

產卵鷄의 選擇 採食時 칼슘이 卵殼形成과 體內代謝에 미치는 影響

이덕수 · 이영철¹ · 이규호¹

축산기술연구소

Calcium Metabolism and Eggshell Formation in Laying Hens Fed Self-selected Feeds

D. S. Lee, Y. C. Lee¹ and K. H. Lee¹

National Livestock Research Institute, Suwon, Korea 441-350

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effects of diverse dietary Ca levels and to determine whether bone mineral metabolism is influenced by the amount of dietary Ca when given a choice of diets containing various levels of Ca. Forty Hy-line brown laying hens housed in separate cages were fed self-selected Ca diets. Birds were allowed a 7-day adaptation period followed by an 8-day collection period. Feed and water were available for *ad libitum* consumption. Eggs and excreta were collected at 6-h intervals during the day for mineral analysis. The Ca contents in excreta and retained Ca in the body on egg forming day were proportional to the amount of daily Ca intake. The retained Ca in the body were 0.97 g in control and 1.24~1.74 g in self-selected groups, respectively. Daily Ca contents (%) in tibial cortex were not consistent with feeding time intervals. The Ca content in tibial medulla in control group was lower than those of self-selected feeding groups ($P < .05$). The medullary Ca content in all treatment groups increased from 10:00 to 16:00 in a day. Ca content in plasma was low between 10:00 and 16:00 and was high between 22:00 and 04:00 in the following day.

(Key words : self-selection feeding, Ca metabolism, Ca retention, tibia, plasma)

취를 방지할 수 있을 것으로 기대된다.

서 론

닭은 사료(영양소)를 선택하여 섭취할 수 있는 능력이 있으므로(Graham, 1934; Dove, 1935; Chah, 1972) 각각의 사료를 별도로 급여할 경우 1일중 필요한 시간대에 사료를 선택하여 섭취할 수 있다. 이중 특히 칼슘사료는 1일 중에도 卵殼形成시간대에 맞추어 섭취할 수 있으므로 卵殼質의 개선 및 과도한 사료 섭

Summer와 Leeson(1985)은 산란계에 배합사료 급여시 계란形成日의 오후 늦게 사료 섭취량이增加하였는데 그 원인을 “卵殼이 형성되기 시작하는 오후에 칼슘요구량은 급격히增加하며 이때 필요한 칼슘을 섭취하기 위하여 칼슘이 배합된 사료의 섭취량이增加하기 때문”이라 하였다. 이는 칼슘 요구량이 卵殼의 형성과정과 관련하여 하루 중에도 시간대별로 다르다는 것을 의미하는데 이렇게 섭취된 칼슘이 과연 卵

¹ 강원대학교 축산대학 (College of Animal Agriculture, Kangwon National University)

殼質의 개선과 산란능력에는 어느 정도 기여할 수 있으며, 체내에서는 시간대 별로 어떻게 저장 이용되고 있는지를 구명해 볼 필요성이 있다고 보겠다.

Mongin과 Saveur(1974), Hughes(1972)는 칼슘 사료를 선택採食방법에 의하여 自由採食시킬 경우 칼슘의 섭취량은 卵殼形成여부에 따라 큰 차이를 보인다고 하였고, Tyler와 Wilcox(1942)는 산란계의 경우 1일중 2 g의 칼슘만을 섭취 이용할 수 있다고 보고한 바 있고, Mueller와 Brubaker(1969)은 산란계의 경우 卵殼을 형성하기 위하여 난관액중에 매시간 250 mg의 CaCO_3 를 필요로 하나 실제사양에서는 밤시간 동안에 칼슘공급이 중단되므로 필요한 칼슘을 꾸준히 공급받기 위하여는 체내의 소화기관, 골격, 혈액내 plasma의 역할이 중요하다고 하였다.

Holcombe 등(1975)은 칼슘 섭취수준에 따른 혈청의 칼슘 수준 조사에서, 혈청내 칼슘 수준은 사료중 칼슘 급여수준에 대체로 비례하는 경향이라고 하였고, Rao와 Roland(1990)는 사료중 칼슘수준을 2%에서 4%로 增加시킬 경우 plasma내 칼슘함량은 유의적으로 增加($P < 0.05$)되나 6%로 增加시킬 경우 4% 수준과 차이가 없다고 하였다. Buss 등(1980)은 plasma 내 칼슘의 농도도 卵殼質에 영향을 미치지만 흡수율이 더 큰 영향력을 미친다고 하였다. Clagett 등 (1977)은 plasma내 칼슘함량은 卵殼의 두께에 영향을 미친는데 두꺼운 卵殼을 생산하는 닦은 얇은 卵殼을 생산하는 닦에 비하여 plasma내 칼슘함량이 높았다고 하였으며, Grunder 등(1980)은 卵殼두께와 plasma내 CaBP (칼슘복합단백질)과는 유의적인($P < 0.05$) 관계가 있다고 하였다.

