

여수지역 축산분뇨의 발생특성 및 성상분석

박수호[†] · 이우범 · 김성욱*

전남대학교 환경시스템공학과

*코오롱워터앤에너지주

Generation Characteristics and Composition Analysis of Livestock Manure in Yeosu Area

Soo-Ho Park[†] · Woo-Bum Lee · Sung-Ug Kim*

Department of Environmental System Engineering, Chonnam National University

*KOLON Water and Energy Co., Ltd.

Abstract

Livestock manure is a one of important recourses of fertilizers. Unless it disposed appropriately, it becomes a factor of environment pollution. The more economic growth, attentions of the environment is increasing. The environmental regulation is getting strict, moreover, from 2012 the ocean dumping of livestock manure will be prohibited. This study investigated livestock status, generation status and prediction and composition analysis of livestock manure in Yeosu area.

The generation status of livestock manure in Yeosu area are was 511 m³/d in 2005 and generation prediction using multiple linear regression analysis was 186,038 m³/y in 2015. The proximate analysis for the livestock manure included 75.5% for moisture and 19.9% for volatile matter. The average concentration of BOD₅, T-N and T-P was 13,434 mg/L, 4,384 mg/L, 1,635 mg/L.

Keywords : Livestock manure, Generation characteristics, Composition analysis, Generation prediction.

1. 서론

경제성장으로 인한 소득증대 및 소비육구의 증가로 축산물의 수요가 증가함에 따라 가축사육두수도 증가하는 추세에 있으며 앞으로 계속 증가될 전망이다. 그러나 산재해 있는 축산농가는 대부분 중, 소규모 시설로 운영됨에 따라 축사에서 배출되는 축산분뇨는 악취 및 미관상의 문제로 인하여 주변지역에 민원을 유발시키고 인근하천으로 유입됨에 따라 하천수질 악화 등의 부정적인 영

향이 증대되고 있다¹⁾.

축산분뇨는 질소, 인산, 박테리아 및 유기물 등을 다량 함유하고 있어 그 오염정도가 기타 다른 폐수들보다 크며, 적정 처리되지 않고 하천에 방류될 경우 하천의 수질악화는 물론 호소의 부영양화를 초래하며, 상수원 및 농업용수까지 오염시킨다. 게다가 악취 및 해충피해 등으로 쾌적한 생활환경까지 해치는 주된 요인이 되고 있어 이의 적정처리가 필요하다^{2,3)}.

한편으로는 축산분뇨는 농업생산의 귀중한

[†]Corresponding author E-mail: shpark10@hanmail.net

생물자원이며 생물자원 순환의 농업생산 시스템에 물질순환을 순조롭게 하고 생태계 파괴 작용을 억제할 뿐만 아니라 토양생태계의 활성화 및 안정화에 크게 기여한다. 그러나, 집약적인 축산업 생산시스템의 발전으로 축산분뇨 등의 생물자원 활용이 후퇴하여 축산 환경보전과 경영의 안정적인 발전에 중대한 영향을 끼치고 있다³⁻⁵⁾.

따라서, 축산분뇨로 인한 수질오염 방지 및 여수시 지역 축산업의 지속적인 발전을 위해서는 축산분뇨에 대한 다각적인 개선 및 활용방안 등이 필요하다.

본 연구에서는 여수지역 축산농가의 가축 사육현황, 축산분뇨 발생량 조사하여, 여수지역 축산업의 장기발전 계획 등을 바탕으로 축산분뇨의 발생량을 예측하고 주요 특성을 분석하고자 하였다.

2. 연구방법

2.1. 축산현황 및 발생량

여수지역의 가축현황은 1997년~2005년 여수시 통계연보와 환경부의 전국오염원조사를 이용하여 조사하였다. 축산분뇨 발생량은 축종별 사육두수에 발생부하 원단위를 곱하여 산정하였다⁶⁻⁸⁾.

2.2. 축산분뇨 발생량 예측

축산분뇨 배출량의 예측에 있어서는 다중선형회귀분석방법과 Trend법이 많이 이용되었으며, 발생량에 대한 영향인자들의 장래예측에서는 Trend법이 주로 이용되어 왔다. 본 연구에서는 발생량 예측을 다중선형회귀분석방법과 Trend법을 병행하였고, 영향인자의 장래예측에서는 Trend법을 사용하였다. 다중선형회귀분석방법의 기본식은 다음과 같다⁹⁾.

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 \cdots + A$$

where,

Y : 종속변수
 X_1, X_2 : 독립변수
 B_0 : 상수
 B_1, B_2 : 회귀계수
 A : 오차항

다중선형회귀분석을 예측하는 방법으로는 Excel 프로그램을 사용하였다. 이 프로그램의 Output Data에는 독립변수와 종속변수와의 상관관계, 분산분석의 유의확률, 상수와 변수들 간의 유의확률 값을 얻을 수 있어 회귀분석의 결과치에 대한 신뢰도 분석이 가능하였다. 통계학적으로 볼 때 유의확률이 너무 높게 나오면 Data의 신뢰도가 떨어지는 것으로 알려져 있다.

