

チャトゲコナジラミの侵入初期のモニタリングにおける黄色粘着トラップの有効性

誌名	日本応用動物昆虫学会誌
ISSN	00214914
著者名	上杉,龍士 佐藤,安志
発行元	
巻/号	57巻1号
掲載ページ	p. 35-41
発行年月	2013年2月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



チャトゲコナジラミの侵入初期のモニタリングにおける 黄色粘着トラップの有効性

上杉 龍士*・佐藤 安志

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構野菜茶業研究所

Counting Adults on a Yellow Sticky Trap Is Useful for Monitoring the Tea Spiny Whitefly, *Aleurocanthus camelliae* (Hemiptera: Aleyrodidae), at the Early Invasion Stage. Ryuji UESUGI* and Yasushi SATO National Institute of Vegetable and Tea Science; 2769 Kanaya-Shishidoi, Shimada, Shizuoka 428-8501, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 57: 35-41 (2013)

Abstract: The invasive tea spiny whitefly, *Aleurocanthus camelliae* Kanmiya and Kasai, is now spreading throughout tea plantations in Japan. Monitoring in pre-invasion areas is necessary for systematic control this species at the early invasion stage. In this study, two monitoring methods were examined at tea plantations near the time of first invasion in Shizuoka Prefecture, Japan. The first method was to detect adults captured on a yellow sticky trap, and the second was to detect nymphs by sampling tea leaves. A positive correlation was observed between the number of adults on a trap (relative density) and estimated nymph density. In many locations where nymphs were not detected, adults were captured by the traps. Additionally, more individuals were detected by the traps than by searching tea leaves. This study shows that counting adults on a yellow sticky trap is an efficient method for detecting this species at a low density and is therefore useful for monitoring at the early invasion stage.

Key words: *Aleurocanthus spiniferus*; *Aleurocanthus camelliae*; *Camellia sinensis*; invasive pest; yellow sticky trap

緒 言

チャトゲコナジラミ *Aleurocanthus camelliae* Kanmiya and Kasai (カメムシ目: コナジラミ科) は, 中国 (Xuefen et al., 1997; Han and Cui, 2003), 台湾 (Hsiao and Shiau, 2004) および日本など東アジア諸国におけるチャ *Camellia sinensis* (L.) Kuntze の重要な害虫である。チャに寄生すると, すず病による茶品質の低下 (山下・林田, 2006) のみならず, 農作業中の人の周辺に飛び回る成虫が不快感を生じさせ, 作業効率が大幅に低下するなどの被害を与える。本種は日本において侵入害虫であり, 2004 年 8 月京都府宇治市において初めてチャで確認された (京都府病害虫防除所, 2005)。その後は, 滋賀県, 奈良県, 三重県など周辺地域へと被害を広げるとともに, 島根県, 福岡県, 埼玉県, 大分県, 静岡県などの遠隔地域においてもチャへの寄生が相次いで確認され始めるなど, その分布は拡大の一途をたどっている。一方, 2012 年現在では, 主要な茶産地である鹿児島県 (本土), 宮崎県および佐賀県では本種が確認されておらず, また既に本種の侵入が確認された県においても未侵入

の茶産地が存在しており, こうした茶産地では本種の侵入が危惧されている。

今までに発生が確認された茶産地では, すず病の被害が出るほどの甚発生になって初めて本種の侵入が確認されることが多い。この発生段階では, 本種はすでに広範囲に分布を広げており, 被害抑止のためには枝葉の除去や殺虫剤の高頻度散布など強力な防除手段を地域全体で行う必要がある。しかし, 侵入早期に本種を発見できれば, 防除効果の高い冬期のマシン油散布 (山下・吉安, 2010) や天敵のシルバストリコバチに対して影響の少ない化学合成殺虫剤 (福山ら, 2011) を用いた防除体系を採用することにより, 計画的に被害を出さないための抑圧管理へと移行させることも可能である。したがって, 特に本種の未侵入地域においては, 本種の侵入後の早期発見が可能となる手法の開発と継続的なモニタリング調査が重要である。

微小昆虫の発生状況のモニタリングの手法としては, 吸引トラップ (Johnson, 1950; 岡田・工藤, 1982) や黄色粘着トラップ (Berlinger, 1980; Parrella and Jones, 1985; Gillespie and Quiring, 1987; Yano, 1987) による成虫の捕獲調査が良

