

アカヒゲホソミドリカスミカメの発生生態の解明と減農薬防除技術の確立に関する研究

新山 徳光¹⁾

キーワード：アカヒゲホソミドリカスミカメ、減農薬、発生生態、斑点米、防除

| 目 次 | |
|--|-----|
| 1 緒言 | 147 |
| 2 秋田県におけるアカヒゲホソミドリカスミカメの発生実態と水田内増殖機構の解明 | 149 |
| 2-1 抄録 | 149 |
| 2-2 1999 年におけるカメムシ類の発生と斑点米被害の実態 | 149 |
| 2-3 アカヒゲホソミドリカスミカメの発生消長と水田増殖要因 | 155 |
| 3 主要薬剤における減農薬防除の研究 | |
| 3-1 抄録 | 157 |
| 3-2 主要薬剤に対する感受性 | 158 |
| 3-3 主要薬剤の散布適期に関する試験 | 160 |
| 4 新しい減農薬防除技術に関する研究 | 162 |
| 4-1 抄録 | 162 |
| 4-2 新規ネオニコチノイド系薬剤（茎葉散布剤）による 1 回散布防除技術の開発 | 163 |
| 4-3 新規ネオニコチノイド系薬剤（茎葉散布剤）による減農薬防除の現地実証 | 165 |
| 4-4 粒剤による新しい防除技術の開発 | 167 |
| 4-5 発生源対策による新しい防除技術の開発 | 169 |
| 5 総合考察 | 172 |
| 6 謝辞 | 175 |
| 引用文献 | 176 |
| Abstract | 178 |

1 緒 言

秋田県の農業産出額に占める米の割合は 59% (2004 年度) で、米生産は重要な産業として位置づけられている。このため、高品質・良食味米は「売れる米」に欠かせない条件となっており、米の品質を損なう斑点米の多発生は米生産者にとって大きな問題である。斑点米とはカメムシ類によって籾が吸汁されることにより、玄米が部分的または全面的に着色したものをいい、着色粒の混入限度は 1 等米で 0.1%、2 等米で 0.3% と非常に厳しい基準となっている。1 等米から 2 等米への格下げは玄米 60kg 当たり 1,000 円程度の収入減となるため、斑点米による落等は稲作経営に大きな影響を与える。

生産者はカメムシ類の発生源となる畦畔・農道や休耕田の雑草管理、本田への複数回の薬剤散布により斑点米被害を抑える努力をしている。しかし、近年の米をめぐる産地間競争は激しく、高品質・良食味を維持するとともに、環境保全型農業の推進と食の安全、低コスト・軽労化が求められている。このような付加価値の高い米生産を推進するためには、現状よりも薬剤

の散布回数を削減した防除体系が必要となっている。

斑点米は、古くは北海道で 1918 年頃から認められ、病原菌によるものと考えられていた。カメムシ類による斑点米被害としての記録は、高橋 (1948) が報告したのが最初とされている (林 1997)。1950 年代に岐阜県や宮崎県で被害が報告され、1970 年以後多くの県で問題となるに至った (岩田ら 1976)。その原因として、水稻栽培の早期化により出穂期が早まったこと、畦畔雑草の刈り取りの不徹底と休耕田や牧草地の増加、BHC や EPN など残効性の高い農薬が使用されなくなったこと、殺虫剤そのものの散布回数の減少などが挙げられている。この背景には米の生産調整が始まり、量から質への転換といった国の政策が挙げられる。1999 年以降は、全国的に斑点米カメムシ類の発生が多くなり、深刻な問題となっている。

秋田県では 1974 年に斑点米の多発生があり、これを受けて 1976 年に初めて全県的に斑点米カメムシ類に関する発生種の調査が行われた。当時の調査で発生が多かった主要種は、オオトゲシラホシカメムシ *Eysarcoris lewisi* (Distant)、トゲカメムシ *Carbula*

※本論文は東北大学大学院農学研究科審査学位論文 (博士) を一部加筆修正したものである

¹⁾ 秋田県農林水産技術センター農業試験場、現 秋田県病害虫防除所

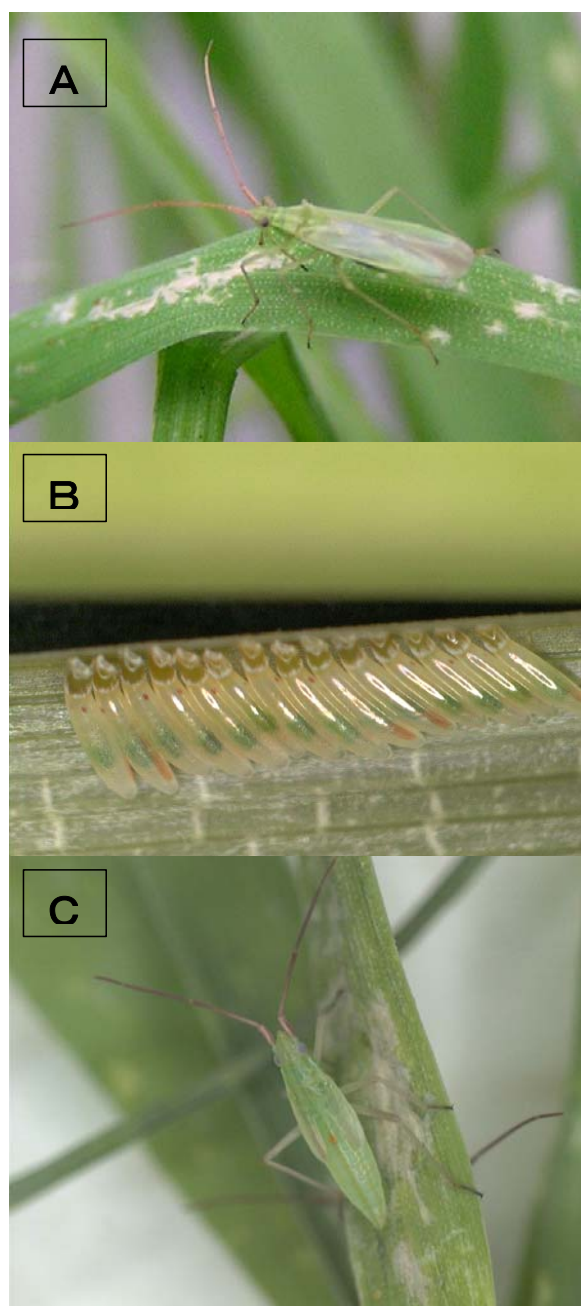
humerigera (Uhler)、ブチヒゲカメムシ *Dolycoris baccarum* (Linnaeus)、コバネヒョウタンナガカメムシ *Togo hemipterus* (Scott)、アカヒゲホソミドリカスミカメ *Trigonotylus caelestialium* (Kirkaldy) (第1-1図)の5種であった。1980年代の発生種調査では、新たにホソハリカメムシ *Cletus punctiger* (Dallas)とアカスジカスミカメ *Stenotus rubrovittatus* (Matsumura)が確認された。主要種は多くの圃場で発生が認められたオオトゲシラホシカメムシ、コバネヒョウタンナガカメムシ、アカヒゲホソミドリカスミカメの3種であった。

斑点米カメムシ類は、斑点米を引き起こすカメムシ類の総称で地域や県によって発生種や主要種が異なる。現在、斑点米の原因種として9科65種が挙げられているが(安永ら1993)、防除対象となるのは10種に満たない。各地域の主要種は、北海道、東北、北陸ではアカヒゲホソミドリカスミカメ、東北太平洋側や中国近畿地方ではアカスジカスミカメ、東北南部以南ではクモヘリカメムシ *Leptocorisa chinensis* Dallasやホソハリカメムシ、九州南部や四国南部、和歌山県ではミナミアオカメムシ *Nezara viridula* (Linnaeus)である(菊地ら2005)。

アカヒゲホソミドリカスミカメは、半翅目異翅亜目カスミカメムシ科に属する小型のカメムシで、全北区に広く分布し、わが国でもほぼ全域にわたって生息している。イネ科作物を加害する重要種としての報告例が多く、日本では1970年代から80年代までは北海道でのみ斑点米の原因種として重要視されてきた。しかし、近年は東北や北陸地方においても発生量が急増し、同地域における斑点米カメムシ類の主要種となっている。

国内におけるアカヒゲホソミドリカスミカメに関する研究は、奥山・井上(1972)が北海道における黒蝕米の発生原因が本種の刺傷に起因することを報告して以来、北海道立農業試験場で精力的に研究が進められた。その結果、本種の発育零点と有効積算温度(奥山1974b;奥山・井上1975)、繁殖能力(奥山1974;奥山・井上1975)、発生消長(奥山1974a)、加害時期と斑点米の斑紋位置との関係(奥山・井上1974)、有効薬剤(井上1974;1975)、休眠卵の誘起および覚醒条件(奥山1982)、発生予測(八谷1999)、すくい取り効率(八谷1984)、要防除水準(八谷1985)、簡易飼育法(柿崎1997)、雄成虫の雌成虫に対する誘引現象(Kakizaki and Sugie 1997)、性フェロモンの同定(Kakizaki and Sugie 2001)などの多くの報告がされた。本種の北海道における発生は、卵態で越冬し年3世代を経過する(奥山1974)。第1回目に現れる越冬世代成虫の発生盛期は7月上旬となり、この時期の成虫はわずかに水田に飛来するが、その後の幼虫発生はみられない。第2回目に現れる第1世代成虫は7月下

旬～8月上旬に発生盛期となりイネの出穂期と重なるため、水田に多数飛来し、イネを加害し産卵を行う。第3回目に現れる第2世代成虫は8月下旬～9月に水田内や畦畔などで発生する(八谷1999)。発生量が多いため、出穂期を起点として約7日間隔に3～4回、有機リン剤や合成ピレスロイド剤などでの薬剤散布を防除の基本としている(橋本1988)。このように、本種の生態や防除方法については一応の解決がなされ、秋田県でも先に述べた主要3種を対象として、これに準じた対策がとられていた。しかし、実際には1999年に起こった斑点米被害を未然に防ぐこ



第1-1図 アカヒゲホソミドリカスミカメ
(A:成虫、B:卵塊、C:幼虫)

とができなかったことから、第一に秋田県におけるカメムシ類の発生と斑点米被害の実態を明らかにし、防除上の問題点を抽出する必要があると考えられた。さらに、抽出された問題点を検討し、斑点米カメムシ対策を早急に確立することが重要と考えられた。

本研究は、秋田県における斑点米カメムシ類、特にアカヒゲホソミドリカスミカメの発生生態を解明するとともに、斑点米の発生に関与するさまざまな要因を調査しながら、斑点米被害を軽減し、かつ減農薬栽培が可能となる防除技術の確立を目的として行った。このような防除技術の普及は、生産者にとっては低コスト化や省力化が図られ、消費者が求める安全・安心な農産物の提供に結びつくと考えられる。

2 秋田県におけるアカヒゲホソミドリカスミカメの発生実態と水田内増殖機構の解明

2-1 抄録

1999年に行った現地圃場の農道・畦畔や水田内のすくい取り調査では、5科14種のカメムシ類が捕獲された。これまで主要種とされてきたオオトゲシラホシカメムシが農道・畦畔において比較的多く捕獲されたが、コバネヒョウタンナガカメムシは少なかった。これら2種は斑点米被害に直接結びつくと考えられる水田内での発生はきわめて少なかった。これらと比較してアカヒゲホソミドリカスミカメは、農道・畦畔および水田内における捕獲個体数の大部分を占めたことから、本種が斑点米の原因となる主要種であることが明らかになった。

現地圃場および巡回圃場調査における斑点米は、玄米の登熟が進んだ時期に加害された場合にできる側部斑点米がきわめて多かった。このことから、側部斑点米の発生を少なくすることが重要であることが示唆された。

県内全域で斑点米被害の発生が高かった1999年は、8月の平均気温が高く、7月の予察灯におけるアカヒゲホソミドリカスミカメの誘殺数が多い特徴があったものの、重回帰分析の結果から割れ籾の発生率が高かったことが最も大きな要因と考えられた。割れ籾の発生程度は同じ条件で栽培された品種間で違いがあり、また同一品種でも水田内に分布の偏りが見られた。どちらの場合も割れ籾と斑点米の発生程度との間には強い相関が見られた。これは本種が固い籾殻を通して吸汁することが困難で、籾の開穎部分から加害する特性に起因すると考えられた。また、斑点米被害の多発生には水田内における本種の幼虫発生、すなわち幼虫増殖による登熟後半の密度増加などの要因も関わっていると考えられた。

イネ科雑草地のすくい取り調査によって、本県におけるアカヒゲホソミドリカスミカメの発生は年4回で

あることが明らかとなった。すくい取り調査の結果と有効積算温度により、各世代成虫の発生盛期を予測した結果、越冬世代が6月中旬、第1世代が7月中旬、第2世代が8月中旬、第3世代が9月下旬～10月上旬であることが示された。

水田内の発生消長調査では、出穂期数日後から14日後に成虫の発生盛期が見られ、その後、成虫の発生はほとんど認められなかった。幼虫は出穂期20日後過ぎから見られ、出穂期30日後頃に発生盛期となった。

ポット栽培したイネに若齢幼虫を放飼し、割れ籾の発生率と幼虫の生存率の関係をみたところ、割れ籾の発生率が高い「あきたこまち」は幼虫の生存率が高く、その結果として斑点米、特に側部斑点米の発生量が多くなることが示唆された。これらのことから、出穂期後に水田内に侵入した成虫はイネの葉鞘部に産卵し、孵化幼虫はイネの茎葉部や割れ籾の発生した籾を吸汁しながら成育することにより、斑点米が形成されると考えられた。

2-2 1999年におけるカメムシ類の発生と斑点米被害の実態

緒言

秋田県における1999年産うるち米の作柄は作況指数102のやや良であったが、1等米比率は48.5%（2000年1月31日現在）であった。1978年に等級整理されて以降、不稔型冷害によって著しく作況指数ともに低下した1981年に次ぐ低い1等米比率となった。落等原因の4割強、対検査数量比では約23%（例年0.3～3.8%）が、カメムシ類の加害により発生する斑点米が原因であった。この被害量は東北地方の中でも群を抜いており、なぜこのような大きな被害となったかを明らかにすることは今後の防除対策を考える上で非常に重要である。

そこで、本章では甚大な被害を被った1999年のカメムシ類、特にアカヒゲホソミドリカスミカメの発生実態および斑点米被害の特徴を明らかにし、防除技術開発のための基礎的知見を得ることを目的とした。

材料および方法

(1) 現地圃場におけるカメムシ類の発生種および発生推移調査

調査は1999年に秋田県南部の横手市金沢、同市黒川、大雄村新町（現横手市大雄新町）の水田で行った。6月上旬～9月中旬に7～10日の間隔で、農道・畦畔および水田内において捕虫網（径36cm、柄長90cm）を用いたすくい取り調査（20回振り）を行い、種類別に個体数を記録した。さらに、横手市金沢では農道・畦畔において、地表面の雑草をかき分けて種類別に

個体数を調査した。調査は7月下旬～8月中旬に3回
行い、1回につき50×50cmの枠内を5カ所調査した。
すくい取り調査圃場の殺虫剤による防除概要は第2-1
表のとおりである。

第2-1表 調査圃場の防除概要

| 調査地点 | 散布日 | 防除薬剤名(散布方法) |
|-------|-------|----------------------|
| 横手市金沢 | 8月7日 | シラフルオフェンDF(航空散布) |
| | 8月11日 | シラフルオフェン粉剤DL(地上散布) |
| 横手市黒川 | 8月7日 | シラフルオフェンDF(航空散布) |
| | 8月20日 | シラフルオフェン粉剤DL(地上散布) |
| 大雄村新町 | 7月25日 | エトフェンプロックス粉剤DL(地上散布) |
| | 8月5日 | シラフルオフェンDF(航空散布) |
| | 8月10日 | シラフルオフェン粉剤DL(地上散布) |
| | 8月15日 | エトフェンプロックス粉剤DL(地上散布) |

(2) 斑点米の特徴

すくい取り調査を行った3地点の圃場において、収
穫期の9月17日に各水田の中央部から任意に10穂を
抜き取り、斑点の発生部位によって第2-1図のように
頂部、側部、他に分類した。比較として農業試験場内
(秋田市仁井田)の無防除圃場の10カ所から1カ所10
株を9月16日に刈り取り、その中から1カ所20穂、
計200穂を任意に選び、同様に斑点米を類別した。

また、秋田県病害虫防除所が巡回圃場調査で県内の
116地点の水田から採集した玄米(1地点当たり30穂)
の斑点米を種類別に集計し、特徴を解析した。



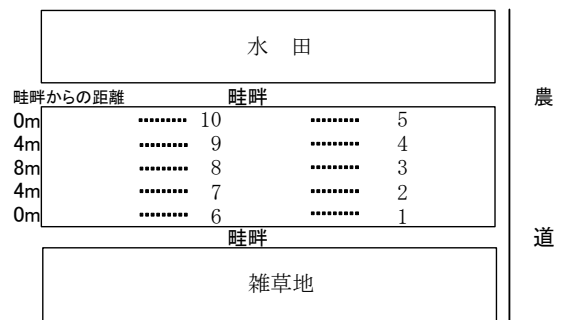
第2-1図 斑点米の分類

(3) 秋田県の斑点米被害の実態

東北農政局秋田食糧事務所(現秋田農政事務所)が
取りまとめた1999年産うるち米の玄米品質検査結果
を市町村単位(1999年現在69市町村)に集計し、秋
田県内の斑点米被害の分布の特徴を解析した。

さらに、1988年から2002年までの被害地点率(精
玄米1,000粒当たり斑点米が2粒以上混入している地
点の割合)と月別平均気温、月別降水量、アカヒゲホ
ソミドリカスミカメの予察灯への月別誘殺数、県内採
種圃産「あきたこまち」の割れ籾による被害率(割れ
籾の混入率が0.5%以上となった割合)および「あき
たこまち」の県平均の出穂期の関係を重回帰分析に
より解析した。これにより被害地点率に影響する要因
を探った。被害地点率は、秋田県病害虫防除所が県内
の一般圃場を対象として行っている巡回圃場調査より得
られたデータを用いた。月別平均気温および月別降水

量はアメダス(観測地点:秋田)の気象データを用い、
月別誘殺数は予察灯の調査地点のうち秋田(2000年
以降は雄和)と大曲(現大仙)の合計値を用いた。また、
割れ籾による被害率のデータは秋田県産米改良普
及協会から聞き取り調査し、県平均の出穂期は秋田県
農政部(現農林水産部)が発行している「稲作指導指
針」から抜粋した。



第2-2図 調査圃場と刈り取り位置

(4) 割れ籾と斑点米被害との関係

① 品種別の比較

1998年と1999年に農業試験場内(秋田市仁井田)
の同一の水田で栽培された奨励品種について、収穫後
の籾を約300ml採取し割れ籾と正常籾に分け、それ
ぞれ籾摺りした後、斑点米の発生程度を調査した。調
査した品種は、1998年が「でわひかり」、「あきたこ
まち」、「あきた39」、「ひとめぼれ」、「はえぬき」、「秋
田59号」、「ササニシキ」の7品種、1999年が「たか
ねみのり」、「でわひかり」、「あきたこまち」、「キヨ
ニシキ」、「あきた39」、「トヨニシキ」、「ひとめぼれ」、
「はえぬき」、「秋田59号」、「ササニシキ」の10品種
とした。両年次について割れ籾率と斑点米混入率の相
関関係を調べた。

② 水田内の分布

調査は1999年、農業試験場内(秋田市仁井田)の
無防除水田(16×54m)で行った。品種は「あきた
こまち」で、約35日間育苗した中苗を5月15日に機
械移植した。出穂期は8月1日であった。第2-2図に
示した10地点で連続10株を刈り取り、乾燥後、1地
点当たり任意に20穂を抽出し、正常籾と割れ籾に分
けた。それぞれを籾摺りした後、斑点米粒数を調査し
た。刈り取り時期は9月9日、22日とし、それぞれ
刈り取り位置別の割れ籾率や斑点米混入率の程度を比
較した。解析は刈り取り地点の1、5、6、10は畦畔際、2、
4、7、9を中間部、3、8を中央部としてまとめて行っ
た。また、割れ籾率と斑点米混入率の相関関係を調べ
た。なお、調査圃場におけるカメムシ類の発生種はア
カヒゲホソミドリカスミカメが主体で、その他オト
ゲシラホシカメムシ、ブチヒゲカメムシであった。

結果

(1) 現地圃場におけるカメムシ類の発生種および発生推移

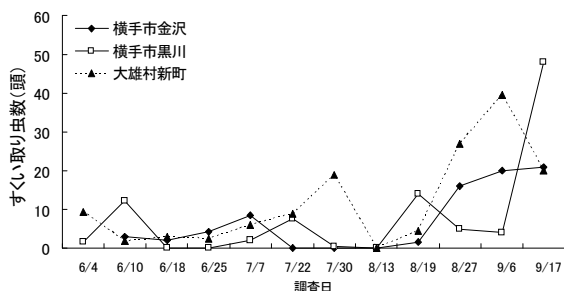
現地圃場の農道・畦畔や水田内のすくい取り調査では、5科14種のカメムシ類が捕獲された。捕獲数はアカヒゲホソミドリカスミカメが最も多く、次にオオトゲシラホシカメムシであった。ムギカスミカメやブチヒゲカメムシは農道・畦畔でのすくい取り調査で捕獲数が比較的多かったが、水田内ではほとんど捕獲されなかった。農道・畦畔でのかき分け調査では歩行性のオオトゲシラホシカメムシやナガカメムシ類が比較的多かった(第2-2表)。

第2-2表 現地農道・畦畔、水田内における発生確認種(1999年)

| 種名 | 農道・畦畔 | | 水田内 |
|---|-------|--------|-------|
| | かき分け | すくい取り | すくい取り |
| カスミカメ目科 Miridae | | | |
| アカヒゲホソミドリカスミカメ <i>Trigonotylus caelestialium</i> (Kirkaldy) | △(1) | ◎(370) | ◎(64) |
| アサシカスミカメ <i>Stenotus rubrovittatus</i> (Matsumura) | × | △(5) | △(1) |
| ムギカスミカメ <i>Stenodema calcarata</i> (Fallen) | × | ◎(16) | × |
| コアオカスミカメ <i>Apolygus lucorum</i> (Meyer-Dür) | × | △(3) | × |
| ナカグロカスミカメ <i>Adelphocoris suturalis</i> (Jakovlev) | × | △(1) | △(1) |
| カスミカメ目科の一種 Miridae sp. | × | △(1) | × |
| カメムシ目科 Pentatomidae | | | |
| オオトゲシラホシカメムシ <i>Eysarcoris lewisi</i> (Distant) | ◎(24) | ◎(13) | △(4) |
| ブチヒゲカメムシ <i>Dolycoris baccarum</i> (Linnaeus) | △(4) | ◎(11) | △(1) |
| ウスラカメムシ <i>Aelia fieberi</i> Scott | × | △(1) | × |
| ナガカメムシ目科 Lygaeidae | | | |
| コバネヒョウタンナガカメムシ <i>Togo hemipterus</i> (Scott) | ◎(8) | × | × |
| モンシロナガカメムシ <i>Panaorus albomaculatus</i> (Scott) | ◎(16) | △(1) | × |
| ナガカメムシの一種 Lygaeidae sp. | ◎(6) | △(1) | × |
| ヒメヘリカメムシ目科 Rhopalidae | | | |
| アカヒメヘリカメムシ <i>Rhopalus maculatus</i> (Fieber) | × | △(3) | × |
| ツチカメムシ目科 Cydnidae | | | |
| ツチカメムシの一種 Cydnidae sp. | × | △(1) | × |

