

草地造成用 複合肥料(8-25-7-3-0.2)의 開發試驗

II. 總乾物收量, 收量構成要素, 植生構成比率 및 牧草의 營養成分에 미치는 影響

鄭連圭·李鍾烈*

順天大學

Effectiveness of Magnesium-and Boron-Enriched Complex Fertilizer (8-25-7-3-0.2) on the Pasture Establishment

II. Changes in the forage yields, yield components, botanical and chemical compositions in a mixed grass/clover sward

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

Suncheon National University, Suncheon

Summary

This field experiment was undertaken to assess the effectiveness of magnesium- and boron-enriched complex fertilizer ($N-P_2O_5-K_2O-MgO-B_2O_3$: 8-25-7-3-0.2) compared with some straight fertilizers on the hilly pasture establishment. This second part was concerned with the changes in the forage yields, yield components, botanical and chemical compositions in a mixed grass-clover sward (orchardgrass, tall fescue, Kentucky bluegrass, and ladino clover). The results from a two-year experiment are summarized as follows:

1. Dry matter yields of whole mixed forages were significantly reduced in control by 54.5% and the NK-plot (P_0) by 35.0%, compared with the normal NPK-plots.
2. The yields of oversown grasses were significantly reduced in control by 79.7% and the NK-plot (P_0) by 52.1%, compared with the normal NPK applications. At the normal NPK applications, the oversown grasses were lowest in the yields when provided with double superphosphate with no significant differences. The yields of weeds were not significantly influenced by the treatments.
3. The significant differences in the legume yields (relative yield, %) were laid in the following increasing order; complex fertilizer (178.5%) > NPK-fused superphosphate (139.5%) > NPK-double superphosphate (100.0%) = control > NK (51.1%). The legume yield was much more depressed in the NK-plot (P_0) than in control ($N_0P_0K_0$).
4. The rate of oversown grasses and whole forages were increased by the normal NPK applications, showing little difference among the kinds of fertilizers.

It was recognized that the application of complex fertilizer contributed to the increasing of legume rate in the mixed sward. This contribution turned out to be due to the rather enhanced performance and yield-increase of legume, compared with the straight fertilizers.

5. With the NK-treatment (P_0) the P concentration in mixed forages dropped below the critical level (0.2%). The Mg concentrations in mixed forages were lower in all the plots than the critical level (0.2%). Therefore, a sufficient amount of Mg was desirably to be applied.

*畜産試驗場(Livestock Experiment Station RDA, Suweon)

6. It is recommended that, in relation to its effectiveness and simplification of fertilizer application, the application of this complex fertilizer for pasture establishment be carried out. The change of the constituent ratio of complex fertilizer to the standard of "8 - 15~20 - 7 - 5~10 - 0.2" considering the need of sufficient Mg supply and the continuous accumulation of P in the top-surface soil is possibly recommended.

I. 緒 論

養分の 均衡供給과 草地造成 및 管理의 省力化를 爲한 草地專用複肥의 開發은 最近에서야 試圖되었으며, 草地專用複肥의 多樣性 및 特性 그리고 山地土壤의 肥沃도와 聯關된 複肥開發의 問題點들은 1報(韓草誌 6(2), 1986)에 言及되나 있다. 1次的으로 試圖된 草地造成用 試製品인 8-25-7-3-0.2(N-P₂O₅-K₂O-MgO-B₂O₃) 組成比를 갖는 2種 複合肥料의 肥効究明 試驗結果를 1報에서는 土壤의 化學性 및 牧草의 初期生育狀에 미치는 影響, 本 II報에서는 牧草의 收量性, 植生構成比率 및 營養成分 等에 미치는 影響에 關하여 檢討하였다.

