

# 제주 서부지역 양돈장에서 생산된 돈분액비의 비료성분과 그 성분간 상관관계

송상택 · 김문철\* · 황경준\*\*

## Determination of Nutrient Contents of Liquid Pig Manure and the Correlation of Components as Fertilizer in Western JeJu Area

Sang Taek Song, Mun Chol Kim\* and Kyoung Jun Hwang\*\*

### ABSTRACT

This study was conducted to make a rapid and easy determination for the fertility of liquid pig manure as fertilizer by investigating the contents, and correlation coefficients of various nutrients. Samples were collected from 118 local pig farms in the western area of Jeju in Korea. Electrical conductivity(EC), dry matter(DM), NH<sub>4</sub>-N and minerals were determined and the relationships among them were examined. The collected liquid manure samples from 118 pig farms were classified according to the level of DM contents ; < 3% (92 farms), 3~6% (18 farms), 6~9% (5 farms) and > 9% (3 farms), based on the collected data, most of the liquid manure coming from the local pig farms contain small amount of dry matter. The dry matter contents appeared highly correlated(p<0.01) with EC, NH<sub>4</sub>-N, T-P, Ca, Mg and Na, except for K. In addition EC was proportional to NH<sub>4</sub>-N, T-P, Ca, and Na except for Mg. The fertilizer component ratio of NH<sub>4</sub>-N, P and K in liquid pig manure were not constant, resulting in low efficiency for fertilizer. However, the toxic heavy metals of Cu etc. were below the criteria of organic fertilizer and soil contamination evaluation. Therefore, we concluded that both dry matter content and electrical conductivity could be used as an indicator for evaluating the fertility of liquid pig manure.

(Key words : Liquid pig manure, EC, DM, OM, NH<sub>4</sub>-N)

### I. 서 론

가축분뇨는 체계적인 농업을 시작한 이래 작물생산을 위한 비료자원으로 사용되어 왔다. 또한 식물이 필요로 하는 많은 양분이 포함되어 있어 알맞게 토양에 살포하게 되면 작물생산성을 높일 수 있는 귀중한 양분의 급원이 된다 (Agnew 등, 2003; Moore 와 Gamroth, 1993;

Schmitt, 1999). 그리고 지속적인 농업을 지향하는 현대농업에서 양분의 재순환 (nutrient recycling) 이 매우 중요한데 이러한 개념은 식물-동물-토양으로 연결되는 순환계에서 물질이동을 의미하며, 화학비료에 의한 시비량을 감소(Klausner 등, 1994)시키는 동시에 토양에 유기물을 제공하는 의미를 포함하고 있다. 토양에 환원할 수 있는 중요한 영양원은 식물의 뿌리, 낙엽 등 식물잔

제주도보건환경연구원 (Jeju Province Research Institute of Health and Environmen)

\* 제주대학교 생명자원과학대학 (Collage of Applied Life Sciences, Cheju National University)

\*\* 난지농업연구소 (National Institute of Subtropical Agriculture)

Corresponding author : Sang Taek Song, Jeju Province Research Institute of Health and Environment, 313-40, Teon Dong, Jeju-Si, Jeju-do 690-700, Korea,

Tel : 064-746-0743, Fax : 064-744-7664, E-mail : ss2252@jeju.go.kr

류체이고 그 다음이 가축분뇨라 할 수 있다 (Lorain과 Buckley, 2003; 윤, 1994). 우리나라 양돈농가에서 생산되는 분의 N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO 및 MgO 함량은 각각 0.77, 0.30, 0.25, 2.22 및 1.39%이고 한편 뇨의 N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 및 K<sub>2</sub>O 함량은 각각 0.83, 0.07 및 0.20%라고 농수축산신문(2003)은 보고하고 있다. 그러나 일반적으로 가축분뇨의 비료성분은 매우 다양한데 가축 품종, 깔짚의 형태와 양, 및 사료형태 등의 영향을 받기 때문이다 (Kirchmann과 Witter, 1992).

가축분뇨의 비료가치를 쉽게 제시하려는 외국의 많은 연구들이 있다. 분뇨 중 NH<sub>4</sub>-N 평가에 가장 높은 상관관계를 갖는 방법으로 Van Kessel과 Reeves III (2000)의 Quantofix-N-Volumeter, 근적외선 분광분석법 (고, 2003; 고 등, 2001; 정과 김, 2000) 과 슬러리의 전기전도도가 추정 이온강도와 매우 높은 상관관계가 있음을 Sommer와 Husted (1995)는 제시하였다. Stevens 등 (1995) 은 전기전도도를 이용하여 우분과 돈분슬러리의 비료성분을 구명하기 위한 연구에서 각 가축 분뇨의 슬러리 속에 비료 성분은 전기전도도 (Electrical Conductivity, EC) 와 매우 밀접한 상관관계를 갖고 있으나 인 함량은 EC 보다 건물량(Dry Matter, DM)과 보다 높은 상관관계를 갖고 있다고 하였다. 그리고 EC를 이용하는 것이 값싸고 확실한 측정방법이라고 하였다.

