

人參圃 土壤의 真菌 및 *Fusarium*속 分布에 관한 연구

申 鉉 成 · 李 炯 煥* · 李 敏 雄**

大田保健專門大學 臨床病理科 · 建國大學校 生物學科* · 東國大學校 農生物學科**

Studies on the Distribution of Fungal and *Fusarium* spp. Propagules in Ginseng Field Soil

Hyun Sung Shin, Hyung Hoan Lee* and Min Woong Lee**

Department of Clinical Pathology, Daejeon Medical Junior College,* Daejeon 300

Department of Biology, Kon Kuk University, Seoul 133, and

Department of Agrobiolgy, Dongguk University,** Seoul 100, Korea

Abstract: The correlations between environmental influences on microorganisms in soil and its effects on disease development in ginseng field were studied to obtain some useful data for increasing ginseng production and effective preventive measures against the root rot caused by soil-borne pathogens. The diseased replanted ginseng fields were selected as the diseased field and the healthy plot in first planted field selected as control in three major Korean ginseng producing areas such as Kumsan, Goesan and Poonggi. The physicochemical characteristics of the soil were analyzed and microorganisms susceptible for root rot of ginseng, such as *Fusarium* spp. and general fungi were investigated for their population density in various soil conditions. Correlations between soil microbial populations and environmental factors were investigated. The numbers of *Fusarium* spp. propagules were abundant in fall in both soil conditions. The numbers of *Fusarium* spp. were 1.9 to 2.6 times higher in replanted field than first planted field except Goesan area. Relative ratio of *Fusarium* spp. to total fungi propagules in replanted field was 1.6 times higher in replanted field than first planted field indicating higher numbers of *Fusarium* spp. distributed in replanted field of soil. The numbers of propagules of total fungi were increased in June and July and there was no sensitive variation according to the temperature. There was no significant difference in vertical distributions of total fungi according to soil depth, while the total fungi were abundant in the surface layer and 10~15 cm layer. The contents of organic matter and phosphate in healthy field were somewhat high, and phosphate/organic matter ratio and Mg contents were high in diseased field. All of the soils showed a weak acidic pH of 4.5 to 5.7. Soil moisture contents were increased during winter season, but did not show any significant changes during the growing periods, showing 24.6% in healthy field and 19.5% in diseased field respectively. Soil temperature was the highest in July and August and the lowest in January and February.

Keywords: Environment factors, *Panax ginseng*, *Fusarium*, Propagules, Population.

人參 *Panax ginseng* C.A. Meyer 은 土壤中에 5~6 年間 栽植되므로 根腐病原 微生物에 의한 病害가 문제 되고 連作의 경우에도 根圈土壤 微生物에 의한 病害로 連作障害가 생기는데 連作障害의 해결은 人參增産에

가장 중요한 과제이다(鄭과 金, 1977) 人參 根腐病 發生의 影響은 여러가지 環境要因과 여러종류의 土壤病原微生物에 의한 複合的作用에 의한것이라 하였고(金 등, 1980; 吳, 1981; 吳 等, 1981), 主要 病原菌(金과

李, 1974; 松尾와 宮澤, 1967; Chung 1975; 松尾와 宮澤, 1969; 宮澤 1970; 李, 1975; 李 1979)과 線蟲으로 *Meloidogyne* 과 *pratylenchus*(金 등, 1980; 李 등, 1982) 등이 있다.

筆者들은 人蔘圃 土壤內의 환경 요인과 토양 병원미생물로 *Fusarium* 속 分布에 미치는 환경의 영향을 연구하므로 이들에 대한 豫察에 應用 및 방제의 效率性을 높이므로 人蔘增産에 寄與될 수 있는 기초자료를 얻고져, 현재 우리나라 주요 인삼 재배지인 錦山, 豊基, 槐山의 3地域 再作罹病圃와 初作健蔘圃를 선정해서 토양의 各種 物理化學的 性質과 몇가지 미생물의 月別 및 垂直分布를 지역별로 調査하였다.

材料 및 方法

土壤 採取 地域

錦山地域의 圃場選定은 1982年 6月 忠南 錦山郡 秋富面 西大2里 소재 初作栽培·7年後 再作된 600여평의 3年根 人蔘圃로서 罹病程度는 약 60%로 同年 10月 廢圃場되었으며 再作地 初作健蔘圃는 같은 洞里所在 105坪규모의 蔘圃로 罹病率은 10% 内外의 3年根 蔘圃作地였다.

槐山地域은 忠北 槐山郡 七星面 윤월리 학동 所在 初作後 10年이 경과되어 再作된 650여坪의 再作地로 罹病率은 30~35%였으며 同年 廢圃場 되었으나 蔘圃條件維持를 위하여 4坪정도 日覆效果을 위한 施設을 갖추어 놓고 시료를 採取하였다. 初作地도 학동所在 750坪의 밭으로 紅蔘栽培地로 選定된 蔘圃였고 全圃場 95% 이상 無病圃로 모두 3年根 蔘圃였다.

豊基地域은 慶北 榮豊郡 鳳現面 태춘1동 所在하고 再作地는 初作栽培 4年後에 再作된 250여坪 平均 40% 罹病圃였고 初作地는 같은 마을에 있는 490坪의 논으로 95% 이상 無病圃場이었으며 再作地는 같은해에 廢圃場되었으나 人蔘圃의 環境維持를 위해 3坪정도를 남겨두어 試料를 採取하였고 모두 3年根의 人蔘圃였다.

土壤 試料 採取

土壤材料의 採取는 1982年 6月부터 1983年 9月까지 每月 中순에 採取하였으며 土壤採取深度는 0~5 cm, 10~15 cm, 20~25 cm, 30~35 cm의 4層位로하고 再作地, 初作地 모두 3個所에서 層位別로 土壤을 採取하여 混合하고 미생물들의 분포수를 알고져 20 g씩 비닐 봉지에 넣었고 분석용은 2 kg이 되게 별도로 1회 채집하였다.

土壤 溫度 및 水分 測定

溫度는 각 地域에서 0~5 cm, 10~15 cm, 20~25 cm, 30~35 cm 層位마다 오전중에 溫度計를 꽂아 약 5分후에 측정하였고 水分은 層位별로 採取된 土壤을 알루미늄 호일에 넣어 化學天秤에 100 g을 秤量하고 100°C되는 乾燥器에 3~4時間 完全히 乾燥시킨후 건조후 減量으로 측정하였다.

土壤 分析

土壤分析은 農村振興廳 農業技術研究所에서 行하는 方法에 準하였고 pH는 硝子 電極法(Fisher model 325), 有機物은 Tyurin法(1938), P₂O₅는 Lancaster法(土壤化學分析法 1983), Ex/100g, K, Ca, Mg, NH₄-N의 OAC 浸出法. Atomic absorption spectrometer : Hitachi 303, sand, silt, clay 및 texture 등은 Day의 hydrometer法(1965)에 準하여 調査하였다.

