J. KOREAN SOC. SOIL SCI. FERT. 1984. Vol 17 No 2.

濟州道 土壤의 化學的 特性 調査 硏究

Ⅱ. 耕作年代에 따른 柑橘園 土壤의 化學的 特性 變化

柳 順 昊* 宋 寬 哲**

Chemical Characteristics of soils in Cheju Island.

II. Variations in Chemical Characteristics of the Citrus Orchard Soils as a Function of Years of Cultivation.

Sun-Ho Yoo* and Kwan-Cheol Song**

Summary

The Cheju citrus orchards have been chemically fertilized with both phosphates high in Ca and Mg contents and potassium.

The amount of chemical fertilizers consumed per unit area of cultivated land and the ratios of P_2O_5 and K_2O to N in chemical fertilizers applied were much higher in the Cheju Island than those of the Korean mainland. These trends were particularly prominant in Southern Cheju where 70% of the Cheju citrus orchards are located.

As the result of heavy applications of phosphate fertilizers, the available phosphorus of citrus orchard soils increased with increasing number of years under cultivation. The available phosphorus of sub-soil increased slightly with the number of years under cultivation compared to that of surface soil.

Base saturation and pH increased with the number of years under cultivation, inasmuch as exchangeable bases such as Ca, Mg and K increased predominantly, but the cation exchange capacity did not vary in the citrus orchard soils.

緖 言

柑橘은 先史時代 以前부터 濟州道에 自生하는 果實로서 高麗時代 以來 貢物로 進上되어 왔으나,[4] 60年代 初까지는 濟州의 極히 一部 地域에서 小量으로 生産되어 왔다.[11] 60年代 末부터 柑橘栽培面積 및 生産量이 急激하게 增大되어 '60년에 93ha에서 190 M/T이 生産되던 것이 '70년에 5,000ha에서 4,970 M/T이, '75년에 10,930ha에서 81,000M/T이 生産되었고, '82년에는 柑橘 栽培面積이 15,500ha나 되어 濟州道 全耕作地의 1/3에 達하고 있으며,[11] 生産量도 323,400M/T이나 되어[11] 우리나라 果實 總生産量의 27.1%[2]에 達하고 있다.

濟州道 火山灰土는 燐酸을 吸着, 固定시키는 能力이 대단히 커서 有效燐酸이 缺乏되기 쉽기 때문에 作物 栽培에 있어서 燐酸肥料의 效果가 좋다는 것이 農民들에게 널리 알려져 Ca과 Mg 含量이 높은 熔成燐肥가 每年 多量으로 施用되어 왔다. 特히 集約的인 營農方法에 依해 經營되고 있는 柑橘園에는 더욱 많은 量의 熔成燐肥[1] 뿐만 아니라 柑橘의 新梢 生長에 效果가 特히 좋은 加里肥料[3]를 비롯하여 草木灰, 海藻類 및 기타 有機物이 每年 多量으로 施用되어 왔다.

本稿에서는 濟州道에서 火山灰土라는 土壤特性과 柑橘 栽培特性을 고려하여 肥料 施用을 어떻게 하고 있는가를 具體的으로 살펴보고, 耕作年代에 따

* 서울大學校農科大學 (College of Agriculture, Seoul National University, Suweon, Korea).
* * 農業技術硏究所 (Institute of Agricultural Sciences, Suweon, Korea).

른 柑橘園 土壤의 化學的 特性 變化를 考察함으로써 改良이 極히 어려운 것으로 알려진 濟州道 土壤의 改良 可能性에 관하여 論議코자 한다.

材料 및 方法

西歸浦를 中心으로 中文, 南元 等에 30년 以上된 柑橘園이 있는데, 濃暗褐色土 및 黒色土인 30년 以上된 柑橘園 土壤을 中心으로 柑橘 栽培面積에 있어서 急激한 增大가 있었던 60年代 末에서 70年代 初에 開園하여 栽培年數가 10~15년된 柑橘園 土壤, 最近에 開園하여 栽培年數가 5년 程度된 柑橘園 土壤 및 그 周圍의 밭土壤으로 區分하여 供試土壤을 採取하였다.

表土는 0-10cm 깊이, 深土는 30-50cm 깊이로 區分 採取하였으며 採取한 土壤은 風乾시킨 후 2mm체를 通過시켜 試料로 사용하였다.

