九病虫研会報 34：25-29 (1988)
Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu 34：25-29 (1988)

弱毒ウイルス利用によるピーマンのモザイク病 (TMV-P) 防除

三浦　猛夫・日高　透[1]・川越　仁
(宮崎県総合農業試験場・[1]高鍋農業改良普及所)

Control of mosaic disease caused by pepper strain of tobacco mosaic virus (TMV-P) in Sweet Pepper plants by attenuated virus.

Takeo MIURA, [1]Touru HIDAKA and Hitoshi KAWAGOE (Miyazaki Agricultural Experiment Station, Miyazaki-gun, Miyazaki 880-02. [1]Takanabe Farm Agent Office, Koyu-gun, Miyazaki 884)

タバコモザイクウイルスートウガラシ系（TMV－P）は1978年に千葉県で発見されて以来，宮崎県においても1979年頃より発生し，収量・品質が低下する要因として問題となっている。本病の防除対策として，乾熱による種子消毒や土壌くん蒸剤による消毒，抗ウイルス剤の散布による方法がとられているが完全な防除を期待するのは困難な現状である[5]。したがって，TMV－Pに対する抵抗性品種が実用化されていない現状では，弱毒ウイルスを利用した防除方法が期待されている。ピーマンのTMV－Pに対する弱毒ウイルスについては，すでに，後藤ら[2]がPa－18，長井ら[3-5]がC－1421，さらに，米山ら[1]によってHA－1-2が作出された。これらは多くのほ場試験を経てTMV－P に対して干渉効果が高いことが報告されている。筆者らは，宮崎県に発生しているTMV－Pの防除対策として弱毒ウイルス利用を計画し，これらの弱毒ウイルスの分譲をお願いしたところ心よく承諾していただいた。本報告は，各位の御厚意により譲り受けた弱毒ウイルスの各系統を宮崎県総合農業試験場の圃場および本県の一般農家ハウスにおいて，実用性を含めた防除効果を検討したものの概要である。

なお，本文に入るに先立ち，貴重な弱毒ウイルスを提供していただいた農林水産省北海道農業試験場・後藤忠則主任研究官，前千葉県農業試験場・長井雄治博士，ならびに，茨城県園芸試験場・米山伸吾博士に対して厚くお礼を申し上げる。また，現地試験を行うに当り協力をいただいた高鍋および西都農業改良普及所の各位に感謝の意を表する。

試　験　の　方　法

弱毒ウイルスの系統と試験規模

宮崎県のピーマンは，冬春の促成栽培が主体で収穫の最盛期は12月から3月の冬期間であり外気温は最も低い時期にあたる。このような栽培条件を考慮して，1985年年には千葉農試においてC－1421をさらに弱毒化したC－1421（M）とPa－18，およびHA－1-2について場内試験を行った。試験規模は場内ビニルハウス（120㎡）において1区8株の2連制で行った。また，現地試験ではC－1421（M）を用いて一般農家ハウス3ケ所（各1,000㎡）で検討した。1986年には，Pa－18を北海道農試がさらに弱毒化したPa－18（N）と今までのC－1421（M）およびHA－1-2について前年同様に1区8株3連制の場内試験を行った。また，現地試験ではPa－18(N)

第1表　ピーマンのモザイク症状の程度別調査基準

発病程度	症状の発生程度	発病指数
(－)	頂葉に全く異常のないもの	0
(±)	モザイク症状ではないが頂葉に凹凸のあるもの	1
(m)	頂葉に軽いモザイクの症状のみられるもの	2
(M)	頂葉から2～3葉にかけてモザイクがやや目立つもの	3
(M2)	頂葉から3～4葉にかけてモザイクが鮮明なもの	4

$$\text{発病度} = \frac{\Sigma\,(\text{階級値} \times \text{発病株数})}{\text{調査株数} \times 4} \times 100$$

を用いて一般農家ハウス3ケ所（各1,000 m²）で検討した。供試品種は，場内および現地試験とも土佐ひかりDを用い，定植は10月上旬の一般慣行栽培で試験を実施した。

