

양돈슬러리의 미기상 변화에 의한 암모니아 발생특성 Ammonia Emission Characteristics for the Microclimate Variation of the Growing-finishing Pig Slurry

이성현*	조한근**	이인복*	김경원*	최광재*	오권영*	유병기*
정희원	정희원	정희원	정희원	정희원	정희원	정희원
S.H. Lee	H.K. Cho	I.B. Lee	K.W. Kim	K.J. Choi	K.Y. Oh	B.K. Yu

1. 서론

양돈분뇨는 암모니아, 황화수소 등 각종 악취를 발생하는 주요 원인물질 중의 하나로 인식되고 있다. 축산시설에서 발생하는 암모니아 가스는 사육하는 가축, 농민, 주위 이웃, 주변환경 및 대기에 좋지 않은 영향을 미친다. 그러나 이러한 가축 분뇨로부터 발생하는 암모니아 가스에 관해 이용할 만한 데이터가 거의 없는 실정이다. 암모니아는 축분에 있는 질소성분의 분해에 의해 생성된다. 우리나라의 경우 악취로 인한 민원발생을 보면 2001년 2,765건, 2002년 2,864건으로 보고되고 있으며 악취와 관련된 민원이 지속적으로 증가되고 있다. 따라서 이러한 민원을 해소하기 위해서는 양돈분뇨에서 발생하는 악취의 양을 측정하여 악취의 발생을 줄일 수 있는 기술을 개발하는 것이 필요하다. Schulte(1997)와 Sommer(1993) 등은 온도는 분뇨의 암모니아 발생과 관련된 요인들을 변경하고 암모니아 발생을 증가시킨다고 하였다. Aarnink(1997)는 암모니아의 발생이 계절에 따라 변화하며 겨울보다 여름철 고온기에 그 발생량이 증가하였음을 보고하였다. 축사의 분뇨저장 피트에서 발생하는 암모니아 가스는 축사내부의 온도 및 풍속과 축분의 온도 및 고형분 함량 등에 따라 변화할 수 있다. 송준익 등은 육성·비육돈사 내에서 환기형태별 환경조사 연구를 통해 고온기 무창식 돈사에서 돼지가 생활하는 바닥에서의 공기유속이 0.2~0.6m/s이며, 축벽에 설치된 윈치커튼의 개폐에 의해 환경이 조절되는 개방형 돈사에서는 0.2~0.5m/s라고 보고하였다. 또한 저온기 때 돼지가 생활하는 바닥의 공기유속은 무창돈사에서 0~0.3m/s, 개방형 돈사에서 0~0.3m/s로 무창돈사와 개방형 돈사의 바닥 부근에서 공기유속은 차이가 없다고 하였다. 축분에서 발생하는 각종 유해가스 발생과 관련된 연구는 축사내부의 가축과 작업자의 건강, 복지, 안전을 유지하기 위한 환경조절과 밀접한 관계가 있다. 또한 축분으로부터 발생하는 암모니아 가스에 관한 정보는 분뇨저장 시설이나 분뇨저장 피트의 적정한 환기를 위한 환기시설을 설계하는데 유용하게 사용될 수 있다. 그러나 현재 양돈 슬러리에서 발생하는 암모니아 가스에 관한 연구 자료가 부족한 실정이다. 이 연구의 목적은 돈사에서 발생하는 암모니아 가스를 줄이기 위한 방안의 하나로 양돈 슬러리의 온도와 표면의 풍속변화가 양돈 슬러리로부터의 암모니아가스 발생에 주는 영향을 구명하고 하였다.

2. 재료 및 방법

(1) 공시축분

슬러리 온도 및 표면풍속 변화에 따른 양돈 슬러리의 암모니아 발생량을 측정하기 위하여

* 농촌진흥청 농업공학연구소 농업시설공학연구실 ** 충북대학교 농업생명환경대학 바이오시스템공학과

육성·비육돈사의 슬러리를 이용하였다. 공기측분은 경기도 평택시 안중에 있는 일관사육 양돈농장에서 육성·비육돈사 내부에 설치된 슬러리 저류장에 있는 양돈 슬러리를 펌프로 퍼내어 시험장소로 운반 이용하였다.

