

Turnip mosaic virus の 1 系統による

ナンキンマメの輪紋モザイク病

井上 忠 男・井上 成 信

筆者ら（西門，井上）は 1953 年にナンキンマメのモザイク病について行なった 1, 2 の伝播試験成績を簡単に報告したが，その後この研究は中断し，保存ウイルスも失なわれた。1962 年に至り，あらためてナンキンマメのウイルス病についての実験を再開し，倉敷市近郊に分布する病株から病原ウイルスを分離した。これまでに 2 種のウイルス病の存在がたしかめられているが，本報では原寄主の病徴から「ナンキンマメの輪紋モザイク病」としたものの病原が Turnip mosaic virus の 1 系統であることが判明したので報告する。

本研究の一部は文部省科学研究費（総合研究：植物ウイルスの分類学的研究）により行なわれた。血清試験は農林省農業技術研究所栃原比呂志氏のお世話になった。また，アブラムシ種名については当研究所河田和雄氏，大阪府大宗林正人氏の御教示を仰いだ。ここに厚く感謝の意をあらわす。

実験材料と方法

1962年7月，倉敷市近郊で，淡緑～黄白色の斑点あるいは大形輪紋によるモザイク病状を呈し，萎縮はそれほどでもないナンキンマメ病植物を採集した（第1図A）。病植物は掘り上げてガラス室内に移植し，ナンキンマメその他試験植物への植え継ぎおよび凍結乾燥標本によってウイルスの保存をはかった。接木，昆虫，汁液の各接種試験，物理性の調査などはすべて常法によって行なった。寄主範囲の調査には多くの場合，少なくとも10個体以上の幼苗を用い，戻し接種にはナンキンマメ，タバコ，*Chenopodium amaranticolor*，ダイコン，カブ等を適宜に用いた。又さらに，Dip-method (Brandes, 1957) による電子顕微鏡観察も併用して感染の有無をたしかめた。

実験結果

伝播様式

(1) 接木. ナンキンマメの健，病両植物を用いた接木試験で本ウイルスは容易に伝播

第 1 表 ナンキンマメの輪紋モザイク病の接木伝播

台	穂	接木個体数	活着個体数	発病個体数
健全植物	病植物	15	11	10
健全植物	病葉	5	5	4
病植物	健全植物	10	6	5

ナンキンマメを用いた割り接ぎによる成績

第 2 表 ナンキンマメの輪紋モザイク病原ウイルスの寄主範囲植物病徴

植 物	病 徴			植 物	病 徴		
	L	S	BI L S		L	S	BI L S
<i>Arachis hypogaea</i> L. ナンキンマメ	-	CS, Mo	+	<i>Beta vulgaris</i> L. サトウダイコン	lat	-	+, -, +, -
<i>Cassia Tora</i> L. エビスグサ	-	-	-	<i>Brassica pekinensis</i> Rupr. ハクサイ	+	NS, VN, Stu	+
<i>Crotalaria spectabilis</i> Roth.	-	-	-	<i>B. rapa</i> L. カブ	+	VC, Mo	+
<i>Dolichos lablab</i> L. フシマメ	-	-	-	<i>B. rapa</i> L. コマツナ	+	VC, Mo	+
<i>Glycine max</i> Merrill. ダイズ	-	-	-	<i>Capsicum annuum</i> L. トウガラシ	-	-	-
<i>Lathyrus odoratus</i> L. ジャコウレンドンウ	lat	-	+, -, +, -	<i>Chenopodium amaranticolor</i> Coste & Reyn.	CS-NR	CS, VC	+
<i>Medicago sativa</i> L. アルファルフア	-	-	-	<i>Cucumis sativus</i> L. キュウリ	-	-	-
<i>Melilotus alba</i> Desr. ホワイストスイートクローバー	-	-	-	<i>Cucurbita moschata</i> Duch. カボチャ	-	-	-
<i>Phaseolus angularis</i> W. F. Wight アズキ	-	-	-	<i>Datura stramonium</i> L. ジロバナ	-	-	-
<i>P. mungo</i> L. リョウマク	-	-	-	<i>Gomphrena globosa</i> L. センニチコウ	NS	-	+, -, +, -
<i>P. vulgaris</i> L. インゲン	大 手 亡 (cs)	-	+, -, +, -	<i>Nicotiana glutinosa</i> L.	CS-NR	CS-NR	+
衣 笠 (cs)	-	-	+, -, +, -	<i>N. rustica</i> L.	CS-NR	CS-NR	+
山城黒三度 (cs)	-	-	+, -, +, -	<i>N. tabacum</i> L. タバコ	NS	-	+, -, +, -
トッブクローブ (cs)	-	-	+, -, +, -				

