

第3章 アカスジカスミカメによる被害の推定

不必要な薬剤使用を削減するためには、防除要否の判断根拠となる被害推定が不可欠である。アカヒゲホソミドリカスミカメにおいては出穂期から収穫期もしくは出穂から数日間の捕獲数から被害を予測する試みはなされているが(渡辺ら, 2003; 高橋ら, 2012), アカスジカスミカメについて穂揃期防除要否を判断するための被害予測の試みは未だなされていない。アカスジカスミカメはイネの出穂を機に水田に侵入するため(林・中沢, 1988), 出穂期におけるすくいとり捕獲数から被害が推定できれば, 穂揃期防除の要否判断に利用可能と考えられる。そこで本章では, アカスジカスミカメの初期侵入量による被害推定を目的とし, 第1節では加害時期と割れ籾が被害に与える影響を, 第2節では初期侵入量と防除の有無が被害に与える影響を解析した。

第1節 加害時期および割れ籾が アカスジカスミカメ被害に与える影響

カスミカメムシ類が稲の穂を吸汁する際, 籾殻に口吻を貫通させることが難しいため(河辺, 1972), 籾頂部の隙間あるいは鈎合部の隙間に口吻を差し込んでいると考えられている(林, 1989; 宮田, 1994)。鈎合部に隙間のある「割れ籾」(写真2)の発生が多いと, 斑点米被害が増加することも報告されている(宮田, 1991, 1992; 鈴木, 2005; 吉村ら, 2007)。このため, 本種の加害生態や割れ籾の発生状況は, 被害推定に大きく影響を及ぼすと考えられる。

そこで本節では, 出穂期における捕獲数を用いた被害推定の前段として, 出穂期を含めた加害時期別の被害発生状況, 割れ籾が被害に及ぼす影響を明らかにするため, 出穂期後時期別の放飼試験を行った。また, 2005年に千葉県北部で発生した斑点米被害は水稻品種「あきたこまち」で特に多く(片瀬ら, 2007), 「あきたこまち」は割れ籾の発生が多い品種とされているが(中場ら, 2000), 千葉県における主要栽培品種において割れ籾発生程度を比較した例はない。そこで, 千葉県における主要栽培品種4品種について, 割れ籾発生状況を調査した。

1. 材料と方法

(1) 出穂期後時期別アカスジカスミカメ放飼試験

放飼試験には1/5000aワグネルポットで栽培した「あきたこまち」を供試した。これらは2007年4月26日に葉齢5.5の苗をワグネルポットに4本ずつ移植し, 屋外で栽培した。出穂は7月23日であり, 出穂後は, 支柱を立てて直径60cmの捕虫網でポット全体を覆い, 他の害虫類の侵入を防



写真4 放飼試験中の「あきたこまち」ワグネルポットの様子

いだ(写真4)。

放飼したアカスジカスミカメは野外から採取した成虫で, 放飼の際, 雌雄の判別は行わなかった。放飼時期は出穂期0, 7, 14, 21, 28日後からそれぞれ3日間とし, 各放飼時期につき3ポットを用いて1ポット当たり20頭を放飼した。放飼期間終了後, 放飼虫を取り除き, エトフェンプロックス粉剤を十分に散布し, 収穫時まで捕虫網をかけた状態を維持した。

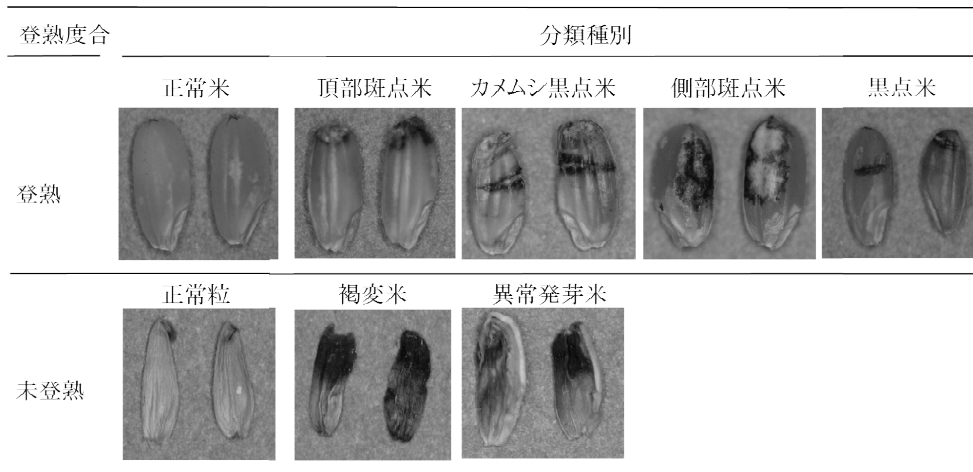
8月27日にポットごとに穂を収穫し, 脱穀後に正常に肥大した籾について割れ籾および正常籾に分類した。それぞれ籾すり後に被害粒を調査した。未登熟籾については, 籾を手で除去して被害粒を調査した。各放飼時期ごとに被害粒およびその構成比率について尤度比カイ二乗検定により放飼時間差を検定した。統計解析にはJMP® 5.0.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)を用いた。

