

土壤條件에 따른 數種 真菌孢子的 發芽

沈在郁·李敏雄

東國大學校 農科大學 農業生物學科

Germination of Some Fungal Spores under Different Soil Conditions

Jae-Ouk Shim and Min-Woong Lee

Department of Agrobiolgy, College of Agriculture, Dongguk University, Seoul 100-715, Korea

ABSTRACT: To investigate germination characteristics of soils on *Fusarium* species under different soil conditions, this study was carried out to test spore germination of 4 *Fusarium* species. Among 102 soil samples, spore germinations of *Fusarium solani* f. sp. *pisi*, *F. oxysporum* f. sp. *cucumerium*, *F. oxysporum* f. sp. *raphani* and *F. coccophilum* were under 50% in 98, 85, 82 and 83 soil samples, respectively. The highest spore germination of *F. solani* f. sp. *pisi*, *F. oxysporum* f. sp. *cucumerium* and *F. coccophilum* was obtained in 21 soil samples of pH 5.1-6.0, whereas *F. oxysporum* f. sp. *raphani* was in 33 soil samples of pH 4.1-5.0. The highest spore germination of *F. solani* f. sp. *pisi*, *F. coccophilum* and *F. oxysporum* f. sp. *cucumerium* was obtained in 4 soil samples holding soil moisture content of 41-60%, while *F. oxysporum* f. sp. *raphani* was in 22 soil samples of 21-30%. *F. oxysporum* f. sp. *raphani* only showed a direct correlation($r=0.29$) between spore germination and soil moisture content. On the basis of each spore germination in cultivated and non-cultivated soils, there was significant difference($p=0.01$) in 4 *Fusarium* species. *F. solani* f. sp. *pisi* only indicated significant difference($p=0.01$) between two contrasting-soils, cultivated and non-cultivated soils. The numbers of microbial population were higher in soils suppressive to spore germination than soils conducive to spore germination.

KEYWORDS: *Fusarium solani* f. sp. *pisi*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerium*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*, *Fusarium coccophilum*, Germination characteristics.

土壤에 있어서 病原菌의 活動과 發病에 영향을 주는 요인은 토양의 산도, 질소, 미량원소의 함량 등의 化學性과 物理的 性質, 生物學的 作用이 있다(吳 등, 1984; 鄭 등, 1984; Ko 등, 1985). 그러나 토양의 종류나 성질에 따라서 土壤病의 발생이 심한 土壤과 경미한 土壤이 있다고 하며 土壤病의 발생이 문제되지 않는 곳에서는 病原菌이 그 土壤에 정착할 수 없고 정착하여 발병하여도 그 病은 발생속도가 줄어드는데 이 土壤을 病原菌에 대한 發病 抑制土壤이라고 한다(Ko 등, 1983; 古屋 등, 1979; 鄭 등, 1984). 근래에 *Pythium splendens*의 孢子發芽와 *Rhizoctonia solani*의 菌絲生長을 각각 억제시키는 土壤의 선발을 위해서 몇가지 실험이 시도되었는데(Ko 등, 1983; Kao 등, 1983; Ko 등, 1985), Ko 등(1985)은 하와이의 森林土壤에서 고추疫病菌

(*Phytophthora capsici*)의 遊走子 發芽를 억제하는 土壤을 선발하였고 Ko 등(1983)과 Kobayashi 등(1985)은 채집된 土壤 위에서 *Pythium splendens*의 孢子發芽를 誘發土壤과 비교했을 때 50% 미만의 발아상태를 보이면 病原菌에 대한 抑制土壤이라고 하였다. 특히 Kobayashi 등(1985)은 土壤 pH와 *Rhizoctonia solani*의 菌絲生長 사이에는 고도의 相關關係가 있음을 밝혔으며 또한 Kao 등(1986)도 하와이에서 채집된 土壤의 33%가 *Pythium splendens*에 抑制土壤인데 이러한 土壤에서 土壤pH와 病原菌의 孢子發芽 사이에 相關關係가 성립하며 *Pythium splendens*에 억제성을 띄는 원인은 土壤內에 Ca 성분과 土壤微生物의 높은 分布에 의한 것 같다고 하였으며 또한 차과 趙(1985)는 抑制土壤의 원인은 土壤微生物의 拮抗作用에 있다고 하였다.

본 연구는 京畿道 内の 12개 地域에서 채집된 土壤을 대상으로 土壤pH, 土壤水分의 含量, 農作物의 耕作 등 토양의 상태에 따라서 토양에서 *Fusarium*의 포자 발아상태를 조사하고 孢子發芽率를 기준으로 선발된 誘發土壤과 抑制土壤에 있는 土壤微生物의 分布를 조사하기 위하여 실시되었다.

