

チャの品種によるクワシロカイガラムシ生存率の違いと 生存率に基づく抵抗性検定

水田 隆史

(宮崎県総合農業試験場茶業支場)

Differences in survival rate of the mulberry scale, *Pseudaulacaspis pentagona* Targioni (Hemiptera: Diaspididae) in tea cultivars and its use for evaluation of insect resistance. Takashi Mizuta (Tea Branch, Miyazaki Prefectural Agricultural Experiment Station, Kawaminami 17070, Miyazaki 889-1301, Japan)

Key words: *Pseudaulacaspis pentagona*, insect resistance, cultivar and line, survival rate, Tea

緒 言

クワシロカイガラムシ *Pseudaulacaspis pentagona* Targioni は、日本では主としてチャ、クワおよび果樹の重要害虫である(南川ら, 1958; Yasuda, 1983b; 行成, 1989)。本種は、体表面がロウ物質の殻(以下、介殻とする)で覆われている上に、樹皮の裂け目や樹冠内部に生息するため(石井, 1968; 南川・刑部, 1979)、効果的な薬剤防除のためには通常より多くの薬液を必要とする(河合ら, 1997)。本種には、いくつかの天敵が知られている(南川・刑部, 1979; 安田, 1981; 佐藤, 1978a, 1978b)が、現行の薬剤散布体系下では生物的防除要因として有効に作用していない恐れがあり、さらに、薬剤の多使用は労力、経費や環境保全の面から問題が多いことから、代替防除技術の開発が望まれている。

石井(1968)は、クワに寄生するクワシロカイガラムシにおいて、越冬成虫の生存率がクワ品種により異なることをもとに、抵抗性品種の存在を示唆した。また、チャでは、品種および系統間で本種の寄生密度は有意に異なり、薬剤防除を必要としない程度の低密度に抑える品種も存在する(古野ら, 2001)ことから、このような抵抗性品種を選抜・育成して本種の防除に利用できれば、チャにおける薬剤使用量の削減が期待される。

そこで著者は、チャの品種・系統の相違がクワシロカイガラムシの生存に及ぼす影響について調査し、幼虫生存率を指標とした抵抗性検定法について検討した。

本文に入るに先立ち、本稿のご校閲を賜った宮崎県北諸県農林振興局(前宮崎県総合農業試験場環境部)黒木修一氏に深謝する。

材料および方法

試験1. 室内飼育した幼虫における生存率の推移

室内飼育における幼虫生存率の推移を明らかにするために、チャの苗木にクワシロカイガラムシのふ化幼虫を寄生させて、その後の生存率の推移を調査した。試験は、2000年5月と7月に実施した。供試品種は、圃場での寄生密度が異なる(古野ら, 2001)とされる6品種(‘ゆたかみどり、たかちほ、べにふうき、べにたちわせ、さやまかおり、はつもみじ’)を用いた。供試苗は、1999年9月にビニルポット(直径15 cm × 高さ12 cm)に水稲育苗用土無肥料タイプ(商品名:水稲床土特号)を入れて挿し木し、育成した苗木を用いた。供試虫は、当支場内にある無農薬栽培圃場(品種:やぶきた)から採集した。本種のふ化開始期に圃場から雌成虫の寄生した枝を採集し、介殻を柄付き微針で剥がしながら捕虫管を用いて雌卵のみを採卵した。卵の雌雄判別は、南川ら(1958)に従い、橙色の卵を雌卵、白色の卵を雄卵とした。キムワイプ®を4 cm × 4 cmの大きさに切り、袋状にしてその中に採取した雌卵を約200卵収めた。卵を入れたキムワイプ®を苗木の地上3 cmの高さに巻きつけ、さらに上から同寸大のアルミ箔で巻いて固定した。未ふ化卵は、24時間後にキムワイプ®とともに除去した。南川ら(1958)に従い、歩行せず触覚が背面上に折りたたまれている個体を定着幼虫としてルーペ(10倍)で計数した。その後、多寄生による苗の衰弱を避けるために1株あたりの定着個体数を概ね10匹に調整した。供試個体は、白色油性ペンでマーキングして個体識別し、苗木はプラスチック製パット(縦45 cm, 横27 cm, 深さ3 cm)に置いて十分に灌水した。1回の試験には、1品種あた

