

## 돈분액비 시용이 감자 생육, 토양화학성 및 침투수질에 미치는 영향

강호준\* · 양상호 · 이신찬

제주특별자치도농업기술원

### Effects of Liquid Pig Manure on Growth of Potato, Soil Chemical Properties and Infiltration Water Quality

Ho-Jun Kang\*, Sang-Ho Yang, and Shin-Chan Lee

Jeju Special Self-governing Province Agricultural Research and Extension Services, Seogwipo 697-800, Korea

This study was carried out to determine the effects of pig slurry on growth of potato (*Solanum tuberosum* L. cv. Dejima), soil chemistry properties and infiltration water quality in volcanic ash soil and non-volcanic ash soil of Jeju. Fertilization of liquid pig manure was based on nitrogen. In volcanic ash soil and non-volcanic ash soil, there was no difference in the height and diameter of stems in chemical fertilizer and liquid pig manure application treatments. Also yields of potatoes were no significantly difference in chemical fertilizer and liquid pig manure application treatments. pH in all soil was increased by application of liquid pig manure compared to the chemical fertilizer plot. Contents of exchangeable K in all soil were accumulated excessively by fertilization of pig manure 100% compared to the chemical fertilizer 100%. But there was no difference between the chemical fertilizer 50%+liquid pig manure 50% and chemical fertilizer 100%. No difference between the chemical fertilizer and liquid pig manure was observed in available phosphate, exchangeable Ca and Mg. NO<sub>3</sub>-N concentration of infiltration water sample collected at 70cm of soil depth was lower non-fertilizer than chemical fertilizer and liquid pig manure application treatments. In volcanic ash soil, the NO<sub>3</sub>-N concentration of infiltration water was decreased from early, except liquid manure 100%. In non volcanic ash soil, the NO<sub>3</sub>-N concentration of infiltration water increased until October 8, but then was reduced. In all soils, NO<sub>3</sub>-N concentration of infiltration water was higher in the liquid manure 100% than those in the chemical fertilizer 100% and chemical fertilizer 50%+liquid pig manure 50%, but there were no differences. In conclusion, the growth of potato, fertilization of soil and NO<sub>3</sub>-N content of infiltration water were not different between chemical 50%+liquid pig manure 50% and chemical 100% plot. So, liquid pig manure could be substituted for some amount of chemical fertilizer.

**Key words:** Growth response, Liquid fertilizer, Volcanic ash soil, Non-volcanic ash soil

## 서 언

우리나라에서 가축 사육으로 발생하는 가축분뇨는 농경지에 환원되어 토양과 식물에 양분을 공급하는 소중한 자원이었다. 1970년대부터 정부의 축산진흥정책과 국민소득의 증가로 축산물의 소비가 증가하면서 가축의 사육두수도 급격히 증가하였다. 특히 양돈업의 경우 1990년 이후 사육두수가 급격히 증가하여 약 9,585천두 (2009년 기준)가 사육되고 있다. 이에 따라 가축분뇨 발생량 또한, 크게 증가하면서 가축분뇨에 대한 관리강화 필요성이 대두되었다. 가축분뇨는 각종 비료성분이 고농도 이므로 부적절한 처리는 환경

오염의 원인이 될 우려가 높다. 2012년부터 가축분뇨 해양 배출이 금지되어 지금까지 대부분 초지에 활용하던 것을 일 반농경지에도 사용할 수 있는 돈분액비 활용기술이 필요하다.

가축분뇨 중 돈분뇨는 우분뇨에 비해 질소함량이 노는 3배, 분은 3.3배 많으며 인산함량은 노가 23배, 분이 3.4배 많으므로 (Kim et al., 2001) 땅속으로 스며들거나 지표를 흐르게 되면 축산단지 주변 농경지나 지하수 등의 토양환경과 수질을 오염시킬 우려가 있다. 그러나 적절한 부숙화과정을 거쳐 만들어진 돈분액비는 토양에 사용할 경우 화학비료를 대체할 수 있는 유용한 자원이기도 하다. 농경지에 돈분액비의 이용은 유기자원의 재활용이라는 경제적인 면과 양분순환에 의한 자연순환농업이라는 면에서 큰 의미가 있다. 돈분액비 중의 총 질소는 70~75%가 암모니아 형태로 존재하며 토양에 살포된 후에 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>로 전환되거나 유기물과 함께

접수 : 2011. 11. 17 수리 : 2011. 12. 14

\*연락처 : Phone: +82647607333

E-mail: khj4066@jeju.go.kr

존재하는데, 돈분액비의 사용은 작물생산에 있어 화학비료의 일부 또는 전체를 대신할 수 있다 (Jensen et al., 2000).

