Kor. J. Pl. Prot., Vol. 15, No. 3 p.137~145, 1976 한국식물보호학회지 제15권 제3호

우리나라 蘭 바이러스에 關한 硏究

李 賢淑*·羅 瑢俊*

Studies on Virus Diseases of Orchids in Korea

Lee, Hyun Sook* and La, Yong Joon*

ABSTRACT

Orchids have been propagated vegetatively for a long time without adequate control measures against virus diseases in Korea. As a result, it is presumed that most of the orchid varieties in Korea may have been degenerated. Nevertheless there has been little work on the virus diseases of orchids in Korea. Therefore studies were initiated to isolate and characterize the orchid viruses occurring in Korea.

The results obtained are summerized as follows.

1. Symptoms of virus diseases on orchid varieties can be grouped 1) mosaic, 2) necrotic streak with mosaic, 3) ring necrosis, 4) chlorotic ring and 5) necrotic spot.

2. A total of 102 orchid plants representing 4 genera were investigated on the occurrence of Cymbidium mosaic virus and tobacco mosaic virus by serological agar-gel double diffusion test. The test revealed that approximately 45% of the orchids were infected with Cymbidium mosaic virus. None of the plants were found to be infected with tobacco mosaic virus.

3. Local lesions appeared on the inoculated leaves of *Chenopodium amaranticolor*, *Cassia occidentalis* and *Datura stramonium* 7-12 days after mechanical inoculation with Cymbidium mosaic virus.

4. Physical properties of the Cymbidium mosaic virus determined by inoculation on *Chenopodium amaranticolor* were as follows: Thermal inactivation point; 75-80°C, dilution end point; $10^{-5}-10^{-6}$ aging in vitro; 8 days.

5. Three different buffers at pH 7.0 and pH 9.0 were compared for the efficiency of agar-gel double diffusion test with Cymbidium mosaic virus. Phosphate, imidazol and tris buffer at pH 7.0 gave equally satisfactory results.

6. Electron microscopic examination of the Cymbidium mosaic virus revealed rod shaped particles measuring 460-580 mμ.

緖 論

現在 우리나라에서 栽培되고 있는 蘭의 大部分은 오랜동안 바이러스感染에 無防備狀態로 營養繁殖을 거듭해왔기 때문에 많은 品種이 크게 退化되어 있을 것으로 생각되며 實際로 筆者가 몇몇 蘭栽培溫室에서 관찰

* 서울大學校 農科大學 農生物學科
Dept. of Agric. Biology, College of Agriculture, Seoul National University, Suwon, Korea 170

한 바에 依하면 大部分의 蘭이 輕微한 또는 甚한 바이러스病徵을 보이고 있었다.

바이러스病에 依한 蘭의 品種退化와 이로 인한 商品價値의 下落을 막기 위해서는 바이러스無感染株의 育成과 普及이 必要하며[3,4], 그러기 위해서는 蘭에 發生하는 바이러스病에 대한 基礎調査가 先行되어야 한다.

蘭에 發生하는 바이러스로는 Cattleya necrosis virus, Cattleya color break virus, Cymbidium mosaic virus (CyMV), Honohono 혹은 Dendrobium mosaic virus, Spathoglottis diamond-spot virus, Vanda mosaic virus, Odontoglossum ring spot virus, Tobacco mosaic virus(TMV) 등이 報告되어 왔는데[6,7,8,15,16] Murakishi[11,12,13]는 蘭바이러스의 血淸學的, 形態學的 연관성과 바이러스間의 交叉防衛를 조사하여 이들이 4種의 바이러스 즉, CyMV, Odontoglossum ring spot virus. TMV, Vanda mosaic virus 中의 한 strain 이었음을 밝혔다. 그러므로 지금까지 外國에서 보고된 蘭의 바이러스는 Hollings (1963)가 報告한 Cymbidium ring spot virus, 張등 (1975)이 報告한 Cymbidium mild mosaic virus를 추가하여 6種에 달한다.

그러나 우리나라에 발생하는 蘭의 바이러스病에 대해서는 아직까지 전혀 調査報告된바가 없다.

本實驗은 우리나라의 蘭에 發生하는 바이러스를 調査하여 앞으로 바이러스無病蘭을 생산하는데 必要한 基礎資料를 얻을 目的으로 實施했다. 本 實驗 遂行에 協助해준 中央煙草試驗場 朴銀京 硏究士와 林業試驗場 李昌根 硏究官에게 感謝한다.

材料 및 方法

1. 바이러스 源

本 實驗에 使用된 蘭의 바이러스 罹病葉은 1975年 8月부터 10月사이에 園藝試驗場을 비롯한 水原近郊의 個人 蘭栽培農場에서 病徵別로 採集하였다. 採集된 罹病葉은 포리에치렌 주머니에 넣어 −20°C에 저장하였으며 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 농촌진흥청 농업기술연구소 病理硏究擔當官室에서 分讓받았다. 모든 種子는 高壓殺菌土壤에 播種하였으며 本葉이 나오기 始作할 때 直徑 12 cm의 화분에 1本씩 移植하여 溫室에서 키웠다.

