

人蔘 連作障害 研究에 대한 考察

李鍾喆* · 金鴻鎮** · 吳承煥*

Review of Studies on Ginseng Replanting Problems

Jong Chul Lee*, Hong Jin Kim**, and Seung Hwan Oh*

ABSTRACT

Universal characteristics of ginseng replanting problems appeared to be decrease in root yields due to root rot and inhibition of root growth.

Incitants of ginseng replanting problems have not been clearly elucidated, however, it appeared to be a complex phenomenon with several pathogenic soil microorganisms and environmental changes in the soil due to decomposition of ginseng debris such as rootlets and shoots. Decomposition of ginseng debris may cause direct or indirect damage to the root.

The effect of conventional fungicide on the control of the problems has not been recognized. However, it has been suggested that treatment with soil fumigants may solve the problems. Meanwhile paddy-rice and ginseng rotation system appeared to be the best way of solving the problems so far.

緒 言

여러 種類의 作物에서 連作障害現象이 오래전부터 널리 알려져 있으며 그 障害의 程度는 作物에 따라 차이가 있다. 人蔘은 連作障害가 심한 作物로 한번 栽培한 밭은 빨라도 10數年, 곳에 따라서는 50~60年의 긴 세월이 經過해도 連作이 불가능한 경우가 있어 連作障害는 耕作面이나 學術의 學術으로 많은 關心事가 되고 있다.

人蔘은 高所得作物로 한 번 耕作해 본 사람은 계속하여 더 많은 面積에 耕作하기를 希望하여 人蔘 耕作面積은 해마다 증가되고 있다. 또 人蔘耕作은 資本이 많이 들뿐 아니라 상당한 水準의 耕作技術이 필요하므로 耕作者가 제한되어 있고, 栽培適地가 한정되어 있는 등 耕作上的 特殊性 때문에 人蔘耕作에서의 連作障害 解決은 시급한 문제이다. 따라서 本稿에서는 지금까지 發表된 研究結果를 토대로 하

여 連作障害症狀, 原因 및 防除法에 대하여 檢討하였다.

連作障害 症狀

人蔘의 連作障害 症狀를 알기 위하여 吳 등⁴⁾은 再作地와 再作地 인근 포장에 있는 初作地에서의 人蔘의 生育狀況 즉, 결주율, 낙엽율, 줄기직경 및 엽면적을 조사한 결과 이들 모두 再作地와 初作地 間에 차이가 인정되지 않았다 하며 宮澤, 萩原³⁾도 連作地에서의 人蔘生育 抑制를 인정하지 않았다. 그러나 安 등¹⁾은 人蔘의 地上, 下部 生育이 初作地에 비해 連作地에서 不良하다고 하였으며 金 등¹⁹⁾도 再作地에서 土壤을 燻蒸하고 人蔘을 심은 곳에서 燻蒸하지 않은 곳에 비해 個體根重이 무겁다 하여 連作에 의해 人蔘의 地下部 生長이 抑制됨을 보고 하였다. 이상에서의 같이 連作 障害 症狀에 대하여 異見을 보이고 있는데 連作地에서는 人蔘 遺體의 分解

*韓國人蔘煙草研究所 水源耕作試驗場(Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Suwon Agricultural Experiment Station, Suwon 445-820, Korea)

**韓國人蔘煙草研究所 曾坪耕作試驗場(Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Jungpyong Agricultural Experiment Station, Chung buk, Jungpyong 367-900, Korea)

過程에서 發生하는 毒物質에 의해 人蔘 種子의 發芽 및 生育이 抑制된다는 報告^{17,18)}로 보아 連作地에서 根生長의 抑制을 인정할 수 있을 것 같다.

