

## Zeolite 添加가 肉鷄生産의 經濟性에 미치는 影響

문운영 · 백인기  
중앙대학교 산업대학 축산학과  
(1989. 9. 1 接受)

### The Effects of Supplementation of Zeolite on the Economical Efficiency of Broiler Production

Yun-Young Moon and In-Kee Paik  
Department of Animal Science, Chung-Ang University  
(Received September 1, 1989)

#### SUMMARY

Two broiler experiments were carried out to determine whether supplementation of zeolite in the diet would affect broiler performance and economical efficiency. Day old male broiler chickens of Abor Acres strain were used. In the first experiment, 60 birds were distributed into 6 groups of 10 birds each. Three groups of chickens were randomly placed on one of the following single-stage (0-6wks) experimental diets; control diet (non-supplemented) or 2% zeolite supplemented diet (supplemented to the control). In the second experiment, 216 birds were distributed into 24 groups of 9 birds each. Eight groups of chickens were randomly placed on one of the 3 two-stage diet (starter; 0-4wks, finisher; 5-7wks); control diet ( $T_1$ , non-supplemented), 2% zeolite diet ( $T_2$ ; isocaloric and isonitrogenous as  $T_1$ ) and 2% zeolite supplemented diet ( $T_3$ , supplemented to the control). Birds were housed in the batteries, and feeds and water were fed ad libitum.

The results of Experiment 1 showed that birds fed control diet were heavier than those fed 2% zeolite supplemented diet up to 4th wks of age. However, birds fed the latter grew more at 5th and 6th wk. Overall weight gain, feed intake and feed efficiency were not significantly different. The results of Experiment 2 showed that there were no significant differences in weight gains, feed intakes and feed efficiencies among treatments during starter, finisher or overall period. The moisture levels in excreta of the birds were significantly ( $P < 0.01$ ) less when zeolite was included in the diets and

---

“본 연구는 삼양사(주)의 연구비 지원에 의하여 수행되었음”.

those in excreta significantly ( $P < 0.01$ ) increased as the ambient temperature increased. Economical efficiency expressed in fed cost (won) required per kg weight gain were 346.85 ( $T_3$ ), 348.34 ( $T_1$ ) and 359.85 ( $T_2$ ).

**Key words:** Zeolite, broilers, moisture level of excreta, economical efficiency.

## I. 緒 論

Zeolite는 광물학적으로 분류하면 tectosilicate에 속하는含水硅酸鹽으로 제 2 차적으로 생성된 광물질이며, 주로 화강암속에서 발견되거나 화강암이나 편마암과 함께 발견되는 때도 있다. Zeolite는 가열하면 흡수하고있던 수분이 증발되고 식히면 잃었던 수분을 다시 吸收하게 되는데, 이때 수분 이외에 암모니아, 알콜, 옥도 등의 다른 물질로 代替되어질 수 있다. Zeolite의 化學的 組成은  $SiO_2$ 와  $Al_2O_3$ 가 대부분이고 其他 礦物質로 되어있으며,  $SiO_2$ 의 Si를 Al이 代替함으로써 생기는 陽電何의 부족을 Na, Ca, Mg 등이 代替할 수 있고, 또 이들의 結合이 매우 느슨하기 때문에 가축의 체내에서 遊離되어 이용될 가능성도 있다. Zeolite는 생산지에 따라 약간의 차이는 있으나 주성분은 粗灰分이고, 그 중에서도 Si (58~69%)와 Al (11~13%)이고, Ca함량도 1.3~2.6%에 이른다. 한편 韓國産 zeolite는 순수 zeolite인 mordenite와 clinoptilolite가 섞여 있기는 하나 많은 量의 一般 粘土 礦物質이 혼합되어 있다.

