

韓國產 煙草“바이러스”에 관한 研究

金 銀 壽 · 蘇 仁 永

(成均館大學校 生物學科)

Studies with the Tobacco Mosaic Viruses

Kim, Woon Soo and So, In Young

(Sung Kyun Kwan University)

(1962. 3. 6. 受理)

ABSTRACT

Studies with the Tobacco Mosaic Viruses; W. S Kim, and So, I Y., (Dept. of biology Sung Kyun Kwan Univer. Seoul, Korea.). Using the common strain of tobacco mosaic virus (TMV) which was sent from the Dept. of Plant Pathology, University of Wisconsin, U.S.A. as control virus, a possible new strain of tobacco mosaic virus (SMV) was isolated from tobacco leaves collected from Tobacco Experiment Station farms as well as from various blends of manufactured Korean cigarets. SMV was isolated by single lesion isolation method and by inoculating the virus through various species of host plants. The two viruses, TMV and SMV were identified by the difference in symptoms, host range, serological reaction, and electron micrography. As the results of the above experiment the author believes the virus isolate SMV is a different strain of TMV.

The experimental evidences that SMV belongs to the TMV group are as follows;

1. Both viruses produced local necrotic lesions on *Nicotiana glutinosa* L.
2. Both showed a dilution end point of 10^{-8} .
3. Aphid transmission was failed with the viruses.
4. Both had an isoelectric point around pH 3.3.
5. Two viruses were serological reactive.
6. The size of the virus particles was around 270-300 μ as they were observed under the electron microscope.

The virus SMV, however, is different from the common strain of TMV and the experimental evidences are as follows;

1. SMV produced quite different symptoms from TMV on various host plants like tobacco (*Nicotiana tabacum* L., White Burley), *Nicotiana rustica* L., *Chenopodium Koreanse* Nakai. *Beta vulgaris* L., and *Datura tatula* L., SMV produced distinct local lesions on these host plants whereas TMV incited largely mosaic diseases.
2. The serological titers obtained from the heterologous combinations were lower than those from homologous combinations of antigens and antiser.

緒 論

“담배 모자이크 바이러스”(TMV)에 관해서는 일찌기 獨逸의 Mayer(1892)가 이의 汁液傳染(Sap-transmission)이 된다는 것을 發見한 후 露西亞의 Ivanowsky(1892-1903)가 TMV의 濾過性和 細胞內의

封入體(Inclusion body)에 관해서 發表했다. Purdy는 (1919) TMV의 血清學的研究에서 抗體가 形成된다는 것을 報告하였다. 1935년에는 Stanley에 의해서 TMV를 *In Vitro*에서 結晶體로 分離抽出하는에 成功하였다. 이를 계기로 하여서 그 후 TMV는 모든 植物性

“바이러스” 및 動物性 바이러스의 物理化學的 研究의 基本이 되었다.

TMV의 物理化學的 性質에 關해서는 Williams(1945)에 의하여 150~3300Å의 작은 크기 塊을 밝혔고 그 構造는 核酸과 蛋白質(Nucleoprotein)로 되어 있으며 그 主要成分인 核酸은 나선상으로 되어 있다는 것이다.

Mayer(1886), Ivanowsky 등에 의해서 命名된 TMV는 多數한 系統을 가지는 것이다. Knight(1949)는 12系統을 化學的으로 分離報告한 바 있으나 現在는 20餘系統(strain)이 全世界에 分布하고 있는 것으로 보고 있다.

韓國內에서는 TMV에 대한 研究가 일찍이 着手된 바 없으며 더우기 TMV는 葉煙草 및 他農作物에 미치는 영향의 重大性에 着眼할 때 農業國家인 우리나라에서는 시급한 일이라 하겠다. 本論文은 筆者들이 1960년부터 韓國內에 栽培하는 담배植物 및 製造煙草로부터 TMV를 分離하여 美國의 Wisconsin 大學校 病理學敎室에서 分讓받은 TMV(Common strain)과 比較下에 病症, 宿主範圍, 物理化學的 性質, 昆蟲關係 血清學的反應, 電子顯微鏡下的 構造 등 初段階의 研究結果를 報告코자 한다. 種子和 材料蒐集에 協助하여 준 國立園藝試驗場 및 素砂中央葉煙草試驗場에 謝意를 표하는 바이다.

實驗材料 및 研究方法

“바이러스”源

本實驗에서 使用한 韓國產 TMV(以下 SMV)는 京畿道 富川郡 素砂所在 中央煙草試驗場에서 1960年 6月 13日, 28日, 7月 22日 三회에 걸쳐 蒐集한 “바이러스”疾病에 感染된 담배植物과 韓國產 製造煙草 “아리랑”, “백양”, “진달래” 등을 材料로 하여 담배植物 (*N. tabacum* L. White Burley)에 나타난 局部症狀 (Local lesion)에서 單一病斑分離(Single lesion isolation)한 것이다.

美國產 TMV(Common strain)는 美國 Wisconsin 大學校 植物病理學敎室로부터 分讓받은 것이다. 감자 “바이러스”(PVX)는 서울近郊의 감자 (*Solanum tuberosum* L. Irish Cobbler) 栽培圃場에서 感染된 植物葉을 蒐集하여 千日草(*Gomphrena globosa* L.)를 거쳐 單一 病斑分離하였다(12).