3. 接種方法

接種源은 高壓殺菌冷却된 약절구에다 罹病植物 組織片을 잘게 잘라 넣고 燐酸緩衝液(0.01 M, pH 7.0)을 加한다음 磨碎하여 꺼즈로 걸른 것으로, 이때 病汁液과 燐酸緩衝液의 容量比는 1 : 1로 하였다.

汁液接種은 *Datura stramonium*, *Chenopodium amaranticolor*와 *Cassia occidentalis*의 本葉이 5~6枚 展開되었을때 실시하였으며 500 mesh의 carborundum을 잎에 均一하게 뿌리고 汁液을 탈지면으로 찍어 잎表面에 가볍게 골고루 문질러 준 다음 증류수로 씻었다. 接種한 植物은 接種效果를 높이기 위하여 接種前 24時間과 接種後 12時間을 그늘에 두었다.

4. 血淸學的 實驗

가. 抗原調製

冷凍保存된 蘭의 罹病葉을 病徵別로 약절구에 갈아서 汁液을 짠뒤 2倍數로 段階 稀釋하여 血淸學的 實驗의 抗原液으로 使用하였다.

나. 供試抗血淸

本 實驗에 使用된 Cymbidium mosaic virus(CyMV)의 抗血淸은 美國 Maryland 大學校의 Corbett 敎授로부터, 그리고 Tobacco mosaic virus (TMV)의 抗血淸은 American Type Culture Collection에서 各各 分讓받았다. 抗血淸은 使用說明書에 明示된 力價에 따라 적절히 稀釋하여 使用하였다.

다. 바이러스 檢定

CyMV와 TMV는 寒天內擴散法으로 檢定하였는데 이는 兩者가 다 寒天內擴散이 容易한 短桿狀 바이러스이기 때문이다.

血淸學的 檢定時에는 抗原과 抗體間의 特異反應과 偶發的 反應을 識別하기 위하여 各 反應系마다 對照抗血淸區와 對照抗原區를 두었다.

寒天內擴散法에 있어서는 緩衝液의 種類와 水素 ion 濃度水準이 沈降帶形成에 미치는 영향을 調査하기 위하여 phosphate, imidazol 및 Tris(Tris oxymethylaminomethane) 緩衝液을 各各 pH 7.0과 pH 9.0으로 만들어 비교하였다. 이들 緩衝液에 Ion agar (No. 2) 1%, Trypan blue 0.01%, sodium azide 0.01%를 各各 添加하여 15 lbs에서 20分間 高壓殺菌한 것을 直徑 9 cm의 Petri-dish에 20 ml씩 넣고 굳힌다음 punch set로 直徑 7 mm의 꾸멍을 뚫고 中心孔에 抗血淸을, 周邊孔에 抗原을 넣어 室內溫度에서 48時間 擴散 시킨다음 viewing box에 놓고 沈降帶를 觀察하였다.

5. 바이러스의 物理的 性質

蘭의 바이러스 罹病葉에 몇가지 바이러스가 混合 感染되어 있을 憂慮가 있기 때문에 血淸學的인 方法과 檢定植物 및 電子顯微鏡的 觀察을 통해 CyMV에만 감염

된 것이 확인된 Cymbidium 잎의 粗汁液을 使用하여 物理的 性質을 調査하였다. 이때 바이러스의 感染性은 *Chenopodium amaranticolor* 를 使用해서 檢定하였다.

가. 耐熱性

病汁液에 燐酸緩衝液 (0.01 M, pH 7.0)을 加하여 10배로 稀釋한 것을 內徑 9 mm, 길이 10 cm의 유리관에 2 ml씩 넣고 45°C~75°C까지 5°C 간격으로 유지된 恒溫水槽에 10分間 담근 다음 冷水로 冷却시켜 檢定植物에 接種하였다.

나. 耐稀釋性

病汁液을 燐酸緩衝液(0.01 M, pH 7.0)으로 10進法에 依해 段階稀釋하여 檢定植物에 接種하였다.

다. 耐保存性

病汁液을 燐酸緩衝液(0.01 M, pH 7.0)으로 10배 稀釋한 것을 殺菌된 유리병에 넣어 밀봉한 後 室溫에 保管하고 24時間 間隔으로 檢定植物에 接種하였다.

6. 電子 顯微鏡的 觀察

2% 燐텅그스텐酸(Phosphotungstic acid) 水溶液으로 바이러스를 negative 染色하여[2] 서울 林業試驗場에 있는 電子顯微鏡(Hitachi Model HU 11-E)으로 觀察하였다. 이때 試料支持片은 Formvar (Polyvnylformaldehyde)膜을 씌우고 그 위에 眞空蒸着裝置에 依하여 carbon coating 한 것을 使用하였다.

實驗結果

1. 血淸學的 實驗

가. 血淸學的 方法에 依한 蘭의 바이러스 感染相 調査.

