

# タイのトウガラシとウリ類に発生するウイルス病

農林水産省国際農林水産業研究センター企画調整部 **野田 千代一**

## はじめに

工業国を目指すタイでは、人口の大都市集中化により大量の食料を安定的に供給する必要が生じてきた。特に野菜は、国内消費及び輸出用換金作物としての重要性が高まってきている。しかし熱帯気候のため病虫害が周年発生し、野菜は大被害を受けている。特にウイルス病は、治療が非常に困難な病害のため、深刻な生産阻害要因の一つであるが、その種類、発生生態等についての情報が少ないため無計画に農薬を散布する農家も多く、人々の健康への影響が取りざたされるようになった。農業局・大学等の研究機関は、農薬に頼らない病虫害管理法を研究しており、特に農業局はこれを最優先課題として種々の方法を検討している。著者は1990年から93年まで、熱帯農業研究センター（現国際農林水産業研究センター、JIRCAS）からタイに派遣され、タイ農業局と共同で「タイにおける野菜のウイルス病に関する研究」を行った。研究に際し、タイの食生活及び栽培規模から、研究対象野菜をトウガラシ及びウリ科野菜に設定し、病原ウイルスの分離・同定、発生生態、診断法及び防除法の検討を行ったが、ここでは発生ウイルスの種類と防除試験の結果について報告する。なお本研究は、タイの野菜に発生しているウイルス病のうち、重大な被害を与えているもののみを扱ったもので、新しいウイルスの探索ではないことをあらかじめお断りする。本報告は1994年9月タイのバンコクで催された、「タイ—JIRCAS共同研究25周年記念シンポジウム」で発表したものの一部である。

## I 発生するウイルス病

タイ各地の野菜栽培地を訪ね、モザイク、奇形、成長不良等の症状を示すトウガラシとウリ科野菜から病葉を採集し、直接あるいは間接 ELISA によりトウガラシは10種類、ウリ科野菜は5種類のウイルスの検出を試みた。

### 1 トウガラシのウイルス病

13の県から採集した1,380のトウガラシ葉を検査した結果、チリヴェイナルモットルウイルス (CVMV) が半数以上の試料から検出され (57%)、続いてキュウリモ

ザイクウイルス (CMV) の感染率が約27%と高かった (図-1)。両ウイルスはタイ全土で高率に検出されたことから (KITTIAPAKORN et al., 1993)、トウガラシにはこれら二つのウイルスが最も重要であると結論し、両ウイルスをトウガラシから分離し、諸性質を決定するとともに抗血清を作成した。両ウイルスは東南アジアに広く分布し、トウガラシ生産に大きな損害を与えていることが知られている (藤澤, 1989)。CVMV に感染すると、葉脈上及び葉脈と葉脈の間に淡いモザイク症状を生じることが多いが、時に激しいモザイクや奇形になることもある。CMV では葉はモザイク症状を示し、斑点が現れることが多い。また、最近トマトイエローリーフカールウイルス (TYLCV) の症状に似た葉巻・黄化を示す病害が目立つようになったが、cDNA を用いた検定により病原ウイルスは TYLCV と同じか類似の、コナジラミで媒介される geminivirus であることが判明した (KITTIAPAKORNら, 1994)。

### 2 ウリ科野菜のウイルス病

10県から集めた635のウリ科野菜 (キュウリ、カボチャ、ヘチマ、ニガウリ、トウガ) の病葉から、CMV とパイヤ輪紋ウイルス (PRSV=カボチャモザイクウイルス

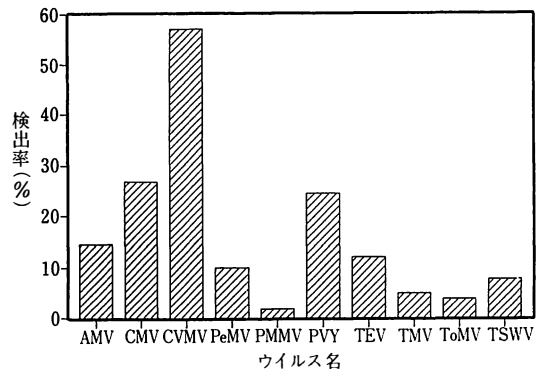


図-1 タイのトウガラシに発生するウイルス病

注：AMV：アルファルファモザイクウイルス、CMV：キュウリモザイクウイルス、CVMV：チリヴェイナルモットルウイルス、PeMV：ペッパーモザイクウイルス、PMMV：ペッパーマイルドモットルウイルス、PVY：ジャガイモウイルス Y、TEV：タバコエッチウイルス、TMV：タバコモザイクウイルス、ToMV：トマトモザイクウイルス、TSWV：トマト黄化えそウイルス

