

축분퇴비의 침출수 수질특성

Quality of Leachate from Manure Compost

홍 성 구(한경대) · 김 진 태*(한경대)

Hong, Seong Gu · Kim, Jin Tae

Abstract

Water pollution induced by animal waste is one of the major problems in managing stream water quality. In this presentation, water quality of leachate from manure compost was analyzed by pot experiments, using a rainfall simulator. Based on the limited experiment conditions, the average concentrations of COD, SS, TKN, TP were up to 2000mg/L, 24g/L, 107mg/L, 50mg/L, respectively. The higher concentrations were generally observed when the amount of manure compost was greater and rainfall intensity was lower.

I. 서론

현재 우리나라의 육류소비량은 지속적으로 증가하고 있으며, 축산농가의 수는 점점 줄어들고 있으나 사육규모는 커지고 있다. 이에 축산 환경오염문제가 제기되고 있으며 효과적인 처리방법에 관한 문제는 상수원의 수질보전 및 농촌지역의 쾌적한 생활환경 유지와 관련하여 상당한 관심을 끌어왔다. 가축분뇨의 정화방류수 기준은 지속적으로 강화되어 왔다. 1996년 7월 1일 부터는 규제미만의 농가에서 발생하는 방류수질에 대해서도 BOD가 적용되며, 기존의 신고대상 규모의 방류수질은 더욱 강화된다. 1998년 기준으로 축산분뇨 발생량은 1일 193천톤으로 총 오·폐수량의 1%이나, BOD 기준 오염부하량은 15%를 차지하고 있다¹⁾. 특히 축산폐수처리시설은 방류수질 기준에 질소 및 인에 대한 규제가 포함되며 1999년 1월 1일 부터는 COD 및 대장균수도 규제대상에 포함되었다. 따라서, 축산폐수의 수질특성의 파악은 축산분뇨에 의한 하천 및 호소수계 수질관리에 매우중요하다. 본 연구에서는 강우강도별, 축분량별, 강우지속시간, 퇴비화진행에 따른 침출수의 수질특성을 파악하여 농촌유역의 하천 수질관리를 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

II. 재료 및 방법

축분퇴비의 침출수 수질특성을 알아보기 위하여 실험적으로 야적된 축분으로부터의 유출부하량을 조사하였다. 인공강우발생장치를 제작하여 축분을 담은 포트에 일정 강우강도로 살수, 침출수를 채취, 분석하여 유출수 중의 SS, COD, TKN, NO₃-N, TP 농도를 분석하였다.

1. 강우발생장치

강우발생장치는 양수용 펌프에 농약살포용 노즐을 연결하여 제작하였다. 노즐의 방향 및 각

도를 고정시키기 위하여 앵글로 제작한 프레임에 연결, 움직이지 않도록 하였으며 연결호스에 유량조절용 밸브를 연결하여 살수량을 조절할 수 있도록 하였다. 실내에서 직경 약 2cm의 펄룸통을 일정간격으로 배치한 후 인공강우의 분포를 조사하였다. 실측된 강우 분포를 이용하여 포트를 설치할 위치와 강우강도를 계산하였다. 살수 분포는 Figure 1에 나타난 바와 같이 등분포를 나타내지 않았으나 포트에 살수량이 최대한 등분포를 갖도록 위치를 선정하였다.

