トマト黄化萎縮病の発生生態とその防除

小畠 博文*・尾崎 武司**・井上 忠男**

Hirofumi KOBATAKE, Takeshi OSAKI and Tadao INOUE: Ecology and Control
of Yellow Dwarf Disease of Tomato Caused by Tobacco Leaf Curl Virus

摘要: 本報はトマト黄化萎縮病の伝染環とタバコナジラミの生活環を明らかにするために行なった野外調査, ならびに媒介虫駆除による本病の防除試験について述べたものである。

本病は調査した奈良県・大阪府・和歌山県のすべてで発生がみられ, いずれの府県でも山間地帯で発生が多かった。また, 奈良県, 大阪府では発病の多い圃場周辺に本病の伝染源植物として重要であるスイカズラの群生がみられ, 和歌山県では伝染源の可能性が高い黄化症状のヒヨドリバナが群生していた。

圃場での発生は, 初発病株が畦畔沿いに多くみられた。山に面している圃場では山の傾斜面側に多く発生していた。その後の発生は, とくに初発病株を中心に分布する傾向はみられず, 圃場全面に分散して発病株はむしろ圃場周辺に多くなる傾向があった。

タバコナジラミはマメ科, ナス科, キク科, ヒルガオ科, スイカズラ科の植物での生息が確認された。とくに, ダイズ, ナス, スイカズラでの生息密度が高かったが, トマト, タバコでは低く, 成虫しかみられなかった。

タバコナジラミはダイズ(定植5月上旬)で第1回目の発生ピークが5月下旬から6月上旬に, 第2回目(最大)は7月上旬から中旬, 第3回目は8月中旬から下旬に認められた。また, トマト(定植6月上旬~中旬)でも7月上旬から中旬に発生密度が最も高く年度によってはダイズと同様8月中旬から下旬にも発生ピークが認められた。

本病の発生は7月中旬からみられはじめ, 7月上旬から中旬のタバコナジラミの発生ピークの影響で8月に入って急増し, 年度によっては9月中旬に再び急増傾向となった。

露地抑制トマトにおいて, 本病の感染最盛期となる7月上旬から中旬にかけて徹底して媒介虫を駆除することが本病の防除に効果的であった。

緒 言

1973年に奈良県でタバコナジラミ(*Bemisia tabaci*)伝搬性の Tobacco leaf curl virus (TLCV) によるトマト黄化萎縮病⁶⁾の発生が確認されて以来, 奈良県以外の各地でもその発生が認められてきているが, 本病およびタバコナジラミの発生生態についてはほとんど明らかにされていない。

筆者らは本病の発生生態を把握するために, 奈良県を主体に大阪府・和歌山県で1974年から本病の発生状況および伝染源植物として重要であるスイカズラ⁷⁾などタバコナジラミの寄生植物の生息状況を調査した。また, 本病の発生とタバコナジラミの発生との

関係についても調査し, 防除対策として, 殺虫剤による媒介虫の駆除試験を行なった。本報はこれらの結果について述べたものである。

本研究を行なうに当たり, コナジラミの同定をしていただき, 有益な御助言を賜った大阪市立自然史博物館宮武頼夫氏, また, 御助言, 御協力をいただいた奈良県農業試験場上住 泰氏, 荒井 滋氏, 杉浦哲也氏, 大阪府農林技術センター田中 寛氏・嘉儀 隆氏, 和歌山県農業試験場中野 昭信氏, 家村 浩海氏に深謝する。

試験材料および方法

本病発生状況の観察調査は, 奈良県を主体に大阪府

* 奈良県農業試験場 Nara Agricultural Experimental Station

** 大阪府立大学農学部 Collage of Agriculture, University of Osaka Prefecture

和歌山県で行ない、伝染源植物として重要と考えられるスイカズラ⁷⁾ およびヒヨドリバナ⁸⁾ についても調査した。必要に応じて、トマト、*Nicotiana tabacum* (Xanthi), *N. glutinosa*, *Datura stramonium* を検定植物として接木接種およびタバコナシラミによる伝搬試験を行なった。また、超薄切片法によりウイルス粒子を電子顕微鏡観察で確かめた。タバコナシラミの同定は宮武氏にお願いするとともに、寄生している蛹を金蒸着して走査型電子顕微鏡でも観察した。

