒（つね）　和（かず）　雅（まさ）
茨城県県西農林事務所結城普及センター　柏（かしわ）　木（ぎ）　優（ゆう）
東京農工大学　豊（とよ）　田（だ）　剛（こう）　己（き）

はじめに

本稿では，レンコン *Nelumbo nucifera* Gaertn の可食部，商品となる部分を“レンコン”，可食部を含めた植物を“ハス”と表記する。

茨城県（以下本県と略す），千葉県および徳島県等のレンコン産地において，1990年代からレンコンの表面部分に褐色～黒色の不定形斑点（ゴマ症状）や，不規則な凹凸（ユズ肌症状）の発生が見られる，通称“レンコン黒皮症”の発生が問題となった（三平・永井，1996；藍澤ら，2002）（口絵①）。千葉県においては，レンコン黒皮症の細根部から分離されたイマムラネモグリセンチュウ *Hirschmanniella imamuri* Sher（以下イマムラネモグリと略す）の接種試験により，レンコン黒皮症の原因はイマムラネモグリとされ，レンコン黒皮線虫病と命名された（三平，2002）。しかし，水久保（2002）は，千葉県および徳島県のレンコン加害個体群はイマムラネモグリとは別種であり，*H. diversa* Sher と同定し，レンコンネモグリセンチュウ（以下レンコンネモグリと略す）と和名を付した（口絵②）。

その後防除対策の困難性などから，レンコンを加害する線虫類に関する研究はいったん途絶えたが，徐々にレンコン黒皮症の被害は拡大し，本県一部地域ではレンコン黒皮症による被害により，経済的栽培が困難となり耕作放棄の要因ともなっている。

The Overview of Control of Lotus Root Nematode, *Hirschamnniella diversa* Sher in Lotus, in Ibaraki Prefecture.　By Motonori Takagi, Takuya Miyamoto, Tetsuro Kashima, Maki Goto, Kazumasa Hisatsune, Yuu Kashiwagi and Koki Toyoda
（キーワード：レンコン，レンコンネモグリセンチュウ，化学的防除，物理的防除）

そこで，本県では2010年からレンコンを加害する線虫類についての研究を開始した。本県および日本の各レンコン産地（千葉，新潟，徳島ほか）からハス根部を収集し，線虫を分離したのち *Hirschmanniella* 属線虫を水久保（2002）に従って形態を調査し，またシーケンスにより分子生物学的に同定したところ，72個体中70個体（97%）がレンコンネモグリで，残る2個体がイマムラネモグリであった（高木ら，2016）。このことから，レンコンネモグリがハスを加害する主要な種であることが裏付けられた。

レンコンネモグリは，通常ハスの細根を餌源としているが，肥大前後のレンコン表面も加害する。レンコンの加害痕は硫化鉄の沈着などにより黒変，あるいは変形して“レンコン黒皮症”となる。レンコン黒皮症は，直接的にレンコンの収穫量に影響することはほとんどないが，外観品質を低下させるため本県では最も重要な病害虫となっている。

過去，日本の農業生産において問題となった水系の線虫には，水稲のイネネモグリセンチュウ *H. oryzae*（van Breda de Haan）Luc & goodey とイマムラネモグリが挙げられる（川島，1992）が，これらの水系の線虫類に対する効果的な防除法は確立されておらず，レンコンネモグリに対する対策は白紙の状態から始まった。そこで，本稿ではレンコンネモグリに対する防除対策の経過を様々な試験結果を含めて紹介し，現状と今後の見通しについて述べる。

I　茨城県と他産地のレンコン生産方法の多様性

本県においてレンコンは，2016年の栽培面積が1,610 ha，出荷量が24,100 t であり，全国のレンコン出荷量の48.2%を占める（農林水産省，2017）。さらに本県産のレンコンは，東京青果物市場において90%以上のシェアを占

める非常に重要な品目である。

本県のハス栽培は，湖沼面積全国2位の湖である霞ヶ浦の干拓地域を中心として行われている。20世紀前半～後半にかけて，食料増産を目的とした水稲生産のために干拓した地域に，戦後減反の転換作物としてハスを導入したため，本県でのハス栽培が盛んとなった。

一方，レンコンは各県産地の特性を色濃く反映し，品種，栽培方法，出荷形態等がそれぞれ大きく異なる。例えば，東日本ではダルマ系（中国系）と呼ばれる，一節が短形で丸い，ダルマ落としのダルマのような形状のレンコンが標準的であるのに対し，徳島県などでは在来系（備中系）と呼ばれる一節が木の枝のような細長い形状をする品種が標準であり，産地により市場に好まれる品種が異なる。

レンコンの栽培にはいくつか作型があるが，最も栽培面積が大きく，かつレンコンネモグリの被害が最も大きい露地一年栽培では，春先3月中旬ころから5月上旬を中心として，種ハスと呼ばれるレンコンに芽がついた塊茎を種ハス圃場から掘り取って生産圃場に定植する。定植後のハスは夏場にかけて大きく生長し，7月下旬ころから地下茎先端（レンコン）が肥大を開始し，9月下旬ころに肥大がほぼ完了する。肥大後のハス地上部は枯死するが，レンコンは休眠するためそのまま土中に放置し，出荷直前に収穫する。収穫は肥大途中の8月中旬から芽が動き出す翌年3月まで，12月をピークとして長期間行われる。

栽培の中で産地間に大きな違いがあるのは収穫方法で，本県など基本的に通年湛水を行うレンコン栽培では，水中ポンプの水圧を利用し，地下のレンコン周辺土壌を除去して掘り取りを行う“水掘り”と呼ばれる方法が一般的に行われる。レンコンは水掘りで大まかに土壌を落とした後に，さらに水洗いして調製された状態で出荷する。そのため，レンコン表面の白さや傷のないことが商品価値に大きく影響する。

一方，徳島県などは収穫時期に水を落とし，表土を重機で取り除いたのちに専用の農具を用いてレンコンを収穫する“手掘り”と呼ばれる方法をとる。手掘りは重機や大きな労働強度を伴うことから，水掘りに徐々に転換されていく傾向であるが，現状手掘りが主体という地域も多い。手掘り後はそのまま土付きで出荷されることも多く，水掘りの地域よりも外観品質の商品価値への影響は比較的小さい。

このようにレンコンの品種，栽培方法，出荷形態に対する地域間差は，食文化の多様性を反映している一方，レンコンの病害虫防除を行ううえでは，全国で足並みを揃えて対策を進めることを難しくしている面がある。一例として，農薬登録取得のための試験例数の確保が困難であることなどが挙げられる。

II　レンコンネモグリセンチュウに対する化学的防除法の検討

植物寄生性線虫に対する化学的防除法は，主に土壌燻蒸剤と殺線虫剤（粒剤，液剤）に分けられるが，レンコンネモグリ対象の防除には両剤型ともにレンコン特有の栽培条件が大きなハードルとなる。土壌燻蒸剤は適度な土壌水分やガス抜きのための耕耘，被覆等の使用条件が必要であるが，湛水田では当然ながら，収穫時に水を抜いても土壌水分含有率が高く，燻蒸剤の使用はほぼ不可能である。一部，水中でも殺線虫活性を示す土壌燻蒸剤があるが，魚毒性と作業者安全を考慮すると実用的ではない。

一方，殺線虫剤について，薬剤浸漬法や圃場試験によりレンコンネモグリに対する殺線虫活性を調査したところ，レンコンネモグリは有機リン系剤を中心とした既存の殺線虫剤に対する感受性がネコブセンチュウ類 *Meloidogyne* spp.，ネグサレセンチュウ類 *Pratylenchus* spp. と比較して低く，常用濃度においてはほとんど防除効果が得られなかった（後藤ら，2011）。一例を挙げればホスチアゼート剤などは，既存の登録での土壌への施用量は30 kg/10 a が上限であるが，レンコンネモグリに対しては200 kg/10 a 以上相当を投下しないと実用的な防除効果が得られないと考えられた。一方，カーバメート系剤などに対しては比較的感受性が高かったが，魚毒性の高い物質が大半を占めていたことから，水系における農薬登録の推進は現状困難となっている。

現在，レンコンネモグリに対しては適用のある農薬として石灰窒素（野菜類のセンチュウ類で登録）があり，本県の現場でも使用されている。しかし，現地では防除効果の実感が得られないまま施用されていることも多く，レンコンネモグリに対する実際の効果も不明であった。そのため，石灰窒素のレンコンネモグリに対する防除効果，防除適期，使用方法を検討した結果，適用上の使用量である100 kg/10 a で殺線虫効果が認められ，10℃よりも温度が高い20℃，30℃において殺線虫効果が高まる傾向が見られた（図–1）（柏木ら，2017 a）。また，現地で使用する場合は，スクミリンゴガイやウキクサ類への効果を期待して施用後に撹拌を行わないことが多いが，石灰窒素の有効成分シアナミドは非常に分解が速く，耕耘・撹拌を行わないと土壌中のレンコンネモグリと接触しにくいと考えられた。そこで，最も温度が高い8月に現地圃場で石灰窒素を施用し，耕耘したところ，

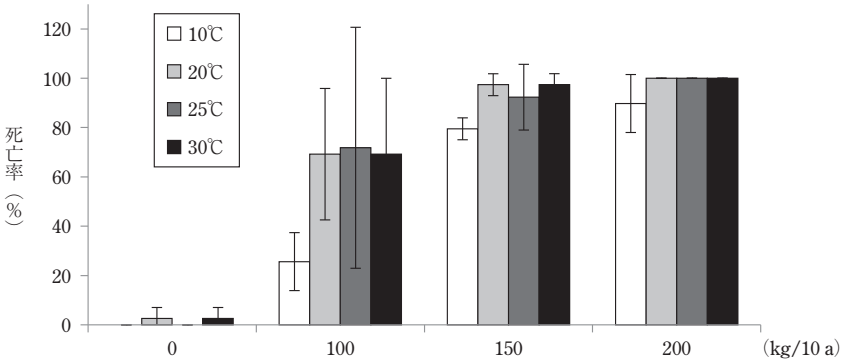


図-1　石灰窒素の施用量，施用時温度がレンコンネモグリセンチュウの死亡率に及ぼす影響（平均値±標準偏差）（室内試験）

表-1　植付前の石灰窒素処理がレンコンネモグリセンチュウ密度に及ぼす影響（現地試験）

試験圃場[1]	石灰窒素施用の有無	石灰窒素施用時期（処理前調査時期）	センチュウ密度（頭/土壌50 g）[2]		対処理前比[4]（%）
			処理前	処理後[3]	
A	有	2月（2月）	16.7	8.0	47.9
B		2月（2月）	5.4	2.2	40.7
C		4月（2月）	10.3	6.8	66.0
D		8月（7月）	51.9	4.0	7.7
E	無	－（3月）	7.4	6.0	81.1

[1] 試験圃場ABCDEはそれぞれ隣接しない異なる圃場である．
[2] センチュウ密度調査は各圃場3箇所から土壌を採取し，それぞれふるい分けベルマン法によりセンチュウを分離し平均値を算出した．
[3] 処理後の調査は，ABCEは6月，Dは8月に行った．
[4] 対処理前比＝(処理後センチュウ密度/処理前センチュウ密度)×100（%）．

定植前2～4月施用と比較して高い防除効果が得られた（表-1）。8月は通常ハスの生育期にあたるため，この時期の石灰窒素処理はすべての圃場において行えるわけではないが，被害の大きい圃場においては有効な防除手段となりうると考えている。

III　レンコンネモグリセンチュウに対する物理的防除法の検討

レンコンネモグリの拡散経路として，汚染種ハスは非常に重要である。種ハスは種ハス圃場から掘り取られて生産圃場に定植されるが，乾燥を嫌うため他の球根植物のように収穫～乾燥～貯蔵のプロセスを経ずに，掘りとった当日に土壌および節の吸収根を除かずにそのまま定植される。そのため，汚染された土壌や吸収根はそのまま他圃場に持ち込まれる。これが生産者間での種ハスのやりとりなどを介して，圃場あるいは地域を超えてレンコンネモグリが拡散する大きな要因となっている。そこで，2011～13年にわたり，徳島県，茨城県，東京農工大学，(株)タイガーカワシマ，(株)福本ボデーが共同でコンソーシアムを組み，農林水産省農食事業「太陽熱消毒と温湯処理を核とした省力的なレンコン土壌病害防除体系の確立（課題番号23057）」内で，レンコンネモグリに対する種ハスの温湯処理法について検討した。温湯処理によるセンチュウ防除については，水稲種籾のイネシンガレセンチュウ（横須賀・市毛，2010）や，コンニャク種芋のネグサレセンチュウ（柴田，2011）等様々な知見があり，(株)タイガーカワシマが温湯処理機のノウハウを持っていたことから，本県がレンコンに適する処理条件を探索した。

まず，レンコンネモグリの温湯処理条件を検討した。汚染圃場からハスの細根部分を掘り取り，種々の条件で温湯処理後，ベルマン法によってレンコンネモグリを分離したところ，47℃ 20分～55℃ 1分の温湯処理条件で極めて高い致死効果が得られた（表-2）。次に，ハスに対する温湯処理の影響を調査した。休眠期の種ハスを圃場から掘り取り，温湯処理を種々の条件で処理したの

表-2　温湯処理したレンコン根部中のレンコンネモグリセンチュウの補正死虫率（%）[1)]

処理温度	処理時間									
	30 秒	1 分	2 分	3 分	5 分	10 分	20 分	30 分	40 分	60 分
45℃	− [2)]	−	−	−	−	−	31	78	−	−
46℃	−	−	−	−	−	−	−	96	93	99
47℃	−	−	−	−	−	67	100	99	−	−
48℃	−	−	−	−	81	99	100	100	−	−
50℃	−	−	89	99	100	100	100	100	−	−
52℃	−	−	−	100	100	100	−	−	−	−
55℃	98	100	−	−	100	−	−	−	−	−

1) 補正死虫率（%）= {（無処理区生存虫数 − 処理区生存虫数）/無処理区生存虫数} × 100.
2) − は未実施を表す.

表-3　温湯処理が種ハスの生育に及ぼす影響

処理温度	処理時間別の生育指数[1)]						
	5 分	10 分	20 分	30 分	40 分	60 分	90 分
45℃	− [2)]	−	−	−	−	2.0 [3)]	2.0
47℃	−	2.0	2.0	2.0	−	2.0	1.3
48℃	−	−	2.0	−	2.0	1.3	−
50℃	1.5	2.0	1.8	0.5	0	−	−
52℃	2.0	1.7	−	−	−	−	−

1) 芽の生育程度以下のように類別し，生育指数を算出した．生育指数 = Σ（生育程度 × n）/n
0：生育せず．1：遅延するが生育．2：対照区と同等に生育.
2) 実施せず.
3) 各試験区について n = 3 ～ 4 株.

ち，土壌を入れた水槽に植え付け，25℃ 16L8D の条件で育苗し，2 週間後に掘り取って生育状況を調査した。その結果，45℃では 90 分，52℃では 5 分の条件で正常に生育した（表-3）。以上の条件と，労力および処理時間を考慮し，実用的な処理条件として 47℃ 20 分を設定し，（株）タイガーカワシマとともにレンコン温湯処理試作機を製作した（高木ら，2013；高木ら，2014 a）。試作機を用いて 3 月下旬の休眠中の種ハスを温湯処理し，レンコンネモグリの防除効果とハスの生育・収量への影響を調査した結果，温湯処理区ではレンコンネモグリは 100％防除できたが，ハスの初期生育が遅れ，10％程度の減収となった（久恒ら，2014）。これは種ハスに付着した節周辺の土壌を水洗しないと極端にレンコンネモグリの防除効果が落ちることから，水洗による土壌の除去作業を行った結果が種ハスの芽や根にダメージを与えた可能性が考えられ，水洗のみの区でも同様に減収が起こった。また，4 月下旬の出芽が始まった種ハスを用いて温湯処理を行ったところ，種ハスがすべて枯死してしまったことや，本技術を石川県において実施したところ，やはり種ハスが枯死したことから，品種間による温湯処理の不適時期や温度感受性の差異があること等が明らかとなり，各地域に適した処理法の検討が別途必要である。また，コストと労力，時期の見極めが必要なことから，すべての種ハスを処理するのは困難であり，残念ながら普及には至っていない。

本事業の中で，*Fusarium* 属菌，*Pythium* 属菌によって引き起こされる腐敗病対策として徳島県で普及している太陽熱土壌消毒についても，レンコンネモグリに対する防除効果の検討を行った。

ハス栽培での太陽熱土壌消毒は，盛夏期にハス田の水をできるだけ落とし，表面を全面ビニル被覆して地温の上昇を促し病害虫の防除を行う技術であり，腐敗病防除や雑草対策として徳島県では大きな防除効果が認められている（沢田，私信）。しかし，本県と徳島県では圃場の条件が大きく異なり，本県では腐敗病対策として通年湛水を行っており，腐敗病の発生はあまり問題とならない一方，ハス田の水を落とすことができない。そのため，湛水条件下での太陽熱土壌消毒によるレンコンネモグリに対する防除効果や，湛水条件でのビニル被覆の作業性を明らかにするため，圃場試験を行った。試験は 2012

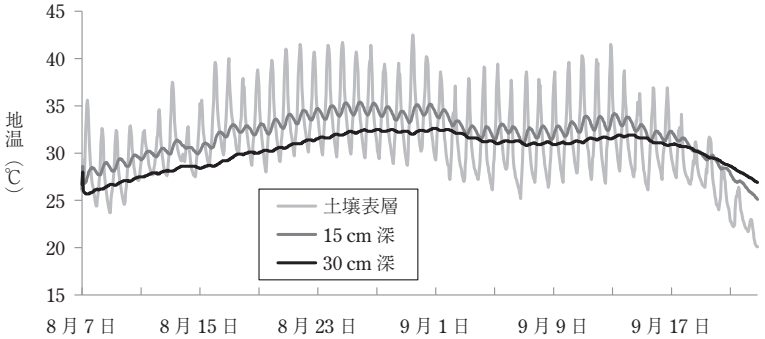


図-2　太陽熱土壌消毒期間中のハス田の地温推移（2012）

表-4　太陽熱土壌消毒前後のレンコンネモグリセンチュウ数の推移

地点	採土深（cm）	地温[1]	レンコンネモグリセンチュウ2期幼虫数（土壌80 g当たり）[2] 消毒前（2012/8/7）	消毒後（2013/7/5）	比率[3]
圃場南	0～10	31.5（42.5）	50.9	23.3	0.4
	10～20	32.1（35.4）	15.7	44.6	3
	30～	30.4（32.6）	7.7	5.9	0.8
圃場北	0～10	28.2（43.0）	26.5	75.2	2.9
	10～20	28.2（32.5）	14.7	61.8	4.6
	30～	27.2（30.9）	7.2	4.6	0.6

[1] 太陽熱消毒期間中の平均地温を表す．（　）内は最高地温を表す．
[2] リアルタイムPCR法により算出されたCt値からレンコンネモグリセンチュウ2期幼虫数を換算した．
[3] 比率＝処理後レンコンネモグリセンチュウ数/処理前レンコンネモグリセンチュウ数．

年8月と14年7月に現地圃場で湛水したハス田表層に全面ビニル被覆を行った。2012年の結果は，表面近くでは日中40℃を超えることがあったが，深さ15 cmでは35℃から25℃，深さ30 cmでは32℃から25℃程度で推移した（図-2）。温湯処理や室内の予備試験から，レンコンネモグリの防除には少なくとも35℃程度の温度が1日以上持続する必要があったが，圃場試験では防除効果が得られるほどの温度上昇は認められなかった。さらに，レンコンネモグリの土壌中密度をリアルタイムPCR法（Koyama et al., 2013）により調査した結果，ばらつきが大きかったもののセンチュウの密度の極端な低下は見られなかった（表-4）。また，湛水圃場をビニル被覆する作業は労力が非常にかかり（口絵③），作業の一部を機械化しても400分/10 a（延べ労働時間）を要し，費用対効果に乏しく実用性は期待できなかった。2014年はより水深の浅い圃場での試験も実施したが，やはり温度が上がらなかった。また，還元化による防除効果についても検討したが，酸化還元電位は被覆前後で変化が見られず，湛水条件でのハス田におけるレンコンネモグリに対する防除効果は低いと考えられた。

お わ り に

レンコンネモグリの研究を始めて以来，県内でも数十回講習会などで周知を計ってきた。しかし，生産者の中にはいまだにレンコンネモグリの存在を知らない人，診断できない人も多く，情報を提供して防除意識の醸成を図る必要がある。そこで，2017年にこれまでの成果を統合して“レンコンネモグリセンチュウの総合防除法（表-5）”を普及に移す成果として公表し，現地指導に活用している。この防除法は生産者への意識醸成も含め，比較的普及性が高いと思われる石灰窒素の施用法を中心として，汚染種ハスや汚染土壌，汚染残渣によるセンチュウ汚染の拡大防止，休作，残渣処理等の基本的な技術を組合せたものである。また，ハス田は圃場条件が様々であり，谷津田に作られた棚田圃場などは，水路が上下のハス田でつながっているため止め水をすることができず，石灰窒素の施用や，外部からの侵入防止対策をとることができない場所などもある。

表-5　レンコンネモグリセンチュウの総合防除法

	防除法＼発生程度	無（センチュウが分離されない）	微～中（センチュウ分離ありB品25%以下）	多（前年度B品25～50%）	甚（前年度B品50%以上）	
					作付する	作付しない
必須	農機を洗浄する	◎[1]	◎	◎	◎	◎
	畦畔・水路を整備し，水口以外からの水の移出入を防ぐ					
	除草を徹底する					
	センチュウに汚染されていない種レンコンを使用する					－
選択	休作する	－	－	(○)	－	○
	収穫後から作付け前に石灰窒素を施用する[2]	(○)	○	◎	◎	－
	8～9月に収穫する	－	(○)	○	◎	－
	収穫後あるいは休作時，8月に石灰窒素を施用する[2]	－	－	(○)	(○)	◎
	収穫後10月までに石灰窒素を施用する[2]	－	(○)	○	○	－
	収穫後残渣を除去する	－	○	◎	◎	－

[1] ◎は該当発生程度で必ず実施すべき項目を表す．○は実施すべき項目を表す．(○) は実施が勧められる項目を表す．
[2] 石灰窒素の使用回数は1回である（平成29年9月26日現在）ため，いずれかの時期に1回しか使用できない．

そのような圃場においてどのような対策を取れるのかといった検討を含め，今後はまず軸足を現場に移し，普及センターなどと連絡を密に取りつつ対策を考えていくフェーズに入っている。また，レンコンネモグリ汚染の広がり（高木ら，2014 b）や，センチュウの被害と密度との関係（加藤ら，2016；柏木ら，2017 b）等は，現地の協力を得なければ全く調査が進まないため，現地の関係者との協力関係を強く意識して調査を進めている。具体的には総合防除法を基本として，石灰窒素の夏季施用や，効果の高い防除法等について実証と普及，新たな糸口探索に努めているところである。

一方，新たな殺線虫剤のレンコンネモグリへの殺線虫活性調査など，情報の収集にも努めていく予定である。前述の通り，レンコンでは地域により問題となる病害虫が異なることから，日本全国で足並を揃えて対策を練るのが困難な状況ではあるが，レンコン生産を行っている地域では情報共有のためにも些細なことでも情報をいただければ幸いである。

引　用　文　献

1）藍澤　亨ら（2002）: 第46回応動昆講要 : 32（講要）.
2）後藤万紀ら（2011）: Nematological Reseach **41** : 52（講要）.
3）久恒和雅ら（2014）: 応動昆大会講要 : 58（講要）.
4）川島嘉内（1992）: 線虫研究のあゆみ，日本線虫研究会，佐賀，p.159～163.
5）柏木　優ら（2017 a）: 茨城病虫研報 **56** : 40～43.
6）――――ら（2017 b）: 同上 **56** : 34～39.
7）加藤敏明ら（2016）: 同上 **55** : 53～56.
8）Koyama, Y. et al.（2013）: Nematology **15** : 851～858.
9）三平東作・永井充明（1996）: 関東病虫研報 **43** : 261～263.
10）――――（2002）: 千葉農林総研研報 **1** : 121～124.
11）水久保隆之（2002）: 植物防疫 **56** : 531～536.
12）農林水産省（2017）: 農林水産統計 平成28年産指定野菜（秋冬野菜等）及び指定野菜に準ずる野菜の作付面積，収穫量及び出荷量，http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_yasai/attach/pdf/index-18.pdf
13）柴田　聡（2011）: 関東病虫研報 **58** : 25～30.
14）高木素紀ら（2013）: 茨城病虫研報 **52** : 51～56.
15）――――ら（2014 a）: 同上 **53** : 31～35.
16）――――ら（2014 b）: 関東病虫研報 **58** : 55（講要）.
17）――――ら（2016）: 応動昆大会講要 **60** : 39（講要）.
18）横須賀知之・市毛一永（2010）: 関東病虫研報 **48** : 171～173.

（新しく登録された農薬4ページからの続き）

●ピラゾスルフロンエチル・ブタクロール・ベンゾビシクロン粒剤

23987：**アネシス1キロ粒剤**（日産化学工業）17/10/25
ピラゾスルフロンエチル：0.30%
ブタクロール：10.0%
ベンゾビシクロン：2.0%
移植水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ミズガヤツリ，ウリカワ，ヘラオモダカ，ヒルムシロ，セリ
直播水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ミズガヤツリ，ウリカワ，ヒルムシロ，セリ

●イマザピル液剤

23988：**レールオー液剤**（保土谷アグロテック）17/10/25
イマザピル：26.7%
樹木等：一年生雑草，多年生雑草，クズ，ササ類

研究報告

鹿児島県における近年のトビイロウンカとウンカシヘンチュウの発生実態

鹿児島県農業開発総合センター　松比良（まつひら）　邦彦（くにひこ）・井上（いのうえ）　栄明（ひであき）
農研機構 九州沖縄農業研究センター　吉（よし）　田（だ）　睦（むつ）　浩（ひろ）
愛媛大学大学院農学研究科　日（ひ）　鷹（だか）　一（かず）　雅（まさ）

は　じ　め　に

鹿児島県における水稲の栽培面積は20,460 ha（農林水産省，2017）で全耕地面積の18％程度を占める。作型は，3月下旬～4月に移植して，7月までに収穫する早期水稲と，6～7月に移植して10月に収穫する普通期水稲に大別される。本県は日本列島の西南端に位置し，海外飛来性害虫が国内の他地域より到達しやすい条件にあり，例年6～7月の梅雨時期前後に数回にわたるイネウンカ類の飛来波が認められることが多い。イネウンカ類の被害は主として普通期水稲で問題となる。飛来個体数が多いセジロウンカは，イネ生育初期の産卵や吸汁により，分けつ抑制，籾数減少等の生育阻害を引き起こす（那波，1994）。また，最近ではイネ南方黒すじ萎縮病を媒介することが報告されている（松村・酒井，2011；松比良・井上，2014）。ヒメトビウンカは吸汁害よりもイネ縞葉枯病（RSV）の媒介が問題である。特に，近年，国内越冬個体群に加え，中国江蘇省の小麦栽培地帯を飛来源とする個体群の侵入により（Otuka et al., 2010；Syobu et al., 2011），RSVの発生リスクが高まっている。トビイロウンカは，飛来個体数はセジロウンカの1/10～1/100程度と少ないが，高い増殖率により，本田後期に吸汁による株の枯死を引き起こす（図-1，口絵①）。本稿では，イネウンカ類でその被害が最も問題となるトビイロウンカについて，近年の被害実態，薬剤感受性の動向について述べ，その天敵として注目しているウンカシヘンチュウの活用を試みているので，その取り組みについても紹介する。

Recent Occurrence of the Brown Planthopper（BPH）and the Mermithid Parasite, *Agamermis unka* in Kagoshima Prefecture.
By Kunihiko Matsuhira, Hideaki Inoue, Mutsuhiro Yoshida and Kazumasa Hidaka
（キーワード：生物的防除，IPM，トビイロウンカ，昆虫寄生性線虫，薬剤抵抗性）

I　鹿児島県における近年のトビイロウンカの被害と薬剤感受性の動向

1989～2016年の6～7月におけるトビイロウンカの予察灯誘殺虫数を年次別に示した（図-2）。1990年や93年等比較的規模の大きい飛来が見られた年もあったが，1994～2016年にかけては小さな飛来規模で推移している。このような年次による本種の飛来規模の変動には，飛来源となるベトナム北部や中国南部等でのイネの栽培や薬剤防除，越冬条件等の変化とイネウンカ類を運ぶ風

図-1　トビイロウンカによるイネの坪枯れ被害（上）と激甚被害（下）（2014年）

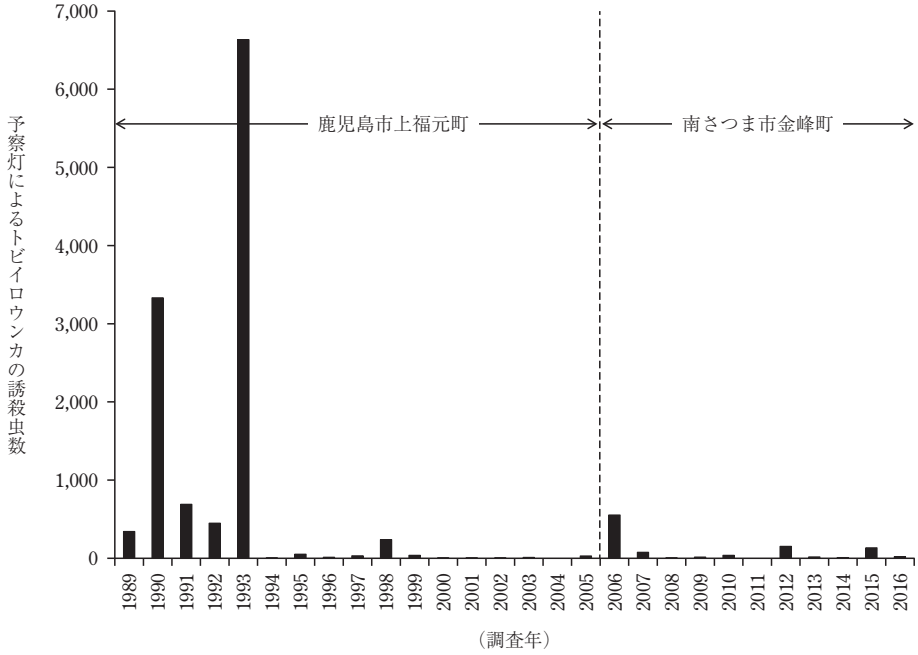


図-2　鹿児島県におけるトビイロウンカの予察灯（60 W 白熱電球）による 6 ～ 7 月の誘殺虫数推移

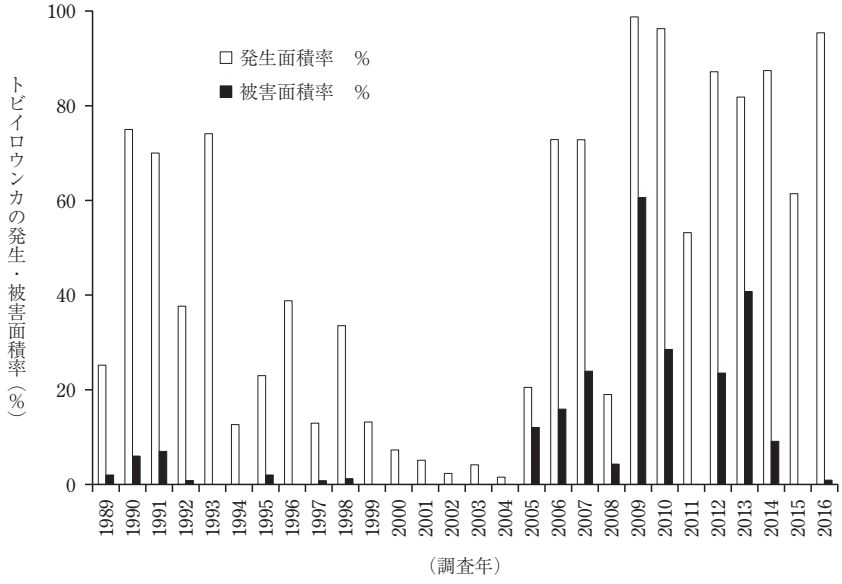


図-3　鹿児島県におけるトビイロウンカの発生および被害面積率の推移
注）発生面積率は病害虫防除所の巡回調査結果から推測している．被害面積率は水田のイネ株払い落としにより，株当たり平均寄生虫数 6 頭以上（中発生以上）で示してある．

