

人蔘 栽培圃場에서 *Fusarium*密度와 根腐에 影響을 미치는 土壤環境 要因

吳承煥 · 鄭永倫 · 柳演鉉 · 李壹鎬

Soil Environmental Factors Affecting *Fusarium* Population and Root Rot of *Panax ginseng* in Ginseng Fields

Seung Hwan Ohh, Young Ryun Chung, Yun Hyun Yu, and Il Ho Lee

ABSTRACT

Soil environmental factors, affecting population of *Fusarium* spp. and root rot of *Panax ginseng* were investigated in the ginseng cultivated soil. In the 2-year-old ginseng cultivated soil, the number of *Fusarium* spp. and the amount of available phosphorus were significantly decreased as clay content was increased in the soil. Also the missing rate of ginseng plants and the amount of nitrate nitrogen appears to be decreased as clay content was increased in the soil, although, it was not statistically significant.

In the 6-year-old ginseng cultivated soil, there was highly significant negative correlation($r = -0.3976$, $p = 0.01$) between the number of *Fusarium* spp. and that of *Streptomyces* spp. Relationship between root rot and the amount of available phosphorus was significantly positive ($r = 0.3162$, $p = 0.05$), however, there was no correlation between the two factors within same soil texture.

緒 論

人蔘 增産의 가장 큰 問題點은 根腐病에 의한 生産量 減少로서, 1978年度 全國 總生産量의 47%의 수량 손실이 추정되었으며¹⁹⁾, 1980年度에는 金浦, 江華地域 6年根 採掘圃場에서 根腐病에 의한 缺株가 全體 식부 수의 44%를 차지하였다¹⁸⁾. 特別 人蔘은 宿根性作物로서 4~5年 동안 같은 場所에서 生育을 계속하기 때문에 다른 一年生 作物에 비해 土壤 環境變化에 의해 더 큰 影響을 받을 것으로 생각된다.

根腐病 發病에 影響을 미치는 環境要因은 여러가지

가 複合的으로 作用을 하지만, 直接的인 原因은 病原菌으로 *Fusarium solani*^{7,10)}, *Cylindrocarpon destructans*^{7,5)}, *Erwinia carotovora*^{7,6)}, *Pseudomonas fluorescens*^{6,7)} 등이 報告된 바 있으며 그 중에서도 *F. solani*는 가장 重要한 病原菌으로 알려져 있다^{6,14)}. 이들 病原菌의 生理 化學的 性質 등은 여러 차례 보고되었으나^{9,14,15)}, 根圈 土壤環境과 病原菌의 生態에 관한 研究는 별로 많지 않다.

吳等¹⁶⁾은 人蔘의 年根別 根圈 土壤의 真菌 分布比率와 密度變化, *Fusarium*의 密度를 調查하였으며, 李¹⁰⁾는 栽培土壤에서의 溫度, 水分의 계절적 變化에 따른 病原性 微生物들의 消長을 보고하였다. 또 人蔘 根腐

Table 1. The effect of ginseng rhizosphere environment on the missing rate and *Fusarium* spp. population at different soil types of 2-year-old ginseng field.

Soil texture clay content: (%)	No. of field surveyed	Missing rate (%)	No. of <i>Fusarium</i> spp. (5×10^2 /g soil)	pH	Organic matter (%)	NH ₄ -N NO ₃ -N P ₂ O ₅			K Ca Mg		
						(ppm)			(me/100g soil)		
and Loam (5.4~14.5)	13	14.2	6.6	5.8	1.40	15.6	76.1	287	0.79	5.41	2.31
loam (12.9~27.4)	11	9.7	2.7	5.7	1.77	17.4	63.7	116	0.82	4.96	2.65
ilt Loam (17.7~27.4)	6	8.2	3.0	5.5	2.87	16.6	25.9	114	0.74	4.05	2.02
lay Loam (28.9~49.8)	4	3.8	0.9	5.6	2.0	17.6	34.9	91	1.3	4.68	2.23
S.D.05	—	NS	2.1	NS	1.0	NS	NS	123.2	NS	NS	NS

*Soil samples were obtained at 34 field(in April, 1981).

