

キュウリモザイクウイルスの血清型と病原性との関連性

前田 孚憲・光畑 興二・井上 成信

Close Relationship between Serotype and Pathogenicity of Cucumber Mosaic Virus

Takanori MAEDA, Koji MITSUHATA and Narinobu INOUYE

Sixty-eight isolates of cucumber mosaic virus (CMV) belonging to the Y serotype (serogroup I) or P serotype (serogroup II) in Japan were inoculated to *Nicotiana tabacum* cv. White Burley and the symptoms were observed up to three months after inoculation. These isolates were divided into four groups according to symptomatology in tobacco plant. None of the isolates obtained from lilies infected tobacco plants systemically. The plants inoculated with isolates of the P serotype showed systemic mosaic, but only occasional mild symptoms were observed in newly developed leaves. On the other hand, all isolates of Y serotype showed symptoms consisting of mosaic, distortion and/or necrosis throughout the experimental period.

In another experiment, reactions of some selected test plants to 30 isolates belonging to the Y or P serotype were examined. Lily isolates may be unique strain of CMV as they did not cause systemic infections on *Lycopersicon esculentum*, *Solanum melongena* or *Cucumis sativus*. Host range tests using 16 isolates originally obtained from plants other than lilies demonstrated a close relationship between serotype and pathogenicity to some test plants including *N. tabacum*, *N. clevelandii*, *L. esculentum*, *Pisum sativum*, *Phaseolus angularis* and *Zea mays*.

Key words : Cucumber mosaic virus, Serotype, Pathogenicity

Research Institute for Bioresources, Okayama University, Kurashiki 710, Japan

平成 8 年 1 月 24 日 受理 (Received January 24, 1996)

本研究の一部は平成元年～3年度文部省特定研究「生物相互における情報認識と応答反応に関する研究」によって行われた。

緒 言

キュウリモザイクウイルス (cucumber mosaic virus, CMV) は本ウイルスをタイプウイルスとする Cucumovirus 群に属し、世界中に広く分布している (Francki *et al.* 1979). CMV の寄主範囲は極めて広く、双子葉および単子葉の52科, 775種以上の植物に感染することが知られている (Douine *et al.* 1979). また, 本ウイルスはモモアカアブラムシ, ワタアブラムシなど60種以上のアブラムシにより容易に伝搬されることから, 各種作物に大きな被害を与えている (Francki *et al.* 1979). 我が国においても, CMV は各種の野菜や花卉植物などに多発する最も重要な病原ウイルスの一つである. Devergne and Cardin (1973) は主としてフランスで分離された CMV は血清学的に ToRS と DTL の2つのグループに類別できることを報告した. また, アメリカで分離された CMV も WT と S の2つのグループに分かれることが示された (Kearney *et al.* 1990). さらに, CMV は分離株間でのウイルス RNA のハイブリダイゼーション実験により, Subgroup I と Subgroup II に類別することができ (Rizzo and Palukaitis 1988), 血清型もそれらと一致することが明らかにされている (Daniels and Campbell 1992). わが国で分離された CMV は血清学的に CMV 黄斑系 (CMV-Y) を標準系統とする Y 型と, フキからの分離株 (CMV-P) を標準系統とする P 型の2つの血清型に類別されてきたが (Hanada and Tochihara 1980), Y 型は Subgroup I に P 型は Subgroup II に相当するとされている.

これまでに我が国で分離された CMV の多くの分離株の寄生性が明らかにされているが, わが国で分離される CMV は圧倒的に Y 血清型が多いことから, それらのほとんどは Y 型に属する系統でなされたものであり, P 型分離株の寄生性についてはあまり知られていない. また, 諸外国においても CMV の病原性, すなわち寄主範囲および各種植物における病徴等との関連性に関する詳細な研究はほとんどなされていない. 本研究では我が国で分離された2種類の血清型に属する多くの分離株を種々の植物に接種し, 両者を比較することにより, これらの点を明らかにしようとした.

