

## 마늘 모자이크 바이러스에 관한 研究

—마늘 모자이크 바이러스의 分離, 檢定植物上의 反應,  
物理的性質, 純化, 血清反應 및 電子顯微鏡的觀察—

羅 瑢 俊\*

### Studies on Garlic Mosaic Virus

—Its isolation, symptom expression in test plants,  
physical properties, purification, serology and electron microscopy—

Yong-Joon La\*

#### SUMMARY

Garlic (*Allium sativum* L.) is an important vegetable crop for the Korean people and has long been cultivated extensively in Korea. More recently it has gained importance as a source of certain pharmaceuticals. This additional use has also contributed to the increasing demand for Korean garlic.

Garlic has been propagated vegetatively for a long time without control measures against virus diseases. As a result it is presumed that most of the garlic varieties in Korea may have degenerated. The production of virus-free plants offers the most feasible way to control the virus diseases of garlic. However, little is known about garlic viruses both domestically and in foreign countries. More basic information regarding garlic viruses is needed before a sound approach to the control of these diseases can be developed.

Currently garlic mosaic disease is most prevalent in plantings throughout Korea and is considered to be the most important disease of garlic in Korea. Because of this importance, studies were initiated to isolate and characterize the garlic mosaic virus. Symptom expression in test plants, physical properties, purification, serological reaction and morphological characteristics of the garlic mosaic virus were determined.

Results of these studies are summarized as follows.

1. Surveys made throughout the important garlic growing areas in Korea during 1970~1972 revealed that most of the garlic plants were heavily infected with mosaic disease.
2. A strain of garlic mosaic virus was obtained from infected garlic leaves and transmitted mechanically to *Chenopodium amaranticolor* by single lesion isolation technique.
3. The symptom expression of this garlic mosaic virus isolate was examined on 26 species of test plants. Among these, *Chenopodium amaranticolor*, *C. quinoa*, *C. album* and *C. koreanse* expressed chlorotic local lesions on inoculated leaves 11-12 days after mechanical inoculation with infective sap. The remaining 22 species showed no symptoms and no virus was recovered from them when back-inoculated to *C. amaranticolor*.

\* 서울대학교 農科大學. College of Agriculture, Seoul National University, Suwon, Korea.

4. Among the four species of *Chenopodium* mentioned above, *C. amaranticolor* and *C. quinoa* appear to be the most suitable local lesion test plants for garlic mosaic virus.
5. Cloves and top-sets originating from mosaic infected garlic plants were 100% infected with the same virus. Consequently the garlic mosaic virus is successively transmitted through infected cloves and top-sets.
6. Garlic mosaic virus was mechanically transmitted to *C. amaranticolor* when inoculations were made with infective sap of cloves and top-sets.
7. Physical properties of the garlic mosaic virus as determined by inoculation onto *C. amaranticolor* were as follows. Thermal inactivation point: 65~70°C, Dilution end point:  $10^{-2}$ ~ $10^{-3}$ , Aging in vitro: 2 days.
8. Electron microscopic examination of the garlic mosaic virus revealed long rod shaped particles measuring 1200~1250m $\mu$ .
9. Garlic mosaic virus was purified from leaf materials of *C. amaranticolor* by using two cycles of differential centrifugation followed by Sephadex gel filtration.
10. Garlic mosaic virus was successfully detected from infected garlic cloves and top-sets by a serological microprecipitin test.
11. Serological tests of 150 garlic cloves and 30 top-sets collected randomly from separated plants throughout five different garlic growing regions in Korea revealed 100% infection with garlic mosaic virus. Accordingly it is concluded that most of the garlic cloves and top-sets now being used for propagation in Korea are carriers of the garlic mosaic virus.
12. Serological studies revealed that the garlic mosaic virus is not related with potato viruses X, Y, S and M.
13. Because of the difficulty in securing mosaic virus-free garlic plants, direct inoculation with isolated virus to the garlic plants was not accomplished. Results of the present study, however, indicate that the virus isolate used here is the causal virus of the garlic mosaic disease in Korea.

## 緒 言

마늘(*Allium sativum* L.)은 우리나라 국민 食生活에 不可缺한 調味料으로써 오랜동안 栽培되어 왔고, 近年에 와서는 마늘 가루를 만들어 輸出하는 한편 藥用原料로도 重視되어 그 需要가 크게 늘어나고 있다. 農水産部の 農林統計年報에 依하면 마늘은 우리나라 채소 가운데 배추, 무우, 고추 다음으로 第4位の 栽培面積을 차지하고 있으며, 最近 5 個年間 年平均 12.9%의 需要增加를 나타내고 있다<sup>3)</sup>

우리나라에서 栽培되고 있는 마늘은 大部分 6 鱗片種이므로 播種에 所要되는 鱗片量은 全體 球重의 1/6 以上을 차지하게 된다. 따라서 마늘 농사에서는 다른 어느 作物 보다도 씨마늘 값이 차지하는 比重이 크며 이 때문에 優良한 씨마늘을 심어 球重이 많이 나가는 大球를 生産하는 것이 가장 바람직하다.

現在 마늘은 種子繁殖이 不可能하기 때문에 進적으로 營養繁殖(鱗片과 珠芽) 方法에 依해 増殖되고 있는데

이런 營養繁殖을 爲主로 하는 作物에 있어서는 바이러스 感染 母株에서 繁殖을 繼續할 경우, 바이러스의 繼代傳染性 때문에 그 後孫植物들은 모두 바이러스病에 걸리게 되며, 收量과 質이 低下되고 마침내 品種의 退化現象이 일어난다는 것은 이미 감자를 비롯한 여러 營養繁殖作物에서 잘 알려져 있는 바이다.

우리나라의 경우 아직까지 具體적으로 바이러스病에 依한 마늘의 球重退化率이 調査 報告된 바는 없지만 過去 마늘에 對한 品種改良事業이 거의 없었을 뿐 만 아니라, 오랜 歲月에 걸쳐 바이러스感染에 放置해둔채로 營養繁殖을 거듭해 왔기 때문에 現在 栽培되고 있는 品種들은 大部分이 크게 退化되어 있을 것으로 생각된다. 實際로 筆者가 1970~1972년까지 3年間 全國의 主要 마늘 産地를 調査한 바에 依하면 우리나라에서 栽培되고 있는 마늘의 大部分이 바이러스病에 걸려 있었으며, 李<sup>25)</sup>, 李<sup>27)</sup>도 數年間의 마늘産地에서의 觀察 經驗을 土臺로 우리나라 마늘品種이 바이러스에 甚하게 感染되어 있음을 指摘하고, 球重의 退化現象이 바이러

스와 線蟲에 基因하는 것으로 생각된다고 하였다.

오늘날 營養繁殖性作物의 바이러스病 防除의 基本은 앞서 指摘한 바와 같은 理由 때문에 우선 바이러스病에 感染되어 있지 않은 母株(Virus-free mother stock)를 育成해 내고 여기서부터 바이러스 無感染株를 繁殖해 나가는 데 있다<sup>14,16,19</sup> 世界 各國에서 감자를 비롯해 딸기, 카아네이손, 국화, 양란, 果樹苗木 各種 花卉球根類의 바이러스病에 依한 品種退化를 防止하기 위해 바이러스 無感染植物을 生産, 普及하고 있는 것은 그 좋은 例라고 할 수 있다.

마늘의 경우에 있어서도 바이러스病에 依한 被害와 品種의 退化를 막고 質과 收量의 向上을 꾀하려면, 根本的으로 바이러스無感染씨마늘의 育성과 普及이 이루어져야 하며 그러기 위해선 먼저 마늘에 發生하는 바이러스病에 對한 基礎調査와 特히 바이러스의 正確한 檢定方法의 確立이 要望된다.

現在 우리나라 마늘 栽培地帶에서 가장 많이 發生하는 바이러스病은 모자이크病으로서 마늘產地 어디서나 거의 100%에 가까운 感染率을 보이고 있으며, 이 모자이크病에 依한 潜在的인 被害가 매우 큰 것으로 생각된다. 따라서 本研究은 마늘의 모자이크病을 對象으로 바이러스의 檢定植物, 傳染, 物理的性質, 純化方法 血清學的性質 및 形態 등을 調査함과 同時, 마늘 모자이크 바이러스의 適切한 檢定方法을 究明하여 앞으로 바이러스無感染 씨마늘을 生産하는 데 必要한 基礎資料를 얻은 目的으로 實施하여 若干의 結果를 얻었기에 報告하는 바이다.