本病の発生推移およびタバコナシラミの発生消長調査は、奈良県宇陀郡榛原町三宮寺において、1977年から1980年まで、露地抑制トマトでの本病の時期別発病株数、ならびにトマトおよびダイズでの時期別着生成虫数を調べた。

タバコナシラミ駆除による本病の防除試験は、奈良県の露地抑制トマトで殺虫剤としてアセフェート剤の粒剤2g/株および水和剤1000倍を供試した。宇陀郡榛原町では定植時(6月14日)に粒剤を施用した後7月9日から8月27日まで水和剤を5回散布する区および定植時から8月27日まで水和剤を8回散布する区とを設定した。また、吉野郡下市町では定植(6月10日)後3日目から8月10日まで水和剤を5回散布する区、定植後3日目に粒剤を施用し、さらに7月5日から8月10日まで水和剤を3回散布する区および定植後3日目と7月15日に粒剤を施用し、さらに8月10日に水和剤を散布する区とを設けた。

試 験 結 果

1. トマト黄化萎縮病の発生状況

(1) 本病発生地とその立地条件

1975年から近畿地方の3府県で調べたところ、奈良県および大阪府ではほぼ全域、和歌山県では調査した北部で本病の発生が確かめられた。発生程度は各府県とも栽培地の立地条件でかなり差があり、山間地帯で発生が多く、平坦地帯では少ない傾向が認められた(第1表)。また、奈良県・大阪府ではとくに本病の発生が多い園場周辺に本病の重要な伝染源とみられる黄化症状を呈するスイカズラが群生している例がよくみられた。一方、和歌山県で調査した範囲では本病発生園場付近でのスイカズラの自生は認められず、黄化症状ヒヨドリバナの群生しているのが注目された。

(2) 奈良県での本病の年度別発生状況

奈良県で最も発生が多い宇陀郡における年度別発生状況を調べたところ、大宇陀町岩清水で1974年、1975年の発生は少なく、発病株率が5%, 3%であったが1976年、1979年にはそれぞれ11.7%, 22%と多くなった。また、榛原町赤埴および同町三宮寺でも発生量に年度差が大きく、1974年に発病株率が100%, 24%, 50%と多発生園場がみられたが、1975年にはそれぞれ3.4%, 0.8%, 9.7%と発生が非常に少なくなった。その後の発生は赤埴で発病株率が2~11%, 三宮寺では18~28.6%と多くなった(第2表)。

(3) 園場内での発病株の分布

奈良県宇陀郡榛原町赤埴および大阪府和泉市福瀬町

第1表 近畿地方3府県下におけるトマト黄化萎縮病の発生状況(1975~1980年)

調 査 場 所	調査園数	発生園数	立地条件	トマト園周辺の T L C V 感染植物
奈良県宇陀郡榛原町ほか4町村	32	32	山 間	スイカズラ(++)
奈良市大柳生	5	5	〃	〃 (++)
天理市合場町	10	2	平 坦	—
橿原市四条町	9	2	〃	—
高市郡明日香村ほか1町	8	2	〃	スイカズラ(+)
磯城郡田原本町	5	1	〃	—
五条市中之町ほか2町	36	34	中 山 間	ヒヨドリバナ ^⑧ (+)
大阪府堺市別所町	4	4	〃	—
和泉市福瀬町	4	4	〃	スイカズラ(++)
茨木市桑原町ほか1町	6	4	平 坦	—
河内長野市千代田町ほか2町	8	1	平 坦	—
高槻市萩谷町	2	2	山 間	スイカズラ(++)
和歌山県那賀郡桃山町ほか1町	9	7	中 山 間	ヒヨドリバナ ^⑧ (++)
橋本市赤塚町ほか1町	5	4	〃	ヒヨドリバナ ^⑧ (+)

(++): 群生, (+): 散在, —: 認めず。

^⑧ 病原の geminivirus と TLCV との異同は未確認。

第2表 奈良県宇陀郡におけるトマト黄化萎縮病の年度別発生状況(9月調査)

調 査 場 所	年 度 別 発 病 株 率 (%)						
	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
曾爾村太良路 A圃	0.5	1.1	1.0	0.5	—	1.0	—
〃 B圃	2.0	0.8	0.3	0.3	—	2.0	—
〃 C圃	3.0	0.4	0.5	0	—	2.0	—
大宇陀町岩清水 A圃	5.0	3.0	11.7	—	9.0	22.0	—
榛原町赤埴 A圃	100.0	3.4	14.0	11.0	5.0	6.0	4.0
〃 B圃	24.0	0.8	4.0	5.0	2.0	2.0	2.0
〃 三宮寺 A圃	50.0	9.7	20.2	28.6	18.0	21.1	19.6

