

(論文)

岩手県におけるクサギカメムシのキリ樹上における発生と空間分布

高橋健太郎・泉 憲裕・作山 健*・吉川 信幸**

Occurrence and spatial pattern of Brown-marmorated stink bug, *Halyomorpha mista* UHLER on paulownia trees in Iwate Prefecture

Kentaro TAKAHASHI・Kenyu IZUMI・Takeshi SAKUYAMA*・Nobuyuki YOSHIKAWA**

要 旨

岩手県のキリ樹上におけるクサギカメムシの発生および空間分布を明らかにするために、岩手県矢巾町の75本のキリを対象に1999年5月14日から11月2日まで、立木別にクサギカメムシの生息個体数を齢別に調査した。クサギカメムシの成虫は6月2日の調査で初めて観察された。6月14日以降は幼虫が観察されはじめた。これらの幼虫はキリ樹上に移動した越冬成虫が産卵を行い、それがふ化したものと考えられた。8月11日以降は新世代と考えられる成虫が観察されはじめた。新世代成虫がキリの樹上で産卵を行った形跡は観察されなかったことから、本調査地においてクサギカメムシは年1化と考えられた。6月2日から7月28日までに観察された越冬個体と考えられる成虫の木あたり生息個体数の度数分布はランダムな傾向を示した。一方、幼虫および新世代成虫の木あたり生息個体数の度数分布は集中的な傾向であった。幼虫の集中的な分布はクサギカメムシの産卵が1箇所あたり28粒程度である生態に主に起因するものと考えられた。

The age-specific population of Brown-marmorated stink bug, *Halyomorpha mista* UHLER on paulownia trees was investigated at Yahaba-cho, Iwate Prefecture from May 14, 1999 to November 2 to examine seasonal occurrence and spatial patterns of *H. mista*. Adult *H. mista* were observed for the first time on June 2. *H. mista* nymphs were first observed on paulownia trees on June 14. They were thought to have hatched from eggs oviposited by overwintered adults that had moved to the paulownia trees. We observed *H. mista* adults on paulownia trees from August 11 again and inferred them to be a new generation. Lack of oviposition by the new generation adults within the year indicated that *H. mista* showed univoltinism in Iwate Prefecture. The frequency-distribution of overwintered adult populations for individual trees appeared to be random from June 2 to July 28. On the other hand, the frequency-distribution of nymphs and new generation adult population per tree showed a clumped distribution. We inferred that clumped distribution of nymphs was attributed to oviposition habits of *H. mista*: they lay approximately 28 eggs as one egg mass.

キーワード：クサギカメムシ，媒介昆虫，キリてんぐ巣病，ファイトプラズマ

目 次

はじめに	4
1 材料と方法	4
1.1 調査地および供試木	4
1.2 調査方法	4
2 結果	5
2.1 キリ樹上におけるクサギカメムシの個体数	5
2.2 空間分布	6
3 考察	7

* 元岩手県林業技術センター，** 岩手大学農学部

本報告は東北森林科学会誌第9巻1号に発表したものを一部改変した。

はじめに

ファイトプラズマを病原体とするキリてんぐ巢病は媒介昆虫により伝播されると考えられるが、岩手県における伝播の実態は明らかでないため、媒介昆虫とする報告のあるクサギカメムシ *Halyomorpha mista* に関する追試を含めて媒介昆虫の探索を行っている(高橋・泉, 2005)。

筆者らは野外で捕獲したクサギカメムシ虫体からのファイトプラズマの検出や伝搬試験を通じて本種の媒介昆虫としての役割を評価しようとしている。しかし、野外で供試虫を捕獲しようにも岩手県におけるクサギカメムシの生活史は不明であった。そこで、岩手県におけるクサギカメムシの生活史の解明を第一の目的とした。キリ樹体から検出されるファイトプラズマの検出率は時期によって変動し(NAKAMURA et al., 1998)、クサギカメムシも幼虫と成虫(無翅と有翅)では移動能力、すなわち伝播できる距離に差があると考えられる。生活史を解明し、キリ樹上において、季節別に何齢のクサギカメムシが存在するかを明らかにすることは、今後、クサギカメムシの媒介昆虫としての評価をする際、重要になると考えられる。

