

# 무기태인산과 톱밥발효家畜糞 施用水準이 Alfalfa單播草地의 土壤變化와 生産性에 미치는 影響

신재순 · 임영철 · 이혁호 · 진현주 · 김정갑

## Effects of Productivity of Alfalfa Monoculture by Inorganic Phosphate and Fermented Cow and Poultry Manure Levels Mixed with Sawdust

Jae Soon Shin, Young Chul Lim, Hyuk Ho Lee, Hyun Ju Jin and Jeong Gap Kim

### Summary

To investigate the effects of inorganic phosphate( $P_2O_5$  200kg/ha), fermented cow manures( $P_2O_5$  200kg/ha, 400kg/ha) and poultry manures( $P_2O_5$  200kg/ha, 400kg/ha) levels mixed with sawdust on the soil changes and productivity of alfalfa monoculture, a field experiment arranged by randomized complete block design was conducted at National Livestock Research Institute in Suwon, September, 1993 to December 1995. The results are as follows.

1. Soil pH was changed from 5.40(before experiment) to 6.17(fermented cow manure,  $P_2O_5$  400kg/ha), 6.76(fermented poultry manure,  $P_2O_5$  400kg/ha) and 6.31(inorganic phosphate,  $P_2O_5$  200kg/ha) at 0~5cm depth of subsoil, respectively. Organic contents after experiment were lower as a range of 2.41%~3.15% than those before experiment.
2. Total nitrogen contents of each treatment showed as 0.13%~0.16% at 0~5cm depth of subsoil comparing with before experiment(0.15%). Available phosphate content of inorganic phosphate( $P_2O_5$  200kg/ha) was highest as 405ppm, lowest as 125ppm(fermented poultry manure,  $P_2O_5$  200kg/ha) than before trial(205ppm).
3. K and Ca contents of after experiment were appeared to 0.22%~0.78% and 6.45%~9.45% comparing with before experiment(0.10% and 3.56%), respectively.
4. During two years, average DM yield of fermented cow manure( $P_2O_5$  400kg/ha) was highest as 11,731kg/ha and lowest as 9,017kg/ha at fermented poultry manure plot( $P_2O_5$  200kg/ha) with as sawdust, but no significant difference was found among treatment( $P>0.05$ ).
5. CP production, NEL and TDN yield of fermented cow manure( $P_2O_5$  400kg/ha) were highest as 2,282kg/ha, 69,900kg/ha and 6,392kg/ha, respectively, but no significant difference among treatment( $P>0.05$ ).
6. In inorganic contents of alfalfas, there was not show same tendency in accordance with treatments. As a results mentioned above, it was possible to use 200kg  $P_2O_5$ /ha of fermented cow or poultry manure with sawdust instead of inorganic phosphate fertilizer.

### I. 緒 論

최근 養畜家들은 農畜産物의 開放化 趨勢에 對應하기 위해서 外國에 비해 상대적으로 열악한 環境에

처해 있는 經營規模를 擴大하여 生産費를 節減하기 위한 자구책 마련에 혼신의 노력을 하고 있다. 그러나 그에 따라 다량의 家畜糞尿 發生으로 국가의 환경 보존정책과 맞물려 가축분 處理問題가 축산업의 最

大懸案課題로 떠오르고 있다.

가축분뇨는 그의 物理的 性狀에 따라서 處理形態가 달라지며(原田, 1987), 化學的 組成에 따라서 施用量과 施用形態에 큰 차이를 나타낸다(Van Faassen과 Van Dijk, 1987).

가축분뇨 處理施設形態는 설치 농가에 따라 糞성 오니법, 저장액비, 퇴비화, 톱밥축사, 정화조 그리고 톱밥토양여과 등 다양한 方法으로 설치 운영되고 있다(축산연, 1995). 한편 이렇게 처리된 가축분뇨를 作物에 얼마만큼 사용하여야 하는가에 대한 試驗結果는 많지 않다. 그러나 지금까지의 결과를 살펴보면 주로 禾本科草地(李 등, 1995)나 알팔파(Daliparthy 등, 1994)에 대한 窒素 試驗은 遂行되었지만 두과작물에 질소보다 더 큰 영향을 미치는 磷酸施用에 대한 보고는 거의 없는 실정이다.