供試된 55個體의 蘭을 1) 모자이크, 2) 壞疽輪紋, 3) 壞疽 줄무늬 모자이크, 4) 褪綠輪紋, 5) 壞疽斑點 등 5個群의 病徵別로 分類하여 血淸學的 寒天內擴散法으로 CyMV와 TMV의 感染 與否를 調査한 結果 表 1에서 보는 바와 같이 여러가지 바이러스病徵을 나타내는 55個體中에서 TMV는 전혀 檢出되지 않았으나 CyMV는 80%에 달하는 45個體에서 檢出되었다.

한편 蘭의 바이러스 感染率을 調査하기 위하여 水原近郊 여러農場에서 無作爲로 102個體를 蒐集하여 同一한 方法으로 調査한 結果 역시 TMV는 檢出되지 않았으며 CyMV는 46個體에서 檢出되 45%의 感染率을 나타냈다. (表 2)

表 1.2를 종합해보면 우리나라에서 栽培되고 있는 蘭은 TMV에는 感染되어 있지 않으나 CyMV에는 상당히 높은 感染率을 나타내고 있음을 알 수 있다.

Table 1. Symptom types of orchid species collected and occurrence of Cymbidium mosaic virus (CyMV) and tobacco mosaic virus (TMV) as indexed by serological agar-gel double diffusion test.

Symptom types	orchid species	No. of plants indexed	No. of plants infected with: CyMV	TMV
Mosaic	*Cymbidium* spp.	20	20	0
Mosaic	*Dendrobium* spp.	4	3	0
Necrotic streak with mosaic	*Cymbidium* spp.	17	15	0
Ring necrosis	*Cymbidium* spp.	5	5	0
Chlorotic ring	*Dendrobium* spp.	4	1	0
Necrotic spot	*Cattleya* spp.	3	1	0
〃	*Dendrobium* spp.	1	0	0
〃	*Ascosandum* spp.	1	0	0
Total		55	45	0

Table 2. Occurrence of Cymbidium mosaic virus (CyMV) and tobacco mosaic virus (TMV) from randomly collected orchid plants as determined by serological agar-gel double diffusion test.

Orchid species	No. of plants indexed	No. of plants infected with CyMV	TMV
Cymbidium spp.	71	41(58)*	0
Dendrobium spp.	18	4(22)	0
Cattleya app.	5	1(20)	0
Cypripedium spp.	8	0(0)	0
Total	102	46(45)	0

* Numbers in the parenthesie are the percent of occurrence of respective viruses indexed.

그리고 CyMV의 病徵은 Cymbidium 屬에서는 모자이크, 壞疽 줄무늬 모자이크, 壞疽輪紋으로, Dendrobium 屬에서는 褪綠輪紋으로 그리고 Cattleya 屬에서는 壞疽斑點으로 나타남을 볼 수 있다. (그림 1)

나. 緩衝液의 種類와 水素이온濃度가 Cymbidium mosaic virus의 寒天內 擴散反應에 미치는 영향.

緩衝液의 種類와 水素이온濃度가 CyMV의 寒天內擴散反應에 미치는 영향을 調査하기 위하여 0.01 M의 燐酸, Imidazol 및 Tris 緩衝液을 各各 pH 7.0과 pH 9.0로 만들어 沈降帶形成을 비교하였다. 그 결과 그림 2에

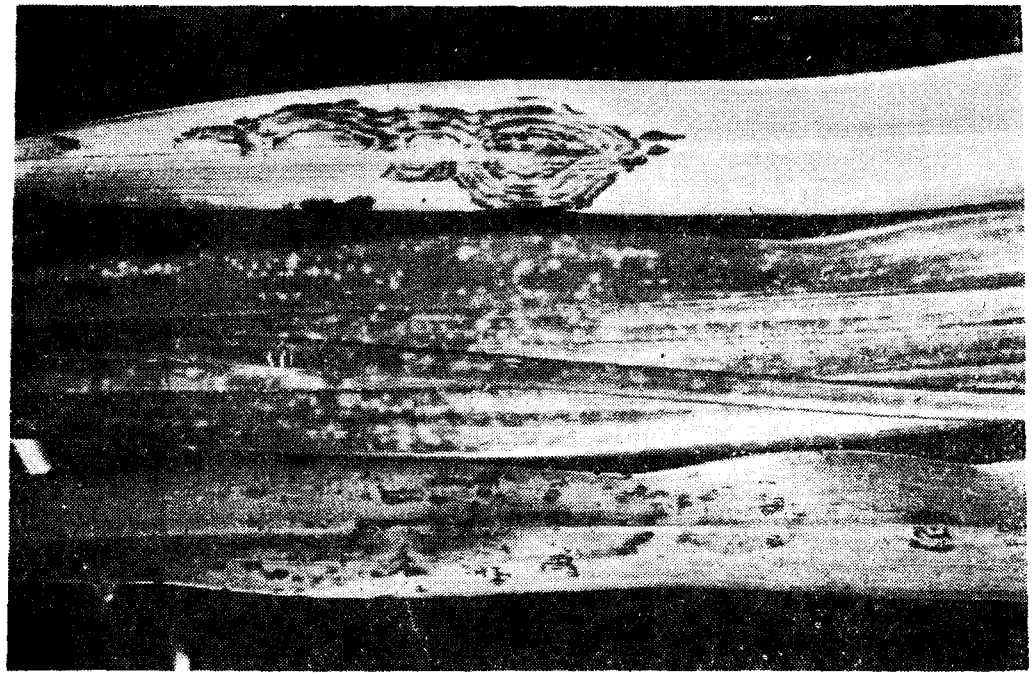

Fig. 1. Cymbidium leaves infected with Cymbidium mosaic virus.