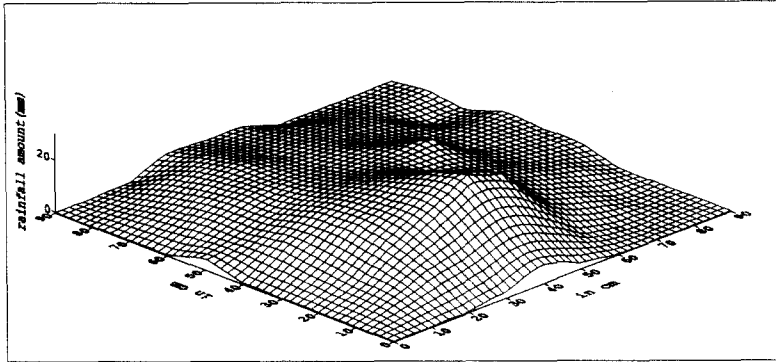


Figure 1. Distribution of rainfall amount for 10minutes

실험에 이용한 강우강도는 강우발생장치의 특성 및 실험여건을 고려하여 100 mm/hr 와 50 mm/hr의 두가지로 결정하였다. 여기서 실험에 앞서서 강우발생장치에 의해 발생된 측정 살수량은 100mm/hr 조건에서 116mm/hr, 50mm/hr에서 41mm/hr로 나타났다. 수조의 수위 등 조건이 다소 변함에 따라서 노즐에서 분사되는 살수량은 약 10%내외로 변하나 반복실험을 통하여 침출수량, 농도, 그리고 부하량을 파악하는데는 큰 영향이 없다고 판단된다. 강우발생은 1시간 동안 지속하였으며, 유량측정은 5분간격으로 하였으며 분석을 위한 시료는 유량측정을 위해 채취한 2개의 5분 간격 시료를 혼합하여 시료를 얻었다.

2. 실험방법

실험에 이용한 축분은 한우를 사육하는 농가에서 얻은 것으로서, 발효조에서 10여일 퇴비가 진행된 톱밥발효우분이다. 농가에서 얻은 축분은 먼저 균질한 상태가 될 수 있도록 삽으로 혼합 후 포트에 담았다. 강우발생장치를 이용한 침출수 채취는 7일 간격으로 3회에 걸쳐 실시하였다. 앞에서 언급한 2가지 강우조건과 축분 3kg과 6kg에 대하여 각각 2 반복 실험을 수행하기 위해서 총 24개의 포트를 준비하였다. 유출실험 직전에 포트별로 약 30g을 채취하여 함수비를 측정하였다. 축분은 35cm*50cm의 직사각형 포트에 약 10cm 내외의 두께로 담아 10%로 경사지게 하여 바닥부에서 침출수를 모아 유량을 측정하고 시료통에 담은 후, 분석하였다. 시료채취를 위한 포트 및 집수조는 Figure 2에 나타난 바와 같다. 축분이 담겨진 포트의 측면의 아래와 바닥에는 침출수가 집수조로 배제될 수 있도록 구멍을 뚫으며, 포트에서 배제된 침출수는 경사진 집수조의 방출구를 통해 채취하였다.

3. 분석방법

축분 표면에서의 유출은 거의 없고 축분 내부를 침투하여 바닥으로 흘러나오는 침출수만이 발생되었다. 채취한 침출수는 SS, COD, TKN, $\text{NO}_3\text{-N}$, TP에 대하여 분석하였으며, 분석방

법은 공정시험방법 및 Standard method를 따랐다. COD는 중크롬산칼륨을 이용하였으며, TKN은 분해 후 암모니아를 0.025N H₂SO₄로 적정하여 정량하였고, NO₃-N은 카드뮴환원법을 이용하였다. TP는 폴리브덴산 암모늄과 염화제일주석으로 발색시켜 분광광도계를 이용하여 정량하였다.