病은 低年根인 3,4年根에서는 *Fusarium*에 의해 더 큰 영향을 받으나, 高年根일수록 *Fusarium* 보다는 *Erwinia* 등의 細菌에 의해 더 많은 영향을 받을 것이라고 하였으며¹⁷⁾, 人蔘栽培前의 作物種類에 따라서도 病原菌의 密度가 달라진다고 하였다¹⁸⁾. 그러나, 이러한 病原菌 密度變化的 직접적인 原因이 되는 土壤의 理化學의 特性과 경쟁적인 微生物의 生態의인 面에 대해서는 研究된 바가 없다.

本 研究는 人蔘 根腐病의 防除를 위한 基礎研究로서 根圍土壤의 理化學의 性質, *Streptomyces* 密度가 根腐와 根腐病菌인 *Fusarium*의 密度 變化에 미치는 影響을 調査하였다.

材料 및 方法

土壤 試料는 京畿道 金浦, 江華地域 2年根 34個 圃場(1981年 4月), 6年根 32個 圃場(1980年 9月)에서 地下 5~10cm의 根圍 部位 土壤을 各各 채취하였으며, *Fusarium*의 密度는 PCNB培地²¹⁾(peptone 15g, Oxgall 1.0g, PCNB(25%) 4g, Chlorotetracycline 0.05g, Streptomycin sulfate 0.1g, K₂HPO₄ 0.05g, MgSO₄·7H₂O 0.05g, agar 15g, 증류수 1l), *Streptomyces*의 密度는 colloidal chitin 培地¹²⁾에서 調査하였다. 缺株率은 포장마다 1.62m²씩 3反復으로 缺株數를 調査하였으며, 根腐率은 다음과 같이 指數로 表示하였다. 根腐率(%) = $\frac{\sum(\text{指數} \times \text{調査數})}{4 \times \text{總調査數}} \times 100$ (0 : 건건, I : 30% 이내, II : 30~60%, III : 60~90%, IV : 90~100% 씩음)

土壤 粒徑分析은 5% sodium hexametaphosphate로 分散시켜 hydrometer로 測定하였고, 有機物은 Tyurin法, 有效磷酸은 Lancaster法, NH₄⁺-N과 NO₃⁻-N는 Kjeldahl法, K, Ca, Mg는 1N-ammonium acetate로 浸出하여 原子吸光分光器(Varian A.A. 575)로 測定하였

다²⁾.

結果

2年根 圃場의 土壤을 土性別로 分類하여 缺株率, *Fusarium*密度, 化學의 性質을 비교하여 본 結果, 表 1에서와 같이 *Fusarium*密度, 有效磷酸은 粘土含量이 많을수록 줄어들었고, 缺株率과 질산태 질소는 有意性은 없었으나 줄어드는 경향이였다. 반면에 有機物 含量은 증가하였으며 다른 化學의 性質 즉 酸度, 암모니아태 질소, K, Ca, Mg, 含量은 뚜렷한 경향이 없었다. 또한 모래 含量은 *Fusarium*의 密度와 正의 相關을 보였다(그림 1).

6年根 圃場에서 根腐率과 有效磷酸含量間의 關係를

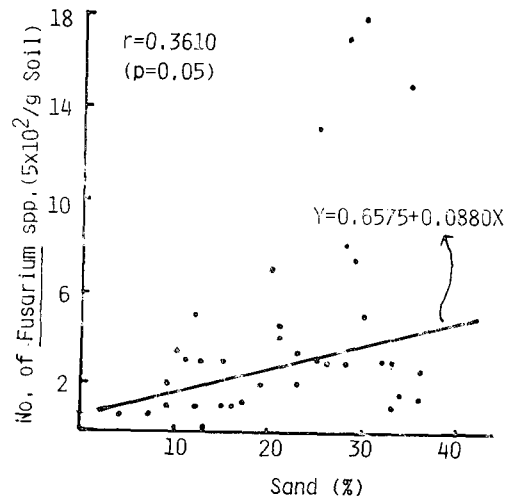


Fig. 1. Relationship between number of *Fusarium* spp. and content of sand in 2-year-old ginseng field.