II. 材料 및 方法

1. 供試材料

試驗地는 開墾한지 3~4年된 低丘陵殘積土로서 排水가 良好한 砂汀統土壤이다. 混播牧草로써 orchardgrass, tall fescue, kentucky bluegrass 및 ladino clover를 總 4 kg/10a 基準으로 均뿌림 散播하였다. 供試複肥는 N-P₂O₅-K₂O-MgO-B₂O₃가 8-25-7-3-0.2%의 組成比를 갖는 2種複肥로써 本成分外에 T-S가 4% 및 CaO가 5%含有한 京畿化學의 試製品을 供試하였다. 土壤의 化學性, 牧草品種 및 播種量等은 1報에 詳述하였다.

2. 處理內容, 草地管理 및 調查基準

施肥處理內容은 Table 1과 같다(5處理, 4反覆, 亂塊法配置). 一般施肥 및 分施方法은 1報에 既述한바와 같으며, 2年試驗期間 雜草는 除去치 않았으며, 年 4回 刈取하였다. 植生構成比率 및 收量調査, 土壤 및 植物體의 化學分析은 農村振興廳 農事試驗研究調查 基準方法²²⁾에 準하였다.

III. 結果 및 考察

Table 1. Treatments of N, P₂O₅, and K₂O application rates and kinds of fertilizers used

No.	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/10a) for		Kind of** ¹ fertilizers used
	establishment	management* ¹	
1	0-0-0	0-0-0	-
2	8-0-7	28-0-24	UP
3	8-25-7	28-25-24	UDP
4	8-25-7	28-25-24	UFP
5	8-25-7	28-25-24	C

*¹) None application of P₂O₅ fertilizer in the first harvesting year

**¹) U(urea), D(double superphosphate), F(fused superphosphate), P(potassium murate), C(commercial complex fertilizer)

1. 乾物收量

混播牧草의 總收量: 草地造成時 3要素의 施用水準 및 肥種에 따른 2年平均 混播牧草의 總乾物收量은 Table 2와 같다. 同一한 3要素 施用水準에서는 重過石區가 若干 낮은 收量을 보였으나 有意差가 없었다. 無磷酸(NK)區가 無肥區보다 多少 높은 收量性을 보였으나 有意差가 없었다. 이러한 特性들은 前述한(1報) 初期生育狀과 密接한 聯關性을 보여주고 있다. 그리고 複肥 및 溶過磷區가 重過石區보다 若干 좋은 收量性을 보여준 것은 磷酸의 特性差異 및 副成分인 若土 및 硼素等의 含有에 따른 構成草種인 荳科牧草의 收量增加(後述)에 따른 것으로 보인다.

構成草種別 收量: 播種한 禾本科牧草의 收量變異는 總混播收量과 비슷한 傾向을 보였다. 그러나 無肥區와 無磷酸區間의 收量差는 總收量에서는 有意性이 없었으나 禾本科牧草의 收量에서는 有意性을 보였다(Table 2).

荳科牧草의 收量은 複肥區>溶過磷區>重過石區>無肥區>無磷酸(NK)區 順으로 높은 收量性을 보

Table 2. Two-year average dry matter yields of grasses, legume, weeds, and total forages in a mixed grass/clover sward under different fertilizers and levels of NPK application at pasture establishment

Treatments ¹⁾ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/10a)	Yields by forage components			Total forages
	Grasses	Legume	Weeds	
0-0-0	174.7 ^{c3)}	137.1 ^c	181.7	493.5 ^b
8-0-7 UP	411.7 ^b	71.3 ^d	222.0	705.0 ^b
8-25-7 UDP	829.9 ^a	139.6 ^c	79.8	1049.3 ^a
8-25-7 UFP	889.4 ^a	194.8 ^b	35.3	1119.5 ^a
8-25-7 C	881.1 ^a	249.2 ^a	56.5	1186.8 ^a
Sig. ²⁾	**	**	NS	**
L. S. D., 0.05	235.0	52.4	-	335.4

1) Application rates at pasture establishment, related to the Table 1.