仮に本県においてもクサギカメムシが媒介昆虫であった場合、媒介昆虫の防除がキリてんぐ巢病の感染鎖の遮断の一つの手段になると考えられる。第二の目的としてクサギカメムシの空間分布を明らかにし、防除の際のモニタリングに役立てたいと考えた。本研究では、従来知見の無かった本県におけるクサギカメムシのキリ樹上における発生生態について調査したので、その結果を報告する。

1 材料と方法

1.1 調査地および供試木

調査地は岩手県矢巾町煙山の岩手県林業技術センター構内で、調査地内には75本のキリが4箇所に分かれて植栽されている。便宜上、A、B、CおよびD区として、供試木の本数と樹高を表-1に示した。A区は単木で天然生である。B区は苗畑の一角(約20m×10m)に64本が立木間隔1m程度で植栽されており、隣接木の枝葉が密に重なり合っている。C区は単木でヒノキ林に隣接している。D区はヒノキとアカマツ林に隣接して9本が立木間隔5m程度で植栽されており、隣接木の枝葉はほとんど重なり合わない。B区のキリは1995年に植栽されたものであるが、他の区の植栽年度は不明である。

しかしながら、調査地は1992年に土地造成されていること、および樹高に大きな差はないことから、いずれの区のキリもほぼ同じ樹齢であると推定される。

表-1 調査キリ樹の本数と樹高

	本数	平均樹高±標準偏差(最小, 最大) cm
A区	1	333
B区	64	255±115.4 (57, 611)
C区	1	294
D区	9	288±62.4 (213, 397)
	75	261±109.3 (57, 611)

1.2 調査方法

1999年5月14日から11月2日まで、月に2~3回ずつ計14回、脚立を用いて地上高約4mまでの観察できる範囲全てのキリの葉の表裏、葉柄、枝および樹幹を丁寧に観察し、立木別にクサギカメムシの生息個体数を記録した。確認したクサギカメムシは外部形態から1~5齢幼虫および成虫の別を判定した。また、9月末から11月にかけて調査地内にある建築物の壁面や隙間を観察し、クサギカメムシ成虫が越冬場所に移動するおおまかな時期を把握した。

個体群の空間分布の解析は主に久野(1968)の手法に従い、次のような順序で行った。

最初にランダム分布の基準モデルをポアソン分布とし、分散指数法(久野, 1986)によりランダム分布との比較を行った。木あたり生息個体数の度数分布について標本平均 \bar{x} と標本分散 s^2 から分散指数 $\frac{s^2}{\bar{x}}$ を計算し、次式により統計量 I を求めた。

$$I = (n-1) \frac{s^2}{\bar{x}} \quad (n \text{ は標本の大きさ})$$

統計量 I の値を自由度 $n-1$ 、危険率5%の場合の χ^2 分布の下限值 $(\chi^2(n-1, 1-\frac{\alpha}{2}), \alpha=0.05)$ と上限値

$(\chi^2(n-1, \frac{\alpha}{2}), \alpha=0.05)$ と対比し、 I が下限値より

小であれば一様分布、上限値より大なら集中分布、下限値と上限値の間ならランダム分布に近いと判定した。

次に集中分布に近いと判定された調査回について、集中分布を記述する度数分布モデルとして最も一般性の高いといわれる負の二項分布へのあてはめを行った。負の二項分布は平均値 m と正の指数 k で記述される。 k の推定は伊藤・村井(1977)に従い次のように行った。

最初に標本分散と母集団分散を等しいとみて、次式により k を推定した。

$$\hat{k} = \frac{\bar{x}^2}{s^2 - \bar{x}}$$

この式による k の推定値が $\hat{k} < 1$ の場合は、より精度の高い \hat{k} を得ることのできる次式を試行的に解き、そちらの \hat{k} の値を採用した。

$$n_0 = n \left(1 + \frac{\bar{x}}{k}\right)^k \quad (n_0 \text{ は観察した 0 項の数})$$

負の二項分布への適合度検定は久野 (1986) に従い Anscombe の T 検定法で行った。標本三次積率と負の二項分布の下でのその期待値の差 T とその理論分散 $V(T)$ を次式により求めた。

$$T = \frac{1}{n} \sum_i (x_i - \bar{x})^3 - s^2 \left(\frac{2s^2}{\bar{x}} - 1\right)$$

$$V(T) = \frac{2}{n} k(k+1)p^3(1+p)^2 \{ 2(3+5p) + 3k(1+p) \}$$

(ただし $p = m/k$)