分析方法은 I報와 같이 하였다.

結果 및 考察

濟州道에서 火山灰土라는 土壤特性과 柑橘 栽培特性을 考慮하여 肥料 施用을 어떻게 하고 있는가를 보기 위해 '69~82년 濟州道 統計年報 및 農林統計年報를 利用하여 單位面積當 肥料 消費量과 窒素肥料에 對한 燐酸 및 加里肥料의 消費比率을 計算하고 全國 平均과 比較하였다.

그림 1에서 보는 바와 같이 濟州道에서의 單位面積當 肥料 消費量은 全國 平均에 比하여 60年代 末以後 繼續的으로 더 많아지고 있다. 이는 柑橘 栽培面積이 60年代 末 以後 急激하게 增大되어 온 것[11]과 같은 傾向이다.

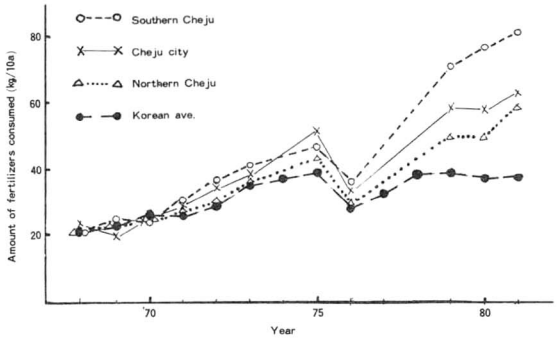

Fig. 1. Annual consumption of chemical fertilizers per unit area of cultivated land.

單位面積當 肥料 消費量은 濟州道 內에서도 南濟州郡이 濟州市나 北濟州郡에 比해 더 많다. 特히 柑橘 栽培面積이 '82년 現在 全耕作地의 65.6%나 되는 西歸浦에서는 肥料 消費量이 104kg/10a에 達해[11] 全國 平均의 3倍나 되는 것으로 보아 柑橘園에 매우 많은 量의 肥料가 施用되고 있음을 알 수 있다.

窒素肥料에 對한 燐酸 및 加里肥料의 消費比率도 全國 平均에 比하여 濟州道에서 더 높은데(그림2), 이에서 火山灰土의 特性 및 柑橘 栽培特性을 고려하여 肥料를 施用해 왔다는 것을 確認할 수 있다.

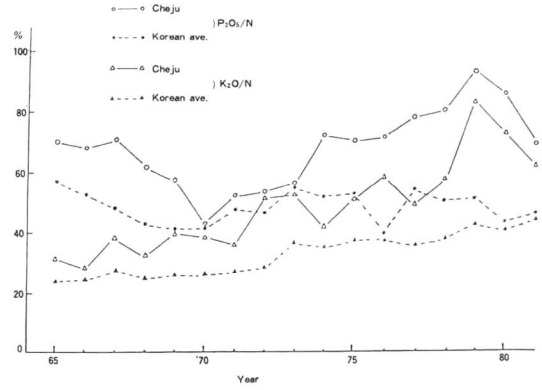

Fig. 2. Yearly patterns of the ratios of P_2O_5 and K_2O to N in chemical fertilizers applied.

窒素肥料에 對한 燐酸과 加里肥料의 施用比率은 '74-'75년 以後 더욱 현저하게 높다. 이는 '75년 봄 濟州道에서 開催된 '濟州道 土壤에 관한 심포지움'(土壤肥料學會 主催)의 영향으로 생각된다.

濟州道 內에서도 濟州市나 北濟州郡에 比하여 南濟州郡에서 窒素肥料에 對한 燐酸 및 加里肥料의 施用比率이 더 높다(그림 3, 4).

이는 火山灰土的 特性이 弱한 暗褐色土가 北濟州郡과 濟州市 農耕地에 널리 分布되어 있는데 反하여 南濟州郡의 耕作地에는 主로 濃暗褐色土 및 黒色土가 分布되어 있으며[7] 濟州道 柑橘園의 70%가 南濟州郡에 位置하고[11] 있기 때문이다.