り2株(高さ:約20cm)の苗木を用い、試験は3反復で行った。クワシロカイガラムシを放飼した苗木は、グロースチャンパー内に置き、24℃、14L-10D、70±10%RH条件で維持した。幼虫の生存数を3日間隔でルーベを用いて調査し、全供試個体数に対する生存個体数を生存率として算出した。生存率は、調査日ごとに品種間差をSchefféの多重検定(P<0.05)により検定した。交尾の有無が発育と生存に影響するのを防ぐため、供試株には雌のみを寄生させ、雄は導入しなかった。

試験2. 雌成虫の体長のチャ品種による相違

試験1において、定着30日後に生存していた全個体を、柄付き針を用いて供試品種ごとに回収した。回収個体は、直ちに生理食塩水を入れたホールスライドグラスに移し、カバーグラスをかけた後、透過型光学顕微鏡(100倍)で体長を測定した。品種間における平均体長について、Tukeyの多重検定(P<0.05)を行った。

試験3. 幼虫生存率に基づくクワシロカイガラムシ抵抗性の推定

抵抗性が未知のチャ3系統を用い、定着幼虫の生存率を指標としてクワシロカイガラムシ抵抗性の推定方法を検討した。2000年8月にクワシロカイガラムシの雌卵を試験1と同じ方法で採集した。クワシロカイガラムシ抵抗性が未知であるチャの3系統(宮崎20, 21, 22号)と対照品種として‘さやまかおり’(抵抗性品種)と‘たかちほ’(感受性品種)の挿し木苗(4ヶ月苗)に試験1の方法で雌幼虫を放飼した。定着幼虫数を計数後、1苗あたりの個体数を概ね10個体に調整し、24℃、14L-

10D条件で飼育して定着9, 12, 15日後の生存率を調査した。抵抗性指数は、5段階で示した。指数化の方法として、まず抵抗性品種とした‘さやまかおり’の生存率を抵抗性指数1とし、同様に感受性品種‘たかちほ’の生存率を抵抗性指数5に置いた。そして、抵抗性指数K(1≤K≤5)に含まれる生存率の範囲Yは、以下の式で定めた。

$$Y = Q \pm R$$

$$Q = 2 R (K - 1) + R_s$$

$$R = (S_s - R_s) / 8$$

Ss: 感受性の対照品種の生存率 (%)

Rs: 抵抗性の対照品種の生存率 (%)

供試品種の生存率は、上式で求めた生存率の範囲にあてはめて、指数化した。

圃場に植栽されている供試系統(5年生)には、2000年8月にクワシロカイガラムシを人為放飼し、放飼次世代の発生量を2000年10月に雄繭コロニー数として調査して、寄生密度指数として5段階で示した。発生量の指数化は、生存率による抵抗性の指数化と同じ方法で行った。

結 果

試験1. 室内飼育した幼虫における生存率の推移

クワシロカイガラムシの寄生は、供試した6品種72苗のうち‘べにたちわせ’と‘さやまかおり’の各1苗を除く、70株で確認された。1苗あたりの定着幼虫数は、‘べにふうき’が最多で11.8匹、‘ゆたかみどり’が最少で6.5匹であったが、品種間での定着数に有意差はみられなかった(Table. 1)。

クワシロカイガラムシの生存率の推移をFig. 1に示

Table 1. Initial infestation of *Pseudaulacaspis pentagona* larvae on seedlings of six tea cultivars¹⁾.

Cultivars	Resistance ²⁾	Infestation no. (Larva/plant)
Yutakamidori	s	6.5 ± 5.9
Takachiho	s	10.0 ± 8.8
Benihuuki	s	11.8 ± 10.2
Benitachiwase	r	7.7 ± 5.1
Sayamakaori	r	10.7 ± 6.2
Hatsumomiji	r	8.6 ± 5.8

1) Each seedling was inoculated with 200 eggs of *P.pentagona*.
 2) Resistance showed at susceptible or resistance cultivars.

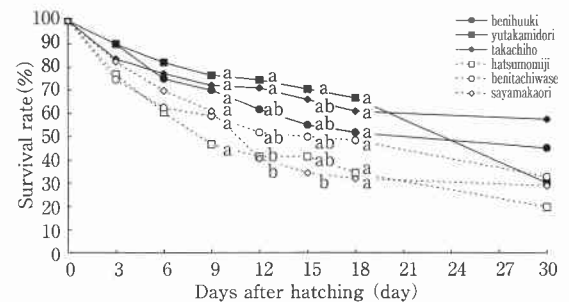


Fig. 1. Changes in survival rates of *Pseudaulacaspis pentagona* larvae on seedlings of six tea cultivars grown at 24℃ and a 14L-10D photo period. Values followed by the same letters are not significant difference (P<0.05) by Scheffé's multiple range test.