본 시험은 톱밥발효우분과 계분에 함유된 인산시용수준이 알팔파 단과초지에 대한 土壤變化와 生産性에 미치는 影響을 調査하기 위해 實施하였다.

## II. 材料 및 方法

本 試驗은 1993年 9월부터 1995年 10월까지 경기도 水原 소재 畜産技術研究所 試驗圃場에서 알팔파單播草地进行 造成하여 實施하였으며 톱밥발효축분은 당 연구소에서 제조하여 사용하였다. 공시톱밥발효우분과 계분의 고형물함량은 각각 60%와 62%, 전질소함량은 1.18%와 1.12% 그리고 인산함량은 1.5%와 3.0%였다. 톱밥발효축분의 시용수준에 따른 인산시용량은 무기태인산의 시용수준과 같은 인산성분량으로 환산하여 사용하였다. 인산시용수준은 무기태인산구(200kg/ha), 톱밥발효우분 200kg/ha, 400kg/ha 그리고 톱밥발효계분 200kg/ha, 400kg/ha의 5수준으로 하여 알팔파단과초지를 造成하였고 무기태인산구는 질소(80kg/ha)와 칼리(70kg/ha)를 요소와 염화가리의 형태로 사용하였다. 기타 처리구는 축분을 전량 사용하였다. 조성 2년차부터 무기태인산구는 매년 인산 150kg/ha, 칼리 240kg/ha를 화학비료로 사용하였으나 가축분시용구들은 造成 3년차부터 사용하였다.

試驗區 面積은 處理當 30m<sup>2</sup>로 난괴법 3반복으로 배치하였다. 越冬率은 播種後 40일째 2×3m 內 定着한 個體에 대해 越冬後 개체수에 대한 백분율로 표시

하였고 生草重은 調査面積內의 植物體를 6cm 높이에서 예취하여 測定하고 60℃의 건조기에서 약 48時間 乾燥하여 單位面積當의 乾物收量으로 하였다.

一般成分 및 無機物分析은 農振廳 分析方法에 따라 遂行되었으며 정미에너지(net energy lactation: NEL)는 Van Es(1978) 그리고 가소화양분총량(total digestible nutrients: TDN)은 Menke 등(1980)의 方法을 이용하여 계산하였고 에너지 계산을 위한 消化率은 畜産技術研究所(1988) 및 DLG(1968, 1991)의 飼料成分表를 利用하였다.

## III. 結果 및 考察

### 1. 試驗前後 土壤變化

토양 pH는 시험전 5.40에서 2년시험후 무기태인산구 및 가축분시용구에서 일반적으로 높아졌으며 토양깊이별로 살펴볼 때 무기태인산구(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 200kg/ha)는 0~5cm에서, 톱밥발효우분구(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 200kg/ha)는 5~10cm, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 400kg/ha구는 0~5cm 그리고 톱밥발효계분(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 200kg/ha)에서는 10~20cm, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 400kg/ha에서는 0~5cm가 가장 높았다. 有機物含量 및 總窒素含量은 各各 시험전 3.50%, 0.15%에서 시험후 모든 처리에서 각각 감소되었으며 토양이 깊어질수록 낮아지는 傾向으로 韓 등(1972)의 結果와 일치하였다.

有效磷酸含量은 試驗前 257ppm에서 試驗後 무기태인산구(0~5cm)에서 405ppm, 톱밥발효우분(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 400kg/ha)은 0~5cm에서 308ppm으로 높게 나타났으나 다른 처리에서는 감소하였으며 토양이 깊어질수록 전처리에서 감소하는 傾向으로 韓 등(1972)의 結果와 일치하였다. 한편 같은 畜糞內에서는 시용량이 많을수록 시험후 인산함량이 높았으며 시용효과는 무기태로 사용한 것이 좋았다. 한편 土壤中 K含量은 시험전에 비해서 시험후 증가하였으며 무기태인산구>톱밥발효계분(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 200kg/ha)>톱밥발효우분(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 200kg/ha)>톱밥발효계분(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 400kg/ha)>톱밥발효우분(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 400kg/ha) 順으로 높게 나타났으나 토양이 깊어질수록 감소하는 傾向이었다. 반면 Ca함량은 시험전보다 시험후 증가하였는데 톱밥발효계분(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 400kg/ha)>톱밥발효우분(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 400kg/ha)>톱밥발효계분(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 200kg/ha)>톱

밭발효우분( $P_2O_5$  200kg/ha) > 무기태인산구 순으로 높  
게 나타났으며 토양이 깊어질수록 감소하였다. Mg 함

량은 시험전과 시험후에 일정한 경향이 나타나지 않  
았지만 토양이 깊어질수록 낮아지는 경향이였다.