Zeolite를 家畜에 이용하는 경우 장내의 有害한 菌體, 毒素, gas 및 剩餘水分등을 吸着, 排泄하여 軟便 또는 下痢를 방지하며 鹽基置換作用에 의하여 礦物 ion이 가축에 대한 微量 礦物質供給源이 될수도 있어 二次적으로 整腸作用과 消化率改善의 효과도 기대할 수 있다고 한다(Mumpton and Fishman, 1977; Quinsender ry, 1968; Torii, 1974).

Onagi (1966)는 clinoptilolite와 mordenite계통의 zeolite를 Leghorn種 병아리사료에 10%첨가했을 때 飼料效率이 20%이상 향상되었고 鷄糞의 수분 함량은 25%가 감소하였다고 했으며, Arscott (1975, 1976)은 clinoptilolite계통의 zeolite를 broiler 사료에 5%첨가했을 때 增體量은 약간 적었으나 사료효율은 현저하게 개선되었고 broiler의 生存率에

도 좋은 영향을 주었다고 하였다. 李(1975)는 육계 사료에 zeolite를 4% 사용한 바 增體量 및 飼料效率에 유의차가 없어 濃厚飼料의 일부대체가 가능하다고 했다. 또한 畜産試驗場(1974)의 試驗結果에 의하면 각 시험에 사용한 zeolite가 동일한 것은 아니었으나 육계사료에 3%의 zeolite를 添加했을 때 增體量이 항상 되었다고 하였다. Mumpton과 Fishman (1977)은 자연산 zeolite는 ion교환과 흡착성을 가지고 있어서 腸疾患의 減少, 糞中の 水分 및 ammonia의 減少를 기대할 수 있다고 하였으며, 鄭等(1978)은 육계사료에 zeolite를 3% 혼합했을 때 增體率이 增加하였고 營養素利用率이 개선되었으며 糞中の 水分含量도 감소하였다고 하였다. Willis等 (1982)은 육계사료에 zeolite를 添加했을 때 增體量이 증가하고 사료효율이 개선되었지만 斃死率, 다리着色度 및 糞의 水分含量은 차이가 없었다고 하였고 蔣等(1983)은 육계사료에 zeolite를 3%첨가하였던 바 增體量 및 飼料效率이 多少 增加하였으며 鷄糞의 수분함량은 약간 감소하였다고 報告하였다.

Waldroup等(1984)은 육계사료에 zeolite를 1% 첨가하였을 때 tibial dyschondroplasia의 發生頻度가 감소하였고, bone ash가 증가하였다고 하였다. Ballard等(1988)은 정상적인 Ca수준에서 0.75%의 zeolite는 成長率에 영향을 미치지 않았으나, 1.5%의 zeolite첨가는 성장율을 약간 감소시켰으며 첨가구 모두 tibial dyschondroplasia의 發生頻도를 다소 감소시켰다고 하였다. 閔等(1988)은 육계사료에 zeolite를 2%첨가하였을 때 증체량이 증가하고 사료효율이 改善되었지만 有恙性은 인정되지 않았으며 鷄糞의 수분함량은 zeolite의 添加水準이 증가할수록 감소하였다고 하였다.

本 試驗은 지금까지 밝혀진 zeolite의 一部效果를 확인하고 zeolite의 첨가에 따른 肉鷄의 產肉經濟性을 檢討하기 위하여 實施하였다.

## II. 材料 및 方法

### 1) 試驗飼料

시험사료의 기본 배합표는 Table 1(시험 1)과 Table 2(시험 2)와 같으며 computer의 LP program에 의한 least-cost formulation에 의해 작성되었다. 1차 시험에서는 zeolite無添加 대조구와 대조구에 zeolite를 2% 添加한 zeolite 2% 구의 2처리로 하였으며, 2차 시험에서는 飼料중의 zeolite無添加 대조구(T<sub>1</sub>)와 zeolite를 2% 사용하되 영양소농도를 대조구와 같게한 구(T<sub>2</sub>) 및 대조구사료에 zeolite

Table 1. Formula and chemical composition of experimental diet (Exp. 1)

