

< Original Article >

한국 재래닭의 부화 후 성장단계별 넓다리뼈와 정강뼈 성장에 관한 연구

태현진*

한림대학교 생명공학 연구소

The growth stage study on the femur and tibia of Korean native chicken after hatching

Hyun-Jin Tae*

Department of Biomedical Science and Research Institute for Bioscience and Biotechnology,
Hallym University, Chunchon 24252, Korea

(Received 27 August 2015; revised 17 September 2015; accepted 21 September 2015)

Abstract

Skeletal development of chicken has been widely discussed in industrial forums and various research reports. However, these studies were emphasis on the commercial chicken strains for improve egg and meat production whereas the skeletal quiet remains as a potential weak link related to facilitating in the physical support of heavier carcasses at ever younger ages. For that, the study of standardization of skeletal development is important but it was rarely reported in Korean native chicken (KNC). The study was investigated the skeletal characteristics of KNC for international standardization. We studied in KNC at 2, 14, 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112, 126, 147, 168, 196, 224, 336 and 448 days after hatch (male and female, n=13 for each group). We measured the body weight (BW), and after sacrifice measured organs and remove muscle from femur & tibia and measured bone weight. Data were analyzed by ANOVA, Duncan test, correlation analysis and regression analysis of SAS 9.1. We analyzed the data of BW, femur & tibia and made growth curve also. The BW was significantly increased up to 147 days after hatch (male, 1,927.88±68.92 g; female, 1,456.00±50.11 g), and then increased gradually. At 336 days, these growth was stop (male, 2,467.00±42.84 g; female, 1,568.71±62.62 g). The growth of femur & tibia length and width was stop on 98~126 days after hatch. At 98 days, we measured the length and width of femur & tibia in male were 132.39±3.18 mm & 25.98±0.59 mm whereas in female at 112 days the length of femur & tibia was 116.40±1.55 mm and at 126 days width was 21.41±0.38 mm. Our study suggests that the growth of male KNC was classified pre-puberty (0~98 days), puberty (98~336 days) and maturity (after 336 days), meanwhile female was shown similar trend however puberty period of KNC was 112 or 126 days after hatch.

Key words : Korean native chicken, Body weight, Femur, Tibia, Growth curve

서 론

예로부터 우리나라에서 사육되어 온 한국 재래닭은(Korean native chicken) 근대에 와서도 다른 품종과

섞임이 없이 분리 되어 온 것으로, 일반적 특징으로 몸이 가벼우며 날개는 강해서 나는 힘이 강하며, 꼬리가 길다. 알을 품는 성질이 강하고 활발하며 부화된 병아리를 잘 기르는 것으로 보고되었다(최 등, 1997; Yeo 등, 1993). 벗은 적색, 단관이고 고기수염은 길고 홍색이며 목의 깃털이 많다. 깃털은 홍색 및 유

*Corresponding author: Hyun-Jin Tae, Tel. +82-33-248-3200,
Fax. +82-33-248-3201, E-mail. anatotae@hallym.ac.kr

백색이다(김, 2001; Han 등, 1998). 이러한 재래닭에는 외모 특성에 따라 전체적인 깃털 색깔이 진한 갈색을 갖는 것은 적갈색종, 연한 갈색을 갖는 것은 황갈색종, 흑색을 띠는 것은 흑색종, 순백색인 것을 백색종, 회색과 갈색이 섞여 있는 것은 회갈색종으로 구분하기도 한다(최 등, 1997; 김, 2001; Han 등, 1998). 또한 한국 재래닭은 육질은 타 품종 보다 콜레스테롤을 포함한 지방질은 적으며 단백질은 다소 높고, 쫄깃쫄깃하며 맛이 좋다고 알려져 있다(최 등, 1997; Han 등, 1998; Oh 등, 1996; Oh 등, 2005). 최근 축산물 개방이 이뤄지고 있기 때문에 우리나라에서는 축산업의 보호와 진흥을 위하여 재래닭의 복원 및 계통 조성 연구를 통해 지속적으로 품종 특성을 유지하고 세포유전학적 특성 구명을 위한 연구를 활발히 수행하고 있다(최 등, 1997; 김, 2001; 장, 2003; Oh 등, 2005).

조류에 있어서 긴뼈의 출생 후 발달양상 변화에 관한 연구는 성장률 및 발육에 있어 중요한 기준점이다(Applegate와 Lilburn, 2002). 우리나라 재래닭은 비육이 잘 되지 않아 성장률이 낮은 것으로 추정하고 있을 뿐이며, 이에 관한 구체적인 수치가 제시되지는 않았고(Lilburn, 1994; Oh, 1996), 특히 긴뼈인 넙다리뼈(대퇴골, femur)와 정강뼈(경골, tibia) 변화는 알려져 있지 않다.

따라서, 본 연구에서는 최근 국제 상표등록을 목표로 축산기술연구소 대전지소에서 사육중인 적갈색종 재래닭을 실험동물로 하여 부화 후부터 448일령까지 2주 간격으로 희생시켜, 넙다리뼈와 정강뼈의 발달과정을 관찰하고, 발달과정과 연령 사이의 상호 연관성 등을 알아봄으로써 한국 재래닭 순계의 성장단계별 체성장과 정확한 성숙시기에 관한 해부생리학적 연구를 통한 체계적인 기초자료를 확보하고, 한국 재래닭을 실험동물로 하는 각종 연구를 위한 해부학적 기초자료를 마련하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

공시재료

축산기술연구소 대전지소에서 부화하여 사육중인 재래닭 적갈색종을 대상으로 출생 후 2일, 14일, 28일, 42일, 56일, 70일, 84일, 98일, 112일, 126일, 147일, 168일, 196일, 224일, 336일, 448일 짜에 암수 각각 13마리씩 체중을 측정하고 희생시켜 실험에 사용

하였다.