が年次によって異なることが影響している（Syobu et al., 2011；松村，2017）。また，本種は飛来規模が小さく，圃場侵入個体は少数であったとしても，イネに定着後の指数関数的な増殖により，本田後期の被害につながる事例があることが知られており（渡邊ら，1994），飛来規模と被害は必ずしも比例しないと考えられる。また，使用薬剤に対する感受性の変動と被害の多寡の関係も注目される。6 ～ 7 月の本種の飛来規模が大きかった 1990 年や 93 年の発生面積率は高かったが，被害面積率は低かった（図-3）。一方，6 ～ 7 月の飛来規模が 100 頭以下と

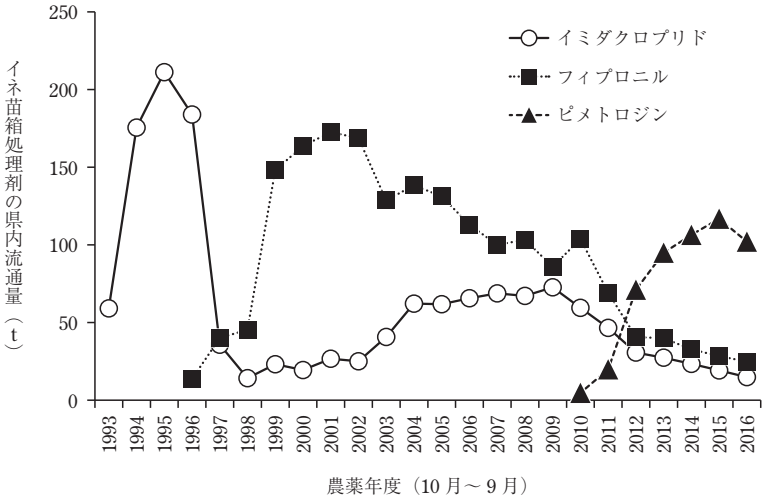


図-4　鹿児島県におけるイネ苗箱処理剤の主要な成分別の流通推移（病害虫防除所調査）

小さかった1994～2004年では，発生面積も低レベルで推移し，被害がほとんど見られない年が続いた（図-3）。これらの年は，イネウンカ類に対して長期残効性を有したイミダクロプリドやフィプロニルを成分とする苗箱処理剤（図-4），ブプロフェジンやエトフェンプロックスを成分とする本田散布剤等が，イネウンカ類に対して卓効を示していたことの表われと考えられる。その後，2005年以降，本種の7，8月世代の密度は低いにもかかわらず，本田後期におけるイネの被害面積率の増加が目立ってきている（図-3）。このように被害発生が顕在化してきた背景には，2005～06年に飛来した本種個体群がイミダクロプリドに対して感受性が低下していたこと（行徳・口木, 2007；福田ら, 2007；松村ら, 2007；松村・真田，2014）や，2013年に飛来したトビイロウンカ個体群がブプロフェジンに対して感受性が低下していたこと（清水，2015）等，薬剤感受性の低下によってトビイロウンカの本田での密度を抑制できなくなり，被害の顕在化に影響していたことが考えられる。現在，本県の本種への対策は，ピメトロジン剤による苗箱処理（図-4）とジノテフラン剤等による本田散布による防除体系が主流となっている。しかし，飛来源においてピメトロジンやジノテフランに対する薬剤抵抗性を獲得した本種の飛来が，今後，現状の防除体系の維持を困難にし，再び被害の拡大を招くことが懸念される。また，農家の高齢化と担い手減少は本県も例外ではなく，本田での防除作業そのものが実行できない場面も多い。したがって，薬剤抵抗性リスクや防除作業の労力不足問題を抱えた現状で本種の本田後期の増殖を抑制するためには，化学的防除薬剤に依存した体系だけではなく，生物的防除や耕種的防除等を組合せたIPMの構築に向けた取り組みが必要になると考えている。

II　ウンカシヘンチュウを核としたトビイロウンカの防除対策に向けて

ウンカシヘンチュウ *Agamermis unka* は，成虫の体長が3～5 cmで，トビイロウンカなどのウンカ類幼虫の血体腔内に寄生する絶対寄生性線虫である（図-5，6，7，口絵②，③，④）。本種の生活環については，今村（1932）や日鷹・中筋（1990）による詳細な報告がある。それによると，水田土壌の深さ10 cm程度の位置で越冬したウンカシヘンチュウの成虫は，5月中旬ころに交尾後，6月下旬～9月にかけて産卵を行う。3週間程度でふ化

図-5　粘着板上でトビイロウンカ成虫から脱出したウンカシヘンチュウ

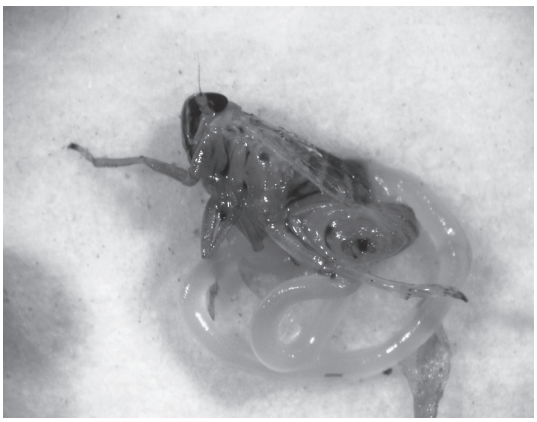


図-6　ヒメトビウンカ成虫から脱出したウンカシヘンチュウ

図-7　セジロウンカ雄成虫から脱出したウンカシヘンチュウ
注）セジロウンカでは通常発生しない短翅型の雄成虫が，ウンカシヘンチュウの寄生で発生することがある．

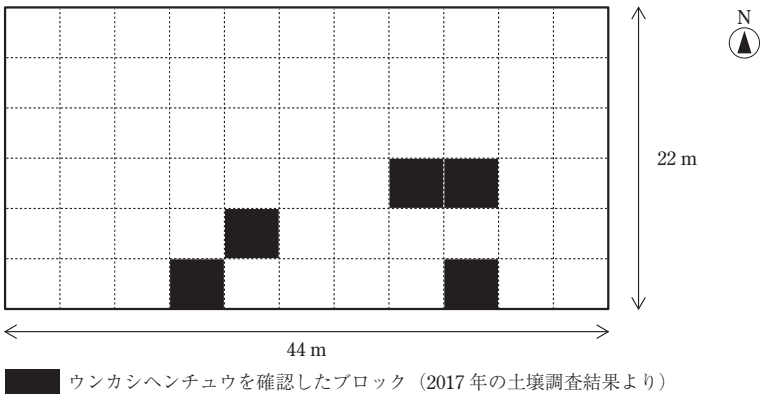


図-8　初発生から 3 年を経過した水田におけるウンカシヘンチュウの水平分布（鹿児島県）

した幼虫（2 期幼虫，preparasite）は，水田の土壌表面へ移動して灌漑水中に泳出後，水際近くのイネ上に生息するウンカ類の体内に環節間膜から侵入する。侵入後 2 ～ 3 週間で 4 期幼虫（亜成虫，postparasite）まで成長し，再びウンカの環節間膜を破って離脱し，物理的に寄主を死に至らしめる。離脱した 4 期幼虫は土中で脱皮して成虫となる。成虫はそのまま土中で越冬する年 1 化の生活環を送る。ウンカシヘンチュウに寄生されたウンカの体内は，とぐろを巻いたウンカシヘンチュウで充満し，特に雌成虫が寄生された場合には蔵卵はおろか卵巣の存在さえも確認できないほどになり，寄生を受けたウンカ類の雌成虫は完全に不妊化する（日鷹・中筋，1990）。

1980 年代から 1990 年代にかけて，自然，有機農法を 10 年間以上継続した 5 月下旬移植の水田においては，ウンカシヘンチュウが高密度で生息する水田が見られ，ウンカシヘンチュウの働きによるセジロウンカとトビイロウンカの第 2 世代個体群への高い寄生率と，第 3 世代以降のトビイロウンカの発生量抑制が報告されている（日 鷹・中 筋，1990；Hidaka, 1993；1997；Hidaka and Andow, 2017）。また，広島県，福岡県等の西日本の水田では，一般の慣行水田や無農薬に移行中の水田でもウンカシヘンチュウの寄生が確認されていた（日鷹・中筋，1990）。1990 年代には，鹿児島県でもイネウンカ類への寄生が確認されていた。

ウンカシヘンチュウの，寄主を不妊化・致死させる能力および長期間にわたる定着性と産卵能力は，飛来性のトビイロウンカの抑制因子として働くことが期待される。このような，毎年のイネウンカ類飛来以前に圃場に生息し，待ち伏せできるウンカシヘンチュウの能力をトビイロウンカの防除に活かしたいと考えている。

III　鹿児島県におけるウンカシヘンチュウの発生実態

トビイロウンカの被害が再び顕在化してきた 2005 ～ 13 年以降のウンカシヘンチュウに関する情報を以下に

示す。1990年代に本種の生息が確認されていた鹿児島市上福元町の水田において，2014年5月にウンカシヘンチュウの生息の有無を確認するために土壌調査を行った。土壌調査は，水田土壌表土から20 cm程度の土壌をスコップや土壌サンプリングコア（Hidaka and Andow, 2017）で掘り取りながら，土壌中のウンカシヘンチュウを目視で調査する方法を用いた。その結果，3人で半日程度の時間をかけ，ウンカシヘンチュウ成虫14頭の生息を確認した。引き続き，同年10月にトビイロウンカへの寄生調査を行った。寄生調査は，イネ株の払い落としで採集したイネウンカ類を70%エタノールで固定後，解剖して寄生の有無を調べる方法で行った。その結果，寄生率は69.8%（被寄生67頭/調査頭数96頭）であった。中国・四国地方のようにイネウンカ類の飛来機会が九州地方より相対的に少ない水田では，ウンカシヘンチュウの生息数も少なくなっている（星野・日鷹，私信）。鹿児島県のようなイネウンカ類の常襲地では，ほぼ毎年寄主が発生するため，ウンカシヘンチュウの生息が維持されやすいのかもしれない。

南さつま市の鹿児島県農業開発総合センター（以下，センターと略す）の水田では，2014年秋季にウンカシヘンチュウによるトビイロウンカとヒメトビウンカへの寄生が確認された（図–5，6）。当センターは2006年に鹿児島市上福元町から，南さつま市金峰町に移設され，新たに造成された水田でイネの各種試験が開始されている。したがって，移設から9年かけてウンカシヘンチュウの寄生が確認できる位に，密度が上昇してきたと考えられる。当該水田は，2015年以降，以下の通り，ウンカシヘンチュウの自然増殖（以下，自然増殖水田）を図る措置をとっている。すなわち，この水田では除草剤のみを使用し，殺虫・殺菌剤は使用せず，トビイロウンカが定着・増殖しやすいようにイネを早植えして，ウンカシヘンチュウの自然増殖を目論んでいる。当該水田での冬春季の土壌調査による圃場内の水平分布とその密度，イネウンカ類の各種に対する寄生状況を以下に述べる。

ウンカシヘンチュウの水平分布は，自然増殖水田の設置から3年目では生息地点は局在したままであった（図–8）。冬春季の土壌調査によるウンカシヘンチュウの生息密度も極めて低く（図–9，口絵⑤），トビイロウンカによる枯死株も発生する状況であった。ウンカシヘンチュウの寄生が高まるトビイロウンカの第1世代（飛来次世代）幼虫発生期は，寄主の水田内の分布が局所的であること（岸本，1965）およびウンカシヘンチュウに寄生されたトビイロウンカの成虫は短翅型になる（日鷹・中筋，1990）こと等から，ウンカシヘンチュウの水田内

図-9　土壌調査で確認されたウンカシヘンチュウの越冬成虫
注）太目の雌成虫に細目の雄成虫が絡みついている．

での移動範囲は極めて小さいと考えられている（日鷹・中筋，1990）。このため，ウンカシヘンチュウの水平分布が拡大するには時間を要すると推察された。一方，自然増殖を始めた2015年におけるウンカシヘンチュウの寄生は，トビイロウンカと少数のヒメトビウンカに対して認められたが（図–5，6），2016年にはセジロウンカへの寄生も認められた（図–7）。イネウンカ類の中でもトビイロウンカやセジロウンカへの寄生率が高くなるのは，本種がヒメトビウンカに比べて相対的に水面近くの株元付近に分布し（久野，1968），産卵も水際が多いため（平尾，1972），ウンカシヘンチュウの感染機会の確率が高いためであると推測される（久野，1968）が，イネウンカ各種に対するウンカシヘンチュウの寄生性については，今後，さらに検討すべき課題であろう。

1985～86年に広島県下の自然農法（江戸時代当時の伝統的な色彩の強い水稲栽培形態の無農薬無化学肥料）を行っている水田で，セジロウンカとトビイロウンカの3～5齢幼虫と成虫を対象にした調査では，ウンカシヘンチュウの寄生は県内に広く認められていた。その中で，無農薬栽培の有機，自然農法を初めたばかりの水田では高い寄生率や土壌での生息は認められず，5年以上の継続した水田において50%以上の寄生率と春季に土壌での生息が確認されている。自然農法を始めて8年目での寄生率は43.8%（土壌生息密度0.175頭/耕土250 cc），12年目での寄生率は92.9%（土壌生息密度0.5頭前後/耕土250 cc）であり，無農薬栽培の有機，自然農法の経過年数が長いと寄生率や土壌生息密度が高くなり，トビイロウンカの被害が低下することが観察された（日鷹・中筋，1990；Hidaka and Andow, 2017）。今後，当センターの自然増殖水田においても，ウンカシヘンチュウの分布や土壌生息密度の調査を継続する計画である。ウンカ

図-10　ウンカシヘンチュウの卵放飼試験の様子（2016 年）

シヘンチュウの効果を高める手段として，局在する分布を補うための放飼増強法が考えられる。

本種の放飼増強を試みた事例として，岡山県で 1980 年代後半～ 90 年代にかけて実施された成虫放飼実験がある。それによるとウンカシヘンチュウの成虫放飼により，トビイロウンカの枯死被害を抑制できたことが報告されている（日鷹・中筋，1990；Hidaka et al., 2017）。

Ⅳ　ウンカシヘンチュウの利用に関する今後の研究展開

現在，センター内のコンクリート槽（2 × 1.5 m）において，ウンカシヘンチュウ生息水田の土壌客土，卵放飼，成虫放飼等の試験を試みている（図-10）。

このような予備的な取り組みに加えて，トビイロウンカに対するウンカシヘンチュウの利用法を確立するためには，以下の課題が挙げられる。

①ウンカシヘンチュウの生態解明，②優良系統の探索，③飼育・増殖・放飼技術の確立，④殺虫・殺菌・殺貝・除草剤および肥料等の農業資材の影響評価，⑤水田管理（水管理，作付体系ほか他の耕種的環境）と寄生・増殖との関係，⑥他の在来天敵との協働効果を促進するための天敵群集の構造と機能に関する解析。

これらの基礎的な諸課題を解決するためには，ウンカシヘンチュウの飼育・増殖技術の確立が喫緊の課題であろう。

最終的には，ウンカシヘンチュウの安定した定着性と産卵生態等を生かして，水田という開放系において効果が期待できる待ち伏せ型の天敵として，ウンカシヘンチュウを核に据え，これに在来天敵類であるカタグロミドリカスミカメ（中須賀ら，1988；日鷹・中筋，1990；鈴木，2002；中村ら，2004），カマバチ類，ネジレバネ類（日鷹・中筋，1990；Hidaka and Andow, 2017），クモ類（Kiritani et al., 1972），卵寄生蜂（久野，1968；Watanabe et al., 1992）等の総合的な働き（Natural enemies associate）を組合せたトビイロウンカによる坪枯れ回避策として，3 世代目以降のトビイロウンカ個体群の制圧を組み込んだ IPM 技術を構築したいと考えている。

お　わ　り　に

ウンカシヘンチュウの研究は，1990 年代以降の空白期間を経て，既往の知見などを参考に，強力な苗箱処理剤に頼らない IPM 技術の開発に向かい歩み始めたところである。

末筆になるが，本原稿の執筆を勧めていただくとともに貴重なご助言をいただいた日本植物防疫協会の永井一哉博士に感謝する。

引　用　文　献

1）福田　健ら（2007）: 九病虫研会報 **53** : 29 ～ 32.
2）行徳　裕・口木文孝（2007）: 植物防疫 **61** : 258 ～ 262.
3）平尾重太郎（1972）: 中国農試報 **E7** : 19 ～ 48.
4）日鷹一雅・中筋房夫（1990）: 昆虫学セミナー別巻 自然・有機農法と害虫，冬樹社，東京，p.1 ～ 265.
5）Hidaka, K.（1993）: FFTC Ex. Bull. **374** : 1 ～ 15.
6）――――（1997）: Biol. Agric. Hortic. **15** : 35 ～ 49.
7）――――and D. A. Andow（2017）: Agroecol. Sust. Food. http://dx.doi.org/10.1080/21683562.2017.1345032
8）――――et al.（2017）: 第 5 回食虫性昆虫国際会議（IEIC5）: 20–11R.
9）今村重元（1932）: 応動雑 **4** : 176 ～ 179.
10）岸本良一（1965）: 四国農試報 **13** : 1 ～ 106.
11）Kiritani, K. et al.（1972）: Res. Popul. Ecol. **13** : 187 ～ 200.
12）久野英二（1968）: 九農試彙報 **14** : 131 ～ 246.
13）松比良邦彦・井上栄明（2014）: 九病虫研会報 **60** : 57 ～ 63.
14）松村正哉ら（2007）: 植物防疫 **61** : 254 ～ 257.
15）――――・酒井淳一（2011）: 同上 **65** : 244 ～ 246.
16）――――・真田幸代（2014）: 同上 **68** : 37 ～ 41.
17）――――（2017）: ウンカ防除ハンドブック，農文協，東京，p.10 ～ 15.
18）那波邦彦（1994）: ウンカおもしろ生態とかしこい防ぎ方，農文協，東京，p.62 ～ 64.
19）中村利宣ら（2004）: 九病虫研会報 **50** : 23 ～ 34.
20）中須賀孝正ら（1988）: 同上 **34** : 90 ～ 92.
21）農林水産省（2017）: 農林水産統計（http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kome/index.html#r 2017/11/2 アクセス確認）
22）Otuka, A. et al.（2010）: App. Entomol. Zool. **45** : 259 ～ 266.
23）清水信孝（2015）: 福岡農総試研報 **1** : 1 ～ 3.
24）Syobu, S. et al.（2011）: App. Entomol. Zool. **46** : 41 ～ 50.
25）鈴木芳人（2002）: 植物防疫 **56** : 492 ～ 496.
26）Watanabe, T. et al.（1992）: App. Entomol. Zool. **27** : 205 ～ 211.
27）渡邊朋也ら（1994）: 応動昆 **38** : 7 ～ 15.

研究報告

秋田県南部のリンゴ収穫果に多発した小黒斑について

秋田県果樹試験場　佐藤（さとう）　裕（ゆたか）

はじめに

秋田県のリンゴ栽培面積は1,391 ha（2016年），全国で第5位となっており，東北北部の冷涼な気象条件を活かした高品質果実生産には，市場からも高い評価を得ている。このうち，横手盆地を中心とした県南部では約1,000 haが栽培されており，秋田県産リンゴの主産地となっている。様々な品種が栽培されているが，消費者ニーズの高い‘ふじ’の栽培比率が特に高く，高糖度でみつ入り，完熟リンゴの産地として定評がある。

2011年，収穫を終えた‘ふじ’の果実表面に黒色～褐色の小斑点（以下，小黒斑）が多数形成される症状が県南部で広く発生した（図-1）。この年，秋田県南部のリンゴ園は豪雪（2011年1月31日，最大積雪深221 cm，秋田県果樹試験場）により，枝が基部から折損あるいは樹体が倒伏するなどの甚大な被害を受け，秋田県のリンゴ生産量は前年の3万tから1.6万tへと大きく減少した。雪害からの復旧作業をしながら，ようやく収穫した果実に突如として多発した小黒斑は産地にとって深刻な問題となった。

本症状の特徴として，①果点や毛耳痕に発生する，②‘ふじ’では多発するが，同時期に収穫される‘王林’には全く見られない，③‘ふじ’であっても，成熟果に多発し，未熟果にはほとんど発生しない，④通常の病害虫防除が実施されていても多発する，⑤収穫期に近づくと小黒斑が見え始め，冷蔵庫内で発生する場合もあるなど，既報のリンゴ病害や生理障害とは全く異なる発生状況であった。

図-1　リンゴの果面に生じた小黒斑

Small Black Spots which Frequently Occurred in Apples Harvested in the Southern Part of Akita Prefecture.　By Yutaka SATO

（キーワード：リンゴ，*Phlyctema* 属菌，小黒斑，防除）

選果場では小黒斑の発生した果実は生食用ではなく加工品として扱われ，出荷した成熟果に小黒斑が生じた場合には商品化率が著しく低下し，深刻な問題となった。2015年にJA秋田ふるさと（横手市）の選果場に搬入された‘ふじ’から任意抽出調査を行い，当年の小黒斑による損失は約5,700万円と算出された。

この小黒斑から常法により組織分離したところ様々な糸状菌，細菌類が分離された。その中から，果点や毛耳痕に生じる斑点から分離された糸状菌について病原性を検討した結果，接種による原病徴が再現され，形態的特徴とITS塩基配列解析の結果をもとに，本病原菌を *Phlyctema* 属菌と同定した。また，現地多発園での防除試験を行い，秋季のイミノクタジン酢酸塩液剤散布による小黒斑の発生低減効果を確認した。

本稿では，2011年以降，秋田県南部で収穫されたリンゴの果実表面に生じた小黒斑の発生状況と防除対策について紹介する。

I 発生の状況

1　農家，関係機関への聞き取り調査

2012年産のリンゴに小黒斑の発生が確認された県南部の生産者14名から聞き取り調査を実施したところ，発生状況は次のようであった。

収穫時に小黒斑が見られたのは半数の7名，残り7名は収穫後の自家選果中に初めて発生を確認した。14名が栽培している‘ふじ’には様々な着色系統があったが，いずれの系統でも小黒斑は認められた。

また，指導機関（JA，普及センター）からは，小黒斑は摘葉時には，皆無もしくはごくわずかだったが，収穫時に多発した園があった一方で，収穫直後の選果時までは発生がなかったが，冷蔵中の果実で発生しているのを初めて確認した園も見られたとの情報が寄せられた。

‘ふじ’以外の品種では，秋田県のオリジナル品種である‘秋田紅あかり’にも小黒斑が認められたが，同時期に収穫する‘王林’や他の晩生種には発生していない。ま

た，防除実績，樹齢や台木，園の立地条件（傾斜地，水田転換園），肥培管理等を比較したが，小黒斑の発生量に差は認められなかった。

2　小黒斑の観察

小黒斑の発生した圃場や選果場で標本採集を行ったところ，果面の症状は大きく4種の斑点に分けられた。①果点全体を含む円形～不定形の斑点（図-2），②果点の端にある角張った部分を起点として形成される円形の斑点（図-3），③毛耳痕を中心とした円形の斑点（図-4），そして，④亀裂を生じた部分での不定形の斑点（図-5）であり，これらが同一果実に混在して発生しているケースが多かった。生産者や指導機関への対応上，これら4種の斑点を区別するため，前述の①を「果点斑」，②を「はじ黒」，③を「毛耳痕斑」，④を「ひび黒」と呼称し，生産現場への対応に用いた。本稿もこれに従って記載した。

果面に生じた小黒斑の発生位置は主に赤道面～こうあ部であり，果頂部にはほとんど見られなかった。また，小黒斑直下の組織は果皮のみの褐変，果肉がわずかに褐変または褐変してスポンジ状になるものが認められた。

ビターピットやコルクスポット等の生理的な斑点の場合，組織のえ死が進むと二次的に糸状菌や細菌が繁殖するケースがあり，この場合には直径が1 cmを超えるような大きな斑点となる。しかし，多くの小黒斑は直径5 mm以下と小さく，さらに，小黒斑の生じた果実を25℃下で2週間程度保温しても，4種の斑点はいずれも形状変化は小さく，リンゴ輪紋病や炭疽病の初期病斑とは異なると考えられた。

Ⅱ　発生生態の解明と防除法の検討

発生状況や聞き取り調査のほか，土壌pHや塩基飽和度，果実品質等様々な園地の栄養生理的な分析も行ったが，小黒斑の発生との関連性は低く，未知の病害の可能性が高まった。生産現場から早期解決を強く要望されたことから，病原菌の特定を進めながら，防除法についても同時に検討を行った。

1　果実への被袋試験

小黒斑の発生に病原菌の関与が疑われたことから，横手市農家圃場の‘ふじ’（マルバカイドウ台，約40年生）

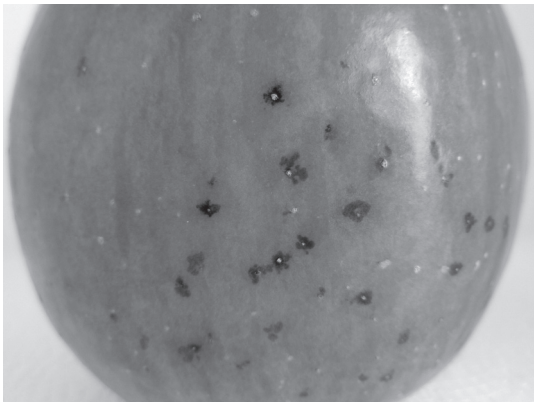


図-2　果点を中心とした小黒斑（果点斑）

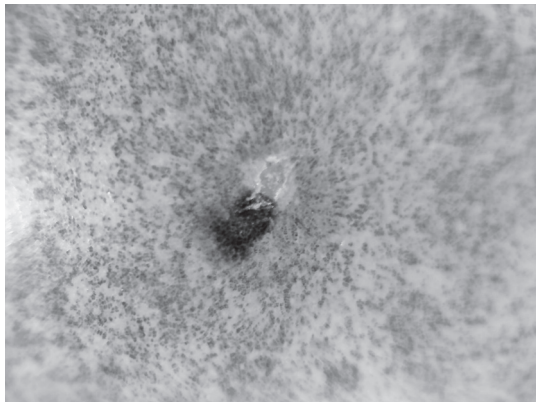


図-3　果点の角が起点の小黒斑（はじ黒）

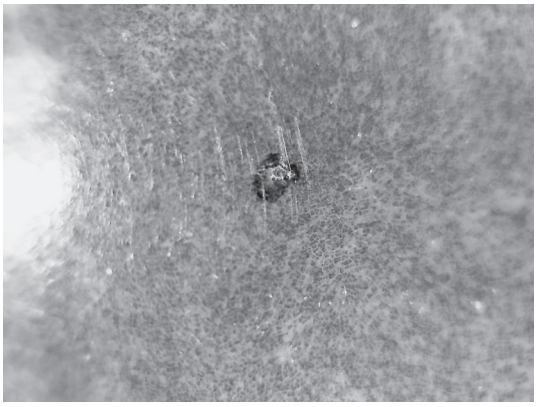


図-4　毛耳痕が中心の小黒斑（毛耳痕斑）

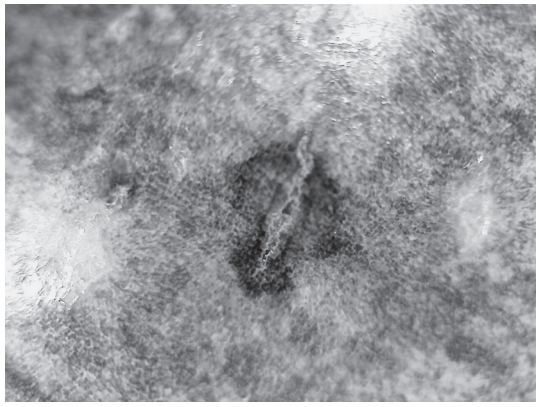


図-5　亀裂を伴う小黒斑（ひび黒）

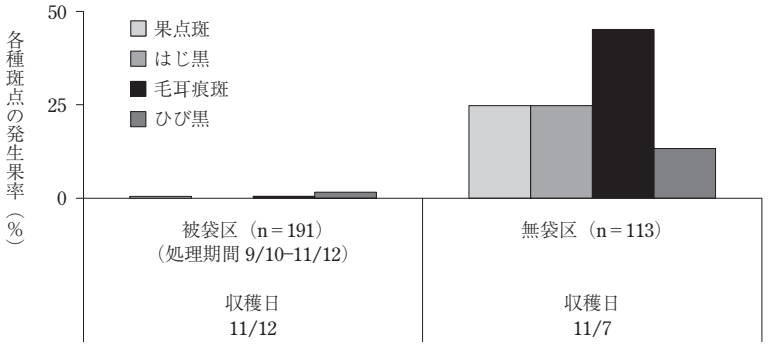


図-6　果実への被袋処理による小黒斑の発生低減効果（2014）
供試樹：‘ふじ’，両区とも慣行防除　調査：収穫後冷暗所に貯蔵し，12/8に実施.

