

## 자연환기식 육계사내의 환기효율성 조사연구 - ( I ) 하절기

이인복 · 유병기 · 정문성\* · 윤진하 · 전종길 · 김경원 · 성시흥\*\*

농촌진흥청 농업기계화연구소

## Study on Ventilation Efficiency of A Naturally Ventilated Broiler House - ( I ) Summer Season

Lee, I., You, B., Jung, M.\*, Yun, J., Chon, J., Kim, K. and Sung, S.\*\*

National Agricultural Mechanization Research Institute, R.D.A., Suwon 440-300, Korea

### Summary

Most of broiler houses in Korea have the trouble of environmental control such as suitability, stability, and uniformity of internal climate, resulting in serious stress on chickens. Accordingly, it is very urgent to develop optimum designs of naturally and mechanically ventilated broiler houses for Korean climate. In this study, the internal climates such as air temperature, humidity, dust, ammonia gas, and air velocity were measured at a naturally ventilated broiler house. The data were collected during summer season including local weather data. It was found that the difference between measured and optimum air temperatures was 14.0°C in maximum during the summer time. The daily maximum range of internal averaged air temperature was found 10.5°C while the uniformity was 5.2°C in maximum. The maximum, average, and minimum internal averaged relative humidity were 89.3%, 73.7%, and 49.2%, respectively while locally measured were 95.1% and 47.2%, respectively in maximum and minimum. Considering Temperature-humidity index, during summer season, over 97% of totally rearing period was shown that counter plan is needed for thermal stress while it was very dangerous situation for 22% of the rearing period. The ammonia gas and dust concentrations were seriously affected by the broilers activity, growth level, and relative humidity.

(Key words : Broiler house, Environment, Natural ventilation)

### 서 론

2001년 12월 기준으로 총 닭 사육두수는 1억만수가 조금 넘으며, 그 중 약 45%가 육계인데, 육계사육은 꾸준하게 증가하고 있어서

전년동기와 비교하여 약 1.5% 증가를 보여주고 있다(축산·특작, 2001). 육계사육 규모별 마리수를 보면, 5만수 이상의 규모에서 사육되고 있는 육계는 총 사육두수에 약 33.4%를 차지하고 있고, 3만~5만수 규모로도 약 40%

\* (주)하림(Halim & Co., Ltd)

\*\* 건국대학교(Konkuk University)

가 사육되고 있고, 대규모 사육은 꾸준히 늘면서 전년동기에 비해 3% 이상 증가하였다.

육계사의 대형화에 따른 최적환경조성의 중요성이 대두되고 있어서, 이에 따른 적합한 시설환경이 더욱 요구되고 있으나 적정환기가 이루어지지 않아 육계의 생산성 향상에 많은 어려움이 있다. 농장에서의 가장 큰 애로점으로 환기문제가 대두되고 있는 가운데, 국내 대형육계사내 최적환경제어 개발을 위한 주요환경변수의 기초자료는 매우 부족한 실정이다. 최 등(1999)은 육계사의 대표적인 여러 계사구조에서 온도, 습도, 유해가스농도 및 육계의 체중, SDS 발생을 및 폐사율, 도체이상 발생을 등을 조사하였다. 황보 등(2002)은 3(W)×5(L)×3(H)의 무창계사에서 환경요소 중에 온도, 습도, 공기유속을 분석하여 환경효율을 조사하였다. 그러나 대부분의 관련연구들의 자료들은 제한된 측정포인트나 실제보다 작은 실내에서 실험이 수행되었기 때문에 환기효율성과 밀접한 관계가 있는 계사내 환경의 균일성, 적정성, 안정성 등을 효과적으로 분석하는 것이 어려웠다. 본 연구는 우리나라에 대표적인 자연환기식 육계사에서 하절기동안 기상데이터와 함께 육계사내 주요환경변수를 시간별로 측정하였다. 이번 연구를 통하여 자연환기식 육계사내의 주요환경요소 및 환기효율성 등을 정확하게 이해하고, 현 시설 및 환기구조상의 문

제점을 파악하고자 함이다. 이 자료는 앞으로 공기유동분석 등 공학적 접근을 통한 시설 및 환기구조 개선연구를 위한 기초자료로 활용할 계획이다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험장소 및 사육현황

