

## 草地管理用 複合肥料(14-10-12-3-0,2)의 肥効試驗

### I. 土壤의 化學性 및 無機塩基의 相互均衡에 미치는 影響

鄭 連 圭·李 赫 浩\*

## Effectiveness of Magnesium-and Boron-Enriched Complex Fertilizer(14-10-12-3-0.2) on the Pasture Maintenance and Management

### I. Changes in the soil chemical properties and mutual balance of mineral nutrients in soil in a mixed grass/clover sward

Yeun Kyu Jung and Hyuk Ho Lee

#### Summary

This study was undertaken to assess the effectiveness of magnesium-and boron-enriched complex fertilizer(CF, N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O-MgO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 14-10-12-3-0.2) on the maintenance and management of hilly pasture. The effectiveness of CF was compared to those of some straight fertilizers (SF). This first part of the study was concerned with the soil chemical properties and the mutual balances of mineral nutrients in the soils of a mixed grass-clover and a pure grass swards. The results of a two-year field experiment are summarized as follows:

1. The Mg contents in the soils of the CF plots were higher than those of the SF plots. On the other hand, the Ca contents were higher in the SF plots than in the CF plots. The contents of Mg and Ca, and CEC, except K, in both the CF and SF plots were considerably below the optimum levels. At the normal application rate of NPK, the contents of available P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> were close to the optimum level in both the CF and SF plots.
2. The contents of exchangeable Mg were lower than the K contents in soils of all the plots. At the normal application rate of NPK, the Mg contents in the CF plots, but not in the SF plots, were close to the critical level for general crops (0.29me Mg/100g soil). The Mg contents in soils of all the plots, however, were considerably below the critical level for pasture forages and grazing cows (0.41me/100 g).
3. Considering the desirable base saturation level of soil, the saturation levels of Ca and Mg were insufficient in both the CF and SF plots. The saturation levels of Mg in the CF plots, however, were relatively good compared with the SF plots. The equivalent ratios of Mg/K, Ca/Mg, Ca:Mg:K, and %Mg of CEC in soils were generally unfavorable in all the plots. These ratios of the CF plots, however, were relatively better than those of the SF plots.
4. Considering the contents of exchangeable Ca and Mg in soils, it is suggested that the application of slaked magnesium lime as a soil amelioration might be desirable for the fundamental increment of those contents at pasture establishment.

順天大學校(Sunchon National University, Sunchon 540-070, Korea)

\* 畜産試驗場(Livestock Experiment Station, RDA, Suwon 441-350, Korea)

## I. 緒 論

山地畜産振興에 따라서 그간 相當面積의 山地草地가 새로 造成되었고, 이에 따라서 草地管理面積이 크게 增加되었다. 그러나 牧草의 正常生育, 家畜健康維持 및 草地管理作業의 省力化 등을 考慮한 草地用 專用複肥의 開發研究는 一般作物用 複肥보다 늦게 '80年代에서야 體系의으로 着手되었다.

草地用 複肥는 크게 造成用 및 管理用으로 區分하여 開發되어야 하며, 山地肥沃度 및 草種別 特性의 多樣性 때문에 一般作物에 比해서 肥種開發時 考慮해야 할 事項이 많다. 本 試驗에 供試된 管理用 複肥試製品은 一般的인 混播草地 造成 以後 草地의 多年維持 및 收量提高를 爲한 3要素 適正施肥量, 成分間의 均衡 및 山地土壤에 不足한 苦土 및 礫素를 補充히 施用하는데 基準을 두어 만들었다. 本 試驗結果 (I, II報)에 따라서 本 複肥가 肥種承認을 얻어 生産普給 된다.

## II. 材料 및 方法

### 1. 供試材料

試驗地의 土壤特性: 水原 畜産試驗場에 있는 開墾

年代가 4~5年된 低丘陵의 殘積土에서 遂行하였다. 本 土壤은 花崗岩에 基因된 赤黃色土(Red and Yellow Podzolic Soil)로서 表土는 砂壤土~壤土, 心土는 砂壤土~微砂質 埴壤土인 排水가 良好한 12% 傾斜地로서 松汀統 土壤에 속하며 試驗前 土壤의 化學的 特性은 Table 1과 같다.