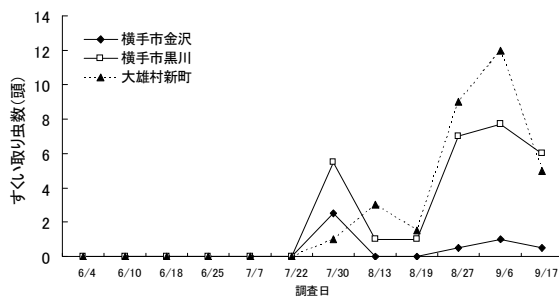
注: ◎捕獲数11頭~、○捕獲数6~10頭、△捕獲数1~5頭、×捕獲数0頭
*斑点米を形成しない種。()内は個体数、かき分けは0.5m×0.5mの5カ所×4回分、すくい取りは3カ所×12回分。

すくい取り調査で最も捕獲数が多かったアカヒゲホソミドリカスミカメの農道・畦畔における発生推移を第2-3図に示した。調査した3地点では6月上旬から8月中旬まで比較的低い密度で推移したが、8月下旬から9月上旬にかけて急激に密度が高くなった。各世代の発生時期は明らかではなかった。



第2-3図 農道・畦畔におけるアカヒゲホソミドリカスミカメ発生推移(1999年)

水田内では3圃場とも6月上旬の調査開始時から7月22日までアカヒゲホソミドリカスミカメの発生は認められなかったが、イネ出穂期の7月30日頃に1~6頭すくい取られた。その後、密度がやや低下したが、2圃場では8月27日以降急増し、9月6日にピークとなった(第2-4図)。



第2-4図 水田内におけるアカヒゲホソミドリカスミカメの発生推移(1999年)

(2) 斑点米の特徴

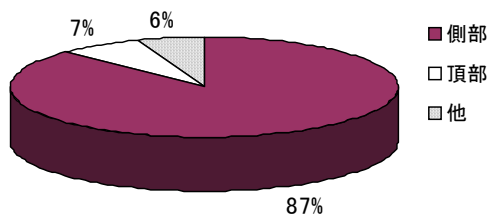
発生消長調査を行った現地圃場における斑点米の斑点発生部位は、側部が多く頂部がわずかで、その他は全くなかった。農業試験場内圃場でも現地圃場と同様の傾向であったが、その他に分類される両側部や基部、全面にもわずかに認められた。斑点米混入率は低い圃場でも0.7%以上あり、いずれの調査地点もきわめて高かった(第2-3表)。大雄村新町では、殺虫剤散布をしていない農業試験場内圃場と同程度の高い斑点米混入率であった。

巡回圃場調査における斑点米調査でも側部斑点米が大部分を占め、頂部や他は少なかった(第2-5図)。

第2-3表 斑点米の発生状況(1999年)

| 調査地 | 調査粒数 | 斑点米 | | | 斑点米混入率(%) |
|----------------------|--------|-----|-----|----|-----------|
| | | 頂部 | 側部 | 他 | |
| 横浜市金沢 | 813 | 1 | 13 | 0 | 1.72 |
| 横浜市黒川 | 1,025 | 0 | 8 | 0 | 0.78 |
| 大雄村新町 ¹⁾ | 933 | 2 | 33 | 0 | 3.75 |
| 農業試験場内 ²⁾ | 14,522 | 25 | 496 | 24 | 3.75 |

1)現横浜市大雄
2)旧農業試験場(秋田市仁井田)



第2-5図 巡回圃場調査における斑点米の種類別割合(1999年)

(3) 秋田県の斑点米被害の実態

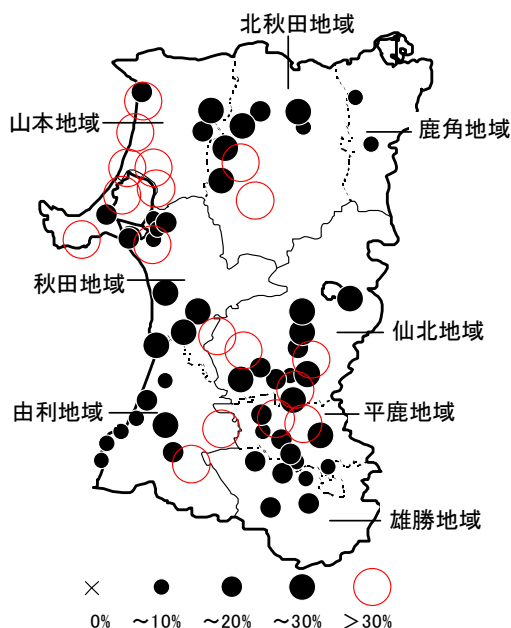
1999年の秋田県全体の1等米比率は50%を下回り、2等以下への格付け理由では半数近い46%がカメムシ類による被害と判定された。検査数量に占めるカメムシ被害の割合は23.4%となり、斑点米混入による等級低下から推定される減益額は29億円程度と見積もられた。カメムシ被害による等級低下率はいずれの地域でも例年より大幅に増加した。その中でも山本地域は検査数量の約4割がカメムシ被害による落等

で1等米比率低下の主要因となっていた。その他、秋田地域や仙北地域がこれに次ぎ、鹿角地域や由利地域、雄勝地域は比較的少なかった(第2-4表、第2-6図)。

第2-4表 1999年産うるち米等級格付け低下理由に占めるカメムシ被害の割合¹⁾

| 地域 | 検査数量(t) | 等級比率(%) | | | | カメムシ被害 | |
|-------|---------|---------|------|------|-----|--------------------|---------------------|
| | | 1等 | 2等 | 3等 | 規格外 | 格付理由 ²⁾ | 等級低下率 ³⁾ |
| 鹿角 | 12,950 | 89.4 | 8.3 | 1.4 | 0.9 | 64.2 | 6.8 |
| 北秋田 | 35,552 | 61.0 | 31.6 | 6.0 | 1.5 | 58.7 | 23.0 |
| 山本 | 38,379 | 33.2 | 49.6 | 12.4 | 4.9 | 62.7 | 41.9 |
| 秋田 | 61,204 | 44.8 | 42.5 | 11.0 | 1.6 | 47.4 | 26.4 |
| 由利 | 38,684 | 25.1 | 58.7 | 13.1 | 3.1 | 24.9 | 18.6 |
| 仙北 | 87,681 | 45.6 | 41.1 | 9.2 | 4.1 | 47.5 | 25.6 |
| 平鹿 | 50,335 | 55.1 | 35.9 | 6.9 | 2.2 | 45.8 | 20.5 |
| 雄勝 | 27,040 | 80.7 | 15.2 | 2.7 | 1.3 | 62.5 | 12.0 |
| 合計/平均 | 351,825 | 49.0 | 39.7 | 8.7 | 2.6 | 46.0 | 23.4 |

1)1999年11月20日現在(秋田食糧事務所発表)
2)等級低下の理由に占める割合
3)カメムシ類による等級低下率(%)=落等比率×格付理由



第2-6図 秋田県における市町村別の斑点米による等級低下率(1999年)

第2-5表 斑点米被害地点率と気象および生物的要因の年次推移

| 年次 | 被害地点率(%) ¹⁾ | 平均気温 ²⁾ | | | | 降水量 ²⁾ | | | | 誘殺数 ¹⁾ | | | | 割れ籾被害率(%) ³⁾ | 出穂期 ⁴⁾ |
|------|------------------------|--------------------|------|------|------|-------------------|-----|-----|-----|-------------------|------|-----|----|-------------------------|-------------------|
| | | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | | |
| 1999 | 54.3 | 19.7 | 24.5 | 27.3 | 21.8 | 97 | 156 | 154 | 224 | 118 | 2558 | 391 | 98 | 61.0 | 8月1日 |
| 2000 | 30.8 | 19.5 | 24.2 | 26.8 | 21.7 | 101 | 134 | 16 | 220 | 198 | 801 | 72 | 3 | 33.4 | 8月2日 |
| 1988 | 17.4 | 19.0 | 20.9 | 26.1 | 20.1 | 63 | 57 | 171 | 117 | 0 | 7 | 309 | 25 | 27.1 | 8月13日 |
| 1994 | 15.9 | 18.7 | 24.5 | 26.9 | 22.2 | 53 | 128 | 109 | 183 | 42 | 605 | 583 | 39 | 0.8 | 8月2日 |
| 2001 | 15.8 | 19.0 | 23.8 | 24.3 | 20.2 | 123 | 257 | 97 | 130 | 18 | 400 | 58 | 11 | 10.7 | 8月6日 |
| 2002 | 14.1 | 18.8 | 23.8 | 24.3 | 20.4 | 98 | 257 | 347 | 53 | 22 | 548 | 200 | 50 | 2.2 | 8月5日 |
| 1996 | 13.9 | 18.7 | 22.9 | 24.1 | 19.8 | 212 | 134 | 47 | 57 | 71 | 289 | 212 | 7 | 0 | 8月9日 |
| 1998 | 10.3 | 18.6 | 23.8 | 23.5 | 22.2 | 252 | 114 | 413 | 125 | 38 | 376 | 158 | 10 | 0 | 8月5日 |
| 1991 | 10.2 | 20.5 | 22.1 | 23.4 | 20.5 | 240 | 373 | 168 | 143 | 177 | 178 | 76 | 24 | 0.4 | 8月5日 |
| 1992 | 9.0 | 18.9 | 22.5 | 24.4 | 19.2 | 53 | 101 | 226 | 131 | 10 | 151 | 75 | 16 | 0 | 8月8日 |
| 1990 | 7.2 | 19.9 | 23.0 | 25.5 | 21.1 | 283 | 293 | 118 | 273 | 26 | 194 | 148 | 27 | 0 | 8月6日 |
| 1997 | 7.2 | 19.1 | 23.7 | 24.2 | 19.5 | 138 | 102 | 111 | 199 | 24 | 156 | 153 | 16 | 0 | 8月5日 |
| 1989 | 6.6 | 17.9 | 23.5 | 25.2 | 19.9 | 114 | 39 | 141 | 368 | 57 | 621 | 504 | 60 | 0 | 8月9日 |
| 1995 | 5.5 | 18.7 | 22.6 | 24.4 | 19.6 | 49 | 203 | 400 | 163 | 11 | 483 | 87 | 21 | 0 | 8月9日 |
| 1993 | 2.0 | 18.0 | 21.1 | 21.9 | 19.2 | 144 | 302 | 165 | 171 | 9 | 181 | 102 | 7 | 0 | 8月17日 |

1)秋田県病害虫防除所調査。被害地点:精玄米1000粒当たり2粒以上混入している地点。誘殺数:予察灯へのアカヒゲホソミドリカスミカメの誘殺数(秋田(雄和)+大曲)。

2)気象データ観測所:AMeDAS秋田。

3)割れ籾による不合格率:秋田県産米改良協会より聞き取り。

4)秋田県稲作指導指針より。

1988年から2002年までの15年間における巡回圃場調査の斑点米被害地点率を高い順に並べて第2-5表に示した。この表から斑点米被害地点率を目的変数にし、各要素を説明変数にして重回帰分析を行い、標準偏回帰係数を算出した(第2-6表)。気象要因では6月から8月までの月平均気温および積算降水量とも有意な相関は認められなかった($p > 0.05$)。アカヒゲホソミドリカスミカメの予察灯への誘殺数や割れ籾被害率、出穂期の早晚では、割れ籾被害率および出穂期に有意な相関が認められ(それぞれ $r = 0.6766^{**}$ 、 $r = -0.1991^*$)、割れ籾率が高い年次および出穂期が早い年次は斑点米被害地点率が高かった。

第2-6表 被害地点率に対する各要素の標準偏回帰係数

| 平均気温 | | | | 降水量 | | | |
|--------|--------|--------|---------|----------|----------|---------|---------|
| 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 |
| 0.2548 | 0.1387 | 0.3304 | 0.2491 | -0.2295 | -0.0139 | -0.1254 | -0.1479 |
| 誘殺数 | | | | 割れ籾被害率 | 出穂期 | | |
| 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 0.6766** | -0.1991* | | |
| 0.0190 | 0.2909 | 0.0632 | -0.1050 | | | | |

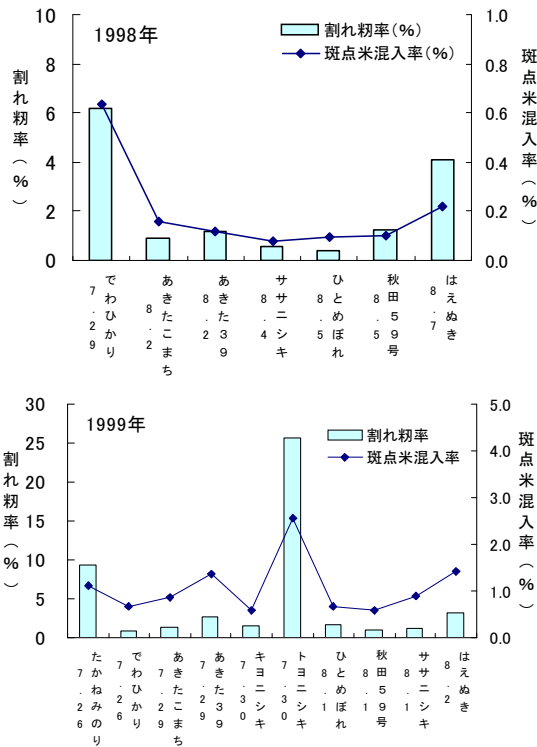
1)重回帰分析は平均気温と降水量、誘殺数と割れ籾被害率および出穂期の2組に分けた。

2)*、**はそれぞれ5%、1%水準で有意であることを示す。

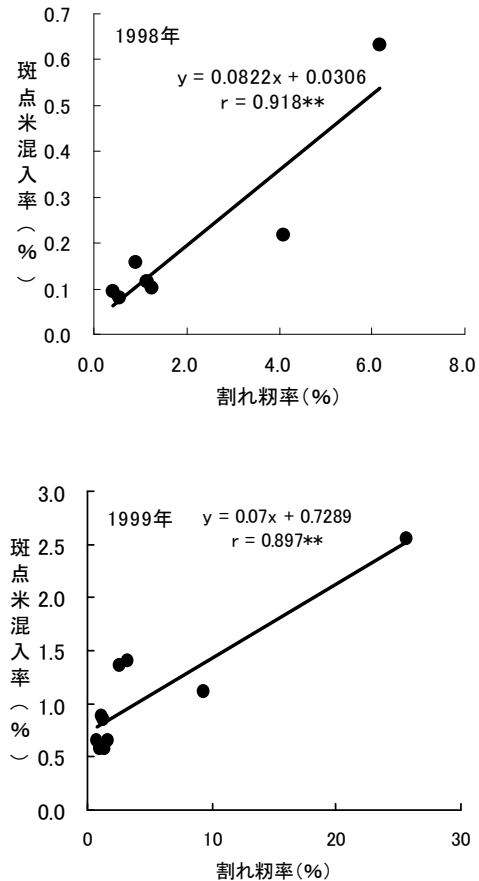
(4) 割れ籾と斑点米被害との関係

① 品種別の比較

1998年と1999年の奨励品種における割れ籾率と斑点米混入率を第2-7図に示した。1999年は1998年と比較して割れ籾、斑点米混入率ともに高い水準であった。出穂期の早晚と割れ籾率や斑点米混入率に一定の傾向は認められなかった。両年とも割れ籾率が高い品種は斑点米混入率も高い傾向があった。これらの相関と調べてみると、両年とも割れ籾率と斑点米混入率の間には高い正の相関が認められ(1998年: $r = 0.918$ 有意水準1%、1999年: $r = 0.897$ 有意水準1%)、回帰直線の傾きはほぼ等しかった(第2-8図)。



第 2-7 図 奨励品種における割れ粗率と斑点米混入率の関係 (日付は出穂期を示す)



第 2-8 図 奨励品種における割れ粗率と斑点米混入率の相関 (r は相関係数、**は有意水準が 1%であることを示す)

②水田内の分布

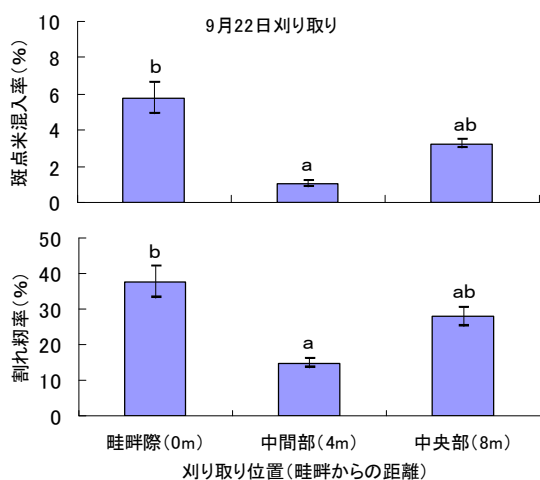
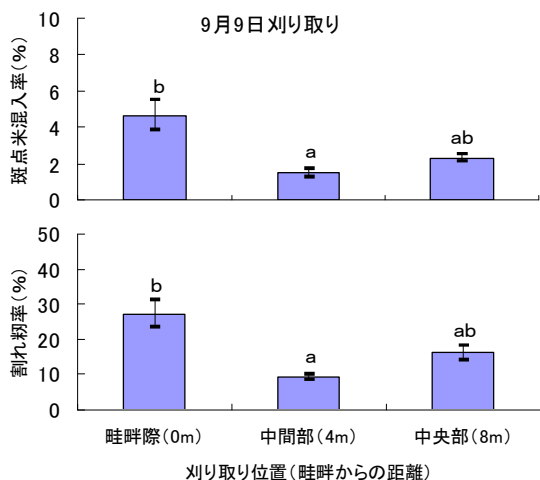
刈り取り位置別の割れ粗と斑点米の圃場内分布を第 2-9 図に示した。9 月 9 日と 9 月 22 日の刈り取り時期とも畦畔際での割れ粗率は中間部に比べ有意に高かった (ARCSIN 変換後 Scheffe 法で検定、 $p < 0.05$)。同様に斑点米混入率も畦畔際が中間部と比較して高かった (ARCSIN 変換後 Scheffe 法で検定、 $p < 0.05$)。圃場中央部の割れ粗率および斑点米混入率は中間部よりやや高い傾向であった。

刈り取り位置ごとの割れ粗率と斑点米混入率の間には高い正の相関が認められ (9 月 9 日刈り取り : $r = 0.948^{**}$ 、9 月 22 日刈り取り : $r = 0.906^{**}$)、割れ粗率が高いと斑点米混入率が高い傾向が強かった (第 2-10 図)。

考察

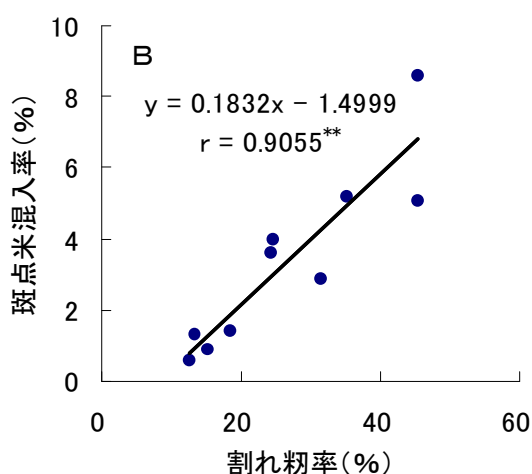
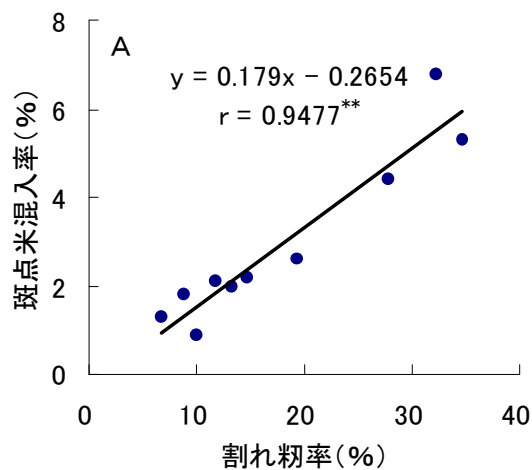
秋田県で全県的に斑点米カメムシ類に関する発生生態の調査が行われた 1976 年当時の主要種は、オオトゲシラホシカメムシ、トゲカメムシ、プチヒゲカメムシ、コバネヒョウタンナガカメムシ、アカヒゲホソミドリ

カスミカメの 5 種であった。1980 年代の発生生態調査ではホソハリカメムシとアカスジカスミカメが新たに確認されたが、多くの圃場で発生が認められたオオトゲシラホシカメムシ、コバネヒョウタンナガカメムシ、アカヒゲホソミドリカスミカメの 3 種が主要種とされた (佐藤 1991)。1999 年に行った本調査では、これまで主要種とされてきたオオトゲシラホシカメムシが農道・畦畔において比較的多く捕獲されたが、コバネヒョウタンナガカメムシは少なかった。また、これら 2 種は斑点米被害に直接結びつくと考えられる水田内での発生は極めて少なかった。これと比較してアカヒゲホソミドリカスミカメは、農道・畦畔および水田内において捕獲個体数の大部分を占めたことから、本種が斑点米の原因となる主要種と考えられた。このようなカメムシ類の発生生態の変遷は日本各地でみられ、特にアカヒゲホソミドリカスミカメやアカスジカスミカメが増加している要因として、中筋 (1973) が指摘した多化性、多食性、吸穂性加害型に加え、飛行能力が高い、割れ粗発生条件下で加害能力が高い、植物体の葉鞘内、穎花内に産卵し天敵からの攻撃を受けにくい、



第 2-9 図 割れ粉と斑点米の圃場内分布傾向

上図：9月9日刈り取り、下図：9月22日刈り取り
 縦線は標準誤差、グラフ上の同一英小文字は刈り取り位置間で有意差がないことを示す (ARCSIN 変換後 Scheffe 法で検定、 $p > 0.05$)



第 2-10 図 同一水田内における割れ粉率と斑点米混入率の相関

A：9月9日刈り取り、B：9月22日刈り取り
 r は相関係数、**は有意水準が 1%であることを示す

卵越冬することが挙げられている (林 1997)。アカヒゲホソドリカスミカメのこのような生態的特徴に加え、近年の水田を取り巻く環境の変化、特に転作牧草や休耕田の増加、桐谷(2001)が指摘しているように気温上昇に伴うカスミカメムシ類の世代数の増加等が本種の発生拡大の要因と思われる。