* E-mail: consbiol@yahoo.co.jp
2012 年 7 月 10 日受領 (Received 10 July 2012)
2012 年 11 月 19 日登載決定 (Accepted 19 November 2012)
DOI: 10.1303/jjaez.2013.35

く用いられる。一般に侵入早期のモニタリングを行うためには多数のトラップを広域に設置する必要があるが、黄色粘着トラップは、電源や特別な機器を必要とせず取り扱いも簡便であることから、侵入早期のモニタリングに適していると考えられる。また、コナジラミ類の成虫は一般的に黄色に対する誘引性が強いので (Lloyd, 1921; Macdowall, 1972)、黄色粘着トラップはチャトゲコナジラミの侵入初期における低密度状況下で、効率よく存在を確認できる可能性がある。

本研究では、黄色粘着トラップによる成虫捕獲がチャトゲコナジラミの侵入初期におけるモニタリングに適した手法であるかどうかを検討するため、本種の侵入直後の静岡県菊川市の茶園周辺に複数の調査地点を設け、黄色粘着トラップによる成虫調査とチャ葉の抜き取りによる幼虫調査を行い、侵入初期の低密度条件下における両手法の本種発見効率の比較を行った。

なお、本研究は、農林水産省の新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業研究課題 21002「チャの新害虫ミカントゲコナジラミの発生密度に対応した戦略的防除技術体系の確立」により推進されたものである。

材料および方法

調査地域は、2010年10月にチャトゲコナジラミの発生が静岡県下で初めて確認 (静岡県病害虫防除所, 2010) された静岡県菊川市の茶園 (Table 1: 調査地点 ID 0) およびその地点から直線距離にして最大 4.524km までの範囲である (Fig. 1)。この地域に複数の調査地点を設け、黄色粘着トラップによる成虫調査とチャ葉の抜き取りによる幼虫調査を 2011 年に 4 回にわけて行った。チャトゲコナジラミは年 3, 4 世代発生する (竹若・村井, 2008; 山下・吉安,

2010) が、2011 年の静岡県での成虫発生ピークは 4 回であり (小澤, 私信)、本研究でのトラップ設置期間は、それぞれの成虫発生ピークが含まれるように設定した。なお、調査地点の ID および初発生地からの距離などについての詳細を Table 1 に示した。

黄色粘着トラップは、Bug-Scan® IVOG®-System (Biobest N.V. Biological Systems, Belgium) を用いた。本トラップは、両面 10cm×10cm の範囲に粘着物質が塗布されている黄色のプラスチックカードである。トラップの設置は、緑色コーティングされた長さ 1.5m の金属棒 (園芸用支柱) の 2 箇所に、針金でダブルクリップを固定したものを用意し、クリップで本トラップの上下を挟むようにして固定することで行った (Fig. 2)。またトラップは、本種の捕獲効率が最も高いとされる底辺が茶樹の摘採面に接する位置 (山下, 2005) に設置した (Fig. 2)。このトラップを各調査地点の茶園の外縁部に 2 つずつ設置し、1 週間ごとに交換して、実体顕微鏡下で黄色粘着トラップに捕獲されたチャトゲコナジラミの成虫を数えた。設置期間は各調査回につき 3 週間ずつであり、第 1 回調査 (越冬世代) は 2011 年 5 月 2 日から 5 月 23 日、第 2 回調査 (第 1 世代) は 7 月 8 日から 7 月 29 日、第 3 回調査 (第 2 世代) は 8 月 26 日から 9 月 16 日、第 4 回調査 (第 3 世代) は 10 月 13 日から 12 月 3 日である。

幼虫の調査では、黄色粘着トラップを設置した近辺からチャ葉を採取し、葉裏に付着する幼虫を数えた。チャ葉の採取日は、2011 年 5 月 9 日、7 月 12 日、9 月 17 日、11 月 4 日の 4 回である。各調査地点について茶園外縁部から 1 畝につき 20 枚、合計 100 枚のチャ葉を抜き取った。採取したチャ葉は、シュートの先端より数えて 4~6 枚目の葉で、濃緑色で艶のある成葉を選んだ。この葉位の葉は前世代の

