

## 계분 및 돈분퇴비의 연용에 의한 토양의 물리화학적 변화

장기운, 조성현, 곽정하

충남대학교 농과대학 응용생물화학부 농화학과

### Changes of Soil Physico-chemical Properties by Repeated Application of Chicken and Pig Manure Compost

Ki-woon Chang\*, Sung-hyun Cho, Jung-ha Kwak

Division of Applied Biology & Chemistry, Chungnam National University, Taejeon,  
305-764, Korea

#### ABSTRACT

The changes of soil physico-chemical properties were investigated in the sandy loam soil amended with various application rates of chicken and pig manure composts. After repeated application of the composts for 3 years, total nitrogen content in soil treated with applied 120 Mg/ha of chicken and pig manure composts was 2.1 g/kg equally. Organic matter content was 38.8 and 39.1 g/kg, available phosphate content was 602 and 585 mg/kg, and cation exchange capacity(CEC) was 10.1 and 12.4 cmol/kg in chicken and pig manure compost 120 Mg/ha treatment, respectively. Exchangeable K, Ca, Na, Mg contents, and electrical conductivity (EC) increased with the amount of applied compost. Also, with increased amount of applied compost, porosity of soil increased, but hardness, bulk density and Y value decreased.

Key Words : Chicken manure compost, Pig manure compost. Soil physico-chemical properties.

#### 초 록

계분과 돈분퇴비의 연용에 따른 토양의 이화학적 특성을 검토하기 위하여 0~120 Mg/ha 범위의 퇴비를 3년간 연용하였다. 토양의 pH는 시험전 7.1에서 계분 및 돈분퇴비 3년 연용후 6.4~6.9 수준으로 낮아졌으며, 양이온치환용량(CEC)은 퇴비사용에 따라 무비구에 비해 증가하였으나, 연용에 의해 감소되는 경향을 보였다. 치환성양이온함량은 3년 연용후 현저히 증가되었으며, 전기전도도(EC)는 돈분 120Mg/ha처리구에서 최대 1.25 dS/m 수준까지 높아졌다. 퇴비의 연용에 의해 경도, 용적밀도가 낮아지고, 토색이 짙어져 암갈색을 띠는

반면, 공극율은 증가하였다. 계분 및 돈분퇴비를 3년간 연용한 결과 1년, 2년 시용시 돈분퇴비 처리구가 계분 처리구에 비해 토양 중 더 많은 양분축적을 보였으나 3년 연용시에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

**주제어 :** 계분퇴비, 돈분퇴비, 토양이화학적

### 1. 서 론

우리나라의 농업은 그동안 많은 화학비료의 사용과 작물의 병충해 방제를 위한 농약사용이 일반화되어 왔으며, 이로 인하여 생태계 파괴와 환경오염 등의 문제가 대두되어 왔다(이 등, 1996). 이러한 상황에서 자연환경을 건전하게 보전하면서 지속적으로 무공해 농산물을 생산하기 위한 국내외의 노력이 점차 증가되고 있다. 이에 따라 우리의 농업방식은 가능한 화학비료 사용을 억제하고 유기질비료의 사용에 의한 농작물재배가 점차 확대되고 있다. 부식과 같은 상태로 안정화된 유기질비료는 토양에 시비할 경우 유기물 및 양분의 공급원으로 작용하고 토양의 구조와 수분함유능을 향상시킬 수 있다(이, 1995). 또한 토양의 성질을 개량하고 식물의 생육을 돕는데 유효하지만, 그 유효도는 작물의 종류, 유기물의 분해정도 및 분해생성물의 종류에 따라 다르다. 환경에 따라 차이는 있으나 유기물의 자연 감소율은 60년간 37% 가량으로 알려져 있어(Jenny, 1941) 토양내 일정수준의 유기물 유지를 위해서는 유기물의 반복 사용이 필요하다. 토양 중에 유기물의 함량을 높이기 위하여 유기질 비료를 사용할 때에는 완숙퇴비를 이용하는 것이 중요하며, 작물의 증수를 위해서는 작물의 생육에 적합한

토양관리가 이루어지도록 유의해야 한다(정 등, 1996; 박 등, 1988; 유 등, 1984).