(2) 千葉県主要品種における割れ籾発生程度

2008年から2014年に, 圃場ごとに収穫した籾それぞれ約

第7表 品種・年次ごとの調査圃場数

品種	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
あきたこまち	2	17	8	6	5	14	10
コシヒカリ	4	17	6	12	15	15	10
ふさこがね	0	0	2	3	0	13	10
ふさおとめ	1	0	0	2	3	1	9



第13図 放飼試験で発生した被害粒の分類

注) 被害粒の分類は川村 (2007) に倣った。

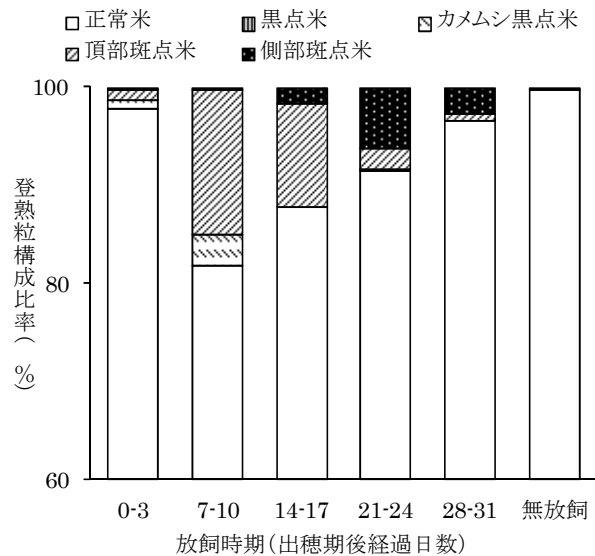
1,000粒について、割れ粳と正常粳を分類した(第7表)。品種を固定効果、圃場をランダム効果とし、品種による割れ粳率の差を、二項分布を仮定した一般化線形混合モデルで解析した。リンク関数はlogitとした。品種間差が有意であった場合には、Tukey法による品種間の多重比較を行った。また、すべての年に調査を行った「あきたこまち」と「コシヒカリ」について、年次、品種、その交互作用を説明変数として同様に各要因の効果を検定した。統計解析にはR ver. 2.13.2 (The R Foundation for Statistical Computing, 2011)、パッケージとしてcar (Fox et al., 2014)、lme4 (Bates et al., 2014)、multcomp (Hothorn et al., 2014)、を用いた。

2. 結果

(1) 出穂期後時期別アカスジカスミカメ放飼試験

強制的に多数の成虫に被害させたため、各放飼区ともに被害粒が高い割合で発生した。登熟粒由来の玄米中には、頂部が黒変した頂部斑点米、内穎と外穎の鉤合部に当たる粒の側部が斑点状に褐変した側部斑点米の他に、くさび状の亀裂が入った被害粒が観察された(第13図)。くさび状の亀裂が入った被害粒には、亀裂のみの被害粒と、亀裂とともに頂部に吸汁痕のある被害粒が観察された。川村(2007)の呼称に倣い、前者を黒点米、後者をカメムシ黒点米として分類を行った。

被害粒の形状ならびに発生率は、成虫放飼時期によって有意に異なった(第14図、尤度比カイ二乗検定 $\chi^2 = 1185, P < 0.0001$)。頂部斑点米は出穂期7日後の放飼区で12%と



第14図 登熟粒における放飼時期と各被害粒発生率の関係

注1) 1/5000 a ワグネルポット植え「あきたこまち」による放飼試験(1区1ポット、反復3)。放飼虫はアカスジカスミカメ成虫20頭(雌雄無分別)。

注2) 被害粒の分類は川村(2007)に倣った。

最大値を示し、その後の放飼時期では発生率は徐々に低下した。カメムシ黒点米は出穂0および7日後の放飼区のみで観察された。側部斑点米は主に登熟期後半に現れ、21日後放飼区でピーク(約6%)となった。黒点米はごくわずかで

第8表 登熟粒におけるアカスジカスミカメ放飼時期別被害粒発生数

放飼時期(出穂期後経過日数)	登熟粒総粒数	正常粒					割れ粒				
		正常粒	黒点米	カメムシ黒点米	頂部斑点米	側部斑点米	正常粒	黒点米	カメムシ黒点米	頂部斑点米	側部斑点米
0-3	1629	1048	0	14	15	0	545	0	0	3	4
7-10	1429	807	0	44	196	0	363	0	0	16	3
14-17	1808	1458	0	0	180	3	129	0	0	12	26
21-24	2093	1737	0	0	36	11	179	1	0	11	118
28-31	1862	1547	0	0	5	0	250	2	0	8	50
無放飼	2041	1627	4	0	0	0	410	0	0	0	0

注1) 1/5000 a ワグネルポット植え「あきたこまち」による放飼試験(1区1ポット, 反復3). 放飼虫はアカスジカスミカメ成虫20頭(雌雄無分別).

2) 数字は3ポット当たりの合計数を示す.

3) 被害粒の分類は川村(2007)に倣った.

あり, 無放飼区でも発生した. 黒点米を除く被害粒の発生率は, 出穂直後の放飼では低かったが, 出穂7日後放飼で約24%と最大値を示し, その後の放飼時期では徐々に低下した.

割れ粒率は平均21.0%であった. 正常粒において生じていた被害はほとんどが頂部斑点米およびカメムシ黒点米であったのに対し, 割れ粒において生じていた被害はほとんどが側部斑点米であり(第8表), 割れ粒と正常粒では被害粒の構成比率が有意に異なった(尤度比カイ二乗検定 $\chi^2 = 535, P < 0.0001$).

