

걸뿌림 山地草地에서 石灰 및 3要素 施用水準이 10年後 土壤特性에 미치는 影響

I. 土深別 pH, T-N, 有機物 및 有效磷酸 含量, 磷酸吸收係數와 石灰所要量

鄭連圭 · 李赫浩*

Effects of Lime and NPK Application Rates on the Soil Characteristics after a 10-year Experiment in Oversown Hilly Pasture of Mixed Grass-Clover Sward

I. Changes in the pH, contents of T-N, organic matter and available P_2O_5 ,
coefficient of P_2O_5 absorption, and lime requirement by the soil depth

Yeun Kyu Jung and Hyuk Ho Lee*

Summary

The main experiment related to this report was undertaken to assess the effects of two rates of $Ca(OH)_2$ (0, 250 kg/10a only at establishment) and five rates of N- P_2O_5 - K_2O (0-0-0, 0-10-10, 6-15-15, 12-20-20, 24-25-20 kg/10a/year) on the pasture establishment, on forage yield and quality, vegetation etc. After this 10-year main experiment, this pasture had been used to assess the effects of the above treatments on the soil characteristics in oversown hilly pasture of a grass-clover sward. This 1st part is concerned with the soil properties of pH-value, OM, T-N, avail. P_2O_5 and P_2O_5 absorption coefficient, and lime requirement by the soil depth.

1. The pH of the topsoil(0~15 cm) was lowered from pH 5.12 of before the experiment to 4.90 of when $Ca(OH)_2$ was applied and to 4.68 of when $Ca(OH)_2$ was not applied. The pH decrease was more evident with the increase of NPK application rate and in the upper part of the top soil(0.0~7.5 cm). The additional application of lime was necessary in all the experiment blocks due to the strong acidity of the soil, and the amounts of lime requirement were increased with increased application rates of NPK and soil depth.
2. The contents of organic matter and T-N were increased in all the blocks by the establishment of the hilly pasture, and were higher in $Ca(OH)_2$ applied blocks than non-applied blocks. The contents were inversely correlated with the soil depth. No correlation was observed between the contents and the application rates of NPK.
3. The content of available P_2O_5 was increased with the increased application of P, especially in the upper part of top soil. The content in the upper part(0.0~7.5 cm) was about twice of that in the lower part(7.5~15.0 cm). Since the contents of available P_2O_5 were much higher than the optimum content (351 ppm and 697 ppm when 10 kg and 25 kg P_2O_5 /10a/year were applied, respectively), it is necessary to decrease the application rate of P_2O_5 gradually. The P_2O_5 absorption coefficient in topsoil (0.0~15.0 cm) was more or less higher when no lime and less P_2O_5 was applied. No corre-

lation was observed in subsoil.

- Further studies on the methods, rates, time of additional application of lime, and on the methods of decreased application of P_2O_5 should be performed for better management of oversown hilly pasture.

I. 緒 論

草地農業은 土壤-牧草-家畜間에 聯關된 여러 學問分野가 三位一體로 定立되는 條件에서 綜合的인 技術向上을 기할 수 있다. 따라서 草地土壤의 理化學性 改良을 통한 土壤 肥沃度의 增進 및 이와 聯關된 管理方法의 改善은 草地農業을 定着시키는 基本이 된다.

草地農業의 開發對象地는 주로 未開墾 山地로 이들의 土壤特性은 일반 耕作地에 比해서 土壤의 理化學的 特性들이 매우 不良하다(農振廳, 1973, 1974, 1984; 柳, 1978; Weinberger, 1979 and 1982; 許 等, 1984). 따라서 겉뿌림 山地草地의 造成 및 管理에 있어서 石灰 및 3要素 施肥가 草地의 生産性, 植生比率, 牧草率, 品質 및 耐用年限 等에 미치는 影響이 크다고 本 論文의 主試驗(鄭 等, 1982)에서 發表된 바 있다. 本 論文은 10年間 遂行한 上記 主試驗 結果의 報告에 이어서, 別途로 土壤의 理化學的 特性變化를 細部的으로 究明코자 試驗終了後 土深別 土壤調査를 하였고, 그 結果를 分離하여 檢討하였

다.

겉뿌림 山地草地는 耕耘하지 않고 造成하며, 造成時 및 造成以後 繼續 地表面에만 慣行的인 施肥管理를 한다. 따라서 長期的인 表面施肥에 따른 土深別 土壤肥沃度 特性의 變化를 把握하여, 施肥管理 方法의 合理的 改善 및 草地研究의 基礎資料에 寄與하고자 檢討하였다.

