クモヘリカメムシ, イネカメムシ, ホソハリカメムシ, アカスジカスミカメに加害される籾の登熟段階

竹内 博昭・渡邊 朋也・鈴木 芳人

中央農業総合研究センター

Ripening Stages of Rice Spikelets Selectively Damaged by Four Species of Rice Bugs, *Leptocorisa chinensis* Dallas (Hemiptera: Alydidae), *Lagynotomus elongatus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae), *Cletus punctiger* (Dallas) (Hemiptera: Coreidae) and *Stenotus rubrovittatus* (Matsumura) (Hemiptera: Miridae). Hiroaki TAKEUCHI, Tomonari WATANABE and Yoshito SUZUKI National Agricultural Research Center; 3-1-1 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8666, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 48: 281–287 (2004)

Abstract: The rice bugs *Leptocorisa chinensis* Dallas, *Lagynotomus elongatus* (Dallas), *Cletus punctiger* (Dallas) and *Stenotus rubrovittatus* (Matsumura) are serious economic pests of rice crops in Japan. To clarify the ripening stages of spikelets preferentially attacked by these bugs in paddy fields, rice bugs were individually released for three days onto a rice panicle at stages of maturation 7, 14, 21 and 28 days after heading (DAH). The spikelets were classified into three groups according to position in a panicle, which is closely related to the flowering order. Group A contained top spikelets of the primary and secondary branches and bottom spikelets of the primary branches (early flowering). Group B contained spikelets of the primary branches except the top, second and bottom spikelets (mid flowering). Group C contained the other spikelets (late flowering). The bugs chose to feed on the spikelets in Group A and Group B on 7 DAH. At 14 and 21 DAH, however, bugs preferred the spikelets in Group C to those in the other two groups. In *L. chinensis*, *L. elongatus* and *S. rubrovittatus*, the total number of damaged spikelets decreased with maturation of the panicle, whereas there was no remarkable change in the number of spikelets damaged by *C. punctiger*. These results suggest that all species of rice bugs except *C. punctiger* selectively damage spikelets of ovaries are developing with lengthwise to sidewise elongation, whereas *C. punctiger* mainly attacks spikelets of ovaries developing with lengthwise to thickness elongation.

Key words: Ripening stage; spikelet; rice bugs; flowering order

緒 言

米の外観品質の低下をもたらす斑点米カメムシ類は、重要種として 10 種あまりが知られている (清水, 1991; 林, 1997; 鈴木, 2001)。これら斑点米カメムシ類の成虫の水田内における密度は、イネの出穂に伴い上昇し、熟期の進行とともに低下するのが一般的であるとされている (大内, 1953; 小川ら, 1960; Kiritani et al., 1966; 嘉藤ら, 1973; 林・中沢, 1988; 永野ら, 1988; 中田, 2000; 横須賀, 2001)。また、カメムシの吸汁による籾の被害形態や加害量は加害されるイネの登熟段階によって異なることが報告されている (中筋, 1973)。

カメムシの発生活動、籾の被害形態および加害量とイネの登熟段階とを関連づけて表す場合、登熟段階については出穂後の日数や「乳熟期」、「糊熟期」といった定性的な表現を用いることが一般的である。これらの表現は、いずれ

も圃場全体の穂の平均的な状態を表している。しかし、各穂の出穂日にはばらつきがあるばかりでなく、穂 1 本中の籾の開花日にも数日の幅がある。また、個々の籾の登熟速度は穂内の着粒位置によって異なることが知られている (長戸, 1941; 星川, 1975)。すなわち、ある時点の圃場内には異なる登熟段階の籾が同時に存在するので、カメムシによる被害形態や加害量は水田内の籾の登熟段階の構成によって変動すると考えられる。すでに、同じ開花日の籾のみを残した穂にカメムシを放飼して、被害形態および加害籾数を調査した研究例があり、特定の登熟段階の籾における加害籾数や被害形態は明らかにされている (川村・高井, 1987; 林, 1989, 1997; 下元, 1998)。しかし、異なる登熟段階の籾が存在する穂においてどの登熟段階の籾をカメムシが加害しているのかはまだ明らかでない。