の2圃場で発病株の分布状況を調べたところ、初発生株はいずれも畦畔近くに多く分布し、山に面している圃場では山の傾斜面側に多く発生していた。その後の発生は初発病株を中心に分布することはなく、圃場全面に分散したが、発病株は圃場周辺に多くなる傾向であった(第1, 2図)。また、これら圃場の傾斜面には黄化症状のスイカズラが群生していた。

第1図. 奈良県宇陀郡榛原町赤埴における本病発病株の分布調査(1975年)

第2図. 大阪府和泉市福瀬町における本病発病株の分布調査(1977年)

2. タバココナジラミの寄生植物と生息状況

タバココナジラミの生息状況を奈良県、大阪府、和歌山県で調査したところ、いずれの府県でも本コナジラミはかなり広範囲に分布するようであり、マメ科、ナス科、キク科、ヒルガオ科、スイカズラ科の12種の植物への寄生が確かめられた。調査した範囲で本コナジラミの生息頻度の多少は、ダイズ、ナス、スイカズラ>アズキ、サツマイモ、キク、オニノゲシ、ヒヨドリバナ>トマト、タバコ、ジャガイモ、アレチノギクのようであり、トマト、タバコ、ジャガイモでは成虫だけで、蛹の着生は認められなかった。

なお、タバココナジラミ確認のためにタバココナジラミとオンシツコナジラミの蛹を金蒸着して走査型電子顕微鏡下で比較観察したところ、両者は明らかに区別することができた。すなわち、前者は長さ0.8—1.0 mm、幅0.6—0.8 mmの後端がやや細い楕円形で背面がわずかに隆起し、頭部、前・中・後胸部、1と4腹節に各1対の刺毛がみられた(第3図)。後者は長さ0.7—1 mm、幅0.5—0.7 mmの卵形または楕円形で外縁の鋸歯は粗く、亜外縁に沿って分泌突起があり、その内の7~9対は明らかに他のものより大きく、分泌物も太く長かった(第4図)。

第3図. タバココナジラミの蛹(ダイズ)
スケール:100 μm

第4図. オンシツコナジラミの蛹(トマト)
スケール:100 μm

3. トマト黄化萎縮病の発生推移とタバココナジラミの発生消長

奈良県宇陀郡榛原町で1977年から1980年まで本病発生の推移とタバココナジラミの発生消長を調査した。タバココナジラミの発生は、ダイズ（定植5月上旬）で例年5月下旬から6月上旬に第1回目の発生ピークが認められた。また、7月上旬から中旬には第2回目の発生ピークが認められ、年間を通して最大となった。その後の発生は少なくなったが、8月中旬から下旬に第3回目の発生ピークが認められた。また、トマト（定植6月上旬～中旬）でも例年7月上旬から中旬に発生密度が最も高くなった。その後の発生は著しく減少したが、1978年、1979年、1980年には8月中旬から下旬にも発生ピークがわずかに認められた（第5図）。

本病の発生は例年7月中旬からみられはじめ、8月に入ってから急増し、8月下旬頃から一時発生は緩慢となったが、9月上旬から再び急増傾向となり、中旬の発病株率が1977年に28.6%、1978年に18.0%、1979年に22.7%、1980年に23.0%となった（第5図）。

第5図 TLCVの発生推移とトマトおよびダイズに着生したタバココナジラミの発生消長

4. タバココナジラミの駆除によるトマト黄化萎縮病の防除

宇陀郡榛原町において、無防除区でのタバココナジラミの発生は、7月中旬に第1回目の発生ピーク（最大）が認められ、その後の発生は著しく減少したが、

8月中旬に第2回目の発生ピークが認められた。一方アセフェート粒剤を定植時（6月14日）に土壌施用して7月9日から8月27日まで同水和剤を5回散布した区（処理A区）では第1回目の発生ピークが無防除区の1/7程であり、定植時から8月27日まで同水和剤を8回散布した区（処理B区）ではさらに発生が少なく第1回目の発生ピークしか認められなかった（第5図）。このようなコナジラミの発生条件下での本病の発生は、無防除区で8月に入ってから急増して発病株率が23.1%（8月18日）となった。しかし、処理A区では7%と少なく、処理B区では発病が認められず、高い防除効果が認められた（第6図）。

