

Fusarium 속 균종들의 염색체수

민병례

상명여자대학교 자연과학대학 생물학과

Chromosome Number in Several Species of the Genus *Fusarium*

Min, Byung-Re

Department of Biology, College of Natural Sciences, Sang Myung Women's University, Seoul 110-743, Korea

ABSTRACT: The chromosome of *Fusarium* species during the vegetative nuclear divisions in hyphae were observed by use of HCl-Giemsa technique on light microscope. The haploid chromosome number of *Fusarium anthophilum* 7472 was $n=7$, $n=6$ in *F. anthophilum* 7481 and $n=6$ in *F. oxysporum* 7500. The haploid chromosome number was 7 in *F. napiforme* 6129 and *F. napiforme* 6144. Those of *F. caucasicum* ATCC 18791 and *F. aquaeductuum* ATCC 15612 were $n=5$. *F. coeruleum* ATCC 20088 was $n=6$, $n=8$ in *F. camptoceras* ATCC 16065 and $n=7$ in *F. sambucinum* NRRL 13451. From these results and previous papers, it may be concluded that the basic haploid chromosome number of the genus *Fusarium* is $n=4$.

KEY WORDS □genus *Fusarium*, haploid chromosome number, HCl-Giemsa technique, light microscope, basic chromosome number.

Fusarium 속은 식물의 가장 큰 병원균의 하나일 뿐만이 아니라 동물, 사람에게 이르기까지 피해를 주는 균류로 알려져 있고, 최근에는 산업미생물·생물공학 등에 많이 응용되고 있는 균류의 하나이다. 그러나 이 균류에 대한 연구는 과거 주로 식물 병리학에서 다루어져 왔고, 아직 분류체계도 확실하지 않을 만큼 다른 분야에서는 연구가 거의 되어있지 않다.

본인은 *Fusarium* 속에 속하는 16종 53균주에 대하여 염색체수를 관찰하여 보고한 바 있고 (Min, 1986; 1988; 1989b; 1990), 다시 몇종을 추가하여 발표하고자 한다.

F. caucasicum ATCC 18791, *F. coeruleum* ATCC 20088, *F. camptoceras* ATCC 16065, *F. aquaeductuum* ATCC 15612, NRRL로 부터 분양받은 *F. sambucinum* NRRL 13451의 8종 10균주를 대상으로 하였다.

균주의 배양, 균사내에서 일어나고 있는 핵분열상을 관찰하기 위한 염색방법, 광학현미경을 통한 관찰방법 및 사진 촬영등은 앞에서의 논문 (Min, 1982)과 동일한 방법을 사용하였다.

결과 및 고찰

Fusarium 속에 속하는 균주중 8종 10균주에 대한 결과는 Table 1과 같다. *Fusarium anthophilum* 7472와 *F. anthophilum* 7481에서 관찰된 염색체수는 각각 $n=7$ 개와 $n=8$ 개였다. (Table 1, Plate) *F. anthophilum* 의 형태학적인 보고는 여러 학자들에 의하여 보고되어 있으나 세포학적 보고는 아직 없는 것이다. 그러나 동일한 Section Liseola에 속하는 다른 균주와 비교하여 보면 *F. moniliforme*는 균주에 따라 $n=4-8$ 개, *F. Subglutinans*는 $n=7-8$ (Min, 1990),

재료 및 방법

실험 재료로는 Australia, Sydney 대학의 Burgess 교수로부터 분양받은 *F. anthophilum* 7472와 *F. anthophilum* 7481, *F. oxysporum* 7500, *F. napiforme* 6129와 *F. napiforme* 6144, ATCC로 부터 분양받은

*본 연구는 1989-1991년도 한국 과학 재단의 연구비에 의하여 수행된 일부임.

