

冬季飼料作物 栽培後 石灰物質 施用이 땅콩의 主要 形質 및 收量에 미치는 影響

金大響* . 沈載成**

* 全北農村振興院

** 培材大學校産業大學

The Effect of Lime Application after Cultivating Winter Forage Crops on the Change of Major Characters and Yield of Peanut

Dae-Hyang, Kim* Jai-sung, Shim**

* *Chon-buk Provincial Agricultural Development Administration*

** *College of Industry, Pai-Chai University*

全北 益山郡 王宮面 땅콩 4年 連續 連作한 土壤 連作障害을 減少시키기 위하여 吸肥力이 강한 이탈리아 라이그라스와 호밀을 冬季에 栽培하고, 土壤改良 效果를 增進시키기 위하여 石灰物質을 施用한 結果는 다음과 같다. 1. 땅콩 連作地 土壤에 冬季 飼料作物을 栽培하고 石灰物質을 施用한 結果 土壤中 有機物含量은 이탈리아 라이그라스만 栽培한 區 1.25%, 이탈리아 라이그라스를 栽培한 後 石灰苦土를 施用한 區 1.37%, 石膏를 施用한 對照區 1.1%에 비해 높게 나타났다. 또한 호밀만 栽培한 區는 1.70%, 호밀栽培後 石灰苦土 施用區 1.73%, 石膏 施用區 1.77%로써 飼料作物 栽培區의 有機物含量이 높았다. 2. 磷酸 含量은 이탈리아 라이그라스만 栽培하고 石灰物質을 施用하지 않은 區 332ppm, 호밀을 栽培하고 石灰物質을 施用하지 않은 區 386ppm, 이탈리아 라이그라스 栽培後 石灰苦土 施用區 340ppm, 石膏施用區 312ppm, 호밀栽培後 石灰苦土 施用區 386ppm, 石膏 施用區 418ppm으로써 石灰物質만 施用한 對照區 549ppm 보다 월등히 낮았다. 3. 連作障害 要因中의 하나로 알려진 phytotoxin含量을 分析한 結果, 이탈리아 라이그라스 栽培後 石灰苦土 施用區 19.7%, 石膏 施用區 25.3%, 호밀 栽培後 石灰苦土 施用區 12.0%, 石膏 施用區 12.8%의 phytotoxin 減少效果를 나타냈다. 따라서 飼料作物에서는 이탈리아 라이그라스가 phytotoxin 減少에 效果의이었고 石灰物質은 石灰苦土보다 石膏가 效果의이었다. 4. 連作 障害의 가장 큰 要因으로 알려진 땅콩의 主要 病害인 풋마름병과 검은무늬병의 發病率을 調査하여 본 結果 풋마름병 罹病株率이 이탈리아 라이그라스만 栽培한 區 3.4%, 호밀 栽培區 2.9%, 이탈리아 라이그라스 栽培後 石灰苦土 施用區 2.5%, 石膏 施用區 2.3%, 호밀 栽培後 石灰苦土 施用區 2.6%, 石膏施用區 2.3%로써 石灰物質을 施用한 것 보다 飼料作物을 栽培한 것이 罹病株率이 낮았고, 飼料作物만 栽培한 것 보다는 石灰物質을 함께 使用한 것이 效果가 컸다. 5. 검은무늬병 發病率은 이탈리아 라이그라스만 栽培한 區에서 5.6%, 호밀만 栽培한 區에서 7.9%, 이탈리아 라이그라스 栽培後 石灰苦土 施用區에서 4.6%, 石膏施用區에서 3.4%, 호밀 栽培後 石灰苦土 施用區에서 5.3%, 石膏 施用區에서 5.2%였다. 그러나 飼料作物만 栽培區의 5.6%와 7.9%의 發病率은 石灰物質만 施用한 對照區 5.8%와 비슷하거나 높게 나타나 石灰物質을 施用하지 않고 飼料作物만 栽培하면 오히려 병이 助長되는 것으로 나타났다. 6. 이탈리아 라이그라스만 栽培한 區와 호밀만 栽培한 區 共히 石灰物質만 施用한 對照區에 비해 生育狀況이 나빴고, 收量도 各各 202kg/10a 및 186kg/10a로써 對照區 210kg/10a 보다 낮은 것으로 나타났다. 그러나 이탈리아

안 라이그라스 栽培後 石灰苦土 施用 區 및 石膏 施用區는 生育狀況도 良好하였고, 收量도 各各 217-225kg/10a 와 225-237kg/10a를 기록하였다.

These experiments were conducted for decrease of injury by continuous cropping in the peanut fields of Chonbuk Wangkung area. The continuous cropping field for four years was used in this experiment. Italian ryegrass and rye were cultivated and lime materials were distributed for improvement of soil fertility. The results were as follows; 1. Forage crops were cultivated and lime materials were distributed on the continuous cropping field of peanut. The organic matter content of the experimental plot cultivating Italian ryegrass was only 1.25%. The organic matter content of soil cultivated Italian ryegrass after distributed magnesium lime was 1.37% and that of soil cultivated Italian ryegrass after distributed gypsum was 1.30%. It was high content comparing to that of soil distributed lime materials only. The organic matter content of soil cultivated rye after distributed gypsum was 1.77%. 2. The phosphate content of soil cultivated Italian ryegrass was 332ppm. The phosphate content of soil cultivated Italian ryegrass after distributed magnesium lime was 340ppm and that of soil cultivated Italian ryegrass after distributed gypsum was 312ppm. The phosphate content of soil cultivated rye only was 386ppm. The phosphate content of soil cultivated rye after distributed gypsum was 418ppm. This phosphate content was lower than that of soil distributed lime materials only. 3. The phytotoxin content of soil cultivated Italian ryegrass after distributed magnesium lime was decreased to 17.7% and that of soil cultivated Italian ryegrass after distributed gypsum was decreased to 25.3%. The phytotoxin content of soil cultivated rye after distributed magnesium lime was decreased to 12.0% and that of soil cultivated rye after distributed gypsum was decreased to 12.8% comparing to the phytotoxin content of soil distributed lime materials only. Italian ryegrass was effective to decrease phytotoxin among the forage crops and gypsum was effective among the lime materials. 4. A bacterial wilt and a late spot of peanut which were known as, main reason of continuous cropping failure were surveyed. Incidence of a bacterial wilt was 3.4% in the plot cultivated Italian ryegrass only and that was 2.9% in the plot cultivated rye only. Incidence of a bacterial wilt was 2.5% in the plot cultivated Italian ryegrass after distributed magnesium lime and that was 2.3% in the plot cultivated rye after distributed gypsum. Incidence plot cultivated forage crops was lower than that of plot distributed lime materials. 5. Incidence of a late spot was high in the plot cultivated forage crops only, but it was low in the plot cultivated forage crops after distributed lime materials comparing to that of the control plot. 6. The growth and yield of peanut were bad in the plot cultivated forage crops only comparing to the control plot distributed lime materials only. These results were same in the plot cultivated rye after distributed lime materials, but the growth and yield were grown up in the plot cultured Italian ryegrass after distributed lime materials.