人蔘의 收量은 根腐에 의한 缺株와 직접적인 관계가 있는데²⁴⁾ 根腐發生量은 土壤에 따라 差異가 있지만 대체로 初作地에 비해 連作地에서 많으며 連作地에서 土壤을 燻蒸한 곳과 하지않은 곳에 人蔘을 심을 경우 燻蒸한 곳에서 결주율이 월등히 적다^{16, 17, 18, 19, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37)}

品質의 경우 連作地에서 採掘한 人蔘 가운데에서 썩은 것을 제외한 健全蔘의 品質은 初作地의 것에 비해 차이가 없고 이들 人蔘으로 紅蔘을 만들 경우 紅蔘收率 및 製品의 色澤에도 差異가 없다.³⁹⁾ 따라서 人蔘의 連作障害의 症狀은 人蔘의 生長 抑制 및 根腐 現狀으로 나타나는 것으로 볼 수 있다. 그러나 初作地에서도 根腐가 많이 發生되는 곳도 있기 때문에^{28, 50)} 어느 정도의 根腐率을 連作 障害로 볼 것인가에 대하여는 단언하기 어렵다.

連作障害의 原因

1. 土壤의 惡化와 連作障害

長野農試에서는 連作障害의 原因으로서 微量要素 缺乏의 가능성을 검토하였으나 明確한 결론을 얻지 못하였다³⁹⁾ 한다. 그후 이와 관련된 연구가 거의 이루어지지 않다가 1980年代에 토양의 惡化와 連作障害와의 관련성이 다시 검토되기 시작하였다. 初作地와 再代地의 토양내 無機成分 含量의 差異는 연구자들^{16, 17, 19, 44, 56)} 間에 異見을 보이고 있을 뿐만 아니라 缺株가 많은 圃場들의 土壤사이에도 무기성분 含量의 차이에 일정한 경향이 발견되지 않았다. 人蔘은 6年 자란 뿌리가 100g 내외일 정도로 生長量이 적고 連作地에서도 初作地에서와 똑같이 人蔘을 다시 심기 前年에 靑草를 넣고 豫定地 管理를 하기 때문에^{15, 23)} 連作障害가 養分缺乏에 의해 일어난다고 보기는 어렵다. 또 特定養分의 集積에 의해 連作障害가 일어날 수 있다고 가정할 수 있으나 初作地나 連作地의 토양내 無機成分 含量의 差異가 없는 것^{47, 56)} 으로 보아 토양내 無機成分 含量이 連作障害의 原因이라고는 볼 수 없을 것 같다. 채소의 경우에 連作障害의 主原因이 鹽類蓄積으로 알려져 있는데¹²⁾ 人蔘圃에서는 初作地나 再作地의 土壤間⁴⁷⁾ 또는 根腐誘發型 土壤과 抑制型 土壤間에 鹽類濃度의 차이가 없었다.^{17, 44, 56)} 또 pH 低下 및 土壤物理

性의 惡化로 連作障害가 일어날 수 있으나¹²⁾ 人蔘 栽培圃場에서는 年根의 차이나 連作에 관계없이 pH 및 物理性에 차이가 없어²⁶⁾ 이들이 連作障害의 原因이라고는 생각되지 않는다. 粘土含量이 많을수록 根腐病 發生이 적다^{17, 24, 56)}고 알려져 있는데 粘土含量도 初作地와 連作地間에 뚜렷한 차이가 없는^{17, 44, 45, 56)} 것으로 보아 土壤環境 變化가 人蔘連作 障害의 原因이라고는 볼 수 없을 것 같다. 단지 根腐抑制型 土壤에 비해 誘發型 土壤에서 根腐率과 正相關이 있는 P_2O_5 ⁹⁾, NO_3 ¹⁹⁾가 많고 人蔘種子 發芽 및 生長에 나쁜 영향을 줄 수 있는 금속화합물의 일종인 Fe 含量이 많았고^{19, 56)} 반대로 粘土含量 및 拮抗微生物 및 鐵킬레이트 물질의 일종인 Hydroxamate Siderophore가 抑制型 土壤에서 많았던 것^{19, 20)}으로 보아 根腐誘發型 土壤은 連作障害를 深化시키는 것으로 볼 수 있다.