材料 및 方法

土壤의 採取

토양채집은 1986년 5월부터 1987년 4월까지 서울을 중심으로 京畿道の 12개 地域에서 102개 토양을 採取하였다. 토양은 농작물의 재배, 토양색의 차이 등을 고려하여 採取하였다. 먼저 土壤採集 대상지의 표면을 깨끗이 치우고 지름 2m 정도의 범위안에서 5개 지점을 임의로 선정하여 지표면으로부터 깊이 10cm까지의 토양을 採取한 다음 골고루 혼합하여 採集된 3kg 정도의 土壤을 材料로 하였다(Ko 등, 1983). 이것을 2mm 메쉬의 체로 쳐서 통과시킨 후 플라스틱 토양병에 보존하였는데 보존된 병의 뚜껑을 약간 느슨하게 닫아놓아 토양의 혼합으로 土壤微生物이 이용할 수 있는 영양분을 배출시킨 후 24°C에서 1개월이 지난다음 실험에 사용하였다(Ko 등, 1983; Kobayashi 등, 1985).

土壤 pH 및 土壤水分含量的 測定

토양 pH와 토양수분함량의 측정은 農村振興廳 農業技術研究所에서 行하는 방법(農振廳, 1985)으로 하였다. 토양pH의 측정은 토양과 물을 1:5로 잘 섞은 후 硝子電極에 의한 pH측정기로 측정하였으며 토양의 수분함량측정은 水分定量法으로 하였는데 토양을 2mm 메쉬의 체로 쳐서 되어진 토양 20g에 물을 가하여 100%의 포화습도를 만든 후 그 토양의 무게를 측정하였고 다시 그 토양을 hot plate 위에서 100°C로 10분 동안 완전히 건조시킨다음 그 건조 토양의 무게를 측정하여 그 減量을 건조토양에 대한 백분율로 하였다. 측정된 토양pH와 토양수분함량을 임의로 4개의 토양pH범위와 5개의 토양수분함량 범위로 구분한 다음 *Fusarium*孢子發芽를 위한 실험에 적용하였다.

供試菌株의 培養

실험에 사용된 菌株는 *Fusarium solani* f. sp. *pisi*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerium*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*, *Fusarium coccophilum*으로 하였고 李 등(1982)의 방법을 참고하여 菌株가 배양중인 P. D. A. 사면배지에 멸균 냉각류유수

(5°C)를 넣고 菌叢표면을 부드럽게 긁어서 孢子를 가제로 여과시킨 후 2500 rpm의 원심분리기에 3회 원심분리를 한 다음 V-8 tomato juice 용액과 포자를 혼합하여 실험에 사용하였다.

土壤의 接種처리

토양의 靜菌現象을 예방하고 토양에서 *Fusarium* 孢子의 고른 發芽를 촉진시키기 위해 여과된 V-8 tomato juice 용액에 0.1% CaCO₃를 첨가하여 진공 펌프로 다시 여과를 시킨후 1N KOH를 사용하여 용액을 pH 6.0으로 조정하였다(Kao 등, 1983; Ko 등, 1985). 실험에 사용하기 직전에 공시균주가 들어있는 냉각멸균수(5°C)를 V-8 tomato juice 용액과 동일한 분량으로 혼합하고 혈구계산기를 사용하여 각 菌株의 孢子數는 50% V-8 tomato juice 용액으로 1ml당 10⁶이 되도록 조정된 후 Adams(1967)와 李 등(1985)의 방법을 참고하여 15×15 mm의 Nucleopore membrane filter(0.4 μm, pore dia., Nucleopore Corp., U.S.A.)위에 각각의 포자점중수가 10⁶/ml이 되도록 진공상태에서 점중하여 孢子膜(spore bearing membrane)을 준비한 후 슬라이드 글래스에 고정시켰으며 그 위에 土壤 10g을 덜고 Ko 등(1983)의 방법에 따라 토양의 건조를 방지하기 위해 습기가 있는 얇은 탈지면이 깔린 실험용 바트(23×29×4 cm)에 넣어 비닐수지로 바트의 표면을 밀봉한 후 다시 그 위에 습기가 있는 탈지면을 덮은 다음 24°C의 온도로 6시간을 培養하였다. 이 孢子膜(spore bearing membrane)을 Rose bengal 液(1% Rose bengal, 5% Phenol, 0.01% CaCl₂/D. W.)으로 染色하여 600배의 현미경으로 각 菌株당 100개의 孢子를 세어 孢子發芽率을 조사하였고 각 供試菌株의 孢子發芽率은 3반복으로 하여 평균하였다(Ko 등, 1983).

