

草地管理用 複合肥料(14-10-12-3-0.2)의 肥効試驗
II. 總乾物收量, 收量構成要素 및 牧草의 營養成分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

II. Changes in the forage yields, yield components, and chemical compositions in a mixed grass-clover and a pure grass swards
Yeun Kyu Jung and Hyok Ho Lee*

Summary

In a two-year's field experiment, the effectiveness of magnesium-and boron-enriched complex fertilizer (CF, N-P₂O₅-K₂O-MgO-B₂O₃: 14-10-12-3-0.2) on the maintenance and management of hilly pasture was studied. The effects of CF and some straight fertilizers (SF) on forage yields, yield components, and chemical compositions were compared in a mixed grass-clover (orchardgrass, tall fescue, kentucky bluegrass, and ladino clover) and a pure grass (orchardgrass) swards. The results are summarized as follows:

1. Considerably higher average dry matter yields were obtained in the CF plots than in the SF plots. In the mixed sward, the yields of whole mixed forages were increased by 10.8-14.5%, grasses by 11%, and legume by 21.5-31.0% by the use of the CF over the use of SF. In the pure grass sward, the yield of grasses was increased by 7.0-21.8%.
2. The rates of yield increase due to the application of CF were dependent on such factors as types of sward (pure or mixed), application rates of NPK, and forage species. The increase of forage yields due to the CF was greater at the normal rate of NPK application than at lower application rate, and in legume forage than in grass forage.
3. The crude fiber, crude fat and NFE contents of forages were not significantly changed by different treatments. However, the forage of CF plot at the normal application rate of NPK contained relatively higher amount of crude protein and crude fat compared with the forages of other plots.
4. There were no significant differences in the contents of mineral nutrients in forages among the different treatments. In spite of the application of Mg-enriched CF, the contents of Mg in soils and forages were below the optimum level.

I. 緒 論

草地의 維持管理用 專用複肥의 開發은 秋播 草地造成 次年度부터 牧草의 定着, 正常生育, 生産性提高,

品質向上 및 耐用年限을 늘리기 爲한 養分의 均衡供給 및 草地施肥의 省力化에 도움을 주고자 하는데 있다. 管理用 複肥의 適合한 組成比 및 施用量을 決定하는 것은 草地의 種類 및 維持管理 特性이 多樣하기

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)

때문에 造成用 複肥보다 考慮事項이 많다.

山地草地는 地形 및 土壤特性(傾斜度向, 屈曲, 母岩, 土性 및 土深 等)들이 多樣하기 때문에 一般 耕作地에 比해서 土壤肥沃度의 差異가 相對的으로 크며 不良한 傾向을 보인다.^{17, 18)} 또한 構成草種(특히 禾本科, 荳科 및 混·單播)과 草地利用方法(刈取, 放牧, 刈取-放牧, 利用頻度) 等에 따라서도 施肥量 및 施肥比率이 달라야 하므로 이들에 附屬된 多様な 組成比의 複肥 開發이 必要하다.

本 管理用 2種 複肥의 組成比는 가벼운 放牧을 包含한 刈取爲主의 混播草地에 對한 一般의인 施肥組成比를 갖고있다. 따라서 草地特性에 따른 多様な 組成比를 갖는 管理用 複肥가 繼續 研究 開發되어야 할 것이다.

II. 材料 및 方法

1. 供試材料

試驗地는 開墾年度가 3~4年된 低丘陵의 緩傾斜地인 殘積土로서 排水가 良好한 松汀統 土壤이다. 混播 牧草로서 orchardgrass, tall fescue, Kentucky bluegrass 및 ladino clover를 總 4 kg/10a 基準으로 결루둑 散播하였다. 供試複肥는 N-P₂O₅-K₂O-MgO-B₂O₃가 14-10-12-3-0.2의 組成比를 갖는 2種 複肥로서 本 成分外에 T-S가 5%, CaO가 5%를 含有한 京畿化學(株)의 草地管理用 複肥試製品을 供試하였다. 土壤의 理化學性, 牧草品種 및 草種別 播種量, 複肥의 構成肥種, 施肥基準 等은 I 報²⁶⁾에 既述하였다.