病症 및 宿主範圍(Symptoms and Host-range)의 實驗에 使用한 諸宿主植物은 溫室에서 發芽育成하였 으며 純粹系統으로 保管된 疾病葉으로부터 汁液接種 시킨 다음 나타난 病狀을 肉眼으로 觀察했다(8). 宿主 範圍에 있어서는 環境要因과 “바이러스”의 混合을 防

지기 위하여 循環接種法을 使用했다(1, 25).

昆蟲傳染(Insect transmission) 研究에는 진딧물 (*Myzus Persicae* Sulz)을 3世代를 거친 健全種으로 飼育後 疾病植物에 15, 24, 55. 時間別로 給食시킨 다음 담배植物(White Burley) 및 *N. rustica*에 移食 시켰다(22).

稀釋非活性點(Dilution end point)의 實驗에는 接 種培養한지 30日 後의 疾病葉으로부터 原汁을 짜내어 이를 基液으로 하되, 十進法(10 Fold method)를 使用 하여 稀釋接種하였다. 그 후 病症이 나타나는 것을 肉眼과 沃度反應處理를 하여 觀察하였다(14, 15).

純化方法 및 血清學的 實驗이 있어서는 純粹分離한 TMV를 系統宿主인 White Burley에 接種한지 15日 後에 收穫하여 疏安鹽析方法과 等電點(Isoelectric point)方法을 使用하였다(20, 21, 23). PVX는 Bawden & Kleczowsky(1949)의 純化方法을 使用하되, 部分 純化하였다. 이 때 使用한 遠心分離機는 International Centrifuge Model PR-2이고, pH는 Beckman pH meter Model C로서 測定하였다. 部分純화된 抗原 (Antigen)을 耳靜脈法이 의하여 隔日로 三회에 걸쳐 注射한 후 最終注射日로부터 7, 14, 21日 별로 採血에서 採血하되 抗血清을 製造하였다(18). 血清學的 反應은 同系反應과 異系反應을 調査하였다. PVX와의 反應도 調査하였다. 各反應의 系列마다 健全汁(Healthy sap)과 正常血清(Normal serum)을 並行하여 檢討하였다. 血清學的 器具는 Kim and Hooker(1959)의 (Micro-serological apparatus)를 使用하되, 2 Fold method로서 Saline solution(pH 7.0)으로 稀釋하여 檢査했다.

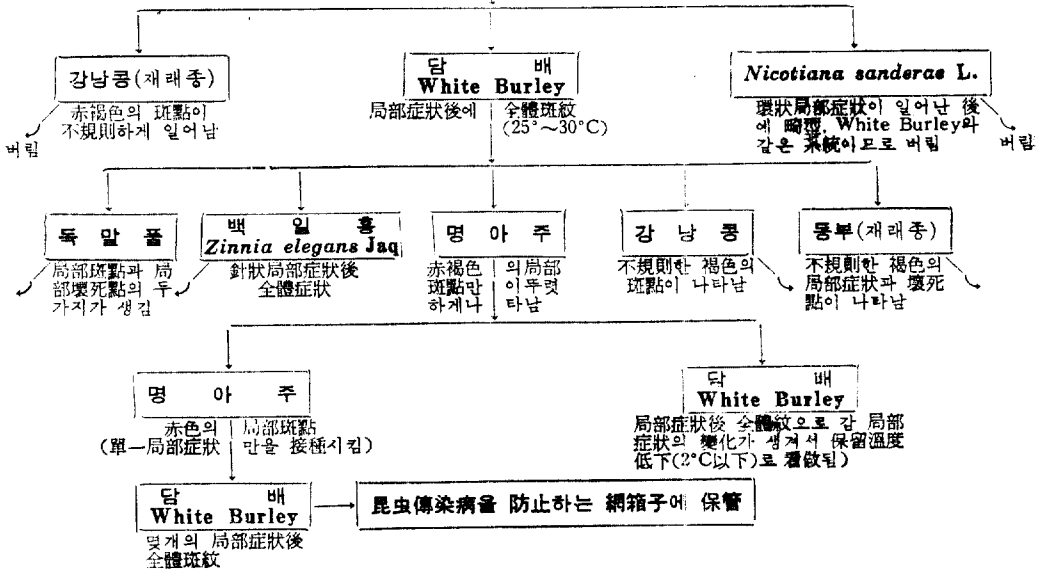
電子顯微鏡下的 觀察는 日本 日立製 Model HS-6 에 의했으며 “바이러스”를 *in vitro*에 抽出 純化하여 觀察하였다. 200“멧슈”의 鐵網片(Wire grid)上에 Collodion膜(100~150Å)을 씌우고 그 위에 “바이러스”를 添加했다. 乾燥된 網片은 Hus-3 日立 高性能 真空蒸發裝置에 의해서 Aluminum 投影을 하여 電子顯微鏡觀察을 하였다(9, 26).