서와 같이 緩衝液間의 差異는 볼 수 없었다. 그러나 水素이온 濃度間의 差異는 현저하여 pH 7.0에서는 沈降帶가 抗原을 4배로 稀釋한 것까지 形成되었으나 pH 9.0에서는 沈降帶 形成이 극히 不良하였다. (그림 2)

2. 檢定植物上의 反應

血淸學的 檢定에 依해 CyMV에 感染된 것이 확인된 蘭잎의 粗汁液을 CyMV의 檢定植物인 *Chenopodium amaranticolor*, *Cassia occidentalis* 및 *Datura stramonium*에 接種한 결과 7~12日後에 上記 檢定植物의 接種葉上에 褪綠局部病斑이 나타났다.

한편 이들 病徵이 나타난 檢定植物의 粗汁液을 寒天內擴散法에 依해 CyMV의 抗血淸과 反應시킨 결과 모두 陽性反應을 보였다. (그림 3)

그림 3을 보면 CyMV의 抗血淸과 *Datura stramonium*의 病汁液間에는 뚜렷한 沈降帶가 形成되었으나 *Chenopodium amaranticolor*와 *Cassia occidentalis* 病汁液間에는 微弱한 反應을 나타냈다. 따라서 上記 3種의 檢定植物中 *Datura stramonium*에서 CyMV가 가장 增殖이 잘 됨을 알 수 있다.

3. 物理的 性質

血淸學的 檢定, 檢定植物上의 反應 및 電子顯微鏡的 觀察 등에 依해 CyMV에만 感染된 것이 확실한 蘭잎의 粗汁液을 使用하여 CyMV의 耐熱性, 耐保存性 및 耐稀釋性을 調査하였다. 이때 檢定植物로는 *Chenopodium amaranticolor*를 使用하였으며 그 結果는 表 3, 4 및 그림 4에서 보는 바와 같다.

Table 3. Thermal inactivation point of Cymbidium mosaic virus as assayed on *Chenopodium amaranticolor*

Temperature (°C)	Infectivity	Percent infection
Control	6/6*	100
40	6/6	100
45	6/6	100
50	6/6	100
55	6/6	100
60	6/6	100
65	6/6	100
70	6/6	100
75	3/6	50
80	1/6	17
85	0/6	0