Key words : Peanut, Organic matter content, Phosphate content, Magnesium lime, Lime material, Continuous cropping.

I. 서론

땅콩(*Arachis hypogaea* L.)은 남아메리카의 브라질이 原產地로서 우리나라에서 導入된 年度는 확실치 않으나 栽培歷史는 比較的 짧은 것으로 알려져 있다.

땅콩은 蛋白質 및 脂肪含有量이 많은 油料作物로서 食品加工用, 間食用 및 嗜好用 食品으로 利用되며 生活水準의 向上에 따라 需要가 增加하고 있는 作物이다.

우리나라의 主要 땅콩 栽培地는 4大江 流域의 砂質土였으나 現在는 湖南地方의 野山開墾地를 中心으로 大單位로 同一圃場에서 多年間 集約적으로 栽培되고 있다.

이와 같이 單一作物을 同一場所에 連續하여

栽培하게 되면 微量元素의 缺乏^{35,66)}, 土壤內 有害菌의 密度 增加와 毒物質의 集積^{3, 6,7)}, 土壤 理化學性的 惡化^{36,45)} 등으로 作物의 生育은 不良해지고 病害蟲의 發生도 많아져서 生産量이 크게 激減된다.

連作障害는 어느 特定한 原因만으로 發生되는 것은 아니고 여러 要因들이 複合的으로 關與하여 發生하기 때문에 連作障害 對策을 세우기가 대단히 어려우며, 우리나라와 같이 耕地面積이 狹小하고 所得作物이 限定된 現在로서는 連作이 不可避한 實情이어서 밭作物에 대한 連作障害는 深刻한 問題로 擡頭되고 있다. 連作障害에 대한 防止對策으로 土壤 病害의 防止¹⁷⁾, 施肥管理^{35,53,54)}, 土壤改良劑 添加^{16,26,35)}, 深耕¹⁸⁾, 燻蒸²⁾, 湛水^{24,27,61)}, 不足養分の 供給²⁶⁾,

有機物の施用^{25, 41)} 및 輪作^{32, 46)} 등의 방법들이 이용되고 있으나 완벽한 방제는 어려운 실정이다.

日本에서는 20餘年 前부터 農林水産省이 中心이 되어 地域試驗場과 大學이 協力하여 連作障害 調査를 實施하고^{34, 43, 60, 62, 63)}, 이에 대한 改善對策들이 제시되고 있으나 우리나라에서는 1985년 처음으로 農村振興廳에서 連作障害를 大型研究 課題로 設定하여 研究를 수행하였다.^{5, 13, 48)} 그러나 研究의 範圍가 主産團地의 連作障害 實態調査에 국한되고 있어 具體的인 原因究明 및 防止對策은 상당히 未洽한 狀態이다.

따라서 본 研究는 땅콩 主産團地에서 나타나고 있는 連作障害 要因을 究明하고, 그에 대한 防止對策을 樹立하기 위하여 땅콩 連作地 土壤에 겨울철에 飼料作物을 栽培하고, 땅콩 播種前 飼料作物 栽培後 土壤改良劑인 石灰物質을 施用하여 땅콩을 栽培하므로써 땅콩의 主要形質 變化 및 收量에 미치는 影響을 調査하여 連作障害 輕減方案을 摸索하고자 實施하였다.

II. 研究史

連作에 의한 障害 현상은 오래전부터 인정되어 왔으나 크게 問題時되지는 않았다. 그러나 1970年代 以後 作物의 栽培 地域이 團地化되고, 年中 施設을 利用한 生産이 가능하게 됨에 따라 連作障害는 農業生産에 큰 被害를 주고 있다.

姜 等²²⁾은 同一圃場에서 栽培年數에 따른 收量 減少를 比較한 結果 땅콩 種實收量이 1年 栽培地에 比하여 2年 連作時 5%, 3年 連作時 8%, 6年 連作時 24%가 減收한다고 하였으며, 丁²¹⁾은 pot재배를 통하여 고추, 참깨 및 땅콩을 4年 連作하였던 結果, 各各 39%, 33%, 23%의 收量이 減少되었다고 하였다. 近藤²⁹⁾는 밭 作物에서 連作과 輪作을 比較한 結果 連作의 경우 年差間 收量이 減少되며 輪作 效果는 作物에 따라 큰 差異가 있다고 報告하였다.

땅콩을 連作栽培하여 야기되는 障害要因에는 生育을 不良하게 하는 微量元素의 缺乏을 들 수 있다. 즉 微量要素들이 難溶性 鹽類로 變化

되므로써 吸水障害가 일어나 缺乏이 招來되는 사례⁵⁷⁾가 있고, 또 대맥에 있어서는 化學肥料 連用에 의한 土壤酸性化에 따라 有效硼素가 溶脫, 減少되어 不稔麥이 發生되며, 몰리브덴 缺乏 역시 收量 및 品質의 低下 또는 矮化現狀이 나타난다.⁴⁶⁾

病害蟲의 發生이 連作障害의 有力한 原因이라는 것은 옛부터 잘 알려진 事實로 平野¹⁴⁾는 連作에 의해 病原菌과 線蟲의 密度가 增加하고 有益한 細菌이나 放線菌의 密度는 減少하여 發病이 助長되며, 특히 *Fusarium*, *Verticillium*, *Pythium*, *Rhizocton* 및 *Phytophth* 屬 菌 等이 增加하여 被害를 준다 고 하였다.

渡邊⁵⁹⁾는 連作할 경우 作物에 關聯된 土壤微生物相이 單純해지므로써 土壤內 微生物 사이에 拮抗關係가 變化되어 病原菌의 活動이 活潑하게 될뿐만 아니라 보통의 경우 病原性이 없던 菌까지도 뿌리에 惡影響을 주기 때문에 病原菌의 侵入에 대한 作物의 抵抗力이 弱해질 可能性이 크다고 하였다.^{1, 2, 10, 19, 30, 47)} 또한 連作障害의 原因의 하나로서 前作物의 植物遺體 또는 前作物의 뿌리에서 分泌된 毒素作物이 土壤中에 蓄積되어 이것이 同種의 後作物 生育을 抑制 하는것으로 推測된다는 報告들이 있다.^{3, 31, 33, 49, 56)}

李 等³¹⁾은 고추 遺體를 粉末로 하여 培養土에 混合한 뒤 고추를 栽培한 結果 前年度에 栽培된 고추의 殘根 分解產物이 후작고추의 生長을 抑制시킴을 확인하였으며, 阿江¹⁾는 培地中の m-crasol 및 phenol 成分이 토마토의 幼植物 生育에 沮害要因으로 作用하며, 곰팡이 또는 芳香族 分解菌에 의한 分解 物質이 沮害作用을 한다고 報告 하였다.