混播草種(品種) 및 播種: 混播로서 10a當 orchard-grass(Potomac) 2.0kg, tall fescue(Fawn) 1.0kg, Kentucky bluegrass(Ky. blue) 0.6kg 및 ladino clover(Ladino regal) 0.4kg을 混合하여 總 4.0kg/10a를 基準으로 1982年 9月 7日에 drill播種하였다.

供試複合肥料: N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O-MgO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 14-10-12-3-0.2의 組成比를 갖는 2種 複合肥料로 京畿化學(株)의 試製品을 供試하였다. 本 試製品의 上記 成分外에 T-S가 5%, Ca가 5%를 含有하였고, 原單位 構成肥種은 尿素, 硫安, 塩安, 磷安, 溶磷, 塩加, 礫砂 等과 增量劑로 되어있다. 本 試製品의 3要素 組成比는 農村振興廳 草地管理肥 施用基準<sup>27)</sup>인 28-20-24(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O)kg/10a에 準하여 1/2로 하였고, 우리나라 山地土壤에 매우 不足한 苦土 및 礫素를 添加하여 ha當 2 ton을 施用基準으로 製造되었다. 따라서 本 複肥施用時는 3要素外에 10a當 MgO 6kg, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.4kg, T-S 10 kg, CaO 10kg을 追加로 施用하는 條件으로 되어있다.

Table 1. Chemical characteristics of surface soil\*<sup>1)</sup> before experiment.

pH (1:5 H <sub>2</sub> O)	OM (%)	Avail. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Exch. cations(me/100g)					Base sat. (%)
			Ca	Mg	K	Na	CEC	
5.4	1.3	120	1.8	0.23	0.35	0.11	6.85	36.4

\* ) 0-10 cm in depth

Table 2. Treatments of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and K<sub>2</sub>O application rates and kind of fertilizers used.

No.	N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O Application(kg/10a)				
	establishment			maintenance & management	
1	8-10-7	UDP* <sup>1)</sup>		0-0-0	-
2	8-10-7	UDP		14-10-12	UDP
3	8-10-7	UDP		14-10-12	C
4	8-10-7	UDP		28-20-24	UDP
5	8-10-7	UDP		28-20-24	C

\* ) Kind of fertilizers : U(urea), D(double superphosphate), P(potassium murate), and C(commercial complex fertilizer)

## 2. 處理內容 및 管理

草地造成時 全試驗區 供히 3要素 8-10-7kg/10a(肥種은 尿素, 重過石, 塩加)를 造成肥(基肥)로 施用하고 播種하였다. 造成次年度부터 維持管理肥(處理內容: 5處理, 4反覆, 乱塊法 配置)의 施肥水準은 Table 2와 같다.

牧草의 수확은 年間 4回 刈取하였으며 이에 따라 各 處理別 管理肥料의 施用은 4回 刈取別로 均一分 施하였다. 草地造成 以後 雜草의 除去치 않았으며, 植生 및 收量調査, 土壤 및 植物體 分析은 農村振興廳 基準方法에 28) 準하였다.

## III. 結果 및 考察

### 1. 草地土壤의 化學性

2年間 試驗後 各 處理區別 土壤化學性的 變化 및 差異를 보면 Table 3과 같다. 單肥에 比해서 複肥施用區에서는 pH, Ca 및 K 含量과 CEC가 若干 낮고 Mg 含量은 若干 높은 傾向을 보였다. 3要素 少肥水準(14-10-12)에서는 有效 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含量이 試驗前 120ppm 水準과 비슷하여 草地土壤의 適正含量인 200~400ppm 에<sup>17,30)</sup> 相當히 未洽하였으나 普肥水準에서는 195ppm 으로써 適正含量에 近接되는 數値를 보였다.

