京都府におけるネギアザミウマ (アザミウマ目: アザミウマ科) の 生殖系統の地理的分布と季節的発生推移

徳丸 晋虫^{*}・橋本 典久・檜垣 誠司[†]

京都府農林水産技術センター

Geographic Distribution and Seasonal Composition of Reproductive Types of Onion Thrips, *Thrips tabaci* Lindeman in Kyoto Prefecture. Susumu TOKUMARU,^{*} Norihisa HASHIMOTO and Seiji HIGAKI^{††} Kyoto Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Technology Center; Kameoka, Kyoto 621–0806, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 65: 165–171 (2021)

Abstract: The relative abundance of the reproductive types of *Thrips tabaci* Lindeman was occasionally surveyed by collecting female adults from the foliage of commercially grown Welsh onions, onions, and cabbages at various locations in Kyoto Prefecture between 2016 and 2018. Arrhenotokous females were found at 39 of the 46 surveyed sites and coexisted with thelytokous females at 26 sites, of which the arrhenotokous composition was higher than that of thelytokous at 19 sites. The arrhenotokous type was dominant in Kyoto City and Kumiya Town, and thelytokous females were found to be dominant in the areas north of Fukuchiyama City. In cabbage, only arrhenotokous females were observed. The seasonal composition of *T. tabaci* reproductive types was additionally surveyed in Welsh onion plants grown in greenhouses in Kameoka City, Kyoto Prefecture, between November 2016 and June 2019. Thelytokous females were dominant between November 2016 and March 2017 and arrhenotokous females dominated between April 2017 and March 2018, except for January 2018. After May 2018, the thelytokous type dominated again.

Key words: *Thrips tabaci*; Arrhenotoky; Thelytoky; geographic distribution; Welsh onion

緒 言

ネギアザミウマ *Thrips tabaci* Lindeman (アザミウマ目: アザミウマ科) は、ネギ *Allium fistulosum* L. (ヒガンバナ科)、タマネギ *A. cepa* L. (ヒガンバナ科) (今井ら, 1988)、カキ *Diospyros kaki* Thunb. (カキノキ科) (森下・大植, 2001)、ウンシュウミカン *Citrus unshiu* (Swingle) Macrow. (ミカン科) (土屋, 2001) など広範囲なグループにわたる野菜および果樹類を加害する。近年、京都府内のネギ産地では本種が多発し、成虫および幼虫が、直接葉をかすり状に加害するだけでなく、ネギえそ条斑病の病原ウイルスであるアイリス黄斑ウイルス *Iris yellow spot virus* (IYSV) (ブニヤウイルス科) を媒介 (井上ら, 2010) し、葉にえそ斑点を生じさせて商品価値を低下させ、被害が深刻化している。また、これまで本種による被害がそれほど問題にならなかったキャベツ *Brassica oleracea* L. var. *capitata* (アブラナ科) では本種

が結球内部へ侵入、加害するため、飲食店などの流通先で初めて被害が見つかる事例が発生している。

本種には複数の生殖系統が存在し (Toda and Murai, 2007)、我が国では産雄性単為生殖系統 (以下、雄系統と略記) と産雌性単為生殖系統 (以下、雌系統と略記) の発生が確認されている。両系統は同所的に発生することがあり、圃場ごとに両系統の構成比率は異なり (十川ら, 2013)、両系統の増殖能力 (Li et al., 2014) およびウイルス病の媒介能力 (Chatzivassiliou et al., 2002) は異なると報告されている。また、雄系統では、合成ピレスロイド剤に対する抵抗性を発達させた個体群が国内で多く確認されている (柴尾・田中, 2012; 鹿島ら, 2013; 十川ら, 2013)。また、京都府における本種に対する薬剤殺虫効果は地域間で差が見られている (橋本, 2017)。

京都府における本種の生殖系統の発生実態については調べられておらず、不明な点が多い。また同一地点における

^{*}E-mail: s-tokumaru64@pref.kyoto.lg.jp

[†]現在 京都府南丹農業改良普及センター

^{††}Present address: Kyoto Prefectural Nantan Agriculture Extension Center, Nantan, Kyoto 622–0041, Japan.