F. proliferatum 에서도 $n=5-6$ 개(Min, 1989)인 것 등을 참고로 할 때 *F. anthropilum*도 동일한 범주의 4-8개에 속하며 *F. proliferatum* 과 *F. subglutinans*와의 중간수치를 나타내고 있었다. Section Liseol내에서의 중간 유연관계는 좀더 다른 방법으로 연구 추정함이 필요하다고 사료되었다.

F. oxysporum 7500은 $n=6$ 개를 관찰할 수가 있었다. (Table 1, Plate). *F. oxysporum*은 Section Elegans로서 *Fusarium* 속 중에서 경제적으로 가장 중요한 종 중의 하나이고, 100 이상의 formae speciales와 race가 있을 정도로 변이가 심한 종으로 알려져 있다. (Gerlach and Nirenberg, 1982). 이들에 대한 염색체의 수에 대한 보고에도 학자들 간에 차이가 있다.(Min, 1988; 1989a), Howson등 (1963)과 Aist (1969), Naiki(1986) 등은 *F. oxysporum*은 $n=4$ 개로 보고하였고, Punithaligan (1975)과 Booth(1977)는 $n=12$ 개로 보고한 바 있었다. 본인의 연구로는 기생숙주가 각각 다른 균주와 서로 다른 토양에서 분리동정한 균주들 사이에 차이가 있었으며, $n=4-8$ 개 범위에 있었음을 보고한 바 있었다.(Min, 1988; 1989a). *F. oxysporum*은 배양중에도 돌연변이가 일어나며(Nelson et al., 1983), parasexual process가 일어나는 종으로 보고되어 있고 (Caten, 1981)), 특히 Buxton (1956)은 *F. oxysporum*의 unrelated strains 사이에 somatic diploids가 형성됨을 보고한 바 있었다. 이상의 보고 등을 참고로 할때, 동일종 내에서도 염색체수의 변이가 일어날 수 있으며, 이 종의 기본 염색체수는 $n=4$ 개로 추정된 바 있는 종이다(Min, 1989a).

F. napiforme 6129와 *F. napiforme* 6144는 두 균주 모두에서 $n=7$ 개로 관찰되었다.(Table 1, Plate). *F. napiforme*는 1987년(Marasas et al., 1987)에 신종으로 보고되었으며 분류상 Section Liseola와 Section Elegans의 중간종으로 취급하는 종이다(Nelson et al., 1990). 역시 신종으로 발표된 *F. nygamai*(Burgess and Trimboli, 1986)는 PDA배지상에서 배양할때 배양상의 특징, microconidial states, chlamydospore 형성등이 *F. napiforme*와 유사하지만 *napiforme* microconidia spore를 형성하는 점이 다른 것으로 보고되어있다. (Nelson et al., 1990). 이와 같이 매우 유사한 2 신종에서 염색체의 수를 비교할 때 *F. nygamai*는 $n=5-7$ (Min, 1990), *F. napiforme*는 $n=7$ 개로 유사함을 알 수 있었다. 또한 *F. napiforme*는 Section Liseola의 대표종인 *F. moniliforme*와 형태적으로 유사하지만, 일반적으로 *Fusarium*종을 동정 분류하는데 필요한 배양시간 보다 좀더 오랜 기간 주의 깊게 배양하여야만 구별할 수 있다는 점을 고려할 때, *F. napiforme*는 *F. moniliforme*에서 변이가 일어난 것으로 추정되나 앞으로 좀더 여러분야에서 연구가 있어야 할 것으로 사료되었다.

