

## 바닥난방이 육계의 사육환경 및 생산성에 미치는 영향

최희철 · 이덕수 · 서옥석 · 한정대 · 강희설 · 권두중 · 박정훈 · 강보석 · 장병귀  
축산기술연구소 시설환경과

### Effect of Floor Heating System on Housing Environment and Performance in Broiler Production

H. C. Choi, D. S. Lee, O. S. Suh, J. D. Han, H. S. Kang, D. J. Kweon,  
J. H. Kwag, B. S. Kang and B. G. Jang

National Livestock Research Institute,  
564 Omokchun-Dong, Kwonsun-Gu, Suwon, Korea 441-350

#### ABSTRACT

This experiment was conducted to investigate the effect of floor heating system on housing environment and performance in broiler production. PVC heating pipes(in 25cm spacing) were covered with concrete under the litter. Floor heating system was compared with conventional direct heating system. Each treatment had two replicates of 110 birds each.

Litter moisture content was significantly reduced in floor heating system than conventional direct heating system( $P < 0.05$ ). Dust concentration was higher in floor heating system because of low litter moisture content. CO<sub>2</sub> concentration was 2,900ppm and 1,500ppm on the direct heating system and floor heating system, respectively at the age of 1 week. Body weight was significantly higher in floor heating system at 7 weeks of age( $P < 0.05$ ).

The results of the trial show that floor heating was useful heating system for broiler production.  
(Key words : Broiler, floor heating, direct heating, litter moisture, performance)

#### 서론

병아리는 체온조절 기능이 발달되어 있지 않아 외부 환경에 대하여 자신을 보호할 수 있는 능력이 없으므로 급온시설을 가동하여 보온을 해 주어야 한다. 육계 사육시 주로 이용하는 급온시설로는 샷갯식 육추기, 열풍기 등이 있으며(North, 1984), 국내에서는 주로 직접열풍기를 이용하여 육계를 사육하고 있으나 열풍과 연소가스를 동시에 계사 안으로 불어넣어 주어 사육환경이 좋지 않다. 또한 뜨거운 공기는 가벼워서 계사의 천정 부위에 위치하기 때문에 깔짚을 건조하게 할 수 없다. 그러나 바닥 난방법은 바닥을 가열하여 깔

짚을 건조시켜 닭의 발육을 양호하게 하고 사료효율을 개선시키고 계분 건조도 빠르게 한다(박경규 등, 1996; Van Wicklen, 1988). 또한 육계사의 암모니아 가스는 10ppm 정도만 존재해도 기관지 점막을 손상시키며 25ppm을 초과하지 말아야 한다고 했으며(William and Weaver, 1991) 암모니아가스 농도를 줄이기 위해서 첨가제 등이 이용되고 있으나 깔짚의 수분함량이 증가하면 암모니아가스가 다시 발생되어 깔짚을 건조하게 할 수 있는 환기(William and Weaver, 1991)나 바닥난방(Van Wicklen et al., 1988)등이 암모니아 발생을 줄이는데 효과적이라고 했다. 따라서 우리나라의 주택에서 주로 이용하고 있는 바닥난방방법을 육계사육에 이용시 깔짚을 건조하

게 유지하고 유해가스 농도도 줄일 수 있을 것으로 예상되어 본 시험을 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험기간 및 장소

본 시험은 1997년 2월 20일부터 4월 9일까지 축산기술연구소 시험계사에서 실시하였으며 시험기간은 부화 후 7주간 이었다.

### 2. 공시동물 및 시험설계

본 시험에서는 브로일러 품종인 Avian 계통 440수를 공시하였다. 시험구는 2처리 2반복 완전임의배치법에 의해 배치하였으며 직접난방구는 연소가스와 온풍으로 가온하는 직접온풍난방기를 설치하였고 바닥난방구는 계사 바닥에 온박단열재를 깔 후 그 위에 X-L 파이프를 25cm 간격으로 배열하여 콘크리트 포장술한 후 보일러를 가동하였으며 급은기는 육추초기 3주간 가동하였다. 깔짚은 톱밥을 5cm 두께로 깔았으며 바닥난방구는 초기 3주간은 3cm 두께로 깔짚을 깔 후 급은을 중단한 4주령부터 5cm 두께로 깔아 주었다.