水田内における本種の発生推移は、イネの出穂期前まで発生は認められず、出穂期以降に発生することが明らかとなった。北海道では越冬世代成虫の発生時期に相当する 6月下旬から 7月上旬にかけて、水田内でも発生することが知られているが (奥山 1974; 八谷 1985, 1998)、本県ではこのような現象は認められなかった。この原因は明らかではないが、北海道では本種の発生源となる広大な牧草地や小麦畑が存在するため、秋田県と比較して本種の発生密度が高いこと (奥山 1974; 八谷 1985) が影響しているのかも知れない。本調査の水田内では 8月中旬には密度が低下し、8

月下旬から 9月上旬にかけて急激に密度が高まったが、8月下旬までは幼虫も成虫と同程度の密度で推移していた。本種は出穂期後のイネに産卵し幼虫が発生することが知られているが、これまで幼虫密度は成虫密度より高くないとされていた。このように 8月下旬以降急激に幼虫密度が高まる発生パターンはこれまで報告がなかったことから、さらに水田内の発生消長について詳細に調査する必要がある。また、現地圃場では 8月上旬から中旬にかけてシラフルオフェン剤を主体とした薬剤散布が 2~4 回行われたが (第 2-1 表)、ほとんど発生を抑制できなかったことから、本種に対する防除薬剤の効果を再検討する必要があると考えられた。現地圃場および巡回圃場調査における斑点米は、側部に斑点ができるタイプ (側部斑点米) がきわめて多かったことから、玄米の登熟が進んだ時期に加害されたものと推定された (奥山・井上, 1974)。このことは、斑点米を少なくするためには側部斑点米

の発生を少なくすることが重要であることを示唆しており、今後の防除方法を考える上で参考となる基礎的知見である。

秋田県内の斑点米被害の分布の特徴については、1998年以前は平鹿を中心とした県南内陸部がいわゆる常発地であった。その他の地域ではほとんど斑点米被害は認められなかったことから、1999年の全県的な被害の発生は特異的なものであった。しかし、このような全県的な被害発生となった原因については明らかではない。第2-5表で示したように、1999年は8月の平均気温が高く、7月の予察灯への誘殺数が多い特徴があるが、重回帰分析の結果から割れ粘の発生率が高かったことが最も大きな要因と考えられた。アカヒゲホソミドリカスミカメなどのカスミカメムシ類は固い粘殻を通して吸汁することが困難で、粘の開頭部分から加害するため(林 1986)、割れ粘の多発生が本種の加害を容易にしたと考えられる。割れ粘の発生程度は、同じ条件で栽培された品種間で違いがあり、また、同一品種でも水田内に分布の偏りはあるが、いずれも斑点米の発生程度との相関が高いのは、上述のようなアカヒゲホソミドリカスミカメの加害特性によるためであろう。また、現地圃場調査で明らかのように、1999年の全県的な斑点米被害の発生には、水田内における本種の幼虫発生、すなわち幼虫増殖による登熟期後半の密度増加などの要因も関わっていると思われる、この点はさらに詳しく調査する必要がある。

2-3 アカヒゲホソミドリカスミカメの発生消長と水田内増殖要因

緒言

北海道における研究によって、アカヒゲホソミドリカスミカメの基本的な発生生態はほぼ解明されている。本種はイネ科植物に産卵して、卵態で越冬し年3世代を経過する。水田内での発生は第1世代(第2回)成虫が周辺の雑草地などから移動し、イネに産卵して孵化した幼虫とともにイネ穂を吸汁加害して斑点米を生じさせる(奥山、1974)。秋田県においても年3回の発生で、斑点米は第1世代成虫と第2世代幼虫による穂の吸汁で発生すると考えられていた(秋田県病害虫防除所、1998)。しかしながら、1999年の本種の発生様相は年間の発生回数と水田内の発生消長および斑点米の形状の点から、これまでの知見と異なっていた。そこで、本種の発生源であるイネ科雑草地および水田内において詳細な調査を行い、秋田県における発生生態を解明することにした。また、2-2に示した現地における水田内の発生推移から、本種は出穂後のイネで増殖し斑点米の主要因となっていることが示唆されたが、増殖要因は明らかになっていない。これまでの調査において割れ粘率と斑点米の発生程度との間に高い

正の相関関係が認められることから、イネの割れ粘の発生程度の違いが本種の増殖、特に幼虫の生存率および羽化率に及ぼす影響を調査した。

材料および方法

(1) 雑草地における発生消長

2000年に旧農業試験場内(秋田市仁井田)のイネ科雑草が繁茂している雑草地や水田畦畔のそれぞれ2~3カ所についてアカヒゲホソミドリカスミカメの発生消長調査を行った。調査期間は4月下旬~11月中旬とし、約7日間隔で捕虫網(径36cm、柄長90cm)によるすくい取り(20回振り)を行い、齢期別に捕獲個体数を記録した。齢期の判定(Wheeler et al. 1985)および個体数の計数は実体顕微鏡下で行った。

(2) 水田内の発生消長

2001年と2002年に農業試験場内の異なる4圃場(圃場A、B、C、D)と河辺郡雄和町内(現秋田市雄和)の農家圃場2圃場(圃場E、F)において、捕虫網(径36cm、柄長90cm)を用いたすくい取り調査を行った。調査は出穂期前から約7日間隔で収穫期近くまで6~8回行い、アカヒゲホソミドリカスミカメの成虫、幼虫別に虫数を数えた。すくい取った虫は直後にその場で数え、計数後は圃場に戻した。水稻品種はいずれも5月中旬に機械移植した「あきたこまち」である。出穂期は、圃場Aが8月3日、圃場Bが8月2日、圃場Cが8月5日、圃場Dが8月3日、圃場Eが7月31日、圃場Fが8月2日であった。出穂期以降は殺虫剤を散布せず、施肥量や水管理は農業試験場および農家慣行とした。

(3) イネでの増殖と割れ粘の関係

幼虫の生存と割れ粘との関係をみるために、ポット栽培したイネに幼虫を放飼して生存率と割れ粘の発生程度を調査した。イネは5月下旬に苗4本を1/5000aのワグネルポットに移植し、野外で栽培したものを用いた。供試品種は、「あきたこまち」、「ひとめぼれ」の2品種とし、試験は2005年には4反復、2006年は6反復で行った。供試虫はコムギ苗で室内飼育した2齢幼虫を用いた。2005年は出穂期25日後の9月2日に止葉を含む1穂を大きさ10×20cmのナイロンゴースの袋で覆い、5頭の幼虫を放飼した。放飼22日後の9月24日に生存虫数と發育ステージを調査した。同様に2006年は出穂期25日後の9月4日に幼虫を放飼し、26日後の9月30日に生存虫数と發育ステージを調査した。幼虫の放飼期間中はポットを雨よけ条件とした。放飼終了後に穂を切り取り、割れ粘率および斑点米混入率を調査した。

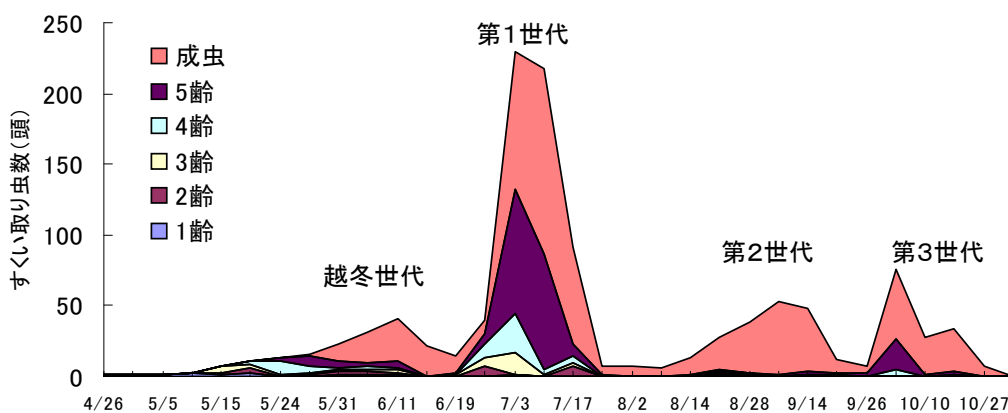
結果

(1) 雑草地における発生消長

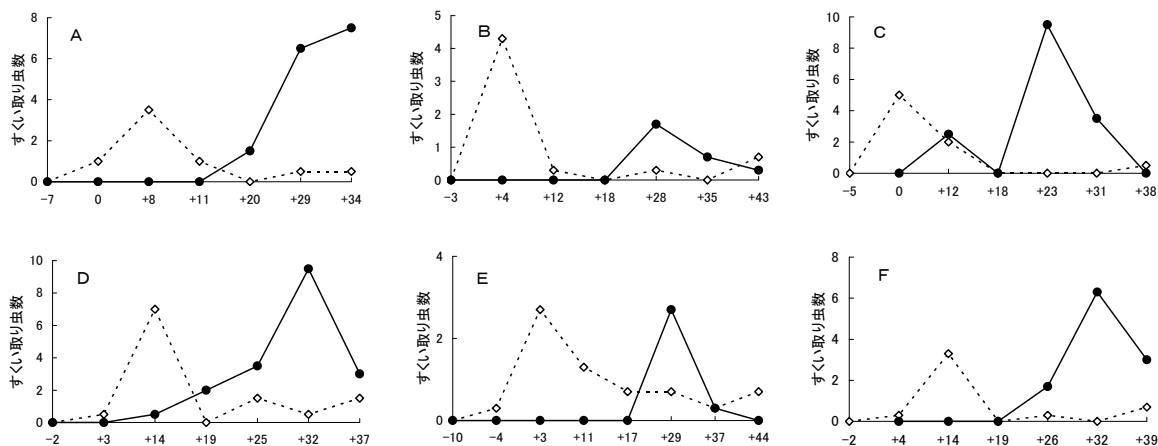
イネ科植物が優占する雑草地におけるすくい取り調査では、調査開始時の4月下旬にはアカヒゲホソミドリカスミカメの1齢幼虫がわずかに確認された。その後、幼虫の齢期が進み越冬世代幼虫の発生盛期は5月下旬となり、同成虫の発生盛期は6月中旬となった。第1世代幼虫の発生盛期は7月上旬、同成虫は7月中旬であった。第2世代は幼虫密度が低いため発生盛期は明らかではないが、成虫の発生盛期は9月上旬であった。第3世代幼虫の発生盛期は10月上旬で、成虫は10月上～中旬が発生盛期となった。10月第6半旬には幼虫がすくい取られなくなり、11月第3半旬には成虫もすくい取られなくなった(第2-10図)。

(2) 水田内の発生消長

各圃場のすくい取り調査の結果を第2-11図に示した。ほとんどの場合、イネの出穂期前には発生が認められず、出穂期頃から成虫がすくい取られた。成虫の発生ピークは出穂期3～14日後にみられ、その後はほとんど発生が認められなかった。幼虫の発生は、早い場合は圃場Cのように出穂期12日後頃から認められたが、多くの場合は出穂期20日後以降となり、出穂期30日後頃にピークとなった。また、圃場Bのように成虫よりも幼虫の密度が低下する場合もあったが、多くの圃場では成虫よりも幼虫の密度が高くなった。



第2-10図 イネ科雑草地におけるアカヒゲホソミドリカスミカメの発生消長(2000年)



第2-11図 水田内におけるアカヒゲホソミドリカスミカメの発生消長

A: 出穂期は2001年8月3日(農業試験場内) B: 出穂期は2001年8月2日(農業試験場内)
 C: 出穂期は2002年8月5日(農業試験場内) D: 出穂期は2002年8月3日(農業試験場内)
 E: 出穂期は2001年7月31日(雄和町農家圃場) F: 出穂期は2002年8月2日(雄和町農家圃場)
 横軸は出穂期後の経過日数、縦軸は20回振りすくい取り虫数を示す。
 点線は成虫、実線は幼虫を示す。
 品種はいずれも「あきたこまち」。

(3) イネでの増殖と割れ目の関係

第2-7表に結果を示した。放飼虫の生存率は「ひと

めぼれ」に比べて「あきたこまち」で有意に高かった(t検定、 $p < 0.05$)。羽化率は2006年の試験で有意

差が認められ「ひとめぼれ」に比べて「あきたこまち」で高く (t 検定、 $p < 0.01$)、「あきたこまち」は餌として適していた。また、割れ粉率も「ひとめぼれ」に比べて「あきたこまち」で有意に高かった (t 検定、2005年： $p < 0.05$ 、2006年： $p < 0.01$)。斑点米は「あき

たこまち」では兩年とも大部分が側部であったが、「ひとめぼれ」では2005年は頂部のみで2006年は側部がやや多くなった。斑点米混入率は2006年の試験で有意差が認められ、「ひとめぼれ」と比較して「あきたこまち」が高かった。

第2-7表 幼虫放飼試験の結果(上表:2005年, 下表:2006年)

| 品種名 | 生存虫数 ²⁾ | | | | | | 生存率 (%) | 羽化率 (%) | 粉の形状 | | 割れ粉率 (%) | 斑点米数 | | | 斑点米混入率 (%) |
|--------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------|---------------------|------|------|-------------------|------|------|---|---------------------|
| | ♀ ¹⁾ | ♂ | 5th | 4th | 3rd | 2nd | | | 正常 | 割れ粉 | | 頂部 | 側部 | 他 | |
| あきたこまち | 1.3 | 1.5 | 0.8 | 0.8 | 0.5 | 0.3 | 65 ^{*3)} | 55 ^{n.s3)} | 23.0 | 30.0 | 56.6 [*] | 0 | 16.8 | 0 | 31.7 ^{n.s} |
| ひとめぼれ | 0 | 0.3 | 0 | 0.8 | 2.5 | 1.3 | 0 | 5 | 46.8 | 0.3 | 0.6 | 6.5 | 0 | 0 | 13.8 |

| 品種名 | 生存虫数 ²⁾ | | | | | | 生存率 (%) | 羽化率 (%) | 粉の形状 | | 割れ粉率 (%) | 斑点米数 | | | 斑点米混入率 (%) |
|--------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------|----------------------|------|------|--------------------|------|------|-----|--------------------|
| | ♀ ¹⁾ | ♂ | 5th | 4th | 3rd | 2nd | | | 正常 | 割れ粉 | | 頂部 | 側部 | 他 | |
| あきたこまち | 1.7 | 2.0 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0 | 73.4 [*] | 73.4 ^{**3)} | 20.5 | 34.8 | 65.4 ^{**} | 0.3 | 24.3 | 0.2 | 44.8 ^{**} |
| ひとめぼれ | 0 | 0 | 0.2 | 1.5 | 0 | 2.3 | 16.7 | 0 | 48.7 | 3.3 | 7.3 | 0.7 | 3.2 | 0 | 7.5 |

1)♀:雌成虫, ♂:雄成虫, 5th:5齢幼虫, 4th:4齢幼虫, 3rd:3齢幼虫, 2nd:2齢幼虫.

2)2005年は4反復, 2006年は6反復の平均値.

3)*, **はそれぞれ5%, 1%で有意差があることを, n.sは有意差がないことを示す (ARCSIN変換後 t -test).

注)放飼虫5頭のうち生存虫以外は死亡虫と不明(逃亡)虫.

考察

本章 2-2 の現地における農道・畦畔の発生調査では、草刈りによるカメムシ類の生息地の攪乱が起こったため、各世代の発生時期の把握ができなかった。しかし、雑草地における調査ではイネ科雑草が良好な状態に保たれたことから、ほぼ発生世代を把握できた。各世代成虫の発生盛期は、越冬世代が6月中旬、第1世代が7月中旬、第2世代が9月上旬、第3世代が10月上～中旬であった。ただし、7月下旬に雑草地の草刈りや耕起が行われたことから、第2世代以降の発生時期が本来の発生時期よりも遅れた可能性がある。そこで、本種の産卵前期間や有効積算温度(卵の発育零点:10.4℃、有効積算温度:122日度、幼虫の発育零点:9.2℃、有効積算温度:256日度)(奥山・井上1975)を用いて、越冬世代成虫の発生盛期(6月11日)を起点としてアメダス(観測地点:秋田)の日平均気温からその後の各世代成虫の発生盛期を計算した。その結果、第1世代は7月20日、第2世代は8月16日、第3世代は9月21日となり、雑草地での調査では草刈りや耕起により第2世代以降の発生時期が本来より遅くなったと考えられた。なお、第4世代成虫は温量不足のため出現不可能と推定された。以上のことを考慮して各世代成虫の発生盛期を推定すると、越冬世代が6月中旬、第1世代が7月中旬、第2世代が8月中旬、第3世代が9月下旬～10月上旬と考えられた。このことから、本種は寄主であるイネ科植物上において越冬世代から第3世代まで経過し、成虫は年4回発生することが明らかとなった。

水田内の発生消長は、イネの出穂期数日後から14日後に成虫の発生盛期となり、その後はほとんど成虫

の発生はみられなかった。幼虫は出穂期20日後過ぎから出現し、出穂期30日後頃に発生盛期となった。しかも、これまで知られていた発生パターンと違い、侵入成虫密度より次世代の幼虫密度の方が高くなる発生パターンが一般的であることが明らかとなった。このことは、出穂後のイネが本種の餌として好適であることを意味している。割れ粉の発生率と幼虫の生存率の関係をみると、割れ粉の発生率が高い「あきたこまち」は幼虫の生存率が高く(第2-7表)、その結果として斑点米、特に側部斑点米の発生量が多くなると示唆された。以上のことをまとめると、出穂期後に水田内に侵入した成虫はイネの葉鞘部に産卵し、孵化幼虫はイネの茎葉部や割れ粉の発生した粉を吸汁しながら成育し、結果として生存率が高まるため斑点米の形成量も多くなると考えられた。

3 主要薬剤における減農薬防除の研究

3-1 抄録

1999年は3～4回の薬剤防除を行っていたにも関わらず斑点米の被害を受けたことから、従来の薬剤防除対策が十分ではなかったと考えられた。そこで、秋田県内で多く使用されていた主要薬剤による防除方法を見直すため、本種に対する基本的な殺虫活性や残効性について検討した。その結果、シラフルオフェン剤はエトフェンプロックス剤やMEP剤と比較すると残効性が極端に劣ることが明らかとなった。県内の7地点から採集した個体群に対しても同様の結果が得られたことから、シラフルオフェン剤の効果は不十分であると考えられた。

次にMEP剤を用いた減農薬防除体系を検討した。従来は2回散布の場合、出穂期または穂揃期とその7～10日後の散布が効果的とされていたが、試験の結果、出穂期11日後+25日後の防除効果が高いことが明らかとなった。これは従来の3回散布と同じ効果があった。本結果により、効果の高い薬剤を用いることで、被害を確実に防止できる減農薬防除が可能となった。

3-2 主要薬剤に対する感受性

緒言

前章で明らかとなったように、斑点米カメムシ類が常発性害虫となっている地域では、航空防除と個人での地上散布により2～4回の防除を行っていたにも関わらず斑点米の被害を受けた。これはアカヒゲホソミドリカスミカメの多発生も要因の一つであったが、薬剤防除対策が十分ではなかったと考えられた。そこで、本章では斑点米カメムシ類を対象として秋田県内で多く使用されている主要薬剤による防除方法を見直すことを目的に、アカヒゲホソミドリカスミカメに対する基本的な殺虫活性や残効性について検討した。

材料および方法

(1) 虫体散布法による殺虫試験

水田へ侵入した成虫に直接、薬剤がかかる場合を想定して試験を行った。供試虫は農業試験場内(秋田市雄和相川)の雑草地から採集した雌雄成虫を用いた。検定薬剤として市販のシラフルオフエン(silafluofen 19%)EW(2,000倍)、エトフェンプロックス(ethofenprox 20%)乳剤(2,000倍)、MEP(fenitrothion 50%)乳剤(1,000倍)を供試した。薬液には展着剤として、シンダイン5,000倍相当量を添加した。直径9cm、高さ9cmの腰高シャーレに余分な薬液を吸い取るためのろ紙を敷き、その中に炭酸ガスで麻酔した20個体の供試虫を入れた。全ての個体が覚醒した後、供試虫に薬液がかかるようハンドスプレーで軽く散布し、経過を観察した。無処理区では展着剤のみ添加した水道水を散布した。生死判定は正常に行動できない苦悶虫も死虫に含めた。

(2) 食餌浸漬法による残効性試験

イネへの薬剤散布後に成虫が水田へ侵入する場合を想定して試験を行った。供試虫は農業試験場内の雑草地から採集した雌雄成虫を用いた。検定薬剤および使用濃度は前頁で述べた虫体散布法による殺虫試験と同じとした。播種後1週間程度のコムギの幼苗5本を、約10秒間薬液に浸漬し、風乾した。浸漬処理当日、1日後、2日後、3日後のコムギの幼苗を直径3cm、高さ12cmの試験管に入れ、10個体の供試虫を放飼し、23

℃、16L:8D条件の恒温器内に置いた。放飼2日後に生死の判定を行い、各処理とも2反復とした。生死判定は前頁と同じとした。無処理区には展着剤のみ添加した水道水を用い、無処理区の生存虫数から補正死虫率を算出した。補正死虫率(尾崎・斎藤、1981)は次式により算出した。

$$\text{補正死虫率} = [(\text{無処理区生存率}(\%) - \text{処理区生存率}(\%)) / \text{無処理区生存率}(\%)] \times 100$$

(3) 羽化後日数と雌雄別の薬剤感受性

秋田県内の各種個体群の感受性検定を行う前に、アカヒゲホソミドリカスミカメ成虫の羽化後日数と性別の違いが薬剤感受性に及ぼす影響を調査した。農業試験場内の雑草地から採集した老齢幼虫をコムギの幼苗で個体飼育して雌雄別、羽化後日数別に食餌浸漬法により調査した。供試薬剤はMEP(50%)乳剤で3～5濃度に希釈し、展着剤としてシンダイン5,000倍相当量を添加した。播種後1週間程度のコムギの幼苗10本を約10秒間薬液に浸漬し、風乾した後、直径3cm、高さ12cmの試験管に入れ、10個体の供試虫を放飼した。23℃、16L:8D条件の恒温器内に置き、放飼2日後に生死の判定を行った。各処理とも2反復とした。無処理区には展着剤のみ添加した水道水を用い、無処理区の生存虫数から補正死虫率を算出した。生死判定は前項と同じとした。

(4) 県内個体群の薬剤感受性

試験は食餌浸漬法で行った。供試虫は農業試験場内(雄和町)を含む県内7カ所の水田地帯にある雑草地や牧草地から採集した成虫を用いた。検定薬剤として市販のシラフルオフエン(19%)EW、エトフェンプロックス(20%)乳剤、MEP(50%)乳剤を供試した。半数致死濃度(LC₅₀)を算出するため供試薬剤を3～5濃度に希釈し、展着剤としてシンダイン5,000倍相当量を添加した。各供試薬剤の希釈濃度は農業試験場の個体群を用いた予備試験により決定した。薬剤の処理法および生死の判定は前項と同じとした。各処理とも原則として2反復としたが、検定個体数が少ない場合は反復を取らなかった。無処理区には展着剤のみ添加した水道水を用い、無処理区の生存虫数から補正死虫率を算出した。