같은 本試驗 遂行에 始終 指導協助해 주신 서울大學校 農科大學 鄭厚燮 博士님, 內容을 檢討해 주신 同大學 學長 表鉉九 博士님, 任綱彬 博士님, 趙鏞涉 博士님과 忠南大學校 大學院長 朴鍾聲 博士님께 深甚한 謝意를 表하며 特히 本試驗 遂行過程中 많은 助力을 해준 林業試驗場 李昌根 研究士에게 本紙面을 빌어 깊이 感謝한다.

## 研究史

마늘 바이러스病에 關한 研究는 國內外를 莫論하고 報告된 것이 別로 없다.

우리나라에서 마늘 바이러스와 關聯된 첫번째 研究는 韓<sup>10</sup>에 依한 마늘의 바이러스 無感染株 育成에 關한 試圖라고 할 수 있다. 그는 마늘의 生長點의 組織培養을 通하여 마늘의 幼植物을 얻는데 成功하였으나 마늘 바이러스의 檢定方法이 없어 이들 組織培養個體에서 果然 바이러스가 除去되었는지의 與否를 確認할 수 없었다고 하였다.

그後 李와 金<sup>20</sup>도 마늘의 바이러스 無感染株를 얻은 目的으로 生長點의 組織培養을 試圖하였으나 培養個體의 바이러스 除去 與否를 檢定하였다는 言及은 없다. 李<sup>25</sup>와 李<sup>27</sup>는 우리나라 마늘의 球重이 漸次 줄어드는 所謂 球重의 退化現象이 일어나고 있는 데 그 主要原因은 바이러스病에 基因하는 것으로 생각된다고 하였으며, 李<sup>25</sup>는 球重退化現象에 對한 對策의 하나로 마늘의 珠芽를 種球로 養成하여 栽培하는 것이 좋다고 報告하였다. 그 밖에 우리나라의 마늘 地方種 蒐集 調査 報告<sup>20,23,24</sup>가 있으나 바이러스에 對한 言及은 없다.

한편 日本에서는 最近 마늘의 需要가 늘어남에 따라 마늘 栽培에 關한 研究가 많이 報告되고 있지만<sup>11,17,18,21,30,32,42</sup> 아직 直接 마늘 바이러스와 關連된 研究는 찾아 보기 어려우며 다만 森<sup>31</sup>이 마늘의 바이러스 無感染株를 얻기 위해 生長點 組織培養을 해서 幼植物을 育成하였다는 報告가 있으나 이들 幼植物에서 바이러스가 除去되었는지의 與否를 檢定하였다는 言及은 없다.

마늘 以外的 *Allium* 屬 植物에 發生하는 바이러스病으로는 양파의 *Aster yellows*<sup>22,35,36</sup>와 *Onion yellow dwarf 1,4,29,36*가 報告된 바 있는데 最近에 와서 *Aster yellows*는 *mycoplasma*에 依한 것이 밝혀졌다<sup>7,8,12,1</sup>.

*Onion yellow dwarf* 를 처음으로 記載한 사람은 Melhus<sup>20</sup>인데 이들은 양파에 發生하는 黃化萎縮型 病徵을 “yellow dwarf of onion”이라고 불렀고 罹病株에서 病原菌이 分離되지 않은 經過 病徵, 그리고 汁液傳染性 등을 들어 이것이 바이러스에 基因한다고 報告하였다.

北野<sup>21</sup>은 파 萎縮病 바이러스의 汁液接種 및 진딧물에 依한 傳染, 物理的性質 그리고 罹病植物의 表皮細胞에서 X-體의 觀察 등을 報告하였다.

한편 安<sup>3,44,45</sup>은 진딧물의 種類에 따라 파 萎縮病의 傳染率에 差異가 있으며 汁液接種法에 依하여 파 萎縮病 바이러스의 寄主範圍를 調査한 結果 명아주科 植物에는 發病하지 않았다고 報告하였다. 그리고 그는 日本에 發生하는 파의 萎縮病은 病徵, X-體, 傳染方法 寄主範圍 및 物理的性質이 Melhus<sup>20</sup>가 記載한 양파의 *Onion yellow dwarf*와 類似하기 때문에 同一系統의 바이러스로 推定된다고 하였다.

以上과 같이 마늘 바이러스에 關聯된 研究報告가 적은 것은 外國의 境遇 우리나라에서와 같이 마늘의 消費가 크지 않기 때문에 作物로서 차지하는 比重이 크지 못한 때문이 아닌가 생각되며, 우리나라의 境遇 채소作物으로서의 比重은 크지만 食糧作物이 아니라는 點 그리고 國內에 植物 바이러스 研究者의 數가 적었다는 데도 그 理由가 있는 것 같다.

## 材料 및 方法

### 1. 바이러스 源

本 實驗에 使用한 마늘 모자이크 바이러스의 分離株는 1971年 5月에서 7月사이에 慶北 義城地方의 마늘 栽培圃場에서 典型的인 모자이크 病徵을 나타내고 있는 마늘 포기를 골라 蒐集하였다. 蒐集한 모자이크 罹病葉, 마늘球 그리고 珠芽는 各各 포리에치렌 주머니에 넣어 病葉은  $-40^{\circ}\text{C}$ 에, 種球와 珠芽는  $4^{\circ}\text{C}$ 에 저장해 두고 必要에 따라 隨時로 꺼내어 使用하였다.

### 2. 供試 檢定植物

供試 檢定植物의 種子는 和蘭의 Wageningen 에 있는 植物 바이러스 研究所와 美國 Beltsville 에 있는 美農務省 植物 바이러스 研究所 및 東京大學 植物病理學敎室에서 分讓받았다. 모든 種子는 殺菌土壤에 播種하여 發芽後 本葉이 나오기 始作할 때 直徑 12cm의 화분에 1本씩 移植하였으며 昆蟲에 依한 바이러스의 汚染을 防止하기 위하여 2重門으로 된 網室內에 保管하고 接種後에 觀察을 繼續하였다.

### 3. 接種方法

接種源은 殺菌 冷却된 유발에다 罹病植物 組織片을 잘게 잘라 넣고 磷酸緩衝液(0.01 M, pH 7.0)을 加한 다음 畚斗로 磨碎하여 紗紙로 걸러낸 것을 使用했으며 病組織片과 磷酸緩衝液의 比는 1:5 (W/V)로 하였다.

汁液接種은 網室內에서 實施하였으며 호박, 오이, 참외 등 오이科 植物은 띄얌에, 나머지 植物들은 대개 本葉이 5~6枚 展開되었을 때 600 mesh의 carborundum을 atomizer로 均一하게 뿌리고 接種源인 病汁液을 油畫用 붓(15號)으로 찍어, 잎 表面을 가볍게 골고루 문질러 준 다음 곧 물로 씻었다. 接種한 植物들은 接種 效果를 높이기 爲하여 接種前 24時間, 接種後 8時間은 그늘에 두었다.

### 4. 바이러스의 物理的 性質

마늘의 모자이크 罹病葉에는 바이러스가 混合 感染되어 있을 憂慮가 있기 때문에 *C. amaranticolor* 上에 單一系統으로 增殖되고 있는 마늘 모자이크 바이러스의 物理的 性質을 調査하였다. 이 때 바이러스原液은 마늘 모자이크 바이러스를 *C. amaranticolor*에 接種한 지 20日後에 罹病葉을 採取하여 搾汁한 粗汁液을 使用하였다.

한편 바이러스의 感染性은 같은 *C. amaranticolor*를

檢定植物로 使用해서 檢定하였다.

#### 가. 耐熱性

上記 바이러스原液에 同量의 磷酸緩衝液(0.01 M, pH 7.0)을 加한 것을 內徑 9 mm, 길이 10cm의 얇은 유리 管에 3ml씩 넣고, 所定溫度의 恒溫水槽에서 10分間 處理한 다음 冷水로 冷却시켜 檢定植物에 接種하였다.

#### 나. 耐稀釋性

바이러스原液을 磷酸緩衝液(0.01 M, pH 7.0)으로 10進法으로 段階稀釋하여 檢定植物에 接種하였다.

#### 다. 耐保存性

바이러스原液에 同量의 磷酸緩衝液(0.01 M, pH 7.0)을 加한 것을 殺菌된 試驗管에 넣어 고무마개를 한 후 室溫에 保管하고, 一定한 時間 間隔으로 檢定植物에 接種하였다.

