

옥수수의 萎縮모자이크바이러스에 對한 抵抗性 :
二面交配에 依한 遺傳分析

許魯烈 · 金連雄* · 柳甲喜 · 姜昌植 · 李庚徽

農村振興廳 農藥研究所 *慶北大學校 農科大學

Resistance of Corn to Maize Dwarf Mosaic Virus :
Genetic Analysis by Diallel Cross

N. Y. Heo, D. U. Kim*, G. H. Ryu, C. S. Kang and K. H. Lee

Agricultural Chemicals Research Institute, Office of Rural Development, Suwon 170, Korea

**College of Agriculture, Kyungpook National University, Daegu 635, Korea*

要 約

옥수수 萎縮모자이크바이러스病의 抵抗性品種 育性을 爲한 基礎資料를 얻고자 8個 옥수수 自殖系統을 共試하여 二面交配에 依하여 組合能力檢定 및 遺傳子의 分布狀態를 推定한 結果를 要約하면 다음과 같다. 28個 F₁雜種組合의 本 바이러스에 對한 反應은 多樣하여 罹病度(1-4)의 調査結果 1.87에서 3.63까지 變異의 幅을 보였다. 組合能力의 分散分析結果 一般組合能力은 高度의 有意性이 認定되었으며, 特定組合能力은 有意性이 認定되지 않았다. 一般組合能力의 效果는 A 632와 KS 15가 負의 效果를 나타내어 이들 系統을 母本으로 使用하였을 때 雜種組合에 있어서 抵抗性을 增大시킬 수 있을 것으로 期待되었다. 特定組合能力의 效果는 A 632와 KS 5의 組合에서 가장 높은 負의 값은 나타내었으며 몇개의 組合에서 負의 效果를 나타내었다. 回歸分析에 依한 遺傳子의 分布狀態調査에서 抵抗性系統에는 優性遺傳子가 罹病性系統에는 劣性遺傳子가 많이 存在하는 것으로 나타났다.

ABSTRACT

The studies were conducted to test for combining ability and to evaluate resistance to maize dwarf mosaic virus (MDMV) by diallel crosses of corn inbreds. For the genetic analysis of the resistance, a diallel set of crosses without reciprocals was made using the eight corn inbreds which had different degrees of resistance to MDMV. Twenty eight F₁ hybrids showed different symptom severity, the highest value is 3.63 and the lowest value is 1.87 in disease ratings (1-4). General combining ability (GCA) for resistance to MDMV was highly significant, but specific combining ability (SCA) was not significant. Two inbreds, A632 and KS15 showed negative GCA effects, indicating that these parents were good general combiners and that resistance to MDMV increased in hybrid combinations. Hybrid A632 x KS5 showed the highest negative SCA effect and several combinations showed negative SCA effects. The analysis of parent-offspring covariance (Wr) and array variance (Vr), suggest that there may be many dominant genes in the resistant inbreds and many recessive genes in the susceptible inbreds.

Key words: maize dwarf mosaic virus, corn, genetic analysis, diallel cross.

緒 論

옥수수 萎縮모자이크바이러스病(Maize Dwarf Mosaic Virus)은汁液 및 진딧물, 種子 등에 의해傳染되는 病害로(1, 8, 9, 23, 25) 1962年 美國 Ohio에서 처음 分離된 이래(23, 24) 世界各地에 널리 分布하고 있고(17, 18) 옥수수 栽培에 있어서 減收의 要因이 되고 있다(12, 19, 21). 國內에서도 1977年 發生이 確認되었으며 每年 被害가 增加되어 黑條萎縮病과 더불어 가장 問題가 되는 옥수수 바이러스病害의 하나이다(9, 13, 14).

本 바이러스에 罹病된 옥수수는 萎縮이 되고 幹徑이 짧아지며(12, 17), 100% 感染되면 62%의 減收를 가져오고 感染率이 1% 增加함에 따라 1ha當 平均 63 kg 減收된다고 하였다(12). Schiefele(21)는 無接種區에 비해 生育初期와 後期에 接種하였을 境遇 各期 36.7%와 19.4% 減收되며, Rosenkranz等(19)은 5葉期에 接種하였을 때 가장 심한 收量減少를 가져왔고 倒伏도 增加된다고 하였다. 한편 本 바이러스에 罹病되면 깨씨무늬病的 發病도 增加된다고 하였다(2, 22).

