

기장 점무늬병균(*Bipolaris panici-miliacei*)의 형태적 특징과 종자전염

이 두 형*

서울시립대학교 환경원예학과

Morphological Characters and Seed Transmission of *Bipolaris panici-miliacei* Causing Leaf Spot of Common Millet

Du-Hyung Lee*

Department of Environmental Horticulture, Seoul City University, Seoul 130-743, Korea

ABSTRACT : *Bipolaris panici-miliacei*, *Cercospora fusimaculans*, *Fusarium moniliforme* and *Rhizoctonia solani* were pathogenic fungi detected from 5 seed samples of common millet (*Panicum miliaceum*). Morphological characters of *B. panici-miliacei* were as follows. Conidiophores were dark olivaceous brown, simple, cylindrical, geniculate, and septate. Conidia were fusoid, dark olivaceous brown, tapering gradually toward the ends, straight to slightly curved, 3-13 distoseptate, and $29.4-155.4 \times 10-26 \mu\text{m}$ in size with dark hilum included within the contour of the basal cell. Seed infection with *B. panici-miliacei* caused seed rotting, coleoptile spot, and seedling blight of common millet plants. According to the inoculation experiments, *B. panici-miliacei* showed strong virulence on the young seedlings of common millet, but very weak virulence on the young seedlings of rice (*Oryza sativa*) and foxtail millet (*Setaria italica*).

Key words : common millet, *Bipolaris panici-miliacei*, seed-borne fungi.

기장(*Panicum miliaceum* L.)은 화곡류로서 식용작물 중 잡곡류에 속하나 산간의 개간지 등에 재배되기 때문에 중요성은 낮다. 기장에 발생하는 병은 우리나라에서 4종이 보고(6)되어 있으나 관련 병원균의 특징이나 전염양식에 관한 보고는 없다. 기장 종자전염성 병원균에 관해서 조사하던 중 점무늬병균인 *Helminthosporium panici-miliacei*(6)의 발생량이 많은 것을 보고 형태적 특징에 따라 그동안 사용해오던 학명에 대하여 Shoemaker(13)와 Alcorn 등(1, 2)의 주장에 따라 재검토하였으며, 밝혀지지 않은 종자전염에 관한 조사결과를 정리하였다.

재료 및 방법

공시종자. 농촌진흥청 작물시험장에서 분양받은 5개 시료의 기장 종자를 공시하였다.

진균의 검출법. 종자는 시료별로 100개씩 공시하

였다. 3매의 습지가 깔려 있는 직경 9 cm의 plastic Petri 접시에 25개의 종자를 간격을 맞추어 놓은 다음 근자외선이 12시간 간격으로 비추는 20°C의 항온기에 두었다. 7일간의 배양 후 종자 위에서 자라고 있는 곰팡이를 실체현미경과 광학현미경으로 조사하였다.

종자 위에 형성된 점무늬병균의 특징조사. 종자 위에 형성된 점무늬병균에 대해서 실체현미경과 광학현미경으로 포자형성의 모습, 분생자경, 분생포자 등의 특징과 발아과정 등을 조사하고 Shoemaker(13)와 Alcorn(1, 2)에 의하여 밝혀진 특징을 참고로 해서 동정하였다.

점무늬병균의 유묘전반조사. 물한천시험관법(Test tube agar method)(7)에 따라 물한천이 20 ml씩 들어있는 25×150 mm의 시험관에 종자 1개씩 넣고 20-25°C의 실온에서 20-30일간 배양하면서 유묘의 발병상태를 조사하였다. 종자는 감염율이 높은 2개 시료를 선별하여 시료별로 100개씩 공시하였으며 2회 반복 시험하였다.

종자에서 검출된 점무늬병균의 병원성조사. 기장

*Corresponding author.

종자에서 검출된 점무늬병균을 상법으로 분리하고 PDA배지에서 근자의선이 12시간 간격으로 조사되는 25°C의 항온기에서 14일간 배양하여 분생포자를 수집하였다. 분생포자의 현탁액(10⁶/ml)을 만들어 접종원으로 사용하였다. 공시작물인 기장(수원 1호), 벼(청광) 및 조(진주조)의 종자를 베노람수화제로 소독후 포트에 심어 재배한 다음 20일 후에 무상처로 분무접종하였다. 접종 후 24~48시간 습실에 두었다가 25~30°C의 비닐하우스로 옮겨 발병상황을 조사하였다.