* Numerator: Number of inoculated leaves
Denominator: Number of infected leaves

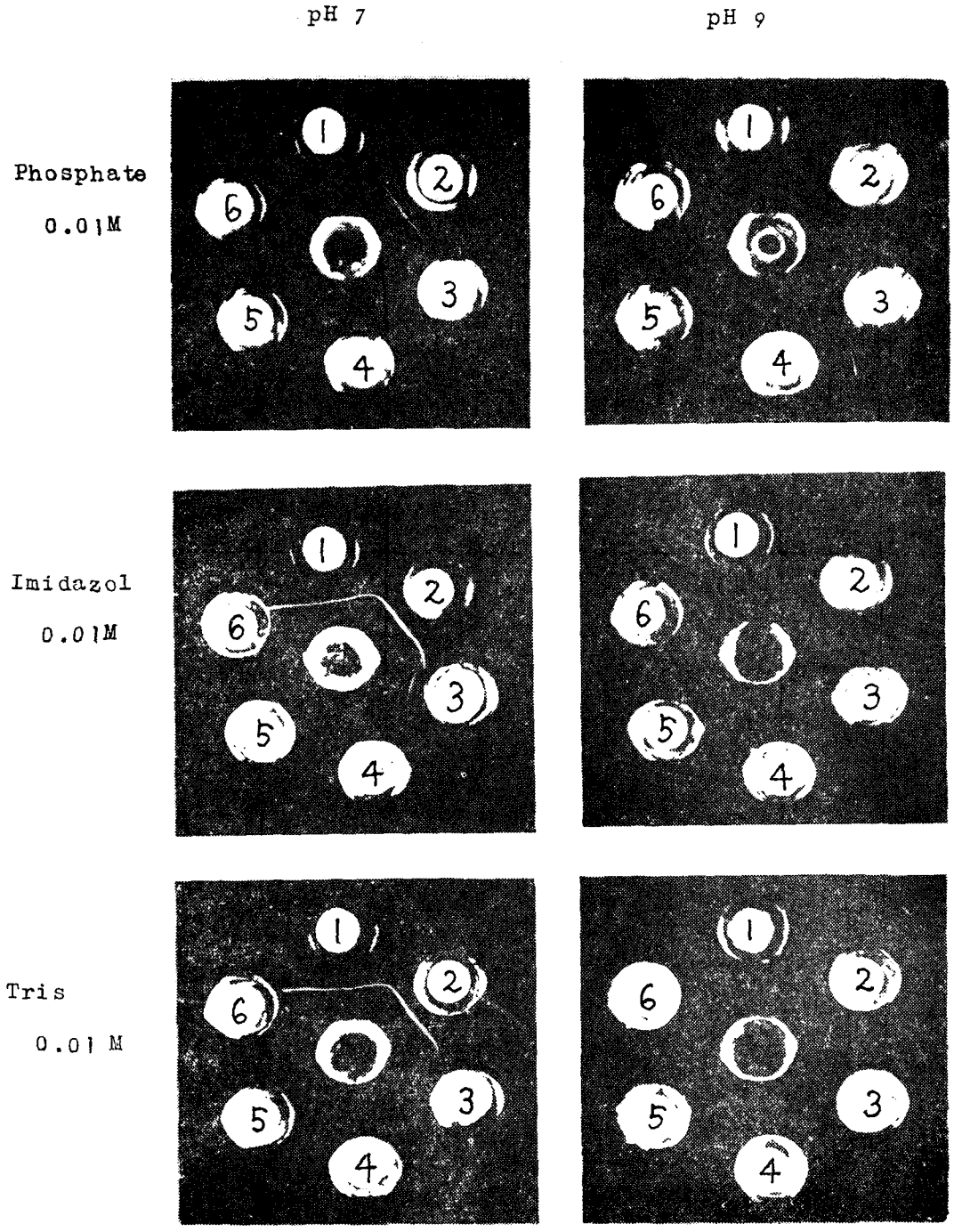

Fig. 2. Double-diffusion test in 1% agar gel with Cymbidium mosaic virus and its antiserum. Antiserum was added in the centre, and virus containing sap in the wells around. The dilutions are indicated by a number: 1 means 1/1 (=undiluted), 2=1/2, 3=1/4, 4=1/8, 5=1/16 and 6=1/32 (photographs after 2 days).

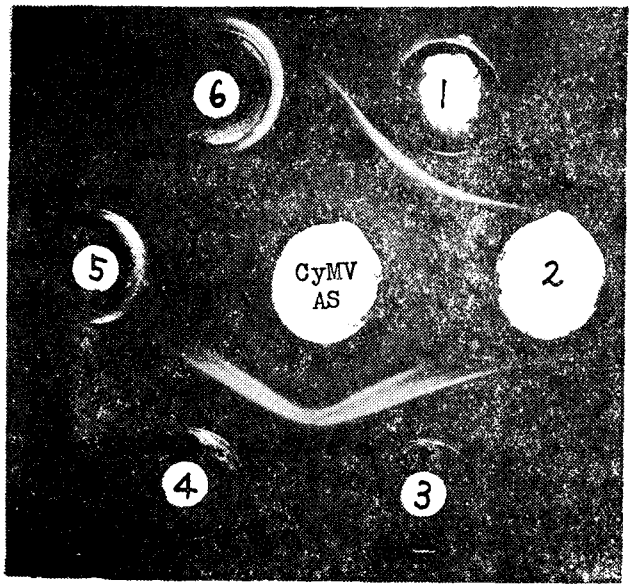

Fig. 3.

Agar-gel double diffusion test with Cymbidium mosaic virus antiserum. Antiserum is added in the centre, plant sap in the wells around; 1) Cymbidium leaves infected with Cymbidium mosaic virus, 2) healthy leaves of Cymbidium, 3) and 4) *Datura stramonium* leaves infected with Cymbidium mosaic virus, 5) *Cassia occidentalis* leaves infected with Cymbidium mosaic virus, and 6) *Chenopodium amaranticolor* leaves infected with Cymbidium mosaic virus.

