

イネの退化穎花に対するアカスジカスミカメの産卵習性

石本 万寿広

Masuhiko ISHIMOTO:

Oviposition habit of sorghum plant bug, *Stenotus rubrovittatus*, on degenerated spikelets of rice

イネの退化穎花へのアカスジカスミカメの産卵習性を明らかにするため、退化穎花が発生したイネに成虫を放飼し、この穎花への産卵数等を調査した。穎花生長期に水田から掘り上げ、ワグネルポットに移したイネ2品種を用いた試験では、いずれも退化穎花が多発生し、その内部に多くの卵が認められた。一部の穎花では、内部に死亡幼虫が認められたが、ほとんどの穎花では、内部でふ化した幼虫は穎花外に脱出したと推測された。水田で栽培した状態で、穎花生長期の断根処理により退化穎花を発生させた試験でも、退化穎花への産卵が認められた。いずれの試験でも株当たりの退化穎花数と産卵数の間には正の関係があり、退化穎花が多いほど産卵数が増加すると考えられた。最も産卵数が多かった株での総産卵数から算出した1日・1雌当たり産卵数は9.6粒であった。産卵の有無と穎花当たりの産卵数には退化穎花の長さが影響し、大きい穎花ほど産卵されやすく、産卵数も多くなることが示された。本種のイネにおける主な産卵部位は退化穎花であり、退化穎花の発生数が多いイネは好適な産卵寄主と考えられた。

Key words: アカスジカスミカメ, 産卵, 退化穎花, 斑点米

緒言

アカスジカスミカメ *Stenotus rubrovittatus* (Matsumura) は斑点米カメムシ類の全国的な主要種で、北陸地域では2003年頃から急激な分布域の拡大が起り、警戒が必要となっている²⁹⁾。斑点米カメムシ類の発生予察法や薬剤防除法を策定するには、対象種がイネで増殖するか否かは重要なポイントである。これまでに、水田における本種の発生調査が多く地域で実施されている。水田内で幼虫発生が認められた報告としては、広島県³⁾、岩手県⁶⁾、千葉県²⁶⁾などがあるが、鳥取県¹⁹⁾、岩手県^{5,24)}など、幼虫発生がないとする報告も多く、現在、幼虫発生がないとする評価が一般的である²²⁾。一方、水田内雑草であるイネ科のノビエやカヤツリグサ科のイヌホタルイが繁茂する水田では、幼虫発生事例が各地で認められている^{1,12,14,25)}。

アカスジカスミカメは多くのイネ科植物の穂に産卵し^{15,18)}、イネへの産卵は少ないとする報告^{7,9,18)}と、相当

数の産卵があるとする報告がある²⁾。また、イヌホタルイなどのカヤツリグサ科植物にも産卵することが示されている^{17,23)}。幼虫はイネの穂では発育できるが¹⁰⁾、カヤツリグサ科の植物では発育できず、ふ化幼虫はイネに移って、これを食餌として利用するとみられる¹⁷⁾。これらの知見からは、水田内の幼虫発生量には特に産卵数が影響し、イヌホタルイなどのイネ以外の産卵寄主がない条件では、イネへの産卵性が重要である。石本⁹⁾では、産卵は正常穎花ではごく少なく、不稔穎花や白稔に産卵すること、不稔穎花では、穎花内でふ化した幼虫は穎花外へ脱出できない割合が高いことが示され、幼虫発生源としては白稔が重要と考えられる。しかし、これまでに白稔への産卵習性や白稔の発生実態に関しては、その詳細は明らかにされていない。そこで、この産卵習性を明らかにするため、白稔の発生数が多いイネや白稔の発生数が異なるイネへの成虫放飼試験を行った。併せて、白稔の発生助長要因に関しても若干の検討を行った。

白稔は、穎花がまだその穎に葉緑素が生成される前に

生育を停止したもので、大きさは発育停止の時期により大小があり、そのほとんどは出穂後に脱落する²⁰⁾。その発生要因は穂ばらみ期の低温で、冷害年にみられる障害の一つである。白稔と同じように穎花分化後に発育を停止した穎花は退化穎花とも称される。退化穎花は、幼穂形成期間の窒素不足、減数分裂期の低温、日照不足、干害、冠水害などによって著しく増加する¹³⁾。白稔と退化穎花の違いは明確でなく、その形態や発生要因からはこれらはほぼ同じと推測される。既報^{9,11)}では、早期に発育停止し、正常穎花より小さく軟弱で、乳白色から白色の穎花を、その外観的な特徴から白稔と記載しているが、本報告ではより包括的で広く用いられている退化穎花と称することとする。