土壤 菌類의 배양과 수직 분포

全 真菌의 선택배지는 Papavizas와 DeVey(1959)의 D. P. Y. A. 배지를 사용하였고 희석된 試料와 같이 注射平板하였다.

Fusarium 속의 선택분리배지는 Papavizas(1967)의 PCNB modified 배지를 사용하고 살균한 후 45~50°C로 식힌다음 streptomycin sulfate 100mg, chlorotetracyclin(Sigma 50 mg)을 멸균증류수 100 ml에 完全溶解한후 上記 배지에 添加하여 殺菌된 Petri접시에 分注한 다음 실험에 사용하였다.

*Fusarium*속을 위한 토양희석은 Sand와 Rovira(1970)의 方法을 참고로하여 試料土壤 10 g을 멸균된 500 ml 삼각플라스크에 넣고 직경 4~5mm 정도의 硝子玉 약 20~25개를 넣어 토양입자가 쉽게 粉碎되도록 하였고 이에 멸균된 100 ml의 증류수를 넣어 往復振盪器(100~110/min)에서 30分間 振盪處理하여 試料土壤 1 g에 對하여 *Fusarium* spp.는 400:1(李 1977) 稀釋하였고, 全真菌은 10,000:1로 희석하여 *Fusarium*속은 Sand와 Rovira(1970) 및 李(1977)의 接種方法으로 각 희석액 0.3 ml씩을 分離選擇培地에 분주하여 25°C에서 5日 간 배양하였고 진진균은 배지에 1 ml씩을 넣어 6日 간 배양하였다.

結 果

土壤의 化學的 成分과 土性

人蔘圃에서 採取한 土壤의 化學的 性質을 분석한 結果는 Table I 과 같다. K의 含量(me/100g)은 錦山, 豊基地域, 再作地에서 높았고 槐山은 初作地에서 높았으며 平均치는 初作地에 비하여 再作地에서 높았다.

Table I. Soil characteristics of various soil samples.

Soil sample	(me/100g)			O.M (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	pH (1 : 5)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Textural class	
	K	Ca	Mg								
Kumsan	Healthy plot	0.24	3.5	0.5	3.2	186.0	5.2	24.0	64.4	11.6	Silt loam
	Diseased plot	0.33	2.8	0.7	2.3	159.0	4.5	27.3	59.1	13.6	Silt loam
Goesan	Healthy plot	0.36	2.9	1.4	3.0	70.0	4.9	6.5	65.5	28.0	Silt clay loam
	Diseased plot	0.25	20.1	4.7	1.0	57.0	5.7	17.5	66.5	16.0	Silt loam
Poonggi	Healthy plot	0.17	3.9	0.7	3.9	167.0	5.7	21.2	65.8	13.0	Silt loam
	Diseased plot	0.65	3.7	0.9	3.2	138.0	4.8	17.5	59.9	22.6	Silt loam
Healthy plot	Total	0.77	10.3	2.6	10.1	423.0	15.8	51.7	195.7	52.6	
	Average	0.26	3.4	0.6	3.4	141.0	5.3	17.2	65.2	17.5	
Diseased plot	Total	1.23	26.6	6.3	6.5	354.0	15.0	62.3	185.5	52.2	
	Average	0.41	8.9	2.1	2.2	118.0	5.0	20.8	61.8	17.4	

(Data were analyzed by Dept. of soil. Inst. of agricultural science, O.R.D. Suwon Korea)

Healthy plot: Soil of healthy plot in first planted field of ginseng (3 year).

Diseased plot: Soil of diseased plot in replanted field of ginseng (3 year).

Ca와 Mg의 함량은 3 지역 모두 再作罹病圃에서 많은 경향을 나타냈다. 有機物質含量은 初作地가 평균 3.4 %로 再作地 2.2 %보다 初作健蔘圃에서 含量이 높았고 全 材料 토양 조건에서 磷酸(P₂O₅)은 初作地 141.0 ppm과 再作地 118.0 ppm으로 初作地에서 높았다.

pH는 初作地の 평균 5.3과 再作地の 평균 5.0사이에는 큰 차이가 없었다. 토양에서 모래의 비율은 錦山, 槐山의 再作地에서 含量이 높았고 그 반대로 初作地 含量이 높았다. 이들 含量의 평균은 初作地가 17.2 %이고 再作地 20.8 %이었다.

粘土는 槐山 初作地(28.0 %)에서만 월등히 많았으나 全體 平均은 再作地 및 初作地사이에 차이가 없었다.

土性은 槐山 初作地の 微砂質粘壤土를 제외하고는 모두 微砂質壤土였다.

土壤 溫度

人蔘圃의 時期別 土壤溫度를 조사한 結果는 Fig. 1 과 같다.

再作地 및 初作地 모두 年平均 氣溫변화에 따라 地 溫度 영향을 받는데 1~3月은 대체로 0 °C에서 零下 -1 °C 内外였으며 8月(表層 26~28 °C)이 가장 높았으며 연간 溫度範圍는 평균 -1~26 °C였고, 層位別로는 큰 차이는 없었으나 表層이 다른 下位層보다 약간 높았으며 各 層位別 年平均 溫度 範圍는 11.0~13.6 °C

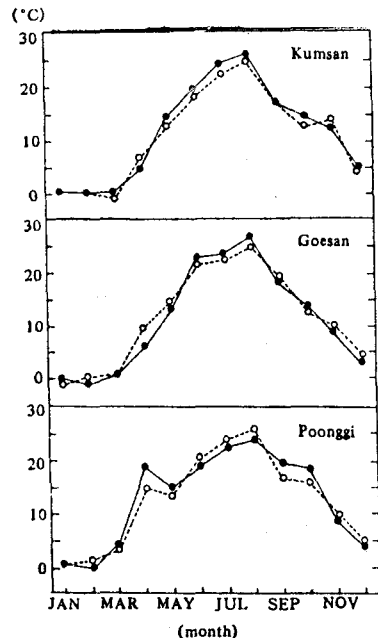


Fig. 1. Monthly variation of the mean numbers of soil temperature in the soil of 3 year old ginseng field.

●—● : Healthy plot in first planted field.
○- - -○ : Diseased plot in replanted field.