골 표본 처리

실험동물에서 넙다리뼈와 정강뼈를 분리하여 결합조직을 제거하고 끓는 물에 15분 동안 처리하여 치밀한 결합조직을 완전하게 제거하고, 60°C 건조기에서 24시간 동안 건조하였다. 그 후 뼈에 함유되어 있는 지방을 제거하기 위하여 벤젠과 메탄올 2:1의 비율로 혼합하여 48시간 동안 담가두었다. 이후 통풍이 잘되는 후드 안에서 일주일 이상 건조 시킨 다음 각 뼈의 무게를 측정하였다.

골격 측정부위

뼈의 길이와 너비는 버니어캘리퍼스(Vernier calipers, Miyato, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 넙다리뼈 길이(length of femur)는 큰돌기 목쪽끝(대전자 근위단, proximal end of greater trochanter)에서 가쪽관절융기 먼쪽끝(외측관절융기 원위단, distal end of lateral condyle of femur)까지 이르는 길이로 하였고, 넙다리뼈 너비(width of mid-shaft) 넙다리뼈 몸통 한 가운데의 폭을 측정 하였다.

정강뼈 길이(length of tibia)는 정강뼈 융기사이융기(과간융기, intercondylar eminence)에서 안쪽복사(내측복사, medial malleolus)까지 길이를, 정강뼈 몸쪽끝 너비(근위단 폭, width of proximal end)는 안쪽관절융기(내측관절융기, medial condyle)와 가쪽관절융기(외측관절융기, lateral condyle) 사이 길이를 측정하였다.

통계처리

본 실험에서 얻어진 자료에 대한 통계학적 유의성은 SAS package의 General Linear Model (GLM) Procedure (SAS Ver. 6.12, SAS Institute, 1998)를 ANOVA로 통계처리 후 사후 검증으로 Duncan's multiple range test 통하여 유의성을 검정하였다($P < 0.01$). 체중, 연령 그리고 골격 측정치 간에 상관분석을 통하여(PROC CORR procedures SAS) Pearson 상관계수를 확인하고 유의성 있는 체중 및 골격계측 자료를 선택하여 회귀분석을 실시하였다(PROC REG procedures of SAS). 회귀분석에 로그 및 다항식을 적용 하여 함수식 산출하였다.

결 과

체중: Duncan's multiple range test 검증 결과, 부화 후 재래닭의 암수 체중은 147일까지 일령별로 유의

성 있게 증가 하였고(male, 1,927.88±68.92 g; female, 1,456.00±50.11 g) (Table 1, $P < 0.01$), 168일령부터 성장세 둔화되기 시작하여 336일령 이후에는 큰 차이가 없이 유지 되었고, 부화 후 448일에서는 수컷 2,368.13±2.39 g,

Table 1. Changes in body, femur and tibia weights (g) in postnatal Korean native chicken from hatch to 448 days of age

(g)	Sex	Age in days															
		2	14	28	42	56	70	84	98	112	126	147	168	196	224	336	448
Body weight	Male	.	.	251.83±10.03 ^I	452.00±21.08 ^H	666.17±36.91 ^G	1,105.50±41.30 ^F	1,215.00±45.25 ^F	1,470.25±92.17 ^E	1,653.00±49.24 ^{ED}	1,771.50±90.91 ^{CD}	1,927.88±68.92 ^{BC}	1,994.14±90.58 ^B	2,001.00±13.94 ^B	1,960.13±62.03 ^{BC}	2,467.00±42.84 ^A	2,368.13±2.39 ^A
	Female	.	.	230.00±10.41 ^I	357.13±21.14 ^I	608.78±10.26 ^H	884.00±22.91 ^G	918.88±24.05 ^{FG}	1,049.75±55.03 ^F	1,232.88±22.72 ^E	1,334.25±52.40 ^{DE}	1,456.00±50.11 ^{CD}	1,877.63±81.86 ^{AB}	1,546.67±84.95 ^{BC}	1,530.00±63.53 ^{BC}	1,617.71±62.62 ^{ABC}	1,711.43±1.58 ^A
Male vs Female				**	**	**	**	**	**	**	**	*	**	**	**	**	
Femur weight	Male	0.08±0.00 ^L	0.33±0.01 ^L	1.02±0.05 ^K	2.04±0.06 ^J	3.76±0.75 ^I	5.44±0.10 ^H	5.75±0.12 ^H	8.28±0.22 ^G	8.25±0.13 ^G	9.24±0.14 ^F	10.01±0.24 ^E	11.61±0.39 ^D	12.27±0.30 ^C	14.75±0.18 ^B	16.39±0.22 ^A	16.52±0.24 ^A
	Female	0.07±0.00 ^L	0.29±0.00 ^L	0.94±0.04 ^J	1.56±0.06 ^H	3.00±0.08 ^G	4.22±0.12 ^F	4.37±0.06 ^F	5.44±0.08 ^D	5.02±0.08 ^D	5.37±0.14 ^{DE}	6.51±0.16 ^C	6.67±0.11 ^C	6.87±0.02 ^C	8.48±0.23 ^{AB}	8.23±0.23 ^B	8.81±0.06 ^A
Male vs Female		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
Tibia weight	Male	0.12±0.01 ^N	0.57±0.01 ^N	1.55±0.06 ^M	3.02±0.07 ^L	5.89±0.05 ^K	8.76±0.07 ^J	9.75±0.21 ^I	12.60±0.15 ^H	12.62±0.14 ^H	13.52±0.11 ^G	15.46±0.14 ^F	16.36±0.09 ^E	18.74±0.11 ^D	20.51±0.28 ^C	22.29±0.27 ^B	23.36±0.23 ^A
	Female	0.11±0.01 ^L	0.46±0.01 ^K	1.46±0.04 ^J	2.29±0.08 ^I	4.32±0.10 ^H	6.34±0.03 ^G	6.65±0.08 ^G	7.60±0.12 ^F	8.28±0.06 ^{DE}	8.2±0.12 ^E	8.51±0.12 ^{CD}	8.57±0.11 ^{CD}	8.63±0.11 ^C	11.46±0.20 ^B	13.38±0.11 ^A	13.52±0.14 ^A
Male vs Female			**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	