なお、試験の一部の概要はすでに公表済み¹¹⁾であるが、これについてもさらに解析を加え、新たに実施した試験結果を合わせて考察した。

材料および方法

1. 試験 1

(1) 供試イネ

試験は2009年に行った。作物研究センターの水田に稚苗を移植し（品種：「コシヒカリ」、「こしいぶき」、移植日：5月12日）、7月23～31日に水田から掘り取って1/5000aワグネルポットに移した。掘り取りは、イネの株元に直径14cmのブリキ製の円筒を深さ約14cm程度まで差し込んでから根圏土壌とともにイネを抜き取ることで行った。これらのイネは、側面を解放したビニールハウス内で管理した。イネには、出穂前に、直径約18cm、長さ140cmの円筒状のポリエステル製ネットをかけ、上部を閉じた。出穂期は、「こしいぶき」が8月2日、「コシヒカリ」が8月3日であった。

(2) 供試虫

2009年6月に作物研究センター内の雑草地でアカスジカスミカメ成虫を採集し、コムギ幼苗に産卵させ、ふ化幼虫にはコムギ芽出し苗を与えて飼育した。飼育温度は25℃、日長は16時間とした。羽化4～5日後の成虫を試験に供した。

(3) 試験方法

8月6日に雌雄2対をイネ株に放飼した。放飼株数は、各品種12株とした。放飼7日後に生存虫を計数し、これらを除去了。イネはその後ともビニールハウス内で管理し、9月9日に刈り取った。自然乾燥したのちに、穂か

ら退化穎花（第1図）と不稔穎花をはずし、これらを実体顕微鏡下で観察して卵を計数した。穎花内に死亡した幼虫がある場合は、これも計数した。正常穎花より小さく軟弱な乳白色～白色の穎花を退化穎花とし、大きさの指標として、内穎の基部から先端までの長さを計測し、穎花の長さとした。調査対象は長さ1mm以上の穎花とし、長さは実体顕微鏡に装着したマイクロメータにより計測した。これらのデータの集計では、放飼雌の生存数が0であった株は除外した。

2. 試験 2

(1) 断根処理の退化穎花発生助長効果の確認

アカスジカスミカメの退化穎花への産卵能力を評価する試験では、退化穎花を安定して発生させることが必要である。穎花退化の最も普遍的な発生原因は減数分裂期の栄養不足であること¹³⁾、上記の試験1で出穂期の3～11日前に水田から掘り上げたイネで退化穎花が多発生したことから、幼穂伸長期のイネに部分的な断根処理を施すことで退化穎花の発生が助長される可能性が考えられた。この処理の効果を確認するための試験を行い、この処理を行ったイネを産卵試験にも用いた。

試験は2016年に行った。作物研究センターの水田に稚苗を移植し（品種：「コシヒカリ」、移植日：5月10日）、2時期に断根処理を行った。処理日は、7月19日（出穂期14日前）（以下、14日前処理）と7月26日（出穂期7日前）（以下、7日前処理）とし、処理回数はいずれも1回とした。処理は、イネの株元に直径14cmのブリキ製の円筒を深さ約14cmまで差し込んで、これを速やかに抜き取ることで行った。各処理の処理株数は9株とし、このうち3株は産卵試験に供した。出穂期7日後（8月9日）に穂首節より下で穂を切除し、その後、室



第1図 穂からはずした退化穎花の例

内で自然乾燥して、穂ごとに正常穎数、退化穎花数を調査した。また、試験1の方法に従い退化穎花の長さを計測した。

(2) 産卵試験

ア. 供試イネ

上記(1)で断根処理を行ったイネを用いた。産卵試験に供試する株には、7日前の断根処理後からイネの出穂までの期間に、内部の空間を確保するための支柱（直径0.8cm、長さ150cm）4本を各株の外側に立て、ここに試験1と同じ円筒状のネットをかけ、その上部を閉じた。

イ. 供試虫

2016年6月に作物研究センター内の雑草地でアカスジカスミカメ幼虫、成虫を採集し、試験1と同じ方法で室内飼育した。羽化後7～9日の成虫を試験に供した。

ウ. 放飼方法

出穂期7日後（8月9日）に、円筒内に雌雄5対を放飼した。放飼7日後に穂を切除し、以下の調査まで冷蔵保存した。試験1の方法に従い、退化穎花の数と長さ、産卵数の調査を行った。ただし、退化穎花の長さの計測は一部の調査株のみとした。

3. 統計検定

試験1における総退化穎花数、総不稔穎花数の品種間差は、それぞれ0.5を加えて対数変換して分散分析を行って評価した。退化穎花の長さの処理間の差異は、調査株を変数効果とした線形混合モデルにより検定した。産卵退化穎花数、産卵数の品種間の差異は、これらに0.5を加えて対数変換し、品種と総退化穎花数（対数変換値 $\log(n+0.5)$ ）を説明変数とした共分散分析により評価した。退化穎花への産卵の有無と品種、退化穎花