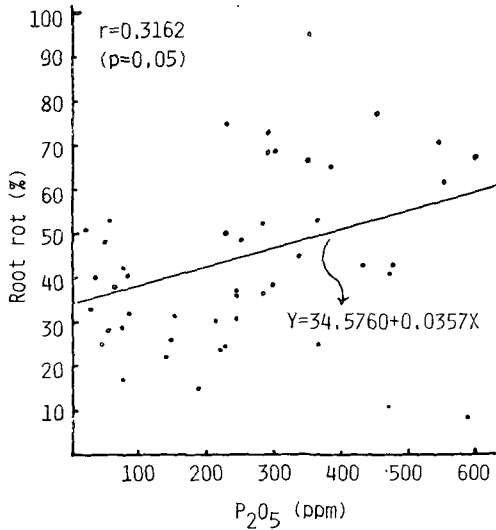


Fig. 2. Relationship between P_2O_5 content of soil and root rot in 6-year-old ginseng field.

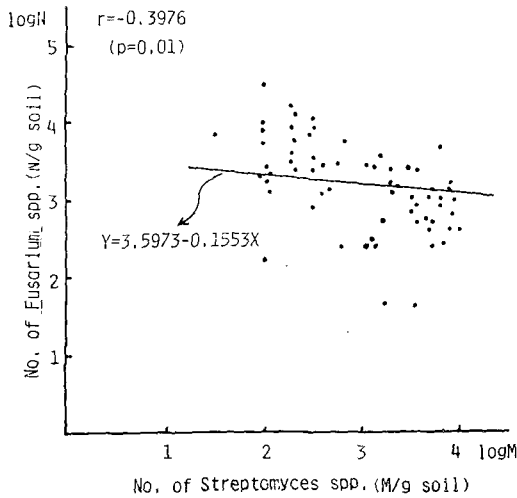


Fig. 3. Relationship between number of *Streptomyces* spp. and number of *Fusarium* spp. in 6-year-old ginseng field soil

조사하였는데 根腐率이 높은圃場일수록 磷酸含量도 높았다.

病原菌인 *Fusarium*의 密度는 그림 3과 같이 *Streptomyces* 密度와 高度의 負의 相關 關係를 나타내었다.

考 察

土壤粒子的 粗成에 따라 土性이 區分되어지는 데, 土性이 다른 土壤은 通氣性, 保水力, 有機物の 吸着 정도가 다르기 때문에, 微生物의 活動에 直接的인 影響

을 미친다^{3,24}).

粘土含量이 많을수록 缺株率과 *Fusarium* 密度가 소하였는데, 이는 壤壤土는 砂壤土보다 그 精度가 기 때문에 好氣性인 *Fusarium*의 生長에 必要한 酸의 확산이 억제되어 增殖이 되지 못한 것으로 생각되며²⁶), 또 粘土粒子에 부착되어 있는 여러가지 鑛物이 *Fusarium*과 경쟁적인 微生物의 增殖을 가져다^{24,25}). *Fusarium*이 억제되어 發病이 감소된 것으로 생각된다^{24,25}). Papavizas²²)와 Lewis¹¹)는 모래 含量이 많고 砂壤土 보다는 粘土가 많은 壤壤土에서 *Rhizoctonia solani*의 生存力과 腐生能力이 감소한다고 하였으며, 吳¹⁷), 李¹⁸)도 人蔘의 生育不良圃는 砂質土壤에 많이 포함한다고 하였는데 本 研究에서도 같은 結果를 나타내었다. 有機物の 含量은 모래가 많은 土壤일수록 낮았는데, 이는 여러가지 要因이 복합적으로 관여하겠지만, 특히 砂質土壤에서는 水分不足으로 인한 通氣性 良好로 施用된 有機物の 酸化가 促進되어 集積物이 적은 것으로 생각된다³). 또 有機物の 감소로 인하여 다른 腐生의인 微生物의 活動이 억제됨으로써 상대적으로 病原菌인 *Fusarium*의 密度가 增加하였을지도 모른다.