そこで本研究では、茨城県における主要な斑点米カメムシ類 4 種を、発育段階別に収穫後日数を異にする穂に放飼

し、籾の着粒位置に基づいて決めた穂内の区分ごとの加害籾数を調査した。その結果に基づき、4種カメムシが主に加害する籾の登熟段階を明らかにしたので報告する。

本文に入るに先立ち、調査方法についてご助言頂いた中央農業総合研究センター総合研究第3チームの石川哲也氏に謝意を表する。

材料および方法

供試したカメムシはクモヘリカメムシ *Leptocorisa chinensis* Dallas, イネカメムシ *Lagynotomus elongatus* (Dallas), ホソハリカメムシ *Cletus punctiger* (Dallas), アカスジカスミカメ *Stenotus rubrovittatus* (Matsumura) の4種である。これらのカメムシは、竹内ら (2004) と同様に、クモヘリカメムシについては室内 (25°C, 16L8D) で飼育している系統を用い、他の3種カメムシについては、水田およびイネ科雑草地から採集して用いた。採集した個体が所定の齢期に達していない場合は、自然日長の人工気象器内 (昼温 28°C, 夜温 23°C) で飼育した後、実験に用いた。放飼する発育段階は3~5 齢幼虫と雄雌成虫とした。

イネ (品種: コシヒカリ) は、2001 年 4 月に 1/5,000 a ワグネルポットに直播し、試験に供するまで屋外で栽培した。放飼試験は 2001 年 8~9 月に空調装置が設置された自然日長のガラス室内 (試験期間中の室内平均気温は 27.7°C) において行った。カメムシを放飼する穂の籾の登熟段階別の構成をそろえるため、出穂後 7, 14, 21, 28 日目の穂から以下の穂を選択した。すなわち、出穂後 7 日目は穂先籾の玄米の縦伸長が完了した穂、14 日目は穂全体が緑色で穂先籾の玄米の肥大成長が完了した穂、21 日目は穂全体の 1/4~1/2 が黄色の穂、28 日目は穂全体の 4/5 以上が黄色の穂である。所定の出穂後日数の穂 1 本に円筒状の枠 (直径約 7 cm, 高さ約 16 cm) にテトロンゴースを張った網かごをかぶせ、カメムシ 1 頭を 3 日間放飼した後にカメムシと網かごを取り除いた。供試した穂は、そのままガラス室内で登熟させた後に穂首から切り取って乾燥させた。この穂を未希釈の塩素系漂白剤に浸し、室温で 4 時間漂白した後、水洗し、水中で下から光を当てて加害籾の数を調査した。「加害籾」とはカメムシの吸汁により玄米の全体あるいは一部が変色した籾とした。調査は原則として 3 反復行った。

一次枝梗内では先端の穎花が最初に、最下位の穎花が 2 番目に、以降は順次上位に開花して、第 2 位の穎花が最も遅く咲く。また、開花が遅い穎花は充実が悪く、発芽力が弱い弱勢穎花になり易い (星川, 1975)。そこで、開花順序に基づいて、穂内の籾を着粒位置から次のとおり 3 つに区分した (Fig. 1)。区分 A: 一次枝梗と二次枝梗の先端および一次枝梗で穂軸に最も近い位置の籾、区分 B: 一次枝梗で、先端、先端から 2 番目および穂軸に最も近い位置以

Fig. 1. Illustration of spikelet classification based on the position in a panicle. ●: Group A, top spikelets of the primary and secondary branches and bottom spikelets of the primary branches. ◐: Group B, spikelets of the primary branches except the top, second and bottom spikelets of the primary branches. ○: Group C, second spikelets of the primary branches and spikelets except for top spikelets of the secondary branches.

外の位置の籾、区分 C: 一次枝梗の先端から 2 番目の籾と二次枝梗で先端以外の位置の籾である。なお、本研究で調査した穂の各区分の一穂当たり平均籾数は、区分 A, 区分 B, 区分 C の順に、27.4, 21.1, 27.1 個であった。