유기질 비료로 사용할 수 있는 자원으로는 어박, 골분, 대두박, 아미노산 발효부산물, 가축분 등이며, 특히 경제성장과 생활수준의 향상으로 축산물의 수요가 현저히 증가함에 따라 가축분뇨 발생량도 기하급수적으로 증가하고 있다(황과 장, 1996). 이러한 가축분뇨는 좋은 유기자원으로서 퇴비화를 통한 재활용 방안이 확대되고 있으며 유기질비료의 사용도 확대되고 있다. 그러나 유기물의 과다 사용 및 남용은 토양내 염류집적을 가속화 시킴으로써 토양특성을 악화시킬 뿐 아니라 미부숙 퇴비의 사용은 퇴비중 병원균의 토양오염 또는 가스발생에 의한 작물피해의 원인이 될 수 있다.

따라서 본 연구에서는 계분과 돈분을 톱밥과 혼합하여 부숙시킨 가축분 퇴비를 나지상태에 3년간 연용시 토양의 물리화학적 변화에 미치는 가축분 퇴비의 영향을 검토하고자 수행하였다.

### 2. 재료 및 방법

#### 2.1 공시토양 및 퇴비

공시토양은 충남대학교 농과대학 부속농장의 토양으로 시험전 토양의 이화학적 특성은 표 1과 같다.

**Table 1. Physico-chemical Properties of Soil Before Experiment**

| T-N <sup>a</sup> | OM <sup>b</sup> | Ava.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>c</sup> | CEC <sup>d</sup> | Exch. cation(cmol/kg) |      |      |      | pH  | EC <sup>e</sup> | Soil texture(%) |        |      |
|------------------|-----------------|--|------------------|-----------------------|------|------|------|-----|-----------------|-----------------|--------|------|
|                  |                 |  |                  | K                     | Ca   | Na   | Mg   |     |                 | (1:5)           | (dS/m) | clay |
| (g/kg)           | (g/kg)          | (mg/kg)  | (cmol/kg)        |                       |      |      |      |     |                 |                 |        |      |
| 0.4              | 3.9             | 175.1  | 11.8             | 0.04                  | 2.70 | 0.09 | 0.07 | 7.1 | 0.2             | 15.7            | 75.6   | 8.7  |

a: Total nitrogen, b: Organic matter, c: Available phosphorous,

d: Cation exchange capacity, e: Electrical conductivity.

Table 2. Chemical Properties of the Chicken and Pig Manure Composts

| Composts        | C/N ratio <sup>a</sup> | T-N <sup>b</sup> | OM <sup>c</sup> | Ava.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>f</sup> | CEC <sup>g</sup> | Exch. cation (cmol/kg) |     |      |     | pH  | ECh (dS/m) |
|-----------------|------------------------|------------------|-----------------|--|------------------|------------------------|-----|------|-----|-----|------------|
|                 |                        | (g/kg)           | (mg/kg)         | (g/kg)   | (mg/kg)          | cmol/kg                | K   | Ca   | Na  |     |            |
| CM <sup>d</sup> | 22.3                   | 14.7             | 327             | 1501   | 42.6             | 18.9                   | 1.8 | 17.4 | 3.9 | 6.9 | 44         |
| PMe             | 21.1                   | 14.9             | 314             | 1712   | 43.4             | 18.9                   | 1.7 | 14.6 | 2.1 | 6.9 | 46         |

a: Ratio of carbon to nitrogen, b: Total nitrogen, c: Organic matter, d: Chicken manure, e: Pig manure, f: Available phosphorous, g: Cation exchange capacity, h: Electrical conductivity

공시퇴비는 충남대학교 응용생물화학부 농화학 과 농업환경화학 실험실에서 제조한 계분 및 돈분 퇴밭 발효퇴비를 제공받아 이용하였다(표 2).