실험균주 *F. caucasicum* ATCC 18791의 염색체수는 $n=5$ 개였다. (Table 1, Plate). 또한 동일한 Section

Table 1. Chromosome numbers in several species of the genus *Fusarium*

Strains	Chromosome number (n)
<i>F. anthropilum</i> 7472	7
<i>F. anthropilum</i> 7481	6
<i>F. oxysporum</i> 7500	6
<i>F. napiforme</i> 6129	7
<i>F. napiforme</i> 6144	7
<i>F. caucasicum</i> ATCC 18791	5
<i>F. coeruleum</i> ATCC 20088	6
<i>F. camptoceras</i> ATCC 16065	8
<i>F. aquaeductuum</i> ATCC 15612	5
<i>F. sambucinum</i> NRRL 13451	7

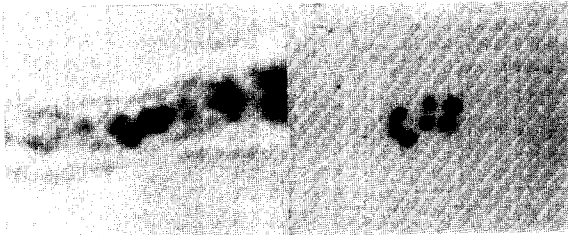
Martiella에 속하는 *F. coeruleum* ATCC 20088에서 관찰된 염색체수는 $n=6$ 개였다. (Table 1, Plate). *F. caucasicum*은 식물의 갑작스러운 wilting과 고사를 일으키는 종으로 알려져있고 (Booth, 1971), *F. coeruleum*과 synonymous한 종으로 생각하며 분류학적인 위치가 불분명한 종으로 (Gerlach and Nirenberg, 1982) 보고되어있다. 따라서 이 두종 사이의 정확한 차이점은 좀더 다른 방법으로 규명되어야 할 종으로 사료되었다.

F. camptoceras ATCC 16065의 염색체수는 $n=8$ 개로 관찰되었다. (Table 1, Plate). *F. camptoceras*는 흔한 종은 아니며 아열대와 열대지방에만 제한되어 분포되어 있으며 식물병원균으로 중요한 균은 아닌 것으로 보고되어 있으나 (Gerlach and Nirenberg, 1982) 세포학적인 보고는 아직 없었던 종이다.

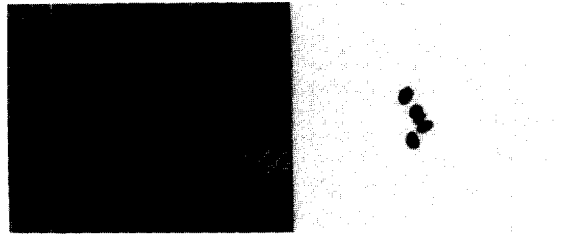
F. aquaeductuum ATCC 15612의 염색체수는 $n=5$ 개를 관찰할 수 있었다.(Table 1, Plate). *F. aquaeductuum*에 대한 세포학적인 보고는 아직 없으며 동일 Section인 Eupionnotes에 속한 다른 균주들에 대한 보고도 아직 없는 종이다.

F. sambucinum NRRL 13451의 염색체수는 $n=7$ 개로 관찰되었다(Table 1, Plate). *F. sambucinum*의 perfect states는 *Gibberella pulicaris*이며 perfect states를 재료로 하였을 때 반수체의 염색체수는 4개로 보고된바 있다. (Gordon, 1953; El-Ani, 1956; Howson et al., 1963). 또한 *Fusarium*속 중에서 perfect state로 *Gibberella*에 속하는 종들은 유사한 karyotype을 가지고 있으며 염색체수가 일정하고, 이와 같이 유사한 karyotype은 sexual behavior와는 무관한 것으로 보았다(Howson et al., 1963). 이상과 같은 다른 학자들의 보고를 참조로 할 때 imperfect state인 *F. sambucinum*에서는 diploidy가 일어난 것이 아닌가 추정하였다.

