

## 개방돈사의 무창돈사형 환기시설 개선 효과

송준익 · 전중환 · 박현경 · 강희설 · 최동운 · 김두환\* · 박규현

농촌진흥청 국립축산과학원

## The Effect of Vantilation System Renovation from Winch Style to Non-window Style for Swine Barn

J. I. Song, J. H. Jeon, H. K. Park, H. S. Kang, D. Y. Choi, D. H. Kim\* and K. H. Park

National Livestock Research Institute, R.D.A.

### Summary

In South Korea, mora than 90% of swine barns had open-style side wall by winch operation, and less than 5% of swine barns were semi-windowless or windowless style. The aisle ventilation system of the barn was changed to roof-wall ventilation system, and the width and the length of barns were 10~12 m and 30~50 m, respectively. The width of aisle satisfying energy save was 2~3 m. The re-modeled barns inhaled air through duct which was opened to aisle and exhaled through forced ventilation fans on the windowless wall which was accomplished by installing planks on the open wall. After remodelling, the culling ratio and energy cost were decreased from 11% (47 heads) to 3% (12 heads) and from 1,550,000 won to 730,000 won, respectively. Hence, re-modeled swine barns raising 400 heads could save 2,835,680 won during winter (from December to March). (**Key words** : Energy, Ventilation system, Enclosed pig house, Remodelling)

### 서 론

우리나라 양돈시설의 현대화는 1990년대 초에 시작되었고 양돈농가들은 사육규모의 증가와 생산비 및 노동력 절감 등을 위해 집 약관리를 하고 있으며, 특히 육성·비육돈사는 점차적으로 대형화 되고 있는 실정이다(최 등, 1999). 또한 돈사내 환경을 적정하게 유지하기 위하여 자연환기방법에서 기계식 강제 환기 방법으로 전환되고 있다. 그러나 여러 가지 환기에 대한 문제점이 많이 도출

되어 이러한 문제점을 해결하기 위하여 유 등(1998)은 우리나라 양돈산업의 성장 예측 모델 중에서 가족전업형 한국형 돈사 모델을 외국(MWPS)의 모델을 근거로 연구하여 제시하였다. 현장 실태조사에서 분만, 자돈사는 무창화율이 80~90%에 이르며 육성·비육돈사는 80~90% 이상이 축벽윈치커튼 형태의 개방식 형태가 대부분으로 조사되었다(최 등, 1999, 2000)고 하였다. 개방돈사의 문제점으로는 돈사 표준설계도의 돈사 폭이 기존 8 m 기준에서 10 m 이상 넓어짐에 따라 자연

\* 진주산업대학교(Department of Animal Resources Technology, Jinju National University, Jinju 660-758, Republic of Korea)

Corresponding author : J. I. Song, National Livestock Research Institute, R.D.A.

Tel: 82-31-290-1713, Fax: 82-31-290-1731, E-mail: sunik@korea.kr

2010년 7월 26일 투고, 2010년 8월 11일 심사완료, 2010년 8월 17일 게재확정

환기에 의한 돈사내 환기가 이루어지지 않아 여름철에는 돈사내 높은 온도에 의한 사료효율 저하 등의 문제가 발생하고 겨울철에는 돈사내 암모니아 가스 등의 농도가 높아져 돈사내 환경이 열악하게 되는 현상이 발생하고 있다. 아울러 무창돈사는 우리나라에서 볼 수 있는 개방형(원치) 돈사의 반대개념으로서 기계적인 설비를 이용하여 자동적으로 돼지에게 적합한 환경을 제공하여 줄 수 있는 시설을 말하는데 외국에서는 1960년대 후반부터 개발되어져 왔고 (Smith 등, 1987), 개방돈사의 환기방법에 대하여는 미국 중서부 지방을 중심으로 활발하게 연구되어져 왔다 (MWPS, 1990). 따라서 본 연구는 환절기 및 겨울철 일일 낮과 밤의 높은 기온편차에 대응할 수 있는 우리나라 기후조건에 적합한 개방식 돈사의 환경 리모델링 환기시스템 개발이 필요하여 개방식돈사를 무창식돈사로 리모델링 하였을때의 환경변화를 알아보고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험설계 및 돈사

