

濟州島의 土壤과 農業資源

—제주도 토양의 분류와 특성 및 관리 문제—

柳 順 昊* · 宋 寬 哲**

I. 서 론

토양은 그 구성에서 보면 암석의 풍화산물인 無機物과 동식물의 遺體인 有機物로 구성되는 고체입자와 그들 사이에 나타나는 孔隙를 매꾸고 있는 물과 공기로 구성된 3相系이다. 무기입자가 풍화되거나 혹은 유기물이 분해를 받으면 그들을 구성하고 있던 성분들의 일부는 가용성 성분으로 용해된다. 이들은 토양용액 속에 존재하거나 혹은 토양의 입자 표면에 吸着이 되어 있다가 식물에 의하여 흡수·이용되기도 하고 밑으로 이동하는 물을 따라 溶脫되어 뿌리가 뻗칠 수 없는 영역으로 멀리 살아지기도 한다. 따라서 토양의 자연 肥沃度는 礦物質의 풍화 및 유기물의 분해에 의한 양분의 공급 속도와 물에 의하여 용탈되는 속도와의 차이에 의하여 결정이 된다.

제주도의 강우량은 년 평균 1,500mm내외로서 비교적 많은 편인데다 토양의 母材가 대부분 火山灰이기 때문에 토양을 통하여 밑으로 흐르는 물의 속도 즉 透水力이 커서 여러가지 중요한 성분들이 밑으로 용탈되기가 쉽다. 토양에 施用된 비료의 용탈은 이용율을 떨어뜨려 경제적인 손실을 가져올 뿐만 아니라 용탈된 물질은 地下水의 오염원인이 된다. 토양의 유기물은 조만간 분해되는 것이므로 유기물이 많은 토양은 일반적으로 비옥한 것이다. 그러나 제주도 토양의 母材인 火山灰는 유기물 분해를 방해하기 때문에 제주도의 토양에 존재하는 유기물은 토양 비옥도에 크게 기여하지 못한다. 따라서 비록 제주도 토양의 유기물 함량이 높다해도 자연비옥도는 낮을 수 밖

* 서울대학교 농과대학

** 농촌진흥청 농업기술연구소

에 없다.

제주도는 강우량과 기온등의 기상환경에서 보았을 때 농업생산을 위하여 우리나라에서는 가장 유리한 조건을 가지고 있다. 그러나 다른 한편에서 보면 풍부한 강우량은 투수력이 지나친 토양에 대해서는 중요한 성분의 용탈을 심화시킨다는 것이 문제이다. 이러한 환경 여건으로 제주도 토양의肥沃度가 낮아서 1960년대 초반까지만 해도 어떻게 하면 농경지의 비옥도를 증진시키느냐 하는 것이 중요한 과제였다. 그러나 화학비료를 손쉽게 구할 수 있게 된 이후부터 農耕地에 대한 비료 施用量이 매년 증가되어 왔으며 이는 결국 集約的인 농업생산활동을 가능케 함으로서 비료 사용량을 더욱 증가시키는 요인으로 작용하게 된 것이다. 작물생산을 위하여 필요하고 또 아무리 식물의 생육에 필수적인 성분이라 해도 토양에 과잉으로 존재하면 오히려 작물 생육에 阻害因子로서 작용하게 된다.

물론 토양은 외부 물질의 集積에 의한 피해를 완화시킬 수 있는 능력이 있을 뿐만 아니라 分解, 吸着, 濾過 등의 작용으로 자연을 淨化하는 우수한 능력을 가지고 있다. 그러나 토양의 緩衝力은 무한한 것이 아니며 자연을 淨化하는 능력에도 한계가 있는 것이다. 이제 제주는 낮은 토양비옥도의 문제가 아니라 오히려 비료 성분이 토양에 우려할 정도로 과잉 집적되고 있다는 것이 문제이다. 이것은 작물에 대한 鹽類障害 뿐만 아니라 토양에 존재하는 養分の 均衡을 교란시켜 결국 토양의 생산성을 저하시키게 된다. 또한 이것은 제주도의 유일한 수자원인 지하수의 수질을 떨어뜨리고 富營養化로 海洋을 오염시키는 등 제주의 소중한 환경자원을 손상시킬 수 있다는 점에서 매우 우려되는 현상이 아닐 수 없다.

본 논문에서는 제주 토양의 종류와 분포 및 자연토양의 특성을 살펴보고 이와 대비되는 농경지 토양 특히 施設園藝土壤, 채소 및 花卉栽培 토양의 비옥도 현황을 통하여 농업 생산활동이 자연에 주는 영향이 어떠한 것인가를 소개하고자 하며 아울러 합리적인 토양관리 및 농업의 환경보전적 기능과 역할 수행을 위한 몇가지 과제를 제시하고자 한다.

II. 제주 토양의 분류와 특성

제주도는 橢圓形의 화산도로서 토양의 대부분이 전형적인 화산회토의 특성을 지니고 있다. 토양의 주된 母材는 玄武岩이고 일부는 粗面岩 및 조면암질 安山岩에서 유래된 것이다. 제주도는 화산폭발과 몇차례의 隆起作用에 의하여 생성되었으며 한라산의 화산폭발이 수차례에 걸쳐 있었을 뿐만 아니라 360여개의 수많은 寄生火山의 폭발시기가 다르기 때문에 토양마다 모재인 화산회토의 堆積樣式 및 생성 시기가 각각 다르다. 또한 標高에 따라 토양의 생성과 발달에 영향을 주는 氣候, 植生, 地形이 다르기 때문에 화산회토에서 유래된 토양이라 할지라도 토양의 특성이 다양하게 나타나고 있다.

