

滋賀県における水田一筆内の斑点米発生分布

湯浅 和宏・田中 豊・角田 巖*

A Distribution Pattern of Pecky Rice Incidence in a Single Paddy Field Lot in Shiga Prefecture

Kazuhiro YUASA, Yutaka TANAKA and Iwao KAKUDA*

キーワード: アカスジカスミカメ, カメムシ類, 黒蝕粒, 尻黒粒, 発生分布, 斑点米

滋賀県内の無防除水田において、一筆を対象として斑点米の発生分布を調査した。すくい取り調査および水田一筆をメッシュ状に区分して行った斑点米調査から以下の結果を得た。

- 1) 捕獲されたカメムシ類の優占種は、近年滋賀県において発生しているカメムシ類の優占種と一致し、尻黒粒および黒蝕粒は主にアカスジカスミカメの加害により発生していると考えられた。
- 2) 標準的斑点米を発生させるカメムシ類は中央部と比較して畦畔際で多く捕獲され、標準的斑点米の水田一筆内の発生分布に関わると考えられた。アカスジカスミカメの発生分布の偏りは確認できず、尻黒粒および黒蝕粒の発生分布との関係は不明であった。
- 3) 標準的斑点米、尻黒粒および黒蝕粒とも、水田一筆内の発生分布は、畦畔際に多く、中央部では発生が少なくなる傾向が明らかになった。
- 4) 標準的斑点米、尻黒粒および黒蝕粒とも、畦畔際における発生は、すべての状況で平均的に多いのではなく、極端に多い場合や逆に畦畔際でも少なくなることが認められた。さらに、尻黒粒および黒蝕粒については、中央部近くでも発生が多くなる事例も認められた。

1. 緒 言

近年、安全・安心という農作物に対する消費者ニーズが高まる中、農作物の病害虫防除対策を考える上で第一に考慮しなければならないことは、化学合成農薬の使用をできる限り減らすことである。また、滋賀県では2001年より「滋賀県環境こだわり農産物認証制度」を創設し、環境こだわり農産物の生産を推進する条例を全国で最初に制定する動きがあるなど、減農薬はこれからの滋賀県の農業において最も重要なテーマの一つとなっている。

斑点米カメムシ類（以下、カメムシ類）の糞への吸汁加害によって生じる斑点米が、わずか0.1%の確率で正常な玄米に混入すると、玄米品質検査において着色粒という品位格付け理由により、等級は1等とならない。近年、滋賀県ではカメムシ類が多発傾向にあり、

斑点米混入による品質低下防止のために1998年から2002年にかけて5年連続でカメムシ類に対する病害虫発生予察注意報を発表し（2000年には病害虫発生予察警報も発表）、カメムシ類に対する防除対策の徹底を呼びかけている。しかし、カメムシ類に対する防除対策については減農薬を前提とした技術が確立されておらず、生産現場では化学合成農薬の散布による対応を選択せざるを得ない状況になっている。

カメムシ類に対する減農薬を前提とした防除技術を確立するためには、まず問題となる斑点米の発生実態を把握する必要がある。斑点米混入による被害の特徴として、目に見える被害として認識されるのは収穫、調製が終わってからであり、その時にはすでに対策の施しようがないことがあげられる。また、水稻の生育期間中に斑点米の発生を確認して防除対策を講じることは不可能に近く、薬剤散布を行うにしても予防的意

* 現 東近江地域農業改良普及センター

本報告の一部は、第7回農林害虫防除研究会大会（熊本大会）で講演した。また、本報告の一部は平成13年度近畿中国四国農業研究成果情報に採択された。

味合いが強くなり、結果的には不必要な薬剤散布につながる恐れがある。しかし、水田内の斑点米の発生実態に関する予備知識があれば、生育期間中に効率的な防除対策を考えることが可能であり、カメムシ類に対する減農薬防除技術確立のための糸口をつかむこともできる。そこで筆者らは、この予備知識として生育期間中には目に見えない斑点米の発生分布に着目し、水田一筆を対象として調査を行った結果、一定の知見が得られたので報告する。

2. 材料および方法

2. 1 調査ほ場の耕種概要

調査は2001年に近江八幡市野村町の「キヌヒカリ」および「ヒノヒカリ」を作付けした2筆（以下、八幡Aおよび八幡B）、八日市市糠塚町の「ゆめおうみ」を作付けした1筆（以下、八日市）および伊香郡木之本町赤尾の「コシヒカリ」を作付けした1筆（以下、木之本）、合計4筆の農家ほ場において行った。表1に各ほ場の耕種概要を示す。畦畔の草刈りは八日市では農家慣行とし、八日市以外の3ほ場は表1に示す時期に行った後は収穫まで放任とした。なお、いずれのほ場においてもカメムシ類に対する殺虫剤は散布しなかった。その他の栽培管理は農家慣行とした。

2. 2 カメムシ類のすくい取り調査

出穂後の水田内におけるカメムシ類の優占種の確認および水田一筆内の分布を調査するため、八幡Aおよび八幡Bにおいて、畦畔沿い2カ所および中央部2カ所で捕虫網（口径36cm、柄120cm）によるすくい取り調査（20回振り）を行った。調査は、八幡Aでは7月

27日から8月16日までの4回、八幡Bでは8月27日から9月26までの5回、それぞれ出穂期から6～8日間隔で行った。

八日市および木之本におけるすくい取り調査の目的は水田内におけるカメムシ類の優占種の確認のみとした。八日市におけるすくい取り調査は、7月18日、8月9日、9月5日の3回、筆内の任意の2カ所でそれぞれ25回振り、合計50回振りで行った。木之本については、同一筆内においてすくい取り調査を行った寺本（私信）のデータよりカメムシ類の優占種を確認した。

2. 3 斑点米調査

水田一筆内における斑点米の発生分布を調査するため、調査ほ場を5mメッシュに区切った交点をサンプリングポイントとし、ポイント周辺で任意の20穂を採穂した。なお、ほ場の形状等により5mメッシュに区切れないポイントは畦畔際でのサンプリングポイントを優先して設定した。図1に各調査ほ場の概要図およびサンプリングポイントを示す。なお、八幡Aは水管理が不十分で干ばつになったため、南側7.5a（25×30m）部分のみを調査対象とした。各筆の採穂は、八幡Aは8月28日に、八幡Bは9月27日に、八日市は9月11日に、木之本は8月27、28日にそれぞれ行った。

穂は風乾後、手作業で脱粒し、籾摺り（籾摺り機：FCIK-M、株式会社大竹製作所）を行った。得られた粗玄米は1.8mmの篩で精玄米と屑米に区分し、ポイントごとにそれぞれの全粒数と斑点米の発生数を調査した。斑点米は林⁶⁾の方法によりカスミカメムシ類による斑点米（以下、尻黒粒および黒蝕粒）とその他のカメムシ類による斑点米（以下、標準的斑点米）とに区分して計数した。なお、カスミカメムシ類による黒点

表1 調査ほ場の耕種概要および調査項目

ほ場 区分	調査地	品 種	面積 (a)	移植日	畦 畔 の 草刈り時期	出穂期	収穫日	調 査 項 目	
								すくい取り	斑点米
八幡A	近江八幡市野村町	キヌヒカリ	21.0	5月7日	6月上旬	7月24日	9月4日	○	○ ^{*3}
八幡B	近江八幡市野村町	ヒノヒカリ	20.3	5月19日	6月上旬	8月24日	9月28日	○	○
八日市	八日市市糠塚町	ゆめおうみ	25.0	5月20日	農家慣行	8月13日	9月19日	○ ^{*1}	○
木之本	木之本町赤尾	コシヒカリ	38.9	5月9日	7月上旬	7月25日	9月5日	○ ^{*2}	○

*1：優占種の確認のみ。

*2：寺本（私信）による優占種の確認のみ。

*3：南側7.5a（25×30m）部分のみ調査（ほ場北側は干ばつにより登熟不良）。

米類似斑点粒⁶⁾は尻黒粒に含めて計数した。

2. 4 斑点米調査データ解析方法

斑点米調査によって、4筆それぞれの各サンプリングポイントの20穂当たり各種斑点米発生数および全粒数の5mメッシュデータ（以下、メッシュデータ）が得られたので、以下の方法により解析した。

2. 4. 1 各筆の斑点米発生率

1筆ごとの斑点米発生状況を把握するため、各種斑点米の発生率（%）をメッシュデータより求めた。

2. 4. 2 各筆内における斑点米の発生分布

各筆において得られた斑点米のメッシュデータは、各筆内での畦畔からの距離と斑点米発生数の関係を解析するため、畦畔から同心円状に中央部に向かって順に1周目、2周目、3周目および中央部（4周目以降）の4群に分割した（図1）。また、東西南北4方向での斑点米発生数の違いを解析するため、畦畔からの距離別斑点米メッシュデータを東西南北の4群に分割し、その平均値を求めた。例として、図2に木之本における斑点米メッシュデータの分割方法を示す。

