

## 돈사용 환기팬을 위한 돈사 내 온도 분포 특성

김현태<sup>1</sup> · 김 웅<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>경상대학교 생물산업기계공학과 (농업생명과학연구원), <sup>2</sup>공주대학교 생물산업공학부

## Characteristics of Temperature Distribution of Pen for Exhaust Fan of Ventilation System

Hyeon-tae Kim<sup>1</sup>, Woong Kim<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Bio-Industry Mechanical Engineering, Gyeongsang National Univ. (Institute of Agriculture & Life Science), Jinju, Korea, <sup>2</sup>Division of Bio-Industry Mechanical Engineering, Kongju National Univ., Chungnam, Korea

### ABSTRACT

This study was researched for use by data for the improvement of ventilation system of optimum environmental control systems. The ventilation system for windowless swine housing was installed negative pressure system that circular pipe duct for inlet was installed on the ceiling and axial flow fan for exhaust was installed on the sidewall. The temperatures in the pen was measured using infrared thermography camera and thermocouple with data-logger. The temperature measurement points was selected by infrared thermography camera is alley (G), inlet (A), front-upper (B), front-lower (C), rear-upper (D), rear-lower (E), forward fan (F). The temperature measured at those selected points for temperature distribution was 28°C that was maintained setting temperature in suitably. The temperature deviations of F point and A~E points in windowless swine housing was less then average 0.5°C. The result of air velocity of measured points was suitable to the breeding of pigs.

(**Key words** : Ventilation system, Windowless swine housing, Pig, Temperature, Air velocity)

### 서 론

국내 양돈시설은 규모가 커져 대형화되고 무창돈사와 같은 고밀도사육을 통해 생산성을 높이고 있으며, 이러한 생산시설은 여러 가지 돈사환경을 최적화하기 위한 환경조절 시설이 필요하다(Kwon et al., 2013; Lee et

al., 2008).

생산성을 최대화하기 위한 무창돈사 내 환경조절은 온, 습도뿐만 아니라 먼지나 암모니아, 황화수소와 같은 가스 환경 등의 조절도 필요하며, 이를 위한 사육환경과 시설에 대한 많은 연구가 국내외에서 활발히 이뤄지고 있다(Monreal, 1989; Jang et al, 1999; Song

\*Corresponding author : Woong Kim, Division of Bio-industry Mechanical Engineering, Kongju N. Univ., Yesan, 340-702 Korea. Tel: +82-41-330-1284, E-mail: kimw017@kongju.ac.kr

2014년 10월 24일 투고, 2014년 11월 4일 심사완료, 2014년 11월 8일 게재확정

et al, 2010). 하지만 대부분의 농가가 운용중인 환경조절시설은 돈사 내부온도만을 측정하고 측정된 결과에 따라 설정온도와 비교 후 배기 팬의 속도를 자동으로 변화시켜 환기량을 조절해주는 방식이 주를 이루고 있다.

겨울철 돈사의 환경조절을 위해 자동사, 분만돈사의 경우 보일러나 온풍난방기로 가온해주거나 가온등을 이용하는 경우도 있으며, 이는 공기 온도가 돼지의 생산성에 가장 크게 영향을 미치는 환경요소로 적절한 온도 측정에 의해 정밀한 환경제어가 필요하다 (Boon, 1981; Geers et al, 1986).

현재, 우리나라 대부분의 돈사 내 온도측정은 위치에 따른 온도차를 고려하지 않고 한 점만을 측정하는 방식으로 제어가 이루어지고 있다. 또한, 온도센서를 돈사 바닥 가까이 설치하게 되면 호기심 많은 돼지에 의해 온도센서가 물어 뜯겨 고장이 발생되거나 관리자의 관리 소홀에 의해 오염된 센서로 측정된 온도에 오차가 발생하는 등 최적 환경조절을 위한 온도측정방법에서 개선이 필요한 실정이다.

따라서, 본 연구는 최적 환경조절이 가능한 시스템을 구축하기 위한 기초연구로 돈사 내 온도를 측정, 분석하여 센서의 손실이 발생되지 않으며, 돼지가 느끼는 온도와 가장 비슷

한 온도를 나타내는 위치를 찾아 환기시스템을 개선하기 위한 자료로 사용하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시재료

공시재료는 충남 예산에 위치한 무창돈사 내 돈방을 대상으로 하였다. 돈방 내 돼지는 총 130두로 50일령의 랜드레이스×라지화이트 교잡종의 비육돈용 자돈 (F2, 25~28 kg)을 사육하고 있다.

