



Title	ニンニクから分離されたタバコモザイクウイルスのアブラナ科系統について
Author(s)	李, 冶遠; 上田, 一郎; 四方, 英四郎
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 13(4), 542-549
Issue Date	1983-07-11
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/11996
Type	bulletin (article)
File Information	13(4)_p542-549.pdf



[Instructions for use](#)

ニンニクから分離されたタバコモザイク ウイルスのアブラナ科系統について

李 治 遠

(中国新疆農墾科学研究院)

上 田 一 郎 ・ 四 方 英 四 郎

(北海道大学農学部植物ウイルス病学教室)

(昭和 58 年 2 月 18 日 受理)

Crucifer Strain of Tobacco Mosaic Virus Isolated from Garlic

Zhi-Yuan Li

(Xinjiang Agricultural Science Research Institute, Shihezi
People's Republic of China)

Ichiro UYEDA and Eishiro SHIKATA

(Laboratory of Plant Virology, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo, Japan)

I. 緒 言

ニンニクのモザイク病は日本各地に発生しており、そのために生産力低下が問題となっている。世界的にもかなり以前から、ニンニクに病原性を有するいくつかのウイルスが報告されているが、本邦のウイルスとの関係については十分な結果が得られていない。近年、日本ではニンニクモザイク病の病原について、李ら⁹⁾、我孫子ら¹⁾、²⁾がいずれもニンニクモザイクウイルス (GMV) とニンニク潜在ウイルス (GLV) を報告している。しかしながら、北海道のニンニクモザイク病の病原ウイルスはまだ明確でなく、上述したウイルスと同じものかどうか明らかにされていない。筆者らは北海道各地よりニンニクを採集して、以上の点について実験をおこなった。その結果、まず本道のニンニクからタバコモザイクウイルスのアブラナ科系統が分離されたので報告する。

本研究を行うに当り、北海道大学農学部園芸第一研究室八鍬利郎助教授、弘前大学農学部澤村健三教授、北海道立北見農業試験場長馬場徹代博士に病株、病球茎の分譲などの御協力をいただいた。ここに深く感謝の意を表す。

さらに、タバコモザイクウイルスのアブラナ科系統 (TMV-C)、および同トマト系統 (TMV-L) の抗血清分

譲をいただいた農林水産省植物ウイルス研究所土崎常男、栃原比呂志博士に感謝の意を表す。

II. 実験材料及方法

本実験に用いたニンニクは北海道大学農学部附属農場、北海道紋別、北見、および青森県より採集し、モザイク病に罹病した種球をガラス温室に鉢植えしたものである。

汁液接種は 0.1 M 磷酸緩衝液、pH 7.2 を用いて磨砕したニンニク汁液を接種源として、常法によりカーボラダムを用いて接種した。

電子顕微鏡観察は dip 法により、2% リンタングステン酸 (PTA) で染色して日立 HS-8 型により行なった。

血清反応は主として寒天ゲル内二重拡散法によった。用いた TMV-O 抗血清は当研究室所蔵のもので TMV-C、TMV-L 抗血清は農林水産省植物ウイルス研究所より分譲を受けたものである。

ニンニクより分離した TMV 一系統 (TMV-Cg) の純化には超遠心分離機日立 40 P、およびマルサン 50 S 型を用いた。

抗血清の作製は純化ウイルス 0.8 mg (OD=4.8) に等量の Freund Incomplete Adjuvant を加えて家兎に一週間おきに 2 回筋肉注射をし、その後一週間おき 2 回静

脈注射を行なった。

血清反応の抗原として用いたタバコモザイクウイルス普通系統 (TMV-O) は当教室保存のもの、同トマト系統は農林水産省北海道農業試験場後藤忠則技官より分譲されたもの、同アブラナ科系統は北海道教育大学生物学教室由崎俊道教授より分譲され、当教室において保存されていたものである。