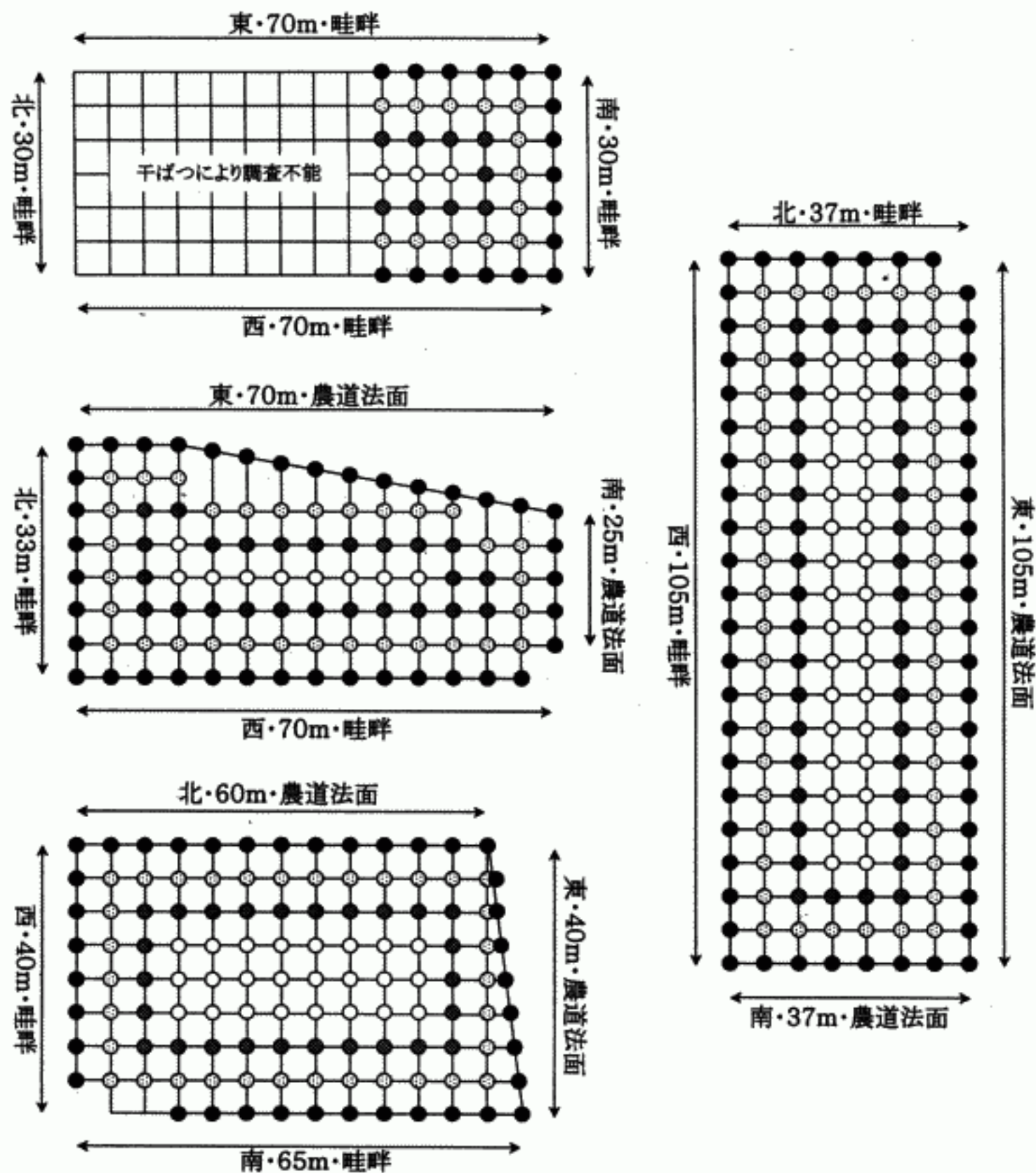


図1 各調査ほ場の概要図およびサンプリングポイント。

注) 左上図：近江八幡市野村町「キヌヒカリ」ほ場（八幡A），左中図：近江八幡市野村町「ヒノヒカリ」ほ場（八幡B），

左下図：八日市市糠塚町「ゆめおうみ」ほ場（八日市），右図：木之本町赤尾「コシヒカリ」ほ場（木之本）。

● ● ● ○ はそれぞれサンプリングポイントを示し、畦畔から同心円状に中央部に向かって、

● は1周目，● は2周目，● は3周目，○ は中央部（4周目以降）を示す。

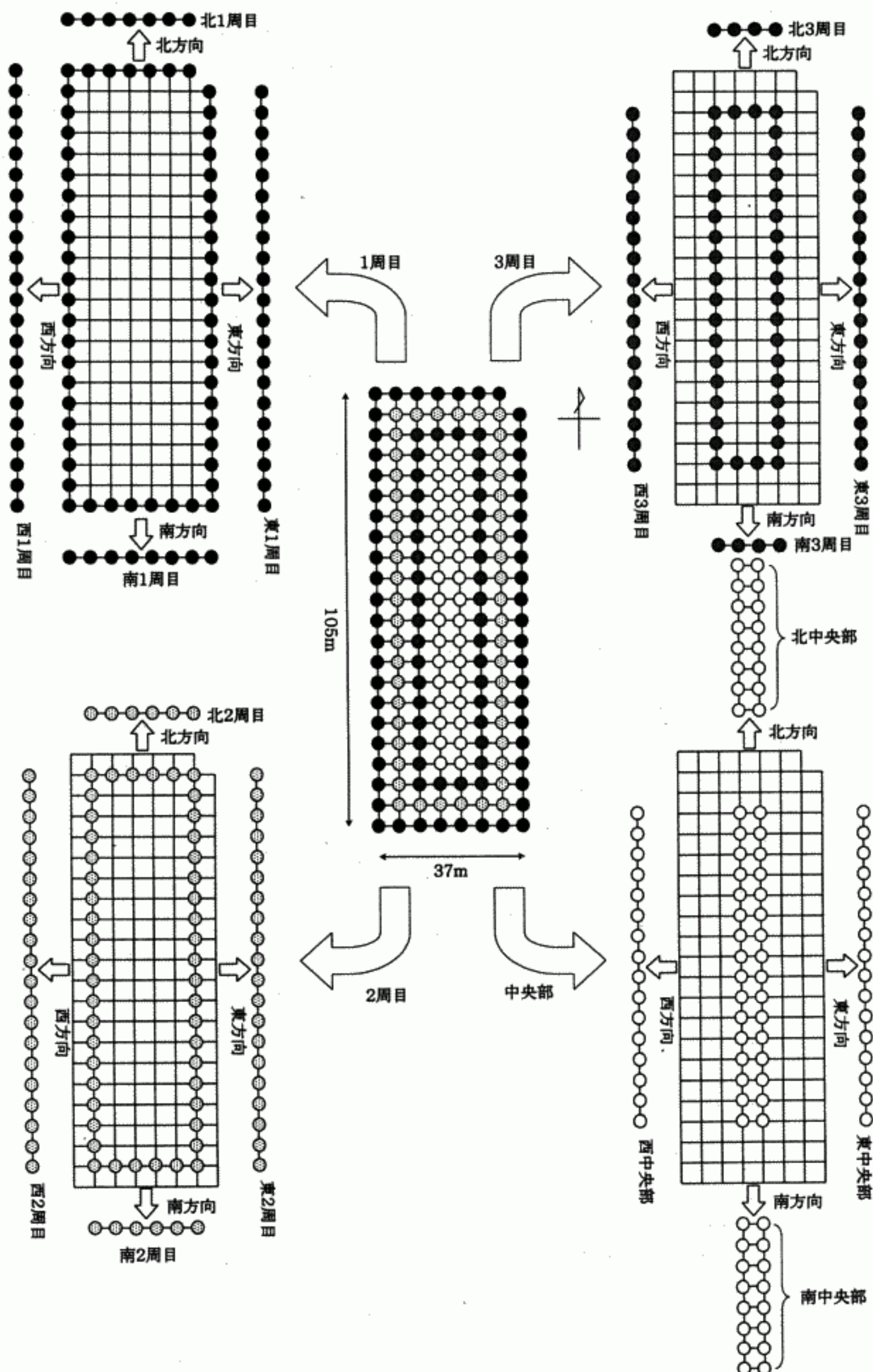


図2 木之本町赤尾「コシヒカリ」ほ場(木之本)における斑点米メッシュデータの分割方法.

注) ● ● ● ● はそれぞれサンプリングポイントを示し、畦畔から同心円状に中央部に向かって、
● は1周目, ○ は2周目, ● は3周目, ○ は中央部(4周目以降)を示す。

2. 4. 3 畦畔からの距離と斑点米発生の関係

畦畔からの距離と斑点米発生の関係を統計的に解析するため、各筆における畦畔からの距離別メッシュデータの平均値を求め、対数 ($\log(x+0.5)$) 変換を行った。そして、畦畔からの距離 (4水準: 1周目・2周目・3周目・中央部) とほ場 (3水準: 八幡B・八日市・木之本) を因子とする繰り返しのない2元配置の分散分析を行った。その結果、F検定で畦畔からの距離が斑点米の発生に有意に影響を及ぼすと認められた場合には、さらに Tukey HSD 多重比較検定により畦畔からの距離間における斑点米発生数の差を解析した。なお、干ばつにより一筆調査ができなかった八幡Aの斑点米メッシュデータは、他の3ほ場と比較してサンプリングポイント数が少なく、解析には用いなかった。

3. 結 果

3. 1 カメムシ類のすくい取り調査

3. 1. 1 各筆におけるカメムシ類の優占種

図3に各筆におけるすくい取り調査の結果をカメムシ類の種類別に総捕獲頭数に対する割合で示す。八幡Aではホソハリカメムシ *Cletus punctiger* (DALLAS) およびトゲシラホシカメムシ *Eysarcoris aeneus* (SCOPOLI)、八幡Bではアカスジカスミカメ *Stenotus rubrovittatus* (MATSUMURA) およびホソハリカメムシの捕獲頭数の割合が高かった。八日市および木之

本ではアカスジカスミカメの捕獲頭数の割合が最も高かった。

3. 1. 2 カメムシ類の水田一筆内分布 (八幡A)

表2に八幡Aにおける畦畔沿い2カ所および中央部2カ所でのすくい取り調査の結果をそれぞれ2カ所の種類別総捕獲頭数で示し、筆別の種構成割合は図3に示す。4回の調査における総捕獲頭数は199頭、そのうち幼虫は96頭であった。種類別ではホソハリカメムシ、トゲシラホシカメムシ、シラホシカメムシ *Eysarcoris ventralis* (WESTWOOD)、アカスジカスミカメの順で多く、幼虫の捕獲頭数も同様の傾向であったが、アカスジカスミカメの幼虫比率は他のカメムシ類と比較して低かった。