Values are mean±S.E.M. *male vs female (T -test, $P < 0.05$), **male vs female (T -test, $P < 0.01$). The different superscript letters indicate statistically significant difference in each row on Duncan's multiple range test. significant difference of superscript letters are significant at $P < 0.01$ (one-way ANOVA).

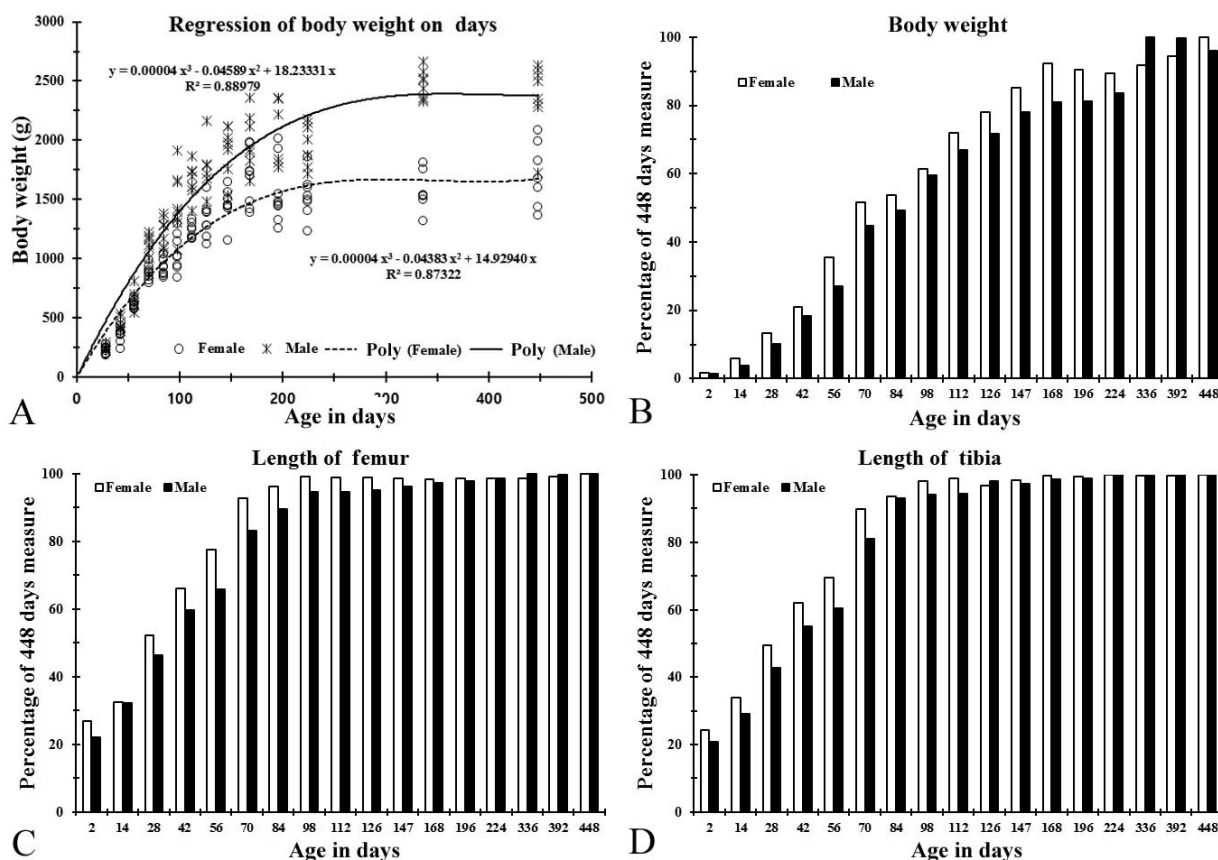


Fig. 1. (A) Regression of body weight on the age (days). Male and female body weight as a function of days (B) Fractional growth of body weight as a proportion of the measure at 448 days of age. (C, D) Fractional growth of femur (C) and tibia (D) length as a proportion of the measure at 448 days of age. Means represent 13 birds per sex and days.