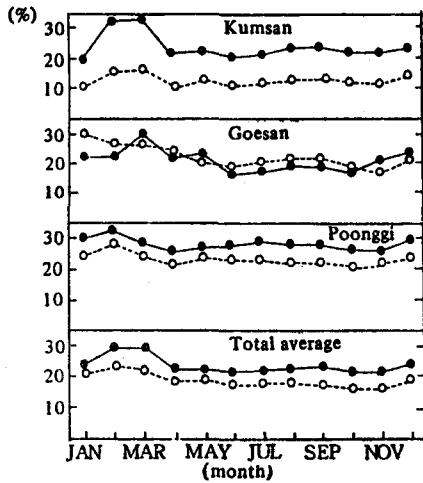


Fig. 2. Monthly variation of the mean numbers of soil moisture contents in the soil of 3 year old ginseng field.

●—●: Healthy plot in first planted field
○····○: Diseased plot in replanted field

로 層位間에 1~2 °C 差가 있었다.

土壤水分을 月別로 調査한 결과는 Fig. 2와 같다. 錦山 初作地는 水分 함량이 平均적으로 再作地에 비

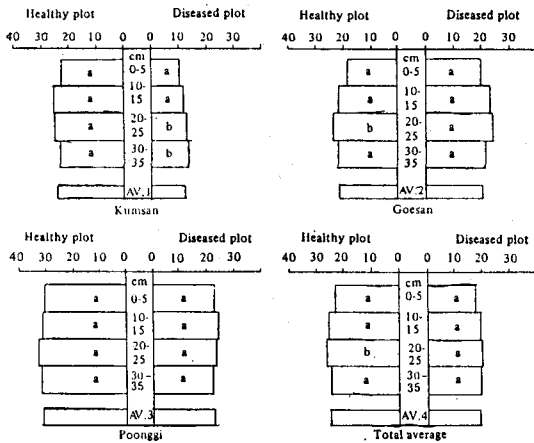


Fig. 3. Vertical distribution of mean numbers of moisture contents in the soil of 3 year old ginseng field. (%)

AV 1. t. 0.01=11.46 > 3.71 highly significant.
AV 2. t. 0.05=0.56 < 2.35 non-significant.
AV 3. t. 0.01=9.80 > 3.71 highly significant.
AV 4. t. 0.01=6.36 > 3.71 highly significant.
AV.: Average.
abc: Duncan's new multiple range test.

하여 높으며 특히 2~3월에 많았다. 槐山은 初作地와 再作地사이에 水分량에 있어서 큰 차이는 없었으나 初作地가 약간 높으며 일반적으로 1~3月 사이에 水分 함량이 많다.

豊基地域도 월평균량을 비교하면 初作地가 높으며, 일반적으로 12~3月 사이에 높다. 水分함량은 동계와 여름철에 그 함량이 높은 편이다(Fig. 2).

토양 수분을 수직으로 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 즉 錦山 무병지의 層位別 평균 水分 함량은 層位間에 차이는 없었고 再作地에서는 下位層으로 갈수록 水分 함량이 많았으나, 豊基는 차가 없다. 槐山 初作地에서 層位別 水分 함량은 20~25 cm層이 높았고 表層이 가장 낮았다. 再作地에서는 19.9~24.0 % 범위였고 통계적인 차이는 없다. 전체평균으로는 初作地가 23.0~26.1 % 범위이고, 20~25 cm層이 他層位에 比하여 높아 有意差가 있었고, 再作地에서는 18.1~20.4 % 범위였고 이들 間에 통계적 차이는 없었다.

土壤微生物의 月別 및 土層別 수직분포

1) 全 眞菌

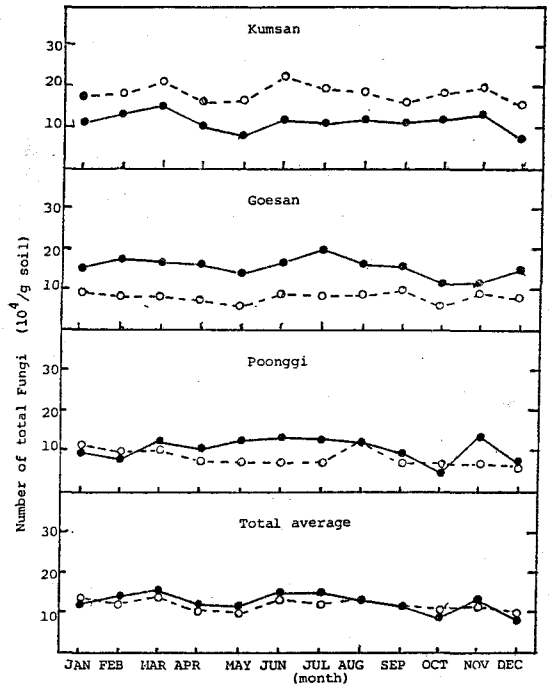


Fig. 4. Monthly variation of the mean numbers of total fungi in the soil of 3 year old ginseng field.

●—●: Healthy plot in first planted field.
○····○: Diseased plot in replanted field.

全 眞菌의 月別 分布는 Fig. 4와 같이 錦山 初作地와 再作地는 대체로 2, 3, 6, 11月の 경우 다른 달보다 높았고 대체로 심한 증감곡선은 아니었고 또한 月別 변화폭은 初作地 $6.58 \sim 16.07 \times 10^4/g$ 이고 再作地는 $15.08 \sim 23.25 \times 10^4/g$ 였다.

槐山 初作地는 2月과 7月이 높았고 再作地는 1月과 9月이 다른달보다 높았으며 月別 변화폭은 $10.83 \sim 20.25 \times 10^4/g$ 이고 再作地는 $5.67 \sim 11.17 \times 10^4/g$ 로 再作地 및 初作地에서 차이가 없었다.

豊基 初作地는 3, 5, 6, 7, 8, 11月이 다른 달보다 높았고 再作地는 8月이 다른 달보다 높았으며 다른 달은 月別間에 큰 차이가 없었다. 月別 變化幅은 初作地 $4.50 \sim 14.17 \times 10^4/g$ 이고 再作地는 $6.17 \sim 11.92 \times 10^4/g$ 였다. 전체적으로 初作地는 3, 6, 7月이 다른달보다 높았고 12月이 가장 적은 密度였다. 再作地는 8月이 가장 높았고 12月은 가장 낮았다. 일반적으로 전 조사 지역에서 全 眞菌類는 여름철에 數가 增大되었고 추운 겨울철에는 그 數가 적은 경향을 나타냈다.

全 眞菌에 수직분포는 Fig. 5와 같이 錦山 初作地에서 表層이 再作地에서는 層位間 변화폭은 初作地 8.54

$\sim 15.59 \times 10^4/g$, 再作地 $13.82 \sim 23.59 \times 10^4/g$ 로서 初作地가 表層과 10~15 cm 층에서 다른 下企層에 대해 再作地에서는 30~35 cm層이 다른 층위와 비교함에 있어서 통계적인 차이가 있었다.