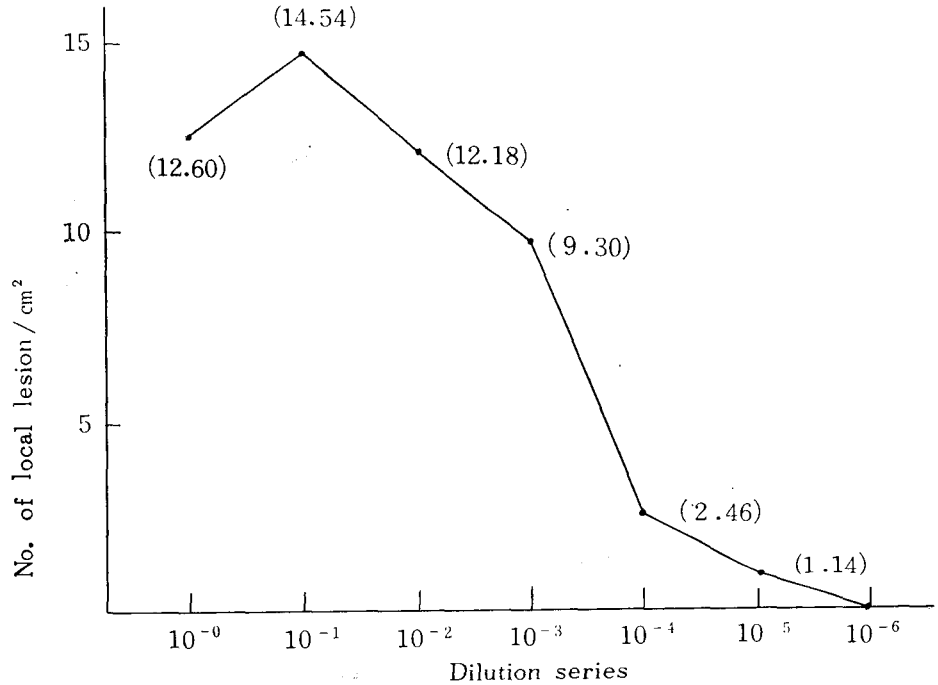

Fig. 4. Dilution end point of Cymbidium mosaic virus as assayed on *Chenopodium amaranticolor*

表 3, 4 및 그림 4에서 보는 바와 같이 CyMV의 耐熱性은 75~80°C, 保存限界는 8日, 稀釋限界는 10^{-5}~10^{-6}인 것을 알 수 있다.

한편 4°C에 貯藏한 CyMV의 病汁液에서는 病原性이 2個月 以上 持續되었다.

4. 電子顯微鏡的 觀察

關의 CyMV 感病葉과, CyMV를 接種하여 나타난 *Chenopodium amaranticolor* 上의 褪綠局部病斑 部位의 汁液을 negative 染色하여 電子顯微鏡으로 觀察한 結果 그림 6에서와 같은 多數의 桿狀 바이러스가 나타났다. (그림 5)

電子顯微鏡寫眞에 나타난 바이러스粒子 100個를 任意로 選擇하여 크기를 測定한 結果 그림 6에서 보는 바와 같이 크기 460~580 mμ되는 粒子의 出現頻度가 가장 높았다.

Table 4. Aging in vitro of Cymbidium mosaic virus as assayed on *Chenopodium amaranticolor*

Aging period (days)	Infectivity	Percent infection
Control	6/6*	100
1	6/6	100
2	6/6	100
3	6/6	100
4	6/6	100
5	6/6	100
6	6/6	100
7	6/6	100
8	4/6	67
9	0/6	0
10	0/6	0

* Numerator: Number of inoculated leaves
Denominator: Number of infected leaves

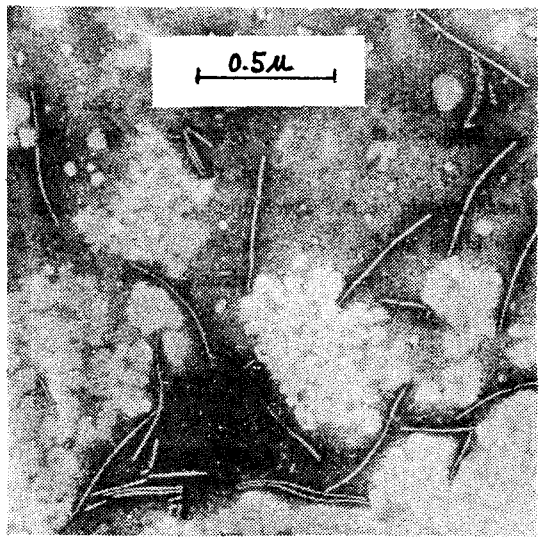

Fig. 5. Negatively stained Cymbidium mosaic virus (×50, 000)

