

가축분 퇴비 시용에 따른 밭 토양의 EC 및 질산태질소 함량 변화

황기성* · 호교순¹⁾ · 김형득 · 최주호²⁾

원예연구소 초분화훼과, ¹⁾상지대학교 농과대학, ²⁾진주산업대학교 작물생명공학과
(2002년 7월 29일 접수, 2002년 8월 30일 수리)

Changes of Electrical Conductivity and Nitrate Nitrogen in Soil Applied with Livestock Manure

Ki-Sung Hwang, Qyo-Soon Ho¹⁾, Hyoung-Deug Kim and Ju-Ho Choi²⁾ (National Horticultural Research Institute, RDA, Suwon 440-706, Korea, ¹⁾College of Agriculture, Sangji University, Wonju 220-702, Korea, ²⁾Jinju National University, Jinju 660-758, Korea)

ABSTRACT : This study was conducted in Jeju Island to find the effects of livestock manure application on the changes in soil salt concentration and NO₃-N contents. Soil samples were collected from Goojua-Tong (volcanic ash soil) and Aewol-Tong(non-volcanic ash soil) to 50 cm depth and were mixed with livestock manure to 20 cm depth in PVC container(30 cm diameter, 1 m height). Animal manures of cattle, pig, and fowl were adjusted to 0, 50, 100, 150 ton/ha. Animal manure applications increased the salt concentrations in soil. The salt concentration was increased as the fowl manure amount was increased. The effects were larger in order of fowl manure > cattle manure = pig manure. NO₃-N contents in soil showed a sharp increase by applications of fowl manure, but the increase was slow when the cattle and pig manures were applied. In volcanic ash soil, there was no change in phosphate contents by application of animal manures, but the phosphate contents increased in non-volcanic ash soil with the application of animal manure, especially by fowl manure.

Key words: livestock manure, volcanic ash soil, non-volcanic ash soils, electrical conductivity, nitrate nitrogen

서 론

우리나라 농업형태의 변화양상은 1960년대까지는 자급비료와 충분하지 못한 화학비료를 사용하면서 농사를 지었기 때문에 토양중 양분의 축적으로 인한 문제는 관심의 대상이 되지 못하였다. 그러나 계속 늘어나는 인구에 비하여 농경지 면적이 협소하기 때문에 부족 되는 식량난 해소를 위하여 매 작기마다 최고의 수량을 생산하기 위하여 화학비료 및 부산물비료를 다량으로 사용하여 그 사용량이 매년 증가해 가고 있는 실정이다¹⁾. 이러한 농자재의 시용으로 작물의 생산량은 증가하고 있지만 과도한 시용으로 인한 토양환경 및 생태계에 미치는 영향은 사회적인 문제로 야기되고 있다.

일반적으로 가축분 퇴비는 오래 전부터 퇴비로 활용되어 온 전통적인 유기자원이다. 그러나 요즘 시판되고 있는 가축분 퇴비는 종전에 쓰여왔던 퇴비나 구비(廐肥)와는 성질이

달라 종전의 유기질비료에 비해 질소, 인산, 칼리의 함량이 현저히 높으며 특히 질소의 함량에 비해 인산의 함량이 상대적으로 더 높은 특징을 갖고 있다. 그러나 대부분의 시설재배를 하는 농가는 이러한 사실을 염두에 두지 않고 다량으로 사용하고 있어 토양중 질산태 질소의 함량이 높아지고 염류의 상승을 초래하여 작물의 뿌리가 장애를 받아 생육이 불량하고 품질이 저하되며 질산태질소는 지하로 침투되어 지하수를 오염시키는 원인이 되고 있다.

가축분 퇴비의 연용은 토양중 여러 가지 양분과 염류의 축적을 가져온다는 많은 조사 결과는 있으나 시용된 가축분 퇴비중 작물의 양분 이용과 토양중 행동을 관한 연구 정보는 아주 적은 실정이고, 많은 양의 가축분을 사용하고 있는 제주도 분포하는 화산회 토양과 비화산회 토양의 연구정보는 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 제주도에 분포하는 화산회 토양에서 가축분 퇴비 시용에 따른 토양중 양분 행동을 구명하기 위하여 가축분 퇴비의 종류 및 시용량별 토양중 EC 및 질산태질소 축적양상을 조사하였다.