渡邊⁵⁹⁾는 作物의 連作障害 要因을 究明하기 위하여 토마토, 가지, 콩, 완두, 옥수수, 밀, 보리, 벼 등의 根汁液과 水耕廢液으로 生育沮害 試驗을 한 結果 완두, 밀 등과 같이 忌地性이 심한 作物일수록 生育이 심하게 抑制되며 同種 및 異種 作物에 미치는 影響은 同種에 대한 沮害가 가장 크고, 近緣作物, 遠緣作物 順으로 沮害程度가 약하다고 하였다.

또한 Luu 等³³⁾은 連作障害가, 植物體에서 分泌되는 有害物質에 의해서 야기되는데 作物의 第2次 代謝物質 中 phenol化合物이 發芽

伸長 및 生育을 抑制하는 重要한 物質이라 하였으며, Bhowmik와 Doll³⁾은 前 作物의 殘存 物質이 後作物의 收量을 減少시키는데 그 原因은 phytotoxin 때문이라고 하였다. 한편 Ragar 等⁴⁾은 알팔파를 2회 以上 連續해서 栽培한 곳에서는 오차드그래스 生産量이 急激히 減少되는데 그 原因은 前年度 殘存物質인 allelochemicals의 影響이라고 하였고, 그 機作은 allelochemical에 의해 植物體 氣孔이 폐쇄되어 光合成이 抑制되기 때문이라고 하였다.^{9, 11, 12, 20, 28)} 日本 農林水産省 野菜振興課의 連作障害 發生 現況에 대한 報告⁴³⁾에서는 連作障害의 原因으로서 가장 頻도가 높은 것은 土壤 病害蟲이고 다음이 微量要素缺乏이라 하였다. 그後 1978年 連作障害 原因을 要因別로 調査한 結果 土壤 病害蟲이 78%였고, 土壤理化學性 不良이 14%, 그리고 生理障害가 5% 順이었다고 報告⁶²⁾하였으나, 連作障害 原因이 年差間에 變動이 있어 1984년에는 92.7%가 病害蟲이라고 報告하였다.⁶³⁾

以上の 報告를 종합해 보면 連作障害의 直接의 要因으로서는 土壤病害蟲의 比重이 대단히 크고 土壤의 理化學性 惡化 等도 間接的인 要因으로 作用하는 것으로 생각된다. 이에 대한 輕減對策으로 竹內⁵⁸⁾는 拮抗微生物의 增殖에 의해 土壤傳染性 病害를 낮출 수 있다고 하였고, 鹽類集積에 의한 石灰物質의 吸水障害로 땅콩의 莢實率과 登熟率이 低下되는데, 石川¹⁸⁾는 土壤改良 方法으로서 澆水를 하면 鹽基集積 濃度を $\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{4}$ 水準으로 低下시킬 수 있으나 밭 土壤에서 實際적으로 實施하기는 하므로 深耕이나 吸肥性이 강한 靑刈作物을 報告하므로써 그 被害를 減少시킬 수 있다고 하였다. 또한 平野¹⁵⁾는 抑制物質 및 毒素物質에 의한 連作障害의 對策으로 排水를 徹底히 하여 毒素物質의 集積으로 流出시키고 同一種類의 作物을 報告하지 말것이며, 前作物의 뿌리나 落葉은 可及的 除去하고 客土 等으로 土壤을 改良해 주어야 한다고 하였다.

大久保⁴⁵⁾은 地力維持, 土壤通氣性, 養分維持를 위해서는 輪作이 필요하다고 強調하였다. 最近 日本에서의 땅콩栽培에 따른 輪作組合의 例를 들면 유채-땅콩-보리, 채소-나지-땅콩, 채소-청예보리-땅콩, 감자-땅콩 組合 等으로 이루어지고 있으나, 國內에서의 땅콩 主産團地의 作付體系는 땅콩, 알타리무우, 땅콩-수박의

輪作 體系가 大部分이다.⁴²⁾

III. 材料 및 方法

本 試驗은 全北 益山郡 王宮面 땅콩 4年 連作한 土壤에서 遂行하였는데 土壤은 松汀統으로써 有效土壤은 10-20cm, 傾斜는 0-2%, 排水程度는 良好한 埴壤質系 土壤이었고 浸蝕은 거의 없는 狀態였다.

飼料作物은 이탈리아 라이그라스와 호밀을 供試하였고 前年度 땅콩 收穫後 10a當 各各 20kg, 10kg씩을 畦立廣散播로 播種하였고, 그 다음해 땅콩播種 20日前에 飼料作物을 刈取하였다.

供試品種은 大粒種인 대공 땅콩을 選擇하여 지오람수화제 300倍液에 4時間 浸漬消毒을 한後, 種子 消耗을 줄이고 發芽力을 均일하게 하기 위하여 種子根이 1cm 內外가 되도록 땅콩 秧 띄우기를 實施하여 播種期를 4月29日, 栽培距離를 40cm x 25cm의 2條植 有孔 비닐을 被覆하여 孔當 1粒씩 點播하였다.

施肥量은 10a當 尿素, 溶成磷肥, 鹽化加里를 各各 成分量으로 3kg, 14kg, 10kg을 全量 基肥로 施用하였으며, 礫素는 各 處理區 供히 4kg씩 施用하였다.

Table 1. Lime materials distributed on the continuous cultivated soils of peanut

Lime materials	Amount of application (kg/10a)			
Magnesium lime	0	150	300	450
Gypsum	0	150	300	450

改良劑 處理는 表 1과 같으며 定植 15日前에 全量을 基肥로 施用하였고, 對照區는 農家 慣行인 石灰苦土를 10a當 300kg을 施用하였으며, 試驗區는 1區當 12m²(4m x 3m)로 配置하였다.

生育 및 收量과 收量구성요소 調査는 農事試驗研究 調査基準에⁴¹⁾에 의하여 實施하였으며, 土壤分析은 土壤化學分析법⁴⁰⁾에 準하여 pH는 1:5의 물 懸濁液을 硝子電極法으로 測定하였고, 有效磷酸은 Lancaster法, 有機物은 Tyurin法, 置換性鹽基는 中性 ammonium acetate 溶液으로 浸出하여 原子吸光分析法으로 各各 分析하였다.

病害發生 狀況調査는 땅콩 連作地에서 被害가 甚한 땅콩검은무늬병과 풋마름병을 生育後期인 9 月 上旬 處理別 3反覆을 反覆당 20株씩 農事試驗 研究調査基準¹¹⁾에 準하여 땅콩검은무늬병은 病班面 積率로, 풋마름병은 羅病株率로 各各 調査하였다.

植物體 分析은 收穫期에 處理別 3反覆으로 試料을 採取 混合하여 濕式分解하였고 全窒素는 micro-kjeldahl法, 燐酸은 vanadate法, 칼륨, 石灰, 苦土는 原子吸光分析法에 의하여 定量하였다.

