

오리사 바닥 형태가 육용오리의 생산성 및 사육환경에 미치는 영향

방한태¹ · 김동운¹ · 황보 중¹ · 나재천¹ · 강환구¹ · 김민지¹ · 하룬 무쉬타크¹ · 라나 파빈¹ · 최희철¹
이상배² · 강 민³ · 김지혁^{1*}

¹농촌진흥청 국립축산과학원, ²(주)삼화원종, ³전북대학교

Effect of Various Forms of Floor System on Performance of Meat-type Duck and Environments of Duck House

Han-Tae Bang¹, Dong-Woon Kim¹, Jong Hwangbo¹, Jae-Cheon Na¹, Hwan-Ku Kang¹, Min-Ji Kim¹,
M. M. H. Mushtaq¹, R. Parvin¹, Hee-Chul Choi¹, Sang-Bae Lee², Min Kang³ and Ji-Hyuk Kim^{1*}

¹National Institute of Animal Science, RDA, Chungnam 331-801, Korea

²Samhwa GPS Breeding Agri., INC., Chungnam 350-906, Korea

³College of Veterinary Medicine, Chonbuk National University, Jeonbuk 561-756, Korea

ABSTRACT This experiment was conducted to investigate the effects of floor type and heating system on performance, housing environment and health status of ducks reared in three types of duck house (OD : Open floor house-Direct heating system, OF : Open floor house-Floor heating system and LD : Loft type house-Direct heating system). In OF treatment, PVC pipes were installed for heating under concrete floor and covered with litter. In LD treatment, plastic mesh was installed 50 cm above the floor so that duck's droppings can pass through it. Each treatment had four replicates of 25 birds (Cherry Valley duck breed) per pen. There were no significant differences in weight gain and feed intake of ducks for 6 weeks among all treatments. However, feed conversion ratio in LD was significantly higher ($p<0.05$) than that in OF. No differences were found in carcass characteristics, with the exception of abdominal fat weight where OF were higher than the others. Concentrations of CO₂ and NH₃ gas in OD were higher than those of OF and LD at 3, 4 and 5 weeks. Moisture content in litter of OF was lower than that of OD. In contrast, the amount of dust in the air was higher in OF than in OD. The amount of fuel used for 6 weeks in LD was lower about 21% than that in OD. Some of unusual symptoms were observed in open floor house and loft type house, such as lying, spraddle legged, twisted ankle and legs, wounded sole, or etc. No components of leukocyte and erythrocyte of blood were significantly different among all treatments. The results of this experiment showed that OF and LD systems had no positive effects on performance of meat type commercial duck. However, there were some positive effects of certain house type for the improvement of environmental condition in duck house for hygienic production. In the future, more research on the effect of various facilities and systems for duck house is needed.

(Key words : duck, performance, housing environment, floor heating system, loft type house)

서 론

우리나라 오리 산업은 최근 몇 년간 농림업 생산액 부문 7위 품목 자리를 지키며, 빠르게 발전하고 있다(농림수산식품부, 2012). 2011년도 오리 산업 생산액은 1조 3,966억 원이며, 사육 농가는 4,569호, 총 사육 수수 1,505만 수로 평균 사육 수수는 3,295수이다. 또한, 2천 수 이상의 전업농가 1,019호의 총 사육 수수는 1,492만 수로, 호당 사육 수수가

14,646수이며, 전업화의 비율이 99% 이상을 차지하고 있다. 그러나 산업 규모가 빠르게 발전해온 것에 비해 다른 한쪽으로는 여러 문제점에 봉착하고 있다. 특히 오리 종자의 높은 해외 의존도, 국내 표준 사육기술의 부재, 방역에 대한 인식 부족, 사육장의 70% 내외가 하우스형으로 시설이 낙후된 것 등의 문제는 오리 산업이 직면한 현안 사항들이다.

농가의 생산비 절감 방안 또한 중요한데, 생산비 증가의 가장 큰 요인은 사료 가격 인상이지만, 깔짚 가격 인상도 무

* To whom correspondence should be addressed : jihyuk@korea.kr

시 못 할 부분이다. 2008년도 생산비 분석 결과에서는 깔짚비가 8.2%를 차지할 정도로 매우 높았고, 최근에는 약 4% 내외로 낮아지긴 했으나, 여전히 생산비 증가 요인이 되고 있다. 바닥의 깔짚은 쾌적한 오리사 환경 조성에 많은 영향을 끼치며, 오리의 생산성과 밀접한 관련이 있다. 특히 출하시 생체중, 사료 효율 및 경제성 등은 깔짚의 선택과 관리의 적합성 여부에 따라서 달라질 수 있다. 깔짚은 바닥의 오염과 열의 발산을 방지하고, 물 섭취 시 흘리는 물과 오리를 흡수·회색하여 표면을 깨끗하고 건조하게 유지시키며, 오리의 흥부 수중 발생을 예방하는 등 오리가 쉬고 성장하는 쾌적한 생활공간을 만들어 주는 역할을 한다. 이러한 깔짚의 조건으로는 수분이 20~25% 함유된 재료로서 흡수력과 통기성이 좋으며, 값이 싸고 구하기 쉬우며, 먼지나 곰팡이 등에 쉽게 오염이 되지 않아야 하며, 폭신하고 안락감을 줄 수 있는 것이 좋다(정선부 등, 2003).

바닥 난방은 직접 난방보다 깔짚의 수분함량 감소, 암모니아 같은 유해가스 농도 저하 등으로 사육 환경이 개선되며, 닭의 체중 및 사료 효율이 개선된다(박경규 등, 1996; Van Wicklen et al., 1988). 또한 육계사육 시 바닥 난방은 직접난방에 비해 깔짚 상의 온도를 높여 수분 함량을 낮춰 주고, 이산화탄소 농도를 낮춰 줘서 체중이 향상된다고 보고된 바 있다(최희철 등, 1999). 고상식 평사의 경우 깔짚을 전혀 사용할 필요가 없어 깔짚으로 인한 비용 부담이 없고, 배설물이 바닥 아래로 방출되므로 가축의 몸체에 묻지 않기 때문에 항상 깨끗한 상태를 유지할 수 있어 위생적이고 상품가치도 높아질 수 있으며, 유해가스 저감 등 축사 내의 환경도 개선되는 장점이 있다.