2021 年 2 月 11 日受領 (Received 11 February 2021)

2021 年 9 月 22 日登載決定 (Accepted 22 September 2021)

DOI: 10.1303/jjaez.2021.165

生殖系統の季節的発生推移についてもこれまでに報告事例はない。本種の生殖系統の発生状況を把握することは、本種に対する効果的な防除体系を構築するために必要である。そこで、2016年から2018年にかけて京都府内のネギ、キャベツおよびタマネギ栽培ほ場から採集した本種雌成虫の生殖系統を生物検定により調べた。また、2016年から2019年にかけてガラスハウスのネギから採集した本種の生殖系統の季節的発生推移についても調べたので、その結果を報告する。

本文に先立ち、鳥取大学農学部の中 秀司准教授には、統計解析の手法についてご指導を賜った。香川県病害虫防除所の相澤美里博士には、本種の生殖系統の生物検定法および累代飼育法をご指導いただいた。元香川県農業試験場（現在、JA 香川県）の渡邊丈夫氏には、香川県におけるネギアザミウマの発生生態に関する情報を提供していただいた。京都府農林水産技術センターの並河由美氏、同センター生物資源研究センターの伊藤弓佳氏（現在、明治大学農学部）、京都府中丹西農業改良普及センターの大谷 遥氏（現在、京都府農林水産部農産課）には、現地ほ場での本種雌成虫の採集にご協力いただいた。2名の校閲者には貴重なご助言を賜った。ここに記して、心より御礼申し上げる。

材料および方法

1. 地理的分布

2016年から2018年までの4月から10月までの期間中に随時、京都府内各地のネギ、キャベツ、およびタマネギほ場においてネギアザミウマの発生の有無を調べ、発生を認めた場合は、雌成虫を9～19頭、吸引ポンプ（柴田科学製ミニポンプ、型式：MP-2N型）により採集した。採集した雌成虫は、実験室へ持ち帰り、22.5℃長日条件（15時間明期、9時間暗期）の恒温器内で、芽出したソラマメ（柴尾, 2013）を餌にして、一頭飼育法（Sogo et al., 2015; Aizawa et al., 2016）により飼育した。次世代で雄成虫を確認した場合は、生殖系統を雄系統と判別し、雌成虫を確認した場合には、採集時に既に交尾済であった可能性があることから、さらに一頭飼育法により次々世代まで飼育を継続し、次々世代で引き続き雌成虫を確認した場合には、雌系統と判別した。なお、持ち帰ったネギアザミウマ雌成虫は、実体顕微鏡下（Nikon製、型式：SMZ-U）で、工藤・芳賀（1988）、千脇ら（1994）および柴尾（2019）の検索表を参考に種の判別をおこなった。各調査地点および寄主植物において雌系統もしくは雄系統が優占するか否かの判断は、雄系統と雌系統の個体数が同数であった場合（雄系統：雌系統＝1:1）を採集個体数の期待値とし、その期待値と実際に採集された両系統の個体数をカイ二乗検定で比較した。なお、検定にはR 4.0.2（R Development Core

Team, 2021）を用いて、採集個体数が10以上の場合のみおこなった。

2. 季節的発生推移

調査は、2016年11月から2019年6月にかけて京都府亀岡市の京都府農林水産技術センター農林センター内にある小型ガラスハウス（面積約26m²、側面部：1.0mm目合いの防虫ネットを展張、天窗部：防虫ネットなし、妻面：閉鎖）内のワグネルポット（外径25.6cm×内径23.4cm×高さ29.7cm）に植えたネギ（品種：浅黄系九条）において約1か月間隔でおこなった。ワグネルポットにネギ苗をそれぞれ5株定植した。葉長が約40cm程度に生育した時に、地際部から約10cmの高さで切断し、再び新しい葉を伸長させてネギを維持した。ワグネルポットは10個（合計50株）設置した。かん水（水道水）は約1週間に一度おこない、水にはハイポネックス6-10-5（商品名：HYPONeX[®]）500倍液を加用した。1と同様の方法によりネギアザミウマの雌成虫を10～15頭採集し、次世代もしくは次々世代の羽化成虫により生殖系統を判別した。なお、野外日長条件が短日となる9～3月の期間中は、22.5℃短日条件（10時間明期、14時間暗期）の恒温器内で飼育した。調査期間中、化学薬剤の使用はなかった。採集したネギアザミウマ雌成虫の判別は1と同様の方法でおこなった。