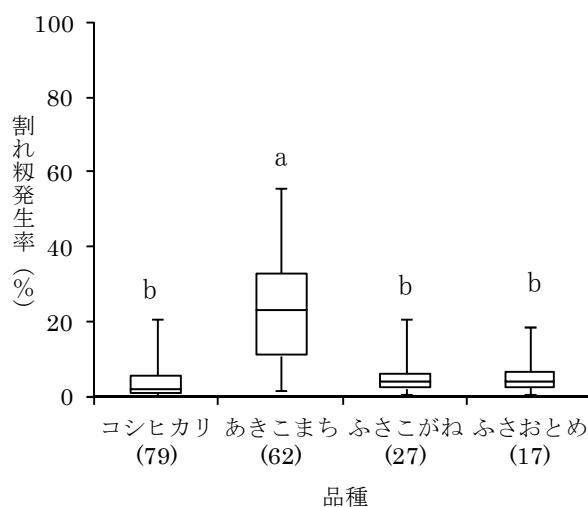
未登熟粒における被害粒には, 頂部もしくは粒全体が褐変している被害粒のほかに, 粒の中で異常に発芽している被害粒が生じ, 前者を褐変米, 後者を異常発芽米として分類した(第13図). 褐変米および発芽米の発生数は出穂後7日の放飼区で最大となり, その後は減少した(第9表).

(2) 千葉県主要品種における割れ粒発生程度

4品種における割れ粒率を第15図に示した. 品種別の割れ粒率平均値は「あきたこまち」で23.5%, 「コシヒカリ」で3.9%, 「ふさこがね」で5.4%, 「ふさおとめ」で5.9%であった. 調査した4品種間で割れ粒率に差が検出され(GLMM Type II ANOVA, $\chi^2 = 187.5, df = 3, P < 0.0001$), 多重推定の結果「あきたこまち」はそれ以外の3品種よりも割れ粒率が有意に高く, それ以外の3品種間で割れ粒率に有意な差は認められなかった(第15図, 第10表). また, 「コシヒカリ」では, 2008年から2014年の間における割れ粒率平均値の最小値は0.6%(2008年), 最大値は9.8%(2012年)であり, 「あきたこまち」ではそれぞれ5.6%(2011年), 33.9%(2012年)であった. GLMMの結果, 両品種においては品種間差に加え, 年次間差およびその交互作用にも有意な効果が検出された(第11表, 第16図).

3. 考察

アカスジカスミカメをイネの出穂期後に人工的に放飼し



第15図 品種ごとの割れ粒発生率

注1) 図中のエラーバーは最大値(正方向)および最小値(負方向)を, 箱は上側四分位(上端), 中央値(中央線)および下側四分位点(下端)を示す.

2) 品種下の括弧内は調査圃場数を示す.

3) 図中のアルファベットは異なる文字間で割れ粒率に品種間差があることを示す(GLMM後 Tukeyの多重比較, $P < 0.05$).

第9表 未登熟粒におけるアカスジカスミカメ放飼時期別被害粒発生数

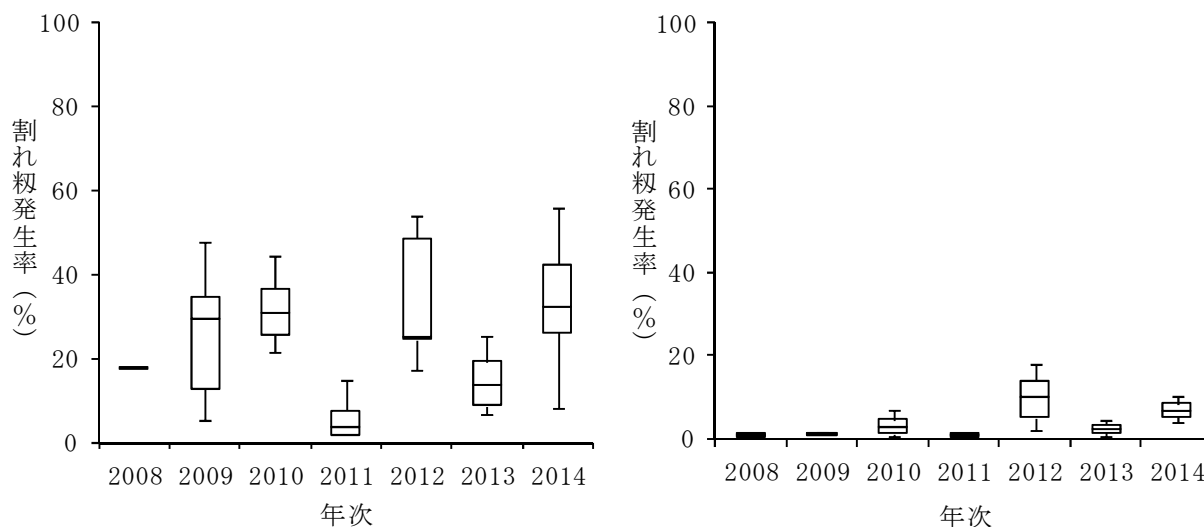
放飼時期(出穂期後経過日数)	未登熟粒総数	褐変米	発芽米
0-3	272	54	3
7-10	361	134	30
14-17	200	75	0
21-24	117	12	0
28-31	267	4	0
無放飼	167	3	0

注1) 1/5000 a ワグネルポット植え「あきたこまち」による放飼試験(1区1ポット, 反復3). 放飼虫はアカスジカスミカメ成虫20頭(雌雄無分別).