이번 실험을 위한 육계사는 공동연구업체인 (주)하림의 계약농가 중에 하나인 전북 익산시 소재 북성농장의 자연환기식 육계사에서 실시되었다. Table 1은 시험계사의 규격 및 설비규격을 보여주고 있다. 이 농장의 경영형태는 (주)하림의 계열농장으로써 가업을 이어받은 전업화된 30대부부가 운영하는 가족노동형이다. 총 6동의 자연환기식 계사에 삼계를 사육하고 있으며, 이번 연구를 위한 시험계사의 단면적은 840m<sup>2</sup>이었다. 계사내에는 입추초기에 효율적인 에너지이용을 위하여 칸막이용 커튼이 2개 설치되어 있어서, 입추초기에는 계사내 총 활용면적의 약 40%만 이용하였다.

실험은 2002년 7월 3일부터 8월 15일까지 총 44일간이었다. 초기 입수마리수는 23,200 수로서, 사육밀도는 27.6마리/m<sup>2</sup> (평당 약 90 수)이었다. 사육밀도가 매우 높은 이유는 두 번으로 나누어서 출하를 하기 때문이었다. 8월 8일에 총 사육마리수의 50%가 출하되었

Table 1. Structural specification of a broiler house(B.H.) and internal equipments

Width of B.H.	Length of B.H.	Height of Sidewall	Height of Roof Peak	Frame Material	Pipe Size	Distance of Pipes
12m	70m	2.3m	4.2m	Still Pipe	Ψ60mm	1.8m
Ventilation	Size of Side Vent	Side Vent	Outlet Chimney	Number of Chimney	Heating	Number of Heater
Natural Ventilation	W:1.7m L:65m	2-layered Winch Curtain	Ψ0.6m	7	Hot-air Heater	2

는데, 출하시 평균무게는 0.755kg이었으며 최종출하시 평균무게는 0.835kg이었다. 바닥의 계분은 휴지기간 중 자연발효를 시키고 입추직전에 깔짚을 깔았다. 입추초기에는 배기구 주름식 덕트를 바닥에서 약 0.6m 높이까지 내려서 설치하고 닭의 성장과 더불어 위로 올라가도록 조절하였으며, 계사내 온도 및 습도조절을 위하여 계사내에 포그팬이 2대가 설치되었다. 계사내부에 지속적인 공기유동을 위하여 처마높이에 소형 및 대형순환팬이 각각 7대와 2대가 설치되어 있다. 입추초기를 제외하고는 양쪽 2중 원치커튼은 완전 개

방하였다. Fig. 1은 시험계사인 자연환기식 육계사내 덕트가 입추초기에 내려져 있을 때 (a)와 출하직전에 올려져 있을 때(b)의 내부 전경을 보여주고 있다. 지붕은 갈바륨 안쪽에 10cm 두께의 다겹 유지섬유판을 설치하여 단열성을 높이려고 하였다.

## 2. 실험방법

Table 2에서 보여주는 센서들을 Fig. 2에서 보여주는 측정지점에 설치하여 계사내 각 주요환경요소들을 측정하였다. A와 C라인에 위

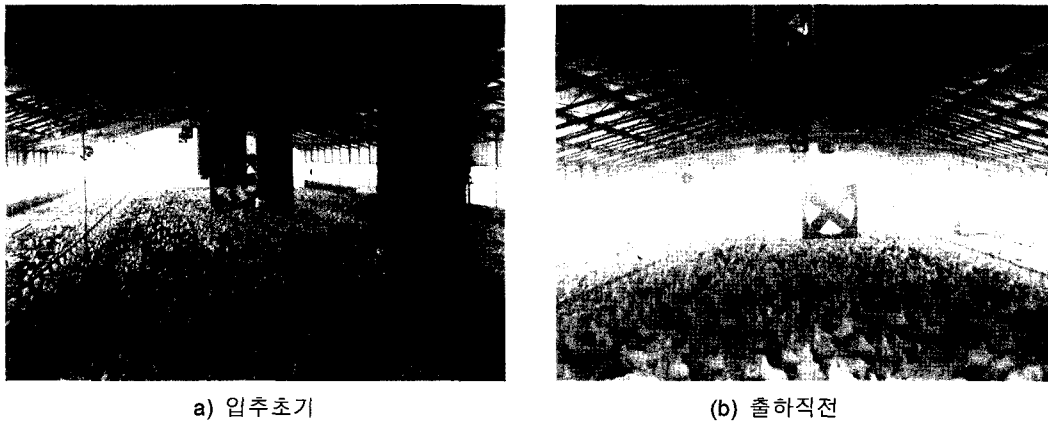


Fig. 1. Internal views of a mechanically ventilated broiler house.