の長さの関係、産卵穎花における産卵数と品種、退化穎花の長さの関係については、いずれも調査株を変数効果とした一般化線形混合モデル（GLMM）で解析した。試験2における正常穎花数、退化穎花数の処理間の差異は、それぞれに0.5を加えて対数変換し、処理と穂数を説明変数とした共分散分析により評価し、全群の検定で処理間に有意差（ $p < 0.05$ ）が確認された場合、2群間、総当たりで同様に検定した（有意水準はBonferroni補正值、 $p = 0.05/3C_2 = 0.016$ ）。退化穎花の長さの処理間の差異は、調査株を変数効果とした線形混合モデルを適用し、各処理間の差異はTukey法により検定した。産卵数の処理間の差異は、それぞれに0.5を加えて平方根変換し、Tukey法により検定した。退化穎花への産卵の有無と退化穎花の長さの関係、産卵穎花における産卵数と退化穎花の長さの関係については、GLMMを適用して解析した。GLMMによる解析にはR 3.5.2（R Foundation for Statistical Computing, 2018）を用い、このほかの解析にはJMP 11.0.0（SAS Institute Inc.）を用いた。

結果

1. 試験1

「こしいぶき」の平均退化穎花数は159.0粒、平均不稔穎花数は39.0粒、「コシヒカリ」の平均退化穎花数は76.6粒、平均不稔穎花数は76.3粒で、退化穎花数は「こしいぶき」で多く、不稔穎花数は「コシヒカリ」で多かった（第1表）。退化穎花の平均長は、「コシヒカリ」で有意に長かった。産卵は退化穎花と不稔穎花に認められたが、いずれの品種も退化穎花への産卵がほとんどで

第1表 試験1の退化穎花、不稔穎花におけるアカスジカスミカメの産卵数と幼虫数

| 品種 (株数) ^{a)} | 穂数 (平均) | 生存 成虫数 ^{b)} | | 穎花の 種類 | 総穎花数 ^{c)} (平均±SE) | 穎花の長さ ^{d)} (平均±SE) (mm) | 産卵穎花数 (平均±SE) | 産卵数 ^{e)} (平均±SE) | 幼虫数 ^{f)} (平均) |
|--------------------------|------------|-------------------------|-----|-----------|-------------------------------|--|------------------|------------------------------|---------------------------|
| | | ♀ | ♂ | | | | | | |
| こしいぶき (7) | 23.3 | 1.7 | 1.6 | 退化 | 159.0 ± 23.8 | 2.54 ± 0.20 | 18.9 ± 3.1 | 68.6 ± 15.1 [3.5] | <5.1> |
| | | | | 不稔 | 39.0 ± 20.1 | — | 0.4 ± 0.3 | 2.6 ± 1.7 [5.0] | |
| コシヒカリ (10) | 18.1 | 1.6 | 1.9 | 退化 | 76.6 ± 15.9* | 3.44 ± 0.17** | 17.0 ± 2.9 | 80.5 ± 13.8 [5.0] | <6.0> |
| | | | | 不稔 | 76.3 ± 13.7* | — | 0.6 ± 0.2 | 3.3 ± 1.2 [5.8] | |

a) 12株に雌雄2対を放飼したが、放飼終了時に雌の生存数が0であった株は除外した。

b) 放飼期間終了時の平均生存数。

c) *は平均値に「こしいぶき」と有意差があることを示す（ $p < 0.05$, $\log(n+0.5)$ 変換後に分散分析）。

d) **平均値に「こしいぶき」と有意差があることを示す（ $p < 0.01$, 調査株を変数効果とした線形混合モデルによる検定）。

e) []は穎花当たり産卵数, < >は1日・1雌当たり産卵数。

f) 穎花内で死亡していた幼虫数。

あった。総産卵数は、「こしいぶき」が71.2粒、「コシヒカリ」が83.8粒で、1日・1雌当たりではそれぞれ5.1粒、6.0粒であった。また、産卵された穎花の一部では、その内部に死亡した幼虫も認められた。総産卵数に対するこの幼虫数の割合は、退化穎花では10.4~17.3%、不稔穎花では73.1~87.9%で、不稔穎花で高かった。総退化穎花数に品種間差が認められたことから、産卵退化穎花数、産卵数の品種間差は、説明変数に総退化穎花数を

第2表 試験1の産卵退化穎花数、産卵数に対する品種と総退化穎花数の効果検定の結果^{a)}

| 要因 | 産卵退化穎花数 | | | 産卵数 | | |
|--------|---------|-------|--------|-----|-------|--------|
| | df | ss | F値 | df | ss | F値 |
| 品種 | 1 | 0.144 | 0.563 | 1 | 1.132 | 3.578 |
| 総退化穎花数 | 1 | 1.300 | 5.082* | 1 | 1.604 | 5.070* |
| 誤差 | 14 | 3.581 | | 14 | 4.429 | |