2. 處理內容, 草地管理 및 調查基準

草地의 維持管理肥料의 肥種 및 施用量을 달리한

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 I 報²⁶⁾에 既述한 바와 같고, 2年 試驗期間 雜草는 除去치 않았으며, 年 4회 刈取하였다. 植生構成比率, 收量調查, 土壤 및 植物體의 化學分析 等은 農村振興廳 基準方法¹⁹⁾에 準하였다.

III. 結果 및 考察

1. 乾物收量

試驗設計에 따라서 造成된 混播牧草地와 補助試驗으로 遂行된 既存 禾本科 牧草地에서 얻어진 各處理別 2年平均 總收量 및 收量構成要素別 收量を 보면 Table 2와 같다.

總收量: 2年平均 總乾物收量은 混播 및 單播草地 모두에서 肥料의 施用水準이 增加함에 따라 有意性 있는 收量增加를 보였고, 同一한 施用水準에서는 複肥區가 單肥區보다 뚜렷한 收量增加를 보였으나, 施用水準 및 混·單播 牧草地 特性에 따라서 收量增加率은 差異를 보였다. 複肥區는 單肥區에 比해서 少肥水準에서 混播草地 10.8%, 單播(禾本科)草地 6.9%, 普肥水準에서 混播草地 14.5%, 單播草地 21.8%의 收量增加를 보였다. 따라서 複肥의 收量增收效果가 少肥보다 普肥水準에서 相對的으로 높게 나타나는 傾向을 보였다.

構成草種別 乾物收量: 混播草地(禾本科-荳科牧草)에서 構成草種別 乾物收量의 變化를 보면, 施肥水準의 增加에 따라서 禾本科牧草는 收量增加가 뚜렷하였고 普肥水準의 경우 少肥보다 平均 62.5% 增收하였다. 反面에 荳科牧草는 平均 11.5% 增收에 그쳤고, 雜草는 거의 變化가 없었다. 肥種別 收量變化를 보면, 禾本科牧草는 少肥 및 普肥水準 모두 11% 内外 複肥

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

| No. | N-P ₂ O ₅ -K ₂ O Application(kg/10a) | | | |
|-----|---|------|--------------------------|-----|
| | establishment | | maintenance & management | |
| 1 | 8-1-7 | UDP* | 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)

Table 2. Two-year average dry matter yields of grasses, legume, weeds, and total forages in the mixed grass/legume and pure grass swards under different fertilizers and levels of N-P₂O₅-K₂O application for pasture maintenance and management.

(DM kg/10a)

| Treatment ¹⁾ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/10a) | Yields by yield components in mixed sward | | | | Yields in pure grass sward |
|--|---|--------|-------|------------------|-------------------------------|
| | Grasses | Legume | Weeds | Total forages | |
| 0-0-0 | 167.5 | 288.6 | 83.1 | 539.2 | 298.4 |
| 14-10-12 UDP | 398.6 | 212.4 | 78.5 | 689.5 | 628.4 |
| 14-10-12 C | 444.1 | 258.0 | 62.1 | 764.2 | 671.9 |
| 28-20-24 UDP | 645.7 | 227.1 | 76.3 | 945.9 | 748.1 |
| 28-20-24 C | 714.1 | 297.6 | 74.5 | 1086.0 | 911.4 |
| Sig ²⁾ | ** | * | ns | ** | ** |
| L. S. D. 0.05 | 107.3 | 58.5 | - | 134.7 | 182.1 |

1) Kind of fertilizers and yearly application rates for pasture management, related to the Table 1.

2) ** and * indicate 0.01 and 0.05 significance levels, respectively, ns; none significance.

區가 單肥區보다 收量增收을 보였다. 反面에 荳科牧草는 少肥水準에서 21.5%, 普肥水準에서 31.0%增收을 보였다. 그러나 雜草는 少肥區에서 複肥區가 多少 낮았으며 普肥區에서는 肥種間에 큰 變化를 보이지 않았다.

