リンゴ樹におけるクサギカメムシとヨツボシカメムシの産卵と発育

舟 山 健

秋田県果樹試験場

Oviposition and Development of *Halyomorpha halys* (Stål) and *Homalogonia obtusa* (Walker) (Heteroptera: Pentatomidae) on Apple Trees. Ken Funayama (Akita Fruit-Tree Experiment Station, Daigo, Hiraka, Akita 013-0102, Japan). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 46: 1-6 (2002)

Abstract: The oviposition site and development of *Halyomorpha halys* and *Homalogonia obtusa* were examined in apple orchards from 1997 to 2000. Many egg batches of both species were found on the apple leaves. When adults of both species were released on the apple trees in late May, progeny adults emerged the middle of August. Larvae fed on the current shoots, leaves and fruit. Half of the overwintering female adults of *Ha. halys* that immigrated to the apple orchards had mature eggs. *Ha. halys* adults right after overwintering that were released on the apple tree in early May began to oviposit on the apple leaves starting in early June. These observations suggest that apple trees can be one of the early host plants for both *Ha. halys* and *Ho. obtusa*.

Key words: *Halyomorpha halys*, *Homalogonia obtusa*, development, apple tree

緒 言

果樹を加害するカメムシ類は 40 数種が記録されている (安永ら, 1993) が, これらカメムシにとって果樹は必ずしも好適な寄主植物ではない。たとえば, チャバネアオカメムシ *Plautia crossota stali* Scott では, 果樹からは卵や幼虫が見出されておらず (志賀, 1980), 果実が好適な餌であるとは考えられていない (小田ら, 1980; 山田・宮原, 1980; 志賀・守屋, 1984)。クサギカメムシ *Halyomorpha halys* (Stål) でも, 果樹ではまれに産卵は認められるが幼虫は見出されず (柳・萩原, 1980), 果樹で増殖しないと考えられていた。ところが, クサギカメムシに関しては, モモ上 (小田ら, 1982) とナシ上 (藤家, 1985) で老齢幼虫が発見され, ふ化幼虫が成虫まで発育できる可能性が示唆された。また, 著者も 1996 年に秋田県のリンゴ園でクサギカメムシとヨツボシカメムシ *Homalogonia obtusa* (Walker) の老齢幼虫を多数見出した。これらの知見は, 少なくともクサギカメムシにとって, 果樹が好適な寄主植物となりうることを示している。秋田県では, 近年カメムシ類によるリンゴの被害が増加しており, リンゴの寄主植物としての好適性を明らかにすることは防除対策を考える上でもきわめて重要である。そこで, クサギカメムシとヨツボシカメムシのリンゴ樹における産卵およびふ化幼虫の発育を明らかにするとともに, リンゴ園に飛来したクサギカメムシ越冬世代成虫の形態を調査した。なお, 秋田県では, クサギカメムシがリンゴの最重要種であるが, ヨツボ

シカメムシも重要度は低いものの果実を加害する。

本文に入るに先立ち, 本稿のご校閲を賜った元農林水産省果樹試験場リンゴ支場虫害研究室の坂神泰輔室長に厚くお礼申し上げる。

材料および方法

1. リンゴ樹へのクサギカメムシとヨツボシカメムシの産卵

1997 年に, クサギカメムシとヨツボシカメムシ成虫をリンゴ樹に放飼して, 産卵部位を調査した。クサギカメムシは, 1996 年 12 月 7 日に秋田県鹿角市の秋田県果樹試験場鹿角分場 (以下, 鹿角分場) の講堂内から採集した越冬成虫を恒温室 (24±1°C, 16L-8D) 内で飼育し, 2 世代経過させた羽化 10 日後の成虫, および 1997 年 5 月 26 日に秋田県鹿角市のリンゴ園から採集した越冬世代成虫を供試した。前者の成虫はチャバネアオカメムシの飼育方法 (守屋, 1995) に従い, 生ラッカセイと乾燥ダイズを与えて飼育した。ヨツボシカメムシは 1997 年 5 月 27 日に鹿角分場のリンゴ樹から採集した成虫を供試した。