受精した穎花の子房は、縦伸長、幅伸長 (粒の背腹方向)、厚さ伸長の順に生長が完了する (星川, 1975)。本研究で放飼に用いた穂の各区分では、以下のような玄米を持つ籾が多かった。すなわち、区分 A では、出穂後 7 日には幅伸長途中、出穂後 14 日には厚さ伸長途中、出穂後 21, 28 日には厚さ伸長完了であり、区分 B では、出穂後 7 日には縦伸長途中、出穂後 14 日には厚さ伸長途中、出穂後 21, 28 日には厚さ伸長完了であり、区分 C では出穂後 7 日には未伸長または縦伸長途中、出穂後 14 日には幅伸長途中、出穂後 21 日には幅伸長または厚さ伸長途中、出穂後 28 日には厚さ伸長途中または厚さ伸長完了である。

加害された籾の登熟段階と加害籾数との関係を明らかにするために、放飼した穂に生じた総加害籾数および 3 つの穂内区分別の加害籾数に対するカメムシ種、カメムシの発育段階、出穂後日数による効果を、三元配置分散分析で検定した。出穂後日数については加害籾数との関係を一次、二次、三次成分に分けて検定した (山村, 1993)。

Table 1. Three-way ANOVA analyzing the effects of species of rice bugs, insect developmental stages and days after heading on the number of damaged spikelets per panicle by individual rice bugs per three days

Source	SS	df	F	p
Species	1,694.8	3	14.37	<0.001
Insect developmental stage	467.4	4	2.97	0.020
Days after heading	2,891.2	3	24.50	<0.001
Linear component	2,770.7	1	70.50	<0.001
Quadratic component	70	1	1.80	0.181
Cubic component	50.5	1	1.30	0.255
Error	9,031.2	230		

結 果

放飼した穂に生じた総加害籾数に対するカメムシ種、カメムシの発育段階、出穂後日数の効果および出穂後日数の一次、二次、三次成分の効果の検定結果を Table 1 に、カメムシ種、カメムシの発育段階、出穂後日数別の総加害籾数の平均値および穂内区分ごとの加害籾数の平均値を Fig. 2 に示した。

全体に総加害籾数はカメムシの発育段階によって異なり、発育段階間に 5% 水準で有意な差が認められたが (Table 1)、一定の傾向は検出できなかった (Fig. 2)。総加害籾数と出穂後日数との関係について全発育段階をこみにした値を計算した (Fig. 2)。その結果、クモヘリカメムシ、イネカメムシ、アカスジカスミカメの総加害籾数は、出穂後 7 日に最も多く、ホソハリカメムシの総加害籾数は、出穂後 7 日、14 日に多かった。総加害籾数については、出穂後日数の一次成分に 0.1% 水準で有意な効果が認められたが、二次、三次成分には 5% 水準で有意な効果は認められず (Table 1)、いずれのカメムシの総加害籾数も、出穂後日数が経過した段階になるにつれて直線的に減少した (Fig. 2)。

出穂後 7 日の総加害籾数は、イネカメムシ、クモヘリカメムシ、アカスジカスミカメ、ホソハリカメムシの順に多かったが、出穂後日数が経過した段階になるにつれて種間の違いは小さくなった。総加害籾数は、カメムシ種間に 0.1% 水準で有意な差が認められた (Table 1)。

3 つの穂内区分に生じた加害籾数に対するカメムシ種、カメムシの発育段階、出穂後日数の効果および出穂後日数の一次、二次、三次成分の効果の検定結果を Table 2 に、カメムシ種、出穂後日数、穂内区分ごとの、全発育段階をこみにした場合の加害籾数の変化を Fig. 3 に示した。

区分 A および区分 B の加害籾数については、カメムシの発育段階間に 5% 水準で有意な差は認められなかった (Table 2)。区分 A および区分 B の加害籾数については、出穂後日数の一次成分に 0.1% 水準で有意な効果が認められ (Table 2)、いずれのカメムシ種でも、出穂後日数が経過した段階になるにつれて直線的に減少した (Fig. 3)。区分 A

Fig. 2. Average number of damaged spikelets per panicle per individual rice bug per three days. 3, 4, 5 indicate 3rd, 4th, and 5th instar nymphs, respectively. Each replication was 2–4 panicles. Solid circles indicate the overall mean numbers of damaged spikelets with bars indicating the S.E. ($n=11-17$ panicles). ■: Group A, ▨: Group B, □: Group C.

