

傾斜度別 3 要素 施用水準이 겉뿌림 山地草地에 미치는 影響

II. 土壤特性, 牧草의 無機養分含量 및 3 要素 利用率의 變化

鄭 連 圭·李 鍾 烈*

順天大學

Effects of Nitrogen, Phosphorus and Potassium Application Rates on Oversown Hilly Pasture under Different Levels of Inclination

II. Changes in the soil properties, chemical composition, uptake and recovery of mineral nutrients in mixed grass/clover sward

Y. K. Jung, and J. Y. Lee*

Suncheon National College, Suncheon

Summary

This field experiment was undertaken to assess the effects of three levels of inclination (10° , 20° , and 30°) and four rates of $N-P_2O_5-K_2O$ (0-0-0, 14-10-10, 28-25-25, and 42-40-40kg/10a) on establishment, yield and quality, and botanical composition of mixed grass-clover sward. This second part is concerned with the soil chemical properties, concentrations and uptake of mineral nutrients, and percent recovery and efficiency of NPK. The results obtained after a two-year experiment are summarized as follows:

1. The pH, exchangeable Mg and Na, and base saturation in the surface soils were decreased by increasing the grade of inclination, whereas organic matter and available P_2O_5 tended to be increased. However, the changes in the Ca content and equivalent ratio of $K/\sqrt{Ca+Mg}$ were not significant. The pH, exchangeable Ca and Mg, and base saturation were reduced by increasing the NPK rate, whereas available P_2O_5 , exchangeable K, and equivalent ratio of $K/\sqrt{Ca+Mg}$ tended to be increased.
2. The concentrations of mineral nutrients in grasses and weeds were not significantly affected by increasing the grade of slope in hilly pasture, whereas the concentrations of N, K, and Mg in legume were the lowest with the steep slope, which seemed to be related to the low legume yield. The Mg concentrations of all forage species were below the critical level for good forage growth and likelihood of grass tetany.
3. The increase of NPK rate resulted in the increment of N, K and Na concentrations, and the decrease of Mg and Ca in grasses. The P concentration was increased with P application, but there were no differences in that among the P rates applied. It resulted also in a slight increase of K, and a decrease of Mg in legume, but the contents of N, Ca, and Na were not affected by that. On the other hand, it has not affected the mineral contents in weeds except a somewhat increase of N. The mixed forages showed a increase of N and K contents, a decrease of Ca and Mg, and a slight change in P and Na.
4. The percent recovery of N, P and K by mixed forages were greatly decreased by increasing the grade of inclination and NPK rate. They were high in the order; $K > N > P$. The efficiency of mixed NPK applications was decreased by that. The efficiency of mixed NPK fertilizers absorbed was slightly decreased by the increased rate of NPK, but it was not affected by the grade of inclination.

*畜産試驗場(Livestock Experiment Station)

I. 緒論

우리나라 國土의 66.5%인 山林地를 일부 開墾하여 山地草地를 造成하므로써 草食家畜의 粗飼料 生産基盤을 擴大하고자 하는 努力이 活發해 지고 있다. 그러나 未開墾山地의 土壤肥沃도가 不良하고¹⁾ 前報²⁾에 既述한 바와같이 傾斜도와 向別 그리고 여러 微地形條件에 따라서 草地의 造成, 管理 및 利用技術의 多樣性을 豫見할 수 있다.

前報²⁾에서는 一盤의인 收量性에 關하여 論議하였고 本報에서는 土壤肥沃度, 牧草의 品質 및 肥料의 利用効率에 關하여 檢討하였다.

II. 材料 및 方法

1. 供試土壤의 特性

試驗地는 丘陵地로써 同一한 東北向地域에서 傾

斜度別 區分하였고, 土壤肥沃度의 特性은 우리나라의 典型的인 未開墾山地의 類型으로 不良한 特性을 갖고 있었다(I 報 詳述²⁾).

2. 處理內容, 草地의 造成 및 管理

傾斜度 3 個水準(10°, 20°, 30°)를 主區로 하고 管理肥料의 施肥基準으로 3 要素 4 個水準(0-0-0, 14-10-10, 28-25-25, 42-40-40kg/10a)를 細區로 處理한 分割區 4 反覆으로 遂行하였고 供試混播草種, 試驗圃의 造成, 施肥 및 刈取管理等의 基準은 I 報에²⁾ 詳述하였다.