결과 및 고찰

기장에서 검출된 점무늬병균의 특징. 기장 종자 위에 형성된 점무늬병균을 실체현미경으로 보면 분생자경은 단독 또는 2~3개가 모여 있었는데 흑갈색으로 비교적 길고 가늘었으며 굴곡된 부위에 분생포자를 형성하였다. 한 개의 분생자경에 착생된 분생포자의 수는 2~9개이었으나 대체로 4~7개가 많았으며 착생거리는 비교적 길었고 착생위치는 분생자경의 끝과 굴곡부위로서 서로 어긋나 있었다. 광학현미경으로 관찰된 점무늬병균의 특징을 종합한 결과는 Table 1 및 Fig. 1~4와 같다. 분생자경은 크기가 70~250×7~11 μm이며 2~10개의 격막으로 되어 있고 분생포자의 착생수는 2~9개이었다. 단생 또는 2~3개가 모여 있고 어두운 올리브갈색이며 단순한 원통형으로서 굴곡이 완만하게 이루어져 있다. 분생포자는 긴 방추형으로서

중앙부위의 세포는 넓고 양쪽으로 좁아지면서 끝은 둥글다. 끝은 것도 있으나 약간 한쪽으로 완만하게 굽었으며 색깔은 짙은 녹색이다. 크기는 29.4~155.4×10~26 μm이며 3~13개의 이중격막(distoseptate)으로 되어 있다. 제점(hilum)은 흑색으로 뚜렷하며 기부세포의 윤곽 내에 형성되어 있다. 발아는 양극의 축쪽에서 흔히 이루어졌으나 한쪽의 축에서 되는 것도 있었으며 발아관이 제점을 뚫고 나오는 것이 특징적이었다. 이상의 결과는 Nisikado(11)가 보고한 *Helminthosporium panici-miliacei* Nisik.의 형태적 특징과 거의 일치하였다.

한편 1958년 이후 분생포자형성 기작에 근거하여 불완전균류의 분류학적 재검토가 시작되면서 화분과 식물의 *Helminthosporium*은 목재부생성인 *Helminthosporium*과는 다르다는 것이 밝혀졌다. 따라서 Shoemaker(13)는 *Drechslera*와 *Bipolaris*를 신설하고 *Bipolaris panici-miliacei*(Nisik.) Shoemaker로 변경 보고하게 되었으며, Subramanian & Jain(12), Ellis 등(4, 5)은 *Drechslera*만 받아들이고 *Drechslera panici-miliacei*(Nisik.) Subram. & Jain로 명명하였다. 그 후 *Helminthosporium*에서 나누어진 *Bipolaris*, *Drechslera* 및 *Exserohilum*의 특징이 세분화되면서(1, 2) 기장의 점무늬병균인 *Helminthosporium panici-miliacei*는 *Bipolaris panici-miliacei*로 쓰도록 결론지어졌다(14).

종자에서 검출된 진균의 종류. 기장종자 5개 시료에서 검출된 진균은 Table 2와 같다. 검출된 진균의 중

Table 1. Mycological characters of *Bipolaris panici-miliacei* isolated from the seeds of common millet (*Panicum miliaceum*)

Character	Author	Nisikado (11) ^a
Conidia		
Shape	Fusoid, straight to slightly curved	Fusoid, straight to slightly curved to one side
Color	Dark olivaceous brown	Dark brown
Size	29.4~155.4×10~26 μm	30.6~155.5×10.2~26.8 mm
Septum	3~13 distoseptate (average 7)	1~12 septate (average 7)
Hilum	Dark, included within the contour of the basal cell	Dark coloured, most included within the contour of the base of conidia
Germination	Commonly from one or both polar cells	From one or both polar cells
Germ tube direction	Semiaxial, close to hilum	^b
Conidiophore		
Shape	Simple, cylindrical, geniculate	Moderately geniculated at the points of scars
Color	Dark olivaceous brown	Dark olive green
Size	70~250×7~11 μm	75~255×7.7~10.2 mm
Septum	2~10 septate	2~10 septate
Node	Verruculose	Verruculose

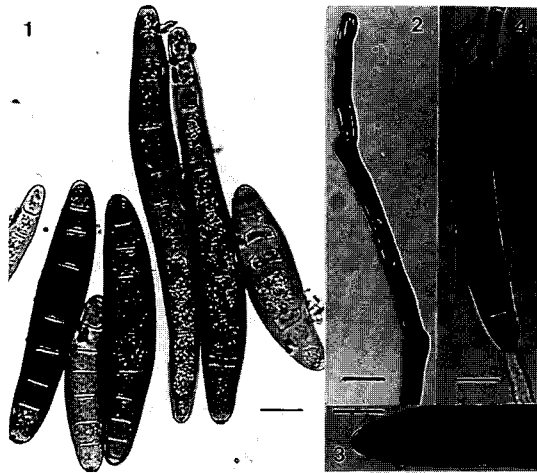
^a Reference No.