(2) 온도 및 표면풍속 변화에 의한 암모니아 발생 시험장치 구성

슬러리의 온도변화와 표면풍속 변화가 암모니아가스 발생에 미치는 영향을 분석하기 위하여 그림 1, 2와 같이 시험장치를 구성하였다. 온도변화에 의한 암모니아 발생특성 시험장치는 농가에서 채취한 양돈 슬러리 1ℓ를 25ℓ의 플라스틱 상자에 담아 완전히 밀봉한 상태에서 슬러리의 온도가 챔버에 설정한 온도와 같아지도록 하였으며, 시험시 슬러리의 표면적은 92cm² 이었다. 표면풍속 변화에 의한 암모니아 발생 시험챔버는 슬러리에서 발생한 암모니아 가스가 챔버내부에 고르게 확산되도록 원심팬을 이용하여 시험기간 동안 지속적으로 공기가 순환되도록 하였다. 챔버는 공기의 공급량과 샘플링량을 제외하고는 외부공기와 차단되도록 완전히 밀폐 하였다. 슬러리의 표면풍속은 슬러리의 표면에 무지향성 열선풍속계를 설치하여 시험조건에 따라 풍속이 일정하게 유지되도록 구성하였다. 챔버의 전체 체적은 300ℓ 이었으며, 슬러리의 투입량은 2ℓ, 슬러리 표면적은 180cm² 이었다.

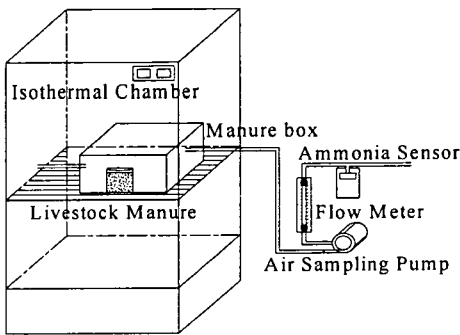


Figure 1. A schematic diagram of the ammonia emission measurement system from pig slurry by its temperature variation.

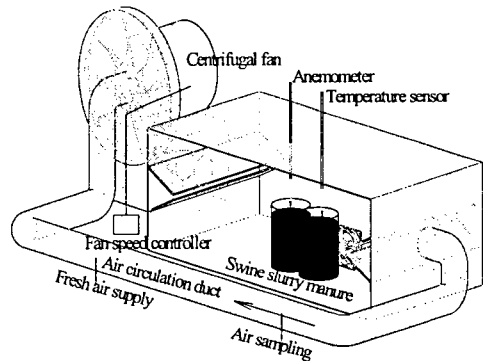


Figure 2. A schematic diagram of the ammonia emission measurement system from pig slurry by its surface air velocity variation.

(3) 측정장치

이 연구에서 측정할 악취 가스는 축분에서 발생하는 대표적인 가스중의 한 종류인 암모니아가스 이었다. 양돈 슬러리의 온도는 용기 중심부에 온도 감지부를 넣어 측정하였으며, 사용한 온도센서는 TMC6-HA(Onset Computer Cooperation, Bourne)이다. 양돈 슬러리의 표면풍속은 양돈 슬러리 표면에 TSI8465(USA) 미소풍속계를 설치하고, 풍속계에서 지시한 값을 보면서 챔버의 공기 순환팬의 회전수를 조절하면서 일정한 풍속이 되도록 조절하였다. 돈분에서 발생하는 암모니아가스는 Draeger사의 단일가스 측정기(PAC III, Germany)를 이용하여 측정

하였다. 암모니아 센서는 측정시의 오차를 줄이기 위하여 사용전 50.1ppm 표준가스(한국표준과학연구소)와 질소가스를 이용하여 감도를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

(1) 측정센서 감도분석

시험에 사용한 암모니아 센서는 양돈슬러리에서 발생하는 암모니아 가스 농도를

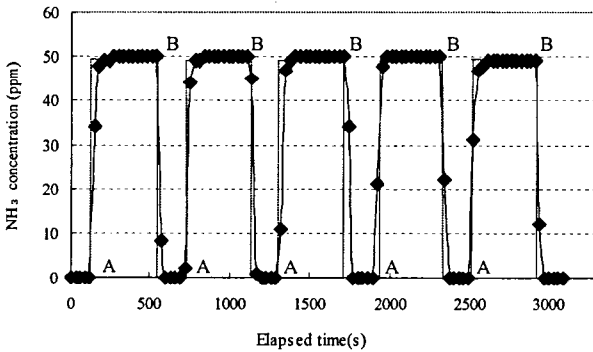


Figure 3. A calibration result of the sensor for the ammonia detection in swine facilities.