2. 毒物質과 連作障害

長野農試에서는 1950~1957年에 人蔘을 栽培한 토양을 水洗하여 有毒物을 除去한 시험을 실시하였으나 連作障害와의 관계에 대해 明確한 결론을 얻지 못하였다 한다.³⁹⁾ 그후 이에 대한 별다른 연구가 이루어지지 않다가 1970年代 중반부터 연구결과가 많이 보고되었다. 李, 林²⁵⁾은 連作障害와 特殊物質의 集積에 의한 害毒作用을 다룬 生態化學的 特性研究에서 alkaloid와 ethanol 추출물의 性狀을 비교한 결과 이들 검출된 물질과 人蔘連作障害와의 관련성은 속단하기 어렵다 하였다. 그러나 康 등¹⁴⁾은 6년근 土壤의 chloroform 分획물이 人蔘細胞培養을 억제시켰다 한다.

連作障害의 症狀이 根腐이기 때문에 連作地에서의 人蔘生育狀況보다는 根腐의 原因에 대하여 생각해 볼 필요가 있다. 吳 등⁴⁸⁾은 人蔘粗汁液을 人工培地에 添加했을 때 *Fusarium solani*, *Erwinia carotovora* 모두 生育이 촉진되었다 하며 이와 유사한 결과¹⁸⁾로 *Rhizoctonia solani*와 *Fusarium solani*의 菌絲生長이 감자成分에서 보다는 人蔘成分에서 좋았다는 報告가 있다. 또 金 등^{18, 19)}은 각종 유기물중 특히 人蔘地下部가 分解되는 과정에서 *Fusarium solani*가 깊이 관여하며 total *Fusarium* 밀도는 人蔘根을 添加한 土壤에서 월등히 많았다 한다. 이상의 보고들로 보아 人蔘根遺體가 病原菌의 營養源으로 이용됨을 알 수 있다. 또 人蔘遺體가 分解되는 과정에서 發生하는 有機酸은 人蔘生育에 직접 영향을 주기도

하지만²⁰⁾ 토양내의 금속화합물을 침출 또는 결합시켜 人蔘生育에 영향을 주기도 한다.^{17, 18, 19)} 그리고 分解産物들은 pH를 낮추고 Ec 및 Fe, Mn, Al 등의 함량을 증가시키며²⁰⁾ 이들 금속화합물은 微生物의 病原性を 증대시키는 반면^{18, 20)} 拮抗微生物을 감소시킨다.²⁰⁾ 따라서 連作障害는 人蔘根에서 分泌되는 毒物質에 의하여 일어나는 것보다는 人蔘遺體가 病原菌의 營養源으로 이용되며^{18, 19, 48)} 그로 인한 病原菌의 密度가 증가되고²⁰⁾ 다른 한편으로는 人蔘遺體 分解産物의 植物에 대한 직접적인 毒代用, 그리고 이들 遺體 및 分解産物에 의한 土壤內 金屬化合物의 溶解 또는 結合에 따른 金屬이온의 植物에 대한 毒作用²⁰⁾ 등이 相互 複合의으로 작용하여 根腐가 助長되는 것으로 보인다.

3. 土壤 微生物과 連作障害

人蔘의 根腐 症狀는 赤腐, 黑腐, 軟腐 등으로 나타나는데 모두 人蔘收量에 치명적인 영향을 주기 때문에 관심의 대상이 되고 있다.