이와 같이 濟州道 柑橘園에 매우 많은 量의 肥料를 施用하는데 특히 燐酸과 加里肥料를 많이 施用하므로 全國 平均에 比하여 單位面積當 施肥量이 濟州道에서 더 많을 뿐만 아니라 窒素肥料에 對한 燐

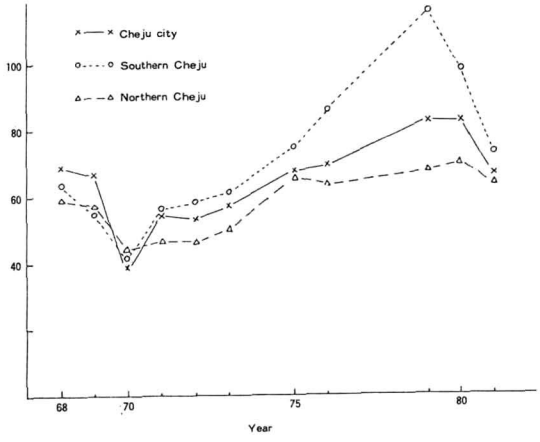

Fig. 3. Yearly patterns of the ratios of P_2O_5 to N in chemical fertilizers applied.

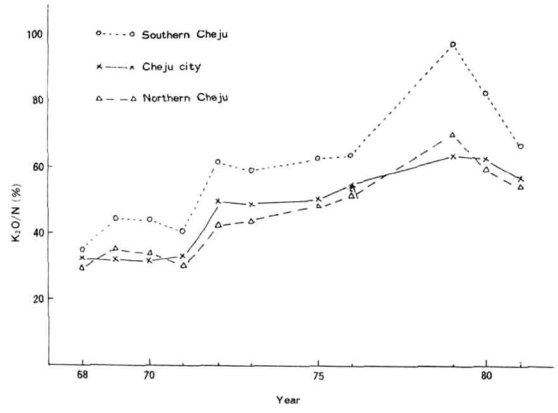

Fig. 4. Yearly patterns of the ratios of K_2O to N in chemical fertilizers applied.

酸과 加里肥料의 施用比率도 더 높게 나타나고 있다. 이러한 傾向은 柑橘園이 많은 南濟州郡에서 더욱 현저하다. 特히 濟州道 火山灰土는 假密度가 0.4 −0.9g/cm³에 불과하여[5, 6] 一般 陸地 土壤의 1/2 程度에 불과하기 때문에 土壤重量을 基準한다면 2倍의 量이 施用된 結果가 되어 柑橘園에 施用되는 量이 더욱 엄청나게 많다는 것을 알 수 있다.

濟州道 柑橘園에 燐酸 및 加里肥料를 每年 多量으로 施用해온 結果 柑橘園의 耕作年代가 오래될수록 土壤의 有効燐酸(Bray No. 1−P) 含量이 增加하고 있다(그림 5). 30−50cm의 深土에서는 그 增加趨勢가 미미하나 30년 以上된 柑橘園에서는 一般 耕作

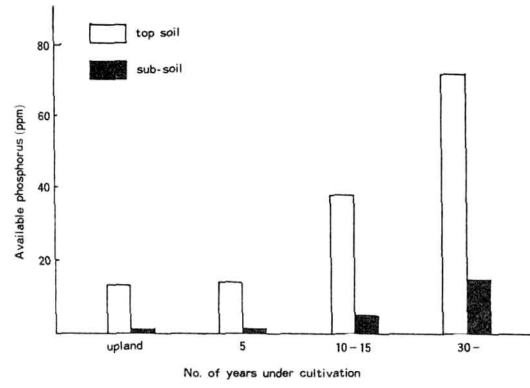

Fig. 5. The available phosphorus content of citrus orchard soils.

地와 5년된 柑橘園의 表土와 비슷한 水準까지 增加하였음을 알 수 있다.

濟州道 火山灰土는 燐酸을 吸着, 固定하는 能力이 대단히 커서 燐酸肥料를 多量으로 施用하더라도 有効燐酸 含量 增加가 크지 않은 것으로 알려져 있는데[5, 10] 開園年度가 오래된 柑橘園 土壤에서는 有効燐酸 含量이 상당한 水準으로 增加되어 있다. 特히 濃暗褐色土와 黑色土인 南濟州郡 柑橘園 土壤을 分析對象으로 하였기에 그 增加 傾向은 더욱 意味있는 것이라고 생각된다. 따라서 濟州道 火山灰土에 燐酸肥料를 一時에 多量으로 施用하지 않고 每年 連用하면 오래된 柑橘園 土壤에서처럼 有効燐酸 含量을 높은 水準까지 增加시킬 수 있을 것이다.

