

# 병아리에서 磷酸칼슘 添加劑의 生物學的 利用性

李 在 浩 · 池 奎 萬

高麗大學校 農科大學

(1988. 6. 9. 接受)

## Biological Availability of Various Sources of Ca and P Supplements in Young Chicks

Jae Ho Lee and Kew Mahn Chee

College of Agriculture, Korea University

(Received June. 9, 1988)

### SUMMARY

This experiment was carried out to evaluate biological availability of Ca and P in 4 different sources of tricalcium phosphate in young chicks.

One hundred and twenty five-day-old male Single Comb White Leghorn chicks (10 treatments × 3 replication × 4 chicks) were used in trial 1 and 2, respectively, for 12 days of feeding period.

Trial I was to evaluate the availability of phosphorus in the supplements, Standard purified diets were prepared to supply 0.07, 0.14 and 0.21% P using a mixture (1 : 1) of NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> and KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> as the reference Phosphorus sources.

Bone breaking strength of the tibia determined by an Instron instrument appeared inadequate to be used as a criterion due to very high variations of the measurement within a treatment. Thus, tibia bone ash content was utilized as a criterion to evaluate the biological availability of phosphorus in the supplements. The levels of the biological availability of the four different sources of dicalcium phosphate were 77.1, 91.0, 96.4 and 95.5%, respectively, and those of the three tricalcium phosphate sources were 94.1, 95.0 and 99.5%, respectively.

Trial 2 was to determine the levels of Ca biologically available in the supplements. Standard purified diets were made to supply 0.2, 0.3 and 0.4% Ca using CaCO<sub>3</sub> as the reference calcium source. When bone ash content was utilized as a criterion for the availability, the levels of calcium biologically available to the chicks were 78.3, 234.1, 87.6 and 244.5%, respectively, for the 4 different sources of dicalcium phosphate and 99.5, 84.0 and 101.5%, respectively, for the 3 different sources of tricalcium phosphate. The observation that two calcium sources appeared to be utilized with an unusual efficiency can hardly be explained at this moment. When they were reevaluated on the basis of body weight gain, the availabilities of the four sources of dicalcium phosphate were 89.2, 58.2, 104.1 and 103.1% and of the three tricalcium phosphate were 112.6, 106.0 and 96.3%, respectively.

### I. 緒 論

家禽의 配合飼料는 主로 穀類나 穀類副産物 등의 植物性 原料로 구성되어 있다. 이러한 原料飼料들은 Ca 과 P의 함유량이 낮고 특히 P은 全體 P의 60

~ 90 %정도가 inositol hexaphosphoric acid 인 phytin phosphorus 형태로서<sup>4,10,22</sup>) 家禽類의 경우 利用性이 매우 低조하므로 별도의 Ca·P 添加劑를 사용하여 要求량을 충족시키고 있다.<sup>13,23,24</sup>) 磷酸칼슘劑의 主原料는 磷鑛石으로 이는 弗素(F) 含量이 높아 家畜에게 그대로 급여할 경우 弗素中毒

을 일으킬 염려가 있어서 高熱의 脫弗過程을 거쳐 불소함량이 0.18% 이하인 脫弗 磷鑛石(defluorinated phosphate)을 만들어 사용하고 있다.<sup>28)</sup> 현재 많이 사용되고 있는 제 2인산칼슘과 제 3인산칼슘도 고열의 脫弗 處理過程을 거치게 되는데 이러한 製品들은 會社마다 製造方式이 다를 수 있다. 이에 따라 Ca과 P의 生物學的 利用性(biological availability)이 달라질 가능성이 있으므로 家畜의 生産能力을 最大로 發揮시키면서 Ca과 P의 供給이 效率的으로 되기 위해서는 磷酸칼슘劑內的 Ca과 P의 家畜에게 實際로 利用되는 정도를 정확히 알아야 한다.

Ca의 利用性에 대하여 Dilvooth 등(1964)은 병아리에서 calcium carbonate를 標準物質로 하고 뼈의 灰分含量을 判定基準으로 하여 脫弗 鑛石, 低脫弗 磷鑛石(low fluorine rock phosphate), 軟質 磷鑛石(soft phosphate)의 Ca의 이용성은 각각 92~95, 90 그리고 68%를 나타냈다고 하였다. Motzok 등(1968)도 병아리에서 연질 인광석의 Ca 利用性은 제 2인산칼슘이나 Calcium carbonate에 비하여 약 70%였다고 하였다.