돈분액비를 비료자원으로 사용할 때 사용량과 시기, 사용방법에 따라 비료효과를 증대시키기도 하지만 효율적으로 이용되지 못할 경우, 직간접적으로 토양 또는 수질오염 등의 문제가 발생되므로 과도한 돈분액비의 사용은 지하수의 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 함량을 높일 수 있어 수질오염의 원인이 된다 (Frost et al., 1990; Kilmer, 1974; Stevens et al., 1989). 돈분액비와 질소질 비료의 다량사용은 토양중의 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 용탈을 촉진하기 때문에 (Beckwith et al., 1998; Jensen et al., 2000; Nielsen and Jesen, 1990) 돈분액비와 환경과의 관계에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다. 그 동안 우리나라에서 돈분뇨의 농경지에 이용연구는 주로 논토양에서 이루어졌으며 (Jeon et al., 2003; Kim et al., 2004; Lee et al., 2004; Park et al., 2001) 밭토양에서 토양비옥도와 수질환경에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

본 연구는 감자 재배시 돈분액비 사용에 따른 감자의 생산성, 토양화학적 특성변화 및 침투수의 질산태질소 변화를 규명하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

**시험토양 및 처리** 2010년 9월부터 12월까지 4개월 동안 서귀포시 성산읍 (화산회토양) 소재 농가와 제주시 애월읍

(비화산회토양) 포장에서 대지감자 (*Solanum tuberosum* L. cv. Dejima)를 9월 13일에 재식거리 70×25 cm로 파종하여 12월 10일에 수확하였으며, 시험토양의 화학적 특성은 Table 1과 같았다.

시험에 사용된 돈분액비는 제주시 한림읍 소재 양돈농가의 분뇨를 이용하였으며, 돈분액비의 성분함량은 Table 2에서 보는바와 같다.

처리내용은 무비구, 화학비료 100%구 (N 19.6, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 15.4, K<sub>2</sub>O 12.8 kg 10a<sup>-1</sup>), 화학비료 50%+돈분액비 50%구 (돈분액비 5.76톤), 돈분액비 100% (돈분액비 11.52톤)구의 4처리를 두었으며, 화학비료 100%구는 토양검정 후 시비처방에 의하여 비료를 사용하였다. 화학비료 50%에 돈분액비 50% 혼합처리구는 화학비료 100%구의 질소성분을 기준으로 화학비료와 돈분액비를 각각 50%를 사용하였고, 돈분액비 100%구는 화학비료 100%구와 같은 량에 해당되는 질소량 만큼 돈분액비 100%를 사용하였다. 돈분액비 살포구의 화학비료 사용은 화학비료 100%구와 같은 질소, 인산, 칼리시비량을 처리하기 위하여 부족성분을 요소, 용과린, 염화가리로 보충 사용하였다 (Table 3).

돈분액비 처리방법 및 시기는 감자파종 7일 전에 처리별로 골고루 살포한 후 경운하였으며, 화학비료는 파종 1일 전에 사용하여 경운한 후 감자를 파종하였으며, 시험구 면적은 13.5 m<sup>2</sup>이었다.