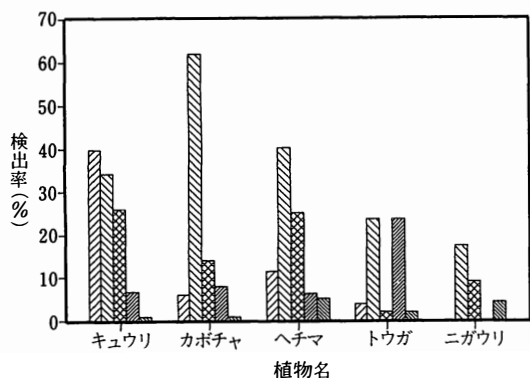


図-2 タイのウリ科野菜に発生するウイルス病

注：▨：キュウリモザイクウイルス(CMV)

▩：パパイヤ輪紋ウイルス(PRSV)

▧：ズッキーニ黄斑モザイクウイルス(ZYMV)

▦：スカッシュモザイクウイルス(SqMV)

▤：キュウリ緑斑モザイクウイルス(CGMMV)

1, WMV 1) が高率に検出された (図-2)。特に PRSV はキュウリを除くすべてのウリ科野菜で最も感染率が高く、タイにおける最重要ウイルスと考えられた。キュウリは PRSV の感染率も約 34% と高いが、それ以上に CMV が高率 (約 40%) に発生していた。また、タイ西部にズッキーニ黄斑モザイクウイルス (ZYMV) の発生が多く、被害も大きいと認められたため (NODA et al., 1993), ウリ科野菜の重要ウイルスをそれら三つと結論し、キュウリから CMV を、カボチャから PRSV と ZYMV を分離し、諸性質を調べ、抗血清を作成した。これらのウイルスは東南アジアに広く分布しており (藤澤, 1989), 最近シンガポールでも ZYMV の発生が報告された (WONG and LEE, 1992)。CMV は普通、葉に黄色斑点とそれらが集まった汚れたような症状を示す。PRSV と ZYMV は両方とも葉にモザイクやひぶくれ症状を生じ区別が困難であるが、ZYMV の方が奇形を伴い激しくなることが多い。なお PRSV にはパパイヤとウリ類の両方に感染する系統があるが (PURCIFULL et al., 1984), 今回の試験では確認できなかった。また最近、キュウリにも葉巻症状を示すものが多数見つかり、トウガラシの場合と同様に gemi nivirus が原因であることがわかった (KITTIKORNら, 1994)。

## II 耕種的及び物理的方法によるウイルス病防除法の検討

タイ料理に欠かせないトウガラシは、高値で取り引きされる換金作物であるために、その栽培面積は野菜の中では最大で (野菜栽培面積の 22.2%), 全国で栽培されているが、ウイルス病により大きな被害を受けている。収

穫さえできれば利益が大きい作物であるために、規定量以上の農薬を頻繁に散布する傾向があり、例えばトウガラシ栽培農家の多くは、3 日間隔で殺虫剤を散布するという。農業局は 1 週間から 10 日間隔と指導をしているが、ほとんど履行されていないのが現状である。栽培面積第 3 位 (同 18.6%) のウリ科野菜についても同様であり、特に大農家の農薬多投が問題になっている。このことは、生産コストの上昇のみならず、生産者・消費者の健康にも重大な影響を及ぼすと考えられ、廉価で安全な防除法の早期確立が求められている。われわれはトウガラシと、ウリ科野菜の中でも最も生産の多いキュウリを材料にして、耕種的及び物理的防除法を検討したが、熱帯気候のため農薬を全く使わないことは非常に困難と考え、最低限の農薬を併用することとした。