表-1　各薬剤添加培地上における小黒斑由来菌株（*Phlyctema* sp.）の菌糸伸長の有無

薬剤名	有効成分濃度（ppm）					
	0	0.01	0.1	1	10	100
イミノクタジン酢酸塩	＋	＋	－	－	－	－
ジフェノコナゾール	＋	＋	＋	＋	－	－
テブコナゾール	＋	＋	＋	＋	－	－
8-オキシキノリン銅	＋	＋	＋	＋	＋	－
TPN	＋	＋	＋	＋	＋	－
キャプタン	＋	＋	＋	＋	＋	＋
ベノミル	＋	＋	＋	＋	＋	＋
フルオルイミド	＋	＋	＋	＋	＋	＋
イプロジオン	＋	＋	＋	＋	＋	＋
シプロジニル	＋	＋	＋	＋	＋	＋
ペンチオピラド	＋	＋	＋	＋	＋	＋
ジチアノン	＋	＋	＋	＋	＋	＋
マンゼブ	＋	＋	＋	＋	＋	＋

＋：菌糸伸長あり，－：菌糸伸長なし.

を用い，2014年9月10日から収穫時（11月12日）まで果実袋で被袋した処理区を設け，小黒斑の発生状況を通常管理（無袋）の場合と比較した。その結果，果実を被袋した区では，小黒斑の発生量は大きく減少した（図-6）。このことから，小黒斑をもたらす病原菌は9月以降に果実感染し，収穫期あるいは貯蔵中に発病すると考えられた。

2　防除法の検討

（1）　有効殺菌剤のスクリーニング

薬剤添加培地を用いたスクリーニングを2013年から14年にかけて行った。秋田県南部では年間約10回，12～15成分の殺菌剤が使われており，この中からイミノクタジン酢酸塩液剤，TPN水和剤等を含む計13剤について，有効成分濃度が0.01，0.1，1，10，100 ppmになるよう調整した薬剤添加PDA培地を用いて有効薬剤を絞り込んだ。なおこの時点では病原菌が特定されていなかったため，薬剤スクリーニングの対象とした菌株は「毛耳痕斑」や「果点斑」，「はじ黒」から比較的分離率の高かった白色糸状菌（後に*Phlyctema* sp.と同定）と「ひび黒」から高率に分離された*Aureobasidium pullulans*および*Cladosporium* sp.を用いた。

試験の結果，*Phlyctema* sp.に対してはイミノクタジン酢酸塩液剤の最低阻止濃度が最も低く，次いでジフェノコナゾール水和剤，テブコナゾール水和剤が低かった（表-1）。*Aureobasidium pullulans*と*Cladosporium* sp.についてはいずれの薬剤も100 ppmで旺盛な菌糸伸長が認められた。

（2）　イミノクタジン酢酸塩液剤散布による防除効果の検討

表-1に示す通り，分離菌株にイミノクタジン酢酸塩液剤が高い抗菌活性を示したことから，2014年と15年に横手市内の多発圃場でイミノクタジン酢酸塩液剤

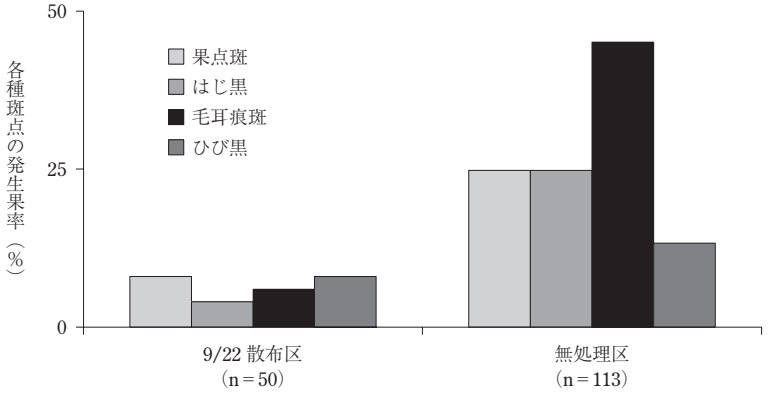


図-7　イミノクタジン酢酸塩液剤散布による小黒斑の発生低減効果（2014）
収穫日：11/7　調査：収穫後冷暗所に貯蔵し，12/8 に実施.

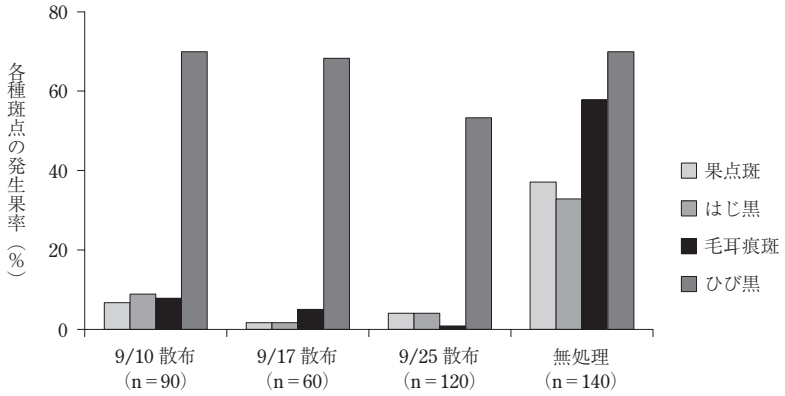


図-8　イミノクタジン酢酸塩液剤散布による小黒斑の発生低減効果（2015）
収穫日：11/11　調査：収穫後冷暗所に貯蔵し，12/2 に実施.

1,500 倍散布による防除効果試験を実施した。2014 年は 9 月 22 日に散布，2015 年は散布時期を分けて 9 月 10, 17 および 25 日にそれぞれ散布する 3 つの試験区を設けた。その結果,「果点斑」,「はじ黒」,「毛耳痕斑」といった *Phlyctema* 属菌由来の病斑には高い防除効果が認められた。一方で,「ひび黒」には効果が認められなかった（図-7 および 8)。

III　菌の分離および接種による小黒斑の再現試験

2011 年に発生が始まったこの症状からは，組織分離において腐生性の糸状菌が高率に分離されるため，病原菌の特定に時間を要した。小黒斑からは，*Alternaria* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp. 等二次的に寄生したと見られる菌が多く分離された。これは小黒斑が冷蔵中に長時間をかけて形成されるため，他の糸状菌も繁殖する期間が長くなるためと考えられた。組織分離を繰り返していたところ,「果点斑」および「毛耳痕斑」から比較的高頻度に白色糸状菌が分離された。この糸状菌は胞子形成能に乏しかったが，分離率の高さから注目し，果実への接種試験を行った。2015 年 9 月に場内圃場の ‘ふじ’ 果面へ培養菌そうを磨砕して得られた菌糸懸濁液を噴霧接種したところ，そのうちの 1 菌株で収穫時に原病徴である小黒斑がようやく再現された。さらに，その発病部位からは接種菌が再分離された。次に，この再分離された菌株を用いてリンゴ成熟果に有傷接種すると，中央部が黄色～黄褐色，その外側は褐色～暗褐色のややくぼんだ腐敗を生じた（図-9)。この症状はリンゴの貯蔵病害として知られる黄腐病（福井，1940）と酷似したことから，本病原菌は黄腐病菌の可能性が高く，果面に生じる小黒斑もリンゴ黄腐病菌による病斑であることが示唆された。培地上に形成された分生子の形態および ITS 塩基配列解析を行った結果から，本菌は

図-9　有傷接種により生じた病斑

Phlyctema sp. と同定された。

一方，「ひび黒」からは *Aureobasidium pullulans* および *Cladosporium* sp. が高率に分離されたが，これらの菌を含めて病原性の確認には至っていない。

お　わ　り　に

小黒斑は *Phlyctema* sp. が果点や毛耳痕から侵入することで生じることが示唆された。本菌の種同定については現在検討中であるが，小黒斑の症状の多様性から他種菌の関与についても検討が必要である。また，小黒斑の品種間差，果実感染に関する条件等も未解明であり，明らかにすべき課題は多い。

Phlyctema 属には海外各地でリンゴ貯蔵病害として知られる「Bull's eye rot」の病原菌も含まれており（Chen et al., 2016），国内で発生しているリンゴ黄腐病と病徴が酷似している。小黒斑由来菌株は有傷接種により黄腐病に似た症状を呈したことから，今後は形態比較や遺伝子解析により，小黒斑由来の病原菌，およびリンゴ黄腐病菌の分類学的位置を明らかにして病名を検討するとともに，「Bull's eye rot」の病原菌とも比較検討していく必要がある。また，防除対策についてはイミノクタジン酢酸塩液剤の秋季散布による有効性を明らかにしたが，適用拡大までは至っていない。今後は，効率的な散布時期や濃度の検討を加え，生産現場への早い普及を図りたい。なお，亀裂部に生じる小黒斑「ひび黒」に関与する病原菌は未解明なままであり，その特定が急がれる。また，「ひび黒」に対してはイミノクタジン酢酸塩液剤散布による防除効果が認められないことから，有効な薬剤の選抜および効果的な防除法の確立も急務である。

2011年産以降，秋田県南部のリンゴ産地では継続して発生し，発生地も拡大傾向にあることから，この小黒斑は一過性の病害ではないと考えられる。本症状の発生は果実に直接発病し，商品化率の低下，すなわち生産者の収入減少に直結することから，関係機関と連携しながら，問題解決を急ぎたい。

最後に，本稿で紹介した *Phlyctema* sp. の同定に関して有益な助言をいただいた秋田県立大学教授の古屋廣光博士，青森県産業技術センターりんご研究所の平山和幸博士に心より感謝申し上げる。

引　用　文　献

1）福井白志（1940）: 農林省農改資（152）: 186 ～ 189.
2）Chen, C. et al.（2016）: Fungal Biology **120**（11）: 1291 ～ 1322.

本稿で供試された薬剤は未登録ですのでご留意ください。　「植物防疫」編集注

登録が失効した農薬（29.10.1 ～ 10.31）

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」

●アセタミプリド複合肥料
23094：**レインボーフラワー EX II**（レインボー薬品）17/10/11
●アクリナトリン水和剤
22988：**家庭園芸用アザミバスター水和剤**（エス・ディー・エス　バイオテック）17/10/12

「殺菌剤」

●シアゾファミド・ポリオキシン水和剤
22826：**科研グリーンワーク WP**（科研製薬）17/10/5
●フラメトピル・メトミノストロビン粒剤
21688：**ホクコーイモチエースリンバー 1 キロ粒剤**（北興化学工業）17/10/17
21711：**ホクコーイモチエースリンバー粒剤 55**（北興化学工業）17/10/17
●バリダマイシン・フェリムゾン・フサライド水和剤
19354：**サンケイブラシンバリダフロアブル**（サンケイ化学）17/10/24
●フラメトピル粒剤
19369：**ヤシマリンバー粒剤**（協友アグリ）17/10/29
●トリシクラゾール・バリダマイシン粉剤
15874：**ビームバリダ粉剤 DL**（住友化学）17/10/31

（23 ページに続く）

（登録が失効した農薬 22 ページからの続き）

「殺虫殺菌剤」

●**ピメトロジン・フィプロニル・プロベナゾール粒剤**
22274：**ホクコービルダープリンスチェス粒剤**（北興化学工業）17/10/8
●**エトフェンプロックス・チオファネートメチル水和剤**
22990：**ホクコートップジントレボンフロアブル**（北興化学工業）17/10/26
●**クロラントラニリプロール・ジノテフラン・チアジニル粒剤**
22993：**MIC ブイゲットフェルテラスタークル粒剤**（三井化学アグロ）17/10/26

「除草剤」

●**オキサジクロメホン・クロメプロップ・ピリミノバックメチル・ベンスルフロンメチル剤**
20908：**パットフルエース 250 グラム**（クミアイ化学工業）17/10/3
●**インダノファン・クロメプロップ・ベンスルフロンメチル粒剤**
20916：**日農ダイナマン 1 キロ粒剤 75**（日本農薬）17/10/3
20918：**ダイナマン 1 キロ粒剤 75**（デュポン・プロダクション・アグリサイエンス）17/10/3
●**ペントキサゾン水和剤**
19844：**科研ベクサーフロアブル**（科研製薬）17/10/5
●**ペントキサゾン粒剤**
19846：**科研ベクサー 1 キロ粒剤**（科研製薬）17/10/5
●**シクロスルファムロン・ペントキサゾン粒剤**
19868：**科研ユートピア粒剤 15**（科研製薬）17/10/5
●**ブロモブチド・ペントキサゾン水和剤**
19873：**科研ショキニーフロアブル**（科研製薬）17/10/5
●**ダイムロン・ペントキサゾン粒剤**
19876：**クサパンチ 1 キロ粒剤**（科研製薬）17/10/5
●**シクロスルファムロン・ペントキサゾン粒剤**
20157：**科研ユートピア 1 キロ粒剤**（科研製薬）17/10/5
●**ピリミノバックメチル・ブロモブチド・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン剤**
21156：**科研トップガン 250 グラム**（科研製薬）17/10/5
21168：**科研トップガン L250 グラム**（科研製薬）17/10/5
21182：**科研トップガンジャンボ**（科研製薬）17/10/5
21185：**科研トップガン L ジャンボ**（科研製薬）17/10/5
●**ピリミノバックメチル・ブロモブチド・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン粒剤**
21376：**科研トップガン GT 1 キロ粒剤 75**（科研製薬）17/10/5
21379：**科研トップガン GT 1 キロ粒剤 51**（科研製薬）17/10/5
●**イマゾスルフロン・ブロモブチド・ペントキサゾン粒剤**
21830：**科研ヨシキタ 1 キロ粒剤**（科研製薬）17/10/5
●**イマゾスルフロン・ブロモブチド・ペントキサゾン水和剤**
21832：**科研ヨシキタフロアブル**（科研製薬）17/10/5
●**ピラゾレート・ペントキサゾン水和剤**
21849：**スウィープフロアブル**（科研製薬）17/10/5
●**クミルロン・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン水和剤**
22588：**科研ドウジガードフロアブル**（科研製薬）17/10/5
22591：**科研ドウジガード L フロアブル**（科研製薬）17/10/5
●**クミルロン・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン粒剤**
22858：**科研ドウジガード 1 キロ粒剤 51**（科研製薬）17/10/5
22861：**科研ドウジガード 1 キロ粒剤 75**（科研製薬）17/10/5
●**オキサジクロメホン・ベンスルフロンメチル・ベンゾビシクロン粒剤**
22276：**ホクコープラスワン L ジャンボ**（北興化学工業）17/10/8
●**グルホシネート P ナトリウム塩液剤**
22973：**東日本大震災により津波被害を受けた農地専用ザクサ液剤**（Meiji Seika ファルマ）17/10/11
●**グリホサートイソプロピルアミン塩液剤**
22974：**東日本大震災により津波被害を受けた農地専用草枯らし MIC**（三井化学アグロ）17/10/11
●**オキサジクロメホン・クロメプロップ・ベンスルフロンメチル粒剤**
20927：**ホクコーミスターホームランジャンボ**（北興化学工業）17/10/16
20928：**ミスターホームランジャンボ**（デュポン・プロダクション・アグリサイエンス）17/10/16
20930：**ホクコーミスターホームラン 1 キロ粒剤 75**（北興化学工業）17/10/16
20931：**ミスターホームラン 1 キロ粒剤 75**（デュポン・プロダクション・アグリサイエンス）17/10/16
●**ピラゾスルフロンエチル・メフェナセット粒剤**
18432：**日産アクト 1 キロ粒剤**（日産化学工業）17/10/22
●**ペンディメタリン・DBN 粒剤**
22280：**グラスナー**（アグロ　カネショウ）17/10/22
● **IPC 乳剤**
21118：**プロバイド CE**（保土谷化学工業）17/10/25
●**ペンディメタリン複合肥料**
22281：**プレエム 550 粒剤**（理研グリーン）17/10/27
●**カフェンストロール・ピラゾスルフロンエチル水和剤**
19402：**永光ダイハード顆粒**（エス・ディー・エス　バイオテック）17/10/29
●**カフェンストロール・シハロホップブチル・ピラゾスルフロンエチル粒剤**
19406：**永光ストライカー 1 キロ粒剤**（エス・ディー・エス　バイオテック）17/10/29
19407：**ストライカー 1 キロ粒剤**（日産化学工業）17/10/29
20941：**テクノスターワイドジャンボ**（日産化学工業）17/10/31
20942：**SDS テクノスターワイドジャンボ**（エス・ディー・エス　バイオテック）17/10/31
20943：**明治テクノスターワイドジャンボ**（Meiji Seika ファルマ）17/10/31
●**ピリミノバックメチル・ベンスルフロンメチル・メフェナセット粒剤**
19430：**プロスパー 1 キロ粒剤 51**（クミアイ化学工業）17/10/29

農林水産省プレスリリース（29.10.16 ～ 11.13）

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. 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 8 号」の発表について**
（10/18）　maff.go.jp/j/press/syouan/syokubo/1701018.html

研究報告

赤かび病感染オオムギにおける収穫物の粒厚とかび毒濃度の関係

農研機構東北農業研究センター　吉田（よしだ）　めぐみ
農研機構本部　中島（なかじま）　隆（たかし）

はじめに

麦類赤かび病は，*Fusarium graminearum* 種複合体などの病原菌によりコムギ（*Triticum aestivum* L.）やオオムギ（*Hordeum vulgare* L.）等の穂に発生する麦類の重要病害である。本病は収量や品質低下をもたらすだけでなく，デオキシニバレノール（DON）およびニバレノール（NIV）等の人畜に有害なかび毒（マイコトキシン）による収穫物汚染を引き起こすことで，特に食品安全性の面から問題となる。

コムギでは，赤かび病の被害を受けかび毒が蓄積してしまった収穫物について，粒厚選別（篩いによる選別）や，比重選別，色彩選別により，かび毒濃度を低減することが可能であることが報告されている（中島ら，2004；Delwiche et al., 2005；原ら，2009；Saito et al., 2009）。一方，オオムギに関しては，こうした収穫後選別技術のかび毒低減効果について，海外も含めて研究事例が少なく，十分検討されていなかった。そこで筆者らは，赤かび病菌に人為的に感染させた主要オオムギ品種のかび毒汚染試料および農林水産省によるかび毒含有実態調査に供された自然汚染試料について，粒厚とかび毒濃度の関係を調査することにより，オオムギにおける赤かび病かび毒低減技術としての収穫後の粒厚選別の有効性について検討し，一定の知見を得ることができた（吉田ら，2016；吉田・中島，2016）。本稿ではその概要を紹介する。なお，本研究は農林水産省委託プロジェクト研究「生産・流通・加工工程における体系的な危害要因の特性解明とリスク低減技術の開発」の一部として行ったものである。

I　赤かび病菌に人為的に感染させたオオムギ品種における収穫物の粒厚とかび毒濃度の関係

我が国で栽培されるオオムギには，条性（二条または六条）および皮裸性（皮麦または裸麦）の異なる品種が存在する。現在栽培されている品種では，六条品種（うち皮麦は主に麦飯（精麦）用および麦茶用，裸麦は主に麦味噌用，麦飯（精麦）用）はほぼすべて，開花期に葯が抽出する「開花受粉性」である。一方，二条品種（大部分が皮麦で，主にビール用および焼酎用）はそのほとんどが，開花（受粉）期に穎花が閉じたままで葯が抽出しない「閉花受粉性」である。一般に二条品種は六条品種に比較して赤かび病抵抗性が強いが，少なくとも開花期ころの感染に対する抵抗性には，穂の形態的形質として条性そのものより閉花受粉性であることが大きく寄与していること（Yoshida et al., 2005），また開花受粉性の六条品種と閉花受粉性の二条品種とでは赤かび病に感受性の高い時期が異なること（Yoshida et al., 2007）がわかっている。また条性および皮裸性の異なる国内主要品種の比較において，六条皮麦・六条裸麦・二条皮麦品種で登熟過程における赤かび病病勢進展とかび毒蓄積特性が異なることが示唆されている（宮坂ら，2012）。つまり一口にオオムギといっても，条性（あるいはそれと関連している開・閉花受粉性）および皮裸性といった主要形質の違いにより，赤かび病抵抗性およびそれに付随するかび毒蓄積特性が異なることがこれまでの研究から示唆されている。そこで本研究では，条性および皮裸性の異なる主要4品種を材料とし，人為的に赤かび病菌の感染を促した圃場から得られた収穫物の粒厚とかび毒（DON・NIV）濃度の関係を検討した。

品種は，六条裸麦‘イチバンボシ’，六条皮麦‘シュンライ’および‘カシマムギ’（以上いずれも開花受粉性）ならびに二条皮麦‘ニシノチカラ’（閉花受粉性）を用いた。各品種を2008年および09年の2年次にわたり，2種類の赤かび病菌感染圧の異なる圃場（すなわち，スプリンクラーによる散水を行った「散水圃場」と，散水を行わなかった「自然降雨圃場」）にそれぞれ3反復で並べて栽培してかび毒汚染試料を得，調査・分析を行った。なおいずれの圃場も，接種源として，*F. graminearum* 種複合体のDON産生型2菌株とNIV産生型2菌株の4菌株をそれぞれ培養したトウモロコシ粒を等量に混合した

Relation between Thickness of Harvested Grain and Mycotoxin Concentration in Barley Infected with *Fusarium graminearum* Species Complex.　By Megumi Yoshida and Takashi Nakajima

（キーワード：赤かび病，かび毒，デオキシニバレノール，ニバレノール，オオムギ，粒厚）

ものを3月中旬に畝間に散布し，その後「散水圃場」では，赤かび病菌の胞子飛散と発病を促進させるため，オオムギの出穂前（4月上旬）から雨天日以外は毎日，スプリンクラーによる散水を1日4回，収穫まで行った。「自然降雨圃場」では，接種源散布後は特段の処理を行わず，自然降雨に任せた。各品種は収穫適期に圃場内の3反復（箇所）から同量程度ずつ鎌で刈り取り，70℃で24時間通風乾燥した後，脱穀，夾雑物除去し，オオムギ粒試料（各年次の各圃場につき，1品種当たり3箇所からの収穫物をまとめた1試料）を得た。なおこれらの試料は，宮坂ら（2012）の試験で用いた圃場とそれぞれ同一の圃場から採取したものであり，各年次の試験条件のより詳細な情報や，登熟期間中の気象条件や各品種の生育および発病の推移については，本文献を参照されたい。なお，2008年の散水圃場は特に多発生条件となり，六条品種については現実場面で粒厚選別を行うことを想定可能なレベルを大幅に上回るかび毒濃度となることが予想されたことから，本圃場産の品種については，比較的発病程度の低かった‘ニシノチカラ’のみを以降の分析に供した。収穫後の各試料は，0.2 mm間隔で篩い目幅の異なる縦目篩いで振とうすることにより篩い分けを行い，粒厚別の試料を得，これら試料について重量とかび毒濃度を測定した。またそのデータを用いて，元の（篩い分け前の）試料のかび毒濃度，各篩い目で粒厚選別を行った場合の（すなわち，試料全体から各篩い目以下の粒厚の穀粒を除去した場合の）選別歩留（重量％）およびかび毒低減率（％）を算出した。

2年間の試験の結果，人為的に赤かび病菌の感染を促した圃場で得られたかび毒汚染レベルの異なるいずれの試料においても，全体としては，粒厚が大きくなるほどかび毒濃度が低くなる傾向が認められた（本稿では代表的データとして，2008年産試料の結果を抜粋して図-1および表-1に示す）。また，必ずしも高い効果ではないものの，収穫後の粒厚選別がかび毒低減に有効であることが示された。例えば，収穫物の元のかび毒濃度が全体的にごく低かった2009年自然降雨圃場のデータを除いた各試料について，仮に歩留まり8割程度の粒厚選別を行ったとした場合のかび毒低減率を計算すると，‘イチバンボシ’（2事例，元濃度0.9および1.1 μg/g）では50％および34％，‘シュンライ’（2事例，元濃度4.9および9.9 μg/g）は15％および35％，‘カシマムギ’（2事例，元濃度3.1および4.6 μg/g）は25％および16％，‘ニシノチカラ’（3事例，元濃度0.3～11.2 μg/g）では9～24％であった（表-1，2009年散水圃場産試料については詳細データ略）。

なお，六条裸麦‘イチバンボシ’では粒厚が大きいほどかび毒濃度が低くなる傾向が顕著だったのに比較して，皮麦，特に二条皮麦においては，その傾向は緩やかであった。また粒厚選別のかび毒低減効果についても，六条裸麦‘イチバンボシ’に比べ皮麦品種で劣る傾向が見られた。この理由として，オオムギでは特に穀粒の皮部分にかび毒が蓄積しやすく（Clear et al., 1997），皮麦では収穫後の穀粒に皮が残ったままとなるため，登熟後期（穀粒肥大後）の比較的軽微な感染によるかび毒蓄積の影響を受けやすい可能性が考えられた。ちなみにこれまでに，皮麦において，外観上の発病にはほとんど影響しない開花20日後の感染でもかび毒が蓄積することが明らかになっている（Yoshida et al., 2007）。また皮麦の中でも，二条皮麦‘ニシノチカラ’において，六条大麦に比べて粒厚によるかび毒濃度の差異が緩やかである傾向が見られた理由としては，赤かび病菌の主要な感染時期が，開花受粉性の六条大麦では開花期ころであるのに対し，閉花受粉性の二条皮麦では開花期（ほぼ穂揃い期に相当）の10日後ころの「葯殻抽出期」以降であり（Yoshida et al., 2007；2008；吉田，2009），すなわち穀粒がある程度肥大した後であるため，赤かび病菌感染による粒厚減少への影響が比較的小さいことが推察された。

なお六条皮麦において，試験全体を通じて最小の粒厚分画でかび毒濃度が最高とはならないケースが複数見られたが，これについては，品種の性質およびその年次の試験条件により，赤かび病以外の原因（例えば，穂の小さい遅れ穂の混入割合が高かった，もともと各穂にサイズの小さい粒が一部生じていた等）により粒厚が小さい穀粒が収穫物中に含まれ，当分画のかび毒濃度が低くなった可能性が考えられた。

Ⅱ　赤かび病かび毒自然汚染オオムギ試料の粒厚とかび毒濃度の関係の調査事例

農林水産省では，2002年5月に厚生労働省においてコムギにおけるDON含有濃度の暫定的な基準値（1.1 mg/kg）が設定されたことなどを受け，2002年より，麦類のかび毒対策の的確な実施に資することを目的として，コムギのほかオオムギも含め，全国規模での麦類の赤かび病かび毒含有実態調査を行っている（農林水産省，2017）。本実態調査では，産地から出荷する前の段階の試料を分析に供しており，かび毒汚染が認められた試料は，実際の生産現場において自然感染条件により赤かび病かび毒に汚染したものであるため，それら試料を用いて同様な検討を行うことができれば，貴重な資料になると考えられた。そこでオオムギにおける粒厚選別のかび毒低減効果についてさらに検証するため，農林水産省が

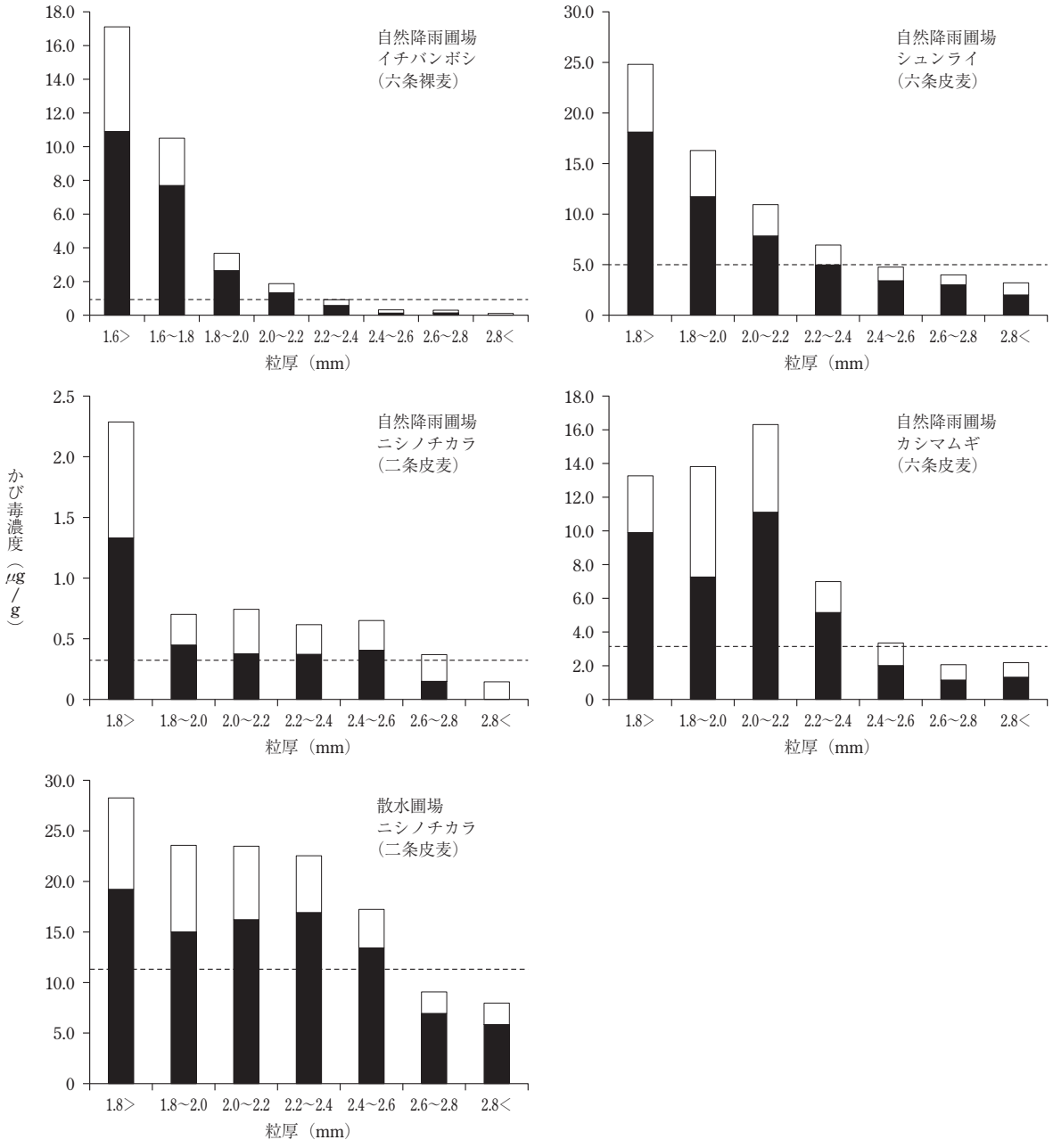


図-1　2008年の人為感染圃場産オオムギ試料における粒厚別かび毒濃度（吉田ら，2016より改変）
各バーのうち黒色部はDON，白色部はNIV．各グラフ中の点線は，元の試料（篩い分け前）のかび毒（DON + NIV）濃度（計算値）を示す．