孢子發芽力이 낮은 土壤과 높은 土壤內的 微生物의 分布

120개의 供試土壤중에서 4種의 供試菌株에 모두 50% 以上の 孢子發芽를 보이는 土壤과 50% 以下の 孢子發芽를 보이는 土壤을 각각 3개씩 6개의 土壤을 선발하여 稀釋平板法으로 微生物의 數的인 分布를 조사하였다. 放線菌은 Alkaline water agar培地(Ho 등, 1980), 곰팡이는 Martin's rose bengal培地(李 등, 1985), 細菌은 Hutchinson培地(李 등, 1985)를 사용하였으며 배양온도는 24°C에서 放線菌은 7일, 곰팡이는 5일, 細菌은 3일간 배양시킨 다음 微生物의 分布數를 조사하였고 각각의 微生物의 數

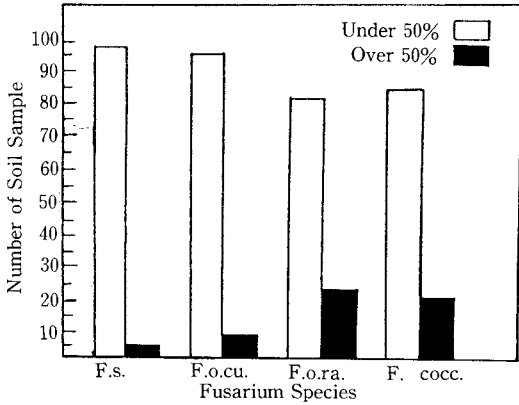


Fig.1. Distribution of spore germination of each *Fusarium* species in 102 soil samples according to the regular criterion(over 50% and under 50%) F. s., *Fusarium solani* f. sp. *pisi*; F.o.cu., *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerium*; F.o.ra., *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*; and F. cocc., *Fusarium coccophilum*.

는 3반복을 하여 평균하였다.

結果 및 考察

採集된 102개 土壤을 대상으로 *Fusarium*에 대한

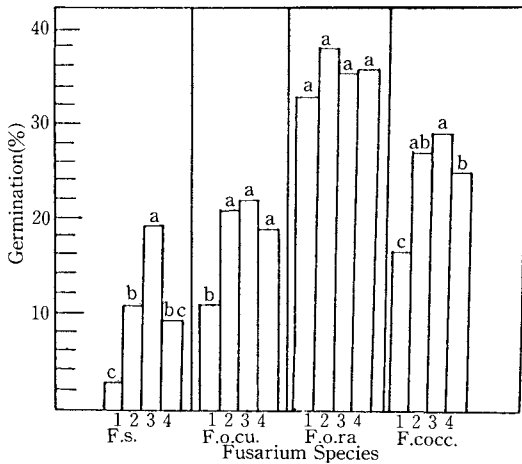


Fig.2. Spore germination of *Fusarium* species under naturally different pH conditions of 102 Soil samples after 6hr of incubation at 24°C.

The different letters indicate a significant difference(P=0.01) according to Duncan's new multiple range test.

F.s., *Fusarium solani* f. sp. *pisi* ; F.o.cu., *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerium*; F.o.ra., *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*; and F. cocc., *Fusarium coccophilum*. 1, pH 3.1-4.0; 2, pH 4.1-5.0; 3, pH 5.1-6.0; and 4, over pH 6.1.

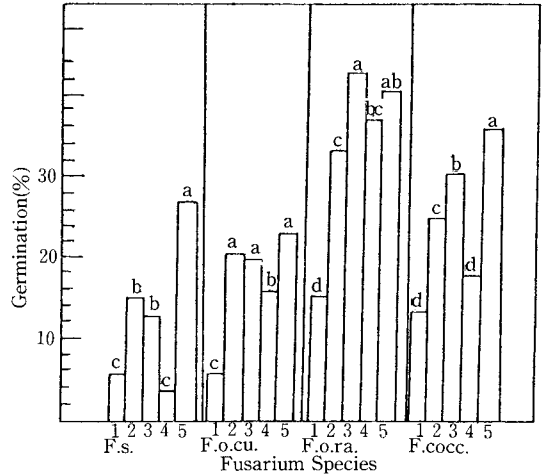


Fig.3. Spore germination of *Fusarium* species under naturally different soil moisture contents of 102 soil samples after 6hr of incubation at 24°C.

The different letters indicate a significant difference(P=0.01) according to Duncan's new multiple range test.

F.s., *Fusarium solani* f. sp. *pisi*; F.o.cu., *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerium*; F.o.ra., *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*; and F. cocc., *Fusarium coccophilum*. 1, 1-10%; 2, 11-20%; 3, 21-30%; 4, 31-40%; and 5, over 41%.

胞子發芽力을 조사해본 결과 Fig.1과 같이 *F. solani* f. sp. *pisi*는 98개 토양에서, *F. oxysporum* f. sp. *cucumerium*은 95개 토양에서 *F. oxysporum* f. sp. *raphani*는 82개 토양에서 그리고 *F. coccophilum*은 83개 토양에서 각각 50% 미만의 胞子發芽率을 나타내었다.

102개 供試土壤의 土壤 pH를 대상으로 4개의 pH 群으로 나눈 후 조사하였을 때 *F. solani* f. sp. *pisi*와 *F. oxysporum* f. sp. *cucumerium* 및 *F. coccophilum* 이 pH 5.1-6.0의 21개 토양에서, *F. oxysporum* f. sp. *raphani*는 pH 4.1-5.0의 33개 토양에서 가장 높은 *Fusarium* 胞子發芽率을 나타냈는데 *F. oxysporum* f. sp. *raphani*를 제외한 나머지 菌株에서 統計的인 有意性이 있었다(Fig. 2).