P의 利用性에 대하여 제 2인산칼슘의 경우는 63~75%<sup>27)</sup>, 88.3%<sup>33)</sup>, 97%<sup>15)</sup> 또는 77~101%<sup>20 21)</sup> 등의 여러가지 보고가 있으며 제 3인산칼슘의 경우 Motzok(1965)과 Hijikuro 등(1967)은 제 2인산칼슘과 이용성이 비슷하다고 하였다.

이와같이 Ca과 P 添加劑들의 生物學的 利用性이 일정하지 않기 때문에 現在 國內에서 사용되고 있는 여러가지 製品들에 대하여 비교 評價할 必要性이 있게 된다. 따라서 本 實驗은 國內 및 外國에서 生産되고 있는 磷酸칼슘 添加劑들의 Ca과 P의 生物學的 利用性을 測定 比較하고자 실시하였다.

## II. 實驗材料 및 方法

實驗動物은 實驗 1 및 2에서 모두 5日齡의 단관백색 레그호온 수평아리를 사용하여 12日間씩 飼育하였다. 두實驗 모두 10個의 處理區를 두고 處理當 3반복 그리고 반복당 4首씩 總 120首씩을 임의로 配置하되 각 반복간의 시험 개시체중이 비슷하게 ( $38.7 \pm 0.17g$ ) 하였다.

實驗 1에서는 P의 利用性을 調査하기 위하여 전체사료의 Ca 水準을 0.9%로 固定시켰다(URC, 1977). P의 利用性을 比較하기 위한 標準物質로

는 酸-鹽基 平衡을 고려하여 시약용  $NaH_2PO_4$ 와  $KH_2PO_4$  (G.R. grade: 日本 純正 化學 株式會社)를 각각 1:1로 混合(以下 NaKP로 命名)한 것을 使用하였다. NaKP에 들어있는 P은 100% 有用하다는 假定下에 세계의 標準飼料區中 NaKP로부터의 P의 水準이 각각 0.07, 0.14 그리고 0.21%가 되게 하였다. P의 利用性을 調査할 7가지의 2인산칼슘 添加劑들은 이들로부터 공급되는 P이 飼料內에 0.21% 水準이 되도록 添加하였으며 이때 不足되는 Ca은 시약용  $CaCO_3$  (G.R. grade: 日本 關東 化學 株式會社)로서 보충하였다. 모든 飼料들은 isocaloric, isonitrogenous하게 만들어서 飼料內 P以外的 다른 成分들은 營養的으로 充分하도록 하였고 전체 飼料間에도 서로 차이가 없도록 하였다(表 1).

實驗 2에서는 Ca의 利用性을 調査하기 위하여 전체사료의 무기태 P의 수준을 0.6%로 고정시키고 標準物質로서 시약용  $CaCO_3$ 를 使用하였다. 이때  $CaCO_3$ 內的 Ca은 100% 유용하다고 假定하였고 標準飼料中  $CaCO_3$ 로부터의 Ca 함량이 각각 0.2, 0.3 그리고 0.4%의 3水準이 되도록 添加하였다. 7가지의 2인산칼슘 添加劑들은 이들로부터 供給되는 Ca이 飼料內에 0.4% 水準이 되도록 調節하였으며 이때 不足되는 P은 NaKP로서 보충하였다. 實驗飼料의 造成은 實驗 1에서와 같았다(表 2).

實驗에서 使用된 添加劑들은 4가지의 제 2인산칼슘(Dicalcium Phosphate; 以下 Dica-P라고 함)과 3가지의 제 3인산칼슘(Tricalcium Phosphate; 以下 Tri Ca-P라고 함) 제품들로서 國內에서 生産되는것 4種類와 外國產 製品 3가지였다. 이들의 Ca과 P의 含量 分析結果는 表 3에서와 같다.

實驗 1과 2에서 모두 실험시작 7日째와 實驗終了인 12日째에 飼料攝取量, 體重 그리고 飼料效率를 測定하였다. 實驗終了後 병아리들을 頸椎骨 分離에 의하여 犧牲시킨 후 脛骨(tibia)을 채취하고 骨端의 軟骨(cartilage)부분을 제거한 다음에 室溫에서 48時間以上 乾燥시켰다. 乾燥시킨 脛骨을 使用하여 破壞強度(breaking strength) 灰分含量, Ca 및 P 含量을 測定하였다. 脛骨의 破壞強度는 Instron instrument (1140, serial No. 40040)를 使用하여 받침대 간격을 1.5 cm로 하고 Crosshead speed를 400 mm/min, Charttime