実施した2006年の実態調査においてかび毒汚染が一定レベル以上認められ，かつ調査残りの試料を十分量入手することができたオオムギ試料5点（いずれも国内のそれぞれ異なる産地（県）の乾燥調製施設から得られたもの）を材料とし，粒厚とかび毒濃度の関係を調査した。

その結果，5試料中3試料において最小の粒厚分画のかび毒濃度が最高にはならなかったことを除いては，いずれも全体としては，やはりおおむね粒厚が大きいほどかび毒濃度が低くなる傾向が認められるとともに，すべての試料において，必ずしも高い効果ではないものの，

表-1　2008 年産オオムギ試料における各種分析結果（吉田ら，2016 より改変）

圃場	品種	粒厚（mm）	重量（g）	重量比（%）	かび毒濃度 DON（μg/g）	かび毒濃度 NIV（μg/g）	かび毒濃度 DON＋NIV（μg/g）	左記データより算出した粒厚選別の効果 選別時篩い目（mm）	選別歩留（%）	選別後かび毒濃度（μg/g）	かび毒低減率（%）
自然降雨圃場	イチバンボシ（六条裸麦）	元の試料	1,539.8	100.0	0.6	0.3	0.9	（選別前）	100	0.9	0
		1.6＞	8.8	0.6	10.9	6.2	17.1	1.6	99	0.8	10
		1.6 ～ 1.8	18.7	1.2	7.7	2.8	10.5	1.8	98	0.7	24
		1.8 ～ 2.0	53.4	3.5	2.6	1.0	3.7	2.0	95	0.6	36
		2.0 ～ 2.2	128.2	8.3	1.3	0.5	1.9	2.2	86	0.4	50
		2.2 ～ 2.4	334.6	21.7	0.6	0.3	0.9	2.4	65	0.3	68
		2.4 ～ 2.6	519.3	33.7	0.1	0.2	0.3	2.6	31	0.3	71
		2.6 ～ 2.8	370.1	24.0	0.1	0.2	0.3	2.8	7	0.1	88
		2.8＜	106.7	6.9	0.0	0.1	0.1				
	シュンライ（六条皮麦）	元の試料	1,529.0	100.0	3.5	1.4	4.9	（選別前）	100	4.9	0
		1.8＞	3.9	0.3	18.1	6.7	24.8	1.8	100	4.8	1
		1.8 ～ 2.0	18.2	1.2	11.7	4.6	16.3	2.0	99	4.7	4
		2.0 ～ 2.2	54.2	3.5	7.8	3.1	10.9	2.2	95	4.5	9
		2.2 ～ 2.4	169.4	11.1	5.0	2.0	6.9	2.4	84	4.1	15
		2.4 ～ 2.6	442.4	28.9	3.4	1.4	4.8	2.6	55	3.8	22
		2.6 ～ 2.8	632.6	41.4	3.0	1.0	4.0	2.8	14	3.2	34
		2.8＜	208.4	13.6	2.0	1.2	3.2				
	カシマムギ（六条皮麦）	元の試料	1,484.8	100.0	1.9	1.2	3.1	（選別前）	100	3.1	0
		1.8＞	2.4	0.2	9.9	3.4	13.3	1.8	100	3.1	1
		1.8 ～ 2.0	11.9	0.8	7.3	6.6	13.8	2.0	99	3.0	3
		2.0 ～ 2.2	34.1	2.3	11.1	5.2	16.3	2.2	97	2.7	13
		2.2 ～ 2.4	112.4	7.6	5.2	1.8	7.0	2.4	89	2.3	25
		2.4 ～ 2.6	270.7	18.2	2.0	1.4	3.4	2.6	71	2.1	33
		2.6 ～ 2.8	850.0	57.2	1.1	0.9	2.1	2.8	14	2.2	30
		2.8＜	203.2	13.7	1.3	0.9	2.2				
	ニシノチカラ（二条皮麦）	元の試料	1,707.9	100.0	0.1	0.2	0.3	（選別前）	100	0.3	0
		1.8＞	10.8	0.6	1.3	1.0	2.3	1.8	99	0.3	4
		1.8 ～ 2.0	19.6	1.1	0.4	0.3	0.7	2.0	98	0.3	5
		2.0 ～ 2.2	27.6	1.6	0.4	0.4	0.7	2.2	97	0.3	7
		2.2 ～ 2.4	65.6	3.8	0.4	0.2	0.6	2.4	93	0.3	11
		2.4 ～ 2.6	166.2	9.7	0.4	0.2	0.7	2.6	83	0.2	24
		2.6 ～ 2.8	655.2	38.4	0.1	0.2	0.4	2.8	45	0.1	56
		2.8＜	762.9	44.7	0.0	0.1	0.1				
散水圃場	ニシノチカラ（二条皮麦）	元の試料	1,717.9	100.0	8.4	2.8	11.2	（選別前）	100	11.2	0
		1.8＞	9.0	0.5	19.2	9.1	28.3	1.8	99	11.1	1
		1.8 ～ 2.0	13.3	0.8	15.0	8.6	23.6	2.0	99	11.0	2
		2.0 ～ 2.2	48.4	2.8	16.2	7.3	23.5	2.2	96	10.6	5
		2.2 ～ 2.4	114.1	6.6	16.9	5.6	22.5	2.4	89	9.7	13
		2.4 ～ 2.6	209.2	12.2	13.4	3.8	17.2	2.6	77	8.5	24
		2.6 ～ 2.8	689.4	40.1	6.9	2.1	9.1	2.8	37	8.0	29
		2.8＜	634.5	36.9	5.8	2.1	8.0				

「元の試料」（篩い分け前）の重量およびかび毒濃度は，各粒厚分画のデータから算出した．また同様に，各粒厚分画のデータを元に，各篩い目で粒厚選別を行った場合のかび毒（DON＋NIV）濃度をそれぞれ算出し，かび毒低減率（%）＝（1－各篩い目で粒厚選別を行った場合のかび毒濃度/「元の試料」のかび毒濃度）×100 の値を算出した．なお表中の下線部は，本文中で「歩留まり 8 割程度の粒厚選別を行ったとした場合」として引用しているデータ．

粒厚選別によるかび毒低減効果が認められた（図-2, 表-2）。今回の試料においては，8割以上の歩留で最大限の粒厚選別を行った場合のかび毒低減率として，‘マンネンボシ’（六条裸麦）で18%（選別歩留93%），‘カシマムギ’（六条皮麦）で29%（選別歩留89%），‘ファイバースノウ’（六条皮麦）で18%（選別歩留83%），‘ミハルゴールド’（二条皮麦）で4%（選別歩留92%），‘ニシノホシ’（二条皮麦）で7%（選別歩留87%）というデータが得られ，六条品種（皮麦・裸麦）に比べて二条皮麦品種で粒厚選別効果が劣っていた（表-2）。

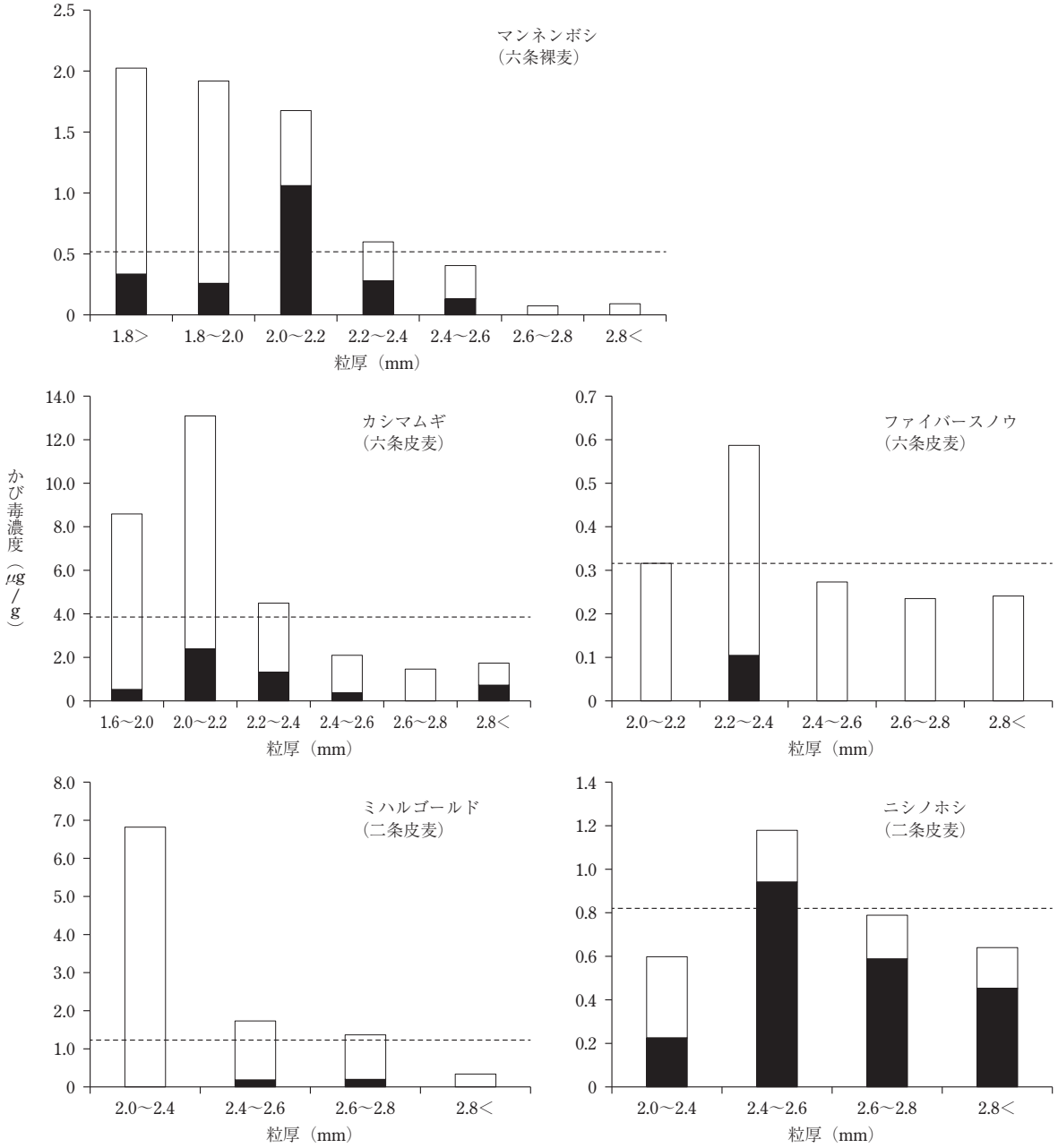


図-2　2006年のかび毒含有実態調査に供された自然汚染オオムギ試料における粒厚別かび毒濃度（吉田・中島, 2016より改変）
各バーのうち黒色部はDON，白色部はNIV．各グラフ中の点線は，元の試料（篩い分け前）のかび毒（DON + NIV）濃度（計算値）を示す．

表-2　2006年のかび毒含有実態調査に供された自然汚染オオムギ試料における各種分析結果（吉田・中島，2016より改変）

品種	粒厚（mm）	重量（g）	重量比（%）	かび毒濃度 DON（μg/g）	かび毒濃度 NIV（μg/g）	かび毒濃度 DON＋NIV（μg/g）	左記データより算出した粒厚選別の効果 選別時篩い目（mm）	選別歩留（%）	選別後かび毒濃度（μg/g）	かび毒低減率（%）
マンネンボシ（六条裸麦）	元の試料	783.7	100.0	0.22	0.29	0.51	（選別前）	100	0.51	0
	1.8＞	1.3	0.2	0.33	1.69	2.02	1.8	100	0.51	1
	1.8～2.0	7.4	0.9	0.26	1.66	1.92	2.0	99	0.49	3
	2.0～2.2	47.3	6.0	1.06	0.62	1.68	2.2	93	0.42	18
	2.2～2.4	280.3	35.8	0.28	0.32	0.60	2.4	57	0.30	41
	2.4～2.6	309.0	39.4	0.13	0.27	0.41	2.6	18	0.08	85
	2.6～2.8	127.6	16.3	ND	0.07	0.07	2.8	1.4	0.09	82
	2.8＜	10.9	1.4	ND	0.09	0.09				
カシマムギ（六条皮麦）	元の試料	394.4	100.0	0.78	3.06	3.84	（選別前）	100	3.84	0
	1.6～2.0	5.2	1.3	0.52	8.07	8.59	2.0	99	3.77	2
	2.0～2.2	39.6	10.0	2.39	10.70	13.09	2.2	89	2.72	29
	2.2～2.4	112.3	28.5	1.32	3.17	4.49	2.4	60	1.88	51
	2.4～2.6	153.5	38.9	0.37	1.73	2.10	2.6	21	1.49	61
	2.6～2.8	76.1	19.3	ND	1.46	1.46	2.8	1.9	1.74	55
	2.8＜	7.7	1.9	0.72	1.02	1.74				
ファイバースノウ（六条皮麦）	元の試料	272.4	100.0	0.02	0.30	0.32	（選別前）	100	0.32	0
	2.0～2.2	0.8	0.3	ND	0.32	0.32	2.2	100	0.32	0
	2.2～2.4	46.3	17.0	0.10	0.48	0.59	2.4	83	0.26	18
	2.4～2.6	143.5	52.7	ND	0.27	0.27	2.6	30	0.24	25
	2.6～2.8	80.7	29.6	ND	0.24	0.24	2.8	0.4	0.24	24
	2.8＜	1.0	0.4	ND	0.24	0.24				
ミハルゴールド（二条皮麦）	元の試料	448.1	100.0	0.16	1.08	1.24	（選別前）	100	1.24	0
	2.0～2.4	1.1	0.2	ND	6.82	6.82	2.4	100	1.23	1
	2.4～2.6	33.8	7.5	0.18	1.55	1.73	2.6	92	1.19	4
	2.6～2.8	342.3	76.4	0.20	1.17	1.37	2.8	16	0.34	73
	2.8＜	70.9	15.8	ND	0.34	0.34				
ニシノホシ（二条皮麦）	元の試料	906.0	100.0	0.62	0.20	0.82	（選別前）	100	0.82	0
	2.0～2.4	1.1	0.1	0.23	0.37	0.60	2.4	100	0.82	0
	2.4～2.6	120.2	13.3	0.94	0.24	1.18	2.6	87	0.77	7
	2.6～2.8	668.9	73.8	0.59	0.20	0.79	2.8	13	0.64	22
	2.8＜	115.8	12.8	0.45	0.19	0.64				

ND：定量限界（DON：0.1 μg/g，NIV：0.05 μg/g）以下．表中の下線部は，本文中で「8割以上の歩留で最大限の粒厚選別を行った場合」として引用しているデータ．その他は表-1と同様．

ただし今回の試料は，乾燥調製施設から得られた調製済みの試料であることに留意してデータを見る必要がある。すなわち，各試料が得られた施設で実際にどのような調製がどの程度なされたかは不明であるが，一般的に，乾燥調製施設においては出荷前の玄麦に対して粒厚選別や比重選別による屑粒除去が行われることが多く，今回の試料でもある程度そのような調製がなされていたことにより，既に粒厚の小さい穀粒や比重の小さい穀粒が一定量除かれていたことが想定される。よって，収穫直後の乾燥調製施設搬入時の試料に対する粒厚選別の効果に比べ，今回の結果では，粒厚選別のかび毒低減効果が過小評価されている可能性が考えられる。また各品種の栽培条件，赤かび病菌の感染条件などもそれぞれ異なること，さらには今回の試験で8割以上の歩留を得た際の選別歩留は品種（試料）により83～93%と幅があったことから，本結果から各品種の粒厚選別によるかび毒

低減効果の単純な比較はできないが，そのことを踏まえれば，人為感染試料で得られた結果と自然汚染試料における結果は矛盾しないものであったと考えられた。

お　わ　り　に

以上，人為的に赤かび病菌に感染させたオオムギ主要品種のかび毒汚染試料およびかび毒含有実態調査に供された自然汚染試料について粒厚とかび毒濃度の関係を調査した結果から，オオムギにおける収穫後の粒厚選別がかび毒低減に有効であることが示唆された。ただし，特に皮麦において，必ずしもその効果は高くはないことが想定され，現状ではオオムギにおいて粒厚選別以外の効果的な収穫後選別法について知見がないことから，やはり圃場段階で適切な防除を実施することが重要であり，収穫後の粒厚選別はあくまでも補助的な手段ととらえるべきと考えられる。ちなみに本研究で供試した自然汚染試料の一部については，農林水産省が実態調査を行った際に記録された圃場段階での防除状況に係るメモがあり，それによると，供試試料のうち比較的かび毒濃度の高かった‘カシマムギ’（元濃度3.84 μg/g）では，六条品種（開花受粉性）の最初の薬剤散布適期は開花始め～開花期であるのに対し，開花9日後の1回散布となってしまったこと，また‘ミハルゴールド’（元濃度1.24 μg/g）については，二条品種（閉花受粉性）の薬剤散布適期が穂揃い10日後ころであるのに対し（Yoshida et al., 2008；吉田，2009），出穂4日前の1回散布と，大幅に適期を逃しての散布となっていたことが記されていた。これらの試料については，適期防除が行われていれば，かび毒汚染レベルを低く抑えられていたものと推察される。

なお農林水産省によるこれまでの国産麦類のかび毒含有実態調査結果をとりまとめた内容が2017年に公表されており（農林水産省，2017），その中で，2015年の調査では，コムギ・オオムギのいずれにおいても調査対象となったすべての乾燥調製施設で粒厚選別が実施され，うち一部ではさらに比重選別や色彩選別が併用されていたと報告されている。また2012～14年のコムギまたはオオムギの同一ロットから乾燥調製施設で選別により得られた主食用麦と細麦・屑麦（選別の過程で除去された部分）のかび毒濃度を比較した結果，コムギ・オオムギとも細麦・屑麦中の濃度が有意に高く，実際の生産現場において選別によりかび毒濃度の高い穀粒を除去できていることが示されている（農林水産省，2017）。

なお前述の通りコムギでは，粒厚選別，比重選別以外に色彩選別によりかび毒濃度を低減することが可能であることが報告されているが（Saito et al., 2009），オオムギでは外観による赤かび病被害粒の区別がコムギに比べて難しいことから（Yoshida et al., 2007；吉田ら，2011），色彩選別によるかび毒低減効果は，少なくともコムギほどには得られない可能性が高いと思われる。一方で，筆者らがこれまでに，かび毒汚染オオムギ試料の同一粒厚分画中における一粒ごとのかび毒濃度を分析した結果では，穀粒の外観症状とかび毒濃度の高低は必ずしも一致しなかったが，粒ごとにかび毒濃度が大きく異なっていた（吉田ら，2011）。このことは，オオムギにおいても粒厚選別以外の選別によるさらなるかび毒低減の余地があることを示唆していると考えられ，今後，オオムギにおける色彩選別のかび毒低減効果の検証を含め，かび毒汚染濃度の高い穀粒を効率的に除去可能な選別法についてさらなる検討が望まれる。

引　用　文　献

1）Clear, R. M. et al.（1997）: Can. J. Plant Sci. **77** : 161 ～ 166.
2）Delwiche, S. R. et al.（2005）: Plant Dis. **89** : 1214 ～ 1219.
3）原　圭祐ら（2009）: 北海道立農試集報 **94** : 95 ～ 99.
4）宮坂　篤ら（2012）: 九病虫研会報 **58** : 14 ～ 21.
5）中島　隆ら（2004）: 同上 **50** : 6 ～ 9.
6）農林水産省（2017）: 国産麦類中のかび毒（フザリウム毒素）の実態調査結果, http://www.maff.go.jp/j/press/syouan/nouan/attach/pdf/170607-2.pdf
7）Saito, S. et al.（2009）: Trans. ASABE. **52** : 859 ～ 866.
8）吉田めぐみ（2009）: 植物防疫 **63** : 86 ～ 89.
9）Yoshida, M. et al.（2005）: Euphytica **141** : 217 ～ 227.
10）――――― et al.（2007）: Phytopathology **97** : 1054 ～ 1062.
11）――――― et al.（2008）: Plant Dis. **92** : 1164 ～ 1170.
12）吉田めぐみら（2011）: 日植病報 **77** : 172（講要）.
13）――――――ら（2016）: 九病虫研会報 **62** : 1 ～ 11.
14）――――――・中島　隆（2016）: 同上 **62** : 12 ～ 19.

研究報告

Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay（ELISA）における消泡剤の利用

農研機構中央農業研究センター病害研究領域　奥（おく）　田（だ）　充（みつる）

は　じ　め　に

近年，植物病原体の診断にはPCRやLAMP等の遺伝子診断が広く使われつつあるが，大量の検体を安価に行う必要がある場面ではEnzyme-Linked ImmunoSorbent Assay（ELISA）が依然使われている。ELISAは，アルカリフォスファターゼなどの酵素を結合させた抗体を用いて試料中に含まれる抗原を検出する手法であり，簡便かつ安価な検出・同定法として植物病原ウイルスを始めとする様々な病原体の検出に広く用いられている。ELISAの工程において，試料中の夾雑物や未反応の抗体を取り除くための洗浄にPBSTが一般に用いられるが，PBSTは界面活性剤であるTween® 20または相当品を含むため洗浄中に多くの気泡がウェル内に生じ，作業性を低下させる。また，プレートリーダーを用いて吸光度を測定する場合ウェル中に残った泡が光路に干渉することで測定値が不正に高くなることや，プレート洗浄機を用いて洗浄する際に洗浄液を搬送するチューブに泡が詰まりエラーを起こすことがある。本稿では，これらの問題を解決するため，気泡の発生を抑える消泡剤の使用を紹介する。

I　消　泡　剤　と　は

石鹸や洗剤を使うと泡が立つが，これは石鹸の洗浄成分である界面活性剤の働きである。界面活性剤は，疎水基と親水基を併せ持つ構造の分子で，界面活性剤を含む溶液が撹拌されると，空気の側に疎水基が，水の側に親水基が秩序よく並んで空気を囲むことによって気泡が生じる。気泡は，作業性や品質を低下させる場合があるため，工業分野ではその除去に様々な措置が講じられるが，その一つが消泡剤の添加である。例えば，豆腐の製造過程で生じる気泡を除くために，食品添加用の消泡剤が使われている。消泡剤は，気泡を作る膜（包膜）に入り込み，泡膜の表面張力を局部的に低下させることで気泡を破壊する（図-1）。消泡剤は，シリコーン系消泡剤と有機系消泡剤に大別されるが，化学的安定性が高く，毒性の低いシリコーン系消泡剤が広く使われている。

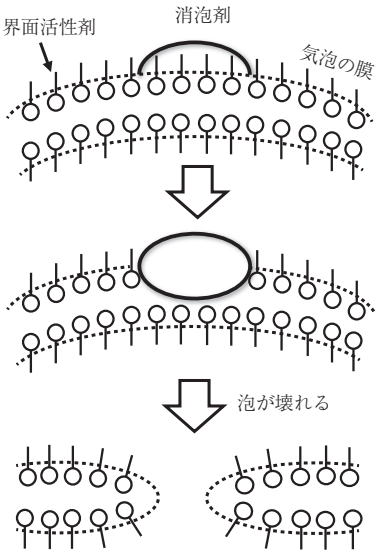


図-1　消泡剤が泡を消す仕組み

II　PBSTに添加した消泡剤の効果

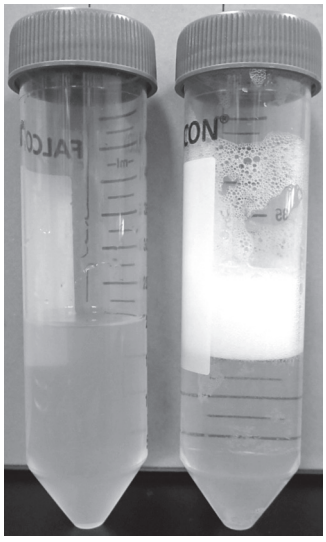
消泡剤は，和光純薬工業から販売されるシリコーン系消泡剤SI（以下SIとする）を用いた。消泡剤の最適濃度を調べるため，PBSTにSIを1%～0.01%になるように添加し，コニカルチューブに分注した。チューブを手で激しく撹拌し，気泡が消えるまでの時間を計測した（表-1，図-2）。その結果，無添加のPBSTでは，5分経過後も気泡が消えなかったのに対し，SIを添加したPBSTでは5～30秒で気泡が消失した。濃度が高すぎると濁りが生じるため，実用濃度は0.1～0.02%であると考えられた。プレートの洗浄に用いる洗瓶に入れた場合も気泡の発生を抑制した。なお，SIは粘性が高くピペットで計量するのは難しいため，あらかじめコニカルチューブに1g程度計量し，20倍量のPBSTを加えて濃度5%の溶液を作成し，本溶液をPBSTに1/50～1/250量添加すると作業が容易となる。SI添加PBSTは常温

The Use of Antifoam Reagents on Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay (ELISA).　By Mitsuru Okuda

（キーワード：効率化，検出法，ELISA）

表-1　PBSTに添加した消泡剤SIの消泡作用

消泡剤	添加濃度（%）						
	無添加	1	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
SI	＞5分	5～10秒	＜5秒	＜5秒	5～10秒	5～10秒	10～30秒



0.1%消泡剤添加PBST　　PBST

図-2　消泡剤によるPBSTの泡立ちの抑制効果

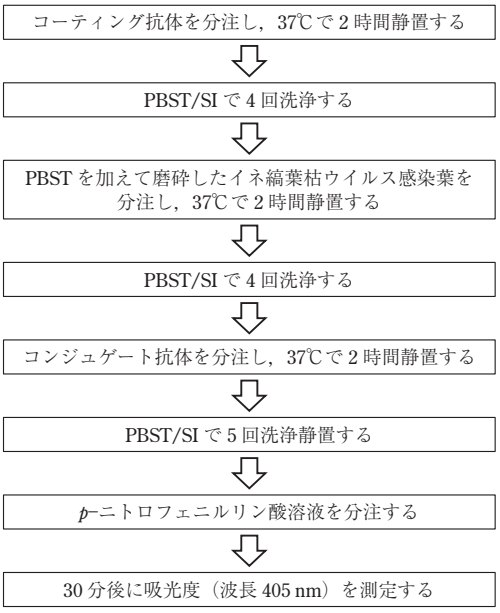


図-3　イネ縞葉枯ウイルスを検出するDAS-ELISAの作業工程の概要

保存可能だが，長期間放置するとSIが沈殿するため，使用前に軽く撹拌する。

III　ELISAにおける効果と影響の確認

ELISAの工程におけるウェルの洗浄に用いるPBSTにSIを1/1,000量添加（以降，PBST/SIとする）し，DAS-ELISAによるイネ縞葉枯ウイルス（RSV）の検出を行った。また，発色基質*p*-ニトロフェニルリン酸溶液（1 mg/ml）にSIを1/1,000量添加した場合も検討した。実施手順の概要を図-3に示す。ELISAに必要な器具および試薬の調整法等は，高橋（1988）または日本植物防疫協会（http://www.jppa.or.jp/shuppan/shizai.html）を参照されたい。吸光度の測定は，吸光マイクロプレートリーダー（Multiskan FC，サーモフィッシャーサイエンティフィック）を用いた。なお，ウェルに残った気泡は吸光度測定前にピンセットで取り除いた。その結果，PBST/SIで洗浄したサンプルは，いずれも対照区とほぼ同じ吸光度を示し，洗浄に用いるPBSTへのSI添加がDAS-ELISAに影響を与えないことが示された（図-4 A）。トマト黄化えそウイルス（TSWV）およびズッキーニ黄斑モザイクウイルス（ZYMV）に感染した葉を用いて，同様に検出を行った場合も影響がないことを確認している（奥田，2016）。一方，*p*-ニトロフェニルリン酸溶液にSIを添加した場合，すべての区において対照区と比較して吸光度が約0.5高い値となった（図-4 B）。SIを添加した基質溶液は白濁していたことから，吸光度に影響を与えたと考えられる。

IV　簡易ELISAにおける効果と影響の確認

次に，簡易ELISAを用いたヒメトビウンカの保毒虫検定における消泡剤の影響を評価した。検定方法は杉山ら（2014）に従い，保毒個体群から無作為に採取した30頭を個別に検定した。PBST/SIを用いて洗浄した区では，無保毒個体群の平均吸光度の2倍を閾値とした場合，供試個体の63%が陽性と判定され，陽性個体の平均吸光度は0.975であった。また，対照のPBSTを用いて洗浄した区では，供試個体の77%が陽性と判定され，陽性個体の平均吸光度は0.937であった（図-5）。陽性と判定された個体の平均吸光度に差は認められなかった

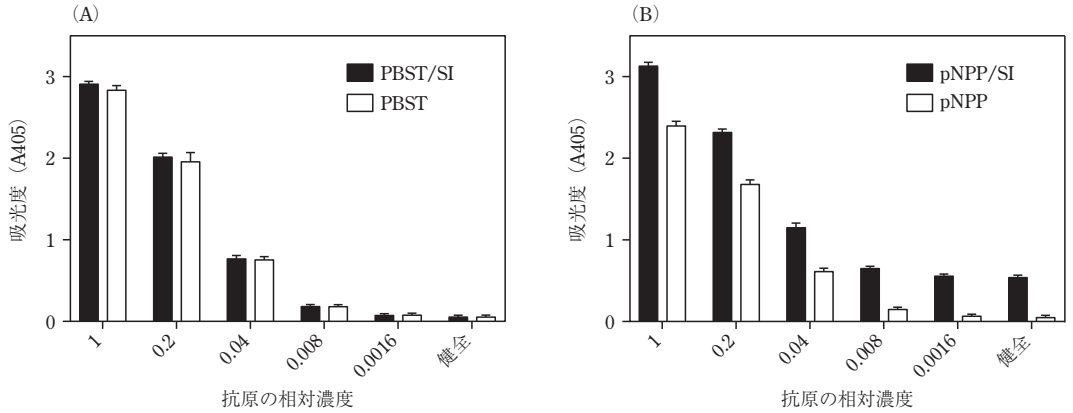


図-4　DAS-ELISA における消泡剤の影響
（A）プレート洗浄に SI を添加した PBST（PBST/SI）と無添加の PBST を用いた場合の吸光度の比較，（B）SI を添加した発色基質（*p*-ニトロフェニルリン酸/SI）と無添加の発色基質（*p*-ニトロフェニルリン酸）を用いた場合の吸光度の比較．PBST で希釈したイネ縞葉枯ウイルス感染葉の磨砕液を抗原に用いた．

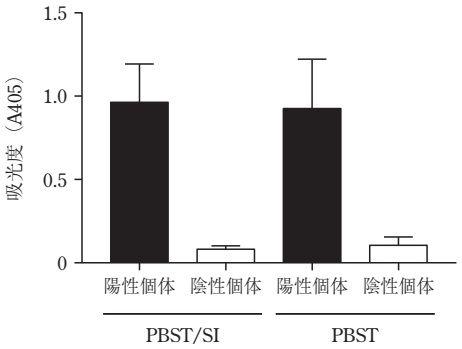


図-5　簡易 ELISA 法における SI の影響
プレート洗浄に SI を添加した PBST（PBST/SI）と無添加の PBST を用いた場合のイネ縞葉枯ウイルス保毒個体群における陽性個体および陰性個体の吸光度の比較．

（t test, $P = 0.6387$）。PBST/SI を用いて洗浄した区の保毒率は対照区より低かったが，両者の保毒虫率に有意な差があるとはいえず（Fisher's exact test, $P = 0.40$），個体数が少ないことによる誤差の範囲内であると思われる。このことから，簡易 ELISA を用いたヒメトビウンカの保毒虫検定においても，洗浄に用いる PBST への SI 添加が DAS-ELISA に影響を与えないことが示された。

お　わ　り　に

以上の結果から，DAS-ELISA により植物ウイルスの検出を行う場合に，洗浄に用いる PBST に消泡剤を添加することで結果に影響を与えず，作業性を向上させることが示された。本法は，植物ウイルスに限らず DAS-ELISA 法に広く利用できると思われる。ELISA 法では，ウェルに泡が残ることで PBST がウェルに入らず，洗浄が不十分となることが従来から指摘されており（高橋，1988），これを避けるためにプレートを何度もペーパータオルなどに強く叩きつけることが推奨されてきた。消泡剤の添加により泡切れがよくなることでこれらの作業が簡略化され，作業効率が向上する。なお，本報で示したデータでは，PBST に 0.1％の SI を添加したが，実用上は 0.02％でも十分な効果が得られている。また，プレート洗浄機（ChemWell2900，アズマックス株式会社）では，チューブに泡が詰まりエラーを起こすことがあったが，PBST に消泡剤を添加することで解決できたとの報告をいただいている（小倉愉利子氏，私信）。

DNA や RNA の抽出においても CTAB，SDS 等の界面活性剤が使用されるが，サンプルを磨砕する際に泡が発生し，磨砕液をピペットでマイクロチューブに移す際に作業性が低下することがある。また，マルチビーズショッカーなどの破砕機を用いる場合，生じた気泡が破砕ビーズの動きを阻害し，十分に破砕できない場合がある。このような場合においても抽出バッファーに 0.1％の消泡剤を添加することで，気泡の発生を抑制し，作業効率を改善することができている。

引　用　文　献

1）奥田　充（2016）：関東病虫研報 **63**：52 ～ 55.
2）杉山恵乃ら（2014）：応動昆 **58**：356 ～ 359.
3）高橋義行（1988）：植物防疫 **42**：22 ～ 26.

