

火山灰土壤 草地에서 堆肥施用이 牧草生産 및 磷酸利用에 관한 研究*

金文哲, 宋成俊, 鄭昌朝

Studies on the Phosphorus Utilization of Orchardgrass and Ladino Clover as Affected by Compost Application in Volcanic Ash Soils.

Kim Moon-chul, Song Seong-jun, Choung Chang-cho

Summary

The growth response of pasture species on phosphorus utilization of two compost application methods was compared on black and very dark brown volcanic ash soils.

With the expectation of orchardgrass in very dark brown soils, the establishment of pasture species was reduced if seed was mixed P-fertilizer and compost when compared with no compost or compost treatment not mixed with seed and P-fertilizer. Compost treatment caused increasing dry matter yields of pasture in the two soil types tested. However, ladino clover, grown in black soil, did not benefit from compost treatment. There was a higher P content of pasture in very dark brown soil than in black soil, but compost treatment did not have any effect on the P content of pasture species. The Ca and Mg content of pasture species also did not be affected by compost application. When compared with orchardgrass to the contents, there were higher in ladino clover. As the cutting time advanced, these of ladino clover increased, but orchardgrass decreased.

序 論

해발 200에서 600m 범위에 位置한 濟州草地改良 對象地의 土壤은 주로 黑色(21.63%)과 濃暗褐色土(41.37%)로 構成되어 있다. 이들 토양은 母材가 火山灰土로서 化學的 風化가 급속도로 進行되어 多量의 礫기가 遊離됨에 따라 酸性이 強해지고 脫珪酸作用이 進行되어 非晶質 粘土鑛物인 Allophane이 형성되며 이 Allophane에서 Al이 유리되어 活性化 성질이 強하다(柳 등, 1984). 한편 火山灰土壤에서는

토양미생물의 活動이 Allophane에 의해 제한되고 또 施用磷酸이 Allophane에 의해 固定되어 人산缺乏을 일으키고 유기물의 分解가 阻害되어 다량의 腐植이 集積되는 것으로 Aomine 등(1955)은 報告하였다. 柳(1978)은 이런 토양에서 施用되는 人산의 固定을 막기 위해 堆肥와 磷酸肥料의 混合施用을 권장하였다.

따라서 本 研究은 堆肥와 混合으로, 施用된 人산의 고정을 막아 牧草에 吸收, 利用되는 效果를 究明코저 濟州大放射能利用研究所에서 遂行되어졌다.

* 本 研究은 1984 年度 文敎部 學術研究造成費에 의하여 遂行되었음.

材料 및 方法

堆肥를 사용하여 牧草의 磷酸利用能力을 增進시키기 위한 方法을 提示코져 1984年 3월부터 10월까지 濟州大 放射能 利用 研究所에서 pot(깊이 18cm, 직경 58cm, 넓이 0.264cm^2 , $0.264 \times 10^3/\text{ha}$) 시

험으로 수행하였다.

供試土壤은 黑色과 濃暗褐色土로서 黑色火山灰土壤은 北濟州郡 朝天面 산궁부리 東北쪽의 鹿山統土壤이고 濃暗褐色火山灰土壤은 濟州市 我羅洞 濟州大 區內的 濟州統土壤을 取하였으며 이들 토양은 肥料를 施用한 적이 없는 것이었다. (Table 1 참조)

Table 1. Chemical properties of soil tested

Soil type	pH	Organic matter (%)	Available P_2O_5 (ppm)	Exchangeable cation (me/100g)			CEC (me/100g)
				Ca	Mg	K	
Black volcanic soil	5.7	19.0	20.3	0.8	1.2	0.56	9.2
Very dark brown volcanic soil	5.6	4.6	15.3	0.6	0.6	0.59	8.6

供試草種은 orchardgrass(*Dactylis glomerata*)와 ladino clover(*Trifolium repens*)로서 ha當 30kg 基準으로 pot에 散播하였다.

堆肥는 大學牧場에서 생산한 完熟된 것을 ha當

15ton을, 그리고 N, P_2O_5 , K_2O 는 各各 150, 200, 100kg을 施用하였다. 實驗設計는 表2와 같으며 收穫은 6月 18日, 7月 10日, 8月 22日에 各各 實施하였다.

