

# 傳染源의 濃度, 고추의 苗齡 및 溫度가 고추疫病 發生에 미치는 影響

金季順 · 朴昌錫 · 崔震植

KIM, G.S., C.S. PARK, AND J.S. CHOI: Effects of Inoculum Density, Plant Age and Temperature on the Incidence of Crown Rot of Papper Caused by *Phytophthora capsici*

*Korean J. Plant Prot.* 24(3) : 117~121 (1985)

**ABSTRACT** Through the laboratory and vinyl house experiments, the effects of inoculum density, plant age and temperature on the incidence of *Phytophthora* crown rot of pepper (*Capsicum annum* L.) were investigated. The propagule survival was greater in the natural soil than in autoclaved soil within first 2 weeks when the sporangial suspension of the pathogenic fungus was incorporated into soil, thereafter the survivability reduced rapidly. The propagule was not detectable in 35 days by means of Papavizas selective medium neither in natural nor in autoclaved soil. At least 5 sporangia per gram soil were required to induce crown rot for 30 days old pepper seedlings. Further increase in inoculum concentration above this threshold level resulted in higher disease incidence and shorter incubation period. When the same amount of inoculum was infested, higher disease incidence was observed for younger plants until 3 weeks after inoculation. On the other hand after 4 weeks this tendency was not extended any more. Younger plants were recognized as having shorter incubation period upon infection, however, the days from first symptom appearance to complete death were not significantly different among differently aged seedlings.

Exposure of inoculated pepper seedlings to 25°C resulted in highest infection rates and followed by those to 30°C and 20°C but no disease was found at 15°C and 35°C for 10 days. When the plants previously incubated at different temperature for 10 days were moved to 25°C room temperature, prior exposure to 20°C, and 30°C brought continuous disease development. Even those plants preincubated at 15°C were diseased up to 50%. But the prior exposure to 35°C induced no symptom developed, indicating no seedlings infected at all.

## 서 론

최근에 이르러 고추재배는 露地뿐만아니라 비닐하우스재배면적도 급격히 증가되고 있으며 재배기술의 지역적인 특이성과 系統出荷등으로 인하여 主産地化되고 있다.<sup>1,3,11)</sup> 이러한 團地에서는 고추 만큼 소득을 올릴 수 있는 代替作物이 없기 때문에 자연 連作이 불가피하게 되고, 그로 인하여 각종 病害가 해마다 증가되고 있다. 그중 고추疫病은 고추생산에 결정적인피해를 주는 대표적인 連作障害이다.<sup>1,11)</sup> 특히 비닐하우스 고추재배는 疫病으로인하여 완전히 枯死되는 시기까지를 栽培時限으로 보고 있는 實情이다.

그러나 이 病의 發生環境이나 病原菌의 生態 등에 관한 연구는 의외로 적은 편이어서<sup>4,5,10)</sup> 토양중에서 증식하는 傳染源의 量的評價나 病原菌의 密度가 病 발생에 미치는 영향등에 관한 연구는 거의 없다. 또한 고추의 생육시기중 어느 때가 가장 感受性을 나타내며 病의 發生과 蔓延에 관여하는 환경요인에 관한 연구도 많지않다.<sup>2,3,8)</sup>

본 연구는 고추역병의 發病生態를 究明하기 위한 기초연구로서 人爲的으로 토양에 접종한 疫病菌의 生存力을 조사하고자 했으며 傳染源의 濃度와 고추의 生育期가 疫病發生에 미치는 영향을 파악하고자 했고 溫度가 病發生에 미치는 영향을 밝히고자 했다.

慶尙大學校 農科大學 植物保護學科(Department of Plant Protection, College of Agriculture, Gyeongsang National University)

## 재료 및 방법

본 試驗에서 사용한 病原菌은 晉州近郊 비닐

하우스에서 발생된 罹病고추로부터 分離한 것으로, 供試한 고추品種 불암하우스풋고추에 대해 강한 病原性을 나타내었다. 이 菌株을 오토밀 平板배지에 이식하여 暗條件에서 25°C로 14시간 지낸 후 螢光등이 照射되는 25°C 항온기에서 5일간 배양하여 遊走子囊을 형성시켜 이것을 傳染源으로 사용하였다.