2) 数字は3ポット当たりの合計数を示す.

第 10 表 GLMM および Tukey による割れ粳率品種間差の多重比較推定結果

比較品種	偏回帰係数	標準誤差	z 値	P 値> z)
ふさこがね—あきたこまち	-1.80	0.24	-7.56	<0.001 ***
ふさおとめ—あきたこまち	-1.67	0.28	-5.90	<0.001 ***
コシヒカリ—あきたこまち	-2.37	0.18	-13.46	<0.001 ***
ふさおとめ—ふさこがね	-0.13	0.32	0.40	0.98
コシヒカリ—ふさこがね	-0.57	0.23	-2.45	0.07
コシヒカリ—ふさおとめ	-0.79	0.28	-2.51	0.06



第 16 図 「あきたこまち」(左図) および「コシヒカリ」(右図) の年次別割れ粳率

注) 図中のエラーバーは最大値(正方向)および最小値(負方向)を, 箱は上側四分位(上端), 中央値(中央線)および下側四分位点(下端)を示す.

第 11 表「コシヒカリ」および「あきたこまち」における割れ粳率の GLMM 分散分析結果 (Type II ANOVA)

	χ^2	df	P(>Chisq)
品種	415.08	1	< 10 ⁻¹⁶ ***
年次	178.87	6	< 10 ⁻¹⁶ ***
品種×年次	36.74	6	2.0×10 ⁻⁰⁶ ***

た結果, 出穂期直後の加害による斑点米被害の発生は少なく, 最も被害が多く発生するのは出穂期 1 週間後であった. 野外調査では, イネ出穂期における本種捕獲数は少なく, 出穂期 1 週間後前後に捕獲数が最大値となる事例が多い(片瀬ら, 2007; 永野ら, 1988). このことから, 実際の水田における出穂期加害の被害はわずかであり, 被害の多くは出穂期 1 週間後以降に生じると考えられる. このことは, 被害の少ない出穂期捕獲数をもとに被害を推定し, 被害が増加する前の穂揃期に防除を行うという本研究のもくろみの効果を支持するものである. 一方, 登熟期後半の加害により, 割れ粳において高い割合で側部加害粒が生じた. これは割れ粳多発条件下では登熟期後半に側部加害が多発することを示唆しており, このような場合には, 穂揃期防除のみでは登熟期後半の加害を防げない恐れが示唆された.

本試験で観察された, 放飼時期による被害粒発生率やその種類の変化は, 米粒の肥大に伴い起こると推察される. 米粒は長さ, 幅, 厚さの順に成長し, 開花 6 日後程度で長さは最大となるとされている(星川, 1975). アカスジカスミカメは登熟期前半には粳上部の隙間から吸汁することから(河辺, 1972), 出穂直後では粳上部から米粒に届かないか, もしくは届いた場合でも, その後肥大が停止して未登熟粒となると考えられる. 米粒の長さが最大となった後の加害では, 肥大の程度により肥大が停止して未登熟粒となるか, 停止せずに登熟が進めば頂部斑点米となり, その際に米粒に亀裂が生じたものがカメムシ黒点米になると推測できる. 米粒の幅は開花約 15 日後, 厚さは約 20 日後に最大となる(星川, 1975). 割れ粳の発生経過には品種間差はあるものの, 増加するのは出穂 20 日後以降とされており(寺西ら, 1981), 割れ粳の吸汁により側部斑点米が生じると考えられる. 同様の事象は宮田(1992)および林(1989)によっても報告されており, 本試験の結果を裏付けている. アカヒゲホソミドリカスミカメによっても同様の被害が生じることが報告されており(滝田, 2002), 割れ粳の発生はカスミカメムシ類による被害程度を左右する大きな要因であることが改めて示された.

本試験では黒点米の発生がわずかであり、無放飼区においても発生した。吸汁痕が見られなかったこと、イネシנגアレセンチュウ *Aphelenchoides besseyi* Christie やセジロウンカ *Sogatella furcifera* (Horváth) によっても同様の被害が発生すること(林, 2000)から、アカスジカスミカメの被害ではないと見なした。

「あきたこまち」と「コシヒカリ」はそれぞれ別々の品種との間で過去に割れ粃率が比較されている。「あきたこまち」は割れ粃発生率が20%以上で、「どまんなか」および「はえぬき」と比較して割れ粃が発生しやすい(中場ら, 2000)。一方「コシヒカリ」は、登熟期に高温になると割れ粃が発生しやすくなるが、それでも6%程度であり(小嶋, 2004)、寺西ら(1981)も「ハウネンワセ」や「はつかおり」ら13品種で比較して「コシヒカリ」を割れ粃発生しにくい品種として分類している。本試験においても両品種は同様の傾向を示した。千葉県育成品種である「ふさこがね」および「ふさおとめ」は「コシヒカリ」と同様に割れ粃の発生しにくい品種であり、「あきたこまち」と比較してカスミカメムシ類による被害を受けにくいと推察される。アカスジカスミカメによる被害が問題となった2005年当時10%近くあった「あきたこまち」の千葉県内作付面積比率は、2013年には4.4%に減少し、現在では「コシヒカリ」、「ふさこがね」、「ふさおとめ」の栽培が主流となっている(第12表, 千葉県農林水産部生産販売振興課, 2013)。これらのことから、千葉県における主要品種は割れ粃が発生しにくいと見なすことが可能と考えられる。