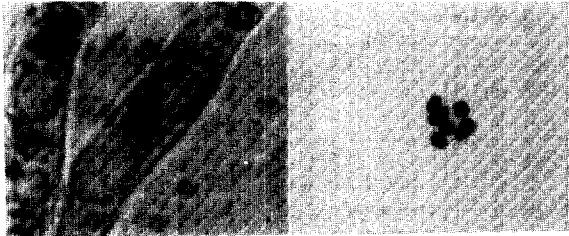
이상과 같이 본 실험에서 관찰한 8종 10균주의 염색체수는 5-8개 사이에 있으며 5개인 것이 2균주, 6개인 것이 3균주, 7개인 것이 4균주, 8개인 것이 1



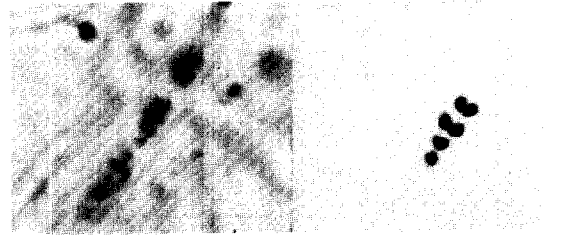
F. anthophilum 7472



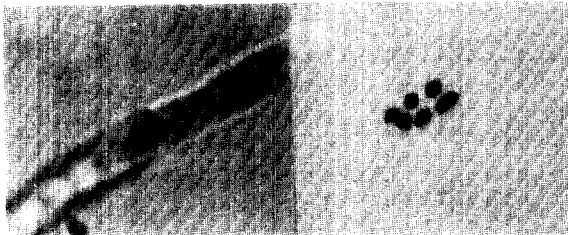
F. caucasicum ATCC 18791



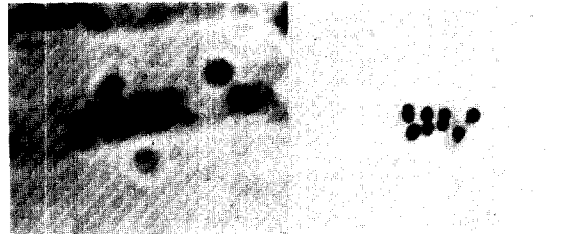
F. anthophilum 7481



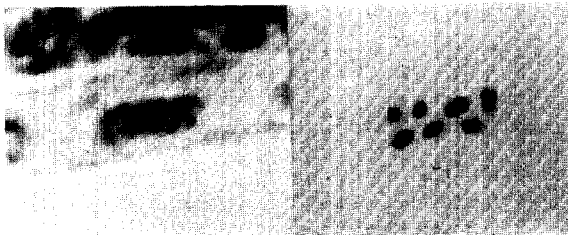
F. coeruleum ATCC 20088



F. oxysporum 7500



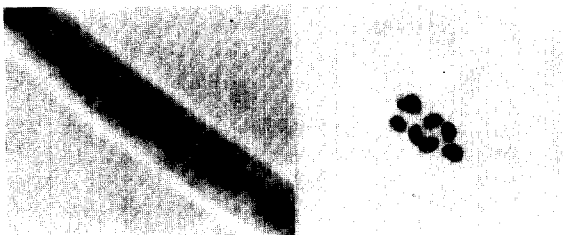
F. camptoceras ATCC 16065



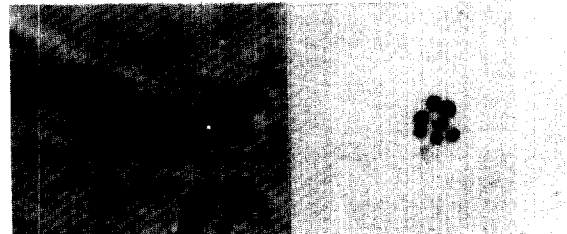
F. napiforme 6129



F. aqueductuum ATCC 15612



F. napiforme 6144



F. sambucinum NRRL 13451

Plate

1. *Fusarium anthophilum* 7472
2. *F. anthophilum* 7481
3. *F. oxysporum* 7500
4. *F. napiforme* 6129
5. *F. napiforme* 6144

6. *F. caucasicum* ATCC 18791
7. *F. coeruleum* ATCC 20088
8. *F. camptoceras* ATCC 16065
9. *F. aqueductuum* ATCC 15612
10. *F. sambucinum* NRRL 13451