2.2 처리내용

시험구는 무비구, 계분관행구, 계분퇴비 30 Mg/ha, 60 Mg/ha, 120 Mg/ha, 돈분관행구, 돈분퇴비 30 Mg/ha, 60 Mg/ha, 120 Mg/ha의 9 처리구이며, 처리구의 표기는 각각 대조구(Control), C-N, C-30, C-60, C-120, P-N, P-30, P-60, P-120으로 하였다. 이들 처리구는 3반복 난괴법으로 배치하였으며, 처리구당 면적은 3m<sup>2</sup>로 하였다. 무비구에는 화학비료 및 퇴비를 전혀 사용하지 않았으며, 관행구에는 단제비료로 요소(300 kg/ha), 과인산석회(202 kg/ha), 염화칼리(300 kg/ha)와 퇴비 10 Mg/ha를 혼용하였다.

2.3 퇴비 및 토양분석

퇴비 및 토양의 pH와 EC는 시료:증류수의 비를 1:5로 하여 측정하였으며, 유기물함량은 Tyurin법, 전질소는 Kjeldahl 증류법, 유효인산은 Bray No. 1법, 염기치환용량 및 치환성 Ca, Mg, Na, K는 1M NH<sub>4</sub>OAc법(pH 7.0)으로 추출하여 원자흡광분광광도계로 측정하였으며, 토양의 토성은 비중계법으로 분석하였다(농촌진흥청, 1989). 토양경도는 경도계(山中式 KM-271)를 사용하여 측정하였으

며, 용적밀도는 Core로 토양시료를 채취하여 분석하였고, 공극율은 용적밀도 측정후 계산하였으며(Hillel, 1980), 토색은 Chromameter (MINO LTA CR-300)로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 토양의 화학성

공시토양의 시험전 유기물함량은 토양 생산력의 평가를 볼 때 20g/kg 이하로 매우 낮았으며, 전질소함량도 0.4g/kg으로 일반경작지 표토의 함량인 0.6~5 g/kg 범위보다 적었다. 유효인산은 175.1mg/kg으로 국내 밭토양의 평균함량인 165~231mg/kg 수준(이, 1994)이었으며, 치환성양이온은 일반 경작지 토양에 비해 칼리와 마그네슘이 각각 15배, 24배가 낮은 것으로 나타났는데 이는 최근 화학성분 함량이 낮은 토양을 개토하였던 때문으로 판단된다.

계분 및 돈분부숙퇴비 모두 유기물, 유효인산, 치환성양이온 등의 화학성분 함유량이 높기 때문에 퇴비를 사용한 후 1년이 경과한 토양의 화학성은 퇴비의 사용량이 증가할수록 대체로 증가하는 경향을 보였으며(표 3), 이는 2년과 3년 연용에서도 같은 결과를 볼 수 있었다(표 4와 5). 질소, 유기물 및 유효인산의 경우는 3차 연용시 시험전 토양에 비해 토양내 잔류량이 각각 2.1g/kg으로 7배, 39.1g/kg

으로 10배, 602mg/kg으로 3배가 증가하였으며, 치환성양이온은 1차와 2차 시용에 비해 3차 연용시 칼리 및 마그네슘이 1.6, 1.7cmol/kg으로 뚜렷한 증가를 보였으며, 양이온교환능의 경우는 1, 2차의 16.8, 15.9cmol/kg에 비해 3년차에 12.4cmol/kg으로 낮아졌는데, 이러한 결과는 포장조건하에서 토양과 퇴비가 혼합된 표층의 불균일성, 나지조건하에서 강우와 같은 기상환경의 변화 등에 기인하는 것으로 판단된다. 다른 화학성과는 달리 토양 pH는 예외적으로 연용횟수가 증가할수록 두 퇴비 처리구 모두 pH가 7.0 이상의 수준에서 6.4~6.8범위로 다소 감소하는 경향을 보였으며, 특히 3차 연용의 경우는 퇴비의 사용량 증가로 pH가 감소하는 현상이 뚜렷하였는데 이는 이 등<sup>1)</sup>의 결과와 일치한다. 이처럼 퇴비 시용에 따라 pH가 감소되는 현상은 토양내 유기물의 분해과정에서 생성되는 저급 지방산 또는 유기물의 분해로 생성된 무기태 질소 산화물 등의 영향 때문으로 생각된다.