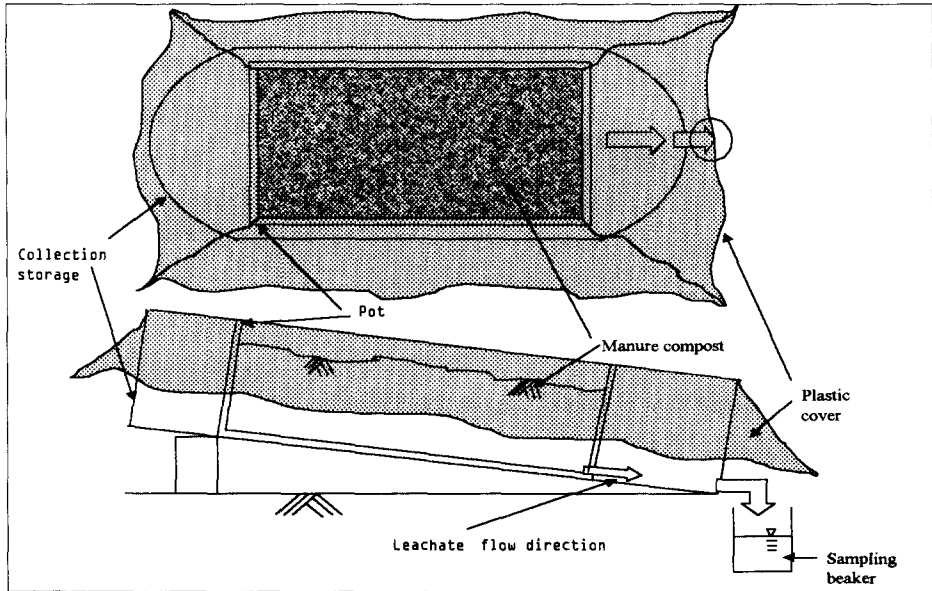


Figure 2. Schematics for leachate collection from a pot with manure compost

III. 침출수에 의한 부하량

1. 침출수에 의한 유출량

축분의 함수비는 전체평균 63.3%였고, 퇴비화가 진행되는 과정에서는 55%~75%로서 큰 변화는 없었다. 5분 간격으로 1시간 동안 지속하여 측정된 유출량은 Figure 3과 같이 초기에 증가하고 10분부터 60분 사이에 일정량을 유지하다가 강우 종료 후 급격히 감소함을 알 수 있고, 강우강도가 높을수록 유출량도 증가함을 알 수 있었다. 야적량에 따른 변화는 3kg일 경우 6kg일 경우보다 유출량이 다소 높게 나타났다. 이는 축분에 톱밥이 상당량 포함되어 있기 때문에 축분량이 많을수록 톱밥에 의한 수분흡수가 증가하였기 때문으로 판단된다.

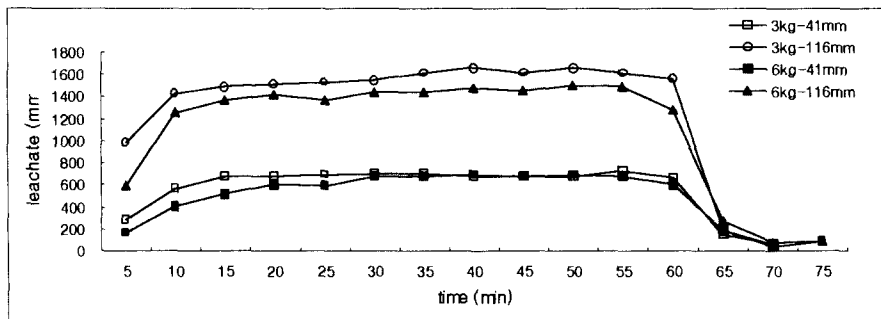


Figure 3. Leachate rate for different rainfall and animal waste amount condition

2. 항목별 농도변화

가. SS (부유물질)

부유물질(Suspended Solids)의 농도변화는 Figure 4에 나타난 것과 같다. 동일 축분량에서 강우강도가 큰 경우에는 농도가 작아짐을 알수 있다. 이는 강우강도가 클 경우 유출량 증가로 인해 부유물질농도는 다소 낮아짐을 알수 있다. 동일 강우강도에서는 축분량이 증가함에 따라서 부유물질의 농도가 증가함을 알수 있다. 강우지속시간에 따른 변화는 강우종료후 침출수중의 농도가 대체로 크게 증가함을 볼수 있다. 퇴비화진행에 따른 뚜렷한 농도 변화는 파악하기는 힘들었다.

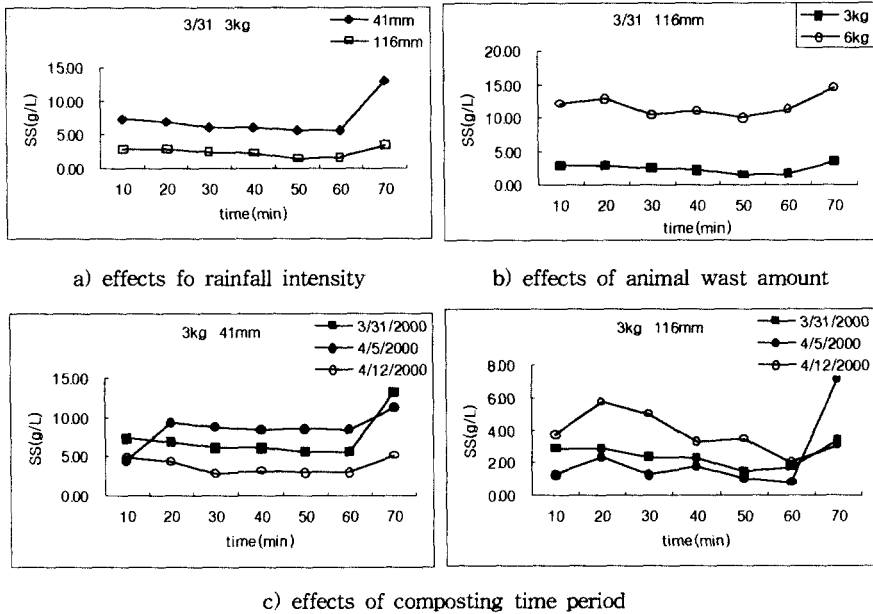


Figure 4. SS Concentrations

나. COD(화학적산소요구량)