人蔘의 뿌리썩음병은 中田⁴³⁾가 1894년 일본 島根縣 栽培地에서 처음으로 發見하여 기록했다고 볼 수 있으며, 美國에서는 1904년에 Van Hook가⁵⁴⁾ soft rot 및 en. rot에 걸린 뿌리에 細菌과 *Fusarium*이 많다는 것이 本病에 대한 初創期의 기록이다. 1909년에 上田⁵³⁾은 한국 및 일본에서 썩은뿌리 試料를 연구하여 처음으로 根腐病이라 命名하고 그 病原菌을 *Bacillus araliavorus* Uyeda(後日 *Erwinia araliavora* Magrou로 變更)라고 同定하였다. Matuo & Miyazawa³⁰⁾는 赤腐病의 病原으로 *cylindrocarpon panacis*, 鄭⁶⁾은 *cylindrocarpon destructans* (Zinssm.) Schöltzen을 기술하였다. 한편 Buchanan & Gibbons⁴⁾는 人蔘의 赤腐原菌으로 *Erwinia alaliavora*를 기술하였고 中田⁴²⁾은 *Ramularia panacis*, *R. destructans*에 의한 美國蔘의 rust와 赤腐病의 비슷함을 지적하였다. 人蔘의 根腐現狀에 *Fusarium*이 관련된 文獻도 있다. Van Hook⁵⁴⁾, Reed⁵²⁾, 中田·龍元⁴³⁾, 松尾·宮澤³¹⁾은 根腐病菌으로서 *Fusarium*屬을 기술하였고 吳⁴⁸⁾, 金¹⁶⁾, 鄭⁶⁾등도 *Fusarium solani*가 人蔘根腐病을 일으키는 것으로 보고하였다. 그 밖에 人蔘根腐病原으로 *Pseudomonas panacis*⁴²⁾, *Pseudomonas fluorescens*²⁹⁾, *Erwinia carotovora*⁵⁾, *Phytophthora cactorum*⁴⁵⁾, *Alternaria panax*²⁷⁾ 등이 보고되었다. 이상 기술한 바와 같이 人蔘의 뿌리를 썩히는 病原菌은 여러

종류가 보고되고 있으나, 이들 모두가 連作障害를 일으키는 病原인지에 대하여 분명하지 않다. 松尾·宮澤³²⁾은 1961년에 長野縣下의 各地에서부터 病原菌을 蒐集分離한 결과 *Cylindrocarpon panacis*가 특히 病原성이 강했고 1967년에 福島縣, 1969년에 美國蔘의 栽培地인 캐나다의 온타리오에서 검출되었고 1970년에는 島根縣³⁹⁾의 人蔘栽培地로부터 *Cylindrocarpon panacis*가 檢出되었다 하며 이菌에 의한 根腐病이 連作障害의 主要原因이라 생각하였다. 그러나 鄭¹⁰⁾, 金¹⁶⁾ 및 吳⁴⁸⁾ 등은 *Fusarium solani*가 人蔘根腐의 가장 중요한 病原菌이라 하였다.

根腐病은 連作地에서 비교적 많이 發生되지만^{13, 17, 19, 39, 41)} 곳에 따라서는 初作地에서도 심각할 정도로 많이 發生되기 때문에^{5, 28, 50)} 土壤病原微生物에 의해 發生되는 根腐病이 連作에 의해 助長되는지에 대하여 의문을 제기할 수 있다. 그러나 再作地 또는 高年根 圃場의 土壤에서 根腐病을 일으키는 *Fusarium solani*, *Pseudomonas* sp. *Erwinia carotovora* 등의 밀도가 높았고^{4, 47, 48)} 반대로 拮抗微生物의 密度가 減少된 것^{17, 20)}으로 보아 連作 할수록 土壤病原微生物에 의해 根腐가 助長된다고 할 수 있다.

4. 線蟲과 連作障害

韓國에서 人蔘 뿌리혹 線蟲의 발생이 3~80%에 이르고 있으며 그被害가 심하면 24% 정도의 數量減少를 가져올 뿐 아니라 品質面에서도 크게 影響을 주는 것²⁾으로 알려져 뿌리혹 線蟲의 종류 및 防除에 관한 研究가 主種을 이루었다. 그러나 최근 감자썩이 線蟲에 의해 人蔘根腐가 발생한다는 보고⁴⁹⁾가 있는 후에 감자썩이 線蟲 防除가 人蔘農事에서의 주요 관심사로 등장하게 되었다.

감자썩이 線蟲 被害圃場의 土壤微生物狀은 매우 단순하며 그로 인해 人蔘뿌리가 根腐症狀를 보이는 조직 혹은 뿌리혹 線蟲에 걸린 조직에서 分離된 곰팡이들은 대부분 *Fusarium* sp. 이었고 *Trichoderma*, *Arthrobotus* 등도 분리되었다.²⁾ 그러나 감자썩이 線蟲이 連作障害를 일으키는지에 대하여는 아직 분명하지 않다.