本 試驗에 供試된 苦土 및 硼素를 添加한 複肥의 施用效果는 禾本科牧草의 增收뿐만 아니라 特히 荳科牧草의 增收에 相對적으로 더 높은 效果를 보였다. 또한 雜草收量에 미치는 輕微한 影響은 實際로 牧草率 向上에 寄與하는 效果도 보였다. 複肥가 單肥보다 더 높은 收量增收效果를 보인것은 牧草가 多肥作物의 特性^{15, 18)}을 갖고, 多量要素인 苦土의 要求度가 높으며, 特히 荳科牧草가 禾本科牧草보다 Mg 含量 및 要求度가 더 높은 生理的 特性이^{1, 9, 10)} 있어 複肥에 添加된 苦土가 禾本科牧草뿐만 아니라 荳科牧草의 定着力 및 草種間의 競合力 增大에 寄與한 것으로 生覺된다. 또한 複肥中 苦土가 施用基準에 未治하였으나 土壤中 Mg 含量이 매우 낮아(I 報)²⁶⁾ 苦土施用效果가 多少 나타난 것도 增收의 原因이 된 것으로 生覺된다.

한편 荳科牧草가 禾本科牧草보다 硼素含量 및 生理的 要求度가 越等히 높은^{2, 12, 13, 14)} 것으로 알려져 있는데 우리나라 土壤에는 微量要素인 硼素가 매우 不

足한 편이다. 朴等의 硼素에 關한 報告에^{20, 21, 22)} 의하면 全國 田作地帶(262 個 地域)의 有效硼素含量이 0.01~0.59ppm으로 平均 0.147ppm 이었다. 本 結果에서 山地土壤은 더욱 낮음을 알수 있으며, 草地土壤의 有效硼素 含量等級에서 낮은 水準인 0.40ppm^{5, 25)} 에도 크게 未達됨을 알수 있다. 이러한 낮은 水準에서는 荳科牧草의 定着에 問題點을 提示하여 硼素施用을 強調하고 있다.^{16, 20, 21, 22, 23, 24)} 土壤中 낮은 有效硼素含量(0.40ppm)에서는 alfalfa 栽培時 2~3kg B/ha (Borax 約 20~30kg), 옥수수는 1kg B/ha 水準의 施用이 必要하다는 報告^{5, 25)}를 考慮할때 草地造成뿐만 아니라 管理用 施肥에도 Mg과 더불어 硼素添加가 必要함을 보였다. 本 試驗에서 荳科牧草의 定着 및 收量性에 單肥보다 複肥區에서 他草種보다 相對적으로 더 높은것은 Mg뿐만 아니라 添加된 硼素施用에 크게 影響을 받은 것으로 生覺된다.

2. 牧草의 營養成分

各 處理別 牧草의 一般成分 및 無機養分の 含量變化를 보면 Table 3과 같다. 一般成分의 含量變化를 보면 粗纖維, 粗灰分 및 可溶無窒素物(NFE) 含量은 處理間에 뚜렷한 差異를 보이지 않는 反面 粗蛋白質

Table 3. General composition and mineral contents of forages in the mixed grass/clover and pure grass swards under different fertilizers and levels of N-P₂O₅-K₂O application for pasture maintenance and management.

(%)

