

## 播種 깊이가 人蔘의 모잘록병 발생에 미치는 영향

유연현 · 조대휘 · 이일호 · 오승환

韓國人蔘煙草研究所

(1990년 11월 9일)

### Effect of Seeding Depth on Severity of Damping-off Ginseng Seedlings Caused by *Rhizoctonia solani*

Yun Hyun Yu, Dae Hui Cho, Il Ho Lee and Seung Hwan Ohh  
Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, P.O. Box 59, Suwon 440-600, Korea  
(Received November 9, 1990)

**Abstract** □ Incidence of damping-off caused by *Rhizoctonia solani* was 0.6-10.9% at "Yangjik" seedbed in Pocheon, Korea. The seedbeds where the lengths of etiolated stems (underground portion) of ginseng seedlings were 0.78-1.25 cm showed 0.6-3.2% of the disease, while 6.9-10.9% disease incidence was observed at the seedbeds with the longer etiolated stem(1.89-2.26 cm). The pathogen produced a typical girdle symptom on the etiolated portion of ginseng stems close to the soil surface. The deeper the seeds were sown, the more the disease occurred in pot soil inoculated with the pathogen, AG 2-1, showing 18.4, 27.4 and 32.9% of damping-off at the seeding depth of 1, 2 and 4 cm, respectively. Cuticle layers of colored stems (overground portion) were well-developed to be 42.8, 58.0, and 55.0  $\mu\text{m}$  in thickness compared to the etiolated stems with 8.5, 15.0 and 8.0  $\mu\text{m}$  for seedling, 2 year-old, and 3 year-old ginsengs, respectively, when the disease occurred. In the seedling and 2 year-old ginseng, the colored stems were more rigid than the etiolated. There was, however, no difference in rigidity of the stem of the 3 year-old ginseng where the disease is not severe as in seedlings and 2 year-old ginseng plants.

**Keywords** □ *Rhizoctonia solani*, seeding depth, cuticle.

## 서 론

우리나라에서 人蔘이 재배되기 시작한 이래 苗圃에서 發生하는 *Rhizoctonia solani*에 의한 人蔘 모잘록병은 모조리병, 繁大病 등으로 불리고 있을 정도로 苗蔘 生産에 가장 심한 피해를 주는 병해 중 하나로 李 等<sup>1)</sup>은 부여 및 금산지방에서 모잘록병에 의한被害가 19-39% 정도라고 報告하였다.

인삼에서 모잘록병을 방제하기 위하여 李 等<sup>2)</sup>은 Captan 및 Difolatan에 의한 防除 効果를, 柳 等<sup>3)</sup>은 Tolclofos-methyl의 토양처리에 의한 방제효과를 보고하였으며 日本에서는 PCNB(Pentachloro Nitroben-

zen)에 의한 種子 粉依 처리를 실시하고 있으나<sup>4,5)</sup> 한국에서는 농약에 의한 인삼의 汚染 問題로 植物體 내에서 殘留性이 매우 긴 PCNB와 같은 약제의 사용이 금지되어 있다. 金 等<sup>6)</sup>은 인삼 모잘록병을 방제하기 위하여 *R. solani*에 대하여 溶菌活性이 높은 拮抗微生物을 이용한 生物學的 防除研究가 시도되었다.

本 研究은 인삼 모잘록병 발생이 심한 포장과 비교적 심하지 않은 포장을 선정하여 이들 두 포장간의 병 발생 정도 차이를 寄主 側面에서, 즉 인삼 줄기 表面의 Cuticle 發達 程度, 組織의 硬度 및 播種 깊이와 관련시켜 비교 분석하여 인삼 모잘록병 방제에

이용하고자 실시하였다.

끝으로 묘삼 줄기의 硬度를 측정하는데 도움을 준 韓國 食品 開發 研究院에 感謝를 드린다.

## 재료 및 방법

### 1. 發病 調査 및 土壤 分析

京畿道 抱川 지방의 養直 苗圃를 대상으로 *R. solani*에 의한 人蔘 모잘록병 발생이 심한 포장과 비교적 적은 포장을 각각 2개소씩 選定하여 4월 25일부터 5월 25일 까지 10日 間隔으로 동일 포장에서 *R. solani*에 의한 묘삼의 發芽後 立枯個體數를 調査하였다.

발병조사는 1개 포장에서 60×90 cm씩 3 反覆으로 선정하여 發病率,

$$\text{즉 發病率(\%)} = \frac{\text{總 罹病 個體數}}{\text{發芽 個體數}} \times 100$$

으로 換算 하였다. 土壤의 化學的 特性은 土壤化學 分析法<sup>7)</sup>에 따라 조사 하였다.