連作障害防除

人蔘의 連作障害原因을 根腐病과 관련된 病原菌에 의한 것으로 추정하여 그 방제를 위한 물리적,

화학적, 생물학적 방제연구가 많이 이루어졌다.

물리적 방제를 위한 연구로서 濕熱⁵⁵⁾ 및 太陽熱^{7,35)}에 의한 殺菌方法을 들 수 있다. 현재 시행되고 있는 豫定地의 夏節期 數回 耕耘은 病菌의 密度를 저하시키는데 어느 정도의 역할을 하고 있다고 볼 수 있다. 鄭·金⁷⁾은 豫定地 土壤을 盛畦하고 비닐을 피복할 경우 殺菌效果가 크다고 하여 비닐피복과 같은 적극적인 방법을 추천하고 있다. 그러나 濕熱處理 또는 土壤을 비닐로 피복한 太陽熱 소독방법은 경비가 많이 所要될 뿐만 아니라 完全殺菌이 어렵기 때문에 그 실용화는 기대하기 어렵다.

人蔘 根腐病의 화학적 방제방법으로서 殺菌劑와 토양 燻蒸劑 使用으로 나눌 수 있다. 殺菌劑 使用에 대하여는 포르마린 소독이 이미 20세기초에 한국¹¹⁾과 미국⁵⁵⁾에서 실시된 바 있다. 그후 殺菌劑에 의한 방제시험이 단편적으로 이루어졌으나 그 효과는 분명하지 않다. 鄭·金 등^{8,21)}은 殺菌劑의 효과를 인정하였으나, 官澤·萩原³⁹⁾은 그 효과를否認하였다. 人蔘의 根腐가 數種의 病原菌에 의해 복합적으로 일어나기 때문에 單一成分을 含有한 殺菌劑에 의해서는 根腐病 防除가 어려울 것으로 생각된다.

크로로피크린을 이용한 土壤燻蒸 시험이 일본에서 많이 이루어졌다.^{31,32,33,34,35,36,37,39,40,41,42)} 크로로피크린의 殺菌效果는 좋으나 인체에 대한 毒性이 강하여 처리시에 주의가 필요하고, 처리후 土壤內 窒素 含量을 증가시켜 人蔘生育이 抑制된다.³⁷⁾ 따라서 크로로피크린을 處理한 후에는 옥수수를 먼저 耕作하고 人蔘을 심는 것이 좋다.³⁹⁾ 최근 日本에서는 크로로피크린을 처리하여 人蔘을 連作하고 있는데 低年根에서는 生育이 좋으나 4年根부터는 根腐病이 급격히 발생하기 때문에 가급적 本圃에서 人蔘이 자라는 期間을 短縮시키는 耕作方法을 利用하고 있다.^{36,37,38,39)}

우리나라에서는 사이론으로 土壤燻蒸하여 連作을 시도하고 있는데 低年根에서는 상당한 효과가 있으나 4年根 이후에 根腐病의 급격한 증가를 보이고 있다.^{17,18,19)} 따라서 連作障害 防除를 위한 燻蒸劑 단독처리만으로는 高年根에서 그 효과를 기대하기 어렵고, 土壤燻蒸과 拮抗微生物을 동시에 처리하여 상당한 효과를 거두고 있다.^{18,19)} 人蔘根腐病의 生物學的 防除를 위해 鄭 등^{7,8)}은 키틴含有 유기물을 土壤에 添加하여 土壤內 放線菌의 증식을 통한 病發生 억제를 시도하였다. 그후 金 등¹⁷⁾은 根腐病菌의