제주도에 대한 精密土壤調査는 1975년에 완료되었다. 이 때의 조사결과를 Soil Taxonomy(1975)에 준하여 분류한바에 의하면 제주도 토양은 5目, 10亞目, 12大群, 30亞群, 47層, 63統으로 분류된다. 土壤統(Soil series)은 분류의 기본단위인데 우리나라 전국에 존재하는 土壤統이 375개인 점에 비하면 제주도 토양이 매우 다양하다는 것을 알 수가 있다. Soil Taxonomy(1975)에서는 火山灰土를 Inceptisol의 아목인 Andept로 분류하는데 제주도 토양 중 여기에 속하는 것은 Eutrandepts 대군에 4개통, Dystrandepts 대군에 21개통 합계 25개 통 뿐이며 면적으로는 50%에 불과하다. 경험을 통하여 알고 있는 바로는 제주도 토양의 50%만이 화산회토로 분류된다는 것은 그대로 수긍하기에는 어려운 면이 있다. Soil Taxonomy는 새로운 토양분류체제로서 여러가지 면에서 우수한 점이 인정되어 전세계적으로 좋은 반응을 얻고 있다. 그러나 화산회토의 분류에 관한 한 Soil Taxonomy의 약점이 보인다. 사실은 과거 10여년 동안 화산회토에 대한 집중적인 연구와 국제적인 토론을 통하여 화산회토 분류 문제가 심도있게 다루어졌었다. 결국 화산회토 국제분류위원회인 ICOMAND의 제안을 받아들여 1990년부터 Soil Taxonomy에 화산회토를 위한 새로운 목으로서 Andisol을 설정하게 되었다(Keys to Soil Taxonomy 1990). 이로써 종래에는 세계의 토양이 10개 목으로 분류되

던 것이 11개 목으로 늘어나게 되었다. 새로운 Soil Taxonomy의 Andisol 분류법에 준하여 제주도 토양을 분류해 본 결과 화산회토는 Andisol의 Udands 아목에 3개의 대군이 존재하며 여기에 속하는 토양통은 36개이고 분포면적은 제주도 전체 면적의 80%에 이른다(표 1).

흔히 제주도 토양의 유형을 土色에 따라 暗褐色土, 濃暗褐色土, 黑色土, 褐色森林土로 구분한다. 그중 암갈색토는 非火山灰土이고 나머지 3개 類型만이 화산회토로 취급되어왔다. Andisol의 분류법에 의하면 제주 토양의 경우 土色으로 분류되는 화산회토인 농암갈색토는 Hapludands 혹은 Fulvudands, 흑색토는 Melanudands, 갈색삼림토는 Fulvudands 등 3개의 대군으로 각각 분류되며 토양조사에서 밝혀진 제주도의 63개 토양통 중 14개는 농암갈색토에, 15개는 흑색토, 6개는 갈색삼림토에 각각 속한다(표 2).

제주도 토양의 Andic 특성(표 3)을 보면 암갈색토양을 제외하고 모두有機炭素 $\leq 25\%$, 磷酸保有力 $\geq 85\%$, $(Al_0 + 1/2 Fe) \geq 2.0$ 로서 분명히 화산회토에 속하고 Allophane 함량이 높은 것이 특징이다. 이와 같이 Andisol 분류법과 토색분류법은 비교적 좋은 對應關係를 나타내고 있어서 實用的인 目的에서라면 토색에 따라 제주도 토양을 구분해도 별 무리가 없겠다. 다만 憤石丘 주변에 분포하는 토양은 특이하므로 이를 별도 설정하여 화산회토를 4가지 유형으로 분류하는 것이 바람직하다고 생각된다.

Table 1. Classification of soils in Cheju Island.

| | Order | Suborder | Great group | Series | Area(ha) | Dist.(%) |
|------|-------------|----------|--------------|--------|----------|----------|
| S-I | 5 | 11 | 13 | 63 | — | — |
| VAS | Inceptisols | Andepts | Eutrandepts | 4 | 3,274 | 1.8 |
| | | | Dystrandepts | 21 | 88,440 | 48.6 |
| S-II | 6 | 11 | 14 | 63 | — | — |
| VAS | Andisols | Udands | Hapludands | — | — | — |
| | | | Melanudands | 36 | 136,575 | 76.7 |
| | | | Fulvudands | — | — | — |

S-I : Soil Taxonomy(1975)

S-II : Soil Taxonomy(1990)

VAS : Volcanic Ash Soils

Table 2. Grouping of Cheju soils based on the soil color.

| Soils | Area(ha) | Distribuiton (%) | Great Group | Series |
|-----------------------|----------|------------------|--------------------------|--------|
| Dark Brown Soils | 30,974 | 17.02 | | 27 |
| Very Dark Brown Soils | 75,282 | 41.37 | Hapludands Fulvudands | 14 |
| Black Soils | 39,315 | 21.63 | Melanudands | 15 |
| Brown Forest Soils | 24,978 | 13.72 | Fulvudands | 6 |
| Cinder Cone Soils | — | — | Hapludands | — |

Table 3. Andic properties of Cheju soils.