研究報告

サツマイモトビハムシ（*Chaetocnema confinis* Crotch）の生態と防除

鹿児島県農業開発総合センター　病害虫防除室　林（はやし）　川（かわ）　修（しゅう）　二（じ）

はじめに

鹿児島県種子島では「安納イモ」の知名度が高まったことで，青果用サツマイモの栽培が増加してきている。その中で収穫した塊根の表皮に細い線状の被害が確認された（図-1）。この被害は以前より県本土でも時折，発生が認められていたが，長らく原因不明とされてきた。しかし，2010～11年に実態調査や再現試験を行い，サツマイモトビハムシ（*Chaetocnema confinis* Crotch，別称：サツマイモヒサゴトビハムシ）幼虫の被害であることがようやく明らかとなった（林川ら，2013）。本種はヒルガオ科植物を寄主とし，特にサツマイモ属に寄生する（Jolivet, 2008）。成虫は体長が1.4～1.8 mmと微小であるが，体色は黒色から暗青銅色で光沢があるため，葉上での発生はわかりやすい。また，上翅には列状に強い点刻が認められ，後脚腿節の幅が極めて太い（図-2）。近縁種にキイチゴトビハムシ *C. discreta* Baly，テンサイトビハムシ *C. concinna*（Marshall）があるが，最も特徴的な触角間の部分は本種では特に広く扁平で，触角孔の上部の溝も浅いことから，2種とは区別できる（今坂・石関，2012）。幼虫は体色が乳白色で細長く，老齢幼虫の体長は4 mm程度である（図-2）。本県では成虫が葉をスジ状に加害することは知られており（図-3），一般的には収量や品質に及ぼす影響は小さいと考えられているが，種子島では8月に定植した遅植栽培で著しい食害を受け，生育遅延した報告がある（田中ら，1990）。幼虫は塊根表面を加害するとされるが（小濱，2010），詳細は不明で，調査当初は生態を含めほとんど知見がなかった。そこで，サツマイモ栽培における本種の生態と防除について，鹿児島県鹿屋市（鹿児島県農業開発総合センター大隅支場）と種子島のサツマイモ圃場で行った調査を紹介する。

図-1　種子島で発生したサツマイモ塊根表皮の細い線状の被害

この調査でご協力をいただいた元鹿児島県熊毛支庁の水島真一氏，山下進氏をはじめ，関係者の皆様に深く御礼申し上げる。

I　サツマイモ塊根の被害

1　幼虫による被害様相（再現試験）

2011年5月に定植した鹿屋市のサツマイモ圃場（品種：‘シロユタカ’）において，連続した3株を不織布で覆い，無マルチの状態で成虫を8月に放飼し，10，11月に塊根に対する被害の様子を調査した。

幼虫の加害は海外でも記載のある塊根表皮を残し，食入するタイプ（Schalk et al., 1991）が認められた。このほかに表皮の外側からも食害するタイプや摂食を途中でやめ小孔となるタイプ等，食害痕は一様ではない。なお，幼虫は塊根内より土壌中から発見される頻度が高いことから，食入した場合でもその後に脱出すること，また，食害痕長は長短の差が激しいことから食入期間も不規則であると思われる（林川ら，2013）。

2　卵，幼虫の畦内の分布（成虫放飼試験）

2012年5月に定植した鹿屋市のサツマイモ圃場（品種：‘シロユタカ’）で同年8月に1株を無マルチの状態としてトンネル状に不織布で覆い，その中に成虫700頭を放飼し，12日後に放飼株を中心として50 cm幅の畦半面について畦上面から畦裾まで，おおむね10 cm×10 cmの枡状に畦表面から約2 cmの深さごとに土壌を採集し，実体顕微鏡下で卵と幼虫の分布を調査した。卵

Biology and Management of the Sweet Potato Flea Beetle（*Chaetocnema confinis* Crotch）.　By Shuji Hayashikawa
（キーワード：サツマイモ，土壌害虫，種子島，食害痕，土壌処理剤）

とふ化直後の幼虫は株元を中心として地中 4 cm 以内の浅い位置で認められ，より発育の進んだ幼虫は，畦内のほぼ全体に分布していた（図-4）。幼虫は畦全体に分布していても塊根への食害が認められず，細根の加害のみが観察された事例もあった。ウリハムシなどのハムシ類幼虫ではふ化後暫くは細根を摂食することが知られており（山下，2006），本種もこれに類する加害生態を有すると考えられた。これらのことからふ化した幼虫は細根を摂食して生育した後に，塊根部も摂食するようになると推測される（林川ら，2013）。

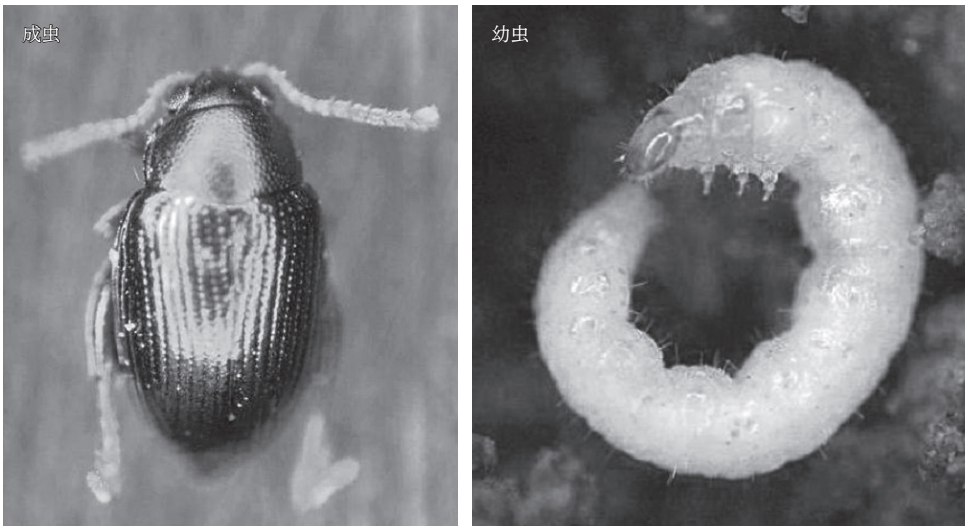


図-2　サツマイモトビハムシ成虫と幼虫
林川ら（2013）を引用．体長は成虫が 1.4 ～ 1.8 mm，幼虫は老齢幼虫が約 4 mm.

図-3　サツマイモトビハムシ成虫による葉の被害
矢印は成虫.

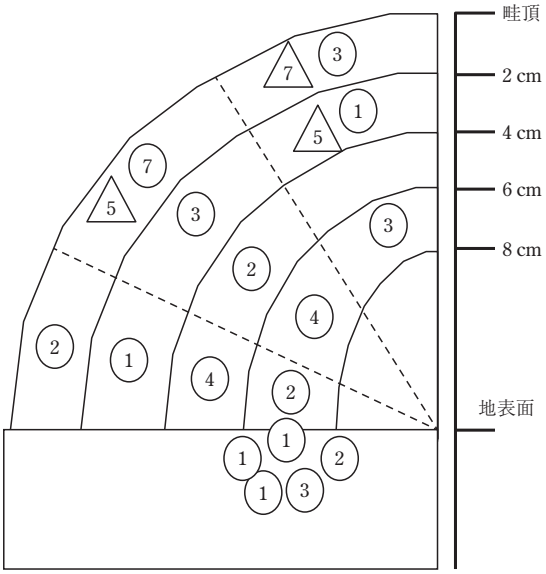


図-4　サツマイモトビハムシ成虫を放飼したサツマイモ株の畦内における卵および幼虫の分布
林川ら（2013）を一部改変．図は放飼 12 日後の畦の断面図で，畦半分を採土し調査．△は卵およびふ化直後の幼虫，○は幼虫の分布，中の数字は生息虫数を示す．なお，放飼時点で放飼株に既に成虫の発生が認められた.

II　幼虫のサツマイモ塊根への加害時期

1　成虫の圃場侵入後から幼虫の加害開始までの期間の推定（成虫放飼試験）

2012年5月に定植した鹿屋市の黒ポリマルチで畦を被覆したサツマイモ圃場（品種：‘シロユタカ’）において同年8月に連続5株のマルチを除去し，これを1区画としてトンネル状に不織布で覆い，その中に成虫200頭を放飼した（以下の成虫放飼試験は同一圃場で行い，同様の方法で成虫を放飼した）。その後7日間隔で，次世代幼虫による塊根の食害を調査した結果，被害が認められたのは放飼21日後であった（林川ら，2014）。

2　種子島での成虫の発生消長と塊根被害の推移（現地圃場調査）

2012年に鹿児島県西之表市の5月定植の無マルチ栽培のサツマイモ圃場（品種：‘シロサツマ’，面積86 ha）において捕虫網（直径35 cm）のスウィーピングで成虫の発生消長を調査した。圃場内の5箇所について1箇所当たり20回振りし，捕獲虫を計数した。また，同年6月に黄色粘着トラップ（ITシート：30 cm × 30 cm）を畦中央に高さ30 cm，10 m間隔で縦1列に6枚設置した。トラップは約2週間隔で交換し，誘引虫を計数した。なお，畦立てから収穫までの害虫防除は，チョウ目害虫を対象にDEP乳剤1,000倍を9月に散布したのみであった。加えて，圃場の塊根を経時的に掘り取り，塊根上に残された線状の食害痕の有無を調査した。

成虫の圃場への侵入時期はスウィーピング調査などから最初に捕獲された7月18日ころと推定された。その後，捕獲虫数，誘引虫数とも徐々に増加し，8月下旬～9月上中旬にピークを形成した（図-5）。本種の卵から成虫までの発育に要する日数は約30日とされることから（Schalk et al., 1991），調査圃場では8月中旬ころから発生した新成虫によりピークを形成したと推測された。熱帯では，年間に数世代が発生する可能性も指摘されているが（Jolivet, 2008），次世代のピークは認められなかった。本種は生育初期のサツマイモの葉を食害する（Foster and Obermeyer, 2010）。5月中旬定植のサツマイモでは9月以降は生育後期となることから，新成虫は収穫期にかけて移出したものと考えられた。また，細根も幼虫の発育には適さない状態となることが考えられ，幼虫密度の低下に伴い，被害進展も停滞すると思われた。一方，種イモ用などで8月定植の遅植の圃場には新成虫が集中的に侵入し，葉の甚大な被害を受ける危険性が高いと考えられた。これらのことから，サツマイモ圃場での発生は1世代の発生型になると推察された。2010年8～9月に成虫による激しい被害を受けたサツマイモの栽培畦を掘り崩し，土壌を調査すると，老齢幼虫や蛹が比較的容易に採集されたが，同年10月には地上部の成虫は減少し，土壌では幼虫がほとんど発見できなかった（林川ら未発表）。こうした成幼虫の行動や発生生態によ

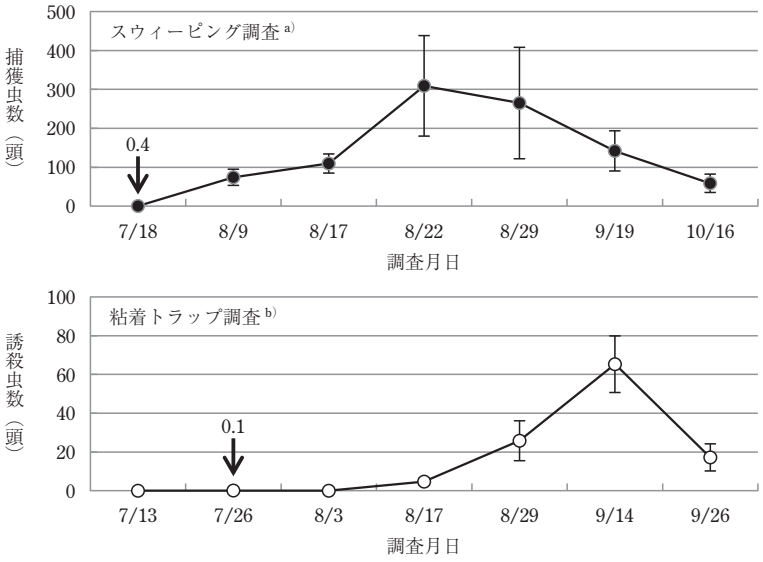


図-5　サツマイモ圃場におけるサツマイモトビハムシ成虫の発生消長（西之表市：2012年）
a) 数値は捕虫網で，5箇所調査した20回振りの平均値．b) 数値はトラップ6枚の1トラップ1日当たりの平均値で，調査日はトラップ交換日．縦のバーは標準偏差．

表-1　種子島の各地点におけるサツマイモトビハムシの幼虫の被害状況

調査年	調査地点名	品種名	定植日	調査株数（株）	調査塊根数（個）	被害塊根率（%）
2011 年	西之表市現和	シロサツマ	6/3	10	28	67.9
	〃　西之表	種子島ゴールド	5/19	10	27	22.2
	中種子町野間	安納紅 b)	5/20	10	51	9.8
	〃　長谷	種子島ゴールド b)	5/18	10	33	8.3
2012 年 a)	西之表市現和	シロサツマ	5/17	30	99.5	40.2
	〃　西之表	安納こがね c)	5/16	30	165.3	0.0
	中種子町野間	安納こがね	6/14	35	98.0	3.7
	〃　長谷	種子島ゴールド	6/7	30	129.5	0.0

林川ら（2015）を一部改変．a) 調査箇所の平均値．b) 畦立前薬剤処理を示し，薬剤はクロチアニジン粒剤を使用（野間：6 kg/10 a を全面処理土壌混和，長谷：9 kg/10 a を作条処理土壌混和）．c) マルチ栽培（黒ポリ）．

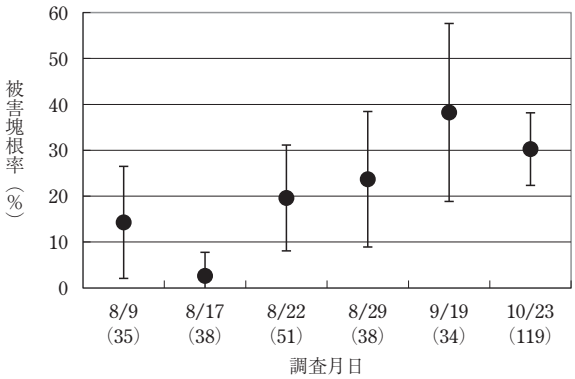


図-6　サツマイモ圃場におけるサツマイモトビハムシ幼虫による被害塊根率の推移（西之表市：2012 年）
林川ら（2014）を一部改変．縦のバーは95%の信頼区間，（　）内の数値は調査塊根数を示す．

り収穫時には食害痕のみが残り，これまで被害の原因が特定できなかったと考えられる。塊根への被害は 7 月 18 日を成虫侵入期とした場合，その 21 日後の 8 月 9 日には既に認められ，9 月にかけて被害塊根率は上昇したが，10 月は横這いであった（図-6）。これらのことから，種子島では 5 月中旬定植サツマイモの場合，幼虫の塊根への主な加害時期は，8 月上旬～ 9 月中旬であると推測された（林川ら，2014）。

III　栽培条件が幼虫被害に及ぼす影響

1　種子島における被害状況（現地調査）

種子島の 4 地点において 2011 年 9 月 27 日，2012 年 10 月 23 日に塊根を掘り取り，40 g 以上の塊根について線状食害痕の有無を調査した。調査した圃場の品種は原料用品種の ‘シロサツマ’，青果用品種の ‘安納こがね’ ‘安納紅’ ‘種子島ゴールド’ と島内の主要品種で，マルチの有無，畦立前の薬剤処理の有無など栽培条件が異なっていたが，両年とも ‘シロサツマ’ を薬剤処理せず，無マルチで栽培した圃場で被害が多く認められた（表-1，林川ら，2015）。

表-2　放飼試験に供試したサツマイモの栽培条件（2012 年）

畦 a)	サツマイモの栽培条件 b) ①品種	②マルチ	③薬剤処理	放飼日	調査日
A	べにはるか	−	−	8/18	9/14
B	シロユタカ	○	−		
C	シロユタカ	−	−		
D	シロユタカ	−	○	8/23	9/24
E	シロユタカ	−	−		

林川ら（2015）を一部改変．a) 鹿児島県鹿屋市（鹿児島県農業開発総合センター大隅支場圃場）で作畦．b) 品種は A 畦と C 畦，マルチは B 畦と C 畦，畦立前薬剤処理は D 畦と E 畦を比較．

2　栽培条件が幼虫の被害に及ぼす影響（成虫放飼試験）

2012 年に鹿屋市のサツマイモ圃場で，品種（でんぷん原料用の ‘シロユタカ’ と青果用の ‘べにはるか’）の違い，黒ポリマルチ被覆の有無，畦立前の薬剤処理の有無の 3 条件について塊根での被害を成虫放飼試験で比較するため，各栽培条件を畦ごとに設定した（表-2）。同年 5 月 18 日に薬剤処理区では一般的にコガネムシ類の防除として用いられるクロチアニジン粒剤（供試処理量：9 kg/10 a）を作条に処理し，全区とも畦立て同時にマルチした。8 月に前述と同様の方法で成虫を放飼した。なお，マルチ区ではマルチ被覆を継続した。放飼約 1 か月後に区画ごとに全て掘り取り 40 g 以上の塊根について線状の食害痕の有無および総数を調査した。条件別に被害塊根率を比較すると ‘べにはるか’，マルチ被覆区，

表-3　異なる栽培条件下でのサツマイモトビハムシ幼虫の塊根被害（放飼試験）[a)]

調査項目	①品種			②マルチ（黒ポリマルチ）			③畦立前薬剤処理		
	べにはるか	シロユタカ		有	無[c)]		有	無	
調査塊根数（個）	28.0 ± 2.6	17.7 ± 4.0	＊[b)]	15.0 ± 1.7	(17.7 ± 4.0)		17.7 ± 2.1	17.3 ± 0.6	
被害塊根数（個）	0.7 ± 1.2	8.7 ± 2.9		0.7 ± 1.2	(8.7 ± 2.9)		3.0 ± 1.0	6.7 ± 0.6	
被害塊根率（%）	2.5 ± 4.3	48.6 ± 6.8	＊[b)]	4.8 ± 8.2	(48.6 ± 6.8)	＊[b)]	16.9 ± 5.2	39.0 ± 7.5	＊[b)]
総食害痕数（個）	3.0 ± 5.2	22.7 ± 1.5		1.0 ± 1.7	(22.7 ± 1.5)		5.7 ± 2.5	14.3 ± 2.9	

林川ら（2015）を一部改変．[a)] 表中の数値は3区画の平均値±標準偏差を示す．[b)] ＊は調査塊根数，被害塊根率に t 検定で5%水準で有意差あり（被害塊根率はArcsin変換後に検定）．[c)] ①のシロユタカと②の無マルチは同一区であるため，後者は括弧書きで示す．

表-4　各種散布剤のサツマイモトビハムシ成虫に対する殺虫効果（2011年）

供試薬剤名[a)]	成分量（%）	系統名	希釈倍数	供試頭数	死亡率[g)]（%）
ペルメトリン乳剤	20	ピレスロイド	2,000[f)]	35	100
エトフェンプロックス乳剤	20	〃	1,000	30	100
フェンバレレート・マラソン水和剤	10・30	混合剤[e)]	1,000	35	100
イミダクロプリド水和剤（顆粒水和剤）	50	ネオニコチノイド	5,000[f)]	28	96.4
クロチアニジン水溶剤[b)]	16	〃	2,000	42	95.3
ジノテフラン水溶剤	20	〃	1,000[f)]	31	83.9
MEP乳剤	50	有機リン	1,000	34	100
DEP乳剤[c)]	50	〃	1,000	41	0
プロチオホス乳剤	45	〃	1,000	31	93.5
チオジカルブ水和剤	75	カーバメート	1,000[f)]	30	100
メソミル水和剤	45	〃	1,000	35	80
エマメクチン安息香酸塩乳剤	1	マクロライド	1,000	40	12.5
クロルフェナピル水和剤	10	その他	2,000	32	100
メタフルミゾン水和剤	25	〃	1,000	34	85.3
ピリダリル水和剤	10	〃	1,000	31	0
ルフェヌロン乳剤	5	IGR	2,000	34	0
BT剤[d)]	10	生物由来	1,000	34	2.9
フルベンジアミド水和剤	20	ジアミド	4,000	37	2.7
クロラントラニリプロール水和剤	5	〃	4,000	34	2.9
水（水道水）	−	−	−	36	0

林川・福田（2016）を一部改変．[a)] 供試薬剤には展着剤（ミックスパワー，3,000倍）を加用．[b)]「カンショ」で未登録（2016年3月現在）．[c)] DEP乳剤は2014年2月に登録変更され，「カンショ」は削除．[d)] ゼンターリ顆粒水和剤（商品名）．[e)] ピレスロイドと有機リンの混合剤．[f)]「カンショ」での使用濃度とは異なる．[g)] 苦悶虫（生存しているが正常に歩行できない個体）を含む．

薬剤処理区でいずれも有意に低かった（表-3）。

品種では米国でも‘Covington’が‘Beauregard’より本種の被害が明瞭に少ないとする報告があり（Abneyl and Kennedy, 2011），被害に品種間差異が生じることが示唆されている。この要因の一つに，幼虫が加害する細根の発生量に品種間差がある影響が考えられる。また，マルチ被覆は物理的に成虫の産卵を阻害していることや定植前の薬剤処理では浸透移行性を有する薬剤は細根へ吸収され，防除効果に影響することが推察された（林川ら，2015）。

Ⅳ　薬剤による防除法の検討

1　成虫対象の防除（室内試験）

2011年に，19薬剤について葉片浸漬法で成虫の殺虫効果を調査した。サツマイモ葉を薬液に30秒間浸漬し，風乾後に鶴田ら（1999）の用いた器具を参考にして作成したMunger cellに挟み込み，cell内に成虫を8～17頭放飼した。これを25℃に設定した恒温器内で保管し，48時間後に実体顕微鏡下で生死を調査した。なお，正常に歩行できない個体は苦悶虫とし，死亡虫に含めて計

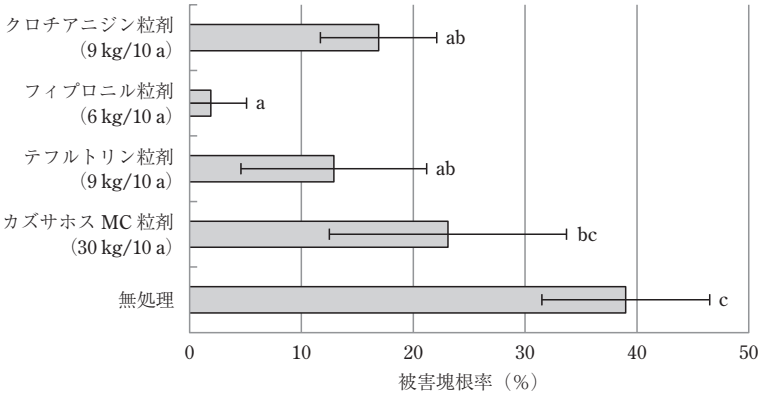


図-7　各種粒剤を畦立前処理した場合のサツマイモトビハムシ幼虫による被害塊根率 a)

a) 2012年9月24日に掘り取り調査した3区画の平均値，横のバーは標準偏差を示す．図中に示す同じ英小文字を共有しない薬剤間には5%水準で有意差がある（Tukeyの多重比較検定，被害塊根率は arcsin 変換後に検定）．

数した。供試薬剤の中で12剤で死亡率が80%以上となった（表-4）。

成虫を防除する場合は，圃場へ侵入する7月から薬剤散布を実施する必要があると思われる。塊根被害の軽減に必要となる薬剤散布回数などについては，今後，検討を要する（林川・福田，2016）。

2　幼虫対象の防除（成虫放飼による予備試験）

2012年に鹿屋市のサツマイモ圃場において，「カンショ」で登録がある4粒剤を畦立前に処理し，前述と同様の方法で成虫を放飼して次世代幼虫による塊根被害率を区間で比較した。クロチアニジン粒剤，フィプロニル粒剤，テフルトリン粒剤の処理区での被害塊根率は，無処理の畦より有意に低かった（図-7）。中でもフィプロニル粒剤を処理した畦における被害塊根率が最も低かった。圃場では断続的に成虫が侵入するため，定植前の粒剤処理の被害軽減効果が高いことが効率的な防除法として望ましいであろう（林川・福田，2016）。

お　わ　り　に

近年，宮崎県においてサツマイモ（宮崎県病害虫防除所，2012），東京都においてヨウサイ（東京都病害虫防除所，2012）において本種被害の報告があり，本種はヒルガオ科の作物を生産する際には幅広く問題となることが想定される。しかし，マイナー害虫であることから，登録薬剤がなく，有効と考えられる薬剤の防除効果の検討や登録が急がれる。

引　用　文　献

1）Abneyl, M. R. and G. G. Kennedy（2011）: J. Econ. Entomol. **104** : 143 ～ 148.
2）Foster, R. E. and J. L. Obermeyer（2010）: Vegetable Insects: Flea-beetls., http://extension.entm.purdue.edu/publications/E-74.pdf
3）林川修二ら（2013）: 九病虫研会報 **59** : 72 ～ 76.
4）――――ら（2014）: 同上 **60** : 64 ～ 67.
5）――――ら（2015）: 同上 **61** : 43 ～ 48.
6）――――・福田　健（2016）: 同上 **62** : 95 ～ 99.
7）今坂正一・石関　博（2012）: さやばねニューシリーズ **5** : 18 ～ 21.
8）Jolivet, P.（2008）: Encyclopedia of Entomology, Springer Netherlands, Dordrecht, p.3640 ～ 3642.
9）小濱継雄（2010）: 沖縄県農研セ研報 **4** : 27 ～ 31.
10）宮崎県病害虫防除所（2012）: 平成23年度病害虫発生予察特殊法第2号.
11）Schalk, J. M. et al.（1991）: Sweetpotato pest management: A global perspective, Westview Press, Boulder, CO. p.283 ～ 301.
12）田中　章ら（1990）: 九病虫研会報 **36** : 120 ～ 122.
13）東京都病害虫防除所（2012）: 平成24年度病害虫発生予察特殊法第2号.
14）鶴田伸二ら（1999）: 九病虫研会報 **45** : 95 ～ 100.
15）山下　泉（2006）: 農薬グラフ **173** : 2 ～ 9.

