

## 가축분뇨 액비의 이화학적 특성비교를 통한 상관성 비교연구

전상준<sup>1</sup> · 김수량<sup>2</sup> · 홍인기<sup>1</sup> · 김하제<sup>1</sup> · 김동균<sup>2</sup> · 이명규<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>상지대학교 환경공학과, <sup>2</sup>상지대학교 동물자원학과

## A Comparative Study on Correlation Through Physiochemical Property Comparison of Livestock Liquid Fertilizer

Sang-Joon Jeon<sup>1</sup>, Soo-Ryang Kim<sup>2</sup>, In-Gi Hong<sup>1</sup>, Ha-Je Kim<sup>1</sup>, Dong-Gyun Kim<sup>2</sup>, Myung-Gyu Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Environmental Engineering, Sangji University, Wonju 220-702, Korea,

<sup>2</sup>Dept. of Animal Life Resource, Sangji University, Wonju 220-702, Korea

### ABSTRACT

Today, a desirable way to manage livestock manure is to activate its utilization as a resource. The production of high quality liquid fertilizer of livestock manure is very important because it increases the use of various liquid fertilizer. However, the result of mature evaluation with a maturity measuring instrument for liquid fertilizer showed that the deviation of concentration between liquid fertilizer did not bring into uniformity. The result is also making sure that quality management for liquid fertilizer is not smoothly made. Quality evaluation for compost and liquid fertilizer includes physical, biological, chemical and microbiological methods, but a chemical method is mainly being implemented due to fairness and field application. Therefore, this study figured out correlation in feces and urine through regression analysis of livestock manure and tried to create a research plan to carry out efficient quality analysis of managing livestock manure.

**(Key words :** Livestock manure, Fermentation, Liquid fertilizer, Quality management, Correlation)

### 서 론

2012년부터 해양배출이 금지됨에 따라 가축분뇨의 전량 육상처리가 불가피해지면서, 정부 및 양축농가는 자원화 확대를 위한 많은 노력을 해왔으며, 그 결과 공동자원화시설은 94개소('12), 액비유통센터는 162개소('12)로 자원화조직을 확충하였다. 그러나 일부 지역에서는 환경용량과 연계되지 않은 과밀사육 등으로 환경적 처리능력에 비해 과다

한 가축분뇨가 발생함에 따라 가축분뇨의 노천야적, 미숙성 액비의 살포 등으로 인해 환경피해가 유발되며, 퇴·액비의 부숙도 기준이 없어 저품질 퇴·액비 생산에 따른 경종농가의 사용이 기피되고 있는 실정이다(Choi et al., 2011). 따라서 액비 품질관리를 위한 부숙도, 악취판정 및 위해물질 기준 등을 설정하여, 액비 품질불량 및 불균일 문제를 해결 할 수 있는 '액비품질인증제'의 도입이 시급하다.

\*Corresponding author : Myung-Gyu Lee, Dept. of Environmental Engineering, Sangji University, Woosandong, Wonju 220-702, Korea. Tel: +82-33-730-0443, E-mail: [mglee@sangji.ac.kr](mailto:mglee@sangji.ac.kr)

2013년 10월 24일 투고, 2013년 12월 6일 심사완료, 2013년 12월 10일 게재확정

퇴·액비 품질관리를 위한 품질 평가법에는 물리적, 생물학적, 화학적 및 미생물학적 판정법 등이 있으나 공정성과 현장 적용여부에 의하여 주로 화학적평가법이 시행되고 있다. 화학적 방법에 의한 퇴비품질 분석시 분석에 필요한 시약, 기기 및 숙련된 분석자가 필요할 뿐만 아니라 시간과 비용이 과다하게 소요되어 비경제적이다(Go, 2001).

본 연구는 가축분뇨의 성장간의 상관관계를 도출하여 가축분뇨 관리에 있어 부숙등급에 따른 특성을 알아보고 서로간의 연관된 항목들에 대한 성향을 알아보기 위해 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 연구재료

본 연구에서는 선행연구 된 “국내 가축분뇨 공동자원화센터 및 액비유통센터의 액비 성분특성 비교조사”(Jeon, 2012)를 통하여 액비부숙도측정기에 의해 부숙도 판정된(Choi et al., 2010) 150개소의 샘플 중 58개(부숙 19개, 중숙 19개, 미숙 20개)를 선별하였다. 액비부숙도판정기는 ‘액비샘플링 → 색도분석 → 악취분석 → 통계처리 → 분류모델링 적용 → 부숙정도 결정 → 분석결과 출력 → 분석완료’의 순서에 따라 측정하고, 부숙 항목별 점수를 합산하여 완숙, 중숙, 미숙의 등급으로 액

비 부숙도 여부를 신속하게 측정 할 수 있는 기계적 측정 장치이다.