Table 1. Formulation of Experimental Diet (Trial I)

Ingredients	Dietary Phosphorus levels, %									
	Standard diets			DiCa - P diets				TriCa - P diets		
	0.07	0.14	0.21	A	B	C	D	E	F	G
CaCO <sub>3</sub> <sup>1)</sup>	2.3	2.3	2.3	1.5	1.3	1.6	1.5	1.4	1.4	1.1
NaKP <sup>2)</sup>	0.3	0.6	0.9	-	-	-	-	-	-	-
DiCa - P										
A	-	-	-	1.2	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	1.4	-	-	-	-	-
C	-	-	-	-	-	1.2	-	-	-	-
D	-	-	-	-	-	-	1.2	-	-	-
TriCa - P										
E	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-
F	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-
G	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1
Glucose <sup>3)</sup>	63.5	63.2	62.9	63.4	63.4	63.3	63.4	63.6	63.6	63.7
Constant mixture	33.9	33.9	33.9	33.9	33.9	33.9	33.9	33.9	33.9	33.9
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Composition of Constant mixture, %

Soyprotein, isolated <sup>4)</sup>	24.0
Corn oil <sup>5)</sup>	3.0
$\alpha$ - Cellulose <sup>6)</sup>	3.0
DL - methionine <sup>7)</sup>	0.5
Choline chloride <sup>8)</sup>	0.2
Mineral mixture <sup>9)</sup>	3.0
Vitamin mixture <sup>10)</sup>	0.2
	33.9

- 1) G.R. grade ; 日本 關東化學株式會社
- 2) NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (G.R. grade ; 日本 純正化學株式會社) ; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (G.R. grade ; 日本 純正化學株式會社) = 1:1
- 3) 선일 포도당 공업 주식회사
- 4) Supra 620, Ralstone Purina, St. Louis
- 5) 샘표 식품 공업 주식회사
- 6) Sigma chemical Co., St. Louis
- 7) Sigma chemical Co., St. Louis
- 8) E. Merck, Darmstadt
- 9) The mixture contains the following per kg premix; MnCO<sub>3</sub> 55 mg, MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 600 mg, FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 80 mg, CuCl<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O 4 mg, ZnCO<sub>3</sub> 40 mg, KI 0.35 mg, Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O 3.9 mg, Na<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub> 0.1 mg, CoCl<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O 0.21 mg, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 1.58 mg, NaCl 1,500 mg, KHCO<sub>3</sub> 2,000 mg
- 10) The mixture contains the following per kg premix Thiamin HCl 100mg, Nicotinamide 100mg, Riboflavin 16mg, Pantothenate 20mg, Pyridoxine HCl 6.0 mg, Biotin (2%) 30mg, Folic acid 4.0mg, Inositol 100 mg, PABA 2.0 mg, Vit B<sub>12</sub> 0.02 mg, Menadione 5 mg, Ascorbic acid 250 mg, Vit A 10,000 I.U., Vit D<sub>3</sub> 1,000 I.C.U.,  $\alpha$  - tocopheryl acetate 20 I.U

Table 2. Formulation of Experimental Diet( Trial II)<sup>1)</sup>

Ingredients	Dietary calcium levels, %									
	Standard diets			DiCa - P diets				TriCa - P diets		
	0.2	0.3	0.4	A	B	C	D	E	F	G
CaCO <sub>3</sub>	0.5	0.7	1.0	-	-	-	-	-	-	-
Na KP	2.5	2.5	2.5	1.3	1.6	1.2	1.4	1.5	1.5	1.5
DiCa - P										
A	-	-	-	1.6	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	1.4	-	-	-	-	-
C	-	-	-	-	-	1.7	-	-	-	-
D	-	-	-	-	-	-	1.5	-	-	-
TriCa - P										
E	-	-	-	-	-	-	-	1.3	-	-
F	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	-
G	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3
Glucose	63.1	62.9	62.6	63.2	63.1	63.2	63.2	63.3	63.3	63.3
Constant mixture	33.9	33.9	33.9	33.9	33.9	33.9	33.9	33.9	33.9	33.9
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Composition of Constant mixture, %

Soyprotein, isolated	24.0
Corn oil	3.0
α- Cellulose	3.0
DL - methionine	0.5
Choline chloride	0.2
Mineral mixture	3.0
Vitamin mixture	0.2
	<u>33.9</u>

1) 사용된 모든 재료 및 영양소 함량은 實驗 1에서와 同一함. (Table 1)

drive speed를 100 mm/min로 조정을 하고 maximum load 5 kg을 chart paper의 5에 맞추어 측정하였다. 회분함량은 脛骨을 20時間동안 ether로 지방을 추출한 후 A.O.A.C(1980)方法에 따라 550℃에서 4時間程度 灰化시켜서 측정하였다. 脛骨內的 Ca含量은 Atomic Absorption Spectrophotometer (Dye Unicam Sp 192)를 사용하여 422.7 nm에서 측정하였고 P含量은 A.O.A.C.方法에 따라 비색法에 의하여 400 nm에서 측정하였다.

