

氏 名(本籍)	にい 新	やま 山	とく 徳	みつ 光
学位の種類	博 士 (農 学)			
学位記番号	農 博 第 9 0 0 号			
学位授与年月日	平 成 19 年 3 月 27 日			
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当			
研究科専攻	農学研究科応用生命科学専攻 (博士課程)			
学位論文題目	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			
論文審査委員	(主 査)	教 授	松 田 一 寛	
	(副 査)	教 授	鳥 山 欽 哉	
		教 授	遠 藤 宜 成	
		助教授	昆 野 安 彦	

論文内容要旨

近年の米をめぐる産地間競争は激しく、高品質・良食味を維持しながら、さらに環境保全型農業の推進と食の安全、低コスト化・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。秋田県における斑点米被害は、1998年以前は一部の常発地を除いて大きな問題ではなかったが、1999年に県内全域で大きな被害となった。そこで、1999年の斑点米カメムシ類の主要種と斑点米被害の実態を調査・解析し、カメムシ類の発生生態を解明した。また、斑点米の発生に関与する要因を解析するとともに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確立のための試験を行った。

1. 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

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（第1図）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（第1表）。

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（第2図）。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（第2表）。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（第3図）。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期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（第4図）。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（第5図）。

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（第3表）。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ことが考えられた。

2. 主要薬剤における減農薬防除の試験

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、シラフルオフエ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（第6図）。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、シラフルオフエン剤の効果は不十分である

と考えられた（第4表）。

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（第7図）。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. 新しい減農薬防除技術に関する試験

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（第5表）。

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（第6表）。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DL1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（第7表）。

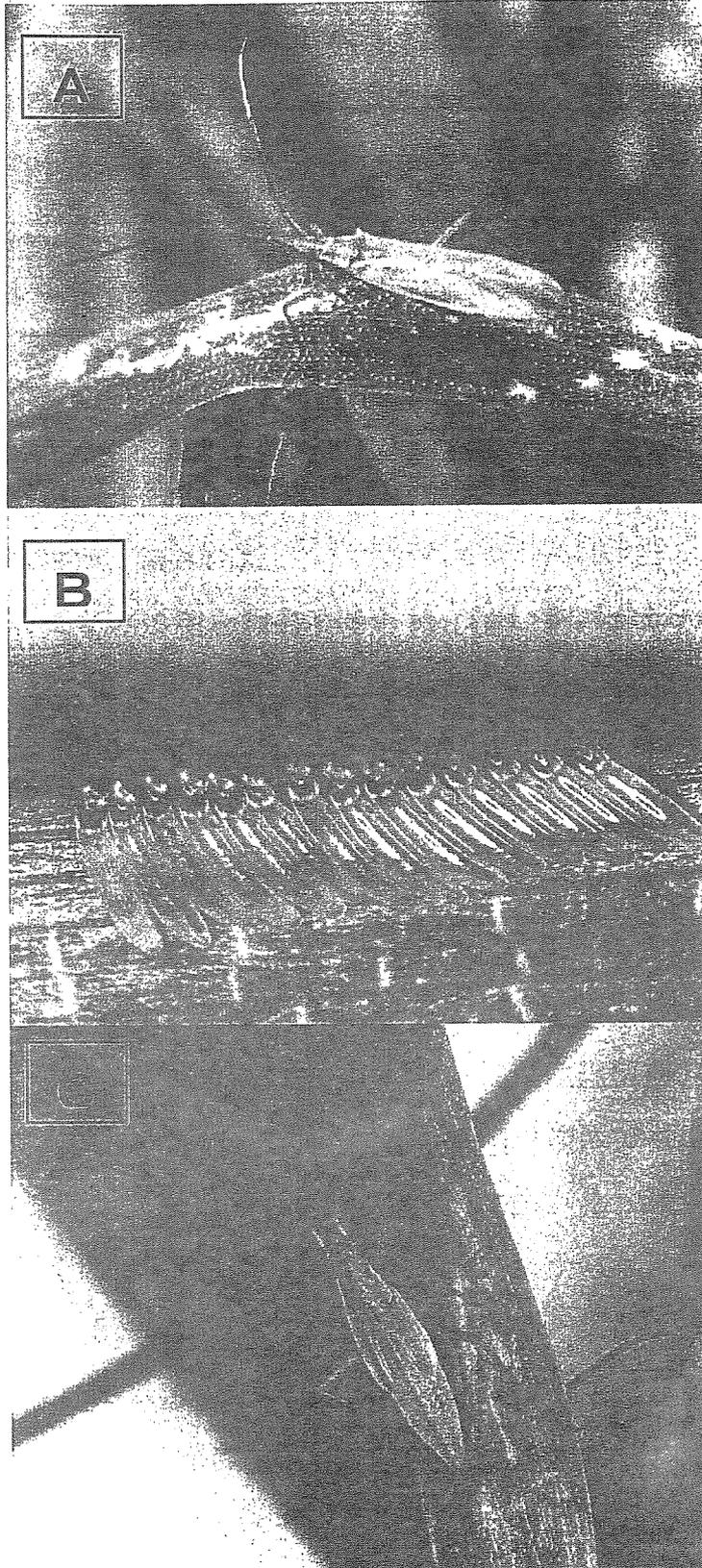
秋田県におけるカメムシ類防除の方法はヘリコプターによる散布が主体であることから、ヘリコプターによる新規ネオニコチノイド剤1回散布の防除効果を調査した。本試験ではクロチアニジン剤を使用した。試験結果はきわめて高い防除効果を示した（第8図）。ヘリコプターによる散布は地上散布と違い、畦畔や農道などのアカヒゲホソミドリカスミカメの発生源にも薬剤が散布されるため効果が高いと考えられた。以上のような数十ha規模の地上散布試験やヘリコプターによる薬剤1回散布の効果を実証した報告は初めてであり、本減農薬防除技術の有効性が実証された。