공시 병원균의 生存力을 알아보기 위하여 비닐하우스 토양을 121°C에서 30분간 멸균한 토양과 자연토양 100g에 각각 유주자낭탁액(20 ± 2.4) × 10<sup>5</sup>/ml의 농도로 희석하여 20ml씩 분무하여 골고루 섞은 후 비닐봉지에 넣고 상온에서 보존하면서 날자 별로 Papavizas의 선택배양기로서 생존수를 조사하였다.

고추의 생육기별 발병조사는 1984년 2월 17일부터 10일 또는 15일 간격으로 계속 파종한 불암하우스풋고추를 苗의 成長에 따라 크기가 다른 4가지 풋트에 각각 이식하면서 育苗하다가 병원균 접종 1주일 전에 50일부터 125일된 유묘를 각 苗齡 當 30株씩 비닐하우스 토양에 난괴법으로 배치하여 移植하였다. 각 처리마다 병원균의 유주자낭이 토양 1g 당 40개씩 되게 접종하고 42일간 매일 발병을 조사하였다.

온도실험과 접종원 농도별 발병실험은 직경 12cm 길이 9cm 되는 풋트에 4주씩 재배한 고추 苗가 30일 되었을 때 병원균을 접종하였다. 온도실험은 병원균 접종 1주일 전에 비닐하우스에서 재배하던 공시식물을 15°C, 20°C, 25°C, 30°C와 35°C로 고정된 식물생장상(LEEC Model PL 3)에 각 처리당 4개의 풋트를 넣어 온도에 적응하도록 한 후 5 × 10<sup>4</sup>/ml의 유주자낭탁액을 200배로 희석하여 풋트당 50ml씩 접종하고 매일 조사하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 土壤中 病原菌의 生存力

인위적으로 유주자낭 부유액을 접종한 토양에서 Papavizas 선택배양기를 이용하여 병원균의 생존력을 조사한 결과 자연토양에서는 病菌의 生存數가 13일까지는 별로 감소되지 않다가 그후부터 급격히 감소된 반면 살균토양에서는 2일이

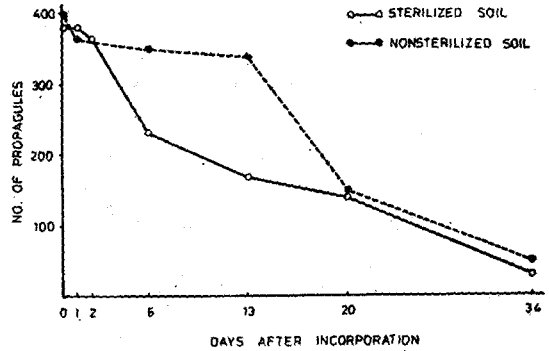


Fig. 1. Survivability of *Phytophthora capsici* in autoclaved and natural soils when the viable propagules were detected with Papavizas selective media after sporangia suspension (4 × 10<sup>5</sup> ml) were incorporated into soil.

지나면서 생존균수가 갑자기 줄어들었고 그후는 완만한 감소를 보였다 (Fig. 1).

살균토양이나 자연토양 모두 35일이 경과된 후부터는 생존균을 검출할 수 없었다. 일반적으로 疫病은 토양 1g 당 번식체가 24개 이하의 낮은 농도에서도 병이 발생되고 있는데<sup>6,7)</sup> Papavizas의 선택배양기로는 46개 이상이 있어야 쉽게 검출된다고 하였다.<sup>7)</sup> 따라서 실제포장에서 병을 일으킬 수 있는 최소의 전염원밀도를 추정하려면 좀더 낮은 농도의 傳染源을 檢出할 수 있는 방법이 우선적으로 개발되어야 하겠다. 본실험에서 얻은 결과로는 35日後의 병원균 생존력을 추정할 수 없었으므로 월동 또는 작물이 없는 기간 동안 병원균의 생존을 추적할 수 있는 연구가 있어야 하겠다. 또 살균토양에서 15일까지는 생존균수가 감소되지 않았던 것에 대해서도 앞으로 연구해 보아야 할 것이다.

