茶園におけるアセチル化グリセリドのチャノミドリヒメヨコバイに対する防除効果

誌名	茶業研究報告 = Tea research journal
ISSN	03666190
著者名	萬屋,宏 須藤,正彬 佐藤,安志 加嶋,崇之
発行元	日本茶業技術協会
巻/号	132号
掲載ページ	p. 45-54
発行年月	2021年12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

茶業研究報告　132：45～54（2021）

報　文

茶園におけるアセチル化グリセリドのチャノミドリヒメヨコバイに対する防除効果

国立研究開発法人　農業・食品産業技術総合研究機構 植物防疫研究部門*
萬屋　宏†*・須藤正彬*・佐藤安志*
石原産業株式会社　中央研究所**
加嶋崇之**

（2021年8月26日受理）

Control Effects of Acetylated Glyceride to Tea Green Leafhopper, *Empoasca onukii*, in Tea Fields

Hiroshi Yorozuya†*, Masaaki Sudo* and Yasushi Sato*
Institute for Plant Protection, NARO*
Takayuki Kashima**
Central Research Institute, Ishihara Sangyo Kaisha Ltd**

Summary

The tea green leafhopper, *Empoasca onukii* Matsuda (Hemiptera: Cicadellidae), is one of the most serious insect pests of tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) in the major tea-producing regions of East Asia, including Japan, China, and Taiwan. The damage caused by leafhoppers lead to a great decrease in tea production. The leafhoppers are controlled mainly by insecticides. Broad-scale use of pesticides on tea has resulted in the development of resistance, and the presence of pesticide residues in the product. Acetylated glyceride, which is a food additive, have a highly repellent effects on adults of whiteflies on treated tomato leaves. In this study, we performed field experiments to evaluate the control effect of acetylated glyceride to tea green leafhopper. As a result, the treatment of acetylated glyceride reduced the densities of *E. onukii* eggs, nymphs and adults on tea shoots and the degree of feeding damage to the same level as chemical pesticides used in conventional control.

Key words：acetylated glyceride, food additive, IPM, repellent effect, tea green leafhopper

キーワード：アセチル化グリセリド，食品添加物，IPM，忌避効果，チャノミドリヒメヨコバイ

* 〒428-8501　静岡県島田市金谷猪土居2769
** 〒528-0025　滋賀県草津市西渋川２丁目３番１号
† Corresponding author：Hiroshi Yorozuya hiroyoro@affrc.go.jp

1　緒　　言

チャノミドリヒメヨコバイ*Empoasca onukii* Matsuda（カメムシ目：ヨコバイ科）は，わが国をはじめ中国や台湾など東アジアにおけるチャの主要な害虫のひとつである。本種は，成虫と幼虫共に口針をチャの新芽に突き刺して吸汁することにより葉脈の褐変，葉の黄褐変，新芽の生長抑制および新芽枯死を引き起こし，茶の収量と品質に多大な被害を及ぼす[1]。中国本土や台湾においては，本種の加害によって15から50 %の経済的損失が生じていると報告されている[2]。本種は，年間６回以上も世代交代し[3]，防除回数が多くなることでネオニコチノイド系殺虫剤などに対する薬剤感受性の低下[4]や環境への負荷など様々な問題が生じている。現在，本種に対する防除は，二番茶以降の各茶期の萌芽期から生育期に薬剤散布により行われている。また，近年，日本茶の海外での需要の高まりにより全国の茶産地からの海外輸出が増加している。海外に輸出するためには輸出相手国の残留農薬基準（MRL: Maximum Residual Limit，以下，MRLと略）への対応が不可欠であるが，EUなど輸出相手国の低いMRLが日本茶輸出の障壁となっている。今後，二番茶や秋冬番茶の輸出も想定されるが，本種に対して従来の化学薬剤のみによる防除体系では，MRLをクリアすることが困難な状況になる可能性がある。

アセチル化グリセリド（一般名は，グリセリン酢酸脂肪酸エステル，以下，AGと略）は，植物由来の成分で日本や欧米でチューインガムやケーキミックスに使用されている食品添加物である。これまで本成分を有効成分として含むAG剤は，タバココナジラミなどのコナジラミ類において，成虫の忌避行動，吸汁阻害および交尾阻害といった行動制御効果を示すことが報告されている[5~7]。さらに本剤は，コナジラミ類の行動制御による個体数の抑制や植物ウイルスの媒介抑制効果を示すことが明らかになり[8]，2015年にトマトやミニトマトにおいてベミデタッチ®乳剤という名称で農薬登録された。現在，本剤は，主にトマトの施設栽培で，500倍希釈水溶液を１週間間隔で散布するなどの施用法で利用されている。また天敵類や訪花性昆虫への影響が少ないことから，本剤は，IPM体系にも適しており[5]，利用価値が高い。

2021年３月現在，AG剤は，茶におけるチャノミドリヒメヨコバイに対する農薬登録を取得していない。しかし，本剤は，トマトにおけるコナジラミ類以外にも室内実験により，チャトゲコナジラミにおける産卵忌避効果[9]やモモアカアブラムシにおける増殖抑制効果[10]が報告されており，これらと同じカメムシ目に属する吸汁性害虫であるチャノミドリヒメヨコバイにも行動制御を介した防除効果を示す可能性がある。そこで本研究では，茶園におけるAG剤のチャノミドリヒメヨコバイに対する防除効果を評価するために，本種の発生密度が高い二番茶期および本種に対する防除期間が長い三番茶・秋芽生育期において，本種のたたき落とし虫数，新芽の被害程度および産卵数を調査した。さらに，これらの結果に基づき，茶園のチャノミドリヒメヨコバイに対する防除体系におけるAG剤の活用法について考察した。

