

돈사 내에서 계절별 악취 발생 농도 조사 연구

감동환 · 정종원 · 최희철 · 송준익 · 홍준택* · 이대원* · 유용희

농촌진흥청 축산과학원

A Field Survey on the Odor Concentration in Piggery by the Change of the Season

Kam, D. H., Jeong, J. W., Choi, H. C., Song, J. I., Hong, J. T*, Lee, D. W*.
and Yoo, Y. H.

National Institute of Animal Science R.D.A.

Summary

Six pig farms were surveyed to measure the odor concentrations and characteristics of ammonia and sulfide corollary compounds in piggery. They were depended on the scale of piggery, weather conditions such as temperature, humidity, wind speed and direction, scales and types of pig breeding, and manure treatment methods. The highest ammonia concentrations in piggery were measured during the winter, since the tight sealed insulation in piggery made less amount of generated ammonia discharged from piggery. The objective of this study was to measure concentrations of odor in the piggery by season and growing, and to measure concentrations of odor at boundary area. So, we investigated the raising managements, manure managements, and methods of reducing odor according to farm scale. We found that concentration of ammonia gas in the swine fattening piggery in winter was the highest. This result is consistent with the lower ventilation rate to maintain indoor temperature. In this result, there was no connection between farm scale and ventilating system. Concentration of ammonia gas was 1.64 ppm at one boundary area in the middle scale. H₂S, CH₃SH, (CH₃)₂S, and (CH₃)₂S₂ were below the standard of protection odor policy.

(Key words : Odor, Ammonia, Sulfide corollary, Boundary area)

서 론

악취(惡臭, odor)는 “나쁜, 고약한 냄새 혹은 싫거나 불쾌한 냄새”로 정의 한다. 냄새의 종류에 관계없이 싫거나 또는 불쾌한 냄새지각이 생기는 현상을 악취 혹은 악취공해

라 부른다. 악취는 감각적이고 주관적인 오염물질로 상황에 따라 또는 개인의 성향에 따라 문제의 심각성 여부 또는 정도가 판단 되기 때문에 정량적인 측정이 어려운 물질이다. 2005년 2월 악취관리를 위하여 악취방지법을 제정·공포하여 양돈장 및 분뇨처리시

* 성균관대학교 (The University of SungKyunKwan)

Corresponding author : Yoo, Y. H. National Institute of Animal Science, RDA, Omockchun-Dond 564, Suwon, Korea, 441-350. E-mail : choihc@rda.go.kr

설에서 발생한 악취에 대한 배출허용 기준이 강화되었다. 이 악취방지법에서는 “악취란 황하수소, 메르캅탄류, 아민류, 기타 자극성 있는 기체상 물질이 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새를 말한다.”라고 정의하고 있다(환경부, 2005).

국내 축산업은 현재 가축분뇨처리와 환경문제 해결에 대한 요구와 관심이 주변 및 사회 전반에서 증가되고 있는 실정이다. 이에 따라 축산에서 악취문제는 또 하나의 환경문제로 해결을 해야 되는 주요 사안으로 이슈화되고 있다. 한편 이제는 농촌마을 주민이라 하더라도 양돈장에서 발생하는 악취를 인내하지 않으려는 경향 때문에 문제해결을 위한 대책을 강구해서 악취발생량을 감소시킬 수 있도록 하여야 할 것이다. 악취 발생량은 돈사설계, 분뇨관리, 농장관리, 기후, 입지조건 등에 의해 영향을 받고 있기 때문에 환경친화형 악취방제시설로 2차 환경오염이 없는 시스템으로의 연구 등이 보다 주도적으로 이루어져야 한다. 악취를 전부 제거하는 것은 현실적으로 어렵기 때문에 발생하는 돈사 내 악취를 효율적이고 경제적으로 저감하는 방법을 모색하여야 한다. 따라서 돈사의 악취저감은 환경친화적인 축산업의 안정된 영위와 성장을 위해 시급히 해결되어야 할 과제이다.

양돈시설에서 발생된 악취로 인한 민원은 돈사 22%, 저장분뇨 17%, 분뇨살포 52%, 사료관련 5% 및 기타 1%로 돈사에서 발생하는 악취가 가장 비중이 크다. 따라서 축산농가의 사육규모에 따른 사육형태, 분뇨처리방법, 악취저감 방법 등과 돈사 내 악취발생 농도를 계절별·성장단계별로 조사하고 부지경계 지점의 악취농도와 영향을 연구하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 조사농장 선정 및 현황

가. 조사농장의 선정

조사농장의 선정은 경기도 일대의 농장 중에서 사양방식은 번식비육 일관사육을 하면서 사육규모 기준 대규모, 중규모, 소규모 각 2개소 총 6 농장을 Table 1과 같이 선정하여 조사하였다.