### 2. 播種 깊이別 모잘록병 發生 調査

인삼에서 病院性이 認定된 保管菌株 Rh-03을 121℃에서 40분간 殺菌시킨 밀기울 배지(밀기울, Sucrose 2% (w/w), 증류수 40% (v/w))에 접종하여 供試하였으며 播種源은 1개월간 20℃에서 暗 狀態로 배양후 실내 조건에서 3일간 風乾 시켜 소형 Mixer를 이용, 磨碎하여 製造하였다.

養直菌圃에서 사용되는 床土를 24×80×18 cm 各 Plastic Pot 에 채우고 개갑된 종자를 Pot당 280립씩 파종하였다. 파종된 종자는 Pot당 2.5g의 접종원을 강모래에 잘 혼합시켜 1, 2 및 4 cm 두께로 복토하여 3반복으로 인공접종시킨후 누수가 완전 차단되는 인삼 재배용 House에서 越冬시켜 관행 방법으로 栽培하였다.

발병조사는 發芽前 立枯 와 發芽後 立枯 症狀를 모두 조사하여

$$\text{發病率(\%)} = \left(1 - \frac{\text{生存 個體數}}{\text{無接種區의 平均 發芽個體數}}\right)$$

×100 으로 換算하였다.

### 3. 줄기의 硬度 및 Cuticle層 調査

인삼 모잘록병 發生期인 5월 10日, 苗參, 2年 根 및 3年 根 인삼의 줄기를 임의로 10개체씩 채집하여 각각의 줄기를 땅속의 軟白化 部位와 地上部로 노출되어 연두색~보라색으로 변색된 부분으로 나누어 각 부분의 直徑을 측정하였다.

줄기의 硬度는 硬度 測定機(INSTRON, Model 11 48, Head ; 묘삼 및 2년근 5 kg, 3년근 50 kg, Clearness ; 묘삼 및 2년근 0.4 mm, 3년근 0.7 mm, Plunger Size ; φ 10 mm, Chart Speed ; 200 mm/min.)를 이용하였으며 調査値는 각각의 줄기 表面積으로 나누어 mm<sup>2</sup>당 組織의 硬度(g/mm<sup>2</sup>)로 환산하여 비교 하였고 줄기의 Cuticle層은 Iodine-Potassium iodine H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 법<sup>8)</sup>의 方法에 의해 각 년근별로 30개체씩 染色하여 光學 顯微鏡下에서 측정 하였다.

## 結果 및 考察

苗參 主產地인 京畿道 抱川 地方의 養直苗圃를 대상으로 4월 하순-5월 중순의 모잘록병 發病率을 조사하여 본 結果, 調査 圃場에서 *R. solani*에 의한 被害는 0.6-10.9%로 포장에 따라 큰 차이를 보였다. 이들 조사 포장을 병이 많이 발생한 포장과 발병이 적은 포장으로 나누어 비교하여 본 결과 토양의 化學的 特性에 의한 病發生間에는 차이가 없었으나 줄기의 軟白化 部位가 비교적 짧은(1cm내외) 포장에서는 0.6-3.2%로 발병이 적은 반면 줄기의 연백화 부위가 2 cm 내외가 되는 포장에서는 6.9-10.9%의 높은 發病率을 보였다(Table 1).

포장 조사를 토대로 Pot 시험을 한 結果, 人蔘種子를 播種하고 모래로 1, 2 및 4 cm의 두께로 覆土할 경우의 모잘록병 發生率은 각각 18.4%, 27.4% 및 32.9%로 두껍게 복토 할수록 발병이 심해지는 결과를 보여(Fig. 1) 포장에서의 조사 결과 즉 줄기의 軟白化 部位가 길어 질수록 발병이 심해 진다는 결과와 一致되었다.