| Soils | Horizon | O.M. (%) | P-Ret (%) | Alo+1/2 Feo (%) | Allophane | Alp/Alo |
|-----------------------|---------|----------|-----------|-----------------|-----------|---------|
| Dark Brown Soils | A | 4.7 | 51.0 | 1.8 | 3.3 | 0.22 |
| | B | 2.6 | 68.5 | 1.2 | 2.2 | 0.35 |
| Very Dark Brown Soils | A | 15.9 | 80.4 | 5.7 | 9.8 | 0.41 |
| | B | 7.9 | 95.6 | 8.5 | 20.2 | 0.17 |
| Black Soils | A | 26.5 | 95.6 | 4.6 | 5.3 | 0.63 |
| | B | 6.6 | 97.6 | 7.8 | 19.7 | 0.12 |
| Brown Forest Soils | A | 24.1 | 85.4 | 5.2 | 5.3 | 0.61 |
| | B | 12.2 | 97.3 | 9.8 | 25.2 | 0.12 |
| Cinder Cone Soils | A | 13.4 | 78.5 | 6.0 | 8.5 | 0.39 |
| | B | 2.2 | 94.2 | 6.9 | 12.1 | 0.11 |

토색에 기준한 토양의 지역적 분포(그림 1)를 보면 비화산회토인 암갈색 토는 제주, 애월, 한림, 한경 및 대정 등 제주의 서부 및 서북부와 북부의 해안지대의 熔岩流 평탄지에 분포하며 주로 경작지로 이용되고 있다. 농암 갈색토는 중산간지방의 용암류 평탄지에 분포하며 일부는 田作 혹은 果園으로 이용되고 나머지는 草地로 이용되고 있다. 흑색토는 성산, 표선, 남원 등 제주 동부의 고지대 용암류 대지에 분포되며 주로 야생초지로 이용되고 갈색삼림토는 해발 700m 이상의 삼림지에 분포된다. 분석구토양은 어느 한 정된 지역에 분포하는 것이 아니라 오름이 있는 곳 마다 분석구를 중심으로 하여 주변에 분포되어 있다.

제주도 토양의 대부분이 화산회토로서 理化學的 성질은 陸地의 토양과는

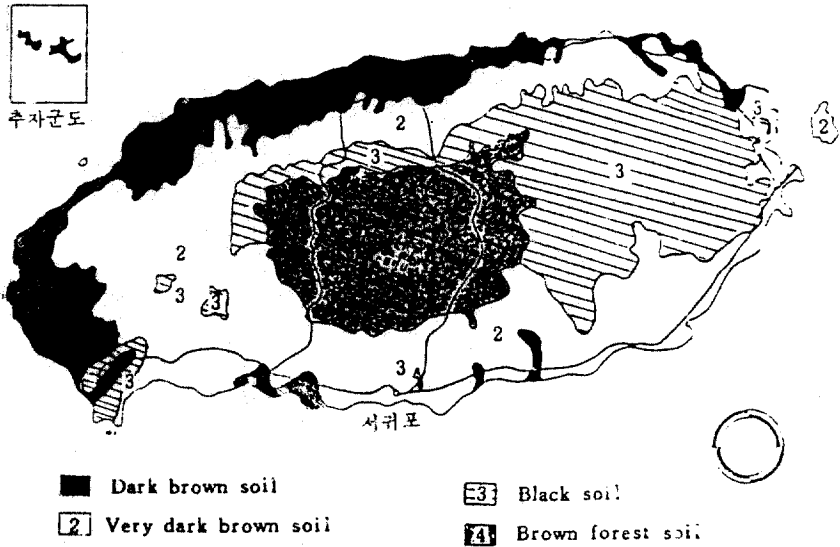


Fig. 1. Soil map of Cheju Do.

물론 다르다. 제주도의 서부 및 북부에 분포된 암갈색 토양은 비화산회토라 하지만 이것 역시 육지의 토양과 다르다. 제주도의 화산회 토양은 화산회토 양으로서의 특성을 나타내지만 그렇다고 흔히들 생각하는 것처럼 일본의 화산회토와 같은 것은 아니다.

제주 토양의 물리성을 보면(표 4) 다른 토양에 비하여 토양의 總容積密度가 낮다. 특히 흑색토와 갈색삼림토의 밀도가 매우 낮다. 총용적밀도가 낮기 때문에 孔隙率이 높고 輕重하며 風蝕에 대한 저항성이 낮다는 것이 문제이며 투수성이 높아 물의 下向 浸透가 빠르다. 그러나 화산회토의 有效水分保有力은 다른 토양의 3배 이상이나 되는데 이것은 식물생육이나 작물 재배에 유리하게 작용한다.

제주도 토양의 pH(표 5)는 원래 모재의 영향으로 높은 편이지만 특히 해안 가까이에 분포된 경작지 토양은 꾸준히 경작되는 동안 草木灰, 海草, 石灰 그리고 熔性磷肥와 같은 鹽基性 비료의 다량사용으로 다른 지역의 토

Table 4. Physical properties of Cheju soils.

| Soils | B.D. (g/cm ³) | P.D. (g/cm ³) | Porosity (%) | Water Retention(%) | | |
|-----------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------|--------------------|--------|------|
| | | | | 1/3 bar | 15 bar | AWR* |
| Dark Brown Soils | 1.02 | 2.73 | 62.6 | 33.3 | 19.2 | 14.1 |
| Very Dark Brown Soils | 0.85 | 2.59 | 67.2 | 67.3 | 29.4 | 37.9 |
| Black Soils | 0.54 | 2.15 | 74.9 | 77.0 | 36.7 | 40.3 |
| Brown Forest Soils | 0.76 | 2.15 | 64.6 | 73.7 | 30.6 | 43.1 |
| Mainland Soils | 1.33 | 2.65 | 50.0 | 50.0 | 8.8 | 12.8 |

* Available water range

Table 5. pH of Cheju soils.