供試虫は, 鹿角分場のリンゴ (‘さんさ’, M.9 台木わい性樹成木, 樹高約 3.5 m) 4 樹 (No. 1~No. 4 と呼称) に放飼し, 1997 年 5 月 28 日に各供試樹に網 (テトロンゴース製, 1.0 mm メッシュ) で作製した袋 (3.0×3.0 m) を上から覆い被せ, 放飼樹 No. 1~No. 3 には室内飼育のクサギカメムシ成虫の雌雄 10 頭ずつとヨツボシカメムシ成虫の雌雄 5 頭ずつを, 放飼樹 No. 4 には野外で採集したクサギカ

2001 年 3 月 8 日受領 (Received 8 March 2001)

2001 年 10 月 10 日登載決定 (Accepted 10 October 2001)

メムシ越冬世代成虫の雌雄 10 頭ずつを放した。袋の入口は地上約 30 cm の位置で樹幹と支柱の上からビニルテープで縛った。放飼樹には、9 月上旬まで約 14 日毎に 9 回スビードスプレーで殺菌剤（キャプタン 80% 水和剤 800 倍を 1 回、ジラム 50%・チウラム 30% 水和剤 600 倍を 3 回、フルオリミド 75% 水和剤 1,000 倍を 2 回、イミノクダジン酢酸塩 25% 液剤 1,500 倍を 1 回、キャプタン 40%・ホセチル 40% 水和剤 800 倍を 2 回）を袋の外側から散布した。調査は、6 月 1 日から 7 月 3 日まで原則として 7 日毎に、各放飼樹の袋の内側に入って産卵部位を記録した。

1998 年 6 月 22 日、6 月 25 日および 6 月 30 日には、鹿角分場ほ場（約 6 ha）に植栽されているリンゴ樹（樹齢 9~20 年、2,383 本）を観察してカメムシ類の卵塊を探し、見出された卵塊の種類、産卵部位および卵数を記録した。

また、2000 年 5 月 2 日には、秋田県平鹿郡平鹿町の秋田県果樹試験場に植栽されているリンゴ（‘ふじ’、M.26 台木わい性樹成木、樹高約 2.5 m）3 樹に網（テトロンゴース製、2.0 mm メッシュ）で作製した袋（3.0×2.0 m）を上から覆い被せ、秋田県平鹿郡山内村の建物内から採集したクサギカメムシ越冬成虫を各放飼樹に雌雄 10 頭ずつ放し、袋の入口は地上約 30 cm の位置で樹幹と支柱の上からビニルテープで縛った。調査は、5 月 7 日から 7 月 6 日まで原則として 5 日毎に交尾と産卵の有無を観察し、産卵を確認した場合は産卵部位と産卵数を記録した。

2. リンゴ樹におけるクサギカメムシとヨツボシカメムシの幼虫の発育

1997 年 6 月 15 日から 9 月 4 日まで原則として 7 日毎に、前述のリンゴ樹上でふ化したクサギカメムシとヨツボシカメムシ幼虫の発育ステージを観察した。また、9 月 4 日には、クサギカメムシのみを放虫した放飼樹 No. 4 から果実 20 果、果そう（果台および果そう葉）25 部位および新梢（長さ約 20~30 cm）15 本を採取し、室内で実体顕微鏡を用いて、各採取部位の表面の唾液鞘数または口針痕数を調査した。