材料および方法

1. 供試ウイルス

タバコに対する病原性の試験には, 日本各地で採集した各種の植物から得た CMV 分離株のうち (Maeda and Inouye 1987), Y 型59株, P 型9株の計68分離株を供試した. これらの分離株は凍結乾燥葉として, すべて当研究室に保存されている.

各種植物に対する病原性の試験には, Y 型として CMV 黄斑系 (CMV-Y, 都丸・日高 1960), ツユクサー-1, ツユクサー-2, キュウリ, アズキー-1, ダイズ, レタス, キリ分離株を, P 型としてフキー-1, フキー-2, フキー-3, トマト, ヒャクニチソウ, パンジー, アズキー-2, エビネ分離株の計16株を供試した.

2. 接種試験

タバコ (品種, White Burley) あるいは *N. clevelandii* の感染葉に10倍量 (w/v) の0.01 M ジエチルジチオカルバミン酸ナトリウムを含む0.1 M リン酸緩衝液 (pH 7.0) を加え, 磨

碎して得た汁液を内径12 cm、高さ10 cmの素焼のポットで育成した各種植物にカーボランダムと綿球を用いた常法により汁液接種した。接種実験はすべて20~25°Cのガラス温室で行った。

CMV, 68分離株のタバコへの接種実験では、約3カ月間病徴を観察した。この間、新葉の生育を促すために配合肥料を数回施した。

両血清型の各種植物に対する病原性の比較実験では、約1カ月間にわたって病徴を観察した。接種葉は接種10~15日後に、上葉は20~25日後に *C. quinoa* に戻し接種して感染の有無を確かめた。実験に用いた植物の品種名は以下の通りである。トマト（福寿2号、米寿、ボンデローザ）、エンドウ（三十日絹莢）、アズキ（暁大納言）、トウモロコシ（ゴールデンクロスバンタム、ハニーバンタム）。

結 果

1. CMV 分離株のタバコでの病徴

これまでにテッポウユリから分離されたCMVはタバコに全身感染しない特殊な系統であることを明らかにした（前田・井上 1983）。また、予備実験において、Y型あるいはP型をタバコ（品種、White Burley）に接種した場合、Y型では接種後長期間にわたりモザイクなどのなんらかの病徴が常に認められたのに対して、P型では接種直後には上葉にモザイクが現れるが、その後新しく展開した葉には病徴は認められなくなる傾向があった。本実験ではこれらの点を明らかにするために、各種植物から得た68分離株をタバコに汁液接種し、長期間にわたりそれらの病徴を観察した結果、CMV 分離株は以下に示す4タイプに類別することができた。

- I. 接種葉に感染するが、全身感染しない。
- II. 全身感染し上葉にモザイクを生じる。その後新しく出た葉には病徴が認められないことが多いが、一時期に軽微なモザイクが現れることもある。
- III. 全身感染し上葉にモザイクを生じる。その後新しく出た葉には軽微なモザイクが認められる。
- IV. 全身感染しモザイク、えそ、奇形などの病徴を生じる。接種後、長期間経過してもモザイク、奇形などの病徴が常に認められる。

試験したCMV, 68分離株のタバコでの病徴およびそれらの血清型をTable 1に示した。これらのうち、タイプIの病徴を示したのはテッポウユリおよびスカシユリから分離された14株であり、それ以外の分離株はすべてタバコに全身感染した。タイプIIにはフキ、トマト、アズキ、ヒヤクニチソウ、エビネ、パンジーからの7分離株であり、これらの血清型はすべてP型であった。タイプIIIの病徴を示したものは、P型のフキ、キュウリからの2分離株およびY型の3分離株であった。上記の分離株以外の42株はすべてタイプIVであり、それらはすべてY型であった。

Table 1. Grouping of CMV isolates according to symptomatology in *Nicotiana tabacum* cv. White Burley^{a)}