2) ** indicate 0.01 significance level, ns none significance

3) Treatment means followed by the same letter within a column are not significantly(0.05) different from each other

였으며 다른 收量構成要素에 比해서 各處理間 有意性이 있었다(無肥區와 重過石區間은 除外). 이는 苦土 및 硼素를 添加한 複肥의 施用效果가 荳科 牧草의 收量增加에 크게 寄與하였음을 뜻한다. 또한 溶過磷에 含有된 若干의 苦土 및 硼素等의 副成分과 速効性 및 遲効性 肥効特性이 荳科牧草의 收量增加에 寄與하여 重過石區와 有意差를 보여준 要因이 된 것으로 보인다.

荳科牧草가 禾本科牧草보다 Mg 含量 및 脱取量이 높아 要求度가 높으므로,^{9,12)} 土壤中 Mg 不足은 混播草地에서는 特히 荳科牧草의 定着力 및 他牧草間의 競爭力이 弱하여 結局 收量性 및 植生構成比率이 떨어질 수 있음을 豫見할 수 있다. 本試驗에서도 前述한(1 畝) 土壤化學性에서 言及된 바와 같이 土壤中 Mg 含量이 매우 낮았으며, 이에 따라 비록 充分한 施用은 되지 못하였으나 複肥 및 溶過磷에 含有된 Mg의 施用效果가 特히 荳科牧草의 收量提高에 有効하게 나타난 것으로 보인다. 荳科牧草는 一般 禾本科牧草보다 硼素要求度가 매우 높다.^{2,15,16,17)} 우리나라 山地土壤에는 微量元素인 硼素가 매우 不足하다. 朴等의 報告^{23,24,25)}에 依하면 全國의 田作地帶 262個 地域에서 有効硼素含量이 0.01~0.59ppm 이고 平均이 0.147ppm 으로 內陸一部 및 濟州道를 除外하고는 매우 낮은 水準으로 草地의 硼素含量等級의 낮은 水準 0.4ppm 以下^{5,28)}에 屬한다. 또한 이러한 낮은 有効硼素含量은 荳科牧草의 定着에

問題點을 提示하고 硼素施用의 必要性을 強調하고 있다.^{20,23,24,25,26,27)} 우리나라 山地土壤中 낮은 有効硼素含量(0.4ppm 以下)의 條件에서는 alfalfa 栽培時 2~3 kg B/ha (Borax 로 約 20~30kg), 옥수수는 1 kg B/ha 程度의 施用이 必要하다는 報告^{5,28)}를 考慮할 때 草地造成 및 管理肥料에 必須의으로 Mg 과 더불어 B 施用이 必要함을 보여주고 있다.

Fig. 1 에서 보는 바와 같이 3 要素肥種間의 相對收量差를 보면 複肥施用區가 單肥에서 重過石施用區보다 荳科牧草의 收량이 78.5% 增收됨을 볼 때 우리나라 山地土壤條件에서 荳科牧草의 定着에 Mg 및 B의 施用效果가 높음을 보여준다. 無肥區에서 보다 NK 單肥區(無磷酸區)에서 오히려 크게 낮은 것은 磷酸이 不足한 條件에서의 NK(特히 N)만의 施肥는 오히려 荳科牧草의 定着을 阻害함을 뜻한다. 이의 原因들로서는 無肥區보다 NK區에서 相對的으로 良好한 禾本科牧草의 定着에 따른 荳科牧草에 對한 相對的인 抑壓效果, 그리고 一般的으로 N 増施는 荳科牧草를 抑壓시키는 生理的 機能^{3,10,13,18)} 과 荳科牧草가 Ca 및 Mg 要求度가 높은 特性^{1,9,11,12,29)}에서 K 單의 施用에 따른 量的 및 塩基間의 不均衡條件^{9,12)} 등에 따른 抑壓效果에 起因된 것으로 보인다. 그러나 充分한 3 要素施用과 더불어 Mg 및 B의 補充은 N의 抑壓機能 및 塩基間의 不均衡에도 不拘하고 混播草地에서 荳科牧草의 收量增收에 相當히 寄與하였음을 알 수 있다.