Table 2. Growth of the femur and tibia in Korean native chicken from hatch to 448 days of age

(mm)	Sex	Age in days															
		2	14	28	42	56	70	84	98	112	126	147	168	196	224	336	448
Femur length	Male	21.30±0.26 ^H	31.13±0.51 ^G	44.73±0.26 ^F	57.57±1.22 ^E	63.32±1.21 ^D	80.11±1.17 ^C	86.11±1.67 ^B	90.94±2.66 ^{AB}	90.98±0.77 ^{AB}	91.53±1.41 ^A	92.68±1.41 ^A	93.73±2.17 ^A	94.02±2.36 ^A	94.88±2.22 ^A	95.25±1.70 ^A	96.29±1.43 ^A
	Female	21.57±0.43 ^G	29.60±0.29 ^F	42.04±0.43 ^E	53.21±1.04 ^D	62.57±0.73 ^C	74.61±0.62 ^B	77.55±0.59 ^{AB}	79.84±1.63 ^A	79.64±0.91 ^A	79.63±1.68 ^A	79.16±1.32 ^A	79.33±1.50 ^A	79.54±1.12 ^A	79.39±1.28 ^A	79.48±1.56 ^{AB}	80.59±1.01 ^A
Male vs Female			*	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Tibia length	Male	29.35±0.25 ^G	40.94±0.76 ^F	60.65±1.26 ^E	77.70±1.94 ^D	85.15±1.76 ^D	113.98±1.36 ^C	123.53±2.07 ^B	132.39±3.18 ^{AB}	133.08±1.23 ^{AB}	138.07±2.68 ^{AB}	137.01±1.65 ^{AB}	138.81±2.83 ^{AB}	139.43±3.02 ^{AB}	140.00±3.19 ^A	140.50±2.62 ^{AB}	140.76±1.53 ^{AB}
	Female	28.52±0.62 ^H	39.81±1.21 ^G	58.22±0.92 ^F	73.04±1.55 ^E	81.79±0.96 ^D	105.88±0.66 ^C	110.04±1.17 ^{BC}	115.46±4.81 ^C	116.40±1.55 ^{AB}	114.06±2.33 ^{AB}	115.70±1.36 ^{AB}	117.28±1.61 ^A	115.17±2.06 ^{AB}	116.25±2.28 ^{AB}	112.40±1.57 ^{AB}	116.70±1.29 ^A
Male vs Female					**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Femur Width	Male	1.63±0.03 ^F	2.98±0.16 ^E	2.58±0.09 ^E	6.67±0.45 ^D	7.68±0.26 ^C	7.18±0.19 ^{CD}	9.19±0.32 ^B	9.79±0.21 ^{AB}	9.44±0.15 ^{AB}	9.53±0.32 ^{AB}	9.89±0.29 ^{AB}	9.70±0.18 ^{AB}	10.18±0.36 ^A	10.23±0.33 ^A	9.79±0.45 ^{AB}	9.61±0.18 ^{AB}
	Female	1.87±0.09 ^F	2.74±0.10 ^D	2.45±0.14 ^{DE}	5.46±0.25 ^C	6.86±0.17 ^B	6.47±0.34 ^B	7.83±0.20 ^A	7.69±0.31 ^A	8.09±0.06 ^A	8.10±0.17 ^A	6.83±0.41 ^B	8.45±0.29 ^A	8.19±0.24 ^A	8.39±0.29 ^A	7.73±0.14 ^A	8.36±0.16 ^A
Male vs Female					*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Tibia proximal end of width	Male	4.10±0.90 ^H	8.11±0.22 ^G	11.22±0.57 ^F	15.37±0.97 ^E	18.72±0.47 ^D	23.48±0.60 ^C	24.29±0.50 ^{BC}	25.98±0.59 ^{ABC}	26.10±0.53 ^{ABC}	24.22±0.81 ^{BC}	26.45±0.60 ^{AB}	26.53±0.75 ^{AB}	27.07±0.85 ^{AB}	28.13±0.61 ^A	26.05±1.18 ^{ABC}	26.04±1.55 ^{ABC}
	Female	4.55±0.29 ^I	7.83±0.23 ^H	9.94±0.17 ^G	14.06±0.54 ^F	16.83±0.23 ^E	19.73±0.43 ^D	20.58±0.38 ^{BCD}	20.31±0.37 ^{BCD}	20.56±0.35 ^{BCD}	21.41±0.75 ^{ABC}	19.89±0.68 ^{CD}	22.29±0.49 ^A	22.26±0.42 ^A	22.43±0.67 ^A	21.63±0.49 ^{AB}	22.90±0.55 ^A
Male vs Female				**	**	**	**	**	**	**	*	**	**	**	**	**	**

Values are mean±S.E.M. *male vs female (*T-test*, $P<0.05$), **male vs female (*T-test*, $P<0.01$). The different superscript letters indicate statistically significant difference in each row on Duncan's multiple range test. significant difference of superscript letters are significant at $P<0.01$ (one-way ANOVA).

암컷 1,711.43±1.58 g에 이르렀다. 암수 간 차이는 28일과 56일을 제외한 전 일령에서 수컷이 암컷에 비해 유의성 있게 높았다(Table 1, Fig. 1B, $P<0.01$).

넙다리뼈 무게: 부화 후 2일령에서 암수 각각 0.082±0.002 g, 0.073±0.001 g이었고, 수컷은 336일령(16.39±0.22 g), 암컷은 224일령(8.48±0.23 g)까지 유의성 있게 증가한 다음 유지 되었다(Table 1, $P<0.01$). 암수 간 넙다리뼈 무게를 일령별로 비교한 결과 부화 후 28일을 제외한 전체 일령에서 수컷이 암컷에 비해 유의성 있게 높았다(Table 1, $P<0.01$).