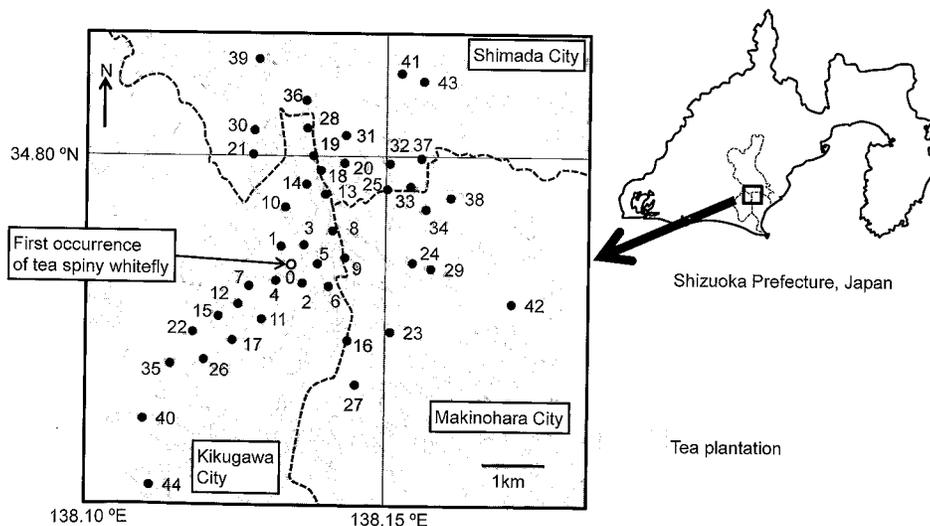


Fig. 1. Locations investigated for population densities of *Aleurocanthus camelliae* in this study. Numbers of each location are identical with IDs of Table 1.

Table 1. Locations and numbers of adults and nymphs of *Aleurocanthus camelliae*

ID ^a	Distance from location ID 0 (km)	No. of adults on traps ^b				No. of 4th nymphs per leaf ^b			
		1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th
0	0.000	82293	3138	21178	66641	4.8	6.22	8.04	3.04
1	0.352	1124	2300	11305	9502	0	0.35	1.14	2.34
2	0.383	9	214	689	1815	0	0.01	0	0.02
3	0.389	1405	809	4392	13332	0	0.34	0.42	0.8
4	0.393	2	293	445	764	0	0.06	0.03	0.07
5	0.445	254	142	1638	5577	0	0.01	0.13	0.15
6	0.744	0	4	27	117	0	0	0	0
7	0.821	2	437	1474	5033	0	0	0	0.04
8	0.901	141	141	2481	2033	0	0.01	0.1	0.37
9	0.917	217	440	2478	2663	0	0.01	0.08	0
10	0.984	98	844	1804	4806	0	0	0.02	0
11	1.077	3	76	151	1871	0	0	0	0.02
12	1.144	8	469	—	—	0	0	—	—
13	1.330	34	201	1427	152	0	0.01	0.06	0.01
14	1.395	83	396	1135	2696	0	0.08	0.07	0.36
15	1.538	0	37	441	3476	0	0	0	0.09
16	1.631	—	0	49	3	—	0	0	0
17	1.651	0	45	616	1481	0	0	0	0.11
18	1.685	0	0	—	—	0	0	—	—
19	1.898	3	14	212	143	0	0	0.01	0
20	1.957	—	14	1158	354	—	0	0.02	0
21	1.999	—	8	128	487	—	0	0	0
22	2.050	2	18	178	3412	0	0	0	0
23	2.056	—	0	2	2	—	0	0	0
24	2.064	—	19	—	—	—	0	—	—
25	2.078	—	75	295	259	—	0	0	0.01
26	2.222	1	16	—	—	0	0	—	—
27	2.349	—	—	13	8	—	—	0	0
28	2.354	0	0	8	37	0	0	0	0
29	2.384	—	11	136	213	—	0	0	0
30	2.391	—	20	69	381	—	0	0	0
31	2.400	—	0	19	41	—	0	0	0
32	2.404	—	65	258	992	—	0	0	0
33	2.425	—	59	—	—	—	0	—	—
34	2.478	—	84	602	2479	—	0	0	0.06
35	2.691	0	12	829	456	0	0	0	0
36	2.827	0	1	22	28	0	0	0	—
37	2.860	—	14	91	117	—	0	0	0
38	2.947	—	163	887	407	—	0	0	0
39	3.572	—	—	10	23	—	—	0	—
40	3.683	—	—	3	1	—	—	0	—
41	3.777	—	—	35	31	—	—	0	—
42	3.826	—	—	1	18	—	—	0	—
43	3.861	—	—	12	27	—	—	0	—
44	4.524	—	—	0	3	—	—	0	—

^a First occurrence of *A. camelliae* was in site of ID 0.