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（第8表）。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（第9図）。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（第9表）。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（第10表）。

以上の結果から、秋田県におけるアカヒゲホソミドリカスミカメの発生生態を解明し、これまでになかった減農薬防除技術を確立した。今後はこのような減農薬防除技術を一般に普及させることにより、生産者にとっては低コスト化と省力化が図られ、また消費者が求める安全・安心な農産物の提供に貢献できると考えられる。



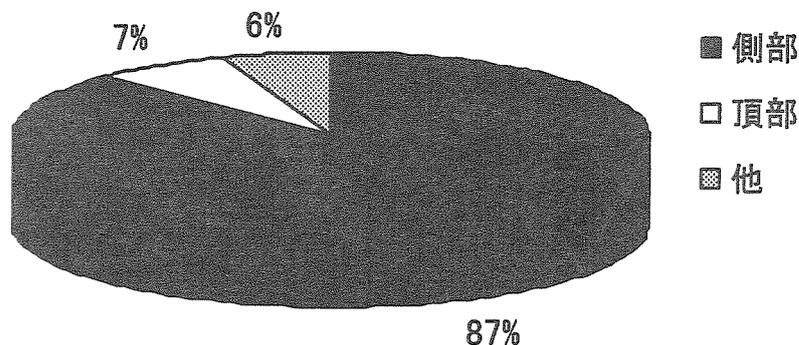
第1図 アカヒゲホソミドリカスミカメ
(A:成虫, B:卵塊, C:幼虫)