生育을 억제하는 여러가지 特定 微生物을 이용하여 많은 連作地圃場에서 좋은 生物學的 防除效果를 얻기도 하였으나 일부 連作地圃場에서는 그 효과가 별로 좋지 못하였다. 이것은 有用拮抗微生物의 安定的 定着과 活動이 土壤에서 제대로 이루어지지 않은 結果로 생각되었다. 人蔘煙草研究所에서는 이러한 단점을 보완하여 拮抗菌의 土壤內 安定的 定着과 活性增大가 용이하도록 조제한 拮抗菌 製劑를 人蔘 耕作農家に 보급하고 있다.²⁰⁾

人蔘根腐病 방제와 連作障害를 解消하기 위하여 燻蒸劑로 소독된 人蔘圃地는 그후 病原菌에 의한 再汚染으로 高年根으로 갈수록 病發生이 심해지는 문제점이 있다. 또한 拮抗菌만 처리했을 때는 土壤의 理化學性이나 기타 여러 조건에 의해 均一한 效果를 얻기 어려우므로 燻蒸劑로 먼저 圃場殺菌을 하고 拮抗菌을 투입하는 方法이 바람직하다.^{17,18,19)} 連作地 일지라도 어느 圃場에서는 거의 人蔘根腐病이 發生하지 않은 곳이 있는가 하면 初作地에서도 病發生이 심한 圃場이 있는데 이런 土壤特性을 連作障害抑制型 또는 誘發型 土壤으로 각각 해석하고 있다.^{9,16,19)} 粘土含量이 많은 토양 특히 粘土鑛物이 몬모리로나이트系로 완충력이 크며, 土壤肥沃度가 높거나 有機物 含量이 많은 토양 및 無機成分中 Ca 含量³⁾이나 Al 含量³⁰⁾이 높은 土壤에서 發病抑制土壤이 많다는 報告들이 있지만 이러한 土壤理化學性에서 發病抑制土壤과 차이를 보이지 않는 誘發土壤도 있다.^{10,16)} 그러나 대부분의 發病抑制型土壤들은 病原菌에 대한 靜菌能力이 誘發土壤에 비해 크고 拮抗微生物의 密度도 높다.^{9,10,16)}

人蔘連作地지만 根腐病發生이 적었던 圃場이나 人蔘栽培地 등에서 채취한 人蔘根腐病抑制型 土壤들은 誘發型 土壤에 비해 粘土 및 有機物含量이 많았고, *Fusarium solani*에 대한 溶菌性 微生物 密度가 더 높았으며 이러한 土壤에서 拮抗微生物의 生育도 좋았다.^{9,16)} 또 抑制型 土壤에서는 *F. solani*의 厚膜孢子 形成이 적었고 菌絲生長도 늦었으며 大型孢子의 溶菌現象도 많이 보였다. 그리고 *Fusarium solani*외 다른 土壤病原菌에 대해서도 抑制機能을 나타냈던 것^{9,17,18,19)}들로 보아 發病抑制型 土壤을 이용하여 連作障害를 경감시킬 수 있을 것으로 생각된다. 產地耕作者들도 初作일 때 根腐病의 發生이 적었던 土壤에서는 再作을 해도 根收量이 많으나, 初作에서 根腐가 심했던 토양에 再作하면 根收量이 기대할 수 없을 정도로 根腐가 심하다는 것을 많이 경

험하고 있다.

또 하나의 連作障害 解消方法으로 畚田輪作이 가능한 논에서 人蔘栽培後 4~5年間 벼를 재배하고 다시 人蔘을 재배하는 方法이 있다. 이 方法은 日本³⁸⁾ 및 우리나라에서도^{5D} 널리 實用化 되고 있으며 풍기지방에서는 논에 3次 連作해도 初作에 비해 收量이 떨어지지 않았다.^{5D} 그 이유는 벼 栽培를 위한 湛水로 人蔘根腐病을 일으키는 好氣性 土壤微生物이 소멸되고 또 人蔘뿌리에서 排出되는 毒物質이나 人蔘遺體 分解過程에서 발생되는 有害物質이 排水할 때 씻겨 나가기 때문에 病原菌이나 毒物質 등 人蔘根腐病을 일으키는 요인이 제거되었기 때문일 것이다. 따라서 連作障害解消方法으로 畚田輪換이 가능한 논에서 벼와 人蔘의 輪代이 가장 바람직하다고 볼 수 있다.