Item	Control	Zeolite 2%
Ingredient, %		
Yellow corn	59.12	59.12
SBM- 44 %	28.83	28.83
Fish meal - 60 %	5.0	5.0
Animal fat	4.0	4.0
Galphos - 18	1.71	1.71
Limestone	0.52	0.52
DL-methionine - 50%	0.36	0.36
Premix <sup>1</sup>	0.3	0.3
Salt	0.16	0.16
Zeolite	-	2.0
Total	100.0	102.0

Chemical composition ;

ME, Kcal / kg	3090	3029
C. protein, %	21.0	20.59
Lysine, %	1.20	1.18
Meth + Cys, %	0.86	0.84
Ca, %	1.0	0.98
P, %	0.80	0.78

1. Premix provides following amount of micronutrients per kg diet ; Vitamin A 15,000 IU, Vitamin D, 3,000 IU, Vitamin E 0.5 mg, Mn 40 mg, Vitamin K, 0.5 mg, Riboflavin 10 mg, Pantothenate 15 mg, Niacin 45 mg, Biotin 0.03 mg, Folacin 0.4 mg, Vitamin B<sub>12</sub> 0.02 mg, Vitamin B<sub>1</sub> 2.0 mg, Pyridoxin 0.3 mg, Cu 12.5 mg, Se 0.05 mg, I 0.75 mg, Zn 30 mg.

를 2% 첨가(T<sub>2</sub>)한 3 처리로 하였다. 經濟性 分析을 위한 시험사료의 원료가격은 1989년 5월경 일반 사료공장에서 적용한 평균가격을 적용하였고 zeolite가격은 40 원/kg이었다.

### 2) 試驗動物 및 試驗設計

시험동물은 broiler 수병아리(Abor Acres 種)를 1차 시험에서 2 처리에 처리당 3 반복, 반복당 10首씩 60首를 供試하였으며, 2차 시험에서는 3 처리에 처리당 8 반복, 반복당 9首씩 216首를 完全 任意 配置하였다.

### 3) 飼養試驗 및 代謝試驗

사양시험은 1989年 6月 15日부터 1989年 8月 3日까지 7주간 實施하였고 供試병아리들은 2단 철제 battery에 수용하고 매주 增體量과 飼料攝取量을 측정하였으며, 2차시험에서는 2주부터 6주까지 매주 4일째 24시간 동안 부분채취한 鷄糞의 水分含量을 측정하였다. 사양시험이 종료된 후 처리당 3首씩 대사 cage에 수용한 후 3일간의 豫備期間을 거쳐 4일간 全糞採取法으로 代謝試驗을 實施하였다.

### 4) 統計分析

試驗에서 얻어진 자료는 T-test와 分散分析을 실시하였는데 有意性이 인정되는 부분은 Duncan's multiple range test로 檢定하였다.

## III. 結果 및 考察

### 1) 試驗 1

시험 1에서 얻어진 결과는 Table 3, 4, 5에서 보는 바와 같다. 증체량에 있어서 4주까지는 zeolite 2% 첨가구의 증체량이 대조구보다 낮았으며 4주령의 주간 增體量에서는 대조구가 432.08g으로 zeolite 2% 첨가구의 404.93g보다 유의하게(P < 0.01) 무거웠다. 반면에 5주와 6주에 있어서는 zeolite 2%구가 대조구보다 더 많은 증체를 하여 6주간의 總 增體量은 대조구가 1900.2g이고, zeolite 2%구는 1922.7g으로 zeolite 2%구가 더 많은 증체를 하였으나 統計的 有意差는 없었다. 주별 사료섭취량에 있어서는 주별증체량과 비슷한 경향을 나타내어 4주 이전에는 對照區의 사료섭취량이 높았고 5주 이후에는 zeolite 2%구의 사료섭취량이 높았으며 6週

Table 2. Formular and chemical composition of experimental diet (Exp. 2)