따라서 본 연구는 제주서부지역 돼지사육농가에서 수집된 돈분액비의 비료성분, 유기물함

량 및 양분비의 분포 등 액상분뇨의 특성을 파악하고 비료로서의 양분효과 및 생산된 액상분뇨의 질을 평가하기 위한 지표물질을 구명하고자 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

본 연구에 이용된 액비는 2001년에 제주도내 서부지역인 한림읍, 한경면, 안덕면 및 애월읍 일원의 118개 양돈농가를 방문하여 수집하였다. 액비의 저장형태는 슬러리돈사, 저장액비조, 고액분리, 토양여과 및 3N 시스템 등이었으며, 시료를 가능한 한 교반하여 균일화 되도록 작업을 수행한 후 1ℓ 폴리에틸렌 무균 채수병에 넣어서 실험실에 옮긴 후 4℃의 냉장고에 보관해 두었다.

분석에 이용된 돈분액비는 건물함량을 기준으로 하여 4개의 그룹 (DM 1 : 건물함량 3% 미만, DM 2 : 3 ~ 6%, DM 3 : 6 ~ 9%, DM 4 : 9% 이상) 으로 구분하였을 때 표 1과 같았으며 전체 농가 중 DM 3% 미만이 92개로 78%에 해당되었다.

채취된 돈분액비의 pH, BOD, SS, T-N, T-P 및 NH<sub>4</sub>-N는 수질오염공정시험법 (환경부, 2000)으로 분석하였고, DM과 OM은 토양화학분석법 (농진청, 1989), 그리고 EC, 치환성양이온 (Ca, Mg, K, Na) 및 미량원소 (Fe, Mn, Cu, Zn)는 가축액상분뇨분석법 (농진청, 2002)에 따라 분석되었다.

Table 1. Classification of liquid swine manure on the basis of DM content

Level	Farm No.	Mean(%)	SE	CV	Min.(%)	Max.(%)
<b>Total</b>	<b>118</b>	<b>2.07</b>	<b>0.20</b>	<b>103.4</b>	<b>0.13</b>	<b>11.89</b>
DM 1	92	1.15	0.07	55.6	0.13	0.96
DM 2	18	3.99	0.17	17.9	3.10	5.43
DM 3	5	7.03	0.27	8.6	6.14	7.82
DM 4	3	10.62	0.64	10.4	9.84	11.89

\* DM 1: less than 3% DM, DM 2: 3 ~ 6% DM, DM 3: 6 ~ 9% DM, DM 4: more than 9% DM

\* SE : standard error CV : coefficients of variation.

T-P는 시료에 과황산칼륨을 넣고 고압증기멸균 후 아스코르빈산 환원법으로 처리한 후 분광광도계 (Agilent 8453, Hewlett Packard, USA) 로 880 nm 에서 측정하여 계산되었다. 그리고 NH<sub>4</sub>-N 은 Indophenol- blue법을 이용하여 돈분액비를 적당한 양으로 희석한 후 50 mL 용량플라스크에 넣은 다음 나트륨 페놀라이트용액 10 mL 와 니트로프루시나트륨 용액 1 mL 를 넣어 조용히 섞은 후 차아염소산나트륨용액 5 mL 를 넣고 증류수로 표선까지 채운다음 약 30분간 방치 후 분광광도계로 630 nm 에서 측정하여 계산되었다.

DM 은 시료 일정량을 알루미늄 접시에 넣고 105 °C 에서 건조시켜 전·후의 무게차로 계산되었다. 그리고 EC는 액상을 원액 또는 희석하여 EC meter (CM-21 P, Japan)를 이용하여 25 °C 에서 측정되었다. OM은 Walkey-Black 법을 이용하여 일정량의 시료를 250 mL 삼각플라스크에 넣고 1 N K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 10 mL를 넣어 잘 섞이도록 한 다음 농황산 20 mL를 넣어 20 ~ 30분간 방치한 후 증류수 200 mL를 가하고 인산 10 mL와 NH<sub>4</sub>F 0.2 g을 넣은 후 0.2 N 황산제1 철암모니움용액으로 적정하여 소모된 양으로 계산되었다. 치환성양이온 (K, Ca, Mg Na)과 미량원소 (Fe, Mn, Zn, Cu)는 액상시료 10 mL 를 삼각플라스크에 넣고 질산 20 mL를 넣어 하루 방치 후 hot plate에서 분해, 냉각한 다음 ternary solution (질산 10 : 황산 1 : 과염소산 4) 20 mL 를 가하여 완전히 분해하고 여기에

뜨거운 증류수로 세척하여 50 mL의 용량 플라스크에 정용한 다음 원자흡광광도계 (GBC 908, GBC, Australia) 로 측정되었다.

돈분액비의 비료성분함량을 Descriptive statistix 에 의하여 평균, 최대, 최소 및 CV 등을 구하였고 양분 간에 상관관계도 구하였다(Statistix 8, 2003).

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 비료성분과 다량원소

돈분액비를 조사료생산에 이용하는 연구가 많이 수행되었으나 (Whightman, 1999; 고 등, 2003 등; 신, 1999; 육 등, 2002) 생산되는 액비의 비료효과에 대한 구명은 미진한 실정이다. 따라서 본 연구는 제주도내 총 118개 돼지사육 농가에서 생산된 돈분액비에 대한 비료성분을 분석한 결과 Table 2와 같이 나타났다.