結 果

本調査において採集されたアザミウマ雌成虫は、すべてネギアザミウマのみであった。

1. 地理的分布

2016年から2018年までの期間中に、京都府のネギ、キャベツおよびタマネギほ場から採集したネギアザミウマの雌成虫の生殖系統の構成比率とその寄主植物をTable 1に示した。3年間で合計46地点（ネギ36地点、タマネギ7地点、キャベツ3地点）のネギアザミウマの生殖系統について調べた。

46地点のうち39地点で雄系統の発生を確認した（Table 2）。26地点では雄系統と雌系統が同時に発生し、19地点では雄系統の構成比率が雌系統より高くなった（Table 2）。福知山市以北（Code No. 1～4）では雌系統、京都市（Code No. 9～21）および久御山町（Code No. 22）では雄系統が優占した（ χ^2 test, $p < 0.001$ ）。キャベツ（Code No. 13, 14 および 16）では雄系統のみを確認した（ χ^2 test, $p < 0.001$ ）（Fig. 1, Table 1）。

2. 季節的発生推移

2016年11月から2019年6月までの亀岡市の小型ネギガラスハウスにおけるネギアザミウマの生殖系統の季節的発生推移をFig. 2に示した。2016年11月から2017年3月までは雌系統が優占的となった。2017年4月以降は2018年の1月を除いて、2018年の3月までは雄系統が優占的と

Table 1. Reproductive type composition of *Thrips tabaci* in Kyoto Prefecture between 2016 and 2018

Code No. ^a	Locality	Date of collection	Host plant (English name)	No. of female adult (percent composition of each reproductive type)		χ^2 ^b
				Arrhenotoky	Thelytoky	
1	Mineyamacho, Kyototango City	8 Jun., 2016	<i>Allium fistulosum</i> L. (Welsh onion)	0	15 (100.0)	***
2	Tangocho, Kyototango City	9 Oct., 2018		0	13 (100.0)	***
3	Kaya, Yosano Town	8 Jun., 2017		0	15 (100.0)	***
4	Maki, Fukuchiyama City	29 May, 2018		0	13 (100.0)	***
		7 Jun., 2016		0	15 (100.0)	
		12 Jun., 2017		4 (26.7)	11 (73.3)	
		8 Jun., 2018		0	15 (100.0)	
5	Yagicho Nantan City	6 Oct., 2016		16 (94.1)	1 (5.9)	**
12 Jun., 2017	6 (50.0)	6 (50.0)				
6	Honme, Kameoka City	8 Jun., 2016		0	15 (100.0)	***
7	Sogabe, Kameoka City	12 Aug., 2016		14 (73.7)	5 (26.3)	*
8	Amarube, Kameoka City	31 Aug., 2016		13 (100.0)	0	n.s.
28 May, 2018	5 (35.7)	9 (64.3)				
9	Kitasaga, Kyoto City	25 May, 2016	<i>Allium cepa</i> L. (Onion)	12 (85.7)	2 (14.3)	**
10	Nishigamo, Kyoto City	5 Jun., 2017	<i>Allium fistulosum</i> L. (Welsh onion)	12 (85.7)	2 (14.3)	**
25 May, 2016		<i>Allium cepa</i> L. (Onion)	8 (80.0)	2 (20.0)	n.s.	
5 Jun., 2017		<i>Allium fistulosum</i> L. (Welsh onion)	11 (73.3)	4 (26.7)	***	
12		5 Oct., 2017		15 (100.0)	0	
13	Ushigase, Kyoto City	13 May, 2016	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> (Cabbage)	15 (100.0)	0	***
14	Kisshoin, Kyoto City	20 Apr., 2016		9 (100.0)	0	—
15		10 Oct., 2017		14 (100.0)	0	
16	Shimotoba, Kyoto City	20 Apr., 2016		<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> (Cabbage)	9 (100.0)	
17	Takeda, Kyoto City	6 Jun., 2016	<i>Allium fistulosum</i> L. (Welsh onion)	14 (93.3)	1 (6.7)	***
		7 Oct., 2016		14 (100.0)	0	
		5 Jun., 2017		11 (100.0)	0	
		5 Oct., 2017		15 (100.0)	0	
		10 Oct., 2018		14 (93.3)	1 (6.7)	
		13 May, 2016		14 (100.0)	0	***
18	Yokooji, Kyoto City	13 May, 2016		14 (100.0)	0	***
19	Mukaijima, Kyoto City	6 Jun., 2016		14 (100.0)	0	***
10 Oct., 2017	14 (93.3)	1 (6.7)				
20	Yodo, Kyoto City	20 Apr., 2016		<i>Allium cepa</i> L. (Onion)	10 (90.9)	
21		9 May, 2017		13 (92.9)	1 (7.1)	
		10 Feb., 2017	<i>Allium fistulosum</i> L. (Welsh onion)	12 (92.3)	1 (7.7)	***
		8 Mar., 2017		9 (90.0)	1 (10.0)	
		20 Apr., 2017		13 (92.9)	1 (7.1)	
		31 May, 2017		14 (93.3)	1 (6.7)	
22	Bonoike, Kumiya Town	1 Jun., 2017		15 (100.0)	0	***
28 May, 2018	9 (81.8)	2 (18.2)				
23	Iwata, Yawata City	20 Apr., 2016	<i>Allium cepa</i> L. (Onion)	5 (55.6)	4 (44.4)	n.s.
		9 May, 2017		13 (100.0)	0	
		27 Apr., 2018		1 (7.7)	13 (92.3)	
		24	Yamashirocho, Kizugawa City	3 Jun., 2016	<i>Allium fistulosum</i> L. (Welsh onion)	13 (92.9)
		9 Jun., 2017		12 (85.7)	2 (14.3)	
		28 May, 2018		6 (40.0)	9 (60.0)	
		25	Kamocho, Kizugawa City	3 Jun., 2016		4 (26.7)
		28 May, 2018		6 (46.2)	7 (53.8)	