耐熱性の測定： TMV-Cg の罹病トマト (福寿2号) 葉 2g に 0.1 M 磷酸緩衝液 pH 7.2, 2 ml を加えて磨砕し, 3,000 rpm, 10 分間低速遠心分離を行い, その上清を使用した。上清を極細ガラス管に 1 ml 入れ, 10 分間熱処理して, 流水で急冷し, *Nicotiana glutinosa* に半葉法で接種した。

耐希釈性の測定： 上述の上清を原液として, 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} に希釈して, 接種源とし, *N. glutinosa* に接種した。

保存限度の測定： 上述の上清を 1 ml に分注して室温におき, 5 日ごとに *N. glutinosa* に接種した。

III. 実験結果

A. ニンニクから TMV-Cg の分離

北大附属農場より採取したモザイク病罹病ニンニク (Plate II, 1) を接種源として, *N. glutinosa*, ツルナ, 千日紅, *Chenopodium amaranticolor* に接種すると, ツルナの接種葉に局部壊疽斑, 千日紅と *Ch. amaranticolor* の接種葉に壊疽斑と全身病徴を生じた株があった。さらに *N. glutinosa* と *Ch. amaranticolor* を指標植物として検定した結果が Table 1 である。すなわち北大のニンニク (Table 1) 30 株中 5 株が *N. glutinosa*

の接種葉に局部壊疽斑を生じ, 5 株が *Ch. amaranticolor* の接種葉に壊疽斑, 上葉に奇形と壊疽を生じた。それらのニンニク合計 7 株について dip 法で観察したところ, 3 株から糸状ウイルスと棒状ウイルスが見出された (Plate I, a, b, c)。また *Ch. amaranticolor* の接種葉の壊疽斑から棒状ウイルスのみが観察された。ここに観察された棒状ウイルスは長さ約 300 nm で, TMV とよく似ていた。しかし, 紋別, 北見, 青森のニンニクからは発病した植物はなかった。

次に Table 1 で棒状ウイルスが検出された 1 株を接種源として, *N. glutinosa* に接種した。接種葉に生じた局部壊疽斑点を切り抜いて, カブほか 11 種の植物に接種した (Table 2)。その結果, カブの上葉に葉脈透過とモザイクを生じた。さらに発病したカブを接種源として, Table 2 に示したように 6 科 16 種の植物に接種を行なった。接種植物での棒状ウイルスの感染の有無は *N. glutinosa* に戻し接種して確認した。また, 発病カブを接種源として, さらに *N. glutinosa* の局部壊疽斑点を 3 代継代し, このウイルスを分離した。このウイルスは *N. glutinosa* に局部斑点, カブにモザイクを生じる TMV 様の棒状ウイルスである。

B. 寄主範囲と病徴

TMV-Cg の寄主範囲を Table 2 に示した。各種植物上での病徴は次のとおりである。

N. sylvestris: 接種後 2~3 日で接種葉上に褐色の局部斑点を生じた。全身感染はしなかった (Plate II, 2)。

タバコ (*N. tabacum*, cv. White burley): 接種葉に退緑壊疽斑点を生じ, 間もなく茶褐色の壊疽斑点になった。全身感染はしなかった。

Table 1. Result of electron microscopy examination of garlic by dip method

virus source		test plants		electron microscopy	
Garlic	No. of plants	<i>N. glutinosa</i>	<i>Ch. amaranticolor</i>	Garlic	<i>Ch. amaranticolor</i>
	3	LL	NS	threads rods	rods
University Farm	2	—	NS	threads rods	rods
	2	LL	—	threads rods	rods
	23	—	—		
Monbetsu	60	—			
Kitami	10	—			
Aomori	30	—			

LL: local lesion, NS: necrotic lesion.