一方、割れ粃率には品種間差だけでなく年次間差も大きいことが明らかとなった。「コシヒカリ」における年次別割れ粃発生率の最大値は「あきたこまち」における年次別割れ粃発生率の最小値を上回っており、割れ粃率が低いとされる品種においても気象条件などによって割れ粃発生率が平均よりも高くなる恐れのあることが示された。割れ粃の発生は内・外穎発育期間(出穂前4~14日)の日照不足や低温、玄米肥大期の高温により増加するとされており(松浦・岩田, 1968; 京谷, 2002)、気象条件による影響も大きいとされている。また、寺西ら(1981)は割れ粃を減少させる方法として穂肥の施用を挙げている。本試験で明らかになった年

次別変動は、気象要因などをもとにした割れ粃発生解析に応用が可能であり、今後長期予報などのデータによる割れ粃発生予測手法の確立に貢献するものと考えられる。また、割れ粃多発条件下における割れ粃抑制手法に関しても今後解明が求められる。

第2節 初期侵入量、穂揃期防除、割れ粃率をもとにした被害推定

第1節では出穂期直後の加害による斑点米被害の発生が少ないことが示され、出穂期の侵入量をもとに被害推定が可能であれば、被害が増加する前に穂揃期防除の必要性を判断することが可能と考えられた。また、割れ粃の発生は品種間差および年次間差があり、被害に大きく影響を及ぼすことが示された。また、これらの要因のほかに防除の有無や回数も当然被害に影響を及ぼすと考えられる。千葉県で推奨されている穂揃期防除は、斑点米カメムシの主要種がクモヘリカメムシからアカスジカスミカメに変遷する前から推奨されていた防除であり、アカスジカスミカメに対する試験事例はなかった。他県では多発条件下における試験で穂揃期とその7日後の2回の効果が実証されているが(小野ら, 2010)、小発条件下ではまず一回目の散布の要否が検討されるべきである。そこで本節では出穂期におけるアカスジカスミカメおよびアカヒゲホソミドリカスミカメの出穂後時期別侵入量、割れ粃発生率、穂揃期防除と被害の関係を明らかにするために解析を行った。

1. 材料と方法

(1) 調査地および調査方法

調査は千葉県内の水田において2010年から2013年にのべ57圃場で実施した(第13表)。57圃場のうち23圃場では穂揃期前後に本田防除が行われ、その内容を第14表に示した。各水田の出穂期、1週間後、2週間後に、畦畔から10m以上内部に入った場所において第2章と同様の20回振りすくいとりを行い、アカスジカスミカメおよびアカヒゲホソミドリカスミカメ成虫の捕獲数を調査した。

収穫期に1圃場あたり20株を刈り取り、天日乾燥後、各

第12表 千葉県における水稻作付面積比率の変化(千葉県農林水産部生産販売振興課, 2013)

順位	2005年		2012年	
	品種	作付面積比率(%)	品種	作付面積比率(%)
1	コシヒカリ	69.2	コシヒカリ	66.7
2	ふさおとめ	11.3	ふさこがね	13.2
3	あきたこまち	9.6	ふさおとめ	10.5
4	ひとめぼれ	4.9	あきたこまち	4.4
5	ヒメノモチ	2.0	ヒメノモチ	2.3

第 13 表 被害推定に用いた調査圃場の概要

調査年次	品種	穂揃期防除 ²⁾		計
		なし	あり	
2010	あきたこまち	1	3	4
2011	あきたこまち	3	3	6
	コシヒカリ	4	8	12
	ふさこがね	0	3	3
	ふさおとめ	0	2	2
2012	あきたこまち	4	1	5
	コシヒカリ	7	3	10
2013	あきたこまち	5	0	5
	コシヒカリ	5	0	5
	ふさこがね	5	0	5
計		34	23	57

注 1) いずれの圃場も千葉県内の圃場である。

2) 穂揃期防除には穂揃期前後の集団防除および個人防除が含まれる。

第 14 表 調査圃場における穂揃期防除の内容

防除の分類	圃場数	使用薬剤
集団防除	10	ラブサイドジョーカーフロアブル (ヘリコプター) アミスタートレボン SE ビームエイトゾル スタークル液剤 10 ヒノバイジット粉剤 カスミンバリダシン液剤 MR ジョーカーEW カスラプトレボンゾル モンガードゾル
個人防除	13	スタークル粒剤 スミチオン乳剤 ラブバッサバリダスミ粉剤 DL