### 2. 시료분석

액비샘플은 공정시험법 등에 따라 pH, EC (Electrical conductivity), ORP (Oxidation Reduction Potential), SS (Suspended Solid), SCOD<sub>Mn</sub> (Soluble Chemical Oxygen Demand), T-P (Total Phosphorus), TKN (Total Kjeldahl Nitrogen), NH<sub>4</sub>-N (Ammonium Nitrogen), NO<sub>3</sub>-N (Nitric Nitrogen) 등 10개 항목을 분석하였으며, TKN, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N의 분석의 경우 일본하수시험방법 (日本下水試驗方法, 1984)에 따라 분석하였다.

### 3. 상관관계비교

분석한 샘플들은 SPSS프로그램을 이용하여 피어슨 상관계수 (Pearson correlation coefficient)를 통하여 두 항목의 상관성 강도용 지표로 사용하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 부숙도 별 액비의 이화학적 특징

Table 1에는 액비샘플의 부숙도 별 이화학적 성상 평균을 나타내었다. 부숙판정 된 액

Table 1. Physicochemical characteristics of 58 liquid fertilizer samples.

	pH	EC (mS/cm)	ORP (mV)	TKN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	Org-N (mg/L)	T-P (mg/L)	SCOD <sub>Mn</sub> (mg/L)	SS (mg/L)
Average	8.4	20.2	-302.2	1,916	1,370	76	519	297	1,678	7,586
Matured	7.7	8.9	-89.7	670	90	227	369	332	1,306	6,888
Semi-matured	8.5	20.0	-301.0	2,455	2,047	4	507	286	1,915	7,677
Immatured	8.0	18.8	-276.6	2,624	1,943	0	681	437	2,004	6,919

비(이하 부숙액비)의 경우 중숙과 미숙관정 된 액비(이하 중숙, 미숙액비)에 비하여 상대적으로 NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, SCOD<sub>Mn</sub>, EC, ORP의 항목에서 확인한 차이를 보였다. 특히 NO<sub>3</sub>-N

의 경우 중숙과 미숙액비에서는 대부분이 검출되지 않았으며, 부숙액비에서 뚜렷한 농도 차이를 보였다. EC, TKN, SCOD<sub>Mn</sub>, 항목에서도 미숙 및 중숙액비에 비해 부숙액비에서

Table 2. Pearson Correlation Coefficient according to physicochemical characteristics of matured liquid fertilizer samples.

	pH	EC	ORP	TKN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Org-N	T-P	SCOD <sub>Mn</sub>	SS
pH	1									
EC	-0.013 <sup>ND</sup>	1								
ORP	-0.463*	0.683**	1							
TKN	-0.408 <sup>ND</sup>	0.264 <sup>ND</sup>	0.554*	1						
NH <sub>4</sub> -N	0.207 <sup>ND</sup>	-0.100 <sup>ND</sup>	0.153 <sup>ND</sup>	0.305 <sup>ND</sup>	1					
NO <sub>3</sub> -N	-0.431 <sup>ND</sup>	0.382 <sup>ND</sup>	0.789**	0.757**	0.314	1				
Org-N	-0.291 <sup>ND</sup>	0.079 <sup>ND</sup>	-0.007 <sup>ND</sup>	0.581**	-0.355 <sup>ND</sup>	0.008 <sup>ND</sup>	1			
T-P	-0.129 <sup>ND</sup>	-0.033 <sup>ND</sup>	0.003 <sup>ND</sup>	-0.031 <sup>ND</sup>	-0.334 <sup>ND</sup>	-0.137 <sup>ND</sup>	0.249 <sup>ND</sup>	1		
SCOD <sub>Mn</sub>	0.296 <sup>ND</sup>	0.421 <sup>ND</sup>	0.114 <sup>ND</sup>	0.108 <sup>ND</sup>	-0.054 <sup>ND</sup>	0.016 <sup>ND</sup>	0.168 <sup>ND</sup>	-0.124 <sup>ND</sup>	1	
SS	0.510*	0.005 <sup>ND</sup>	0.578**	0.403*	0.103	0.625**	0.034 <sup>ND</sup>	0.380 <sup>ND</sup>	0.120 <sup>ND</sup>	1

\*, \*\* Significant at P<0.05, <0.01 respectively, <sup>ND</sup> not Significant.