한편, plasma내 pH와 卵殼質과의 관계에서 Mongin(1980)은 卵殼이 형성되는 동안 혈액의 pH는 減少하며 그 이유는 shell gland에서 HCO_3^- 이 형성되면서 H^+ 이 떨어져 나가기 때문이며 자궁과 혈액의 pH저하(acidosis)는 卵殼形成에 나쁜 영향을 미친다고 하였으나 卵殼質 개선을 위한 전해질 평형에 관해서는 더 많은 연구가 요구되고 있다. 그러나 지금까지의 연구방법들은 주로 일정 영양수준을 인위적으로 조절하여 급여하는 방법들을 이용하여 왔던 관계로 산란계의 생리적 특성인 계란 형성 여부, 산란시간대 및 1일중 시간대별 요구량을 정확히 알기에는 부족한 감이

많다. 또한 지금까지의 산란계에 대한 選擇採食 연구는 캐나다의 Guelph대학 연구팀에 의한 부분적인 연구만이 진행되었을 뿐 選擇採食에 의해 섭취된 칼슘이 卵殼質에 미치는 영향이나 체내 대사 등에 관하여 적절적으로 연구된 결과는 국내외적으로 거의 보고된 바가 없다.

따라서 본 연구에서는 1일중 시간대에 따라 다양하게 섭취된 칼슘이 닦의 계란형성과 관련하여 卵殼質 개선에 어느 정도 이용되며 체내에서는 어떻게 저장 이용되고 있는지를 알아보기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

1. 공시동물 및 시험기간

40주령(산란중기)의 유색산란계(Hy-line계통) 40수를 공시하여 1992년 12월 29일부터 1993년 1월 12일 까지 15일간(예비사양 7일, 본시험 8일) 실시하였다.

2. 시험설계 및 통계분석

Table 1과 같이 단일 배합사료를 급여하는 대조구(C)와 칼슘급원인 석회석 및 옥수수, 밀기울, 대두박, 어분, 어분+대두박 사료를 각각 별도의 사료통에 따로 급여하는 3개의 선택 채식구 등 모두 4처리를 두었고, 처리당 각각 10수씩을 공시하여 10반복으로 조사하였다. 얻어진 결과는 농촌진흥청의 AGRISP Program(1985)으로 분석한 후 처리간 유의성 검정은 최소 유의차(LSD) 검정을 통하여 5% 수준에서 검정하였다.

3. 공시사료 및 사양관리

대조구(C)에는 산란계용 배합사료를, 선택채식구 (T_1 , T_2 , T_3)에는 분쇄옥수수, 대두박, 대두박+어분, 밀기울, 석회석을 Table 2에서와 같은 비율로 급여하였고, 공시계는 2단 철제 산란 케이지에 한 칸 견너 1 수 씩을 수용하였다. 이때 시험 사료는 폭 13 cm × 길이 7 cm의 소형 플라스틱 모이통에 선택 사료를 각각 급여하여 자유選擇採食도록 하였다. 물은 nipple 급수기로 자유로이 음수토록 하였고 점등은 자연일조 시간을 포함하여 04:00시부터 22:00까지 18시간 고정 점등하였다. 시험기간중 계사내 온도는 15~20°C의 범

Table 1. Dietary regimens for laying hens

Treatments	Dietary regimens
C	Control laying hen diet
T ₁	Self-selection among corn, soybean meal and limestone
T ₂	Self-selection among corn, soybean meal, wheat bran and limestone
T ₃	Self-selection among corn, soybean meal+fish meal mix, wheat bran and limestone

Table 2. Formula and chemical composition of experimental diets

Items	Control diet	Split diets			
		Corn	SBM ³	SBM+FM ⁴	Wheat bran
Ingredients:					
Yellow corn	62.29	97.99	—	—	—
Corn gluten meal	3.48	—	—	—	—
Soybean meal	12.54	—	97.99	81.72	—
Fish meal	—	—	—	16.27	—
Wheat bran	11.81	—	—	—	97.99
Limestone	7.87	—	—	—	100.00
Salt	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Tricalcium phosphate	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13
Vit.-min. mix ¹	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Antibiotics ²	0.05	0.05	0.05	0.05	—
Methionine	0.08	0.08	0.08	0.08	—
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Chemical composition:					
CP(%)	15.00	8.79	44.48	46.37	15.1
ME(kcal /kg)	2,700	3,361	2,185	2,278	1,274
Ca(%)	3.40	0.36	0.65	1.18	0.42
Ava. P(%)	0.32	0.29	0.41	0.67	0.47