圃場当たり少なくとも 500 粒について割れ粒率を調査した。残った粒は粒すり後、1.8 mm 以上の玄米について第 13 図の分類をもとに頂部斑点米、カメムシ黒点米、側部斑点米の発生率を調査した。なお、アカスジカスミカメとアカヒゲホソミドリカスミカメによる斑点米の発生量およびその被害粒の特徴はほぼ同じであり、両種による被害は区別できない(永野, 1990)。一方、大型のカメムシ類による被害粒は、変色部の周囲が褐色で縁取られ、中央部が白く口吻を突き刺した跡が明瞭に残ることが多いため(永井ら 1971; 永野 1990), これらの粒は被害解析には含まなかった。

(2) 解析

解析は一般化線型モデルを用いた。目的変数はカスミカメムシ類による斑点米被害(頂部斑点米, カメムシ黒点米, 側部斑点米の合計)の発生率が 1 等米基準である 0.1 %を超えたか否かの 2 値とし、二項分布に従うと仮定した。説明変数は出穂期, 1 週間後, 2 週間後におけるアカスジカスミカメおよびアカヒゲホソミドリカスミカメ成虫の 20 回振り捕獲数(対数変換値), 割れ粒率(角変換値), 穂揃期防除の有無, 年次, およびそれぞれ総当たり 2 次の交互作用とし, link 関数は logit を用いた。解析はそれぞれの捕獲時期ごとに別々に行い, 統計モデルの当てはまりの良さを評価するための指標である赤池情報量規準(以下 AIC 値)が最小になる説明変数の組み合わせを選択モデルとした。穂揃期防除の判断に望ましいと考えられる出穂期捕獲数をもとにした選択モデルとそれ以降の捕獲時期における選択モデルについて適合性評価を行うために, 逸脱度の G 検定による比較を行った。解析には R ver. 2. 13. 2 (The R Foundation for Statistical Computing, 2011) および MASS パッケージ (Ripley *et al.*, 2014) を用いた。

