

特集：最近話題の病害媒介虫の防除対策〔3〕

# カンキツグリーンング病の媒介昆虫ミカンキジラミ *Diaphorina citri* の生態と防除

農林水産省果樹試験場カンキツ部 あし  
原  
亘

## I カンキツグリーンング病とその媒介者

グリーンング病は、南アフリカ、アラビア半島、南アジアのカンキツに発生する重要病害で、病原体は師管寄生難培養性細菌 (fastidious phloem-limited endocellular bacterium) といわれている。果実が着色不良となり、緑斑が残ることから、グリーンングと呼ばれるようになった。罹病樹には、まず一部の枝に病徴が現れ、亜鉛欠乏症のように葉脈や隣接組織が黄化し、のちに葉全体が黄化する。やがて、病徴は他の枝にも発現し、症状が進むと、落葉、落果、枝枯れなどが生じる。この結果、樹全体が衰弱し、枯死することが多い。本病により、ジャワ島西部では1960～70年の間に約300万本のカンキツが枯死し、フィリピンでは1961～74年の間にマンダリンの栽培面積が1/4に減少したという。

グリーンング病は接ぎ木によるほか、2種のキジラミ、*Diaphorina citri* (Asiatic citrus psyllid) と *Trioza erythrae* (African citrus psyllid) によって伝搬される。このほか、つるが他の植物に巻き付き、寄主から養分を吸収するネナシカズラ属の *Cuscuta reflexa* や *C. campestris* も本病を媒介することが実験的に確かめられている。わが国に分布するネナシカズラは、媒介力がない (KE et al., 1987)。また、Capoor et al. (1974) は、罹病樹から採取した種子が正常に発芽し、生長したことから、種子伝搬はないと考えている。

*D. citri* (本文ではミカンキジラミとして記述する) はわが国の西南諸島にも生息しているが (MIYATAKE, 1965; 田中ら, 1970)、グリーンング病は存在しないと考えられていた (MIYAKAWA et al., 1974)。ところが、MIYAKAWA and TSUNO (1989) が1988年に石垣島と西表島で調査を行ったところ、西表島のカンキツ (品種：シイクワシャー) が本病に感染していることを発見した。これらは伐採・焼却処分された。その後、罹病樹は認められなかったが、最近、八重山、宮古、沖縄本島の一部

で本病が発生していることが確認され、沖縄県は発生予察特殊法を発表した。罹病樹は直ちに伐採処分されている。

グリーンング病防止対策の一環として、これを媒介するミカンキジラミの予察法や防除法を明らかにしておく必要があるが、わが国における本種の発生生態に関する知見は極めて少ない。ここでは、主に国外で報告された文献をもとに、その生態と防除法について述べる。

## II ミカンキジラミ (*D. citri*) の生態

### 1 寄主植物

キジラミ類は狭食性で、ミカンキジラミはミカン科の植物でしか増殖できない。カンキツ類のほとんどの品種に寄生するが、スウィートオレンジ、ポンカン、レモン、ライムが好適な寄主とされている。カンキツ類のほか、ミカン科のゲッキツ (*Murraya paniculata*)、*M. koenigii* にも寄生する。カンキツ類よりも、ゲッキツが増殖に適しているようで、前者でほとんど寄生が認められないときでも、後者では多数の個体が採集できる (MIYATAKE, 1965; 田中ら, 1970)。

グリーンング病に対するカンキツの感受性は、品種によって異なる。スウィートオレンジ、タンゼロ、マンダリンは激しい症状を示す。グレープフルーツ、レモン、サワーオレンジなどはやや軽い。ライム、ポメロ、およびカラタチとその交雑種は症状を現さず、潜在性保毒樹になる。なお、ゲッキツでは本病原菌は増殖できないと考えられている (GOTTWALD et al., 1989; Su, 私信)。