本 研究의 모든 實驗結果는 One Way Analysis of Variance에 의해 分散分析되었으며 各 平均

間의 有意性 檢定은 Duncan's New Multiple Range Test<sup>10)</sup>에 의하여 比較하였다. 生物學的 利用性을 측정시 모든 표준곡선은 Least square方式에 의하여 구했으며<sup>10)</sup> 여기에 各 添加劑 給與群의 成績을 代入하여 그 利用性을 調査하였다.

### III. 結 果

#### 1. 實驗 1

P의 利用性을 調査하기 위한 飼養試驗의 結果는 表 4에서와 같다. 일곱가지의 添加劑中 第 2

Table 3. Contents of calcium and phosphorus in various sources of dicalcium phosphate and tricalcium phosphate

Sources	Content of Calcium	Content of Phosphorus	Remarks <sup>1)</sup>
	%	%	
DiCa-P			
A	25.68	18.07	Domestic
B	30.37	14.36	Domestic
C	23.35	16.54	Japan
D	26.75	17.50	Taiwan
TriCa-P			
E	32.87	17.63	Domestic
F	33.30	18.31	Domestic
G	33.26	17.42	Japan

1) Origins of the sources. All sources are from different manufacturers.

Table 4. Feed intake and body weight gain of chicks fed the diets containing various levels and sources of phosphorus (Trial 1)

Treatments	Feed intake g/bird	Body weight gain g/bird	Feed/Gain
P levels in standard diets, %			
0.07	121.7a	66.9 a	1.83 a
0.14	152.0bcd	88.6 bc	1.72 a
0.21	160.0cd	95.7 c	1.60 a
DiCa-P diets			
A	137.9 b	83.8 b	1.65 a
B	145.0 bc	85.4 b	1.70 a
C	154.9bcd	92.7 bc	1.67 a
D	163.4 d	86.2 bc	1.90 a
TriCa-P diets			
E	148.7bcd	89.9 bc	1.66 a
F	156.0cd	90.4 bc	1.73 a
G	161.7cd	92.4 bc	1.76 a
Coefficient of variance, %	6.16	6.03	8.14

Each datum is a mean of 12 chicks.

Means with a common supercript are not significantly different ( $P < 0.05$ ).

Initial body weight per bird was  $38.71 \pm 0.13g$ .

인산칼슘제들은 A부터 D까지, 제 3 인산칼슘제들은 E부터 G까지 임의로 번호를 부여하였다. 飼料攝取량은 가장 많은 區(D處理區)와 적은 區(A處理區)間에 18.5%의 차이가 나는 반면에 增體量은 이보다 均一해서 C處理區와 A處理區間에 10% 정도의 變化만 觀察되었다. 飼料攝取量, 增體量 및 飼料效率에서 DiCa-P와 TriCa-P 處理區間에 어떠한 差異도 찾아볼 수 없었다.

한편, 경골에 대한 分析結果는 表 5에 나타나 있다. 경골의 破壞强度和 灰粉含量은 DiCa-P와 TriCa-P 處理區에서 標準飼料區와 비슷한 範圍에서 나타났고 경골내의 Ca含量은 標準飼料區의 範圍를 현저히 벗어났으나 脛骨內의 P含量은 Ca보다 變異가 적어서 標準飼料區와 비슷한 範圍에서 나타났다.