### 5. 바이러스의 純化

*Chenopodium amaranticolor*에 系統分離된 마늘모자이크 바이러스를 *C. amaranticolor*에 接種한지 20日後에 罹病葉을 收穫해서 바이러스를 純化하였다. 純化方法은 分劃遠心法으로 部分純化한 다음 Steere<sup>38,39</sup>의 gel filtration法으로 加一層 純化하였다. 純화된 바이러스의 感染性은 *C. amaranticolor*에 接種하여 檢定하였다. 分劃遠心에는 Hitachi-Beckman Model L. 超遠心分離機를 使用하였다.

### 6. 血清學的 實驗

#### 가. 抗原調製

分劃遠心과 Sephadex\* gel filtration에 依해 純화된 바이러스를 超遠心分離機로 沈澱시킨 다음 少量의 磷酸緩衝生理食鹽水(0.01 M, pH 7.0)에 懸濁시켜 抗原으로 使用하였다.

#### 나. 抗血清製造

上記 抗原液에 同量의 Freund's adjuvant을 加하여 1회에 2 ml씩 4日 間隔으로 토끼의 耳靜脈과 筋肉에 順次的으로 5回 注射한 다음 最終 注射日로부터 10日 後에 耳靜脈으로 부터 採血하여 抗血清을 얻었다. 이 抗血清을 純化하기 爲하여 抗血清 1容量과 *C. amaranticolor*의 健全葉 搾汁液 3容量을 試驗管에 넣고 흔든다음  $37^{\circ}\text{C}$ 에서 2時間 吸收시켰다. 吸收가 끝난 다음  $5^{\circ}\text{C}$ 에 約 8時間 貯藏하였다가 6,000 r.p.m. (3,800g)에 10分間 遠心分離해서 얻은 上清液을 血清反應試驗에 使用하였다.

\*Sephadex is the exclusive trade mark of Pharmacia Fine Chemicals AB, Uppsala, Sweden.

다. 血清反應試驗方法

製造된 抗血清의 力價檢定과 血清反應試驗은 van Slogteren<sup>40,41</sup>의 微量沈降反應法으로 實施하였다. 抗原과 抗血清은 各各 磷酸緩衝液(0.01 M, pH 7.0)과 磷酸緩衝生理食鹽水(0.01 M, pH 7.0)로 稀釋해서 使用하였고, 各反應의 系列마다 健全汁液과 正常血清을 並行하여 檢討하였다.<sup>2,3,5,9,28</sup>

7. 電子顯微鏡의 觀察

電子顯微鏡觀察에 供試된 바이러스는 2% 磷 텡그스텐酸(Phosphotungstic acid)水溶液으로 negative 染色<sup>9,13,15</sup>하여 서울 林業試驗場에 있는 電子顯微鏡(Hitachi Model HU 11-E) 下에서 粒子의 形態를 觀察하였다. 이때 試料支持片은 Formvar (Polyvinylformaldehyde) 膜을 씌우고 그위에 眞空蒸着裝置에 依하여 carbon coating 한 것을 使用하였다.

實驗 結果

1. 바이러스의 分離 및 檢定植物上의 反應

마늘 모자이크 病徵은 生育 初期부터 잎에 나타나서 收穫時 까지 持續되나 一般의으로 5月 初旬에서 5月 下旬까지 가장 뚜렷하다. 모자이크病에 걸린 마늘 잎은 길고, 짧은 黃色 또는 淡黃色의 斑入이 여러가지의 줄무늬 모양을 이루고, 심한 것은 잎이 褪色하여 엷은 綠色으로 變하게 된다(圖版 1-A).

蒐集한 마늘 모자이크 感染株 10個體를 材料로 하여 13種의 檢定植物에 다 汁液接種하고 接種後 約 1個月間에 걸쳐 病徵을 觀察하였다. 그 結果 *Chenopodium amaranticolor*, *C. album*, *C. quinoa*, *C. koreanse*에는 11~12日後에 接種葉上에 褪綠局部病斑이 나타났고(圖版 1-B,C.) 나머지 植物들에서는 病徵을 觀察할 수 없었다. (表 1)

Table 1. Reaction of a selected test plants when inoculated with expressed sap from mosaic diseased garlic leaves

Host plants	Symptoms	Back-inoculation to <i>Chenopodium amaranticolor</i>
<i>Chenopodium album</i>	Small faint chlorotic leaf spots on inoculated leaves	+*
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	Large distinct chlorotic leaf spots on inoculated leaves	+
<i>Chenopodium koreanse</i>	Large distinct chlorotic leaf spots on inoculated leaves	+
<i>Chenopodium quinoa</i>	Small chlorotic leaf spots on inoculated leaves	+
<i>Datura stramonium</i>	—	—
<i>Gomphrena globosa</i>	—	—
<i>Nicotiana glutinosa</i>	—	—
<i>Nicotiana rustica</i>	—	—
<i>Nicotiana tabacum</i>	—	—
<i>Phaseolus vulgaris</i>	—	—
<i>Tetragonium expansa</i>	—	—
<i>Vicia faba</i>	—	—
<i>Vigna sinensis</i>	—	—

\* + : Symptom developed and virus recovered  
 - : No visible symptoms and virus not recovered

病徵이 나타나지 않은 植物들은 接種했던 잎과 그 上位葉을 接種源으로 해서 *C. amaranticolor*에 逆接種하여 바이러스가 回收되는가를 調査하였으나 어느 植物에서도 바이러스는 回收되지 않았다.

한편 4種 *Chenopodium* 屬 植物上에 나타난 病斑들은 檢定植物上의 反應과 電子顯微鏡에 依한 바이러스 粒子를 比較한 結果 同一한 系統의 바이러스에 依한 것임을 確認할 수 있었다.

따라서 *C. amaranticolor*에 나타난 局部病斑들을 接種源으로 하여 그림 1에서와 같은 方法으로 單一病斑

分離를 함으로서, 單一系統으로 認定되는 마늘 모자이크 바이러스를 얻을 수 있었다.

여기에 4種의 *Chenopodium* 屬 植物中 *C. amaranticolor*를 本 바이러스의 系統分離寄主로서 選擇한 理由는 다른 *Chenopodium* 屬 植物에 比하여 接種하였을 境遇 反應이 銳敏하고 局部病斑이 크고 뚜렷하게 나타나며 栽培가 容易한 長點을 가졌기 때문이다. *C. amaranticolor*에 分離된 單一系統의 바이러스는 繼續 *C. amaranticolor*에 옮겨 系統을 維持하고 以下の 諸 實驗에 使用하였다.