一般草地에서 肥料는 草地土壤의 表面에 걸뿌림 施用하므로 本 試驗結果에 나타난 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含量과 聯關하여 볼때 草地造成 3次年度 부터 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 基準施用量 20kg/10a 보다 多少 減量施用이 可能하며 또한 減量의 必

要性を 提示하여 주고있다. 이러한 可能性과 必要性은 아래와 같은 여러 研究結果들과 聯關되어 있다. 即, 草地에 每年 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>를 表面施用할 때에는 表土의 上部層에 適正水準 以上으로 크게 集積되는 傾向이 있고,<sup>32)</sup> 作物의 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 利用率이 3要素中 第一 낮은 10~25% 程度이며,<sup>7,30)</sup> 急傾斜地 草地에서도 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>는 溶脫 및 流失이 相對적으로 輕微한<sup>1)</sup> 편이다. 한편 일반 牧草의 뿌리分布는 表土上部(0~10cm)에 거의 集中되어<sup>30)</sup> 있어 表面施用에 따라서 集積된 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>를 잘 利用할 수가 있게된다. 또한 잘 管理된 草地는 오래될수록 表土에 有機物 含量이 增加하고,<sup>31)</sup> 有機物이 많을수록 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 固定力이 떨어져 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 有效度가 增加하는<sup>13,29)</sup> 特性이 있다. 以上の 特性들을 相互關聯하여 종합 高찰하여 볼때 本 試驗에서 나타난 結果는 磷酸의 減量施用 可能性을 제시하는 것으로 생각된다.

草地土壤의 肥沃度等給基準(1967)과<sup>24)</sup> 本 試驗의 各 處理區別 土壤의 몇가지 化學性を 比較하여 보면 다음과 같다.

陽ion置換容量(CEC)은 全試驗區가 6.2~7.3 me/100g 水準으로 CEC等級(<6=낮음, 6~20=보통, >20=높음)에서 낮은 水準을 보였고, 또한 塩氣飽和度도 30~36% 程度로 낮아 新開墾山地土壤의 一般特性과<sup>26)</sup> 類似한 條件이었다. Ca 含量은 全試驗區가 1.16~1.91 me/100g 水準으로 Ca等級(<3.6=낮음, 3.6~7.2=보통, >7.2=높음)과 比較할때 매우 낮았다. Mg 含量도 全試驗區가 0.19~0.28 me/100g 水準으로 Mg等級(<0.5=낮음, 0.5~1.2=普通, >1.2=높음)과 比較하면 모두 낮은 水準으로 不足함을 보여주었

Table 3. Chemical properties of the topsoils\*<sup>1)</sup> after a two-year experiment.

Treatment**)	pH (1:5 H <sub>2</sub> O)	OM (%)	Avai. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Ex. cations(me/100g)					T-N (%)	Base sat. (%)
				Ca	Mg	K	Na	CEC		
0-0-0	6.29	1.16	65	1.63	0.21	0.12	0.14	6.75	0.20	32.9
14-10-12 S	6.19	1.26	112	1.91	0.17	0.32	0.14	7.41	0.22	34.3
14-10-12 C	5.85	1.28	138	1.19	0.20	0.28	0.12	6.22	0.22	28.8
28-20-24 S	6.10	1.37	195	1.84	0.19	0.44	0.14	7.26	0.24	36.0
28-20-24 C	5.84	1.43	195	1.16	0.28	0.28	0.19	6.34	0.25	30.1

\* ) 0-10 cm in depth

\*\* ) Application rates for pasture management and kind of fertilizers used, related to the Table 2.: S(single fertilizers), C(commercial complex fertilizer)

으나 肥種間에는 다소의 차이가 있어 複肥施用區가 單肥區보다 若干 높았다. K含量은 K等級(<0.17=낮음, 0.17~0.32=普通, >0.32=높음)과 比較하면 單肥區는 0.32~0.44, 複肥區는 0.28 me/100g 水準을 보여 全試驗區가 一般的으로 充分한 傾向을 보였으며 肥種間에는 單肥區가 複肥區에서 보다 높았다.

이와같이 Ca 및 Mg 含量이 試驗區(山地草地)에서 매우 不足한 것은 우리나라 母岩의 2/3가량이 花崗岩系이며,<sup>19)</sup> 主粘土鑛物이 Kaolinite系인데<sup>25)</sup> 原因이 있는 것으로 一般的으로 이들 모암에서 由來된 土壤中에는 Ca 및 Mg이 매우 不足하다.<sup>18, 25)</sup> 또한 草地에서 單純한 3要素 施用에 따른 收量增收는 土壤中 Ca 및 Mg 含量을 더욱 낮추는 特性들과<sup>31)</sup> 密接한 聯關이 있는 것으로 生覺된다. 한편 置換性 塩基들의 土壤膠質物에 吸着된 濃度增加는 一般的으로  $Ca^{++} > Mg^{++} > K^+ > Na^+$  順으로 높은 特性이 있다.<sup>20, 30)</sup> 따라서 土壤中 含量도 이와같은 順으로 높은 一般特性을 갖는데 Table 1과 3에서와 같이 本 試驗에서는  $Mg^{++}$ 이  $K^+$ 보다 낮았다.