Table 2. Specifications of measurements

Environmental factor	Model	Specification
Air temperature	TX-G	0.5mm×1P
Air temperature/humidity	H8 Pro Series, Hobo	temp. -30~50℃, humidity 0~100%
Surface temperature	TVS-620, Avio Neo Thermo	-40~100℃
Dust	DUST Trac 8520, TSI	0.001~100mg/m <sup>3</sup> , 0.1~10μm
Ammonia gas	No.3L, Gastec	0~30ppm
Air velocity	Tešto 400, Testo	0~20m/s
Datalogger	CR10X, Campbell	64 channels
Weather station	Campbell	temperature, humidity, wind direction and speed, solar radiation

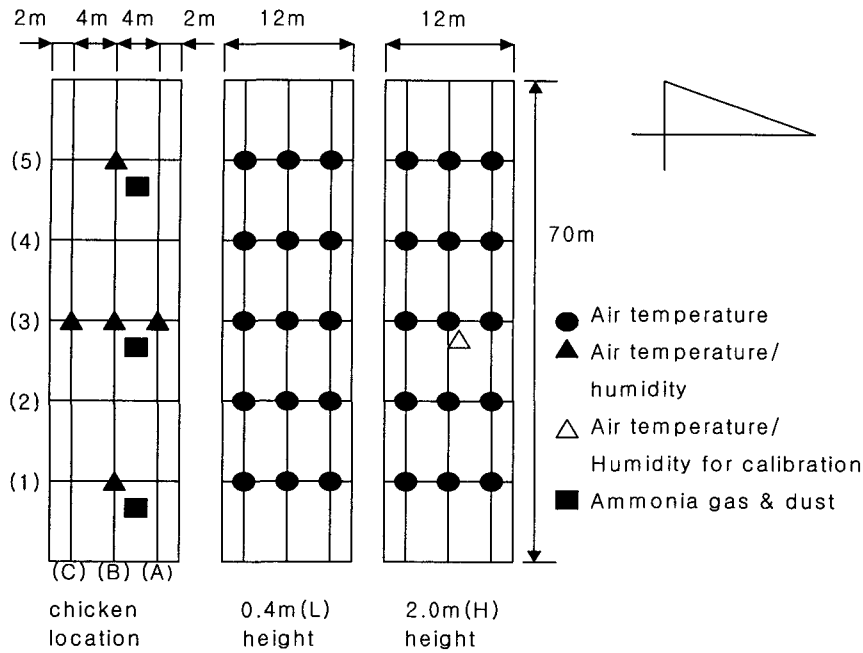


Fig. 2. Locations of measurements.

치한 열전대 온도센서들은 측창으로부터 각각 2m씩 떨어져서 설치되었고, 온도센서는 바닥으로부터 0.4m 높이와 2.0m 높이에 각각 15곳에 균일하게 설치를 하였다. 온/습도센서(H8 Pro Hobo, OTS, USA)는 최대한 닭의 위치 가까이에 설치하고 닭의 성장과 더불어 조금씩 위치를 높이면서 계군에서의 온도와 습도를 측정하고자 하였고, 캘리브레이션을 위하여 계사 중앙 2.0m 높이에 설치된 열전대 센서 바로 옆에 온/습도센서 한 대를 설치하였다.

외부기상의 절대적인 영향을 받는 자연환기식 계사이기 때문에 온도, 습도, 풍향, 풍속, 일사량 등 외부기상을 측정코자 계사 바로 옆 6m 높이에 기상대 (Campbell, USA)를 설치하였다. 분진과 암모니아가스 농도도 각각 Dust Trac 8520(TSI, USA)과 Gastec (Japan)을 이용하여 측정하였으며, 내부 공기 유속은 열선풍속계(Testo 400, Testo Co., USA)를 이용하여 측정하였다. 계사바닥 및

육계의 표면온도를 측정하는 것은 닭이 항상 움직이고 센서 설치의 어려움이 있어서, 이번 실험에서는 계사바닥 및 닭의 표면온도뿐만 아니라 계사구조의 표면온도를 효과적으로 측정하기 위하여 열화상카메라(TVS-620, Avio, Japan)를 이용하였다.