### 2 発育と産卵

卵は黄色紡錘形で、寄主の幼芽に産み付けられる (口絵写真①)。幼虫は新葉で発育し、5齢を経て成虫となる。摂食中にワックスで覆われたハニーデューを分泌する (口絵写真②)。表-1に幼虫齢期の区別点を示した。卵および1～5齢幼虫の発育零点はそれぞれ、9.41, 8.30, 9.72, 8.92, 9.61, 9.07°Cで、有効積算温度は60.03, 39.78, 26.82, 33.23, 39.76, 74.49日度である (YANG, 1989)。成虫の体長は3～4mmで、口絵写真③に見られるように腹部を持ち上げた独特の静止姿勢をとる。雌雄は腹部末端の形態によって容易に区別でき

Biology and Control of *Diaphorina citri*, an Insect Vector of Citrus Greening Disease. By Wataru ASHIHARA

(キーワード：ミカンキジラミ、グリーンング病、カンキツ、生態、防除)

表-1 ミカンキジラミ幼虫齢期の区別点 (HUSAIN and NATH, 1927)

	1	2	3	4	5 齢
頭幅 (複眼部)	0.15	0.24	0.3	0.42	0.57 mm
触角長	0.06	0.08	0.12	0.18	0.3 mm
中胸部の翅包長 (wing-pad)	—	0.12	0.26	0.5	0.9 mm
体 長	0.26~0.35	0.43~0.56	0.67~0.72	0.76~1.2	1.6~1.7 mm

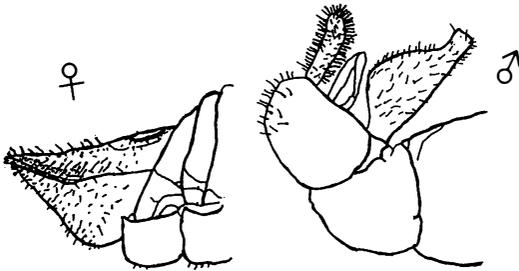


図-1 ミカンキジラミの雌雄尾端の形態 (HUSAIN and NATH, 1927 から略写)

る (図-1)。羽化まもなく交尾し、新梢があれば産卵を開始する。成虫の生存期間は2か月以上、1雌当たり産卵数は約200~800個である。

### 3 発生活長と分布

ミカンキジラミの産卵と発育は新梢に限られているので、寄主の発芽時期と芽の量がキジラミの発生活長に大きな影響を与える (熱帯では年8~10回発生する)。冬期でも新梢が発生する地域では全発育態が越冬するが、葉が硬化するところでは、成虫しか越冬できない。雨季の大雨や冬期の降雨は死亡要因として重要視されている。

グリーンング病を媒介する2種のキジラミのうち、ミカンキジラミは南アジアの熱帯、亜熱帯地域とブラジルに生息し、わが国の南西諸島 (奄美大島以南) にも分布している。一方、*T. erytrae* は南アフリカとその周辺の島々に生息する。南アフリカのレユニオン島とアラビア半島では両種が分布している。

レユニオン島では *T. erytrae* が標高500 m以上の冷涼で湿度の高い所に分布しているのに対し、ミカンキジラミは海岸近くの高湿乾燥地帯でよく増殖する。また、中国南部 (広西) の標高1,385 m以上、ネパールの1,000 m以上の地域ではミカンキジラミの生息は確認されていない (図-2)。これらから、本種は *T. erytrae* よりも高い温度条件を好むと考えられている。ただし、成虫を-2~-5°Cの条件下に置いても、すべてが死亡するまでに100時間以上要したという実験結果もある (XIE

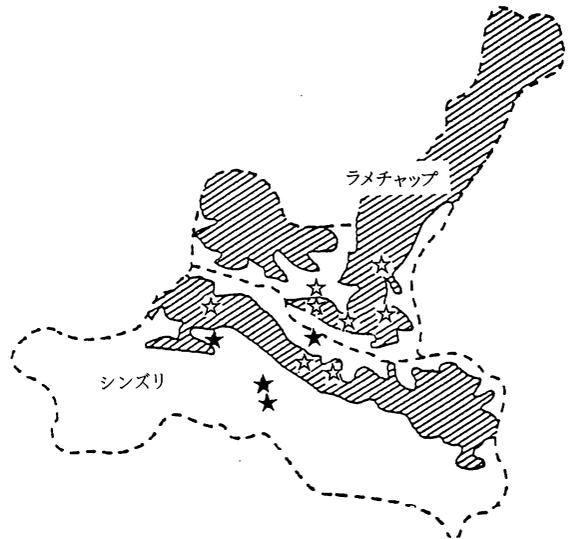


図-2 ネパールのシンズリ、ラメチャップ郡におけるミカンキジラミの分布 (芦原, 1988)。

斜線部は標高1,000 m以上の地帯を示す。★:ミカンキジラミが認められた地点、☆:認められなかった地点。JICA長期専門家:富安, 同短期専門家:今田, 芦原, 大平の調査結果による。