さらに、同年 7 月 28 日に鹿角分場内のリンゴ（‘ふじ’、M.26 台木わい性樹成木、樹高約 3.5~4.0 m）3 樹の果そう葉を取り除いた樹上の果実（果実重 70 g 程度）1 果に、上述の室内で累代飼育しているクサギカメムシ 2 齢幼虫（脱皮 1 日後以内で、水以外は未摂取）を 5 頭ずつ入れたポリプロピレン製排水用水切り袋（23.5×25 cm）を被せて、袋の入口を枝の上からビニルテープで縛った。これを各樹に 3 反復ずつ行い、10 月 1 日に放飼虫の生存数および死亡数と発育ステージを調査した。

3. リンゴ樹で発育したクサギカメムシとヨツボシカメムシ成虫の体サイズ

1997 年 9 月 17 日に、前述の全放飼樹からリンゴ樹上で発育したクサギカメムシとヨツボシカメムシ成虫を採集し、

室内で前胸背板幅（mm）をデジタル表示のノギスで、生体重（mg）を電子天秤で計測した。前胸背板幅は個体の大きさを示す指標とした。これらの計測値から肥満度（Kondoh, 1968）を次式で算出した。

$$\text{肥満度} = \text{生体重}(\text{前胸背板幅})$$

この指数は個体の栄養状態を示し、良好な状態にある個体ほど大きな値を示すと考えられる。

計測後は両種の雌雄 5~20 個体ずつを解剖して、志賀・守屋（1989）に従って脂肪体の形状を観察した。これらの個体群と比較するために、同年 10 月 3 日に鹿角分場の講堂内から採集したクサギカメムシ越冬成虫と、同年 10 月 6 日に鹿角分場ほ場のリンゴ樹から採集したヨツボシカメムシ越冬成虫も同様に調査した。

4. リンゴ園に飛来したクサギカメムシ越冬世代成虫の体サイズと成熟状態

1999 年 5 月 14 日から 6 月 25 日まで原則として 7 日毎に、秋田県平鹿郡平鹿町の現地リンゴ園（約 2 ha）内からクサギカメムシ越冬世代成虫を採集し、前述と同様に前胸背板幅と生体重を計測した。また、採集した全個体の腹部を解剖して、志賀・守屋（1989）に従って、繁殖器官の形状を観察した。これらの個体群と比較するために、同年 11 月 15 日に秋田県平鹿郡山内村の建物内から採集した越冬成虫を恒温室（21±1°C, 16L-8D）内で、生ラッカセイと乾燥ダイズを与えて 30 日間（雌成虫の産卵開始期まで）飼育した個体も同様に調査した。

結 果

1. リンゴ樹へのクサギカメムシとヨツボシカメムシの産卵

1997 年にリンゴ樹に放飼したクサギカメムシとヨツボシカメムシ成虫の産卵は 6 月 8 日から 7 月 3 日まで観察された。クサギカメムシの室内飼育成虫と野外採集成虫はいずれも新梢中位~下位葉と果そう葉のすべて裏側に産卵し、ヨツボシカメムシは新梢葉と果そう葉の裏側のほかに、樹幹と支柱への産卵が多く、一部は網にも産卵した（Table 1）。また、両種の産卵部位は、垂直分布では高さ 2 m 以上の樹中部から樹上部に多く、水平分布では樹冠の外側よりも内側の方がやや多かった。

1998 年にリンゴ園内からは、クサギカメムシ、ヨツボシカメムシおよびチャバネアオカメムシの卵塊が見出された（Table 2）。産卵部位は、クサギカメムシはすべて葉の裏側に、ヨツボシカメムシとチャバネアオカメムシは葉の裏側に加えて、葉の表側と果実の表面にも観察された。なお、カメムシの卵塊のほとんどは、雑木林に隣接したほ場（面積は約 60 a、植栽本数は 182 本）から見出された。

2000 年にリンゴ樹に放飼した餌未摂取のクサギカメムシ

Table 1. Oviposition sites of the adults of *Halyomorpha halys* and *Homalagonia obtusa* released on the apple trees (1997, Kazuno)

Oviposition site	No. of egg batches	
	Species	
	<i>Ha. halys</i>	<i>Ho. obtusa</i>
Upper site ^a		
Shoot leaf	13	
Cluster leaf	6	4
Trunk		
Support		4
Cheesecloth		1
Middle site ^b		
Shoot leaf	3	2
Cluster leaf	8	1
Trunk		2
Support		4
Cheesecloth		
Lower site ^c		
Shoot leaf		2
Cluster leaf	8	
Trunk		2
Support		1
Cheesecloth		

^a More than 2.5 m high.^b 1.5–2.5 m high.^c Less than 1.5 m high.