Table 2. Experimental design

Plots	Details
Main plot (2 soils)	Black volcanic soil Very dark brown volcanic soil
Split plot (2 species)	Orchardgrass Ladino clover
Split split plot (3 compost treatments)	A=control (no compost) B=be applied compost not mixed with P fert. and seed C=be applied compost mixed with P fert. and seed

牧草의 初期生育狀態를 파악하기 위해 定着率을 調査하였고 每區當 20cm×20cm 크기의 방형틀을 설치하여 定着株數를 調査하였다. 植物體分析에 있어서 試料는 Ammonium molybvanadate法에 의하여 UV/visible spectrophotometer로 470nm領域에서 植物體의 磷含量을 分析하고 磷分析을 위해 分解시킨 溶液을 使用하여 Ca 및 Mg를 Atomic spectrophotometer(Perkin elemer, 2380)로 그리고 N含量은 Macrokjeldahl法에 의해 分析하였다.

結果 및 考察

1. 生育狀況

火山灰土에서 礬土性植物의 未分解物이 Al과 킬레이트 形態로 되어 集積되므로(柳, 1978), P_2O_5 를 土壤에 施用할 때 植物에 利用하기 어려운 형태로 固定해 버린다(愼 등, 1964). 따라서 P_2O_5 施用時

가능한 限 토양과의 接觸을 적게하는 施用方法이 磷酸利用效率을 높이는 方法이라고 柳(1978)는 報告하였다.

種子와 磷酸肥料를 堆肥와 混合시키므로 비료와

種子間的 接觸을 최소화시키고 또한 종자가 비료 주위에 머물도록 하므로 인산비료 吸收가 용이할 것이라는 期待하에 시험이 수행되어 졌으며 그 시험 結果로서 牧草의 定着狀態는 表3과 같다.

Table 3. Effect of compost application on orchardgrass and ladino clover establishment in two different volcanic ash soil types (%)

Treatment	Black volcanic soil		Very dark brown volcanic soil	
	Orchardgrass	Ladino clover	Orchardgrass	Ladino clover
A	59.1	42.9	42.0	63.3
B	41.4	47.9	43.7	61.1
C	27.7	36.8	47.8	43.2
Mean	42.7	42.5	44.5	55.9

表에서 보는 바와 같이 濃暗褐色土壤에서 자란 orchardgrass를 除外하고 堆肥, 磷酸肥料 및 種子를 混合하여 과중하므로 定着率이 저조하였다. Cummins등(1961)의 報告에 따르면 옥수수의 경우, 종자가가이에 肥料가 두어지게 되면 發芽가 저해된다고 하였으나 이런 原因보다는 종자와 비료가 混合처리된 퇴비덩이가 토양속에 잘 묻히지 않아 수분 吸收 상태가 不良하여 發芽率이 저조했던 것으로 추정된다. 퇴비처리方法에 관계없이 黑色土壤에서 보다 濃暗褐色土壤에서 定着率이 양호했던 結果를 表에서 볼 수 있다. 이는 농암갈색토양에서 보다 黑色土에서 假密度와 眞密度가 낮으므로 토양이 輕송하여 수분부족으로(愼 등, 1975) 發芽에 불리했던 것으로 판단된다.

Orchardgrass와 ladino clover間에 비교해 볼 때 荳科인 ladino clover의 정착율이 높으며 이는 金등(1971)의 보고와 一致하고 있다. 흑색토에서는 두 과와 禾本科 間에 定着率 차이가 크지 않으나 濃暗褐色土에서는 큰 차이를 보이고 있다.

堆肥處理에 의한 磷酸肥料 利用狀態를 비교키 위해 收穫時期別로 나누어 草長變化를 조사한 결과 (Fig. 1과 2) 生育이 진행됨에 따라 퇴비처리구가 堆肥無處理施用區보다 草長이 커지고 있으며 orchardgrass의 경우 같은 퇴비처리區 中 2회와 3회 수확시기에 가까울수록 토양종류에 관계없이 肥料와 種子를 堆肥와 혼합시킨 처리에서 근소한 差異의

草長增加가 이뤄지고 있었다. 따라서 牧草가 定着된 후에는 肥料와 종자가 가까이 위치해야 肥料吸收가 용이하였으며 이는 Robinson등(1959)과 Tesar등(1954)의 결과와 부합되는 경향이였다. 또한 柳(1978)도 火山灰土壤에서 堆肥와 肥料를 혼합시용하는 方法이 가장 效率的이라고 하였다.