2.3. 성상분석

2.3.1. 조사시기

먼저 조사대상으로 결정된 축사에 대한 발생현황을 파악하기 위하여 각 조사대상을 방문하여 시료채취를 하였다. 축산분뇨의 경우 다른 유기성 폐기물과 달리 계절별로 그 성상의 변화가 없기 때문에 계절별로 조사하지 않고 1회 채취하였다.

2.3.2. 조사대상

- 배출원 구분 : 축종에 따라 소, 돼지축사의 2곳으로 구분
- 대표성 있는 2~3개소 선정
- 시료수 : 5개소 × 1회 = 5건

2.3.3. 시료채취 방법

우분 및 돈분으로 축종 및 규모별 배출원에 따라 구분하여 각각의 축사를 직접 방문하여 가축의 분뇨를 수거해 놓은 곳에서 직접 채취하였으며, 채취 후 실험실로 가능한 신속하게 가져와 분석용 시료로 하여 분석하였다.

2.3.4. 분석방법

채취된 시료의 분석은 폐기물오염공정시험법 및 standard method에 따라 분석하였다(10,11).

3. 결과 및 고찰

3.1. 가축사육수 현황

여수지역에서 1997년~2005년 주요가축(소, 돼지, 닭)의 사육현황을 보면 Fig. 1~Fig. 2와 같다. 총 사육두수를 보면 소의 경우 7,715~18,103마리, 돼지는 21,600~35,823마리, 닭은 491,191~728,666마리의 범위이다. 평균적으로는 소는 10,450마리, 돼지는 30,062마리, 닭은 643,538마리가 사육되는 것으로 조사되었다. 총 사육호수를 보면 소의 경우 2,387~4,123호, 돼지는 191~426호, 닭은 706~1,152호의 범위이다. 평균적으로는 소는 3,052호, 돼지는 260호, 닭은 947호로 조사되었다. 가구당 사육두수를 살펴보면 소는 평균 약 3.4마리, 돼지는 약 116마리, 닭은 약 680마리로 추정된다.

3.2. 축산분뇨 발생현황

여수지역에서 2005년말 현재 축산분뇨 발생량 현황을 Fig. 3에 나타내었다. 소의 경우 울춘면, 화양면, 소라면이 각각 44 m³/일, 30 m³/일, 24 m³/일로 가장 많이 발생하는 것으로 나타났으며, 돼지의 경우 울춘면이 256 m³/일로 높게 나타났다. 닭의 경우 소라면, 울춘면, 화양면이 각각 39 m³/일, 19 m³/일, 11 m³/일로 가장 많이 발생하는 것으로 나타났다.

축종별로는 돼지, 소, 닭의 순서로 가장 많은 발생량을 배출하는 것으로 나타났으며, 발생량은 각각 140 m³/일, 301 m³/일, 70 m³/일로 산정되었다.

3.3. 축산분뇨의 발생량 전망

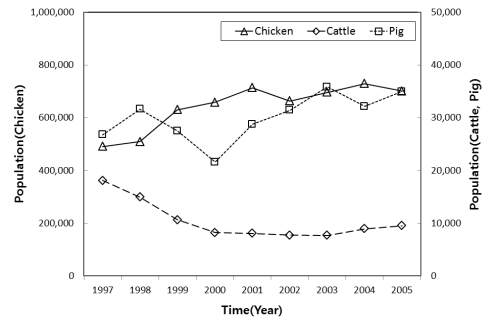


Fig. 1. Variation in livestock population.

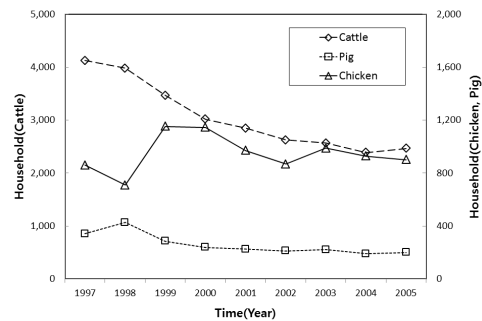


Fig. 2. Variation in livestock household.

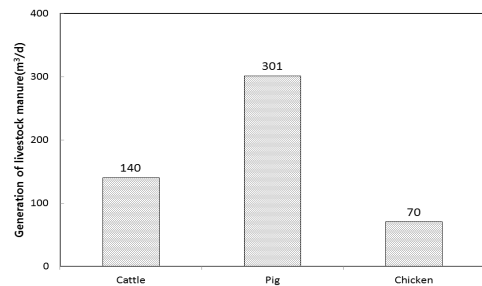


Fig. 3. Generation of livestock manure(2005).