### 2. 傳染源密度와 病發性

30일된 고추幼苗에 유주자낭 부유액을 접종한 결과 전염원이 증가함에 따라 병발생이 증가되었고 특히 替伏期가 현저하게 줄어들었다 (Table 1). 유주자낭이 토양 1g 당 5개 이하일 때에는 30일이 지난 후에도 전혀 발병하지 않았으나 그 이상의 농도에서는 농도의 증가에 따라 급격히

**Table 1.** Effect of inoculum concentration on the incidence of Phytophthora crown rot and latent period for 30 days old pepper seedlings

Inoculum Concentration <sup>a</sup>	Latent <sup>b</sup> Period	Percent of Diseased Plant				
		Days after Inoculation				
		10	15	20	25	30
1.25	—	0	0	0	0	0
2.5	—	0	0	0	0	0
5.0	27.5	0	0	0	12.5	18.3
10.0	21.4	0	8.3	16.7	33.3	38.5
20.0	16.5	0	25.0	50.0	50.0	67.5
40.0	14.5	27.5	58.3	75.0	83.3	87.5

<sup>a</sup> Number of sporangia per one gram soil.

<sup>b</sup> Average latent period of total infected plants.

게 발생율이 증가되었고 증세도 심하였다. 이 결과로 고추에疫病이 발병되려면 적어도 토양 1g 당 5개 이상의 유주자낭 또는 이와 동등한 전염원이 필요하다는 것을推論할 수 있었으며 최초로 일정한 농도 이상의病菌이寄主에 침입함으로써 병이 발생하는 것이고 적은량의病原菌이寄主에侵入하여 기주내에서 증식하여病을 전전시키는 비율은 상당히 낮다는 것을 알수 있었다.

### 3. 고추의生育期와發病

토양 1g 당 40 개의 유주자낭을 접종하여 50일 된 고추묘로부터 125일 된 고추의 발병율을 조사하였던 바 6일 후에 가장 어린 50일 묘에서 6.7%의 발병율을 보였고 13일 후 부터는 점차 모든 苗齡의 고추가 발병되었다(Table 2).

接種初期에는 苗가 어릴수록 發病率이 높은 傾向이었으나 30日以後에는 묘령에 관계없이 높은 발병율을 보였다. 50日苗는 약 50%정도밖에 발병되지 않았는데 이것은 接種 당시 뿌리의 量이 다른 成苗보다 적어서 토양에 접종한 병원균중 비교적 적은수가 기주에 침입했던 것으로

추측되며 나머지 苗들은 活性을 잃거나 死滅되어 더이상 새로운 感染이 일어나지 않았던 것으로 思料된다. 고추의 묘령이 증가됨에 따라 병의 잠복기는 증가되었으나 일단 病이 발생한 植物이 완전히 枯死하는데 까지 걸리는 시간은 오히려 어릴수록 길어지는 경향이었으나 통계적인 유의차는 없었다(Table 3). 일반적으로 成植物은 침입율이 낮다는 다른 연구자들의 報告<sup>9,10)</sup>와는 달리 本研究에서는 4週부터는 苗齡에 관계없이 많이 발병되었으며 6週 이후에는 대부분의 苗가 枯死하였다. 金等<sup>5)</sup>은 疫病에 대한 抵抗性檢定時 60日以上 苗는 발병이 늦어진다고 하였는데 본실험에서도 묘령이 증가됨에 따라 替伏期는 현저하게 증가되었다. 그러나 일단 病에 걸린 植物이 완전히 枯死될 때까지 걸리는 기간은 어린 묘와 成植物간에 差異가 없었다.