**Table 1. Soil chemical properties of the experimental field.**

Soils	Soil texture	pH	O.M.	Avail. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Exch. Cation		
					K	Ca	Mg
		(1:5)	g kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	cmolc kg <sup>-1</sup>		
Volcanic ash soil	SiL	6.1	119	211	0.71	6.8	2.6
Non volcanic ash soil	SiCL	6.2	22.0	120	0.86	5.8	2.4

**Table 2. Chemical properties of applied liquid pig manure.**

pH	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
	%				
8.8	0.17	0.024	0.19	0.02	0.02

**Table 3. Application rates of chemical fertilizer and liquid pig manure treated for potato cultivation.**

Treatments	Chemical fertilizer			Liquid pig manure
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
	kg 10a <sup>-1</sup>			ton 10a <sup>-1</sup>
None fertilizer	0	0	0	0
Chemical fertilizer 100%	19.60	15.40	12.80	0
Chemical fertilizer 50%+ Liquid pig manure 50%	9.80	14.25	1.85	5.76 (9.79-1.15-10.95) <sup>†</sup>
Liquid pig manure 100%	0	13.09	0	11.52 (19.58-2.31-21.91)

<sup>†</sup> ( ), kg of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and K<sub>2</sub>O included in liquid pig manure.

**토양, 돈분액비 및 침출수 특성조사** 시험전후의 토양 특성을 분석하기 위하여 시험구별로 20 cm 표토를 채취하였으며, 풍건 시킨 후 2 mm 체를 통과시켜 분석 시료로 사용하였다. 토양의 pH는 토양과 증류수를 1:5로 혼합하여 1시간 저어준 후 초자전극법으로 측정하였다. 유기물은 Turin 법, 유효인산은 Lancaster법으로 분석하였으며, 치환성 양이온은 토양 5 g에 50 ml의 1 N NH<sub>4</sub>OAC (pH 7.0)를 가하여 30분 진탕한 후 No. 2 여지로 여과시킨 액을 ICP (Perkin Elmer, Optima 7300DV)를 이용하여 분석하였다. 돈분액비는 농업과학기술원 액비 및 퇴비 분석법 (NIAST, 1999)에 준하여 분석하였다. 침출수는 토층 70 cm 깊이에 porous ceramic cup (Soilmoisture Equipment Co., 1900L)을 설치하여 강우 48시간 후에 채취하였으며, 침출수의 NO<sub>3</sub>-N 분석은 매 강우시 마다 5회 채취하여 Ion Chromatography (Metrohm, 850 professional)로 분석하였다.

**생육조사 및 분석** 생육특성과 수량조사는 농촌진흥청 농사시험연구조사기준에 의해 실시하였으며, 생육은 파종 55일 후인 개화기에 초장과 줄기 굵기를 조사하였다. 수량은 처리별 20주를 수확하여 조사한 후 1,000 m<sup>2</sup>당 수량을 산출하였다.

**토양 및 수량 통계분석** 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였고, 조사된 결과는 SAS 프로그램 (SAS, ver. 9.1)을 이용하여 ANOVA test 후 Duncan's multiple range test를 수행하였다.

## 결과 및 고찰

**감자의 생육과 수량** 파종 55일 후인 개화기에 조사한 감자의 지상부 생육상황은 Table 4에 나타내었다. 초장은 화산회토양과 비화산회토양 모두 화학비료 50%+돈분액비 50%구에서 각각 52.2와 55.0 cm로 가장 길었으나, 무비구

를 제외한 처리구간에는 차이가 나타나지 않았다. 줄기 굵기는 화산회토양에서 화학비료 50%+돈분액비 50%구가 9.01 mm, 비화산회토양에서 돈분액비 100%구가 9.91 mm로 가장 굵었으나, 무비구를 제외한 처리구간에는 통계적으로 유의성 있는 차이는 나타나지 않았다.

감자 지상부 생육은 화학비료 100%구와 돈분액비 처리구간에 큰 차이가 나타나지 않는데 (Hwang, 2005), 비료를 질소기준으로 같은 양을 사용하였고 (Table 3) 인산과 칼리비료도 부족분은 보충시비를 하여 사용된 비료성분이 동일하였기 때문으로 생각된다.