et al., 1988)。したがって、成虫の耐寒性だけを分布の決定要因と断定できないようである。筆者の観察によれば、ミカンキジラミは5°Cになると歩行能力を失う。したがって、このような条件下で強風雨にさらされると、越冬成虫数は著しく減少すると推定される。また、先に述べたように、本種はカンキツ類よりもゲッキツを好む傾向がある。この植物は熱帯、亜熱帯に分布し、九州中部以北では冬期に枯死する。筆者はゲッキツの分布もキジラミの生息域限定要因の一つと考えているが、今後の検討課題である。

### 4 成虫の移動能力

キジラミ類は英名が jumping plant lice と呼ばれるように、移動能力は低いと考えられている。成虫は通常、葉裏や枝に静止していて、何らかの刺激を受けると、後肢でジャンプして近傍の枝葉にとまる。しかし、寄主植物の発芽時期には活発に飛翔し、条件によっては高い移

動力を発揮する。VAN DEN BERG and DEACON (1988) は *T. erytraea* を寄主植物のない場所に放飼し、黄色粘着トラップで再捕獲を試みた。その結果、卓越風に運ばれて、ほとんどが 500 m 以上離れたところで捕獲されたという。GOTTWALD et al. (1989) によれば、中国南部とレユニオン島では、グリーンング病の拡大方向と卓越風の方向とが一致していた。彼らは、保菌したミカンキジラミが風によって移動し、病原菌を伝搬していったためと推測している。

### 5 ミカンキジラミによるグリーンング病の伝搬

主に罹病樹を吸汁した成虫が本病を媒介する。1~3 齢幼虫には伝搬能力がなく、4, 5 齢になると伝搬性を持つようになる。経卵伝搬はしない (CAPOOR et al., 1974)。

成虫がどれだけの期間吸汁 (寄生) すれば保菌できるかについては統一見解はなく、15~30 分、5 時間以上とさまざまである。吸汁された病原体はキジラミの体内で増殖し、8~12 日後に唾液腺に侵入する。以後、保菌虫は死亡時まで伝搬力を維持する (CAPOOR et al., 1974 など)。

伝搬力を持った成虫を 5 時間以上寄生させると、樹は感染する (1 時間で供試樹の 100% が感染したという報告もある)。吸汁虫数と罹病率との関係については、1 個体でも伝搬力があるとすると、多数寄生しないと感染が成立しないという相反した報告がある。感染から病徴発現までの期間は気温によって異なると思われるが、幼苗を用いた試験では、4~10 か月といわれている。

## III 防 除

### 1 グリーンング病原菌の防除

罹病樹の穂木は、熱処理によって無毒化できる。また、樹幹にテトラサイクリンをかん注すると、果実での発症率が 10~20% に減少するが、数年後にはこの効果が減退するという。抗生物質などによる化学的防除法については多くの試験が行われているが (DA GRAÇA, 1991 参照)、これによってグリーンング病が根治された事例はない。この防除法は、本病のまん延地帯における抑止対策の一環として有効と考えられる。しかし、少発地域では、罹病樹の早期発見と伐採のほうが主要な対策となる。

