

닭에 對한 칼슘 供給源別 効率에 關한 研究

蔣 潤 煥

農村振興廳 畜産試驗場

(1975年 7月 11日)

Studies on Calcium Availability in Various Sources by Chicken

Yun Hwan Chiang

Livestock Experiment Station, Office of Rural Development

Suwon, Korea

(Received July 11, 1975)

SUMMARY

The calcium balance study was carried out to determine the availability of calcium in different sources for chicks and laying hens. The sources of calcium were calcium carbonate (CC), dicalcium phosphate-dihydrate (DCPH), and dicalcium phosphate-anhydride (DCPA) for chicks and calcium carbonate (CC) and oyster shell (OS) for laying hens. The radioisotope dilution method was employed to measure the endogenous excreta calcium during the period of balance study following preliminary feeding.

A. Experimental results with chicks:

No significant difference was found among feed consumption of chicks fed diets containing different sources of calcium. Body weight gain of chicks was dependent upon the source of calcium. The gain decreased in the order of DCPH, DCPA and CC ($P < 0.01$). The feed conversion efficiency in chicks fed DCPH was better than those in chicks fed CC or DCPA. The average tibia ash contents for chicks fed different sources of calcium were similar. The DCPH was superior to CC or DCPA regarding the calcium content in tibia ash. There were no significant differences among the average calcium contents in plasma trichloroacetic acid filtrate in chicks irrespective of calcium sources. The mean apparent retention of calcium by chicks fed DCPH, CC and DCPA were 65.9, 64.0 and 59.9% respectively. The calcium to phosphorus ratios in tibia ash and plasma trichloroacetic acid filtrate for chicks fed different sources of calcium were similar. The chicks fed DCPH showed the partition of endogenous excreta calcium in total excreta calcium as 35.6% which was higher than 31.0 or 31.4% for chicks fed CC or DCPA. The endogenous excreta calcium per day per chick in group fed DCPH, DCPA or CC were 17.2, 16.1 and 14.6mg respectively. The true retained calcium per day per chick in

다음 産卵鷄에 對한 試驗에서는 Naber 等⁷³⁾이 그루콘酸칼슘, 아스콜빈酸칼슘, 方解石 및 貝殼粉을 給與하여 産卵率을 調査한 實驗과 Clark 等¹⁴⁾이 石灰石 粉末, 貝殼粉, 方解石石灰粉末, 花崗岩砂粒을 供試한 試驗, Heuser 와 Norris³⁷⁾가 貝殼, 方解石粒 및 石灰石粉末을 給與한 實驗, 그리고 Mas-sengale 과 Platt⁶⁵⁾가 粗大石灰石과 純粹石灰石을 供給한 試驗에서 칼슘供給源間에 有意差를 볼 수 있었다고 하였다. 그러나 Quisenberry 와 Walker⁸³⁾는 石灰石과 貝殼을 産卵鷄에 給與하였을 때 産卵率에 있어서 統計的인 有意差가 나타나지 않았다고 報告하였다.

이밖의 研究로서 Quisenberry 와 Walker⁸³⁾ 및 陸¹¹⁹⁾이 上記 石灰石과 貝殼粉을 産卵鷄에 給與하여 卵重 및 卵殼두께를 測定한 結果 石灰石보다 貝殼粉의 効率이 더 높은 것을 發見하였다. 또한 Meyer 等⁸⁷⁾은 貝殼粉, 卵殼粉, 그리고 石灰石의 粒子와 粉末을 産卵鷄에 給與하였던 바 生産된 卵殼의 強度에 있어서 石灰石粉末이 가장 떨어지고 其他는 別다른 差異가 없었다고 하였으며 Scott 等⁹²⁾은 産卵鷄飼料中の 石灰石粉末의 용를 貝殼으로 代替하였을 때 卵殼의 強度가 向上되었다고 報告하였다. Heuser 와 Norris³⁷⁾는 貝殼, 方解石粒 및 石灰石粉末을 産卵鷄飼料에 混合給與하였던바 體重變化 및 卵殼強度에 있어서 供給源間에 差異를 나타내었다고 發表하였다. Clark 等¹⁴⁾은 上記供給源들을 利用 體重變化, 鷄卵의 比重 및 발가락 灰分을 調査하였던바, 有意差가 있었다고 報告하였다. Stillmak 과 Sunde⁹⁷⁾는 白雲石質石灰石의 경우 炭酸칼슘區에서 보다 産卵鷄의 體重 및 脛骨中 灰分含量이 떨어진다는 것을 밝혔다. Roland 等⁸⁷⁾은 夜間中에 産卵鷄의 嗉囊中에 殘留되어 있는 貝殼 및 石灰石을 調査하였던 바 큰 差異가 없었다고 하였다.

以上の 研究는 닭에 對한 칼슘의 効率을 間接的으로 評價하는 方法이나, 닭에 칼슘을 給與하여 apparent digestibility, true digestibility, apparent retention, true retention 等を 測定하면 칼슘의 効率을 直接的으로 評價할 수 있다. 이러한 研究로서 Common¹⁶⁾은 産卵鷄에 對하여 一般的인 消化試驗(均衡試驗)을 함으로써 apparent retention을 測定하였고 MacDonald 와 Orr⁶³⁾는 消化試驗을 Common 과 같이 行하되 칼슘攝取量에 對한 칼슘排泄量의 百分率을 求하였다. 한편 家禽類의 糞과尿가 混合되어 있는 排泄物을 實驗材料로 하지 않고 糞

과 尿를 分離하여 糞으로 排泄되는 칼슘量을 調査함으로서 apparent digestibility를 求하려는 努力이 이루어졌다. 그리고 蔣等¹²⁾은 人工肛門을 裝着한 産卵鷄에 粗骨粉, 蒸製骨粉 및 磷酸2칼슘을 給與하여 칼슘의 apparent digestibility를 調査한 結果 磷酸2칼슘區에서 前記2個 骨粉區에서 보다 더 높은 數值를 얻었다. 이와 同時에 尿中の 칼슘含量도 調査하여 칼슘의 apparent retention을 求하였는데 磷酸2칼슘이 가장 높게, 蒸製骨粉이 그다음, 粗骨粉이 가장 낮게 나타났다. 橋爪等³⁵⁾은 칼슘供給源을 다르게 하지는 않았으나 産卵中 或은 休産中の 産卵鷄의 内生칼슘을 알기 爲하여 Ca^{45} Cl_2 를 投與하고 攝取한 Ca^{45} 量에서 24時間內에 排泄된 Ca^{45} 量을 뺀 다음 體內에 retention된 量을 求하였다. Brown 等⁹⁾은 一般動物과 같이 血液과 排泄物中の Ca^{45} 의 比放射能比率에 따라 内生칼슘의 比率을 測定하고 다시 内生칼슘量을 計算하여 true retention을 求하게 되었다. 大島와 野崎^{77, 78)}도 Brown 等⁹⁾의 方法에 準하여 内生칼슘과 true retention을 調査하였다. 이들 研究는 병아리에 對한 것은 전혀 없고 産卵鷄에 對해서만 一部 이루어졌을뿐 아니라 칼슘 供給源을 달리하지 않고 칼슘水準의 差異, 環境溫度의 差異 等に 依한 研究를 斷片的으로 遂行한 程度에 지나지 않는다.

以上 列舉한 從來의 研究에서 體重變化, 産卵率, 脛骨中 灰分, 卵殼두께, 卵殼強度, 칼슘의 apparent digestibility, 칼슘의 apparent retention을 調査한 結果는 研究者에 따라 供給源間에 有意差가 나타난 境遇도 있으나 없는 境遇도 있어서 一律的으로 規定짓기가 어렵다. 칼슘의 効率을 評價하는데 直接的인 方法인 true retention을 測定한 研究도 병아리에 對한 것은 없을 뿐 아니라 供給源別로 遂行한 것은 볼 수 없다. 따라서 本研究에서는 병아리 및 産卵鷄에 對해서 供給源別로 칼슘의 効率을 再評價確認하는 目的으로 병아리에 炭酸칼슘, 磷酸2칼슘-2水化物, 磷酸2칼슘-無水物을 給與하고 産卵鷄에는 炭酸칼슘과 貝殼을 利用하여 飼料攝取量, 體重增加 或은 産卵率, 飼料要求率, 칼슘의 血中濃度, 칼슘의 apparent retention, 内生칼슘, 칼슘의 true retention 等を 測定하였다. 아울러 本實驗에서는 병아리에 對하여 칼슘水準間의 差異有無도 究明하였으며 産卵鷄에 對하여 乾燥 whey 및 甲狀腺 hormone의 投與效果도 檢討하였다.

II. 材料 및 方法

1. 병아리 試驗

(1) 供試動物

單冠白色 Leghorn 種 Cornell-K 系統 1日齡 500羽 병아리 160首를 使用하였다.

(2) 供試飼料

代謝 energy, 蛋白質, 아미노酸, 비타민, 無機物等은 National Research Council(NRC)의 飼養標準에 맞추어 Table 1과 같이 配合하였으며 칼슘水準은 試驗 1區(對照區)만 標準에 맞추고(1.1%) 2, 3, 및 4區는 칼슘의 效率을 높이기 爲하여 標準

의 60%에 該當하는 水準(0.6%)을 供給하였다. 칼슘供給源으로서 試驗 2區에 炭酸칼슘, 3區에 磷酸2칼슘-2水化物, 4區에 磷酸2칼슘-無水物을 混合하였으며 試驗 1區에는 炭酸칼슘과 磷酸2칼슘-2水化物을 添加하였다.

(3) 試驗區配置 및 飼育方法

4個 試驗區에 4反覆式 配置하고 每反覆에 10首式 收容하되 16個 병아리群을 完全任意로 配置하였다. 병아리用 cage는 電氣 heater와 自動溫度調節器가 附着되어 있는 4層으로 된 것을 使用하였는데 飼料과 물은 自由로 攝取케 하였다.

Table 1. Composition of experimental diets for chicks

Description	Diet #1	Diet #2	Diet #3	Diet #4
Basal and variable Ingredients:	%	%	%	%
Yellow corn meal	51.85	52.37	53.13	53.56
Vegetable oil	3.50	3.50	3.50	3.50
Soybean meal	40.50	40.00	40.00	40.00
Dicalcium phosphate, dihydrate	2.01	—	2.02	—
Calcium carbonate	1.33	1.23	—	—
Dicalcium phosphate, anhydrous	—	—	—	1.59
Monopotassium phosphate	—	1.55	—	—
Salt	0.25	0.25	0.25	0.25
Mineral premix ¹⁾	0.36	0.36	0.36	0.36
Vitamin premix ²⁾	0.65	0.65	0.65	0.65
DL-Methionine	0.09	0.09	0.09	0.09
Analysis:				
Metabolizable energy, kcal/kg ³⁾	3,108	3,128	3,155	3,170
Protein ³⁾	23.91	23.96	24.02	24.06
Calcium ⁴⁾	1.12	0.59	0.62	0.56
Phosphorus ⁴⁾	0.75	0.71	0.75	0.72
Potassium ⁴⁾	1.07	1.56	1.08	1.07
Available phosphorus ³⁾	0.51	0.50	0.51	0.51
Ca:P Ratio	1.49	0.83	0.83	0.78

¹⁾ Supplied per kg of diet: NaHCO₃ 1.98g; MnSO₄·H₂O 110mg; FeSO₄·7H₂O 77mg; Na₂SeO₃ 2.2mg; Ca(IO₃)₂ 0.48mg; NaMoO₄·5H₂O 13.2mg; ZnCO₃ 98.2mg; Cerelose 4.3g.

²⁾ Supplied per kg of diet: vitamin A 9900IU; vitamin D₃ 1100IU; vitamin E 11IU; vitamin K 2.2mg; folic acid 1.32mg; riboflavin 2.38mg; niacin 33mg; pantothenic acid 5.5mg; vitamin B₁₂ 0.011mg; zinc bacitracin 11mg; Santoquin 121mg; Cerelose 3.3g.

³⁾ Calculated values.

⁴⁾ Analyzed values.

(4) 試驗進行

처음 2週間에는 體重, 飼料 攝取量, 칼슘, 磷 및 카리움의 apparent retention을 測定하고 3週째의 第2日에 Ca⁴⁵를 注入하였으며 4週째의 第2日에 血液을, 第3日에 排泄物을 採取하여 이들의 比較

射能을 測定하였다.

勿論 3週 동안에도 2週까지 調査한 內容을 測定하였다.