2　材料および方法

静岡県島田市金谷の農研機構果樹茶業研究部門金谷茶業研究拠点内の茶園（品種不明）において2019年二番茶期（試験１），2020年二番茶期（試験２）および2019年三番茶・秋芽生育期（試験３）に調査を実施した。なお，各試験における調査圃場や試験区の構成を図１に示した。

2.1　試験１　2019年二番茶新芽における調査

試験１は，2019年の二番茶の新芽を対象に，AG剤（農薬名：ベミデタッチ®乳剤）500倍希釈水溶液を散布した試験薬剤区，フロニカミド（農薬名：ウララ®DF）

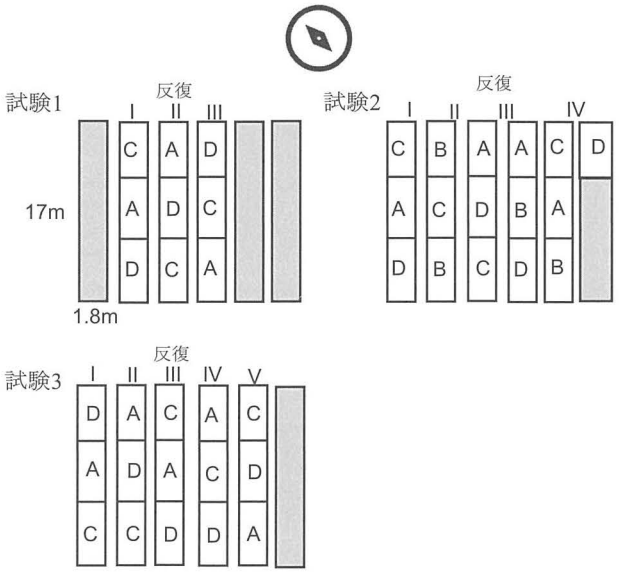

図１　各試験における試験区の構成

A：AG剤500倍希釈散布区，B：AG剤1000倍希釈散布区
C：対照薬剤散布区，D：無処理区
灰色の試験区・畝は，調査区外
１区あたりの試験区の面積は，約10 m^2

表１　試験１の調査概要（2019年二番茶期）

調査日	新芽ステージ[1)]	処理内容	調査内容
6月12日	二番茶１葉期	ＡＧ剤とフロニカミド散布	散布前たたき落とし
6月14日	２葉期		たたき落とし（散布２日後調査）
6月19日	３葉期	ＡＧ剤散布（２回目）	散布前たたき落とし
6月24日	４葉期		産卵数調査
6月25日	５葉期		散布前たたき落とし、被害程度調査

1）調査時に記録した新芽のステージを記載した

1000倍希釈水溶液を１回散布した対照薬剤区および無処理区の３処理区を３反復で実施した。調査区は，新農薬実用化試験調査法（茶）（(一社)日本植物防疫協会）に準じて設置し，１区あたりの面積は10 m^2(1.8m x 5.55 m)とした（図１）。各試験区の具体的な散布日と散布量は，AG剤500倍希釈水溶液については，200 L/10 a相当量を６月12日とその７日後の６月19日の２回散布とし，フロニカミド1000倍希釈水溶液については，200 L/10 a相当量を６月12日に１回散布した。薬剤散布は，バッテリー式動力噴霧器を用いて行った。なお，いずれの薬剤においても散布前後に降雨はなく，本試験における薬剤処理に影響はなかった。

調査日，新芽ステージおよび調査概要を表１にまとめた。薬剤の効果は，各試験区におけるチャノミドリヒメヨコバイのたたき落とし虫数，新芽の被害程度および産卵数を基に評価した。

たたき落とし虫数調査は，６月12日の薬剤散布前，14日，19日のAG剤散布前と25日に行った。本調査は，茶樹肩部を昆虫採集用の網の柄（ジュラルミン製）で１か所あたり５回たたき，Ａ４サイズバット上に落下したチャノミドリヒメヨコバイの成虫と幼虫を計数することにより行った。なお，たたき落としは１区あたり４か所で行い，結果は，４か所の成虫と幼虫の合計頭数として算出した。

チャノミドリヒメヨコバイによる新芽の被害程度調査は，６月25日（五葉期，摘採適期）に行った。新芽は，ランダムに各区の５～６か所から茶摘みばさみ（刃長210 mm）で摘採面に沿って摘み取り，その中から50本を調査対象とした。調査は，各新芽の上位三位葉までを対象に，０（被害なし），１（吸汁により葉脈の褐変が葉脈全体の50 %以下で発生），２（吸汁により葉脈の褐変が葉脈全体の50 %以上で見られ葉の黄化，変形あり）の３段階で評価した。この結果を基に次式により各区の被害程度指数を算出した。さらに，薬剤処理による防除効果の指標としてAG剤散布区と対照薬剤散布区の被害防止程度（%）も算出した。

被害程度指数=$(0 \times N_1 + 1 \times N_2 + 2 \times N_3)/50$

N_1：被害程度が０と評価された新芽数，N_2：被害程度が１と評価された新芽数，N_3：被害程度が２と評価された新芽数

被害防止程度（%）=（１-処理区の平均被害程度指数／無処理区の平均被害程度指数）×100

産卵数調査は，６月24日（四葉期）に各試験区から４本ずつ新芽を採取し，実体顕微鏡下でピンセットを用いて新芽の表皮を剥ぎ取り，表皮下に産卵されているチャノミドリヒメヨコバイの卵数を計数した。結果は，各試験区の新芽４本あたりの合計産卵数と１芽あたりの平均産卵数で示した。また薬剤処理の防除効果の指標としてAG剤散布区と対照薬剤散布区の産卵防止程度（%）を次式により算出した。