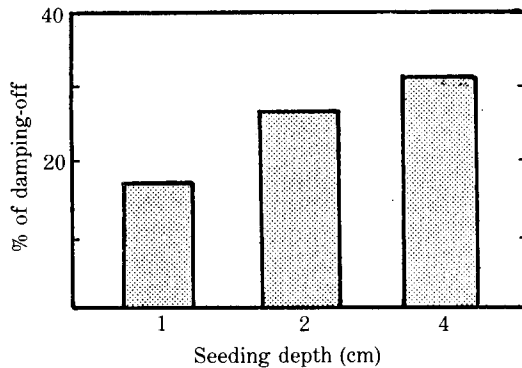
Leach등<sup>9)</sup>은 'Shallow seeding method'가 강낭콩의 모잘록병 방제에 효과적이었으며 감자에서는 토양 수분이 많거나 播種期에 降雨가 많은 지역에서 복토를 얇게 하여 *R. solani*에 의한 감자혹지병 발생이 감소되었는데<sup>10)</sup> 이와같이 播種을 깊게 하므로써 종자에서 발아한 연약한 줄기가 토양에 존재하는 병원균과 접촉하는 기회가 많아짐에 비례하여 발병이 심해지르

**Table 1.** Comparison of seeding depth with severity of damping-off of ginseng seedlings caused by *Rhizoctonia solani* in "Yangjik"

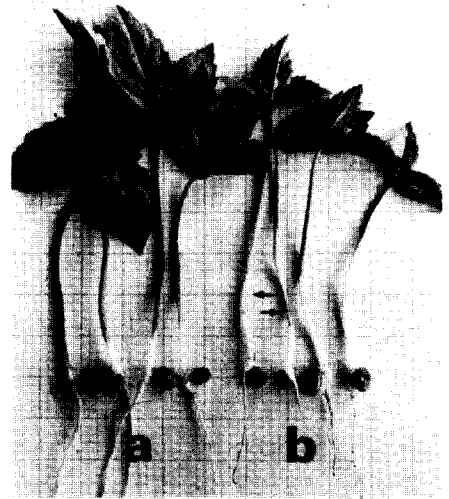
Fields	Germination (%)	Damping-off <sup>1)</sup> (%)	Length of <sup>2)</sup> etiolated stem (cm)	Soil chemical properties			
				pH	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	NO <sub>3</sub>	E.C.
A	73.0	0.6	0.78±0.42	6.4	105.3	4.2	0.056
B	77.9	3.2	1.25±0.55	5.4	58.3	305.2	0.320
C	73.1	6.9	2.26±0.78	5.2	76.3	365.2	0.123
D	67.0	10.9	1.89±0.72	6.1	120.3	95.5	0.192

1) AVERAGE of 3 replicates

2) AVERAGE of sixty stems measured from seedcoat



**Fig. 1.** Effect of seeding depth on severity of damping-off of ginseng seedlings. Two hundred and eighty-eight seeds in a 24×80×18 cm plastic pot were covered with river sand at depth of 1,2 and 4 cm, which was infested with 2,500 mg of inoculum per pot. The inoculum was prepared by growing *Rhizoctonia solani* (AG 2-1) on Wheat bran medium (Wheat bran, 2% Sucrose (w/w), 40% Water (v/w) for 1 month. The culture was then dried and homogenized with portable mixer.

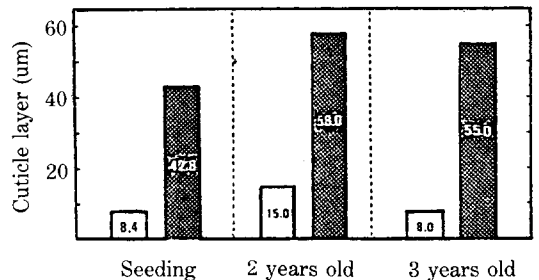


**Plate 1.** Symptoms of damping-off developed on stem of ginseng seedlings. (A): Very short etiolated stems with shallow seeding (healthy). (B): The pathogen produced symptoms on the long etiolated-portion of the stems (←), where the deep seeding was practiced.

로<sup>11-13)</sup>인삼 종자를 파종후 복토 정도에 따라 발병의 차이가 있었다고 생각된다.

苗參에서 *R. solani*에 의한 病班은 묘삼의 地際部 또는 토양 속에 위치하는 연백화된 줄기 부위에 발생하므로(Plate 1) 묘삼의 연백화된 줄기의 특성을 조사하기 위하여 인삼의 연백화된 부분과 지상부로 노출되어 보라색으로 변색된 줄기 부분을 구분하여 조직을 染色, Cuticle층의 발달정도를 비교해본 결과 발병기인 5월경의 묘삼, 2년근 및 3년근의 지상부 변색된 줄기 부분의 Cuticle층은 각각 42.8, 58.0 및 55.0 μm 인데 비하여 연백화부분은 8.4, 15.0 및 8.0 μm로 Cuticle층의 발달이 매우 빈약하였다(Fig. 2).