(5) 放射性同位元素 操作

15.0mCi/ml의 放射能과 1.86mg Ca/ml의 濃

도를 가진 $\text{Ca}^{45}\text{Cl}_2$ 용액 0.1ml 을 1.27m moles/ml 의 CaCl_2 과 0.37m moles/ml 의 H_3PO_4 가 들어있는 용액에 가하고 2N-NaOH 용액을 가하여 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 의白色沈澱이 생기는 pH 8.0으로調節하였다. 이때 생긴 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 沈澱을 5% 澱粉溶液에懸濁시켜 병아리어깨위의皮下에 $9.0\mu\text{Ci}$ 注射하였다.

(6) 血液採取 및 處理

針刺法에 의하여 heparin 을處理한注射器로 병아리의心臟에서血液을各 1ml 式採取한後 10 百分을 1個試驗管에 흡하고 이것을 1,500rpm 의速度로 10分間遠心分離하여血漿을 얻은後, 여기에同血漿과同量의 trichloroacetic acid 溶液을加하고混合한것을 다시 1,500 rpm 으로 10分間遠心分離하여 그上澄液(trichloroacetic acid filtrate, TCF)을取하였다.

(7) 放射能測定 및 無機物分析法

1) 血漿 TCF 및 排泄物의 放射能測定

血漿 TCF 및 排泄物의 過鹽素酸分解液에 liquid scintillator 로서 Brays solution 을加하였으며 Beckman model LS-100의 liquid scintillation counter 에 의하여放射能을測定하였다. Internal standard method 에 따라 counting efficiency 를計算하였으며物理的崩壞를補正하여眞放射能을 얻었다.

2) 飼料, 排泄物 및 血漿 TCF 中の 無機物分析法

飼料 및 60°C 에서乾燥한排泄物을 AOAC 方法에 따라 窒酸과 過鹽素酸으로濕式分解하였으며無灰濾紙를使用하여濾過한다음물로稀釋한溶液을無機物定量과放射能測定에使用하였다. 칼슘 및 카리움定量에는 atomic absorption spectrophotometer 를使用하였고磷은 Fiske and Subbarow 方法에 따라定量하되 Technicon auto-analyzer 를使用하였다. 血漿 TCF 의無機物定量도飼料 및 排泄物의 分解液의 定量方法과 같이行하였다.

3) 脛骨中の 灰分含量測定

各反覆 10首의 병아리中 任意로 5首式을選拔하고脛骨部位를切取하여 AOAC 方法에 따라 90°C 溫水에約 10分間 담구었다가皮膚 및 筋肉을除去한다음 gauze 에 싸서 ether 속에 넣고 24時間脫脂하여 100°C 로維持한 vacuum oven 에서 5時間乾燥한後乾物量을測定하고 다시 $450-550^\circ\text{C}$ 의 furnace 內에서 16時間灰化하여同灰分의乾物量에對한百分率을求하였다.

(8) 內生칼슘 및 True Retention 의 計算

血漿 TCF 및 排泄物의 比放射能을利用하여 다음과 같이 內生칼슘 및 true retention 을計算하였다.

內生칼슘의 全排泄物칼슘中에 차지하는比率

$$= \frac{\text{排泄物칼슘의 比放射能}}{\text{血漿 TCF 칼슘의 比放射能}}$$

內生칼슘 = 全排泄칼슘 × 內生칼슘의 全排泄物칼슘 中에 차지하는比率

$$\text{True retention} = \frac{\text{攝取칼슘} - (\text{排泄物칼슘} - \text{內生칼슘})}{\text{攝取칼슘}} \times 100$$

2. 產卵鷄試驗

(1) 供試動物

初産期를 지나 正常産卵을 하고 있는, 그리고卵重도 平均値에 到達한 9個月齡 產卵鷄 單冠 白色 Leghorn 種 Babcock B-300系統 124首를利用하였다.

(2) 供試飼料

代謝 energy, 蛋白質, 아미노酸, 비타민, 無機物 등은 NRC 飼養標準에 맞추어各區 同一하게混合하였고 이에 可變飼料를添加하되 試驗 1區에는 炭酸칼슘 8%, 沃度を混合한 食鹽 0.125% 및 옥수수 2.5%를配合하였으며 2區에는 炭酸칼슘 4%, 貝殼(産卵鷄가 直接 먹을 수 있는 크기) 4%, 重炭酸소디움 0.125%, 옥수수 2.5%를使用하였다. 3區에는 2區와 같이配合하되 옥수수 2.5% 代身乾燥 whey 2.5%를使用하였으며 4區에는 3區와 같이 하되 0.01%의 thyroprotein 을添加하였다. (Table 2)

(3) 飼育方法 및 試驗進行

室內溫度 $10-20^\circ\text{C}$ 를維持할 수 있는鷄舍內에飼料攝取量과産卵數를個別的으로調査할 수 있으며 飲水도 個別的으로自由로 먹을 수 있는 3層 cage 에收容하였다. 1個月後에各處理에서任意로 6首式選拔하여 따로 마련한 個別 cage 에 옮겨 放射性 同位元素試驗을行하였으며 나머지 100首는繼續産卵試驗을 8個月半 實施하였다. 試驗開始日은 1973年 12月28日이었으며 終了日은 1974年 9月17日이었다.

(4) 試驗區配置

4個試驗區에 6反覆式 1個月, 5反覆式 8個月半에 걸쳐産卵試驗을行하되 1反覆에 5首式 配定하였으며 放射性同位元素試驗에使用된 24首는 1首1反覆으로取扱하였고 兩試驗 共히 完全任意로 配置

Table 2. Composition of experimental diets for laying hens.

Description	Diet #1	Diet #2	Diet #3	Diet #4
Basal Ingredients:	%	%	%	%
Ground yellow corn	57.375	57.375	57.375	57.375
Pure lard	3.000	3.000	3.000	3.000
Soybean meal(Protein 51%)	21.000	21.000	21.000	21.000
Corn distillers solubles	3.000	3.000	3.000	3.000
Alfalfa meal	2.000	2.000	2.000	2.000
Dicalcium phosphate, dihydrate	2.000	2.000	2.000	2.000
Calcium carbonate	4.000	4.000	4.000	4.000
Iodized salt	0.125	0.125	0.125	0.125
Mineral premix ¹⁾	0.035	0.035	0.035	0.035
Vitamin premix ²⁾	0.790	0.790	0.790	0.790
DL-Methionine	0.050	0.050	0.050	0.050
Variable Ingredients:				
Calcium carbonate	8.000	4.000	4.000	4.000
Oyster shell(hen-size)	—	4.000	4.000	4.000
Iodized salt	0.125	—	—	—
Sodium bicarbonate	—	0.125	0.125	0.125
Corn	2.500	2.500	—	—
Dried whey	—	—	2.500	2.500
Thyroprotein (Protamone)	—	—	—	0.010
Analysis:				
Metaolizable energy, kcal/kg ³⁾	2,807	2,807	2,807	2,807
Pretein ³⁾	17.2	17.2	17.2	17.2
Calcium ⁴⁾	3.74	3.73	3.91	3.67
Phosphorus ⁴⁾	0.96	0.98	0.94	1.01
Potassium ⁴⁾	0.78	0.77	0.86	0.84
Ca:P Ratio	3.90	3.81	4.16	3.63

¹⁾ Supplied per kg of diet: MnSO₄·H₂O 0.25g; ZnO 0.12g.

²⁾ Supplied per kg of diet: vitamin A 6600 I.U.; vitamin D₃ 1100 I.U.; riboflavin 4.4mg; menadione sodium bisulfite 2.2mg; vitamin B₁₂ 7.3μg; nicotinic acid 16.5mg; calcium pantothenate 4.4mg; pyridoxine 4.4mg; folic acid 2.2mg; thiamine 4.4mg; vitamin E 12.1 I.U.; choline 440mg; all premixed in glucose.

³⁾ Calculated values.

⁴⁾ Analyzed values.

하였다.

(5) 放射性同位元素操作 및 血液處理

Ca⁴⁵Cl₂로 購入된 同位元素를 병아리 試驗豚와 같이 處理하여 産卵鷄의 左便겨드랑 밑 皮下에 注入하고 1週日後 産卵鷄의 날개 안쪽 靜脈으로 부터 10ml 式 血液을 採取하여 血漿 및 血漿 TCF를 얻었다.

(6) 放射能測定 및 無機物分析法

血漿 TCF 및 排泄物 分解液의 放射能, 飼料, 血漿 TCF 및 排泄物의 無機物分析은 병아리 試驗方法에 準하였다.

(7) 内生칼슘 및 True Retention 計算

병아리 試驗豚와 같은 方法으로 行하였다.

III. 試驗結果 및 考察

1. 병아리에 의한 試驗

(1) 飼料攝取量, 增體量 및 飼料要求率

Table 3에서 보는바와 같이 各區別 飼料攝取量 사이에 統計的인 有意差가 나타났으며 1.1%칼슘을 給與한 試驗1區에서 0.6%를 給與한 2,3,4區보다 더 많은 飼料를 攝取하였다. 3個供給源區 사이에는 有意差는 없었지만 磷酸2칼슘-2水化物區에

Talbe 3. Feed consumption, body weight gain and feed conversion in chicks fed different sources of calcium¹⁾.

Source of calcium (Calcium content)	Feed consumption	Body weight gain	Feed conversion
	g/chick/day	g/chick/day	
1. CaCO ₃ +CaHPO ₄ -2H ₂ O(1.1% Ca)	24.30±0.32a ²⁾	13.50±0.19a ²⁾	1.80±0.03
2. CaCO ₃ (0.6% Ca)	22.39±0.21b	12.26±0.13c	1.83±0.03
3. CaHPO ₄ -2H ₂ O (0.6% Ca)	23.19±0.63b	12.96±0.46b	1.79±0.05
4. CaHPO ₄ (0.6% Ca)	22.83±0.38b	12.87±0.18b	1.78±0.04

¹⁾ Ten chicks×4 replications per group

²⁾ P<0.01

서 가장 많이, 인산2칼슘-無水物區에서 그 다음, 탄산칼슘區에서 가장 적게 먹었다. NRC의 要求量을 보면 飼料中 1.0%의 칼슘을 給與하도록 되어 있는데 0.6%를 給與하였고嗜好에 影響을 주어 마땅히 飼料攝取量이 떨어졌을 것이다. Scott 등⁶³⁾은 White Leghorn 암병아리의 飼料攝取량을 2週齡때 日當 13g 이라고 하였는데 本試驗에서는 22-24g 을攝取하였으며 숫병아리이기 때문에 더 많이攝取한 것 같다. Motzok⁷⁰⁾은 인산2칼슘-2水化合物과 軟質磷酸을 칼슘 0.675%, 인 0.306%에 맞추어 給與하였던바 前者의 區에서 더 많은 飼料를攝取하였다고 報告하여 本試驗結果와 比等하게 供給源間에 差異가 있음을 보여 주었다.

增體量에 있어서는 Table 3에서 보는 바와 같이 칼슘水準間 或은 칼슘供給源사이에 統計的인 有意差가 나타났다(P<0.01). 칼슘 1.1%給與한 區에서 0.6%給與區보다 더 增體하였으며 인산2칼슘(2水化合物 或은 無水物)區에서 탄산칼슘區보다 더 자랐다. Scott 등⁶³⁾이 發表한 2週齡 암병아리의 日當 增體量 7.9g에 比하여 本試驗에서는 日當 약 13g 이었으며 이러한 差異는 性別 및 系統의 差異에서 由來되는 것이라 生覺된다. Titus 등¹⁰¹⁾이 탄산칼슘과 黃酸칼슘의 效率를 比較하였던바, 8週제의 體重이 624g 및 543g 으로 顯著的한 差異가 나타났다고 하였으며 MacIntyre 와 Cameron⁶⁴⁾은 貝殼粉, 대합껍질, 및 石灰石을 給與하여 6週齡體重을 測定하였더니 各各 521, 527 및 564g 으로 나타났으며 石灰石의 效率가 가장 좋다는 것을 報告하였고 本試驗에서와 같이 칼슘 供給源間에 效率 差異가 있다는 것을 認定하였다. Dilworth 등²⁴⁾도 增體量에 있어서 탄산칼슘, 低弗磷酸, 脫弗磷酸은 比等한 成績을 나타내었으나 軟質磷酸은 낮은 體重을 보였다고 發表하여 本試驗에서와 같이 體重增加 差異를 認定하였다. Buckner 등¹⁰⁾은 탄산칼슘區의

增體量 497g 인데 反하여 인산3칼슘의 그것은 570g 이었다고 報告하였으며 Buckner 등¹¹⁾은 石灰石區의 增體量이 인산2칼슘의 그것보다 떨어진다는 것을 發見하였으므로 本試驗의 結果와 大體로 一致하고 있다. Blair 등⁵⁾은 各種 供給源이 增體量에 미치는 效果에 있어서 인산3칼슘>인산2칼슘>탄산칼슘의 成績을, Wilgus 등¹¹⁷⁾은 水酸化칼슘>탄산칼슘>鹽化칼슘의 成績을, Damron 과 Harms^{20,21)}은 인산칼슘>脫弗磷酸>軟質磷酸의 成績을, Motzok^{70,71,72)}은 인산2칼슘-2水化合物>軟質磷酸의 成績을, Damron 과 Harms²²⁾은 파이로 인산칼슘>메타인산칼슘의 結果를 各各 發表하여 칼슘供給源에 따라 병아리의 體重에 差異가 생긴다는 것을 認定하고 있다. 그러나 Hurwitz 와 Rand⁴⁸⁾은 供給源別로 體重差異가 나타나지 않는다는 것을 報告하였다.