III. 結果 및 考察

1. 土壤의 化學的 特性(Table 1, 2)

2年試驗后에 調査한 各處理別 土壤의 化學的 特性의 變化는 Table 1과 같다(試驗前 特性은 I 報에 詳

Table 1. Soil chemical characteristics of the topsoils after a 2-year experiment ¹⁾

Treatments	pH	OM	Avl. P ₂ O ₅	Exc. cation(me/100g)					Base sat. %	K/ $\sqrt{Ca+Mg}$ (eq. ratio)	
				Ca	Mg	K	Na	CEC			
Slope 10°	1	5.7	2.6	53	5.60	0.52	0.30	0.17	10.2	64.6	0.05
	2	5.8	3.0	110	5.62	0.41	0.31	0.20	11.0	59.5	0.05
	3	5.3	3.0	189	4.49	0.24	0.46	0.17	11.0	48.7	0.10
	4	4.9	2.8	334	2.91	0.20	0.51	0.14	11.2	33.6	0.16
20°	1	5.5	3.1	50	4.68	0.43	0.38	0.14	9.6	58.6	0.07
	2	5.4	3.1	161	5.04	0.39	0.48	0.14	9.8	61.7	0.09
	3	5.2	2.7	310	3.85	0.26	0.42	0.14	11.6	40.3	0.11
	4	5.0	3.5	401	3.24	0.23	0.59	0.13	11.6	36.1	0.17
30°	1	5.4	3.3	101	5.31	0.22	0.25	0.12	11.4	51.8	0.05
	2	5.3	3.1	205	4.54	0.21	0.36	0.12	13.0	40.2	0.08
	3	5.1	3.6	370	4.38	0.20	0.40	0.12	13.2	38.6	0.09
	4	4.9	3.4	445	3.37	0.19	0.36	0.11	12.2	33.0	0.10
Mean	10°	5.4	2.9	172	4.70	0.34	0.40	0.17	10.9	51.6	0.09
	20°	5.3	3.1	231	4.20	0.33	0.47	0.14	10.7	49.2	0.11
	30°	5.2	3.3	280	4.40	0.21	0.34	0.12	12.5	40.9	0.08
Mean	1	5.5	3.0	68	5.19	0.39	0.31	0.14	10.4	58.3	0.06
	2	5.5	3.1	158	5.07	0.34	0.38	0.15	11.3	53.8	0.07
	3	5.2	3.1	290	4.24	0.23	0.43	0.14	11.9	42.5	0.10
	4	4.9	3.2	393	3.17	0.21	0.49	0.13	11.7	34.2	0.14

1) Topsoil 0-10cm in depth.

2) N-P₂O₅-K₂O kg/10a, 1(0-0-0), 2(14-10-10), 3(28-25-25), 4(42-40-40)

述). 表土(0-10cm)의 pH는 傾斜度가 높아짐에 따라 若干 낮아지는 傾向이며 絶對値는 試驗前과 비슷하였다. 그러나 같은 傾斜度일지라도 人體로 3要素 水準이 無肥, 少肥區에서는 試驗前보다 若干 높은 傾向을 보였으나, 普肥, 多肥水準에서는 草地造成時 石灰施用에도 不抱하고 試驗前보다 오히려 낮은 傾向을 보였다. 이는 3要素 增施에 따른 收量 및 養分脫取量 增加와 더불어 尿素施用에 따른 土壤酸性化 機作等^{1,2,15)}에 基因된 것으로 보이고, 鄭等(1982)이 報告한 山地草地의 시비수준에 따른 pH변화 특성과 附合된다. 土壤中 有機物含量은 試驗前보다 多少 높아졌으나 各處理間 差異는 뚜렷하지 않았다. 有効磷酸含量은 3要素 施用量的 增加에 따라서 뚜렷한 增加를 보였다.

試驗前에는 置換性 塩基인 Ca, Mg, K는 人體로 絶對含量이 매우 낮았을 뿐만 아니라 傾斜度가 높을수록 含量이 낮았었는데 其程度는 相對的으로 $Ca > Mg > K$ 로 甚하였다. 試驗后의 變化를 보면 全試驗區 共히 石灰施用에 따라 Ca含量이 크게 增加되었고, 傾斜度別 差異는 一貫性이 없었으나 3要素 施用水準이 增加함에 따라 土壤中 殘存 Ca含量은 뚜렷한 減少를 보였다. 또한 Mg含量은 傾斜度 및 3要素 施用量的 增加에 反比例的으로 減少傾向을 보였는데 이는 鄭等의 報告¹³⁾와 附合되며, 傾斜度가 높을수록 3要素 施用水準이 높을수록 토양중 Mg 함량은 결핍되기 쉽게 된다는 것을 나타낸다.