土壤중 phytotoxin 含量은 Na-EDTA (pH 7.5)로 抽出시킨 후 浸出液을 pH 3.5가 되도록 調整한 다음 ether로 抽出하여 methanol에 녹여 gaschromatography (Shimadzu Model GC-6A FID)로 分析하였다. Column은 2m x 3mm 유리 제품을 使用하였고 충전제는 60-80mesh chromosorb-W에 10% SE-30을 coating시켜 使用하였다. Gas의 流速은 air 40ml, helium 25ml 그리고 H2 25ml/min로 調節하여 分離定量하였다.⁵⁰⁾

IV. 結果 및 考察

1. 土壤化學性 變化

A. 飼料作物 栽培前 土壤 化學性

飼料作物 栽培前 試驗 圃場의 土壤을 3反覆으로 任意採取하여 化學成分을 調査한 結果는 表2와 같다. 燐酸의 含量은 適正值 200ppm보다 훨씬 높은 542ppm이었고, 칼륨은 0.78me/100g으로써 適正值 0.5me/100g 보다 0.28me/100g이 높게 나타났다. 有機物含量은 1.0%로 適正值 3.5%에 훨씬 못 미치는 것으로 나타났고, 置換성칼슘과 마그네슘은 各各 3.8me/100g으로써 適正值에 못 미치는 連作地 土壤의 典型的인 特徵을 가진 不均衡한 土壤이었다.

Table 2. Chemical properties of the soils before experiment

PH (1:5)	OM (%)	Av. P ₂ O ₅ (ppm)	Ex-cations(me. 100g)		
			Ca	Mg	K
6.9	1.0	542	3.8	0.3	0.78

이러한 結果는 지난 4年間 土壤改良은 하지 않고 窒素, 燐酸, 加里 等 化學肥料만 過多施

用하면서 땅콩을 連作栽培하였기 때문에 발생된 것으로 판단된다. 化學肥料의 過·連用은 燐酸, 칼륨의 土壤中 過多蓄積을 招來하여 이에 따른 特定 微量要素의 缺乏 症狀을 誘發시킬 可能性도 있는 것으로 생각된다.

B. 飼料作物 栽培後 石灰物質 施用에 의한 土壤 化學性

冬季에 吸肥力이 강한 飼料作物을 栽培하여 땅콩 播種 20日 前에 刈取하고 刈取 5日後에 石灰物質을 施用하여 땅콩을 栽培하였을때 토양化學成分의 變化를 調査한 結果는 表 3과 같이 pH는 동계에 휴한하고 땅콩만을 栽培한 對照區 6.9에 비해 이탈리아인 라이그라스를 栽培한 土壤이나 호밀을 栽培한 土壤 모두 6.1~6.5로 比較的 낮았다. 有機物含量은 이탈리아인 라이그라스를 栽培한 區와 호밀을 栽培한 區 共히 對照區 1.1%에 비해 높았으며, 特別히 호밀 栽培區에서 平均 1.7%로 높게 나타났는데 이는 灰取 時期에 호밀의 生育이 이탈리아인 라이그라스 보다 旺盛했기 때문으로 생각된다.

Table 3. The Change of soil properties followed by forage crops cultivation and lime application in the peanut field

Forage	Lime (kg 10a)	pH (1:5)	OM (%)	Av. P ₂ O ₅ (ppm)	Ex-cations(me. 100g)				
					Ca	Mg	K		
Control	ML.*	300	6.9	1.1	549	5.0	0.2	0.84	
Italian ryegrass	ML.*	0	5.9	1.3	321	4.4	0.4	0.41	
		150	6.1	1.4	325	4.6	0.3	0.36	
		300	6.0	1.5	326	5.1	0.5	0.56	
		450	6.1	1.2	369	4.5	0.4	0.43	
		Mean	6.0	1.4	335	4.7	0.4	0.59	
		Gs.**	0	6.5	1.2	343	2.5	0.2	0.34
Rye		150	6.1	1.3	315	7.2	0.5	0.70	
		300	6.2	1.2	330	6.8	0.4	0.78	
		450	6.0	1.4	292	4.8	0.3	0.38	
		Mean	6.2	1.3	320	5.3	0.4	0.55	
		ML.*	0	6.7	1.7	339	6.3	0.6	0.56
		150	6.4	1.8	333	4.5	0.4	0.31	
	300	6.5	1.7	411	7.0	0.6	0.58		
	450	6.3	1.7	413	6.3	0.6	0.50		
	Mean	6.5	1.7	374	6.0	0.6	0.49		
	Gs.**	0	6.4	1.7	434	3.8	0.3	0.30	
	150	6.4	1.7	404	5.9	0.5	0.48		
	300	6.5	1.8	412	5.7	0.6	0.35		
	450	6.6	1.8	438	3.9	0.3	0.23		
	Mean	6.5	1.8	422	4.8	0.4	0.34		

* ML: Magnesium lime ** Gs: Gypsum

인산염 함량과 치환성 칼륨 함량을 살펴보면 이탈리아 라이그라스 재배구 및 호밀 재배구 공통으로 대조구 549ppm의 인산염 함량에 비해 각각 328ppm과 398ppm으로 현저하게 감소하였으며, 칼륨 함량 역시 이탈리아 라이그라스 재배구 및 호밀 재배구 공통으로 대조구 0.84me/100g, 0.41me/100g로 현저하게 감소하였다.

사료작물 재배구의 유기물 함량이 높은 것은 토양중에 분포되어 있는 사료작물의 잔존뿌리가 석회물질에 의해 초기에 분해되었기 때문이라 생각된다.^{10,23)} 그리고 사료작물 재배 후 인산염 함량과 치환성 칼륨 함량이 현저하게 감소한 것은 이탈리아 라이그라스와 호밀 등이 흡수력이 강하여 이들 성분을 다량으로 흡수하였기 때문으로 생각된다.

청새 사료작물 재배 후 석회토와 석회 처리에 의해 산도의 변화, 유기물, 인산염 및 치환성 칼륨 함량에 미치는 효과를 살펴본 결과 대조구와 비교하여 pH의 저하, 인산염 함량과 치환성 칼륨 함량의 저하 및 유기물 함량의 증가 등의 효과는 나타났으나 석회토와 석회 처리의 차이는 크지 않았다.

이와 같은 결과는 사료작물 재배와 석회물질 처리의 복합적인 효과로 생각되었다.