한편 토양의 화학성에 미치는 두 종의 퇴비 효과를 살펴보면, 뚜렷한 차이는 없으나 동량의 퇴비 시용시 계분퇴비에 비해 돈분퇴비구의 유기물 및 양이온교환능이 처리구에 따라 각각 0.7~59.6%, 12.7~17.4%정도 높은 것으로 나타났다.

그러나 시험에 사용된 계분 및 돈분퇴비중 유기물 및 양이온교환능에 현저한 차이가 없다(표 2)는 사실을 고려해 볼 때 이러한 결과는 두 퇴비내에 함유된 유기물의 형태상 차이에서 기인하는 것으로 판단된다. 즉 두 퇴비의 총유기물의 함량은 유사하나 계분의 경우는 토양내 이동성이 높은 수용성 유기물이 많이 함유된 반면, 돈분의 경우는 톱밥과 같이 현저히 난분해성인 유기물로 구성되어 있어 퇴비 시용후 나지의 강우조건하에서 1년 경과시 토양내 잔류하는 유기물의 함량이 각기 다른 것으로 나타났다. 표토내 잔류하는 유기물함량이 계분퇴비에 비해 돈분퇴비에서 많으므로 돈분퇴비구의 양이온교환능 역시 계분퇴비구에 비해 다소 높은 경향을

보였던 것으로 추정된다. 이처럼 유기물과 양이온교환능에 미치는 두 퇴비간 차이는 2년 연용과 3년 연용시에도 대체로 유사한 경향이였다. 그러나 두 종의 퇴비가 시용된 토양중 총질소, 치환성양이온 함량 및 전기전도도는 현저한 차이가 없었으며, 이러한 경향은 지속적인 연용과정에서도 유사하였다.

토양 화학성의 적정 범위는 보고자에 따라 다소 상이하나 김 등(1990)의 자료에 따르면 pH가 6~6.5, 전기전도도가 2 dS/m 이하, 유기물이 20~30 mg/kg, 유효인산이 300~500 mg/kg, 치환성 칼리, 칼슘, 마그네슘은 각각 0.5~0.75, 5~6, 1.5~2 cmol/kg 범위로 알려져 있다. 이상의 기준에 근거하여 가축분 퇴비의 시용에 따른 토양화학성의 변화를 살펴보면, 토양 pH의 경우 전술한 바와 같이 퇴비의 연용으로 다소 감소하는 경향을 보였으나 3년의 연용과정 내내 적정범위보다 다소 높거나 적정범위내에 있는 것으로 나타났다. 전기전도도는 계분 및 돈분퇴비의 사용량 증가와 연용으로 점차로 증가된다는 결과들(이, 1987; 강 등, 1997)과 일치하였으나 120 Mg/kg의 가축분퇴비를 3차 연용 시조차 2 dS/m 이하로서 현저한 증가는 없는 경향이었는데 이는 나지조건하에서 강우에 따른 염류의 용탈에 기인하는 것으로 판단된다. 유기물의 경우는 1차 시용시 계분 및 돈분퇴비 공히 120 Mg/kg 처리구에서 대략적으로 적정수준에 달하였으나 2차와 3차 연용시에는 120 Mg/kg에서 적정범위를 초과하여 유기농법으로 1~3년간 채소를 연작한 토양의 10~25 g/kg(신과 이, 1994)보다 높았던 반면 60 Mg/kg 처리구에서는 적정범위에 미달하는 것으로 나타나 두 퇴비에 대한 120 Mg/kg 처리는 과다 시용으로 판단되었다. 유효인산은 계분 및 돈분퇴비 공히 60 Mg/kg 이상 처리시 1차 년도에 적정수준에 달하였으며, 돈분퇴비의 경우는 2차 년도 120 Mg/kg 처리시, 그리고 계분퇴비는 3차 연도 120 Mg/kg 처리시 적정수준을 초과하는 것으로 나타나 가축분 퇴비의 과량 시용 및 연용은 토양내 인