産卵防止程度（%）=（１-処理区の平均産卵数／無処理区の平均産卵数）×100

2.2　試験２　2020年二番茶新芽における調査

試験２は，2020年の二番茶の新芽を対象に，AG剤500倍希釈水溶液またはAG剤1000倍希釈水溶液をそれぞれ

表２　試験２の調査概要（2020年二番茶期）

調査日	新芽ステージ[1)]	処理内容	調査内容
6月16日	二番茶萌芽～１葉期	ＡＧ剤とフロニカミド散布	散布前たたき落とし
6月18日	１葉期		たたき落とし（散布２日後調査）
6月23日	２葉期	ＡＧ剤散布（２回目）	散布前たたき落とし
6月29日	３～４葉期	ＡＧ剤散布（３回目）	散布前たたき落とし
7月７日	４葉期～出開き		産卵数調査、被害程度調査

1）調査時に記録した新芽のステージを記載した

３回散布した各試験薬剤区，フロニカミド1000倍希釈水溶液を１回散布した対照薬剤区および無処理区の４処理を４反復で実施した（図１）。各試験区の具体的な散布日と散布量は，AG剤500倍と1000倍希釈水溶液については，200 L/10 a相当量を６月16日，23日および29日の約７日間隔で３回散布し，フロニカミド1000倍希釈水溶液については，200 L/10 a相当量を６月16日に１回散布した（表２）。薬剤散布は，バッテリー式動力噴霧器を用いて行った。なお，いずれの薬剤の散布前後に降雨はなく，本試験における薬剤処理に影響はなかった。

薬剤の効果は，試験１と同様に各試験区のたたき落とし虫数，新芽の被害程度および産卵数を基に評価した。たたき落とし虫数調査は，６月16日の薬剤散布前，18日，23日および29日のAG剤散布前に試験１と同様に行った。新芽の被害程度の調査は，７月７日（４葉期から出開き，摘採適期）に行い，試験１と同じ方法で被害程度指数と被害防止程度（%）を算出した。また産卵数調査は，７月７日に実施し，試験１と同じ方法で各試験区の新芽４本あたりの合計産卵数，１芽あたりの産卵数と産卵防止程度（%）を算出した。

2.3　試験３　2019年三番茶芽と秋芽における調査

試験３は，2019年の三番茶の新芽とそこから再萌芽した秋芽を対象に，AG剤500倍希釈水溶液のみを８回散布した試験薬剤区，フロニカミド1000倍希釈水溶液とクロチアニジン（農薬名：ダントツ®水溶剤）2000倍希釈水溶液を散布した対照薬剤区および無処理区の３処理を５反復で実施した（図１）。各試験区の具体的な散布日と散布量は，試験薬剤散布区にAG剤500倍希釈水溶液の200 L/10 a相当量を８月２日から約７日間隔で調査終了まで８回散布し，対照薬剤散布区にフロニカミド1000倍希釈水溶液の200 L/10 a相当量を８月２日，クロチアニジン2000倍希釈水溶液の200 L/10 a相当量を８月28日に１回ずつ散布した（表３）。薬剤散布は，バッテリー式動力噴霧器を用いて行った。なお，いずれの薬剤の散布前後に降雨はなく，本試験における薬剤処理に影響はなかった。

薬剤の効果は，試験１と同様に各処理区のたたき落とし虫数，新芽の被害程度および産卵数を基に評価した。たたき落とし虫数調査は，初回の薬剤散布前の８月２日から約７日間隔で試験１と同様に行った。新芽の被害程度の調査は，三番茶の新芽を対象に８月27日（出開き）に行い，そこから再萌芽して伸長した秋芽を対象に10月２日（出開き，秋冬番茶の摘採時期）に行った。試験１と同じ方法で被害程度指数と被害防止程度（%）を算出した。また産卵数調査は，三番茶の新芽を対象に８月21日に，秋芽を対象に９月26日に実施し，試験１と同じ方法で各試験区の新芽４本あたりの合計産卵数，１芽あたりの産卵数と産卵防止程度（%）を算出した。

2.4　統計解析

薬剤散布後の各調査日におけるたたき落とし虫数，被害程度指数および新芽４本中の合計産卵数に試験区間で有意差があるか，Steel-Dwass検定による多重比較を行った。検定には，R version 3.6.1 for windows（R. Development Core Team, 2019）[11] を用いた。

3　結　　果

3.1　試験１　2019年二番茶新芽における調査

試験１における各処理区のたたき落とし虫数の推移を図２に示した。新芽が伸長するに従って，たたき落とし虫数も増加したが，AG剤500倍希釈液散布区は，フロニカミド1000倍希釈液を散布した対照薬剤区と同様に無処

表３　試験３の調査概要（2019年三番茶・秋芽生育期）

調査日	新芽ステージ[1]	処理内容	調査内容
８月２日	三番茶１～２葉期	ＡＧ剤とフロニカミド散布	散布前たたき落とし
８月５日	２～３葉期		たたき落とし（散布３日後調査）
８月９日	４葉期	ＡＧ剤散布（２回目）	散布前たたき落とし
８月14日	５葉期	ＡＧ剤散布（３回目）	散布前たたき落とし
８月21日	７葉期～出開き	ＡＧ剤散布（４回目）	散布前たたき落とし、産卵数調査
８月27日	出開き		被害程度調査
８月28日	出開き、秋芽再萌芽	ＡＧ剤（５回目）とクロチアニジン散布	散布前たたき落とし
９月４日	秋芽再萌芽、１葉期	ＡＧ剤散布（６回目）	散布前たたき落とし
９月11日	３～４葉期	ＡＧ剤散布（７回目）	散布前たたき落とし
９月18日	５～６葉期	ＡＧ剤散布（８回目）	散布前たたき落とし
９月26日	秋芽出開き		たたき落とし、産卵数調査
10月2日	秋芽出開き		被害程度調査