Table 2 에 의하면 토양 내에 잔존하며 양분의 지속성을 유지시켜 줄 것으로 사료되는 건물함량은 평균 2.07 %였다. 그리고 비료성분을 살펴보면, NH<sub>4</sub>-N 농도는 2,010.7 mg/L였고 T-P는 442.4 mg/L, K는 416.3 mg/L 을 보여 김 (2004)과 농진청(2002)이 발생초기 돈분액비 보다 T-P 는 3배, K는 8 배정도 낮았으나 3 개월 경과시에 P 은 본 조사결과보다 오히려 감소되었고, 경기도보건환경연구원(2002)의 결과와는 유사한 결과를 보였다. 물질의 염 농도를 측정하는데 이

Table 2. The contents of DM, EC, NH<sub>4</sub>-N, T-P, K, Ca, Mg and Na of liquid swine manure

Descriptive	DM (%)	EC (mS/cm)	NH <sub>4</sub> -N	T-P	K	Ca	Mg	Na
			..... mg/L .....					
Mean	2.07	28.5	2,010.7	442.4	416.3	1,081.5	275.3	389.7
SE Mean	0.20	1.42	135.08	67.10	19.04	283.84	105.72	16.54
C.V.	103.4	54.3	73.0	164.8	49.7	285.1	417.2	46.1
Min.	0.13	2.4	12.0	4.0	37.9	10.8	2.7	36.5
Max	11.89	122.1	6,880.0	5,374.0	1,492.0	16,768.0	12,236.0	891.7

\* EC : Electrical Conductivity.

용되는 전기전도도는 28.5 mS/cm 로 Stevens 등 (1995)의 조사결과와 유사하였으나 신(1999)과 권 등(1995)의 보고보다는 낮았다. 그리고 수분 함량이 많은 액비를 갈수기에 관계용수 대용으로 이용 가능성을 검토하면 식양토에서 관계용수로 사용 시 EC는 최대 3.2 mS/cm 라는 Patterson (2001)의 보고보다는 10 배 정도 높았다.

조사결과 각 성분별 CV 값이 대체로 높았다. 이러한 요인은 물을 지나치게 많이 사용했기 때문 (Cambell 등, 1997) 이거나 다양한 종류의 첨가제 사용, 사료의 종류, 사료급여형태, 분뇨 처리형태 및 저장형태 등 (Kirchmann과 Witter, 1992; Smith와 Chambers, 1993; Van Horn 등, 1994; Westerman 등, 1990; Wilkerson 등, 1997) 에 의해 차이를 보이는 것으로 사료된다. 따라서 생산된 액비가 비료성분의 균형을 유지하기 위해 변이폭이 큰 성분에 대한 원인구명과 생산 농가간 양분균질화를 위한 연구가 필요한 것으로 생각되었다.

## 2. 건물량(DM), 전기전도도(EC) 및 기타 성분간 상관관계

전체 118개 양돈농가의 돈분액비에 대한 여러 가지 비료성분간 상관관계를 분석한 결과는 Table 3에 나타냈다.

건물함량은 EC, NH<sub>4</sub>-N, T-P, Ca, Mg과 Na에

대해서는 고도의 상관관계를 보였으며(p<0.01), EC 또한 NH<sub>4</sub>-N, K 및 Na간에는 고도의 상관관계가 있었고(p<0.01) T-P 와 Ca간에도 유의성이 있었다(p<0.05). 이러한 결과는 Campbell 등 (1997)과 Stevens 등(1995)이 돈분 슬러리에서 EC와 양이온간, DM과 P 간에 유의성이 있었다는 결과와 유사하였다. 대체적으로 본시험에서 EC 보다는 DM이 여러 가지 비료성분과 상관관계가 높은 경향이였다. 따라서 액비 DM 함량은 액비의 비료성분을 간접적으로 추정하는데 사용할 수 있음을 보였다. 반면 Brill과 Salomons(1990)는 P이 struvite와 같은 고형물속에 많이 존재하므로 EC와 P간에 상관관계가 존재하지 않는다고 하여 본 조사와 상반된 결과를 보였다.

## 3. 건물함량(DM)과 전기전도도(EC)로 부터 NH<sub>4</sub>-N, T-P 및 K 함량 추정

건물함량과 돈분액비의 비료성분인 NH<sub>4</sub>-N, T-P 및 K 함량 간 회귀방정식은 Fig. 1에 나타내었다.

DM은 NH<sub>4</sub>-N와 T-P간에는 고도의 유의적 회귀관계가 있었으며 (p<0.001) 건물함량과 K 성분간에도 5%의 유의적 회귀관계를 나타내어 DM은 액비의 N, P 및 K 함량을 추정하는 지표로 사용가능하다고 사료된다.

EC로부터 돈분액비의 비료성분인 NH<sub>4</sub>-N, T-P

Table 3. Correlation coefficients among DM, EC, NH<sub>4</sub>-N, T-P, K, Ca and Mg in liquid swine manure

Items	DM	EC	NH <sub>4</sub> -N	T-P	K	Ca	Mg
EC	0.4735**						
NH <sub>4</sub> -N	0.4377**	0.5953**					
T-P	0.6265**	0.2182*	0.2429**				
K	0.1867*	0.3265**	0.1771	0.2311*			
Ca	0.3666**	0.1817*	0.0869	0.4311**	0.1747		
Mg	0.4820**	0.1293	0.0481	0.1651	-0.0861	0.4277**	
Na	0.4063**	0.4306**	0.3187*	0.2509**	0.5351**	0.2083*	0.1530

\* p<0.05, \*\* p<0.01.