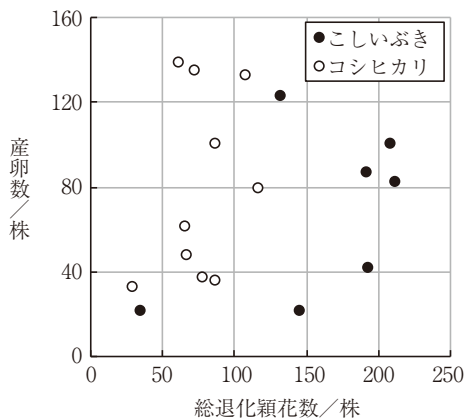
a) 産卵退化穎花数、産卵数、総退化穎花数は対数変換 $\log(n+0.5)$ し、共分散分析を行った。*は5%水準で有意差があることを示す。交互作用を加えた事前分析では、交互作用に有意性がない ($p>0.05$) ことを確認した。

第3表 試験1の退化穎花における産卵数と品種、退化穎花の長さの一般化線形混合モデル^{a)}による解析結果

| 項 | 推定値 | Z値 | p値 |
|-------------------------|--------|-------|--------|
| (切片) | 0.181 | 1.00 | 0.320 |
| 品種(こしいぶき) ^{b)} | -0.251 | -0.99 | 0.322 |
| 退化穎花の長さ(mm) | 0.312 | 8.55 | <0.001 |
| 交互作用 | 0.030 | 0.57 | 0.567 |

a) 確率変数：ポアソン分布，リンク関数：対数，変数効果：調査株。

b) 「コシヒカリ」との差。



第2図 試験1における総退化穎花数と産卵数の関係

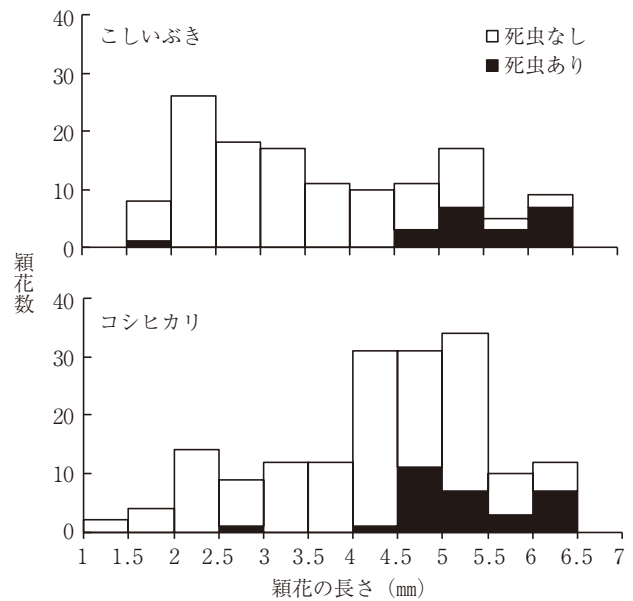
加えた共分散分析により評価した。産卵退化穎花数、産卵数を目的変数、品種と総退化穎花数を説明変数とした共分散分析では、いずれも退化穎花数に有意な効果があり、品種間差は認められず(第2表)、いずれの品種も退化穎花数が多いほど産卵退化穎花数や産卵数が増加した。各株の総退化穎花数と産卵数との関係から、総退化穎花数が最も少ない(34粒)株でも産卵があり、総退化穎花数が50粒を超える株では産卵数が100粒を上回るものがあつた(第2図)。

退化穎花における産卵の有無には、穎花の長さには有意な正の効果があり、品種間差はなかった(第3表)。また、退化穎花当たりの産卵数には、穎花の長さには正の効果があり、品種間差は認められなかった(第4表)。また、その内部に死亡幼虫が認められた穎花は、長さが4.5mm以上の穎花にはほぼ限定された(第3図)。

2. 試験2

(1) 断根処理の退化穎花発生助長効果の確認

平均退化穎花数は、14日前処理48.8粒、7日前処理115.2粒、無処理20.8粒で、処理間で有意差があり、14日前処理、7日前処理は無処理より有意に多かった(第5表)。退化穎花の長さは、14日前処理と7日前処理で



第3図 試験1の産卵退化穎花における長さ別、死亡幼虫の有無別の穎花数

全調査株について産卵退化穎花数を調査して、その穎花長を0.5mmごとの階級に整理した。境界値は上の階級に含まれる。

有意差があり、7日前処理で長かった（第5表、第4図）。

(2) 産卵試験

各処理の平均退化穎花数は16.0~118.0粒で、処理間には有意差はないが、7日前処理のイネで多い傾向があった（第6表）。産卵退化穎花数は2.3~30.0粒、平均産卵数は14.3~127.7粒で、いずれも7日前処理が最も多く、7日前処理と14日前処理、無処理との間には有意な差異があった。また、株当たりの退化穎花数と産卵数の間には正の相関があった（第5図）。無処理の株でも、退化穎花の発生と退化穎花への産卵が認められた。

7日前処理で退化穎花数が多かったイネ2株では、いずれも退化穎花の長さで産卵確率の間に有意な関係があり、穎花が長いほど産卵確率は高まった（第6図）。また、いずれの株でも、卵が確認された退化穎花では、退化穎花の長さで産卵数の間には正の相関があり、穎花が