### 2. 시설 현황

본 시험에 공시된 무창돈사는 8.5 m×30 m 크기였으며, 한쪽에 복도가 있는 단열구조로 돈방은 사육두수를 기준으로 6 m×7.5 m로 구성되어 있다. 돈방 내 환기시설은 측벽을 압환기시스템으로 입기는 측창과 구멍을 뚫은 지름 300 mm 원형파이프 덕트가 천장에 설치되어 있으며, 배기를 위한 시설로는 지름 500 mm 축류팬 3개가 측벽에 설치되어 측정온도와 설정온도 (28℃)에 따라 환기량이 자동으로 조절될 수 있도록 컨트롤러가 설치되어 있다.



Fig. 1. Circular duct and exhaust fan of ventilation systems at swine facility.

### 3. 온도 및 유속 측정

온도측정위치를 결정하기 위하여 시각적인 비교, 분석이 가능한 열화상카메라(T450, FLIR, USA)를 이용하여 돈사 내 온도를 측정하였다. 측정지점은 돼지의 체온을 측정한 후 돈방 내 입기구, 팬, 벽면 등 온도차가 발생할 수 있는 임의의 지점을 선택하여 열화상을

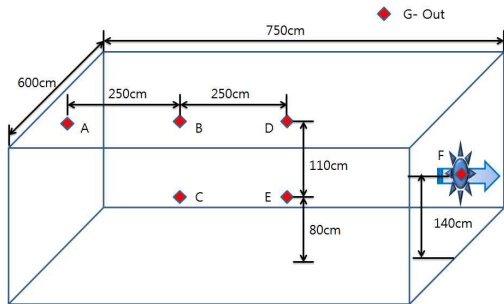


Fig. 2. The positions for temperature sensors in pen.



Fig. 3. The sensors for temperature in pen.

획득하고 비교하였다.

열화상을 이용한 결과를 토대로 측정 위치를 입기구 1점 (A), 돈방 입기쪽과 배기쪽 상단 2점 (B, D), 하단 2점 (C, E), 배기팬 앞 1점 (F), 입기되는 기온 측정을 위한 복도 1점 (G)으로 총 7지점 (A~G)을 선정하였다. 또한 온도 측정을 위하여 지점별 써머커플 (PP-T24-SLE, Omega, USA)을 설치하였으며, 데이터로거 (MX100, Yokogawa, Japan)와 컴퓨터를 이용하여 데이터를 기록하였다.

또한, 돼지의 체감온도에 영향을 줄 수 있는 돈방 내 공기 유속을 알아보기 위하여 풍속계 (VelociCalc 9555, TSI, USA)를 이용하여 온도 측정과 동일한 위치에서 공기 유속을 측정하였다.



Fig. 4. Measurement of air velocity in pen.

## 결과 및 고찰

### 1. 열화상을 이용한 측정점 선정

열화상을 이용하여 온도측정 지점을 선정하기 위해 획득한 열화상 결과는 Fig. 5와 같이 나타났다. 자돈의 체온은 약 36~37℃로 측정되었으며, 배기팬의 온도는 자돈 체온보다 약간 낮은 약 36℃ 전후로 측정되었다.

돈사 내부의 벽면은 약 29℃로 측정되었으며, 입기창의 경우 약 27℃로 측정되었다.

측정 시 복도 기온이 26℃인 돈사의 내부 기온은 설정온도인 약 28℃로 유지되어 온도 조절이 양호한 것으로 판단되었으며, 돈사 내부와 외부 온도 분포를 알아보기 위해서는 돈사 복도와 입기구, 돈사 입기지점과 배기지점의 상부와 하부, 팬이 설치된 지점의 온도를 비교해 보아야 할 것으로 판단되었다.

## 2. 온도 분포

열화상을 이용하여 선정된 측정별 돈사 내

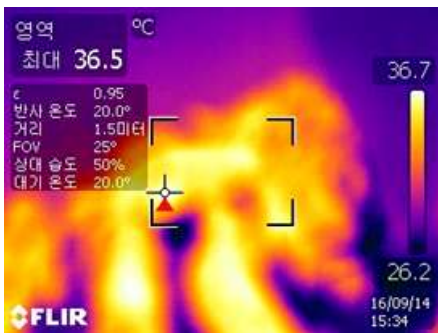
부의 온도분포를 측정한 결과는 Table 1과 같다. 복도 내 기온이 평균 24.7℃를 나타내었을 때 입기구의 온도는 평균 24.9℃로 외기온과 0.2℃ 차이를 나타내어 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 돈사 내부의 온도는 설정온도인 28℃ 내외로 위치에 상관없이 온도유지가 잘 이뤄지는 것으로 나타났다.