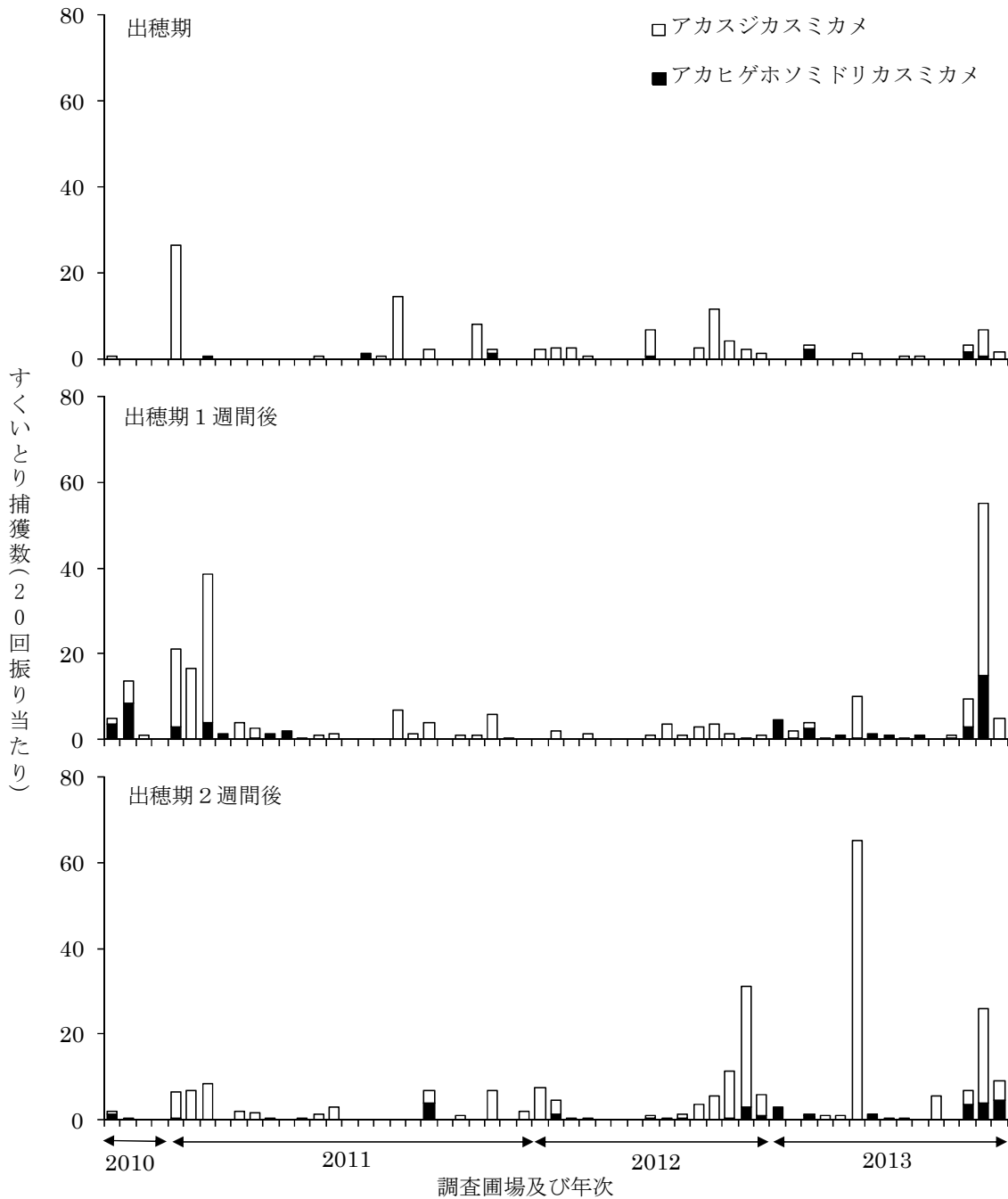
2. 結果

出穂期, 1 週間後, 2 週間後におけるアカスジカスミカメおよびアカヒゲホソミドリカスミカメの捕獲数は, いずれの捕獲時期においてもアカスジカスミカメの捕獲数が有意に上回っていた(第 17 図, 対数変換後に paired T-test, 出穂期; $t = 4.18$, 1 週間後; $t = 3.61$, 2 週間後; $t = 4.60$, いずれも $df = 56$, $P < 0.001$)。出穂期にいずれかのカスミカメムシ類が捕獲されたのは 57 圃場中 27 圃場であった。モデル選択の結果, 出穂期およびその 1 週間後の捕獲数を用いた場合は, アカスジカスミカメ捕獲数, 割れ粒率, 穂揃期防除の有無, 割れ粒率と防除の交互作用を説明変数としたモデルの AIC 値が最小となった(第 15 表)。出穂期 2 週間後の捕獲数を用いた場合は, アカスジカスミカメ捕獲数, アカヒゲホソミドリカスミカメ捕獲数, 割れ粒率を説明変数としたモデルの AIC 値が最小となった。いずれの捕獲時期を用いた場合も, 年次およびそれを含む交互作用は選択されなかった。G 検定の結果, 各捕獲時期のモデル間で逸脱度に有意差は検出されなかった($G = 4.00$, $P = 0.14$)。第 2 節における品種別割れ粒発生程度から, 割れ粒発生率が低い品種である「コシヒカリ」や「ふさおとめ」, 「ふさこがね」程度(5%), 割れ粒発生率が高い「あきたこまち」程度(20%)における, 出穂期捕獲数を用いた 2 等落等確率推定値を第 18 図に示した。出穂期における捕獲数が 1 頭であった場合, 割れ粒率が 5%における 2 等落等確率(推定値±S.E.)は, 穂揃期防除なしで 57.4 ± 14.5 , ありで $0.5 \pm 0.1\%$ であるのに対し, 割れ粒率が 20%の場合はそれぞれ $64.4 \pm 21.0\%$, $62.4 \pm 23.0\%$ であり, 割れ粒率により穂揃期防除ありの場合の 2 等落等確率推定値は大きく異なった。一方, 出穂期における捕獲数が 0 頭であった場合, 割れ粒率が 5%における 2 等落等確率は, 穂揃期防除がなしで $8.7 \pm$

6.1, ありで 0.4 ± 0.1 %, 割れ利率が 20 %ではそれぞれ 11.3 ± 9.3 , 10.5 ± 11.2 %であり, いずれも低い値となった. 穂揃期防除がない場合における 2 等落等確率が 30 % および 50 %となる捕獲数の逆推定値(および下側 90 %信頼限界値)は, 割れ利率が 5 %である場合はそれぞれ 0.40 (0.00) 頭, 0.75 (0.25) 頭, 割れ利率が 20 %の場合はそれぞれ 0.48 (0.10) 頭, 0.85 (0.47) 頭であった.

3. 考察

出穂期においてアカスジカスミカメが捕獲された圃場は多くなく, 捕獲数も少なかったが, 出穂期 1 週間後および 2 週間後の捕獲数と同様に被害推定モデルが得られた. 調査時期ごとに選択された変数は異なったものの, カスミカメムシ類捕獲数および割れ利率は 2 等落等確率を上げる効果が, 穂揃期防除は下げる効果が認められ, 合理的な結果であった.



第 17 図 各調査圃場における出穂期, 1 週間後, 2 週間後のアカスジカスミカメおよびアカヒゲホソミドリカスミカメの捕獲数

第 15 表 アカスジカスミカメおよびアカヒゲホソミドリカスミカメ捕獲数、割れ粗率、穂揃期防除の有無、年次を説明変数とした GLM による推定結果

捕獲時期	選択モデルの変数および偏回帰係数	SE	<i>z</i>	<i>P</i> (> <i>z</i>)	VIF	AIC, <i>D</i> , ϕ
出穂期	切片	-2.55	1.13	-2.25	0.0244 *	-
	アカスジカスミカメ	8.80	2.57	3.43	0.0006 ***	3.72
	割れ粗率	0.98	2.92	0.34	0.7363	1.73
	穂揃期防除の有無 (有り)	-9.15	3.28	-2.79	0.0053 *	
	割れ粗率×防除 (有り)	18.13	6.71	2.70	0.0069 **	
出穂期 1 週間後	切片	-2.39	0.91	-2.61	0.0090 **	-
	アカスジカスミカメ	3.76	1.15	3.27	0.0011 **	1.64
	割れ粗率	2.52	2.03	1.24	0.2141	1.40
	穂揃期防除の有無 (有り)	-3.72	1.76	-2.12	0.0344 *	
	割れ粗率×防除 (有り)	6.56	4.30	1.53	0.1266	
出穂期 2 週間後	切片	-3.67	0.97	-3.77	0.0002 ***	-
	アカスジカスミカメ	3.22	1.07	3.00	0.0027 **	1.18
	アカヒゲホソミドリカスミカメ	4.20	1.87	2.24	0.0248 *	1.19
	割れ粗率	3.48	1.71	2.04	0.0419 *	1.01

注 1) 変数および偏回帰係数は AIC 値が最も低いモデル (最適モデル) として選択されたもののみを示す。

2) VIF = Vatince Inflation Factor.