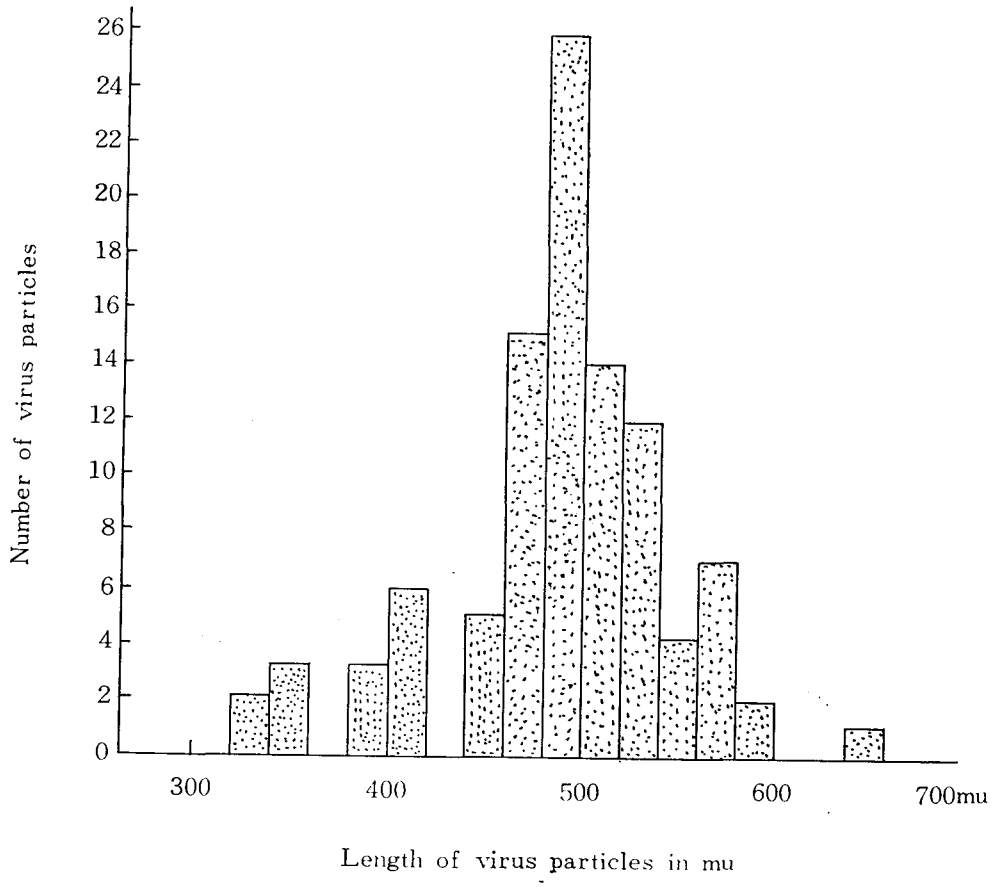

Fig. 6. Length distribution of Cymbidium mosaic virus.

考 察

蘭에 發生하는 바이러스病에 關해서는 1943年 以後 많은 硏究가 수행되어 왔다. 現在까지 報告된 蘭바이러스는 CyMV, Odontoglossum ring spot virus, TMV, Vanda mosaic virus, Cymbidium ring spot virus 및 Cymbidium mild mosaic virus 등이며 이 中에서 CyMV와 Odontoglossum ring spot virus에 依한 被害가 가장 큰 것으로 알려져 있다[9,10].

本 實驗에서 蘭의 바이러스 感染率을 調査한 結果에 依하면 CyMV는 45%의 높은 感染率을 나타냈으나 TMV는 全혀 檢出되지 않았는데 이것은 蘭이 溫室栽培作物인 관계로 TMV에 感染된 圃場의 他作物과 접촉할 기회가 적을 뿐 아니라 TMV가 昆虫傳染되지 않는 데도 그 原因이 있을 것으로 본다. 그러나 우리나라 蘭의 TMV 感染 與否에 對해서는 추후 계속적인 硏究가 必要하다고 생각된다.

本 實驗에서 蒐集 調査한 Cymbidium 屬에서도 Jensen[1]이 報告한 바와 같이 Cymbidium mosaic의 病徵이 다양하게 나타났는데 이는 1) 蘭 品種의 差異, 2) 바이러스의 混合感染, 그리고 3) CyMV의 strain 등에 起因한 것으로 생각된다.

CyMV의 血淸學的 寒天內 擴散反應에서 사용한 0.1 M 및 0.01 M의 Phosphate, Imidazol 및 Tris 緩衝液間에는 沈降帶 形成에 差異를 볼 수 없었으나 pH 7.0에서 뚜렷하게 形成된 沈降帶가 pH 9.0에서는 아주 微弱하게 나타난 점으로 보아 CyMV의 寒天內擴散反應에서는 緩衝液의 pH를 7.0으로 유지하는 것이 매우 重要한 것으로 생각된다.

本 實驗에서 調査된 CyMV의 物理的 性質은 耐保存性 8日, 耐熱性 75~80°C, 耐稀釋性 10^{-5}~10^{-6}으로 Jensen(1955)의 報告와 비슷하다. 耐稀釋性 調査에서 *Chenopodium amaranticolor*에 病汁液의 原液을 接種했을 때 보다 10倍로 稀釋하여 接種했을 때 局部病斑數가 더 많이 나타난 것은 Cymbidium 植物의 病汁液內에 存在하는 바이러스 抑制物質에 依한 現象이 아닌가 추측된다.

血淸學的 擴散反應에서 *Cassia occidentalis* 와 *Chenopodium amaranticolor*의 病汁液과 CyMV의 抗血淸間에 形成된 沈降帶는 抗原쪽으로 크게 치우쳐 있어 이들 檢定植物에는 바이러스 함량이 극히 적음을 알 수 있다. 그러나 *Datura stramonium*의 경우는 沈降帶 形成이 굵고 뚜렷할 뿐만아니라 對照抗原으로 使用한 Cymbidium의 病汁液보다도 더 抗血淸쪽으로 沈降帶가 치우쳐 있어 *Datura stramonium*內에 바이러스 함량이 매우 높은 것을 알 수 있다. 따라서 *Datura stramonium*은 CyMV의 增殖寄主로 적당하다고 생각된다.

Negative 染色法에 依한 CyMV의 電子顯微鏡的 觀察 結果 460~580 mμ의 桿狀形 바이러스粒子의 頻度가 제일 높았는데 이것은 Jensen과 Gold [1,8] 및 Newton(1952) 등이 CyMV의 平均 길이가 500 mμ 內外라고 報告한 것과 거의 一致한다.