Table 2. Host range of TMV-Cg from garlic

virus source test plants	Garlic	→ <i>N. glutinosa</i>	→Turnip	→ <i>N. glutinosa</i>
<i>Nicotiana glutinosa</i>	LL/—	LL/—	LL/—	
Tobacco				
cv. Bright yellow			LL/—	
cv. Samsun		—/M	NS/M, NS	
cv. White burley		LL/—	LL/—	
cv. Xanthi		NS/M		
<i>N. sylvestris</i>			LL/—	LL/—
Petunia		NS/VN	NS/VN	
Tomato		—/M, N	—/M, N	
<i>Ch. amaranticolor</i>	NS/M, Dis	NS/M, Dis	NS/M, Dis	NS/M, Dis
<i>Ch. quinoa</i>		NS/M, Dis	NS/M, Dis	
<i>Tetragonia expansa</i>		LL/—	LL/—	
<i>Gomphrena globosa</i>		NS/M, NS	NS/M, NS	
Broad bean		LL/—	LL/—	
Kidney bean (Gintebo)		—/—		
Chinese cabbage (Santo-sai)			—/VC, M	
Turnip		—/VC, M	—/VC, M	—/VC, M
Serological reaction	Chinese cabbage (Santo-sai)			

Dis: distortion LL: local lesion M: mosaic N: necrosis NS: necrotic spot
VC: vein clearing VN: vein necrosis

タバコ (*N. tabacum*, cv. Samsun): 接種葉上に壊疽斑点を生じた。また、接種後一週間では、全身にモザイク、葉脈透過、壊疽が現われた (Plate II, 4)。

タバコ (*N. tabacum*, cv. Xanthi): 接種後2~3日、接種葉上に壊疽斑点、一週間後上葉にモザイクや壊疽斑点が現われた。

トマト福寿2号 (*Lycopersicon esculentum*): 接種葉上に病徴が現われず、上葉にモザイク、葉脈透過および軽い壊疽が現われた (Plate II, 5)。

N. glutinosa: 接種後2~3日で接種葉上に退緑壊疽斑点が現われ、間もなく茶褐色の局部壊疽斑となった (Plate II, 6)。

Ch. amaranticolor: 接種後3~7日で接種葉上に黄色壊疽斑が現われ、間もなく上葉に壊疽と奇形が現われた (Plate III, 7)。

Ch. quinoa: 接種後3~7日で接種葉上に黄色壊疽斑点が現われ、間もなく上葉に奇形が現われた。

千日紅 (*Gomphrena globosa*): 接種葉に接種後3~7日で周縁明るい赤い壊疽斑が現われ、上葉にモザ

イクと壊疽斑を生じた。これは全く TMV-C を接種した場合と同じ病徴であった (Plate III, 8)。

ツルナ (*Tetragonia expansa*): 接種葉上に接種後3~7日で輪状局部斑と壊疽斑点が現われ、間もなく輪状斑が円形茶褐色壊疽斑となった (Plate III, 9)。ツルナの方が *N. glutinosa* よりも反応が鋭敏で多数の壊疽斑を生じるので、本ウイルスの検定植物として有効である。

金町コカブ (*Brassica rapa*): 接種後5~7日で葉脈が透過し、間もなく脈間に退緑斑紋が現われ、全身モザイクとなった。

早生ソラマメ (*Vicia faba*): 接種後5~7日で接種葉上に褐色局部斑を生じたが全身病徴がなかった (Plate III, 10)。

山東葉 (*Brassica pekinensis* var. *dentata*): 接種後5~7日で接種葉に病徴は現われなかったが上葉では葉脈が透過し、間もなくモザイクが現われた (Plate III, 11)。

C. 耐熱性、希釈限度及保存限度

耐熱性: TMV-Cg ウイルスの不活化温度は80~85°C

Table 3. Thermal inactivation of TMV-Cg

temperature (°C)	control	50	60	70	75	80	85
average No. of local lesion per leaf on <i>N. glutinosa</i>	60.4	55.8	36.8	22	14	6.6	0

Table 4. Dilution end point of TMV-Cg

dilution	control	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸
average No. of local lesion per leaf on <i>N. glutinosa</i>	42.4	23.4	6.2	4.2	3.4	0.8	0

Table 5. Longevity in vitro of TMV-Cg

longevity (days)	control	3	6	9	12	15	18	21	24
average No. of local lesion per leaf on <i>N. glutinosa</i>	56.3	43	41.5	42	27	25	25	20	20