### 3. 시험계의 사양관리

#### 1) 사육형태

평사에서 m<sup>2</sup>당 9.8수씩 사육하였으며 예방접종은 1일령에 마력생독백신을 접종, 2일령에 뉴캐슬, 전염성

기관지염 생독 혼합백신을 접종, 1주령 감보로 생독백신을 음수, 2주령 뉴캐슬, 전염성 기관지염 생독 혼합백신을 음수, 3주령 감보로 생독백신을 음수, 4주령 뉴캐슬, 전염성 기관지염 생독 혼합백신을 음수로 실시하였으며 점등은 개시시부터 종료시까지 전기간 동안 종아점등을 실시하였다.

#### 2) 시험사료

시험사료는 1주령 육계초기사료(크럼블), 2~3주령 육계전기사료(펠릿), 4~7주령 육계후기사료(펠릿)를 급여하였으며, 급여사료의 성분함량은 Table 1과 같다.

#### 3) 사양관리

시험사료는 원통형 급이기, 물은 중형급수기를 이용하여 자유채식토록 하였으며 기타 일반적인 사양관리는 축산기술연구소 관행법에 준하여 실시하였다.

#### 4) 조사항목 및 조사방법

- 가) 깔짚상의 온도: 깔짚의 하단 1~2cm 부분과 깔짚 표면에 온도계를 대고 측정하였다.
- 나) 깔짚수분함량: 처리당 3개 부위에서 채취하여 105℃ dry oven에서 24시간 건조 후 칭량하였다.
- 다) NH<sub>3</sub> 농도: 가스검지관(Kitagawa Co, 0~30mg/ℓ)을 이용하여 처리구 중간 부위의 10cm 높이에서 측정하였다.

Table 1. Chemical composition of experimental diets

| Items                | Starter<br>(0~1week) | Grower<br>(2~3weeks) | Finisher<br>(4~7weeks) |
|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|
|                      | ..... % .....        |                      |                        |
| Chemical composition |                      |                      |                        |
| Crude protein        | 20.92                | 18.87                | 17.44                  |
| Crude fat            | 4.02                 | 3.38                 | 4.37                   |
| Crude fiber          | 3.75                 | 2.66                 | 2.65                   |
| Crude ash            | 5.35                 | 4.93                 | 4.13                   |
| Ca                   | 1.14                 | 1.05                 | 0.88                   |
| P                    | 0.73                 | 0.72                 | 0.66                   |
| ME, kcal /kg         | 3,000                | 3,000                | 3,100                  |

- 2  
 라) CO<sub>2</sub> 농도: 가스검지관(Kitagawa Co, 300~5,000mg / l)을 이용하여 처리구 중간 부위의 10cm 높이에서 측정하였다.  
 마) 분진: 계사 중앙의 바닥에 분진계(Digital aerosol monitor model 3411, Kanomax사)를 설치하여 1분 동안의 분진량을 조사하였다.  
 바) 체중: 입추시, 14일령, 28일령, 42일령, 49일령에 시험구별로 시험계 전부를 측정하여 평균으로 산출하였다.

**4. 통계처리**

조사성적은 SAS(1987)의 통계프로그램을 이용하여 분석하였고, 5% 수준에서 T-test검정(Steel과 Torrie, 1980)을 실시하였다.