산집적을 유발할 수 있음을 암시하였다. 또한 두 퇴비 모두 120 Mg/kg 비율로 3년의 연용시 토양의 인산함량은 밭토양의 전국 평균치인 165~231 mg/kg에 비해 3~4배 높았으며, 유기농업을 1~3년간 실시한 토양의 수준(이, 1994)과 유사하였다. 치환성 양이온 중 칼리는 120 Mg/kg의 계분과 돈분퇴비 모두 2차 연용시 적정수준에 달하였으나 3차 연용시에는 관행구를 제외한 모든 가축분퇴비 시용구에서 적정범위를 초과하여 가축분 시용으로

토양내 인산과 칼리의 집적이 우려된다는 홍(1994)의 주장과 일치하였으나, 칼슘의 경우는 가축분내의 낮은 함유량(표 2)으로 인해 120 Mg/kg 비율의 과량 퇴비를 3회 연용한 처리구에서조차 적정범위에 미달하는 것으로 나타났다. 마그네슘은 120 Mg/kg 비율의 가축분퇴비를 3회 연용한 처리구에서만 적정범위에 도달하였고, 퇴비내 비교적 높은 Na 함유로 인해 과량의 120 Mg/kg을 3회 연용시 계분 및 돈분퇴비 처리구 토양의 치환성 Na는 대조

Table 3. Chemical Properties of the Soil Amended With Chicken and Pig Manure Composts one Year after Application

| Treatments | T-N    | OM     | Ava.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | CEC       | Exch. cation(cmol/kg) |     |      |      | pH (1:5) | EC (dS/m) |
|------------|--------|--------|-----------------------------------|-----------|-----------------------|-----|------|------|----------|-----------|
|            | (g/kg) | (g/kg) | (mg/kg)                           | (cmol/kg) | K                     | Ca  | Na   | Mg   |          |           |
| Control    | 0.3    | 2.1    | 89                                | 11.3      | 0.04                  | 2.7 | 0.06 | 0.08 | 6.9      | 0.20      |
| C-N        | 0.4    | 3.6    | 170                               | 11.2      | 0.1                   | 2.7 | 0.1  | 0.1  | 7.2      | 0.35      |
| C-30       | 0.6    | 7.6    | 265                               | 12.2      | 0.1                   | 2.7 | 0.1  | 0.1  | 7.4      | 0.45      |
| C-60       | 0.9    | 10.2   | 323                               | 12.4      | 0.1                   | 2.7 | 0.1  | 0.1  | 7.5      | 0.60      |
| C-120      | 1.4    | 20.3   | 384                               | 14.3      | 0.3                   | 2.8 | 0.1  | 0.2  | 7.5      | 0.80      |
| P-N        | 0.6    | 4.9    | 175                               | 10.6      | 0.1                   | 2.7 | 0.1  | 0.2  | 7.3      | 0.35      |
| P-30       | 0.7    | 6.3    | 284                               | 13.0      | 0.1                   | 2.7 | 0.1  | 0.2  | 7.4      | 0.50      |
| P-60       | 0.9    | 15.2   | 370                               | 14.3      | 0.1                   | 2.8 | 0.1  | 0.2  | 7.3      | 0.55      |
| P-120      | 1.4    | 32.4   | 445                               | 16.8      | 0.2                   | 2.8 | 0.1  | 0.3  | 7.2      | 0.95      |

Table 4. Chemical Properties of the Soil Amended with Chicken and Pig Manure Composts Two Year after Application