II. 材料 및 方法

1. 供試土壤 및 牧草播種

草地造成地는 海拔高 80m 程度이고, 東北向, 傾斜 30~40%의 山麓傾斜地이다. 土壤名은 石土統, 表土는 石礫이 있는 微砂質 壤土, 心土는 石礫이 있는 微砂質 壤讓土-壤土로 侵蝕이 있고, 排水가 良好한 Regosols 土壤(Dystric Fluventic Eutrochrepts)이다. 本 供試土壤의 化學性은 強酸性을 띄며, 有效磷酸 및 置換成 鹽基含量이 매우 낮았다(table 1). 이러한 特性은 우리나라 未開墾 山地土壤의 一般的인 不良한 肥沃度 特性과 비슷한 傾向을 보였다^{12,13,15,19,36}.

Table 1. Soil chemical characteristics of the uncultivated schrubland before experiment

Soils depth in cm	pH 1:5 H ₂ O	OM %	Avail. P ₂ O ₅ ppm	Exc. cations (me/100g)					Base sat. %
				Ca	Mg	K	Na	CEC	
topsoil(0-15)	5.12	1.73	16	0.98	0.49	0.32	0.08	11.7	16.0
subsoil(15-35)	5.06	—	4	0.45	0.16	0.11	0.04	12.1	6.3

供試草種은 orchardgrass, tall fescue, meadow fescue, perennial ryegrass, Kentucky bluegrass, red fescue, redtop, Ladino clover를 합하여 가을에 開墾 및 施肥後 겉뿌림 散播하였다.

2. 處理內容 및 草地管理

試驗區 處理內容은 3要素 施肥水準(N-P₂O₅-K₂O kg/10a/year)을 主區로 5個 水準(〈1〉 0-0-0, 〈2〉 0-10-10, 〈3〉 6-15-15, 〈4〉 12-20-20, 〈5〉 24-25-20),

石灰水準(Ca(OH)₂)을 細區로 2個 水準(〈1〉 0, 〈2〉 250 kg/10a)으로 한 分割區 4反覆으로 處理하였다(試驗區 크기=10×4=40m²). 石灰는 消石灰로 草地造成時만 施用하였고, 3要素의 肥種은 尿素, 重過石 및 鹽化加里를 施用하였다. 每年 維持管理肥로 施用되는 3要素의 處理別 分施基準은 table 2와 같다.

土壤分析은 10年 試驗後, 가을 마지막 刈取(收穫)後 各 處理 및 反覆區別 試料를 土層別로 採取하여 反覆區를 합쳐서 處理 및 土層別 混合試料를 만들어

分析하였다. 分析方法是 農村振興廳 標準方法(農振廳, 1983)에 準하였다(仔細한 試驗設計는 主試驗論文

(鄭 等, 1982) 參照).

Table 2. Distribution of N, P₂O₅ and K₂O fertilizers¹⁾ according to the treatments over the season (kg/10a)

N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/10a)		N-dressing after cutting ²⁾				autumn (after last cutting)
total/year	early spring	1st	2nd	3rd	4th	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O
0- 0- 0	0.0- 0.0- 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0- 0.0- 0.0
0-10-10	0.0- 5.0- 5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0- 5.0- 5.0
6-15-15	1.5- 7.5- 7.5	1.5	0.5	1.0	1.5	0.0- 7.5- 7.5
12-20-20	3.0-10.0-10.0	3.0	1.0	2.0	3.0	0.0-10.0-10.0
24-25-20	6.0-12.5-10.0	6.0	2.0	4.0	6.0	0.0-12.5-10.0

¹⁾ Kinds of fertilizers used; N(urea), P₂O₅(triple superphosphate) and K₂O(KCl).

²⁾ When 4 cuts per year were taken, the amount of N-dressing after 2nd cut was the same as the sum of "2nd and 3rd" mentioned above, and that after 3rd cut was the same as the "4th" above.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. pH-價와 石灰所要量의 變化

石灰(草地造成時만 施用) 및 3要素 施用水準을 달리한 山地草地的 施肥管理試驗에서 10년이 지난 後 處理別 및 土深別 pH價 및 石灰所要量의 變化特性(table 3, 4, 5)을 보면 다음과 같다.

pH價는 試驗前 表土(0~15cm)=5.12, 心土(15~35cm)=5.06과 比較하여 볼 때, 全處理區가 大略 0.1~0.3 程度 낮아졌다. 草地造成時 施用된 石灰의 主效果(3要素 平均水準)를 보면 table 4와 같이 石灰施用區는 表土(0~15cm) 4.90, 心土(15~40cm) 4.73을 보인 反面에 無石灰區는 表土 4.68, 心土 4.59를 보였다. 試驗前보다 絶對 pH價는 낮아졌지만 石灰施用效果는 表土에서 0.22, 心土에서 0.14 程度 差異를 보였다. 石灰施用區의 pH價는 土深이 깊어질 수록 一貫된 減少傾向이 뚜렷하였다. 그러나 無石灰區에서는 비슷한 傾向이었으나, 土深別 差異가 若干 적고, 多少 不規則性을 보였다.