であった (Table 3)。

希釈限度： TMV-Cg ウイルスの希釈限度は 10⁻⁷~10⁻⁸ であった (Table 4)。

保存限度： TMV-Cg ウイルスの保存限度は室温に 24 日間以上においても不活化しなかった (Table 5)。

D. 血清反応

TMV-O 系 (普通系統), TMV-L 系 (トマト系統), TMV-C 系 (アブラナ科系統) と本ウイルスとの血清学的類縁関係を知るため, TMV-O, また TMV-C, TMV-L 抗血清を用い, TMV-O に感染したタバコ (*Xanthi*), TMV-C に感染したタバコ (*Xanthi*), および TMV-Cg に感染した山東菜のそれぞれの汁液を抗原として寒天ゲル内二重拡散法により実験した。

実験の結果 Plate IV に示すように本ウイルスはいずれの系統とも反応したが TMV-C 系統とは沈降帯が一致し, TMV-O, TMV-L 系とはスパーを生じた。

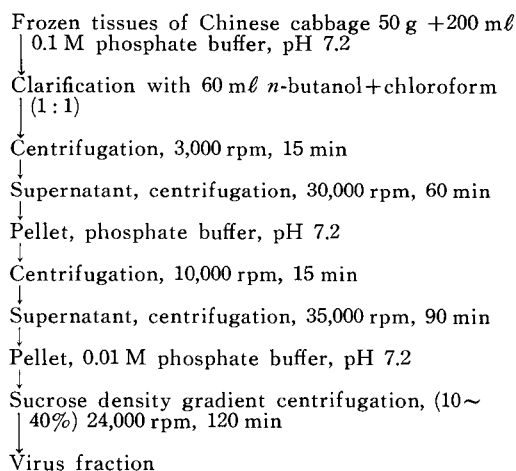
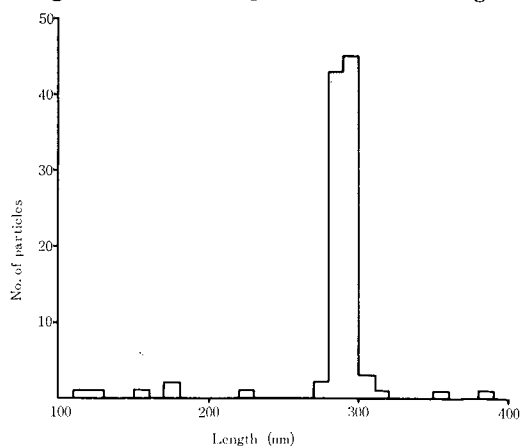
E. ウイルスの純化と形態および抗血清の作製

本ウイルスの抗血清作製を目的として, ウイルスの純化を行なった。純化方法は Fig. 1 に示したとおりである。

この方法によって純化した試料を電子顕微鏡観察したところ, 棒状ウイルス粒子が認められた (Plate V)。

粒子長の分布は Fig. 2 のように 280~300 nm が 90% 以上であった。

この純化ウイルスを抗原として, 抗血清を作製し, 沈降反応混合法により力価を測定した結果, その抗血清の力価は 1024 倍であった。

**Fig. 1.** Purification procedure of TMV-Cg.**Fig. 2.** Length distribution of TMV-Cg.

IV. 考察および結論

ニンニクに発生するウイルスはこれまで onion yellow dwarf virus³⁾, onion mosaic virus¹³⁾, tobacco rattle virus⁶⁾, garlic mosaic virus⁸⁾, leek yellow stripe virus⁴⁾, garlic yellow stripe virus¹⁰⁾ が報告されている。日本国内では、佐古¹⁴⁾ は 700~800 nm の糸状粒子で、*Ch. amaranticolor* などアカザ属植物に局部斑を形成するウイルスを検出した。李⁹⁾ は 650~700 nm と 750 nm の 2 種類の糸状粒子を検出し、ニンニク潜在ウイルス (GLV) とニンニクモザイクウイルス (GMV) と名付た。我孫子^{1), 2)} は 720~740 nm, 幅 12 nm で、ニンニクにモザイクを生ずる病原ウイルスを検出した。いずれも糸状ウイルス粒子のみが報告されている。筆者らは電子顕微鏡によって今回供試したニンニクを観察した。その dip 試料中には TMV 様の一種類の棒状ウイルスの他、長さ約 700 nm の糸状ウイルスが認められた。しかし、今回接種に用いた植物ではこの棒状