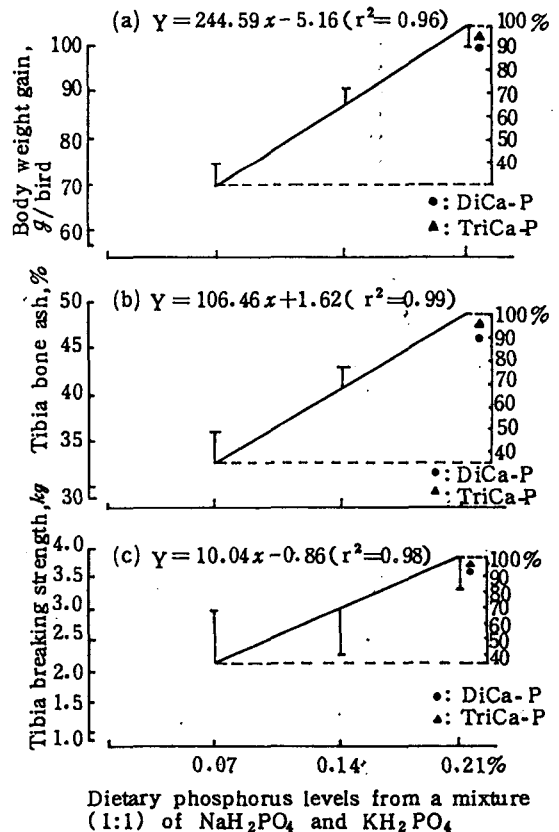


Figure 1. Availability of phosphorus in various sources of dicalcium phosphate and tricalcium phosphate estimated with graded levels of a mixture (1:1) of  $NaH_2PO_4$  and  $KH_2PO_4$  as a standard (Trial 1)

Table 5. Bone breaking strength, contents of ash, Ca and P in bone or bone ash from chicks fed the diets containing various levels and sources of phosphorus ( Trial 1 )

Treatments	Bone breaking strength	Contents in tibia			Content of ash	
		Ash	Ca	P	Ca	P
P levels in standard diets,%	kg	%	%	%	%	%
0.07	2.19 a	33.8 a	8.9 a	6.3 a	25.7 a	18.6 a
0.14	2.77 ab	40.4 b	10.9 ab	7.4 b	27.0 a	18.2 a
0.21	3.41 b	46.7 c	12.4 b	8.5 cd	26.5 a	18.3 a
DiCa - P diets						
A	-	35.3 a	10.8 ab	6.3 a	29.9 ab	17.5 a
B	2.93 ab	42.3 bc	15.4 c	7.6 bc	43.8 bc	17.9 a
C	2.89 ab	44.8 bc	15.5 c	8.7 d	34.1 bc	19.4 a
D	3.08 b	44.4 bc	18.2 d	8.2 bcd	40.9 d	18.4 a
TriCa - P diets						
E	3.12 b	43.7 bc	16.5 cd	7.5 bc	37.7 cd	17.2 a
F	3.23 b	44.1 bc	17.0 cd	7.7 bcd	39.0 cd	18.0 a
G	2.86 ab	45.1 bc	17.3 cd	7.9 bcd	38.4 cd	17.5 a
Coefficient of variance,%	25.85	5.78	10.22	7.11	8.53	4.70

Each datum is a mean of 12 chicks.

Means with a common superscript are not significantly different (  $P < 0.05$  ).

이와같이 表 4 와 5 에 나타난 수치들을 基準으로 여러가지 인산칼슘 添加劑에 들어있는 P의 生物學的 利用性을 구한 結果는 그림 1 에서와 같다. 여기서 그림 1 (b)의 회분함량을 基準하여 P의 利用性을 구해보면 DiCa-P區에서 各各 77.1, 91.0, 96.4 그리고 99.5 %였으며 TriCa-P區에 各各 94.1, 95.0 그리고 99.5 %로 나타났다.

## 2. 實驗 2

Ca의 利用性을 調査하기 위한 飼養試驗의 結果는 表 6 에서와 같다. 飼料攝取量은 DiCa-P와 TriCa-P區에서 모두 159.5 ~ 166.5 g 으로 매우 일정한 경향을 보였고 거의 標準飼料區의 範圍에 속했다. 增體量은 標準飼料區에서 74.7 g 에서 93.9 g 까지 增加하였고 DiCa-P區는 이와 같은 範圍에 들었으나 TriCa-P區들은 이보다 약간 많아서 94.7 ~ 97.9 g의 水準이었다. 飼料效率는 標準飼料區에서 飼料內 Ca含量이 높아짐에 따라 飼料效率가 역시 改善되었으며 여러 種類의 鷄舍處理區에서도 비슷한 水準의 飼料效率가 관찰되었다.