實驗結果

“바이러스”의 分離

“바이러스”疾病에 걸린 植物體와 製造煙草 “아리랑”, “백양”, “진달래” 등을 材料로 하여 Fig 1과 같은 方法으로 “바이러스”接種을 展開하여 一定한 病症을 一定한 宿主植物이 反復할 수 있는 單一 系統의 “바이러스”라고 認定할 수 있는 것의 分離에 成功하였다. Fig 1에 表示된 바와 같다.

TMV에 感染된 담배植物體 또는 製造煙草



(Fig. 1. TMV單一病斑分離過程)

宿主範圍 및 病症

TMV의 宿主植物로서 總37種 1001個體를 機械的方法으로 接種한 結果 833個體에 感染이 되었으며(81%), 3種의 植物 완두(*Pisum sativum* L.), 참외(*Cucumis melo* L. var. Makawa Makino), 봉선화(*Impatiens balsumina* L.)에서는 病症을 찾아보지 못하였다.

外部病狀으로서는 담배植物에서 甚한 系統的 斑紋을 일으키고, 斑紋(Mosaic), 環紋(Ring spot), 針紋(Pin point lesion), 壞死局部病狀(Necrotic local lesion), 畸形(Malformation), 矮少(Stunting) 등이 主要病狀으로 兩者가 大同小異하였다. 특히 가지科

植物에서는 甚한 感染率(96%)을 보였다. 그러나 SMV는 TMV와 달라서 담배(White Burley), *N. rustica*., 독말풀(*D. tatula* L.), 근대(*B. vulgaris* L.), 명아주(*C. Koreanse* Nakai.) 등에서 環境要因에 따라서 多少의 變異는 있지만 局部症狀을 나타내는 점이 特異하였다(Fig. 2).

主要宿主植物의 感染率과 病狀을 보면 Table I과 같다.



(1)



(2)

(Fig. 2. SMV에 의한 局部症狀)

(1) 담배 (2) 독말풀

Table I. Host ranges of TMV and SMV

Host	Symptom		No. Plants infected/ No. Plants inoculated	
	TMV	SMV	TMV	SMV
<i>Barbarea sibirica</i> (Regel) Nakai.	M	M*	2/3	3/5
<i>Beta vulgaris</i> L.	SP	LL	10/10	19/20
<i>Capsicum annuum</i> L.	LL or SP	LL or SP	24/34	34/40
<i>Chenopodium koreanse</i> Nakai	M	LL	15/15	50/60
<i>Citrullus vulgaris</i> Schrader	P	P	2/5	3/7
<i>Cucumis Melo</i> L. var. <i>makuwa</i> Makino	NI	NI	0/15	0/10
<i>Cucurbita pepo</i> L.	M	M	6/8	8/15
<i>Cucumis sativus</i> L.	SP	SP	8/10	15/20
<i>Datura tatula</i> L.	M or LL	LL	20/20	45/50
<i>Erigeron annuus pers</i>	SP	SP	3/5	6/10
<i>Gomphrena globosa</i> L.	M	M	18/20	20/25
<i>Impatiens balsamina</i> L.	P	NI	1/10	0/14
<i>Lactuca raddeana</i> Max.	M	M	2/4	3/4
<i>Lactuca scariola</i> L.	SP	SP	7/14	9/15
<i>Mirabilis jalapa</i> L.	M	M	7/10	8/10
<i>Nicotiana glutinosa</i> L.	LL	LL	50/50	50/50
<i>Nicotiana rustica</i> L.	M or LL	LL	20/20	50/50
<i>Nicotiana sanderae</i> L.	M	M	20/20	30/30
<i>Nicotiana tabacum</i> L. Gold-leaf	M	M	20/20	30/30
<i>Nicotiana tabacum</i> L. White Burley	M	LL or M	50/50	57/57
<i>Nicotiana tabacum</i> L. yellow-Leaf	M	M	20/20	30/30
<i>Nicotiana tabacum</i> L. yong-Inyup	M	M	20/20	30/30
<i>Orthobon punctulatum</i> J. F. Gmelin	P	P	3/5	3/6
<i>Pharbitis nil</i> Choisy	M	M	8/10	10/10
<i>Phaseolus chrysanthos</i> Savi	LL or SP	LL or SP	20/20	30/30
<i>Phaseolus radistus</i> L.	SP	SP	20/20	30/30
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	SP	SP	30/30	30/30
<i>Physalis francheti</i> Masters var. <i>bunyardii</i> Makino	SP	SP	3/10	4/12
<i>Pisum sativum</i> L.	NI	NI	0/10	0/44
<i>Plantago japonica</i> Franchet et Savatier	M	M	5/8	10/16
<i>Soja max</i> Merrill	LL or SP	LL or SP	25/25	30/30
<i>Solanum melongena</i> L.	P	P	3/10	7/15
<i>Solanum nigrum</i> L.	SP	SP	8/10	18/20
<i>Spinacia oleracea</i> L.	M	M	5/8	4/7
<i>Vigna sinensis</i> L.	LL or SP	LL or SP	38/38	91/97
<i>Zinnia elegans</i> Jacq.	P	P	13/15	18/20

M.....Mosaic. LL.....Typical necrotic local lesions. SP.....Large necrotic spots.
P.....Pin-point necrotic spots. NI.....Non infected.