Mg은 植物營養生理에서 必須多量要素에 속하며 특히 牧草中의 낮은 Mg含量이 放牧牛(특히 搾乳牛)에 grass tetany를 誘發하는 特性<sup>21)</sup> 때문에 牧草의 正常生育뿐만 아니라 家畜의 健康管理에 매우 重要한 養分元素가 되고있다. 또한 草地에서는 牧草의 營養供給以上으로 Na과 더불어 Mg의 增施가 必要한 것으로 報告되어<sup>9)</sup> 있어 草地用 複合肥料의 開發에는 Mg添加가 必須的으로 要求된다 하겠다.

本 試驗地의 Mg含量特性은 Mg施用基準과 聯關한 諸研究報告들과 比較 檢討하여 보면 아래와 같다. Mg이 CEC의 6%以下에서는 Mg施肥效果가 크며,<sup>16)</sup> 5~10 me/100g의 CEC를 갖는 土壤에서 置換性 Mg이 0.2me/100g 以下인 條件(24ppm, CEC의 2~4% 임)에는 Mg施用效果가 크게 나타나며,<sup>22)</sup> 또한 置換性  $Mg^{2+}$  含量 35ppm(0.29 me/100g)을 critical level로<sup>4)</sup> 報告된바 있다. N. A. A. S(1968)에서는 置換性 Mg가 25ppm 以下인 傾遇는 모든 作物에, 그리고 Mg要求度가 높은 作物에는 50ppm(0.42 me/100g) 以下에서도 Mg施肥가 必要하다고 指導하고 있다.

本 試驗地는 試驗前後 Mg含量이 0.17~0.28 me/100g 水準으로 牧草中 適正 Mg含量 0.2% 以上の 維持와 放牧牛의 健康管理(tetany 豫防)을 爲한 土壤中 critical level 0.41 me/100 水準을<sup>5)</sup> 이루기 爲해서는

相當히 不足함을 보였다. 本 複肥中 3% MgO 含有는 MgO 6 kg/10a 施用水準이다. 그러나 草地의 適正施用量은 壤質土에서 置換性 Mg이 0.49 me/100g 以上인 水準에서는 年間 15~20kg MgO/10a 施用이 必要하다는 報告와<sup>17)</sup> 比較할때 不足한 施用水準으로 더 增施가 必要하다. 複肥의 製造技術上 Mg含量提高가 어려운 條件에서는 草地造成時 土壤改良劑로써 石灰-苦土肥料를 施用하여 土壤中 Mg含量을 基本的으로 充分히 올린후, 管理用 複肥中의 Mg은 草地의 維持管理時 Mg의 流失 및 脫取量을 補充하는 것이 複肥의 製造技術上 바람직 하다고 生覺된다.

## 2. 土壤中 無機塩基의 相互均衡

養分の 相互均衡(比率)의 理論的인 重要性을 보면, 한 養分の 多少는 그 養分の 量과, 또는 비록 낮은 含量(濃度)일지라도 모든 營養素들간의 相互比率에 依해서도 決定된다.<sup>2)</sup> 이는 植物營養과 聯關하여 볼때 土壤中 養分の 多少는 量的으로 決定되지만 養分間的 相互均衡比에 따라서 크게 影響을 받는다. 따라서 養分の 適合한 總量 및 均衡比의 維持만이 收量 및 品質을 提高시킬 수가 있다고 報告된바 있다.<sup>2, 3, 12)</sup>

草地土壤에서 牧草의 正常生育과 家畜健康에 좋은 牧草生産과 聯關된 置換性 塩基間的 適合한 相互比率을 提示한 研究報告들과 本 試驗에서 얻어진 各處理別 特性과 比較檢討한 것을 보면 Table 4와 같다.