Table 1. The chemical properties of soil before and after experiment

Mineral rate (kg/ha)	pH (1:5 H <sub>2</sub> O)	OM (%)	T-N (%)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Exch. cation (me/100g)		
					K	Ca	Mg
before	5.40	3.50	0.15	257	0.10	3.56	0.43
after							
Chemical-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (200kg)							
0~ 5cm	6.31	2.41	0.13	405	0.78	6.45	0.35
5~10cm	5.39	2.25	0.12	176	0.23	4.04	0.17
10~20cm	5.92	1.41	0.08	54	0.27	4.11	0.27
20~30cm	5.27	0.91	0.05	10	0.15	3.48	0.15
Cattle-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (200kg)							
0~ 5cm	5.15	2.90	0.16	132	0.36	7.78	0.94
5~10cm	5.96	2.19	0.13	72	0.26	4.87	0.62
10~20cm	5.71	1.33	0.10	50	0.15	5.16	0.58
20~30cm	5.12	1.14	0.06	12	0.14	5.79	0.53
Cattle-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (400kg)							
0~ 5cm	6.17	3.15	0.13	308	0.22	6.82	0.13
5~10cm	5.65	1.91	0.11	155	0.73	4.79	0.56
10~20cm	5.79	1.86	0.10	75	0.22	4.81	0.43
20~30cm	5.76	0.98	0.07	20	0.08	3.83	0.24
Poultry-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (200kg)							
0~ 5cm	4.48	2.54	0.13	125	0.44	7.49	0.13
5~10cm	5.63	1.98	0.11	85	0.26	5.41	0.78
10~20cm	5.71	1.79	0.10	33	0.21	6.75	0.06
20~30cm	5.49	1.14	0.07	17	0.06	4.20	0.25
Poultry-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (400kg)							
0~ 5cm	6.76	2.58	0.14	236	0.23	9.44	0.66
5~10cm	5.91	2.19	0.13	103	0.09	5.66	0.46
10~20cm	5.59	2.25	0.11	97	0.11	5.05	0.38
20~30cm	5.54	1.16	0.07	16	0.14	4.53	0.23

## 2. 越冬率, 植生 및 乾物收量

播種 다음해 이른봄에 調査한 越冬率은 表 2에  
서 보는 바와 같이 무기태 磷酸을 사용한 區의 91.2  
%에 비해서 톱밭발효우분( $P_2O_5$  200kg/ha)구를 제외하  
고는 약간 낮게 나타났다. 같은 발효축분내에서는

$P_2O_5$  200kg/ha시용구가  $P_2O_5$  400kg/ha시용구보다 각  
각 높게 나타났다.

한편 시험개시시 알팔파 비율은 65%~83%에서 시  
험종료후 55~90%까지 나타났다. 그런데 무기태인산  
시용구( $P_2O_5$  200kg/ha)는 65%에서 70%, 톱밭발효우

분( $P_2O_5$ , 200kg/ha,  $P_2O_5$ , 400kg/ha)구는 각각 70%→82%, 83%→90%로 증가한 반면 톱밥발효계분( $P_2O_5$ , 200kg/ha,  $P_2O_5$ , 400kg/ha)구는 각각 68%→56%, 68%→55%로 감소하였는데 이는 供試畜糞中 磷酸含量的 影響보다 칼리함량의 차이라고 사료된다(톱밥발효우분 1.58%, 톱밥발효계분 0.30%).