１）調査時に記録した新芽のステージを記載した

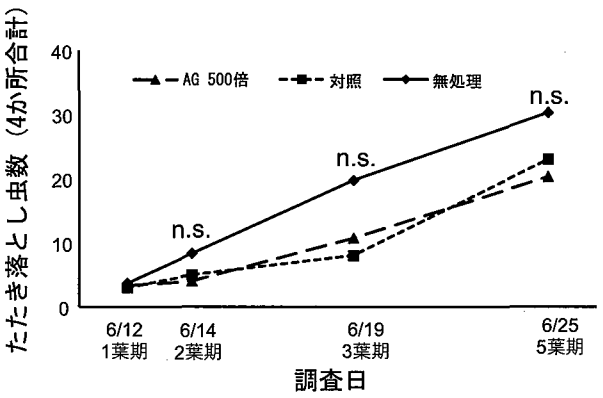

図２　各処理区におけるたたき落とし虫数の推移（試験１）
調査日の下に調査時に記録した新芽ステージを記載
各調査日のn.s.は，有意差がないことを示す
(Steel-Dwass test, $p > 0.05$)

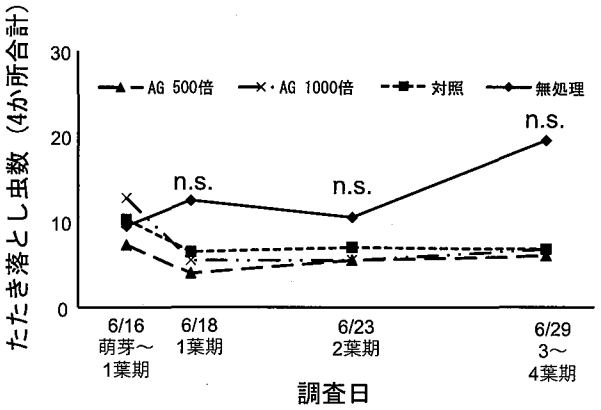

図３　各処理区におけるたたき落とし虫数の推移（試験２）
調査日の下に調査時に記録した新芽ステージを記載
各調査日のn.s.は，有意差がないことを示す
(Steel-Dwass test, $p > 0.05$)

理区よりもたたき落とし虫数が少なく推移した。摘採適期となった６月25日の調査では，無処理区のたたき落とし虫数が30.3頭であったのに対して，AG剤500倍希釈液散布区が20.3頭，対照薬剤区が23.0頭であった。ただし，薬剤散布後の各調査日におけるたたき落とし虫数は，試験区間で有意差はなかった（Steel-Dwass検定，$p > 0.05$）。

表４に各試験区の被害程度や産卵数などを示した。無処理区の平均被害程度指数が0.61であったのに対して，対照薬剤区とAG剤500倍希釈液散布区は，それぞれ0.07と0.09であり，いずれも低い値を示した。ただし，新芽の被害程度は，試験区間で有意差はなかった（Steel-Dwass検定，$p > 0.05$）。また，被害程度が２（葉の黄化や変形）である新芽数は，無処理区で150本中19本であったのに対し，AG剤500倍希釈液散布区では150本中１本と少なかった。AG剤500倍希釈液散布区と対照薬剤区の被害防止程度は，それぞれ85.2 %と88.5 %であり，AG剤500倍希釈液散布区は，対照薬剤区と同程度に新芽被害が軽減された。さらに産卵数は，無処理区の１芽あたりの平均産卵数が1.92個であったのに対して，AG剤500倍希釈液散布区が0.58個，対照薬剤区が0.67個であり，いずれも少ない値を示した。ただし，新芽４本あたりの合計産卵数は，試験区間で有意差はなかった（Steel-Dwass検定，$p > 0.05$）。AG剤500倍希釈液散布区と対照薬剤区の産卵防止程度は，それぞれ69.8 %と65.1 %であり，AG剤500倍希釈液散布区は，対照薬剤区と同程度に産卵が抑制された。

3.2　試験２　2020年二番茶新芽における調査

試験２における各処理区のたたき落とし虫数の推移を図３に示した。新芽が伸長するに従って，たたき落とし虫数も増加したが，AG剤500倍希釈液散布区と1000倍希釈液散布区では，対照薬剤区と同様に無処理区よりもたたき落とし虫数が少なく推移した。６月29日の調査では，無処理区のたたき落とし虫数が19.5頭であったのに対して，AG剤500倍希釈液散布区が6.0頭，AG剤1000倍希釈液散布区が6.5頭，対照薬剤区が6.8頭であった。ただし，薬

表４　試験１における各試験区の新芽被害程度，被害防止効果および産卵抑制効果

処理	反復	各被害程度の芽数（50本） 0	1	2	被害程度指数	平均被害程度指数[1]		被害防止程度（%）	新芽４本中の合計産卵数[2]		１芽あたりの平均産卵数[3]	産卵防止程度（%）
AG剤	I	45	5	0	0.10							
500倍	II	49	1	0	0.02	0.09 ± 0.04		85.2	2.3 ± 1.5		0.58 ± 0.26	69.8
希釈液散布	III	43	6	1	0.16							
フロニカミド	I	44	6	0	0.12							
1000倍	II	48	2	0	0.04	0.07 ± 0.03	n.s.	88.5	2.7 ± 1.2	n.s.	0.67 ± 0.26	65.1
希釈液散布	III	48	2	0	0.04							
	I	28	17	5	0.54							
無処理	II	31	15	4	0.46	0.61 ± 0.16		—	7.7 ± 3.4		1.92 ± 0.65	—
	III	18	22	10	0.84							

1）平均被害程度指数は，平均±標準偏差（n=3）。n.s.は，有意差がないことを示す（Steel-Dwass test, $p > 0.05$）。
2）各試験区で採取した新芽４本中の合計産卵数の平均±標準偏差（n=3）。n.s.は，有意差がないことを示す（Steel-Dwass test, $p > 0.05$）。
3）各試験区で採取した新芽（12本）中の産卵数の平均±標準偏差