一般土壤에서 CEC에 對한 塩基飽和도가 80%이며, 其中에서 Ca이 65%, Mg이 10%, 그리고 K가 5%水準이 理想的인 塩基含量 및 比率이라고 報告된바 있다.

<sup>23)</sup> 本 試驗에서는 全處理區가 供히 K만 除外하고 크게 未治하여 Ca 및 Mg가 不足함을 보였다. 또한 置換性 Mg含量이 CEC의 10%水準이 牧草의 正常生育과 牧草中 Mg含量을 높여 grass tetany 豫防에 適合한 水準이라는 報告와<sup>14)</sup> 比較하면 모두 2.6~4.4% 水準으로 Mg도 不足함을 보였다. 그러나 各處理區에서는 肥種間에 차이가 있어 複肥의 경우 相對的으로 높은 4.4% 水準을 보였다.

Mg/K 當量比에 있어서 적정비율이 0.5以上(critical level)이어야 한다는 報告를<sup>14)</sup> 고려할때 本 試驗에서는 複肥區가 單肥區보다 有利한 水準을 보였다. 그러나 이같은 結果도 牧草中 Mg의 critical 含量인 0.2% 以上을 얻기 爲해서는 Mg/K當量比가 1.2는 되어야 한다는 報告를<sup>10)</sup> 考慮하면 매우 不足한 Mg水準이었

Table 4. Mean mineral proportions of surface soils after a two-year experiment as affected by NPK-application rates and kinds of fertilizer used.

(me basis)

Treatment <sup>1)</sup> N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O (kg/10a)	%Mg of CEC	Mg/K	Ca/Mg	K/Mg	Mg	Ca : Mg : K	%Ca : Mg : K of CEC
	10.0	>0.05	<5.0	0.5-1.0	0.41	10 : 1 : 1	65 : 10 : 5
0-0-0	3.1	1.75	7.8	0.57	0.21	13.6 : 1.8 : 1	24 : 3 : 2
14-10-12 S	2.3	0.53	11.2	1.88	0.17	6.0 : 0.5 : 1	26 : 2 : 4
14-10-12 C	3.2	0.71	6.0	1.40	0.20	4.3 : 0.7 : 1	19 : 3 : 5
28-20-24 S	2.6	0.43	9.7	2.32	0.19	4.2 : 0.4 : 1	25 : 3 : 6
28-20-24 C	4.4	1.00	4.1	1.00	0.28	4.1 : 1.0 : 1	18 : 4 : 4

1) Application rates for pasture maintenance and kinds of fertilizer used, related to the Table 2. : S(single fertilizer), C(commercial complex fertilizer)

2) Related to good forage growth and grass tetany hazard, cited from various literatures, which were noted in this paper.

3) Ideal level of good soil fertility for general crops(Toth, 1964)

다. 특히 Mg/K當量비가 Ca/Mg比 보다 牧草의 Mg含量에 미치는 影響이 더 크다는 特性을<sup>10)</sup> 생각할때 塩基間 相互均衡은 不適合한 편이었다.

肥種別 Ca/Mg當量比에서 複肥區는 大體로 適合한 條件이었으나<sup>11)</sup> 單肥區는 不適合 하였다. 또한 單純한

石灰施用時는 本比率이 더욱 不適合할 것으로 보이므로 均衡比率을 爲해서 石灰-若土肥料 施用의 必要性을 提示하고 있다. 한편 Ca : Mg : K當量比의 critical level이 10 : 1 : 1인<sup>8)</sup> 條件과 比較할때 K含量에 比해서 複肥 普肥區에서만 Mg比가 有利한 條件이며 다른