全 眞菌의 무병지와 이병지 全體평균은 錦山 이병지가 무병지보다 1.6배 많았고($t=0.05$) 괴산은 반대로 初作地에서 菌의 분포수가 많았다. 풍기는 初作지와 再作地사이 큰 차이가 없었다.

2) *Fusarium* spp.

Fusarium 속의 月別分布는 Fig. 6과 같이 錦山은 初作地에서 2, 3, 9, 10月에 다른 달보다 분포수에 있어서 통계적인 유의성 차가 있고 특히 9월에 가장 많았다. 再作地에서는 9월에 가장 많이 분포하고 4, 5, 6, 12月은 다른 달보다 적었다.

가을에 비교적 높은 분포를 나타냈으며 이병지 및 무병지 모두 9월이 높았다. 월별 변화폭은 초작지 $3.67 \sim 40.34 \times 10^8/g$, 再作地는 $15.33 \sim 84.33 \times 10^8/g$ 로써 再作地에 그 분포가 큰 경향이 있었다.

槐山 初作地는 4, 5, 1月に 다른 달보다 그 분포가 적었고 반면 7월에 가장 많았으며, 再作地는 가을에 많

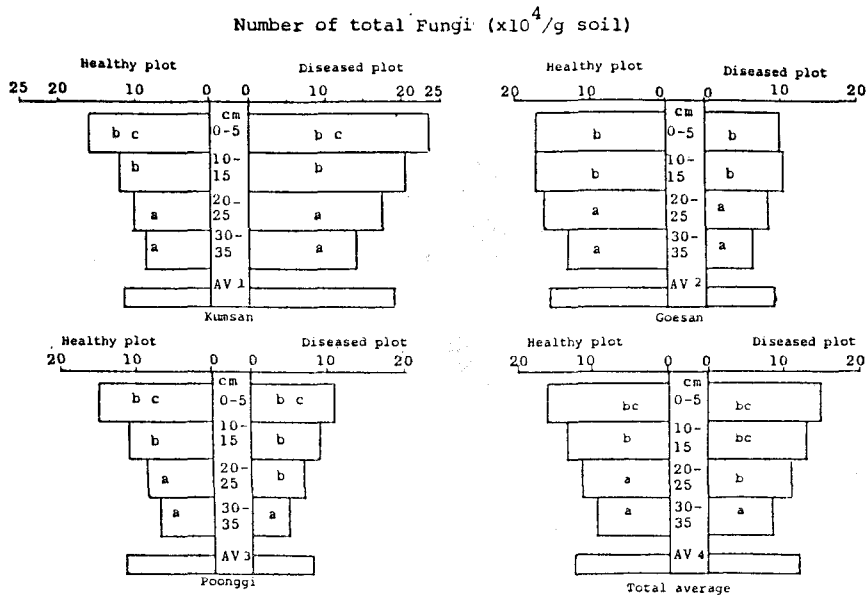


Fig. 5. Vertical distribution of mean numbers of total Fungi in the soil of 3 year old ginseng field.

AV 1. $t 0.05 = 2.84 > 2.45$ significance.

AV 2. $t 0.01 = 5.20 > 3.71$ highly significant.

AV 3. $t 0.05 = 1.13 < 2.45$ non-significant.

AV 4. $t 0.05 = 0.36 < 2.45$ non-significant.

AV.: Average.

abc: Duncan's new multiple range test.

Healthy plot: Healthy plot in first planted field.

Diseased plot: Diseased plot in replanted field.

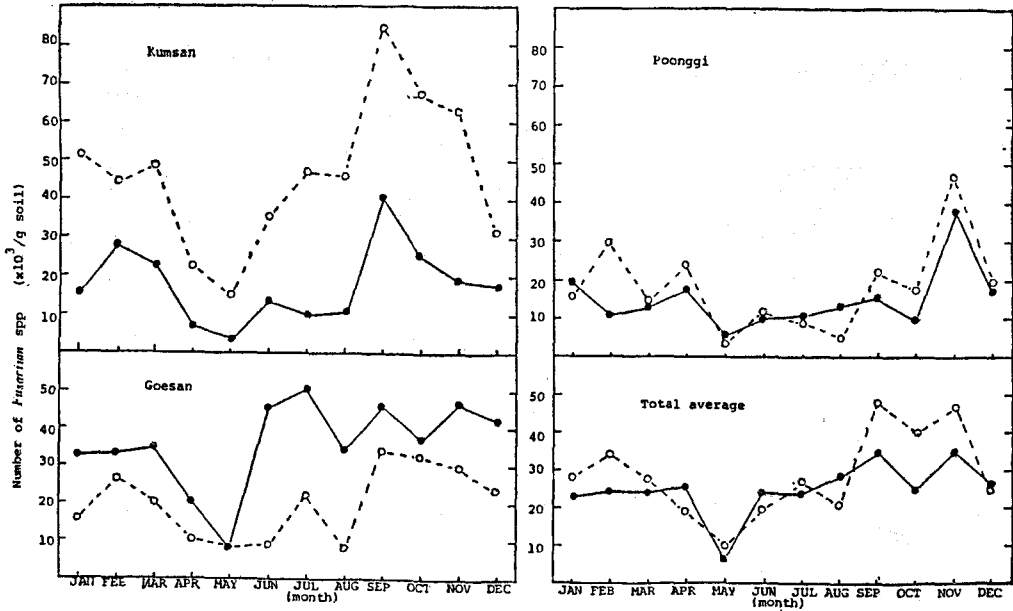


Fig. 6. Monthly variation of the mean numbers of *Fusarium* spp. in the soil of 3 year old ginseng field.

●—● : Healthy plot in first planted field.

○-----○ : Diseased plot in replanted field.

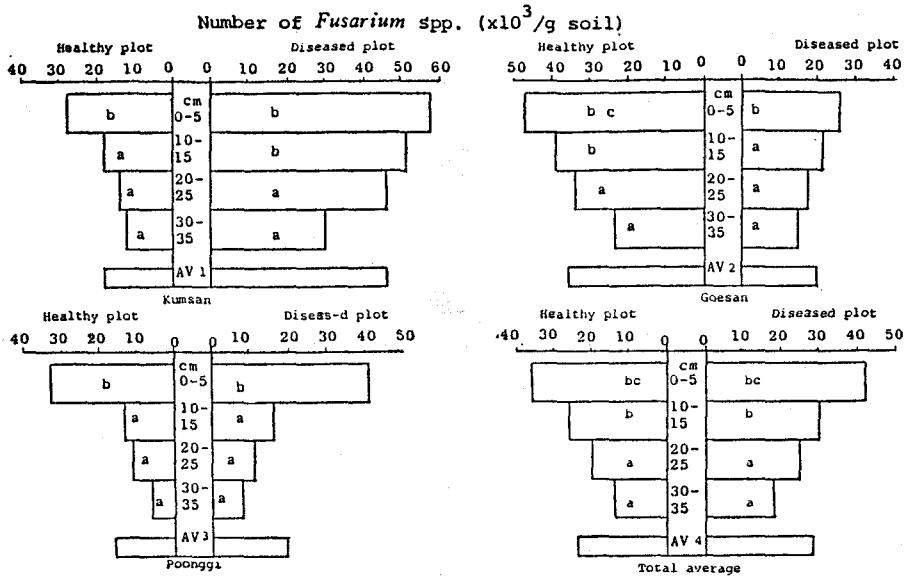


Fig. 7. Vertical distribution of mean numbers of *Fusarium* spp. in the soil of 3 year old ginseng field.

