

# 혼파초지에서 우분액비 시용수준이 유거수 및 토양특성에 미치는 영향

김원호, 신동은, 최기준, 정의수, 김영진  
축산기술연구소

## Effect of Application Level of Liquid Cattle Manure on the Run-Off Water and Soil Properties in Mixtures Swards

Kim Weon Ho, Shin Dong Eun, Choi Ki Jun, Chung Eui Soo and Kim Yung Jin  
National Livestock Research Institute, RDA, Suwon 441-350, Korea

### Summary

A manure management plan is important for all daily operations. This study was conducted to investigate the effect of application level of liquid cattle manure on the soil properties and changes of BOD and COD content in run-off water at the mixtures swards of National Livestock Research Institute, RDA, Suweon in 1995. The experiment was arranged in a randomized block design with five treatments consisting of no fertilizer, chemical fertilizer, application of 40, 60 and 80MT/ha as liquid cattle manure.

The quantity of run-off for a no fertilizer was the highest of 1,469.4mm, but that for a application level of liquid cattle manure of 60MT/ha was the lowest of 1,278.1mm.

The change of BOD in run-off for a no fertilizer was the lowest of 19.84ml/l, but that for a application level of liquid cattle manure of 80MT/ha was the highest of 36.22ml/l.

Change of COD in run-off for a no fertilizer was the lowest of 21.28ml/l, but that for a application level of liquid cattle manure of 80MT/ha was the highest of 37.51ml/l.

Available phosphorus and total-N content of soil chemical properties was higher at liquid cattle manure than chemical fertilizer.

(Key words : Liquid cattle manure, Run-off water, Mixtures swards, BOD, COD, Dry matter yield)

### 서론

우리나라는 고도경제성장에 의해 국민의 식생활의 향상에 따라 축산물의 수요가 높아지고 있으며, 협소한 국토에서 축산물에

대한 수요에 대응하기 위해 수입사료에 의존한 축산이 발전되어 왔다. 그러나 우리나라의 가축 분뇨 배설량은 약 44,409천톤으로 비료 성분의 함량은 질소 343천톤, 인산이 264천톤, 칼리가 315천톤이며, 국내 총 화학비료

소비량은 질소가 475천톤, 인산이 222천톤, 칼리 264천톤으로 가축 분뇨의 질소성분은 화학비료의 소비량에 미치지 못하지만 인산과 칼리는 높은 수준이다(환경부, 1995). 이런 이유는 가축의 사육두수가 집단·단지화 되어 축산분뇨에 따른 환경오염 문제가 양축농가의 큰 애로점이며, 이를 해결하기 위하여 정부에서는 가축분뇨에 의한 환경오염을 최소화하고자 오수, 분뇨 및 축산폐수처리에 관한 법률을 강화하고 있다(환경부, 1995). 이런 문제점을 해결할 수 있는 방법은 recycle 기술 개발이 필수적이라 생각된다. 특히 환경 오염의 원인이 될 수 있는 가축분뇨의 초지로의 환원은 토양중의 유기물 함량을 증가시키며 토양 물리성을 개선하여 양분 및 수분 보수력을 증대시킬 뿐만 아니라 화학비료의 사용량을 절감하여 생산량을 향상시킬 수 있다. 그리고 가축분뇨는 식물의 영양원으로 이용될 수 있는 비료성분이 풍부하게 포함되어 있기 때문에 분뇨를 적절한 방법으로 부숙시켜 이용하면 토양의 물리화학적 및 미생물상이 개선되어 환경농업을 유도할 수 있다(Sommerfeldt 와 Chang, 1985).

현재 우리나라에서의 초지에 대한 가축분뇨의 시용에 관한 연구는 초기단계로 미흡한 실정이다. 따라서 본 시험은 양축농가에서 환경오염으로 문제시되고 있는 우분뇨 액상구비를 혼파초지에 환원시 초지토양의 변화 및 유기수내 BOD, COD 함량을 구명하여 금비시용 절감 및 환경오염 대책수립에 기여코자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험포장

시험포장은 축산기술연구소 종축개발부 대가축과 시험포장에서 '94년 8월부터 '95년 10월까지 실시하였으며, '94년 가을에 신규초지로 조성하였고 공시 혼파초종은 오차드그라스 (12kg), 톨페스큐(12kg), 레드클로바(6kg) 및 알팔파(3kg/ha)로 하였다.