옥수수 萎縮모자이크바이러스病은 化學的 防除가 어렵고, 그 傳染經路도 機械的 傳染, 虫媒傳染, 種子傳染 등으로 多様할 뿐만 아니라 寄主도 251種이나 되어(20) 매우 넓기 때문에 抵抗性品種의 栽培에 의한 耕種的 防除에 重點을 두어야 할 것이다. 最近에 育成된 多收性 新品種들의 交配母本인 KS 5等 몇몇 主要系統들이 罹病性임이 밝혀져(14) 抵抗性 遺傳子源의 探索과 抵抗性 品種의 育成이 要請된다고 하겠다. Dalmacio(3)는 Tx 602等 6系統이 本 바이러스에 抵抗性源이라 하였으며 이등(14)은 國內 主要系統 및 品種에 對하여 抵抗性檢定을 實施한 바 있다.

量的 抵抗性을 나타내는 作物病害의 抵抗性 遺傳分析에서 雜種初期世代에서의 有用한 母本選擇, 抵抗性 個體選拔效率, 抵抗性에 關與하는 遺傳子의 作用 및 遺傳力 등을 推定할 目的으로 二面交配遺傳分析法이 適用되고 있다. Josephson等(11)은 本 바이러스病에 對해 許等(7)은 옥수수 깨씨무늬病, Naidu等(16)은 옥수수 複合바이러스病에 對해 各各 二面交配에 의한 遺傳分析을 實施한 바 있다. 옥수수 萎縮모자이크바이러스病에 抵抗性인 品種을 育成하기 爲한 基礎資料를 얻고자 交雜育種에서 優秀한 組合

의 後代가 出現할 수 있는 可能性 與否를 早期에 推定할 수 있는 二面交配法에 의한 遺傳分析을 實施하여 몇가지 結果를 얻었기에 本報에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

供試系統, 二面交配에 의한 遺傳分析을 爲하여 이 등(14)의 本 바이러스에 對한 抵抗性 檢定の 結果를 參考로 新品種育成을 爲한 交配母本으로 主要使用하는 8個 自殖系統을 供試하여 二面交配에 의하여 28個 F₁ 雜種組合을 生産하였다. 이때 供試한 系統은 抵抗性反應을 나타낸 A632를 비롯하여 中度抵抗性인 KS15, KS 7 및 KS 16, 罹病性인 A619, N 28, KS 5 및 W64 등이었다.

遂行方法, 二面交配에 의하여 生産된 28個 F₁ 組合을 30粒씩, 栽植距離는 60×30 cm로 하여 亂塊法 3反復으로 每年 本病이 多發하는 水原의 常習圃場에 播種하였다. 10a當 施肥量은 窒素 18kg, 磷酸 15kg, 加里 15kg을 窒素의 半量과 加里와 磷酸의 全量을 基肥로 施用하였고, 나머지 窒素의 半量은 7~9葉期에 追肥로 施用하였다.

發病調査는 自然發病한 옥수수의 出雄期 때 Naidu等(16)의 方法으로 罹病度(Severity Index)를 調査하였다. 調査成績의 分析은 Hayman(5, 6), Jinks(10), Mather等(15)의 二面交配遺傳分析法과 Griffing(4)의 組合能力檢定法에 따라 實施하였다.

結果 및 考察

옥수수 萎縮모자이크바이러스病에 對한 抵抗性 遺傳分析을 量的 形質遺傳分析法인 二面交配分析法에 의해 分析하고자 抵抗性 程度를 달리하는 8個 母本을 二面交配하여 얻은 28個 F₁ 雜種組合에 對하여 出雄期때 個體別로 發病程度를 調査하였다. 28個 F₁ 雜種組合의 本 바이러스에 對한 反應은 多様하여 罹病度(1-4)의 調査結果 1.87에서 3.63까지의 變異의 幅을 보였다(表 1).