Group ^{b)}	CMV isolate (No. of isolates) ^{c),d)}
I	<i>Lilium longiflorum</i> (12), <i>Lilium</i> × <i>elegans</i> (2)
II	<i>Petesites japonicus</i> (2), <i>Lycopersicon esculentum</i> , <i>Phaseolus angularis</i> , <i>Zinnia elegans</i> , <i>Calanthe discolor</i> , <i>Viola</i> × <i>wittrockiana</i>
III	<i>Petesites japonicus</i> , <i>Cucumis sativus</i> , <i>Commelina communis</i> (2), <i>Glycine max</i>
IV	<i>Commelina communis</i> (14), <i>Raphanus sativus</i> (6), <i>Phaseolus angularis</i> (3), <i>Antirrhinum majus</i> (2), <i>Cucumis sativus</i> (2), <i>Chrysanthemum morifolium</i> (2), <i>Capsicum annum</i> (2), <i>Petunia</i> × <i>hybrida</i> , <i>Phaseolus vulgaris</i> , <i>Glycine max</i> , <i>Vigna sinensis</i> , <i>Brassica campestris</i> , <i>Paulownia tomentosa</i> , <i>Spinacia oleracea</i> , <i>Gentiana scabra</i> var. <i>buergeri</i> , <i>Tricyrtis</i> sp., <i>Polygonatum falcatum</i> , <i>Narcissus</i> sp.

a) Symptoms were observed up to three months after inoculation.

b) I : Infected only locally.

II : After appearance of first symptoms in uninoculated upper leaves, only occasional mild mosaic symptoms were observed in newly developed leaves.

III : After appearance of first symptoms in uninoculated upper leaves, mild mosaic symptoms were observed in newly developed leaves.

IV : Symptoms such as mosaic, distortion and/or necrosis were observed throughout the experimental period.

c) Scientific names in the table are the plants from which CMV was originally isolated.

d) Isolates surrounded by rectangle belong to the P serotype and others belong to the Y serotype.

2. ユリから分離された CMV の寄主範囲および病徴

ユリから分離された CMV はタバコ等に全身感染しない特殊な系統であるため (前田・井上 1983), さらに多くの分離株の寄主範囲および各種植物での病徴を詳しく調べた。テッポウユリおよびスカシユリからの14分離株を11科28種の植物に汁液接種を行った結果, 寄主範囲および病徴に分離株間で若干の差異がみられたが, 基本的には以前に報告した結果(前田・井上 1983)と同じであり, タバコ, トマトなどのナス科植物やキュウリなどに全身感染しなかった。なお, タバコでの継代を数回繰り返しても, 寄生性に変化は見られなかった。

3. 血清型と各種植物に対する病原性との関連

先に示した実験において, CMV の血清型とタバコでの病徴との間に明かな関連が認められた。ここでは血清型と各種植物に対する病原性との関連を明らかにするために, それぞれの血清型, 8 分離株を用いて比較実験を行った。P 型と Y 型との間で寄主反応に差異が認められた植物における病徴を以下に述べた (Table 2)。

タバコ, *N. clevelandii* : Y 型ではモザイク, 奇形などの病徴が常に明瞭に認められたのに対し (Plate I-2, 4), P 型は上葉にモザイクを生じたのち, 次第にモザイク症状は不明瞭になり, それ以後に生じた上葉は無病徴であるものが多かった (Plate I-1, 3)。しかし, これらの上葉からは戻し接種によりウイルスが回収された。しかし, その濃度はモザイクなどの病徴を示している Y 型に比較してかなり低かった。