공시한 액비는 우분뇨 부숙액비로 일반성상, 성분 함량 및 비료성분은 표 1과 같다. 우분뇨 분석방법은 습식분해로 하여 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>법(농과원, 1988) 으로 분해하여 분석에 사용하였고 pH는 pH meter로 측정하였다. 그리고 시험구의 처리내용은 무비, 금비단용, 우분뇨액비 40, 60, 80톤/ha로 5처리 난괴법 3반복으로 배치 하였으며 시험구의 면적은 15m<sup>2</sup>(5×3m)로 하였다.

Table 1. Composition of liquid cattle manure

Dry Matter(%)	pH (1:5)	BOD (ml/l)	COD (ml/l)	Total N(%)	Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)
3.97	8.23	1,010	1,100	2.717	2.472

### 2. 토양 분석

토양시료는 시험 수행전 시험구 전체포장에서 W형으로 9개소를 지표면에서 0~10cm의 토양을 시험 시작(표 2)과 시험종료 후 각각 채취하여 풍건한 후 pH는 토양시료와 H<sub>2</sub>O의 비를 1:5로 하여 pH meter로 측정하였고, 유기물과 유효인산 함량은 농업기술연구소 토양화학 분석법(농과원, 1988), K, Ca, Mg, Na 등 양이온은 1N-Ammonium Acetate로 침출하여 ICP로 분석하였다(Page 등, 1982).

Table 2. Chemical properties of the soil at the experimental field

pH (1:5)	OM (g/kg)	Avail. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Exch. cations(cmol <sup>+</sup> /kg)				CEC (cmol <sup>+</sup> /kg)	T-N (g/kg)
			Ca	K	Mg	Na		
5.73	2.2	135.3	3.46	0.19	1.06	0.08	10.07	0.11

### 3. 유거수량 조사

토양 유거수량은 시험구내에 집수조(높이 90cm×지름 40cm, 원통형)를 설치하여 강우시 측정하였고 500ml의 유거수를 취하여 BOD와 COD를 수질 분석법에 의거 분석하였다.

## 결과 및 고찰

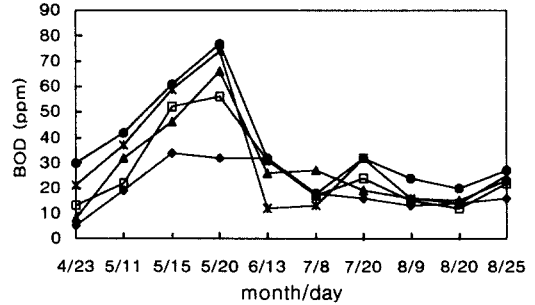
### 1. 토양 유거수량 및 유거수의 오염농도

시험기간 중에 11회 측정된 토양 유거수량은 무비구에서 1,469.4mm /15m<sup>2</sup>로 가장 많았고, 우분뇨액비 60톤구에서 1,278.1mm/15m<sup>2</sup>로 가장 적었으며, 시험기간동안 강우량은 1,039.3mm였다.

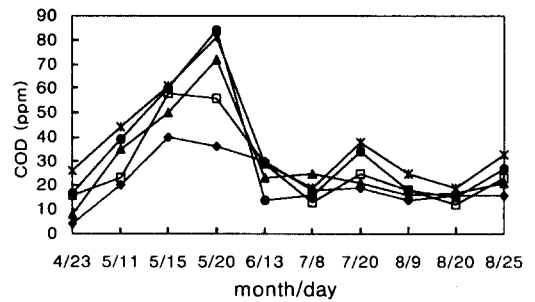
연간 평균 BOD는 무비구에 비하여 금비단용구와 우분뇨 액비 시용구에서 높았고, 금비단용구와 우분뇨액비 40톤/ha구에는 차이가 없었으나 우분뇨액비 60톤/ha 및 80톤/ha구에서 각각 30.35 및 36.22ml/l로 높아졌으나 오수+분뇨 및 축산폐수 처리에 관한 법률 방류수의 수질기준의 일반지역 허가대상 BOD 150ml/l 이하 특정지역 허가대상 50ml/l 이하 보다 월등히 낮은 수치였다. 또한 시험기간중 가장 높은 BOD 수치는 우분뇨 액비 80톤/ha구에서 76.6ml/l로 이때도 일반지역 허가대상 BOD 150ml/l 이하 보다 월등히 낮은 수치였다. 또한 연간 COD는 무비구에서 21.28ml/l로 가장 낮았고 우분뇨액비 80톤구에서 37.51ml/l로 가장 많았다.