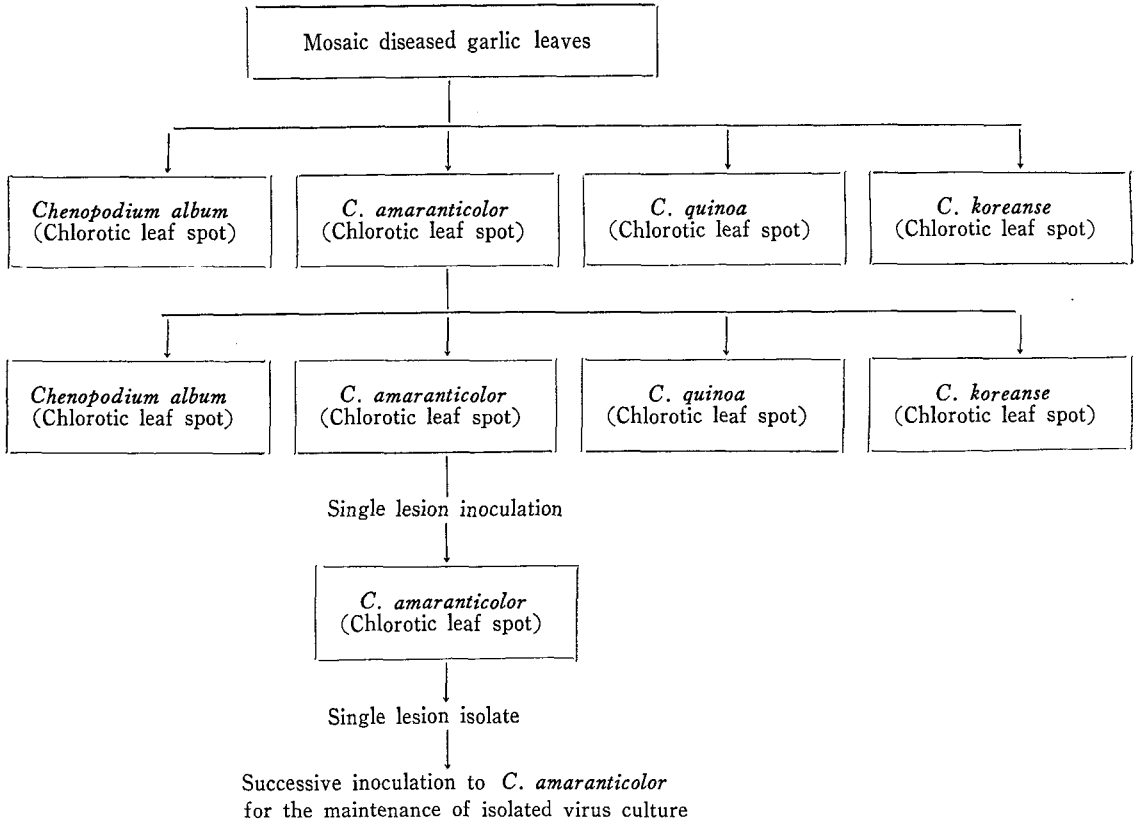


Fig. 1. Procedure used for single lesion isolation of garlic mosaic virus

*C. amaranticolor* 上에 增殖된 마늘 모자이크 바이러스의 單一系統을 接種源으로 하여 26種의 代表的인 바이러스 檢定植物에 汁液接種한 結果 *C. amaranticolor*, *C. quinoa*, *C. album*, 및 *C. koreanse* 等 4種의 *Chenopodium* 屬 植物의 接種葉上에만 褪綠局部病斑이 나타나고, 나머지 22種의 植物에서는 아무런 病徵도 觀察되지 않았을 뿐 아니라 *C. amaranticolor* 에 逆接種하였을 境遇도 바이러스는 回收되지 않았다.

病徵이 나타나지 않은 植物은 다음과 같다.

- |                               |                              |
|-------------------------------|------------------------------|
| <i>Capsicum annuum</i> ,      | <i>Cucumis sativum</i> ,     |
| <i>Datura metel</i> ,         | <i>Datura stramonium</i> ,   |
| <i>Datura tatula</i> ,        | <i>Gomphrena globosa</i> ,   |
| <i>Nicotiana clelandii</i> ,  | <i>Nicotiana debneyi</i> ,   |
| <i>Nicotiana glutinosa</i> ,  | <i>Nicotiana rustica</i> ,   |
| <i>Nicotiana sylvestris</i> , | <i>Nicotiana tabacum</i> ,   |
| <i>Petunia hybrida</i> ,      | <i>Phaseolus angularis</i> , |
| <i>Phaseolus vulgaris</i> ,   | <i>Physalis floridana</i> ,  |
| <i>Pisum sativum</i> ,        | <i>Sesamum indicum</i> ,     |
| <i>Solanum nigrum</i> ,       | <i>Tetragonium expansa</i> , |
| <i>Vicia faba</i> ,           | <i>Vigna sinensis</i> .      |

이러한 結果는 마늘의 모자이크 罹病葉을 直接 接種源으로 使用하였을 때 나타난 몇가지 植物上의 反應과 거의 같았다.

以上の 實驗結果로 보아 마늘 모자이크 바이러스의 檢定植物 範圍가 比較的 좁다는 것을 알 수 있다. 그러나 이 檢定植物 範圍는 絶對的인 것이 아니며 接種源과 接種方法 等の 改良에 依해 달라질 수 도있다.

## 2. 傳 染

### 가. 種球에 依한 傳染

마늘 모자이크 바이러스가 마늘 種球를 通하여 傳染되는지의 與否를 調査하기 爲하여 罹病圃場에서 蒐集한 마늘 30球를 分割하여 球當 鱗片 3個씩 모두 90個를 火分當 1個씩, 網室內의 殺菌土壤에 심고 病徵을 觀察하였다. 그 結果 發芽한 全 個體에 生育初期부터 圃場에서 觀察했던 것과 같은 모자이크 病徵이 나타났다(表 2).

各 種球에서 由來한 모자이크病株 各 1個體씩을 供試하여, *C. amaranticolor* 에 汁液接種한 結果 全 個體에 마늘 모자이크 바이러스 特有的 褪綠局部病斑이 나

Table 2. Transmission of garlic mosaic virus through garlic bulbs

No. of bulbs from which cloves were taken	No. of cloves planted	No. of cloves emerged	No. of plants with mosaic symptom	Percent Infection
30	90	84	84	100

타났다. 이들 局部病斑은 電子顯微鏡에 의한 바이러스 粒子的 觀察과 血清學的인 檢定에 의하여 앞서 圃場에서 發生하는 모자이크病株에서 分離한 것과 같은 系統의 바이러스에 基因합이 確認되었다.

한편 마늘 種球 自體의 汁液에 의해서도 바이러스가 傳染되는지를 調査하기 爲하여 앞서 使用한 種球 30個에서 떼어 놓았던 鱗片들을 接種源으로 供試하여, 1球當 3本씩 모두 90本の *C. amaranticolor* 에 汁液接種하였다. 이때 病汁은 鱗片과 磷酸緩衝液(0.01 M, pH 7.0)의 比를 1:5(w/v)로 해서 調製한 것을 使用하였다. 그 結果 接種한 *C. amaranticolor* 의 90% (84個體) 이상의 植物에 典型的인 褪綠斑點이 나타났다. 이들 病斑은 電子顯微鏡에 의한 바이러스粒子的 觀察과 血清學的檢定에 의하여 앞서 純碎系統分離한 마늘 모자이크 바이러스와 同一한 系統에 의한 것이 確認되었다.

以上的 結果로 보아 마늘의 모자이크 바이러스는 生育途中에 傳染되기 보다는 거의 大部分이 罹病種球를

通하여 傳染되고 있다는 것을 알 수 있으며 種球自體의 汁液에 의해서도 *C. amaranticolor* 에 90% 이상이나 感染되는 것을 보아 이들 마늘 種球에 바이러스가 相當히 累積되어 있는 것으로 생각된다.

나. 珠芽에 의한 傳染

마늘 모자이크 罹病株 30株에서 採取한 珠芽 90個를 가을에 網室內의 殺菌土壤에 심고 病徵을 觀察하였다. 그 結果 表 3에서 보는 바와 같이 發芽 生長한 全個體가 生育初期부터 모자이크 病徵을 나타내고 있었다. 이들 珠芽에서 자란 모자이크病葉을 接種源으로 하여 *C. amaranticolor* 에 汁液接種한 結果 全個體에 典型的인 褪綠局部病斑이 나타났고, 이들 病斑에서도 앞서 分離된 것과 同一한 系統의 바이러스가 檢出되었다.

한편 前記 種球汁液接種에서와 같은 方法으로 珠芽의 病汁液을 만들어 *C. amaranticolor* 에 接種한 結果 全個體에 褪綠病斑이 나타났으며 여기에서도 마늘 잎에서 檢出된 것과 同一한 系統의 바이러스가 檢出되었다.

Table 3. Transmission of garlic mosaic virus through garlic top-sets

No. of whole top-sets from which individual top-sets were taken	No. of top-sets planted	No. of top-sets emerged	No. of top-sets with mosaic symptom	Percent Infection
30	90	87	87	100

3. 物理的 性質

마늘 모자이크病株에서 分離하여 *C. amaranticolor* 上에 純碎系統으로 維持된 바이러스의 耐稀釋性, 耐熱性 및 耐保存性を 調査한 結果를 다음 表 4, 5, 6에 各各 表示하였다.

Table 4. Dilution end point of garlic mosaic virus as assayed on *Chenopodium amaranticolor*

Dilutions	Infectivity	Percent infection
Control (Undiluted sap)	10/10*	100
1:10	9/10	90
1:100	2/10	20
1:1000	0/10	0
1:10000	0/10	0

\* Numerator: Number of infected plants  
Denominator: Number of inoculated plants

Table 5. Thermal inactivation point of garlic mosaic virus as assayed on *Chenopodium amaranticolor*

Temperature(C°)	Infectivity	Percent infection
Control(Unheated)	10/10*	100
40	10/10	100
45	9/10	90
50	7/10	70
55	5/10	50
60	2/10	20
65	1/10	10
70	0/10	0
75	0/10	0
80	0/10	0

\* Numerator: Number of infected plants  
Denominator: Number of inoculated plants

**Table 6.** Aging in vitro of garlic mosaic virus as assayed on *Chenopodium amaranticolor*

Aging period(days)	Infectivity	Percent infection
Control	10/10*	100
1	8/10	80
2	4/10	40
3	1/10	10
4	0/10	0
5	0/10	0

\* Numerator: Number of infected plants  
Denominator: Number of inoculated plants

*C. amaranticolor* 汁液内の 마늘 모자이크 바이러스의 稀釋限界는  $10^{-2} \sim 10^{-3}$ , 耐熱性은  $65 \sim 70^{\circ}\text{C}$ , 그리고 保存限界는 48時間인 것을 알 수 있다.