AV 1. $t 0.01 = 4.14 > 3.71$ highly significant.

AV 2. $t 0.05 = 2.85 > 2.45$ significance.

AV 3. $t 0.05 = 0.38 < 2.45$ non-significant.

AV 4. $t 0.05 = 0.68 < 2.45$ non-significant.

AV.: Average.

abc: Duncan's new multiple range test.

Healthy plot: Healthy plot in first planted field d field of ginseng (3 year).

Diseased plot: Diseased plot in replanted field.

Table II. Comparative ratio of soil microorganisms in replanted plot and first planted plot of soil in 3 year old ginseng field

		Total fungi		<i>Fusarium</i> spp.		<i>Fusarium</i> spp.	Total fungi / $\times 10^{-1}$
		No. of total fungi $\times 10^4$	D/H	No. of <i>Fusarium</i> spp. $\times 10^3$	D/H	<i>Fusarium</i> spp. $\times 10^3$ total Fungi $\times 10^4$	
Kumsan	D	18.86	1.638	46.33	2.589	46.33/18.86	2.457/1.554
	H	11.51		17.89		17.89/11.51	
Goesan	D	8.81	0.562	20.23	0.560	20.23/8.81	2.296/2.304
	H	15.66		36.08		36.08/15.66	
Poonggi	D	8.16	0.774	19.41	1.235	19.41/8.16	2.379/1.491
	H	10.54		15.72		15.72/10.54	
Total	D	11.89	0.944	28.65	1.195	28.65/11.89	2.410/1.904
	H	12.59		23.93		23.97/12.59	

D: Diseased plot in replanted ginseng field
H: Healthy plot in first planted ginseng field

았다. 月 변화폭은 初作地 $7.83 \sim 47.00 \times 10^3/g$, 再作地는 $8.00 \sim 34.71 \times 10^3/g$ 로서 初作地에 분포가 큰 경향이었다.

豈基 初作地는 11월에 다른달보다 有意性 있게 많았고 5월에 가장 낮은 밀도수를 나타냈다. 月 변화폭은 初作地가 $5.40 \sim 38.67 \times 10^3/g$, 再作地는 $4.75 \sim 48.33 \times 10^3/g$ 로서 그 분포에 있어 차이가 없었다. 全體的인 平均으로는 初作地에서 8, 9, 11, 12월에 다른달보다 많이 分布 하였고 再作地는 2, 9, 10, 11월에 높았고 특히 11월에 가장 많았으며 5월에 가장 낮았으나 일반적으로 再作地 및 初作地에서 모두 가을철에 높았다.

*Fusarium*속의 수직분포는 Fig. 7과 같이 각 토양별 토층 모두 표층부위가 하위층보다 높았다. 表土部로 갈수록 많이 分布하였고 심도가 깊어짐에 따라 감소하였다.

Fusarium 속의 전체평균은 錦山의 初作地 $17.89 \times 10^3/g$, 再作地 $46.33 \times 10^3/g$ 으로 통계적인 차가 있으나 반대로 槐山은 初作地 $36.08 \times 10^3/g$, 再作地 $20.23 \times 10^3/g$ 로 현저하게 初作地가 많았다($t=0.05$).

그러나 豈基 初作地는 $15.72 \times 10^3/g$ 이고 再作地 $19.41 \times 10^3/g$ 이나 이들 사이에 차이는 없었다.

또한 全體平均은 初作地 $23.97 \times 10^3/g$, 再作地 $28.65 \times 10^3/g$ 로 일반적으로 재작지에 이들군의 분포가 많았다.

人參園 土壤의 全 真菌 및 *Fusarium*속 分布에 特性

全 真菌 및 *Fusarium*속에 對한 再作罹病圃/初作健

圃의 對比는 Table II와 같다. 全 真菌의 對比는 再作罹病圃와 初作健圃間에 큰 차이가 없으나 *Fusarium*속은 槐山을 除外한 錦山과 豈基의 再作罹病圃에서 1.9 ~ 2.6배로 증가되었다. 또한 *Fusarium*속/全 真菌의 比는 槐山을 除外한 錦山과 豈基의 再作罹病圃에서 1.6 배 많이 分布 하였다.

考 察

각각의 조사지에서 관찰된 全 真菌은 대체로 6, 7월에 크게 增加 되었음은 조사 時期의 地溫이 $20 \sim 23^\circ C$ 로써 菌發育에 적당하였기 때문인 것으로 생각된다(Fig. 4). 李 等(1965)은 菌類의 변동이 4, 5월에는 없다가 6월에 크게 증가하고 8월에는 減少 한다고 한 것과 유의하였으나(李·蘇, 1983), Alexander(1971)는 栽培土壤의 全 真菌 月別密度는 5월과 9월에 증가되었고 6, 7, 8월에 감소되었으며 grass sod에서는 7, 8월에 크게 증가하였고 5월이 그 다음이고 6, 9월에는 감소되었음은 土壤條件과 日覆等이 없는 裸地 조건에 따른 差異로 생각된다.

Fusarium 속에 月別分布의 全體平均은 初作地와 再作地 모두 가을에 높았으며 月別 변이폭은 罹病面에서 증감폭이 컸다(Fig. 6). 이와같이 봄철부터 여름철까지는 비교적 分布의 변수가 적었으나 가을철에 急激히 증가하여 겨울에도 많았는데, 이는 Dobb(1932)의 報告와 같으나 李(1977) 및 吳 等(1980)은 5, 7월에 *Fusarium*속 밀도가 많이 分布하지만 9월 이후는 점차

감소 한다고 하였는데 이는 人蔘의 生育期동안 *Fusarium* 속의 土壤溫度가 상승되는 6月中旬 이후에 증가 하였다가 감소하였음은 本調査에서 가을에 높았던 것과는 차이가 있었다.