### 3. 조사방법

이 연구를 통하여 축적된 자료들을 이용하여 앞으로 계사구조 및 환기구조 개선을 도모하려고 하기 때문에, 계사내 환경요소의 적정성, 안정성, 균일성을 분석하고자 하였다. 많은 센서 및 비용을 들이지 않고 이들 요소들을 분석할 수 있다는 장점 때문에, 이 실험에서는 계사내 닭의 환경요소 중에서도 특히 열적환경의 적정성, 안정성, 균일성에 초점을 맞추었다. 적정성이란 입추부터 출하까지 닭의 적정온도가 점차적으로 낮아지는데 계사내 실제온도와 적정온도의 차이를 의

미하며, 안정성이란 낮과 밤의 기온차 등 외부 기상변화에 따른 내부환경 변화의 정도를 의미한다. 계사내에서의 환경의 균일성도 계사내 면적의 효율적인 이용과 닭의 쏠림현상 및 지역적 성장불균형 등에 매우 중요한 요소이다. 이들 세 요인들은 환기효율성 및 생산성 향상과 매우 밀접한 관계를 가지고 있다.

또한 닭의 성장과 더불어 닭의 주요환경요소인 계사내 분진, 암모니아가스 변화 및 공기유속도 측정하였다. 외부 기상자료를 비롯하여 계사내 온도와 습도는 시간별로 지속적으로 측정을 하였고, 분진, 암모니아가스, 공기유속 등은 매주 혹은 2주마다 연구자들이 실험계사를 방문하였을 때 각 지점(Fig. 2)에서 분당 평균값을 3번씩 측정하였다. 매 계사방문 시, 농장운영자와 자주 대화를 가지며 현재 운영상의 문제점 등을 수집하고자 노력하였지만, 사료, 백신접종 등 사양관리와 함께 환기장치의 조절변화를 기록으로 남기는 것은 불가능하였다. 하지만, 운영자가 계사내 환경을 최적으로 유지하도록 운영하였다는 가정하에 계사내외에서 측정된 환경요소들을 분석하였다. 하절기의 사육기간동안에는 윈치커튼과 양쪽 끝벽에 있는 대형문(3×4m)들을 100% 열어 놓고 최대환기를 유지하도록 하였으나, 실험기간 중에 양쪽 윈치커튼은 운영자의 경험과 감각에 의하여 수시로 변화를 주었다.

℃가 적은인 것을 보여주고 있다. 이 기간 중 최고, 평균 및 최저 외기온도는 각각 37.7℃, 26.0℃ 그리고 18.8℃이었고, 오후에는 기온이 상승하고 밤에는 기온이 떨어지는 전형적인 외기상변화를 보여주었다. 시험기간 중 최고온도는 7월말경 오후에 발생하였으며, 낮은 외기온은 비가 오는 밤에 주로 발생하였다. 외부의 최대, 평균, 최저풍속은 각각 12.8m/s, 2.3m/s, 그리고 0.4m/s이었다. 사육기간 중 낙뢰에 의한 풍향과 일사량 측정센서의 손상으로 인하여 시험기간 중 이들의 데이터 수집은 실패하였다.

각 지점별 온도변화를 보면, 계사내에 설치되어 있는 칸막이용 커튼이 7월 11일에 모두 제거되기 전까지 계사내 일별 최고온도는 매우 높고 불안정하였다. 이는 온도센서 중 하나가 계사내 설치되어 있는 열풍기가 가까이 위치하여 있기 때문인 것으로 나타났다. 이는 계사 바닥에 설치되어 있는 열풍기가 계사내 온도 및 습도 균일성에 매우 큰 영향을 끼치고 있음을 예측할 수 있다. 총 시험기간중 0.4m 높이에서의 평균온도는 최고, 평균, 최소값이 각각 38.3℃, 29.0℃, 그리고 23.1℃이었다. 8월에는 많은 비가 와서 외부 기온이 내려감으로써 계사내 실제온도와 적정온도의 차이가 더 이상 크게 발생하지 않았다.