### 2 ミカンキジラミの防除

#### (1) 発生量の把握

成虫の寄生密度の推定には、枝を捕虫網で覆い、枝元をビーティングするのが最も簡便である。このほか、サ

クシヨウ・キャッチャーで吸引したり、寄主植物の株元にシートを敷き、殺虫剤を散布して落下した虫数をカウントする方法もとられている。

*T. erytraea* では、蛍光黄色粘着トラップによる発生予察法が確立されている (SAMWAYS et al., 1986)。このトラップはミカンキジラミの飛翔活動時期のモニタリングにも有効とされている (AUBERT and QUILICI, 1988)。筆者と大平 (OHIRA, 1988) もネパールにおいて、白色~黄色のプレートを用いてトラップとしての有効性を検討した。このうち、産卵時期に相当する春期にはすべてのトラップに誘引されたが (イエローオレンジ、オレンジが多かった)、捕獲数はビーティングによるものに比べて少なかった (OHIRA, 1988)。秋期にはキジラミがかなり寄生していたゲッキツの近くに設置したにもかかわらず、わずかに 1 個体しか捕獲できなかった (芦原, 1988)。このようなことから、黄色トラップは本種の活動時期の推定には有効と思われるが、分布の有無や寄生密度の把握には不十分と考えられる。

#### (2) 化学的防除

ミカンキジラミは有機リン系殺虫剤に感受性が高いため、これらの薬剤散布によってカンキツ園の個体群を防除することは容易である。ただ、カンキツ園周辺にゲッキツなどの代用寄主がある場合は再寄生の可能性が高く、新梢発生時に再度薬剤防除を行う必要がある。

わが国では本種を対象として、MEP 乳剤と DMTP 乳剤が登録されている。今後は、ミカンハモグリガのような新梢加害性害虫と同時防除が可能な薬剤の探索も必要であろう。

#### (3) 生物的防除

ミカンキジラミの寄生蜂として、ヒメコバチ科の *Tamarixia radiata*, トビコバチ科の *Diaphorencyrtus aligarhensis*, *D. diaphorinae* (= *D. aligarhensis*?) などが知られている。これらはすべてキジラミの幼虫に寄生する (ÔTAKE, 1990 参照)。

南アフリカのレユニオン島では、ミカンキジラミに寄生する *Tam. radiata* をインドから、*T. erytraea* に寄生する *Tam. dryi* と *Psyllaephagus pulvinatus* を南アフリカから導入・放飼した (ETIENNE and AUBERT, 1980; AUBERT and QUILICI, 1984)。その結果、*P. pulvinatus* は定着しなかったが、*Tam. dryi* は *T. erytraea* の個体群密度を劇的に減少させ、1982 年までに完全に撲滅したという。また、ミカンキジラミは *Tam. radiata* によってゲッキツでの生息数が減少し、カンキツ園ではほとんど採集されない状態になっている (AUBERT and QUILICI, 1988)。この生物的防除の成功の原因として、QUILICI

表-2 台湾における *Diaphorencyrtus diaphorinae* と *Tamaraxia radiata* の高次寄生蜂とその寄生率 (CHIEN et al., 1989)

高次寄生蜂	被寄生率 (%)	
	<i>D. diaphorinae</i>	<i>T. radiata</i>
コガネコバチ科 (Pteromalidae)		
<i>Pachyneuron concolor</i>	18.50	0.45
クロツヤコバチ科 (Signiphoridae)		
<i>Chartocerus walkeri</i>	13.50	0.03
ツヤコバチ科 (Aphelinidae)		
<i>Encarsia</i> sp.	0.80	0.11
<i>Coccophagus ceroplastae</i>	0.01	0.00
<i>Coccophagus</i> sp.	0.10	0.00
<i>Marietta leopardina</i>	2.50	0.25
未同定種	0.01	0.05
トビコバチ科 (Encyrtidae)		
<i>Syrphophagus taiwanus</i>	6.80	0.05
<i>Cheilonneurus</i> sp.	0.01	0.00
<i>Ageniaspis</i> sp.	0.01	0.00
ヒメコバチ科 (Eulophidae)		
<i>Tetrastichus</i> sp.	0.00	0.01
合計	42.22	0.95

1985年5月~1988年5月の総計

(1989) や ÔTAKE (1990) は、①同島には高次寄生者がいない、② *Tam. dryi* は同島に生息する *Trioza litseae* を代替餌として増殖できる、③ *Tam. radiata* の増殖源としてゲッキツ上のミカンキジラミ個体群がある、④小さな島なので、防除効率が高かったこと、を挙げている。