축사 내에서 발생한 암모니아 가스에 가축이나 관리자들이 노출되면 건강상의 문제를 일으키는데, 특히 계사 내에 발생하는 공기오염도에 따라서 호흡기 질병을 유발하며(Anderson et al., 1964; Quarles and King, 1974), 공기 중의 암모니아 농도가 25~100 ppm 범위에 이를 때는 육계의 성

장과 사료효율 등을 감소시킨다(Carlie, 1984). 이러한 유해가스 저감을 위해 오리 사육장으로부터 나오는 악취를 제거하는데 바이오 필터가 효과가 있음을 구명(Anthony et al., 2007)하는 등 많은 연구가 수행되고 있다.

선진국에서는 현대 축산업이 가축 생산 공장이라는 이미지를 탈피하기 위해 개방된 자유 방목 환경에서의 가축 행동과 좁은 축사 공간에서의 행동 비교 및 각종 스트레스를 연구한 결과(Guemene et al., 2001; Faure et al., 2003)를 바탕으로 친환경 동물 복지 축사 건축을 이미 실천하고 있다. 그러나 우리나라에서는 축사 신축에 많은 투자와 비용이 요구되기 때문에, 기존 축사를 개축, 개조하는 방법을 선택하여 동물 복지 향상 및 친환경 축산 실현을 위해 노력하고 있으나 아직 미비한 실정이다(Yoo, 2007). 우리나라 오리 산업이 선진국 수준으로 발전하기 위해서는 생산성 향상뿐만 아니라, 국내 환경과 실정에 맞는 오리사 환경 조성 및 동물 복지 실현 등 다양한 측면에서 접근이 필요한 때이다.

본 연구는 오리사 시설 개선의 일환으로, 바닥 형태나 난방 방법에 따른 오리의 성장 특성 및 사육환경의 변화 양상을 비교 분석하여 깔짚 문제의 해결 및 오리 사육장의 환경 개선 등 대안을 모색하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 사양시험 시설 설계

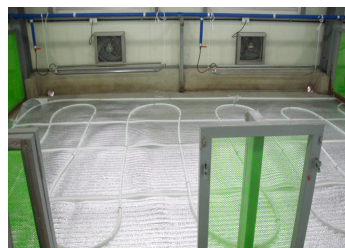
평사 직접 난방, 평사 바닥 난방, 고상식 직접 난방 시설을 Fig. 1과 같이 설치 후 각 시설별 4반복으로 구획을 구분하였다. 각각의 반복구는 같은 면적과 간격으로 구분하였고, 같은 종류의 급수·급이기를 동일한 조건으로 설치하여 시험장소를 준비하였다.

1) 평사 직접 난방

평사는 일반적으로 농가에서 사용하고 있는 방식으로 바닥



OD



OF



LD

Fig. 1. Illustration of three treatments with different floor types and heating systems. OD: Open floor house-Direct heating system, OF: Open floor house-Floor heating system, LD: Loft type house-Direct heating system.

에 보통 자리깃(왕겨나 톱밥)을 깔아서 사육하는 방식을 말한다. 가온 방법은 열풍기를 통하여 직접 난방을 실시하였다.

2) 평사 바닥 난방

위에서 말한 평사와 같은 방식으로 사육하지만, 바닥에 PVC 파이프를 이용해 일반 주거용으로 사용하고 있는 온돌식 난방을 설치하여 가온을 하였다.

3) 고상식 직접 난방

고상식 오리사는 특수 재질로 처리된 플라스틱 망을 지상으로 약 50 cm 정도 높이에 고정하여 오리분을 바닥으로 통과시켜 스크레퍼로 배출되도록 설치하였다. 난방 방식은 열풍기를 이용하여 직접 난방이 되도록 하였다.

2. 시험 동물

공시축으로 페킨종 육용오리(영국산 Cherry Valley) 품종을 사용하였다. (주)주원산오리 농장에서 키운 체리밸리 종오리에서 수집된 종란을 구입하여 국립축산과학원 가금종합연구단지에서 4주간 부화를 실시하였다. 부화된 새끼오리 중 300수를 선발하여 3처리 4반복에 반복구별로 25수씩 완전 임의 배치하여 6주간 시험을 실시하였다. 각 처리구별 새끼오리의 수당 체중은 평사 직접 난방은 51.70 g, 평사 바닥 난방은 51.85 g, 고상식 직접 난방은 51.75 g으로 오차 범위를 최소로 하였다.

3. 급여 사료 및 사양 관리

사료는 어린오리(0~1주), 육성전기(2~3주), 육성후기(4~6주)로 구분하여 각각 어린 오리 크럼블, 육성 전기 펠렛, 육성 후기 펠렛 형태의 사료를 급여하였다. 각각의 사료는 국립축산과학원 내에 있는 사료 배합 시설에서 공급을 받아 급여하였는데, 사료 성분 분석 결과는 Table 1과 같다. 급여

기 및 급수기는 각각 원통형 급이기, 니플 급수기를 사용하였고, 반복구별로 동일하게 배치하였다. 온도는 시험개시 후 5일간은 33℃ 전후를 맞추어 주었고, 이후 하루에 1~2℃씩 감소시켜 3주령 이후에는 20℃ 전후가 되도록 관리하였다. 점등은 24시간 실시하였고, 사육 밀도는 현재 육용오리 사육기준인 수당 0.246 m²(평당 13수)보다 약간 높은 수당 0.32 m²(평당 10수)의 공간에 입식하여 사육하였다. 평사 처리구의 깔짚은 왕겨를 사용하였으며, 약 5 cm 이상의 두께로 깔아주었다.