균주 이었다. 그러나 앞서 이미 보고한 *Fusarium*속의 다른 여러 균주들에 대한 보고들을 종합하여 볼 때 *Fusarium*속의 염색체는 종에 따라 다르지만 $n=4-8$ 개 사이에 있으며 이는 Brayford(1989)의 보고와 일치하고 있었다. 일반적으로 종형성 과정에서 polyploidy와 aneuploidy가 일반적인 것으로 보고되어 있고 (Sansome, 1987), 특히 *Fusarium*속에서도 physiological specialization이 생기는 경우 (Booth, 1971a), cultural variability와 pathogenic variability를 나타내는 종(Sidhu, 1982). 기생숙주에 따라 하나의 morphospecies에서 생식적으로 격리된 sub-group이 생기고 후에 이들이 varieties로 되는 경우

(Kuhlmann, 1982), unrelated strains 사이에 somatic diploids가 형성되는(Buxton, 1956)등의 여러 기작을 통하여 염색체수에 변이가 일어났을 것으로 추정된다. 따라서 *Fusarium*속의 기본 염색체수는 반수체의 염색체수가 4개로 추정되었다. 이들 종간 유연관계 또는 Section간의 유연관계 및 phylogeny는 좀더 많은 종에 대한 염색체수의 연구와 더불어 isoenzyme pattern, nuclear DNA genetic relatedness, serological 혹은 immuno-electrophoretic method, vegetative incompatibility 등의 좀더 다양한 방법들의 연구가 필요하다고 사료되었다.

적 요

Fusarium 속에 속하는 8종 10균주의 균사에서 영양핵의 핵분열을 관찰하고 염색체수를 세었다. *F. anthophilum* 7472와 *F. anthophilum* 7481는 각각 $n=7$ 개와 $n=6$ 개였다. *F. oxysporum* 7500은 $n=6$ 개였고 신종인 *F. napiforme* 6129와 *F. napiforme* 6144 에서는 그 균주가 모두 7개였다. *F. causicum* ATCC 18791는 $n=5$ 개였고 동일한 Section에 속하는 *F. coeruleum* ATCC 20088은 $n=6$ 개였다. *F. camptoceras* ATCC 16065의 염색체수는 $n=8$ 개였다. *F. aquaeductum* ATCC 15612는 $n=5$ 개였고 *F. sambucinum* NRRL 13451의 염색체수는 $n=7$ 개로 본 실험에서 재료로 한 균주들에서는 반수체의 염색체수가 5-8개 사이에 있었다. 그러나 다른 균주들에 대한 보고들을 종합하여 고찰할때 *Fusarium*속의 기본염색체수는 반수체가 4개인 것으로 추정되었다.