Table 3. Pearson Correlation Coefficient according to physicochemical characteristics of semi-matured liquid fertilizer samples.

	pH	EC	ORP	TKN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Org-N	T-P	SCOD <sub>Mn</sub>	SS
pH	1									
EC	-0.037 <sup>ND</sup>	1								
ORP	0.242 <sup>ND</sup>	-0.229 <sup>ND</sup>	1							
TKN	0.360 <sup>ND</sup>	0.627**	-0.053 <sup>ND</sup>	1						
NH <sub>4</sub> -N	0.350 <sup>ND</sup>	0.471*	0.106 <sup>ND</sup>	0.868**	1					
NO <sub>3</sub> -N	-0.141 <sup>ND</sup>	0.415 <sup>ND</sup>	-0.229 <sup>ND</sup>	-0.075 <sup>ND</sup>	-0.053 <sup>ND</sup>	1				
Org-N	-0.038 <sup>ND</sup>	0.196 <sup>ND</sup>	-0.306 <sup>ND</sup>	0.095 <sup>ND</sup>	-0.412 <sup>ND</sup>	-0.054 <sup>ND</sup>	1			
T-P	-0.113 <sup>ND</sup>	0.106 <sup>ND</sup>	-0.335 <sup>ND</sup>	0.439 <sup>ND</sup>	0.315 <sup>ND</sup>	-0.099 <sup>ND</sup>	0.176 <sup>ND</sup>	1		
SCOD <sub>Mn</sub>	0.359 <sup>ND</sup>	0.425 <sup>ND</sup>	-0.018 <sup>ND</sup>	0.441 <sup>ND</sup>	0.231 <sup>ND</sup>	0.014 <sup>ND</sup>	0.344 <sup>ND</sup>	0.197 <sup>ND</sup>	1	
SS	-0.110 <sup>ND</sup>	-0.034 <sup>ND</sup>	0.390 <sup>ND</sup>	-0.049 <sup>ND</sup>	0.129 <sup>ND</sup>	-0.202 <sup>ND</sup>	-0.344 <sup>ND</sup>	-0.112 <sup>ND</sup>	0.021 <sup>ND</sup>	1

\*, \*\* Significant at P<0.05, <0.01 respectively, <sup>ND</sup> not Significant.

낮은 농도를 나타내고 있으며, 이는 호기성 액비화 공정에서 액비의 EC, NH<sub>4</sub>-N, SCOD<sub>Mn</sub>, 질소의 성분이 감소된다는 보고 (Han, 2008) 와 유사한 것으로 나타났다.

2. 부숙도 조건별 가축분뇨 액비의 상관관계  
부숙도 판정된 액비의 이화학적성분간의 상관성을 알아보기 위해 각각의 성분 측정값

Table 4. Pearson Correlation Coefficient according to physicochemical characteristics of immature liquid fertilizer samples.

	pH	EC	ORP	TKN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Org-N	T-P	SCOD <sub>Mn</sub>	SS
pH	1									
EC	0.348 <sup>ND</sup>	1								
ORP	-0.192 <sup>ND</sup>	-0.276 <sup>ND</sup>	1							
TKN	0.153 <sup>ND</sup>	0.905**	-0.341 <sup>ND</sup>	1						
NH <sub>4</sub> -N	0.186 <sup>ND</sup>	0.915**	-0.399 <sup>ND</sup>	0.987**	1					
NO <sub>3</sub> -N	ND	ND	ND	ND	ND	ND				
Org-N	0.059 <sup>ND</sup>	0.788**	-0.169 <sup>ND</sup>	0.928**	0.857**	ND	1			
T-P	-0.123 <sup>ND</sup>	0.417 <sup>ND</sup>	-0.034 <sup>ND</sup>	0.659**	0.588**	ND	0.760**	1		
SCOD <sub>Mn</sub>	0.358 <sup>ND</sup>	0.884**	-0.298 <sup>ND</sup>	0.781**	0.785**	ND	0.693**	0.310 <sup>ND</sup>	1	
SS	-0.258 <sup>ND</sup>	-0.315 <sup>ND</sup>	0.109 <sup>ND</sup>	-0.314 <sup>ND</sup>	-0.259 <sup>ND</sup>	ND	-0.412 <sup>ND</sup>	-0.312 <sup>ND</sup>	-0.269 <sup>ND</sup>	1

\*, \*\* Significant at P<0.05, <0.01 respectively, <sup>ND</sup> not Significant.

Table 5. Pearson Correlation Coefficient according to physicochemical characteristics of 58 liquid fertilizer samples.

	pH	EC	ORP	TKN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Org-N	T-P	SCOD <sub>Mn</sub>	SS
pH	1									
EC	0.300*	1								
ORP	-0.334*	-0.447**	1							
TKN	0.256 <sup>ND</sup>	0.872**	-0.443**	1						
NH <sub>4</sub> -N	0.351**	0.842**	-0.482**	0.949**	1					
NO <sub>3</sub> -N	-0.438**	-0.343**	0.630**	-0.319*	-0.437**	1				
Org-N	-0.019 <sup>ND</sup>	0.511**	-0.276*	0.606**	0.345**	-0.148 <sup>ND</sup>	1			
T-P	-0.138	0.235 <sup>ND</sup>	-0.075 <sup>ND</sup>	0.437**	0.319*	-0.084 <sup>ND</sup>	0.515**	1		
SCOD <sub>Mn</sub>	0.358**	0.668**	-0.246	0.623**	0.548**	-0.191	0.497**	0.186	1	
SS	-0.269*	-0.127 <sup>ND</sup>	0.221 <sup>ND</sup>	-0.119 <sup>ND</sup>	-0.066 <sup>ND</sup>	0.235 <sup>ND</sup>	-0.279*	-0.309*	-0.171 <sup>ND</sup>	1

\*, \*\* Significant at P<0.05, <0.01 respectively, <sup>ND</sup> not Significant.