4. 조사 항목 및 조사 방법

1) 체중, 사료 섭취량 및 폐사율

체중은 매주 개체별로 측정하여 반복당 평균체중으로 산출하였고, 사료 섭취량은 사료 급여량에서 사료잔량을 제하여 구하였다. 사료 요구율은 사료 섭취량을 증체량으로 나누어 계산하였고, 폐사율은 6주간 매일 조사하였다. 생산지수는 생산지수 공식에 의하여 도출하였다.

$$\text{생산지수} = \frac{\text{생존율}(\%) \times \text{평균 생체중}(g)}{\text{사육기간}(\text{일}) \times \text{사료요구율}} \div 10$$

2) 도체중 및 부분육의 중량

6주령에 각 처리별 10수씩 총 30수를 도입하여 각각 조사하였다. 오리의 생체 무게를 개체별 측정한 후 도살하였고, 일반 도압장에서 실시하고 있는 방혈, 탕침, 탈모, 예비냉각의 순으로 처리하였다. 불 가식부위인 내장, 머리(목 최대상단 부위), 다리(무릎 관절 아래) 부위를 절단하여 제외한 나머지의 중량을 측정하여 도체 중량으로 표시하였다. 이 도체로부터 가슴, 등, 다리, 날개, 목, 복강 지방을 구분하여 절단하였고, 각각의 무게를 측정하여 도체 중량에 대한 부

Table 1. Chemical compositions of experimental diets

Chemical composition	Pre-starter (0~1wk)	Starter (2~3wk)	Finisher (4~8wk)
Crude fat (%)	6.71	6.01	8.76
Crude fiber (%)	4.14	4.98	2.93
Moisture (%)	9.87	9.86	11.92
Crude protein (%)	21.35	22.35	17.95
Ash (%)	5.16	5.76	5.57
Ca (%)	1.12	1.12	0.94
P (%)	0.71	0.79	0.77
ME (kcal/kg)	3,221.5	3,257.2	3,289.9

분육의 비율로 나타내었다.

3) 유해가스 농도

오리사 내의 가스 측정은 유해가스가 유의적으로 증가하기 시작하는 3주령부터 개시하여 1주령 간격으로 조사하여 변화 양상을 보았다. 오리사 내의 이산화탄소(CO₂) 및 암모니아(NH₃) 측정은 Johnston et al.(1981)의 방법과 동일하게 가스 포집기(Gastec, Corporation 6431 Fukaya, Ayase, Japan)를 이용하여 측정하였다. 각 처리구별 측정 위치는 오리사 앞, 중간, 뒤에서 검측한 후 평균치를 계산하였다. 평사에서는 깔짚으로부터, 고상식에서는 플라스틱 망 바닥으로부터 약 10 cm 가량의 높이에서 측정하였다. 이산화탄소 측정 검지관과 암모니아 측정 검지관을 각각 사용하였으며, Gastec 측정 방법에 따라 해당 위치에서 공기를 흡입한 후 이산화탄소는 1분 동안, 암모니아는 2분 동안 머문 후에 검지관을 읽어서 기록하였다. 추가적으로 주요 악취가스인 황화합물의 발생농도를 조사하였는데, 핸디샘플러를 이용하여 오리사 안에서 시료를 포집한 후, 실험실에서 저온농축(TD)이 부착된 Varian GC-3800(PFPD) 기기로 분석하였다.

4) 깔짚의 수분 함량

깔짚(왕겨)을 바닥재로 사용한 평사 처리구인 평사 직접 난방과 평사 바닥 난방에서 깔짚의 수분 함량을 측정하였다. 깔짚은 각 처리구의 3 반복구에서 채취하였으며, 채취 시에는 반복구의 앞, 중간, 뒤의 세 군데에서 정량씩 채취 후 혼합하여 수분 함량을 측정하였다. AOAC(1995)의 가열 건조법에 따라 바로 채취 후의 무게와 105℃의 dry oven에서 24시간 동안 건조한 후의 무게를 이용하여 수분함량을 구하였다.

깔짚 수분 함량(%) =

$$\frac{\text{건조 전 깔짚무게(g)} - \text{건조 후 깔짚무게(g)}}{\text{건조 전 깔짚무게(g)}} \times 100$$

5) 연료 소모량

연료 소모량은 직접 난방기인 열풍기를 사용한 평사 직접 난방과 고상식 직접 난방에서 소모량을 측정하였다. 측정 방법은 난방기를 사용한 6주 동안 기름통에 주입한 양에서 시험 종료 후 남은 양을 제외한 양을 계산하였다.

6) 오리의 상태 관찰

사육 과정 중 정상적인 활동을 하지 못하거나 폐사의 증

상이 보이는 오리 개체에 대하여 관찰하였다. 오리의 신체 부위 중에 가장 약한 발목의 상태를 점검하였고, 더불어 오리 배의 상태, 발바닥의 상태 등을 관찰하였다.

7) 혈액 성상

혈구 분석을 하기 위하여 3주령과 6주령에 처리구별로 5 수씩을 무작위로 선발하여 익하 정맥에서 5 mL의 주사기를 이용하여 3 mL씩을 수집하였다. 익하 정맥으로부터 채취한 혈액을 EDTA(ethylene diamine tetra acetic acid)가 처리된 vacutainer tubes에 2 mL 정도의 혈액을 수집하였다. 혈액은 3,000 rpm에서 10분간 원심 분리하여 혈청을 따로 분리하였다. 2시간 이내에 자동 혈구 분석기(Hemavet HV950FS, Drew Scientifics, Inc., USA)를 이용하여 WBC(White blood cell), HE(Heterophil), LY(Lymphocyte), MO(Monocyte), EO(Eosinophil), BA(Basophil) 등 혈구 성분들의 분석을 실시하였다.