すくい取りの場所別では、7月27日の調査では畦畔沿いで6頭、中央部で13頭のカメムシ類が捕獲され、畦畔沿いと比べて中央部の捕獲頭数が多かった。その後の8月3日、8月10日および8月16日の調査ではいずれも畦畔沿いでの捕獲頭数が多く、4回の調査の総捕獲頭数は畦畔沿いで140頭、中央部で59頭であり、畦畔沿いの総捕獲頭数は中央部の約2.4倍であった。幼虫は8月3日の調査から捕獲され、4回の調査の総捕獲頭数は畦畔沿いで66頭、中央部で30頭であり、畦畔沿いの幼虫の総捕獲頭数は中央部の約2倍であった。総捕獲頭数に対する幼虫の比率は畦畔沿いで47%、中央部で51%であった。

表2 近江八幡市野村町「キヌヒカリ」ほ場 (八幡A) におけるすくい取り場所別の捕獲頭数^{*1}

種 名 ^{*2}	場 所	調 査 日				計	幼虫比率 (%)
		7月27日	8月3日	8月10日	8月16日		
ア カ ス ジ	畦畔沿い	0 (0)	8 (1)	3 (1)	0 (0)	11 (2)	18
	中 央 部	2 (0)	0 (0)	1 (0)	0 (0)	3 (0)	0
ホ ソ ハ リ	畦畔沿い	1 (0)	15 (11)	38 (19)	21 (11)	75 (41)	55
	中 央 部	3 (0)	7 (4)	4 (4)	9 (8)	23 (16)	70
トゲシラホシ	畦畔沿い	3 (0)	8 (4)	18 (7)	11 (4)	40 (15)	38
	中 央 部	8 (0)	3 (1)	4 (3)	11 (7)	26 (11)	42
シ ラ ホ シ	畦畔沿い	0 (0)	4 (4)	4 (3)	1 (0)	9 (7)	78
	中 央 部	0 (0)	3 (3)	3 (0)	0 (0)	6 (3)	50
そ の 他	畦畔沿い	2 (0)	0 (0)	2 (1)	1 (0)	5 (1)	20
	中 央 部	0 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (0)	0
計	畦畔沿い	6 (0)	35 (20)	65 (31)	34 (15)	140 (66)	47
	中 央 部	13 (0)	14 (8)	12 (7)	20 (15)	59 (30)	51

* 1 : 畦畔沿いおよび中央部それぞれ2カ所におけるすくい取り調査(20回振り)の総捕獲頭数で示す。()内は幼虫数を示す。

* 2 : 種名は略称を用いた。アカスジ: アカスジカスミカメ, ホソハリ: ホソハリカメムシ,

トゲシラホシ: トゲシラホシカメムシ, シラホシ: シラホシカメムシ。

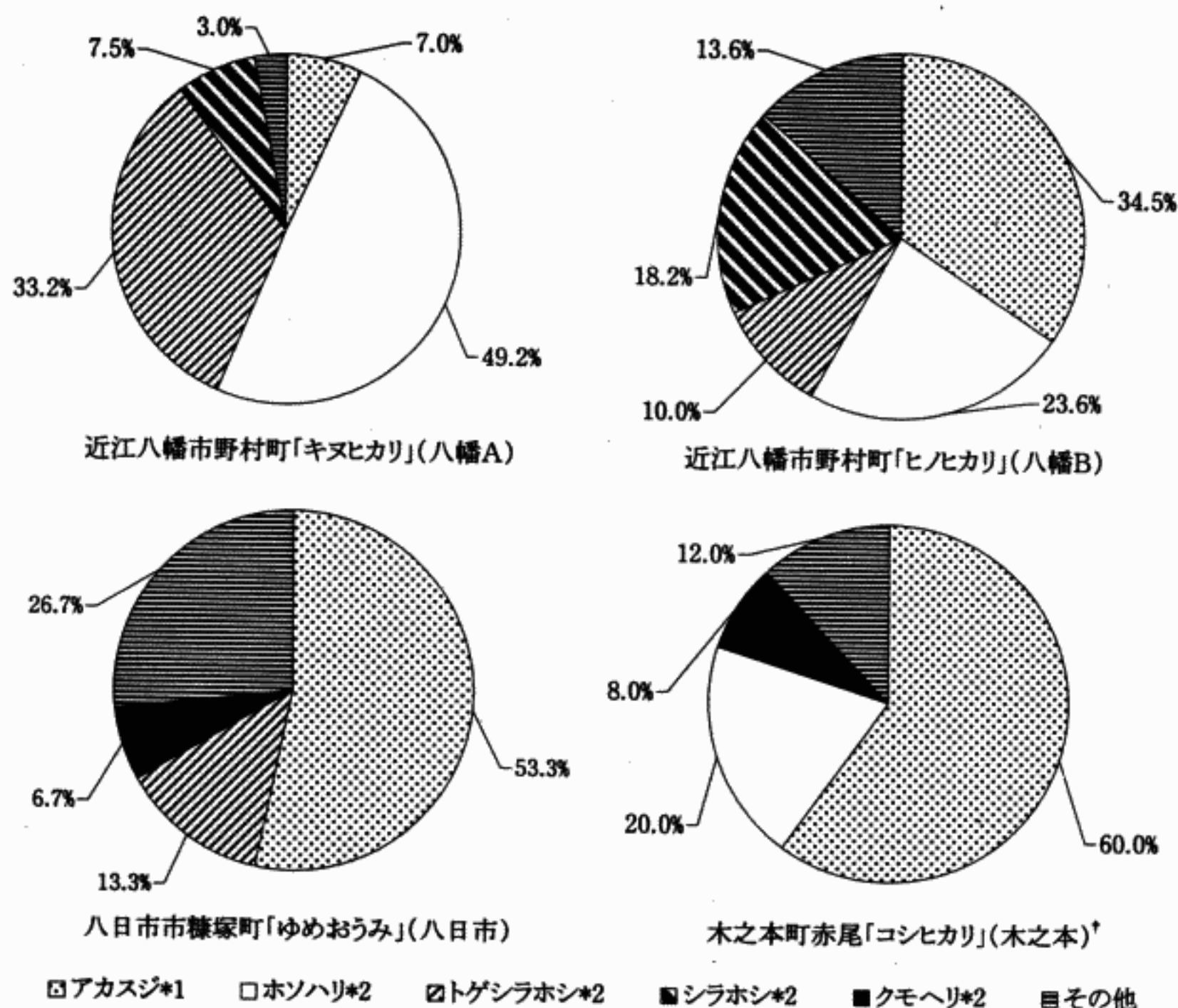


図3 すくい取り調査によるカメムシ類の種構成割合。

注) 構成割合は各筆におけるすくい取り調査による総捕獲頭数より求めた。

凡例に用いたカメムシ類の種名は、カスミカメ (*1)、カメムシ (*2) を省略した。

†: 寺本 (私信) による。

3. 1. 3 カメムシ類の水田一筆内分布 (八幡B)

表3に八幡Bにおけるすくい取り調査の結果を八幡Aと同様に示し、筆別の種構成割合は図3に示す。5回の調査における総捕獲頭数は110頭、そのうち幼虫は18頭であった。種類別ではアカスジカスミカメ、ホソハリカメムシ、シラホシカメムシ、トゲシラホシカメムシの順で多く捕獲されたが、幼虫の捕獲頭数はシラホシカメムシ、トゲシラホシカメムシが多かった。総捕獲頭数が多かったアカスジカスミカメおよびホソハリカメムシは、両種とも成虫が多く、時期別には8月27日および9月4日に比較的多かった。しかし、幼虫は少なく、9月26日の畦畔沿い調査でのアカスジカスミカメ1頭だけだった。

すくい取りの場所別では、8月27日の調査で畦畔沿いで23頭、中央部で22頭、9月18日の調査でそれぞれ

6頭ずつのカメムシ類が捕獲され、この両調査日における畦畔沿いと中央部の捕獲頭数の差はほとんどなかった。9月4日、9月12日および9月26日の調査では畦畔沿いでの捕獲頭数が中央部より多く、5回の調査の総捕獲頭数は畦畔沿いで70頭、中央部で40頭であった。総捕獲頭数に対する幼虫の比率は畦畔沿いで17%、中央部で15%であった。

3. 2 斑点米調査

八幡A、八幡B、八日市および木之本の4筆それぞれにおけるメッシュデータを粗玄米、精玄米、屑米に区分するとともに、各区分ごとの標準的斑点米、尻黒粒、黒蝕粒、合計斑点米の粒数を集計した。その一例として、図4に木之本における粗玄米の標準的斑点米メッシュデータを示す

表3 近江八幡市野村町「ヒノヒカリ」ほ場（八幡B）におけるすくい取り場所別の捕獲頭数^{*1}

種 名 ^{*2}	場 所	調 査 日					計	幼虫比率 (%)
		8月27日	9月4日	9月12日	9月18日	9月26日		
ア カ ス ジ	畦畔沿い	7 (0)	10 (0)	1 (0)	0 (0)	2 (1)	20 (1)	5
	中 央 部	9 (0)	9 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	18 (0)	0
ホ ソ ハ リ	畦畔沿い	9 (0)	6 (0)	1 (0)	1 (1)	5 (0)	22 (0)	0
	中 央 部	3 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (0)	4 (0)	0
トゲシラホシ	畦畔沿い	3 (0)	1 (0)	1 (1)	3 (3)	1 (1)	9 (5)	56
	中 央 部	1 (0)	0 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (0)	0
シ ラ ホ シ	畦畔沿い	3 (0)	3 (1)	2 (2)	0 (0)	2 (1)	10 (4)	40
	中 央 部	5 (1)	0 (0)	0 (0)	4 (3)	1 (1)	10 (5)	50
そ の 他	畦畔沿い	1 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (0)	6 (2)	9 (2)	22
	中 央 部	4 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (1)	0 (0)	6 (1)	17
計	畦畔沿い	23 (0)	20 (1)	5 (3)	6 (4)	16 (4)	70 (12)	17
	中 央 部	22 (1)	9 (0)	1 (0)	6 (4)	2 (1)	40 (6)	15