Table 2. Reactions of some selected test plants to CMV isolates

Test plant	Symptom ^{c)}		Isolate of CMV ^{a),b)}
	Local	Systemic	
<i>Nicotiana tabacum</i>	CS	M, Dis/M	CMV-Y, Com-1, Com-2, Cu, Az-1, Soy, Le, Pau
	CS	M → m	Pet-3
	CS	M → +/+ (m)	Pet-1 , Pet-2 , To , Zi , Vi , Az-2 , Cal
<i>Lycopersicon esculentum</i>	+	M, N, Dis/M, Dis/M, tN	CMV-Y, Com-1, Com-2, Cu, Az-1, Soy, Pau, Vi
	+	+ / + (m) / m	Pet-1 , Pet-2 , Pet-3 , To , Zi , Az-2 , Cal
<i>Pisum sativum</i>	NS	—	CMV-Y, Com-1, Com-2, Cu, Az-1, Soy, To , Cal
	NS	sN, tN/sN	Le, Pet-1 , Pet-2 , Pet-3 , Zi , Vi , Az-2
<i>Phaseolus angularis</i>	—	—	CMV-Y, Com-1, Cu, Soy, Le, Pau
	+ / M	M / M, VN	Com-2, Az-1, Pet-1 , Pet-2 , Pet-3 , To , Zi , Vi , Az-2 , Cal
<i>Zea mays</i>	—	—	To
	CS/NS	M, N/M	CMV-Y, Com-1, Com-2, Cu, Az-1, Soy, Le,
	NS/+	—	Pet-1 , Pet-2 , Pet-3 , Zi , Vi , Az-2 , Cal

a) Origin of CMV isolates: CMV-Y (*Nicotiana tabacum*); Com (*Commelina communis*); Cu (*Cucumis sativus*); Az (*Phaseolus angularis*); Soy (*Glycine max*); Le (*Lactuca sativa*); Pau (*Paulownia tomentosa*); Pet (*Petasites japonicus*); To (*Lycopersicon esculentum*); Zi (*Zinnia elegans*); Vi (*Viola × wittrockiana*); Cal (*Calanthe discolor*);

b) Isolates surrounded by rectangles belong to the P serotype and the others belong to the Y serotype.

c) CS: chlorotic spot; NS: necrotic spot; M: mosaic; m: mild mosaic; Dis: distortion; sN: stem necrosis; tN: top necrosis; +: symptomless infection; -: no infection; →: indicates changes in symptoms; (): rarely, symptoms appeared; /: variations in symptoms induced by different isolates.

N. glutinosa: Y型ではほとんどの分離株でモザイク、えそ症状、奇形などの病徴が現れた。一方、P型では上葉にモザイクなどの症状が現れたが、奇形をほとんど生じなかった。

トマト、ピーマン、ナス: Y型ではモザイク、奇形、頂葉えそなどの明瞭な病徴が認められたが (Plate I-6), P型ではこれらの植物での症状は軽微であり、無病徴あるいは軽いモザイクを示すものが多かった。しかし、P型でもこれらの植物に激しい病徴を現すものもあった。

アズキ: Y型では8分離株のうち、2分離株が全身感染したが、他の6株は感染しなかった。一方、P型ではすべての分離株が全身感染し、上葉に退緑斑点、モザイクなどを生じた (Plate I-5)。

エンドウ: Y型では試験した7分離株のうち、レタスからの分離株以外は接種葉にえそ斑点を生じ全身感染しなかったが、P型では6分離株が茎えそおよび頂葉えそを生じた (Plate I-7)。

トウモロコシ：Y型では試験した7分離株の全てが全身感染し、モザイク、えそ条斑などの症状を示したが（Plate I-9）、P型では接種葉に無病徴感染あるいはえそ斑点を生じたが、全身感染するものはなかった（Plate I-8）。

しかし、キュウリ、カボチャ、シロウリ、ソラマメ、ササゲ、ダイコン、ヒャクニチソウ、ツルナ、*C. amaranticolor*、*C. quinoa* では、血清型と病原性の間には明らかな関連は認められなかった。