¹ Contained followings per kg : vit. A, 1,500,000IU; vit. D₃, 250,000IU; vit. E, 250IU; vit. K₃, 250mg; vit. B₂, 1,000mg; vit. B₁₂, 1,000mg; choline chloride, 35,000mg; niacin, 5,000mg; Ca-pantothenate, 1,000mg; folacin, 20mg; BHT, 6,000mg; Mn, 12,000mg; Zn, 9,000mg; Fe, 4,000mg; Cu, 500mg; I 250mg; Co, 7,150mg, UGF, 200,000mg.

² Contained 1% virginiamycin.

³ Soybean meal, ⁴ ; Fishmeal.

위를 유지시켰다.

되 그 하루 전날의 성적을 적용하였다.

4. 조사 항목 및 조사 방법

1) 卵殼形成日과 非形成日

卵殼形成日 및 非形成日은 산란 여부에 따라 구분하

2) 칼슘 摄取量

각 개체마다 칼슘 및 단미 사료를 각각 별도로 급여한 후 매일 04:00~22:00까지 18시간동안 3시간 간격으로 진량을 청량, 급여량에서 진량을 감하여 섭취량

을 계산하였고, 이때 각 사료가 다른 사료통으로 혼입되는 것을 방지하기 위하여 공시축마다 1칸씩의 간격을 띠었으며 사료는 적은 양을 자주 급여함으로써 되도록 정확한 섭취량을 얻을 수 있도록 주의하였다.

3) 칼슘蓄積量

Clunies와 Leeson(1992 a)의 산출방식을 적용 Ca 섭취양에서 卵殼 및 배설물로 배설된 양을 감하여 蓄積량을 산출하였다.

4) 膜骨內皮質 및 體質 채취

사양시험 종료 직후 Thim과 Coon(1990)의 방법을 이용하여 우측 tibia를 발골하여 70°C dry oven에 48시간동안 건조후 dry weight를 측정한 다음 皮質(cortex)과 體質(medulla)을 해부용 메스로 분리한 후 성분 분석에 이용하였다.

5) Plasma 채취

사양 시험 최종일 04:00시부터 다음날 04:00시까지 24시간 동안 6시간 간격으로 혈액을 채취하였다. 이때 혈액은 헤파린 처리된 주사기를 이용하여 마리당 매회 2.0 mL를 翼靜脈에서 채혈하였고 채혈된 즉시 4°C의 냉장고에 보관한 다음 1시간 이내에 3,000 rpm(4°C)에서 30분간 원심분리하여 plasma를 채취하였다. (Hodges, 1970)

6) 화학성분 분석

시험사료의 일반성분 및 卵殼, 계분, tibia의 칼슘성분분석은 AOAC(1980)방법에 준하였다.

Plasma 칼슘 함량은 Ca 측정용 kit를 이용하는 OCPC법 (Connertry 등, 1966)으로 측정하였다.

Table 3. Effects of dietary regimens on calcium retention of laying hens on eggshell forming day^{1,2}

Item	Control diet		Split diets ³	
	C	T ₁	T ₂	T ₃
Daily Ca intake(g)	4.81 ^b ±0.21	5.14 ^a ±1.40	5.51 ^a ±1.26	5.11 ^a ±1.23
Ca output in shell(g) (%)	2.19 ^c ±0.06 38.34 ^{ab}	2.39 ^b ±0.06 38.63 ^{ab}	2.47 ^{ab} ±0.04 37.62 ^{ab}	2.51 ^a ±0.04 38.68 ^a
Ca output in excreta(g) (%)	1.65 ^a ±0.09 4.31 ^a	1.18 ^c ±0.06 3.93 ^{ab}	1.30 ^{b,c} ±0.07 4.03 ^{ab}	1.36 ^b ±0.07 3.62 ^b
Ca retained in body(g /d)	0.97 ^c ±0.11	1.57 ^{ab} ±0.29	1.74 ^a ±0.14	1.24 ^b ±0.17
Ca retention(%)	20.17	30.54	31.58	24.27

¹ Mean ±SE.

² Figures with different superscripts in the same column are significantly different ($P<0.05$).

³ See Table 1.

결과 및 고찰

1. 卵殼形成 여부별 칼슘의 體內蓄積量

각 처리별로 다양하게 섭취된 칼슘성분의 체내대사 과정을 조사하기 위하여 섭취된 칼슘 중 卵殼과糞으로 배설된 양 및 이들을 공제한 최종 체내 칼슘 축적량을 측정, 계란 형성 여부별로 분류, 각 처리별로 비교한 성적은 Table 3 및 4와 같다.