昆蟲傳染

宿主植物인 담배(White Burley) 및 *N. rustica* L. 각 16個體에 實驗한 結果는 진딧물(*Myzus Persicae* Sulz.)에 의하여 이루어진 傳染結果를 볼 수가 없었다.

稀釋非活性點

(5.32.)

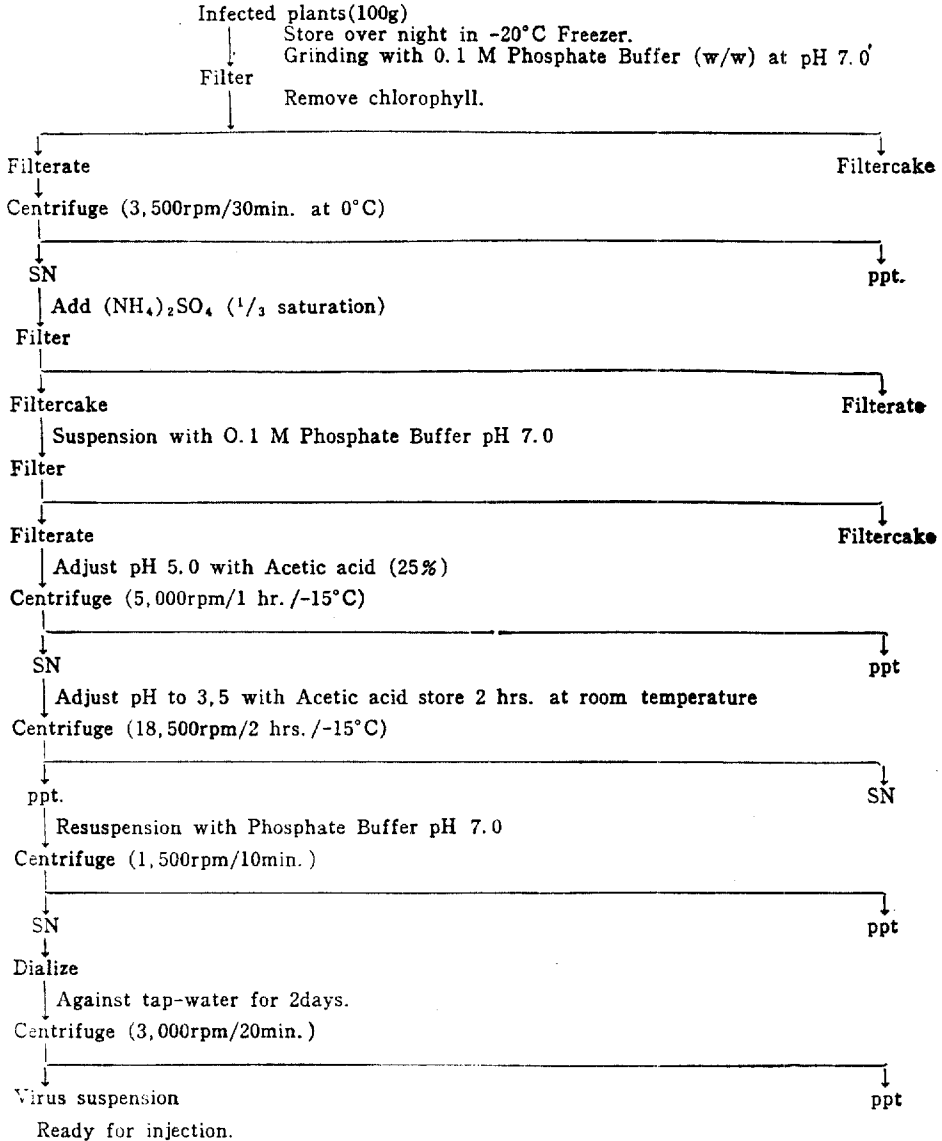
N. rustica L.에서 TMV 및 SMV는 모두 10^{-8} 까지

지 感染을 보였다. 稀釋度가 크면 클수록 潜伏期(Incubation period)가 길었으며 SMV는 TMV 보다 稀釋度가 높아짐에 따라 急激한 感染率의 低下를 보였다.

純化方法

硫酸鹽析方法和 等電點에 의하여 純化하였다. 이는 血清調製를 위한 것이었고 Stanley의 純化方法을 改良한 것이며 그 要領은 Table II와 같다.

Table II. Purification of TMV and SMV



血清學的 實驗

滴定價 $\frac{1}{128}$ 의 TMV 및 SMV를 各各 6cc.씩 注射하여 15日 후에 滴定價 $\frac{1}{512}$, $\frac{1}{1024}$ 의 抗血清을 얻을 수 있었다. 이들의 日字別 滴定價 및 血清學的 沈澱反應을 보면 Fig3, Table II와 같다. 또한 同系 및 異系의 血清學的 反應을 Table IV에 나타냈다. 以上에서 TMV와 SMV는 類緣關係의 "바이러스"인 것을 알 수 있으며 PVX는 SMV. TMV抗血清에 모두 陰性反應이= 類緣關係가 없는 다른 系統의 "바이러스"임을 알 수가 있었다.