考 察

これまでに我が国で各種植物から分離されたCMVはY型あるいはP型のいずれかであることを報告した（Maeda and Inouye 1987）。これまでに我が国で分離されたCMVの多くの分離株では、それらの寄生性が明らかにされているが、P型の諸性質についてはほとんど明らかにされていない。CMVの血清型と寄生性、すなわち寄主範囲および各種植物に対する病原性との関連性を明らかにすることは、本ウイルスの発生生態、ウイルスの病原性の解明、弱毒系統の作製などに関する研究に重要な基礎的知見を提供すると考えられた。本研究では我が国で分離されたCMVの2種類の血清型を多くの植物に人工接種して両者を比較することにより、これらの点を明らかにしようとした。

試験したCMV、68分離株のうちユリからの14株はタバコに全身感染しなかったことから、CMVの特殊な系統と考えられた（前田・井上 1983）。ユリからの分離株は *N. cleveandii*、ヒャクニチソウ、トウモロコシなどの5種に全身感染したのみであり、タバコ、*N. glutinosa*、トマトなどのナス科植物やキュウリなどに全身感染しない点で、これまでに報告されている他の植物から分離された多くの系統（Francki *et al.* 1979）とは基本的に異なることが認められた。Price (1937)、Ainsworth (1938) はテッポウユリおよび *Lilium giganteum* から分離されたCMVはユリから直接タバコに汁液接種した場合、ウイルスは接種葉にとどまり全身感染しなかったが、タバコで継代したウイルスはタバコ、キュウリに全身感染するようになったことを報告している。同様の現象は我が国においてテッポウユリ（川田・阿部 1966）やカノコユリ（岩木・小室 1969）から分離されたCMVでも知られている。本実験で用いたユリ分離株はタバコで数回継代しても寄生性が変わらなかったことから、既報のユリからのCMVとは若干異なるとも考えられが、寄生性の違いは実験に用いたタバコの品種が異なることによるのかもしれない。

ユリからのCMVを除く全ての分離株はタバコに全身感染したが、P型分離株はY型に比較してタバコでの病徴が軽かった。CMVの血清型と各種植物での病徴との関連性を明らかにするために、両血清型の比較実験を行った結果、いくつかの植物において寄生性に明確な差異がみられた。例えば、タバコ、トマトなどのナス科植物では、Y型はモザイク、奇形などの病徴が明瞭に認められたのに対し、P型ではこれらの植物での症状は軽微であり、軽いモザイクを示すものが多かった。また、両血清型間の病徴の差異はエンドウ、アズキ、トウモロコシなどでも認められ、血清型と寄生性との間で明確な関連性が認められることが明らかになった。梶原・田村（1976）もフキから分離されたCMV-P系統（P型）はタバコでの病徴が他の多くのCMV系統に比較して軽微であり、感染後期には病徴が認められなかったことを報告している。また、善林ら（1983）はホレンソウから分離されたCMV-SR系統（P

型)は各種の植物に対する病原性がCMV-P系統よりもさらに弱かったとしている。このようにP型はY型に比較して明らかにこれらの植物に対する病原性が弱いものと考えられる。

諸外国においてもCMVの血清型と2, 3の植物種に対する病原性との間に関連性があることが報告されているが(Tobias *et al.* 1982, Edwards and Gonsalves 1983), 多くの植物種や分離株を用いた詳細な研究は行われていないので, 本研究で得られた結果との比較は困難である。