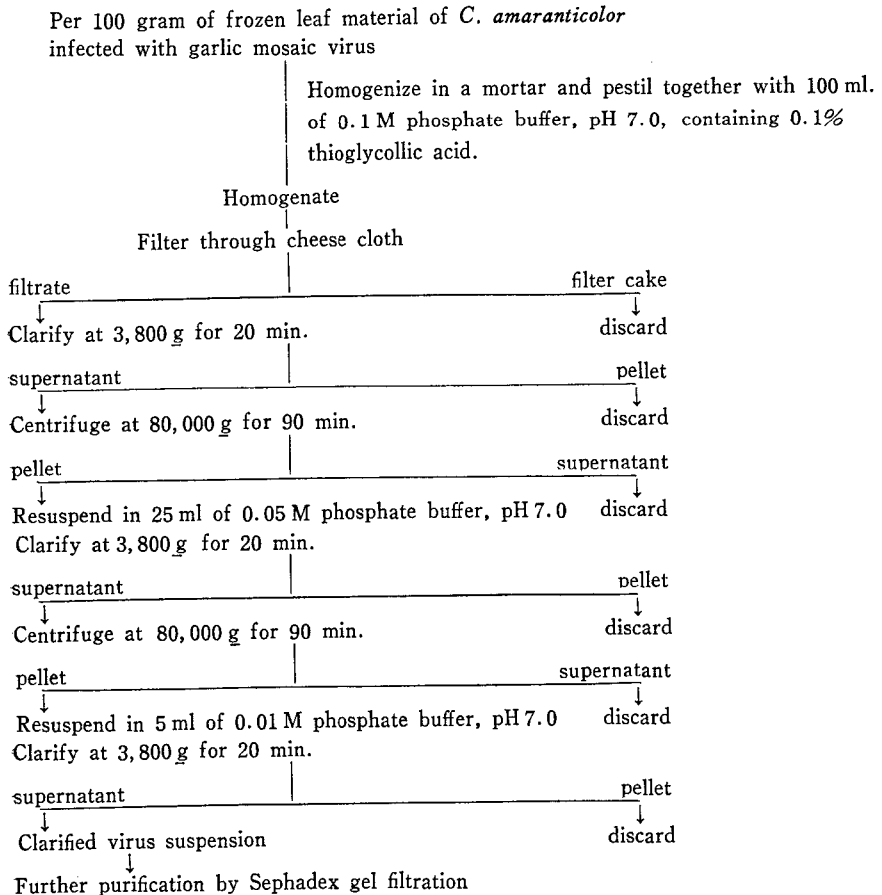
한편  $4^{\circ}\text{C}$ 에 貯藏한 마늘의 모자이크病葉에서는 感染性이 1個月 以上 持續되었고  $-40^{\circ}\text{C}$ 에 貯藏하였을 때는 6個月後에도 感染性이 消失되지 않은 것을 確認할 수 있었다.

#### 4. 바이러스의 純化

바이러스 純化에 使用할 寄主植物은 局部病斑寄主보다도 全身感染寄主가 더 바람직하다.<sup>37, 39)</sup> 그러나 本實驗에서는 마늘 모자이크 바이러스의 局部病斑寄主만이 發見되고 適當한 바이러스 生産寄主가 發見되지 않았다. 따라서 局部病斑 檢定寄主인 *C. amaranticolor* 를 同時에 本 바이러스의 生産寄主로 使用해서 바이러스의 純化를 試圖하였다.

*Chenopodium amaranticolor* 上에 系統分離된 마늘 모자이크 바이러스를 接種源으로 使用하여 接種한지 20日後에 *C. amaranticolor*의 罹病葉을 收穫해서 그림 2와 같은 方法으로 比較的 純化된 바이러스를 얻을 수 있었다. Gel filtration에 使用한 gel type은 Sephadex G-100 이었다.

純化된 바이러스를 *C. amaranticolor*에 다시 汁液接種한 結果 바이러스 粗汁液 接種時와 같은 褪綠局部病斑이 나타나 純化된 바이러스의 感染性이 確認되었다.



**Fig. 2.** Purification procedure of garlic mosaic virus.



## 5. 血清學的 實驗

### 가. 抗血清의 力價檢定

純화된 마늘 모자이크 바이러스를 토끼에注射하여 얻은 抗血清의 力價를 微量沈降法에 依하여 檢定한 結

果 1:512였다(表 7). 力價檢定에 使用한 抗原液은 *C. amaranticolor*의 病葉에서 搾汁한 粗汁液에다 同量의 磷酸緩衝液(0.01 M, pH 7.0)을 加한 다음 3,500 r.p.m.에서 30分間 遠心分離하여 얻은 上清液을 原液으로 하여 2倍 段階로 稀釋하였다.

Table 7. Microprecipitin reactions between dilution series of garlic mosaic virus antiserum and homologous virus preparations.

Antigen dilutions (reciprocal)	Antiserum dilutions (reciprocal)										Normal serum	
	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048		
2	卍*	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍
4	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍
8	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍
16	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍
32	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍
64	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍
128	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍
Healthy plant sap	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍	卍

\* 卍, 卍, 卍: positive reaction; strong, moderate and weak respectively.

卍: indistinct reaction.

卍: no reaction.

### 나. 血清學의 方法에 依한 마늘 모자이크 바이러스의 檢定

마늘 모자이크 罹病葉에서 分離한 單一系統의 바이러스와, 圃場에서 發生하는 모자이크 및 마늘의 鱗片과 珠芽에 依하여 傳染되는 모자이크 바이러스가 同一系統인지를 微量沈降法에 依해 檢定하였다. 이때 抗原液은 잎이나 鱗片, 珠芽에서 搾汁한 粗汁液에 모두 同量의 磷酸緩衝液(0.01 M, pH 7.0)을 加하여 3,500 r.p.m.

에서 30分間 遠心分離하여 얻은 上清液을 使用하였다. 鱗片과 珠芽는 鷄糞을 벗겨 搾汁하였다.

檢定結果 表 8에서 보는 바와 같이 對照區를 除外한 나머지 모두가 陽性反應을 보였다. 따라서 마늘의 모자이크 病葉에서 分離한 바이러스와 鱗片 및 珠芽에서 檢出되는 바이러스는 모두 同一系統임을 알 수 있으며 血清學的 微量沈降法에 依하여 마늘 잎에서 뿐 만 아니라 鱗片과 珠芽에서 直接 바이러스의 檢定이 可能하였다.

Table 8. Microprecipitin reaction of several antigen sources with the garlic mosaic virus antiserum

Source of antigen (dilution 1:2)	Antiserum (dilution 1:16)	Control	
		Normal serum	Saline
Sap of healthy <i>Chenopodium amaranticolor</i>	-*	-	-
Sap from garlic mosaic infected <i>Chenopodium amaranticolor</i>	+	-	-
Sap from mosaic diseased garlic leaves collected from field	+	-	-
Sap of mosaic diseased leaves originating from the clove planted in the green house	+	-	-
Sap of mosaic diseased leaves originating from the top-sets planted in the green house	+	-	-
Sap of cloves collected from mosaic diseased garlic plants	+	-	-
Sap of top-sets collected from mosaic diseased garlic plants	+	-	-

\* +: definite precipitate

-: no reaction

다. 血清學의 方法에 依한 마늘 鱗片 및 珠芽의 바이러스 感染相 調査.

앞의 實驗에서 微量沈降法에 依하여 마늘 鱗片 및 珠芽의 바이러스 檢定이 可能하다는 것이 究明되었기 때문에 이 方法에 따라 現在 우리나라에서 栽培되고 있는 種球와 珠芽에 對한 모자이크 바이러스 感染相을 調査하였다(表 9).

供試한 種球는 義城, 金海, 大田, 水原, 서울 등 5 個 地域에서, 珠芽는 義城 地方에서 各各 無作爲로 蒐集하였다. 血清學的 檢定에 使用된 마늘 鱗片과 珠芽의 抗原液은 前記 血清學의 方法에 依한 마늘 모자이크 바이러스의 檢定 實驗에서와 같은 方法으로 調製하였고, 抗血清(力價 1:512)은 1:8 로 稀釋한 것을 使用하였다.