| Soils | Horizon | pH | | | |
|-----------------------|---------|--------------------|----------------------|-------|-------|
| | | (H ₂ O) | (CaCl ₂) | (KCl) | (NaF) |
| Dark Brown Soils | A | 5.9 | 5.3 | 4.4 | 7.9 |
| | B | 6.3 | 5.7 | 4.9 | 8.0 |
| Very Dark Brown Soils | A | 5.2 | 5.0 | 4.5 | 11.2 |
| | B | 5.7 | 5.4 | 5.0 | 11.2 |
| Black Soils | A | 5.2 | 4.6 | 4.1 | 11.7 |
| | B | 5.6 | 5.3 | 5.0 | 11.3 |
| Brown Forest Soils | A | 5.3 | 4.6 | 4.1 | 11.6 |
| | B | 5.8 | 5.3 | 4.9 | 11.6 |
| Cinder Cone Soils | A | 5.8 | 5.0 | 4.5 | 10.6 |
| | B | 6.6 | 6.0 | 5.3 | 9.9 |

양에 비하여 더욱 pH가 높게 올라가 있다. 未耕地 제주 토양의 산도는 매우 높을 것으로 여기기 쉬우나 사실은 그렇지 않다. 제주 토양의 pH(H₂O)는 육지의 것에 비하면 높은 편이며 深土의 것이 表土의 것보다 높다. 심토의 pH가 더 높은 것은 거기에 Allophane 함량이 높다는 것과 일치한다. 일본의 경우 流紋岩, 石英安山岩 등 酸性 母材에서 생성된 火山灰 토양에서는 Allophane 보다는 Al-부식 複合體가 형성되기 쉬운 조건이며 이 경우 토양의 反應은 pH 5.0 이하로 强酸性이지만 이와 표토가 같고 기후 조건이 비슷할지라도 玄武岩質 安山岩과 같은 鹽基性 母材에서 생성된 火山灰토의 경

Table 6. Chemical properties of Cheju soils.

| Soils | NH ₄ OAc Ext. Bases (cmol/kg) | | | | Ext. Al cmol/kg | CEC cmol/kg | BS % |
|-----------------------|---|-----|-----|-----|--------------------|----------------|---------|
| | Ca | Mg | K | Na | | | |
| Dark Brown Soils | 9.4 | 3.3 | 0.9 | 0.3 | 0 | 25.7 | 53.9 |
| Very Dark Brown Soils | 2.5 | 1.6 | 0.8 | 0.6 | 0.9 | 33.2 | 16.3 |
| Black Soils | 1.3 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 2.6 | 47.8 | 6.0 |
| Brown Forest Soils | 0.6 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 2.8 | 42.6 | 3.7 |
| Cinder Cone Soils | 2.4 | 1.9 | 0.3 | 0.3 | 0 | 33.7 | 14.2 |
| Nat'l Average | 4.6 | 1.4 | 0.6 | — | — | 10.3 | 64.0 |

우 pH가 5.0 이상으로 비교적 높다고 알려져 있다. 암갈색토의 pH(NaF)는 8.0 이하이지만 나머지는 pH(NaF) ≥ 9.4라는 Soil Taxonomy의 Andepts 분류기준을 충족시키고 있어서 제주도 토양에 관한 이 지표를 여전히 화산회토 여부를 구분하는 기준으로 삼아도 무방할 것 같다.

제주도의 많은 강우량과 화산회토의 과도한 투수성 때문에 鹽基의 溶脫이 심하여 木耕地 토양의 鹽基飽和度는 20%에 못미치는 매우 낮은 수준이다. 염기포화도가 낮음에도 불구하고 비교적 pH가 높은 것은 제주도 토양의 주된 粘土鑛物의 특성상 산성의 원인인 水素 이온의 膠質複合體에 강하게 固定되어 있다는 데에 기인한다. 같은 제주도의 토양임에도 비화산회토인 암갈색토의 염기포화도는 50%를 상회하고 있다. 암갈색토는 대부분이 농경지로 이용되고 있어서 인위적인 염기의 공급에 의하여 높은 포화도를 나타내고 있는 것이다(표 6).

일반적으로 토양의 산도가 높으면 즉 산성 토양에서는 작물에 대한 Al의 毒性이 문제가 된다. 제주도 토양의 置換性 Al함량은 매우 낮다. 암갈색 토양은 염기포화도가 높고 따라서 pH가 높기 때문에 置換性 Al함량이 낮을 수 밖에 없다. 만일 화산회토에서 Al이 부식과 복합체를 생성하여 존재한다면 pH가 낮아질 때 Al의 독성이 필연적으로 나타난다. 그러나 제주도의 화산회토는 鹽基性岩에서 유래되어 Al-부식 복합체 보다는 Allophane으로 존재하는 경향이어서 자연토양의 경우 Al의 독성이 크게 문제가 되지 않는 것

같다.

Ⅲ. 제주도 감귤원 토양의 화학적 성질

화산회토는 인산을 吸着 固定시키는 능력이 대단히 크다. 따라서 토양의 有效磷酸 含量이 매우 낮고 이것이 화산회토에 있어서 낮은 비옥도의 가장 큰 원인으로 되어왔다. 작물재배에서 화산회토에 대한 인산의 施用효과가 좋다는 것이 농민들에게 널리 알려져 Ca과 Mg 含量이 높은 熔性磷肥가 매년 다량으로 사용되어왔다. 특히 集約的인 營農方法에 의하여 경영되고 있는 柑橘園을 비롯한 기타의 施設栽培에는 인산질 비료 뿐만 아니라 칼리질 비료도 다량 사용되고 있다. 제주도에서의 화학비료의 단위 면적당 소비량을 전국의 것과 비교해 보면 그 차는 매년 벌어지고 있는 추세이며(그림 2), 질소질 비료에 대한 인산 혹은 칼리의 사용비율이 전국의 수준과 비교하여 꾸준히 높게 유지되고 있다(그림 3).