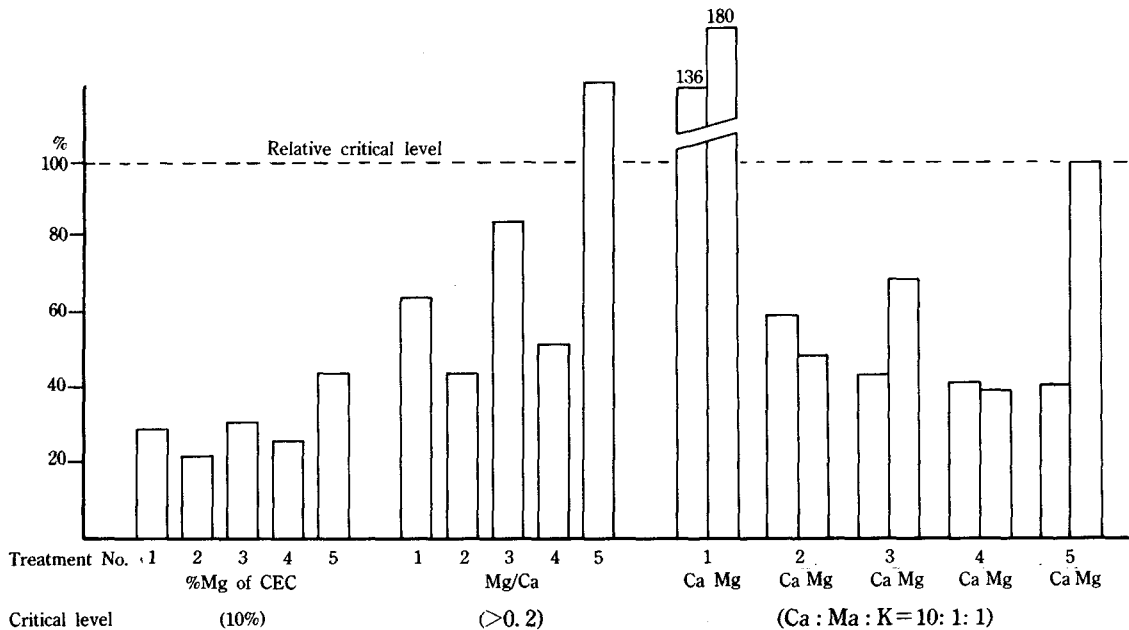


Fig. 1. Relative mean mineral levels of surface soils in relation to some critical levels in the table 4; detailed treatments in the table 2.

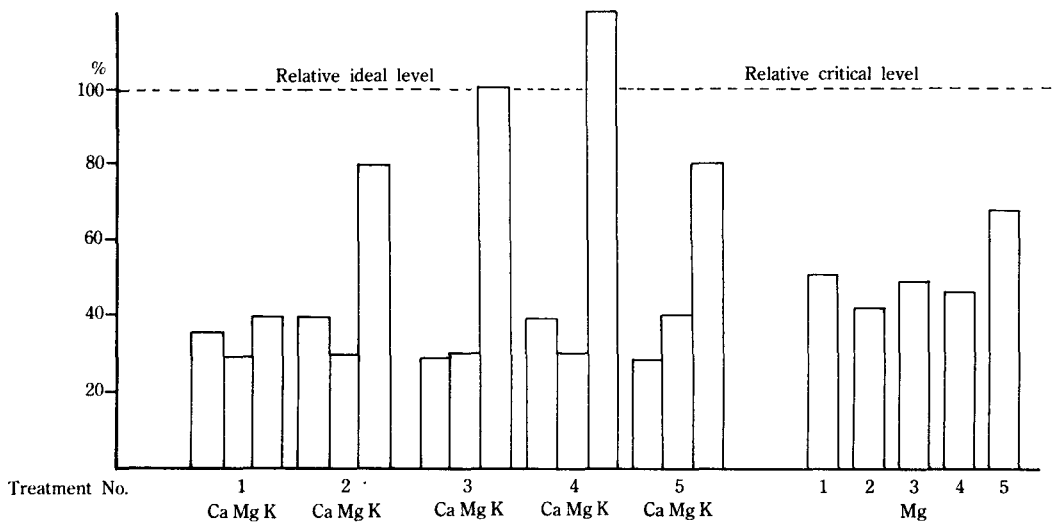


Fig. 2. Relative mean mineral levels of surface soils in relation to the ideal level of Ca : Mg : K(60 : 15 : 5% of CEC) and the critical level of Mg(0.41me/100g); treatments (No) detailed in the table 2.

處理區는 모두 不適合 하였고, Ca은 全區가 不足한 比率을 보였다. 또한 K/Mg當量比의 critical level이 0.5~1.0인<sup>11)</sup>報告와 比較하여 볼때 複肥普肥區를 除外한 全處理區가 不適合한 比率을 보였다.