축산분뇨 발생량 예측은 각 축종별 분뇨 발생량을 고려한 다중회귀분석법과 Trend법의 선형식과 로그식을 이용하여 예측하였다. 다중회귀분석시 고려한 인자로는 가축사육두수, 각 축종별 분발생량, 노발생량, 세정수발생량을 각각의 독립변수로 사용하고 각 인자들의 회귀분석자료를 회귀계수로 하여 축산

분뇨 발생량을 예측하였으며 1997년부터 2004년까지의 축산분뇨 발생량을 이용하여 Trend법의 선형식과 로그식으로도 산출하여 비교하였다(Fig. 4). 축산분뇨 발생량 예측결과 2004년 175,242 m³/일이던 발생량이 2015년에는 다중회귀의 예측량이 186,038 m³/일로 나타났고, Trend-선형방식이 130,833 m³/일, 로그방식이 137,850 m³/일로 예측되어 다소 증가하는 경향으로 나타났다.

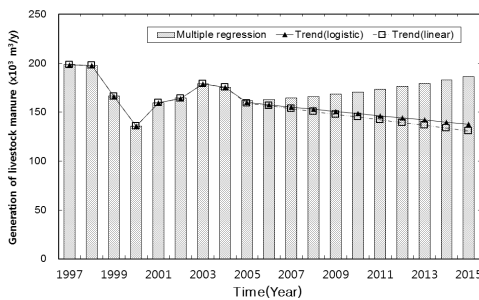


Fig. 4. Generation prediction of livestock manure.

3.4. 축산분뇨의 성상

축산분뇨의 성상 분석은 축돈 및 축우의 2 종류의 가축이 배설하는 분뇨를 대상으로 하였고 이들 가축을 사육하는 축산농가 5개소를 선정하였다. 또한 축산분뇨는 축사에 따라 성상에 큰 차이가 있을 것으로 예상되어 가축사육두수 및 분뇨 배출 형태 등을 고려하였다.

3.4.1. 삼성분

축산분뇨의 삼성분 분석결과 수분, 가연분, 회분이 각각 63.8~83.6%, 12.0~31.1%, 5.8~6.6%의 범위로 조사되었다. 축종별로 수분의 차이를 보였으며, 돼지는 평균 81.0%, 소는 평균 67.2%로 나타났다(Fig. 5).

이처럼 돼지분뇨의 수분이 소보다 높은 이유는 돼지를 제외한 모든 가축의 분 배설량이 노 배설량보다 많은 반면, 돼지의 경우는

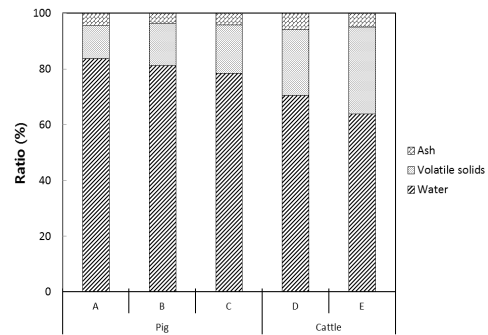


Fig. 5. Results of three component analysis.

오히려 노 배설량이 분 배설량보다 많다. 따라서 돼지분뇨는 소분뇨와 달리 수분 함량이 높은 슬러리 형태로 배출되기 때문인 것으로 사료된다.

3.4.2. 유기물(BOD₅)

축산분뇨의 BOD₅는 5,125~20,774 mg/L의 범위로 조사되었으며, 돼지는 평균 17,945 mg/L, 소는 평균 6,669 mg/L로 나타났다(Fig. 6).

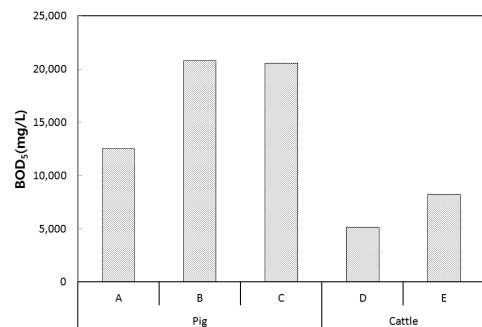


Fig. 6. Concentration of organic component(BOD₅).

3.4.3. 총질소

축산분뇨의 T-N은 2,853~7,547 mg/L의 범위로 조사되었으며, 돼지는 평균 5,188 mg/L, 소는 평균 3,178 mg/L로 나타났다(Fig. 7).