<i>Pisum sativum</i> L. エントウ豆	大英	-	-	-	NS	-	+	-	+	-	+
<i>Trifolium hybridum</i> L. アルサイクロバネ	仏国 卅日網 ウスイ	-	-	-	NS	-	+	-	+	-	+
<i>T. incarnatum</i> L. クリムソクローバネ		+	CS, VC, Mo	+				VC, Mo	+		+
<i>T. pratense</i> L. アカツメクサ		-	-	-				VC, Mo	+		+
<i>T. repens</i> L. シロツメクサ		-	-	-				VC, Mo	+		+
<i>Vicia faba</i> L. ソラマメ		-	-	-	NS	(cs, mo)	+				+
<i>V. sativa</i> L. コモンベッチ		NS	mo								
<i>V. villosa</i> Roth ヘアリーベッチ		lat	-	+	-						
<i>Vigna sesquipedalis</i> W. F. Wight ササグ黒種三尺		-	-	-							
<i>V. sinensis</i> L. カウビニ		-	-	-							
<i>Petunia hybrida</i> Vilm. ツクハネアサガオ		CS, NR	VC, Mo, Stu	+							+
<i>Raphanus sativus</i> L. ダイコン	時宮 高倉	無重倉			+			VC, Mo	+		+
<i>Spinacia oleracea</i> L. ホウレンソウ		CS	VC, CS	-							+
<i>Zinnia elegans</i> Jacq. ヒヤクニチソウ		VC, Mo		+							+

BI: 戻し接種 EM: Dip-method によるウイルス粒子の電子顕微鏡観察 L: 接種葉 S: 上葉
 病徴記号: 小文字は軽度の病徴, () は稀に生ずるもの
 CS: 退色斑点; VC: 葉脈退緑; Mo: モザイク; NS: エソ斑点; VN: 葉脈エソ; NR: エソ輪斑; Stu: 著しい萎縮; lat: 無病徴感染

された。実験成績を第1表に示す。

(2) 昆虫。ナンキンマメ畑に普通にみられるマメノアブラムシ (*Aphis craccivora* Koch)を用いたナンキンマメでの試験の結果、21株中6株に発病が認められた。この伝播率がそれほど高くないのは、盛夏のある時期に伝播が起らなかったためであるが、他の時期にはよく伝播された。アブラムシの病植物吸汁時間および接種時間はいずれも1~2日であった。

(3) 汁液接種。本ウイルスは病植物汁液で容易に伝播できる。ナンキンマメ→ナンキンマメの接種の場合、接種源調整にリン酸緩衝液を用い、接種植物を遮光前処理し、補助剤にカーボランダムあるいは Celite を用いることにより感染率が高められた。

寄主範囲および病徴

第2表に示すように、本ウイルスの寄主範囲はマメ科植物よりむしろそれ以外に広がっている。主な寄主植物上での病徴はつぎのとおりである。

ナンキンマメ：新葉に黄緑色の小斑点を生じ、その後伸長する葉は淡緑~鮮黄色斑点や、形はさまざまな輪紋によってモザイク症状を呈する(第1図C)。病葉はいくぶん変曲するが、とくに激しい病徴の場合をのぞき植物体はあまり萎縮矮化しない。盛夏には病徴があらわれにくくなることもある。とくに畑での発病株は盛夏植物体の生育の進むにつれて病徴が消失する場合が多く観察された。