長いほど産卵数が多かった（第7図）。

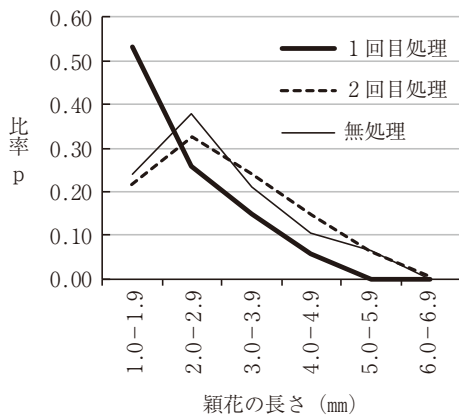
考 察

今回の2つの試験のうち、試験1は退化穎花への産卵を想定した試験ではなく、イネの出穂前に水田から掘り上げた影響により偶然に退化穎花が多発生した条件となった。このため、退化穎花数や卵数の調査時期は、成虫放飼終了時より遅れてイネの成熟期となった。退化穎花はイネの登熟に伴いそのほとんどが脱落することから、調査時期の遅れにより退化穎花の脱落が懸念されたが、この試験では雨よけ施設内で1株ごとに袋かけをした条件であったことから、退化穎花の脱落が抑えられ、イネの成熟期の調査であっても調査精度は確保されたと見込まれる。試験2は、試験1の結果を踏まえ、より実際の水田に近い状態で試験を行った。すなわち、水田で栽培

第4表 試験1の退化穎花における産卵数と品種、退化穎花の長さの関係の一般化線形混合モデル^{a)}による解析結果

| 項 | 推定値 | Z値 |
|-------------------------|--------|----------|
| (切片) | 0.113 | 0.82 |
| 品種(こしいぶき) ^{b)} | -0.120 | -1.10 |
| 退化穎花の長さ(mm) | 0.327 | 12.42*** |

- a) 確率変数：ポアソン分布，リンク関数：対数，変量効果：調査株。***は0.1%水準で有意差があることを示す（Wald検定）。交互作用を加えたモデルで交互作用に有意性がないこと（ $p > 0.05$ ）を確認した。
- b) 「コシヒカリ」との差。

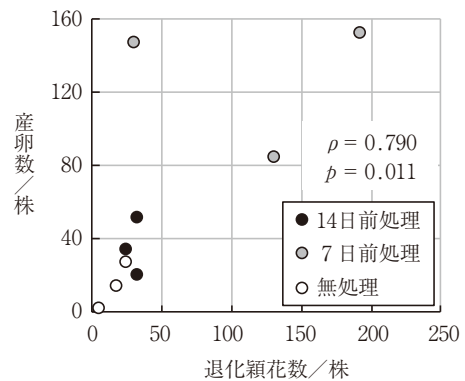


第4図 試験2の断根処理イネにおける長さ別の退化穎花の比率
6株の平均。

第5表 試験2の断根処理イネにおける退化穎花の発生数と長さ^{a)}

| 断根処理 ^{b)} | 穂数 | 正常穎花数 ^{c)} | 退化穎花数 ^{c)} | 退化穎花の長さ ^{d)} (mm) |
|--------------------|------|---------------------|---------------------|-------------------------------|
| 14日前 | 19.8 | 1345.8 (67.9) | 48.8 a | 2.02 b |
| 7日前 | 21.0 | 1575.7 n.s. (75.0) | 115.2 a | 2.91 a |
| なし | 21.3 | 1680.3 (78.8) | 20.8 b | 2.69 a |

- a) 断根処理のみをした6株の平均値。
- b) 出穂期前日数（出穂期：8月2日）で示した処理日。
- c) 同一英小文字を付した数値間には有意差がないこと，n.s.は処理間で有意差がないことを示す（有意水準 $p = 0.05$ ，処理と穂数を説明変数とした共分散分析，正常穎花数と退化穎花数は $\log(n+0.5)$ 変換）。（ ）は1穂穎花数。
- d) 同一英小文字を付した数値間には有意差がないことを示す（ $p < 0.05$ ，Tukey法）。



第5図 試験2における総退化穎花数と産卵数の関係
 ρ ：Spearmanの順位相関係数。

している状態を保ちながら断根処理を行って退化穎花の発生を促し、これによってその発生数が異なるイネを作出して供試し、このイネに成虫を放飼した。穂の採取も早い時期に行い、退化穎花の脱落を抑えた。

石本¹¹⁾では、品種「こしいぶき」の穂へのアカスジカスミカメ成虫放飼試験により、玄米が未発達の正常穎花と白稈（退化穎花）への産卵を認めている。試験1では退化穎花が多発生したイネを供試し、不稔穎花と退化穎