^b 1st, 2nd, 3rd, and 4th means first investigation (overwintered generation), second investigation (first generation), third investigation (second generation), and fourth investigation (third generation), respectively, in 2011. Hyphen means no data.

幼虫の脱皮殻が残っているほど古いものではなく、ほぼ当世代の幼虫のみが存在すると考えられる。採取したチャ葉は、実験室に持ち帰り、実体顕微鏡下で葉裏に付着する終齢(4齢)幼虫を数えた。なお、葉裏の終齢幼虫には羽化した後や寄生蜂が脱出した後の殻だけになっているものも存在していたが、これらは当世代の幼虫が残したものであると考え、幼虫数に含めた。一方、周縁部のロウ物質がな

くなっていたり、殻が潰れていたりするなど前世代の幼虫のものと思われる古い殻は、データから除外した。

本種の相対密度である黄色粘着トラップによる捕獲成虫数が、絶対密度であるチャ葉の抜き取りによって推定された幼虫密度を反映するか否かを調べるために、両者の対数間の相関関係を解析した。また、調査回ごとの両者の相関性の傾向を明らかにするために、回帰直線の平行性および

垂直方向へのずれの有意性を調べた。なお、上記の回帰分析は全て SMATR (Warton et al, 2006) を用いて行った。

結 果

黄色粘着トラップによって成虫の存在が確認できた調査地点は、第1回調査では24中17箇所、第2回調査で38中33箇所、第3回調査で39中38箇所、第4回調査で33中33箇所であった (Table 1)。一方で、チャ葉の抜き取り

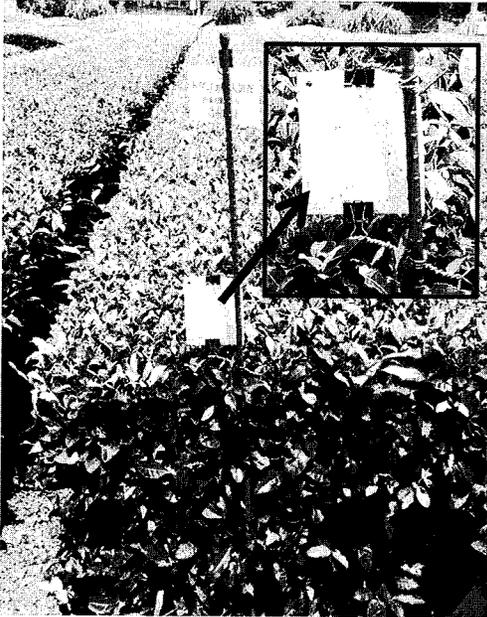


Fig. 2. A yellow sticky trap set in a tea plantation.

によって幼虫の存在が確認できた調査地点は、トラップ調査よりもずっと少なく、第1回調査では24中初発生地点のみの1箇所、第2回調査では38中11箇所、第3回調査では39中12箇所、第4回調査では33中15箇所であった。特に本調査期間中における本種の分布拡大の前線にあたる、初発生地から1.5km以上離れた調査地点のほとんどで、幼虫を発見できなかった。

黄色粘着トラップによる捕獲成虫数とチャ葉の抜き取りにより推定された幼虫密度との相関関係を Fig. 3 に示した。幼虫が1匹以上見つかった調査地点においては、成虫数と幼虫密度の対数値の間に有意な正の相関関係 ($p < 0.001$) が認められた (Fig. 3 (b), (c), (d))。

幼虫密度が0.01 個体/葉である場合に推定される黄色粘着トラップでの捕獲成虫数は、Fig. 3 の回帰直線と $y=0.01$ との交点として算出が可能であり、その値は、第2回調査では143 (95% 信頼区間: 49–418) 個体、第3回調査で357 (126–1010) 個体、第4回調査で225 (39–1279) 個体であった。

