

# 산란계에 있어서 계분의 배설량과 이화학적 특성에 관한 연구

최희철\* · 이덕수 · 강희설 ·곽정훈 · 최동윤 · 한정대 · 김형호

축산기술연구소 축산환경과

## Research on Quantity and Characteristics of Excreta Produced by Laying Hen

Choi Hee-Chul\*, Lee Duk-Soo, Kang Hee-Seol, Kwag Jeong-Hoon, Choi Dong-Yoon, Han Jeong-Dae and Kim Hyuong-Ho

National Livestock Research Institute, RDA, Suwon, Korea 441-350

### Summary

This research was carried out to determine the quantity and characteristics of layer excreta produced in different age and different types of layer house. Daily feed intakes in the growing stage were 60.8 and 92.9g/d in the 6th and 12th week of age, respectively. Daily feed intakes in the early laying stage(19th wk of age) and the ending period of laying(55th wk of age) were 105.1 and 122.9g/d, respectively. A laying hen consumed 193.1~222.5ml of water per day. The amount of excreta produced by laying hen were 143.3~144.8g per day. The moisture contents of excreta produced by laying hen ranged over 74.7~80.5% in laying period. The average contents of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O in layer excreta were 4.88, 1.92 and 1.71% in DM basis, respectively. In the laying period, CaO contents of excreta were 7.42~9.02%. The moisture contents of excreta produced by windowless poultry house, open-sided poultry house applied mechanical ventilation and open-sided poultry house applied natural ventilation were 65.4, 75.7 and 81.3% in summer, respectively.

(Key words : Layer, Excreta, N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O)

### 서 론

우리나라의 산란계 산업은 1990년대 초반부터 무창계사가 보급되면서 시설의 현대화, 완전자동화를 통한 사육규모의 확대가 급격히 이루어지고 있다. 산란계와 육계의 통계자료가 분리되어 발표된 1993년 이후에도 사육농가수는 매년 감소하고 사육수수는 증가하고 있으며 1993년 3,442호에서 43백만 수를 사육했으나

2000년 12월 현재 2,601호에서 51백만수(농림부, 2001)를 사육하고 있어 사육규모가 크게 확대되고 있는 것으로 나타나고 있다. 계분은 가축의 분뇨 중 처리가 가장 용이하지만 사육규모가 확대되면서 문제점이 발생하고 있다. 계분의 경우 수분 함량이 비교적 적기 때문에 교반식 발효처리 방법이 주로 이용되고 있으나 수분조절재 값의 상승, 인건비의 상승 등으로 처리에 어려움을 겪고 있다. 또한 적절한 처리

시설 설치나 정책수립을 위하여 정확한 발생량 추정이 가능해야 하지만 국내에서는 이에 대하여 연구된 바 없어 외국의 자료를 이용하고 있는 실정이다. 계분의 배설량은 기후조건과 시설, 사료 등에 따라 많은 차이가 날 수 있다. 따라서 우리나라의 여건에 맞는 계분의 발생량과 그 성분 특성을 파악하여 제시함으로써 정확한 계분 발생량을 추정하고 합리적인 계분처리에 기여코자 본 연구를 수행하였다.

### 재료 및 방법

본 시험은 축산기술연구소의 환경조절이 가능한 시험축사에서 산란계 초생추 45수를 공시하여 1998년 2월 23일부터 육성기 18주를 조사하였다. 또한 산란기 조사는 19주령과 55주령의 산란계 48수를 5주간 조사하였다. 산란 육성계는 15수씩 3반복으로 육추 배터리에서 시험하였으며 산란기는 4수씩 6반복으로 산란 케이지에서 사육하였다. 사료는 사육단계별로 시판배합사료를 자유 채식시켰으며 0~6주령시 산란계 초생추사료(CP 18.5%), 7~12주령시 산란중추사료(CP 16.4%), 13~16주령시 대추사료(CP 15.1%), 17~23주령시 산란초기사료(CP 15.6%), 55~59주령시 산란후기사료(CP 16.5%)를 급여하였으며 물은 자유롭게 음수케 하였다. 시험계사의 사육 온도는 시험개시일에 20℃에서 시작되어 약간씩 상승하였으나 적은 범위에서 사육되었으며 상대습도의 경우에도 55~75% 범위를 유지했다. 또한 시험계사의 환