2년간 조사된 ha당 건물수량을 살펴보면 톱밥발효우분( $P_2O_5$ , 400kg/ha)구가 가장 높았고 톱밥발효계분

( $P_2O_5$ , 200kg/ha)구가 가장 낮아 톱밥발효우분( $P_2O_5$ , 400kg/ha)구 11,731kg, 톱밥발효계분( $P_2O_5$ , 200kg/ha)구 11,050kg, 톱밥발효계분( $P_2O_5$ , 400kg/ha)구 10,414kg, 무기태인산시용( $P_2O_5$ , 200kg/ha)구 9,824kg 그리고 톱밥발효계분( $P_2O_5$ , 200kg/ha)구 9,017kg을 보였지만 統計的으로 有意差가 없어서( $P>0.05$ ) 무기태인산 시용 대신 톱밥발효축분을 대신 사용할 수 있다고 사료된다.

Table 2. The winter survival, botanical composition and dry matter yield of alfalfa as affected by phosphate fertilizations

Mineral rate (kg/ha)	Winter survival (%)	alfalfa ratio(%)		DM yield (kg/ha)		
		beginning	after	1994	1995	average
Chemical- $P_2O_5$ (200kg)	91.2	65	70	10,337 <sup>a</sup>	9,311 <sup>a</sup>	9,824 <sup>a</sup>
Cattle- $P_2O_5$ (200kg)	92.6	70	82	11,143 <sup>a</sup>	10,957 <sup>a</sup>	11,050 <sup>a</sup>
Cattle- $P_2O_5$ (400kg)	88.6	83	90	11,230 <sup>a</sup>	11,935 <sup>a</sup>	11,731 <sup>a</sup>
Poultry- $P_2O_5$ (200kg)	91.2	68	56	9,478 <sup>a</sup>	8,556 <sup>a</sup>	9,017 <sup>a</sup>
Poultry- $P_2O_5$ (400kg)	89.3	68	55	9,927 <sup>a</sup>	10,901 <sup>a</sup>	10,414 <sup>a</sup>

\* Same letter are not significant different at 5% level by Duncan's multiple range test.

### 3. 單位面積當 CP 및 energy生産量

단위면적당 energy생산량은 表 3에서 보는 바와 같다. 조단백질 생산량의 경우 톱밥발효우분의 ha당 수량이 각각 2,253kg/ha( $P_2O_5$ , 200kg/ha), 2,282kg/ha ( $P_2O_5$ , 400kg/ha)으로 대조구인 무기태인산시용( $P_2O_5$ , 200kg/ha)구의 1,945kg보다 높았으며 톱밥발효계분의 경우는 대조구보다  $P_2O_5$ , 400kg/ha(2,191kg) 시용에서 높았지만  $P_2O_5$ , 200kg/ha(1,823kg)시용시는 보다 낮게 나타났다.

젖生産을 위한 정미에너지(NEL) 역시 같은 경향으로 나타났다(表 3). 한편 고기生産을 위한 澱粉當量 (StE)은 NEL과 반대경향으로 톱밥발효계분구들의 수량이 각각 5,868kg( $P_2O_5$ , 200kg/ha), 5,797kg( $P_2O_5$ , 400kg/ha)으로 톱밥발효우분구들의 5,736kg( $P_2O_5$ , 200kg/ha)과 5,678kg( $P_2O_5$ , 400kg/ha)보다 2.3%와 2.1% 각각 높았다. 可消化養分總量(TDN)은 톱밥발효우분구가 톱밥발효계분구보다 높았으며 무기태인산 시용구가 가장 낮았다. 같은 축분내에서는 시용량이 많을수록 수량도 훨씬 증가하였다.

Table 3. Crude protein(CP) and energy(NEL, StE and TDN) yield of alfalfa as affected by phosphate fertilizations

Mineral rate (kg/ha)	CP (kg/ha)	NEL (MJ/ha)	kStE/ha	TDN (kg/ha)
Chemical- $P_2O_5$ (200kg)	1,945 <sup>a</sup>	59,239 <sup>a</sup>	5,844 <sup>a</sup>	4,948 <sup>a</sup>
Cattle- $P_2O_5$ (200kg)	2,253 <sup>a</sup>	66,258 <sup>a</sup>	5,736 <sup>a</sup>	6,094 <sup>a</sup>
Cattle- $P_2O_5$ (400kg)	2,282 <sup>a</sup>	69,900 <sup>a</sup>	5,678 <sup>a</sup>	6,392 <sup>a</sup>
Poultry- $P_2O_5$ (200kg)	1,823 <sup>a</sup>	55,014 <sup>a</sup>	5,868 <sup>a</sup>	5,098 <sup>a</sup>
Poultry- $P_2O_5$ (400kg)	2,191 <sup>a</sup>	63,213 <sup>a</sup>	5,579 <sup>a</sup>	5,829 <sup>a</sup>

\* Same letter are not significant different at 5% level by Duncan's multiple range test.

