

## ISCST3을 이용한 돈사의 복합악취 영향 분석

권우택<sup>1</sup>, 흥상표<sup>2</sup>, 이우식<sup>3\*</sup>  
<sup>1</sup>을지대학교 보건환경안전학과, <sup>2</sup>청주대학교 환경공학과, <sup>3</sup>가천대학교 환경에너지공학과

## Impact Analysis of Complex Odor from Pigsty by Using ISCST3

Woo-Taeg Kwon<sup>1</sup>, Sang-Pyo Hong<sup>2</sup> and Woo-Sik Lee<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Environmental Health and Safety, Eulji University

<sup>2</sup>Dept. of Environmental Engineering, Cheongju University

<sup>3</sup>Dept. of Environmental Energy Engineering, Gachon University

**요약** 돈사에서 발생하는 악취로 인한 주변지역 영향을 EPA가 권장하는 ISCST3 모델을 적용하여 악취모델링을 실시하여 복합악취 기준과 비교하고 악취 저감대책을 수립하는데 기초자료로 활용하고자 하였다. 돈사 악취의 영향을 분석하기 위하여 자료와 성돈에 따라서 평균치와 최소, 최대치로 분류하여 악취 농도를 예측하였다. 양돈장의 혼합 악취의 예측 결과에서 인접 건물들은 허용한계를 초과하나 양돈장으로부터 185m 떨어진 거리에 있는 피해지역에서는 허용한계를 만족하였다. 허용한계에 대한 악취 배출량을 확인하기 위해 관리동에서 누출량을 측정하였으며 누출량 50%, 30%, 10% 기준으로 악취 농도를 예측한 결과는 관리동에서 1hr 기준 최대 발생량이 10.59~52.93, 19.05~31.76, 10.59 OU/m³/s/m²로 수인한도 10.00 OU/m³/s/m²를 다소 초과하는 것으로 예측되었으나, 누출량을 10% 미만으로 관리시 수인한도를 만족할 수 있을 것으로 판단된다.

**Abstract** This study is expected to provide background data for establishing mitigation measures for malodor and for comparing complex odor criteria. The impact of malodor at the afflicted locations was analyzed using Industrial Source Complex Short Term 3 (ISCST3) model, which was recommended by the EPA. The Odor Emission Rates (ODR) for piglets and hogs were predicted based on the average, minimum, and maximum emission rates as classification.

The forecasting result of the complex odor modelling of pigsty showed that tolerance limit was exceeded at an adjacent administration building, but tolerance limit was not surpassed at an afflicted location which was within 185m from the pigsty. The ISCST3 modelling of the satisfactory ODR for tolerance limit was accomplished at the administration building. From the prediction of this modelling, maximum emission rates based on 1hr at administration building were 10.59~52.93, 19.05~31.76, and 10.59 OU/m³/s/m² at emission rates of 50%, 30%, and 10%. This emission rate was slightly higher than the tolerance limit of 10.00 OU/m³/s/m². However, it was inferred that the tolerance limit could be satisfied if the emission rate of 10% was controlled.

**Key Words :** ISCST3, Odor Emission Rates, Pigsty, Tolerance Limit

### 1. 서 론

축산업 중에서도 양돈업에서의 악취에 대한 민원[1-2]

건수가 가장 많고, 특히 돼지 배설물의 악취[3]가 강한 것으로 나타나고 있다. 이는 돼지 분뇨는 다른 축종의 분뇨

와 비교해서 노르말초산 등의 저급지방산류의 농도가 높

이 논문은 2013년도 가천대학교 교내연구비 지원에 의한 결과임.(GCU-2013-R376)

\*Corresponding Author : Woo-Sik Lee(Gachon University)

Tel : +82-31-750-5594, email : [leews@gachon.ac.kr](mailto:leews@gachon.ac.kr)

Received October 25, 2013      Revised (1st November 25, 2013, 2nd December 3, 2013)      Accepted December 5, 2013

고, 이것이 양돈업 악취의 불쾌도를 높이는 원인이 된다. 특히 돈사는 신선배설물의 악취 배출이 많아서 양돈경영에서는 악취대책[4]을 특별히 고려하여야 한다.

분뇨가 축사에 있을 때는 축사악취로, 축사 외에 저장되면 분뇨 거치장 등의 악취로, 분뇨처리시에는 퇴비시나 오수처리시설의 악취가 되고, 농지환원 시에는 운반 시나 산포 시의 악취가 되는 것이다. 악취는 분뇨에 포함되어 있는 분해가능한 유기물의 화학적 반응 및 각종 미생물에 의한 생화학적 분해시에 발생한다.