일반 양돈사육 농가의 개방식돈사(원치돈사) 리모델링을 위한 현장 실태를 조사를 하였으며, 리모델링 돈사의 환기시스템을 지붕

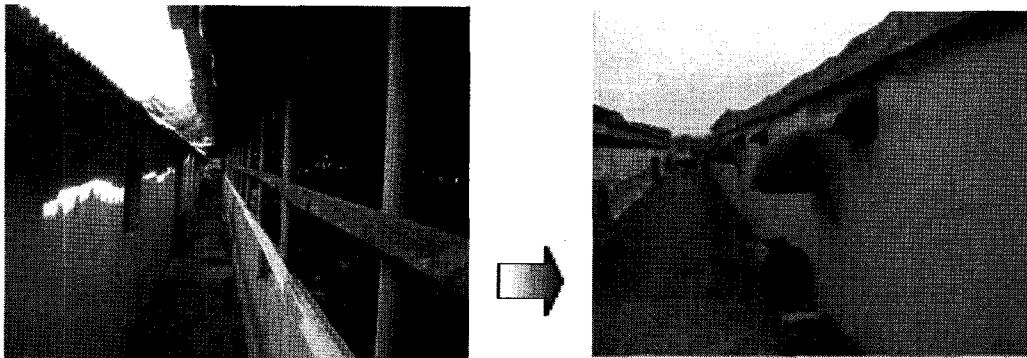
배기를 측벽배기 돈사로 개조하였다. 이때 사용된 벽면 재료는 샌드위치 판넬 50 mm 였으며, 리모델링 돈사의 공기입기는 돈사 길이방향의 입구복도에서 복도덕트 입기 → 양쪽 측벽배기로 구성하였고, 본시험에 개조한 돈사는 폭 10 m, 길이 35 m 였다. 아래 Fig. 1은 시험돈사의 개선 방법을 나타내었다.

### 2. 실험동물 사양관리

본 실험에 공시된 육성돈은 삼원교잡종 (Landrace × Yorkshire × Duroc)으로 생후 70일령 전후 (35 kg)의 육성돈 400두를 돈방 (6돈방)당 80두를 입식하여 사육하였다. 사료는 시판중인 사료를 무제한 급여하였고 급수는 벽면에 니플을 설치하여 자유롭게 음수토록 하였으며 분뇨는 슬러리 방식으로 처리하였고 겨울철은 육성사내 적정온도 유지를 위한 지역보온을 위한 620W, 310W로 조절이 가능한 보온등을 설치하여 보온을 해 주었다. 기타 사양관리는 일반관행에 준하여 실시하였다.

### 3. 측정지점

환경 측정지점은 아래 Fig. 2에서와 같이 전면, 중앙, 후면 3개 지역에서 측정하여 평균하였으며, 주요 조사항목으로는 온도, 암모



<Conventional>

<Re-modeled>

Fig. 1. Side wall before and after remodeling.

Table 1. Specifications of measurement instrument

Environmental factors	Model	Specification
Temperature	NEC 3500	64 channels
Air speed (recoder)	Kanomax 6242	64 channels
Air speed	Solmat 510e, Kanomax 6112	0~12 m/s, 0~50 m/s
Gas (NH <sub>3</sub> )	Gastec	0~30 mg/ℓ

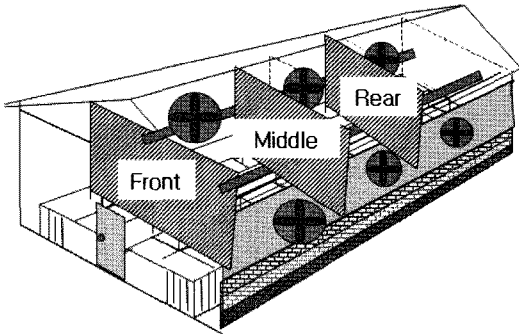


Fig. 2. The measuring locations of environment conditions.

니아 가스, 에너지절감 효과 및 경제성을 분석하였다.