Table II. VMV 및 SMV의 抗血清의 滴定價

最終注射에서 採血까지 (日)	抗原 + 抗體 滴定價	TMV抗血清	SMV抗血清
		+ TMV	+ SMV
7		$\frac{1}{128}$	$\frac{1}{128}$
14		$\frac{1}{512}$	$\frac{1}{1024}$
21		$\frac{1}{256}$	$\frac{1}{1024}$

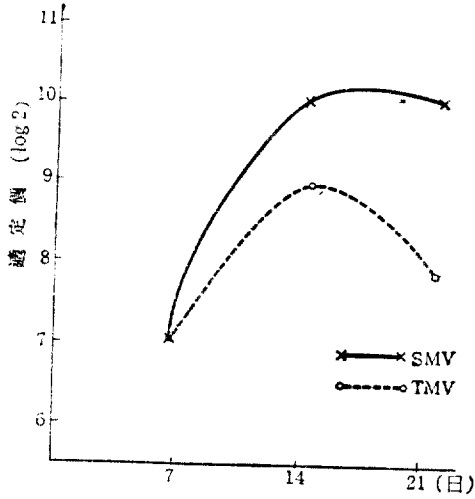
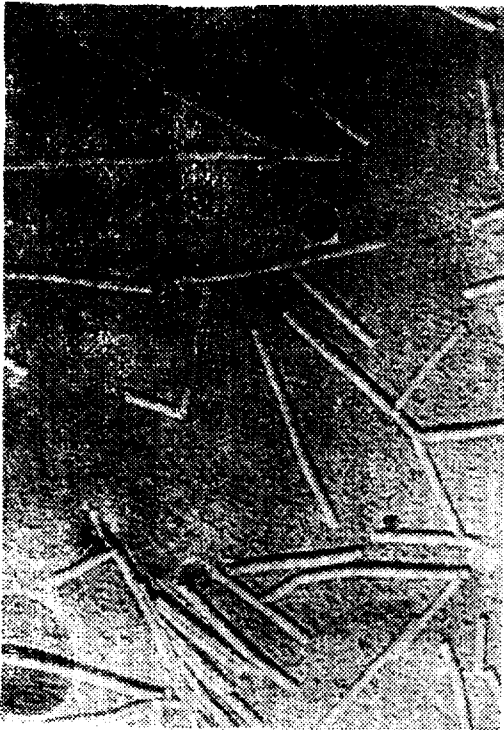


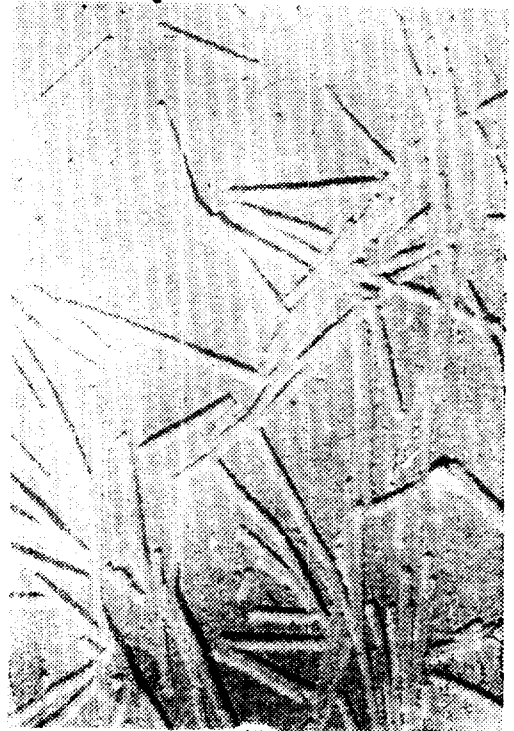
Fig. 3. 日別 抗血清의 滴定價

電子顯微觀察

電子顯微鏡下에서 SMV 및 TMV 등의 “바이러스” 粒子들의 形態를 觀察한 結果 兩“바이러스”의 모양은 모두 작대기꼴을 하고 있었다(Fig. 4). 이들 粒子들의 크기를 測定하기 위하여 兩“바이러스”粒子 220個體를 任意選擇하여 測定한 結果 그 中央値는 다 같이 270 ~ 300m μ 이었다(Fig. 5).



(1)



(2)

Fig. 4. 電子顯微鏡下에서 觀察한 TMV(1) 및 SMV (2) 粒子들(50,000 \times).