試驗前 Mg含量이 0.18~0.24me/100g水準은 草地肥沃度 等級에¹⁰⁾ 依하면 下位等級으로 草地에 絶對不足한 含量이며 이러한 水準에서는 成分量(Mg O 등) 基準하여 10a當 草地에서는 15~20kg, 靑刈作物의 栽培地에서는 10~16kg의 施用이 必要하다.⁷⁾ 이는 거의 磷酸施用水準과 같다. 또한 傾斜度가 높을수록 放牧家畜에 Mg供給이 떨어질 것이 豫想되므로 Mg增施가 必要한 뿐만 아니라 Grass tetany 發生 危險性이 더 높다(III報 詳述예정).

Na含量은 草地에 매우 不足할 뿐만 아니라 傾斜度가 增加함에 따라서 減少되었고, 3要素의 增施에 따라서 緩慢한 減少를 보였다. 따라서 Mg의 境遇와 같이 傾斜度가 높을수록 3要素 施用이 充分할수록 放牧牛에 Na不足度가 높아질 수 있음을 나타낸다. Na는 家畜의 生理代謝에 牧草中 含量으로는 不足하고 別途로 家畜에 多量으로 必要한 元素로¹⁾ 牧草의 嗜好性 增進과 併行해서 含量提高를 爲하여 草地에 Na施肥가 바람직하다.²⁾ Table 1의 土壤中 Na含量이 0.12~0.17me/100g은 草地土壤含量等級에서 中~下位로 約 8 kg Na₂O/10a 施用이 바람직하고⁷⁾ Na는 置換性 塩基中 가장 流失이 큰 元素이므로 草地에 施用時 分施가 必要하다. 이러한 諸特性과 報告를 考慮할 때 우리나라 山地草地에 Na施肥 問題는 別途로 檢討되어야 할 것이다.

處理別 CEC變化는 뚜렷하지 않았으나 塩基飽和

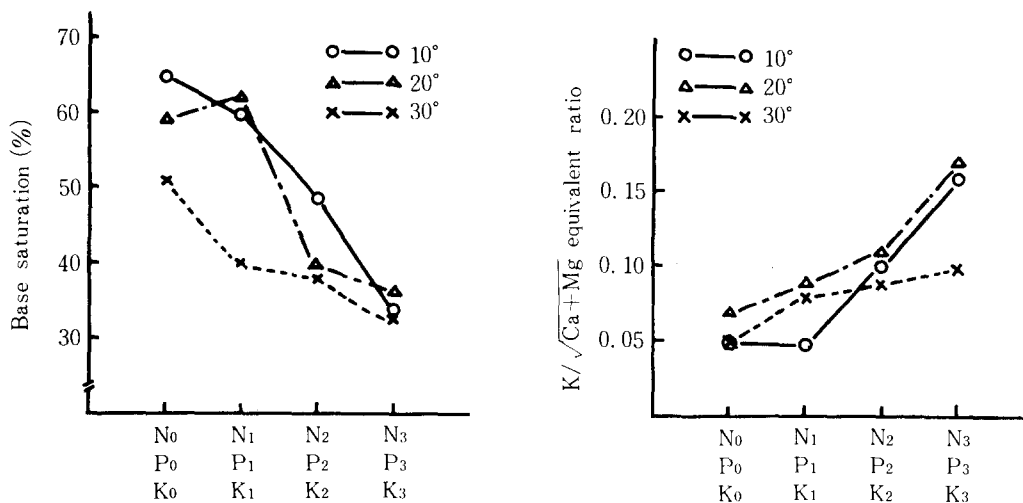


Fig. 1. Relations of NPK application rates to the soil base saturation (left) and $K/\sqrt{Ca+Mg}$ equivalent ratio(right) under different slopes in oversown hilly pasture

도는 傾斜度 및 3要素水準이 增加할수록 뚜렷한 減少를 보였다(Table 1 및 Figure 1). 土壤中 K/ $\sqrt{\text{Ca}+\text{Mg}}$ 當量比는 3要素 施用水準이 增加함에 따라서 그 增加率は 傾斜도가 낮을수록 높았다.