表５　試験２における各試験区の新芽被害程度，被害防止効果および産卵抑制効果

処理	反復	各被害程度の芽数（50本） 0	1	2	被害程度指数	平均被害程度指数[1)]	被害防止程度（%）	新芽４本中の合計産卵数[2)]	１芽あたりの平均産卵数[3)]	産卵防止程度（%）
AG剤500倍希釈液散布	I	39	10	1	0.24	0.18 ± 0.03	80.4	1.3 ± 0.3	0.31 ± 0.12	79.3
	II	39	11	0	0.22					
	III	45	5	0	0.10					
	IV	42	8	0	0.16					
AG剤1000倍希釈液散布	I	36	11	3	0.34	0.30 ± 0.05	67.4	2.5 ± 0.5	0.63 ± 0.18	58.0
	II	31	18	1	0.40					
	III	36	14	0	0.28					
	IV	41	9	0	0.18		n.s.		n.s.	
フロニカミド1000倍希釈液散布	I	36	11	3	0.34	0.24 ± 0.05	73.9	2.3 ± 0.5	0.56 ± 0.18	62.7
	II	37	12	1	0.28					
	III	43	7	0	0.14					
	IV	41	9	0	0.18					
無処理	I	17	18	15	0.96	0.92 ± 0.12	—	6.0 ± 0.9	1.50 ± 0.35	—
	II	29	13	8	0.58					
	III	10	24	16	1.12					
	IV	15	20	15	1.00					

1）平均被害程度指数は，平均±標準偏差（n=4）。n.s.は，有意差がないことを示す（Steel-Dwass test, $p > 0.05$）。
2）各試験区で採取した新芽４本中の合計産卵数の平均±標準偏差（n=4）。n.s.は，有意差がないことを示す（Steel-Dwass test, $p > 0.05$）。
3）各試験区で採取した新芽（16本）中の産卵数の平均±標準偏差

剤散布後の各調査日におけるたたき落とし虫数は，試験区間で有意差はなかった（Steel-Dwass検定，$p > 0.05$）。

表５に各試験区の被害程度や産卵数などを示した。無処理区の平均被害程度指数が0.92であったのに対して，AG剤500倍希釈液散布区が0.18，AG剤1000倍希釈液散布区が0.30，対照薬剤区が0.24であり，いずれも低い値を示した。ただし，新芽の被害程度は，試験区間で有意差はなかった（Steel-Dwass検定，$p > 0.05$）。無処理区における被害程度が２になる新芽数は，200本中54本であったのに対して，AG剤1000倍希釈液散布区における被害程度が２になる新芽数は，同じ200本中４本であった。AG剤500倍希釈液散布区の被害防止程度は，80.4 %であり，対照薬剤区よりもやや優れた効果を示した。産卵数に関しても，無処理区の１芽あたりの平均産卵数が1.50個であったのに対して，AG剤500倍希釈液散布区が0.31個，AG剤1000倍希釈液散布区が0.63個，対照薬剤区が0.56個であり，AG剤500倍希釈液散布区が一番少ない値を示した。ただし，新芽４本あたりの合計産卵数は，試験区間で有意差はなかった（Steel-Dwass検定，$p > 0.05$）。産卵防止程度に関しては，AG剤500倍希釈液散布区が79.3 %と一番高い産卵防止程度を示した。

3.3　試験３　2019年三番茶芽と秋芽における調査

試験３における各処理区のたたき落とし虫数の推移を図４に示した。AG剤500倍希釈液散布区は，対照薬剤区と同様に無処理区よりもたたき落とし虫数が少なく推移した。８月28日と９月26日の調査において，AG剤500倍希釈液散布区のたたき落とし虫数は，無処理区よりも有意に少なかった（Steel-Dwass検定，$p < 0.05$）。

表６に三番茶新芽が出開いた時点で実施した被害程度や産卵数調査の結果を示した。無処理区の平均被害程度指数が0.96であったのに対して，対照薬剤区とAG剤500倍希釈液散布区は，それぞれ0.20と0.24であり，いずれも無処理区よりも統計的に有意に低かった（Steel-Dwass検定，$p < 0.05$）。AG剤を散布した区では，被害程度が２（葉の黄化や変形）になる新芽数が少なかった。AG剤500倍希釈液散布区と対照薬剤区の被害防止程度は，それぞれ79.2 %と75.0 %であり，新芽被害程度が同程度に軽減されていた。産卵数に関しても，無処理区の１芽

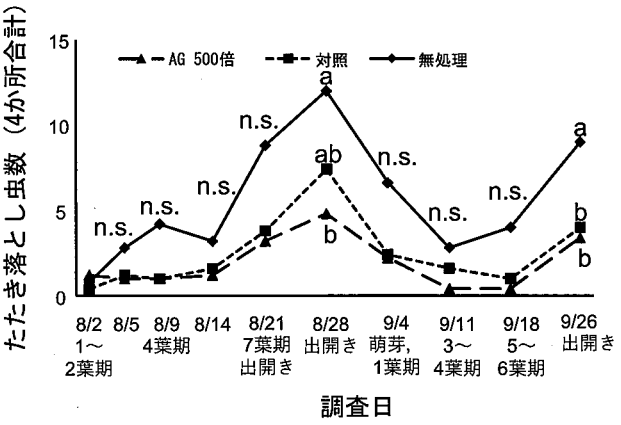

図４　各処理区におけるたたき落とし虫数の推移（試験３）
調査日の下に調査時に記録した新芽ステージを記載
各調査日の異なるアルファベットは，試験区間で有意差があることを示し（Steel-Dwass test, $p < 0.05$），
n.s.は，有意差がないことを示す（Steel-Dwass test, $p > 0.05$）