結果

(1) 虫体散布法による殺虫試験

展着剤のみ添加した無処理区では死亡虫はみられなかった。供試した3薬剤とも100%の死虫率となり、殺虫効果は高かった。死亡経過を観察したところ、エトフェンプロックス乳剤およびMEP乳剤は散布後1時間以内に死亡が確認され即効的であったが、シラフルオフエンEWでは約6時間後で遅効的であった(第

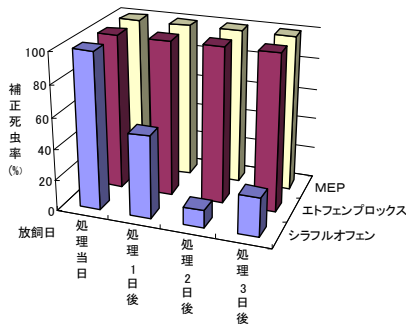
3-1 表)。

第3-1表 虫体散布法による殺虫効果

| 薬 剤 名 | 処理濃度(ppm) | 死虫率(%) | 致死時間 |
|------------|-----------|--------|------|
| シラフルオフェン | 95 | 100 | 6 |
| エトフェンプロックス | 100 | 100 | 1 |
| MEP | 500 | 100 | 1 |

(2) 食餌浸漬法による残効性試験

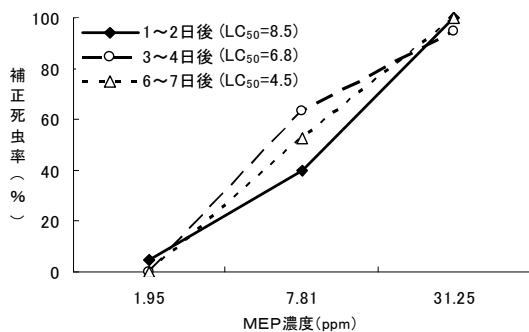
食餌浸漬法による残効性試験では、エトフェンプロックス乳剤およびMEP乳剤は処理当日～3日後放飼まで100%の死虫率となった。シラフルオフェンEWでは処理当日放飼はほぼ100%の死虫率であったが、処理1～3日後放飼では死虫率が50%以下となった。シラフルオフェンEWはエトフェンプロックス乳剤やMEP乳剤と比較して明らかに残効性が劣った(第3-1図)。



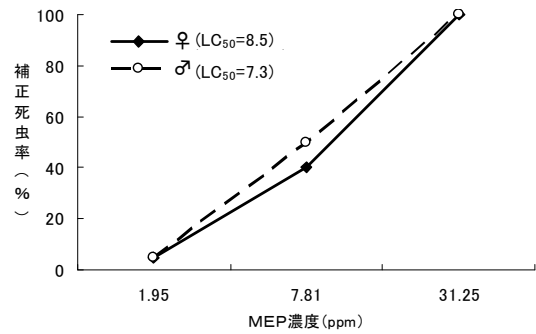
第3-1図 食餌浸漬法による主要薬剤のアカヒゲホソミドリカスミカメ成虫に対する残効性

(3) 羽化後日数と雌雄別の感受性

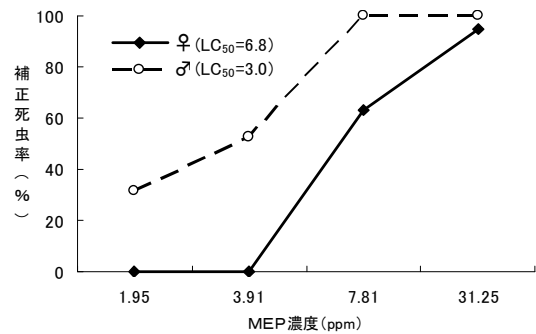
羽化後日数の違いによる薬剤感受性を羽化後1～2日後、3～4日後、6～7日後の雌成虫と比較したところ、羽化後日数が経過するにつれて感受性が高くなる傾向が認められた(第3-2図)。雌雄の違いによる感受性の差は羽化後1～2日後では認められないが、羽化後3～4日後では雄成虫の方が雌成虫よりやや感受性が高い傾向が認められた(第3-3図、第3-4図)。



第3-2図 羽化後日数が薬剤感受性に及ぼす影響(雌成虫)



第3-3図 雌雄成虫の薬剤感受性の違い(羽化1～2日後)



第3-4図 雌雄成虫の薬剤感受性の違い(羽化3～4日後)

(4) 県内個体群の感受性

各薬剤に対する県内個体群の半数致死濃度(LC₅₀)を第3-2表に示した。エトフェンプロックス乳剤およびMEP乳剤のLC₅₀は、それぞれ約10～30ppm、10ppm以下で、両剤に対する県内個体群の感受性は高かった。しかし、シラフルオフェンEWのLC₅₀は、ほとんどの地点で常用濃度の95ppmより高く、県内個体群の感受性は低かった。また、7地点の個体群間で各薬剤に対する感受性に大きな違いは認められなかった。

第3-2表 秋田県内個体群の各薬剤に対するLC₅₀(ppm)値(食餌浸漬法)

| 採集地点名 ¹⁾ | 薬剤名(常用濃度) | | | 採集時期 |
|---------------------|--------------------|--------------------|-------------|------|
| | シラフルオフェン(95ppm) | エトフェンプロックス(100ppm) | MEP(500ppm) | |
| 鹿角市 | — | 10.4 | 5.3 | 8月中旬 |
| 上小阿仁村 | 401.5 | 31.8 | 7.8 | 7月下旬 |
| 天王町 | 197.3 | 25.0 | 7.8 | 8月上旬 |
| 雄和町 | 495.0 | 31.3 | 5.9 | 7月上旬 |
| 大内町 | 297.1 | 10.7 | 5.2 | 8月上旬 |
| 中仙町 | 147.0 | 25.0 [≧] | 5.1 | 7月下旬 |
| 横手市 | 380.0 [≧] | 12.5 [≧] | 6.3 | 7月下旬 |

¹⁾地点名は2001年時の市町村名。

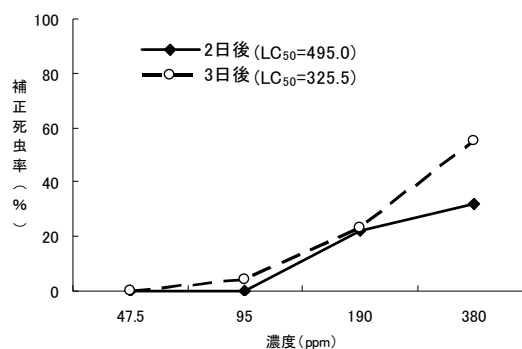
考察

薬剤検定法において虫体散布法は、薬剤が直接虫体に接触し作用する場合の殺虫活性を検定することを目的としており、虫体浸漬法と目的は同じである。本試験で供試した薬剤は、合成ピレスロイド剤のシラフルオフェンとエトフェンプロックス、有機リン剤のMEP

Pであるが、いずれも経皮毒性が強い接触型の殺虫剤である。その中でもシラフルオフェンは致死時間が6時間程度であり、エトフェンプロックスやME Pと比較して遅効的であることが明らかとなった。このような致死時間の違いは薬剤の作用点の違いが影響していると思われる。アカヒゲホソミドリカスミカメの水田内での発生は出穂期頃から収穫期まで長期にわたり継続するため、散布された薬剤が直接虫体にかかることは少ないと考えられた。そこで、イネへの薬剤散布後に本種の成虫が水田へ侵入する場合を想定して、コムギ幼苗を用いた食餌浸漬法による薬剤検定を行った。その結果、本県で斑点米カメムシ類対象に最も多く使用されていたシラフルオフェンは、エトフェンプロックスやME Pと比較して極端に残効性が劣ることが明らかとなった。前章における現地圃場の薬剤防除概要からわかるとおり、シラフルオフェン剤は最も多く使用される薬剤である。このように本種に対する効果が劣ることが一般的であれば防除上非常に大きな問題となるため、秋田県内に分布するさまざまな個体群の感受性検定が必要と考えられた。しかし、野外採集個体をそのまま薬剤検定に供試する場合、さまざまな生理状態の個体が混在することから、羽化後日数や性別の違いが薬剤感受性にどの程度影響するか事前に把握する必要があった。本試験の結果、羽化後日数が経過しても薬剤感受性の変化はわずかであることから、少なくともME P乳剤では羽化後7日程度までは感受性に大きな違いは生じないと考えられる。また、雌雄の違いによって薬剤感受性が異なる傾向があったが、これは体重差に起因していると考えられている(清水、1997)。したがって、極端な性比の偏りを避けランダムに供試虫を選ぶことで野外採集個体の薬剤検定結果に大きな誤差は生じないと考えられた。

清水(1997)によると、斑点米カメムシ類の薬剤検定法は斑点米防止効果を考慮した場合、虫体浸漬法より稲体浸漬法の方が実際の防除に即していることから、本実験の食餌浸漬法の結果から実際の防除効果を推定できると考えられた。井上(1974)は、アカヒゲホソミドリカスミカメに対する薬剤の防除効果を判定する方法としてイネの稚苗を薬液に浸漬し24時間後に判定する室内試験により、有機リン剤のMP P剤、DE P剤およびME P剤の効果が高かったと報告している。本実験では有機リン系以外の薬剤も供試したことから処理48時間後に判定したが、ME P剤の LC_{50} 値は他剤と比べて低く、有機リン剤の効果が高いことが確認された。さまざまな系統の薬剤を稲体浸漬法で検討する場合は、72時間後までの LC_{50} 値を求めることが注意点として挙げられている(清水 1997)。そこで、特に虫体散布法で遅効的であったシラフルオフェン剤の処理3日後における死亡率の経過を調査した。その結果、第3-5図に示すとおり、確かに処理2日後

より3日後の方がやや死亡率が高まる傾向があったが、その違いはわずかであった。このことから、本実験でのシラフルオフェン剤に対する評価は妥当と判断された。したがって、食餌浸漬法の結果からシラフルオフェンEWはME P乳剤やエトフェンプロックス乳剤と比較して残効性が劣ると結論づけられた。以上のことから、シラフルオフェン剤はアカヒゲホソミドリカスミカメに対し残効が短く、食餌浸漬法による殺虫力がエトフェンプロックス剤やME P剤より劣ることが明らかであり、防除薬剤としての効果は不十分であると考えられた。



第3-5図 シラフルオフェン剤の判定時期別死亡率の推移

3-3 主要薬剤の散布適期に関する試験

緒言

斑点米カメムシ類に対する薬剤防除法として、従来から「秋田県農作物病害虫・雑草防除基準」等で、薬剤散布は出穂期と乳熟期の2回行い、多発時はさらに追加防除するよう指導されていた。実際、前章の現地圃場調査では航空防除を含めて2~4回の薬剤散布が行われていたが、斑点米被害を防止することはできなかった。本章3-2では主要防除薬剤の効果について検討し、ME P剤の効果が高いことを明らかにしたが、前章における本種の水田内での発生パターンや斑点米の特徴から、イネ登熟後の割れ籾発生以降に増殖した幼虫による加害、特に側部斑点米の抑制が重要であることが示唆された。そこで、ME P剤を用いて散布時期と散布回数を見直すとともに、最も少ない散布回数で十分な斑点米被害防止効果を得られる散布時期を明らかにし、従来よりも減農薬できる防除体系の検討を行った。

材料および方法

試験は2001年と2002年に農業試験場内の水田で行った。試験圃場の耕種概要および試験区の構成は第3-3表および第3-4表のとおりである。供試薬剤はME P(50%)乳剤1,000倍液に展着剤(シンダイン5,000倍)を添加した。散布量は2001年には120 l/10a、2002年には150 l/10aとした。各区とも定期

的に捕虫網（径 36 cm、柄長 90 cm）による 20 回振り
のすくい取りを行い、アカヒゲホソミドリカスミカメ
の発生推移を調査した。兩年とも収穫期の 9 月 20 日
に各区 10 株を刈り取った。乾燥・調製後、1.85mm の
篩で選別した精玄米について斑点米の発生程度を調査
した。斑点米は奥山・井上(1974)をもとに斑点の発生
部位別に頂部、側部、他に分類した。

第3-3表 耕種概要および試験区の構成(2001年)

| 品 種:あきたこまち | |
|-------------------|------------------|
| 移植日:5月15日(中苗機械移植) | |
| 区制・面積:2連制, 1区90㎡ | |
| 試験区の構成:()は散布日 | |
| 1回散布試験 | 2回散布試験 |
| ①出穂期1日前(8/2) | ①出穂期1日前+11日後(慣行) |
| ②出穂期11日後(8/14) | ②出穂期11日後+18日後 |
| ③出穂期18日後(8/21) | ③出穂期18日後+27日後 |
| ④出穂期27日後(8/30) | ④出穂期1日前+18日後 |
| ⑤無処理 | ⑤出穂期11日後+27日後 |

第3-4表 耕種概要および試験区の構成(2002年)

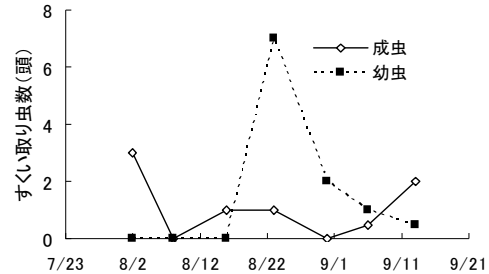
| | |
|-------------------------------------|--|
| 品 種:あきたこまち | |
| 移植日:5月14日(中苗機械移植) | |
| 区制・面積:2連制, 1区72㎡ | |
| 試験区の構成:()は散布日 | |
| ①出穂期11日後+18日後(8/16, 8/23) | |
| ②出穂期11日後+25日後(8/16, 8/30) | |
| ③出穂期18日後+25日後(8/23, 8/30) | |
| ④出穂期+11日後+21日後(慣行)(8/5, 8/16, 8/26) | |
| ⑤無処理 | |

結果

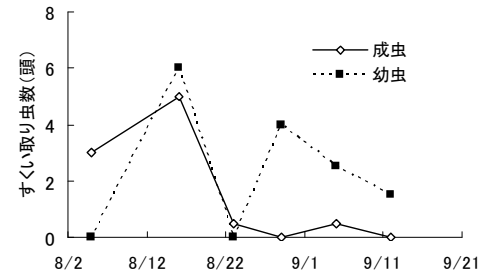
第3-6図と第3-7図に2001年と2002年の無処理区
におけるすくい取り調査の結果を示した。2001年は
出穂期頃は成虫だけで、出穂期 20 日後頃から幼虫が
すくい取られた。2002年も出穂期頃は成虫だけであ
ったが、出穂期 10 日後頃には成虫とともに 1 齢およ
び 2 齢幼虫も多くすくい取られた。その後、出穂期 24
日後以降は幼虫主体となった。

2001年の1回散布試験では、いずれの散布時期に
おいても無処理区より斑点米混入率は低下したが、薬
剤処理間および無処理区間に有意差は認められず
(ANOVA、 $p > 0.05$)、1等米の基準である斑点米混入
率 0.1%以下になる効果は得られなかった(第3-8
図)。2回散布試験では薬剤処理間に有意差は認めら
れなかったが、出穂期 11 日後+27 日後散布は無処理
区に対して有意に斑点米混入率が低かった(Tukey 法、
 $p < 0.05$)。出穂期 11 日後+27 日後の散布は側部斑
点粒の発生が最も少なく、斑点米混入率は 0.1%以下
となった(第3-9図)。しかし、出穂期 30 日後に近い
散布は収穫時期に近く、薬剤が使用できる収穫前日数
を考慮すると実際の場面では散布しにくい。そこで、
2002年は出穂期 11 日後から 25 日後の範囲で検討し

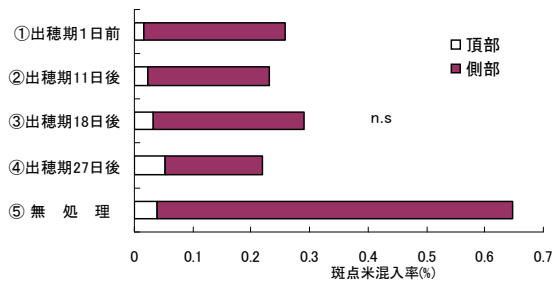
た。その結果、薬剤処理区は無処理区より有意に斑点
米混入率が低く(Tukey 法、 $p < 0.01$)、出穂期 11 日
後+25 日後が最も効果が高かった。特に側部斑点粒
は対照の出穂期+11 日後+21 日後の3回散布と同等
に抑制した(第3-10図)。



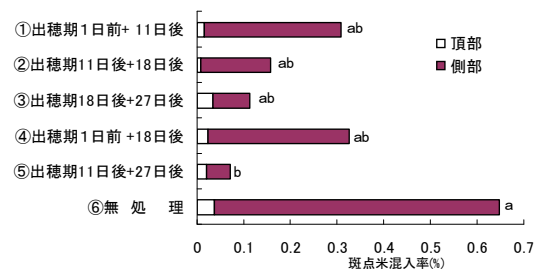
第3-6図 無処理区におけるアカヒゲホソミドリカスミカメの発生消長(出穂期:8/3, 2001年)



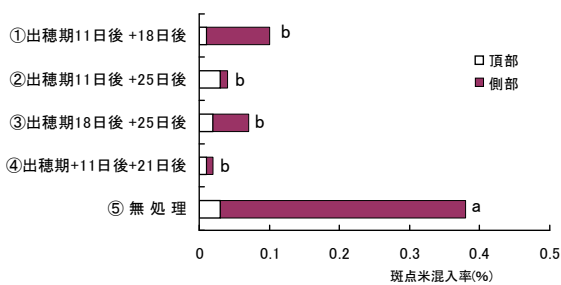
第3-7図 無処理区におけるアカヒゲホソミドリカスミカメの発生消長(出穂期:8/5, 2002年)



第3-8図 1回散布の時期別斑点米混入率
n.sはANOVAで有意差がないことを示す
(ARCSIN変換後に検定、 $p > 0.05$)。



第3-9図 2回散布の時期別斑点米混入率
グラフ上の異なる英小文字は処理間に有意差があるこ
とを示す(ARCSIN変換後Tukey法で検定、 $p < 0.05$)。



第3-10図 2回散布の時期別斑点米混入率
グラフ上の異なる英小文字は処理間に有意差があることを示す(ARCSIN変換後Tukey法で検定, $p < 0.01$).

考察

前章の現地圃場調査および秋田県病害虫防除所の巡回圃場調査の結果、秋田県内で発生していた斑点米は側部斑点米が大部分を占めた(第2-3表、第2-5図)。側部斑点米はイネの登熟期後半に本種に吸汁された場合に発生することから(奥山ら 1974)、本試験でのすくい取り調査の結果から、本県では主に登熟期後半に発生するアカヒゲホソミドリカスミカメの幼虫により側部斑点米が発生することは明らかである。本試験結果から出穂期 11 日後+25 日後または出穂期 11 日後+27 日後の防除効果が高かった。これは出穂期 11 日後散布は水田に侵入した成虫に対して殺虫効果があるため産卵を抑制し、出穂期 25 日後または 27 日後散布は直接幼虫密度を低下させるためと推察された。従来、アカヒゲホソミドリカスミカメに対しては 2 回散布であれば出穂期または穂揃期とその 7 ~ 10 日後の薬剤散布の効果が高いとされていた(八谷 1998)。これは、出穂期以降に水田に侵入する成虫を対象にしたものであり、その後水田内で発生する次世代幼虫の加害はあまり考慮されていないためである。秋田県内の斑点米被害は玄米側部での被害がほとんどであり、従来のように水田侵入成虫を対象とした防除だけでは被害を抑えられない。したがって、被害を効率的に抑制するためには水田内で増殖する次世代幼虫の発生を少なくすることが重要であることが初めて本試験で明らかとなった。このように、本種の水田内の発生生態と斑点米の形成される時期を明らかにし、より効果の高い薬剤を選定することで、3 ~ 4 回の薬剤散布を行っていた従来の防除体系から 2 回散布で確実に被害を防止できる減農薬防除が可能となった。

4 新しい減農薬防除技術に関する研究

前章では、主要薬剤の中で防除効果の高い薬剤を選定し、これを用いて最も少ない散布回数で斑点米被害を防止できる散布適期を明らかにした。これにより、従来よりも防除効果を高め、かつ減農薬が可能であることを示した。最近の農業や食品を取り巻く状況は、一般消費者からは環境保全型農業の推進と食の安全・安心が、生産者からは低コスト化や農作業の軽労化が

求められている。そこで、本章ではさらに薬剤の散布回数や施用量を削減し、なおかつ斑点米被害を受けない減農薬防除技術の確立を行った。まず、新規に開発されたネオニコチノイド系薬剤の茎葉散布剤の防除効果が、主要薬剤である有機リン剤(MEP剤など)や合成ピレスロイド剤(エトフェンプロックス剤、シラフルオフェン剤)よりも高いことを利用して最低防除回数である 1 回散布による減農薬防除の基礎的検討を行った。また、現地圃場においても実用的であることを証明するために大規模な現地実証を行った。そして、これまで斑点米カメムシ類を対象とした防除剤として検討されてこなかった粒剤による減農薬防除技術の開発を行った。さらに、アカヒゲホソミドリカスミカメの水田への侵入を防ぐことを目的に発生源対策による防除技術の開発を行った。

4-1 抄録

これまで報告されることがなかった新しい減農薬防除技術の検討を行った。新規に開発されたネオニコチノイド系薬剤の茎葉散布剤の防除効果は、主要薬剤である有機リン剤(MEP剤など)や合成ピレスロイド剤(エトフェンプロックス剤、シラフルオフェン剤)よりも高い。そこで、これを利用して最低防除回数である 1 回散布による減農薬防除の基礎的検討を行った。新規ネオニコチノイド剤の一つであるジノテフラン粉剤DLを出穂期 12 日後に 1 回散布した区は、慣行のMEP粉剤3DLとエトフェンプロックス粉剤DLの 2 回散布区よりも幼虫の発生を効果的に抑制し、斑点米の発生はまったく認められなかった。

散布適期を明らかにするために、出穂期 2 日後、10 日後、17 日後、25 日後にそれぞれ 1 回散布したところ、出穂期 10 日後、17 日後散布は幼虫発生がきわめて少なかった。斑点米混入率は出穂期 10 日後散布で最も少なく、次いで出穂期 17 日後散布が少なかった。このことから、ジノテフラン剤を用いた 1 回散布は従来剤の 2 回散布より防除効果が優ることが明らかとなり、散布適期は出穂期 10 日後頃と考えられた。

次に新規ネオニコチノイド剤を用いた 1 回散布の実用性を検討するために現地圃場にける大規模試験を行った。地上散布では、ジノテフラン粉剤DLを 1 回散布する減農薬防除法を約 30ha 規模で試験した。2004 年の結果では、ジノテフラン粉剤DL 1 回散布は対照の 2 回散布と同等の高い防除効果を示した。2005 年の結果では、実証地区は対照地区より斑点米の発生程度が低く、2 回散布より優れた効果を示した。