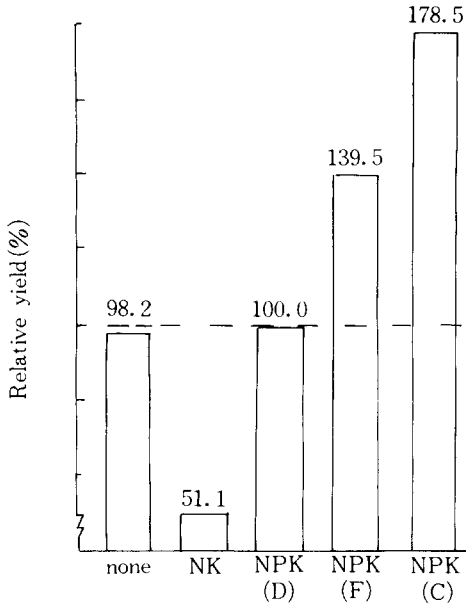


Fig. 1. Effect of the magnesium- and boron-enriched complex fertilizer(C) on the legume yield in a mixed sward: (D) double superphosphate, (F) fused and superphosphate

雜草의 收量을 보면 播種된 禾本科 및 荳科牧草, 그리고 總混播收量이 有意성을 보인데 比해서 處理別 有意差가 없었다. NK區(無磷酸區)에서 제일 높은 收量을 보였는데 이때 荳科牧草의 收量이 第一不良한 것과는 對照의 特性이다. 또한 充分한 3要素施用으로 雜草收量이 낮아지는 傾向을 보였다. 이는 播種牧草의 生育增進效果에 따른 收量性 提高로 相對적으로 雜草가 抑壓된 效果이다.²⁹⁾

2. 植生構成比率

Table 3과 같이 各構成草種의 植生構成比率을 보면, 3要素 均衡施用은 播種된 禾本科 牧草의 植生比率增加와 雜草比率의 下落을 가져와 牧草率을 높였으나 磷酸肥種間의 差異는 經微하였다. 그러나 無肥區를 除外하고는 3要素의 普肥水準에서 複合肥料의 施用區는 荳科牧草植生比率의 增加가 뚜렷하였다. 이는 混播草地에서 荳科牧草比率이 30%程度의 構成比率을 維持하는 것이 牧草의 品質向上과 均衡에 有益하다는¹⁹⁾ 一般原理에 付合되는데 近接하는 與件을 만들었다. 비록 無肥區에서 荳科牧草가 28%程度의 植生構成比率을 보였으나 이는 收量이 너무 적으므로 바람직하지 못하다. 따라서 普肥施用水準에서 複肥施用은 相對적으로 좋은 效果를 보였다.

3. 牧草의 營養成分

造成初年度 混播牧草의 年間平均 養分含量은 Table 4와 같다. 粗蛋白質含量(N×6.25)은 施肥된 條件間에는 비슷하였다. P含量은 無肥區 및 無磷酸區에서는 牧草에서 P缺乏을 招來하는 限界含量 0.2%⁴⁾에 크게 未達되고 있어 草地造成 및 管理에 充分한 磷酸施用의 必要性을 보여주고 있다. 各處理에서 磷酸이 施用된 條件에서는 0.3%内外의 含量分布를 보였는데 이는 禾本科牧草의 正常生育과 家畜의 健康管理에 重要한 基準值인 0.3%¹⁴⁾에 비슷한 水準이나 重過石 施用區에서는 他肥種에 比해서 未洽함을 보여주고 있다. 2年間試驗後 分析된 各處理別 土壤中 有効 P₂O₅含量이 適正值에 相當히

Table 3. Two-year average botanical composition of a mixed grass/clover sward as affected by the different fertilizers and levels of NPK application

Treatments* N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/10a)	Botany			Rate of oversown forages
	Grasses	Legume	Weeds	
0-0-0	35.4	27.8	36.8	63.2
8-0-7 UP	58.4	10.1	31.5	68.5
8-25-7 UDP	79.1	13.3	7.6	92.4
8-25-7 UFP	79.4	17.4	3.2	96.8
8-25-7 C	74.2	21.0	4.8	95.2

* Application rates at pasture establishment, related to the Table 1.