지점별 온도는 입기지점 (B, C)의 경우 B 지점보다 C 지점 온도가 더 높은 것으로 나타났으며, 이는 상부에서 차가운 외기가 유입되어 나타난 결과로 판단되었다. 배기지점 (D, E)의 경우 E 지점 보다 D 지점이 높은 것으로 나타났으며, 이는 돼지 체온에 의해서

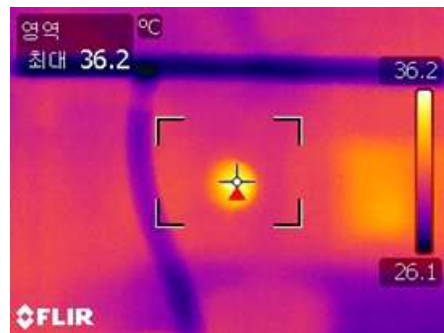
Table 1. The temperature distribution of measurement points in pen.

(Unit: °C)

Point	A	B	C	D	E	F	G
Max.	25.9	28.3	28.1	28.3	28.5	28.5	25.3
Min.	23.9	27.8	27.5	27.6	28.0	28.1	24.0
Ave.	24.9	28.1	27.8	27.9	28.2	28.3	24.7



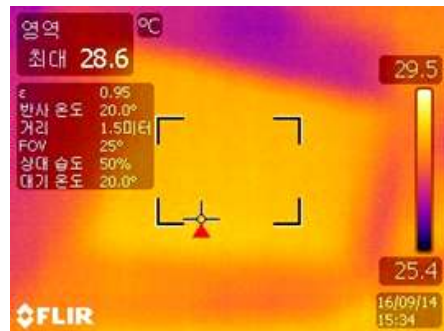
(a) Piglets



(b) Fan



(c) Surface of Wall



(d) Inlet

Fig. 5. Images of Infrared thermography in pen.

데워진 공기가 상승하여 나타난 결과로 판단되었다.

Fig. 6은 외기온 변화에 따른 돈사 내 온도의 영향을 알아보기 위하여 하루 동안의 온도변화를 나타낸 결과이다. 외기온 편차가 약 6°C를 나타내는 동안 돈사 내 온도변화는 1°C 내외로 온도조절이 잘 이뤄지는 것으로 판단되었다.

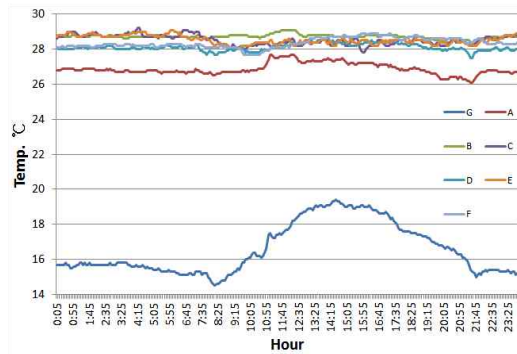


Fig. 6. Temperature of measurement points during a day.

Table 2는 돈사 내에서 팬 (F) 지점과 기타 지점과의 온도편차를 나타낸 결과이다. 입기구(A)를 제외한 나머지 지점(B, C, D, E)은 평균 0.5°C차 이내를 나타내어 온도 측정 시 문제가 되었던 돼지에 의한 온도측정 센서의 손상을 방지하고 시설관리의 어려움을 해결하기 위해서 온도 센서를 팬과 함께 일체형으로 개선하는 것이 필요할 것으로 판단되었다.

Table 2. The temperature deviations of measurement points (A-E) and fan (F).