Table 3에서 보이는바와 같이 飼料要求率에 있어서 各區間에 有意差가 나타나지 않았으며 칼슘水準사이 或은 칼슘供給源사이에 뚜렷한 差異는 나타나지 않았으나, 탄산칼슘區의 飼料要求率이 인산2칼슘의 2區보다 더 나쁘게 나왔다. Motzok⁷⁰⁾은 인산2칼슘-2水化合物區의 飼料要求率이 1.89 인데 比해서 軟質磷酸區는 1.92로서 供給源間에 多少 差異가 있다는 것을 發表하였으며 MacIntyre 와 Cameron⁶⁴⁾은 貝殼, 대합껍질, 石灰石區의 飼料要求率이 2.91, 2.88, 및 2.76이어서 石灰石의 效率가 가장 좋으며 亦是 供給源間의 差異를 認定하였다. 그러나 Hurwitz 와 Rand⁴⁸⁾은 石膏칼슘區와 石灰石칼슘區가 飼料效率를 다르게 하지 않았다고 報告하였다.

(2) 脛骨中 灰分

Table 4에서 보는바와 같이 脛骨中 灰分含量에 있어서 各區間에 統計的인 有意差가 나타나지 않았으나 1.1% 칼슘을 給與한 區에서 0.6% 給與區

보다 조금 높은 濃度이며 供給源別로는 磷酸2칼슘 2水化物區 > 炭酸칼슘區 > 磷酸2칼슘-無水物區의 順位를 보였다. Titus 等¹⁰¹⁾은 炭酸칼슘區에서 51.1% 黃酸칼슘區에서 52.0%의 成績을 얻어 差異가 크지 않음을 보여 주었으며 本試驗의 40-42%보다 좀 높은 數値를 나타내었다. MacIntyre 와 Cameron⁶⁴⁾은 石灰石이 貝殼이나 대함껍질보다 좋게 나타났으며 42-43%의 成績을 보여 本試驗의 成績과 一致하는 傾向을 보여 주었다. Buckner 等¹⁰⁾은 炭酸칼슘區에서 35.9%, 磷酸3칼슘區에서 37.3%를 나타내었고 또한 Buckner 等¹¹⁾은 石灰石區에서 33.4%, 磷酸2칼슘區에서 32.4%를 얻었으므로 本

試驗의 含量보다 낮은 成績이다.

(3) 脛骨灰分中 無機物含量

먼저 칼슘含量에 對하여 考察하여 보면 Table 4에서 보는바와 같이 各區間에 統計的인 有意差는 나타나지 않았으나 칼슘을 1.1% 준區에서 0.6% 給與한 區보다 더 많은 칼슘含量을 보여 주고 있다. 그리고 칼슘 供給源사이에는 磷酸2칼슘-2水化物이 第一 높고, 同 無水物이 그 다음, 炭酸칼슘이 가장 낮은 成績을 보여 주었다. Patrick 과 Whitaker⁸⁰⁾는 脛骨中의 칼슘 濃度를 37.1%로 發表하였는데 本試驗結果와 大體로 一致한다.

Table 4. The ash content in dry tibia and mineral concentration in bone ash for chicks¹⁾

Source of calcium	Ash in dry tibia	Mineral content in bone ash		
		Calcium	Phosphorus	Potassium
1. CaCO ₃ +CaHPO ₄ -2H ₂ O	42.56±1.27	37.29±2.79	17.94±0.21	0.51±0.06
2. CaCO ₃	41.67±0.25	32.58±2.49	17.91±0.19	0.56±0.03
3. CaHPO ₄ -2H ₂ O	42.09±1.52	34.99±0.56	17.68±0.52	0.55±0.06
4. CaHPO ₄	40.28±0.24	34.29±0.27	17.95±0.39	0.57±0.05

¹⁾ Five chicks were sampled randomly from ten chicks per replication.

다음 磷의 含量은 3區에서 17.94%, 17.68%, 17.95%를 나타내었으며 統計的으로 有意差는 나타나지 않았다. Scott 等⁹³⁾은 脛骨中 磷含量을 使用하지 않고 脛骨中 灰分含量으로 各種 磷供給源의 生物學的 價値를 調査하여 磷酸2칼슘-2水化物에서 110, 同無水物에서 90인 結果를 얻었으므로 效率差異가 나타났는데 本試驗에서는 效率差異가 없는 것으로 나타났다.

카리움의 含量을 보면 亦是 供給源間에 有意差를 나타내지 않았다. Table 1에서 보이는 바와 같이 炭酸칼슘區에는 磷을 添加할 目的으로 磷酸1카리움을 混合하였으므로 他區에 比하여 카리움이 約 50% 더 들어 갔는데도 脛骨中 카리움 含量에는 差異가 없는 것으로 나타났는바 어떤 一定量 以上の 카리움은 糞中으로 排泄되는 것으로 生覺한다.

(4) 磷 및 카리움의 血中濃度 및 Apparent Retention

Table 5에서 보는바와 같이 磷의 供給源에 따르는 血漿 TCF의 磷濃度에는 差異가 없었다. Common 等¹⁸⁾은 初産前의 암병아리의 血漿中의 無機態 磷을 4-9mg/100ml 이었다고 하므로 本試驗의 成

績보다 조금 높은 數値이다. 磷의 apparent retention 을 보면 칼슘 水準사이에는 有意差가 나타났으며 칼슘을 적게 준 區 보다 適量 給與한 區가 더 많은 磷을 蓄積하였다. 칼슘供給源사이에는 統計的인 有意差는 안 나타났지만 磷酸2칼슘-2水化物區에서 39.1%로 가장 높게 나타났으며 磷酸2칼슘-無水物區에서 34.5%, 炭酸칼슘區에서 32.9%가 나타났다. Edwards 과 Gillis²⁶⁾는 2週齡 숫병아리의 磷의 apparent retention 을 調査한 結果 54-57%이었다고 하는데 本試驗에서 얻은 32-43%에 比하여 좀 높은 값이다. Patrick 과 Schweitzer⁷⁹⁾는 vitamin D 添加區에서 43%를 얻었으므로 本試驗의 成績과 大體로 一致한다. Gillis 等²⁸⁾은 피틴酸칼슘과 磷酸2소디움으로, 蔣等¹²⁾은 磷酸2칼슘, 粗骨粉 및 蒸製骨粉을 使用하여 磷의 apparent retention 을 調査하였던바 本試驗에서와 같이 供給源間에 差異가 있음을 發見하였다.

다음 血漿 TCF 中의 카리움 濃度를 보면 (Table 5) 各 處理間에 有意差가 없었으며 前記한바와 같이 試驗2區에 더 많은 카리움이 供給되었음에도 카리움 濃度가 더 높게 나오지 않았으므로 카리움에 對하여 血液의 恒常性을 잘 維持하는 것 같다.

Table 5. Phosphorus and potassium contents in plasma TCF and their apparent retention in chicks.

Source of calcium	Phosphorus		Potassium	
	In plasma TCF	Retention	In Plasma TCF	Retention
	mg/100ml	%	mg/100ml	%
1. CaCO ₃ +CaHPO ₄ -2H ₂ O	3.22±0.05	43.68±6.12a ¹⁾	6.64±2.56	10.98±2.16
2. CaCO ₃	3.51±0.54	32.92±2.23b	7.83±1.91	11.89±1.49
3. CaHPO ₄ -2H ₂ O	3.49±0.31	39.13±3.31ab	6.49±1.26	12.31±1.79
4. CaHPO ₄	3.59±0.36	34.47±3.51b	8.34±1.97	11.18±1.97

¹⁾ P<0.05

그리고 카리움의 apparent retention에 있어서도 各處理間에 有意差가 나타나지 않았다. Rinehart 등⁸⁴⁾은 飼料의 카리움을 0.08%로 주었을때 血漿中の 카리움濃도가 9.5—17.4mg/100ml, 0.28%의 카리움을 주었을 때 19.5—20.7mg/100ml 이었다고 하므로 本試驗의 6—8mg/100ml에 比하여 매우 높은 水準이나 試料處理方法의 差異에서 由來된 結果라고 生覺된다. 即 本試驗에서는 TCA로 處理하여 蛋白質을 除去하였지만 Rinehart 등은 血漿 그대로 分析하였다. 그리고 本試驗에서 카리움의 apparent retention이 10—13%(Table 5)로서 相當히 낮게 나왔는데 前記한 바와 같이 NRC의 카리움 要求量 0.4%에 比하여 本試驗에서는 1.0—1.5%로 높게 給與하였기 때문에, 그리고 體內的 恒常性を 維持하기 爲하여 더 많은 量의 카리움은 排泄하였기 때문에 이처럼 낮은 apparent retention이 나온 것으로 生覺된다.

(5) 칼슘의 血中濃度 및 Apparent Retention

먼저 血漿 TCF의 칼슘함량을 보면(Table 6) 各處理間에 統計적으로 有意差가 없었으며 칼슘水準 사이, 或은 칼슘供給源사이에 큰 差異가 없었다. Common 등¹⁸⁾은 初産直前の 암병아리를 利用하여 血清칼슘을 調査하였던바 10—11cmg/100ml이

다고 하므로 本試驗의 7mg/100ml에 比하여 매우 높게 나왔다. 이러한 差異는 血清과 血漿 TCF의 試料差異에서 由來된 것이라 生覺한다. Rogler와 Parker⁸⁶⁾는 병아리의 血漿칼슘이 10.0mg/100ml(4日齡), 9.3mg/100ml(1週齡), 或은 10.8mg/100ml(2週齡)이었다고 하므로 本試驗의 7mg/100ml에 가까운 數字이다.

칼슘의 apparent retention에서(Table 6) 0—2週의 成績보다 2—3週의 成績이 조금 높은 것은 孵化時 병아리가 가지고 있던 칼슘이 많았기 때문이라 生覺된다. 칼슘水準 사이에는 高度의 有意差가 나타났으나 칼슘供給源間에는 有意差가 나타나지 않았다. 그러나 各供給源區의 平均値사이에는 약간의 差異가 있어서 磷酸2칼슘-2水化物이 第一 높은 成績을 보였으며(61.8%), 다음이 炭酸칼슘(57.5%), 第一 낮은 것이 磷酸2칼슘-無水物이었다(55.6%). 이러한 差異는 0—2週, 2—3週, 그리고 全期間의 成績에서 다같이 나타났으며 脛骨中灰分에서 그리고 카리움의 apparent retention에서도 이러한 順序의 成績을 보였다. Whitehead 등¹⁴⁾은 牛脂를 숫병아리의 飼料에 0.5, 或은 10%式 給與하여 칼슘의 apparent retention을 調査한 結果는 55.4%, 50.5%, 或은 49.5%이었다고 하므로

Table 6. Calcium content in plasma TCF and apparent calcium retention by chicks.

Source of calcium	Plasma TCF calcium	Apparent calcium retention		
		0-2wks	2-3wks	Overall
	mg/100ml	%	%	%
1. CaCO ₃ +CaHPO ₄ -2H ₂ O	7.48±3.03	40.98±2.52b ¹⁾	48.59±2.36b ¹⁾	44.81±2.41b ¹⁾
2. CaCO ₃	7.54±1.17	51.46±2.49a	63.99±1.90a	57.50±1.95a
3. CaHPO ₄ -2H ₂ O	7.15±1.65	57.72±6.58a	65.90±3.22a	61.84±4.76a
4. CaHPO ₄	7.20±1.52	51.44±5.20a	59.94±4.97a	55.63±5.02a

¹⁾ P<0.01

本試驗의水準과 거의一致한다. Bronsch等⁸⁾은 Ca^{45} 를利用, 36時間의 칼슘의 apparent retention을測定한結果 17週齡 병아리는 24.9%, 19週齡의 것은 35.5%이었다고 하므로 本試驗結果보다 낮은數值이다.