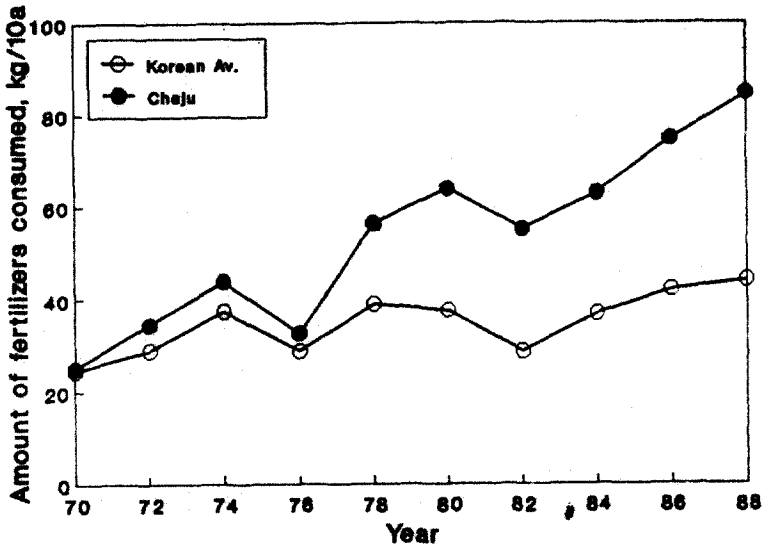


Fig. 2. Annual consumption of chemical fertilizers per unit area of cultivated land.

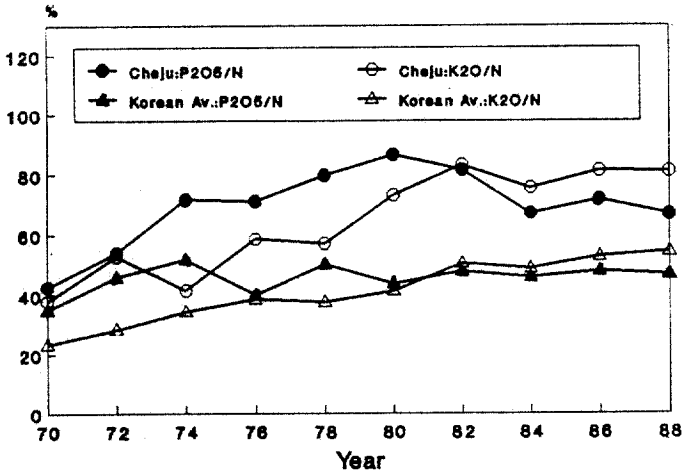


Fig. 3. Ratios of P₂O₅ or K₂O to N in chemical fertilizer.

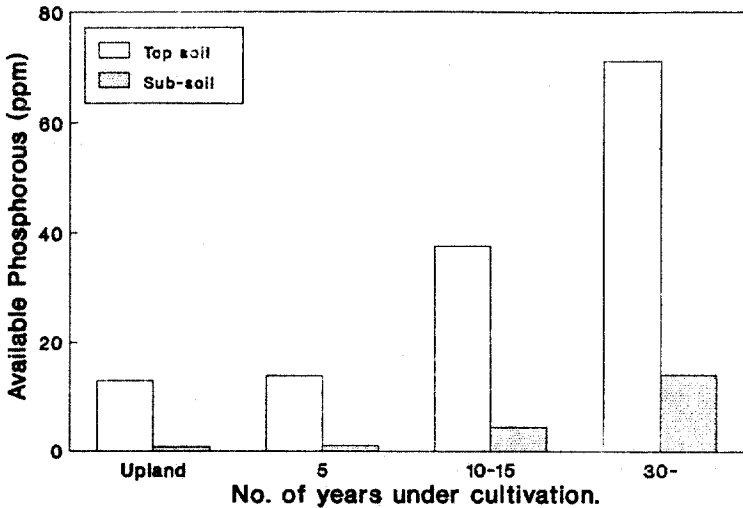


Fig. 4. The available P of citrus orchard soils.

화산회토는 인산을 흡착하고 고정하는 능력이 대단히 커서 어느 정도의 인산비료 시용으로는 유효인산 함량이 크게 증가되지 않는다. 그러나 제주

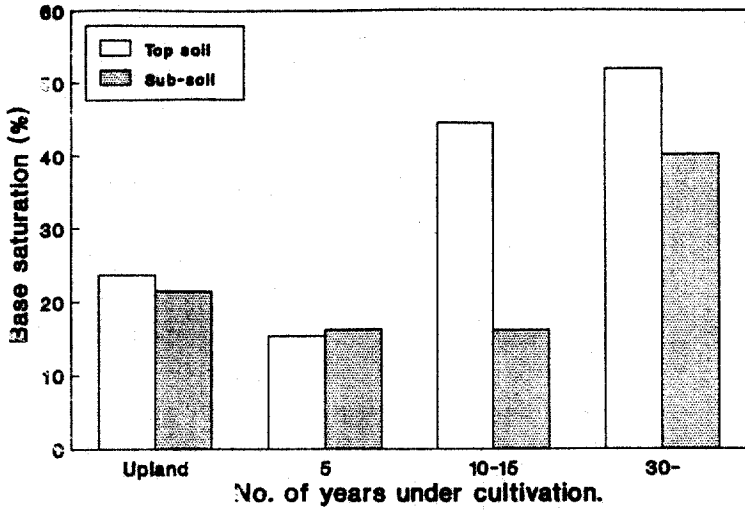


Fig. 5. The base saturation(%) of citrus orchard soils.