秋田県におけるカメムシ類防除の方法はヘリコプターによる散布が主体であることから、ヘリコプターによる新規ネオニコチノイド剤 1 回散布の防除効果を調査した。本試験ではクロチアニジン剤を使用した。試験結果はきわめて高い防除効果を示した。ヘリコプ

ターによる散布は地上散布と違い、畦畔や農道などのアカヒゲホソミドリカスミカメの発生源にも薬剤が散布されるため効果が高いと考えられた。以上のような数十 ha 規模の地上散布試験やヘリコプターによる薬剤 1 回散布の効果を実証した報告は初めてであり、本減農薬防除技術の有効性が実証された。

カメムシ類は一般にイネの穂を加害するため、穂に薬剤がかかる防除剤として従来から粉剤や液剤が用いられてきた。しかし、アカヒゲホソミドリカスミカメはイネ科植物の穂部だけではなく茎葉部もよく吸汁する。そこで、これまでカメムシ類の防除剤として検討されなかった粒剤による減農薬防除技術の開発を行った。5 粒剤について有効性を検討したところ新規ネオニコチノイド剤のクロチアニジン粒剤、ジノテフラン粒剤、チアメトキサム粒剤の 3 剤が高い効果を示した。そこで、これら 3 剤の散布適期を決定するために、3 ~ 4kg/10a を出穂期 4 日前、出穂期 3 日後（クロチアニジン粒剤は出穂期 6 日後）、出穂期 11 日後にそれぞれ 1 回散布した。いずれの粒剤処理区でも出穂期前散布より出穂期後散布の方が幼虫発生盛期の密度が低い傾向が見られ、斑点米混入率も出穂期後散布で低くなった。以上の結果から、新規ネオニコチノイド系の粒剤により本種の防除が可能であることが初めて明らかとなり、散布適期は出穂期 10 日後頃であることが明らかとなった。

本田への殺虫剤散布をなくす減農薬防除法として、本種が水田内に侵入する前に畦畔や農道に除草剤を散布して発生源を絶つ（発生源対策）防除技術の開発を行った。6 月下旬~7 月上旬に除草剤を 1 回散布することで、8 月上旬の本田侵入期までに農道・畦畔から本種の発生をなくすことが可能となった。これにより、穂揃期における水田内の発生密度を機械除草を行った対照区の 1/4 ~ 1/5 に低下させることが可能となった。本田への殺虫剤散布を行わなかった除草剤区でも、本田へ殺虫剤散布を行った除草剤区や対照区同等に斑点米混入率がきわめて低かったことから、除草剤による発生源対策だけで斑点米被害を回避できる可能性が明らかとなった。

4-2 新規ネオニコチノイド系薬剤（茎葉散布剤）による 1 回散布防除技術の開発

緒言

ネオニコチノイド系薬剤 (neonicotinoid) の初期開発剤はイミダクロプリド (imidacloprid) やニテンピラム (nitenpyram) などクロロニコチル系と呼ばれる化合物であるが、最近開発された新規ネオニコチノイド剤にはチアニコチル系のクロチアニジン (clothianidin) やチアメトキサム (thiamethoxam)、フラニコチル系のジノテフラン (dinotefuran) な

どがある (農薬ハンドブック 2005 年版)。これらネオニコチノイド系薬剤の特徴は浸透移行性に優れ、ウンカ類やアブラムシ類などの半翅目に対する殺虫活性がきわめて高いことである。著者は、社団法人日本植物防疫協会による殺虫剤実用化試験 (一般委託試験) において、ジノテフラン剤やクロチアニジン剤がアカヒゲホソミドリカスミカメに対して、主要薬剤の有機リン剤や合成ピレスロイド剤よりも格段に高い防除効果を示すことを明らかにした (新山・飯富 1999、2000、2001)。そこで、本節ではジノテフラン剤を用いて主要薬剤よりも減農薬となる 1 回散布による防除の可否について検討した。

材料および方法

(1) 慣行防除体系との比較

試験は 2002 年に秋田県河辺郡雄和町内 (現秋田市雄和) の一般農家圃場で行った。水稻品種は「あきたこまち」、移植日は 5 月 11 日、出穂期は 8 月 4 日であった。試験区はジノテフラン (0.5 %) 粉剤 DL の 3kg/10a を出穂期 12 日後 (8 月 16 日) に 1 回散布し、対照区は ME P (3 %) 粉剤 DL の 4kg/10a を出穂期 12 日後 (8 月 16 日)、エトフェプロックス (0.5 %) 粉剤 DL の 4kg/10a を出穂期 22 日後 (8 月 26 日) に散布した。1 区 90 m² (9 × 10m) とし、2 反復で行った。各区とも定期的に捕虫網 (径 36 cm、柄長 90 cm) による 20 回振りのすくい取りを行い、アカヒゲホソミドリカスミカメの発生推移を調査した。また、収穫期の 9 月 13 日に各区 10 株を刈り取り、乾燥・調製後、1.85mm の篩で選別した精玄米について斑点米の発生程度を調査し、防除効果の判定を行った。斑点米は奥山・井上 (1974) に従い、斑点の発生部位別に頂部、側部、他に分類した。なお、防除価は斑点米混入率をもとに次式により算出した。

$$\text{防除価} = 100 - \text{処理区の斑点米混入率} / \text{無処理区の斑点米混入率} \times 100$$

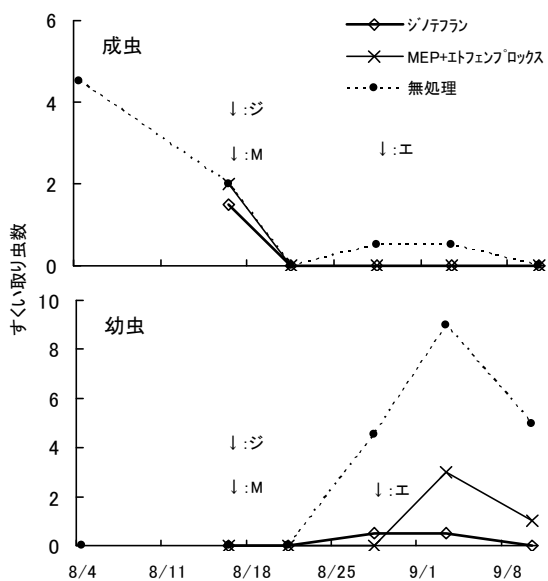
(2) 1 回散布の適期の検討

試験は 2003 年に農業試験場内の圃場で行った。水稻品種は「あきたこまち」、移植日は 5 月 13 日、出穂期は 8 月 5 日であった。供試薬剤はジノテフラン (5 %) ・フサライド (12 %) フロアブルとし、500 倍液に展着剤 (シンダイン 5,000 倍) を添加し散布した。散布量は 150 g/10a とした。散布時期は出穂期 2 日後 (8 月 7 日)、同 10 日後 (8 月 15 日)、同 17 日後 (8 月 22 日)、同 25 日後 (8 月 30 日)、1 区 72 m² (8 × 9m)、2 反復とした。試験区内のアカヒゲホソミドリカスミカメの発生推移および斑点米の調査は前項 (1) と同様に行った。

結果

(1) 慣行防除体系との比較

第4-1図に慣行散布体系との比較におけるすくい取り調査の結果を示した。無処理区では8月20日以前は成虫のみであったが、8月28日の調査以降は主に幼虫の発生であった。ジノテフラン粉剤DLを8月16日に1回散布した区は、慣行のMEP粉剤3DLとエトフェンプロックス粉剤DLの2回散布区と比べて8月28日以降の幼虫の発生は極めて少なく推移した。また、ジノテフラン粉剤DL散布区では斑点米の発生が見られず、慣行散布体系よりも防除効果が高い傾向が認められた ($p < 0.05$ 、斑点米混入率をARCSIN変換後にTukey法で検定) (第4-1表)。



第4-1図 各区のアカヒゲホソミドリカスミカメの発生消長
ジ:ジノテフラン, M:MEP, エ:エトフェンプロックス, ↓は散布日を示す。

第4-1表 ジノテフラン粉剤DL1回散布の斑点米抑制効果

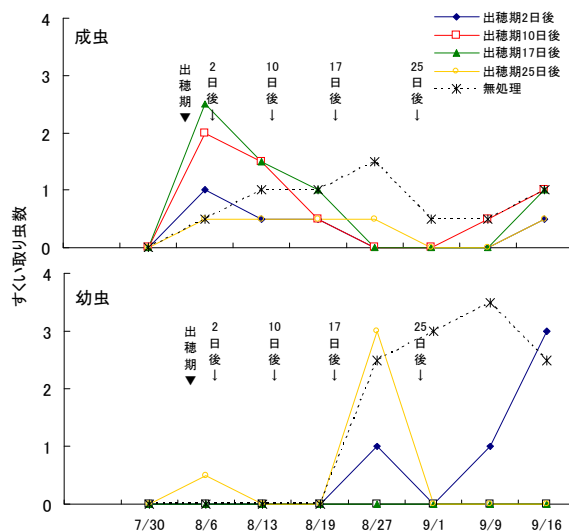
| 試験区 | 調査粒数 | 斑点米粒数 | | | 斑点米混入率(%) | 防除値 ²⁾ |
|----------------|--------|-------|------|------|------------------|-------------------|
| | | 頂部 | 側部 | 合計 | | |
| ジノテフラン | 13,706 | 0 | 0 | 0 | 0b ¹⁾ | 100 |
| MEP+エトフェンプロックス | 14,444 | 1.0 | 7.0 | 8.0 | 0.06b | 89 |
| 無処理 | 13,622 | 3.5 | 73.0 | 76.5 | 0.56a | — |

1)同一英小文字は処理間に有意差がないことを示す(ARCSIN変換後にTukey法で検定, $p > 0.05$).
2)防除値=100-処理区の斑点米混入率/無処理区の斑点米混入率×100。

(2) 1回散布の適期の検討

第4-2図に散布時期別のすくい取り調査の結果を示した。無処理区では8月20日以前は成虫主体であったが、8月27日以降は幼虫主体であった。各散布区とも散布後は無処理区より少なく推移したが、出穂期2日後散布では、9月10日以降増加した。出穂期10日後、同17日後散布では幼虫の発生がきわめて少なく推移した。出穂期25日後散布では散布後、幼虫の発生は抑制されたが、散布前には無処理区とほぼ同等に発生が認められた。斑点米の発生は出穂期10日後散布で最も少なく、次いで出穂期17日後散布であった。出穂期2日後および25日後散布は側部斑点米が

発生し、やや防除効果が劣った(第4-2表)。



第4-2図 各散布時期のアカヒゲホソミドリカスミカメの発生消長
↓は散布日を示す。

第4-2表 ジノテフラン剤の散布時期別斑点米抑制効果

| 試験区 | 調査粒数 | 斑点米粒数 | | | | 斑点米 ¹⁾ 混入率(%) | 防除値 ²⁾ |
|---------|--------|-------|------|-----|------|--------------------------|-------------------|
| | | 頂部 | 側部 | 他 | 合計 | | |
| 出穂期2日後 | 12,753 | 0 | 11.5 | 1.5 | 13.0 | 0.102ab | 51 |
| 出穂期10日後 | 12,207 | 0.5 | 0 | 0 | 0.5 | 0.004 b | 98 |
| 出穂期17日後 | 13,339 | 1.5 | 0 | 0 | 1.5 | 0.011 b | 95 |
| 出穂期25日後 | 12,892 | 3.0 | 8.0 | 0 | 11.0 | 0.085ab | 59 |
| 無処理 | 11,052 | 1.0 | 21.5 | 0.5 | 23.0 | 0.208a | — |

1)同一英小文字は処理間に有意差がないことを示す(ARCSIN変換後にTukey法で検定, $p > 0.05$).
2)防除値=100-処理区の斑点米混入率/無処理区の斑点米混入率×100。

考察

著者らによる研究から、ジノテフラン剤およびクロチアニジン剤の防除効果は、同じ散布回数、散布時期であれば対照とした従来剤よりも優ることが明らかにされている(新山・飯富 1999、2000、2001)。本試験ではジノテフラン剤を用いた1回散布は従来剤の2回散布より高い防除効果があることが明らかとなり、散布適期は出穂期10日後頃と考えられた。これはジノテフラン剤を適期に散布すると1回の防除作業で斑点米被害を回避できることを示すもので、減農薬の手段として有効な防除技術であると考えられる。

2で示したように、秋田県ではアカヒゲホソミドリカスミカメの幼虫による吸汁が主体となって側部斑点粒が発生すると考えられることから、本種の防除には幼虫の発生を抑制することが重要である。本試験では、ジノテフラン剤を本田侵入成虫の発生盛期を過ぎた出穂期10日後頃に散布しても、出穂期20日後以降に発生する幼虫をきわめてよく抑制した。これは、本田侵入成虫に対する殺虫効果によりある程度産卵を抑制していることに加え、本剤の少なくとも10日間程度の残効により孵化幼虫の発生を抑制した結果と推測された。この高い残効性は、殺虫活性と併せて本剤のもつ高い浸透移行性が寄与していると考えられる。

4-3 新規ネオニコチノイド系薬剤（茎葉散布剤）による減農薬防除の現地実証

緒言

前節ではジノテフラン剤を出穂期 10 日後頃に 1 回散布することにより、斑点米被害の防止を前提とした減農薬防除が可能であることを示した。しかし、本減農薬防除技術を一般圃場へ普及させるためには、現地圃場における実証が必要不可欠である。そこで、本節ではこの防除技術の実用性を実証する目的で、現地圃場において地上散布および有人ヘリコプターや無人ヘリコプターによる散布の大規模試験を行った。

材料および方法

(1) 地上散布の実証

地上散布による現地実証は、2004 年と 2005 年に秋田県平鹿郡平鹿町（現横手市平鹿町）A 地区（実証地区）の約 30ha の一般農家圃場で行った。水稻品種は「あきたこまち」、移植は 5 月下旬、出穂期は 2004 年では 8 月 6 日頃、2005 年では 8 月 5 日頃であった。カメムシ類に対する防除は、2004 年は 8 月 17 日（出穂期 11 日後）、2005 年は 8 月 16 日（出穂期 11 日後）にジノテフラン（0.5 %）粉剤 DL の 3kg/10a を全圃場に散布した。対照は A 地区に隣接する同町 B 地区（対照地区、約 11ha）とした。水稻品種は「あきたこまち」が主体で、出穂期は 2004 年、2005 年ともに 8 月 3 日頃であった。カメムシ類対象の防除は、2004 年は 8 月 7 日にフサライド・MEPゾルが航空散布され、さらに 8 月 20 日頃に主に MEP（3 %）粉剤 DL が地上散布された。2005 年は 8 月 16 日にフサライド・MEPゾルが航空散布され、さらにその 7～10 日後に主にジノテフラン（0.5 %）粉剤 DL やエトフェンプロックス（0.5 %）粉剤 DL が地上散布された。

2004 年は 9 月 10 日に実証地区の 45 圃場と対照地区の 24 圃場について、2005 年は 9 月 6 日に実証地区の 49 圃場と対照地区の 28 圃場について水田内のすくい取り調査（畦畔際 20 回、中央部 20 回の計 40 回振り）を行い、カメムシ類の発生程度を比較した。また、2004 年は 9 月 17 日に実証地区の 45 圃場と対照地区の 24 圃場について、2005 年は 9 月 16 日に実証地区の 18 圃場と対照地区の 12 圃場について 1 圃場当たり 100 穂（畦畔際 50 穂、中央部 50 穂）を採取して 1.85mm の篩で選別した精玄米について斑点米の発生程度を調査し、比較した。さらに、2004 年にはカメムシ類対

象の本田防除を行っていない同町 C 地区（無防除地区）でも同様に稲穂を採取して斑点米調査を行った。斑点米は奥山・井上（1974）に従い、斑点の発生部位別に頂部、側部、他に分類した。

(2) 有人ヘリコプターおよび無人ヘリコプター散布の実証

有人ヘリコプターおよび無人ヘリコプター散布の現地実証は、2005 年に秋田県潟上市天王江川の圃場で行った。栽培品種は「あきたこまち」と「ひとめぼれ」であり、「あきたこまち」の出穂期は平均して 8 月 1 日頃、「ひとめぼれ」の出穂期は平均して 8 月 4 日頃であった。調査圃場の概略図は第 4-3 図のとおりで、有人ヘリコプター区（有人ヘリ区：総散布面積は 998ha）と無人ヘリコプター区（無人ヘリ区）はそれぞれ①から⑥までの 6 圃場を調査した。有人ヘリ区でのヘリコプターの使用機種は「Bell206B」で、8 月 12 日にクロチアニジン（20 %）フロアブル（希釈倍率 8 倍、散布量 8l/ha 相当）を散布した。無人ヘリ区での使用機種は「ヤンマー YH300SL」で 8 月 9 日にクロチアニジンフロアブル（希釈倍率 8 倍、散布量 8l/ha 相当）を散布した。アカヒゲホソミドリカスミカメの調査は薬剤散布前の 8 月 9 日から始め、8 月 30 日まで定期的に捕虫網（径 36 cm、柄長 90 cm）により各区 6 圃場×2カ所において 20 回振りすくい取りを行った。斑点米調査は 9 月 15 日に各区 6 圃場×2カ所×5 株を刈り取り、乾燥、調製後に精玄米（1.9mm 以上）について行った。



第4-3図 調査圃場の配置
(秋田県潟上市)

結果

(1) 地上散布の実証

実証地区と対照地区のすくい取り調査と斑点米調査の結果を第 4-3 表と第 4-4 表に示した。2004 年における実証地区のすくい取り調査では、アカヒゲホソ

第4-3表 現地実証すくい取り調査および斑点米調査(2004年)

| 試験区 | 防除体系 ¹⁾ | すくい取り調査(9/10) | | | 斑点米調査(9/17) | | |
|------------------|--------------------------|---------------|-------------------------|----------------------|-------------|------------------------------------|-----------|
| | | 調査圃場数 | 確認圃場率 ²⁾ (%) | 虫数 ³⁾ /圃場 | 調査圃場数 | 斑点米混入率 ⁴⁾ % 平均 最小-最大 | |
| 実証地区 (約30ha) | 出穂期11日後 1回散布 | 45 | 7 | 0.07 ^{n.s} | 45 | 0.004 ^{n.s} | 0-0.04 |
| 対照地区 (約11ha) | 出穂期4日後航空防除 +出穂期17日後散布 | 24 | 21 | 0.25 | 24 | 0.004 | 0-0.05 |
| 無防除地区 (約23ha) | 本田散布なし (8月中旬農道のみ防除) | — | — | — | 6 | 0.202 | 0.01-0.61 |

1)実証地区:8/6出穂期 8/17ジノテフラン粉剤DL、対照地区:8/3出穂期 8/77サライド・MEPゾル+8/20MEP粉剤3DL。
無防除地区:8/3出穂期 8/18イトフェンプロックス粉剤DL(農道のみ)。
2)アカヒゲホソミドリカスミカメが水田内で捕獲された圃場の割合。
3)20回振り×2カ所の虫数, n.sは処理間に有意差がないこと($p > 0.05$)を示す(虫数を $\sqrt{(x+0.5)}$ 変換後にt検定)。
4)1圃場100穂調査, n.sは実証地区, 対照地区間に有意差がないこと($p > 0.05$)を示す(ARCSIN変換後にt検定)。

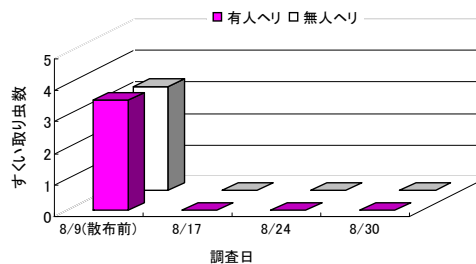
第4-4表 現地実証すくい取り調査および斑点米調査(2005年)

| 試験区 | 防除体系 ¹⁾ | すくい取り調査(9/6) | | | 斑点米調査(9/16) | | |
|-----------------|---------------------------------|--------------|-----------------------|----------------------|-------------|------------------------------------|---------|
| | | 調査圃場数 | 確認圃場率 ²⁾ % | 虫数 ³⁾ /圃場 | 調査圃場数 | 斑点米混入率 ⁴⁾ % 平均 最小-最大 | |
| 実証地区 (約30ha) | 出穂期11日後 1回散布 | 49 | 6.1 | 0.06 ^{n.s} | 18 | 0.003* | 0-0.013 |
| 対照地区 (約11ha) | 出穂期12~13日後航空防除 +出穂期19~23日後散布 | 28 | 10.7 | 0.14 | 12 | 0.039 | 0-0.218 |

1)実証地区:8/5出穂期 8/16ジノテフラン粉剤DL。
対照地区:8/3~4出穂期 8/167サライド・MEPゾル+個人防除(ジノテフラン粉剤DLまたはイトフェンプロックス粉剤DL等)。
2)アカヒゲホソミドリカスミカメが水田内で捕獲された圃場の割合。
3)20回振り×2カ所の虫数, n.sは処理間に有意差がないこと($p > 0.05$)を示す(虫数を $\sqrt{(x+0.5)}$ 変換後にt検定)。
4)1圃場100穂調査, *は処理間に有意差があること($p < 0.05$)を示す(ARCSIN変換後にt検定)。

ミドリカスミカメの発生圃場率、1圃場当たり虫数とも対照地区より少ない傾向であった ($p = 0.0598$ 、虫数を $\sqrt{(x+0.5)}$ 変換後にt検定)。実証地区の斑点米混入率は平均および最大で対照地区と同等に低く ($p > 0.05$ 、ARCSIN変換後にt検定)、被害は認められなかった。本田防除を行わなかった無防除地区では平均斑点米混入率が約0.2%で発生程度が高かった。2005年における実証地区のすくい取り調査でも、アカヒゲホソミドリカスミカメの発生圃場率、1圃場当たり虫数はともに対照地区より少ない傾向であった ($p = 0.3392$ 、虫数を $\sqrt{(x+0.5)}$ 変換後にt検定)。実証地区の平均斑点米混入率は対照地区より有意に低く ($p < 0.05$ 、ARCSIN変換後にt検定)、被害となる斑点米混入率0.1%を超える圃場は認められなかった。

斑点米混入率は0.1%以下で同等に低く ($p > 0.05$ 、ARCSIN変換後にt検定)、斑点米の抑制効果は高いと判断された(第4-5表)。



第4-4図 有人および無人ヘリコプター散布によるアカヒゲホソミドリカスミカメの発生抑制効果
1)出穂期は8/1、散布日は有人ヘリが8/12、無人ヘリが8/9。
2)虫数は20回振り、1圃場当たりで大部分が成虫。
3)調査面積は有人ヘリが80a、無人ヘリが102a。

(2) 有人ヘリコプターおよび無人ヘリコプター散布の実証

有人ヘリ区、無人ヘリ区とも薬剤散布前(8月9日)の水田内におけるアカヒゲホソミドリカスミカメの発生状況は、成虫が主体で中発生であった。薬剤散布後は全くカメムシ類の発生は認められず、防除効果が高いと判断された(第4-4図)。斑点米調査では、有人ヘリ区で頂部斑点米の発生がやや見られたが両区とも