2. 토양 중 phytotoxin 함량 변화

토양 중 phytotoxin은 동일한 작물을 계속 재배함으로써 나타나는 연속장애 원인 중 하나로罹病된 식물체 잔재 또는 수확 후 잔재, 낙엽 기타 잔재 등이 부패되어 후작물에 해작용을 일으킨다고 한다.^{7,15,58)} 이는 식물체 중의 phenol 물질이 뿌리로부터 분비되거나 종자나 과실 중에 함유된 유해물질이 토양 중에 집적되어 다음 작물의 성장을 억제하거나 병해에 대한 저항성을 약화시키는 역할을 하는 것으로 보고되고 있다.³⁾

시험 전 대조구의 hydroquinone 및 p-coumaric acid 함량은 27.8, 31.0 μmole/g 이었으나 이탈리아 라이그라스 재배 후 15.6, 21.8 μmole/g로 나타나 땅콩 연속재에서 호밀 재배보다는 이탈리아 라이그라스 재배가 효과적임을 알 수 있었으며, 또한 대조구에 비해 이탈리아 라이그라스 재배 후 석회 처리에 의해 hydroquinone, p-hydroxybenzoic acid 함량이 석회토 처리에 비해 감소하였음을 알 수

있었다. (표4)

Table 4. Contents of phytotoxin after forage crops culturing and lime distributing in the continuous cultivated soil of peanut

Forage	Lime	Phytotoxin (μmole/g)				
		Hydroquinone	p-Coumaric acid	Benzoic acid	Vanillic acid	p-Hydroxybenzoic acid
Control	ML*	27.8	31.0	44.0	30.5	59.0
Italianryegrass	ML*	16.7	21.6	41.2	31.7	43.3
Gs**		14.5	22.1	42.7	29.2	35.1
Rye	ML*	24.6	29.8	39.5	27.6	47.8
Gs**		21.4	27.5	43.6	19.7	55.4

* ML: Magnesium Lime
 ** Gs: Gypsum

이와 같은 결과는 순환에 의해 뿌리로부터 분비되는 유해물질의 영향을 둔화시킬 수 있다고 한 成田^{36,37)}와 西尾^{38,39)}보고와 같은 경향으로 흡수력이 강한 청새작물을 재배하면 토양에 집적되는 독소를 효과적으로 제거시킬 수 있을 것으로 생각된다.

또한 땅콩 수량과 토양 중 phytotoxin 물질과의 관계는 그림 1에서와 같이 hydroquinone, p-hydroxybenzoic acid 함량이 많을수록 수량이 감소하는 음의 상관성이 인정되었다.

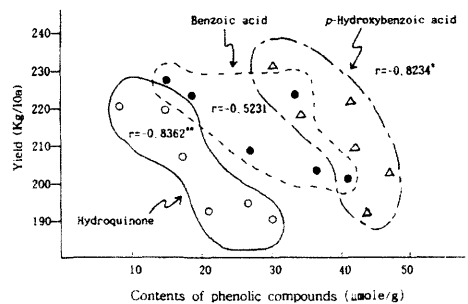


Fig. 1. Relationship between contents of phenolic compounds in soil and peanut yield

3. 풋마름병과 검은무늬병 발병률

이탈리아 라이그라스와 호밀을 재배한 후 석회물질을 처리하고 땅콩을 재배하면서 땅콩 밭에 주로 발생하여 큰 피해를 주고 있는 풋마름병과 검은무늬병의罹病株率과罹病葉率을 조사한 결과는 표5와 같다.

Table 5. Incidence of main diseases in the testing peanut fields

Forage	Lime (kg/10a)	Bacterial wilt (%)	Leaf spot (%)
Control	ML*	300	4.5
			5.8
Italian ryegrass	ML*	0	3.2
		150	2.3
		300	2.9
		450	2.3
		Mean	2.5
	Gs**	0	3.5
		150	2.5
		300	2.0
		450	2.4
		Mean	2.3
Rye	ML*	0	2.9
		150	3.2
		300	2.3
		450	2.3
		Mean	2.6
	Gs**	0	2.8
		150	2.3
		300	2.5
		450	2.0
		Mean	2.3

* ML: Magnesium lime
 ** Gs: Gypsum

이탈리안 라이그라스를栽培한後 石灰苦土와 石膏를 施用하여 땅콩을栽培한 區의 꽃마름병 發生率은 각각 平均 2.5%와 2.3%로서 飼料作物을栽培하지 않은 對照區 4.5%에 비해 크게 낮았으며, 검은무늬병도 各各 4.6%와 4.0%로 對照區 5.8%에 비해 낮았다. 호밀을栽培한後 石灰苦土와 石膏를 施用하여 땅콩을栽培한 區에 있어서도 꽃마름병의 發生率은 對照區에 비해 아주 낮았으나 검은무늬병은 5.3%로 對照區 5.8%와 거의 비슷하였다. 이탈리아 라이그라스를栽培한 것과 호밀을栽培한 것을 比較해 보면 이탈리아 라이그라스를栽培한 區에서의 發生率이 다소 낮았으며 石灰物質間에는 石灰苦土보다 石膏施用이 效果的인 것으로 보였다. 또한 石灰物質을 施用하지 않고 飼料作物만栽培한 區의 꽃마름병 發生율은 이탈리아 라이그라스, 호밀栽培地에서 각각 3.3%, 2.9%로서 對照區 4.9%보다 약간 낮았음을 알 수 있었으며, 검은무늬병에 있어서도 發生率이 多少 높게 나타났다. 그러므로 땅콩

栽培에 있어서 飼料作物栽培나 石灰物質 單獨處理보다는 飼料作物栽培後 石灰物質을 施用함으로써 病 發生率을 낮출 수 있는 것으로 飼料되었다.

竹內⁵⁸⁾는 絲狀菌이 增加되고 있는 土壤에서는 土壤 傳染性的 病的 發生率이 增加하고 放射線菌이 많은 土壤에서는 낮아진다고 報告하였다. 本 試驗에서도 땅콩 連作地 土壤에 冬季에 飼料作物을栽培하고 石灰物質을 施用하여 주므로써 땅콩 病原微生物의 密度는 減少하고 拮抗微生物 等 기타 다른 微生物의 密度가 增加하여 發病率이 낮아진 것으로 判斷되었다.

4. 땅콩의 생육 및 수량

이탈리안 라이그라스와 호밀을栽培한後 석고를 10a當 300kg 施用한 區에서 땅콩 主莖長은 그림2에서 보는 바와 같이 生育 初期부터 이탈리아 라이그라스栽培區가 가장 길었고 다음으로는 호밀栽培區, 無栽培區 順으로 나타났으며 이와같은 結果는 生育 後期까지 繼續되었다.

또한 이탈리아 라이그라스와 호밀栽培後 收量 및 收量 構成要素를 調査한 結果는 表6과 같다. 分枝長, 分枝數, 莢數, 莢實率, 100粒重, 및 收量 供히 이탈리아 라이그라스와 호밀栽培區가 對照區에 비하여 生育狀況 및 收量이 良好한 것으로 나타났으며, 특히 이탈리아 라이그라스를栽培한 區는 對照區 收量이 10a當 210kg에 비해 平均 226kg으로 效果가 큰 것으로 나타났다.