참고문헌

1. Aist, J.R., 1969. The mitotic apparatus in fungi: *Ceratocystis fagacerarum* and *Fusarium oxysporum*. *J. Cell. Biol.*, **40**, 120-135.
2. Booth, C., 1971. The genus *Fusarium*. *Common. Mycol. Inst. Kew.* p. 126.
3. Booth, C., 1977. *Fusarium*. Laboratory guide to the identification of the major species. *Common. Mycol. Inst. Kew.*, p. 58.
4. Brayford, D., 1989. Progress in the study of *Fusarium* and some related genera. *J. Appli. Bact. Symposium supplement*, 47s-60s.
5. Burgess, L.W. and D. Trimboli, 1986. Characterization and distribution of *Fusarium nygamai*, sp. nov. *Mycologia*, **78**, 223-229.
6. Buxton, E.W., 1956. Heterokaryosis and parasexual recombination in pathogenic strains of *Fusarium oxysporum*. *J. Gen. Microbiol.*, **15**, 133-139.
7. Caten, C.E., 1981. Parasexual processes in fungi. In: *The Fungal Nucleus*. British Mycological Society. p. 191-124.
8. El-Ani, S.A., 1956. Cytogenetics of sex in *Gibberella cyanogena*. *Science*, **123**, 850.
9. Ellis, J.J., 1988. Section *Liseola* of *Fusarium*. *Mycologia*, **80**, 255-258.
10. Gerlach, W. and Nirenberg, H., 1982. The genus *Fusarium*: A Pictorial Atlas. Paul Paey, Berlin.
11. Gordon, W.L., 1953. The occurrence of *Fusarium* species in Canada. II. Prevalence and taxonomy of *Fusarium* species in cereal seed. *Can. J. Bot.*, **30**, 209-251.
12. Howson, W.T., McGinnis, R.G., and Gordon, W.L., 1963. Cytological studies on the perfect stages of some species of *Fusarium*. *Can. J. Gen. Cytol.*, **5**, 60-64.
13. Kuhlmann, E.G., 1982. Varieties of *Gibberella fujikuro* with anamorphs in *Fusarium* section *Liseola*. *Mycologia*, **74**, 759-768.
14. Marasas, W.F.O., C.J. Rabie, A. Lubben, P.E. Nelson, and T.A. Toussoun, 1987. *Fusarium napiforme*, a new species from millet and sorghum in Southern Africa. *Mycologica* **79**, 910-914.
15. Min, B.R., T.J. Lee and Y.K. Choi, 1982. Chromosomal studies on the genus of *Rhizopus*. I. Chromosomal studies on 7 species of the genus *Rhizopus*. *Kor. J. Microbiol.*, **20**, 134-146.
16. Min, B.R., 1986. Chromosomal studies on the genus *Fusarium* (I). *Kor. J. Mycol.*, **14**, 253-256.
17. Min, B.R., 1988. Chromosomal studies on the varieties and formae speciales of *Fusarium oxysporum* (I). *Kor. J. Mycol.*, **16**, 157-161.
18. Min, B.R., 1989a. Chromosomal studies of *Fusarium oxysporum* and its formae speciales(II). *Kor. J. Mycol.*, **17**, 76-81.
19. Min, B.R., 1989b. Chromosomal studies on the genus *Fusarium*. *Kor. J. Microbiol.*, **27**, 342-347.
20. Min, B.R., 1990. Chromosomal study on the genus *Fusarium*. *Kor. J. Mycol.*, **18**, 128-133.
21. Naiki, T., 1986. Quantitative comparison of nuclear DNA content among formae speciales of *Fusarium oxysporum* and *Fusarium solani*. *Research Bulletin of the Faculty of Agriculture Gifu University*, **51**, 29-33.

22. Nelson, P.E., T.A. Toussoun, and W.F.O. Marasas, 1983. *Fusarium* Species. The Pennsylvania State Univ. Press.
23. Nelson, P.E., T.A. Toussoun and L.W. Burgess, 1987. Characterization of *Fusarium beomiforme* sp. nov. *Mycologia*, **79**, 884-889.
24. Nelson, P.E., W. Burgess, and B.A. Summerell, 1990. Some morphological and physiological characters of *Fusarium* species in section *Liseola* and *Elegans* and similar species. *Mycologia* **82**, 99-106.
25. Punithalingan, E., 1975. Cytology of some *Fusarium* species. *Nova Hedwigia* **26**, 275-304.
26. Rogers, J.D., 1965a. The conidial stage of *Contichaeta ligniaria*: Morphology and Cytology *Mycol.*, **57**, 368-378.
27. Sansome, E., 1987. Fungal chromosome observed with the light microscope. In: *Evolution Biology of the Fungi*. Cambridge Univ. Press. p. 97-113.
28. Sidhu, G.S., 1982. Genetics of *Gibberella fujikuroi*. I. Inheritance of certain cultural traits. *Can. J. Genet. Cytol.*, **25**, 93-96..

(Received March 17, 1991)

(Accepted March 22, 1991)