土壤의 水分含量 상태에 따른 *Fusarium*의 胞子發芽率은 Fig. 3과 같이 *F. solani* f. sp. *pisi*와 *F. oxysporum* f. sp. *cucumerium*, *F. coccophilum* 이 41-60% 土壤水分을 가진 4개의 토양에서, *F. oxysporum* f. sp. *raphani*는 21-30%의 土壤水分을 지닌 22개 토양에서 胞子發芽率이 가장 높았는데 供試菌株 모두가 統計的인 有意性이 인정되었다.

Table I. Spore germination of *Fusarium* species in cultivated and non-cultivated soils.

<i>Fusarium</i> species	Cultivated soils	Non-cultivated soils
<i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>psisi</i>	15.3** \pm 0.94 d	10.7 \pm 0.21 d
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerium</i>	19.6 \pm 0.3 c	20.3 \pm 0.44 c
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>raphani</i>	36.6 \pm 0.3 a	35.7 \pm 3.84 a
<i>Fusarium coccophilum</i>	24.4 \pm 0.38 b	27.4 \pm 0.25 b

^bThe different letters differ significantly ($P=0.01$) according to Duncan's new multiple range test

**The star mark represents a significant difference ($P=0.01$) of the corresponding two fungi.

供試土壤을 農作物 耕作土壤과 非耕作土壤으로 구분하여 胞子の 發芽를 조사했을 때 Table I과 같이 供試菌株 모두가 耕作土壤 및 非耕作土壤에서 각각 統計的인 有意性이 있었으며 두 대조토양 사이에서 서로 대응하는 동일한 종류의 菌株에서는 *F. solani* f. sp. *psisi*만이 統計的인 有意性이 있었다. Fig. 4와 Fig. 5에서 보듯이 土壤pH와 胞子發芽, 土壤水分含量과 胞子發芽에 대한 각 供試菌株의 相關關係 조사는 단지 *F. oxysporum* f. sp. *raphani*만이 土壤水分含量과 胞子發芽에서 고도의 正의 相關關係($r=0.29$)를 나타내었다(Fig. 5). 胞子發芽力을 기준으로 한 誘發土壤과 抑制土壤의 미생물 분포수는 Table II와 III에 의하면 放線菌, 細菌, 곰팡이의 순서로 나타났는데 胞子發芽 抑制土壤이 誘發土壤 보다 微生物分布數가 훨씬 높았으며 誘發土壤과 抑制土壤에서 土壤微生物分布는 誘發土壤의 細菌分布數를 제외하고 모두 統計的인 有意性이 인정되었다. Kobayashi 등(1985)은 土壤pH와 *Pythium splendens*의 胞子發芽 사이에 고도의 相關關係가 있다고 하였고 土壤pH와 *Rhizoctonia solani*의 菌絲生長 사이에도 相關關係가 성립하는데 土壤 pH가 알카리성에 가까울수록 *R. solani*의 菌絲生長은 활발하다고 하였다.

Ko 등(1985)은 고추疫病菌을 일으키는 *Phytophthora capsici*의 遊走子囊의 發芽에 抑制性이 있는 土壤의 pH를 pH 4.2에서 pH 7.0으로 조정하면 遊走子の 發芽는 3%에서 35%로 증가하여 誘發土壤을 pH 7.0에서 pH 4.2로 조정하면 發芽는 92%에서 30%로 줄어들지만 土壤 pH가 病原菌의 絶대적인 억제인자는 아니라고 하였다. 또한 金 등(1974)은 人

蔘根腐病을 일으키는 *Fusarium solani*가 거의 없는 無病人蔘圃의 土壤 pH는 酸性을 나타낸다고 하였다. 본 실험에서도 採集된 102개 土壤의 土壤 pH를 측정하고 spore bearing membrane을 이용하여 土壤에서 *Fusarium*胞子發芽를 조사했을 때 Fig. 2에서처럼 土壤 pH가 높을수록 대체로 *Fusarium*胞子發芽는 증가하는 경향이었고 따라서 Kobayashi 등(1985)와 Ko 등(1985)의 결과와 일치하였으나 土壤 pH에 따른 극대적인 발아율은 菌株에 따라 달랐다(Fig. 2). 土壤 pH와 胞子發芽 사이에 相關關係는 성립되지 않았다(Fig. 4). 이러한 사실은 Ko 등(1985)의 경우와 같이 낮은 土壤 pH가 病原菌을 억제시키지만 그것이 絶대적인 抑制因子가 될 수 없다는 사실을 뒷받침하고 있다고 생각된다.