## 결과 및 고찰

### 1. 시간별 온도측정

Fig. 3은 시험기간중의 외부온도 및 계사내 평균온도, 그리고 닭의 성장과 함께 변하는 적정온도(축산·특작, 2001)를 각각 보여주고 있다. 닭의 입추초기 적정온도는 32℃로 닭의 성장과 더불어 낮아져서 출하직전에는 21

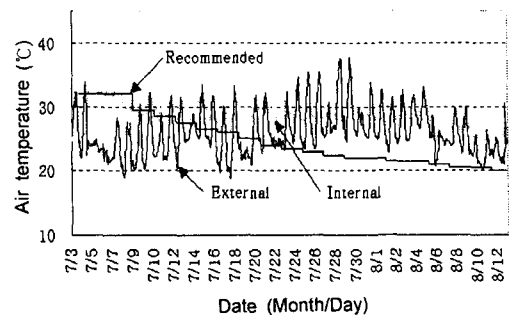


Fig. 3. The changes of averaged internal and external air temperatures during data collection.

Fig. 3은 입추초기에 계사내 온도가 매우 높게 유지되고 있었음을 보여주고 있다. 또한, 적정온도가 닭의 성장과 함께 감소하고 있지만, 계사내 평균온도는 주로 25~30℃ 사이로 나타나는 것을 보여주고 있다. 출하직 전에는 계속 흐리거나 비가 오는 관계로 외부기온이 급격히 떨어짐으로 인하여 계사내 온도도 낮아졌다. 바닥으로부터 0.4m와 2.0m 높이에서 측정된 평균온도를 비교하여 보면, 2.0m 높이에서 사육기간 중 평균 0.8℃ 높게 나타남으로써, 순환팬들의 작동으로 인하여 큰 온도차이는 발생하지 않았다. 이 기간 중 0.4m와 2.0m에서 최대 평균온도차는 4.3℃이었으며, 주로 일사량이 높은 낮에 높은 온도차가 발생을 하였다. 닭 바로 위에서의 온도와 0.4m에서 측정된 온도에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table 3은 7월 3일부터 8월 15일까지 하절

기동안 계사내 0.4m 높이에서 계사내 평균온도, 계사내 평균온도와 적정온도의 차이, 일별 최대온도 분포폭, 그리고 계사내 평균온도의 최대 온도분포폭을 보여주고 있다. 계사내에서 발생한 최고, 평균 및 최저온도는 각각 35.8℃, 28.4℃, 그리고 22.0℃이었고, 지점별 최고온도는 36.2℃가 발생하였다. Fig. 3과 Table 3에서 보여주듯이, 계사내 평균온도와 적정온도와의 차이는 최대 14.0℃와 평균 4.6℃이었으며, 사육 후반기에 특히 많은 차이를 보였다. 이는 닭의 성장과 함께 계사내 열적 적정성이 매우 낮았음을 보여주고 있다. 낮과 밤의 일별 계사내 평균온도 변화폭은 최대 10.5℃가 발생하였는데, 이는 자연환기식 육계사내 내부기온은 외기상의 온도변화에 절대적으로 영향을 받아서 계사내 열적 안정성에 영향을 주었던 것으로 나타났다.

Table 3. Internal air temperature measured at 0.4m height from floor after removing curtains

Factor	(℃)	Air Temperature
Averaged air temperature	Max.	35.8
	Ave.	28.4
	Min.	22.0
Difference between internal averaged and recommended air temperature	Max.	14.0
	Ave.	4.6
	Min.	0.0
Daily averaged air temperature difference between day and night	Max.	10.5
	Ave.	3.1
	Min.	1.1
Hourly Range of internal air temperature	Max.	5.2
	Ave.	2.3
	Min.	0.5

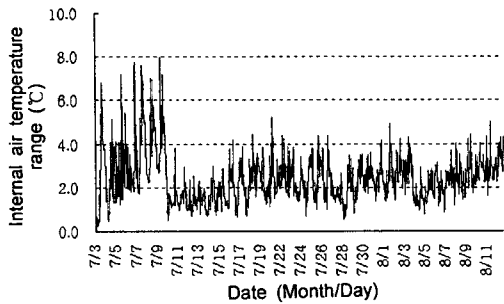


Fig. 4. The change of internal air temperature range at 0.4m from floor during data collection.