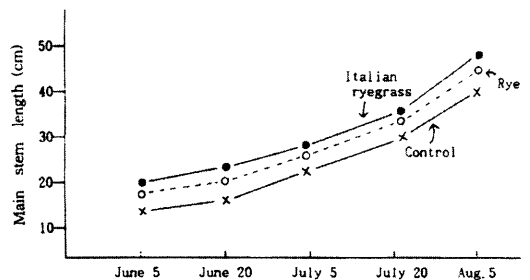


Fig. 2. Changes of main stem length on the growing stage in the continuous cultivated soils of peanut

Table 6. Effects of soil conditioner and forage crops culturing on growth and yield

Forage	Lime (kg 10a)	Main stem length (cm)	Banch length (cm)	No. of branch (tea hill)	No. of pod (tea hill)	Shelling percent (%)	100 kernel weight (g)	Yield index (kg 10a)
Control	ML** 300	51.8	57.1	12.5	22.7	65.4	70.7	210
Ir*	0	50.4	58.8	9.9	23.5	64.7	70.7	199
	ML** 150	51.1	59.1	10.2	25.4	65.6	72.5	217
	300	54.8	65.1	9.3	28.0	66.3	70.1	225
	450	52.4	59.8	9.8	25.3	66.0	72.5	217
	Mean	52.2	60.7	9.8	25.6	65.7	71.5	215
	Gs.** 0	50.4	57.1	9.6	24.3	64.1	70.2	204
	150	53.0	60.2	10.2	26.4	66.0	71.9	225
	300	55.5	66.2	10.7	27.9	65.9	70.5	234
	450	57.8	65.5	10.9	28.9	66.1	70.6	237
	Mean	54.2	62.3	10.4	26.9	65.5	70.8	225
Rye	0	48.0	56.3	9.9	22.5	64.8	70.9	187
	ML** 150	49.5	57.3	10.1	24.0	65.2	70.3	215
	300	53.8	73.2	9.9	24.3	66.1	70.7	217
	450	53.4	63.6	9.7	24.1	64.9	69.4	201
	Mean	51.2	62.6	9.9	23.7	65.3	70.3	205
	Gs.** 0	44.6	52.4	10.0	21.5	63.5	67.9	184
	150	53.0	60.1	10.8	23.8	65.2	71.0	209
	300	54.0	64.5	11.3	23.6	65.5	70.4	212
	450	50.6	56.8	10.2	21.8	65.7	71.0	203
	Mean	50.6	58.5	10.6	22.7	65.0	70.1	202

* Ir: Italian ryegrass
 ** ML: Magnesium lime
 *** Gs: Gypsum

이탈리안 라이그라스를栽培한後石灰苦土와石膏를施用한結果는 두처리供히石灰物質을施用하지 않았던區에 비해生育이旺盛하였으며,收量에서도石灰苦土,를施用한 것이平均 220kg,石膏를施用한區가 232kg으로써無施用區 202kg比해生産性이 많았다. 특히石膏를施用한 것이效果的이었다.石膏處理量別收量を 살펴보면 10a當 300kg施用한 것이 150kg과 450kg處理한區에 비해優秀하였던 것으로調査되었다. 또한호밀을栽培한區에서는石灰物質施用量間의效果는認定되었으나,石灰苦土와石膏處理間 차이는 없는 것으로 나타났다.飼料作物栽培後石灰物質을施用하지 않았던區는飼料作物을栽培하지 않았던區에 비해平均 11~12%의收量이減少되었고石灰物質을 10a當 450kg施用한區에서도收량이 3~4%減少되었다.

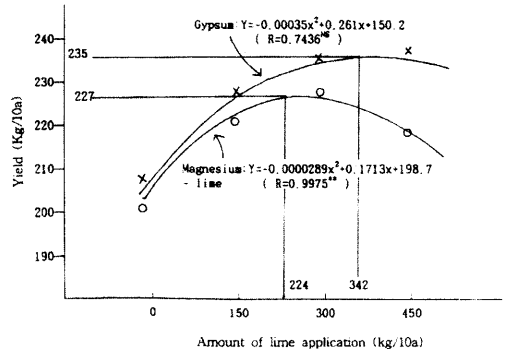


Fig. 3. Relationship between the amount of lime application and peanut yield under the Italian ryegrass-cultivated soils

이와같은結果는石灰의過剩供給은여러가지陽이온微量元素의不均衡을招來한다고한報告^{4, 16, 45)}와 일치하는傾向이었다. 따라서作物의特性에 맞게均衡施肥를 하여야 하며有機物供給,適正한土壤改良劑施用으로土壤의地力を維持시켜야 될 것으로생각한다.

이탈리안 라이그라스栽培後石灰物質施用량과收量과의相關關係를分析하였던바그림 3에서처럼石灰苦土는 10a當 224kg을施用할 경우 227kg의最大收量を 올릴 수 있었으며,石膏施用은 10a當 342kg을施用할 때 235kg의最大收量を 올릴 수 있는 것으로思料된다.

또한호밀栽培地의石灰物質施用量에 따른相互關係는 그림 4에서처럼石灰苦土는 10a當 213kg,石膏는 270kg施用한 것이各各 219kg과 214kg의最大收量を 올릴 수 있는 것으로 나타났다.

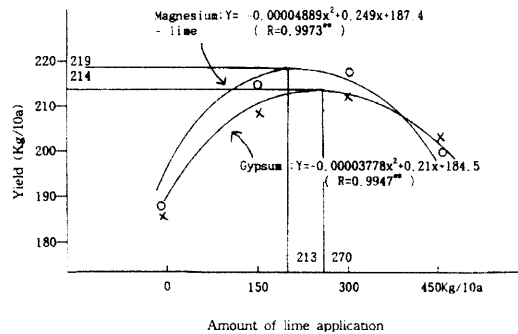


Fig. 4. Relationship between the amount of lime application and the peanut yield under the rye-cultivated soil

이와같은 石膏의 施用效果가 認定되었던 結果는 石膏에는 밭作物에서 不足되기 쉬운 SO₄ 成分이 18.6% 含有되어 있어 SO₄ 및 微量 要素의 均衡 吸水를 可能케 하여 地上部의 生育 및 收量 增收에 影響을 미친다고 하는 柳⁶¹⁾의 報告와도 유사하였다.

主要 生育形質 變化와 收量과의 關係는 表 7 과 같이 主莖長, 分枝長, 莢數, 100粒重과의 有意的인 正의 相關關係가 認定되었으며, 이와 같은 結果는 땅콩의 地上部 生長과 地下部의 養分吸水로 인한 根發育은 正比例하고 있음을 認定할 수 있어 收量を 높일 수 있는 主要因으로 判斷되었다.

Table 7. Relationship between some characters and yield in peanut.

Characters	Regression equation(y)	Correlation coeff. (r)
Main stem length	4.037x + 1.616	0.8502**
Branch length	1.903x + 95.562	0.5427*
No. of branch	9.149x + 118.705	0.3216
No. of pod	6.253x + 52.139	0.9037**
100 Kernel weight	15.559x - 807.807	0.8198**

*, ** : Significant at 5% and 1% level, respectively.