弱毒ウイルスの接種方法および時期

接種に用いた弱毒ウイルスは，ピーマン（土佐ひかりD）幼苗で増殖させ，その頂葉4～5葉から取った生葉を蒸留水を加えながら磨り潰し，二重のガーゼを通した汁液を50倍に希釈した。このように調製した弱毒ウイルスの汁液に約2％のカーボランダム（炭化ケイ素）を加え，1985年の試験では滅菌した綿球を用いて接種した。この場合1個の綿球はピーマン苗5株の接種を限界としてその都度取り替えた。接種後は，子葉の傷みを防ぐため如雨露等を用いて散水しカーボランダムを洗い落とした。1986年の試験では前述同様に50倍に調整した弱毒ウイルスの汁液を小型の塗装用スプレーガンを用いて噴霧接種した。接種の時期は，1985年の綿球を用いた接種では鉢上げ後2～3葉期（は種後14～20日）に行い，1986年の噴霧接種（は種後7～8日）では鉢上げ前のは種床で接種した。

ピーマンの生育およびモザイク症状の調査

弱毒ウイルスの接種の影響を見るため育苗期から定植後のピーマンの草丈，節数について調査し弱毒ウイルス無接種区およびTMV－P（強毒ウイルス）接種区との比較を行った。また，ピーマンのモザイク症状の発生状況は第1表に示した基準に分けて調査し発生程度を比較

第2表　弱毒ウイルスの接種とピーマンの生育（1985～'86）

弱毒ウイルスの種類	育苗期(10.5) 草丈	育苗期(10.5) 節数	TMV－P	本圃(11.7) 草丈	本圃(11.7) 節数	(1.9) 草丈	(1.9) 節数
1 Pa-18(0)	89[a)]	102	○	92	89	89	99
2 HA-1-2	84	103	○	88	91	81	97
3 C-1421(M)	87	103	○	90	91	97	103
4 —	100	100	○	85	85	87	97
5 —	100	100	—	100	100	100	100

a)：数値は1区2連制平均値(無接種を100とした場合の生育比)　品種：土佐ひかりD，は種：8月30日，定植：10月18日

第3表　弱毒ウイルスの接種とピーマンの生育（本圃）（1986～'87）

弱毒ウイルスの種類	TMV－P	1986. 11. 5 草丈	1986. 11. 5 節数	1987. 1. 7 草丈	1987. 1. 7 節数
1 Pa-18(0)	○	94[a)]	105	102	105
2 Pa-18(N)	○	93	104	95	97
3 HA-1-2	○	96	103	105	90
4 C-1421(M)	○	99	103	97	89
5 —	○	95	102	86	98
6 —	—	100	100	100	100

a)：数値は1区3連制の平均値（無接種区を100とした場合の生育比）
品種：土佐ひかりD，　は種：8月22日，定植：10月7日

第4表　弱毒ウイルス（C－1421M）を接種したピーマンの生育（A農家ハウス）1985－'86

調査月日	接種区分	第一次分岐までの茎長	第一次分岐からの茎長	頂葉までの節数
9. 30	接種	102（±2.1）[a)]	87（±2.3）	101（±0.6）
(接種30日目)	無接種	100（±2.8）	100（±2.5）	100（±1.0）
10. 22	接種	100（±2.5）	96（±3.7）	97（±0.5）
(接種52日目)	無接種	100（±1.9）	100（±3.9）	100（±0.5）
11. 22	接種	—	96（±3.5）	101（±0.4）
(接種83日目)	無接種	—	100（±3.8）	100（±0.5）

a)：調査株数40株。無接種区を100とした場合の生育比。（　）の数字は標準偏差。
品種：土佐ひかりD，は種：8月22日，定植：10月1日

した。また，モザイク症状が軽く不鮮明なものは必要に応じて *Nicotiana glutinosa* を用いてウイルス感染の確認を行った。

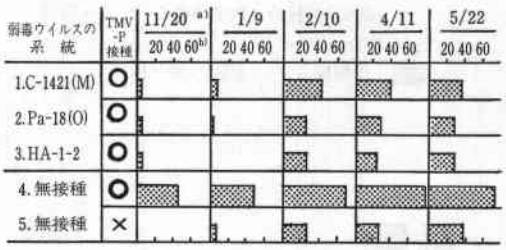
収量・品質調査

1986年の場内試験では，3系統の弱毒ウイルスをそれぞれ接種したピーマン苗を定植（10月7日）したのち，1週間間隔で30g前後の果実を収穫し，県内の出荷基準に準じて品質別収量を1986年11月から翌年3月にかけて調査（1区8株3連制）し1カ月毎に集計した。1986年の現地試験の収量・品質の調査は，新富町（A農家），西都市（B，C農家）の農家ハウスで弱毒ウイルスPa—18（N）接種ハウス（棟）と無接種ハウス（棟）を設定し，それぞれ出荷した収穫量を農家で記帳し当該農家管轄の農業改良普及所で集計した。