^b No data available.

류는 12종이었으며 검출범위가 넓은 것은 *Alternaria alternata*, *Bipolaris panici-miliacei*, *Cladosporium-cladosporioides*, *Curvularia lunata* 및 *Penicillium* sp. 등 5종이었고 병원균으로서는 *B. panici-miliacei*, *Cercospora fusimaculans*, *Fusarium moniliforme* 및 *Rhizoctonia solani* 등 4종이었는데, *B. panici-miliacei*를 제외하고는 검출율이 낮아서 보다 더 자세한 실험은 할 수 없었다. 본 실험결과 *B. panici-miliacei*의 검출율은 5개 시료중 3개 시료에서 비교적 높게 나타났으나 종자전

염에 관한 보고는 아직 없다(3, 4, 5, 11, 14).

점무늬병균의 유묘전반. 점무늬병균에 자연감염된 기장 종자를 물한천시험관법(7)으로 발아시켜 발아과정과 유묘에서의 발병상태를 조사한 결과는 Table 3과 같다. 병징발현의 특징은 첫째로 발아전에 종자가 병원균에 의해서 썩은 종자부패(seed rot)현상이 나타났으며, 이 경우 포장에서는 발아전 모잘록병으로 나타난다고 생각된다. 둘째로 발아되면서 초엽에 병무늬와 분생포자가 형성되고 말라죽기 때문에 발아전 또는 발아후 모마름병으로 나타날 수 있다고 생각된다. 셋째는 발아후 초엽에서 발병이 시작되어 유묘고사되는 병징으로서 심하면 모마름병으로 나타나기도 하고 포장병(field disease)으로 연결될 수 있는 기회를 제공하게 된다. 이와 같은 결과는 벼깨씨무늬병균(8)과 벼도열병균(9)의 양식과 비슷한 경로로 종자전염되는 것으로 생각된다.



Figs. 1-4. Characters of conidia (1), tip of conidiophore (2), hilum (3) and conidial germination (4) of *Bipolaris panici-miliacei*. Bars=15 μm.

Table 2. Percentage of seed-borne fungi recorded in five samples of common millet seed tested by the blotter test method

Fungi	Number of samples	% Incidence ^a	
		Range	Average
<i>Alternaria alternata</i>	5	10~40	25
<i>Bipolaris panici-miliacei</i>	3	15~56	31
<i>Cercospora fusimaculans</i>	1	1	1
<i>Chaetomium bostrychodes</i>	2	2~5	4
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	5	5~15	10
<i>Curvularia lunata</i>	5	5~16	10
<i>Epicoccum</i> sp.	3	2~4	3
<i>Fusarium moniliforme</i>	3	1~5	3
<i>F. semitectum</i>	2	1~3	2
<i>Phoma</i> sp.	1	1	1
<i>Penicillium</i> sp.	5	6~27	17
<i>Rhizoctonia solani</i>	1	1	1

^a Percentage based on 100 seeds was tested for each seed sample.

점무늬병균의 병원성. 기장(수원 1호), 조(진주조) 및 벼(청광)의 20일된 모에 *B. panici-miliacei*의 포자 현탁액을 무상처로 분무접종하여 발병상황을 조사한 결과는 Table 4 및 Figs. 5~7과 같다. 기장의 병징은 처음 개개의 점무늬(방추형)로 나타났으나 나중에 서로 합쳐지면서 잎전체가 잎마름으로 진전되고 고사되어 90% 이상의 식물체가 말라죽었다. 벼와 조는 접종된 식물체의 일부에서 점무늬증상이 나타나고 나중에 잎끝마름을 일으키는 것도 있었다. Nisikado(11)에 의

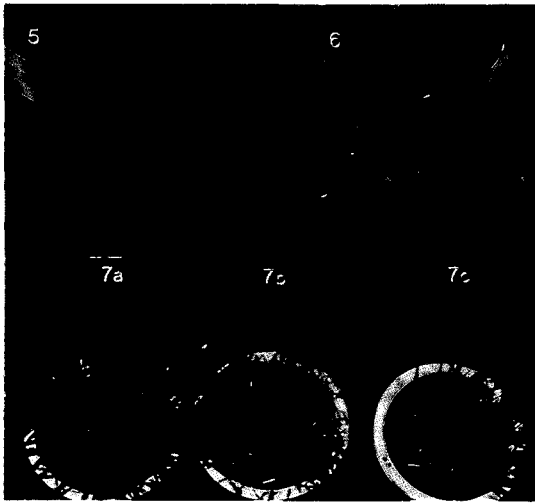
Table 3. Characteristics of common millet seedlings grown from seeds naturally infested with *Bipolaris panici-miliacei* on water agar medium