本稿で供試された薬剤はいずれも未登録ですのでご留意ください。　「植物防疫」編集注

調査報告

飼料用イネ栽培圃場における病害虫の発生実態

秋田県農業試験場　新山徳光（にいやまとくみつ）

はじめに

近年，飼料米用イネや稲発酵粗飼料用イネ（以下，WCS用イネ）等の飼料用イネの作付面積が増加している。飼料用イネは主食用イネに比べて食味などが重視されない一方，低価格での供給が求められることから，多収性品種を利用して単収の向上を図り，低コスト化のため農薬などの生産資材を極力使用しない栽培をする必要がある。また，WCS用イネ栽培における農薬使用は，稲わらへの残留性が十分に低いか，認められない等の農薬に限定されており，より病害虫防除が制限されている。さらに，飼料用イネの栽培では団地化がほとんど行われておらず，主食用イネの栽培地域にモザイク状に飼料用イネ栽培圃場が混在しているのが現状である。そのため，農薬の使用を抑えた飼料用イネ栽培圃場において病害虫が多発して周辺の主食用イネに影響を及ぼす可能性が懸念されている。そこで，「秋田県飼料用米栽培マニュアル」（秋田県，2015）では，病害虫や雑草の防除は防除基準を遵守して適期に適切に農薬散布を実施することが重要とされている。ところが，本県では実際の栽培圃場において問題となる病害虫について調査した事例はなく，実態は不明であった。

そこで，筆者は主食用イネと比較して発生量の多い（発生リスクの高い）病害虫を抽出し，防除対策を立てるための基礎資料を得ることを目的に，秋田県内の現地圃場において飼料用イネにおける主要病害虫の発生実態や薬剤防除の実態を調査する機会を得たのでその結果を紹介する。なお，2016年の本調査結果に関しては報告済みであり（新山，2017；新山ら，2017），詳細はこちらを参照していただきたい。

I　秋田県における飼料用イネの栽培状況

全国と秋田県の飼料用イネの作付面積の推移を図-1に示した。どちらもWCS用イネの作付面積は漸増傾向であるが，飼料米用イネは2013年に一旦減少したものの2014年から増加に転じ，2015年から急増している。これは，2014年から国の交付金制度が拡充され，収量に応じた数量払いと合わせ多収性専用品種の取り組みに対して加算が行われるようになったことや加工用米が全国的に供給過剰となったことが影響している（秋田県，2015）。このように，飼料用イネは国の交付金制度の手厚さによって作付け動向が変動する側面があり，今後の作付け動向は不透明である。

秋田県における飼料用イネは飼料米用とWCS用に大別される。飼料米用に使用されている品種は，専用品種が約52%，主食用品種が約30%，その他が約18%となっている。専用品種では‘秋田63号’，‘ふくひびき’，‘べこごのみ’の順で作付け割合が高く，主食用品種では‘めんこいな’，‘あきたこまち’，‘ゆめおばこ’の順で作付け割合が高い。一方，WCS用に使用されている品種は，専用品種が約21%，主食用品種が約61%，その他が約18%で，専用品種では‘べこごのみ’，‘秋田63号’の順で割合が高く，主食用品種では‘あきたこまち’，‘ひとめぼれ’，‘めんこいな’の順で割合が高い。なお，‘秋田63号’は大粒で極多収の秋田県オリジナル新規需要米（小玉ら，2014）であるが，ここでは専用品種に分類した。

また，栽植様式では移植栽培が圧倒的に多く（飼料米用は約97%，WCS用は約90%），低コストや省力栽培が可能とされる直播栽培は非常に少ないのが現状である。

以上のような栽培実態を踏まえ，飼料米用とWCS用の作付け割合が高い品種を選定し，圧倒的に多い移植栽培を対象に病害虫の発生実態調査を行った。

II　秋田県の飼料用イネ栽培における防除実態と病害の発生実態

1　育苗期のばか苗病と防除実態

調査は2016年に表-1に示したAからJの10箇所の育苗施設で行った。いずれも飼料用品種と主食用品種の両方を育苗している施設を選定し，育苗箱数，発病箱数，発病本数を調査した。種子消毒は飼料用イネおよび主食用イネともにペフラゾエート乳剤が使用されている場合が多かった。一部でイプコナゾール・銅水和剤や温湯消毒（タラロマイセス フラバス水和剤の併用を含む）の

Occurrence of Diseases and Insect Pests in Feed Rice and Rice Whole-Crop Silage in Paddy Fields.　By Tokumitsu Niiyama
（キーワード：飼料用イネ，稲発酵粗飼料用イネ，ばか苗病，いもち病，イネカラバエ，アカスジカスミカメ）

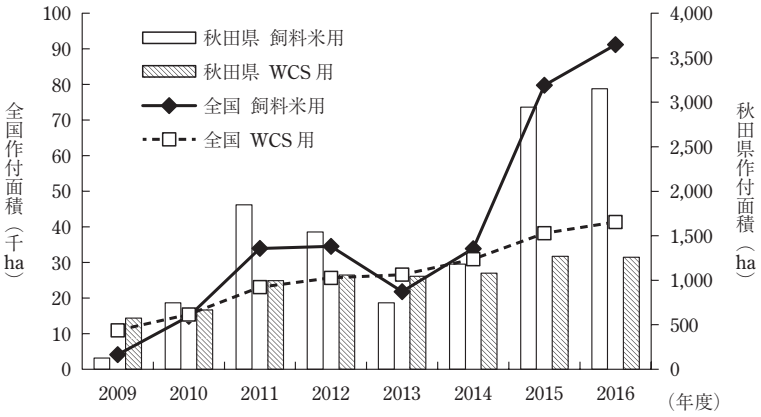


図-1　飼料米用イネと WCS 用イネの作付面積の推移
注）：全国は農林水産省，秋田県は秋田県農林水産部.

表-1　育苗期の調査場所，用途，品種および種子消毒剤，処理方法の概要

調査場所	用途	品種	種子消毒剤（処理方法）
A　鹿角市 I	飼料米用	ふくひびき，べこごのみ	ペフラゾエート乳剤（塗抹処理）
	主食用	あきたこまち，めんこいな	ペフラゾエート乳剤（塗抹処理）
B　鹿角市 II	飼料米用	ふくひびき	ペフラゾエート乳剤（塗抹処理）
	主食用	あきたこまち	ペフラゾエート乳剤（塗抹処理）
C　小坂町	飼料米用	ふくひびき	ペフラゾエート乳剤（塗抹処理）
	主食用	あきたこまち	ペフラゾエート乳剤（塗抹処理）
D　北秋田市 I	飼料米用	秋田 63 号	ペフラゾエート乳剤（塗抹処理）
	主食用	あきたこまち	ペフラゾエート乳剤（塗抹処理）
E　北秋田市 II	飼料米用	秋田 63 号	ペフラゾエート乳剤（塗抹処理）
	主食用	あきたこまち	ペフラゾエート乳剤（塗抹処理）
F　にかほ市	飼料米用	秋田 63 号	ペフラゾエート乳剤（塗抹処理）
	主食用	ひとめぼれ	温湯消毒
G　美郷町	WCS 用	べこごのみ	イプコナゾール・銅水和剤（浸漬処理）
	主食用	あきたこまち	温湯消毒＋タラロマイセス フラバス水和剤（吹き付け処理）
H　横手市 I	飼料米用	めんこいな	ペフラゾエート乳剤（塗抹処理）
	主食用	あきたこまち	ペフラゾエート乳剤（塗抹処理）
I　横手市 II	WCS 用	あきたこまち	ペフラゾエート乳剤（塗抹処理）
	主食用	あきたこまち	温湯消毒＋タラロマイセス フラバス水和剤（吹き付け処理）
J　羽後町	WCS 用	あきたこまち	ペフラゾエート乳剤（塗抹処理）
	主食用	あきたこまち	ペフラゾエート乳剤（塗抹処理）

使用もあったが，いずれも何らかの方法で種子消毒が行われており，おおむね飼料用イネと主食用イネに大きな違いはなかった。

育苗期のばか苗病の発病箱率では，飼料用品種と主食用品種を比較すると種子消毒剤が同じでも飼料用品種のほうが高い傾向があり，特に A，B のように飼料米用で発病箱率が極端に高い事例があった（図-2）。一方，主食用品種同士の場合は用途の違いによる発病箱率の差はほとんどなかった（J は差があるように見えるが，主食用のほうで抜き取りが行われたため，本来は同等と考えられた）。箱当たり発病本数も発病箱率と同様の傾向であった。育苗施設 A は 2017 年にも同様の調査を行ったが，結果は 2016 年と同様で飼料用品種の発病箱率が高かった。このように，飼料用品種で育苗期のばか苗病が

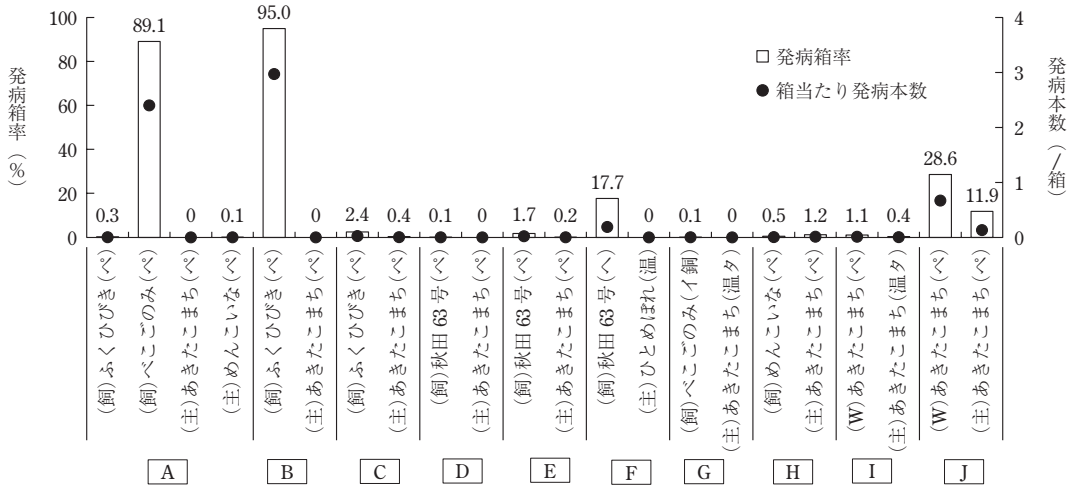


図-2　育苗期のばか苗病の発生状況（2016年）
注1）A～Jは表-1記載の調査場所を示す.
注2）用途：（飼）は飼料米用，（W）はWCS用，（主）は主食用（以下，同様）.
注3）種子消毒剤：（ペ）はペフラゾエート剤，（イ銅）はイプコナゾール・銅剤，（温）は温湯消毒，（温タ）は温湯消毒＋タラロマイセス フラバス剤.
注4）図中の数字は発病箱率.

多い事例が見られたが，現地調査した結果，種子消毒の方法や消毒後の種子の取り扱い，環境衛生等に特に問題はなかった。そのため，考えられる発生要因としては，薬剤耐性菌の出現や高保菌率種子による種子消毒剤の効果不足が考えられる。今回の調査ではAの‘べこごのみ’，Bの‘ふくひびき’とも種子消毒剤としてペフラゾエート剤が使用されていたが，本剤に対する耐性菌は認められていないことから（秋田県，2016），種子消毒剤の問題とは考えられない。聞き取り調査による飼料用イネ種子の由来は，地域で増殖した種子であったことから，種子の保菌率が影響した可能性が考えられるため，種子生産の方法や実際の保菌率を確認する必要がある。

2　本田期病害の防除実態

2016年の本田期病害の調査場所と病害防除剤の概要を表-2に示した。aからgの7箇所の調査場所は，いずれも飼料用イネと主食用イネの両方を栽培している生産者を選定し，7箇所のうちc，d，gは飼料用イネの栽培圃場と主食用イネの栽培圃場が隣接し，その他は数百メートル離れていた。

葉いもちを対象とした箱施用剤は，7箇所中5箇所の飼料用イネで主食用イネと同様に使用されていた。一方，穂いもちを対象とした殺菌剤は，f圃場を除いた6箇所中5箇所の飼料用イネで使用されていなかった。また，紋枯病と稲こうじ病を対象とした殺菌剤はすべての圃場で使用されていなかった。

このように，飼料用イネでは育苗箱施用剤を用いた葉いもち防除は実施される傾向が強いが，穂いもち防除は省略される傾向が強かった。

3　本田期の病害

（1）　ばか苗病

本田期のばか苗病は，2016年が連続20株×5箇所（計100株）の発病株数および発病茎数を調査し，2017年は畦畔を一周しながら本田内を観察して，圃場当たりの発病茎数を調査した。2016年では育苗期に発病が多かった苗が移植された圃場の調査をしていないため，7月中旬，下旬の調査とも，主食用の1圃場で発病株率1%であったのみで，その他の圃場では発病株は見られなかった。2017年では育苗期に発病が多かった苗が移植された圃場を調査したところ，‘べこごのみ’を栽培している4圃場（いずれも約30 a）で圃場当たり4～8本，‘ふくひびき’を栽培している2圃場（約30 aと40 a）で圃場当たり23～26本の発病茎が見られた。

本病の発生により減収が生じることは極めてまれであるが，主食用品種などの採種圃場の周辺で発病が多い場合は，採種を断念せざるを得ない事態となり大きな問題となる。採種圃場は分散して存在している場合が多く，飼料用イネといえども主食用並みに発病を抑制するのが望ましい。

（2）　いもち病

各種病害の調査は2016年に行い，いずれも連続20株

表-2 本田期病害虫の調査場所，用途，品種，病害虫防除剤および水田除草剤の概要

調査場所	用途	品種（面積）	病害虫防除剤		水田除草剤		
			葉いもち/初期害虫	穂いもち/斑点米カメムシ類	初期剤	一発剤	中後期剤
a 北秋田市Ⅰ	飼料米用	秋田 63 号（30 a）	チアクロプリド(I) ・イソチアニル(F)粒剤	−	−	ピリミノバックメチル ・プロモブチド ・ベンスルフロンメチル ・ペントキサゾン粒剤	ペノキススラム水和剤
	主食用	あきたこまち（30 a）	チアクロプリド ・イソチアニル粒剤	トリシクラゾール水和剤(F), アゾキシストロビン水和剤(F), MEP 乳剤(I), ジノテフラン液剤(I)	−	ピリミノバックメチル ・プロモブチド ・ベンスルフロンメチル ・ペントキサゾン粒剤	ペノキススラム水和剤
b 北秋田市Ⅱ	飼料米用	秋田 63 号（75 a）	クロラントラニリプロール(I) ・プロベナゾール(F)粒剤	−	シクロスルファムロン ・プレチラクロール粒剤	ピリミスルファン ・メフェナセット剤	−
	主食用	あきたこまち（50 a）	クロラントラニリプロール(I) ・プロベナゾール(F)粒剤	ジノテフラン(I) ・フサライド(F)水和剤	シクロスルファムロン ・プレチラクロール粒剤	ピリミスルファン ・メフェナセット剤	−
c 秋田市	WCS 用	あきたこまち（100 a）	クロラントラニリプロール(I) ・プロベナゾール(F)粒剤	−	使用剤不明	使用剤不明	−
	主食用	あきたこまち（100 a）	クロラントラニリプロール(I) ・プロベナゾール(F)粒剤	ジノテフラン(I) ・フサライド(F)水和剤, エチプロール水和剤(I)	オキサジアゾン ・ブタクロール乳剤	ピラクロニル ・ピラゾスルフロンエチル ・ブタクロール ・ベンゾビシクロン粒剤	−
d 由利本荘市	飼料米用	ひとめぼれ（25 a）	クロチアニジン(I) ・イソチアニル(F)粒剤	−	ペントキサゾン粒剤	ピラクロニル ・フルセトスルフロン ・メソトリオン粒剤	−
	主食用	ひとめぼれ（20 a）	クロチアニジン(I) ・イソチアニル(F)粒剤	フサライド水和剤(F)	ペントキサゾン粒剤	ピラクロニル ・フルセトスルフロン ・メソトリオン粒剤	−
e 美郷町	WCS 用	べこごのみ（20 a）	−	フサライド水和剤(F)	−	ピリフタリド ・メソトリオン ・メタゾスルフロン粒剤	シハロホップブチル ・ベンタゾンナトリウム塩液剤
	主食用	あきたこまち（45 a）	イミダクロプリド(I) ・スピノサド(I) ・イソチアニル(F)粒剤	ジノテフラン(I) ・フサライド(F)水和剤	−	ピリフタリド ・メソトリオン ・メタゾスルフロン粒剤	シハロホップブチル ・ベンタゾンナトリウム塩液剤
f 横手市	WCS 用	あきたこまち（30 a）	クロラントラニリプロール(I) ・プロベナゾール(F)粒剤	ジノテフラン液剤(I)	−	ピリフタリド ・メソトリオン ・メタゾスルフロン粒剤	−
	主食用	あきたこまち（30 a）	クロラントラニリプロール(I) ・プロベナゾール(F)粒剤	エチプロール水和剤(I)	−	ピリミスルファン ・フェノキサスルホン剤	−
g 羽後町	WCS 用	あきたこまち（30 a）	−	−	−	ピリミスルファン ・フェントラザミド粒剤	−
	主食用	あきたこまち（30 a）	クロラントラニリプロール(I) ・プロベナゾール(F)粒剤	ジノテフラン(I) ・トリシクラゾール(F)水和剤, ジノテフラン(I) ・フサライド(F)水和剤	−	ピリミスルファン ・フェントラザミド粒剤	−

注 1） 葉いもち/初期害虫防除薬剤は育苗箱施用剤.
注 2） (I)は殺虫剤成分，(F)は殺菌剤成分.
注 3） 斑点米カメムシ防除剤で，1 回の場合は 8 月 2 ～ 3 半旬，2 剤の場合は 1 回目が 8 月 2 ～ 3 半旬，2 回目が 8 月 5 ～ 6 半旬に散布.
注 4） −は使用なし.

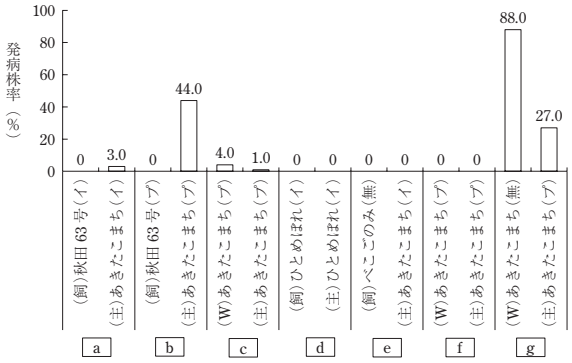


図-3　葉いもち病の発生状況（2016年7月下旬）
注1）調査場所a～gは表-2を参照.
注2）葉いもち防除剤：（イ）はイソチアニル剤，（プ）はプロベナゾール剤，（無）は無施用.

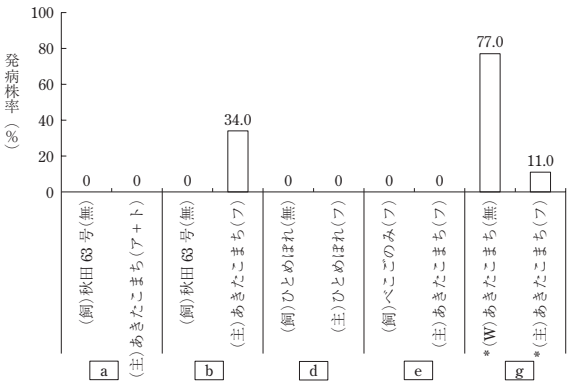


図-4　穂いもち病の発生状況（2016年9月上旬，*8月中旬）
注1）調査場所a～gは表-2を参照.
注2）穂いもち防除剤：（ア）はアゾキシストロビン剤，（ト）はトリシクラゾール剤，（フ）はフサライド剤，（無）は無施用.

×5箇所（計100株）の発病株数などを調査した。

7月下旬の葉いもちの発病株率では，飼料用品種を利用している場合は防除薬剤が同じでも飼料用が主食用と同等か低い傾向で，主食用品種を利用している場合は飼料用が主食用と同等か高い傾向であった（図-3）。特にg圃場のように主食用品種を無防除にした場合に発病株率が極端に高くなり，隣接している主食用イネも発病株率が高くなる事例が確認された。9月上旬（一部8月中旬）の穂いもちの発病株率では，飼料用の場合は無防除が多かったが，葉いもちと同様の傾向であった（図-4）。

荒井（2009）は，いもち病が多発した事例において考えられる発生要因として主に，①育苗期間中の感染，②抵抗性弱品種の選択，③病原性レースの分布，④薬剤耐性菌の分布と薬剤選択ミスを挙げている。本調査でいもち病が多発した調査場所gでは，主食用品種の‘あきたこまち’（葉いもち抵抗性はやや弱，穂いもち抵抗性はやや弱，真性抵抗性遺伝子型は*Pia*，*Pii*）（秋田県，2017）を使用し，種子消毒剤としてペフラゾエート剤を使用していたが，葉いもち防除剤が無施用であったことから①と③が要因として考えられた。一方，調査場所eでは飼料用専用品種である‘べこごのみ’（葉いもち抵抗性は強，穂いもち抵抗性は中，真性抵抗性遺伝子型は*Pik*，*Pib*）（中込ら，2008）を使用し，種子消毒剤としてイプコナゾール・銅剤を使用して葉いもち防除剤が無施用であったが，葉いもちの発生は認められなかった。この要因として，2001年の秋田県のレースは007のみで（善林ら，2002），2001年以降秋田県の作付け品種がレース007に感受性の品種が約9割を占めていることから（2016年の構成割合が上位の品種は「‘あきたこまち’72.0%」，「‘ひとめぼれ’8.1%（真性抵抗性遺伝子型は*Pii*）」，「‘めんこいな’7.9%（同*Pia*）」，「‘ゆめおばこ’3.6%（同*Pia*，*Pii*）」（秋田県，2017）），2001年以降，秋田県内のいもち病レースが007から変化がないと考えられる。そのため，‘あきたこまち’で多発し，‘べこごのみ’は抵抗性を維持し，発病がなかったと推定される。しかし，本県の主要レースに感染しない真性抵抗性遺伝子を有している場合でも，レースが変異し罹病化する可能性があるため栽培面積が大きい品種は注意が必要である。今回の調査結果から，用途が飼料用だとしても主食用品種を用いている場合は，周辺の主食用イネへの伝染が懸念されるため，必ず葉いもち防除剤を使用する必要があると考えられる。

（3）　紋枯病

本病は植物全体の繁茂量を大きくする必要がある飼料用イネ栽培では必然的に発生リスクが高まるとされている（一般社団法人日本草地畜産種子協会，2014）。しかし，9月上旬調査における発病株率では，いずれも無防除であったが飼料用と主食用で一定の傾向は認められず，差は判然としなかった（図-5）。本病の発病程度はイネの繁茂量だけではなく，伝染源量も大きく影響する。実際，イネの繁茂量を8月上旬に草丈と茎数，栽植密度を調査し，生育指数（草丈×茎数/m^2）として表したところ，必ずしも飼料用イネの生育指数が高い傾向は認められず，むしろ主食用イネのほうが高い圃場が多かった（図-6）。これは，飼料用イネが疎植傾向であることや施肥量もそれほど多くないためと思われる。それに加えて，それぞれの圃場の伝染源量が多くなかったことが影響していると推測される。いずれにしても，本病は周辺圃場に影響

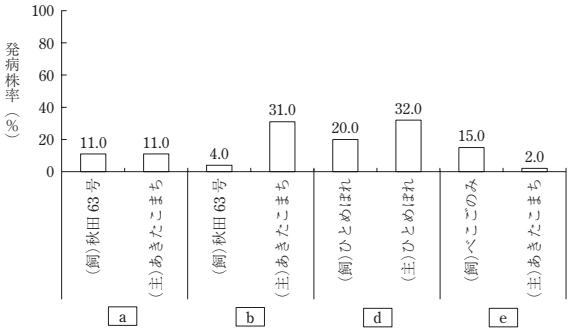


図-5　紋枯病の発生状況（2016 年 9 月上旬）
注 1）調査場所 a ～ e は表-2 を参照.
注 2）紋枯病防除剤はいずれも無施用.

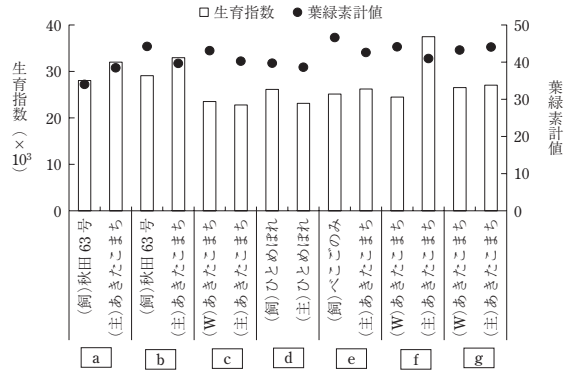


図-6　イネの生育指数と葉緑素計値（2016 年 8 月上旬）
注 1）調査場所 a ～ g は表-2 を参照.
注 2）生育指数：草丈 cm × 茎数/m².
注 3）葉緑素計値：SPAD502 による測定.

する病害ではないため，主食用イネで設定されている要防除水準を活用して，減収が予想されかつ費用対効果が期待できる場合のみ薬剤防除を行うなど柔軟な対応が可能である。

（4）　稲こうじ病

本病は飼料用イネで全般に発生が多いとされているが（一般社団法人日本草地畜産種子協会，2014），今回の調査では，いずれも無防除であったが，9 月上旬の発病株率が 5% 以下と発病程度が低く，飼料用イネと主食用イネの差は判然としなかった。本病の発病程度は穂ばらみ期の降水量と関係が深いことから，調査年次を変えて調査し確認する必要がある。稲こうじ病も周辺圃場に影響する病害ではないが，収穫した籾に病粒が混入したり，厚壁胞子が籾表面に付着して着色すると主食用米だとクレームの対象となるため，前年に発病が見られたら薬剤防除を検討する。

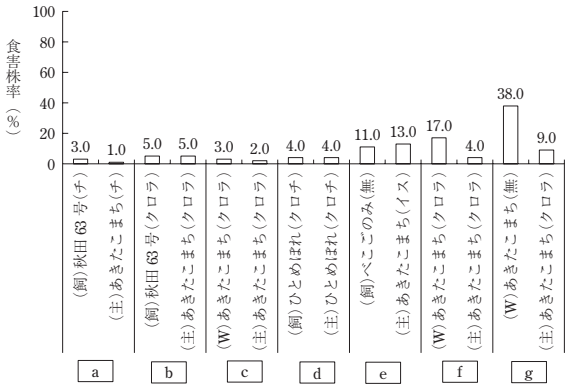


図-7　イネミズゾウムシの発生状況（2016 年 6 月中旬）
注 1）調査場所 a ～ g は表-2 を参照.
注 2）初期害虫防除剤：（チ）はチアクロプリド剤，（クロラ）はクロラントラニリプロール剤，（クロチ）はクロチアニジン剤，（イス）はイミダクロプリド・スピノサド剤，（無）は無施用.

Ⅲ　秋田県の飼料用イネ栽培における防除実態と虫害の発生実態

1　虫害の防除実態

2016 年の虫害調査圃場と使用された殺虫剤の概要を表-2 に示した。イネミズゾウムシなどの初期害虫を対象とした育苗箱施用剤は，ネオニコチノイド系剤やジアミド系剤が使用され，7 箇所中 5 箇所の飼料用イネで主食用イネと同様に使用されていた。一方，斑点米カメムシ類（ウンカ類の同時防除を含む）を対象とした殺虫剤は，7 箇所中 5 箇所の飼料用イネで使用されていなかった。使用されていた 2 箇所はいずれもネオニコチノイド系剤であった。このように，飼料用イネでは育苗箱施用剤による初期害虫防除は実施され，斑点米カメムシ類防除は省略される傾向が強かった。これは，飼料用イネの農産物検査における規格にある「被害粒」が虫害粒を含まないため，斑点米カメムシ類に対する防除意識が低くなっている可能性が考えられる。

2　初期害虫（イネミズゾウムシなど）

2016 年の 6 月中旬に調査圃場で 20 株 × 5 箇所（計 100 株）の発生虫数および食害株数を調査した。イネミズゾウムシの食害株率は，7 圃場中 4 圃場で飼料用イネが主食用イネより高かった（図-7）。g 圃場のように防除薬剤が無施用でやや高い場合もあったが，主食用イネの要防除水準（食害株率 90% 以上）と比べるといずれも食害程度は低かった。発生虫数も同様であった。その他，イネドロオイムシの発生は認められず，イネヒメハモグリバエの食害株率は 7% 以下と発生が少なかったため，

両害虫とも飼料用イネと主食用イネでの発生量の差は判断できなかった。以上のように，イネミズゾウムシなどの初期害虫については，多くの調査圃場で育苗箱施用による殺虫剤が使用されているため，発生量や食害程度が抑えられ，発生リスクは低いと考えられる。

3　中期害虫（イネカラバエなど）

2016年の6月下旬と7月中旬に調査圃場で20株×5箇所（計100株）の発生虫（卵）数および食害株数を調査した。また，イネカラバエによる被害（傷穂）の調査はイネ出穂後の8月中旬に同株について行った。結果は，イネカラバエの産卵数が7圃場中2圃場（図-8），被害（傷穂）株率が5圃場中3圃場で飼料用イネが主食用イネより高かった（図-9）。

全体としてイネカラバエの被害が飼料用イネで多いとは思われないが，e圃場の‘べこごのみ’で被害（傷穂）株率が高い事例が確認された。調査株の穂数から計算した傷穂率は35.8%であったが，主食用品種における減収率はおおよそ傷穂率×0.5と言われていることから，本事例の玄米収量の減収率は約18%と推定される。本品種のイネカラバエに対する抵抗性は不明であるが（中込ら，2008），抵抗性が強である‘あきたこまち’（秋田県，2017）よりは弱い可能性がある。飼料用イネで多発したイネカラバエが直ちに周辺の主食用イネに影響するとは考えにくいが，本種は水田周辺の雑草地で越冬するため，翌年に地域全体の発生密度を高める可能性が考えられる。

その他，フタオビコヤガの食害株率は2%以下と発生が少なく，イネツトムシの発生は認められなかったことから，両害虫とも発生量の差は判断できなかった。イネツトムシは太平洋側地域の飼料用イネで多発した事例が報告されているが（西宮，2009），本県で多発することはまれであるためリスクは低いと考えられる。一方，フタオビコヤガは近年，減少傾向であるが潜在的には多発するリスクがあるため，今後も継続して監視していく必要がある。

4　後期害虫（斑点米カメムシ類など）

ウンカ類は斑点米カメムシ類対象の薬剤散布が行われる前の8月上旬に捕虫網による20回振りすくい取り調査を行った。その結果，セジロウンカが主体で，飼料用イネでのすくい取り数が主食用イネより多かったのは7圃場中1圃場のみであったことから，飼料用イネでの発生が，主食用イネに影響を与えるリスクは低いと考えられる（図-10）。しかし，本種は長距離移動性の害虫であることから，飛来時期や飛来量によって結果が異なる可能性があり，調査年次を変えてさらに検討する必要がある。なお，ウンカ類はイネの葉色が濃い圃場で密度が高くなりやすいこと（鶴田，1996）が報告されており，本調査においても圃場によっては葉緑素計値（図-6）に代表されるイネの葉色の違いがウンカ類の密度の違いに影響を与えた可能性がある。

斑点米カメムシ類は薬剤散布後の8月中旬に捕虫網による20回振りすくい取り調査を行った。また，7月中旬に斑点米カメムシ類の発生に影響を与える水田雑草の発生密度も調査した。その結果，発生種はアカスジカスミカメが主体であり，主食用イネより飼料用イネのほうが発生の多い圃場が5圃場で，そのうち3圃場ではすくい取り数が20頭を超える多発圃場であった（図-11）。また，これらの多発圃場はいずれも水田雑草密度が主食用イネよりも高い圃場であったが（図-12），本調査における主要種はアカスジカスミカメであり，本種は水田内のイヌホタルイやシズイ等のカヤツリグサ科雑草で増殖するため（大友ら，2005），斑点米カメムシ類の多発は，

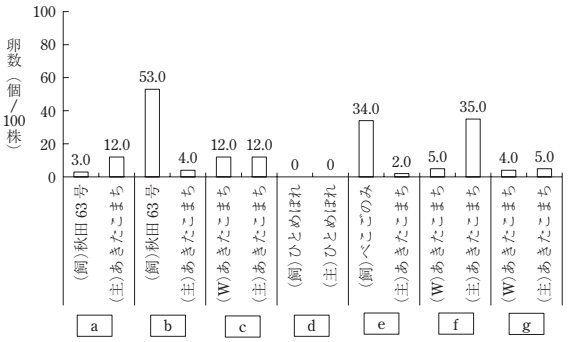


図-8　イネカラバエの産卵数（2016年6月下旬）
注1）調査場所a～gは表-2を参照.
注2）イネカラバエ防除剤はいずれも無施用.