| Treatment ¹⁾ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/10a) | General components and mineral contents | | | | | | | | | | | K/Ca+Mg eq. ratio |
|--|---|--------|----------|--------|----------|-------------------------------|------------------|-----|------|-------------------|------------------|----------------------|
| | Crude protein | C. fat | C. fiber | C. ash | N. F. E. | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO | Na ₂ O | SiO ₂ | |
| Mixed forages in grass/clover mixed sward ²⁾ | | | | | | | | | | | | |
| 0-0-0 | 15.3 | 3.9 | 42.2 | 10.8 | 27.8 | 0.60 | 4.1 | 1.3 | 0.34 | 0.04 | 0.4 | 3.0 |
| 14-10-12 UDP | 14.6 | 4.1 | 30.0 | 11.2 | 40.1 | 0.67 | 4.8 | 0.8 | 0.31 | 0.04 | 1.0 | 5.6 |
| 14-10-12 C | 14.6 | 3.2 | 29.8 | 10.3 | 42.1 | 0.73 | 5.0 | 0.7 | 0.34 | 0.04 | 0.8 | 5.9 |
| 28-20-24 UDP | 15.6 | 4.3 | 30.8 | 11.2 | 38.1 | 0.71 | 5.2 | 0.8 | 0.33 | 0.04 | 0.8 | 5.9 |
| 28-20-24 C | 16.3 | 4.7 | 31.4 | 11.1 | 36.5 | 0.73 | 5.1 | 0.5 | 0.32 | 0.03 | 0.8 | 7.6 |
| Grass forages in orchardgrass sward ³⁾ | | | | | | | | | | | | |
| 0-0-0 | 12.0 | 1.9 | 29.9 | 8.7 | 47.6 | 0.82 | 3.6 | 0.3 | 0.27 | 0.16 | 0.8 | 7.9 |
| 14-10-12 UDP | 12.4 | 2.2 | 32.6 | 9.1 | 43.6 | 0.67 | 3.4 | 0.3 | 0.21 | 0.15 | 0.6 | 8.5 |
| 14-10-12 C | 12.0 | 2.5 | 31.2 | 8.6 | 45.8 | 0.67 | 4.3 | 0.3 | 0.26 | 0.12 | 0.8 | 9.0 |
| 28-20-24 UDP | 13.6 | 2.3 | 30.8 | 9.1 | 44.3 | 0.71 | 4.0 | - | 0.25 | 0.12 | 0.6 | - |
| 28-20-24 C | 15.0 | 3.8 | 31.2 | 9.6 | 40.4 | 0.75 | 4.3 | 0.4 | 0.25 | 0.13 | 0.1 | 9.2 |

1) Yearly application rates and kinds of fertilizers used for pasture maintenance, related to the Table 1.: U(urea), D(double superphosphate), P(potassium murate), and C(commercial complex fertilizer)

2) General composition and mineral contents at the 3rd cut in the first experiment year.

3) General composition at the 4rd(last) cut in the first experiment year and mineral contents at the first cut in the second experiment year.

및 粗脂肪 含量은 混播 및 單播草地 供히 普肥水準의 複肥施用區가 다른 處理區에서 보다 多少 높았다.

無機養分の 含量變化을 成分別로 보면 單肥區와 複肥區間에 一貫된 差異를 보이지 않았다. 牧草中の 磷酸含量은 無肥區를 除外하고 0.29~0.33%(P 基準) 水準으로 牧草 및 家畜의 健康維持를 爲한 適正含量 0.35 以上¹⁾에 比해서 若干 낮은 편이었다. 또한 土壤中 有效 P₂O₅ 含量도 이미 第1報를 통해 보고한 바와 같이 試驗後 普肥區에서 195ppm을 나타내 適正含量 200~400ppm 水準¹¹⁾의 下限値에 達하였다. 따라서 每年 磷酸施用時 草地土壤의 表土에 磷酸蓄積(含量增加)이 된다는 特性과²⁷⁾ 聯關하여 보면 土壤 및 牧草中 磷酸含量의 適正水準維持가 草地年度가 增加할수록 可能해 질것으로 生覺된다.

牧草中 Mg 含量을 보면 全술한 인산과는 달리 施

肥水準 및 肥種間 뚜렷한 差異를 보이지 않았다. 全 處理區의 含量範圍를 보면 混播牧草區에서는 0.31~0.34%(MgO), 그리고 單播牧草區에서는 0.21~0.27% 含量水準을 보였다. 이는 收量減少 境界含量이 禾本科牧草가 0.33% MgO(0.20% Mg), 荳科牧草가 0.49% MgO(0.30% Mg) 水準이라는 報告^{5,25)}와 比較하여 보면 不足한 含量水準이었다. 또한 牧草中 MgO 含量 0.41%(Mg 0.25%)은 乳生産 및 放牧乳牛의 健康維持에 不適合한 水準이라는 報告³⁾와 比較할때 全 試驗區의 牧草中 Mg 含量이 相當히 不足함을 알 수 있었다. 本 試驗後의 土壤中 置換性 Mg 含量이 2.0~3.4% mg/100g 水準으로 草地土壤의 適性等級^{11,25)}에서 낮은 水準(<4 mg/100g)에 屬하며 本 水準에서 15~20kg MgO/10a 施用이 要求된다는 報告^{11,25)}와 聯關하여 볼때 Mg가 添加된 複肥水準으로도 매우 未治