2. 乾物收量

堆肥施用은 牧草生産에 좋은 效果를 주었다 (Table 4 참조). 그러나 牧草가 자란 土壤에 따라 아주 차이가 크다. 黑色土壤에서는 堆肥無施用區와 施用區 間에 比較시 牧草生産量에 차이가 크지 못하는데 反해 濃暗褐色土에서는 큰 차이를 보이고 있다. 牧草의 건물수량을 두가지 土壤間에 比較할 때 김등(1985^a, 1985^b)의 보고와 같이 濃暗褐色土에서 增加되었다. 이런 結果는 orchardgrass나 ladino clover 共히 같은 傾向이었다. 本 研究 結果에서 黑色土壤의 낮은 건물수량은 높은 유기물함량에 原因이 있는 듯 하다. 難分解性 유기물이 다량으로 集積된 토양이므로(柳 등, 1984) 시용인산이 토양에 固定되어 牧草에 吸收되지 못한 것으로 추정된다.

3. 牧草의 營養素 成分變化

堆肥施用에 따라 火山灰土壤에서 牧草의 P吸收에

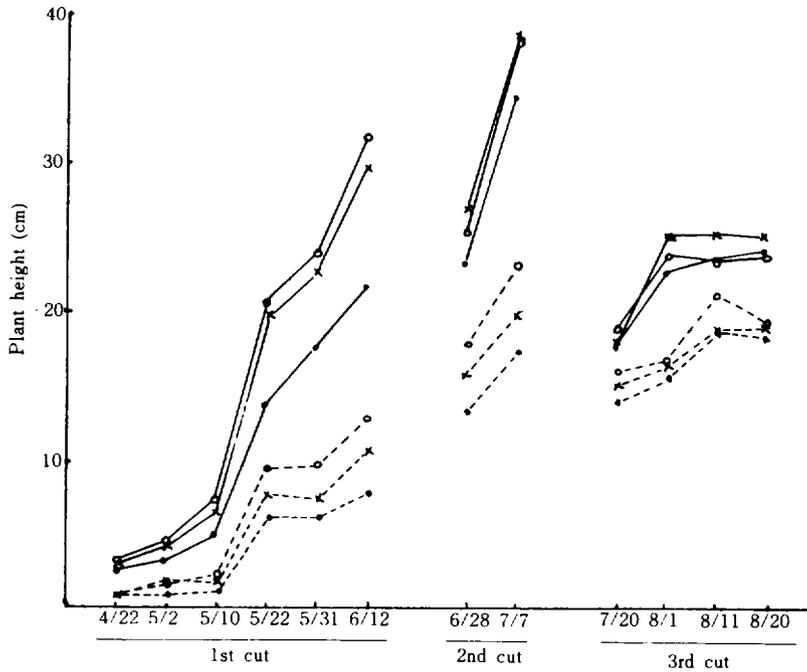


Figure 1. Changes of orchardgrass and ladino clover height on 3 different compost application methods as growth period advanced in very dark brown soil.

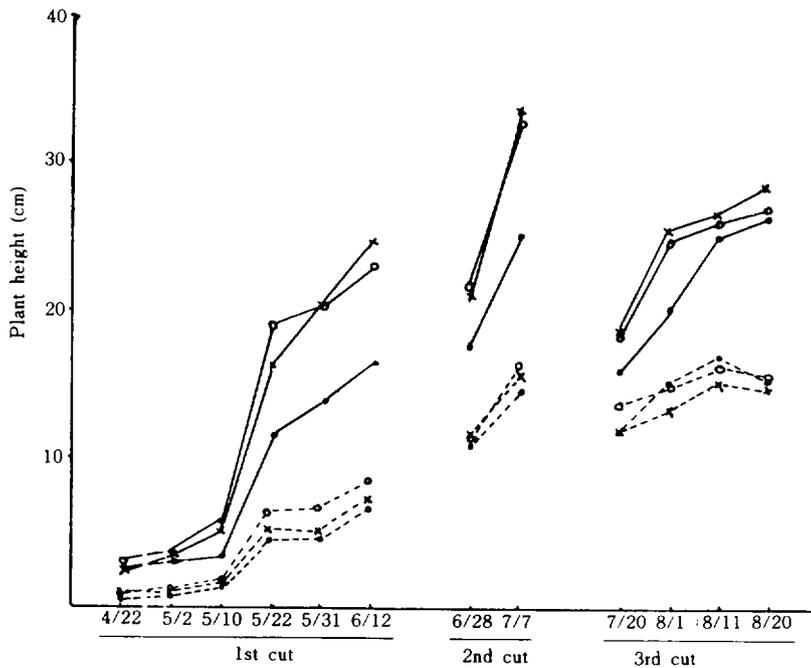


Figure 2. Changes of orchardgrass and ladino clover height on 3 different compost application methods as growth period advanced in black soil.