石灰를 草地造成時 1回 施用水準에서 10年後 調查 結果, 表土에서 無施用區보다 pH價가 0.2 程度의 差異를 보였는 바, 이는 草地造成時만의 石灰施用效果가 長期的으로 볼 때 크게 未洽하였음을 보여 준 것이다. 또한 全處理區의 낮은 pH價는 草地土壤의 肥沃度等級(濃技會, 1976)에 따른 酸度水準(良好=

>6.0, 普通=5.0~6.0, 不良=4.5~5.0, 매우 不良=<4.5)과 比較하면, 모두 強酸性인 不良水準을 보였다. 비록 草地造成時의 石灰施用에 따라 收量性, 牧草率 및 豆科牧草의 定着에 큰 影響을 주었다는 本論文의 主試驗報告(鄭 等, 1982)와 檢討하여 볼 때, 草地的 維持管理用 石灰施用(追肥)이 絶對 必要하며, 石灰追肥時 優良草地的 定着에 더 寄與할 것으로 期待된다. 追肥의 施用時期와 方法은 草地造成後 2~3年마다 土壤分析을 土臺로 가을 마지막 收穫後 施用이 바람직할 것으로 生覺된다.

3要素 施用水準(石灰水準은 平均條件)別 土壤 pH의 變化를 보면 3要素 施用水準이 增加할수록 pH價는 낮아졌으며, 이러한 特性은 表土上部層(0.0~7.5cm)이 더 뚜렷하였고 土深이 깊을수록 그 差異는 鈍化되거나 微弱한 變化를 보였다. 草地造成時 石灰施用에도 不拘하고 3要素施用의 管理條件에서 施肥量에 反比例하여 10年後 더 낮은 pH價를 보이는 特性은 多肥作物인 牧草栽培에 따른 鹽基養分の 奪取, 土壤流失과 더불어 持續的인 尿素肥料의 施用에 따른 土壤酸性化 特性(Finck, 1969; 洪, 1975; 鄭, 1984)과 生理的 酸性肥料인 KCl肥料의 連用 등에 基因된 것으로 生覺된다. 草地에서 慣行的인 3要素施用에 土壤 pH價가 下墜이 된다는 비슷한 研究報告가 發表된 바 있다(鄭 等, 1982; 鄭과 李, 1985).

Table 3. Changes in the chemical characteristics of soils^{b)} by the profile depth after a 10-year experiment, as affected by the lime and NPK application rates

Soil depth (cm)	Treatments (lime and NPK) ²⁾									
	No lime					Lime (250kg Ca(OH) ₂ /10a)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	pH-value (1:5 H ₂ O)									
0.0- 7.5	4.81	4.93	4.76	4.63	4.45	5.19	4.93	5.07	4.94	4.71
7.5-15.0	4.68	4.80	4.69	4.49	4.54	4.96	4.81	5.05	4.69	4.65
15.0-22.5	4.60	4.72	4.62	4.48	4.49	4.84	4.72	4.93	4.74	4.70
22.5-30.0	4.62	4.66	4.61	4.67	4.52	4.75	4.74	4.78	4.63	4.65
30.0-40.0	4.58	4.69	4.62	4.56	4.48	4.80	4.72	4.74	4.61	4.61
	Organic matter (%)									
0.0- 7.5	4.09	2.24	4.68	3.96	4.27	4.37	3.24	5.28	3.63	4.56
7.5-15.0	2.76	1.26	2.53	2.23	2.58	2.66	2.14	2.85	1.58	2.28
15.0-22.5	2.37	1.24	2.11	1.96	2.23	2.59	1.82	1.80	1.35	2.16
22.5-30.0	1.63	0.68	1.26	1.54	1.31	1.80	1.25	1.95	1.07	1.40
30.0-40.0	1.32	0.67	1.28	1.06	1.43	1.68	1.06	1.37	0.99	1.20
	T-N (%)									
0.0- 7.5	0.71	0.38	0.81	0.83	0.74	0.75	0.56	0.91	0.63	0.79
7.5-15.0	0.48	0.22	0.44	0.38	0.45	0.46	0.37	0.49	0.27	0.39
15.0-22.5	0.41	0.21	0.36	0.34	0.34	0.45	0.31	0.45	0.23	0.37
22.5-30.0	0.28	0.12	0.21	0.27	0.23	0.31	0.22	0.33	0.15	0.24
30.0-40.0	0.23	0.11	0.22	0.19	0.25	0.29	0.18	0.23	0.17	0.21
	Avail. P ₂ O ₅ (ppm)									
0.0- 7.5	29	411	667	796	624	27	291	529	452	770
7.5-15.0	8	115	214	467	361	7	41	438	165	371
15.0-22.5	6	89	89	177	251	8	44	103	107	263
22.5-30.0	5	12	18	131	113	5	13	38	42	104
30.0-40.0	5	14	21	33	45	7	12	41	26	71
	Lime requirement (Ca(OH) ₂ kg/10a)									
0.0- 7.5	364	255	304	377	437	219	219	194	243	316
7.5-15.0	316	316	304	364	341	316	279	248	304	316
15.0-22.5	340	316	292	377	389	328	279	231	255	292
22.5-30.0	340	426	340	340	389	352	316	316	353	316
30.0-40.0	453	567	454	454	551	486	486	372	502	454
	P ₂ O ₅ absorption coefficient (P ₂ O ₅ mg/100g)									
0.0- 7.5	779	596	483	544	640	790	641	613	480	362
7.5-15.0	813	704	859	561	671	922	756	590	630	555
15.0-22.5	762	670	865	670	635	928	653	744	745	596
22.5-30.0	847	756	819	766	624	950	773	859	796	607
30.0-40.0	693	807	733	590	596	1,002	779	842	864	687