Table 2. Three-way ANOVA analyzing the effects of species of rice bugs, insect developmental stages and days after heading on the number of damaged spikelets in each of three groups of panicles

Source	df	Group A			Group B			Group C		
		SS	F	p	SS	F	p	SS	F	p
Species	3	182.4	8.99	<0.001	269.8	10.87	<0.001	144.6	6.15	<0.001
Insect developmental stage	4	31.7	1.17	0.325	63.6	1.92	0.108	96.5	3.08	0.017
Days after heading	3	548.6	27.03	<0.001	532	21.44	<0.001	251.5	10.69	<0.001
Linear component	1	525.6	77.70	<0.001	516	62.38	<0.001	48.7	6.21	0.013
Quadratic component	1	22.6	3.34	0.069	0.4	0.05	0.823	188.7	24.06	<0.001
Cubic component	1	0.4	0.06	0.807	15.6	1.89	0.171	14.1	1.80	0.181
Error	230	1,555.8			1,902.4			1,803.9

Fig. 3. Average number of damaged spikelets in each of three groups of panicles ($n=11-17$ panicles) onto which four species of rice bugs; *L. chinensis*, *L. elongatus*, *C. punctiger* and *S. rubrovittatus* were released. Bars indicate S.E. Means were calculated without distinguishing the developmental stages of the insects. ●: Group A, ⊗: Group B, ○: Group C.

および区分 B の加害初数とカメムシ種との関係では、イネカメムシ、クモヘリカメムシ、アカスジカスミカメ、ホソハリカメムシの順に出穂後 7 日の加害初数が多かったが、出穂後日数が経過した段階になるにつれて種間の違いは小さくなった。区分 A および区分 B の加害初数については、カメムシ種間に 0.1% 水準で有意な差が認められた (Table 2)。

区分 C では、全体に加害初数は、発育段階間に 5% 水準で有意な差が認められたが、カメムシの発育段階と加害初数との関係について一般的な傾向は見出せなかった (Table 2, Fig. 2)。区分 C の加害初数については、出穂後日数の一次成分、二次成分にそれぞれ 5%, 0.1% 水準で有意な効果

が認められ (Table 2)、区分 C の加害初数と出穂後日数との関係について全発育段階をこみにして計算した場合、全体に加害初数は上に凸の曲線状に推移した (Fig. 3)。区分 C では、出穂後 7 日の加害初数はクモヘリカメムシ、イネカメムシ、アカスジカスミカメ、ホソハリカメムシの順に多く、出穂後 14 日、21 日の加害初数についてはイネカメムシ、クモヘリカメムシ、ホソハリカメムシ、アカスジカスミカメの順に多く、出穂後 28 日の加害初数の種間差は小さかった。区分 C の加害初数については、カメムシ種間に 0.1% 水準で有意な差が認められた (Table 2)。

考 察

本研究では、異なる登熟段階の籾が存在する穂に4種カメムシを放飼して、開花順序に基づいて区分した着粒位置別に加害籾数を調査した。

その結果、区分A、区分Bの加害籾数は出穂後7日に最も多く、出穂後日数が経過した段階になるにつれて減少した。区分Cの加害籾数は出穂後14、21日に多く、出穂後28日には減少した（Fig. 3）。また、出穂後7日では、区分Aと区分Bの加害籾数は区分Cより多く、出穂後14日と21日では、区分Cの加害籾数が区分A、区分Bより多かった。加害籾数が多かったのは、玄米が伸長途中の籾が多い区分であり、4種カメムシは、一定の登熟段階の籾を選択的に加害していると考えられた。

下元（1998）は、同じ開花日の籾のみを残した穂を準備した後、クモヘリカメムシ成幼虫を開花5、10、15、20日から3日間放飼した結果、加害籾数は開花5日の放飼の場合で多く、10、15、20日の放飼の場合で少なかったことを報告している。林（1989、1997）は、同様の籾登熟段階の調整を行った後に、アカスジカスミカメとホソハリカメムシの成虫を開花から3日ごとに3日間放飼して、ホソハリカメムシでは開花後3～9日、アカスジカスミカメでは開花後0～9日に加害籾数が多く、その後の放飼の場合には少なかったことを報告している。さらに、林（1989）はアカスジカスミカメを放飼した穂（品種：アキヒカリ）では、玄米が開花6日後には全長に、開花10日後には全幅に、開花20日後には全厚に達していたことを報告している。