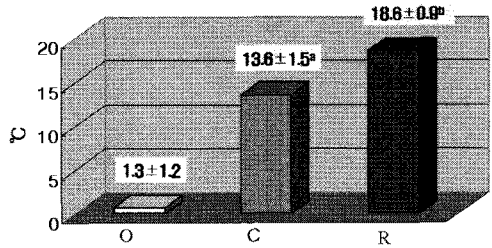
4. 조사방법

각 측정방법에 사용된 모델 및 사양은 Table 1과 같다.

결과 및 고찰

1. 온도 변화

겨울철 환기방식별 온도변화를 측정한 결



\* O:Outside, C:Curtains in Sidewall, R: Remodeling P<0.05

Fig. 3. Mean temperature of various systems during winter.

과 Table 2에서와 같이 전면지점에서 개방식, 리모델링 (13, 18℃), 중앙 (14, 17℃) 및 후면에서 (12, 19℃)로 측정되어 리모델링 후 돈사내 온도는 평균 5℃ 전후 높아짐을 알 수 있었다. 이것으로 보아 환기시설만 개선하여 주어도 돈사내의 온도를 5℃ 정도 높이는 보온효과를 가져왔다. 특히 실험기간 동안 전반적으로 일정한 온도차이를 유지하였다 (Fig. 4, 5 참조).

봄철 및 여름철에 돈사내부 환경은 온도편차는 개방식과 리모델링 돈사간의 환경내 온도는 큰 차이를 보이지는 않았다.

Table 2. Temperature distribution of the swine barn during winter (Units : °C)

Item	Measurement points*			Average
	Front	Middle	Rear	
Side wall open	13	14	12	13.6±1.5
Re-modeled	18	17	19	18.6±0.9

\* Lower point : 바닥으로부터 30 cm 상부지점

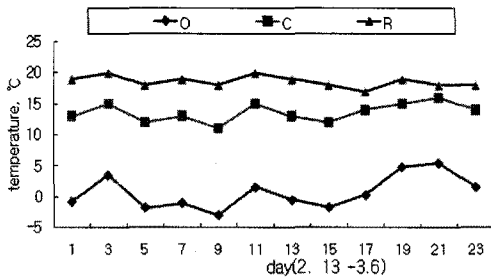


Fig. 4. Daily mean temperature during winter.

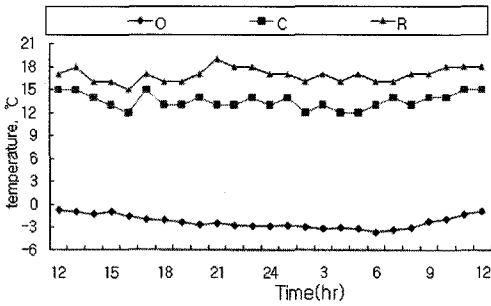


Fig. 5. Daily mean temperatures of various ventilation systems.

2. 공기풍속 및 암모니아 농도

환기시스템별 여름철 돈사내에서의 공기풍

속은 개방식일 경우 전, 중, 후면에서 0.03, 0.01 및 0.01 m/s로 거의 공기유속이 없었던 반면, 리모델링 돈사에서는 전, 중, 후면에서 0.23, 0.21 및 0.18 m/s로 측정되어 개방식 돈사보다 약 20배 전후의 공기풍속을 나타내었다. 이것은 Sainsbury 등(1995)의 연구에서 여름철 생활공간내 적당한 유속이라고 한 0.13~0.18 m/s를 만족하였고 돈사내의 유해가스를 배출시키기 위해서는 공기속도가 0.08 m/s 이상이어야 한다는 Grub 등(1974)과 일치하였다.

겨울철 NH<sub>3</sub>의 변화는 개방식 돈사는 공기 입기구의 밀폐로 인하여 돼지가 성장함에 따라 배설량이 증가하여 돈사내부의 암모니아(NH<sub>3</sub>) 농도는 지속적으로 증가하는 경향이었는데 비하여 리모델링 돈사는 입식후 일정기간(25일)까지는 증가하다가 일정 농도를 유지하는 경향이였다(Fig. 7). 실험기간 동안 돈사내 암모니아 농도는 개방식은 21.5 ppm이었는데 리모델링 돈사는 10 ppm을 유지하여 MWPS(1990)에서 제시한 허용농도인 20 mg/l 보다 낮은 결과를 보였다. 이러한 이유는 무창돈사는 돈사내부의 공기순환에 의한