그림 6 및 7에서와 같이 置換性 Ca과 Mg 含量도 柑橘園의 耕作年代가 오래될수록 增加하고 있다. 置換性 Ca 및 Mg 含量에 있어서 5년된 柑橘園 土壤이 一般 밭土壤보다 낮은 것은 最近에 開園된 柑橘園이 主로 未耕地를 開墾하여 이루어진 것이기 때문이라고 생각된다.

田土壤과 5년된 柑橘園에서는 表土와 深土 사이에 置換性 Ca과 Mg 含量差가 거의 없다. 그러나 10~15년된 柑橘園에서는 深土에서 置換性 Ca과 Mg 含量이 거의 增加하지 않으나 表土에서 현저하게 增加하기 때문에 表土와 深土間에 그 含量差가 매우 크다. 이것은 溶脫이 많이 일어나는 土壤特性이 있음에도 불구하고 溶脫量보다 施肥量이 훨씬 많기 때문이라고 생각된다. 30년 以上된 柑橘園에서야 深

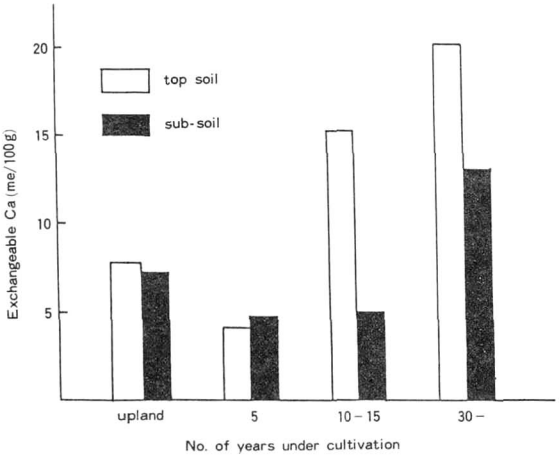

Fig. 6. The exchangeable Ca of citrus orchard soils.

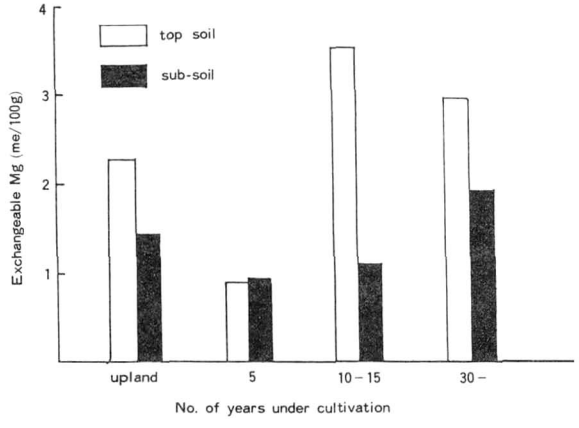

Fig. 7. The exchangeable Mg of citrus orchard soils.

土에서 Ca과 Mg이 현저한 增加 傾向을 보이고 있다.

그림 8 과 같이 開園年度가 오래된 柑橘園일수록 土壤中 置換性 K 含量도 增加하고 있다.

10－15년된 柑橘園에서 置換性 Ca 平均値는 15me/100g 에 達하며, 30년 以上된 柑橘園에서는 무려 20me/100g에 達하고 있다. 이는 Kaolinite가 主粘土鑛物인 우리나라 一般土壤의 陽이온置換容量 10me/100g 의 倍에 達하는 매우 많은 量이다. 一般的으로 濟州道 火山灰土는 溶脫이 甚하여 問題되는 것으로[5,10] 알려져 있으나, 陽이온置換容量이 크기 때문에 매우 많은 量의 置換性 陽이온들이 土壤에 保

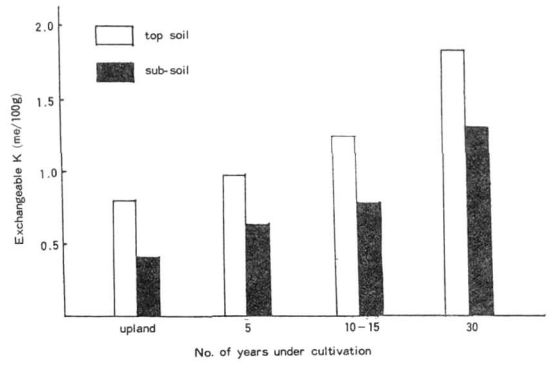

Fig. 8. The exchangeable K of citrus orchard soils.