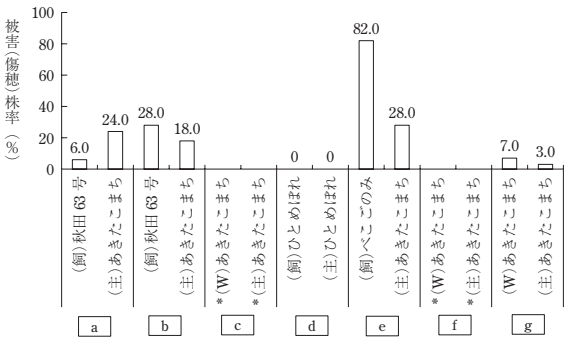


図-9　イネカラバエによる被害（傷穂）株率（2016年8月中旬）
注1）調査場所a～gは表-2を参照.
注2）イネカラバエ防除剤はいずれも無施用.
注3）*は収穫後のため欠側.

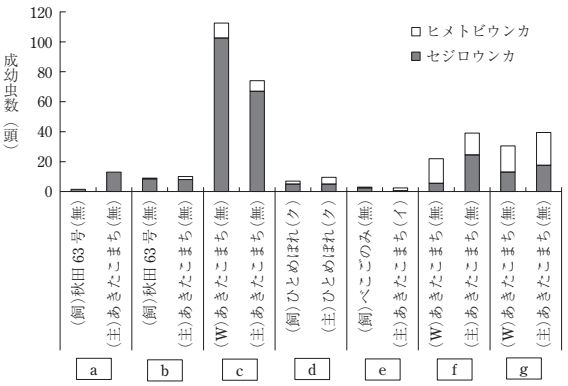


図-10　ウンカ類のすくい取り数（2016年8月上旬）
注1）調査場所a～gは表-2を参照.
注2）ウンカ類防除剤（箱施用剤）：（ク）はクロチアニジン剤，（イ）はイミダクロプリド剤，（無）は無施用.

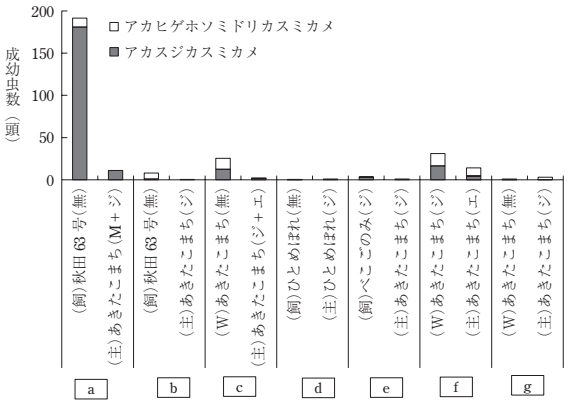


図-11　斑点米カメムシ類のすくい取り数（2016年8月中旬）
注1）調査場所a～gは表-2を参照.
注2）カメムシ類防除剤：（M）はMEP剤，（ジ）はジノテフラン剤，（エ）はエチプロール剤，（無）は無施用.

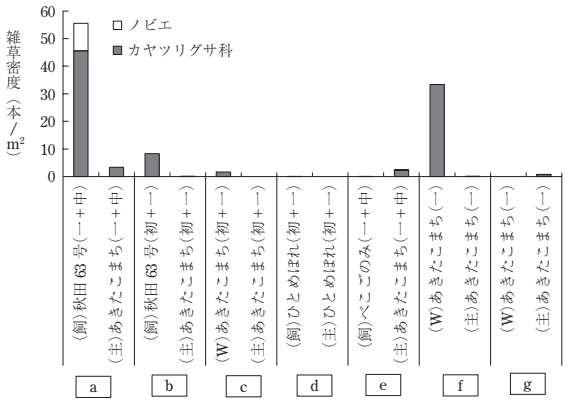


図-12　水田雑草の密度（2016年7月中旬）
注1）調査場所a～gは表-2を参照.
注2）除草剤：（初）は初期剤，（一）は一発剤，（中）は中後期剤.

これらカヤツリグサ科雑草の密度に大きく影響されていると考えられる。特にa圃場のように極端にカヤツリグサ科雑草の発生量が多い場合は，飼料用イネ栽培圃場が本害虫の発生源となり，周辺の主食用イネへ影響を及ぼすことが懸念される。

その他，コブノメイガの食害株率は2%以下と発生が少なく，発生量の差は判断できなかったが，本種も長距離移動性の害虫であることから，飛来時期や飛来量によって発生量に差が出てくる可能性があり，多飛来年に再評価したい。

お　わ　り　に

今後は，飼料用イネで発生リスクが高いと考えられたばか苗病やいもち病，斑点米カメムシ類について，多発した場合に周辺の主食用イネへの影響がどの程度か確認するとともに，これまで蓄積してきた低コストな防除技術を提示し，防除圧不足を是正していく必要がある。例えば，ばか苗病については種子の保菌率に問題がある可能性があり，種子の由来や採種圃場における防除を含めた栽培管理を洗い直すことが重要となる。いもち病については主食用品種を用いて防除を省略していることが問題である場合は，低コストでできるベノミル剤の育苗期灌注処理などを現場に提示していく。胞子を飛散させて感染が広まる病害と違い，斑点米カメムシ類は8月下旬のノビエ穂数が多いほどアカスジカスミカメによる斑点米は増加するが，その影響が及ぶ範囲は90 cm程度であることから（高橋ら，2013），多発したからといって直ちに周辺圃場に影響するかどうかは慎重に検討する必要がある。いずれにしても，これらの病害虫の周辺圃場への影響については厳密に証明することは困難であるが，現場の状況を観察しながら防除対策を構築していきたいと考えている。

引　用　文　献

1）秋田県（2015）：秋田県飼料用米栽培マニュアル，17 pp.
2）秋田県（2016）：平成27年度植物防疫年報，124 pp.
3）秋田県（2017）：稲作指導指針平成29年3月，227 pp.
4）荒井治喜（2009）：植物防疫 **63**：542～546.
5）一般社団法人日本草地畜産種子協会（2014）：稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル，196 pp.
6）小玉郁子ら（2014）：秋田農試研報 **54**：1～22.
7）中込弘二ら（2008）：東北農研研報 **109**：1～13.
8）新山徳光（2017）：北日本病虫研報 **68**：（印刷中）.
9）――――ら（2017）：同上 **68**：（印刷中）.
10）西宮智美（2009）：植調 **63**：547～552.
11）大友令史ら（2005）：北日本病虫研報 **56**：105～107.
12）高橋良知ら（2013）：同上 **64**：126～129.
13）鶴田良助（1996）：同上 **47**：91～94.
14）善林　薫ら（2002）：同上 **53**：19～23.

トピックス

栃木県におけるオオムギ斑葉病の発生と防除対策

栃木県農業試験場　山城（やましろ）　都（みやこ）*・福田（ふくだ）　充（たかし）

はじめに

オオムギ斑葉病（病原菌：*Pyrenophora graminea*）はオオムギに発生する種子伝染性病害である。栃木県では，主要農作物種子法に基づく健全種子生産が行われており，これまでに本病の発生が問題となることはなかった。しかし，近年，その発生が顕在化し，県内の一般栽培圃場の発病圃場率は，2015年が27.8%，2016年が25.0%と高かった（栃木県農業環境指導センター，2017）。本病は，罹病葉に形成された分生子が飛散し，種子表面に付着すると保菌種子となり，翌年の伝染源となる（小川，1930）。そのため，採種圃場周辺の一般栽培圃場で本病が発生した場合，採種圃場の種子汚染が懸念される。そこで，県内一般栽培圃場における発病状況および種子の保菌状況を調査し，本病菌の分生子飛散による種子汚染の可能性を検討した。

一方，本病の伝染様式は種子伝染とされているが，種子更新を徹底しているにもかかわらず，2016年の県内の発生状況は2015年と同様であった。このことは，発病圃場周辺に感染源があることを示唆している。一般に，オオムギ収穫後の麦稈は圃場内にすき込まれるため，これらの罹病残渣が翌年の感染源となる可能性が考えられる。そこで，オオムギの収穫後に想定される圃場条件，つまり，水田条件，畑条件および雨ざらし条件下での罹病残渣中の本病菌の生残性について検討した。

さらに，本県オオムギの一般栽培では種子消毒の実施率は低く，本病の発生要因の一つとして推察される。そこで，効果的な防除対策を講じるため，主要な種子消毒剤の本病菌に対する防除効果を明らかにした。

I　発病状況および種子の保菌状況

2016年5月，県内のオオムギ一般栽培圃場21地点におけるオオムギ斑葉病の発病状況および本病菌の種子での保菌状況を調査した。発病調査は，圃場当たり50茎の発病の有無を調査し，発病茎率を算出した。調査茎数に計数されないが，圃場内で発生がある場合は散見とした。種子の保菌調査は，圃場当たり5穂について保菌の有無をPCR法により行った。各圃場の発病株に近接していない無病徴株から5穂を採取し，1穂当たり10粒を1サンプルとし，全DNAをバルク抽出した。全DNA抽出は，5.0 m*l*チューブにオオムギ種子10粒とTEバッファー（pH8.0）2.0 m*l*を入れ電子レンジ（500 W）で1分間加熱後，15,000 rpmで2分間遠心し，上清1 μlをPCR検定に用いた。本菌の特異的プライマーPG2-F/PG2-R（Taylor et al., 2001）を用いたPCRにより，435 bpの増幅が認められたものを保菌種子と判定した。

県南部の足利市，佐野市および小山市で本病の発生が確認され，発病圃場では，種子から高率に本菌が検出された（表-1）。さらに，佐野市および小山市では，発病が認められない圃場からも本病菌が検出された。発病圃場から100 m離れた無発病圃場でも種子が保菌していたことから，本病発生地域では，圃場での発病の有無にかかわらず，種子での保菌の可能性が示唆された。イネいもち病菌の分生子は，好適条件では伝染源から1 km近くまでの範囲に拡散する（石黒・小林，1999）ことが明らかとなっており，本病菌についても風雨により広範囲に飛散する可能性があると考えられる。

II　罹病残渣の感染源としての可能性

2016年5月，罹病残渣混和土に健全種子を播種し，発病の有無を調査した。罹病残渣混和土は，発病株の茎葉を5 mm程度に切断したものを滅菌土に5%の割合で混和（v/v）して作成した。対照として，滅菌土および保菌種子を用いた。供試種子は，2014年産「サチホゴールデン」種子（健全種子），オオムギ斑葉病発病株から採取した2015年産「サチホゴールデン」種子（保菌種子）を用いた。いちごパック（容量300 m*l*）に供試土を詰め，それぞれの供試種子を播種した。試験規模は，1パック当たり25粒播種，4反復とした。本病の発病を促すため播種後10℃で管理し，28日後に5,000分の1 aワグネルポット（滅菌土）に鉢上げし，ガラス温室内で管理した。出穂期に発病株数を調査し，発病株率を算出

The Occurrence of Barley Stripe Caused by *Pyrenophora graminea* in Tochigi Prefecture and Its Control Measures.　By Miyako Yamashiro and Takashi Fukuda

（キーワード：オオムギ斑葉病，罹病残渣，薬剤感受性，種子消毒）

*現所属：栃木県河内農業振興事務所

表-1　栃木県内オオムギ圃場におけるオオムギ斑葉病の発病状況および種子の保菌状況

採取場所		発生状況[a]	検出数/供試穂数	備考
県北部	大田原市①	無	0/5	
	大田原市②	無	0/5	
	さくら市①	無	0/5	
	さくら市②	無	0/5	
県中部	宇都宮市①	無	0/5	
	宇都宮市②	無	0/5	
	宇都宮市③	無	0/5	
	宇都宮市④	無	0/5	
	真岡市①	無	0/5	
	真岡市②	無	0/5	
県南部	足利市①	散見	5/5	
	佐野市①	無	4/5	発病圃場隣接
	佐野市②	散見	5/5	
	小山市①	散見	5/5	
	小山市②	散見	4/5	小山市①隣接
	小山市③	散見	5/5	小山市①隣接
	小山市④	発病茎率 4%	5/5	
	小山市⑤	散見	4/5	小山市④隣接
	小山市⑥	散見	5/5	小山市④隣接
	小山市⑦	無	3/5	小山市④から 100 m
	小山市⑧	散見	5/5	

[a] 圃場当たり 50 茎の発病の有無，調査茎数に計数されないが，圃場内で発生がある場合は散見とした．

表-2　種子保菌および罹病残渣混和の有無によるオオムギ斑葉病の発病状況

種子	罹病残渣混和[a]	出芽数(株)	発病株数(株)	発病株率(%)
健全	無	22.0[b]	0.0[b]	0.0
健全	有	24.3	2.0	8.2
保菌	無	23.8	0.5	2.1
保菌	有	24.0	1.0	4.2

[a] 滅菌土に罹病残渣を 5%混和（v/v）．
[b] 4 反復の平均値．

した。

罹病残渣混和土に健全種子を播種した区の発病株率は 8.2%であった（表-2）。このことから，罹病残渣の中で本病菌が生存し，感染源となる可能性があると考えられた。

III　罹病残渣中での本病菌の生残性

2016 年 7 月，水田条件，畑条件および雨ざらし条件下における罹病残渣中の本菌の生残性を調査した。罹病葉を約 3 × 3 mm に切り取り，不織布の袋（ふんわりお茶パック M，9.5 × 7.0 cm；株式会社トキワ工業，四国中央）に 25 切片ずつ詰め，以後の試験に供した。プランター（637 × 237 × 184 mm）に黒ボク土を詰め，罹病葉片入り袋を深さ 5 cm に各 6 袋埋めた。水田条件および畑条件のプランターは野外に設置し，水田条件は水稲苗を 6 株移植し，常時湛水状態とした。畑条件は作物を植えずにそのまま放置した。雨ざらし条件は罹病葉片入り袋をポリエチレン製の水切りネットに入れ，高さ 1 m の野外に吊した。処理期間は 0，14，28，42，70，112 および 154 日後の 7 段階とした。処理後，土壌中から罹病葉片入り袋を取り出し，罹病葉片を 70%エタノールで表面殺菌，滅菌水での洗浄，滅菌ろ紙で水滴を取った後，*Bipolari*，*Drechslera*，*Exscrohilum* 属菌の一次分離に有効な簡易選択培地（Yamaguchi and Mutsunobu, 2010）に置床した。25℃，暗黒下で 5 日間培養し，罹病切片から伸長した菌糸の有無を調査し，本菌の生存の有無を判定した。なお，菌叢上の気中菌糸を掻き取り，TE バッファー（pH8.0）を用いて全 DNA 抽出し，特異的プライマー PG2-F/PG2-R を用いた PCR 法により本病菌であることを確認した。

水田条件では処理 14 日後，畑条件では処理 154 日後

表-3　圃場条件の違いによる罹病残渣からのオオムギ斑葉病菌の検出

処理区	処理日数						
	0日	14日後	28日後	42日後	70日後	112日後	154日後
水田	25/25[a]	0/20	0/20	–[b]	–	–	–
畑	25/25	4/20	3/20	2/15	0/20	1/20	0/25
雨ざらし	25/25	20/20	19/20	10/20	10/20	12/25	8/25

[a] 検出切片数/供試切片数.
[b] 処理28日後に菌糸伸長が見られず，処理42日後調査時には供試切片が腐敗したため調査を終了した.

には，供試した罹病葉片から培地上での本菌の菌糸伸長は認められなくなった（表-3）。雨ざらし条件では，処理154日後も罹病葉片から本病菌の菌糸伸長が認められ，本病菌が生存することが明らかとなった。しかし，本調査では，雨ざらし154日後の分離菌のオオムギに対する病原性を明らかにするには至らなかった。なお，オオムギ網斑病（病原菌：*Pyrenophora teres*）は，罹病残渣を畑土壌表面に置床した場合，処理1か月後には葉身および葉鞘から病原菌が分離されなくなるが，茎に形成された偽子のう殻からは，処理12か月後まで本病菌の分離が可能であり，オオムギに対する病原性を有していた（長谷川，1997）。オオムギ斑葉病菌はオオムギ網斑病菌と同じく *Pyrenophora* 属菌であることから，雨ざらし条件で処理154日後の罹病葉片からの分離菌は病原性を有する可能性がある。これらのことから，収穫後に罹病残渣を圃場にすき込み，水田条件にすることは，罹病残渣中の本病菌を不活化でき，本病の耕種的防除法として有効であると考えられる。

Ⅳ　薬剤感受性検定

県内のオオムギ圃場から斑葉病発病株を採取し，常法により病原菌を分離し，単胞子分離した10菌株を供試した。供試菌株をPDA培地で前培養し，それぞれの菌叢をコルクボーラー（直径4 mm）で打ち抜き，薬剤添加培地へ菌叢面を下にして置床し，25℃，暗条件で培養した。なお，種子消毒剤の各有効成分に対する供試菌株の感受性を明らかにするため，オオムギへの農薬登録の有無にかかわらず，主要種子消毒剤の各成分を単一の有効成分とする薬剤を供試薬剤として用いた。薬剤添加培地は，供試薬剤のトリフルミゾール水和剤，イミノクタジン酢酸塩水和剤，銀水和剤，チウラム水和剤，チオファネートメチル水和剤およびベノミル水和剤が，それぞれ有効成分で1.56，3.13，6.25，12.5，25，50，100，200，400，800，1,600 μg/m*l* となるように2倍段階希釈によりPDA培地で作製した。チオファネートメチル水和剤およびベノミル水和剤は6,400および12,800 μg/m*l* についても検討した。対照は供試菌株を薬剤無添加PDA培地へ置床した。1処理当たりシャーレ3枚を供試し，置床5日後に供試菌株の菌糸伸長の有無を調査し，最小生育阻止濃度（MIC）を判定した。

トリフルミゾール水和剤に対する感受性は，供試菌株がMIC12.5 mg/*l* 以下と低かった。イミノクタジン酢酸塩水和剤に対する感受性は，MIC100 ～ 400 mg/*l* であった。銀水和剤に対する感受性は，MIC200 mg/*l* であった。チウラム水和剤に対する感受性は，MIC50 ～ 100 mg/*l* であった。チオファネートメチル水和剤に対する感受性は，MIC6,400 mg/*l* および12,800 mg/*l* 以上をピークとする2峰性を示した。ベノミル水和剤に対する感受性は，MIC6,400 mg/*l* であった。

オオムギの主な種子消毒剤の浸漬処理におけるイミノクタジン酢酸塩，銀，チウラム，ベノミルの実用濃度は，それぞれ1,000 mg/*l*，10,000 mg/*l*，10,000 mg/*l*，10,000 mg/*l* であり，前述のMIC値に対して十分に小さかった。これらのことから供試菌株はこれらの成分に対して十分に感受性があると判断した。なお，チオファネートメチルに対する感受性は低かったが，チオファネートメチルはチウラムとの混合剤として使用されており，実用上は問題がないと考えられる。

Ⅴ　生　物　検　定

オオムギ斑葉病発病株から採取した2015年産「サチホゴールデン」種子（保菌種子）を供試した。供試薬剤および処理方法は，トリフルミゾール水和剤が種子重量の0.5％種子粉衣，チウラム・ベノミル水和剤が20倍液10分間種子浸漬，イミノクタジン酢酸塩水和剤が250倍液10分間種子浸漬，銀水和剤が20倍液10分間種子浸漬とした。対照として，2014年産「サチホゴールデン」種子（健全種子）を用いた。2016年12月9日に種子消毒し，いちごパック（容量300 m*l*）に滅菌土を詰め，供試種子を播種し，ガラス温室内で管理した。試験規模は，1区当たり25粒播種，16反復とした。1月5日に出芽数，2月1日に発病株数を調査し，出芽率および発

表-4　オオムギ斑葉病に対する種子消毒剤の防除効果

薬剤名	処理方法	出芽率[a)]	発病茎率[a)]
トリフルミゾール水和剤	種子粉衣	71.3 a	0.0 a
チウラム・ベノミル水和剤	20 倍液 10 分間浸漬	90.8 a	0.0 a
イミノクタジン酢酸塩水和剤	250 倍液 10 分間浸漬	77.3 a	0.0 a
銀水和剤	20 倍液 10 分間浸漬	82.0 a	0.0 a
無処理	−	74.8 a	3.1 b

[a)] arcsin 変換後 Tukey 法で多重比較した．同一列の異符号間に有意差あり（$P < 0.05$）．

病株率を算出した。

供試区の発病茎率はいずれも 0%であり，無処理区（3.1%）と比較し有意に防除効果が認められた。なお，供試した種子消毒剤による出芽への影響は認められなかった（表-4）。

お　わ　り　に

播種期の早晩によって本病の発病程度に差が現れ，低温が本病の発病を助長すると報告されている（堀，1901；久田，1951）。しかし，気象条件に左右されない安定したオオムギ生産のためには，病原菌を植物体に感染させないことが重要である。本県のオオムギ採種栽培においては種子消毒剤による種子消毒が徹底されているが，一般栽培ではほとんど実施されていないのが現状である。本病発生地域においては，一般栽培圃場の発病株から採種圃場へ本病菌の分生子が飛散する可能性があることから，一般栽培においても種子消毒を実施することが求められる。本病の防除対策としては，種子消毒を徹底し本病の発生を阻止することで，本病菌の伝染環を断つことが重要である。

引　用　文　献

1）久田勝次郎（1951）: 日植病報 **15** : 156（講要）.
2）長谷川　優（1997）: 同上 **63** : 517（講要）.
3）堀　正太郎（1901）: 農事試験場報告 **18** : 13 ～ 15.
4）石黒　潔・小林　隆（1999）: 化学と生物 **37** : 433 ～ 434.
5）小川　隆（1930）: 日植病報 **2** : 284 ～ 285（講要）.
6）Taylor, E. J. A. et al.（2001）: Plant Pathol. **50** : 347 ～ 355.
7）栃木県農業環境指導センター（2017）: 平成 28 年植物防疫年報, http://www.jppn.ne.jp/tochigi/file/nenpou/H28/2-2-7).pdf
8）Yamaguchi, M. and M. Mutsunobu（2010）: Bull. Minamikyushu Univ. **40A** : 55 ～ 58.

発生予察情報・特殊報（29.10.1 ～ 10.31）

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。

■**カキ：黒星落葉病**（福岡県：初）10/2
■**ナス科植物：ナスミバエ**（鹿児島県：初）10/30
■**キウイフルーツ：かいよう病（Psa3 系統）**（熊本県：初）10/31
■**チャ：ヒサカキワタフキコナジラミ**（愛知県：初）10/31

日植防シンポジウムから

水稲の新しい移植法の展開

農研機構 農業技術革新工学研究センター 土地利用型システム研究領域 藤岡（ふじおか） 修（おさむ）

はじめに

私は農業機械の開発・改良研究に従事する一研究員であり，現在は水稲の移植・栽培管理に係る機械開発を担当している。機械（田植機）を主な対象としており，研究過程において試験資材として水稲苗の育苗を自ら行う機会も多い。その際，育苗過程ならびに本田移植後の病虫害対策として毎回，育苗箱施用剤のお世話になっている。しかし，昨今の新しい育苗法の考案・普及に伴い，この育苗箱施用剤の施用量が実態に即しているのか，漠然とした疑問を持ち続けてきた。今回，本年9月に開催された協会シンポジウムにおいて，本件に係る発表の場を提供していただき，薬剤については門外漢であるが，機械開発ならびに育苗を行う作業者からの視点で情報提供と問題提起を行わせていただいた。

I　水稲移植の現状と課題

若干古い資料の引用になるが，平成22年度食料・農業・農村白書（農林水産省，2011）に掲載された年齢別農業就業人口のグラフによると，農業従事者の平均年齢は2000年に61.1歳であったものが，2010年には65.8歳，最新のデータによると2016年には66.8歳に上がっている。一方，農業就業人口は2010年に260.6万人であったものが，2016年には192.2万人と急速に減少している。このように，日本の農業従事者は人口減と高齢化が同時，かつ急速に進行していることがわかる。

このことは農業経営構造の変化にも現れており，担い手農家（認定農業者）による農地面積に占める利用面積の割合が1995年は17.1％であったものが，2010年には49.1％とほぼ半分を占めるまでになっている（農林水産省，2013）。この間，農地面積は504万haから459万haと1割弱の減少であったことから，個々の担い手農家の耕作面積が増大しており，20ha以上耕作面積を持つ経営体の割合が1990年には16％であったが，2010年には32％に増加している（農林水産省，2013）。

一経営体当たりの耕作面積が増大することにより，農業機械，ここでは田植機に求められる要求も変化してきた。一つは高能率化であり，同じ時間でより広い面積を作業できる機械が要望されている。作業能率は，作業速度と作業幅の掛け算で決まることから，現状では作業速度は最速1.86 m/秒，作業幅は最大3 m（10条）に達している。また，使用機会が春作業に限られる田植機の多用途化も求められており，同時に複数の作業ができることが要望されている。現在では，植付けはもとより施肥，除草剤散布，殺虫・殺菌剤（育苗箱施用剤）散布，枕地整地（旋回時の轍ならし）の1台5役が一般化しつつある（図-1）。

田植え作業では，実際に植付けを行っている時間割合はおおむね7割程度であり，残りの3割は行程端での旋回，苗補給・苗継ぎに要している。これらのその他作業は田植えには不可欠であるが，能率（効率）向上のためには削減したい時間である。そのため，枕地旋回の自動化（作業者は操舵のみを行い，植付け部の昇降は自動で行われる）が一般化しつつあり，また，新しい移植法の考案により苗補給・苗継ぎの回数（必要苗量）を削減する試みが進んでいる。

なお，田植え作業の効率化については，田植機のロボット化という選択肢があり，SIP事業（内閣府戦略的イノベーション創造プログラム「次世代農林水産業創造技術」）で現在開発を進めている（農研機構，2017）が，このような超省力化体系においても同じ課題を持ち続けることになる。

II　水稲の新しい移植法

一経営体当たりの耕作面積が増大することで，育苗に要する時間，用地，資材の確保が課題となっている。これは，必要苗量（分子）は減らず，生産者数（分母）が減っていくためであり，必要苗量を減らす方法を検討する必要が生じている。

必要苗量を減らすためには二つのアプローチが考えられる。一つは圃場への植付け株数を減らすこと，もう一つは苗マット1枚当たりの掻き取り回数を増やすことである。前者は「疎植」，後者は「高密度播種苗」として現在普及が進みつつある。

Consideration about the Future Development on New Methods of Rice Seedlings Raising and Transplanting.　　By Osamu Fujioka

（キーワード：疎植，高密度播種苗，育苗箱施用剤，施用量）

※画像は(株)クボタのウェブサイトより引用
http://www.jnouki.kubota.co.jp/product/taueki/racwel_ep8d/work/index2.html

図-1　田植機の多用途化

1　疎植

疎植とは慣行より栽植密度を下げる移植方法である。水稲の条間は30 cmが一般的であり，栽植密度を下げるためには株間（植付け間隔）を広げることになる。条間と同じ30 cmまで株間を広げる試みもなされており，慣行を仮に株間16 cmとすると，必要苗量を約半分に削減することができる（図-2）。

田植機を用いて疎植を行うためには工夫が必要となる。作業速度を一定とすると，苗の掻き取り速さ（植付け爪の回転速度）を遅くすれば実現できるように思われるが，実際には植付け爪の土中への進入角度が浅くなり，かつ退出角度も浅くなる。これは植付け爪が一定速度（等速）で回転することに起因しており，このことにより植え穴が大きくなる，植え付けた苗を押し倒すといった弊害を生じる。前者は浮き苗，後者は埋没といった植付け不良の原因になるだけでなく，除草剤による薬害も招きかねない。そこで，植付け爪の回転を速めたり，遅くしたりする（不等速回転）機構が考案され，これにより植付け爪の土中への進入，退出時のみ増速され，植え穴を縮小でき，苗の植付姿勢も向上する。

余談になるが，私どもはこの不等速回転を植付け部に電動モータを装備することで実現する新しい技術開発にも取り組んでいる（農研機構，2013）。電動化により動力伝達系の簡素化，制御の自由度向上といった効果が得

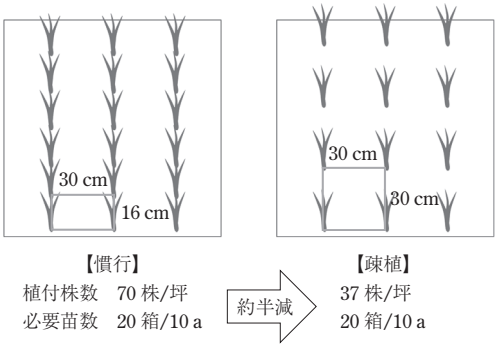


図-2　疎植の概要

られ，さらに，GPSに代表されるGNSS（衛星測位システム）と併用することにより，苗の植付け位置を自在に変えることができる。この技術を応用することにより，碁盤の目状に苗を植付けることができ，水田除草機を従来の縦方向だけではなく，縦横の十字方向に掛けることで大規模経営体における有機栽培が可能となる。また，植付け位置が記録されることにより，今後，スポット防除などの局所管理にも適用できると考える。