을 신뢰수준 95%에서 회귀분석 하였다. 부숙, 중숙 미숙액비 각각의 회귀분석 결과는 Table 2, 3, 4에 나타났다. 부숙액비의 경우 EC와 ORP 항목에서 밀접한 유의상관성을 나타냈고, 중숙액비의 경우 EC와 TKN에서 밀접한 유의상관관계를 나타냈다. 미숙액비의 경우 EC와 TKN, Org-N, NH<sub>4</sub>-N, SCOD<sub>Mn</sub> 항목에서 밀접한 유의상관관계를 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

58개 액비샘플 전체의 이화학적 성상에 따른 피어슨 상관계수를 Table 5에 나타났다. 분석된 액비샘플 전체 평균과 피어슨 상관계수 비교분석 결과 EC의 경우 TKN > NH<sub>4</sub>-N > SCOD<sub>Mn</sub> > Org-N의 순으로 강한 양적 상관관계를, ORP > NO<sub>3</sub>-N의 순으로 음적 상관관계를 나타냈다. 또한 ORP의 경우 NO<sub>3</sub>-N과 양적 상관관계를 나타냈으며, NH<sub>4</sub>-N > TKN 순으로 음적 상관관계가 나타나는 것으로 조사되었다.

## 결 론

가축분뇨 내의 질소는 저장, 처리, 토양환원, 작물 이용 등의 과정을 거치면서 NH<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub> 등의 형태로 전환되어 대기나 수계로 손실된다는 보고(Choi, 2012)와 같이 부숙액비의 경우 질소성분의 농도가 미숙액비에 비해 낮게 나타났다. 호기적처리에 의한 자원화처리는 TKN, NH<sub>4</sub>-N, SCOD<sub>Mn</sub>, EC의 감소, NO<sub>3</sub>-N, ORP의 증가 양상이 나타났다. 이러한 관계들은 본 연구의 상관관계 비교분석 결과에서도 입증되고 있다. 또한 가축분뇨 액비화에 있어 이화학적 성상 중 유의상관관계를 가지고 있는 항목은 EC와 ORP로서 이를 모니터링 관리한다면 가축분뇨 액비의 부숙도 여부를 판별할 수 있는 기초자료로서의 활용이 기대된다.

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업 ‘가축분뇨 액비 품질 인증체계 구축 연구’(과제번호: PJ907185)과 ‘2013년도 상지대학교 교내 연구비 지원’ 및 환경부의 ‘지식기반 환경서비스(폐자원에너지화) 전문인력양성사업’으로 지원되었음을 알려드리며 이에 감사드립니다.

## 인 용 문 헌

1. Choi, D.Y., Kwag, J.H., Park, G.H., Song, J.E., Kim, J.H., Kang, H.S., Han, C.B., Choi, S.W., Lee, C.S., 2010. Study on the Development of Measuring System for Fermentation Degree of Liquid Swine Manure Using Visible Ray. The Korean society for livestock Housing and Environment. 16(3), 227-236.
2. Choi, D.Y., Song, J.I., Park, K.H., Khan, M.A., Ahn, H.K., 2012. Nitrogen Losses During Animal Manure Management. Korean society for Livestock housing and Environment. 18, 73-80.
3. Choi, J.Y., Kim, C.D., 2011. System Improvement Measures for Promoting Application of Green Technology: Focusing on Sewage Sludge and High Concentration Liquid Waste. Korea Environment Institute.
4. Go, H.J., 2004. Application of NIRS analysis for assessment of compost, and investigation of odor emitted from animal wastes, and their source identification of nitrate-nitrogen. Ph D. Thesis, Seoul Nation University, Korea.
5. Han, C.B., 2008. The Changes of Component of Piggery Slurry during Fermentation Periods. Master's Thesis, Kongju National

- University, Korea.
6. Jeon, S.J., 2012. Basic Studies on LFQC (Liquid Fertilizer Quality Certification) System of Animal Waste. Master's Thesis, Sangji University. Korea.
  7. Lim, Y.C., 2008. Studies on the Productivity of Grassland and Forage Crops, and  $\text{NO}_3\text{-N}$  Leaching by Application of Swine Slurry. Ph D. Thesis, Konkuk University, Korea.