^a See Fig. 1.^b Significant difference between arrhenotoky and thelytoky by χ^2 test (* p <0.05, ** p <0.01, *** p <0.001, n.s.: no significant difference, —: not tested). Only used if there were more than 10 individuals in each locality.

なった。2018年5月以降は、5, 6, 9および10月ならびに2019年3月に雄系統が見られたが、再び雌系統が優占した。なお、2016年の12月、2018年の4, 7および8月、ならびに2019年の6月には本種の発生は見られず、他の調査時の本種成虫の発生密度は株あたり約5~10匹の範囲であった。

考 察

2016年から2018年にかけて京都府のネギ、タマネギおよびキャベツにおいて発生していたネギアザミウマの生殖系統は地域により異なり、府北部の京丹後市、与謝野町および福知山市では雌系統、南部の京都市および久御山町では雄系統が優占した。十川ら(2013)は、四国地域における本種の生殖系統の地理的分布について、地域により異なると報告している。さらに、十川ら(2013)は、両系統は同時に発生することがあり、ほ場ごとに生殖系統の構成比率が異なると述べている。地域やほ場ごとに生殖系統の

構成比率が異なる原因の一つとして、ほ場において使用された殺虫剤の種類および回数と系統間における殺虫剤感受性の違いが考えられる。柴尾・田中(2012)、十川ら(2013)、春山・松本(2013)および土井ら(2014)は、雄系統を含む個体群の殺虫剤感受性は低い傾向を示すと述べている。また、橋本(2017)は、京都府における本種の個体群間の殺虫効果の差の原因の一つとして雄系統の存在が関与していると述べている。本調査地点において使用された殺虫剤の種類および回数については調べておらず今後の課題であるが、各調査地点において発生した系統間の殺虫剤感受性の差異が生殖系統の構成比率に影響を与えた可能性がある。今後は、各個体群の雄および雌系統の殺虫剤感受性について系統別に詳しく調べる必要がある。