以上の報告のように籾登熟段階の調整を行って放飼した場合も、本研究のように未調整の穂に放飼した場合も、カメムシの加害籾数が多い籾の登熟段階は共通していた。このことは、カメムシにとって加害が容易な籾登熟段階とカメムシが選択的に加害する籾登熟段階が共通であることを示唆している。

これまで、クモヘリカメムシ、イネカメムシ、アカスジカスミカメでは玄米など乾燥した種子による飼育の成功例はないが、ホソハリカメムシではいくつかの例がある（宮崎ら、1976；伊藤、1982、1985）。さらに、クモヘリカメムシ、イネカメムシ、アカスジカスミカメは籾殻上の特定の部位から加害するが、ホソハリカメムシは籾殻上の様々な場所から加害することが知られている（竹内・鈴木、2003；竹内ら、2004）。したがって、4種カメムシはいずれも一定の登熟段階の籾を選択的に加害するものの、選択的に加害する籾の登熟段階の範囲は、クモヘリカメムシ、イネカメムシ、アカスジカスミカメとホソハリカメムシとの間で異なる可能性があると考えられる。

本研究では、クモヘリカメムシ、イネカメムシ、アカスジカスミカメの総加害籾数は出穂後7日から14日の間に

減少したのに対し、ホソハリカメムシの総加害籾数の変化は小さかった（Fig. 2）。出穂後7日の穂では、玄米が縦伸長途中から幅伸長途中の籾が多く、出穂後14日の穂では、玄米が幅伸長途中から厚さ伸長途中の籾が多かった。したがって、クモヘリカメムシ、イネカメムシ、アカスジカスミカメは、玄米が縦伸長途中から幅伸長途中の籾を主に加害するのに対し、ホソハリカメムシは、玄米が縦伸長途中から厚さ伸長途中まで、より幅広い登熟段階の籾を加害すると思われる。

カメムシの種を問わず、出穂後28日の総加害籾数は少なかった（Fig. 2）。出穂後28日ではいずれの穂内区分でも、大部分の籾が黄化していた。玄米の水分含量は受精後7～8日ごろに最大となり以後減少すること、籾殻水分含有率は受精時には多いが出穂後14日後ごろまでに大きく低下すること、さらに籾殻上表皮への珪酸の蓄積は受精から登熟まで継続することが知られている（星川、1975；徐・太田、1982a, b, c）。出穂後28日の穂では、籾全体の水分が少なく、籾殻の珪酸含量が多いために、カメムシによる加害が困難である可能性が考えられる。

本研究では、カメムシは加害が容易な登熟段階の籾を選択的に加害していることが明らかになった。このことから、水田のような異なる登熟状態の籾が同時に存在する条件では、選択的に加害する籾の量的な変動がカメムシの加害籾数や密度消長に影響を与えている可能性が示唆される。この可能性の検証は今後の課題である。

摘 要

クモヘリカメムシ、イネカメムシ、ホソハリカメムシ、アカスジカスミカメが主に加害する籾の登熟段階を明らかにするために、これら4種カメムシを発育段階別に、出穂後7、14、21、28日の穂1本に3日間放飼した。加害籾数は開花順序に基づく籾の着粒位置区分（開花が早い順にA、B、C）別に記録した。区分Aに含まれる籾は、一次枝梗と二次枝梗の先端および一次枝梗で穂軸に最も近い位置の籾とし、区分Bに含まれる籾は、一次枝梗で、先端、先端から2番目および穂軸に最も近い位置以外の位置の籾とし、区分Cに含まれる籾は、一次枝梗の先端から2番目の籾と二次枝梗で先端以外の位置の籾とした。その結果、出穂後7日では、区分Aと区分Bの加害籾数は区分Cより多く、出穂後14日と21日では、区分Cの加害籾数が区分Aと区分Bより多かった。クモヘリカメムシ、イネカメムシ、アカスジカスミカメの総加害籾数は出穂後日数が経過した段階になるにつれて減少したが、ホソハリカメムシの総加害籾数は出穂後日数による差は小さかった。これらの結果から、クモヘリカメムシ、イネカメムシ、アカスジカスミカメは玄米が縦伸長途中から幅伸長途中の籾を主に加害し、ホソハリカメムシは玄米が縦伸長途中から厚さ伸長途