Jensen(1931), Orpurt(1934)와 Curtis(1934)는 土壤水分含量이 많으면 菌類가 증가된다고 하였는데 本 실험에서 토양 수분 함유량과 全 真菌의 밀도관계는 錦山의 경우 初作地 보다 수분 함유량이 적은 再作地에서 증가 되었고, 豊基는 錦山과 반대로 初作地가 再作地보다 토양 수분이 많았는데 初作地の 平均 全 真菌數가 증가되었으나 이들 전체평균에서는 차이가 없었다.

또한 *Fusarium* 속의 分布도 수분 함유량이 많은 錦山 初作地에서 數의으로 적어서 위 보고자들이 지적한 수분 함유량과 菌의 분포수의 관계만은 수분량에 의해서만 결정되는 것이 아니고 다른 要因에 의해서도 영향을 받는 것으로 생각된다.

Fusarium spp.와 土壤酸度와의 관계에서 Bhatt(1970)는 *Fusarium*屬은 알카리 토양에서 多數分布한다고 하고 吳等(1978)은 *Fusarium solani*는 토양 산도가 pH 7.0~7.5일 때 菌總數가 最多하며 pH 6.5~7.5일 때 圃場에서 根腐病 發生率도 높다 하였으나 本調査 圃場 pH 범위가 모두 pH 6.0 이하로써 이와 비교할 수는 없지만 錦山과 槐山 土壤酸度 pH 4.5, 4.9 圃場에서 pH 5.2, 5.7 圃場보다 *Fusarium* 密度가 증가 하였음은 오히려 金(1965), 金等(1974), 李(1973)의 보고와 같은 傾向을 나타냈다.

Nash와 Synder(1962) 및 陸과 朴(1981)등은 有機物含量이 균류증식에 영향을 준다고 보고한 바와같이 6~7월에 걸쳐 菌類가 증가한 것은 봄철에 有機物 施肥와 기후 조건이 적합한 것 등이 원인인 것으로 思料된다. 토양내 유기물 함유량에서 槐山の 경우는 Nash와 Synder(1962), 陸과 朴(1981)의 보고와 一致하나 錦山, 豊基의 경우 또는 전체적으로는 이들 보고를 뒷받침하기에는 좀 미흡하다.

Bisby 등(1935), Christensen(1969)은 *Fusarium*속은 산성 유기질 토양에서는 드물게 分離된다고 하였으며, Abawi(1971)는 유기질 토양이 무기질 토양인 곳보다 *Fusarium*가 더 많이 分布한다 하였다. 그러나 本 조사결과 有機物含量이 2.2%인 再作地가 3.4%인 初作地보다 통계적 차이는 없었으나 菌數가 많이 증가되었음이 이들 보고와 다른 점이고 이와같은 현상은 有機物의 減少로 인한 다른 腐生의 微生物의 活動이 抑制되므로 상대적으로 병원균인 *Fusarium*의 密度가 증가되

었을 것으로 推論하였다(吳等 1982).

Kim과 Chang(1967)은 酸度, 濕度, 有機炭素量, 有機窒素量 P, Ca등은 菌增殖에 확실한 상관성이 있다고 하였으며 K와 Mg는 菌增殖과는 상관성이 없다고 하였다.

本 실험에서 有機物의 減少, 모래함량의 增加, 酸性土壤, Mg이온증가, 磷酸/有機物의 비례가 증가된 再作地에서 *Fusarium*속의 밀도가 높다는 上記 보고와 대개 일치되는 결과였다.

柳 등(1981)은 인산/유기물의 비율은 *Fusarium*의 밀도와 正의 相關이 있다고 하며 Mg 이온 함유량은 *Fusarium*의 밀도(吳等 1980)와 根腐率間에 正의 상관성이 있다고 하였으며(鄭과 吳, 1981), 吳等(1981)은 Mg, Na 함유량이 誘發土壤에서 많다고 하였음은 本 조사에서 再作地(2.1)가 初作地(0.9) 보다 Mg 함유량이 훨씬 많고 磷酸/有機物 비율도 再作地가 初作地보다 높았던 것과 일치하였다.

각 土壤別 全真菌의 수직분포(Fig. 5)를 보면 대체로 再作地 및 初作地 모두에서 表層은 다른 下位層位에 比하여 많이 分布하여 통계적인 차이가 있고 再作地와 初作地の 全 真菌 分布는 錦山の 再作地($18.8 \times 10^4/g$)는 初作地($11.51 \times 10^4/g$)보다 1.6 배 많아 有意差를 인정할 수 있었으나, 槐山과 豊基에서는 再作地보다 初作地에서 증가되었으나 圃場사이에 통계적인 차이는 없었다. 本 조사의 결과 錦山の 경우는 金과 李(1974)의 보고와 일치하나 槐山, 豊基에서는 다른 결과를 나타냈고 또한 李(1973)의 結果도 罹病圃가 健蔘圃보다 많았으나 유의성 차이는 없다고 하였고 吳等(1983)은 拍制土壤과 育발토양조건에서 비교하던 역대 토양에 菌類가 많이 분포한다고 하였는데 이는 本 조사결과와 槐山 경우와 같다.

本 실험에서 *Fusarium* 속의 수직분포(Fig. 7)는 各 토양별 모두가 표층이 하위층 보다 분포수에 있어서 유의성 차이가 있었다. Nash와 Synder(1962)는 15~20 cm 층에서 Farley등(1974)은 15 cm층에서, 金等(1974)도 일반적으로 蔘根이 위치하는 根圈周圍인 10~15cm 層位에 多數分布하였다는 것과 같이 表層部位에 가까울수록 *Fusarium*속의 分布가 많은 것은 통기상태와 관련된 것으로 생각된다(金, 1965; 金等, 1974; 李, 1973). 初作地와 再作地の 토양에서 *Fusarium* spp.의 전체평균에서 初作地 $23.97 \times 10^8/g$, 再作地 $28.65 \times 10^8/g$ 로 再作地가 높았고 또한 再作地/初作地の *Fusarium*/全 真菌의 比는 錦山과 豊基에서 그 지역 初作地에 比하여 1.4~1.5배 증가되었다(Table II).

金等(1974)은 健蔘圃 보다는 罹病圃에서 菌類와 *Fusarium* 속의 밀도가 많으며 특히 非栽培地가 더 많았다고 하였으며 李(1977)는 初作地가 連作地보다 數의으로 많이 分布되었으나 *Fusarium*속 type의 疾病現象은 나타나지 아니 하였다고 하였다. 그러나 鄭等(1983)은 *Fusarium*의 밀도는 유발토양에서 많았고, 反面 *Fusarium*에 대한 拮抗菌은 역제토양이 유발토양보다 현저히 많았다고 하였고 吳等(1983)은 근부병역제 및 유발토양의 근권미생물중 *Fusarium* 속은 유의차가 없었고 全 細菌과 真菌은 역제토양에서 많다고 하였다. 本 조사에서도 再作地보다 初作地에서 全 細菌, 全 真菌數가 증가 되었음은 鄭等(1983)과는 약간 相異하였으나 吳等(1983)의 보고와는 일치하였다.