Item	Starter (0-4 wks)			Finisher (5-7 wks)		
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
<b>Ingredients, %</b>						
Yellow corn	46.69	44.94	46.69	53.65	49.43	53.65
SBM-44	23.98	20.69	23.98	16.42	16.67	16.42
Milo	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Fish meal-60	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Corn gluten	4.76	7.35	4.76	5.28	5.66	5.28
Animal fat	1.50	1.85	1.50	1.74	3.33	1.74
Calphos-18	1.44	1.52	1.44	1.37	1.38	1.37
Limestone	0.75	0.72	0.75	0.73	0.73	0.73
Methionine-45	0.27	0.23	0.27	0.14	0.14	0.14
Salt	0.22	0.22	0.22	0.23	0.23	0.23
Premix <sup>1</sup>	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Monensin	1.10	1.10	1.10	—	—	—
Lysin-HCl (78%)	0.05	0.14	0.50	0.10	0.09	0.10
Payzone	0.04	0.04	0.04	—	—	—
Zeolite	—	2.00	102.00	—	2.00	2.00
Eustin	—	—	—	0.11	0.11	0.11
Enramycin	—	—	—	0.03	0.03	0.03
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>2.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>102.0</b>
<b>Chemical composition ;</b>						
ME, Kcal / kg	3050	3050	2990.20	3150	3150	3088.24
C. protein, %	22.0	22.0	21.57	19.55	19.52	19.17
Lysine, %	1.16	1.16	1.14	1.00	1.00	0.98
Meth + Cys, %	0.87	0.87	0.85	0.75	0.75	0.74
Ca, %	1.00	1.00	0.98	0.95	0.95	0.91
P, %	0.75	0.75	0.74	0.71	0.70	0.70

1. Premix provides same amount of micronutrients as shown in Table 1.

Table 3. Weight gain (g/bird) of male broiler chickens by weeks (Exp. 1)

Item	0	1wk	2wk	3wk	4wk*	5wk	6wk	Total
Control	44.93	100.41	210.93	319.77	432.08	446.67	390.33	1900.19
Zeolite 2%	44.93	102.07	209.67	295.0	404.93	485.88	425.18	1922.73

\* P < 0.05

간의 總飼料攝取量에 있어서는 zeolite 2%구가 대조구보다 높았으나 統計的 有意差는 없었다. 總飼料

效率에 있어서는 두처리 모두 1.78로 동일하였다. 이상과 같은 결과는 全期間동안 前・後期の 구분

없이 단일사료(Table 1)를 급여하였기 때문에 前期에는 단백질이 다소 不足하였고 後期에는 다소 높았기 때문인 것으로 보여진다. 對照區 飼料에 2%의 zeolite를 첨가함에 따른 營養素의 희석이 前期에서

는 成長率을 저하시키는 요인으로 작용하였으며 5주 이후에는 蛋白質 要求量의 減少에 따른 영양소 희석 영향의 감소와 補償成長 및 zeolite의 添加效果에 의하여 總增體量은 zeolite 2%첨가구가 다소 높아

Table 4. Feed intake (g/bird) of male broiler chickens by weeks (Exp. 1)

Item	1 wk	2 wk	3 wk	4 wk	5 wk	6 wk	Total
Control	121.67	311.53	521.0	716.42	810.6	904.83	3386.05
Zeolite 2%	113.67	319.0	492.5	690.48	862.58	948.06	3426.29

Table 5. Feed efficiency of male broiler chickens by weeks (Exp. 1)

Item	1 wk	2 wk	3 wk	4 wk	5 wk	6 wk	Total	Mortality %
Control	1.21	1.48	1.63	1.66	1.81	2.32	1.78	3.33
Zeolite 2%	1.11	1.52	1.67	1.71	1.78	2.23	1.78	0

진 것으로 사료된다.