(6) 飼料, 脛骨灰分 및 血漿의 칼슘: 磷比率

Table 7에서 보는바와 같이 飼料의 칼슘과 磷의比率은 試驗1區에서 越等히 높았으나 脛骨灰分이나 血漿 TCF에서는 同區에서 그다지 높은數值를 보이지 않았다. 칼슘의 效率로 보아서는 生體試料中에서 磷에 對한 칼슘의比率이 높을수록 좋을 것이므로 칼슘을 適量 給與한 區에서 적게 給與한 區보다 높게 나타난 것은 理解할 수 있다.

다음 칼슘 供給源들을 比較하여 보면 脛骨灰分中에 들어 있는 칼슘과 磷의比率이 비록 統計的인 有意差는 없었지만 磷酸2칼슘-2水化物>同 無水物>炭酸칼슘의 順으로 나타나서 飼料攝取量, 增體量, 飼料利用率 및 脛骨灰分中 칼슘含量과 같은 傾向을 보였다. Wilgus¹¹⁶⁾는 脛骨灰分 및 血清中의 칼슘 對 磷의比率을測定하였던바 試驗1에서 1.99 및 1.75, 試驗2에서 1.84 및 1.40의 結果를 얻었는데 脛骨中의比率은 本試驗成績과 大體로一致하며, 血清中의比率은 本試驗의 血漿 TCF의數值보다 낮게 나타났다. Patrick과 Whitaker⁸⁰⁾는 脛骨中의 칼슘 對 磷의比率로서 1.94를 얻었는데 이것은 本試驗成績과一致한다.

Table 7. The calcium to phosphorus ratios in diets, tibia ash, and plasma TCF for chicks.

Source of calcium	Calcium to phosphorus ratio in		
	Diet	Tibia ash	Plasma TCF
1. $CaCO_3+CaHPO_4-2H_2O$	1.49 ¹⁾	2.08±0.17	2.32±0.91
2. $CaCO_3$	0.83	1.82±0.15	2.27±0.79
3. $CaHPO_4-2H_2O$	0.83	1.98±0.07	2.09±0.50
4. $CaHPO_4$	0.83	1.91±0.05	2.03±0.47

¹⁾ No standard deviation due to same diets.

(7) 排泄物과 血液의 比放射能 및 内生칼슘의 全排泄칼슘中에 차지하는比率

Table 8에서 보는 바와 같이 血漿 TCF의 칼슘 比放射能은 칼슘을 適當量 給與한 區에서 가장 낮게 나타났는데 이것은 Ca^{45} 가 일단 腸壁을 통하여 分泌된後, 腸管을 通過하는 동안 많이 稀釋되었으며 排泄되는 칼슘量이 많았고 同時에 칼슘의 apparent retention이 낮다는 것을 보여 준다. 칼슘供給源에 따르는 排泄物의 比放射能은 磷酸2칼슘-2水化物>炭酸칼슘>磷酸2칼슘-無水物의 順으로 나타났으나, 血漿 TCF의 比放射能은 칼슘水準間 或은 칼

슘供給源사이에 큰 差異가 없었다.

全排泄칼슘中에 차지하는 内生칼슘의 比를 보면 (Table 8) 試驗 1區가 가장 낮고(13.39%), 供給源사이에 統計的인 有意差는 없었지만 磷酸2칼슘-2水化物>同 無水物>炭酸칼슘의 順으로 되어있다. 비록 畜種은 다르지만 大島와 野崎⁷⁷⁾가 産卵鷄를 利用하여 内生칼슘比를 調査한 것을 보면 周圍溫度를 20°C로 하였을때 10.1%, 30°C로 하였을때 15.9%이었다고 하므로 本試驗의 1區成績 13.39%에 가까운數值이며 Brown과 McCracken⁹⁾이 産卵前의 암병아리의 경우와 比較하면 本試驗의 結果는

Table 8. The specific activity of excreta and plasma TCF calcium and the partition of endogenous excreta calcium in total excreta calcium.

Source of calcium	Specific activity of excreta calcium	Specific activity of plasma TCF Ca	Partition of endogenous excreta Ca in total excreta Ca
	DPM/mg	DPM/mg	%
1. $CaCO_3+CaHPO_4-2H_2O$	1.04±0.11b ¹⁾	9.67±4.13	13.39±6.57b ¹⁾
2. $CaCO_3$	3.08±0.35a	10.14±1.60	30.95±4.80a
3. $CaHPO_4-2H_2O$	3.38±0.18a	9.90±2.17	35.56±7.21a
4. $CaHPO_4$	2.90±0.46ab	9.70±2.47	31.37±7.04a

¹⁾ P<0.01

Table 9. The endogenous and exogenous excreta calcium in chicks.

Source of calcium	Total excreta calcium	Partition of endogenous excreta Ca.	Endogenous excreta calcium	Exogenous excreta calcium
	mg/day/chick	mg/day/chick	mg/day/chick	mg/day/chick
1. CaCO ₃ +CaHPO ₄ -2H ₂ O	140.21±5.15a ¹⁾	13.39±6.57b ¹⁾	19.02±9.99	121.19±6.82a ¹⁾
2. CaCO ₃	47.31±2.76b	30.95±4.80a	14.63±2.41	32.68±3.38b
3. CaHPO ₄ -2H ₂ O	48.14±5.04b	35.56±7.21a	17.15±4.00	30.99±4.73b
4. CaHPO ₄	51.22±6.80b	31.37±7.04a	16.11±4.54	35.11±5.48b

¹⁾ P<0.01

Table 10. The endogenous excreta calcium per kg body weight in chicks.

Source of calcium	Body weight	Endogenous excreta calcium	
		Per chick	Per kg body weight
	g	mg/day	mg/day
1. CaCO ₃ +CaHPO ₄ -2H ₂ O	225.5±1.85a ¹⁾	19.02±9.99	84.54±44.68
2. CaCO ₃	212.7±1.95b	14.63±2.41	68.72±11.00
3. CaHPO ₄ -2H ₂ O	219.7±8.56ab	17.15±4.00	78.36±19.22
4. CaHPO ₄	215.6±4.56b	16.11±4.54	74.60±20.43

¹⁾ P<0.05

매우 낮은 편이다.

(8) 内生 및 外生칼슘

Table 9에서 먼저 全排泄칼슘량을 보면 試驗 1區에서 日當 140mg으로 他區의 47, 48 및 51mg에 比하여 越等히 높은 結果를 나타내었는데 이것은 攝取량이 많았기 때문에 排泄量도 많아진 것으로 生覺된다. 3個供給源사이에는 統計的인 有意差가 없었다. 内生칼슘의 絕對量을 보면 試驗 1區가 日當 19.02mg으로 가장 높았으며 다음이 磷酸2칼슘-2水化物區로서 17.15mg, 그다음이 磷酸2칼슘-無水物區로서 16.11mg, 그리고 第一 낮은 것이 炭酸칼슘區로서 14.63mg이었다. 試驗 1區를 除外한 다른 모든 區에서는 内生칼슘이 많으면 反對로 外生칼슘이 적어지는 傾向이 나타났다. 排泄物中 外生칼슘이 적다는것은 體內에 吸收되는 칼슘이 많

다는 뜻이며 同時に 効率이 좋다는 뜻이다. 磷酸2칼슘-2水化物이 가장 좋고 다음이 炭酸칼슘, 第一 낮은 것이 磷酸2칼슘-2無水物로 나타났다. 他動物의 内生칼슘과 比較하기 爲하여 體重 kg當으로 内生칼슘량을 計算한 結果는 Table 10에서 보이는 바와 같이 試驗 1區에서 日當 84.54mg, 다른 區에서 69—78mg을 얻었다. 大島와 野崎⁷⁾는 두 마리의 産卵鷄에서 90.76 및 120.85mg을 얻었으므로 병아리보다 더 높은 水準임을 알 수 있으며 産卵鷄는 卵殼을 形成할때는 많은 量의 칼슘이 代謝回轉되며 더 많은 칼슘을 體液에 含有하게 되므로 칼슘의 内生分泌가 더 많아지기 때문이라 생각 된다.

(9) 칼슘의 True Retention

Table 11에서 보는 보는 바와 같이 true retained

Table 11. True retained calcium and true retention of calcium by chicks.

Source of calcium	Calcium intake	Exogenous excreta calcium	True retained calcium	True retention of calcium
	mg/day/chick	mg/day/chick	mg/day/chick	%
1. CaCO ₃ +CaMPO ₄ -2H ₂ O	272.8±3.59a ¹⁾	121.19±6.82a ¹⁾	151.68±9.15a ¹⁾	55.56±2.87b ¹⁾
2. CaCO ₃	131.36±1.26b	32.68±3.38b	98.68±2.43c	75.14±2.19a
3. CaHPO ₄ -2H ₂ O	140.93±3.83b	30.99±4.73b	109.93±1.83b	78.07±2.80a
4. CaHPO ₄	127.80±2.13b	35.11±5.48b	92.68±4.97c	72.55±4.08a

¹⁾ P<0.01

Table 12. Calcium requirement for female broiler at the age of 3 weeks per day.

A. Deposition in body weight gain	=228.3 mg (25.7g×0.8885%) (Scott et al, Blair et al)
B. Endogenous excreta loss	=19.02mg (Table 9)
C. Skin loss	=2.0mg (Lutwak and Whedon)
Total (A+B+C)	=249.32mg
Average retention	=55.56% (Table 11)
Requirement	=448.74mg (249.32/0.5556)
Ideal percentage calcium in diet	=1.12% (448.72mg/40,000mg) (Scott et al.)
Minimum requirement by NRC	=1.0% (1971)

calcium은 칼슘水準間에 그리고 칼슘供給源間에 有意差가 있는것으로 나타났다. 칼슘給與水準이 適正量이었던 試驗 1區에서 적게 준區보다 높게 나왔으며 供給源사이에는 磷酸2칼슘-2水化物이 第一 높게, 그 다음이 炭酸칼슘, 第一 낮은 것이 磷酸2칼슘-無水物로 나타났다. 다음 칼슘의 true retention을 보면 試驗 1區와 다른區들 사이에는 有意差가 나타났는데 칼슘을 適量 給與한 區가 적게 준區에 比하여 約 20% 낮은 値를 보였다. 供給源 사이에는 비록 統計的인 有意差는 나타나지 않았지만 磷酸2칼슘-2水化物區에서 78.07%로 가장 높게, 炭酸칼슘區에서 75.14%로 그다음, 磷酸2칼슘-無水物區에서 72.55%로 가장 낮게 나왔다. Bronsch等⁸⁾은 Ca⁴⁵를 17週齡 및 19週齡非産卵鷄에 經口的으로 投與하여 36時間의 體內吸收率을 調査한 結果 各各 24.9 및 35.5%이었다고하며 橋爪等³⁵⁾은 産卵鷄에 Ca⁴⁵를 投與하여 5日間の 吸收量을 調査한 結果 14%이었다고하므로 모두 本試驗結果보다 낮은 값이다. Bragg等⁶⁾은 産卵鷄에 Ca⁴⁵를 給與하여 24時間에 69.5%의 吸收가 있었다고하며 大島와 野崎^{77,78)}는 亦是産卵鷄에 Ca⁴⁵를 投入하여 20°C의 周圍溫度에서 63.3%, 30°C에서 60.9%의 true retention을 보였다고 하므로 本研究의 成績에 比等하다.

(10) True Retention으로 計算된 칼슘要求量

Scott等⁸⁾은 3週齡브로일러 암병아리의 平均增體量을 日當 25.7g이라 하였으며 Blair等⁵⁾은 4週齡 병아리의 脫腸屠體의 칼슘含量을 0.89%라고 하였기 때문에 3週齡 브로일러 암병아리의 日當칼슘 蓄積量을 228.3mg으로 計算하였다. Table 9에서 나타난바와 같이 試驗 1區의 內生排泄칼슘은 日當 19.02mg이었으므로 이 水準을 本計算에 使用하였다. Whedon¹¹²⁾은 成人의 皮膚로부터의 칼슘損失을 最少限 日當 30mg이라고 하였으나 병아리에서는 體重, 體表面積, 皮膚片脫落等を 考慮하여 2.0mg으

로 잡았다. 上記 3種所要量을 合하면 249.32mg이 되는데 Table 11에서 보는바와같이 試驗 1區의 true retention이 55.56%이었으므로 總 448.72mg의 칼슘이 必要한것으로 計算된다. Scott等은 3週齡 브로일러 암병아리의 飼料攝取量을 40g으로 推定하고 있으므로 448.72mg은 이것의 1.12%에 該當한다. 따라서 NRC의 칼슘 要求量 1.0%보다 조금 높은 數值이다.