^{b)} Soil chemical characteristics before experiment were indicated in the table 1.

²⁾ Lime application; only once time at the pasture establishment.

Annual application rates of n-P₂O₅-K₂O (kg/10a): 1.(0-0-0); 2.(0-10-10); 3.(6-15-15); 4.(12-20-20); 5.(24-25-20).

Table 4. Changes in the chemical characteristics of soils¹⁾ by the profile depth after a 10-year experiment as affected by the lime application rates at pasture establishment (mean effects of lime, averaged over NPK levels).

Treatments ²⁾	Soil depth (cm)									
	0.0 7.5	7.5 15.0	15.0 22.5	22.5 30.0	30.0 40.0	0.0 7.5	7.5 15.0	15.0 22.5	22.5 30.0	30.0 40.0
(Ca(OH) ₂) kg/10a										
	pH (1:5 H ₂ O)					OM (%)				
0	4.72	4.64	4.58	4.62	4.58	3.85	2.27	1.98	1.28	1.15
250	4.97	4.83	4.79	4.71	4.70	4.22	2.30	1.94	1.49	1.26
	T-N (%)					Avail. P ₂ O ₅ (ppm)				
0	0.69	0.39	0.33	0.22	0.20	505	233	123	56	24
250	0.73	0.40	0.36	0.25	0.22	414	204	105	40	31
	P ₂ O ₅ absorption coefficient (P ₂ O ₅ mg/100g)					Lime requirement (Ca(OH) ₂ kg/10a)				
0	608	721	700	763	684	347	328	343	367	496
250	577	690	733	798	835	238	293	277	331	460

¹⁾ Soil chemical characteristics before experiment were indicated in the table 1.

²⁾ Lime application; only once time at the pasture establishment.

우리나라 山地土壤의 pH 5.0 内外의 强酸性 特性은 주로 母岩(花崗岩系), 地形(侵蝕), 氣候(蒸發量/降水量比), 施肥條件(酸性化 肥種) 등에 基因된 것으로 報告(洪, 1975)되고 있다. 一般作物의 栽培에서 最少한 pH 6.0 附近에 到達되어야 作物에 害毒問題가 除去된다는 報告(柳 등, 1974; 柳와 宋, 1984)와 禾本科 牧草 뿐만아니라 好石灰性 作物인 豇科牧草를 栽培하는 데에는 적어도 6.0 以上이 되어야 하는 一般的인 特性과 聯關하여 볼 때, 本 試驗에서 草地造成時 1회의 消石灰施用으로도 매우 낮은 水準인 5.0 内外를 보여 결뿌림 山地草地에서 酸度矯正의 施肥管理가 不充分하였다. 결뿌림 山地草地在 耕耘草地에 比해서 適正 石灰施用量이 草地造成時 약 1/2로 制限된 一般管理特性(農振廳, 1984)으로는 適合한 酸度矯正이 되기 어려우므로, 石灰의 施用方法 및 回數 그리고 施用時期 등에 關하여 別途의 研究檢討가 따라야 할 것으로 보인다. 또한 新開墾地에서 Mg 補充이 없는 石灰施用은 鹽基飽和度의 不均衡에 따른 不合理한 施肥管理(鄭 등, 1974)는 特性과도 聯關하여 石灰施用이 綜合적으로 檢討되어야 한다.