Table 4. Effect of compost application on dry matter yield of orchardgrass and ladino clover (g/pot)

Soil type	Species	Compost treatment	Harvested date			Total
			June 18	July 10	Aug. 22	
Black soil	Orchard-grass	A	10.48	27.52	34.26	72.26
		B	36.33	41.11	38.37	115.81
		C	22.47	33.76	27.06	83.29
	Ladino clover	A	3.47	18.95	29.83	52.25
		B	6.83	29.02	30.82	66.67
		C	5.47	25.50	27.96	58.93
Very dark brown soil	Orchard-grass	A	21.77	40.00	27.88	89.65
		B	50.77	50.34	45.39	146.50
		C	45.13	51.82	40.18	137.13
	Ladino clover	A	4.93	24.85	39.35	69.13
		B	23.23	51.76	52.55	127.54
		C	16.37	49.66	47.30	113.33

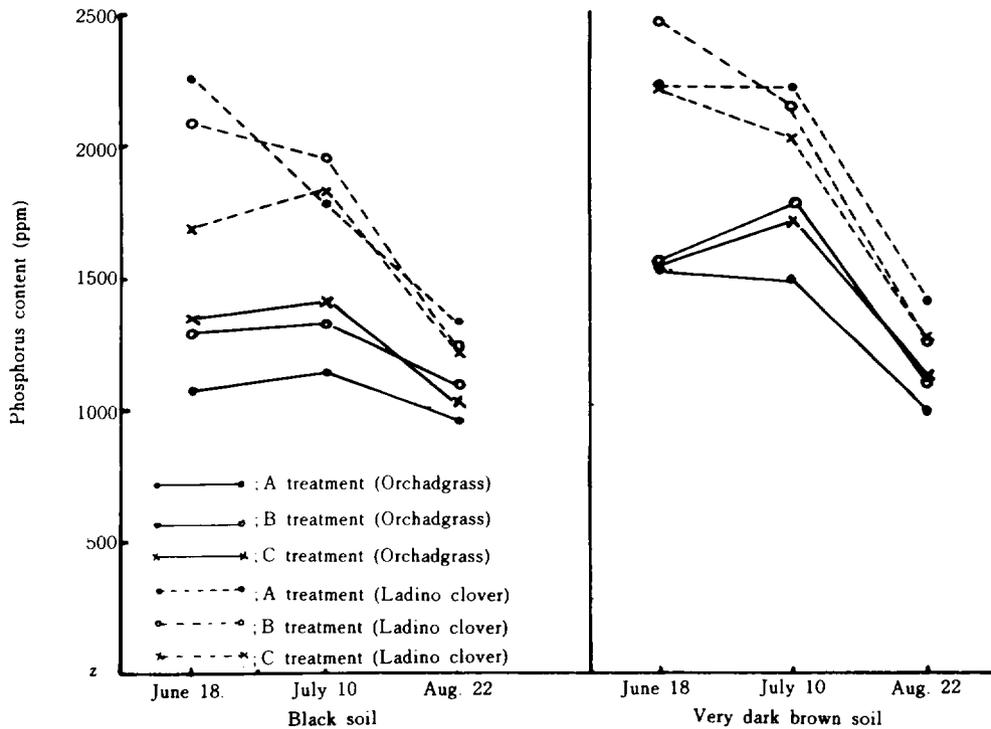


Figure 3. Phosphorus changes of orchardgrass and ladino clover on 3 different compost treatments as growth period advanced

어떻게 영향이 미치는지 調査코져 分析 測定한 결과는 Fig. 3과 같다.