Table 6. Feed intake, body weight gain of chicks fed the diets containing various levels and sources of calcium ( Trial 2 )

Treatments	Feed intake g/bird	body weight gain g/bird	Feed / Gain
Ca levels in standard diets, %			
0.20	142.3 a	74.7 a	1.91 ab
0.30	161.8 a	89.3 abc	1.82 abc
0.40	168.0 a	93.9 bc	1.79 bc
DiCa - P diets			
A	163.3 a	87.6 abc	1.86 abc
B	159.4 a	81.4 ab	1.97 a
C	160.0 a	93.8 bc	1.70 c
D	166.2 a	92.4 bc	1.80 abc
TriCa - P diets			
E	164.5 a	97.9 c	1.96 c
F	166.4 a	97.5 c	1.71 c
G	163.3 a	94.7 bc	1.73 c
Coefficient of variance, %	6.04	9.10	5.00

Each datum is a mean of 12 chicks.

Means with a common superscript are not significantly different (  $P < 0.05$  ).

Initial body weight per bird was  $38.72 \pm 0.29$ g.

경골에 대한 分析結果는 表 7에서와 같다. 경골의 破壞強度는 標準飼料區에서 0.3%區가 0.2%區보다 낮게 나왔으며 매우 높은 變異를 나타내 實驗 1과는 다른 경향을 보였다. 최분함량은 DiCa-P 處理區에서 B와 D 處理區가 標準飼料區보다 훨씬 높게 나왔으나 나머지 處理區는 標準飼料區의 範圍에 該當되었다. 경골내의 Ca와 P함량은 대체적으로 標準飼料區 範圍에 속하였다.

칼슘標準飼料의 數值를 基準하여 DiCa-P와 TriCa-P 處理區의 Ca의 利用性을 測定한 結果는 그림 2에서와 같다. 實驗 1에서와 같이 標準飼料內 Ca含量과 경골의 최분함량 및 增體量을 대조하여 回歸方程式을 구했으며 경골의 破壞強度는 變異가 심하여 제외하였다. 경골의 최분함량을 기준하여 Ca의 利用性을 구해보면 DiCa-P區에서 各各 78.3, 234.1, 87.6 그리고 244.5% 였으며 TriCa-P區에서 各各 99.5, 84.0 그리고 101.5%로 나타났다. 增體量의 回歸方程式을 利用하여 利用性을 다시 구해보면 DiCa-P區에서 各各 89.2, 58.2, 101.4 그리고 103.1%를 나타냈고 TriCa-P區에서 各各 112.6, 106.0 그리고 96.3%를 나타냈다.

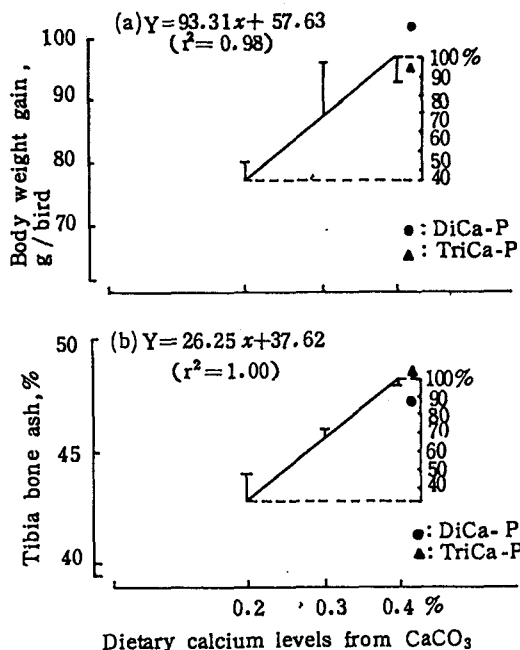


Figure 2. Availability of calcium in various sources of dicalcium phosphate and tricalcium phosphate estimated with graded levels of  $\text{CaCO}_3$  as a standard (Trial 2)

Table 7. Bone breaking strength, contents of ash, Ca and P in bone or bone ash from chicks fed the diets containing various levels and sources of calcium (Trial 2)

Treatments	Bone breaking strength	Contents in tibia			Contents of ash	
		Ash	Ca	P	Ca	P
	kg	%	%	%	%	%
Ca levels in standard diets, %						
0.2	2.96 ab	42.6 a	15.3 bc	7.6 a	36.0 cd	17.9 ab
0.3	2.72 ab	46.1 b	17.5 cde	8.4 ab	38.0 d	18.3 bc
0.4	3.12 b	48.1 b	21.2 f	8.9 b	44.1 e	18.1 bc
DiCa - P diets						
A	2.66 ab	45.0 ab	15.9 bcd	8.5 ab	35.6 bcd	19.0 c
B	2.83 ab	64.7 c	18.5 e	11.2 c	28.4 a	17.3 a
C	2.96 ab	46.1 b	13.8 ab	8.3 ab	29.9 abc	17.9 ab
D	2.54 a	60.7 c	17.8 dc	11.2 c	29.5 ab	18.5 bc
TriCa - P diets						
E	2.73 ab	47.5 b	14.1 ab	8.3 ab	30.1 abc	17.7 ab
F	3.24 b	46.5 b	12.6 a	8.3 ab	28.9 a	18.0 ab
G	2.47 a	48.5 b	14.3 ab	8.6 b	29.4 ab	17.6 ab
Coefficient of variance, %	19.15	3.77	8.07	5.60	10.24	2.60

Each datum is a mean of 12 chicks.