また、調査地点の周辺作物が生殖系統の構成比率に影響を与えている可能性も考えられる。同一地点における生殖系統の構成比率は、調査年によって変動した地点と変動しない地点が見られたが、2または3年間の調査で雄系統が9割以上を占めた地点(Code No. 17, 19および21)では、ネギが周年栽培されており、その周辺地域でもネギやキャベツなどの本種の寄主植物が多く栽培されていた。一方で、変動した地点(Code No. 5, 8, 23および24)では、Code No. 23の八幡市を除いて、ネギは周年栽培されておらず、周辺地域ではイネや豆類などのネギアザミウマが寄主としてあまり利用しない作物が多く栽培されていた。本種は、野菜および果樹類など、広範囲な作物を加害することから、調査地点の周辺作物が生殖系統の構成比に影響を与えた可能性がある。今後は、周辺作物における本種の生殖系統について詳細に調べる必要がある。また、採集時期

Table 2. Reproductive type composition of *Thrips tabaci* in Kyoto Prefecture between 2016 and 2018

Reproductive type composition	2016	2017	2018	Total
Only arrhenotoky	7 ^a	6	0	13
Only thelytoky	3	1	3	7
Arrhenotoky and thelytoky				
Percentage of arrhenotoky > thelytoky	8	9	2	19
Percentage of arrhenotoky < thelytoky	1	1	4	6
Percentage of arrhenotoky = thelytoky	0	1	0	1
Total	19	18	9	46

^a No. of fields.

Fig. 1. Survey points between 2016 and 2018 in Kyoto Prefecture. See Table 1 for the numbers used in the figure.

Fig. 2. Reproductive type composition of *Thrips tabaci* from Welsh onion grown in greenhouses in Kyoto Prefecture between 2017 and 2019. Numerals on the bar graph indicate the number of female *Thrips tabaci* adults collected from Welsh onion. ■ : arrhenotoky, □ : thelytoky.

や栽培品種も生殖系統の発生に影響した可能性が考えられ、品種および採集時期による生殖系統の違いについて調べる必要がある。

本種は、成虫および幼虫が葉を直接加害するだけでなく、ネギえそ条斑病の病原ウイルスであるアイリス黄斑ウイルス (IYSV) を媒介する (井上ら, 2010)。Chatzivassiliou et al. (2002) は、IYSV と同じブニヤウイルス科、トスポウイルス属のトマト黄化葉巻ウイルス *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) の本種の生殖系統別の媒介能力を調べ、雄系統が雌系統よりも媒介能力が高いと述べている。京都府病害虫防除所 (2017) は、京都府におけるネギえそ条斑病の地理的分布について調べ、本病の発生地域は京都市以南に集中しており、北部の丹後地域では発生を認めなかったと報告している。本研究により、京都市以南では、雄系統が優占し、丹後地域では雌系統のみが発生していることから、本種雌成虫の IYSV の媒介能力は生殖系統により異なる可能性があり、今後調べる必要がある。

亀岡市の小型ガラスハウスのネギにおける生殖系統の構成比率は時期により異なり、2018 年以降は雌系統が優占した。本調査をおこなった小型ガラスハウス内には、ネギ以外の作物はなく、ハウス側面部は 1.0mm 目合いの防虫ネットが展張されていたものの、ハウス外から野外個体群が侵入した可能性が考えられる。地理的分布調査の Code No. 8 のネギほ場は、本小型ガラスハウスから半径 100m 以内の距離にあり、2018 年 5 月の調査では雌系統が 64.3% (Table 1, Fig. 1) を占めており、同時期の小型ガラスハウスにおける雌系統 (64.3%) と同じ割合であった。したがって、小型ガラスハウス外個体の侵入が、両系統の構成比率に影響を与えたと考えられる。また、ハウス内の系統間においては、生殖干渉が働いた可能性も考えられる。Li et al. (2015) は、雄系統の雄成虫は両系統の雌成虫に対して交尾をおこなうが系統間の選好性はないと述べている。そのため、両系統が同所的に生息する場合には、雄