측정하기 전에 표준가스와 질소가스를 이용하여 감도를 분석하였다. 그림 3은 암모니아 표준가스와 질소가스를 암모니아 센서에 공급했을 때 센서에서 감지한 결과를 나타낸 것이다. 그림 3에서 A는 질소가스를 공급하다가 암모니아 가스가 공급되도록 밸브를 전환한 시점을 나타낸 것이고, B는 암모니아 가스를 공급하다가 질소가스가 공급되도록 밸브를 전환한 시점을 나타낸 것이다. 사용한 암모

니아 표준가스와 질소가스는 한국표준과학연구소에서 구입을 하였으며, 표준가스의 농도는 50.1ppm이었다. 센서에서 감지한 가스농도는 30초 간격으로 기록을 하였다. 시험에 사용한 암모니아 센서는 사용에 매우 적합한 것으로 판단되었다.

(2) 양돈 슬러리의 온도변화에 따른 암모니아 가스발생 특성

그림 4는 양돈 슬러리의 온도변화에 따른 암모니아 농도와 환기량을 고려하여 슬러리의 온도

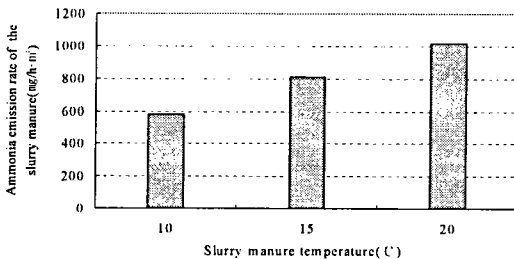


Figure 4. The ammonia emission rate at three different temperature of the growing-finishing pig slurry.

변화에 따른 암모니아 발생량을 나타낸 것이다. 그림에서 볼 수 있듯이 양돈 슬러리로부터의 암모니아 발생량은 슬러리의 온도가 10°C일 때 578 mg/h·m³이었으며, 온도가 20°C일 때는 1,018 mg/h·m³으로 나타났다. 따라서 양돈 슬러리의 온도를 20°C에서 10°C로 낮추면 암모니아 발생량을 약 45% 줄일 수 있을 것으로 판단되었다.

이는 슬러리의 온도가 높으면 슬러리의 미생물과 효소활동이 증진되고, 돈사내 슬러리 저장조 하단에 있는 슬

러리로부터 표면으로 암모니아 확산이 증진되기 때문인 것으로 판단되었다. 또한 암모니아는 온도가 낮아지면 물에 많이 용해되나 온도가 높아지면 물에 녹아있던 암모니아가 공기 중으로 확산되기 때문에 슬러리의 온도가 높아지면 암모니아 발생이 많아짐을 알 수 있다.

(3) 양돈 슬러리의 표면풍속 변화에 따른 암모니아 발생 특성

그림 5는 양돈 슬러리의 표면풍속변화에 의한 암모니아 발생특성을 분석한 것이다. 풍속이

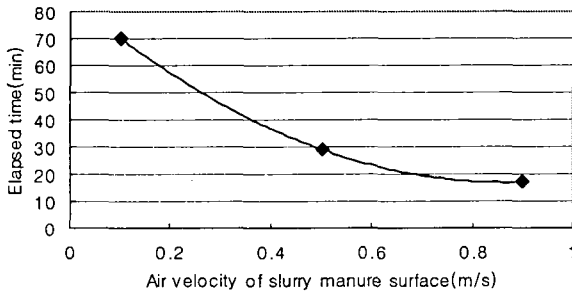


Figure 5. Elapsed time of the ammonia concentration to reach 15ppm at three different surface air velocities of the growing -finishing pig slurry.