吉野郡下市町での本病の発生は、無防除区で7月中旬頃からみられ、8月27日に発病株率が23%となった。一方、定植（6月10日）後3日目から8月8日までアセフェート水和剤を5回散布した区では発病株率が9%となり、同粒剤を定植後3日目に土壌施用し、同水和剤を7月6日から8月10日まで3回散布した区でも8%と発病が少なくなった。しかし、同粒剤を定植後3日目と7月15日とに施用し、8月10日に同水和剤を散布した区では発病株率が18%と防除効果が劣った（第7図）。

第6図 媒介虫駆除によるトマト黄化萎縮病の防除（試験Ⅰ）

第7図 媒介虫駆除によるトマト黄化萎縮病の防除（試験Ⅱ）

考 察

トマト黄化萎縮病の発生は、奈良県および大阪府でほぼ全域に、和歌山県では調査した北部地域にみられ各府県とも山間あるいは準山間部で多くみられた。初発生株は調査したいずれの圃場でも畦畔沿いに多く分布し、とくに、山の傾斜面寄りの畦に多発生する傾向があった。これらの結果は、奈良県、大阪府ではその山の傾斜面に病スイカズラ⁷⁾が多量に自生し、これが伝染源となった可能性の高いことを示すものと考えられる。Nene⁸⁾はタバコナジラミの自力での飛翔距離がわずか数メートルであると報告している。コナジラミの飛翔力からみれば、本病の発生が多くなる場所はこの伝染源の風下に位置し、しかも、伝染源のごく近くとみてよいであろう。

圃場での発病株の分布状況は、必ずしも初発生株を中心にすることはなく、圃場全面に分散するが、圃場周辺にやや多い傾向がみられた。山口ら⁹⁾もタバコ葉

巻病について、新しい発病株は必ずしも初発生株に隣接しないと述べている。タバコナジラミのトマトでの成虫密度が低いこと、蛹の着生も認められないことからすれば、本コナジラミのトマトへの嗜好性は低く、トマトでの繁殖は少ないとみられる。したがって、本病の発生は、トマト圃場内で繁殖した媒介虫によるものとは考えにくい。むしろ、ダイズ、ナス、サツマイモ、スイカズラ等で繁殖し、スイカズラ等の伝染源植物でウイルスを獲得してトマトへ飛来する成虫によって本病発生が起っているものと推察される。なお、和歌山県では本病の発生圃場周辺にスイカズラの自生はみられず、葉脈黄化症状のヒヨドリバナ³⁾が群生していた。ヒヨドリバナの葉脈黄化症状の病原ウイルス(一種の geminivirus)が TLCV と同一ウイルスかどうかはまだ結論が得られていないが、これらが本病の伝染源になる可能性についてはさらに検討の必要がある。

これらの結果ならびに宮武⁴⁾の報告を参考にしてタ

第8図 タバコナジラミの生活環と本病の伝染環

バココナジラミの生活環と本病の伝染環は第8図のように考えることができよう。すなわち、タバココナジラミはスイカズラや越年性のキク科雑草などの葉裏に蛹態で越冬し、翌春4月中旬頃から羽化し始める。TLCV 保毒植物での越冬虫はウイルスを保有しておりこれらの虫はひき続き同じ植物に産卵するとともに、他の多くの植物へ飛翔する。そして、露地抑制トマト（定植6月）ではスイカズラ等の TLCV 保毒植物から羽化した第2代成虫により定植時から伝搬されるものと考えられる。それ以後は、保毒植物から羽化した第3、第4代成虫による直接伝搬およびダイズ等の TLCV 非感染性植物で羽化し、保毒植物に移住してウイルスを獲得した成虫による間接伝搬等によりウイルスは蔓延するが、トマトからトマトへの伝搬は少ないものと考えられる。

本病の発生はタバココナジラミの飛来と密接な関係があるが、8月上旬頃から多くなるのは、発病に要する植物体内潜伏期間が一般に約20日であることから、7月上旬から中旬に最大となるタバココナジラミの発生ピークが大きく関与しているものと考えられる。また、多発生年には8月中旬から下旬の発生ピークも重要になるものと考えられる。このようなコナジラミの発生活長はダイズで調べた場合とトマトでの場合とはほぼ一致することから、タバココナジラミの発生状況の把握には生息虫密度の高いダイズが指標植物として有効であろうと考えられる。