卵殼形成日의 각 처리별 1일중 칼슘 사료 섭취량은 칼슘을 배합사료 형태로 급여한 대조구가 4.81 g인데 비하여 칼슘을 자유선택採食시킨 선택 채식구는 5.11~5.51 g으로 선택採食區가 대조구에 비하여 섭취량이 많았으나($P<0.05$) 선택採食區간에는 유의차가 없었다.

한편, 계란 1개의 卵殼에 함유된 총칼슘 함량은 대조구가 2.19 g(38.34%) 인데 비해 선택 채식구는 2.

39~2.51 g(38.63%~38.68%)로 칼슘섭취량이 많았던 選擇採食區가 대조구에 비해 많아($P<0.05$), 卵殼 내 칼슘 함량은 칼슘 섭취량에 대체로 비례하는 경향이었다.

또한, 섭취된 칼슘 중 卵殼 및 계분으로 배설된 양을 제외한 칼슘의 1일 평균 체내蓄積量은 T_2 구 1.74 g(31.58%), T_1 구 1.57 g(30.54%), T_3 구 1.24 g(24.27%), 대조구가 0.97 g(20.17%)순으로 칼슘의 체내蓄積量은 칼슘의 섭취량에 대체로 비례하고 있었으며, 각 처리간에는 유의적인 차이($P<0.05$)가 인정되었다. 이와 같은 결과로 볼 때 산란계의 경우 칼슘을 필요로 시각에 공급량을 늘려줌으로써 체내蓄積量은 많아지고 卵殼質은 개선될 수 있을 것으로 여겨진다.

한편 卵殼非形成日의 각 처리별 1일중 칼슘사료 섭취량은 배합사료 형태로 급여한 대조구가 3.81 g, 선택 채식구 0.82~1.78 g으로 卵殼形成日과는 반대로 대조구의 섭취량이 많았으며, 선택 채식구에서는 상대

Table 4. Effects of dietary regimens on calcium retention of laying hens on non-egg shell forming day^{1,2}

Item	Control diet		Split diets ³	
	C	T_1	T_2	T_3
Daily Ca Intake(g)	3.81 ^a ±0.29	0.82 ^a ±0.11	1.50 ^c ±0.25	1.78 ^a ±0.43
Ca output in shell(g) (%)	— —	— —	— —	— —
Ca output in excreta(g) (%)	1.66 ^a ±0.29 4.93 ^a	0.73 ^c ±0.11 2.81 ^c	1.11 ^b ±0.25 4.01 ^b	1.06 ^b ±0.43 4.15 ^b
Ca retained in body(g / d)	2.15 ^a ±0.14	0.09 ^d ±0.04	0.39 ^c ±0.07	0.72 ^b ±0.09
Ca retention(%)	56.43	10.97	26.00	40.45

¹ Mean ± SE.

² Figures with different superscripts in the same column are significantly different ($P<0.05$).

³ See Table 1.

적으로 적게 섭취하는 경향($P<0.05$)이었다. 처리별 칼슘의 체내蓄積量(축적율)은 칼슘 섭취량이 많았던 대조구가 2.15 g(56.43%)으로 가장 많았고 T₁구가 0.09 g(10.97%)으로 가장 적었으며 각 처리간에는 유의성($P<0.05$)이 인정되어 卵殼形成日에는 形成일과는 달리 대조구의 칼슘 축적율이 높았다.

이상의 결과들을 종합해 볼 때 칼슘을 選擇採食시키면 卵殼形成日의 경우 배합사료 형태로 급여할 때보다 칼슘의 卵殼내 含量과 체내蓄積量은 많고 계분으로의 배설량은 상대적으로 적어지는 경향이었는데, 이는 選擇採食區가 卵殼形成과 관련하여 필요한 시각에 칼슘을 보다 자유롭게 섭취하므로써 칼슘의 이용효율을 높일 수 있었기 때문인 것으로 여겨졌다.