第1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
カスミカメムシ科 Miridae			
アカヒゲホソドリカスミカメ <i>Trigonotylus caelestialium</i> (Kirkaldy)	△(1)	◎(370)	◎(64)
アスジカスミカメ <i>Stenotus rubrovittatus</i> (Matsumura)	×	△(5)	△(1)
ムギカスミカメ <i>Stenodema calcaratum</i> (Fallén)	×	◎(16)	×
コアオカスミカメ <i>Lygocoris (Apolygus) lucorum</i> (Meyer-Dür)	×	△(3)	×
ナカグロカスミカメ <i>Adelphocoris suturalis</i> (Jakovlev)	×	△(1)	△(1)
カスミカメムシの一種 Miridae sp.	×	△(1)	×
カメムシ科 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)
ウズラカメムシ <i>Aelia fieberi</i> Scott	×	△(1)	×
ナガカメムシ科 Lygaeidae			
コバネヒヨ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)	×
ヒメヘリカメムシ科 Rhopalidae			
アカヒメヘリカメムシ <i>Rhopalus (Aeschyrtelus) maculatus</i> (Fieber)	×	△(3)	×
ツチカメムシ科 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。



第2図 巡回圃場調査における斑点米の種類別割合(1999年)

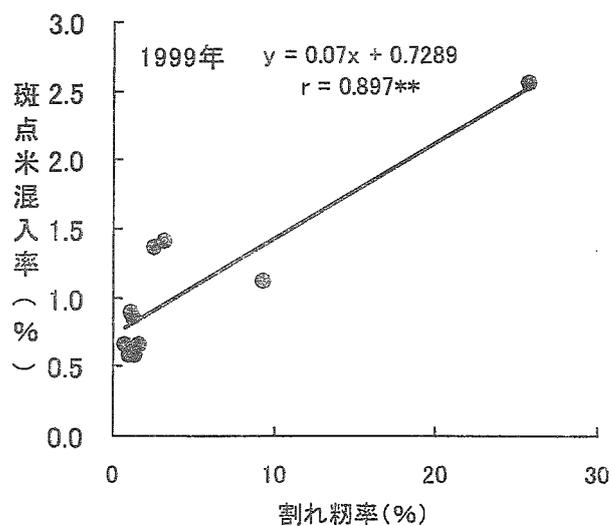
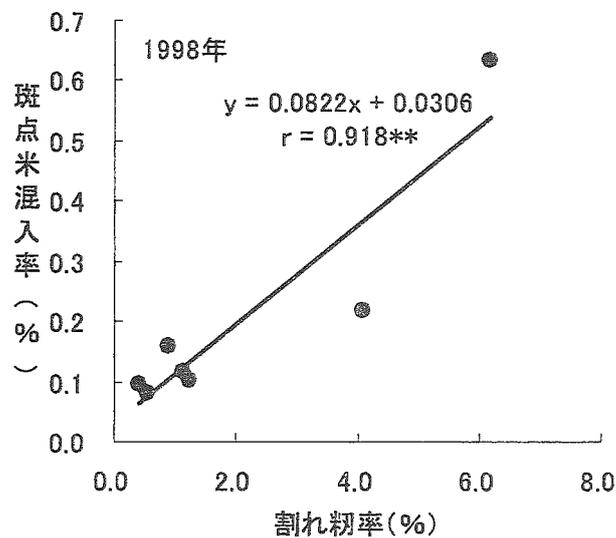
第2表 被害地点率に対する各要素の標準偏回帰係数

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		
0.0190	0.2909	0.0632	-0.1050	0.6766**	-0.1991*