第6表 試験2のアカスジカスミカメ放飼イネにおける退化穎花数と産卵数^{a)}

| 断根処理 ^{b)} | 穂数 | 正常穎花数 ^{c)} | 総退化穎花数 ^{d)} | 産卵退化穎花数 ^{e)} | 産卵数 ^{e)f)} |
|--------------------|------|---------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|
| 14日前 | 20.0 | 1315.0 (65.8) | 30.3 | 11.3 b | 35.0 b [3.0] <1.0> |
| 7日前 | 21.7 | 1596.0 (73.7) | 118.0 | 30.0 a | 127.7 a [4.9] <3.6> |
| なし | 18.7 | 1594.7 (85.4) | 16.0 | 2.3 b | 14.3 b [5.2] <0.4> |

a) 産卵試験に供した3株の平均値。

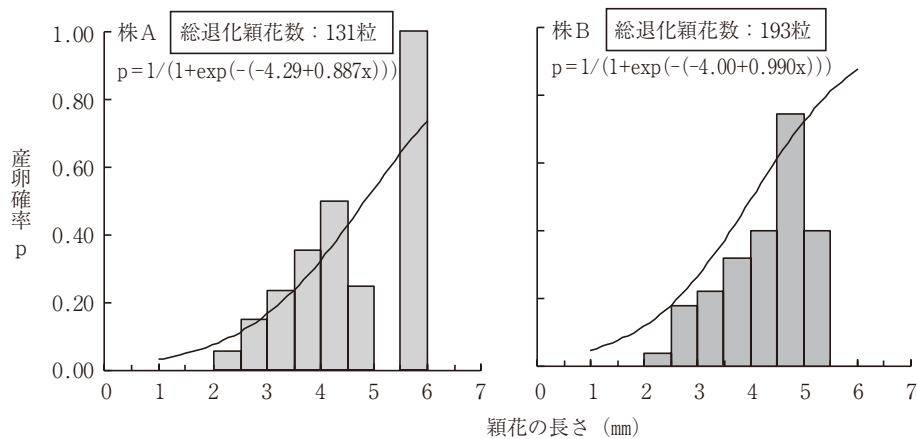
b) 出穂期前日数（出穂期：8月2日）で示した処理日。

c) () は1穂穎花数。

d) 正常穎花数は数値間で有意差は認められなかった ($p > 0.05$, 分散分析)。

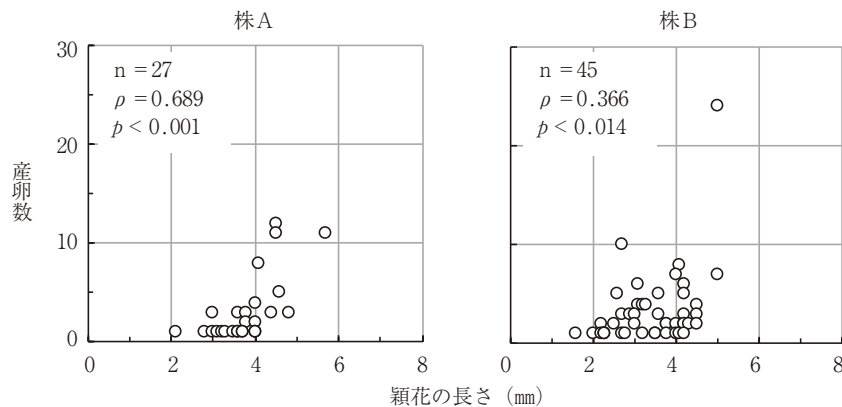
e) 同一英小文字を付した数値間には有意差がないことを示す ($p < 0.05$, $\sqrt{n+0.5}$ 変換後にTukey法)。

f) []は穎花当たり産卵数, < >は1日・1雌当たり産卵数。



第6図 試験2における退化穎花の長さとの産卵確率の関係

7日前処理で退化穎花数が多かった2株の調査結果。棒グラフは実測値、曲線はロジステック回帰モデル（グラフ内の数式）による推定値。



第7図 試験2における退化穎花の長さとの産卵数の関係

7日前処理で退化穎花数が多かった2株（第6図と同じ調査株）。

ρ : Spearman の順位相関係数。

花で産卵が認められたが、退化穎花への産卵がほとんどであり、穂における主な産卵部位は退化穎花であると考えられた。また、大きさが正常穎花に近い一部の退化穎花では、穎花内で死亡した幼虫が認められたが（第3図）、これらは総産卵数の10.4～17.3%であり（第1表）、ふ化した幼虫のほとんどは穎花外に脱出したと見込まれた。これらのことから、退化穎花への産卵が幼虫発生の主因となる可能性が高いと考えられた。また、株当たりの退化穎花数と産卵数の関係から（第2図、第5図）、株当たりの退化穎花数が数十粒以上であれば産卵は十分に可能で、退化穎花数が多いイネで産卵数が多くなると推察された。さらに、2つの試験のいずれでも、退化穎花の長さの伸長に伴い産卵確率が高まり（第3表、第6図）、穎花当たりの産卵数も増加することも確認された（第4表、第7図）、退化穎花の大きさも産卵数に影響することが示された。2つの試験での最多産卵数は135粒（雌雄2対、7日間放飼）（第2図）、1日1雌当たりでは9.6粒であった。好適な寄主であるイタリアンライグラスの穂を与えた試験では、羽化後7～14日の1日当たり産卵数はおよそ9粒であることから²¹⁾、退化穎花が多いイネは本種の産卵寄主として好適であることが示唆される。