表6　試験3の三番茶新芽における各試験区の新芽被害程度，被害防止効果および産卵抑制効果（8月21日と27日調査）

処理	反復	各被害程度の芽数（50本） 0	1	2	被害程度指数	平均被害程度指数[1]	被害防止程度（%）	新芽4本中の合計産卵数[2]		1芽あたりの平均産卵数[3]	産卵防止程度（%）
AG剤500倍希釈液散布	I	37	13	0	0.26	0.20 ± 0.03 a	79.2	2.2 ± 0.2	n.s.	0.55 ± 0.18	60.7
	II	43	7	0	0.14						
	III	39	11	0	0.22						
	IV	39	9	2	0.26						
	V	44	5	1	0.14						
フロニカミド1000倍希釈液散布	I	42	8	0	0.16	0.24 ± 0.03 a	75.0	3.4 ± 0.4		0.85 ± 0.25	39.3
	II	38	12	0	0.24						
	III	34	16	0	0.32						
	IV	40	9	1	0.22						
	V	38	10	2	0.28						
無処理	I	24	15	11	0.74	0.96 ± 0.08 b	—	5.4 ± 1.2		1.40 ± 0.33	—
	II	17	22	11	0.88						
	III	10	23	17	1.14						
	IV	11	21	18	1.14						
	V	16	22	12	0.92						

1）平均被害程度指数は，平均±標準偏差（n=5）。n.s.は，有意差がないことを示す（Steel-Dwass test, $p > 0.05$）。
2）各試験区で採取した新芽4本中の合計産卵数の平均±標準偏差（n=5）。
　異なるアルファベットを付した数値間には有意差あり（Steel-Dwass test, $p < 0.05$）。
3）各試験区で採取した新芽（20本）中の産卵数の平均±標準偏差

あたりの平均産卵数が1.40個であったのに対して，AG剤500倍希釈液散布区が0.55個，対照薬剤区が0.85個であり，AG剤500倍希釈液散布区の方が対照薬剤区よりも少なかった。ただし，新芽4本あたりの合計産卵数は，試験区間で有意差はなかった（Steel-Dwass検定，$p > 0.05$）。産卵防止程度に関しても，AG剤500倍希釈液散布区が60.7 %，対照薬剤区が39.3 %であり，AG剤500倍希釈液散布は，対照薬剤散布よりも高い値となった。

表7に秋芽（三番茶芽から再萌芽した芽）が出開いた時点で実施した被害程度や産卵数調査の結果を示した。無処理区の平均被害程度指数が1.33であったのに対して，クロチアニジン2000倍希釈液を散布した対照薬剤区とAG剤500倍希釈液散布区は，それぞれ0.40と0.44であり，いずれも無処理区よりも統計的に有意に低かった（Steel-Dwass検定，$p < 0.05$）。AG剤500倍希釈液散布区と対照薬剤区の被害防止程度は，それぞれ69.9 %と66.9 %であり，新芽被害程度が同程度に軽減されていた。産卵数に関しても，無処理区の1芽あたりの平均産卵数が2.70個であったのに対して，AG剤500倍希釈液散布区が0.35個，対照薬剤区が0.70個であり，AG剤500倍希釈

表7　試験3の秋芽における各試験区の新芽被害程度，被害防止効果および産卵抑制効果（9月26日と10月2日調査）

処理	反復	各被害程度の芽数（50本） 0	1	2	被害程度指数	平均被害程度指数[1]	被害防止程度（%）	新芽4本中の合計産卵数[2]	1芽あたりの平均産卵数[3]	産卵防止程度（%）
AG剤500倍希釈液散布	I	33	12	5	0.44	0.40 ± 0.02 a	69.9	1.4 ± 0.5 a	0.35 ± 0.13	87.0
	II	35	8	7	0.44					
	III	34	10	6	0.44					
	IV	38	7	5	0.34					
	V	37	8	5	0.36					
クロチアニジン2000倍希釈液散布	I	32	9	9	0.54	0.44 ± 0.05 a	66.9	2.8 ± 0.6 a	0.70 ± 0.21	74.1
	II	32	10	8	0.52					
	III	35	10	5	0.40					
	IV	32	12	6	0.48					
	V	40	7	3	0.26					
無処理	I	7	15	28	1.42	1.33 ± 0.06 b	—	10.8 ± 2.3 b	2.70 ± 0.52	—
	II	5	24	21	1.32					
	III	6	14	30	1.48					
	IV	8	19	23	1.30					
	V	15	14	21	1.12					

1）平均被害程度指数は，平均±標準偏差（n=5）。異なるアルファベットを付した数値間には有意差あり（Steel-Dwass test, $p < 0.05$）。
2）各試験区で採取した新芽4本中の合計産卵数の平均±標準偏差（n=5）。
　異なるアルファベットを付した数値間には有意差あり（Steel-Dwass test, $p < 0.05$）。
3）各試験区で採取した新芽（20本）中の産卵数の平均±標準偏差

液散布区の方が対照薬剤区よりも少なかった。また，新芽４本あたりの合計産卵数は，無処理区よりもAG剤500倍希釈液散布区と対照薬剤区において有意に少なかった(Steel-Dwass検定, $p < 0.05$)。産卵防止程度に関しては，AG剤500倍希釈液散布区が87.0 %，対照薬剤区が74.1 %であり，AG剤500倍希釈液散布は，対照薬剤散布よりも高い値となった。

4　考　　察

本調査により，茶園でチャノミドリヒメヨコバイの発生量が多くなる二番茶期と防除期間が長い三番茶・秋芽生育期において，AG剤の連続散布は，慣行防除と同等の防除効果を示すことが明らかになった。一般に同一系統の薬剤を多用・連用すると薬剤抵抗性の発達を助長するため，作用性の異なる薬剤をローテーション散布する必要がある。チャノミドリヒメヨコバイは，年間の発生回数が多く，防除回数も多いため，既存の薬剤のみのローテーション散布では薬剤の選定が難しい場合も多かった。新しい作用機作を有すると思われるAG剤が加わることで本種の有効防除手段の増加が期待できる。今後，AG剤のチャにおけるチャノミドリヒメヨコバイへの農薬登録が望まれる。