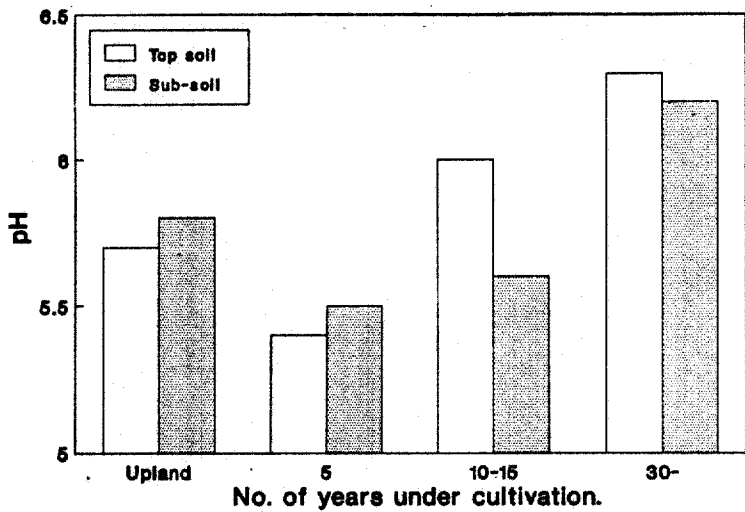


Fig. 6. The pH(H₂O) of citrus orchard soils.

도에서는 감귤원에 대하여 인산질 비료를 계속적으로 과량 사용해 온 결과 화산회트임에도 불구하고 유효인산의 농도가 상당한 수준까지 올라가 있다(그림 4). 이것은 여러가지로 시사하는 바가 크며 여러가지 면에서 검토를 해야 할 문제이다.

개원 년대 별로 구분하여 감귤원 토양의 화학적 성분을 분석한 결과를 보면 여러 성분들이 토양에 계속 집적되고 있으며 이에 따라 염기포화도(그림 5)와 토양의 pH(그림 6)도 상당히 높아지고 있음을 알 수가 있다. 제주도 토양의 치환성 칼리의 함량은 평균적으로 1.0me/100g 이상으로서 이것은 전국 평균이 0.5에도 훨씬 못미치는 것에 비하면 상당히 높은 수준이다.

IV. 시설원에 토양의 화학적 성질

최근에 실시한 제주도의 시설원에 토양의 화학 성분 분석(임과 현, 1991) 결과를 보면 특이한 현상을 발견하게 된다. 花卉栽培 혹은 菜蔬栽培 시설의 토양 pH는 비교적 높는데 반하여 Pineapple 또는 Banana 재배 시설 토양의 pH는 매우 낮으며(그림 7), 유효인산 농도는 특히 Pineapple 시설 토양의 것이 매우 낮게 나타나 있다(그림 8). 시설 재배를 위하여 많은 양의 화학 비료 및 堆肥의 사용으로 상당한 양의 비료 성분이 투여되고 있으며 이 결

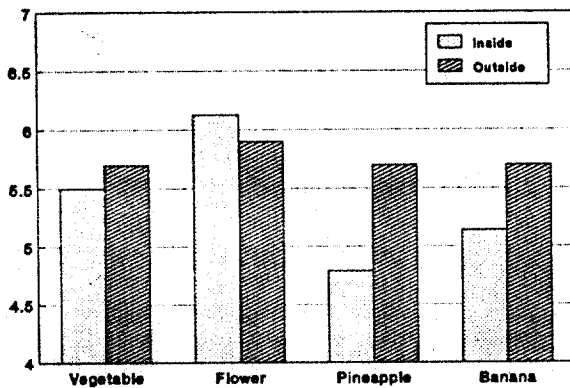


Fig. 7. pH of plastic house soil.

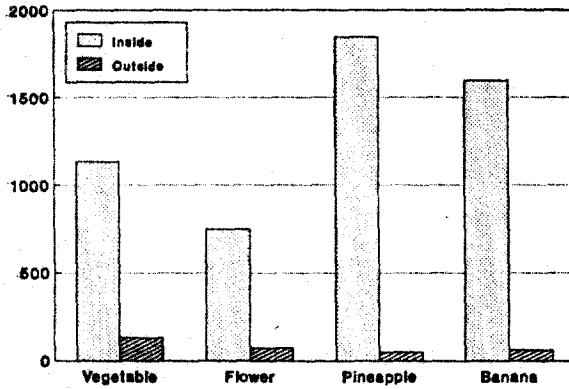


Fig. 8. Available phosphate(Lancaster)

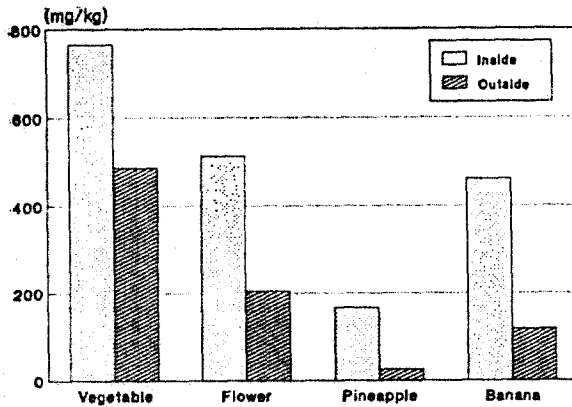


Fig. 9. No.³(mg/kg)