돈분액비 중의 총 질소는 70~75%가 암모니아 형태로 존재하며 토양에 살포된 후에 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>로 전환되거나 유기물과 함께 존재하는데, 돈분액비 사용은 작물생산에 있어 화학비료의 일부 또는 전체를 대신할 수 있으며 (Brechtin and McDonald, 1994; Jensen et al., 2000), 돈분액비에 포함된 비료성분은 작물생장에 필수적이기 때문에 적정량을 사용하였을 경우 작물의 생산성을 증가시킨다 (Daliparthi et al., 1994; Jokela, 1992). 돈분액비 중의 양분은 화학비료와 마찬가지로 작물에 흡수가 용이하여 (Lee et al., 2006), 본 시험에서도 처리 간에 생육 차이가 나타나지 않았다.

수확기에 조사한 감자의 총수량과 상품수량은 Fig. 1에 나타내었다. 화산회토양에서 감자 총수량은 돈분액비 100%구, 화학비료 50%+돈분액비 50%, 화학비료 100%구 및 무비구가 각각 1,885, 1,837, 1,811 및 745 kg 10a<sup>-1</sup>으로 무비구 이외에는 처리구간에 차이가 나타나지 않았다. 상품수량은 총 수량과 비슷한 경향이 나타났다.

비화산회토양에서 감자 총수량은 화학비료 50%+돈분액비 50%구가 2,068 kg 10a<sup>-1</sup>으로 가장 많았으나 돈분액비 100%구와 화학비료 100%구는 각각 2,001과 1,953 kg 10a<sup>-1</sup>으로 차이가 나타나지 않았다. 상품수량은 화학비료 50%+돈분액비 50%구가 1,518 kg 10a<sup>-1</sup>으로 다른 처리에 비해 88~98 kg 10a<sup>-1</sup>이 많았으나, 처리 간 유의적인 차이는 없었다.

이와 유사한 결과는 감자재배시 총 수량이나 상품수량 모두 화학비료 100%구와 화학비료 50%+돈분액비 50%구간

**Table 4.** Growth characteristics of potato plant measured at flowering stage after the treatments of chemical fertilizer and liquid pig manure.

Treatments	Volcanic ash soil		Non volcanic ash soil	
	Plant height	Diameter of stems	Plant height	Diameter of stems
	cm	mm	cm	mm
None fertilizer	32.7b	5.23b	31.1b	7.17b
Chemical fertilizer 100%	50.2a	8.42a	53.9a	9.92a
Chemical fertilizer 50%+ Liquid pig manure 50%	52.2a	9.01a	55.0a	9.86a
Liquid pig manure 100%	49.5a	8.85a	54.7a	9.91a

<sup>†</sup>Treatments with same letter in each column are not significantly different according to Duncan's multiple range test at  $P < 0.05$ .

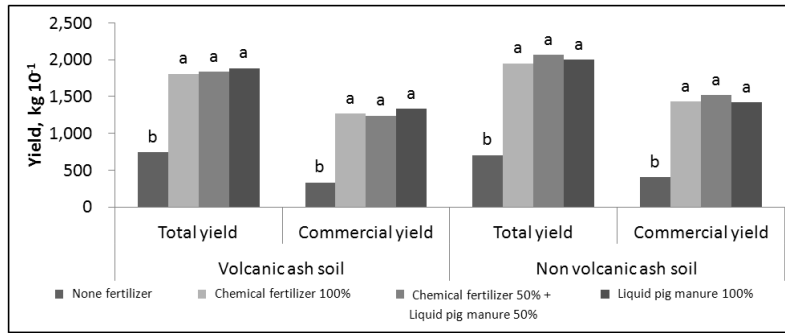


Fig. 1. Potato yield obtained from the treatments of chemical fertilizer and liquid pig manure.

Table 5. Chemical properties of soil after potato cultivation in volcanic ash soil.

Treatments	pH	EC	Avail. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Exch. Cation		
				K	Ca	Mg
	(1:5)	ds m <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>		
None fertilizer	6.3a	0.097	140a	0.58c	5.5	2.5
Chemical fertilizer 100%	5.3c	0.237	160a	0.93b	5.5	2.3
Chemical fertilizer 50%+ Liquid pig manure 50%	5.4c	0.263	161a	0.94ab	5.7	2.2
Liquid pig manure 100%	5.9b	0.224	157a	1.15a	5.7	2.3

†Treatments with same letter in each column are not significantly different according to Duncan's multiple range test at P<0.05.