摘 要

人蔘의 連作障害의 症狀, 原因 및 防除法에 대하여 고찰하였다.

1. 連作障害의 症狀은 人蔘의 生長抑制 根腐에 의한 根收量 低下였으며 品質에는 영향을 주지 않았다.

2. 連作障害는 土壤病原微生物과 人蔘遺體 分解産物의 植物에 대한 直接的인 毒作用, 그리고 이들 遺體 및 그 分解産物에 의한 土壤內 金屬化合物의 溶解 또는 結合에 따른 金屬이온의 植物에 대한 毒作用 등이 相互 複合의으로 나타난 것으로 보인다.

3. 土壤은 根腐誘發型과 根腐抑制型 土壤으로 區分되며, 土壤理化學性이 連作障害를 助長시키지는 않았다.

4. 連作障害의 防除法은 殺菌劑에 의한 效果는 기대하기 어렵고, 燻蒸劑(싸이론, 크로로피크린)를 처리하여 連作할 경우 高年根에서 根腐病 發生이 심하기 때문에 燻蒸劑와 拮抗微生物의 混合處理가 效果的이다. 또 畚田輪換이 가능한 논에서 3~4年間 벼를 재배한 후 人蔘을 連作하는 方法이 實用化 되고 있다.

引 用 文 獻

1. 安龍濬·金鴻鎮·吳承煥·崔承尹. 1982. 高麗人蔘學會誌 6(1) : 46-55.
2. 安龍濬·吳承煥·金鴻鎮·李舜九. 1983. 高麗

人蔘學會誌 7(1) :

3. Baker, K.F., and R.J.Cook. 1974. Freeman and Do. San Frans Sco. Calif U.S.A. 433p
4. Buchanan, R.E., and N.E. Gibbone. 1974. The Willians and Wilkins CO. Baltimore. U. S.A.
5. 鄭厚燮. 1972. 韓國生藥學會誌 2 : 73-79.
6. Chung, H.S. 1975. Rept. Tottori Myed. Inst. (Japan) 12 : 127-138.
7. 鄭厚燮·金忠會. 1976. 전매청 용역 연구보고. 전매기술연구소.
8. 鄭厚燮·李仁遠. 1977. 전매청 용역연구보고. 전매기술연구소.
9. 鄭永倫·金鴻鎮·李壹鎬. 1983. 한국식물보호학회지 22(3) : 203-207.
10. 鄭永倫·吳承煥. 1981. 인삼연구보고서(재배분야) : 56-72. 한국인삼연초연구소.
11. 韓國政府參政局. 1909-1915. 蔘政報告 第 1-10.
12. 平野曉. 1980. 作物 連作障害. 農産漁村 文化協會.
13. 福島縣園藝 試驗場. 1933. 藥用人蔘忌地病 豫防試驗. 業務年報 8-9 : 111-116.
14. 강영희·이준승·황백. 1977. 인삼시험연구용역 보고. 전매기술연구소.
15. 金得中. 1973. 人蔘栽培. 一韓圖書出版社.
16. 金鴻鎮·李舜九·吳承煥·金鏡泰. 1981. 인삼연구보고(재배분야) : 3-19. 한국인삼연초연구소.
17. 金鴻鎮·李舜九·朴圭鎮·鄭永倫·朴東昱. 1984. 인삼연구보고(재배분야) : 1-54. 한국인삼연초연구소.
18. 金鴻鎮·李舜九. 1986. 인삼연구보고(재배분야) : 1-102. 한국인삼연초연구소.
19. 金鴻鎮·李舜九·朴圭鎮·朴東昱. 1985. 인삼연구보고(재배분야) : 3-102. 한국인삼연초연구소.
20. 金鴻鎮·朴圭鎮·李舜九·李鍾華. 1987. 인삼연구보고(재배분야) : 3-142. 한국인삼연초연구소.
21. 金鴻鎮·朴圭鎮·李舜九·李鍾華. 1988. 유전공학연구보고(인삼 및 연초분야) : 3-70. 한국인삼연초연구소.