第4-5表 有人および無人ヘリコプター散布における斑点米抑制効果

| 試験区 | 調査粒数 | 斑点米粒数 | | | 斑点米混入率(%) |
|-------|--------|-------|-----|-----|----------------------|
| | | 頂部 | 側部 | 計 | |
| 有人ヘリ区 | 13,051 | 4.8 | 0.5 | 5.3 | 0.041 ^{n.s} |
| 無人ヘリ区 | 12,435 | 0.5 | 0.2 | 0.7 | 0.006 |

1)各6圃場平均、1圃場10株当たり、精玄米(≥1.9mm)。
2)n.sは処理間に有意差がないことを示す(ARCSIN変換後にt検定, $p > 0.05$)。

考察

本試験では地上散布とヘリコプターによる散布の現地実証をカメムシ類の常発地域で行った。地上散布ではジノテフラン粉剤DLを1回散布する減農薬防除法を約30ha規模で行った。2004年の結果では実証地区および対照地区ともに薬剤散布の効果は高く、実証地区のジノテフラン粉剤DL1回散布は、対照の薬剤2回散布と同等に被害を抑えた。2005年の結果では実証地区は対照地区より斑点米の発生程度を抑制しており、薬剤2回散布より優る効果と考えられた。これまで、新規ネオニコチノイド剤の1回散布による防除を数十ha規模の圃場試験で実証した例はなく、本研究で本防除技術の有効性が初めて実際の米生産現場で実証された。また、秋田県では有人ヘリコプターや無人ヘリコプターによる薬剤散布がカメムシ類防除の主体であることから、ヘリコプターによる新規ネオニコチノイド剤1回散布の防除効果も調査した。この試験ではクロチアニジン剤を使用したのが、試験結果から非常に高い防除効果が得られると判断された。ヘリコプターによる散布は地上散布と違い、畦畔や農道などのアカヒゲホソミドリカスミカメの発生源にも薬剤が散布されるため、高い効果が得られたと思われる。ヘリコプターによる薬剤1回散布の効果を実証した報告はこれまでになかったが、本試験の結果から今後は県内全域に普及可能な防除技術と判断された。

4-4 粒剤による新しい防除技術の開発

緒言

カメムシ類による斑点米被害を最初に記録したとされる「農業害虫篇」(高橋、1948)には、イネカメムシ等の薬剤防除法として煙草石灰(煙草粉に石灰を混合した物)やBHC(粉剤)、石鹼を加用した硫酸ニコチン(800倍液)の散布が記されている。以来、現在に至るまでカメムシ類に対する薬剤防除は粉剤や液剤を散布する方法で行われている。少なくとも1960年代からカメムシ類を対象に使用されているDEP剤やMPP剤などの有機リン剤をはじめ(河野・武藤、1961)、その後開発された合成ピレスロイド剤のエトフェンプロックス剤やシラフルオフェン剤など既存の粉剤や液剤は一般に残効性が低いとされている(松崎、2001)。

アカヒゲホソミドリカスミカメの加害期間は乳熟期頃から収穫期近くまで長期間に及ぶことから、2や3で述べたように残効性が低い既存剤を使用する場合は散布回数を増やさざるを得ないのが現状であった。このことから、散布回数を削減するためには、殺虫活性があり残効性が高い防除薬剤が必要と考えられた。そこで、散布作業が容易で残効性が高いとされる粒剤による防除法について検討を行った。

材料および方法

(1) 有効薬剤の検索

試験は2000年に農業試験場内(秋田市雄和相川)の圃場で行った。水稻品種は「あきたこまち」、移植日は5月15日、出穂期は7月31日であった。供試薬剤はネオニコチノイド系のクロチアニジン粒剤、ジノテフラン粒剤、チアメトキサム粒剤およびニテンピラム粒剤、ピリジンアゾメチン系のピメトロジン粒剤とした(第4-6表)。いずれも浸透移行性を有し、吸汁性害虫のウンカ類に防除効果が高い薬剤から選択した。試験面積は1区72m²(8×9m)とした。各試験区を予め畦畔板で仕切り、7月31日に5cm程度に湛水後、試験薬剤の所定量を均一に手散布した。対照としてシラフルオフェンEW2,000倍液を7月31日と8月12日の2回、背負式動力噴霧機で所定量を散布した。アカヒゲホソミドリカスミカメの発生推移をみるために、7月31日から9月5日まで約7日間隔で各区の畦畔から7条目と20条目を中心に各10回、計20回、捕虫網径(36cm、柄長90cm)によるすくい取り調査を行った。斑点米は9月13日に畦畔より7条目から5株、20条目から5株の計10株を刈り取り、乾燥・調製後、粗玄米について調査を行った。

第4-6表 試験区の構成

| 供試薬剤 | 反復 | 濃度・散布量 | 散布回数 |
|---------------------|----|-----------------|------|
| クロチアニジン(0.5%)粒剤 | 1 | 6kg/10a | 1 |
| ジノテフラン(1.0%)粒剤 | 1 | 6kg/10a | 1 |
| チアメトキサム(0.5%)粒剤 | 1 | 6kg/10a | 1 |
| ピメトロジン(3.0%)粒剤 | 1 | 6kg/10a | 1 |
| ニテンピラム(1.0%)粒剤 | 2 | 4kg/10a | 1 |
| シラフルオフェン(19%)EW(対照) | 2 | 2,000倍、150L/10a | 2 |
| 無処理 | 2 | — | — |

(2) 有効薬剤の散布適期

前項(1)の試験で明らかとなった有効薬剤の散布適期について検討した。試験は2001年に秋田市雄和銅屋の一般農家圃場で行った。水稻品種は「あきたこまち」、移植日は5月12日、出穂期は7月31日であった。試験面積は、1区90m²(9×10m)で、3反復(ただし無処理区は2反復)とした。その他、試験区の構成は第4-7表のとおりとした。

第4-7表 試験区の構成

| 供試薬剤 | 濃度・散布量 | 散布時期 |
|-----------------|-----------------|-----------------------|
| クロチアニジン(0.5%)粒剤 | 4kg/10a | 出穂期4日前、出穂期6日後、出穂期11日後 |
| ジノテフラン(1.0%)粒剤 | 3kg/10a | 出穂期4日前、出穂期3日後、出穂期11日後 |
| チアメトキサム(0.5%)粒剤 | 4kg/10a | 出穂期4日前、出穂期3日後、出穂期11日後 |
| MEP(50%)乳剤(対照区) | 1,000倍、120L/10a | 出穂期3日後と出穂期13日後の2回 |
| 無処理 | — | — |

各試験区を中干し終了後の7月18日に畦畔板で仕切った。供試薬剤の処理時期は7月27日(出穂期4日前)、8月3日(出穂期3日後、ただしクロチアニジン粒剤は出穂期6日後)、8月11日(出穂期11日

後)とし、3cm程度に湛水後、所定量を均一に手散布した。散布後7日間は止水した。対照薬剤は、8月3日と8月13日の2回、背負式動力噴霧機で所定量を散布した。アカヒゲホソミドリカスミカメの発生推移をみるために、8月3日から9月14日まで原則7日間隔で捕虫網(径36cm、柄長90cm)によるすくい取り調査を行った。調査日は降雨や強風を避けるよう適宜、変更した。すくい取り調査は各区の畦畔から7条目と20条目を中心にして各10回、計20回行った。斑点米調査は、9月17日に各区から100穂を抜き取り、乾燥・調製後、精玄米(≧1.85mm)について行った。穂の採取方法は畦畔から5、10、15、20、25条目を選び、各条1株おきの20株から最長茎の穂を抜き取り100穂とした。

結果

(1) 有効薬剤の検索

試験圃場におけるアカヒゲホソミドリカスミカメの発生量は全般に少発生であった。チアメトキサム粒剤、ピメトロジン粒剤、ニテンピラム粒剤、対照薬剤のシラフルオフェンEWでは、無処理区と比較して散布後のすくい取り虫数に差はなかったが、クロチアニジン粒剤、ジノテフラン粒剤ではすくい取り虫数がやや少なかった(第4-8表)。斑点米の発生程度はピメトロジン粒剤、ニテンピラム粒剤、シラフルオフェンEWでは無処理と比べて同等~多く、防除効果は認められなかった。しかし、クロチアニジン粒剤、ジノテフラン粒剤、チアメトキサム粒剤では無処理区と比較して明らかに斑点米の発生程度が低く、防除効果が認められた(第4-9表)。

第4-8表 すくい取り調査結果

| 試験区 | すくい取り虫数 ¹⁾ | | | | | | | |
|-----------------|---------------------------|--------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------------------------|
| | 散布前 ²⁾ 7/31 | 2日後 ³⁾ 8/2 | 7日後 8/7 | 14日後 8/14 | 21日後 8/21 | 28日後 8/28 | 37日後 9/5 | 散布後計 ⁴⁾ 8/2~9/5 |
| クロチアニジン粒剤 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 3.0 (54) |
| ジノテフラン粒剤 | 0 | 1.0 | 0 | 1.0 | 0 | 0 | 0 | 2.0 (36) |
| チアメトキサム粒剤 | 2.0 | 1.0 | 3.0 | 0 | 0 | 0 | 1.0 | 5.0 (91) |
| ピメトロジン粒剤 | 2.0 | 0 | 0 | 1.0 | 1.0 | 2.0 | 2.0 | 6.0 (110) |
| ニテンピラム粒剤 | 0 | 0.5 | 2.5 | 0.5 | 0 | 1.5 | 0.5 | 5.5 (100) |
| シラフルオフェンEW(対照区) | 0 | 0 | 1.0 | 0 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 6.0 (110) |
| 無処理 | 0 | 1.5 | 0.5 | 1.5 | 1.5 | 0 | 0.5 | 5.5 (100) |

1)ニテンピラム粒剤、シラフルオフェンEW、無処理は2区平均。
2)すくい取り調査後に薬剤散布。
3)薬剤散布後日数。
4)()は無処理を100とした場合の指数。

第4-9表 斑点米調査

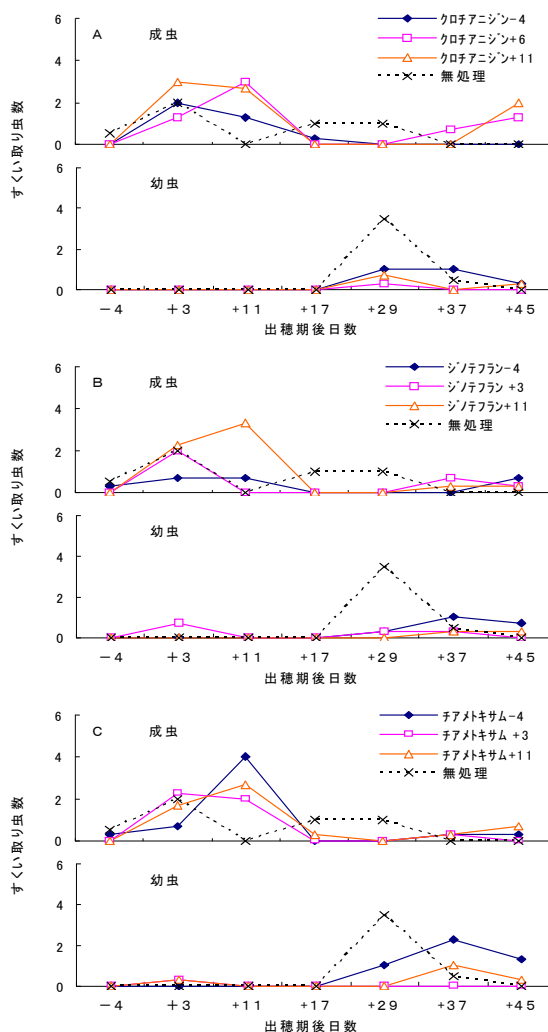
| 試験区 | 調査粒数 | 斑点米粒数 ¹⁾ | | | 斑点米混入率 ²⁾ (%) |
|-----------------|--------|---------------------|------|-----|-----------------------------|
| | | 頂部 | 側部 | 合計 | |
| クロチアニジン粒剤 | 16,023 | 4 | 23 | 0 | 0.169 (25) |
| ジノテフラン粒剤 | 16,802 | 0 | 5 | 0 | 0.030 (4) |
| チアメトキサム粒剤 | 14,044 | 1 | 8 | 0 | 0.064 (9) |
| ピメトロジン粒剤 | 13,249 | 7 | 84 | 0 | 0.687 (100) |
| ニテンピラム粒剤 | 12,819 | 2.5 | 104 | 0.5 | 0.835 (122) |
| シラフルオフェンEW(対照区) | 11,574 | 6.5 | 99.5 | 3 | 0.942 (138) |
| 無処理 | 11,893 | 5.5 | 72.5 | 3.5 | 0.685 (100) |

注:1)ニテンピラム粒剤、シラフルオフェンEW、無処理は2区平均。
2)()は無処理を100とした場合の指数。

(2) 有効薬剤の散布適期

試験圃場におけるアカヒゲホソミドリカスミカメの発生量は中発生であった。無処理区では出穂期3日後に成虫の発生盛期となり、出穂期29日後に幼虫の発

生盛期となった。クロチアニジン粒剤とジノテフラン粒剤では、出穂期6日後処理並びに出穂期3日後処理と出穂期11日後処理は出穂期4日前処理に比べて成虫の発生はやや多かったが、幼虫の発生は少ない傾向があった。チアメトキサム粒剤は、出穂期3日後処理と出穂期11日後処理は出穂期4日前処理に比べて成虫の発生はやや少なく、幼虫の発生は出穂期3日後処理、出穂期11日後処理、出穂期4日前処理の順に少なかった(第4-5図)。



第4-5図 各粒剤散布区のアカヒゲホソミドリカスミカメの発生推移

A: クロチアニジン粒剤、B: ジノテフラン粒剤、C: チアメトキサム粒剤

斑点米混入率は各処理間で統計的な有意差が認められなかったが(p = 0.0505、ANOVA)、次のような傾向が認められた。クロチアニジン粒剤の出穂期4日前処理は、無処理区と同等に斑点米の発生が多く効果が低かった。しかし、出穂期6日後および出穂期11日後処理の斑点米混入率は、それぞれ0.075%、0.070%であり効果が認められた。ジノテフラン粒剤の出穂期4日前処理では斑点米混入率が0.154%で効果がやや

低かったが、出穂期 3 日後および出穂期 11 日後処理の斑点米混入率はそれぞれ 0.049 %、0.019 % であり、高い効果が認められた。チアメトキサム粒剤の出穂期 4 日前処理は、無処理区と同等に斑点米の発生が多く効果が認められなかった。しかし、出穂期 3 日後および出穂期 11 日後処理の斑点米混入率は、それぞれ 0.088 %、0.066 % であり効果が認められた (第 4-10 表)。

第4-10表 各粒剤処理の斑点米発生状況(100穂当たり、精玄米)

| 供試薬剤 | 処理時期 ¹⁾ | 調査粒数 | 斑点米粒数 | | | 斑点米混入率(%) |
|------------|--------------------|-------|-------|------|-----|----------------------------|
| | | | 頂部 | 側部 | その他 | |
| クロチアニジン粒剤 | -4 | 8,871 | 1.3 | 19.7 | 0 | 0.237 (64) ^{2)ns} |
| | +6 | 8,743 | 0.3 | 6.3 | 0 | 0.075 (20) |
| | +11 | 8,017 | 1.3 | 4.3 | 0 | 0.070 (19) |
| ジノテフラン粒剤 | -4 | 8,433 | 0.3 | 12.7 | 0 | 0.154 (42) |
| | +3 | 8,235 | 0.3 | 3.7 | 0 | 0.049 (13) |
| | +11 | 8,550 | 0.3 | 1.3 | 0 | 0.019 (5) |
| チアメトキサム粒剤 | -4 | 8,584 | 1.0 | 30.0 | 0.3 | 0.365 (99) |
| | +3 | 8,255 | 1.3 | 6.0 | 0 | 0.088 (24) |
| | +11 | 8,625 | 1.0 | 4.7 | 0 | 0.066 (18) |
| MEP乳剤(対照区) | +3,+13 | 8,311 | 0.7 | 20.3 | 0 | 0.253 (69) |
| 無処理 | - | 8,556 | 2.5 | 28.5 | 0.5 | 0.368 (100) |

1) 出穂期を0とした日数。

2) ()内は対無処理比。

3) nsはANOVAで有意差(5%)がないことを示す。

考察

水稻害虫を対象とした粒剤は、有効成分がイネの根から吸収されて茎葉部に移行する薬剤が多く、ウンカ類やヨコバイ類といった茎葉部を吸汁する害虫に効果が高い。一方、カメムシ類は一般にイネの穂を加害するため、穂に薬剤がかかる防除剤として従来から粉剤や液剤が用いられてきた。しかし、アカヒゲホソミドリカスミカメはイネを含めイネ科植物の穂部だけではなく茎葉部もよく吸汁することが知られており、穂への移行性が低い粒剤でも防除効果が認められると考えられた。有効薬剤の検索では同じネオニコチノイド剤でもニテンピラム粒剤は効果が認められず、クロチアニジン粒剤やジノテフラン粒剤、チアメトキサム粒剤は効果が認められた。この違いは本種に対する殺虫活性の違いと考えられる。チアメトキサム粒剤は散布後のすくい取り虫数が無処理とほぼ同等であるのに斑点米混入率が低かった要因は明らかではないが、アカヒゲホソミドリカスミカメに対し致死に至らせないまでも吸汁阻害効果を発揮したためかも知れない。

散布適期の試験では、各薬剤とも出穂期前より出穂期後の散布で斑点米抑制効果が高かった。これは、出穂期後散布の方が出穂期前散布と比較して幼虫密度を抑制するためであり (第 4-5 図)、出穂期後散布の方が幼虫発生時期に有効成分の稲体濃度が高く保たれるためと考えられる。また、対照としたMEP乳剤の効果が低かった。原因として 1 回目散布当日の夜に降った 6 mm の降雨の影響も考えられたが、この点、粒剤は湛水散布のため降雨の影響を受けなかったと推測された。

本研究により、新規ネオニコチノイド系の粒剤により本種の防除が可能となった。これは薬剤の散布回数削減や防除作業の省力化、水田外への薬剤飛散の防

止、降雨などの気象条件に左右されない安定した防除効果など様々な利点につながる。さらに、有効成分を増量したり溶出パターンを工夫することにより、移植時に施用する箱粒剤での 1 回処理で初期害虫からカメムシ類までカバーできる可能性もあり、さらなる減農薬、軽労化も期待できる。

4-5 発生源対策による新しい防除技術の開発

緒言

アカヒゲホソミドリカスミカメはイネ科植物を寄主とし、水田畦畔・農道、および周辺の雑草地、休耕田、牧草地において増殖し、水田内に侵入する (八谷、1999)。そのため、イネの出穂前にこれらの発生源における本種の密度を低下させることは、斑点米被害の軽減に有効と考えられる。現在、行われている主な発生源対策は、畦畔・農道の機械除草、休耕田の耕起等であるが、いずれの方法も雑草が再生してくるため、本種の発生を完全には抑えることはできない。しかし、発生源対策として非選択性茎葉処理除草剤 (以下、除草剤) を用いることで、餌となるイネ科雑草を枯死させれば、本種の繁殖を抑えることができると考えられる。さらに、本種の水田侵入期において、発生源に本種成虫が存在しなければ、本田侵入は起こらず斑点米被害を防止できると推測される。そこで、一般農家圃場において本種の発生源を畦畔・農道に限定して、この仮説の検証を行った。

材料および方法

(1) 試験圃場

試験は 2004 年と 2005 年に秋田県秋田市雄和下黒瀬の一般農家圃場で行った。栽培品種は「あきたこまち」が主体で、一部の圃場では「めんこいな」であった。試験区の構成を第 4-11 表、第 4-12 表に示した。

第4-11表 試験区の構成(2004年)

| 区 | 水田面積 | 圃場数 | 畦畔管理方法 | | | | 本田薬剤散布 |
|------|--------|-----|--------|-------------------|------|------|------------------|
| | | | 5月下旬 | 6月下旬 | 7月上旬 | 7月下旬 | |
| 除草剤区 | 1.06ha | 7 | 草刈り | 除草剤 ¹⁾ | - | - | あり ²⁾ |
| 対照区 | 1.70ha | 8 | 草刈り | - | 草刈り | 草刈り | あり ³⁾ |

1) グルホシネート液剤。

2) ジノテフラン液剤+MEP乳剤(8月2半旬+5半旬散布)またはエトフェンブロックス粉剤DL(8月5半旬散布)。

3) ジノテフラン液剤+MEP乳剤(8月2半旬+5半旬散布)またはエトフェンブロックス粉剤DL(8月3半旬散布)。

第4-12表 試験区の構成(2005年)

| 区 | 水田面積 | 圃場数 | 畦畔管理方法 | | | 本田薬剤散布 |
|------|--------|-----|--------|-------------------|------|------------------|
| | | | 6月上旬 | 7月上旬 | 8月下旬 | |
| 除草剤区 | 1.50ha | 4 | 草刈り | 除草剤 ¹⁾ | - | なし |
| | 0.66ha | 5 | 草刈り | 除草剤 ¹⁾ | - | あり ²⁾ |
| 対照区 | 1.20ha | 10 | 草刈り | 草刈り | 草刈り | あり ³⁾ |

1) グルホシネート液剤。

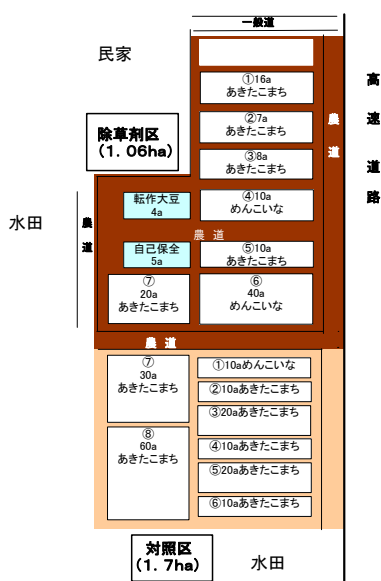
2) クロチアニジン水溶剤またはエトフェンブロックス粉剤DL(8月3半旬散布)。