Table 6. Chemical properties of soil after potato cultivation in non volcanic ash soil.

Treatments	pH	EC	Avail. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Exch. Cation		
				K	Ca	Mg
	(1:5)	ds m <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>		
None fertilizer	6.0a	0.202	114b	0.74c	5.1	2.2
Chemical fertilizer 100%	5.2d	0.254	166a	0.93bc	5.0	2.2
Chemical fertilizer 50%+ Liquid pig manure 50%	5.5c	0.267	170a	1.03ab	5.2	2.3
Liquid pig manure 100%	5.7b	0.249	166a	1.18a	5.3	2.3

†Treatments with same letter in each column are not significantly different according to Duncan's multiple range test at P<0.05.

에는 비슷한 결과를 보이나, 돈분액비 100%와 그 이상에서 사용구에서는 다소 감소하는데 (Hwang, 2005), 본 시험에서도 유사한 결과가 나타났다.

**토양 화학성 변화** 돈분액비 처리가 pH 등 토양의 화학성에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 5와 6에 나타내었다.

토양 pH는 화산회토와 비화산회토 모두 화학비료 100%구보다 가축분뇨 사용에 의해 높아졌다. 화산회토양에서는 화학비료 100%구가 pH 5.3에 비하여 화학비료 50%+돈분액비 50%구가 pH 5.4, 돈분액비 100%구가 pH 5.9로 높아졌다. 비화산회 토양의 pH는 화학비료 100%구가 pH 5.2에 비하여 화학비료 50%+돈분액비 50%구가 pH 5.5, 돈분액비 100%구가 pH 5.7로 높아졌다. Ko et al. (2003)은 제주 화

산회토양에서 돈분액비 사용에 따른 토양 pH는 화학비료구나 돈분액비 사용구간에 뚜렷한 차이가 없다고 하였다. 반면에 Lee et al. (2006)과 Plaza et al. (2002)은 화학비료를 사용한 토양에 비해 돈분액비를 사용한 토양은 pH가 높다고 하였다. 분뇨의 사용효과를 확실하게 얻기 위해서는 적어도 1~2년 정도의 기간이 경과해야 하는데 (Prunty and Montgomery, 1991), 본 시험에서 토양 pH가 높아진 것은 돈분액비를 4년 동안 연속적으로 사용하였고, 사용된 돈분액비의 pH가 8.8로 알칼리성이었기 때문에 토양 pH를 개량하는 효과가 나타난 것으로 생각된다.

유효인산 함량은 화산회토양의 모든 처리구에서 140~161 mg kg<sup>-1</sup>으로 차이가 없었다. 비화산회토양의 유효인산 함량은 모든 처리구에서 114~170 mg kg<sup>-1</sup>으로 무비구가 가장 낮았으나 화학비료와 돈분액비 처리간에는 차이가 없었

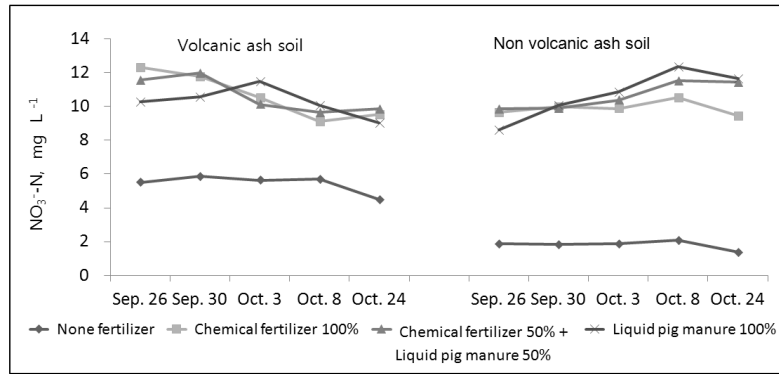


Fig. 2. Change of  $\text{NO}_3\text{-N}$  concentrations in infiltration water with time by the treatments of chemical fertilizer and liquid pig manure.