石灰所要量(Ca(OH)₂ kg/10a)의 變化를 보면 全

處理區가 草地造成時 施用量 Ca(OH)₂ 250kg/10a와 비슷하거나 約 2배 더 높은 所要範圍를 보였다. 石灰處理區(3要素水準은 平均條件)別 特性을 보면 石灰施用區가 表土基準 約 250kg/10a의 所要量을 보였으며 土深이 깊을수록 더 많았다. 反面에 無石灰區는 石灰施用區 보다 더 많은 要求量을 보였으며 土深別 要求量의 差異가 뚜렷하지 않았다. 心土에서는 石灰施用 有無에 相關없이 大體로 비슷한 石灰所要量을 보였다.

3要素 水準(石灰水準은 平均條件)別 石灰所要量은 基本的으로 前述한 pH價 變化와 反比例 傾向을 보였으며, 窒素 無施用區보다 施用區가 더 많은 所要量을 보였다. 이는 尿素肥料의 施用에 따른 收量增加와 이에 따른 養分 奪取量의 增加 및 尿素肥料의 連用이 pH價를 下落시키는 特性(Finck, 1969; 趙等, 1973; 洪, 1975; 鄭, 1980, 1984; 農振廳, 1984) 등에 基因된 것으로 生覺된다.

2. 有機物 및 T-N 含量

表土의 有機物 및 T-N含量은 全處理 共히 開墾前

Table 5. Changes in the chemical characteristics¹⁾ of pasture soils by the profile depth after a 10-year experiment, as affected by the NPK application rates (mean effects of NPK, averaged over lime levels).

Treatments	Soil depth (cm)										
	0.0 { 7.5	7.5 { 15.0	15.0 { 22.5	22.5 { 30.0	30.0 { 40.0	0.0 { 7.5	7.5 { 15.0	15.0 { 22.5	22.5 { 30.0	30.0 { 40.0	
N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/10a/year)	pH (1:5 H ₂ O)					OM (%)					
	0- 0- 0	5.00	4.82	4.72	4.69	4.69	4.23	2.71	2.48	1.72	1.50
	0-10-10	4.93	4.81	4.72	4.70	4.71	2.74	1.70	1.53	0.97	0.87
	6-15-15	4.92	4.87	4.76	4.70	4.68	4.98	2.69	1.96	1.61	1.33
	12-20-20	4.79	4.59	4.61	4.65	4.58	3.80	1.91	1.66	1.31	1.03
24-25-20	4.58	4.60	4.60	4.59	4.55	4.42	2.43	2.20	1.36	1.32	
	T-N (%)					Avail. P ₂ O ₅ (ppm)					
	0- 0- 0	0.73	0.37	0.43	0.30	0.26	28	8	7	5	6
	0-10-10	0.47	0.30	0.26	0.17	0.15	351	78	66	13	13
	6-15-15	0.86	0.47	0.41	0.27	0.23	598	326	96	28	31
	12-20-20	0.73	0.33	0.29	0.21	0.18	624	316	142	87	30
24-25-20	0.77	0.42	0.36	0.24	0.23	697	366	257	109	58	
	P ₂ O ₅ absorption coefficient (P ₂ O ₅ mg/100g)					Lime requirement (Ca(OH) ₂ kg/10a)					
	0- 0- 0	785	867	845	899	848	292	316	334	346	470
	0-10-10	618	730	661	765	793	237	297	296	371	527
	6-15-15	548	725	805	839	788	249	276	362	328	413
	12-20-20	512	596	707	781	725	310	334	316	347	478
24-25-20	501	613	565	616	642	377	328	340	353	502	

¹⁾ Soil chemical characteristics before experiment were indicated in the table 1.

보다 높아졌다(table 3, 4, 5). 이는 草地에서 石灰 및 3要素施用에 따라 有機物이 增加한다는 報告(鄭等, 1982; 鄭과 李, 1980와 1985; 鄭等, 1984)와 一致하는 傾向이다. 石灰施用區는 無施用區 보다 多少 높은 含量을 보였다. 各 處理區 모두 土深과 이들 含量間에는 反比例 傾向이 뚜렷하였다. 石灰施用에 따른 有機物 및 T-N含量이 增加된 特性은 石灰의 施用效果로서 植生良好(牧草의 定着 및 收量向上)와 이에 따른 殘骸物의 增加, 그리고 特히 荳科牧草의 良好한 定着에 따른 土壤有機物 및 土壤에 窒素還元量의 增加에 基因된 것으로 生覺된다. 反面에 3要素 施用水準間 有機物 및 T-N 含量의 差異는 一貫性 있는 變化를 보이지 않았다.