す。生存率の推移を初期（0～10日後：1 齢期），中期（11～20日後：2 齢前期），後期（21～30日後：2 齢後期～成虫期）に区分すると，抵抗性，感受性品種群ともに初期に死亡する個体が多く，特に抵抗性品種では42～55%の個体が死亡した。生存率はその後緩やかに低下したが，‘ゆたかみどり’では30.5%と後期に大きく低下した。

供試品種間での本種の生存率の差は，定着12日後に最大となり，このときの生存率は‘ゆたかみどり’では75.3%で最も高く，‘はつもみじ’では38.5%で最も低

く，その差は38.6%であった。また定着12，15日後の生存率には，品種間で有意差がみられた（Fig. 1）。

試験2. 雌成虫の体長のチャ品種による相違

チャ6品種の苗を用いてクワシロカイガラムシの雌を成虫期（定着30日後）まで飼育したときの平均体長は，品種間で有意に異なり，抵抗性品種で短くなる傾向がみられた（Table. 2）。供試品種の調査日ごとの生存率と体長との関係を見ると，定着6，9日後の生存率と体長の相関係数は，それぞれ $r = 0.872$ ($P < 0.05$) と $r = 0.874$ ($P < 0.05$) であり，有意な相関関係が認められた（Fig. 2）。

Table 2. Body length of *Pseudaulacaspis pentagona* developed on seedlings of six tea cultivars for 30 days.

Cultivars	Body length (μm) ¹⁾
Yutakamidori	92.2 ± 11.3 ab
Takachiho	98.0 ± 15.1 a
Benihuuki	84.9 ± 9.8 b
Benitachiwase	74.8 ± 12.5 c
Sayamakaori	88.5 ± 12.5 b
Hatsumomiji	66.6 ± 10.0 c

¹⁾ Figures show means and S.D. Those followed by the same letters are not significantly different at $P > 0.05$ by Tukey's multiple range test.

試験3. 幼虫生存率に基づくクワシロカイガラムシ抵抗性の推定

クワシロカイガラムシ抵抗性が未知であるチャ3系統について，定着幼虫の生存率を指標として抵抗性を判定し，圃場での寄生密度指数と比較した（Table. 3）。供試した3系統の生存率から導いた抵抗性指数は，宮崎20号では3，宮崎21号では1，宮崎22号では2～3と判定された。圃場での人為接種による次世代の寄生密度指数は，宮崎20号では2，宮崎21号では1，宮崎22号では2と判定され，2つの調査結果はよく一致した（Table.

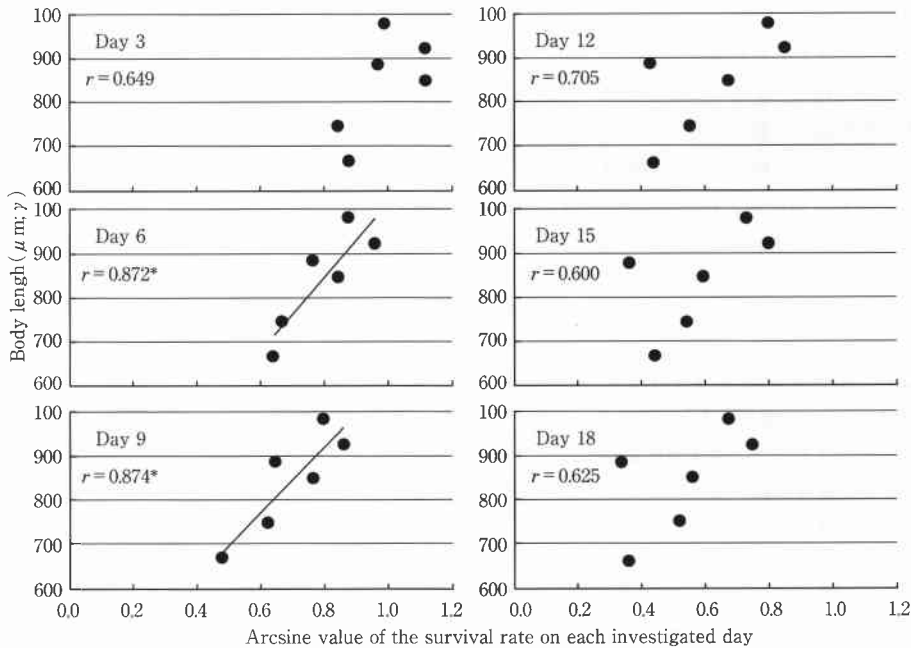


Fig. 2. Correlation between body lengths and survival rates of *Pseudaulacaspis pentagona* developed on six tea cultivars grown at 24°C and a 14L-10D photo period.