Fig. 4에서 보여 주듯이, 유창육계사의 칸막이용 커튼을 제거하기 전에는 커튼 양쪽의 환경차이로 온도분포폭이 최대 8.0°C로써 크게 나타났으나, 계사내의 커튼제거 이후에 0.4m 높이에서의 온도 분포폭은 최대 5.2°C, 평균 2.3°C, 최소 0.5°C이었다. 온도 분포폭이 적었던 이유는 계사내에 공기순환을 위하여 7개의 순환팬이 지속적으로 작동하였으며 측창뿐만 아니라 계사 배면에 있는 대형문들도 열어 놓았기 때문인 것으로 판단된다. 온도센서가 설치된 A와 C라인 (Fig. 2)은 각각 측창으로부터 2m가 떨어져 있기 때문에 측창과 더 가까운 위치에서의 온도를 고려한다면 온도 분포폭은 더 컸으리라 판단된다. 실제로 계사 중앙부보다 외부의 신선한 공기가 더 쉽게 도달하는 원치커튼 바로 아래쪽에 닭들이 몰렸으며, 이곳에서 미성장 닭들이 많이 발생하였다. 실내 온도분포에 있어서 태양빛의 영향을 받는 남쪽 측벽쪽에 온도가 대체로 높게 나타났으며, 풍향 및 풍속 등 항상 변하는 외기상의 영향으로 내부 온도분포는 항상 변화였다.

## 2. 닭 높이에서의 시간별 습도측정

Fig 5에서 보여주듯이, 닭 높이에서의 온/습도는 커튼이 제거된 7월 12일 이후부터 측

정이 되었다. 외부습도가 밤에는 90% 이상으로 상승하고 낮에는 낮아지는 것을 알 수 있었으며, 시험기간 중에 우기가 많았기 때문에 낮에도 습도가 높은 경우가 많았다. 적정 습도범위는 1주일때 70%이고 3주일 이후에는 60%인데(ASHRAE, 2002; 축산·특작, 2001), 실제 계사내에서 측정된 습도는 적정 습도에 비하여 매우 높게 나타났다. 시험기간 중 계사내 평균습도는 최대 89.3%, 평균 73.7%, 최저 49.2%이었고, 지점별 측정된 최대 및 최소습도는 각각 95.1%와 47.2%이었다. 밤에는 (5)라인 (Fig. 2) 지점에서 주로 가장 높은 습도가 측정되었는데, 이는 서쪽으로부터의 바람영향으로 높은 수분을 함유한 외부공기가 서쪽 배면의 대형문을 통하여 계사내로 들어오기 때문인 것으로 판단된다. 낮에는 외부습도가 낮아짐으로써 계사내부의 습도도 절대적으로 영향을 받았다. 계사내 시간별 닭 높이에서의 최고-최저습도 차이는 최대 18.2%, 평균 6.3%, 그리고 최소 1.4%이었다.

Xin 등 (1992), 박 (1995), Brown-Brandl 등 (1997)은 온도와 습도를 이용한 열량계수를 이용하여 가금류의 스트레스 판단 기준으로 이용하였다. 온도와 습도 이외에도 공기유속 등 닭의 스트레스 원인이 되는 다른 요소들도 있지만, 이번 연구에서는 시간별로 계사내에서 측정된 온도와 습도를 이용하여 열량계수를 계산하여 닭의 열적 스트레스를 추측하고자 하였다. 박(1995)은 온도와 습도를 곱해서 나온 값을 열량계수로 정하여, 성계의 경우 열량계수 1300부터 더위를 느끼고 1800~2300에서 더위에 대한 대책이 필요하며, 2300 이상인 경우에는 아주 위험한 상태라고 주장하였다. 시험기간 중 열량계수는 최대 2,787, 평균 2,185, 그리고 최소 1,432이었으며, 사육기간의 약 98% 이상이 열량계수가 1,800 이상이었고, 열량계수가 2300이상인 경우도 22%에 달하였다.

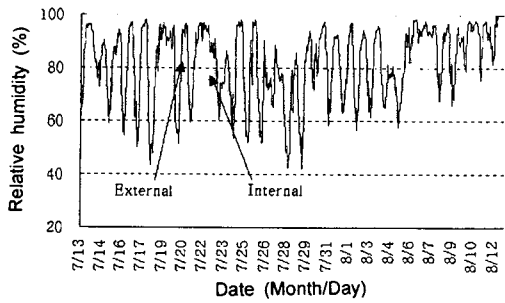


Fig. 5. The changes of averaged internal and external relative humidities during data collection.