Clunies(1992a)은 산란계를 이용하여 칼슘급여 수준별 체내蓄積量을 조사한 결과 卵殼形成日은 非形成日에 비하여 칼슘의 체내蓄積量이 많으며 卵殼形成日에 칼슘의 급여수준을 2.5%에서 4.5%로 높여 줄 경우 1일 평균蓄積量은 1.45 g에서 2.35 g으로 유의적으로 ($P<0.05$)增加된다고 하여蓄積量에서는 다소 차이가 있으나 칼슘 섭취량增加에 따른 축적비율의增加는 본 시험 성적과 비슷한 경향이었다. 또한 Clunies 등(1992b)은 두꺼운 卵殼(THK)과 얇은 卵

殼(THN)을 생산하는 산란계 2계통 각 10수씩을 선발하여 Ca 3.5%, P 0.44%를 급여하면서 대사시험을 실시한 결과 卵殼內 칼슘含量은 THN이 1.28 g(Ca비율 37.8%), THK이 2.33 g(38.1%)이었으며 칼슘의 체내蓄積量은 卵殼두께와 관계없이 卵殼形成日이 非形成日에 비하여 많았다고 보고하여 본 시험 성적과 비슷한 경향이었다. Lennards 등 (1981)도 칼슘 수준을 3.4%에서 6.4%로增加시키면 칼슘의 체내蓄積量은 1.87 g에서 3.25 g으로增加된다고 하여 본 시험 성적과 비슷한 경향을 보고한 바 있다.

2. 脛骨 및 Plasma에서의 칼슘代謝

1) 脂骨 및 Plasma內 칼슘含量

체내에 축적된 칼슘의 체내 대사 과정중 脛骨(tibia)과 plasma內에 함유된 양을 비교한 성적은 Table 5와 같다.

산란중기 8일 동안 계란 形成日과 非形成日을 모두 포함한 전체 38수(T₁과 T₃에서 대사 능력이 불량한 2수 제외)의 경골내 칼슘 총含量은 대조구가 1일 평균 1.56 g으로 가장 많았으며 다음이 T₃구 1.42 g, T₂구 1.40 g, T₁구 1.12 g 순이었고 T₁구와 다른 처리구 사

Table 5. Effects of dietary regimens on Calcium content in tibia and plasma of laying hens

Item	Control diet		Split diets ³		
	C	T ₁	T ₂	T ₃	SEM ²
Overall Ca retained					
(g / d)	1.56 ^a	1.12 ^b	1.40 ^a	1.42 ^a	0.1027
Ca in tibia					
< in cortex > (g)	3.06 ^a	2.91 ^{ab}	2.89 ^b	2.92 ^{ab}	0.0758
(%)	19.36 ^a	18.92b ^a	18.70 ^b	19.17 ^{ab}	0.1816
< in medulla >					
(g)	0.33	0.33	0.35	0.34	0.0080
(%)	6.92 ^b	7.18 ^{ab}	7.33 ^{ab}	7.41 ^a	0.2328
Ca in plasma					
(mg / 100mL)	22.48 ^a	16.84 ^c	19.94 ^b	20.33 ^b	0.5943

¹ Mean \pm SE

² Figures with different superscripts in the same column are significantly different ($P<0.05$).

³ See Table 1.

이에서만 유의성이 인정되었다 ($P < 0.05$)

이와 같이 대조구에서 칼슘의 경골내 함량이 많았던 것은 卵殼形成日에는 비록 選擇採食區에 비하여 蕃積量이 적었으나 卵殼非形成日에 量이 많았기 때문인 것으로 여겨진다.

한편, 脛骨중 皮質內 칼슘含量과 비율은 대체로 칼슘의 蕃積量에 비례하는 경향이었으나 體質內 칼슘의 함유 비율은 T_3 구 7.41%, T_2 구 7.33%, T_1 구 7.18%로 대조구의 6.92% 보다 유의적으로($P < 0.05$) 높았으며, 이와 같은 성적을 卵殼質과 비교해 볼 때 選擇採食區의 卵殼質이 대조구에 비해 많이 개선된 것으로 보아 體質내의 칼슘含量은 卵殼質에 영향을 미치는 것으로 여겨진다.

또한, plasma 100 mL중 칼슘의 함량은 칼슘의 蕃積量이 많았던 대조구가 22.48 mg으로 가장 많았고, 다음이 T_3 20.33 mg, T_2 19.94 mg, T_1 16.84 mg 순으로 칼슘의 체내 蕃積量에 비례하는 경향이었다. Thim 등(1990)은 산란계에 칼슘수준을 2.5%에서 5%로 增加시킬 경우 脛骨內 皮質의 건조重量과 회분重量이 增加되었으며 이 같은 경향은 體質에서도 비슷하였다고 보고한 바 있다. Frost 등(1991)은 25주령의 산란계에 칼슘수준을 增加시키면 脛骨의 무게가 增加된다고 하여 칼슘수준의 增加가 脛骨무게를 상승시킨다고 보고한 바 있다. 한편, Holombe 등(1975)은 칼슘섭취수준에 따른 serum의 칼슘수준 조사에서 사료통을 2등분하여 칼슘수준을 대조구에서는 3.0:3.0%, 선택 1구는 3.0:0.7%, 선택 2구는 6.0:0.7% 수준으로 각각 급여한 결과 serum 100 mg내 칼슘含量은 67주령의 노계의 경우 대조구가 25.5 mg인데 비해 선택 1구는 24.1 mg, 선택 2구는 29.1 mg로 serum내 칼슘含量은 사료 중 칼슘수준에 비례하여 모두 增減($P < 0.05$)되는 경향을 보였다고 보고한 바 있으나, 본 시험결과에서는 plasma內 칼슘수준은 칼슘의 체내 蕃積量과 더 밀접하게 비례하는 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 칼슘의 脛骨內 皮質 및 plasma內 含量은 칼슘의 체내 蕃積量에 비례하고 있으며 體質내 蕃積量은 체내 蕃積量과는 정확히 비례하지 않는 것으로 나타났다.