## 2) 試驗 2

시험 2에서 얻어진 處理別 增體量, 飼料攝取量 및 飼料效率에 대한 결과는 Table 6, 7에서 보는 바와 같다. 증체량과 사료섭취량에 있어서  $T_1$ 가 他 處理區에 비해 다소 높은 경향을 보였으며 사료효율에 있어서는 zeolite첨가구들( $T_1$ ,  $T_2$ )이 對照區에 비해 떨어졌고 死亡率은  $T_1$ 가 낮았다. 그러나 前期(0~4주), 後期(5~7주) 및 全期間에 있어서 모든 조사항목의 처리간 유의차는 인정되지 않았다. 이러한

結果는 zeolite를 添加했을때 增體量과 飼料效率에 큰 차이가 없었다는 李(1975), Waldroup等(1984) 및 閔等(1988)의 報告와 유사하였으나 zeolite첨가시 增體量이나 飼料效率이 向上되었다는 Onagi(1966), Arscott(1975, 1976), 鄭等(1978), Willis等(1982) 및 蔣等(1983)의 報告와는 相異한 結果였다.

## 3) 鷄糞의 水分含量

계분의 수분 함량은 Table 8에서 보는 바와 같이 zeolite첨가구( $T_2$ ,  $T_3$ )가 대조구에 비해 낮았으며

Table 6. Effects of zeolite levels on the body weight gain and feed intake of male broiler chickens (Exp. 2)

Treatment	body weight (g/bird)			Feed intake (g/bird)		
	0-4 wks	5-7 wks	0-7 wks	0-4 wks	5-7 wks	0-7 wks
$T_1$	1136.13	1056.49	2192.62	1699.19	2473.24	4172.43
$T_2$	1122.55	1039.26	2162.81	1676.92	2500.04	4176.96
$T_3$	1134.61	1072.22	2206.83	1708.82	2538.99	4247.81
S. E. M <sup>1</sup>	13.67	34.71	34.37	17.53	52.33	54.71

1. S. E. M. : Standard error of means

Table 7. Effects of zeolite levels on the feed efficiency and mortality of male broiler chickens (Exp. 2)

Treatment	Feed efficiency			Mortality %
	0-4 wks	5-7 wks	0-7 wks	
T <sub>1</sub>	1.50	2.35	1.90	2.78
T <sub>2</sub>	1.49	2.41	1.93	2.78
T <sub>3</sub>	1.51	2.38	1.92	1.39
S. E. M <sup>1</sup>	0.009	0.035	0.013	

1. S. E. M. : Standard error of means

( $P < 0.01$ ), 특히 週齡이 증가할수록 有意하게( $P < 0.01$ ) 증가하였다. 이러한 결과는 zeolite 를 첨가했을때 鷄糞의 水分含量이 減少되어 軟便防止에 效

과가 있었다고 보고한 李(1975), Mumpton과 Fishman(1977), 鄭等(1978), 蔣等(1983) 및 閔等(1988)의 보고와는 차이가 있었다. 한편 週別間(1989年6月15日~1989年8月3日) 즉, 주령이 증가함에 따라 계분의 수분함량이 크게 증가한것은 外氣溫度의 상승으로 인하여 飲水量이 급격히 증가하여 軟便發生의 比率이 증가한데 기인한 것으로 보여진다.

#### 4) 經濟性 分析

시험 2에서의 경제성 분석은 Table 9에 要約하였다. 1kg당 飼料價格은 T<sub>2</sub>가 가장 높고 T<sub>3</sub>가 가장 낮았다. 1kg增體當 소요되는 飼料원비로비는 前期 飼料의 경우 T<sub>1</sub>: 280.90원, T<sub>2</sub>: 287.30원, T<sub>3</sub>: 280.48원으로 T<sub>3</sub>가 가장 낮았으며, 後期飼料의 경우는 T<sub>1</sub>

Table 8. Weekly<sup>1</sup> moisture content in excreta of the birds fed experimental diets (%)