* 1 : 畦畔沿いおよび中央部それぞれ2カ所におけるすくい取り調査(20回振り)の総捕獲頭数で示す。()内は幼虫数を示す。

* 2 : 種名は略称を用いた。アカスジ：アカスジカスミカメ、ホソハリ：ホソハリカメムシ、

トゲシラホシ：トゲシラホシカメムシ、シラホシ：シラホシカメムシ、

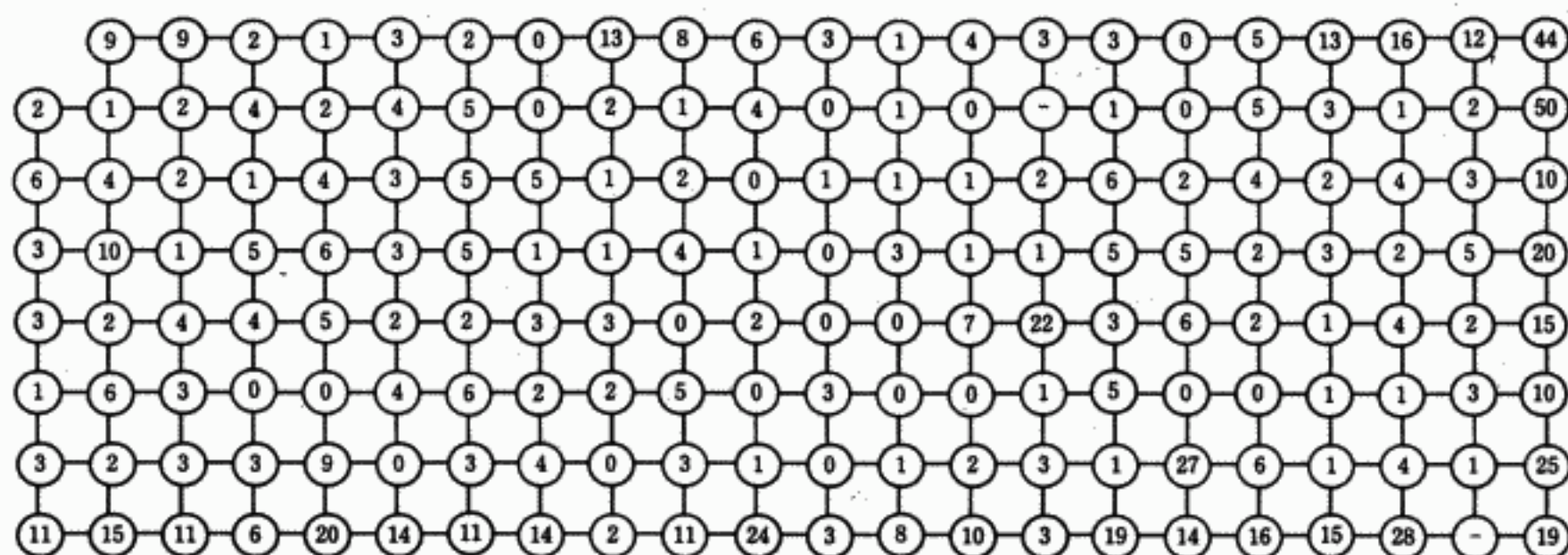


図4 木之本町赤尾「コシヒカリ」ほ場(木之本)における標準的斑点米(粗玄米)の発生数メッシュデータ。

注)数値は各サンプリングポイント当たりの発生数(粒/20穂)を示す。

3. 2. 1 各筆の斑点米発生率

メッシュデータを元に求めた各筆の粗玄米中の各種斑点米発生率を表4に示す。

八幡Aの斑点米発生率は、ほ場一部分のメッシュデータより求めたが、標準的斑点米(1.64%)、尻黒粒(0.84%)および黒蝕粒(0.43%)すべての種類について4調査ほ場の中で最も高く、各種斑点米合計では2.91%であった。

八幡Aを除く3ほ場の中では、合計斑点米発生率は八幡B(1.51%)が最も高く、次いで木之本(0.76%)、八日市(0.32%)の順であった。斑点米の種類別では、標準的斑点米が八幡B(0.83%)および木之本(0.31%)で、尻黒粒は各ほ場(八幡B:0.65%、八日市:0.23%、木之本:0.31%)で、黒蝕粒は木之本(0.13%)でそれぞれ比較的多く発生が認められた。

表4 各筆の粗玄米粒中の各種斑点米発生率^{*1}

ほ場区分	調 査 ほ 場 お よ び 品 種	サンプリング ポ イ ン ト 数	斑 点 米 の 種 類			
			標準	尻黒	黒蝕	合計
八幡A	近江八幡市野村町「キヌヒカリ」 ^{*2}	42	1.64	0.84	0.43	2.91
八幡B	近江八幡市野村町「ヒノヒカリ」	105	0.83	0.65	0.02	1.51
八日市	八日市市糠塚町「ゆめおうみ」	102	0.06	0.23	0.02	0.32
木之本	木之本町赤尾「コシヒカリ」	173	0.31	0.31	0.13	0.76

* 1 : 各調査ほ場におけるメッシュデータの各種斑点米発生数の総合計/粗玄米粒数総合計×100

* 2 : ほ場南側7.5a(25×30m)部分のみ。

3. 2. 2 各筆内における斑点米の発生分布

図5に八幡Aにおける斑点米発生数の一筆内分布を示す。八幡Aではほ場南側7.5aでの部分的調査となったため、南北方向の北側のデータは得られなかった。標準的斑点米の発生は、すべての方向において1周目で比較的多く認められた。尻黒粒の発生は、南側1周目および2周目、西側1周目で多く認められた。黒蝕粒はすべての方向の1周目、南側および西側の2周目で発生し、特に南側2周目での発生が多く認められた。3種斑点米合計では、すべての方向の1周目および南側2周目で多く発生が認められた。精玄米と屑米別では、標準的斑点米は両方で分布傾向に違いは認められなかったが、尻黒粒は南側1周目と2周目において、精玄米は2周目での発生が多く、逆に屑米は1周目で多かった。黒蝕粒は屑米での発生がほとんど認められなかった。3種斑点米合計は、屑米ではすべての方向において1周目での発生が多く、2周目以降の内側では発生が少なかったが、精玄米では南側で2周目の発生が1周目より多くなった。

図6に八幡Bにおける斑点米発生数の一筆内分布を示す。標準的斑点米の発生は南側を除く1周目で多く、東西および南北方向とも中央部に向かって2周目以降は少なかった。尻黒粒の発生も標準的斑点米と同様に1周目で多く、特に東側で多かった。黒蝕粒の発生は極めて少なく、発生分布に明らかな傾向は認められなかった。3種斑点米合計では特に北、東、西側1周目で多く発生が認められた。また、精玄米と屑米との間で斑点米の発生分布に明らかな違いは認められなかった。

図7に八日市における斑点米発生数の一筆内分布を示す。八日市では尻黒粒の発生が東西および南北方向とも1周目で多く、中央部に向かって2周目以降は少なかった。標準的斑点米および黒蝕粒には明らかな傾向は認められなかった。3種斑点米合計は尻黒粒と同様に1周目で多く、その内側は少なくなる傾向が認められた。精玄米と屑米との間に明らかな違いは認められなかった。

図8に木之本における斑点米発生数の一筆内分布を示す。標準的斑点米の発生は南側1周目で極めて多く、東および西側1周目でも多く認められた。北側1周目の標準的斑点米の発生は、2周目以降の内側と同程度の発生であった。尻黒粒の発生は、南北方向では北側全体および南側1周目、東西方向では西側1周目でや

や多い傾向が認められた。黒蝕粒は南側を除く1周目で多く発生し、すべての方向の2周目以降の内側の発生は少なかった。3種斑点米合計では東西および南北方向とも1周目で多く発生が認められ、北側では2周目以降でも比較的多く発生が認められた。精玄米と屑米別では、黒蝕粒が精玄米に偏って発生する傾向が認められたが、それ以外は精玄米と屑米との間に明らかな違いは認められなかった。

3. 2. 3 畦畔からの距離と斑点米発生の関係

表5に各筆および3筆平均における畦畔からの距離別斑点米発生数を示す。データは粒厚区分ごとにサンプリングポイント(20穂)当たりの平均粒数を算出した。

精玄米では、すべての斑点米の種類において畦畔からの距離間で発生数に有意差が認められ(各ほ場のデータを対数変換後の繰り返しのない2元配置の分散分析、要因: 畦畔からの距離、標準的斑点米・尻黒粒 $p < 0.05$, 黒蝕粒・合計斑点米 $p < 0.01$)、いずれも1周目で有意に発生が多く認められた(Tukey HSD 多重比較検定, $p < 0.05$)。

同様に、屑米でもすべての斑点米の種類において畦畔からの距離間で発生数に有意差が認められた(標準的斑点米・尻黒粒・黒蝕粒・合計斑点米とも $p < 0.05$)。標準的斑点米および合計斑点米は、1周目で有意に発生が多く認められ(Tukey HSD 多重比較検定, $p < 0.05$)。黒蝕粒は1周目の発生数が中央部より有意に多く認められた(Tukey HSD 多重比較検定, $p < 0.05$)。尻黒粒は1周目の発生数が中央部より多い傾向が認められた(Tukey HSD 多重比較検定, $p = 0.062$)。

粗玄米においても、すべての斑点米の種類において畦畔からの距離間で発生数に有意差が認められた(標準的斑点米・黒蝕粒・合計斑点米 $p < 0.01$, 尻黒粒 $p < 0.05$)。標準的斑点米、黒蝕粒および合計斑点米は1周目で有意に発生が多く認められ(Tukey HSD 多重比較検定, $p < 0.05$)。尻黒粒は1周目の発生数が3周目および中央部と比較して有意に多く認められた(Tukey HSD 多重比較検定, $p < 0.05$)。