T の 0 からのへだたりが有意でなければ負の二項分布に適合する。へだたりの有意性を調べるために $\frac{T}{\sqrt{V(T)}}$

の値を基準正規分布からの実現値であるという帰無仮説のもと検定した。

なお、分布型の推定はB区とD区を対象に、調査日毎に成虫と幼虫をわけて行った。ただし、5月14日から7月28日までは成虫の観察個体数が少なかったため、この期間中の成虫については全ての区を合わせて解析した。

2 結 果

2.1 キリ樹上におけるクサギカメムシの個体数

クサギカメムシは主に葉の表裏や葉柄で観察された。キリ樹上において観察されたクサギカメムシの個体数の経時的変化を図-1に示す。6月2日の調査で初めてクサギカメムシの成虫が観察された。成虫の個体数は7月28日までの期間は全調査木合わせて0~3頭であったが、8月11日の調査以降急に増加し、10月15日までの期間中で8~44頭であった。1齢幼虫は6月14日に初めて観察された後、7月28日までの期間で観察された。また2齢幼虫は6月22日~8月22日、3齢幼虫は7月6日~9月2日、4齢幼虫は7月14日~9月2日、5齢幼虫は7月28日~10月1日までの期間で観察された。クサギカメムシ成虫は10月15日の調査では観察されたが、11月2日の調査では観察されず、10月中旬を中心として調査地内の建築物の壁面や隙間に多数集合しているのが認められた。

図-2にクサギカメムシが観察されたキリ立木1本あたり観察個体数とクサギカメムシの観察されたキリ

立木本数の経時的変化を示す。クサギカメムシのみられた立木本数は8月まで増加した。8月の調査では75本中30本以上でクサギカメムシが観察された。1本あたり観察個体数は幼虫の観察され始めた6月14日の16.2頭/本を最高に以後徐々に減少する傾向がみられた。