연백화 부분의 組織強度는 Table 2에서 보는 바와



**Fig. 2.** Comparison of cuticle layer of the etiolated (□) with the colored stem (▨) of seedling, 2 years old, and 3 years old ginseng plant.

**Table 2.** Comparison of rigidity of the etiolated stem with the colored stem of ginseng

Ginseng <sup>1)</sup>	Rigidity of stem (g/cm <sup>2</sup> ) <sup>2)</sup>	
	Etiolated	Colored
Seedling	29.34 ± 7.02	46.40 ± 6.80
2 year-old	40.14 ± 9.88	55.89 ± 3.84
3 year-old	92.76 ± 17.62	101.48 ± 8.60

<sup>1)</sup> Twenty stems of each plants were sampled on May 2, 1985

<sup>2)</sup> Measured by Instron 1148, Head: 5 kg for seedling and 2 year-old, 50 kg for 3 year-old, Clearness: 0.4 mm for seedling and 2 year-old and 0.7 mm for 3 year-old, Plunger:  $\phi$  10 mm, and Chart speed: 200 mm/min.

같이 3년근에서는 연백화 부위나 지상부 노출된 부위간에는 차이가 없었으나 *R. solani*에 의한 피해가 심한 묘삼이나 2년근의 경우에는 연백화 부위의 줄기강도는 mm<sup>2</sup> 당 각각 29.3 g, 40.1 g, 인데 비하여 지상부 변색부위의 줄기는 각각 46.4 g, 55.9 g으로 지하부 연백화된 줄기 부분의 조직이 훨씬 연약하였다.

*R. solani*에 의한 모잘록병 發病機作으로는 病原菌이 分泌하는 Cutinase<sup>14)</sup>, Pectic enzymes<sup>15-17)</sup>, Toxins<sup>18,19)</sup>과 寄主細胞의 lignification<sup>20)</sup> 등이 관여한다고 보고되어 있다. 식물 병원균이 최초로 식물을 침입하기 위하여는 식물체 표피 가장 외측에 분포하여 병원균에 대한 제 1차 방어수단으로 작용하고 있는 Cuticle층을 분해 또는 파괴하여 관통하여야 하는 것으로 알려져있으며 Cuticle층과 병발생에 대한 연구가 많이 수행되어져 있다.<sup>21-23)</sup> Shaykh *et al.*<sup>23)</sup>은 Ferritin-labelled anticutinase에 의한 Cutinase antibody complex를 확인하고 병원균이 Cutinase를 분비하여 식물체 표피에 존재하는 Cuticle층을 관통, 세포를 침입한다고 보고하였으며 Bateman<sup>20)</sup>은 모잘록병의 發芽後 立枯에 대한 幼植物의 罹病性은 조직의 Lignification과 반비례하는데 이는 幼苗가 성장함에 따라 세포의 Pectin이 *R. solani*가 분비하는 Polygalactronase에 대해 Resistant form인 Calcium pectate로 변화되기 때문이라고 보고하였다.

그러므로 *R. solani*에 의한 인삼 모잘록병은 발아후 연약한 유묘시기의 지제부에 국한해서 발병하므로 본 시험에서 얻어진 결과를 조직의 Cuticle 발달정도 및

기계적 강도와 연관시켜 보면 묘삼의 모잘록병 발생을 줄이기 위하여 파종후 복토를 1 cm내외로 하여 연백화되는 줄기를 최소화하고 출아된 줄기의 기계적 강도를 증대시켜 병에 대한 저항력을 높히도록 하여야 할 것이다.

이와 같은 관점에서 파종후 종자를 강모래로 0.9-1.2 cm정도 복토하고 인삼이 出芽를 완료한 5월 중하순에 다시 강모래와 追肥를 목적으로 藥土, 온돌흙을 혼합하여 1.5-1.8 cm정도를 복토하여준 우리나라 전래의 고전적인 苗圃管理方法<sup>24)</sup>은 *R. solani*에 의한 모잘록병 방제 측면에서 매우 합리적이라고 생각된다.

그러나 cuticle이 잘 발달되고 조직의 기계적 강도가 비교적 높은 지상부 변색된 줄기에 병원균을 人工接種할 경우에도 病原菌의 侵入可能性과 묘삼 줄기의 Cuticle의 발달정도 및 조직의 기계적 강도등에 관여하는 要因들에 대한 보다 정밀한 研究가 遂行되어져야 할 것이다.