축사에서는 일반적으로 분뇨처리시설과 비교해서 배설물의 집적량이 적기 때문에 발생하는 악취의 농도는 낮다. 그러나 분뇨가 가축의 행동범위 전체에 걸쳐서 배설되기 때문에 악취발생의 면적은 넓다. 축사에서는 가축의 분뇨가 항상 배설되기 때문에 악취성분[5]에서는 분뇨 악취의 주체인 저급지방산류와 뇨에서 유래하는 암모니아가 어느 정도 상시 존재한다. 일반적으로 호기성 미생물은 공기 중의 산소를 이용해서 분뇨 중의 유기물을 무취화 하는 것이 가능하지만, 산소를 이용할 수 없는 혐기성 미생물이 유기물을 분해할 때는, 황화수소나 저급지방산 등의 악취물질이 대량 발생한다.

혐기성 미생물의 활동이 활발해지는 조건, 즉 분뇨의 수분이 많고 내부가 혐기성이 되어 온도가 높고, 시간이 경과할 만큼 부패의 진행이 빠르며, 결과적으로 대량의 악취가 발생하는 것이 된다. 각 돈사에서 배출되는 분뇨는 인력식, 스크래퍼, 슬러리피트, 톱밥깔집 등에 의하여 수거된다. 수거된 분뇨는 고액분리, 액비화, 퇴비화, 폐수 처리, 위탁처리 등의 방식으로 처리된다. 주요 악취발생 원은 분뇨수거 및 처리과정이며, 방치된 분뇨의 부패에 의한 악취 및 분뇨처리과정에서 혐기화 등에 의하여 악취가 발생한다.

양돈장의 고액분리기는 개방형으로 고액분리시 악취가 발생되어 주변지역에 영향을 줄 수 있을 것으로 사료된다. 또한, 분리된 뇨는 액비저장조[6]에 저장되어 혐기성 소화(Anaerobic digestion)하고 있으며, 분은 톱밥[7]을 이용하여 퇴비화하여 자원화[8]에 일부 기여하고 있다.

액비저장조의 뇨는 정제시 악취발생량이 적으나, 교반시 악취가 발생되는 것으로 알려져 있다. 양돈장 액비저장조는 교반기를 이용하여 교반하고 있으며, 액비저장조의 교반시 악취가 발생되어 주변지역에 영향을 주고 있는 것으로 조사되었다. 돈사의 환기형태[1]는 자연급기와 강제배기 방식인 3종 환기로 되어있으나, 악취방지시설 없이 외부로 배출되고 있는 상태이다.

악취방지법[9]에서는 복합악취 항목에 대해서 배출구와 부지경계선에서의 배출허용기준[9]을 설정하여 관리하고 있다. 그러나 실제 악취로 인하여 피해[10]를 받고

있는 주거지역에서의 허용기준이 설정되어 있지 않아 악취관리에 어려움을 주고 있다.

본 연구에서는 충북 소재 골프장과 인근 돈사 2개동에서 발생하는 악취로 인한 주변지역 영향을  $OU/m^3/s/m^2$  (Odor Concentration) 기준으로 ISCST3[11-13]를 적용하여 악취모델링을 실시하여 복합악취 기준과 비교하고 악취 저감대책을 수립하는데 기초자료로 활용하고자 하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1 예측모델 선정

ISCST3(Industrial Source Complex Short Term 3)는 일정기간의 평균 및 최고농도를 계산할 수 있는 가우시안 플룸모델(Gaussian Plume Model)로서, 다양한 배출원으로 구성된 도시 및 농촌지역에 적용 가능하고 예측점과 오염원간의 고도차를 고려할 수 있는 단기예측모델이다. 본 연구에서는 농촌지역에 위치한 돈사의 악취예측에 ISCST3를 적용하였다. 기상조건으로는 사업지역과 인접한 청주 기상대 및 오산 고층기상 관측망의 고층 기상 관측자료를 모델링 입력자료로 활용하였고, 모델링 자료로 입력시에는 2010년 시간 평균자료를 적용하였다. 적용항목은 풍향, 풍속, 온도, 안정도등급 및 혼합고이다.

주거지역에서의 악취피해 인정기준[10]은 악취세기 2.5도(희석배수 10) 이상이며, 악취세기 2.0도는 주거지역에서 일부 사람들에게 악취민원이 될 정도의 악취세기이며, 악취세기 3도(희석배수 30)는 주거지역에서 대부분의 사람들에게 악취 민원이 될 정도의 악취세기로 규정하고 있으며, 환경분쟁조정위원회에서 이를 근거로 분쟁을 조정하고 있다. 따라서, 본 연구에서는 주거지역의 악취 수인한도(인증기준)인 희석배수 10을 규제기준으로 적용하였다.