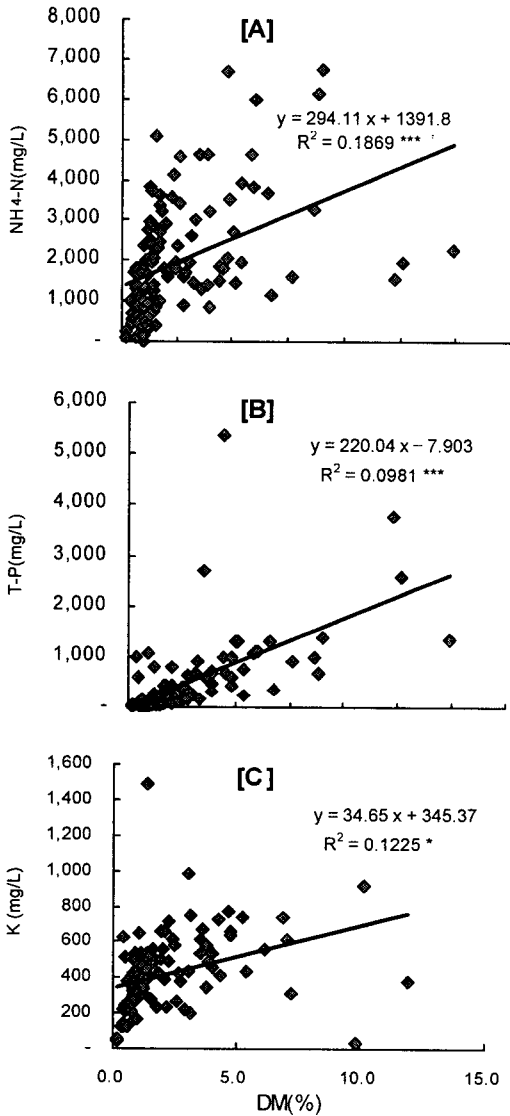


Fig. 1. The linear regression between  $\text{NH}_4\text{-N}$  and DM(A), T-P and DM(B), K and DM(C) in liquid swine manure (\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.001$ ).

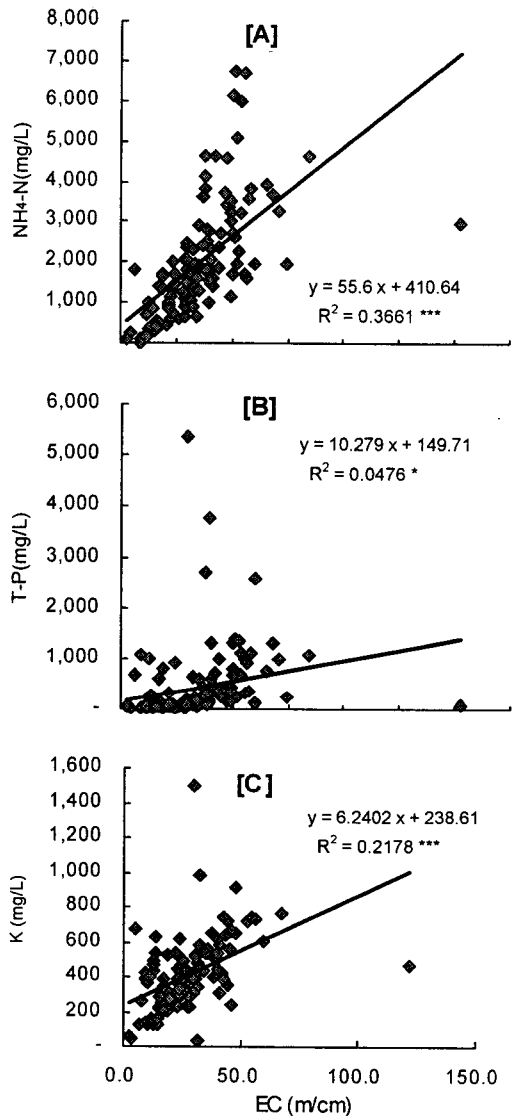


Fig. 2. The linear regression between  $\text{NH}_4\text{-N}$  and EC(A), T-P and EC(B), K and EC(C) in liquid swine manure (\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.001$ ).

및 K 함량에 대하여 회귀방정식은 Fig. 2와 같이 나타내었다. EC와  $\text{NH}_4\text{-N}$  및 K간에는 고도의 유의적 회귀관계가 있었으며 ( $p < 0.001$ ) EC와 T-P간에는 5%의 유의적 회귀관계를 보였다. EC와  $\text{NH}_4\text{-N}$ , T-P 및 K 성분간에도 유의적 회귀관계를 보여 EC도 비료성분 함량을 추정하는 지표로 사용가능하다고 사료된다.

#### 4. $\text{NH}_4\text{-N} : \text{P}, \text{K} : \text{P}$ 와 $\text{DM} : \text{P}$ 의 양분비교

돈분액비의  $\text{NH}_4\text{-N}$ , K 및 DM과 P간의 양분을 비교한 결과 Table 4와 같이 나타냈다.

