

No.

BIBLIOGRAPHY OF CITRUS GREENING DISEASE AND ITS VECTORS
ATTACHED WITH INDICES, AND A
CRITICAL REVIEW ON THE ECOLOGY OF THE VECTORS AND
THEIR CONTROL

MARCH, 1990

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

ADL

JP

89-59

BIBLIOGRAPHY OF CITRUS GREENING DISEASE AND ITS VECTORS
ATTACHED WITH INDICES, AND A
CRITICAL REVIEW ON THE ECOLOGY OF THE VECTORS AND
THEIR CONTROL

JICA LIBRARY



1110849151

MARCH, 1990

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

国際協力事業団

25818

マイクロ
フィルム作成

序 文

大竹昭郎氏は、平成元年2月1日より平成元年4月2日までの2か月間、ネパール園芸開発計画の虫害専門家としてネパールに赴き、柑橘栽培において現地で問題となっているグリーンング病対策に取り組まれてきた。

帰国後も、当事業団の特別囑託として9か月の間、カンキツ・グリーンング病とその媒介キジラミに関する世界の文献を可能な限り収集し、現在の研究水準がどのレベルにあるのか調査するとともに、問題解明に努力された。この報告書は、これらの調査研究結果を取纏めたものであり、今後本プロジェクトにてグリーンング病問題に取り組む上で大いに活用されることを願うものである。

最後に、今回の執筆にあたられた大竹氏の御苦勞に感謝するとともに、御協力、御指導を賜った関係各位に謝意を表する次第である。

平成2年2月

国際協力事業団
農業開発協力部長
崎 野 信 義

CONTENTS

Preface	i
Summary in Japanese	1
Introduction	5
Part I	
Bibliography of Citrus Greening Disease and Its Vectors	7
Part II	
Indices for the Bibliography	79
Author Index	79
Subject Index	89
Index for Scientific and Common Names of Organisms	101
Part III	
A Critical Review on the Ecology of <i>Trioza erytrae</i> (Del Guercio) and <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama, Vectors of Citrus Greening Disease, and Their Control	113
1. Greening disease and its vectors: introductory remarks	113
2. Biology of <i>Trioza erytrae</i> and <i>Diaphorina citri</i> , and their transmissibility of the greening pathogen	115
2-1. Development and reproduction	115
2-2. Host plants	117
2-3. Greening transmissibility	119
3. Population processes in <i>Trioza erytrae</i> and <i>Diaphorina citri</i> under the influence of biotic and abiotic factors of environment, and their concern with the spread of greening disease	120
3-1. Geographical distribution	121
3-2. Complex of factors governing seasonal prevalence	123
3-2-1. Host plant conditions, especially flushing rhythms of citrus	123
3-2-2. Weather extremes	125
3-2-3. Natural enemies and competitors	126

3-3. Dispersal and its relationship with the disease dissemination	130
3-4. Monitoring of population processes	135
4. Control of <i>Trioza erytreae</i> and <i>Diaphorina citri</i> , with special emphasis on its importance to citriculture	137
4-1. Biological control	137
4-2. Chemical control and other techniques proposed for controlling the psylloids	140
4-3. Vector control as a component of greening disease prevention strategies	142
5. Occurrence of <i>Diaphorina citri</i> in relation to the epidemiology of greening disease, in Nepal	145
5-1. Introduction	145
5-2. Geographical distribution	146
5-3. Population processes in spring	148
5-4. Discussion and conclusion	151
Acknowledgements	161

カンキツグリーンング病と媒介キジラミに関する索引つき文献集ならびに
媒介キジラミの生態と防除に関する総説

大竹 昭 郎

525 滋賀県草津市若草 2丁目2-5

和 文 摘 要

カンキツグリーンング病は、熱帯・亜熱帯圏でのカンキツ産業にとって大きな問題のひとつである。病原体は細菌の一種とされ、これに侵されたカンキツを完全に治癒させる方法はいまのところない。罹病樹は、はじめ一部の枝で葉の黄化、時期はずれの出芽、落葉、異常落果、枝枯れなどを起こし、やがて病徴は他の枝におよんで木全体が衰弱し、枯死する場合も多い。この病原体は接ぎ木で伝播されるほか、2種類のキジラミによって媒介される。