다. 유효인산함량이 화산회토양에서 무비구와 화학비료나 돈분액비 처리구간에 차이가 없는 것은 화산회토양은 주 점토광물이 비결정인 allophane 이므로 인산 고정력이 커서 비료로 사용된 인산 대부분은 Al-P 형태로 토양에 흡착되기 (Ryu et al., 1976) 때문에 처리 간에 차이가 없는 것으로 판단된다.

치환성양이온 중에서 K함량은 화산회토와 비화산회토 모두 화학비료 100%구보다 돈분액비 사용에 의해 높아졌다. 화산회토양의 치환성 K함량은 화학비료 100%구가  $0.93 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , 화학비료 50%+돈분액비 50%구가  $0.94 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ 로 차이가 없었으나, 돈분액비100%구가  $1.15 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ 로 높아졌다. 비화산회 토양에서 치환성 K함량은 화학비료 100%구가  $0.93 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , 화학비료 50%+돈분액비 50%구가  $1.03 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  및 돈분액비 100%구가  $1.18 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ 로 돈분액비 사용량이 많아질수록 높아졌다.

치환성 K, Ca 및 Mg함량은 돈분액비 사용으로 다소 높게 나타나며 (Lee et al., 2006), 토양 치환성 K함량은 돈분액비 투입에 따라 비례적인 증가가 나타나기도 한다 (Dolan and Bolger, 1997). 본 시험에서도 치환성 K함량이 돈분액비 사용에 따라 유의적으로 증가하였다. 이것은 사용된 돈분액비의 K함량이 질소보다 많아 (Table 2) 질소기준으로 사용한 액비중의 칼리가 과다하게 사용되었기 때문이다.

토양에 K함량이 많아지면 작물의 칼슘흡수를 저해하여 칼슘결핍 증상이 나타나기 때문에, 돈분액비를 사용할 경우에는 K가 토양에 집적될 수 있으므로 주의하여야 할 것으로 판단된다.

**침투수에 의한 질산태질소 용탈** 토양중의 질소 이동은 토양수분 이동에 따른 확산작용, 무기화 및 질산화 과정 등의 물리·화학적 반응의 영향으로 유실량이 많고 토양 교질에 흡착력이 상대적으로 낮아 지하수 및 토양 오염원이 되고 있기 때문에 토양이나 수질관리적인 면에서 질소성분의 이동은 아주 중요하다.

돈분액비 사용에 따른 침투수중 질산태질소 함량에 미치

는 영향을 조사하고자 돈분액비를 사용한 다음 감자 생육기간 동안 매 강우시 마다 5회에 걸쳐 토양속으로 용탈된 용탈수를 채취하여 조사한 질산태질소의 농도는 Fig. 2에 나타난 바와 같다.

토양 용탈수 중의 질산태질소 함량은 화학비료나 돈분액비 처리구 모두 무비구에 비하여 침투수 중의 질산태질소 농도가 높게 나타나 질소성분의 일부가 토양 침투수로 유실되고 있는 것으로 나타났다. 화산회토양에서 침투수의 질산태질소 함량변화는 화학비료 100%구와 화학비료 50%+돈분액비 50%구가 시간이 지날수록 계속 낮아지는 경향이였다. 그러나 돈분액비 100%구는 생육중기인 10월 3일까지 증가하다가 감소하였다. 비화산회토양에서 질산태질소 함량변화는 무비구를 제외한 모든 처리구에서 생육중기인 10월 8일까지 증가하다가 그 후 감소하기 시작하였다.

제주 밭토양에서 가축분퇴비 사용 후 화산회토양에서 질산태질소는 지하 90 cm까지도 이동하나, 비화산회토양에서는 깊이 내려갈수록 질산태질소 함량이 줄어들어 비화산회 토양이 질산태질소가 지하로 이동하기 어려운 조건인데 (Hwang et al., 2004), 이는 화산회토양은 통기성이 좋아 강우시 물의 이동성에 따라 질산태질소의 이동이 많이 일어나지만, 비화산회토양은 통기성이 떨어져 물의 이동이 느려 침투수의 질산태질소 농도가 서서히 증가한 것으로 판단된다. 이것은 가축분 사용시 무기화되어 용탈되는 질소량은 토성의 영향이 크기 때문이고 (Allison, 1966 ; Yun and Yoo, 1996), 점토 함량이 많은 토양에서는 질산태질소가 지하로 이동하기 어렵다는 결과 (Hwang et al., 2004)라 할 수 있다.