(11) True Retention의 推定

칼슘의 效率을 알기 爲하여 true retention을 求한다것는 매우 여러우나 一般的인 均衡試驗에 依하여 retention을 求하고 本研究에서 調査한 Table 9의 內生칼슘 19.02mg을 加하여 true retention을 計算하면 便利할 것이다. 그리고 더욱 正確한 內生칼슘량을 알려면 血漿 TCF 中の 칼슘濃度를 調査한다음 Figure 1의 回歸關係에 따라 內生칼슘을 찾아 낼수도 있을 것이다. 또 다른 方法으로 一般的인 均衡試驗에서 apparent retention을 求한다음 Figure 2에 依하여 바로 true retention을 求할수도 있다.

(12) Apparent Retention으로 計算된 칼슘要求量

앞서 考察한 바와 같이 칼슘供給源間에는 그 效率差異가 있으며 磷酸2칼슘-2水化物이 炭酸칼슘이나 磷酸2칼슘-無水物에 比하여 優秀하다는 것을 證明하였고 磷酸2칼슘-2水化物과 同無水物間에 apparent 或은 true retention에 있어서 約 6%의 差異가 認定되었기 때문에 現用 全칼슘要求量 代身 有效칼슘으로 그 要求量을 表現하는 便이 合理的인 것으로 믿는다. 이를 爲하여는 먼저 各種供給源의 true retention을 求하는 것이 좋겠으나, apparent retention과는 깊은 相關이 있으므로 apparent retention을 測定하고 이에따라 여러가지 水準의 apparent retained calcium을 設定하여 飼養試驗을 行한 後 適正水準을 찾는것이 좋을것이다.

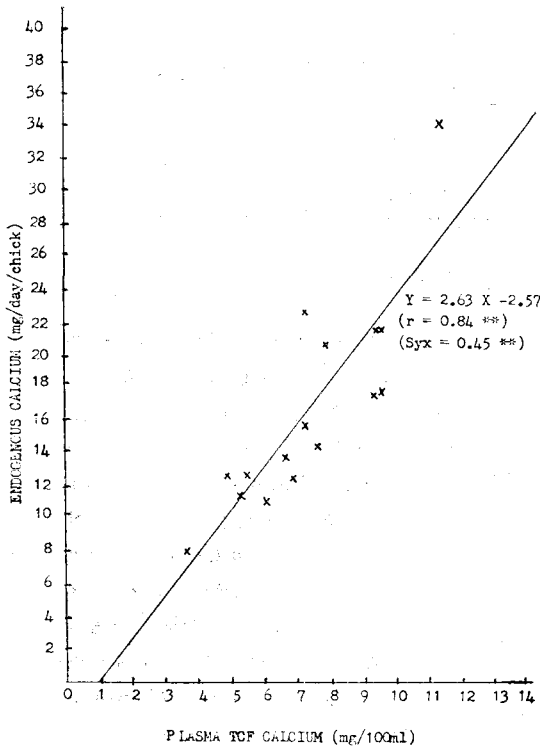


Figure 1. Correlation between plasma TCF calcium and endogenous calcium in chicks (**P<0.01)

2. 産卵鷄에 의한 試驗

(1) 飼料攝取量, 産卵率 및 飼料要求率

均衡試驗이 始作되기 前 1個月부터 始作하여 繼續 9個月半 實施한 飼養試驗結果는 Table 13과 같다. 飼料攝取量을 보면 各區間에 有意差가 없을뿐 아니라 供給源이 서로 다른 試驗 1區와 2區 사이에 有意差가 없으므로 炭酸칼슘과 貝殼은 飼料攝取에 影響을 주지 않는다는 것을 알수있다. 試驗 3區와 試驗 4區도 各各 그 앞의 區보다 飼料攝取量에 있어서 差異를 보이지 않았으므로 乾燥 whey와 thyroprotein의 影響도 나타나지 않는다는 것을 말한다. Heuser와 Norris³⁷⁾는 貝殼을 攝取한 産卵鷄는 42週동안에 33.1kg의 配合飼料를, 方解石粒을 給與한 區에서는 32.0kg을, 石灰石粉末을 混合한 區에서는 30.2kg을 攝取하여 貝殼區가 石灰石區보다 有意하게 많이 攝取하였다고 하였으며 Clark等¹⁴⁾도 供給源에 따라 差異가 있음을 發見하였고 Meyer等⁶⁷⁾도 그러한 成績을 發表한바 있다. Naber

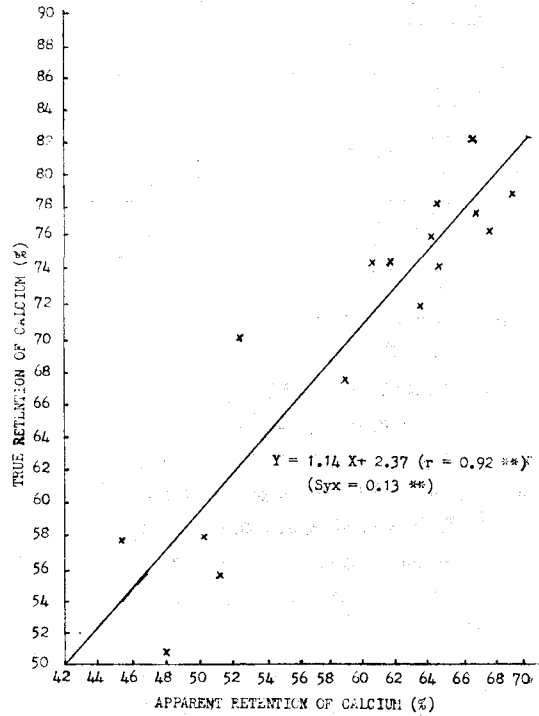


Figure 2. Correlation between apparent and true retention of calcium by chicks (**P<0.01)

等⁷³⁾은 다 같은 石灰石이라도 그 製造會社 및 種類에 따라 飼料攝取量이 조금씩 달라졌다고하며 陸¹¹⁹⁾은 貝殼區가 石灰石區보다 더 적은 飼料를 攝取하였다고 한다. Scott等⁹²⁾도 貝殼이 石灰石보다 飼料攝取를 더 적게 하였다고 하였으며 Hurwitz와 Rand⁴⁸⁾는 石灰石을 石膏로 漸進的으로 代置해 보았으나 産卵鷄의 飼料攝取量은 別로 差異가 없었다고 한다. 以上 여러試驗에서 貝殼이 石灰石에 比하여 飼料攝取量을 減少시키는 傾向이 있었으나 本試驗에서는 石灰石이 아니고 炭酸칼슘을 利用하였기 때문인지 2個 供給源 사이에 有意差가 나타나지 않았다.

다음 Table 13에서 産卵率을 보면 各區間에 有意差가 나타나지 않았으나 試驗 1區보다 試驗 2區가 조금 많으며 2區와 3區는 비슷하게, 3區보다 4區가 조금 높게 나타났다. Massengale 과 Platt⁶⁵⁾는 貝殼이 炭酸칼슘區보다 産卵을 더 많게 하였다고 하며 Heuser와 Narris³⁷⁾도 産卵率을 調査하여,

Table 13. The feed consumption, egg production and feed conversion in hens fed diets containing different source of calcium, dried whey and thyroprotein^{1,2)}

Treatment	Feed consumption	Egg production	Feed conversion
	g/day/hen	%/day/hen	g feed/egg
1. CaCO ₃ 8%	105.5±3.74	80.67±2.20	114.61±5.32
2. CaCO ₃ 4%+oyster shell 4%	106.7±1.91	81.41±2.10	121.94±3.30
3. 2+dried whey 2.5%	106.4±4.38	81.34±3.69	116.99±11.09
4. 3+thyroprotein 0.01%	106.0±3.25	82.57±5.21	117.13±6.75

¹⁾ Five hens×five replications per group

²⁾ Duration of feeding: 9 and half months

貝殼과 石灰石을 比較하였다더니 貝殼이 더 좋았다고 하였고 Clark等¹⁴⁾도 이와 비슷한 成績을 얻었다고 하므로 本試驗結果와 大體로 一致한다. 한편 Meyer⁶⁷⁾等은 石灰石粉末이나 貝殼을 給與할때 비슷한 産卵率을 보였다고 하며 陸¹¹⁹⁾도 2個 供給線사이에 産卵率差異가 나타나지 않았다고 하였다.

다음 乾燥 whey를 給與한區에서 안준區보다 産卵率이 增加되지 않았으나 Hurwitz等⁴⁴⁾은 産卵鷄에 50%乳糖의 脫脂粉乳를 給與한 結果 조금 더 많은 産卵을 보였다고하며 Kurnick等⁵⁴⁾은 乾燥 whey를 産卵鷄에 給與하여 더 높은 産卵率을 얻었다고 發表하여 本研究의 結果와 다른 成績을 보여 주었다. 그리고 試驗 4區의 産卵率이 試驗 3區보다 높게 나타났으므로 thyroprotein의 效果를 多少 認定하였는데 Turner와 Kempster¹⁰⁵⁾는 0.009%의 thyroprotein을, Turner¹⁰³⁾는 0.02%를 産卵鷄에 給與하여 더 많은 産卵의 效果를 얻었으며 Gutteridge와 Novikoff⁴³⁸⁾는 0.02%를 産卵鷄에 給與하여 效果없는 成績을 얻었고, Roberson³⁶⁾은 0.0125%, Dorminey等²⁶⁾은 0.033%, Berg and Bearse²⁾는 0.03%, Hoffman과 Wheeler³⁸⁾는 0.02%, Hutt와 Gowe⁴⁹⁾는 0.02%의 thyroprotein을 給與한 結果 오히려 産卵率이 떨어지는 結果를 얻었다고 한다.

그리고 Table 13에서 飼料要求率을 보면 各區間에 統計的인 有意差는 없이 試驗 4區와 3區는 비슷하게 나타났으나 試驗 1區는 2區보다, 그리고 試驗 3區는 2區보다 各各 약간 높게 나타났다. 따라서 炭酸칼슘이 貝殼보다 飼料效率이 良好하다는 뜻이며 Scott等⁹²⁾, 陸¹¹⁹⁾도 이와 같은 結果를 報告한 바 있다. Hurwitz等⁶⁷⁾은 2個供給源사이에 差異가 없었다고 하나, Heuser와 Norris³⁷⁾, Clark等¹⁴⁾은 오히려 貝殼이 石灰石보다 더 좋은 效能을 보였다고 發表하였다. 試驗 3區의 飼料效率이 2區보다 약간 良好하므로 乾燥 whey의 添加로서 飼料利用率이 改善되는 것을 보여주었는데 White等¹¹⁸⁾도 이러한 效果를 認定한바 있다. 그리고 thyroprotein의 效果는 나타나지 않았는데 Dorminey等²⁵⁾의 研究에서도 같은 傾向의 成績을 보여주었다.

(2) 磷 및 카리움의 血中濃度 및 Apparent

Retention

Table 14에서 보면 血漿 TCF의 磷濃度가 비록 有意差는 없었지만 炭酸칼슘區가 貝殼區보다 높게 나타났고, 乾燥 whey 및 thyroprotein을 各各 안 준 區에 比하여 준區가 약간 높게 나타났다. 磷의 apparent retention을 보면 試驗 3區까지는 血漿 TCF의 磷濃도와 비슷한 傾向을 보였으나, thyr-

Table 14. The phosphorus and potassium contents in plasma TCF and their apparent retention by hens¹⁾

Treatment	Phosphorus		Potassium	
	In plasma TCF	Retention	In plasma TCF	Retention
	mg/100ml	%	mg/100ml	%
1. CaCO ₃ 8%	4.32±0.69	39.03±5.23	12.92±1.26	12.87±0.91a ²⁾
2. CaCO ₃ 4%+oyster shell 4%	4.24±0.71	37.28±5.64	11.55±1.24	7.68±2.72b
3. 2+driedwhey 2.5%	4.05±0.24	31.38±4.11	12.27±1.15	11.71±3.07a
4. 3+Thyroprotein 0.01%	3.75±0.31	39.58±4.58	11.31±0.68	11.00±2.90ab

¹⁾ Six hens per group

²⁾ P<0.05

Table 15. The calcium content in plasma TCF and apparent retention of calcium by hens¹⁾

Treatment	Plasma TCF Ca	Calcium			Apparent retention of calcium
		Ingested	Excreted	Retained	
	mg/100ml	mg/day/hen			%
1. CaCO ₃ 8%	15.4±1.74	3457±405	1333±210	2124±200a ²⁾	61.63±1.84a ³⁾
2. CaCO ₃ 4%+oyster shell 4%	16.0±2.19	3438±442	1675±328	1763±197bc	51.57±4.53b
3. 2+dried whey 2.5%	14.4±1.99	3432±391	1463±268	1973±189ab	57.66±3.97ab
4. 3+thyroprotein 0.01%	12.3±0.71	3112±508	1445±520	1667±225c	54.59±8.45ab

¹⁾ Six hens per group

²⁾ P<0.01

³⁾ P<0.05

oprotein 區는 이를 안준區에 比하여 더 높게 나타났는데 이와같이 thyroprotein 이 磷의 apparent retention 에 影響을 준다는 報告는 없었다.