정강뼈 무게: 부화 후 2일령(0.12±0.01 g, 0.11±0.01 g)에서부터 448일(23.36±0.23 g, 13.52±0.14 g)까지 증가와 유지를 반복하며 지속적으로 유의성 있게 증가하였다(Table 1, $P<0.01$). 암수 간 정강뼈 무게를 일령별로 비교한 결과 부화 후 2일령 그리고 28일령을 제외한 전군에서 수컷이 암컷에 비해 유의성 있게 높았다(Table 1, $P<0.01$).

넙다리뼈 길이: 넙다리뼈의 큰돌기로부터 가쪽관절 용기의 가장 먼쪽 끝까지 측정된 넙다리뼈의 길이는 부화 후 2일령 수컷과 암컷 각각 21.30±0.26 mm, 21.57±0.43 mm이었으며, Duncan's multiple range test 검증 결과, 수컷은 98일령(90.94±2.66 mm)까지, 암컷은 2주 빠른 84일령(77.55±0.59 mm)까지 유의성 있게 증가한 후 이후 유지되었고, 부화 후 448일에는 수컷 96.29±1.43 mm, 암컷 80.59±1.01 mm에 이르렀다($P<0.01$). 부화 후 2일령, 그리고 56일령을 제외 한 전 군

에서 수컷이 암컷에 비해 유의성 있게 길었다($P<0.01$) (Table 2, Fig. 1C).

정강뼈 길이: 용기사이 용기로부터 내측복사까지의 길이에 의해서 측정된 정강뼈의 길이는 부화 후 2일령에 수컷과 암컷 각각 29.35±0.25, 28.52±0.62 mm로 측정 되었으며, 부화 후 수컷은 98일령(132.39±3.18 mm), 암컷은 112일령(116.40±1.55 mm)까지 유의성 있게 증가 하였고 이후 448일령까지 유지 되었다(수컷, 140.76±1.53 mm; 암컷, 116.70±1.29, $P<0.01$). 부화 후 70일령 이후부터 수컷이 암컷에 비해 유의성 있게 길었다($P<0.01$) (Table 2, Fig. 1D).

넙다리뼈 몸통의 폭: 부화 후 2일령 넙다리뼈 몸통의 폭은 수컷과 암컷이 각각 1.63±0.03, 1.87±0.09 mm로 측정 되었으며, 이후 유의성 있게 증가하여 수컷은 98일령(9.79±0.21 mm) 암컷은 84일령(7.83±0.20 mm)에 정점을 이룬 후 448일까지(9.61±0.18 mm, 8.36±0.16 mm) 유지되었다($P<0.01$). 부화 후 2, 14, 28 그리고 70일령을 제외한 전 군에서 수컷이 암컷에 비해 유의성 있게 높았다($P<0.01$). 수컷 넙다리뼈 몸통 폭 성장은 부화 후 98일령에 멈추었고, 암컷은 일주일 빠른 84일경에 유지되었다(Table 2, Fig. 1C).

정강뼈 몸쪽끝 폭: 부화 후 2일령 재래닭의 정강뼈 몸통끝의 폭은 4.10±0.93, 4.55±0.29 mm로 측정되었고, 이후 유의성 있게 증가하여 수컷은 98일령(25.98±0.59 mm), 암컷은 126일령(21.41±0.38 mm)에 정점을 이룬 후 448일령(26.54±1.55 mm, 22.90±0.55 mm)까지 큰변

Table 3. Pearson correlation coefficient of the days after hatch and body weight versus length and weight of the bone.

Variable	Age in days		Body weight	
	Male	Female	Male	Female
Femur weight	0.912	0.858	0.930	0.908
Femur length	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Tibia weight	0.641	0.578	0.879	0.838
Tibia length	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Femur weight	0.897	0.896	0.943	0.873
Tibia weight	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Femur length	0.632	0.613	0.856	0.874
Tibia length	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

Pearson correlation coefficient is significant at $P < 0.001$ (bilateral).