### 3. 계사내 분진 및 암모니아가스 발생량

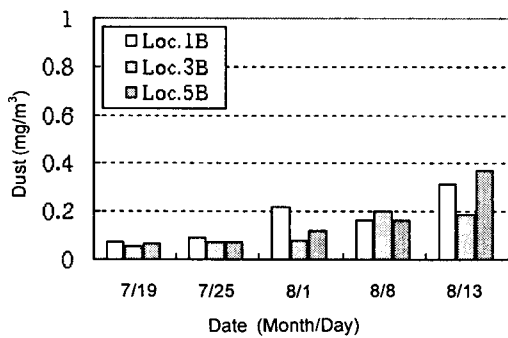
Fig 6(a)에서 보여주듯이, 닭의 성장과 함께 분진 발생량이 꾸준히 증가하였으며, 계사내 분진 발생량은 닭의 활동성에 절대적으로 영향을 받았기 때문에 지역적으로 발생량을 비교한다는 것은 불가능하였다. 하절기 동안은 원치커튼을 모두 열고 최대환기를 도모하고 있는데, 출하 직전에 최대분진 발생량은  $0.38\text{mg}/\text{m}^3$ 으로 적정분진량  $5\sim 10\text{mg}/\text{m}^3$  (축산·특작, 2001)과 비교하여 매우 낮은 것으로 나타났다. 하지만, 이 실험에 사용한 분진량 측정장치(DUST)는 최대  $10\mu\text{m}$  입자까지

만 측정이 가능하였다. 또한 계사내의 바닥은 매우 습하였기 때문에 계사내 분진은 대부분 닭의 몸으로부터 발생하는 큰 입자라는 것을 가정한다면, 추후 측정범위가 더 크고 정교한 분진측정계를 사용하여야 할 것으로 판단된다.

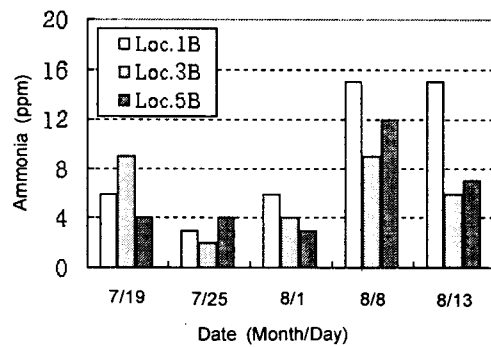
닭의 성장과 함께 암모니아가스 발생량이 꾸준히 증가하는 것을 알 수 있었으며, 입추초기에 가스농도가 높게 나온 이유는 지난 번 사육기간 후에 충분한 휴지기간을 갖지 못한 관계로 바닥계분이 충분히 발효를 못했던 것으로 판단된다. 자연환기식 육계사는 환기창을 최대로 열고 있기 때문에 외부의 풍향 및 풍속 등의 영향으로 계사내 지역적 편차가 매우 심하였다. 암모니아가스 농도는 2m 높이에서보다 가스발생의 근원인 닭 높이에서 높게 측정되었다. Fig 6(b)에서 보여주듯이, 계사내 암모니아가스 농도는 허용한계 25ppm (축산·특작, 2001) 보다는 낮은 것으로 나타났다.

### 4. 계사내 닭 높이에서의 공기유속 및 표면온도

하절기동안 양쪽 측벽에 있는 원치커튼을



(a) Dust



(b) Ammonia

Fig. 6. The changes of dust(a) and ammonia gas(b) concentrations during data collection. The measurement locations are shown in Fig. 1. Loc.1B means the cross point of lines 1 and B.



최대로 열고 정면과 배면에 있는 대형문도 최대로 열어 놓았으며 계사내에 설치된 순환팬들이 지속적으로 작동하였다. 계사내에서 측정된 공기유속은 평균 0.9m/s이었지만, 하절기동안 닭의 체감온도를 더 낮추기 위해서는 공기유속을 더 높이는 것이 매우 중요하다고 판단된다. 계사내에 대형 및 소형순환팬이 각각 2대와 7대가 설치되어 있었지만, 계군에서의 공기유속을 충분히 높이기 위해서는 부족한 것으로 판단되며, 이러한 장비들의 적당한 용량, 위치, 수 등을 연구할 필요성이 있다. 또한 계사의 각 환기구조와 환기량 변화에 대한 상관적 관계정립이 필요하다. 열화상카메라를 이용하여 측정한 계사내 지붕의 표면온도는 최대 34℃가 발생하였으며, 시험기간 중 계사내 바닥의 표면온도는 최저 30.6℃와 최고 37.3℃가 측정되었다. 닭의 표면온도는 머리 등은 39~40℃이었으며, 몸통부분은 주로 34~35℃이었다. 그러나 이러한 계사내 표면온도 및 닭의 표면온도는 계사내 온도의 영향을 많이 받는 것으로 나타났다.