#### 4. 牧草의 無機物含量

무기물은 動物에게 그 함량자체도 重要하지만 이들 相互比率의 不均衡으로 인해 경우에 따라서는

이상증세를 유발하기도 한다(Menke 등, 1980). 처리 별 목초의 무기물함량 및 이들의 비율은 표 4와 같다.

Table 4. Mineral contents in percentages, Ca/P ratio and K/(Ca+Mg) ratio of alfalfa as affected by phosphate fertilizations

Mineral rate (kg/ha)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Ca/P	K/Ca + Mg equ.
Chemical-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (200kg)	0.29	2.08	1.47	0.46	5.07	0.48
Cattle-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (200kg)	0.27	2.08	2.24	0.48	8.30	0.35
Cattle-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (400kg)	0.40	1.98	2.03	0.40	5.08	0.38
Poultry-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (200kg)	0.41	1.23	2.86	0.36	6.98	0.18
Poultry-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (400kg)	0.29	2.08	1.79	0.43	6.17	0.43

먼저 磷含量을 살펴보면 全處理가 0.27%~0.41%로서 Fleischel(1973)이 報告한 목초의 적정함량인 0.45%에는 미치지 못하지만 Zum(1968)이 제시한 건물함량의 0.25%~0.46% 範圍에는 속하여 무기태인산시용 대신 燐발효우분 또는 계분의 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 200kg/ha 시용하여도 무방하였다. 또 목초중 칼리의 적정함량은 2.0%~2.5%라고 Fleischel(1973)과 Menke 등(1980)은 제시하였고 Zum(1968)은 1.93%~3.38%라고 하였는데 본 시험에서는 Fleischel(1973)이나 Menke 등(1980)이 보고한 범위에 속하였다.

본 시험에서 목초의 칼슘함량은 1.47%에서 2.86%로 Fleischel(1973)의 0.6%~0.7%, Zum(1968)의 0.66%~1.00%보다 훨씬 높은 수준이었다. 목초내 고토의 적정함량은 0.2%~0.25%이며(Zum, 1968; Fleischel, 1973), grass tetany 발생가능 Mg함량은 0.2% 以下인데(鄭 등, 1984), 본 시험에서는 0.36%~0.48%로서 상당히 높은 結果를 나타냈다.

한편 목초의 Ca:P의 含量比는 보통 1.8~2.0:1 정도가 適當한데(Menke 등, 1980), 表 4에서 보는 바와 같이 5.07~8.30로서 월등히 높은 수준이었다. 이것은 칼슘함량이 상당히 높는데 기인되었다고 思料된다. 알팔과의 K/Ca+Mg 當量比는 2.2 이상에서 家畜의 grass tetany 發生可能要素가 되는데(鄭 등, 1984), 表 4에서는 0.18%~0.48%로 상당히 낮은 結果를 나타냈다.

#### IV. 摘 要

무기태인산과 燐발효가축분 水準이 알팔과 單播 草地의 土壤變化와 生産性에 미치는 影響을 究明코자 무기태인산(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 200kg/ha)과 燐발효우분 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 200kg/ha, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 400kg/ha 그리고 燐발효계분 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 200kg/ha, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 400kg/ha의 5처리를 난괴법 3반복으로 포장배치하여 1993년 9월부터 1995년 10월까지 축산 기술연구소에서 實施한 結果는 다음과 같다.