わたしは、国際協力事業団 (JICA) から委嘱されてカンキツグリーンング病とその媒介キジラミに関する文献を集め、問題点を解明した。また、ネパールに短期間派遣されて、媒介キジラミの発生調査を行なった。それらの仕事をまとめたこの報告書は、つぎの3部から構成されている。

第1部は集めた文献を著者名によって配列したものである。各論文の末尾には、コード化した索引事項 (第2部を参照) が示されている。第2部は、第1部の文献集の索引であり、著者索引、事項索引および生物名索引からなる。第3部は、媒介キジラミの生態と防除を論じた総説である (引用文献は第1部の文献集に含まれる)。以下に総説の要点を述べる。

1. 現在までに媒介性が明らかにされているキジラミは、*Trioza erytrae* (半翅目キジラミ上科トガリキジラミ科) および *Diaphorina citri* (半翅目キジラミ上科キジラミ科) である。前者はサハラ以南のアフリカと周辺の島々およびアラビア半島に分布し、後者は西はアラビア半島から東はわが国の南西諸島にいたる熱帯・亜熱帯アジアおよびレユニオン島、モーリシャス島とブラジルに分布する。わが国の南西諸島では、キジラミはいてもグリーンング病は発生していないと考えられたが、最近、西表島でこの病気が発見された。

2. *T. erytrae* は冷涼な気候に適応し、暑くて乾燥した平地にはいないか、いても密度は低い。これに対して *D. citri* は低地で高い密度に達するが、高地の気候は好適ではない。両種とも産卵とわか虫の生育は新梢先端付近の柔らかい部分に限られ、その部分では卵から成虫までの全発育段階が混在して世代を繰り返す。寄主植物は事実上ミカン科に限られ

る。

3. 両種とも、1～3 齢わか虫にはグリーンング病媒介能力はない。4, 5 齢わか虫は、その发育段階で吸汁獲得した病原体を、成虫期に達した段階で新しい植物に感染させることができる。病原体はキジラミの体内で増殖し、唾液とともに植物組織に注入される。個体の媒介効率は高くないとの見解が一般的であるが、その低い効率は、新梢部での多数の個体による吸汁活動で補われる。経卵伝染はしないと考えられる。

4. *T. erytreae* にとって、高温と低湿の組合せは卵と1 齢わか虫の死亡率を著しく高めるので、これがこの種の分布を規制する主要な要因となっている。極端な高温・低湿は *D. citri* にとっても好ましいものではないが、それが年間の限られた期間のみに現われるのであれば、分布を規制することはない。地球上には、両種の生育に適する気象条件のもとにありながら両種とも分布していない地域がある（地中海沿岸、ブラジルを除く南米のカンキツ生育域など）。これらの地域にグリーンング病および媒介キジラミが侵入しないよう厳重な植物検疫が必要である。

5. 両種の季節的発生長にもっとも強く影響する要因は、寄主植物の出芽のリズムである。低温のため芽がでないか、でもまばらで不規則な場合には、成虫は産卵せずに古い葉の茂みに生存し、出芽期になると新芽に移動してさかんに産卵を始める。その時期の気象条件が不適でなければ、個体群は急速に成長し、高い密度に達する。その後は、出芽のリズム、天敵の働き、気象条件などによって個体群は増減する。天敵、とくに寄生ばち類は、かれらの発生がキジラミのそれと同調したときには、キジラミ個体群の抑制にかなり効果的に作用する。