**결과 및 고찰**

**1. 깔짚상의 온도**

공간 난방방식인 직접난방구는 입추 초기에 급온을 하는 기간에도 깔짚상의 온도에 영향을 크게 미치지 않았으나 바닥난방의 경우 1주령시 47.4±4.9℃로서 직접난방구보다 유의적으로 높았으며(P<0.05) 2주령시에도 같은 경향이였다. 그러나 급온을 중지한 3주령부터 바닥난방구의 깔짚상의 온도는 급격히 하강하였으나 전 시험기간 동안 바닥난방구의 깔짚상의 온도가 더 높았다. 또한 깔짚 표면의 온도도 바닥난방의 경우 36.8±1.1℃로서 직접난방구보다 유의적으로 높았

다(P<0.05). 이러한 결과는 Dobrzanski(1993)의 결과와 같은 경향이였다.

**2. 깔짚 수분함량**

깔짚의 수분함량은 닭의 사육환경에 크게 영향을 미친다. 수분함량이 많으면 닭들은 자기자리를 빼앗기지 않으려고 일어나지 않고 성격이 예민해져 사료섭취량이 감소하고 사육성적도 불량해진다. 또한 암모니아가스 농도가 증가하여 증체량이나 사료효율을 떨어뜨린다. 본 연구에서 입추시 바닥난방구의 깔짚 수분함량은 6.3±0.7%로서 직접난방구 33.6±0.4%보다 깔짚의 수분함량이 월등히 감소하였으며(P<0.05) 1주령과 2주령에도 같은 경향이였다. 가온을 중단한 3주령 이후에도 통계적인 유의차는 없었으나 10% 내외로 깔짚 수분함량이 감소하였는데 이는 바닥난방구의 깔짚상의 온도가 높아 깔짚중의 수분을 증발시켰기 때문이며 Dobrzanski(1993)의 결과와도 같은 경향이였다.

**3. 유해가스 농도**

축사에서 발생하는 가스상 물질은 약 136가지이며 이중 가축에게 가장 많이 영향을 주는 것은 암모니아, 메탄 그리고 이산화탄소이다(Hartung and Phillips, 1994). 암모니아가스는 무색의 자극성이 있는 물질로서 미생물의 작용에 의해 발생하며 깔짚의 수분함량, 온도, pH 등의 요인에 따라 농도가 달라진다. 암모니아가스에 장시간 노출시 호흡기에 손상을 입으며, 20ppm의 암모니아가스에 장시간 노출시 누켈슬이나

**Table 2.** Litter temperature in floor heating system and direct heating system at the beneath and surface of litter

| Age    | Beneath temperature of litter |                       | Surface temperature of litter |                       |
|--------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
|        | Direct heating                | Floor heating         | Direct heating                | Floor heating         |
|        | ..... °C .....                |                       |                               |                       |
| day 7  | 19.3±0.8 <sup>b</sup>         | 47.4±4.9 <sup>a</sup> | 26.0±0.3 <sup>b</sup>         | 36.8±1.1 <sup>a</sup> |
| day 14 | 18.4±0.3 <sup>b</sup>         | 49.9±0.9 <sup>a</sup> | 19.5±1.2 <sup>b</sup>         | 28.5±0.4 <sup>a</sup> |
| day 21 | 18.0±1.8                      | 22.7±0.3              | 18.0±0.4                      | 18.4±0.2              |
| day 28 | 21.3±2.6                      | 27.1±2.1              | —                             | —                     |
| day 35 | 18.6±0.6                      | 19.8±1.6              | —                             | —                     |
| day 42 | 16.3±0.4                      | 17.8±0.1              | —                             | —                     |
| day 49 | 15.7±0.1 <sup>b</sup>         | 17.7±0.3 <sup>a</sup> | —                             | —                     |

<sup>a,b</sup> Values(Mean±SD) with different superscripts in the same row differ significantly(P<0.05)

**Table 3.** Litter moisture contents in floor heating system and direct heating system

| Age    | Direct heating        | Floor heating        |
|--------|-----------------------|----------------------|
|        | .....% .....          |                      |
| day 1  | 33.6±0.4 <sup>a</sup> | 6.3±0.7 <sup>b</sup> |
| day 7  | 18.4±1.9 <sup>a</sup> | 5.1±0.4 <sup>b</sup> |
| day 14 | 24.5±0.3 <sup>a</sup> | 8.8±0.7 <sup>b</sup> |
| day 21 | 33.1±5.0              | 26.6±1.5             |
| day 28 | 40.1±3.4              | 32.5±3.8             |
| day 35 | 51.1±1.3              | 37.3±7.8             |
| day 42 | 51.7±3.8              | 45.4±0.3             |
| day 49 | 53.6±1.8              | 45.9±1.6             |