一般的인 特性으로 草地造成以後 有機物 含量이 增加되는 傾向은 有機物의 基本的인 機能인 土壤改良(物理, 化學, 生物性 改良)에 寄與할 것으로 期待되며, 또한 有機物 含量과 土壤流失量 및 S/R(土壤流失量/流出量)比間에는 否의 相關이 있다는 報告(鄭等, 1976)와 聯關하여 볼 때 侵蝕量 減少로 良好한 土壤保存도 期待된다고 볼 수 있다.

3. 有效磷酸의 含量 및 磷酸吸收係數

表土上部層(0.0~7.5cm)의 有效磷酸 含量은 P₂O₅ 施用水準의 增加에 따라 높은 含量增加를 보였으며, 土深이 깊어질수록 含量이 크게 減少되고 그 差異는 뚜렷하였다(table 3, 4, 5). 特히 有效磷酸의

함량은 表土上部層(0.0~7.5cm)이 表土下部層(7.5~15.0cm)보다 約 2倍 程度 높은 含量을 보였다. 이는 鷓鴣嶺 山地草地에서 每年 慣行的인 表面施肥에 따라 P_2O_5 集積이 表面에 크게 集中되고, 下部層으로 移動이 적었던 特性에 基因된 것으로 生覺된다.

10年後 表土上部層에 磷酸의 集積水準을 平均(石灰水準 平均條件)하여 보면, 年間 P_2O_5 10kg/10a 施用水準에서는 351ppm, 25kg/10a에서는 697ppm 으로 草地의 適正水準 基準值 100ppm(Ruhr Stickstoff, 1974)에 比해서 매우 높음을 보여주었다.

一般 施設園藝 및 經濟作物의 栽培에서 磷酸의 集積水準이 各各 1,136 및 715ppm 程度로 매우 높다는 研究報告(李 等, 1987; 朴 等, 1988; 農振廳, 1989)와 比較하여 볼 때 草地에서도 年次的으로 基準施用量을 줄일 必要가 있으며, 또한 合理的인 減量施用에 關한 研究가 이루어져야 할 것이다.

이러한 表土에 必要以上 많은 磷酸의 集積現狀은 磷酸의 利用率이 낮고(Koehnlein and Knauer, 1965; Wilkinson and Langdale, 1974; 朴, 1975; 林, 1982), 傾斜地 土壤에서도 磷酸流失이 적다는 研究報告(Baermann, 1971)와 草地의 낮은 養分流失度의 耕作特性(農技研, 1978; 鄭, 1984; 鄭 等, 1985)에 크게 影響을 받은 것으로 生覺된다.

石灰施用有無에 따른 有效磷酸 含量의 平均變化를 보면 一般的으로 無石灰區가 石灰施用區보다 多少 높은 傾向을 보였다. 이는 石灰施用에 따른 pH矯正으로 磷酸의 有效化를 增大시키는 一般的인 基本特性和 比較하여 보면, 多少 論理的 說明이 어려운 點이 있다. 그러나 石灰施用에서 pH 矯正幅이 매우 낮았던 特性, 그런 條件에서도 石灰施用으로 10年間 試驗期間에 收量性의 增大, 荳科牧草의 定着 等に 寄與하였고, 이에 따라 磷酸의 利用度 및 奪取量이 增加된 特性 等과 聯關하여 檢討할 課題라고 生覺된다.

磷酸吸收係數(P_2O_5 mg/100g)는 表土(0~15cm)에서는 無石灰區가 石灰施用區보다 多少 높은 特性을 보였고, 높은 磷酸施用 水準에서는 相對的으로 낮은 磷酸吸收係數를 보이는 傾向이었다. 反面에 心土에서는 一貫된 變化를 보이지 않았다. 草地土壤의 肥沃度等級(農技會, 1976)에 따른 磷酸吸收係數의 水準(높음=>2,000, 普通=1,500~2,000, 적음=7.00~1,500, 매우 적음=<700)과 比較하여 보면, 全處理區

가 매우 낮은 내지 낮은 水準으로 우리나라 內陸 山地草地의 一般特性的 範圍로 볼 수 있겠다.

一般熟田化, 有機物增加, 石灰施用으로 磷酸吸着力이 減少(有效度增加)된다는 特性(高岸, 1963; 高橋, 1964)과 聯關하여 山地의 草地化에 따른 變化特性도 研究해야 할 課題라고 生覺된다. 柳와 林(1970)에 의하면 一般作物栽培시 有效磷酸이 不足한 土壤에서는 磷酸吸收係數의 5% 水準(240~380 ppm)의 施用을 推薦하였고, 濟州道 火山灰土에서 有效磷酸 200 ppm 以上으로 引上時에는 磷酸吸收係數의 10% 施用이 要求된다(李와 李, 1975)고 하였다. 이러한 報告와 永年草地의 磷酸蓄積, 有機物 增加, 酸度 矯正 等の 問題와 聯關하여 磷酸의 合理的 施肥 基準이 設定되어야 할 것이며, 이는 不耕耘 및 耕耘 草地로 區分하여 研究가 遂行되어야 할 것이다.