Table 2. Oviposition sites of the fruit-piercing stink bugs in apple orchards (1998, Kazuno)

Species	No. of egg batches			Mean number of eggs per batch±SD
	Oviposition site on apple trees			
	Surface of leaf		Fruit surface	
	Upper	Under		
<i>Halyomorpha halys</i>	0	16	0	27.63±1.02
<i>Homalogonia obtuse</i>	1	9	1	15.60±1.55
<i>Plautia crossota stali</i>	7	4	1	14.00±0.00

越冬世代成虫は、5月31日から交尾行動が観察され、6月6日から6月30日まで産卵が確認され、放飼虫のほとんどは7月6日までに死亡した。卵塊は、新梢葉や果そう葉のすべて裏側に観察され、総産卵塊数は11卵塊で、1卵塊当たり平均卵数 ($\pm$ SD) は24.6 ($\pm$ 4.2) 卵であった。卵塊のふ化は、6月20日から観察され、ほとんどの卵がふ化した。

2. リンゴ樹におけるクサギカメムシとヨツボシカメムシの幼虫の發育

前述の1997年にリンゴ樹上に産下された両種卵塊のふ

Table 3. Feeding marks of *Halyomorpha halys* released on an apple tree (1997, Kazuno)

Observed site	No. of samples	Mean ($\pm$ SD) No. of feeding marks ^a
Fruit surface	20	91.0 $\pm$ 22.7
Fruit stalk	20	2.2 $\pm$ 2.7
Cluster base	25	9.8 $\pm$ 11.3
Shoot surface	15	5.2 $\pm$ 5.2
Cluster-leaf vein	60	1.8 $\pm$ 3.7

^a The number of stylet sheaths or feeding cavities observed on the sampled rind.

化は6月15日から7月10日まで観察され、両種とも8月18日から羽化成虫が確認された。なお、両種の卵塊には、卵寄生蜂 *Trissolcus* sp. による寄生がかなり多く、総産卵数とふ化数はクサギカメムシで906と154、ヨツボシカメムシで338と95となり、ふ化率はかなり低かった。

クサギカメムシを放飼したリンゴ樹の果実、果柄、果台および新梢の表面には唾液鞘が観察され、果そう葉では葉柄と主脈に口針痕が観察された (Table 3)。同年7月28日にリンゴ樹上の果実のみに放飼したクサギカメムシ2齢幼虫 (総数45頭) は、10月1日には31頭が生存し、5頭が4齢幼虫に、20頭が5齢幼虫に、3頭が雌成虫に、3頭が雄成虫に發育していた。

3. リンゴ樹で發育したクサギカメムシとヨツボシカメムシ成虫の体サイズ

リンゴ樹上で發育したクサギカメムシ成虫は越冬場所から採集した越冬成虫に比較して、雌雄とも前胸背板幅は有意に ($p < 0.01$) 小さく、肥満度も有意に ($p < 0.01$) 低く (Table 4)、内部器官は気のうが膨張して、脂肪体はほとんど発達していなかった。リンゴ樹上で發育したヨツボシカメムシ成虫は、リンゴ園から採集した越冬成虫に比較して、雌成虫の生体重は有意に ($p < 0.01$) 軽く、雌雄の前胸背板幅と雄の生体重に有意差は認められなかった (Table 4) が、内部器官は気のうが膨張して、脂肪体はほとんど発達していなかった。