### 2.2 예측범위

돈사 악취의 예측단위는  $OU/m^3/s/m^2$ 이며, 돈사 악취의 발생원은 돈사 2동( $400m^2$  1개동,  $240m^2$  1개동)이다. 예측 범위는 Table 1 및 Fig. 1과 같이 공간적 범위로 돈사를 중심으로 반경 0.8km까지를 예측하였으며, 정온시설 현황으로는 돈사 인근 4개 지역에 대하여 예측하였다.

[Table 1] Prediction Point of Pigsty

Type	Place	Side	Distance (m)	Coordinate		Altitude (m)
				TM_x	TM_y	
[1]	Administration Bld.	north	10	236,411	368,745	128.2
[2]	Club house	west	255	236,181	368,623	159.6
[3]	No.1 C Hall	n-west	258	236,176	368,828	133.2
[4]	No.1 A Hall	south	185	236,341	368,563	120.8



[Fig. 1] Receptive Spots for Modeling of Odor

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 복합악취 영향예측

##### 1) 돈사악취 발생원 단위

단위 면적당 돈사악취 발생원 단위는 Table 2와 같이 자돈이 평균  $30 \text{ OU}/\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ , 최소  $10 \text{ OU}/\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ , 최대  $50 \text{ OU}/\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ 으로 조사되었다. 성돈은 평균  $45 \text{ OU}/\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ , 최소  $20 \text{ OU}/\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ , 최대  $60 \text{ OU}/\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ 으로서 자돈에 비해 모두 발생원 단위가 큰 것으로 조사되었다.

[Table 2] Unit for Odor Source of Pigsty  
(Unit :  $\text{OU}/\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ )

Type	Ave.	Min.	Max.
Piglet	30	10	50
Hog	45	20	60

##### 2) 악취발생량 산정결과

돈사 2개동의 합산면적인  $640 \text{ m}^2$ 를 악취발생원단위에 적용하여 악취발생량을 산정한 결과는 Table 3과 같으며, 자돈 대비 성돈이 1.2~2.0배 높게 산정되었다. 돈사에서 발생하는 악취발생량 산정결과 자돈의 경우 평균  $19,200 \text{ OU}/\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ , 최소  $6,400 \text{ OU}/\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ , 최대  $32,000 \text{ OU}/\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ 으로 산정되었다. 성돈의 평균  $28,800 \text{ OU}/\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ , 최소  $12,800 \text{ OU}/\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ , 최대  $38,400 \text{ OU}/\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ 으로 산정되었다.

[Table 3] Occurrence Rate of Odor at Pigsty

(Unit :  $\text{OU}/\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ )

Type	Ave.	Min.		Max.
		1hr	24hr	
Piglet	19,200	6,400		32,000
Hog	28,800	12,800		38,400

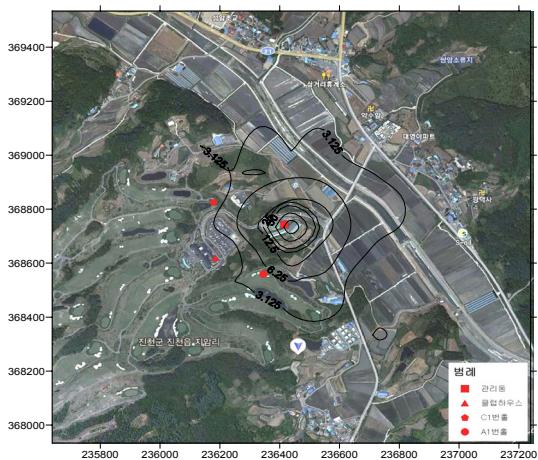
Table 4와 같이 악취 모델링 결과 최근접 지역에 위치(북측 10m)하고 있는 관리동에서 1hr 기준은 평균, 최소, 최대 발생량 모두 수인한도인 희석배수 10을 초과하는 것으로 예측되었다. 24hr 기준은 최대 발생량에서만 수인한도를 초과하였다. 그 외 클럽하우스, C1번홀, A1번홀에서는 모두 수인한도 이내로 예측되었다. 돈사로부터 이격거리가 비슷한 클럽하우스와 C1번홀은 유사한 예측값을 나타내고 상대적으로 가깝게 위치하고 있는 A1번홀에서 가장 낮은 농도로 예측되었다. 한편, 등농도 곡선(Fig. 2, Fig. 3)을 보면 오염도 분포가 동축으로 길게 뻗어 나가는 것을 확인할 수 있으며, 이를 통해 본 대상지는 서(W)풍 계열이 우세함을 알 수 있다.