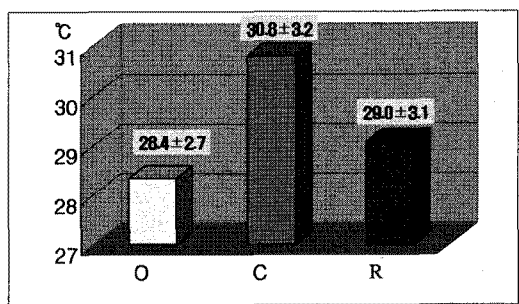
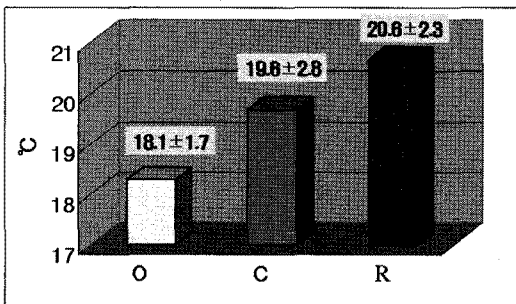


Fig. 6. Mean temperature of various systems during spring and summer.

Table 3. Air velocity distribution of the pig house in summer

(Units : m/s)

Item	Measurement points*			Average
	Front	Middle	Rear	
Side wall open	0.03	0.01	0.01	0.02
Re-moldeled	0.23	0.21	0.18	0.20

\* Lower point : 바닥으로부터 30 cm 상부지점

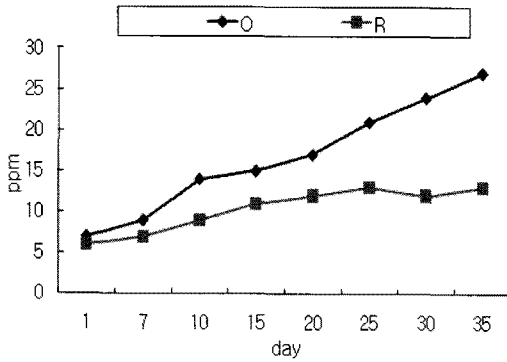


Fig. 7. Daily NH<sub>3</sub> concentrations in the swine barn.

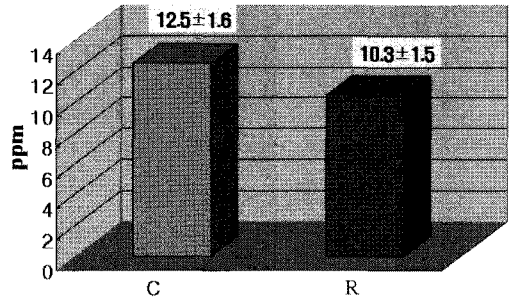


Fig. 9. Daily NH<sub>3</sub> concentrations during summer.

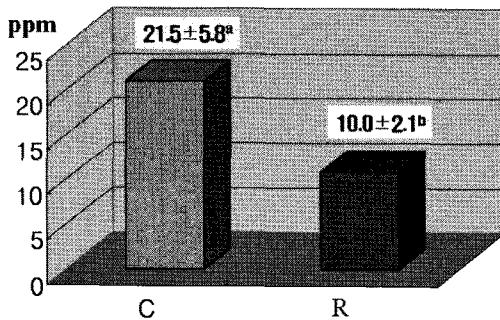


Fig. 8. Daily NH<sub>3</sub> concentrations during winter.

약취유발 물질 즉, 먼지가 돈사의부로 배출되었기 때문이다. 여름철은 개방식 돈사도

원치를 개방함으로 인하여 리모델링 돈사와의 차이는 크지 않았다(Fig. 9).