양돈 슬러리 표면으로부터의 암모니아 발생에 주는 영향은 시험챔버 내부의 암모니아 농도가 15ppm에 도달하는 시간을 비교하였다. Choiniere 등과 Guingand 등이 분뇨 저장 피트에서의 환기시스템은 분뇨로부터 축사내부로의 암모니아 확산은 줄일 수 있지만 대기중으로의 암모니아 확산은 다른 환기시스템과 비교할 때 더 증가함을 보고하였다. 이것은 분뇨 저장 피트에서 환기를 하면 분뇨표면의 풍속이 증가하여 분뇨로부터의 암모니아

발생을 촉진하기 때문으로 판단된다. 챔버내부의 암모니아 농도가 15ppm에 도달하는 시간은 슬러리 표면풍속이 0.1m/s일 때는 약 70분이 소요되었고, 풍속이 0.5m/s일 때는 약 30분이 소요되었으며, 풍속이 0.9m/s에서는 약 18분이 소요되어 슬러리 표면의 풍속이 양돈 슬러리 표면으로부터의 암모니아 발생을 촉진시키는 것으로 나타났다.

4. 요약 및 결론

이 연구는 양돈농가에서 발생하는 악취 중 특히 암모니아가스 발생을 줄이기 위한 방법을 모색하기 위하여 육성·비육돈사의 양돈 슬러리를 공시 축분으로 양돈 슬러리의 온도 변화와 표면풍속 변화가 암모니아 발생에 미치는 영향을 분석하기 위하여 수행하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. CIGR 보고서, Den Brok와 Verdoes, Aarnink 등이 제시한 바와 같이 슬러리로부터의 암모니아 가스발생은 슬러리의 온도와 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났으며, CIGR 보고서와 Christianson 등이 분뇨로부터의 암모니아 발생을 줄이기 위해서 분뇨표면에서의 풍속을 제한할 필요가 있음을 제시한 것과 같이 슬러리의 표면풍속이 슬러리로부터의 암모니아 가스발생을 촉진시키는 것으로 나타났다.

나. 환기량과 암모니아 농도를 이용하여 구한 암모니아 발생량은 슬러리의 온도가 10℃일 때 578mg/h·m³이었으며 슬러리의 온도가 20℃일 때는 1,018mg/h·m³으로 나타나 양돈 슬러리의 온도를 20℃에서 10℃로 낮추면 양돈 슬러리로부터의 암모니아 발생량을 약 45% 줄일 수 있을 것으로 판단되었다.

다. 따라서, 돈사의 슬러리온도와 표면풍속을 조절함으로써 슬러리로 부터의 암모니아 발생을 줄일 수 있으며 이는 축산농가에서 발생하는 악취가스에 의해 발생하는 민원을 해결하는데 큰 도움이 될 것으로 판단되었다.

5. 참고문헌

1. Aarnink, A.J.A. 1997. Ammonia emission from houses for growing pigs as affected by pen design, indoor climate and behavior. Kok-Lyra Publishers, Kampen, The Netherlands, ISBN 90-5485-662-9.
2. Den Brok, G.M. and N. Verdoes. 1997. Slurry cooling to reduce ammonia emission from pig houses. Proceedings of the International Symposium on Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. (Voermans, J.A.M. and Monteny, G. editors). Research Institute for Pig Husbandry, Rosmalen, Netherlands. 441-447.
3. Schulte, D.D. 1997. Critical Parameters for Emissions. Ammonia and odour control from animal production facilities. Proceedings of the International Symposium on Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. (Voermans, J.A.M. and Monteny, G. editors). Research Institute for Pig Husbandry, Rosmalen, Netherlands. 603-606.
4. Sommer, S.G., B.T. Christensen, N.E. Nielsen, and J.K. Schjorring. 1993. Ammonia volatilization during storage of cattle and pig slurry: effect of surface cover. Journal of Agricultural Science 121: 63-71.
5. Verdoes, N. and N.W.M. Ogink. 1997. Odour emission from pig houses with low ammonia emission. Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Proceeding of the International Symposium. Vinkeloord, The Netherlands. October 6-10, 317-325.
6. 류희욱, 조경숙, 이태호, 허목. 2003. 양돈시설 악취관리: II. 악취관리 계획 수립. 한국냄새 환경학회지 2(2): 78-85.
7. 송준익, 유용희, 정종원, 김태일, 최희철, 강희설, 양창범, 이영운. 2004. 육성·비육돈사 내에서 환기형태별 환경조사 연구. 축산시설환경학회지 10(2): 93-100.