結果および考察

ピーマンの生育に対する影響

弱毒ウイルスの各系統を供試した場内試験の結果を第2表および第3表に示した。また，現地試験として一般農家ハウスでC—1421（M）を用いた結果を第4表に示した。これらの結果から供試した弱毒ウイルスの各系統間には，生育状況に顕著な差は認められなかった。しかし，弱毒ウイルスの各系統とも，無接種苗と比較すると草丈が低くなる傾向がみられた。この現象は，定植20日前頃の育苗期からみられ定植後2カ月頃まで影響している場合もあり，苗の管理等の条件によっては生育のバラツキが起こり易いようであった。現地試験でも同様に無接種苗に比較すると草丈が抑制される傾向がみられた。



第1図 弱毒ウイルス及びTMV—P（強毒ウイルス）接種ピーマンにおけるモザイク症状の発生状況（1985～'86）

a)：調査月日 b)：発病度 定植：1985年10月17日

弱毒ウイルス接種によるモザイク症状

供試した各系統は，いずれもピーマン幼苗に接種した場合，2週間目頃から頂葉の凹凸が現われ，無接種のピーマンとは頂葉の状況が異なる傾向であった。第1図は場内ハウスで行った1985—'86年の試験結果を発病度で表したものである。

ここでは，各弱毒ウイルスを予め接種し育苗した後に，TMV—Pを定植直後に強制的に接種した。また，対照として弱毒ウイルスを接種しない苗にTMV—Pを前記同様に接種し比較検討に用いた。第1図から，弱毒ウイルスの各系統間には，モザイク症状の発生時期，発病の程度に著しい差はみられないが敢えて差を付ければC—1421（M）については，頂葉のモザイク症状がやや目だつ株がみられた。それでも全搬的には，供試した各系統とも，ピーマンの定植から4カ月間の2月上旬までは，症状が発生しても極めて軽い傾向であるが，比較的外気温が高くなる2月中旬以降，やや鮮明な症状を示す株が多くなる傾向であった。しかし，弱毒ウイルスを接種しないTMV—Pのみの接種に比較すると依然としてモザイク症状には著しい差がみられ干渉効果が認められた。第5表は1986—'87年の場内試験で前年の3系統にさらにPa—18（N）を加え検討した結果である。12月下旬までのモザイク症病はPa—18（N）とHA—1-2が比較的やや軽い傾向を示すが他の系統と顕著な差はみられずほぼ前年同様の傾向を示し，TMV—Pに対する干渉効果は前年同様に認められた。また，同月の現地試験では，

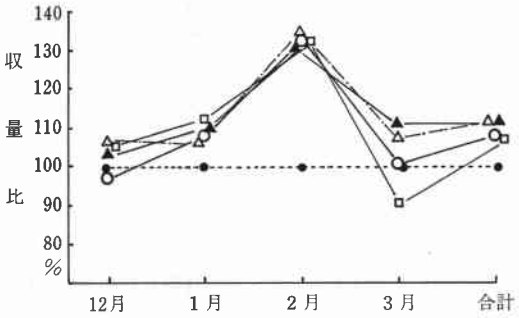
第5表 弱毒ウイルス各系統およびTMV—P接種ピーマンにおけるモザイク症発生程度（1986—'87）

	弱毒ウイルスの種類	TMV—P	11. 13 病徴別個体数				12. 24 病徴別個体数			
			—	±	m	M	—	±	m	M
1	Pa-18(O)	○	0	24	0	0	0	1	21	2
2	Pa-18(N)	○	0	22	2	0	0	4	20	0
3	HA-1-2	○	0	22	2	0	0	9	15	0
4	C-1421(M)	○	1	22	1	0	0	0	24	0
5	—	○	6	0	2	16	0	0	3	21
6	—	—	22	2	0	0	5	5	14	0