3) エトフェンブロックスEW+クロチアニジン水溶剤(8月2半旬+4半旬)。

除草剤を畦畔・農道に散布した圃場を除草剤区、農家慣行の草刈りを行った圃場を対照区とした。試験圃

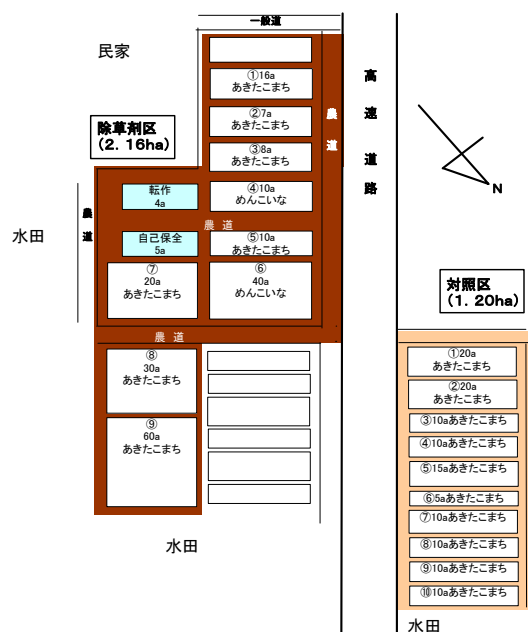
場は 5 ～ 60a 規模で、10 ～ 20a 圃場が主体であった。2004 年の試験では、除草剤区と対照区は高速道路に面して連続して隣り合い (第 4-6 図)、2005 年の試験では高速道路を挟んで隣り合った配置とした (第 4-7 図)。周囲は休耕田や転作牧草のない水田が連続しており、両区はほぼ同じ環境条件であった。除草剤は、グルホシネート液剤 (100 倍、1001/10a) を使用した。除草剤の散布は、2004 年の試験では 6 月下旬 (6 月 29 日)、2005 年の試験では 7 月上旬 (7 月 8 日) に行った。2004 年は両区とも農家慣行によりアカヒゲホソミドリカスミカメ防除のための本田への殺虫剤散布が行われた。除草剤区は、8 月 2 半旬にジノテフラン (10

%) 液剤と 8 月 5 半旬に ME P 乳剤の体系散布、または 8 月 5 半旬にエトフェンプロックス (0.5 %) 粉剤 DL の散布であった。対照区は、8 月 2 半旬にジノテフラン液剤と 8 月 5 半旬に ME P 乳剤の体系散布、または 8 月 3 半旬にエトフェンプロックス粉剤 DL の散布であった。2005 年の対照区では、農家慣行により、8 月 2 半旬にエトフェンプロックス (10 %) EW と 8 月 4 半旬にクロチアニジン (16 %) 水溶剤が散布された。除草剤区では、殺虫剤散布を行わない圃場と 8 月 3 半旬にクロチアニジン水溶剤またはエトフェンプロックス粉剤 DL を散布した圃場を設けた。



第4-6図 試験圃場の配置 (2004年)
(秋田県秋田市雄和)

■ : 除草剤区 □ : 対照区



第4-7図 試験圃場の配置 (2005年)
(秋田県秋田市雄和)

■ : 除草剤区 □ : 対照区

(2) 畦畔・農道および水田内における発生調査

2004 年、2005 年とも 6 月上旬から約 10 日に 1 回の割合で各区の畦畔、農道のすくい取り (畦畔は 50 回振り、農道は 20 回振り) を行い、アカヒゲホソミドリカスミカメの発生推移を調査した。2004 年は除草剤区で約 15 カ所、対照区で約 12 カ所、2005 年は両区とも約 30 カ所を調査した。また、アカヒゲホソミドリカスミカメの水田侵入期に当たる出穂期 3 日後 (両年とも 8 月 4 日 : すくい取り調査に殺虫剤散布の影響がない時期) に両区の全水田内において、中央部と畦畔際でそれぞれ 20 回振りのすくい取りを行い、除草剤の畦畔・農道への処理による水田侵入抑制効果を評価した。

(3) 斑点米調査

2005 年の試験では 9 月 15 日に各圃場 100 穂 (畦畔際 50 穂、中央部 50 穂) を採取し、精玄米 ($\geq 1.9\text{mm}$)

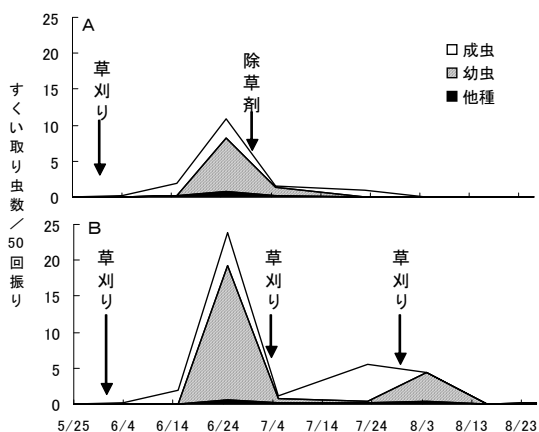
の斑点米発生程度を調査した。斑点米は奥山・井上 (1974) をもとに斑点の発生部位別に頂部、側部、他に分類した。

結果

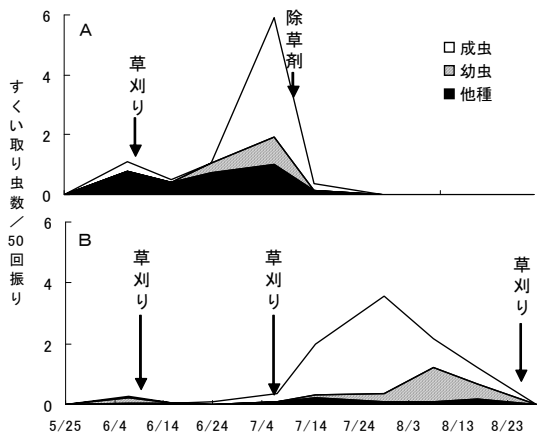
(1) 畦畔・農道における密度低減効果

両年とも畦畔・農道に発生した種はアカヒゲホソミドリカスミカメが大部分を占めたが、2005 年の除草剤区では対照区と比較してアカスジカスミカメやムギカスミカメなど他種の割合がやや高かった。2004 年の対照区では、2 回目の草刈り前はアカヒゲホソミドリカスミカメ幼虫を主体に発生密度は高かったが、草刈り後には急激な個体数の低下が認められた。その後、雑草の再生とともに成虫を主体に緩やかに個体数が増加した。8 月上旬の穂揃期の調査では幼虫のみの発生であった。これに対して除草剤区では、除草剤散布前は幼虫を主体に発生密度が高かったが、散布後は雑草

の枯れ上がりに伴い、比較的速やかにアカヒゲホソミドリカスミカメの個体数は減少し、穂揃期には全く認められなくなった(第4-8図)。2005年の試験では、草刈りを行った対照区は6月上旬から7月上旬まで除草剤区と比べて個体数が少なく経過したが、7月中旬から8月上旬にかけて成虫を主体に多くなった。除草剤区では、除草剤散布前は成虫を主体に発生密度が高まったが、散布後は急激に個体数が減少し、7月下旬以降は全く認められなくなった(第4-9図)。



第4-8図 畦畔・農道におけるアカヒゲホソミドリカスミカメの発生状況 (2004年, A: 除草剤区, B: 対照区)



第4-9図 畦畔・農道におけるアカヒゲホソミドリカスミカメの発生状況 (2005年, A: 除草剤区, B: 対照区)

(2) 水田侵入抑制効果

穂揃期における水田内のアカヒゲホソミドリカスミカメの発生状況を第4-13表と第4-14表に示した。2004年のすくい取り虫数では統計的に有意差は認められなかったが(t 検定, $p > 0.05$)、除草剤区は対照区の約1/5であり水田への侵入程度は低い傾向にあった。発生個体は成虫が主体であり、また、対照区では半数の圃場で発生が認められたが、除草剤区では1圃場のみの発生であった。2005年のすくい取り虫数は、除草剤区の方が対照区より有意に少なく(t 検定、 p

< 0.01)、水田への侵入程度は約1/4に抑制された。発生個体は成虫が多く、対照区では全ての圃場で発生が認められたが、除草剤区では約半数の圃場での発生に留まった。なお、両区とも圃場の畦畔際と中央部とでは、発生密度に偏りはみられなかった。

第4-13表 水田内への侵入抑制効果(2004年8月4日調査)

| 試験区 | すくい取り虫数 | 発育態別割合(%) | | 発生圃場率(%) |
|------|---------------------|-----------|----|----------|
| | | 成虫 | 幼虫 | |
| 除草剤区 | 0.07 ^{n.s} | 100 | 0 | 14 |
| 対照区 | 0.38 | 83 | 17 | 50 |

注: すくい取り虫数は20回振り当たりの平均虫数。n.sは処理間に有意差がないこと($p > 0.05$)を示す(虫数を $\sqrt{(x+0.5)}$ 変換後に t 検定)。

第4-14表 水田内への侵入抑制効果(2005年8月4日調査)

| 試験区 | すくい取り虫数 | 発育態別割合(%) | | 発生圃場率(%) |
|------|--------------------|-----------|----|----------|
| | | 成虫 | 幼虫 | |
| 除草剤区 | 0.28 ^{**} | 60 | 40 | 55 |
| 対照区 | 1.20 | 83 | 17 | 100 |

注: すくい取り虫数は20回振り当たりの平均虫数。**は処理間に有意差があること($p < 0.01$)を示す(虫数を $\sqrt{(x+0.5)}$ 変換後に t 検定)。

(3) 斑点米の発生抑制効果

2005年の斑点米調査の結果を第4-15表に示した。本田に殺虫剤散布を行っていない除草剤区の斑点米発生程度は、殺虫剤散布を行った除草剤区や対照区と有意差はなく(ANOVA, $p = 0.8018$)、同程度に低かった。

第4-15表 斑点米調査結果(2005年)

| 区 | 本田薬剤散布 | 調査圃場数 | 調査粒数 ¹⁾ | 斑点米粒数 | | | | 斑点米 ⁴⁾ 混入率(%) |
|------|------------------|-------|--------------------|-------|-----|-----|-----|--------------------------|
| | | | | 頂部 | 側部 | 他 | 計 | |
| 除草剤区 | なし | 4 | 8,252 | 0 | 0.5 | 0 | 0.5 | 0.006 ^{n.s} |
| | あり ²⁾ | 5 | 9,014 | 0.2 | 1.0 | 0 | 1.2 | 0.013 |
| 対照区 | あり ³⁾ | 10 | 7,955 | 0 | 0.5 | 0.1 | 0.6 | 0.008 |

1) 1圃場当たり平均調査粒数。

2) クロチアニジン水溶剤またはエトフェンブロックス粉剤DL(8月3半旬散布)。

3) エトフェンブロックスEW+クロチアニジン水溶剤(8月2半旬+4半旬)。

4) n.sはANOVAで有意差(5%)がないことを示す。

考察

畦畔の雑草管理と斑点米カメムシ類の発生については、オオトゲシラホシカメムシやコバネヒョウタンナガカメムシ、ホソハリカメムシを対象にした報告はあるが(星野ら 1991; 石川ら 1995; 寺本 2003; 山代 1996)、カスミカメムシ類を対象とした報告は少ない。古くからアカヒゲホソミドリカスミカメが問題となっている北海道では、本種の発生源が畦畔や農道だけでなくコムギ畑や牧草地、様々な施設や住宅周辺の空き地や雑草地と多様であり、これら全てを対象とした発生源対策は現実的ではないとされてきた(八谷 1999)。しかし、上野(2004)は、本種の生息に好適なイタリアンライグラスが自生している場合は草刈り3回でも増殖がみられ、除草剤を散布した場合は長期間にわたり本種の密度を抑制し、草刈りと同等以上の密度抑制効果があったと報告している。本県でも一般的に水田周辺に小麦畑や牧草地が存在しない場合は、水田にごく近い畦畔や農道のみを対象とした発生源対策でも、本種の防除として十分有効ではないかと考えられた。

そこで本試験では発生源をなくすことを目的として、畦畔や農道に除草剤を散布して雑草を枯死させる方法を試みた。発生源対策を考えた場合、カメムシ類の生息を不可能にする点で、除草剤散布は草刈りより効果が期待できる。

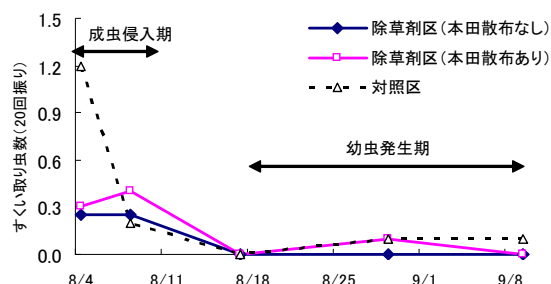
本試験では、対照区の草刈り時期は農家に任されていたため、特に2005年の試験において7月以降の草刈りの時期が適切ではない圃場もあった。そのため対照区では、7月中旬以降の畦畔・農道における本種の発生密度が多くなったと思われる。それに対し除草剤区の結果は、6月下旬～7月上旬に除草剤散布することで、8月上旬の本田侵入期まで農道・畦畔における本種の発生を抑制できることを示している。これらのことから、除草剤散布は本種の発生源対策として優れた方法と考えられた。

本種の発生源から水田内への侵入は、本種の移動分散能力に依存する。第4-13表や第4-14表から明らかのように、水田にごく近い畦畔や農道から本種の発生をなくすことで水田侵入を非常に低い密度に抑制できたのは、本種が生息地内あるいは食草間で短距離の飛行を繰り返すタイプの昆虫であるためと考えられる(後藤・樋口 2004)。一方、菊地ら(2004)は羽化後2～3日の若い個体に限り10分以上の飛行能力があると報告している。除草剤区でわずかに認められた水田侵入個体はこのような飛行能力の高い個体である可能性が考えられる。除草剤処理面積をある程度広くすることにより、飛行能力の高い個体の侵入の危険性も低下させることができると推察される。

従来、本種の発生源対策は、イネ出穂期以降に水田内に侵入する個体数を低下させるための出穂前の機械除草が主体であった。機械除草で発生源対策を行っても、本種が水田内に侵入して斑点米被害を起こすため、本田への殺虫剤散布を行っているのが現状であった。しかし、除草剤を利用することで機械除草よりも本種の水田侵入を効果的に抑制できる可能性が明らかとなった。これは除草剤散布により本種の寄主植物であるイネ科雑草が枯れて餌として不適になることから、移動性の低い幼虫は死滅し、成虫は他の寄主植物を求めて移動するためと考えられる。

斑点米の発生程度は本田への殺虫剤散布の種類や時期に最も大きく影響されるので、2005年の殺虫剤散布を行った除草剤区と対照区で、除草剤と草刈りの斑点米を比較するのは難しい。また、対照区に殺虫剤の無散布圃場を設定していないため、殺虫剤散布を行っていない除草剤区における斑点米混入率の低さが除草剤散布による効果であるとは厳密には言えない。しかし、経時的な水田内のすくい取り調査では、幼虫発生が通常ある8月下旬～9月上旬にまったく発生が認められなかったことから(第4-10図)、畦畔や農道への除草剤処理により成虫の水田侵入密度を抑制した結果

であると言える。



第4-10図 水田内のアカヒゲホソミドリカスミカメの発生推移

5 総合考察

近年、全国的に問題となっている斑点米カメムシ類としては、アカヒゲホソミドリカスミカメ、アカスジカスミカメ、クモヘリカメムシの3種が挙げられるが、特にカスミカメ類の発生増大が顕著である(渡邊・樋口、2006)。その要因として水田転作に伴う飼肥料作物の導入、イネ科牧草の雑草化、休閒田の増加、水稻品種や気象条件の変化などが考えられている。これに加えて中筋(1973)や林(1997)が指摘しているカスミカメ類の多化性、多食性、高い飛行能力などの生態的特徴が近年の水田を取り巻く環境変化に適応させていると思われる。アカスジカスミカメはイタリアンライグラス、メヒシバ、ヒエ類を選好する(飯村1992)。特に、イネ科牧草のイタリアンライグラスでの増殖は旺盛で、これらが水田に飛来して斑点米を発生させる(林1986)。そのため、イネ科牧草の栽培面積と斑点米被害量との間には正の相関がみられる(林1986; 田中2000)。これに対し、アカヒゲホソミドリカスミカメでは、転作牧草に近接した水田で斑点米被害が多い報告(新山2000)はあるものの、イネ科牧草面積や休閒田面積と本種の発生量や斑点米被害量との明確な関係を示す報告はない。本種は栽培種のイタリアンライグラスの他、スズメノカタビラ、スズメノテッポウ、ナガハグサ、コヌカグサ、メヒシバ等のイネ科雑草も選好する(菊地・小林、2002、2003)。これらのイネ科雑草は水田の畦畔や農道に普通に見られる植物であるが、イタリアンライグラスのように牧草地や転作田等にまとまった群落を形成しないため、大きな増殖源とはならない。このように同じカスミカメ類であっても、アカスジカスミカメとアカヒゲホソミドリカスミカメでは水田周辺の発生源が若干異なる。

斑点米被害が増大する要因として、イネの割れ粉の発生程度が大きく関与している(河辺1972; 奥山・井上1974; 林1997; 後藤ら2000; 石岡ら2000、本田ら2001)。本研究で示したように、近年は割れ粉の

発生程度の高い年が多くなっており、このことが斑点米被害を助長していると考えられる。イネの登熟過程で割れ粉が発生するのは、開花 2 週間前頃の籾殻の伸長ピーク時に日照不足や低温で籾殻サイズが小さくなり（松島 1959；浜名 1987）、開花後の好天により玄米の肥大が良くなると、籾の鉤合部が開穎するためである。特に開花後の日中の高温は玄米の厚さを増加させるため（森田・松葉 1993）、割れ粉発生の大きな要因となる。秋田県におけるイネの出穂、開花は 8 月上旬となるため、8 月の平均気温が 26 °C を超えると割れ粉被害率が高くなると考えられる（第 2-5 表）。秋田市においては、7 月下旬と 8 月上旬の平均気温と 7 月下旬の日照時間から割れ粉発生の推定式が作成されており（京谷 2002）、割れ粉の発生予測が可能となっている。米沢ら（2005）が、秋田県内の一般圃場において割れ粉率と斑点米混入率の関係を調べたところ、斑点米混入率 0.1 % に相当する割れ粉率は 1.0 % であった。しかし、7 ~ 9 割の圃場では割れ粉率が 1.0 % 以上であったことから、割れ粉の発生程度から斑点米被害を予測することは、防除対策を立てる上でそれほど有益ではないと指摘している。そのため、秋田県では、割れ粉が発生することを前提として防除対策を考える必要がある。実際、県内で発生している斑点米は割れ粉によって多くできる側部斑点米がほとんどであることから（第 2-3 表、第 2-5 図）、本研究における防除技術の開発は側部斑点米を抑制することを重視して進めた。

本研究では薬剤による防除技術を中心に検討し、実用性の高い減農薬防除技術を確立した。これまでのアカヒゲホソミドリカスミカメの薬剤防除技術に関する研究は、薬剤の効果（井上 1974, 1975；黒蝕米対策研究班 1975；松崎 2001；上野 2004；石本 2004）や散布適期の検討（橋本・春木 1988；上野 2004；石本 2005）に関する報告がほとんどであり、減農薬防除に関する報告は少ない。北海道における本種の減農薬防除技術は要防除水準を設定し、捕虫網を使ったすくい取りによる発生予測から防除要否を判断して、不必要な薬剤散布を防ぐ発生対応型の防除技術である（八谷 1998）。この減農薬防除技術は出穂期頃とその 7 ~ 10 日後の 2 回散布を基本として行い、3 回目以降の防除要否を判断するものである。北海道では本種の発生源となる広大な小麦畑や牧草地が存在するが、このように発生源が水田周辺に多い場合は、水田周辺の成虫密度が高くなり、移動性の高い成虫は頻繁に水田内に侵入する。したがって、侵入する成虫に対し、その都度、薬剤散布する必要があることから、上述の発生予測システムに基づいた発生対応型の減農薬防除技術が普及したと考えられる。北海道では発生の多かった 1980 年代前半は平均 5 ~ 6 回の薬剤散布を行う地域もあったが（八谷 1998）、すべての圃場が必ずしも 5

~ 6 回の薬剤散布を必要とするのではないので、基本の薬剤 2 回散布後はすくい取り調査によって不必要な薬剤散布を減らすのは合理的である。

一方、秋田県の一般的な水田地帯では小麦畑や牧草地は存在しないため、水田周辺における本種の発生密度は北海道に比べれば低い。しかし、水田内の発生消長調査で明らかのように、水田へ侵入する成虫密度が低くても次世代の幼虫密度は高くなる。さらに近年、秋田県では割れ粉の発生程度が高く、水田周辺における本種の発生密度が低くても斑点米被害が生じやすい。したがって、事前の発生予測に基づいて防除対策を立てることは実用的ではないため、水田内での本種の増殖防止を図るのが合理的と考えられる。本研究における減農薬防除技術はすべてこの考えに立脚したもので、本種の水田侵入から増殖、加害に至るまでの生態的特徴を利用している。すなわち、秋田県においてアカヒゲホソミドリカスミカメ成虫はイネの出穂期数日後から 14 日後頃まで水田内に侵入し、その間にイネに産卵を行う。続いて出穂期 20 日後過ぎから順次ふ化した幼虫が発生し、籾を吸汁して斑点米を形成する。したがって、防除対象はこの出穂期から出穂期 14 日後頃までの侵入成虫と出穂期 20 日後過ぎから出現する幼虫の二つである。

以上のような特徴を踏まえ、これまで使用されてきた有機リン剤や合成ピレスロイド剤などの主要薬剤による効果的な防除法を次のように整理した。従来の防除法では、出穂期 ~ 穂揃期とその 7 ~ 10 日後に散布を行うのが良いとされていた。しかし、第 3-9 図のように、この防除法では高い効果は得られなかった。これらの薬剤では残効性が低いため、約 2 週間の成虫侵入の全期間に渡って効果を持続されることはできない。そのため、侵入成虫の産卵を全て抑えることはできず、結果として幼虫が発生してしまうのである。残効性の低い薬剤を用いる場合は、水田内に侵入する前に予防的に散布するよりは侵入後に散布する方が効果的である。本研究では ME P 剤の 1 回散布では防除効果が不十分であり、出穂期 11 日後 + 25 日後の 2 回散布の効果が最も高かった。1 回目の散布は水田内に侵入した成虫のイネへの産卵を抑制するには効果がある。しかし、1 回目の散布前あるいは散布後、残効切れした後に産みつけられた卵からは幼虫が発生する。幼虫発生時期は出穂期 20 日後過ぎであるため、この時期に 2 回目の散布を行うことにより十分な防除効果が得られると考えられる。

ME P 剤などの有機リン剤は薬剤コストが低く、合成ピレスロイド剤は航空散布での使用が多いため生産者のコスト負担が少ないという利点があり、長い間、防除剤として使用されてきた。その反面、複数回の薬剤散布が必要なため、生産者の高齢化と担い手不足が進む中での防除作業の簡略化という要望には応えられな

い欠点があった。そこで、防除作業をより簡略化できる減農薬防除技術の検討を行った。その結果、新規ネオニコチノイド剤が有機リン剤や合成ピレスロイド剤よりも効果が高いことを見だし、1 回散布でも効率的に水田内の本種の増殖を抑え、斑点米被害を防止できることを明らかにした。これまで難防除害虫とされ、経済的被害の大きかったアカヒゲホソミドリカスミカメを 1 回の散布作業で防除できることは、生産者にとっては非常に有益であると考えられる。本減農薬防除技術は、2006 年度においてヘリコプター散布を中心に地上散布も含めて秋田県の約 7 割の面積に普及し（秋田県病害虫防除所推定）、斑点米被害の防止に大きく貢献している。