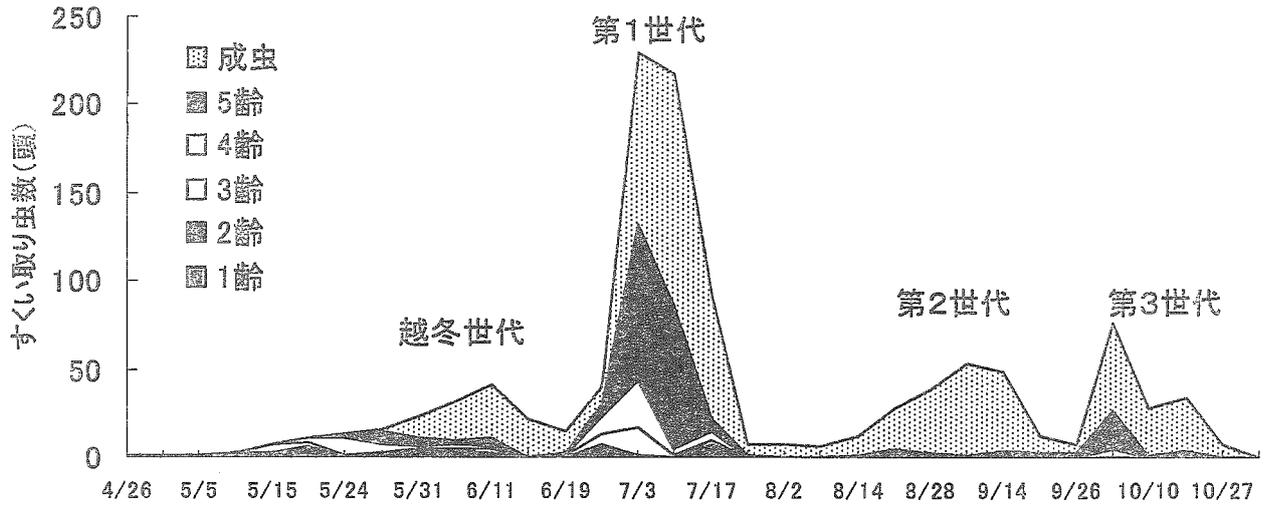
1)重回帰分析は平均気温と降水量, 誘殺数と割れ籾被害率および出穂期の2組に分けて行った.

2)*, **はそれぞれ5%, 1%水準で有意であることを示す.

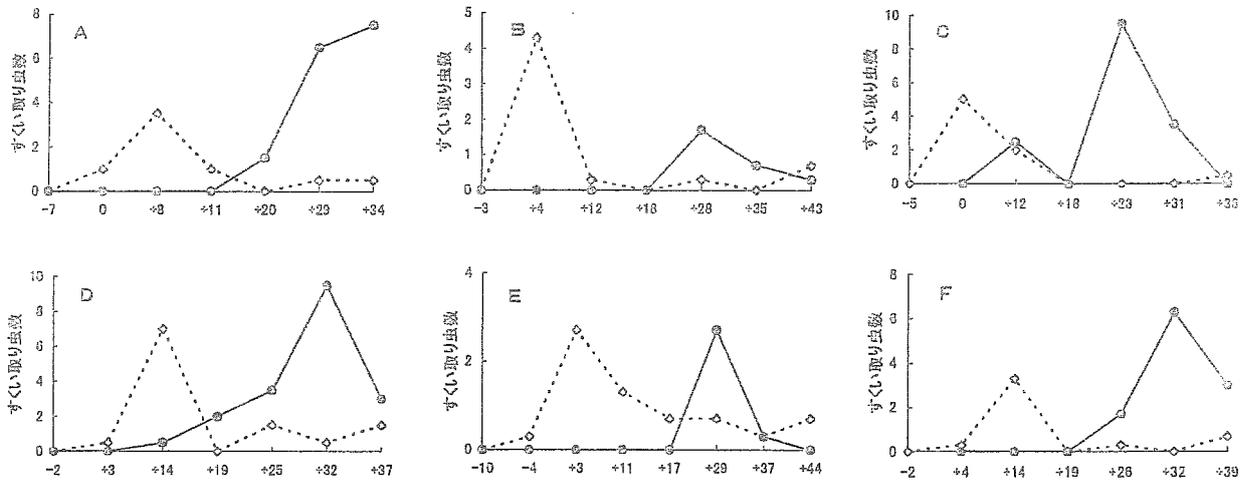


第3図 奨励品種における割れ籾率と斑点米混入率の相関

rは相関係数, **は有意水準が1%であることを示す.