本種雌は、小穂の隙間に口針を挿入し、その後、その挿入口に産卵管を挿入して産卵することが観察され、口針で産卵場所を認識すると考えられている¹⁶⁾。イネ穂を与えた場合にも、雌が穎花の先端部から内部に口針を挿入し、その後、同じ場所に産卵管を挿入する行動が観察されている（石本、未発表）。本試験では、大きな退化穎花で産卵確率が高く（第3表、第6図）、穎花当たりの産卵数も多かったことから（第4表、第7図）、雌は口針による探索でより大きな穎花を選択し、大きさに応じて産卵数も調節しているとみられる。一方、産卵された一部の退化穎花では、内部に死亡幼虫が確認され、これらの穎花は大きな穎花に限定された（第3図）。イネの穎花は、内穎と外穎それぞれの辺縁が強固に鈎合している⁴⁾。退化穎花は、正常穎花に比べ小さく、穎は軟弱で、内・外穎の鈎合もゆるいが、大きな穎花ほど形状は正常穎花に近く、内・外穎の鈎合も強くなる傾向が認められる。幼虫の穎花外への脱出の難易には、開穎部の有無や内・外穎の鈎合の強さが影響していると推察される。

試験1では、退化穎花数とその長さにはいずれも品種間差があり、退化穎花数は「こしいぶき」で多く、退化穎花の長さは「コシヒカリ」で長かった（第1表）。「コ

シヒカリ」を用いた試験2では、部分的な断根処理により退化穎花数が増加し、出穂期7日前処理の退化穎花数は、出穂期14日前処理に比べて多く、退化穎花の長さも長かった（第5表）。退化穎花数は株間でも異なり（第2図、第5図）、株内では長さが異なる穎花が混在した（第4図、第6図）。穎花は分化後生長を続け、減数分裂期間とその前後に最も生長が旺盛で、花粉内容充実期には生長が終了する¹³⁾。退化穎花の大きさは、その生育が停止した時期をおおよそ反映しているとみられる。本試験において、イネ株の掘り上げ（試験1）の時期は出穂前11～3日、断根処理（試験2）は出穂前14日と7日であった。穎花原基分化開始期、減数分裂期、花粉内容充実期は、出穂前日数で表すと、それぞれ24日、12日、6日であることから⁴⁾、本試験におけるこれらの処理時期は穎花原基分化開始期を過ぎ、おおよそ減数分裂期であったとみられる。退化穎花は、幼穂形成期間の窒素不足、減数分裂期の低温、日照不足、干害、冠水害などによって著しく増加し、最も普遍的な原因は減数分裂期の栄養不良である¹³⁾。さらに、出穂前の強風により退化穎花数が増加すること²⁸⁾、品種によって退化穎花数に違いがあること²⁷⁾も示されている。試験1に供試したイネや試験2で断根処理したイネでは、穎花が生長する時期にイネの養水分の吸収が一時的に停滞して栄養不良状態となったことによって、一部の穎花が発育停止して退化穎花に転じ、また、栄養不良となった時期の違いによって退化穎花の数や大きさに違いが生じたと推測される。試験1での品種間差には掘り上げの時期の違い、試験2での処理間差には処理時期の違いが、それぞれ影響していると考えられる。以上のことから、退化穎花は著しい低温などの特殊な条件に遭遇したイネに限らず高い頻度で発生し、その発生数と大きさには年次間や圃場間、品種間の差異があると見込まれる。

アカスジカスミカメのイネにおける主要な産卵対象は退化穎花であり、その発生数と大きさが産卵数に影響すると考えられる。一般の水田でも退化穎花はある程度の数は存在すると見込まれ、アカスジカスミカメが退化穎花に産卵する確率は高く、幼虫が発生する確率も高いと考えられる。幼虫の発生により斑点米が多発生することは本種と同じカスミカメムシ科のアカヒゲホソミドリカスミカメで認められている⁸⁾。アカスジカスミカメの幼虫が斑点米をつくることもすでに明らかにされ¹⁰⁾、水田内雑草と関連して幼虫が発生した事例においても斑点米が多発することが示されている^{12,14,25)}。アカスジカスミ