中まで、他の3種より幅広い登熟段階の籾を主に加害すると考えられた。

引用文献

- 林 英明 (1989) アカスジメクラガ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。広島県立農業試験場報告 52: 1-8. [Hayashi, H. (1989) Studies on the bionomics and control of the sorghum plant bug, *Stenotus rubrovittatus* Matsumura (Hemiptera: Miridae) 2. Relationship between injury time and symptoms of rice kernels. *Bull. Hiroshima Agric. Exp. Stn.* 52: 1-8.]
- 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. [Hayashi, H. (1997) Historical changes and control of rice sting bug complex causing the pecky rice. *Plant Protect.* 51: 455-461.]
- 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。広島県立農業試験場報告 51: 45-53. [Hayashi, H. and K. Nakazawa (1988) Studies on the bionomics and control of the sorghum plant bug, *Stenotus rubrovittatus* Matsumura (Hemiptera: Miridae) 1. Habitat and seasonal prevalence in Hiroshima prefecture. *Bull. Hiroshima Agric. Exp. Stn.* 51: 45-53.]
- 星川清親 (1975) イネの生長。農山漁村文化協会, 東京。317 pp. [Hoshikawa, K. (1975) *The Growing Rice Plant*. Noubunkyo (Rural Culture Association), Tokyo. 317 pp.]
- 伊藤清光 (1982) ホソハリカメムシ成虫の餌植物選好性と水田への移動。応動昆 26: 300-304. [Ito, K. (1982) Immigration of *Cletus punctiger* (Dallas) (Heteroptera: Coreidae) into paddy field in relation to food plant preference in the adult. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 26: 300-304.]
- 伊藤清光 (1985) ホソハリカメムシの生活史と餌植物。植物防疫 39: 157-160. [Ito, K. (1982) Life history of *Cletus punctiger* in relation to food plant phenology. *Plant Protect.* 39: 157-160.]
- 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. [Kato, S., T. Wakamatsu and W. Sekiguchi (1973) Ecology and control methods of *Cletus punctiger*. *Proc. Assoc. Pl. Protec. Hokuriku* 21: 53-57.]
- 川村 満・高井幹夫 (1987) カメムシ類による傷害米の発生経過。四国植防 22: 83-94. [Kawamura, M. and M. Takai (1987) Developmental process of injured rice grains caused by the stink bugs. *Proc. Assoc. Pl. Protec. Shikoku* 22: 83-94.]
- Kiritani, K., N. Hokyō and S. Iwao (1966) Population behavior of the southern green stink bug, *Nezara viridula*, with special reference to the developmental stages of early-planted paddy. *Res. Popul. Ecol.* 8: 133-146.
- 宮崎俊和・上遠野富士夫・清水喜一 (1976) ホソハリカメムシ幼虫の発育に及ぼす飼料の影響。関東東山病虫研報 23: 81-82. [Miyazaki, T., F. Kadono and K. Shimizu (1976) Effect of foods on the larval development of the slender rice bug, *Cletus punctiger* (Dallas) (Hemiptera: Coreidae). *Proc. Kanto Pl. Protec. Soc.* 23: 81-82.]
- 永野敏光・藤崎祐一郎・宮田将秀 (1988) 宮城県におけるアカスジメクラガメの発生消長。北日本病虫研報 39: 167-169. [Nagano, T., Y. Fujisaki and M. Miyata (1988) Seasonal prevalence of the sorghum plant bug, *Stenotus rubrovittatus* Matsumura, in Miyagi prefecture. *Ann. Rept. Plant Prot. North Japan* 39: 167-169.]
- 長戸一雄 (1941) 穂上位置に依る米粒成熟の差異に就いて。日作紀 13: 156-169. [Nagato, K. (1941) An investigation in maturity of rice kernels in relation to the location on flower panicles of the plant. *Proc. Crop. Sci. Soc. Japan* 13: 156-169.]
- 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. [Nakada, K. (2000) Occurrence trend of the sorghum plant bug, *Stenotus rubrovittatus* Matsumura, in grass and rice fields. *Plant Protect.* 54: 316-321.]