화학비료 100%구와 돈분액비 사용구 간에 용탈수의 질산태질소 농도 차이는 매우 적었다. 이는 사용된 질소비료량이 같고 (Table 2), 질소표준시비량 기준으로 돈분액비를 사용하였을 때 토양침투수의 질산태 질소 함량도 증가하지 않았다는 보고 (Kang 등, 2004)와 같이 작물을 재배함으로써 질소가 작물에 흡수이용 되기 때문에 (Yun and Yoo, 1996) 처리 간에 큰 차이가 나타나지 않은 것으로 판단된다.

요 약

제주지역의 화산회토양과 비화산회토양에서 감자재배시에 돈분액비를 사용하였을 때 감자의 생산성, 토양화학성 및 침투수의 특성에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행하였다. 초장과 줄기 굵기는 화산회토양과 비화산회토양에서 화학비료구와 돈분액비 사용구간에 차이가 나타나지 않았다. 총수량과 상품수량은 화학비료구와 돈분액비 사용구간에 유의적인 차이가 없었다. 화산회토양과 비화산회토양의 토양 pH는 돈분액비 사용구가 화학비료 사용구보다 높았다. 치환성 칼륨함량은 돈분액비 100%구에서 과다하게 측정되었으나, 화학비료 100%구와 화학비료 50%+돈분액비 50%구와는 차이가 없었다. 유효인산, 치환성 칼슘과 마그네슘은 처리 간에 차이가 없었다. 화산회토양과 비화산회토양에서 토양 70 cm 깊이에서 채취한 침투수의 질산태질소 농도는 무비구가 가장 낮았다. 화산회토양에서 질산태질소 용탈은 시험초기부터 이루어진 반면, 비화산회토양에서 질산태질소 용탈은 생육중기인 10월 8일까지 계속적으로 증가되었고, 두 토양의 돈분액비 100%구에서 높은 경향이었으나, 화학비료구와 돈분액비 사용구간에 큰 차이는 없었다. 결론적으로 화학비료 50%와 돈분액비 50%를 혼합사용하면 감자생육, 토양비옥도 및 침투수의 질산태질소 함량은 화학비료 100%구와 차이가 없기 때문에 화학비료 일부를 돈분액비로 대체할 수 있을 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청의 공동연구사업 (과제번호: PJ004 652062011)에서 연구비를 지원 받았습니다.

인 용 문 헌

Allison, F.E. 1966. The fate of nitrogen applied to soil. *Adv. Agro.* 18:219-258.  
 Beckwith, C.P., J. Cooper, and K.A. Smith. 1998. Nitrate leaching loss following application of organic manures to sandy soils in arable cropping. I. Effects of application time, manure type, overwinter crop cover and nitrification inhibition. *Soil Use Manage.* 14:123-130.  
 Brechinand, J. and G.K. McDonald. 1994. Effect of form and rate of pig manure on the growth, nutrient uptake, and yield of barley (cv. Gallon). *Aust. J. Exp. Agr.* 34:505-510.  
 Daliparthi, J., S.J. Herbert, and P.L.M. Veneman. 1994. Dairy manure applications to alfalfa: crop response, soil nitrate in soil water. *Agronomy Journal.* 86(6):927-933.  
 Dolan, S. and T. Bolger. 1997. Difference in the chemistry