본 연구에서는 우분뇨 액비 시비 수준간에 BOD와 COD 함량을 측정하였으나 지금까지 보고된 다른 문헌에서는 이런 자료가 거의 없는 실정이다. 그러나 대부분은 침출수나 유거수 내 유기물과 질소 함량에 대한 측정 결과는 보고된 바 있다. 그 중 질소 시용수준이 증가함에 따라 증가하였고 경사도에 의

한 영향도 많이 있다고 보고하였고 경사도 심할 경우 식물체 내 질소 함량은 감소한다고 했다(최기춘 등, 2000).



[A]



[B]

(No-fert : No-fertilizer, CF : Chemical fertilizer, 40ton, 60ton and 80ton : Application level of liquid cattle manure(ton/ha))

Figure 1. Change of BOD(A) and COD(B) content of run-off waters in Non-fertilization plot mineral fertilizer (Chemical fertilizer), 40ton, 60ton and 80ton/ha by application levels of liquid cattle manure.

### 2. 토양의 화학적 특성변화

시험전·후 토양의 화학성분은 표 3에서 보는 바와 같다.

Table 3. Chemical of properties of subsoil(depth : 10~20cm) after the experiment

	Treat.	pH (1:5)	OM (g/kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Exch. cation(cmol <sup>+</sup> /kg)				CEC (cmol <sup>+</sup> /kg)	T-N (g/kg)
					Ca	K	Mg	Na		
Before expt.	-	5.73	2.2	135.3	3.46	0.19	1.06	0.08	10.07	0.11
After expt.	No-fert.	5.81	2.1	74.5	3.59	0.08	1.10	0.10	9.49	0.11
	Chemical fertilizer	5.71	1.9	75.8	3.27	0.21	0.95	0.04	8.65	0.09
	40MT*	5.30	2.4	222.9	2.31	0.34	0.70	0.09	9.81	0.15
	60MT	5.37	2.1	133.1	2.86	0.22	0.92	0.04	9.32	13
	80MT	5.39	2.4	123.2	2.29	0.29	0.77	0.04	9.33	0.13

\*Application levels of liquid cattle manure.

금비단용구에 비하여 우분뇨액비 시용구에서 유효인산 함량이 높은 경향이였으며, 이는 가축분 시용시 초지의 토양유기물, 유효인산 및 총 질소 함량이 증가되었다는 보고(이, 1994)와 비슷하였고 그 외 다른 성분에서는 처리간 일정한 경향을 보이지 않았다. 또한 토양의 화학성분중 T-N은 금비구보다 우분뇨액비 시용구에서 높게 나타났으나 우분뇨액비 수준간에는 차이가 적었다.

신 등(1999)은 우분뇨 액비수준에 따른 시험전·후에 pH의 차이가 적으나 전질소 함량은 약간 증가한다고 하였고, 유효인산 함량과 치환성양이온 함량도 약간씩 증가된 경향이 있다고 보고하였다. 본 연구에서도 같은 경향을 보였으며, pH에서는 약간 낮은 경향을 보였고, 유효인산 함량은 우분뇨 액비 40톤/ha구에서 많이 높아졌다. 그리고 전질소 함량 변화는 약간 높아지는 경향을 보였다. 엄 등(1989)은 우리나라 산지 토양중에서는 전인산중 유효인산이 점하는 비율은 5%이며, 그중 인산철(strengite), 인산알미늄 (variscite) 및 인산석회로 형성되어 있어 화학비료보다는 가축분뇨 이용이 바람직 할 것으로 사료된다고 하였다. 그리고 가축분뇨 시용은 토