한 것으로 생각되며 이에따라 牧草中の 苦土含量도 不足한 것으로 調査되었다. 따라서 草地造成時 苦土-石灰肥料의 施用으로 土壤改良의 效果를 얻은후에 管理用 複肥의 苦土施用이 補充的 次元에서 意味가 있을 것으로 生覺된다.

Grass tetany 發生이 可能한 要因들의 하나인 牧草中 MgO 含量 0.33%(Mg 0.20%) 以上の^{6,7,8)} 條件과 比較하여 보면 草地形態에 따라 差異가 있어 混播牧草地는 本境界水準과 같았으나 單播草地는 크게 낮은 水準을 보였다. 以上の 結果에서 混播牧草地가 單播牧草地보다 相對的으로 높은 含量을 보인것은 荳科牧草가 營養生理上 禾本科牧草보다 苦土含量이 높은 特性²⁾에 基因된 것으로 生覺된다. 또한 塩基間的 相對比率에서 grass tetany 發生可能的한 要因이 되는 K/Ca+Mg 當量比가 2.2 以上^{6,8)}인 條件과 比較하여 보면 Table 3과 같이 處理間에 뚜렷한 差異를 보이지는 않았으나, 單播(禾本科) 草地에서 다소 높은 편이었다. 單播草地에서는 牧草中 K/Ca+Mg 當量比가 7.9~9.2 水準, 그리고 混播草地는 荳科牧草의 植生比率이 禾本科牧草보다 높은 無肥區의 3.0을 除外하고는 5.6~7.6 水準으로 絶對值가 critical level 2.2 보다 모두 높은 傾向을 보였다. 이러한 特性은 相對的으로 牧草中 Ca 및 Mg含量이 낮고 K含量이 높음에 基因된 것으로 草地造成時 苦土-石灰肥料의 施用으로 K/Ca+Mg 當量比를 크게 낮출수 있을 것으로 生覺된다.

IV. 摘 要

草地管理用 2種 複合肥料를 開發토자 試製品(N-P₂O₅-K₂O-MgO-B₂O₃: 14-10-12-3-0.2)을 一般單肥와 供試하여 肥効를 比較檢討하였다. 대상초지로는 새로 造成된 걸뿌림 混播草地(orchardgrass, tall fescue, Kentucky bluegrass 및 ladino clover) 및 既存의 걸뿌림 單播草地(orchardgrass 優占草地)를 供試場所로 하여 2年間 試驗을 遂行하였다. I報에서는 土壤化學性 및 無機塩基의 相互均衡, II報(本報)에서는 收量性 및 牧草의 營養成分에 미치는 影響을 檢討하였으며 이에 얻어진 主要結果는 아래와 같다.

1. 2年平均 乾物收量은 混播 및 單播草地 모두 同一 施用水準에서 複肥區가 單肥區보다 越等히 높았다. 複肥區의 收量增收效果를 草種別로 보면, 混播草地에서 總收量은 少肥水準에서 10.8%, 普肥水準에서 14.5

% 增收되었다. 그리고 構成草種中 禾本科牧草의 收量은 少·普肥水準 供히 11% 内外 增收되었고, 荳科牧草의 收量은 少肥水準에서 21.5%, 普肥水準에서 31.0% 增收되었다. 그러나 雜草收量은 거의 差異가 없었다. 禾本科 單播草地의 收量은 少肥水準에서 7.0%, 普肥水準에서 21.8% 增收되었다.

2. 複肥區가 單肥區 보다 뚜렷한 增收效果를 보였으나, 施用水準과 混·單播 및 構成草種의 特性들에 따라서 收量 增收率에 差異를 보였고, 少肥보다 普肥水準에서 그리고 禾本科牧草보다 荳科牧草에서 相對的으로 더 높은 增收效果를 보였다.