기량은 316m<sup>3</sup>/h, 케이지에서의 풍속은 0.02~0.11m/초 이었고 NH<sub>3</sub>는 검출되지 않았으며 CO<sub>2</sub>는 500ppm으로 쾌적한 환경을 유지했으며 산란기 점등 광도는 15~35Lx였다. 계분은 케이지 밑에 받침을 설치하고 비닐을 깔아 매일 아침 09:00에 1일간의 배설량을 채취하여 평량하였으며 사료섭취량과 음수량은 1주일에 1회 간량을 측정하여 1일간의 평균 섭취량을 계산하였다. 계분의 수분 함량은 73℃ dry oven에 2일간 건조시킨 후 실온에 1일간 정치시켜 측정하였으며 BOD와 COD는 수질오염공정시험법(1992)으로 분석하였다. 또한 계사형태별 계분의 특성을 조사하기 위하여 무창계사, 기계환기 개방계사, 자연환기 개방계사 등 경기지역의 3개 농장에서 계분을 계절별로 채취하여 분석하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 산란계의 일일 분 발생량

산란계의 분 배설량은 표 1에서 보는 바와 같다. 산란계의 육성기 체중은 6주령시 525.6g, 12주령시 1,336.7g이었으며 산란기 체중은 19주령시 1,802.5g, 55주령시 2,037.6g이었다 산란기 일당 사료섭취량은 19주령시 105.1g, 55주령시 122.9g으로 체중이 많은 산란후기에 사료섭취량이 많았으며 음수량은 19주령시 사료섭취량의 1.8배인 193.1ml를 섭취했으며 55주령시에도 222.5ml를 섭취했다. 일일 계분 배설량은 12

Table 1. Body weight, feed intake, water consumption and excreta production of layer

Items	Weeks of age			
	6	12	19	55
Body weight (g)	525.6 ± 10.2	1,336.7 ± 15.3	1,802.5 ± 58	2,037.6 ± 91
Feed intake (g/day)	60.8 ± 5.5	92.9 ± 5.2	105.1 ± 12	122.9 ± 7.5
Water consumption (mg/day)	90.5 ± 9.5	144.4 ± 3.8	193.1 ± 3.4	222.5 ± 30
Excreta Production (g/day)	70.1 ± 11.0	95.1 ± 6.2	144.8 ± 8.1	143.3 ± 14.9
Moisture content of excreta (%)	76.3	77.5	80.5	74.7

주령시 95.1g이었으며 산란초기 144.8g, 산란말기 143.3g으로 산란초기에 약간 많았으며 육성기, 산란기 평균 배분량은 127.7g이었다. 수분 함량은 산란초기인 19주령시 80.5%로 산란말기 74.7%보다 높았다. 산란기의 분 배설량은 Harada(1996)가 보고한 136g보다 약간 높았으며 일본 중앙축산회(1989)의 0.15kg보다 약간 낮았다.

## 2. 산란계 계분의 이화학적 특성

산란계분은 분과 뇨가 혼합되어 배설되기 때문에 다른 가축의 배설물에 비해 질소, 인산, 가리의 성분이 높다. 특히 산란계는 칼슘의 성분이 높은 것이 특징이다. 표 2에서 보는 바와

같이 산란계분의 평균 질소 함량은 4.88%로 原田靖生(1990)이 보고한 1.94%보다 높았으나 Bentz and Rice(1958)가 보고한 4.0%, Yushok and Bear(1943)가 보고한 4.14%, Archer(1988)가 보고한 4.2%와 비슷한 결과를 보였다. 산란계의 산란기 계분중의 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 함량은 1.22~2.34%로서 Bentz and Rice(1958)가 보고한 2.5%, Archer(1988)가 보고한 2.8%보다 낮았으며 특히 육성기에는 1.22%로 상기 보고자보다 월등히 낮은 결과를 보였다. K<sub>2</sub>O의 경우 상기 연구자와 비슷한 결과를 보였으나 산란계 육성기에 높았으며 산란계의 산란기 CaO 함량은 7.42~9.02%로 일본 중앙축산회(1989)이 보고한 10.98%보다 낮았으나 原田靖生(1990)이 보고한 7.13%와 비슷한 결과를 보였다. 또한 산란계

Table 2. Characteristics of layer excreta

Item	(DM base, %)							
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	C	C/N	OM
Growing period <sup>1)</sup>	5.52	1.22	2.52	1.36	1.08	49.2	9.36	-
Early laying period <sup>2)</sup>	4.39	2.19	1.37	9.02	1.67	40.7	9.30	66.9
Late laying period <sup>3)</sup>	4.72	2.34	1.23	7.42	1.90	40.8	8.70	67.7
Mean	4.88	1.92	1.71	5.93	1.55	43.6	9.12	67.3

1) Means of 6th and 7th week of age.

2) Means of 19th to 23th week of age.

3) Means of 55th to 59th week of age.