비료성분 중 양분의 균형과 관련이 있는 돈분액비 중  $\text{NH}_4\text{-N} : \text{P}$ 와  $\text{K} : \text{P}$ 의 양분비가 각각 17.4와 4.6으로 Stevens 등(1995)이 보고한 값

보다 2배 높게 나타나 양분의 균형비는 더욱 낮은 것으로 추정된다. 또한 DM:P의 비는 0.1로 Stevens 등(1995)의 보고한 값보다 아주 낮아 양분평가를 위한 지표로서의 활용은 어려울 것으로 사료되었다. P과 NH<sub>4</sub>-N 및 K간 비율에 대한 CV값도 높아 생산농가간 시료의 신뢰성이 낮았음을 보여준 반면 P 대비 NH<sub>4</sub>-N과 K 함량이 높음을 의미하는 것으로 액비를 비료자원으로 이용시 양분균형을 맞추기 위해서는 P의 보충시비가 필요한 것으로 사료되었다. 그리고 CV 값이 158.1 ~ 189.8로 변이 폭이 커 비료시료로 평가하기 위한 신뢰성이 떨어지는 것으로 사료되었다. 따라서 비료효과를 높이기 위한 사양관리방법이 요구된다.

Table 4. The ratios of NH<sub>4</sub>-N : P, K : P, DM : P in liquid swine manure

Descriptive	NH <sub>4</sub> -N : P	K : P	DM : P
Mean	17.4	4.6	0.1
SE Mean	3.04	0.67	0.01
C.V.	189.8	158.1	116.2
Min.	0.0	0.0	0.0
Max	323.4	53.6	1.1

### 5. 미량원소

돈분액비 중 Fe 등 미량원소함량은 Table 5와 같이 나타냈다. 이들 미량원소들은 식물체가 필요로 하는 성분으로 돈분액비중에 Fe과 Mn의 평균농도는 각각 19.06과 6.66 mg/L이었다. Cu 농도는 최대 105.48 mg/L이 함유되고 있었으나 부산물비료규격 (농촌진흥청, 1999) 상 최대허용치가 500 mg/kg 보다 낮았으며 평균농도는 13.97 mg/L이었다. Zn도 최대 215.12 mg/L으로 토양오염우려기준 300 mg/kg 보다는 낮았으며 평균 농도는 55.1 mg/L이었다. 이상의 미량원소 중 Fe과 Mn은 사료 등에 비교적 많이 존재하는 성분인 반면 Cu와 Zn은 주로 외부에서 유입되는 물질로 농가마다 상당한 차

이를 보이는 것은 돼지의 스트레스 및 저항력 강화를 위해 사료첨가제로 사용되는 미네랄 제품에 첨가된 Cu와 Zn의 공급에 의한 것일 가능성이 있다. 체내에서 흡수되는 양보다 배출량이 많아 미생물에 의한 축분 분해가 지연되어 고형물에 존재하게 됨으로 DM 함량에 따라 성분량이 달랐던 것으로 사료된다.

Table 5. The micro element contents for liquid swine manure

Descriptive	Fe	Mn	Zn	Cu
	..... mg/L .....			
Mean	19.06	6.66	20.90	13.97
SE Mean	3.46	1.04	2.86	1.74
C.V.	197.3	169.7	148.5	135.3
Min.	0.58	0.00	0.27	0.00
Max	272.67	67.28	215.12	105.48

Pond와 Maner(1984)도 돈분액비 내 Cu의 함량이 높은 것은 성장촉진을 위해 첨가된 Cu의 양 때문이라 하였고 Campbell 등(1997)도 퇴비중에 Cu 함량이 높게 함유되고 있음을 보고하였다. 따라서 액비를 농경지에 투입시 미량원소의 토양중 축적에 대한 조사연구도 병행되어야 할 것으로 사료된다.

### 6. 건물수준에 따른 비료성분

돈분 액비의 건물수준별 비료성분 및 다량원소에 대한 분석결과 Table 6과 같이 나타냈다.

농가별 생산된 돈분액비의 건물수준은 DM 3% 미만인 농가가 92개로 전 농가의 78%를 차지하고 있었다.

물질의 염 농도를 측정하는 EC는 건물수준에 따라 증가되었으나 DM 1에서 EC 122.1 mS/cm로 조사대상 농가 중 가장 높은 값을 보이는 농가도 있었다. 이러한 결과는 건물수준 보다 이온성분에 영향을 미칠 수 있는 생분뇨성분이 포함된 때문으로 사료된다. 건물수

Table 6. The contents of DM, EC, NH<sub>4</sub>-N, T-P, K, Ca, Mg and Na as affected by DM levels in liquid swine manure