有되어 作物에 利用될 수 있을 것이라고 생각된다.

開園年度가 오래된 柑橘園 土壤에 매우 많은 量의 置換性 Ca이 吸着되어 있으나 置換性 Mg과 K도 多量으로 存在하고 있기 때문에 置換性 陽이온 사이에 養分收支 不均衡은 問題되지 않을 것이라고 생각된다. 물론 置換性 Ca, Mg, K 等이 多量으로 存在하기 때문에 微量元素 缺乏問題가 일어날지 모르나, 이는 앞으로 硏究되야 할 果題라고 생각된다.

陽이온置換容量은 柑橘園의 耕作年代에 따라 거의 變하지 않는데 反하여 Ca, Mg, K 等과 같은 置換性 塩基 含量이 增加하므로 柑橘園의 開園年度가 오래될수록 塩基飽和度가 높아지고 있다(그림 9).

따라서 pH 역시 柑橘園의 開園年度가 오래될수록 높아지고 있다. 田土壤과 5 년된 柑橘園 土壤에서

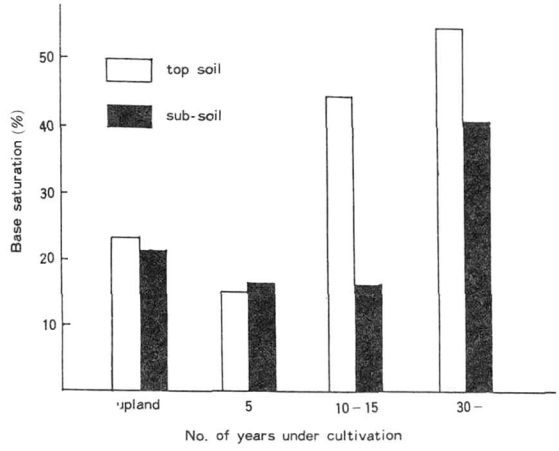

Fig. 9. The base saturation (%) of citrus orchard soils.

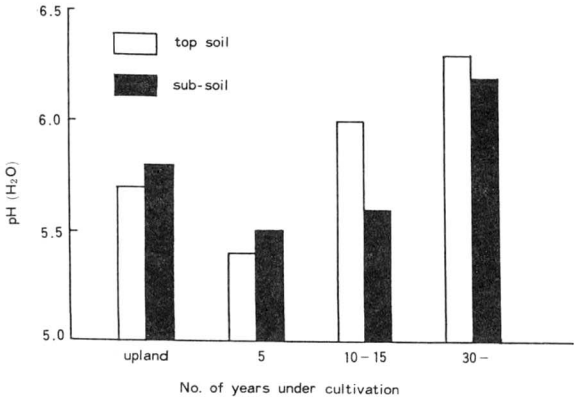

Fig. 10. **pH(H_2O) of citrus orchard soils.**

는 深土의 pH가 表土의 pH보다 높으나 耕作年數가 10년 以上되면 表土의 pH가 더 높은데, 이는 10년 以上된 柑橘園 土壤에서 置換性 Ca, Mg 및 K 含量이 현저하게 增加하는 것과 같은 現象이다. 30년 以上된 柑橘園에서는 深土의 pH도 매우 높다.