第4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5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
 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
 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
 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」。

第3表 幼虫放飼試験の結果(上表:2005年, 下表:2006年)

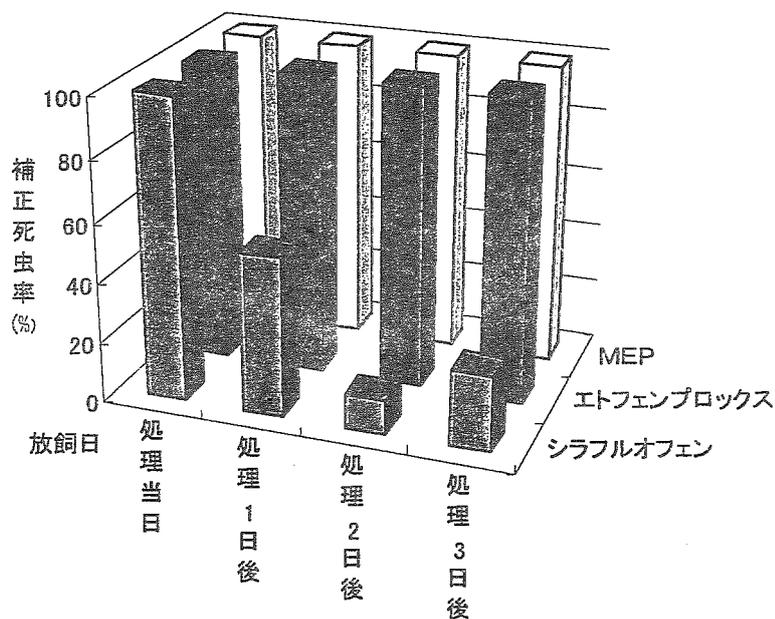
品種名	生存虫数 ²⁾						生存率 (%)	羽化率 (%)	糊の形状(粒)		割れ糊率 (%)	斑点米数			斑点米混入率 (%)
	♀ ¹⁾	♂	5th	4th	3rd	2nd			正常	割れ糊		頂部	側部	他	
あきたこまち	1.3	1.5	0.8	0.8	0.5	0.3	65	55	23.0	30.0	56.6	0	16.8	0	31.7
ひとめぼれ	0	0.3	0	0.8	2.5	1.3	0	5	46.8	0.3	0.6	6.5	0	0	13.8

品種名	生存虫数 ²⁾						生存率 (%)	羽化率 (%)	糊の形状(粒)		割れ糊率 (%)	斑点米数			斑点米混入率 (%)
	♀ ¹⁾	♂	5th	4th	3rd	2nd			正常	割れ糊		頂部	側部	他	
あきたこまち	1.7	2.0	0.2	0.5	0.5	0	76.7	73.7	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齡幼虫, 4th:4齡幼虫, 3rd:3齡幼虫, 2nd:2齡幼虫.

2)2005年は4反復, 2006年は6反復の平均値.

注)放飼虫5頭のうち生存虫以外は死亡虫と不明(逃亡)虫.