또한 吳等(1980)은 再作地에 缺株率은 *Fusarium* 밀도 全細菌밀도 역시 유의성을 나타내는 상관성을 나타낸다고 하였다. 이와같이 토양중 *Fusarium* 밀도가 높아지면 細菌의 밀도도 높아지는 경향은 병원성 細菌과 *Fusarium*菌에 의해 人蔘뿌리가 부패됨에 따라 副次的으로 부생적세균의 밀도가 증가되고 그로 인하여 뿌리 부패가 한층더 빨리 진행되는 것으로 추정된다.

이상의 결과를 종합하면 人蔘재배지의 再作地和 初作地에서 微生物에 年間 월중 변동으로써 토양내 증감은 토양수분산도, 유기물함량 및 토양에 따라 크게 변동하였고 특히 地溫上昇에 따른 증가도 현저하였다. *Fusarium*속과 같이 식물병원성 미생물이 再作地에서 증가되었음은 圃場環境으로 Mg, P₂O₅/有機物の 比, 모래함량의 증가 등이 根腐病과 缺株에 상관이 있다고 한 보고(鄭과 吳, 1981; 吳等, 1984)와 대체로 부합된다.

菌類의 分布傾向에 있어서는 地域에 따라 큰 차이가 없었으나 *Fusarium* 속은 3年 根 再作地에 특히 많았고 缺株率도 크게 나타났으며 일반적으로 再作地에 많이 나타난 것에 대하여 吳(1980)의 보고와 같이 施肥中 植物體의 C/N율이 낮은 어린식물보다는 성숙한 植物 혹은 C/N율이 높은 식물조직을 첨가하거나, 李等(1981)이 밝힌 耕耘回數의 증가 등이 토양병원균에 대하여 拮抗性을 갖는 放線菌類 및 *Trichoderma*속의 數的 증가를 가져오게 되고 이에따른 다른생물의 길항작용을 증대시킬 것으로 본다. 한편 전반적으로 槐山을 제외한 錦山과 豊基에서 *Fusarium*속/全真菌의 比의 증가가 罹病蔘圃의 微生物相인 반면 *Trichoderma*속/全真菌의 比, 放線菌類/全真菌의 比(Table Ⅲ)의 증가가 健蔘圃의 微生物相으로 생각 되는바 *Fusarium*속/全真菌의 比를 減少 시키든가 또는 *Trichoderma*속/全真菌

의 比, 放線菌類/全真菌의 比의 數를 증가시키는 방안을 모색함이 人蔘의 根腐病 發生을 최소화 시킬 수 있을 것 같다.

摘 要

人蔘의 土壤病害 방제에 효율성을 높이고, 증산에 기여할 수 있는 기초자료를 얻고자 우리나라 주요 人蔘 재배지인 錦山, 豊基, 槐山의 3년근 再作地和 初作地 토양을 선정하여 이들 토양의 물리화학적 성질과 토양 내 분포한 미생물들 사이에 상호 관련성을 조사하였다.

*Fusarium*속의 월별 분포는 초작지 및 재작지 모두 가을철에 증가하였고, 槐山을 제외한 豊基와 錦山 재작지가 이들 동일지역의 초작지 보다 1.9~2.6배 더 많이 분포하였으며, *Fusarium*속/전 진균의 비도 錦山, 豊基의 재작지에서 증가하였다.

전 진균은 대체로 6,7월에 증가되었으나 기온변화에 따른 민감한 증감없이 고루 분포되었고 표층부에 많이 분포하였다. 유기물과 人蔘의 함량은 초작지에서 많았고, 人蔘/유기물량의 비, Mg/유기물량의 비, Mg함량 등은 재작지에서 많은 경향이 있다. 토양의 pH는 4.5~5.7로 모두가 약 산성 토양이었다. 토양의 수분량은 겨울철에 증가 되었으며 생육기간에 수분량은 큰 차이가 없고, 평균적으로 초작지는 24.6%, 재작지는 19.5%였다. 토양의 온도는 7~8월이 높았고, 1~2월은 가장 낮았다.

文 獻

- 金侗熙(1965): 人蔘圃 土壤微生物의 生態學的 研究, 東國大 論文集 2:128-133.
- 金侗熙, 李敏雄(1974): 人蔘根腐病에 관한 研究(第 I 報), *Fusarium* spp.의 分離 同定에 관하여. 微生物 학회지 12:94-98.
- 金侗熙, 李敏雄(1974): 人蔘根腐病에 관한 研究(第 II 報), 人蔘圃 土壤中の 菌類에 垂直分布 및 菌種分類에 대하여. 東國大 論文集 13:393-401.
- 金侗熙, 李敏雄, 金光布(1974): 人蔘根腐病에 관한 研究(IV), 人蔘栽培土壤中の 菌類에 垂直分布 및 *Fusarium* sp.의 分布에 관하여. 韓國菌學會誌 2:15-19.
- 金鏡泰, 金鴻鎮, 李舜九(1980): 根腐病 防除研究. 人蔘研究報告書(栽培 分配) 專賣廳 357-373.
- 金鏡泰, 金鴻鎮, 安龍潛(1980): 線蟲防除研究. 人蔘研究報告書(栽培 分配) 專賣廳 411-429.