4. リンゴ園に飛来したクサギカメムシ越冬世代成虫の体サイズと成熟状態

1999年5月～6月にリンゴ園から採集したクサギカメムシ越冬世代成虫は、成熟させた越冬成虫に比較して、雌成虫では前胸背板幅は有意 ($p < 0.01$) に大きく、肥満度は有意 ($p < 0.01$) に低かった (Table 5) が、25個体中13個体が成熟卵を保有していた。雄成虫では肥満度は有意 ($p < 0.01$) に低かったが、前胸背板幅に有意差は認められなかった (Table 5)。なお、採集した成虫は、雌雄ペアで果実上から見出されることが多かった。

Table 4. Mean ($\pm$ SD) live weight (LW), pronotum width (PNW) and level of nutrition (LW/PNW³) of *Halyomorpha halys* and *Homalogonia obtusa* adults grown on apple trees (A) and collected from hibernating sites (H) (1997, Kazuno)

Sex	Collection site	No.	LW (mg)	PNW (mm)	LW/PNW ³
<i>Ha. halys</i>					
Female	A	26	123.3 $\pm$ 37.7 a ^a	8.41 $\pm$ 0.28 a	0.206 $\pm$ 0.065 a
	H	82	203.6 $\pm$ 24.0 b	8.91 $\pm$ 0.33 b	0.290 $\pm$ 0.048 b
Male	A	29	75.2 $\pm$ 25.7 a	7.20 $\pm$ 0.33 a	0.201 $\pm$ 0.068 a
	H	82	135.2 $\pm$ 16.6 b	7.70 $\pm$ 0.32 b	0.299 $\pm$ 0.050 b
<i>Ho. obtusa</i>					
Female	A	6	111.3 $\pm$ 22.6 b	8.41 $\pm$ 0.28 a	0.188 $\pm$ 0.044 a
	H	10	149.4 $\pm$ 22.6 a	8.77 $\pm$ 0.28 a	0.215 $\pm$ 0.023 a
Male	A	9	111.0 $\pm$ 33.0 a	7.45 $\pm$ 0.60 a	0.285 $\pm$ 0.090 a
	H	11	127.9 $\pm$ 27.1 a	8.28 $\pm$ 0.53 a	0.214 $\pm$ 0.017 a

^a Means followed by different letters within each sex of each species are significantly different ($p < 0.01$, t -test).

Table 5. Mean ($\pm$ SD) live weight (LW), pronotum width (PNW) and level of nutrition (LW/PNW³) of *Halyomorpha halys* adults collected from an apple orchard (A1) and collected from hibernating sites reared until maturation (H1) (1999, Hiraka)

Sex	Collection site	No.	LW (mg)	PNW (mm)	LW/PNW ³
Female	A1 ^a	25	227.7 $\pm$ 33.2 a ^c	8.92 $\pm$ 0.34 a	0.324 $\pm$ 0.061 b
	H1 ^b	92	210.4 $\pm$ 37.2 a	8.31 $\pm$ 0.48 b	0.369 $\pm$ 0.069 a
Male	A1	21	120.3 $\pm$ 16.3 a	7.68 $\pm$ 0.39 a	0.270 $\pm$ 0.061 b
	H1	108	131.0 $\pm$ 34.3 a	7.41 $\pm$ 0.50 a	0.318 $\pm$ 0.051 a

^a Collected from late-May to early-July in apple orchard.

^b The overwintering adults reared with peanuts and soybeans during 30 days in the incubator (24 $\pm$ 1°C, 16L–8D) after collection.

^c Means followed by different letters within each sex are significantly different ($p < 0.01$, t -test).