*: Correlation value is significant difference ($P < 0.05$)

Table 3. Comparison between the resistance index by laboratory test and the index of infestation density by field test of *Pseudaulacaspis pentagona*.

Strains or cultivars	Laboratory test				Field test
	12 day after inoculation		15 days after inoculation		Infestation density index ²⁾
	Survival rate (%)	RI ¹⁾	Survival rate (%)	RI	
Miyazaki -20	30.8	3	26.9	3	2
Miyazaki -21	13.6	< 1	13.6	1	1
Miyazaki -22	23.3	2	23.3	3	2
Takachiho (Cont ; s)	42.9	5	42.9	5	5
Sayamakaori (Cont ; r)	20.7	1	10.3	1	1

¹⁾ Resistance index show by five order. Resistance 1-5 Susceptible. Method of distributing of the resistance index refers to the text.

²⁾ Treatment did in Jul. 2000 using the tea shoot infested *P.pentagona* and did investigate in Sept. 2000 with infestation density. Method of distributing of the infestation density index refers to the text.

3)。

考 察

クワシロカイガラムシの寄生密度が寄主の品種間で異なることは、クワやチャで報告されている(石井, 1968; 古野ら, 2001)。また、クワでは施肥条件や植栽土壌の相違、卵の胚子発生期の温度等の環境が、クワシロカイガラムシの性比、産卵数および増殖率に影響する(Yasuda, 1983a; 1983b)。古野ら(2001)は、耕種条件、土壌、気温等の異なる2圃場(宮崎県と鹿児島県)でチャに寄生するクワシロカイガラムシの発生程度を77品種・系統について調査した。本種の発生は品種・系統間で有意に異なり、両圃場での品種ごとの発生量には有意な相関関係が認められたことから、クワシロカイガラムシの発生には品種抵抗性が強く影響しているとしている。

本試験においても、本種雌幼虫の生存率は供試品種間で有意差が認められた(Fig. 1)。そこで、供試品種の定着12日後の生存率と古野ら(2001)の圃場での発生程度(多5~1少)を比較すると、'ゆたかみどり'では生存率は75.3%、発生程度は5、同様に'たかちほ'では70.6%と5、'べにふうき'では59.3%と4、'べにたちわせ'では55.0%と2、'さやまかおり'では39.9%と1、'はつもみじ'では38.5%と1であった。つまり、生存率の高い品種では圃場での寄生密度は高く、生存率の低い品種では寄生密度は低くなった。また、クワシロカイガラムシ幼虫の定着6、9日後の生存率と成虫期の体長の間には有意な相関関係が認められた。これらのことは、幼虫の生存率は圃場での本種の密度に大きく影響し、抵抗性品種では幼虫の生存と発育に抑制的に働く因子が存在することを示唆する。

カイガラムシ類における寄生密度の品種間差異とその要因については、ルビーロウムシ *Ceroplastes rubens*

Maskellとツノロウムシ *Ceroplastes ceriferus* に関する報告がある(田中, 1953a; 1953b)。これら2種のカイガラムシの寄生量は、バレイショの品種間で異なり、その原因は品種間の維管束分布の相違がカイガラムシの吸汁に影響したことによるとされている。

クワに寄生するクワシロカイガラムシでは、吸汁部位は韌皮柔組織であり、口針は形成層に沿って挿入され、師管を転流する樹液を吸収する(安田, 1979)と考えられている。チャでは、一般的にクワ同様に形成層外辺の師部組織への口針挿入が観察されるが、一部の個体では口針は形成層を貫通し、木質部まで挿入されている(水田, 未発表)。これらの個体では、師管吸汁を行う個体に比べて栄養条件が悪いので、発育速度や生存率は低下すると考えられる。つまり、木質部吸汁個体の発生割合の品種間での相違が抵抗性に影響している可能性が推察された。このような点から、クワシロカイガラムシ抵抗性の発現機構は、吸汁行動と関係している可能性が高く、今後抵抗性の異なる品種上での口針の挿入位置と吸汁量の比較を行う必要がある。また本試験では調査しなかった産卵数や発育期間を調査し、内的自然増加率を比較して、増殖率が圃場での寄生密度に与える影響について詳細に検討する必要がある。