*연락처:
Tel: +82-31-240-3642 Fax: +82-31-240-3683
E-mail: hwangks@rda.go.kr

Table 1. Chemical properties of soils used for the experiment

Soil	pH (1:5)	EC (dS/m)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	NO ₃ -N (mg/kg)	OM (g/kg)	K	Ca	Mg
						(cmol ⁺ /kg)		
Volcanic ash soil	5.0	0.62	10	4	186	0.16	1.4	0.6
Non volcanic ash soil	6.2	0.88	47	1	16	0.15	8.5	5.5

Table 2. Chemical properties of livestock manure used for the study

Compost	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O
			(%)						
CMC*	8.5	6.2	57	1.6	1.8	4.0	2.8	1.0	0.7
PMC	6.2	7.3	74	2.4	3.0	1.5	2.4	0.9	0.4
FMC	8.3	8.4	46	3.0	5.1	3.1	3.0	1.6	0.5

* CMC, Cow manure; PMC, Pig manure; FMC, Fowl (chicken) manure.

재료 및 방법

시험토양

본 시험은 우리 나라의 최남단에 위치한 제주도에 분포하고 있는 화산회 및 비화산회 발토양을 50 cm 깊이로 채취하여 20 mesh 체를 통과하도록 토양시료를 조제하였다. 조제된 토양시료를 PVC로 만든 지름 30 cm, 길이 1 m pot를 토양에 매립한 후 pot에 충전하고 우분 부숙퇴비, 돈분 부숙퇴비 및 계분 부숙퇴비를 각각 0, 50, 100, 150 ton/ha에 해당하는 양을 토심 20 cm 토양과 혼합한 후 비가림 하우스내에서 가축분 퇴비의 종류 및 사용량에 따른 토양중 화학성분 변화를 조사하였다.

제주도 토양의 48% 정도를 차지하고 있는 농암갈색의 화산회 토양인 구좌동의 토양과 비화산회 토양인 애월동 토양의 토양화학성은 Table 1과 같다.

화산회 토양은 pH는 5.0으로 강산성 토양 이었으며, EC는 0.62 dS/m, 유효인산은 10 mg/kg, 질산태질소는 4 mg/kg, 치환성 칼리, 석회 및 마그네슘 함량은 각각 0.16, 1.4, 0.6 cmol⁺/kg범위로 일반 작물을 재배하기에는 토양중 양분함량이 부족하였으나 토양 유기물 함량은 186 g/kg으로 매우 높은 토양을 사용하였다.

비화산회 토양은 pH는 6.2이고 EC는 0.88 dS/m, 유효인산은 47 mg/kg, 질산태질소는 1 mg/kg으로 일반 작물을 재배하기에는 토양중 양분함량이 부족하였으나 석회와 마그네슘 함량은 각각 8.5, 5.5 cmol⁺/kg 범위로 우리나라 밭 토양 개량목표를 상회하고 있는 토양을 사용하였다.

토양 화학성 분석은 농촌진흥청 농업과학기술원 토양화학 분석법²⁾에 준하여 토양시료를 읍지에서 풍건하여 2 mm 체를 통과하도록 분쇄한 후 토양의 pH와 EC는 토양과 증류수의 비율을 1:5로 하여 pH는 Orion 811(Japan)과 EC는 TOA, CM-11P(Japan)로 측정하였으며, 질산태질소는 질소자동 분석기(Alpken-3550, German)로 분석하였고, 토양유기물은 Tyurin

법, 유효인산은 Lancaster 법으로, 치환성 양이온은 1 N-Ammonium acetate로 추출하여 여액을 ICP (Inductively coupled plasma, labtam-844, Australia)로 분석하였다.