ウイルスの感染は確認できたが、糸状ウイルスの感染は確認できなかった。本ウイルスはツルナに多数の局部壞疽斑点を生じたが、ツルナの斑点から分離したウイルスについても棒状の TMV-Cg が分離された。

この棒状ウイルスは *N. glutinosa* の接種葉に局部壞疽斑点を生じた。また接種試験の結果から本ウイルスと TMV-O 系, TMV-L 系, TMV-C 系を比べると、Table 6 に示すように TMV-O 系はタバコ (White burley), *N. sylvestris* の接種葉に壞疽斑を現わさなかったが、上葉にモザイクを現わした。しかし、本ウイルスは接種葉に局部壞疽斑を呈するが、上葉に全身モザイクをださない。また、TMV-L 系とはタバコ (Samsun) の病徴が異なり、本ウイルスは上葉にモザイクと強い壞疽を生じたが、TMV-L 系は壞疽を現わさなかった。また、本ウイルスはカブと山東菜に全身感染し、モザイクを生じた。以上の結果から本ウイルスは TMV-C 系統であると思われた。

Table 6. Comparison of host range of TMV-Cg

virus	TMV-O	TMV-L	TMV-C	TMV-C Hokkaido Univ.	TMV-Cg Garlic
	GOTO <i>et al.</i> ⁵⁾	KOMURO ⁷⁾	OSHIMA <i>et al.</i> ¹¹⁾¹²⁾		
test plants					
<i>Nicotiana glutinosa</i> Tobacco	LL/-	LL/-	LL/-	LL/-	LL/-
cv. Bright yellow	-/M	LL/-		LL/-	LL/-
cv. White burley	-/VC, M	LL/-	LL/-	LL/-	LL/-
cv. Samsun	-/M	-/M	NS/M	NS/M, NS	NS/M, NS
<i>N. sylvestris</i>	-/M	LL/-	LL/-	LL/-	LL/-
<i>Ch. amaranticolor</i>	NS/M	NS/M		NS/M, Dis	NS/M, Dis
Kidney bean	LL/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Gomphrena globosa</i>	NS/M	NS/M		NS/M, NS	NS/M, NS
Turnip	-/-	-/-	-/VC, M	-/VC, M	-/VC, M
Chinese cabbage (Santo-sai)	-/-	-/-	YS/VC, M	-/VC, M	-/VC, M

LL: local necrotic lesion M: mosaic YS: yellow spot NS: necrotic lesion
VC: vein clearing

電子顕微鏡により、本ウイルスの長さは 280~300 nm であった。不活化温度は 80~85°C で、希釈限度は 10⁻⁷~10⁻⁸ であった。この結果は大島¹¹⁾ の TMV-L 系統の結果に近い。

血清学的には寒天ゲル内二重拡散法によって本ウイルスは TMV-O, TMV-L との間にスパーを生じたが、TMV-C との間にスパーを生じなかったため、本ウイルスは TMV-C 系統であると結論した。

なお、ニンニクから TMV のアブラナ科系統が分離されたのは今回が初めての報告ではないと思われる。

摘 要

1. 北海道に栽培されているニンニクから、*N. glutinosa* の接種葉に局部壞疽斑、*Ch. amaranticolor* の接種葉に壞疽斑と上葉に奇形と壞疽を生じるウイルスを分離した。

2. 上記のニンニクを dip 法で観察すると、糸状ウイルスと棒状ウイルスが認められた。*Ch. amaranticolor* からは棒状の約 300 nm の粒子のみが観察された。