一般組合能力(GCA)과 特定組合能力(SCA)의 分散을 比較해 본 結果(表 2) 遺傳子의 相加의 效果인 GCA의 값이 非相加의 效果인 SCA의 값보다 훨씬 높게 나타나고, GCA는 高度의 有意性이 認定되나, SCA는 有意性이 認定되지 않아 本病의 抵抗性은 主要 遺傳子의 相加의 作用에 의해 支配되는 것으로 推定되었다. Josephson(11)은 本 바이러스에

Table 1. Mean severity index ratings for MDMV in twenty-eight F₁ hybrids of corn obtained by diallel crosses between eight inbreds^a

Inbred	Inbred							
	KS15	KS7	KS16	A619	N28	KS5	W64	
A632	1.87	2.47	2.20	2.40	2.40	1.90	2.37	
KS15		2.60	2.90	2.97	2.90	2.67	2.83	
KS7			3.00	2.77	3.10	3.17	3.37	
KS16				2.70	3.17	3.03	3.10	
A619					3.27	3.03	3.07	
N28						3.13	3.27	
KS5							3.63	

^a Disease ratings were made on individual plants prior to tasseling on a scale of 1 to 4. 1. No apparent symptoms, 2. Top two or three leaves with mosaic mottling or discoloration, 3. Chlorosis in upper half of plant; slight dwarfing, 4. Chlorosis in most of plant; evident dwarfing.

Table 2. Analysis of variance for combining ability in corn hybrids with MDMV disease severity.

Source of variation	d.f.	M.S.	F
General combining ability	7	0.969	29.300 ^a
Specific combining ability	28	0.046	1.392
Error	70	0.033	

^a Significant at 1% level.

對해 抵抗性이 優性으로 나타나고 몇개의 主動遺傳子에 依해 支配되나 高度의 抵抗性을 爲해서는 微動遺傳子도 必要하며 GCA의 效果는 高度의 有意性이 있고 SCA보다 더 重要하다고 하였다. 本 結果는 Naidu等(16)이 옥수수 複合바이러스病에 對한 遺傳分析과 許等(7)이 옥수수 깨씨무늬病에서 報告한 것과도 一致되는 傾向이었다.

系統 및 組合別로 GCA와 SCA의 效果는 表3과 같다. GCA 效果에 있어서는 A632가 負의 方向으로 가장 높았고, KS15도 負의 效果를 나타냈으나 나머지 系統은 正의 效果를 나타내었으며 W64는 正의 方向으로 가장 높았다. SCA 效果에 있어서는 組合에 따라 正, 負의 效果는 效果가 달리 나타났으나 그 差는 매우 적었으며 A632와 KS5의 組合에서 가장 높은 負의 값을 나타내었다. 系統 및 組合別로 負의 方向으로 GCA와 SCA의 效果를 나타내는 系統이나 組合이 많이 있어 이들의 雜種組合에서 本 바이러스에 對한 抵抗性을 增大시킬 수 있을 것으로

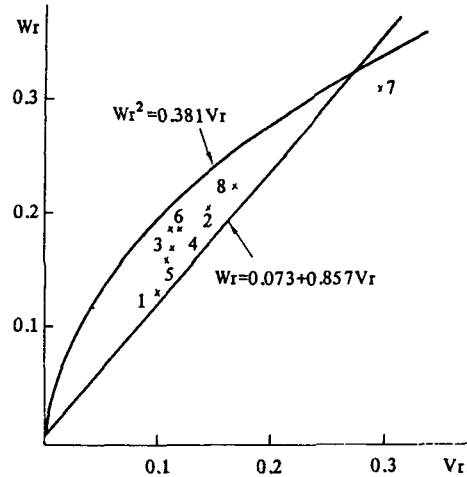


Fig. 1. Variance(V_r) and covariance(W_r) for disease ratings in corn infected with MDMV. 1: A632, 2: KS15, 3: KS7, 4: KS16, 5: A619, 6: N28, 7: KS5, 8: W64.

待되었다.

二面交配에 依한 遺傳分析은 다음의 假定 即 兩親이 Homo 이고, 各 遺傳子의 作用은 獨立의이며, 非對立遺傳子의 作用이 없고, 各 兩親사이에 遺傳子가 獨立의으로 分布하며, 相互交雜間에 差異가 없어야 한다는 前提下에 옥수수의 純粹한 自殖系統을 供試하여 Hayman(5, 6), Jinks(10)等의 分散分析法으로 分析하였다.