### 4. 溫度와發病

30일 된 고추幼苗에 병원균을 접종하여 15°C, 20°C, 25°C, 30°C 및 35°C로 고정된 식물생장상에서 10일간 처리한 결과 25°C에서 가장먼저

**Table 2.** Influence of plant age on the incidence of Phytophthora crown rot of pepper

Plant Age (Days)	Percent of Diseased Plant					
	Days after Inoculation <sup>a</sup>					
	7	14	21	28	35	42
50	6.7	26.7	33.3	46.7	53.3	53.3
75	0	13.3	56.7	60.0	80.0	100.0
100	0	10.0	23.4	68.0	70.0	73.3
125	0	0	6.7	33.3	53.3	86.7

<sup>a</sup> Days after infestation with sporangial suspension(40 sporangia/g) into soil.

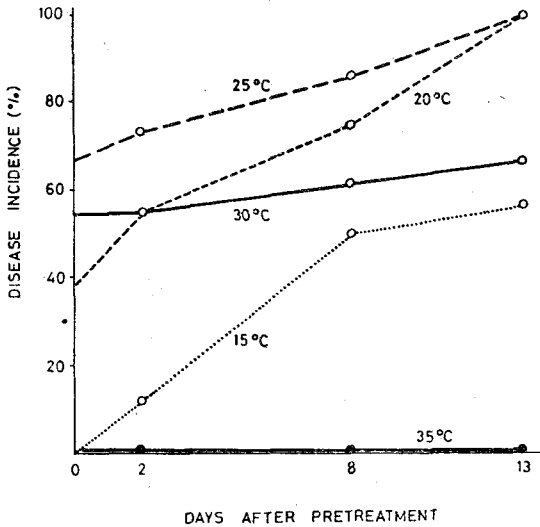


Fig. 2. Development of Phytophthora crown rot in pepper seedlings at 25°C when the inoculated plants were incubated previously for 10 days at 15°C, 20°C, 25°C, 30°C and 35°C respectively.

Table 3. Latent periods and durations from the symptom appearance to complete death induced by *Phytophthora capsici* in differently aged plant

Plant Age	Latent Period	Duration of Disease
50	17±2.5	10.1±3.6
75	20±3.1	8.9±3.0
100	25±2.7	7.9±2.7
125	31±4.3	7.1±2.6

發病이 시작되었고 발병율도 가장 높았다. 그 다음이 30°C, 20°C 순이었으며 15°C와 35°C에서는 발병되지 않았다(Table 4). *Phytophthora capsici*의 菌糸 生育適溫이 25~28°C이며 35°C

Table 4. Influence of incubation temperature on the incidence of Phtophthora crown rot in 30 days old pepper seedlings

Incubation Temperature (°C)	Percent of infected Plant		
	Days after Inoculation		
	6	8	10
15	0	0	0
20	8	34	57
25	35	50	70
30	15	35	55
35	0	0	0

에서는 생육이 停止되었다는 柳等<sup>11)</sup>의 報告로 미루워 볼때 고추疫病的 發病適溫과 病菌의 生育適溫은 대체로 일치한다는 것을 알 수 있었다. 일반적으로 *Phytophthora*에 依한 病은 15°C 以下の 低溫과 35°C 以上の 高溫에서 發病이 억제된다<sup>6,12)</sup>는 傾向을 본실험에서도 확인할 수 있었다. 병균을 접종하여 15°C부터 35°C까지 5°C 간격으로 하여 각각 10일간 처리했던 고추묘를 25°C되는 실온으로 옮겼을 때 20°C, 25°C 처리구는 계속 진전되어 15일 후에는 100%가 枯死하였으나 30°C 처리구는 이보다 약간 병진진이 늦었고 발병율도 낮았다. 전처리에서 발병이 없었던 15°C 처리구도 옮긴지 2일 후부터 병징이 나타나기 시작하여 급속히 증가되어 50%까지 발병되었으나 35°C 처리구는 15일까지도 전혀 발병되지 않았다. 위의 結果는 15°C의 저온 처리에서는 감염은 되었으나 병징을 發現할만큼 溫度가 높지 않아 지연되다가 적당한 溫度에 이르자 곧 發病되어 급격히 증가되었던 것이고, 35°C 처리구는 토양중의 병원균이 병을 일으킬 만큼 충분히 기주에 침입하지 못하고 활성을 잃었거나 사멸되었기 때문인 것으로 추측된다. 본 연구의 결과로 미루어 보면 고추疫病的 發生은 最初의 傳染源濃度가 病發生率을 좌우하며 病的 진전은 溫度에 주로 영향을 받고 生育期와는 관계가 없음을 알 수 있었다.