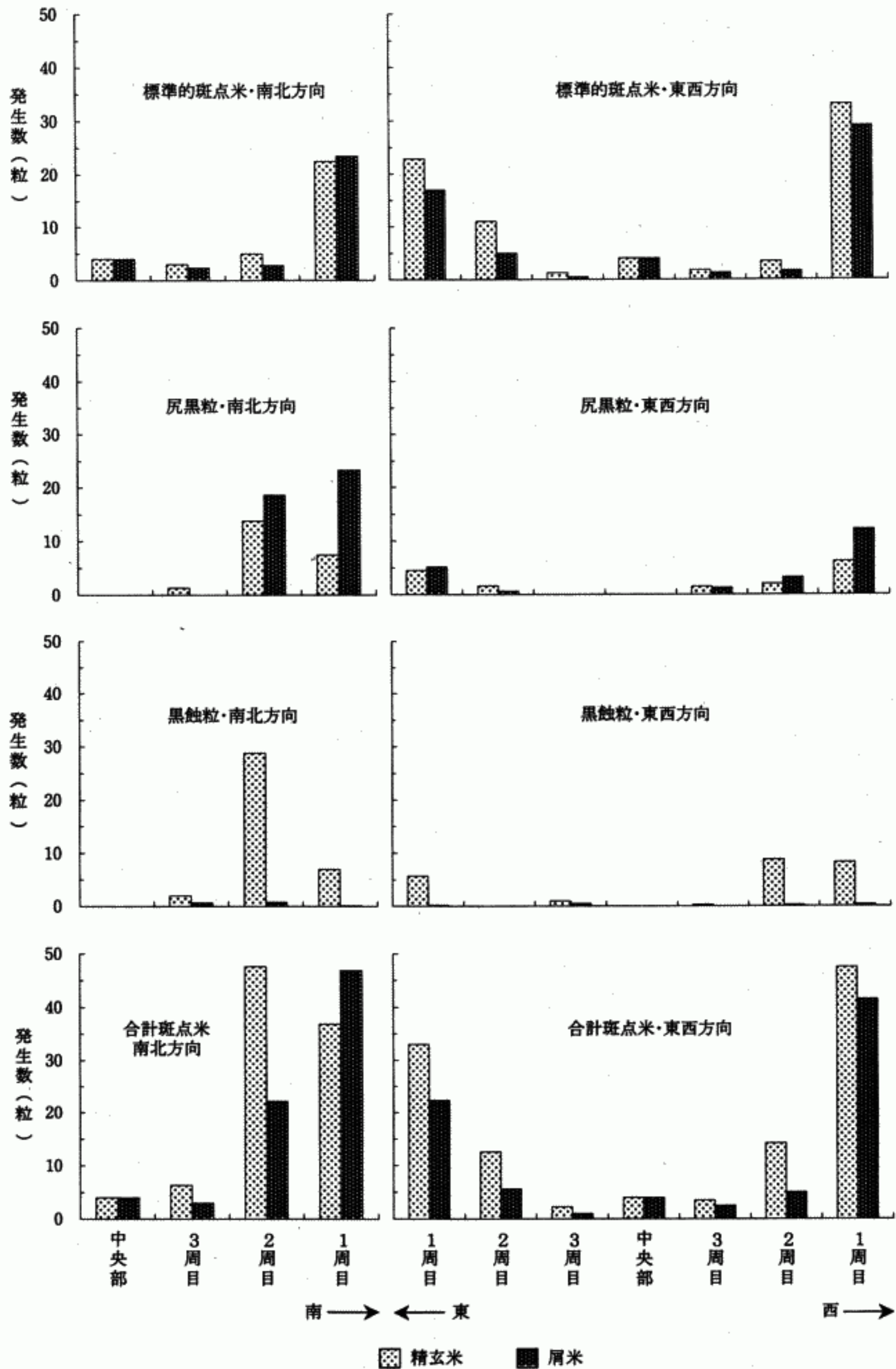


図5 近江八幡市野村町「キヌヒカリ」ほ場(八幡A)における各種斑点米の粒厚別発生分布。

注)縦軸はサンプリングポイント(20穂)当たり平均発生粒数(粒)。

横軸は畦畔からの距離をサンプリングポイントの位置で示す(図1参照)。

南北方向北側は、乾燥条件による登熟不良のため欠測。

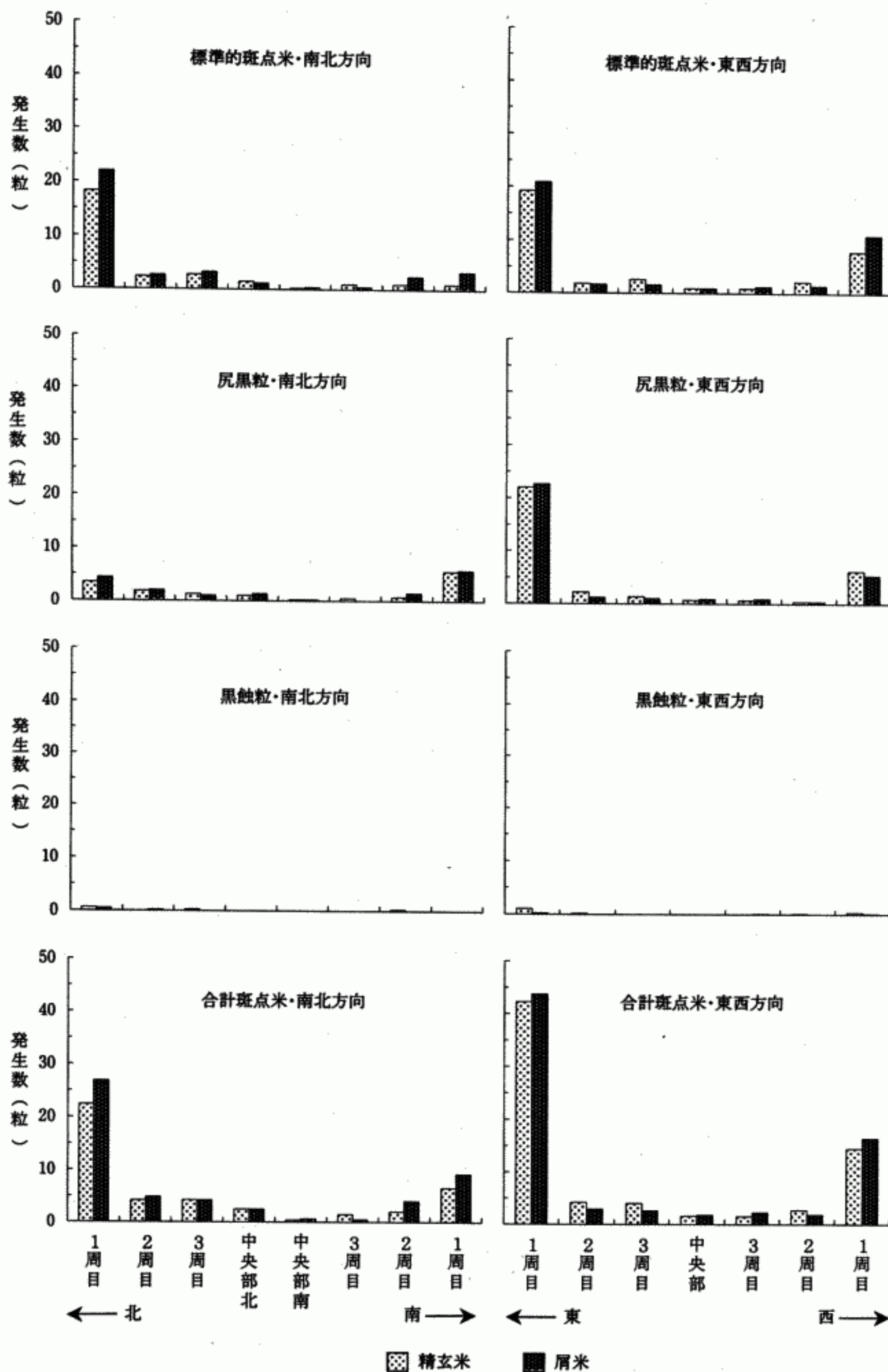


図6 近江八幡市野村町「ヒノヒカリ」ほ場(八幡B)における各種斑点米の粒厚別発生分布.

注)縦軸はサンプリングポイント(20穂)当たり平均発生粒数(粒),
横軸は畦畔からの距離をサンプリングポイントの位置で示す(図1参照).