나. 농장의 돈사형태, 환기방식, 분뇨처리 방법

조사 농장의 돈사형태는 Table 2~3과 같이 무창과 개방이 대부분 혼재되어 있고, 환

Table 1. General information piggery

Item	Farm scales	Feeding system	Heads
P-L-1	Large scales	Farrow to finish	5,500
P-L-2	"	"	7,700
P-M-1	Middle scales	"	2,040
P-M-2	"	"	3,709
P-S-1	Small scales	"	1,000
P-S-2	"	"	1,360

Table 2. General information of the house type and ventilation system

Item	Housing type *	Ventilation system
P-L-1	W+O	Mechanical (Chimney outlet)
P-L-2	W+O	Mechanical (Chimney + Pit outlet)
P-M-1	W	Mechanical (Chimney outlet)
P-M-2	O	Natural
P-S-1	W	Mechanical (Chimney outlet)
P-S-2	W+O	Mechanical (Side wall + Chimney outlet) + Natural

* W : Windowless, O : Open

Table 3. General information of manure treatment system

Item	Manure treatment
P-L-1	Slurry + scraper + sawdust
P-L-2	Slurry + scraper
P-M-1	Slurry
P-M-2	Scraper + manual
P-S-1	Slurry
P-S-2	Slurry + scraper + sawdust

기 방식은 강제환기, 자연환기를 병용 실시하고 있었다. 분뇨처리는 슬러리, 스크레퍼 등을 설치 활용하고 있었다.

다. 조사농장의 악취저감 방법

조사 농장의 돈사 내 악취농도를 조사하기 위해서 각 농장의 악취저감 방법을 조사한 결과 Table 4에서 보는 것처럼 대부분의 농장에서 미생물제제를 사용하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 P-M-1 농장의 경우 전혀 사용하지 않는 것으로 조사됐고, P-S-2 농장의 경우는 겨울철 조사당시 사용을 안했으나 봄철부터 악취저감을 위해 미생물제제를 사용하는 것으로 조사됐다.

2. 조사방법

암모니아의 조사는 가스 검지관을 이용한 조사와 악취공정시험법에서 제시한 용액흡수법으로 시료 포집 후 인도페놀법을 이용하여 조사

Table 4. Utilizable technologies to reduce odor

Item	Winter	Spring	Summer	Fall
P-L-1	Microbial	Microbial	Microbial	Microbial
P-L-2	Microbial	Microbial	Microbial	Microbial
P-M-1	-	-	-	-
P-M-2	Drinking water	Aromatic	Aromatic	Aromatic
P-S-1	Microbial	Microbial	Microbial	Microbial
P-S-2	-	Microbial	Microbial	Microbial

하였으며 황화물계 조사방법은 흡입케이스에 테들라백 설치 후 흡인펌프를 이용 감압하여 시료를 포집한 후에 GC 기기로 분석하였다.

5월, 여름철은 8월, 가을철은 11월에 각각 초순부터 중순까지 조사하였다. 조사 농가에서 시료 포집당시 외기환경 조건으로 온도, 습도, 풍향과 풍속 등의 기상상태를 조사하였으며 결과는 Table 5~7과 같다.

결과 및 고찰

1. 계절별 돈사 내 암모니아 농도 조사

나. 계절별·성장단계별 돈사 내 암모니아 농도 조사

가. 외기환경조건 조사

축산과학원(2005)이 보고한 바에 따르면 계절별 조사 시기는 겨울철은 2월, 봄철은 5월, 여름철은 8월, 가을철은 11월로 하였으며 자돈사의 암모니아 농도가 평균 8.8 ppm으로

Table 5. The weather conditions of the large scales

Item	Season	AVG Temperature (°C)	AVG relative humidity (%)	Wind direction	Air velocity(m/s)		Weather
					Min	Max	
P-L-1	Winter	12.7	15.4	N	0.21	0.64	Clear
	Spring	27.3	37.4	NE	0.13	10.5	Cloudy
	Summer	28.8	57.4	NE	0.21	1.15	"
	Fall	14.8	54.1	N	0.57	3.41	"
P-L-2	Winter	4.5	68.7	N	0.19	0.62	Drizzle
	Spring	19.5	71.3	N	0.15	0.24	Cloudy
	Summer	31.2	51.3	N-W	0.10	0.57	Clear
	Fall	21.2	34.0	N-W	0.35	1.76	"