採取したチャ葉100枚に幼虫が発見されなかった調査地点の中には、トラップによる捕獲成虫数において、上記の幼虫密度である0.01 個体/葉 (チャ葉100枚の調査で幼虫が1匹発見される密度) で推定される95% 信頼区間を超えるものが存在したが、これは第2回調査で28中3調査地点 (調査地点 ID 7, 10, 12)、第3回調査で28中1調査地点 (調査地点 ID 7)、第4回調査で17中2調査地点 (調査地点 ID 9, 22) と多くはなかった。したがって、幼虫が発見されなかった調査地点を考慮に入れても、捕獲成虫数

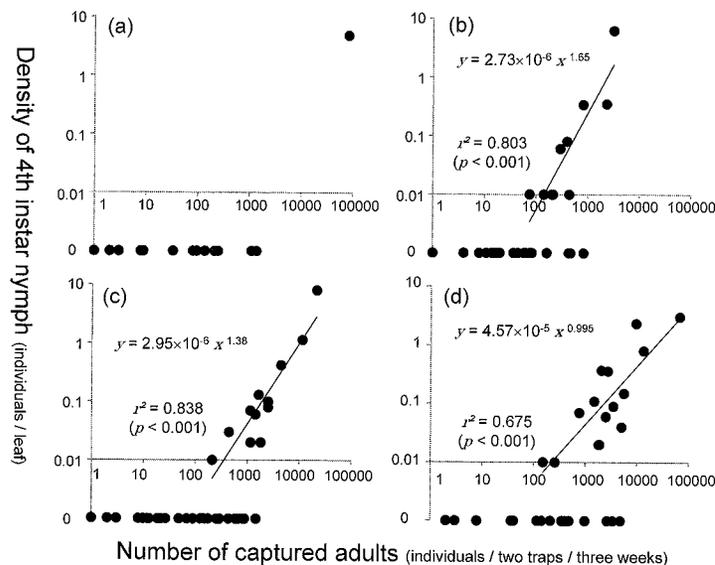


Fig. 3. Correlations between the number of adults captured on two yellow sticky traps and the density of fourth instar *Aleurocanthus camelliae* nymphs at locations around the first detected site in Shizuoka Prefecture, Japan. The regression lines were constructed by the data points that had ≥ 0.01 fourth instar nymphs. (a) First investigation (overwintered generation), (b) second investigation (first generation), (c) third investigation (second generation), and (d) fourth investigation (third generation) in 2011.

と幼虫密度の正の相関性は大きく揺らぐことはないと考えられる。

捕獲成虫数と幼虫密度の対数値の回帰直線の傾きは、世代を経るにしたがって小さくなる傾向があったが (Fig. 1), 有意性は認められなかった ($p > 0.05$, 平行性の検定). また, 回帰直線の垂直方向へのずれの有意性を多重比較した結果, (c) と (d) の回帰直線間には有意なずれは認められなかったが ($p > 0.05$, Bonferoni 法), (b) と (c) および (b) と (d) の回帰直線間には有意なずれが認められた (それぞれ $p < 0.001$, $p < 0.001$, Bonferoni 法).

考 察

調査を行ったチャトゲコナジラミの侵入周辺地域では, 目視による成虫の発見が困難な低密度発生茶園を含む多くの調査地点において, 黄色粘着トラップにより本種を確認することができた. また黄色粘着トラップによって捕獲された成虫個体数は, 幼虫密度が 0.01 個体/葉の時に 143 ~ 357 個体と推計され, チャ葉抜き取りによる幼虫調査よりも黄色粘着トラップによる成虫捕獲調査の方が, 本種の発見効率が極めて高いことが示唆された. したがって, 黄色粘着トラップによるチャトゲコナジラミの成虫調査法は, 本研究の調査地域のように侵入直後の低密度状況であっても容易に生息を確認可能であり, 本種の侵入初期におけるモニタリングのために有効な手法の一つであるということがわかった.