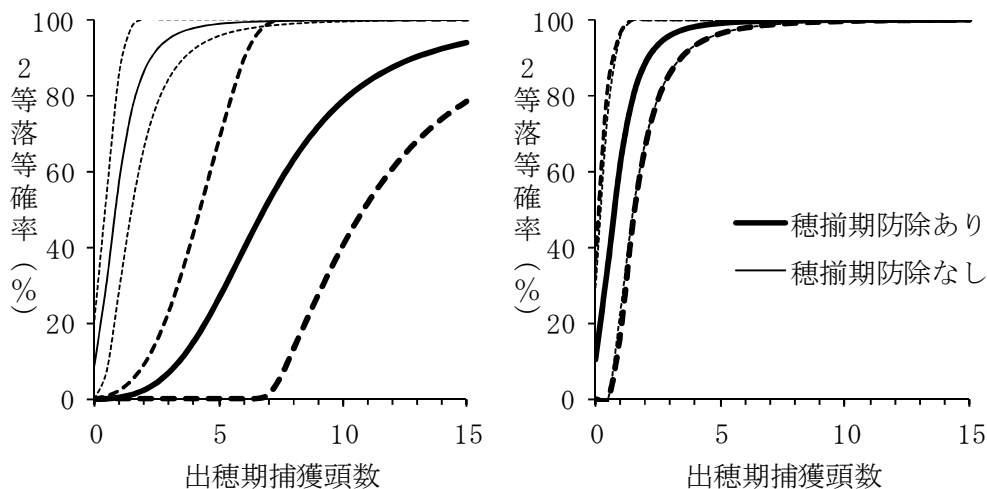
3) ϕ = Dispersion parameter = Pearson の χ^2 /残差自由度.

4) 変数のアカスジカスミカメおよびアカヒゲホソミドリカスミカメは捕獲時期における 20 回振りすくいとり捕獲成虫数の対数変換値を $(\log(x+1))$, 割れ粗率は角変換値を示す.

5) * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$.

出穂期におけるアカスジカスミカメ捕獲数を用いた推定結果により、穂揃期防除には 2 等落等確率を低下させる効果があり、その効果は割れ粗率が低いほど得られやすいことが示された。千葉県主要栽培品種である「コシヒカリ」, 「ふさこがね」, 「ふさおとめ」では、「あきたこまち」と比較して割れ粗率が低く 5 %程度であるため、穂揃期の防除には斑点米被害抑制の効果が期待できると推察される一方、割

れ粗率が 20 %と「あきたこまち」程度に高い場合、2 等落等確率は穂揃期防除の有無にかかわらずほとんど変わらず、その効果が低いことを示している。アカスジカスミカメ多発条件下および割れ粗多発生下では、穂揃期に加えて 1 週間程度後に再度防除する 2 回散布の効果が認められており (鈴木, 2005, 小野ら, 2010), このような条件が増加する状況下では 2 回目防除の要否判断の目安も求められる。また、



第 18 図 割れ粗率が「コシヒカリ」程度 (5 %, 左図) および「あきたこまち」程度 (20 %, 右図) を想定した GLM による 2 等落等確率推定結果

注) 図中の点線は SE を示す。

割れ粃が発生しにくい品種への栽培品種の変更や、施肥の適正化(寺西ら, 1981)により割れ粃の発生を抑えることも、斑点米被害の抑制や薬剤使用量の削減につながることを示唆される。

一方、今回調査した圃場では、ほとんどの圃場で出穂期におけるアカスジカスミカメの捕獲数が1頭未満であり、防除の有無・割れ粃率によらず2等落等確率が低い圃場と推定された。このことは防除が不要な可能性のある圃場が多くあり、出穂期の捕獲数をもとにした防除要否判断により不要な防除を減らせることを示唆している。ところが、アカスジカスミカメ捕獲数の偏回帰係数は8.80と大きく、推定曲線の傾きが急であり、無防除の圃場では出穂期捕獲頭数が1頭以上になると、2等落等確率推定値が50%を越え急激に高まった。このことは、防除要否判定に用いるには精度の高い調査が必要であることを示唆しているが、今回調査に用いたすくいとり調査は気象条件や調査者により捕獲数が影響を受け

る恐れが指摘されており、低密度条件下における推定は難しいと考えられる。次章で取り上げる合成性フェロモントラップのように、調査者や気象条件に左右されにくい調査方法の確立により、このような課題が克服されることが考えられる。

なお、出穂期および1週間後の捕獲数を用いたモデルにおいてアカヒゲホソミドリカスミカメ捕獲数が変数として選択されなかったことは、アカスジカスミカメと比較して捕獲数が少なかったためと考えられる。本地域のようにアカスジカスミカメが優占している場合には本推定結果が使用可能と考えられるが、アカヒゲホソミドリカスミカメがアカスジカスミカメと同程度もしくはそれ以上発生する場合には異なる推定結果が得られる可能性が高く、両種が様々な割合で混在している状況下における調査データを追加してさらに検討する必要がある。