試験２や試験３のAG剤500倍希釈液の週１回間隔の散布では，産卵防止率が対照薬剤の散布よりも13.9 %から21.4 %高くなる結果も得られた。この要因として，対照薬剤は散布後３～４週間で防除効果が低減したものの，週１回の散布を行ったAG剤では，その防除効果を持続できた可能性が考えられる。静岡県の茶産地では，三番茶を摘採せず，そのまま生育させて硬化した三番茶芽から再萌芽した秋芽を10月上旬から中旬に秋冬番茶として摘採するか本整枝を行うことが多い。この期間は，約２カ月と長期間であるものの，複数の茶産地における慣行防除では，この間の薬剤散布は２回のみであり，十分な防除効果が得られていない可能性がある。現在，AG剤は，トマトとミニトマトにおいて使用回数に制限が無く，週１回間隔で使用されている。チャでも類似条件で農薬登録されれば，防除期間が長い三番茶・秋芽生育期において既存薬剤の散布の合間や効果が薄れた段階でAG剤を追加散布することで，より長い防除期間を補完する利用法も考えられる。AG剤は，秋冬番茶の安定生産にも貢献できると考えられる。

茶園には，シルベストリコバチ[12]，チビトビコバチ[13]やカブリダニ類[14]などの有力な天敵が多数，生息しており，これらを保護・活用することが茶園におけるIPMを成功させるために重要である。しかし，これらの天敵類は，５月から６月にかけて多く発生し，二番茶期におけるチャノミドリヒメヨコバイの防除時期と重なる[12~14]。このため同時期に用いる薬剤は，これらの天敵の活動に影響の少ない剤を用いることが望ましい。AG剤は，コナジラミ類成虫の行動制御はするが，寄生蜂やカブリダニ等の天敵類には影響が少ないことが報告されており[3]，チャにおいても天敵を活用した防除体系の構築・実践に有用であると考えられる。

このようにAG剤は，チャノミドリヒメヨコバイに対する新しい防除資材として有望と考えられるが，茶園での散布に関してまだ検討すべき点もある。トマトにおけるコナジラミ類の調査では，７日間隔の散布で防除効果があると報告されているため[5]，本調査でも７日間隔の散布で調査を行った。ただし，三番茶・秋芽生育期の防除では，７日間隔の散布を行うと，散布回数が多くなりコストがかかることが想定されるため，より長い間隔における散布の適否も今後検討したい。またAG剤は，天然物由来の食品添加物であることから，輸出対応防除や有機栽培資材として使用できる可能性も考えられる。これらについても農薬登録後の検討課題としたい。なお，チャノミドリヒメヨコバイと同時期に発生し，同時防除の対象となるチャノキイロアザミウマに対するAG剤の効果については，アザミウマ類に対するAG剤の効果が現時点では不明であることから今後さらに検討する必要がある。

本調査でAG剤の防除効果の評価に用いた，チャノミドリヒメヨコバイのたたき落とし虫数，新芽の被害程度および産卵数のそれぞれの調査法について考察する。新芽におけるチャノミドリヒメヨコバイの被害は，吸汁する際に消化酵素が入った唾液を葉に注入し，消化酵素が葉の通導組織を破壊することで葉脈の褐変を起こし，さらに吸汁が進むと葉が黄色くなり変形することにより起こる[1, 15, 16]。葉脈の褐変や変形といった吸汁に伴う被害程度は，吸汁回数や吸汁量と直接の相関および因果関係があると考えられる[16]。本調査で新芽の被害評価は，新農薬実用化試験調査法（茶）((一社)日本植物防疫協会)における被害芽率の結果ではなく，被害程度指数に基づいて行った。これは，本種の被害程度には，軽度（被害程度１：葉脈が褐変する程度）から重度（被害程度２：葉の黄色変や変形）まで幅があり，この点を反映できる評価方法を用いる方が望ましいと考えたからである。葉脈が褐変する程度の被害（被害程度１）では，葉裏まで

入念に観察しないと吸汁被害が確認できないが，葉の黄化や変形する程度の被害（被害程度２）にまで進展すると達観で容易に吸汁被害が認識できる。また被害程度がより進行するほど製茶品質や収量に悪影響を及ぼすと考えられるため，重度の被害を抑制できたか否かが防除効果の評価として重要である。AG剤を散布した区では，被害程度が2になる新芽数が対照薬剤散布区と同様に少なかったことから，AG剤の実用性も確認できた。これらより，今回行った被害程度による評価は，被害芽率調査より調査にかかる労力は大きくなるものの，本種に対する薬剤の効果をより詳細に判断できることから，有用な調査法と考えられる。

本調査では，本種の産卵数調査も防除効果を評価する指標として用いた。産卵は，親にとって吸汁よりもコストがかかる行動であるため，選好性を強く反映すると考えられ，産卵数は，作物の虫害抵抗性の程度を示す良い指標のひとつになっている[17]。薬剤の防除効果の評価においても，薬剤が散布された植物は，好適な餌資源でなくなることで害虫は定着せず，産卵場所としても選好しなくなり，産卵数は減少すると考えられる。従って，産卵数の処理間での比較も薬剤の効果の評価に適していると思われる。ただし産卵数調査は，表皮を剥くなどの作業に労力を要するなどの欠点がある。

本調査では，たたき落とし虫数も薬剤の効果の評価指標として試験区間で比較した。チャノミドリヒメヨコバイは，成虫は飛翔するとともに幼虫は跳躍できるため移動能力が高い。本調査は，新農薬実用化試験調査法(茶)((一社)日本植物防疫協会）に準じて試験区（図１）を設置したが，この調査法では，試験区間が密接している。このため，チャノミドリヒメヨコバイは，試験区間の移動が容易に出来，薬剤が付着し好適な餌資源でなくなった薬剤散布区でも一時的に生息している個体までも計数してしまう可能性がある。そのため，薬剤の防除効果の評価としては，被害程度や産卵数による評価が重要になると思われる。ただし，たたき落とし虫数は，本種の発生量が極端に少ない条件下で実施した調査ではないなど，調査時の状況を把握するために必要なデータである。