과 鹽基 成分들이 높은 수준으로 집적되어 있음에도 불구하고 특히 Pineapple 또는 Banana 재배시설 토양에서 pH가 매우 낮다는 것은 감골원 토양에서 살펴 본 현상과는 특이하게 다른 점이다. 이것은 그림 9에서 보는 바와 같이 窒酸態 窒素의 농도가 높은 것과 관련되는 것으로서, 질소질 비료가 시설재배를 위하여 과량으로 사용되고 있다는 사실을 반영하는 것이다. 窒酸態 窒素의 농도가 높은 Pineapple 및 Banana 재배 시설의 토양 鹽類濃도를

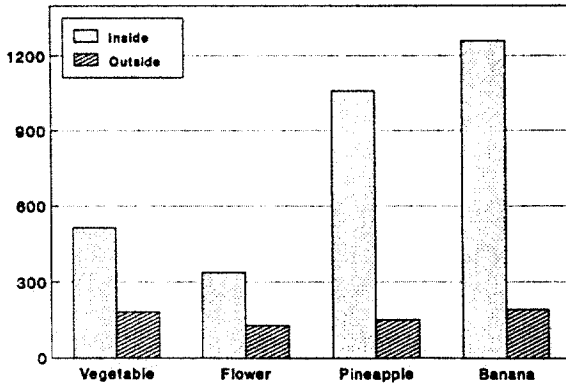


Fig. 10. EC(μmhos/cm)

나타내는 電氣傳導度(그림 10) 역시 매우 높게 나타나 있다. 토양에 질산태 질소가 과잉 집적하게 되면 그것은 지하수 오염의 원인이 될 뿐만 아니라 생산되는 농산물의 안정성 문제와 연결될 수 있기 때문에 관심을 가져야할 문제이다.

V. 토양관리의 문제와 과제

앞에서 살펴본바와 같이 제주도의 화학 비료 소비량은 매년 증가되고 있으며 그 결과로 토양에는 상당한 수준으로 염류 농도가 높아지고 있다. 필요한 성분을 공급할 때 불필요한 부성분이 부수적으로 어쩔 수 없이 토양으로 투입되기도 하는데 현재 제주에서 나타나고 있는 현상은 이러한 부성분 뿐만 아니라 필요한 성분까지도 과잉으로 집적되고 있다는 것이다.

필요 이상으로 과량의 비료를 사용하는 것은 경영적인 면에서의 손실일 뿐만 아니라 결국 토양에 있는 성분들 사이의 극심한 不均衡을 초래하여 토양의 生産性을 저하시키는 결과를 가져오며 지하수를 비롯한 각종 환경자원 오염의 문제를 일으키게 된다. 또한 과비에 의한 비료 성분의 토양 축적은 收益性이 더 높은 새로운 작물을 재배하려 할 때 이를 제한할 것이다. 토양

에 존재하는 성분들의 조성은 생산되는 농산물의 품질에 영향을 미칠 뿐만 아니라 저장·유통 과정 중의 변질에도 직·간접으로 영향을 주게 된다.

일반 경작지 토양과 유기물 함량을 비교한 결과를 보면 감귤과 시설원에 작물의 재배를 위해서 많은 양의 퇴비 혹은 기타 유기물을 사용하고 있는 것으로 보인다. 퇴비 사용은 微量要素의 공급 등 지력 유지를 위하여 좋은 현상이라고 볼 수 있다. 그러나 여기에 함유된 질소 성분 등을 감안하여 화학비료를 감량 시비해야 할 것임에도 이를 고려하지 않는 것 같다.

지도기관에서는 화산회토, 비화산회토, 흑색토, 암갈색토 등으로 구분하여 시비량을 추천하고 있지만 농가는 비료를 시용할 때 이를 고려하지 않을 뿐만 아니라 추천량 보다 더 많은 양을 시용하는 것 같다. 현재의 토양비옥도는 과거와 비교하면 상당한 차이가 있으며 각종 성분의 농도가 매우 높은 수준으로 올라가 있다. 따라서 이를 고려하지 않고 1960년대의 施肥基準을 準用한다면 앞으로 토양의 鹽類集積問題는 더욱 深化될 것이다.

합리적인 토양관리를 위하여 작물별로 새로운 施肥 推薦量을 결정하는 것이 매우 중요하다. 이를 위하여서는 현재의 토양 類型別 비옥도 현황을 파악해야 한다. 제주도 토양의 특성은 육지의 것과 다를 뿐만 아니라 일본의 화산회토와도 다른 것이다. 그러나 아직 까지 제주도 토양에 적절한 토양 분석법이 정립되어 있지 못하다. 따라서 제주 토양에 맞는 分析法과 土壤檢定法이 체계적인 연구를 통하여 개발되어야 한다. 이와 같은 사업은 제주의 대학과 농촌진흥원 그리고 농협 혹은 감귤협동조합 등이 산·학·연 협동으로 이룩해야 할 일이라 생각된다.

또한 쉽게 토양 검정을 할 수 있는 체제의 구축이 필요하다. 농가는 토양 검정을 분석기관에 의뢰하고 그 결과에 따라서 시비량을 조절하도록 해야 하는 바 여기에는 지도기관의 노력과 농가의 의식 전환이 필요하다. 비료의 효율을 높이고 노력을 줄일 수 있는 관개와 시비를 겸한 灌溉·施肥法 Fertigation에 대한 체계적인 연구가 필요하며 특히 제주의 시설재배에 맞는 점적관개 방식의 Fertigation기술이 개발되면 좋은 호응이 있을 것으로 기대된다. 생육단계별로 식물 양분의 농도를 조절할 수 있을 뿐만 아니라 鹽類

의 集積을 줄일 수 있으므로 시설재배에 있어서 언제라도 수익성이 더 높은 다른 작물을 재배하려 할 때 전작에서 집작된 염류의 장애를 받는 일이 없게 된다.