金 등(1974)은 人蔘根腐病이 없는 無病地 土壤의 土壤水分含量은 罹病地 土壤의 水分含量보다 적다고 하였고 Huang 등(1978)은 *F. oxysporum* f. sp. *niveum*에 대한 土壤水分실험에서 *F. oxysporum* f. sp. *niveum*의 생존은 土壤水分이 높을수록 生存率은 증대되어 70%의 土壤水分일 때 극대를 나타낸다고 하였다. 본 실험에서도 Huang(1978)의 결과처럼 供試菌株의 胞子發芽는 *F. oxysporum* f. sp. *raphani*를 제외하고 대체로 土壤水分含量이 높을수록 증가하는 경향이었고(Fig. 3), 供試菌株중에서 오직 *F. oxysporum* f. sp. *raphani*에서만 土壤水分含量과 胞子發芽率에서 고도의 正의 相關關係($r=0.29$)가 성립되었는데(Fig. 5), 이러한 결과도 土壤水分含量은 病原菌의 종류에 따라서 絶대적인 抑制因子가 되지 않을 수도 있다는 것을 나타내는 듯하다. Nash 등(1962)은 土壤중에 有機物의 種類, 有機物의 含量, 耕作地의 환경요인이 土壤微生物에 변화를 주며 이것은 病原菌의 방제에 중요하다고 하였고 Scher 등(1982)도 토양의 영양분이 病原菌 이외의 다른 土壤微生物에 의해 탈취되어 病原菌의 활동을 억제시킨다고 하였다. 그러나 농작물 경작지의 토양과 비경작지 토양에서의 *Fusarium*의 胞子發芽는 두개의 대조토양 사이에서 *F. solani* f. sp. *psisi*만 1%의 有意性을 보였는데 다른 供試菌株는 施肥管理 등 인위적인 토지개량으로 有機的인 영양분이 공급되는 農作物 耕作地 土壤에서 그들의 胞子發芽는 非耕作地 土壤의 胞子發芽와 비교하여 큰 차이가 없었다. Kobayashi 등(1985)은 土壤이 *R. solani*에 抑制性을 보일 때 그 원인은 土壤微生物의 활동과 미확인된 非生物學的 要因 때문이며 이 非生物學的 要因은

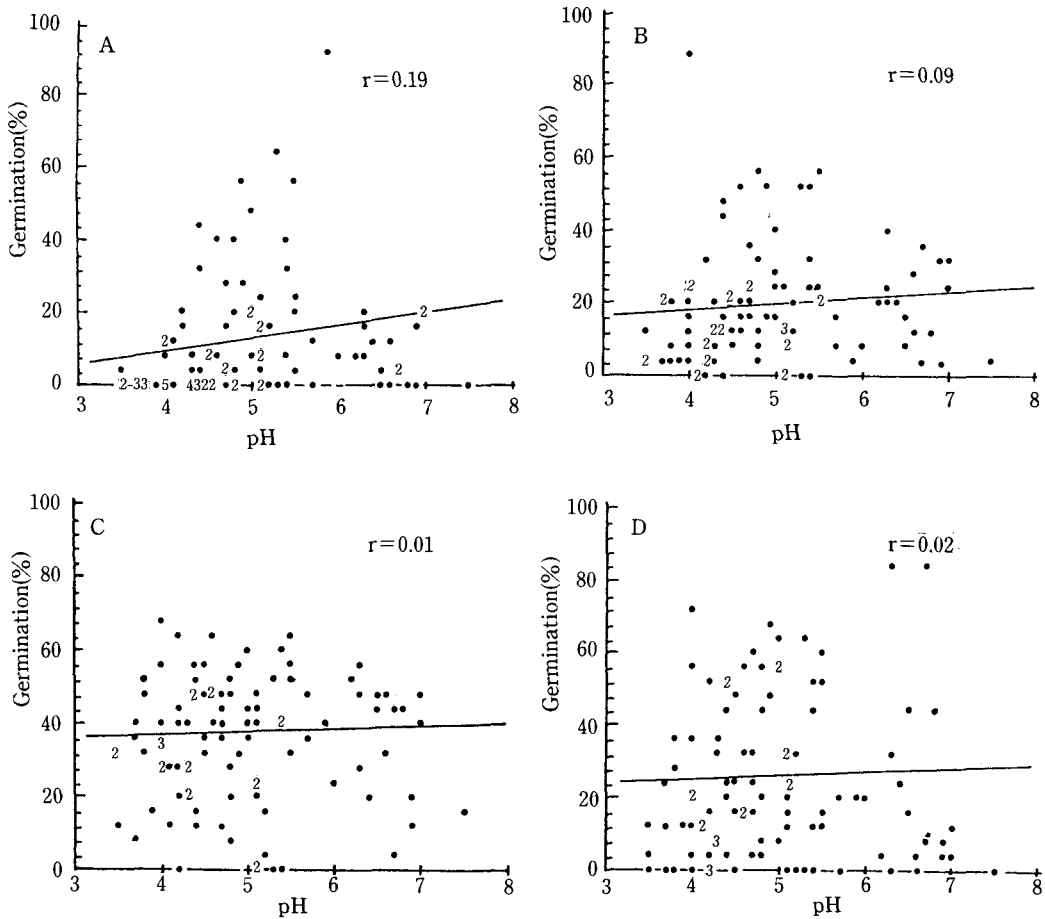


Fig. 4. Relation between soil pH and spore germination of *Fusarium* species on 102 soil samples collected on 12 localities of Kyunggido. Each correlation coefficient is not significant at $p=0.01$ and $p=0.05$. A, *Fusarium solani* f. sp. *psidi*; B, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerium*; C, *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*; D, *Fusarium coccophylum*.