5. 통계 처리

각각의 주령에 따라 조사 항목별로 얻어진 조사 성적은 SAS(2001) GLM(General Linear Model) Procedure를 이용하여 통계 분석하였으며, *F*-test 결과, 유의성이 있을 경우 처리구 평균 간의 차이($p < 0.05$) Duncan's multiple range test (Steel and Torrie, 1980)로 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 체중, 사료 섭취량 및 폐사율

Table 2에 나타난 바와 같이, 일반 출하시기인 6주령에 각 처리구별 체중은 평사 직접 난방이 3,147 g, 평사 바닥 난방이 3,005 g, 고상식 직접 난방이 3,012 g으로 평사 직접난방이 약간 높기는 하였으나, 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 누적 증체량 역시 같은 경향을 보였다. 최희철 등(1999)에 따르면 육계의 경우 바닥 난방구에서 사육할 때 직접 난방구에 비하여 7주령 체중이 유의적으로 향상되었다고 보고된 바 있으나, 본 실험(육용오리의 경우)에서는 큰 차이를 볼 수 없었다. 사료 섭취량을 보면 전 기간에 걸쳐서 평사 직접 난방은 5,836 g, 평사 바닥 난방이 5,494 g, 고상식 직접 난방이 5,821 g으로 평사 직접 난방과 고상식 직접 난방이 평사 바닥 난방에 비하여 약 300 g 정도 많이 섭취하기는 하였으나, 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 6주간의 전 기간 사료 요구율은 평사 직접 난방은 1.89, 평사 바닥 난방이 1.86, 고상식 직접 난방이 1.96으로 평사 바닥 난방이 고상식 직접 난방에 비하여 유의적으로 낮게 측정되었다($p < 0.05$).

Table 2. Effect of floor type and heating system on performance of ducks reared for 6 weeks

Item	Treatment			SEM ¹⁾
	OD	OF	LD	
Initial body weight (g)	51.7	51.9	51.8	0.01
Final body weight (g)	3,147	3,005	3,012	30.67
Weight gain (g)	3,095	2,953	2,961	30.70
Feed intake (g)	5,836	5,494	5,821	84.24
Feed conversion ratio	1.89 ^{ab}	1.86 ^b	1.96 ^a	0.02
Production index	397.5 ^a	384.6 ^{ab}	365.26 ^b	5.42

OD: Open floor house-Direct heating system, OF: Open floor house-Floor heating system, LD: Loft type house-Direct heating system.

¹⁾ SEM : standard error mean.

^{ab} Means with the different superscripts with a column significantly differ ($p < 0.05$).

오리가 사료를 섭취할 때 흘린 사료를 평사에서서는 깔짚을 헤집어서 다시 섭취하는 것이 관찰되었으나, 고상식에서는 흘린 사료가 망을 통과하여 바닥에 떨어져 재섭취가 불가능하기 때문에 일부 사료 허실이 발생하였다. 또한 오리의 운동성을 관찰한 결과, 고상식 오리사의 플라스틱 망 바닥 위의 오리가 폭신하고 안락한 느낌의 깔짚이 있는 평사에 비하여 활발하였다. 이러한 요인들이 사료 요구율에 영향을 준 것으로 사료된다. 폐사는 고상식 직접 난방에서 3수가 폐사된 것 외에는 없었다. 6주령 각 처리구별 생산 지수는 평사 직접 난방이 397.3, 평사 바닥 난방이 384.6, 고상식 직접 난방이 364.7로서 평사 직접 난방이 가장 좋은 성적을 나타내었다($p < 0.05$). 생산 지수 값은 생존율, 생체중, 사육 일수 및 사료 요구율 값을 대입하여 나온 수치이므로 다양한 요인이 영향을 미쳐 차이가 나타나는데, 본 실험에서는 생존율, 생체중 및 사육 일수는 큰 차이가 없었으므로 사료요구

율의 차이가 생산 지수 값에 가장 큰 영향을 미쳤다. 결과적으로 고상식 오리사의 사료 허실 등의 문제를 감안하여 사육 시설을 보완한다면 생산성에 있어서 큰 차이가 없을 것으로 사료된다.

2. 도체중 및 부분육 비율

6주령에 조사한 각 처리구별 오리의 도체중 및 부분육 비율은 Table 3과 같다. 도체율은 평사 직접 난방이 72.5%, 평사 바닥 난방이 71.7%, 고상식 직접 난방이 71.8%로 처리간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 강근호 등(2011)은 국내 유통되는 오리의 도체중량은 1,800~2,500 g 범위에서 88.6%를 차지하며, 평균 도체중은 2,164 g, 평균 도체율은 70.1%라고 하였는데, 본 시험 결과도 같은 범위 내 수준이었다. 목, 다리, 날개, 등, 가슴 부위의 각각 비율 또한 처리구간 차이는 나타나지 않았다. 가슴의 비율은 26~28%, 다

Table 3. Effect of floor type and heating system on carcass characteristics of ducks reared for 6 weeks

Item	Treatment		
	OD	OF	LD
Live weight (g)	3,234 ± 66.88	3,069 ± 64.07	3,137 ± 60.72
Carcass weight (g)	2,343 ± 52.46	2,199 ± 49.70	2,255 ± 50.96
Carcass percent (%)	72.5 ± 0.82	71.7 ± 0.46	71.8 ± 0.35
Neck (%)	11.8 ± 0.60	12.3 ± 0.25	11.5 ± 0.35
Legs (%)	22.0 ± 0.42	22.2 ± 0.45	22.2 ± 0.48
Wings (%)	14.0 ± 0.38	14.3 ± 0.26	13.9 ± 0.33
Back (%)	24.4 ± 0.37	23.4 ± 0.64	23.6 ± 0.44
Breast (%)	26.8 ± 0.84	27.0 ± 0.65	27.9 ± 0.42
Abdominal fat (%)	1.1 ^a ± 0.06	0.8 ^b ± 0.04	1.0 ^b ± 0.07

OD : Open floor house-Direct heating system, OF : Open floor house-Floor heating system, LD : Loft type house-Direct heating system.

^{ab} Means with the different superscripts with a column significantly differ ($p < 0.05$).