토양은 농업자원으로서 뿐만 아니라 환경을 정화하는 자원으로서도 소중하게 다루어져야 한다. 제주의 지하수가 풍부하고 또한 지금까지 우수한 수질을 유지할 수 있었던 것은 이에 적절한 제주도 토양의 특성에 기인하는 것이다. 제주도 토양은 透水性이 높으면서도 比表面積과 이온交換能力이 크기 때문에 물질을 吸着·濾過하는 성질이 대단히 우수하다. 따라서 땅속으로 스며들어 흐르는 물을 淨化하는 능력이 크다. 그러나 토양의 우수한 수질 정화능력에도 한계가 있는 것이며 인위적인 영향으로 토양의 성질(예를 들면 하전 특성)이 잘못 변하면 토양의 정화능력이 감퇴한다. 이제부터는 토양단면에서 주요 성분의 이동 분포를 조사하는 Monitoring이 매우 중요하다. 제주도 토양은 단순한듯 하면서도 복잡하고 지역에 따라서 斷面 特性이 다르다. 합리적인 토양의 이용관리를 위해서 토양의 특성을 고려한 토지이용지대 구분이 필요하며 제주도의 유일한 수자원인 지하수를 보호하기 위하여 적극적인 대책을 세워야 할 때라고 생각된다.

VI. 요약과 결론

제주도 토양은 크게 나누어 화산회토와 비화산회토로 구분된다. 화산회토는 육지의 일반 토양과 다를 뿐만 아니라 일본의 화산회토와도 다르다. 제주의 비화산회토는 일반 토양 보다는 오히려 화산회토에 가까운 성질을 가지고 있다. Soil Taxonomy의 Andisol 분류법으로 분류하면 제주도의 토양은 63개 토양통 중 36개 통이 화산회토로 분류되며 분포 면적은 80%에 이른다. Andisol 분류법과 암갈색토, 농암갈색토, 흑색토, 갈색삼림토로 분류하는 토색 기준은 좋은 대응관계를 나타낸다.

일본 화산회토에 비하여 pH가 높고 Allophane함량이 높으며 Al독성이 나타날 가능성이 비교적 낮다. 육지의 일반 토양에 비하여 제주도의 토양은

전용적밀도가 낮고 경송하여 침식을 받기가 쉬운 반면 비표면적과 양이온교
환용량이 커서 물질을 흡착 여과하는 힘이 크고 유효수분 보유범위가 넓다.
경작지는 물론 미경지 토양의 pH도 일반 토양 보다 높다.

제주도의 화학비료 소비량은 해를 거듭할수록 증가되고 있으며 감귤원과
시설원에 토양에는 질소, 인산, 칼리 등의 성분이 과잉 집적되어 염류의 농
도가 매우 높게 나타나고 있다. 특히 Pineapple 및 Banana 재배 시설의 토
양에는 상당히 높게 질산태 질소가 집적되고 있다. 경작지 혹은 시설원에
토양의 비옥도 조사와 함께 새로운 시비 기준 설정 및 토양 검정에 준하여
시비 처방을 하는 체제 구축이 필요하다. 특히 시설재배에서는 노동력을 줄
이고 鹽類의 集積을 예방하며 適正施肥와 효율적인 물管理를 위해서 點滴灌
漑에 의한 灌水와 施肥를 결합한 Fertigation 기술이 개발되면 좋은 호응이 있
을 것이다.

합리적인 토양관리는 생산비의 절감을 위해서 뿐만 아니라, 토양생산성의
지속적인 유지, 우수한 품질의 농산물 생산, 새로운 작목이 쉽게 식재될 수
있는 농지의 범용화 그리고 환경보전적인 농업의 기능 수행을 위해서 절실
한 것이다. 토양단면에서의 주요성분의 이동에 관한 Monitoring이 매우 중
요하며 지금은 토양의 지역적 특성을 고려한 토지 이용대 구분으로 지하수
보호를 위한 적극적인 토양관리 대책 수립이 절실한 때이다.

참 고 문 헌

- Ping, C.L., S. Shoji, T. Ito, T. Takahashi, and J.P. Moore. Characteristics
and Classification of Volcanic-Ash-Derived Soils in Alaska. *Soil Sci.*
148(1):8-28, 1989.
- Shoji, S., T. Takahashi, T. Ito, and C.L. Ping. Properties and Classification
of Selected Volcanic Ash Soils from Kenai Peninsula, Alaska. *Soil Sci.*
145(6):395-413.
- Soil Survey Staff. *Keys to Soil Taxonomy*. 1990.
- U.S. Department of Agriculture Soil Conservation Service. *Soil Taxonomy*,
1975.

58 濟州島研究 8輯(1991)

농촌진흥청 농업기술연구소, 한국토양총설. 1983.

임한철, 현해남, 제주의 캐소, 화훼, 시설원예 토양 분석 자료. 미발표. 1991.

송관철, 류순호. 제주도 대표토양의 Andic 특성에 관한 연구, 1. 선택적 추출방
법에 의한 화산회토의 특성 구명. 한국토양비료학회지 24(2):86-94.

제주대학교 아열대 농업연구소. 아열대농업연구, 창간호, 1984.