### 1 材料と方法

試験は、タイ西部のカンチャナブリ県にある農家の畑で 1993 年 3 月から同年 9 月まで行った。農業局の推奨品種である Huay Seetone トウガラシの、播種 73 日後の苗を 2×8.5 m の各試験区に、1 列 16 個体で 2 列に移植したが、その苗の半分は苗床を寒冷紗で覆って育てたもの、あとの半分は覆いなしで育てたものを用いた。また、Ratchaburi Taeng Rant キュウリの種子を 1.5×16 m の試験区に、1 列当たり 16 個体、2 列に播種した。このキュウリはつるが上に伸びるので、竹の棒で支えた。灌水は毎週 1 回スプリンクラーを使って行ったが、雨が降れば適宜延期した。試験区は以下に示すようにトウガラシは 9 種類、キュウリは 7 種類を設定し、試験はすべて 2 反復で行った。なお、試験は FUJISAWA et al. (1990) の報告を参考にした。

(1) シルバーマルチ (14 日間隔の殺虫剤散布との組み合わせ) : トウガラシは日本製マルチ用特殊フィルムを使用した。キュウリにはタイ国で市販されている透明ビニールシートに反射光沢のある銀色のペンキを塗ったものを使用した。試験区は、試験植物のトウガラシとキュウリをそれぞれ移植、播種する 1 週間前にシートで覆った。トウガラシは移植 7 日後に、キュウリは播種 5 日後に殺虫剤の散布を開始した。

(2) シルバーテープ (14 日間隔の殺虫剤散布との組み合わせ) : 日本製の 5 cm 幅の銀色テープを、試験植物の移植、播種前に竹の棒を用いて、列に並行に試験区をはさむ形で張った。トウガラシには 1 m の竹の棒に地際から 30 cm 間隔で 3 本、キュウリには 2 m の竹の棒に地際から 50 cm 間隔で 4 本張った。

(3) オイル散布 (14 日間隔の殺虫剤散布との組み合わせ) : トウガラシに使用したオイルは鉱物油

(Medopaz, イスラエル製) で、1.5%に希釈したものを移植後7日目から7日おきに計10回散布した。キュウリは鉱物油 (Virol, イスラエル製) で、播種後5日から5日おきに3回、その後7日おきに4回散布した。

(4) スキムミルク散布 (14日間隔の殺虫剤散布との組み合わせ) : スキムミルク粉を2%の濃度で水に溶かしたものに0.05%の固着剤を加え、トウガラシには移植7日後から7日おきに全10回、キュウリには播種後5日から7日おきに全7回散布した。

(5) 青網展張: 約24meshの青色のナイロン網 (タイ国製) を1.5mの高さに竹棒の支えてトンネル状に張り、その中に試験植物を移植、播種した。

(6) 白色網展張: トウガラシは、1.5mの高さに張った約300meshの白色の寒冷紗 (日本製) のトンネルの中に移植した。キュウリは高さ1.5mの目の細かい白色チーズクロス (タイ国製) のトンネルの中に播種した。

(7) 殺虫剤過剰散布: 7日おきに殺虫剤を散布した。最初の散布は、トウガラシは移植7日後、キュウリは播種5日後から行った。

(8) トウモロコシ混植 (14日間隔の殺虫剤散布との組み合わせ) : トウガラシのみ試験した。トウモロコシはトウガラシ苗移植15日前に、トウガラシから50cm離して試験区の両側に一列に播種し、79日後に刈り取った。

(9) コリアンダー (パクチ) 混植 (14日間隔の殺虫剤散布との組み合わせ) : トウガラシのみ試験した。コリアンダーはトウガラシ苗移植22日前に試験区全体に播種し、83日後に抜き取った。

(10) トウガラシもキュウリも対照区は、14日間隔の殺虫剤散布区と殺虫剤無散布区とを設定した。

また、トウガラシは播種130日後に、キュウリは播種26日後にモザイク症状を示す植物及びアブラムシとコナジラミの発生している個体数を記録した後、すべての

植物の葉を間接ELISAで検査し、トウガラシはCMVとCVMVの、キュウリはCMV、PRSV及びZYMVの感染率を測定した。さらにトウガラシは、葉巻症状を示す植物数と、すべての植物の高さと枝張り幅も計測した。最後にトウガラシは播種153日後から毎週1回、計5回にわたり1区当たり10個体の収量を、キュウリは播種25日後から1日おきに、計8回にわたり1区当たり10個体の収量を計測した。