리의 비율은 22%, 날개의 비율은 14% 정도 였다. 평사 바닥 난방에서 복강 지방 함량이 0.8%로 평사 직접 난방 1.1%, 고상식 직접 난방 1.0%에 비하여 0.2~0.3% 정도 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$). 각 처리구간 6주령 생체중이 크게 차이가 없어 도체중 및 부분육의 비율이 전체적으로 비슷하게 나타난 것으로 보인다.

3. 유해가스 농도

3주령부터 이산화탄소 및 암모니아 농도를 측정된 결과는 Table 4와 같다. 3주령에 이산화탄소는 평사 바닥 난방에서 650 ppm으로 평사 직접난방 1,500 ppm, 고상식 직접난방 1,400 ppm에 비하여 낮게 측정되었다. 이는 직접난방 방법으로 가운할 경우 열풍기에서 발생하는 이산화탄소의 발생량에서 기인된 것으로 사료된다. 장현태와 차왕석(2009)은 겨울철의 경우 대부분의 등유를 사용하는 온풍기로 난방을 하고 있으나 계사 내의 유해가스 농도가 높아지므로 기존에 사용되고 있는 온풍기에 복합 촉매 시스템을 접합하여 유해가스를 제어할 수 있는 시스템에 사용될 촉매를 개발하기도 하였다. 5주령까지 이산화탄소 농도는 전반적으로 평사 직접 난방에서 다른 처리구에 비해 높은 경향을 보였다.

Seedorf and Hartung(1999)과 Al Homidan et al.(2003)은 축사 내에서 암모니아 생성은 온도, 습도, pH, 분내 질소 및 다양한 환경 요인 등에 영향을 받으므로 1~2가지 요인으로 암모니아 발생량을 설명하기 어렵다고 하였고, Carlile(1984)

는 닭의 경우 암모니아 수준이 25 ppm을 넘지 않는 것이 바람직하다고 보고한 바 있다. 본 실험에서 암모니아는 전 기간에 걸쳐 평사 직접 난방에서 가장 높게 측정된 반면, 고상식 직접 난방에서 가장 낮게 나타났다. 특히 5주령에는 평사 직접 난방은 40 ppm까지 상승되어 나타났지만, 고상식에서는 6 ppm으로 낮은 수준이었는데, 이는 직접난방에서는 6주간 지속적으로 분뇨가 깔짚에 퇴적된 반면 고상식 직접 난방에서는 주기적으로 오리분을 사육장 밖으로 배출 처리한 것이 가장 큰 요인으로 사료된다.

추가적으로 평사 직접 난방과 고상식 직접 난방에서 악취 성분으로 알려진 가스들을 조사한 결과는 Table 5와 같다. 황화합물 중 휘발성 가스인 황화수소 및 메틸머캅탄 등은 소량으로도 냄새가 나고(O'neil and Philips, 1992), 축사 내부를 부식시키는 물질이다. 직접 난방 시 평사와 고상식을 비교해 보면 황화수소는 평사 처리구가 6.17 ppb로 고상식 1.13 ppb에 비하여 높게 나타났으며, 다른 악취가스도 같은 경향을 보인 것으로 보아 평사에서 악취가스 발생이 더 많은 것으로 조사되었다.

4. 깔짚의 수분 함량

고상식 직접 난방은 깔짚을 사용하지 않으므로 깔짚을 사용하는 평사 처리구에서만 각 주령별 수분 함량 측정하였다. 그 결과, 주령이 증가할수록 오리의 분뇨 및 급수기로부터의 허실된 물에 의하여 수분 함량은 증가하였다. 3주령에

Table 4. Effect of floor type and heating system on emission of CO₂ and NH₃ gas at 3, 4 and 5 weeks

Item		Gas concentration (ppm)		
		3 week	4 week	5 week
CO ₂	OD	1,500	1,500	1,200
	OF	650	1,000	1,000
	LD	1,400	1,000	1,000
NH ₃	OD	5	12	40
	OF	3	6	12
	LD	3	4	6

OD: Open floor house-Direct heating system, OF: Open floor house-Floor heating system, LD: Loft type house-Direct heating system.

Table 5. Effect of floor type on production of odorous compounds at 3 weeks

Item	Gas concentration (ppb)			
	Hydrogen sulfide (H ₂ S)	Methyl mercaptan (MM)	Dimethyl sulfide (DMS)	Dimethyl disulfide (DMDS)
OD	6.17	3.44	13.98	0.56
LD	1.13	-	3.47	0.77

OD: Open floor house-Direct heating system, LD: Loft type house-Direct heating system.

는 평사 바닥 난방의 깔짚 수분 함량은 18.7%로 거의 건조한 상태였고, 전체적으로 바닥 난방이 직접 난방에 비하여 수분 함량이 적게 나타났는데, 이는 바닥 온도의 열에 의하여 깔짚 내의 수분이 증발하여 수분 함량이 낮아진 것으로 판단된다. 평사 직접 난방 깔짚의 상태는 오리의 분뇨와 수분 함량이 높아 약간 질퍽한 상태였고, 이에 반해 평사 바닥 난방의 깔짚은 상당히 건조하여 오리분이 섞이지 않고 그대로 마른 상태였으며, 왕겨의 상태도 양호하였다. 깔짚 중의 열과 과잉의 수분 함량은 이산화탄소 및 암모니아 등의 생성 원인이 된다고 보고된 바 있다(Anderson et al., 1964). 또한, 바닥 난방은 깔짚의 수분 함량을 줄여 건조하게 함으로써 암모니아 발생을 줄이는데 효과적인 것으로 나타나 있다(Van Wicklen et al., 1988). 본 실험에서도 깔짚의 수분이 낮은 바닥 난방에서 이산화탄소와 암모니아 가스의 농도가 낮게 나타나 같은 결과를 보였다.