[Table 4] Prediction Results for Odor of Pigsty

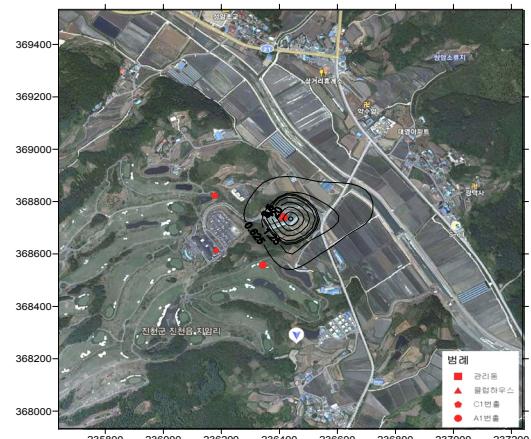
(Unit :  $\text{OU}/\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ )

Type	Place	Ave.		Min.		Max.	
		1hr	24hr	1hr	24hr	1hr	24hr
Piglet	[1] Admin.Bld.	63.51	9.10	21.17	3.03	105.85	15.16
	[2] Club house	2.29	0.17	0.76	0.06	3.82	0.29
	[3] No.1 C Hall	2.65	0.20	0.88	0.07	4.42	0.33
	[4] No.1 A Hall	4.11	0.35	1.37	0.12	6.85	0.59
Hog	[1] Admin. Bld.	95.27	13.64	42.34	6.06	127.02	18.19
	[2] Club house	3.43	0.26	1.53	0.11	4.58	0.34
	[3] No.1 C Hall	3.98	0.29	1.77	0.13	5.30	0.39
	[4] No.1 A Hall	6.17	0.53	2.74	0.24	8.22	0.71