*Tam. radiata* は台湾、フィリピン、インドネシアにも導入された。台湾では定着が確認され、放任状態のゲッキツではミカンキジラミの寄生密度が低下しつつあるという。ただ、剪定をたびたび行くと、寄生蜂の増殖が阻害され、密度抑制効果が著しく低下する (CHIEN and CHU, 1993)。

同地には、ミカンキジラミの在来天敵として4種の捕食者と寄生蜂の *Diaphorencyrtus diaphorinae* が記録されている。*D. diaphorinae* には少なくとも11種の高次寄生蜂が存在し、一部は *Tam. radiata* にも寄生する。*Tam. radiata* が定着した1986年には6種の高次寄生者が認められ、寄生率は1.1%であったが、のちに7種となり(表-2)、1990年には寄生率が5.6%に増加した。この寄生率はさらに上昇する危険性があると思われるが、CHIEN and CHU (1993) はフィールドのデータなどから、高次寄生者の存在は *Tam. radiata* の活動阻害要因にならないと考えている。台湾ではこれら寄生蜂の生態的特性や個体群動態に関する研究を続行しており、今

後の発生動向が注目される。

おわりに

カンキツが永年作物であり、媒介キジラミがカンキツ以外の寄主でも増殖できることから、本病はいったんまん延すると、根絶が困難な病害である。特に、熱帯地域ではカンキツの出芽回数が多いので、キジラミが常発し、周囲に伝搬しやすい。さらに、高温のため感染から発病までの期間が短いことから、最重要病害として恐れられている。

わが国の南西諸島は本病の発生が認められた地域のうち、ほぼ北限に位置しているため、いったん発生しても、伝搬の速度や被害発生までの期間は熱帯に比べて緩やかと考えられる。いずれにしても、グリーンング病対策としては、カンキツ園内のキジラミ防除だけでは不十分で、総合的な防除対策を講じる必要がある。このためには、①迅速で正確な病原体検出体制の整備、②罹病樹の伐採、③健全な苗木の育成と供給、④キジラミの生態解明による発生予察と防除法の確立、⑤キジラミの主要な増殖源であるゲッキツを園周辺から除去すること、などが必要と考える。今後はミカンキジラミの防除対策として、*Tam. radiata* のような寄生蜂の導入を試みる価値もあると思われる。これには、台湾における放飼事例が参考となろう。

引用文献

- 1) 芦原 亘 (1988) : 今月の農業 32 (11) : 31~34.
- 2) AUBERT, B. and S. QUILICI (1984) : Proc. 9th Conf. Intern. Org. Citrus Virologists, pp. 100~108.
- 3) ——— (1988) : Proc. 10th Conf. Intern. Org. Citrus Virologists, pp. 249~254.
- 4) CAPOOR, S. P. et al. (1974) : Proc. 6th Conf. Intern. Org. Citrus Virologists, pp. 43~49.
- 5) CHIEN C. C. et al. (1989) : Fruits 44 : 401~407.
- 6) ——— and Y. I. CHU (1993) : Proc. Intern. Symp. "Use of Biol. Cont. Agents under Integrated Pest Management", pp. 186~208.
- 7) DA GRAÇA, J. V. (1991) : Ann. Rev. Phytopathol. 29 : 109~36.
- 8) GOTTWALD, T. R. et al. (1989) : Phytopathology 79 : 687~693.
- 9) HUSAIN, M. A. and D. NATH (1927) : Mem. Dept. Agric. India, Entomol. Ser. 10(2) : 27 p.
- 10) MIYAKAWA, T. and K. TSUNO (1989) : Ann. Phytopathol. Soc. Japan 55 : 667~670.
- 11) MIYATAKE, Y. (1965) : Kontyû 33 : 171~189.
- 12) ÔTAKE, A. (1990) : Bibliography of Citrus Greening Disease and its Vectors Attached with Indices, and a Critical Review on the Ecology of the Vectors and Their Control. Japan Intern. Coop. Agency, Tokyo, 161 p.
- 13) SAMWAYS M. J. et al. (1986) : Citrus Subtrop. Fruit J. 629 : 9~15.
- 14) 田中寛康ら (1970) : 植物防疫 24 : 514~518.
- 15) YANG, Y. (1989) : Acta Ecol. Sinica 9 : 348~354.