<sup>a,b</sup> Values(Mean±SD) with different superscripts in the same row differ significantly(P<0.05)

기남염에 감수성이 높아진다(Carlile, 1984). 이산화탄소는 주로 가축의 호흡시 발생하며(Hartung and Phillips, 1994) 고농도일 경우 중추신경계를 자극해서 무의식상태가 된다. 본 시험 결과 암모니아가스는 4주령시 직접난방구에서 12.5±2.5ppm이 검출되었으나 유의적인 차이는 인정되지 않았으며 시험 전 기간 동안 낮은 농도를 유지했다. 이산화탄소는 난방 중 연소가스가 많이 발생되는 1~2주령시 직접난방구에서 유의적으로 높게 발생했으며 3주령 이후에는 난방의 영향보다 체중 증가에 따른 호흡량 증가로 이산화탄소 발생이 많아졌으나 5주령 이후 창문을 개방하면서 낮아졌다.

**Table 5.** Airborne dust concentration in floor heating system and direct heating system

| Items  | Direct heating              | Floor heating          |
|--------|-----------------------------|------------------------|
|        | .....CPM <sup>1</sup> ..... |                        |
| day 7  | 16.3±1.8 <sup>b</sup>       | 27.4± 0.9 <sup>a</sup> |
| day 14 | 40.8±8.8                    | 65.0± 6.5              |
| day 21 | 26.0±5.0                    | 24.5± 0.0              |
| day 28 | 25.5±2.0                    | 33.3±11.8              |
| day 35 | 26.3±3.8                    | 24.8± 2.3              |
| day 42 | 18.5±4.0                    | 32.5± 2.0              |
| day 49 | 17.5±0.5 <sup>b</sup>       | 22.3± 0.8 <sup>a</sup> |

<sup>1</sup>CPM=0.01mg

<sup>a,b</sup> Values(Mean±SD) with different superscripts in the same row differ significantly(P<0.05)

**Table 6.** Effect of floor heating system on body weight, feed conversion, mortality at 7 weeks

| Items           | Direct heating          | Floor heating           |
|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| Body weight(g)  | 2,134±16.5 <sup>b</sup> | 2,304±13.0 <sup>a</sup> |
| Mortality(%)    | 8.3±0.5                 | 6.9±0.1                 |
| Feed conversion | 2.10±0.03               | 2.01±0.01               |

<sup>a,b</sup> Values(Mean±SD) with different superscripts in the same row differ significantly(P<0.05)

**4. 분진 발생량**

계사에서 발생하는 분진은 주로 동물의 사료, 피부

**Table 4.** Harmful gases concentration in floor heating system and direct heating system

| Age    | NH <sub>3</sub>      |                      | CO <sub>2</sub>       |                       |
|--------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
|        | Direct floor         | Floor heating        | Direct floor          | Floor heating         |
|        | ..... ppm .....      |                      |                       |                       |
| day 7  | 0.0±0.0 <sup>b</sup> | 2.5±0.5              | 2900±100 <sup>a</sup> | 1500±0.0 <sup>b</sup> |
| day 14 | 0.0±0.0              | 1.5±0.5              | 3000±0.0 <sup>a</sup> | 2800±0.0 <sup>b</sup> |
| day 21 | 2.5±0.5              | 1.0±1.0              | 3450±450              | 3750±250              |
| day 28 | 12.5±2.5             | 5.0±0.0 <sup>a</sup> | 4950±50               | 5000±0.0              |
| day 35 | 4.0±0.0 <sup>b</sup> | 5.0±0.0 <sup>a</sup> | 800±200               | 550±50                |
| day 42 | 1.0±0.0              | 4.5±1.5              | 500±0.0               | 800±200               |
| day 49 | 1.0±0.0              | 2.5±0.5              | 500±0.0               | 500±0.0               |