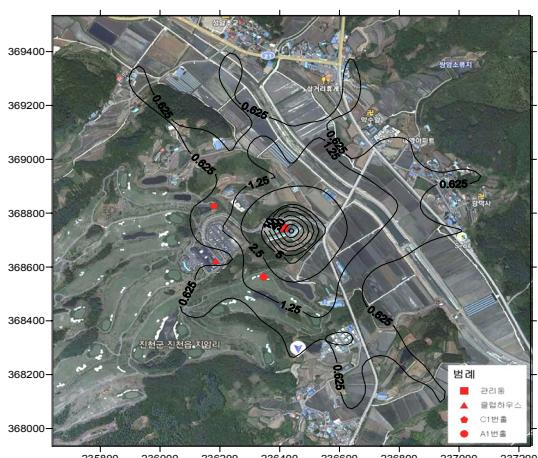
## 3) 자돈인 경우의 영향범위



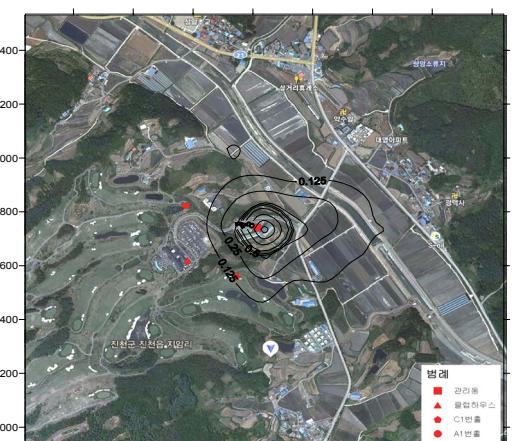
(1) Piglet average 1hr



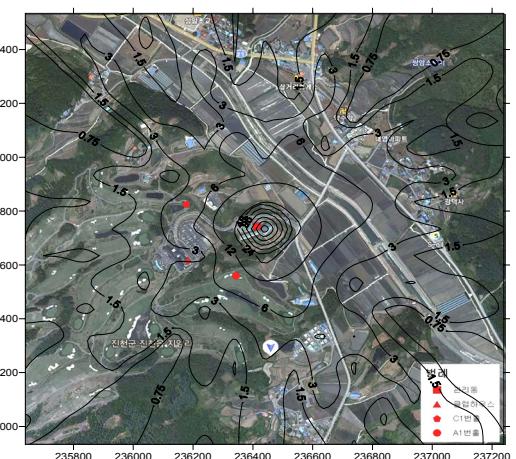
(2) Piglet average 24hrs



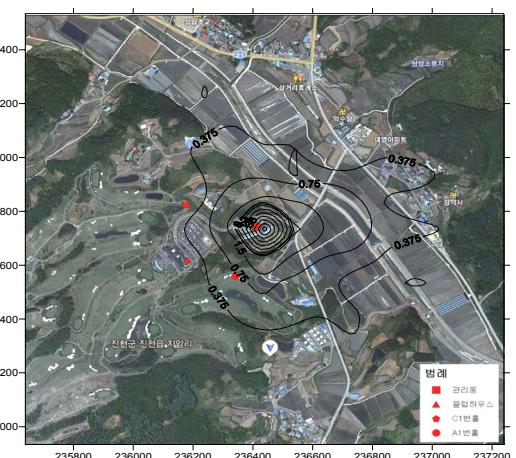
(3) Piglet Min 1hr



(4) Piglet Min 24hrs



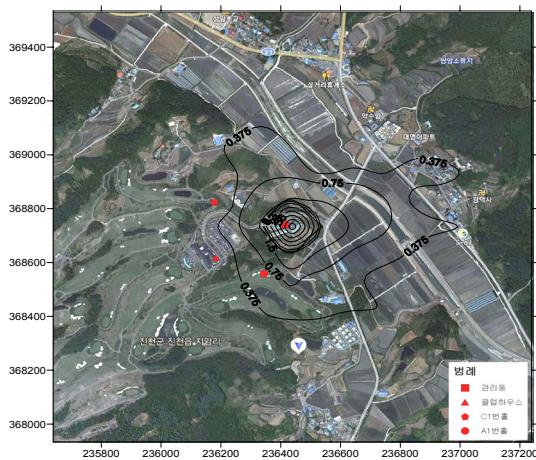
(5) Piglet Max 1hr



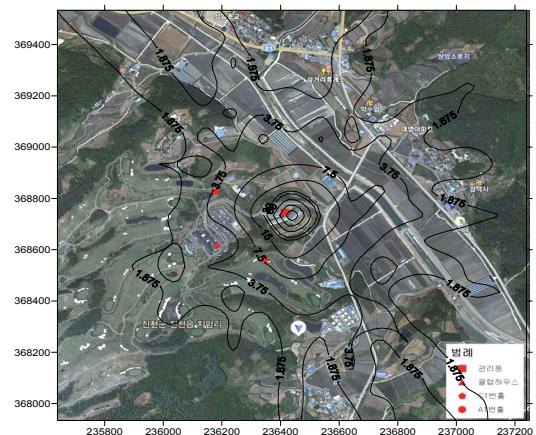
(6) Piglet Max 24hrs

[Fig. 2] Prediction Results for Mixed Odor of Piglet  
(Unit : OU/m<sup>3</sup>/s/m<sup>2</sup>)