## 적 요

국내 대형육계사의 최적환기구조 개발을 주요환경요소의 적정성, 안정성, 균일성 등의 기초자료가 매우 부족한 실정이어서, 자연환기식 계사에서 하절기동안 기상데이터와 함께 육계사내 주요환경 변수를 시간별로 측정하였다. 이 연구의 목적은 자연환기식 육계사내의 주요환경 요소 및 환기효율성 등을 정확하게 이해하고, 현 시설 및 환기구조상의 문제점을 파악하고자 함이었다. 이 자료는 앞으로 공기유동분석 등 공학적 접근을 통한 시설 및 환기구조 개선연구를 위한 기초자료로 활용할 계획이며, 실험결과는 다음과 같다.

1. 자연환기식 계사내 온도는 외부기상의

변화, 환기제어의 어려움, 닭의 성장 등으로 인하여 적정성 및 안정성이 많이 부족하였다. 계사내 평균온도는 적정온도와 최대 14.0℃ 차이가 발생하였고, 일별 낮과 밤 온도차는 최대 10.5℃가 발생하였다. 계사내 0.4m 높이에서의 시간별 온도 균일성은 최대 5.2℃가 발생하였다.

2. 시험기간 중 계사내 평균습도는 최대 89.3%, 평균 73.7%, 최저 49.2%이었고, 지점별로 측정된 최대 및 최소습도는 각각 95.1%와 47.2%이었다. 외부 기상변화에 따라 불안정한 것으로 나타났다.

3. 시험기간 중 열량계수는 각각 최대 2,787, 평균 2,185, 그리고 최소 1,432이었으며, 사육기간의 약 98% 이상이 더위에 대한 대책이 필요하거나 아주 위험한 상태이었다.

4. 환기량을 최대로 유지하는 하절기 동안, 계군에서의 암모니아가스과 분진농도는 닭의 성장과 함께 꾸준히 증가하여 각각 최대 15ppm와 0.38mg/m<sup>3</sup>이었다.

5. 계사 중앙에 계군에서 측정된 공기유속은 평균 0.9m/s이어서, 하절기동안 닭의 열적스트레스를 줄이기 위하여 계군에서의 공기유속을 증가시킬 필요성이 있다. 또한 외부 풍속이 매우 낮은 경우에도 적정환기량을 유지할 수 있도록 배기 덕트에 팬을 설치하는 것이 필요하다.

6. 계사내 바닥의 표면온도는 최저 30.6℃와 최고 37.3℃로 측정되었다. 하절기동안 닭의 열적스트레스를 줄이기 위하여 계군에서의 공기유속을 증가시킬 수 있는 환기구조개발이 시급하였다.

## 인 용 문 헌

1. ASHRAE Handbook of Fundamentals. 2002. American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers. Atlanta, Georgia.

2. Brown-Brandl, T. M., Beck, M. M., Schulte, D. D., Parkhurst, A. M. and DeShazer, J. A. 1997. Temperature humidity index for growing tom turkeys. Transactions of the ASAE, 40(1):203-209.
3. Xin, H., DeShazer, J. M., and Beck, M. M. 1992. Responses of prefasted growing turkeys to acute heat exposure. Transactions of the ASAE, 35(1):315-318.
4. 박근식. 1995. 무창계사의 재조명－채란계 생리와 한국기후조건에 알맞는 환경조정의 설정. 한국가금학회 Proceeding－채란양계산업의 시설자동화와 환경제어. 1-45.
5. 최희철, 서옥석, 이덕수, 한정대, 강보석, 이상진, 김상호. 1999. 육계의 계사형태와 시설수준이 사육환경과 생산성에 미치는 영향. 축산시설환경학회지. 5(2):87-92.
6. 축산·특작. 2001. 농촌진흥청, 발간등록번호 11-1390000-000948-10.
7. 황보중, 송준익, 조성백, 정광화, 이병석, 남병섭, 정찬성, 정일병. 2002. 실험무창육계사의 환경효율 분석. 동물자원지. 44(4): 475-482.