以上の 諸土壤特性的 變化를 볼 때 山地草地의 傾斜度, 石灰施用有無 및 3要素 施用水準에 따라서 肥沃度 特性이 變化하고, 大體로 傾斜도가 높아짐에 따라서 肥沃도가 낮아진다. 또한 單純한 3要素 中心의 施肥管理는 土壤中 Ca, Mg含量減少와 pH 下落을 招來하는 傾向을 보였다.

2. 牧草의 無機養分 含量

3要素水準을 平均한 傾斜度別 混播牧草 및 各構成草種의 無機養分含量('81年 年間平均)의 差異를 보면 Table 2와 같다. Mg含量은 各構成草種 共히 傾斜도가 높을수록 減少되었을 뿐만 아니라 牧草의 正常生育과 家畜의 健康維持(Grass tetany 防止)에 必要한 基準含量>0.2%에³⁾⁴⁾⁵⁾ 크게 未達되었다. 調査된 其他 無機養分の 含量差는 一貫性이 無었으나

Table 2. Mean contents*) of mineral nutrients by forage species in a mixed grass-clover sward as main effect of slope (Based on DM)

Slope	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Na ppm
Grasses (G)						
10°	1.78	0.35	2.52	0.31	0.12	73
20°	2.19	0.37	2.27	0.28	0.11	55
30°	1.97	0.38	2.69	0.32	0.11	72
Legume (L)						
10°	3.11	0.33	2.63	1.65	0.18	315
20°	3.14	0.30	2.37	1.87	0.14	165
30°	2.80	0.32	1.89	1.56	0.11	216
Weeds (W)						
10°	1.81	0.33	2.35	0.55	0.11	62
20°	1.92	0.37	1.95	0.50	0.09	54
30°	1.93	0.31	2.45	0.52	0.10	152
Mixture (G+L+W)						
10°	1.96	0.36	2.53	0.49	0.13	95
20°	1.99	0.35	2.24	0.53	0.11	66
30°	2.03	0.36	2.65	0.45	0.11	109

*) Averaged over NPK levels and all(4) cuts in 1981

苧科牧草中 K含量은 傾斜도에 反比例하는 傾向이 뚜렷하였고, 傾斜度 30°에서 收量境界含量인 2.0%¹⁾보다 낮은 特性은 苧科牧草의 큰 收量減少와 關聯된 것으로 보인다. 特히 生長이 적은 狀態에서 稀釋效果에 따른 K濃도가 높아야 하는 一般法則과 比較하여 볼 때 苧科牧草가 禾本科牧草에 比해서 急傾斜地에서 K養分の 吸收利用이 北向인 條件과 併行하여 크게 障礙를 받았음을 考慮할 수 있겠다. 이와같이 苧科牧草中 낮은 K含量은 Table 1에서와 같이 急傾斜地(30°)의 土壤中 K含量이 매우 낮은 特性과 또한 K가 不足한 條件에서는 苧科牧草가 禾本科牧草보다 뿌리의 CEC(cation exchange capacity)가 높아 1價 陽ion인 K 吸收競合에서 禾本科牧草보다 不利(弱)한 生理的 條件이므로⁶⁾ 混播牧草에서 苧科牧草에 더욱 K不足을 招來하기 쉬운 特性에 基因된 것

Table 3. Mean contents*) of mineral nutrients by forage species in a mixed grass-clover sward as main effect of NPK application (Based on DM)

N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/10a)	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Na ppm
Grasses (G)						
0-0-0	1.52	0.33	1.88	0.31	0.14	45
14-10-10	1.78	0.38	2.23	0.31	0.13	55
28-25-25	1.94	0.37	2.80	0.30	0.10	72
42-40-40	2.09	0.38	3.07	0.29	0.09	95
Legume (L)						
0-0-0	3.08	0.27	2.14	1.96	0.17	218
14-10-10	2.99	0.32	2.25	1.62	0.15	260
28-25-25	2.94	0.36	2.32	1.38	0.12	231
42-40-40	3.06	0.32	2.47	1.81	0.11	219
Weeds (W)						
0-0-0	1.50	0.33	2.09	0.61	0.14	61
14-10-10	1.67	0.33	2.10	0.50	0.09	99
28-25-25	1.90	0.34	2.04	0.44	0.08	102
42-40-40	2.48	0.33	2.74	0.53	0.09	96
Mixture (G+L+W)						
0-0-0	1.81	0.33	2.04	0.70	0.14	77
14-10-10	1.89	0.35	2.23	0.53	0.12	99
28-25-25	2.04	0.37	2.62	0.37	0.10	83
42-40-40	2.24	0.37	2.99	0.37	0.09	99