A1이라고 하였는데 이 A1의 병원균 抑制力을 저하시키는 영양물질도 土壤속에 있으며 그러한 영양물질을 土壤微生物이 土壤속에서 탈취한다고 하였다. 또한 Kao 등(1986)은 이 非生物學的 要因은 Ca인데 Ca에 의해 발생되는 높은 土壤微生物의 分布數와 조화를 이룰 때 Ca은 식물조직의 pectin을 Ca pectate로 전환시켜 病原菌이 분비하는 polygalacturonase에 의한 분해로 拮抗性을 갖는다고 하였다.

Table II과 Table III에서 나타났듯이 土壤의 理化學的 性분에 대한 조사는 없었지만 孢子發芽 抑制 土壤의 微生物分布數는 誘發土壤보다 훨씬 높았고 이것은 Kobayashi(1985)와 Kao(1986)의 견해와 일치하고 있다. Sun 등(1985)은 Ca 성분은 높은

S-H mixture를 개량제로 하여 수박덩쿨 쪼김병에 걸린 土壤에 처리했을 때 S-H mixture의 알카리성 성분은 土壤 pH를 상승시키고 그 개량된 土壤에서 곰팡이와 放線菌의 分布數를 개량전의 土壤보다 곰팡이와 放線菌의 數를 각각 25배와 2배 이상으로 증가시켜서 *F. oxysporum* f.sp. *niveum*의 厚膜胞子の 發芽를 抑制하였으며 또한 S-H mixture는 식물 및 식물뿌리의 生長을 촉진하여 病原菌에 대한 저항성을 갖도록 한다고 하였다. 또 Scher 등(1982)은 *Fusarium* 시들음병에 대한 방제에 *Pseudomonas putida*를 사용한 결과 Fe^{+3} 이온을 Chelate하는 siderophore를 형성, 분비하여 拮抗效果를 나타낸다고 하였다. 그러나 Ko 등(1985)은 病原菌에 대한 抑制性은 킬레이트 이온(Chelatable ion)이 최우하