6. キジラミ成虫が自力で飛ぶ力は必ずしも強くない。そのため、隔離された状態にあるカンキツ園ではグリーンング病はあまり発生しない。しかし、成虫は新芽を豊富につけた寄主植物に誘引される傾向が著しく、そのため若木からなるカンキツ園でグリーンング病が急激に進行する場合が多いことから、条件によって成虫はかなり高い移動力を示すことが分かる。また、風による移動もある。以上のような自然的分散のほかに、寄主植物とともに人手によって運ばれる人為的分散があり、その距離と頻度は無視できない。

7. *T. erytreae* では、黄色粘着トラップによる発生予察法が開発され、南アフリカでは薬剤防除の要否を判断するトラップ捕獲数の閾値が設定されている。*D. citri* についても、レユニオン島では黄色粘着トラップが有効とされるが、アジアではまだ試行段階である。

8. 両種の媒介キジラミが分布していたレユニオン島では、生物的防除にめざましい成果がえられた。すなわち、*T. erytreae* に対しては南アフリカから輸入された *Tamarixia dryi* (ヒメコバチ科) が、*D. citri* に対してはインドから輸入された *Tamarixia radiata* が有効に働き、現在、*T. erytreae* はこの島から消滅し、*D. citri* はゲッキツ (*Murraya*

paniculata) 上に散発的なコロニーが形成されるに過ぎなくなっている。この成功を導いた要因としては、(a) レユニオン島では両種とも二次寄生ばちがないこと、(b) *T. dryi* は、*Litsea chinensis* という灌木に発生する別種のトガリキジラミ *Trioza litseae* にも寄生し、この代替寄主上で自然増殖すること、(c) *T. radiata* の自然増殖源としてゲッキツ上の *D. citri* 個体群があること、(d) 小さな島なので防除効率が高かったこと、が挙げられる。*D. citri* 防除のため *T. radiata* の輸入は台湾などでも行なわれているが、二次寄生ばちの圧力などによって十分な防除効果がえられていない。

9. 殺虫剤による媒介キジラミの防除で留意すべき点は、カンキツ園での害虫群集と天敵群との相互関係を破壊しないための配慮である。南アフリカのカンキツ栽培では害虫の総合防除体系がかなり普及し、*T. erythrae* とアザミウマの1種である *Scirtothrips aurantii* 以外の主要害虫は天敵による防除に成功している。そこで、キジラミとアザミウマについては適切な発生予察によって、殺虫剤を必要最小限に、しかも天敵類への影響のもっとも少ない時期に使うことが求められる。また、カーバメイト剤であるアルジカルブの特殊製剤を樹表面に施すなど、天敵類に影響の少ない施用法の研究も行なわれている。アジア・アフリカを通じて、浸透性殺虫剤であるジメトエートとモノクロトホスが現在もっとも一般的な使用薬剤である。これらは非常に低い濃度で媒介キジラミに効果があり、天敵類への影響も比較的少ない。

10. いうまでもなく、媒介キジラミの防除のみでカンキツグリーンング病問題が解決するわけではない。総合的なグリーンング病対策の確立がぜひとも必要である。その対策の骨組みとして、(a) 効率的な輸出入植物検疫と国内植物検疫、(b) グリーンング病に侵されていない苗木の生産と供給、(c) グリーンング病の蔓延を許さない条件下での健全なカンキツ栽培、(d) 媒介キジラミの発生予察と防除、が挙げられる。すでにグリーンング病に侵された地域では、いきなり若木を再植しても、それは媒介キジラミを誘引し病気の新たな発生を招くだけであるが、感染植物の除去や媒介キジラミの防除など適切な措置をとれば、カンキツ栽培の復興は不可能ではないし(生け垣としてゲッキツが広く使われている場所では、その対策も必要であろう)、感染源から隔離された山手などに新たな果樹園を開くことも可能である。