Table 9. Occurrence of garlic mosaic virus in garlic bulbs as determined by microprecipitin test

Place of collection	No. of bulbs indexed	No. of bulbs infected	Percent infection
Euisung	30	30	100
Kimhae	30	30	100
Taejun	30	30	100
Suwon	30	30	100
Seoul	30	30	100
Total	150	150	100

表 9에서 보는 바와 같이 5 個 地域에서 無作爲로 蒐

集하여 供試한 마늘 150 球全個體에서 마늘 모자이크 바이러스가 檢出되었다.

한편 蒐集한 珠芽는 30 球에 지나지 않아 不得已 이것만을 가지고 鱗片檢定에서와 같은 方法으로 바이러스의 感染率을 調査하였다. 그 結果 檢定한 珠芽 모두가 마늘 모자이크 바이러스에 感染되어 있었다.

마늘 모자이크病은 全身感染性이기 때문에 地上部의 잎과 地下部의 鱗莖이 바이러스에 感染되어 있을 境遇 珠芽自體도 感染되어 있을 것은 當然하다. 따라서 비록 여러 地方의 珠芽를 蒐集해서 바이러스 感染率을 調査하지는 못하였지만, 前記 實驗에서 마늘 鱗片의 바이러스 感染率이 100%로 나타난 것으로 보아 他地方의 珠芽의 바이러스 感染率도 이와 비슷하리라고 생각된다.

라. 他 바이러스와의 血清學的 類緣關係

本實驗에서 單一系統으로 分離해서 使用한 마늘 모자이크 바이러스와 粒子의 크기가 類似한 감자 바이러스 X, Y, S, M 등과의 血清學的 類緣關係를 微量沈降反應法에 依하여 調査하였다. 여기에 使用된 各 감자 바이러스와 이들의 抗血清은 和蘭의 球根花卉研究所에서 分讓받았다.

表 10에서 보는 바와 같이 同系 바이러스와 그 抗血清間에는 모두 陽性反應이 나타났으나 異系統間에는 모두 陰性으로 나타났다. 따라서 마늘 모자이크 바이러스는 감자 바이러스 X, Y, S, M 등 4種의 바이러스와 血清學的 類緣關係가 없는 다른 系統임을 알 수 있다.

Table 10. Microprecipitin reaction to determine a possible serological relationship between garlic mosaic virus and potato viruses X, Y, S, and M.

Virus antigen	Antiserum for:					
	GMV	PVX	PVY	PVS	PVM	N.S.
Garlic mosaic virus	+	-	-	-	-	-
Potato virus X	-	+	-	-	-	-
Potato virus Y	-	-	+	-	-	-
Potato virus S	-	-	-	+	-	-
Potato virus M	-	-	-	-	+	-
Healthy sap of <i>C. amaranticolor</i>	-	-	-	-	-	-

\* +: Positive reaction  
 -: Negative reaction  
 N.S.: Normal serum

6. 바이러스의 電子顯微鏡的 觀察

*C. amaranticolor*의 病葉으로 부터 純化한 마늘 모자이크 바이러스 懸濁液을 2% 磷鎊그스텐酸의 水溶液으로 negative 染色하여 電子顯微鏡下에서 檢鏡한 結果 多數의 絲狀 바이러스 粒子가 觀察되었다. (圖版 1-D)

電子顯微鏡寫眞에 나타난 바이러스 粒子 200個를 任意로 選擇하여 크기를 담배 모자이크 바이러스 粒子(300×15~18mμ)와 比較하여 測定한 結果, 길이 1200~1225mμ 되는 粒子의 出現頻도가 제일 높았다.

한편 direct negative 染色法<sup>8,13)</sup>으로 마늘 모자이크罹病葉 組織 小片에서 直接 바이러스를 檢出해서 電子顯

微鏡으로 檢鏡한 結果 絲狀 바이러스가 多數 觀察되었고 이들 바이러스 粒子的 크기는 上記 純화된 바이러스 粒子和 同一하였다.

여러차례에 걸쳐 마늘 모자이크 罹病組織에서 direct negative 染色法에 依하여 直接 바이러스를 檢出해서 觀察하였으나 항상 同一한 形態의 絲狀粒子만 觀察될 뿐, 다른 形態의 바이러스 粒子는 發見되지 않았다. 이런 점으로 보아 *C. amaranticolor*에 系統分離된 마늘 바이러스와 마늘 모자이크 病葉에서 觀察되는 바이러스는 서로 같다고 認定되며, 따라서 마늘 모자이크病的 病原 바이러스라고 생각된다.

## 考 察

마늘에 發生하는 바이러스病에 對해서는 國內外的으로 研究報告된바가 極히 적다는 것은 이미 앞서 研究史에서도 言及한 바 있다. 現在 *Allium* 屬 植物에 發生하는 바이러스病은 Onion yellow dwarf가 報告되어 있을 뿐 인데, 安等<sup>(45)</sup>의 報告에 依하면 Onion yellow dwarf virus(과 萎縮病바이러스)는 명아주科 植物에 發病되지 않는것으로 되어있다. 그러나 本 實驗에서 分離하여 使用한 마늘 모자이크 바이러스는 명아주科 植物인 4種의 *Chenopodium* 屬 植物에 發病되는 것으로 보아 安等<sup>(45)</sup>이 말하는 과 萎縮病바이러스와는 다른 未記錄의 바이러스라고 생각된다.

現在 우리나라 마늘에서 가장 많이 發生하고 있는 모자이크 바이러스의 檢定植物을 찾기 위하여 單一系統으로 分離된 바이러스의 檢定植物上的 反應을 調査한 바, *Chenopodium amaranticolor*, *C. quinoa*, *C. album*, *C. koreanse* 등에 局部病斑이 나타났는데, 이 중에서 특히 *C. amaranticolor* 와 *C. quinoa* 는 反應이 뚜렷하고 예민하기 때문에 마늘 모자이크 바이러스의 局部病斑 檢定植物로서 適當하다고 생각된다.

한편 마늘의 鱗片和 珠芽의 汁液을 接種源으로 해서 *C. amaranticolor* 에 接種했을 때도 마늘 모자이크 바이러스에 依한 局部病斑이 잘 나타나는 것을 보아 마늘 모자이크 바이러스는 마늘의 잎 뿐만 아니라 鱗片和 珠芽의 組織 속에도 相當히 分布되어 있는 것을 알 수 있다.

外觀上 觀察만으로는 마늘 鱗片和 珠芽의 바이러스 感染 與否를 알 수 없지만 本 實驗에서 鱗片和 珠芽의 汁液을 *C. amaranticolor* 에 接種함으로써 바이러스 保毒 與否를 檢定할 수 있다는 것이 實證되었기 때문에 앞으로 마늘을 심지 않고 直接 鱗片和 珠芽의 모자이크 바이러스 保毒檢定이 可能하게 되었다.

모자이크 罹病株에서 採取한 種球와 珠芽는 다 같이 모자이크 바이러스에 感染되어 있기 때문에 珠芽를 심어도 바이러스 無感染個體는 獲得할 수 없고 따라서 珠芽에 依한 品種의 退化防止는 期待하기 어렵다고 본다.

純화된 마늘 모자이크 바이러스를 토끼에 注射하여 얻은 抗血清을 가지고 微量沈降法에 依하여 마늘 잎에서 뿐 만 아니라 鱗片과 珠芽에서도 모자이크 바이러스의 檢定이 可能하였는데 이 方法은 迅速 正確하고 經濟적이기 때문에 앞으로 無바이러스 씨마늘 生産過程에서 檢定植物에 依한 檢定方法과 並行해서 마늘 모자이크 바이러스의 保毒檢定에 積極적으로 活用될 수 있을 것으로 본다.

血清學的 方法으로 義城을 비롯한 全國 5個 地方에서 蒐集한 마늘 鱗片과 珠芽의 모자이크 바이러스 感染相을 調査한 바 어느 地方의 것이나 100%의 感染을 보였는데 이와같이 全國적으로 마늘 모자이크 바이러스의 感染率이 높은 것은 오랜 歲月에 걸친 營養繁殖의 繼續과 地方間 品種의 交流 때문이라고 해석되며 아울러 현재 우리나라에서 栽培되고 있는 마늘 品種의 大部分이 마늘 모자이크 바이러스에 感染되어 있을 것으로 推定된다.