黄色粘着トラップを用いて圃場単位で密度推定も含めたチャトゲコナジラミのモニタリングを行う場合には, トラップ 1 枚がカバーできる茶園面積を明らかにしておく必要があり, そのためにトラップの有効な誘引距離と成虫捕獲効率に影響する各種要因についての情報が必要である. オンシツコナジラミでは, 黄色粘着トラップの有効な誘引距離は 15m 程度とされている (Park et al., 2011). チャトゲコナジラミにおいても, 低密度状況であるにも関わらず相当な数の成虫がトラップに捕獲されたことから, かなり広い範囲から成虫が誘引されていたことが推察されるが, 具体的な誘引距離は今後の調査により明らかにする必要がある. またオンシツコナジラミやタバココナジラミにおいて, 黄色粘着トラップによる調査は発生密度を迅速かつ簡便にモニタリングするのに優れた方法としてよく用いられる (Gillespie and Quiring, 1987; Steiner et al., 1999; Kim et al., 2001). チャトゲコナジラミにおいても, 黄色粘着トラップによる成虫捕獲数は絶対密度である幼虫密度をよく反映しており, 発生密度の簡易モニタリング法としての利用が期待できる. ただし, 成虫捕獲数と幼虫密度との回帰直線において, 調査時期による傾きの違いや垂直方向のずれが見つかっている. これらの原因としては, 気温や天候による成虫の移動性の変化, 成虫誘引性の強いチャの新芽

の摘採や殺虫剤による成虫の死亡などが, 黄色粘着トラップでの成虫捕獲効率に影響を与えた可能性が考えられ, 今後さらなる検討が必要と考えられる.

黄色粘着トラップによるチャトゲコナジラミのモニタリングにおいて注意すべき問題が 2 つある. 1 つ目は, 設置時期の問題である. 黄色粘着トラップは成虫を誘引するので, 成虫の発生期間に設置しなければ有効性を発揮しない. 成虫の発生期は地域によって異なるが, 越冬世代の成虫は春期の一番茶新芽が伸長する時期に斉一に発生する (山下・吉安, 2010) ので, その時期を狙ってトラップを設置する必要がある. また, 春期以外の場合は, 本種の有効積算温度定数および発育零点 (Kasai et al., 2012) を使い, 有効積算温度則により成虫発生ピークを推定し, 設置時期を決定する必要がある. 2 つ目は, 同時期に成虫が発生し, 形態が似ている近縁種のみカントゲコナジラミ *A. spiniferus* (Quaintance) (加藤, 1970) との混同である. 両種は, おもに成虫前翅の斑紋の特徴 (Kanmiya et al., 2011) を確認することで簡便に識別可能であるが, 本種の前翅は柔らかいため, 黄色粘着トラップへの付着の仕方によっては識別が困難になる場合がある. ただし両種は, 種特異的プライマーによる PCR 法によっても識別が可能である (上杉・佐藤, 2011). 黄色粘着トラップへの捕獲後 1 箇月程度の成虫試料であれば, この手法による識別が可能な程度の DNA が保持されていることが分かっており, 黄色粘着トラップ上の両種の混同は, 多くの場合は避けることができると考えられる.

本研究の調査地域は, 以前から本種の被害が報告されている近畿などの地域からは離れており, 発生源は自然分散によるものではなく人為的に移入された可能性が高い. なお, 静岡県菊川市のチャトゲコナジラミの初発生地 (調査地点 ID 0) では, 現地農家への聞き取り調査により, すでに被害が広がっていた三重県から 2008 年の秋にチャ苗が導入されたことがわかっており, 本種はこの苗に付随して侵入し, 周囲の茶園へ分布を拡大させていった可能性が高いと考えられる. 本研究での調査地域では, 初発生地 (調査地点 ID 0) から遠ざかるにしたがって本種の密度が低くなり, また同一地点における密度は世代を追うにしたがって増加するという傾向がみられた (Table 1). 本種の侵入地点からどの範囲の距離までトラップを仕掛ける必要があるかを策定するため, 今後も初発地からの距離と密度との関係を経時的に調査し, 本種の拡散能力についての研究を行う予定である.