22. 金鏡泰·金鴻鎮·李舜九. 1980. 인삼연구보고 357-373. 고려인삼연구소.
23. 李鍾喆·李鍾華·吳承煥. 1989. 作物栽培新技術(人蔘篇). 明倫堂.
24. 李鍾喆·李壹鎬·韓元植. 1984. 한국토양비료학회지 17(4) : 371-374.
25. 李春寧·林善旭. 1976. 研報 16, 17號 : 259-268. 전매기술연구소.
26. 李臺鎬. 1989. 박사학위논문. 충북대학교 대학원.
27. 李璋浩. 1988. 석사학위논문. 고려대학교 식량개발대학원.
28. 李庚徽·鄭夏元. 1965. 農振廳 植物環境研究報告 : 485-500.
29. 李敏雄. 1975. Kor. J. Microbiol. 13 : 143-156.
30. Lewis, T.A. 1973. Phytopathology 63 : 989-993.
31. 松尾卓見·宮澤洋一. 1967. 日植病會報 33(5) : 346-349.
32. 松尾卓見·宮澤洋一. 1969. 日本菌學會報 9(3) : 109-112.
33. Matuo, T. and Y.Miyazawa. 1969. Trans. Mycol. Soc. Japan. 9 : 109-112.
34. 松田明·下長根鴻. 1973. 次城農試研報 14 : 1.
35. 宮澤洋一. 1966. 農業及園藝 41 : 101-105.
36. 宮澤洋一. 1970. 農業及園藝 45 : 1279-1280.
37. 宮澤洋一. 1980. 農業及園藝 55(1) : 229-234.
38. Miyazawa, T. 1989. Abstracts of International ginseng seminar. Tokyo, Japan.
39. 宮澤洋一·萩原博司. 1972. 長野園試報告 9 : 109-124.
40. 宮澤洋一·萩原博司. 1976. 長野園試報告 13 : 37-42.
41. 宮澤洋一·小林孝平. 1967. 農業及園藝 42(3) : 89-90.
42. 中田覺五郎 原著. 1957. 作物病害圖編. 養賢堂.
43. 中田覺五郎·龍元清透. 1922. 朝鮮總督部 勸業試驗場報告 No.5.
44. 吳承煥·鄭永倫·金鴻鎮·朴圭鎮·李壹鎬. 1983. 인삼연구보고(재배분야) : 3-47. 한국인삼연구소.
45. 吳承煥·鄭永倫·柳演鉉·金·鎭·李壹鎬. 1982. 인삼연구보고(재배분야) : 3-18.
46. 吳承煥·金鴻鎮·鄭永倫·朴東昱. 1983. 인삼연구보고(재배분야) : 49-98. 한국인삼연구소.
47. 吳承煥·朴昌錫·鄭永倫. 1979. 인삼연구보고(재배분야) : 51-61. 고려인삼연구소.
48. 吳承煥·朴昌錫·鄭永倫. 1980. 인삼연구보고(재배분야) : 5-22. 고려인삼연구소.
49. 吳承煥·李舜九·李璋浩·韓相贊. 1983. 한국 식물보호학회지 22(3) : 181-185.
50. 吳承煥·柳寅鉉·金相奭. 1985. 인삼연구보고 194-209.
51. 朴薰·李明九. 1983. 인삼재배법 개선연구 198-218. 한국인삼연구소.
52. Reed, H.S. 1905. Missouri Agr. Exp. Sta. Bul. 69.
53. 上田榮次郎. 1909. 長野農試報告 35 : 1-5.
54. Van Hook. 1904. N.Y(cornell). Agr. Exp. Sta. Bull. 219. U.S.A.
55. Whetzel, H.H. and J.Rosenbaum. 1912. U. S.D.A. Bur. plant, Ind, Bull. 250.
56. 柳演鉉·李壹鎬·鄭永倫·吳承煥. 1981. 인삼연구보고(재배분야) : 20-32. 한국인삼연구소.