インゲン：インゲンは本ウイルスに対し感染しにくい。しかし、感染した場合には用いたどの品種でもほぼ同じような反応を示した。接種後約2週間たち、接種葉が退色する頃になって少数の退色斑点を生じた。この斑点は径約3~5mmの円形で、その周辺に褐変帯を伴う場合もあった。全身感染は認められなかった。感染率はどの品種でもあまり高くなく、高温期の試験以外では病徴を認めなかった。

ソラマメ：接種葉に赤褐色のエソ斑点(第2図A)。全身病徴は夏に時折り認められただけで普通には起らなかった。全身病徴は軽く、長形の退色斑点を1葉に1~数個生じ、そのまわりに褐色エソ帯を伴う場合もあった。

クリムソクローバー：初発病徴は黄色斑点および葉脈黄化で、初発病徴周辺には褐変エソが認められた。病株は萎縮し、病葉にはモザイク斑紋が明瞭で、多少の変形も認められた。

C. amaranticolor：接種葉にエソ気味の局部斑点(径約2mm)。ときに軽い全身病徴がみられることもあった(第2図D)。

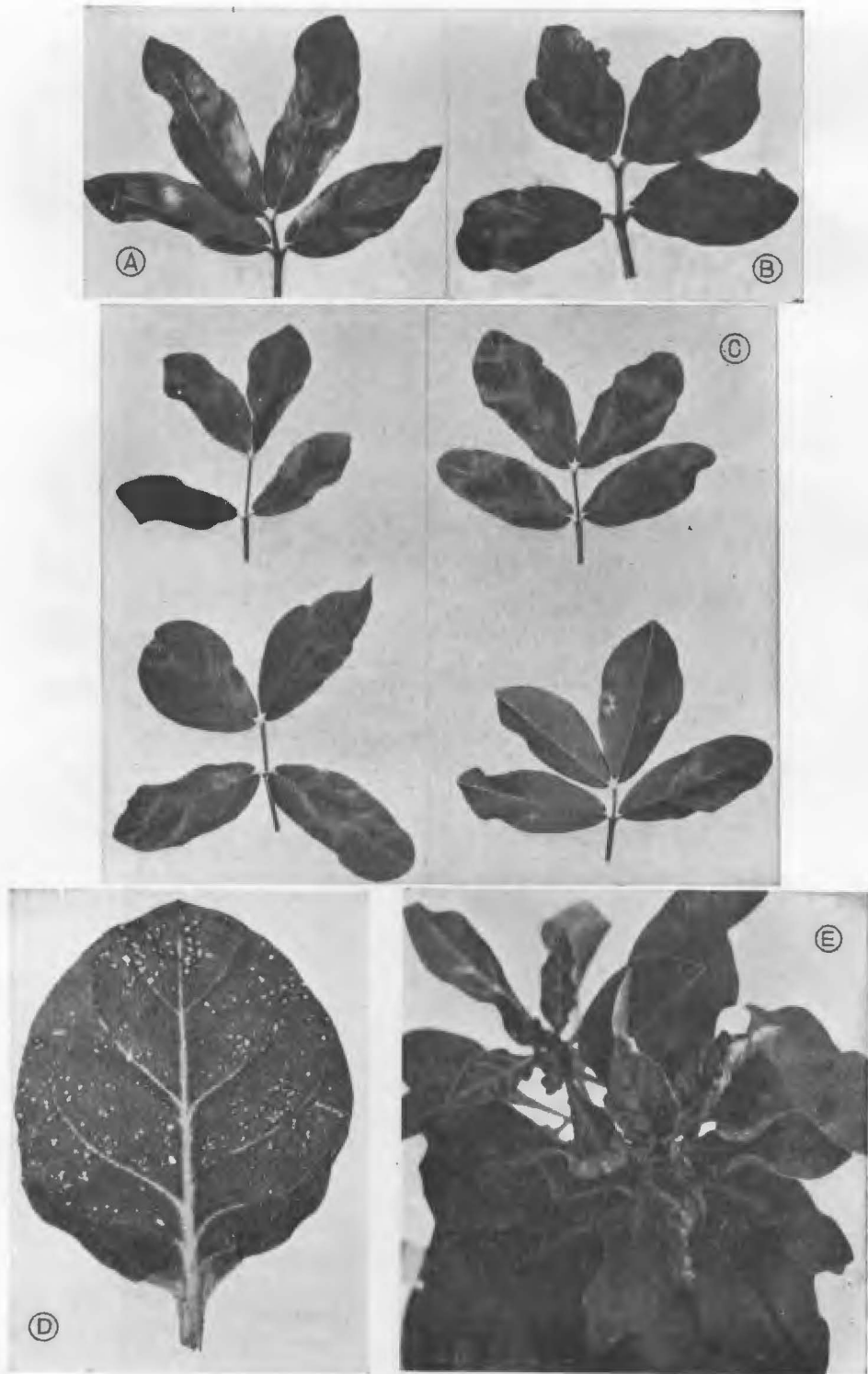
ハウレンソウ：接種葉に黄色局部斑点。上葉に葉脈透化、退色斑点によるモザイク症状。