Means with a common superscript are not significantly different ( $P < 0.05$ ).

## IV. 考 察

本實驗에서는 Ca과 P의 生物學的 利用性을 評價하는 척도로서 骨골의 灰분함량을 使用하였는데 그 이유는 實驗 1과 2에서 모두 添加水準에 따른 反應의 回歸式을 구하고 그 回歸係數( $r^2$ )를 調査한 결과 骨골의 灰분함량이 增體量이나 骨골의 破壞強度보다 좋은 結果를 보였기 때문이다.

本實驗의 結果로 볼때 P의 利用性은 TriCa-P區가 DiCa-P區보다 약간 높게 나왔으며 전반적으로 다른 研究의 結果<sup>5,21)</sup>와는 약간의 차이를 보였는데 이는 利用性에 미치는 요인, 즉 給與飼料의 造成形態<sup>15,26,27)</sup> 實驗動物의 種類<sup>7)</sup>, 實驗期間<sup>1,2)</sup>, 判定基準<sup>8,14,17,18,23)</sup> 그리고 비타민D水準<sup>14)</sup>에 의한 영향등으로 결과가 달라질수 있으므로 서로 비교하기는 곤란하다. 앞으로 이런 問題들을 보다 精確하게 비교하기 위해서 標準飼料의 설정이 必要하다고 본다.

Ca의 利用性에서 DiCa-P區의 B와 D處理區는 무려 200% 이상의 利用性을 나타냈는데 B와 D處理區의 灰분내 Ca과 P함량은 정상이고(表 7) 또 表 6에서 이들 處理區의 飼料攝取量과 增體量이 다른 區에 비해 비슷하게 나타난 것으로 볼때 단지 骨골의 灰분함량만 60% 이상으로 높

아진 것은 이해되지 않는 현상이었다. Ca의 利用性 역시 여러 要因에 의하여 影響을 받으며 다른 研究資料의 빈약성으로 서로 비교하기는 어렵다.

## V. 要 約

本實驗은 飼料添加劑로 使用되는 磷酸칼슘劑에 들어있는 Ca과 P의 生物學的 利用性을 測定比較하고자 實施하였다.

5日齡의 수평아리를 使用하여 12日間の 實驗期間 후에 脛骨의 灰分含量을 基準으로 하여 標準曲線에 의한 least square方式으로 測定한 利用性의 結果는 다음과 같다.

1. P의 利用性은 DiCa-P添加劑가 各各 77.1, 91.0, 96.4 그리고 95.5%를 나타냈고 TriCa-P添加劑는 各各 94.1, 95.0 및 99.5%를 나타냈다.

2. Ca의 利用性은 DiCa-P添加劑에서 各各 78.3, 234.1, 87.6 그리고 244.5%였고 TriCa-P添加劑는 各各 99.5, 84.0 및 101.5%였다.

3. 全般的으로 TriCa-P添加劑가 DiCa-P添加劑보다 利用性이 약간 높게 나타났다.

4. 國產과 外國產 磷酸칼슘劑의 利用性의 差異는 없었다.

## VI. 引用 文 獻

1. Ammerman, C.B., H.W. Notton and H.M. Scott, 1960. Rapid assay of inorganic phosphates for chicks. Poultry Sci. 39 : 245-250.
2. Ammerman, C.B., C.R. Douglas, G.K. Davis and R.H. Harms, 1961. Comparison of phosphorus availability assay techniques for chicks. Poultry Sci. 40 : 548-553.
3. Association of Official Analytical Chemists. 1980. Official methods of analysis. Assoc. Offic. Anal. Chem., Washington. 1980.
4. Boland, A.R. de, G.B. Garner and B.L. O Dell. 1975. Extraction of soybean meal proteins with salt solutions at pH4.5. J. Agric. Food Chem. 21 : 251.
5. Dilworth, B.C. and E.J. Day. 1964. Phosphorus availability studies with feed grade phosphate, Poultry Sci. 43 : 1039-1044.
6. Dilworth, B.C., E.J. Day and J.E.Hill. 1964. Availability of calcium in feed grade phosphoate to the chick. Poultry Sci. 43 : 1132-1134.
7. Gills, M.B., H.M. Edwards, Jr. and R.J. Young. 1962. Studies on the availability of calcium orthophosphates to chickens and turkeys. J. Nutr. 78 : 155-160.
8. Cromwill, G.L., S.H. Hayes, T.S. Stahly and T.H. Johnson, 1979. Availability of phosphorus in corn, wheat and barley for chick. J. Anim. Sci. 49 : 992-999.
9. Hijikuro, S.R. Morimoto. 1967. Studies on phosphorus availability of various phosphorus sources