시험 가축분 퇴비의 분석

가축분 퇴비를 건조시켜 건물중으로 분석하였는데 각 성분별 분석방법은 다음과 같이 하였다. pH와 EC의 분석은 시료와 증류수의 비율을 1:5로 하여 pH meter와 EC meter로 측정하였다. 유기물은 550°C 전기로에서 2시간 정도 회화시킨 후 평량하여 유기물 함량을 계산하였다.

질소의 함량은 시료 1 g을 켈달플라스크에 평량하여 분해 촉진제 3 g과 Conc. H₂SO₄ 15 mL를 가하여 분해한 후 켈달에서 증류하여 0.05 N H₂SO₄로 적정하였다. 인산은 양이온을 분석하기 위하여 분해한 여액 5 mL를 시험관에 취하여 발색 시약 5 mL를 가하여 15분간 발색시킨 후 파장 470 nm에서 측정하였다.

양이온은 시료 1 g을 250 mL 삼각플라스크에 평량하여 HNO₃ 20 mL를 가한 후 전열판에서 분해하여 ICP로 K, Ca, Mg 등을 분석하였는데 화학적 특성은 Table 2와 같다.

가축분 퇴비의 화학적 특성은 우분 부숙퇴비의 pH는 8.5로 알칼리성이었으며 EC는 6.2 dS/m로 높았고, 유기물은 57% 이었으나 질소, 인산, 칼리의 함량은 24~4.0% 범위에었다. 돈분 부숙퇴비는 pH는 6.2로 약산성 이었으나 EC는 7.3 dS/m, 유기물은 74%로 매우 높았고, 질소, 인산, 칼리의 함량은 1.5~3.0% 범위에었다. 계분 부숙퇴비의 pH는 8.3으로 알칼리성이었으며 EC는 8.4 dS/m로 매우 높았고, 유기물 함량은 46%로 낮았으나 질소, 인산, 칼리의 함량은 3.0~5.1% 범위로 매우 높았다.

결과 및 고찰

가축분 퇴비를 사용하고 210일이 경과한 후(9월 27일) 화

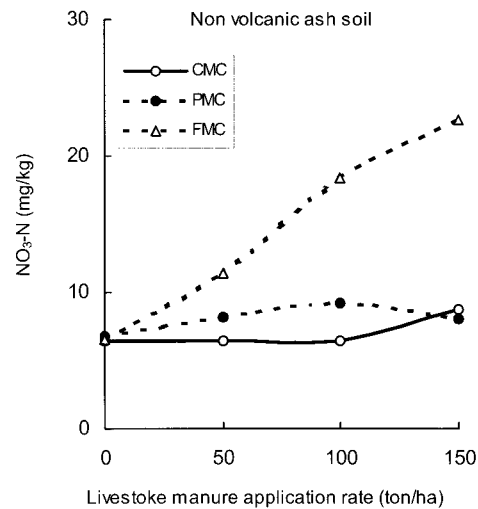
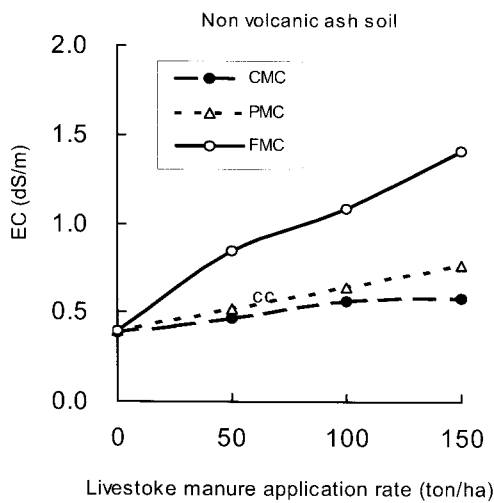
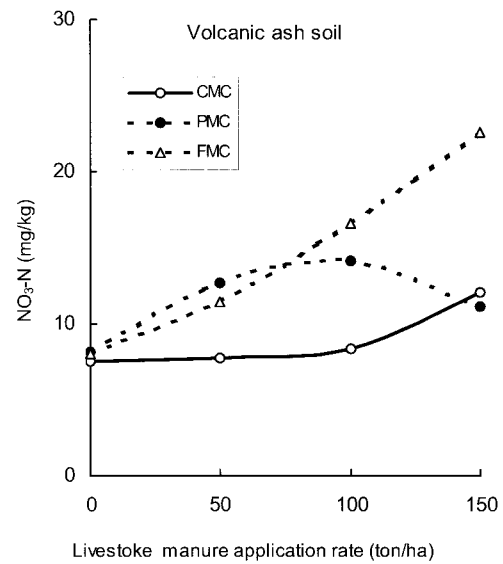
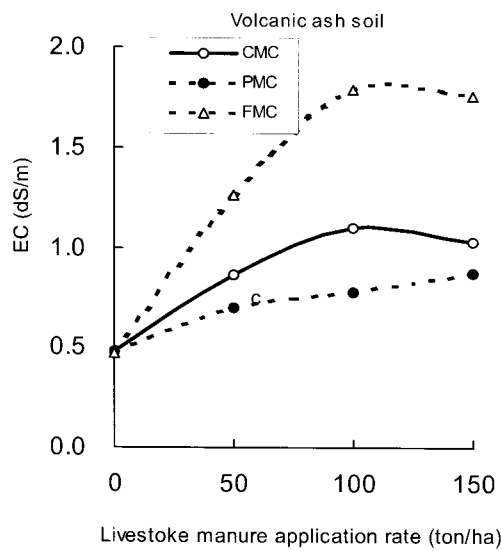