*) Averaged over slope levels and all(4) cuts in 1981

으로 보인다. 따라서 急傾斜地草地에서는 緩傾斜地에서와는 달리 K供給量 및 施肥(分施)方法의 定立이 考慮되어야 할 것이다.

傾斜度水準을 平均한 3要素水準別 養分の 平均含量('81年)의 變化를 보면 Table 3 과 같이 3要素施用水準이 增加함에 따라서 N含量은 苜科牧草를 除外하고 禾本科牧草, 雜草 및 混播牧草 共히 增加傾向을 보였다. 그러나 P含量的 增加는 輕微하였고, 反面에 K含量은 모두 增加傾向이 뚜렷하였으나 但只 雜草만은 多肥水準에서만 增加가 뚜렷하였다. Ca含量은 苜科牧草를 除外하고는 減少傾向을 보였고, Mg含量은 減少傾向이 뚜렷하였다.

3要素水準의 增加에 따라서 特히 Mg 및 Ca含量의 減少傾向은¹⁴⁾ Grass tetany誘發要因인 높은 K/Ca+Mg當量比(>2.2)의 增加와^{3,5)} 또한 N含量的

增加로 tetany와 聯關하여 家畜의 代謝障礙를 招來할 危險性を 높여 주었다(III報詳述예정.)

3. 無機養分の 脱取量과 3要素 利用率

3要素水準의 增加에 따른 收量增加와 더불어 各種 無機養分の 脱取量도 增加하였다(Table 4).

10°傾斜地の 對照區의 脱取量を 基準한 3要素의 利用率을 보면 N-利用率은 3要素水準 및 傾斜度の 增加에 따라 減少傾向을 보였다. 따라서 傾斜度の 增加에 따른 收量減少와 聯關하여 볼 때 多肥効果는 傾斜度가 낮을수록 높았다. P₂O₅-利用率은 K₂O 및 N보다는 매우 낮고, 3要素 및 傾斜度水準에 따른 變化特性은 N와 같은 傾向이었다. K₂O-利用率은 3要素中 가장 높았으며 3要素水準의 變化에 따른 變化는 30° 急傾斜地를 除外하고는 緩慢하였으

Table 4. Calculated annual removal of various minerals by mixed forages as affected by different levels of slope and NPK application (1981)*)

Treatments Slope(°) and N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/10a)	Nutrient removal, kg/10a						Total	Total conc. % in DM
	N	P	K	Ca	Mg	Na		
10°	19.96	3.63	26.56	4.60	1.20	0.10	56.05	5.57
20°	17.18	3.16	20.47	4.41	0.89	0.06	46.16	5.25
30°	15.63	2.71	20.34	3.06	0.62	0.09	42.47	5.72
0-0-0	8.66	1.64	9.48	3.27	0.66	0.04	23.65	5.00
14-10-10	16.38	3.06	19.37	4.64	1.06	0.09	44.60	5.14
28-25-25	20.98	3.91	28.07	4.03	1.03	0.09	58.11	5.41
42-40-40	24.34	4.05	32.90	4.14	1.01	0.11	66.55	6.10

*) Averaged over NPK and slope levels, respectively

Table 5. Percentage recovery*¹⁾ of N, P₂O₅, and K₂O by mixed forages under different levels of slope and NPK application (1981)

N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/10a)	N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	10°	20°	30°	10°	20°	30°	10°	20°	30°
0-0-0	0.0	-**)	-	0.0	-	-	0.0	-	-
14-10-10	51.5	43.1	32.7	26.8	32.5	23.8	1124.1	62.2	110.0
28-25-25	46.3	32.6	33.8	21.7	18.8	12.0	1101.8	60.3	82.3
42-40-40	42.6	29.2	27.3	17.2	10.1	7.9	90.8	62.7	42.9

*) % recovery of A (N, P₂O₅, K₂O) = $\frac{A \text{ yield fertilized} - A \text{ yield unfertilized}}{\text{Fertilizer A applied}} \times 100$