二面交配分析法에 依한 分散分析의 結果(表 4)는 遺傳子의 相加의 效果(a)에 있어서는 有意性이 認定되었으며, 優性效果에 있어서는 平均 優性偏差(b)에서만 有意性이 認定되어 앞의 結果와 一致하는 傾向이었다.

遺傳子의 分布狀態檢定을 爲하여 計算된 片親을 共通으로 하는 系列(Array)內의 分散(V_r)과 系列內의 F₁ 및 非共通親과의 共分散(W_r)과의 關係는 그림 1과 같다. Vr에 對한 Wr의 回歸係數가 0.857로서 1에 가까우며, 回歸直線이 原點위이긴 하나 原點을 近接하여 通過하고 있어 完全優性에 가깝다는 것을 알 수 있다. 各 系統別 遺傳子의 分布狀態는 KS5와 W64가 原點에서 멀리 分布하여 劣性遺傳子가 많이 存在하는 것으로 推定되며 나머지 系統들은 原點에 가까이 分布하여 優性遺傳子가 많이 存在하는 것으로 推定되고, 大體로 抵抗性系統에는 優性遺傳子가 罹病性系統에는 劣性遺傳子가 많이 存在하는 것으로 나타났는데 이러한 結果는 Naidu等(16)

Table 3. Estimates of general(gca) and specific(sca) combining ability effects in diallel crosses between eight inbreds of corn for resistance to MDMV

Inbred	Gca effect	Sca effect							
		A632	KS15	KS7	KS16	A619	N28	KS5	W64
A632	-0.71	0.19	-0.19	0.22	-0.02	0.14	0.03	-0.45	-0.11
KS15	-0.13		0.36	-0.23	0.10	0.12	-0.05	-0.26	-0.23
KS7	0.07			0.08	0.01	-0.27	-0.05	0.05	0.11
KS16	0.04				0.17	-0.31	0.05	-0.06	-0.12
A619	0.08					0.25	0.11	-0.10	-0.20
N28	0.19						0.06	-0.12	-0.11
KS5	0.16							0.32	0.28
W64	0.30								0.18

Table 4. Analysis of variance for disease ratings in corn infected with MDMV

Source of variation	d.f.	M.S.	F
a	7	2.907	29.300**
b ₁	1	1.269	12.787**
b ₂	7	0.056	0.561
b ₃	20	0.111	1.113
Replication	2	1.160	-
Error	70	0.099	-
Total	107	-	-

의 옥수수 복합바이러스병에 대한 遺傳分析結果와 같은 樣相이었다. A632와 KS15는 抵抗性에 關與하는 優性遺傳子를 많이 가진 것으로 나타났고 組合能力檢定에서도 GCA效果가 抵抗性이 높은 方向으로 나타나서 이들은 앞으로의 本 바이러스에 對한 抵抗性品種育成에 있어서 交配母本으로서의 利用價値가 높은 것으로 생각된다.

以上에서 本 바이러스에 對한 抵抗性은 서로 相加的으로 作用하는 多因子에 依해 支配되는 量的遺傳을 한다는 것을 알 수 있었으며, 交雜育種에서 A632 등의 量的抵抗性 材料를 交配母本으로 利用할 境遇 本 病에 對하여 抵抗性인 品種을 育成할 수 있을 것으로 期待되었다. 今後 옥수수栽培에 있어서 本 病의 防除을 위한 長期的인 眼目으로 볼 때 이미 言及한 바와 같이 傳染徑路가 多樣하고 化學的 防除가 어려운 등의 特殊性에 비추어 抵抗性 品種의 育成에 期待를 걸어야 할 것이며 아울러 多樣한 抵抗性 遺傳子源의 導入이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

參 考 文 獻

1. BANCROFT, J. B., ULLSTRUP, A. J., MESSI-

EHA, M., BRACKER, C. E., & SNAZELLE, T. E. (1966). Some biological and physical properties of a midwestern isolate of maize dwarf mosaic virus. *Phytopathology* 56: 474-478.

2. BENIWAL, S. P. S. & GUDAUSKAS, R. T. (1974). Maize dwarf mosaic virus increases susceptibility of sorghum and corn to *Helminthosporium maydis* race T. *Phytopathology* 64: 1197-1201.