그림에 따르면 그 차이는 크지 않지만 草種에 따라 牧草內 磷함량에 차이가 있다. Orchardgrass는

堆肥施用으로 P함량이 증가되는 추세이지만 ladino clover는 그 效果가 發見되지 않았다. 두 草種 모두는 黑色土壤 보다 濃暗褐色土壤에서 P含量이 높아졌다. 表1에서 볼 수 있는 바와같이 黑色土壤에서

Table 5. Effects of compost application on nitrogen content of orchardgrass and ladino clover in two different volcanic soils (%)

Soil type	Species	Compost treatment	Harvest date			
			June 18	July 10	Aug. 22	Mean
Black soil	Orchard-grass	A	3.34	3.38	1.95	2.89
		B	2.81	2.87	1.75	2.48
		C	3.25	3.37	1.84	2.82
	Ladino clover	A	3.22	3.07	2.30	2.86
		B	3.15	2.95	2.29	2.80
		C	3.27	3.10	2.37	2.91
Very dark brown soil	Orchard-grass	A	3.05	2.58	1.55	2.39
		B	2.87	2.52	1.37	2.25
		C	3.08	2.56	1.41	2.35
	Ladino clover	A	2.93	2.53	2.39	2.62
		B	2.89	2.87	2.52	2.76
		C	3.15	2.70	2.39	2.75

보다 높은 腐植이 함유되어 이로 因해 시용인산의 固定을 야기시킨 것(柳 등, 1984)으로 추정할 수 있다.

表5는 牧草의 질소퍼센트를 나타낸 것으로서 堆

肥施用方法이나 토양종류 間에는 차이가 발견되지 않았다. 草種間 比較에서 3차수확시에 化분과인 orchardgrass보다 두과인 ladino clover의 질소함량이 다소 많았다.

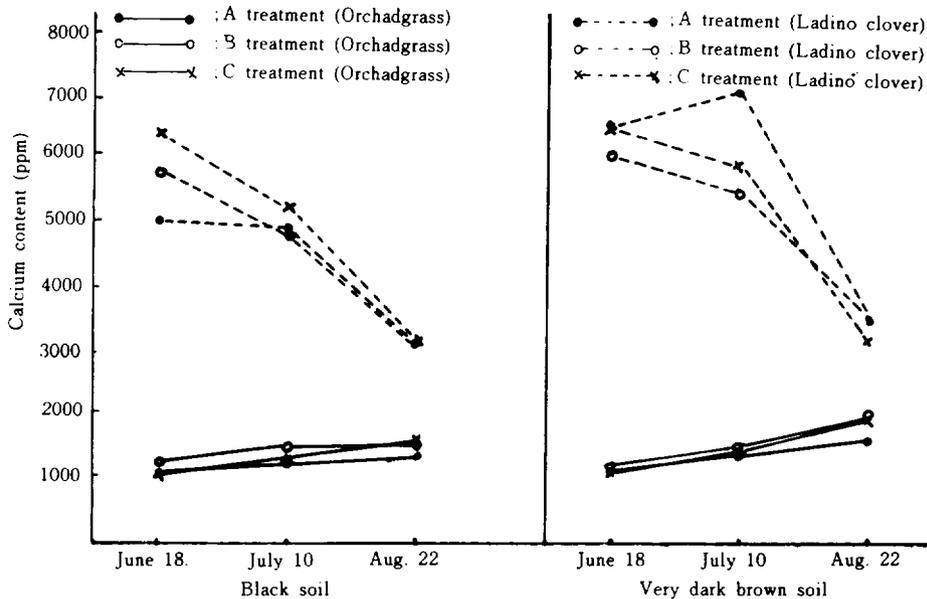


Figure 4. Calcium changes of orchardgrass and ladino clover on 3 different compost treatments as growth period advanced.

牧草의 Ca含量에 대한 퇴비처리 효과가(Fig. 4) orchardgrass나 ladino clover에서 찾아볼 수 없었다. 다만 ladino clover가 orchardgrass보다 그 함량이 높았다. 이는 金 등(1985^a), 金 등(1985^b)의 결과에 同一하였다. 刈取時期別로 比較했을 때 orchardgrass는 刈取回收가 진행될수록 微微하지만 增加하

여 Heath 등(1973)의 보고와 一致하였다. 그러나 ladino clover의 경우는 오히려 감소하였다. 이런 현상은 두가지 토양에서 모두 같은 경향을 보였다. 다만 clover에 대해 Heath 등(1973)의 결과와 일치하지 않은 점이 의문이다.