### 3. 환기시스템별 폐사율 및 에너지 투입량

폐사율 저감 및 에너지 절감은 1,000두 사육시 환산할 경우 폐사율은 개선전 11% (47두)였으나 개선후 3% (12두)로 73% 감소하였고 에너지 투입량은 개선전 155만원 (5,595kw) 이었으나 개선후 73만원 (2,635kw)으로 53% 절감하였다. 돈사 개선 비용은 1,500만원 (일반 업체비용)정도 소요되었으며, 아래 Table 4는 400두를 사육한 공간을 개선하였을때 출하일을 5일 정도 단축시켜 사료비 절

Table 4. Economic analysis

Item	손실적 요소(B)	이익적 요소(A)
Winter	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 환기시스템                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 감가 상각비 : 1,000,000원</li> <li>- 수리비 210,000원</li> <li>- 자본이자 350,000원</li> </ul> </li> <li>○ 전기료 : 400두/4개월                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 5kw×14hr×160일×36.1원 = 404,320원</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 호흡기 약품비 감소                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 200두×2회×1,200원 =480,000원</li> </ul> </li> <li>○ 사료비 절감(출하일 단축)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10kg×4두×330원 = 1,320,000원</li> </ul> </li> <li>○ 폐사율 저감                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 15두×20만원/두 = 3,000,000원</li> </ul> </li> </ul>
계	추정이익액(A-B) : 2,835,680원	

- 내구연한 5년, 수리비 3%, 이자 5%
- 유지관리 5년마다 뺨 보수 및 교체 : 200만원 내외
- 환기시스템 설치비 미적용, 겨울철 기준 (12, 1, 2, 3월 적용) - 4개월.
- 개선비용 : 200두 비육사 (700만원 소요)농사용(병) 36.1원/kwh 적용

감 및 폐사율 저감 등으로 280여만 원 정도의 경제성이 있는 것으로 나타나 환경효율 개선이 경제성과 연관됨을 알 수 있었다.

## 인 용 문 헌

### 적 요

- 현장조사 결과 우리나라 개방식 돈사의 측벽 비율은 원치시설이 90% 이상이었으며, 반무창은 5%였으며 무창 또한 5% 전후로 조사되었다.
- 리모델링 돈사는 복도덕트로 입기를 하였고 지붕 또는 측벽배기로 하였고 이때 돈사의 폭 : 10~12 m, 길이 30~50 m 전후로 조사되었다.
- 에너지 절감효과를 위한 복도 설치는 개방식 돈사의 리모델링 개조시 돈사 출입문에 복도 2~3 m (돈사길이 비율 7~8%)를 설치가 양호하였다.
- 리모델링 돈사의 환기시스템은 복도에서의 덕트를 통한 입기를 실시하고 양쪽 측벽을 판넬 등으로 밀폐화(무창)를 하고 측벽배기를 하였다.
- 폐사율 저감은 개선전 11%(47두)에서 개선후 3%(12두)(73% 감소) 되었으며, 에너지 절감효과는 개선전 155만 원 (5,595 kw)에서 개선후 73만 원이었다.
- 경제성을 분석한 결과 400두 돈사를 리모델링 할 경우 겨울철 4개월(12월부터 3월 까지) 사육할 경우 2,835,680원 이익을 얻을 수 있었다.

1. Grub, W., Foerster, E. P. and Tribble, L. F. 1974. Swine building air contaminant control with pit ventilation. Presented at the 1974 Winter Meeting. Paper No. 74-4532. ASAE, St. Joseph, MI.
2. MWPS. 1990. Mechanical ventilating systems for livestock housing, MWPS-32, Midwest Plan Service, Iowa State University, Ames.
3. Sainsbury, D. W. B. 1995. Pig health, Environment and Hpusing. The health of pig. 69.
4. Smith A. T. 1987. Current pig production systems. In : Smith, A. T. and Lawrence, T. L. J.(eds), Pig Housing and the Environment. BSAP Occasional Publication No. 11.
5. 유재일, 주정유, 김성철, 박종수, 장동일, 장홍희, 임영일. 1998. 최적 환경제어를 위한 한국형 돈사 모델 개발. 한국축산시설 환경학회지. 4(20):113-126.
6. 최홍림, 송준익, 김현태, 안희권, 고석영. 1999. 우리나라 중부지방 돈사의 구조 및 환경 실태조사. 한국축산시설환경학회지. 5(1):1-15.
7. 최홍림, 송준익, 안희권. 2000. 전업양축농가를 위한 남부지방 돈사의 구조 및 환경 실태조사. 한국축산시설환경학회지. 6(1):1-14.