3. 一般成分의 含量差異를 보면, 粗纖維, 粗脂肪 및 NFE는 處理間에 뚜렷한 差異를 보이지 않았다. 그러나 粗蛋白質 및 粗脂肪 含量은 混·單播 草地에서 供히 普肥水準의 複肥區가 다른 處理區보다 多少 높은 傾向을 보였다.

4. 無機養分의 含量差異를 보면 單·複肥區間 一貫된 差異를 보이지 않았다. Mg가 添加된 複肥施用에서도 草地土壤 및 牧草中 Mg含量이 適定水準에 未洽하였다.

V. 引用文獻

1. Baylor, J. B. 1974. Satisfying the nutritional requirements of grass-legume mixture. In: Mays, D. A.(ed.), Forage fertilization. ASA. 175-183.
2. Bergmann, W. und P. Neubert. 1976. Pflanzen-diagnose und Pflanzenanalyse. VEB Gustav Fischer Verlag Jena. 553-575.
3. De Groot, T. 1966. The grazing dairy cows in relation to its environment under intensive farming conditions. Rep. 9th Int. Congr. Anim. Prod., Proc.(Edinburgh, Scotland). 165-173.
4. Finck, A. 1969. Pflanzenernaehrung in Stichworten. Verlag Ferdinand Hirt, Kiel. 88-90. 143-158.
5. Finck, A. 1979. Duenger und Duengung. Verlag Chemie, Weinheim, New York. 73. 217, 276.
6. Gross, C. 1973. Managing Mg-deficient soils to prevent grass tetany. Proc. Meet. Soil concerv. Soc. Am. Hot Springs. Ark, Oct. 1.
7. Kemp, A. 1960. Hypomagnesaemia in milking cows: The response of serum magnesium to alte-

- rations in herbage composition resulting from K and N dressings on pasture. Neth. J. Agr. Sci. 8: 281-304.
8. Kemp, A. and M. L. 't 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. Mengel, K. and E. A. Kirkby. 1978. Principles of plant nutrition. International Potash Institute, Berne, Switzerland. 248-266, 391-423.
 11. Ruhr-Stickstoff Aktiengesellschaft. 1978. Faustzahlen fuer Landwirtschaft und Gartenbau. Verlag Union Agrar. 243, 404.
 12. Shorrocks, V. M. 1974. Boron deficiency-its prevention and cure. Borax Consolidated Limited. England. 1-55.
 13. Sommer, A. L. and H. Sorokin. 1928. Effects of the absence of boron and some other essential elements on the cell and tissue structure of the root tips of *Pisum sativum*. Plant physiol. 3: 237-254.
 14. Tanaka, H. 1967. Boron adsorption by plant roots. Plant and soil. 27: 300-302.
 15. 原田勇. 1979. 牧草の榮養と施肥. 養賢堂. 3-6.
 16. 金東岩, 金吉洙, 朴天緒. 1969. alfalfa의 栽培에 관한 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.
 17. 農村振興廳. 1974. 新開墾地 營農技術. 11-55.
 18. 農村振興廳. 1982. 山地草地造成과 利用. 35-46, 126-127, 196-209.
 19. 農村振興廳. 1983. 農事試驗研究調查基準, 改訂 第1版, 植物環境 및 飼料作物編.
 20. 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.
 21. 朴天緒. 1971. 上同(II 報). 韓土肥誌 4(1): 121-132.
 22. 朴天緒, 朴來正. 1966. 우리나라 田作物 栽培地帶 土壤의 有效硼素含量에 關한 研究. 農試研報 9: 163-174.
 23. 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.
 24. 李載先, 韓興傳, 楊鍾成, 李鍾烈. 1973. 石灰 및 硼素施用이 Alfalfa의 착형 및 種子生産에 미치는 影響. 農試研報 15: 89-93.
 25. 鄭連圭. 1984. 草地土壤管理과 肥料. 加理研究會. 131. 167. 282. 297. 298. 311.
 26. 鄭連圭, 李赫浩. 1991. 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. 韓草誌.
 27. 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.