病原菌 營養源이 될 수 있는 土壤中 全窒素 含量은 보통 砂壤土보다 壤壤土에서 많으나^{3,8}), 本 實驗에서는 암모니아태 질소는 차이가 없었고 질산태 질소는 壤壤土 쪽으로 갈수록 감소하는 경향을 보였는데 이것에 관한 내용은 微生物 活動과 함께 더 研究 되어져야 할 것으로 생각된다.

有效磷酸은 壤質系 土壤으로 갈수록 그 含量이 줄어들었는데 이는 李⁸)의 보고와 일치하였다. 이것은 粘土에 부착된 Al, Fe, Ca 이온들이 磷酸과 固定되어서 可用性 磷酸이 감소된 때문인 것 같다³). 또 土性이 다른 6六根 포장에서 根腐率과 磷酸 含量間에 正의 相關이 있었는데 朴²³)의 結果와 같은 경향이었으며 이러한 相關關係가 磷酸 과다에 의한 根腐率의 증가 때문인지를 알기 위하여 吳 等²⁰)이 磷酸濃度를 달리한 培地와 土壤에 *F. solani*를 接種하여 生長과 密度變化를 調査한 結果 有意性 있는 차이가 없다고 하였다. 또 調査한 포장을 같은 土性으로 分類하여 상관關係를 보았을 때는 아무런 관계가 없었는데 이러한 것들로 미루어 볼 때 根腐率이 높은 곳이 磷酸含量이 높은 것은 磷酸 과다에 의한 직접적 영향이기 보다는 根腐가 많은 土壤의 特性이 磷酸含量이 높기 때문일 것으로 생각된다.

Lewis¹¹)는 土壤中 K_2O 含量이 높은 곳에서 *R. solani*의 腐生能力이 감소한다 하였고 Broadbent 等⁴)은 Mg 含量이 높은 土壤이 *Phytophthora cinnamomi*에 억제

작용을 한다고 하였으나 本 研究에서는 K, Ca, Mg 모두 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

· 一般的으로 *Streptomyces*는 大部分이 抗生物質이나 細胞壁 分解酵素를 냄으로써 다른 菌의 生長을 억제 한다고 알려져 있다¹⁾. 圃場調査에서 人蔘 根腐病菌인 *Fusarium* 密度와 *Streptomyces* 密度가 高度의 負의 相關을 보인 것은 위와 같은 拮抗作用에 起因한 것으로 생각된다.

以上과 같은 結果를 바탕으로 人蔘의 根腐病 防除를 위해서는 病原菌 以外에도 病原菌과 경쟁적인 作用을 하는 腐生菌의 生態에 대한 研究가 이루어져야 하겠으며 이들 腐生菌에 미치는 土壤環境도 함께 研究되어야 할 것으로 생각된다.

摘 要

人蔘 栽培圃場에서 病原菌인 *Fusarium* spp.의 密度와 根腐에 影響을 미치는 土壤環境要因을 調査하였다. 2年根 圃場의 土壤을 土性別로 分類하여 缺株率, *Fusarium* spp. 密度, 化學的 性質을 비교해 본 結果 粘土 含量이 많을수록 *Fusarium* spp.의 密度 有効磷酸은 줄어 들었고 缺株率과 질산태 질소는 줄어드는 경향이였으며 다른 性質은 뚜렷한 차이가 없었다. 6年根 圃場에서는 根腐率과 有効磷酸 含量이 正의 相關($r=0.3162$, $p=0.05$)을 보였으며 *Fusarium* spp. 密度와 *Streptomyces* spp. 密度는 高度의 負의 相關($r=-0.3976$, $p=0.01$)을 나타내었다.

引 用 文 獻

1. Baker, K.F., and R.J. Cook, 1974. Biological control of soil borne plant pathogens. Freeman and Co. San Francisco, Calif. U.S.A. 433p.
2. Black, C.A., D.D. Evans, L.E. Ensminger, J.L. White, and F.E. Clark. 1965, Methods of soil analysis. (Chemical and microbiological properties) American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, U.S.A. 771~1572.
3. Brady, N.C. 1974. The nature and properties of soils. (8th ed.). Macmillan Publishing Co. New York 629p.
4. Broadbent, P., and K. Baker, 1974. Behaviour of *Phytophthora cinnamomi* in soils suppressive and conducive to root rot. Austral. J. Agr. Res. 25 : 121~137.
5. Chiung, H.S. 1975. Studies on *Cnildrocarpon*