Table 4에서 詳述한 牧草의 正常生育 및 grass tenty 豫防과 聯關된 土壤中 無機養分의 相互比率 및 Mg含量의 critical level들을 各各 相對臨界水準(relative critical level)으로 表示하고 各處理區別 水準을 이와 比較 檢討하여 보면 Fig. 1과 Fig. 2와 같다. Fig. 1과 2에서와 같이 %Mg of CEC, Mg/Ca當量比 및 Mg含量은 全試驗區가 relative critical level(100%)水準에 크게 未洽하였다. 그러나 其中에서 複肥普肥區는 他處理區에 比해서 相對的으로 第一 良好한 特性을 보였다. 또한 Ca : Mg : K比에서도 良好한 Mg比를 보였다. 反面에 Ca比는 大體로 不良한 水準을 보였다.

本 試驗에서 單純한 3要素만 的 施肥條件에서는 無期養分間의 不均衡과 Ca 및 Mg의 絶對量 不足을 보였다. 또한 複肥로 充分한 Ca 및 Mg의 補充이 어려우므로 草地造成時 土壤改良劑인 石灰-若土肥料의 施用으로 土壤中 Ca 및 Mg含量을 基本的으로 提高시킨후, 草地管理에서 養分을 補充하는 次元에서 本 試驗製品的 複肥가 有用할 것으로 생각된다.

## V. 摘 要

草地의 維持管理用 2種 複合肥料을 開發코자 京畿化學(株)의 試驗製品(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O-MgO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 14-10-12-3-0.2)을 一般單肥와 供試하여 鈴뿌림 混播草地에서 維持管理用 肥料로서 肥効를 究明하였다. 本 試驗에서 土壤化學性 및 無機塩基의 相互均衡(I報), 收量, 植生構成比率 및 牧草의 營養成分(II報)에 미치는 影響을 檢討하였다.

1. 試驗後 土壤化學性 變化를 보면 複肥區가 單肥區보다 Mg含量이 若干 높고 Ca含量은 낮은 傾向을 보였으나 適正含量에는 모두 未達하였다. 草地適性等 級水準과 比較하면 K含量을 除外하고는 CEC, Ca, Mg水準이 매우 낮았다. 그러나 有效P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含量은 單肥 및 複肥區의 普肥水準에서 適正含量(200ppm)에 達하였다.

2. 土壤中 置換性 Mg含量은 K보다 낮은 水準이었다. 複肥普肥區만 一般作物의 critical level(0.29 me Mg/100g)에 達하였으나 牧草 및 放牧牛를 爲한 critical level(0.41 me Mg/100g)에는 全試驗區가 크게 未達하였다.

3. 塩基飽和度에서 Ca 및 Mg含量이 바람직한水準에 크게 未洽하였으나 相對的으로 複肥區는 Mg比가

높았다. 또한 Mg/K, Ca/Mg, Ca : Mg : K當量比, %Mg of CEC는 바람직한水準에 大體로 未洽하였으나 複肥區가 單肥區보다 相對的으로 良好한 特性을 보였다.

4. 本 土壤化學性과 聯關하여 볼때 草地造成時 石灰-若土 肥料(土壤改良劑)의 施用으로 Ca 및 Mg의 基本含量의 提高가 必要하였다.