摘 要

チャトゲコナジラミは日本各地の茶園に分布拡大中の侵入害虫である. 本種の未侵入地においては, 侵入早期の段階で本種を発見し, 計画的に被害を抑止するための管理へ

と移行させるために、継続的なモニタリング調査が重要である。本研究では、本種が静岡県で初めて侵入確認された茶園近辺の複数の調査地点にて、黄色粘着トラップによる成虫捕獲調査とチャ葉の抜き取りによる幼虫調査の結果を比較し、侵入初期の低密度下のモニタリングにおける黄色粘着トラップの有効性を検討した。黄色粘着トラップによる捕獲成虫数は相対密度であるが、チャ葉の抜き取りにより推定された幼虫密度との間に正の相関があることが分かった。また葉の抜き取り調査では幼虫が発見されなかった調査地点の多くにおいて、黄色粘着トラップで成虫が捕獲された。さらにトラップによる捕獲成虫数と幼虫密度の対数値の回帰直線から幼虫密度が0.01 個体/葉という低密度下においても、2つのトラップ(3週間設置)による捕獲数の合計値は各調査回で143(95%信頼区間:49-418)個体、357(126-1010)個体、225(39-1279)個体と比較的多かった。以上の結果から、黄色粘着トラップによる成虫捕獲調査は、低密度下において本種の存在を確認するのに効率が良く、ある程度の正確さで個体数密度の推定もできることから、侵入初期のモニタリングに有効な手法になると考えられる。

引用文献

- Berlinger, M. J. (1980) A yellow sticky trap for whitefly: *Trialeurodes vaporariorum* and *Bemisia tabaci* (Aleyrodidae). *Entomol. Exp. Appl.* 27: 98-102.
- 福山昭吾・吉岡哲也・中園健太郎・久保田朗(2011) チャトゲコナジラミの天敵寄生蜂シルベストリコバチ雌成虫に対する各種農薬の影響。茶研報 111: 73-76. [Fukuyama, S., T. Yoshioka, K. Nakazono and A. Kubota (2011) Effects of pesticides on adult females of *Encarsia smithi* (Silvestri), parasitoids of the camellia spiny whitefly, *Aleurocanthus camelliae* Kanmiya & Kasai. *Tea Res. J.* 111: 73-76.]
- Gillespie, D. R. and D. Quiring (1987) Yellow sticky traps for detecting and monitoring greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) adults on greenhouse tomato crops. *J. Econ. Entomol.* 80: 675-697.
- Han, B. and L. Cui (2003) Natural population life table of citrus spiny whitefly (*Aleurocanthus spiniferus*) in tea garden. *Acta Ecol. Sin.* 23: 1781-1790.
- Hsiao, S. and J. Shiau (2004) Monitoring of major tea pests and diseases in eastern part of Taiwan. *Taiwan Tea Res. Bull.* 23: 91-106.
- Johnson, C. G. (1950) The comparison of suction trap, sticky trap and tow-net for the quantitative sampling of small airborne insects. *Ann. Appl. Biol.* 37: 268-285.
- Kanmiya, K., S. Ueda, A. Kasai, K. Yamashita, Y. Sato and Y. Yoshiyasu (2011) Proposal of new specific status for tea-infesting populations of the nominal citrus spiny whitefly *Aleurocanthus spiniferus* (Homoptera: Aleyrodidae). *Zootaxa* 2797: 25-44.
- Kasai, A., K. Yamashita and Y. Yoshiyasu (2012) Predicted voltinism of the camellia spiny whitefly, *Aleurocanthus camelliae* (Hemiptera: Aleyrodidae), in major Japanese tea-producing districts based on life history parameters. *J. Asia Pac. Entomol.* 15: 231-235.
- 加藤 勉(1970) ミカントゲコナジラミの年間発生経過と越冬令期。応動昆 14: 12-18. [Kato, T. (1970) Life cycles and overwintering stages of the spiny blackfly, *Aleurocanthus spiniferus* Quaintance. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 14: 12-18.]
- Kim, J. K., J. J. Park, H. Park and K. Cho (2001) Unbiased estimation of greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, mean density using yellow sticky trap in cherry tomato greenhouses. *Entomol. Exp. Appl.* 100: 235-243.
- 京都府病害虫防除所(2005) 発生予察特殊報1号。7病第208号。2 pp. [Kyoto Plant Protection Office (2005) Special Report on Forecast of Pest Occurrence. No. 1. Kyoto Pref. 2 pp.]
- Lloyd, L. (1921) Notes on colour tropism of *Asterochiton* (*Aleurodes*) *vaporariorum* Westwood. *Bull. Entomol. Res.* 12: 355-359.
- Macdowall, F. D. H. (1972) Phototactic action spectrum for whitefly and the question of color vision. *Can. Entomol.* 104: 299-307.
- 岡田利承・工藤 巖(1982) チャ園で採集されたアザミウマ類とその季節消長。応動昆 26: 96-102. [Okada, T. and I. Kudo (1982) Relative abundance and phenology of Thysanoptera in a tea field. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 26: 96-102.]
- Park, J. J., J. H. Lee, K. I. Shin, S. E. Lee and K. Cho (2011) Geostatistical analysis of the attractive distance of two different sizes of yellow sticky traps for greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae), in cherry tomato greenhouses. *Aust. J. Entomol.* 50: 144-151.
- Parrella, M. P. and V. P. Jones (1985) Yellow traps as monitoring tools *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in chrysanthemum greenhouses. *J. Econ. Entomol.* 78: 53-56.
- 静岡県病害虫防除所(2010) 平成22年度病害虫発生予察情報特殊報第1号。2 pp. [Shizuoka Plant Protection Office (2009) Special Report on Forecast of Pest Occurrence. No. 1. Shizuoka Pref. 2 pp.]
- Steiner, M. Y., L. J. Spohr, I. Barchia and S. Goodwin (1999) Rapid estimation of numbers of whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) and thrips (Thysanoptera: Thripidae) on sticky traps. *Aust. J. Entomol.* 38: 367-372.
- 竹若与志一・村井公亮(2008) 滋賀県の茶園におけるミカントゲコナジラミの発生消長と地理的分布。滋賀農技セ研報 47: 7-14. [Takewaka, Y. and K. Murai (2008) Seasonal abundance and geographical distributions of the citrus spiny whitefly (*Aleurocanthus spiniferus* Quaintance) in tea fields in Shiga prefecture. *Bull. Shiga Pref. Agric. Tech. Promo. Cent.* 47: 7-14.]
- 上杉龍士・佐藤安志(2011) 日本に分布するミカントゲコナジラミ2系統におけるmtCOIの遺伝的差異。応動昆 55: 155-161. [Uesugi, R. and Y. Sato (2011) Differentiation of the tea-infesting population of citrus spiny whitefly, *Aleurocanthus spiniferus* (Homoptera: Aleyrodidae), from the citrus-infesting population in Japan on the basis of differences in the mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I gene. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 55: 155-161.]