考 察

本試験で、5月～6月にリンゴ園に飛来したクサギカメムシ越冬世代の雌成虫の半数以上は成熟卵を保有し、クサギカメムシとヨツボシカメムシはリンゴ樹に産卵することが明らかとなった (Table 1, Table 2)。クサギカメムシ成虫は季節を追って植物間を移動する (川田・北村, 1983) が、本結果から、リンゴ園への両種の越冬世代成虫の飛来は、餌の摂取だけでなく、産卵も目的としている可能性が考えられた。ただし、リンゴ樹に放飼した越冬後の餌未摂食のクサギカメムシ成虫の雌1頭当たり平均産卵数は9卵で、乾燥ダイズを餌とした場合の237卵 (柳・萩原, 1980) に比較してかなり少なかった。このことから、リンゴはおそらくクサギカメムシ成虫の卵巣成熟のための栄養源としては不十分と思われる。

チャバネアオカメムシでは、各種果樹の果実は幼虫にとって好適な餌ではない (小田ら, 1980; 山田・宮原, 1980) が、果実種子を与えたチャバネアオカメムシ幼虫の飼育実験 (守屋, 1995) では、リンゴの種子を与えた場合にも羽化が確認され、発育が成熟種子の存在に強く依存していることが示唆されている。本試験で、リンゴ樹上のクサギカメムシとヨツボシカメムシの幼虫は、いずれの発育

ステージでも、果実内の種子の摂食は明らかに不可能であったが、両種とも羽化個体が確認された。また、クサギカメムシの摂食部位は果実以外に新梢や果そう葉にも認められた (Table 3) が、樹上の果実のみに放飼した2齢幼虫でも羽化個体が確認された。この結果から、両種はリンゴ果実の果肉部だけでも発育可能であることが明らかとなった。

乾燥ダイズを餌とした飼育実験から、クサギカメムシの発育限界温度は11.1°C、有効発育積算温度は630日度 (藤家, 1985) と推定されている。この値を用いて1997年のクサギカメムシの羽化日を試算すると、産卵開始日の6月8日を起算日として8月2日が算出される。しかし、リンゴ樹上での実際の羽化は8月18日から確認された。また、リンゴ樹上で発育したクサギカメムシとヨツボシカメムシ成虫は越冬成虫に比較して、雌雄とも前胸背板幅は小さかった (Table 4)。このことから、リンゴ樹は両種幼虫の発育のための栄養源としてはやや不十分と思われる。ただし、クサギカメムシではダイズを餌としても野外で飼育すると発育のばらつきが大きい (藤家, 1985) ことや、一般に、カメムシの餌としての実の好適度は季節によって大きく変化する (小滝ら, 1983) ことから、リンゴの樹勢や果実の成分組成の季節的変化との関係を調査した上で再検討

すべきであろう。

クサギカメムシの生殖休眠が誘起される臨界日長は 14 (L) 時間前後とされており (藤家, 1985), 秋田県では薄明・薄暮時間を含めるとほぼ 8 月中旬から 8 月下旬頃である。本試験で, 両種のリンゴ樹上での羽化時期は 8 月中旬~下旬であったが, 成虫を採集した 9 月中旬までにはある程度の栄養摂取は可能であったと思われる。しかし, リンゴで发育したクサギカメムシ成虫は越冬成虫に比較して, 雌雄とも肥満度は有意に低く (Table 4), 内部器官は気のうが膨張し, 脂肪体はほとんど発達していなかった。ヨツボシカメムシでも, リンゴ樹で发育した成虫は, リンゴ園から採集した越冬虫に比較して, 肥満度に有意差は認められなかった (Table 4) が, 内部器官は気のうが膨張し, 脂肪体はほとんど発達していなかった。チャバネアオカメムシでは, 気のうの膨張は未成熟成虫の指標であり, 成熟した越冬虫は脂肪体が発達し, 気のうの膨張は認められない (志賀・守屋, 1989)。このことから, リンゴは両種の越冬のための栄養源として十分とは考え難いが, リンゴで发育した個体の調査日が越冬個体よりも 2 週間程度早く, この間の成熟が不明であることから, 再度調査を行い検討するつもりである。