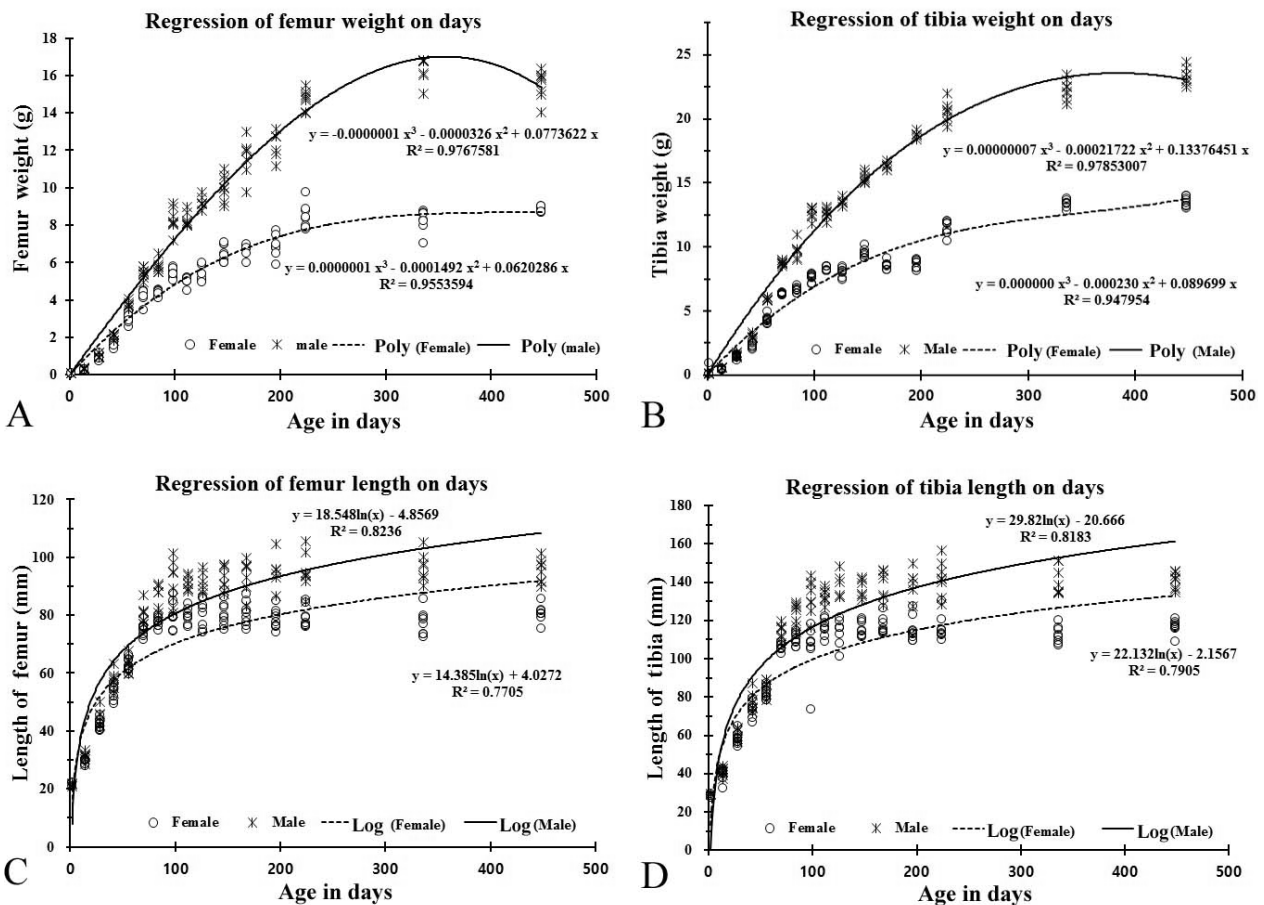


Fig. 2. (A, B) Regression of the femur (A) and tibia (B) weight on the age in days, (C, D) Regression of the femur (C) and tibia (D) length on the age in days.

화 없이 유지되었다. 부화 후 2, 14, 28 그리고 70일령을 제외한 전 군에서 수컷이 암컷에 비해 유의성 있게 높았다($P < 0.01$). 정강뼈의 폭 성장도 넓다리뼈의 폭 성장과 같은 경향을 보여 주었지만 암컷이 2주 더 성장하였다(Table 2, Fig 1D).

넓다리뼈의 길이 및 폭 성장은 암컷이 수컷에 비해

2주일 빨리 멈추었지만, 정강뼈는 길이성장은 2주일, 폭 성장은 4주일 더 지속되었다.

상관분석: 재래닭의 체중, 넓다리뼈 무게와 길이, 정강뼈의 무게와 길이를 날짜 및 체중 별로 SAS를 이용하여 Pearson 상관계수를 산출한 결과는 Table 3과 같다. 넓다리뼈와 정강뼈의 무게는 일령과 체중에

서 매우 높은 상관지수를 보여 주었고, 넓다리뼈 및 정강뼈의 길이는 무게에 비해 비교적 낮은 상관 지수를 보여 주었다. 넓다리뼈 및 정강뼈의 길이에서도 또한 높은 상관지수를 보여 주었다.

회귀분석: 부화 후 448일령까지 체중, 넓다리뼈와 정강뼈 체중과 길이 간의 상관분석을 통하여 Pearson 상관계수가 높은 인자들은 회귀분석 하였으며, 그 결과는 Table 3과 같다. 회귀분석 결과 암수 모두 일정하게 성장 후 완만해지는 양상을 보여 주었다. 부화 후 시간에 따른 체중변화 회귀분석에서는 3차 함수식에서 높은 R^2 값을 보여주었으며(Fig. 1A), 수컷 함수식은 $y=0.00004x^3-0.04589x^2+18.223x$ 이다. R^2 값은 0.890으로 변수(X, 부화 후 일령)가 Y (체중) 89.0%로 설명하고 있고, Y에 대한 신뢰도는 0.0001로서 99.9%의 신뢰도를 가지고 있으며, x 계수 또한 0.0001로서 99.9%의 신뢰도를 가지고 있다. 암컷에서 함수식은 $y=0.00004x^3-0.04383x^2+14.92940x$ 이며, R^2 값은 0.873으로, 부화 후 일령(X)가 체중(Y)을 87.3%로 설명하고 X 및 Y 계수 또한 0.0001로서 99.9%의 신뢰도를 가지고 있었다(Fig. 1A).