바이러스의 純화를 爲해서는 바이러스를 多量으로 수확할 수 있는 全身感染性 寄主植物이 바람직 하지만 마늘 모자이크 바이러스의 경우 適當한 바이러스 增殖寄主가 發見되지 않아 不得已 마늘 모자이크 바이러스의 局部病斑 寄主로 發見된 四種의 *Chenopodium* 屬 植物 중에서 잎의 面積과 局部病斑 面積이 가장 큰 *C. amaranticolor* 를 增殖寄主로 使用해서 純화하였다. 그러나 *C. amaranticolor* 는 마늘 모자이크 바이러스를 多量으로 收穫하기 위한 바이러스 增殖寄主로는 不適當하기 때문에 앞으로 마늘 모자이크 바이러스의 抗血清을 多量으로 生産하기 위해서는 새로운 增殖寄主의 發見이 要望된다.

마늘 모자이크 바이러스와 粒子的 크기가 類似한 감자 바이러스 X, Y, S, M 등과의 血清學的 類緣關係 調査에서 마늘 모자이크 바이러스는 이들 감자 바이러스의 抗血清에 對한 反應이 陰性이었고 한편 마늘 모자이크 바이러스 抗血清과 上記 감자 바이러스 間에도 모두 陰性反應이 나타났다. 또한 汁液接種時에도 감자 바이러스 X, Y, S, M 등의 檢定植物에 對한 反應이 나타나지 않았던 점으로 보아 마늘 모자이크 바이러스와 이들 감자 바이러스와는 서로 類緣關係가 없는 다른 바이러스라고 생각된다.

Direct negative 染色法에 依하여 여러 마늘 모자이크 罹病葉 組織切片에서 直接 바이러스를 檢出해서 電

子顯微鏡으로 檢鏡했을 경우 항상 同一한 形態의 絲狀 바이러스 만이 觀察될 뿐 다른 形態의 바이러스 粒子가 發見되지 않았던 점으로 미루어 마늘 모자이크 病徵株 에는 여러가지 바이러스가 混合感染되어 있지 않은 것으로 보인다. 한편 마늘 모자이크 바이러스의 系統分離實驗에서 마늘 모자이크 罹病株 10 個體를 바이러스 分離源으로 使用해서 13 種의 檢定植物에 接種했을 경우 寄主植物上的 反應이 언제나 4 種의 *Chenopodium* 屬 植物에만 局限되고(表 1) 또 이들 植物의 잎에 同一한 病斑型을 나타내는 點도 이와같은 사실을 뒷받침하고 있다.

一般的으로 *Allium* 屬 植物에 發生하는 바이러스 病에 對해서는 아직까지도 正確한 分類, 同定이 되어 있지 않기 때문에 앞으로 보다 廣範圍한 基礎研究를 통해 *Allium* 屬 植物에 發生하는 바이러스 種類의 分類, 同定 및 類緣關係等이 正確히 究明되어야 할 것으로 믿는다.

現在 마늘 바이러스病的 가장 實用的인 防除法은 大 營養繁殖作物에서 實施하고 있는 바와 같은 生長點의 組織培養에 依한 無바이러스株 育成이라고 할 수 있으며 그 先決問題로서 適切한 바이러스 檢定方法 究明이 要求되어 왔는데 本 研究를 통해 이 問題가 解決됨으로서 無바이러스 씨마늘 生産의 基礎를 얻게 되었다.

## 摘 要

現在 우리나라에서 栽培되고 있는 마늘은 오랜 歲月에 걸쳐 바이러스 感染에 無防備狀態로 放置된 채 營養繁殖을 繼續해 왔기 때문에 大部分의 品種들이 退化되어 있을 것으로 생각된다. 따라서 마늘의 單位收量과 質의 向上을 期하기 위해선 바이러스 無感染 씨마늘의 育成, 普及에 依한 品種更新이 不可避한 것으로 보인다.

本 研究는 우리나라 마늘 栽培地帶 全域에서 가장 많이 發生하고 있는 모자이크病을 對象으로 바이러스의 分離, 檢定植物上的 反應, 傳染方法, 物理的性質, 純化方法, 血清學的反應 및 形態等을 調査함과 同時, 마늘 모자이크 바이러스의 適切한 檢定方法을 究明하여 앞으로 바이러스 無感染 씨마늘을 育成, 普及하는데 必要한 基礎資料를 얻을 目的으로 實施했으며 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 1970~1972 年까지 3 年間 全國의 主要 마늘栽培地帶를 調査한 바 우리나라에서 栽培되고 있는 마늘의 거의 大部分이 모자이크病에 걸려있음이 觀察되었다.

2. 마늘 모자이크 바이러스는 *Chenopodium amaranticolor* 에 汁液接種함으로써 單一系統을 分離할 수 있었다.

3. 26 種의 檢定植物을 供試하여 마늘 모자이크 바이러스를 汁液接種한 結果, 接種 11~12 日 後에 *Chenopodium amaranticolor*, *C. quinoa*, *C. album*, *C. koreanse* 等 4 種 植物의 接種葉上에 局部病斑 反應이 나타났다. 나머지 植物들에서는 病徵이 나타나지 않았을 뿐만 아니라 *C. amaranticolor* 에 逆接種했을 때도 바이러스는 回收되지 않았다.

4. 汁液接種에 依해 局部病斑 反應이 나타난 上記 4 種 *Chenopodium* 屬 植物中에서 *C. amaranticolor* 와 *C. quinoa* 는 反應이 銳敏하고 正確하기 때문에 마늘 모자이크 바이러스의 檢定植物로 適當하다고 생각된다.

5. 感染株에서 由來한 種球와 珠芽는 모두 모자이크 바이러스에 感染되어 있었고 이들 感染種球와 珠芽를 通하여 100% 傳染되었다.

6. 마늘 모자이크 바이러스는 感染種球와 珠芽의 汁液에 依해서도 *C. amaranticolor* 에 機械的 傳染이 되었다.

7. *C. amaranticolor* 上에 系統分離된 마늘 모자이크 바이러스의 耐熱성은 65°~70°C, 稀釋限界는 10<sup>-2</sup>~10<sup>-3</sup>, 그리고 保存限界는 2 日이었다.

8. 마늘 모자이크 바이러스의 純化는 2 回의 分割遠心과 Sephadex gel filtration 에 依해서 可能했다.

9. 電子顯微鏡下에서 觀察한 마늘 모자이크 바이러스는 길이 1200~1225m $\mu$  폭 10~12m $\mu$  의 絲狀이었다.

10. 血清學的의 微量沈降 反應法에 依해 마늘 잎에서 뿐만 아니라 鱗片과 珠芽에서도 마늘 모자이크 바이러스의 檢定이 可能했다.

11. 우리 나라 5 個 地方에서 蒐集한 마늘 種球 150 個와 珠芽 30 個에 對해 血清學的方法으로 마늘 모자이크 바이러스의 感染率을 調査한 結果 100%의 感染率을 보였다.

12. 마늘 모자이크 바이러스와 크기가 近似한 Potato Virus X, Potato virus Y, Potato virus S, Potato virus M 等과의 血清學的의 類緣關係를 調査한 바, 마늘 모자이크 바이러스는 이들과 區別되는 다른 바이러스라고 생각된다.

13. 마늘의 모자이크 感染株에서 單一系統으로 分離하여 本實驗에 使用한 바이러스는 마늘의 바이러스 無感染株를 얻을수가 없기 때문에 直接 마늘잎에 接種해서 모자이크病的 病原이라는 것을 確認할 수 없었지만, 檢定植物上的 反應, 血清學的의 反應, 電子顯微鏡의 觀察等의 間接的인 調査 結果로 미루어 未記錄의 마늘

모자이크 바이러스라고 생각된다.