Fig. 1. Influence of livestock manure application on soil EC at 210th day after treatment.

Fig. 2. Influence of livestock manure application on nitrate-nitrogen in soil at 210th day after treatment.

산회 밭 토양과 비화산회 밭 토양의 EC의 변화는 Fig. 1과 같이 계분 부숙퇴비 > 돈분 부숙퇴비 > 우분 부숙퇴비의 순으로 증가하였다.

토양의 EC의 변화를 토양의 특성별로 살펴보면 화산회 밭 토양은 돈분 및 계분 부숙퇴비는 100 ton/ha 해당량 사용까지는 현저하게 증가하였으나 그 이상의 사용량에서는 완만하게 증가하였다. 그러나 우분 부숙퇴비는 사용량이 증가함에 따라 완만하게 증가하였다. 비화산회 밭 토양은 계분 부숙퇴비는 사용량이 증가함에 따라 토양중 EC는 현저하게 증가한 반면 돈분 및 우분 부숙퇴비는 완만하게 증가하였다. 토양의 EC는 무기성분의 종류와 토양의 비옥도 관리에 따라 변화가 크데 NO₃ 및 Cl 등의 함량과 EC와 관계가 크다는 보고³⁾를 고려하여 보면 사용된 가축분뇨의 분해가 잘 이루어져 토양의

EC가 현저하게 높아진 것으로 판단된다.

또한 계분 부숙퇴비는 EC의 증가량이 컸으나 돈분 부숙퇴비와 우분 부숙퇴비는 EC의 증가량이 적은 이유는 돈분과 우분 부숙퇴비는 양분의 무기화 비율이 적어 토양의 EC 변화가 완만하게 나타나는 반면 계분 부숙퇴비는 양분의 무기화 비율이 높아 사용량 증가함에 따라 토양의 EC는 점진적으로 증가하는 것으로 판단된다.

가축분 퇴비의 종류별 사용량에 따른 질산태질소의 함량 변화를 살펴보면 Fig. 2와 같이 계분 부숙퇴비는 사용량이 증가함에 따라 현저하게 증가한 반면 돈분 부숙퇴비는 100 ton/ha 해당량 사용까지는 완만하게 증가하였고, 우분 부숙퇴비는 100 ton/ha 해당량 사용까지는 변화가 적었으나 그 이상의 사용량에서는 완만하게 증가하였다.