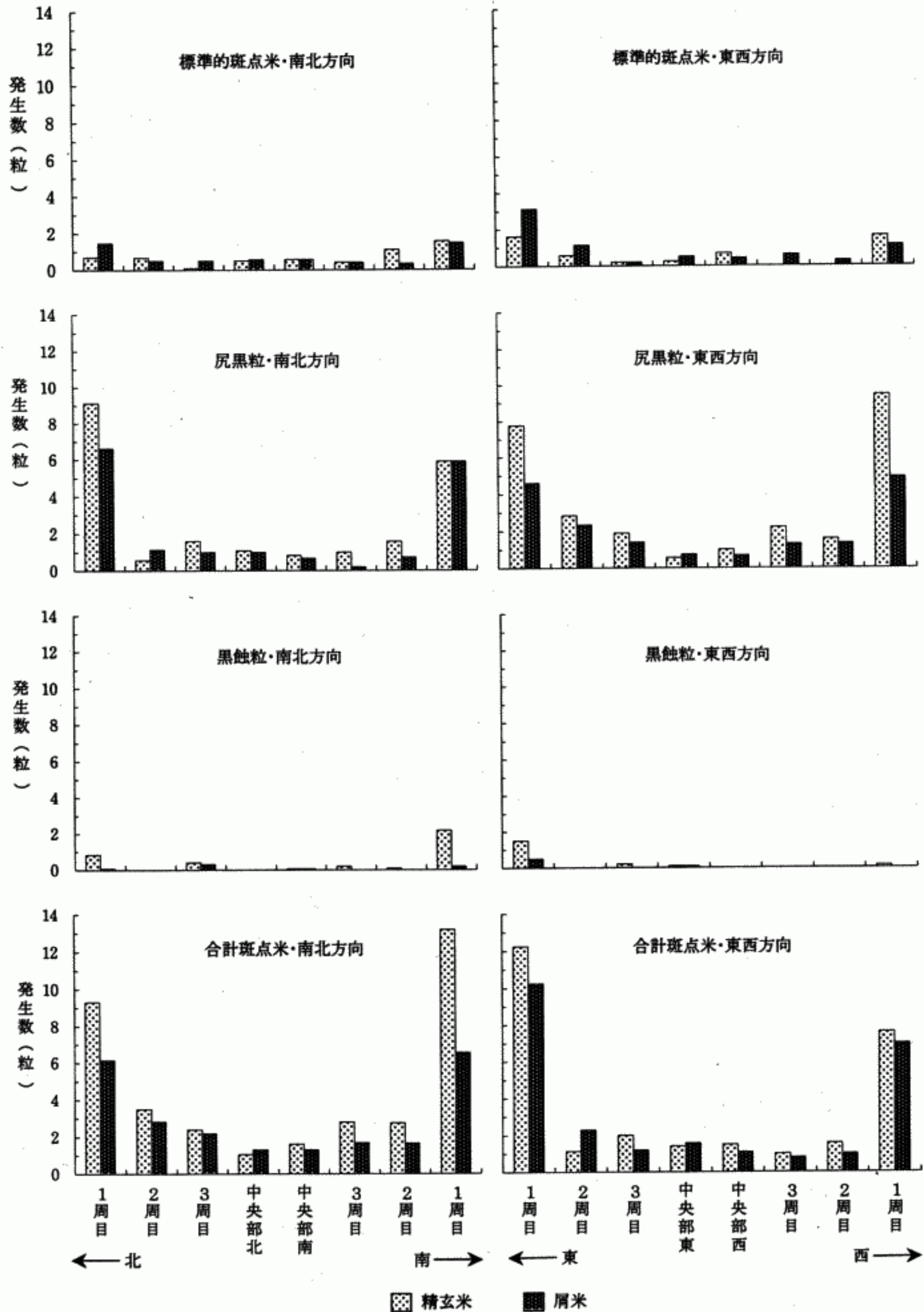


図7 八日市市糠塚町「ゆめおうみ」ほ場(八日市)における各種斑点米の粒厚別発生分布.

注)縦軸はサンプリングポイント(20穂)当たり平均発生粒数(粒),
横軸は畦畔からの距離をサンプリングポイントの位置で示す(図1参照).

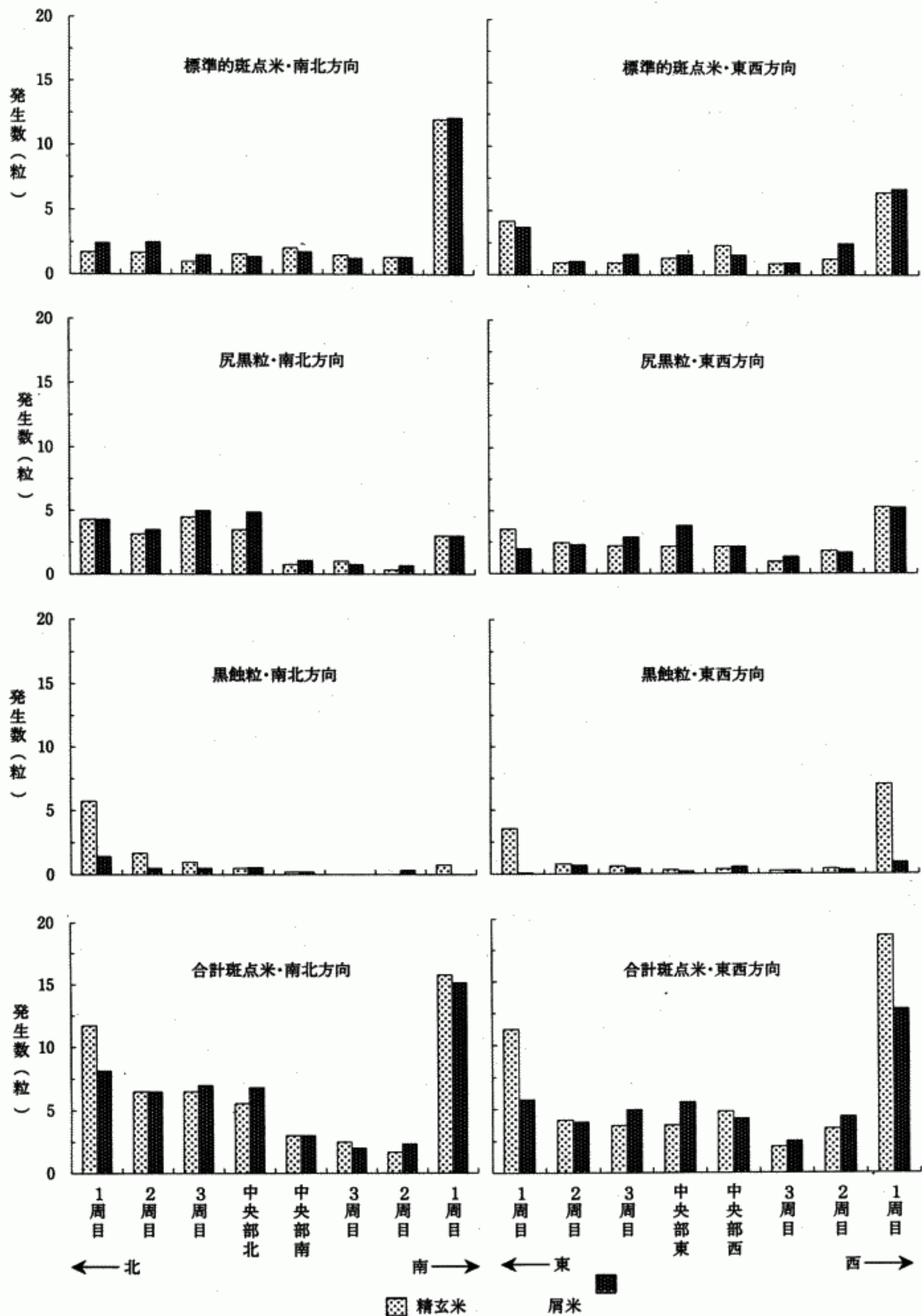


図8 木之本町赤尾「コシヒカリ」ほ場(木之本)における各種斑点米の粒厚別発生分布.

注)縦軸はサンプリングポイント(20穂)当たり平均発生粒数(粒),

横軸は畦畔からの距離をサンプリングポイントの位置で示す(図1参照).

表5 各筆および3筆平均における畦畔からの距離別斑点米発生数(20穂当たり)

粒厚区分	斑点米の種類	畦畔からの距離 ^{*1}	ほ場 ^{*2}			平均 ^{*3}	F検定 ^{*4}
			八幡B	八日市	木之本		
精玄米	標準	1周目	13.21	1.26	5.72	6.73 a	*
		2周目	1.94	0.65	1.23	1.27 b	
		3周目	1.71	0.19	1.00	0.97 b	
		中央部	0.90	0.46	1.81	1.06 b	
	尻黒	1周目	11.77	8.08	4.22	8.02 a	*
		2周目	1.38	1.85	2.06	1.76 b	
		3周目	0.96	1.92	1.80	1.56 b	
		中央部	0.70	0.96	2.13	1.26 b	
	黒蝕	1周目	0.67	1.24	4.85	2.25 a	**
		2周目	0.09	0.03	0.66	0.26 b	
		3周目	0.04	0.27	0.43	0.25 b	
		中央部	0	0.04	0.34	0.13 b	
	計	1周目	25.64	10.58	14.80	17.01 a	**
		2周目	3.41	2.53	3.96	3.30 b	
		3周目	2.71	2.38	3.23	2.77 b	
		中央部	1.60	1.46	4.28	2.45 b	
屑米	標準	1周目	15.77	1.66	5.17	7.53 a	*
		2周目	1.91	0.56	1.89	1.45 b	
		3周目	1.33	0.46	1.25	1.01 b	
		中央部	0.90	0.46	1.56	0.97 b	
	尻黒	1周目	11.72	5.21	3.52	6.82 a	*
		2周目	1.06	1.56	2.02	1.55 a	
		3周目	1.00	1.15	2.23	1.46 a	
		中央部	0.90	0.83	2.97	1.57 a	
	黒蝕	1周目	0.21	0.18	0.57	0.32 a	*
		2周目	0.03	0	0.49	0.17 ab	
		3周目	0.04	0.12	0.33	0.16 ab	
		中央部	0	0.04	0.38	0.14 b	
	計	1周目	27.69	7.05	9.26	14.67 a	*
		2周目	3.00	2.12	4.40	3.17 b	
		3周目	2.38	1.73	3.80	2.64 b	
		中央部	1.80	1.33	4.91	2.68 b	
粗玄米	標準	1周目	28.97	2.92	10.89	14.26 a	**
		2周目	3.84	1.21	3.13	2.73 b	
		3周目	3.04	0.65	2.25	1.98 b	
		中央部	1.80	0.92	3.38	2.03 b	
	尻黒	1周目	23.49	13.29	7.74	14.84 a	*
		2周目	2.44	3.41	4.09	3.31 ab	
		3周目	1.96	3.08	4.03	3.02 b	
		中央部	1.60	1.79	5.09	2.83 b	
	黒蝕	1周目	0.87	1.42	5.43	2.57 a	**
		2周目	0.13	0.03	1.15	0.43 b	
		3周目	0.08	0.38	0.75	0.41 b	
		中央部	0	0.08	0.72	0.27 b	
	計	1周目	53.33	17.63	24.06	31.67 a	**
		2周目	6.41	4.65	8.36	6.47 b	
		3周目	5.08	4.12	7.03	5.41 b	
		中央部	3.40	2.79	9.19	5.13 b	