3. 棒状ウイルスの検出されたニンニクから *N. glutinosa* —カブ— *N. glutinosa* を 3 代の継代接種をくり返してこのウイルス (TMV-Cg) を分離した。

4. TMV-Cg は *N. glutinosa*, *N. sylvestris*, タバコ (White burley) の接種葉に局部壊疽斑点, タバコ (Samsun, Xanthi) では接種葉に壊疽斑点と上葉にモザイク, 壊疽を生じる。

5. *Ch. amaranticolor*, *Ch. quinoa* では接種葉に黄色壊疽斑点, 上葉に奇形と壊疽を現した。

6. 千日紅には接種葉に赤い壊疽斑, 上葉にモザイクと壊疽を生じる。ツルナの接種葉には輪状の壊疽斑点が現れ全身感染しない。早生ソラマメには接種葉のみに局部壊疽斑を生じる。*N. glutinosa* に比べると, ツルナの方が多くの斑点を生じ, 本ウイルスの検定植物に有効である。

7. 金町コカブと山東菜には全身感染し, 葉脈透過とモザイクを現した。

8. TMV-Cg は耐熱性 80~85°C, 10 分。希釈限度 10⁻⁷~10⁻⁸, 保存限度は室温で 24 日以上であった。

9. 寒天ゲル二重拡散法によって, 本ウイルス (TMV-Cg) はタバコモザイクウイルスのアブラナ科系統 (TMV-C) と同様な反応を示し, 同トマト系統に対してはスパーを生じた。

10. 純化 TMV-Cg は長さ 280~300 nm の棒状ウイルスである。

11. 以上の結果から, 北海道のニンニクから分離した TMV-Cg はタバコモザイクウイルスのアブラナ科系統と結論した。ニンニクからこのようなウイルスが分離されたのは, これがはじめての報告である。

引用文献

1. 我孫子和雄・渡辺康正・西 泰道：ニンニクのモザイク病に関する研究, I. 病原ウイルス, 野菜試報告, A. 7: 139-147. 1980
2. 我孫子和雄・渡辺康正・西 泰道：ニンニクのモザイク病に関する研究, II. 汁液接種によるウイルス検定における数種の要因について, 野菜試報告, A. 7: 149-154. 1980
3. BOS, L.: Onion Yellow Dwarf Virus, C. M. I/ A. A. B. Descriptions of Plant Viruses, No. 158: 1976
4. BOS, L., HUIJBERTS, N., HUTTINGA, H. and

MAAT, D. Z.: Leek Yellow Stripe Virus and Its Relationships to Onion Yellow Dwarf Virus; Characterization, Ecology and Possible Control, *Neth. J. Pl. Path.*, 84: 185-204. 1978

5. 後藤忠則・大島信行：ヤチイヌガラシから分離されたタバコモザイクウイルスの 1 系統について, 日植病報, XXVII, (3): 109-114. 1962
6. GRAICHEN, K.: *Allium* Species as Natural Hosts of Nematode Transmissible Viruses, *Arch. Phytopath. PflSch.*, 11: 399-403. 1975 (Rev. *Pl. Path.*, 55: p. 565. 1976)
7. 小室康雄：野菜のウイルス, p. 43-68. 誠文堂新光社, 東京. 1973
8. LASTRA, R., LADERA, P. and DEBROT, E. A.: Purification of Garlic Mosaic Virus, *Phytopathology*, 69: 1036. 1979
9. 李 龍雨・山崎昇三・尾崎武司・井上忠男：ニンニクに見出される 2 種のひも状ウイルス, ニンニク潜在ウイルス (garlic latent virus) ならびにニンニクモザイクウイルス (garlic mosaic virus), 日植病報, 45: 727-734. 1979
10. MOHAMED, N. A. and YOUNG, B. R.: Garlic Yellow Streak Virus, a Potyvirus Infecting Garlic in New Zealand, *Ann. Appl. Biol.*, 97: 65-74. 1981
11. 大島信行・後藤忠則・佐藤倫造：十字花科植物に病原性あるタバコモザイクウイルスの一系統 (TMV-C) について, 北農試彙報, 78: 74-80. 1962
12. 大島信行・後藤忠則・佐藤倫造：トマトから分離したタバコモザイクウイルスの一系統 (TMV-L) について, 北農試彙報, 83: 87-99. 1964
13. RAZVYAZKINA, G. M.: Onion Mosaic Virus and Its Distribution in the Field, All-Union Inst. Pl. Path. Moscow, p. 69-76. 1973 (Rev. *Pl. Path.*, 52: p. 292. 1973)
14. 佐古宣道：ニンニクのウイルス病 (第 1 報), 日植病報, 42: 383. 1976