濟州道 火山灰土는 石灰를 多量으로 施用하여도 pH 變動이 極히 緩漫하다고 널리 알려진 것[8,9,10]과는 달리 柑橘園의 耕作年代가 오래될수록 pH가 현저하게 增加하고 있다. 지금까지 濟州道 火山灰土의 酸度矯正을 위하여 行해진 試驗으로는 置換性 Al 含量을 基準으로 石灰를 施用하여 pH 變化를 본 試驗[8,9] 밖에 없다. 置換性 Al 含量을 基準하여 1－3 me/100g의 石灰를 施用했을 때 pH 變化가 거의 없었을 뿐만 아니라 置換性 Al 및 活性 Al 含量 減少도 거의 없었다고 한다.[8,9] 이는 濟州道 火山灰土의 陽이온置換容量이 40me/100g 內外에서 60me/100g에 達할 정도로 매우 높은데 反하여 置換性 Al 含量은 1－2me /100g에 不過하여 一般 酸性土壤과 比較해서도 1/3밖에 되지 않을 정도로 적기 때문에[8] 그에 상당하는 石灰施用에 依해 pH 變化가 거의 없었던 것으로 생각된다. 따라서 置換性 Al 含量을 基準하여 石灰所要量을 算出할 것이 아니라 置換性 水素 含量을 基準으로 하여 石灰所要量을 算出하고 그에 상당하는 石灰를 濟州道 火山灰土에 施用한다면 지금까지 알려진 것보다 pH 變化가 클 것으로 예상된다.

摘　要

濟州道 火山灰土는 燐酸을 吸着, 固定하는 能力이 대단히 커서 有效燐酸이 缺乏되기 쉽기 때문에 柑橘園에 Ca과 Mg 含量이 높은 熔成燐肥를 每年 多量으로 施用하고 있을 뿐만 아니라 柑橘에 效果가 特히 좋은 加里肥料를 多量으로 施用하고 있다.

따라서 濟州道에서의 肥料 施用 樣相을 具體的으로 살펴보고, 이에 따른 柑橘園 土壤의 化學的 特性 變化를 耕作年代別로 考察한 結果는 다음과 같다.

1. 全國 平均에 比하여 單位面積當 施肥量이 濟州道에서 더 많을 뿐만 아니라 窒素肥料에 對한 燐酸과 加里肥料의 施用比率도 더 높았는데, 이러한 傾向은 柑橘園이 많은 南濟州郡에서 더욱 현저하였다.

2. 柑橘園의 耕作年代가 오래될수록 有效燐酸 含量이 增加하는데, 深土에서도 그 增加가 미미하나 같은 傾向이었다.

3. 柑橘園의 耕作年代가 오래될수록 置換性 Ca, Mg 및 K 含量이 增加하며, 表土/深土의 含量比 또한 增加하고 있다.

4. 陽이온置換容量은 柑橘園의 耕作年代에 따른 變化가 거의 없는데 反하여 置換性 塩基 含量이 增加하므로 塩基飽和度가 높아지고 따라서 pH가 올라가고 있다.

引 用 文 献

1. 金瀅玉, 1974. 濟州道 柑橘園土壤의 燐酸形態 및 吸着에 관한 硏究. 韓農化誌, 17(3): 1～16.
2. 大韓民國 農水産部, 1969～1982. 農林統計年報.
3. 朴 薰, 柳順昊, 洪淳範, 1975. 濟州道 柑橘園土壤의 特性과 管理. 韓土肥誌, 8(3): 133～153.
4. 申瑾澈, 1972. 古書에 依한 濟州柑橘의 史的考察. 農村振興廳. pp. 1～47.
5. 愼鏞華, 金瀅玉, 1975. 火山灰土의 特性에 관하여. 韓土肥誌, 8(3): 113～120.
6. Shin, J.S. 1978. Composition and genesis of volcanic ash soils derived from basaltic materials in Jeju Island (Korea). Ph. D. Thesis. State Univ. of Ghent, Belgium.
7. 嚴基泰, 朱永熙, 李景洙, 愼鏞華, 1978. 濟州道 綜合開發計劃을 爲한 土壤特性의 硏究. 農試硏報(土肥, 作保, 균이편), 19: 1～18.
8. 柳寅秀, 趙成鎭, 陸昌洙, 1974. 置換性 Al 含量에

따른 石灰所要量 決定에 관한 硏究. 韓土肥誌, 7(3) : 185～191.

9. 柳寅秀, 1975. 田土壤 燐酸의 吸收係數와 Langmuir 最大吸着量과의 比較硏究. 韓土肥誌, 8(1) : 1～7.

10. 柳寅秀, 柳順昊, 尹禎熙, 1975. 濟州道 田土壤의 肥沃度 現況과 改良. 韓土肥誌, 8(3) : 121～132.

11. 濟州道, 1969－1983. 濟州道 統計年報.