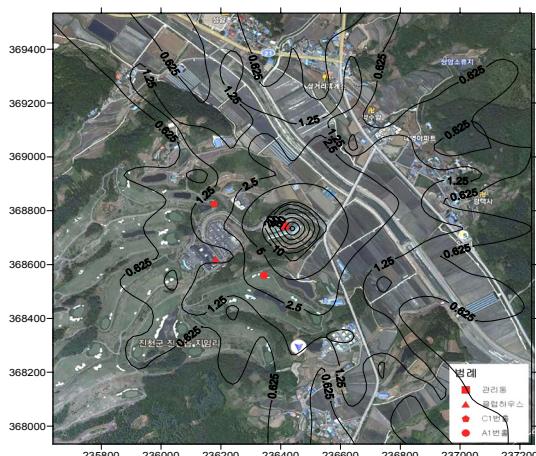
#### 4) 성돈인 경우의 영향범위



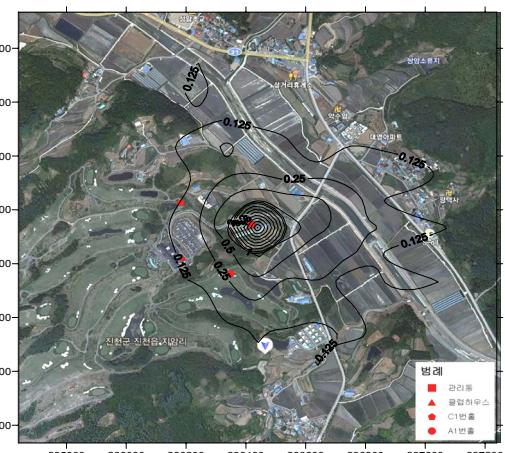
(1) Hog average 1hr



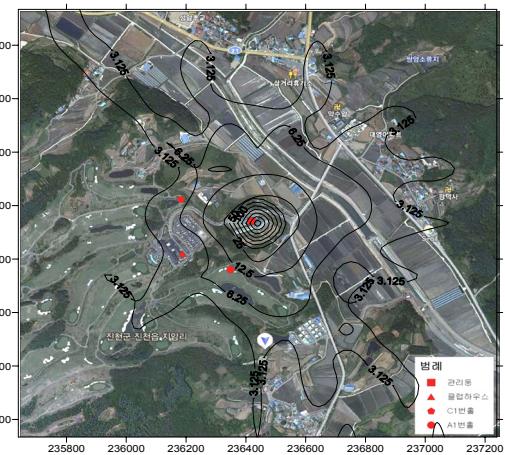
(2) Hog average 24hrs



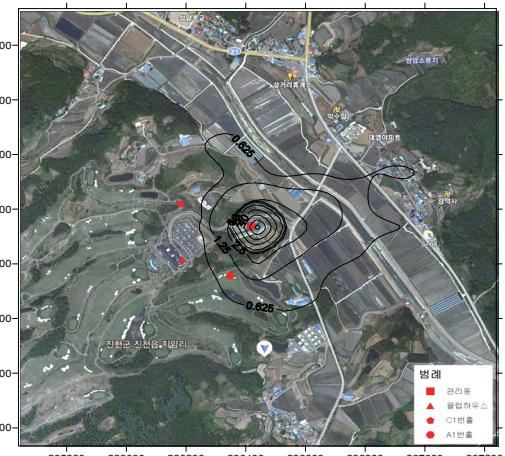
(3) Hog Min 1hr



(4) Hog Min 24hrs



(5) Hog Max 1hr



[Fig. 3] Prediction Results for Mixed Odor of Hog  
 (Unit : OLU/m<sup>3</sup>/s/m<sup>2</sup>)

### 3.2 돈사밀폐를 고려한 복합악취 영향범위예측

#### 1) 복합악취 누출량 50% 발생 고려시

돈사 밀폐를 통해 악취 누출량을 50%, 30%, 10%로 단계적으로 줄여 나가면서 수인한도인 희석배수 10 이하를 만족하는 상한선을 검토하였다. Table 5와 같이 누출량 50%를 고려한 돈사악취 발생원단위를 기준으로 한 악취 농도의 예측 결과는 Table 6과 같이 관리동에서 1hr 기준 평균, 최소, 최대 발생량에서 10.59~52.93 OU/m<sup>3</sup>/s/m<sup>2</sup>로 모두 수인한도를 초과하는 것으로 예측되었다.

[Table 5] Unit for Odor Source of Pigsty

(Unit : OU/m<sup>3</sup>/s/m<sup>2</sup>)

Type	Ave.	Min.	Max.
Piglet	15.0	5.0	25.0
Hog	22.5	10.0	30.0

[Table 6] Prediction Results for Odor of Pigsty

(Unit : OU/m<sup>3</sup>/s/m<sup>2</sup>)

Type	Place	Ave.		Min.		Max.	
		1hr	24hr	1hr	24hr	1hr	24hr
Piglet	[1] Admin. Bld.	31.76	4.55	10.59	1.52	52.93	7.58
	[2] Club house	1.14	0.09	0.38	0.03	1.91	0.14
	[3] No.1 C Hall	1.33	0.10	0.44	0.03	2.21	0.16
	[4] No.1 A Hall	2.06	0.18	0.69	0.06	3.43	0.29
Hog	[1] Admin. Bld.	47.63	6.82	21.17	3.03	63.51	9.10
	[2] Club house	1.72	0.13	0.76	0.06	2.29	0.17
	[3] No.1 C Hall	1.99	0.15	0.88	0.07	2.65	0.20
	[4] No.1 A Hall	3.08	0.26	1.37	0.12	4.11	0.35

#### 2) 복합악취 누출량 30% 발생 고려시

Table 7과 같이 누출량 30%를 고려한 돈사악취 발생원단위를 기준으로 한 악취 농도의 예측 결과는 Table 8과 같이 관리동에서 1hr 기준 평균과 최대 발생량에서 19.05~31.76 OU/m<sup>3</sup>/s/m<sup>2</sup>로 수인한도를 초과하는 것으로 예측되었다.