Table 6. The weather conditions of the middle scales

Item	Season	AVG Temperature (°C)	AVG relative humidity (%)	Wind direction	Air velocity(m/s)		Weather
					Min	Max	
P-M-1	Winter	8.5	38.8	S	0.16	3.32	Clear
	Spring	20.9	48.6	N-W	0.19	0.32	Cloudy
	Summer	32.7	47.6	N	0.17	2.24	Clear
	Fall	9.2	34.3	S-W	0.18	1.05	Cloudy
P-M-2	Winter	6.9	25.4	NE	0.69	1.95	Clear
	Spring	22.8	28.5	NE	0.05	1.05	"
	Summer	30.0	73.2	S	0.07	1.44	Cloudy
	Fall	10.4	38.1	S	0.04	0.65	Clear

Table 7. The weather conditions of the small scales

Item	Season	AVG Temperature (°C)	AVG relative humidity (%)	Wind direction	Air velocity(m/s)		Weather
					Min	Max	
P-S-1	Winter	12.0	34.5	N-W	1.91	2.05	Cloudy
	Spring	19.6	69.9	N-W	0.19	0.27	Cloudy
	Summer	31.7	71.2	N-W	0.13	1.72	Cloudy
	Fall	-	-	-	-	-	-
P-S-2	Winter	12.9	12.6	W	0.24	0.72	Clear
	Spring	28.9	23.0	W	0.12	0.90	Clear
	Summer	32.4	56.4	S-W	0.18	1.05	Cloudy
	Fall	9.5	29.6	S	0.27	2.27	Clear

가장 높다고 하였으나 이번 조사에서는 사육 규모에 관계없이 육성비육돈사에서 가장 높은 암모니아 농도가 검출되었다. Table 8~10에서 보는 것처럼 조사농장에서 모돈사, 분만사, 자돈사 보다 겨울철 육성비육돈사 내에서 암모니아 농도가 가장 높게 검출되었다. 계절별·성장단계별 돈사 내 발생 평균 농도를 비교한 결과 같은 경향을 보였다. 이는 돈사 보온을 위해 적정 환기 유지보다 밀

폐 강화 등의 결과로 돈사 내 발생한 암모니아 배출이 적어 농도가 높아지는 것으로 판단되었다. 이성현 등(2005)에 따르면 겨울철 육성비육돈사의 암모니아 농도는 밀폐 강화 등의 이유로 높으나 환기율이 낮아 상대적으로 암모니아 발생량은 적다고 보고하였다. 가을철에서 겨울철 돈사 내 악취농도가 높아 질병발생 위험과 돼지사육 및 돈사관리에 어려움이 많으므로 돈사의 보온뿐만 아니라 적

Table 8. Ammonia concentration of the large scales

(unit : ppm)

Item	Season	Gestation & breeding	Farrowing	Nursery	Growing · finishing
P-L-1	Winter	12.5	10	10	31.3
	Spring	3	3.5	9	5
	Summer	3.5	3	5	6.5
	Fall	22	9	6	18
	Mean	10.25	6.38	7.50	15.20
P-L-2	Winter	29	18	7	43.7
	Spring	3	7.5	11	22.0
	Summer	0.5	1	5	3.5
	Fall	6	5	10	26
	Mean	9.63	7.88	8.25	23.80

Table 9. Ammonia concentration of the middle scales

(unit : ppm)

Item	Season	Gestation & breeding	Farrowing	Nursery	Growing · finishing
P-M-1	Winter	13	25	4	20.5
	Spring	2	2	2	10
	Summer	4	1	1.3	3
	Fall	8	13	5	9
	Mean	6.75	10.25	3.08	10.63
P-M-2	Winter	9	13.5	5	41.3
	Spring	6	0.5	2	13.5
	Summer	1.5	1	3	16.5
	Fall	3.3	6.3	16.3	48
	Mean	4.95	5.33	6.58	29.82

Table 10. Ammonia concentration of the small scales

(unit : ppm)

Item	Season	Gestation & breeding	Farrowing	Nursery	Growing · finishing
P-S-1	Winter	—	19	17	23
	Spring	6.5	2	6.5	6
	Summer	3	2	2	2
	Fall *	—	—	—	—
	Mean	4.75	7.67	8.5	10.33
P-S-2	Winter	—	11	16	20
	Spring	2	2	5	11.3
	Summer	6	4	7	5
	Fall	6	6.5	3.5	6
	Mean	4.67	5.88	7.88	10.58

* The pig farm couldn't be surveyed for domestic reasons.

절한 돈사환기로 악취의 제거가 시급할 것으로 판단되었다.

위의 표에서 환기방식이 서로 다른 중규모 농장의 암모니아 발생량을 보면 강제환기의 P-M-1 농장보다 자연환기의 P-M-2 농장의 가을철~겨울철 암모니아 농도가 높음을 볼 수 있는데 이는 최소환기 여부와 관련이 있는 것으로 판단되었다. 이상의 결과를 보면

사육규모와 환기 방식이 관계가 없는 것으로 나타났다.