牧草의 Mg含量은 그림 5에서 보는 바와 같이 堆

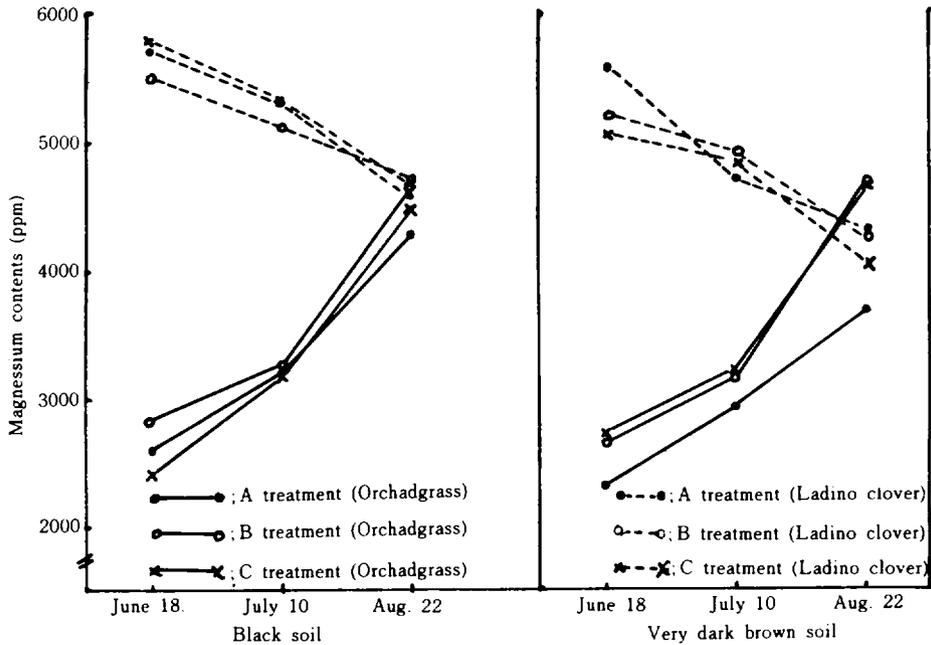


Figure 5. Magnesium changes of orchardgrass and ladino clover on 3 different compost treatments as growth period advanced.

肥처리에 의한 영향을 받지 않았다. 오(1978)는 유기물의 분해는 칼슘과 마그네슘이 함유된 인산염과 탄산염의 용해를 돕는다고 하여 牧草의 Ca와 Mg含量을 增加케 할 것으로 期待하였다. 그러나 結果는 달랐다. 단 한가지 예외는 濃暗褐色土壤에서 자란 orchardgrass가 堆肥施用으로 多少 增加하는 추세를 보였다. 刈取時期別 Mg含量변화를 볼 때 두과인 ladino clover는 감소하나 orchardgrass는 增加하였다.

有機物은 各種 養分의 보고인 同時에 미량요소의 주요 공급원이며 산지토양에서 保肥力과 保水力을 높이고 토양침식의 저항력을 높여 주는 동시에 토양

구조의 改善에 기여한다고 柳(1978)은 보고하였다. 또한 Fuller 등(1949)도 녹비속에 作物生育이 적합한 磷이 함유되었고 인산과 유기물을 混合시키면 磷酸固定을 방지시켜 그 效果를 上昇시킨다고 Bradley 등(1953)이 보고한 것처럼 퇴비사용으로 乾物收量이나 일부초종의 磷함량에 多少 增加를 가져왔다. 그러나 건물수량을 除外하고는 그 結果가 微微한 정도이고 기타 Ca, Mg, N 등의 含量 또는 牧草의 定着에 效果가 뚜렷치 않았다. 특히 種子, 비료를 堆肥와 혼합사용하므로 P비료가 토양과 접촉을 최소화시켜 인산고정을 막으므로 磷흡수를 有利하게 할 것이라는 柳(1978)의 보고에 따라 시험이 수행되었으나 結

과가 좋지 않았다. 아마 이 原因은 종자와 P비료로 혼합된 퇴비덩이가 토양속에 잘 묻히지 않아 수분탈취로 因해 種子의 發芽가 나빴고 따라서 初期生育의 부진했던 것이 아닌가 추정된다.