(Unit: °C)

Point	A	B	C	D	E
Max.	2.3	1.1	1.1	0.9	0.9
Min.	0.3	0	0	0	0
Ave.	1.5	0.4	0.4	0.3	0.4

Table 3. Air velocity distribution of measurement points

(Unit: m/s)

Point	A	B	C	D	E	F
Ave.	0.36	0.26	0.08	0.29	0.09	0.89

### 3. 공기 유속

돼지의 체감온도에 영향을 미치는 돈방 내 공기유속 분석 결과, 돼지의 생활공간인 C, E 지점이 0.08~0.09 m/s로 하절기 생활공간 내 적정 유속인 0.13~0.18 m/s (Sainsbury and Mrcvs, 1995) 보다 약간 낮았으나 유해가스 배출을 위한 공기속도인 0.08 m/s 이상 (Grub et al, 1974)은 만족하는 것으로 나타나 적정 온도를 유지하면서 돈사 내 유해가스 배출은 만족하는 것으로 판단되었다.

## 결 론

본 연구는 최적 환경조절이 가능한 시스템을 구축하기 위한 기초연구로 돈사 내 온도를 측정, 분석하여 센서의 손실이 발생되지 않으며, 돼지가 느끼는 온도와 가장 비슷한 온도를 나타내는 위치를 찾아 환기시스템을 개선하기 위한 자료로 사용하고자 한다.

공시재료는 충남 예산에 위치한 무창돈사 내 돈방을 대상으로 하였으며, 돈방 내 환기 시설은 축벽음압환기시스템으로 입기는 원형 파이프 덕트가 천장에 설치되어 있으며, 배기를 위한 시설은 축류팬 3개가 축벽에 설치되고 돈방내 환경을 알아보기 위하여 열화상 카메라와 써머커플을 이용하여 온도를 측정하였다.

열화상 카메라를 이용하여 측정한 결과,

돈사 복도와 입기구, 돈사 입기지점과 배기 지점의 상부와 하부, 팬이 설치된 지점의 온도를 비교해 보아야 할 것으로 판단되었으며, 선정지점을 대상으로 온도분포를 측정한 돈사내부 온도는 모든 측정온도가 설정온도 28℃ 내외로 나타나 온도유지가 잘 이뤄지는 것으로 나타났다.

돈사 내에서 팬 (F) 지점과 기타 지점과의 온도편차는 입기구 (A)를 제외한 나머지 지점 (B, C, D, E)은 평균 0.5℃차 이내를 나타내었으며, 공기 유속 분석 결과도 돼지가 지는데 문제가 없는 것으로 판단되었다.

## 사 사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업 (과제 번호: PJ010541042014)의 지원에 의해 이루어진 것임.

## 인 용 문 헌

1. Boon, C.R., 1981. The effect of departures from lower critical temperature on the group postural behavior of pigs. *Anim. Prod.* 33:71-79.
2. Chang, H.H., Chang, D.I., Lim, Y.I., 1999. Development of Environmental Control Systems for Windowless Pig-housing (I) - Assessment of Control Performance. *J. KSAM.* 24(5):415-424.
3. Grees, R., Goedseels, V., Parduyns, G., Vercruyse, G., 1986. The group postural behavior of growing pig in relation to air velocity, air and floor temperature. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 16:353-362.
4. Grub, W., Foerster, E.P., Tribble, L.F., 1974. Swine building air contaminant control with pit ventilation. Presented at the 1974 Winter Meeting. ASAE, St. Joseph, MI. 74-4532.
5. Lee, S.J., Gutierrez, W.M., Kim, B.S., Han, J.Y., Chang, D.I., Chang, H.H., 2008. Study on Modification of Inside Environment in Windowless Weaning Piglet House. *J. Envir. Agr.* 27(2):150-155.
6. Kwon, K.S., Lee, I.B., Hwang, H.S., Hong, S.W., Seo, I.H., Ha, T.H., Ha, J.S., Park, H.A., 2013. Measurement and Analysis of aerosols in Swine confined house for welfare improvement of workers. *Proceedings of the KSAM & KSBEC 2013 Spring Conference.* 107-108.
7. Monreal, G., 1989. *Livestock Housing.* Chapter 2. *Envirn. and Anim. Health.* CAB International. 33.
8. Sainsbury, D.W.B., Mrevs, F., 1995. Pig health, Environment and housing. *The health of pigs.* LS&T. 69.
9. Song, J.I., Jeon, J.H., Park, H.K., Kang, H.S., Choi, D.Y., Kim, D.H., Park, K.H., 2010. The Effect of Vantilation System Renovation from Winch Style to Non-window Style for Swine Barn. *J. Lives. Hous. Environ.* 16(2):109-114.