CMVは分節ゲノムを有する多粒子性ウイルスであり, その感染・増殖にはRNA-1, 2, 3が必要であることが示されている(Peden and Symons 1973)。また, ウイルスの血清型はウイルスの外被タンパク質をコードしているRNA-3によって支配されていることが明らかにされていることから(Schwinghamer and Symons 1975), 血清型と寄生性との間に関連性がみられたのは, RNA-3の遺伝情報あるいは外被タンパク質が病徴発現に重要な役割を果たしているためであると推察された。タバコモザイクウイルスにおいても, 外被タンパク質はウイルス核酸を保護しているだけでなく, ウイルスの長距離移動や病徴発現にも関与していることが報告されている(Dawson *et al.* 1988)。しかし, CMVの病徴はそれぞれのRNA成分あるいはそれらの組合せによって支配されていること(Rao and Francki 1982, Hanada and Tochihara 1980), および一部の系統はサテライトRNAを含んでおり, それらが病徴発現に大きく関与していることが知られている(Kaper and Tousignant 1977, Takanami 1981)。従って, 血清型と寄生性との関連性は両血清型間でRNA-3を交換することによりpseudo-recombinantを作製し, それらの性質を調べることにより明らかになるものと思われる。しかし, RNA-3にはウイルスの移行に関与する3aタンパク質もコードされているため, 血清型間で外被タンパク質遺伝子のみを交換した種々の*in vitro* transcriptを作製し, それらの病原性を調べることにより, これらのことがより明確になるものと考えられる。

摘 要

日本で分離されたキュウリモザイクウイルス(CMV)のY血清型あるいはP血清型に属する68分離株をタバコに汁液接種した結果, それらは病徴から4つのタイプに類別することができた。それらのうち, ユリからの14分離株はタバコには全身感染しなかった。タバコに全身感染する分離株のうち, Y血清型のすべての分離株は接種後長期間経過しても, 新葉にモザイク, えそ, 奇形などの病徴が常に認められたが, P型では接種後の日数が経過すると新しく展開した葉には病徴が認められないことが多かった。

また, CMVのそれぞれの血清型の分離株を各種植物に接種し, 宿主範囲および病徴を調べた結果, ユリからの分離株はタバコ, トマトなどのナス科植物やキュウリなどに全身感染しない点で, これまでに報告されている多くの系統とは異なっていた。また, ユリ以外の植物から得られた分離株では, 数種のナス科植物, エンドウ, アズキ, トウモロコシなどにおいて, 血清型と病原性との間に明確な関連が認められた。

キーワード: キュウリモザイクウイルス, 血清型, 病原性

引用文献

- Ainsworth, G. C. 1938. A note on certain viruses of the cucumber virus 1 type isolated from monocotyledonous plants. *Ann. Appl. Biol.* 25: 867-869.
- Daniels, J. and Campbell, R. N. 1992. Characterization of cucumber mosaic virus isolated from California. *Phytopathology* 76: 1245-1250.
- Dawson, W. O., Bubrick, P. and Grantham, G. L. 1988. Modification of the tobacco mosaic virus coat protein gene affecting replication, movement, and symptomatology. *Phytopathology* 78: 783-789.
- Devergne, J. C. et Cardin, L. 1973. Contribution a l'etude du virus de la Mosaïque du Concombre (CMV). IV. Essai de classification de plusieurs isolats sur la base de leur structure antigenique. *Ann. Phytopathol.* 5: 409-430.
- Douine, L., Quiot, J. B., Marchoux, G., and Archange, P. 1979. Recensement des especes vegetales sensibles au virus de la mosaïque du concombre (CMV). Etude bibliographique. *Ann. Phytopathol.* 11: 439.
- Edwards, M. C. and Gonsalves, D. 1983. Grouping of seven biologically defined isolates of cucumber mosaic virus by peptide mapping. *Phytopathology* 73: 1117-1120.
- Francki, R. I. B., Mossop, D. W. and Hatta, T. 1979. Cucumber mosaic virus. CMI/AAB Descriptions of plant viruses, No. 213, 4pp.
- Hanada, K. and Tochiara, H. 1980. Genetic analysis of cucumber mosaic, peanut stunt and chrysanthemum mild mottle viruses. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 46: 159-168.
- 岩木満朗・小室康雄. 1969. 内田カノユリノえそ斑症状株から分離されるウイルスについて. 関東東山病虫研究会報 16: 66.
- Kaper, J. M. and Tousignant, M. E. 1977. Cucumber mosaic virus-associated RNA 5. I. Role of host plant and helper strain in determining amount of associated RNA 5 with virions. *Virology* 80: 186-195.
- 川田稷一・阿部定夫. 1966. テッポウユリにおけるキュウリモザイクウイルスの保毒率とその性質について. 園試報 A5: 193-206.
- Kearney, C. M., Zitter, T. A. and Gonsalves, D. 1990. A field survey for serogroups and the satellite RNA of cucumber mosaic virus. *Phytopathology* 80: 1238-1243.
- 前田孚憲・井上成信. 1983. テッポウユリから分離されたキュウリモザイクウイルスの性質. 農学研究 60: 69-80.
- Maeda, T. and Inouye, N. 1987. Differentiation of two serotypes of cucumber mosaic virus in Japan by F(ab')₂ ELISA with cross-absorbed antibodies. *Berich. Ohara Inst. Land. Biol. Okayama Univ.* 19: 149-157.
- Peden, K. W. C. and Symons, R. H. 1973. Cucumber mosaic virus contains a functionally divided genome. *Virology* 53: 487-492.
- Price, W. C. 1937. Classification of lily-mosaic virus. *Phytopathology* 27: 561-569.
- Rao, A. L. N. and Francki, R. I. B. 1982. Distribution of determinants for symptom production and host range on the three RNA components of cucumber mosaic virus. *J. Gen. Virol.* 61: 197-205.
- Rizzo, T. M. and Palukaitis, P. 1988. Nucleotide sequence and evolutionary relationships of cucumber mosaic virus (CMV) strain. *CMV RNA 2. J. Gen. Virol.* 69: 1777-1787.