부화 후 넓다리뼈 및 정강뼈의 무게 회귀곡선은 체중의 회귀곡선과 매우 비슷한 양상을 보여 주었다(Fig. 2A~B). 넓다리뼈 정강뼈의 길이에 관한 회귀분석에서는 로그 식에서 높은 R^2 값을 보여주었다. 그렇지만 부화 후 넓다리뼈 및 정강뼈 길이와의 회귀 분석은 다른 양상을 보여주었다(Fig. 2C~D). 부화 후 넓다리뼈 길이의 회귀곡선의 수컷 함수식은 $y=18.55\ln(x)-4.86$ 이었고 R^2 값은 0.824로, 변수(X, 부화 후 일령)가 Y (넓다리뼈 길이) 82.4%로 설명하고 있고, Y에 대한 신뢰도, 절편 및 x 계수에 또한 0.0001로서 99.9%의 신뢰도를 가지고 있다. 암컷 $y=13.39\ln(x)-4.03$ 이며 R^2 값은 0.771이며 같은 신뢰도를 보여 주었다(Fig. 2C). 정강뼈 길이의 회귀분석도 함수는 다르지만 넓다리뼈와 같은 경향을 보여 주었으며, 수컷 함수식은 $y=29.82\ln(x)-20.666$ 이었고 R^2 값은 0.818로, 변수(X, 부화 후 일령)가 Y (정강뼈 길이) 81.8%로 설명하고 있고, Y에 대한 신뢰도, 절편 및 x 계수에 또한 0.0001로서 99.9%의 신뢰도를 가지고 있다. 암컷 $y=22.132\ln(x)-2.1567$ 이며 R^2 값은 0.790이며 같은 신뢰도를 보여 주었다(Fig. 2D).

고 찰

한국 재래닭은 브로일러(commercial broilers), 칠면조(turkeys) 그리고 오리(ducks) 등 가금류에 비하여 비하여 장기 및 뒷다리 골격 특징에 관한 내용이 명확하게 밝혀져 있지 않다(Lilburn, 1994). 최근 농촌진흥청 축산 과학 연구소의 한국 재래닭 복원사업에 의해 장기, 생식기 등 많은 연구가 활발히 이루어지고 있지만 아직도 미흡한 부분이 많다(최 등, 1997; Cho, 2001; Oh, 2005; Tae, 2005). 본 실험에서는 한국 재래닭 부화 후 일령 별 체중, 넓다리뼈와 정강뼈의 무게, 길이, 폭 변화를 448일령 기준으로 성장 기간대별 백분율, 그리고 회귀분석 결과를 종합 분석 연구하였다.

암수 모두 체중의 증가는 부화 직후부터 147일령까지 유의성 있게 증가하였고, 이후 완화되어 부화 후 336일령 이후에는 체중이 유지 되는 안정기(Plateau)에 이르는 것으로 나타났다. 넓다리뼈 및 정강뼈의 무게도 같은 경향을 보여 주며, 체중과 같은 336일령이 큰 폭의 변화가 없는 안정기의 시작으로 관찰되었다. 뉴햄프셔 종에서 수행된 연구결과를 보면 암수 차이가 없이 42일령까지 성장하며, 42일령 이후부터 수컷의 체중이 암컷 보다 유의성 있게 높기 시작하였고, 이후 154일령에 암컷 최고 체중에 이르고 수컷은 182일령에 안정기에 들어섰다(Buckner 등, 1950). 본 연구결과 한국 재래닭은 뉴햄프셔 종에 비해 매우 늦게 안정기 이르는 것을 확인 할 수 있었다. 즉, 한국 재래닭 체중, 넓다리뼈 및 정강뼈의 무게는 햄프셔 종에 비해 약 150일 정도 더 성장을 하는 것을 확인하였다.

한국 재래닭 수컷 넓다리뼈 및 정강뼈의 길이와 너비를 측정하여 길이성장(growth in length)과 둘레 성장(growth in width and circumference)을 가능하였다. 수컷 넓다리뼈의 성장은 부화 후 98일까지 급격히 성장한 후 안정기에 이르고, 암컷은 2주 빠른 84일경에 안정기에 들어섰다. 반면 뉴햄프셔 종에서는 암수 각각 157일령 126일령에 성장을 멈추었다(Buckner 등, 1950; Lilburn, 1994). 재래닭은 뉴햄프셔 종에 비해 수컷은 약 60일 정도, 암컷은 약 40일 정도 일찍 넓다리뼈 길이 및 둘레 성장이 멈추는 것을 확인하였다.

Tae 등(2005)의 보고에 따르면 한국 재래닭 고환의 발달 기준으로 하여 부화 후부터 98일령까지를 성성숙 전기(pre-puberty), 98일령부터 147일령까지를 성성숙에 접어든 시기(puberty), 147일령 이후부터 성숙

동물(maturity)로 분류하였다. 흥미롭게도 이러한 교환 발달에 따른 성장의 분류는 이번 연구의 수컷 넓다리뼈와 정강뼈의 길이 성장 및 부피성장 시기 구분과 같았다. 본 연구 결과에 의하면, 수컷의 성 성숙기에 들어서는 98일령에 넓다리뼈와 정강뼈의 길이 부피 성장이 끝났다. 반면 암컷 넓다리뼈는 84일령 그리고 정강뼈는 수컷보다는 느린 112일령에 길이성장을 멈추었고 126일령에 부피 성장을 멈추었다. 경상북도 축산기술 연구소 재래닭 기술 교본에 따르면, 한국 재래닭 암컷은 150~180일령에 산란하기 시작하며, 126일령 전후 성 성숙에 이른다고 보고 하였다(김, 2001). 이는 암컷 정강뼈 성장이 멈추는 시기와 비슷하였다. 암컷 골격의 길이 성장은 성 성숙보다 2주 빨랐지만, 둘레 성장은 성 성숙 시기와 같았다. 넓다리뼈 보다는 정강뼈의 성장단계 구분이 암수 모두에서 성 성숙 시기와 비슷하였고, 특히 정강뼈의 부피 성장은 정확히 일치 하였다. 정강뼈의 성장 분석을 통하여 재래닭 성 성숙 예측하는 지표로서의 가능성을 확인하였다.