## 2 結果

### (1) トウガラシウイルスの防除

表-1のように、14日間隔の殺虫剤散布との組み合わせたスキムミルク散布区のトウガラシ収量は59.2g/株と最も多く、一方2週間間隔の殺虫剤散布のみでは29.8g、無処理区は26.5gであった。慣習的な農薬過剰区も39.3gであり、農薬の量の多少がウイルス病防除とは直接関係ないことが示唆された。スキムミルク処理区では収量だけでなく、植物の成長もよりよく、害虫及びウイルス感染率も減少した。しかし、コナジラミ発生率は対照区と大差はなかった。シルバーテープ展張区とトウモロコシ混植区も、害虫数、病徴、ウイルス発生が減少しただけでなく、収量の損失も抑えられた。ただし、シルバーテープ展張区のトウガラシは背こそ対照区のものよりも高かったが、枝張りの幅は差がなく、トウモロコシ混植区でもトウガラシ植物のサイズは対照区のそれと同じであった。網の中の植物は徒長し、背が高く大きいのが、収量や害虫・病気発生とは相関がなかった。これは花の数が少なく、開花も遅いためと思われる。加えて、他の試験区に比べてダニの発生が顕著であった。シルバーマルチでは収量は増えなかったが、害虫とウイルス病発生が減少した。コリアンダーは、その臭いでいくつかの種類昆虫に対し忌避作用があるという農民の意見で試験区に加えたが、その結果、この区の植物にはアブラ

表-1 各試験区のトウガラシウイルス病防除効果

試験区	植物サイズ(cm)		平均収量 (g/植物)	昆虫発生(%)		ウイルス病発生(%)			
	平均高	平均幅		アブラムシ	コナジラミ	モザイク	葉巻	CMV	CVMV
シルバーマルチ	63.9	50.8	45.6	0.0	4.7	34.4	6.3	31.3	3.1
シルバーテープ	68.4	51.9	50.2	1.6	10.9	68.8	46.9	32.8	14.1
オイル	61.7	51.2	37.1	0.0	96.9	81.3	53.1	14.1	14.1
スキムミルク	68.5	59.2	59.2	0.0	93.8	64.1	35.9	14.1	4.7
青網	83.3	60.3	42.6	15.6	10.9	46.9	20.3	35.9	4.7
白色網	82.3	64.4	34.1	0.0	10.9	28.1	23.4	0.0	0.0
殺虫剤	70.3	48.5	39.3	0.0	62.5	81.3	60.9	39.1	17.2
トウモロコシ	63.9	48.6	48.2	1.6	9.4	76.6	51.6	39.1	7.8
コリアンダー	58.8	48.4	33.7	0.0	1.6	96.9	54.7	48.4	17.2
対照(1)	61.4	51.5	29.8	14.1	97.2	78.1	62.5	53.5	31.9
対照(2)	63.7	48.9	26.5	18.8	87.5	81.3	75.0	78.1	40.6

注: 対照(1)は2週間おきの殺虫剤散布のみ、対照(2)は無処理。

表-2 各試験区のキュウリウイルス病防除効果

試験区	平均収量 (kg/区)	昆虫発生(%)		ウイルス病発生(%)			
		アブラムシ	コナジラミ	モザイク	CMV	PRSV	ZYMV
シルバーマルチ	89.7	18.8	29.2	10.8	0.0	0.0	5.2
シルバーテープ	59.4	40.7	93.7	48.8	0.0	0.0	6.3
オイル	41.9	79.7	98.4	49.8	6.3	1.6	12.5
スキムミルク	58.5	50.0	90.6	51.1	1.6	0.0	7.8
青網	14.6	10.9	100.0	41.8	1.6	1.6	0.0
白色網	13.0	0.0	100.0	19.8	0.0	0.0	0.0
殺虫剤	52.2	35.9	98.4	52.6	3.1	3.1	12.5
対照(1)	60.0	70.3	98.4	48.4	12.5	6.3	28.1
対照(2)	53.9	90.6	96.9	62.0	6.3	12.5	37.5