Items	DM (%)	EC (mS/cm)	NH <sub>4</sub> -N	T-P	K	Ca	Mg	Na
..... mg/L .....								
<b>DM 1(N=92)</b>								
Mean	1.15	25.3	1,704.0	224.4	388.6	593.9	127.0	359.9
SE Mean	0.07	1.54	126.08	36.04	20.04	231.06	29.18	18.09
C.V.	55.6	58.6	71.0	154.0	49.5	373.2	220.3	48.2
Min.	0.13	2.4	12.0	4.0	48.5	10.8	2.7	36.5
Max	2.91	122.1	6,880.0	2,704.0	1,492.0	16,768.0	2,136.7	891.7
<b>DM 2(N=18)</b>								
Mean	3.99	37.9	2,831.4	2,831.4	571.4	2,588.7	350.0	475.5
SE Mean	0.17	3.30	364.47	364.47	51.91	1,107.6	70.11	40.89
C.V.	17.9	36.9	54.6	54.6	38.5	181.5	85.0	36.5
Min.	3.10	5.3	870.0	870.0	203.4	99.7	29.6	175.9
Max.	5.43	67.5	6,716.0	5,374.0	986.5	13,812.0	1,009.5	842.5
<b>DM 3(N=5)</b>								
Mean	7.03	45.1	4,745.6	1,010.6	418.0	538.4	332.0	522.2
SE Mean	0.27	3.01	993.55	113.15	86.57	244.14	141.04	76.80
C.V.	5.6	14.9	46.8	25.0	46.3	101.4	95.0	32.9
Min.	6.14	40.0	1,589.0	687.0	223.2	208.3	27.4	300.2
Max.	7.82	56.6	6,760.0	1,278.0	734.8	1,506.0	760.7	725.0
<b>DM 4(N=3)</b>								
Mean	10.62	40.7	1,922.7	1,922.7	332.6	7,899.2	4,278.4	568.8
SE Mean	0.64	4.80	209.18	209.18	155.11	3,765.3	3,980.3	42.30
C.V.	10.4	20.4	18.8	18.8	80.8	82.6	161.1	12.9
Min.	9.84	31.6	1,552.0	1,552.0	37.9	467.2	108.1	484.3
Max.	11.89	47.9	2,276.0	3,777.0	563.8	12,667.0	12,236.0	614.0

\* DM 1: less than 3 % DM, DM 2: 3 ~ 6 % DM, DM 3: 6 ~ 9 % DM, DM 4: more than 9 % DM.

\* EC : Electrical Conductivity.

준에 따라 돈분액비 중 비료성분을 살펴보면, NH<sub>4</sub>-N 농도는 DM 3에서 평균 4,745.6 mg/L로 타 수준 보다 1.7 ~ 2.8 배 높았다. 그리고 DM 4에서 NH<sub>4</sub>-N 농도가 낮게 함유되고 있었는데 이는 액비 중에 높은 유기물함량이 무기태로 전환되지 않은 상태에서 존재하기 때문에 타 수준에 비해 낮았던 것으로 사료되며 시간경과에 따라 유기태질소가 무기화 과정을 거치면서 점차 NH<sub>4</sub>-N 농도가 증가될 것으로 예상된다. T-P 함량은 DM 2가 2,831.4 mg/L으로 타 건물

수준 보다 높았으며, 그 다음 DM 4가 높았다. 그리고 K 과 Na 함량은 각각 DM 2와 DM 4에서 높았으나 대체로 타 성분들에 비해 건물 수준에 따른 함량차이가 적었다. 이러한 요인으로는 두 성분 모두 1가 이온으로 해리가 용이하여 높게 검출되고 있는 것으로 사료된다. 다량원소 중 Ca 과 Mg 은 건물수준에 비례하여 증가를 보여 DM 4에서 각각 7,899.2 mg/L와 4,278.4 mg/L로 타 건물수준에 비해 Ca은 3 ~ 15 배, Mg 은 12 ~ 34 배 높았다. 이러한 요인

은 다가이온으로 쉽게 해리되지 않고 건물 등에 흡착되어 높게 나타난 것으로 추정된다. 김(2004)과 농진청(2002)이 액비의 저장기간에 따라 K를 제외한 대부분의 성분이 감소된다고 보고하여 본 조사결과 DM 수준이 높은 것은 발생초기의 돈분액비로 추정되나 EC와 일부 다량원소의 농도가 건물수준에 배치되는 결과를 보였다. 따라서 건물수준이 낮을 경우 저장기간 경과에 따라 부숙중인 액비로 분류하기에는 어려움이 있었다. 그리고 건물수준이 낮은 DM 1에서 EC,  $\text{NH}_4\text{-N}$ , Ca, Ma 및 Na의 농도가 타 건물수준 보다 최대의 농도를 보이는 경우도 있었다. 그 주요 요인으로 각 농가의 사양형태와 돈분액비의 관리형태에 따라 저장시설에 유입된 돈분액비의 부숙기간에 대한 영향도 큰 것으로 추정된다.

이상의 결과를 종합해보면 제주도내에서 생산되고 있는 돈분액비의 성분은 매우 다양하게 나타나고 있었다. 돈분액비의 양분평가를 위한 지표로 이용된 DM 또는 EC와 양이온간의 상관성이 상당히 높은 것으로 조사되어 비료양분 추정이 가능하나 농가 간 변이가 심하기 때문에 적정 사용량의 판단기준이 모호하다. 이러한 객관적인 평가방법에 대한 활용도를 높이기 위해 돼지 사육농가에서 생산되는 액비 종류별로 농가를 충분히 많이 선택하여 비교했다면 새로운 다른 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

#### IV. 결 론

본 연구의 목적은 제주도내에서  $3,220 \text{ m}^3/\text{일}$  씩 생산되고 있는 돈분액비(제주도, 2003)에 대한 성분과 성분간에 상관성을 분석하여 농가에서 생산된 액비가 목초의 생육에 알맞은 양질의 돈분액비생산가 목초지에 살포되도록 농가에서 생산된 돈분액비의 품질평가 기초자료 확보에 있다.