- 宮澤洋一(1970): 藥用人蔘의 根腐病을 일으키는 *Cylindrocarpon panacis*의 死滅溫度와 本病防除에의 適用. 農業 및 園藝(日文) 45:108-102.
- 陸成均, 朴貴姬(1981): 水分 障害에 관한 研究. 人蔘 研究報告書(栽培分野)專賣廳 229-246.
- 松尾卓見, 宮澤洋一(1967): 藥用人蔘의 *Fusarium*病의 病原菌 *Fusarium solani* f. sp. *panacis* n. f.와 *F. solani* f. sp. *pisi*에 關하여. 日本植物病理學會報 33: 346.
- 松尾卓見, 宮澤洋一(1969): 藥用人蔘의 根腐病(新稱)을 일으키는 *Cylindrocarpon panacis* sp. nov.에 關하여. 日本植物病理學會報 35:356.
- 吳承煥(1981): 인삼의 환경 및 기주조건과 발병과의 관계. 高麗人蔘學會誌 5:73-84.
- 吳承煥, 鄭永倫, 金鴻鎮, 朴圭鎮, 李壹鎬(1983): 人蔘의 病蟲害 防除研究. 韓國人蔘煙草研究所, 專賣廳 29-42.
- 吳承煥, 鄭永倫, 柳演鉉, 李壹鎬(1982): 人蔘栽培圃場에서 *Fusarium* 密度와 根腐에 影響을 미치는 土壤環境 要因. 韓國식물보호학회지 21:68-72.
- 吳承煥, 金鴻鎮, 鄭永倫, 朴圭鎮(1984): 人蔘根腐病 抑制土壤의 特性 및 拮抗菌의 根腐病菌 抑制效果. 韓國식물보호학회 春季 발표 초록 p.30.
- 吳承煥, 金鴻鎮, 李舜九, 金鏡泰(1981): 根腐病 防除 研究. 人蔘研究報告書(栽培分野), 專賣廳 3-19.
- 吳承煥, 朴昌錫, 鄭永倫(1980): 耕作地 微生物 生態 및 生物的 防除研究 人蔘研究報告書(栽培分野), 專賣廳 23-46.
- 吳承煥, 朴昌錫, 鄭永倫, 李璋浩(1980): 連作地 土壤 環境研究. 人蔘研究報告書, 專賣廳 5-22.
- 吳承煥, 朴昌錫, 金鴻鎮, 金英仁(1978): 人蔘의 根腐病 防除試驗. 研究報告書(人蔘分野), 專賣廳 7-16.
- 吳承煥, 朴昌錫, 金鴻鎮, 金英仁(1978): 人蔘의 斑點病 防除試驗. 研究報告書(人蔘分野), 專賣廳 17-24.
- 柳演鉉, 李壹鎬, 鄭永倫, 吳承煥(1981): 根圈 微生物의 生態研究, 連作地土壤 理化學性調查. 人蔘研究報告書(栽培分野), 專賣廳 20-32.
- 李鍾華, 李壹鎬, 柳演鉉, 朴贊洙(1981): 豫定地 前後 土壤 理化學的 特性調查, 豫定地의 病原微生物相의 關한 研究. 人蔘研究報告書(栽培分野)專賣廳 171-181.
- 李敏雄(1973): 人蔘 根腐病菌의 土壤生態에 關한 研究. 東國大 研究論集 3:201~210.
- 李敏雄(1975): 人蔘根腐病을 일으키는 *Pseudomonas fluorescens*에 關한 研究. 微生物학회지 13:143-156.
- 李放雄(1977): 人蔘根腐病에 關한 研究(Ⅷ), 人蔘連作 栽培地地와 初作栽培地의 病原性 微生物 消長에 關하여. 微生物학회지 15:20-30.
- 李敏雄(1979): 人蔘赤腐病原에 關한 研究. 微生物학회지 17:179-186.
- 李始塑, 李庚徽, 鄭夏元(1965): 人蔘 土壤病害에 關한 調查研究. 農振植環研報告 487-500.
- 李舜九, 安龍潛, 金鴻鎮, 李壹鎬, 李璋浩, 吳承煥(1982): 線蟲과 根腐病과의 關係 研究. 人蔘研究報告書(栽培分野), 專賣廳 19-45.
- 李王休, 蘇仁永(1983): 무우 배추 圃場內 病原性 土壤 微生物의 消長. 微生物학회지 21:7-14.
- 鄭厚燮, 金忠會(1977): 人蔘의 連作障害 防止策(人蔘 뿌리썩음병 防除에 關한 研究). 專賣技術研究所 1-36.
- 鄭永倫, 金鴻鎮, 吳承煥, 李壹鎬(1983): 人蔘根腐病 抑制土壤 및 誘發土壤의 特性. 韓國식물보호학회지 22:203-207.
- 鄭永倫, 吳承煥(1981): 土壤病害의 生物學的 防除研究. 人蔘研究報告書(栽培 分野)專賣廳 56-72.
- Abawi, G.S., Lorbeer, J.W. (1971): Population of *Fusarium oxysporium* f. sp. *cepae* in organic soil in New York. *Phytopathology* 61:1041-1042.
- Alexander, M. (1971): *Introduction to Soil Microbiology*, 2. John Wiley & Sons, Inc., U.S.A.
- Bhatt, G.C., (1970): The soil microfungi of white cedar forests in Ontario. *Canadian J. of Botany* 48:333-339.
- Bisby, G.R., Timonin, M. and James, N. (1935): Fungi isolated from soil profiles in Manitoba. *Can. J. Res. (c)*. 13:47-65.
- Christensen, M. (1969): Soil microfungi of dry to mesic coniferhardwood forest. in northern Wisconsin. *Ecology* 50:9-23.
- Chung, H.S. (1975): Studies on *Cylindrocarpon destructans* (Zins) Scholten causing root rot of ginseng. *Rept. Tottori Mycol. Inst. (Japan)* 12:127-138.
- Day, P.R. (1965): *Methods of Soil Analysis*, Eds. Black. CA. Evans, D.D., White, J.L., Ensminger, L.E., and Clark, F.E., Amer. Soc. Agronomy, pp. 545-567.
- Dobb, M.J. (1932): A quantitative study of the

- microorganism populations of a Hemlock and deciduous forest. *Soil Sci.* 33:325-345.
- Farley, J.D., Hubbeling, N., and Jaber, C. (1974): Vertical distribution of *Fusarium oxysporium* f. sp. *Iycopersici* race 2. in a green house soil. *Plant Disease Reporter* 58:320-321.
- Jensen, H.L. (1931): The fungus flora of the Soil. *Soil Sci.* 31:123-158.
- Kim, C.M. & Chang, N.K. (1967): On the decay rate of soil organic matter and changes of soil microbial population. *Kor. Jour. Bot.* 10:21-30.
- Lancaster, 農村振興廳(1983): 土壤化學分析法, 農村振興廳(水原) pp.103-106.
- Nash, S.M., and Synder, W.C. (1962): Quantitative estimation by plate count of propagules of the bean root rot *Fusarium* in field soil. *Phytopathology* 52: 567-572.
- Criput, P.A., & Curtis, J.J. (1934): *Ecology* 38:628-638.
- Papavizas, G.C. (1967): Evaluation of various media and antimicrobial agents for isolation of *Fusarium* from soil. *Phytopathology* 57:848-852.
- Papavizas, G.C. and Davey, C.B. (1959): Evaluation of various media and antimicrobial agents for isolation of soil fungi. *Soil Sci.* 88:112-117.
- Sands, D.C., and Rovira, A.D. (1970): Isolation of fluorescent *Pseudomonads* with a selective medium. *Applied Microbiol.* 20:513-514.
- Tyurin, A.T. (1938): The composition and structure of soil organo-mineral gels and soil fertility. *Soil Sci.* 45:343-357.

<Received February 11, 1986;

Accepted March 12, 1986>