A yield unfertilized was based on the control (NPK) of 10° slope

**) Less uptake than that of 10° slope

Table 6. Mean efficiency* of Σ NPK applications by mixed forages under different levels of slope and application rates (1981-1982)

N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/10a)	slope			Avg
	10°	20°	30°	
0-0-0	-	-	-	-
14-10-10	10.6	8.2(7.8)**	5.1(10.0)	9.5
28-25-25	7.6	5.6(5.5)	1.8(3.9)	5.7
42-40-40	5.1	3.8(3.7)	2.5(3.9)	4.2
Avg	8.5	5.1(4.9)	2.6(4.8)	

*) $\frac{\text{Yield fertilized} - \text{yield unfertilized}}{\text{Fertilizer } (\Sigma \text{NPK}) \text{ applied}}$

Yield unfertilized was based on the control (NPK) on 10° slope

**) (): Yield unfertilized was based on the control (NPK) of each slope levels

나 N와 P₂O₅에 대해서 一貫性있는 變化를 보이지 않았다. 또한 少肥水準에서 일부 100%를 넘는 것은 傾斜地의 流失集積 및 其他要因과 더불어 檢討되어야 할 것이다 (Table 5).

3要素(Σ NPK)의 總混播收量에 對한 施肥効率((總收量-無肥收量/施肥量)을 보면 緩傾斜地일수록 높고 施肥水準이 增加할수록 낮아졌다 (Table 6). 이는 多肥效果는 傾斜도가 낮을수록 높음을 나타내므로 多肥條件의 集約栽培 可能性이 緩傾斜地가 더 有利함을 보여준다.

3要素의 吸收된 施肥養分効率((總收量-無肥收量)÷(吸收養分量-無肥吸收養分量))은 各傾斜度の 無肥區를 基準하여 評價할 때 傾斜度別 差異는 輕微하였고, 3要素水準이 增加함에 따라서 減少傾向을

보였다 (Table 7). 이는 傾斜도에 相關없이 吸收된 養分効率は 비슷하여 3要素 單位量的 養分이 乾物收量에 미치는 生理機能이 비슷하였음을 보여 주었다. 또한 養分脫取(吸收)량이 傾斜도가 增加함에 따라서 減少되는 環境特性이 곧 收量低下의 要因이 되었을 뿐, 脫取(吸收)된 養分の 効率は 傾斜도에 相關없이 비슷하였다는 것을 뜻한다. 따라서 急傾斜地에서 養分の 吸收利用을 改良하는 環境改善 및 施肥管理에 따라서 生産性的 提高를 기할 수 있는 可能性을 豫見할 수 있겠다.

IV. 摘要

山地的 傾斜度(10°, 20°, 30°) 및 3要素(N-P₂O₅-K₂O)의 施用水準(0-0-0, 14-10-10, 28-25-25, 42-40-40kg/10a)이 결루림 山地草地(orchardgrass, tall fescue, redtop, ladino clover 混播)의 造成, 生産性, 植生 및 牧草品質等에 미치는 影響을 究明하였다. 本稿에서는 土壤의 化學的 特性, 牧草의 養分含量과 肥料의 利用効률에 關하여 檢討하였다.

1. 2年 試驗后 土壤의 化學的 特性變化를 보면, 傾斜도가 增加함에 따라서 pH, 置換性 Mg, Na含量, 塩基飽和도가 낮아지고, OM, 有効P₂O₅含量은 增加傾向을 보였으나, Ca含量 및 $K/\sqrt{Ca+Mg}$ 當量比 變化는 뚜렷하지 않았다. 3要素 施用水準이 增加함에 따라서 pH, 置換性 Ca, Mg, 塩基飽和도가 낮아지고, 有効P₂O₅含量, 置換性 K含量, $K/\sqrt{Ca+Mg}$ 當量比는 增加하는 傾向을 보였다.