축사 내 분진은 사료, 피부, 깔짚, 깃털 및 분뇨 등에서 유래하고, 각종 병원체를 운반하는 역할을 하여 가축 및 관리자에게 폐렴 및 알레르기 반응 등을 유발한다고 하였다(Pearson and Sharples, 1995). 본 실험에서는 바닥 난방 처리구의 공기는 직접 난방에 비하여 유의하게 먼지가 많았는데, 바닥 난방의 건조한 왕겨에서 나오는 분진이 가장 큰 영향을 미친 것으로 사료된다. 고상식 직접 난방은 망을 통과한 분이 콘크리트 바닥에 바로 떨어져 분의 양이 적을 때에는 약간 건조된 모습이었으나, 주령이 증가하면서 퇴적된 분의 수분 함량도 증가하였다.

5. 연료 소모량

직접 난방을 하는 평사와 고상식 오리사의 연료 소모량을 조사한 결과, 고상식 오리사는 6주 동안 2,972 L의 경유를 소모하여 평사 직접난방 소모량인 3,769 L에 비하여 21% 덜 소모되었다. 각 처리구의 열풍기 온도 센서는 오리의 등 높이에 맞춰서 측정하도록 설치하였다. 그리하여 평사에서는 바닥에서 약 20 cm 정도 높이에 센서를 설치하여 측정한

반면, 고상식에서는 플라스틱 망의 바닥에서 20 cm 높이에 설치하였으나, 망과 바닥의 높이가 30 cm임을 감안할 때 센서의 위치는 전체 높이 50 cm였다. 찬 공기와 뜨거운 공기의 대류현상을 고려할 때 높은 위치에서 측정된 고상식 직접 난방이 열풍기 가동 시간이 적었을 것으로 사료된다.

6. 오리의 상태

오리의 상태를 관찰하다가 특이 증상이 나타나는 시기에 오리의 모습을 관찰하였다. Fig. 2는 2~3주령의 증상으로 평사와 고상식에서 각각 나타난 모습이다. 평사에서는 Fig 2(1)처럼 누워있는 오리가 종종 나타났는데, 이는 약한 다리와 성숙이 덜 된 오리의 날개에 비하여 체중이 급격히 증가하면서 몸의 균형이 맞지 않아서 나타나는 증상으로 보인다. 또한 오리가 일어나려고 발버둥을 쳐도 깔짚에 미끄러져 바로 일어나지 못한 것으로 사료된다. 이런 자세로 장시간 일어나지 못하면 날개, 목, 다리 부분의 마비현상으로 이어져 결국 도태 및 폐사에 이르게 되므로, 이 시기에는 관리자가 누워있는 오리를 종종 일으켜 세워줘야 할 것으로 판단된다. 평사 Fig 2(2)에서는 오리가 깔짚 위에서 몸의 균형을 유지하지 못한 채 다리가 미끄러져 다리와 몸통의 연결 부위가 벌어져 버린 모습이다. 이 또한 체중 증가로 인한 몸의 불균형과 미끄러운 깔짚에 기인한 것으로 사료된다. 고상식에서는 Fig 2(1)에서처럼 발목이 돌아가는 증상을 볼 수 있었다. 발바닥으로 바닥을 짚지 못하고 발목이 휘어서 발등 쪽으로 바닥에 지탱하고 있는 모습이였다. 이는 고상식 오리사의 플라스틱 망이 다소 딱딱하고, 틈새가 있어 발이 걸려 발목에 무리를 줘서 생긴 증상으로 사료된다. 같은 사유로 고상식 Fig 2(2)에서처럼 발목이 휘어서 안짱다리 모양으로 걷는 오리가 발생되어 반대편 발을 밟고 넘어지는 현상이 나타나기도 하였다. 고상식 오리사에서는 발목 부상으로 인한 생산성 저하 현상이 나타나지 않도록 관리와 개선이 필요할 것으로 보인다. 향후 다양한 연구를 통해 오리사 바닥의 종류와 재질이 개선되고, 이에 적합한 효과적인 오

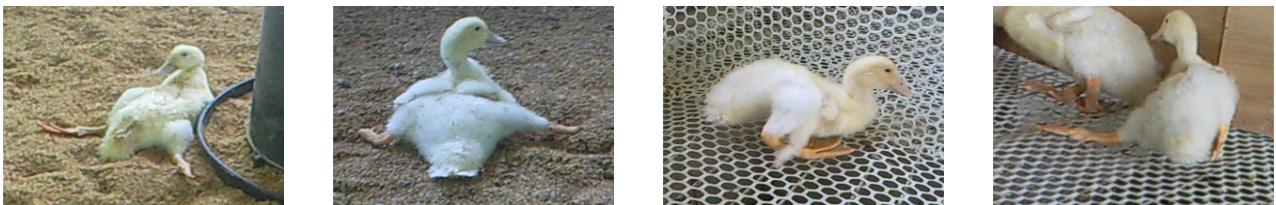


Fig. 2. Unusual symptoms of ducks in OD and LD treatments. OD: Open floor house-Direct heating system, LD: Loft type house-Direct heating system.

Table 6. Effect of floor type on moisture content in litter at 3, 4 and 5 weeks

Item	Moisture content (%)		
	3 week	4 week	5 week
OD	44.9	62.6	66.6
OF	18.7	43.7	50.4

OD: Open floor house-Direct heating system, OF: Open floor house-Floor heating system.

리 관리법 등이 구명되어야 할 것으로 판단된다.

강근호 등(2011)의 국내 오리 유통 실태 조사에 따르면 오리 도체의 외모 불량률이 평균 28.4%로 나타났는데, 이는 사양관리 시 발생한 외관 손상에서 비롯되고, 특히 바닥의 깔짚 관리 부주의로 인해 발생한다고 보고한 바 있다. Fig. 3은 출하 시기인 6주령이 되었을 때 오리의 외관 상태를 살펴본 모습이다. 평사에서 오리 배의 상태는 분노 및 흘린 물로 습해진 깔짚으로 인하여 지저분한 모습인 반면, 고상식에서는 깨끗한 상태를 유지하고 있었다. 발바닥의 상태에는 평사에서는 오히려 상처가 없어 깨끗한 상태였으나, 고상식에서는 발바닥 뒤꿈치 부분이 상처가 나서 피가 흐르는 모습이 관찰되었는데, 이는 오리가 걸을 때 플라스틱 망에 발 뒤꿈치가 쓸려서 상처를 입은 것으로 판단된다. 이러한 부분들은 오리의 상품성에 영향을 미칠 것으로 사료된다.