11. わたしは1989年2、3月にJICA短期派遣専門家としてネパールを訪れ、*D. citri* の調査を行なった。

(a) ネパールでは、1960年代にインドから持ち込まれた罹病苗木がもととなってボカラのカンキツ栽培が壊滅した。その後、ネパールの研究者、FAO専門家およびJICA専門家の調査によって、*D. citri* はインドに接するテライ低地をはじめネパール国内にかなり広く分布することが明らかになった。しかし、幸いシンズリ郡とラメッチャブ郡の標高900—1,300mに位置するジュナールというカンキツ品種の栽培地では、キジラミは発見

されておらず、グリーンング病の発生もない。とはいえ、同じ郡内の標高 500m 以下にはキジラミが分布し病気も発生しているので、発生源がジュナールオレンジ栽培地に持ち込まれないよう嚴重な注意が必要である。

(b) 海拔 1,350m の首都カトマンズにも *D. citri* は分布するが、そこにはカンキツ園はなく鑑賞目的のカンキツやゲッキツが庭先などに点在するに過ぎず、しかもその気象条件はこのキジラミにとって好適ではないので、カトマンズのキジラミ個体群は大きなものではないと考えられる。しかし、わたしが調べたゲッキツでは、キジラミのかなり大きなコロニーを観察したことがあったことから、カトマンズでも条件によってはキジラミの密度がある程度高まるものと思われる。カトマンズには、キジラミはおそらく鑑賞用のカンキツやゲッキツの苗木とともに持ち込まれるのであろう。わたしはまた、カトマンズ盆地の外側のアルニコラユマルガでカンキツ園を調査し（海拔 800m、グリーンング病発生）、非常に低い密度ながら *D. citri* の 3、4 齢わか虫の発生を認めた。カトマンズでわたしが調べたゲッキツのコロニーでのわか虫は 1 齢であり、そこより暖かいアルニコラユマルガでわか虫の齢期が進んでいたのは、うなづけることである。

(c) 前記のジュナール栽培地は、森林によって低地と隔てられており、発生源の人為的な持込みがない限りグリーンング病や媒介キジラミに侵される危険はなさそうである。ネパール国内には、同じような条件でカンキツ栽培が可能な地区が他にもあると考えられる。とはいえ、中国では海拔 1,200m 付近の果樹園でグリーンング病が多発している例があることから、高地だから安全というわけではない。苗木の生産管理、国内植物検疫の強化などによる発生源の実効ある規制が何より大切である。なお、ネパールの研究者は東部テライに寄生ばち *Tamarixia radiata* の分布を確認している。今後もしグリーンング病発生地でカンキツ栽培を再興させる計画が立てられるとすれば、この寄生ばちの利用はひとつの研究課題に値するであろう。

Bibliography of Citrus Greening Disease and its Vectors
Attached with Indices, and a
Critical Review on the Ecology of the Vectors and
Their Control

Akio ÔTAKE, Ph.D.

Entomologist

2-2-5, Wakakusa, Kusatsu City

Shiga Prefecture, 525 Japan

INTRODUCTION

Citrus greening disease is a serious menace to the citrus industry in the tropics and subtropics. I was requested by the Japan International Cooperation Agency (JICA) to collect literature on this disease and its insect vectors and to analyze it. This report of my work consists of the following three parts.

In Part I, I have compiled articles on the disease and its vectors into a bibliography. Concerning articles I had no chance of reading the originals, review journals (Review of Plant Pathology, Review of Applied Entomology, Ser. A, etc.) I have cited are indicated.

In Part II, the following indices for the bibliography are given: Author Index, Subject Index (in accordance with a list of subjects I have prepared), and Index for Scientific and Common Names of Organisms.

In Part III, I have presented a critical review on the ecology of the vectors and their control. I have included discussion on the results of my field study conducted during my two-month stay in Nepal. References cited there can be found in the bibliography of Part I.

I hope this report will make a contribution to further progress of research on greening disease and its vectors.