*1:図1参照。

*2:八幡B:近江八幡市野村町「ヒノヒカリ」ほ場, 八日市:八日市市糠塚町「ゆめおうみ」ほ場, 木之本:木之本町赤尾「コシヒカリ」ほ場。

*3:同一欄内の同一文字間には, 各ほ場のデータをlog(x+0.5)変換後のTukey HSD 多重比較検定による有意差なし(有意水準5%)。

*4:各ほ場のデータをlog(x+0.5)変換後の繰り返しのない2元配置の分散分析(要因:ほ場, 畦畔からの距離)において, 要因:畦畔からの距離の場合, *は5%水準で有意, **は1%水準で有意を示す。

4. 考 察

4. 1 カメムシ類の発生種と斑点米発生の関係

近年の滋賀県における主要カメムシ類は、従来から発生が確認されていたホソハリカメムシ、クモヘリカメムシ *Leptocoris chinensis* (DALLAS) およびトゲシラホシカメムシの3種³⁾に、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 *Trigonotylus caelestialium* (KIRKALDY) の2種を加えた5種であり、特にアカスジカスミカメが急増していることが明らかにになっている¹⁰⁾。本研究においてもアカスジカスミカメは4筆の調査ほ場すべてで捕獲され、八幡B、八日市および木之本では最も捕獲頭数割合が高かった。また、ホソハリカメムシおよびトゲシラホシカメムシは4筆中3筆で、クモヘリカメムシは4筆中2筆で捕獲された。したがって、これらのカメムシ類が本研究における調査ほ場の優占種と考えられ、また、近年の滋賀県におけるカメムシ類の主要種と概ね一致していると考えられる。なお、アカヒゲホソミドリカスミカメの捕獲頭数の割合は極めて低かったため、本研究の調査ほ場における優占種である可能性は低いと考えられる。

また、カメムシ類の被害実態の解明および防除対策の確立のためには、各筆で斑点米を発生させた主なカメムシ類、すなわち主要加害種を明らかにする必要がある。そのためには、前述のすくい取り調査によって推定された各筆における優占種と各筆で発生した斑点米の種類別発生状況を併せて考えなければならない。林^{6, 7)}はカスミカメムシ科のカメムシ類の加害により黒蝕粒、尻黒粒および黒点米類似斑点粒が発生すると報告している。本研究では、尻黒粒（黒点米類似斑点粒含む）は4筆すべてで、黒蝕粒は八幡Aおよび木之本でそれぞれ比較的多く発生が認められ、そこでのすくい取り調査で捕獲されたカスミカメムシ類の大半はアカスジカスミカメであった。したがって、本研究において発生した尻黒粒および黒蝕粒の主要加害種はアカスジカスミカメであると考えられる。また、標準的斑点米はカメムシ科、ヘリカメムシ科およびナガカメムシ科の加害により発生する⁸⁾。本研究において、標準的斑点米の発生は各筆で認められ、その発生にはすくい取り調査より優占種と推定されたホソハリカメムシ、トゲシラホシカメムシ等のカメムシ類が少なからず関与していると考えられる。このように、すくい取

り調査と斑点米の種類別発生調査の両方を同一の筆内で行えば、主要加害種についての考察が可能である。今後、本県におけるカメムシ類に対する防除対策を考えるためには、県全域を調査対象としたすくい取り調査および斑点米調査による主要加害種の推定が必要と考えられる。

さらに、すくい取り調査の方法を統一した八幡Aおよび八幡Bでは、すくい取り捕獲頭数と斑点米発生量の関係をは場間で比較することが可能と考えられる。八幡Aでは八幡Bよりすくい取り調査の回数が1回少ないにもかかわらず、総捕獲頭数は八幡Bの約2倍であった。また、八幡Aでは総捕獲頭数に占める幼虫の割合が八幡Bと比較して高く、優占種であったホソハリカメムシ、シラホシカメムシおよびトゲシラホシカメムシの幼虫比率が特に高かった。斑点米発生量は八幡Aが八幡Bと比較して多かったが、八幡Bでも発生率1%を超える多発生となった。これらの結果については、以下のように考えることができる。

適切な畦畔の雑草管理により、カメムシ類および斑点米の発生量が減少することについてはすでに多くの報告がされている^{1, 15, 16)}。しかし、近江八幡市の両筆では、畦畔の草刈りを出穂期の1カ月以上前から行わなかった。このため、カメムシ類および斑点米の発生量が多くなったと考えられる。山崎¹⁰⁾は、トゲシラホシカメムシは畦畔、農道などの食餌植物の枯死、地表面の乾燥化により水田内への侵入が急激に増加すると報告している。また、下元¹⁰⁾は、斑点米の発生量に幼虫が深く関与していることを指摘している。したがって、八幡Aでの斑点米発生量が八幡Bより多くなった原因は、干ばつが引き金となり、トゲシラホシカメムシおよびシラホシカメムシなどの歩行性カメムシ類の水田内への侵入が増加し、さらに出穂期以降に水田内での各種幼虫の増殖が促進されたことによると考えられる。

4. 2 カメムシ類の水田一筆内分布

標準的斑点米の主要加害種であるホソハリカメムシ、トゲシラホシカメムシおよびシラホシカメムシなどは、長谷川¹¹⁾や中沢¹²⁾による詳細な調査により、一筆内での生息密度に場所的な偏りがあり、特に畦畔沿いに多く発生する傾向があることが明らかにになっている。本研究の八幡Aおよび八幡Bにおけるすくい取り調査の結果では、畦畔沿いでカメムシ類の捕獲頭数が中央

部と比較して多かった。したがって、この両ほ場では畦畔沿いに標準的斑点米を発生させるカメムシ類の生息密度が高かったと考えられる。

一方、尻黒粒および黒蝕粒の主要加害種であるアカスジカスミカメの捕獲頭数は、八幡Aでは中央部と比較して畦畔際で多くなったが、八幡Bではほぼ同等であり、場所の違いによる捕獲頭数には一定の傾向が認められなかった。むしろ、アカスジカスミカメの捕獲頭数には場所間よりも調査日間での違いが認められ、出穂期に近い調査日では成虫の捕獲頭数が両ほ場とも多かった。この結果は、林・中沢⁴⁾や一守ら⁸⁾が指摘するように、アカスジカスミカメの成虫がイネの出穂と同時に一斉に水田内に飛来することによるものと考えられる。

4. 3 斑点米の水田一筆内発生分布

斑点米の水田における発生分布についてはいくつかの報告例^{8, 9, 12, 18, 20)}があるが、本研究では実用規模の水田一筆全体を対象とし、5 mメッシュデータを基に詳細に解析したことがこれらの報告例と異なる。

柳・井出¹⁰⁾は、コバネヒョウタンナガカメムシ *Togo hemipterus* (SCOTT)、アカヒメヘリカメムシ *Rhopalus maculatus* (FIEBER)、トゲシラホシカメムシおよびホソハリカメムシが優占種であるほ場において斑点米が畦畔際に多く発生することを報告している。湯浅・中野²⁰⁾は滋賀県内の小区画ほ場一筆における標準的斑点米の水田内発生分布をメッシュデータを基に解析し、その発生が畦畔際に集中すると報告している。標準的斑点米は本研究においても、すべての調査ほ場において畦畔に最も近い1周目での発生が多いことが認められた。近年の滋賀県内での詳細な標準的斑点米の水田一筆内発生分布調査は湯浅・中野²⁰⁾の報告を含めると6事例あり、いずれも畦畔際での発生が多くなることが認められている。本研究では統計的にも1周目での発生が多いことが明らかになった。したがって、現在の滋賀県における標準的斑点米の水田一筆内発生分布は畦畔際に多く発生すると考えられる。

尻黒粒の水田一筆内発生分布は各調査ほ場とも1周目で多い傾向が認められ、精玄米では統計的にも有意であった。したがって、滋賀県内で問題となる尻黒粒は水田内の畦畔際で多く発生している可能性が高いと考えられる。4. 1で述べたように、本研究の調査ほ場における尻黒粒の主要加害種はアカスジカスミカメ

であると考えられる。アカスジカスミカメが主要加害種であるほ場での尻黒粒の水田における発生分布については、一守ら⁸⁾による数筆のほ場単位での発生源からの距離と尻黒粒発生量の関係についての報告だけであり、一筆でのメッシュデータを基に尻黒粒の発生分布について解析した報告事例は見当たらない。

黒蝕粒の発生分布も、標準的斑点米および尻黒粒と同様に1周目で多く発生し、統計的にも確認された。したがって、滋賀県内における黒蝕粒の発生は水田一筆内では畦畔際に偏って発生していると推測できる。なお、標準的斑点米および尻黒粒は精玄米と屑米とで発生量に大差はなかったが、黒蝕粒は精玄米に発生が偏っていたことが特徴としてあげられる。このことは、黒蝕粒の発生がイネの登熟後期に発生する割れ杓の発生に深く関わることに起因する^{8, 10)}と考えられる。尻黒粒と同様に、本研究の調査ほ場における黒蝕粒の主要加害種もアカスジカスミカメであると考えられる。アカスジカスミカメが主要加害種であるほ場において、水田一筆を対象としたメッシュデータによる黒蝕粒の発生分布について解析した報告事例は見当たらない。

このように、本研究により滋賀県において標準的斑点米、尻黒粒および黒蝕粒とも水田一筆内の発生分布は畦畔際に多く発生することが明らかとなった。では次に、このような結果が得られた要因について考察する。