センニチコウ：接種葉に赤褐色輪点状の局部斑点(第2図B)。

タバコ：キサソチ、サムスン、ホワイトパーレー、ブライトエローの各品種とも接種葉に褐~黒褐色の点状または環状のエソ斑点を生ずる(第1図D)。最初このエソは径約1mm程度であるが、次第に拡大して約5~6mmに達する場合もあった。全身感染は認められなかった。

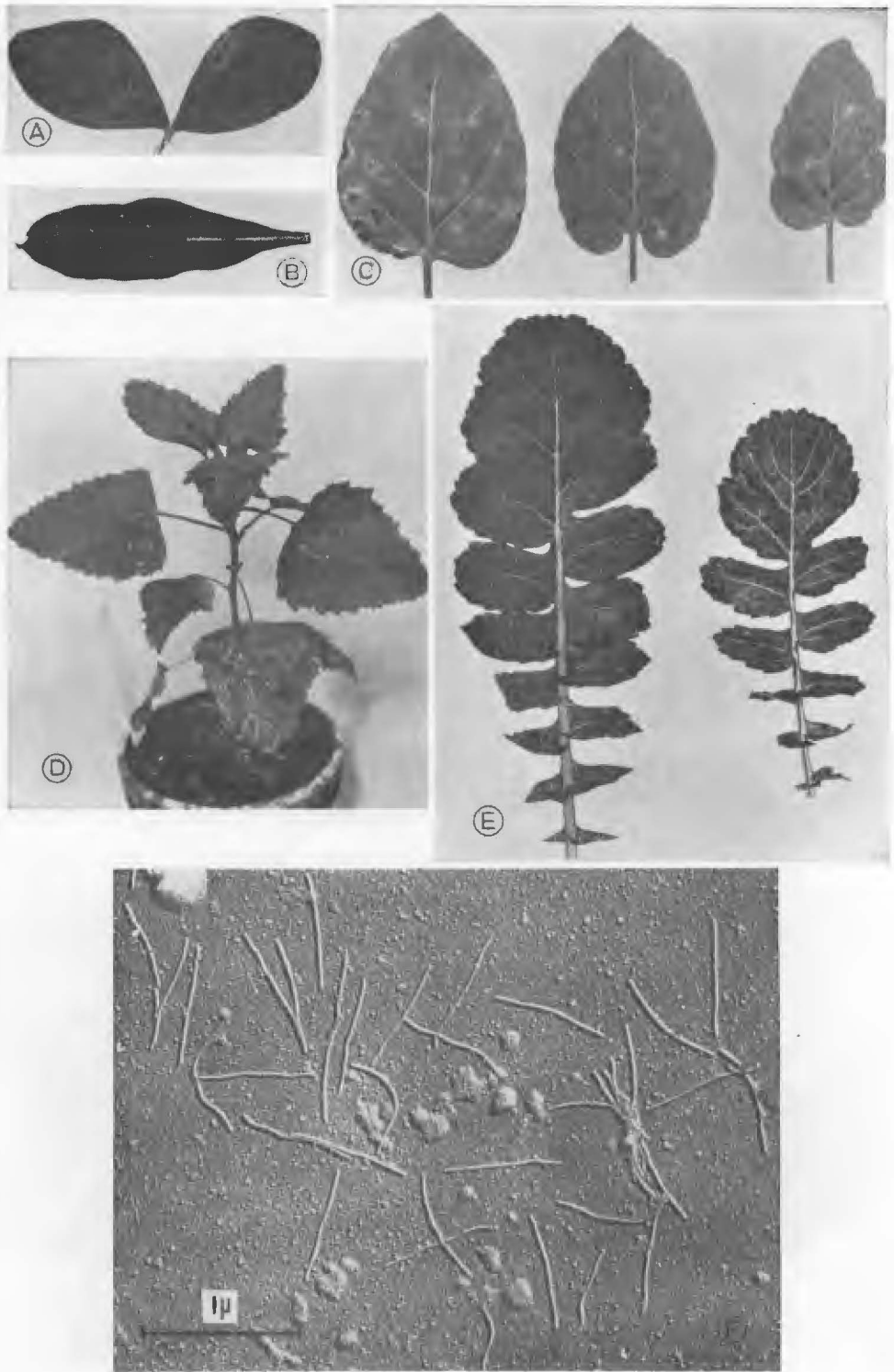
N. glutinosa：接種葉にエソを伴う退色斑点(2~4mm)。上葉にもほぼ同じ病徴を生じ、植物体はいくぶん萎縮した(第2図C)。

ペチュニア：接種葉に径約2mmの退色斑点を生じ、上葉は明瞭なモザイク病徴とな



第 1 図 ナンキンマメの輪紋モザイク病の病徴

- A) 採集原植物の病徴 (PN-1: 1962年倉敷市近郊で採集)
- B) 採集原植物の病徴 (PN-9: 1963年千葉市近郊で採集)
- C) 汁液接種によるナンキンマメの種々の病徴
- D) タバコ (サムスン) 接種葉の局部病斑
- E) ペチュニアの全身病徴



第 2 図

- A) ソラマメ接種葉の局部病斑
- B) センニチコウ接種葉の局部病斑