Treatment	2 wk	3 wk	4 wk	5 wk	6 wk	Means
T <sub>1</sub>	61.7	69.0	78.0	81.9	84.5	75.0 <sup>a</sup>
T <sub>2</sub>	58.8	66.1	75.6	79.4	82.5	72.5 <sup>b</sup>
T <sub>3</sub>	59.7	67.5	76.0	79.5	83.8	73.3 <sup>b</sup>
Means	60.1 <sup>a</sup>	67.5 <sup>b</sup>	76.5 <sup>c</sup>	80.3 <sup>d</sup>	83.6 <sup>e</sup>	

1. June 15 - August 3, 1989

A, B & a, b, c, d, e : Means with different superscript within same column or row differ ( $P < 0.01$ )

Table 9. Economical analysis of the birds fed experimental diets (Exp. 2)

Item	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Broiler starter (0-4 wks) :			
Weight gain	1136.13	1122.55	1134.61
Feed intake	1699.19	1676.92	1708.82
Feed cost (won/kg)	189.15	192.32	186.23
Feed cost (won) / kg weight gain	282.90	287.30	280.48
Broiler finisher (5-7 wks) :			
Weight gain	1056.49	1039.26	1072.22
Feed intake	2473.24	2500.04	2538.99
Feed cost (won/kg)	178.86	182.15	176.14
Feed cost (won) / kg weight gain	418.72	438.18	417.09
Total			
Average feed cost (won) / kg weight gain	348.34	359.83	346.85

418.72 원, T<sub>2</sub> 438.18 원, T<sub>3</sub> 417.09 원으로 역시 T<sub>3</sub>가 가장 낮았다. 全期間에 걸쳐 1kg 증체에 필요한 平均 飼料原料費는 T<sub>1</sub> 348.34 원, T<sub>2</sub> 359.83 원, T<sub>3</sub> 346.85 원으로 T<sub>3</sub>가 가장 낮았고 T<sub>2</sub>가 가장 높았다. 이상의 결과를 볼때 zeolite를 2% 첨가할 경우 대조구에 비해 同熱量 및 同蛋白質 수준으로 배합표를 작성하기 보다는 대조구에 zeolite를 단순히 첨가하여 102%로 營養素를 희석시키는 것이 經濟的으로 有利함을 알 수 있다.

#### IV. 摘 要

硅酸鹽礦物質의 일종인 zeolite의 첨가수준이 육계의 生産性에 미치는 영향을 검토하기 위하여 1, 2차에 걸친 飼養試驗을 실시하였다. 본 시험에 使用한 zeolite는 韓國産이며, 1, 2차 共히 broiler 6형 아리(Abor Acres 種)를 각각 60 首와 216 首를 供試하였다. 시험 1에서는 對照區와 대조구에 zeolite를 2% 添加한 區의 2 처리로 하였으며 全, 後期 구분없이 단일사료를 급여하였고, 시험 2에서는 對照區(T<sub>1</sub>)와 대조구에 同熱量, 同蛋白質 수준이 되게 zeolite를 2% 使用한 區(T<sub>2</sub>) 그리고 대조구에 zeolite 2%를 단순첨가한 區(T<sub>3</sub>)의 3 처리로 하였다. 對照區(T<sub>1</sub>)와 zeolite 2% 使用區(T<sub>2</sub>)의 배합표는 각각 least-cost formulation으로 작성되었으며 前期飼料(0~4 주)와 後期飼料(5~7 주)를 각각 급여하였다.

시험 1의 결과에 의하면 4 주령에는 대조구에 비해 zeolite 2% 첨가가 增體量이 유의하게(P<0.05) 낮았으나 5, 6 주에는 증체량이 높아졌고, 總增體量과 總飼料攝取量은 zeolite 2% 첨가가 높았으나 처리간에 유의차는 없었고 飼料效率는 같았다.