## VI. 引用文獻

1. Baermann, C. 1971. Zur Frage der Phosphatwaschung auf Gruenland in Hanglagen. Aus die Phosphorsaure, Band 29, Folge 1: 14-24.
2. Bussler, W. 1966. Die Bestimmung eines Naehrstoff-gleichgewichtes auf Grundsystematischer Naehrstoff-Variationen nach Homes. Kali-Briefe, Fachgebiet 2, 2 Folge, 1-10.
3. Bussler, W. 1973. Die Bedeutung "ausgeglicherer Naehrstoff-angebote" mit 12 Naehrstoffen fuer die Erzeugung hoher Ernten von bester Qualitaet. Pontificiae Academiae, Scientiarum Scripta varia No 38: 1283-1313.
4. Draycott, A. P., and M. J. Durrant. 1971. Plant and soil magnesium in relation to response of sugarbeet to magnesium applications. J. of the Int. Inst. for Sugarbeet Reserch 5: 129-135.
5. Felbeck, G. T. Jr. 1959. Problems of Mg assay in soils. In: G. C. Anderson (ed.). Mg and agriculture. W. Virginia Uni., Morgan Town.
6. Finck, A. 1969. Pflanzenernaehrung in Stichworten. Verlag Ferdinand Hirt. 88-90. 143-158.
7. Finck, A. 1979. Duenger und Duengung. Verlag Chemie, Weinheim, New York. 73. 217. 276.
8. Fine, L. O., and D. G. Shannon. 1976. Growth and composition of sudangrass on high Ca, low Mg soil. Agron. J. 68: 671-674.
9. Finger, H. and O. Werk. 1973. Increase of sodium and magnesium content in pasture herbage and the influence of Magnesium-Kainite application on the forage uptake by cows. Landw. Forsch. 29/II, Sonderh, 190-196.
10. Grunes, D. L. 1973. Grass tetany of cattle and sheep. 113-140. In: A. G. Matches 9ed.) Antiquality components of forages. CSSA, USA.
11. Horvath, D. J., and J. R. Todd. 1968. Mg supplements for cattle. Proc. 23 Texas Nutr. Conf., Texas Agric. Exp. Stn., College Station. 96-104.
12. Jung, Y. K. 1979. Der Einfluss variierter Angebote von Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, und B auf Wachstum, Ertrag und Naehrstoffgehalt bei Knaulgrass und Weissklee in Rein-und Mischkultur. Dissertation, D. 83, Nr. 95, TU Berlin.
13. Mengel, K. 1972. Ernaehrung und Stoffwechsel der Pflanze, 4 Aufl., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 353-359, 328-339.
14. Metson, A. J. 1974. Magnesium in New Zealand soil. I. Some factors governing the availability of soil magnesium. A. review. N. Z. J. Exp. Agric. 2: 277-319.
15. N. A. A. S. 1968. Magnesium in agriculture. Advisory paper No. 5. Advisory Service Branch, Great Westminister House, Horseferry Rd., London S. W. 1, England.
16. Prince, A. L., M. Zimmermann and F. E. Bear. 1947. The magnesium supplying powers of 20 New Jersey soils, Soil sci. 63: 69-78.
17. Ruhr-Stickstoff Aktiengesellschaft. 1978. Faustzahlen fuer Landwirtschaft und Gartenbau. Verlag Union Agrar. 243, 404.
18. Scheffer, F. und P. Schachtschabel. 1979. Lehrbuch der Bodenkunde. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart. 6.
19. Shin, Y. H. 1972. The description and classification of Korean soils. ASPAC Technical Bulletin No. 10.
20. Schroeder, D. 1972. Bodenkunde in Stichworten, 2 Auflage. Verlag Ferdinand, Kiel. 69-71.
21. Stelly, M. 1979. Grass tetany. Amer. Soc. of Agronomy, Special Publication No. 35.
22. Tinker, P. B. 1967. The effect of magnesium sulphate on sugarbeet yield and its interactions with other fertilizers. J. Agric. Sci. Camb., 68: 205-212.
23. Toth. 1964. Recited from "Soil and soil related problems. In: Hanson, Turfgrass Science, ASA.

- 101.
24. 農林水産技術會. 1967. 草地土壤生産力に關あね研究. 16-22.
25. 農業技術研究所. 1978. 主要試驗研究業績과 研究方向, 91. 126.
26. 農村振興廳. 1974. 新開墾地 營農技術. 11-55.
27. 農村振興廳. 1982. 山地草地造成과 利用. 35-46, 126-127, 196-209.
28. 農村振興廳. 1983. 農事試驗研究 調査基準, 改訂第1版. 植物環境 및 飼料作物編.
29. 吳旺根. 1978. 有機物の 施用이 土壤의 化學的性質에 미치는 影響. 韓土肥誌 11(3): 161-174.
30. 鄭連圭. 1984. 草地土壤管理와 肥料. 加里研究會. 72. 131. 167. 282. 297. 298. 311.
31. 鄭連圭, 朴炳勳, 李鍾烈外. 1982. 石灰 및 3要素施用水準이 걸뿌림 山地草地에 미치는 影響. 韓畜誌 24(6): 493-516( I ~ IV 報).
32. 鄭連圭, 李赫浩, 李鍾烈. 1984. 草地에 對한 磷酸表層施用效果究明試驗. 畜試 試研報. 190-202.