- C) *N. glutinosa* の病徴 (左端は接種葉, 他はその個体の上葉)
- D) *C. amaranticolor* の病徴 (接種葉および上葉の斑点)
- E) ダイコン (宮重) の全身病徴
- F) ウイルス粒子 (Dip-method による)

る。病葉は変形し、病株は萎縮矮化が著しい(第1図E)。

ヒャクニチソウ：明瞭なモザイク。

ダイコン(宮重)：葉脈透化にはじまる明瞭なモザイク症状(第2図E)。時無大根、高倉大根でもほぼ同様の病徴であるが、高倉大根の感染率は他より低いようであった。

コカブ(時無)：ダイコンの病徴に類似。病葉は多少萎縮変形する傾向があった。葉脈エソを起す場合もみられた。

コマツナ：ダイコン、コカブと同様の病徴。

ハクサイ(京都早生)：葉脈エソ、エソ斑点により著しく萎縮する。稀にエソがみられず軽いモザイク症状を呈して萎縮する場合もみられた。

病原ウイルスの物理性

キサンチタバコあるいは *C. amaranticolor* での local lesion を用いた実験結果を第3表に示す。病原ウイルスの耐熱性は58~60°C。稀釈限度は 10^{-4} に近く、保存限度は2~4日と考えられた。