5. 땅콩의 地上部位(葉+莖) 無機成分 含量

Table 8. Effects of soil conditioner on nutrient contents of tops of peanut at harvest-stage

Forage crops	Lime (kg/10a)	Nutrients(%)						
		T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO		
Control	ML.*	300	1.25	0.19	1.9	0.60	0.35	
	Italian-ryegrass	0	1.67	0.22	1.9	0.51	0.30	
		150	1.86	0.27	2.2	0.55	0.38	
		300	2.19	0.23	2.0	0.69	0.45	
		450	2.07	0.29	2.5	0.65	0.39	
		Mean	2.04	0.26	2.2	0.63	0.41	
		Gs.**	0	1.72	0.25	1.7	0.79	0.22
			150	1.85	0.29	2.6	0.85	0.29
			300	2.25	0.27	2.4	0.84	0.31
			450	2.19	0.27	2.4	0.84	0.35
	Mean	2.10	0.28	2.5	0.85	0.32		
Rye	ML.*	0	1.38	0.20	2.0	0.53	0.36	
		150	1.45	0.27	2.3	0.60	0.39	
		300	1.65	0.23	2.3	0.67	0.45	
		450	1.70	0.25	2.5	0.65	0.44	
		Mean	1.60	0.25	2.4	0.64	0.43	
		Gs.**	0	1.42	0.19	1.6	0.72	0.25
			150	1.63	0.22	2.5	0.85	0.28
			300	1.62	0.25	2.3	0.85	0.38
			450	1.68	0.25	2.7	0.82	0.35
		Mean	1.64	0.24	2.5	0.84	0.34	

* ML:magnesium lime

** Gs.: Gypsum

飼料作物 栽培後 石灰物質 施用에 따른 지상 부 植物體中 全질소와 無機成分을 收穫期에 分析한 結果는 表 8과 같다. 全질소 含量은 對照區 1.25%에 비해 이탈리아인 라이그라스 및 호밀 栽培地에서 2.07%, 1.62%로 各各 나타났다. 全질소 含量이 높은 것은 이탈리아인 라이그라스의 殘存莖根에는 窒素成分이 많이 포함되었기 때문이라 생각되었다.⁵²⁾ CaO含量에 있어서는 飼料作物別 차이는 크지 않았으나, 石膏 施用區에서 對照區 및 石灰苦土 施用區보다 높았고, MaO含量은 苦土物質을 含有하고 있는 石灰苦土 施用區에서 0.42%로써 石膏 施用區보다 약간 높게 나타났다.

Table 9. Correlation coefficient between nutrient contents and some growth characters of peanuts plants at harvesting stage

Characters	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Yield	0.8279**	0.7222**	0.5171*	0.4269*	0.2593
Main stem length	0.7605**	0.5266*	0.5733*	0.4548*	0.1912
Branch length	0.4891*	0.2292	0.3758	0.3089	0.3234
No. of branch	0.0628	0.1940	0.4106	0.5163*	0.1895
No. of pod	0.8944**	0.5638	0.2646	0.2163	0.1174
100 Kernel	0.3051	0.6051*	0.5097*	0.2215	0.2116

*, ** : Significant at 5% and 1%, level respectively.

또한 收穫期 땅콩 植物體의 全질소 및 無機成分 含量과 收量構成要素 및 收量과의 相關關係를 檢定하여 본 結果 表 9에서와 같이 全질소 含量은 主莖長, 分枝長, 莢數 및 收量과 正相關이 認定되었으며, 收量과 無機成分 關係에서도 正相關 關係가 認定되었다. 以上の 結果는 全질소 含量 및 無機成分含量이 收量에 크게 關聯된다고 하는 Cummins⁶³⁾의 報告와 같은 傾向이었으며, 특히 本 試驗圃場과 같이 石灰含量이 낮은 土壤은 石灰物質 施用效果가 큰 것으로 思料된다.

이와같은 效果는 石灰物質施用이 土壤의 粒團化를 촉진시켜 土壤의 物理的 性質을 改善시켰기 때문에 發生된 效果라고 思料된다. 또한 均衡된 改良劑 施用으로 植物體의 各種 無機成分의 흡수가 양호하여 식물체의 生長이 적당하였기 때문이라 생각된다.³⁵⁾

땅콩의 連作地 土壤에서의 吸肥力이 강한 冬季의 飼料作物 栽培로 家畜飼育 農家の 靑刈

良質粗飼料 供給으로 사료비 節減效果가 認定 될 것으로 思料되며, 또한 염류집적에 의한 連作地 土壤의 含有된 石膏를 施用함으로써 땅콩의 連作 障害를 輕減시킬 수 있을 것으로 判斷 되었다.

참고문헌

1. 阿江教治, 小林達治, 高橋英一, 葛西善三郎. 1974. 토마토 連作障害의 主要原因 について. 土肥誌, 45 : 497-500.
2. ————, ————, ————, ————. 1974. 토마토 輪作障害中의 微生物의 集積培養 について. 土肥誌, 45 : 501-504.
3. Bhowmik, P. C., and J. D. Doll. 1982. Corn and Soybean response to allelopathic effects of weed and residues. Agron. J. 74 : 601-606.
4. 崔松烈, 羅鍾城, 黃南悅, 金大鶴. 1989. 連作地에서 土壤改良劑 施用이 땅콩의 主要 生育形質 및 收量에 미치는 影響. 農試論文集(土壤肥料篇) 30(2) : 11-20.
5. 趙仁相, 許奉九. 1985. 고추 連作地 實態 現地調査. 農技研報告書 : 121-124.
6. Cororan, M. R. 1970. Effect on growth included by indoleacetic acid or gibberellins A, A4, A5, A7. Plant physiol. 46 : 531-534.
7. Craig, E. C. and A. E. Frank. 1980. Allelopathic mechanisms of velvet leaf (Abutilon theophrastimedec., Malvaceae) on soybean. Amer. J. Bot. 67 : 1407-1413.
8. Cumins, D. G. 1971. Relationship between tannin content and forage digestibility in sorghum. Agron. J. 63 : 500-502.
9. Dhillon, M. S. Mulla, and Y.S. Hwang. 1982. Allelochemicals produced by the hydrophate myriophyllum spicatum affecting mosquitoes and midges. J. Chem. 8 : 517-526.
10. 川井一之. 1977. 連作障害對策と 合理的 輪作技術의 再評價. 農業おとび 園藝 52 : 843-851.
11. Gulzar, A. D. and H. Farrukh. 1979. Allelopathic effects of dichanthium annulatum (FORSK) stapf on some cultivated plants. Pakistan J. Sci. Ind. Res. 22 : 194-197.
12. Hirakazu, M. 1965. The phenolic acids in organic soil. Can. J. Biochem. 43 : 1277-1280.
13. 한규홍, 이동욱, 안병창, 김문규. 1984. 忠南農村振興院 試驗研究報告書. P. 336-342.
14. 平野 曉. 1977. 作物의 連作障害, -原因·機構·對策의 研究-. P. 55-57 農産漁村文化協會, 東京.
15. ————. 1980. 毒物質による 連作障害と對策. 農業おとび園藝 55 : 131-136.
16. 黃南悅. 1987. 土壤改良劑 施用이 고추의 連作 및 phytotoxin에 미치는 影響. 全北大學校 博士學位論文.
17. 伊阪實人, 岡本 博. 1988. 野菜의 疫病菌에 對する 拮抗細菌. 植物防除 42(5) : 19-23.
18. 石川格司, 中村 毅. 1985. 하우스土壤にする集積鹽類除去 のための 灌水效果. 農業おとび園藝 60 : 49-52.
19. 石川昌男, 松田明, 淺野伸幸/. 1971. 輪作防除의 輕減對策. 農業おとび 園藝 46 : 477-481.
20. Jhon, D. and S. Aronoff. 1965. Relative kinetics of chlorogenic and caffeic acid during the onset of bi=oron deficiency in sunflower. Plant Phys. 40 : 458-459.
21. 丁智鎬. 1990. 고추, 참깨, 땅콩 連作地 土壤의 微生物相과 phytotoxins에 關한 研究. 圓光大學校 博士學位論文.
22. 姜昇遠, 李章雨, 俞昶在, 李東右. 1991. 땅콩 生産에 있어서 連作의 影響(1). 땅콩 年數가 땅콩 生育 및 收量에 미치는 影響. 農試論文集(田. 特作篇) 33(2) : 43-49.
23. 金漢明. 1985. 窒素와 土壤改良劑의 施用이 벼뿌리에 미치는 影響. 圓光大學校 博士學位論文.
24. 金絃右, 金廣植. 1989. 오이連作土壤의 化學性 및 微生物相 biomass에 미치는 影響. 韓土肥誌. 22 : 146-155.
25. 金廣植, 金容雄. 1982. 施設栽培오이의 連作障害에 關한 研究. 第2報 : 施設栽培 오이의 生育에 미치는 硅酸의 影響. 全南大學校 農漁村開發研究 16(2) : 93-98.
27. ————, ————. 1983. 施設菜蔬의 安