大竹 (1981) は, 果樹カメムシ類の生活史に関する植物について, 成虫および幼虫, あるいはそれらのいずれかが吸汁し, 産卵が行われ, 次世代が正常な成虫にまで发育する植物を寄主植物と呼ぶべきであると提案した。本試験の結果から, リンゴ樹は好適といえないまでも, クサギカメムシとヨツボシカメムシの寄主植物となり得ることが明らかである。しかし, 一般のリンゴ園では両種の幼虫はほとんど見出されない。これは, カメムシはリンゴで使われている各種殺虫剤に感受性が高い (山田, 1980) ことから, おそらく, ふ化後の幼虫が殺虫剤に接触し死亡しているためであろう。現在, リンゴ園では殺虫剤使用削減を目的とした合成性フェロモン剤を利用した交信攪乱法などの防除技術が普及し始めている。今後, この防除技術が一般的になれば, 両種による果実被害は, 園外から飛来した成虫だけではなく, 幼虫によっても引き起こされ, 防除上重要な問題になる可能性が考えられる。

摘 要

1997 年~2000 年に, クサギカメムシとヨツボシカメムシの生活史とリンゴ樹の関係を調査した。リンゴ園内では, 葉上からクサギカメムシとヨツボシカメムシの卵塊が見出された。5 月下旬に, 両種の成虫をリンゴ樹に放して産卵させたところ, ふ化幼虫は 8 月中旬頃から羽化を開始した。リンゴ樹上における幼虫の摂食部位は, 果実以外に新梢や葉にも認められた。5 月~6 月にリンゴ樹に飛来したクサギカメムシ越冬世代の雌成虫の半数以上は成熟卵を保有して

いた。また, 5 月上旬に, 越冬後に餌未摂取のクサギカメムシ成虫をリンゴ樹に放飼したところ, 6 月上旬から産卵を開始した。以上の観察から, リンゴ樹がクサギカメムシとヨツボシカメムシの寄主植物となることが明らかとなった。

引 用 文 献

- 藤家 梓 (1985) クサギカメムシの生活史。千葉農試研報 26: 87-93. [Fujiie, A. (1985) Seasonal life cycle of *Halyomorpha halys*. Bull. Chiba Exp. Stn. 26: 87-93.]
- 川田 均・北村實彬 (1983) クサギカメムシ *Halyomorpha halys* Uhler 成虫の個体数調査。応動昆 27: 304-306. [Kawada, H. and C. Kitamura (1983) Bionomics of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 27: 304-306.]
- Kondoh, M. (1968) Bioeconomic studies on the colony of an ant species *Formica japonica* Motschulsky. 2. Allometric study of the body weight and the corpulency relating to the body size. Jpn. J. Ecol. 18: 171-179.
- 小滝豊美・畑 公夫・軍司守俊・八木繁美 (1983) 数種食餌によるチャバネアオカメムシ (*Plautia stali* Scott) の飼育。応動昆 27: 63-68. [Kotaki, T., K. Hata, M. Gunji and S. Yagi (1983) Rearing of the brown-winged green bugs, *Plautia stali* Scott (Hemiptera: Pentatomidae) on several diets. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 27: 63-68.]
- 守屋成一 (1995) チャバネアオカメムシの生態, 特に成虫の個体数変動と移動に関する研究。沖縄農試特別研報 5: 8-10. [Moriya, S. (1995) Ecological studies on the brown-winged green stink bug, *Plautia stali* Scott, with special reference to its occurrence and adult movement. Bull. Okinawa Agric. Exp. Stn. Suppl. No. 5: 8-10.]
- 小田道宏・中西善徳・上住 泰 (1982) 果樹を加害するカメムシ類の生態に関する調査 第 4 報 クサギカメムシ越冬成虫の個体数変動と越冬後成虫の発生の推移。奈良農試研報 13: 66-73. [Oda, M., Y. Nakanishi and Y. Uesumi (1982) Ecological studies of stink bugs attacking the fruit trees. 4. Fluctuations in the hibernated population of the brown-marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål) and seasonal prevalence of the adults after hibernation. Bull. Nara Agric. Exp. Stn. 13: 66-73.]
- 小田道宏・杉浦哲也・中西善徳・上住 泰 (1980) 果樹を加害するカメムシ類の生態に関する調査 第 1 報 予察灯での発生消長と野外観察による果樹およびクワでの発生生態。奈良農試研報 11: 53-62. [Oda, M., T. Sugiura, Y. Nakanishi and Y. Uesumi (1980) Ecological studies of stink bugs attacking the fruit trees. 1. Observations of the seasonal prevalence by light trap, and the ecology on the occurrence of fruit trees and mulberry under field observations. Bull. Nara Agric. Exp. Stn. 11: 53-62.]
- 大竹昭郎 (1981) 果樹カメムシ類の餌植物の区分とその呼称。植物防疫 35: 39-41. [Otake, A. (1981) Proposal for terminology of plants associated with the life history of fruit-piercing stink bugs. Prant Protect. 35: 39-41.]
- 志賀正和 (1980) 果樹果実を加害するカメムシ類をめぐる諸問題。植物防疫 34: 303-308. [Shiga, M. (1980) Problems on occurrence of fruit-piercing stink bugs. Prant Protect. 34: 303-308.]
- 志賀正和・守屋成一 (1984) チャバネアオカメムシの餌植物の利