이상을 종합하면 한국 재래닭의 체중은 뉴햄프셔종에 비해 체중은 150일 정도 성장을 지속하고, 넓다리뼈, 정강뼈와 같은 골격 성장은 뉴햄프셔 종에 비해 40~60일 정도 더 빨리 끝남을 알 수 있었다. 즉, 재래닭은 체중 성장은 느리지만, 골격 성장은 빨리 끝났으며, 전형적인 만숙종의 성장패턴을 보여 주었다. 본 실험을 통한 체중과 골격의 성장을 기본으로 한국 재래닭의 성장을 구분하면, 수컷은 정강뼈의 성장이 끝나는 98일 이후가 성 성숙기, 체중의 성장이 멈추는 336일령 이후가 성숙기 암컷은 126일 이후 성 성숙기, 336일 이후가 성숙기임을 확인 하였다.

각각의 시간에 따른 골격과의 상관분석을 통하여, 골격의 길이 너비 무게가 높은 관계가 있는 것을 확인하였고, 높은 상관지수를 보여주는 인자를 회귀 분석하여 골격의 길이 혹은 너비를 통해 체중 및 연령을 산출 할 수 있는 함수를 산출 하였다. 한국 재래닭의 넓다리뼈와 정강뼈는 부화 후 시간에 따른 성장곡선에서 Ross X Arbor Acre Broiler (Applegate와 Lilburn, 2002)과 브로일러(commercial broiler), 칠면조, 그리고 오리(Lilburn, 1994)와 다른 패턴의 성장곡선을 보여 주었다. 이러한 성장 다른 결과는 한국 재래닭의 성장을 이해하는데 큰 도움이 될 것으로 여겨진다.

결론

한국 재래닭은 다른 육계 품종에 비해 비교적 빠른 부화 후 84~126일령에 넓다리뼈(수컷, 98일령; 암컷, 84일령) 정강뼈(수컷, 98일령; 암컷, 126일령)의 길이 성장 및 부피 성장을 멈추었으며, 이후 336일령 체중의 성장도 멈추었다. 암수 모두에서 정강뼈 성장구분을 통하여 재래닭의 성 성숙을 가늠할 수 있었다.

넓다리뼈와 정강뼈의 성장구분을 통한 성장단계 구분은 수컷은 98일령 암컷은 126일령에 성 성숙기, 암수 모두 336일령에 성숙기로 구분 할 수 있었다. 부화 후 시간에 따른 골격의 길이 및 무게를 상관 분석하였고, 상관계수가 높은 골격의 길이와 무게에 관한 회귀 분석을 통하여 성장 패턴 분석하여 알 수 있었다. 이러한 연구 결과는 한국 재래닭의 과학적이고 지속적인 사육체계 관리 및 육종 전략에 있어 유용한 기초자료가 될 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 김병기. 2001. pp. 25-226. In: 성만용, 양태근, 이병국(편집). 경상북도 축산기술연구소, 경북 영주.
- 장병귀. 2003. 한국재래닭의 성장특성 축산기술연구소 연구보고서.
- 최철환, 상병돈, 김학규, 장병귀, 정행기. 1997. 재래닭 순수화 개량 및 생산성 향상연구. 재래닭 순수계통 확립. 축산시험연구보고서.
- Applegate TJ, Lilburn MS. 2002. Growth of the femur and tibia of a commercial broiler line. *Poult Sci* 81: 1289-1294.
- Buckner G, Insko W, Harms-Henry A, Faull-Wachs E. 1950. The comparative rates of growth and calcification of the femur, tibia and metatarsus bones of the male and female New Hampshire chicken having straight keel. *Poult Sci* 29: 330-335.
- Cho Y, Sang B, Lee H, Yoon H, Park Y. 2001. A Comparison of nonlinear models for describing weight-age relationship in Korean native chicken. *J Anim Sci & Technol (Kor)* 43: 811-816.
- Han S, Sang B, Lee J, Jung W, Sang B. 1998. Estimation of the heritabilities and genetic correlations on body shape components in Korean native chicken. *Korean J Poult sci* 25: 1-9.
- Lilburn MS. 1994. Skeletal growth of commercial poultry species. *Poult Sci* 73: 897-903.
- Oh H. 1996. Studies on various egg traits of Korean native chicken. *Korean J Poult Sci* 23: 19-26.
- Oh J, Park M, Kong H, Lee H, Jeon G, Yeon S, Sang B, Choi C, Cho B. 2005. Characteristics and Improving Breed of

- Economic Traits of Korea native chicken. Korean J Poul Sci 32: 29-34.
- Tae HJ, Jang B, Choi C, Park Y, Yang H, Kim I. 2005. Studies on the post - hatching development of sertoli and Leydig cells in the testis of Korean native chickens. Korean J Poul Sci 32: 125-133.
- Yeo J, Chung T, Han J, Choi C, Kim J, Chung S. 1993. Studies on DNA fingerprint for the Korean native chicken. Korean J Poul Sci 20: 209-216.