第3表 ナンキンマメの輪紋モザイク病原ウイルスの物理性

実験	耐熱性	稀釈限度	保存限度*
A	55—60°C	$>8 \times 10^{-3}$	2—4日
B	58—60°C	8×10^{-2} — 10^{-4}	>16 日

A：実験時期 1962年9月26日 キサンチタバコ上の local lesion で判定

B：実験時期 1962年11月20日 *C. amaranticolor* 上の local lesion で判定

* 実験室温での成績(実験Bの値は低温のためと思われる)

ウイルス粒子の形状

Dip-method により本ウイルスに感染した植物にはすべて700~800 m μ の糸状粒子が認められた(第2図F)。また、ある程度精製したウイルス材料についても同様の粒子の存在が確かめられた。

ダイコンから分離された Turnip mosaic virus の1系統との干渉効果

ダイコンから分離されたウイルス(TuMV)を第1次ウイルスとし、本報のウイルス(PN-1)を第2次ウイルスとしてダイコン、コマツナ、コカブ等に接種した場合の干渉効果をホワイトパーレー、タバコに戻し接種して調べた。ダイコンからのウイルスは和歌山県の材料から分離したものである。これはタバコでの局部病斑が不明瞭で発現のおそいものであるが、アブラナ科、ナス科、ヒャクニチソウ、ソラマメ等の植物の反応、700~800 m μ の粒子が認められること等の知見から Turnip mosaic virus の1系統と考えられるものであった。実験結果を第4表に示す。コマツナでの試験でPN-1によるものに似た病斑1個を認めた他は、何れも第2次ウイルスの存在は認められなかった。したがって、本報のウイルスがダイコンから分離されたウイルス(TuMV)の存在により感染を阻止されたものと考えられた。

精製法

栃原(1959)のダイコンPウイルスとはほぼ同様に、 $\frac{1}{4}$ および $\frac{1}{2}$ 飽和硫酸による塩析と

超遠心機による分画遠心を組合せてかなり精製することができた。純度についての検討は行っていない。

Turnip Mosaic Virus との血清反応

病徴明瞭なナンキンマメ生葉を農林省農業技術研究所栃原比呂志氏に送り、本報のウイルスが Turnip Mosaic Virus 抗血清と反応するかどうかを調べていただいた。その結

第 4 表 ナンキンマメの輪紋モザイク病原ウイルス (PN-1) とダイコンから分離された Turnip mosaic virus (TuMV) との干渉効果

接種植物	処 理 区		タバコ半葉に戻し接種し生じた平均病斑数	
	第 1 次 ウイルス	第 2 次 ウイルス	実験 A	実験 B
コマツナ	TuMV	—	0/101.5以上*	0/97.4
コマツナ	TuMV	PN-1	0.5/99	0/102
ダイコン (宮重)	"	"	0/189.5以上	0/114.5
ダイコン (時無)	"	"	0/164.5以上	0/117.5
コカブ (時無)	"	"	0/98	0/91.5

TuMV を第 1 次ウイルスとして接種発病させた後、第 2 次ウイルスとして PN-1 を接種し、対照区に 2 次ウイルスによる病徴が現われてからホワイトパーレータバコに戻し接種したものは各鉢 2 葉に半葉ずつ TuMV+PN-1 および対照の PN-1 を接種