제주도내에는 돼지 사육규모가 비교적 커 축

산폐수배출시설 허가 및 신고대상인 농가가 351개가 있으며 (제주도, 2003), 이중 118개 농가를 대상으로 돈분액비를 채집하여 건물을 등 양분을 분석한 결과 다양하게 나타났다.

액비중 건물을 4 개수준으로 분석한 결과 건물을 3% 미만인 전 조사대상 농가의 78%인 92개 농가였으며, 비료로서의 효과가 비교적 높은 건물을 3~9%의 농가는 23개였다. 그리고 조사대상 전 농가의 평균 건물율도 2.07%로 신(1999)이 우리나라 중부지방에서 이용되고 있는 돈분액비 건물함량이 2.9%라는 보고에 비하면 낮았다.

생산된 돈분액비의 비료효과를 손쉽게 평가하기 위한 지표물질을 선정하여 양분함량과의 상관성을 추정함으로써 농가가 액비의 비료성을 추정하는데 도움을 주기위한 방안으로 시험을 수행한 결과 DM과 비료성분 ( $\text{NH}_4\text{-N}$ , T-N, T-P, K, Ca, Mg, Na)간 상관성은 모든 성분에 있어 유의적 상관을 보여( $p < 0.01$ ), 건물함량을 이용한 각 양분을 추정하는데 지표로서 활용이 가능한 것으로 사료되었다. 또한 EC도 Mg를 제외한 전성분간에 상관성을 보이고 있어 전기전도도를 이용한 양분함량 추정도 가능하나 그 지표로는 DM이 효과적이라 생각된다. 따라서 Stevens 등(1995)이 EC 및 DM과 양이온함량과의 유의적 상관성이 있다는 보고와 같은 결과를 보여, 이들 물질을 이용하여 손쉽게 양분함량 추정이 가능할 것으로 사료되었다.

본 조사결과는 비료 3요소인 질소( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), P 및 K의 구성비는 질소성분이 P에 비해 17배, K는 P에 비해 4.6배 높게 함유되는 등 비료로서는 불균일한 액비로 조사되어 비료로 활용하기 위해서는 P의 보충이 필요한 액비로 조사되었다. 반면 Cu 등 중금속함량은 부산물비료규격이나 토양오염 우려기준에 비해 매우 낮게 나타나 액비살포에 의한 중금속오염 우려는 미미할 것으로 사료되었다.

농사를 시작한 이래 계속 이용되어왔던 가축



분뇨가 대량 생산되면서 취급의 복잡성 및 인력난, 악취문제 등으로 인해 우수한 비료자원임에도 불구하고 이용에 한계를 드러내고 있다. 한편으로는 지속적인 화학비료의 사용으로 인한 산성화된 토양을 살리기 위한 노력과 친환경농산물 생산을 위한 유기농 보급 확대 등 유기물의 완전 순환을 통한 균형 있는 물질수지를 유지시켜 생태계를 보전하고 안전한 농산물을 생산하기 위해 자원순환형 농업기반의 구축을 위한 노력도 시도되고 있다. 이러한 바탕에는 전국에서 화학비료 요구량의 질소가 86.7%, 인산 53.6% 및 칼리 52.7%가 대체(김 등, 2001) 될 수 있는 가축분뇨의 적극적인 활용이 필요하다.

## V. 요 약

본 연구는 제주도의 서부지역 돼지사육농가에서 생산되고 있는 돈분액비의 비료가치 및 전기전도도나 건물함량과 성분간 상관관계를 구하여 간편한 비료가치 구명방법을 찾고자 수행되었다. 돈분액비의 시료는 118개 농가에서 수집되었고 건물수준을 기준으로 4개의 형태로 분류하였다. 전기전도도 (EC), 건물함량 (DM), 암모니아성질소(NH<sub>4</sub>-N)과 여러 가지 무기물을 분석하였고 이들 성분간에 상관성이 조사되었다. 118개 양돈농가 중 92개 농가는 액비의 건물함량이 3% 미만이었으며, 3~6%가 18농가, 6~9% 미만이 5개 농가였고 나머지 3개 농가는 9% 이상의 건물함량을 보여 대부분의 돈분액비는 낮은 건물함량을 함유하고 있는 것으로 나타났다. 액비 중 건물함량은 EC, NH<sub>4</sub>-N, T-P, Ca, Mg, Na 과 높은 상관성을 보였으며(p<0.01), 또한 전기전도도(EC)도 Mg을 제외한 모든 성분간의 유의성을 보였다. 따라서 건물함량과 전기전도도는 액비의 양분함량의 평가지표로 사용될 수 있음을 시사 하였다.