論 考

TMV는 物理化學的 性質에 있어서 다른 “바이러스”보다 安定性을 가지고 있다. 따라서 傳染力도 強하며, 現在 거의 全世界에 分布되고 있으며, 中國에서도 120餘 地域을 調査한 結果 어디서나 例外 없이

Table IV. TMV, SMV 및 PVX의 血清學的 反應

	抗血清 + 抗原	抗血清反應	抗血清滴定價
同系反應	TMV - AS + TMV	+	$\frac{1}{512}$
	SMV - AS + SMV	-	$\frac{1}{1024}$
異系反應	TMV - AS + SMV	+	$\frac{1}{32}$
	SMV - AS + TMV	+	$\frac{1}{64}$
	TMV - AS + PVX	+	-
	SMV - AS + PVX	+	-

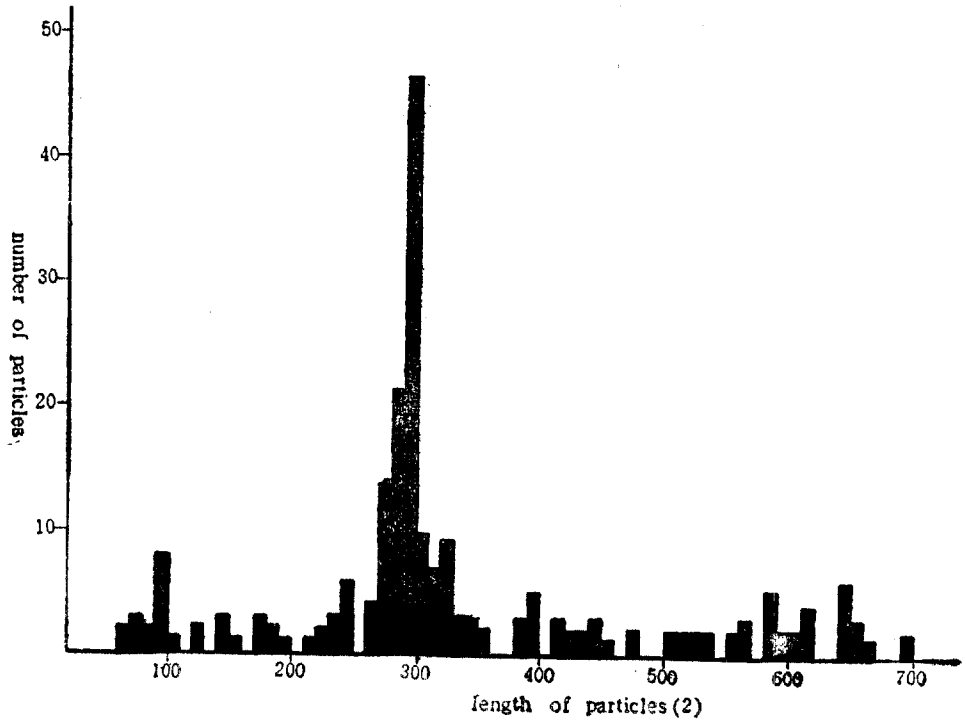
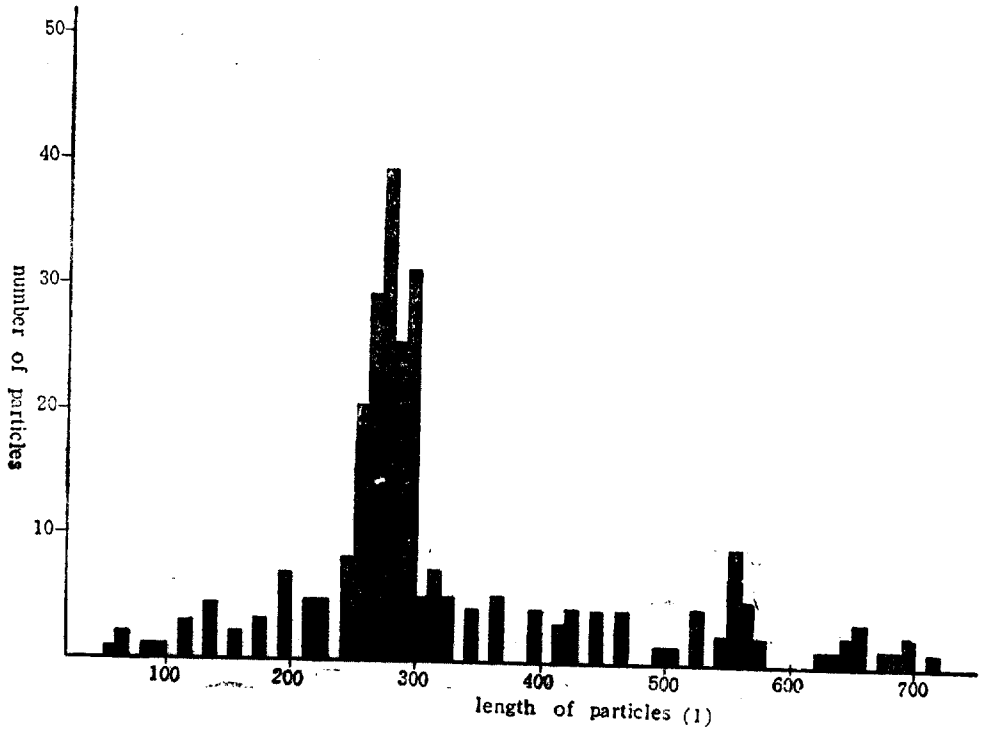


Fig. 5. 電子顯微鏡寫眞에서 實測한 TMV(1) 및 SMV(2)의 粒子들의 크기

TMV가 分布되고 있었다(4, 6). 우리 나라에도 이 "바이러스"가 存在하고 있는 것을 本實驗에서 알았다.

우리 나라에서 分離한 SMV가 美國產 TMV(Common strain)이나 아나나의 可否를 決定짓기는 상당히 어려운 일이다.