[Table 7] Unit for Odor Source of Pigsty

(Unit : OU/m<sup>3</sup>/s/m<sup>2</sup>)

Type	Ave.	Min.	Max.
Piglet	9.0	3.0	15.0
Hog	13.5	6.0	18.0

[Table 8] Prediction Results for Odor of Pigsty

(Unit : OU/m<sup>3</sup>/s/m<sup>2</sup>)

Type	Place	Ave.		Min.		Max.	
		1hr	24hr	1hr	24hr	1hr	24hr
Piglet	[1] Admin. Bld.	19.05	2.73	6.35	0.91	31.76	4.55
	[2] Club house	0.69	0.05	0.23	0.02	1.14	0.09
	[3] No.1 C Hall	0.80	0.06	0.27	0.02	1.33	0.10
	[4] No.1 A Hall	1.23	0.11	0.41	0.04	2.06	0.18
Hog	[1] Admin. Bld.	28.58	4.09	12.70	1.82	38.11	5.46
	[2] Club house	1.03	0.08	0.46	0.03	1.37	0.10
	[3] No.1 C Hall	1.19	0.09	0.53	0.04	1.59	0.12
	[4] No.1 A Hall	1.85	0.16	0.82	0.07	2.47	0.21

#### 3) 복합악취 누출량 10% 발생 고려시

Table 9와 같이 누출량 10%를 고려한 돈사악취 발생원단위를 기준으로 한 악취 농도의 예측 결과는 Table 10과 같이 관리동에서 1hr 기준 최대 발생량에서 10.59 OU/m<sup>3</sup>/s/m<sup>2</sup>로 수인한도 10배를 다소 초과하는 것으로 예측되었으나 누출량을 10% 미만으로 관리시 수인한도를 만족할 수 있을 것으로 판단된다.

[Table 9] Unit for Odor Source of Pigsty

(Leakage Rate 10%) (Unit : OU/m<sup>3</sup>/s/m<sup>2</sup>)

Type	Place	Ave.		Min.		Max.	
		1hr	24hr	1hr	24hr	1hr	24hr
Piglet	Piglet	3.0		1.0		5.0	
Hog	Hog	4.5		2.0		6.0	

[Table 10] Prediction Results for Odor of Pigsty

(Leakage Rate 10%) (Unit : OU/m<sup>3</sup>/s/m<sup>2</sup>)

Type	Place	Ave.		Min.		Max.	
		1hr	24hr	1hr	24hr	1hr	24hr
Piglet	[1] Admin. Bld.	6.35	0.91	2.11	0.30	10.59	1.52
	[2] Club house	0.23	0.02	0.08	0.01	0.38	0.03
	[3] No.1 C Hall	0.27	0.02	0.09	0.01	0.44	0.03
	[4] No.1 A Hall	0.41	0.04	0.14	0.01	0.69	0.06
Hog	[1] Admin. Bld.	9.52	1.36	4.23	0.61	12.70	1.82
	[2] Club house	0.34	0.03	0.15	0.01	0.46	0.03
	[3] No.1 C Hall	0.40	0.03	0.18	0.01	0.53	0.04
	[4] No.1 A Hall	0.62	0.05	0.27	0.02	0.82	0.07

## 4. 결 론

양돈시설에서 발생되는 악취물질을 악취공정시험법의 측정방법인 복합악취에 의한 희석배수와 비교가 용이하

도록 OU/m<sup>3</sup>/s/m<sup>2</sup> (Odor Concentration)으로 환산하고 대기 모델링을 통한 주변 피해지점에서의 영향검토를 실시하고, 상층기상 및 대상지역의 지형 고려가 가능한 ISCST3 모델을 이용하여 피해지점의 돈사악취의 영향을 분석하였다.

첫째, 누출량 50%를 고려한 돈사악취 발생원단위를 기준으로 하여 악취 농도를 예측한 결과는 관리동에서 1hr 기준 평균, 최소, 최대 발생량에서 10.59~52.93 OU/m<sup>3</sup>/s/m<sup>2</sup>로 모두 수인한도를 초과하는 것으로 예측되었다. 둘째, 악취 누출량 30% 기준으로 악취 농도 예측 결과는 관리동에서 1hr 기준 평균과 최대 발생량에서 19.05~31.76 OU/m<sup>3</sup>/s/m<sup>2</sup>로 수인한도를 초과하는 것으로 예측되었다. 셋째, 누출량 10% 기준으로 악취 농도를 예측한 결과는 관리동에서 1hr 기준 최대 발생량이 10.59 OU/m<sup>3</sup>/s/m<sup>2</sup>로 수인한도 10.00 OU/m<sup>3</sup>/s/m<sup>2</sup>를 다소 초과하는 것으로 예측되었으나, 누출량을 10% 미만으로 관리시 수인한도를 만족할 수 있을 것으로 판단된다.