- 用 飼育実験による考察 . 果樹試報 A 11: 107–121. [Shiga, M. and S. Moriya (1984) Utilization of food plants by *Plautia stali* Scott (Hemiptera, Heteroptera, Pentatomidae), an experimental approach. *Bull. Fruit Tree Res. Stn.* A 11: 107–121.]
- 志賀正和・守屋成一 (1989) チャバネアオカメムシ野外個体群における成虫体内諸器官の時間・空間的な変化 . 果樹試報 A 16: 133–168. [Shiga, M. and S. Moriya (1989) Temporal and spatial difference in the conditions of the internal organs of adults of the brown-winged green bug, *Plautia stali* Scott (Heteroptera: Pentatomidae). *Bull. Fruit Tree Res. Stn.* A 16: 133–168.]
- 山田健一 (1980) 果樹を加害するカメムシ類の生態と防除 (2) . 農業および園芸 55(1): 37–40. [Yamada, K. (1980) Ecology and control of fruit-piercing stink bugs (2). *Agriculture and horticulture* 55 (1): 37–40.]
- 山田健一・宮原 実 (1980) 果樹を加害するカメムシ類の生態と防除に関する研究 (第3報) チャバネアオカメムシとツヤアオカメムシの寄主植物について . 福岡園農試報 18: 54–61. [Yamada, K. and M. Miyahara (1980) Studies on the ecology and control some fruit-infesting stink bugs. III. Complete host plant of brown-winged green stink bug and polished green stink bug. *Bull. Fukuoka Hort. Exp. Stn.* 18: 54–61.]
- 柳 武・萩原保身 (1980) クサギカメムシの生態 . 植物防疫 34: 142–148. [Yanagi, T. and Y. Hagihara (1980) Ecology of the brown marmorated stink bug. *Plant Protect.* 34: 142–148.]
- 安永智秀・高井幹夫・山下 泉・川村 満・川澤哲夫 (1993) 日本原色カメムシ図鑑 (友国雅章 監修) . 全国農村教育協会, 東京, pp. 295–298. [Yasunaga, T., M. Takai, I. Yamashita, M. Kawamura and T. Kawasawa (1993) *A Field Guide to Japanese Bugs* (M. Tomokuni ed.). Zenkoku Noson Kyoiku Kyokai, Tokyo, pp. 295–298.]