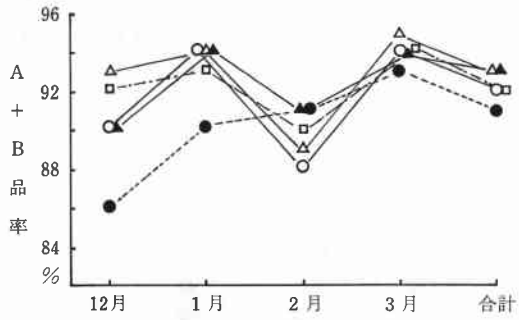
Pa−18（N）を用いて3戸の農家ハウスで行った。その時のモザイク症状は，ピーマンの定植1カ月後の11月頃にやや症状が目だったがそれから翌年の3月までは極めて軽い症状の小康状態を保ちモザイクの症状として気が付かない程度であった。しかし，外気温が高くなる3月上旬頃からモザイクの症状が全体的に鮮明になってくる株が観察されたが，一般的なTMV−Pの発生しているハウスに比較すると明らかに症状は軽かった。このことから，この時期の症状は干渉効果が低下しTMV−Pの発生したものによると考えるよりも，弱毒ウイルスの増殖が活発になり弱毒ウイルスの症状として強く現われたものと推察された。

弱毒ウイルス接種による収量と品質への影響

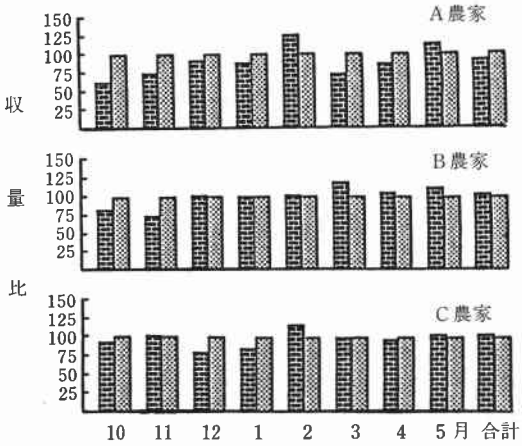
前述したように，弱毒ウイルスを接種することによりモザイク症状の発生は明らかに少なく，種子伝染や土壌伝染からの第2次伝染による感染を防止する干渉効果が認められた。この場合の収量・品質への影響を1986年に定植した場内試験の調査から考察してみた。第2図は，弱毒ウイルスの各系統とTMV−Pの収量を対比した結果である。まず各系統間の収量比の差を月別にみると，



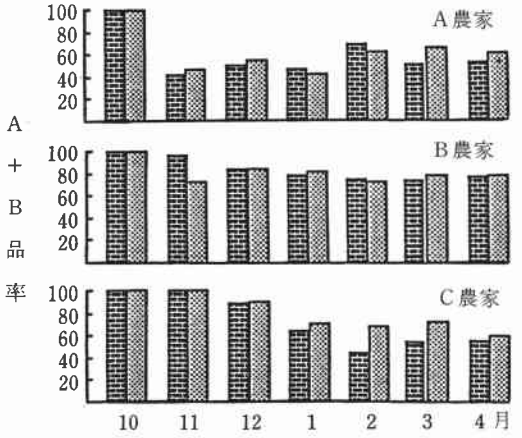
第2図　弱毒ウイルスの各系統とTMV−P(強毒ウイルス)を接種したピーマンの月別収量比（1986〜'87）
○：Pa-18(O)　△：Pa-18(N)　▲：HA-1-2
□：C-1421(M)　●：TMV−P(強毒ウイルス)



第3図　弱毒ウイルスの各系統とTMV−P(強毒ウイルス)を接種したピーマンの品種別(A+B品)収量割合（1986〜'87）
○：Pa-18(O)　△：Pa-18(N)　▲：HA-1-2
□：C-1421　●：TMV−P(強毒ウイルス)