그러나 生育이 진행됨에 따라 퇴비, 종자 및 비료를 혼합한 처리區의 牧草生育이 增進되는 것으로 판단할 때 그리고 일부 草種에서 磷含量이 增加된 경우도 있으므로 漸進의 연구가 이 方面에서 수행되어 진다면 더 좋은 效果도 기대할 수 있겠다.

摘 要

牧草의 磷酸利用에 미치는 堆肥施用效果를 究明키 위해 黑色 및 濃暗褐色 火山灰土壤에서 시험이 수

행 되었다.

堆肥에 종자 및 P비료를 혼합사용한 처리가 無堆肥區나 퇴비, 종자, 비료 分離施用區 보다 定着率이 不振하였다. 단 濃暗褐色土壤에서 orchardgrass만이 例外였다. 堆肥에 종자와 인산비료를 혼합 사용하므로 두가지 토양 모두에서 牧草收量이 저하되었고 黑色土壤에서 특히 저조하였다. Ladino clover는 특히 黑色土壤에서만 퇴비처리效果를 얻지 못하였다. 牧草內 인함량은 濃暗褐色土壤에서 높았으며 堆肥處理가 牧草의 人함량에 影響을 주지 않았다. 牧草의 Ca와 Mg함량도 퇴비처리 效果가 發見되지 않았으며 草種間 比較시 orchardgrass보다 ladino clover에서 높았다. 刈取時期가 進行됨에 따라 ladino clover에서는 그 함량이 減少하였고 orchardgrass에서는 증가하였다.

參 考 文 獻

- Aomine, S., N. Voshinaga, 1955. Clay minerals of some will-drained volcanic ash soil in Japan. *Soil Sci.*, 79: 349-358.
- Bradley, D. B., D. H. Seiling, 1953. Effect of organic anions and sugars on phosphate precipitation by iron aluminum as influenced by pH. *Soil Sci.*, 76: 175-179.
- Cummins, D. G., W. C. Parks, 1961. The germination of corn as affected by various fertilizer salts at different soil temperature. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 25: 47-49.
- Fuller, W. H., L. A. Dean, 1949. Utilization of phosphorus from green manures. *Soil Sci.*, 68: 197-202.
- Heath, M. E. 1973. Forages, 3rd. The Iowa State Univ. Press; 185-296.
- Robinson, R. R., V. G., Sprague, C. G. Gross, 1959. The relation of temperature and phosphate placement to growth of clover. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 23: 225-228.
- Tesar, M. B., Kirk Lawton, Bergene Kawin. 1954. Comparison of band seeding legumes. *Agron. J.*, 46: 189-195.
- 金東岩, 姜昌中. 1971. 잔디 優占草地에 있어서 orchardgrass의 定着에 미치는 競合要因에 關한 研究. 1. 窒素, 磷酸, 石灰 및 잔디被覆이 牧草의 定着과 殘存에 미치는 影響. *韓畜誌*, 13: 341-51.
- 金文哲, 鄭昌朝, 金東岩, 1985^a. 濟州火山灰土壤에 있어서 牧草의 磷酸利用에 關한 研究. I. 濃暗褐色 火山灰土壤에 있어서 牧草類의 磷酸肥料利用, *韓畜誌*, 27: 125-132.
- 金文哲, 鄭昌朝, 金東岩, 1985^b. 濟州火山灰土壤에 있어서 牧草의 磷酸利用에 關한 研究, II. 黑色火山灰土에서 orchardgrass와 ladino clover의 熔磷과 磷鑛石利用. *韓畜誌*, 27: 59-66.
- 吳旺根, 1978. 有機物의 施用이 土壤에 化學的 性質에 미치는 影響. *韓土肥誌*, 11: 161-174.
- 愼鏞華, 李炯完, 金明華, 蔡彥錫, 1964. 濟州道 概略 土壤 調查 報告, *農試研報*, 7: 49-62.

愼鏞華, 金滢玉, 1975. 火山灰土의 特性에 關하여.
韓土肥誌, 8: 113-119.
柳寅秀, 尹禎熙, 金仁卓, 1978. 火山灰土壤에서의
인산의 施用量과 施肥法 및 硅灰石의 效果. 韓土

肥誌, 11: 25-30.
柳順昊, 宋寬哲, 1984. 立地土壤의 特性. 濟大 亞熱
大 農研, 73-104.