Summary

A virus was isolated from field grown garlic plants showing mosaic symptom. The virus caused local necrotic lesions on inoculated leaves of *Nicotiana glutinosa*, and necrotic lesions on inoculated leaves and systemic infection on *Chenopodium amaranticolor*.

In the dip preparations from the mosaic diseased garlic, two viruses of different size and shape, flexuous threads and rigid rods, were found. But

only rods were detected in the dip preparation of the necrotic spots on the inoculated leaves of *Ch. amaranticolor*.

The virus isolated by successive inoculations through *N. glutinosa* and turnip was rod shaped particles of about 300 nm long.

The symptoms of the host plants by the virus were: local lesions on inoculated leaves of *N. glutinosa*, tobacco (White burley), *N. sylvestris*, *Tetragonia expansa* and broad bean; necrotic spots on inoculated leaves and mosaic on upper leaves of tobacco (Samsun, Xanthi). It infected systemically and showed slight mosaic on tomatoes. In addition to necrotic spots on inoculated leaves of *Ch. amaranticolor*, *Ch. quinoa* and *Gomphrena globosa*, systemic infection occurred on those plants. Typical vein clearing and mosaic symptoms appeared on systemically infected turnip and chinese cabbage (Santo-sai). It was found that *T. expansa*

was a more sensitive host to the virus than *N. glutinosa*.

The virus was inactivated when heated at 80~85°C, 10 min, diluted at 10^{-7} ~ 10^{-8} and remained infective after storage for 24 days at room temperature. By agar gel double diffusion tests using antigens of tobacco mosaic virus common strain (TMV-O), tomato strain (TMV-L), crucifer strain (TMV-C) and the garlic virus (TMV-Cg), and antibodies against TMV-O, TMV-L and TMV-C, identical reaction was shown between this virus (TMV-Cg) and TMV-C.

The purified preparations of TMV-Cg revealed numerous rod shaped particles of 280~300 nm in length.

The results indicated that the virus isolated from the field grown garlic in Hokkaido was a crucifer strain of tobacco mosaic virus.

Explanation of plates

- Plate I.** Electron micrographs of the dip preparations from diseased garlic.
a, b, c: preparations from garlic grown in the experiment farm of Hokkaido University. Bar represents 500 nm.
- Plate II, III.** Symptoms on host plants.
1. Garlic
 2. *N. sylvestris*
 3. Tobacco cv. White burley
 4. Tobacco cv. Samsun
 5. Tomato
 6. *N. glutinosa*
 7. *Ch. amaranticolor*
 8. *Gomphrena globosa*
 9. *Tetragonia expansa*
 10. Broad bean
 11. Chinese cabbage (Santo-sai)
- Plate IV.** Agar gel double diffusion tests on TMV strains.
- Cas: TMV-C antiserum
Oas: TMV-O antiserum
Las: TMV-L antiserum
G: crude extract of TMV-Cg infected Chinese cabbage (Santo-sai)
C: crude extract of TMV-C infected Xanthi tobacco
L: crude extract of TMV-L infected Xanthi tobacco
O: crude extract of TMV-O infected Xanthi tobacco
H₁: healthy Xanthi tobacco
H₂: healthy Chinese cabbage (Santo-sai)
B: 0.1 M phosphate buffer
- Plate V.** An electron micrograph of purified TMV-Cg. Bar represents 500 nm.