- Schwinghamer, M. W. and Symons, R. H. 1975. Fractionation of cucumber mosaic virus RNA and its translation in a wheat embryo cell-free system. *Virology* 63 : 252-262.
- Takanami, Y. 1981. A striking change in symptoms on cucumber mosaic virus-infected tobacco plants induced by satellite RNA. *Virology* 109 : 120-126.
- Tobias, I., Maat, D. Z. and Huttinga, H. 1982. Two Hungarian isolates of cucumber mosaic virus from sweet pepper (*Capsicum annuum*) and melon (*Cucumis melo*) : identification and antiserum preparation. *Neth. J. Pl. Path.* 88 : 171-183.
- 栃原比呂志・田村 実, 1976. フキのウイルス, 日植病報 42 : 533-539.
- 都丸敬一・日高 醇, 1960. タバコからえられたキュウリモザイクウイルスの系統, 第三報, 黄斑系, 秦野たばこ試報 46 : 143-149.
- 善林六朗・花田 薫・岩木満朗・渋谷三郎, 1983. ホウレンソウに縮葉症状を起こすキュウリモザイクウイルスの1系統 (CMV-SR), 日植病報 49 : 716-719.

Explanation of plate

- 1, 3: *Nicotiana tabacum* cv. White Burley and *N. clevelandii* inoculated with Vi- and To-isolates (P serotype), respectively. No symptoms could be observed in newly developed leaves (one month after inoculation).
- 2, 4: Mosaic and distortion in *N. tabacum* cv. White Burley and *N. clevelandii* inoculated with Com-isolate (Y serotype).
- 5: Mosaic symptoms induced by Az-isolate (P serotype) in *Phaseolus angularis*.
- 6: Mosaic and distortion induced by Pau-isolate (Y serotype) in *Lycopersicon esculentum*.
- 7: Stem and top necrosis induced by Pet-isolate (P serotype) in *Pisum sativum*.
- 8: Local necrotic spots induced by Pet-isolate (P serotype) in *Zea mays*.
- 9: Systemic mosaic and necrosis induced by Le-isolate (Y serotype) in *Zea mays*.

Plate I.