2. 중규모 농장의 부지경계 지점의 악취 농도 조사

축산과학원(2003)의 보고 자료에 따르면 양돈농가 주변지역 악취물질의 영향 파악을

Table 11. The distance of boundary area from piggery

(Unit : m)

Item	East	West	South	North
P-M-1	4.5	14.6	50	—
P-M-2	3.8	—	3.9	10

Table 12. Odor compounds concentration in boundary area of the middle scale piggery

(Unit : ppm)

Item	NH ₃	Sulfide corollary			
		H ₂ S	CH ₃ SH	(CH ₃) ₂ S	(CH ₃) ₂ S ₂
P-M-1	—	<0.001	<0.000	<0.000	<0.000
P-M-2	1.64	<0.001	<0.001	<0.001	0.001
An emission standard	1 below	0.02	0.002	0.01	0.009

* Areas within boundary line as identified by Korean regulation act

위해 2003년 사육시설로부터 풍하방향 20 m 외곽지점에 부지경계를 설정하여 악취농도를 조사한 결과 부지경계에서 규모별 악취물질 농도는 암모니아 평균 2.5 ppm, 황화수소 38.1 ppb, 메틸머캅탄 6.5 ppb, 다이메틸설파이드는 N.D, 다이메틸다이설파이드는 1.4 ppb가 측정되었다고 보고하였다. 이번 조사에서는 2005년 악취방지법이 제정·공포 되면서 배출 허용기준 및 엄격한 배출허용 기준 설정은 농장 부지경계선을 기준으로 하고 있으므로 환기방식이 다른 중규모 농장 2곳의 부지경계 지점을 조사하고 조사당일 풍하방향 부지경계선에서 악취농도를 조사하였다. 조사 결과 P-M-1 농장의 남쪽 50m를 제외하곤 대부분 사육시설이 부지경계 인근까지 활용되고 있었으며 악취농도는 P-M-2 농장의 암모니아 농도가 1.64 ppm으로 배출기준 보다 높게 나왔으며 황화물계는 두 농장 모두 악취방지법의 배출 허용 기준 이하로 검출되었다.

악취농도는 조사할 때 날씨, 풍속, 온도,

사육시설로부터 부지경계거리 등에 따라 배출 허용을 초과 또는 미만이 될 수가 있다. 따라서 어느 하나의 성분이 기준을 초과할 때에는 배출허용기준을 초과한 것으로 본다는 법규정에 비추어 볼 때 이웃과 부지경계가 매우 근접하여 있다면 상황에 따라서 허용기준을 초과하는 것으로 볼 수 있다 하겠다.

적 요

본 연구에서는 축산농가의 사육규모에 따른 사육형태, 분뇨처리 방법, 악취저감 방법 등과 계절별·성장단계별 돈사 내 악취농도와 환기방식이 다른 두 농장의 부지경계 지점의 악취농도를 조사 연구하고자 하였다.

1. 돈사 내 암모니아 발생량을 조사한 결과 겨울철 육성비육돈사의 암모니아 농도가 가장 높았다. 그 이유는 돈사 보온을 위해 적정 환기 유지보다 밀폐 강화 등의 결과로 돈사 내 발생한 암모니아 배출이 적어 농도가 높아지는 것으로 보였다.

2. 돈사 내 악취농도 조사 결과 사육규모와 환기 방식이 관계가 없는 것으로 나타났다.

3. 환기방식이 다른 농장 두 곳의 부지경계 지점을 조사하고 악취농도를 측정한 결과 부지경계 인근까지 돈사시설이 활용되고 있었다. 암모니아(NH_3)는 한곳의 농장에서 1.64 ppm으로 조금 높게 검출되었으며 H_2S , CH_3SH , $(\text{CH}_3)_2\text{S}$, $(\text{CH}_3)_2\text{S}_2$ 는 악취방지법의 배출 허용 기준 이하로 검출되었다.

인 용 문 헌

1. Battye, R., Battye, W., Overcash, C. and Fudge, S. 1994. Development and selection of ammonia emission factor. U. S. Environmental Protection Agency office of Research and Development.
2. 김두환, 김인배. 1999. 양돈시설 내부의 악취조절에 관한 기술 및 연구동향. 한국축산시설환경학회지. 5(3):203-216.
3. (사)대한양돈협회. 2006. 양돈장 냄새 실태 조사 및 냄새 저감방안 연구
4. 이성현, 조한근, 이인복, 김경원, 최광재, 오권영, 유병기. 2005. 자연환기식육성·비육돈사의 동절기 암모니아 발생특성. 한국축산시설환경학회 발표논문집. 10회. pp. 100-106.
5. 축산과학원. 2003. 축산시험연구보고서.
6. 축산과학원. 2005. 축산시험연구보고서.
7. 환경부. 2005. 악취방지법.