なお、キリの葉は5月初旬から展葉しはじめ、6月初旬には成葉になった。10月中旬以降は落葉や葉の傷みがみられ、11月に入るとほとんど落葉した。

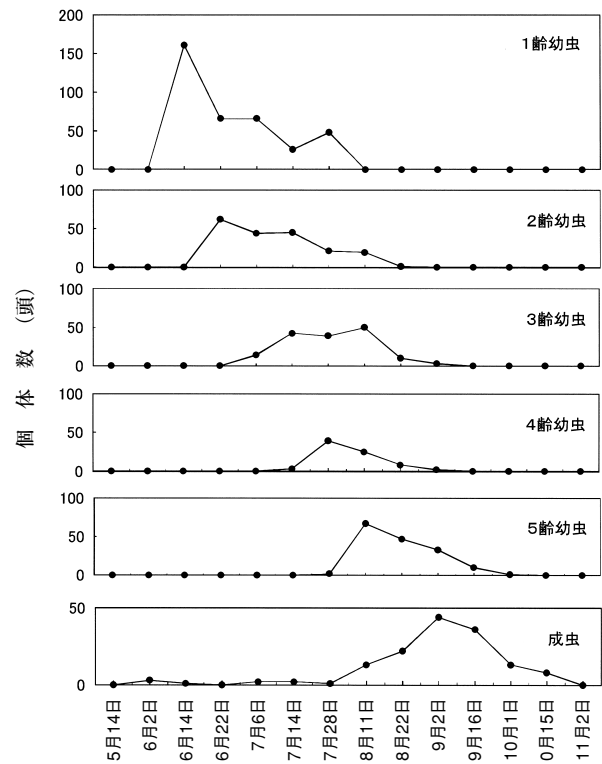


図-1 キリ樹上において観察されたクサギカメムシの個体数の経時的変化

A, B, C, D区全てを合わせた個体数を示した。

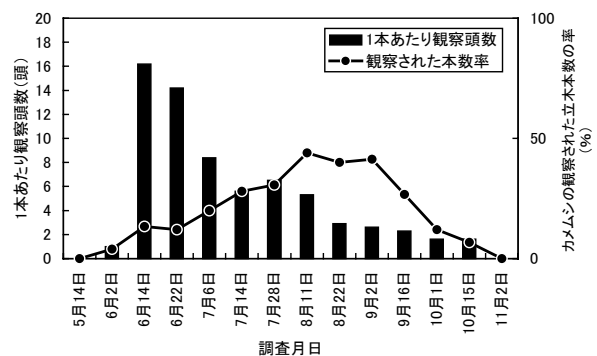


図-2 クサギカメムシが観察されたキリ立木1本あたり観察個体数とクサギカメムシの観察されたキリ立木本数の経時的変化

A, B, C, D区全てを合わせた数を示した。

2.2 空間分布

木あたり生息個体数の度数分布の平均と分散および分布型の判定の結果を表-2に示す。6月2日から7月28日までの期間中に観察された成虫の木あたり生息個体数の度数分布の分散指数はいずれも1.0に近く、分散指数法による分布型の判定でもランダム分布であることが示唆された。幼虫の木あたり生息個体数の度数分布の分散指数はそのほとんどが1.0を大きく超える過大分散を示し、特に調査期間前半の6, 7月はその傾向が強かった。分散指数法による分布型の判定によるとB

区の幼虫は6月14日から9月2日まで、D区の幼虫は6月14日から8月22日までの期間、集中分布であることが示唆された。8月11日以降に観察された成虫の分散指数は全体的に1.0より大きいものの、集中分布であると有意に判定されたものは調査回の半数であった。

集中分布であることが示唆された調査回について、負の2項分布への適合度検定を行い、その結果を表-3に示した。 $\frac{T}{\sqrt{V(T)}}$ の値はいずれも0に近いものが多く、負の2項分布への適合性が棄却されることは無かった。

表-2 木あたり生息個体数の度数分布の平均と分散および分布型の判定

1)		場所	調査日	標本の 大きさ n	標本平均 \bar{x}	標本分散 s^2	分散指数 $\frac{s^2}{\bar{x}}$	分散指数法による分布型の判定 ²⁾	
侵入個体群	成虫	全ての区	6月2日	75	0.040	0.038	0.960	ランダム分布	
			6月14日	75	0.013	0.013	0.987	ランダム分布	
			7月6日	75	0.027	0.026	0.973	ランダム分布	
			7月14日	75	0.027	0.026	0.973	ランダム分布	
			7月28日	75	0.013	0.013	0.987	ランダム分布	
	繁殖個体群	幼虫	B区	6月14日	64	1.422	30.556	21.490	集中分布
				6月22日	64	1.641	24.668	15.036	集中分布
				7月6日	64	1.094	33.679	30.792	集中分布
				7月14日	64	0.875	12.516	14.304	集中分布
				7月28日	64	1.281	18.702	14.597	集中分布
8月11日				64	1.422	9.213	6.479	集中分布	
8月22日				64	0.609	1.301	2.134	集中分布	
9月2日				64	0.313	0.559	1.788	集中分布	
9月16日				64	0.078	0.103	1.322	ランダム分布	
10月1日				64	0.016	0.015	0.984	ランダム分布	
繁殖個体群		幼虫	D区	6月14日	9	5.778	132.444	22.923	集中分布
				6月22日	9	2.556	25.778	10.087	集中分布
				7月6日	9	5.000	121.000	24.200	集中分布
				7月14日	9	5.556	130.528	23.495	集中分布
				7月28日	9	3.000	27.250	9.083	集中分布
	8月11日			9	4.111	21.361	5.196	集中分布	
	8月22日			9	2.000	6.250	3.125	集中分布	
	9月2日			9	0.889	1.361	1.531	ランダム分布	
	9月16日			9	0.556	1.028	1.850	ランダム分布	
	成虫			B区	8月11日	64	0.063	0.121	1.938
		8月22日	64		0.125	0.172	1.375	ランダム分布	
		9月2日	64		0.266	0.383	1.440	集中分布	
		9月16日	64		0.250	0.438	1.750	集中分布	
		10月1日	64		0.078	0.103	1.322	ランダム分布	
	成虫	D区	10月15日	64	0.016	0.015	0.984	ランダム分布	
8月11日			9	0.889	1.861	2.094	ランダム分布		
8月22日			9	1.333	2.500	1.875	ランダム分布		
9月2日			9	2.444	7.528	3.080	集中分布		
9月16日			9	1.778	3.944	2.219	集中分布		
10月1日	9	0.778	2.694	3.464	集中分布				
10月15日	9	0.444	0.528	1.188	ランダム分布				

1) 7月28日までに見られた成虫は、越冬成虫が産卵のためキリに飛来したものと、侵入個体群とする。幼虫、及び8月以降の大部分の成虫は、それら越冬成虫により産卵され成長した次世代と考えられることから繁殖個体群とする。