2) 1일중 시간대별 脛骨內 칼슘含量 變化

脛骨內 칼슘 蕃積量을 1일중 시간대별로 나누어 조사한 결과는 Table 6에서 보는 바와 같이 皮質內 칼슘含量은 각 처리 공히 1일중 시간대에 따른 일정한 경향이 없이 增減되는 경향을 보여 皮質은 칼슘의 축적이나 卵殼의 형성에 직접적으로 연관되지는 않는 것으로 추정되나, 體質내 칼슘含量(%) 및 重量(g)은 오전 04:00~10:00 시간대에 全 處理 모두 1일중 가장 낮은 수치를 보였는데, 이는 칼슘공급이 중단된 야간 시간대 (22:00 이후)에 卵殼形成을 위하여 體質내 칼슘이 더 많이 移行되었기 때문인 것으로 여겨진다. 이러한 결과는 Comar와 Driggers(1949)의 卵殼내 칼슘은 많은 부분이 야간에 골격에서 공급되며 그 중에도 흘수가 중요 공급원이며 皮質과는 유의적인 상관관계가 없다는 보고와 대체로 부합하고 있다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 脛骨內 皮質은 卵殼形成 및 칼슘의 축적에 직접 관련이 없으나 體質은 칼슘의 축적과 공급에 영향을 미치는 것으로 여겨진다.

3) 1일 중 시간대별 Plasma內 칼슘含量 및 pH 변화

1일 중 04:00시부터 6시간 간격으로 24시간 동안 plasma內 칼슘, pH의 변화를 조사한 성적은 Table 7과 같다. 먼저 칼슘의 시간대별 처리간 plasma內 含量은 칼슘의 체내 蕃積量에 비례하여 대조구가 매 시간대마다 솔루션의 가장 많았고 T_1 구가 가장 적었으며, 이 때 모든 처리구에서 공통적으로 나타난 특색은 1일중 10:00~16:00시 사이에 plasma內 칼슘含量이 적었고 22:00~04:00시 사이에 많았으며 그중 04:00~10:00 시에도 비교적 많은 양의 칼슘을 함유하고 있었는데 이는 卵殼의 형성과 밀접한 관련이 있는 것으로 추정된다. 즉 배란된 계란이 卵殼 분비부(shell gland)에 진입하기까지는 약 4시간 15분 정도가 소요되며 이 시간 동안에는 卵殼形成이 거의 이루어지지 않다가 卵殼 분비부에 들어간 후 약 4시간에 걸쳐 칼슘이 서서히 분비되다가 이후 13~14시간동안 본격적인 卵殼形成이 이루어진 후 산란하기 1~2시간 전에 卵殼의 cuticle 층에 칼슘을 축적하는 것으로 卵殼形成은 완료된다(Solomon, 1975; Baird 등, 1980). 따라서 대부분의 닭이 오전 10:00에 산란하므로 plasma內 칼슘이 많이 요구되는 시각은 卵殼이 칼슘을 CaCO_3 의 형