標準的斑点米が水田内において畦畔際に多く発生したことは、既に4. 2で述べたように標準的斑点米の加害種が畦畔際に多く生息する^{8, 10)}ことが原因と考えられ、八幡Aおよび八幡Bにおけるすくい取り調査はこの考察を肯定している。尻黒粒および黒蝕粒についても、加害種であるアカスジカスミカメが畦畔際に多く生息することが原因の一つと推測できるが、本研究ではこれを証明する結果は得られなかった。

また、中沢ら¹⁰⁾は同じ畦畔際でもホソハリカメムシ、トゲシラホシカメムシ等のカメムシ類の生息密度が異なり、その結果斑点米の発生量が多くなる部分と少なくなる部分が生じる可能性を指摘している。本研究では、標準的斑点米に加えて尻黒粒および黒蝕粒でも各筆の1周目における発生が、すべての方向で平均的に多く認められたのではなく、極端に多い場合や逆に1周目でも少なくなることも直接的な調査事例として認められた。さらに、尻黒粒および黒蝕粒については木之本の北方向や野村Aの南方向のように、2周目以降

の内側でも発生が多くなる事例も認められた。寺本¹⁰⁾は、滋賀県内のホソハリカメムシ、トゲシラホシカメムシ、クモヘリカメムシおよびアカスジカスミカメが優占種であるほ場における調査で、畦畔上のカメムシ類の発生は畦畔のイネ科雑草の出穂数が多いほど多くなり、畦畔イネ科雑草の出穂期間とイネの有穂期間との重複期間が長いほど、カメムシ類の畦畔から水田内への侵入量が増加し、その結果斑点米の発生も多くなると報告している。一守ら¹¹⁾は、アカスジカスミカメの水田内での発生は、水田から発生源となるイタリアンライグラスまでの距離が関係すると報告している。したがって、ほ場各方向の畦畔が発生源や水田への中継点としてカメムシ類に利用されているかどうか隣接する水田内の斑点米発生量を決定し、その利用程度によっては水田中央部までの侵入および吸汁加害が起こりうると推測される。

さらに、畦畔雑草との関係に加え、加害を受けるイネの出穂条件も斑点米の水田一筆内発生分布に関わる重要な要因になると考えられる。一般的に、一筆全体では畦畔際の株で最初に出穂する¹²⁾。また、大半のカメムシ類はイネの出穂期以降に水田内に侵入する。したがって、いち早く出穂する畦畔際の株がまず最初にカメムシ類の加害を受けると考えられ、このことが畦畔際での斑点米の発生が多い一因であると推測できる。特にアカスジカスミカメの加害による尻黒粒は開花3日後から18日後にかけて多く発生する¹³⁾ため、一筆内での出穂の早晚と尻黒粒発生の水田内の偏りには何らかの関係があると考えられ、今後の検討課題である。

新山・飯富¹⁴⁾はアカヒゲホソミドリカスミカメ主体のほ場において黒蝕粒の水田一筆内における発生分布を調査し、割れ粃と黒蝕粒はともに畦畔際に多く発生し、水田中央部でも割れ粃が多いところでは黒蝕粒の発生も多いと報告している。この場合、アカヒゲホソミドリカスミカメが水田内では均一に分布する¹⁵⁾点がアカスジカスミカメと異なると考えられ、例えばアカスジカスミカメ主体のほ場において水田中央部で割れ粃が発生している場合、そこで黒蝕粒が発生するかどうかは不明である。

以上の考察を本質的に解明するためには、斑点米の水田一筆内での発生分布をメッシュ状に調査するとともに、同一水田内でカメムシ類の発生分布を隣接する畦畔も含めてメッシュ状に調査し、さらにメッシュ状に区分された畦畔についてはイネ科雑草の生育状況な

どもメッシュごとに調査する必要がある。また、尻黒粒および黒蝕粒の水田一筆内の発生分布についてさらに検討を加えるためには、一筆全体をメッシュ状に区分し、出穂開始および割れ粃発生を併せて調査する必要があると考えられる。

本研究における調査ほ場では、無防除水田における斑点米の発生状況を調査するという目的により、カメムシ類に対する殺虫剤は散布されておらず、さらにカメムシ類および斑点米の発生を抑制するために重要な畦畔の雑草管理も徹底されていない状態であった。このため、斑点米発生率はいずれのほ場においても一等米被害許容限界である0.1%を大きく超えていた。したがって、本研究の結果は、カメムシ類に対する何らかの対策を施さなければ、斑点米混入を原因とする品質低下をもたらす場合が多いことを示している。しかし、本研究は同時に滋賀県内における斑点米の水田一筆内の発生分布は、近年新たに増加したアカスジカスミカメによる斑点米も含めて畦畔際に多く発生することを明らかにした。このことは、畦畔の適切な雑草管理の重要性を再認識させるとともに、従来から指摘されている^{16) 18) 20)}ようにカメムシ類の発生が多い部分にのみ薬剤を散布する「額縁防除」や、斑点米の発生が多い畦畔際の部分を別出荷して品質低下の軽減を図る「額縁刈り」が、滋賀県では有効であることを示唆する。米の品質を維持した上で、農作物の安全性を求める消費者ニーズに対応し、環境へのこだわりを目標とする滋賀県におけるカメムシ類対策を確立するためには、畦畔の適切な雑草管理とともに「額縁防除」および「額縁刈り」は重要な技術であると考えられる。

謝 辞

本研究の遂行に当たり、滋賀県農業総合センター農業試験場環境部病害虫管理担当の職員から多大なご協力を頂いた。また、斑点米調査の際には岡田智子氏、金次明子氏のご協力を賜った。ここに記して深謝の意を表する。

引用文献

- 1) 藤巻雄一・森山重信・小嶋昭雄, 1980. カメムシ類による斑点米の防除法の再検討. 北陸病虫研報, 28:51-53.
- 2) 八谷和彦, 1999. アカヒゲホソミドリカスミカメの水田への侵入と発生予測. 植物防疫, 53:268-272.
- 3) 長谷川美克・川田 和・保積隆夫・内田康雄・矢野 清・清水寛二・田中徳巳・田中伊和夫, 1979. 斑点米に関与するカメムシ類に関する研究(第2報), 水田およびその周辺から採集されたカメムシ類. 滋賀農試研報, 21:27-32.
- 4) 林 英明・中沢啓一, 1988. アカスジカスミカメの生態と防除に関する研究, 第1報, 生息場所と発生推移. 広島農試報告, 51:45-53.
- 5) 林 英明, 1989. アカスジカスミカメの生態と防除に関する研究, 第2報, 加害能力と斑点米症状の発現について. 広島農試報告, 52:1-8.
- 6) 林 英明, 2000. 広島県内のイネの虫害による部分着色粒の発生実態と問題点. 広島農技セ研報, 68:31-43.
- 7) 星川清親, 1975. イネの生長. 317pp. 農山漁村文化協会, 東京.
- 8) 一守貴志・千葉武勝・田中英樹・伊藤正樹, 1990. アカスジカスミカメの発生源からの距離と斑点米発生量の関係. 北日本病虫研報, 41:121-124.
- 9) 嘉藤省吾・若松俊弘・関口 亘, 1973. ホソハリカメムシの生態と防除について. 北陸病虫研報, 21:53-57.
- 10) 宮田将秀, 1992. アカスジカスミカメによる斑点米に対する割れ粃の影響, 第2報, 放飼時期および頭数についての検討. 北日本病虫研報, 43:93-95.
- 11) 中沢啓一・河野富香・梅田公治, 1972. 結実期の水稲から採集されたカメムシ類. 広島農試報告, 32:7-15.
- 12) 新山徳光・飯富曉康, 2000. 割れ粃および斑点米の水田内分布. 北日本病虫研報, 51:175-177.
- 13) 下元満喜, 1998. 吸穂性カメムシ類の生態と防除, 第1報, 加害時期, 加害ステージと斑点米発生との関係. 高知農技セ研報, 7:11-20.
- 14) 田中 豊, 2000. 滋賀県における斑点米カメムシ類の発生種の変遷と被害. 関西病虫研報, 42:37-38.
- 15) 寺本憲之, 2001. 水田畦畔の雑草管理による斑点米カメムシ類の発生抑制と斑点米軽減. 植調, 35:214-227.
- 16) 梅原吉宏・作井英人, 1983. 着色米に関する研究, 18. 畦畔沿い「がくぶち」防除による斑点米および着色米の防除. 北陸病虫研報, 31:21-23.
- 17) 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.
- 18) 山崎昌三郎, 1997. 歩行性イネカメムシ類の生態と薬剤感受性. 植物防疫, 51:462-466.
- 19) 柳 武・井出万仁, 1978. カメムシ類の加害による斑点米の水田内分布. 関東病虫研報, 25:88.
- 20) 湯浅和宏・中野 学, 2001. 斑点米の水田内分布の一事例. 関西病虫研報, 43:61-62.

Summary

The distribution of pecky rice incidence was examined in a single paddy field lot with no pest control in Shiga Prefecture. A sweeping survey of bugs and a quadrat survey of pecky rice took place and the results are summarized as follows:

1) The population of bugs captured in this study was dominated by the species that have recently been found predominantly in Shiga Prefecture; black top grains and black rot grains were attributable mainly to damage by the sorghum plant bugs, *Stenotus rubrovittatus* Matsumura (Hemiptera: Miridae).

2) Bugs that cause standard pecky rice were captured more frequently in areas close to levees compared to the central area, and this finding was considered related to the distribution of occurrence of standard pecky rice within the single paddy field lot examined. No uneven distribution of occurrence of *Stenotus rubrovittatus* was found; the relationship between the bug's distribution and the distribution of incidence of black top grains and black rot grains remained unknown.

3) For all of standard pecky rice, black top grains, and black rot grains, the incidence tended to be higher in areas close to levees within the lot examined, and lower in the central area.

4) For all of standard pecky rice, black top grains, and black rot grains, the incidence was not uniformly high in areas close to levees under all conditions; the incidence was extremely high in some cases and was conversely low in areas close to levees in other cases. Additionally, for black top grains and black rot grains, the incidence was high even in nearly central areas in some cases.