- 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. [Nakasui, F. (1973) The characteristics of occurrence of rice bugs and the control threshold. *Plant Protect.* 27: 372-378.]
- 小川正行・池内辰雄・山本譲三郎 (1960) イネカメムシについて。高知農試研報 2: 45-47. [Ogawa, M., T. Ikeuchi and J. Yamamoto (1960) A species of rice bug, *Lagynotomus elongatus* (Dallas). *Bull. Kochi Agric. Exp. Stn.* 2: 45-47.]
- 大内 実 (1953) イネカメムシの新しい防除。植物防疫 7: 306-308. [Ouchi, M. (1953) New control methods of *Lagynotomus elongatus* (Dallas). *Plant Protect.* 7: 306-308.]
- 徐 錫元・太田保夫 (1982a) 水稻の登熟に及ぼす籾殻の役割 第1報 登熟過程における籾殻の無機成分の動態。日作紀 51: 97-104. [Seok, W. S. and Y. Ota (1982a) Role of the hull in the ripening of rice plant I. Changes in the content in mineral elements of the hull during ripening. *Jpn. J. Crop Sci.* 51: 97-104.]
- 徐 錫元・太田保夫 (1982b) 水稻の登熟に及ぼす籾殻の役割 第3報 籾殻における珪素, りん, カリウムおよびカルシウムの局在性について。日作紀 51: 349-353. [Seok, W. S. and Y. Ota (1982b) Role of the hull in the ripening of rice plant III. Localization of Si, P, K and Ca in hull. *Jpn. J. Crop Sci.* 51: 349-353.]
- 徐 錫元・太田保夫 (1982c) 水稻の登熟に及ぼす籾殻の役割 第5報 籾殻からの水分損失と米粒の発育について。日作紀 51: 529-534. [Seok, W. S. and Y. Ota (1982c) Role of the hull in the ripening of rice plant V. Water loss in hull and development of rice kernel. *Jpn. J. Crop Sci.* 51: 529-534.]
- 清水喜一 (1991) 米のコスメティック虫害と防除対策。植物防疫 45: 473-476. [Shimizu, K. (1991) Occurrence and control of cosmetic insect pests of rice. *Plant Protect.* 45: 473-476.]
- 下元満善 (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。高知農技センタ―研報 7: 11-20. [Shimomoto, M. (1998) Ecology and control of rice ear bugs causing the pecky rice I. Effects of period and developmental stage of rice ear bugs infestation on occurrence of the pecky rice. *Bull. Kochi Agric. Res. Cent.* 7: 11-20.]
- 鈴木芳人 (2001) イネにおける虫害防除のポイント。今月の農業 45(1): 24-27. [Suzuki, Y. (2001) The point of insect pest control in rice. *Japan Agricultural Technology* 45: 24-27.]
- 竹内博昭・鈴木芳人 (2003) アカスジカスミカメ *Stenotus rubrovittatus* (Matsumura) の稲穂における穿孔部位。関東東山病虫研報 50: 123-126. [Takeuchi, H. and Y. Suzuki (2003) The area of the rice panicle probed by the sorghum plant bug, *Stenotus rubrovittatus* (Matsumura). *Ann. Rept. Kanto Pl. Prot. Soc.* 50: 123-126.]
- 竹内博昭・渡邊朋也・鈴木芳人 (2004) クモヘリカメムシ, イネ

カメムシ，ホソハリカメムシの加害によって生じた斑点米の種特異的な加害痕の特徴，応動昆 48: 39–47. [Takeuchi, H., T. Watanabe and Y. Suzuki (2004) Species-specific feeding marks of stink bugs on rice grain in *Leptocorisa chinensis* Dallas (Hemiptera: Alydidae), *Lagynotomus elongatus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) and *Cletus punctiger* (Dallas) (Hemiptera: Coreidae). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 48: 39–47.]

山村光司 (1993) 多重比較法とその選び方 (1) 多重比較否定論. 植物防疫 47: 370–375. [Yamamura, K. (1993) On the choice of multiple comparison procedures. *Plant Protect.* 47: 370–375.]
横須賀知之 (2001) 斑点米の原因となるクモヘリカメムシの発生と防除対策. 植物防疫 55: 455–458. [Yokosuka, T. (2001) Biology and control of *Leptocorisa chinensis* causing pecky rice. *Plant Protect.* 55: 455–458.]