of leachates from forest and grassland soil associated with the addition of pig slurry-A lysimeter experiment, biology and environment : *Proceedings of the Royal Irish Academy.* 97B, 173-183.  
 Frost, J.P., R.J. Stevens, and R.J. Laughlin. 1990. Effects of separation and acidification of cattle slurry on ammonia volatilization and on the efficiency of slurry nitrogen for herbage production. *England Cambridge J. Agric. Sci.* 115:49-56.  
 Hwang, K.S., Q.S. Ho, and B.S. Yoo. 2004. Aspects of nutrient transportation after animal manure application in Jeju field soil. *Korean J. Enviro. Agric.* 23(3):133-137.  
 Hwang J.J. 2005. Effects of liquid pig manure application on soil chemical properties and potato growth. Master's Thesis, Cheju National University, Jeju, Korea.  
 Jensen, L.S., I.S. Pederson, T.B. Hansen, and N.E. Nielsen. 2000. Turnover and fate of 15N-labelled cattle slurry ammonium-N applied in the autumn to winter wheat. *Eur. J. Agron.* 12:23-35.  
 Jeon W.T., H.M. Park, C.Y. Park, K.D. Park, Y.S. Cho, E.S. Yun, and U.G. Kang. 2003. Effects of liquid pig manure application on rice growth and environment of paddy soil. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 36(5):333-343.  
 Jokela, W.E. 1992. Nitrogen fertilizer and dairy manure effects of corn yield and soil nitrate. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56(1):148-154.  
 Kang, B.G., H.J. Kim, G.J. Lee, and S.G. Park. 2004. Determination of the optimum application rate of pig slurry for red pepper cultivation. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 37: 388-395.  
 Kilmer, V.J. 1974. Nutrient losses from grasslands through leaching and runoff. p.341-362. In *Forage fertilization.* ASA and CSSA, Madison, WI,USA.  
 Kim J.G., K.B. Lee, D.B. Lee, S.B. Lee, and S.Y. Na. 2004. Influence of liquid pig manure on rice growth and nutrient movement in paddy soil under different drainage conditions. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 37(2):97-103.  
 Kim, J.H., C.H. Park, J.D. Han, and B.G. Park. 2001. Determining the optimum number of livestock considering regional pollution load. *Korean J. Agricultural Management Policy.* 28:255-277.  
 Ko S.B., N.G. Park, K.J. Hwang, C.E. Lee, and S.Y. Kang. 2003. Effects of pig slurry application on body weight gain of grazing hanwoo heifer and forage yields in a grass-legume mixed pasture. *J. Korean Grassl. Sci.* 22(4):255-264.  
 Lee J.T., I.J. Ha, H.D. Kim, J.S. Moon, W.I. Kim, and W.D. Song. 2006. Effect of liquid pig manure on growth, nutrient uptake of onion, and chemical properties in soil. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 24(2):148-156.  
 Lee S.B., J.G. Kim, K.B. Lee, D.B. Lee, and J.D. Kim. 2004. Decomposition of rice straw in paddy soils as affected by application of liquid pig manure. *Korean J. Soil Sci.*

- Fert. 37(2):104-108.
- NIAST. 1999. Solid and liquid composting of animal manure and its utilization. National Institute of Agricultural Science and Technology. Suwon. Korea.
- Nielsen, N.E. and Jensen, H.E. 1990. Nitrate leaching from loamy soils as affected by crop rotation and nitrogen fertilizer application. Fert. Res. 26:197-207.
- Park B.K., J.S. Lee, N.J. Cho, and K.Y. Jung. 2001. Effect of application time and amount of liquid pig manure on growth of rice and infiltration water quality. Korean J. Soil Sci. Fert. 34(3):147-15208.
- Plaza, C., N. Senesi, J.C. Garcia-Gil, G. Brunetti, V. D'Orazio, and A. Polo. 2002. Effects of pig slurry application on soils and soil humic acids. J. Agric. Food Chem. 50, 4867-4874.
- Prunty L. and B.R. Montgomery. 1991. Lysimeter study of nitrogen fertilizer and irrigation rates on quality of recharge water and corn yield. J. Environ. Qual. 20:373-380.
- Ryu I.S., S.H. Yoo, and J.h. Yoon. 1976. Fertility status of Jeju volcanic ash soil and its improvment. Korean J. Soil Sci. Fert. 8(3):121-133.
- Yun S.G. and Yoo S.H. 1996. Behavior of NO<sub>3</sub>-N derived from pig manure in soil. Korean J. Soil Sci. Fert. 29(4): 353-359.
- Stevens, R.J., H.I. Gracey, D.J. Kilpatrick, and M.S. Camlin. 1989. Effective data of application and form of nitrogen on herbage production in spring. England Cambridge J. Agri. Sci. 112:329-337.