| Treatments | T-N    | OM     | Ava.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | CEC       | Exch. cation(cmol/kg) |     |      |      | pH (1:5) | EC (dS/m) |
|------------|--------|--------|-----------------------------------|-----------|-----------------------|-----|------|------|----------|-----------|
|            | (g/kg) | (g/kg) | (mg/kg)                           | (cmol/kg) | K                     | Ca  | Na   | Mg   |          |           |
| Control    | 0.2    | 2.1    | 58                                | 10.4      | 0.04                  | 2.6 | 0.06 | 0.05 | 7.2      | 0.25      |
| C-N        | 0.6    | 5.3    | 199                               | 10.9      | 0.3                   | 2.6 | 0.1  | 0.3  | 7.2      | 0.35      |
| C-30       | 0.7    | 8.3    | 298                               | 11.1      | 0.3                   | 2.7 | 0.1  | 0.3  | 7.1      | 0.50      |
| C-60       | 1.1    | 14.4   | 356                               | 12.8      | 0.5                   | 2.8 | 0.1  | 0.4  | 7.2      | 0.60      |
| C-120      | 1.8    | 28.6   | 484                               | 14.1      | 0.6                   | 2.9 | 0.2  | 0.5  | 7.1      | 0.90      |
| P-N        | 0.9    | 6.2    | 183                               | 11.2      | 0.3                   | 2.6 | 0.1  | 0.2  | 7.2      | 0.40      |
| P-30       | 0.8    | 8.1    | 294                               | 11.4      | 0.3                   | 2.7 | 0.1  | 0.3  | 7.0      | 0.55      |
| P-60       | 1.0    | 16.6   | 467                               | 14.3      | 0.3                   | 2.8 | 0.1  | 0.4  | 7.0      | 0.60      |
| P-120      | 2.0    | 33.8   | 554                               | 15.9      | 0.7                   | 2.8 | 0.1  | 0.6  | 7.0      | 1.00      |

Table 5. Chemical Properties of the Soil Amended With Chicken and Pig Manure Composts Three Year after Application

| Treatments | T-N<br>(g/kg) | OM   | Ava.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>(mg/kg) | CEC<br>(cmol/kg) | Exch. cation(cmol/kg) |     |      |      | pH<br>(1:5) | EC<br>(dS/m) |
|------------|---------------|------|--|------------------|-----------------------|-----|------|------|-------------|--------------|
|            |               |      |  |                  | K                     | Ca  | Na   | Mg   |             |              |
| Control    | 0.2           | 2.4  | 17   | 7.3              | 0.03                  | 2.5 | 0.05 | 0.04 | 6.9         | 0.20         |
| C-N        | 0.7           | 10.5 | 208  | 8.4              | 0.7                   | 2.9 | 0.4  | 0.8  | 6.8         | 0.40         |
| C-30       | 1.0           | 11.8 | 324  | 9.02             | 1.1                   | 3.3 | 0.5  | 0.8  | 6.9         | 0.60         |
| C-60       | 1.2           | 16.8 | 421  | 9.4              | 1.4                   | 3.6 | 0.6  | 1.1  | 6.6         | 0.85         |
| C-120      | 2.1           | 38.8 | 602  | 10.1             | 1.6                   | 3.9 | 0.8  | 1.6  | 6.8         | 1.10         |
| P-N        | 1.1           | 9.7  | 191  | 7.7              | 0.5                   | 2.9 | 0.5  | 0.7  | 6.6         | 0.45         |
| P-30       | 1.2           | 14.0 | 318  | 8.8              | 1.0                   | 3.1 | 0.5  | 0.8  | 6.8         | 0.60         |
| P-60       | 1.4           | 18.3 | 492  | 11.3             | 1.2                   | 3.4 | 0.5  | 1.2  | 6.5         | 0.85         |
| P-120      | 2.1           | 39.1 | 585  | 12.4             | 1.5                   | 3.7 | 0.7  | 1.7  | 6.4         | 1.25         |