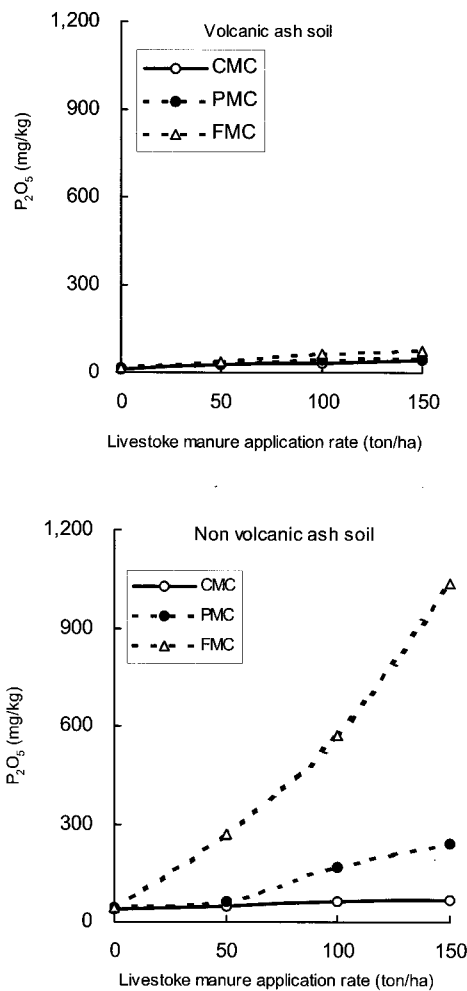


Fig. 3. Influence of livestock manure application on available phosphate in soil at 210th day after treatment.

화산회 밭 토양은 알로판을 주 점토광물로 하는 토양으로서 암모니아태질소의 유실량이 80%나 된다는 보고⁴⁾와 가축분뇨중 재활용이 가장 높은 계분 부숙퇴비는 퇴비화 과정중 상당 부분이 질산태 질소의 형태로 무기화 되고, 일부는 미생물의 작용에 의하여 NO_2 , N_2 로 전환되어 대기중으로 휘산되어 손실된다고 보고하였는데⁵⁾ 본시험에서도 이들의 보고와 일치하는 경향을 나타내었다

가축분 퇴비의 사용에 따른 토양중 인산의 함량 변화는 Fig. 3과 같이 화산회 밭 토양은 계분 부숙퇴비 > 돈분 부숙퇴비 > 우분 부숙퇴비의 순으로 컸는데 가축분 퇴비의 사용량이 증가하여도 토양중 인산함량은 경미하게 증가하였다.

비화산회 밭 토양은 계분 부숙퇴비는 사용량이 증가함에 따라 토양중 인산함량은 현저하게 증가하였으나 돈분 부숙퇴비는 50 ton/ha 해당량 사용까지는 차이가 없었으나 100 ton/ha 해당량 사용하였을 경우 완만하게 증가 한 반면 우분 부숙퇴비는 사용량이 증가하여도 인산함량의 변화가 없었다.

화산회 밭 토양은 가축분 퇴비의 사용량이 증가하여도 토

양중 인산함량의 증가량이 적은 이유는 화산회 밭 토양은 인산의 흡수력이 커서 인산질비료를 다량으로 사용 하도록 강조하고 있는데^{6,8)} 이는 제주도 화산회 밭토양은 토양의 색이 흑색으로 질을수록 유기물함량, 인산흡수계수 및 양이온 치환용량은 높으나 유효인산 함량이 적기 때문에 토양중 인산함량의 변화가 적은 것으로 판단되며, 비화산회 밭 토양은 일반적으로 유기태 인산은 10% 정도에 불과하고 나머지 대부분은 무기태 인산으로 존재하는데 가축분 퇴비로부터 공급된 인산은 Al-P와 Fe-P 등과 결합하여 작물이 흡수하기 어려운 형태로 존재한다는 보고⁹⁾와 같은 경향을 나타내었다.