乾燥 whey 의 給與에 依하여 磷의 apparent retention 이 37%에서 31%로 떨어졌다. 병아리 試驗에서는 試驗 1區에서 47.73%가 나왔으나 여기 産卵鷄試驗에서는 試驗 1區에서 39.03%가 나타났으므로 磷의 水準이 낮았던(0.75%)병아리 飼料가 磷의 水準이 높았던(0.96%)産卵鷄飼料보다 磷의 apparent retention 을 높게 하는것 같다. Common¹⁸⁾은 血漿의 無機態磷을 測定하여 4-7mg/100ml라고 하였는데 本試驗의 成績보다 약간 높은 값이다

Table 14에서 카리움의 血漿 TCF 內 濃度는 各 處理間에 別다른 差異가 없었으나 apparent retention 에 있어서는 統計的으로 有意差가 나타나서 炭酸칼슘區>乾燥 whey 區> thyroprotein 區>貝殼 區의 順으로 나왔다. 카리움의 apparent retention 이 높은 것을 좋은 現象이라고 看做할때 炭酸칼슘이 貝殼보다 더 좋은 供給源이라고 할수있을 것이다. 試驗 3區가 試驗 2區보다 높게 나온 것은 乾燥 whey 의 効力에 依한 것이며 乳糖과 未知生長

因子가 添加됨으로서 化合物의 胃內分解를 促進하고 腸의 吸收機能을 높여준 것이 아닌가 生覺된다 그리고 병아리의 카리움의 apparent retention 과 比較할때 大體로 一致하는 結果를 보였으며, 카리움의 apparent retention 이 全般的으로 낮게 나온 것은 카리움의 攝取量이 要求量보다 많았기 때문이라 生覺된다.

(3) 칼슘의 血中濃度 및 Apparent Retention

Table 15에서 보는바와 같이 血漿 TCF 中の 칼슘濃度는 試驗 4區만이 낮고 試驗 1, 2, 3區에서는 비슷하게 나타났는데 White等¹¹⁾도 甲状腺hormone 이 血中の 칼슘濃度を 降下시키는 機能을 가진다고 報告한바 있다. 그리고 병아리의 血漿 TCF 의 칼슘濃도가 7mg/100ml인데 比하여 産卵鷄에서는 14-19mg/100ml로서 더 높게 나왔는데 이것은 産卵鷄가 産卵時期에 卵殼形成을 爲하여 칼슘의 血中濃도가 더 높아지는 때문이 아닌가 생각된다. Brahmakshatriya等⁷⁾, Hertelendy와 Taylor³⁶⁾, Scott等³²⁾ 및 陸¹¹⁰⁾은 本試驗結果보다 더 높은 칼슘濃度を 얻었으나 Common等¹⁸⁾, Hurwitz⁴¹⁾, Taylor와 Hertelendy³⁰⁾, Polin과 Sturkie³²⁾, Winget과

Table 16 The specific activity of excreta and plasma TCF calcium and the partition of endogenous excreta calcium in total excreta calcium in hens¹⁾

Treatment	Specific activity of calcium		Partition of endogenous excreta Ca in total excreta Ca
	Excreta	Plasma TCF	
	DPM/mg	DPM/mg	%
1. CaCO ₃ 8%	769±552	3325±2138	23.54±13.91
2. CaCO ₃ 4%+ oyster shell 4%	518±170	4250±2714	15.60±8.45
3. 2+dried whey 2.5%	750±500	7039±2541	12.39±10.71
4. 3+thyroprotein 0.01%	586±268	5427±4078	14.74±9.08

¹⁾ Six hens per group

Smith¹¹⁸⁾는 本試驗의 칼슘함량과 大體로 比等한 成績을 얻었다.

칼슘의 攝取量과 排泄量은 各區間에 統計的인 有意差는 없었지만 다른 區에 比하여 貝殼區의 排泄量이 가장 많았으며 따라서 retained calcium과 apparent retention이 낮았다. Retained calcium과 apparent retention에 있어서 다 같이 各區間에 有意差가 認定되었고 炭酸칼슘區가 가장 높게, 乾燥 whey 區가 그다음, 貝殼區와 thyroprotein 區가 가장 낮은 成績을 보여 炭酸칼슘이 貝殼보다 더 有効한 供給源임을 보여 주었다. McDonald와 Orr⁶³⁾ 그리고 Quisenberry와 Walker⁸³⁾는 貝殼, 石灰石, 그루콘酸칼슘, 炭酸칼슘, 黃酸칼슘등을 供試하여 apparent retention에 差異가 있음을 發見하였으므로 本試驗의 結果와 一致하는 傾向을 보이고 있다. Hurwitz^{42,46)}, 大島와 野崎⁷⁷⁾, 李等⁵⁶⁾, Hurwitz와 Bar⁴³⁾, Common¹⁶⁾, Hurwitz와 Griminger⁴⁷⁾는 여러가지 産卵鷄試驗에서 本試驗의 apparent retention 水準과 大體로 一致하는 結果를 얻었으나 Tylor¹⁰⁷⁾는 本試驗結果보다 낮은 apparent retention을 얻었다.

White¹¹³⁾은 乾燥 whey 中の 乳糖이 칼슘의 溶解度와 吸收에 좋은 影響을 미친다고 하였는데 本試驗의 結果도 이를 뒷 받침하고 있다. 甲狀腺 hormone의 效果는 認定할 수 없었다.

(4) 內生칼슘의 全排泄칼슘中에 차지하는 比率

Table 16에서 보이는 바와 같이 炭酸칼슘區에서 血漿 TCF 칼슘의 比放射能에 比하여 排泄物칼슘의 比放射能이 크기 때문에 他區에 比하여 內生칼슘의 全排泄칼슘中에 차지하는 比率이 더크게 나타났다. 大島와 野崎⁷⁷⁾는 두마리의 産卵鷄로부터 9.6 및 10.7%의 比率을 얻었다고 하며 Brown과 McCracken⁹⁾은 人工肛門을 裝着한 産卵鷄로부터 3%를 얻었다고 하므로 本試驗의 數値보다 매우 낮은 값이다.

試驗2區 보다 試驗3區가 낮게 나왔으므로 乾燥 whey는 內生칼슘比를 적게 하는 것 같으며 試驗3區보다 4區가 높게 나왔으므로 甲狀腺 hormone은 血液內的 칼슘濃度를 낮추는 代身 輸卵管或은 消化管에서의 칼슘內生分泌를 더 많게 하는 것으로 生覺되나 앞으로 더 研究해야 할 問題라고 生覺한다

(5) 內生칼슘의 絕對量

Table 17에서 보는 바와 같이 炭酸칼슘區의 內生칼슘量은 貝殼區보다 더 많게 나타나서 炭酸칼슘의 效率이 더 높다는 것을 보여주고 있다. 試驗3區의 內生칼슘量은 試驗2區보다 낮게 나왔으므로 乾燥 whey는 內生칼슘을 減少시키는 傾向을 보이고 있다. 試驗4區의 內生칼슘은 試驗3區보다 조금 많으므로 甲狀腺 hormone의 效果를 多少 認定할 수 있다.

Table 17. Endogenous and exogenous excreta calcium in hens¹⁾

Treatment	Total excreta calcium	Partition of endogenous excreta Ca	Endogenous excreta calcium	Exogenous excreta calcium
	mg/day/hen	%	mg/day/hen	
1. CaCO ₃ 8%	1333±210	23.54±13.70	310±177	1023±269
2. CaCO ₃ +oyster shell 4%	1675±328	15.60± 8.44	261±133	1415±414
3. 2+dried whey 2.5%	1463±268	12.39±10.71	174±126	1289±318
4. 3+thyroprotein 0.01%	1445±520	14.74±9.08	197±107	1248±519

¹⁾ Six hens per group

Table 18. Endogenous excreta calcium per kg body weight of hens¹⁾

Treatment	Body weight	Endogenous excreta calcium	
		Per hen	Per kg body weight
	g	mg/day	mg/day
1. CaCO ₃ 8%	1502±198	310±177	208±120
2. CaCO ₃ 4%+oyster shell 4%	1748±119	261±133	147±70
3. 2+driedwhey 2.5%	1672±274	174±126	106±73
4. 3+thyroprotein 0.01%	1589±176	197±107	143±61

¹⁾ Six hens per group

Table 19. True retained calcium and true retention of calcium by hens¹⁾

Treatment	Calcium		True retention of calcium
	Ingested	True retained	
	mg/day/hen	mg/day/hen	%
1. CaCO ₃ 8%	3457±405	2434±247a ²⁾	70.70±5.34a ²⁾
2. CaCO ₃ 4%+oyster shell 4%	3438±442	2023±237b	59.15±5.43b
3. 2+dried whey 2.5%	3432±390	2146±266b	62.71±6.48b
4. 3+thyroprotein 0.01%	3112±508	1864±254b	61.03±9.60b

¹⁾ Six hens per group

²⁾ P<0.05

他動物과 比較하기 爲하여 體重 kg當 內生칼슘을 計算하여 Table 18의 結果를 얻었으며 試驗 1區에서 가장 높은 208mg, 2,3,4區에서 각각 147, 106 및 147mg이었다. 大島와 野崎⁷⁷⁾는 産卵鷄에서 日當 91mg 或은 121mg을 얻었으므로 本試驗의 1,2 및 4區 成績보다 조금 낮고 3區의 數値에 가까운 成績이다. 上記 106—208mg은 병아리의 84mg에 比하여 훨씬 높은 成績인데 産卵을 爲하여 內生分泌가 많이 必要하기 때문이라 믿는다. 試驗 4區의 內生칼슘량이 3區의 그것보다 높게 나왔으므로 甲狀腺 hormone의 效果를 認定하고 있다.

(6) 칼슘의 True Retention

Table 19에서 보는바와 같이 true retained calcium은 各區間에 有意할만한 差異가 나타나서 炭酸칼슘區가 가장 높게, 其他區가 그 보다 낮은 數値를 보여주었다. 따라서 炭酸칼슘이 貝殼보다 더 優秀한 供給源이라는 것을 알수 있으며 乾燥 whey 或은 甲狀腺 hormone의 添加效果가 나타나지 않았다. Table 19의 true retention도 true retained calcium과 비슷한 傾向이 나타났다. 乾燥 whey를 給與한 區의 true retention이 62.71%로서 無添加區의 59.15%보다 조금 높은 값을 보이고 있으므로 乾燥 whey가 칼슘吸收에 약간이나마 좋은 影響을 미치는것 같다. 大島와 野崎⁷⁷⁾는 産卵鷄에서 63%의 true retention을 얻었으므로 本

試驗의 成績과 一致한다.

同位元素稀釋法을 쓰지않고 經口的으로 Ca⁴⁵를 投與하여 어떤 期間동안의 吸收되는 量을 調査한 例가 있다. 即 橋爪³⁵⁾는 産卵鷄에 Ca⁴⁵Cl₂를 投入하여 24時間의 吸收率은 30—40%이었다고 하므로 本試驗의 成績보다 낮게 나왔으나 Bronsch 등⁸⁾은 Ca⁴⁵CO₃를 利用 59—73%의 成績을, Bragg 등⁶⁾은 Ca⁴⁵를 投與하여 69.5%를 얻었다고 하므로 本試驗의 調査結果에 大體로 一致한다.