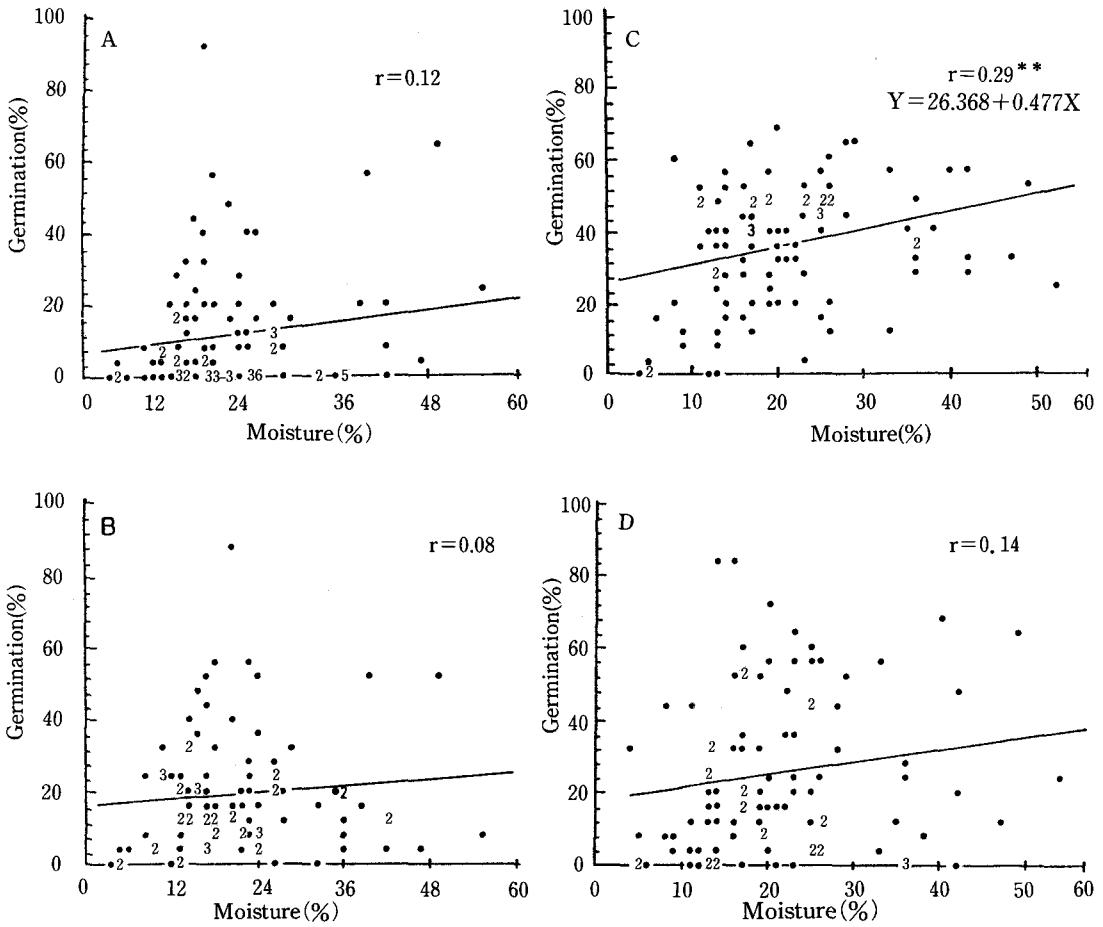


Fig.5. Relation between soil moisture content and spore germination of *Fusarium* species on 102 soil samples collected on 12 localities of Kyunggido. The correlation coefficient($r=0.29$) is significant at $p=0.01$.

A, *Fusarium solani* f. sp. *pisi*; B, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerium*; C, *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*; and D, *Fusarium coccophilum*.

Table II. Total microbial population of each soil by the dilution plate method in some soils conducive to 4 *Fusarium* species

Designated soil No.	Bacteria ($\times 10^5/g$ soil)	Fungi ($\times 10^4/g$ soil)	Actinomycetes ($\times 10^5/g$ soil)
44	16.3 \pm 11.10 a	3.7 \pm 1.53 c	10.4 \pm 1.69 b
46	33.4 \pm 15.8 a	16.1 \pm 1.49 a	59.7 \pm 18.0 a
68	18.2 \pm 11.38 a	10.0 \pm 2.61 b	2.6 \pm 0.58 b

^bThe different letters indicate a significant difference($P=0.01$) according to Duncan's new multiple range test.

지 않으며 土壤粒子的 物理的, 化學的 特性이 *P. capsici*의 有遊子囊 發芽에 抑制性을 띤다고 하였다. 그리고 Kobayashi 등(1985)은 *P. splendens* 孢子發芽에 抑制性을 띤는 土壤의 65%가 그 病原菌에 의해 發生되는 植物病까지 방제할 수 없었다고 하였다.

이러한 사실은 病原菌 孢子發芽에 대하여 誘發性인 土壤도 그 病原菌에 의해 발생된 植物病을 방제할 수도 있다는 추측을 가능하게 한다. 앞으로 土壤의 선별, 개량제 처리에 의한 식물병의 방제, 病原菌에 대한 特定 拮抗微生物의 처리, 土壤의 理化學的인 조사에 더욱 많은 검토가 있어야 할 것 같다.

Table III. Total microbial population of each soil by the dilution plate method in some soils suppressive to 4 *Fusarium* species

Designated soil No.	Bacteria ($\times 10^5$ /g soil)	Fungi ($\times 10^4$ /g soil)	Actinomycetes ($\times 10^5$ /g soil)
19	15.1** \pm 4.07 b	25.6* \pm 7.17 ab	67.8** \pm 3.72 b
29	54.2 \pm 2.15 a	32.7 \pm 7.32 a	117.0 \pm 14.13 a
26	43.4 \pm 11.84 a	13.4 \pm 3.37 b	81.2 \pm 18.05 ab

^bThe different letters are significantly different at 1% **($P=0.01$) and 5% *($P=0.05$), respectively according to Duncan's new multiple range test.

摘 要

京畿道內 12개 地域에서 採集된 102개 土壤을 대상으로 하여 土壤 pH, 土壤水分含量, 農作物의 耕作 등 土壤의 상태에 따라 *Fusarium*種의 胞子發芽率을 조사하고 胞子發芽에 대한 誘發土壤과 抑制土壤의 土壤微生物 分布數를 조사하였다. 그 결과는 다음과 같다.

1. *Fusarium salani* f. sp. *pisi*는 98개 토양에서 *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerium*은 95개 토양에서 *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*는 82개 토양에서 *Fusarium coccophilum*은 83개 토양에서 각각 50% 미만의 胞子發芽率을 나타내었다.

2. 토양 pH를 4개 群으로 나눈 후 조사하였을 때 *Fusarium solani* f. sp. *pisi*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerium*, *Fusarium coccophilum*은 pH 5.1-6.0의 21개 토양에서 *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*는 pH 4.1-5.0의 33개 토양에서 胞子發芽率 이 가장 높았다.

3. 토양수분함량을 5개 群으로 나눈 후 조사하였을 때 *Fusarium salani* f. sp. *pisi*, *Fusarium coccophilum*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerium*은 41-60%의 土壤水分含量을 지닌 4개 토양에서 *Fusarium* f. sp. *raphani*는 土壤水分含量 21-30%의 22개 토양에서 가장 높은 胞子發芽率을 나타내었다.

4. 土壤 pH와 胞子發芽, 土壤水分含量과 胞子發芽에 대한 相關關係의 조사에 있어서 土壤 pH와 胞子發芽率에서는 相關關係가 없었고 *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*에서만 土壤水分含量과 胞子發芽率 사이에 고도의 正의 相關關係($r=0.29$)가 있었다.