첫째 TMV의 宿主가 廣大하여 126餘科의 宿主植物이 알려져 있다(23). 특히 Ranunculaceae, Polygonaceae, Phenopodiaceae, Hizoaceae, Leguminosae(24), Compositae, Ecraginaceae, Polemoniaceae, Hydrophyllaceae, Gesneriaceae, Pedaliaceae, Solanaceae 등이 그중 主要한 宿主로 알려져 있다(8, 19). 특히 가지科(Solanaceae)의 植物에서는 甚하여 本實驗에서도 感染率이 96%라는 結果를 얻었다. 콩科(Leguminosae)에 있어서는 TMV의 病狀은 甚하지 않으나(23), 感染率은 85%의 高比率를 차지하고 있는 것으로 미루어 볼 때 이 "바이러스"는 農作物에 대한 強敵인 것이다.

"바이러스"의 系統을 鑑定하는 데는 여러 가지 方法이 있겠으나 本實驗에서는 宿主植物의 病症(8, 10, 13), 血清學的 反應(8), 電子顯微鏡下의 粒子形態(9, 26) 등을 考察하였다.

SMV가 *N. glutinosa* L.에서 局部症狀를 나타내는 것과 血清學的 類緣關係에서 이것이 TMV 系統임을 알 수 있다(17, 18, 19). 그러나 SMV가 담배植物 White Burley에서 局部壞死點(Local necrotic lesion)이 나타나는 것은 TMV의 한 系統인 Tomato streak virus(28)와 類似하였다. 그러나 SMV는 "토마토"에 接種하여 Streak 代身 單純한 "모자이크"病斑을 일으켰다. 또한 SMV는 명아주에서 뚜렷한 局部症狀를 發生했으나 TMV는 全體的인 斑紋을 나타내는 것이었다(10, 19). 근래에서 SMV가 黃色局部斑點(Chlorotic local lesion)을 나타내는 것은 TMV의 症狀와

비슷하나 Tomato streak virus, Ring spot strain 등과는 差異가 있었다(28). 또한 *N. rustica*에 나타나는 SMV의 局部病狀은 TMV보다 그 症狀이 甚하였다. TMV는 강낭콩에서 뚜렷한 局部症狀가 나타난다는 報告가 있으나(16), 本實驗에서는 아주 不規則한 斑點들이 나타날 뿐이었다.

昆蟲에 의하여 TMV는 傳染된다는 報告는 아직 없으며(5, 22), SMV 亦是 昆蟲傳染은 證明할 수 없었다. 稀釋非活性點이 TMV가 10^{-7} 로 알려진데 대하여(29) 本實驗에서는 10^{-8} 까지 感染이 된 것은 宿主植物의 感染度 및 環境의 影響에 關係되었다고 믿어진다. (7). SMV가 TMV보다 稀釋度에 따라 感染度가 激減하는 傾向을 보이는 것은 興味있는 現象이다.

純화된 TMV 및 SMV는 抗血清 製造過程에 있어서 實驗動物에 하등의 副作用을 나타내지 않는 것과 電子顯微鏡下의 粒子들이 均一하며 깨끗한 像을 나타낸다. 맨 것 등으로 미루어서 本實驗에서 使用한 純化方法은 本實驗目的에는 적당한 것으로 보아야 할 것이다. 抗體形成에서 SMV가 TMV보다 比較的 速하고 높은 適定價를 보였다. 이 原因에 더해서는 좀 더 研究해 보려고 한다. 抗血清 沈澱反應에서 SMV와 TMV의 異系反應의 適定價가 同系反應의 그것보다 낮은 것은 TMV와 SMV가 類緣關係에 있다 해도 同一한 系統(Strain)이 아니라는 點을 보여 주는 것이다(4).

電子顯微鏡下에서 形態를 보면 SMV는 TMV의 典型的인 막대기꼴(Rod-shape)을 하고 있었으며 크기도 $15 \times (270 \sim 300) \mu\mu$ 의 中央値를 나타내고 있는 것으로 보아 SMV가 TMV 系統의 "바이러스"라는 점을 強調하고 있다(9, 26).

以上에서 本人이 韓國에서 分離한 SMV는 TMV(Common strain)의 하나의 새로운 系統(Strain)으로 斷定하는 바이다.

結 論

美國 Wisconsin大學校에서 보내온 담배 "모자이크 바이러스"(TMV Common strain)를 對照로 하여 韓國의 煙草試驗場, 栽培地の 葉煙草 및 製造煙草 속에 存在하는 하나의 TMV 系統이라고 斷定하는 SMV(假稱)를 單一病斑分離 및 宿主範圍에서 分離하여 二個의 "바이러스"의 異同을 病症, 宿主範圍, 稀釋非活性點, 昆蟲關係 血清學的 反應, 電子顯微鏡觀察 등의 手段으로 檢討한 것이다. 이 結果 二個의 "바이러스" 즉 TMV와 SMV는 같은 TMV部類에 所屬되면서도 서로 異系統이라는 것이 明白해졌다.

二個의 "바이러스" TMV와 SMV가 같은 TMV部類에 所屬되어야 할 實驗的 根據는 다음과 같다.