양내 인산, 칼리 함량이 높아진다는 하였고(정 등, 1989), 신 등(1999)은 가축분 시용으로 목초피복율이 높아지고 잡초비율은 낮아져 목초 건물수량이 증가하였다고 보고하였다. 그리고 가축분뇨의 연용이 토양의 유기물 함량이 높아져 토양 비옥도를 증진시켜 우수한 비료자원으로 평가된다고 보고하였다. 따라서 혼파초지에 우분뇨 액비 시용수준은 유거수량, 유거수내 BOD나 COD 함량 그리고 토양 비옥도 증진 효과 등을 종합적으로 고려해 볼 때 ha당 40톤 수준이 안전하리라고 사료된다.

### 적 요

본 시험은 양축농가에서 환경오염으로 문제되고 있는 우분뇨 액상구비를 혼파초지에 환원시 유거수내 BOD, COD 특성과 토양내 화학적 변화를 구명코자 축산기술연구소에서 무비구, 금비단용구, 우분뇨액비구(40, 60, 80톤/ha)를 두어 난괴법 5처리 3반복으로 시험한 결과는 다음과 같다.

무비구에서 유거수량이 1,469.4mm로 가장 많았으나 분뇨액비 60톤구에서는 1,278.1mm

### 3. 유거수량 조사

토양 유거수량은 시험구내에 집수조(높이 90cm×지름 40cm, 원통형)를 설치하여 강우시 측정하였고 500ml의 유거수를 취하여 BOD와 COD를 수질 분석법에 의거 분석하였다.

## 결과 및 고찰

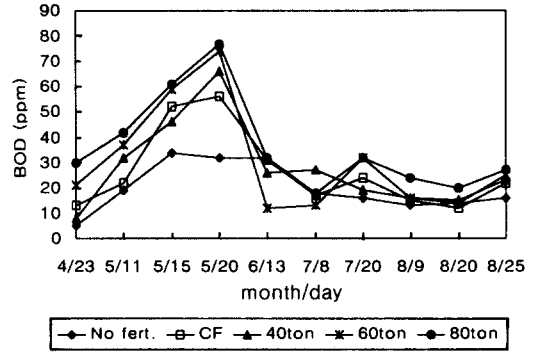
### 1. 토양 유거수량 및 유거수의 오염농도

시험기간 중에 11회 측정된 토양 유거수량은 무비구에서 1,469.4mm /15m<sup>2</sup>로 가장 많았고, 우분뇨액비 60톤구에서 1,278.1mm/15m<sup>2</sup>로 가장 적었으며, 시험기간동안 강우량은 1,039.3mm였다.

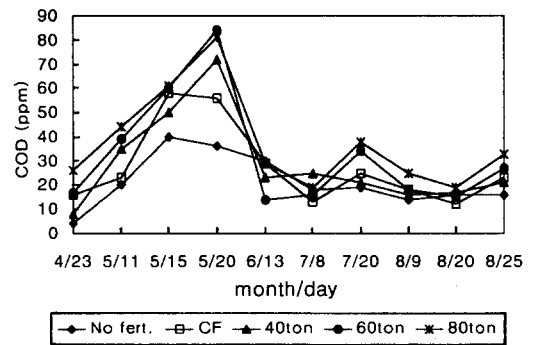
연간 평균 BOD는 무비구에 비하여 금비단용구와 우분뇨 액비 시용구에서 높았고, 금비단용구와 우분뇨액비 40톤/ha구에는 차이가 없었으나 우분뇨액비 60톤/ha 및 80톤/ha구에서 각각 30.35 및 36.22ml/l로 높아졌으나 오수+분뇨 및 축산폐수 처리에 관한 법률 방류수의 수질기준의 일반지역 허가대상 BOD 150ml/l 이하 특정지역 허가대상 50ml/l 이하 보다 월등히 낮은 수치였다. 또한 시험기간중 가장 높은 BOD 수치는 우분뇨 액비 80톤/ha구에서 76.6ml/l로 이때도 일반지역 허가대상 BOD 150ml/l 이하 보다 월등히 낮은 수치였다. 또한 연간 COD는 무비구에서 21.28ml/l로 가장 낮았고 우분뇨액비 80톤구에서 37.51ml/l로 가장 많았다.