Table 3. Concentrations of water pollutants in layer excreta

Item	(mg/ℓ)		
	BOD <sub>5</sub>	COD <sub>MN</sub>	SS
Early laying period	17,517	44,459	90,333
Late laying period	22,726	56,389	127,000
Mean	20,122	50,424	108,667

Table 4. Zn and heavy metal concentrations in the excreta of layer

Item	(mg/ℓ)						
	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	As	Hg
Pullet	23	5	0	5.43	0	0	0.002
		(10)	(6)	(3.25)	(0.78)	(0)	(0.001)
Layer	12	2	0	6.23	0	0	0.003
		(20)	(7)	(3.95)	(0.88)	(0)	(0.002)

\*( ) Zn and heavy metal concentrations in experimental diets.

계분의 오염물질 농도는 BOD<sub>5</sub> 20,122 mg/ℓ, COD<sub>MN</sub> 50,424mg/ℓ, SS 108,667mg/ℓ로서 일본농림수산성 농업연구센터(1986)에서 보고한 BOD<sub>5</sub> 65,000mg/ℓ, SS 130,000mg/ℓ 보다 낮은 결과를 보였다.

부산물비료의 중금속 허용농도는 Cu 500, Cr 300, Pb 150, Cd 5, As 50, Hg 2mg/ℓ로 규정되어 축분비료의 중금속 농도를 규제하고 있다. 표 4에서 보는 바와 산란계 계분 중의 중금속농도는 부산물비료 중금속 허용농도보다 매우 낮은 것으로 나타났다.

### 3. 산란계의 계사 형태별 계분의 특성

1990년대 접어들면서 무창계사가 많이 보급

되고 있으며 무창계사에서 30% 이상의 산란계가 사육되고 있는 것으로 추정된다. 무창계사는 환기량이 많아 공기의 유동이 빠르고 사육 밀도가 개방계사보다 2~4배 높고 단열이 잘 되어 있기 때문에 겨울철에도 20℃ 이상의 온도를 유지할 수 있어 개방계사의 계분과는 차이가 있을 것으로 추정하고 있다. 표 5에서 보는 바와 같이 자연환기에 의존하는 산란계 개방계사의 여름철 계분 중의 수분 함량은 81.3%로서 높았으나 환기량이 많은 무창계사의 경우 65.4%로서 자연환기식 개방계사보다 15.9%나 낮았으며 이는 수분조절재를 사용하지 않고도 발효처리를 할 수 있는 정도의 수분 함량이어서 발효처리시 처리비용을 절감할 수 있을 것으로 사료된다.

Table 5. Seasonal moisture contents of layer excreta produced from different types of layer house (%)

Items	Windowless	Open-sided (Mechanical ventilation)	Open-sided (Natural ventilation)
Summer	65.4	75.7	81.3
Autumn	70.6	78.2	74.3
Winter	68.1	74.2	76.5
Mean	68.0	76.0	76.5

Table 6. Water pollutants of Layer excreta produced from different types of layer house (mg/ℓ)

Item	Housing type	BOD <sub>5</sub>	COD <sub>MN</sub>	SS
Summer	Windowless	25,369	72,072	94,000
	Open-sided(MV)	17,584	60,984	93,000
	Open-sided(NV)	26,174	51,678	72,000
	Mean	23,042	61,578	86,333
Autumm	Windowless	20,268	66,000	172,000
	Open-sided(MV)	42,282	81,180	143,000
	Open-sided(NV)	57,383	80,685	144,000
	Mean	39,978	75,955	153,000
Winter	Windowless	23,893	54,120	130,000
	Open-sided(MV)	33,557	74,184	152,000
	Open-sided(NV)	27,114	62,568	118,000
	Mean	28,188	63,624	133,333

\* MV: Mechanical ventilation, NV: Natural ventilation.

Table 7. Characteristics of layer excreta produced from different types of layer house  
(%, DM basis)

Item		pH	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	C	C/N	OM
Summer	Windowless	7.69	4.39	4.90	2.03	15.52	1.78	30.8	7.01	62.7
	Open-sided(MV)	7.11	4.28	4.23	2.33	7.89	1.35	36.0	8.41	75.9
	Open-sided(NV)	7.05	2.62	3.70	3.06	14.45	1.93	31.1	11.9	61.1
	Mean	7.28	3.76	4.28	2.47	12.62	1.69	32.6	9.10	66.6
Autumm	Windowless	6.57	3.25	5.02	2.61	9.27	1.16	33.6	10.34	66.8
	Open-sided(MV)	7.53	5.12	2.84	2.51	9.26	1.64	33.4	6.49	69.7
	Open-sided(NV)	7.28	4.05	3.16	2.07	10.79	1.59	32.5	8.01	66.1
	Mean	7.13	4.14	3.67	2.40	9.77	1.46	33.2	8.28	67.5
Winter	Windowless	7.60	6.39	3.67	1.77	3.42	0.92	35.1	5.49	78.7
	Open-sided(MV)	6.83	6.02	2.75	2.08	8.06	1.29	33.4	5.54	69.3
	Open-sided(NV)	7.97	3.53	3.10	1.95	8.61	1.47	33.7	9.54	67.0
	Mean	7.47	5.31	3.17	1.93	6.70	1.23	34.1	6.86	71.7

\*.MV: Mechanical ventilation, NV: Natural ventilation.