하지만 본 연구에서는 악취의 예측범위가 돈사 인근 지역으로 한정되어 주변의 주민 거주지역에 대한 악취 영향을 예측하는 데에 한계가 있었다. 따라서 향후 연구에서는 돈사악취 수인한도를 달성하기 위해 돈사 분뇨의 신속한 폐수처리시설로의 이송, 악취의 포집 및 탈취 같은 설비투자 및 관리를 실시한 후의 악취 저감효과를 분석할 수 있는 광범위한 주변지역에 관한 지속적인 악취 모델링 및 후속 모니터링이 요구된다.

또한 우리나라 양돈시설을 운영하는 축산업계는 대부분 영세하여 악취방지를 위한 설비투자에 상당한 어려움이 예상되므로 해당 지방자치단체 등 환경관리주체를 통한 환경시설개선을 위한 자금지원 및 지속적인 악취저감 기술지도 등이 수반되어야 할 것으로 사료된다.

- [5] J. H. Kim, et. al., "Study on the Characteristics of Odor Emitted from Swine Facilities", Journal of Korean Society of Environmental Engineers, vol. 34, No. 7, pp. 439-444, 2012.
- [6] T. I. Kim, et. al., "Investigation of the Condition of the Operation of the Livestock Liquid Manure Bin and Assessment of Malodorant Emissions", Journal of Livestock Housing and Environment, vol. 11. No. 3, pp. 189-196, 2005.
- [7] J. W. Jeong, et. al., "Field Survey on the Structure and Manure Treatment of Two-Storey and Sawdust Pig Houses in Korea", Journal of Livestock Housing and Environment, vol. 11. No. 3, pp. 169-176, 2005.
- [8] T. W. Ahn, et. al., "A Study on Recycling capacity Assessment of Livestock Manure", Journal of Environment Impact Assessment, vol 17, No. 5, pp. 311-320, 2008.
- [9] "Offensive Odor Control Law", Law No. 11915, Enforcement Regulations No. 3, Ministry of Environment, 2007.
- [10] "Study on the Damage Survey Based on Odor Sources and Estimating Damages", Foundation for Industry Cooperation Ulsan University, pp. 117-119, 2008.
- [11] Y. S. Koo, et. al., "A Study of Odor Modeling Method", Journal of Korean Society of Odor Research and Engineering, vol. 2. No. 1 pp. 38-45, 2003.
- [12] S. Y. An, S. W. Choi, "Evaluation of Malodor Emissions Using the ISCST3 in Industrial Complex Area", Journal of Korean Society of Odor Research and Engineering, vol 5, No. 1, pp. 19-25, 2005.
- [13] N. K. Moon, et. al., "The Application of Air Quality Models on Environment Impact Assessment", Korea Environment Institute, vol 19, 2005.

## References

- [1] S. B. Cho, "A study Occurrence of Piggery Odor Complaints and Odor Solution", The Korea swine journal, vol. 34, No. 7, pp. 240-243, 2012.
- [2] "Odor Management Handbook", 21, Ministry of Environment, 2007.
- [3] Y. B. Zhang, "A Survey on the Treatment of Livestock Waste" : In Goseong Area, Master's thesis, Gyeongsang National Universty, 2008.
- [4] "Improve Odor Management Industry Casebook", 40, Ministry of Environment & Korea Environment Cooperation, 2009.

권 우 태(Woo-Taeg Kwon)

[정회원]



- 2000년 2월 : 가천대학교 대학원 도시계획(공학박사)
- 1991년 3월 ~ 현재 : 을지대학교 보건환경안전학과 교수

## &lt;관심분야&gt;

대기오염방지기술(집진, 유해가스처리, 악취제어), 환경영향평가 및 분석

홍상표(Sang-Pyo Hong)

[정회원]



- 1997년 8월 : 서울대학교 대학원 환경계획(공학박사)
- 2001년 3월 ~ 현재 : 청주대학교 환경공학과 교수

<관심분야>  
환경영향평가

이우식(Woo-Sik Lee)

[정회원]



- 1998년 2월 : 대구대학교 대학원 무기화학(이학박사)
- 1993년 3월 ~ 현재 : 가천대학교 환경영지공학과 교수

<관심분야>  
환경분석, 환경영향평가