화학적 산소요구량은 Figure 5와 같이 동일축분량에 대해 강우강도가 클수록 농도는 작게 나타났고, 일정강우강도에서 축분량이 많을수록 농도는 높게 나타남을 알수 있었다. 지속시간에 따른 농도변화는 대체로 시간이 지남이 따라 감소하는 경향이 나타났다.

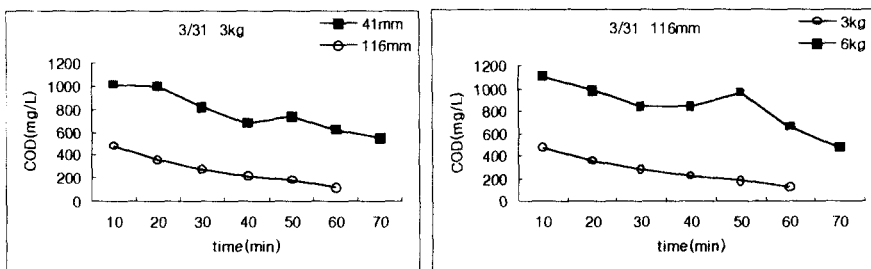


Figure 5. COD Concentrations

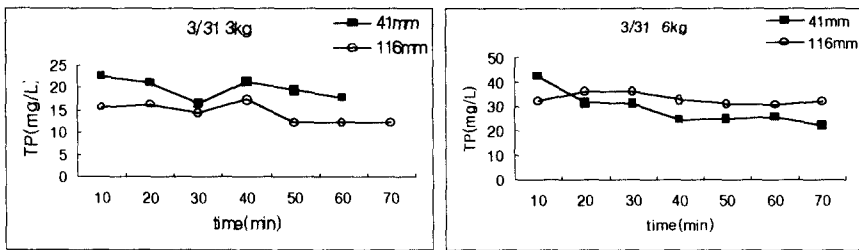
다. TP(총인)

총인의 경우 강우강도나 축분량의 처리 조건에 따른 농도의 차이가 SS나 COD와 같이 뚜렷

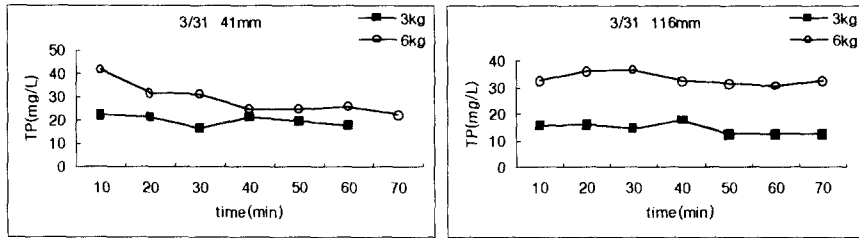
하게 나타나지 않았다. Figure 6과 같이 3월 31일 실험의 경우 축분량에 따라 축분량이 많을수록 농도가 약간 높게 나타나지만 강우강도나 지속시간에 따른 관계는 뚜렷하지 않았다.

라. 질산성질소($\text{NO}_3\text{-N}$)

질산성질소의 농도는 축분량과 강우강도의 조건에 대한 차이가 거의 없고, 전체적으로 10ppm이하의 농도로 나타났으며, 강우지속시간에 따른 변화도 일정하게 나타났으나, 강우 종료 후 3배 이상 급격히 증가함을 알 수 있었다(Figure 6).