第4図　農家ハウスにおける弱毒ウイルス(Pa-18(N))接種棟と無接種棟のピーマン収量割合（1986〜'87）
▤：接種棟　▨：無接種棟



第5図　農家ハウスにおける弱毒ウイルス(Pa-18(N))接種によるピーマンの品質別(A+B品)収量割合（1986〜'87）
▤：接種棟　▨：無接種棟

12月と3月にややバラツキがみられるが，冬期の1月，2月ではほとんど差がなく，3月までの収量を合計した結果にも顕著な差はみられなかった。一方，弱毒ウイルスの各系統とTMV−Pとを比較すると，12月には大きな収量の差はみられなかったものの1月から増収傾向がみられ2月には最高30%の増収がみられた。しかし，3月には弱毒ウイルス各系統とも収量の差が縮まり，その中でも，Pa−18（O）とC−1421（M）についての変動幅がやや大きい傾向であった。また，各系統の3月までの収量を合計してみると，TMV−Pのみの接種区より10%〜15%収量が多く弱毒ウイルス接種効果がTMV−Pの発生を抑えたことで増収効果につながったと考えられた。次に果実の品質別に検討したのが第3図である。果実の品質別出荷基準に基づいて，A品は正常果，B品はやや変形したもの，C品は肥大伸長の悪い極端な変形果や著しく変色したものとした。ここでは出荷に耐えられるA品とB品（A品＋B品）について第2図と同様に各系統別にTMV−Pのそれと対比した。その結果，弱毒ウイルスにおいて最も高いA+B品率を示した系統とTMV−PのA+B品率の差は，12月で約6%，1月で4%みられTMV−Pの品質が低下している傾向であった。しかし，2月は逆に弱毒ウイルスの各系統ともTMV−Pに比較し約4%低下していた。これを3月までの合計数量でみると，2月の品質低下が原因して，弱毒ウイルスの品質は2%高かっただけであった。以上のことから，品質について総じて言えば，この試験から弱毒ウイルスの各系統間に顕著な差は認められなく，TMV−P の品質と比較すると，2月を除いて，弱毒ウイルス各系統ともTMV−Pの接種区よりやや勝る傾向が認められた。

次に現地試験での農家ハウスの収量・品質の調査結果を第4図及び第5図に示した。1986年，Pa−18（N）を供試した結果，10月から翌年の5月まで月別収量でみると，A農家ではでは全体的に弱毒ウイルス接種区が無接種区に比べ，収量が低下していた。BおよびC農家では，接種，無接種区の差はほとんどなく5月までの総収量でみると弱毒ウイルス接種区がやや勝っていた。この3農家ハウスでの弱毒ウイルスを接種しないハウス（棟）でのTMV−Pの発生は，A農家が最も激しく，BとC農家では少発生であった。また，弱毒ウイルスを接種した棟では，前述したように各農家ハウスとも，一時的に軽いモザイク症状が見られたもののTMV−Pの症状に比べ極めて軽い傾向であった。それにもかかわらず，A農家で収量・品質が低下した原因は弱毒ウイルス接種と栽培管理の方法等の要因が関連していると考えられた。このように，場内試験においても収量・品質は比較的安定していたPa−18（N）を現地試験として行った結果では，収量・品質の差が農家ハウス間のバラツキとしてみられ，この原因として弱毒ウイルス接種と栽培管理との関連が考えられ，これらを含めた検討が望まれる。

以上，宮崎県での促成栽培ピーマンに発生するモザイク病（TMV−P）に対して弱毒ウイルスを利用した防除効果を検討した。その結果，供試した各系統とも，無接種苗と比較するとモザイク症状が現われることや生育にやや影響がみられること，また，収量・品質の向上に直接結び付かない場合もみられ理想的な弱毒ウイルスとしては問題点が残る。しかし，TMV−Pに対する干渉効果は顕著であり，このことを利用してTMV−Pの発生を撲滅させることも可能と考えられる。すなわち，弱毒ウイルスが優先となったハウスでは，土壌伝染や種子伝染からのTMV−Pが蔓延する機会は極めて少なくなり，そのことが翌年の土壌伝染源をハウスから無くすことにつながる。また，乾熱処理等の徹底で種子からの持込みを少くすると仮定すれば，TMV−Pが発生する要因は無くなりそのまま消滅することも考えられる。今後，TMV−Pの発生が問題となっているピーマン産地において弱毒ウイルスを集団的に利用することによって，その防除効果を証明していく必要が残されている。

引　用　文　献

1）米山伸吾・塚本ひで子（1986）日植病報 **52**：562（講要）　2）後藤忠則・飯塚典男・小餅昭二（1984）日植病報 **50**：221-28.　3）村田明夫・深見正信・長井雄治（1986）日植病報 **52**：562（講要）　4）長井雄治（1986）日植病報 **50**：435（講要）　4）長井雄治（1987）日植病報 **53**：168-174.

（1988年5月17日　受領）