본 연구에서는 우분뇨 액비 시비 수준간에 BOD와 COD 함량을 측정하였으나 지금까지 보고된 다른 문헌에서는 이런 자료가 거의 없는 실정이다. 그러나 대부분은 침출수나 유거수 내 유기물과 질소 함량에 대한 측정 결과는 보고된 바 있다. 그 중 질소 시용수준이 증가함에 따라 증가하였고 경사도에 의

한 영향도 많이 있다고 보고하였고 경사도 심할 경우 식물체 내 질소 함량은 감소한다고 했다(최기춘 등, 2000).



[A]



[B]

(No-fert : No-fertilizer, CF : Chemical fertilizer, 40ton, 60ton and 80ton : Application level of liquid cattle manure(ton/ha))

Figure 1. Change of BOD(A) and COD(B) content of run-off waters in Non-fertilization plot mineral fertilizer (Chemical fertilizer), 40ton, 60ton and 80ton/ha by application levels of liquid cattle manure.

### 2. 토양의 화학적 특성변화

시험전·후 토양의 화학성분은 표 3에서 보는 바와 같다.

Table 3. Chemical of properties of subsoil(depth : 10~20cm) after the experiment

	Treat.	pH (1:5)	OM (g/kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Exch. cation(cmol <sup>+</sup> /kg)				CEC (cmol <sup>+</sup> /kg)	T-N (g/kg)
					Ca	K	Mg	Na		
Before expt.	-	5.73	2.2	135.3	3.46	0.19	1.06	0.08	10.07	0.11
After expt.	No-fert.	5.81	2.1	74.5	3.59	0.08	1.10	0.10	9.49	0.11
	Chemical fertilizer	5.71	1.9	75.8	3.27	0.21	0.95	0.04	8.65	0.09
	40MT*	5.30	2.4	222.9	2.31	0.34	0.70	0.09	9.81	0.15
	60MT	5.37	2.1	133.1	2.86	0.22	0.92	0.04	9.32	13
	80MT	5.39	2.4	123.2	2.29	0.29	0.77	0.04	9.33	0.13

\*Application levels of liquid cattle manure.

금비단용구에 비하여 우분뇨액비 시용구에서 유효인산 함량이 높은 경향이였으며, 이는 가축분 시용시 초지의 토양유기물, 유효인산 및 총 질소 함량이 증가되었다는 보고(이, 1994)와 비슷하였고 그 외 다른 성분에서는 처리간 일정한 경향을 보이지 않았다. 또한 토양의 화학성분중 T-N은 금비구보다 우분뇨액비 시용구에서 높게 나타났으나 우분뇨액비 수준간에는 차이가 적었다.

신 등(1999)은 우분뇨 액비수준에 따른 시험전·후에 pH의 차이가 적으나 전질소 함량은 약간 증가한다고 하였고, 유효인산 함량과 치환성양이온 함량도 약간씩 증가된 경향이 있다고 보고하였다. 본 연구에서도 같은 경향을 보였으며, pH에서는 약간 낮은 경향을 보였고, 유효인산 함량은 우분뇨 액비 40톤/ha구에서 많이 높아졌다. 그리고 전질소 함량 변화는 약간 높아지는 경향을 보였다. 엄 등(1989)은 우리나라 산지 토양중에서는 전인산중 유효인산이 점하는 비율은 5%이며, 그중 인산철(strengite), 인산알미늄 (variscite) 및 인산석회로 형성되어 있어 화학비료보다는 가축분뇨 이용이 바람직 할 것으로 사료된다고 하였다. 그리고 가축분뇨 시용은 토

양내 인산, 칼리 함량이 높아진다는 하였고(정 등, 1989), 신 등(1999)은 가축분 시용으로 목초피복율이 높아지고 잡초비율은 낮아져 목초 건물수량이 증가하였다고 보고하였다. 그리고 가축분뇨의 연용이 토양의 유기물 함량이 높아져 토양 비옥도를 증진시켜 우수한 비료자원으로 평가된다고 보고하였다. 따라서 혼파초지에 우분뇨 액비 시용수준은 유거수량, 유거수내 BOD나 COD 함량 그리고 토양 비옥도 증진 효과 등을 종합적으로 고려해 볼 때 ha당 40톤 수준이 안전하리라고 사료된다.