注：対照(1)は2週間おきの殺虫剤散布のみ、対照(2)は無処理。

ムシは見つからなかったし、コナジラミ数も最低であった。しかしこの場合、なぜかウイルス病の感染は抑えなかった。

試験に用いた材料の多くは、既に検討されており、例えばスキムミルクの効果はTMVで確認されている(大河・都丸, 1970)。しかし期待どおり成果が得られないものもあった。藤澤(1989)は、移植前の苗を網で覆うことでウイルス感染と収量の損失を減らせると報告しているが、今回の試験では両者に差はなかった。また、イスラエルではオイル散布による高いウイルス病制御効果が報告されている(LOEBENSTEIN et al., 1970)。われわれの試験の結果が予想と異なったのは、移植したのが一年で最も暑い時期であり、強烈な暑さのため苗の生育が正常に戻るまでに時間がかかったせいかもしれない。

## (2) キュウリウイルス病の防除

14日間隔の殺虫剤散布と組み合わせた、銀色の反射するペンキを塗ったビニルシート被覆だけが効果を示し、最大の収量(89.7 Kg/試験区)を得た(表-2)。この材料はまた昆虫、特にCMV, PRSV, ZYMVを媒介するアブラムシの抑制に効果があるだけでなく、leaf curl virusの媒介昆虫であるコナジラミの数も減らすことができた。この銀色に反射するペンキを塗ったビニルシートは容易に作製でき、反射光による昆虫忌避効果も高く、日本製のシルバーマルチより安価である。高収量は低感染率のせいだけでなく、マルチによる雑草の除去、土壌湿度の保持、そして肥料の流出の防止にもよるのかもしれない(ONG, 1984)。イスラエルでCMVに高い効果が報告されているオイル散布(LOEBENSTEIN et al., 1966)の効果はみられなかったが、今回の散布試験がしばしば雨の降る6月に開始されたため、オイルは効果を発揮する前に雨で流されたと思われる。シルバーテープも効果的でなかったが、これは一番低いテープの位置が地面から50 cmで、新しく伸張する枝にアブラムシが攻撃するのを防げなかったせいであろう。網の中ではキュウリも

生育は旺盛にみえるが、収量は少なかった。またうどんこ病、べと病などの糸状菌病が大発生した。

## おわりに

タイのトウガラシとウリ科野菜について、発生ウイルスの同定と防除の試験を行った。平凡な結果であったが、タイの農民には目新しく、特に防除試験への関心が高く、試験遂行中は近隣から人が集まり熱心に質問する姿が印象的であった。試験した材料のうち効果のあったものはいずれもタイで容易に入手できるので、繰り返し試験を行い有効と認められれば、すぐに実用に供されると確信する。またわれわれはこの防除試験に先立ち、トウガラシとウリ科野菜の、主要ウイルス病に対して抵抗性を持つ品種の探索を行い、トウガラシについては有望な品種を見いだしている。病原ウイルスの外被タンパク質遺伝子を導入した植物の開発が進行中とも聞いており、今後様々な方法・材料を組み合わせることで、農業のみに頼らないウイルス病防除法の開発が期待される。

## 引用文献

- 1) 大河喜彦・都丸敬一(1970)：秦野たばこ試報 68: 95.
- 2) 藤澤一郎(1989)：植物防疫 43: 484~487.
- 3) FUJISAWA, I. et al. (1990)：Tropical Agriculture Research Series No 23: 218~228.
- 4) KITTIKORN, K. et al. (1993)：Proceedings of the 31st Kasetsart University Annual Conference. p. 331~340.
- 5) ——— et al. (1994)：Proceedings of the 32nd Kasetsart University Annual Conference. (印刷中)
- 6) LOEBENSTEIN, G. et al. (1970)：Phytopathology 60: 212~215.
- 7) ——— et al. (1966)：Ibid. 56: 512~516.
- 8) NODA, C. et al. (1993)：Proceedings of the 31st Kasetsart University Annual Conference. p. 341~347.
- 9) ONG, C. A. (1984)：MARDI Res. Bull. 122: 200~204.
- 10) PURCIFULL, D. et al. (1984)：CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses No. 292.
- 11) WONG, S. and S. C. LEE (1992)：Plant Disease 76: 972.