Table 4. Mean nutrient contents¹⁾ in the mixed forages with different fertilizers and levels of NPK application

Treatments ²⁾ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/10a)	Nutrients(%)				
	N	P	K	Ca	Mg
0-0-0	2.27	0.16	2.7	0.74	0.19
8-0-7 UP	2.59	0.15	3.0	0.39	0.15
8-25-7 UDP	2.48	0.27	2.9	0.59	0.15
8-25-7 UFP	2.69	0.31	3.0	0.70	0.16
8-25-7 C	2.62	0.29	2.6	0.61	0.17

- 1) Averaged over all 4 cuts in the first harvesting year (1981)
 2) Application rates at pasture establishment, related to the Table 1.

未洽하며, 禾本科牧草의 收獲에 影響을 미치는 牧草中 限界含量 0.35%⁴⁾에 比하면 持續的인 磷酸施用이 草地土壤의 肥沃度 增進에 必要함을 보여주고 있다. 特히 混播草地에서 NK만의 施肥條件에서 P不足에 따른 荳科牧草의 生育不振(抑壓效果)이 크게 나타났다(Fig. 1).

K 및 Ca 含量에서는 K는 複肥區, Ca은 無磷酸

區에서 낮았는데 이는 混播牧草의 植生構成比率의 差異에 따른 것으로 禾本科牧草는 K 含量, 荳科牧草는 Ca 含量이 많은 生理的 特性때문으로 보인다. Mg은 우리나라 山地土壤中 매우 不足한 養分^{2), 29)}이기 때문에 一般的으로 牧草中 Mg 含量도 매우 낮은 特性을 보인다.²⁹⁾ 本試驗에서도 施肥條件에서 Mg 含量이 0.17%以下로 牧草收量의 限界含量 0.2%⁴⁾에 未達되며, 放牧牛에 牧草테타니 發生要因이 되는 限界含量(<0.2%)에도^{6, 7, 8)} 未洽한 水準이다. 造成用 複肥에 Mg을 添加하여 直接的으로 牧草中 Mg 含量增加와 그리고 間接的으로 荳科牧草의 植生構成比率를 提高시켜 荳科牧草가 禾本科牧草보다 相對的으로 높은 Mg 含量²⁾을 보이는 生理的 特性에 따른 混合牧草의 Mg 含量增加를 가져올 수 있어 牧草 tetany와 聯關된 放牧安定性을 기할 수 있을 것이다. 그러나 本試驗結果(Table 4, 5 및 I 報의 3)와 같이 Mg 含量이 아직도 不足한 條件이므로 造成次年度부터 管理用 複肥에 充分히 含有되도록 하거나 造成時 別途의 Mg 施用, 또는 石灰施用時 若土-石灰를 施用하는 것이 바람직하다.

IV. 摘要

Table 5. Nutrient content¹⁾ by the forage species in a mixed sward with different fertilizers and levels of NPK application

Treatments ²⁾ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/10a)	General components				Minerals				
	crude Protein	c. Fat	c. Fiber	c. Ash	P	K	Ca	Mg	Na (ppm)
Grasses									
0-0-0	12.3	4.3	29.8	8.5	0.23	3.0	0.39	0.18	39
8-0-7 UP	15.3	4.0	35.3	9.0	0.15	3.6	0.31	0.12	41
8-25-7 UDP	12.3	4.3	34.7	8.8	0.27	3.5	0.31	0.08	129
8-25-7 UFP	12.6	4.0	33.5	9.5	0.28	3.7	0.29	0.12	92
8-25-7 C	14.3	4.0	33.4	8.4	0.30	3.2	0.27	0.13	152
Legume									
0-0-0	16.5	3.7	23.6	7.3	0.19	2.1	1.11	0.14	295
8-0-7 UP	18.9	2.8	27.4	8.4	0.20	2.5	1.22	0.13	447
8-25-7 UDP	17.8	2.6	-	9.1	0.28	2.8	1.11	0.11	635
8-25-7 UFP	17.8	2.3	34.6	8.6	0.28	2.9	0.98	0.17	351
8-25-7 C	17.3	2.2	34.2	5.8	0.27	2.8	1.00	0.17	538