カメにおいても、幼虫の発生に伴い斑点米が多発生するのはほぼ確実である。一方、前述のとおり、水田ではアカスジカスミカメ幼虫が発生しないことが一般的であり²²⁾、今回の試験結果とは矛盾する。この原因は不明であり、今後、退化穎花の発生実態も含めて、自然発生圃場における詳細な調査が必要である。なお、既報¹¹⁾では、退化穎花を白稈とみなし、白稈の発生要因が穂ばらみ期の低温であることを前提に、著しい低温に遭遇しない条件ではこのような穎花の発生は少なく、通常は幼虫発生のリスクが小さいと指摘したが、本報告ではこの指摘を訂正したい。

引用文献

- 1) 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 (旧称: アカスジメクラガメ) による斑点米との関係. 北日本病虫研報51: 162~164.
- 2) 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.
- 3) 林 英明・中沢啓一 (1988) アカスジメクラガ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.
- 4) 星川清親 (1975) イネの生長. 317, 農文協, 東京.
- 5) 一守貴志・千葉武勝・田中英樹・伊藤正樹 (1990) アカスジメクラガ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.
- 6) 一守貴志・田中英樹・浦川福一・平野 稔 (1991) 殺虫剤によるアカスジメクラガメの防除と斑点米の発生. 北日本病虫研報42: 101~102.
- 7) 飯村茂之 (1992) 斑点米を発生させるアカスジカスミカメの寄主選好性. 東北農業研究45: 101~102.
- 8) 石本万寿広 (2004) アカヒゲホソミドリカスミカメの水田内発生消長. 応動昆48: 79~85.
- 9) 石本万寿広 (2011) イネに対するアカスジカスミカメの産卵. 応動昆55: 193~197.
- 10) 石本万寿広 (2012) イネの登熟段階と割れ初めの発生がアカスジカスミカメ幼虫の発育に及ぼす影響. 北陸病虫研報61: 1~4.
- 11) 石本万寿広 (2013) イネにおけるアカスジカスミカメの産卵と発育. 植物防疫67: 431~435.
- 12) 加進丈二・畑中教子・小野 亨・小山 淳・城所隆 (2009) イヌホタルイの存在が水田内のアカスジカスミカメ発生動態および斑点米被害量に与える影響. 応動昆53: 7~12.
- 13) 松島省三 (1959) 稲作の理論と技術. 302, 養賢堂, 東京.
- 14) 永峯淳一・中島具子 (2017) 山形県におけるアカスジカスミカメの発生生態とアカヒゲホソミドリカスミカメとの混発条件下での防除対策. 山形農業研報9: 1~19.
- 15) 長澤淳彦 (2007) アカヒゲホソミドリカスミカメおよびアカスジカスミカメの産卵するイネ科雑草. 北陸病虫研報56: 29~31.
- 16) 長澤淳彦 (2008) アカヒゲホソミドリカスミカメとアカスジカスミカメの産卵行動. 第52回応動昆大会講演要旨集 (講要).
- 17) 長澤淳彦 (2014) 3種カヤツリグサ科植物におけるアカヒゲホソミドリカスミカメおよびアカスジカスミカメの産卵と発育. 北陸病虫研報63: 15~21.
- 18) Nagasawa, A., A. Takahashi and H. Higuchi (2012) Host plant use for oviposition by *Trigonotylus caelestialium* (Hemiptera: Miridae) and *Stenotus rubrovittatus* (Hemiptera: Miridae). Appl. Entomol. Zool.47: 331~339.
- 19) 中田 健 (2000) 水田域におけるアカスジカスミカメの発生動向. 植物防疫54: 316~321.
- 20) 西山岩男 (1985) イネの冷害生理学. 北海道大学図書刊行会, 札幌. 313pp.
- 21) 奥谷恭代・渡邊朋也・東 政明 (2009) アカスジカスミカメの交尾行動と産卵特性. 応動昆53: 13~20.
- 22) 大友令史 (2013) 東北地方におけるアカスジカスミカメの発生と防除. 応動昆57: 137~149.
- 23) 大友令史・菅 広和・田中誉志美 (2005) アカスジカスミカメの生態に関する2, 3の知見. 北日本病虫研報56: 105~107.
- 24) 菅 広和・斎藤真理子 (2009) 岩手県における斑点米カメムシ類と斑点米の発生量との関係-特に8月下旬以降の斑点米カメムシ類の増加について-. 北日本病虫研報60: 151~154.
- 25) 高橋良知・菊池英樹 (2013) 水田内における8月以降のノビエ出穂がアカスジカスミカメによる斑点米発生に及ぼす影響. 北日本病虫研報64: 126~129.
- 26) 武田 藍・清水喜一・椎名伸二・萩原邦彦・片瀬雅彦 (2008) 利根川堤防法面雑草と水田におけるアカスジカスミカメの発生消長と斑点米被害. 関東病

虫研報55：97～102.

- 27) 手代木昌宏・飯山 誠・大沢守一（1993）冷温による白稔発生の品種間差異. 東北農業研究46：33～34.
- 28) 坪井八十二・氷高信雄（1962）水稻の風害に関する研究（3）出穂前の暴風による穎花の退化. 農業気

象17：13～16.

- 29) 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.

（2019年7月4日受理）