Table 6. Change of Ca content in tibia at 6-h intervals during a day¹

Times	Control diet		Split diets ²			SEM
	C	T ₁	T ₂	T ₃		
.....						
04~10 (%)	20.46 ^a	18.02 ^b	18.89 ^b	19.75 ^a	0.3735	
	(g) 3.31 ^a	2.77 ^b	2.91 ^{ab}	3.01 ^{ab}	0.0765	
10~16 (%)	19.85 ^a	19.53 ^a	17.62 ^b	19.15 ^a	0.5974	
	(g) 3.11 ^a	3.00 ^b	2.72	2.92 ^b	0.2607	
16~22 (%)	18.12 ^b	19.45 ^a	19.45 ^a	19.00 ^a	0.4064	
	(g) 2.84	2.99	3.00	2.90	0.1234	
22~04 (%)	19.02	18.66	18.83	18.76	0.3200	
	(g) 2.98	2.87	2.90	2.86	0.1597	
Average(%)	19.36 ^a	18.92 ^{ab}	18.70 ^b	19.17 ^{ab}	0.1816	
	(g) 3.06 ^a	2.91 ^{ab}	2.89 ^b	2.92 ^{ab}	0.0758	
.....						
Meulla						
04~10 (%)	6.34 ^{ab}	7.65 ^a	5.59 ^b	5.88 ^b	0.4144	
	(g) 0.30 ^{ab}	0.35 ^a	0.26 ^b	0.27 ^b	0.0221	
10~16 (%)	7.87 ^b	7.90 ^b	8.43 ^a	8.68 ^a	0.3310	
	(g) 0.38	0.36	0.40	0.40	0.0087	
16~22 (%)	6.80 ^b	6.61 ^b	7.39 ^{ab}	8.44 ^a	0.3515	
	(g) 0.33	0.30	0.35	0.39	0.0821	
22~04 (%)	6.68 ^b	6.54 ^b	7.90 ^a	6.63 ^b	0.3914	
	(g) 0.32	0.30	0.37	0.31	0.0237	
Average(%)	6.92 ^b	7.18 ^{ab}	7.33 ^a	7.41 ^a	0.2328	
	(g) 0.33 ^a	0.33 ^{ab}	0.35 ^b	0.34 ^{ab}	0.0080	

¹ Figures with different superscripts in the same column are significantly different ($P<0.05$).

² See Table 1.

태로 활발히 합성하는 22:00~04:00시 사이이며, 04:00~10:00시 사이에도 칼슘이 많이 요구되는 것은 culticle층에 卵殼을 형성하기 때문인 것으로 여겨진다.

한편 plasma의 pH는 1일 평균 대조구 8.44, T₁구 8.48, T₂구 8.54, T₃구 8.54로 유의차 없이 각 처리간에 비슷한 경향이었으며, 1일중 시간대별 성적은 각

처리 공히 16:00~22:00 시 사이에 가장 낮은 수치를 기록한 후 차츰 增加하기 시작하여 04:00~16:00시 사이에 높은 수치를 나타내었는데, 이와 같이 pH가 시간대 별로 변화되는 원인에 대해 Mongin(1980)은 卵殼이 형성되는 동안 shell gland에서 HCO_3^- 가 형성되면서 H^+ 이 떨어져 나가기 때문이며 자궁과 혈액의 pH저하(acidosis)는 卵殼形成에 나쁜 영향을 미친

Table 7. Change of Ca content and pH in plasma at 6-h intervals during a day¹

Times	Control diet		Split diets ²		SEM
	C	T ₁	T ₂	T ₃	
	Ca(mg /100mL).....				
04~10	24.50 ^a	19.69 ^c	22.30 ^b	22.53 ^b	0.5753
10~16	18.20 ^a	13.81 ^c	15.12 ^b	17.34 ^b	0.3004
16~22	21.36 ^a	14.27 ^c	17.50 ^b	16.51 ^b	0.0429
22~04	25.86 ^a	19.59 ^b	24.86 ^a	21.93 ^a	0.2572
Average	22.48 ^a	16.84 ^c	19.94 ^b	20.33 ^b	0.5943
	pH				
04~10	8.63 ^a	8.52 ^a	8.57 ^a	8.41 ^b	0.0630
10~16	8.58	8.51	8.57	8.76	0.0415
16~22	8.37	8.34	8.51	8.36	0.0473
22~04	8.18 ^b	8.51 ^a	8.51 ^a	8.61 ^a	0.0782
Average	8.44	8.48	8.51	8.54	0.0943

¹ Figures with different superscripts in the same column are significantly different ($P<0.05$)

² See Table 1.

다고 보고한 바 있다.