ところで、近年、タバココナジラミの異常発生がブラジル等の西半球で問題となっており、この原因を Costa¹⁾ はこのコナジラミにとって嗜好性の高いダイズなどのマメ類の栽培面積の拡大と栽培期間の延長をあげている。わが国でも、水田利用再編対策の一環としてダイズの栽培面積が増加しており、タバココナジラミの密度が異常に高くなる可能性が懸念されるので、今後、本病の発生には注意を要する。

本病の防除対策としては、前述したようにタバココ

ナジラミの生息密度の高い植物の中にはスイカズラ等の TLCV 感染植物も含まれているので、これら伝染源植物を除去して媒介虫のトマトへの飛来を防止することが重要である。

殺虫剤による本病の防除試験において、本病の感染最盛期となる7月上旬から中旬のアセフェート剤によるコナジラミの徹底駆除が極めて効果的であった。この防除効果は、トマト圃場にみられるタバココナジラミは成虫だけであり、卵、蛹に比べて薬剤に弱いことから、媒介虫のトマト畑での密度低下に本剤がより効果的に働いたためと考えられる。アセフェート剤にはミツバチに対して忌避効果があるとされている²⁾ が、本剤によるトマト黄化萎縮病防除効果は TLCV 伝搬に要するタバココナジラミの吸汁時間内に殺虫（含苦悶）効果があったためなのか、あるいは忌避効果も関与したためなのかについては今後さらに詳細な検討が必要である。

引用文献

- 1) COSTA, A. S. (1975) In "Tropical Diseases of Legumes" (Bird, J. & Maramorosch, K. eds.) Academic Press, New York, pp. 27-49.
- 2) 兵庫農試 (1977) オルトラン試験成績集, 昭和52年オルトラ普及会, pp. 359-363.
- 3) 井上忠男・尾崎武司 (1980) 日植病報46: 49-50
- 4) 宮武頼夫 (1980) Rostria 32: 312-313.
- 5) NENE, Y. L. (1972) C. B. Plant Univ. Agric Technology Pantnagar, Res. Bull. 4: 1-191
- 6) 尾崎武司・小島博文・井上忠男 (1976) 植物防疫 30: 458-462
- 7) 尾崎武司・小島博文・井上忠男 (1979) 日植病報 45: 62-69
- 8) 山口洋一・福留信明・田中行久・吉田 茂 (1976) 鹿児島たばこ試報20: 145-147

Summary

This paper deals with the results of field experiments on the occurrence of tomato yellow dwarf disease caused by tobacco leaf curl virus (TLCV) and its vector whitefly, *Bemisia tabaci*, together with the results of field trials to control the disease by an insecticide. The present study was carried out during the period of 1974-1980 in Nara, Osaka and Wakayama Prefectures.

The disease was often found to occur, especially in the hillside fields in mountainous area in these prefectures. Nearby the tomato fields, in which prevalent occurrence of yellow dwarf disease was observed, naturally grown honeysuckle (*Lonicera japonica*) or *Eupatorium chinense* with yellow vein symptoms was commonly found in Nara and Osaka or Wakayama Prefectures,

respectively.

The whitefly, *B. tabaci*, both adult and /or pupae, was often found in various plants grown in the hillside places. The plants on which colonization of the whitefly was found were 12 species of plants in the following five families grown in these places : *Leguminosae*, *Solanaceae*, *Compositae*, *Convolvulaceae* and *Caprifoliaceae*. It was found noticeable that high population of the whitefly was observed in honeysuckle, eggplant and especially in soybean. It was also found that honeysuckle was heavily infested by the whitefly whole through the period of growth.

These results strongly suggest that the naturally grown honeysuckle plants may be the most important overwintering reservoir of TLCV and whiteflies.

Through the 4-year field survey for population of whitefly, at least three peaks of the occurrence were observed ; 1st, 2nd (maximum) and 3rd occurrence of the whitefly observed were the period during late May-early June, early July-mid July and mid August-late August, respectively. The earliest occurrence of tomato yellow dwarf disease was usually found in mid July, then the number of infected tomato plants became rapidly to increase during August. These field observations suggest that the adult whiteflies occurred during early July-mid July played an important role on the frequent occurrence of the disease during early August-mid August.

Application of Acephate (Orthoran) , an organic phosphate insecticide, to the soil or on the foliage, especially during July, was found effective to decrease the occurrence and spread of the disease.