- 1) At the second cut (June 18) in the second harvesting year (1982)
 2) Application rates at pasture establishment, related to the Table 1.

草地造成用 2種複合肥料를開發코자 試製品(N-P₂O₅-K₂O-MgO-B₂O₃:8-25-7-3-0.2)을 一般單肥와 供試하여 肥効를 比較檢討하였다. 鷓鴣草混播草地(orchardgrass, tall fescue, kentucky bluegrass 및 ladino clover)에서 2年間 遂行하였으며 1報에서는 土壤의 化學性 및 牧草의 初期生育狀, 本報에서는 收量性, 植生構成比率 및 牧草의 營養成分에 미치는 影響을 檢討한 結果는 다음과 같다.

1. 總混播牧草의 收量은 普肥水準의 3要素施肥區들에 比해서 無磷酸區(NK區)는 35.0%, 無肥區는 54.5% 有意性 있게 減少되었으며, 3要素施用區에서 肥種間에는 複肥>單肥(溶過磷)>單肥(重過石)順으로 收량이 높았으나 有意性은 없었다.

2. 收量構成要素에서 播種된 禾本科牧草의 收量은 3要素施用區들에 比해서 無磷酸區(NK區)는 52.1%, 無肥區는 79.7% 各各 有意性 있게 減少되었으며, 3要素施用區에서 肥種間 差異는 重過石施用區가 第一 낮았으나 有意性은 없었다. 雜草類의 收量은 各處理別 有意性이 없었다.

3. 豆科牧草의 收量(相對收量, %)은 複肥區(178.5%)>尿素, 溶過磷, 塩加 單肥區(139.5%)>尿素, 重過石, 塩加 單肥區(100.0%)=無肥區>無磷酸區(51.1%)順으로 各各 有意差가 있게 높았다. 特히 無肥區보다 無磷酸區(NK區)에서 豆科牧草의 生育不振(抑壓)이 뚜렷하였다.

4. 3要素의 均衡施用은 播種된 禾本科牧草의 植生構成比率 및 牧草率을 提高시켰으나 3要素施用區들에서 이들의 肥種間 差異는 輕微하였다. 3要素의 普肥水準에서 複合肥料의 施用은 豆科牧草의 生育增進(收量增加)에 따른 豆科牧草의 植生構成比率의 增加를 가져왔고 適合한 豆科牧草率의 向上에 有益하였다.

5. 磷酸無施用區에서는 牧草中 P限界含量(0.2%以下)에도 未達되었으며, Mg含量은 全處理區(供히 限界含量(<0.2%)에 未達되어 더 많은 量의 Mg施用이 必要하였다.

6. 供試된 複肥의 肥効 및 作業의 省力化를 考慮하여 本複肥의 活用이 바람직하다. 그러나 不足된 Mg養分의 補充 및 磷酸의 連用과 土壤表面集積等을 考慮하여 施肥基準 N-P₂O₅-K₂O-MgO-B₂O₃가 8-15~20-7-5~10-0.2kg/10a水準에 맞도록 組成比를 調節하는 것이 바람직하다.