- Warton, D. I., I. J. Wright, D. S. Falster and M. Westoby (2006) Bivariate line-fitting methods for allometry. *Biol. Rev.* 81: 259–291.
- Xuefen, C., S. Jiaode, W. Guangyuan, J. Jianzhong and Z. Migsen (1997) Integrated management technology of citrus black spiny whitefly (*Aleurocanthus spiniferus* Quaintance). *J. Tea Sci.* 17: 15–20.
- 山下幸司・林田吉王 (2006) 京都府のチャにおけるミカントゲコナジラミの発生と防除対策. 植物防疫60: 378–380. [Yamashita, K. and Y. Hayashida (2006) Occurrence and control of the citrus spiny whitefly, *Aleurocanthus spiniferus* (Quaintance), on tea tree in Kyoto Prefecture. *Plant Prot.* 60: 378–380.]
- 山下幸司・吉安 裕 (2010) チャのミカントゲコナジラミ越冬世代幼虫に対するマシン油乳剤散布による防除効果. 関西病虫研報 52: 157–159. [Yamashita, K. and Y. Yoshiyasu (2010) Control by the spraying of petroleum oil against the over-wintering nymphs of the citrus spiny whitefly, *Aleurocanthus spiniferus* (Quaintance), in tea fields. *Annu. Rep. Kansai Plant Prot.* 52: 157–159.]
- 山下幸司・林田吉王・灰方正穂・谷美智代 (2005) 国内のチャで初めて確認されたミカントゲコナジラミ *Aleurocanthus spiniferus* (Quaintance) の発生. 茶研報 100: 86–87. [Yamashita, K., Y. Hayashida, M. Haigata and M. Tani (2005) First report of tea infesting population of *Aleurocanthus spiniferus* (Quaintance) in Japan. *Tea Res. J.* 100: 86–87.]
- Yano, E. (1987) Control of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Homoptera: Aleyrodidae) by the integrated use of yellow sticky traps and the parasite *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae). *Appl. Entomol. Zool.* 22: 159–165.
-