시험 2의 결과에 의하면 前期, 後期 및 全期間중의 증체량, 사료섭취량, 사료효율 및 폐사율에 있어서 統計的인 有意差는 없었으나 T<sub>3</sub>구의 增體量 및 飼料攝取量이 높은 경향을 나타내었고 zeolite 처리구(T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>)가 대조구에 비해 飼料效率이 떨어지는 경향을 보였다. 鷄糞의 水分含量은 zeolite 처리구가 대조구에 비해 유의하게(P<0.01) 낮았으며, 夏節期에 가까워질수록 유의하게(P<0.01) 증가하였다.

1kg 증체당 飼料原料費는 T<sub>1</sub> 348.34 원, T<sub>2</sub> 359.83 원, T<sub>3</sub> 346.85 원으로 T<sub>3</sub>가 가장 經濟性이 높았다.

(색인 : 조라이트, 육계, 계분의 수분함량, 산육경 제성)

#### V. 引 用 文 獻

1. A.O.A.C. 1984. Official method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist (14th). A.O.A.C. Washington, D.C.
2. Arscott, C. H. 1975. 1976. Personal communication. cited in Journal of Animal Science 45: 1188-1203.
3. Ballard, R. and H. M. Edwards, Jr. 1988. Effects of dietary zeolite and vitamin A on tibial dyschondroplasia in chickens. Poultry Sci. 67: 113.
4. Edwards, H. M., Jr. 1988. Effect of dietary Calcium, Phosphorus, Chloride, and Zeolite on the Development of Tibial Dyschondroplasia. Poultry Sci. 67: 1436-1446.
5. Mumpton, F. A. and P. H. Fishman. 1977. The application of natural zeolites in animal science and aquaculture. J. Animal Sci. 45: 1188-1203.
6. Onagi, T. 1966. Treating experiments of chicken droppings with zeolite tuff powder. 2. Experimental use of zeolite-tuffs as dietary supplements for chickens. Rep. Yamagata Stock Raising Inst. 7-18.
7. Quiqsenderry, J. H. 1968. The use of clay in poultry feed. Clays and Clay minerals 16: 267.
8. Steel, R. G. C. and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of statistics. 2nd Ed. McGraw-Hill Book Co., Inc. New York, N. Y.
9. Torii, Kazuo. 1974. Utilization of sedimentary zeolites in Japan. U.S.-Japan Cooperative Science Program Seminar on Occurance, Origin and Utilization of Sedimentary Zeolites Circum-Pacific Region, Menlo Park, CA, July, 1974 (Abstr).
10. Waldroup, P. W., G. K. Spencer and N. K. Smith. 1984. Evaluation of zeolite in the diet of broiler chickens. Poultry Sci. 63: 1833-1836.
11. Willis, W. L., C. L. Quarles, D. J. Fagerberg and

- J. V. Shutze. 1982. Evaluation of zeolites fed to male broiler chickens. Poultry Sci. 61: 438-442.
12. 閔丙奭, 金榮一, 吳世正. 1988. Zeolite의 添加水準이 肉鷄의 生産性에 미치는 影響. 韓畜誌 15 : 31 ~ 38.
  13. 李澤遠. 1975. 영계사료에 있어서 Bentonite 와 Zeolite의 飼料的 價値에 關한 研究. 韓畜誌 17 : 625 ~ 628.
  14. 蔣潤煥, 李相珍, 李奎浩, 姜泰洪. 1983. 韓國 産 Zeolite의 鹽基置換容量이 Broiler의 增體, 飼料效率 및 營養素利用率에 미치는 影響. 韓畜誌 25 : 95 ~ 100.
  15. 鄭天容, 李奎浩, 崔大雄, 韓仁圭. 1978. Zeolite의 鹽基置換容量 및 粒子度가 Broiler의 增體, 飼料效率 및 飼料營養素利用率에 미치는 影響. 韓畜誌 20 : 622 ~ 630.
  16. 畜産試驗場. 1974. 肉鷄에 대한 Zeolite 給與 試驗. 未發表論文.