7. 혈액 성분

각 처리구의 3주령과 6주령에 혈구를 분석한 결과는 각각 Table 7과 Table 8에 나타나 있다. Table 7에 나타난 바와 같이, Leucocyte인 백혈구, Heterophil, Lymphocyte, Monocyte, Eosinophil 및 Basophil의 함량은 3주령과 6주령에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 또한 Table 8처럼 Erythrocyte 각 항목 중 8주령에 적혈구의 입자 분포폭을 나타내는 RDW가 LD에서 높게 나타난 것을 제외하고, 나머지 항목별 함량은 처리구간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

적 요

본 연구는 오리사의 바닥 형태와 난방 방법에 따른 오리의 성장 특성 및 사육 환경의 변화 양상을 비교 분석하기 위하여 수행하였다. 3처리 4반복에 반복구별로 육용오리 25수씩 총 300수를 공시하여 6주간 시험을 실시하였다. 평사 직접 난방은 일반적인 사육 방식으로 설치하였고, 바닥 난방은 PVC 파이프를 이용해 온돌식 난방으로 설치하였다. 고상식 처리구는 플라스틱 망을 지상에서 50 cm 정도 높이에 고정하여 오리분이 바닥으로 통과하여 배출되도록 하였다.

6주령 생산성에서 체중 및 사료 섭취량은 처리구간에 유의적인 차이는 나타나지 않았으나, 사료 요구율은 고상식 직접 난방이 평사 직접 난방에 비하여 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). 도체율 및 부분육의 비율은 평사 바닥 난방에서 복강 지방량이 0.8%로 가장 낮은 것을 제외하고 전반적으로 처리구 간에 큰 차이는 나타나지 않았다. 3주령부터 5주령까지 오리사 내 이산화탄소와 암모니아의 농도는 평사 직접 난방이 다른 처리구에 비하여 높게 측정되었다. 평사에서 깔짚 수분 함량은 직접 난방이 바닥 난방에 비해 높게 나타났으나, 이와 반대로 공기 중 분진량은 바닥 난방에서 높게 나타났다. 직접난방 처리구에서 연료 소모량은 고상식이 평사에 비하여 6주 동안 약 21% 적게 소모되었다. 오리의 외관 상태를 관찰한 결과, 오리가 깔짚과 플라스틱 망의 영향을 받아 뒤로 눕거나 다리 벌림, 발목이나 다리가 휘는



Breast and sole in OD



Breast in LD



Sole in LD

Fig. 3. Comparison of breast and sole of ducks in OD and LD treatments. OD : Open floor house-Direct heating system, LD : Loft type house-Direct heating system.

Table 7. Effect of floor type and heating system on components of leukocyte of blood sample taken from ducks at 3 and 6 weeks old

	Item	Treatment		
		OD	OF	LD
3 week	WBC*	29.42 ± 0.80	31.03 ± 1.75	29.14 ± 1.40
	NE*	10.03 ± 0.21	10.76 ± 0.43	10.53 ± 0.48
	LY*	13.60 ± 0.44	14.41 ± 1.24	12.90 ± 0.73
	MO*	2.78 ± 0.15	2.83 ± 0.14	2.82 ± 0.10
	EO*	2.08 ± 0.05	2.07 ± 0.05	2.01 ± 0.09
	BA*	0.93 ± 0.03	0.97 ± 0.02	0.88 ± 0.04
6 week	WBC	31.44 ± 0.39	38.22 ± 2.58	35.90 ± 2.75
	NE	10.71 ± 0.15	14.54 ± 2.20	12.87 ± 0.99
	LY	15.00 ± 0.32	15.63 ± 1.81	16.03 ± 2.97
	MO	3.05 ± 0.10	3.55 ± 0.15	3.30 ± 0.42
	EO	1.86 ± 0.06	3.11 ± 1.11	2.56 ± 0.65
	BA	0.81 ± 0.04	1.39 ± 0.58	1.14 ± 0.36

OD: Open floor house-Direct heating system, OF: Open floor house-Floor heating system, LD: Loft type house-Direct heating system.

* Abbreviations : WBC: white blood cell, HE: heterophil, LY: lymphocyte, MO: monocyte, EO: eosinophil, BA: basophil.

Table 8. Effect of floor type and heating system on components of erythrocyte of blood sample taken from ducks at 3 and 6 weeks old

	Item	Treatment		
		OD	OF	LD
3 week	RBC* (M/ μ L)	3.20 ± 0.11	3.73 ± 0.38	3.66 ± 0.33
	Hb* (g/dL)	12.14 ± 0.28	12.08 ± 0.10	11.86 ± 0.13
	HCT* (%)	43.32 ± 1.59	45.32 ± 2.79	45.08 ± 2.40
	MCV* (fL)	135.46 ± 1.13	123.70 ± 5.54	124.82 ± 4.63
	MCH* (pg)	38.14 ± 1.52	33.66 ± 3.12	33.48 ± 2.99
	MCHC*(g/dL)	28.14 ± 1.07	27.02 ± 1.49	26.62 ± 1.48
	RDW* (%)	12.04 ± 0.27	12.86 ± 0.59	13.22 ± 0.63
	MPV* (fL)	3.94 ± 0.19	3.92 ± 0.18	3.88 ± 0.07
6 week	RBC (M/ μ L)	3.42 ± 0.10	3.25 ± 0.11	3.45 ± 0.12
	Hb (g/dL)	12.36 ± 0.26	11.42 ± 0.99	10.64 ± 1.79
	HCT (%)	42.74 ± 1.21	38.62 ± 0.84	30.96 ± 9.46
	MCV (fL)	124.84 ± 0.86	119.82 ± 3.78	121.94 ± 3.82
	MCH (pg)	36.22 ± 1.23	35.76 ± 3.51	31.10 ± 5.52
	MCHC (g/dL)	29.00 ± 0.90	29.96 ± 2.96	27.18 ± 5.38
	RDW (%)	9.46 ± 0.4 ^{1b}	10.02 ± 0.48 ^{ab}	10.74 ± 0.20 ^a
	MPV (fL)	3.94 ± 0.21	5.02 ± 0.51	7.26 ± 2.24

OD: Open floor house-Direct heating system, OF: Open floor house-Floor heating system, LD: Loft type house-Direct heating system.