近年、農産物をはじめとした食品の安全性に対する関心が高まっている。このような背景から食品衛生法が改正され、2006 年 5 月から基準設定のない農薬等を一定量以上含む食品の流通が原則禁止されるポジティブリスト制度が施行された（駄場 2006）。本制度導入のため、農作物生産現場では農薬の飛散防止対策が重要な課題となっているが（安藤 2006）、特に、栽培面積が広い水稻では粉剤散布やヘリコプターによる液剤散布の割合が高く、水田転換畑や水田に隣接した圃場で栽培している他作物への飛散が懸念されている。本研究で示した新規ネオニコチノイド剤の 1 回散布による減農薬防除は、従来よりも散布回数を削減できることから農薬飛散の頻度を低減できる利点がある。さらに、本研究では新規ネオニコチノイド系の粒剤によるカメムシ類防除法も開発したが、粒剤は粉剤や液剤に比べて剤型的に飛散しにくい利点がある。そのため粉剤や液剤では飛散の危険性がある他作物と隣接した圃場においても、これら他作物への飛散の危険性が少ない。また、粒剤による防除は、大型散布機や散布作業に人手がなくても背負式動力散布機があれば一人で作業ができるため、作業労働的にも優れている。防除効果の面でも、本研究で示されたように出穂期 10 日後頃の粒剤散布で水田内の幼虫の増殖は抑えられ、降雨などの気象条件に左右されない安定した防除効果が期待できる。その反面、水田内に侵入する成虫にはあまり効果が期待できないことも明らかとなった。したがって、成虫が飛来しやすいイネ科牧草地などに隣接した圃場や、街灯や商店などの夜間照明近くの圃場では、粒剤の防除効果は低下する可能性がある。また、出穂期前の散布や水のかけ流し状態での散布も効果の低下を招くので注意が必要である。

これまでの殺虫剤による防除は、アカヒゲホソミドリカスミカメ成虫が水田内へ侵入した後の対策であった。本研究では、本種の発生源である畦畔・農道の雑草管理が斑点米被害防止に有効であり、かつ減農薬防除を可能にすることも明らかにした。除草剤を利用した発生源対策の利点は、畦畔・農道の草刈り作業を省

略でき、かつ、カメムシ類防除のための殺虫剤散布を不要とすることから省力的で低コストな点である。減農薬防除は単に薬剤コストや薬剤散布の労力を低減するだけではなく、薬剤散布による生物相への影響や環境汚染のリスクも低減することになる。殺虫剤の水田への散布はカメムシ類やウンカ類などの害虫の他に、水田に生息するトンボ類やユスリカ類、クモ類など防除対象外の生物相にも影響を与える（小山・城所 2003）。これに対して畦畔・農道への除草剤散布は、それら水田内の生物に対する直接的な影響はない。また、本研究で用いた除草剤の有効成分であるグルホシネートは、土壌中における半減期が 3 ~ 20 日と易分解性であり、最終的に二酸化炭素とリン酸、水に変化し土壌中に残留・蓄積はしなしたため環境への負荷が少ない（Dorn E. et al. 1992）という利点もある。畦畔・農道を対象とした発生源対策は水田区画が大きいほど相対的に発生源の割合が低下するため、本種の水田侵入を効果的に減少させることが可能と考えられる。県内では基盤整備により 1ha 規模の大区画圃場が年々増加しており、発生源対策による減農薬防除技術の導入が期待されている。なお、除草剤散布により畦畔・農道の雑草が枯れて緑が失われるため田園風景の景観を損ねること、雑草の枯死により畦畔が軟弱化すること、また、イナゴ類やウンカ類、フタオビコヤガなどのカメムシ類以外の水稻中後期害虫の発生抑制ができないなどの欠点があるが、これらの点については今後の検討課題としたい。

本研究で開発した減農薬防除技術の普及を促進するためには、上述のような利点と欠点を理解した上で、生産者の意向や圃場の立地条件等を考慮して防除法を選択する必要がある。例えば、（1）他作物への薬剤飛散の心配がない圃場では、新規ネオニコチノイド剤の粉剤やヘリコプターによる液剤散布を行う、（2）他作物への飛散が懸念され景観も重視される圃場では、草刈りにより雑草管理を行い、アカヒゲホソミドリカスミカメ成虫の密度を低下させた上で粒剤を使用する、（3）基盤整備により大区画圃場となり草刈り作業や本田への薬剤散布が困難で景観はそれほど重視されない場合は、除草剤を利用した発生源対策を行う、などが考えられる。

近年、農業生産現場では農作物をはじめとした食品の安全性や環境負荷に対する不安や懸念、農業従事者の高齢化による労働力低下、米価の低迷による農家所得の減少など多くの問題を抱えている。本研究は農薬の使用を必要最小限にとどめ、これらの問題の解決につながる防除技術の確立を目指した。今後は本減農薬防除技術の普及を促進することにより、高品質で付加価値の高い米生産に貢献できるものとする。

謝辞

本論文をまとめるにあたり懇切なるご指導、ご校閲の労を賜った東北大学大学院農学研究科松田一寛教授、同昆野安彦准教授、同堀雅敏助教に心より感謝の意を表す。また、秋田県農林水産技術センター農業試験場生産環境部長深谷富夫氏には本研究を行うきっかけと研究遂行にあたり示唆に富むご助言をいただいた。元秋田県農業試験場長鳥越洋一博士（現独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター研究管理監）、前秋田県農業試験場長藤田佳克博士（現独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター病害抵抗性研究チーム長）、前農業試験場長児玉徹氏には研究の遂行にあたって特段のご配慮とご鞭撻を賜った。本研究は秋田県農林水産技術センター農業試験場生産環境部および管理室管理班のご協力を得て行われた。特に、故飯富暁康上席研究員、糸山享研究員（現明治大学農学部）、小田島昌美元職員、藤原シュン子職員には多大なご協力をいただいた。秋田県病害虫防除所職員の皆様には調査データと県内の病害虫に関する情報提供をいただいた。以上の方々と多くの現地試験を快くお引き受け下さった農家の方々、それをご指導下さった各農業協同組合職員や農業共済組合職員の方々、調査にご協力いただいたフロンティア研修生の方々に心から感謝の意を表す。

引用文献

- 秋田県病害虫防除所(1998)病害虫防除員のための水稲病害虫の診断と予察法(改訂版). 95pp.
- 安藤由紀子(2006)ポジティブリスト制度の導入に対応する農薬の飛散影響防止対策について. 植物防疫 60: 93-95.
- Dorn E. Goerlitz G, Heusel R, Stumpf K (1992) Verhalten von Glufosinate-ammonium in der Umwelt-Abbau und Einfluss auf das Oekosystem. Z.Pflanzenkrankh Pflanzenschutz, Sonderheft 13: 459-468
- 後藤純子・伊東芳樹・宍戸貢(2000)水田内におけるヒエ類とアカスジカスミカメによる斑点米との関係. 北日本病虫研報 51: 162-164.
- 後藤純子・樋口博也(2004)宙吊り飛翔法で測定したアカヒゲホソミドリカスミカメの飛翔能力. 応動昆虫 48: 219-224.
- 八谷和彦(1984)捕虫網による水稲害虫のすくい取り効率に関する知見. 北海道立農試集報 51: 73-82.
- 八谷和彦(1985)アカヒゲホソミドリメクラガメの要防除水準. 北海道立農試集報 53: 43-49.
- 八谷和彦(1998)斑点米カメムシ(アカヒゲホソミドリメクラガメ)の研究と対策. 第3回農林害虫防除研究会報告-茨城大会- 50-59.
- 八谷和彦(1999)アカヒゲホソミドリメクラガメの水田への侵入と発生予測. 植物防疫 53: 268-272.
- 浜名光衛(1987)高冷地における水稲の割れ籾と着色米の発生に関する研究. 福島農試研報 26: 22-31.
- 橋本庸三・春木保(1988)アカヒゲホソミドリメクラガメの防除時期について. 北日本病虫研報 39: 170-172.
- 林英明(1986)アカスジメクラガメの生態と防除. 植物防疫 40: 321-326.
- 林英明(1997)斑点米カメムシ発生相の変遷と防除対策. 植物防疫 51: 455-461.
- 本田浩央・遠藤秀一・渡辺和弘・阿部雄幸・永峰淳(2001)山形県における斑点米カメムシ類の多発生と防除対策. 1. 発生の特徴と多発生要因. 北日本病虫研報 52: 149-153.
- 星野康人・鈴木龍栄門・長谷川春雄・本間睦夫・円山実(1991)畦畔除草剤と殺虫剤による斑点米の発生防止試験. 北陸病虫研報 39: 63-65.
- 飯村茂之(1992)斑点米を発生させるアカスジメクラガメの寄主選好性. 東北農業研究 45: 101-102.
- 井上寿(1974)アカヒゲホソミドリメクラガメに対する各種殺虫剤の防除効果について. 北日本病虫研報 25: 55.
- 井上寿(1975)アカヒゲホソミドリメクラガメに対する各種殺虫剤の防除効果について(追補). 北日本病虫研報 26: 81.
- 石川浩司・田中太一・駒形健二・関正利(1995)農道畦畔の除草と殺虫剤散布による斑点米の発生防止. 北陸病虫研報 43: 13-16.
- 石本万寿広(2005)アカヒゲホソミドリカスミカメに対する薬剤散布適期. 北陸病虫研報 54: 29-38.
- 石岡将樹・木村利幸・木村勇司(2000)1999年に青森県で多発した斑点米. 2. アカヒゲホソミドリカスミカメの多発に影響した気象要因と斑点米発生の特徴. 北日本病虫研報 51: 158-161.
- 岩田俊一・葭原敏夫(1976)斑点米を発生させるカメムシ類-全国アンケート調査より-. 植物防疫 30: 127-132.
- 柿崎昌志(1997)アカヒゲホソミドリメクラガメのスズメノカタビラによる簡易継代飼育. 北日本病虫研報 48: 156-158.
- Kakizaki M, Sugie H.(1997) Attraction of males to females in the rice leaf bug, *Trigonotylus caelestialium*. Kirkaldy(Hemiptera:Miridae).Appl.Entomol.Zool. 32: 648-651.
- Kakizaki M, Sugie H. (2001) Identification of female sex pheromone of the rice leaf bug, *Trigonotylus caelestialium*. J. Chem. Ecol. 27: 2447-2458.
- 河辺信雄(1972)アカヒゲホソミドリメクラガメによる斑点米および芽ぐされ米の発生について. 北日本病虫研報 23: 134.
- 菊地淳志・小林徹也(2002)イネ科秋雑草におけるアカヒゲホソミドリカスミカメ成虫の餌植物選好性. 北日本病虫研報 53: 176-177.
- 菊池敦志・小林徹也(2003)イネ科春雑草とイタリアンライグラスにおけるアカヒゲホソミドリカスミカメ成虫の餌植物選好性. 北日本病虫研報 54: 113-114.
- 菊地淳志・石岡将樹・小林徹也(2004)アカヒゲホソミドリカスミカメの飛翔に及ぼす各種要因 第1報 羽化後日齢の影響. 北日本病虫研報 55: 140-142.
- 菊地淳志・小林徹也(2005)斑点米カメムシ対策としての畦畔・農道除草. 農業および園芸 80: 15-22.
- 桐谷圭治(2001)昆虫と気象 177pp、成山堂、東京.
- 黒蝕米対策研究班(1975)北海道における黒蝕米に関する研究. 北農 42: 1-90.
- 河野幹幸・武藤利郎(1961)岐阜県において黒変米の原因となるカメムシ類について. 植物防疫 15: 447-451.
- 京谷薫(2003)水稲の割れ籾を軽減する追肥診断と発生の推定法. 実用化できる試験研究成果、秋田県農林水産技術開発推進会議 pp. 87-88
- 米沢悟・佐藤宏朗・新山徳光・沓澤朋広(2005)近年の秋田県における割れ籾と斑点米との関係. 北日本病虫研報 56: 99-101.
- 松島省三(1959)稲作の理論と技術-収量成立の理論と応用-. 養賢堂、東京. 302pp.

- 松崎卓志 (2001) 富山県における斑点米カメムシ類の防除対策. 植物防疫 55 : 451-454.
- 森田敏・松葉捷也 (1993) 水稻登熟期の昼夜別高温処理が玄米の粒重、粒径および品質に及ぼす影響. 日作紀 62 (別2) : 30.
- 中筋房夫 (1973). 稲穂を加害するカメムシ類の発生の特徴と要防除密度. 植物防疫 27 : 372-378.
- 新山徳光 (2000) 特集: 1999 年の斑点米カメムシ類の多発生 [1] アカヒゲホソミドリカスミカメ. 植物防疫 54 : 309-312.
- 新山徳光・飯富暁康 (1999) 平成 11 年度一般委託試験成績 (Ⅱ 東北地域) 殺虫剤関係. 日本植物防疫協会、東京. pp. 1-2.
- 新山徳光・飯富暁康 (2000) 平成 12 年度一般委託試験成績 (Ⅱ 東北地域) 殺虫剤関係. 日本植物防疫協会、東京. pp. 5-6.
- 新山徳光・飯富暁康 (2001) 平成 13 年度一般委託試験成績 (Ⅱ 東北地域) 殺虫剤関係. 日本植物防疫協会、東京. pp. 11-12.
- 日本植物防疫協会 (2005) 農薬ハンドブック 2005 年版 (改訂新版). 日本植物防疫協会、東京. 820pp.
- 佐藤正彦 (1991) 秋田県におけるカメムシ類による斑点米の発生と防除法について. 東北地方におけるカメムシ類の発生と斑点米について、(株) アグロス 仙台 pp. 29-35.
- 高橋雄一 (1948) 農業害虫篇. 養賢堂、東京. 398pp.
- 奥山七郎 (1974a) アカヒゲホソミドリメクラガメの生活史に関する研究第 1 報 発消長について. 北日本病虫研報 25 : 53.
- 奥山七郎 (1974b) アカヒゲホソミドリメクラガメの生活史に関する研究第 2 報 産卵および各態の発育と温度との関係. 北日本病虫研報 25 : 54.
- 奥山七郎 (1982) アカヒゲホソミドリメクラガメの休眠卵誘起と覚醒. 北日本病虫研報 33 : 89-92.
- 奥山七郎・井上寿 (1974) 黒蝨米に関する研究 (2) アカヒゲホソミドリメクラガメの成、幼虫による黒蝨米の発現. 北日本病虫研報 25 : 52.
- 奥山七郎・井上寿 (1975) アカヒゲホソミドリメクラガメの産卵、発育と温湿度との関係. 北海道立農試集報 32 : 45-52.
- 小山淳・城所隆 (2003) 水田内のクモ類、アカネ属トンボ幼虫およびユスリカ類成・幼虫に対する水稻初期害虫防除の影響. 北日本病虫研報 54 : 123-125.
- 尾崎幸三郎・斎藤哲夫 (1981) 農薬実験法 1. 殺虫剤編 (深見順一ほか編)、東京: ソフトサイエンス社、p. 63-102.
- 清水喜一 (1997) 植物防疫基礎講座 農業害虫および天敵昆虫等の薬剤感受性検定マニュアル (8) イネ害虫: カメムシ類. 植物防疫 51 : 182-185.
- 田中英樹・高田真・千葉武勝 (2000) 岩手県における斑点米の発生予察法の検討. 北日本病虫研報 51 : 170-174
- 寺本憲之 (2003) 斑点米カメムシ類の個体数抑制を考慮した畦畔管理技術. 滋賀農総セ農試研報 43 : 47-70
- 上野清 (2004) 山形県において斑点米を発生させるカメムシ類の生態と防除に関する研究. 山形農事研報 37 : 53-78.
- 渡邊朋也・樋口博也 (2006) 斑点米カメムシ類の近年の発生と課題. 植物防疫 60 : 201-203.
- Wheeler A.G., Jr Henry T.J. (1985) *Trigonotylus coelestialium* (Heteroptera: Miridae), a pest of small grains: seasonal history, host plants, damage, and description of adult and nymphal stages. Proc. Entomol. Soc. Wash. 87 : 699-713.
- 山代千加子・小嶋昭雄・藤巻雄一 (1996) 畦畔の雑草管理による斑点米の発生抑制効果. 北陸病虫研報 44 : 47-50.
- 安永智秀・高井幹夫・山下泉・川村満・川澤哲夫 (1993) 日本原色カメムシ図鑑. 全国農村教育協会、東京. 380pp.

Abstract

Studies on Ecology and Reduced Pesticide Control to Rice Leaf Bug,*Trigonotylus caelestialium* (Kirkaldy)

Tokumitsu NIIYAMA ¹⁾

(¹⁾ *Agricultural Experiment Station, Akita Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Research Center,
Present Address : Akita Plant Protection Office*)

Promotion of agriculture on preservation of the environment, safety of food, and lowering the cost and lightening farmwork are requested by the competition between rice production regions of recent years while maintaining the high grain quality and good eating quality intensely. To promote the rice production with a high additional value, the control system that reduces the spray frequency of the pesticide more than the current state is needed. The occurrence of pecky rice in Akita Prefecture had become much damage by the whole area of the prefecture in 1999, though before in 1998 was not a serious problem excluding a part of frequency area. Then, key species of bugs causing pecky rice in 1999 were investigated and analyzed as the actual conditions of pecky rice damage, and the population occurrences of stinkbugs were clarified. Moreover, it examined it for the establishment of control technology that the factor taking part in the occurrence of pecky rice was analyzed, pecky rice damage was reduced, and reduced pesticide cultivation becomes possible.

1. The generation realities of the rice leaf bug (*Trigonotylus caelestialium* (Kirkaldy)) in Akita Prefecture and clarification of reproduction mechanism in rice field

In the farm road, the levee in a local field to which it had gone in 1999, and the sweeping investigation in the rice field, five families 14 species of stinkbugs were captured. It was clarified that the rice leaf bug was a key species that this bug causes pecky rice because it had had the majorities of the number of capture individuals in the farm road, the levee, and the rice field compared with other species.

As for a local field and pecky rice in the round field survey, the side pecky rice made when injured at time advanced by the ripening of the brown rice was extremely abundant. It was suggested that it be important to reduce the number of side pecky rice from this.

The year 1999 when the occurrence of pecky rice damage was high by the whole area of the prefecture was thought that it was the biggest factor that the incidence of the split-hull paddies was high from the result of the multiple regression analysis though was the feature that the normal temperature in August was high, and number of catches of rice leaf bug in the light trap in July is a lot of. The number of the split-hull paddies had the difference between the rice varieties grown on the same condition and bias of distribution were seen in the rice field as for the same varieties. In both cases, a strong correlation was seen between the generation extent of a crack paddy and macula rice. It was difficult for this bug to suck through hard hull, and was thought originating in the injury characteristic from the split-hull paddy. Moreover, the frequent occurrence of pecky rice damage was thought to be related to the factor of the density increment by reproduction of nymphs in the rice field.

It becomes clear that the generation frequency of rice leaf bug is four times a year according to the sweeping investigation of the gramineous weed ground. The peak occurrence time of each adult generation was forecast according to the result of the sweeping investigation and the total effective temperature. As a result, it was indicated that the overwinter generation was the beginning of June, the first generation was the middle of July, the second generation was the middle of August and the third generation was the end of September - the beginning of October.

In the investigation of seasonal prevalence of occurrence in the rice field, the peak occurrence time of adult was observed 3-14 days after the heading time, and the occurrence of adult was hardly observed afterwards. The nymph was observed 20 days after the heading time, and became the peak occurrence time 30 days after the heading time.

The relation between the incidence of the split-hull paddy and the survival rate of the nymphs was examined on the condition of releasing the young nymphs in the rice plant that grew in the pot. As for "Akitakomachi" that the incidence of the split-hull paddy is high, the survival rate of the nymphs was high, and it was suggested that the amount of side pecky rice increase as a result. It was concluded that the pecky rice was formed by hatching nymphs grows up while sucking in the stem and leaf and the split-hull paddy, it originates from adult that invaded rice field was laid in the leaf sheath of the rice plant after heading time.

2.Examination of reduced pesticide control of the main insecticide

It was thought that conventional control method were not enough because much damage resulted from pecky rice in 1999 though the insecticide of 3-4 times was sprayed. Then, to review the control method with main insecticide used in Akita prefecture, basic insecticidal activity and residual effectiveness to this bug were examined. As a result, the extreme residual effectiveness inferiority became clear compared with "ethofenprox" and "fenitrothion" as for "silafuofen". It was thought that the effect of "silafuofen" was insufficient because the comparable result had been obtained for the population that collected from seven points of the prefecture.

Next, the reduced pesticide control system that used the "fenitrothion" was examined. It was said that the application timing of heading date or full heading date and the 7-10 days after that was effective in case of twice application. But, the result of the examination, the control effect height on the 11 days + 25days after heading date became clear. This had the same effect as three times application about the past. Reduced pesticide control that was able surely to prevent damage became possible because it used the insecticide with high effect by this result.

3.Examination of new reduced pesticide control technology

The new reduced pesticide control technology that had not been reported up to now was examined. The control effect of the "neonicotinoid" on folage application is higher than organophosphorus insecticide (fenitrothion) and synthetic pyrethroid insecticide (ethofenprox and silafuofen). Then, reduced pesticide control that applicate once was basic examined by using this. The dinotefuran dust drift-less formulation that was one of the new neonicotinoid was applicated once 12 days after heading time effectively controlled the nymphs compared with twice application of fenitrothion dust drift-less formulation and ethofenprox dust drift-less formulation, and the pecky rice was not admitted at all.

The proper application timing of dinotefuran was investigated. The result of the examination, it was considered that the proper application timing was 10days after heading time.

The practical control effect of the application once using neonicotinoid to this bug was evaluated to a local large field. The control method using dinotefuran dust drift-less formulation was examined on about 30ha scale in the ground application. In the result in 2004, the demonstration fields showed equal to control fields. In the result in 2005, the demonstration fields showed higher effect than control fields that applicated insecticides two times.

The control effect of application of neonicotinoid by using helicopter was investigated. The result showed an extremely high control effect though "clothianidin", a kind of neonicotinoid insecticide, was used in the examination.

The new reduced pesticide control technology was developed with the granule that had not been examined up to now as control materials of stinkbugs.

The three kinds of neonicotinoid, clothianidin, dinotefuran and thiamethoxam, was effective and it was considered that the proper application time of these granules was 10 days after heading time.

The control technology that applied the herbicide in the levee and the farm road as a reduced pesticide control method without insecticide before this bug invaded in the rice field and removed the habitat was developed. It became possible to decrease the population density of this bug from the farm road and the levee by scattering the herbicide once from the end of June to the beginning of July until in the beginning of August when adults invade rice fields. This indicated that pecky rice damage was able to be evaded only by removing the habitat with herbicide.

The ecology of rice leaf bug in Akita Prefecture was clarified and new reduced pesticide control technology was established in this study. It is concluded that it will be possible to contribute to the offer of safe and relief farm products that lowering the cost and the labor saving are aimed at for the producer by spreading such a reduced pesticide control technology in general in the future.

Key Words: Control, Ecology, Pecky rice, Reduced pesticide control, Rice leaf bug, *Trigonotylus caelestialium*

(Bull. AKITA Agric. Exp. Stn., 49, 147-180, 2009)