3. DALMACIO, S. C. (1979). Breeding for disease resistance. *FFTC Extension Bulletin*, No. 129. 9pp.

4. GRIFFING, B. (1956). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci.* 9: 463-493.

5. HAYMAN, B. I. (1954). The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics* 39: 789-809.

6. HAYMAN, B. I. (1958). The theory and analysis of diallel crosses(II). *Genetics* 43: 63-85.

7. 許魯烈, 金達雄.(1983). 옥수수 깨씨무늬病 抵抗性의 遺傳에 關한 研究. 農試報告 25(土肥·作保·菌茸·農加): 34-41.

8. HILL, J. H., MARTINSON, C. A. & RUSSELL, W. A. (1974). Seed transmission of maize dwarf mosaic and wheat streak mosaic viruses in maize and response of inbred lines. *Crop Sci.* 14: 232-235.

9. 정봉조, 이순형, 이기운.(1977). 주요작물 바이

- 러스병의 분리동정에 관한 시험. 농기연 시험
년보 : 203-207.
10. JINKS, J. L. (1954). The analysis of heritable variation in a diallel cross of *Nicotiana rustica* varieties. *Genetics* 39: 767-788.
 11. JOSEPHSON, L. M. & NAIDU, B. (1971). Reaction in diallel crosses of corn inbreds (*Zea mays* L.) to maize dwarf mosaic virus. *Crop Sci.* 11: 664-667.
 12. KINGSLAND, G. C. (1980). Effect of maize dwarf mosaic virus infection on yield and stalk strength of corn in the field in South Carolina. *Plant Disease* 64: 271-273.
 13. LEE, S. H. (1981). Studies on virus diseases occurring in various crops in Korea. The Research Reports of O.R.D. 23(S.C.M.): 62-74.
 14. 이순형, 김정수, 류갑희. (1980). 주요작물 바이러스병의 분류 동정에 관한 시험. 농기연 시험
년보 : 196-202.
 15. MATHER, K. & JINKS, J. L. (1971). *Biometrical Genetics* (2nd Ed.), Cornell University Press, Ithaca, New York. 382 pp.
 16. NAIDU, B. & JOSEPHSON, L. M. (1976). Genetic analysis of resistance to the corn virus disease complex. *Crop Sci.* 16: 167-172.
 17. PANAYOTOU, P. C. (1980). Maize dwarf mosaic virus in Greece. *Plant Disease* 64: 803-804.
 18. PIRONE, T. P. (1972). Sugarcane mosaic virus. Descriptions of Plant Virus, No. 88. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, England. 4pp.
 19. ROSENKRANZ, E. & SCOTT, G. E. (1978). Effect of plant age at time of inoculated with maize dwarf mosaic virus on disease development and yield of corn. *Phytopathology* 68: 1688-1692.
 20. ROSENKRANZ, E. & SCOTT, G. E. (1980). Taxonomic distribution of native Mississippi grass species susceptible to maize dwarf mosaic and sugarcane mosaic viruses. *Phytopathology* 70: 1056-1061.
 21. SCHIEFELE, G. L. (1969). Effects of early and late inoculation of maize dwarf mosaic virus strains A and B on shelled grain yields of susceptible and resistant maize segregates of a three-way hybrid. *Plant Dis. Repr.* 53: 345-357.
 22. STEVENS, C. & GUDAUSKAS, R. T. (1982). Relation of maize dwarf mosaic virus infection to increased susceptibility of corn to *Helminthosporium maydis* race O. *Phytopathology* 72: 1500-1502.
 23. WILLIAMS, L. E. ALEXANDER, L. J. (1964). An unidentified virus isolated from corn southern Ohio. *Phytopathology* 54:912 (Abstr.)
 24. WILLIAMS, L. E. & ALEXANDER, L. J. (1965) Maize dwarf mosaic, a new corn disease. *Phytopathology* 55: 802-804.
 25. WILLIAMS, L. E., FINDLEY, W. R., DOLLINGER, E. J. & RITTER, R. M. (1968). Seed transmission studies of maize dwarf mosaic virus in corn. *Plant Dis. Repr.* 52: 863-864.