2) 危険率5%で判定。

表-3 負の二項分布への適合度検定

1)	場所	調査日	0 項の率 (%)	標本 3 次積率	負の 2 項分布のパラメーター \hat{k}	$\frac{T}{\sqrt{V(T)}}$ 2)	
繁殖個体群	幼虫	B 区	6 月 14 日	91	853.24	0.0240	-0.003 n.s.
			6 月 22 日	89	392.47	0.0284	-0.002 n.s.
			7 月 6 日	83	1422.09	0.0657	-0.204 n.s.
			7 月 14 日	73	312.54	0.1700	-0.330 n.s.
			7 月 28 日	75	401.95	0.1154	-0.120 n.s.
			8 月 11 日	63	103.91	0.2452	-0.034 n.s.
			8 月 22 日	67	4.01	0.4968	-0.103 n.s.
			9 月 2 日	80	1.23	0.3734	-0.273 n.s.
	成虫	D 区	6 月 14 日	78	1741.61	0.0536	-0.001 n.s.
			6 月 22 日	78	147.53	0.0691	-0.003 n.s.
			7 月 6 日	78	2146.67	0.0558	-0.001 n.s.
			7 月 14 日	78	1967.01	0.0542	-0.001 n.s.
		B 区	7 月 28 日	44	171.33	0.3651	-0.144 n.s.
			8 月 11 日	33	67.11	0.4909	-0.049 n.s.
8 月 22 日			33	14.00	1.0000	-0.397 n.s.	
8 月 11 日			97	0.23	0.0258	-0.038 n.s.	
D 区	9 月 2 日	81	0.60	0.4382	-0.389 n.s.		
	9 月 16 日	84	0.84	0.2332	-0.260 n.s.		
成虫	D 区	9 月 2 日	11	28.77	1.1754	-0.163 n.s.	
		9 月 16 日	33	4.13	1.4590	-0.607 n.s.	
		10 月 1 日	67	8.05	0.3416	-0.258 n.s.	

1) 7月28日までに見られた成虫は、越冬成虫が産卵のためキリに飛来したものと、侵入個体群とする。幼虫、及び8月以降の大部分の成虫は、それら越冬成虫により産卵され成長した次世代と考えられることから繁殖個体群とする。

2) n.s.: 有意差なし, 5%水準。Anscombe の T 検定による負の二項分布への適合度検定による。

3 考 察

クサギカメムシ成虫は家屋内などで越冬し(小林・木村, 1956), 越冬後は植物に移動する。6月2日に観察された成虫は越冬後の成虫が移動したものと推定される。調査対象外の場所から調査キリ樹に侵入してきたという意味で、久野(1968)に従いこれらの成虫を侵入個体群とした。6月2日から7月28日までに観察された成虫(侵入個体群)の数は調査日毎に0~3頭と少なかった。一方、この期間中多くの1齢幼虫が卵殻上に集合した形で観察された。卵殻がみられるのに成虫がみられないのは成虫は産卵後、そのキリ樹から移出しているためと考えられた。6月14日から観察されはじめた幼虫は産卵された卵がふ化して出現していることから、久野(1968)に従いこれらの幼虫を繁殖個体群とした。幼虫の各齢の出現は明確なピークは持たないものの、基本的には一山型と考えられる。図-1は時間の経過とともにクサギカメムシ幼虫が1齢から、2, 3, 4, 5齢へと成長していった様子を示していると考えられる。5齢の出

現に引き続くように成虫が出現しており、8月11日以降に観察された成虫の大部分はキリ樹上で成長した幼虫が成虫に羽化したものであると考えられるので、これらの成虫は繁殖個体群といえる。これら成虫(繁殖個体群)の出現の後に卵や1齢幼虫は観察されなかったことから、成虫(繁殖個体群)が年内に産卵することはないと考えられる。すなわち、岩手県のクサギカメムシは年1化であると結論された。季節別にキリの葉からファイトプラズマの検出を行うと、6月からファイトプラズマが検出されはじめ(検出率30%), その後徐々に検出率は増加し、9月では80%の試料から検出されたという。また、6, 7月の試料に比べて、8, 9月の試料ではPCR法により増幅される遺伝子の量が多かったという(NAKAMURA et al., 1998)。今後、クサギカメムシのキリてんぐ巣病媒介昆虫としての役割を考える場合、大きく分ければ「7月以前にみられる越冬成虫」、「8月以降にみられる新世代成虫」および「幼虫」としてそれぞれのファイトプラズマの保持率とそれぞれの形態における移動能力を勘案して評価を行っ