## 적 요

본 시험은 양축농가에서 환경오염으로 문제시되고 있는 우분뇨 액상구비를 혼파초지에 환원시 유거수내 BOD, COD 특성과 토양내 화학적 변화를 구명코자 축산기술연구소에서 무비구, 금비단용구, 우분뇨액비구(40, 60, 80톤/ha)를 두어 난괴법 5처리 3반복으로 시험한 결과는 다음과 같다.

무비구에서 유거수량이 1,469.4mm로 가장 많았으나 분뇨액비 60톤구에서는 1,278.1mm

로 가장 적었다. 유기수내 BOD는 무비구에서 19.84ml/l 로 가장 낮았으나 우분뇨 액비 수준이 증가함에 따라 높아지는 경향이었으며, 우분뇨액비 80톤구에서 36.22ml/l 로 가장 높았다. 유기수내 COD는 무비구에서 21.28ml/l 로 가장 낮았으나 우분뇨 액비수준이 증가함에 따라 높아지는 경향이었으며, 우분뇨액비 80톤구에서 37.51ml/l 로 가장 높았다. 토양의 화학성분중 유효인산 함량과 T-N은 급비구보다 우분뇨 액비 시용구에서 높게 나타났으나 우분뇨액비 수준간에는 차이가 적었다.

### 인 용 문 헌

1. Follet, R. F., Gupta, S. C. and Hunt, P. G. 1987. Conservation practices : Relation to the management of plant nutrients for crop production. pp. 19-51. In Soil fertility and organic matter as critical components of production system, SSS Spec. Publ. 19.
2. Mikkelsen, R. L., and Gillian, J. W. 1995. Transport and losses of animal wastes in runoff from agricultural fields. pp. 185-189. In C. C. Ross(ed) ISAFPW95. Proc. Int. Symp. Agric. Food Processing Wastes, 7th, Chicago, IL... 18-20 June 1995. ASAE, St. Joseph, MI.
3. Page, A. I., Miller, R. H. and Keeney, D. R. 1982. Method of soil analysis. 2nd ed. Am. Soc. of Agron. Soil Sci. Soc. of Am. Madison. SA. U pp. 699-709.
4. Sommerfeldt, T. G. and Chang, C. 1985. Changes in soil properties under annual applications of feedlot manure and differnt tillage practices. Soil Sci. Soc. Am. J. 49:983-987.
5. 류종원. 1997. 초지에서 액상분뇨 시용이 토양의 질소동태와 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 용탈에 미치는 영향. 한초지 17(1):43-50.
6. 엄기태, 홍종운, 유인수. 1989. 다수확재배를 위한 밭 토양관리. 사단법인 가리연구회.
7. 신동은, 김동암, 최기준, 김원호. 1999. 액상분뇨의 종류 및 N 시용량이 연맥의 사초수량과 품질에 미치는 영향. 한초지 19(2):121-126.
8. 신재순, 이혁호, 류종원, 최기준, 임용우, 김원호, 김기용, 이기종. 1999. 돈분뇨 고액분리액 시용에 따른 혼파초지의 생산성과 토양화학적 특성의 변화. 한초지 41(4) 479-479.
9. 정찬, 전병태. 1989. 가축분뇨의 초지의 토양과 생산성에 미치는 영향. 한초지 9(1) : 48-55.
10. 최기준, 육완방. 2000. 발효돈분 및 화학비료 시용이 사일리지용 옥수수의 생산성과 사료가치에 미치는 영향. 한초지 20(1): 41-48.
11. 환경부. 1995. 축산폐수정화시설 표준설계도 작성 용역 보고서. pp 12-125.