## 引用文獻

1. Asuyama, H. and T. T. Iida 1967. Manual of virus diseases of cultivated plants in Japan. Association for Advancement of Agricultural Science, Tokyo. 371 p.
2. Ball, E. M. 1961. Serological tests for the identification of plant viruses. American Phytopathological Society. 16 p.
3. Ball, E. M. 1964. Serology: Techniques used in plant virus research, p. 235-252. *In* M. K. Corbett and H. D. Sisler (ed.) Plant Virology. University of Florida Press, Gainesville.
4. Brierley, P., and F. F. Smith. 1944. Some virus diseases of alliums. *Phytopathology*. 34 : 990 (Abstr.)
5. Campbell, D. H., Garvey, J. S., Cremer, N. E., and D. H. Sussdorf. 1964. Qualitative and quantitative precipitation. p. 136-141. *In*: Methods in Immunology. W. A. Benjamin, Inc., New York.
6. Committee on Virus Type Culture Collection. American Phytopathological Society. 1960. Serological studies of commercially produced plant virus antisera. *Phytopathology* 50 : 428-431.
7. Davis, R. E., Whitcomb, R. F. 1970. Evidence on possible mycoplasma etiology of aster yellows disease. I. Suppression of symptom development in plants by antibiotics. *Infect. Immunity* 2 : 201-208.
8. Doi, Y., Teranaka, M., Yora, K., and H. Asuyama. 1967. Mycoplasma or PLT group-like microorganisms found in the phloem elements of plants infected with mulberry dwarf, potato witches' broom, aster yellows, or Paulownia witches' broom. *Ann. Phytopath. Soc. Japan*. 33 : 259-266.
9. Doi, Y., Toriyama, S., Yora, K., and H. Asuyama. 1969. Direct Negative Staining methods for detection of virus particles in fresh preparations from infected plant tissues. (in Japanese) *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 35 : 180-187.
10. Harn, C. Y. 1971. Personal communication.
11. 平尾陸郎, 横井正治. 1965. 寒地におけるニンニクの品種と栽培. *農業及び園藝*. 40(2) : 362~368.
12. Hirumi, H., and K. Maramorosch. 1969. Further evidence for a mycoplasma etiology of aster yellows. *Phytopathology* 59 : 1039-1031 (Abstr.).
13. Hitchborn, J. H. and G. J. Hills. 1965. The use of negative staining in the electron microscopic examination of plant viruses in crude extracts. *Virology*. 27 : 528-540.
14. Hollings, M. 1965. Disease control through virus-free stock. *Ann. Rev. Phytopath.* 3 : 367-396.
15. Horne, R. W. 1967. Negative staining methods, p. 328-355. *In*: D. Kay, Techniques for electron microscopy. Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh.
16. Houten, J. G. ten, Quak, F., and F. A. van der Meer. 1968. Heat treatment and meristem culture for the production of virus-free plant material. *Neth. J. Pl. Path.* 74 : 17-24.
17. 古宇田清平 1949. 薬用価値の高いニンニクの栽培農業及び園藝. 24(8) : 565~568.
18. 勝又廣太郎 1966. 暖地におけるニンニクの品種と栽培 農業及び園藝. 41(11) : 1628~1634.
19. Kenneth, N., and J. Katan. (Eds.) 1972. Symposium on production of healthy plants by therapeutic and other methods and their maintenance and use. 18th International Horticultural Congress Proceedings, Vol. 3. Tel-Aviv. 115 p.
20. 金秉煥, 崔震奎 1962. 마늘地方種 蒐集調査. 園藝試驗場 試驗研究事業報告書. 573~587.
21. 北野忠彦, 浜屋悦次, 小室康雄, 明日山秀文 1959. ネギの萎縮病について. *日本植物病理學會報* 24 : 34.
22. Larson, R. H., and J. C. Walker. 1944. Aster yellows, a hazard in onion seed production. *Wis. Agr. Expt. Sta. Bul.* 463 : 50-51.
23. 李重浩, 1965. 마늘地方種 蒐集調査. 園藝試驗場試驗研究報告書. 731~748.
24. 李重浩. 1966. 마늘地方種 蒐集調査. 園藝試驗場研究報告書. 625~644.
25. Lee, J. H. 1969. Studies on the garlic cultivation with top-set and the cutting off the peduncle of garlic. (in Korean). The Research Report of the Office of Rural Development, Korea. Vol. 12, No. 2, 77-81.
26. 李庚熙, 金侑來. 1970. 바이러스無毒化에 依한 農産物增收에 關한 研究. 建國大學校 學術誌 제11집 1~14.
27. 李愚升, 1972. 마늘, 생강. 松園文化社. 206 p.
28. Matthews, R. E. F. 1957. Plant virus serology.

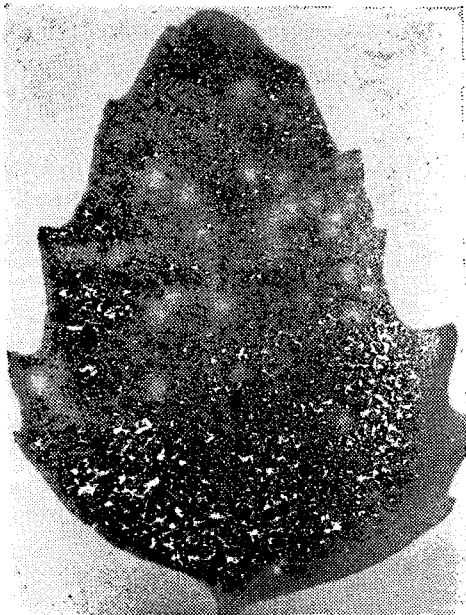
- Cambridge Univ. Press. 128 p.
29. Melhus, I. E., Reddy, C. S., Henderson, W. J., and E. Vestal. 1929. A new virus disease epidemic on onions. *Phytopathology*. 19 : 73-77.
  30. 三本康之丞 1958. にんにくの栽培法. 農業及び園藝 33(12) : 1825~1828.
  31. Mori, K., Hamaya, E., Shimomura, T. and Y. Ikegami. 1969. Production of virus-free plants by means of meristem culture (in Japanese) *Jour. Cent. Agr. Sta. Japan*. No. 13, 450-110.
  32. 森下徳衛 1968. ニンニクの密植多肥増収法. 農業及び園藝 43(10) : 1591~1594.
  33. 農林部. 1972. 農林統計年報
  34. Pharmacia Fine Chemicals AB. 1971. Sephadex gel filtration in theory and practice. Pharmacia Fine Chemicals AB, Uppsala, Sweden.
  35. Smith, F. F., and P. Brierley. 1948. Aster yellows in shallot and gladiolus. *Phytopathology* 38 : 581-583.
  36. Smith, K. M. 1957. A text book of plant virus diseases. Little, Brown and Company, Boston. 652 p.
  37. Steere, R. L. 1959. The purification of plant viruses. *Advances in virus research* 6 : 1-73. Academic Press Inc., New York.
  38. Steere, R. L. 1963. Tobacco mosaic virus: purifying and sorting associated particles according to length. *Science* 140 : 1089-1090.
  39. Steere, R. L. 1964. Purification, p. 211-234. In M. K. Corbett. and H. D. Sisler(Eds.) *Plant Virology*. University of Florida Press. Gainesville.
  40. van Slogteren, D. H. M. 1955. Serological micro-reactions with plant viruses under paraffin oil. *Proc. of the 2nd Conference on Potato Virus Diseases*. Lisse-Wageningen. p. 51-54.
  41. van Slogteren, E. and D. H. M. van Slogteren. 1957. Serological identification of plant viruses and serological diagnosis of virus diseases of plants. *Ann. Rev. Microbiol.* 2 : 149-164.
  42. 山口行雄. 相川貞重 1968. 北陸におけるニンニクの栽培法. 農業及び園藝. 43(3) : 511~514.
  43. 安正純, 吉野正義 1959. ネギ萎縮病の傳染方法について. *日本植物病理學會報* 24 : 34.
  44. 安正純, 吉野正義. 1960. ネギ萎縮病の傳搬法(續報) *日本植物病理學會報* 25 : 47
  45. 安正純, 吉野正義. 1960. ネギ萎縮ウイルスの寄主範圍と物理的性質. *日本植物病理學會報* 25 : 238.



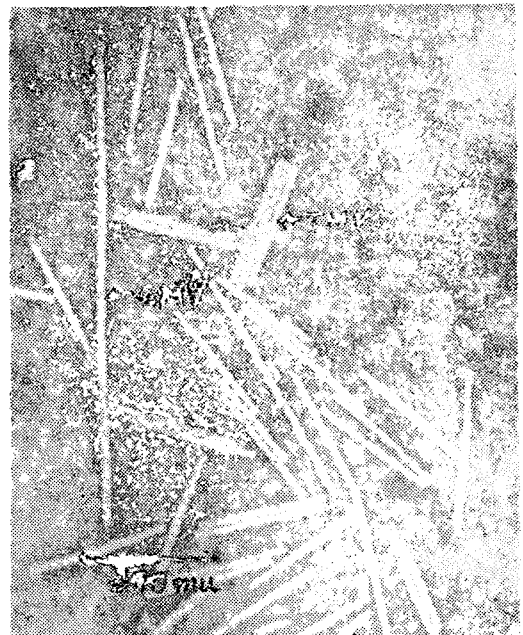
A. Mosaic symptoms on garlic leaves.



B. Chlorotic local lesions on *Chenopodium amaranticolor* infected with garlic mosaic virus



C. Chlorotic leaf spots on *Chenopodium quinoa* infected with garlic mosaic virus



D. Negatively stained garlic mosaic virus mixed with tobacco mosaic virus