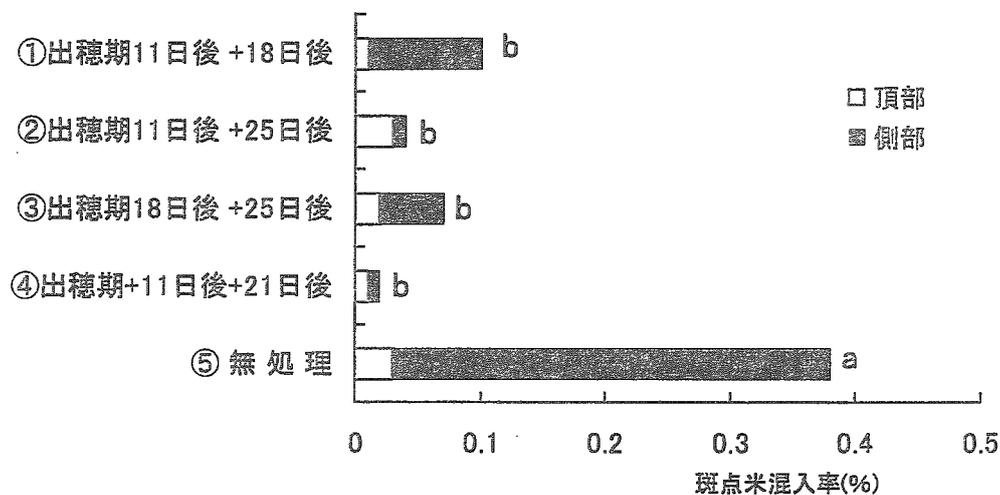


第6図 食餌浸漬法による主要薬剤のアカヒゲホソミドリカスミカメ成虫に対する残効性

第4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 オフエン (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以下	5.1	7月下旬
横手市	380.0以下	12.5以下	6.3	7月下旬

1)地点名は2001年時の市町村名



第7図 2回散布の時期別斑点米混入率

グラフ上の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Tukey法で検定, $p > 0.01$)

第5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(%)	防除価 ²⁾
		頂部	側部	合計		
ジノテフラン	13,706	0	0	0	0b ¹⁾	100
MEP+イ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)防除価=100-処理区の斑点米混入率/無処理区の斑点米混入率×100.

第6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				斑点米混入率(%)	防除価 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 ¹⁾	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)防除価=100-処理区の斑点米混入率/無処理区の斑点米混入率×100.

第7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

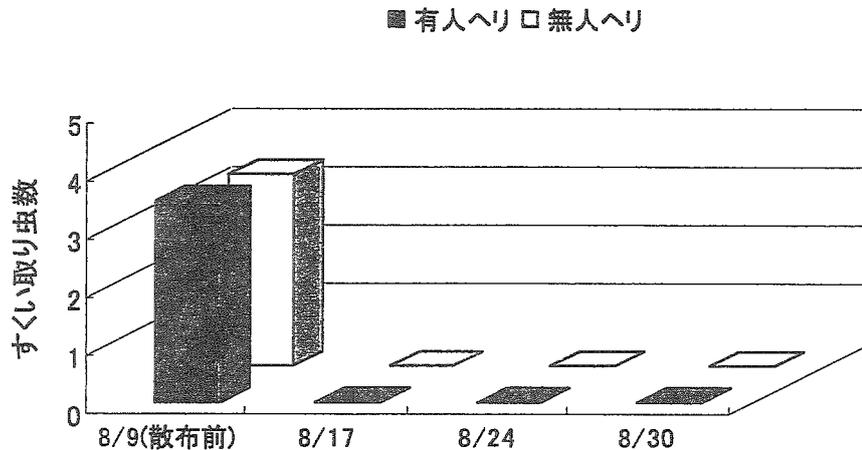
1)実証地区:8/5出穂期 8/16ジノテフラン粉剤DL

対照地区:8/3~4出穂期 8/167サライト・MEPゾル+個人防除(ジノテフラン粉剤DLまたはエ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).



第8図 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.