本種の生存率は、幼虫の定着後9~18日間には安定して推移し、チャの品種間での相違は定着12日後に最大となった。そこで、この期間の生存率を指標とし、抵抗性が未知のチャ3系統の抵抗性検定を試みた。その結果、定着12および15日後の生存率から求めた3系統の抵抗性指数は、人為放飼した圃場における放飼次世代の寄生密度と一致した傾向を示した。

以上から、チャのクワシロカイガラムシ抵抗性の検定法として、以下の方法が利用可能と考えられる。すなわち、クワシロカイガラムシはふ化開始期に圃場から採取

した本種の雌卵を、挿し木繁殖した検定用の健苗に接種する。1日齢以内の定着した幼虫をチャ1系統あたり50個体程度供試し、9～15日後に幼虫の生存率を複数回調査して、対照品種の生存率と比較する。

本検定法の利点は、圃場での寄生密度の調査と比較して、反復が取りやすく、調査期間が大幅に短縮できる上、天敵類が寄生密度に及ぼす影響を排除できることである。

なお、この検定法は反復間のばらつきが大きくなりやすいため、反復数や供試幼虫数を多くとるの必要があり、簡便性に欠けるなど改善すべき点が残されている。

摘 要

圃場検定によりクワシロカイガラムシ抵抗性の差異が明らかにされているチャ6品種を用い、定着させた幼虫の生存率の推移を調査した。生存率は品種間で有意に異なり、抵抗性品種における生存率は、感受性品種に対して有意に低かった。

このような生存率の品種間差異を利用してチャの抵抗性を推定する方法について検討し、24℃条件では、定着後9～15日間の幼虫の生存率が、抵抗性の指標として有効であることを実証した。

引 用 文 献

- 古野鶴吉・長友 繁・野中寿之・重 光雄・田中敏弘 (2001) チャにおけるクワシロカイガラムシ抵抗性の品種・系統間差異. 茶研報 91: 5-12.
- 石井五郎 (1968) クワシロカイガラ (*Pseudaulacaspis pentagona* Targioni) の外部形態ならびに生態について. 蚕試彙報 92: 41-62.
- 河合 章・多々良明夫・神寄保成 (1997) 1994, 1995年のクワシロカイガラムシの多発生と防除・研究上の問題点: アンケート調査の取りまとめ. 茶研報 85: 13-25.
- 南川仁博・久保田幸弘・吉田正義 (1958) クワカイガラムシの生態学的研究. 茶技研 18: 24-33.
- 南川仁博・刑部 勝 (1979) 茶樹の害虫, 初版. 日本植物防疫協会 (東京), pp. 322.
- 佐藤敏夫 (1978a) 福島県下におけるクワシロカイガラムシの寄生性天敵昆虫による死亡率について. 蚕糸研究 108: 75-84.
- 佐藤敏夫 (1978b) クワシロカイガラムシの寄生蜂の生態に関する研究. I. 寄生時期と世代数. 蚕糸研究 109: 152-159.
- 田中 学 (1953a) 天敵飼育のための, 馬鈴薯利用によるルビロー虫及び, ツノロー虫の大量飼育法. 九農研 11: 12-14.
- 田中 学 (1953b) 馬鈴薯塊茎上に於けるルビローウムシ及びツノロウムシの飼育. 九州農試彙報 2: 55-63.
- 安田壮平 (1979) クワシロカイガラムシの外部形態ならびに桑条組織中における口針そう入部位の顕微鏡観察. 応動昆 23: 61-68.
- 安田壮平 (1981) 桑園におけるクワシロカイガラムシの天敵昆虫の種類と発生消長. 応動昆 25: 236-243.
- Yasuda, S. (1983a) Effect of fertilization in mulberry plants on the sex ratio of eggs of the mulberry scale, *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni). J. Seric. Sci. Jpn. 52: 9-12.
- Yasuda, S. (1983b) Effects of thermal conditions on the sex ratio of *Pseudaulacaspis pentagona* Targioni (Hemiptera: Diaspididae), at the early stage of ovogenesis and egg batch size. J. Seric. Sci. Jpn. 52: 106-109.
- 行成正昭 (1989) ウメシロカイガラムシとクワシロカイガラムシの幼虫ふ化消長と寄生性天敵昆虫. 徳島果試研報 17: 11-20.