Table 6. Physical Properties of the Soil by Compost Application

| Treatment | Hardness<br>(mg/cm <sup>2</sup> ) |      |      | Bulk density<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |      |      | Soil color<br>(Y value) |      |      | Porosity<br>(%) |      |      |
|-----------|-----------------------------------|------|------|--------------------------------------|------|------|-------------------------|------|------|-----------------|------|------|
|           | 1*                                | 2*   | 3*   | 1                                    | 2    | 3    | 1                       | 2    | 3    | 1               | 2    | 3    |
| Control   | 1.18                              | 1.19 | 1.21 | 1.46                                 | 1.42 | 1.43 | 15.5                    | 15.5 | 14.9 | 44.9            | 46.4 | 46.0 |
| C-N       | 0.66                              | 0.66 | 0.76 | 1.33                                 | 1.34 | 1.31 | 12.2                    | 12.0 | 13.3 | 49.8            | 49.4 | 50.6 |
| C-30      | 0.54                              | 0.53 | 0.63 | 1.35                                 | 1.33 | 1.27 | 12.4                    | 12.1 | 13.0 | 49.1            | 49.8 | 52.1 |
| C-60      | 0.45                              | 0.43 | 0.42 | 1.29                                 | 1.27 | 1.23 | 12.2                    | 12.1 | 12.1 | 51.3            | 52.1 | 53.6 |
| C-120     | 0.31                              | 0.30 | 0.31 | 1.25                                 | 1.26 | 1.17 | 12.1                    | 11.9 | 10.9 | 52.8            | 52.5 | 55.8 |
| P-N       | 0.79                              | 0.76 | 0.79 | 1.35                                 | 1.34 | 1.35 | 15.4                    | 13.2 | 13.7 | 49.1            | 49.4 | 49.1 |
| P-30      | 0.66                              | 0.64 | 0.64 | 1.48                                 | 1.35 | 1.25 | 15.7                    | 13.1 | 13.1 | 44.2            | 49.1 | 52.8 |
| P-60      | 0.54                              | 0.54 | 0.51 | 1.14                                 | 1.13 | 1.21 | 12.2                    | 11.9 | 12.9 | 56.9            | 57.4 | 54.3 |
| P-120     | 0.38                              | 0.38 | 0.33 | 1.12                                 | 1.11 | 1.15 | 11.8                    | 11.2 | 10.5 | 57.7            | 58.1 | 56.6 |

\*1, 2, 3 : one, two and three year applications.

토양에 비해 각각 16배와 14배로 급격한 증가를 보여 가축분퇴비만 연용할 경우 토양내 치환성 양이온은 심한 불균형이 초래되었다.

### 3.2 토양의 물리성

계분 및 돈분퇴비의 사용량과 연용횟수가 증가할수록 토양경도, 용적밀도가 낮아지고, 토색이 짙어지며 공극율은 증가하였다(표 6). 퇴비 1차 사용시 최초 대조구의 경도는 1.18 mg/cm<sup>3</sup> 이었으나 계분

및 돈분퇴비 120 Mg/ha 처리후 각각 0.31과 0.38 mg/cm<sup>3</sup>로서 74%와 68%의 감소를 보였으며, 계분 및 돈분퇴비 120 Mg/ha 처리구의 용적밀도가 각각 1.26 g/cm<sup>3</sup>, 1.12 g/cm<sup>3</sup>, 대조구의 1.46 g/cm<sup>3</sup>와 비교하여 현저히 감소하였고, 대조구의 공극율은 44.9% 인데 반하여 계분 및 돈분퇴비 120 Mg/ha 처리구의 공극율은 각각 52.8%와 57.7%로서 뚜렷한 증가를 나타내었으며, 이러한 경향은 2차와 3차 연용시에도 유사하였다. 이러한 경향은 앞에

서 살펴본 바와 같이 토양화학성분들중 유기물함량의 증가와 밀접한 상관성이 있는 것으로 판단된다.

이처럼 퇴비의 시용에 따른 토양경도와 용적밀도 감소, 그리고 공극율의 증가로 물과 공기의 유통이 원활해지고, 퇴비시용량의 증가에 따라 토색이 짙어지는 결과로 보아 퇴비시용에 따른 토양의 암색화로 지온이 상승되어 유기물의 분해가 빨라지고 각종 무기화작용이 촉진되어 작물생육 증진과 수량 증가 효과(조, 1933)가 기대된다. 그러나 지나치게 낮은 경도와 용적밀도, 그리고 높은 공극율로 인해 작물의 도복 등에 따른 피해발생이 우려되므로 적절한 물리성 유지를 위한 가축분퇴비의 시용방안이 강구되어야 할 것으로 사료된다.