- for laying type growing chickens. 1. Phosphorus availability of some phosphorus sources for starting chicks. *W. Poultry Sci.* 23 : 270.
10. Lolas, G.M., W. Palamidis and P. Markakis, 1976. The phytic acid-total phosphorus relationship in barley, oats, soybeans and wheat. *Cereal Chem.* 47 : 288.
  11. Motzok, I., Arthur and H.D. Branion. 1965. Factors affecting the utilization of calcium and phosphorus from soft phosphate by chicks. *Poultry Sci.* 44 : 1261-1270.
  12. Motzok, I., Arthur and S.J. Slinger. 1968. Utilization of calcium and phosphorus from soft phosphate by chicks. *Poultry Sci.* 46 : 985-991.
  13. Nelson, T.S., 1967. The utilization of phytate phosphorus by poultry-A review. *Poultry Sci.* 46 : 862-871.
  14. Nelson, T.S. and A.C. Walker. 1964. The biological evaluation of phosphorus compounds. A summary. *Poultry Sci.* 43 : 94-98.
  15. Nelson, Y.S. and H.T. Peeler, 1961. The availability of phosphorus from single and combined phosphorus to chicks. *Poultry Sci.* 40 : 1321-1328.
  16. National Research Council. 1977. Nutrient Requirements of Poultry 7ed. Natl. Acad. Sci., Washington, D.C.
  17. Patrick, H. and J.A. Bacon. 1957. Relationship of protein sources to biological value of phosphates. *Poultry Sci.* 36 : 1147-1148.
  18. Rowland, L.O., Jr., R.H. Harms, H.R. Wilson, I.J. Ross and J.L. Fry, 1967. Breaking strength of chick bone as an indication of dietary calcium and phosphorus adequacy. *Proc. Exp. Biol. Med.* 126 : 339-401.
  19. Steel, R.G. and J.H. Torrie, 1960. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill book. N.Y.
  20. Sullivan, T.W., 1966. A triple response method for determining biological value of phosphorus sources with young turkeys. *Poultry Sci.* 45 : 1236-1245.
  21. Sullivan, T.W., 1967. Relative biological value of ammonium polyphosphate and two high phosphate supplements. *Poultry Sci.* 46 : 1342 (Abstr.)
  22. Temperton, H. and J. Cassidy. 1964a. Phosphorus requirements of poultry. 1. The utilization of phytin phosphorus by the chicks as indicated by balance experiments. *Br. Poultry Sci.* 5 : 75-79.
  23. Waibel, P.E., N.A. Nanorniak, H.E. Dziuk, M.M. Waiser and W.G. Olson, 1984. Bioavailability of phosphorus in commercial phosphate supplements for turkeys. *Poultry Sci.* 63 : 730-737.
  24. Waldroup, P.W., C.F. Simpson, B.L. Damron and R.H. Harms, 1967. The effectiveness of plant and inorganic phosphorus in supporting egg production in hens and hatchability and bone development in chick embryos. *Poultry Sci.* 46 : 659-664.
  25. Walter, E.D. and T.R. Aitken, 1962. Phosphorus requirements of laying hens confined to cages. *Poultry Sci.* 41 : 386-390.
  26. Willcox, R.A., C.W. Carlson, W. Kohlmeier and G.F. Gastler, 1955. The availability of phosphorus from different sources for poult fed practical type diets. *Poultry Sci.* 34 : 1017-1023.
  27. Willcox, R.A., C.W. Carlson, W. Kohlmeier and G.F. Gastler, 1954. Availability of phosphorus from different sources for poult fed purified diets. *Poultry Sci.* 33 : 1010-1023.
  28. Yoetz, D. and S. Sarin, 1980. A problem in the production of defluorinated phosphate. *J. Chem. Tech. Biotechnol.*