이상의 결과를 종합하여 보면 가축분 퇴비의 사용은 토양중 양분함량의 증가를 가져왔고 가축분 종류별로는 계분 부숙퇴비, 돈분 부숙퇴비, 우분 부숙퇴비의 순으로 컸다. 가축분 퇴비의 다량 사용은 토양의 오염원으로 야기되고 있으나 일부 농민들은 아직도 많은 양의 가축분 퇴비를 사용하고 있는데 다량의 가축분 퇴비를 사용에 따른 농업환경에 미치는 영향은 앞으로 계속하여 연구되어야 할 것으로 판단된다.

가축분 퇴비의 사용은 토양의 특성에 따른 양분의 유효화를 변화를 가져오는데 화산회 토양에 가축분 퇴비의 사용에 따른 양분의 유효화를 변화는 현재 구멍 중에 있어 이것이 완료되면 논문으로 게재 하고자 한다.

요 약

본 연구는 가축분 퇴비사용에 따른 토양중 양분행동 양상을 구명하기 위하여 직경 30 cm 높이 1 m의 PVC pot에 화산회 토양과 비화산회 토양을 충전하고 표토 20 cm 깊이로 우분 부숙퇴비, 돈분 부숙퇴비 및 계분 부숙퇴비를 0, 50, 100, 150 ton/ha 해당량을 사용한 후 210일차에 토양을 분석하여 가축분 퇴비 처리에 따른 토양의 EC와 질산태질소 함량 및 유효인산의 변화를 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 가축분 부숙퇴비의 사용은 토양중 EC를 증가 시켰는데 계분 부숙퇴비는 사용량이 증가할수록 현저하게 증가하였다.
2. 가축분 퇴비의 사용에 따른 질산태질소의 함량 증가량은 계분 부숙퇴비는 사용량이 증가함에 따라 현저하게 증가한 반면 우분 부숙퇴비 및 돈분 부숙퇴비는 완만하게 증가하였다.
3. 유효인산의 함량변화는 화산회 토양의 경우 가축분 퇴비의 사용량이 증가하여도 인산 함량의 변화는 거의 없었으나 비화산회 밭 토양의 경우는 가축분 퇴비의 사용으로 인산 함량이 증가하였는데 특히 계분 부숙퇴비는 사용량이 증가함에 따라 현저하게 증가하였다.

참고문헌

1. Ministry of Agriculture & Forestry, Republic of Korea. (2000) Agricultural & forestry statistical yearbook, p.300-316.

2. National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA. (2000) Methods of soil and plant analysis, sangro-ksa, p.103-146.
3. Lee, S. E., Park, J. K., Yoon, J. H. and Kim, M. S. (1987) Studies on the chemical properties of soils under the vinyl-house cultivation, *Res. Rept. RDA(P·M&U)* 29(1), 166-171.
4. Yun, S. G., Jung, K. Y. and Yoo, S. H. (1993) Transformation of nitrogen derived from solid piggery manure in soil under aerobic or anaerobic incubation condition, *J. Korean Soc. Sci. Fert.* 26(2), 121-126.
5. Kim, P. J., Chung, D. Y., Chang, K. W. and Lee, B. L. (1997) Mineralization of cattle manure compost at various soil moisture content, *Korea J. Environ. Agric.* 16(4), 295-303.
6. 太原彰夫, 東原清英. (1963) 磷酸肥料の多施連用に關する研究(第2報), 日本土壤肥料學會 講演集要旨集 9, 138-147.
7. 石川實, 須田清隆, 山土豊. (1972) リン酸多施による火田壤土改良(3), *農業および園藝* 47(3), 58-62.
8. 吉野昭一郎. (1972) リン酸多施による火田壤土改良(2), *農業および園藝* 47(2), 28-34.
9. Shin, C. W., Kim, J. J. and Yoon, J. H. (1998) Studies on the characteristics of phosphorus in the upland soil, I. Composition of accumulated phosphorus forms and available phosphorus, *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 21(1), 21-30.