IV. 摘 要

鷓鴣嶺 山地草地의 造成, 收量, 植生 및 牧草品種 등에 미치는 3要素($N-P_2O_5-K_2O$: 0-0-0; 0-10-10; 6-15-15; 12-20-20; 24-25-20 kg/10a/year)와 消石灰(0, 250kg/10g; 造成時만 施用)의 施用效果를 究明하는 10年間 試驗後, 別途로 土深別 土壤의 化學性(I報: pH, OM, T-N, 有效 P_2O_5 , P_2O_5 吸水係數, 石灰所要量, II報; 置換性 Ca, Mg, K, Na 및 CEC, 鹽基飽和度, 土壤保存)을 調査하여 檢討하였다.

1. 表土(0~15cm)의 pH價는 石灰施用에도 不拘하고 試驗前 pH 5.12보다 약 0.1~0.3 程度 낮았다. 石灰施用區는 4.90, 石灰無施用區는 4.68로 그 差異가 輕微하였으며, 3要素 施用水準이 增加할수록 pH價는 더 낮아졌으며, 이러한 特性은 表土 上部層(0.0~7.5cm)이 더 뚜렷하였고 土深이 깊을수록 微弱하였다. 全處理區 모두 매우 강한 酸性(草地等級에서 不良 水準)을 보여 石灰追肥가 絶對 必要하였다. 石灰所要量은 石灰 無施用區 및 3要素 施用水準이 높을수록 많았으며, 一般的으로 土深이 깊을수록 더 높았다.

2. 有機物 및 T-N 含量은 全處理區 모두 山地의 草地造成前보다 높았으며, 石灰施用區가 無施用區보다 높았다. 反面에 3要素 施用水準間에는 一貫性 있는 變化를 보이지 않았다. 各 處理區는 土深과 이들 含量間에는 反比例하는 傾向을 보였다.

3. 有效磷酸의 含量은 磷酸施用量이 增加할수록 많아졌다. 特히 表土 上部層에 크게 集積되었으며, 土深이 깊을수록 集積量이 크게 낮아졌다. 表土 上部層(0.0~7.5cm)이 表土下部層(7.5~15.0cm)보다 約 2倍 높은 含量을 보였다. 表土 上部層에서 磷酸의 高集積量은 年間 10kg P₂O₅/10a 施用水準에서는 351ppm, 25kg 施用水準에서는 697ppm 水準으로 適正含量보다 매우 높아 年次的인 減量施用이 必要함을 보여주었다.

表土(0~15cm)의 磷酸吸收係數는 無石灰區가 石灰施用區보다 多少 높은 傾向을 보였으며, 높은 磷酸施用水準에서는 相對적으로 낮은 吸收係數를 보였다. 反面에 心土에서는 不規則的인 傾向을 보였다.

4. 겉뿌림 山地草地의 特性에 따라서 石灰追肥의 方法, 施用量, 施用時期, 肥種選擇 等과 年次的인 磷酸의 減量施用方法 等이 研究檢討되어야 할 것으로 보인다.