- 全栽培 및 技術開發에 관한 研究. 第 2報 : 施設栽培 土壤과 菜蔬의 生育에 미치는 澆水處理效果. 全南大學校 農漁村開發研究 18(2) : 103-107.
28. 清野榮司. 1979. 千葉縣における 集團輪作事例 問題點. 農業および 園藝 54 : 1093-1096.
29. 近藤源吉. 1961. 畑作における 作付改善 方法. 農及園 36(5) : 825-829.
30. 小林達治. 1985. 根の 活力と 根圏微生物. P. 15-18. 農産漁村文化協會, 東京.
31. 李盛雨, 李甲郎, 金光秀. 1973. 辛味種 高추의 成熟에 따른 生理化學的 變化에 관한 研究. 韓國誌 13 : 15-25.
32. Lockwood, D. and H. M. Vines. 1979. Red color enhancement of pimiento peppers with 2-chloroethyl phosphoric acid. j. Amer. Soc. Hort. Sci. 97 : 192-197.
33. Lun, K.T., A. G. Matches, and E. t. Peters. 1982. Allelopathic effects of tall fascue on birds-foot trafoil as influenced by N-fertilization and seasnal changes. Agron. J. 74 : 805-808.
34. 仲字佑達他. 栗原茂次, 橋本貞夫, 田村光一郎. 1964. 果菜類의 連作障害의 に関する研究. 東京都 農業試驗研究報告 3 : 9-26.
35. 三宅靖人, 高橋教英一. 1979. キュウリの 生育に 對する ケイ酸의 影響. 日土肥誌講演要旨協誌 25 : 74.
36. 成田保三郎. 1982. 連·輪作畑土壤 微生物作用. 日土肥誌 53:6-10
37. _____. 1983. 連作障害의 對策について. 日土肥誌 51:170-179.
38. 西尾道德. 1981. 連作した陸沼根面의 顯微鏡で 觀察した 微生物密度. 日土肥誌 52:413-419
39. _____. 1983. 連作作障害의 發生について., 日土肥誌 54(1)64-73.
40. 農業技術研究所. 1979. 土壤化學分析法.
41. 農村振興廳. 1983. 農事試驗研究調查基準.
42. _____. 1990. 最新 참깨 땅콩 栽培技術. P. 158.
43. 農林水産省 食品流通局 野菜振興課 1977. 野菜 産地 實態について. P. 187.
44. 吳世義, 金光植. 1987. 오이 連作土壤의 微生物과 오이 生育에 미치는 有機物의 影響. 全南大學校 農漁村開發研究 22:39-49.
45. 大久保隆弘. 1980. 輪作と地力維持. 農業及園藝 55(1):95:100.
46. 朴天緒. 1963. 不稔麥 發生地에 있어서 微量元素 施用이 大麥稔實率에 미치는 影響. 農試研報 6:11-12
47. 朴春培, 黃矣泳, 白洪基. 1971. 土壤水分이 고추의 生育 및 落花에 미치는 影響. 韓國誌 10:41-47.
48. 박승순, 김경희, 조병옥, 김영식. 1986. 고추 連作障害地 植物毒素分解促進연구. 江原農村振興院 試驗研究報告書. P.396-399.
49. Ragar, E. R.C. Wakefield, and W.M. Sullivan. 1985. Effect of spray planting intervals and various grass sods on no-till establishment of alfalfa. Agron. J. 77:5-8.
50. Ray, M. and H. Walter. 1976. The extraction of soil phytotoxins using a natural EDTA solution. Soil Sci. 124:205-210.
51. 柳汀. 1986. 野山開墾地에서 硫黃施用이 마늘의 主要形質 및 收量에 미치는 影響. 全北大學校 碩士學位論文.
52. _____. 1993. 畚裏作 이달리안 라이그라스 栽培跡地에서 窒素와 改良劑 施用이 병의 生育 및 收量에 미치는 影響. 圓光大學校博士學位論文.
53. 성기영, 김광식. 1988. 오이連作土壤의 오이生育과 微生物에 미치는 硅酸의 影響. 第1報:오이의 生育에 미치는 硅酸의 影響. 全南大學校 農漁村開發 23:53-58.
54. _____. _____. 1988. 오이連作土壤의 오이生育과 微生物에 미치는 硅酸의 影響. 第2報:微生物相에 미치는 影響. 全南大學校 農漁村開發 23:59-68.
55. 相馬 曉. 1985. 하우스野菜의 連作障害의 實態と 對策(I). 農業おとび 園藝 60:1287-1290.
56. _____. 1985. 하우스野菜의 連作障害의 實態と 對策(II). 農業おとび 園藝 60:1415-1426.
57. _____. 1985. 하우스土壤에 における 養分過剩 蓄積と 生理障害. 農業おとび 園藝 69(11):85-90.
58. 竹内昭士郎. 1980. 野菜의 連作と土壤病害. 農業および園藝 55:149-154.
59. 渡邊巖. 1979. 農業と土壤微生物. P41-43. 農産漁村文化協會, 東京.
60. 禹仁植, 卞鍾榮. 1984. 溫度와 施肥量에 따른 고

- 추의 生長反應과 開花에 關한 研究. 忠南大學校 研報 11:77-84.
61. 柳井利夫. 1977. 野菜連作 하우스土壤の 實態と 湛水處理. 農業および園藝 52:895-899.
62. 野菜試験場. 1978. 野菜に おける連作障害の 現場. 野菜試験場研究資料 5:899.
63. _____. 1984. 最新に おける 野菜, 花きの 連作障害の 實態. 野菜試験場 研究資料 18:195.