V. 引用文獻

1. Baylor, J.E. 1974. Satisfying the nutritional requirements of grass-legume mix. In: Mays, D.A. (ed.), Forage fertilization. ASA. 175-183.
2. Bergmann, W. und P. Neubert. 1976. Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. VEB Gustav Fischer Verlag Jena. 553-575.
3. Carter, P. and J.M. Scholl. 1962. Effectiveness of inorganic nitrogen as a replacement for legumes grown in association with forage grasses. I. Dry matter production and botanical composition. Agron. J., 54:161-165.
4. Finck, A. 1969. Pflanzenernährung in Stickworten. Verlag Ferdinand Hirt, Kiel. 88-90, 143-158.
5. Finck, A. 1979. Dünger und Düngung. Verlag Chemie, Weinheim, Newyork. 73, 217, 276.
6. Gross, C. 1973. Managing Mg-deficient soils to prevent grass tetany. Proc. Meet. Soil Conserv. Soc. Am., Hot Springs, Ark., Oct. 1.
7. 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.
8. Kemp, A. and M.L. it Hart. 1957. Grass tetany in grazing milking cows. Neth. J. Agr. Res. 5:4-17.
9. Klapp, E. 1971. Wiesen und Weiden, 4 Aufl. Verlag Paul Parley, Berlin und Hamburg. 160-190.
10. Kresge, C.B. 1964. Nitrogen fertilization of forage mixtures containing differential legume percentages. Agron. J., 56:325-328.
11. Lonerman, J.F. and K. Snowball. 1969. Calcium requirements of plants. Aust. J. Agric. Res., 20:465-478.
12. Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1978. Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute, Berne, Switzerland. 248-266, 391-423.
13. Mouat, M.C.H. and T.W. Walker. 1959. Competition for nutrients between grasses and white clover. I. Effect of grass species and nitrogen supply. Plant and soil, 11:30-40.

14. Munk, H. 1966. Wirkung der Phosphatdüngung auf Ertrag, Phosphorsäure und Eiweißgehalt des Wiesenfutters. Aus die Phosphorsäure, Band 26, Folge 3/4:97-104.
15. Shorrocks, V.M. 1974. Boron deficiency-its prevention and cure. Borax Consolidated Limited, England. 1-55.
16. Sommer, A.L. and H. Sorokin. 1928. Effects of the absence of boron and of some other essential elements on the cell and tissue structure of the root tips of *Pisum sativum*. *Plant physiol.* 3:237-254.
17. Tanaka, H. 1967. Boron adsorption by plant roots. *Plant and soil*, 27:300-302.
18. Templeton, W.C. and T.H. Taylor. 1966. Some effect of nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization on botanical composition of a tall fescue-white clover sward. *Agron. J.* 58:569-571.
19. 加里研究會. 1970. 草地造成. 11.
20. 金東岩, 金吉洙, 朴天緒. 1969. Alfalfa의 栽培에 關한 研究. 硼素의 施用이 Alfalfa의 生育 및 收量에 미치는 影響. *農試研報* 12(4): 75~82.
21. 農村振興廳. 1982. 山地草地造成과 利用
22. 農村振興廳. 1983. 農事試驗研究調查基準, 改定 第一版 植物環境 및 飼料作物.
23. 朴天緒. 1970. 土壤과 植物에서의 硼素에 對한 諸問題 (I 報). *韓土肥誌* 3(1): 67-71.
24. 朴天緒. 1971. 上同 (II 報). *韓土肥誌* 4(1): 121-132.
25. 朴天緒, 朴來正. 1966. 우리나라 田作物 栽培地帶土壤의 有効硼素含量에 關한 研究. *農試研報* 9: 163-174.
26. 安相培, 金泳燮, 朴天緒. 1966. 牧野地 土壤改良試驗. *植環研報* 3: 581~604.
27. 李載先, 韓興傳, 楊鍾成, 李鍾烈. 1973. 石灰 및 硼素施用이 Alfalfa의 착접 및 種子생산에 미치는 影響. *農試研報*, 15: 89. 93.
28. 鄭連圭. 1984. 草地土壤 管理과 肥料, 加里研究會 131, 167, 282, 297, 298, 311.
29. 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 (I 報~IV 報). *韓畜誌* 24(6): 493-516.