적 요

產卵鷄에 칼슘사료를 별도로 自由採食 시켰을 때 多樣한 水準으로 섭취된 칼슘이 體內에서 卵殼形成과 관련하여 어떻게 저장 이용되는가를 구명하기 위하여 40주령의 Hy-line계통 갈색산란계 40수를 독립된 케이지안에 1수씩 수용, 별도의 사료통에 칼슘 및 각종 單味飼料를 각각 급여, 8일간 사양 시험 후 (예비사양 7일) 칼슘의 排泄量 및 體內 蓄積量, 脛骨과 plasma內 貯藏 및 利用量 등을 조사하였다. 卵殼形成日에 섭취된 칼슘이 계분으로 배설된 양과 체내에 축적된 양은 섭취량에 대체로 비례하는 경향이었고, 칼슘을 배합사료 형태로 급여한 대조구보다 칼슘을 自由採食시킨 選擇採食區가 칼슘의 體內 蓄積量이 많았다($P<0.05$). 한편 脂骨중 皮質內 칼슘 蓄積量은 1일중 시간대에 따라 일정한 경향이 없이 增減되고 있었으나, 髓質內 칼슘 含量은 각 처리 모두 卵殼形成이 진행되는 16:00 이후부터 다음날 10:00 사이에 비교적 적었다가 10:00 이후 16:00 사이에 增加되는 경향을 보였고, plasma내 칼슘 含量은 모든 처리구에서 卵殼形成이 진행되는 22:00부터 다음날 04:00 사이에 많았다가

10:00 이후 16:00 사이에 減少되는 경향이었다.

(索引 : 選擇採食, 칼슘代謝, 칼슘蓄積量, 脂骨, 血漿)

인용문헌

- AGRISP 1985 Rural Development Administration's AGRISP program, South Korea.
 Baird TR, Reid J, Kennedy SH, Solomon SE 1980 The effect of mercury ingestion on the avian oviduct. In: Electron Microscopy, Vol 2, Pages 411-415. Brederoo P and De Priester W ed.
 Buss EG, Merkur P, Guyer RB 1980 Urinary excretion of calcium in the presence or absence of shell formation by chickens producing thick or thin shells. Poultry Sci 59 : 885-887.
 Clagett CO, Buss EG, Tamaki Y 1977 Egg shell quality : calcium metabolism in thick and thin shell genotypes. Poultry Sci 56 : 703 (Abstr).
 Clunies MD, Leeson S 1992a Calcium and phos-

- phorus Metabolism and eggshell formation of hens fed different amounts of calcium. *Poultry Sci* 71 : 482-489.
- Clunies MD, Park OO, Leeson S 1992b Calcium and Phosphorus metabolism and eggshell thickness in laying hens producing thick or thin shells. *Poultry Sci* 71 : 490-498.
- Comar CL, Driggers GC 1949 *Poultry Sci* 109 : 282.
- Dove WF 1935 A study individuality in the instincts, and of the causes and effects of variation in the selection of food. *Animal Naturalist* 69 : 469-544.
- Frost TJ, Roland DA 1991 The influence of various calcium and phosphorous levels on tibia strength and eggshell quality of pullets during peak production. *Poultry Sci* 70 : 963-969.
- Graham JC 1934 Individuality of pullets in balancing the ration. *Poultry Sci* 13 : 34-39.
- Grunder AA, Guyer RB, Buss EG, Clagett CO 1980 Calcium-binding proteins in serum : Quantitative differences between thick and thin shell lines of chickens. *Poultry Sci* 59 : 880-884.
- Hodges RD 1970 Blood pH and cation levels in relation to eggshell formation. *Anim Bioc-hem Biophys* 10:191, 200-213
- Holcombe DJ, Roland DA, Harms RG 1975 The ability of hens to adjust calcium intake when given a choice of diets containing two levels of calcium. *Poultry Sci* 54 : 552-561.
- Hughes BO 1972 A circadian rhythm of calcium intake in the domestic fowl. *Brit Poultry Sci* 13 : 485-493.
- Lennards RM, Roland DA Sr 1981 The influence of time of dietary calcium intake on shell quality. *Poultry Sci* 60 : 2106-2113.
- Mongin P, Saveur B 1974 Voluntary food and calcium intake by the laying hen. *British Poultry Sci* 15 : 349-359.
- Mongin P 1980 Proc Univ of Florida Nutr Conf 213-224.
- Mueller WJ and Brubaker RL 1969 Egg shell formation and bone resorption in laying hens. *Fed Proc Vol* 28(6) : 11-12.
- Rao KS, Roland DA SR 1990 Influence of Dietary Calcium and phosphorous on urinary calcium in commercial Leghorn hens. *Poultry Sci* 69 : 1991-1997.
- Solomon SE 1975 Studies on the isthmus region of the domestic fowl. *Brit Poult Sci* 16 : 225-258.
- Summers JD and Leeson S 1985 *Poultry nutrition handbook* Page 83, Univ of Guelph, Ontario, Canada.
- Thim GN and Coon GN 1990 Sensitivity of various bone parameters of laying hens to different daily calcium intakes. *poultry Sci* 59 : 2209-2213.
- Tyler C and Wilcox GS 1942 Calcium and phosphorus balances with laying birds. *J Agr Sci* 32 : 43-61.