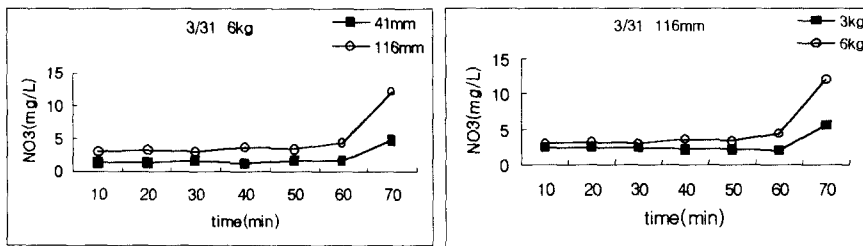


a) effects fo rainfall intensity



b) effects of animal waste amount

Figure 6. TP Concentration



a) effects fo rainfall intensity

b) effects of animal waste amount

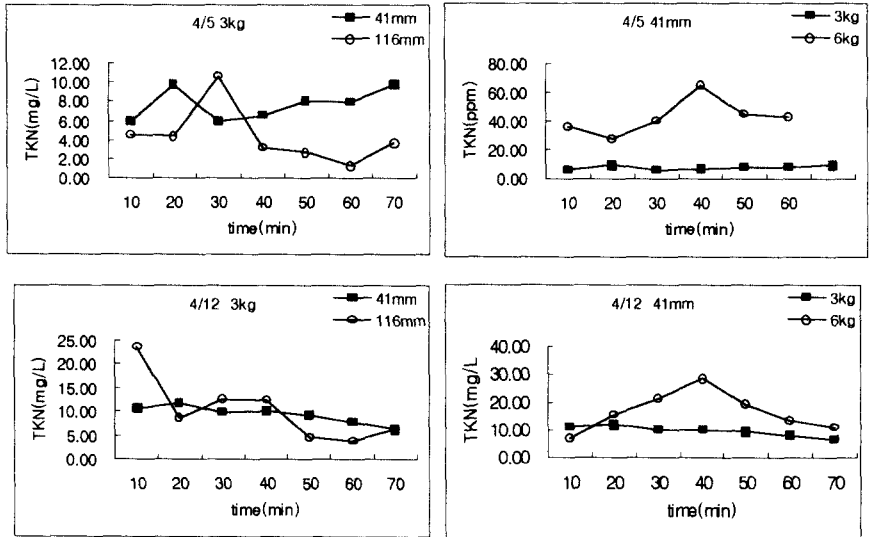
Figure 7. $\text{NO}_3\text{-N}$ Concentrations

마. TKN(암모니아태와 유기태질소)

TKN은 동일강우 조건에서 축분량이 증가함에 따라서 농도가 다소 증가하였으나, 동일한 축분량에서는 강우강도에 따른 농도변화가 뚜렷하지 않았다. 강우지속시간에 따른 농도변화는 점점 증가하다가 점차 감소하는 경향을 나타내고 있었다.

침출수에 대한 항목별 농도의 범위를 살펴보면 동일 강우강도에서 축분량에 따른 농도변화

가 SS는 3배, COD 2배정도 높게 나타났으며, TKN의 경우는 최고치값이 4배이상 높게 나타난 결과를 볼수 있었다. 반면, 동일축분량에 대한 강우 강도에 따른 농도변화를 살펴보면, 강우강도가 클수록 1~1.5배 정도 농도는 감소함을 알수 있었다.



a) effects fo rainfall intensity

b) effects of animal wast amount

Figure 8. TKN Concentrations

IV. 요약 및 결론

인공강우발생장치를 제작하여 축분량을 채운 포트에 살수하여 침출수 중의 항목별 수질을 분석한 결과 축분량과 강우강도와의 관계를 살펴볼 수 있었다. 축분량이 증가함에 따라서 오염물질의 농도가 증가하였으며, 동일한 축분량에 대해서는 강우강도(강수량)이 큰 경우 대체로 농도가 감소함을 알 수 있었다. 본 연구에서의 제한된 실험조건에서 얻은 결과를 종합적으로 살펴볼 때, 야적된 축분으로부터의 침출수 중 오염물질의 평균농도는 축분량과 강우강도의 조건에 따라서 변화하지만, 최고 COD 2000 mg/L, SS 24 g/L, TKN 107 mg/L, NO₃-N 10 mg/L, TP 50 mg/L 수준까지 이르며, 강우가 종료되는 시점에는 오염물질의 종류에 따라서 이보다 3-4배 이상 증가하게 된다.

V. 참고문헌

1. 유철호외, 가축분뇨의 자원화촉진방안, 한국농촌경제연구원, pp157-175, 1996
2. 소만호, 축산분뇨 처리 및 자원화 정책방향, 전남대학교동물자원학부, pp1-16, 1999
3. 이상길, 가축분뇨 처리 및 자원화 대책, 축산기술연구소, pp123-143, 1999
4. 한국수자원공사, 수자원관리종합정보시스템, <http://wamis.kowaco.or.kr/NqSRC/wq2_15.asp>, 2000