チャノミドリヒメヨコバイの吸汁被害は，茶樹・新芽への飛来，定着，吸汁，産卵，個体数の増加，被害の拡大，という段階を経て起こる。本調査では，茶園においてAG剤が本種の吸汁被害低減や産卵数減少などの防除効果を示すことができたが，上述した各行動のどの段階にAG剤が作用しているか現段階では不明である。今後，飼育実験による飛来抑止や忌避効果の検証，吸汁行動や交尾・交信の解析などの研究を通じて本種に対するAG剤のより適切で効率的な使用法の検討が必要である。

5　摘　　要

チャノミドリヒメヨコバイは，茶の新芽を吸汁加害し，収量と製茶品質に悪影響を及ぼすことから重要害虫となっている。現在，本種に対する防除は，二番茶以降の萌芽期や秋芽の生育期に化学農薬の散布により行われている。年に複数回の化学農薬散布による防除が行われるため，薬剤抵抗性の発達だけでなく海外輸出時の残留農薬基準をクリアできないなど複数の問題がある。

アセチル化グリセリド（以下AG剤）は，日本・米国・欧州等で食品添加物として認可・利用されており，コナジラミ類で行動制御効果（忌避，吸汁阻害，交尾阻害）を有することが報告されている。そこで茶園において，AG剤のチャノミドリヒメヨコバイに対する防除効果を発生密度が高い二番茶期および防除期間が長い三番茶・秋芽生育期で評価した。その結果，AG剤（希釈倍率が500倍または1000倍）を散布することで，たたき落とし虫数，新芽の被害程度および産卵数を低減させる結果が得られ，慣行防除と同等の防除効果を示した。

6　引用文献

1）Yorozuya, H. (2016): Monitoring and characterization of DC electrical penetration graph waveforms of tea green leafhopper, *Empoasca onukii*, on tea plants. Entomol. Sci., No. 19, 401-209.

2）Qin, D., Zhang L., Xiao Q., Dietrich C. and M. Matsumura (2015): Clarification of the identity of the tea green leafhopper based on morphological comparison between Chinese and Japanese specimens. PLoS One, 10: e0139202.

3）望月雅俊・大泰司　誠・本間健平(1994)：茶園におけるチャノミドリヒメヨコバイの捕獲消長調査に有用な黄色平板粘着トラップ. 野菜・茶業試験場研究報告B(茶業), 7, 29-37.

4）山下幸司・松村　功・福永晃士(2011)：各種殺虫剤のチャノミドリヒメヨコバイに対する殺虫効果. 関西病虫研報, No.53, 95-97.

5）Kashima, T., C. Takeda, N. Akiyoshi, K. Yoshida and Y. Arimoto (2014): Effect of a novel repellent, acetylated glyceride, against sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). J. Pestic. Sci., No. 39, 91-97.

6）Kashima, T., K. Kanmiya, K. Yoshida and Y. Arimoto (2015): Effect of a novel repellent, acetylated glyceride, on courtship behaviours and acoustic signals of *Bemisia tabaci*. J. Appl. Entomol., No. 140, 11-18.

7）加嶋崇之・上宮健吉・吉田潔充・有本　裕(2021)：害虫行動制御剤アセチル化グリセリド―コナジラミ類(カメムシ目：コナ

ジラミ科)とハモグリバエ類(ハエ目:ハモグリバエ科)への交尾阻害効果一. 応動昆, No.65, 1-11.
8) Kashima, T., Y. Fukumori, T. Kitamura, M. Takeda, K. Yoshida and Y. Arimoto (2015): Acetylated glyceride: a novel repellent which interferes with tomato yellow leaf curl virus acquisition and its transmission by *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). Crop. Prot., No. 75, 144-150.
9) 上宮健吉・加嶋崇之・森戸 梓・佐野真喜子・有本 裕(2020):ベミデタッチ®乳剤(アセチル化グリセリド)によるチャトゲコナジラミの産卵忌避効果. 応動昆要旨, 64, 65.
10) 櫻井民人・千秋祐也・久保田健嗣・加嶋崇之(2020):モモアカアブラムシのウメ輪紋ウイルス媒介にアセチル化グリセリドが与える影響. 応動昆要旨, 64, 65.
11) R Development Core Team (2019) R: a language and environment for statistical computing. Version 3.6.1. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. http://www.R-project.org/.
12) 中園健太郎・堺田輝貴・福山昭吾・吉岡哲也・久保田朗(2016):天敵シルベストリコバチを活用したチャ害虫チャトゲコナジラミの防除体系. 福岡農林総試研報, No.2, 69-74.
13) 小澤朗人(2009):茶園におけるクワシロカイガラムシの土着天敵類の発生実態. 植物防疫, 63(3), 32-36.
14) 小澤朗人・内山 徹(2019):静岡県のチャ園に自然発生したチリカブリダニ*Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriotの周年動態. 関東東山病虫研報, No.66, 100-105.
15) Backus, E.A., M. S. Serrano and C.M. Ranger (2005): Mechanisms of hopperburn: an overview of insect taxonomy, behavior and physiology. Annu. Rev. Entomol., No. 50, 125-151.
16) Yorozuya, H. (2017): Analysis of tea plant resistance to tea green leafhopper, *Empoasca onukii*, by detecting stylet-probing behavior with DC electropenetrography. Entomol. Exp. Appl., No.165, 62-69.
17) Gould, F. (1983):Genetics of plant-herbivore systems: interactions between applied and basic study. In: Variable plants and herbivores in natural and managed systems, ed. by R.R. Denno and M.S. McClure, Academic Press, New York, pp. 599-653.