ていく必要があるだろう。

クサギカメムシは多くの植物を吸汁する（川沢・川村, 1977）。しかし、その多くは餌としての利用にとどまり、産卵が行われないか、行われても若虫が最後の発育段階に達する前に死滅してしまう不完全寄主植物であり、産卵された次世代が正常な成虫にまで達する寄主植物（complete host plant）の条件を満たす植物は少ない（大竹, 1981）。本研究においてキリはクサギカメムシにとって寄主植物であることが確認された。筆者らはLEACHの4原則を満たす昆虫を探すことにより媒介昆虫を特定しようとしているが（高橋・泉, 2005）、今回の結果からクサギカメムシの成虫ならびに幼虫は原則の2（It must be demonstrated that the insect also regularly visits healthy plants under conditions suitable for the transmission of the disease.）を満たすことが示された。

幼虫はほぼ全期間を通じて集中分布を示しているが、分散指数は調査期間初期で特に高い値をとっている。クサギカメムシの卵は多くの場合、1箇所にも28粒程度がまとめて産卵される（柳・萩原, 1980）。調査期間初期にみられる幼虫の強い集中分布は、産卵の時点で必然的に約28頭が集中していることに起因すると考えられる。分散指数は調査期間後半に向けて徐々に減少し、集中の程度が徐々にゆるくなったことを示しており、負の二項分布のパラメーター k の変化もそれを支持する。分布の集中性がゆるくなっていく原因として、通常は個体の分散（立木間移動）が考えられるが、生息密度の高い立木からの個体の消失（死亡や樹上からの落下など）やランダムな産卵による異なる立木への新しい個体の供給が重なることによっても同様の傾向が得られる可能性がある。幼虫は無翅であり、B区のように枝葉の接する条件であれば立木間移動が行われるであろうが、D区のように枝葉が接していない条件では立木間移動は活発には行われない可能性が高い。それにも関わらずB区とD区で分散指数の変化に著しい差異がみられないことから、集中性がゆるくなっていく過程に幼虫の立木間移動がどの程度関与しているかを別に確かめる必要がある。新世代成虫（繁殖個体群）の示す分散指数は1.0より大きいものが多く、分布には若干の集中性があると考えられる。個体間の誘引性の存在や、幼虫時代の集中的な分布の影響を短期的には受け続けているなどの原因が考えられるが、これらの点を明確にするにあたっては幼虫の場合と同様、移動分

散行動の調査を行い、立木間移動の実態を明らかにする必要がある。ある昆虫がファイトプラズマを保持できることと、感染させることができることは別であり、感染させることのできる能力の軸の一つとして、その昆虫の移動能力があげられる。その点からもクサギカメムシの移動分散行動を明らかにしていくことは今後の課題であろう。

引用文献

- 伊藤嘉昭・村井 実（1977）動物生態学研究法－上巻－. 268pp, 古今書院, 東京.
- 川沢哲夫・川村 満（1977）カメムシ百種. 301pp, 全国農村教育協会, 東京.
- 小林 尚・木村重義（1956）家屋に侵入するカメムシ類の生態ならびに防除に関する研究. 東北農試研報37: 123-138.
- 久野英二（1968）水田における稲ウンカ・ヨコバイ類個体群の動態に関する研究. 九州農業試験場彙報14: 131-246.
- 久野英二（1986）動物の個体群動態研究法。－個体数推定法－. 114pp, 共立出版株式会社, 東京.
- NAKAMURA, H., OHGAKE, S., SAHASHI, N., YOSHIKAWA, N., KUBONO, T. and TAKAHASHI, T. (1998) Seasonal variation of paulownia witches'-broom phytoplasma in paulownia trees and distribution of the disease in the Tohoku district of Japan. J. For. Res. 3: 39-42.
- 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.
- 高橋健太郎・泉 憲裕（2005）岩手県のキリ樹上にみられるカメムシの種類. 岩手林技セ研報13: 31-34.
- 柳 武・萩原保身（1980）クサギカメムシの生態. 植物防疫34: 315-321.