## VI. 인 용 문 헌

1. 경기도보건환경연구원. 2002. 축산폐수 적정처리 방법 연구.
2. 고서봉, 박남진, 황경준, 이종연, 강승률. 2003. 방목초지 돈분액비 시용이 목초 생산성 및 방목한우 증체에 미치는 영향. 한초지 23(4):255-264.
3. 고한중. 2003. 축분 퇴비 품질평가를 위한 NIRS 분석법 적용 및 액비유래 악취, 질산태 질소의 오염원 구명에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
4. 고한중, 최홍림, 이효원. 2001. 근적외선 분광분석법을 이용한 비파괴적인 퇴비의 성분측정. 한국동물자원과학회지. 43(6):989-996.
5. 권순익, 정광용, 남재작, 박우균, 김동수. 1995. 유기성 폐기물 장기연용 토양의 오염도 해석. 1995년도 농과원 시험연구보고서. pp. 86-91.
6. 김재환, 박치호, 한정대, 박백균. 2001. 가축분뇨 비료성분 부하수준을 고려한 지역별 적정사육두수 설정. 농업경영·정책연구 28(2): 255-277.
7. 김태일. 2004. 액비성분 및 액비생산시 문제요소와 유의해야 할 사항. 월간양돈 8월호.
8. 농수축산신문. 2003. 한국축산년감. 농수축산신문.
9. 농촌진흥청. 1989. 토양화학분석법.
10. 농촌진흥청 1999, 친환경농업을 위한 가축분뇨 퇴비. 액비제조와 이용.
11. 농촌진흥청. 2002. 가축분뇨액비시용기술.
12. 신동은. 1999. 축종별 액상분뇨와 질소(N) 시용량이 양질조사료의 수량, 사료가치 및 토양특성에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위논문.
13. 육완방, 김범준, 최기춘, 광병관. 2002. Lysimeter에서 돈분 및 화학비료의 시용수준이 옥수수의 생산성 및 N과 PDML 용탈에 미치는 영향. 한초지 22(2):85-92.
14. 윤순강. 1994. 요소와 가축분에서 유래한 NO<sub>3</sub>-N 및 동반양이온의 토양중 행동. 서울대학교 박사학위논문.
15. 정희일, 김효진. 2000. 근적외선 분광법의 원리. Analytical Science & Technology 13(1):1-14.
16. 제주도. 2003. 환경백서.
17. 환경부. 2000. 수질오염공정시험법. 환경부.
18. Agnew, J., C. Lague, H. Landry and M. Roberge.

- Handling and land application systems for solid and semi-solid manure. The Focus on the Future Conference March 25-26, 2003.
19. Bril, J. and W. Salomons. 1990. Chemical composition of animal manure: a modelling approach. *Netherlands J. of Agric. Sci.* 38:333-351.
  20. Campbell, A.J., J.A. MacLeod and C. Stewart. 1997. Nutrient characterization of stored liquid hog manure. *Canadian Agricultural Engineering*. 39(1): 43-48.
  21. Klausner, S.D., V.R. Kanneganti and D.R. Bouldin. 1994. An approach for estimating a decay series for organic nitrogen in animal manure. *Agron. J.* 86:897-903.
  22. Kirchmann, H. and E. Witter. 1992. Composition of fresh, aerobic and anaerobic farm animal dung. *Biores. Technol.* 40:137-142.
  23. Lorain, B. and K. Buckley. 2003. Land application of hog manure: agronomic and environmental considerations the Canadian perspective. *Proceedings for the Joint CPC/AAFC workshop on hog and the environment. Agriculture and Agri-Food Canada.*
  24. Moore, J.A. and M.J. Gamroth. 1993. Calculating the fertilizer of manure from livestock. *Water Quality/Waste Management. Oregon State University.*
  25. Patterson, R.A. 2001. Consideration of soil salinity when assessing land application of effluent. *Environment and Health Protection Guidelines.*
  26. Pond, W.G. and J.H. Maner. 1984. *Swine production and nutrition.* Westport, CT: AVT Publishing Company, Inc.
  27. Schmitt, M.A. 1999. *Manure management in Minnesota.* College of Agricultural, Food, and Environmental Science.
  28. Smith, K.A. and B.J. Chamber. 1993. Utilizing the nitrogen content of organic manure on farms-problems and practical solutions. *Soil Use and Management* 9:105-112.
  29. Sommer, S.G. and S. Husted. 1995. The chemical buffer system in raw and digested animal slurry. *J. of Agricultural Sci., Cambridge.* 124:45-53.
  30. Statistix. 2003. *Analytical software statistix 8 Analytical Software PO Box 12185. www.statistix.com*
  31. Stevens, R.J., C.J. O'Brice and O.T. Carton. 1995. Estimating nutrients of animal slurries using electrical conductivity. *J. of Agricultural Sci. (Cambridge).* 125:233-238.
  32. Van Horn, H.H., A.C. Wilkie, W.J. Powers and R.A. Nordstedt. 1994. Components of dairy manure management systems. *J. Dairy Sci.* 77:2008-2030.
  33. Van Kessel, J.S. and J.B. Reeves. III. 2000. On-farm quick tests for estimating nitrogen in dairy manure. *J. Dairy Sci.* 83: 1837-1844.
  34. Westerman, P.W., L.M. Safley, Jr. and J.C. Barker. 1990. Lagoon liquid nutrient variation over four years. pages 41-49 in *Agricultural and Food Processing Wastes. Proc. 6th Inter. Symp. Agric. and Food processing Wastes. American Society of Agricultural Engineers Publication 05-90, Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI.*
  35. Wightman, P. S. 1999. Slurry application to grass and clover : Differential plant responses. *Agronomy Department, Crop Division. SAC.*
  36. Wilkerson, V.A., D.R. Mertens and D.P. Casper. 1997. Prediction of excretion of manure and nitrogen by Holstein dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 80:3193-3204.