系統の雌成虫の交尾機会は減少し、未交尾の雄系統の雌成虫は雄を産出することから、結果的に雄系統の増殖を低下させる原因になると考えられている (Li et al., 2015)。また、相澤 (2018) も本種の系統間における交尾行動の有無について調べ、両系統が同所的に生息する場合には、Li et al. (2015) と同様の理由により両系統の構成比率に影響を与える可能性があるとして述べている。今後は、生殖干渉の可能性について室内実験で詳細に調べる必要がある。2017 年の 4 月から 2018 年の 3 月まで雄系統が優占になった原因については、小型ガラスハウス外からの侵入個体に雄系統が多かったことが考えられるが、詳細は不明である。また、小型ガラスハウス内では殺虫剤の使用はなかった。したがって、両系統間の薬剤殺虫効果の差異が、構成比率の変化に影響を与えた可能性はないと考えられる。一方で、本研究の地理的分布調査において、雄系統が優占になった地点 (Code No. 17, 19 および 21) では、殺虫剤の使用頻度が高いことが原因で、雌系統が淘汰され、その結果、生殖干渉が起きにくくなり、雄系統が優占した可能性が考えられる。なお、調査期間中に一時的に本種の発生が見られなくなった原因は不明であるが、6 月から 8 月までは、ハウス内の異常高温が影響した可能性が考えられる。

キャベツでは、雄系統のみ発生していた。これは寄主植物により発生する生殖系統が異なる可能性を示している。Li et al. (2014) は、本種がタマネギとキャベツを寄主に用いた場合の増殖能力について調べ、タマネギでは雄系統、キャベツでは雌系統の増殖能力がそれぞれ高いと述べている。この結果は、本研究ではタマネギでは概ね同様の結果となり、キャベツでは逆の結果となった。本研究のキャベツでは、雄系統のみ発生していた原因としては、キャベツにおける両系統の殺虫剤感受性の違い、すなわちキャベツの雄系統の殺虫剤感受性が雌系統に比べると低い可能性が考えられる。今後は、キャベツの両系統個体群の殺虫剤感受性について調べる必要がある。また、本種のネギを含め

た他の寄主植物における寄主適合性および寄主植物選好性について系統別に調べる必要もある。

本研究により、京都府における本種の生殖系統の地理的分布は明らかになり、発生する生殖系統は地域により異なった。本種雄系統に対する薬剤殺虫効果は、雌系統より低い傾向がある(柴尾・田中, 2012; 十川ら, 2013; 春山・松本, 2013; 土井ら, 2014) ことから、今後は、地域別に防除対策を構築する必要がある。また、本種に対しては、赤色系防虫ネットの防除効果が確認されている(上山ら, 2013; 徳丸・伊藤, 2018)。今後は、赤色防虫ネットと有効な薬剤を組み合わせた防除体系を確立する必要もある。

摘 要

ネギアザミウマの京都府における生殖系統の発生実態を把握するために、2016年から2018年までの期間中に京都府内各地のネギ、タマネギおよびキャベツを加害している生殖系統の構成比率を調べた。その結果、46地点のうち39地点で雄系統の発生を確認した。26地点では雄系統と雌系統が同時に発生し、19地点では雄系統の構成比率が雌系統よりも高くなった。福知山市以北の地域では雌系統、京都市および久御山町では雄系統がそれぞれ優占した。キャベツでは雄系統のみを確認した。また、2016年11月から2019年6月にかけて、亀岡市の小型ガラスハウスのネギにおいて生殖系統の構成比率を定期的に調べた。その結果、2016年11月から2017年3月までは雌系統が優占的となった。2017年4月以降は2018年の1月を除いて、2018年の3月までは雄系統が優占的となったが、2018年5月以降は、再び雌系統が優占した。