1. *Nicotiana glutinosa* L.에서 다 같이 局部病狀을 나타낸다.
2. 稀釋終末點이 10^{-8} 로 一致했다.
3. 昆蟲傳染이 되지 않았다.
4. 等電點이 다 같이 pH 3.3 附近이다.
5. 血清學的 反應이 相互間에 陽性으로 나타난다.

6. 電子顯微鏡下에서 觀察한 “바이러스” 粒子는 다 같이 270~300m μ 이었다.
또한 二個의 “바이러스”가 다른 系統의 “바이러스”라야 한다는 實驗的 結果는 다음과 같다.
1. SMV는 담배植物(*Nicotiana tabacum* L. White Burley), *Nicotiana rustica* L. 근대(*Beta vulgaris* L.) 독말풀(*Datura tatula* L.) 및 명아주(*Chenopodium koreanse* Nakai) 등에서 TMV와 전혀 相異한 病症을 나타냈다.
2. 血清學的 沈澱反應에서 異系反應의 滴定價가 同系反應의 滴定價보다 낮다.

REFERENCES

1. BAWDBN, F. C., 1956. Reversible, host-induced, Change in a strain at TMV Nat. Lond. 177. 4503. 302-304.
2. BAWDEN, F. C., 1958. Reversible changes in strain of TMV from Leguminous. J. Gen. Mic. 18. 3. 751-766.
3. BAWDEN, F. C., A. KLECZKOWSKY., 1959. Photoreactivation of nucleic acid from TMV. Nat. London. 183. 4660. 503-504.
4. BLATTNY, N., 1958. Inteferrence between strain of TMV Folia. Biol. Praha. 2. 6. (Biol. Abst. 32. 1779.)
5. BRCAK, Y., 1959. The relationship of insects to TMV Vop. Virusol. 4. 2. 171. (Review. Micro. 38.)
6. CHEO, C., K. J. MANG., 1957-58. Mosaic disease of Tobacco. (Annul Reports) Acta. Phytopath. Sinica. 4. 2. 113-119.
7. GOODCHILD, D. T., M. COHEN., WILDMAN. S. G., 1958. The specific activity of TMV as a function of age of infection. Virol. 5. 3. 561-566.
8. GRANT, T. J., 1934. The host range and behaviour of the ordinary TMV Phyto. 1. 24. 311-336.
9. HALL, C. E. 1958. Lengths of TMV from-electron microscopy. J. Am. So. 80. (Review. Micro.)
10. HOLLING, M., 1956. *Chenopodium amaranticolor* as a test plant viruses. Plant Path. 5. 2. 59-60.
11. HOLLING, M., 1959. Host range studies with fifth-two plant viruses. Ann. Appl. 47. 1. 89-108.
12. KIM, W. S., W. J. HOOKER., 1959 Purification and physical chemical studies of Potato Virus X. Am. Potato. J. 36. 297.
13. LISTER, R. M., J. M. THRESH., 1955 A mosaic disease of Leguminous plants caused by a strin of TMV. Nat. 2nd., 175. 1047-1048.
14. LINDNER, R. C., C. HUGH., 1954. Some Factors affecting the susceptibility of cucumber cotyledons to infection by TMV. Phytopath. 49. 15
15. LINDNER, R. C., H. C. KIRKPA TRICK., WEEKS, T. E., 1959. Some factors affecting the susceptibility of cucumber cotyledons to infection by TMV Phytopath. 49 2. 78-88.
16. PRICE, W. C., 1930. Local lesion on bean leaves inoculated with TMV Am. J. Bot. 19. 694-702.
17. PIRIE, N. W., 1957. The Anatomy of TMV Advances in virus resear. 4. 159-190
18. RAPPAPORT, I., 1959. The reversibility of the reaction between rabbit antibody and TMV. J. Imm. 82. 6. 526-536.
19. SMITH, K. M., 1957. A Text Book of Plant Virus Disease. 505-.
20. STANLEY, W. M., 1935. Isolation of a crystalline protein possessing the properties of TMV. Science. 31. 644.
21. STANLEY, W. M., 1937. Chemical study on the virus of TMV J. Biol. Chem. 121. 193-
22. VAN SOSEF, W., DE. MEESTER MANGER. CATS. L., 1956. Dose the Aphid Myzuspersicae (SULZ) inbibe TMV. Virology. 2. 3. 411-414.
23. WATANABE, I., Y. KAWADE., 1953. Purification and characterization of TMV Bull. Chem. Soc. Jap. 26. 6. 294-298. (Review of Microbiol.)
24. WATSON, J. D., 1954. The structure of TMV Biochemical. Biophys. Acta. 13. 1. 10-19.
25. WILDMAN, S. G., C. V. FORD., 1961. Time of appearance and size of local lesions produced by two strains of TMV. Phytopath. 50. 9. 677-680.
26. WILLIAMA, R. C., L. S. RUSSEL., 1951. Electron microscopic observations on the unit of lengh of the particles of TMV. Amer. Chem. Soc. 37. 2057.
27. WU, T. H., Study on local lesion formation by TMV. Diss. Abstr. 20. 3 865.