1. 土壤 pH는 시험전 5.40보다 2년시험후 토양에서 表土 0~5cm의 경우 燐발효우분(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 400kg/ha)區에서 6.17, 燐발효계분(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 400kg/ha)區에서 6.76 그리고 무기태인산(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 200kg/ha)區가 6.31로 높았다. 有機物함량은 시험전보다 시험후 2.41%~3.15%로 낮게 나타났다.

2. 總窒素含量은 시험전 0.15%에서 시험후 각 처리 0~5cm에서 0.13%~0.16%로 나타났다. 有效磷酸含量은 시험전의 257ppm에서 시험후에는 무기태인산구인 405ppm로 가장 높았고 燐발효계분 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 200kg/ha구가 125ppm으로 가장 낮았다.

3. 칼리含量과 칼슘함량은 表土 0~5cm에서 시험전 각 0.10%, 3.56%에서 시험후 0.22%~0.78%, 6.45%~9.44%로 높게 나타났으며 마그네슘함량은 일정한 傾向을 나타내지 않았다.

4. 2년 平均 乾物收量은 燐발효우분 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 400

kg/ha(11,731kg/ha) > 톱밥발효우분 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 200kg/ha (11,050kg/ha) > 톱밥발효계분 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 400kg/ha(10,414 kg/ha) > 무기태인산 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 200kg/ha(9,824kg/ha) > 톱밥발효계분 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 200kg/ha(9,017kg/ha)로 높게 나타났지만 統計的인 有意差는 없었다(P>0.05).

5. 톱밥발효우분(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 400kg/ha)에서 粗蛋白質收量, 정미에너지(NEL) 및 가소화영분총량(TDN)이 각각 2,282kg/ha, 69,900MJ/ha 그리고 6,392kg/ha으로 가장 높았지만 有意差는 없었다(P>0.05).

6. 알팔과 植物體의 無機物含量은 畜糞種類 및 施用量에 따라 일정한 傾向을 나타내지 않았다.

이상의 結果로 볼 때 알팔과단과 재배시 ha當 200kg의 무기태인산시용 해당량을 톱밥발효우분이 나 계분으로 시용하여도 가능할 것으로 사료된다.

## V. 引用文獻

1. Daliparthy, J., S.J. Herbert and P.L.M. Veneman. 1994. Dairy manure applications to alfalfa: crop response, soil nitrate and nitrate in soil water. *Agron. J.* 86(6):927-933.
2. DLG. 1968, 1991. DLG-Futterwertabelle für Wiederkäuer. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
3. Fleischel, H. 1973. *Duengung Tiergesundheit.* Verlag Gerhard Rautenberg, Leer: 18-19.
4. Menke, K.H. und W. Huss. 1980. *Tierernaehrung und Futtermittelkunde.* Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart: 34-41, 103, 293-297.
5. Van Es, A.J.H. 1978. *Livestock Production Science.* 5-334.
6. Van Faassen, H.G. and H. Van Dijk. 1987. Manure as a source of nitrogen and phosphorus in soils. *Procc. Intern. Symp. of the European Grassland Federation.* Wageningen, The Netherlands. In H.G. Van der Meer, R.J. Unwin. T.A. Van Dijk and G.C. Ennik(edis.). *Animal manure on grassland and folder crops. Fertilizer or waste? Developments in plant and soil Sci.* 30:47-73. Martinus Nijhoff Pub. Dordrecht, The Netherlands.
7. Zum, W. 1968. *Neuzeitliche Duengung des Gruenlandes.* DLG-Verlag, Frankfurt(Main):69-84.
8. 原田立青生. 1987. 微生物の活用による畜産 廢棄物の處理と利用. *畜産研究.* 42(8):335-360.
9. 이주삼, 김성준, 권진욱. 1995. 무기태질소와 액상 구비의 시용수준이 Orchardgrass초지의 건물수량과 식생구성에 미치는 영향. *한초지* 15(1):43-51.
10. 정연규. 1984. 초지토양관리와 비료. *가리연구회.* 270-276.
11. 축산시험장. 1988. 한국표준사료성분표.
12. 축산기술연구소. 1995. 가축분뇨자원화를 위한 기술 지침서. 1-110.
13. 한동욱, 이중재. 1972. 밭토양의 생산력증진을 위한 용성인비의 효과적인 시비법에 관하여. *韓土肥誌.* 5(2):53-58.