3.4.4. 총인

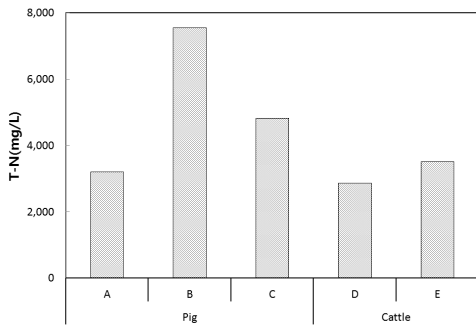


Fig. 7. Concentration of total nitrogen(T-N).

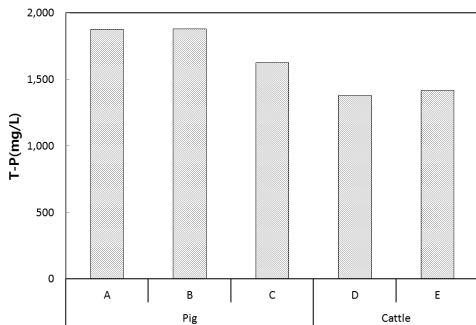


Fig. 8. Concentration of total phosphorus(T-P).

축산분뇨의 T-P는 1,378~1,879 mg/L의 범위로 조사되었으며, 돼지는 평균 1,793 mg/L, 소는 평균 1,398 mg/L로 나타났다(Fig. 8).

3.4.5. 중금속

축산분뇨에 함유되어 있는 중금속 분석결과, 분석된 모든 축산분뇨에서 Cu를 제외한 기타 중금속성분의 함량 정도는 비료원료 기준을 모두 만족하는 것으로 나타났다. 따라서, 돼지분뇨에 있어서 Cu성분만이 문제가 될 뿐 소의 분뇨내 중금속 함량정도는 다른 유기성 폐기물과 비교하여도 매우 낮은 것으로 나타났다(Table 1).

이들 결과를 종합해 볼 때 축산분뇨는 유기물함량, 중금속 함량정도가 비료원료기준을 모두 만족하기 때문에 단독적으로 퇴비화에 있어서도 전혀 문제는 없을 것으로 사료된다.

4. 결론

여수지역의 가축현황, 축산분뇨 발생량 예측, 성상분석을 통해 아래와 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 여수시에서 발생하는 축산분뇨는 총 511 m³/일로 조사되었으며, 축종별로는 돼지, 소, 닭의 순서로 가장 많은 발생량을 배출하는 것으로 나타났고, 발생량은 각각 140 m³/일, 301 m³/일, 70 m³/일로 조

Table 1. Results of heavy metal content

(Unit : ppm)

Items	Region	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Hg	Pb
Pig	A	43.215	29.216	1010	703	1.15	0.181	ND	3.598
	B	6.724	11.642	692	498	1.033	0.244	ND	2.2
	C	3.077	10.672	124	295	0.336	0.168	ND	0.75
Cattle	D	7.852	5.461	38	159	1.769	0.384	ND	3.444
	E	7.95	6.118	34	99	4.25	0.095	ND	3.368
Criteria of raw materials for fertilizer		300	50	300	900	50	5	2	150

ND : Non Detected.

사되었다.

- 2) 축산분뇨 발생량 예측결과 2004년 175,242 m³/일이던 발생량이 2015년에는 다중회귀의 예측량이 186,038 m³/일로 나타났고, Trend-선형방식이 130,833 m³/일, 로그방식이 137,850 m³/일로 예측되어 다소 증가하는 경향으로 나타났다.
- 3) 축산분뇨의 삼성분 분석결과 축종별로 수분의 차이를 보였으며, 돼지는 평균 81.0%, 소는 평균 67.2%로 나타났다. 이는 돼지분뇨는 소분뇨와 달리 수분 함량이 높은 슬러리 형태로 배출되기 때문인 것으로 사료된다.
- 4) 축산분뇨에 함유되어 있는 중금속 분석결과, 분석된 모든 축산분뇨에서 Cu를 제외한 기타 중금속성분의 함량 정도는 비료원료 기준을 모두 만족하는 것으로 나타났다.
8. 환경부(1999), 환경부고시 제1999-109호.
9. 한국자원재생공사(1996), 퇴비화와 폐기물관리정책의 미래.
10. 환경부(2009), 폐기물오염공정시험방법.
11. APHA, AWWA, WEF(2005), Standard methods for the examination of water and wastewater, American public health association.

사 사

본 연구는 전남녹색환경지원센터의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

References

1. 민경석(2003), 달성군 축산폐수 관리방안 연구, 대구경북개발연구원.
2. 농림부, 환경부(2004), 가축분뇨 관리 · 이용대책.
3. 한국농촌경제연구원(2000), 가축분뇨자원화 촉진을 위한 제도개선연구.
4. 김시욱(2005), Bio-Gas 에너지시설 도입 타당성 연구.
5. 농촌진흥청 축산기술연구소(1997), 새로운 가축분뇨처리기술.
6. 여수시(1998-2006), 여수통계연보.
7. 환경부, 전국오염원조사.