산란계의 계사형태별 계분의 오염물질 농도는 표 6과 같으며 산란계의 경우 계사 형태와 계절에 따라 차이를 보였는데, 그중 BOD<sub>5</sub>는 무창계사 20,268~25,369mg/ℓ, 기계환기식 개방계사는 17,584~42,282mg/ℓ 였고, 자연환기식 개방계사는 26,174~57,383mg/ℓ 로서 변이가 컸다. COD<sub>MN</sub>은 무창계사 54,120~72,072mg/ℓ, 개방계사 60,984~81,180mg/ℓ 로 무창계사가 약간 낮은 경향이었다.

산란계사의 산란기 계분중의 N 함량은 표 7에서 보는 바와 같이 무창계사 3.25~6.39%로 계절적인 변이가 컸으며, 개방계사의 경우 4.28~6.02%였으며 이는 Yushok and Bear(1943)이 보고한 4.14%, 原田靖生(1990)이 보고한 3.65%보다 약간 높은 경향이었다. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 함량은 무창계사 3.67~5.02%, 환기를 하는 개방계사 2.75~4.23%로서 무창계사가 높은 경향이었으며 Bentz and Rice(1958)가 보고한 2.5%보다 약간 높았으며, 原田靖生(1990)이 보고한 6.41% 보다는 낮은 성적을 보였다. K<sub>2</sub>O 함량은 무창계사 1.77~2.61%, 자연환기 개방계사 1.95~3.06%로서 역시 계사 형태와 계절적인 차이는 적었으며 Hileman(1962)이 보고한 2.41%와 비슷한 경향이었다.

## 적 요

산란계의 분 배설량과 그 특성을 알아보고자 축산기술연구소 환경조절축사에서 산란계 초생후 45수, 19주령과 55주령 산란계 48수를 이용하여 시험을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 산란계 육성기 12주령시 배분량은 95.1g이었으며 수분 함량은 77.5%였다. 또한 산란기 1일 수당 사료섭취량은 105.1~122.9g이었고 음수량은 193.1~222.5ml였으며 분 배설량은 143.3~144.8g이었고 계분의 수분 함량은 74.7~80.5%였다.

2. 계분 중의 N 함량은 4.49~5.52%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>는 육성기 1.22, 산란기 2.19~2.34%였으며 K<sub>2</sub>O는 1.23~3.52%였다. CaO는 육성기에 1.36%로 낮았으나 산란기에는 7.42~9.02%로 높았다.

3. 산란계 계분의 수질오염물질 농도는 BOD<sub>5</sub> 20,122, COD<sub>MN</sub> 50,424, SS 108,667mg/ℓ 였으며, 중금속농도는 Cu 2~5mg/ℓ, Pb 5.43~6.23mg/ℓ 으로 낮았다.

4. 무창계사의 여름철 계분의 수분 함량은 65.4%로 자연환기 개방계사 계분 81.3% 보다 낮았다.

인 용 문 헌

1. Archer, J. R. 1988. Crop Nutrition and Fertilizer Use, 2th edition. Farming Press Limited.
2. Bentz, F. L. and Rice, W. H. 1958. Poultry manure is valuable fertilizer. Univ. of Md. Ext. Ser. Fact Sheet 39.
3. Harada, Y. 1996. Animal manure recycle systems and its utilization in Japan. Proceedings of the 8th AAAP Animal Science Congress. 99-108.
4. Hileman, L. H. 1962. Chemical analysis of broiler litter. Ark. Farm Res. 11(5):12.
5. Yushok, W. and Bear, F. E. 1943. Poultry manure, its preservation, deodorization and disinfection. N. J. Expt. Sta. Bull. 707.
6. 原田靖生. 1990. 家畜排泄物および處理物の特性. 畜産の研究 44(1):128-134.
7. 日本農林水産省農業研究センタ. 1986. 報告書.
8. 日本中央畜産會. 1989. 家畜尿汚水の處理利用技術と事例 p. 11~17.
9. 농림부. 2001. 축산관측자료(2001년 3월).
10. 환경부. 1992. 수질오염공정시험법.