2　高密度播種苗

高密度播種苗とは，苗箱への播種量を慣行と比べ増量した苗を指す。慣行の播種量は各地で異なるものの，おおむね慣行の2～3倍程度（乾籾換算で250～300 g/箱）

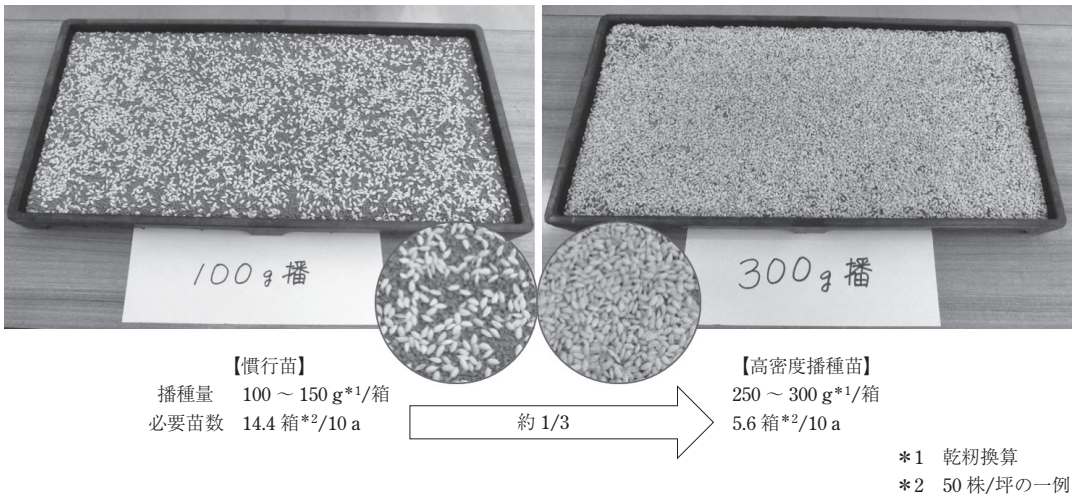


図-3　高密度播種苗の概要

が播種される。播種密度が高くなることで，田植機に積載する苗マット数を大幅に減らすことができ，苗補給・苗継ぎ作業に要する時間を削減できる（図-3）。

ただし，通常の田植え作業に高密度播種苗を供すると，1株当たりの苗本数が慣行の2～3倍になるだけである。1株当たりの苗本数を慣行と同様に揃えるためには，田植機の植付け爪を横幅の狭いものと交換し，また植付け部の苗載せ台下部に設けられた苗の掻き取り口を狭めることで，1回の動作で掻き取る苗マットの面積を小さくする必要がある。

なお，掻き取る苗マットの面積が小さくなることは，苗の地下部の重量比率が相対的に小さくなる。そのため，浮き苗や転び苗といった植付け不良が発生するおそれがある。これを解消するために，植付け部フロートの付近に圃場の表面硬度を検知するセンサを新たに設け，その硬軟によって植付け深さを自動調節する機能を持たせた田植機も開発され，市販されている（ヤンマー(株)，2017）。

Ⅲ　新しい移植法の今後の展開について

疎植，高密度播種苗のいずれも，必要苗量（苗マット数）の削減を可能とする画期的な移植法である。必要苗量の削減により，苗生産に要する時間，用地，資材を削減でき，一経営体当たりの耕作面積がさらに拡大した場合でも，対処できるようになると考える。また，一回の苗補給で連続稼動可能な面積が増えることは，苗の運搬，受渡しに従事する補助作業者の軽労化にもつながり，高齢化する現場にも受け入れられる技術であると考える。

多くの利点を持つ二つの移植法を組み合わせた「密播疎植」という取り組み事例も見られ，今後さらに普及が促進されると考える（井関農機(株)，2017）。

Ⅳ　育苗箱施用剤に係る問題提起

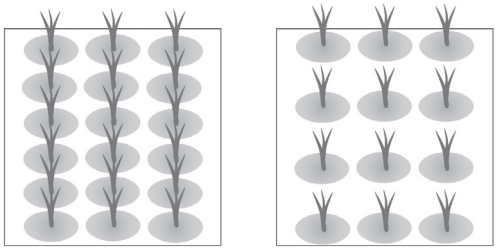
前述のように必要苗量を削減する取り組みが活発になる一方，懸念されることも生じている。その一つが育苗箱施用剤の施用量に係る問題である。

育苗箱施用剤は現在，1箱当たりの施用量が50 gと規定されている。これにより，10 a当たりに必要となる苗マット数は約20枚（箱）と言われてきたことから，50 g/箱×20箱/10 a＝1 kg/10 a，という施用量が想定されている。

例えば疎植の場合，苗マット1枚当たりの播種量は慣行と同じで，掻き取り量も同じであることから，1株当たりの薬剤施用量は慣行と同じになる。しかし，本田への植付け株数は慣行の約半分となるため，本田の面積当たりの投薬量は慣行の約半分に減少してしまうことになる（図-4）。

また，高密度播種苗の場合，苗マット1枚当たりの播種量が慣行の約2～3倍になるため，掻き取り量を慣行の約1/2～1/3に減らす必要がある。本田への植付け株数を慣行と同等した場合，本田の面積当たりの投薬量は1/2～1/3に減少してしまうことになる（図-5）。さらに，播種量を増やした分だけ育苗箱施用剤の施用量を増量すると，1株当たりの投薬量が2～3倍に増えてしまうことから，育苗段階で薬害が発生することが懸念される（図-6）。

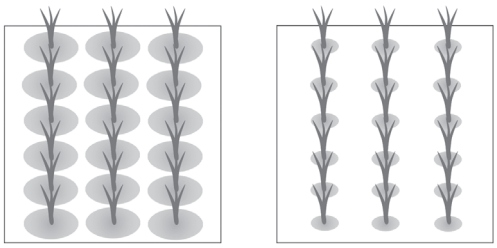
このように苗マット1枚当たりの播種量や本田への植



【慣行】
(50 g/箱)×(20 箱/10 a)
＝1 kg/10 a
≒1 kg 剤

【疎植】
(50 g/箱)×(10 箱/10 a)
＝0.5 kg/10 a（約 1/2）
☆一株当たりの薬量は
慣行と同等　OK？

図-4　育苗箱施用剤の投薬量（疎植の場合）



【慣行】
(50 g/箱)×(20 箱/10 a)
＝1 kg/10 a
≒1 kg 剤

【高密度播種苗】
(50 g/箱)×(7 箱/10 a)
＝0.35 kg/10 a（約 1/3）
☆一株当たりの薬量も
慣行の 1/3　NG？

図-5　育苗箱施用剤の投薬量（高密度播種苗の場合）

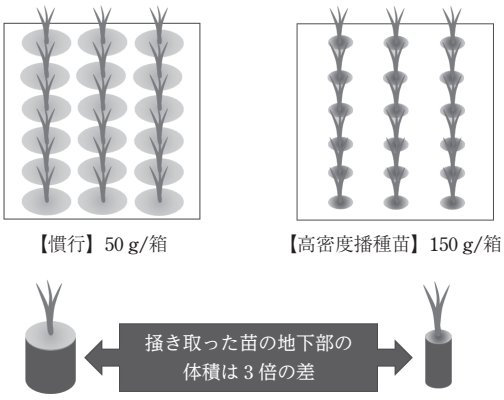


図-6　育苗箱施用剤の投薬量（高密度播種苗の場合）

付け株数が増減する中，苗箱 1 箱当たりの施用量を一定のままで規定することは現場の混乱を招くだけではなく，病虫害の発生予防を重視してきた現行の栽培管理体系にほころびを生じかねないと考える。

そのため，育苗箱施用剤は本田での面積当たり投薬量を一定にするという考えに揃え，例えば田植え同時処理を行う場合は，除草剤散布機のような速度連動式の繰出し装置で散布するか，湛水直播機用の土中施用機（(株)クボタ，2016）を田植機にも装着可能とする，といった改善方法の検討が必要と考える。

お　わ　り　に

水稲作では，機械化と薬剤施用による省力化が図られ，10 a 当たりの投下労働時間は 1960 年の 173.9 時間から，2010 年には 25.1 時間と約 1/7 に減少している。今後はさらなる労働時間の削減は難しいと考えるが，機械化と薬剤施用から得られる効果を最大化するためにはどのような技術の組合せが最適か，検討を深めていくことが重要と考える。

引　用　文　献

1）井関農機(株)（2017）: 密播疎植ガイド BOOK，https://www.iseki.co.jp/farmailand/soshoku/mippa_guide.pdf（最終閲覧日 2017 年 10 月 15 日）
2）(株)クボタ（2016）: 直播同時殺虫殺菌剤 土なかくん，https://www.youtube.com/watch?v=SbUFkQx5Aik（最終閲覧日 2017 年 10 月 15 日）
3）農研機構（2017）: 自動運転田植機を開発，https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/press/laboratory/iam/075850.html（最終閲覧日 2017 年 10 月 15 日）
4）農研機構（2013）: 動力伝達系を簡素化した電動の田植機植付部，https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/brain/2013/brain13_s03.html（最終閲覧日 2017 年 10 月 15 日）
5）農林水産省（2011）: 平成 22 年度食料・農業・農村白書，227.
6）農林水産省（2013）: 平成 24 年度食料・農業・農村白書，142.
7）ヤンマー(株)（2017）: https://www.yanmar.com/jp/agri/products/riceplanter/riceplanter/yr5d_yr6d_yr7d_yr8d/workability.html（最終閲覧日 2017 年 10 月 15 日）

日植防シンポジウムから

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) 研究開発本部 開発部　杉　井　信　次（すぎ　い　しん　じ）

はじめに

日本植物防疫協会の新農薬実用化試験において，現在は茎葉散布処理試験では散布水量が明記されるようになっているが，以前は「十分量」という記載が一般的であった。何をもって十分量と見なすのかは明瞭ではないが，これまで培われてきた薬剤散布方法がその基盤になっていたものと思われる。一方，海外では以前から高濃度少水量散布がベースになっている。特に，ヨーロッパの自然環境は，非常に長期に渡り強い人為的影響のもとに創造されてきた（スプレイグ，2007）。そのような歴史的背景と気象条件から，水資源自体が貴重であるため，必然的に少水量散布に向かわざるを得なかったのかもしれない。過去にも海外との散布技術の違いが取り上げられ，日本への適用も試みられたが，大きな進展は見られなかった（宮原，2005 a；2005 b）。その一方で，日本でも北海道の畑作病害虫防除を中心に，高濃度少水量散布に対応できる技術も既に一部定着はしている。また，全国的に水田などの規模拡大が進む中，今後は本州各地でも少水量散布の普及拡大が期待されている（宮原，2017）。

近年，日本農業が置かれている就労者の高齢化，海外からの輸入品との競争激化に対して，より規模拡大することによる省力化・効率化の推進，食料品輸出の増大が政策課題になっている。今後，圃場面積の規模拡大が図られると，自ずと防除体系・方法も異なってくることは予想される。将来に向けた防除技術の検討に際して，海外での防除技術の実態を改めて理解し，国内への技術導入およびガイドラインの調整を図ることにより，将来の散布技術開発に寄与できる点もあるのではないかと考え，海外散布事情を紹介し，今後の取り組み姿勢についても提案したい。

I　国内散布事情の特徴

農業生産現場の薬剤散布では，高水量散布や高圧散布は植物体への高い浸達性につながり，隅々まで完璧に散布することが重要で，散布後の見た感じが大切といった意見がよく聞かれる。現行の低濃度多水量散布は，日本人の生真面目さにフィットした方法で，生産現場に定着した技術になっているものと思われる。

農薬は，政府によって厳密にその製品ラベルの記載通りに使用することが指導されている。その日本での標準散布水量を海外での標準散布水量と比較した（表−1）。いずれにおいても植物体の生育段階に応じた必要散布量幅が設定されている。また，海外では薬剤がかかり難い作型，例えば野菜の果菜類には，葉菜類よりも約2倍の散布水量が設定されている。しかし，日本の散布水量は，明らかに海外よりも高水量で規定されている。穀類で約4倍，ダイズでは約15倍にもなる。

農薬はその施用により，病害虫および雑草防除することで，生産物の収量と品質を確保するために使用される。では，同一製剤で有効成分投下量を同量に設定し，その散布水量を違えた場合に，その効果に大差を生じるのであろうか。もちろんその有効成分の性質によりその傾向は異なってくるものと思われるが，既に畑作用を中心にいくつかの薬剤では，その同等性が確認され，通常量（1,000 ～ 2,000 *l*/ha）と少水量（250 *l*/ha）で登録が認可されている。なお，同じ処理面積を少水量で均一に散布するためには，それに合致した技術の適用が求められるがその詳細については次章で述べる。

また，海外では，農薬の使用量を ga.i.（active ingredient）/ha の単位面積当たりの有効成分投下量で規定している。本規定を適用していないのは，日本・韓国・台湾のみである。本規定の適用の有無が，今後海外でのガイドラインを参照する都度，論点になり，農産物の輸出拡大を行う場合の足かせの一つになる可能性もある。多国籍企業である弊社の場合，環境負荷および作業者安全の観点より年間使用基準値 ga.i./ha/年の社内規定を設定される場合がある。日本の適用表で記載される散布水量は，海外と比較して高水量であるため，社内において散布回数の制限を求められるケースがある。仮に，A剤（5%）で，海外での年間使用基準値が500 ga.i./ha/年と設定された場合，日本での登録条件1,000倍でリンゴ（最大水量7,000 *l*/ha）に散布したとすると，一回の散布投

Global Pesticide Application Situation and the Challenges to Harmonize to Japanese Application Methods.　By Shinji Sugii
（キーワード：茎葉散布，散布の質，散布水量）

表-1　散布水量の比較

作物群	作物	日本の標準散布量（*l*/ha）	海外の標準散布量（*l*/ha）
穀類	穀類	600 ～ 1,500	100 ～ 400
コーン	コーン	1,000 ～ 3,000	200 ～ 400
種々畑作物	アブラナ	1,000 ～ 3,000	200 ～ 500
	シュガービート	1,000 ～ 3,000	200 ～ 400
ダイズ	ダイズ	1,000 ～ 3,000	80 ～ 200
スペシャリティー	カンキツ類	2,000 ～ 7,000	500 ～ 1,500
	ブドウ	2,000 ～ 7,000	50 ～ 400
	核果類	2,000 ～ 7,000	100 ～ 1,000
	ポテト	1,000 ～ 3,000	200 ～ 500
野菜	葉菜類	1,000 ～ 3,000	200 ～ 800
	果菜類	1,000 ～ 3,000	100 ～ 1,500

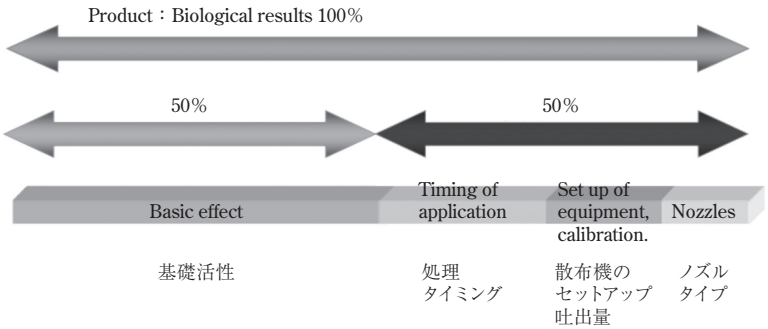


図-1　薬剤散布の質に影響する要因

下薬量が 350 ga.i./ha となり，日本では年間 1 回のみの使用に限定されることになる。三好（2007）が，カンキツ病害に対する効果判定試験における薬剤散布量と実際の生産農家での実績との差違について同様の指摘をしている。生産現場としては，生育時期に応じた効果的で安全な有効成分投下量が規定されるべきであり，海外と比べて高散布水量で示されている適用表は，持続的な農業，環境への影響も勘案すれば，考え直す時期にきているのではないだろうか。

II　最適な薬剤散布水量および方法の考え方

海外では，薬剤散布の「質」の考え方として，薬剤の性能が 100％発揮される場合に，その 50％は有効成分そのものの基礎活性，残り 50％は，散布タイミング，適切にセットアップされた散布機の状態，および最適なノズル選定によるとしている（図-1）。適切でない散布を行った場合の影響としては，不十分な防除効果，散布者への化合物曝露，ドリフトによる近隣被害，環境負荷増大，作残残留リスク増大，薬害増強，および生産者利益減をもたらす。日本でも，ドリフト問題については，2006 年のポジティブリスト導入後は，その回避に向けた研究（宮原，2005 a；2005 b）が精力的に行われた。

改めて散布の質に影響する主要因を整理すると，①散布タイミング（作物の形状・生育ステージ，標的病害虫とそのステージ），②散布方法の選択，③化合物の性能（剤型，作用機作，浸透移行性の有無，製剤処方，作用性），④化合物の希釈濃度，混用相手と展着剤，⑤天候（風速，気温，湿度，降水量），⑥散布機選定とその取り扱い方法，⑦散布水量，散布カバーレッジ，⑧安全性への配慮（散布者被曝，環境負荷）が挙げられる。

上記の中でも，散布時の作物の形状および標的病害虫の発生状況から判断した散布タイミングの確定がより重要であることは明らかである。散布タイミングが確定すれば，散布方法を確定することになる。臨機防除の場合は，茎葉散布で対応することが多いが，準備した化合物の諸性質，特に薬剤の作用性タイミング（予防的作用か，治療的作用か）と，接触型薬剤なのか浸透移行型薬剤かによって，散布水滴の大きさ，散布カバーレッジ程度に配慮が必要になる。接触型の有効成分の場合には，散布部位以外への有効成分の移行が期待できないため，細か

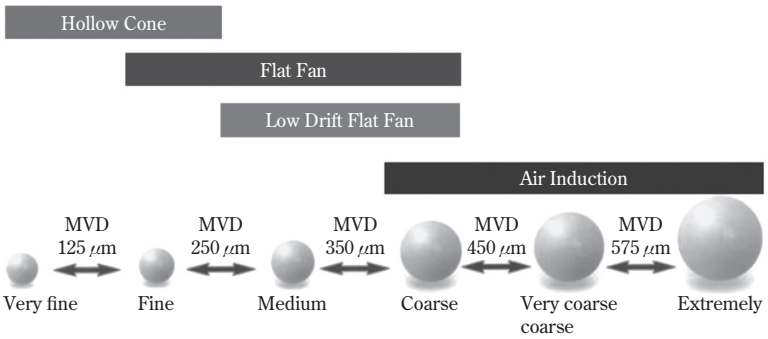


図-2　ノズルタイプと吐出水滴の大きさ

ら中程度の水滴をできるだけ均一に散布する必要がある。一方，有効成分の移行が期待できる場合には，中程度のカバーレッジでも効果は担保されると考えられる。また，辻（2005）は，農薬製剤とは通常有効成分を適当な希釈剤で希釈し，散布しやすい形に加工したものと規定しているが，製品によっては，水溶性が容易でない場合もあり，注意が必要である。さらに，他の薬剤を混用する場合には，それにより薬害発生が助長されたり，アンタゴニズムで効果が減じたり，環境負荷が増強したり，製剤が結晶化してしまう場合もあるため，注意しなければならない。

散布薬剤を対象作物に適切に付着させるための関連要因としては，散布機の選定とその調整，散布水量の調整，および使用するノズルタイプの選定が鍵になる。散布機選定基準としては，適切な散布水量とその水滴サイズに合わせた吐出量を基準にして選定する。このとき，均一な散布を図るとともに滴り落ちるほどの散布と周囲へのドリフトは避けるように注意しなければならない。特に，果樹に過剰量散布すると，その果皮に薬斑を引き起こす場合があるため，避けるべきである。海外ではその用途に応じて，単位流量ごとに色分けされた多種のノズルの種類が用意されており，吐出される水滴の大きさは，フォロコーン＜フラットファン＜ロードリフトフラットファン＜エアーインダクションの順に大きくなる（図-2）。ただ，これらのノズルは海外での低圧散布に対応しているため，日本での高圧散布に即応できるかどうかは確認が必要である。

III　今後の農薬散布技術を考える

昨今の日本農業を取り巻く変化の中で，海外での状況も見据えたうえで，量的および質的安定生産のために，より省力的で効率的な病害虫防除方法の確立が求められている。解決すべき課題としては，①大規模営農への対応，②難防除病害虫への対応，③農産物輸出促進（ガイドライン）対応，④さらなる安全面への配慮（食の安全，環境負荷低減，作業者曝露回避），⑤薬剤抵抗性発達回避，⑥使用可能な農薬数の漸減への対応等が挙げられる。

図-3　インファローアプリケーター搭載トラクター

これまでも少水量散布技術をはじめ，海外からの新たな散布技術の導入も検討されてきた。最近では，弊社も機械メーカーとタイアップして，ジャガイモの土壌病害防除用インファローアプリケーションの普及を開始した（図-3）。本技術は，英国などでは既に収穫物の外観を重視する生食用ジャガイモ栽培で普及している散布技術で，種イモの植付時に，種イモ周囲の土壌に少水量散布技術（200 *l*/ha）で土壌消毒する新たな技術である。種イモ周囲の土壌を消毒するとともに，伸長した根域を通して浸透移行し，ジャガイモ植物体全体を保護すると考えられる。ポテトプランターに装着された，前方噴射ノズルで植え溝に薬剤処理し，後方噴射ノズルで左右寄せ土合流部に薬剤処理する。対象になる病害は，黒あざ病（*Thanatephorus cucumeris*）と，銀か病（*Helminthosporium solani*）である。黒あざ病は，土壌由来で幼茎やストロンを侵し，減収したり，緑化いもが増え，品質低下につながる。銀か病は，主に貯蔵中に発病し，ポテトチップスに加工すると褐変などの品質低下を引き起こす。本処

理は，これらの病害から塊茎を守り，収量増および品質の向上に貢献する。本散布技術の普及促進には，本処理方法で対応できる登録薬剤をより充実させていく必要がある。

上記以外にも，海外でも日本と同様に，生産性の向上を目指した散布技術の研究が継続されている。その研究ターゲットとしては，①より少水量散布の可能性の追求（30 *l*/ha），②散布速度加速（30 km/h），③ IT 技術を駆使した精密散布技術（自動ブーム高コントロール，自動操縦機能，自動ブーム防除対象認識コントロール，処理濃度調整機能），④ドローンや無人ヘリでの薬剤散布等が挙げられる。

お　わ　り　に

日本の農業においても，閉塞感を感じる現状を打破するには，「イノベーション」が必須であるとよく言われる。しかし，Drucker（2001）は「イノベーションをイノベーションたらしめるものは，科学や技術そのものではない。経済や社会にもたらす変化である。」と述べている。日本農業の維持・発展を考える際にも，それを支える病害虫防除分野でも，農業生産者，フードチェーン，指導・管理機関および防除関連メーカー，一般消費者の相関の中で，それぞれの立場でマーケットインの発想で課題に向き合い，相互協力する中で，新たな価値を見いだせるかもしれない。農薬メーカーは新規有効成分の創出だけでなく，その製品の適切な散布技術も併せて提供できるようにするためには，農業機械メーカーとの共同研究開発がさらに求められるかもしれない。栽培環境が大きく異なる中で，安易に上述した海外の薬剤施用法に合致させることだけが，最終目標とはなり得ない。ただ，これまで培ってきた日本の薬剤施用法には，海外での事例も参考にしつつ，まだ改善できる余地があるのではないだろうか。既に，将来の農業生産体系を見据えた散布方法の改善を目指した研究も実施されている。静岡県の傾斜カンキツ園地での無人ヘリを活用した病害虫防除（増井ら，2016；増井・土田，2017）や鹿児島県の天敵温存型の茶防除装置の開発（瀬戸口ら，2016）がその好例である。

一方，病害虫防除の指導・管理機関は，現在も農薬登録制度のグローバルスタンダードとの調和を進めているが，海外での薬剤散布事情へのさらなる理解が，より適切な対応への助けになるかもしれない。

園芸農業の先進国であるオランダでは，農家は他の農家をライバルとは思っていないというオランダ経済省農業担当者のコメントが新聞に掲載されたが，タテ型社会の日本（中根，1967）と言われる中で，将来のイノベーティブな成果を導く鍵は，各関係機関のヨコの協力体制構築であるかもしれない。薬剤抵抗性管理啓蒙活動（ローテーション防除の推進）においても実感したが，一個人，一メーカーだけの活動では現状に変化を起こすことは困難であったが，メーカー間の連携により少しずつではあるが協力推進活動が進みつつある。将来の農業生産者のための，安全でより効率的な薬剤散布技術の研究においても，各試験研究機関および防除関連メーカー間の連携がより重要になるに違いない。

最後に，海外の散布事情に関する情報は，Syngenta Global Application Technology の Graham Sanderson と Ronald Wohlhauser の資料に基づいている。その引用の承諾に心から感謝する。

引　用　文　献

1）デイビット・スプレイグ（2007）: 植物防疫 **61** : 611 ～ 615.
2）Drucker, P. F.（2001）: マネジメント　基本と原則，ダイヤモンド社，東京，266 pp.
3）増井伸一ら（2016）: 第 21 回農林害虫防除研究会山梨大会講演要旨 : 8.
4）————・土田祐大（2017）: 第 22 回農林害虫防除研究会岩手大会講演要旨 : 14.
5）宮原佳彦（2005 a）: 今月の農業 **8** : 71 ～ 75.
6）————（2005 b）: 同上 **11** : 72 ～ 75.
7）————（2017）: 植物防疫 **71** : 688 ～ 692.
8）三好孝典（2007）: 同上 **61** : 511 ～ 514.
9）中根千枝（1967）: タテ社会の人間関係，講談社現代新書，東京，24 pp.
10）瀬戸口和樹ら（2016）: 九州病害虫研究会報 **62** : 148.
11）辻　孝三（2005）: 今月の農業 **4** : 68 ～ 77.

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頂きます。

（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

○シンポジウム「植物防疫をどう教えるか」

日　　時：平成30年1月16日（火）10:00～17:30
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
主　　催：一般社団法人 日本植物防疫協会
開催趣旨：農薬に対する市民の理解促進のみならず，植物防疫に携わる人材の育成をどう進めるかは，かねてより関係者の大きな課題となっている。我が国農業の転換期にあって，植物防疫の果たす役割に関心が高まる中，生産資材としての農薬に対する一層の理解促進はもとより，生産現場の期待に応えていくための人材育成が，今後益々重要になってくると考えられる。この課題を解決するためには，指導者が抱える問題点や各方面での取り組みの現状を共有し，目標に応じた教育・研修のあり方や的確な情報発信のあり方を考えるとともに，関係者の一層の連携について検討していく必要があると考えられる。このため，本シンポジウムでは，これらの現状について紹介し今後のあり方を考える。

プログラム

1）地域の指導機関が直面している課題と対応の現状
岐阜県農業技術センター　天野昭子氏
2）農薬に対する正しい知識の普及と理解促進に向けた活動状況　農薬工業会　廣岡　卓氏
3）大学における植物防疫教育の現状と課題
島根大学生物資源科学部　巣山弘介氏
4）地域現場が直面している人材育成の課題と対応の実態
宮城県亘理農業改良普及センター　伊藤博祐氏
5）植物防疫研修に係る課題と実践的なプログラムの構築
一般社団法人日本植物防疫協会　曽根信三郎氏
6）農薬販売業者のスキルアップのための取り組み
全国農薬協同組合
7）総合討論

申し込み：FAXで下記へお申し込み下さい。
一般社団法人日本植物防疫協会　支援事業部
FAX：03-5980-6753
詳　細：http://www.jppa.or.jp/symposium/index.html

主 な 次 号 予 告

次号30年1号に予定されている掲載記事は次のとおりです。

植　物　防　疫
平成29年
12　月　号
（毎月1回1日発行）

第71巻　平成29年11月25日印刷
第12号　平成29年12月1日発行
（通算852号）

定価947円
本体877円

平成30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）

編集発行人　上路　雅子
印　刷　所　三　美　印　刷　㈱
東京都荒川区西日暮里5-9-8

――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

「植物防疫」 第 71 巻
月別 総目次

2017 年(平成 29 年)1 ～ 12 月号

1 月号

2 月号

3 月号

4 月号

5 月号

6 月号

7 月号

8 月号

9 月号

10 月号

11 月号

12 月号

「植物防疫」 第 71 巻
項目別 総目次

2017 年(平成 29 年)1 ～ 12 月号

(掲載月)-総頁

植物防疫行政

病害虫全般

病　　害

虫　　害

農　　薬

シンポジウム

そ　の　他

書　評

挨　拶

エッセイ

日本植物防疫協会シンポジウムの開催案内

「植物防疫をどう教えるか」

日　時：平成30年1月16日（火）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：農薬に対する市民の理解促進のみならず，植物防疫に携わる人材の育成をどう進めるかは，かねてより関係者の大きな課題となっている。我が国農業の転換期にあって，植物防疫の果たす役割に関心が高まる中，生産資材としての農薬に対する一層の理解促進はもとより，生産現場の期待に応えていくための人材育成が，今後益々重要になってくると考えられる。この課題を解決するためには，指導者が抱える問題点や各方面での取り組みの現状を共有し，目標に応じた教育・研修のあり方や的確な情報発信のあり方を考えるとともに，関係者の一層の連携について検討していく必要があると考えられる。このため，本シンポジウムでは，これらの現状について紹介し今後のあり方を考える。

参加費：無料

プログラム：

・地域の指導機関が直面している課題と対応の現状
岐阜県農業技術センター　天野昭子氏

・農薬に対する正しい知識の普及と理解促進に向けた活動状況
農薬工業会　廣岡　卓氏

・大学における植物防疫教育の現状と課題
島根大学生物資源科学部　巣山弘介氏

・地域現場が直面している人材育成の課題と対応の実態
宮城県亘理農業改良普及センター　伊藤博祐氏

・植物防疫研修に係る課題と実践的なプログラムの構築
一般社団法人日本植物防疫協会　曽根信三郎氏

・農薬販売業者のスキルアップのための取り組み
全国農薬協同組合

・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.jppa.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®
フロアブル

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せは
農業化学品事業部 03-3296-8141

〒101-0054 東京都千代田区神田錦町3-7-1
http://www.nissan-agro.net/

雑　誌　04497-12

4910044971272
00877