* 処理区/対照区

第 5 表 千葉市近郊のナンキンマメモザイク病株 (PN-9) からの Turnip mosaic virus の検出

植 物	発 病	病 L	徴 S	BI	EM
ナンキンマメ	7/12		CS, Mo	+	+
ソラマメ	8/10	NS	—		+, —
エンドウ (仏国大莢)	0/9	—	—		—
インゲン (衣 笠)	0/7	—	—		
" (山城黒三度)	3/6	cs	—	+, —	+, —
アズキ (大納言)	0/10	—	—		—
ササゲ (ダルマ)	0/10	—	—		—
リョクズ	0/10	—	—		
エビスグサ	0/10	—	—		—
<i>C. amaranticolor</i>	5/5	CS-NR	CS, VC		
キュウリ (京都早生節成)	0/10	—	—		
タバコ (サムスン)	6/6	NS	—	+	+
<i>N. rustica</i>	4/4	CS-NR	CS-NR	+	+
コカブ (時 無)	16/17		VC, Mo	+	+
ダイコン (宮 重)	22/25		VC, Mo	+	+

表中の諸記号は第 2 表に同じ

果、本報ウイルスは抗 TuMV 血清 (TuMV は筑後 10, 栃原) とスライド法で極めてよく反応し、アカザを検定植物に用いた中和試験でも病原性の中和が顕著に認められた。

ナンキンマメにおける本ウイルスの分布

ナンキンマメにおける本ウイルスの分布はまだ詳細に調べていないが、倉敷市近郊では 1963 年にもある程度発生していた。また、1963 年 7 月、千葉市近郊に発生していたモザイク病株 (PN-9—採集時にはとくに輪紋病徴は認められず黄白色の斑紋によるモザイク。第 1 図 B) から本ウイルス類似のものが分離された。この病株は 20~27°C のガラス室に置いたところ輪紋モザイクの病徴をあらわしてきた。第 5 表にこの病株について調べた結果を示す。第 2 表の結果とほぼ一致する寄主反応がみられ、約 700~800 m μ の糸状粒子の存在することから、この PN-9 株も Turnip mosaic virus に属するものと考えられた。

考 察

ナンキンマメのウイルス病としては古くからアフリカで Groundnut rosette virus (Storey & Bottomley, 1928) が知られていた。Aphis craccivora で媒介されるこのウイルス病は近年に至り病植物汁液でも伝播可能であり、ことに mottle type は比較的容易に汁液接種できると云われる (Storey & Ryland, 1950; Bawden, 1951)。この他には中国で Yu (1939) がその存在を記録した Peanut mosaic, 周, 蔡 (1959) の報告した寄主範囲の広い Peanut mosaic, アメリカで Cooper (1950) が報告した汁液接種可能な Peanut mild mosaic および severe mosaic の両ウイルス病、さらに Van Velsen (1961) が報告した種子伝染性の Peanut marginal chlorosis, Tobacco ringspot virus (Costa, 1950) や Tomato spotted wilt virus (Helms, 1961) によるナンキンマメの病害等がある。本報のウイルスを病徴の記載に照してみたところでは Groundnut rosette virus の mottle type, Peanut severe mosaic (Cooper, 1950) にいくぶん似た点もある。しかし、両者とも寄主範囲その他について詳細な記述をみないで、これらを本報のウイルスと比較して論ずるわけにゆかない。周, 蔡 (1959) の Peanut mosaic は本報のウイルスと病徴、寄主範囲の面でかなり相異があり別種のものと考えられる。この他の前記諸ウイルス病は何れも病徴、寄主範囲、伝播様式等の点で明らかに本報のウイルスとは異なっている。筆者ら (西門, 井上, 1953) は伝播試験等の結果から、取扱ったウイルスが Groundnut rosette virus の mottle type に近いものかもしれないと推測したが、その後当時のウイルス株は失なわれたため、これが本報のウイルスとどの様な関係があったのか不明である。しかし、本報のウイルスが汁液接種により容易に判別できる病徴をあらわすことから、汁液接種に成功しなかった当時の実験材料は本報のものとは異なり、むしろ今後別の機会に報告する予定のもう一つのウイルス病に近いものではなかったかと思われる。