* Abbreviations : RBC: red blood cells, Hb: hemoglobin, HCT: hematocrit, MCV: mean corpuscular volume, MCH: mean corpuscular hemoglobin, MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration, RDW: reticulocyte distribution width, MPV: mean platelet volume.

^{a,b} Means with the different superscripts with a column significantly differ ($p < 0.05$).

현상, 발바닥 상처 등 특이 증상이 일부 관찰되었다. 3주령과 6주령에 조사한 혈구 분석 결과는 처리구간 유의적 차이는 나타나지 않았다.

본 실험 결과, 일반 농가에서 사용하는 평사 직접 난방에 비하여 바닥 난방이나 고상식 바닥의 오리사 시설은 생산성에서 유의적 효과는 나타나지 않았으나, 일부 환경 개선이나 오리의 상태 변화에 긍정적 영향을 미치는 것으로 판단된다. 그러나 현재까지 오리사 시설에 대한 연구가 매우 부족하다는 점을 감안할 때 향후 추가적인 연구를 통한 시설 개선 노력이 필요할 것으로 사료된다.

(색인어 : 육용오리, 생산성, 사육 환경, 바닥 난방 시스템, 고상식 오리사)

인용문헌

- Al Homidan A, Robertson JF, Petchey AM 2003 The effect of ammonia and dust concentrations on broiler performance. *Poultry Sci* 59:340-349.
- Anderson DP, Beard CW, Hanson RP 1964 The adverse effects of ammonia on chickens including resistance to infection with Newcastle Disease virus. *Avian Dis* 8:369-379.
- Anthony L, Kimberly C 2007 Removal of odor using biofilter from duck confinement buildings. *J Environ Health Part A*(42):955-959.
- AOAC 1995 Official Method of Analysis 15th ed. Association Official Analytical Chemists. Washington DC.
- Carlie FS 1984 Ammonia in poultry houses: A literature review. *World's Poult Sci J* 40:99-113.
- Faure JM, Val-Laillet D, Guy G, Bernadet MD, Guemene D 2003 Fear and stress reactions in two species of duck and their hybrid. *Hormones and Behavior* 43:568-572.
- Guemen D, Guy G, Noirault J, Garreau-mills M, Gouraud P, Faure JM 2001 Force-feeding procedure and physiological indicators of stress in male mule ducks. *Poultry Sci* 42: 650-657.
- Johnston NL, Quarles CL, Faberberg DJ, Caveny DD 1981 Evaluation of yucca saponin on broiler performance and ammonia suppression. *Poultry Sci* 60:2289-2292.
- O'neil DH, Philips VR 1992 A review of the control of odor nuisance from livestock building. 3. Properties of the odorous substance which have been identified in livestock wastes or in the air around them. *J Agric Eng Res* 53(1):23-50.
- Pearson CC, Sharples TJ 1995 Airborne dust concentrations in livestock buildings and the effect of feed. *J Agric Eng Res* 60(3):145-154.
- Quarles CL, King MF 1974 Evaluation of ammonia and infectious bronchitis vaccination stress on broiler performance and carcass quality. *Poultry Sci* 53:1592-1596.
- SAS Institute 2001 SAS/STAT User's Guide Release 9.12 Edition SAS Institute Inc. Cary NC.
- Seedorf J, Hartung J 1999 Survey of ammonia concentrations in livestock buildings. *J Agric Sci* 133:433-437.
- Steel RGD, Torrie JH 1980 Principle and Procedures of Statistics. 2nd Edn McGraw-Hill Book Co. Inc. New York.
- Van Wicklen GL, Czarick M 1988 Design of a PVC pipe system for brooding chickens. *Trans ASAE* 31(2):552-557.
- Yoo DG 2007 A task and valuation on farm animal welfare for organic livestock. *Korean J Organic Agric* 15(3):237-256.
- 강근호 채현석 박범영 조수현 성필남 정석근 김동훈 2011 국내에서 유통되고 있는 오리의 도체중량 분포 및 도체 품질 현황. *한국축산식품회지* 31(2):266-272.
- 농림수산물부 2012 농림수산물 주요통계. p85, p344.
- 농촌진흥청 축산연구소, 한국오리협회 2008 오리 산업 현황 및 정책제안자료.
- 박경규 서상용 김상현 김현욱 성삼경 장동일 최홍림 홍지형 1996 축산기계 및 시설. 문운당 p188.
- 장현대 차왕석 2009 계사용 온풍기를 이용한 유해가스처리 복합축매시스템 개발. *한국산학기술학회지* 10:2779-2785.
- 정선부 김선구 김종승 류경선 백인기 석운오 성낙물 엄주철 오성환 이규호 이덕수 이상진 이순복 이종완 이준현 장재익 조성구 조성균 최일 2003 가금생산학. 선진문화사. pp. 353-355.
- 최희철 이덕수 서옥석 한정대 강희철 권두중 광정훈 강보석 장병귀 1999 바닥난방이 육계의 사육환경 및 생산성에 미치는 영향. *한국가금학회지* 26(3):189-193.
- (접수: 2013. 9. 2, 수정: 2013. 9. 13, 채택: 2013. 9. 16)