(7) True Retention으로 計算된 칼슘要求量

Table 20에서 보는바와 같이 內生分泌칼슘으로서 Table 17의 試驗 2區에서의 260mg을 使用하였으며, 産卵에 必要한 칼슘으로는 Romanoff⁸⁸⁾의 調査結果에 産卵率 75%를 適用하여 1,750mg을 計算利用하였고, 皮膚로 부터의 損失을 20mg으로 推定使用한 結果 合計 2,030mg으로 計算되었으며 試驗 2區의 true retention 60%를 適用하여 칼슘要求量 3,380mg을 算出하였다. NRC는 60% 産卵時 3.44g을 勸奨하고 있으므로 本試驗의 算出量보다 높으나, Scott等⁹³⁾은 90% 産卵時 3.30g을 勸하고 있으므로 오히려 낮게 設定된 感이 있다. 只今까지는 內生칼슘을 求하지 않았기 때문에 單只全칼슘量으로 여러가지 水準을 比較하는 均衡試驗을 行하여 칼슘適正量을 調査하였으나, 本試驗에서 內生量을 求할수 있고 true retention을 알게

Table 20. The calcium requirement for laying hens based on the true retention of calcium

A. Endogenous fecal and urinary loss	=260mg/day (Table 17)
B. Deposition in egg (75% production)	=1750mg/day (Romanoff)
C. Skin loss	=20mg/day (Lutwak & Whedon)
Total (A+B+C)	=2030 mg/day
True retention	=60% (Table 19)
Requirement	=3.38g/day (75% production)
NRC requirement	=3.44g/day (60% production)
Scott et al. recommendation	=3.30g/day (90% production)

됨으로서 各産卵率에 따르는 칼슘供給량을 計算할 수 있게 되었다. 그러나 한가지 留意할 點은 産卵初期에 相當히 많은 量의 칼슘을 骨骼에 蓄積해 둔다는 것이다. 따라서 單只産卵率에 依해서만 計算할 것이 아니고 蓄積에 必要한 칼슘량을 追加해야 한다는 것이다.

(8) True Retention의 推定

지금까지 많은 研究家가 apparent retention을 調査하여 칼슘의 利用을 檢討코져 하였으나 內生 칼슘을 알지 못했기때문에 가장 正確한 true retention을 求하지 못하고 있었다. 그러나 本試驗結果를 利用하면 true retention을 推定할 수 있게 되었다. 假令 Hurwitz⁴²⁾의 試驗에서 칼슘攝取량이 1日 4.13g, 칼슘排泄量이 2.34g, apparent retained calcium이 1.79g이었으므로 apparent retention을 43.4%로 計算하였는데 여기 칼슘排泄量에 0.26g의 內生量이 들어있다면 그것을 빼면 true excreta calcium은 2.08g이므로 true retained calcium은 2.05g이 되고 따라서 true retention은 49.6%로 計算되는 것이다. 또 다른 한가지의 方法은 Figure 3에 依하여 apparent retention으로부터 true retention을 推定하는 것이며 43.4%의 apparent retention으로부터 49.7%의 true retention을 얻을 수 있다.

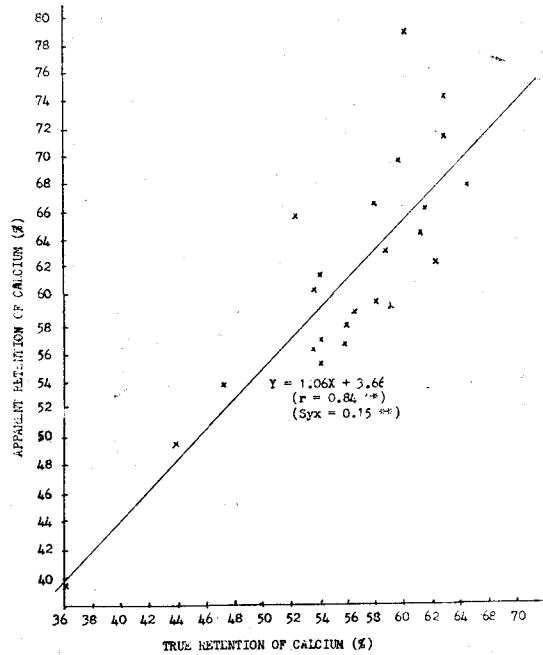


Figure 3. Correlation between apparent and true retention of calcium by laying hens (**P<0.01)

Table 21. The calculation of calcium requirement for laying hens using assumed apparent retention of calcium.

Available calcium required	Source of calcium	Assumed app. retention of calcium	Total calcium required	Feed to be supplied	Calcium content in diet
g/day		%	g/day	g/day	%
1.768	A	50	3.536	106	3.34
1.768	B	60	2.946	106	2.78
Minimum requirement by NRC (1971):			3.440	110	2.75

(9) Apparent Retention으로부터 計算된 칼슘 要求量

産卵鷄의 true retention을 調査하여 各産卵에 必要한 true retained calcium에 맞추어 칼슘을 供給하는것이 理想的이나 true retention을 測定한다는 것은 相當히 어려운 일이기 때문에 true retention을 避하고 apparent retention을 調査한後 이에 依하여 所要칼슘을 求하면 便利할것이다. 即 여러가지 水準의 calcium apparent retention에 關한 飼養試驗을 行하고 이에 apparent retention

測定도 併行하여 適正水準의 apparent retained calcium을 求한後 給與칼슘水準을 찾아야 할것이다. Table 15에서 보는바와 같이 本試驗의 4個區中 一般 飼養에 가장 가까운 試驗 2區의 apparent retained calcium이 1768 mg이었으므로 例를들어 A,B 두 供給源의 apparent retention이 50%와 60%이라고 한다면 全칼슘 所要量이 3.5g과 2.9g이 되며 每日 106g의 飼料를 攝取하므로 配合飼料에 칼슘을 3.34%와 2.78%混合해야 할 것이다(Table 21). 이와같이 A,B 2個供給源의 apparent retention

차이는 10%에 不過하지만 3.34%와 2.78%라는 커다란 差異를 가져왔으므로 지금까지 使用하던 全칼슘에 依한 要求量을 使用하는 것보다 하루 速히 有效칼슘으로 要求量을 作成해야 할 것으로 믿는다. 그리고 炭酸칼슘, 貝殼以外에 여러가지 供給源이 많고 10% 以上 더 많은 apparent retention 差異가 나타날수도 있으므로 早速히 各 供給源의 apparent retention을 究明하여야 할것이다. 또한 全칼슘대신 apparent retained calcium으로 要求量을 만들면 net production에 必要한 칼슘에 近接할것이며 보다 더 安全한 칼슘水準이 되어 칼슘供給源을 바꿀때 생기는 有效칼슘의 差異를 적게 하여 줄 것이다.

IV. 綜合考察

병아리試驗에 依하여 칼슘給與水準에 따라 칼슘代謝가 달라지는 것을 알았으며 칼슘供給源別로 그 效率面에 있어서 磷酸2칼슘-2水化物이 가장 優秀하였고 炭酸칼슘과 磷酸2칼슘-無水物에 있어서는 칼슘의 apparent 및 true retention으로 보아 炭酸칼슘이 더 良好한 成績을 보였다.

產卵鷄試驗에서는 炭酸칼슘이 貝殼에 比하여 더 優秀한 供給源임을 보여주었으며 試驗 3區에 添加한 乾燥 whey에 對하여는 飼料利用率을 改善시켰고 血漿 TCF의 카리움濃도가 높아졌으며 카리움 및 칼슘 apparent retention도 높게하였고 칼슘의 true retention도 높게 하는等 大體로 그 添加效果를 認定할수 있었다. 甲狀腺 hormone의 一種인 protamone의 添加로서는 飼料攝取量을 조금 增加시켰고, 磷의 apparent retention을 높게하였으며 內生칼슘의 絕對量을 많게 하였을뿐 產卵率, 飼料利用性, 칼슘의 apparent 및 true retention을 낮게하여 그 效果를 認定할 수 없었다.

本試驗에서 얻어진 칼슘의 內生量과 true retention으로 부터 병아리와 產卵鷄의 칼슘 要求量을 算出할 수 있었다. 本試驗에서 求한 칼슘의 apparent retention과 true retention 사이의 回歸關係에 依하여 均衡試驗의 apparent retention으로부터 true retention을 推定할 수 있게 되었다. 칼슘供給源에 따라 그 效率이 다르다는 것을 알았기 때문에 먼저 各供給源의 apparent retention을 調査하는 作業이 이루어져야 할 것이며 從來 使用하였던 全體칼슘 要求量代身 apparent retained calcium으로 要求量을 만들어야 할 것이다.

V. 摘 要

닭에 對한 칼슘供給源의 效率을 測定하기 爲하여 병아리試驗에서는 炭酸칼슘, 磷酸2칼슘-2水化物 및 磷酸2칼슘-無水物을 利用하였고 產卵鷄試驗에서는 炭酸칼슘 및 貝殼을 使用하여 均衡試驗을 實施하였으며 內生칼슘測定을 爲하여 同位元素稀釋法을 適用하였다.

1. 병아리에 對한 試驗結果

가. 各區의 飼料攝取量사이에는 統計的인 有意差가 나타나지 않았으나 體重增加量에 있어서는 磷酸2칼슘-2水化物이 가장 優秀하였고 다음 磷酸2칼슘-無水物, 炭酸칼슘의 順으로 떨어졌다. 飼料利用效率에 있어서는 磷酸2칼슘-2水化物區가 炭酸칼슘區나 磷酸2칼슘-無水物區보다 좋게 나타났다.

나. 脛骨中 灰分含量에 있어서는 各區間 비슷한 數値를 보였다.

다. 磷酸2칼슘-2水化物을 給與한 區의 脛骨灰分中의 칼슘濃도는 다른 2個區에 比하여 높았다.

라. 除蛋白血漿中의 칼슘濃도에 있어서는 各處理間에 有意差가 나타나지 않았다.

마. 磷酸2칼슘-2水化物을 攝取한 병아리區의 칼슘의 apparent retention은 65.9%로서 炭酸칼슘區의 64.0%보다 조금 높았으며 磷酸2칼슘-無水物區의 59.9%보다 相當히 높은 數値이었다

바. 脛骨灰分中 및 除蛋白血漿中 칼슘對磷의 比率은 各區間 비슷한 結果를 보였다.

사. 全排泄칼슘中 內生排泄칼슘이 占하는 比率은 磷酸2칼슘-2水化物을 給與한 區에서 35.6%이었으며 炭酸칼슘區나 磷酸2칼슘-無水物區보다 높게 나타났다(31.0 或은 31.4%).

아. 병아리의 內生칼슘은 磷酸2칼슘-2水化物區에서 日當 17.2mg, 磷酸2칼슘-無水物區에서 16.1mg, 炭酸칼슘區에서 14.6mg 이었다.

자. True retained calcium에 있어서는 磷酸2칼슘-2水化物區에서 日當 109.9mg이 나타났으므로 炭酸칼슘區의 98.7mg이나 磷酸2칼슘-無水物區의 92.7mg 보다 훨씬 높았다($P < 0.01$).

차. 칼슘의 true retention에 있어서는 磷酸2칼슘-2水化物區, 炭酸칼슘區 및 磷酸2칼슘-無水物區에서 各各 78.1, 75.1 및 72.6%이었다.

2. 産卵鷄에 對한 試驗結果

- 가. 炭酸칼슘 或은 貝殼을 給與한 産卵鷄의 飼料 攝取量, 産卵率 및 飼料要求率은 各各 비슷하게 나타났다.
- 나. 炭酸칼슘을 攝取한 産卵鷄의 除蛋白血漿中 칼슘濃度는 貝殼을 給與한 區와 比等한 數値를 보였다.
- 다. 炭酸칼슘區의 칼슘의 apparent retention은 62%로서 貝殼區의 52%보다 높게 나타났다 ($P < 0.05$).
- 라. 全排泄칼슘中 内生排泄칼슘이 占하는 比率은 炭酸칼슘區가 23.5%로서 貝殼區의 15.6%보다 높았다.
- 마. 炭酸칼슘給與區의 内生排泄칼슘量은 日當 310mg으로 貝殼區의 261mg보다 약간 높았다.
- 바. 炭酸칼슘區의 true retention은 70.7%이였으며 이는 貝殼給與區의 59.2% 보다 높게 나왔다 ($P < 0.05$).