- destructens* (Zins.) Scholten causing root rot of ginseng. Repr. Tottori Mycol. Inst.(Japan) 12 : 127~138.
6. 鄭厚燮, 李仁遠 · 1977. 人蔘의 連作障害 防止策, 專賣廳 人蔘 用役研究報告.
7. 鄭厚燮 · 1979. 人蔘의 病, 韓國植物保護研究論考, 107~114, 韓國植物保護學會.
8. 李壹鎬, 陸昌洙, 韓康完, 朴玟錫, 南基烈 · 1980. 人蔘圃地의 土壤特性이 人蔘의 生育 및 收量에 미치는 影響, 高麗人蔘學會誌 4(2) : 175~185.
9. 李敏雄 · 1975. 人蔘 根腐病을 일으키는 *Pseudomonas fluorescens*에 관한 研究, 韓國微生物學會誌 13 : 143~156.
10. 李敏雄 · 1977. 人蔘 根腐病에 관한 研究 (Ⅶ). 韓國微生物學會誌 15(1) : 20~30.
11. Lewis, J.A. 1979. Influence of soil texture on survival and saprophytic activity of *Rhizoctonia solani* in soils. Can J. Microbiol, 25 : 1310~1314.
12. Lingappa, Y. and J.L. Lockwood, 1962. Chitin media for selective isolation and culture of Actinomycetes. Phytopathology 52 : 317~323.
13. 松尾卓見, 宮澤洋一 · 1969. 藥用人蔘의 根腐病菌에 關する研究, 日植病報 35 : 356.
14. 吳承煥, 朴昌錫, 金鴻鎮 · 1978. 人蔘 根腐病 防除 試驗, 高麗人蔘研究所 人蔘研究報告書 7~16.
15. 吳承煥, 朴昌錫, 金鴻鎮 · 1979. 人蔘根腐病 防除 研究, 高麗人蔘研究所 人蔘研究報告書 17~38.
16. 吳承煥, 朴昌錫, 鄭永倫 · 1979. 人蔘連作 障害 研究, 高麗人蔘研究所 人蔘研究報告書 51~68.
17. 吳承煥, 朴昌錫, 鄭永倫, 李瑋浩 · 1980. 人蔘連作 地 土壤環境研究, 高麗人蔘研究所 人蔘研究報告書 5~22.
18. 吳承煥, 朴昌錫, 鄭永倫 · 1980. 人蔘耕作地 微生物 生態 및 生物的 防除研究, 高麗人蔘研究所 人蔘研究報告書 23~46.
19. 吳承煥 · 1981. 人蔘의 環境 및 기주조건과 發病과 의 關係, 高麗人蔘學會誌 5(1) : 73~84.
20. 吳承煥, 柳演鉉, 鄭永倫, 李壹鎬 · 1981. 人蔘連作 障害 防除研究, 韓國人蔘煙草研究所 人蔘研究報告 書 20~32.
21. Papavizas, G.C. 1967. Evaluation of various media and antimicrobial agents for the isolation of *Fusarium* from soil. Phytopathology, 57 : 848 ~852.
22. Papavizas, G.C. 1968. Survival of root-infecting fungi in soil. Ⅷ. Distribution of *Rhizoctonia*

- solani* in various physical fractions of naturally and artificially infested soils.
23. 朴薰, 李鍾喆, 金甲植, 卞貞洙 · 1980. 人蔘良質多收栽培法研究, 高麗人蔘研究所 人蔘研究報告書 207~221.
24. Stotzky, G. and R.T. Martin, 1963. soil mineralogy in relation to the spread of *Fusarium* wilt of banana in Central America. *Plant and Soil*, 23 (3) : 317~336
25. Stotzky, G. and L.T. Rem. 1965. Influence of clay minerals on microorganisms. I. montmorillonite and kaolinite on bacteria. *Can J. Microbiol.* 12 : 547~563.
26. _____, _____ 1967. Influence of clay minerals on microorganisms. IV. montmorillonite and kaolinite on fungi. *Can J. Microbiol.* 13 : 1535~1550.