<sup>a,b</sup> Values(Mean±SD) with different superscripts in the same row differ significantly(P<0.05)

박편, 깔짚, 깃털, 계분 등에서 유래하며, 바이러스와 세균 등 각종 병원체를 운반하는 운반체로서 역할을 하며 폐렴, 알레르기 반응 등을 유발하고, 관리자의 직업적 노출 한계는 10mg/m<sup>3</sup>이라고 했다(Pearson and Sharplest, 1995). 본 시험결과 깔짚의 수분함량이 낮았던 바닥난방구에서 유의적으로 분진발생량이 증가하였으나 직업적 노출한계에는 크게 못 미치는 낮은 수준이었다.

**5. 사육성적**

바닥난방구는 7주령시 체중이 2,304±13.0g으로서 직접난방구 2,134±16.5g보다 유의적으로 향상되었으며(P<0.05), 폐사율과 사료효율도 유의적인 차이는 인정되지 않았으나 성적이 향상되었는데 이는 깔짚의 수분함량의 감소로 사육환경이 개선되었기 때문인 것으로 사료된다.

**적 요**

본 연구는 육계 사육시 바닥난방이 사육환경과 생산성에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보고자 Avian 육계 440수를 공시하여 바닥난방구와 직접난방구를 2처리 2반복으로 7주간 시험하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 바닥난방구의 1주령시 깔짚상의 온도는 47.4±4.9℃로서 직접난방구 19.3±0.8℃보다 유의적으로 높았으며(P<0.05), 깔짚 표면의 온도도 유의적으로 높았다.
2. 1주령시 바닥난방구 깔짚의 수분함량은 6.3±0.7%로서 직접난방구 33.6±0.4%보다 유의적으로 낮았으며 이는 깔짚상의 온도가 높았기 때문인 것으로 사료된다.
3. 암모니아가스 농도는 시험구간 유의적인 차이는 인정되지 않았으나 이산화탄소 농도는 바닥난방구에서 1~2주령시 유의적으로 낮았다(P<0.05).
4. 분진발생량은 깔짚이 건조한 바닥난방구에서 1주령시 유의적으로 높았다(P<0.05)
5. 7주령시 바닥난방구의 체중은 2,304±13.0g으로

직접난방구 2,134±16.5g보다 유의적으로 향상되었다(P<0.05)

**인용문헌**

Dobrzanski Z, Biakas W 1993 Effectiveness of the floor heating system in broiler houses. Proceedings of 4th international symposium published by ASAE. Pages 1077-1081.

Fiona S Carlile 1984 Ammonia in poultry houses: A literature review. World's Poult Sci J 40:99-113.

Hartung J, Phillips VR 1994 Control of gaseous emission from livestock buildings and manure stores. J Agric Engng Res 57:174-189.

North MO 1984 Commercial Chicken Production Manual(third edition), Pages 178-181.

Pearson CC, Sharplest TJ 1995 Airborne dust concentration in livestock buildings and the effect of feed. J Agric Engng Res 60:145-154.

SAS 1982 SAS user's guide. Statistics. SAS Institute, Cary, NC.

Steel RGD, Torrie JD 1980 Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. McGraw-Hill Book Co., New York, NY. Pages 137-171.

Van Wicklen, Garrett L, Michael Czarick 1988 Design of a PVC pipe system for brooding chickens. TRANSACTIONS of ASAE 31(2) :552-557.

William D, Weaver 1991 The effect of different levels of relative humidity and air movement of litter conditions, ammonia levels, growth and carcass quality for broiler chickens. Poultry Sci 70:746-755.

박경규 서상용 김상현 김현욱 성삼경 장동일 최홍립 홍지형 1996 축산기계 및 시설. 문운당 Page 188.