#### 4. 결 론

계분과 돈분퇴비의 연용에 따른 논지 토양의 이화학적 특성을 검토하기 위하여 0~120 Mg/ha 범위의 가축분퇴비를 3년간 연용하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 토양의 pH는 시험전 7.1에서 계분 및 돈분퇴비 3년 연용후 6.4~6.9수준으로 다소 낮아졌으나, 대체로 적정범위를 유지하였다.
2. 퇴비시용구의 CEC는 무비구에 비해 증가하였으나, 연용에 따른 현저한 차이는 나타나지 않았으며, 치환성 양이온 함량은 3년 연용후 현저히 증가하였다.
3. 퇴비시용으로 토양 EC는 증가하였으며, 돈분 120Mg/ha 처리구에서 최대 1.25dS/m 수준까지 높아졌다.
4. 퇴비의 연용에 의해 경도, 용적밀도가 낮아지고, 토색이 암갈색을 띠는 반면, 공극율은 증가하였다.
5. 계분 및 돈분퇴비를 3년간 연용한 토양중 양분축적량은 두 퇴비종류간 큰 차이가 없었다.

#### 감사의 글

본 연구는 1994년도 한국학술진흥재단의 대학부설연구소 연구과제인 "지속적 농업을 위한 고성능 토양의 개발" 연구비에 의하여 연구되었음.

#### 참 고 문 헌

- 강보구, 정인명, 김재정, 홍순달, 민경범 (1997), "충북지역 시설재배 토양의 화학적특성". 한국토양비료학회지, Vol. 30, pp. 265~271.
- 김원출, 봉원애, 황광남, 박영대 (1990), "시설재배지 토양의 화학적 특성에 관한 연구". 문준연구관 정년기념논문집, pp. 57~61.
- 농촌진흥청 (1972), "우리나라 논 토양과 밭토양의 유기물함량". 농촌진흥청
- 농촌진흥청 (1989), "토양화학분석법". 농촌진흥청.
- 박양호, 정이근, 유인수 (1988), "밭토양의 화학적 특성연구. 1. 밭토양 주요 화학성분함량과 분포에 관한 조사연구". 농시논문집(토양비료편), Vol. 30, pp. 29~35.
- 신용광, 이용환 (1994), "원예작물에 대한 유기물 연용 시험". 농업과학기술원 시험연구보고서, pp. 297~302.
- 유익동, 윤세영, 이명구, 유진창, 허범량 (1984), "우리나라 논, 밭토양의 미생물상에 관한 연구. 2. 밭토양 미생물 분포조사". 한국토양비료학회지, Vol. 17, pp. 406~414.
- 이영하 (1995), "축산폐기물로부터 시설재배용 유기질비료의 생산을 위한 미생물제제 개발". 충남대학교 환경문제 연구소.
- 이주삼, 장기운, 조성현, 김종윤 (1996), "유기농산물 생산을 위한 퇴비 시용이 배추의 수량과 무기 성분 및 토양의 이화학성에 미치는 영향". 한국토

- 양비료학회지, Vol. 29, pp. 365~370.
- 이한생 (1987), "하우스토양 염류과잉 피해 대책시험". 경남진흥원 시험연구보고서, pp. 409~412.
- 정연태, 손일수, 윤을숙, 손정규, 노영팔 (1996), "발경지정리 적합지역 선정기준 시안". 한국토양비료학회지, Vol. 29, pp. 81~85.
- 조백현 (1993), "토양학". 향문사.
- 홍종운 (1994), "유기농업의 발전방향, 유기농업의 현황 및 발전방향에 관한 심포지엄". 농촌진흥청 농업기술연구소, pp. 309~319.
- 황경숙, 장기운 (1996), "축산폐기물의 퇴비화과정 중 미생물상의 변동". 한국토양비료학회지, Vol. 29, pp. 303~311.
- Hillel, D. (1980), "토양물리학". 김재정번역. 대한 교과서주식회사.
- Jenny, H. (1941), "Factors of soil formation". McGraw-Hill Book Co.