5. 農作物 耕作地 土壤과 非耕作地 土壤에서 각 *Fusarium*種의 胞子發芽은 모두 고도의 統計的인 有意성이 있었으며 두 대조토양 사이에서는 오직 *Fusarium solani* f. sp. *pisi*만 統計的인 有意성이 인

정되었다.

6. 胞子發芽에 대한 抑制土壤과 誘發土壤의 微生物 分布數는 放線菌, 細菌, 곰팡이의 순서로 많았으며 抑制土壤이 誘發土壤보다 微生物 分布數가 훨씬 높았으며 抑制土壤과 誘發土壤에서 微生物의 分布數는 誘發土壤의 細菌 分布數를 제외하고 모두 統計的인 有意성이 인정되었다.

參考文獻

- Huang, J.W. and Sun, S.K.(1978): Factors affecting survival of watermelon wilt pathogen, *Fusarium oxysporum*(SCHIL) f. sp. *niveum*(E.F.SM) Snyder & Hansen, in soils. *Plant Protection Bulletin* 20(1): 56-66.
- Ho, W.C. and Ko, W.H.(1980): A simple medium for selective isolation and enumeration of soil actinomycetes. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 46: 634-638.
- Kao, C.W. and Ko, W.H.(1983): Nature of suppression of *Pythium splendens* in a pasture soil in South Kohala, Hawaii. *phytopathology* 73: 1284-1289.
- Kao, C.W. and Ko, W.H.(1986): The role of calcium and microorganisms in suppression of cucumber damping-off caused by *Pythium splendens* in a Hawaiian soil. *Phytopathology* 76: 221-225.
- Ko, W.H. and Ho, W.C.(1983): Screening soils for suppressiveness to *Rhizoctonia solani* and *Pythium splendens*. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 49: 1-9.
- Kobayashi, N. and Ko, W.H.(1985): *Pythium splendens*-suppressive soils from different islands of Hawaii. *Soil Biol. Biochem.* 17(61): 889-891.
- Ko, W.H. and Nishijima, K.A.(1985): Nature of suppression of *Phytophthora capsici* in Hawaiian soil. *Phytopathology* 75: 683-685.

- Kobayashi, N. and Ko, W.H.(1985): Nature of suppression of *Rhizoctonia solani* in Hawaiian soils. *Trans. Br. mycol. Soc.* **84**(4): 691-694.
- L.F.J. and E.A.C.(1972): Research on the ecology of Soil-borne plant pathogens, -Adams method (1967). *Burgess Publishing Company*, U.S.A: pp.1-241.
- Nash, S.M. and Snyder, W.C.(1962): Quantitative estimation by plate counts of propagules of bean root rot *Fusarium* in field soil. *Phytopathology* **52**: 567-572.
- Scher, F.M. and Baker, R.(1982): Effect of *Pseudomonas putida* and a synthetic iron chelator on induction of soil suppressiveness to *Fusarium* wilt pathogens. *Phytopathology* **72**(2): 1567-1573.
- Sun, S.K. and Huang, J.W.(1985): Control of soilborne plant diseases by amendment of soil with S-H mixture in the field. *Plant disease* **69**(11): 917-920.
- 朴昌錫, 趙鏞涉(1985) : 오이덩굴썩김병의發病을抑制하는土壤의特性에關하여. 韓植保護誌 **24** (2) : 85-95.
- 鄭永倫, 金鴻鎮, 吳承煥, 朴圭鎮(1984) : 人蔘根腐病抑制土壤 및 誘發土壤의 根圈環境比較. 韓植保護誌 **23**(3) : 142-146.
- 金倬熙, 李敏雄(1974) : 人蔘根腐病에 關한 研究(第二報)-人蔘圃土壤中의 菌類에 垂直分布 및 菌種分類에 대하여. 東國大學校 論文集 **13**: 393-401.
- 李敏雄, 崔惠貞, 沈在郁(1985) : 土壤條件에 따른 몇 가지 植物病原菌의 孢子發芽와 土壤靜菌現象. 韓國食물병리학회지 **1**(3) : 157-164.
- 李敏雄, 李浩源, 申鉉成, Lockwood, J. L. (1982) : 殺菌土壤 自然土壤 및 Glucose-petone으로 改良한 土壤條件이 *Helminthosporium victoriae*와 *Mortierella* n. sp.에 미치는 靜菌作用. 東國大學校 大學院 論文集 **21**: 75-86.
- 古屋廣光, 大和田正幸, 宇井格生(1979) : 北海道 見地方に存在する インゲン根腐病の發病抑止型土壤. 日植病報 **45**: 608-617.
- 農村振興廳(1985) : 土壤化學分析法, pp1-321.
- 오승환, 이순구, 김홍진, 김효태(1984) : 인삼연작장애의 생물학적 방제연구. 한국인삼연구연구소 시험보고서(재배분야) 전매청 : 147-159.

Accepted for Publication 14 March