적 요

고추 疫病菌 *Phytophthora capsici*의 土壤中 密度와 고추의 生育期 및 溫度가 疫病發生에 미치는 영향을 究明하기 위하여 室內實驗과 비닐하우스 栽培實驗을 했던 바 다음 몇가지 結果를 얻었다.

人爲的으로 接種한 病原菌의 초기 生存數는 무살균토양에서 월등히 많았으나 13일이 경과된 후에는 급격히 감소되어 35日 후에는 살균 무살균토양 모두 生存菌을 檢出할 수 없었다. 토양 1g當 최소 5개 이상의 遊走子囊에 해당하는 傳染源이 있어야 고추疫病이 發生되었으며 그 이상 傳染源量이 증가될수록 發生이 증가되었고 替伏期도 짧아졌다. 同一한 量의 病菌을 接種했을때 初期에는 苗齡이 어릴수록 發病이 많았으나 4週後부터는 苗齡에 관계없이 비슷하였다. 替伏期

는 묘숙이 어릴수록 짧았으나 病持續期間은 生育期에 따른 差異가 인정되지 않았다. 고추 幼苗의 罹病率은 25°C에서 가장 높았고 30°C, 20°C 順이었으며, 전혀 발병이 없었던 15°C와 35°C에 處理했던 植物을 25°C 처리로 옮겼을 때 15°C 처리식물은 50%까지 계속 발병을 보인 반면 35°C는 전혀 발병되지 않았다.

### 참 고 문 헌

1. 崔震植·朴昌錫. 1982. 비닐하우스내 채소작물의 生育期別 病發生生態에 관하여. 경상대 논문집 21 : 87~93.
2. Hine, R.B., C. Alabam & H. Klemmer. 1964. Influence of soil temperature on root and heart rot of pineapple caused by *Phytophthora cinnamomi* and *Phytophthora parasitica*. Phytopathology 54 : 1287~1289.
3. 강광윤. 1984. 고온기에 발생하기 쉬운 채소병해와 대책. 농약과 식물보호 5 : 63~71.
4. 김병수·김승철. 1977. 고추역병에 대한 저항성 검정과 방제에 관한 시험. 농기연시연보 157~166.
5. 김충희·김병수·김승철. 1979. 고추역병에 대한 저항성 검정과 방제에 관한 시험. 농기연시연보 219~240.
6. Mitchell, D.J., and M.E. Kannwischer. 1983. Relationship of inoculum density of *Phytophthora* species to disease incidence of various hosts. pp.259~269 in "Phytophthora: Its Biology, Taxonomy, Ecology and Pathology" D.C., Erwin, P.H., Taso ed. Am. Phytopath. Soc., St. Paul.
7. Papavizas, G. C., J. H. Bowers and S. A. Johnston. 1981. Selective isolation of *Phytophthora capsici* from soil. Phytopathology 71 : 129~133.
8. Fratt, R. G., and J. E. Mitchell. 1976. Interrelationships of seedling age inoculum, soil moisture level, temperature and host and pathogen genotype in *Phytophthora* root rot of alfalfa. Phytopathology 66 : 81~85.
9. Satour, M. M., and E. E. Butler. 1967. A root and crown rot of tomato caused by *Phytophthora capsici* and *Phytophthora parasitica*. Phytopathology 57 : 510~515.
10. Weber, G. F. 1932. Blight of peppers in Florida caused by *Phytophthora capsici*. Phytopathology 22 : 775~780.
11. 유연현·박상근·최관순. 1981. 고추역병균 (*Phytophthora capsici* Leonian)의 유주자낭 형성 및 균사생장에 미치는 몇가지 요인. 한국식물보호학회지 20 : 107~111.
12. Zentmyer, G. A. 1981. The effect of temperature on growth and pathogenesis of *Phytophthora cinnamomi* and growth of its avocado host. Phytopathology 71 : 925~928.