V. 引用文獻

- Baermann, C. 1971. Zur Frage der Phosphatwaschung auf Gruenland in Hanglagen. Aus die Phosphatduengung, Band 29, Folge 1:14-24.
- Finck, A. 1969. Pflanzenernahrung in Stickworten. Verlag Ferdinand Hirt, Kiel. 88-90, 143-158.
- Koehnlein, J. and N. Knauer. 1965. Ergebnisse der Kieler Dauerduengungsversuche mit Phosphat und Kali. Schriftenreihe der Landw. Fakultat Kiel, Hept 39.
- Ruhr Stickstoff. 1974. Faustzahlen fuer die Landwirtschaft, 7 Auflage. DLG-Verlag, Frankfurt a.M.:221-223.
- Weiberger, P. 1979. 韓國에 있어서 山地의 草地改良技術. 韓草誌, 1(2):7-13.
- Weinberger, P. 1982. 山地草地造成을 爲한 林野地의 諸特性. 韓草誌, 3(1):10-11.
- Wilkinson, S.R. and G.W. Langdale. 1974. Fertility needs of the warm season grasses. In Forage Fertilization, Mays. ASA. 135-141.
- 高岸秀次郎. 1963. 赤黃色土に施與しだ 磷酸の形態變化におよぼす 石灰, 有機物添加の影響. 日土肥講演要旨, 9:26-27.
- 高橋達兒. 1964. 火山灰土壤のアンモニウム 1. 熟畑化過程における 土壤の物理的及び化學的性質の變化. 九州農試報, 10(3.4):205-206.
- 農技研. 1978. 試驗研究業績과 研究方向. 農業技術研究所, 77-81.
- 農技會. 1967. 草地土壤生産力に 關する研究. 農林水産技術會, 研究成果, 31:16-22.
- 農振廳. 1973. 土壤調査 및 土壤肥沃度事業. 33.
- 農振廳. 1974. 新開墾地營農技術. 農村振興廳, 11-55.
- 農振廳. 1983. 農事試驗研究 調査基準. 農村振興廳, 改正 第1版; 植物環境 및 飼料作物編.
- 農振廳. 1984. 山地草地造成과 利用. 農村振興廳.
- 農振廳. 1989. 農土培養 10個年 事業 綜合報告書. 農村振興廳. 178-211.
- 朴良昊, 尹禎熙, 申喆雨, 朴俊奎. 1988. 밭 土壤의 化學的 特性研究. II. 主要菜蔬栽培地 土壤의 化學的 特性 調査研究. 農試論文集, 30(2):36-40.
- 朴天緒. 1975. 作物別 石灰質 肥料의 效果. 韓土肥誌, 別卷; 26-35.
- 柳寅秀. 1978. 山地土壤의 特性 및 改良. 韓土肥誌, 11(4):247-262.
- 柳寅秀, 林秀吉. 1970. 酸性田 土壤에서의 石灰와 磷酸間의 相關試驗. 試研報, 植環, 3:384-394.
- 柳寅秀, 宋寬哲. 1984. 濟州道 土壤의 化學的 特性調査研究. III. 柑橘園 土壤에서의 알루미늄 特性. 韓土肥誌, 17(2):167-172.
- 柳寅秀, 趙成鎮, 陸昌洙. 1974. 置換性 A1 含量에 따른 石灰所要量 決定에 關한 研究. 韓土肥誌, 7(3):185-191.
- 林善旭. 1982. 植物營養-肥料學. 日新社.
- 李相銀, 朴俊奎, 尹禎熙, 金萬洙. 1987. 비닐하우스 土壤의 化學的 特性에 關한 研究. 農試論文集, 29(1):166-171.
- 李鐘基, 李根常. 1975. 濟州道 草地開發에 있어서 土壤學的 問題點. 韓土肥誌, 8(3):153-160.
- 鄭連圭. 1980. White clover 混播草地에서 植生比

- 率(競合)에 影響을 미치는 諸要因. 韓草誌, 2(1):21-25.
27. 鄭連圭. 1984. 草地土壤管理과 施肥.
28. 鄭連圭, 朴炳勳, 李鐘烈. 1982. 石灰 및 3要素 施用水準이 걸쭉림 山地草地에 미치는 影響(I, II 報), 韓畜誌, 24(6):493-503.
29. 鄭連圭, 李鐘烈. 1980. 混播草地에 對한 3要素 施肥試驗. 畜試年報, 633-657.
30. 鄭連圭, 李鐘烈. 1985. 傾斜度別 3要素 施用水準이 걸쭉림 山地草地에 미치는 影響(I, II 報). 韓草誌, 5(3):195-206.
31. 鄭連圭, 李赫浩, 金賢燮, 李鐘烈. 1984. 草地에 對한 磷酸表層 施用效果에 對한 試驗. 畜試年報, 190-202.
32. 鄭英祥, 慎齊晟, 慎鏞華. 1976. 野山開發地の 土壤 侵蝕에 關하여. 韓土肥誌, 9(1):9-16.
33. 鄭二根, 홍종운, 金泳燮, 趙大永. 1974. 酸性 新開 墾地 土壤의 鹽基飽和度와 大豆收量. 韓土肥誌, 7(1):23-27.
34. 鄭弼相, 高文煥, 嚴基泰. 1985. 土壤流失量 豫測을 爲한 作付因子 檢討. 韓土肥誌, 18(1):7-13.
35. 趙伯顯, 朴天緒, 趙成鎭. 1973. 新制 土壤學. 197-207.
36. 許奉九, 趙仁相, 閔康範, 嚴基泰. 1984. 우리나라 土壤의 代表的인 物理化學的 特性. 韓土肥誌, 17(4):330-336.
37. 洪鐘雲. 1975. 우리나라 土壤의 酸度. 韓土肥誌, 別券; 15-22.