引用 文 獻

1. Alder, H.L. and E.B. Roessler, Statistical Procedure, Univ. Calif. Press, Davis, Calif. pp. 156-168, 477-481. (1961)
2. Berg, L.R. and G.E. Bearse, Poultry Sci. 27: 653. (1948)
3. Bescol-Liversac, P., F. Bassanette, Y. Dupuis and C. Guillam, Ateneo Parmense 36: 189-210, in Dairy Sci. Abstr. 28: 475. (1965)
4. Bethke, R.M. D.C. Kennard and C.H. Kick Poultry Sci. 9:45-50. (1930)
5. Blair, R., P.R. England and W. Michie, Poultry Sci. 44:355-356. (1965)
6. Bragg, D.B., J. Flyd and E.L. Stephenson, Poultry Sci. 50:167-173. (1971)
7. Brahmakshatriya, R.D., D.C. Sentsinger and P.E. Waibel, Poultry Sci. 48:444-451. (1969)
8. Bronsch, K., K. Locher, and B. Stalder, Zentralbl. veterinaarmed. Reihe A 14(2): 105-108. (1967)
9. Brown, W.O. and K.J. McCracken, J. Agr. Sci. 63: 305-310. (1965)
10. Buckner, G.D. and J.H. Martins, Poultry Sci. 8: 284-9. (1929)
11. Buckner, G.D., J.H. Martin, and W.M. Insho, Jr., Poultry Sci. 9:1-5. (1929)
12. 장운환, 박용윤, 김강식, 이영상 한축 14: 236-243. (1972)
13. Christamas, R.B., B.L. Damron, and R.H. Harms, Poultry Sci. 50:599-600. (1971)
14. Clark, T.B., H.M. Hyre, C.E. Weakley, Jr., and A.H. Van Landingham, W.V. Univ. Agr. Exp. Sta. Bull. 345. (1951)
15. Comar, C.L., R.A. Monroe, W.J. Visek and S.L. Hansard, J. Nutri. 50:459-467. (1953)
16. Common, R.H. J. Agr. Sci. 33:213-220. (1943)
17. Common, R.H., K.H. McCully, H.A. Steppelerand and W.A. Maw, J. Agr. Sci. 36: 166-173. (1956)
18. Common, R.H., W.A. Rutledge and R.W. Hale, J. Agr. Sci. 38: 64-80. (1949)
19. Consolazio, C.R., L.O. Matousch, R.A. Nelson, L.R. Hackler and E.E. Preston, J. Nutr. 78: 78-88. (1962)
20. Damron, B.L. and R.H. Harms, Poultry Sci. 47: 1878-1883. (1968)
21. Damron, B.L. and, R.H. Harms, Poul. Sci. 10:327-330. (1969)
22. Damron, B.L. and R.H. Harms, Poultry Sci. 50: 1323-1428. (1971)
23. DeGrazia, J.A., P. Ivanvich, H. Fellows, and C. Rich, J. Lab. Clin. Med. 66: 822-829. (1965)
24. Dilworth, B.C., E.J. Day and J.E. Hill, Poultry Sci. 43: 1132. (1964)
25. Dorminey, R.W., G.H. Arscott and P.E. Bernier, Poultry Sci, 52: 1924-1932. (1973)
26. Edwards, H.M. Jr. and M.B. Gillis, Poultry Sci. 38: 569-574. (1959)
27. Gershoff, S.N., M.A. Legg and D.M. Hegsted, J. Nutr. 64: 303-312. (1958)
28. Gillis, M.B., K.W. Keane and R.A. Collins, J. Nutr. 62: 13-26. (1957)
29. Gillis, M.B., L.C. Norris and G.F. Heuser, J. Nutr. 35:195-207
30. Gillis, M.B., L.C. Norris and G.F. Heuser, J. Nutr. 52: 115-125. (1953)
31. Govaerts, J., Am. J. Physiol. 159: 542-546. (1949)
32. Govaerts, J., M.J. Dallemagne and J. Melon,

- Endocrinology 48: 443-452. (1951)
33. Gutteridge, H.S. and M. Novikoff, Poultry Sci. 26: 210-212. (1947)
 34. Hansard, S.L. and M.P. Plumlee, J. Nutr. 54: 17-31. (1954)
 35. 橋爪徳三, 野崎博, 廣江一正, 掘井聰, 武井幸雄, 森本宏, 海鹽義男, 農技研報, G-4, 129-135. (1952)
 36. Hertelendy, F. and T.G. Taylor, Poultry Sci. 40: 108-114. (1961)
 37. Heuser, G.F. and L.C. Norris, Poultry Sci. 25: 173-179. (1946)
 38. Hoffman, E. and R.S. Wheeler, Poultry Sci. 27: 609-612. (1948)
 39. Howes, J. R., Poultry Sci. 45: 1092-1093. (1966)
 40. Hurwitz, S., Am. J. Physiol. 206: 198. (1964)
 41. Hurwitz, S., Biochem. Biophys. Acta, 156: 389-393. (1968)
 42. Hurwitz, S., Biol. Amin. Biochem. Biophys. 10(2):69-79. (1970)
 43. Hurwitz, S. and A. Bar., Poultry Sci. 46: 1522-7. (1967)
 44. Hurwitz, S., A. Bar. and S. Bornstein, Poultry Sci. 46: 1024-5. (1967)
 45. Hurwitz, S., S. Bornstein and A. Bar, Poultry Sci. 48: 1453-8. (1969)
 46. Hurwitz, S. and P. Griminger, Nature, 189: 759-760. (1961)
 47. Hurwitz, S. and P. Griminger, J. Agr. Sci. 54: 373-7. (1960)
 48. Hurwitz, S. and N.T. Rand, Poultry Sci. 44: 177-183. (1965)
 49. Hutt, F.B. and R.S. Gowe, Poultry Sci. 27: 286-293. (1948)
 50. Karlson, P., Introduction to Modern Biochemistry, 3rd Ed. Academic Press, N.Y. & London. pp. 398-399. (1968)
 51. Kinney, V.R., W.N. Tanxe and W.H. Dearing, J. Lab. Clin. Med. 6: 187-203. (1965)
 52. Kleiber, M., A.H. Smith, N.T. Ralston and A.L. Black, J. Nutr. 45: 253-263. (1951)
 53. 窪田大作, 畜試年報 59-60. (1963)
 54. Kurnick, A.A., R.L. Svacha and J.R. Couch, Poultry Sci. 34: 1232-1233. (1955)
 55. 李榮商, 窪田大作, 森本宏, 日畜. 38: 305-311. (1967)
 56. 李榮商, 窪田大作, 森本宏, 日畜. 38:351-7. (1967)
 57. Lillie, R.J., J.R. Sizemore, J.L. Miligam and H.R. Bird, Poultry Sci. 31: 1037-1042. (1952)
 58. Lofgreen, G.P., J. Nutr. 70: 58-62. (1960)
 59. Lueker, C.E. and G.P. Lofgreen, J. Nutr. 74: 233-8. (1961)
 60. Luick, J.R. and G.P. Lofgreen, J. Animal Sci. 16: 201-6. (1957)
 61. Lutwak, L., Nutr. Rev. 21: 158-159. (1963)
 62. Lutwak, L. and G.D. Whedon, Osteoporosis: Disease-a-month Yearbook, Medical Publishers, Chicago. (1963)
 63. MacDonald, A. and J.B. Orr, 4th World's Poul. Congr. Rep. pp. 255. (1930)
 64. MacIntyre, T.M. and C.D.T. Cameron, Scientific Agr. 31: 429-434. (1951)
 65. Massengale, O.N. and C.S. Platt, Poultry Sci. 9: 240-246. (1930)
 66. McChesney, E.W., J. Nutr. 26: 81-94. (1943)
 67. Meyer, R., R.C. Baker and M.L. Scott, Poultry Sci. 52: 949-955. (1973)
 68. Miller, E.J., W.F. Neuman, and P.M. Baze, Am. J. Physiol. 206: 755-761. (1964)
 69. Morrissey, R.L. and R.H. Wasserman, Am. J. Physiol. 220: 1509-1515. (1971)
 70. Motzok, I., Poultry Sci. 47: 967-974. (1968)
 71. Motzok, I., Poultry Sci. 47: 1038-1040. (1968)
 72. Motzok, I., D. Arthur and S.J. Slinger, Poultry Sci. 46: 985-991. (1967).
 73. Naber, E.C., E. MacKay and S.P. Touchburn, Ohio Agr. Exp. Sta. Res. Circular 120:1-16. (1963)
 74. National Research Council, Nutrient requirement of poultry. National Research Council, National Academy of Science. Wash. D.C. 1: 1-54. (1971).
 75. Oloufa, M.M., Poultry Sci. 32: 391-394. (1953)

76. Oloufa, M.M., *Sci.* **33**: 649-652. (1954)
77. 大島正尙, 野崎博, 畜試研報. **5**:27-38. (1964)
78. 大島正尙, 野崎畜, 畜試研報. **5**:39-48. (1964)
79. Patrick, H. and G.K. Schweitzer, *Poultry Sci.* **31**: 888-892. (1952)
80. Patrick, H. and T.P. Whitaker, *Poultry Sci.* **48**: 334-6. (1969)
81. Pepper, W.F., J.D. Summers and J.D. McConachie, *Poultry Sci.* **47**: 224-229. (1968)
82. Polin, D. and P.D. Sturkie, *Poultry Sci.* **38**: 166-170. (1959)
83. Quisenberry, J.H. and J.C. Walker, *Poultry Sci.* **49**: 1429. (1970)
84. Rinehart, K.E., W.R. Featherston and J.C. Rogler, *Poultry Sci.* **48**: 320-325. (1969)
84. Roberson, R.H., *Poultry Sci.* **49**:1431. (1970)
86. Rogler, J.C. and H.E. Parker, *J. Nutr.* **102**:1699-1708. (1972)
87. Roland, D.A. Sr., D.R. Sloan and R.H. Harms, *Poultry Sci.* **50**: 1624. (1971)
88. Romanoff, A.L. and A.J. Romanoff, *The Avian Egg*, John Wiley and Sons, Inc. New York, N.Y. (1949)
89. Sasser, L.B., E.W. Kienholz and G.M. Ward, *Poultry Sci.* **48**: 114-118. (1969)
90. Savage, J.E., C.W. Turner, H.L. Kempster and A.G. Hogan, *Poultry Sci.* **31**: 22-31. (1952)
91. Scott, M.L., *Poultry Sci.* **31**:175-176. (1952)
92. Scott, M.L., S.J. Hull and P.A. Mullenhoff, *Poultry Sci.* **50**: 1056-1063. (1971)
93. Scott, M.L., M.C. Nesheim and R.J. Young, *Nutrition of the chicken*, M.L. Scott and Associates, Ithaca, N.Y. pp. 76, 279, 435. (1969)
94. Shao, T.C. and D.C. Hill. *Poultry Sci.* **48**: 697-700. (1969)
95. Shirley, R.L., J.C. Driggers, J.T. McCall and G.K. Davis, *Poultry Sci.* **31**: 316-320. (1952)
96. Snedecar, G.W. and W.G. Cochran, *Statistical methods*, 6th Ed. The Iowa State Univ. Press, Ames. Iowa, pp. 258-298. (1972).
97. Stillmak, S.J. and M.L. Sunde, *Poultry Sci.* **50**: 564-572. (1971)
98. Sullivan, T.W., *Poultry Sci.* **45**: 126. (1966)^a
99. Taylor, T.G. and F. Hertelendy, *Poultry Sci.* **40**: 115-123. (1961)
100. Thompson, A. and R.C. Noble, *Poultry Sci.* **41**: 347-353. (1962)
101. Titus, H.W., E. McNally and F.C. Hilberg., *Poultry Sci.* **12**: 5-8. (1933)
102. Toribara, T.Y., A.R. Terepka, and P.A. Dewey, *J. Clin. Invest.* **3**: 738. (1957)
103. Turner, C.W., *Poultry Sci.* **27**: 613-620. (1948)
104. Turner, C.W., *Poultry Sci.* **2**:155-160. (1948)^b
106. Tylor, C., (1964) *J. Agr. Sci.* **36**: 275-282. (1946)
107. Tyler, C., *J. Agr. Sci.* **36**: 283-288. (1946)
108. Visek, W.J., R.A. Monroe, E.W. Swanson, and C.L. Comar, *J. Dairy Sci.* **36**: 373-384. (1953)
109. Visek, W.J., R.A. Monroe, E.W. Swanson, and C.L. Comar, *J. Dairy Sci.* **50**: 23-33. (1953)
110. Waibel, P.E., A.B. Morrison and L.C. Norris, *Poultry Sci.* **33**:1085. (1954)
111. Wheeler, R.S. and E. Hofrman, *Poultry Sci.* **27**: 685. (1943)
112. Whedon, G.D., *Nutrition*, Proc. 6th Intern. Congr. Milkls, C.F. & Passmore, R., eds., Livingstone, Edinburg. 425-438. (1963)
113. White, A., P. Handler, E.L. Smith, and D. Stetten, *Principles of Biochemistry*. 2nd Ed. McGraw-Hill Book Co. Inc. N.Y. Toronto., London. pp. 806-9. (1959)
114. Whitehead C.C., W.A. Dewar and J.N. Downie, *Br. Poultry Sci.* **13**: 197-200. (1972)
115. Wilde, W.S., Potassium, in Comar C.L. and A. Bronner, 1962, *Mineral Metabolism*, Academic Press, N.Y. and London **2B**: pp. 73. (1962)
116. Wilgus, Jr. H.S., *Poultry Sci.* **10**: 107-117. (1931)
117. Wilgus, Jr. H.S., L.C. Norris and G.F. Heuser, *Poultry Sci.* **16**: 232-7. (1937)
118. Winget, C.M. and A.H. Smith, *Poultry Sci.* **37**: 509-512. (1958)
119. 陸鍾隆, 韓畜, **10**: 42-50. (1968).