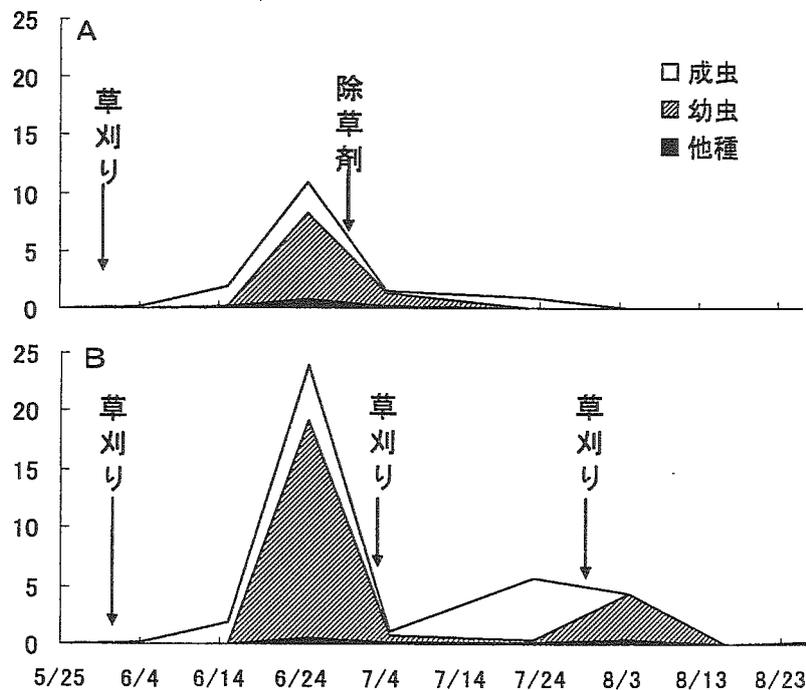
3)調査面積は有人ヘリが80a、無人ヘリが102a.

第8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⁾
	+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)	+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.



第9図 畦畔・農道におけるアカヒゲホソドリカスミカメの発生状況(2004年, A: 除草剤区, B: 対照区)

第9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).

第10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プロックス粉剤DL(8月3半旬散布).

3) エトフェンプロックス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.

論文審査結果要旨

近年の米をめぐる産地間競争は激しく、高品質・良食味を維持しながら、さらに環境保全型農業の推進と食の安全、低コスト化・軽労化が求められている。秋田県では1999年にカメムシ類の加害による斑点米の多発により約24%が等級低下する甚大な被害となった。そこで、1999年のカメムシ類と斑点米被害の実態を調査してその要因を解析するとともに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研究を行った。

1999年に行った現地圃場調査では5科14種のカメムシ類が捕獲されたが、アカヒゲホソミドリカスミカメは畦畔・農道や水田内における捕獲個体数の大部分を占めたことから、本種が加害主要種であると考えられた。県内で発生する斑点米は玄米の登熟が進んだ時期に加害されてできる側部斑点米が多かった。発生活長調査により、本種のイネ科雑草地における発生は年4回であり、水田内では侵入成虫の発生が登熟前半、幼虫の発生は登熟後半となることを明らかにした。斑点米の発生程度は割れ籾の発生程度と高い相関が認められた。本種の水田内における増殖は、割れ籾の発生によって幼虫の生存率が高まること大きな要因と考えられ、このことが斑点米被害に結びつくことを明らかにした。

主要薬剤のうち合成ピレスロイド系のシラフルオフェン剤の効果が低いことを明らかにした。主要薬剤の中で最も効果の高かった有機リン系のMEP剤を用いて効果的な散布時期を示した。これにより、従来行っていた3～4回の薬剤散布を2回に減らすことが可能となった。次に、新規ネオニコチノイド剤を用いると出穂期10日後頃の1回散布で防除できることを明らかにして大規模な現地実証を行い、さらなる減農薬防除技術を確立した。また、これまで未検討であった粒剤（新規ネオニコチノイド剤）の本種に対する防除効果を明らかにし、散布作業が容易で他作物への飛散の危険性が低い防除技術を開発した。さらに、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、本種の水田侵入密度を機械除草と比較して1/4～1/5に抑制でき、本田に殺虫剤散布をしなくても斑点米混入率をきわめて低く抑えることが可能であった。このように難防除害虫とされていたアカヒゲホソミドリカスミカメによる被害を抑制し、かつ減農薬できる防除技術を示したのは初めての成果である。

以上のように、本論文は斑点米被害の実態とアカヒゲホソミドリカスミカメの発生生態を明らかにするとともに、必要最小限の薬剤を効果的に利用して実用的で新しい減農薬防除技術を示した貴重な研究である。よって審査員一同は、本論文の著者に対し、博士（農学）の学位を授与するに値するものと判断した。