2. 牧草中 無機養分の 含量變化特性을 보면 傾斜도가 增加함에 따라서 混播牧草中 禾本科牧草 및

Table 7. Efficiency* of applied fertilizers (Σ NPK) absorbed by mixed forages under different levels of slope and application rates (1981)

N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/10a)	Slope			Avg
	10°	20°	30°	
0-0-0	-	-	-	-
14-10-10	17.9	18.0	16.2	17.4
28-25-25	15.5	16.0	13.9	15.1
42-40-40	12.6	11.7	13.2	12.5
Avg	14.5	14.4	14.2	

*) 1) $\frac{\text{Yield fertilized} - \text{yield unfertilized}}{\text{Absorbed of fertilizers} - \text{absorbed fertilizers of control}}$

2) Based on the control of each slope levels

雜草의 養分含量變化는 뚜렷하지 않았으나 荳科牧草는 急傾斜地에서 N, K 및 Mg含量이 매우 낮았으며 이는 收量減少와 聯關된 것으로 보인다. Mg含量은 모든 草種이 基準含量에 크게 不足하였다.

3. 3要素水準이 增加함에 따라서 禾本科牧草는 N, K, Na含量은 增加하고, Mg 및 Ca含量은 減少되었고, P含量은 無肥區보다 增加하였으나 施用水準間에는 差異가 없었다. 荳科牧草에서는 K含量은 微弱하게 增加되었고, Mg含量은 減少되었으며, N, Ca 및 Na含量은 뚜렷한 變化가 없었다. 반면에 雜草에서는 N含量의 微弱한 增加外에는 變化가 뚜렷하지 않았다. 混合牧草의 特性을 보면 一般의으로 N, K含量은 增加하고 Ca, Mg含量은 減少되며, P, Na含量變化는 輕微하였다.

4. 3要素의 利用率은 傾斜度가 增加할수록, 3要素施用水準이 增加할수록 낮아졌으며 $K > N > P$ 順으로 높았다. 3要素 混合施肥効率は 傾斜度 및 3要素水準이 增加할수록 낮아졌으나, 3要素를 混合한 吸收施肥効率は 傾斜度間에는 差異가 없었으나 施肥水準이 增加함에 따라서 다소 減少되는 傾向을 보였다.

V. 引用 文 獻

1. Finck, A. 1969. Pflanzenernährung in Stichworten. Verlag Ferdinand Hirt. 158-159, 149
2. Finck, A. 1979. Dünger and Düngung. Verlag Chemie, Weinheim, New York. 54, 133.
3. Gross, C. 1973. Managing Mg-deficient soils to prevent grass tetany. Proc. Meet. Soil Conserv. Soc. Am., Hot Springs, Ark., Oct. 1.
4. Kemp, A. 1960. Hypomagnesaemia in milking cows: The response of serum magnesium to alterations in herbage composition resulting from K and N dressings on pasture. Neth. J. Agr. Sci. 8:281-304.
5. Kemp, A., and M.L. 't Hart. 1957. Grass tetany in grazing milking cows. Neth. J. Agr. Res. 5:4-17.
6. Mouat, M.C.H., and T. W. Walker. 1959. Competition for nutrients between grasses and white clover. II. Effect of root cation-exchange capacity and rate of emergence of associated species. Plant and Soil 11, 41-52.
7. Ruhr-Stickstoff AG. 1978. Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau, 8 Aufl. Verlagsunion Agrar. 243,244.
8. Schachtschabel, P., H.-P., Blume, K.H. Hartge, und U. Schwertmann. 1976. Lehrbuch der Bodenkunde, 9 Aufl. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
9. Schroeder, D. 1972. Bodenkunde in Stichworten, 2 Aufl. Verlag Ferdinand Hirt. 69-71.
10. 農林水産技術會. 1967. 草地土壤生産力に 関する 研究. 研究成果 31輯20
11. 農村振興廳. 1974. 新開墾地 營農技術, 11~55
12. 鄭連圭. 1985. 傾斜度別 3要素 施用水準이 갈 뿌림 山地草地에 미치는 影響. I. 總乾物收量, 收量構成要素 및 植生構成比率의 變化. 韓草誌, 5(3):195~199
13. 鄭連圭, 朴炳勳, 李鍾烈. 1982. 石灰 및 3要素 施用水準이 갈 뿌림 山地草地에 미치는 影響. I. 土壤特性, 初期生育, 總乾物收量 및 耐用年限의 變化, 韓畜誌, 24(6):493~498
14. 鄭連圭, 李鍾烈, 沈載成. 1982. 上同 III. 牧草의 無機成分含量 및 3要素 利用率의 變化. 韓畜誌, 24(6):504~509
15. 洪鍾雲. 1975. 우리나라土壤의 酸度. 韓土肥誌 (別卷):15~25