Seed sample	No. seeds tested	Germination (%)	Seed rot (%)	Coleptile infection (%)	Seedling blight (%)
Suwon No. 1	100	70	17	13	26
Suwon No. 9	100	85	10	5	7

Table 4. Pathogenicity of *Bipolaris panici-miliacei* isolated from naturally infected seeds of common millet on several graminaceous plants

Crops tested	Pathogenicity on seedlings ^a
Common millet (<i>Panicum miliaceum</i>)	++++
Rice (<i>Oryza sativa</i>)	+
Foxtail millet (<i>Setaria italica</i>)	+

^a Average infection rate based on 50 plants from each treatment with 3 replicates for each. Symbols ++++ and + indicate severe and mild virulence, respectively.



Figs. 5~7. Symptoms of leaf spot (5) and leaf blight on leaves of common millet (6) caused by *Bipolaris panici-miliacei* and symptoms appeared on leaves of foxtail millet (7a), common millet (7b) and rice (7c).

하면 기장의 병징은 주로 8~9월 이후에 심하게 나타나며 처음에는 잎에 1 mm 정도의 점무늬가 나타나고 나중에는 긴 타원형 또는 긴 방추형으로 된다고 한다. 기장 이외에 조에도 병원성이 있다(14).

요 약

기장 종자 5개 시료에서 병원성 진균으로서 *Bipolaris panici-miliacei*, *Cercospora fusimaculans*, *Fusarium moniliforme* 및 *Rhizoctonia solani* 등이 검출되었다. *Bipolaris panici-miliacei*의 형태적 특징은 다음과 같다. 분생자경은 어두운 녹색이고 단순하며 원통형으로서 굵고 격막이 있다. 분생포자는 긴 방추형이며 어두운 녹색이므로 양끝으로 점차 좁혀져 있고 곧거나 약간 굽었으며 3~13개의 두꺼운 격막을 가지고 크기는 $29.4\sim155.4\times10\sim26\mu\text{m}$ 이며 기부세포의 벽안에 흑색체점이 있다. *B. panici-miliacei*의 종자감염은 기장의 종자부패, 초엽 점무늬 및 모마름을 일으켰다. 접종시험결과 *B. panici-miliacei*는 기장의 어린 모

에 대해서 강한 병원성을 나타냈으나 벼와 조에 대해서는 아주 약한 병원성을 나타냈다.

참고문헌

1. Alcorn, J. L. 1983. Generic concepts in *Drechslera*, *Bipolaris* and *Exserohilum*. *Mycotaxon* 17 : 1-86.
2. Alcorn, J. L. 1988. The taxonomy of "*Helminthosporium*" species. *Ann. Rev. Phytopathol.* 26 : 37-56.
3. Chidambaram, P., Mathur, S. B. and Neergaard, P. 1973. Identification of seed-borne *Drechslera* species. *Friesia* 10 : 165-207.
4. Ellis, M. B. 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute, Kew.
5. Ellis, M. B. 1976. *More Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute, Kew.
6. 한국식물보호학회. 1986. 한국식물병·해충, 잡초명감. 8-9쪽
7. Khare, M. N., Mathur, S. B. and Neergaard, P. 1977. A seedling symptom test for detection of *Septoria nodorum* in wheat seed. *Seed Sci. & Technol.* 5 : 613-617.
8. 이두형. 1979. 도열병의 종자전염과 비유기수는 종자소독제 개발에 관한 연구. 서울시립대 논문집 13 : 83-100.
9. Lee, C. U. 1979. Detecting seed-borne fungi of rice and transmission of *Pyricularia oryzae* and *Helminthosporium oryzae* in germination seed. Ph.D. Thesis of Seoul National University. 57pp.
10. 日本植物病理學會. 1990. 日本有用植物病名目録 第1卷, 第3版. 56-57面
11. Nisikado, Y. 1928. Studies on *Helminthosporium* disease of gramineae in Japan. *Spec. Rep. Ohara Inst. Agric. Res.* 4 : 1-384. (in Japanese, English summary).
12. Subramanian, C. V. and Jain, B. L. 1966. A revision of some graminicolous *Helminthosporia*. *Curr. Sci.* 35 : 352-355.
13. Shoemaker, R. A. 1959. Nomenclature of *Drechslera* and *Bipolaris*, grass parasites segregated from *Helminthosporium*. *Can. J. Bot.* 37 : 879-887.
14. Sivanesan, A. 1987. Graminicolous species of *Bipolaris*, *Curvularia*, *Drechslera*, *Exserohilum* and their teleomorphs. CAB International Mycol. Institute. *Mycol. Papers* No. 158. 261pp.

(Received 18 Feb. 1997)