以上의 實驗에서 現在 우리나라에서 栽培되는 蘭은 CyMV에 높은 感染率을 나타내고 있음을 알 수 있다. CyMV는 汁液傳染이 잘되어 전파가 빠르므로 栽培時 주의를 要하며 이어 効果的인 防除를 위해서는 生長點 組織培養을 통해 바이러스 無感染株를 生産增殖할 것이 요망된다.

本 實驗에서는 우리나라 蘭에 發生하는 CyMV를 中心으로 調査硏究하였으나 蘭에는 이 밖에도 여러종류의 바이러스病이 報告되어 있으므로 앞으로 이들 바이러스에 對한 調査 硏究가 계속되어야 할 것이다.

摘 要

우리나라에서의 바이러스 無感染蘭 生産에 必要한 基礎資料를 얻기 위하여 Cymbidium mosaic virus와 Tobacco mosaic virus를 中心으로 그 感染相 및 感染된 바이러스의 血淸學的 反應, 檢定植物上의 反應, 物理的 性質, 形態등을 調査하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 蘭에 發生하는 바이러스病의 病徵은 크게 1) 모자이크, 2) 壞疽 줄무늬 모자이크, 3) 壞疽輪紋, 4) 褪綠輪紋 및 5) 壞疽斑點의 5群으로 分類되었다.

2. 水原近郊의 蘭栽培農場에서 蒐集한 各種蘭의 바이러스 罹病率을 調査한 結果 CyMV는 45%의 感染率을 나타내었고, TMV는 한個體에서도 檢出되지 않았다.

3. CyMV의 檢定植物인 *Chenopodium amaranticolor*, *Cassia occidentalis* 및 *Datura stramonium*에 CyMV 病汁液을 接種한지 7~12日 後에 褪綠局部斑點이 나타났다.

4. CyMV의 物理的 性質을 *Chenopodium amaranticolor*를 檢定植物로 하여 調査한 結果, 耐熱性은 75~80°C, 耐保存性은 8日, 耐稀釋性은 10^{-5}~10^{-6}으로 나타났다.

5. CyMV의 血淸學的 寒天內 擴散反應에 使用된 0.1 M 및 0.01 M의 Phosphate, Imidazol 및 Tris 緩衝液間에는 沈降帶 形成에 差異를 볼 수 없었다. 그러나 이들 緩衝液의 水素이온濃度間에는 沈降帶 形成에 심한 差異를 나타내어, pH 7.0에서는 沈降帶가 뚜렷하

였고 pH 9.0 에서는 微弱하였다.

6. CyMV 를 電子顯微鏡으로 觀察한 結果 크기 460~580 mμ의 桿狀粒子의 頻度가 제일 높았다.

引用文獻

1. Gold, A.H. and D.D. Jensen, 1951, An electron microscope study of Cymbidium mosaic virus. Amer. Jour. Bot. 38 : 577—578.
2. 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.
3. Hollings, M., 1965. Disease control through virus-free stock. Ann. Rev. Phytopath. 3 : 367—396.
4. Houten, J.G. ten, Quack, 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.
5. 張 茂雄, 土居 養二. 與良 清. 1975. シンビジウム微班 モザイク ウイルス(Cymbidium mild mosaic virus: CyMMV)に ついて. 日本植物病理學會報 41 卷 3 號 p. 286.
6. Jensen, D.D., 1951. Mosaic or black streak disease of Cymbidium orchids. Phytopathology 41 : 401—414. 7.
7. Jensen, D.D., and A.H. Gold, 1951. A virus ring spot fo Odontoglossum orchid: Symptoms, transmission, and electroscopy. Phytopathology 41 : 648—653.
8. Jensen, D.D., and A.H. Gold, 1955. Hosts, transmission, and electron microscopy of Cymbidium mosaic virus with special reference to cattleya leaf necrosis. Phytopathology 45 : 327—334.
9. Kado, C.I., 1964. Orchid virus diseases; their identity and cotrol. The Orchid Digest, January 1964.
10. Kado, C.I., 1964. Viruses: Villains of orchid disorders. Bulletin of Dept. of Plant Pathology. Univ. of Calif. Berkeley, Calif. November, 1964.
11. Murakishi, H.H., 1958. Host range, symptomatology, physical properties, and cross-protection studies of orchid virus isolates. Phytopathology 48 : 132—137.
12. Murakishi, H.H., 1958. Serological and morphological relationships among orchid viruses. Phytopathology, 48 : 137—140.
13. Murakishi, H.H., and M. Ishii., 1954. Comparative studies of orchid virus in Hawaii (Abstr.) Phytopathology 44 : 499—500.
14. Newton, N., and D.W. Rosberg. 1952. Electron-microscope studies of a new orchid virus complex. Phytopathology 42 : 79—82.
15. Perez, J.E., J. Adsuar, and Orlando Sala, 1956. Mosaic or black streak disease of Cymbidium and other orchid hybrids. Jour. Australian Inst. Agr. Sci. 21 : 35—38.
16. Zaitlin M., A.M. Schechtman, J.G. Bald, and S.G. Wildman. 1954. Detection of virus in Cattleya orchids by serological method. Phytopathology 44 : 314—318.