引 用 文 献

- 相澤美里 (2018) ネギアザミウマの異なる生殖系統における合成ピレスロイド剤抵抗性機構と広域的・局所的分布に関する分子生態学的研究。香川農試研報 69: 1–30. [Aizawa, M. (2018) Molecular ecological analyses of pyrethroid resistance and distribution of two distinct reproductive types in *Thrips tabaci*. *Bull. Kagawa Agric. Exp. Sta.* 69: 1–30.]
- Aizawa, M., T. Watanabe, A. Kumano, T. Miyatake and S. Sonoda (2016) Cypermethrin resistance and reproductive types in onion thrips, *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae). *J. Pestic. Sci.* 41: 167–170.
- Chatzivassiliou, E. K., D. Peters and N. I. Katis (2002) The efficiency by which *Thrips tabaci* populations transmit Tomato spotted wilt virus depends on their host preference and reproductive strategy. *Phytopathology* 92: 603–609.
- 千脇健司・佐野敏広・近藤 章・田中福三郎 (1994) 粘着トラップに誘殺されたアザミウマ類の簡易同定法。植物防疫 48: 521–523. [Chiwaki, K., T. Sano, A. Kondo and F. Tanaka (1994) Simplified method for identifying thrips captured on a sticky trap. *Plant Prot.* 48: 521–523.]
- 土井 誠・土田祐大・片井祐介・多々良明夫 (2014) 静岡県西部地域の露地ネギに発生するネギアザミウマの薬剤殺虫効果。関西病虫研報 56: 111–113. [Doi, M., Y. Tsuchida, Y. Katai and A. Tatara (2014) Toxicity of insecticides to onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman on allium in western region Shizuoka prefecture. *Ann. Rept. Kansai Pl. Prot.* 56: 111–113.]
- 春山直人・松本華苗 (2013) 栃木県の園芸作物に発生したアザミウマ類6種に対する各種薬剤の殺虫効果。関東病虫研報 60: 121–124. [Haruyama, N. and K. Matsumoto (2013) Effect of insecticide on six species of thrips occurring on horticultural crops in Tochigi Prefecture. *Ann. Rept. Kanto Pl. Prot. Soc.* 60: 121–124.]
- 橋本典久 (2017) 京都府内のネギから採集したネギアザミウマに対する各種殺虫剤の殺虫効果。関西病虫研報 59: 89–91. [Hashimoto, N. (2017) Toxicity of some insecticides to onion thrips (*Thrips tabaci* Lindeman) on Welsh onions in Kyoto Prefecture. *Ann. Rept. Kansai Pl. Prot.* 59: 89–91.]
- 今井國貴・小野木静夫・富岡 暢 (1988) ネギアザミウマ。農作物のアザミウマ(梅谷献二・工藤 巖・宮崎昌久 編)。全国農村教育協会、東京、pp. 283–292. [Imai, K., S. Onogi and T. Tomioka (1988) *Thrips tabaci*. In *Pest Thrips in Japan* (K. Umeya, I. Kudo and M. Miyazaki, eds.). Zenkoku Nohson Kyoiku Kyokai Publishing, Tokyo, pp. 283–292.]
- 井上登志郎・村井 保・夏秋知英 (2010) インパチエンスー葉法によるアイリスイエロースポットウイルス (IYSV) のネギアザミウマ媒介虫検定法。植物防疫 64: 453–458. [Inoue, T., T. Murai and T. Natsuaki (2010) Detection of Iris yellow spot virus (IYSV) transmission by thrips using a whole leaf of impatiens. *Plant Prot.* 64: 453–458.]
- 鹿島哲郎・草野尚雄・小西博郷・星野真西・富田恭範 (2013) ネギアザミウマの薬剤感受性およびハウス栽培ニラにおけるネギアザミウマに対する防虫ネットの防除効果。茨城農業園芸研報 20: 35–42. [Kashima, T., H. Kusano, H. Konishi, M. Hoshino and Y. Tomita (2013) Insecticide susceptibility of onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman, and control effect of insect-proof nets on *T. tabaci* on the leek cultivated in greenhouse. *Bull. Hort. Inst. Ibaraki Agric. Ctr.* 20: 35–42.]
- 工藤 巖・芳賀和夫 (1988) 農作物を加害する主な種類の検索表。農作物のアザミウマ(梅谷献二・工藤 巖・宮崎昌久 編)。全国農村教育協会、東京、pp. 98–107. [Kudo, I. and K. Haga (1988) Search table for the main species of thrips that attack crops. In *Pest Thrips in Japan* (K. Umeya, I. Kudo and M. Miyazaki, eds.). Zenkoku Nohson Kyoiku Kyokai Publishing, Tokyo, pp. 98–107.]
- 京都府病害虫防除所 (2017) 防除所ニュース平成 29 年第 3 号。5 pp. https://www.pref.kyoto.jp/byogai/documents/news3go_iysv_negiazamiuma.pdf [Kyoto Prefectural Plant Protection Office (2017) Plant Protection Office News. No. 3. Kyoto Pref. 5 pp. https://www.pref.kyoto.jp/byogai/documents/news3go_iysv_negiazamiuma.pdf]
- Li, X.-W., J. Fail, P. Wang, J.-N. Feng and A. M. Shelton (2014) Performance of arrhenotokous and thelytokous *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) on onion and cabbage and its implications on evolution and pest management. *J. Econ. Entomol.* 107:

- 1526–1534.
- Li, X.-W., P. Wang, J. Fail and A. M. Shelton (2015) Detection of gene flow from sexual to asexual lineages in *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae). *PLOS ONE* 10: e0138353.
- 森下正彦・大植晴之 (2001) ネギアザミウマによるカキ果実の被害と薬剤防除. 関西病虫研報 43: 43–44. [Morishita, M. and H. Oue (2001) Damage of persimmon fruit by onion thrips, *Thrips tabaci* (Lindeman) (Thysanoptera: Thripidae), and its chemical control. *Ann. Rept. Kansai Pl. Prot.* 43: 43–44.]
- R Development Core Team (2021) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <http://www.R-project.org>
- 柴尾 学 (2013) 植物防疫基礎講座：殺虫剤感受性検定マニュアル (4) アザミウマ類. 植物防疫 67: 248–251. [Shibao, M. (2013) Methods for testing the effects of pesticides on thrips. *Plant Prot.* 67: 248–251.]
- 柴尾 学 (2019) 植物防疫講座 虫害編 (20) 野菜のアザミウマ類の発生生態と防除. 植物防疫 73: 588–593. [Shibao, M. (2019) Ecology and control of thrips on vegetables in Japan. *Plant Prot.* 73: 588–593.]
- 柴尾 学・田中 寛 (2012) 大阪におけるネギアザミウマ産雄単為生殖系統の薬剤殺虫効果. 関西病虫研報 54: 185–186. [Shibao, M. and H. Tanaka (2012) Toxicity of insecticides on arrhenotokous strain of onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman collected in Osaka Prefecture. *Ann. Rept. Kansai Pl. Prot.* 54: 185–186.]
- 十川和士・渡邊丈夫・伊藤政雄・武智和彦・三浦一芸 (2013) 四国におけるネギアザミウマ生殖系統の分布とその薬剤感受性. 植物防疫 67: 666–671. [Sogo, K., T. Watanabe, M. Ito, K. Takechi and K. Miura (2013) Distribution and insecticide sensitivity of reproductive types of onion thrips (*Thrips tabaci* Lindeman) living in Shikoku. *Plant Prot.* 67: 666–671.]
- Sogo, K., K. Miura, M. Aizawa, T. Watanabe and R. Stouthamer (2015) Genetic structure in relation to reproduction mode in *Thrips tabaci* (Insecta: Thysanoptera). *Appl. Entomol. Zool.* 50: 73–77.
- Toda, S. and T. Murai (2007) Phylogenetic analysis based on mitochondrial COI gene sequences in *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) in relation to reproductive forms and geographic distribution. *Appl. Entomol. Zool.* 42: 309–316.
- 徳丸 晋・伊藤 俊 (2018) 新型赤色系防虫ネットの各種微小害虫に対する防除効果. 植物防疫 72: 88–91. [Tokumaru, S. and S. Ito (2018) Control effect of new type red color nets on small pest. *Plant Prot.* 72: 88–91.]
- 土屋雅利 (2001) 静岡県におけるネギアザミウマによるハウスマカン果実被害の発生. 関東病虫研報 48: 153–155. [Tsuchiya, M. (2001) Occurrence of blemished fruits caused by *Thrips tabaci* on greenhouse satsuma mandarins in Shizuoka Prefecture. *Ann. Rept. Kanto Pl. Prot. Soc.* 48: 153–155.]
- 上山 博・灰方正穂・片岡光信・天野 久 (2013) 赤色ネットの被覆による葉ネギのネギアザミウマの防除. 関西病虫研報 55: 123–124. [Ueyama, H., M. Haikata, M. Kataoka and H. Amano (2013) Control of onion thrips on Welsh onion by covering with a red net. *Ann. Rept. Kansai Pl. Prot.* 55: 123–124.]