## 摘 要

養直苗圃를 대상으로 조사한 결과 *R. Solani*에 의한 苗蔘의 모잘록병 발생은 포장에 따라 큰 차이를 보여 0.6-10.9%였으며, 묘삼 줄기의 軟白化部位가 0.78-1.25 cm인 圃場의 모잘록병 發病率은 0.6-3.2%인 체 비하여 1.89-2.26 cm인 포장에서는 6.9-10.9%로 줄기의 연백화 부위를 길게한 포장에서 발병이 심하였고 병반은 대부분 地際部の 연백화된 줄기에 형성되었다.

人工接種된 포트 토양에 인삼 종자를 播種後 1, 2 및 4 cm로 覆土하였을 경우의 發病率은 각각 18.4, 27.4 및 32.9%로 복토를 두껍게 할수록 발병이 많았다.

발병기에 묘삼, 2년근 및 3년근 줄기의 Cuticle층은 지상부의 變色된 줄기 부분이 각각 42.8, 58.0 및 55.0 $\mu$ m로 연백화 부위 8.4, 15.0 및 8.0 $\mu$ m 보다 Cuticle층이 잘 발달되었으며 줄기의 硬度를 측정할 결과 3년근 줄기에서는 부위간에 차이가 없었던 반면 *R. solani*의 피해가 매우 심한 묘삼이나 2년근에서 연백화 부위는 각각 29.3 g 과 40.1 g/mm<sup>2</sup> 으로 지상부 노출된 줄기 부위 46.4, 55.9g/mm<sup>2</sup> 에 비해 組織의 硬度가 매우 낮았다.

## 引用文獻

1. 이경휘, 정하원 : 농촌진흥청 식환연구 보고서, 487 (1965).
2. 이성환, 정후섭, 최승윤, 라용준 : 문교부 학술연구 조성비 연구보고서(농학계), 1-53(1968).
3. 柳演鉉, 趙大堯, 吳承煥 : 高麗人蔘學會誌, 13, 114 (1989).
4. 宮澤洋一, 小林孝平 : 長野園試報告, 7, 78(1968).
5. 柳澤高夫 : 藥用になじんの病蟲害と防除法, 長野縣, 1-31(1968).
6. 김홍진, 오승환 : 인삼연구논문집(한국인삼연구소), 4, 162(1985).
7. 농촌진흥청 농업기술연구소 : 토양조사편람, 제 2권 토양 분석편(1973).
8. 小野小三郎, 鈴木直治 : 植物病理學實驗法(明日山季文, 向季夫, 鈴木直治編集)397-403(1962).
9. Leach, L.D. and Garber, R.H.: Control of Rhizoctonia, in *Rhizoctonia solani*, Biology and pathology. (ed.) Parmeter, J.R. Jr., 189-198 (1970).
10. Beukema, H.P. and Van der Zaag, D.E.: Potato improvement, International Agricultural Center, The Netherlands, (1979).
11. Richards, B.L.: *J. Agr. Res.*, 22, 47 (1921).
12. Houston, B.R. and Kendrick, J.B.: *Phytopathol.*, 39, 470 (1949).
13. Ruppel, E.G., Barnes, D.K., Freyer, C.H. and Santiago, A.: *Plant Disease Rept.*, 48, 714 (1964).
14. Linskens, H.F. and Haage, P.: *Phytopathol. Z.*, 48, 306 (1963).
15. Christou, T.: *Phytopathol.*, 52, 381 (1962).
16. Bateman, D.F.: *Phytopathol.*, 53, 197 (1963).
17. Bateman, D.F.: *Phytopathol.*, 54, 438 (1964).
18. Aoki, H., Sassa, T. and Tamura, T.: *Nature*, 200, 575 (1963).
19. Nishimura, S. and Sabaki, M.: *Ann. Phytopathol. Soc., Japan*, 28, 228 (1963).
20. Bateman, D.F. and Lumsden, D.P.: *Phytopathol.*, 55, 734 (1965).
21. Cooper, R.M.: The mechanisms and significance of enzyme degradation of host cell walls by parasites. in *Biochemical plant pathology*, (Ed.) Callow, J.A., 101-136 (1983).
22. Kolattukudy, P.E. and Koller, P.E.: Fungal penetration of the first line defensive barriers of plants, in *Biochemical plant pathology*, (Ed.) Calow, J.A., 79-100 (1983).
23. Shykh, M., Soliday, C. and Kolattukudy, P.E.: *Plant Physiology*, 60, 170 (1977).
24. 今村鞆 : 人蔘史 第4卷(人蔘栽培篇), 朝鮮總督府 專賣局, 142-143(1936).