実験結果が示すように、本報のウイルスはタバコその他のナス科、種々のアブラナ科、その他幾つかの植物の反応、ウイルス粒子の形状、ダイコンから得た Turnip mosaic virus の 1 系統との干渉現象、物理性等の面で Turnip mosaic virus の 1 系統と同一して差支えないと考えられる。そこで、本報のウイルスを Turnip mosaic virus のナンキンマメ系統として保存し、これによるナンキンマメの病変を「ナンキンマメの輪紋モザイク病」とすることにしたい。

摘 要

「ナンキンマメの輪紋モザイク病」を記載し、本病が Turnip mosaic virus の 1 系統によることを明らかにした。本病は接木、汁液接種で伝播でき、*Aphis craccivora* Koch (マメノアブラムシ) により媒介された。耐熱性は 58~60°C。稀釈限度は 10^{-4} に近く、保存限度は 2~4 日と考えられた。寄主範囲はマメ科よりむしろナス科、アブラナ科に広がり、多くの場合、寄主植物およびその反応は Turnip mosaic virus の場合と一致した。ウイルスは硫酸塩析、分画遠心を組合わせた方法で精製でき、粒子は 700~800 m μ の糸状であった。ダイコンから分離された Turnip mosaic virus の 1 系統との干渉現象が明らかに認められた。また、本ウイルスは抗 TuMV 血清とよく反応した。本病は倉敷市近郊だけでなく千葉市近郊にも発生していることが確かめられた。

文 献

- Bawden, F. C. 1951. Report of Plant Pathology Department. Rothamst. Exp. Sta. Rep. for 1950, p. 70.
- Cheo, C. C., & Tsai, S. L. 1959. Virus diseases of legumes (Annual report, 1957—1958). Acta Phytopath. Sinica 5 : 7—11.
- Cooper, W. E. 1950. Two virus diseases of peanuts. Phytopath. 40 : 6.
- Costa, A. S. 1950. Mancha anular do amendoim causada pelo virus de viracabeca. Bragantia, S. Paulo 10 : 67—68. R. A. M. 31 : 46, 1952.
- Helms, K., Gryllis, N. E., & Purss, G. S. 1961. Peanut plants in Queensland infected with tomato spotted wilt virus. Aust. J. Agr. Res. 12 : 239—246. R. A. M. 40 : 643, 1961.
- 西門義一, 井上忠男. 1953. ナンキンマメのパイラス病 (予報). 日植病報. 18 : 92.
- Storey, H. H., & Bottomley, A. M. 1928. The rosette disease of peanuts (*Arachis hypogaea* L.). Ann. Appl. Biol 15 : 26—45.
- Storey, H. H., & Ryland, A. K. 1950. Virus diseases of groundnuts. E. Africa Agr. For. Res. Org. Annual Rep. 1949 : 15—19.
- 杉浦己代治, 岩田唯孝, 吉井甫. 1962. ダイコンモザイクウイルスの 2, 3 の系統の電顕による形態的観察. 日植病報. 27 : 251.
- 栃原比呂志. 1959. ダイコンモザイク病ウイルスに関する研究. I. ダイコン P ウイルスの諸性質と形態. 日植病報. 24 : 287—295.
- 栃原比呂志. 1959. ダイコンモザイク病ウイルスに関する研究. II. ダイコン P ウイルスの血清学的研究. 日植病報. 24 : 296—301.
- 栃原比呂志. 1961. アブラナ科作物から分離されるウイルスの種類. 日植病報. 26 : 70.
- 吉井 甫. 1962. ダイコンモザイクウイルス (DMV) の検定植物について. 日植病報. 27 : 81—82.
- Yu, T. F. 1939. A list of plant viroses observed in China. Phytopath. 29 : 459—461.
- Van Velsen, R. J. 1961. Marginal chlorosis, a seed-borne virus of *Arachis hypogaea* variety Schwarz 21 in New Guinea. Papua & N. Guinea Agric. J. 14 : 38—40. R. A. M. 41 : 497, 1962.